

放射能の農畜水産物等への影響 についての研究報告会

—東日本大震災に関する救援・復興に係る農学生命科学研究科の取組み—

資料集
2011
2016
(第1回 - 第12回)



東京大学大学院農学生命科学研究科

Graduate School of Agricultural and Life Sciences /
Faculty of Agriculture, The University of Tokyo

放射能の農畜水産物等への 影響についての研究報告会

—東日本大震災に関する救援・復興に係る農学生命科学研究科の取組み—

資料集 2011-2016 (第1回-第12回)



東京大学大学院農学生命科学研究科

Graduate School of Agricultural and Life Sciences /
Faculty of Agriculture, The University of Tokyo

連絡先

二瓶直登

anaoto@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp

田野井慶太郎

uktanoi@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

編集者

東京大学大学院 農学生命科学研究科 放射線植物生理学研究室
113-8657 東京都文京区弥生1-1-1

電話：03-5841-5440

ホームページ：<http://park.itc.u-tokyo.ac.jp/radio-plantphys/>

DTP：Riopopo

印刷：東京大学大学院 農学生命科学研究科

はじめに

東日本大震災からはや5年が過ぎましたが、震災に起因する東京電力福島第一原子力発電所の事故により環境中に大量に飛散した放射性物質による福島県を中心とした農林水産業の被害は未だに大きなものがあります。東京大学大学院農学生命科学研究科では、事故直後から農地、作物および家畜に対する放射能汚染の実態把握と、環境及び作物の中での放射性物質の挙動解明に取り組んで参りました。そこで得られた知見は、「放射能の農畜水産物等への影響についての研究報告会—東日本大震災に関する救援・復興に係る農学生命科学研究科の取組み—」にて、いち早く市民の方々へ情報提供して参りました。研究報告会はすでに12回を数えています。本誌はその内容について取りまとめたものです。

福島県の現状を見ますと、避難指示が解除された地域が増えてきてはいますが、人々の生活の完全な復興までにはまだまだ長い時間がかかるものと思われます。農学生命科学研究科の専門知を幅広く集約し、今後とも福島復興を支える活動を継続して参りたいと考えています。本誌が、本研究科の活動をご理解、ご支援いただく機会となりますことを願っております。

東京大学大学院農学生命科学研究科長
丹下 健

はじめに	3
第1回 2011年11月19日	5
第2回 2012年2月18日	33
第3回 2012年5月26日	57
第4回 2012年9月8日	81
第5回 2012年12月8日	105
第6回 2013年4月20日	127
第7回 2013年8月10日	151
第8回 2013年12月14日	177
第9回 2014年6月14日	199
第10回 2014年11月9日	223
第11回 2015年4月25日	263
第12回 2016年3月26日	299
おわりに	335

目次

第1回

2011.11.19

開会の辞

長澤 寛道

1-1 農学生命科学研究科全体の取組みについて

中西 友子 6

福島県農業総合センターの取組み

吉岡 邦雄

1-2 放射性セシウムのイネへの移行

根本 圭介 8

1-3 土壤中の放射性セシウムの挙動

塩澤 昌 13

1-4 乳牛における放射性セシウムの動態

李 俊佑 16

1-5 低濃度汚染土壌における野菜への放射性核種の移行

大下 誠一 18

1-6 高線量地帯周辺における野生動物の生態・被曝モニタリング

石田 健 21

1-7 魚貝類の汚染

潮 秀樹 25

1-8 農学生命科学研究科で取り組んでいるその他の成果

田野井 慶太郎 27

閉会の辞

長澤 寛道

1-1 農学生命科学研究科全体の取組みについて

中西 友子



被災地の農林水産業支援

農学部・農学生命科学研究科・附属施設全体を通じた取り組み

中西友子



どんな情報を目にするのでしょうか？

① **モニタリング**
多地点での放射能：空間線量、土壌、水車、飛行機なども利用 **健康影響上も重要**

② **食品の測定値**
あらゆる食品の放射能

では、農業をする人への情報は？
一次産業は自然と共にある。
複雑な自然はひとつの専門からでは解けない。



森林の専門家

放射性物質の移動

水理の専門家

イネ育種の専門家

土壌の専門家

東京大学農学部における震災復興支援への取組み

東京大学 災害対策本部
東日本大震災に関する教授・復興支援室

生物生産工学研究センター
福島県農業総合センター

農学生命科学研究科 総科

(1) 高放射能の農畜水産物産業への影響

① 作物・穀物	演習林	応用生命化学・工学
② 家畜・畜産物	牧場	生産・環境生物学
③ 土壌・微生物	生体調和農学機構 (園場)	獣医学
④ 魚介類、海水	水産実験所	応用動物科学
⑤ 放射線測定	食の安全センター	森林化学
⑥ 科学コミュニケーション他	放射性同位元素施設	生物環境工学
		生物材料科学
		水産生物学

(2) 被災地農業回復についての研究開発

① 作物生産・土壌学 ② バイオマス生産



世界のイネ 百余品種

鳥類

魚介類

病理検査

シバヤギの長期間飼育実験:
A: 福島原発30km圏内
B: いわき市周辺 (70km)
C: 東大附属牧場 (150km圏内)
D: 遠隔地 (300km以上)

研究提案

作物
放射線モニタリング、作物への放射性核種の移行・動態・蓄積
Cs吸収能の異なるイネの探索と利用(有用品種の探索)
植物による土壌の除染、汚染固定化
バイオエタノール生産

土壌
土壌の放射性核種の移行・動態・蓄積
農地の土壌改良技術開発
微生物相の変化

畜産
飼料汚染、家畜汚染、家畜への放射性核種の移行・蓄積
牛乳の汚染

水産
海水・魚介類のモニタリング
食品加工工程での蓄積

フィールド (環境)
水) 生態系の放射性核種の移行・動態・蓄積
植物) 土壌相変化
森林・果樹への放射性核種の移行・動態・蓄積
農地での水・養分循環における放射性核種のモニタリングと解析
鳥類、爬虫類、昆虫などの生態系・生体内動態(カメラ撮影と録音)

測定法
放射能以外
簡易測定器開発、Sr-90迅速測定法開発

ネットワークを利用したリテラシーの向上、サイエンスコミュニケーション
土地修復・農業生産復興・シンビジネス創生へのシナリオ
シンポジウム開催

合計40-50人の教員

6月時点で集めた研究成果(8月掲載)

(敬称略)	研究場所
塩沢 昌 他	福島県郡山市の水田土壌における放射性セシウムの深度別濃度と移流速度
田野井慶太郎 根本圭介 他	福島県における降下した放射性物質のコムギ組織別イメージングとセシウム134およびセシウム137の定量
野川薫夫 橋本健 他	福島県郡山市の水田および畑作土壌からの ¹³⁷ Cs、 ¹³⁴ Csならびに ¹³¹ Iの溶出実験
眞鍋昇 李俊佑 他	福島第一原子力発電所事故後の牧草を給与した牛の乳における放射性物質濃度
大下誠一 他	低濃度放射性降下物に起因した土壌および野菜の放射性核種濃度の測定 - 東京大学大学院農学生命科学研究科付属生体調和農学機構における事例 -

成果の発表

6月: Radioisotopes誌 5報(日本語)⇒8月号掲載

海外での報道

Published online 12 July 2011 | Nature | doi:10.1038/475154a

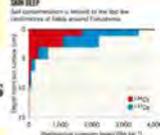
No fallout legacy for Japan's
David Cyranoski

ROOSTER SHOTS, GARDIES, MUSINGS AND NEWS FROM THE HEALTH WORLD

Los Angeles Times | Saturday, July 30

Japanese crops can be safe to eat despite radiation from nuclear plant, scientists say

イギリス: BBC 22時ニュース
イギリス: BBC 全米向けラジオ放送
ドイツ: ZDF, Spiegel



コムギの放射能の可視化 (2カ月経って採取)

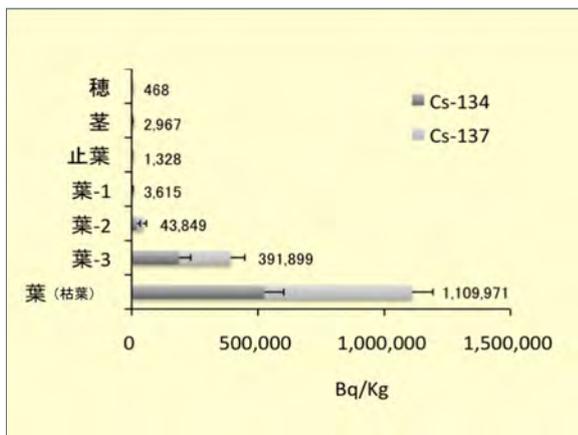
http://www4.pref.fukushima.jp/nougyou-entreibu_aizu/suitoub...

9

10.0 mm

- ・事故当時、展開した葉に降ってきた。
- ・他の葉も、少量の放射線が検出された。

10



アジサイ(9月)

河舘先生(園芸学研究室)

12

上左図は野内、バナナ、しょうがをイメージングプレート(IP)の上に置き、高さ10cmの鉛筒(内側を0.04μmのアクリル樹脂で内張りしてあり、環境放射線強度を1/20にしている)の中に26日間置いたあとに採取した画像である。食物中に含まれるカリウム中のK-40からのβ線による画像が黄色く採取されている。野内では、樹脂の部分にカリウムがほとんど含まれていないことが分る。

上中図は眼鏡の写真で、上右図はそれをIP上に1週間露出したものである。サングラスにはカリウムはほとんど含まれていないが、食鏡の光学ガラスはカリウムがガラスなので、カリウムが多く含まれている。

左図はしゆろの葉である。

図2 イメージングプレートによる自然放射能分布の測定例

13

農学から見た被災の特徴は？

被災地の80%は農業関連(森林も含む)だった。
3月は雪の降る日もあった。
⇒地面は雪に覆われている所も多かった。
⇒畑で生育している作物は殆ど無かった。
⇒落葉樹には殆ど葉がなかった。

降ってきた放射性核種はしっかり吸着するはず。
⇒原子数が非常に少ない。1000ベクレルとは1000個の原子を測定
⇒花粉と同様に考える。

14

これからも農学生命科学研究科は、現場に役立つ被災地支援研究を続けていきます。

おわり

15

1-2 放射性セシウムのイネへの移行

根本 圭介

放射性セシウムの イネへの移行

栽培学研究室 根本圭介

1

福島県の稲作

- 米は、福島県全体の農業生産額の4割を占める重要な作物
- 全国的にみても、福島県は生産量第4位を誇る米どころ
- 福島原発事故による放射性物質降下がイネに与えた影響の解明と対策技術の早急な確立が求められる

2

イネと稲作の特殊性

- イネは水生植物として、養分吸収を含めた生理的な仕組みが特殊化している
- 水田生態系そのものが、物質循環に関して独自の特徴を持っている
- チェルノブイリ事故の類推だけでは解決できない独自の問題があるのではないか？

3

作物・土壌グループの活動

- 今年の5月、福島県農業総合センターの支援要請に基づき同センターで圃場実験を開始
- その他、大学での室内実験、農家圃場での調査
- イネ関係では：
農学生命科学研究科 放射性同位元素施設
農地環境工学研究室
栽培学研究室
福島県農業総合研究センター

4

1 イネにおけるセシウム 吸収のパターン

5

- 1960年代に行われた核実験以降、国内の土壌に微量、降下したセシウムに関する過去の研究の蓄積
- 比較的高濃度のセシウム これまでポット実験のみ 圃場でモニタリング……今回はじめて

6

セシウムの作物への吸収経路

- 葉面吸収: Csの作物への吸収経路は、大気から作物体に沈着し吸収される葉面吸収
- 経根吸収: 一度土壌に降下したのち根を通じて吸収される経根吸収がある。

7

2 品種による放射性セシウム 吸収の違い

8

なぜセシウム吸収の品種間差異か？

- 来年の作付にあたり、セシウム吸収が少ない品種を選びたい
 - ……いま実際に栽培されている品種
- 将来に向けて、セシウム吸収が少ない品種を作りたい
 - ……海外のローカルな品種も含めた多種多様な品種

9

実験の概要



実験1

福島県農業総合センターの水田で100余品種を栽培、秋に収穫して籾のセシウム濃度を測定

土壌のセシウム濃度：
約4000ベクレル/kg

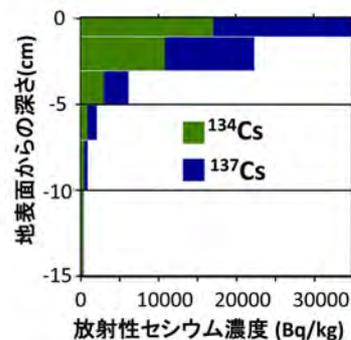
10

問題点

- 実った米を測定したところ、セシウム濃度の低い品種が多く、通常の測定方法では大半のサンプルがND(検出限界以下)となった。
- そのため、測定時間を延ばして検出感度を上げているが、一日に1~2サンプルしか測定できない。

11

耕起していない土地は表土に高濃度のセシウムが存在



12

表土のみを用いたポット実験



実験2

耕起していない水田土壌の表土だけを集め、66品種をポット栽培、播種後50日で採取して茎葉のセシウム濃度を測定

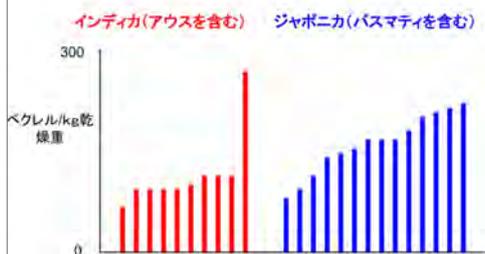
土壌のセシウム濃度：
約20000ベクレル/kg

13



14

播種後50日目の茎葉部におけるセシウム137の濃度



15

品種比較に関する今後の課題

- 大まかな傾向として、ジャポニカでセシウム濃度が比較的高くインディカで低い傾向が認められる
- ただし、育種に結びつけるには、異なる土壌タイプでも同様の傾向が再現できるか、セシウム吸収能力が望ましくない形質と連動していないか等、入念な検討が必要
- 迅速な育種に役立つ情報として、関与する遺伝子の染色体上の位置を明らかにする予定

16

01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12

3 イネの放射性セシウム吸収における土壌の重要性

17

イネの養分吸収

- イネの栄養素のなかには、吸収の品種間差違が土耕栽培(ポット・圃場)だけで見られ、水耕栽培では見られないものがある。
- 水耕でセシウムを吸収させた場合の品種間差違は、土耕で吸収させた場合と一致するだろうか？

18

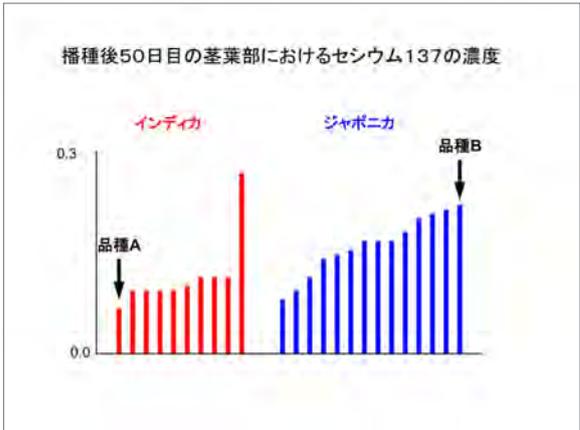
実験の概要



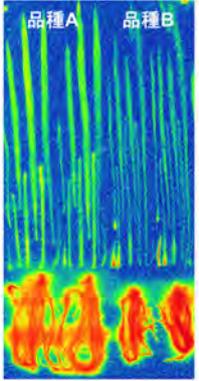
- ポット実験でセシウム濃度の低かった品種と高かった品種(各1品種)を水耕栽培
- 水耕〇日目に水耕液に放射性セシウムを添加し、吸収を調査

(実験者:放射性同位元素施設 小林博士・田野井博士・中西教授)

19



20



結果:土からの吸収と水耕液からの吸収は一致しない

- 土耕実験では、セシウム濃度は 品種A < 品種B であつたが、水耕実験では逆に 品種A > 品種B
- イネのセシウム吸収・蓄積能力は単純な「イオン吸収能」によるものではないらしい。

21

セシウムの土壌への吸着と経根吸収

- 農耕地に降下した放射性セシウムは、時間の経過とともに土壌粒子に吸着されていく
- 降下直後は土壌粒子への吸着は少ないが、時間が経つと土壌粒子への吸着が進み、根から吸収されにくくなる
- このような吸着の進行は土壌の種類によって異なる。福島はどのようであろうか？

22

実験

- 福島の異なる2種類の水田土壌に、放射性セシウム(セシウム137、試薬)を添加
 - 灰色低地土(粘土が多い。平坦地で採取)
 - 褐色森林土(粘土が少ない。山間地で採取)
- これらの土壌にイネを栽培して、セシウムの濃度を測定

(実験者:放射性同位元素施設 小林博士・田野井博士・中西教授)

23

結果



- セシウム添加した褐色森林土で育てたイネは、同じくセシウム添加した灰色低地土のイネの8倍から10倍のセシウムを吸収した。
- この結果は、灰色低地土がセシウムを強く固定し、その結果としてイネがセシウムを吸収しにくくなっていることを示している。

24

福島県のイネのセシウム吸収

- 福島県の水田土壌の多くは灰色低地土であり、セシウムを強く吸着する
- そのため、イネのセシウム経根吸収は、概して低めであると予想した
- 米の放射性物質調査(予備調査)が半分終了した9月中旬の時点で、大半の地点で検出限界以下。最高でも暫定基準の四分の一。

25

【特別取材】

コメの予備調査で500ベクレル検出 福島・二本松市、監視強化

2011.9.21 11

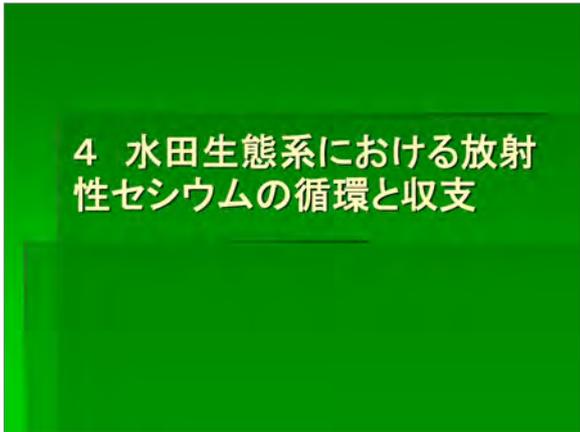
福島県は20日、同県二本松市で実施した収穫前の一般米の予備調査で、暫定基準値ちよとの1キログラム当たり500ベクレルの放射性セシウムを検出したと発表した。

予備調査であり、暫定基準値を超えていないため出荷目標の対象とはならないが、県は二本松市を今後実施する本調査では重点調査区域に指定、調査地点を大幅に増やし監視を強化する。

500ベクレルが検出されたのは、二本松市の旧市町村で採取した一般米の玄米。本調査で500ベクレルを超えた場合は旧市町村ごとに出荷が制限される。

産経新聞

26



27

実験

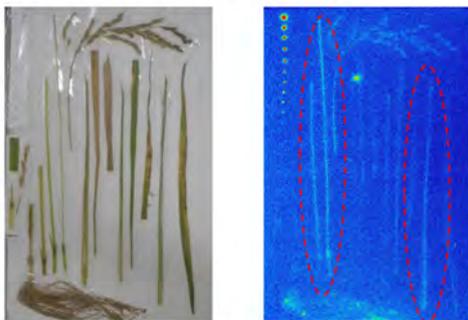


- 報道によると、当該の水田は山間地の谷地田
- こうした環境のイネを対象に、セシウムの蓄積パターンを調査

9月24日 毎日新聞(オンライン版)

28

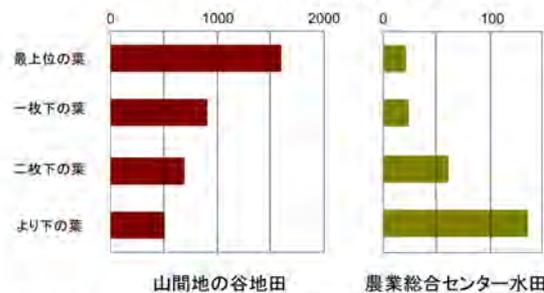
イメージングプレートに部位別に配置 現像した結果



茎・葉とも、穂に近い部位でセシウムが高濃度に蓄積

29

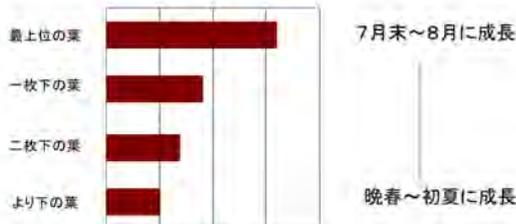
セシウム137の濃度(ベクレル/kg乾燥重)



山間地の谷地田のイネは、体内のセシウムの蓄積が独特(茎でも一致した傾向がみられる)

30

セシウム137の濃度



山間地の谷地田のイネは、体内のセシウムの蓄積が独特(茎でも一致した傾向がみられる)

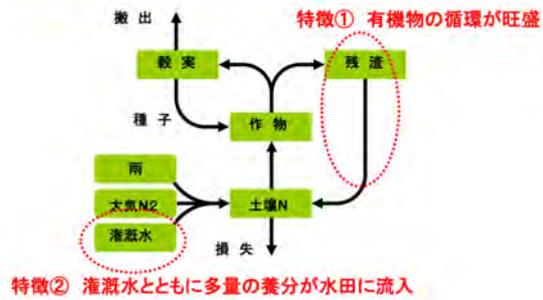
31

水田生態系の特徴を考える

- 水田は、物質の循環や収支の面で、畑とは異なる様々な特長をもつ。
- 山間地の谷地田は、このような特徴がとりわけ強く現れている可能性がある。
- このような特徴がイネのセシウム吸収にどのように現れているかを明らかにする必要がある。

32

耕地生態系における循環・収支の特徴 (例 無施肥水田における窒素の流れ)



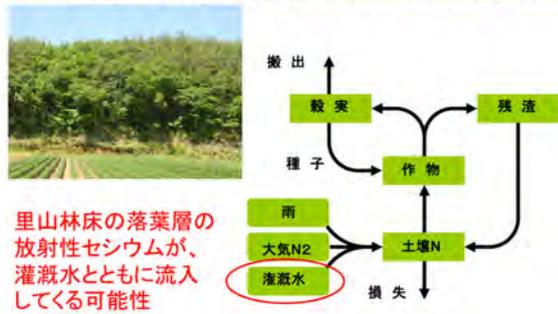
33

2つの可能性

- 盛夏に土壌中の有機物の分解が進み、その結果として多量の放射性セシウムが放出された。これをイネが吸収した。
- 盛夏に周囲の山林で落ち葉の分解が進み、放射性セシウムが放出されるとともに、それらが灌漑水に解けて水田に流入した。これをイネが吸収した。

34

今後の重要課題：山林と用水と水田を1つのシステムと捉えた放射性セシウムの循環・収支の解析



35



36

1-3 土壌中の放射性セシウムの挙動

塩澤 昌

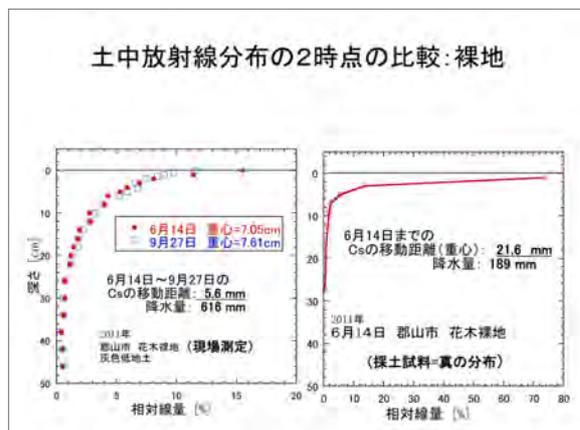
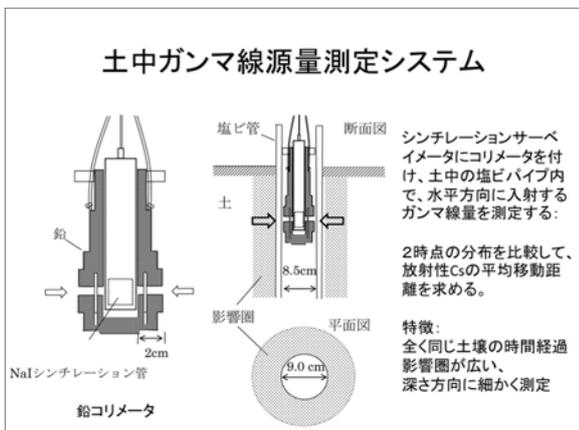
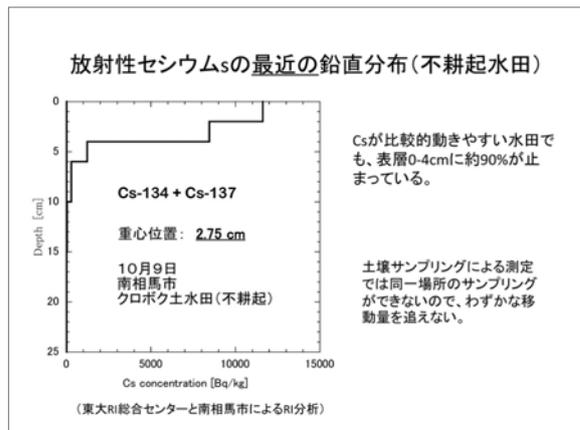
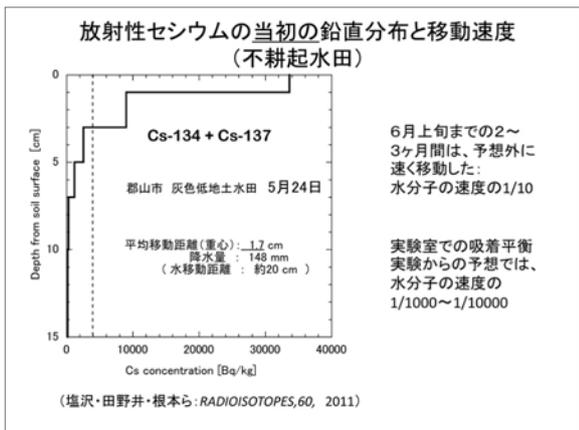
土壌中の放射性セシウムの挙動

東京大学農学生命科学研究科
生物・環境工学専攻 農地環境工学研究
塩澤 昌・吉田修一郎・西田和弘

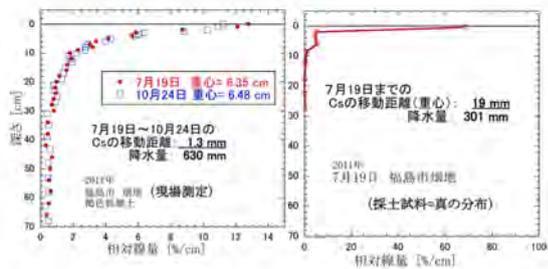
土壌中の放射性セシウムの挙動

放射性セシウムは、
土壌中でどのように(鉛直方向)分布し、
どのように移動しているか？ 今後は？
(流出や植物による吸収にかかわる)

山からの流出はどの程度か？

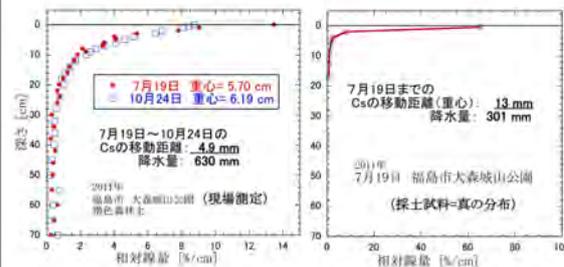


土中放射線分布の2時点の比較:畑地 東北農業センター(福島市)



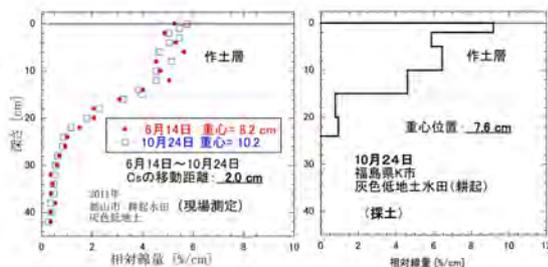
9

土中放射線分布の2時点の比較: 大森城山公園(福島市)



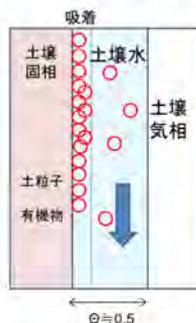
10

耕起した水田の放射性セシウム分布



11

浸透水とセシウム(Cs)の移動速度



水の浸透量 = 降水量(1600mm/年) - 蒸発散量 = 1000 mm/年

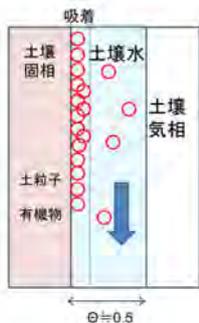
水分子の速度 = 浸透量 / 体積含水率(θ) = 1000 / 0.5 = 2000 mm/年

セシウムの速度 / 水分子の速度 = 1/R = 土壌水中のCs量 / 土壌中のCs量

従来の実験室での研究によれば、日本の水田では土壌水中のCs量 / 土壌全体のCs量 = 1/1000 ~ 1/10000
これから予想されるCsの移動速度は1mm/年以下
実際の速度ははるかに遅かった。

12

浸透水とセシウム(Cs)の移動速度



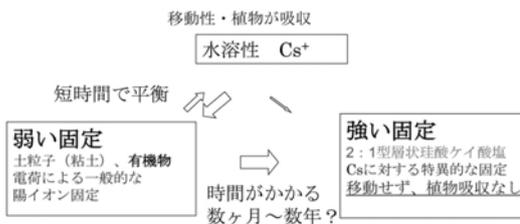
セシウムの速度 / 水分子の速度 = 土壌水中のCs量 / 土壌全体のCs量 = 1/R

放射性セシウムは、当初2-3ヶ月は水分子の1/10~1/20の速度で速く動いたが、6月以降、移動速度が一桁低下している(水の1/200)

吸着が数ヶ月の時間をかけて進行

13

放射性セシウムの土壌への強い固定は時間がかかるプロセス



今後さらに強い固定が進み、さらに遅くなり(事実上停止)、植物の根からも吸収されにくくなるであろう。この進行速度は、土壌特性(粘土含有量と種類、有機物含有量など)によって異なるであろう。

14

山からの放射性セシウムの流出量?



15

高濃度汚染山間の沢水と貯水池の放射性セシウム濃度

福島の山から放射性セシウムはほとんど流出していない

No.	沢水名	調査	放射能(Bq)	測定値(Bq/kg)	検出限界(Bq/kg)
1	高倉ダム上流	ナリキ2/10	2,000	0.802	0.978-0.9
2	高倉ダム上流(支流)	ナリキ2/10	2,000	0.600	0.708-0.6
3	高倉ダム下流	ナリキ2/10	2,000	1.234	0.930

10月9日 0.8 Bq/kg 全て溶解態サンプリング

0.9 Bq/kg

高倉ダム 貯水池には過去の影響が残っている

南相馬 1.2 Bq/kg(溶解態) 0.3 (懸濁態)

1Bq/kgの用水が一作で2000mm水田に入ったとして、流入量は2000 Bq/m²(作土平均で約13 Bq/kg)であり、水田に降下した放射性セシウムの1/100 以下。

16

福島の山から放射性セシウムはほとんど流出していない

なぜ山から流出しないのか：

木の表面との土壌表面のリタ層に固定されており、
降雨では流されない。
今後は有機物の分解によって下の土壌に移行し強く
固定されて流出しない。

山からの流出量は一年間に存在量の1/1000以下で、
今後、さらに低下するであろう。

17

謝辞

ご協力いただいた方々

- 南相馬市
- 福島市公園緑地課
- 福島県農業総合センター
- 東北農業研究センター福島研究拠点

東大：

- 先端科学技術研究センター：三原誠
- アイソトープ総合センター：野川憲夫
- 本研究科放射性同位元素施設：田野井慶太郎
- 本研究科：根本圭介

18

02

03

04

05

06

07

08

09

10

11

12

01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12

1-4 乳牛における放射性セシウム動態

李 俊佑

第1回 放射能の農畜水産物等への影響についての研究報告会
2011年11月19日

乳牛における放射性セシウムの動態



農学生命科学研究科 附属牧場

研究の背景

牛乳は国産だ

- 牛乳は、国民の健康増進、特に赤ちゃんの成長と健康に欠かせない食品である。
- 一年間に約850万トン生産されている。
- 乳牛は約290万頭飼育されている。



研究の背景

牛乳は国産だ

- 400万トンが「生乳」として飲まれ、その全てが国内で生産されている。
- 生乳の大半は東北・関東圏で生産されている。
- 北海道産(390万トン)は、主にバターやチーズに加工される。



生乳100%

研究の目的

牛乳は安全か？

- 原発事故で牛乳生産に欠かせない東北・関東圏の牧草地が放射性物質で汚染された。
- 牧草の放射性物質がどの程度牛乳中に混入するのか？
- 給与を止めると牛乳から消失するのか？



材料と方法

供試動物

- 泌乳中のホルスタイン種牛

供試飼料

- ハイレージ：附属牧場で栽培し、本年5月に刈取・乾燥・プラスチックフィルムで包装して嫌気発酵させた牧草。
- TMR（配合飼料）：乳牛に必要な全飼料成分を配合した飼料。



附属牧場
ハイレージ

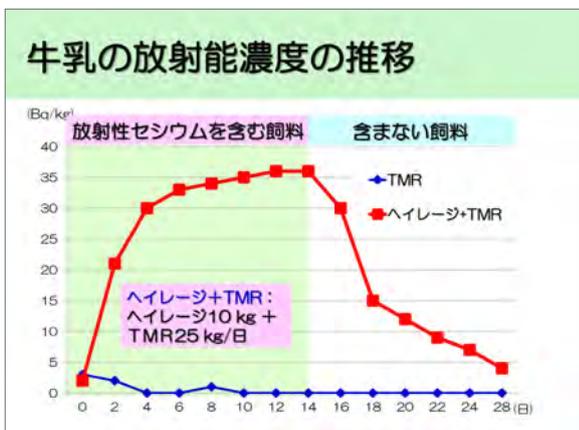
牛乳の放射能濃度の推移

TMR 14日間	TMR 14日間	TMR 14日間
TMR 14日間	ハイレージ+TMR 14日間	TMR 14日間

- TMR（配合飼料）：毎日35キロ
- ハイレージ + TMR：毎日ハイレージ10キロ + TMR25キロ（合計35キロ）



餌 35 kg
水 80 L



牛乳の放射能濃度の推移

- 飼料中の放射性セシウムは牛乳中に移行し、供給開始12日後には平衡状態(36Bq/kg)に達した。→ 放射性セシウム(約1,250 Bq/kg)を含む粗飼料(10kg/日)を14日間給与しても、暫定許容値あるいは新許容値(200と50 Bq/kg)以下であった。
- 給与を停止すると速やかに低下し、14日後には対照群と同レベルとなった。

牛乳の放射能濃度の推移

放射性セシウムの移行係数

- 東京大学附属牧場： 0.0032 d/L
- 他の報告（国内）： 0.0027- 64 d/L
- 飼料汚染の暫定許容値の算出に用いた数値
（国際原子力機関）： 0.0046 d/L
- チェルノブイリ： 0.0050 d/L

放射性セシウムの移行係数：

乳用家畜（乳牛）が1日に摂取した放射性核種の量
（Bq/day）と乳汁中の当該核種の濃度（Bq/L）との比

9

02

03

04

05

06

07

08

09

10

11

12

1-5 低濃度汚染土壌における野菜への放射性核種の移行

大下 誠一

低濃度汚染土壌における 野菜への放射性核種の移行

東京大学 大学院農学生命科学研究科
大下 誠一

共同研究者(東京大学大学院農学生命科学研究科)
安永内理子, 高田大輔, 田野井慶太郎, 川越義則, 中西友子,
久保田浩史, 市川健一郎

協力
福島県鮫川村役場(企画調整課: 芳賀 享, 農林課: 鈴木庄悟)

1

汚染の経路

福島第一原子力発電所事故(2011年3月11日)
飛散した放射性物質(核種)の農産物への影響

➢放射性核種(セシウム)の移行

- 直接汚染経路=降下物として作物に付着
- 間接汚染経路=土壌に降下後、根から吸収されて作物の器官や細胞内小器官に移行

2

現 状

- (現場のデータが不足)+(過去の報告からの類推が難しい)
→ 実際のデータが知りたい(情報の蓄積)
- (野菜自体)または(土壌+野菜の組合せ)
データが少ない
- 汚染の程度が低い地域で、放射性降下物が農産物に与える影響が分からない

3

研究の内容

- 汚染度が低い2地点での、農産物への放射性降下物および土壌中の放射性核種(移行)の影響
- 耕作地(畑地)土壌中の放射性核種濃度分布

➢東京大学 大学院農学生命科学研究科付属 生態調和農学機構内の研究圃場 (東京都西東京市緑町1-1-1)

➢福島県鮫川村

4

放射性核種

➢放射性核種
セシウム134, セシウム137, 天然のカリウム40を測定
・ゲルマニウム半導体検出器(ORTEC, セイコーEG&G)

・測定時間: 3,600秒
(注)5/16採取のみ、野菜50,000秒、土壌18,000秒

対象とした野菜

キャベツ, ジャガイモ

5

文科省マッピング

原発との位置関係

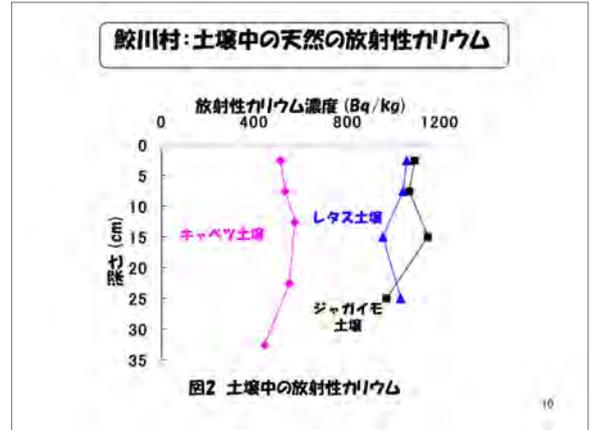
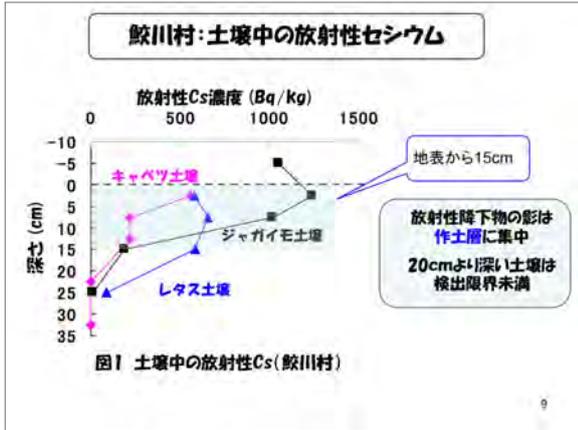
6

鮫川村 サンプル 採取場所

7

鮫川村 サンプリング

8



放射性セシウムとカリウム (鯨川村: キャベツ)

放射性核種	水分 %w.b.	濃度 (Bq/kg-wet weight)	検出限界 (Bq/kg-wet weight)
キャベツ可食部 (未洗浄), n=2			
セシウム		検出限界以下	5.35
¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs	93.8		
カリウム K-40		250.60	34.51
キャベツ可食部 (洗浄), n=2			
セシウム		検出限界以下	8.57
¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs	93.3		
カリウム K-40		265.77	48.90
キャベツ外葉 (洗浄), n=2			
セシウム		検出限界以下	7.12
¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs	92.4		
カリウム K-40		289.47	45.05
キャベツ根 (洗浄), n=4			
セシウム		検出限界以下	33.58
¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs	88.5		
カリウム K-40			191.57

可食部: 検出限界以下

検出限界以下はゼロを意味しない

外葉、根も検出限界以下

放射性セシウムとカリウム (鯨川村: ジャガイモ)

放射性核種	水分 %w.b.	濃度 (Bq/kg-wet weight)	検出限界 (Bq/kg-wet weight)
ジャガイモ塊茎			
セシウム		3.7	2.5
¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs	78.4		
カリウム K-40		305.1	12.7
ジャガイモ根			
セシウム		100.0	60.0
¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs	72.5		
カリウム K-40		326.0	316.9
ジャガイモ葉 (地上部)			
セシウム		0.18	10.2
¹³⁴ Cs, ¹³⁷ Cs	78.9		
カリウム K-40		581.0	171.5

可食部に移行 (根吸収)

土壌のCs-137濃度 583.2 Bq/kg (-10から10cmの平均)

塊茎のCs-137濃度 3.32 Bq/kg

移行係数 (TF)

TF = 0.0057 (農水省HPの定義に合わせた値)



放射性セシウムとカリウム (キャベツ, 東大研究圃場)

	40日		51日		75日		
	田圃 (5/16)	田圃 (5/27)	田圃 (5/16)	田圃 (5/27)	田圃 (6/20)	田圃 (6/20)	
キャベツ	可食部 (洗浄)	セシウム134				不検出	0.7
		セシウム137				不検出	0.8
		K-40				76.9	10.1
	可食部 (未洗浄)	セシウム134				不検出	0.4
		セシウム137				不検出	0.4
		K-40				66.4	5.9
	外葉 (洗浄)	セシウム134	不検出	不検出	2.3	不検出	0.5
		セシウム137	不検出	125.4	29.4	0.6	0.5
		K-40		92.3	133.3	34.9	101.8
	外葉 (未洗浄)	セシウム134	3.4	不検出	2.9	1.0	0.5
		セシウム137	4.2	92.3	不検出	3.4	0.8
		K-40		133.3	34.9	101.8	8.1
根 (洗浄)	セシウム134				不検出	0.4	
	セシウム137				不検出	0.5	
根 (未洗浄)					134.1	59.0	
土壌 (キャベツ)	セシウム134	27.3	42.3	102.2	7.6	59.4	10.1
	セシウム137	286.6	34.4	132.0	9.1	38.8	82.6
K-40			190.6	71.8	195.7	106.5	

放射性セシウムとカリウム (ジャガイモ, 東大研究圃場)

	47日		58日		82日		
	田圃 (5/16)	田圃 (5/27)	田圃 (5/16)	田圃 (5/27)	田圃 (6/20)	田圃 (6/20)	
ジャガイモ	葉 (洗浄)	セシウム134	不検出	3.8	2.9		
		セシウム137	1.8	90	4.9	3.4	
		K-40			380.3	32.6	
	葉 (未洗浄)	セシウム134	4.3	不検出	6.0		
		セシウム137	4.5	90	不検出	8.5	
		K-40			不検出	77.9	
	根 (洗浄)	セシウム134			不検出	0.7	
		セシウム137			不検出	0.7	
		K-40			508.7	144.4	107.5
	塊茎 (洗浄)	セシウム134			1.2	1.8	不検出
		セシウム137			3.4	2.1	不検出
		K-40			338.3	18.9	151.2
土壌	Cs-134	57.2	65.4	7.5	34.4	4.5	
	セシウム137	25.9	73.3	32.3	101.5	8.8	
K-40		265.0		185.3	68.7	180.0	

放射性セシウムとカリウム (測定値の検証)

	47日		58日		82日	
	田圃 (5/16)	田圃 (5/27)	田圃 (5/16)	田圃 (5/27)	田圃 (6/20)	田圃 (6/20)
キャベツ	セシウム134				不検出	0.7
	セシウム137				不検出	0.8
	K-40				76.9	10.1
ジャガイモ	塊茎 (洗浄)	セシウム134	1.2	1.8	不検出	0.3
	セシウム137	3.4	2.1	不検出	0.3	
	K-40	338.3	18.9	不検出	0.2	
土壌 (ジャガイモ)	Cs-134	57.2	65.4	7.5	34.4	4.5
	Cs-137	25.9	73.3	32.3	101.5	8.8
K-40		265.0		185.3	68.7	180.0

ジャガイモ可食部: カリウム含量450mg/100g生重 = 4.5g/kg生重 (食品成分表より)

放射性カリウム濃度 = 31Bq/g, 31Bq/g × 4.5g/kg生重 = 140Bq/kg生重

カリウム(K+): 生育初期はK+, 後期は種で浸透圧調節

大部分が塊茎に含まれ、肥大や同化産物の転流に最重要

まとめ

- (1)野菜地上部には土壤中の放射性セシウム濃度に対応して、放射性降下物の影響が認められた。
- (2)放射性セシウムが約1,000 Bq/kgの畑地で、ジャガイモ塊茎および根への移行が認められ、可食部(塊茎)への移行係数 0.0057 が算出された。
- (3)放射性セシウムによる土壤汚染は作土層の範囲内であった。
- (*) (検出限界以下)は、放射性物質がゼロではなく、検出限界を超える濃度でないことを意味する。

17

17

ご清聴ありがとうございました。

Thank you for your attention.

18

18

別添

食安発0317第3号
平成23年3月17日

○飲食物摂取制限に関する指標

核種	原子力施設等の防災対策に係る指針における 摂取制限に関する指標値 (Bq/kg)	
放射性ヨウ素 (混合核種の代表核種： ¹³¹ I)	飲料水 牛乳・乳製品 注)	300
	野菜類 (根菜、芋類を除く。)	2,000
放射性セシウム	飲料水 牛乳・乳製品	200
	野菜類	500
	穀類	
	肉・卵・魚・その他	
プルトニウム及び超ウラン元素 のアルファ核種 (²³⁹ Pu, ²⁴⁰ Pu, ²⁴¹ Pu, ²⁴² Pu, ²⁴³ Am, ²⁴⁴ Cm, ²⁴⁵ Cm, ²⁴⁶ Cm放射能濃度の 合計)	乳幼児用食品	1
	飲料水 牛乳・乳製品	
	野菜類	10
	穀物 肉・卵・魚・その他	

注) 100 Bq/kg を超えるものは、乳児用調製粉乳及び直接飲用に供する乳に使用しないよう指導すること。

19

19

(既往の研究)

放射性核種の土壤中や土壌-植物系(水稲)の挙動 (津村昭人, 他2名, 1984)
 経根吸収の抑制: Sr-90, Cs-137の抑制(珪酸塩類, 大谷石粉末) (米沢茂人, 三井進午, 1985)
 土壌(茨城県東海村のAndosol, 黒ボク)から葉菜(キャベツ, コマツナ, ホウレンソウ, レタス)への移行係数 (TF of Cs-137: 0.055~0.17; ¹³⁷CsCl 490KBq/pot) (Ban-nai, T. et al., 1995)
 日本各地の10種の土壌を用いた場合の、土壌からダイコンの根や葉への移行係数 (TF of Cs-137: 0.0014~0.064; ¹³⁷CsCl 2500, 200KBq/pot) (No correlation between TFs of Cs and K in soils) (Ban-nai, T. and Muramatsu, Y., 2002)
 模擬的な放射性降下物の添加や野菜や果物による放射性核種の吸収、洗浄を含む種々の処理による除去 (removal of 60-95%) (Ralls, J. W. et al., 1971)
 ブドウの葉に放射性核種を含む溶液を塗布した場合の、器官や土壌への移行 (Zehnder, H. J. et al., 1995)
 いずれもキャリアフリーの放射性核種を用いたトレーサ法。
 チェルノブイリ事故に伴う放射性降下物: IAEAの報告(2006)を始め、多数。

20

20

空間放射線量(鮫川村)

5000型サーベイメータ (Health Physics Instruments)

鮫川村役場(標高420m) 採取日2011年7月18日

位置	煙(住所)大字 赤坂東野字大 石草	煙(住所)大字 富田字前沼	煙(住所)東 赤坂西野上	レタス (バークレイ) 14a		ジャガイモ (キタアカリ) 3a		キャベツ (シキドリ)	
				μ Sv/h	μ Sv/h	μ Sv/h	μ Sv/h		
煙入り口	地表5cm	0.507	0.453	0.500					
	10cm	0.503	0.437	0.513					
	30cm	0.502	0.441	0.503					
煙(場所A)	地表5cm	0.478	0.427	0.514					
	10cm	0.481	0.437	0.508					
	30cm	0.458	0.423	0.521					
煙(場所B)	地表5cm	0.466		0.480					
	10cm	0.45		0.466					
	30cm	0.458		0.480					
周囲の草	地表5cm	0.582	0.462	0.594					
	10cm	0.545	0.477						
	30cm	0.59	0.466						

21

21

1-6 高線量地帯周辺における野生動物の生態・被曝モニタリング

石田 健

高線量地帯周辺における野生動物の
生態・被曝モニタリング

石田 健
(フィールド研究支援担当・准教授)
(実験協力・東京大学農学部放射線管理室)

2011年11月19日福島県環境政策研究協議会・学芸員講座

ほーほけきよ

a voice of the song

ウグイス

繁殖地 breeding
越冬地 wintering

Bush warbler *Cettia diphone*

habitats from the coast

April 10, 2011, Kamiheraki, Yamaogaki

生息地は、海岸から 2011年4月10日 山口県上関町

to the mountain top

山頂まで 1979年7月19日 福島県浅草岳

調査地点

浪江町赤宇木 高放射線量地帯

hot spot Akougi

地上10m線量率

monitoring in 2011

samples at 10m above the ground, a survey by research consortium

Fukushima Daiichi Nuclear Power Station

data sets with 0.6m, 1.0m & 1.5m above ground

文科省発表 2011年9月1日
Ministry of Education and Science

かすみ網で捕獲する

2011.8.11 Akougi, Namie, Fukushima
mist net to capture warblers (Akougi)

空間線量率 ~20μSv/hr. 3個体

空間線量率 ~1μSv/hr. 2個体

計画的避難区域

飯館村 南相馬市 浪江町 田村市

ウグイス捕獲地点

★ 検問

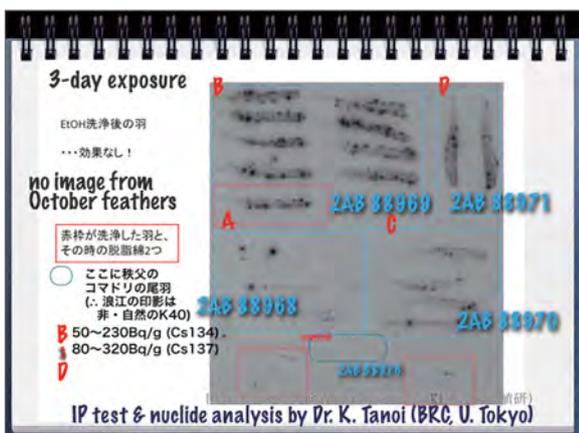
★ checkpoint



9



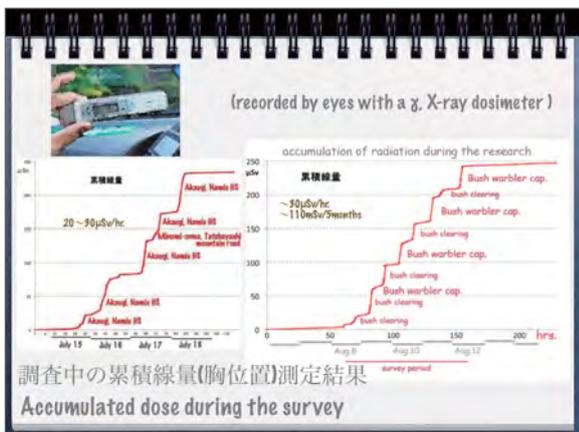
10



11



12



13



14



15



16

Remember "Silent Spring"

Wild birds were good indicators for the chemical pollutions and they alarmed us by their own sacrifice.

生物指標、坑道のカナリア

「沈黙の春」レイチェル・カーソン(1962)



"Today birds, tomorrow men" again

They are also good **indicator for the recovery**

17

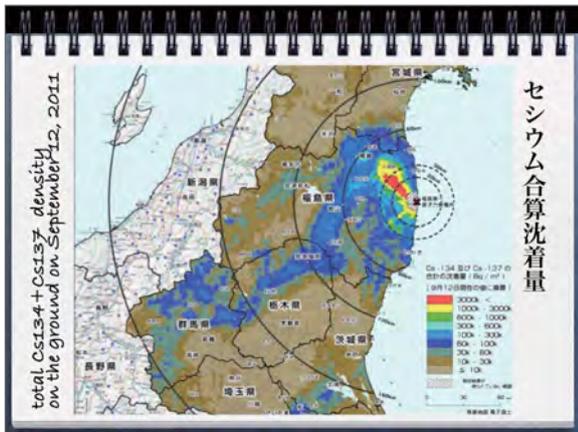
a wild boar



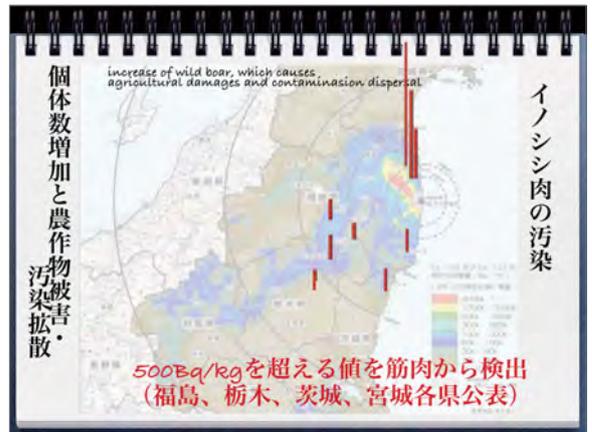
2011.7.7 11:23
Eisobibrosi / Amata

奄美大島のリュウキュウイノシシ

18



19



20

さまざまな可能性

ヨーロッパのカメムシ16,367個体 Hesse-Honegger & Wallimann (2008)

原発周辺で多数の異常個体検出



この類の個体は正常!

飯館村のジョロウグモ (森敏氏)

Cs134, Cs137, Ag110m検出

21

市民活動による調査の取り組みなど期待される



2011.7.16 Doumeki, Nihoimatsu, Fukushima

二本松市にて

実用的な生物指標のためには多地点・多数・長期の情報が必要になる

wide range, multiple, long term, monitoring by, for, of the people

22

普及啓発、簡便な調査手法開発

survey manual マニュアル作りなど



2011.10.27 7:10 UT

安田講堂 前に棲息する3歳のハシブトガラス

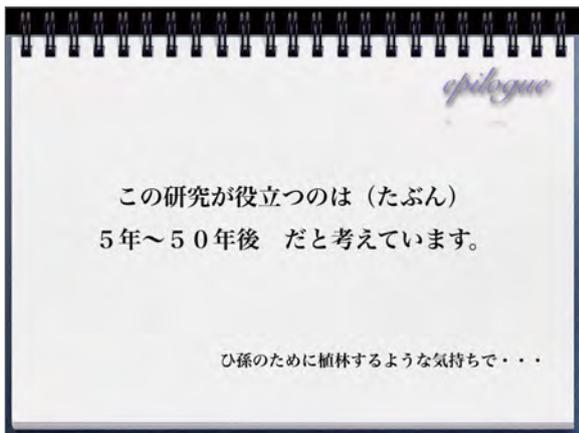
23

謝辞:

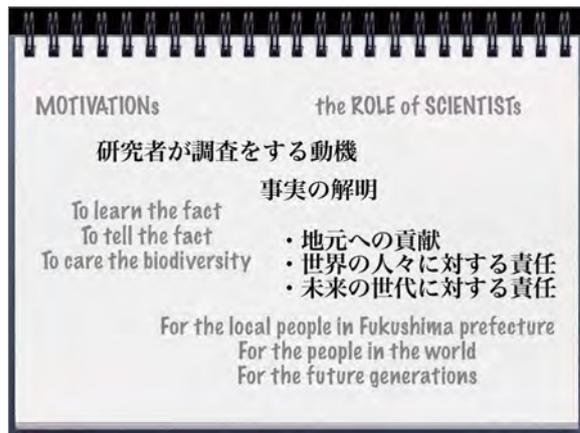
東京大学ラジオアイソトープ(RI)総合センター、農学部放射線汚染対応ワーキンググループ(代表・中西友子教授)、農学生命科学研究科RI管理室、福島県田村市役所生活環境課、浪江町役場(臨時)、福島県オフサイトセンター、環境省東北自然環境管理事務所、山階鳥類研究所標識研究室、L. Filippich 博士(UQ)、J. Wingfield 博士(UCP)、獣医病理学研究室、黒沢信道獣医師(北海道共済組合)、清野透博士(国立がん研究センター)、梶田学博士(京都市)、寺岡宏樹博士(酪農大)、松井晋博士(立教大学)、久保田護博士(日立市)、日本土壤動物学会、NPOパードリサーチ、日本野鳥の会、、、、

ほか、とても多くの方々の助言と助力をいただきながら、調査を進めています。深く御礼申し上げます。

24



25



26



27



28

1-7 魚貝類の汚染

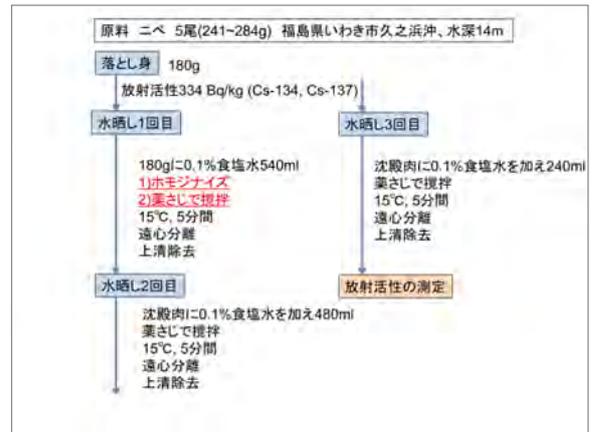
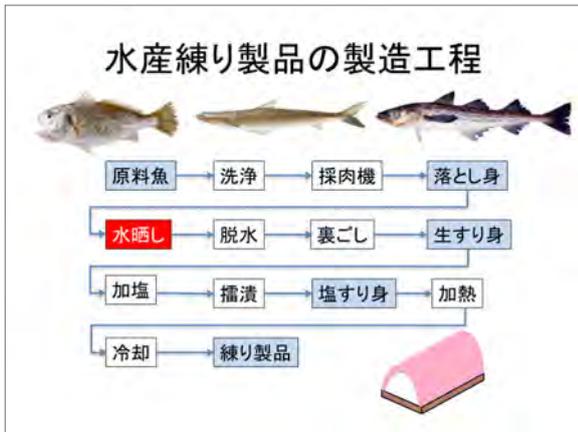
潮 秀樹

—東日本大震災に関する救援・復興に係る
農学生命科学研究科の取り組み—

魚貝類の汚染

潮秀樹
水圏生物科学専攻

魚肉の水晒しによる放射性物質 の除去

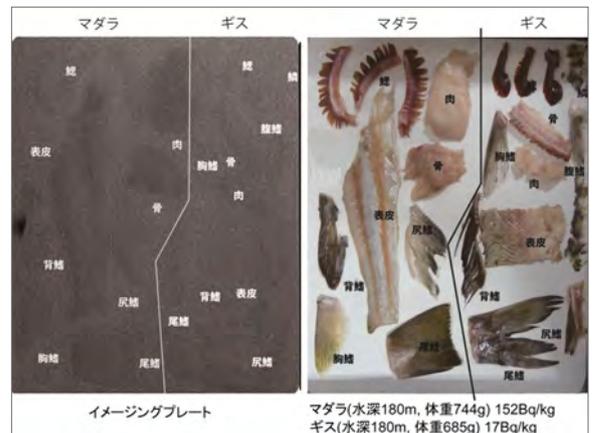


実験結果

サンプル	水分	核種測定に供したサンプル重量	Cs-134 Bq/kg	Cs-137 Bq/kg	放射性セシウム	残存率(%)	補正残存率(%)
落とし身	79.80%	61.98	151.0	183.0	334.0	0	0
ホモジナイズ1回	83.94%	48.35	38.5	47.3	85.8	25.7	27.1
ホモジナイズ2回	92.19%	54.86	*18.8	24.8	43.6	12.5	14.4
ホモジナイズ3回	86.85%	57.63	*5.81	12.3	18.1	5.4	5.9
ホモジナイズなし1	82.90%	45.01	32.3	44.3	76.6	22.9	23.8
ホモジナイズなし2	83.10%	50.69	28.6	40.8	69.4	20.8	21.7
ホモジナイズなし3	83.51%	47.76	26.1	38.8	64.9	19.4	20.3

*サンプルの欄ではホモジナイズと記しているがこれは画分の意味で、2,3回目は実際はホモジナイズしていない。

部位別の放射性物質 蓄積パターン



今後の課題

- 水晒しの条件検討
pH, イオン強度, 水晒し液の組成, 攪拌強度, 温度, 時間, 放射性物質除去剤など
- 放射性物質の組織別蓄積パターンの再検討
- 干物など他の水産加工品の製造過程における放射性物質の除去の実態
- 貝類の汚染状況の把握と除去方法の検討

9

共同研究者

- 東京大学大学院農学生命科学研究科
水産化学研究室
渡部終五
松岡洋子
中谷操子
- 福島県水産試験場
佐藤美智男
根本芳春
- 東京大学大学院農学生命科学研究科
放射性同位元素施設・放射線植物生理学研究室
中西友子
田野井慶太郎

10

1-8 農学生命科学研究科で取り組んでいるその他の成果

田野井 慶太郎

放射能の農産水産物等への影響についての研究報告会
農学本部に設置する放射能・環境に関する農学生命科学研究科の設置へ

農学生命科学研究科で取り組んでいる その他の成果

田野井 慶太郎

生物生産工学研究センター
大学院農学生命科学研究科 放射性同位元素施設 助教

日時:平成23年11月19日(土)13:00-17:00
場所:東京大学安田講堂
主催:東京大学大学院農学生命科学研究科
後援:東京大学教養・復興支援室

16:25-16:50

農学部 放射性同位元素施設

ゲルマニウム半導体検出器(2台) イメージングプレート&FLA-5000

本日紹介内容

【その1】
「転流」～小麦と桃の例～

【その2】
放射性セシウムを
可視化する

小麦 NDから基準値越えまで

品名	生産地(県名)	検出指標・濃度 (Bq/kg)			サンプリング回数	検出回数	
		汚染率E1	セシウム134	セシウム137			
小麦		20		24	2011-07-21	2011-07-21	
小麦		ND		ND	2011-07-21	2011-07-21	
小麦		ND		ND	2011-07-21	2011-07-21	
小麦		ND		ND	2011-07-21	2011-07-21	
小麦		ND		ND	2011-07-21	2011-08-06	
小麦		19	21	2011-07-20	2011-07-21		
小麦		18	17	2011-07-20	2011-07-21		
小麦		18	19	2011-07-20	2011-07-21		
小麦		ND	ND	2011-07-20	2011-07-21		
小麦		ND	15	2011-07-20	2011-07-21		
小麦		ND	ND	ND	2011-07-21		
小麦		ND	ND	ND	2011-07-21		
小麦		ND	ND	ND	2011-07-21		
小麦		270	260		11-07-21		
小麦		ND	ND	ND	11-07-21		
小麦		ND	ND	ND	11-07-21		
小麦		ND	ND	ND	11-07-21		
小麦		ND	ND	ND	2011-07-21		
小麦		27	32	2011-07-14	2011-07-16		
小麦		ND	ND	12	2011-07-14	2011-07-16	
小麦		ND	ND	ND	2011-07-13	2011-07-16	

多くは ND

480

630

3月上旬の 小麦の様子

写真:福島県農林水産部 二瓶直登 博士

直接汚染の状況 2011年5月26日

きぬあずま

picture Radiation image Superposed image (picture + radiation image)

放射性セシウムの濃度

5月26日

500 Bq/kg

400 kBq/kg

1.1 MBq/kg

	割合
3つ下の葉→穂	1/800
それ以外の葉→穂	1/2200

播種時期と玄麦中放射性セシウム濃度の関係

放射性セシウム濃度 (Bq/kg)

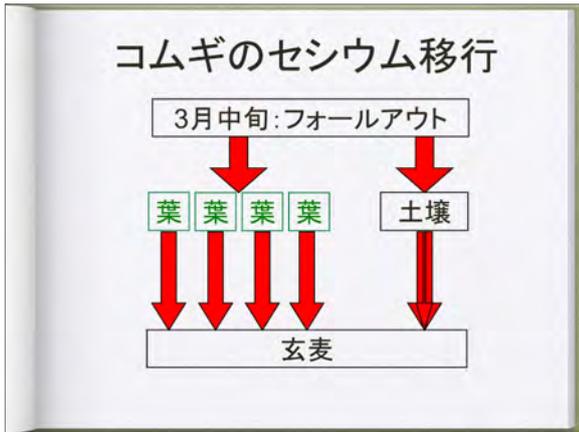
播種日 (月日)

放射性セシウム濃度 (Bq/kg)

3月28日の草丈 (cm)

福島県農業総合センター:作物園芸部・畑作科

01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12



9



10



11

果樹は大丈夫??

農林水産省
「農地土壤中の放射性セシウムの野菜類及び果実類への移行の程度」

分類名	農作物名	科名	移行係数		備考
			幾何平均値	範囲 (最小値-最大値)	
樹木類	りんご	バラ科	0.0010	0.00040-0.0030	1論文から得られた16例のデータから算出
	ぶどう	ブドウ科	0.00079*	-	1論文に記載された算術平均値を転記
低木類	ブラックカラント	スダリ科	0.0032	0.0021-0.0052	1論文から得られた2例のデータから算出
	グースベリー		0.0010	0.00060-0.0014	1論文から得られた2例のデータから算出

* 算術平均値

土壌が5,000 Bq/kgでも果実は5 Bq/kg??

12

なぜ桃(果樹)に?

品名	生産者団体名 (子口子口子口)	検査結果 (Bq/kg)			検査日
		母木測定日	りんご測定日	りんご測定日	
桃	伊藤	NO	31	34	
桃		NO	28	38	
桃		NO	NO	NO	
桃		NO	86	74	
桃		NO	24	25	2011-08-04 2011-08-05
桃		NO	19	23	2011-08-04 2011-08-05
桃		NO	NO	NO	2011-08-04 2011-08-05
桃		NO	NO	NO	2011-08-04 2011-08-05
桃		NO	NO	17	2011-08-04 2011-08-05
桃		NO	12	16	2011-08-04 2011-08-05
桃		NO	NO	NO	2011-08-04 2011-08-05
桃		NO	NO	NO	2011-08-04 2011-08-05
桃		NO	NO	NO	2011-08-04 2011-08-05
桃		NO	12	18	2011-08-04 2011-08-05
桃		NO	14	11	2011-08-04 2011-08-05
桃		NO	15	NO	2011-08-04 2011-08-05
桃		NO	NO	NO	2011-08-04 2011-08-05
桃		NO	28	28	2011-08-04 2011-08-05
桃		NO	18	23	2011-08-04 2011-08-05
桃		NO	24	25	2011-08-04 2011-08-05

66+74=140 Bq/kg

「ふくしま新発売。」より

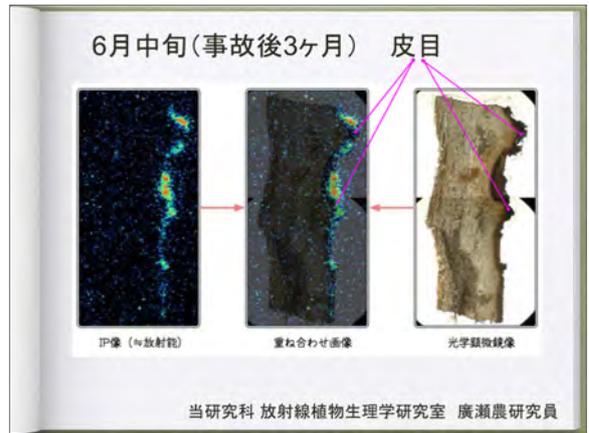
13



14



15



16



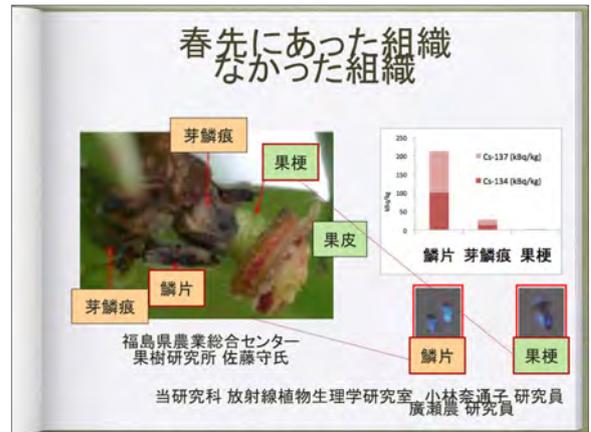
17



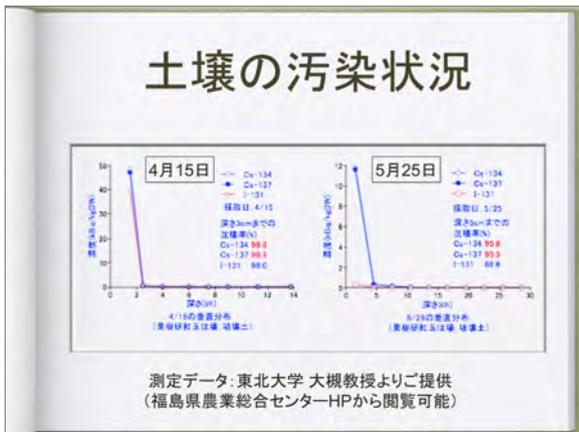
18



19



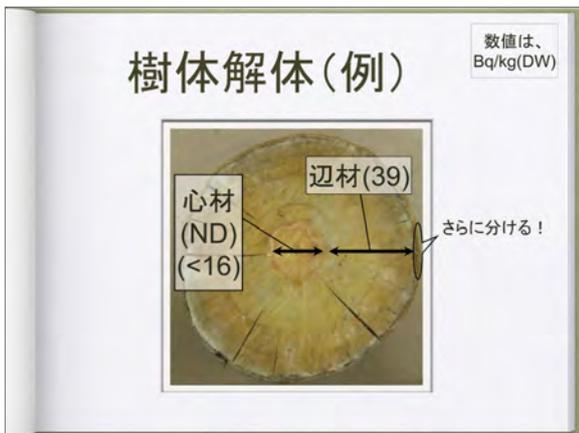
20



21



22



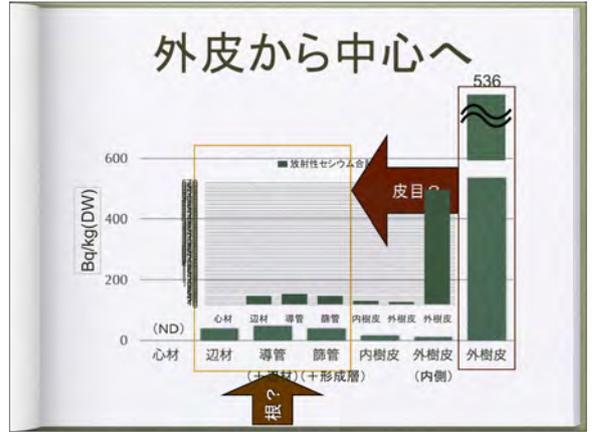
23



24



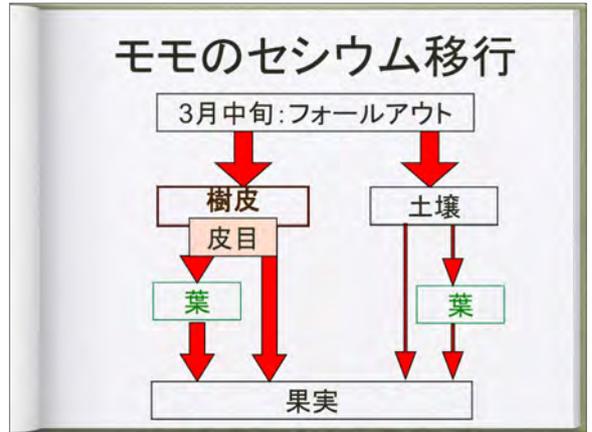
25



26



27



28

桃の来年の展望

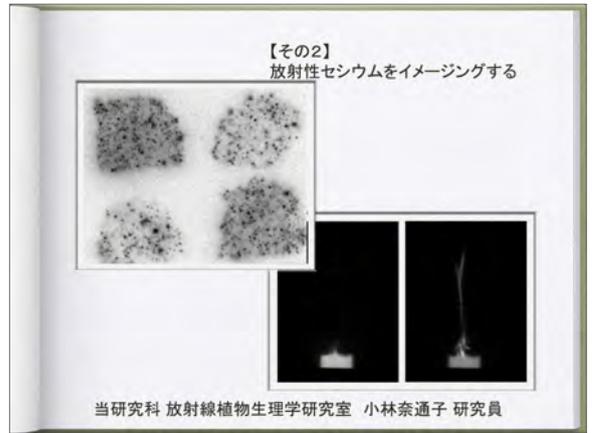
フォールアウトがない(はず)。樹皮のセシウム濃度は減少。

◎ 桃の果実の濃度は減少?

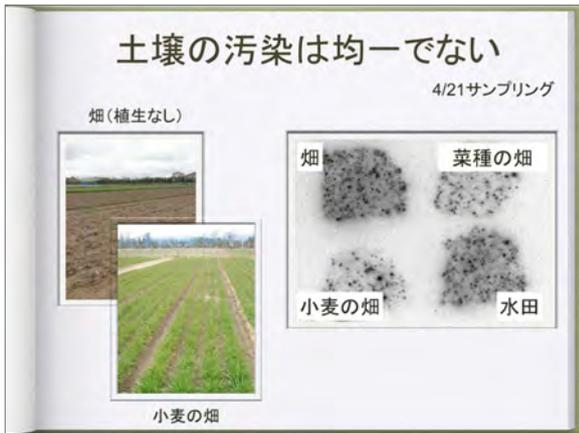
【多くの課題】

- ※ 樹体にどれくらいの放射性Csが残るか?
- ※ 皮目から放射性Csが維管束へどのように到達するのか?
- ※ 放射性Csが果実へ移動するのはどこを通過しているのか?

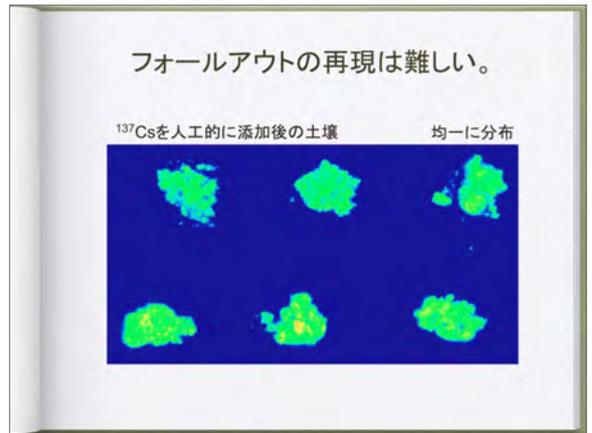
29



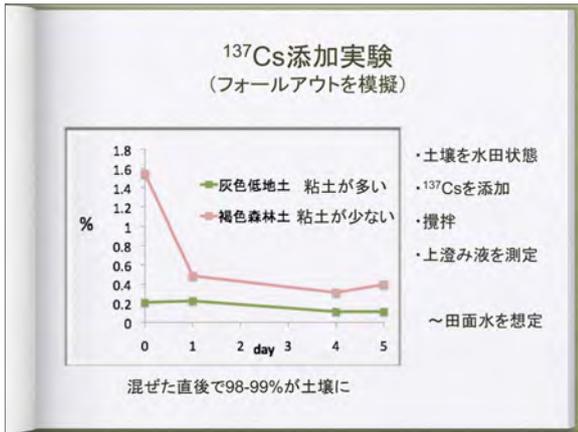
30



31



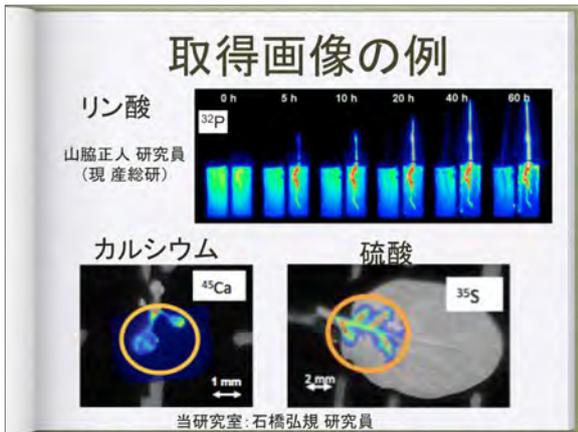
32



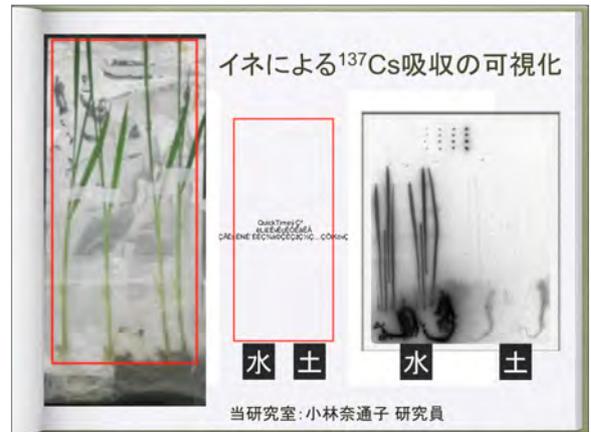
33



34



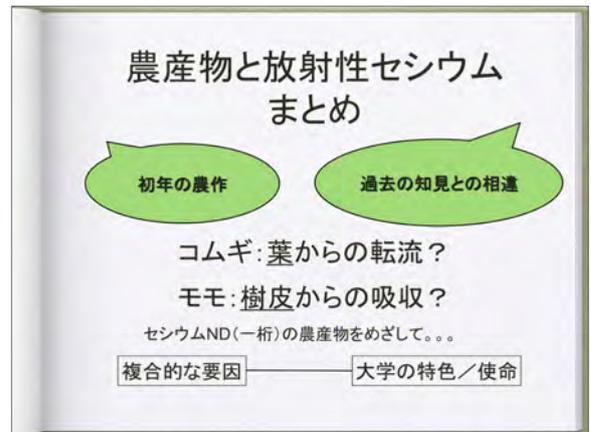
35



36



37



38



39

第2回

2012.2.18

開会の辞

長澤 寛道

2-1 農学生命科学研究科全体の取組みについて

中西 友子 34

農産物に対する放射性物質の影響調査

荒川 市郎, 二瓶 直登

2-2 放射性セシウムのイネへの移行(第2報)

根本 圭介 37

2-3 水田における土壌から稲への放射性セシウム移行のメカニズムについて

塩澤 昌 43

2-4 畜産業の復興について:南相馬市警戒区域内における暴露状況

眞鍋 昇 48

2-5 魚類筋肉への放射能セシウムの蓄積と水洗による除去

渡部 終五 50

2-6 果樹における放射性核種の移行と分配について

高田 大輔 52

2-7 演習林における野生キノコの汚染状況

山田 利博 55

閉会の辞

長澤 寛道

2-1 農学生命科学研究科全体の取組みについて

中西 友子

第2回 放射能の農畜水産物等への影響についての研究報告会

— 研究科・附属施設全体を通じた取り組み —

中西友子

40-50人の教員からの研究提案

作物
放射線モニタリング、作物への放射性核種の移行・動態・蓄積
Cs吸収能の異なるイネの探索と利用(有用品種の探索)
植物による土壌の除染、汚染固定化
バイオエタノール生産

土壌
土壌の放射性核種の移行・動態・蓄積
農地の土壌改良技術開発
微生物相の変化

畜産
飼料汚染、家畜汚染、家畜への放射性核種の移行・動態・蓄積
牛乳の汚染

水産
海水・魚貝類のモニタリング、生態系・動態・蓄積
食品加工における放射能変化

フィールド(環境)
水解析による森林生態系の放射性核種の移行・動態・蓄積
植生・昆虫相変化
森林・果樹への放射性核種の移行・動態・蓄積
農地での水・養分循環における放射性核種のモニタリングと解析
鳥類、爬虫類、昆虫などの生態系・生体内動態(カメラ撮影と録音)

測定法
簡易測定器開発、Sr-90迅速測定法開発

放射能以外
ネットワークを利用したリテラシーの向上、サイエンスコミュニケーション
土地修復・農業生産復興・シンビジネス創生へのシナリオ

東京大学農学部における震災復興支援への取組み

東京大学 災害対策本部
東日本大震災に関する救援・復興支援室

生物生産工学研究センター
福島県農業総合センター

農学生命科学研究科

(1) 高放射能の農畜水産物産業への影響

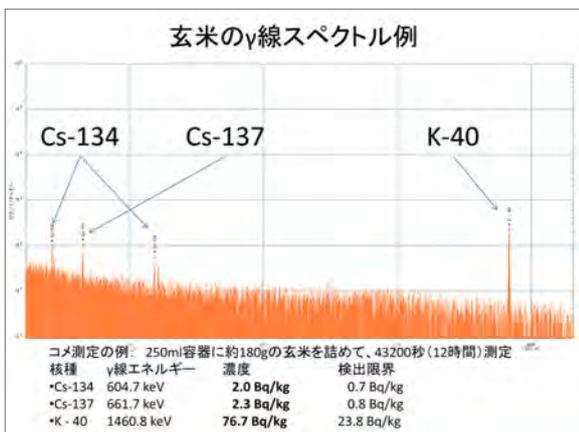
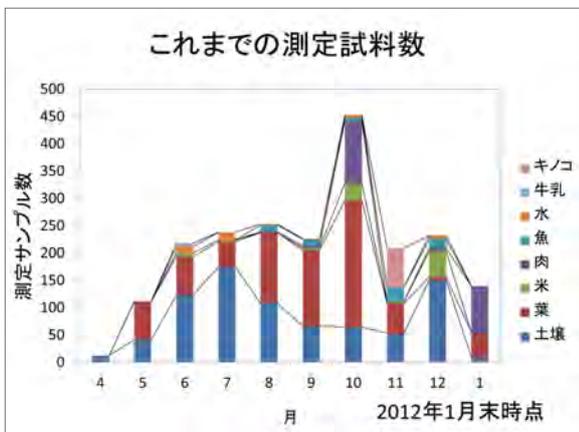
① 作物・穀物	演習林	応用生命化学・工学
② 家畜・畜産物	牧場	生産・環境生物
③ 土壌・微生物	生体調和農学機構(産地)	獣医学
④ 魚介類、海水	水産実験所	応用動物科学
⑤ 放射線測定	食の安全センター	森林化学
⑥ 科学コミュニケーション他	放射性同位元素施設	生物環境工学
		水圏生物学

(2) 被災地農業回復についての研究開発

① 作物生産・土壌学 ② バイオマス生産

シバヤギの長期飼育実験:
A: 福島原発30km圏内
B: いわき市周辺(70km)
C: 東大附属牧場(150km圏内)、
D: 遠隔地(300km以上)

病理検査



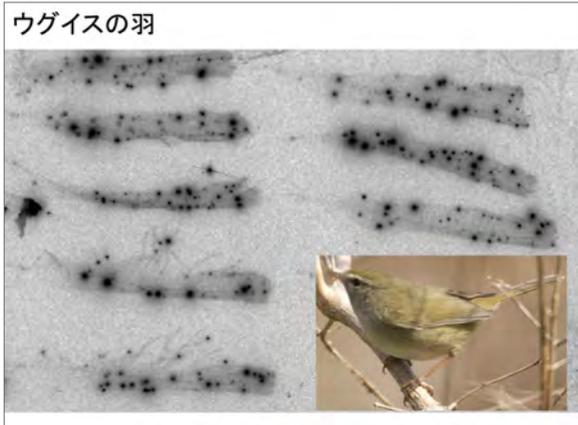
2011年11月19日
2012年2月18日

放射能の農畜水産物等への影響についての研究報告会

福島からイネ 土壌 畜産 魚貝類 果樹

低濃度汚染

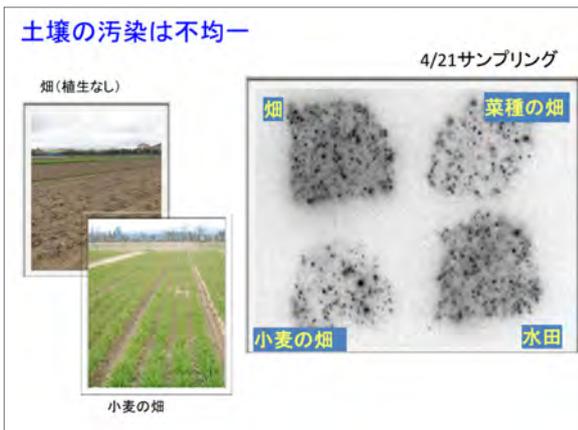
第2回放射能の農畜水産物等への影響についての研究報告会



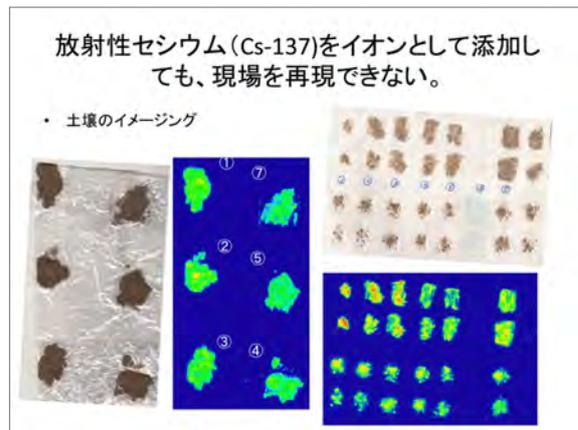
9



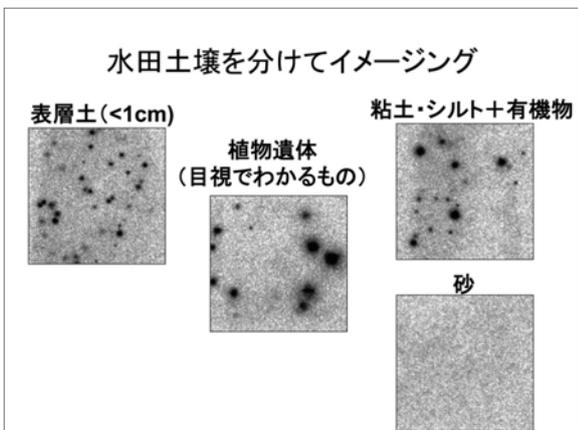
10



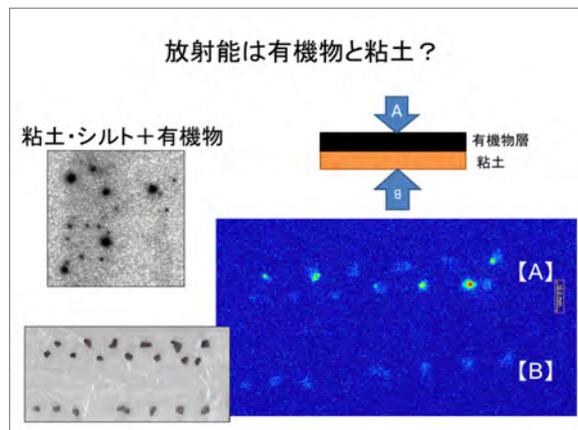
11



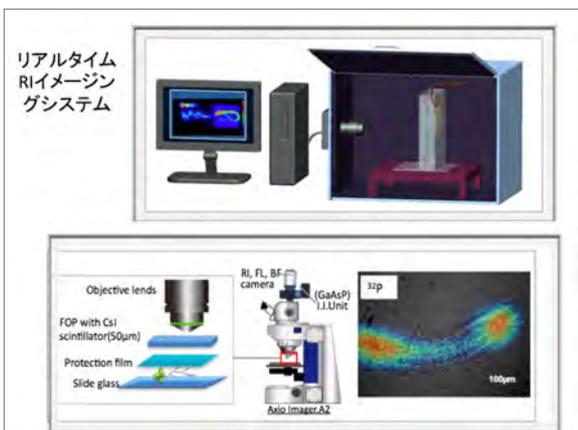
12



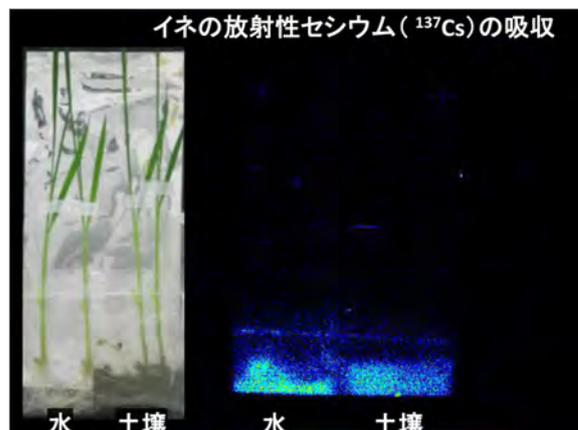
13



14



15



16

国内メディア
NHK、新聞各紙 等

海外メディア

Published online 12 July 2011 | Nature | doi:10.1038/475154a

No fallout legacy for Japan's farms
David C. Cramoski

BOOSTER SEATS, GOODIES, MENUS AND NEWS FROM THE HEALTH WORLD
Los Angeles Times Saturday, July 30

Japanese crops can be safe to eat despite radiation from nuclear plant, scientists say

BBC 22:00 news
BBC for all United States (telephone interview)
ZDF, Spiegel

17

報告会の内容は
ビデオで見ることができます。

放射能の農畜水産物等への影響
についての研究報告会

「放射能 東京大学 農学部」
でgoogle検索！

上から2番目ぐらいにあります。

今日の報告会の様子も
後ほど動画配信します。

<http://www.a.u-tokyo.ac.jp/rpjt/event/20111119.html>

18

上左図は豚肉、バナナ、しょうがをイメージングプレート（IP）の上に置き、高さ10cmの鉛筒（内側を0.1mmアクリル樹脂で内張りしてあり、環境放射線強度を1/20にしている）の中に25日間置いたあと読取った画像である。被物中に含まれるカリウム中のK-40からのγ線による画像が黄色く読取られている。豚肉では、脂肪の部分にカリウムがほとんど含まれていないことが分る。上右図はそれをIP上に1週間露出したものである。サングラスにはカリウムはほとんど含まれていないが、レンズの光学ガラスはカリウムなので、カリウムが多く含まれている。左図はしょうがの葉である。

図2 イメージングプレートによる自然放射能分布の測定例

19

これからも農学生命科学研究科は、現場に
役立つ被災地支援研究を続けていきます。

おわり

20

2-2 放射性セシウム of イネへの移行(第2報)

根本 圭介

放射性セシウムの イネへの移行(第2報)

栽培学研究室 根本圭介

作物・土壌グループの活動

- 今年の5月、福島県農業総合センターの支援要請に基づき同センターで圃場実験を開始
- その他、大学での室内実験、農家圃場での調査
- イネ関係では:
農学生命科学研究科 放射性同位元素施設
農地環境工学研究室
栽培学研究室
福島県農業総合研究センター

前回(第一報)の内容

- 農耕地に降下した放射性セシウムは、時間の経過とともに土壌粒子に吸着されていく
- 降下直後は土壌粒子への吸着は少ないが、時間が経つと多かれ少なかれ土壌粒子への吸着が進み、根から吸収されにくくなる
- 土壌が違えば吸着の進みも異なり、セシウム吸収も異なってくる。福島の土壌はどのようであろうか？

実験: イネのセシウム吸収に対する 土壌の違いの影響

- 福島の異なる2種類の水田土壌に、放射性セシウム(セシウム137、試薬)を添加
灰色低地土(粘土が多い。平坦地で採取)
褐色森林土(粘土が少ない。山間地で採取)
- これらの土壌にイネを栽培して、セシウムの濃度を測定

(実験者:放射性同位元素施設 小林博士・田野井博士・中西教授)

結果



- セシウム添加した褐色森林土で育てたイネは、同じくセシウム添加した灰色低地土のイネの8倍から10倍のセシウムを吸収した。
- 灰色低地土はセシウムを強く吸着し、その結果、イネがセシウムを吸収しにくくなっていることを示している。

- 福島県の水田土壌の多くは灰色低地土であり、セシウムを強く吸着する
- そのため、福島県におけるイネのセシウム吸収は、概して低めであると予想した
- 米の放射性物質調査(予備調査)が半分終了した9月中旬の時点で、大半の地点で検出限界以下。最高でも暫定基準の四分の一。

放射性セシウム

コメの予備調査で500ベクレル検出 福島・二本松市、監視強化

2011年10月11日

福島県は23日、同県二本松市で実施した収穫前の一般米の予備調査で、暫定基準値ちよりの1キログラム当たり500ベクレルの放射性セシウムを検出したと発表した。

予備調査であり、暫定基準値を超えて、放射性物質の出荷自粛の対象とはならないが、県は二本松市を今後実施する本調査では重点調査区域に指定、調査地点を大幅に増やし監視を強化する。

500ベクレルが検出されたのは、二本松市の旧八戸町で採取した一般米の玄米。本調査で500ベクレルを超えた場合は旧市町村ごとに出荷が制限される。

産経新聞

実験: 高濃度の放射性セシウムを含む 山間地のイネのモニタリング

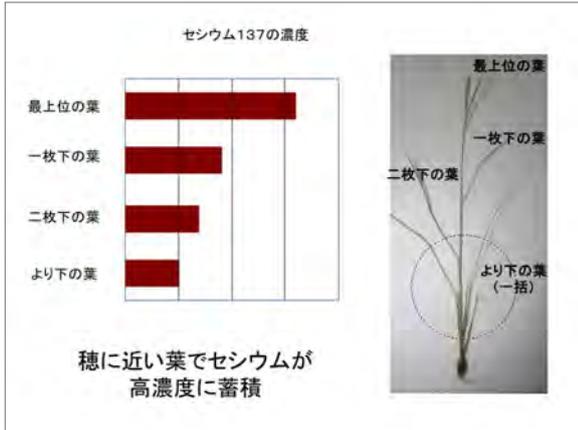


- 当該の水田は山間地の谷地田
- こうした環境のイネを対象に、セシウムの蓄積パターンを調査

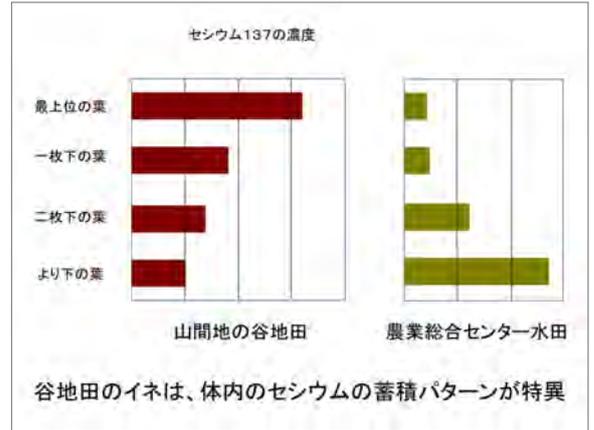
9月24日 毎日新聞(オンライン版)

01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12

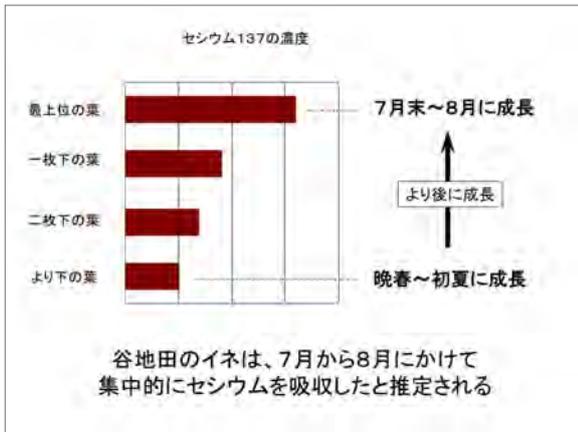
01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12



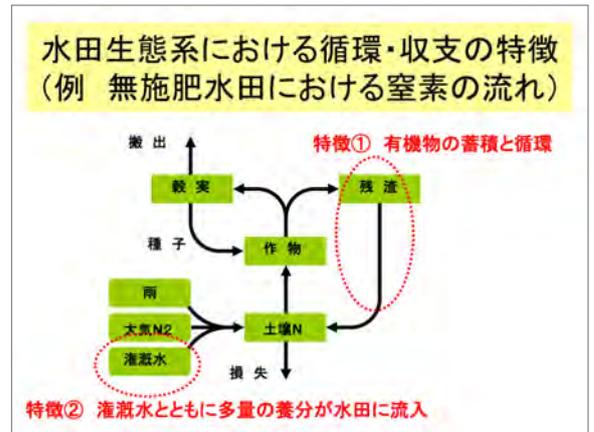
9



10



11



12

このような特徴は、セシウムを吸着しにくい褐色森林土でできた谷地田では、次のような効果をもたらした可能性がある。

- ① 夏季に水田土壌中の有機物の分解が進み、多量の放射性セシウムが放出された。これをイネが吸収した。
- ② 夏季に山林の落葉の分解が進み、多量の放射性セシウムが放出され、灌漑水とともに水田に流入した。これをイネが吸収した。

13

その後の状況

- ・ 福島市大波、伊達市小国を中心に、数多くの規制値(500ベクレル)越え
- ・ 福島県と農林水産省による原因究明の試み

高い空間線量率、浅い作土、低いカリウム濃度 など

14

セシウム吸収における水の重要性

- ・ 規制値越えた水田に多く見られる、類似した環境
- ・ 「水」の関与の可能性?

沢水の流入
極度の排水不良
(塩沢教授による)
など

15

1 土壌からのセシウム吸収と水からのセシウム吸収の違い

16

セシウム吸収における水の問題

- セシウムは、本来、イネに吸収され易い物質であるが、粘土に吸着されることにより、吸われにくくなっている。
- 粘土に邪魔されずに直接水から吸収されれば、効率よく吸収されると考えられる。
- このことが、高いセシウム吸収と環境条件の関わりを理解する糸口となる可能性がある。

17

実験：水耕における放射性セシウム吸収



- イネ用の水耕液(イネに必要な肥料成分を溶かした水)に、昨年春に降下した放射性セシウムを溶かして、イネを26日間栽培
- 水耕液の放射性セシウム濃度は、0.1、1、10ベクレル/リットルの3段階とした

参考 水における放射性セシウムの検出限界は、1ベクレル/リットル程度

18

結果



19

イネは水耕をすると効率良く放射性セシウムを吸収する

- 検出限界(約1ベクレル/リットル)以下の濃度であっても、茎葉部に数百ベクレルのセシウムの蓄積が生じる
- 0.2ベクレルの水からの放射性セシウムの吸収は、10000ベクレルの土壌からの吸収に匹敵する



20

沢水からのセシウムの可能性



- セシウム含量の高い米が穫れた水田の多くは、地形的に類似している。

沢水が流入する谷地田

台風の折に山から多量の水が流れ込む水田 など

- これらの水からイネが放射性セシウムを直接吸収した可能性が指摘されている。

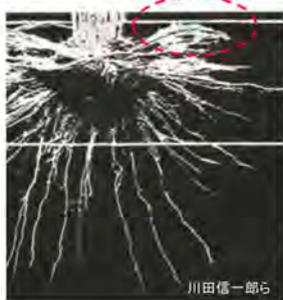
21

線量の低い水田でのセシウム吸収の例

- 福島原発からかなり離れた地域にある棚田、沢水から用水を引いている。
- 玄米のセシウム濃度の平均値は、キログラムあたり約80ベクレル。いっぽう、土壌は、キログラムあたり約160ベクレル。
- 郡山の水田土壌を用いた試験では、60000ベクレルの土壌で栽培して80ベクレルの玄米(福島県農業総合センター)。

22

水から直接セシウムを吸収する可能性があるとしたら、どの部位からか？



- 株の基部(葉鞘基部)または“うわ根”から、沢より引いた水に含まれるセシウムを吸収する可能性が指摘されてきた

“うわ根”(ルートマット)
田植え後、2ヶ月後くらいから発生する、土壌表面を水平に這う分枝に富んだ根

23

実験：沢水からのセシウム吸収の疑似実験



- 土耕したイネに、田水として10ベクレル/リットルのセシウム水溶液を張って栽培。

セシウム水溶液

水田土壌

24

01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12

結果

- 培養開始してから3週間経過したが、セシウムの吸収はほとんど認められていない。従って、従来言われてきた“株基部からのセシウム吸収”は、実際にはほとんど無いのではないかと。
- “うわ根”が形成された時点で田水よりセシウムが吸収されるかどうか、引き続き観察したい。
- 同様の実験は、“うわ根”の検討も含め福島県農業総合センターでも実施中とのこと。

25

補足:用水を使った水耕実験

- 大波地区の用水(沢から引いた水)で水耕実験を行った。
- 12月に採取した用水(ND)で水耕栽培したところ、茎葉部のベクレル数は乾物重1kgあたり50ベクレルに満たなかった。



26

2 カリウムによる放射性セシウム吸収の抑制効果

27

セシウム吸収とカリウムとの関係

- 土壌中のカリウム濃度が低いと、植物はセシウムを吸いやすくなることが、実験的に明らかにされてきた。
- 福島市大波地区を対象とした調査でも、放射性セシウム濃度の高い玄米が穫れた水田は、交換性カリウムの濃度が低い。(福島県・農林水産省による)
- しかしながら、規制値越えの米であってもカリウム濃度はとくに低くはない。また、福島県農業総合センターでの実験でも、カリウムにセシウム吸収の低減効果は認められなかった。

28

実験:カリウムの有無がセシウムの吸収に与える影響



- 放射性セシウム濃度の高い玄米が穫れた水田の土壌を使って、イネの苗を土耕
- 一方にはカリウムを与え、他方にはカリウムを与えずに栽培

29

結果



- カリウムを与えると、セシウムの吸収は十分の1程度に低下した。
- 実験に用いた土壌では、カリウムの施用が放射性セシウム吸収を大きく抑制する。

30

カリウム施用の留意点①

- カリウムによるセシウム吸収抑制があらゆるケースに有効かどうかは不明。福島県農業総合センターでの実験でも、カリウムにセシウム吸収の低減効果は認められなかった。
- 今回のポット実験は、一ヶ月足らずで結果が得られる。作付けが始まる前に、カリウム施用がセシウム吸収抑制に効くかどうかを水田ごとに調べておくことも可能。

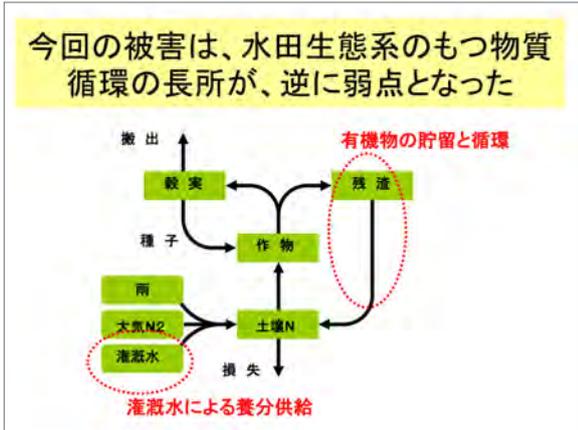
31

カリウム施用の留意点②



- 今回、規制値越えた水田の多くは、元来、山林からの灌漑水により、カリウムが潤沢に供給されている水田であると考えられる。
- 従って、こうした水田での無カリウム栽培は、本来であれば、水田稲作の特性を生かした合理的かつ持続的な栽培管理というべきもの。

32



33



34

3 現地のモニタリング

35



36



37



38



39



40

01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12

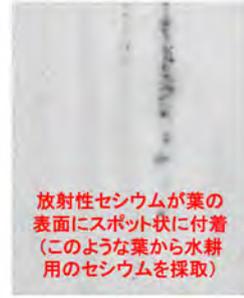


41

セシウムが降下したコムギの葉
(平成23年5月に郡山で採取)



イメージングプレートにかける前



放射性セシウムが葉の表面にスポット状に付着 (このような葉から水耕用のセシウムを採取)

イメージングプレートで得られた像

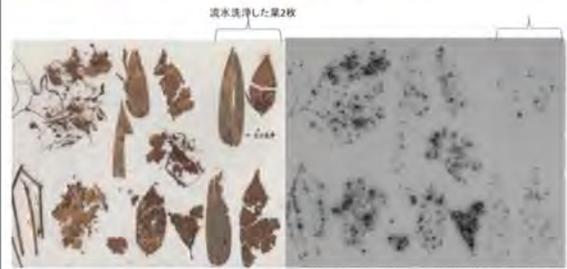
42

スポット状の降下物は予想以上に溶けにくい

- 約1万ベクレルの放射性セシウムが付着したコムギの葉を、湯で一晩搅拌し続けたところ、約20ベクレルしか溶出しなかった。
- 上記の葉を乾燥後、さらに硝酸中で5分間搅拌したところ、溶出量は約400ベクレルであった。
- 結局、湯と硝酸でも、葉に降下した放射性セシウムの5%も溶出できなかった。

43

山林の落ち葉にも、今なお多量の降下物がスポット状に残っている



昨年11月に二本松の山林で採取した落葉(一昨年の葉)のイメージングプレート像

44

有機物に降下したセシウムの行方

- 水田や山林の有機物に降下した放射性セシウムの多くは、今なお難溶性の塊として残っている。
- これらが溶出してくるのは、予想以上に長期に亘るかも知れない。
- 長期的視点に立ったモニタリングが必要

45

2-3 水田における土壌から稲への放射性セシウム移行のメカニズムについて

塩澤 昌

水田における土壌から稲へのセシウム移行のメカニズムについて

東京大学農学生命科学研究科
生物・環境工学専攻 農地環境工学研究室
塩澤 昌
03-5841-5343
asho@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp

1

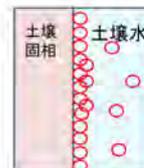
セシウムの土壌への固定

1. 弱い固定
土粒子の電荷による一般的な陽イオン固定。
負電荷をもつ土粒子や有機物は陽イオンを引きつけている
：交換性陽イオン (Ca²⁺, Na⁺, NH₄⁺, K⁺, Cs⁺)
2. 強い固定
特定の粘土鉱物(2:1型層状硅酸ケイ酸塩)の表面へのCaの特異的な固定

$$\text{分配係数 } (K_d) = \frac{\text{土壌に固定されたCs量 (mg/kg 土)}}{\text{土壌水中のCs量 (mg/kg 水)}}$$

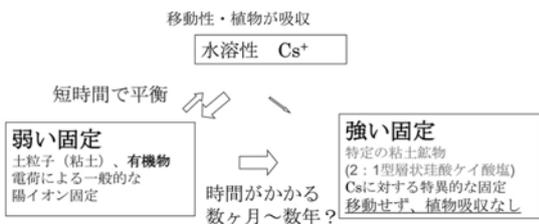
実験室での測定によれば、日本の水田土壌では、
 $K_d = 200 \sim 20000$ (数千)

(石川、内田、田上, Radioisotopes, 56, (2007))



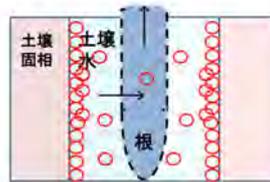
2

放射性セシウムは、当初2-3ヶ月は水分子の1/10~1/20の速度で速く動いたが、6月以降、移動速度が一桁低下している(水の1/200)
放射性セシウムの土壌への強い固定は時間がかかるプロセス



3

根のイオン吸収



葉の蒸散に伴い根は水分を吸収する。

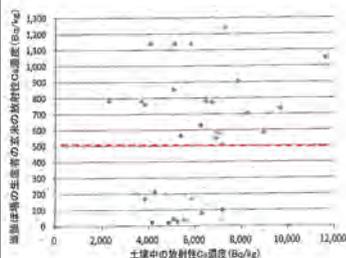
根は水に溶解したCsイオンを土壌水とともに(選択的に)吸収する。

可溶性のCsが存在しなければ吸収できない。

土壌には、Csを固定するのに十分な量の粘土が存在する
どのようにして土壌への固定を免れたCsが夏まで(4~5ヶ月)存在できたのか
：稲へのCs移行のメカニズム

4

玄米Cs濃度のバラツキ (伊達市、福島市大波地区、渡利地区)



$$\text{移行係数} = \frac{\text{玄米のCs濃度 (Bq/kg)}}{\text{土壌中のCs濃度 (Bq/kg)}}$$

多くの水田で0.01以下であるが、0.1を超える水田がある

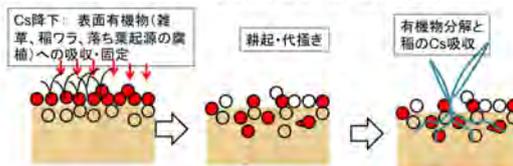
図2 土壌及び米の放射性セシウム濃度の関係

農林水産省 中間検討会資料 (2011年12月25日)より

5

結論: 有機物媒介説(仮説)

放射性Cs降下時に、水田表面を覆っていた有機物(落ち葉起源、雑草、稲ワラ、土粒子と結合していないフレッシュな分解しやすい有機物)が覆っていた。これにCsが付着・吸収され、耕起・代掻きで土壌中にすき込まれ、気温が上昇する夏に分解され水溶性Csを放出し、根に吸収された。有機物に固定されたことで、放射性Csの土壌への固定を免れた。



大きなCs移行の水田の特徴: 浸透量が小さい

1. 還元状態で有機物の分解が遅い。
2. 土中で水が動かず、有機物から発生した水溶性Csが土壌に固定されにくい。

6

二本松の水田



3方を山に囲まれた北斜面の棚田、日当たりが悪い、砂質土

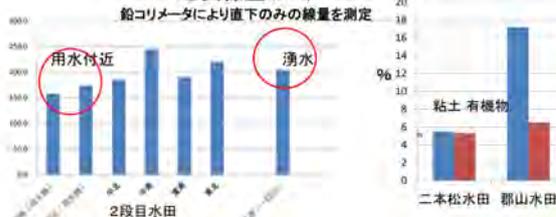


なぜ2枚目水田のCs移行が大きいのか?

7

二本松水田調査

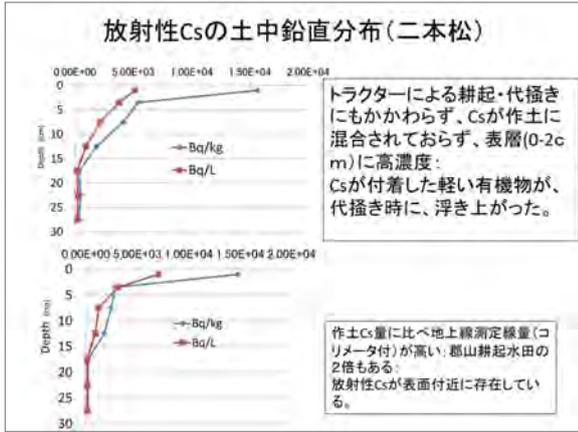
地表線量 (CPS)



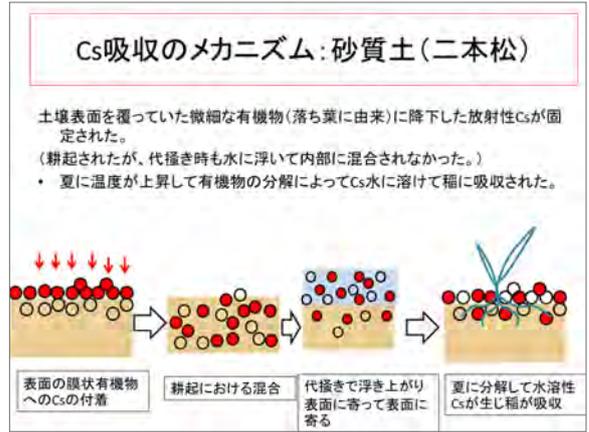
- 1) 2段目水田の水が流れる部分の線量が低い(洗い流されている)
- 2) 湧水(一段目)の線量も高くない

土壌から土壌水を抽出したが水溶性Csは検出限界以下であった。

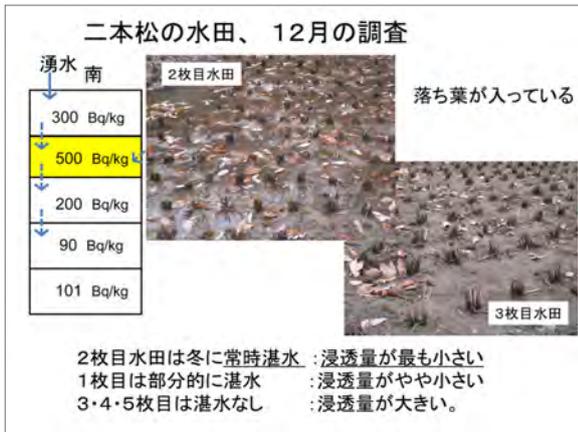
8



9



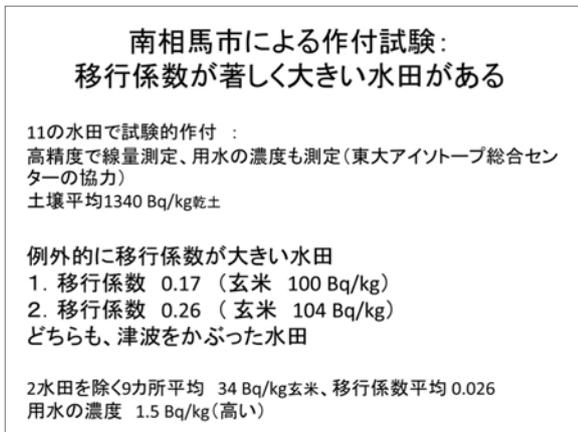
10



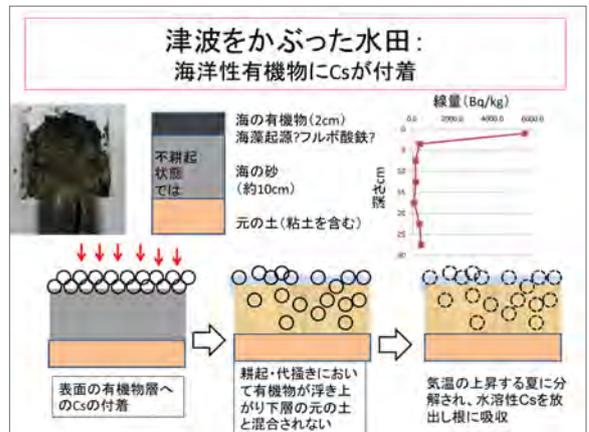
11



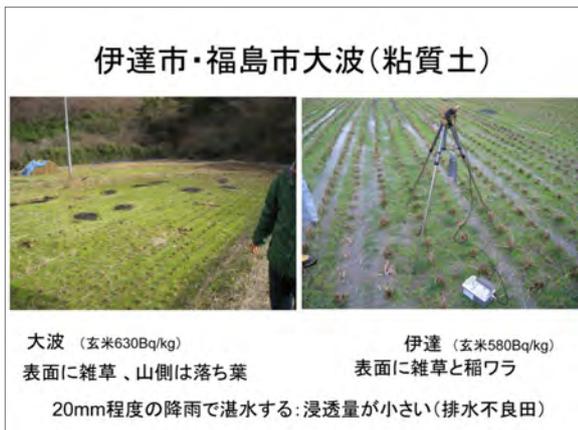
12



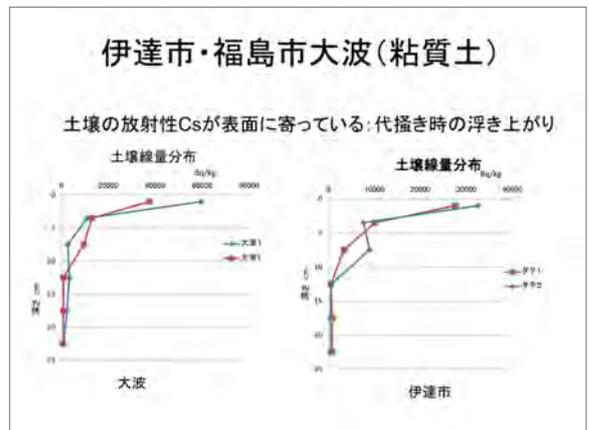
13



14



15



16

Cs吸収のメカニズム： 粘質土（福島市大波地区、渡利地区、伊達市）

放射性Csが降下時に、土壤表面を覆っていた雑草と稲ワラ（一部落ち葉）にCsが固定された。
耕起後、内部に混入
・ 夏に温度が上昇して有機物の分解によって水に溶けて稲に吸収された。

表面の雑草とワラに付着 → 耕起における混合 → 代掻きで浮き上がり表面に寄って表面に寄る → 夏に分解して水溶性Csが生じ稲が吸収

17

秋起こしをした水田は移行係数が小さい

伊達市の近接した秋起こしをした水田
（Cs降下時に雑草がなく表面が土で一部稲ワラ）：
玄米220Bq/kg

18

伊達市12月3日
雑草（すずめの鉄砲）が全面を覆っている
その下に稲ワラもある

渡利12月6日
一部雑草が覆っている
（多数の水田の米が混合）

19

雑草やワラのCsを固定実験 土壌+雑草サンプリング

20

雑草ポットへのセシウム試薬の撒布実験

Cs-137の8000Bqを100cc水溶液として数日おいて2回撒布（3月下旬の降雨を想定）

	試料質量g	検量Bq	撒布量の%	Bq/g	
地表スプレー	草地上部	1.28	892	11.2	697
	ワラ	1.63	1150	14.4	705
	有機物 計	2.91	2042	25.5	
	土壌 0-1cm	33.9	505		15
	ポットの縁に入れる	草地上部	1.1	47	0.6

撒布Csの25%がわずか3g（作土の0.3%）の有機物に固定された。
この有機物の質量当たりCs濃度は土壌の濃度に比べて桁違いに大きい。
根からも吸収する。

21

セシウムを撒布した雑草のイメージングプレート(IP)画像

セシウムを新たに撒布していない雑草：全く吸収していない

地上に撒布した雑草：水滴状に付着

ポットの縁のみに撒布：根からも吸収

22

用水経由のCs流入： 浸透量が多いほど、用水量は多い 外部からの物質流入も多い

用水量 = 浸透量 + (蒸発散量 - 降雨量 + 地表排水量) ≒ 浸透量

降雨量 > 蒸発散量 3-4mm/d

排水路 地表排水

浸透量 0-40mm/d 多様性

23

浸透量が多いほど、用水経由の物質流入が多い

物質流入量 = 用水量(≒浸透量) × 用水の物質濃度
田面の物質濃度：用水量が少ないほど降雨により希釈

降雨量 蒸発散量 3-4mm/d

用水量

浸透量 0-40mm/d

セシウム流入量

セシウム流入量

用水量(≒浸透量)

田面のCs濃度：用水量が少ないほど降雨により希釈

浸透量が少ない水田では、外からのCs流入量は少ない。
用水が大きなCs吸収の原因ではない
用水を入れていない水田もある

24

用水経由のCs流入の影響

$$\text{Cs流入量} = \text{用水量} (\equiv \text{浸透量}) \times \text{用水のCs濃度}$$

用水のCs濃度を1Bq/kg水として、

用水量(浸透量)が大きい水田:
 用水量20mm/d(一作で2000mm)の場合、一作のCs流入量は2000 Bq/m²(作土平均で約13 Bq/kg)、移行係数を0.2として玄米に2.6 Bq/kg玄米の寄与

用水量(浸透量)が小さい水田:
 用水量2mm/d(一作で200mm)の場合、玄米に0.26 Bq/kg玄米の寄与(無視できる)

25

土壌カリウムの影響

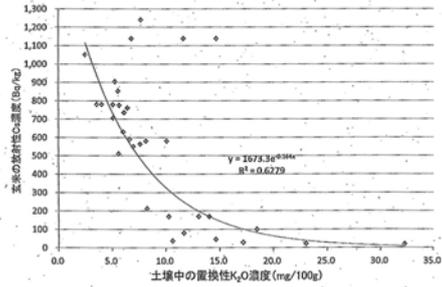


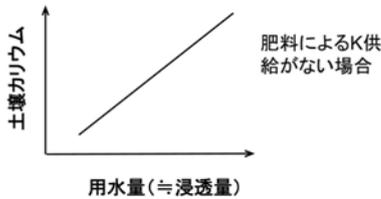
図4 土壌の置換性カリウム濃度と玄米の放射性セシウム濃度との関係
 農林水産省 中間検討会資料 (2011年12月25日)より

26

用水経由のカリウム(K)の流入

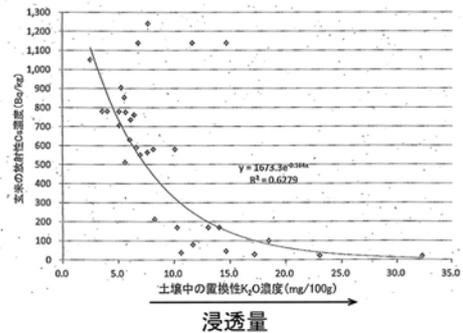
$$\text{K流入量} = \text{用水量} (\equiv \text{浸透量}) \times \text{用水のK濃度}$$

河川水(用水)のカリウム含有量は約1mg/L (福島市大波)
 平均的な用水量であれば、用水経由の供給で稲には十分



27

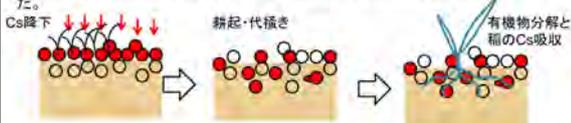
土壌カリウムの影響: 浸透量の影響が重ね合わされているのではないか



28

結論: 有機物媒介説(仮説)

放射性Cs降下時に、水田表面を覆っていた有機物(落ち葉起源、雑草、稲ワラ)土粒子と結合していないフレッシュな分解しやすい有機物にCsが付着・吸収され、耕起・代掻きで土壌中にすき込まれ、気温が上昇する夏に分解され水溶性Csを放出し、根に吸収された。有機物に固定されたことで、土壌への固定を免れた。



大きなCs移行の水田の特徴: 浸透量が小さい

1. 還元状態で有機物の分解が遅い。
2. 土中で水が動かず、有機物から発生した水溶性Csが土壌に固定されにくい。

29

稲への放射性セシウムの移行を防ぐ対策

セシウムが付着していた表面の有機物の分解が進み、セシウムの粘土への移行が進行しており、来年の米への移行は大きく減ると予想される(有機物の分解速度による)。

すでに耕起した水田: 田植え前に田面をなるべく乾かし、土壌をよく混ぜて、放射性Csを付着した有機物の分解を促し、粘土への固定を進める。

まだ不耕起の水田: Csを付着した有機物が表面に残っている場合は取り除く(津波をかぶった水田など)。

カリウム肥料の適度な撒布

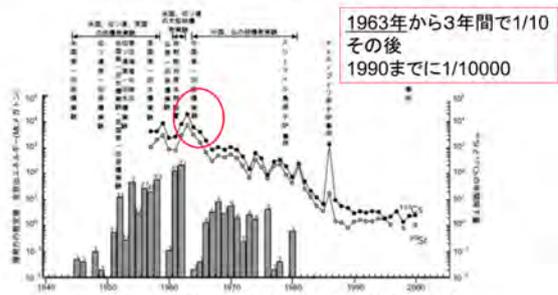
30

今後の予測

- 放射性Csを固定した有機物の分解とCsの土壌への固定が進み、稲への移行は大きく減少するであろう。その程度は有機物の分解しやすさによる。
- 次年度のモニタリングが必要。

31

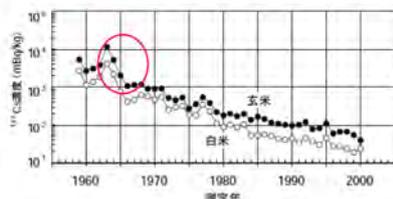
大気圏核実験以降の放射性Cs降下量



(駒村美佐子ら: 農技研報 24 (2007) より)

32

玄米と白米のCs濃度の経年推移



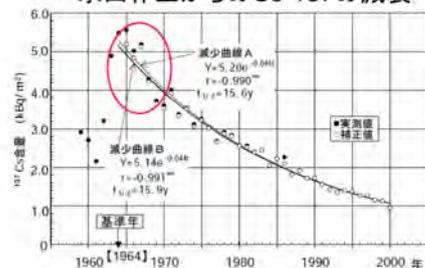
1963年から3年で
1/10
その後、1990年
までに1/100
今回は？

図3 玄米と白米における¹³⁷Srと¹³⁷Cs濃度の経年推移(全国平均)

(駒村美佐子ら: 農技研報 24 (2006).)

33

水田作土からのCs-137の減衰



半減時間:
17年
自然崩壊の半減
時間:30年
滞留半減時
間:約40年

初期の低下
が大きい

図16 水田作土からの¹³⁷Srと¹³⁷Cs含量の減衰

(駒村美佐子ら: Radioisotopes,48 (1999)、農技研報 24 (2006).)

34

謝辞

ご協力いただいた方々

- ・ 南相馬市
- ・ 福島県農業総合センター
- 東大:
 - ・ 農地環境工学研究室: 吉田修一郎、西田和弘、深澤健太郎、小谷駿太郎、他
 - ・ 先端科学技術研究センター: 三原誠
 - ・ アイソトープ総合センター: 野川憲夫
 - ・ 本研究科放射性同位元素施設: 田野井慶太郎、中西友子、小林奈通子
 - ・ 本研究科: 根本圭介

35

2-4 畜産業の復興について:南相馬市警戒区域内における暴露状況

眞鍋 昇

第2回 放射能の農畜水産物等への影響についての研究報告会
2012年2月18日

畜産業の復興について： 南相馬市警戒区域内における暴露状況

農学生命科学研究科 附属牧場

1

目的

畜産業の復興を具体化するために、高汚染レベルにおける家畜と環境の放射性核種による汚染状況を把握する。

2

経緯

- 平成23年3月11日：東日本大地震
- 3月17日：食品衛生法上の暫定規制値設定
- 4月22日：警戒区域（福島第1原発から半径20キロ以内）設定
- 5月12日：所有者の同意を得た上で、警戒区域内の家畜の殺処分決定（原子力災害対策特別措置法）
- 平成24年4月1日：食品衛生法上の規制値設定

3

経緯

警戒区域内の飼養頭数（概数）

平成22年10月（畜舎約380ヶ所）	
牛約4000頭	豚約3万頭
馬約100頭	鶏約90万羽
平成23年5月	
牛約3500頭	豚約2万頭
鶏約60万羽	
平成24年2月（放れ家畜）	
牛約600頭	豚約200頭

4

採材

採材場所：福島第一原子力発電所から18キロ離れた福島県南相馬市小高区川房地区
採材日：平成23年9月16日
家畜の採材：警戒区域内で約5ヵ月間放飼状態後捕獲され、約1ヵ月飼養後、原子力災害対策特別措置法に従って安楽死処分された豚（3頭）、牛（3頭）、妊娠牛と胎仔（各1頭）の臓器、尿、消化管内容物と糞など
家畜の安楽死の方法：福島県の獣医師が鎮静剤を筋肉注射した後、麻酔剤を投与して深麻酔状態とし、これに筋弛緩剤を投与することで安楽死させた。死亡確認後、採材した。
その他の採材：土壌、植物、堆肥など

新聞社のHPから引用

5

採材

6

採材

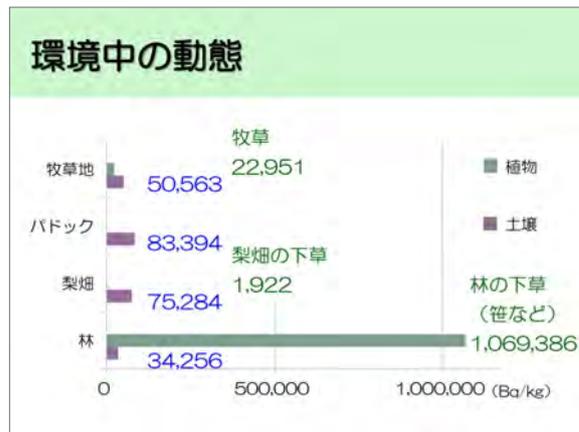
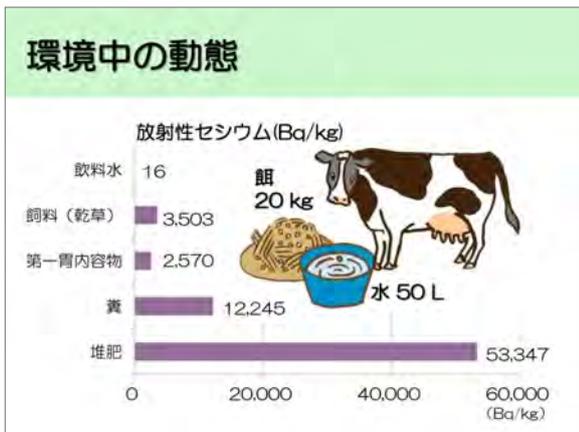
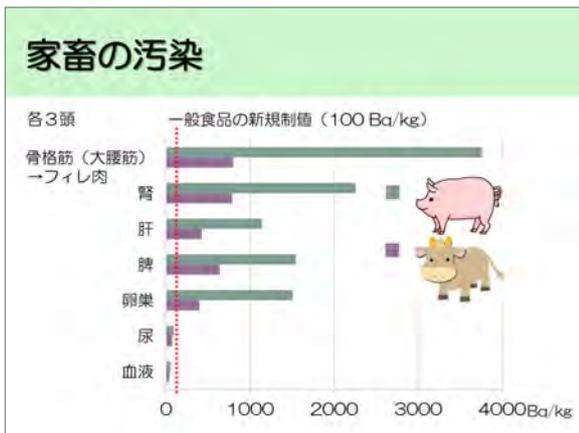
一時繋留場 埋却場

7

採材

土壌の採材：1～5cm

8



2-5 魚類筋肉への放射能セシウムの蓄積と水洗による除去

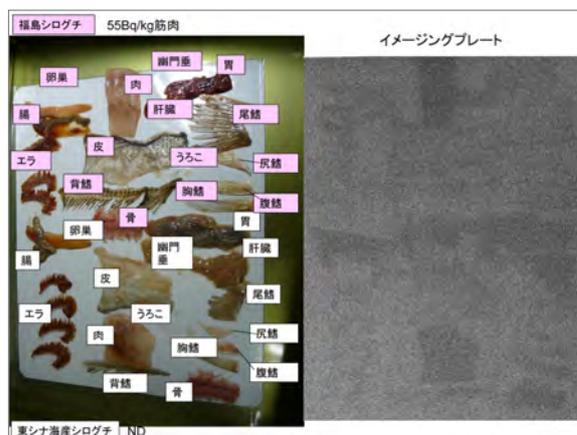
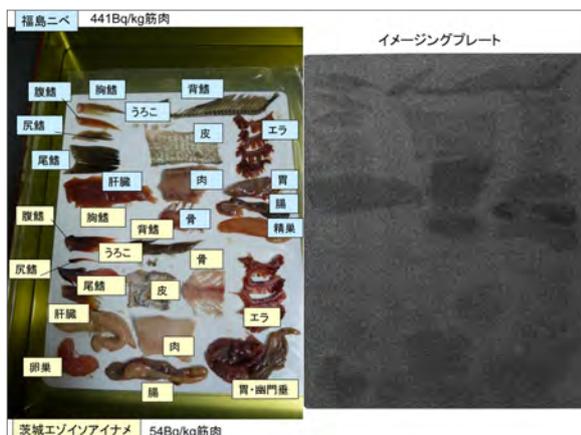
渡部 終五

一東日本大震災に関する救援・復興に係る
農学生命科学研究科の取り組み—

魚類筋肉への放射性セシウムの蓄積と水洗いによる除去

渡部終五
水圏生物科学専攻

部位別の放射性物質蓄積パターン



魚肉の水晒しによる放射性セシウムの除去



表0-1. 水晒し実験に用いた福島県いわき市久之浜沖産ニベ試料

試料 No.	漁獲日	体重 (g)	全長 (cm)	水分 (%)	放射活性 (Cs134+Cs137, Bq/kg)	実験供試
1	2011年8月11日	257	28.0			○
3	2011年8月11日	257	27.8			○
6	2011年8月11日	270	28.4			○
7	2011年8月11日	283	29.2			○
8	2011年8月11日	241	27.8			○
12	2011年8月11日	368	30.0		515	
14	2011年8月11日	289	29.7		364	
筋肉調製	2011年10月11日	180		79.8	334	東京大学



表0-2. 3倍量の水晒し水(0.1%NaCl)で水晒したときのニベ筋肉の放射性セシウム残存率

試料	水分 (%)	測定用試料重量 (g)	Cs-134 (Bq/kg)	Cs-137 (Bq/kg)	Cs134+Cs137 (Bq/kg)	残存放射活性率 (%)	補正残存率 (%)
落し身	79.8	62.0	151.0	183.0	334.0	100.0	100.0
ホモジナイズ1回	83.9	48.4	38.5	47.3	85.8	25.7	27.1
同2回 ^a	92.2	54.9	*16.8	24.8	41.6	12.5	14.4
同3回	86.9	57.6	*5.81	12.3	18.1	5.4	5.9
ホモジナイズなし1回	82.9	45.0	32.3	44.3	76.6	22.9	23.8
同2回	83.1	50.7	28.6	40.8	69.4	20.8	21.7
同3回	83.5	47.8	26.1	38.8	64.9	19.4	20.3

^a試料欄でホモジナイズは画分の意味で、2,3回目はホモジナイズしていない。
*測定限界値以下。

9

表1. 水晒し実験に供試したニベおよびマダラ試料

試料 No.	魚種	漁獲日	漁獲地	体重 (g)	全長 (cm)
4	ニベ	2011年9月11日	福島県いわき沖	207	25.7
5	ニベ	2011年9月11日	福島県いわき沖	175	24.1
11	ニベ	2011年9月11日	福島県いわき沖	253	30.0
13	ニベ	2011年9月11日	福島県いわき沖	224	26.5
2	マダラ	2011年8月11日	福島県勿来沖	473	35.0
4	マダラ	2011年8月11日	福島県勿来沖	744	40.0

10

表2. 種々の水晒し水(0.1%NaCl)量で処理したニベ筋肉の放射性セシウム残存率

水晒し水量 (w/v)	水分 (%)	測定用試料重量 (g)	Cs-134 (Bq/kg)	Cs-137 (Bq/kg)	Cs134+Cs137 (Bq/kg)	残存放射活性率 (%)	補正残存率 (%)
供試筋肉	80.0	46.8	93.7	127.0	220.7	100.0	100.0
3	80.1	32.0	38.3	47.2	85.5	38.7	38.8
4	80.1	33.3	29.8	41.6	71.4	32.2	32.2
5	80.3	34.3	37.8	46.7	84.5	38.3	38.5
9	80.3	31.8	25.8	36.0	61.8	28.0	31.6

11

表3. 3倍量の水晒し水(0.1%NaCl)で繰り返し水晒したときのマダラ筋肉の放射性セシウム残存率

水晒し回数	水分 (%)	測定用試料重量 (g)	Cs-134 (Bq/kg)	Cs-137 (Bq/kg)	Cs134+Cs137 (Bq/kg)	残存放射活性率 (%)	補正残存率 (%)	平均補正残存率 (%)
供試筋肉	81.1				163.0	100.0	100.0	
1	80.6	21.1	29.5	35.7	65.2	40.0	40.3	
1	81.1	21.1	26.3	39.9	66.2	40.6	41.0	41.5
1	81.1	34.3	37.8	46.7	84.5	38.3	38.5	
2	81.7	19.4	24.2	24.3	48.5	29.8	30.0	28.6
2	87.4	19.3	20.7	*23.2	43.9	26.9	27.1	
3	83.1	19.5	13.9	23.5	37.4	22.9	23.1	
3	83.4	20.4	15.1	21.3	36.4	22.3	22.4	22.3
3	82.9	18.9	18.8	15.7	24.5	21.2	21.4	

*測定限界値以下。

12

今後の課題

- 水晒しの条件検討
pH, イオン強度, 水晒し液の組成, 温度, 時間, 放射性物質除去剤など
- 干物など他の水産加工品の製造過程における放射性物質の除去の実態
- 淡水魚の汚染状況の把握と除去方法の検討

13

共同研究者

- 東京大学大学院農学生命科学研究科
水産化学研究室
松岡洋子
中谷操子
潮 秀樹
- 福島県水産試験場
佐藤美智男
根本芳春
- 東京大学大学院農学生命科学研究科
放射性同位元素施設・放射線植物生理学研究室
中西友子
田野井慶太郎

14

2-6 果樹における放射性核種の移行と分配について

高田 大輔

果樹における放射性核種の移行と分配について

東京大学大学院 生態調和農学機構
高田大輔

安永円理子・田野野慶太郎・中野ま子・佐々木治人・大下誠一の共同研究であり、生態調和農学機構技術部・福島県鮫川村・福島県農業総合センター果樹研究所の協力を得て試験を行った。

はじめに

果樹の放射性物質解析を困難にしている要因

果樹(樹木)は永年性

- 蓄積物の越年
 - 樹のどこに蓄積するのか?
 - どのような収支があるのか?
- 樹体が巨大
 - 試験がしづらい
 - 樹の大きさに変わるのか?
- 果樹園の植生
 - 表層に植生が存在
 - 毎年、すべては耕さない
- 収穫までの年月
 - 今、植えても数年待ち
 - 1年に何回も試験できない

他にも・・・

生産物を洗って輸送できない

はじめに

本日紹介すること

西東京市園地(当機構)における果樹の調査

線量の差で、おおよその傾向が変わらなかったため、詳細な調査を行った東京での結果を紹介

簡単に紹介

福島県園地における果樹の調査

土壤被覆の効果

以下の本スライドは速報値です。反復数の増加などに伴い、数値の変化があるため、公表済みの原著論文と数値の差異があります(基本的な意味合いは変わっていません)。

当機構園地における果樹の調査

事故ごろの写真と事故時の状態

ウメ (3月5日) 開花後

モモ (3月10日) 蕾膨らみ始める

ブドウ (3月24日) 萌芽前(花は新梢の中)

カキ (3月5日) 萌芽前(花は新梢の中)

当機構園地における果樹の調査

ウメ (青ウメ) 5月

モモ 6-8月

ブドウ 8-9月

カキ 10月

当機構園地における果樹の調査

収穫果実の¹³⁴⁺¹³⁷Cs濃度

果樹	洗浄後に測定	新鮮重あたり Bq/kgFW	乾燥重あたり Bq/kgDW
ウメ		37.0	127.1
モモ	ちよひめ	11.3	72.1
モモ	あかつき	12.7	61.7
ブドウ		8.1	28.3
カキ		4.1	27.8

当機構園地における果樹の調査

洗浄後に測定

モモあかつき果実の部位別Cs濃度

果皮 94.6 Bq/kgDW

果肉 66.3 Bq/kgDW

核+種子 13.5 Bq/kgDW

Bq/kgDW DWは乾燥重

*¹³⁴Csが検出限界値以下のため、¹³⁴Cs=¹³⁷Cs × 0.8で計算

当機構園地における果樹の調査

8月

モモ園の¹³⁴⁺¹³⁷Cs濃度

解体、洗浄・乾燥後部位ごとにCs測定

収穫

葉の採取

新梢の採取

旧枝・主幹の採取

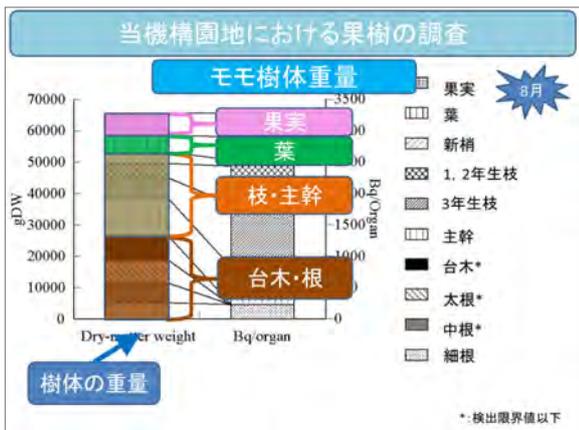
根の採取



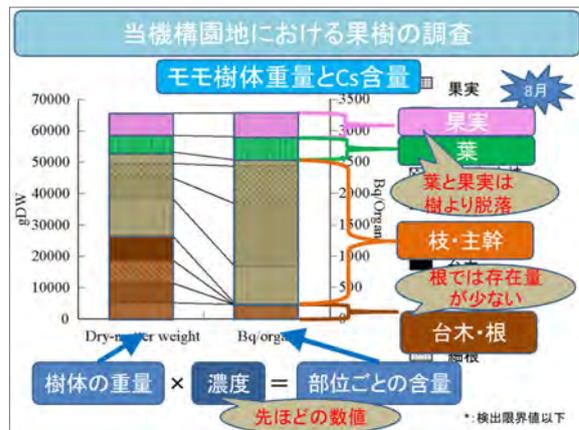
9



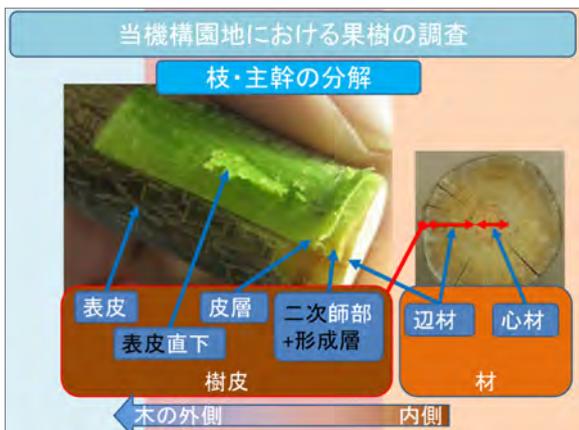
10



11



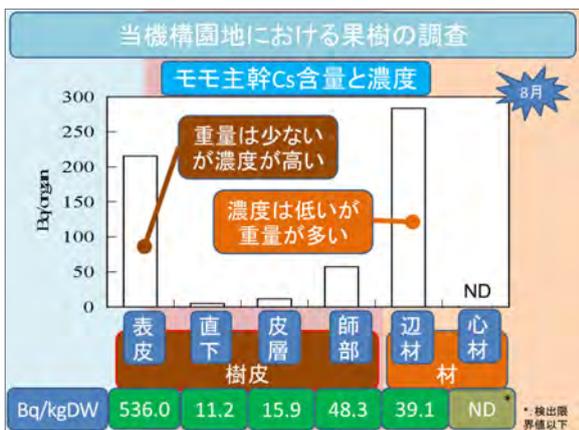
12



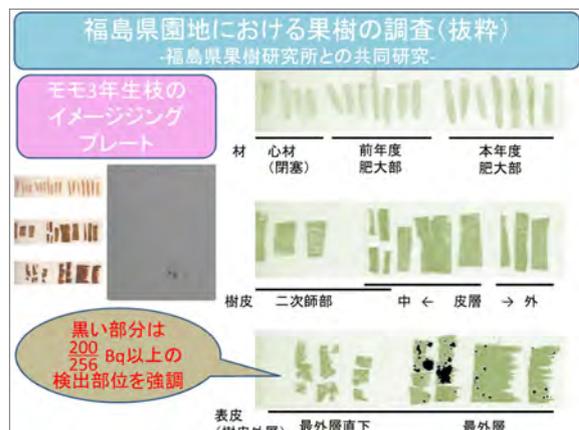
13



14



15

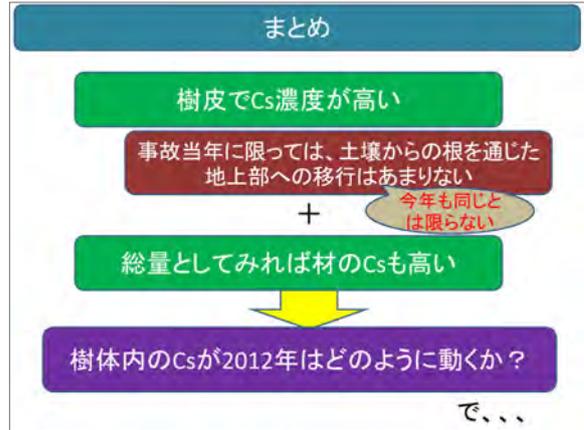


16

01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12



17



18



19

2-7 演習林における野生キノコの汚染状況

山田 利博

演習林における野生キノコの汚染状況

山田利博¹・齋藤俊浩²・村川功雄¹・井口和信³・大村和也⁴・高德佳絵⁴・井上淳⁵・才木道雄⁵・齋藤暖生⁶・辻和明⁷・田野井慶太郎⁸・中西友子⁸

- 1 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林千葉演習林
- 2 同 教育研究センター
- 3 同 北海道演習林
- 4 同 秩父演習林
- 5 同 生態水文学研究所
- 6 同 富士産しの森研究所
- 7 同 樹芸研究所
- 8 東京大学大学院農学生命科学研究科附属放射性同位元素施設

東大演習林の配置

- 北海道から愛知まで7地方演習林
- 面積3万2千ha(東大の99% 日本の1/1,000)
- 多様な森林(冷〜暖、天然〜人工)

活動

- 教育-学生実習
- 研究-学生、内外の研究者
- 社会貢献-森林教室/公開講座(子供〜社会人)

活動に用いる資源

フィールド自体

木材 - エネルギー負荷の低い再生可能な材料

薪、炭 - カーボンニュートラル再生可能エネルギー

キノコ、山野草、木の実

野生動物(ジビエ)肉 - 獣害の増加

今回はキノコに着目

キノコの放射性セシウムについてのこれまでの知見(チェルノブイリ後の村松・吉田の研究、とりまとめ)

- キノコは濃縮率高(2.6~21倍)。森林土壌は有機物が多く菌糸との間で長く循環保持
- 濃度は菌糸の位置で大きく異なる
- チェルノブイリ事故後、キノコでの濃度は2,3年間上昇(ヨーロッパ)
- 日本の野生キノコ: 高濃度の汚染はチェルノブイリより核実験によるものが大きい

表2 日本産キノコ124種(284試料)中の¹³⁷Csと⁴⁰Kの濃度の平均値、中央値および範囲(試料は1989-1991年に採取)⁹⁾

核種	単位	平均値	中央値	濃度範囲
¹³⁷ Cs	Bq/kg(乾)	433	53	<3-16,900
	Bq/kg(生)	37	7	<0.4-1,250
⁴⁰ K	Bq/kg(乾)	1150	1180	<39-2,790
	Bq/kg(生)	106	105	<9-223

注: データは Muramatsu et al. (1991)⁹⁾, Yoshida and Muramatsu (1994)³⁾, Yoshida et al. (1994)⁸⁾ をまとめたものである。

村松康行・吉田聡(1997) キノコと放射性セシウム, RADIOISOTOPES 46:450-463

試料採取場所と空間線量率

・都内を除く6地方演習林で試料を採取

生態水文学研究所(愛知瀬戸、犬山)

北海道演習林(富良野)

秩父演習林(秩父)

富士産しの森研究所(山中湖)

千葉演習林(鴨川、君津)

樹芸研究所(伊豆下田)

文科省による第4次航空機モニタリングの測定結果について(2011/12/16)より

分析試料

各地方演習林それぞれ2~4地点キノコとその下の基質(Ao層とA層/樹皮と材)セットで採取

落葉樹林(上)と常緑樹林(下)

キノコ Ao層 A層 キノコ Ao層 A層

Ao層: リター(落葉など未分解の有機物) 乾燥体 → U8容器(100mL) → Ge半導体検出器

A層: いわゆる土(鉱物主体+有機物)

キノコの汚染状況

放射性Cs (Bq/kg乾重)

■ Cs-137 (Bq/kg)

■ Cs-134 (Bq/kg)

ND: 検出限界以下

※新規制値は100Bq/kg生重と500~1,000Bq/kg乾重(含水率は約80~90%)

キノコと基質の汚染の関係(各演習)

放射性Cs (Bq/kg乾重)

■ Cs-137 (Bq/kg)

■ Cs-134 (Bq/kg)

北海道演習林: オシロイシメジ(菌) ハナイグチ(菌)

樹芸研究所: シイタケ(菌) シイタケ(菌)

生態水文学研究所: カラカサタケ(菌) ナラタケ(菌?)

樹芸研究所(伊豆)までわずかに飛散し、キノコに取り込まれたと思われる

北海道演習林、生態水文学研究所(愛知): 今回の事故による汚染は確認されなかった ← Cs-134検出されず

キノコと基質の汚染の関係(各演習)

放射性Cs (Bq/kg乾重)

■ Cs-137 (Bq/kg)

■ Cs-134 (Bq/kg)

北海道演習林: オシロイシメジ(菌) ハナイグチ(菌)

樹芸研究所: シイタケ(菌) シイタケ(菌)

生態水文学研究所: カラカサタケ(菌) ナラタケ(菌?)

樹芸研究所(伊豆)までわずかに飛散し、キノコに取り込まれたと思われる

北海道演習林、生態水文学研究所(愛知): 今回の事故による汚染は確認されなかった ← Cs-134検出されず

01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12

01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12



第3回

2012.5.26

開会の辞

長澤 寛道

3-1 農学生命科学研究科全体の取組みについて	
中西 友子	58
3-2 水稻における放射性セシウムの吸収解析と低減対策	
佐藤 誠	61
3-3 被災農地の農業再生のデザイン-資源作物の栽培とエネルギー化	
森田 茂紀	62
3-4 福島水田におけるイネのセシウム吸収の品種間差	
藤原 徹	65
3-5 自然凍結融解を利用した農地除染の試み	
溝口 勝	66
3-6 警戒区域内で原発事故後 150日間飼養された原種ブタの生殖機能について(中間報告)	
眞鍋 昇, 李 俊佑	70
3-7 海水魚のエラからセシウムが排出される	
金子 豊二	72
3-8 事故当年にモモ樹体内に移行した放射性核種の本年度の動態	
高田 大輔	74
3-9 放射性物質と食の安全を市民はどう捉えたか	
細野 ひろみ	75

閉会の辞

長澤 寛道

3-1 農学生命科学研究科全体の取組みについて

中西 友子

第3回 放射能の農畜水産物等への影響についての研究報告会

— 研究科・附属施設全体を通じた取り組み —

中西友子

研究提案

作物
放射線モニタリング、作物への放射性核種の移行・動態・蓄積
Cs吸収能の異なるイネの探索と利用(有用品種の探索)
植物による土壌の除染、汚染固定化
バイオエタノール生産

土壌
土壌の放射性核種の移行・動態・蓄積
農地の土壌改良技術開発
微生物相の変化

畜産
飼料汚染、家畜汚染、家畜への放射性核種の移行・蓄積
牛乳の汚染

水産
海水・魚介類のモニタリング
食品加工品への蓄積

フィールド(環境)
水圏・生態系の放射性核種の移行・動態・蓄積
植生・土壌相変化
森林・果樹への放射性核種の移行・動態・蓄積
農地での水・養分循環における放射性核種のモニタリングと解析
鳥類、爬虫類、昆虫などの生態系・生体内動態(カメラ撮影と録音)

測定法
簡易測定器開発、Sr-90迅速測定法開発

放射能以外
ネットワークを利用したリテラシーの向上、サイエンスコミュニケーション
土地修復・農業生産復興・シンビジネス創生へのシナリオ
シンポジウム開催

合計40-50人の教員

東京大学農学部における震災復興支援への取組み

東京大学 災害対策本部
東日本大震災に関する救援・復興支援室

福島県農業総合センター

農学生命科学研究科

(1) 高放射能の農畜水産物産業への影響

① 作物・穀物	演習林	応用生命化学・工学
② 家畜・畜産物	牧場	生産・環境生物学
③ 土壌・微生物	生体調和農学機構(園場)	獣医学
④ 魚介類、海水	水産実験所	応用動物科学
⑤ 放射線測定	食の安全センター	森林化学
⑥ 科学コミュニケーション他	放射性同位元素施設	生物環境工学
		生物材料科学
		水圏生物学

(2) 被災地農業回復についての研究開発

① 作物生産・土壌学 ② バイオマス生産

東京大学農学部で進行中の取組み

- 農業・作物学・栽培学・土壌学・微生物学・砂防学
- 獣医学・畜産学・水産学・魚学・環境学・林業

落葉からキノコへの移行
生物・水が関与した放射性物質の移動
野鳥モニタリング
家畜内の分布
牛乳への移行
果樹の樹体内セシウム動態
用水
牧草・家畜間の循環
加工による低減効果
畑作でのセシウム移行
水田生態系でのセシウム動態
水・土壌のモニタリング
魚体内分布
土壌の鉛直分布
イネ:セシウム吸収の品種間差
河川

生態水文学研究所(瀬戸)

北海道演習林(富良野)

福島県農業総合センター

福島県原子力発電所

鳥類

魚介類

秩父演習林

富士産しの森研究所(山中湖)

野苺研究所(伊豆下田)

千葉演習林(鴨川、君津)

シバヤギの長期間飼育実験:
A: 福島原発30km圏内
B: いわき市周辺(70km)
C: 東大附属牧場(150km圏内)
D: 遠隔地(300km圏外)

病理検査

どんな情報を目にするのでしょうか?

① **モニタリング**
多地点での放射能: 空間線量、土壌、水車、飛行機なども利用 健康影響上も重要

② **食品の測定値**
あらゆる食品の放射能

では、農業をする人への情報は?
一次産業は自然と共にある。
複雑な自然はひとつの専門からでは解けない。

2011年11月19日

2012年2月18日

放射能の農畜水産物等への影響についての研究報告会

福島からイネ、土壌、畜産、魚介類、果樹、キノコ

低濃度汚染

鳥

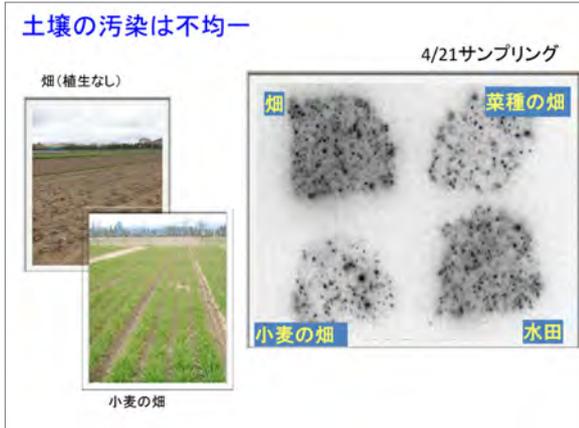
第一回ならびに第二回の報告

【イネ・土壌】 不均一な汚染(マイクロ~マクロ)
時間が経過するにつれて、より強固にCsは吸着
作物の吸収: Cs溶液濃度による
⇒土壌から作物への移行は小
水理研究、汚染地の試験作付け

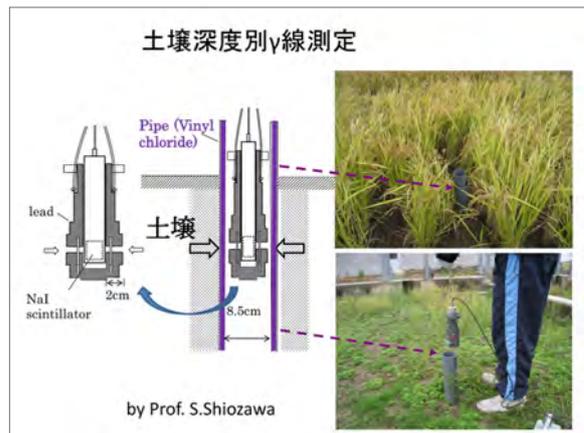
【鳥】 羽の汚染は不均一、強固な汚染

【キノコ】 放射性Cs蓄積量の高いものがある。
事故前の放射性Csの寄与を考える。
⇒¹³⁷Csのみで¹³⁴Csが測定されず。
落葉も含めた森林研究へ

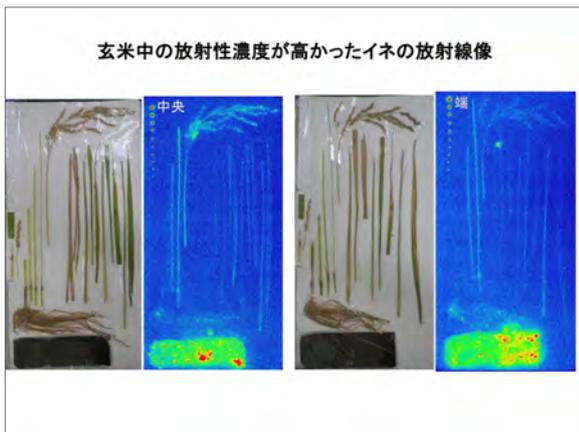
【低濃度汚染】
事故地から230kmはなれた園場



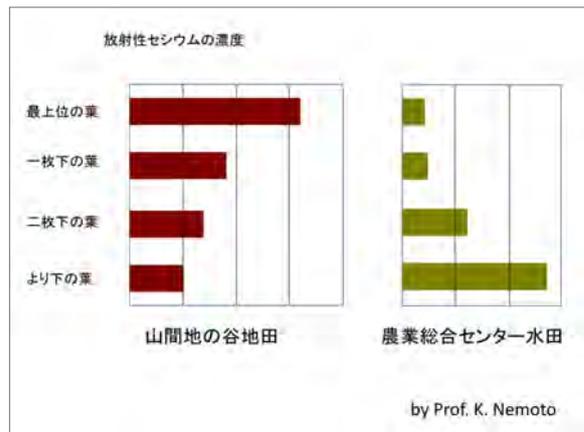
9



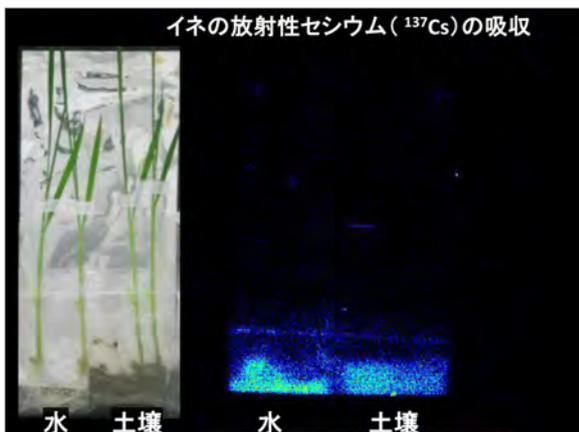
10



11



12



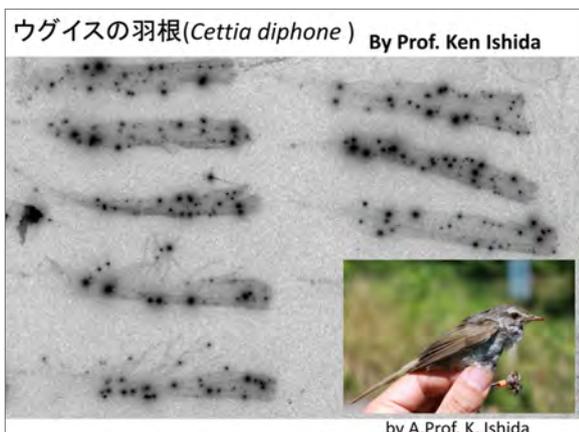
13

試験作付の支援 (伊達市小国地区)

- 昨年、規制値を超える玄米が多数収穫された地域で、要因解明と減減対策の実証試験。
- 当研究科の教員も、福島大学、東京農業大学などと連携して、伊達市小国地区の試験作付を支援。

by Prof. K. Nemoto

14



15



16

現場で役立つ福島の放射能汚染研究について

1. モニタリングだけでは農業汚染の対策は判らない。
⇒どう動くのかについての研究が必要。
例: 時間経過と汚染、作物の吸収
2. 汚染の実態が判らなければ除染方法は判らない。
⇒セシウムの化学形は？
3. 事故前の放射性Csの寄与を考える。
⇒ ^{137}Cs のみで ^{134}Cs が測定されず。

17

おわり

18

3-2 水稻における放射性セシウムの吸収解析と低減対策

福島県農業総合センター 作物園芸部稲作科長 佐藤 誠

1 水稻における放射性セシウムの吸収解析

(1) 部位別の放射性セシウムの解析

〔材料及び方法〕 供試試料は、土壤の放射性セシウム濃度が 3,000 ～ 4,200Bq/kg で栽培されたコシヒカリ、ひとめぼれの計 4 点（玄米の放射性セシウム濃度は 92 ～ 322Bq/kg）を使用した。稲体は、籾（玄米+籾殻）、茎（稈+葉鞘）、葉（葉身）に区分し、放射性セシウム濃度をゲルマニウム半導体分析器で測定した。

〔結果及び考察〕 稲体の部位別の放射性セシウム濃度は、茎（稈+葉鞘）>葉（葉身）>籾（玄米+籾殻）の順で高く、茎は上位ほど、葉は下位ほど高い。また、稲株全体での放射性セシウムは、概ね籾に 3 割、茎に 4 割、葉に 3 割が分布する。

(2) 玄米と稲わら、玄米、第5節間の放射性セシウム濃度の相関関係

〔材料及び方法〕 供試試料は、福島県内のコシヒカリ及びひとめぼれで、玄米と稲わらが 52 点、玄米と籾殻が 45 点である。各サンプルは、玄米、稲わら、籾殻に分け、ゲルマニウム半導体分析器で測定し、相関関係を求めた。また、収穫後のほ場 8 筆について、稲株をよく洗浄し分解した第 5 節間と玄米の放射性セシウム濃度の相関関係を求めた。

〔結果及び考察〕 玄米と稲わら、玄米と籾殻の放射性セシウム濃度の相関は高く、また、収穫後の第 5 節間と玄米の相関関係は高い。

(3) 玄米の精米歩合別及び炊飯米における放射性セシウム濃度の解析

〔材料及び方法〕 供試試料は、ひとめぼれ及びコシヒカリの計 4 点（玄米の放射性セシウム濃度が 68 ～ 483Bq/kg）の粒厚 1.8mm 以上の玄米を用いた。精米は精米歩合 2.5 ～ 5.0 %を目安に、精米歩合 80 %まで実施した。炊飯には、精米歩合 90 %の白米 150g を用いた。洗米はとぎ 3 回、すすぎ 1 回で、1 回当たり 150cc 計 600cc で行い、重量比 1.33（200cc）を加水し、1 時間後に炊飯した。放射性セシウム濃度は、玄米、白米、炊飯米、とぎ水ともゲルマニウム半導体分析器で測定した。

〔結果及び考察〕 精米が進むにつれて放射性セシウム濃度が低下し、精米歩合が 85% になると放射性セシウム濃度はほぼ一定になる。また、玄米の放射性セシウム濃度の相対値を 100 とすると、概ね白米は 39、炊飯米 11 である。

2 放射性セシウムの低減対策

福島県が平成 24 年 3 月 26 日に策定した「農作物の放射性セシウム対策に係る除染及び技術対策指針第 1 版」の主な除染対策は以下のとおりである。

- (1) 土壤表土のはく離
- (2) プラウ等による反転耕や深耕
- (3) カリの増施
- (4) たい肥の施用
- (5) ゼオライト等の吸着資材の施用
- (6) 酸性土壤の調整
- (7) 沢水の迂回水路、濁水の流入防止
- (8) ほ場隣接の樹木の処理や山林の除染等
- (9) 中干し等の倒伏対策
- (10) 収穫・調製時の土壤混入対策

3-3 被災農地の農業再生のデザイン-資源作物の栽培とエネルギー化

森田 茂紀



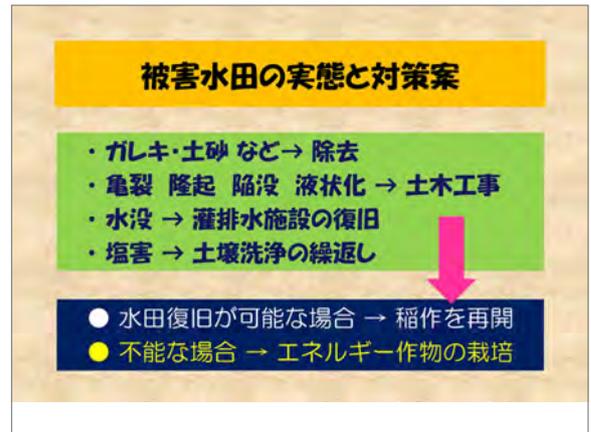
1



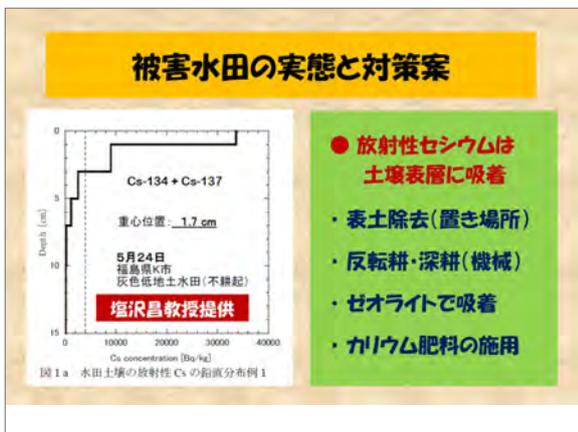
2



3



4



5



6



7



8



9



10



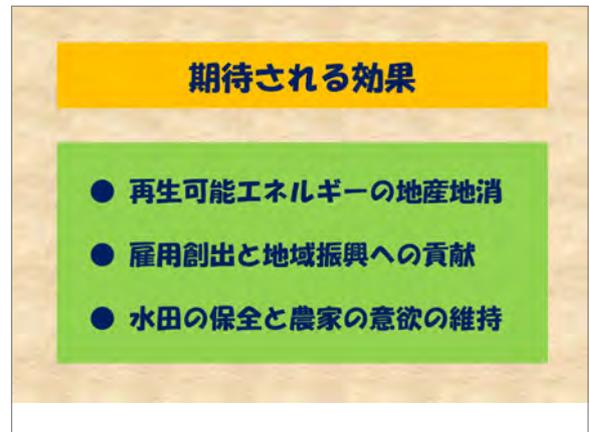
11



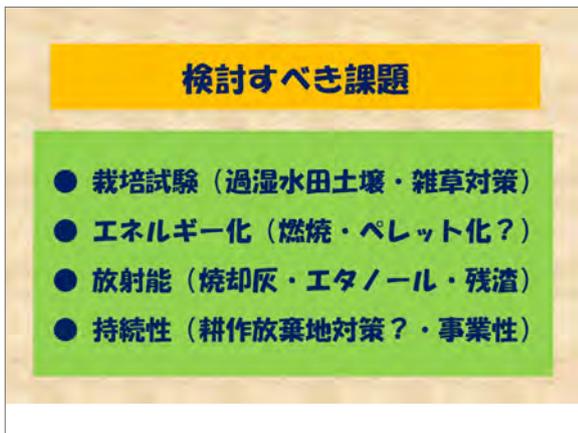
12



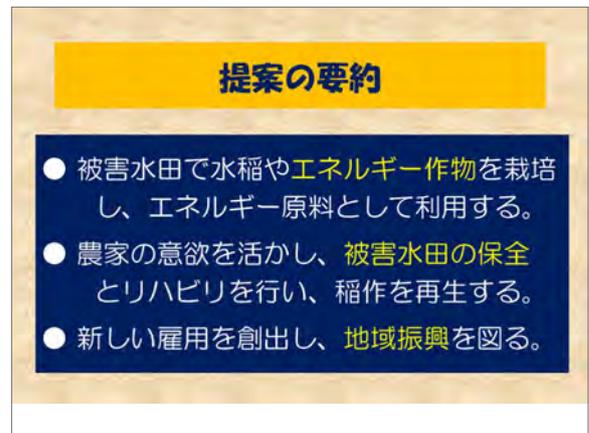
13



14



15



16

01
.....
02
03
04
.....
05
.....
06
.....
07
.....
08
.....
09
.....
10
.....
11
.....
12

謝 辞

- ・ 東京大学AGS研究会 (2011年度 計画立案)
- ・ JX日鉱日石エネルギー (2012年度 栽培試験)
- ・ 東京大学 阿部 淳・土肥哲哉(栽培試験)
- ・ 東京大学 鯨島正浩・芋生憲司(エネルギー化)
- ・ 東京大学 中西友子・田野井慶太郎(放射能測定)
- ・ 北海道大学 山田敏彦 (ジャイアントミツナスの苗提供)
- ・ 農林水産省九州沖縄農業研究センター
 我有 満 (エリアンサスの苗提供)
- ・ 福島県いわき市 滝 正嗣(水田・栽培管理)
- ・ 福島県いわき農林事務所 根本高志・笹川正樹

終わりに

- ・ 時間・場所・条件による
 選択 0か100かでなく
- ・ 社会性・環境性・経済性
 をバランスよく評価する
- ・ 水田稲作を基盤とした、
 バイオマスを利用した
 地域振興を目指す



和田 誠

3-4 福島水田におけるイネのセシウム吸収の品種間差

藤原 徹

2011年3月の東日本大震災により発生した東京電力福島第一原子力発電所の事故に伴い、放射性物質が放出され、福島県をはじめとする広範囲に拡散した。農地に拡散した放射性物質は作物によって吸収され食品にも含まれることになる。事故から1年以上が経過し、現在問題になっている核種は半減期の比較的長い放射性セシウムが主である。

放射性セシウムは非放射性セシウムと同様に農産物へ取り込まれる。これまでに多くの植物種でのセシウムの吸収が調査され、様々な形で報告されているが、事故に伴う放射性セシウムが実際の福島県の圃場でどの程度吸収されるのかについて調査を行うことが重要であると考え、イネに焦点を当てて、様々なイネ品種でのセシウム吸収を測定することにした。北海道大学、福島県立医科大学、新潟大学、独立行政法人農業生物資源研究所、独立行政法人農業環境技術研究所、筑波大学、滋賀県立大学、神戸大学の研究者や研究室メンバーの多大な協力のもと、100系統以上の様々なイネ品種や変異系統を福島市、本宮市の水田で栽培し、収穫後のワラや玄米のセシウム濃度を測定した。測定値はばらつきは大きかったものの、イネの品種によって異なっており、検出限界以下のセシウムしか含まれていないものもあれば、比較的濃度の高い系統もあった。

イネの系統間でセシウム濃度に違いが見られたことは、セシウム吸収が遺伝的に支配されていることを示唆しており、これらの違いを利用することでセシウムをあまり吸収しないイネを育種することが可能であることが示された。

また、セシウムの吸収は窒素やカリウム施肥によっても影響されることが明らかになった。窒素肥料を多く与えたり、カリウムを与えないようにしたりするとイネのセシウムはより吸収される傾向が見られた。セシウムの吸収を抑制するには、窒素施肥は控えめにして、カリウムの施肥を増やすことが有効であると思われる。

3-5 自然凍結融解を利用した農地除染の試み

溝口 勝

2012.5.26
 第三回放射能の農畜水産物等への影響についての研究報告会
 国立東大和田講堂

自然凍結融解を利用した農地除染の試み

東京大学
 大学院農学生命科学研究科
 農学国際専攻教授
 溝口 勝

Google みどころ

この報告の位置づけ

「ふくしま再生の会」の活動を農学生命科学科の溝口が報告する

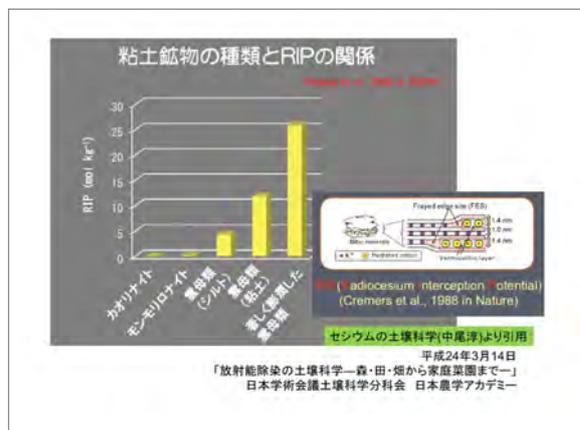
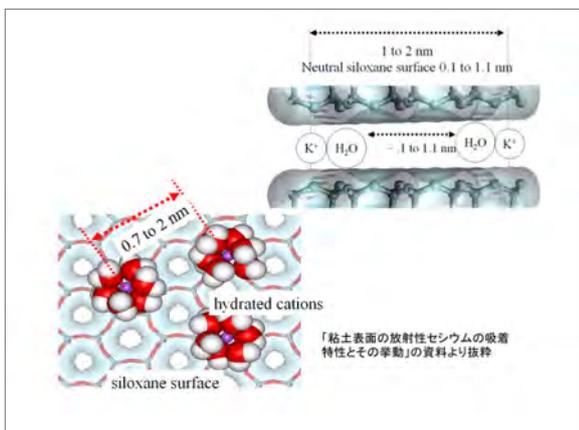
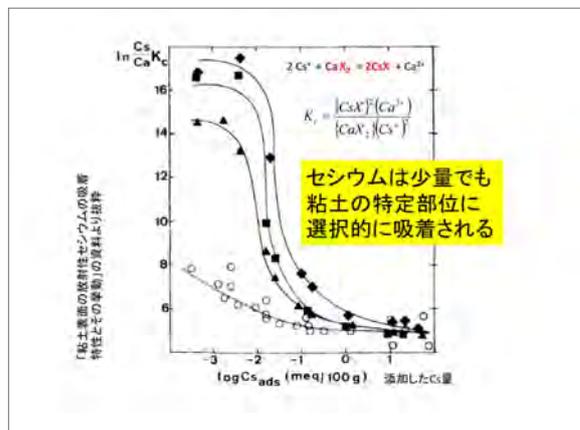
農地の除染法

(農水省推奨)	(ふくしま再生の会)
<ul style="list-style-type: none"> 表土剥ぎ取り 代かき 反転耕 <p><6月に報告書></p>	<ul style="list-style-type: none"> 凍土剥ぎ取り法 - 冬の寒さを利用する 融解土掘出し法 - 春の雪解け時期を待つ 田車代かき掘出し法 - 手押し除草機を利用する



特別セミナー「粘土表面の放射性セシウムの吸着特性とその挙動」(2011.5.30)
 Role of clay minerals in controlling Cs in soils (by C.T Johnston @Univ of Tokyo)

<http://www.ial.g.a.u-tokyo.ac.jp/mizo/seminar/110530/cliffseminar.html>



放射性セシウムを理解するポイント

有機物に弱く吸着しているセシウムは別として

- 粘土粒子と一体化して考える
- 粘土の移動に注意する
- 粘土の除去を考える



9

飯館村役場横の斜面の放射線量測定 (2011.6.25;溝口・登尾)



2.5 μ S/h
3.5 μ S/h
7.0 μ S/h

10

水田に茂る夏草 (2011年9月4日)



11

茫然！

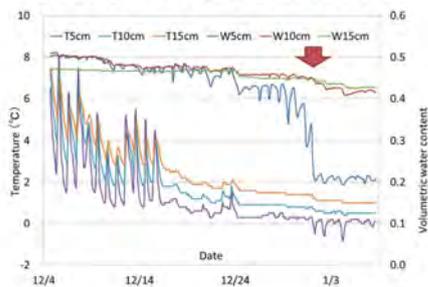
- 何ができるのだろうか？



- 飯館の冬はとても寒い
- 霜柱で土を持ち上げられるかも？

12

実験水田の地温と土壌水分



13

飯館村佐須の水田における凍土剥ぎ取り実証実験 (2012年1月8日)



14

板状の塊のままで剥ぎ取られた厚さ5cmの凍土



地表面からの放射線量(コリメータ付)が1.28 μ Sv/hから0.16 μ Sv/hに低下

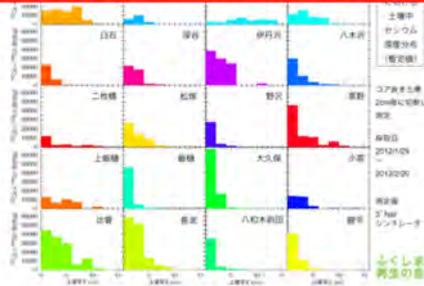
15

飯館村19行政地区の水田土壌のセシウム分布調査(2012年2月)



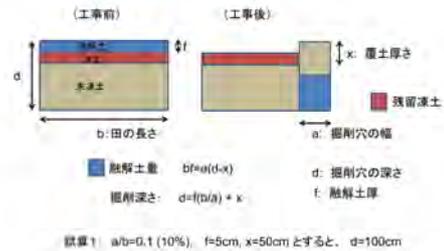
16

しかし、2月では土が凍り過ぎている！



17

融解土掃出法



(2012.2.9 溝口)

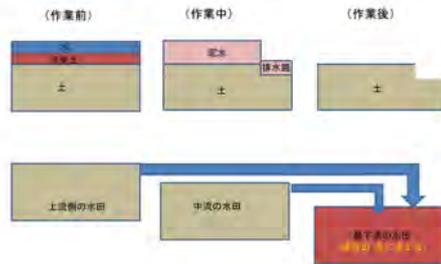
18

融雪期の水田 (2012年3月17日)



19

田車代かき掃出法 (2012年4月1日)



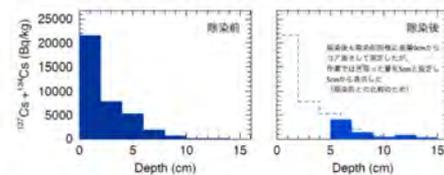
20

田車による除染実験 (2012年4月)



21

田車代かき掃出し法の効果



ふくしま再生の会 <http://www.fukushima-saisei.jp/>

22

農地除染

- 農学研究者に突き付けられた最大の課題
 - 広大な農地が相手
- 農学的発想
 - 自然の力の利用
 - 低コスト
- 農家が自分自身工夫できることが大切
 - 土と水に関する基本法則
 - 土地や自然条件にマッチした方法

23

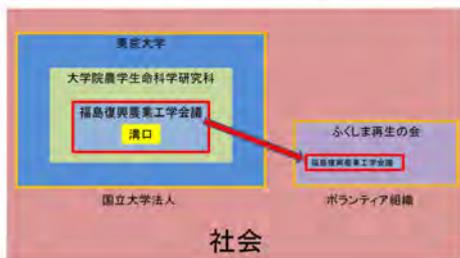
まとめ

- まずは現場を見ることが大切
 - 現場にあった総合的な技術の適用を考える
- 土壌の凍結を利用した除染技術は使えそう
 - 単に待つだけで良い
 - コスト的に有望
 - 施工の“タイミング”だけが問題
- 田車除染法も有望
 - 農家の知恵の中にヒントがある
- 一刻も早い行動が重要
 - 考えながら走る！走りながら考える！！
 - あらゆる人材・知識を総動員する
 - 組織や制度に囚われないで柔軟に対応する
 - 研究者のあり方が問われている？



24

研究者の立場



25

謝辞

- 東京大学「福島復興農業工学会議」
- 明治大学震災復興支援・防災研究プロジェクト
- 飯舘村農業委員会
- ふくしま再生の会
- 東京大学 救援・復興支援室（2012年5月21日～）

26

3-6 警戒区域内で原発事故後150日間飼養された原種ブタの生殖機能について(中間報告)

眞鍋 昇, 李 俊佑

第3回 放射能の農畜水産物等への影響についての研究報告会
2012年5月26日

警戒区域内で原発事故後105日間飼養されていた原種豚の生殖機能について (中間報告)

農学生命科学研究科 附属牧場

研究の背景 (豚の生産)

- 豚を約980万頭飼養し、豚肉約128万トンを生産(47%輸入)
- 主に南九州・関東・東北で生産

(2010年度)

研究の背景 (原種豚の役割)

<p>ランドレース (L) 繁殖能力 精肉用</p>	<p>ハンプシャー (H) 産肉能力 哺育能力 精肉用</p>
<p>デュロック (D) 産肉能力 強健 精肉用</p>	<p>パークシャー (B) 産肉能力 強健 精肉用</p>
<p>大ヨークシャー (W) 繁殖能力 ベーコン用</p>	<p>中ヨークシャー (Y) 繁殖哺育能力 強健 精肉用</p>

ホーランドチャイナ・チェスターホワイト・スポットッド・ラーズブラック・プリティッシュサドルバック・ウェルシュ・ミネソタ2・ラコムなど。

研究の背景 (原種豚の役割)

ハイブリッド効果を期待して3~5種の原種豚を交配し(三~五元豚)肉用素豚(肥育豚)を生産する。これを6ヶ月かけて約120kgに肥育して出荷する。

母: 雑種 (F1)
父: 発育産肉能 (大ヨークシャー: W) / 父: 強健 (デュロック: D)
肉用素豚・肥育豚 (三元豚)

研究の背景

警戒区域内(20km圏内)における家畜の飼養頭数

- 豚: 約3万頭
- 牛: 約4千頭
- 馬: 約100頭
- 鶏: 約90万羽

畜舎: 約380所 (平成22年10月)

研究の目的

南相馬市の警戒区域内で105日間被曝した5種の原種豚を附属牧場に救済し、当世代と次世代の生殖機能などを実証的に調査して畜産業復興の礎とする。

- 当世代の生殖機能
- 放射性核種レベル
- 次世代生産
- 次世代の生殖機能

研究風景

種豚の救済 (2011年6月末)

救出原種豚

<p>ランドレース 雄: 1頭 雌: 1頭</p>	<p>パークシャー 雄: 0頭 雌: 1頭</p>
<p>デュロック 雄: 3頭 雌: 8頭</p>	<p>中ヨークシャー 雄: 2頭 雌: 4頭</p>
<p>大ヨークシャー 雄: 4頭 雌: 2頭</p>	



研究風景

放射線モニタリング

9

成績

- 被曝豚の健康評価（体尺・摂餌量測定・血液生化学・血液学検査）、免疫機能検査、ストレス、発情行動観察などを行った結果、特段の異常を見出さなかった。
- 飼育舎空間線量測定、飼料、飲料水、糞尿および斃死豚臓器における放射性物質測定の結果、飼育環境における放射能被曝はなく、放射性物質残留もないことを確認した。

10



研究風景

生殖機能評価と交配

11

成績

- 生殖機能に問題がないと判断後交配し、妊娠・出産を確認。

父豚・母豚	出産日	雄仔豚（頭）	雌仔豚（頭）	合計（頭）
中ヨークシャ 中ヨークシャ	1月19日	3	6	9
ランドレース スヨークシャ	2月17日	6	6	12
ランドレース デュロック	2月23日	2	5	7
ランドレース デュロック	3月7日	3	4	7
中ヨークシャ 中ヨークシャ	3月16日	10	6	16
		24	27	51（46）

12



研究風景

出産と哺育

13

次世代の生殖機能評価

月齢	雄	雌
4		発情兆候
6	射精能	
8	性成熟	排卵
10	繁殖供用	繁殖供用

14

01
.....
02
.....
03
.....
04
.....
05
.....
06
.....
07
.....
08
.....
09
.....
10
.....
11
.....
12

3-7 海水魚のエラからセシウムが排出される

金子 豊二

海水魚の鰓からセシウムが排出される

東京大学大学院農学生命科学研究科 教授 金子 豊二
 助 教 渡邊 壮一
 博士課程 古川 史也

【発表論文1】 海水魚の鰓の塩類細胞からカリウム (K⁺) が排出される
 雑誌名 American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology 302, R588-R576, 2012; doi:10.1152/ajpregu.00628.2011
 タイトル Potassium excretion through ROMK potassium channel expressed in gill mitochondrion-rich cells of Mozambique tilapia
 著者名 古川史也・渡邊壮一・木村 聡・金子豊二

【発表論文2】 セシウム(Cs⁺) がK⁺ 排出経路を介して塩類細胞から排出される
 雑誌名 Fisheries Science (in press); doi:10.1007/s12562-012-0492-6
 タイトル Excretion of cesium and rubidium via the branchial potassium-transporting pathway in Mozambique tilapia
 著者名 古川史也・渡邊壮一・金子豊二

海水魚の浸透圧調節

海水 (塩分濃度: 3.5%)
 海水魚の塩類細胞
 Na⁺ Cl⁻
 塩類細胞
 塩類の排出

- 海水魚・淡水魚とも血液の浸透圧(塩分濃度)は海水の約1/3に保たれている
- 海水魚では外から塩類が流入し、血液浸透圧が高くなる傾向にある
- 海水魚は鰓の塩類細胞からNa⁺・Cl⁻を排出し、血液浸透圧を海水より低く保つ

魚の鰓の構造と塩類細胞の分布

鰓の模式図
 水
 水
 鰓表面に見られる塩類細胞の開口部
 鰓弁の構造

海水魚の鰓の塩類細胞はNa⁺とCl⁻を排出する

海水 Na⁺ / Cl⁻
 血液
 細胞 (筋肉)
 [Na⁺] 450 mM / 160 mM / 10 mM
 [Cl⁻] 500 mM / 150 mM / 10 mM

環境水(海水)と体内のNa⁺/Cl⁻バランス
 塩類細胞のNa⁺/Cl⁻輸送モデル

海水魚の鰓の塩類細胞はCl⁻を排出する

Produced by Toyoyji Kaneko, University of Tokyo

海水魚の鰓の塩類細胞はK⁺を排出する

Na⁺
 テトラフェニルホウ酸ナトリウム

沈殿(黒)
 沈殿(黒)+塩類細胞(赤)
 走査電顕像
 カリウムの元素分析
 走査電顕像+カリウム

エラに存在するK⁺輸送体のうち、ROMKがK⁺濃度変化に应答する

K⁺輸送体
 ROMK
 Maxi-K
 KCC1
 KCC2
 KCC4

mRNA 相対発現量 (n=6)
 ROMK
 Maxi-K α subunit
 KCC1
 KCC4

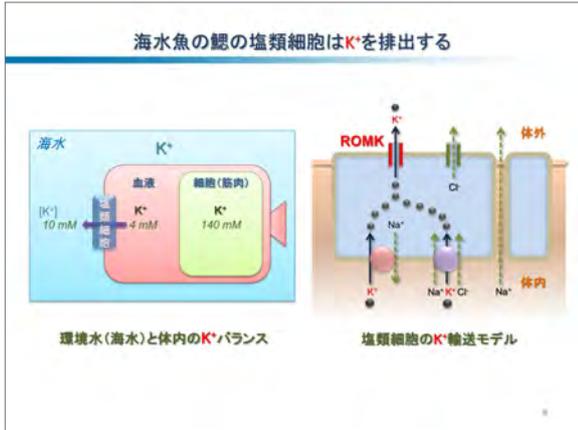
4つの環境水で飼育
 淡水 (FW) 海水 (SW)
 人工海水 (M-K) 高K⁺人工海水 (H-K)

ROMKは塩類細胞の開口部に局在し、K⁺を排出する

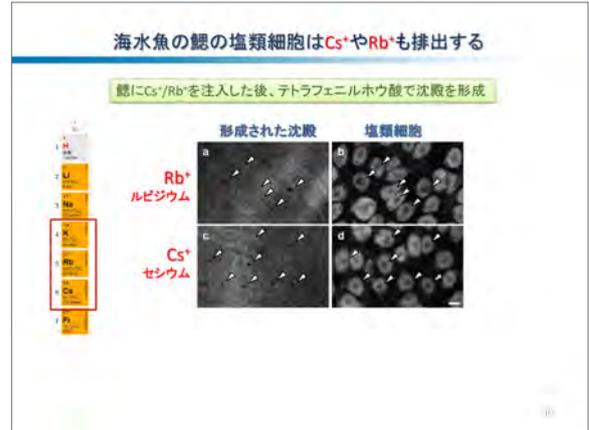
人工海水 高K⁺人工海水 横から見た図

赤: ROMK (カリウム輸送体)
 緑: Na⁺/K⁺-ATPase (塩類細胞)

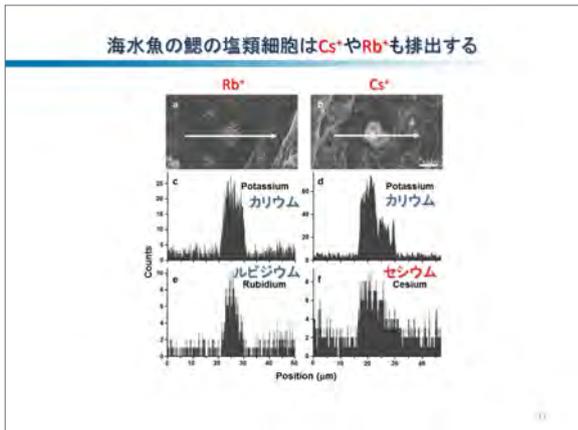
ROMKに対する阻害実験を行うと、エラからのK⁺排出が見られなくなった



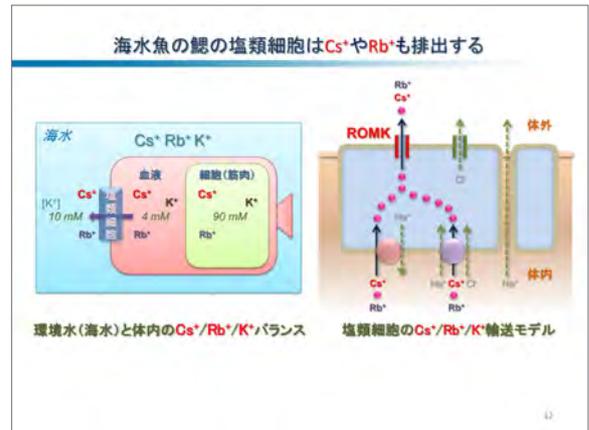
9



10



11



12

まとめ

- 海水魚の鰓の塩類細胞からカリウム (K⁺) が排出されることを示し、その分子メカニズムを解明しました
- セシウム (Cs⁺) とルビジウム (Rb⁺) が K⁺ 排出経路を介して塩類細胞から排出されることを明らかにしました
- 海水魚の鰓から Cs⁺ が能動的に排出されることが世界で初めて証明され、本成果は魚体内におけるセシウムの動態の全容解明につながるものと期待されます

13

3-8 事故当年にモモ樹体内に移行した放射性核種の本年度の動態

高田 大輔



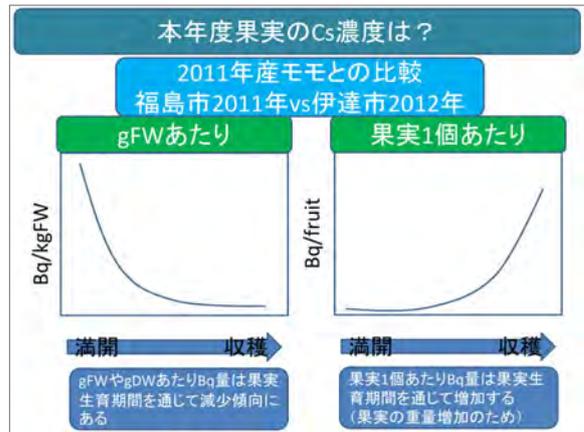
本年度果実のCs濃度は？

- 1 モモの促成栽培試験の結果
 - 蕾・花・果実の¹³⁴⁺¹³⁷Cs含量の推移 (gFWあたりと1個あたり)
 - 新生器官(2012年に発生した器官)の¹³⁴⁺¹³⁷Cs含量
- 2 本試験結果で考慮すべきこと

本年度果実のCs濃度は？

伊達市霊山町のモモ'あかつき'を掘り取り栽培

目的: 11年度樹体に移行済Csの新生器官への移行
本年度産果実濃度の予測に必要な基礎データを得る



本年度果実のCs濃度は？

新生器官の¹³⁴⁺¹³⁷Cs濃度 (gDW)

	果実	葉	新梢	新根
Cs濃度	79.7	208.9	137.4	220.4
器官重量	764.7	328.9	164.3	105.8
分配量	6094.6	68707	22574	23538
分配率	34.7	39.1	12.8	13.4

本データは速報値です。反復数の増加などに伴い、データの変更、数値の変化があるため、今後の最終的な数値とは差異があります(基本的な意味合いは変わっていません)。

促成栽培試験の結果を参考にする上で、考慮に入れなければならないことの例

- 鉢植え栽培である
 - 樹体小さい
 - 定期灌水(上水道)
 - 下草なし
 - 土は非汚染
- 温室(密閉)栽培である
 - 雨風がない
 - 外気に晒されない

果実サイズも小さい、etc. **今回1個209g**

土からのCs吸収がない

枝等付着物の果皮・葉・新梢への付着がない(少ない)

まとめ

果実では3分の1以下に低下?

- 現地圃では樹体への付着や土からの吸収がある
- 同圃地の樹体でもばらつき有り

摘果果実や葉で予測可能?

現在分析中!

事故1年間に樹体に入ったCsの次年度の移動を把握可能

- 樹体中総Csの推移
- 新生器官に移行する割合
- 脱落器官による持ち出し

3-9 放射性物質と食の安全を市民はどう捉えたか

細野 ひろみ

東京大学
The University of Tokyo

第3回
放射能の農畜水産物等への影響についての研究報告会
-東日本大震災に関する救援・復興に係る農学生命科学研究科の取組み-

放射性物質と食の安全を
市民はどう捉えたか

2012年5月26日

東京大学大学院農学生命科学研究科
科学コミュニケーション領域
細野ひろみ

食品安全問題におけるリスクと安全

リスクとは・・・

「食品中の危害によってもたらされる健康への悪影響の確率と重篤度の関数」(codex(2003))

危害(ハザード):
健康に悪影響を引き起こす可能性をもった、生物的、化学的、物理的な作用を引き起こす食品中のもの、あるいは食品の状態

食品安全の確保とは・・・
リスクを社会的に許容可能な水準に制御すること

リスクが大きいと感じる要因

(Bennett 1999)

- 意図しなかったもの
- 公平に分配されないもの
- 個人的に予防できないもの
- なじみのないもの
- 人為的なもの
- 重篤な結果になるもの
- 将来世代に危害を与えるもの
- 強烈な死につながるもの
- 特定の人に被害があるもの
- 科学的に明らかではないもの
- 情報に矛盾があるもの

調査内容

食品中の放射性物質によるリスクを、消費者はどのように捉えているのか？

何が、どう理解されているか？

- リスクは、どの程度高いと考えられているか？
- 確率は？健康影響の重篤度は？
- 放射性物質とその健康影響、国内でのリスク管理について、どの程度知られているか？

意識や行動は？

- 被災地の食品や農業、放射性物質の安全管理に対する考えは？
- 買い控えは？ 価格評価は？
- 放射性物質のリスクを低減するためにしていることは？
- 知識や情報は、行動に影響を与えるか？

どのような情報が必要か？

- わからないこと、もっと知りたいことは？
- 情報の入手先は？
- 信頼できる情報は？

放射性物質と食の安全に関する情報パッケージの作成ー牛肉を例にー

全国の20-60代の男女 4,363名

グループ1: 20-30代の未婚女性
グループ2: 小学生以下の子をもつ女性
グループ3: 小学生以下の子を持つ男性
グループ4: 50-60代の女性
グループ5: 50-60代の男性

全国の20-60代の男女 5,028名 (うち、2,331名トレース)

情報提供パッケージの作成

第1回 Web 調査 (H23年10月)

第1回 フォーカスグループインタビュー (H23年11月)

情報提供パッケージの見直し (H23年12月)

第2回 フォーカスグループインタビュー (H24年1月)

情報提供パッケージの見直し (H24年2月)

第2回 Web 調査 (H24年3月)

一般食品を対象としたリスクをめぐる調査

- 一般食品と牛肉で、高リスクと感じる要因は違う？
- 確率や重篤度はどのくらいと捉えられているか？
- 政府や食品事業者の取組、科学的に解明されているか、に対する考えはリスク知覚に影響を与えるか？

アンケートにご協力いただいた皆さま

	牛肉第1回		牛肉第2回		一般食品	
	人	%	人	%	人	%
合計	4,363	100.0	5,029	100.0	8,238	100.0
性別						
男性	2,165	49.6	2,641	52.5	4,113	49.9
女性	2,198	50.4	2,387	47.5	4,125	50.1
年齢						
20-29	882	20.2	873	17.4	1,645	20.0
30-39	839	19.2	1,014	20.2	1,653	20.1
40-49	864	19.8	1,078	21.4	1,649	20.0
50-59	861	19.7	1,047	20.8	1,645	20.0
60-69	917	21.0	1,016	20.2	1,646	20.0
居住地						
北海道	70	1.6	95	1.9	654	7.9
東北	433	9.9	582	11.6	652	7.9
関東	1,462	33.5	1,255	25.0	1,979	24.0
北陸	261	6.4	382	7.6	647	7.9
中部	347	8.0	516	10.3	1,336	16.2
近畿	500	11.5	624	12.4	985	12.0
中国	367	8.4	479	9.5	652	8.0
四国	292	6.7	383	7.6	331	4.0
九州	528	12.1	629	12.5	916	11.1
沖縄	85	1.9	83	1.7	74	0.9

年齢・性別に各県5人以上 年齢・性別に均等割り 地域別に5名以上

牛肉由来のリスクをどう認知しているか？

0(リスクがない)～5(リスクが高い)の6段階評価

女性は全体的に高く認知

年齢階層が上がるほどリスクを高く認知 30代は放射性物質のリスクを相対的に高く認知

牛肉由来のリスクをどう評価しているか？

0(リスクがない)～5(リスクが高い)の6段階評価

H23年10-11月

01

02

03

04

05

06

07

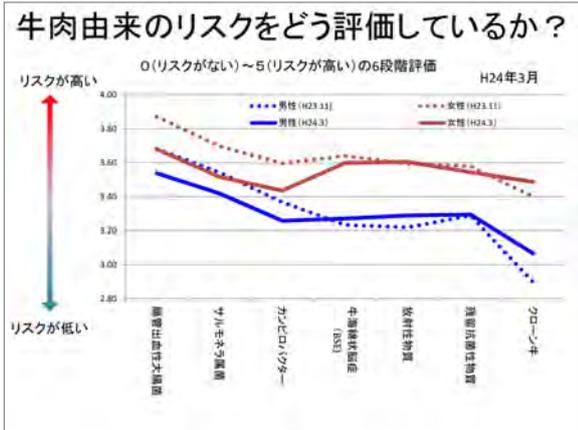
08

09

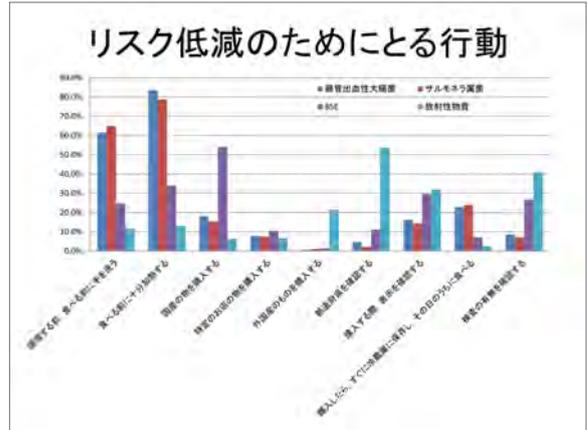
10

11

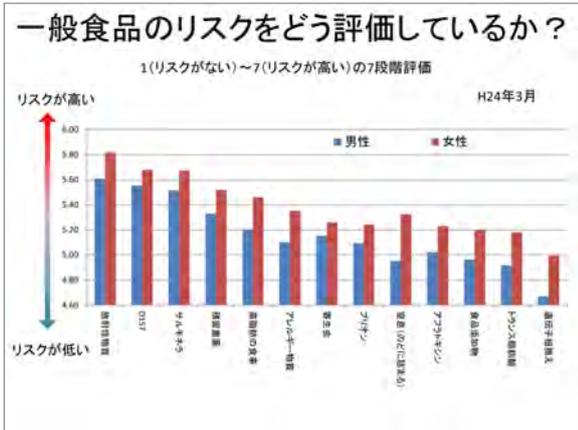
12



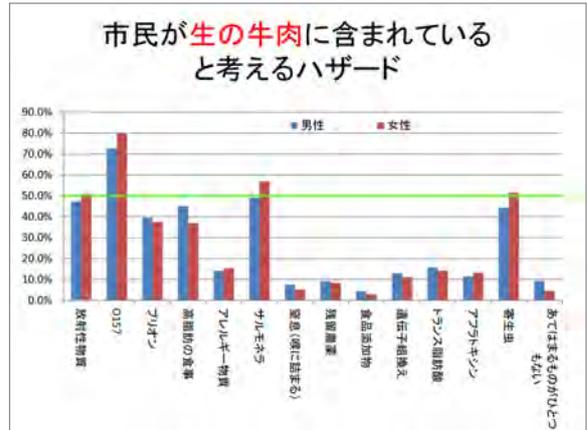
9



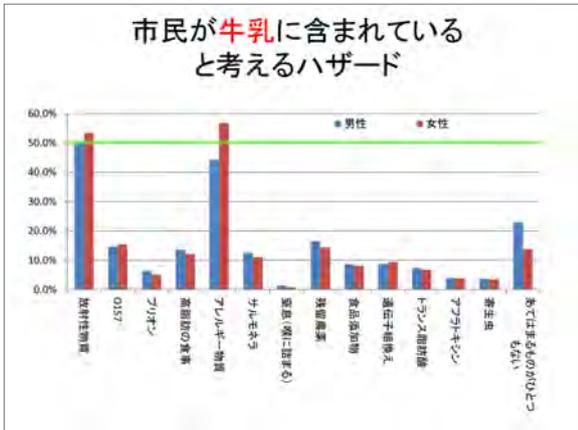
10



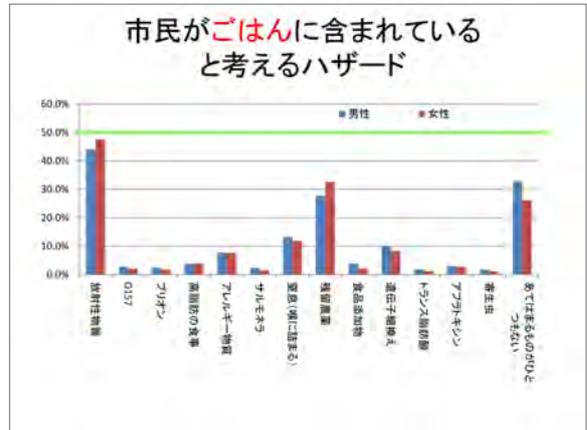
11



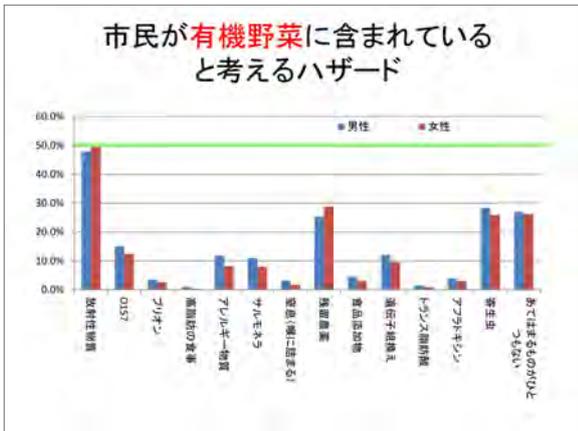
12



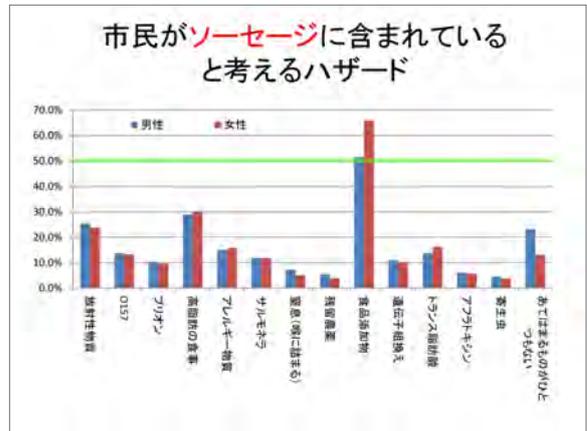
13



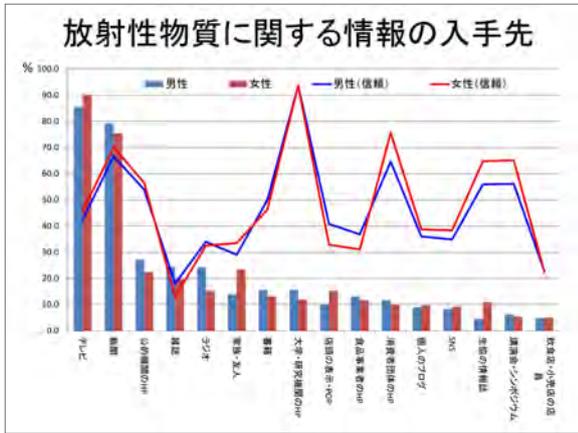
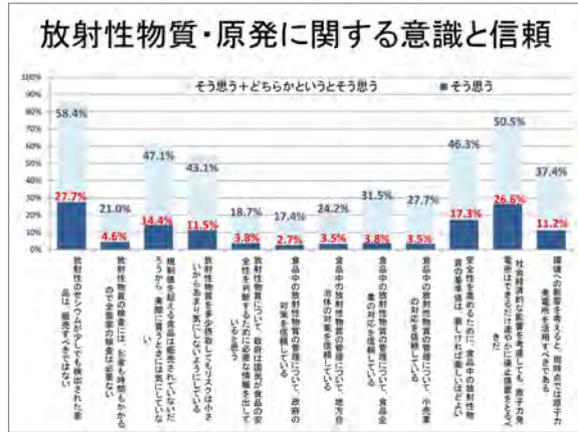
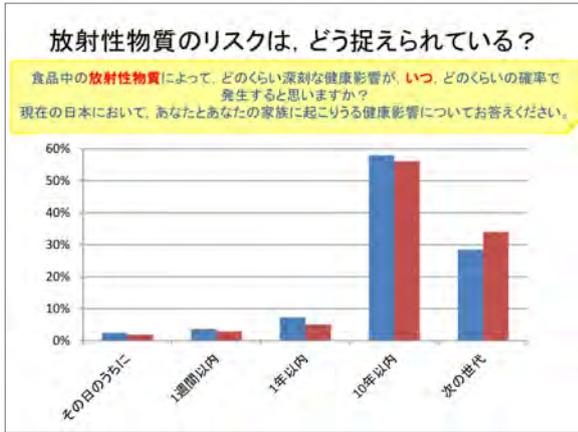
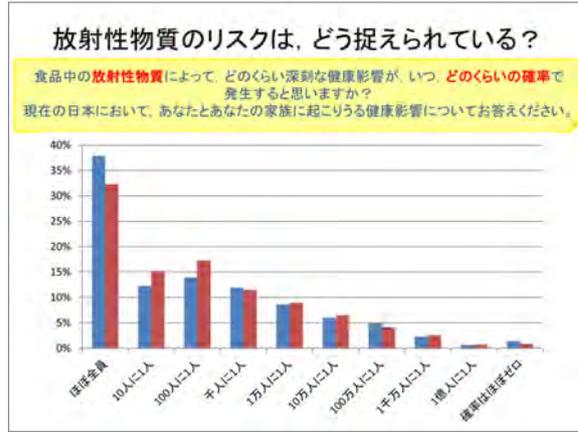
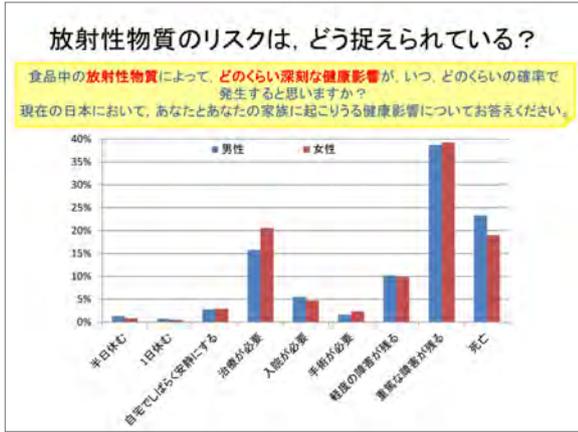
14



15



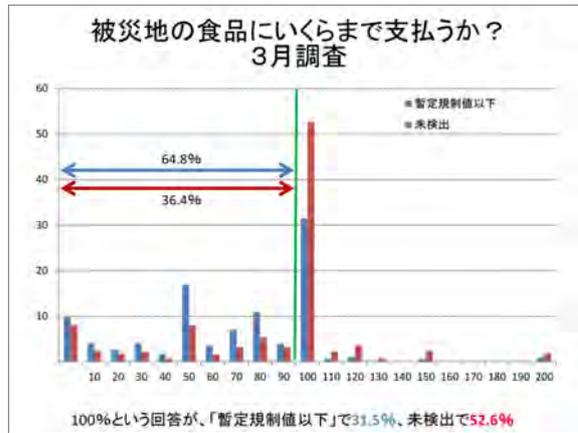
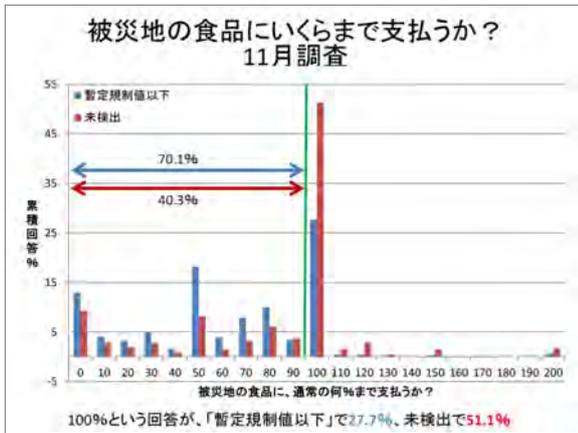
16



あなたは、被災地の食品をいくらまでなら、買いますか？

検査をして、放射性物質が暫定規制値以下の場合
検査をして、放射性物質が未検出の場合

22



01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12

提供した情報は知識や牛肉の選択に どう影響するか？

25



26

物理学的半減期と生物学的半減期

物理学的半減期 約30年

生物学的半減期 約110日

食品中の放射性物質の暫定規制値

食品	暫定規制値(Bq/kg)
穀類	300
畜肉(牛肉、豚肉、鶏肉、牛乳、乳製品)	100
魚介類	100
野菜(葉菜類、根菜類、果菜類)	100
果物	100
飲料(牛乳、乳製品)	100
加工食品	100
その他	100

摂取許容量の考え方

自然環境下においても37000Bq/kg程度の濃度が認められている地域があり、10~2000Bq/kg程度の濃度で検出されることから、食品由来の放射線量は考慮し、年間5mSvと評価。

食品中の放射性物質の公的管理

27

牛肉からの暫定規制値を超える放射性セシウムの検出について

500mSv × 0.2% × 365日 × 1.9 × 10¹⁰ Bq/kg = 0.6935mSv

暫定規制値レベルの放射性セシウム 200 Bq/kg (牛肉) × 1年間の検出回数

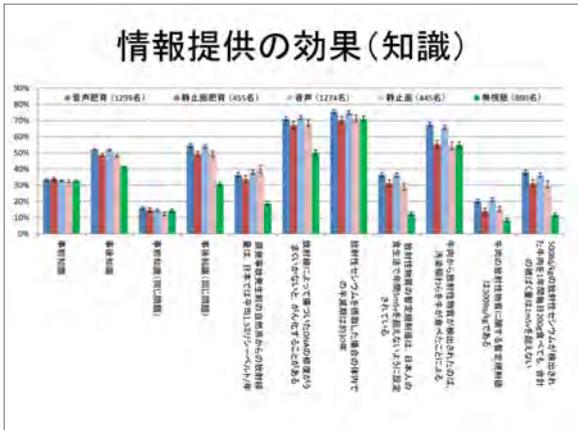
放射性セシウム濃度 500 Bq/kg

牛がお肉になるまで

繁殖農家: Aさん

肥育農家: Bさん

28



29

フォーカスグループインタビュー

第1回

提示したスライドで、わかりにくいこと、もっと知りたいことなど、改善点を抽出する

話し合いの内容をもとに、48枚のスライドを作成

第2回

48枚から、各自重要と思うスライドを10枚程度選ぶ
話し合いながら、10枚程度に集約する
まだ足りない情報、わかりにくい情報を話し合う

30



31



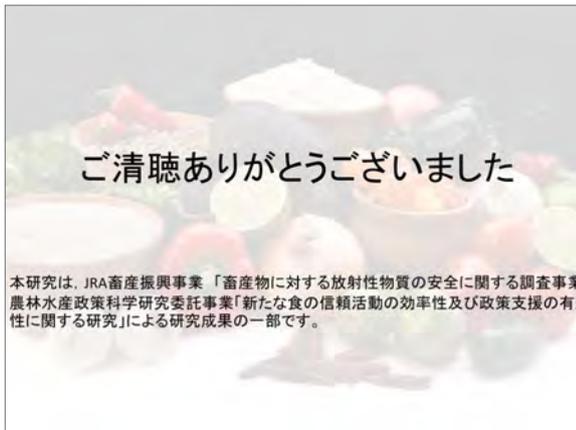
32



33



34



35

01

.....

02

03

04

.....

05

.....

06

.....

07

.....

08

.....

09

.....

10

.....

11

.....

12

第4回

2012.9.8

開会の辞

長澤 寛道

4-1 農学生命科学研究科全体の取組みについて	
中西 友子	82
4-2 福島県農産物に対する放射性物質の影響調査	
二瓶 直登	84
4-3 今、森林にある放射性セシウムは、これからどこへいくのか?	
大手 信人	88
4-4 海水魚におけるセシウムの取込みと排出	
金子 豊二	94
4-5 農地土壌の除染と空間線量率低減の関係 ~GISを用いた除染効果の簡易推定~	
吉田 修一郎	96
4-6 トレーサー実験で見る水稻中での放射性セシウムの移動	
小林 奈通子	98
4-7 汚染された樹体から、どの程度の放射性セシウムが果実に移動したか?	
高田 大輔	100
4-8 市民のリスク知覚と放射性物質	
中嶋 康博	102

閉会の辞

長澤 寛道

4-1 農学生命科学研究科全体の取組みについて

中西 友子

第4回 放射能の農畜水産物等への影響についての研究報告会

— 研究科・附属施設全体を通じた取り組み —

中西友子

東京大学農学部における震災復興支援への取組み

東京大学 災害対策本部
東日本大震災に関する教授・復興支援室

福島県農業総合センター

農学生命科学研究科

(1) 高放射能の農畜水産物産物

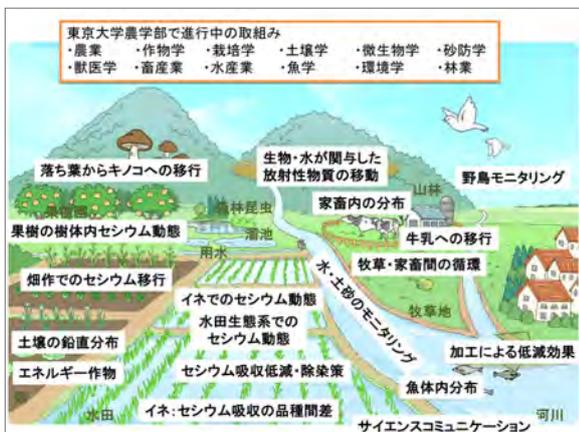
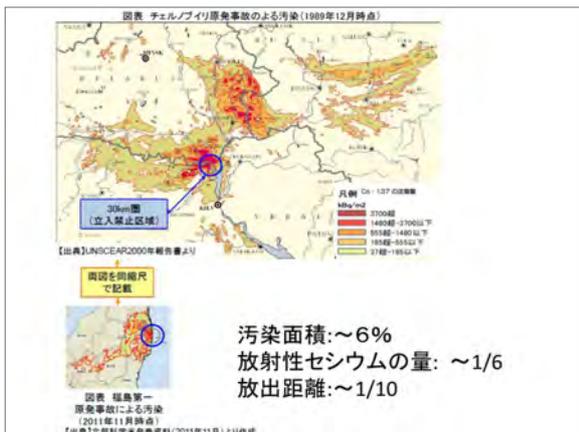
① 作物・穀物
② 家畜・畜産
③ 土壌
④ 魚介類、海水
⑤ 放射線測定
⑥ 科学コミュニケーション他

合計40-50人の教員

心用生命化学・工学
生産・環境生物
獣医学
応用動物科学
森林化学
生物環境工学
生物材料科学
水圏生物学

(2) 被災地農業回復についての研究開発

① 作物生産・土壌学 ② バイオマス生産



2011年11月19日(1回目) 2012年2月18日(2回目)

1, 2回目

放射能の農畜水産物等への影響についての研究報告会

福島からイネ 土壌 畜産 魚介類 果樹

第二回放射能の農畜水産物等への影響についての研究報告会

2012年5月26日(3回目) 2012年9月8日(4回目)

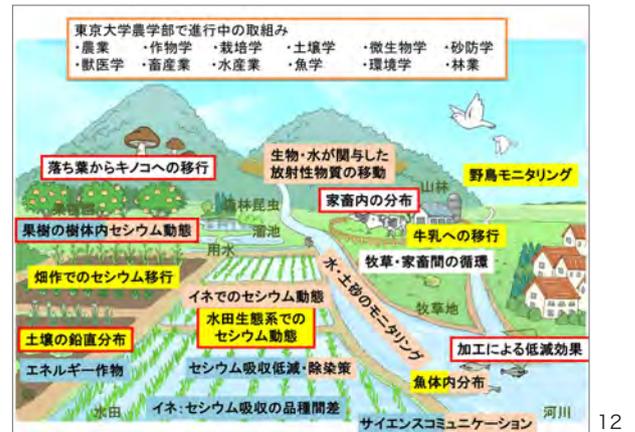
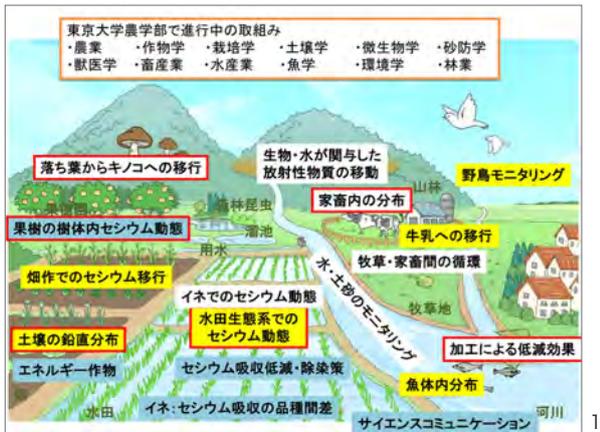
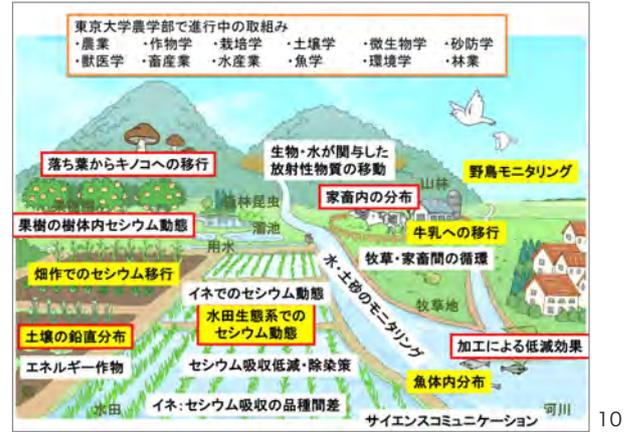
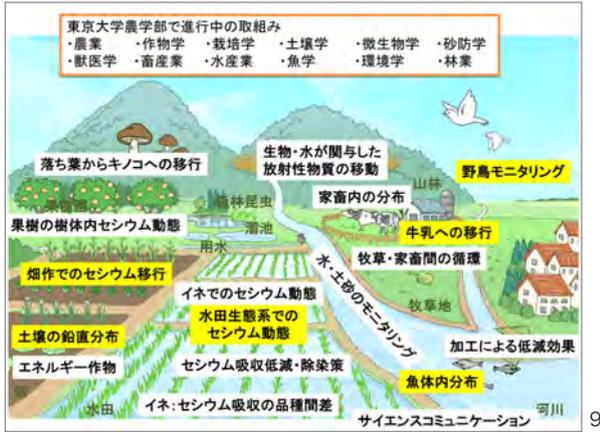
放射能の農畜水産物等への影響についての研究報告会

福島から(イネのセシウム吸収低減) エネルギー作物 イネの品種間差 除染の試み 原種のプタ

福島から(モニタリング) 森林・河川 魚介類 除染の試み イネ実験

サイエンスコミュニケーション





課題など

- 放射能汚染の経年変化
汚染場所、汚染農畜水産物
- 水の汚染
農畜水産物への影響
- フィールドでの実験
- 汚染の低減・除染対策
- 放射能リテラシーの向上
成果の公開、教育
リスクと風評

これからも継続して研究を続けていくつもりです。

13

おわり

14

次回報告会の予告

今回は3か月後です。

平成24年12月8日(土)午後1時より

「安田講堂」にて
第5回報告会を開催いたします。

15

4-2 福島県農産物に対する放射性物質の影響調査

二瓶 直登

平成24年9月8日
第四回 放射能の農畜水産物等への影響についての研究報告会

福島の農産物に対する放射性物質の影響調査

福島県 農林水産部
環境保全農業課
二瓶 直登



農産物の安全性への取組み

- 農林水産物の安全性を確認するために、原子力災害特別措置法に基づき原子力災害対策本部が「農林水産物に係る緊急事環境放射線モニタリング(以下モニタリング調査と略する)」を行っている。
- 厚生労働省は事故直後に放射性セシウムの暫定規制値を設定、平成24年4月1日から新基準値を設定。モニタリング調査で基準値を超えた場合は、市町村ごとに出荷制限等の措置がとられる。

◎放射性セシウムの暫定規制値		◎放射性セシウムの新基準値	
食品群	規制値 (ベクレル/kg)	食品群	基準値 (ベクレル/kg)
野菜	500	一般食品	100
穀類		乳児用食品	50
肉・卵・魚・他		牛乳	50
牛乳・乳製品	200	飲料水	10
飲料水	200		

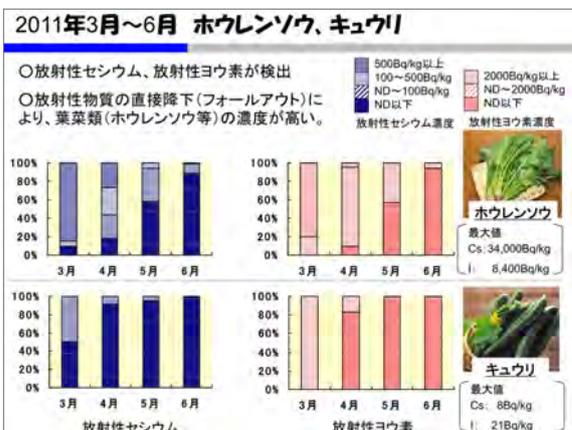
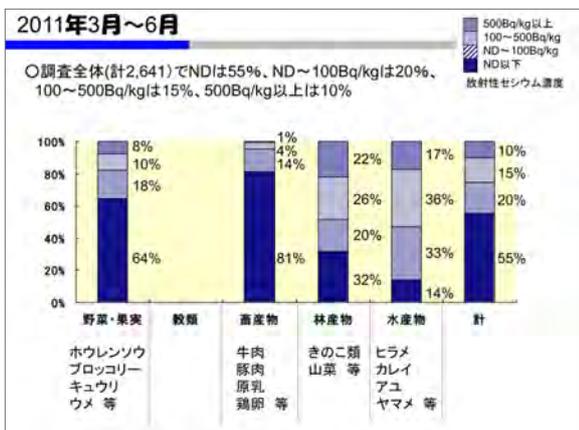
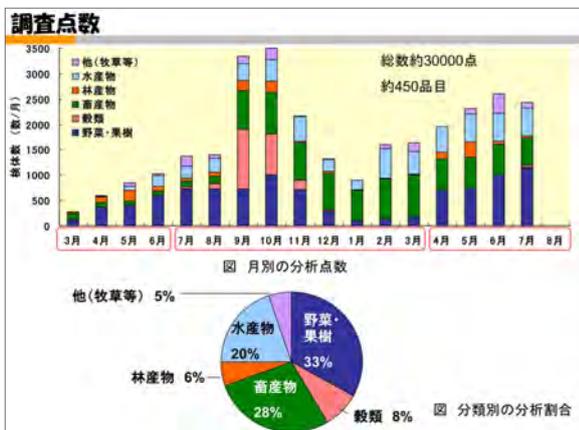
モニタリング調査

- 出荷が始まる直前から出荷期に、生産量や出荷額等に留意し、市町村、団体等と協議して、品目や採取場所等を決定
- 抽出したサンプルを粉砕して容器に詰め、分析機器で測定。

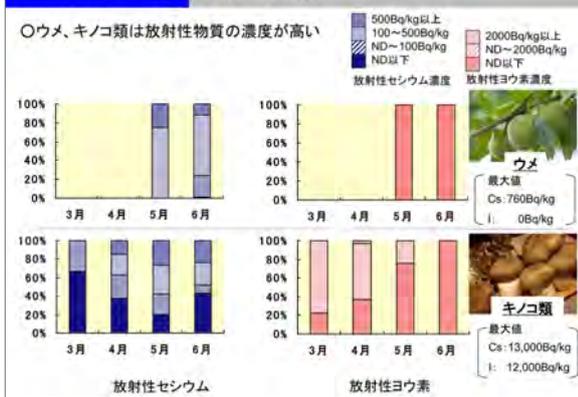


分析体制

- 農業総合センターに分析課を設置(16人)
- 2交代制ゲルマニウム半導体検出器を10台設置して分析を実施

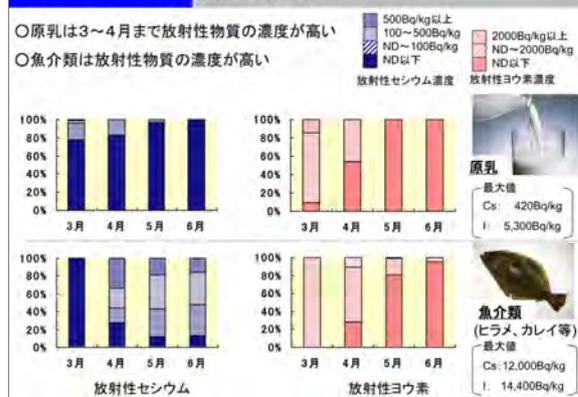



2011年3月～6月 ウメ、キノコ類



9

2011年3月～6月 原乳、魚介類



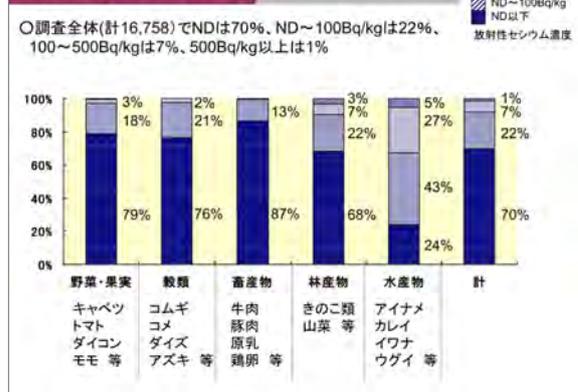
10

2011年7月～2012年3月



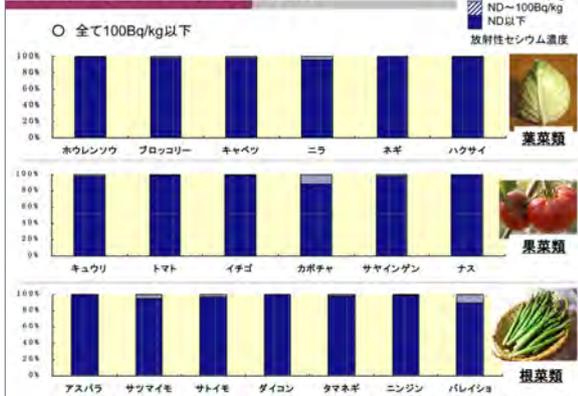
11

2011年7月～2012年3月



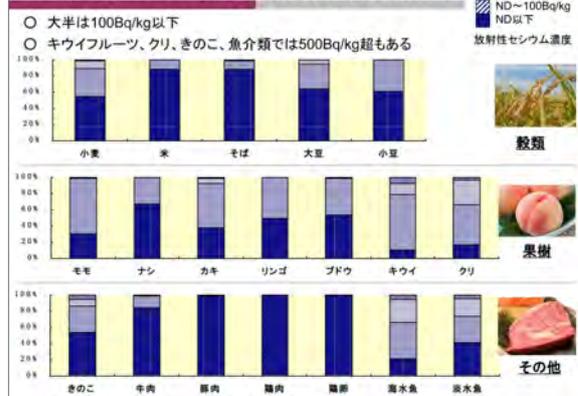
12

2011年7月～2012年3月 野菜



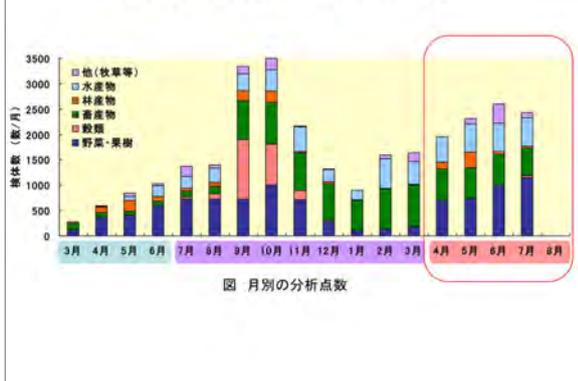
13

2011年7月～2012年3月 穀類、果樹、肉類等



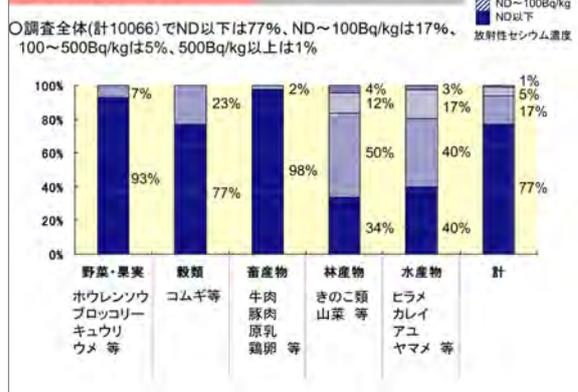
14

2012年4月～2012年8月

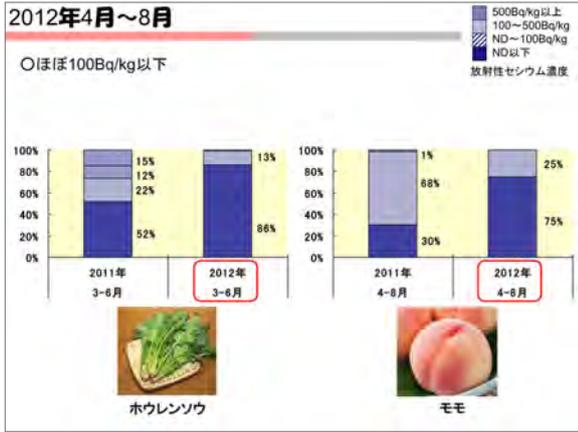


15

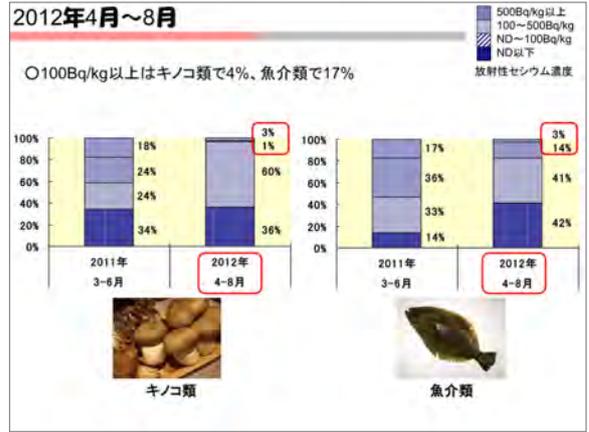
2012年4月～8月



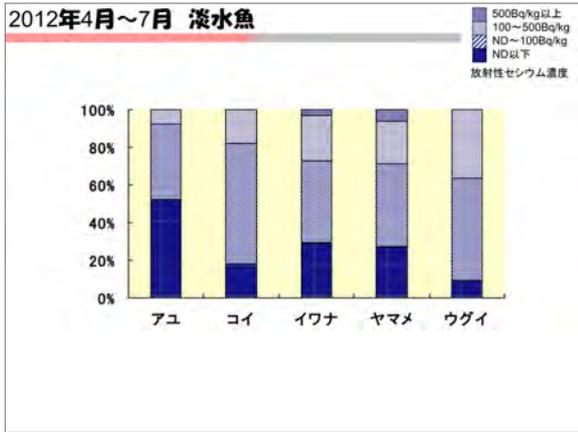
16



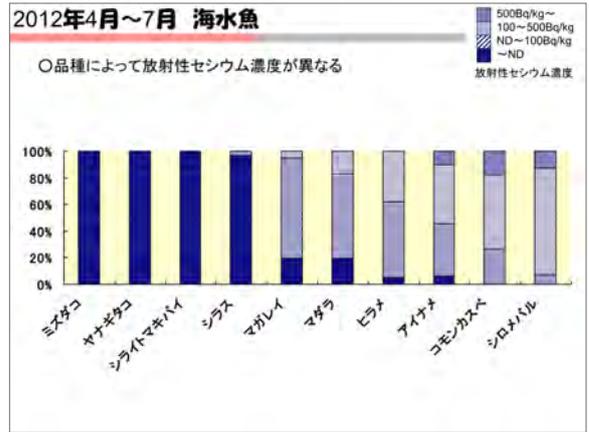
17



18



19



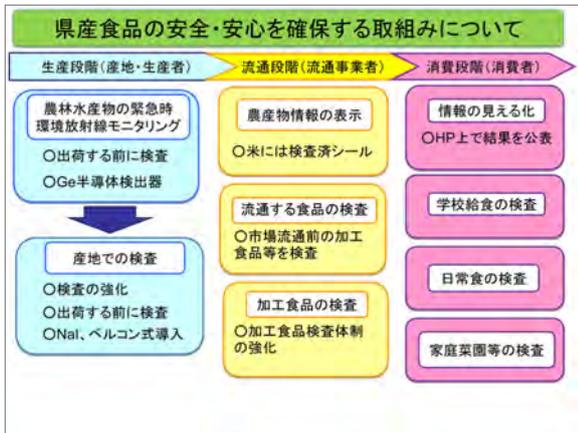
20



21



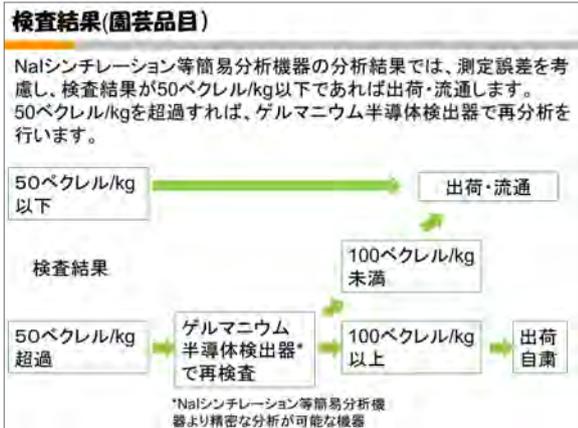
22



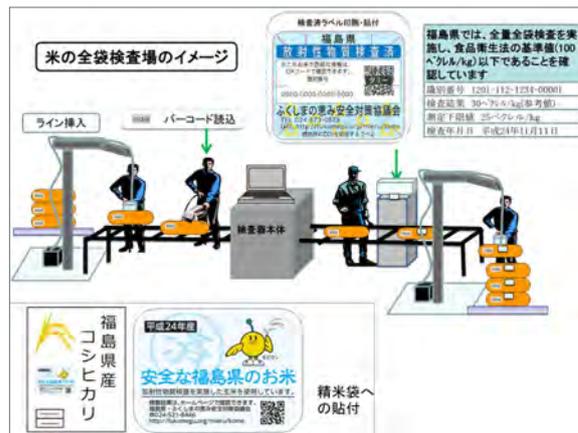
23



24



25



26



27

モニタリング調査結果は、福島県および厚生労働省のホームページ等で公表している。

福島県：
<http://www.new-fukushima.jp/monitoring.php>

厚生労働省：
<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000001m9tl.html>

28

4-3 今、森林にある放射性セシウムは、これからどこへいくのか？

大手 信人

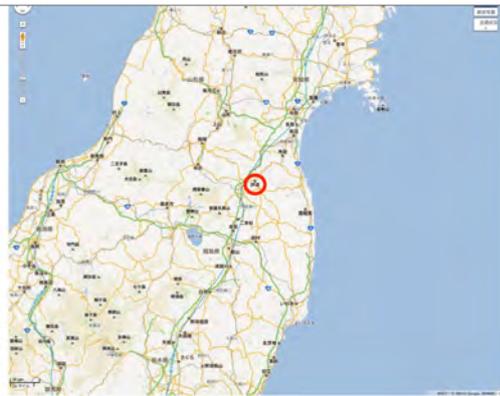
今、森林にある放射性セシウムは、これからどこへいくのか？



大手信人・伊勢田耕平・
田野井慶太郎(東京大学)
村上正志(千葉大学)

森林で生じていることを知る重要性

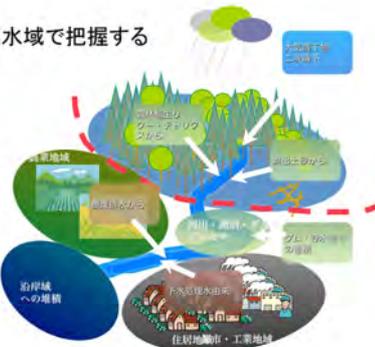
- 面積が広い
- 水源である
- 自然に近い生態系である



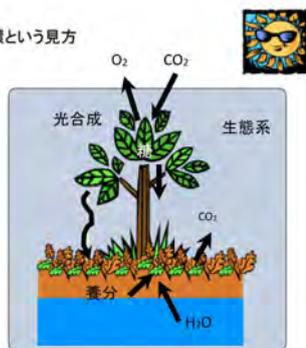
どのように調べていくか

- 「集水域」でみる
- 「物質循環」的に考える
- 生き物への移行を調べる

集水域で把握する

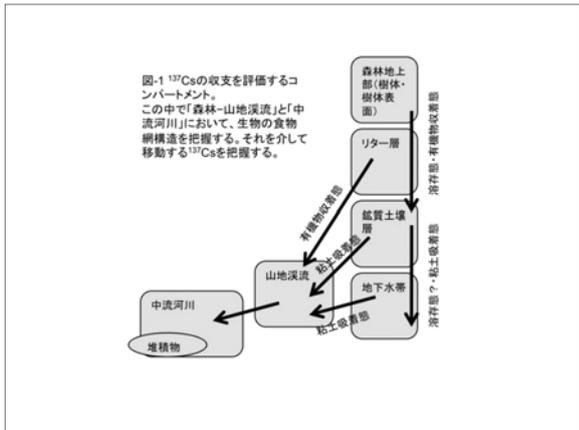


物質循環という見方



物質循環という見方

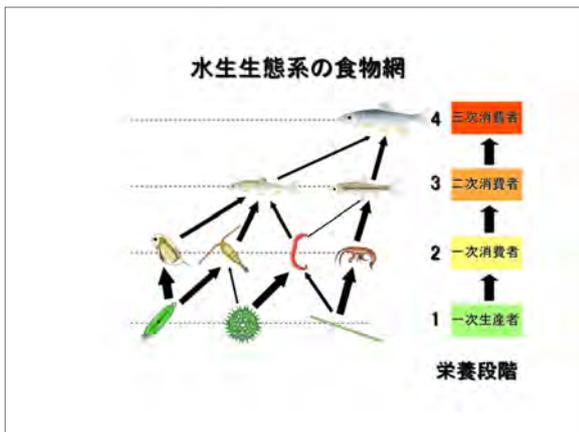




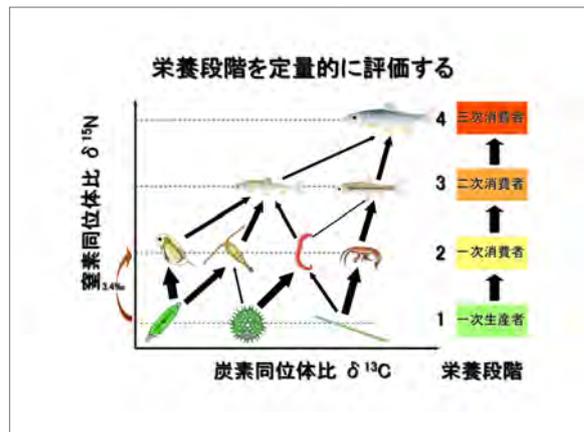
9

・ 生き物の食物連鎖も考える

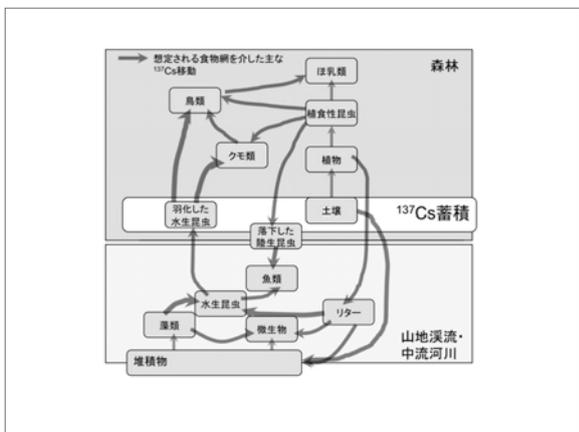
10



11



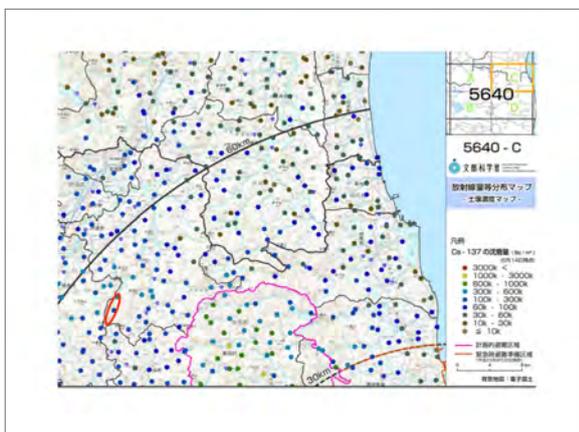
12



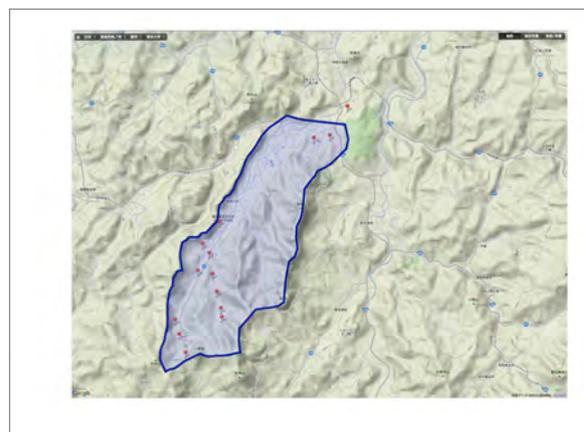
13



14



15



16

01
.....
02
.....
03
04
.....
05
.....
06
.....
07
.....
08
.....
09
.....
10
.....
11
.....
12



17



18

これまでにされた森林での調査

- 文科省・農水省科学技術戦略推進費「東京電力株式会社福島第一原子力発電所の事故に伴い放出された放射性物質の分布状況等に関する調査研究結果」(昨年度)

19

その中でわかってきたこと

- 森林では:
 - 森林ではまだ十分に土壤に移行していない。リターにある(付着している)。
 - 常緑樹と落葉樹では、落葉・落枝の供給量や季節が違うから、それが地表への¹³⁷Cs沈着量の時間変化に影響する。
 - 土壤の深い所も調べられているが、ほとんど無い。
- 河川では:
 - 流域の土壤中の¹³⁷Cs濃度が高いと、河川水の濃度も高い。

20

私たちの調査研究のターゲット

- 森林からの放射性物質の流出の仕組みを明らかにする。
 - 有機物(固相、粒子状、懸濁態、溶存態)との関わりを重視する
- 生き物への移行のメカニズムを明らかにする。
- システムティックにデータを整理して公開する。
- 予測をする。

21

速報

- 渓流水懸濁物質中の¹³⁷Cs濃度
- 森林、水田、溪流における生物の¹³⁷Cs濃度

22

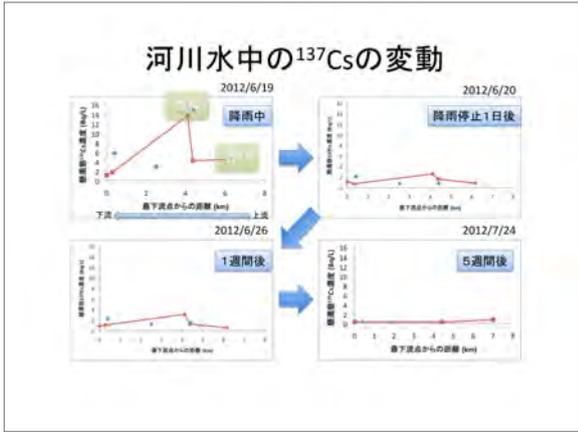


23

河川水のサンプリング

24

01
.....
02
.....
03
04
.....
05
.....
06
.....
07
.....
08
.....
09
.....
10
.....
11
.....
12



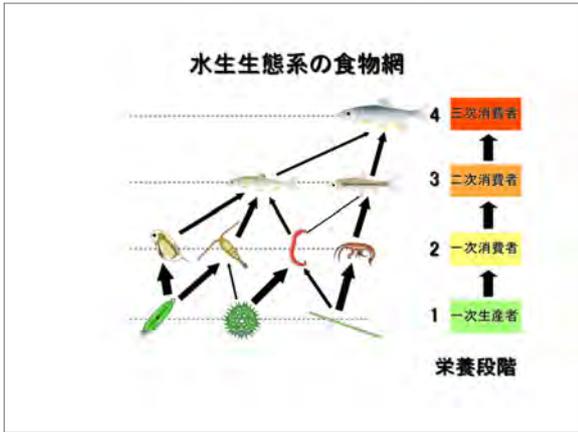
25

溪流・河川を流れる¹³⁷Cs

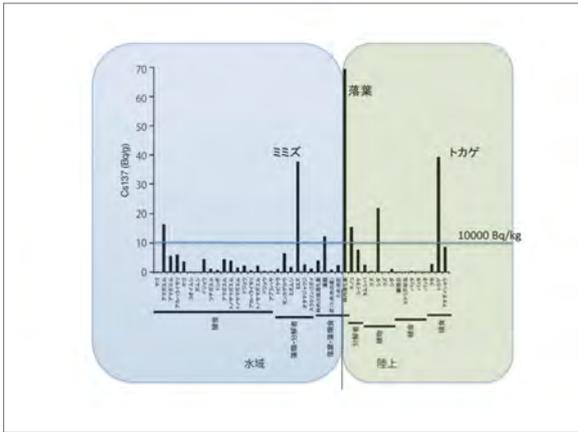
- 森林から流出してくる懸濁態の有機物につついて流れてくる割合が多い。
- 大雨がふると、森林から流出してくるそれらの量がふえる。
- 流量が多いときに濃度も上昇する。

－増水したときの流出量を正確に知らなければならぬ。

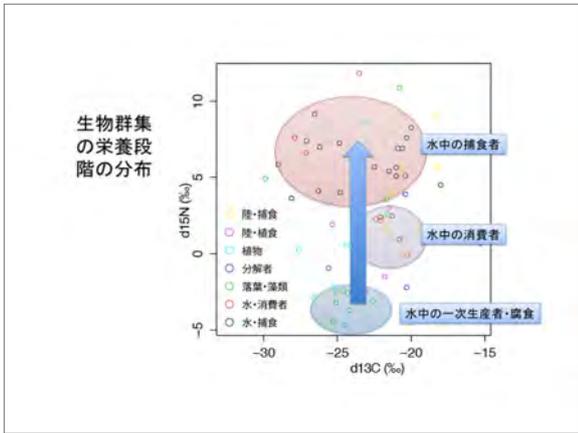
26



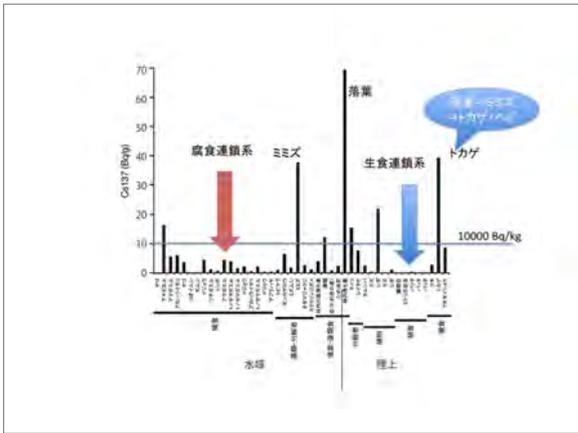
27



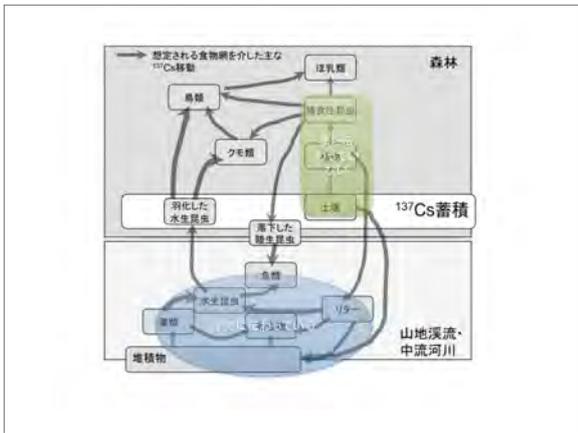
28



29



30

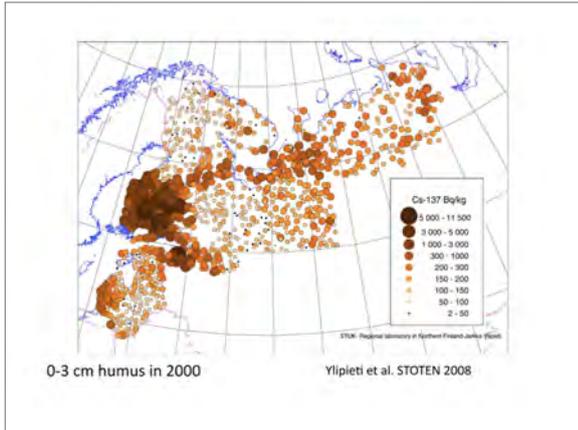


31

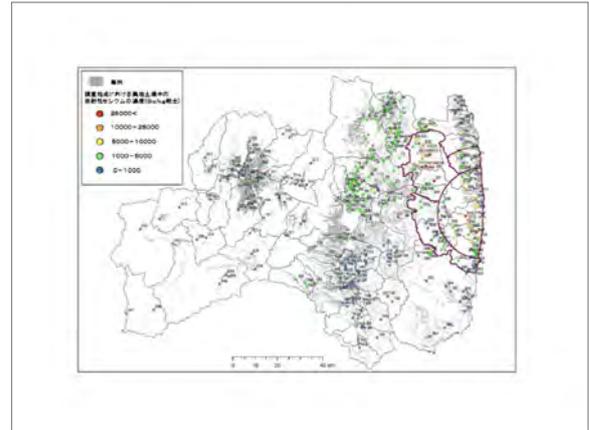
チェルノブイリのその後

- フィンランドの森林研究者と共同研究を始めます。

32



33



34

当面の課題

- 流下する有機物との吸着のしかたとしくみ
- 落ち葉-土壌間の移行の速さ
- 植物体内での転流の実態としくみ
- 生物への移行経路
 - 食物網上の経路・濃縮の割合
 - それ以外の経路

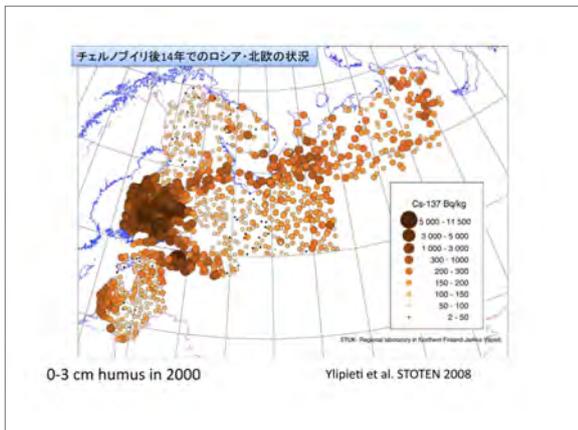
35

チェルノブイリのその後

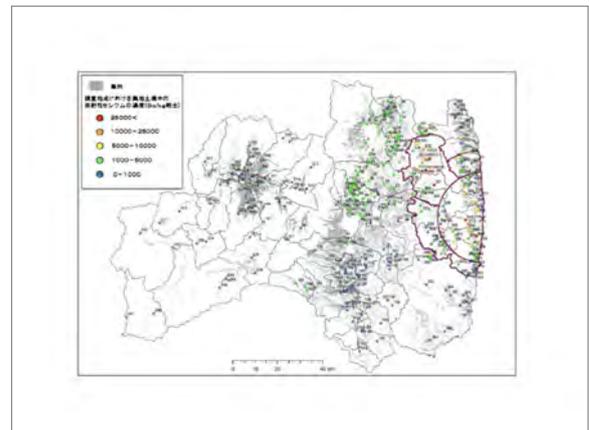


- フィンランドの森林研究者と共同研究を始めます。

36



37



38

協力

- 渡辺長之助さん(小国地区)
- 根本圭介さん(東京大学)
- 中西友子さん(東京大学)
- 石井伸昌さん(放射医学総合研究所)
- 中村高志さん(山梨大学)
- 石井秀樹さん(福島大学)
- 堀田紀文さん(筑波大学)

39

研究グループ

- 西田継(山梨大学・衛生工学)
- 徳地直子(京都大学・森林生態学)
- 大橋瑞江(兵庫県立大学・森林生態学)
- 杉山裕子(兵庫県立大学・水域有機化学)
- 尾坂兼一(滋賀県立大学・生物地球科学)
- レーナ・フィナー(フィンランド森林研究所・森林生態学)

40

4-4 海水魚におけるセシウムの取込みと排出

金子 豊二

海水魚におけるセシウムの取込みと排出

発表内容

1. 魚の浸透圧調節のメカニズム
2. 水飲みと腸でのイオン・水吸収
3. エラからの1価イオンの排出
4. セシウムの取込みと排出

金子 豊二
東京大学大学院農学生命科学研究科

魚の浸透圧調節のメカニズム

淡水魚の浸透圧調節

淡水 (塩分濃度: <math><0.1\%</math>)

淡水の塩類細胞

塩類の取込み

大量の低張尿

- > 海水魚・淡水魚とも血液の浸透圧(塩分濃度)は海水の約1/3に保たれている
- > 淡水では体内から塩類が流出し、血液浸透圧が低くなる傾向にある
- > 淡水魚はエラの塩類細胞から $\text{Na}^+\text{-Cl}$ を取込む

海水魚の浸透圧調節

海水 (塩分濃度: 3.5%)

海水魚の塩類細胞

塩類の排出

等張尿

- > 海水魚・淡水魚とも血液の浸透圧(塩分濃度)は海水の約1/3に保たれている
- > 海水魚では外から塩類が流入し、血液浸透圧が高くなる傾向にある
- > 海水魚はエラの塩類細胞から $\text{Na}^+\text{-Cl}$ を排出する

エラの構造と塩類細胞の分布

広塩性魚と狭塩性魚の塩類細胞

淡水魚	広塩性魚	海水魚
塩類の取込	塩類の取込と排出	塩類の排出

海水魚における水飲みと腸でのイオン・水吸収

— 海水魚は水を飲む —

メダカ仔魚の水飲み

01

02

03

04

05

06

07

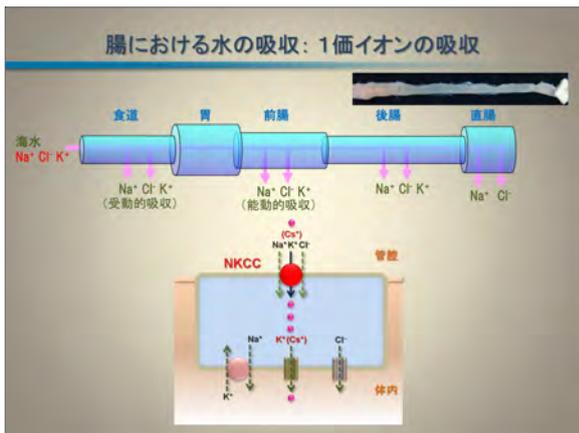
08

09

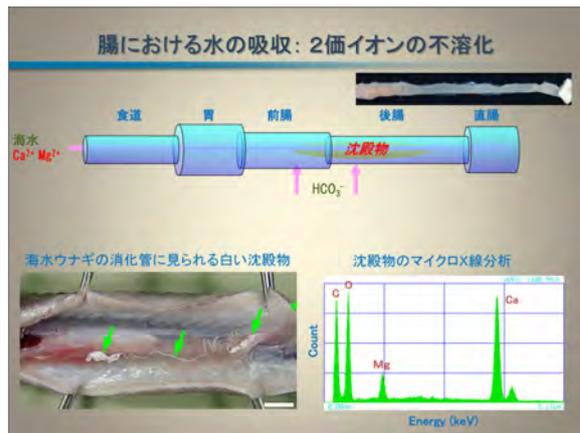
10

11

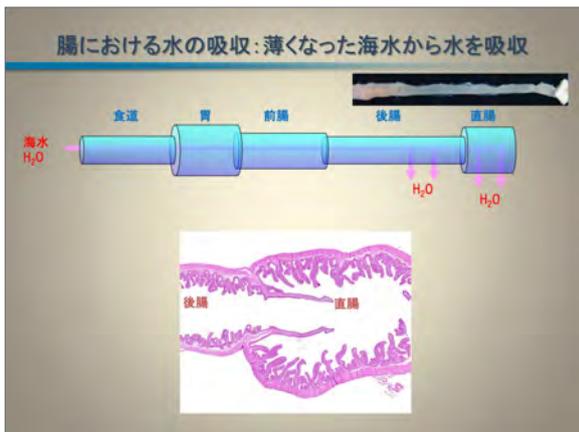
12



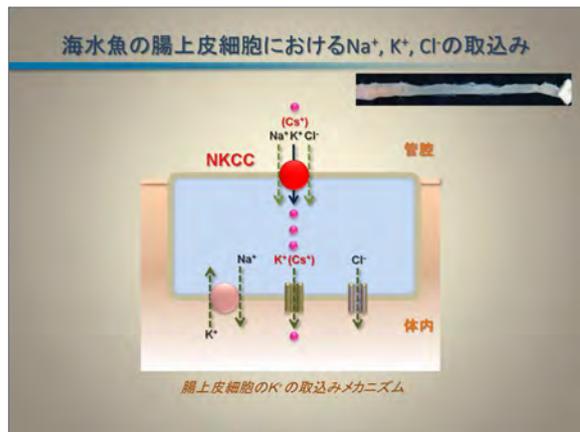
9



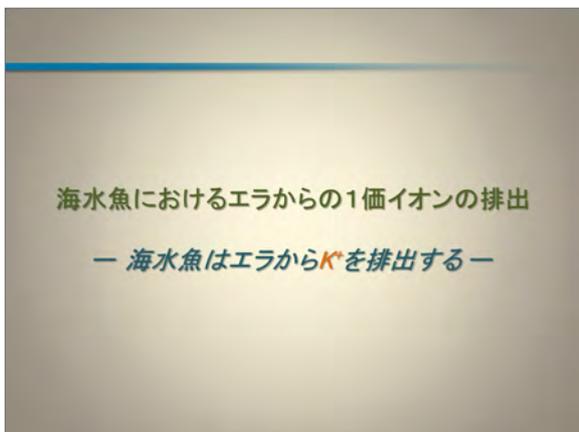
10



11



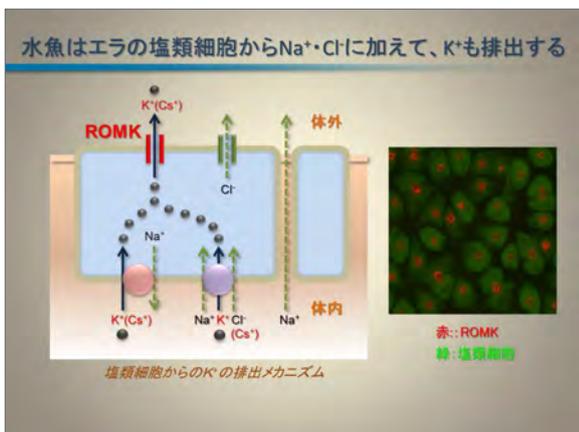
12



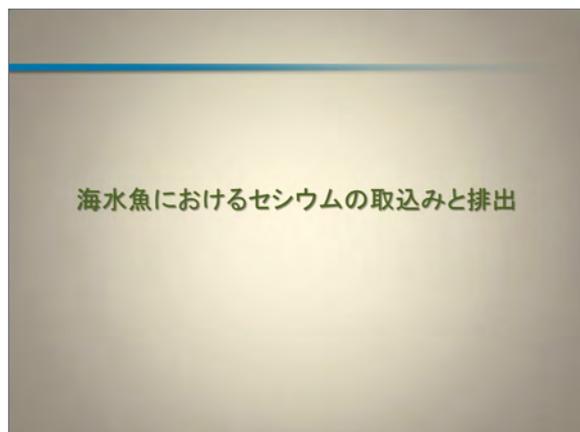
13



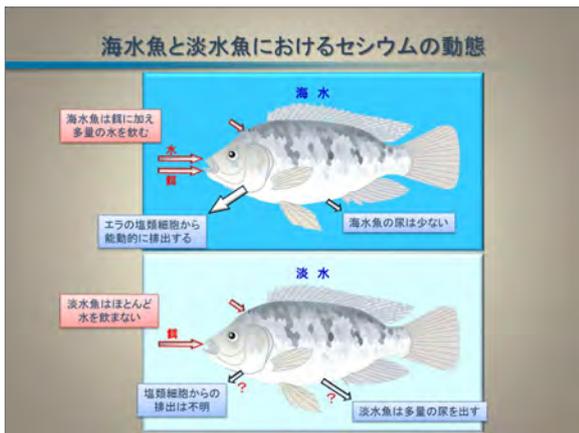
14



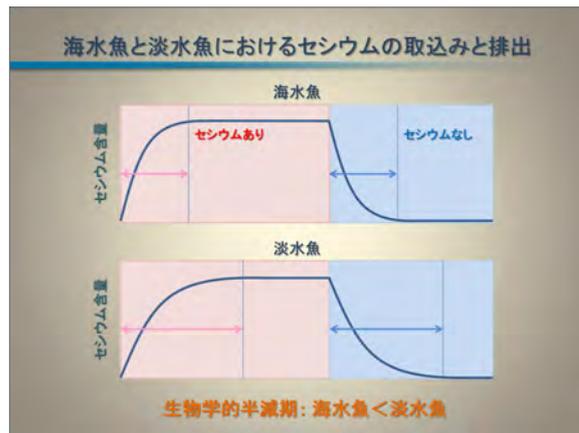
15



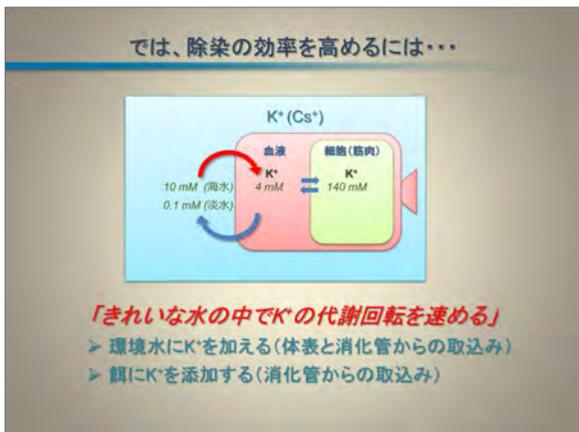
16



17



18



19

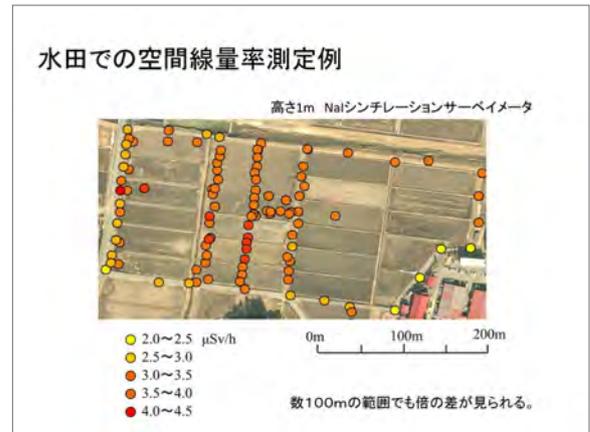
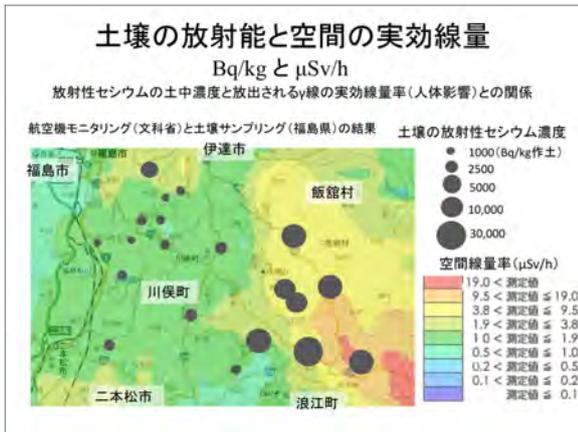
4-5 農地土壌の除染と空間線量率低減の関係~GISを用いた除染効果の簡易推定~

吉田 修一郎



農地の除染の2つの目的

- 土壌から作物への放射性セシウムの移行を低下させる
 - $$\text{土壌のセシウム濃度 (Bq/kg)} \times \text{移行係数} = \text{農産物のセシウム濃度 (Bq/kg)}$$
 - 現行新基準: 100[Bq/kg]
 - 土壌のセシウム濃度[Bq/kg] × 移行係数が100を超える場合、除染が必要
- 生活や作業の場としての農地およびその周辺部の空間線量を低減させ、安全な環境に戻す
 - 避難解除の要件は20mSv/年(3.8μSv/h)、生活環境の追加放射線量は最終的に1mSv/年(0.23μSv/h)以下が目標
 - 農地の除染は、どの程度まで行なう必要があるか?

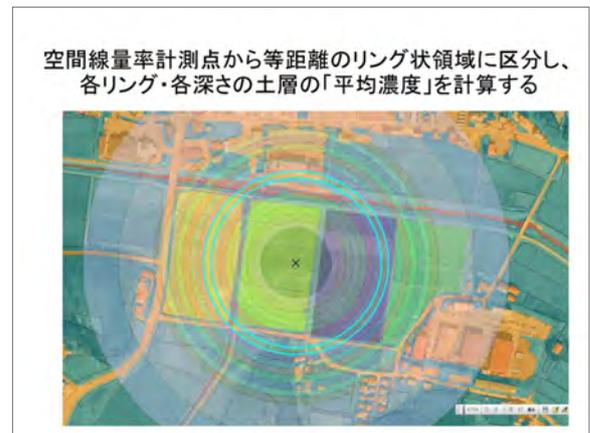
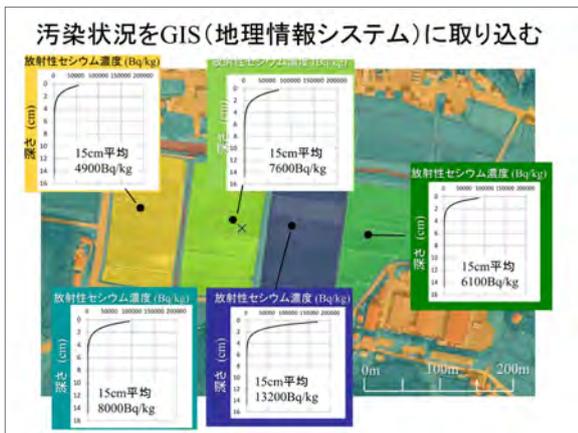


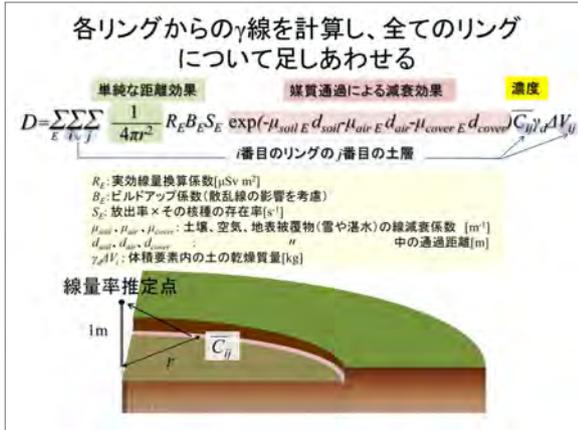
土壌のセシウム濃度(放射能)と空間線量率の関係が単純でないのは

- セシウム降下量は同じでも、表層に集中しているか、深い層まで分布しているかで空間線量は大きく異なる。
 - <土自身の遮へい効果>
- 線量率計測点直下の土壌だけではなく、周囲の土壌、森林、建築物の放射能が影響
 - <マップ情報>

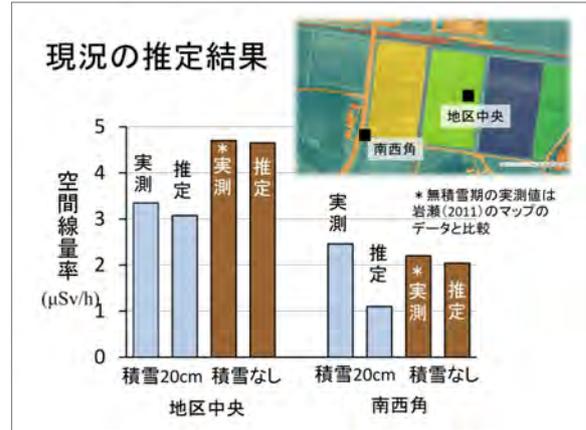
GIS(地理情報システム)を用いた除染効果の簡易推定

1. マップへの汚染状況の入力
 - 現状の推定: それぞれの場所の現状濃度分布をGISに入力
 - 除染効果の推定: 除染対象区域については除染後に予想される濃度分布に置き換える
2. 点減衰核法(簡易計算法)を用いた空間線量率の計算
 - 周囲の汚染土壌を有限個の「点線源」と見なし、各点からの寄与を足しあわせて計算





9



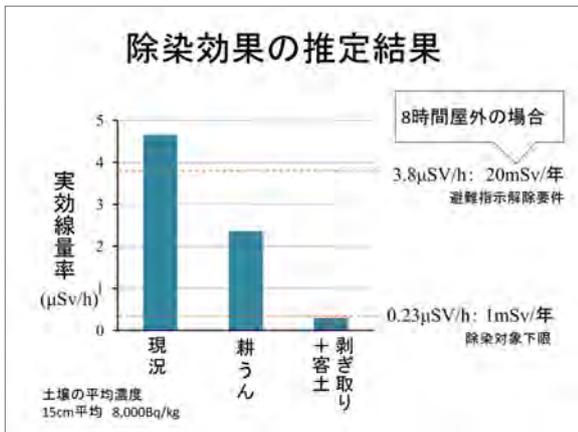
10



11



12



13

01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12

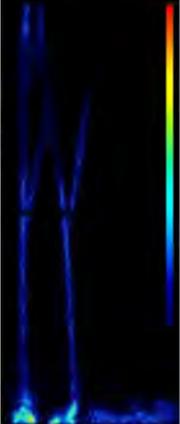
4-6 トレーサー実験で見る水稲中での放射性セシウムとの移動

小林 奈通子

トレーサー実験で見る
水稲中での放射性セシウムの移動

小林 奈通子

東京大学大学院農学生命科学研究科
附属放射性同位元素施設




イメージングプレートによる試料測定

農業上、重要なのは、農作物の放射性セシウム(Cs)含量である。
放射性セシウム(Cs)濃度が同じであっても、「分布」が異なる場合がある。

降下物
「分布」
そうす

接汚染

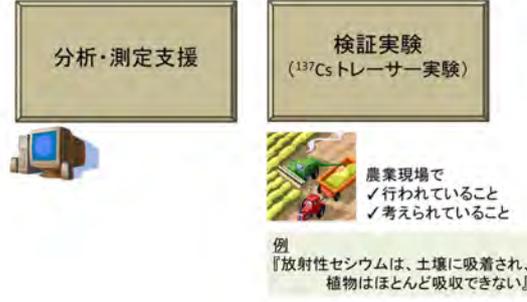


分析・測定支援

検証実験
(¹³⁷Cs トレーサー実験)

農業現場で
✓行われていること
✓考えられていること

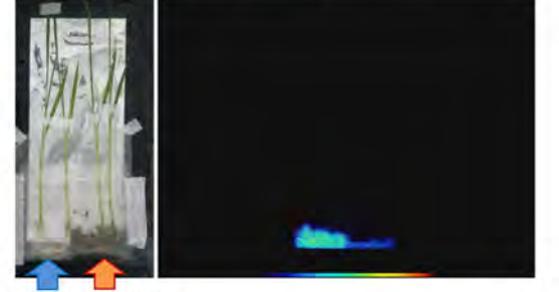
例
『放射性セシウムは、土壌に吸着され、
植物はほとんど吸収できない』



検証実験例; 土壌の、セシウム吸着効果

¹³⁷Cs溶液に土壌を混合すると、イネの¹³⁷Cs吸収量は激減した。

水のみ
水+土壌



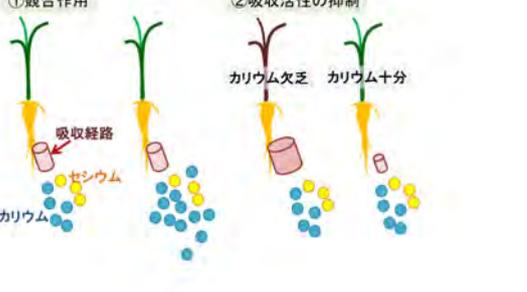
検証実験; カリウム施肥の効果～植物生理学の視点から～

カリウムの施肥は、セシウムの低減対策として効果が高い。

①競合作用 ②吸収活性の抑制

カリウム欠乏 カリウム十分

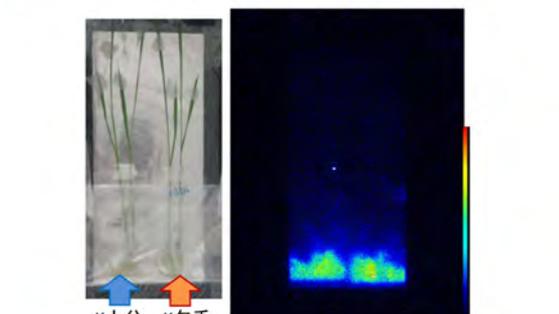
吸収経路
セシウム
カリウム



検証実験; カリウム欠乏下でのセシウム吸収

カリウム(K)欠乏によって、イネの¹³⁷Cs吸収量が増加した。

K十分
K欠乏
(2日間)

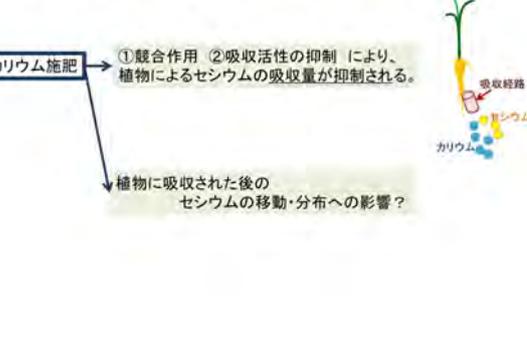


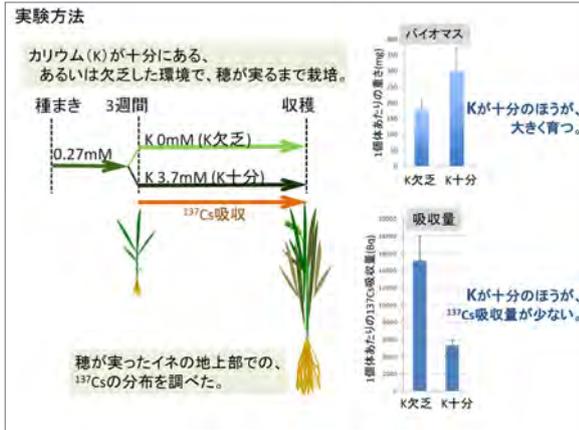
検証実験; カリウム施肥の効果～植物生理学の視点から～

カリウム施肥 → ①競合作用 ②吸収活性の抑制 により、
植物によるセシウムの吸収量が抑制される。

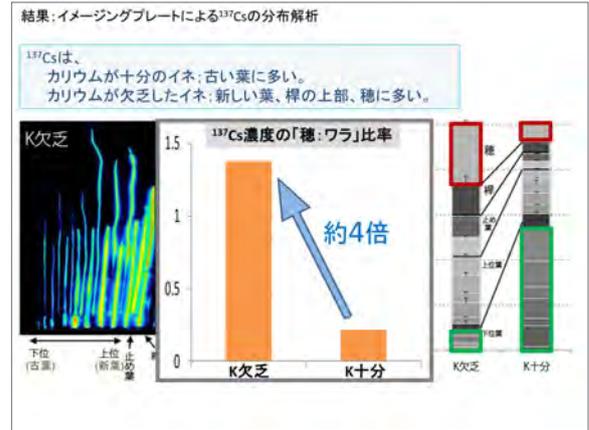
植物に吸収された後の
セシウムの移動・分布への影響?

吸収経路
セシウム
カリウム

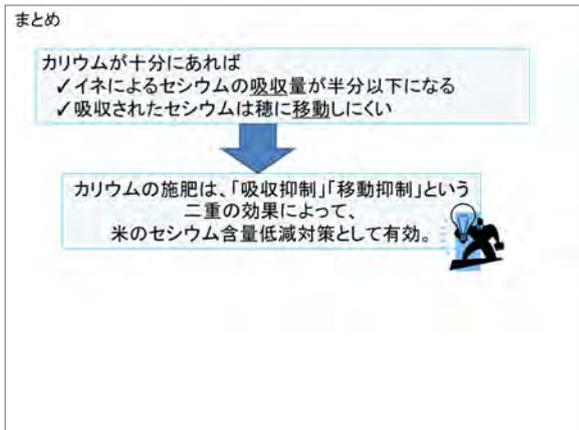




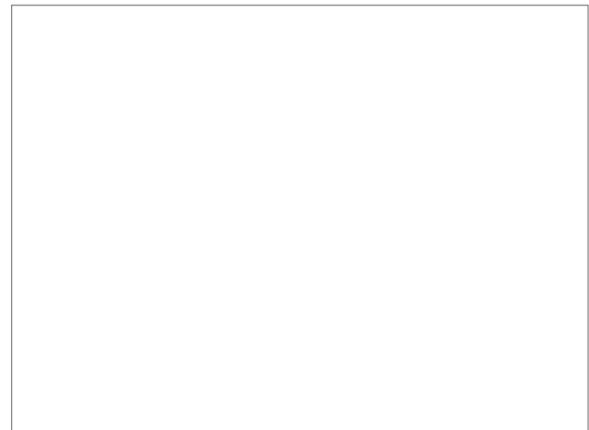
9



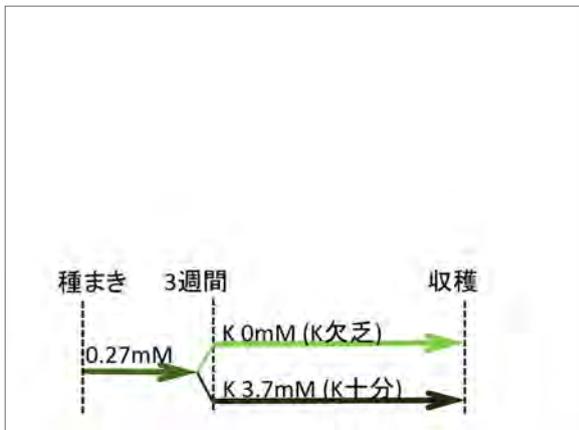
10



11



12

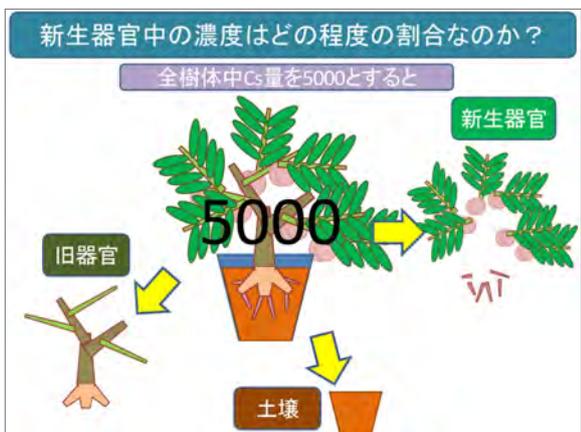
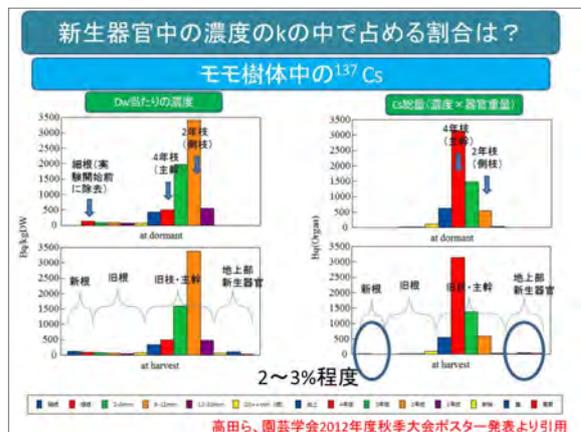
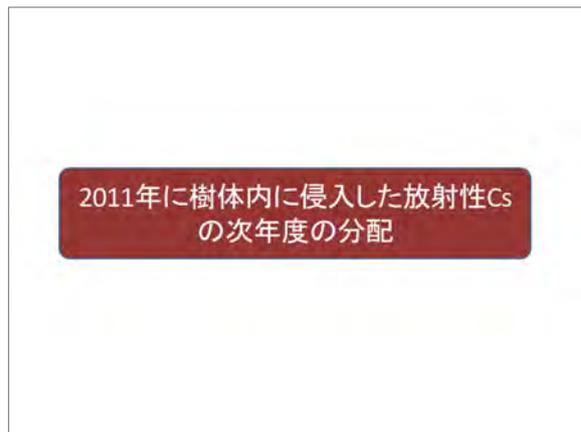
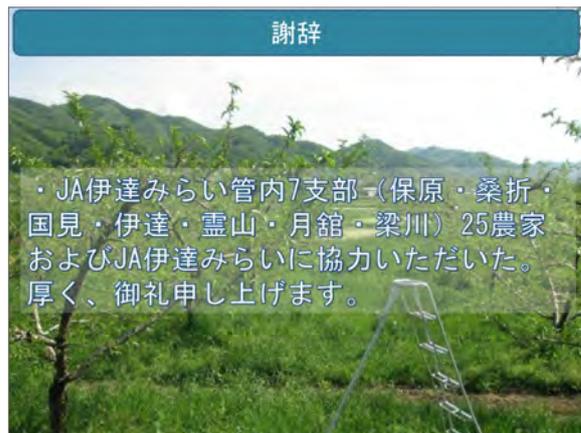


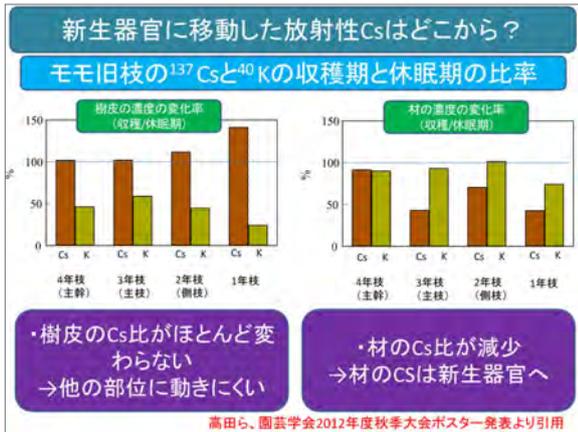
13

01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12

4-7 汚染された樹体から、どの程度の放射性セシウムが果実に移動したか？

高田 大輔





9

2011年に樹体内に侵入した放射性Csの次年度の分配

まとめ

旧器官から新器官への移行率は2~3%、根を経由した、土壌への放出もある。

材中の放射性Csが新器官に移行

10

収穫果実濃度の早期予測および果実と葉の放射性Cs濃度の関係

葉の分析→採取に手間。測定の前調整は比較的簡便。

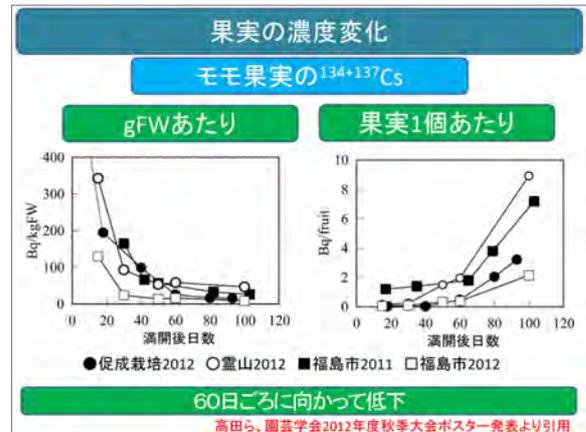
未熟果の分析→摘果果実を取れば、ひと手間が抑えられるかも。

測定の前調整が手間。

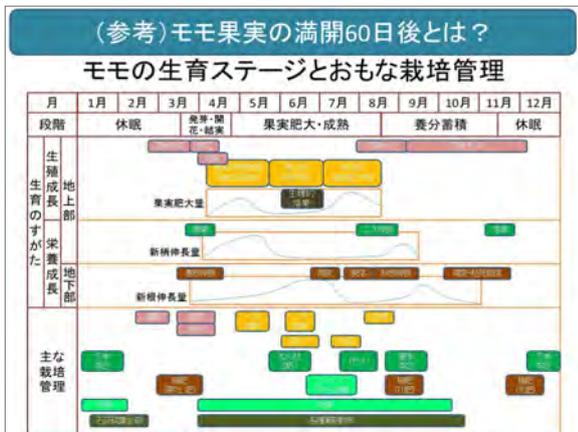
土壌・樹皮・枝など→果実との空間的距離・時間的距離がある。etc.

土壌→各種条件で違う、そもそも果樹ではあまり移行しない。etc.

11



12



13



14

収穫果実濃度の早期予測および果実と葉の放射性Cs濃度の関係

まとめ

葉と果実の濃度には高い相関

園内の傾向を把握し、間伐や改植計画に取り込む

未熟果の測定で収穫果の安全性を推測可能

成熟果と摘果果実のより詳細な関係を解析中

15

4-8 市民のリスク知覚と放射性物質

中嶋 康博


東京大学
 THE UNIVERSITY OF TOKYO
 第4回放射能の農畜水産物等への影響についての研究報告会
 ～東日本大震災に関する救済・復興に係る農学生命科学研究科の取組み～

市民のリスク知覚と放射性物質

 2012年9月8日
 東京大学大学院農学生命科学研究科
 中嶋康博・細野ひろみ

**食品のリスクをめぐる市民の考えを
インターネット調査で把握**

- 食品中の放射性物質に対するリスク知覚を他のハザード※と比較
- 食品由来のリスクを回避できるかどうかの意識(安心)を“守られ感”という観点から検討

※ハザード(Hazard): 健康に悪影響をもたらす原因となる可能性のある食品中の物質または食品の状態。危害要因ともいう

調査の概要

- 調査方法** • インターネット調査
- 実施時期** • 2012年3月12日～15日
- 回答者** • 20～69才の全国の男女8,238名
- 調査項目**
 - 13種類のハザードに対するリスク認知、確率や重篤度はどのように捉えられているのか?
 - 食品とハザードの関連付け
 - 食品選択時の意識・行動に関する質問

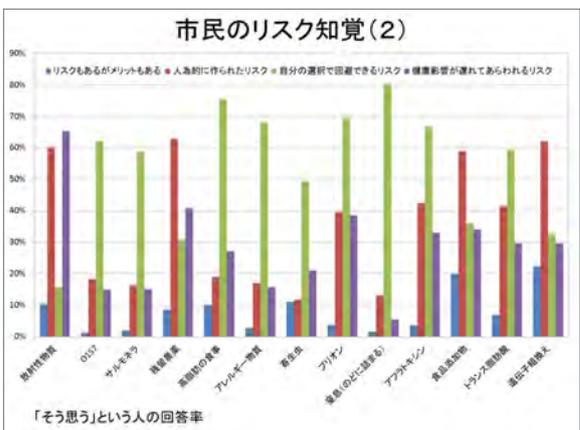
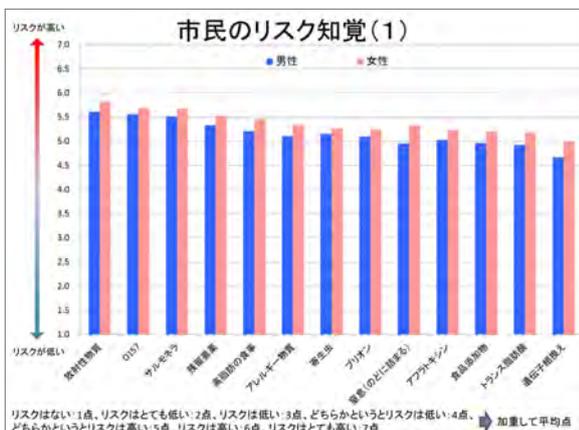
食品のリスク知覚

**リスクに対する心理
—不安を左右する要因—**

- 自発
- 制御可能
- 利益
- 公平
- 人為
- 経験
- 将来

質問

- 食品中の以下のハザードによるリスクは、あなたにとってどの程度高いと感じていますか?
- 食品中の以下のハザードについて、あなたはどのように思いますか?



食品リスクを回避できるか？

“守られ感”の把握

9

質問

- あなたは、以下のハザードによるリスクを、自分の行動で回避できると思いますか？
- あなたは、食品メーカーによって以下のハザードによるリスクから守られていると思いますか？
- あなたは、スーパーなど小売店によって以下のハザードによるリスクから守られていると思いますか？
- あなたは、以下のハザードによって、健康を害することがないように、政府は食品メーカーや飲食店をきちんと監視・指導できていると思いますか？
- あなたは、以下のハザードによるリスクの発生メカニズムが十分に説明されていると思いますか？

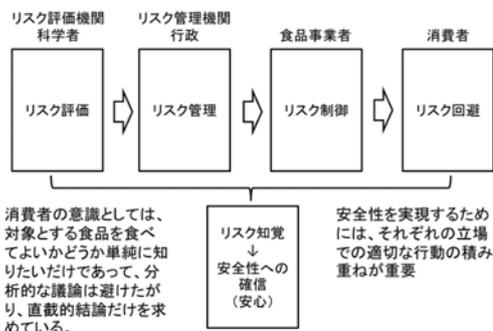
10

食の安全を実現するための役割分担

	リスク評価	リスク管理	リスク制御・回避
科学・科学者	○		
行政機関	○	○	○
食品事業者		○	○
消費者			○

11

フードチェーンとリスク



12

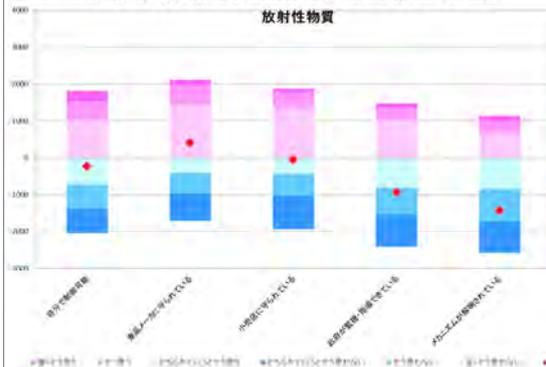
食の安全・安心・信頼



13

リスク低減の可能性についての意識

(回答者数) ※アンケートの様式の関係から対象者は約4000名



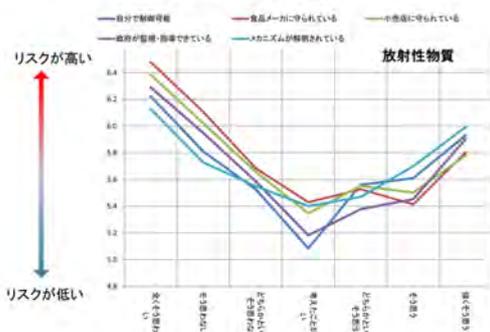
14

“守られ感”の弱いところを中心に
コミュニケーションを行うべきではないか

↓
ただし、次の結果にも留意すべき

15

制御可能性とリスク知覚



16

01
.....
02
.....
03
04
.....
05
.....
06
.....
07
.....
08
.....
09
.....
10
.....
11
.....
12

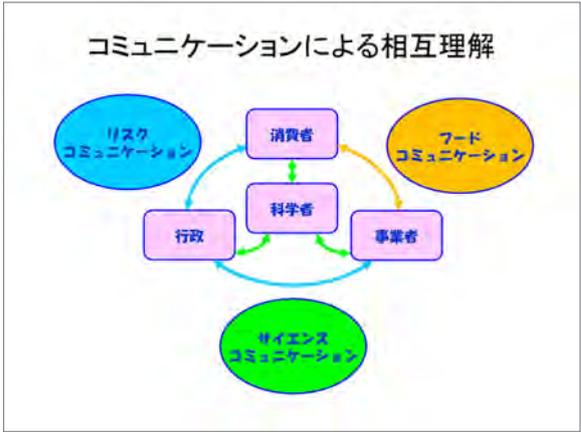
“信頼と安心のパラドックス”

- リスク感は相対的なもの
- 参照点(期待感)の上方推移
- リテラシーの向上がもたらす不安感の存在
- “できる”ことと“できている”こととは別問題

↓

どのようにコミュニケーションしていくべきかについて、さらなる研究・検討が必要

17



18

第5回

2012.12.8

開会の辞

長澤 寛道

- 5-1 農学生命科学研究科全体の取組みについて
中西 友子 105
- 5-2 休眠期に汚染された落葉果樹における
放射性物質の移行動態と経年減衰効果
佐藤 守 108
- 5-3 福島第一原子力発電所事故に起因する放射性核種で汚染された
堆肥を有機肥料として使用する有畜循環型農業について
眞鍋 昇 111
- 5-4 福島県の漁業に関する現状と今後の課題
八木 信行 114
- 5-5 放射性セシウムのイネへの移行(第3報)
根本 圭介 117
- 5-6 飯舘村の水田における農業土木的土壌除染法の試み
溝口 勝 122
- 5-7 放射能の生物濃縮:Ag-110mを中心に
森 敏 126

閉会の辞

長澤 寛道

5-1 農学生命科学研究科全体の取組みについて

中西 友子

第5回 放射能の農畜水産物等への影響についての研究報告会



— 研究科・附属施設全体を通じた取り組み —

中西友子



東京大学農学部における震災復興支援への取組み

東京大学 災害対策本部
東日本大震災に関する教授・復興支援室

福島県農業総合センター

農学生命科学研究科

(1) 高放射能の農畜水産物産学

合計40-50人の教員

- ① 作物・穀物
- ② 家畜・畜産
- ③ 土壌
- ④ 魚介類、海水
- ⑤ 放射線測定
- ⑥ 科学コミュニケーション他

心用生命化学・工学
生産・環境生物
獣医学
応用動物科学
森林化学
生物環境工学
生物材料科学
水圏生物学

エテ調和農学機構 (園場)
水産実験所
食の安全センター
放射性同位元素施設

(2) 被災地農業回復についての研究開発

- ① 作物生産・土壌学
- ② バイオマス生産

2011年11月19日(1回目) 2012年2月18日(2回目)

1, 2回目

放射能の農畜水産物等への影響についての研究報告会

福島から
イネ
土壌
畜産学
魚貝類
果樹
キノコ

低濃度汚染
鳥

第二回放射能の農畜水産物等への影響についての研究報告会

2012年5月26日(3回目) 2012年9月8日(4回目)

第三回放射能の農畜水産物等への影響についての研究報告会

福島から(イネのセシウム吸収低減)
エネルギー作物
イネの品種間差
除染の試み
原種のブタ

福島から(モニタリング)
森林・河川
魚貝類
除染の試み
イネ実験

サイエンスコミュニケーション

第四回放射能の農畜水産物等への影響についての研究報告会

東京大学農学部で進行中の取組み

- ・農業
- ・作物学
- ・栽培学
- ・土壌学
- ・微生物学
- ・砂防学
- ・獣医学
- ・畜産学
- ・水産学
- ・魚学
- ・環境学
- ・林業

生物・水が関与した放射性物質の移動

野鳥モニタリング

家畜内の分布

牛乳への移行

牧草・家畜間の循環

水・土のモニタリング

加工による低減効果

魚体内分布

サイエンスコミュニケーション

落葉からキノコへの移行

果樹の樹体内セシウム動態

畑作でのセシウム移行

イネでのセシウム動態

水田生態系でのセシウム動態

土壌の鉛直分布

エネルギー作物

イネ:セシウム吸収の品種間差

生態水文学研究所(瀬戸)

北海道演習林(富良野)

伊達市

福島市

飯館村

郡山市

白河市

南相馬市

伊達市 第一原子力発電所

魚類

鮫川村

笠間市 附属牧場

魚介類

東京大学 農学部

秩父演習林

富士産しの森研究所(山中湖)

樹芸研究所(伊豆下田)

千葉演習林(鴨川、君津)

原発事故近くでの研究

伊達市: ① イネの生育と放射能 60水田
② 環境動態(生態系も含む)

飯館村: ① イノシシ
② 水田除染、土壌中の放射能動態

南相馬市: ブタの子孫チェック

白河市: ヒツジ

鮫川村: 果樹、野菜(ジャガイモ、キャベツ他)

福島市: 果樹 モモ (果樹試験所)

郡山市: 福島県農業総合センター

笠間市: ヤギの放牧、循環系農業

野生生物調査

研究サイト(伊達市)



研究サイト(伊達市)



9

研究サイト(福島市、伊達市)



10

研究サイト(飯館村)

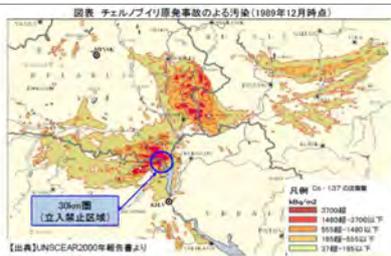


11

研究サイト
(飯館村)



12



汚染面積:~6%
放射性セシウムの量: ~1/6
放出距離:~1/10



13

これからも継続的に調査研究を続けていこうと思っております。

おわり

14

5-2 休眠期に汚染された落葉果樹における放射性物質の移行動態と経年減衰効果

佐藤 守

休眠期に汚染された落葉果樹における放射性物質の移行動態と経年減衰効果

佐藤 守(福島県農業総合センター果樹研究所)



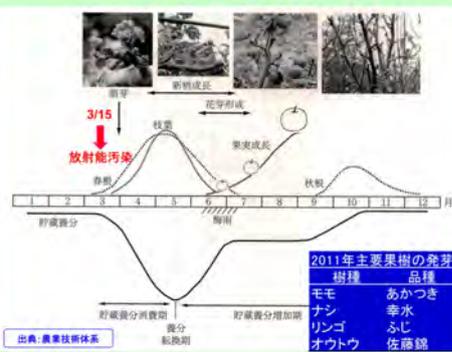
ふくしまからはじめよう。

阿部和博(福島県農業総合センター果樹研究所)
高田大輔・田野井慶太郎・中西友子(東京大学農学部)
菊永英寿・大槻勲(東北大学電子光学学術センター)
大野剛・村松康行(学習院大学理学部)

福島県内の主要果樹産地の放射能汚染状況



落葉果樹の生活史



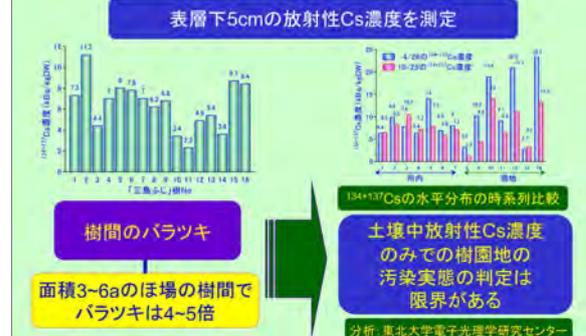
樹園地土壌および果実等の放射性物質による汚染動態調査



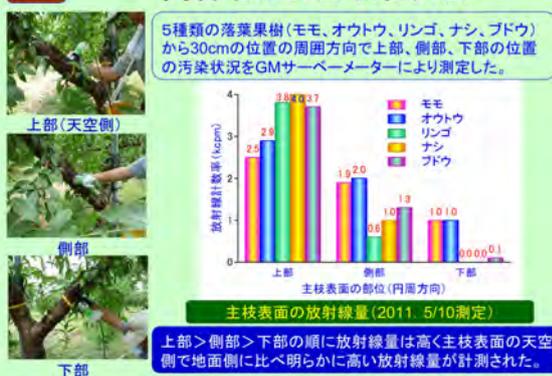
樹園地の土壌中放射性Cs濃度の垂直分布



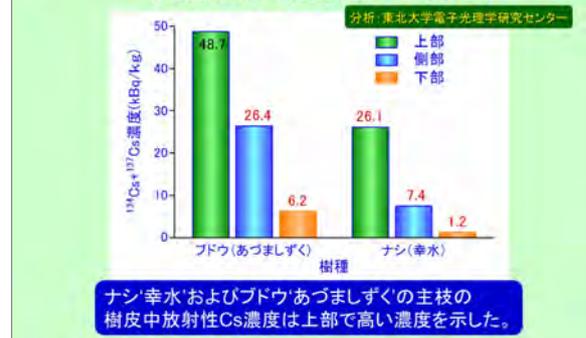
表層5cmの土壌中放射性Cs濃度の水平分布

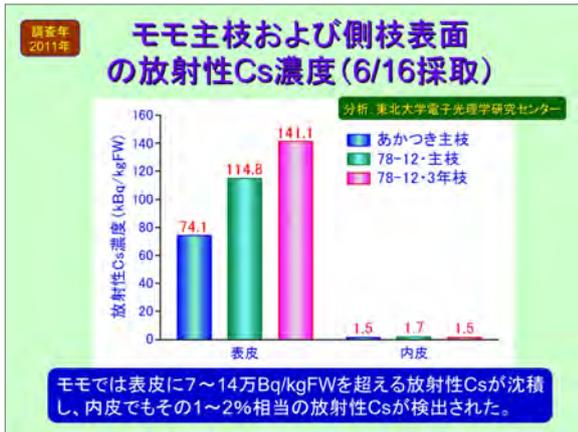


樹体表面の汚染状況



主枝表面の部位別(円周方向)放射性Cs濃度(5/25採取)

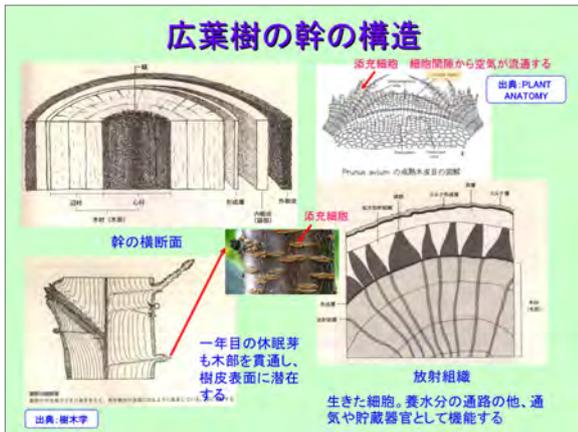




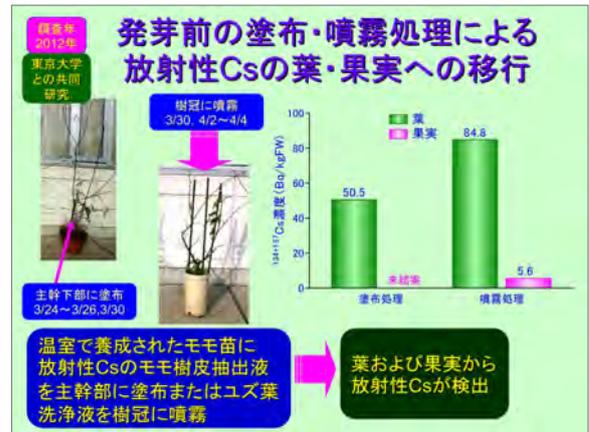
9



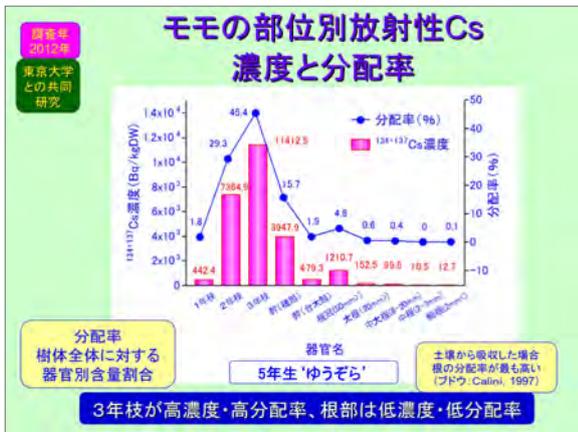
10



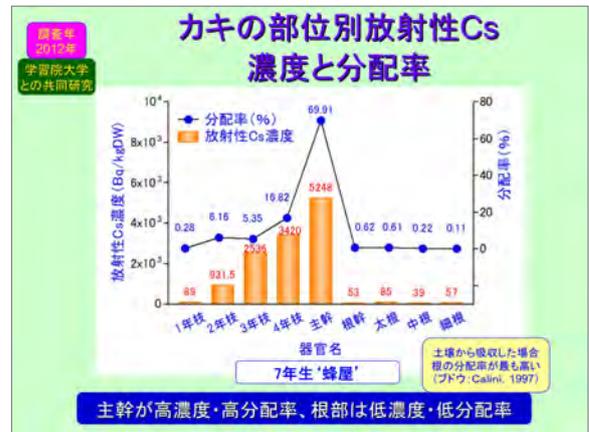
11



12



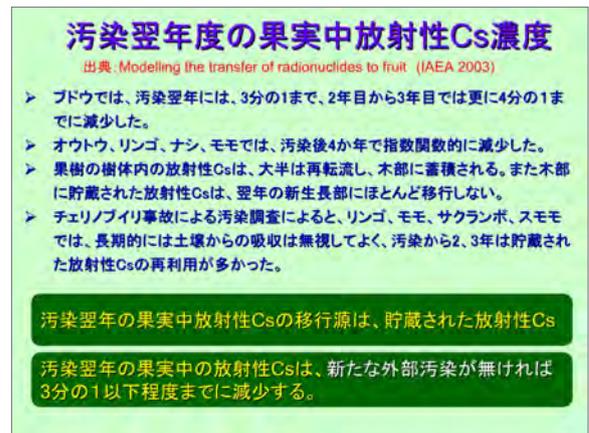
13



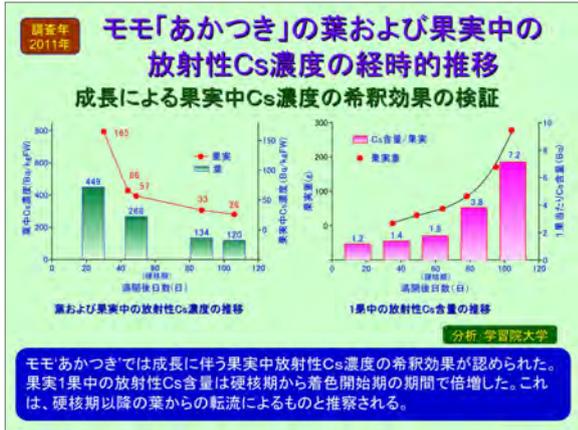
14



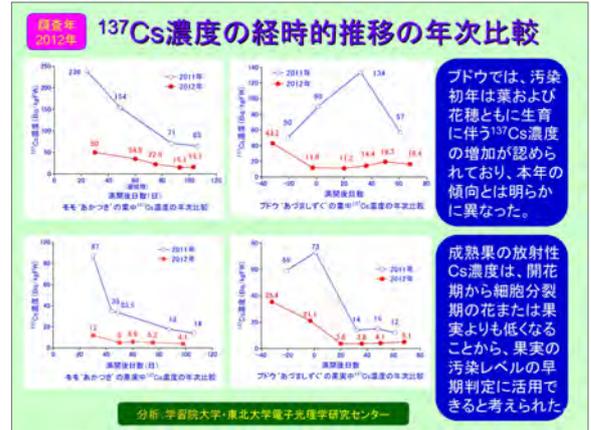
15



16



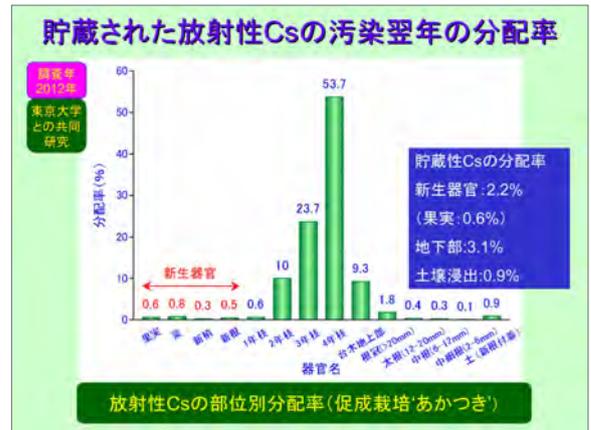
17



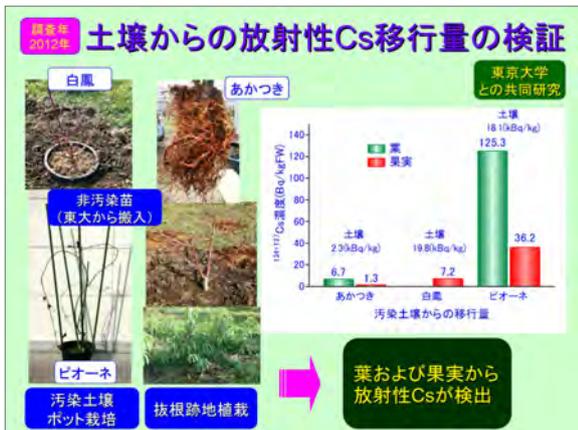
18



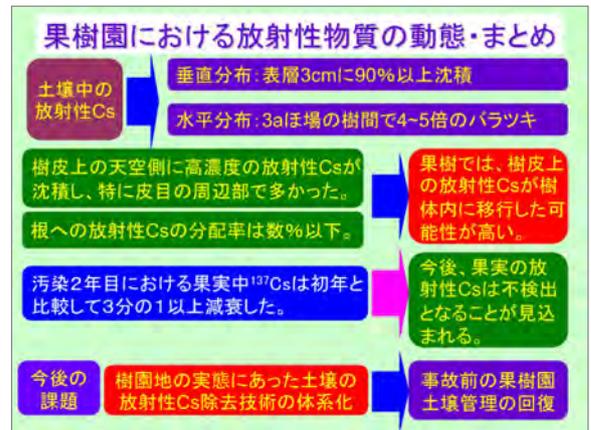
19



20



21



22

最後に

果樹研究所での放射能汚染対策試験は、東北大学電子光物理学研究センター、学習院大学、東京大学および福島大学による全面的な無償支援のもとに実施されました。

23

5-3 福島第一原子力発電所事故に起因する放射性核種で汚染された堆肥を有機肥料として使用する有畜循環型農業について

眞鍋 昇

第五回放射能の最高水準物等への影響についての研究会
東日本大震災に関する教授・座長に就任する理学部生命科学研究科の取組
東京大学安田講堂
平成24年12月8日（土）

原発事故に起因する放射性核種で汚染された堆肥を使用する有畜循環型農業について

眞鍋昇・高橋友雄・李俊佑・遠藤麻衣子
小野山一郎・飯塚祐彦
田野井慶太郎*・中西友子*
農学生命科学研究科 附属牧場
*附属放射性同位元素施設

放射性セシウムの基準値

人の食品



(食品衛生法に基づく「放射性物質基準値」)

放射性セシウムの基準値

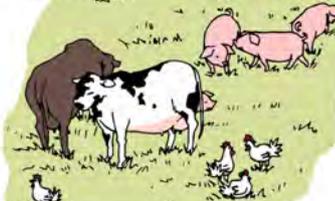
2011（平成23）年3月17日		2012（平成24）年4月1日	
暫定規制値 (Ba/kg)		新基準値 (Ba/kg)	
飲料水	200	飲料水	10
牛乳・乳製品	200	牛乳	50
		乳児用食品	50
穀類・野菜類	500		
肉・卵・魚	500	一般食品	100
その他	500		

(食品衛生法に基づく「放射性物質基準値」)

放射性セシウムの基準値

家畜の飼料

肥料・土壤改良資材・培土・家畜敷料



(農林水産省消費安全局長・生産局長・水産庁長官通知)

放射性セシウムの基準値

2012（平成24）年3月23日		人食品の基準値： 500→100 Ba/kg
新許容値		(Ba/kg)
牛（乳・肉）飼料		100
馬（肉）飼料		100
豚（肉）飼料		80
鶏（卵・肉）飼料		160
養殖魚（肉）飼料		40

(農林水産省消費安全局長・生産局長・水産庁長官通知)

放射性セシウムの基準値

2012（平成24）年3月23日	
新許容値	(Ba/kg)
肥料	400
土壤改良資材	400
培土	400
家畜敷料	400

(農林水産省消費安全局長・生産局長・水産庁長官通知)

研究の目的

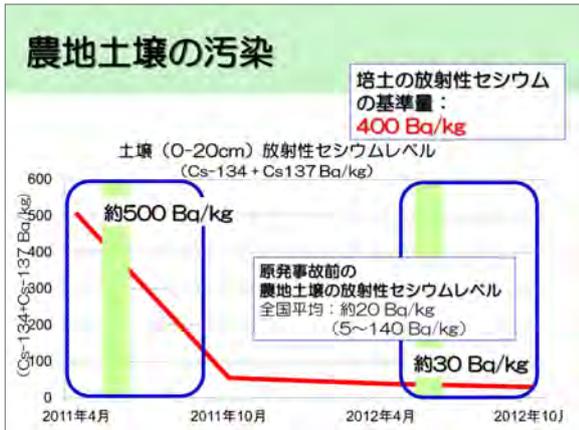
有畜循環型農業（有機農法）

堆肥は安全か？

- 福島第一発電所事故に起因する放射性セシウムによる飼料（牧草）の汚染レベル？
- 家畜（山羊）の汚染レベル？
- 糞尿の汚染レベル？
- 堆肥の汚染レベル？
- 作物（キャベツ）の汚染レベル？

農地土壌の汚染





9



10



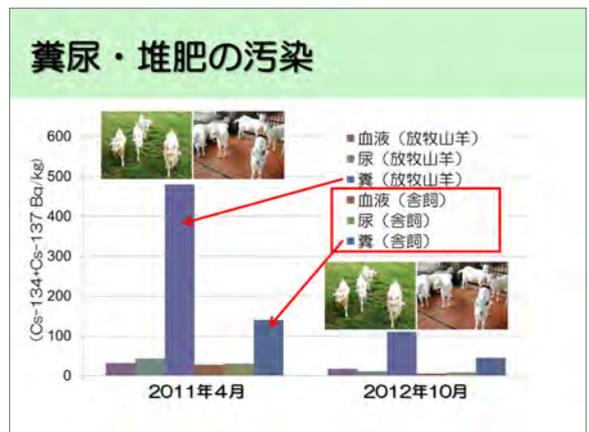
11



12



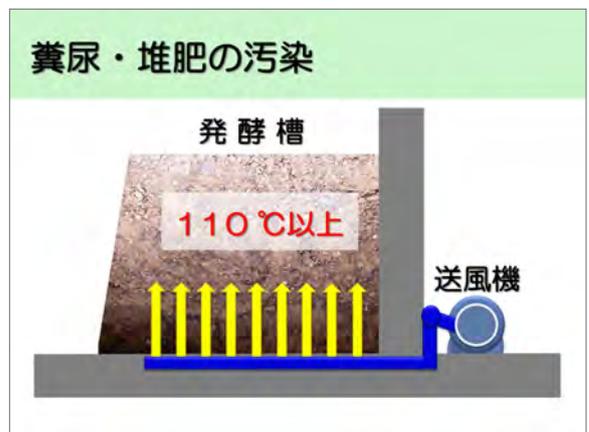
13



14

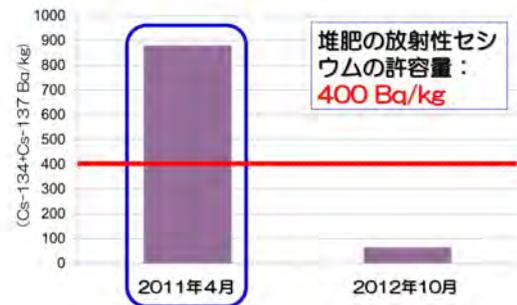


15



16

糞尿・堆肥の汚染



17

作物の汚染



18

まとめ

有畜循環型農業

2011年4～8月



19

まとめ

有畜循環型農業

2012年6～10月



20

まとめ

有畜循環型農業

堆肥は安全か：2011年4～8月

- ・ 土壌の汚染：約500 (400) (Ba/kg)
- ・ 飼料 (ハイレージ) の汚染：約3,900 (300→100)
- ・ 家畜 (山羊骨格筋) の汚染：約130 (500→100)
- ・ 糞・尿の汚染：約150
- ・ 堆肥の汚染：約890 (400)
- ・ 作物 (キャベツ) の汚染：約10 (500→100)

21

謝辞

附属牧場

池田 正則・富松 理・入江 猛・鈴木 一美
秦美由紀・朴 春香・東福 望・李 昇炯
高 紅梅・Ahsan KABIR

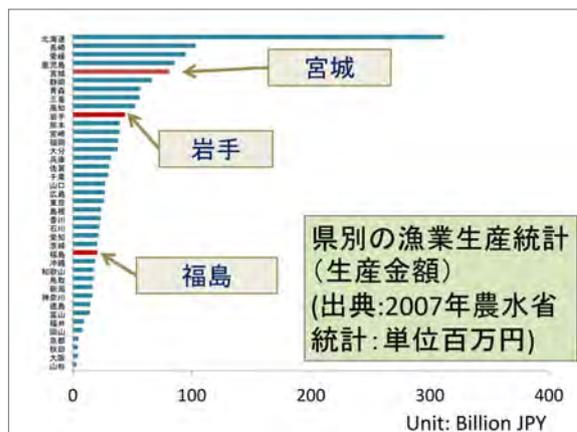
22

5-4 福島県の漁業に関する現状と今後の課題

八木 信行



1



2

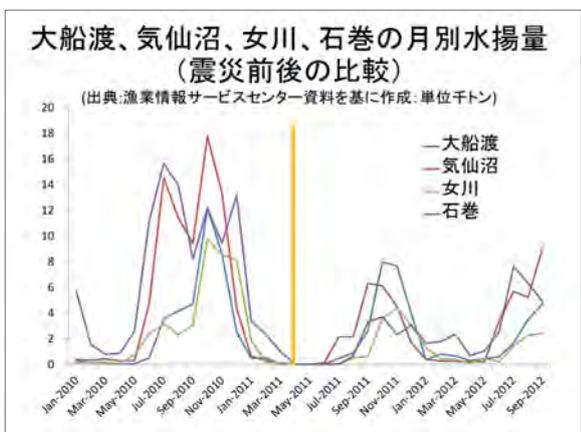
津波による水産関連被害
(出典:水産庁ホームページ:2012年11月時点)

項目	被害数	金額	2012年7月時点での回復状況
漁船	28,612 隻 (全国隻数の約10%)	1822 億円 (2 billion USD)	12,500 隻 (修理または新造)
漁港	319 港	8230 億円 (10 billion USD)	311 港 (一部復旧を含む)
養殖施設	N/A	738億円 (1 billion USD)	N/A
養殖中の魚介類	N/A	597 億円 (0.8 billion USD)	N/A
陸揚げ、給油、製氷施設など	1,725 施設	1249 億円 (1.5 billion USD)	N/A

3



4



5



6



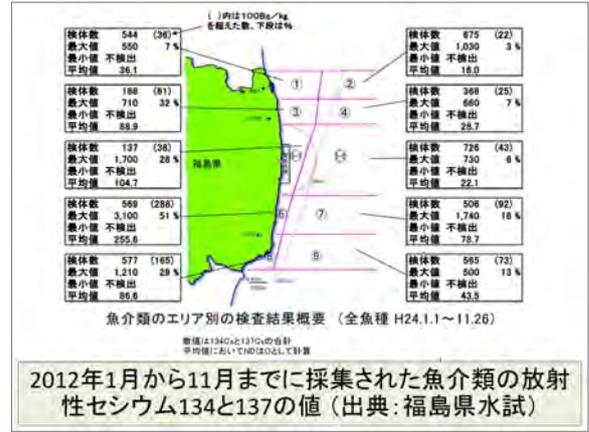
7



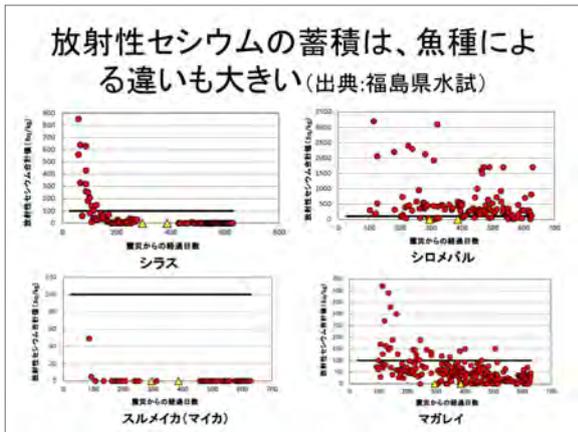
8



9



10



11

水産物の放射性物質調査概要 (平成24年10月31日時点)

種類別	調査数 (うちH24年4月以降公表分)	放射性セシウム 100Bq/kg超過検体数 (うちH24年4月以降公表分)
海産魚種	13,544 (7,591)	1,659 (569)
無脊椎動物 (イカ、タコ等)	2,166 (1,120)	83 (4)
海藻類	773 (371)	20 (0)
淡水魚介類	3,600 (2,459)	510 (223)
上記のうち加工品	488 (284)	4 (0)
上記のうち広域回遊性種 (カツオ、ビンガ等)	1,650 (954)	0 (0)
哺乳類 (クジラ)	57 (23)	0 (0)
総数	20,140 (11,564)	2,272 (796)

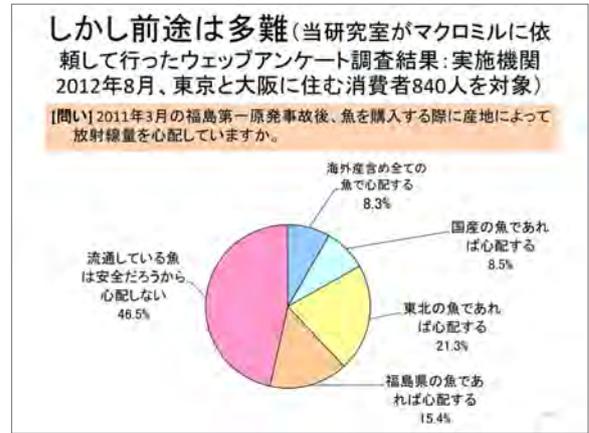
イカ、タコ、カニ、貝類等はセシウムの値が低いサンプルが多い (左: 水産庁資料)

2012年6月から福島県海域で魚種と海域を絞って試験操作開始 (ヤナギダコ、ミスダコ、シライトマキバイ、ケガニ、スルメイカ、チヂミエソボラ、エソボラモドキ、ナガバイ、ヤリイカ、キチジ)

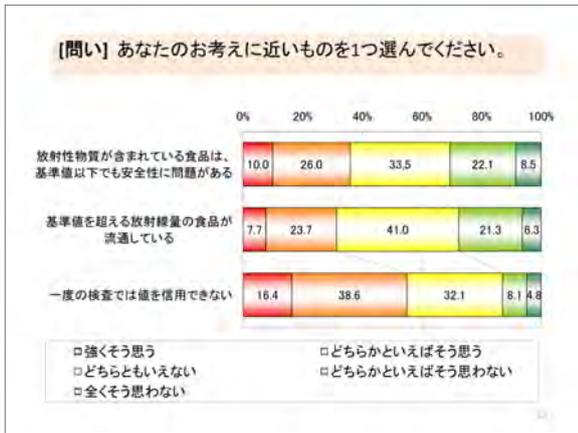
12

- ### 注意していること
- ・ リスクを甘く見てはいけない
 - ・ 船の数を限定し、陸揚げ港を限定
 - ・ 陸揚げ時と加工時に放射性物質を検査 (全量検査にはなっていない)
 - ・ 福島県産であると消費者が分かるように流通させる
 - ・ 緊急時における製品回収を含めて、流通時の書類保持などを行う
 - ・ 水産試験場の科学者などを交えて対応を決める
 - ・ 徹底した情報公開

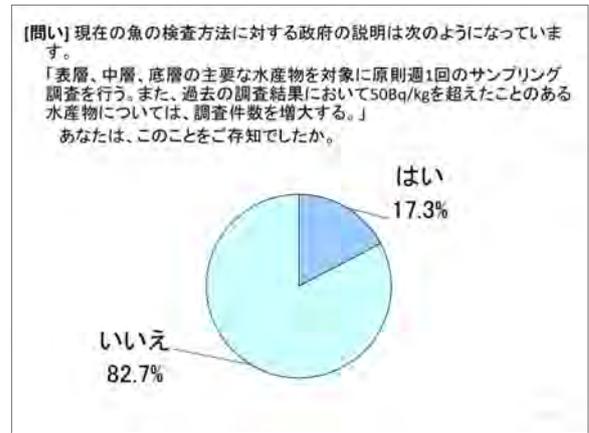
13



14

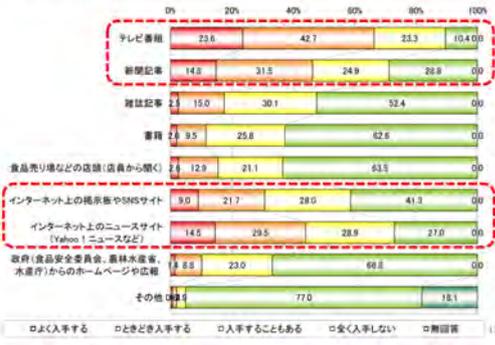


15



16

【問い】あなたは普段、放射能についての情報を次の情報源から入手していますか。



17

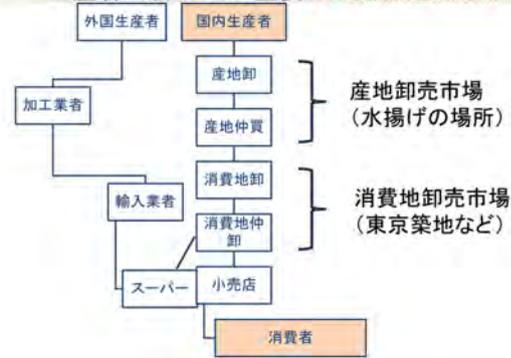
ただし光明も存在していることも分かった
(アンケート結果を当研究室で共分散構造分析をした暫定結果)

一宮城県産のサケに対する価値意識と購買意欲の関係一



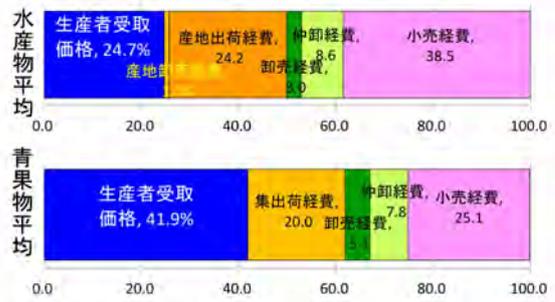
18

それには消費者による「復興への貢献」意欲が、生産者に届くことが重要(下図:水産物流通の概念図)



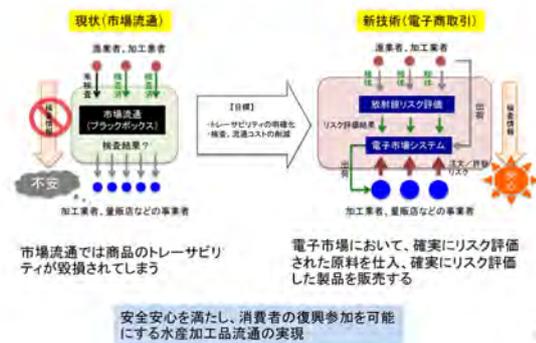
19

流通段階別の価格
(出典:2009年水産白書)



20

新技術(電子商取引)を使用した新流通システム
トレーサビリティを確保し、被害の連鎖を作らない



21

福島県漁業の理想像

- 放射性物質の測定結果開示は万全に、そしてトレーサビリティは必ず確保する必要がある
- そして、来るか来ないかわからないような不特定多数の顧客ではなく、特定の固定客を狙った漁業にする(電子商取引などの新技術の活用)
- 漁業スキルが高い場所では、注文を受けてから沖に出るような漁業を導入し、無駄をなくす(水産版ジャスト・イン・タイムを世界に先駆けて)

附録
・JST復興促進プログラム(産学共創)「水産加工サプライチェーン復興に向けた技術の創出」採択課題「電子商取引を利用した消費者コミュニケーション型水産加工業による復興」(2012-2014年)
・東京大学海洋アライアンス 総合海洋基盤プログラム(日本財団)(2011-2012年)
・各種分析およびスライド提供(敬称略・順不同):産業総合研究所(宮下和雄)、東京大学大学院農学生命科学研究科(大石太郎、中村彬良、鈴木崇史、秋元良太)。

22

5-5 放射性セシウムのイネへの移行(第3報)

根本 圭介

放射性セシウムのイネへの移行(第3報)

栽培学研究室 根本圭介

これまでに行った報告

- 平成23年11月19日
放射性セシウムのイネへの移行(第1報)
- 平成24年2月18日
放射性セシウムのイネへの移行(第2報)

昨年秋までの経過

- 昨年3月の福島原発事故により多くの放射線核種が漏出し広範な農耕地が被爆。
- 農耕地に降下した放射性セシウムは、時間の経過とともに土壌粒子に吸着され、根から吸収されにくくなる。
- コメの放射性物質調査(予備調査)が半分終了した9月中旬の時点で、大半の地点で検出限界以下。最高でも暫定基準値の四分の一。

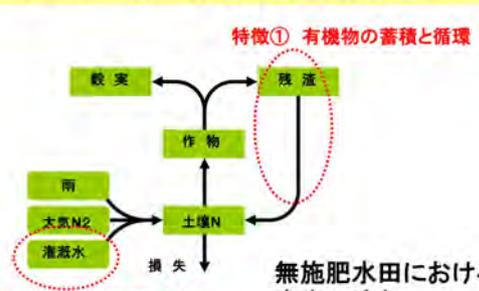
9月下旬、二本松市で玄米500ベクレル



- 当該の水田は山間地の谷地田
- その後、福島市大波や伊達市小国などで、さらに多くの500ベクレル越え玄米が見つかった。

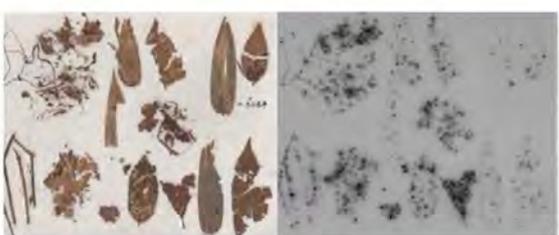
9月24日 毎日新聞

水田生態系における循環・収支の特徴がイネのセシウム吸収とどう関係する？



無施肥水田における窒素の流れ

山林の落ち葉にも、今なお多量の降下物がスポット状に残っている



これらが溶出してイネに吸収される恐れはないのか？

第二回放射能の農畜水産物等への影響についての研究報告会

～東日本大震災に関する政策・復興に係る農学生命科学研究科の取組み～
10月2日(土) 13:00～17:00

【プログラム】

- 開会挨拶 [録音]
- 農学 実学 東京大学大学院農学生命科学研究科長
- 農学生命科学研究科全体の取組について [録音] [動画]
- 中野 五子 (東京大学大学院農学生命科学研究科) 放射性物質(同位体)実証試験
- 農畜物に対する放射性物質の影響調査
野村 尚郎・二宮 浩章 (福島県農林水産部)
- 放射性セシウムのイネへの移行 [第2報] [録音] [動画] [資料]
- 根本 圭介 (東京大学大学院農学生命科学研究科) 放射性物質(同位体)実証試験
- 水田における土壌から稲への放射性セシウム移行のメカニズムについて [録音] [資料]
- 塩川 昌 (東京大学大学院農学生命科学研究科) 生物環境工学専攻・教授

詳細は農学部ホームページの動画で

山林と用水と水田を1つのシステムと捉えた放射性セシウムの循環・収支の解析が必要





9

規制値越え地域での稲の試験作付

- コメが規制値越え(>500ベクレル)をした地区の多くで、自治体による「試験作付」を実施。
- 「試験作付」はカリウムやゼオライトによるセシウム吸収の低減効果をみるのが主目的。
- 伊達市は低減対策の実証試験と並んで、東京大学・福島大学・東京農業大学等と連携し、**あるがままの水田生態系における稲のセシウム吸収を比較する試験**を実施している。

10



11



12



13

41筆60枚の水田の試験設計

低減資材は入れず通常の施肥管理

試験田の一角(二坪)を波板で囲って、**ケイ酸加里**を施肥

14

41筆60枚の水田の試験設計

一筆が複数枚に分かれている場合

ケイ酸加里

5筆

全面にケイ酸加里とゼオライトを施用(低減対策水田)

通常の施肥管理	55枚
二坪ケイ酸加里	39枚
低減対策水田	5枚

15

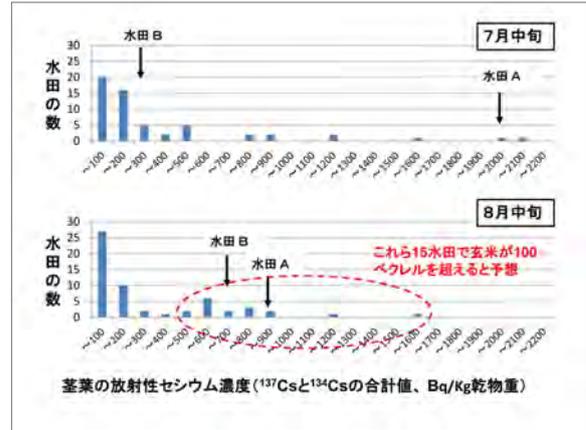
調査項目

- 土壌調査
 - 代かき前に採取
- イネ茎葉
 - 7月中旬
 - 8月中旬(出穂期)
- 玄米
- 用水

16

1 規制値越え玄米の出現状況と低減対策の効果

17



18

試験田(水田41筆60枚)における玄米のセシウム濃度

セシウム濃度 (¹³⁴ Cs+ ¹³⁷ Cs)	水田枚数		
	低減対策なし	2坪ケイ酸カリ区	低減対策水田
～50ベクレル	35	36	5
～100ベクレル	6	3	0
～150ベクレル	5	0	0
～200ベクレル	2	0	0
～250ベクレル	5	0	0
～300ベクレル	1	0	0
～350ベクレル	0	0	0
～400ベクレル	1	0	0
合計	55	39	5

14枚の水田で100ベクレル越え ← 8月に400越えした15枚の水田

19

試験田(水田41筆60枚)における玄米のセシウム濃度 施肥

セシウム濃度 (¹³⁴ Cs+ ¹³⁷ Cs)	水田枚数		
	低減対策なし	2坪ケイ酸カリ区	低減対策水田
～50ベクレル	35	36	5
～100ベクレル	6	3	0
～150ベクレル	5	0	0
～200ベクレル	2	0	0
～250ベクレル	5	0	0
～300ベクレル	1	0	0
～350ベクレル	0	0	0
～400ベクレル	1	0	0
合計	55	39	5

2坪のケイ酸カリ区では、100ベクレル越え玄米は皆無だっ

20

試験田(水田41筆60枚)における玄米のセシウム濃度

セシウム濃度 (¹³⁴ Cs+ ¹³⁷ Cs)	水田枚数		
	低減対策なし	2坪ケイ酸カリ区	低減対策水田
～50ベクレル	35	36	5
～100ベクレル	6	3	0
～150ベクレル	5	0	0
～200ベクレル	2	0	0
～250ベクレル	5	0	0
～300ベクレル	1	0	0
～350ベクレル	0	0	0
～400ベクレル	1	0	0
合計	55	39	5

低減対策水田(ケイ酸カリ・ゼオライト)でも100ベクレル越えは皆無

21

結果の重要ポイント ①

- 昨年、数百ベクレルの玄米が収穫された水田の多くが、今年は低減対策を施さなくても玄米100ベクレル以下となった。
- この事実から判断すると、小国地区における稲のセシウム吸収は、平均的な傾向としては確実に低下しつつあると見てよいだろう。

22

結果の重要ポイント ②

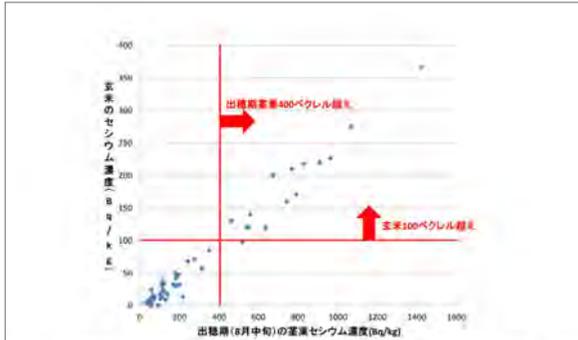
- 平均的には低下しているものの、低減対策をしないと4分の1の水田が100ベクレルを越えた。しかし、100ベクレルを越えた水田の分布は非常に偏っていた。
- それらの多くは、小国川の一部の支流に位置していた。逆に、小国川に沿った水田で50ベクレルを越えた水田は皆無であった。

23

結果の重要ポイント ③

- 8月に茎葉400ベクレルを越えていた水田(15水田)だけが、秋に玄米100ベクレルを越えた(14水田)。
- 出穂期における葉のセシウム濃度を測ることによって、秋に玄米が規制値を超えるかどうか予想できる。

24



8月中旬の茎葉の放射性セシウム濃度と玄米のセシウム濃度との関係(低減対策を行わなかった55水田のデータ)。

25

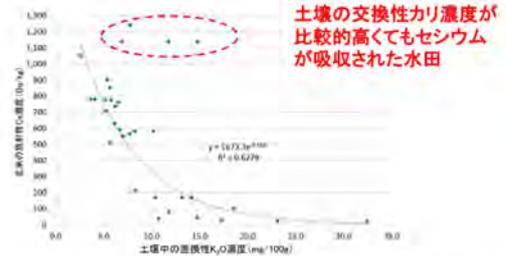
結果の重要ポイント ④

- ケイ酸カリ・ゼオライトによる低減対策水田(4筆5枚)および2坪ケイ酸カリ区(37筆39枚)についてみると、玄米が100ベクレルを越えた水田は皆無だった。
- 今回の試験田に関しては、**ケイ酸加里による低減効果は十分にあった**と見てよいだろう。

26

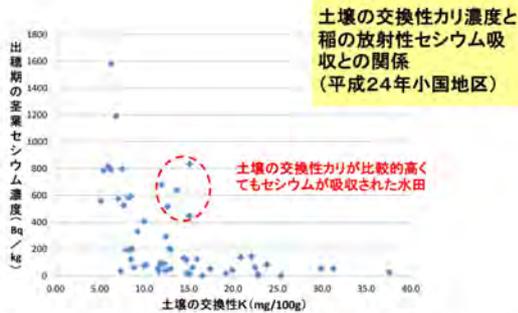
2 放射性セシウムの吸収要因の多様性

昨年からの未解決問題(渡利・大波)



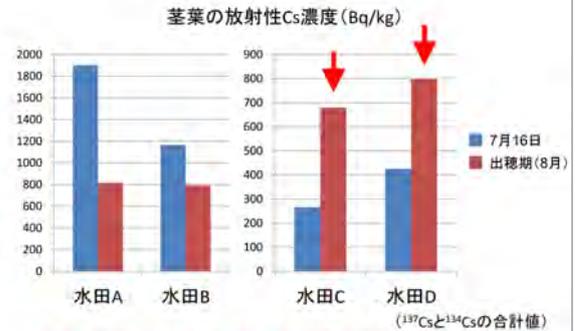
- 玄米のセシウム濃度と土壌の交換性カリウム濃度との関係には、「はずれ値」が見られる。

28



- 交換性カリとセシウム吸収の関係には、昨年の大波の場合と似たような「はずれ値」水田が存在する。

29



「はずれ値」水田の多くが、8月に吸収が伸びた水田(↓)

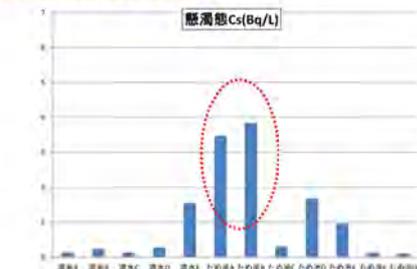
30

「はずれ値」水田の謎

- 多くの水田では7月の吸収量が8月の吸収量を上回っているのに対して、「はずれ値」水田では8月に吸収が顕著に伸びていた。
- 「はずれ値」水田のイネは、普通の水田とは異なる経路でセシウムを吸収しているのではないだろうか？

31

各水田の用水の調査



水の中の放射性セシウムには懸濁態と溶存態がある。玄米のセシウム濃度が高かった「はずれ値」水田の用水には懸濁態が多く含まれていた。

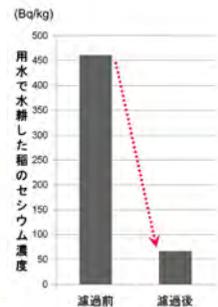
32

用水中の懸濁態セシウムが稲にとっての放射性セシウム給源となるか？



- 一般的には、懸濁態セシウムは粘土や有機物に保持・吸着されているので、溶存態セシウムに比べて吸収されにくいと考えられている。
- そのため、水耕栽培を行ったところ、**問題のため池の懸濁態セシウムは、イネによく吸収されることが分かった。**

33



濾過前 → 濾過後

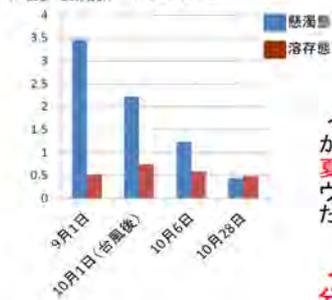
懸濁態 1.3 Bq/L 懸濁態 なし
 溶存態 0.4 Bq/L 溶存態 0.4 Bq/L

この用水の懸濁態セシウムは、水耕したイネに効率よく吸収される

34

用水のセシウムは季節変動する

ベクレル/リットル (134Csと137Csの合計) ため池A



イネへのセシウム移行が疑われる用水では、**夏に限って懸濁態セシウムの濃度が高かった。**

↓
イネの育つ時期にしか分からないことがある。

35

まとめ

- 小国地区での稲のセシウム吸収は、すでに述べたように平均的な傾向としては確実に低下しつつあると見られる。
- 規制値越え玄米の出現はきわめて局所的であり、それに関わる固有の吸収要因についても或る程度候補が絞られつつあるように思われる。

36

- 今回調査した水田は地区全体の水田の1割にも満たないことから、仮に来年、地区の全ての水田に今回と同様の低減対策を施したときに秋に規制値越えが皆無となることを100パーセント保証することは科学的には難しい。
- しかし、万が一こうした事態が生じたとしても、全袋調査で水田を特定し、その水田固有の吸収要因に合った個別の対策をピンポイントで講じることによりセシウム吸収を押しさえ込んでいくことは、技術的には十分に可能であ

37

調査・分析

東京大学

根本(圃場調査・試料分析)
 阿部(圃場調査・試料分析)
 山岸(試験区設計・生育調査)
 野川(圃場調査・用水分析)
 大手(水文測定)
 田野井(放射線測定)

大山・登・関口(試料分析・データ処理)

福島大学

石井(圃場調査)
 東京農業大学
 後藤(土壌分析)

事務局

福島大学 小山・小松

38

5-6 飯舘村の水田における農業土木的土壤除染法の試み

溝口 勝

2012.12.8
第5回放射能の農畜水産物等への影響についての研究報告会
@東大安田講堂

飯舘村の水田における農業土木的土壤除染法の試み

東京大学
大学院農学生命科学研究科
農学国際専攻教授
溝口 勝

1

農林水産省
農地除染対策の技術書概要
【調査・設計編、施工編】
平成24年8月

表土削り取り

水による土壤攪拌・除去

反転耕

2

行先はどこ？
汚染土のいったフレコンバック(2012年6月24日)

3

中山間地の水田の除染をどうするか？

イノシシの害
(2012年4月14日)

雑草の処理
(2011年9月4日)

4

この報告の位置づけ

「ふくしま再生の会」の活動を農学生命科学科の溝口が報告する

5

「ふくしま再生の会」のミーティング」

東京大学「福島復興農業工学会議」(2011.9.4)

6

板状の塊のままで剥ぎ取られた厚さ5cmの凍土 (2012年1月8日)

地表面からの放射線量(コリメータ付)が1.28μSv/hから0.16μSv/hに低下

7

汚染土壤の埋設試験(2012.1.14)

深さ (cm)	汚染土 (μSv/h)	表土 (μSv/h)
0	1.28	0.16
10	0.8	0.16
20	0.4	0.16
30	0.2	0.16
40	0.1	0.16
50	0.05	0.16
60	0.02	0.16
70	0.01	0.16

宮崎 龍 (東京大学)

8

放射性セシウムは粘土に固定される

- 粘土粒子と一体化して考える
- 粘土の移動に注意する
- 粘土の除去を考える

Shiozawa, et al (2011)

9

1. 素掘り排水溝周辺土壤中の放射性セシウム
2. 水田湛水による放射線遮蔽効果

10

1. 素掘り排水溝周辺土壤中の放射性セシウムの移動

ふくしま再生の会

11

田車による除染実験(2012年4月)

12

田車代かき掃出し法の効果

ふくしま再生の会 <http://www.fukushima-saisei.jp/>

13

14

土壤中の放射性セシウム濃度

15

土の濾過機能

泥水は砂の層を通るだけで透明になって出てくる。放射性セシウムのほとんどは粘土粒子に強く吸着(固定)されているので、セシウムだけが水中に溶け出すことはない。農地の下の土はこの実験の砂の層よりも厚い上に、砂よりも細かい粒子で構成されていることが多いので、放射性セシウムを固定した粘土はそれらの粒子の間に次々に捕捉される。

16

これらの結果から言えること

- 汚染土は素掘りの穴に埋めれば良い



汚染土の埋設試験(2012.1.14)

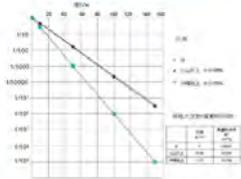
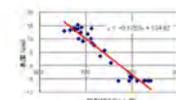


図 13 砂土と汚染土の放射線量と埋設深度の関係 (単位: μSv/h)

17

2. 水田湛水による放射線遮蔽効果

農業工学復興会議



18

水の低角度遮蔽効果

東京大学 久保成勝



- 道路・民家へ達する放射線は、水田から低角度で放射される
- 水深が浅くとも、土壌表面から水面までの距離は、低角度の場合には長くなる
- 大きな遮蔽効果が期待できる

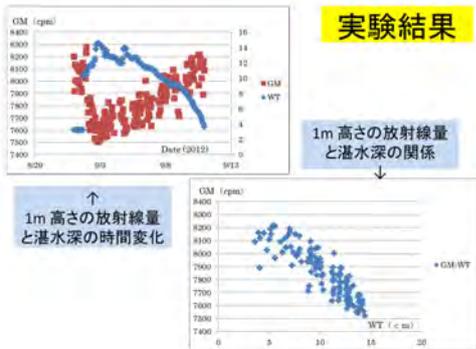
19

実験方法



20

実験結果

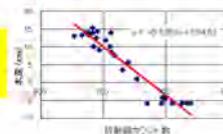


21

この結果から言えること

- 水田に水を貯めておくだけで放射線減衰効果がある
- イネがセシウムを吸収しないことさえ証明できれば、普通に水田稲作すれば良い
- 雑草や野生動物対策になる

素晴らしい技術！
何も新しいけど・・・



22

まとめ—農地除染

- 農学研究者に突き付けられた最大の課題
 - 広大な農地が相手
 - まずは現場を見ることが大切
- 農学的発想
 - 農家の知恵の中にヒントがある
 - 自然の力の利用
 - 低コスト
- 農家が自分自身工夫できることが大切
 - 土と水に関する基本法則
 - 土地や自然条件にマッチした方法

農業土木的な方法

23

(おまけ) 活動は現在進行中！



2012.12.1

24

ままでい工法

- 農水省が推奨する除染工法
 - ①表土剥ぎ取り、②代かき、③反転耕
- ままでい工法
 - 農地に穴を掘り、剥ぎ取った汚染表土を埋設
 - 表土剥ぎ取りと反転耕の組み合わせ工法
 - 反転耕より丁寧に上下の土を入れ替える

「ままでい(真手い)」=飯館村の方で「手間ひまを惜しまず」、「丁寧に」、「時間をかけて」、「心を込めて」という意味

25

ままでい工法 (2012.11.26)

汚染土
 非汚染土
 ↑ ユンボ移動方向
 ↻ 土の移動方向

26

ままでい工法(実践)




汚染土の埋設
よいとまけ(土の締固め)

2012.12.1

27

暗渠の埋設



28

ままでいモニタリング



埋設溝モニタリングのセンサー配置図(2012.12.1)

29

謝辞

- 飯館村農業委員会
- ふくしま再生の会
- 東京大学「福島復興農業工学会議」
- 明治大学震災復興支援・防災研究プロジェクト
- 東京大学 救援・復興支援室
- 東京大学大学院農学生命科学研究科
- サークル「ままでい」(教職員サークル)

老若男女、地域・組織を越えて「協働」

30

5-7 放射能の生物濃縮：Ag-110mを中心に

森 敏

東電福島第一原発暴発による気圏・水圏への放射能の放出拡散で、目の見えないところで進行している事態は野外生態系での食物連鎖を通じた放射能の生物濃縮です（図1）。

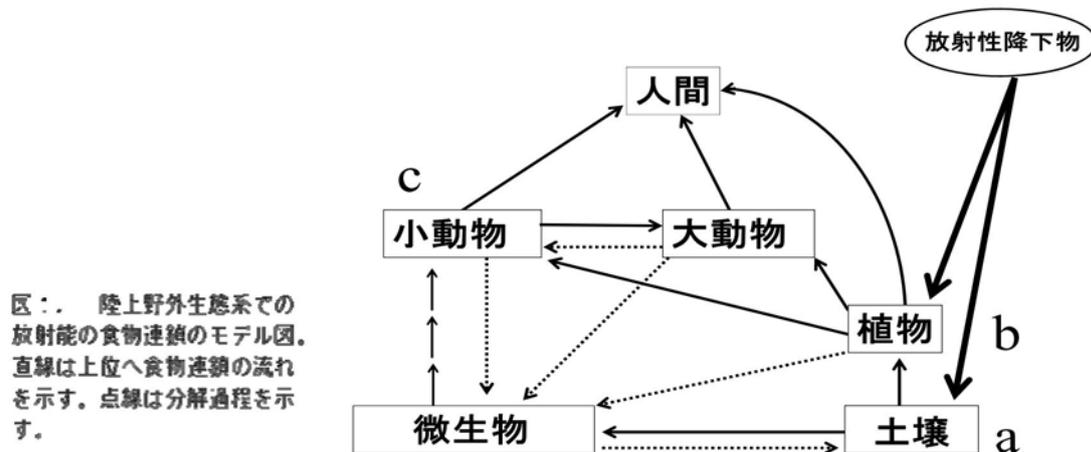


図1で土壌(a)から植物(b)への放射能の移行は直接根を經由して移行するので、衆知のごとく「移行係数」と呼ばれています。一方、各国の研究者は、土壌(a)から小動物(c)への放射能の移行率を「濃縮係数」と定義しています。aからcへの放射能の生物濃縮過程は単純ではなく、複数の未知の媒介生物を介して行われており、大半がブラックボックスです。われわれは、2011年6月から放射能汚染現地で多くの種類の植物ばかりでなく小動物も採取し始め、広大な汚染現地で一体何が起きているのかを調査しています。10月に台風が来る前の日に偶然採取したジョロウグモから、ゲルマニウム半導体で未知の放射能ピークを検出し、それが原子炉制御棒被覆管由来の銀の異核同位体Ag-110mであることを同定しました(<http://moribin.blog114.fc2.com/blog-entry-1306.html>)。その後の調査により、小動物の種類によってAg-110mはCs-134やCs-137よりもはるかに「濃縮係数」が高いことを明らかにしました。つまり銀は環境中での生物間循環速度が速いのです。一方、小動物のCsの「濃縮係数」は植物の「移行係数」よりも一桁以上高くなっています。つまり、食物連鎖に順って放射性Csや放射性Agが生物濃縮し始めていることは明白です。生体の必須元素でないにもかかわらず、ある種の生物では、CsはK(カリウム)のかわりに、Ag-110mはCu(銅)のかわりに、生体に取り込まれて、活発に代謝されている実像が明らかになってきました。参考文献：森敏ら 放射性セシウム汚染の現象学(1)。森敏ら 小動物による(Cs-137)の生物濃縮について。森敏ら 小動物による銀(Ag-110m)の生物濃縮について。中西啓仁ら マツ・スギ・ヒノキのセシウム汚染の現象学。(以上は土壤肥料学会講演要旨集 第58集 2012.9.4.所収) Mori S et al, Radioactive cesium flow in *Rhus vernifera*. *Soil Science and Plant Nutrition*. in press(2013).

第6回

2013.4.20

開会の辞

古谷 研

6-1 農学生命科学研究科全体の取組みについて

中西 友子 127

6-2 農産物の放射性物質対策について

安岡 澄人 130

6-3 原子力災害に伴う食と農の「風評」問題対策と検査態勢の体系化

小山 良太 137

6-4 福島県白河周辺で約1年半飼育された羊における放射性セシウムレベル

真鍋 昇 141

6-5 土壌中の放射性セシウムの振る舞いについて

西村 拓 143

6-6 野生キノコの放射性セシウム汚染状況2年目の変化—演習林の例から

山田 利博 147

閉会の辞

中西 友子

6-1 農学生命科学研究科全体の取組みについて

中西 友子

第6回 放射能の農畜水産物等への影響についての研究報告会

— 研究科・附属施設全体を通じた取り組み —

中西友子

東京大学農学部における震災復興支援への取組み

東京大学 災害対策本部
東日本大震災に関する教授・復興支援室

福島県農業総合センター

農学生命科学研究科

(1) 高放射能の農畜水産物産産

① 作物・穀物
② 家畜・畜産
③ 土壌
④ 魚介類、海水
⑤ 放射線測定
⑥ 科学コミュニケーション他

合計40-50人の教員

心用生命化学・工学
生産・環境生物
獣医学
応用動物科学
森林化学
生物環境工学
生物材料科学
水圏生物学

エネ調和農業機構 (圃場)
水産実験所
食の安全センター
放射性同位元素施設

(2) 被災地農業回復についての研究開発

① 作物生産・土壌学 ② バイオマス生産



2011年11月19日(1回目) 2012年2月18日(2回目)

放射能の影響についての研究報告会

東京大学農学部における震災復興支援への取組み

農学生命科学研究科の取組み

福島から

イネ

土壌

畜産業

魚類

果樹

低濃度汚染

鳥

キノコ

2012年5月26日(3回目) 2012年9月8日(4回目)

放射能の影響についての研究報告会

東京大学農学部における震災復興支援への取組み

農学生命科学研究科の取組み

福島から(イネのセシウム吸収低減)

エネルギー作物

イネの品種間差

除染の試み

原種のブタ

果樹

サイエンスコミュニケーション

福島から(モニタリング)

森林・河川

魚類

除染の試み

イネ実験

2012年12月8日(5回目) 2013年4月20日(6回目)

放射能の影響についての研究報告会

東京大学農学部における震災復興支援への取組み

農学生命科学研究科の取組み

果樹

家畜飼育

漁業

イネ

除染の試み

生物濃縮

農水省

福島大学

羊

土壌

キノコ

土壌

作物

樹木

《降ってきた放射性物質の特徴》

スポット状・表面にくっつく

時間と共にほとんど動かない

~半年後

50 60 70 80 [%]

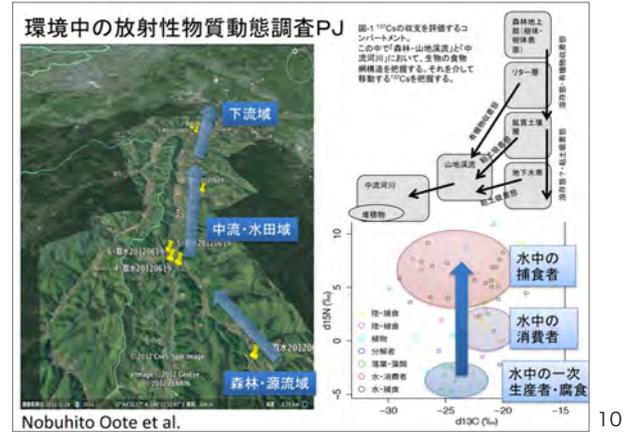
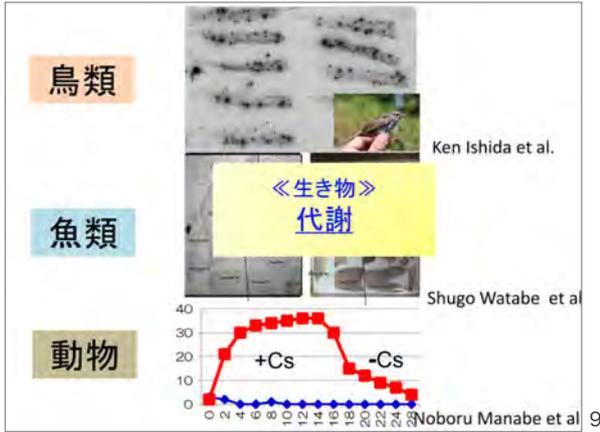
Cs-134

Cs-137

1,000,000

1,500,000

Daisuke Takata et al.



2013年4月出版
ダウンロードは無料(50ユーロ/冊)

[内容] はじめに(長澤)、緒言(中西)

1章 農学部の取り組み(中西)
2章 コムギなどイメージング(田野井)
3章 イネ栽培(根本)
4章 イネ品種間差(藤原)
5章 イネのCs吸収実験(小林)
6章 土壌(塩沢)
7章 低レベル汚染(大下)
8章 福島農産物のモニタリング(二瓶)
9章 動物(真鍋)
10章 魚肉加工過程(渡部)
11章 魚のCs排出(金子)
12章 鳥類(石田)
13章 土壌の除染(溝口)
14章 果樹(高田)
15章 キノコ(山田)
16章 環境中のCs動態(大手)
17章 サイエンスコミュニケーション(細野)

Agricultural Implications of the Fukushima Nuclear Accident

Springer

(敬称略、以後も)



アグリコクーン:「農における放射線影響フォーラムグループ(FG6)」
「農業環境」と「食の安全」を対象とした放射線の実践教育プログラム

《教育》

1. 講義
・学部講義 夏学期月曜6限「農業環境の放射線影響」
・大学院講義 夏学期月曜6限「農業環境における放射線影響ゼミナール」
・大学院講義 夏学期集中(現地実習)「森林環境における放射線影響」

2. 実習
[学部生実習]
・国際開発農学専修3年生・牧場実習(牧場)
・獣医学専修4年生・応用動物科学(栄養学・飼養学)実習(牧場)
・駒場生向け・全学体験ゼミナール実習 & 全学自由研究ゼミナール(牧場)
・動物生命システム科学専修・牧場実習(牧場)
・農場実習(生態調和農学機構)

[大学院 現地集中型実習]
・森林環境における野生動物の放射能汚染実態実習 研究実績

《教育実績の教材化》
・放射能汚染の研究報告会での講演内容のわかりやすい資料化
・放射能汚染関連研究の論文のとりまとめ、本としての出版(一部実施済み)
・実習の方法などのDVD化
・汚染実態や放射性セシウム動態に関する解説書(DVD)

これからも継続的に調査研究と教育とを続けていこうと思っております。

おわり

6-2 農産物の放射性物質対策について

安岡 澄人

農業における放射性物質対策

～放射性セシウム濃度の高い米が発生する要因を中心に～

平成25年4月20日
農林水産省 生産局
安岡 澄人

構成

- 農林水産省の対応
- 各品目の対応
 - 各品目の放射性物質調査結果及び生産現場における取組
 - 野菜、果実、茶等の農産物
 - 米
 - 大豆、そば

農林水産省の対応

- 国民に安全な食品を安定的に供給することが基本
- 関係都県や厚生労働省等と連携

農産物の放射性物質対策

```

    graph TD
        A[要因解析  
対策検討] --> B[放射性物質の移行低減対策]
        A --> C[放射性物質の検査]
        B --> C
        C -- 超過が確認された場合 --> D[出荷制限]
        C -.-> E[作付制限]
    
```

放射性物質の移行低減対策

- 吸収抑制対策
- 果樹・茶等の低減対策
- 資材・飼料などの管理
- 農地の除染 など

農産物の汚染経路

- 降下した放射性物質による直接汚染
- 農地に降下した放射性物質の根からの吸収

事故直後 樹木に付着した放射性物質が果実や新芽に転流 事故後の作付け等

各品目の対応

(1) 野菜、果実、茶等の農産物

放射性物質の低減対策

果樹の粗皮削り等

樹体に付着した放射性セシウムを、樹体表面の粗皮削り、高圧水による樹体洗浄等により低減。

部位	放射線量 (µSv/hr)
上部	4.2
側部	0.6
下部	1.3

削り後: 0.2, 0.1, 0

茶の剪定

葉や樹体に付着し、茶葉に移行する放射性セシウムを、剪定・整枝により低減。

農地の除染

表土の削り取り

農地土壌を薄く削り取り、土壌表層に蓄積している放射性物質を除去

(H23年度、飯館村)
土壌中の放射性セシウム濃度
除染前: 10,370 Bq/kg
除染後: 2,599 Bq/kg (75%低減)
空間線量率(地表面)の推移
除染前: 7.1µ Sv/hr
除染直後: 3.4µ Sv/hr (52%低減)
稲收穫後: 1.9µ Sv/hr
<参考>隣接未除染圃場 5.7µ Sv/hr

表層土壌と下層土の反転

表層土と下層土を反転することで、作物が吸収する層の放射性物質濃度を低減

農地土壌・資材に関する取組

肥料等の対策

- 農地土壌の汚染を招かないようにするため、肥料、土壌改良資材、培土等の資材の暫定許容値(400 Bq/kg)を設定(※)。
- 各自治体が調査を行い、許容値を超過するものについては利用の自粛等を実施。

※堆肥等を長期間施用しても、原発事故前の農地土壌の放射性セシウム濃度の範囲に収まるよう設定。したがって、食品の新たな基準値の設定にともなう見直しは不要

9

収穫後の放射性物質検査

- 検査等のガイドラインを踏まえ各都道府県で検査を実施
- 過去の検査結果等を踏まえ、放射性セシウム濃度の検出レベルの高い品目・地域について重点的に検査
 - 検査のガイドライン(検査計画、出荷制限等の品目・区域の設定・解除の考え方)
 - 検査結果や知見の集積を踏まえて、より適確な検査が行われるよう見直し(平成23年4月4日の制定以来4回見直し)
 - これまでの検査点数:約42万点(この他米の全袋検査1,031万点など)
- 過去の検査結果等を分析し、基準値を超える可能性が考えられる品目、地域について、特に綿密な検査を実施

10

野菜の検査結果

- 23年度は、事故直後に、放射性物質が生育中の野菜に降下・付着したことから、春先に100 Bq/kg超がみられた。
- 24年度は、100 Bq/kg超はごくわずか。



11

果実の検査結果

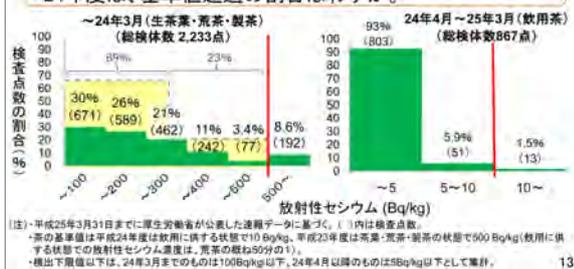
- 23年度、事故直後に樹体に降下・付着した放射性セシウムの影響から、100 Bq/kg超が1割弱みられた。
- 24年度は、100 Bq/kg超の割合はごくわずか。



12

茶の検査結果

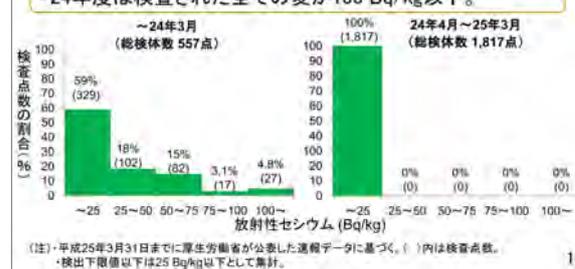
- 23年度は、事故直後に葉や枝に降下・付着した放射性物質の影響から、暫定規制値超過が1割弱みられた。
- 24年度は、基準値超過の割合はわずか。



13

麦の検査結果

- 事故直後は、生育中の麦に放射性物質が降下・付着したことから100 Bq/kg超が約5%みられた。
- 24年度は検査された全ての麦が100 Bq/kg以下。



14

各品目の対応 (2) 米

15

23年産米での対応

暫定規制値を超過した放射性セシウムが検出されたことを受けた取組

農林水産省は、福島県と連携して実態把握と要因解析を実施。

- 本調査で玄米において放射性セシウムが検出された地域、特定避難勧奨地点が存在する地域などの米を緊急調査
- 暫定規制値を超えた米の生産ほ場等における土壌中の放射性セシウム濃度、土壌の性質、用水、周辺の森林状況等を詳細に調査

16

平成23年産米の緊急調査結果概要

- 29市151旧市町村(23,247戸、32,755点)での調査の結果、97.5%(22,664戸)が100Bq/kg以下
- 暫定規制値を超える放射性セシウムを含む米は特定避難勧奨地点の付近等に限定的

	経営体数	作付面積 (ha)	1経営体当たり作付面積 (ha)	生産量 (トン)
全国	1,347,000	1,576,000	1.2	8,400,000
福島県	66,000	64,000	1.0	350,000
暫定規制値超の米を生産した農家 (対象:23,247戸中)	38	14	0.37	54

17

暫定規制値を超過した放射性セシウムを含む米が生産された要因の解析(中間報告(1))

- 玄米中の放射性セシウム濃度が高い値がみられた水田では、土壌中のカリウム濃度が低い傾向が見られた。
- 土壌中のカリウムは、セシウムと化学的に似た性質を有しており、作物のセシウム吸収を抑える働きがある。

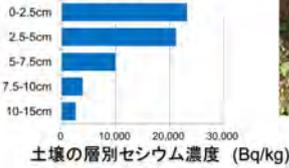


18

暫定規制値を超過した放射性セシウムを含む米が生産された要因の解析(中間報告(2))

- 耕うんが浅い場合、土壌表層に放射性セシウムと根張りが集中するため、放射性セシウムを吸収しやすくなると考えられる。
- 作土層の薄い圃場では、深耕等により放射性セシウムを土壌中で希釈、作土層を拡大して根張りを改善することが重要。

H23年産において高い値が検出された土壌の放射性セシウムの鉛直分布



稲株を抜いたところ (10 cm径)

19

放射性セシウム濃度の高い米が発生する要因とその対策について

～要因解析調査と試験栽培等の結果の取りまとめ～

平成25年1月
福島県
農林水産省

20

全袋検査

23年産米の検査結果に応じて、濃密に検査を実施。福島県では、事前出荷制限区域のほか、県全体で全袋検査(3月末時点で約1,030万袋)を実施。



21

24年産米の検査結果(3月31日現在)

24年産の100 Bq/kg超過はごくわずか。

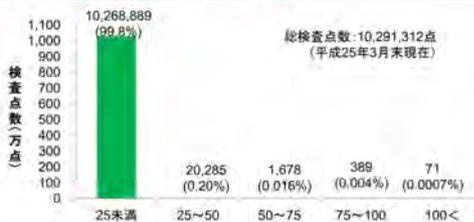
	検査点数	基準値超過	超過割合(%)
全袋検査分 (福島県及び宮城県の一部)	1,031万	84	0.0008
抽出検査分 (福島県を除く16都県分)	9,213	0	(超過なし)

平成25年3月31日までに厚生労働省及び自治体が公表したデータに基づき集計。

22

福島県における24年産米の全袋検査結果

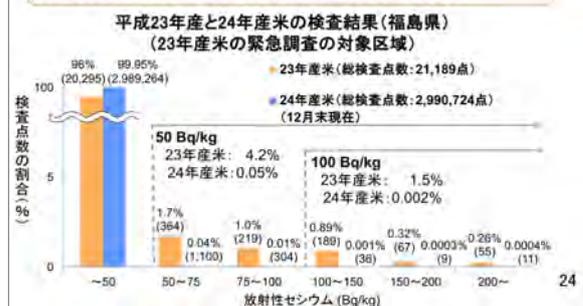
24年産の福島県の米の全袋検査の結果、約1,030万袋検査を行った中で、基準値を超過した放射性セシウムを含む玄米は71袋(超過率0.0007%)に止まった。



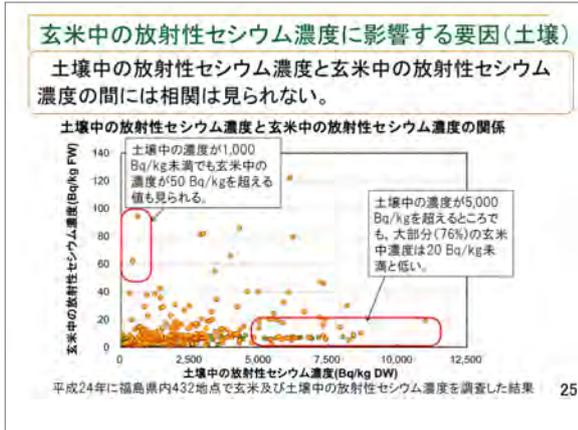
23

23年度と24年産米の検査結果(福島県産米)

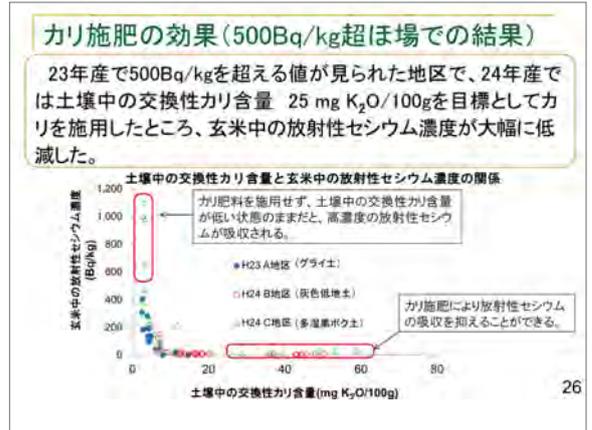
23年産と比較すると100 Bq/kg超過割合は減少。



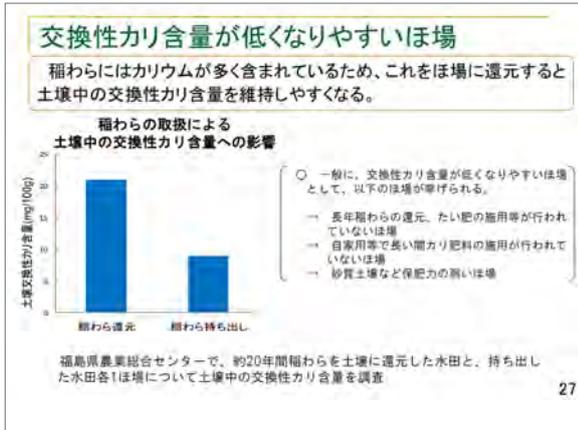
24



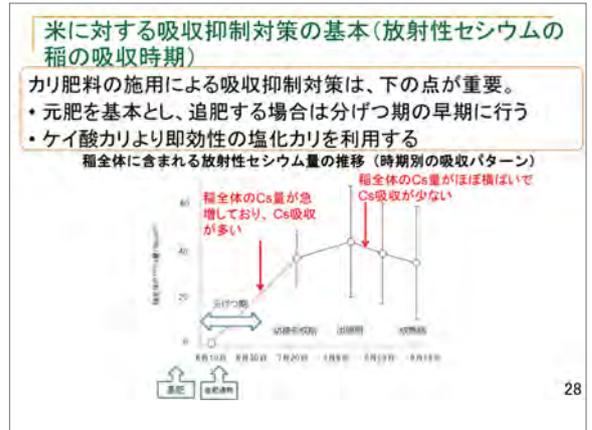
25



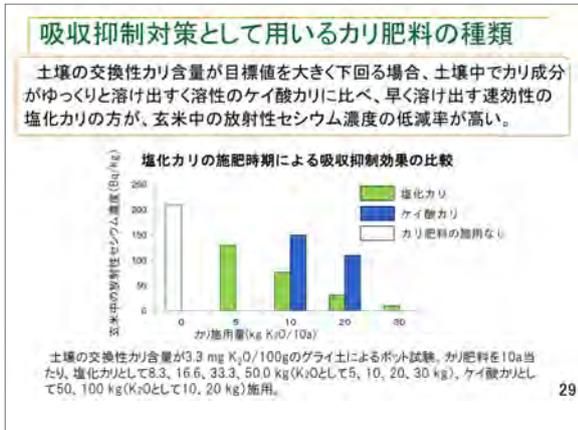
26



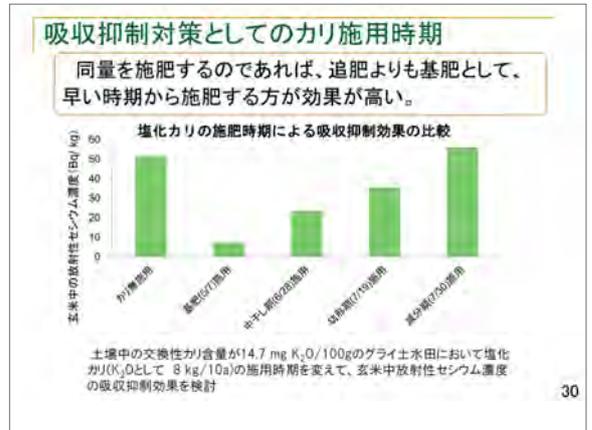
27



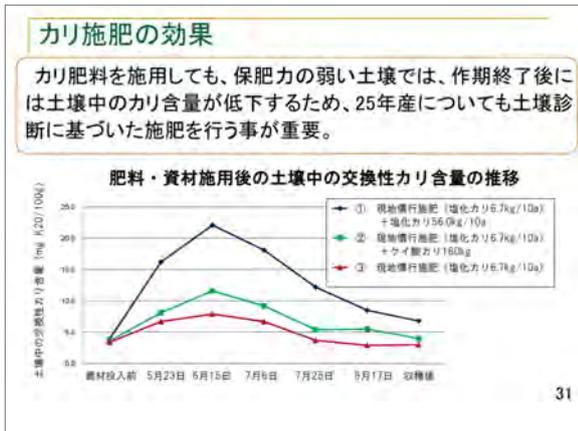
28



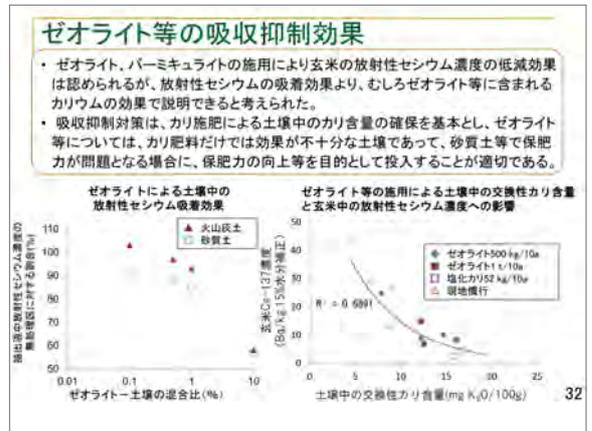
29



30

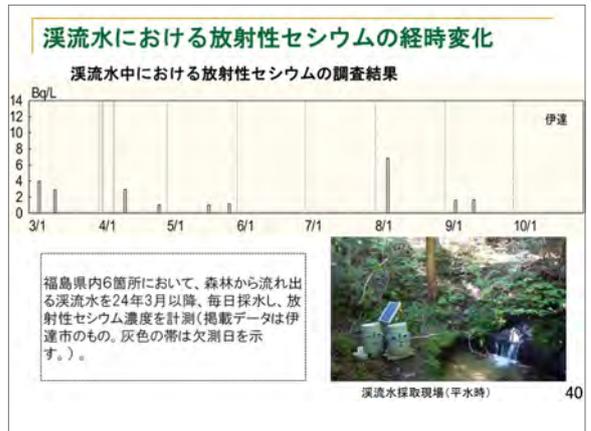
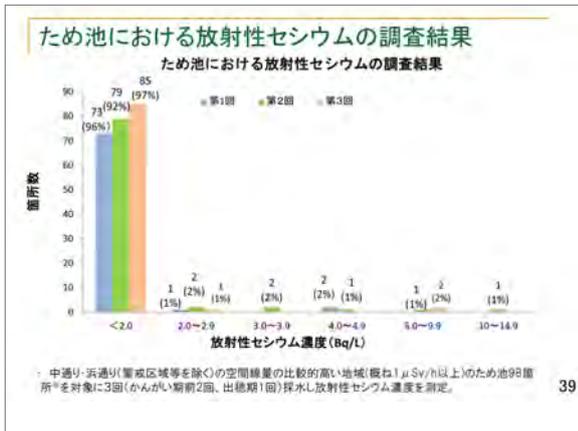
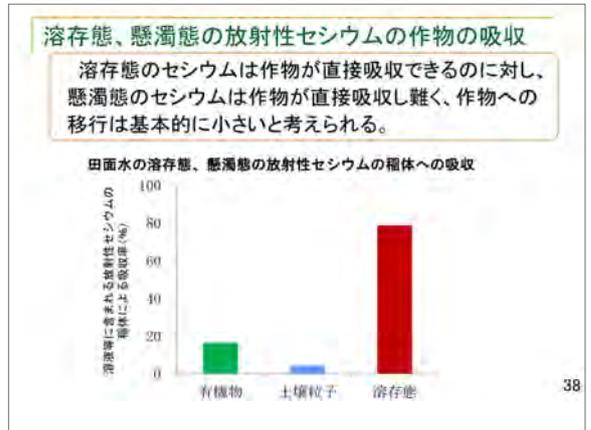
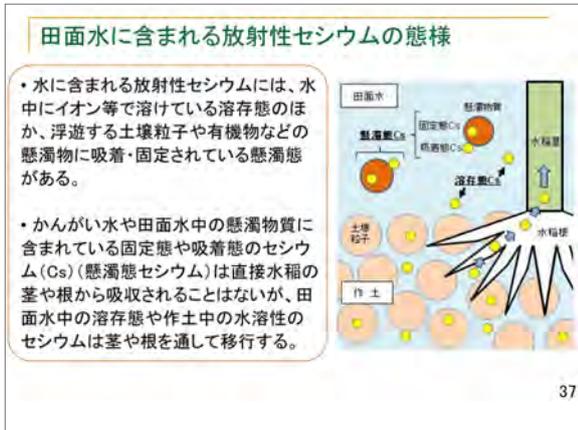
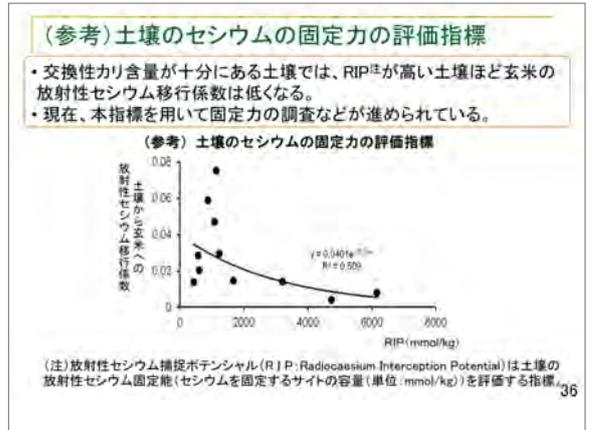
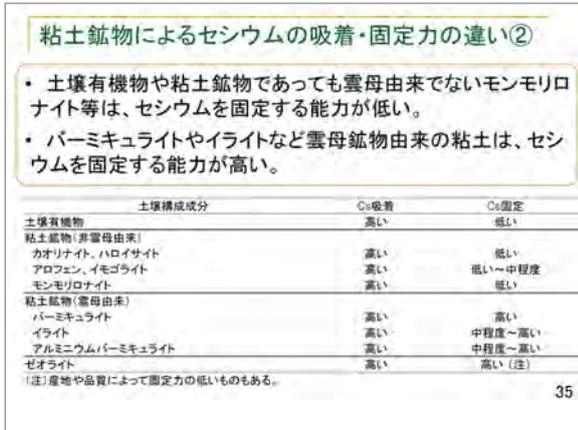
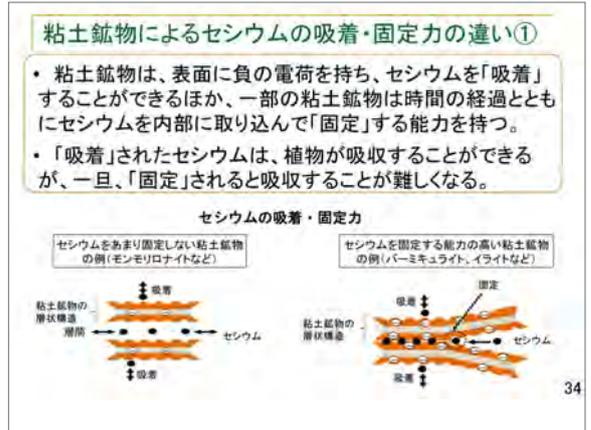
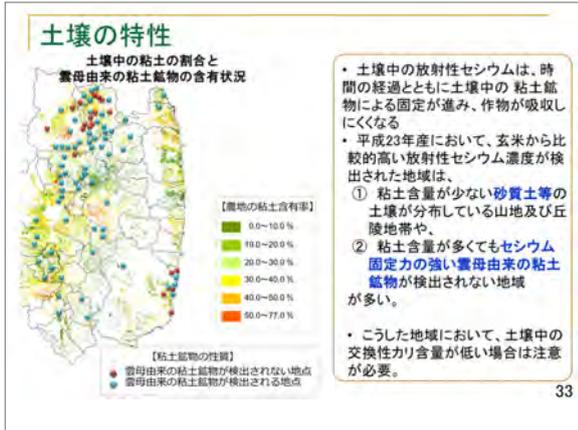


31



32

01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12



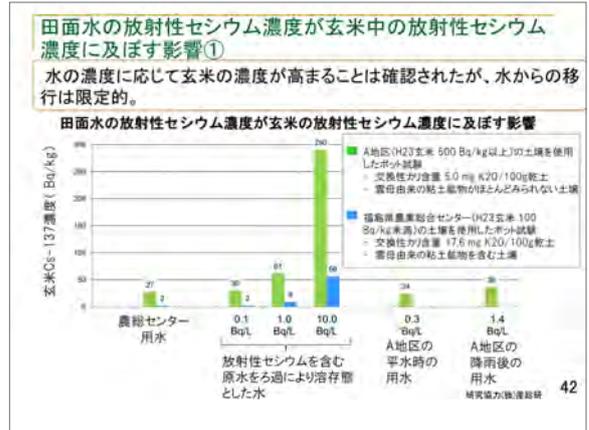
田面水における調査結果

水田内で採取した水における放射性セシウムの調査結果（かんがい水・表面排水の濃度）
単位: $^{134}\text{Cs} + ^{137}\text{Cs}$ (Bq/L)

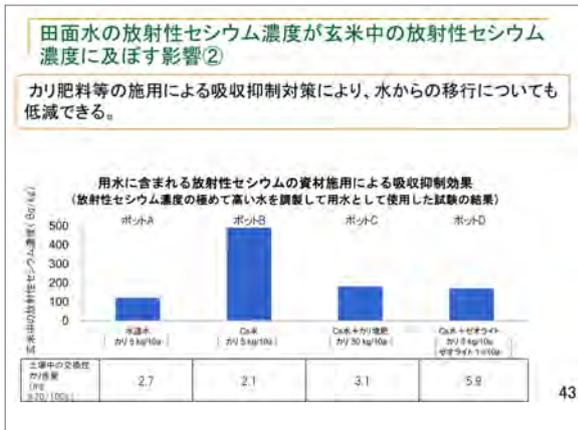
時期	調査	調査日時								実測
		8月14～21日		8月22日		8月23～4日		8月4～11日		
		かんがい水 (排水直前)	表面排水 (排水直前)	かんがい水 (排水直前)	表面排水 (排水直前)	かんがい水 (排水直前)	表面排水 (排水直前)	かんがい水 (排水直前)	表面排水 (排水直前)	
稲葉裏+ 溜り槽	A	1.1	3.5	0.7	<0.2	4.7	0.5	8.8	4.0	7.8
	B	1.0	0.7	1.2	<0.2	2.0	<0.2	8.6	1.6	2.7
	C	0.4	<0.2	0.5	<0.2	0.9	0.2	8.0	1.6	<0.5
	D	0.3	<0.2	0.3	<0.2	0.6	0.3	3.7	16.1	<0.6
	E	0.2	<0.2	0.2	<0.2	1.0	0.5	1.1	0.5	62.1
	F	4.6	0.2	0.7	0.2	1.4	0.7	28.1	23.0	24.0
溜り槽	A	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	
	B	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	
	C	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	
	D	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	
	E	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	
	F	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	

■ 10 Bq/L超 ■ 1～10 Bq/L ■ 検出下限値(0.2 Bq/L)未満

41



42



43

玄米中の放射性セシウム濃度が高まる要因(交差汚染)①

- 高い放射性セシウム濃度が検出された原因が汚染された籾すり機の利用や汚染物の混入の場合も見られた。
- 収穫作業時の機器の清掃等も重要。

交差汚染の事例

地域	発生状況(11月14日現在)	要因
A地区	洗浄前 220 Bq/kg(参考値) ↓ 洗浄後 25 Bq/kg(確定値)	当該生産者は、高放射事故当時、警戒区域にあった籾すり機を持ち出して清掃せずに使用していた。 玄米を洗浄して測定した結果、放射性物質濃度が大幅に低下したことから、籾すり機の交差汚染と考えられる。
B地区	洗浄前 11.8 Bq/kg(参考値) ↓ 洗浄後 3.8 Bq/kg(確定値)	当該生産者は、昨年使用しなかった籾すり機、乾燥機等を使用していた。 玄米を洗浄して測定した結果、放射性物質濃度が大幅に低下したことから、これら機器による交差汚染と考えられる。

44

24年度で基準を超過した米が生産された要因の解析

24年度で基準を超過した米が生産されたほ場では、いずれも土壌の交換性カリ含量が10 mg K₂O/100gを下回っていた。

100 Bq/kg超の米が検出されたほ場等の調査結果(平成25年1月23日現在)

No	調査数(ほ場)	最大値(Bq/kg)	土壌放射性セシウム(Bq/kg)	土壌交換性カリ(mg K ₂ O/100g)	カリ施肥量(Kg/10a)	土壌厚(cm/10a)	稲から発生状況	用水	
1	220	1	140	分析中	分析中	0.0	-	検出なし	ため池
2	187	1	140	2.597	4.4	0.9	0.0	検出なし	ため池
3	7	1	120	2.703	3.8	3.2	-	検出なし	河川
4	6	8	281	1.926	0.7	10.0	-	検出なし	河川
5	3	2	260	分析中	分析中	0.0	-	検出なし	実水
6	11	1	109	1.279~1.618	0.3~0.7	14.8	290	検出なし	ため池、実水
7	13	0	199	1.909~2.427	0.3~0.7	5.2	-	検出なし	河川
8	22	2	163	0.338	7.6	14.8	290	検出なし	実水
9	4	1	144	分析中	分析中	0.6	-	検出なし	河川
10	31	4	128	分析中	分析中	7.2	80	検出なし	ため池
11	1	1	228	2.897	0.0	0.5	130	検出なし	実水
12	43	12	230	分析中	分析中	13.3	200	検出なし	河川
13	2	1	114	分析中	分析中	-	-	検出なし	河川

45

24年度で基準を超過した米が生産された要因の解析

各ほ場とも、稲わらをほ場から持ち出しており、これにより土壌中の交換性カリ含量が低かったものと考えられる。

100 Bq/kg超の米が検出されたほ場と近隣の未検出ほ場との比較

ほ場	玄米の区分	土壌放射性セシウム(Bq/kg)	土壌交換性カリ(mg K ₂ O/100g)	カリ施肥量(Kg/10a)	稲わら還元状況	用水
A	ア 基準値超え	1,826	6.2	6.0	持ち出し	河川
	イ 未検出	1,892	29.3	6.0	全量還元	河川
	ウ 未検出	2,234	28.7	6.0	全量還元	河川
B	ア 基準値超え	2,783	5.6	3.2	持ち出し	河川
	イ 未検出	2,088	27.6	6.4	全量還元	河川
	ウ 未検出	1,541	17.8	6.4	全量還元	河川

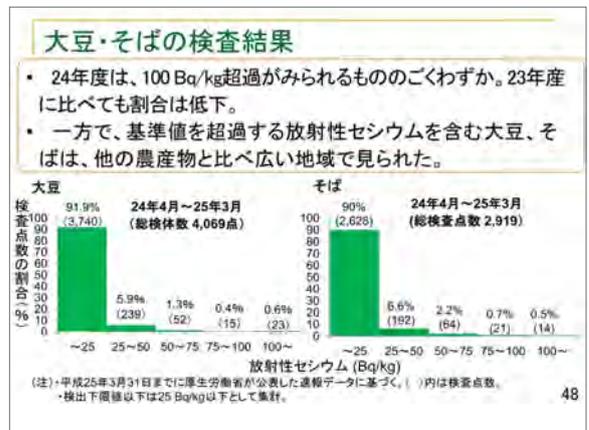
46

放射性セシウム濃度が高くなる要因とその対策について 大豆・そば (中間取りまとめ)

～現地調査と試験研究等の結果～

平成25年3月
農林水産省
(独)農業・食品産業技術総合研究機構
(独)農業環境技術研究所
福島県農業総合センター

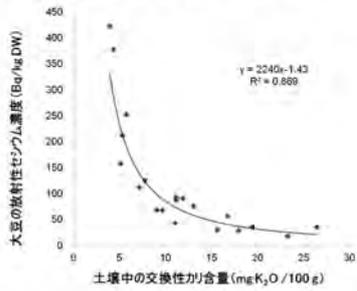
47



48

土壤中の交換性カリ含量の影響(大豆)

土壤中の交換性カリ含量(栽培後)と大豆の放射性セシウム濃度の関係

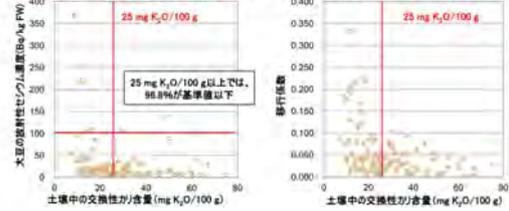


49

吸収抑制対策としてのカリ施用(大豆)

- 交換性カリ含量が低い圃場では、25 mg K₂O/100 g になるように土壤改良し、地域の施肥基準に応じた施肥を行うことを基本とする。
- 放射性セシウムの高い大豆が生産される可能性のある地域では、50 mg K₂O/100 g を目標とした土壤改良を行う。

土壤中の交換性カリ含量(栽培後)と大豆の放射性セシウム濃度・移行係数の関係



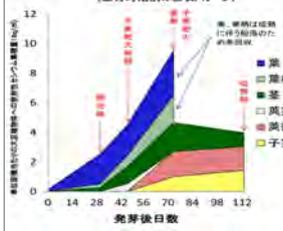
50

吸収抑制対策としてのカリ施用時期(大豆)

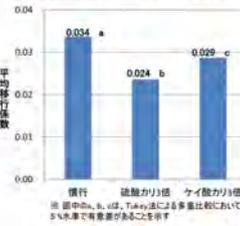
カリ肥料の施用による吸収抑制対策は、下の点が重要。

- 元肥を基本とし、生育初期から交換性カリ含量を高める
- ケイ酸カリより即効性の硫酸カリ、塩化カリを利用する

大豆の植物体に含まれる放射性セシウム量の推移 (生育時期別の吸収/ターン)



硫酸カリとケイ酸カリの吸収抑制効果の比較

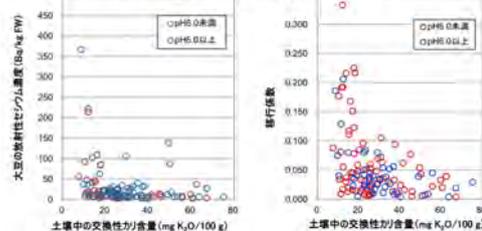


51

土壤のpHによる影響(大豆)

pHが6.0以下の土壌については、pHを6.0~6.5に矯正しておけば、大豆の生育のみならず、放射性セシウムの吸収抑制にもある程度の効果があると考えられる。

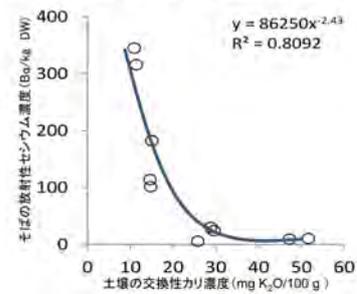
土壤のpHと大豆の放射性セシウム濃度との関係



52

土壤中の交換性カリ含量の影響(そば)

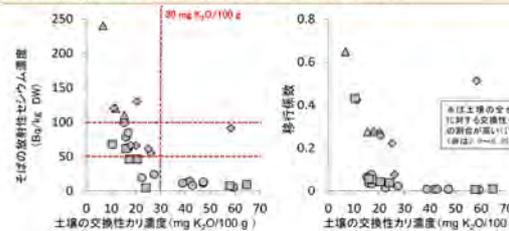
ポット試験における土壤中の交換性カリ含量(栽培後)とそば子実の放射性セシウム濃度の関係



53

吸収抑制対策としてのカリ施用(そば)

- 交換性カリウム含量が30 mg K₂O/100 g になるように土壤改良し、地域の施肥基準に応じた施肥を行うことを基本とする。
- 放射性セシウムの高いそばが生産される可能性のある地域では、50 mg K₂O/100 g を上限とした土壤改良を行う。



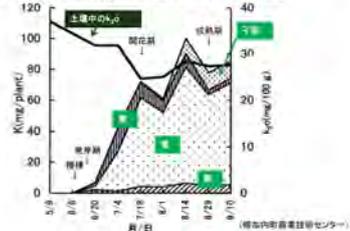
54

吸収抑制対策としてのカリ施用時期(そば)

カリ肥料の施用による吸収抑制対策は、下の点が重要。

- 元肥を基本とし、生育初期から交換性カリ含量を高める
- ケイ酸カリより即効性の硫酸カリ、塩化カリを利用する

そば植物体中のカリウムと土壌中のカリ含量の推移



55

55

6-3 原子力災害に伴う食と農の「風評」問題対策と検査態勢の体系化

小山 良太

東日本大震災に関する救援・復興に関する農学生命科学系の取り組み
 日時:2013年4月20日(土)
 場所:東京大学弥生行動

原子力災害に伴う食と農の「風評」問題 対策と検査態勢の体系化

小山良太
 (福島大学経済経営学類・うつくしまふくしま未来支援センター)
 koyama@econ.fukushima-u.ac.jp

1

本報告の課題と構成

- ①原子力災害が福島県農業に及ぼした直接的影響(規模と構造)
- ②波及課題としての「風評」問題と現行対策の問題点
- ③3年目の対策としての検査態勢の体系化

2



損害賠償の状況

2013年2月28日時点

- 請求額 **1,064億円**
- 支払額 **930億円** 損害賠償率87%
- 請求比率

穀類31億円(2.9%) 園芸260億円(24.4%)
 果実70億円(6.6%) 原乳19億円(1.8%)
 家畜の処分100億円(9.4%)、その他家畜被害157億円(14.8%)、牧草48億円(4.5%)、JA・子会社及び専門農協・連合会等の営業損害63億円(5.9%)

4

2. 風評被害の定義

①農産物が実際には安全であるにも関わらず、消費者が安全ではないという噂を信じて不買行動をとることによって、被災地の生産者(農家)に不利益をもたらすこと

関谷直也2011「風評被害」光文社、日本学術会議福島復興部会

②報道等により広く知らされた事実によって、商品又はサービスに関する放射性物質による汚染の危険性を懸念した消費者又は取引先により当該商品又はサービスの買い控え、取引停止等をされたために生じた被害」と定義

文部科学省指針「原発事故に伴う原子力損害としての風評被害」

本当は安全、検査態勢も万全。検査漏れはない。ことが前提

5

風評被害の形態

- 消費者行動の3類型 安全性の認識の相違
- A: **ゼロリスク**
放射性物質が含まれる可能性のみで反応
- B: **基準値の認識**
100Bq/kgの基準に反応。基準によって反応が変化
- C: **検査態勢の問題**
出荷前・流通段階・サンプルという検査態勢自体に反応。検査機関自体への疑問、信頼の欠如。
- D: 気にしないで購入。応援のため購入

6

【不安に感じている人のその理由は?】

2012/10 配布8854枚、回収率22%、うつくしまふくしま未来支援センター、対象: 農家直送果実購買者

理由	件数
検査不十分により基準値を超える農産物が流通	11
セシウムしか検査していない	6
基準値が100Bq/kgでは高すぎる	4
その他	2

少数ではあるが、基準値高すぎる! 公的機関は信用できない! 検査結果データを信じられない!

不安18% 放射性セシウム検査徹底で解消-7% 検査に納得できない-9%

7

現行の風評被害対策→A・Bタイプ

- 消費者への「安心」情報の提供。そのための安全性、科学的根拠の提示。

<リスクコミュニケーション関係>

- ①消費者庁の「食品と放射能に関するリスクコミュニケーション」事業 (施策の紹介ページ) http://www.caa.go.jp/jisin/r_index.html
- ②食品リスク認知とリスクコミュニケーション。
- ③食品中の放射性物質に関するリスクコミュニケーション - 福島県 www4.pref.fukushima.jp/nougyou-centre/kenkyuseika/.../24f_02.pdf
- 食品中の放射性物質に関するリスクコミュニケーション、福島県農業総合センター

放射線のリスクの前に、今でも廃炉作業が進んでいない。情報隠蔽問題。検査機関(情報の出し手)との信頼関係の欠如。

8

<検査態勢・結果情報提供>

- ▶ ④ふくしま新発売。
▶ www.new-fukushima.jp/
▶ ・出荷制限地域の情報、安全対策の取り組み
- ▶ ⑤ふくしまの恵み安全対策協議会 放射性物質検査情報
▶ <https://fukumegu.org/ok/kome/>

一全袋検査による消費者への安全性の訴求が一定程度浸透？

9



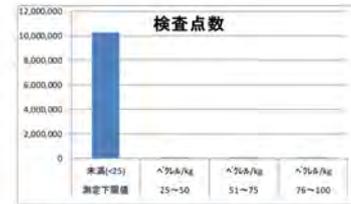
10

J A新ふくしま：Nai2 0台、Ge2台



11

9



<スクリーニング検査>

測定下層値	25~50	51~75	76~100	計
未測(-25)	<%/kg	<%/kg	<%/kg	<%/kg
検査点数	10,250,017	20,239	3,383	72
割合	99.78%	0.20%	0.01%	0.00%

<詳細検査>

	25未満	25~50	51~75	76~100	100<%/kg	計
検査点数	143	40	295	317	71	866
割合	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	NaN%

図1 ふくしまの恵み安全対策協議会・放射性物質検査情報(玄米)
資料:ふくしまの恵み安全対策協議会より、<https://fukumegu.org/ok/kome/>
地域:福島県全域(市町村別)
期間(検査日):2012年08月25日~2013年03月26日

12

12

流通業者の仕入れ状況の特徴

- ▶ ①親光果樹園を基幹にしていた経営は大打撃を受けた。来客・売上金額の激減。訪問客による収穫量が激減し、収穫作業がおいつかない。くだもの狩りを想定した肥培管理をしていたため、出荷しても市場の評価が得られない。
- ▶ ②米農家:2009年から実施していた首都圏のスーパーチェーンとの「福島県産はえぬき」のこめ契約栽培が取引停止(3,000~4,000俵分全て)。東京築地の小学校の給食用に販売していたが取引中止(山形産に切り替わり)。取引中止・減少分はこめ仲介会社最大手を通して、スポット的に販売。

13

13

③キノコ農業生産法人:

- ▶ 関東方面で契約中止が続出。取引先はA:「福島」を理由に取引中止、B:棚から下げないが福島県産と他県産を並べて消費者が選べるようにする、C:安全性の問題ないことを納得して応援のため積極的に扱う、に分かれた。
- ▶ A:「福島」を理由に取引中止が続出。取引再開の見込みが全くない取引先が多い。従業員を解雇したくないので、栽培は続けている。回転数を減らしているが、栽培量>出荷量で大量廃棄が発生している。C:は社長が福島県出身の1社のみ。この会社は枝豆、ニンジンジュースなども含めて積極的に取引。

14

14

3. 現行の風評対策の問題点

- ①現行の検査態勢。流通業者は特定産地を避ける。
- ②地産地消ができないのに移出する矛盾。福島県内の学校給食でNG。
- ③消費地検査によって検査態勢の漏れを指摘される。
- ④品目ごとの基準値と検査方法が同一であることへの不安。農産物と海産物。米とキノコ。作付作物と採取農産物。取得量の多いもの(恒常的摂取)と季節性農産物。

15

15

ベラルーシおよびウクライナにおける主な食品のセシウム137最大許容値の推移

種類\制定年次	ベラルーシ					ウクライナ	
	1986年	1988年	1992年	1996年	1999年	1997年	(Bq/kg)
氷	370	18.5	18.5	18.5	10	2	
ジャガイモ	-	740	185	74	40	60	
パン	-	370	370	100	80	20	
野菜	3,700	740	185	100	40	40	
果物	3,700	740	185	100	70	70	
牛乳	370	370	111	111	100	100	
バター	7,400	1,110	185	-	100	100	
チーズ	3,700	370	-	-	50	100	
牛肉	3,700	2,980	600	600	500	200	
鶏肉・豚肉	7,400	1,850	185	185	40	200	
魚のこ(生)	-	-	370	370	370	500	
きのこ(乾燥)	-	11,100	3,700	3,700	2,500	2,500	
ベリー類	-	740	185	185	185	500	
幼児食品	-	1,850	-	-	27	40	

資料:長谷川浩「ベラルーシ視察報告 テルノポリリから学び、放射性汚染を乗り越えて生きるために」
ベラルーシ等は輸入農産物に依存できない貧国であり、96年基準は事故10年の基準である

16

16

今後の風評被害対策

- ① 風評対策は消費者だけではなく取引業者の問題
 - ② ゼロリスク型・基準値対応型消費者へのリスク対話よりも検査態勢の体系化と情報提供。
 - ③ 出口対策(全袋検査・モニタリング検査)の結果を生産対策(作付前のゾーニング、高リスク環境農地への対応、除染・吸収抑制対策、作物転換)に反映。そもそも汚染された農産物を作らない対策へ。
- ↓
- A: 農地の測定 B: 全袋検査・試験栽培結果の普及

17

3. 農地の汚染マップとその活用方法

- ① 将来の放射線量の推計 生活設計
- ② 農地汚染度合い=ゾーニングによる作物選択 放射性物質を含まない作物づくり
- ③ 生産段階での放射性物質低減を前提とした食品安全検査体制
国・県・自治体・各機関の役割分担
スクリーニング→現地モニタリング→国最終検査

18

Research Institute of Radiology
AgroOptimization SOFTWARE

分析データ

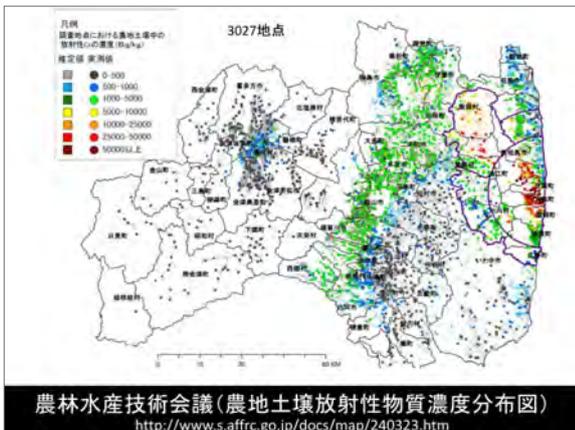
- ① 農地
 - 土地利用
 - 土質
- ② 放射性物質
 - ¹³⁷Cs 汚染密度
 - ⁹⁰Sr 汚染密度
- ③ 農業
 - 有機物含有量
 - 酸性度
 - カリウム含有量
 - リン含有量
- ④ 将来予測
 - 放射性核種の特定
 - 放射性核種の低減予測年
 - 農業収穫高
- ⑤ 最適化

19

4. 土壌分析と放射性物質分布マップの整備

- A: 総合科学技術会議 2012/11/2方針
 - 農業・食品産業技術総合研究機構、産業技術総合研究所による土壌分析
 - ① セシウム量、② カリウムによる吸収抑制対策、③ 作付制限
 - B: 文部科学省・JAEAによる航空モニタリング、空間線量、2kmメッシュをより詳細に
 - C: 農水省・福島県による農地の放射性物質含有量調査 8000地点
- 問題は、どのような法令のもとに行うのか。監督官庁はどこなのか？責任はどこにあるのか？誰がどうやって「実施」するのか。どこに情報を集約するのか？どのように公開するのか？

20



21



22



23

① 全農地の放射線量マップ作成

2013年1月11日 現在

地区	本調査				農産物			
	総検数	調査数	検出率	期間	総検数	調査数	検出率	期間
北福島	3,838		0%	11月	3,147	2,713	86%	8.9-10月
東部	2,765	2,765	100%	8.9, 9.9, 11.8	904	304	34%	7月
南	8,249		0%	2.9, 4.9	1,056	0	0%	8.9
中部	2,933		0%	10.9	3,931	1,380	35%	8.9-10月
西	8,278		0%	11.9	1,434	0	0%	8.9
北川	8,080	2,281	28%	11.12, 1.9	225	0	0%	8.9
川根	2,251		0%	12.9	171	0	0%	8.9
合計	28,232	5,046	18%		10,058	4,412	44%	
全体	38,440	9,478	25%					

24

5. 試験栽培、全袋検査の結果分析と対策

試験栽培: セシウム吸収のメカニズムの解明

土壌分析と施肥設計
吸収しやすい環境の特定

全袋検査: 全戸検査から全圃場の特定へ
圃場管理方式への転換

対策: ①圃場の特定

②吸収抑制

③作物転換

→全袋検査(圃場単位)を前提とした準出荷制限
作付再開と圃場管理・追加試験を同時並行で実施

※ 25

25

②移行係数のデータベース化(園芸作物) Cs-137の野菜への蓄積 高め⇒低め



▶

26

福島県における農産物の移行係数 (福島県農業総合センター2011,2012)

	移行係数(TF)	土壌1000Bqの場合
ブロッコリー	0.0023	2.3
コマツナ	0.0022	2.2
ホウレンソウ	0.0019	1.9
パレシヨ	0.0019	1.9
ナス	0.0009	0.9
ズッキーニ	0.0008	0.8
アスパラガス	0.0008	0.8
キュウリ	0.0006	0.6
キャベツ	0.0006	0.6
ピーマン	0.0004	0.4
トマト	0.0003	0.3

資料: 福島県農業総合センター作物園芸部野菜科・生産環境部環境・作物栄養科による試験結果
平成23年度 研究成果選(放射性物質対策課題) 14
注1) 福島県北地方の淡色黒ボク土で栽培した野菜類のTF

※ 27

27

各種野菜におけるセシウム137の蓄積の度合



▶

28

農地のゾーニングと作付選択

図 ベラルーシ共和国における農地の汚染区分と日本への適用

色カテゴリー	内容	農地表面あたりのCs-137含有量 (GBq/kg) (ベラルーシ)	日本の水田	日本・畑地
白	汚染度なし	37未満	土壌・用水問題なし	汚染度低い
浅青	全て作付可 マメ科のみ不可	37-185	用水問題なし	汚染度中
緑	吸収抑制対策必要	185-370	玄米100Bq超	汚染度中
黄	加工して抑制	370-555	玄米100Bq超	汚染度高い
赤	非食用農産物 作付制限	555-1,110	3000-50000	汚染度高い
黒	1,110-1,480	5000Bq/kg~		
	1,480以上			

資料: ベラルーシ共和国放射線学研究所、ホイニキ地区役場提供資料を翻訳

※ 29

29

食品・農地放射性物質検査態勢の変化

内容	状況	2011年4-7月 農産物検査 水田3000g付制限	2011年11月 安全宣言 実地農産物	2012年度 ※全袋検査開始 試験態勢開始	2013年度~
第1段階	農地1筆ごとの放射線測定・ゾーニング	340地点	3077地点	1筆・1haごとの詳細検査	農地を踏えて汚染地域における詳細農地測定
第2段階	農地の汚染度・作物の移行率に合わせた作物選択・吸収抑制対策	-	移行係数試験	土壌分析・吸収抑制対策・試験態勢	農地・作物のリスクに合わせて作付・吸収抑制対策
第3段階	出荷前検査	サンプル検査	全袋検査の検討	全袋検査	スクリーニングモニタリング(サンプル検査の精度向上)
第4段階	圃場検査	-	自主検査導入	自主検査の広がり	消費者庁・食品安全委員会 指針作成

※ 30

30

まとめ

・食品の検査態勢・体制に関する統一的法令の整備

・検査体制の体系化:

▶ ①土壌の放射性物質測定、土壌成分分析、放射線量分布マップ

▶ →各省庁の機能の一元化: 復興庁・環境庁

▶ ②作付制限、吸収抑制対策、産地転換など吸わない農産物の生産の確立・普及

▶ →大学・研究機関による試験・研究成果の統一。

▶ 現地に統一研究機関の設置

▶ ③自主検査態勢の体系化・役割分担

▶ →スクリーニングとモニタリング検査の体系化

▶ ※ 31 各機関の役割分担

31

6-4 福島県白河周辺で約1年半飼育された羊における放射性セシウムレベル

真鍋 昇

第6回放射能の畜産水産物等への影響についての研究報告会
 東日本大震災に関する救済・復興に係る農学生命科学研究科の取組み
 東京大学農学部先生講堂
 平成25年4月20日(土) 15:20~15:50

福島県白河周辺で約1年半飼育された羊における放射性セシウムレベル

高橋友継・李俊佑・遠藤麻衣子・橋由里香
 浅倉真吾*・菊池淳志*・酒井豊*
 田野井慶太郎+・中西友子+・真鍋昇
 農学生命科学研究科 附属牧場
 * (独) 家畜改良センター
 + 農学生命科学研究科附属放射性同位元素施設

1

食品の放射性セシウムの基準値

基準値	(Bq/kg)
飲料水	10
牛乳	50
乳児用食品	50
一般食品	100

2012(平成24)年4月1日(食品衛生法に基づく「放射性物質基準値」)

2

飼料の放射性セシウムの基準値

新許容値	(Bq/kg)
牛(乳・肉)飼料	100
馬(肉)飼料	100
豚(肉)飼料	80
鶏(卵・肉)飼料	160
養殖魚(肉)飼料	40

2012(平成24)年3月23日(農林水産省消費安全局長・生産局長・水産庁長官通知)

3

資材の放射性セシウムの基準値

新許容値	(Bq/kg)
肥料	400
土壌改良資材	400
培土	400
家畜敷料	400

2012(平成24)年3月23日(農林水産省消費安全局長・生産局長・水産庁長官通知)

4

食品の放射性セシウム汚染

2011年		放射性セシウム (Bq/kg)	
4月	海産魚	530	
5月	緑茶	3,000	
	海産魚	650	
	淡水魚	1,250	
7月	牛肉	2,300	
8月	山菜	3,200	
9月	海産魚	2,200	
10月	大豆	400	
11月	茸	4,600	
12月	粉乳	30	
2012年			
10月17日	牛肉	150	
10月28日	牛肉	190	

食品の基準値: 100 Bq/kg

5

世界の羊の飼養状況

羊飼育頭数と生産物(2001年)

	飼育頭数 (百万頭)	羊肉生産量 (千トン)	羊毛生産量 (千トン)
中国	133	1,435	305
オーストラリア	120	663	700
インド	58	230	48
ニュージーランド	44	562	250
アフリカ	250	1,174	212
ヨーロッパ	145	1,271	255
中・南アメリカ	83	229	172
北アメリカ	8	114	23

FAO・畜産ZOO監

6

日本の羊の飼養状況

年	飼育頭数	農家数
1950 (全国)	約100万頭	約6.5万戸
2005 (全国)	約90,000頭	約600戸
1950 (福島県)	153頭	12戸
2006 (福島県)	153頭	12戸
2010 (福島県)	375頭	40戸

畜産技術協会・農林水産省畜産統計・中央畜産会

7

羊肉

カルニチン (mb/kg)

肉種	カルニチン (mb/kg)
鶏卵	0
牛乳	0
牛肉	~50
豚肉	~30
鶏肉	~10
羊肉(ラム)	~200
羊肉(マトン)	~180

8

採材

供試動物

- ・福島県中通地域二本松周辺で様々な環境で飼養されていた雌雄の羊（100頭）
- ・採材前少なくとも3ヶ月間放射性セシウムを含まない飼料を舍飼しながら給与

採材

- ・2012年11月19～12月12日（10回）
- ・安楽死処置（供試動物にキシラジンを投与（軽度麻酔）後、ペントバルビタール投与）後、採材

9

採材

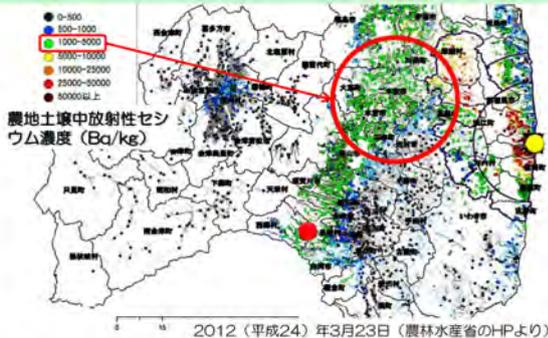


原発事故前の農地土壤中の放射性セシウム濃度
全国平均：
20 (5~140) Ba/kg

2012 (平成24) 年3月23日 (農林水産省のHPより)

10

採材



2012 (平成24) 年3月23日 (農林水産省のHPより)

11

採材

採材：家畜改良センター（福島県西郷村）



測定：ヨウ化ナトリウム（タリウム）シンチレーション検出器（血液のみゲルマニウム半導体検出器γ線スペクトロメーター）

12

結果

骨格筋（大腿四頭筋・大腰筋）

肝臓

腎臓

脾臓

生殖器（精巢・卵巣）

血液

尿



放射性セシウム（Cs134 + 137）レベルは、全個体の全標本において検出限界以下であった。

13

有畜循環型農業の再生



100 Ba/kg



400 Ba/kg 100 Ba/kg

14

6-5 土壤中の放射性セシウム の振る舞いについて

西村 拓

第六回放射能の農畜水産物等への影響についての研究報告会

土壤中の放射性セシウムの振る舞いについて

東京大学大学院農学生命科学研究科
生物・環境工学専攻環境地水学研究室
西村 拓

東京大学大学院農学生命科学研究科・農学部

図3 福島県における農性土壌の放射性セシウム濃度の分布図

<http://www.niaes.affrc.go.jp/info/publish/niaesnews/093/093.html>

東京大学大学院農学生命科学研究科・農学部 農研研ニュース No. 93

どうやって土まで来た?

Transport medium aerosol

CaOH or CaI?

Dropout mode

Dry deposition or Washout

Gravitational settling

Rainout

- 0.1~2 μm (特に0.49~0.7 μm) のエアロゾルに放射性Csが抽出
- 大気中のエアロゾルの粒径組成および化学組成から
- 海水起源ではない(NH₄)₂SO₄、(NH₄)HSO₄(ammonium bisulfate)が放射性Csの運搬役と推察される(類似の現象は²²²Rnでは指摘される)
- エアロゾルの大きさ: 0.5 μm程度が主、表面でなく核の部分にCsがあると考えられる
- 土粒子由来のエアロゾルによる運搬はそれほどない

東京大学大学院農学生命科学研究科・農学部

エアロゾルの粒径分布の例 (上: 化学物質別、下: 放射性Cs別)

粒子の形で土壌に入る
降水に溶解して土壌に入る

- 水溶してイオンのまま移動?
- 粒子のまま、水と一緒に移動?
- 粗大有機物に収着?
- 土壌に収着?

.....どうなる可能性が高い?

東京大学大学院農学生命科学研究科・農学部

放射能のエアロゾル

空高一立方メートル当たりの放射性セシウム量

土器屋他 <http://www.fukushima-saisei.jp/report201210.html>

エアロゾル(が少ないから?)に隣伴した放射性Csは基本的に少ない
地表面に沈着した放射性Csはどこへ? ①土中を移動? ②地表面を移動?
②は少々難しいので本日は主として①を念頭に話を進める

東京大学大学院農学生命科学研究科・農学部

農地土壌を耕うんと混合される。(灰色低地土、赤色土、クロボク土)
黒ボク土は、耕うんの範囲を超えて移動している傾向が見られる。
1960年代の大気核実験で放出された核種の解析なので、約30年間の移動

Cs-137の動態

図 日本におけるCs-137の土層内分布(駒村ら, 1995)

東京大学大学院農学生命科学研究科・農学部

単純なピストン流型の移動

- 単純に考えると水と一緒に移動する
- 化学物質が土壌に吸着する場合、移動が遅れる

東京大学大学院農学生命科学研究科・農学部

遅延係数 R

吸着量(mol/kg) = $K_d \times$ 溶液中濃度(mol/L)

$$R = 1 + \frac{\rho_d}{\theta} K_d$$

R: 遅延係数
 ρ_d : 乾燥密度(g/cm³)
 θ : 体積含水率
 K_d : 分配係数(L/kg)

黒ボク土
 $\rho_d = 0.6g\ cm^{-3}$, $K_d = 0.845L\ kg^{-1}$ とすると
飽和時 $R = 1 + 0.6/0.77 \times 0.845 = 1.66$
 $\theta = 0.5$ の時 $R = 1 + 0.6/0.5 \times 0.845 = 2.01$
 $K_d = 100$ だと $R = 120$

東京大学大学院農学生命科学研究科・農学部

01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12

土壤中を平均間隙流速vで水が浸透しているときの溶質濃度分布の例

運延係数R=1のとき
 $t=0$ $t=t_1 \cdot v$ $t=2t_1 \cdot v$ $t=3t_1 \cdot v$

運延係数R=2のとき
 $t=0$ $t=t_1 \cdot (v/2)$ $t=2t_1 \cdot (v/2)$ $t=3t_1 \cdot (v/2)$

吸着の無い物質が距離Lに達する時間をtとすると、吸着のあるときには同じ移動するのに $t_0 = R \times t$ だけ時間を要する。

東京大学大学院農学生命科学研究科・農学部

9

吸着がどの位効くか

一定の地下水位

1日1mm (36.5cm/年)の水の流れがを想定
 地下水中の吸着性物質の移動 (10年後)

東京大学大学院農学生命科学研究科・農学部

10

石川他 2007 Radio Isotopes 56:519

土壤に対する、Csの選択係数(K_d)は非常に大きい1000を超えることもある。

→Rは1000を超える

水溶性の(イオンになっている)Csを仮定するとほとんど動かないと考えられる

Fig. 7. Correlation between clay content and K_d ($R^2 = 0.55, p < 0.005$)

東京大学大学院農学生命科学研究科・農学部

11

予想よりも大きく動いた

期間1	2011年3月11日～	農業総合センター花水園緑地(郡山市)	間隙率50%仮定
重心移動距離(土壌ヤングリングによる)	21.8 mm	間隙降水量	189 mm
間隙2	～2011年9月29日	重心移動距離	8.3 mm
間隙降水量	81.6 mm	間隙降水量	378mm
期間3	～2012年3月28日	重心移動距離	5.4 mm
間隙降水量	240 mm	間隙降水量	1232mm
		間隙降水量	680mm

塩尻ら 2012 農業農村工学会講演要旨集

東京大学大学院農学生命科学研究科・農学部

12

現場の土壤から土壤水を採取して測定した例

採取後0.4 μm のフィルターを通過した試料のCsを測定

運延係数から見て動くことが不思議

これを溶存態と呼んでいる
 ...必ずしも水溶(イオン化)しているわけではない。

DOC = DOC: dissolved organic carbon
 溶存有機炭素

Tegen&Dorr(1996)
 Water, Air and Soil Pollution

東京大学大学院農学生命科学研究科・農学部

13

何が動きを生んだのか?

②0.45 μm のフィルターを通過した試料中の粒子径分布

森林の落ち葉から水で抽出した懸濁液

What is 溶存態?
 水溶(イオン化)したCsではなく、何かに吸着した形態で大きな移動?

①土壌由来の粉じんは粒径が大きい(森林) 特殊な状況を除くとこの土壌はそれほど分散的ではない(これはあくまで状況証拠と仮定)

東京大学大学院農学生命科学研究科・農学部

14

想像しているCsの経路

イオン交換平衡
 吸着平衡など
 Csの動態

水溶性有機炭素(DOC)
 コロイド態有機物
 植物コロイド

移動、溶脱?

平面(弱い吸着、吸着サイト多い)

水溶性有機炭素(DOC)
 コロイド態有機物
 植物コロイド
 腐植有機物

FES内部の孔でCsを強く固定

CEC 10 cmol/kg \times 0.0001 = 10^{-10} mol/kg-soil
 10^3 Bq/kg = 2.27×10^{-10} mol/kg-soil
 FESがCECの0.01%としても、Cs量に比べて十分に大きい

3 $\times 10^9$ Cs/m²

FalloutしたCs

巨大有機物

有機物分解によって可動化

東京大学大学院農学生命科学研究科・農学部

15

イオン態と吸着態は大違い

Front Edge Site (FES)

内部空孔への水和セシウムイオン吸着

約0.5nm

モルデナイト(ゼオライト)
<http://www9.cmu.ac.jp/cecs/cecs/zeolites.html>

クリノプロロイド(0.3nm)

先ほどの森林落ち葉から抽出したコロイド > 80nm

D=6 nm

0.6 nm

プルシアンブルー(フェロシアン化鉄(III) $C_{12}Fe_5N_{14}$)
 地理環境リスク研究グループ
http://www.aist.go.jp/aist_j/new_research/rv20120905/rv20120905.html

東京大学大学院農学生命科学研究科・農学部

16

有機物コロイドが大量にある場合の検討例



飯館村内森林

東京大学大学院農学生命科学研究科・農学部

17

実験に用いた懸濁液

脱イオン水: 約1000 mL

混合後濾分け $53 \mu\text{m}$

飯館村内森林の落葉: 約44 g (Cs: $3.09 \times 10^6 \text{ Bq/kg-dry}$)

懸濁液A Cs: 1189 Bq/L

H₂O₂を加えて加熱分解

懸濁液B Cs: 1056 Bq/L

16時間静置してストークス径 $1 \mu\text{m}$ 以下の上澄みを採取 (粒子密度 2.6 g/cm^3 を仮定)

東京大学大学院農学生命科学研究科・農学部

18

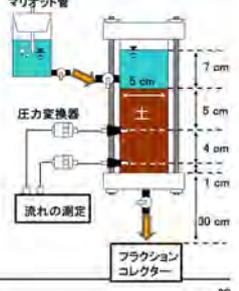
懸濁液A	全てコロイド結合態
放射能Cs Bq/L	1189
液中の粒子の粒径 ($1 \mu\text{m}$)	-
遠心分離 (1万rpm, 1hr) 沈降物	1189
遠心分離 (1万rpm, 1hr) 上澄み	ND
0.2 μm filtered	ND
0.2 μm filtered	ND

懸濁液B	一部が溶解態	After (H ₂ O ₂ + Heat) treatment on Suspension A
放射能Cs Bq/L	1056	液中の粒子の粒径 ($1 \mu\text{m}$)
遠心分離 (1万rpm, 1hr) 沈降物	983	-
遠心分離 (1万rpm, 1hr) 上澄み	73	1.2 μm ($0.7 < d < 10 \mu\text{m}$)
0.2 μm フィルター通過分	67	ND

東京大学大学院農学生命科学研究科・農学部

19

- フラクションコレクターで排出液を採取 (100mLごとに採取)
- 圧力変換器で土中水圧の推移を測定



カラムの解体、化学分析

東京大学大学院農学生命科学研究科・農学部

20

土壌カラム下端からの排出液の様子



東京大学大学院農学生命科学研究科・農学部

21

遠心分離

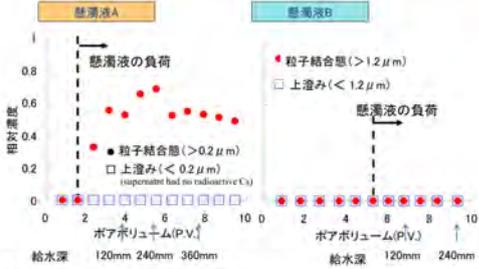
- カラム下端の排水は、遠心分離で上澄みと沈殿に分画 (10000 rpmで10 min, $< 0.2 \mu\text{m}$ if it was a mineral particle, $0.11 \mu\text{m}$)



東京大学大学院農学生命科学研究科・農学部

22

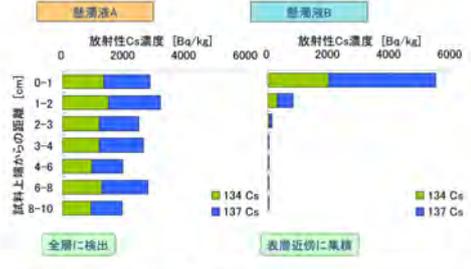
土壌カラム下端からの排出液中の放射性Cs



東京大学大学院農学生命科学研究科・農学部

23

土壌中に捕捉された放射性Cs



東京大学大学院農学生命科学研究科・農学部

24

既往の研究から、

- ✓ 水溶性(イオン化した)Csは、移動し難いと考えられる。
- ✓ イオン化したCsは、ゼオライトやフェロシアン化鉄でトラップ可
- ✓ 長い時間スパンを考えると、Csは徐々に移動し難い状態(FESに捕捉)に移行していくと考えられる。

速い移動は何故?・・・円筒カラム浸透実験

- ✓ 溶存態は、水溶してイオン化しているわけではない?
- ✓ ある種の有機物コロイドは土壤中を通り抜けやすい(実験で用いたような高濃度の有機物コロイドは自然界にはあまりないので、これがすぐに土中のCsの移動を促進するとは言えない)
- ✓ 速い動きを生む可能性の一つに過ぎない

○有機物コロイドが土壤中を抜けやすくなる条件は要検討

25

謝辞

生物・環境工学専攻修士の細川聡一郎、植松慎一郎両君、NPOふくしま再生の会、飯館村菅野宗夫氏、東京大学教授・復興支援室、明治大学復興支援プロジェクトには、試料採取等に関して大変お世話になりました。

また、測定については、農学生命科学研究科放射性同位元素施設にお世話になりました。

26

6-6 野生キノコの放射性セシウム汚染状況2年目の変化ー演習林の例から

山田 利博

野生キノコの放射性セシウム汚染状況2年目の変化ー演習林の例から

千葉演習林: 山田利博・村川功雄
 北海道演習林: 井口和信
 秩父演習林: 齋藤俊浩・大村和也・高徳佳絵・才木道雄・五十嵐勇二
 田無演習林: 安村直樹
 生態水文学研究所: 井上 淳
 富士総しの森研究所: 齋藤暖生
 樹芸研究所: 辻 和明
 放射性同位元素施設: 田野井慶太郎・中西友子
 その他、大勢の演習林教職員にご協力いただきました

東京大学大学院農学生命科学研究科 附属演習林

背景

配置
 ・北海道から愛知まで広範囲に配置 (高汚染地はないが、汚染程度は様々)

活動
 ・教育 学生実習
 ・研究 学生、研究者
 ・社会貢献 森林教室など (子供~社会人)

活動に用いる資源
 フィールド自体
 木材 低エネルギー負荷、再生可能材料
 薪、炭 再生可能エネルギー
 キノコ、山野草、木の実
 野生動物(ジビエ)肉 ー 獣害の増加

キノコに関わる放射性Csの特性

これまでの知見 (チェルノブイリ後の村松・吉田の研究、とりまとめ)

- ・キノコは濃縮率高(2.6~21倍)。森林土壌は有機物が多く菌糸との間で長く循環保持
- ・濃度は菌糸の位置で大きく異なる
- ・チェルノブイリ事故後、キノコでの濃度は2、3年間上昇(ヨーロッパ)
- ・日本の野生キノコ: 高濃度の汚染はチェルノブイリより核実験によるものが多い

核種	単位	平均値	中央値	濃度範囲
¹³⁷ Cs	Bq/kg(乾)	433	53	<3-16300
Bq/kg(生)	37	7	<0.4-1250	
¹³⁴ Cs	Bq/kg(乾)	1150	1180	<39-2790
Bq/kg(生)	106	105	<9-223	

注: データは Muramatsu et al. (1991)²⁾, Yoshida and Muramatsu (1994)³⁾, Yoshida et al. (1994)⁴⁾ をまとめたものである。

村松康行・吉田聡 (1997) キノコと放射性セシウム, RADIOISOTOPES 46:450-463

Cs-137沈着量の分布

文部科学省による第4次航空機モニタリングの測定結果について (2011/12/16)より

Cs-137 0.70Bq/m² (11月以降の平均値)
 20000 >
 10000 - 20000
 5000 - 10000
 3000 - 5000
 1000 - 3000
 500 - 1000
 100 - 500
 10 - 100
 1 <

試料採取場所と空間線量率

・都内を除く6地方演習林で試料を採取
 生態水文学研究所(愛知瀬戸、大山)

北海道演習林(富良野)
 秩父演習林(秩父)
 富士総しの森研究所(山中湖)
 千葉演習林(鴨川、君津)
 樹芸研究所(伊豆下田)

文部科学省による第4次航空機モニタリングの測定結果について (2011/12/16)より

分析試料

2011, 2012年秋産生のキノコ(1, 2年目は近い場所で)各地方演習林それぞれ1~4地点キノコ(いくつか集めて)と下の基質(Ao層, A層ノ樹皮, 材)セットで採取

落葉樹林(上)と常緑樹林(下)
 ハナイグチ
 オオモミタケ
 ミネシメジ

キノコ Ao層 A層 キノコ Ao層 A層

乾燥体 → U8容器(100mL) → Ge半導体検出器

キノコの汚染状況 (2011年)

放射能Cs (Bq/kg乾重)

ND: 検出限界以下
 ★: 現行基準値超過

■ Cs-137 (Bq/kg)
 ■ Cs-134 (Bq/kg)

オシロインシメジ(菌) 不明キノコ(菌) カワラタケ(菌) ハナイグチ(菌) ヒラタケ(菌) ハナイグチ(菌) チヤナメツムタケ(菌) オオモミタケ(菌) シイタケ(菌) オオモミタケ(菌) カラカサタケ(菌) ナラタケ(菌)

北海道 秩父 富士 千葉 樹芸 生態水文

・秩父、富士で比較的高濃度検出ー基準値超えも 最大250Bq/kg生重
 ・チヤナメツムタケが特に高濃度
 ※基準値は100Bq/kg生重≒500~2,000Bq/kg乾重(含水率は約80~95%)が多い

秩父演習林

千葉演習林

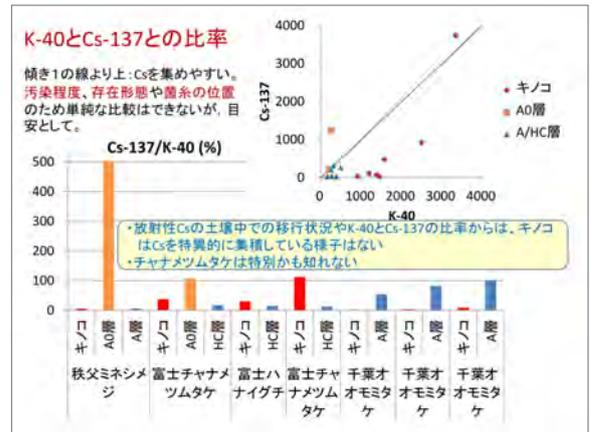
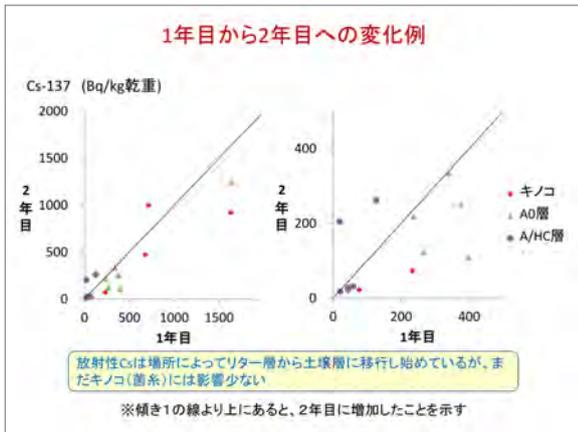
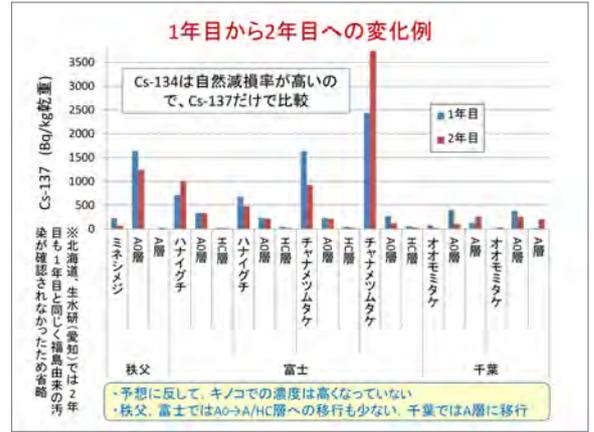
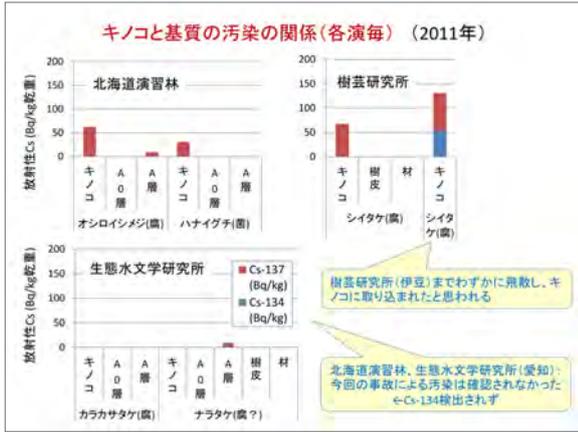
富士総しの森研究所

・Ao層に集積, A層やキノコにはあまり移行していない
 ・チヤナメツムタケ, ハナイグチは例外ー理由は異なる

■ Cs137 (Bq/kg) 空間線量率 5μSv/h
 ■ Cs134 (Bq/kg) 秩父 0.1前後
 ■ Cs134 (Bq/kg) 他は概ね<0.05

キノコと基質の汚染の関係(各演林) (2011年)

01
 02
 03
 04
 05
 06
 07
 08
 09
 10
 11
 12



その他の林産物資源

放射性セシウムの測定—安全の確認

- 薪、炭、灰
- 竹林、タケノコ
- 山菜、野生動物肉

資源利用例、全学体験セミナー(教養学部学生対象に各演習林で実施)

千葉演習林: 2007年度から年2回

テーマ 野生動物問題、炭素固定/木づかい/生業

自然と人間社会との共生を考える実習

- ・木材の利用、炭焼き
- ・野生動物による農林業被害防止、密度コントロール、利用

写真: 久本洋子

炭焼き/薪ストーブ

現在840°C

560g

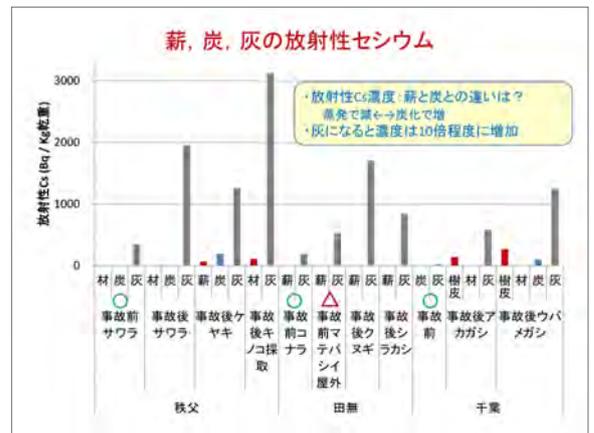
・Csの沸点671°C

黒炭400~800+°C (千葉演習林では800°C以上)

木材(絶乾)中のCは約半分 製炭時一部CO2で放出

放射性Csの一部蒸発、製炭時重量減少→炭でのCs濃度

・灰になると高濃度→炭薪/ストーブの汚染、灰の廃棄は?





17

01

.....

02

.....

03

.....

04

.....

05

06

07

.....

08

.....

09

.....

10

.....

11

.....

12

第7回

2013.8.10

開会の辞

古谷 研

7-1 農学生命科学研究科全体の取組みについて

中西 友子 152

7-2 放射性物質の農地からの除去と農作物への移行低減に向けた 農研機構の取組み

信濃 卓郎 154

7-3 福島県農林水産物の放射性物質検査結果について

二瓶 直登 160

7-4 放射性セシウムはどこから水系に流出したのか —福島県のため池における蓄積量調査から—

塩澤 昌 165

7-5 カリウム施肥によって変化する放射性セシウムとカリウムの動き

小林 奈通子 168

7-6 原発事故に起因する放射性核種が有畜循環型農業におよぼす影響について

高橋 友継, 真鍋 昇 170

7-7 地域社会と専門家の連携 -大学にできること-

溝口 勝 173

閉会の辞

古谷 研

7-1 農学生命科学研究科全体の取組みについて

中西 友子

第7回 放射能の農畜水産物等への影響についての研究報告会

— 研究科・附属施設全体を通じた取り組み —

中西友子

東京大学農学部における震災復興支援への取組み

東京大学 災害対策本部
東日本大震災に関する教養・復興支援室

福島県農業総合センター

農学生命科学研究科

(1) 高放射能の農畜水産物産業への影響

① 作物・穀物
② 家畜・畜産物
③ 土壌
④ 水産物
⑤ 放射線測定
⑥ 科学コミュニケーション他

合計40-50人の教員

① 作物・穀物
② 家畜・畜産物
③ 土壌
④ 水産物
⑤ 放射線測定
⑥ 科学コミュニケーション他

(2) 被災地農業回復についての研究開発

① 作物生産・土壌学 ② バイオマス生産

調査研究場所

伊達市: ① イネの生育と放射能(60水田) ② 環境動態(生態系も含む)

飯館村: ① イノシシ(村からの集積) ② 水田除染、土壌中の放射能動態

南相馬市: プタの子孫チェック

白河市: ヒツジ

鮫川村: 果樹、野菜(ジャガイモ、キャベツ他)

野生物調査
魚介類調査

福島市: 果樹 モモ(果樹試験所)
郡山市: 福島県農業総合センター
空間市: ヤギの放牧、循環系農業
西東京市: 低レベル汚染
各演習林

東京大学農学部で進行中の取組み

・農業 ・作物学 ・栽培学 ・土壌学 ・微生物学 ・砂防学
・獣医学 ・畜産業 ・水産学 ・魚学 ・環境学 ・林業

落葉からキノコへの移行
生物・水が関与した放射性物質の移動
野鳥モニタリング
果樹の樹体内セシウム動態
牧草・家畜間の循環
牛乳への移行
畑作でのセシウム移行
イネでのセシウム動態
水田生態系でのセシウム動態
土壌の鉛直分布
セシウム吸収低減・除染策
エネルギー作物
イネ・セシウム吸収の品種間差
加工による低減効果
魚体内分布
サイエンスコミュニケーション

2011年11月19日(1回目) 2012年2月18日(2回目)

放射能の農畜水産物等への影響についての研究報告会

福島からイネ、土壌、畜産物、魚類、果樹

キノコ

2012年5月26日(3回目) 2012年9月8日(4回目)

放射能の農畜水産物等への影響についての研究報告会

福島から(イネのセシウム吸収低減)、エネルギー作物、イネの品種間差、除染の試み、原種のプタ、果樹

サイエンスコミュニケーション

2012年12月8日(5回目) 2013年4月20日(6回目)

放射能の農畜水産物等への影響についての研究報告会

果樹、家畜飼育、漁業、イネ、除染の試み、生物濃縮

農水省、福島大学、羊、土壌、キノコ

2013年4月出版

ダウンロードは無料(50ユーロ/冊)

[内容] はじめに(長澤)、緒言(中西)

1章 農学部の取り組み(中西)
2章 コムギなどイメージング(田野井)
3章 イネ栽培(根本)
4章 イネ品種間差(藤原)
5章 イネのCs吸収実験(小林)
6章 土壌(塩沢)
7章 低レベル汚染(大下)
8章 福島農産物のモニタリング(二瓶)
9章 動物(真鍋)
10章 魚肉加工過程(渡部)
11章 魚のCs排出(金子)
12章 鳥類(石田)
13章 土壌の除染(溝口)
14章 果樹(高田)
15章 キノコ(山田)
16章 森林環境中のCs動態(大手)
17章 サイエンスコミュニケーション(細野)

Tomoko M. Nakanishi, Keitaro Tane, Editors

Agricultural Implications of the Fukushima Nuclear Accident

Springer

(敬称略)

農学部の教育活動

(1) 講義

- ・学部講義 夏学期月曜6限「農業環境の放射線影響」
- ・大学院講義 夏学期月曜6限「農業環境における放射線影響セミナー」
- ・大学院講義 夏学期集中(現地実習)「森林環境における放射線影響」

(2) 実習

[学部生実習]

- ・国際開発農学専修3年生・牧場実習(牧場)
- ・獣医学専修4年生・応用動物科学(栄養学・飼養学)実習(牧場)
- ・駒場生向け・全学体験ゼミナール実習 & 全学自由研究ゼミナール(牧場)
- ・動物生命システム科学専修・牧場実習(牧場)
- ・農場実習(生態調和農学機構)

[大学院 現地集中型実習]

- ・森林環境における野生動物の放射能汚染実態実習 研究実績

《教育実績の教材化》

- ・放射能汚染の研究報告会での講演内容のわかりやすい資料化
- ・放射能汚染関連研究の論文のとりまとめと、本としての出版(一部実施済み)
- ・実習の方法などのDVD化
- ・汚染実態や放射性セシウム動態に関する解説書(DVD)

9

講義の例

アグリコケーン:「農における放射線影響フォーラムグループ(FG6)」

「農業環境」と「食の安全」を対象とした放射線の実践教育プログラム

4月15日	●【実習】(福島県)に汚染された農業環境における放射性物質の分布調査(現地実習)	PDF
4月16日	●【実習】(福島県)に汚染された農業環境における放射性物質の分布調査(現地実習)	PDF
4月22日	●【実習】放射性セシウムの高濃度汚染地での調査(現地実習)	PDF
5月2日	●【実習】セシウムの土壌への吸着と植物への移行(現地実習)	PDF
5月13日	●【実習】放射性物質汚染地での野生動物への移行(現地実習)	PDF
5月20日	●【実習】森林環境における放射性物質の動態からみた放射線影響(現地実習)	PDF
5月27日	●【実習】農におけるセシウムの吸着と植物への移行(現地実習)	PDF
6月3日	●【実習】農産物の汚染と食の安全(現地実習)	PDF
6月10日	●【実習】農業と食の安全における放射性セシウムの動態(現地実習)	PDF
6月17日	●【実習】「バイオマス」被災地におけるバイオマス利用とその実態(現地実習)	PDF

10

実習の例(牧場)

11

実習例

農地の現状調査 福島県相馬郡飯館村

森林環境における放射線影響 福島県伊達市霊山町上小国

森林成長量調査、植物・動物・溪流・河川水サンプリング

12

研究室体験活動プログラム K4

農地環境サンプルの放射性核種の検出と測定

13

土壌

《降ってきた放射性物質の特徴》

スポット状・表面にくっつく

時間と共にほとんど動かない

作物

樹木

Daisuke Takata et al.

14

鳥類

Ken Ishida et al.

魚類

《生き物》代謝

Shugo Watabe et al.

動物

Noboru Manabe et al.

15

これからも継続的に調査研究と教育とを続けていこうと思っております。

おわり

16

7-2 放射性物質の農地からの除去と農作物への移行低減に向けた農研機構の取組み

信濃 卓郎

National Agriculture and Food Research Organization
農業・食品産業技術総合研究機構

農研機構

放射性物質の農地からの除去と農作物への移行低減に向けた農研機構の取組み

(独)農研機構 東北農業研究センター
福島研究拠点
農業放射線研究センター
信濃 卓郎

農研機構の紹介

本部
理事長
副理事長
研究統括監

内部研究所
中央研
作物研
果樹研
花き研
野菜研
畜草研
動物研
食総研
農工研
生研セ

北農研
東北研
農業放射線
研究センター
近畿研
九州研

農研機構の組織体制

農研機構の組織体制

宮城県
福島県
茨城県
東北農研
福島県
栃木県
茨城県

農研機構の放射性物質対策研究の取組経過

◆農研機構の取組

H23 緊急対応(対策本部設置、緊急調査・研究を展開、震災復興への提言)
物理的除染技術、水稲・茶の移行低減技術等
(科学技術戦略推進費、農水緊急プロ等)

H24 中期計画を改訂し、放射性物質対策研究(除染、移行低減)を位置づけ、
震災復興研究統括監(本部)、農業放射線研究センター(東北研)に配置
除染技術の拡充、廃棄物の減容・安定化、草地・飼料作の移行低減技術等
(農水省「放射能プロ」開始)

「ふるさとへの帰還に向けた取組」の現地試験場所

放射性物質に汚染された農地土壌の除染に向け、農林水産省が実施した実証試験

農業における放射性物質対策の2つの側面

農産物汚染の防止

- 農産物の汚染防止による内部被ばくの防止
- 扱う単位は主にBq
- 作物の根が張る範囲(作土層)の放射性物質が問題
- 主にGe分析計で、作土層(水田は15cm深)を計測
- 目標は、生産物の基準値(主に100Bq/kg)内

空間線量率の低減

- 地域住民の外部被ばくを低減
- 扱う単位は主にSv
- 土壌の表面の放射性物質が問題
- 測定は主にサーベイメータ、航空計測等も可能
- 目標は、1mSv未満

移行低減

農地除染

福島県農地土壌の放射性セシウム濃度(kBq/kg)別面積(千ha)

濃度範囲(kBq/kg)	面積(千ha)
0~1	~10
1~5	~50
5~10	~100
10~25	~150
25~	~100

8,489 ha

農業における放射性物質対策の2つの側面

農産物汚染の防止

- 目標は、生産物の基準値(主に100Bq/kg)内
- 目標は年間1mSv(飲料水0.1mSv含む)

空間線量率の低減

- 目標は、1mSv未満
- 50mシーベルトより高い帰還困難地域
- 20~50以下/年の居住制限区域
- 20mシーベルト/年が避難指示解除準備区域
- 1mシーベルトの目標は、前民主党政権が国際放射線防護委員会(ICRP)が示す1~20mシーベルトの下限を採用した。
- 現在は除染の長期目標値、年間1mシーベルトは環境省の設けている公表基準の上限で時間当たりの0.23μSv/h以上の市町村が除染対象。
- 「国際放射線防護委員会のICRP2007年基準に準拠して(1960年の基準値では6mシーベルト、引き下げられている)、意思を固くして(2011年)1mシーベルトとしている。」
- この報告に従っている。緊急時には20~100mSv/年以下(短期のみ)、事故後の普及段階は1~20mSv/年(これが現状の日本、この数値には職業被曝やプラズマなどの自然放射能が高い地域も含まれる)、事故収束後は年間1mSvを上限とする(これには医療行為も含まれる)。

一般食品の限度値

$$CLf = \min \frac{Df(t)}{\sum_{\text{食品}} DF_{\text{食品}}(t) \times I \times 0.5}$$

CLf: 飲料水を除く食品の限度値(Bq/kg)
Df(t): 評価年tにおける食品に割り当てられる年間総量(Sv/y)
Df_{食品}(t): 評価年tにおける食品区分毎の対象各種合計線量係数(Sv/Bq)×
実行線量係数
I: 当該食品の年間摂取量(kg/y)

実行線量係数(内部被曝線量係数)

評価に用いられた放射性核種(成人)

核種	終口接種した場合の実効線量係数(Sv/Bq)
Cs-134	1.9 e ⁻⁰⁸
Cs-137	1.3 e ⁻⁰⁸
Sr-90	2.8 e ⁻⁰⁹
Ru-106	7.0 e ⁻⁰⁹
Pu-238	2.3 e ⁻⁰⁷
Pu-239	2.5 e ⁻⁰⁷
Pu-240	2.5 e ⁻⁰⁷
Pu-241	4.8 e ⁻⁰⁹

注意: 低年齢になるほど係数は高まる

基準値の計算 農研機構

計算例：成人男性、Cs137のみ考慮した場合

評価に用いられた放射性核種(成人)

核種	経口接種した場合の実効線量係数(Sv/Bq)
Cs-137	1.3e-07

$$CLf = \min \left(\frac{Df(t)}{\sum_{i=1}^n DF_{i,0.5}(t) \times 0.5}, \frac{CLf_{\text{飲料水}}}{0.000013} \right)$$

飲料水・WHOの基準 10Bq/kg → 約0.1mSv/year
 成人男性年間食品摂取量773kg(半分は汚染されていないとして0.5を乗じる)

$$CLf = \min \left(\frac{0.90mSv}{0.000013 (mSv/Bq) \times 773kg \times 0.5} = 179Bq/kg \right)$$

実際の計算では全ての対象核種の影響を考慮した合計線量係数である0.000018を用いる。最も食品からの影響が大きいの13-18歳男性で120Bq/kg。これに基づいて100Bq/kgが決定された。

9

農地土壌除染のイメージ 農研機構

1) 原発事故後耕起していない農地
放射性物質は表層に分布
粘土等の細粒分に分布

2) 原発事故後耕起した農地

- 1) 表土削り取り → 汚染土を現場から除去
- 2) 反転耕 → 汚染土を下層に埋没
- 3) 深耕 → 耕起した深さで希釈
- 4) 水による土壌攪拌・除去(水田) → 代かき後、汚染粘土のみを水とともに排出

(飯館村除染検討会資料) ※ 通常耕起の反復

10

汚染レベルに対応した除染技術 農研機構

● 現地のほ場における実証試験 → 土壌中の放射性セシウム濃度や地目に応じた農地土壌の除染技術の適用の考え方(平成23年9月) → 環境省の「除染関係ガイドライン」に反映(平成23年12月)

● 農地土壌の除染技術の手引きを公表(平成24年3月)

土壌の放射性セシウム濃度別適用技術

土壌の放射性セシウム濃度	適用する技術
~ 5,000 (Bq/kg)	反転耕、耕起後表土削り取り(表土移動距離短縮)
5,000 ~ 10,000 (Bq/kg)	表土の削り取り、反転耕、水による土壌攪拌・除去
10,000 ~ 25,000 (Bq/kg)	表土削り取り
25,000 (Bq/kg) ~	固定剤を用いた表土削り取り

※ 作物による土壌中の放射性セシウムの吸収を抑制するため、カリウムや吸着資材を施用する栽培方法

(学会とりまとめ)

11

土壌の物理的除染(表土はぎとり) 農研機構

福島県農業総合センター

12

土壌の物理的除染(表土はぎとり) 農研機構

福島県農業総合センター

13

土壌の物理的除染(反転耕) 農研機構

東北農研(福島県農業総合センター畜産試験場にて)

14

土壌の物理的除染(土壌攪拌-代掻き除染) 農研機構

図3 播種土壌の粒区分部の重量分布率と放射性セシウムの放射能分布率

実際に分けるには。。。土壌学実験にヒントが

農村工学研究所

15

土壌の物理的除染(土粒子の分級) 農研機構

土粒子の混入が無いようにして廃棄する

Clay layer - water clear → ここを取り除く(放射性Cs密度が高い)

Silt layer - 2 hours →

Sand layers - 1 minute → ここは残したい(地力維持、廃棄物減)

排水の基準(Cs134 60Bq/L, Cs137 90Bq/L以下、環境省ガイドラインH25.3)

農村工学研究所

16

土壤の物理的除染(土壤攪拌一代掻き除染) 農研機構



農村工学研究所(南相馬にて) 17

土壤の物理的除染(土壤攪拌一代掻き除染) 農研機構



農村工学研究所 18

土壤の物理的除染(代掻き除染)-小規模水田 農研機構



農環研、東北農研(伊達市にて) 19

土壤の物理的除染(代掻き除染) 農研機構



伊達市(小規模水田)H25 20

土壤の物理的除染(固化剤-表土はぎ取り) 農研機構



- 耕起していない圃場では表層数cmに放射性Csは集積している
- ① 固化剤の散布
 - ② 固化剤の浸透・固化
 - ③ 表層土の剥ぎ取り

21

土壤の物理的除染(固化剤-表土はぎ取り) 農研機構



土壤表面の固化の状態(8月29日)

農工研(飯館村) 22

土壤の物理的除染(固化剤-表土はぎ取り) 農研機構

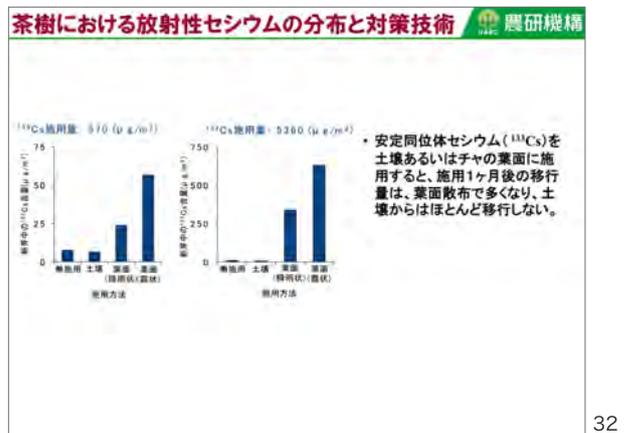
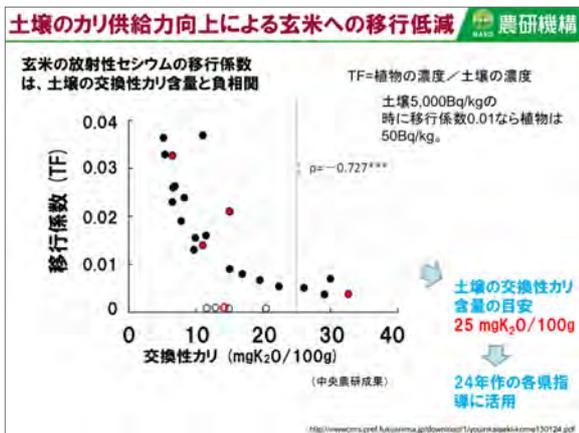
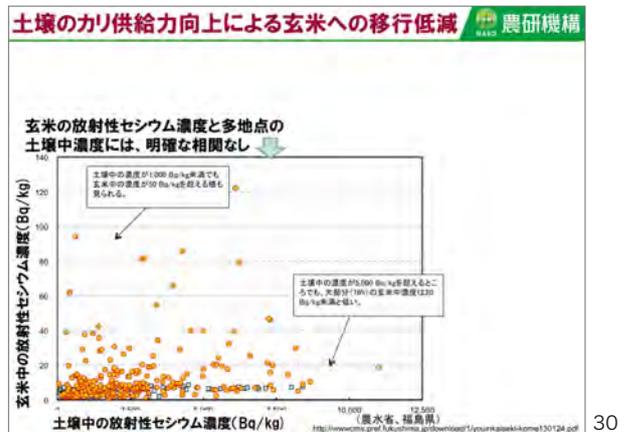
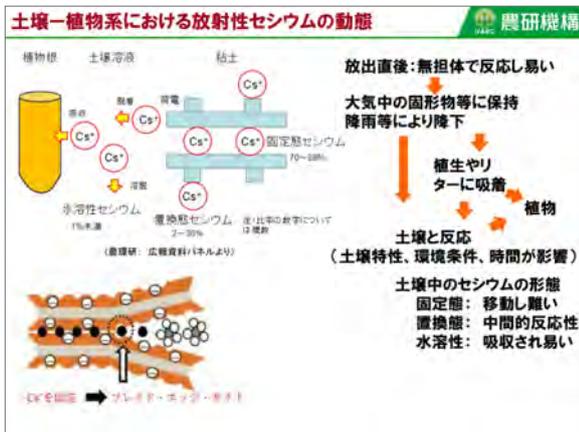
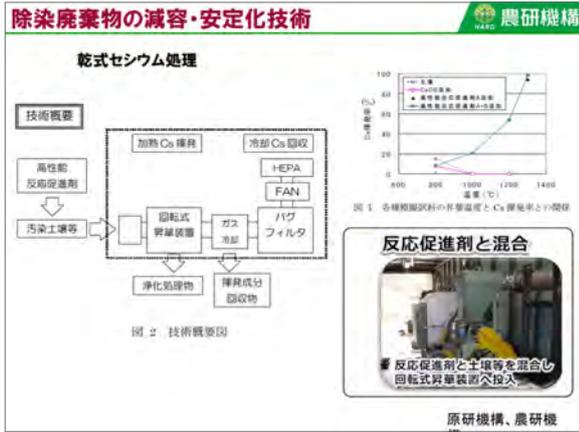


農工研(飯館村) 23

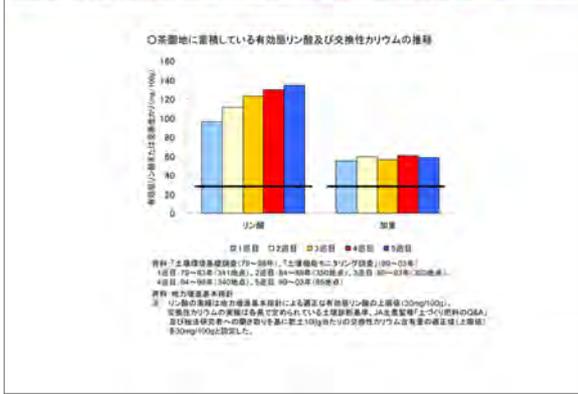
除染廃棄物の減容・安定化技術 農研機構



24

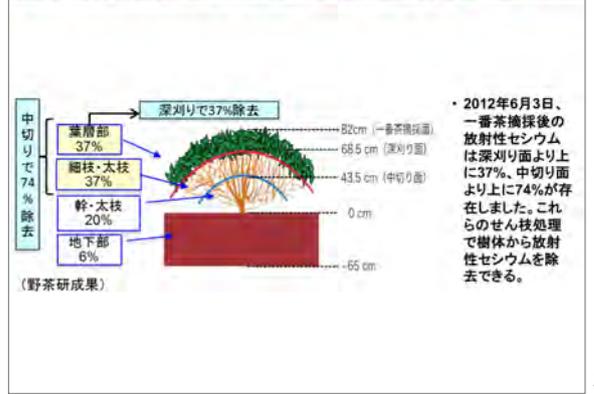


茶樹における放射性セシウムの分布と対策技術 農研機構



33

茶樹における放射性セシウムの分布と対策技術 農研機構



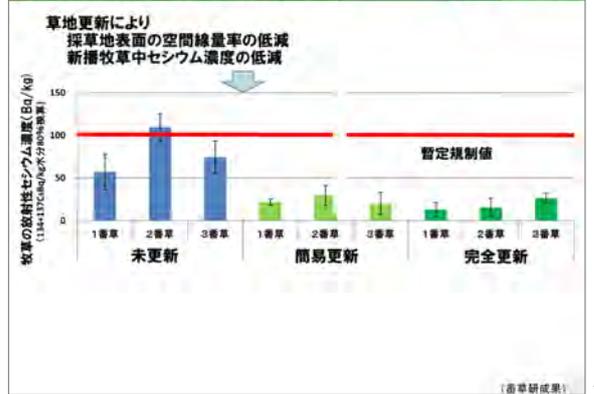
34

草地・飼料作における移行低減技術 農研機構



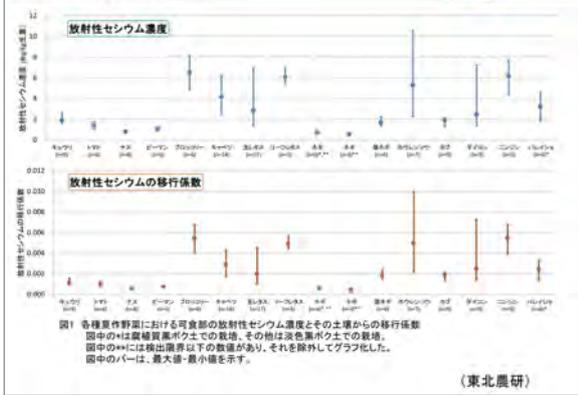
35

草地・飼料作における移行低減技術 農研機構



36

各種野菜の移行係数 農研機構



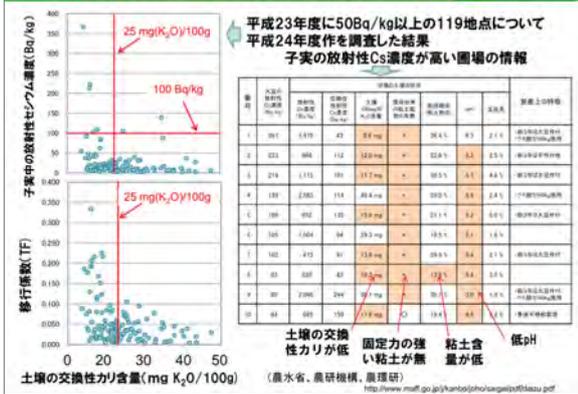
37

麦・大豆における放射性Cs濃度の実態 農研機構



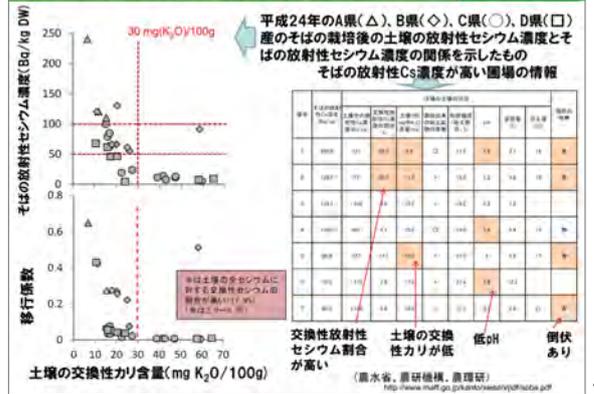
38

大豆の放射性セシウム吸収要因と対策 農研機構



39

そばの放射性セシウム吸収要因と対策 農研機構



40

農研機構の放射性物質対策研究の取組経過

◆農研機構の取組
 H25 放射性物質分析機の完成
 ⇒ 土壌・植物・水などの詳細な分析を可能にする。
 (Cs動態プロ、物理的除染など)
 福島県との間に連携協定を締結
 ⇒ 福島県研究員の駐在(3名)の受け入れ、農業復興に向けた取組み。

福島県との連携協力の概念図

41

被災農地の情景

42

被災地域での営農再開へ(基準値超えは出さない)

(外れ値から科学的知見はうまれるか)
 農地生態系→農業生態系→地域生態系

水、土砂、大雨、風、雪解け、森林雑草管理、地力維持、野生動物、除染後の圃場管理、容土、用水路、除染廃棄物。...

43

1アール

10m x 10m x 1cm = 1ton (sp. 1.00)
 福島県全農地15万ヘクタール = 1500万トン(フレコン1500万個)

44

個別除染技術から体系化技術へ

45

対応しなければいけないこと、明らかにしなければいけないこと

- ・外れ値が生じる原因究明と対策
- ・耕作が出来ない農地の管理
- ・除染後の農地の管理
- ・野生動物の管理
- ・営農環境の改善
- ・カリウムによる抑制の持続性
- ・カリウム過剰による養分バランスの悪化
- ・植物が根圏土壌に与える影響が放射性セシウム動態に変化をもたらすのか?
- ・なぜ植物種によって移行係数が異なるのか(K要求量だけで説明可能か?)
- ・カリウムによる放射性セシウム吸収抑制効果が種によって異なるのはなぜか?
- ・移行係数の経年変化を様々な土壌で統一的にモデル化できるのか?
- ・微生物性の関与はどのように評価するのか?
- ・微視的環境での生物への影響は評価されたのか?
- ・根系と放射性セシウム吸収の対応付けは出来たのか?
- ・植物が吸収する場での放射性セシウム動態は解明されたのか?
- ・取込み後の体内での移動を何が決めているのか?
- などなど

46

緊急対応から長期的営農技術へ

生産安定化 安全性の担保

被災地域での営農再開へ
 農地生態系→農業生態系→地域生態系

放射性物質動態研究
 リスク発生の実態解明と要因解析
 対策技術の既存技術への組み込み

研究の多角化(廃棄物処理、リサイクル技術、化学性、生物性、物理性、etc.)
 研究者ネットワークの構築と知見の共有化(大気核実験、チェルノブイリ、東電福島原発、etc.)
 → 未来への遺産、未来への提言(技術、知識の蓄積と発信)

47

7-3 福島県農林水産物の放射性物質検査結果について

二瓶 直登

第七回放射能の農畜水産物等への影響についての研究報告会 平成25年8月10日

福島県産農林水産物の放射性物質検査結果について



放射性同位元素施設
二瓶 直登
(5月まで 福島県農林水産部)

ふくしまからはじめよう。

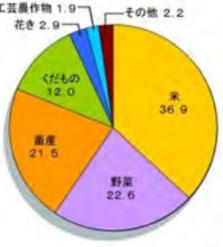
福島県

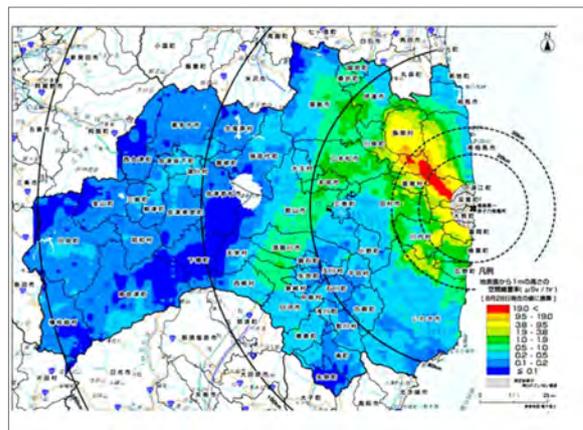


キビタン

人口 約200万人 面積 13,782km²(全国3番目)

農業の総生産額 2,441億円(2007年、全国第12位)





説明内容

- 福島県農林水産物の安全を確保する取り組み
- 園芸、穀類(米除く)、畜産、林産、水産
- 米の全量全袋調査



ふくしまからはじめよう。

2011年3月11日 東日本大震災
↓
東京電力福島第一原子力発電所事故
↓
放射性物質による汚染
↓
2011年3月17日 農林水産物に係る緊急時環境放射線モニタリング

- ・原子力災害特別措置法に基づき原子力災害対策本部の指示により県が実施
- ・市町村単位で1品目3点以上検査
- ・最初の検査品目は原乳
- ・モニタリング検査で基準値を超えると、市町村単位等に出荷制限等の措置

県産食品の安全・安心を確保する取組について

生産段階

産地・生産者

出荷物

国、県

モニタリング検査

流通・消費段階

流通事業者・消費者

流通食品

国、県、市

学校給食

県、市町村等

加工食品

市町村等

家庭菜園

市町村等

日常食

県、民間等

出荷物: JA、出荷業者等 産地での検査

モニタリング検査の検査体制

- 出荷が始まる直前から出荷期に、生産量や出荷額等に留意し、市町村、関係団体等と協議して、品目やサンプル採取場所等を決定
- 抽出したサンプルの可食部を粉砕して容器に詰め、分析機器で測定。



モニタリング検査の検査体制

- 農業総合センターに分析課を設置(16人)
- ゲルマニウム半導体検出器を10台設置し分析を実施

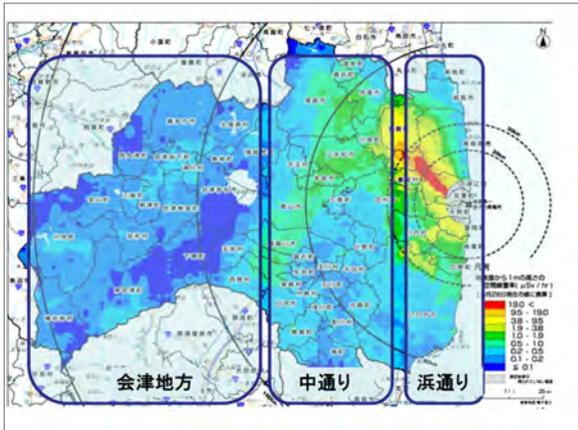


9

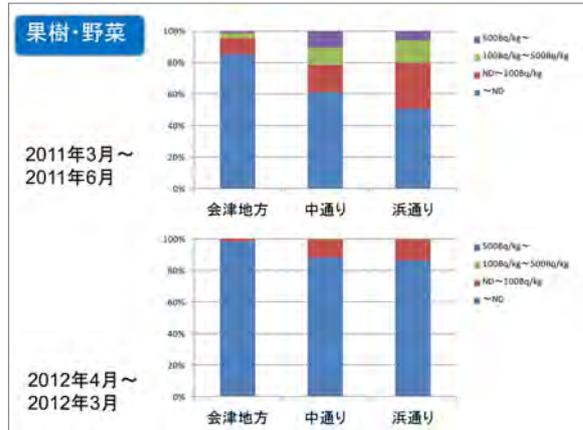
分析点数

- 2011年3月～2013年3月
- 総数 81,500約点
- 約450品目

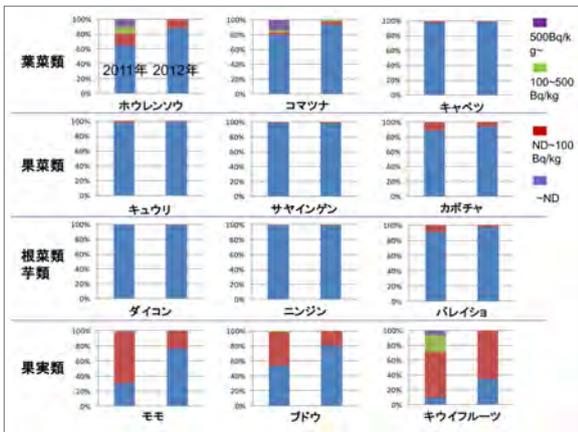
10



11



12



13

○放射性物質の直接降下(フォールアウト)により、葉菜類(ホウレンソウ等)への影響が大きい。



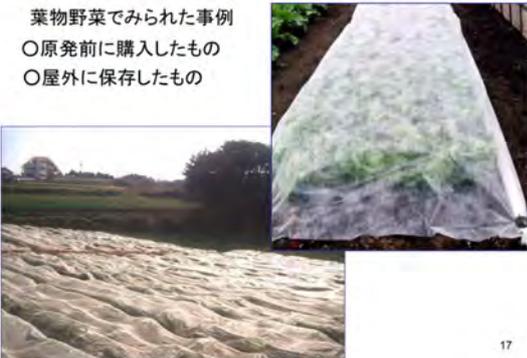
ホウレンソウ キュウリ

14

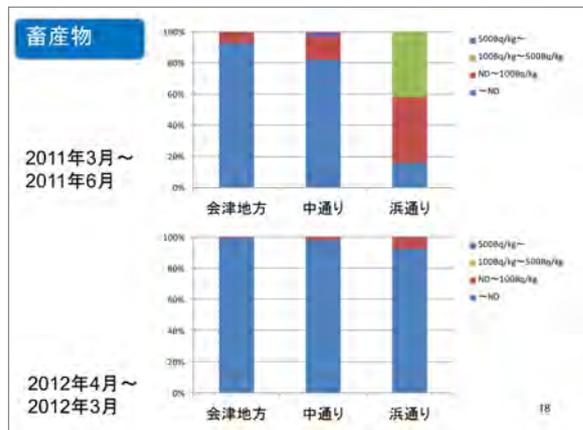
人為的な要因 ベたかけ資材による二次汚染

葉物野菜でみられた事例

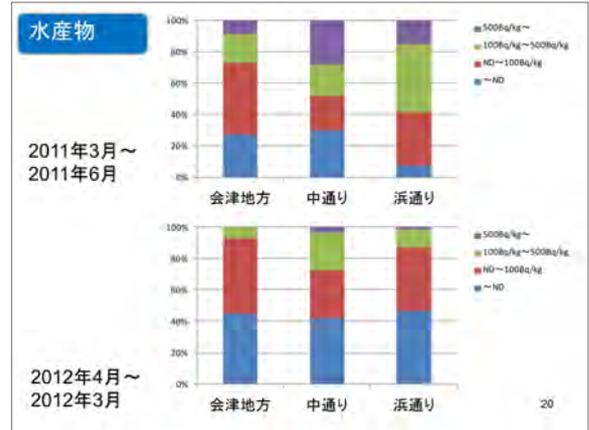
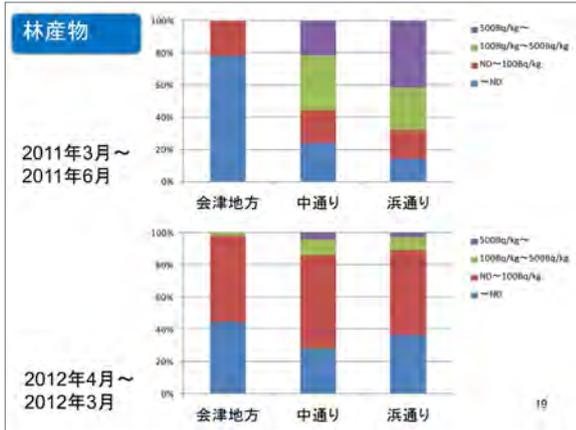
- 原発前に購入したもの
- 屋外に保存したもの



15



16



説明内容

- 福島県農林水産物の安全を確保する取組み
- 園芸、穀類(米除く)、畜産、林産、水産
- 米の全量全袋調査

ふくしまからはじめよう。

21

福島県の水稲

(平成24年度)

- 福島県の水田面積 63,000ha(全国7位) 平成21年度は約100,000ha(全国4位)
- 生産量 357,000t
- 30kg玄米袋 12,000,000袋

農林水産省統計部「作物統計」

22

米の作付制限

・原子力災害対策特別措置法に基づき米の作付けを見合わせるよう関係自治体に指示
・作付制限が出されているのは米のみ

2011年

- ・避難指示区域(20km圏内)等
- ・土壌濃度が5000Bq/kgを超える地域では作付制限

2012年

- ・避難指示区域(20km圏内)等
- ・2011年に500Bq/kgを超える米が生産された地域

2013年

- ・避難指示区域(20km圏内)等

23

2011年度の検査体制

予備調査(442点)
収穫前に傾向を把握するために実施。結果により、本調査で点数を決定。

本調査(1,172点)

- 重点調査区域(予備調査で200Bq/kg超の市町村) 概ね15haに2点。
- その他の調査区域 旧市町村ごとに2点。

出荷の可否を判断→出荷可能

↓

出荷前の米で、暫定規制値を超える放射性セシウムが検出

↓

緊急調査(32,755点)
少しでも数値が検出された地区を対象に再調査

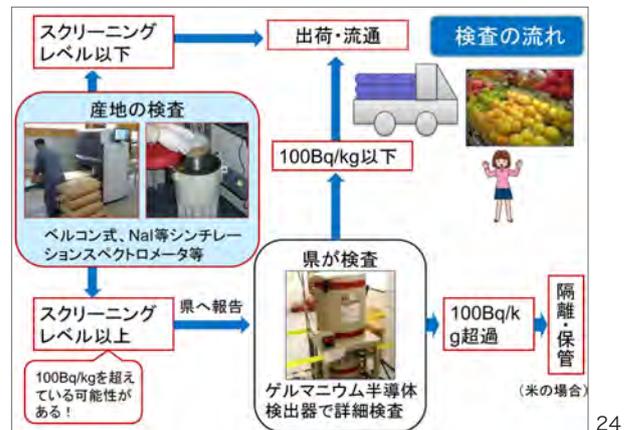
25

2012年度の検査体制

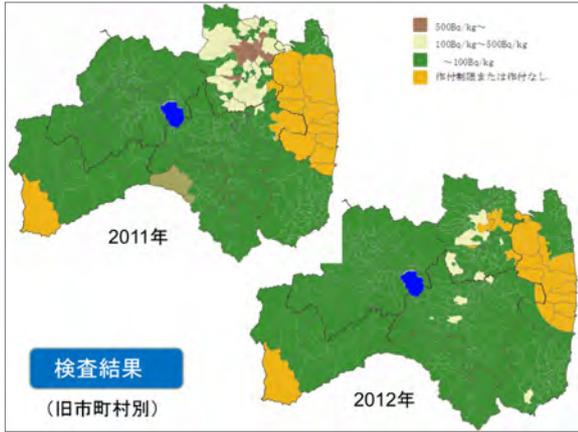
福島県産米を全量測定→30kg玄米袋(12,000,000袋)

- 検査機器の開発
一定の精度を確保しつつ、20～30秒/袋で測定
精密な測定値ではなく、基準値(100Bq/kg)を超えるかどうかを判断(検査結果は参考値扱い)。
→“食品中の放射性セシウムスクリーニング法”(厚生労働省)
- 検査体制の構築
生産者データの登録、検査結果の表示等

26



01
.....
02
.....
03
.....
04
.....
05
.....
06
.....
07
.....
08
.....
09
.....
10
.....
11
.....
12



全量検査 応用・課題

- 他の農作物でも、全量検査の実施を望む声は大きい
- 玄米は量(30kg)と形状・密度の均一性がゆえに短時間での測定が可能
→ 少量、形状不均一では正確な測定に時間がかかる
- あんぽ柿、水産物等で機器開発を検討中
- 制度上の問題もある



38

7-4 放射性セシウムはどこから水系に流出したのか-福島県のため池における蓄積量調査から- 塩澤 昌

2013年8月10日
第7回研究科報告会

放射性セシウムはどこから水系に流出したのか

—福島のため池の蓄積量調査から—

東京大学農学生命科学研究科
農地環境工学研究室
塩澤 昌

- 第1回報告会(2011年11月):
土壌中の放射性セシウムの挙動

放射性セシウム(Cs)の著しい特徴: 土壌に強く固定され、水とともに動きにくい。土壌への強い固定は時間がかかるプロセスで、フォールアウトから2-3ヶ月は水の速度の1/10で動いたがその後、1/100-1/200に低下。

- 第2回報告会(2012年2月)
水田における土壌から稲への放射性セシウム移行のメカニズムについて

2011年11月発表スライド

山からの放射性セシウムの流出量?

2011年11月発表スライド

高濃度汚染山間の沢水と貯水池の放射性セシウム濃度

福島山から放射性セシウムはほとんど流出していない

日	採取地	濃度 (Bq/kg)	測定方法
10月9日	高倉ダム	0.8	ガンプリング
10月9日	高倉ダム	0.9	ガンプリング
10月9日	高倉ダム	1.2	ガンプリング

貯水池には過去の影響が残っている

高倉ダム: 1.2 Bq/kg (溶存態)
0.3 (懸濁態)

1Bq/kgの用水が一年で2000mm水田に入ったとして、流入量は2000 Bq/m² (作土平均で約13 Bq/kg)であり、水田に降下した放射性セシウムの1/100以下。

2011年11月発表スライド

福島山から放射性セシウムはほとんど流出していない

なぜ山から流出しないのか:

木の表面との土壌表面のリタ層に固定されており、降雨では流されない。今後は有機物の分解によって下の土壌に移行し強く固定されて流出しない。

山からの流出量は一年間に存在量の1/1000以下で、今後、さらに低下するであろう。

問題と仮説

- 原発事故で降下した放射性Csが阿武隈川や阿賀野川、一部のため池など水系に流出し、ホットスポットを形成している。
- 山から流出?
- Csは土に強く固定されるため、森林からはほとんど流出しないであろう。

> 仮説: 土壌のない市街地(アスファルト・建物屋根)からCsが流出し、水系に蓄積

ため池調査による仮説の検証

- ため池では、ため池水面に降下したCsとともに、2011年3月以降に上流から流出したCsが沈降し、底泥に蓄積している。
- 上流部が森林であるため池と、市街地であるため池に蓄積しているCs量を比較する

仮説の検証

底泥の面積当たりの平均Cs量 F_{sed} と、ため池水面への降下Cs量 F_{fall} の比を求め、森林ため池と市街地ため池で比較

森林: 流入なし $\frac{F_{sed}}{F_{fall}} \cong 1$

市街地: 流入あり $\frac{F_{sed}}{F_{fall}} > 1$

面積当たりのCs量(Bq/m²)を求める調査は全く行われていない

01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12

調査ため池

- 森林ため池① (大池; 本宮市)
 - 集水域面積 $A=0.17 \text{ km}^2$
 - 満水面積 $a=7,090 \text{ m}^2$
 - 平均水深 $d=3.00 \text{ m}$
 - $A/a=23.9$
- 森林ため池② (ヤボケ池; 南相馬市)
 - $A=1.67 \text{ km}^2$
 - $a=7,580 \text{ m}^2$
 - $d=1.27 \text{ m}$
 - $A/a=220(?)$

9

調査ため池

- 市街地ため池 (H池; 本宮市)

- 集水域面積 $A=65,000 \text{ m}^2$
- 満水面積 $a=1,770 \text{ m}^2$
- 平均水深 $d=2.00 \text{ m}$
- $A/a=36.7$

調査は2012年12月～2013年2月にかけて計4回調査

10

底泥のCs濃度 (F_{sed}) を求める方法

- 底泥の Bq/m^2 を得るための断面積一定のサンプリングは困難
- 湖沼では場所による底泥のCs量のばらつきが大きく、平均値 F_{sed} を求めるには多点の測定が必要

→シンチレーションサーベイメータを用いて現場で簡易に高精度で F_{sed} を測定できる方法を開発した。

11

F_{sed} の測定 (水中底泥のCs量測定)

発泡スチロールの効果

1. 水を排除して感度向上
2. 底泥に鉛直に接地

Y線の半減長: 水=8 cm, 発泡スチロール=600 cm

12

F_{sed} の測定

- 格子状に5 mまたは10 m間隔で測定点を設定
- 大池: 85地点, ヤボケ池: 65地点, H池: 83地点
- 測定線上にロープを張り、ポートを固定して測定

13

フォールアウト濃度 F_{fall} の測定

- 地上 (堤体部土壌) のCs量を、ため池水面で降下したCs量 F_{fall} とみなし、底泥と同じ測定器、同じ条件で測定する。
- 底泥と同様にサーベイメータ周囲の水にするため、ビニールプール内で測定

底泥のCs量と地上のCs量との比較が可能になる。

14

F_{sed} と F_{fall} の Bq/m^2 への変換

- 以上の測定で、 $F_{\text{sed}}/F_{\text{fall}}$ は求まる
- 鉛コリメータ付サーベイメータ (キャリブレーション済) でビニールプール地点の Bq/m^2 を別途測定し、 F_{sed} と F_{fall} を Bq/m^2 に変換する測定器の定数を決めた

15

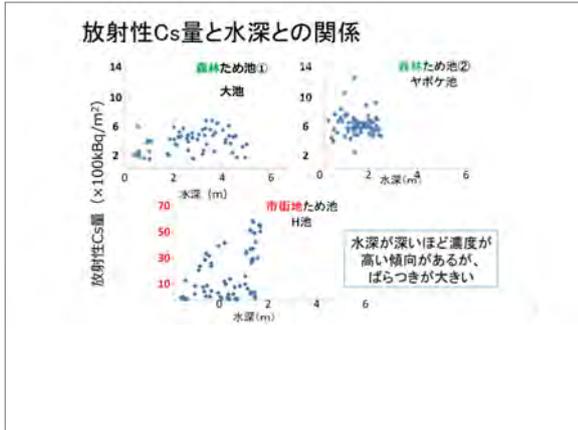
ため池底泥のCs量分布

8000 Bq/m^2 (max) to 200 Bq/m^2 (min)

- 【森林ため池】
 - 大池: ave. 343 kBq/m^2
 - ヤボケ池: ave. 505 kBq/m^2
- 【市街地ため池】
 - max. 7,870 kBq/m^2
 - ave. 1,680 kBq/m^2

市街地集水域ため池では中央部で高濃度の地点が存在

16



17

結果：ため池の放射性Cs量

	森林ため池 大池	森林ため池 ヤボケ池	市街地ため池 H池
ため池底泥の平均Cs量	343	505	1680
F_{sed} [kBq/m ²]			
ため池水面に降下したCs量	399	603	350
F_{fall} [kBq/m ²]			
F_{sed}/F_{fall}	0.86	0.84	4.8
調査時の水の濃度 [Bq/L] (懸濁物+溶解態)	0.34	0.45	1.59
溶存態	0.12	0.20	0.93

市街地が集水域： F_{sed}/F_{fall} が1より大きく、少なくとも F_{fall} の4倍程度が上流から流入

森林が集水域： F_{sed}/F_{fall} が1に近いが F_{fall} の15%程度がため池から流出（フォールアウト直後の底泥に沈降するまでの間）

18

結論

- 森林集水域ため池の底泥に蓄積しているCs量は、地上土壌より少ない；森林からの流出は少ない。
- 放射性Csの水系への大きな流出は、森林(山)から生じたのではなく、一部の市街地から生じた。

19

謝辞

共同研究者ならびにご協力いただいた方々(敬称略)

- 南相馬市: 田中経済部長、他
- 農村工学研究所: 白谷栄作、久保田富次郎

東京大学:

- アイントープ総合センター: 野川憲夫 (水のRI測定)

共同研究者 (ため池調査):

- 農学生命科学研究科地理環境工学研究室
財津卓弥、山野泰明

20

ご清聴ありがとうございました。

21

7-5 カリウム施肥によって変化する放射性セシウムとカリウムの動き

小林 奈通子



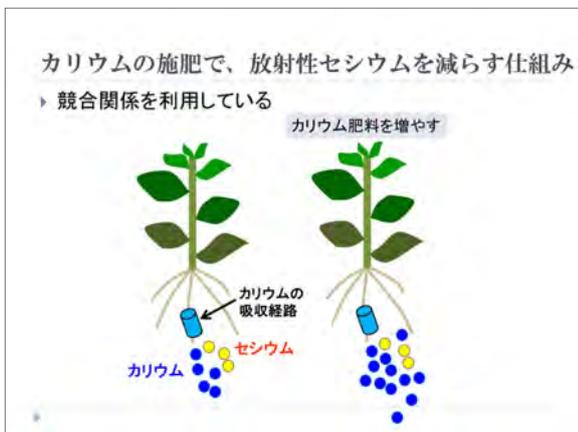
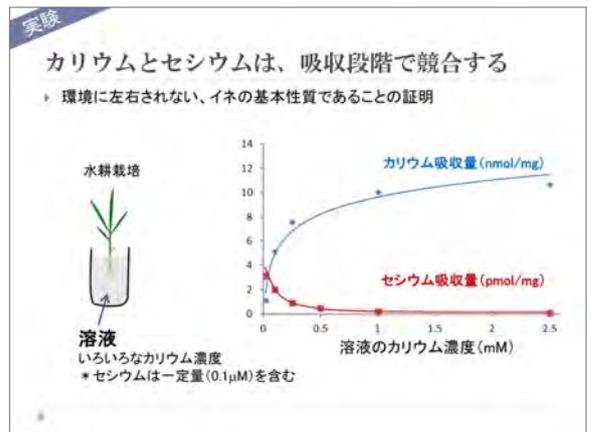
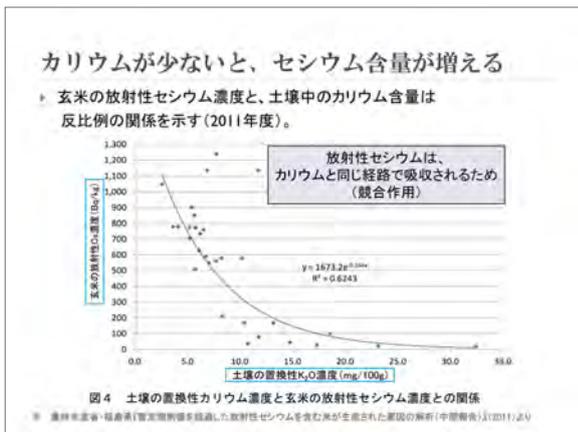
カリウム施肥によって変化する放射性セシウムとカリウムの動き

放射性同位元素施設
小林 奈通子

米の放射性セシウム汚染につながる要因

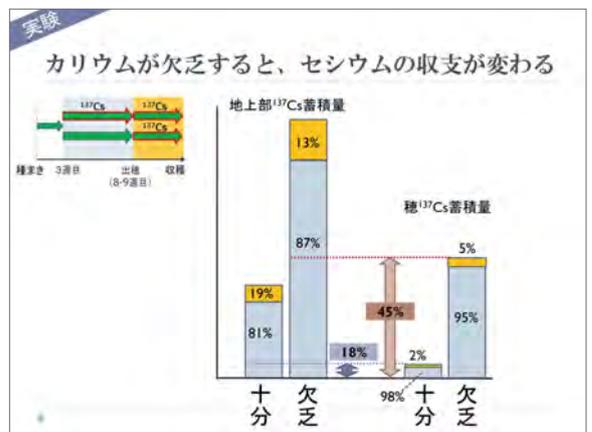
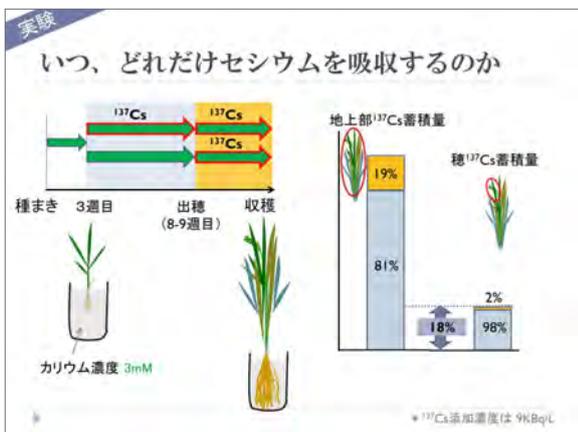
- 環境要因とは無関係な
イネにおけるセシウムの吸収と動態を把握する

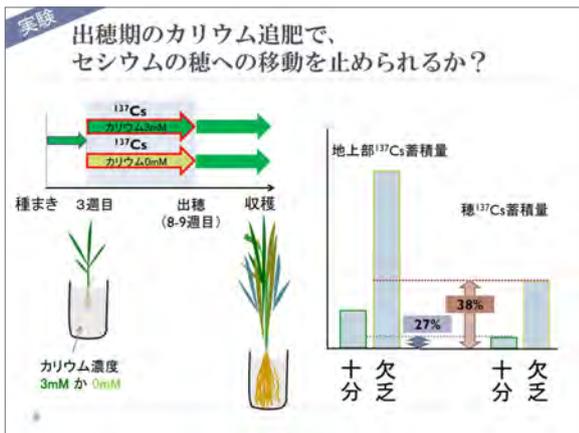
栽培方法
季節・天候
土壌の性質
用水



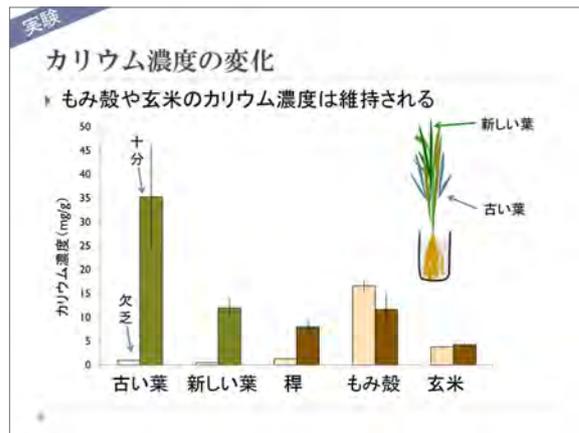
稲作の基本情報となる、イネの性質

イネの成長過程における放射性セシウムの収支を実験的に算出する。

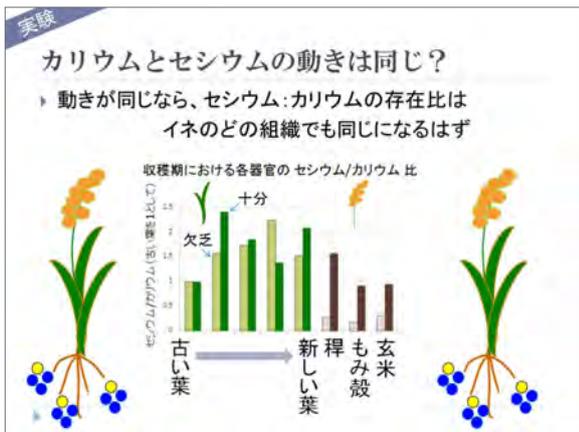




9



10



11



12

7-6 原発事故に起因する放射性核種が有畜循環型農業におよぼす影響について

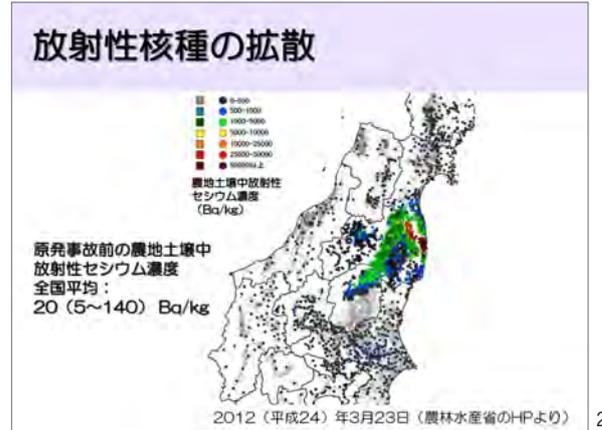
高橋 友継, 真鍋 昇

第7回放射能の農畜水産物等への影響についての研究報告会
東日本大震災に関する救済・復興に係る農学生命科学研究科の取組み
東京大学農学部学生講座
平成25年8月10日(土) 13:00~17:00

原発事故に起因する放射性核種が有畜循環型農業におよぼす影響について



高橋友継・李俊佑・遠藤麻衣子・池田正則・廣瀬農*・小林奈通子*・田野井慶太郎*・中西友子*・真鍋昇
農学生命科学研究科 附属牧場
*同 附属放射性同位元素施設



問題1. 家畜と畜産物



原乳:
安全性が認識されるまで廃棄

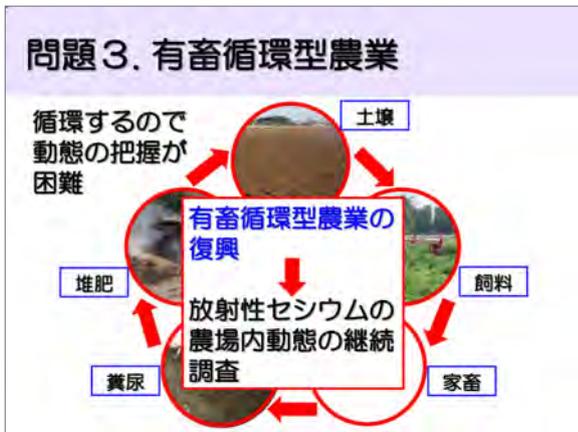
放牧家畜:
出荷・移動・殺処分できない状況が継続

問題2. 堆肥と飼料



汚染飼料:
適当な処分方法の見極めが困難

汚染堆肥:
散布の許容レベルの見極めが困難



結果1. 土壌⇒飼料

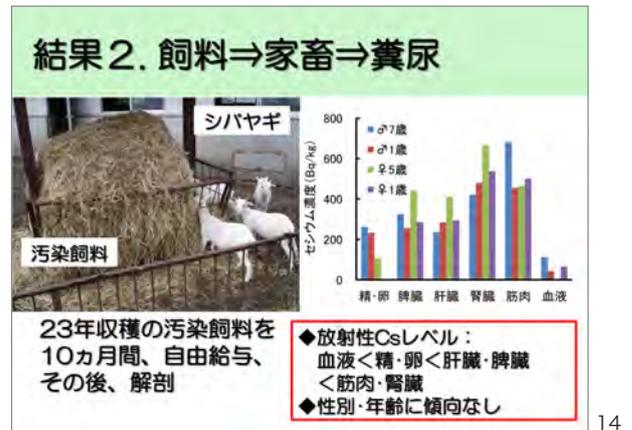
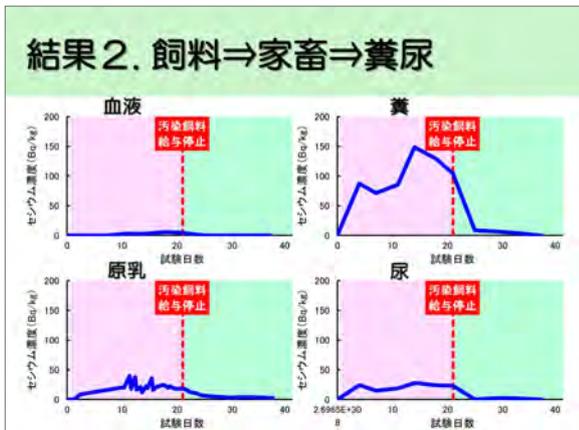
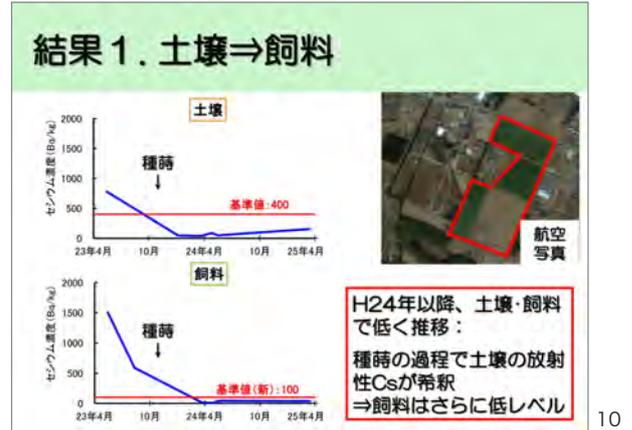
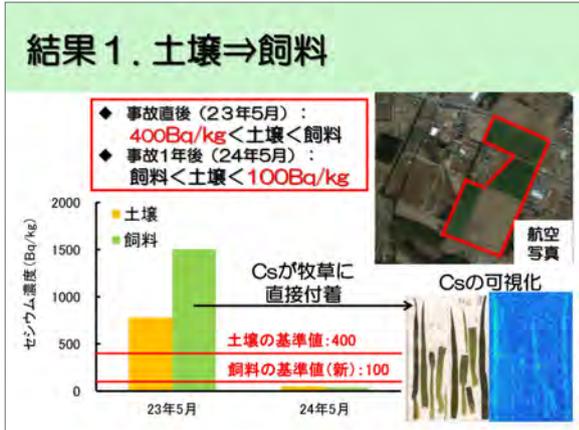
飼料

ハイレージ:
東大附属牧場で栽培し、H23年5月初旬(事故2月後)に刈取・乾燥・プラスチックフィルムで包装し、嫌気発酵させた牧草。

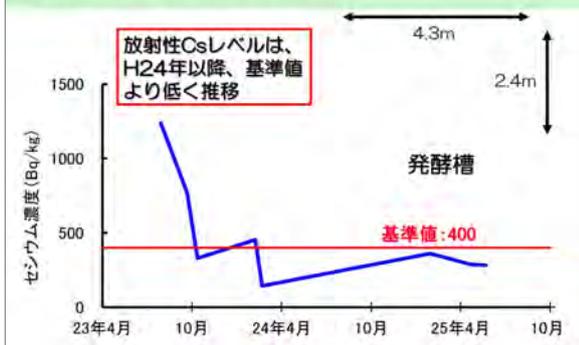


原材料牧草:
イタリアンライグラス

飼料: ハイレージ



結果3. 糞尿→堆肥



17

結果4. 堆肥⇒土壌



18

結果4. 堆肥⇒土壌

耕起: 土壌攪拌

高Cs

低Cs

航空写真

23年9月に堆肥散布

- ◆高Cs堆肥 (770Bq/kg)
- ◆低Cs堆肥 (27Bq/kg)

施肥: 堆肥散布

19

結果4. 堆肥⇒土壌



20

有畜循環型農業



21



22

7-7 地域社会と専門家の連携 —大学にできること—

溝口 勝

2013.8.10
高放射能汚染の農畜水産物等への影響についての研究会
@東京大学農学国際専攻

地域社会と専門家の連携 —大学にできること—

溝口 勝

東京大学
大学院農学生命科学研究科
農学国際専攻

1

Aug 10, 10:51am
【今日の最高気温】
42°C⇒埼玉の路上。
40°C⇒コメ会場(現在の気温)
39°C⇒群馬・岐阜
38°C⇒前橋・岐阜
37°C⇒東京・名古屋・京都・大阪
36°C⇒横浜・鳥取・富山・福岡
34°C⇒カイロ
33°C⇒マニラ
32°C⇒ジャカルタ
31°C⇒シンガポール
29°C⇒ニューデリー

順位	都道府県	地点	観測値	昨日までの観測史上1位の値	昨日までの観測史上2位の値	年月日	年月日
1	東京都	三軒茶屋	42.7	39.4	35.0	2004/07/20	2003/08/09
2	埼玉県	川口	42.7	42.1	39.4	2004/07/20	1984/06/09
3	山梨県	新井	42.0	39.5	35.1	2013/07/11	2004/06/04
4	群馬県	前橋	40.1	39.5	35.1	2007/08/16	1977年
5	岐阜県	岐阜	40.1	39.5	35.1	2007/08/16	1977年
6	東京都	三軒茶屋	39.4	39.5	35.1	2007/08/16	1977年
7	東京都	三軒茶屋	39.4	39.5	35.1	2007/08/16	1977年
8	東京都	三軒茶屋	39.4	39.5	35.1	2007/08/16	1977年
9	東京都	三軒茶屋	39.4	39.5	35.1	2007/08/16	1977年
10	東京都	三軒茶屋	39.4	39.5	35.1	2007/08/16	1977年

2

農地の除染法

農林水産省 農地除染対策の技術書概要 【調査・設計編、施工編】 平成24年8月

表土削り取り

水による土壌攪拌・除去

反転耕

3

行先はどこ？

汚染土の入ったフレコンバック (2012年6月24日)

4

中山間地の水田の除染をどうするか？

イノシシの害 (2012年4月14日)

雑草の処理 (2011年9月4日)

5

いま科学技術が問われている

- 農学栄えて農業減ぶ
- 稲のことは稲に聞け、農業のことは農民に聞け

横井時敬

- 土
 - に立つ者は倒れず、
 - に生きる者は飢えず、
 - を護る者は滅びず

「天空の城ラピュタ」から I Love Soil

いま私たち大学人は何が出来るのか？

6

ふくしま再生シンポジウム ～震災復興—大学に期待すること～ 平成25年6月17日(月) コッセふくしま

開会挨拶 清田純一 国立大学協会会長

講演
「震災復興への取り組みと大学の役割」
入野 修 氏(福島大学長)
「FUKUSHIMAが大学に期待すること」
内堀 雅雄 氏(福島県副知事)

パネルディスカッション
「地元の声を聞いて大学は何ができるか」
・中井 勝己 氏(福島大学)
・三瓶千香子 氏(桜の聖母短期大学)
・菅野 典雄 氏(飯館村長)
・内藤 清吾 氏(株式会社内藤工業所)

7

菅野村長の発言 (溝口メモ)

- 原発事故直後、村長として苦心
 - 80%は土水の汚染への対応だった
 - 20%はマスコミ・大学との闘いだった
- 理想はわかる、でも現実とは違う
 - 相手に沿うことが大切
- 大学には助けてほしい
 - でも研究機関は研究に走りがち
- 足し算ではなく引き算の発想のできる人材が必要
 - 大学には成長から成熟社会をつくる人材育成に期待

8

01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12

大学の社会的責任とは？

- 専門(研究)? 真実の探求?
- 教育? 人材育成?
- 政府機関のアドバイザー?
- ???

国立大学のミッションの再定義 (文部科学省)
農学部のミッションとは?

9

4 FUKUSHIMAが大学に期待すること

最先端の理論と実践に根ざし、
福島からのグローバルに発信できる「福島発」の研究開発

未来を担う気概『能力』『使命感』を
兼ね備えた研究者の育成

一過性ではなく
産学官民が一体と
なって協働できる
持続的な地域貢献

新しいハートと
クールな知性を備えた
人材育成

ふくしまから
はじめよう
Future From Fukushima.

地域との持続可能な
協働・地域貢献

復興を軸に、FUKUSHIMAと大学が相互に発展し、
新たな知のフロンティアを切り拓く関係の創出と深化

内堀 雅雄 氏(福島県副知事)のSlideより引用

10



震災復興 大学に期待すること ～地域経済人の立場から～

(注) 内藤 義典 内藤 裕香

1. 若者が集う場の提供
2. 復興リサーチパーク
3. ITを利用したコミュニティの実現
4. 世界のFukushimaに相応しいブランド化

今日の豊田気と感想

11

大学の研究者としての私の立場

東京大学
大学院農学生命科学研究科
福島復興農業工学会議

サークル 溝口
までい

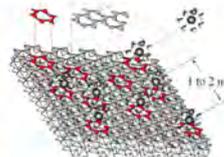
国立大学法人
ボランティア組織

社会

平日: 大学人、週末: 「ふくしま再生の会」

12

既往の知見の整理(文献調査)

特別セミナー「粘土表面の放射性セシウムの吸着特性とその挙動」(2011.5.30)

放射性セシウムは粘土表面の穴に埋まり込んでいる!

by Prof. C.T Johnston @Purdue Univ.

13

現場の調査



2.5 $\mu\text{Sv/h}$

3.5 $\mu\text{Sv/h}$

7.0 $\mu\text{Sv/h}$

飯館村役場横の斜面の放射線量測定(2011.6.25.溝口・登尾)

14

現場での実践 基礎学に立脚した現場主義



凍土剥ぎ取りによる農地除染
(2012年1月)



田車による除染
(2012年4月)

15

現場での実践 までい工法



汚染土の埋設

よいとまけ(土の締固め)

2012.12.1

16

泥水強制排水除染法 (小宮, 2013.5.18)



定点カメラ画像(2013.7.6)

17

これまでの報告会で述べたこと

- まずは現場を見ることが大切
 - 現場に合った総合的な技術の適用を考える
- 一刻も早い行動
 - 考えながら走る！走りながら考える！！
 - 組織や制度に囚われないで柔軟に対応する
- 老若男女、地域・組織を越えた「協働」
 - 農家の知恵の中にヒントがある
 - あらゆる人材・知識を総動員する
- では、それをそのように実行するのか？



18

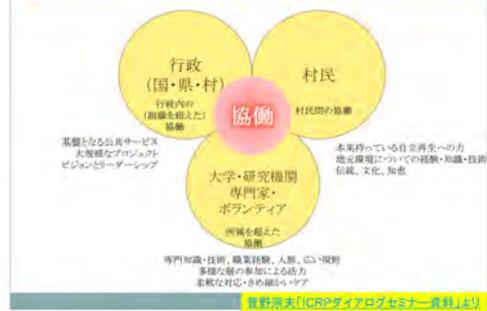
協働による再生への道



食野浩美「ICRのダイアログセミナー」資料より

19

協働による再生への道(2)



食野浩美「ICRのダイアログセミナー」資料より

20

大学にできそうなこと

- 専門知識・技術
- 職業経験
- 人脈
- 広い視野
- 多様な層の参加による活力
- 柔軟な対応・きめ細かいケア



食野浩美「ICRのダイアログセミナー」資料より

21

飯舘村—NPO法人—大学の連携



22

東大農学部内の取り組み —農学部職員・学生・飯舘村の若者とのコラボ—



23

群盲評象

大学は個々の知見を繋いで象を動かせるのか？



<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e1/Blind.JPG>

24

01
.....
02
.....
03
.....
04
.....
05
.....
06
.....
07
.....
08
.....
09
.....
10
.....
11
.....
12



25



26

謝辞

- 飯館村農業委員会／ふくしま再生の会
- 東京大学「福島復興農業工学会議」
- 明治大学震災復興支援・防災研究プロジェクト
- 東京大学 救援・復興支援室
- 東京大学大学院農学生命科学研究科
- サークル「までい」
 - 東大農学部教職員サークル

27

27

参考資料

- 「福島復興農業工学会議(土壌除染の農業工学的研究)」活動報告
- <http://utf.u-tokyo.ac.jp/2013/07/post-43c5.html>
- 農業における情報利用ゼミナール演習飯館村現場見学会(2013.2.2-3)
- <http://www.iai.ga.a.u-tokyo.ac.jp/mizo/lecture/acc-info/12/2012.html>
- ICRPダイアログセミナー「飯館-問題の認識と対応-」(2013.7.6-7)「ふくしま再生の会」の発表資料
- <http://www.iai.ga.a.u-tokyo.ac.jp/mizo/edrp/fukushima/saisei/icrp130707/icrp130707.html>
- ふくしま再生の会
- <http://www.fukushima-saisei.jp/>
- 福島土壌除染技術 溝口 勝
- <http://www.iai.ga.a.u-tokyo.ac.jp/mizo/edrp/fukushima/soil/>
- 飯館村モニタリング 溝口 勝
- <http://www.iai.ga.a.u-tokyo.ac.jp/mizo/edrp/fukushima/monitoring-site.html>
- 飯館村現場写真集
- <http://www.iai.ga.a.u-tokyo.ac.jp/mizo/edrp/fukushima/photoindex.html>
- 震災復興関連セミナー情報
- <http://www.iai.ga.a.u-tokyo.ac.jp/mizo/seminar/seminarlist.html>

28

28

第8回

2013.12.14

開会の辞

古谷 研

- 8-1 農学生命科学研究科全体の取組みについて**
中西 友子 178
- 8-2 福島県における米の全量全袋検査の取組みについて**
丹治喜仁 181
- 8-3 放射性セシウムの果樹樹体内における動態
—土壌から樹体への移行も考える—**
高田 大輔 185
- 8-4 水田湛水による周辺環境の放射線量低減の試み**
久保 成隆 189
- 8-5 放射性セシウム汚染堆肥中で栽培した各種作物における
放射性セシウム動態**
高橋 友継, 真鍋 昇 194
- 8-6 チェルノブイリの経験(ウクライナ出張報告)**
小川 壮 196

閉会の辞

古谷 研

8-1 農学生命科学研究科全体の取組みについて

中西 友子

第8回 放射能の農畜水産物等への影響についての研究報告会

一研究科・附属施設全体を通した取り組み

中西 友子

東京大学農学部における震災復興支援への取組み

東京大学 災害対策本部
東日本大震災に関する教授・復興支援室

福島県農業総合センター

農学生命科学研究科

(1) 高放射能の農畜水産物産学

合計40-50人の教員

- ① 作物・穀物
- ② 家畜・畜産
- ③ 土壌
- ④ 魚介類、海水
- ⑤ 放射線測定
- ⑥ 科学コミュニケーション他

心用生命科学・工学
生産・環境生物
獣医学
応用動物科学
森林化学
生物環境工学
生物材料科学
水圏生物学

(2) 被災地農業回復についての研究開発

① 作物生産・土壌学 ② バイオマス生産

生態水文学研究所(瀬戸)

北海道演習林(富良野)

原発事故近く

伊達市: イネ、環境
飯館村: イノシシ、
(村からの要請) 水田除染、
南相馬市: プタ
白河市: ヒツジ
鮫川村: 果樹、野菜
福島市: 果樹
郡山市: センター
笠間市: ヤギ

野生生物調査

東京大学農学部で進行中の取組み

- ・農業
- ・作物学
- ・栽培学
- ・土壌学
- ・微生物学
- ・砂防学
- ・獣医学
- ・畜産業
- ・水産業
- ・魚学
- ・環境学
- ・林業

落葉からキノコへの移行

生物・水が関与した放射性物質の移動

野鳥モニタリング

果樹の樹体内セシウム動態

池田

用水

家畜内の分布

牛乳への移行

牧草・家畜間の循環

水・土壌のモニタリング

加工による低減効果

魚体内分布

河川

水田

イネ: セシウム吸収の品種間差

農林水産物への影響の報告会(3-4か月ごと、7回)

2011年11月19日(1回目) 2012年5月26日(3回目)
2012年2月18日(2回目) 2012年9月8日(4回目)

1 イネ 2 土壌 畜産業 魚類 果樹 鳥

3 エネルギー作物 森林・河川 除染の試み 魚類 果樹

4 イネ 森・河川 除染の試み 魚類 イネ実験 サイエンスコミュニケーション

5 果樹 畜産 家畜飼育 羊 漁業 土壌 生物濃縮

6 農水省 土壌 除染の試み 畜産業 魚類

7 2012年12月8日(5回目)
2013年4月20日(6回目)
2013年8月10日(7回目)
2013年12月14日(8回目)

農学部 農学

土壌汚染

フクシマの放射性物質のゆくえ

中西友子

Nishimichi Tomoko

NHKBROOKS 1208

セシウムはどこへ行ったのか

謎多き放射能汚染の真実とは?

中西友子

野依良治

ISBN978-4-14-091209-9 C1361 Y350E

1921581009503

7784140912089

ISBN 13

ISBN 10

土壌

作物

樹木

~半年後

《降ってきた放射性物質の特徴》

スポット状・表面にくっつく

時間と共にほとんど動かない

Daisuke Takata et al.

鳥類

魚類

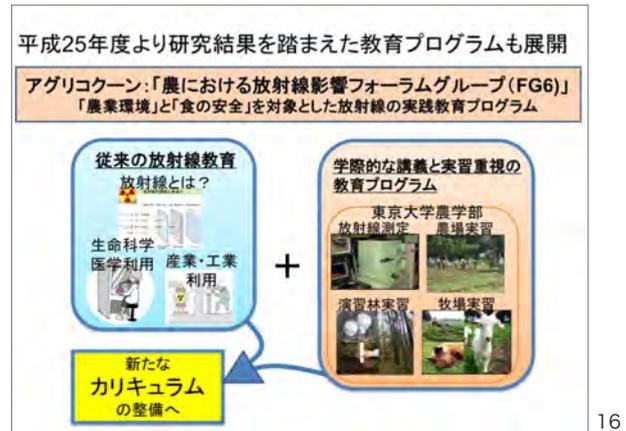
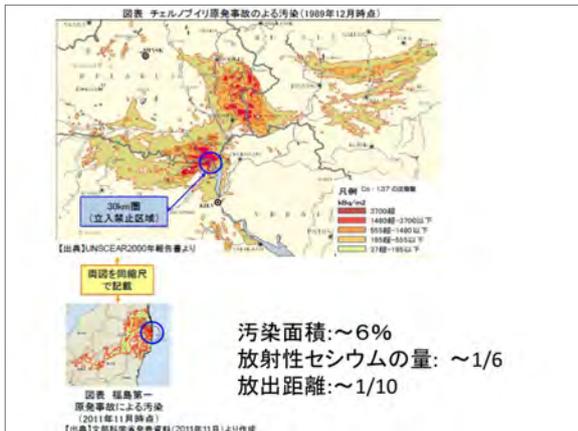
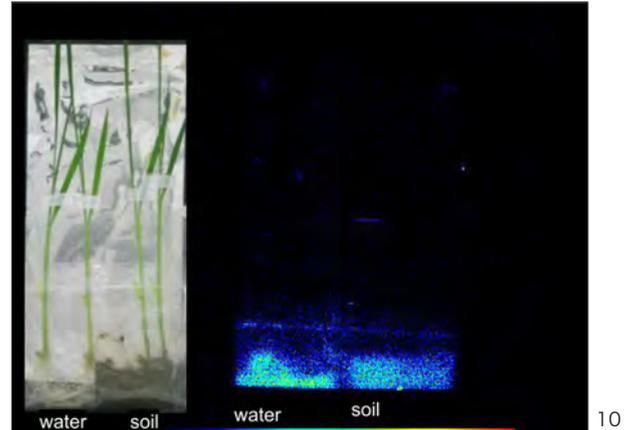
動物

《生き物》代謝

Ken Ishida et al.

Shugo Watabe et al.

Noboru Manabe et al.



福島調査研究に基づく教育研究プロジェクト
 (附属放射性同位元素施設 平成25年~平成27年) H24

特任教授(小川社)	特任准教授(三浦寛)	(中西)	特任助教(廣瀬農)	計測補助員(久保田和人)
准教授(二瓶直登)	准教授(田野井慶太郎)	事務補佐員(安西和恵)	特任助教(小林奈通子)	研究員(杉田亮平)

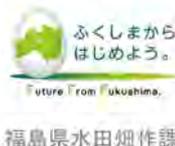
これからも継続的に調査研究と教育とを続けていこうと思っております。

おわり

8-2 福島県における米の全量全袋検査の取組みについて

丹治 喜仁

福島県における米の全量全袋検査の取組みについて



福島県水田畑作課

説明内容

- 1 実施に至った背景
- 2 検査体制の構築
- 3 検査の実施
- 4 検査の効果・今後の課題

1 検査の実施に至った背景

放射性物質による影響

農地土壤中の放射性物質濃度分布図*



*1 農林水産省「農地土壌の放射性物質濃度分布図」

平成23年産稲の作付制限

平成23年産稲の作付制限

- ◆作付制限区域の水稲不作付面積 8,500ha*1 (県全体の作付面積(H22)*2の11%)
- ◆作付を自棄した地域の水稲不作付面積 1,600ha*1 (県全体の作付面積(H22)*2の2%)

水稲不作付面積計 10,100ha (県全体の作付面積(H22)の13%)



※1 農林水産省「農地土壌の放射性物質濃度分布図」
※2 作物統計

23年産米の放射性物質検査(モニタリング)

- 1 予備調査
収穫前の段階で、放射性物質濃度の傾向を把握
- 2 本調査
収穫後の段階で放射性物質濃度を測定し、出荷制限の要否を判断
福島県では**濃基準の2倍の濃度**で調査を実施
- 3 早期出荷米 (福島県独自)
早期出荷米のほ場を指定(43.2ha)し、ほ場ごとに調査

	調査時期	調査点数	最大値
予備調査	9月8日～9月29日	449点	500Bq/kg
本調査	9月15日～10月12日	1,174点	470Bq/kg
早期出荷米調査	8月25日～9月9日	101点	418Bq/kg
計		1,724点	

平成23年10月12日 すべての市町村の米が出荷可能となった

暫定規制値超過と緊急調査の実施

暫定規制値を超える値が検出

- 米が出荷可能となつて約1ヶ月後の平成23年11月16日、福島市旧小園村で生産された玄米から、**暫定規制値を超える値が検出**。
- 粟は16日に、当該地域の米の出荷自棄を要請。翌17日に原子力災害対策本部長の指示に基づき、出荷制限を要請した。

米の放射性物質緊急調査の実施

(1) 調査対象

- 福島市旧小園村
- 特定避難勧奨地点が存在する地域
- モニタリング検査で放射性セシウムが検出された地域

→29市町村129地区を対象

(2) 調査方法

- 福島市旧小園村: 全袋調査
- その他: 米を出荷する農家1戸当たり1機体調査

該当する区域の米は、**調査が終了するまで出荷の見合わせ**を依頼。

調査点数: 約33千点、調査期間: 約3ヶ月間(平成24年2月3日まで)

緊急調査の結果

- 1 調査結果による対応

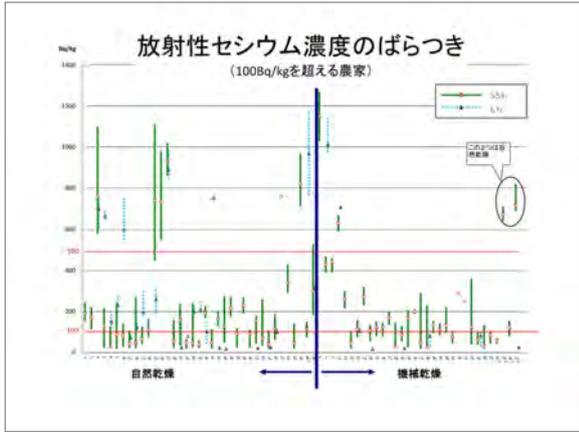
500Bq/kgを超過した区域 (3市9旧市町村) → **出荷制限の指示** → 特別隔離対策により市場から隔離・処分 (約17,000t)

100Bq/kgを超過した区域 → **出荷見合わせ継続** → 特別隔離対策により市場から隔離・処分 (約17,000t)

100Bq/kg以下の区域 → **出荷見合わせ解除**

- 2 調査によって得られた知見

- 交換性カリウム濃度が極端に低いと玄米のCs濃度が高い
- 作土の浅いほ場で、Cs濃度が高い傾向
- 自然乾燥は、機械乾燥よりもCs濃度に大きなばらつき
- 機械乾燥しても、玄米のCs濃度にばらつき
- ほ場によって、玄米のCs濃度にばらつき



9

24年産米の安全性確保対策

緊急調査の結果

- 同じ生産者の米でも放射性物質濃度にばらつきが見られる
- 土壌中の交換性カリウム濃度が極端に低いと玄米のCs濃度が高い

米は

- 国民の主食 → だれもが食べ、摂取量が多い
- 消費者の関心が高く、安全性に特に敏感な食材

食品衛生法の新たな基準値の設定 (100Bq/kg(24年10月から))

- 100Bq/kgは相当に高いハードル
- 十分な備えと対応が必要

したがって

24年産米の安全性確保対策

- 1 米の放射性物質の吸収を抑制する → 除染・吸収抑制対策の実施
- 2 基準値を超える米は、絶対に流通・販売、食用に供しない
- 3 消費者が安心できる米の検査体制を整えて、理解を得ていく → 全量全袋検査の取組みと結果の速やかな公表

10



11

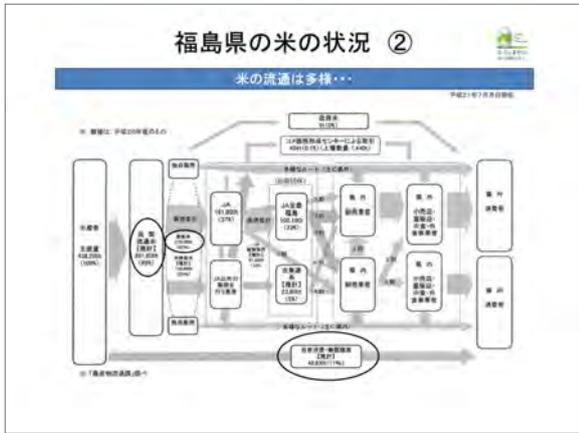
福島県の米の状況 ①

面積が広く生産量が多い

- 中通り・会津・浜通りの3地方に分かれる
- 市町村数は59(全国で5番目に多い)
- 作付面積 80,600ha(全国第4位)
- 収穫量 445,700t(全国第4位) → 作付制限を考慮しても1,000万袋以上

※ 22年産米産米排水産出量

12



13

検査体制の整備

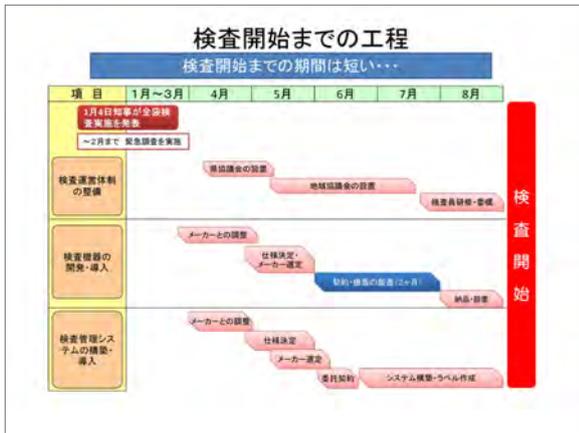
福島県産米の生産・流通の現状から見て、全ての米を検査するのは相当困難との意見

↓

全量全袋検査実施のためには

- 1 地域毎に、状況に応じた検査運営体制の整備
- 2 迅速に検査ができるベルトコンベア式検査機器の開発・導入
- 3 全ての検査結果を集約し公開する検査管理システムの構築

14



15

検査運営主体の設置

県段階(ふくしまの恵み安全対策協議会(県協議会))平成24年5月2日設立

ア 構成
県、JA中央会、JA全農福島、県産米集荷業者、消費者団体など

イ 業務内容

- データを一元管理するための管理システムの構築・運用
- 検査結果の可視化対策の推進
- 検査の追加的経費にかかる損害賠償請求

地域段階(地域協議会) 37協議会が設立

ア 構成
市町村、農業団体、集荷団体など

イ 業務内容

- 地域の検査体制構築 (検査機器の設置場所・団体の決定、検査機器の利用調整等)
- 検査の運営 (検査場の運営、バーコードラベル発行、検査結果データのアップロード等)
- 追加的経費のとりまとめ及び配分

16

検査機器の開発・導入(検査方法)

食品中の放射性セシウムスクリーニング法

ゲルマニウム半導体検出器
 ・核種毎に濃度を正確に分析
 ・機器の数が限られていること、分析に時間がかかることから、多数の試料を効率良く検査することには向かない

↓

・NaIシンチレーションスペクトロメータ等により基準値(100Bq/kg)以下であることを迅速に判断するための方法
 ・基準値よりも確実に低いと判断できない検体は、ゲルマニウム半導体を用いたガンマ線スペクトロメータ等による試験法を用いて検査結果を確認

Ge半導体検出器による詳細検査

17

検査機器の開発・導入 (仕様決定とメーカーの選定)

○既存の簡易検査機器では検査に時間がかかる。
 ○米袋のまま迅速に検査できるベルトコンベア式検査機器の開発・導入

検査機器の共通仕様を決定

○「食品中の放射性セシウムスクリーニング法」に準拠したものであること
 ○表紙(30kg)と一袋単位かつ連続的に放射性セシウム濃度を測定し、1時間あたり120袋以上の判定が可能なること。
 ○空間線量1.5μSv/hの環境においても、測定が可能なること。
 ○識別情報(バーコード)を読み取り、スクリーニングレベル以下の場合には、米袋に貼付する検査済ラベル(GRコード)を印刷する。

仕様書の要件を満たす検査機器メーカーを募集・審査

検査機器機種選定に係る合同プロポーザル(H24.5.28)

検査機器メーカーによるプレゼンテーション及びデモンストレーションを実施

○検査機器メーカー
 5社(富士電機、キャンベラジャパン、三菱電機、島津製作所、日立造船)
 ○参加者・地域協議会、市町村、農業団体・出荷団体等の機種選定委員等 約400名が参加

18

メーカーによるプレゼンテーション

検査機器のデモンストレーション

米袋リフトのデモンストレーション

検査機器の導入 (24年度米の検査)

- 導入台数 199台
- うち、県補助事業による整備 193台
- 検査場数 163箇所

19

ベルトコンベア式検査機器の概要

各部分の名称	機能
バーコードリーダー	米に貼付するものは「QRコード」(実際には生産者番号等の口番号のQRコード)を読み取り、検査済ラベルを印刷して、米袋のQRコードを消去する。
制御PC	本体及び周辺機器の制御や測定結果の表示、測定情報の保存などを行います。
制御箱	外部からの侵入を防ぐ筐体構造を有し、測定情報の保存が主ですが、スタートボタンなどがあります。
測定部(シンチレーター)	検査物の中心線です。米粒が入射する位置を定め、その位置で放射線計測を行い、検出された放射線量を測定します。
QRコード印刷機	測定の結果、スクリーニングレベル以下となった場合、米袋の安全性を確保するラベルを印刷します。
ベルトコンベア	米袋を測定部に搬送し出します。

20

検査場での検査フロー

1. バーコードラベルの貼り付け(農家)
2. 検査場への米袋の搬入
3. 全量全袋検査機器での検査

○ 検査を実施し、スクリーニングレベル以下であった袋には検査済ラベルを貼り付け

検査済ラベルを貼付した米袋は、集荷業者への出荷、販売としての利用、給放米の検閲などが可能となる。

21

検査管理システムの構築 (農産物安全管理システム)

県協議会 (システム管理会社)

地域協議会 (農産物安全管理システム)

ショップ等

22

検査データの流れ

1. 検査前に農家情報をシステムに登録

2. バーコードラベルを印刷し農家に配布

3. 検査終了後、検査機器から検査結果をUSBメモリに出力、インターネットに接続されたパソコンから農産物安全管理システムにアップロード。

放射性物質検査場

23

検査結果の公表

パソコン・携帯電話等による検査結果の確認

1. HP上で検査済ラベルの識別番号を入力する(県の農産物安全管理協議会) <https://fukunagap.org/ok/foods/>
2. カメラ付き携帯電話等で検査済ラベルのQRコードを読み込む

福島県内で生産した玄米は、全量全袋検査を実施し、食品衛生法に定める一般食品の基準値(100Bq/kg以下)であることを確認し出荷しています。

画面に当該米袋の検査結果が表示

24

信頼性確保のための県の管理

【目的】

全量全袋検査の信頼性を確保するとともに、県内全域において適切な検査を実施

【実施内容】主なもの

- 県は、検査業務研修会を開催し、受講者を検査員として委嘱。各検査場では、委嘱を受けた検査員が検査を実施。
- 県は、標準検査手順書を作成して各検査場に配布。各検査場所では、手順書に基づき検査を実施。
- 検査場では、検査業務に関するチェックシートに基づき、検査員が日々の検査業務のチェックを実施。
- 県は、検査開始後、定期的に検査場を巡回し、適正な検査及び検査結果の管理が実施されているかを点検。
- この際、検査機器が適正に動作していることを確認するため、放射性セシウム濃度が既知のサンプルによる確認を実施。

25

3 検査の実施

米の全量全袋検査開始式
平成24年8月25日
二本松市第一検査場

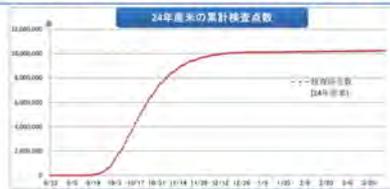


25

26

24年産米の検査実績

- 年内にはほぼ検査が終了
- 99.9993%は基準値以下
- 基準値を超過したのは71点 → 黒・市町村の管理の下、隔離して処分



検査場内の検査 実施(25)	21~25	26~30	31~7/31	8~10/31	11/1~12/31	計
スクリーニング検査	10,308,832	20,251	1,383	72	71	10,330,538
最終検査	144	40	292	317	71	867
合計	10,309,976	20,291	1,675	389	71	10,331,402
割合(%)	99.73%	0.20%	0.016%	0.0038%	0.00071%	100%

※25.6.30時点

27

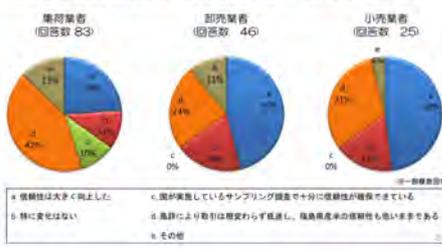
28

4 検査の効果・今後の課題

福島県産米に対する信頼性の向上

全量全袋検査の実施により、卸売業者や小売業者では「信頼性が大きく向上した」が最も多くなっている。

間、全量全袋検査を実施したことによる福島県産米の信頼性向上について

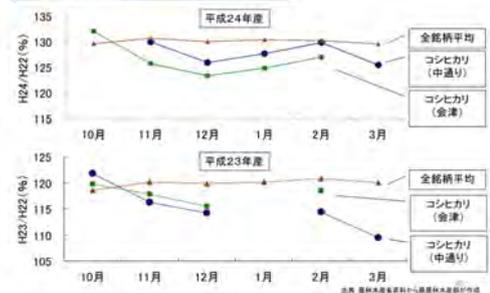


- ▲ 信頼性は大きく向上した。
- △ 信頼性は向上していない。
- 信頼性は向上しない。
- ▼ 信頼性は大きく低下した。
- ▽ 信頼性は低下していない。
- その他

29

平成24年産米の価格の動向

相対取引価格の推移(H22に対する比率)



30

成果と課題

成果

- 基準値超過する米の流通を未然に防止
- 福島県産米への信頼性向上
- 作付再開の後押し

今後の課題

- 検査そのものを知らない消費者が多い。一層のPRが必要
- 検査には相当の労力・費用がかかる。
- 検査をいつまで続ける必要があるのか

31

“いのち”を支え 未来につなぐ
新生ふくしまの「食」と「ふるさと」



福島県産米シンボルキャラクター
「ふくしんもち」(ふくしまの「食」と「ふるさと」)

32

8-3 放射性セシウムの果樹樹体内における動態 —土壤から樹体への移行も考える—

高田 大輔

放射性セシウムの果樹樹体内における動態
—土壤から樹体への移行も考える—

附属生態調和農学機構
高田大輔

放射性セシウムの果樹樹体内における動態
—土壤から樹体への移行も考える—

- 試験の背景
- 土壤から果実への移行
- 樹体内からの果実への移行
- 土壤と樹体それぞれの寄与は？

放射性セシウムの果樹樹体内における動態
—土壤から樹体への移行も考える—

- 試験の背景
去年、この春の発表で、
- 土壤から果実への移行
- 樹体内からの果実への移行
- 土壤と樹体それぞれの寄与は？

土壤からの果実への移行(移行係数)

	2012年 植え替え試験	2011年 現地調査	過去の知見	
			最大値	最小値
モモ	$3.6 \sim 5.4 \times 10^{-4}$	1.9×10^{-2}	1.3×10^{-2}	9.0×10^{-3}
ブドウ	2.0×10^{-3}	1.2×10^{-2}	8.0×10^{-3}	1.0×10^{-3}

再現試験の条件が影響か？
野菜・イネと比べると総じてみれば低いですが、事故翌年以降も確実に移行する(新植も)

土壤を被覆することで、
土壤へのフォールアウトを防いでみる

事故前に土壤を被覆 被覆しないまま

収穫時の Bq/kgDW

30.1	果実	31.4
26.9	土	163.1

事故年では、土壤からの果実への移行はわずか

- ・土壤からの移行は少ない
- その一方で、
- ・土壤からも確実に移行する

そこで、問題となるのは、『土壤から』と『樹体内から』の寄与率がどうか？

また、

土壤中のCs分布を反映した試験も重要

放射性セシウムの果樹樹体内における動態
—土壤から樹体への移行も考える—

- 試験の背景
- 土壤から果実への移行
Csの土壤深度分布を反映させる
- 樹体内からの果実への移行
- 土壤と樹体それぞれの寄与は？

果樹の根の深さ
根の出方は樹種によって異なる

キウイ フルーツ	ブルー ベリー	イチジク	浅い
ウメ	モモ	ブドウ	↑
コホナシ	リンゴ	カキ	
			深い

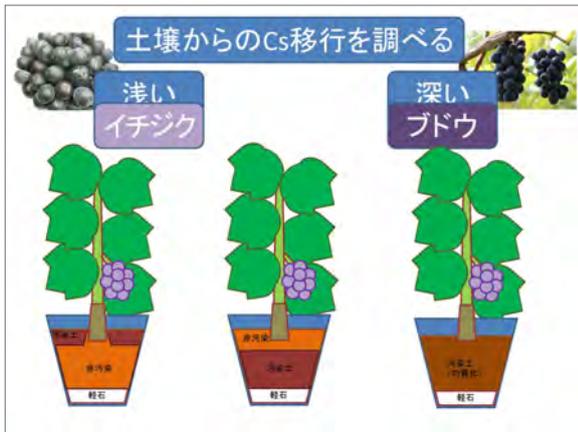
もちろん、根の張り方は台木や仕立て方、圃地条件等により、大きく異なる。また、何を基準に浅い深いと判断するかにもよる(単純深度、平均分布域、対樹高比、等)。表記は参考程度に。



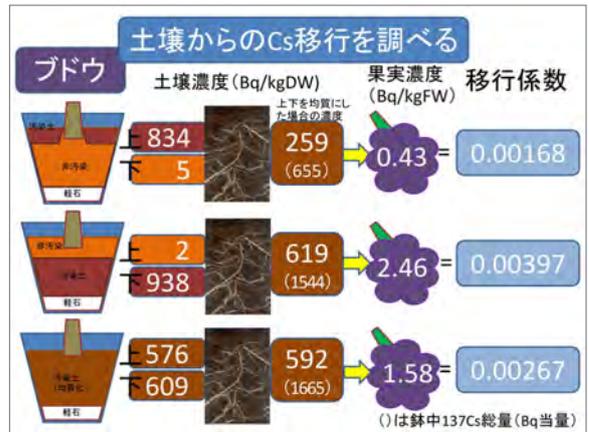
9



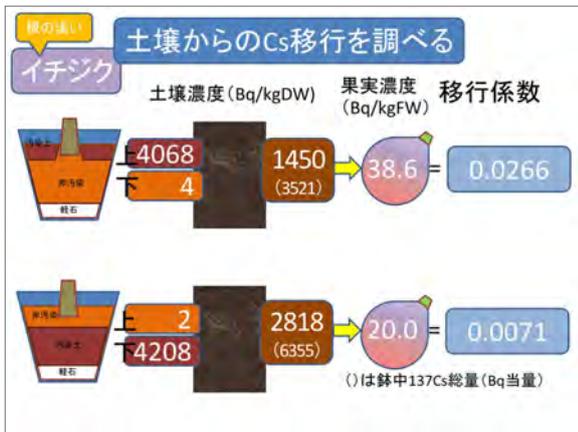
10



11



12

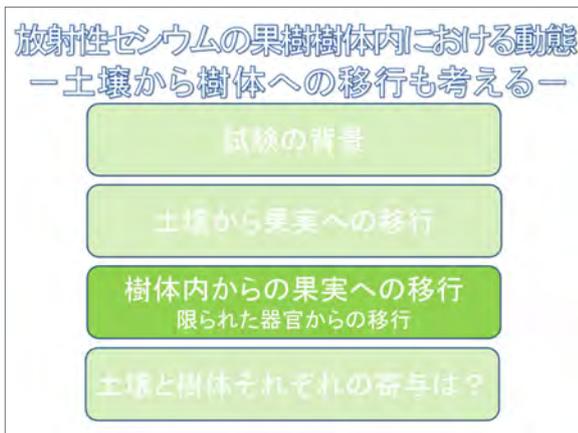


13

根の浅いイチジクでは、そうでないブドウよりも土壌表層の汚染に敏感

根の浅くない樹種では、土壌表層の汚染に鈍感かも

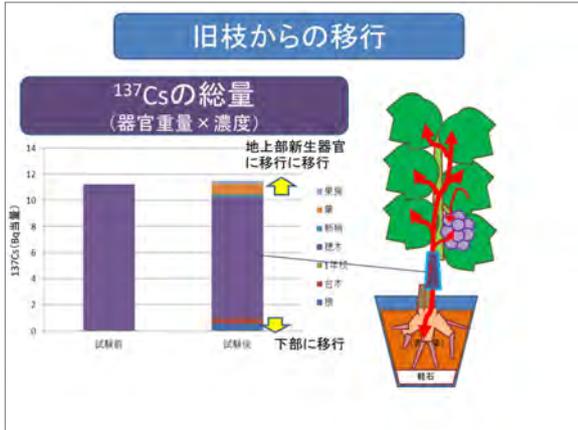
14



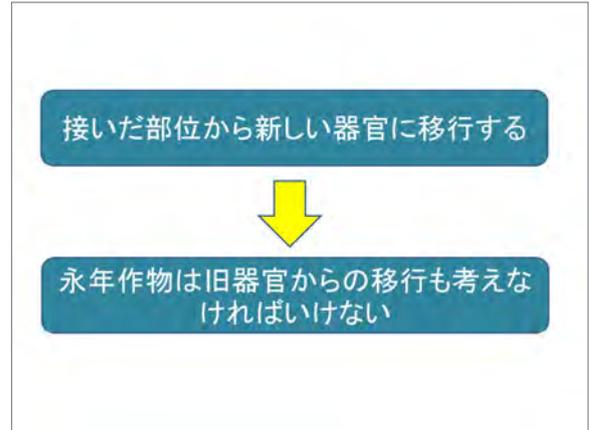
15



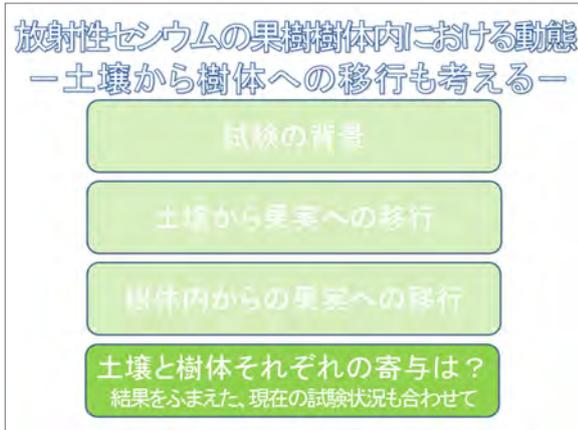
16



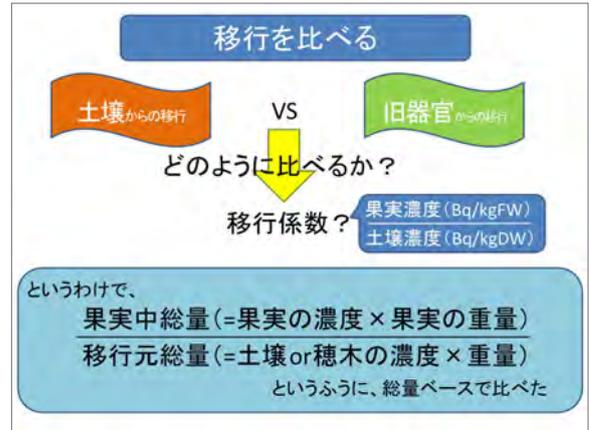
17



18



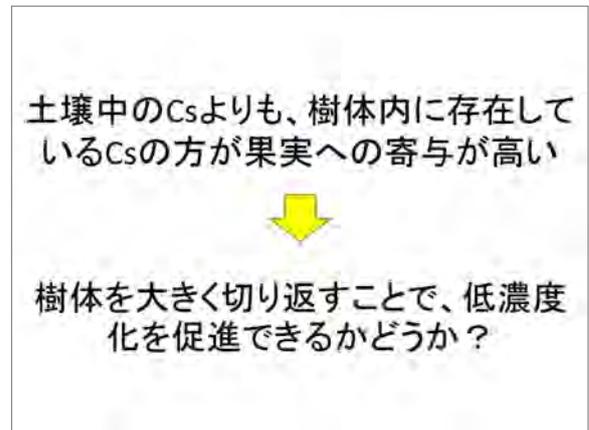
19



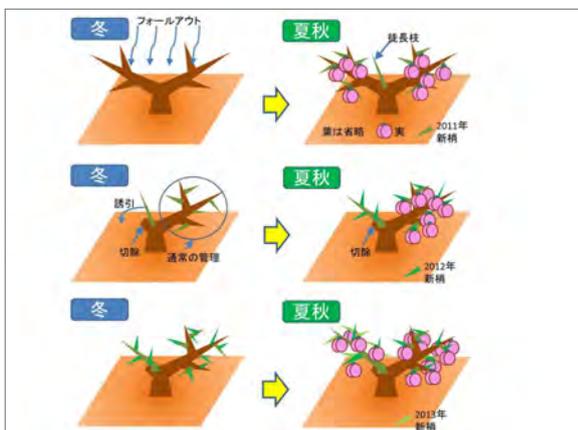
20



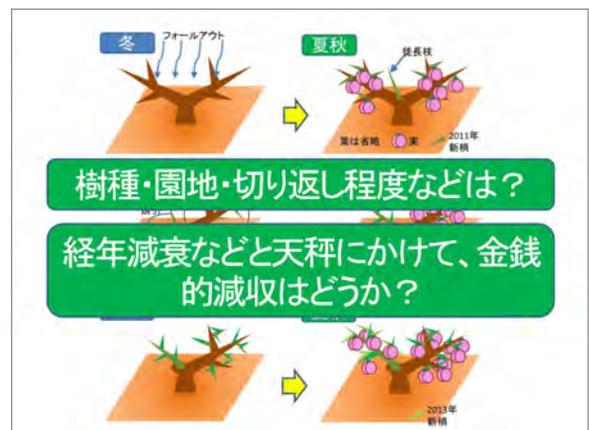
21



22



23



24

01
.....
02
.....
03
.....
04
.....
05
.....
06
.....
07
.....
08
.....
09
.....
10
.....
11
.....
12

以上で、発表を終わります。



モモ「あかつき」

ナシ「幸水」

あんぼ柿



リンゴ「ふじ」

ブドウ「あづましずく」

オウトウ「佐藤錦」

<http://www.pref.fukushima.jp/>

8-4 水田湛水による周辺環境の放射線量低減の試み

久保 成隆

水田湛水による周辺環境の放射線量低減の試み



生物・環境工学専攻 水利環境工学研究室
福島復興農業工学会議 久保 成隆

空間放射線量

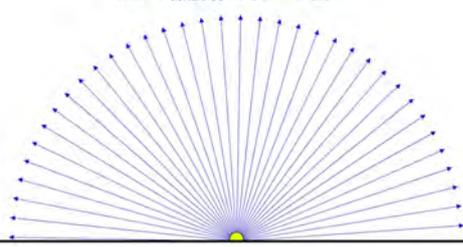
一辺が1mの正方形上に放射線物質が一樣に付着
A地点: 正方形を地面に垂直に置く
B地点: 正方形を地面の上にそのまま置く
C地点とD地点での空間放射線量は?



空気による減衰
L=10m → 0.91
L=20m → 0.82

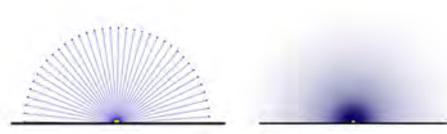
C地点とD地点での空間放射線量は同じ強さです

ガンマ線放射のイメージ図



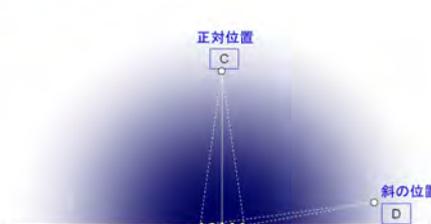
ガンマ線は弾丸の様に、あらゆる方向に同じ確率で放射される

中央部に点源 (イメージ)



時間平均すると、あらゆる方法に等しく放射される。
ある点を放射線が通過する確率を濃度で表現する。その確率は点源からの距離の2乗に反比例する。

5つの点源をずらして重ねる



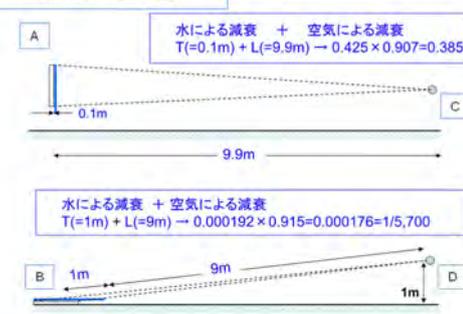
正対位置
斜の位置

距離が等しければ、方向にはほとんど影響されない。

空間放射線量 (10cmの水の層で被覆)

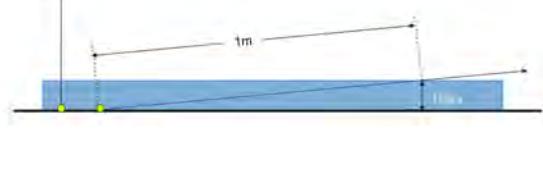
水による減衰 + 空気による減衰
 $T(=0.1m) + L(=9.9m) \rightarrow 0.425 \times 0.907 = 0.385$

水による減衰 + 空気による減衰
 $T(=1m) + L(=9m) \rightarrow 0.000192 \times 0.915 = 1/5,700$



^{137}Cs γ線の1/2減衰長
水: $x_{1/2} = 8.1 \text{ cm}$
空気: $x_{1/2} = 70 \text{ m}$

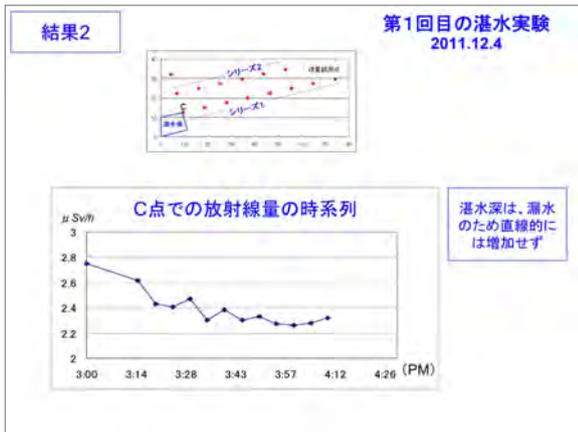
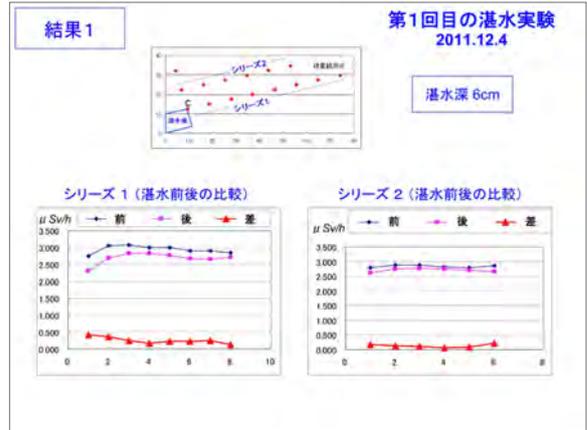
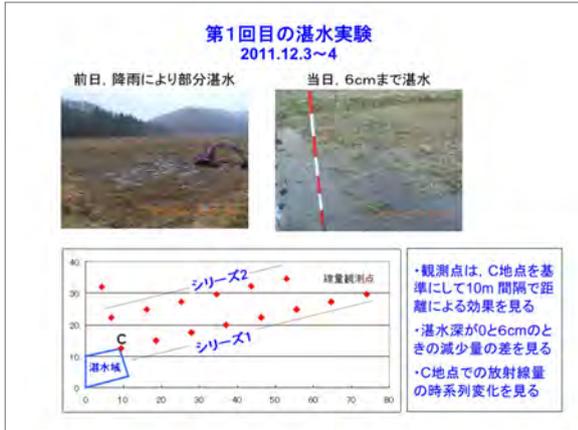
水の層厚と減衰率
10cmでは $0.5^{(10/8.1)} = 0.425$
1mでは $0.5^{(100/8.1)} = 0.000192$



現地実験の実施地区 (佐須と小宮)



飯館村災害情報サイトより



- ### まとめ 第1回目の湛水実験 2011.12.4
1. 定性的に湛水効果を確認できた
 - 定量的な観測が必要
 - 広域での観測が必要
 2. 前日が大雨のため、放射線量は既に低下していた
 - 長時間の観測が必要
 3. 漏水のため、湛水深を6cm以上にできなかった
 - 代掻きや畔塗り等が必要
 4. 線量計の値の変動が激しい
 - 高精度の線量計で長時間観測が必要
- 再実験が必要

第2回目の湛水実験 2012.6.30~8.25

水田代掻きと湛水による放射線量低減効果に関する現地実験

水の層による線量率減衰以外の効果

耕起効果
Csを均等分布させ、耕土自身で線量率を低減させる効果

代掻き効果
飽和土壌水によって線量率を低減させる効果
+ 浸透量を抑え湛水状態を長時間維持する効果

土埃の飛散抑制効果
Csを吸着した土埃の飛散を抑制する効果

雑草抑制効果

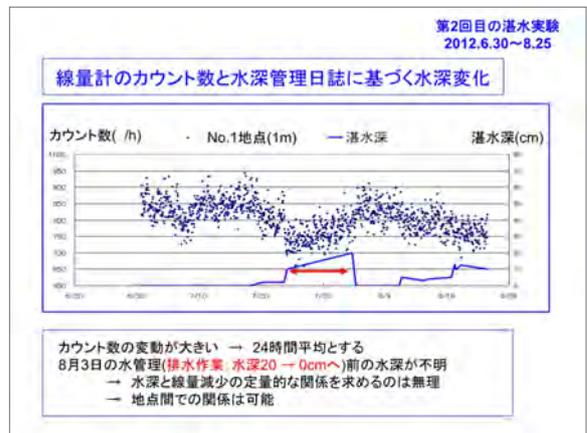
動物侵入抑制効果

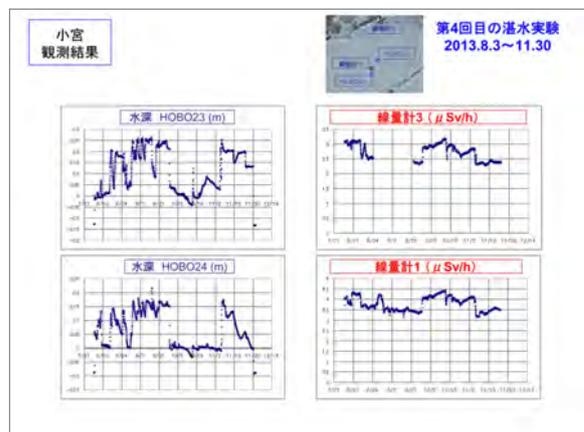
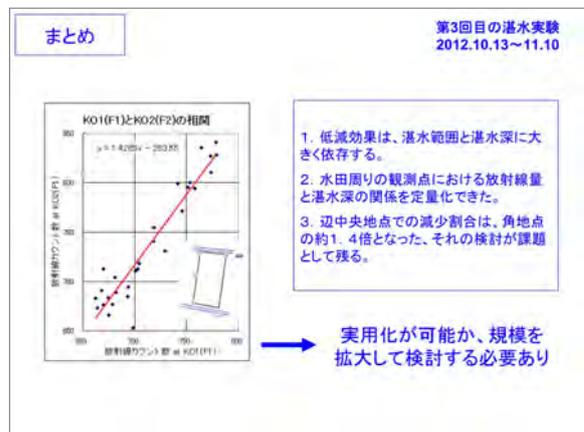
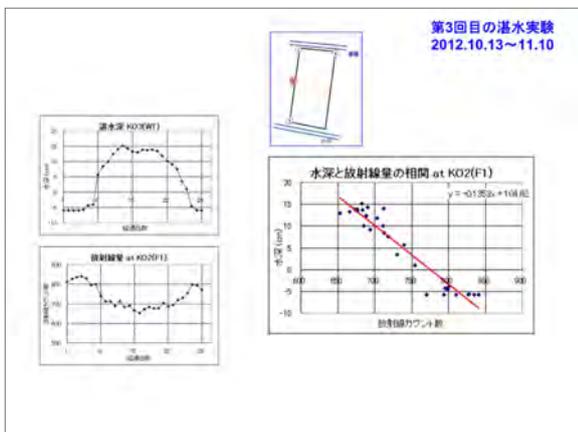
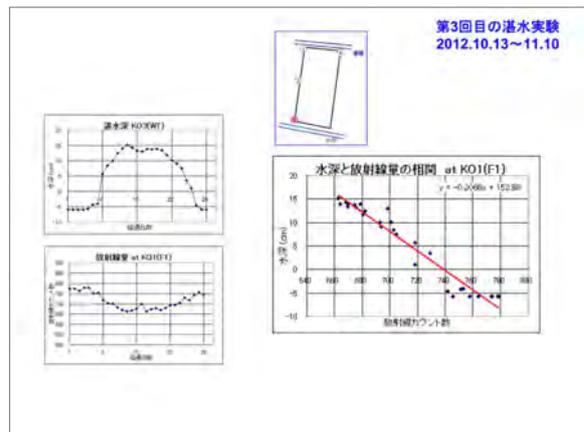
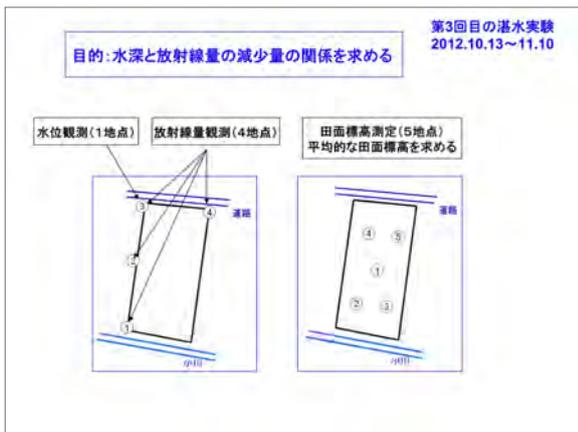
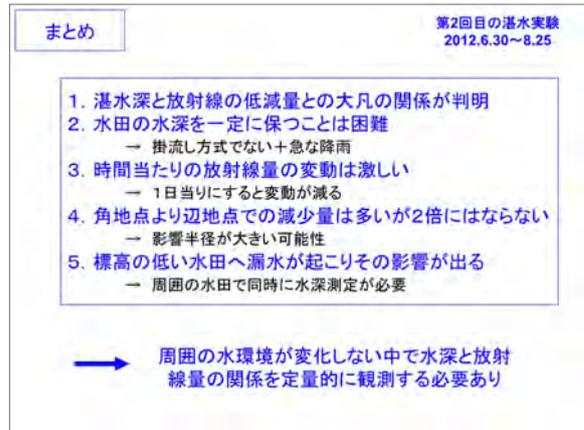
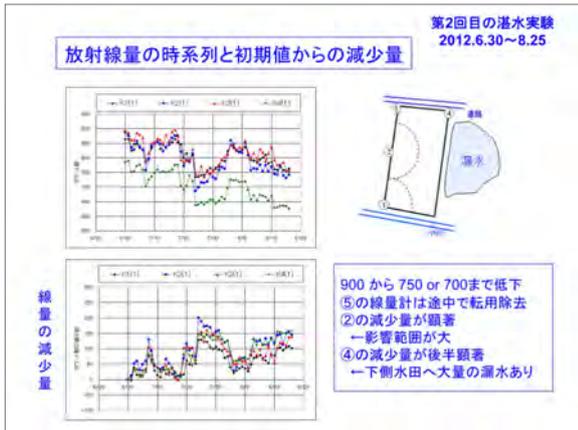


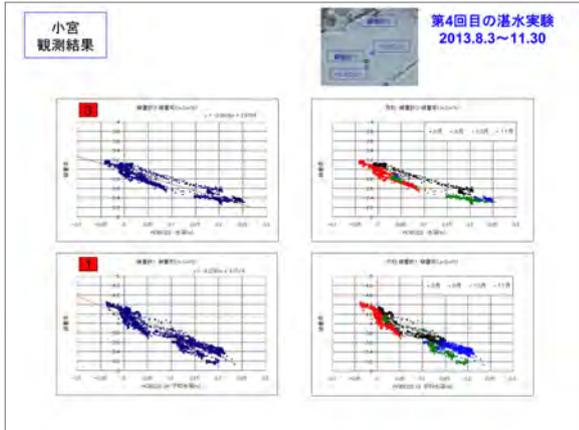
第2回目の湛水実験 2012.6.30~8.25

水田湛水の作業日誌と水深管理日誌(菅野さん)

作業日誌	水田水深管理日誌
6月30日: 電気牧柵設置作業	8月3日夕方: 排水作業(水深20 → 0cmへ)
7月5日: 水田周囲草刈り作業	8月4日朝: まだらに水ある程度まで下がる
7月8日: 電気牧柵修理作業	8月11日朝: 取水作業(水深0~5cmへ)
7月11日: 耕耘作業	8月11日夕方: 水深5cmを確認
7月18日: 水入	8月15日昼: 水深が約3cm + 取水作業 (蒸発と浸透により水深は徐々に低下)
7月20日: 代掻き作業	8月19日夕方: 取水作業(水深5~10cmに)
7月21日: 畦シート設置作業 (水深安定化対策)	8月20日朝: 水深13cm + 止水
7月23日: 水入れ開始(夕方)	8月20日昼: 水深10cmを維持のため取水量調整
7月24日: 水深10cm達成(朝)	8月21日朝: 水深12~13cmを確認



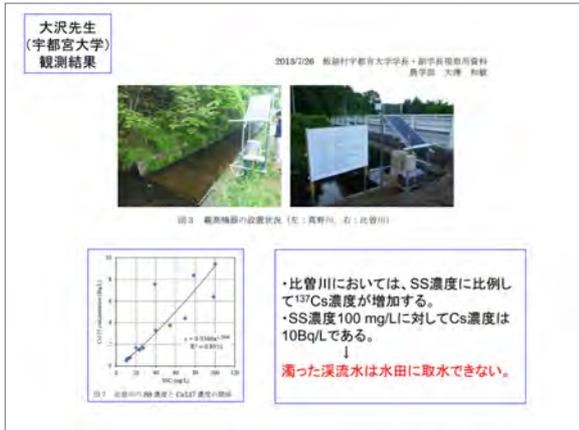




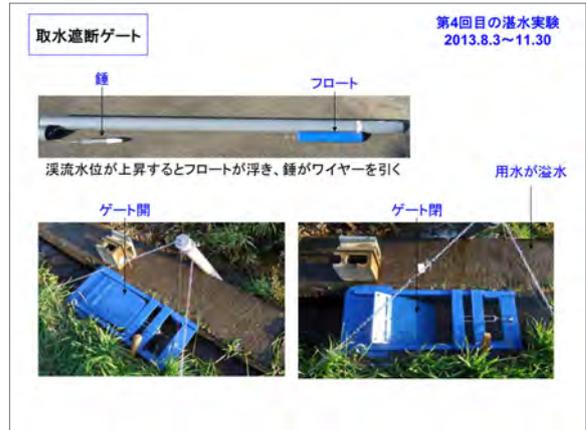
25



26



27



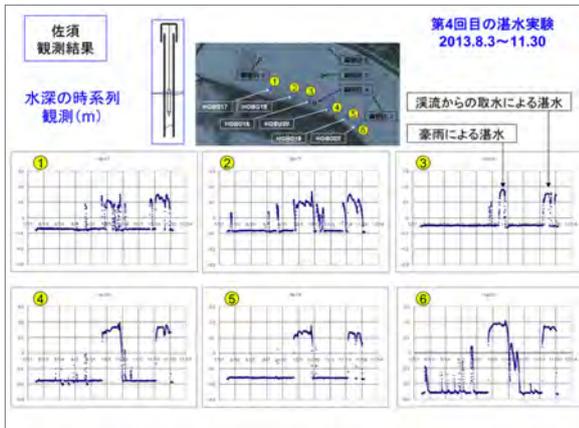
28



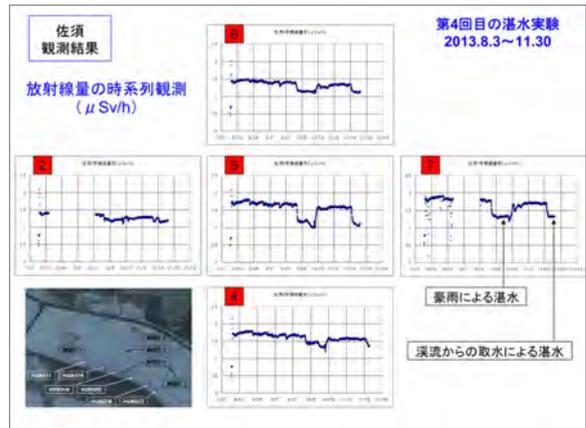
29



30



31



32

まとめ

第4回目の湛水実験
2013.8.3~11.30





佐須地区(データ分析中)

- ・濁水取水の遮断機が完成まで、溪流水の取水を停止
→ 実験期間が短く、十分なデータを得られず
- ・濁水を確実に遮断する装置の開発が必要
→ 河川水位、降雨量と濁度(SS濃度)との関係の把握が必要
- ・台風などによる豪雨で水田が20cmほど湛水、射線率が低下

水田中央部(線量計5)	: 0.8 (μ Sv/h)	1.8 → 1.0
南と北(線量計4と6)	: 0.4 (μ Sv/h)	1.5 → 1.1, 1.7 → 1.3
東端(線量計7)	: 0.6 (μ Sv/h)	1.9 → 1.3
- ・代掻きと畔塗りなし → 雑草繁茂+浸透量大

33

8-5 放射性セシウム汚染堆肥中で栽培した各種作物における放射性セシウム動態

高橋 友継, 真鍋 昇

第8回放射能の農畜水産物等への影響についての研究報告会
東日本大震災に関する救援・復興に係る農学生命科学研究科の取組み
東京大学農学部学生講堂
平成25年12月14日(土) 13:00~17:00

放射性セシウム汚染堆肥中で栽培した各種作物における放射性セシウムの動態

福島第一原子力発電所
約130km
附属牧場 茨城県笠間市

高橋友継・李俊佑・入江猛・廣瀬慶*・小林奈通子*・田野井慶太郎*・中西友子*・真鍋昇
農学生命科学研究科 附属牧場
*同 附属放射性同位元素施設



農畜産廃棄物の処分方法

畜舎
糞尿

有害な病原性微生物の拡散
①効率的に殺菌し容積縮小できる処理技術
②生成された堆肥の安全な施肥利用技術



放射性セシウムの基準値

新許容値	(Bq/kg)
土 壌	400
肥 料	400
牛(乳・肉)の飼	100
馬(肉)の飼	100
一般食品	100

2012(平成24)年3月23日(農林水産省消費安全局長・生産局長・水産庁長官通知)

作物栽培試験

高濃度Cs堆肥試験 (約900Bq/kg)
低濃度Cs堆肥試験 (約300Bq/kg)

- ナス
- トウモロコシ
- ダイズ
- ショウガ
- ジャガイモ
- ハス

堆肥の安全な施肥利用の可否を見極めるための作物栽培試験を実施

高濃度Cs試験

苗
土壌
高濃度Cs堆肥

堆肥(約900Bq/kg)を埋設
ナス・トウモロコシ・ダイズ・ショウガ

ナス

4月
8月
10月

サンプリング時期: 6月・8月・10月
実・葉・茎・根において
放射性Csレベルは20Bq/kg未満

トウモロコシ

4月



8月



サンプリング時期：8月
実・皮・穂・葉・茎・根において
放射性Csレベルは20Bq/kg未満

ダイズ

4月



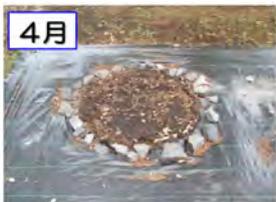
8月



サンプリング時期：10月
実・皮・葉・茎・根において
放射性Csレベルは20Bq/kg未満

ショウガ

4月



8月



10月



サンプリング時期：10月
実・穂・葉・茎・根において
放射性Csレベルは20Bq/kg未満

低濃度Cs試験（ジャガイモ・ハス）




堆肥（約300Bq/kg）を散布
ジャガイモ（中央：露地栽培）
ハス（側溝：水耕栽培）

ジャガイモ・ハス

ジャガイモ



ハス



サンプリング時期：7月
葉・茎・根において
放射性Csレベルは20Bq/kg未満

今後の展開

- ①多くの作物種での検討
- ②施肥量・施肥頻度・施肥方法を変えての検討
- ③実際の圃場での検討



牧草



牧草



トウモロコシ



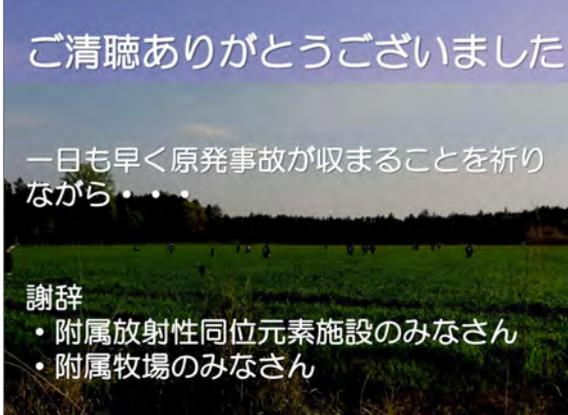
ソバ



ご清聴ありがとうございました

一日も早く原発事故が収まることを祈りながら・・・

謝辞
 ・附属放射性同位元素施設のみなさん
 ・附属牧場のみなさん



8-6 チェルノブイリの経験(ウクライナ出張報告)

小川 壮

チェルノブイリの経験 (ウクライナ出張報告)

平成25年12月14日
小川 壮
農学生命科学研究科
放射性同位元素施設

ウクライナ出張の概要

日時:平成25年10月23日~28日
訪問先:大統領直轄戦略問題研究所(NISS)
農業放射線学研究所(UIAR)
チェルノブイリ原発
参加者:中西先生、田野井先生、二瓶先生、小川
(松本東大副学長もチェルノブイリ原発視察のみ参加)

ウクライナはどんな国?

面積:約60万平方キロメートル(日本の1.6倍)
人口:約4600万人
首都:キエフ
民族:ウクライナ人が78%、残りはロシア人等
国土:ほぼ平坦で、豊かな農地に恵まれている
文化:キエフ公国として長い歴史を誇り、世界遺産も多数
※キエフに日本料理の店が200軒以上
一言でいえば“美しい国”



ウクライナの現在の原子力依存度は約5割

大統領直轄戦略問題研究所(NISS)①

・ウクライナの大統領府をサポートする機関であり、実際に研究を行うというより、政治的な事象を研究する組織。
・「チェルノブイリ-福島」の事故以来両国は密接な関係になっており、福島事故の収束のため、チェルノブイリの経験を共有したい。



中央がOleg Nasvit 首席専門官

大統領直轄戦略問題研究所(NISS)②

- ・事故後、高いレベルの汚染地域については農地ではなくなったため、作付け制限は行われていない。
- ・農地の除染は試みられたが、本格的には行われなかった。このため、「汚染された土壌から農作物への放射性物質の移行」、「農作業を行う人の被ばく低減、農作物を通じた被ばく」に重点が置かれている。
- ・チェルノブイリ周辺では、土壌の種類や植物の違いで、放射性物質の移行係数に相当違いがある。
- ・事故後汚染された作物(牛乳、肉、穀物等)は、村ごとにおかれた“ラボ”でチェックが行われていた。また住民が森からとってくるキノコ、イチゴ、さらにはクリスマスツリーまで規制された。
- ・事故時は旧ソ連の体制下にあり、原子力に関する事項は秘密であった。このため、うわさが広まり心理的に住民は苦しかった。1990年以降は情報公開され、現在では**風評被害対策としてchernobly info**といったウェブを通じた情報提供に力が入れている。

農業放射線学研究所(UIAR)①

・チェルノブイリ事故後に、農業に対する影響の懸念から設立された研究所で、現在は国立生命環境科学大学に所属。



中央がValery Kashparov 所長



研究施設の様子

農業放射線学研究所(UIAR)②

- ・事故直後は、汚染地域を特定するための活動を行い、それ以降は農作物・製品等のモニタリングを行い、ウェブで公開している。
- ・外部被ばくより、未だに牛乳、肉、キノコの汚染による内部被ばくが問題となっている。農作物のコントロールは、“ラボ”で行っていた。現在でもすべての農作物の加工場にラボがあり、コントロールを行っている。イチゴ、キノコ、農家の自家消費の牛乳が問題だが、それ以外はそれほど汚染されていない。
- ・農作物の汚染については、原発から300km離れた地域で問題がある。土壌の汚染濃度ではなく、**土壌の種類**が原因(PeatやPeat-bog)。
- ・放射性物質の土壌からの移行については、15種類の土壌について研究を行っている。**セシウムは水平にも垂直にも広がらない**。ストロンチウムは移動する。

農業放射線学研究所(UIAR)③

- ・高度に汚染された地域は農地で無くなったため、作付けが規制されている場所はそのようなことはない。セシウムのレベルは下がっているが、農地に戻っているわけではない。規制はしていないが、Peatの土地の牧草を家畜に使うべきではないと提言している。
- ・汚染のある動物に**きれいな飼料を与えると、どれくらいでセシウムが減るか**のモデルを作成している。
- ・魚の研究も行っており、**セシウムの濃度はKの濃度に依存している**。
- ・人への被ばく防止だけでなく、環境の保護も大切である。**森林保護の取り組み**を続けている(森林、樹木の放射性物質の移行についても多くの知見)。
- ・フランスのIRSN、IAEA、EUのコメット・プロジェクト(これには福島大学も参加)、ノルウェー農業大学とも**国際協力**を行っている。

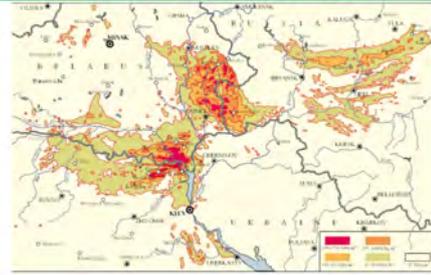
農業放射線学研究所(UIAR)④

- 風評被害については、チェルノブイリの場合は農作物の汚染に関してではなく、奇形についてであった。旧ソ連時代は、奇形の統計を取っていなかったため、増えているように見えるだけ。
- 一般市民への働きかけについては、国連の支援による「アイクレーン」プロジェクトが行われた。教師、医師、記者という市民が信頼する人々に対し、専門家が放射線の影響を丁寧に説明した。またchernobly infoというページも作った。これらの努力により、記者も記事を書く前に、我々に確認するようになった。

ウクライナでも、日本と同じ興味・関心のもと、同じような研究が行われている。一方で、日本で行われている研究や出荷に関する検査等についてはほとんど知られていない。

9

チェルノブイリ原発視察①



10

チェルノブイリ原発視察③

- チェルノブイリ原発に隣接するプリピャチ市を訪問した。
- 同市は事故当時、原発の職員及び家族が約4万9千人住んでいたが、全員避難したことにより、現在は、廃墟になっている。
- 街中の線量は0.4μSv/h程度であるが、場所によっては(コケがはえているような所)では4~7μSv/hもあった。



11

チェルノブイリ原発視察④



12

チェルノブイリ原発視察⑤

- 事故を起こした4号炉から100m程度に位置する展望台で、事故の原因、状況、それに続く石棺の建設について、説明を受けた。
- また、石棺の老朽化に対処するため、新たなシェルターの建設が進められている。これには日本も資金援助を行っており、それに対する感謝の言葉があった。
- 展望台の外では5μSv/h、展望台内では1μSv/h程度の線量であった。



13

全体を通して①



14

全体を通して②

- ウクライナの方々は、自らがチェルノブイリで苦勞したからこそ、福島復興のために役立ちたいという思いを強く持っている。
- 特に、今回の出張では、
大統領直轄戦略問題研究所のNasvit首席専門官 他
農業放射線学研究所のKashparov所長 他
在京ウクライナ大使館のKushnarov書記官
に感謝したい。
- ウクライナには放射性物質による汚染からの国土の復興に関し豊富な知識と経験を有している。今後は、ウクライナとの密接な関係を築いていくことが重要。

15

01

.....

02

.....

03

.....

04

.....

05

.....

06

.....

07

08

09

.....

10

.....

11

.....

12

第9回

2014.6.14

開会の辞

丹下 健

9-1 農学生命科学研究科全体の取組みについて

中西 友子 200

9-2 森林における放射性物質対策と林業再生に向けた取組み

大政 康史 202

9-3 木の中の放射性セシウム

益守 真也 210

9-4 放射性セシウムの地表面濃度の現場測定法と測定例

塩澤 昌 213

9-5 セシウム蓄積の異なるイネの話

藤原 徹 216

9-6 ダイズの放射性セシウム吸収について

二瓶 直登 217

閉会の辞

丹下 健

9-1 農学生命科学研究科全体の取組みについて

中西 友子

第9回 放射能の農畜水産物等への影響についての研究報告会

—研究科・附属施設全体を通じた取り組み—
中西 友子

研究提案

作物
放射線モニタリング、作物への放射性核種の移行・動態・蓄積
C₃吸収能の異なるイネの探索と利用(有用品種の探索)
植物による土壌の除染、汚染固定化
バイオエタノール生産

土壌
土壌の放射性核種の移行・動態・蓄積
農地の土壌改良技術開発
微生物相の変化

畜産
飼料汚染、家畜汚染、家畜への放射性核種の移行・動態・蓄積
牛乳の汚染

水産
海水・魚介類の放射性核種の移行・動態・蓄積
食品加工・流通過程での放射性核種の移行・動態・蓄積

フィールド(環境)
森林・果樹への放射性核種の移行・動態・蓄積
農地での水・養分循環における放射性核種のモニタリングと解析
鳥類、爬虫類、昆虫などの生態系・生体内動態(カメラ撮影と録音)

測定法
簡易測定器開発、Sr-90迅速測定法開発

放射能以外
ネットワークを利用したリテラシーの向上、サイエンスコミュニケーション
土地修復・農業生産復興・シンビジネス創生へのシナリオ
シンポジウム開催

合計40-50人の教員

東京大学農学部における震災復興支援への取組み

東京大学 災害対策本部
東日本大震災に関する救援・復興支援室

福島県農業総合センター

農学生命科学研究科

(1) 高放射能の農畜水産物産業への影響

① 作物・穀物	演習林	応用生命化学・工学
② 家畜・畜産物	牧場	生産・環境生物
③ 土壌・微生物	生体調和農学機構	獣医学
④ 魚介類、海水	(圃場)	応用動物科学
⑤ 放射線測定	水産実験所	森林化学
⑥ 科学コミュニケーション他	食の安全センター	生物環境工学
	放射性同位元素施設	生物材料科学
		水圏生物学

(2) 被災地農業回復についての研究開発

① 作物生産・土壌学 ② バイオマス生産

原発事故近く

伊達市: イネ、環境
飯館村: イノシシ、
(村からの要請) 水田除染、
南相馬市: プタ
白河市: ヒツジ
鉸川村: 果樹、野菜
福島市: 果樹
郡山市: センター
笠間市: ヤギ
田村市: 森林
(2014 4月避難指示解除)
野生生物調査

東京大学農学部で進行中のプロジェクト

山林、キノコ、果樹、用水、ダイズ、水田生態系、イネ、水田、加工効果

樹木、生物・水の関与、野鳥、動物体内分布、牛・羊、牧草・家畜間の循環、水・土砂、河川、魚

農林水産物への影響の報告会(9回目)

2011年 11月19日(1)
2012年 2月18日(2)、5月26日(3)、9月8日(4)、12月8日(5)
2013年 4月20日(6)、8月10日(7)、12月14日(8)

1 イネ	2 土壌	3 エネルギー作物	4 森林・河川
畜産業	畜産業	除染の試み	魚類
低濃度汚染	魚類	原種のプタ	イネ実験
鳥	果樹	サイエンスコミュニケーション	果樹
5 果樹	6 農水省	7 家畜飼育	8 農水省
イネ	イネ	羊	イネ
家畜飼育	家畜飼育	土壌	土壌
漁業	漁業	除染の試み	果樹
生物濃縮	生物濃縮	イネ実験	畜産業
		キノコ	キノコ
		チェルノブイリ	チェルノブイリ

農林水産物への影響の報告会(9回目)

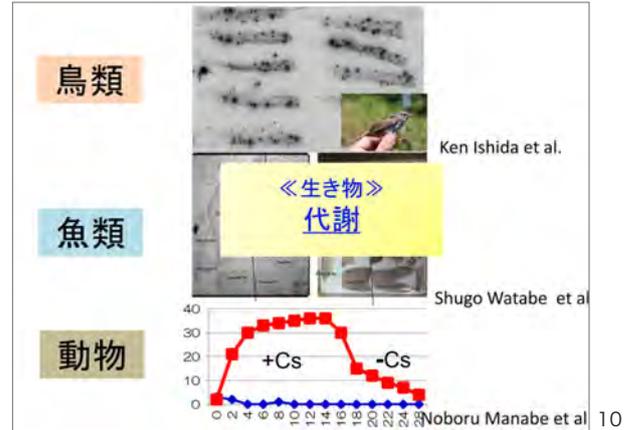
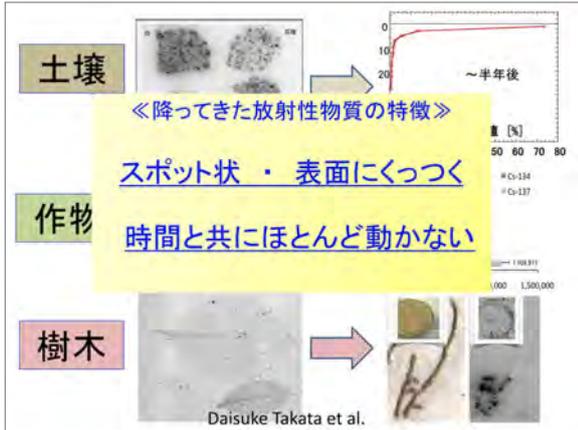
2011年 11月19日(1)
2012年 2月18日(2)、5月26日(3)、9月8日(4)、12月8日(5)
2013年 4月20日(6)、8月10日(7)、12月14日(8)

1 イネ	2 土壌	3 エネルギー作物	4 森林・河川
畜産業	畜産業	除染の試み	魚類
低濃度汚染	魚類	原種のプタ	イネ実験
鳥	果樹	サイエンスコミュニケーション	果樹
5 果樹	6 農水省	7 家畜飼育	8 農水省
イネ	イネ	羊	イネ
家畜飼育	家畜飼育	土壌	土壌
漁業	漁業	除染の試み	果樹
生物濃縮	生物濃縮	イネ実験	畜産業
		キノコ	キノコ
		チェルノブイリ	チェルノブイリ

農林水産物への影響の報告会(9回目)

2011年 11月19日(1)
2012年 2月18日(2)、5月26日(3)、9月8日(4)、12月8日(5)
2013年 4月20日(6)、8月10日(7)、12月14日(8)

1 イネ	2 土壌	3 エネルギー作物	4 森林・河川
畜産業	畜産業	除染の試み	魚類
低濃度汚染	魚類	原種のプタ	イネ実験
鳥	果樹	サイエンスコミュニケーション	果樹
5 果樹	6 農水省	7 家畜飼育	8 農水省
イネ	イネ	羊	イネ
家畜飼育	家畜飼育	土壌	土壌
漁業	漁業	除染の試み	果樹
生物濃縮	生物濃縮	イネ実験	畜産業
		キノコ	キノコ
		チェルノブイリ	チェルノブイリ



新たなカリキュラム:「農業環境」と「食の安全」を対象とした放射線の教育プログラム

専門課程

平成25年度より研究結果を踏まえた教育プログラムを開始

アグリコラーン:「農における放射線影響フォーラムグループ(FG6)」
講義+実習

+教養課程

平成26年度より研究結果を踏まえた教育プログラムを発展

総合科目:「人間・環境」
農業環境と食の安全を対象とした放射性物質動態学

12

謝辞: パーキンエルマー社
朝日工業株式会社
武蔵エンジニアリング株式会社

これからも継続的に現場に資する調査研究
を続けていこうと思っております。

おわり

13

9-2 森林における放射性物質対策と林業再生に向けた取組み

大政 康史

森林における放射性物質対策と 林業再生に向けた取組み

平成26年6月14日

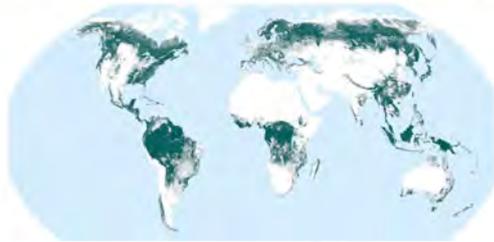
林野庁技術開発推進室
大政 康史

内容

- 1. 日本の森林の現状
- 2. 森林の持つ多面的機能と森林整備
- 3. 福島森林・林業と原発事故の影響
- 4. 森林の放射性物質に関する知見
- 5. 福島森林・林業再生に向けて

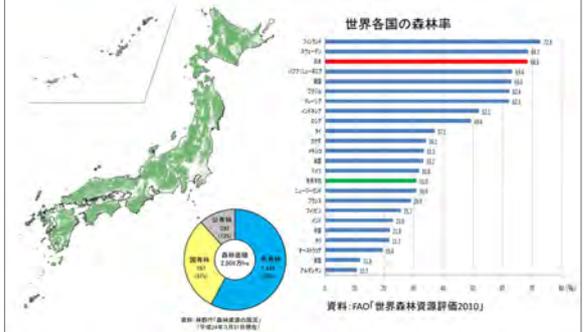
世界の森林分布

- 世界の土地面積に占める割合 1700年代:約5割 ⇒ 現在:約3割



資料: FAO「世界森林資源評価2010」

日本は世界有数の森林国



資料: FAO「世界森林資源評価2010」

我が国のかつての森林の姿(1)



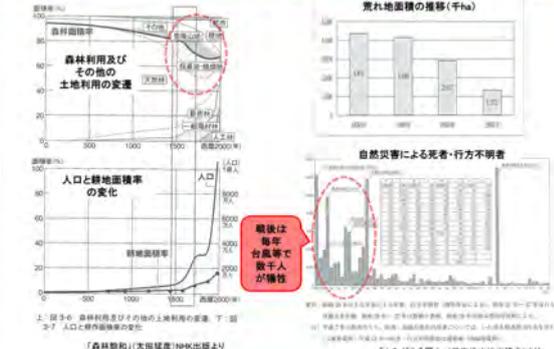
5

我が国のかつての森林の姿(2)



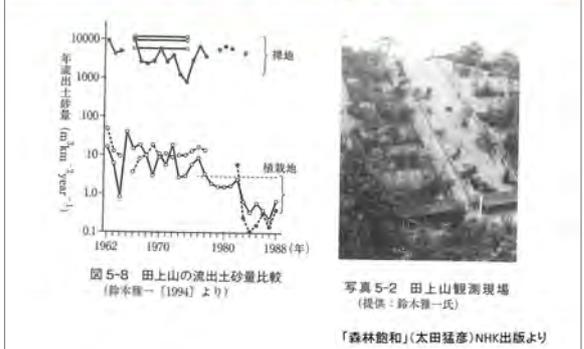
6

国土緑化に努めて災害軽減

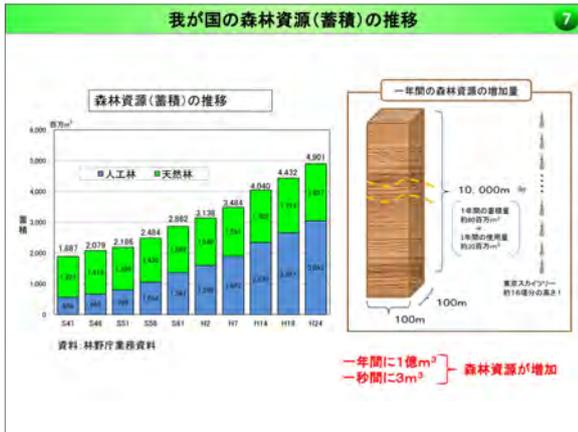


7

緑化による土砂流出量の減少



8



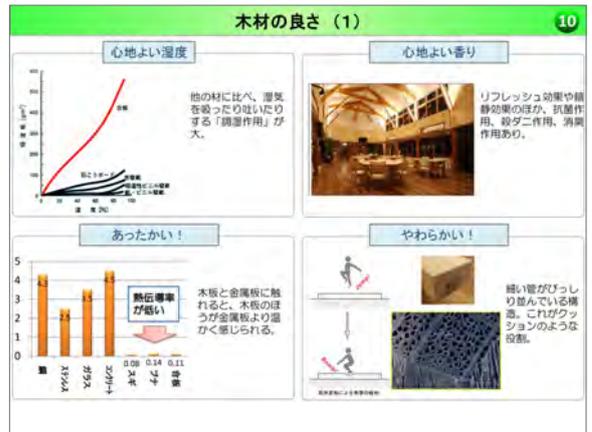
9



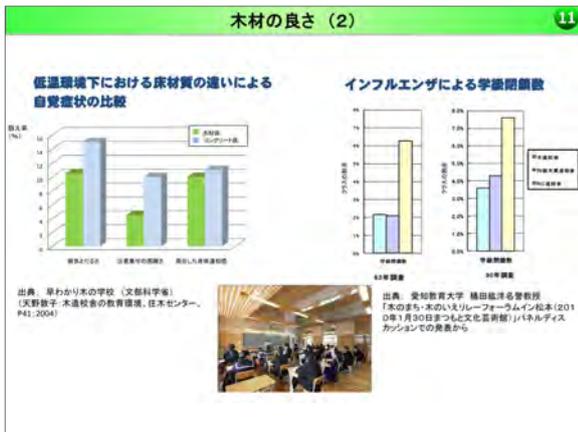
10



11



12



13



14

木材利用の意義

木造建築は人にやさしい

- 木材は軽くて強い資材。実は火災にも強い。
- 木材は細胞内に空気の間隙を持ち、熱を伝えにくいので、外の暑さや寒さに対し、室内の温度変化をゆるやかにする。
- 木材は、空気中の湿度によって水蒸気を吸収・放出するため、室内の湿度変化をゆるやかにする。
- 木材には、独特のぬくもりや弾力がある。
- 木の香り成分には、心身をリラックスさせる働きや抗菌作用・消臭作用などがある。

木材は再生可能な資源

- 木材は、森林を適切に整備・保全すれば、永久に再生産が可能。
- 建築材として使った後も、木材製品、燃料など何でも利用可能(カスケード利用)。

木材利用は地球温暖化防止にも貢献

- 木材は大気中から吸収したCO₂を固定。
- 製造に要するエネルギーが小さい。
- カーボンニュートラルなエネルギー源。
- 国産材は輸送距離が短く、輸送に伴うCO₂排出が少ない。

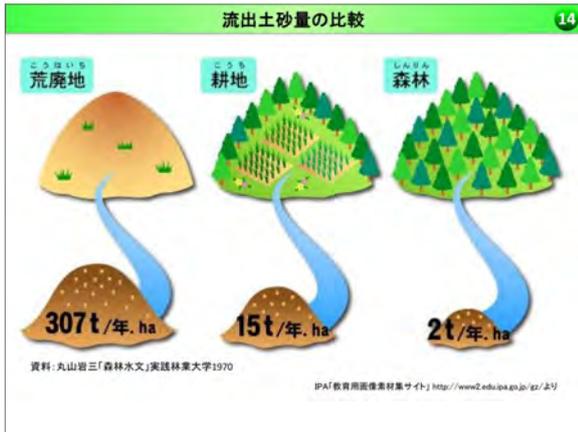
15

内容

1. 日本の森林の現状
2. 森林の持つ多面的機能と森林整備
3. 福島森林・林業と原発事故の影響
4. 森林の放射性物質に関する知見
5. 福島の森林・林業再生に向けて

16

01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12



17



18



19



20



21



22



23



24

林業・農業への関心を高めてもらうために・・・ 19-4

森林はあなたの木づかいを待っています
木を使うこと、森林を育てること、実はつながっています

少年と大木を招け
WOOD JOB!
神奈川ななな日記

畑に弱虫は、一匹もいない。
銀の匙

5.10
3.7

おいしい畑がおいしい和をつくりました。

25

間伐について 20

我が国の人工林は約1000万ha

混みすぎ

生長

昭和30～40年を中心に植林

間伐

森がいきいきする

健全な森林に育つ

間伐とは生長に伴って混みすぎた林の立木を一部抜き伐りすることです

26

間伐の効果 (1) 21

間伐未実施で放置されている森林
林内が暗く、下層植生が消失し、表土の流出が著しく、森林の水源涵養機能が低い。
幹が細長い、いわゆる“もやし状”の森林となり、風雪に弱い。

間伐が適切に実施されている森林
林内に適度に光が射し込み、下草などの下層植生が繁茂しているため、水源涵養機能や土砂流出防止機能が向上し、幹が太く、生育が良くなり、風や雪にも折れにくい。下層植生が豊かで生物多様性の保全に寄与する。

真つ細なヒノキ人工林
根が浮き上がったヒノキ人工林

下層植生が豊かな人工林

27

間伐の効果 (2) 22

流出土砂量 (t/ha/year)

間伐前

被度30-100%

強度間伐実施後の被度変化と流出土砂量の関係 (ヒノキ林)

資料:「森林荒廃が洪水・河川環境に及ぼす影響の解明とモデル化」研究終了報告書(平成21年3月)

28

森林の健全性と森林土壌の状況(イメージ) 23

健全な状態

不健全な状態 (洪水や表土侵食が発生する)

「森林飽和」(太田猛彦)NHK出版より

29

内容

- 日本の森林の現状
- 森林の持つ多面的機能と森林整備
- 福島県森林・林業と原発事故の影響
- 森林の放射性物質に関する知見
- 福島県森林・林業再生に向けて

30

福島県の民有林・国有林別森林面積 24

総土地面積 138万ha

森林面積 97万ha (林野率71%)

保有形態別林野面積(平成23年度)

民有林 56万ha (58%)
国有林 41万ha (42%)

資料: H23福島県森林・林業統計書

31

福島県の林種別森林面積と森林蓄積 25

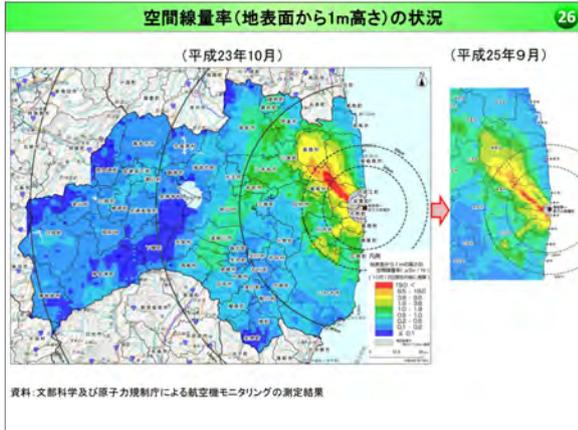
森林面積

森林蓄積

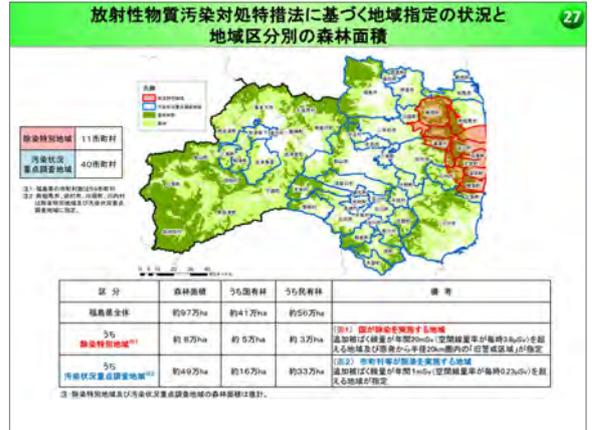
資料: H24福島県森林・林業統計書

32

01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12



33



34



35



36

特用林産物の出荷制限の状況

▶食品の基準値(100μSv/h以下)を超過した場合、原災本部は出荷制限を指示。
▶平成26年5月21日現在、原木しいたけは6県4市町村で出荷制限。

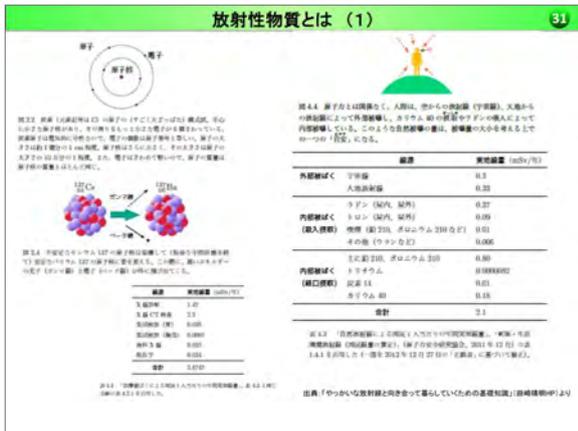
産地	制限品	制限品	制限品
■福島県	原木しいたけ(露地栽培) 11市町村	原木しいたけ(露地栽培) 2市町村	原木しいたけ(露地栽培) 2市町村
■栃木県	原木しいたけ(露地栽培) 2市町村	原木しいたけ(露地栽培) 2市町村	原木しいたけ(露地栽培) 2市町村
■群馬県	原木しいたけ(露地栽培) 11市町村	原木しいたけ(露地栽培) 2市町村	原木しいたけ(露地栽培) 2市町村
■茨城県	原木しいたけ(露地栽培) 2市町村	原木しいたけ(露地栽培) 2市町村	原木しいたけ(露地栽培) 2市町村
■千葉県	原木しいたけ(露地栽培) 17市町村	原木しいたけ(露地栽培) 2市町村	原木しいたけ(露地栽培) 2市町村
■東京都	原木しいたけ(露地栽培) 2市町村	原木しいたけ(露地栽培) 2市町村	原木しいたけ(露地栽培) 2市町村
■神奈川県	原木しいたけ(露地栽培) 2市町村	原木しいたけ(露地栽培) 2市町村	原木しいたけ(露地栽培) 2市町村
■山梨県	原木しいたけ(露地栽培) 2市町村	原木しいたけ(露地栽培) 2市町村	原木しいたけ(露地栽培) 2市町村
■長野県	原木しいたけ(露地栽培) 2市町村	原木しいたけ(露地栽培) 2市町村	原木しいたけ(露地栽培) 2市町村
■岐阜県	原木しいたけ(露地栽培) 2市町村	原木しいたけ(露地栽培) 2市町村	原木しいたけ(露地栽培) 2市町村
■静岡県	原木しいたけ(露地栽培) 2市町村	原木しいたけ(露地栽培) 2市町村	原木しいたけ(露地栽培) 2市町村
■愛知県	原木しいたけ(露地栽培) 2市町村	原木しいたけ(露地栽培) 2市町村	原木しいたけ(露地栽培) 2市町村
■岐阜県	原木しいたけ(露地栽培) 2市町村	原木しいたけ(露地栽培) 2市町村	原木しいたけ(露地栽培) 2市町村
■静岡県	原木しいたけ(露地栽培) 2市町村	原木しいたけ(露地栽培) 2市町村	原木しいたけ(露地栽培) 2市町村
■愛知県	原木しいたけ(露地栽培) 2市町村	原木しいたけ(露地栽培) 2市町村	原木しいたけ(露地栽培) 2市町村
■岐阜県	原木しいたけ(露地栽培) 2市町村	原木しいたけ(露地栽培) 2市町村	原木しいたけ(露地栽培) 2市町村
■静岡県	原木しいたけ(露地栽培) 2市町村	原木しいたけ(露地栽培) 2市町村	原木しいたけ(露地栽培) 2市町村
■愛知県	原木しいたけ(露地栽培) 2市町村	原木しいたけ(露地栽培) 2市町村	原木しいたけ(露地栽培) 2市町村

37

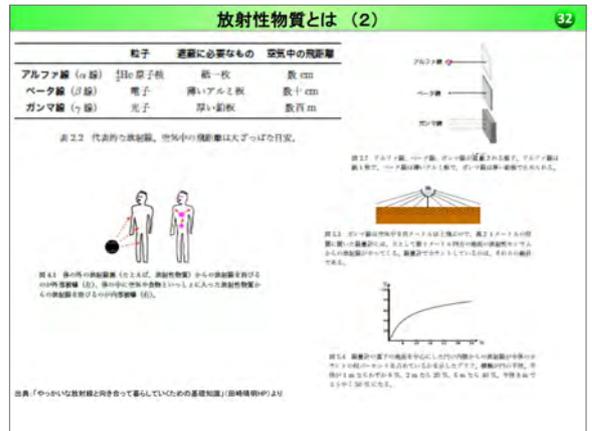
内容

- 日本の森林の現状
- 森林の持つ多面的機能と森林整備
- 福島県の森林・林業と原発事故の影響
- 森林の放射性物質に関する知見
- 福島県の森林・林業再生に向けて

38



39



40

放射性物質とは (3)

放射性物質とは (3)

セシウム 134 (半減期 2年)
セシウム 137 (半減期 30年)
のゆくりした崩壊

図5.5 崩壊した放射性セシウムがまったく移動しないと仮定したと
まの、セシウムからの放射線量の空間線量率の時間変化。2011年3月での線
量率を1として、崩壊のみを考慮して計算した。崩壊のよきよきは半減
期のセシウム 134が崩壊に減少するために線量率は低下するが、
しかし、その後は、半減期が30年のセシウム 137が主になるので、線量率
はほとんど減らなくなってしまう。

経過年数	0	1	2	3	5	10	43
線量率	1	0.78	0.62	0.51	0.37	0.23	0.10

図5.6 図5.5と同じ量をした。セシウムが移動したと仮定した場合、セシ
ウムによる線量率は3年で約半分まで減る。ただし、10分の1に減
るにはなんと43年かかる。

出典「つくし」放射性物質と向き合っていくための基礎知識(田嶋博幸中2)9

41

森林内での放射性セシウムの挙動(部位別の濃度)

樹種や調査年によらず落葉層の濃度がもっとも高く、心材・辺材は他の部位と比べて低い。
土壌では表層0~5cmの濃度が高く、5cm以深では急激に濃度が低下。
2011年から2013年にかけて、枝葉・樹皮・落葉層では濃度が低下、土壌では増減が見られ、心
材・辺材では大きな変化なし。樹種による違いは小さくなる傾向。

部位別の放射性セシウム濃度の推移(福島県大玉村での調査結果)

資料「森林内の放射性物質の分布状況調査結果について」(平成26年4月1日、農林水産省)

42

森林内での放射性セシウムの挙動(部位別の分布割合)

平成23年時点では、スギ等の常緑樹林では枝葉や落葉層、コナラ等の落葉樹林では落葉層の
分布割合が高い。平成25年にかけて、土壌への移行が進み、多くが土壌に分布。
ただし、未だに枝葉や落葉層に多く分布している森林もあり、森林の状況による違いが大きい。

資料「森林内の放射性物質の分布状況調査結果について」(平成26年4月1日、農林水産省)

43

木材チップを用いた被覆による線量低減効果

福島県飯館村や広野町での実証試験では、木材等をチップ化して林内に散布し、放射
性物質の多く分布する地表面を被覆することにより、森林内の空間線量率が概ね1割程
度低減。
被災地の森林整備で発生する間伐材等を活用することで、森林内の線量低減効果や除
去物の発生抑制にも貢献することが期待。

○ 木材チップを用いた被覆による地上1m空間線量率の増減率

① 飯館試験地

区分	空間線量率 (μSv/h)	増減率 (%)
被覆前	1.70	
被覆後	1.56	▲8.2

【被覆厚5cm】

区分	空間線量率 (μSv/h)	増減率 (%)
被覆前	0.35	
被覆後	0.30	▲13.9

② 広野試験地

区分	空間線量率 (μSv/h)	増減率 (%)
被覆前	1.86	
被覆後	1.63	▲12.4

【被覆厚10cm】

区分	空間線量率 (μSv/h)	増減率 (%)
被覆前	0.96	
被覆後	0.85	▲12.0

※線量率は10cm、管状では大きな差が見られなかった。

資料「森林内の放射性物質の分布状況調査結果について」(平成26年4月1日、農林水産省)

44

森林からの放射性セシウムの流出率(川俣町での試算)

土壌への沈着量に対する流出率は小さい(0.02~0.13%/年と試算)。
流出の形態はほとんどが懸濁物質であり、大規模な降雨時にまとまって流出。

○ 土壌への沈着量とCs-137流出率(川俣町の3流域)

流域及びプロット	虎石山流域	石平山流域	高太石山流域
期間	3調査期間(44~45日間) ^{※1}		
Cs-137の土壌への沈着量(Bq/m ²)	544,000	298,000	916,000
Cs-137流出量 ^{※2} (Bq/m ²)	87.4	26.3	20.5
Cs-137流出量に占める懸濁物質の割合	98%	90%	97%
土壌への沈着量に対する流出率	0.016%	0.009%	0.002%
(参考)Cs-137の年間流出率 ^{※3}	0.13%	0.07%	0.02%

※1 3流域の比較可能な平成24年10月1日~9日、10月22日~11月1日、11月29日~12月18日調査期間(44~45日間)を抽出し合計。
※2 渓流水における浮遊物、SS(懸濁物質)、粗大有機物(渓流水中の葉や枝等)の合計。
※3 調査期:平成24年8月、10月の宇津川における放射性セシウム濃度を最高濃度の流出量にかけた。
- SS:SSサンプリング放射性セシウム濃度を産出の連続サンプリングと流量から求めたSSの流量にかけた。
- 粗大有機物:有機物の放射性セシウム濃度をサンプリングされた全量にかけた。
※4 土壌への沈着量に対する流出率と調査期間から調査期間に換算したものであり、放射性セシウムの自然半減期や対象期間内の降雨の
状況等は考慮していない(環境省発表データによる算定)。

資料「森林除染に係る知見の整理」(平成25年8月27日環境回復検討会資料)を基に作成。

45

渓流水中の放射性セシウムの観測結果

渓流水中の放射性セシウム濃度はほとんど不検出。
一部試料で検出されたのは、降雨の際の一時的な懸濁物質の増加が主な由来と推測。(懸濁物
質が除去後はすべて不検出)。

区分	観測期 (3/1~4/30)	梅雨期 (5/1~7/31)	秋期 (8/1~10/31)
全試料数	342	264	175
不検出 ^{※1} 試料数	333	260	169
検出試料数	9	4	6
検出試料中の放射性Cs濃度 ^{※2} (最小値~最大値)(Bq/L)	1.0~5.9	1.0~13.1	1.1~6.8
不検出の割合	97.4%	98.5%	96.6%

※1 検出下限値はCs-134、Cs-137ともに1Bq/L。
※2 放射性セシウム濃度はCs-134とCs-137の合計。
※3 観測地は以下のとおり。
観測期:伊達市、飯館村、二本松市、会津若松市、郡山市、広野町
梅雨期:伊達市、飯館村、二本松市
秋期:伊達市、飯館村

資料「渓流水中の放射性セシウムの観測結果(平成24年6月12日、9月21日、12月2日、(独)森林総合研究所プレスリ
リース)を基に作成。

46

落葉等除去や間伐実施箇所におけるセシウム移動量

放射性セシウムの移動は土砂の移動と同様の傾向を示しており、セシウムの移動を抑えるた
めには土砂の移動を抑えることが重要。(特に落葉等除去を実施すると放射性セシウムの移動が増
大することから、必要に応じて表土流出防止効果の高い措置を実施することが望ましい。)

○ 作業に伴う土砂とCs-137移動量(1日当たり)

※ RUSLE法により傾斜角を30度(里)や流水の影響が小さい場合)に補正して計算した。
資料「森林における放射性物質の拡散防止技術検証-開発事業の結果について」(平成25年8月27日、農林水産省)

47

森林整備における作業者の被ばく低減

屋外作業と比較して、キャビン付林業機械による作業は被ばく線量が3~4割程度低減。
一定の森林作業を行う場合、高性能林業機械を効果的に活用するシステムとすることで作業
者の被ばくを低減できる。

○ 屋外と高性能林業機械内の空間線量率の比較

○ 主な作業ごとの被ばく線量

作業	日平均被ばく線量(μSv)
落葉等除去	11.1
伐倒(チェーンソー)	10.4
重機オペレーション(キャビンなし)	9.5
重機オペレーション(キャビン付)	6.8

※ 実働時間は1日8時間~5時間30分程度である。

○ 異なる作業システムでの作業者の被ばく量の検討

作業システム	作業時間(日)	作業員数(人)	作業員1人あたり(μSv)
従来	1	1	11.1
キャビン付システム	1	1	6.8
キャビン付システム	1	2	6.8
キャビン付システム	1	3	6.8
キャビン付システム	1	4	6.8
キャビン付システム	1	5	6.8
キャビン付システム	1	6	6.8
キャビン付システム	1	7	6.8
キャビン付システム	1	8	6.8
キャビン付システム	1	9	6.8
キャビン付システム	1	10	6.8
キャビン付システム	1	11	6.8
キャビン付システム	1	12	6.8
キャビン付システム	1	13	6.8
キャビン付システム	1	14	6.8
キャビン付システム	1	15	6.8
キャビン付システム	1	16	6.8
キャビン付システム	1	17	6.8
キャビン付システム	1	18	6.8
キャビン付システム	1	19	6.8
キャビン付システム	1	20	6.8
キャビン付システム	1	21	6.8
キャビン付システム	1	22	6.8
キャビン付システム	1	23	6.8
キャビン付システム	1	24	6.8
キャビン付システム	1	25	6.8
キャビン付システム	1	26	6.8
キャビン付システム	1	27	6.8
キャビン付システム	1	28	6.8
キャビン付システム	1	29	6.8
キャビン付システム	1	30	6.8

※ 空間線量率は、屋外は地上1m(屋内作業者の胸高)、キャ
ビン内はキャビン内高(約1.5m)、キャビン外は地上1.5m
(それぞれの観測点に基づいて平均値)の値である。
※2 作業時間:1日8時間~5時間30分程度である。
※3 作業員数は、作業員1人あたり1.5m²の作業範囲を想定した。
※4 作業員の被ばく線量は、作業員1人あたり1.5m²の作業範囲を想定した。

資料「森林における放射性物質の拡散防止技術検証-開発事業の結果について」(平成25年8月27日、農林水産省)

48

01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12

41 木材で囲まれた居室を想定した場合の試算結果

『890kg/kgの木材を用いた居室を想定した場合、年間の追加被ばく量は0.02mSvと、天然の放射能による年間被ばく量2.1mSvに比べ著しく小さい。』
 ・放射線防護の専門家からは、環境や健康への影響はないとの評価。

■試算の条件
 6畳が約742kg(890kg/kgの含水率20%)の木材で囲まれた4畳半の部屋を想定

■計算結果
 1) 1時間あたりの被ばく線量 0.003 μSv/h
 2) 1年間あたりの被ばく線量 0.02mSv/y
 『(0.000007 μSv/h × 24 × 6.24 × 10⁴ h) × 0.003』
 ※IAEA TRS-DC-40を参考に、居住者は1日のうち80%を屋内で過ごすを想定
 ※参考: 東京電力福島第一原子力発電所事故
 【注】本試算では、10mの角材を壁にも柱にも設置を想定しているが、一般的な日本の木造住宅(軸組住宅)では部分的にL字角材を使用しているから、木材の使用量は本試算におけるものよりかなり少なく、そのため、壁は重く柱は少ないと想定される。

左記試算による追加被ばく線量(年間)	0.02 mSv/y
国内の一人あたりの天然の放射線による被ばく線量(年間) ※平均値を算定(参考: 『生活環境放射線』(2011))	2.1 mSv/y
国内の一人あたりの天然の放射線による被ばく線量の量(年間) ※放射線防護の観点から(参考: 『生活環境放射線』(2011))	0.4 mSv/y
東京電力福島第一原子力発電所事故による追加被ばく線量(年間) (平成23年12月20日時点の測定値 0.003 μSv/hを使用)	0.46 mSv/y

49

42 まとめ

- ✓ 森林内の放射性物質は葉や枝、落葉層から土壌へと移行しつつある(ただし、森林の状態による違いが大)
- ✓ 森林内の放射性物質の多くは森林内に留まっており、森林外への流出割合は小さい
- ✓ 森林外へは、ほとんどが溶存態としてではなく、降雨時等に懸濁物質とともに流出
- ✓ 落葉層や土壌を除去すると、土砂とともに放射性物質の移動が増大

50

内容

1. 日本の森林の現状
2. 森林の持つ多面的機能と森林整備
3. 福島の森林・林業と原発事故の影響
4. 森林の放射性物質に関する知見
5. 福島の森林・林業再生に向けて

51

43 森林内の放射性物質対策

判ってきたこと

- ✓ 森林内の放射性物質は葉や枝、落葉層から土壌へと移行しつつある(ただし、森林の状態による違いが大)
- ✓ 森林内の放射性物質の多くは森林内に留まっており、森林外への流出割合は小さい
- ✓ 森林外へは、ほとんどが溶存態としてではなく、降雨時等に懸濁物質とともに流出
- ✓ 落葉層や土壌を除去すると、土砂とともに放射性物質の移動が増大

52

44 今後の方向性(全体のイメージ)

森林の放射性物質対策(除染等)については、今後とも、環境省と林野庁が連携し、調査・研究を進め、新たに明らかになった知見等については、必要に応じ、対応を検討。

53

45 森林・林業再生対策と森林等除染事業のイメージ

54

46 空間線量率と河川の流域

55

47 近隣県の空間線量率

56

森林からの流出防止に向けて (1)

48

国土緑化に用いてきた
緑化工など
治山の技術を
応用

緑的な工法

面的な工法

『自然をつくる緑化工ガイド』(林業土木コンサルタンツ発行)より

57

森林からの流出防止に向けて (2)

49

緑的な工法

面的な工法

『自然をつくる緑化工ガイド』(林業土木コンサルタンツ発行)より

58

森林からの流出防止に向けて (3)

50

面的な工法

『自然をつくる緑化工ガイド』(林業土木コンサルタンツ発行)より

59

森林・林業再生に向けて ~平成26年度予算~

51

被災地の森林・林業の再生の加速化を図るため、福島県等からの要望も踏まえ、
 ○ **林業再生対策(森林整備と放射性物質対策の一体的推進)**は事業量を拡大するほか、
ほだ木等の原木林の再生に向けた実施を新たに実施(下表4)
 ○ 除染特別地域内の避難指示区域の見直しを踏まえ、**早期帰還を目指す避難指示解除準備区域等を対象に、木材流通対策を含めた林業の再生や適正な森林管理を進め**ていくため、**民有林において、国による実施事業を新たに実施(下表3のうち2.8億円)**
 等、環境省と連携し、技術的知見の蓄積と知見を踏まえた森林・林業の再生を推進。

	25年度(3月補正)	25年度	25年度補正	26年度	26年度
①モニタリング	【森林に占める放射性物質汚染状況調査事業】 【森林内の放射性物質汚染状況調査(2)】 【25年度】	【25年度】	【25年度】	【25年度】	【25年度】
②技術の開発・検証	【森林に占める放射性物質汚染状況調査(2)】 【25年度】	【25年度】	【25年度】	【25年度】	【25年度】
③技術の実証	【森林に占める放射性物質汚染状況調査(2)】 【25年度】	【25年度】	【25年度】	【25年度】	【25年度】
④林業再生対策	【放射性物質汚染状況調査(2)】 【25年度】	【25年度】	【25年度】	【25年度】	【25年度】

60

森林・林業再生に向けて ~林業再生対策の概要~

52

○実証地選定のための森林調査等

- 実証地の選定のための森林の放射線量等の概況調査
- 作業計画の検討のための実証対象森林の調査
- 森林所有者への説明・同意取得

○公的主体による森林整備

- 放射性物質の影響等により整備が進まない人工林等において、県、市町村等の公的主体による間伐等を実施。

○放射性物質対策の実証

- 放射性物質の影響に対処するため、森林整備に伴い発生する枝葉等の破砕、梱包、運搬
- 木質バイオマス関連施設において利用するためのバグフィルタや焼却灰保管施設等の整備

等の実証的な取組を実施。

森林・林業の再生を通じた被災地復興を推進

61

「森林・林業再生対策」実施の市町村 (平成25~28年度)

53

62

「森林・林業再生対策」による伐採木や枝葉の利用について

54

森林・林業再生対策の推進

様々な形で資源を最大限活用

- 製材用材、パルプ・チップ用材として利用
- 住宅資材として利用
- 森林内で現地利用
- 木質バイオマスエネルギー原料として利用

森林の再生・林業・木材産業の振興

福島県広野町での実証試験では10%程度空燃燃量率が低減

未利用間伐材や枝葉をチップ化し、木質バイオマス発電施設や熱利用施設で燃焼利用

63

最後に

55

森林の表土・土砂流出防止機能の重要性を認識した上で、

- 住居近隣の森林やほだ場については、チップで被覆するなどの**遮蔽による土壌の低減対策**や土砂流出が懸念される箇所での**効果的な土壌保全措置の検証**
- 奥地の森林については、放射性物質を含む土砂が生活圏に流出しないよう、**間伐を実施して下層植生を繁茂させるなどの土砂防止対策**
- 林業再生対策の実施に当たっては、間伐によって林外へ搬出される**木材や枝葉等の建築等の用材やバイオマス資源としての有効利用**を進めることが重要。

引き続き、知見の収集と実証的な技術開発に努める

「安全」の程度を、正しく判りやすく伝える
 (→「安心」出来るかどうか、判断して頂くために・・・)

地元と一体となって、森林・林業の再生を図る

64

9-3 木の中の放射性セシウム

益守 真也

木の中の放射性セシウム

東京大学 農学部 造林学研究室
益守 真也・杉浦 心・丹下 健

福島大学 うつくしまふくしま未来支援センター
(東京大学イノブ総合センター)
野川 憲夫

南相馬市 農林放射線対策課
福島県 相双農林事務所

木の中の放射性セシウム

木の中の放射性セシウム

木の中の放射性セシウム

2012年の調査

放射線量率1.8μ Sv/hの林のスギ
樹高23.2m 枝下15.7m

木の中の放射性セシウム

放射線量率1.8μ Sv/hの林のスギ
樹高23.2m 枝下15.7m

2012年の調査
枝葉や樹皮の濃度が高い
樹皮の内側にも検出される
枝葉に多量

木の中の放射性セシウム

放射線量率1.8μ Sv/hの林のアカマツ
樹高22.2m 枝下14.6m

2012年の調査
枝葉や樹皮の濃度が高い

木の中の放射性セシウム

放射線量率1.8μ Sv/hの林のアカマツ
樹高22.2m 枝下14.6m

2012年の調査
枝葉や樹皮の濃度が高い
松では、樹皮の内側には少ない
枝葉に多量

木の中の放射性セシウム

放射線量率3.6μ Sv/hのスギ林のスギ

2012年の調査
樹皮の濃度が高いが
杉では 樹皮の内側にも検出
とくに、心材に濃い



9



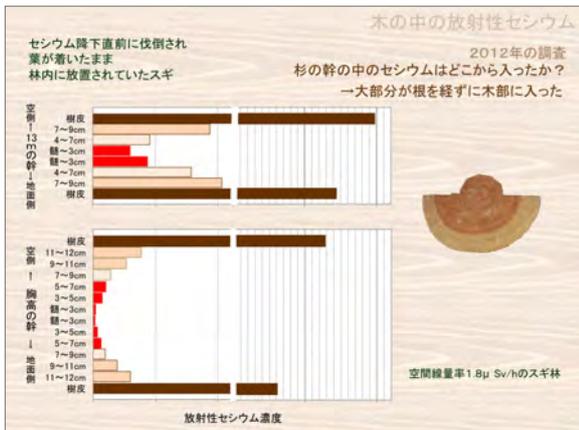
10



11



12



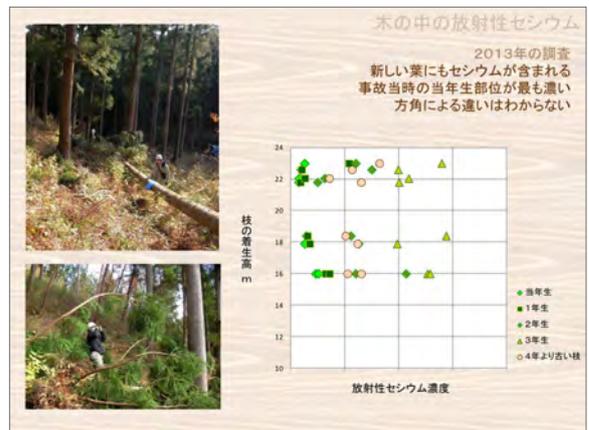
13



14



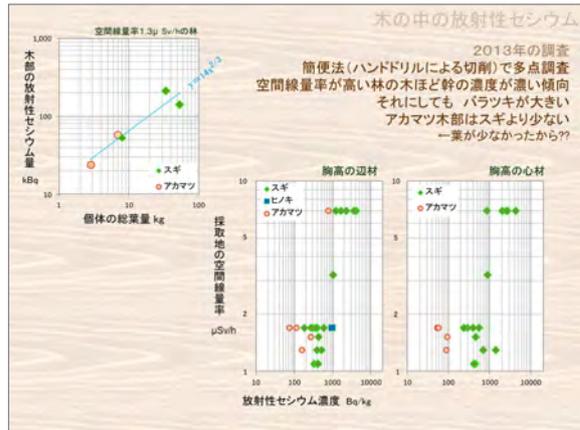
15



16



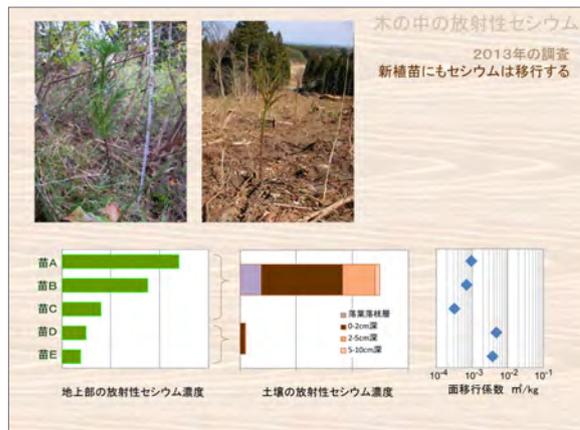
17



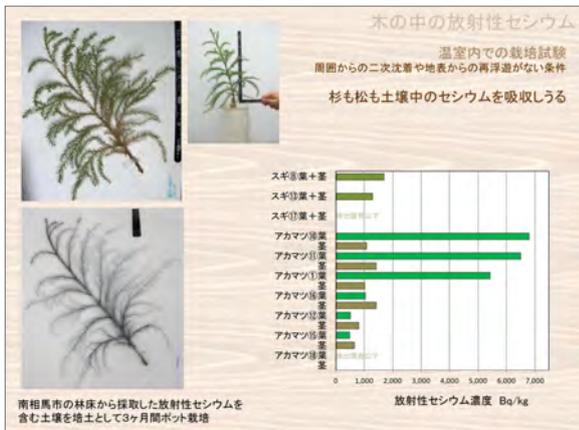
18



19



20



南相馬市の林床から採取した放射性セシウムを含む土壌を培土として3ヶ月間ポット栽培

21



22

9-4 放射性セシウムの地表面濃度の現場測定法と測定例

塩澤 昌

2014年6月14日
第9回放射能の農畜水産物等への影響についての研究報告会

放射性セシウムの地表面濃度の現場測定法と測定例

東京大学農学生命科学研究科 生物・環境工学専攻
農地環境工学研究室
塩澤 昌

- ・第1回報告会(2011年11月):
土壌中の放射性セシウムの挙動
- ・第2回報告会(2012年2月)
水田における土壌から稲への放射性セシウム移行のメカニズムについて
- ・第7回報告会(2013年8月)
放射性セシウムはどこから水系に流出したのか
- ・第9回報告会(2014年6月)
放射性セシウムの地表面濃度の現場測定法と測定例

土中ガンマ線源量測定システム

シンチレーションセンサーベイメータに
コリメータを付け、土中の塩ビパイ
プ内で、水平方向に入射するガン
マ線量を測定する。

2時点の分布を比較して、放射性
Csの平均移動距離を求める。

土中のCs移動量モニタリング結果

	定年産地 (福山市) 褐色低地土	赤土産地 (福山市) 褐色低地土	大倉山公園 (福山市) 褐色森林土
測定日	2011年2月11日	2011年4月14日	2011年7月19日
測定点の中心深度 (土壌サンプリングによる) mm	81.9	18	18
検出率 mm	180	301	301
[Cs]移動距離(1検出率) mm	114/1000	63/1000	43/1000
測定点の中心深度 mm	9.7	2.5	4.8
検出率 mm	816	830	830
[Cs]移動距離(1検出率) mm	18/1000	4/1000	8/1000
測定日	2012年2月29日	2012年2月27日	2012年2月27日
測定点の中心深度 mm	5.4	2.8	2.8
検出率 mm	340	813	813
[Cs]移動距離(1検出率) mm	18/1000	6/1000	6/1000
測定日	2012年11月13日	2012年11月14日	2012年11月14日
測定点の中心深度 mm	4.0	1.1	1.5
検出率 mm	888	772	772
[Cs]移動距離(1検出率) mm	5/1000	10/1000	2/1000

ファールアウトから2-3か月間は、水分子の速度の1/10~1/20であったが、
その後は、1/100~1/500(数mm/y)に低下、土壌への強い固定が進行

F_{sed} の測定 (水中底泥のCs量測定)

防水カバー

発泡スチロールの効果
1. 水を排除して感度向上
2. 底泥に鉛直に接地

Y線の半減長:
水=0 cm
発泡スチロール=600 cm

Y線

底泥

水

発泡スチロール

結果: ため池の放射性Cs量

	森林ため池 大池	市街地ため池 ヤボケ池	H池
ため池底泥の平均Cs量			
F _{sed} [Bq/m ²]	343	505	1680
ため池水面に降下したCs量			
F _{fall} [Bq/m ²]	399	603	350
F _{sed} /F _{fall}	0.86	0.84	4.8
調査時の水の濃度 [Bq/L] (懸濁態+溶解態)	0.34	0.45	1.59
河川濃度	0.12	0.20	0.93

市街地が集水域: F_{sed}/F_{fall}が1より大きく、少なくともF_{fall}の4倍程度が上流から流入
森林が集水域: F_{sed}/F_{fall}が1に近いがF_{fall}の15%程度がため池から流出

放射性Csの水系への大きな流出は、森林(山)から生じたのではなく、一部の市街地から生じた

地表面Cs濃度: Bq/m² 面積当たりの存在量

- ・食料・農産物は「Bq/kg」
- ・農地土壌に対しては「Bq/kg」は「0-15cmの平均」、移行係数を求めるため
- ・「Bq/kg」で存在量の比較が可能なのは、「0-15cmの平均」を測定している場合のみで、一般には無意味。
- ・地表、水系(ため池、河川)におけるCsの存在量の比較に必要なのはBq/m²
- ・しかし、現場測定法がない

Cs-134 + Cs-137

郡山市 灰色低地土水田 5月24日

平均移動距離(浸心): 11 cm
浸心量: 148 mm
(水移動距離: 約20 cm)

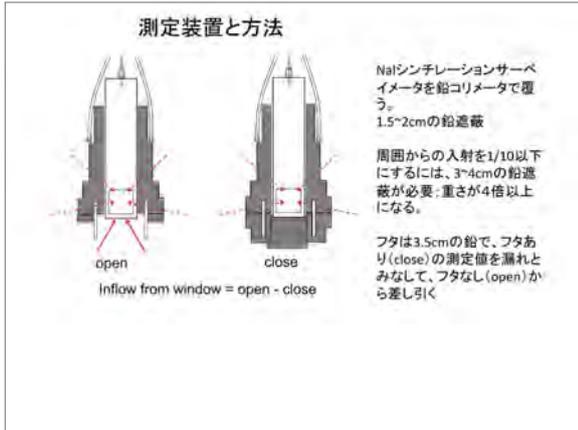
表面濃度の測定原理: コリメータ

高さh

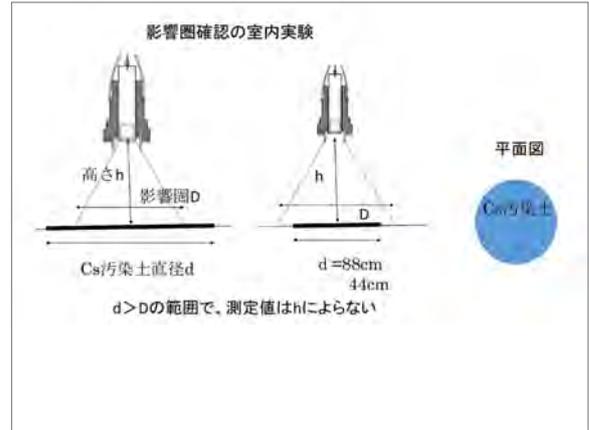
表面濃度が均一ならば測定値は高さによらない; 均一でなければ高さによる

鉛で視野外を遮蔽して、測定対象範囲に視野を狭める: コリメータ

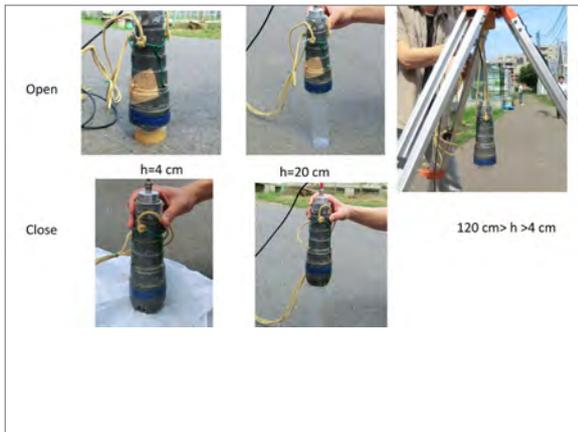
01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12



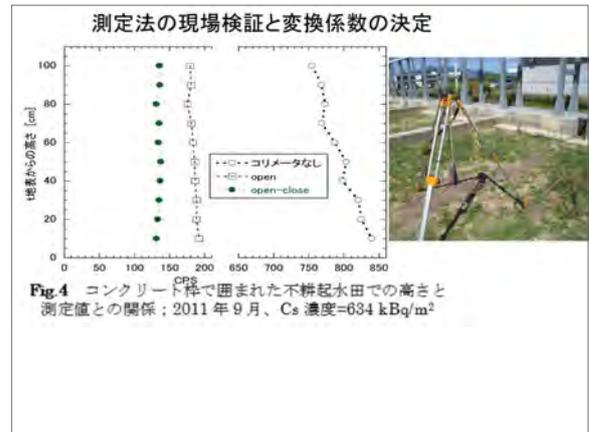
9



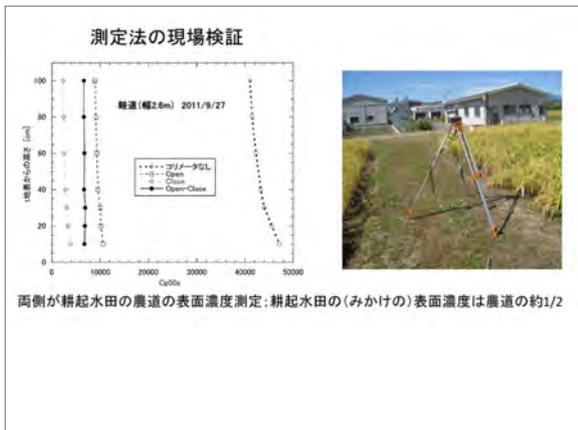
10



11



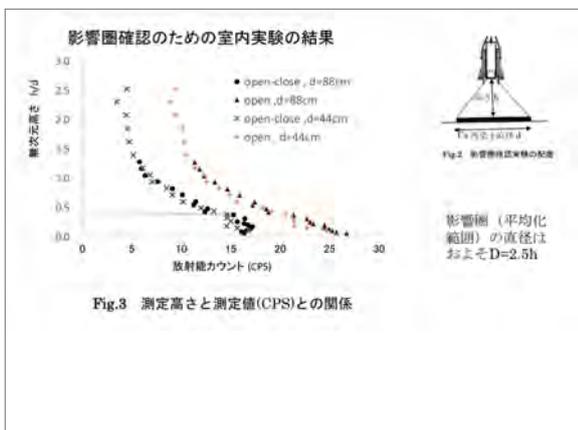
12



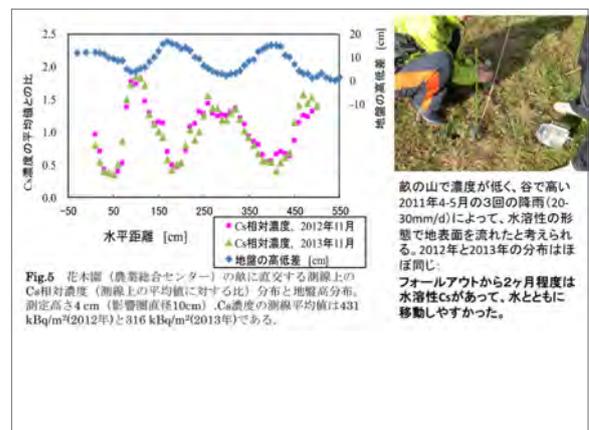
13



14



15



16

測定例2. アスファルトと土壌面の地表面濃度の比較

場所 測定月	土壌 kBq/m ²	アスファルト kBq/m ²	アスファルト/土壌
本宮市,農道 2011.9	636	340	0.53
本宮市,工場 敷地 2013.2	258	102	0.40
大神ダム周 辺, 2013.11	6480	2770	0.43



アスファルトからは、フォールアウトの約1/2のCsが流出した

17

アスファルトから流出したCsは、水系(下水、河川、ため池)に流出し、ホットスポットを形成している



農業用水路に存在する高濃度のCs堆積物も周辺のアスファルト道路から流入したと考えられる。

写真:
郡山市市街地の農業用ため池(荒池);高濃度Csの底泥が存在する

18

Thank you for your attention!



共同研究者・協力者
福島県農業総合センター:
小野勇治
農地環境工学研究室
大学院生・卒業生:
深澤健太郎、山野泰明
財津卓弥
小谷駿太郎、光岡伸子

19

9-5 セシウム蓄積の異なるイネの話

藤原 徹

大森 良弘、田中 伸裕、藤原 徹

(東京大学大学院農学生命科学研究科 応用生命化学専攻)

2011年3月の東日本大震災により発生した東京電力福島第一原子力発電所の事故に伴い、放射性物質が放出され、福島県をはじめとする広範囲に拡散した。私たちは、事故発生後から事故に伴う放射性セシウムや非放射性セシウムが、実際の福島県の水田でイネにどの程度吸収されるのかについて、調査を行ってきた。この調査には、北海道大学、福島県立医科大学、新潟大学、独立行政法人農業生物資源研究所、独立行政法人農業環境技術研究所、筑波大学、滋賀県立大学、神戸大学の研究者や研究室メンバーの多大な協力をいただき進めてきたものであり、当初は100系統以上の様々なイネ品種や変異系統品種についての調査を行い、イネの品種によって蓄積されるセシウム量に差異があることを見いだした。これらの結果の一部は本報告会でも発表し、また去年は論文での発表を行った。セシウムの蓄積量に違いが見られた系統や品種については、複数年の試験を行ってきており、品種間のセシウム蓄積の差異については、共通の傾向が見いだされてきている。また、変異原処理して得られた系統の中にも玄米のセシウム蓄積量が低いものが見いだされている。

震災より3年以上が経過し、セシウムの動向についての知見が集積してきており、放射性セシウムは土壌に固定化されて、在来品種についてもコメにはほとんど移行しないことが明らかにされてきている。また、収穫されたコメの全袋検査が行われることによって、安心の確保への努力が続けられており、全般的に放射性セシウムの農産物への混入の懸念は、低下してきていると思う。その中で、当初想定していたセシウムの蓄積量の低い品種開発の緊急性は少なくなってきたが、この一連の試験で見いだされた変異系統の解析を継続することで、現在まだ不明な点が多いイネのセシウムの蓄積機構の一端を明らかにすることができるのではないかと考えている。

9-6 ダイズの放射性セシウム吸収について

二瓶 直登

第9回 放射能の農畜産物等への影響についての研究報告会 2014年6月14日

ダイズの放射性セシウム吸収について

放射性同位元素施設
二瓶 直登

ダイズ 起源：中国東北北部からシベリア(諸説あり)
原種：ソルマメ

ダイズ

世界第4位の生産量 食用消費、植物油、脱脂大豆(油のしぼりかす)

◎ 世界の生産地(約2億トン)
 (1)アメリカ(8,205万トン)
 (2)ブラジル(6,570万トン)
 (3)アルゼンチン(4,040万トン)
 (4)中国(1,280万トン)
 (5)インド(1,150万トン)
 (資料:FAOSTAT)

◎ 国内の生産地
 (1)北海道
 (2)宮城
 (3)佐賀
 (4)福岡
 (5)秋田

我が国の大豆の消費量(平成24年)
 食用 935千トン (31%)
 油種用(ソラマメ等) 1,933千トン (65%)
 その他 169千トン (6%)

食用大豆の生産、輸入割合(平成24年)
 生産 229千トン (94%)
 輸入 170千トン (6%)

大豆の用途別供給割合(平成23年)
 大豆 60% (27%)
 油種用 24% (10%)
 雑穀 12% (5%)
 その他 2% (1%)

(農林水産省HPより)

ダイズ 共生する菌

根粒菌 → ダイズ (空中)窒素を供給
 大豆が吸収する窒素の50~80%に寄与

ダイズ → 根粒菌 (光合成で固定した)炭素を供給

炭素

窒素

リン

根粒菌 菌根菌

ダイズ 各作物の成分(食品成分分析表より)

	コマツナ	コムギ	イネ	アズキ	ダイズ	ソバ
水分	94.1	13.5	15.5	15.5	12.5	13.5
タンパク質	1.5	10.5	7.4	20.3	35.5	12.0
脂質	0.2	3.0	3.0	2.2	19.0	3.1
炭水化物	2.4	71.4	72.8	58.7	28.2	69.6
灰分	1.3	1.6	1.3	3.3	5.0	1.8
カリウム	500	460	250	1500	1900	410
リン	45	350	300	350	580	400
カルシウム	170	24	10	75	240	17
マグネシウム	12	80	110	120	220	190
鉄	3	3	6	5	9	3
ナトリウム	15	2	1	1	1	2

上段はg/100g、下段は灰分の内訳についてmg/100g

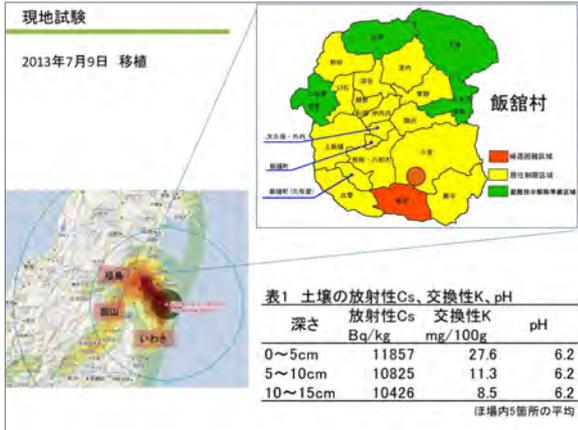


ダイズの放射性セシウム吸収について

- 1 現地圃場における放射性セシウム吸収経過
- 2 吸収・蓄積に影響する諸要因
- 3 セシウム吸収メカニズムの検討

ダイズの放射性セシウム吸収について

- 1 現地圃場における放射性セシウム吸収経過
 - (1) 吸収経過
 - (2) 部位別濃度
 - (3) 子実内分布
 - (4) 層位別の子実濃度
- 2 吸収・蓄積に影響する諸要因
- 3 セシウム吸収メカニズムの検討



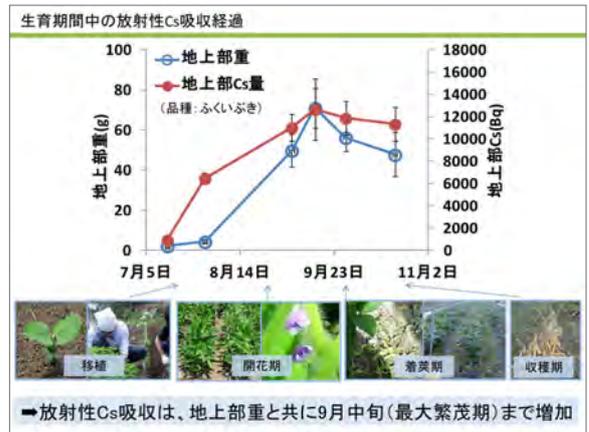
9



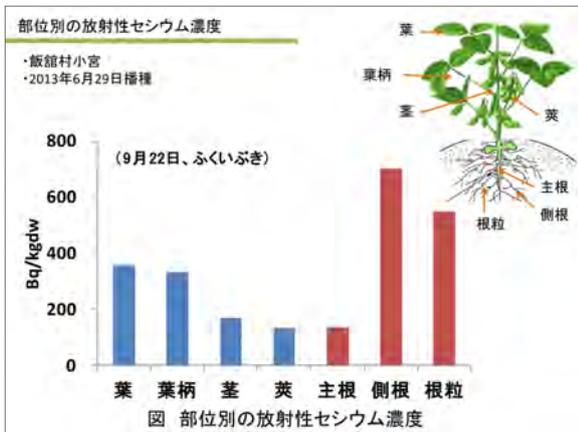
10



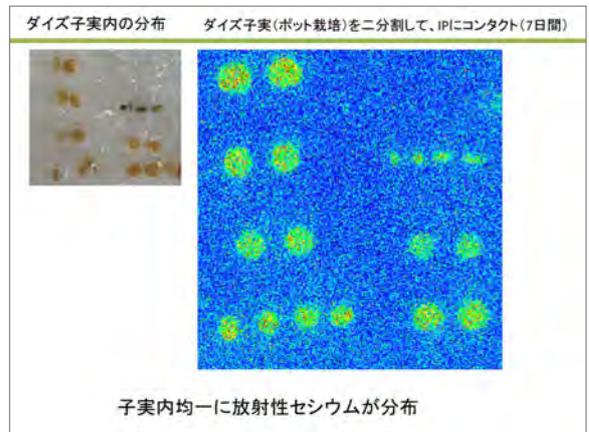
11



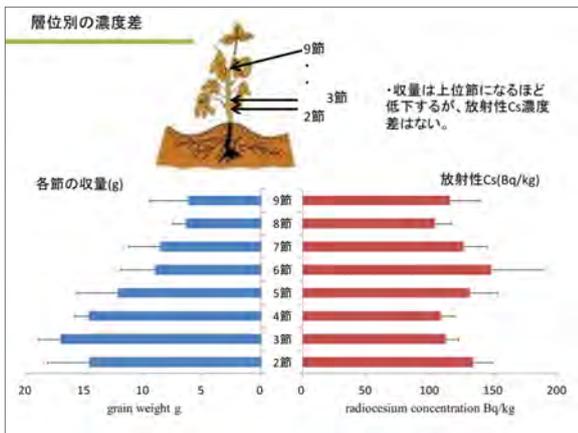
12



13



14

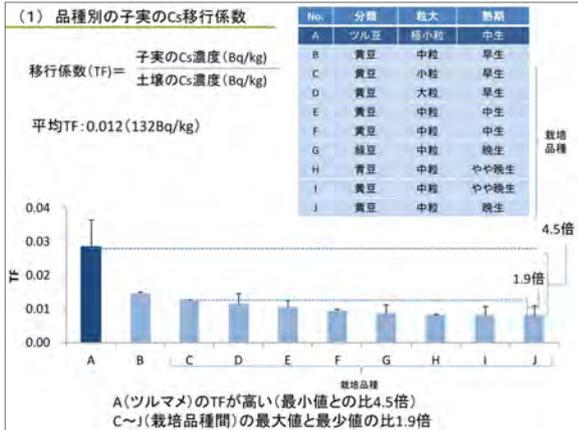


15

ダイズの放射性セシウム吸収について

- 現地圃場における放射性セシウム吸収経過
- 吸収・蓄積に影響する諸要因
 - 品種間
 - カリウム施肥
 - 窒素施肥
 - 根粒
- セシウム吸収メカニズムの検討

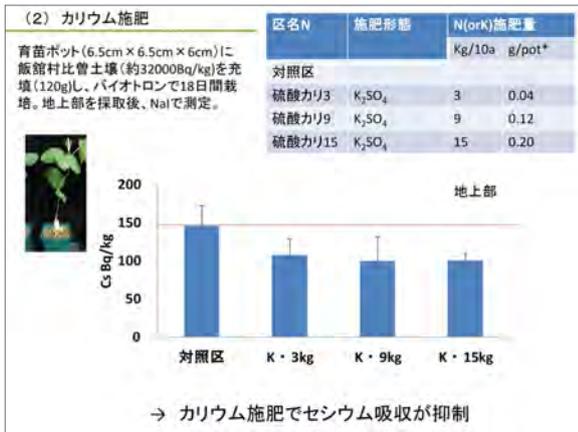
16



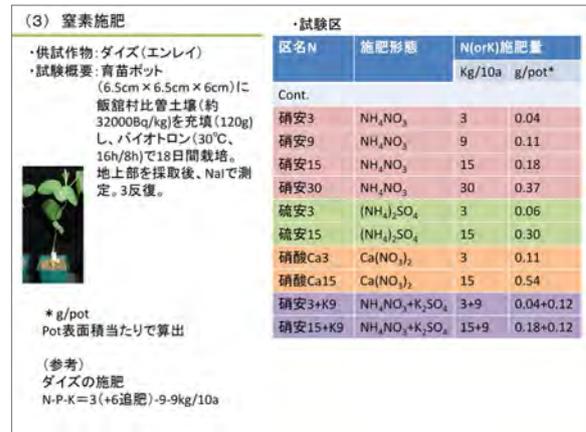
17



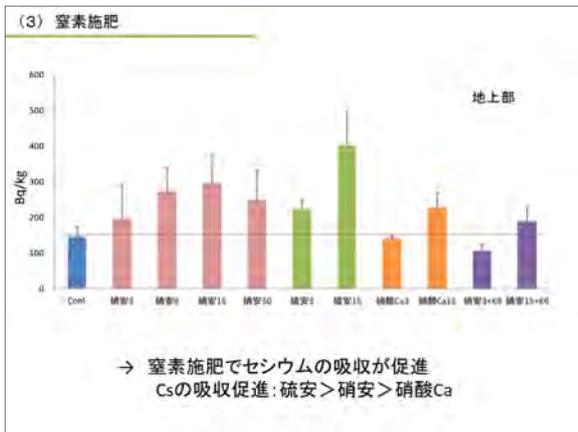
18



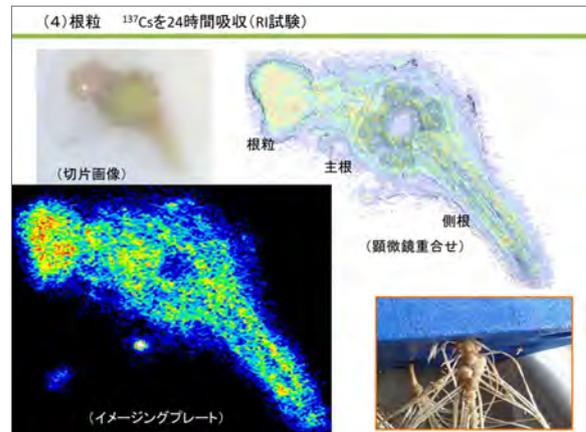
19



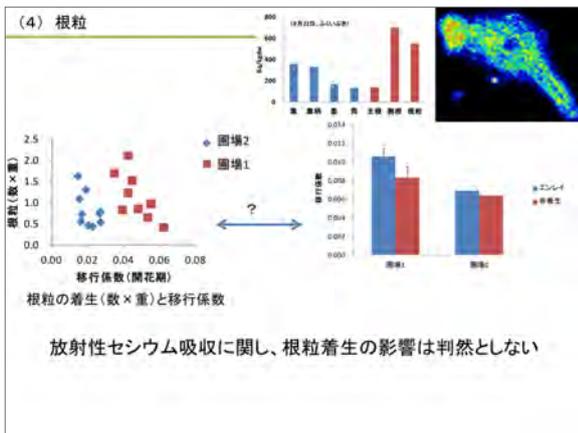
20



21



22

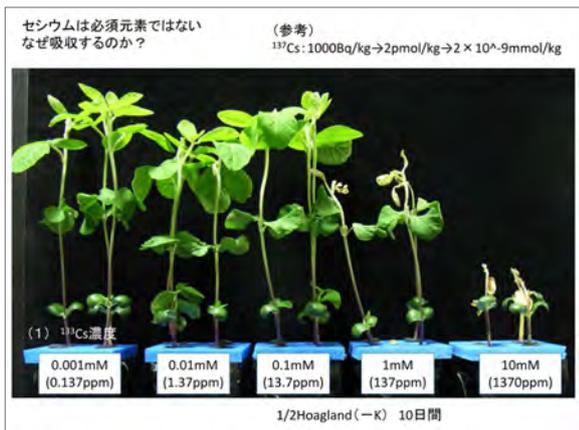


23

ダイズの放射性セシウム吸収について

- 1 現地圃場における放射性セシウム吸収経過
- 2 吸収・蓄積に影響する諸要因
- 3 セシウム吸収メカニズムの検討
 - (1) 吸収
 - (2) 地下部から地上部への移行

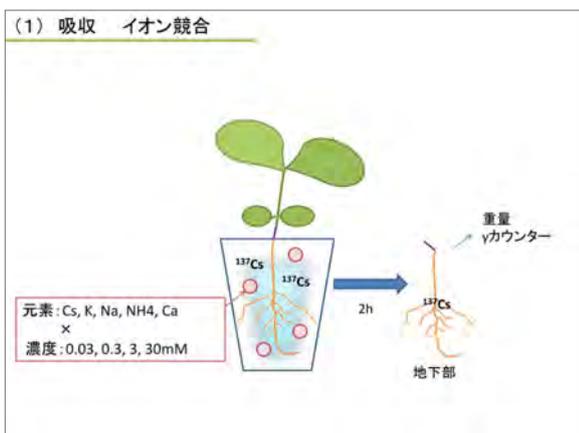
24



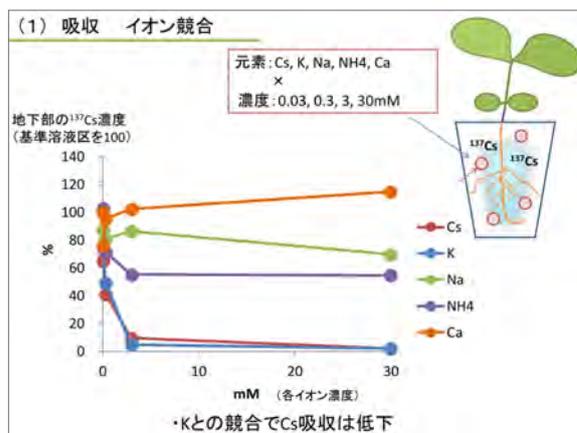
25



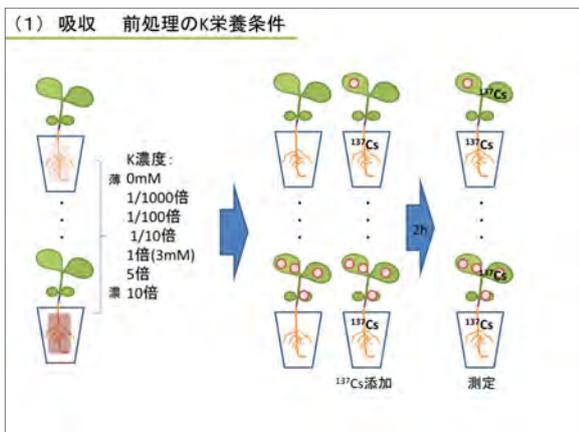
26



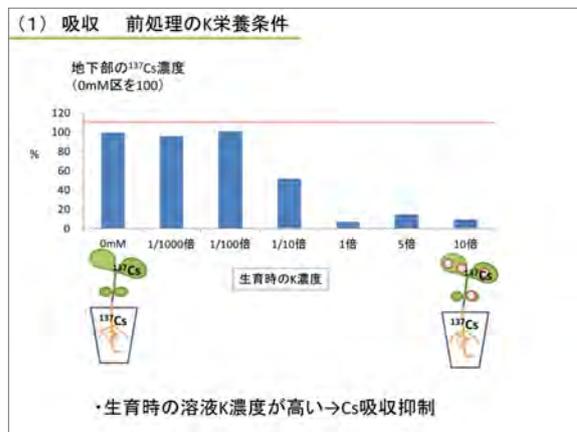
27



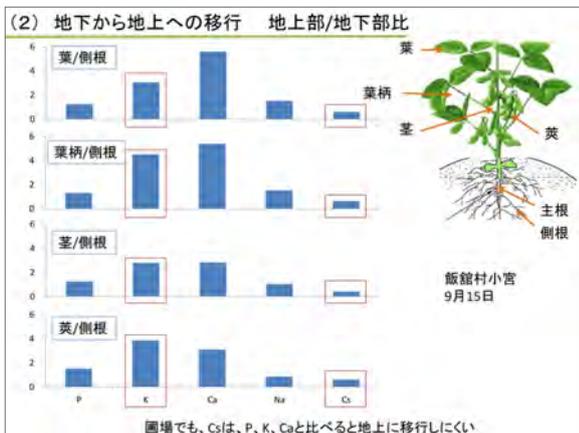
28



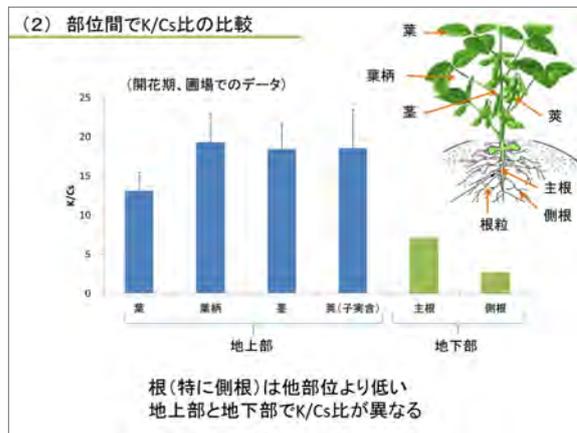
29



30



31



32

Csの吸収、地上への移行

- ・K濃度が高まると、Cs吸収が抑制される
→ Cs移行にK輸送経路の関与
- ・K濃度：地上部 > 地下部、Cs濃度：地下部(側根) > 地上部
→ 体内の移行はKとCs同一でない(CsとKが識別)



33

1 現地圃場における放射性セシウム吸収経過

- ・吸収経過 9月中旬(最大繁茂期)まで増加
- ・部位別濃度 → 側根 > 葉、茎 > 子実
- ・子実内分布 → 均一
- ・層別の子実濃度 → 差なし

2 吸収・蓄積に影響する諸要因

- ・品種間差 → ツルマメのTFが高い(最小値との比4.5倍)
栽培品種間の最大値と最小値の比1.9倍
- ・カリウム施肥 → 吸収抑制
- ・窒素施肥 → 吸収促進、形態により異なる
- ・根粒 → セシウム吸収への寄与 判然とせず

3 セシウム吸収メカニズムの検討

- ・吸収 → Csの吸収はKの吸収と大いに関与
- ・地下から地上への移行 → 体内の移行はKとCs同一でない

34

01

.....

02

.....

03

.....

04

.....

05

.....

06

.....

07

.....

08

09

10

.....

11

.....

12

第10回

2014.11.9

第十回研究報告会を迎えて

前田 正史

- 10-1 日本の原子力発電所の住民運動からみた科学・技術と社会の間
似田貝 香門 224
- 10-2 福島原発事故の背景にある「構造災」を考えるー科学社会学の視点からー
松本 三和夫 229
- 10-3 農学生命科学研究科の今後の活動の方向
鮫島 正浩 234
- ご挨拶
古谷 研, 三輪 睿太郎
- 10-4 農学生命科学研究科全体の取組みについて
中西 友子 235
- 10-5 放射性セシウムのイネへの移行(第4報)
根本 圭介 238
- 10-6 放射性セシウムの土壌中の挙動、水系への流出
塩沢 昌 242
- 10-7 家畜と畜産物への放射性物質の影響:餌に起因する汚染後の対策
真鍋 昇 244
- 10-8 森林に降った放射性セシウムは今どうなっているのか、
これからどこへいくのか?
大手 信人 247
- 10-9 福島県産農作物のモニタリング経過と畑作物におけるセシウム吸収
二瓶 直登 253
- 10-10 被災地産食品に対する消費者意識の変化
細野 ひろみ 258

閉会の辞

中西 友子

10-1 日本の原子力発電所の住民運動からみた科学・技術と社会の間

似田貝 香門

第10回放射能の農畜水産物等への影響についての研究報告
会報告要旨

「日本の原子力発電所の住民運動から みた科学・技術と社会の間」

似田貝 香門(NITAGAI KAMON)
東京大学名誉教授
東京大学被災地支援ネットワーク代表幹事

1

0. 自己紹介を兼ねて
阪神・淡路大震災・東日本大震災とボランティア活動

1) 新しい支援の論理の誕生

阪神・淡路大震災（1995年）のボランティア活動は、167万人（平成9年5月31日現在）もの多数のボランティア活動と、文字通り、被災者の**〈生〉の緊急支援と、被災者の自立支援**について、生活や地域という場所に根づく支援の実践として、社会に大きなインパクトを与えた

2

支援者（ボランティア）とは： 阪神・淡路大震災で出現した新しい支援の論理 《支援者の実践語》

「ひとりの人として救う」
「その人らしいケアの本質を見ていくこと」
「最後まで生きること」
「自分らしく生きる」
「最後の一人まで見捨てない」
「一人の人としてのいのちを重んじる」
「その人のために」
「ただ一人のために」

3

2) 〈生の固有性〉へ向き合い

一人の「ひと」として「いのち」を大切に
〈生の固有性〉へ向き合う

一支援活動に強かに伝わってくるのは、強烈な、生命こそ人間を人間ならしめるもの、という個々の被災者のもつ1回きりの「いのち」への支援、あるいは個々の人の歩んできた**〈生〉への支援への〈こだわり〉**

* 〈こだわり〉とは

4

〈生の固有性〉への支援という視点；〈こだわり〉とは

「いのち」こそ人間を人間ならしめるもの、という個々の被災者のもつ1回きりの「いのち」への支援、あるいは個々の人の歩んできた《生》への支援へ

「最も弱い者への配慮」→「出会う」
→「ふれあい」→「今あることに全力を尽くす」という実践の
継起性

こだわりとは、〈約束・関与=責任engagement〉
* engagement；J.P. Sartre（責任看取 似田貝訳）
対象に関わる。そこで起きる事態に「こだわる」。研究者として
人間としての応答責任。

5

2. 現代科学・技術と社会

1) 危機と人類の生存

- 日本及び世界は人類の生存を脅かす危機が迫っている。
- 「リーマンショック」（2008年）に端を発する「金融危機」（100年に一度）や、経済危機、核の危機、気候変動など、地球の危機を真剣に考え、管理しなければならない問題を抱えている。それらの問題は、人類の生存にかかわる。
- 阪神・淡路大震災（1995）から、中越沖、東日本大震災（2011年 1000年に一度）へと続く自然災害。とりわけ、原子力発電所等をめぐる問題は、極めて大きな爪痕を残した。

6

2) 生き残るためのテーマ；生命、自立、共生

- これらによって、生活の場たる市民社会、地域社会の脆弱性=危機を一層深めた。
- このような状況の中で、社会科学・人間学のマクロなテーマは、**生命、環境、情報、自立共生**といった軸からなる。とりわけ**基礎的な問題としては、生命（いのち）、自立、共生（支えあい、わかちあい）**である。

7

3) 危機回避の「救済論」； 《科学・技術》という考え方

- 危機に対応し、科学・技術を中心とした**「持続的可能性」（サステナビリティ）**という考え方がこの十年ぐらい、社会にも定着している。
- この「持続的可能性」という概念やテーマの背景は、「危機」への対応。

8

(1) 「サステナビリティ」(持続可能性)なる概念の背後のある時代状況

- ・「サステナビリティ」なる用語の出現は、何よりも
- ・**現代人間社会の複数の危機的様相を鋭く反映したもの**

- ・それは以下3点に要約される。

9

第1に、生態系の危機

- ・経済発展の前提となる地球の諸資源の枯渇をいかに回避するか
- ・「サステナビリティ」(持続可能性)という考え方は、この**危機回避の、生態系-生命系の危機の問題へ拡大・延長し、逆**にその視点から、展開された。
- ・資源の管理や科学技術の対応に基づいて「**経済持続の可能性**」を追求するというテーマの暗黙の限定
- ・自然環境それ自体の「**安定的存続**」において「**人間が何を為すべきか**」という問題の位相へ転化(根拠付け)。

10

第2 あらゆる「知」の形態の危機

- ・「危機」の諸位相は、人間存在の危機、政治、経済、社会、生態系、地球環境等危機とそれらの現れ方は差異があり(独自のあり)、また相互に浸透し合う事によって、**複合的な危機**の様相となっている。
- ・「サステナビリティ」(持続的可能性)なる考え方は、こうした**危機回避プログラムないし救済プログラム**の一つと考えられよう。
- ・かつては、**危機=終末eschaton**は、宗教や信仰のテーマであった。
- ・近代社会は精神的危機を、社会思想的(宗教思想的)には、ユダヤ=キリスト教的終末eschaton【終末論(eschatology)】と救済salvation【救済論soteriology】の「世俗化」として捉えてきた。

11

第3 現実の危機

- ・3.11前後の日本社会や世界は、人類史に関わる深い危機の様相
- ・9.11以後の国際政治は近代が自明なものとしてきた戦争とテロとの境界線や国民と難民との区別をあいまいにし、
- ・100年に一度の**金融危機(経済危機)**の世界連鎖や、1000年に一度の史上最大の**震災と深刻化してしまった原発事故の複合**は、これまでの「サステナビリティ」の捉え方を大きく揺るがしつつある。
- ・あらためて私たちが生きる世界の作り直し、再デザインが緊要なテーマとなってきたのである。
- ・「持続性」という概念の現出は「危機」に根ざしている。**希望・願い**

12

「救済」プログラムと「進歩思想」

- ・この危機を乗り越えようとして、あるいは**回避するプログラム**として、科学・技術の力に期待し、
- ・またこの**危機を乗り越えるべき市民道徳**として、「持続的可能性」に関する**教育が重視される**。
- ・社会思想や宗教思想の領域で、こうした対応を捉えたと、**科学・技術が、人間の「危機」(終末eschaton)の「救済」プログラムとして現れる(進歩思想)**、とみなされる。
- ・科学・技術という**非神学的、非宗教的領域が、救済salvationの中心**になっている。
- ・**あらゆる問題が解決可能だと考える価値観**。

13

自然との関わり(危機への脱却 Ⅰ) 自然との関わり

- ・17世紀以来の「科学革命」以来、近代科学・技術が関心を示したのは、客観性、論理性、普遍性という原理や理論
- ・そして今や、近現代の科学技術の発展とともに、環境の範囲が拡大され、今や地球規模にまで及んでいる。

「参考」：ハイデガー(Martin Heidegger)の「テクニク論」(1955)

テクネーの2つの意味

- 1) 「出で来たらすこと」(ポイエシース；創る) 自然もまたポイエシース
- 2) 「認識し開明すること」(アレティア；覆いをとる、真理)

つまり、**〈露わに発【あば】く〉**
→**可能的なものを現実化すること**

14

自然との関わり(危機への脱却 Ⅱ) 自然への脱却

2の「露わに発く」はやがて、自然とのひととの媒介であった、科学技術の発展によって、さまざまな形態を生み出す。

- 自然への挑発、引き渡し
- 開発・変形・貯蓄・分配・転換**は「露わに発く」の諸形態
- この結果、自然界には決して存在しないもの、結集していないもの、異なる運動法則や時間を持つ要素、素材、仕組みの生産と拡大
- 公害問題、原子力の利用等の問題を引き起こす

15

3.原子力発電所立地反対運動からの課題点

- ・**フクシマにみられる問題を、かつて調査研究した東北電力福島発電所立地反対運動と新潟県巻町(現新潟市)の立地反対運動の住民投票から、科学・技術と社会との関わりからどのように考えるか、を以下論ずる。**

16

- ・事業として決定（手続きと、科学・技術以外の複合的領域による実行組織：立法・行政・電力会社）
- ・住民の意思と議会・首長とのズレ（議会制民主主義および代表性の限界点と住民投票）
- ・科学技術を理解させるという姿勢（説得型；専門知と説明責任）
専門権力の自己check機能をさす
- ・科学・技術のリテラシー
読み書きの能力、基礎的な素養。科学技術リテラシーとは科学技術に関する基礎的な素養
- ・合意形成〔論〕
予定調和；理想論と現実 表現と反映→現実には多様な意見の分布)
- ・科学・技術の実装部分と生活者の間のコミュニケーション構造が成り立っていない

17

新潟県巻町（現新潟市）の原発反対住民投票での論点

- ・巻町；
- ・人口約3万人の穀倉地帯（新潟県西蒲原）とベット・タウン化した小さな町（巻町）での、27年間の巻原発建設計画反対運動の展開と、**住民の意思を住民投票で確認しようとした住民運動の〈歴史的行為〉を、〈住民の意思決定の危機と回復〉というテーマ**

18

運動の成功の要因

- 1) 阪神大震災のインパクト
- 2) 原発建設への公的「手続き」の急速な展開による、一般住民の「首まで水がつかってきた」という危機意識。今からでも遅くないのではないか。
- 3) これまでの地域政治（選挙）では、原発問題は「政争の具」でしかなく、決して、住民の意思（民意）を吸収したのではなく、**住民投票こそ住民意思の最終確認の行為、と理解。**

19

〔〈沈黙性一匿名性〉の政治からの脱却〕

- ・この地域の政治（選挙）では、〈原発建設問題〉は争点とならない。政治は地域の〔地縁・血縁・金〕の利害関係や社会関係の古い構造を反映している
- ・このような古い地域政治の構造の只中で、運動を持続・継続していくには、**政治メカニズムからの〈切断〉**が必要。
- ・運動の、保革の政治イデオロギ的枠組みからの、意識的脱却の戦略転換。
- ・〔第Ⅱ期の住民運動の組織特徴 **一生活者としての運動志向**。わかりやすい運動〕

20

反対運動にとっての住民投票

〈沈黙性〉の中での住民の意思の集約方法の検討。沈黙と匿名に対しては、「本音の声」が住民意思

こうした声を数的に結集するにはどうしたらよいか、という運動戦略。それが住民投票という集合行為を生み出す

21

自主管理住民投票；自己表明する《声》

- ・自主管理住民投票は、この地域ではじめて〈沈黙性一匿名性〉から一歩前へ出て
- ・自己の意思を他者の眼差し中でも、表示
- ・〈匿名性〉を吸収する運動から、住民の意思を自己表現する政治や運動へと展開できる可能性
- ・旧い行政補完組織としての区長会の力の弱体化と区長会の変化
- ・家族の中の意見の異存

22

〈歴史的行為〉としての住民投票 住民の意思表明の回復の理論的根拠

- ・30年間（1965年～1996）の諸住民運動の『時空合一』。
- すべての諸運動の集合行為が、96年8月4日の住民投票で表現される。
- ・諸運動はその行為に向かって再定義され、新たに位置づけられ、意味づけられ、価値づけられ、出現する。
- 歴史的に凝縮された集合行為。**
- ・住民意思の回復の理論的根拠＝住民投票をめぐる民意
- ・〈原発問題〉については、住民の意思・民意と首長・議会の判断がズレている。
- ・民意を議会は代表representationしていない。
- ・間接民主主義（代表性）が機能しないときには、民主主義の本来的原則たる直接民主主義（住民投票）によるべき、という発想。
- ・議会制民主主義の機能不全に対する〈強制修正〉としての直接民主主義の適用。

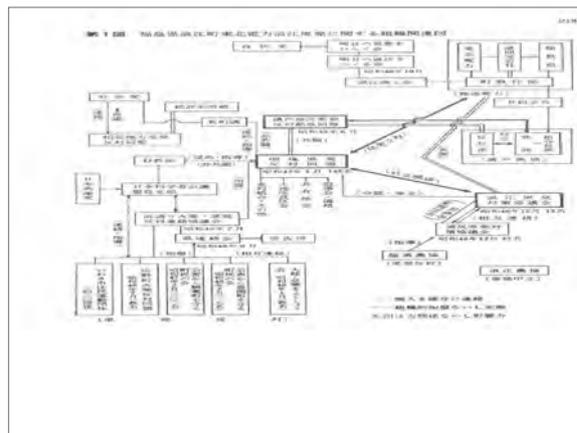
23

- ・科学技術を理解させるという姿勢（説得型；専門知と説明責任）
専門権力の自己check機能をさす
- ・科学・技術のリテラシー
読み書きの能力、基礎的な素養。科学技術リテラシーとは科学技術に関する基礎的な素養
- ・合意形成〔論〕
（予定調和；理想論と現実 表現と反映 →現実には多様な意見の分布）
- ・科学・技術の実装部分と生活者の間のコミュニケーション構造が成り立っていない

24

「具体的な問題」の「知識の共有と相互理解」によって、「豊富な全体がみえてくるような、整序の仕方を人々と共有」しなければならない。
根っ子のことば理解・理解があって意思疎通可能。
「言葉行為」paroleは、主体の自律的行為であり、この行為を出来事（社会事象）のひとつと考えることによって、社会に関する開かれた表現として位置づけることが大切である。

25



26

日常言語としての水、土地
 「日常としての住民運動」(似田貝香門,1974『展望』5月号 現摩書房)

- ある時人は、**土地**(農地)がじいちゃんから孫までの世代的繋がりを持つもの、水利慣行によって部落の土地(農地)に水が流れてくる、という**歴史的共時性と共同性の織りなしたところ**に位置することを知る。この織りなしが、近代的な土地の私有形態として**金銭と交換される対象物として特化され限定させて行くのが「権力」である、ことを知るにいたる。**
- 「人々は、自己の生活が危機的状況に追い込まれるとき、かえって**自己の日常生活を対自化する**」(p53)「惰性的にすごしてきた自己の生活の意味の再発見」(p53)

発話：ことば

27

《科学・技術を人間の手に取り戻すにはどうすればよいか》；宮沢賢治の「グスコブドリの伝記」

- 科学：「自然をよく知り知りたい」という人間の探究心、好奇心に根ざした営みが原型。「自然をよく知ることによって、自然とよい関係になりたい」という素朴な気持ち。
- 近代の科学：知識を拡大する、知識欲を充たすという方向に展開。そしてそれを産業が利用する。「自然を利用する」という方向へ展開。
- 科学・技術：現代の科学はその成果を産業に適用、「科学・技術」の巨大化、極限化
- ときにそれは、ひとりひとりの人間にとって、脅威であり、抑圧であったりする。
- そして一般、風通に普通に生きる市民にとっては、科学・技術は遠いところにあるもの、人間の顔をしていない、という印象。
- 人間顔をしていない、という印象。
 - * 窪淵地人協会(1926年)の観点で、自ら農地を耕し、農民と共にあろうとした時期(賢治29才)
 - ** 「雨ニモマケズ」が手帳に書いた年。

28

・60年代後半、私は大学院生で、公害問題と住民運動の研究を始めたとき、科学者のそして技術者の社会的役割は何か、が鋭く問われている時でした。

29

「われわれはどんな方法でわれわれに必要な科学をわれわれの手に出来るのか」 「グスコブドリの伝記」

- この作品の主題は科学・技術をいかに農民のために、ひいては人びとの暮らしのなかに真に役立たせるにはどうすべきか。
- この作品では、**専門性と市民性、専門家と市民という対立軸、別ないい方をすれば、科学(普遍性)と直感(現場性、人間性)と「いのち」。**
- 矛盾ともいえる対立の只中に、そうしたるつぼのなかに、「われわれに必要な科学」を考える。
- あるいはそれを求めなければならない、宮沢賢治はそうに言いたかったのでしょうか。

30

《作品に登場する3人》

- クーパー大博士：科学者
 科学はなんのためにという方向づけ。「われわれに必要な科学は何であり、何に関心を持たねばならないか」という方向づけ
- ペンネンナム技師：技術者
 独りよがりでない、きちんとした科学的知見に基づく、具体的な方法の提示
- ブドリ：市民性と感受性sensitiveをもつ人間
 世の中のため、人びとのため働く。

・方向付けが正しくなされ、それを実施する専門性が備わっただけでは不十分血の通った人間のものになるためには、実際にひとと生きて居る場の感性をもうべきものが加わる必要がある。

・これらが充たされて、はじめて科学は「われわれのもの」になる。ここに科学の希望がある。

31

《雨ニモマケズ ナミダとオロオロ》；原点はここにある

- 科学は「われわれのもの」になる。ここに科学の希望がある。
- このような科学はどこから始められるのか。関心の方向付けはどこからくみ取るのか。
- この問いの回答は、賢治の「雨ニモマケズ」に書かれている。
- 雨ニモマケズ
- 風ニモマケズ
- 雪ニモ夏ノ暑サニモマケズ
- 感動的なのは以下の2行
- ヒデリノトキハナミダウィナガシ**
- サムサトノトキハオロオロアルキ**

32

残された課題

- 一定の時間に従う変化（発展）が長時間にわたって続くためには、危機時にあって、社会の諸領域に「存すべき秩序」を自己形成する能力がもともと備わっていないのではないのではないか。それは何か。
- →社会形成とは、動的秩序を自ら創り出す能力。この形成力の核心は何か
- →人文知では、このような考え方は、何よりも、「ことば」による知を、とりわけ危機に直面したとき、〈そのつど〉、新たな価値を付加しながら取捨選択をして、後世へ《伝える力》が不可欠

33

ブリコラージュBricolage (Claude Lévi-Strauss)

具体の科学、等身大の技術。

この概念の注目点

・ハイディガーの言う意味で「自然を挑発して立たせる」ことが行われぬ。

つまり、人間自身が、自然のエネルギーを持ち出すように挑発されていない状態。

いま私たちに求められているのは、コントロールなき増大が、地球の生態系のみならず、人類の神経系をも破壊する事を見極める想像力であろう

34

10-2 福島原発事故の背景にある「構造災」を考える—科学社会学の視点から—

松本 三和夫

福島原発事故の背後にある「構造災」 を考える —科学社会学の視点から—

松本三和夫
(東京大学)

東京大学農学生命科学研究科
第10回研究報告会
2014年11月9日

1

2つの話法

- 科学技術と日常生活の関係を真剣に考えるため、サイエンスリテラシーを高めよう
- 科学技術文明は重大なリスクを抱え込んでおり、科学技術一辺倒の文明の在り方を転換しよう

2

どういう視点から語るか？

- 他人事にしない
- 「あと知恵」を避ける

3

科学社会学の視点

4

話の筋道

1. 科学社会学の視点と「構造災」
2. 制度化された不作為
3. 高レベル放射性廃棄物処分
4. 制度の設計責任
5. ポスト福島に状況に照らしてみると—提言—

5

背景情報

- 松本三和夫『知の失敗と社会—科学技術はなぜ社会にとって問題か』(岩波書店、2002初版、2012複刊)
- 松本三和夫『構造災』(岩波新書、2012)

6

Japan's Nuclear "Village"

The Fukushima crisis has thrown a spotlight on Japan's "nuclear village," consisting of the power industry, nuclear regulators, bureaucrats overseeing the industry, the political establishment, and even the courts. Many in Japan believe that over the decades, a culture of collusion supporting nuclear power has emerged among these groups. In particular, Japan's nuclear regulator, the Nuclear and Industrial Safety Agency (NISA), is part of the Ministry of Economy, Trade, and Industry (METI), the ministry charged with promoting nuclear power. Officials are often transferred between NISA and METI's nuclear promotion divisions, leading to accusations that the lines between policing and supporting the nuclear power industry were often blurred. In a May 18 press conference, Prime Minister Kan reportedly called for NISA to be made more independent from METI, and said a forthcoming investigative committee will explore "drastic reform" of Japan's nuclear oversight system.²⁸

Another conflict of interest stems from the practice known as *amakudari* (descent from heaven), in which high-level METI officials routinely receive senior posts in one of Japan's ten power utilities, with the more senior officials generally securing positions at TEPCO.²¹ The DPJ came into power in 2009 promising to limit the use of *amakudari*, but it is not clear that its efforts to fulfill its campaign promises have had many systemic effects, particularly in the power sector. Separately, in a move that was interpreted as a sign his government will act more forcefully

7

日本文化本質主義

- 国会事故調英語版のMade in Japan

8

01
.....
02
.....
03
.....
04
.....
05
.....
06
.....
07
.....
08
.....
09
.....
10
.....
11
.....
12

構造災の特性

- (1) 先例が間違っているときに先例を踏襲して問題を温存してしまう。
- (2) 系の複雑性と相互依存性が問題を増幅する。
- (3) 小集団の非公式の規範が公式の規範を長期にわたって空洞化する。
- (4) 問題への対応においてその場かぎりの想定による対症療法が増殖する。
- (5) 責任の所在を不明瞭にする秘密主義が、セクターを問わず連鎖する。

9

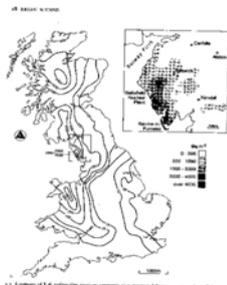
民セクターと学セクターの一元的関係の想定



*松本 (2009)

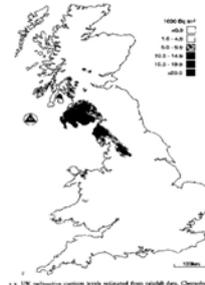
10

科学社会学者によるチェルノブイリ効果の研究 (Wynne 1996)



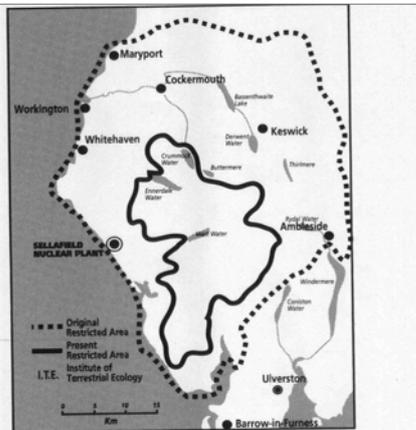
11

Measured microstrontium-90



Measured cesium-137

12



13

民セクターと学セクターの多元的布置 (1つの示唆)



*松本 (2009)

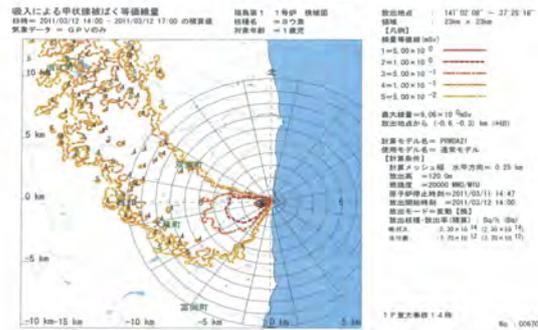
14

東北地方のサイエンスカフェで 3.11までにどのようなことが語られてきたか？

開催回数 = 253
 原子力に関するテーマ = 1
 日時: 2010年7月24日
 場所: 青森県六ヶ所村
 テーマを特定すると:
 原子力開発における産学連携
 主催団体: NPO

15

SPEEDIで予測された甲状腺被ばく等価線量 (1歳児対象) 2011年3月12日



16

SPEEDIの運用指針

- 原子力安全委員会
環境放射線モニタリング指針

17

SPEEDIの目的

平常時モニタリングの目的:
「原子力施設の周辺住民等の健康と安全を守る」(原子力安全委員会 2008: 15)

緊急時モニタリングの目的:
「必要な情報を収集し、原子力施設に起因する放射性物質又は放射線の周辺住民等への影響の評価に資する」(原子力安全委員会 2008: 15)

18

目的の転移

- 「周辺住民等の健康と安全を守る」から
- 「周辺住民等への影響の評価に資する」への
- 置き換わり

19

緊急時の4つの場面想定

- (1) 事故発生直後
- (2) 放出源情報が得られた場合
- (3) 緊急時モニタリング情報が得られた場合
- (4) 放出終息後

20

4つの場面におけるSPEEDIの運用の仕方

- (1) 「予測図形を基に.....緊急時モニタリング計画を策定する」(原子力安全委員会 2008: 51)
- (2) 「計算により得られた計算図形を配信する」(原子力安全委員会 2008: 51)
- (3) 「防護対策の検討、実施に用いる各種図形を作成する」(原子力安全委員会 2008: 52)
- (4) 「被ばく線量評価に資する」(原子力安全委員会 2008: 52)

21



22



23

NUMO応募書類に記載された「立地市町村を含む都道府県における経済効果」

- 地元発注等
累計額: 約7400億円(約123億円・年)
- 生産誘発効果
全産業累計額: 約1兆6500億円(約275億円・年)
- 雇用誘発効果
全産業累計: のべ約13万人(約2200人・年)
- 固定資産収税
全産業累計額: 約1600億円(約27億円・年)
- 事業関連直接雇用
累計: のべ約1.7万人(約280人・年)
* 建設・操業期間を60年間と想定して試算

24



東洋町の財政難

「過疎・高齢化で税収の伸びが期待できない本町にとって、三位一体改革等によって財源の大半を占める地方交付税が大幅に減額となり、このままでは、近い将来、財政破綻が避けられない。」

*「集中改革プラン」による

電源三法交付金の概要 1

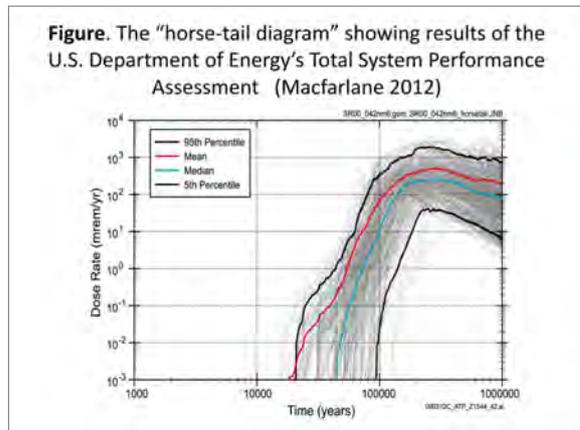
- 電源立地等補助金
 - (1) 発電用施設に関する施設の促進活動・発電用施設等の周辺地域の地域おこしに関する事業
 - (2) 地域住民の福祉の向上を図るための事業
 - (3) 地域の産業振興を図るための事業
 - (4) 水産資源の増進のための事業
 - (5) 農が実施する原子力発電施設の周辺地域の広域的な観点からの水産振興のための事業
- 原子力発電立地等補助金
 - 原子力発電立地等に関する施設の新築・増設・改修等の促進活動に関する事業
 - 原子力発電立地等に関する施設の維持管理に関する事業
 - 原子力発電立地等に関する施設の周辺地域の地域おこしに関する事業
 - 原子力発電立地等に関する施設の周辺地域の産業振興に関する事業
 - 原子力発電立地等に関する施設の周辺地域の水産振興に関する事業
- 原子力発電立地等特別交付金
 - (1) 原子力発電立地等に関する施設の増設・改修等の促進活動に関する事業
 - (2) 原子力発電立地等に関する施設の維持管理に関する事業
 - (3) 原子力発電立地等に関する施設の周辺地域の地域おこしに関する事業
 - (4) 原子力発電立地等に関する施設の周辺地域の産業振興に関する事業
 - (5) 原子力発電立地等に関する施設の周辺地域の水産振興に関する事業
- 原子力発電立地等特別交付金
 - (1) 原子力発電立地等に関する施設の増設・改修等の促進活動に関する事業
 - (2) 原子力発電立地等に関する施設の維持管理に関する事業
 - (3) 原子力発電立地等に関する施設の周辺地域の地域おこしに関する事業
 - (4) 原子力発電立地等に関する施設の周辺地域の産業振興に関する事業
 - (5) 原子力発電立地等に関する施設の周辺地域の水産振興に関する事業

電源三法交付金の概要 2

- 電源立地等補助金
 - (1) 発電用施設に関する施設の促進活動・発電用施設等の周辺地域の地域おこしに関する事業
 - (2) 地域住民の福祉の向上を図るための事業
 - (3) 地域の産業振興を図るための事業
 - (4) 水産資源の増進のための事業
 - (5) 農が実施する原子力発電施設の周辺地域の広域的な観点からの水産振興のための事業
- 原子力発電立地等補助金
 - 原子力発電立地等に関する施設の新築・増設・改修等の促進活動に関する事業
 - 原子力発電立地等に関する施設の維持管理に関する事業
 - 原子力発電立地等に関する施設の周辺地域の地域おこしに関する事業
 - 原子力発電立地等に関する施設の周辺地域の産業振興に関する事業
 - 原子力発電立地等に関する施設の周辺地域の水産振興に関する事業
- 原子力発電立地等特別交付金
 - (1) 原子力発電立地等に関する施設の増設・改修等の促進活動に関する事業
 - (2) 原子力発電立地等に関する施設の維持管理に関する事業
 - (3) 原子力発電立地等に関する施設の周辺地域の地域おこしに関する事業
 - (4) 原子力発電立地等に関する施設の周辺地域の産業振興に関する事業
 - (5) 原子力発電立地等に関する施設の周辺地域の水産振興に関する事業

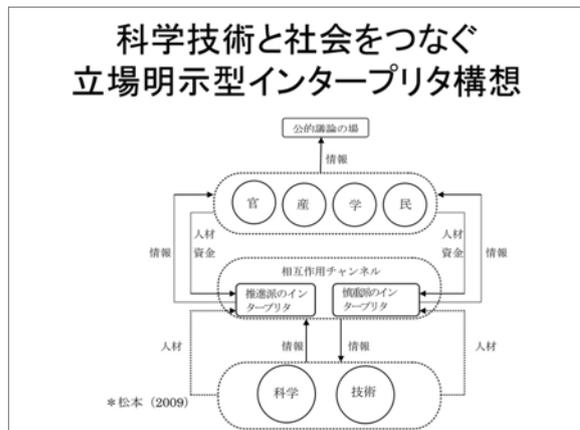
電源立地促進対策交付金による公共用施設整備事業の対象

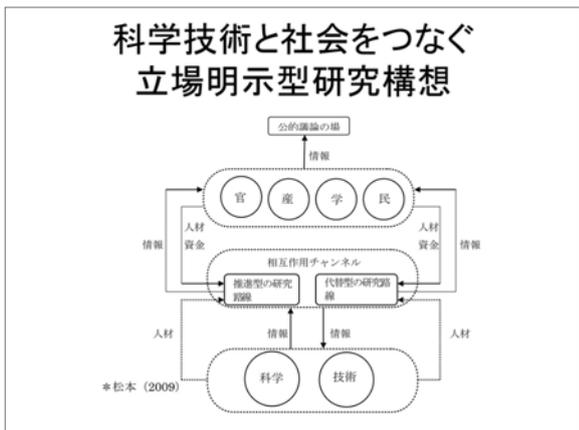
- 道路 都道府県道、市町村道(道路の付属物を含む)港灣
- 小型船用の水域施設、外郭施設、係留施設およびこれらに伴う陸港交通施設
- 沿岸漁業用の小規模な漁港施設都市公園
- 遊歩道、公園(児童公園、地区公園、近隣公園、総合公園、運動公園)水道
- 上下水道、簡易水道通信施設
- 有線放送施設、有線テレビ放送施設、テレビジョン放送共同受信施設、その他の有線テレビ放送施設、その他これに準ずる施設
- 体育館、水泳プール、運動場、公園、緑地、スキー場、スケート場、キャンプ場、遊歩道、サイクリング道路、その他これに準ずる施設
- 一般廃棄物処理施設(ごみ処理施設、し尿処理施設)、公共下水道、都市下水道、排水路、環境監視施設、産業廃棄物処理施設、墓地、火葬場、道路清掃車、除雪車、一般廃棄物の運搬車(ごみ収集車、し尿収集車)、霊柩車、公営測定車、その他これに準ずる施設
- 学校及び各種学校、公民館、図書館、地方歴史民俗資料館、青年の家、その他社会教育施設、労働会館、学校給食センター、産科産院、集会所、文化会館、その他これに準ずる施設
- 病院、診療所、保健所、母子健康センター、主要な医療装置・器具、救急車、その他これに準ずる施設
- 児童館、保育所、児童遊園、母子福祉施設、老人福祉施設(老人ホーム、老人福祉センター、老人憩いの家、老人介護ホーム、老人浴槽車等)、公共用バス、その他これに準ずる施設
- 消防施設
- 地すべり防止施設、急傾斜地崩壊防止施設、森林保安施設、海岸保全施設、河川・砂防施設交通安全施設
- 信号機、道路標識、交通安全広報車、その他これに準ずる施設(道路の付属物を除く)熱供給施設
- 地域冷暖房施設、その他これに準ずる施設
- 農道、林道、農業用排水施設、工業団地、職業訓練施設、商工会館、その他これに準ずる施設



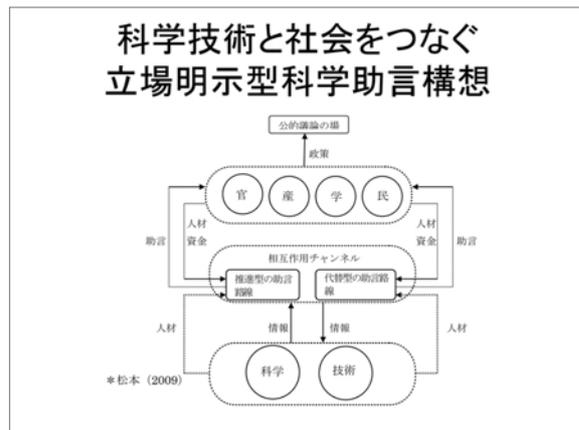
制度設計責任を問うしくみが不可欠

- ・タイタニック
- ・権限と責任





33



34

不確実性の谷

35

気心の知れた利害関係者

場面に応じた切り替えが必要

利益配分の場面
利害関係者による共有 効率性を促す

不利益配分の場面
利害関係者の関与 公正性を損なう

36

参加型意思決定のあり方への批判的アセスメント

- D. Nelkin & E. Marden, "The StarLink controversy: The competing frame of risk dispute", *International Journal of Biotechnology*, Vol. 6, No. 1 (2004), pp. 20-42.
- K. Lin, "Inequalities, knowledge and public deliberation: Three consensus conferences in Taiwan", *Proceeding of EASTS Conference (2006)*, pp. 1-28.
- A. Irwin, "The politics of talk: Coming to term with the 'new' scientific governance", *Social Studies of Science*, Vol. 36, No. 2 (2006), pp. 299-320.
- A. Kerr, S. Cunningham-Burley & R. Tutton, "Shifting subject positions: experts and lay people in public dialogue", *Social Studies of Science*, Vol. 37, No. 3 (2007), pp. 385-411.
- R. Evans & A. Plows, "Listening without prejudice?: Re-discovering the value of the disinterested citizen", *Social Studies of Science*, Vol. 37, No. 6 (2007), pp. 827-853.
- H. Rothstein, "Talking shops or talking turkey?: Institutionalizing consumer representation in risk regulation", *Science, Technology and Human Values*, Vol. 32, No. 5 (2007), pp. 582-607.
- 松本三和夫『テクノサイエンス・リスクと社会学』(東大出版会、2009)

37

10-3 農学生命科学研究科の今後の活動の方向

鮫島 正浩

農学生命科学研究科の今後の活動の方向性

副研究科長
鮫島 正浩

農学生命科学研究科のこれまでの活動（研究）

事故直後から、現地入りし、専門的知識を活用して調査研究

- ・ 現地の首長との協力
- ・ ボランティア団体との協力
- ・ 他の研究機関との連携

研究成果を現地の復興に役立てるべく広く公開

政策提言
"玄米の放射性セシウムが1キログラム当たり100ベクレルを超えた地域における稲の「試験作付」 復興に関する指針” 既経農通 (H24.2.13)

研究報告会
本日で第10回

公開シンポジウム
"これからの課題を考える 飯館出身の20歳×東京の学生”(H25.5.27)也

出版
"Agricultural Implications of the Fukushima Nuclear Accident" [SPRINGER社]
"土壤汚染"中西及子[NHK出版]
Web上での情報発信
"農学生命科学研究科の復興支援プロジェクト"
<http://www.a.u-tokyo.ac.jp/tpj/index.html>



農学生命科学研究科のこれまでの活動（教育）

復興のためには、しっかりした知識と技術を持った人材が必要

H25年度	H26年度	H27年度
農業現場における放射線影響セミナー【大学院】 / 農業現場の放射線影響【学部】 : 講義と実習の組み合わせにより効果を高めた教育プログラムの開始	農業現場と食の安全を対象とした放射性物質動態学（文系も含めた1、2年生向け）教育プログラムの開始	社会人に向けたプログラムの準備、海外の学生・若手研究者向けの英語版教科書の作成

Web上での講義の教材の公開
<http://www.agc.a.u-tokyo.ac.jp/fg6/top.html>



福島を抱える課題

除染、避難指示の解除等、福島の復興に向けて少しずつ進んでいるが、

- 帰還した住民による農村の本格的復興が進んでいない（合意形成の難しさ）
- 農地、森林の除染がなかなか進まない
- 福島県産品の買い控え（風評被害）が再度増加している

今後の活動の方向性

- 教育プログラムの拡充
風評被害等に対処するため、社会科学との融合、農村復興のための合意形成にワークショップ等の手法の導入
- 社会人教育の本格化
復興のリーダーとなりうる人材の育成への取り組み
- 国際的協力の推進
ウクライナ、スウェーデン、フランス等との研究協力、学生の派遣

10-4 農学生命科学研究科全体の取組みについて

中西 友子

第10回 放射能の農畜水産物等への影響についての研究報告会

— 研究科・附属施設全体を通じた取り組み —

中西友子

東京大学農学部における震災復興支援への取組み

東京大学 災害対策本部
東日本大震災に関する救済・復興支援室

福島県農業総合センター

農学生命科学研究科

(1) 高放射能の農畜水産物産業への影響

- ① 作物・穀物
- ② 家畜・畜産物
- ③ 土壌
- ④ 水・海産物
- ⑤ 放射線測定
- ⑥ 科学コミュニケーション他

合計40-50人の教員

(2) 被災地農業回復についての研究開発

- ① 作物生産・土壌学
- ② バイオマス生産

伊達市: イネ 環境動態

飯館村: イノシシ、(村から要請) 水田除染

南相馬市: ブタ、イネ、ダイズ

白河市: ヒツジ

鉸川村: 果樹、野菜

福島市: 果樹

郡山市: 穀物・野菜

笠間市: ヤギ

野生生物調査

2011年11月19日(1回目)

2012年2月18日(2回目)

放射能の影響に関する農畜水産物等への影響についての研究報告会

福島から

- イネ
- 土壌
- 乳牛
- 鳥
- 魚貝類

低濃度汚染

2012年5月26日(3回目)

2012年9月8日(4回目)

放射能の影響に関する農畜水産物等への影響についての研究報告会

福島から

- エネルギー作物
- モモのセシウム移行
- 放射能セシウム
- 樹皮
- 皮目
- 葉
- 土壌
- 葉
- 果実

2012年12月8日(5回目)

2013年4月20日(6回目)

放射能の影響に関する農畜水産物等への影響についての研究報告会

福島から

- 果樹
- 家畜飼育
- 漁業
- イネ
- 除染の試み
- 生物濃縮

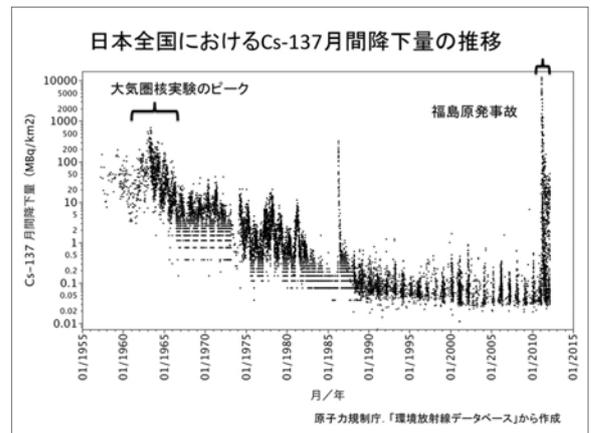
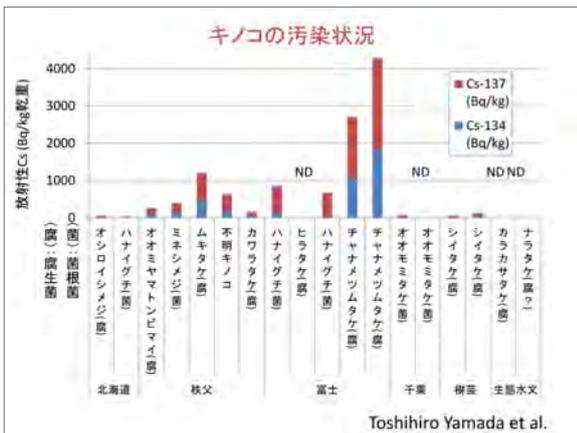
農水省

福島大学

羊

土壌

キノコ



2013年8月10日(7回目) 2013年12月14日(8回目)

汚染土は素掘りの穴に埋めればいい。

9

2014年6月14日(9回目)

2014年6月14日(土) 13:00-17:00 東京大学 弥生講堂・一階ホール

10

樹種の違い、2012年と2013年、樹皮からのCs*侵入

Shinya Masumori et al.

11

illustrated by Riopopo

12

Sho Shiozawa et al. Ken Ishida et al. Keitaro Tanoi et al. Noboru Manabe et al.

13

(伊達市) イネの調査

14

新たなカリキュラム: 「農業環境」と「食の安全」を対象とした放射線の教育プログラム

専門課程
平成25年度より研究結果を踏まえた教育プログラムを開始
アグリコクーン: 「農における放射線影響フォーラムグループ(FG6)」
講義+実習

+教養課程
平成26年度より研究結果を踏まえた教育プログラムを発展
総合科目: 「人間・環境」
農業環境と食の安全を対象とした放射性物質動態学

15

実習の例(牧場)

16



17

謝辞：パーキンエルマー社
朝日工業株式会社
武蔵エンジニアリング株式会社

これからも継続的に現場に資する調査研究
を続けていこうと思っております。

おわり

18



19

2013年4月出版 [内容] はじめに(長澤)、緒言(中西)
ダウンロードは無料(50ユーロ/冊)

- 1章 農学部への取り組み(中西)
- 2章 コムギなどイメージング(田野井)
- 3章 イネ栽培(根本)
- 4章 イネ品種間差(藤原)
- 5章 イネのCs吸収実験(小林)
- 6章 土壌(塩沢)
- 7章 低レベル汚染(大下)
- 8章 福島農産物のモニタリング(二瓶)
- 9章 動物(真鍋)
- 10章 魚肉加工過程(渡部)
- 11章 魚のCs排出(金子)
- 12章 鳥類(石田)
- 13章 土壌の除染(溝口)
- 14章 果樹(高田)
- 15章 キノコ(山田)
- 16章 環境中のCs動態(大手)
- 17章 サイエンスコミュニケーション(細野)

(敬称略)

20

01
.....
02
.....
03
.....
04
.....
05
.....
06
.....
07
.....
08
.....
09
.....
10
.....
11
.....
12

10-5 放射性セシウムのイネへの移行(第4報)

根本 圭介

放射性セシウムのイネへの移行(第4報)

栽培学研究室 根本圭介

これまでに演者が行ってきた報告

- 平成23年11月19日
放射性セシウムのイネへの移行(第1報)
- 平成24年2月18日
放射性セシウムのイネへの移行(第2報)
- 平成24年12月8日
放射性セシウムのイネへの移行(第3報)

今回は、これらの纏めと、その後の調査結果を報告

1 事故当年の状況

3月11日 原発事故発生

事故発生の翌月、福島県農業総合センターの要請を受けて調査を開始

4000ベクレルのセシウムを含む水田で、世界各地のイネ110品種を栽培

茎葉を調査したところ、セシウム濃度はどれも低く、通常の測定方法では測定が困難。

事故当年の秋までの状況

- ・福島県の水田土壌の多くは、セシウムを強く吸着する性質があることが分かってきた。
- ・そのため、福島県におけるイネのセシウム吸収は、概して低めであると予想した。
- ・実際、当年の収穫を迎えた時点で、大半のコメのセシウム濃度は検出限界以下であった。

二本松市で玄米500ベクレルを検出



- ・当該の水田は山間の谷地田
- ・その後も福島市大波、伊達市小国を中心に、数多くの規制値(500ベクレル)越え

平成23年9月24日 毎日新聞(オンライン版)

5 事故翌年(2012年)の取り組み：試験栽培

規制値越え地域での稲の試験栽培

- 事故当年にコメが規制値越え(>500ベクレル)をした地区の多くで、自治体による「試験栽培」が実施された。
- 「試験作付」はカリウムやゼオライトによるセシウム吸収の低減効果をみるのが主目的。
- 伊達市は低減対策の実証試験と並んで、東京大学・福島大学・東京農業大学等と連携し、**あるがままの水田生態系における稲のセシウム吸収のメカニズム解明**を試みた。

9

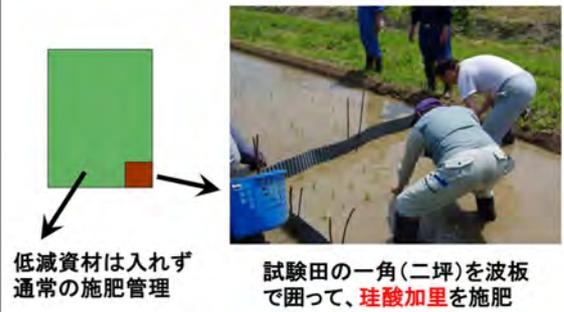


10



11

60枚の水田の試験設計



12

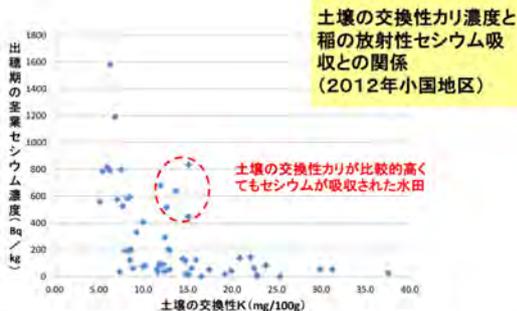
試験栽培の結果

- 全体の4分の1に当たる水田において玄米が100ベクレルを越えた。しかし、**100ベクレルを越えた水田の分布は非常に偏っていた。**
- 土壌の放射性セシウム濃度との関連は見出されなかった。
- **珪酸加里**を施用した区では、玄米の100ベクレル越えは皆無だった(**カリウムの効果**)。

13

6 それでも残る“例外的なセシウム吸収”の謎

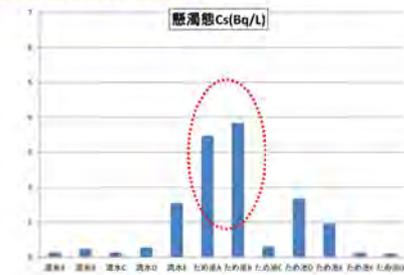
14



- 土壌のカリウム濃度が高いとイネのセシウム吸収は低下する傾向はあるが、**「はずれ値」も存在する。**

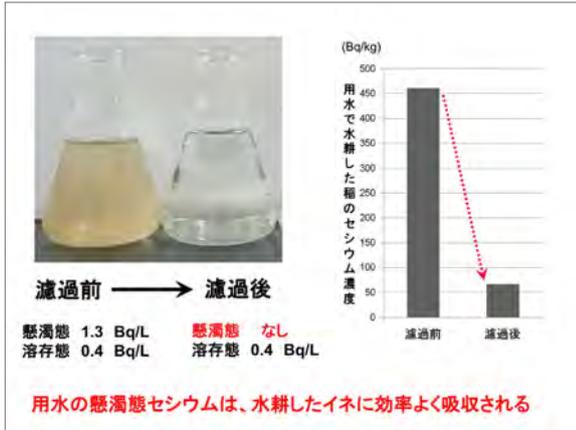
15

各水田の用水の調査



水の中の放射性セシウムには**懸濁態**と**溶存態**がある。玄米のセシウム濃度が高かった「はずれ値」水田の用水には**懸濁態**が多く含まれていた。

16



17



18



19

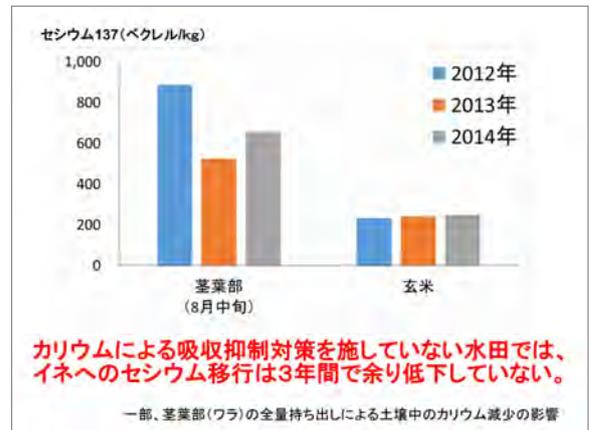


20

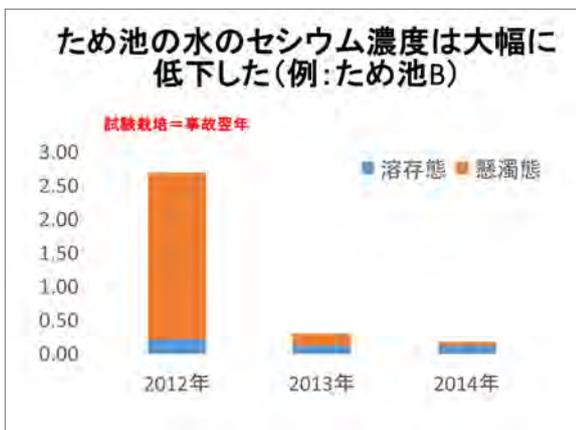
小国の試験栽培:その後

- 吸収低減対策(カリウム施用)をしていない、通常の条件での、イネのセシウム吸収の経年変化を調査(試験栽培した60水田から5水田を選んで、事故翌々年より継続調査)。
- ため池を含む農業用水の、セシウム濃度の経年変化を調査。

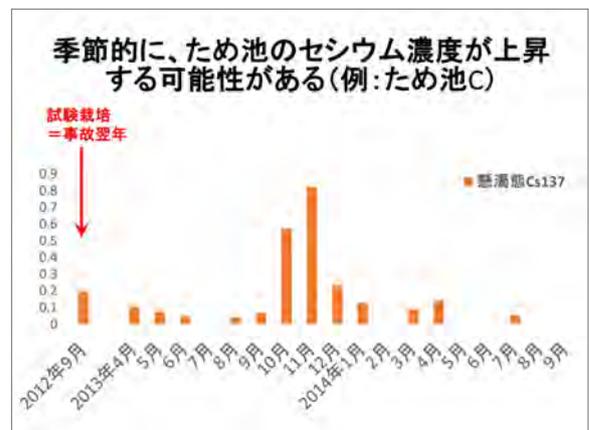
21



22



23



24

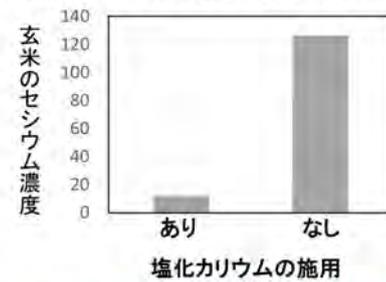
これからの課題①

カリウム施用を継続する必要性

- すでに作付け再開されている地域では、コメのセシウム濃度が規制値を超えることはほぼ皆無。
- しかし小国の調査結果は、カリウム施用によるセシウム吸収抑制対策を緩めると、再びコメの規制値越えが起こる可能性を示している。

25

セシウム137 (ベクレル/kg) 小国の試験田(平成26年)



農家へのカリウムの無償提供は、今後も長く必要

26

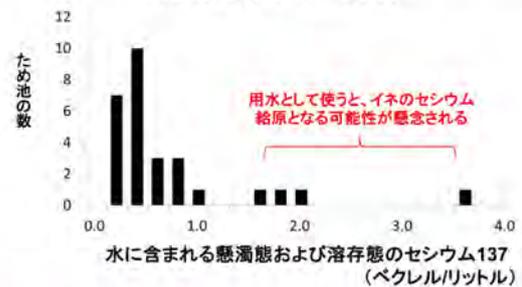
これからの課題②

作付けを再開する地域への応用

- 福島全体をみると、飯館をはじめとして、これからイネの作付けを再開していく地域が少なくない。
- これらの地域で作付けが再開されたときのイネのセシウム吸収のリスクを考えるうえで、小国の3カ年のデータはきわめて重要な判断材料となる。

27

飯館村のため池28カ所における水質調査 (平成26年4~5月)



現在の飯館のため池は、事故翌年の小国の状況と類似

28

最後に

- 継続調査はきわめて重要だが、**低減対策なしでもモニタリングを続けてきた水田は、小国の試験田を含めて、ごく僅かしかない。**
- 小国の試験田の調査を続けてこられたのは、市と地権者(農家)の大変なご尽力あつてのこと。
- 原発事故による農業被害の継続調査は、今後、**社会全体の責務**として取り組んでいく必要がある。

29

調査・分析

東京大学

根本・阿部・二瓶・関谷(圃場調査・データ分析)	大山・登・後藤(試料分析・データ処理)
山岸(生育調査)	福島大学
野川(用水分析)	石井(圃場調査)
大手(水文測定)	東京農業大学
田野井・小林・広瀬(RI測定)	後藤(土壌分析)

現地との交渉・調整など

福島大学 小山・小松 伊達市

30

10-6 放射性セシウムの土壌中の挙動、水系への流出

塩沢 昌

東京大学大学院農学生命科学研究科 生物・環境工学専攻 塩沢 昌

放射性セシウムの環境中の挙動として重要なのは、他の陽イオン（たとえばカドミウム）と違って、土壌に強く固定されて水とともに移動しにくく、土壌被覆の土地で地下水や河川流出することがほとんどなく、土壌に高濃度で存在するのにもかかわらず植物にほとんど吸収されないことである。しかし、2011年の原発事故後の発表者らの土中のセシウム移動量調査や農作物モニタリングが示す重要な点は、セシウムが土壌表面にフォールアウトした直後には予想外に移動しやすく植物にも吸収されやすかったが、2～3ヶ月の時間を経て、当初の土壌への弱い固定から強い固定が進んだことである。

1. 放射性セシウムの土中の挙動

2011年5月に郡山の不耕起水田ではじめて測定した土壌中の放射性セシウムの鉛直分布は、表層に高濃度で止まっていた（0～3cmに90%）とはいえ（一般にはこの点が注目されるが）、降雨浸透による水分子の移流降下速度と比べて1/10～1/20の速い速度で移動していたのである。しかしその後は、発表者が開発した土壌中の放射セシウム移動速度のモニタリング手法（鉛コリメータを付けたシンチレーションプローブで測定した鉛直濃度分布の重心深さの2時点の差を平均移動速度とみなす）での現場測定によれば、水分子の移流降下速度（約1000mm/y）の1/200～1/500に低下している（第1回報告会）。また、これも発表者が開発した地表面放射能（Bq/m²）の現場測定法（鉛コリメータ付きシンチレーションプローブで、不十分な遮蔽を補正して感度を高めている）で、2012年に郡山の花木園の畝に直交する水平方向の表面濃度分布を10cmごとに測定して地盤標高分布と比較したところ、畝の谷が山に比べて2～3倍もセシウム濃度が高く、地盤標高分布とよく対応しており、2013年の水平濃度分布は2012年とは変わっていない。フォールアウト時の降雨は弱い雨で水平流が生じるものではなく、2011年4～5月に比較的強い降雨があり、水平移動は、この降雨時の水の流れで生じたと思われる。すなわち、フォールアウトから2-3ヶ月は水溶性セシウムがかなり存在していたことを示すものと思われる。そして、2011年の福島産野菜のモニタリングによれば（葉への直接付着を除く）土壌からの吸収によるセシウム濃度が、2011年6月までは測定にかかるサンプルがあったが、6月以降はほとんどNDとなっており、セシウムの土壌への強い固定が進行した結果、根から吸収されなくなったと考えられる。このように様々な観測事実が、2-3ヶ月の時間経過で、フォールアウトした放射性セシウムの土壌への弱い固定から強い固定への移行が進んだことを示している。

2. 放射性セシウム水系への流出

福島県の一部のため池や市街地河川、阿武隈川や阿賀野川に放射性セシウム濃度の高い底泥が堆積している地点がみられ、ホットスポットとなっており、河川流域の大半は山の森林であるから、山からのCsの流出が心配されてきた。しかし、Csが土壌と地表の有機物

(草木) に著しく固定されやすい特性からすれば、放射性 Cs の流出源は土壤被覆のある山や農地とはかながえられず、土壤被覆のない市街地 (アスファルトや建物屋根) からの流出であると申請者は考えた。この仮説を検証するために、ため池の底泥が 2011 年 3 月以降に上流から流入した Cs を、池に直接降下した Cs とともに蓄積していることに着目し、上流域が森林であるため池と上流域の土地被覆の大半がアスファルトと建物であるため池において、底泥に堆積している放射性 Cs の総量を測定して池に放射性セシウムとの比を求め、ため池への Cs の流入量 (上流域からの流出量) を比較した。また、この調査を可能にするために、シンチレーションサバーメータで池の底泥表面の Cs 濃度を現場の水中で測定しスキャンする方法を新たに開発した。この結果、上流が森林である 2 つのため池の底泥に蓄積している池の単位面積当たりセシウムはフォールアウトした量より少なく (85%)、一方、のにと上流域の大半が建物やアスファルトである一つのため池においては、底泥の蓄積濃度がフォールアウト濃度の 5 倍で、上流 (アスファルト) からの大きな流出がため池に溜まっていることを示した。水系への大きなセシウム流出が林地や農地からではなく、フォールアウト直後に市街地から生じたことを示す証拠である (第 7 回報告会)。

農水省の調査でも、高濃度にセシウムが蓄積したため池は市街地のため池である。また、大柿ダムへの流入セシウム調査 (農水省) の結果を分析すると、流域からの流出量 (ダムへの流入) が上流域にフォールアウトしたセシウムの 1/1000 程度であることを示している (流出半減期は 600 年程度で、Cs-137 の自然崩壊の半減期 30 年に比べて無視できるレベルである)。

3. 放射性セシウムの農作物移行

福島産の米や野菜など農作物の放射性セシウム濃度は 2011 年秋以降、十分に低く、問題がない。2011 年産米に例外的に高濃度汚染米が生じたが、カリウム不足とともに水田表面を覆っていた有機物 (雑草や腐食) に付着して土壤への強い固定が遅れて吸収されたと発表者は推定し (第 2 回報告会)、翌年産から米への移行は大幅に低下すると予想したが、そのとおりになった。米への移行は既に十分に低いレベルになったが、今後の長期変化については、大気圏核実験由来の放射性セシウムの吸収を調査した過去の研究により、平均的には 20 年間で 1/10 になる程度の割合でゆっくりと減少すると予想される。

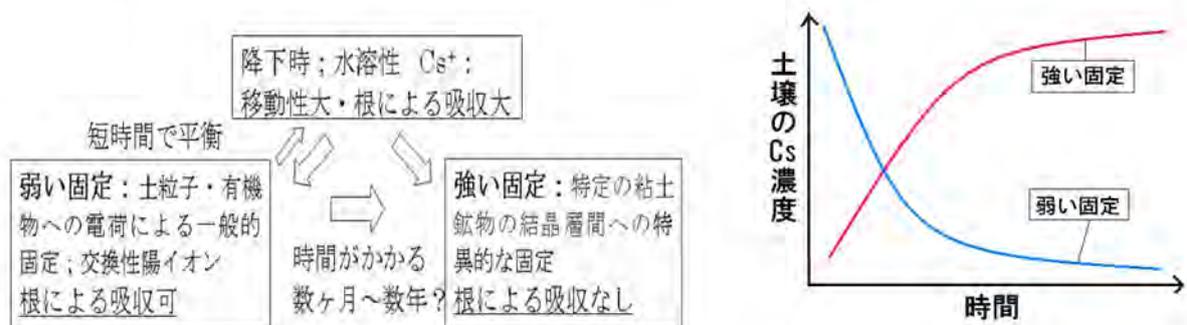


図 土壤・有機物による放射性セシウムの固定。

10-7 家畜と畜産物への放射性物質の影響：餌に起因する汚染後の対策

真鍋 昇

第10回放射能の農畜水産物等への影響についての研究報告会
東日本大震災に関する救済・復興に係る農畜生命科学研究所の取組み
東京大学農学部助生講堂
平成26年11月9日(日) 14:30-15:00

家畜と畜産物への放射性物質の影響： 馬における餌に起因する汚染後の対策

真鍋昇・遠藤麻衣子・高橋友穂・鈴木一美
田中哲弥・李俊佑・古角博*・太田穂*
田野井慶太郎**・中西友子**
農学生命科学研究科 附属牧場
*中央競馬会競走馬診療所
**農学生命科学研究科 附属放射性同位元素施設

食品の基準値

基準値	(Bq/kg)
飲料水	10
牛乳	50
乳児用食品	50
一般食品	100

2012(平成24)年4月1日(「食品衛生法に基づく「放射性物質基準値」)

飼料の基準値

新許容値	(Bq/kg)
牛(乳・肉)飼料	100
馬(肉)飼料	100
豚(肉)飼料	80
鶏(卵・肉)飼料	160
養殖魚(肉)飼料	40

2012(平成24)年3月23日(「農林水産省消費安全局長・生産局長・水産庁長官通知」)

福島県の農地土壌中の放射性Csの濃度分布(2012年)

2012年11月8日、会津美里町で飼育され、郡山市の食肉流通センターで殺処理された馬の骨格筋から、食品の基準値(100Bq/kg)を超える放射性セシウム(116 Bq/kg)が検出された。(「農林水産省のHPより」)

方法

供試動物
・成馬

供試飼料

- 汚染ハイレージ：附属牧場で栽培し、2011(平成23)年5~6月に刈取・乾燥・プラスチックフィルムで包装し、嫌気発酵させた牧草
- 清浄ハイレージ：2013(平成25)年5~6月、同様に嫌気発酵させた牧草

方法 (Clean feedingの効果)

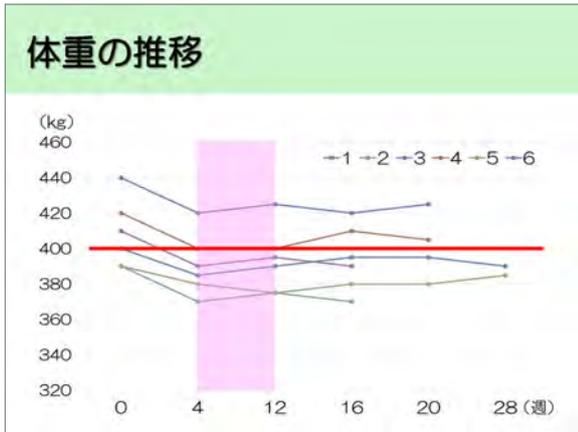
清浄ハイレージ 4週間	汚染ハイレージ 8週間	清浄ハイレージ 4・8・16週間
----------------	----------------	---------------------

放射性セシウム汚染ハイレージの給与：
4,800Bq/日/頭
(480Bq/kgx10kg/日/頭)

(体重：400kgとして)

汚染ハイレージの給与

汚染ハイレージの給与



9

供試馬	非汚染飼料		汚染飼料				非汚染飼料			
	4週	0週	4週	8週	2週	4週	8週	16週		
1	血液: ND	血液: ND	血液: ND	血液: ND	血液: ND	血液: ND	血液: ND	血液: ND		
	糞: ND	糞: ND	糞: 95 Bq/kg	糞: 239 Bq/kg	糞: ND	糞: ND	糞: ND	糞: ND		
2	血液: ND	血液: ND	血液: ND	血液: ND	血液: ND	血液: ND	血液: ND	血液: ND		
	糞: ND	糞: ND	糞: 116 Bq/kg	糞: 248 Bq/kg	糞: ND	糞: ND	糞: ND	糞: ND		
3	血液: ND	血液: ND	血液: ND	血液: ND	血液: ND	血液: ND	血液: ND	血液: ND		
	糞: ND	糞: ND	糞: 115 Bq/kg	糞: 234 Bq/kg	糞: ND	糞: ND	糞: ND	糞: ND		
4	血液: ND	血液: ND	血液: ND	血液: ND	血液: ND	血液: ND	血液: ND	血液: ND		
	糞: ND	糞: ND	糞: 115 Bq/kg	糞: 262 Bq/kg	糞: ND	糞: ND	糞: ND	糞: ND		
5	血液: ND	血液: ND	血液: ND	血液: ND	血液: ND	血液: ND	血液: ND	血液: ND		
	糞: ND	糞: ND	糞: 136 Bq/kg	糞: 209 ND	糞: ND	糞: ND	糞: ND	糞: ND		
6	血液: ND	血液: ND	血液: ND	血液: ND	血液: ND	血液: ND	血液: ND	血液: ND		
	糞: ND	糞: ND	糞: 128 Bq/kg	糞: 258 Bq/kg	糞: ND	糞: ND	糞: ND	糞: ND		

10

供試馬	心	脾	肝	腎	大腰筋	尿	血液	糞
1 (4週)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2 (4週)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3 (8週)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4 (8週)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
5 (16週)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
6 (16週)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

11

Clean feedingの効果

清浄ハイレージ 4週間	汚染ハイレージ 8週間	清浄ハイレージ 4・8・16週間
----------------	----------------	---------------------

放射性セシウム汚染ハイレージの給与:
4,800Bq/日/頭
(480Bq/kgx10kg/日)

清浄飼料を8週間給与すれば、体内汚染レベルは検出限界以下まで低下

12

Clean feedingの効果

第6回研究報告会
平成25年4月20日

13

放射性セシウムを含まない飼料

14

Clean feedingの効果

清浄飼料を3月(12週)間給与すれば体内汚染レベルは検出限界以下まで低下

15

Clean feedingの効果

第1回研究報告会
平成23年11月19日

16

01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12

Clean feedingの効果

TMRのみ 14日間	TMRのみ 14日間	TMRのみ 14日間
TMRのみ 14日間	ハイレージ+TMR 14日間	TMRのみ 14日間

- TMR（配合飼料）のみ：毎日35kg/600kg

- ハイレージ + TMR：毎日ハイレージ10kg+TMR25kg（合計35kg/600kg）



17



18

Clean feedingの効果



清浄飼料を2週間給与すれば牛乳の汚染レベルは基準値以下まで低下

19

10-8 森林に降った放射性セシウムは今どうなっているのか、これからどこへいくのか？

大手 信人

2014/11/9

森林に降った放射性セシウムは今どうなっているのか、これからどこへいくのか？

大手 信人¹, 村上正志², 伊勢田耕平¹, 遠藤いず貴¹, 鈴木隆央², 田野井慶太郎¹, 石井伸昌³

1 東京大学, 2 千葉大学, 3 放射線医学総合研究所

森林で生じていることを知る重要性

- 面積が広い
 - 産業的価値、公益的機能(災害防備)
- 水源である
 - 集水域上流
- 自然に近い生態系である
 - 生態系における生物の活動への影響

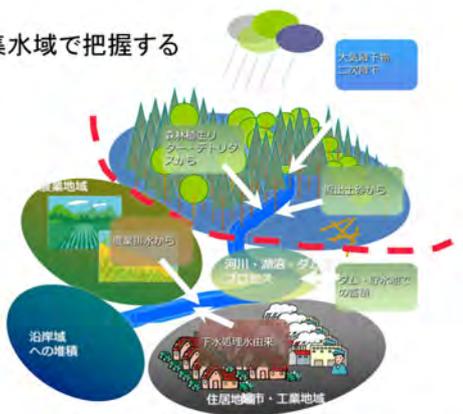
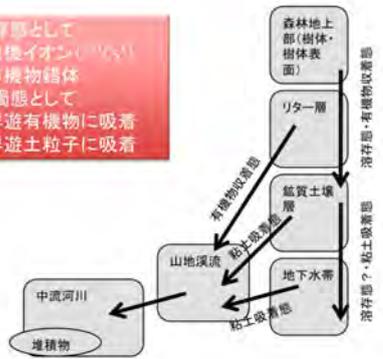


どのように調べていくか



- 集水域でみる
- 水文学・物質循環論的に考える
- 生物群集への移行・分散を調べる

集水域で把握する

森林地上部(樹体・樹体表面) → リター層 → 腐植土層 → 鉱質土層 → 粘土吸着態

山地溪流 → 地下水帯 → 粘土吸着態

中流河川 → 堆積物

「森林における放射性セシウム蓄積の半減期」を見積もりたい



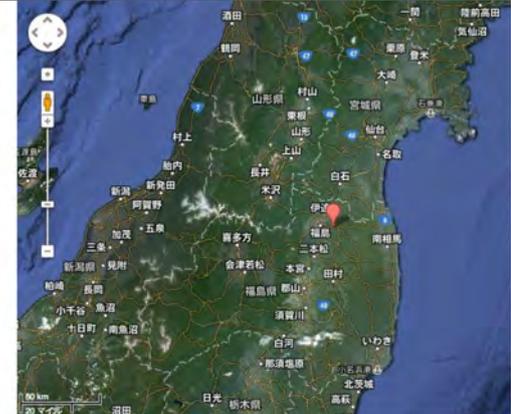
森林: 哺乳類, 食糧性昆虫, 菌類, 腐虫類

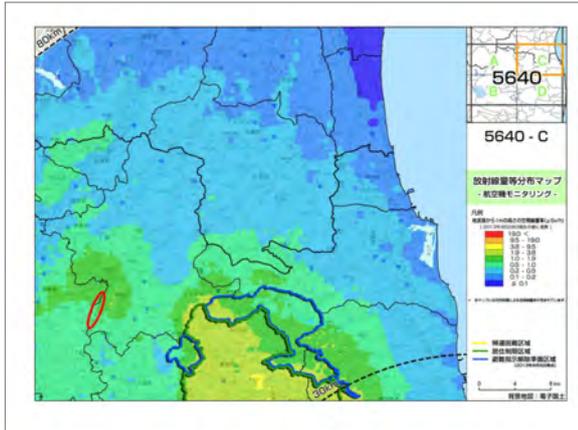
溪流/河川: 水生昆虫, 藻類, 微生物, 落葉, 堆積土砂

3つのことを話します

- 森林内の移動
 - 樹冠から林床へ
- 森林からの流出
 - 洪水流出の重要性
- 生物間の移動
 - 生物濃縮?



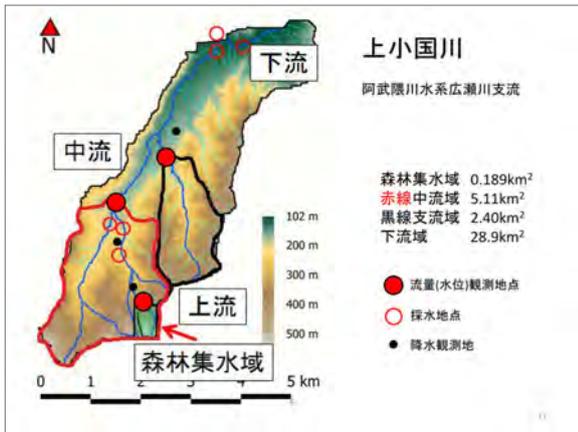




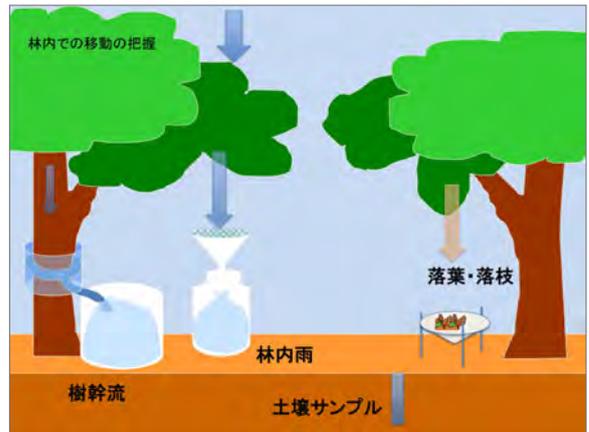
9



10



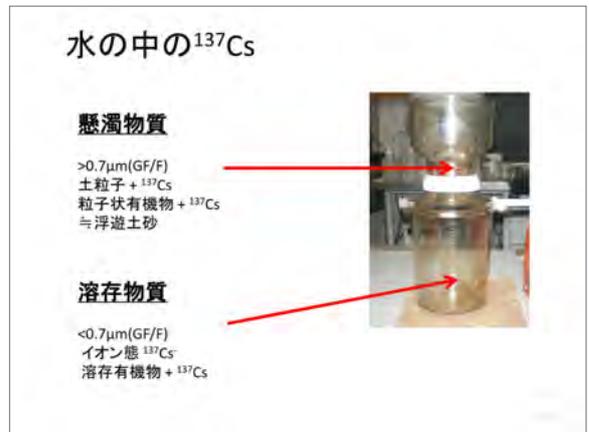
11



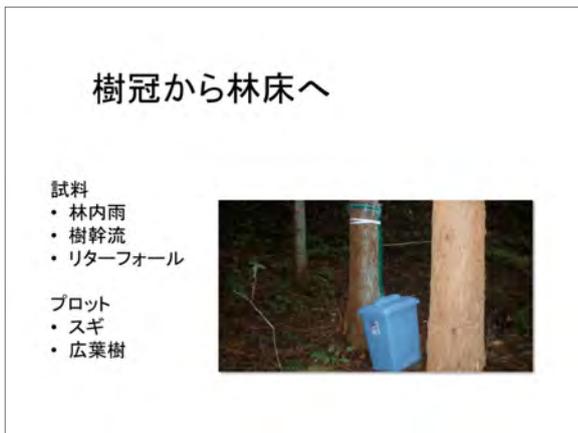
12



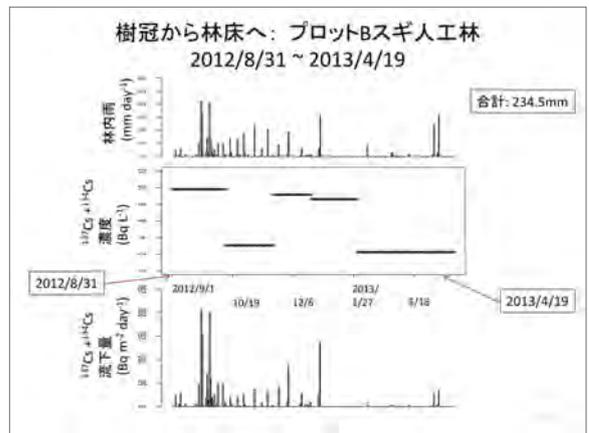
13



14



15



16

樹冠から地表への供給量(2013):

A: コナラ・アカマツ林

15.18 Bq m⁻² day⁻¹ (林内雨13.36, 樹幹流1.82)

B: スギ人工林

13.15 Bq m⁻² day⁻¹ (林内雨12.88, 樹幹流0.27)

C: コナラ・ケヤキ・アカマツ林

7.04 Bq m⁻² day⁻¹ (林内雨 6.67, 樹幹流0.37)

17

落葉・落枝

各プロットに受け口面積が1 m²のリタートラップを5個ずつ設置した。

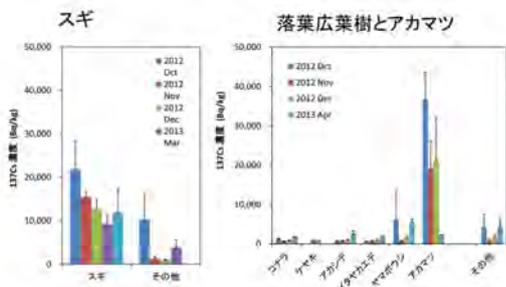
樹種ごとに分けたリターを、NaI(Tl)シンチレーションカウンターで¹³⁷Cs濃度を測定した。

スギ人工林内のリタートラップ



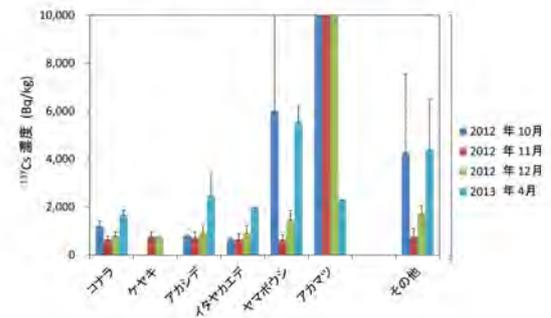
18

落葉・落枝



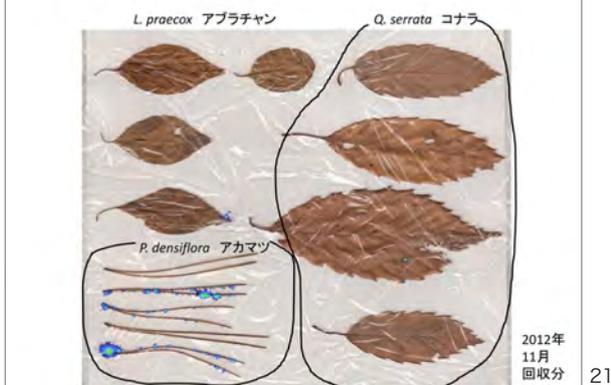
19

落葉・落枝 落葉広葉樹林



20

イメージングプレート



21

リター

- ¹³⁷Cs濃度は、落葉樹に比べ常緑樹で高かった。
- ¹³⁷Cs濃度は調査期間の経過とともに常緑樹では減少

常緑樹の樹冠に降下時に付着した¹³⁷Csは、落葉によって徐々に減少している。

広葉樹の葉に1000 Bq/kgレベルの¹³⁷Csが検出されるのは、他の部位から転流してきていることを意味している。

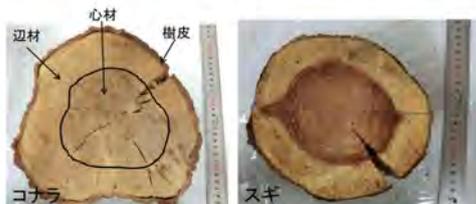
22

伐倒サンプリング

コナラ3本とスギ1本を伐倒し、葉、枝、幹に分けた。

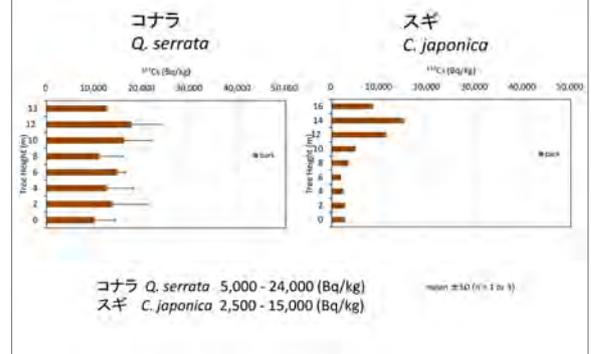
枝は太さごとに5-10 cm、1-5 cm、1 cm以下と分けた。

幹は、地際から2 mごとに切り出し、幹の一部を樹皮、辺材、心材に分け、ゲルマニウム半導体検出器で¹³⁷Cs濃度を測定した。

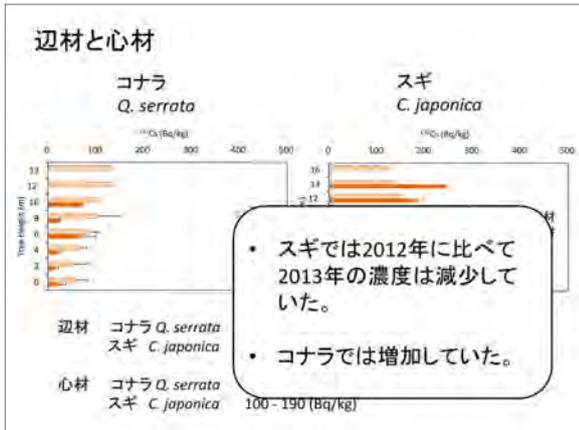


23

樹皮



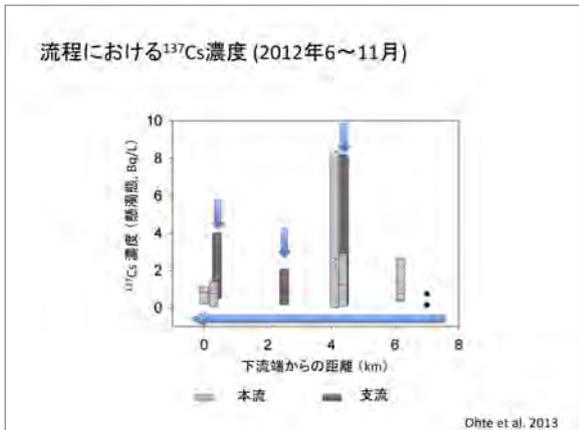
24



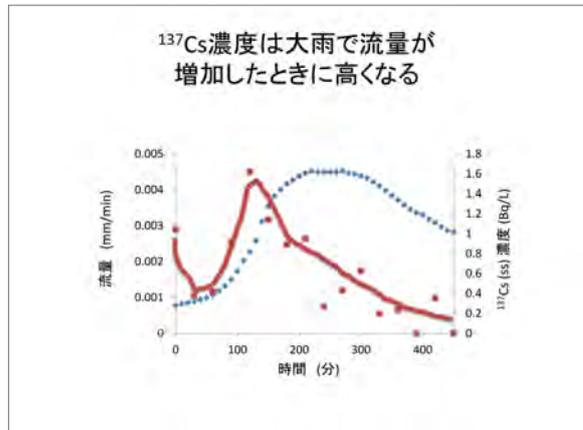
25



26



27



28

溪流・河川を流れる¹³⁷Cs

- 森林からの流出放射性セシウムの主要な形態は懸濁態
- 平水時の溶存態の放射性セシウム濃度は0.2 Bq/L 以下
- 降雨イベントに反応して、流出Cs濃度は上昇する

+ 集水域からの流出量 (懸濁):

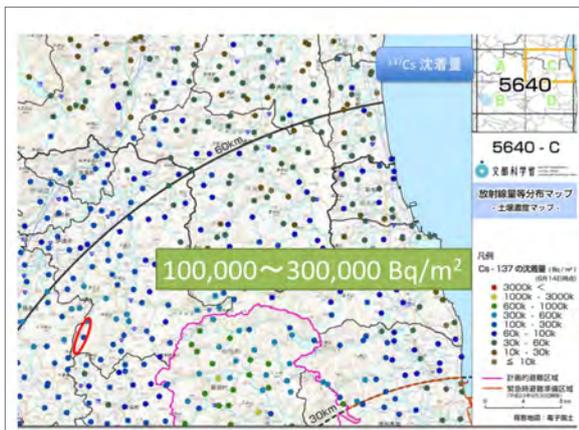
330~670 Bq/m²/年

29

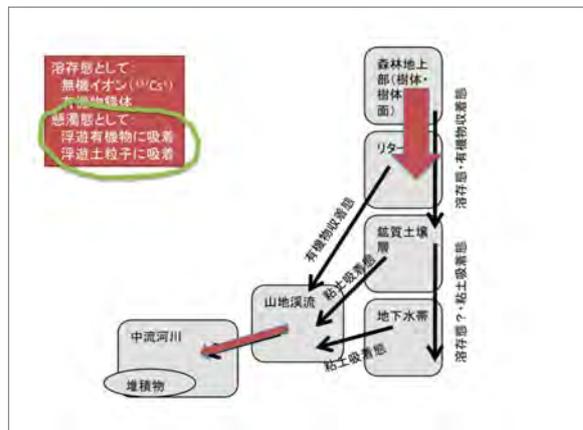
樹冠から林床へ vs 森林から河川へ

- 樹冠から地表への供給量 ¹³⁷Cs:
 - 降水によって **1795 ~ 3712** Bq/m²/年
 - 落葉・落枝によって **1353 ~ 4786** Bq/m²/年
- 集水域からの流出量 (懸濁態) ¹³⁷Cs:
 - 330~670** Bq/m²/年

30



31



32

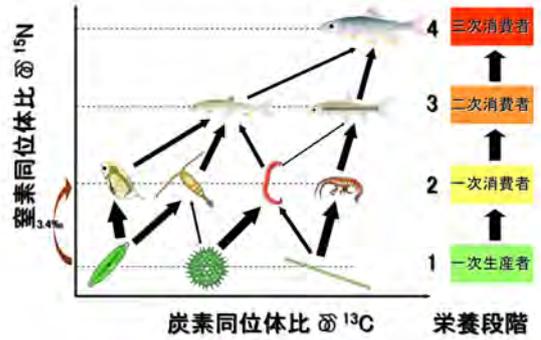
食物網での移動

- 移動経路を描く
- 生物濃縮の有無を確かめる

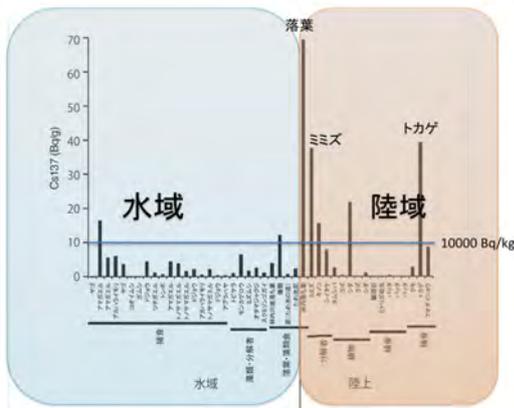


33

栄養段階：喰う喰われるの関係

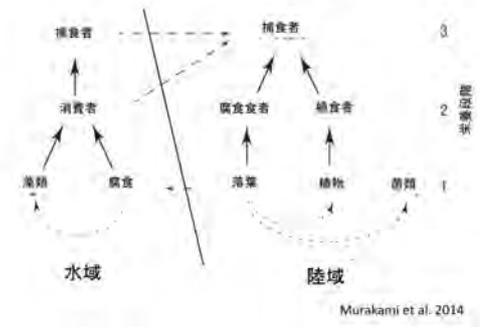


34

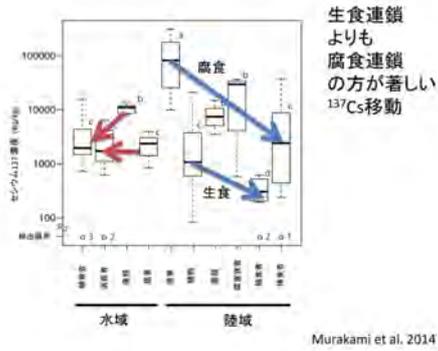


35

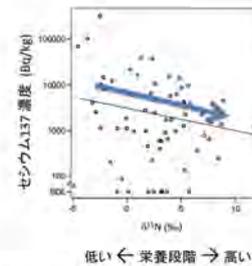
喰う喰われるの関係



36



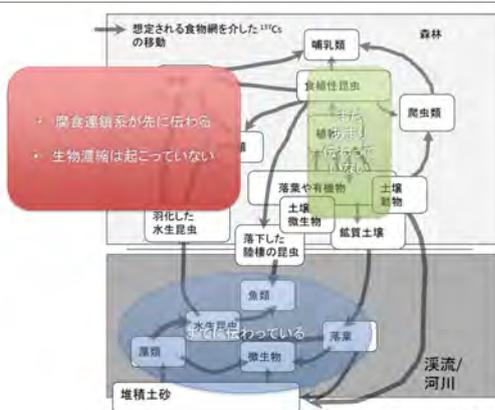
37



栄養段階が上がっても濃縮は見られない。

Murakami et al. 2014

38



Ohte et al. 2013

39

喫緊の課題

- 流下する有機物との吸着のメカニズム
- 落葉・落枝 - 土壌間の移行の速さ
 - 根圏への供給量
- 植物体内での転流の実態とメカニズム
 - 根から？ 樹皮から？
- 生物への移行経路
 - 食物網上の経路・濃縮の割合

40

01
.....
02
.....
03
.....
04
.....
05
.....
06
.....
07
.....
08
.....
09
.....
10
.....
11
.....
12

大事なこと

- 森林からは少しずつしか流出しない。
 - 数年のオーダーでは、降ったものは殆どが留まっているとみてよい。
 - 大雨の出水で大きく動く。
 - 今はまだ林内でダイナミックに移動している。
- 生物相の放射性セシウム濃度は高い。1,000 ~ 100,000 Bq/kg のレベル。
- いわゆる生物濃縮は生じていない。

41

協力

- 渡辺長之助さん(小国地区)
- 伊達市のみなさん
- 根本圭介さん(東京大学)
- 中西友子さん(東京大学)
- 中村高志さん(山梨大学)
- 石井秀樹さん(福島大学)

42

研究グループ

- 西田継(山梨大学・衛生工学)
- 徳地直子(京都大学・森林生態学)
- 大橋瑞江(兵庫県立大学・森林生態学)
- 杉山裕子(兵庫県立大学・水域有機化学)
- 尾坂兼一(滋賀県立大学・生物地球科学)
- 堀田紀文(筑波大学・砂防工学)
- レーナ・フィナー(フィンランド森林研究所・森林生態学)
- ユッカ・レート(ヘルシンキ大学・放射線化学)

43



ありがとうございました。

44

10-9 福島県産農作物のモニタリング経過と畑作物におけるセシウム吸収

二瓶 直登

第10回 放射能の農畜水産物等への影響についての研究報告会 2014年11月9日

福島県産農作物のモニタリング経過と畑作物におけるセシウム吸収

放射性同位元素施設/生物・環境工学専攻 二瓶直登

- (福島県職員)
 第二回 農産物に対する放射性物質の影響調査
- 第四回 福島県農産物に対する放射性物質の影響調査
- (東大農学生命科学研究科)
 第七回 福島県農林水産物の放射性物質検査結果について
- 第九回 ダイズの放射性セシウム吸収について

- ### 1 農作物のモニタリング
- 福島県が実施している農産物の安全確認の取組み
 - 汚染状況と経過
- ### 2 畑作物におけるセシウム吸収
- ダイズ



農林水産物に係る緊急時放射線モニタリング

- 原子力災害特別措置法に基づき原子力災害対策本部のガイドラインに沿って県が実施(2011年3月17日より)
- 基準値(放射性Cs 100Bq/kg)を超えた場合は、市町村等の単位に出荷制限等の措置 ← 流通させない

・農産物を生産 → ・サンプル(可食部)抽出 (最低3個/市町村) → ・サンプル粉碎・容器へ詰める → ・ゲルマニウム半導体検出器で測定

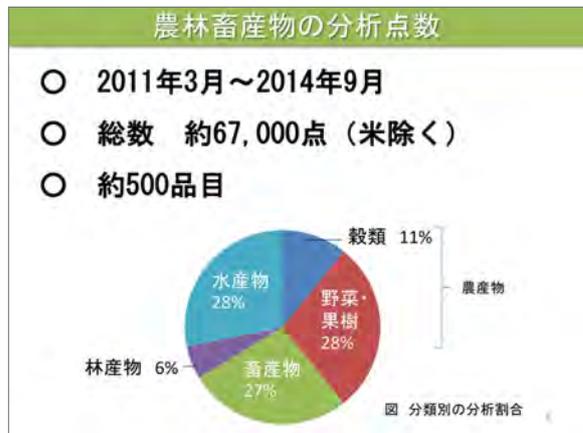
モニタリング検査で基準値を超えた場合

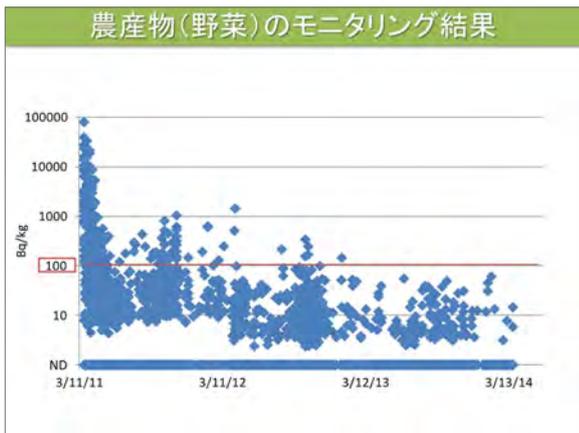
○ 摂取や出荷等を市町村毎に差し控えるよう要請

摂取や出荷等を差し控えるよう要請している食品(抜粋)

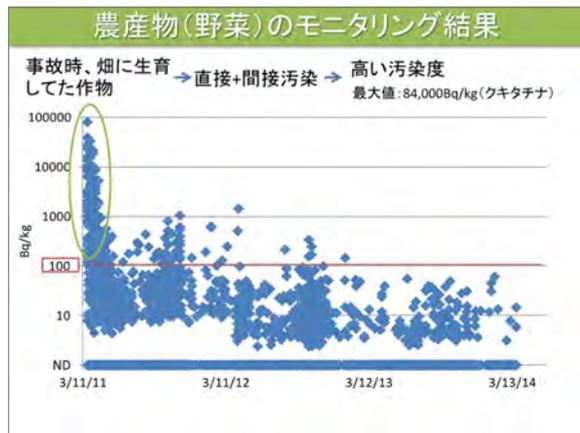
区分	品目	該当産地	差し控えるよう要請している内容
果実	ウメ	福島市、伊達市、南相馬市、桑折町、国見町	出荷
		川俣町	収穫
	ビワ	南相馬市	出荷
	ザクロ	伊達市	出荷
	カキ	南相馬市	出荷

(平成25年1月26日現在)

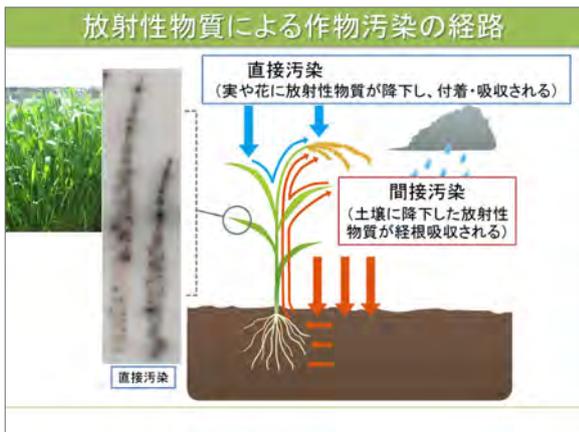




9



10



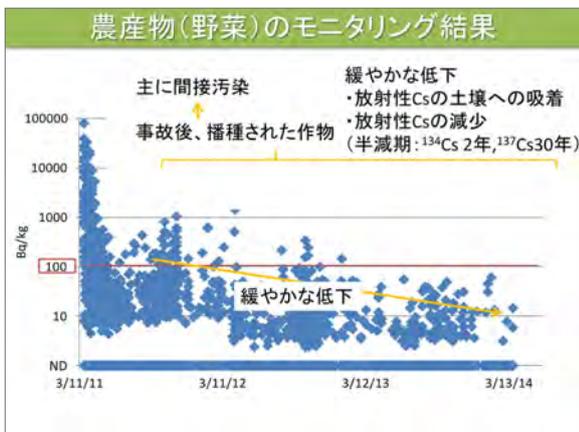
11

品目による違い(事故直後)

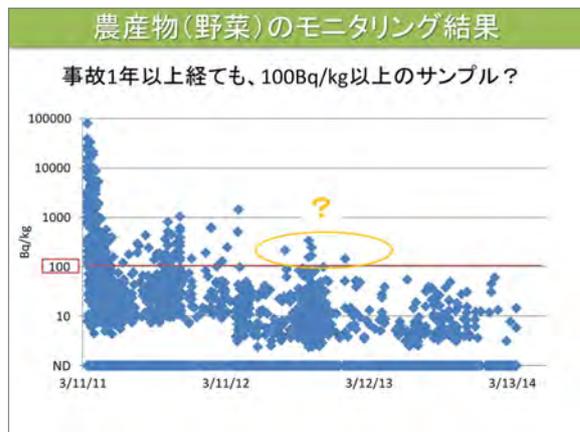
○放射性物質の直接降下(フォールアウト)により、葉菜類(ホウレンソウ等)への影響が大きかった(モニタリング検査は可食部を測定するため)。

ホウレンソウ 放射性セシウム濃度高い
 キュウリ 放射性セシウム濃度低い

12



13



14

放射性物質の二次汚染

農業機械の汚染
 -原発事故後に始めて使用
 -掃除が徹底されていない

べたかけ資材による葉物野菜の汚染
 -原発事故後に始めて使用
 -屋外で保存

農作物への付着
 -倒伏による土の付着
 -雨水等による土の跳ね上がり

15

福島県の水稲

オリジナル品種 天のつぶ

平成21年度 約100,000ha

- 福島県の水田面積 63,000ha(全国7位,H24)(全国4位)
- 生産量 357,000t
- 30kg玄米袋 12,000,000袋

← 全て検査 (平成24年度以降)

農林水産省統計部「作物統計」¹⁶

16

全袋検査

約1000万袋！

17

検査機器の開発と導入

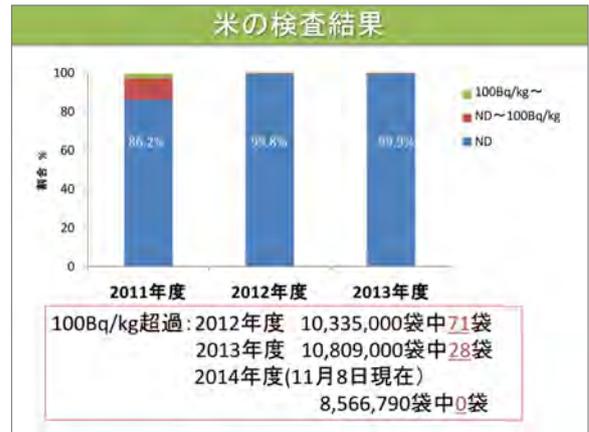
○既存の検査機器では時間がかかる。
 ○ベルトコンベア式検査機器の開発・導入
 米袋(30kg)毎に放射性Cs濃度を120袋以上/hで測定可能なこと。

5社が開発！
 県内約200台設置

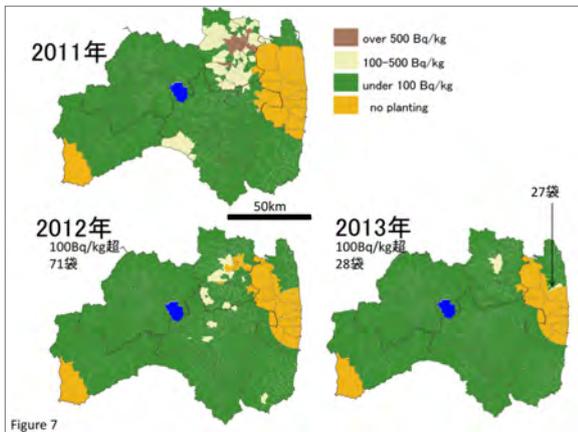
18



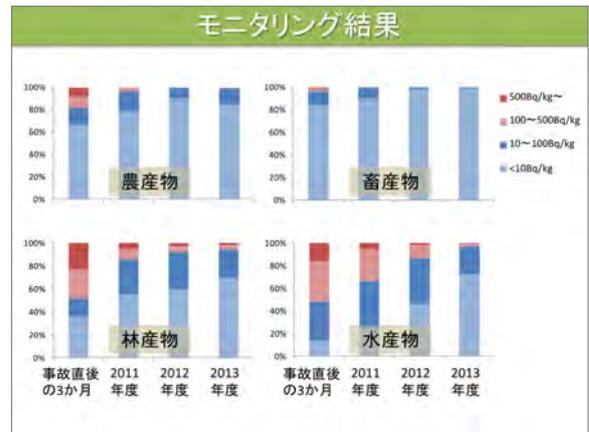
19



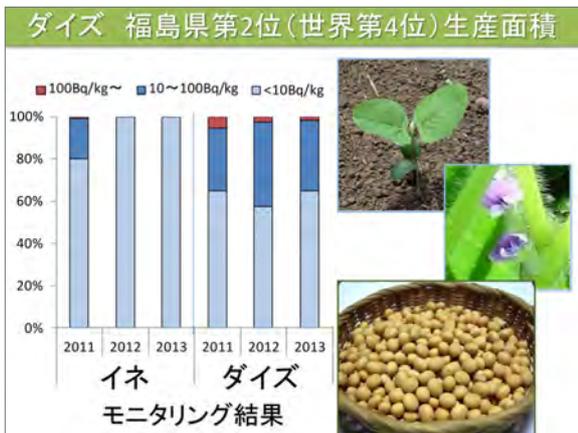
20



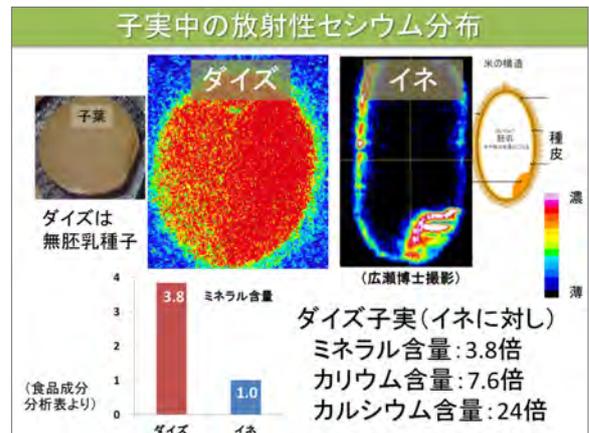
21



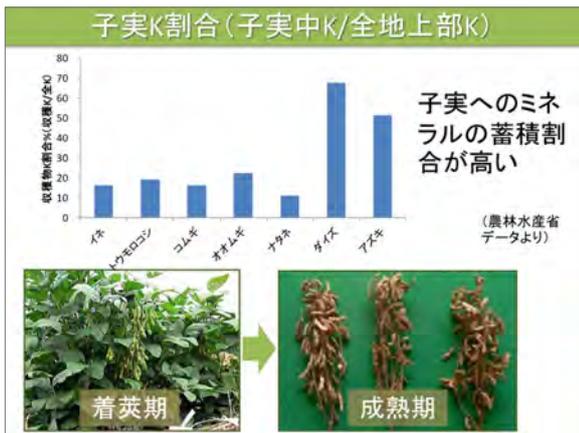
22



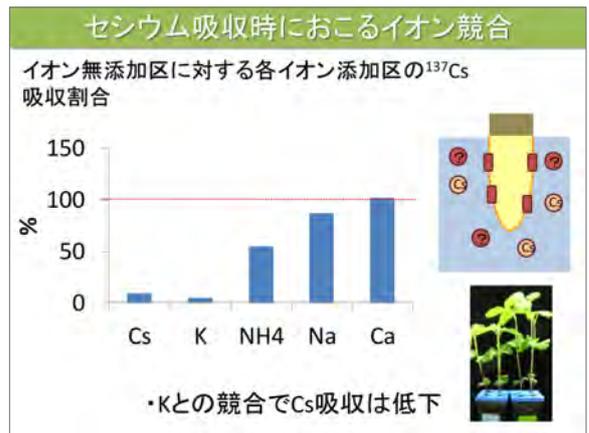
23



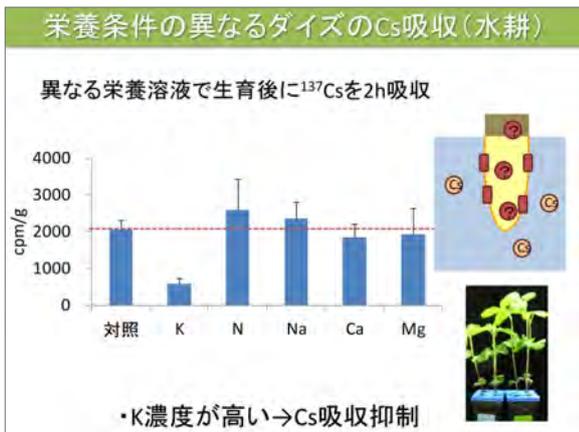
24



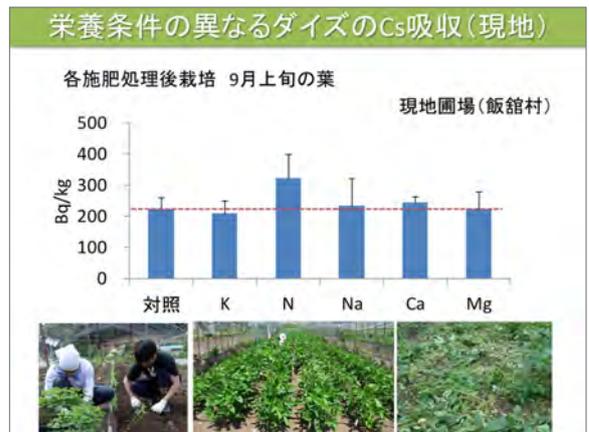
25



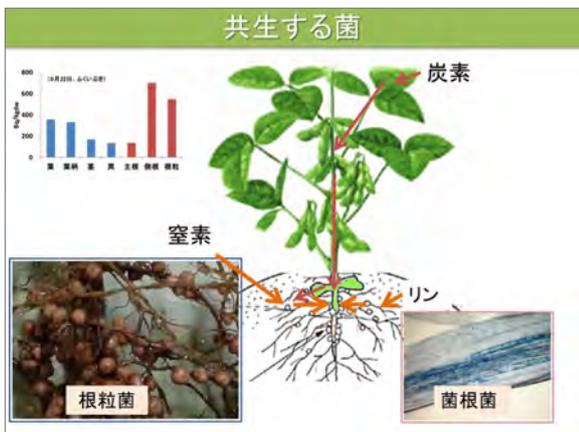
26



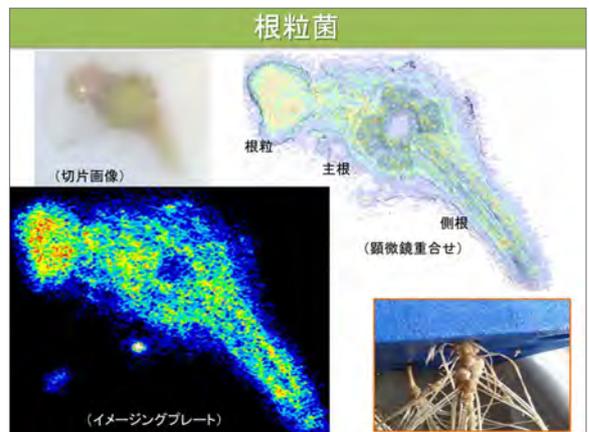
27



28



29



30



31



32

謝辞

福島県飯館村 菅野宗夫さん



福島県飯館村 大久保金一さん



福島県小高区 根本洸一さん



ふくしま再生の会の皆様

福島県農林水産部
環境保全農業課の皆様



10-10 被災地産食品に対する消費者意識の変化

細野 ひろみ

東京大学
The University of Tokyo

第10回 放射能の農畜水産物等への影響についての研究報告会
—東日本大震災に関する救援・復興に係る農学生命科学研究科の取組み—

被災地産食品に対する消費者意識の変化

2014年11月9日
学生講堂—多ホール
東京大学大学院農学系研究科—取組研究員
細野ひろみ・新谷裕子・野原清彦・岡崎純

1

震災発生以降を振り返る

- 震災直後、飲食物品・日用品の買占め
- 暫定規制値の設定、放射性ヨウ素、放射性セシウムの検出→特定産地、食品の買い控え
- 牛肉から高濃度の放射性セシウム検出
- 安全宣言がされた米からの放射性セシウム検出
 - 牛肉、コメの検査拡充
- 新基準値の設定
 - 事故後としては国際的にも厳しい水準。→EUは輸入食品の基準を変更
 - 国民の不安の低減、子供への影響に配慮。不安は減縮したか??

2

回避行動発生・の循環

—個人の行動と社会への影響—

政府・東電
農家
加工・流通業者
小売
消費者

被災地産、低価格での取引（差額は補償）
特定産地の利用を回避
検査要請

消費者の懸念を懸念
万一検出されたら…メディアが、
→取扱い縮小（販売リスク）
検査や独自基準で信頼確保

作っても安い。補償はいつまで？消費は回復するだろうか？

低価格？売られていない？
やっぱり危ない？
独自基準？政府の基準値はやっぱり危ない？

3

安心につなげるために

知識 信頼

被ばく量と健康影響

基準値や規制値

汚染状況（検査結果）

望んでいる品質（食品）を確実に確保できると予想している状態

安心 安全性への確信

単位
ベクレルとシーベルトの値と意味

4

検査数と検査結果

2011年3月- 2012年3月			
合計	<100Bq/kg	~200 Bq/kg	>200 Bq/kg
牛肉	92,683	91,591	548
豚肉	529	523	3
鶏肉	225	225	0
鶏卵	419	419	0

牛肉検査結果: 98.8%

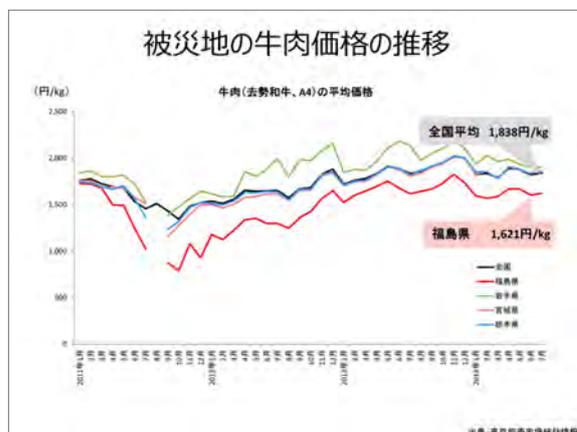
2012年4月- 2013年3月			
合計	<100Bq/kg	~200 Bq/kg	>200 Bq/kg
牛肉	187,176	187,170	6
豚肉	964	963	1
鶏肉	402	402	0
鶏卵	565	565	0

牛肉検査結果: 99.99%

2013年4月- 2014年7月				
合計	<100Bq/kg	~200Bq/kg	~500Bq/kg	>500Bq/kg
牛肉	290,626	290,626	0	0
豚肉	987	987	0	0
鶏肉	304	304	0	0
鶏卵	607	607	0	0

出所: 農林水産省 http://www.maff.go.jp/j/sento/isho/sagai/sy_chosa/index.html

5



6

リスクコミュニケーションツール作成提供 リスクコミュニケーションの実施

情報提供用動画作成

ウェブによる情報発信

http://www.frc.a.u-tokyo.ac.jp/
http://www.facebook.com/Todai.foodscience

イベント開催

シンポジウム

パネルディスカッション

サイエンスカフェ

7

食の安全研究センター

食の安全研究センターについて

クリック

8



9



10



11

消費者調査の概要

- ・被災地産の食品に対する評価
- ・知識や意識について（放射性物質や衛生）
- ・リスク管理に対する信頼や満足度
- ・どのような食品安全対策が求められているのか

12

Webアンケート回答者の概要

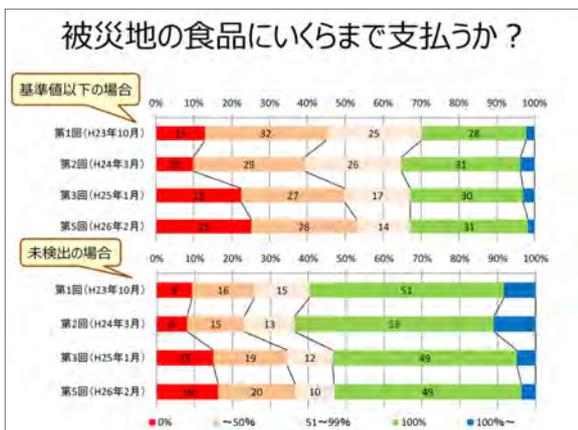
調査時間	第1回調査 (2011年11月)		第2回調査 (2012年3月)		第3回調査 (第4回追跡) (2013年1月)		第4回調査 (2013年3月)		第5回調査 (第6回追跡) (2014年2月)		第6回調査 (2014年3月)	
	人数	%	人数	%	人数	%	人数	%	人数	%	人数	%
調査会社	日経リサーチ				日本リサーチセンター							
性別	4,363	100.0	5,028	100.0	6,357	100.0	1,881	100.0	9,678	100.0	2,065	100.0
年齢	2,165	49.6	2,641	52.5	3,385	53.2	962	51.1	5,169	53.4	1,086	52.6
	2,198	50.4	2,387	47.5	2,972	46.8	919	48.9	4,509	46.6	979	47.4
地域	882	20.2	873	17.4	936	14.7	344	18.3	1,101	11.4	388	18.8
	839	19.2	1,014	20.2	1,485	23.4	410	21.8	2,074	21.4	448	21.7
	864	19.8	1,078	21.4	1,550	24.4	412	21.9	2,542	26.3	445	21.5
	861	19.7	1,047	20.8	1,428	22.5	384	20.4	2,364	24.4	410	19.9
	917	21.0	1,016	20.2	958	15.1	331	17.6	1,597	16.5	374	18.1
	70	1.6	95	1.9	191	3.0	124	6.6	387	4.0	94	4.6
	433	9.9	582	11.6	775	12.2	203	10.8	884	9.1	205	9.9
	1,462	33.5	1,255	25.0	1,278	20.1	236	12.5	2,617	27.0	406	19.7
	281	6.4	382	7.6	480	7.6	182	9.7	536	5.5	105	5.1
	347	8.0	516	10.3	796	12.5	276	14.7	1,607	16.6	375	18.2
	500	11.5	624	12.4	923	14.5	227	12.1	1,469	15.2	383	18.5
	367	8.4	479	9.5	621	9.8	233	12.4	795	8.2	161	7.8
	292	6.7	383	7.6	405	6.4	192	10.2	392	4.1	97	4.7
	526	12.1	629	12.5	778	12.2	177	9.4	904	9.3	236	11.4
	85	1.9	83	1.7	95	1.5	31	1.6	87	0.9	3	0.1

13

あなたは、被災地の食品を いくらまでなら、買いますか？

検査をして、放射性物質が**暫定規制値(新基準値)**以下の場合は
検査をして、放射性物質が**未検出**の場合

14

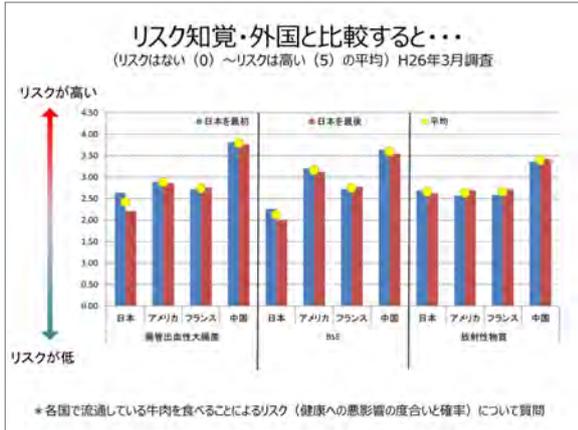


15

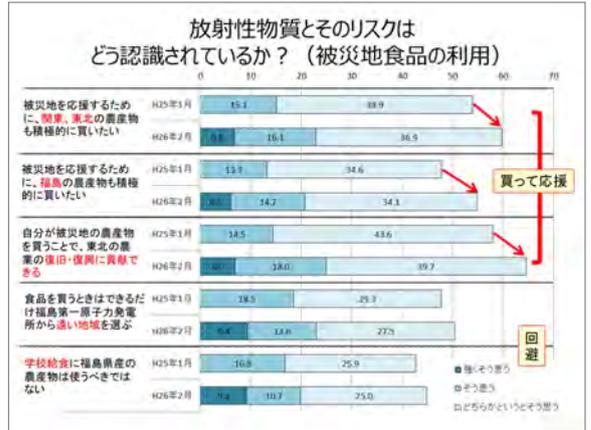


16

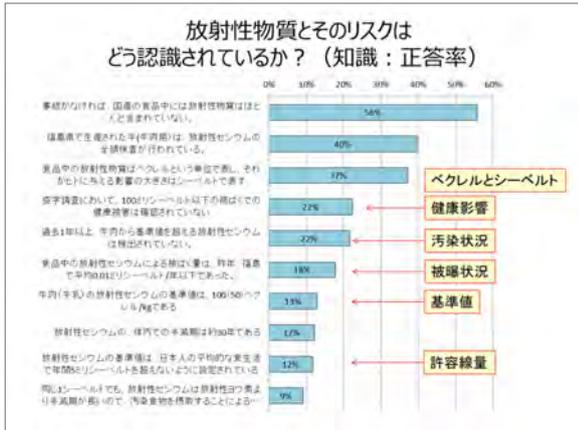
01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12



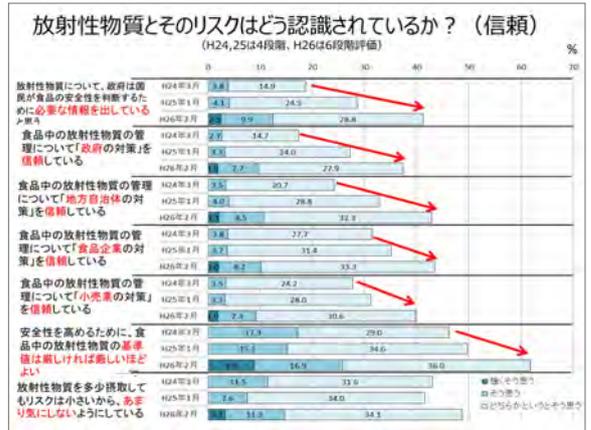
17



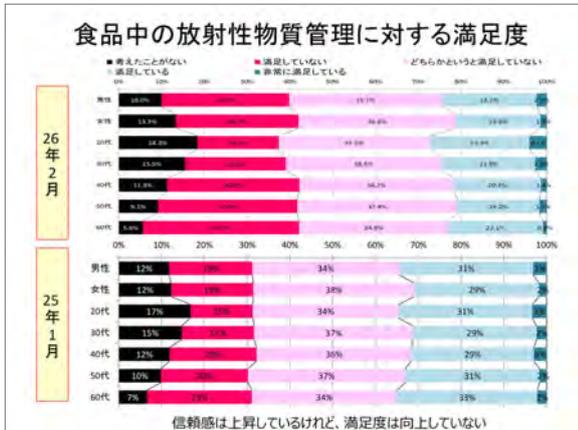
18



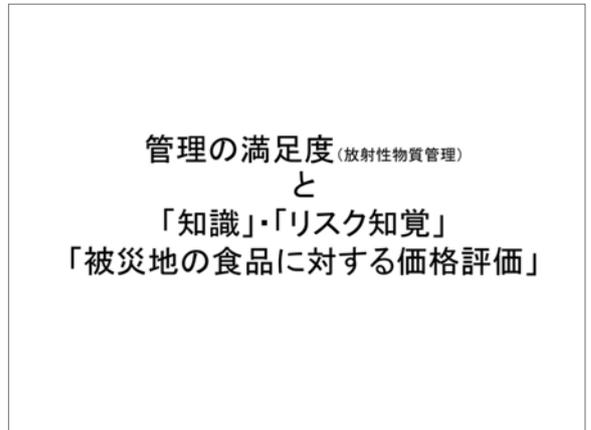
19



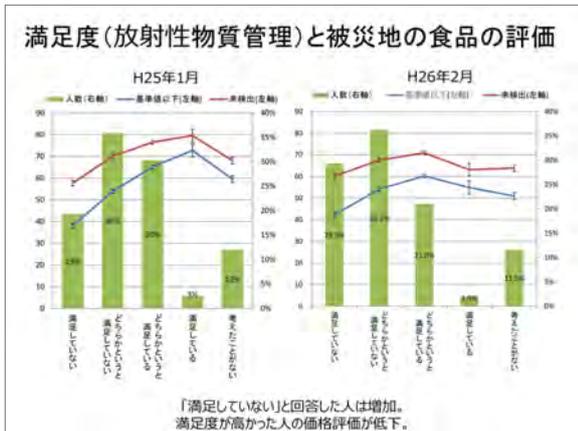
20



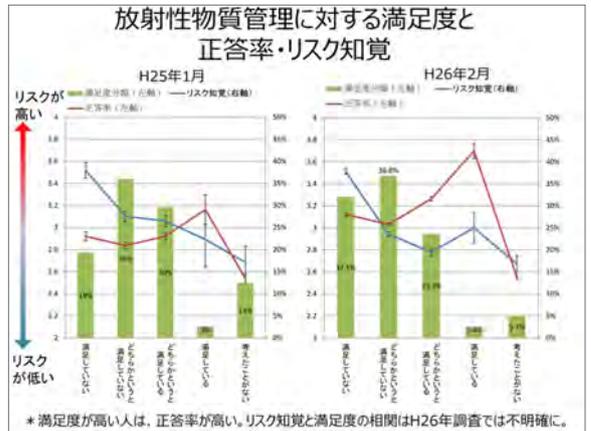
21



22

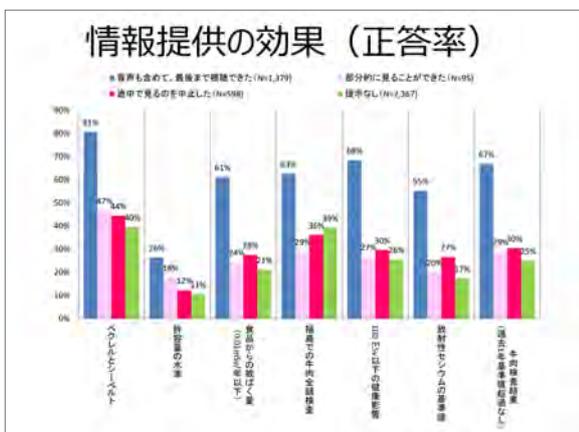
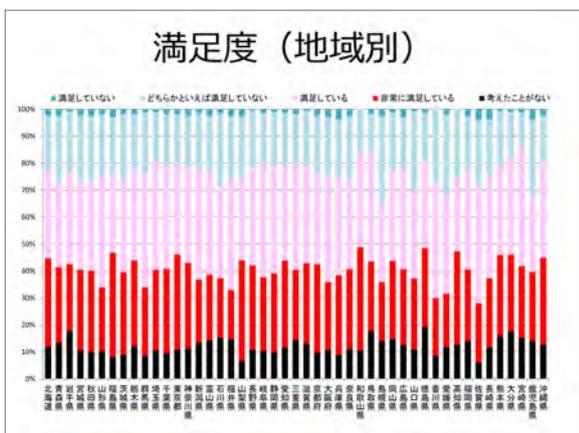
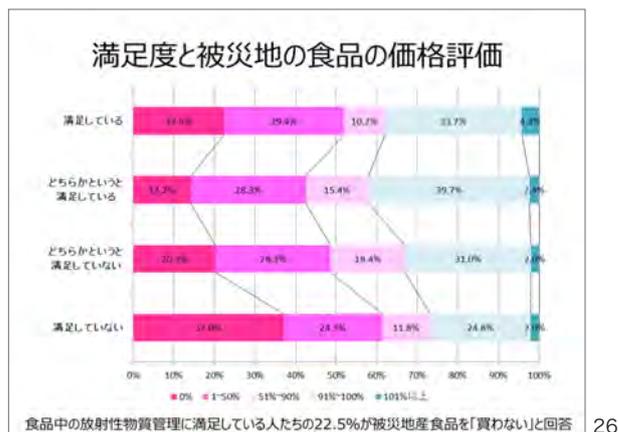
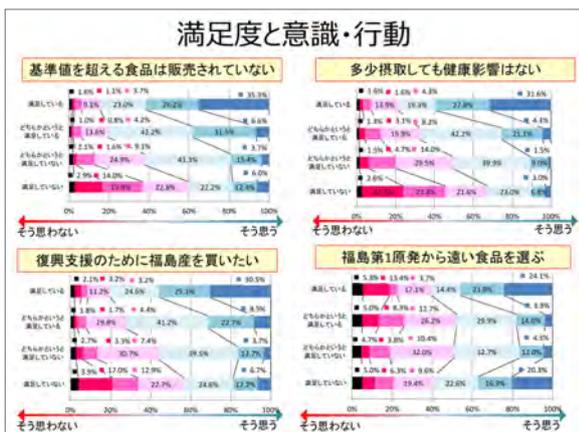


23



24

01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11



どのような食品安全対策が求められているか？

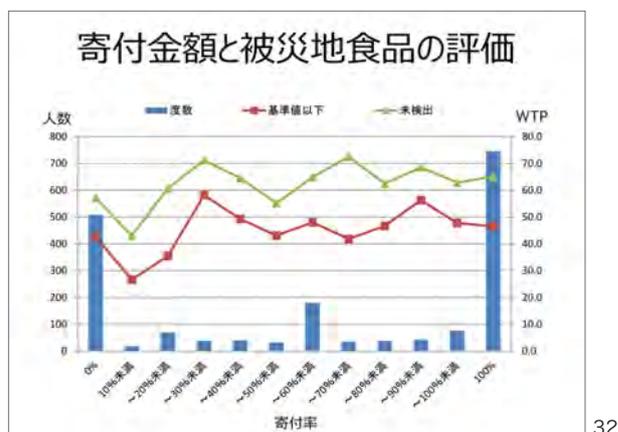
30

その前に寄付実験の結果

100円～10,000円があるゲームに参加、取得額から一部（または全額）を寄付

	男性	女性	H26年3月	H25年3月	合計
津波被災地の復興支援	15.0%	15.9%	15.4%	15.1%	¥176,074
被ばく児童のモニタリング	7.1%	8.6%	7.8%	5.4%	¥88,815
エネルギー開発に関する研究	5.1%	7.9%	6.4%	4.8%	¥72,891
放射線の健康影響に関する研究	6.8%	4.4%	5.7%	4.3%	¥65,073
放射性物質除去方法の研究	4.6%	6.2%	5.4%	4.3%	¥61,264
福島県外の農家に対する補償	3.6%	5.9%	4.7%	5.1%	¥53,867
福島県以外の農家に対する補償	2.9%	3.0%	3.0%	2.2%	¥33,943
畜産物のモニタリング	1.9%	2.9%	2.4%	1.8%	¥27,243
水産物のモニタリング	1.7%	2.5%	2.1%	1.9%	¥23,761
その他の食品モニタリング	1.5%	2.0%	1.8%	1.7%	¥20,193
自分が受け取る金額	49.8%	40.7%	45.6%	53.5%	¥521,676

31



12

消費者が求める食品安全対策 (H26年3月調査)

	1番	2番	3番	4番	5番
食品中の放射性物質の消費者向けリスクコミュニケーション	330	137	109	73	93
牛肉由来や食中毒予防の消費者向けリスクコミュニケーション	179	265	85	82	104
放射性物質によって汚染された土壌の汚染防止	178	101	80	140	130
食品衛生や食中毒予防の食品衛生事業者向けリスクコミュニケーション	159	143	194	90	93
畜産物の放射性物質に関するモニタリング検査の強化	147	170	166	169	143
と畜場（食肉加工施設）でのBSE主要検査の強化	116	85	124	144	111
水産物の放射性物質に関するモニタリング検査の強化	116	214	178	162	160
検査項目を多くする検査体制に関する調査研究	85	71	68	56	135
牛肉の生産の停止を徹底させるための教育訓練の徹底強化	77	58	78	82	99
牛肉の生産の再開を促すための教育訓練の徹底強化	70	46	51	48	82
食品の流通段階での微生物汚染防止対策	71	118	130	125	131
食品からの細菌汚染を減らす対策	60	83	44	71	94
飲食店などの衛生管理の強化	51	77	81	97	99
畜産物、水産物以外の放射性物質に関するモニタリング検査の強化	42	71	178	151	114
牛肉の生産再開に際しての肉質検査の徹底	40	35	50	67	72
BSEの消費者向けリスクコミュニケーション	39	51	85	131	83
と畜場（食肉加工施設）での微生物汚染防止対策	33	58	75	98	76
農場での衛生管理の徹底対策	26	39	57	56	83

お金のことを考えない選択

33

食品安全対策についての選択実験 (H25年3月調査)

以下の対策をとることによって、牛肉由来のリスクによる患者数や死者数が減少することが期待されています。あなたはその対策がよいと思いますか？

対策内容	賛成派	反対派	賛成派	反対派	賛成派
放射線対策	10億円	1億円	50億円		
放射線対策	飲食店などの食品事業者の衛生対策の強化	食品中の放射性物質のリスクに関する消費者への啓発活動	放射性物質による健康影響に関する調査研究		この対策も良いと思います
放射線対策	変わらない	1/5に減少する	1/1,000に減少する		
放射線対策	1/100に減少する	変わらない	1/2に減少する		

個人への負担	賛成派	反対派	賛成派	反対派	賛成派
個人への負担	消費者が0.2%上昇	一人1,000円負担	牛肉の値段が5%上昇		
個人への負担	BSEのリスクを消費者に伝える啓発活動	放射性物質によって汚染された土壌の汚染防止対策	と畜場(食肉加工施設)での衛生強化対策		この対策も良いと思います
個人への負担	変わらない	1/10に減少する	1/100に減少する		
個人への負担	変わらない	1/2に減少する	1/50に減少する		

34

結果

対策経費(予算提示)		個人負担提示	
係数	P値	係数	P値
放射性物質対策	0.251 0.011	放射性物質	0.000 0.129
食中毒対策	0.044 0.652	食中毒	-0.649 0.000
BSE対策	0.201 0.033	BSE	-0.635 0.000
1億円	0.121 0.000	定額	-0.005 0.652
10億円	0.228 0.000	所得税	-0.038 0.025
50億円	-0.243 0.000	消費税	-0.021 0.218
		肉の価格上昇	-0.031 0.100
		負担額増加	0.000 0.770
消費者	-0.079 0.482	消費者	-0.643 0.000
食品事業者	0.100 0.135	食品事業者	-0.017 0.363
農場	0.062 0.339	農場	0.020 0.500
啓発活動	-0.253 0.019	啓発活動	0.008 0.723
検査強化	0.048 0.492	検査強化	-0.001 0.948
監視強化	0.000 0.960	監視強化	-0.015 0.547
研究・開発	0.023 0.722	研究・開発	-0.028 0.240
患者数	-0.768 0.000	患者数	0.001 0.959
死者数	-0.726 0.000	死者数	-0.003 0.813

どれも実施しない: 7.8%

どれも実施しない: 14.8%

35

食品安全対策と牛肉についての選択実験 (H26年3月調査)

消費者が求める対策

	係数	P値
放射性物質対策	0.92	0.00
食中毒対策	0.89	0.00
BSE対策	0.89	0.00
小売・卸売	-0.17	0.00
加工・流通	0.34	0.00
農場	-0.10	0.18
消費者向けリスク	-0.18	0.00
衛生・除菌対策	0.16	0.00
検査強化	0.13	0.00
2億円	-0.01	0.73
10億円	-0.13	0.00
50億円	0.38	0.00

どれも実施しない: 11.6%

牛肉の選択実験

	係数	P値
放射線	輸入	0.133 ***
放射線	国産	0.190 ***
放射線	輸入	-0.150 ***
放射線	輸入	-0.016
放射線	国産	-0.014
放射線	輸入	-0.017
放射線	北海道産	-0.041
放射線	福島産	-0.146 *
放射線	北海道産	0.056
放射線	北海道産	0.026
放射線	北海道産	-0.014
放射線	北海道産	-0.029
放射線	北海道産	-0.019
放射線	多額知識	0.121 ***
放射線	消費意識	0.156 ***
放射線	リスク回避	-0.076 **
放射線	リスク回避	-0.202 **
放射線	調査満足度	0.102 **
放射線	サンプル数	19,856
放射線	ABC/M	2,748
放射線	性別	0.007

36

調査結果から

- 日本の食品（牛肉）は諸外国と比べるとリスクが低いと考えられている
- 被災地産食品を「買わない」という人の割合はむしろ増えている
- 放射性物質とそのリスクや管理に関する知識水準は高くない
- 食品中の放射性物質のリスク管理に対する信頼感の向上がみられるが、満足度は高くない。
- 汚染状況での判断ではなく、産地での判断。「特定の産地＝避けるもの」という構造ができてしまう可能性
- 満足度が高いことは、特定の産地を選ばないことができる仕組みが作られたことや検査済み商品を選ぶことに対する安心感の可能性
- 寝た子を起こさない、「忘れる」能力に期待した、コミュニケーションしないコミュニケーションの有効性をどう考えるか？

37

ご清聴いただき、
どうもありがとうございました

本研究は、H23年度、H24年度、H25年度JRA畜産振興事業
H24年度乳の社会文化学術研究の助成によるものです。

38

第11回

2015.4.25

開会の辞

丹下 健

11-1 農学生命科学研究科全体の取組みについて 中西 友子	264
11-2 養蚕を通じた生業復活の試み ~南相馬市小高区の取組みを事例に~ 井上 岳一	267
11-3 学民連携による飯舘村の農業再生に向けた取組み 菅野 宗夫, 溝口 勝	277
11-4 福島県の農業復興に関する諸問題 二瓶 直登	282
11-5 討論	286
11-6 森林でのCs動態と林業活動の再開 -コナラ林の樹体と土壌のCs分布- 三浦 寛	287
11-7 樹木と土壌間でのCs動態 遠藤 いず貴	292
11-8 果樹園でのCs動態 -特に地下部におけるセシウムの移動について- 高田 大輔	295
11-9 討論	298

閉会の辞

中西 友子

11-1 農学生命科学研究科全体の取組みについて

中西 友子

第11回 放射能の農畜水産物等への影響についての研究報告会

— 研究科・附属施設全体を通じた取り組み —

中西 友子

東京大学農学部における震災復興支援への取組み

東京大学 災害対策本部
東日本大震災に関する救援・復興支援室

福島県農業総合センター

農学生命科学研究科

(1) 高放射能の農畜水産物産業への影響

- ① 作物・穀物
- ② 家畜・畜産物
- ③ 土壌・微生物
- ④ 魚介類、海水
- ⑤ 放射線測定
- ⑥ 科学コミュニケーション他

演習林
牧場
生態調和農学機構 (圃場)
水産実験所
食の安全センター
放射性同位元素施設

応用生命科学・工学
生産・環境生物
獣医学
応用動物科学
森林化学
生物環境工学
生物材料科学
水圏生物学

(2) 被災地農業回復についての研究開発

- ① 作物生産・土壌学
- ② バイオマス生産

生態水文学研究所(瀬戸)

北海道演習林(富良野)

伊達市: イネ 環境動態

飯館村: イノシシ、(村から要請) 水田除染

南相馬市: ブタ、イネ、ダイズ

白河市: ヒツジ

鮫川村: 果樹、野菜

福島市: 果樹

郡山市: 穀物・野菜

笠間市: ヤギ

野生生物調査

東京大学農学部で進行中のプロジェクト

キノコ
山林
野生生物
動物体内分布
沼池
牧草・家畜間の循環
水田
水・土砂
魚
加工効果

2011年 成果の発表

6月: Radioisotopes誌 5報(日本語)⇒8月号掲載

海外での報道

Published online 12 July 2011 | Nature | doi:10.1038/475154a

No fallout legacy for Japan's
David Cyranoski

BOOSTER SHOTS: CDDITIES, MEDDINGS AND NEWS FROM THE HEALTH WORLD

Los Angeles Times Saturday, July 30

Japanese crops can be safe to eat despite radiation from nuclear plant, scientists say

イギリス: BBC 22時ニュース
イギリス: BBC 全米向けラジオ放送
ドイツ: ZDF, Spiegel

土壌深度別γ線測定

Pipe (Vinyl chloride)
lead
NaI scintillator
2cm
8.5cm
土壌

by Prof. S.Shiozawa

6月時点で纏めた研究成果(8月掲載)

(敬称略)	研究場所
塩沢 昌 他	福島県郡山市の水田土壌における放射性セシウムの深度別濃度と移流速度
野田井慶太郎 根本圭介 他	福島県における降下した放射性物質のコムギ組織別イメージングとセシウム134およびセシウム137の定量
野川憲夫 橋本健 他	福島県郡山市の水田および畑作土壌からの ¹³⁷ Cs、 ¹³⁴ Csならびに ¹³¹ Iの溶出実験
眞鍋昇 幸俊佑 他	福島第一原子力発電所事故後の牧草を給与した牛の乳における放射性物質濃度
大下誠一 他	低濃度放射性降下物に起因した土壌および野菜の放射性核種濃度の測定—東京大学大学院農学生命科学研究科附属生態調和農学機構における事例—
	田無(圃場)

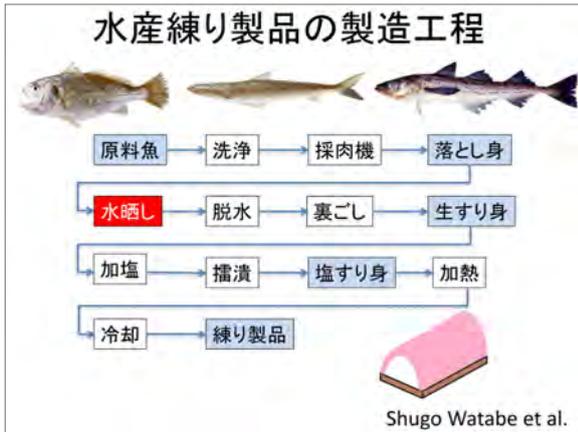
2011年11月19日(1回目)

2012年2月18日(2回目)

放射能の農畜水産物等への影響について

福島から

イネ
土壌
畜産業
魚加工
果樹
キノコ



2012年5月26日(3回目)

影響について 第三回 形影の農畜水産物等への影響

福島から エネルギー作物

イネの品種間差

除染の試み

原種のブタ

果樹

海水魚

市民意識

2012年9月8日(4回目)

影響について 第四回 放射能汚染による農畜水産物等への影響

森林・河川

除染の試み

イネ実験

果樹の除染

10

2012年5月26日(3回目)

影響について 第三回 形影の農畜水産物等への影響

イネによる¹³⁷Cs吸収の可視化

水土

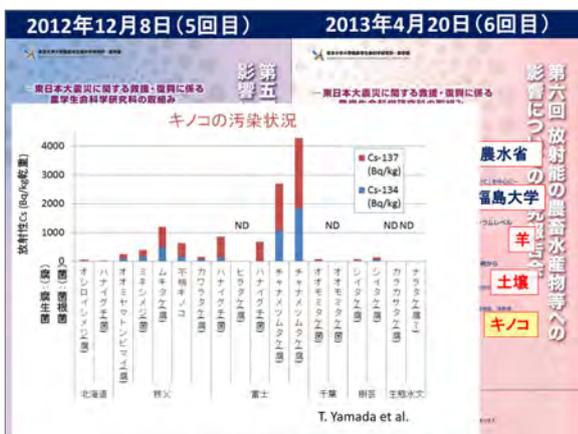
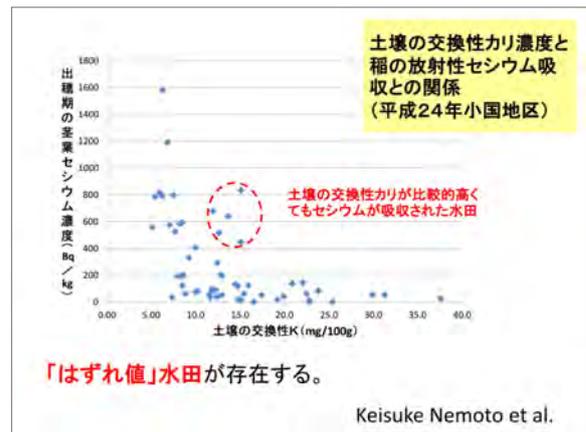
水土

Dr. Natsuko I. Kobayashi

2012年9月8日(4回目)

影響について 第四回 放射能汚染による農畜水産物等への影響

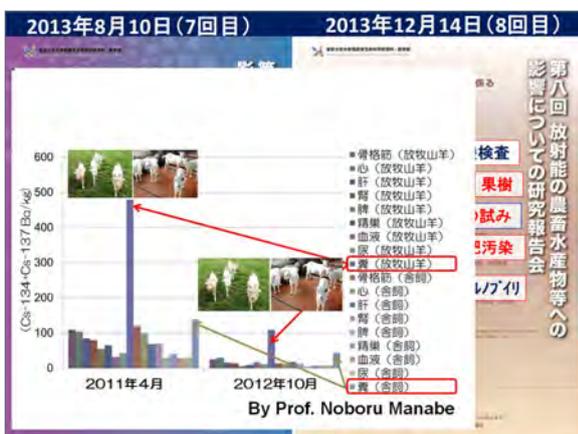
11



2013年4月出版

[内容] はじめに(長澤、緒言(中西)
ダウンロードは無料(50ユーロ/冊)
1章 農学部の取り組み(中西)
2章 コムギなどイメージング(田野井)
3章 イネ栽培(根本)
4章 イネ品種間差(藤原)
5章 イネのCs吸収実験(小林)
6章 土壌(塩沢)
7章 低レベル汚染(大下)
8章 福島農産物のモニタリング(二瓶)
9章 動物(真鍋)
10章 魚肉加工過程(渡部)
11章 魚のCs排出(金子)
12章 鳥類(石田)
13章 土壌の除染(溝口)
14章 果樹(高田)
15章 キノコ(山田)
16章 環境中のCs動態(大手)
17章 サイエンスコミュニケーション(細野)

(敬称略) 14



11-1 農学生命研究科全体の取組み 中西 友子 | 265

16

2014年6月14日(9回目) 2014年11月9日(10回目)

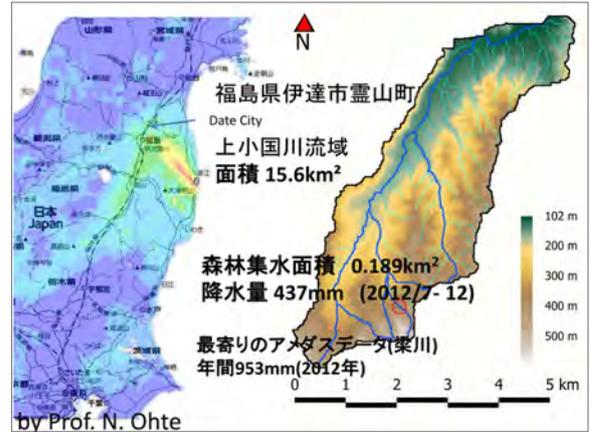
放射能の農業水産物等への影響について

林野庁から
樹木
土壌
イネ
ダイズ

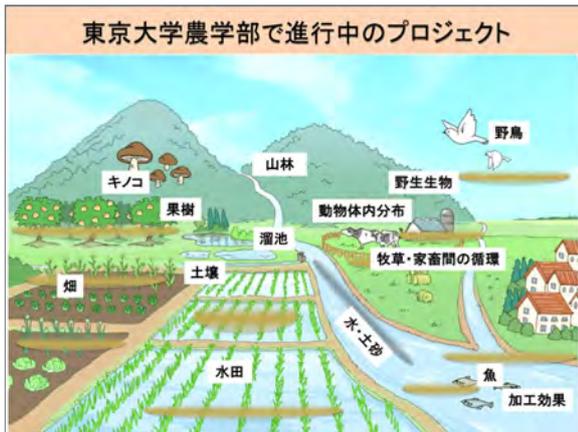
11.9日 10:30-17:00

科学・技術と「いのち」
構造災
イネ
土壌
畜産業
森林
モニタリングと焼作
消費者意識

17



18



19

放射能の農業水産物等への影響についての研究報告会

会場 東京大学弥生講堂・一条ホール

被災地復興に向けて

森林・樹木・果樹

20

「農業環境」と「食の安全」を対象とした放射線の教育プログラム

大学院生+α
平成25年度より研究結果を踏まえた教育プログラムを開始
アグリコクーン:「農における放射線影響フォーラムグループ(FG6)」
講義+実習

平成27年:
スウェーデン

1・2年生

平成26年度より研究結果を踏まえた教育プログラムを発展
総合科目:「人間・環境」
農業環境と食の安全を対象とした放射性物質動態学

21

謝辞: パーキンエルマー社
朝日工業株式会社
武蔵エンジニアリング株式会社

これからも継続的に現場に資する調査研究を続けていこうと思っております。

おわり

22



23

11-2 養蚕を通じた生業復活の試み ~南相馬市小高区の取り組みを事例に~

井上 岳一

養蚕を通じた生業復活の試み

~南相馬市小高区の取り組みを事例に~

日本総合研究所 創発戦略センター
井上 岳一

南相馬市で起きたこと

原子力災害に伴う避難指示区域等

南相馬市 特定避難勧奨地点が解除

◆田村市都路地区に続き、川内村の一部でも避難指示解除

◆南相馬市の特定避難勧奨地点が解除され、県内は全て解除に

◆復興庁・県・市町村による住民意向調査の結果(帰還意向)

出所：福島県『ふくしま復興のあゆみ(第10版)』平成25年1月30日

東日本大震災における震災関連死亡の死者数(都道府県・年齢別)
(平成26年9月30日現在)

都道府県	合計	性別別			特種死因
		男性	女性	不明	
岩手県	446	(35)	1	35	390
宮城県	900	(11)	2	113	785
山形県	2	(0)	0	1	1
福島県	1,793	(80)	0	169	1,624
茨城県	41	(0)	2	6	33
埼玉県	1	(0)	0	1	0
千葉県	4	(0)	0	1	3
東京都	1	(0)	1	0	0
神奈川県	3	(0)	0	1	2
長野県	3	(0)	0	0	3
合計	3,194	(105)	6	347	2,841

出所：復興庁(平成26年12月26日)

震災関連死亡 死者・行方不明者

福島県	1,793	(3,715人)
福島市	9	
会津若松市	3	
郡山市	7	
いわき市	128	(460人)
須賀川市	2	
相馬市	26	(484人)
田村市	11	
南相馬市	463	(1,105人)
伊達市	1	
川俣町	22	
大玉村	1	
麩石町	2	
石川町	1	
三春町	1	
広野町	41	
楢葉町	103	(123人)
富岡町	253	(315人)
川内村	80	
大熊町	108	(119人)
双葉町	115	(148人)
浪江町	339	(541人)
葛尾村	26	
新地町	9	
飯館村	42	(43人)

出所：復興庁(平成26年12月26日)

小高区で起きていたこと

南相馬市 小高区

20km 旧警戒区域

出所：『「原発20キロ圏」小高区の三重苦』FACTA(2012年8月号)

- ## 小高区の苦悩
- ・ 家が無事でも住めない(避難指示解除準備区域)
 - ・ いつ帰れるのか? (→2016/4から帰還予定)
 - ・ 住める環境になるのか?
 - ・ 小高区だけ賠償金をもらっている
 - ・ 小高区の声が届ける相手がいない

01
.....
02
.....
03
.....
04
.....
05
.....
06
.....
07
.....
08
.....
09
.....
10
.....
11
.....
12

01
.....
02
.....
03
.....
04
.....
05
.....
06
.....
07
.....
08
.....
09
.....
10
.....
11
.....
12

水俣の教訓

- ・ 人と自然の分断
 - ・ 生（生命、生業、生活、人生）の喪失
 - ・ 漁獲禁止（1958年）→安全宣言（1997年）
- ・ 人と人の分断
 - ・ コミュニティの喪失
 - ・ 水俣病認定（1956年）→もやい直し（1994年～）

9

小高区が失ったもの

- ・ 人と自然の関係 → 生（生業、生活、人生）の喪失
 - ・ 「晩御飯のおかずは川や海で獲れた。春秋には、山菜、茸を山に採りに行くのが楽しみだった」
 - ・ 「コメや野菜をつくって、孫に食べてもらうのが喜びだった」
- ・ 人と人の関係 → 信（信頼、信念）の喪失
 - ・ 賠償金の有無・多寡（→東電への不信）
 - ・ 帰還の意志（→自治体への不信）
 - ・ 放射能に対する態度（→国・専門家への不信）

他者への不信
自己の揺らぎ

10

一体、何ができるのか？

11

農学から学んだこと

12

農山村の生活文化研究



「聴く」という関わり方

13

聴くことならできる

14



2013年4月 NPO法人「浮船の里」設立

15

集まれる場をつくろう

16

話を聞く場をつくろう

17

聞くことの意味を
分かっている人がいた

18

二宮尊徳の「仕法」

19

芋こじ

20

社中折々集会して。身の修め方世間の附合。家業の得失。農業の仕方。商法の掛引。又心配筋の事。自分に決し難き事など。皆打明けて相談して。夫よりは此の方がよい。是よりはあの方が宜しい。又是より此の方が徳だ。夫より此の方が便利だと。相互に相談するのでござる。又教導職に説教を頼み。又学者に正講をも頼み。聴聞して益善心を。固くするが宜いござる。此集会を為す事を。二宮先生は。芋こじと常に申されたてござる。是は集会に度々出るは。芋こぢをする様なもので相互にすれ合て。汚れが落て。清浄になると云。誓でござる。 『二宮尊徳全集』第36巻

21

話し合うことから始める

22

アウトプットは決めない

23



24

最初の4ヶ月は
不平・不満・不安

25

涙と笑いの中で
段々変わってきた

26

“愚痴ばかり言っても
始まらないよね”
“自分達で何かしなきゃね”

27

愚痴 → 自治
(吉本哲郎・地元学)

28

“絹織物してみたい”

29

蚕を飼うところから
全部手でやってみよう

30

原点に戻ろう

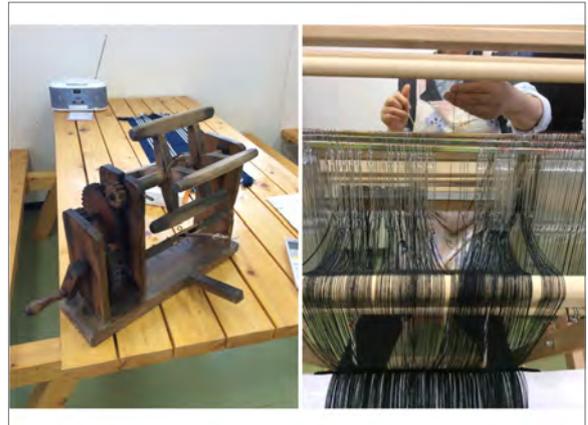
31

お蚕様

32

お蚕様プロジェクト
織姫プロジェクト

33



34



35



36



37



38



39



40

01
.....
02
.....
03
.....
04
.....
05
.....
06
.....
07
.....
08
.....
09
.....
10
.....
11
.....
12



41



42

小高天織は、
天の虫と手仕事の力で、
小高の再生を目指す
プロジェクトです。

天の虫
かつて小高では、養蚕が盛んでした。
その名残で、今も小高では蚕のことを
「お蚕様」と呼びます。
お蚕様は本当に可愛くて、蚕守(こも)りは喜びと美しさに満ちている。
今の小高にとって、お蚕様は、まさに「天の虫」。
この天の虫の力を借りて、小高の生業の復活を目指します。

手仕事
絹白の絹は、天の空からの贈り物。
天然の美しさに、私達は手仕事で応えます。
一人でやる手仕事は楽しく、みんなでやる手仕事は嬉しい。
目標は、手仕事で輝くようになること。
小高で輝けば、小高に住み続けることができるから。

小高の再生
放射線物質がついた桑を食べても、繭から放射能は検出されません。
お蚕様は、種れを吞み込んで、次の世代には渡さない。
私達も、お蚕様のように、次の世代を守りたい。
小高に住んで、種れない小高をつくりたい。

小高天織
ODAKA Ten-ori

43



44



45



46



47

見えてきたこと

48

営みの力
生命の力
手業の力

49



50



51



52

育てることは
人を元気にする

53

つくることは
人をつなげる

54

自然の力

55



56

01
.....
02
.....
03
.....
04
.....
05
.....
06
.....
07
.....
08
.....
09
.....
10
.....
11
.....
12



57

農業の意味

58



59



60



61

農の営みが
風景をつくる

62

風景が
過去と未来をつなぐ

63

農業を諦めてはいけない

64

未来に託すために
営み続ける

65

- ・ 科学的な裏付け
- ・ 楽しく農を営む

66

今後

67

住める
住みたい
訪れてみたい

68

稼げるようになる

69

若い人が来る

70

自然の価値
手業の価値
関係の価値

71

教訓

72

01

02

- ・ 尋ねながら道を歩く
- ・ 急かさない / 急がない
- ・ 耕し続ける

73

03

04

05

06

07

08

09

10

11

12

11-3 学民連携による飯舘村の農業再生に向けた取り組み

菅野 宗夫, 溝口 勝

1

2

3

4

5

6

7

8

農家自身でできる農地除染法の開発

農民自身でできる除染法の開発：農地の除染実験(2)

村民・ボランティア・東京大学農学生命科学科の協働プロジェクト

表層5cmの土壌をほぎとり、埋設する。(滅土は簡単にはぎ取れるが期間が限られる)。

除染土壌の処理
洗った土壌を溝に蓄積しておき、干上がった後に溝の裏と側面の土壌をサンプリングして逐度別に放射能測定した結果。

セシウムは土の中に浸みこまない

地域の放射能・放射能の状況をつかむ

農地の土壌放射能分析

村内20か所の農地の土壌を、深さ15cmまで円筒状にサンプリングし、2cmごとに切断し放射能を測定

土壌のサンプリング器具

外部ばくばくを低減させる試み

放射線量と湛水深の時間変化

放射線量と湛水深の関係

- 水田に水を貯めておくだけで放射線減衰効果がある
- イネがセシウムを吸収しなければ、普通に水田稲作すれば良い
- 雑草や野生動物対策になる

米の試験栽培結果

2012年から2014年秋の7回に試験栽培した稲は、1ヶ月前に稲刈りをして乾燥させた稲は、1ヶ月前の稲刈り時と同等の放射能レベルで、稲刈り後の放射能レベルは、実家のセシウム濃度が低いことが確認できず、実家のセシウム濃度が低いことが確認できず、実家のセシウム濃度が低いことが確認できず。

安全な食べ物を作る試み

動物物の状況をつかむ

イノシシ・プロジェクト

村民・ボランティア・東京大学農学生命科学科の協働プロジェクト

- 全村避難で無人となった村ではサル・イノシシが増えている。イノシシは農地を荒らし、農地除染を困難にしている。チェルノブイリ後のヨーロッパでもイノシシの汚染は継続している。
- イノシシを捕獲、解剖。部位ごとに放射能測定。今後継続して測定していく予定。

木材の汚染状況をつかむ

木材の利用のために

薪木中のセシウム濃度(2014年12月)

【除染後の農地】

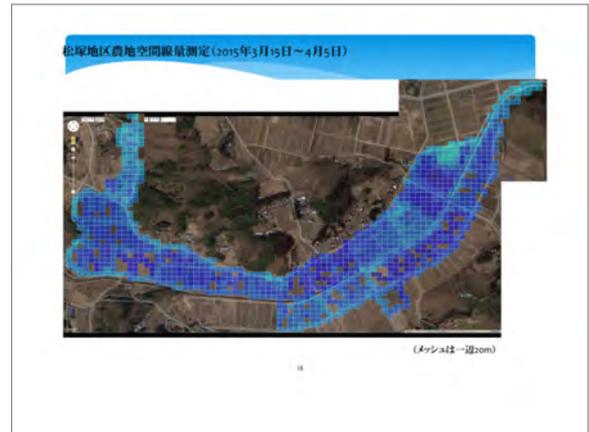
飯館村松塚地区 (2015年3月)

←飯館村松塚地区の水田

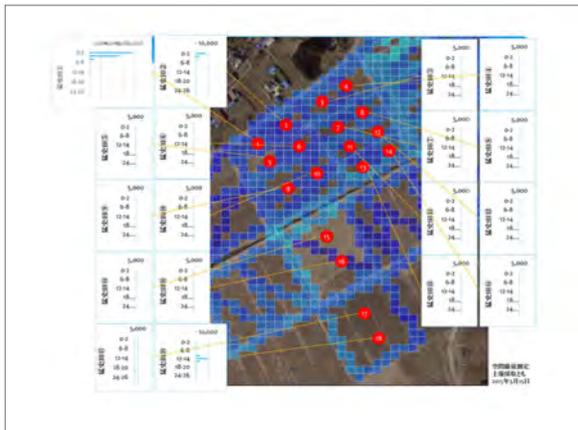
土壌サンプリング(2015年3月4日)



17



18



19



20



21



22



23



24

01
.....
02
.....
03
.....
04
.....
05
.....
06
.....
07
.....
08
.....
09
.....
10
.....
11
.....
12

そして、ついに・・・

「JAそうま」(福島県指定検査機関)の検査をパス
(2014年11月6日)

25

その他の挑戦

省水力発電実験
村民による放射線測定
さつまいもの栽培試験

26

地域の放射線・放射能の状況をつかむ

放射線量測定
村民・ボランティア・高エネルギー加速器研究機構・東京大学の協働プロジェクト

放射線モニタの開発
GPSと線量計を内蔵し、位置と線量を自動的に記録できる

放射線量の定点観測
気象データと線量データを記録。G3回線経由で定期的にサーバーに送信。太陽光パネルで電力供給

放射線量マップの作成
村民自身が測定し、詳細な線量マップを作成、汚染の実態を把握する

27

見学者の案内
学会の現地見学会(土壌物理学会)

雨による川へセシウム流出観測実験(宇都宮大学)
イネ・ダイズ・ソバの栽培試験(東京大学)

28

安全な食べ物を作る試み

ハウス栽培
NPO法人 郡市農村交流推進センターと協力(佐原藩)

29

生活再生の将来像と一緒に考える

小宮地区マキバ 桜の植樹 大久保金一さん宅

2013～14年 代掻き除草、試験水稲栽培
大豆、ソバの栽培実験
2014年 桜の植樹250本
カタクリ野生地見学
(会員・学生130名参加)

30

健康な生活を支える仕組みを創る

健康・医療・ケアの試み
ふくしま再生の会・健康医療ケアチーム

被害村民の医療・看護・ケア活動
医師・看護師・ソーシャルワーカー・心理カウンセラー・支援者などが訪問支援

- ◆伊達東飯設住宅 足もみ楽々クラブ
- ◆松川第一飯設住宅 医師の相談会、整体・足もみなどを計画中

31

生活再生の将来像と一緒に考える

世界へ伝える
SGRAスタディツアー「飯館村へ行ってみよう」 第1回2012年10月、第2回2013年10月
韓国、シンガポール、ノルウェイ、台湾、中国、フィリピン、スペイン、ドイツ、ハンガリー、シリア、アメリカ、日本などの人々が訪問

小宮地区へのワーカー派遣
飯館村小学校の取組報告会
村民の自宅で懇談

スウェーデン災害対策調査団
スウェーデン大使館の依頼により
村内の視察をコーディネート

海外メディアの反応
菅野宗夫さん宅で懇談
村民宅のイグナで放射線測定

32

生活再生の将来像を一緒に考える

飯館村の村民と都市住民をつなぐ報告会の開催

2013年 2月22日
午後5時～5時30分

2012年6月10日
飯館村村民ふくしま再生会
東京・王学院大学で開
催(主催)で中継(協賛)

飯館村再生の会
福島県飯館村
村民による再生の試み
実地調査と村民の報告

2014年6月10日(土) 飯館村再生の会
東京大学農学部 再生農業センター

33

次回は東京都民との対話

全村避難から4年

いっしょにしゃべっパ

ふくしま再生の会 村民との懇談会

2015年5月27日(水) 18:00～

杉並区産業商工会館3F 講堂 参加無料

主催：認定NPO法人 ふくしま再生の会

34

農業再生に向けて—新たな挑戦—

河北新報
2015年4月17日

農地再生とともに一歩
除染後 利用法探る
専門家の助力で地力回復

35

地区の将来像を一緒に実現する

2015年3月28日

佐須行政区・将来イメージ
区長 佐藤公一

36

除染後の農業をどう考えるか

- 客土後の農地再生
 - 土壌改良後に農地の肥沃度が失われるのは当然
 - でも数年で改良技術によって農地にしてきた
 - 問題は農家のやる気
- 担い手は日本農業の共通問題
 - やる気のある農家にとってはこれからの農業は面白い
 - 農村の古いしがらみが新しい農業の芽を阻んできた？
 - しがらみが原発事故でリセットされたと考えれば新天地
 - 新しい日本型農業を飯館から始めるチャンス
- 現状では戻ってくる農家は多くない？
 - 何らかの農業を応援する仕組みを作る必要がある
 - 農地集積バンク制度を利用しながら企業や新規農業者を呼び込む
 - 新しい農業教育コースを高校・大学に作り、全国から数名だけ推薦入学

37

夢大らかに—飯館村村民歌

(作詞 小林金太郎 作曲 石川謙)

山 美わしく 赤 穂らかな
その名も 飯館 わがふるさとよ
みどりの 緑に 小鳥は歌い
うらら 春風に せむらひ 遠くさ
あつ ねらら いると 今も 手 離つたさき
村を 誇らん 村を 誇らん

土 よく肥えて 天 種けある
その名も 飯館 わがふるさとよ
美りの 緑に 種は 取りはえて
長く 何代も 山を 歌う
あつ ねらら 夢大らかに ともに 踏み
村を 誇らん 村を 誇らん

38

まとめ—原発事故から5年—

- 未来への懸け橋
 - まずは現地にみましよう
- 専門家のチームワークに期待
 - 地域住民と一緒に
- 農学部への期待
 - 特に学生に期待したい
 - 日本の未来を見据えた視点
 - 日本の教育・農業再生モデル
 - 自然環境研究センターの設立
- 明るいメッセージを次世代に残したい

39

【謝辞】

- 認定NPO法人ふくしま再生の会
- 東京大学大学院農学生命科学研究科
 - 放射性同位元素施設
 - サークルまでい
 - 東京大学「福島復興農業工学会議」
- 東京大学 教授・復興支援室

40

01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12

11-4 福島県の農業復興に関する諸問題

二瓶 直登

第11回 放射能の農畜産物等への影響についての研究報告会 2015年4月25日

福島県の農業復興に関する諸問題

ふくしまからはじめよう。
Future From Fukushima.

放射性同位元素施設
生物環境工学専攻

二瓶直登

福島県農業の総生産額 2330億円(2010年)

農業就農納者人口 全国3位

原発事故による農業被害

- 放射能汚染
- 風評被害
- 避難、作付制限

放射性物質による作物汚染の経路

直接汚染
(実や花に放射性物質が降り、付着・吸収される)

間接汚染
(土壌に降した放射性物質が根根吸収される)

農産物(野菜)

500
100

農産物のモニタリング検査

- 500品目(農産物、畜産物、林産物、水産物)
- 約90,000点(2011年3月~2015年3月)
- 米(2012年より)
- 毎年約10,000,000点

低減対策

(小林先生)

カリウム施肥

吸収量

K欠乏 K十分

下位 上位 穂

下位 上位 穂

カリウムが十分にあれば
 ✓セシウムの吸収量が半分以下
 ✓吸収されたセシウムが穂に移動しにくい

「吸収抑制」 「移動(転流)抑制」

放射能汚染対策の問題点

(栽培研・根本教授)

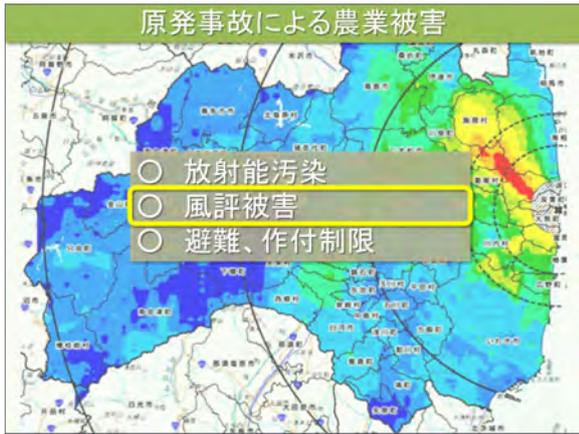
セシウム137(ベクレル/kg)

2012年 2013年 2014年

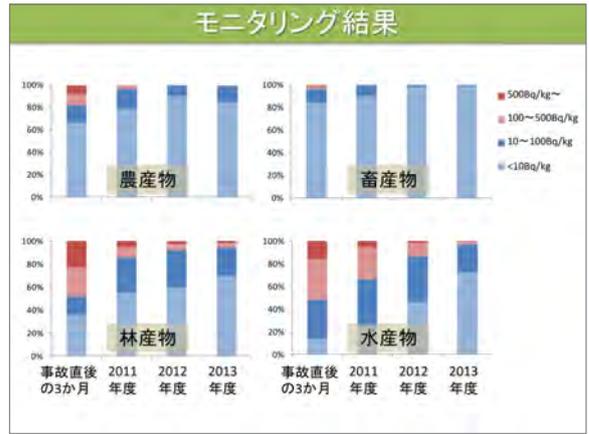
土壌の変換性Kが比較的にてもセシウムが吸収された水

カリウムによる吸収抑制対策を施していない水田では、イネへのセシウム移行は3年間で余り低下していない。

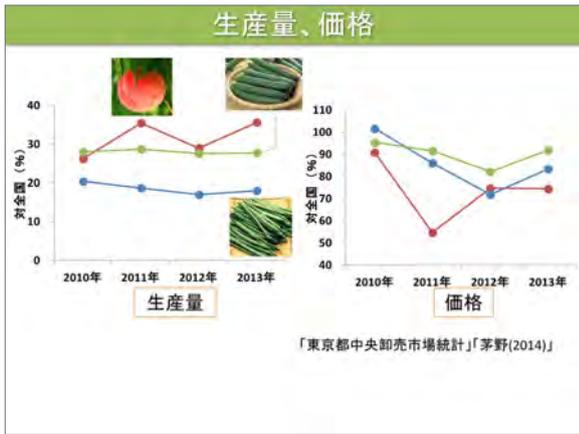
- 多様な生産環境
- 低減対策(カリ施肥)の継続
- モニタリング検査の継続



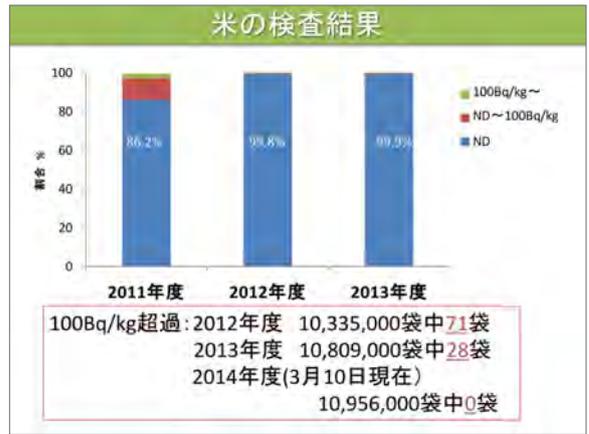
9



10



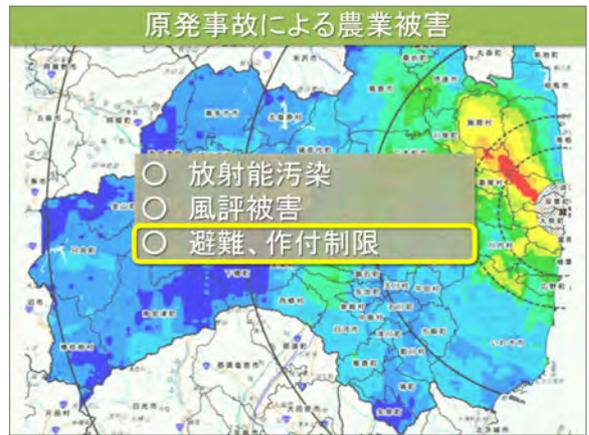
11



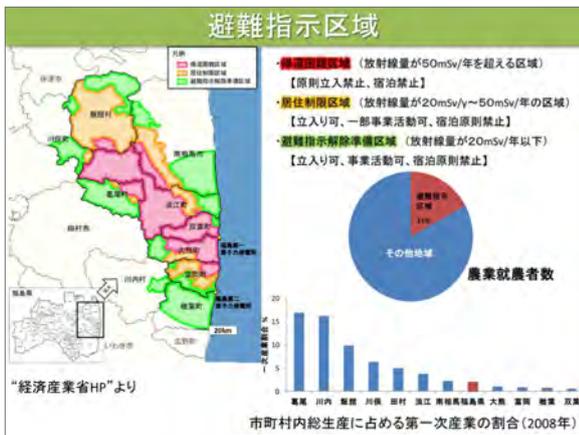
12



13



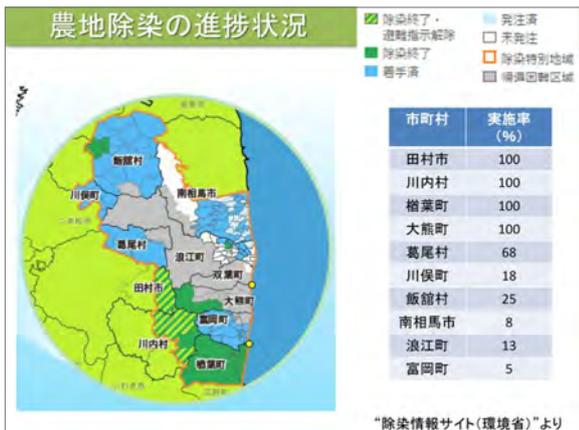
14



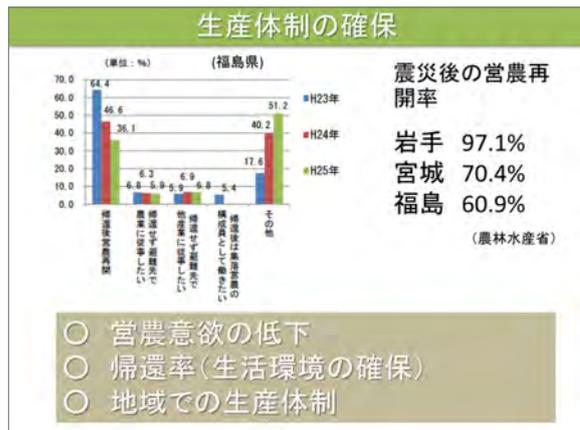
15



16



17



18



19

出荷制限

摂取や出荷等を差し控えるよう要請している福島県産の食品について
(平成27年4月23日現在、抜粋)

品目	該当産地	差し控えるよう要請している内容
非結球葉菜類	南相馬市(福島第一原発より半径20km圏内の区域並びに機関困難区域、居住制限区域および避難指示解除準備区域に限る)、川俣町(山木屋地区に限る)、富岡町、大熊町、双葉町、浪江町、葛尾村、飯館村	摂取・出荷
結球性葉菜類	南相馬市(福島第一原発より半径20km圏内の区域並びに機関困難区域、居住制限区域および避難指示解除準備区域に限る)、川俣町(山木屋地区に限る)、富岡町、大熊町、双葉町、浪江町、葛尾村、飯館村	摂取・出荷
アブラナ科花蕾類	南相馬市(福島第一原発より半径20km圏内の区域並びに機関困難区域、居住制限区域および避難指示解除準備区域に限る)、川俣町(山木屋地区に限る)、富岡町、大熊町、双葉町、浪江町、葛尾村、飯館村	摂取・出荷
カブ	伊達市、川俣町	出荷
ワサビ(畑)	伊達市、川俣町	出荷
エゴマ	南相馬市(旧原町市及び旧鹿島町)	収穫
ウコギ	福島市(旧松川町)	収穫
トウガラシ	浪江町	収穫

- 基準値(放射性Cs 100Bq/kg)を超えた場合は、市町村等の単位に出荷制限(流通させない)等の措置

20

出荷制限

(平成27年4月23日現在、抜粋)

品目	該当産地	差し控えるよう要請している内容
非結球葉菜類	南相馬市(福島第一原発より半径20km圏内の区域並びに機関困難区域、居住制限区域および避難指示解除準備区域に限る)、川俣町(山木屋地区に限る)、富岡町、大熊町、双葉町、浪江町、葛尾村、飯館村	摂取・出荷
結球性葉菜類	南相馬市(福島第一原発より半径20km圏内の区域並びに機関困難区域、居住制限区域および避難指示解除準備区域に限る)、川俣町(山木屋地区に限る)、富岡町、大熊町、双葉町、浪江町、葛尾村、飯館村	摂取・出荷
アブラナ科花蕾類	南相馬市(福島第一原発より半径20km圏内の区域並びに機関困難区域、居住制限区域および避難指示解除準備区域に限る)、川俣町(山木屋地区に限る)、富岡町、大熊町、双葉町、浪江町、葛尾村、飯館村	摂取・出荷
カブ	伊達市、川俣町	出荷
ワサビ(畑)	伊達市、川俣町	出荷
エゴマ	南相馬市(旧原町市及び旧鹿島町)	収穫
ウコギ	福島市(旧松川町)	収穫
トウガラシ	浪江町	収穫

解除項目
・複数地点(最低3箇所)で生産した農作物が基準値以下であることを確認
・除染がおわっていること

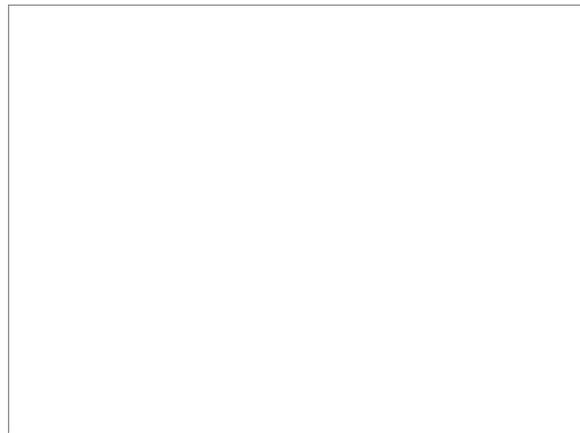
21



22



23



24

まとめ

- 生産物が適切な価格で売れるのか？
- 新しいものへの挑戦

- 除染の進行状況
- 帰還率(生活環境の確保)
- 地域での生産体制
- 出荷制限の解除
- 多様な生産環境
- 低減対策(カリ施肥)、モニタリング検査の継続

- 剥いだ土の処理、表層土の消失
- 生産者の外部被ばく
- 鳥獣害、雑草

25

農業就農者人口 全国3位

農業就農者の避難指示区域内割合

避難指示区域内の農業就農者割合

26

生産物の価格

(農林水産省)

- 生産物が適切な価格で売れるのか？
- 新しいものへの挑戦

⇒信頼の回復、消費層の回復

米(コシヒカリ)の価格(山形県産を100とする)

27

生産体制の確保

除染の現状

- 除染の進行状況
- 帰還率(生活環境の確保)
- 地域での生産体制

“除染情報サイト(環境省)”より

28

除染

除染特別地域(国主体)

除染実施計画策定市町村(市町村主体)

“福島県HP”より

29

低減対策

カリウム施肥

吸収量

カリウム吸収量 (nmol/mg)

セシウム吸収量 (pmol/mg)

小林先生

Kが十分のほうが¹³⁷Cs吸収量が少ない

K欠乏 K十分

30

01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12

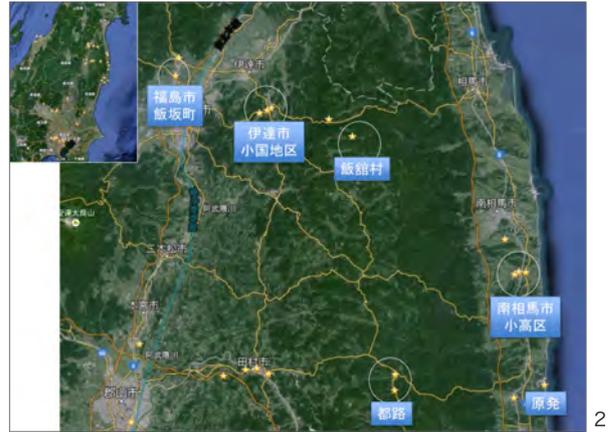
11-5 討論

被災地復興へ農業ができること

飯館村・長泥の水田の例

討論

田野井慶太郎



被災地復興へ農業ができること

避難・帰還の諸問題

- 放射能の懸念。
- 農作物の心配。
- コミュニティの崩壊。
- 家族の分散。
- 新たな生活の安定。

農業とは

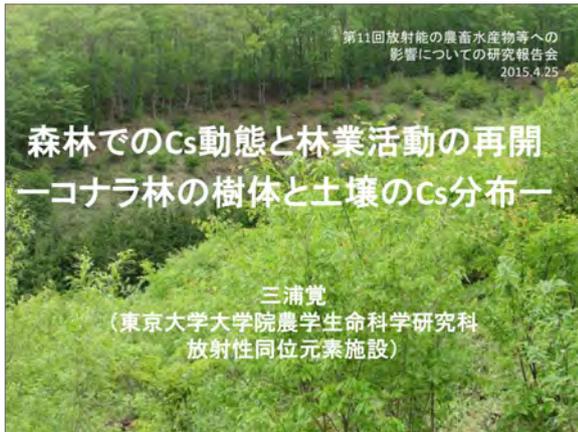
- 食べ物を作る。
- 頭と体を動かす。
- 生物が育つ。
- 環境保全。

大学(農学者)の役割・要望

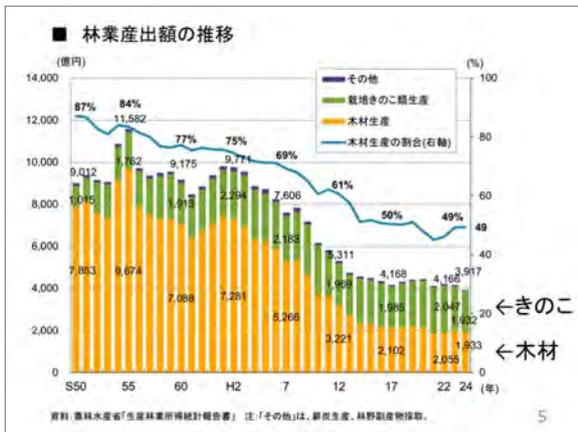


11-6 森林でのCs動態と林業活動の再開 -コナラ林の樹体と土壌のCs分布-

三浦 覚



- ### 発表の構成
1. 林業における放射能汚染問題の背景
 - ・ 広葉樹きのこ原木生産と福島県
 2. コナラ林の汚染状況調査結果
 - ・ きのこ原木の生産、地下部の根
 3. 林業再生に向けた研究上の課題



しいたけ原木 他県からの調達

平22

都道府県	品名	単位	数量	品名	単位	数量	品名	単位	数量
北海道	しいたけ原木	立方メートル	11	しいたけ原木	立方メートル	11	しいたけ原木	立方メートル	11
青森県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
岩手県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
宮城県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
秋田県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
山形県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
福島県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
茨城県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
栃木県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
群馬県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
埼玉県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
千葉県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
東京都	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
神奈川県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
新潟県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
富山県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
石川県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
福井県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
岐阜県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
静岡県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
愛知県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
三重県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
滋賀県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
京都府	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
大阪府	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
兵庫県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
奈良県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
和歌山県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
徳島県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
香川県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
愛媛県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
高知県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
福岡県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
佐賀県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
長門県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
熊本県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
大分県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
鹿児島県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
沖縄県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
計			1,200			1,200			1,200

林野庁業務資料から作成

しいたけ原木 他県からの調達

平24

都道府県	品名	単位	数量	品名	単位	数量	品名	単位	数量
北海道	しいたけ原木	立方メートル	11	しいたけ原木	立方メートル	11	しいたけ原木	立方メートル	11
青森県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
岩手県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
宮城県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
秋田県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
山形県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
福島県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
茨城県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
栃木県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
群馬県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
埼玉県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
千葉県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
東京都	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
神奈川県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
新潟県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
富山県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
石川県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
福井県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
岐阜県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
静岡県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
愛知県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
三重県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
滋賀県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
京都府	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
大阪府	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
兵庫県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
奈良県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
和歌山県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
徳島県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
香川県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
愛媛県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
高知県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
福岡県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
佐賀県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
長門県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
熊本県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
大分県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
鹿児島県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
沖縄県	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13	しいたけ原木	立方メートル	13
計			1,200			1,200			1,200

林野庁業務資料から作成

原発事故前後の農林業産出額

(億円)

西暦	農業産出額	林業産出額					
		木材生産	栽培きのこ	林野副産物	薪炭生産		
全国	2009	81,902	4,122	1,861	2,200	12	49
	2010	81,214	4,217	1,946	2,189	32	51
	2011	82,463	4,166	2,055	2,047	13	51
	2012	85,251	3,917	1,933	1,932	8	44
	2013	84,668	4,322	2,221	2,035	11	55
福島県	2009	2,450	130	83	46	0.1	2
	2010	2,330	125	73	49	0.3	2
	2011	1,851	87	62	24	0.1	1
	2012	2,021	74	56	17	0.1	1
	2013	2,049	86	62	23	0.0	1

農林水産省統計(農林水産省)および林業統計(林野庁)から作成

福島県の広葉樹生産産出額
2010年 15.2億円(全国3位) → 2012年 7.8億円(6位)

木材の放射性セシウムの 当面の指標値

- きのご原木及び菌床用培地
 - 原木 : 50 Bq/kg
 - 菌床用培地 : 200 Bq/kg
- 調理加熱用の薪及び木炭
 - 薪 : 40 Bq/kg
 - 木炭 : 280 Bq/kg

(乾重量)

(林野庁、2011、2012)

9

出荷制限 原木しいたけ、野生きのこ



(林野庁、H26.5.19)

10

林業はこれからどうなる？

- 福島県(森林率71%、全国4位)
- 良質きのご原木の生産地→他県に供給
- 生産者の最大の関心

**20年後のきのご原木(コナラ)は
売り物になるのか？**

11



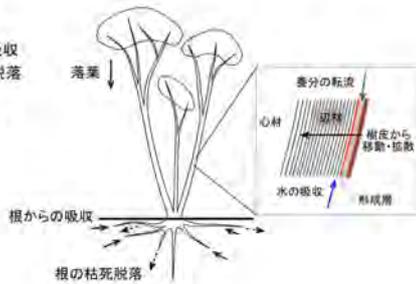
福島県田村市都路町

12

樹木へのセシウム移行・吸収が鍵

(樹体外と)

- 落葉
 - 根からの吸収
 - 根の枯死脱落
- (樹体内で)
- 移動拡散
 - 転流



13

本日後半の報告

放射性Csによる樹木の汚染と土壌→

1. コナラ林の地上部地下部汚染状況と土壌(三浦)
2. 樹木と土壌間の根を介したCsの移行(遠藤)
3. 果樹園における根によるCsの土壌への移行(高田)

14

コナラ林地上部・地下部汚染調査の目的

きのご原木の放射能汚染の将来予測
のために、

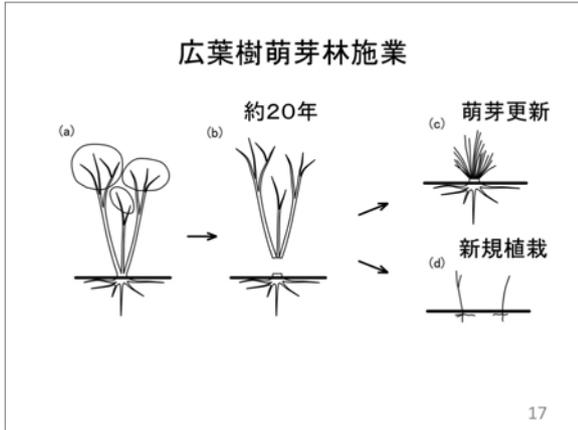
- コナラ樹体中の放射性セシウムの分布特性を明らかにする
- 特に、地下部の根系および土壌の放射性セシウム分布に着目する

15



福島県田村市都路町

16

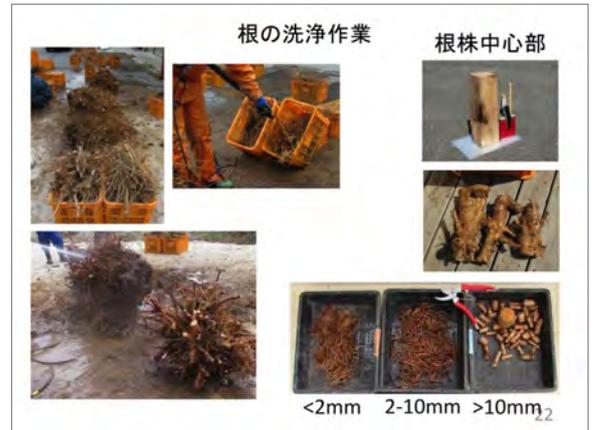


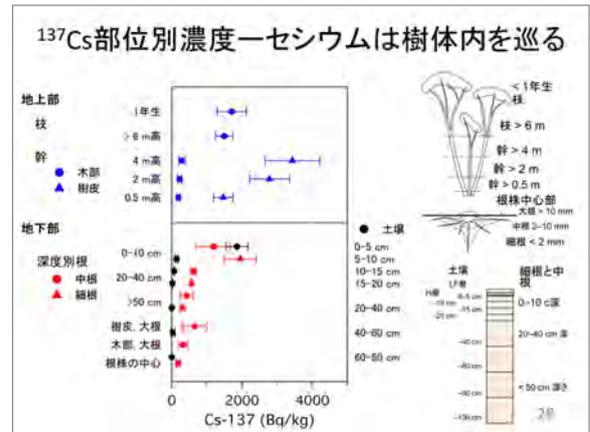
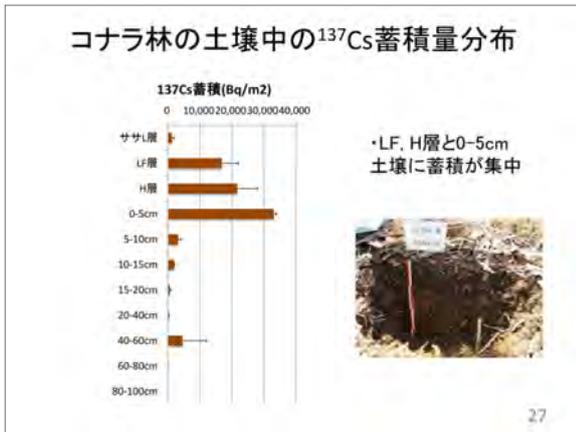
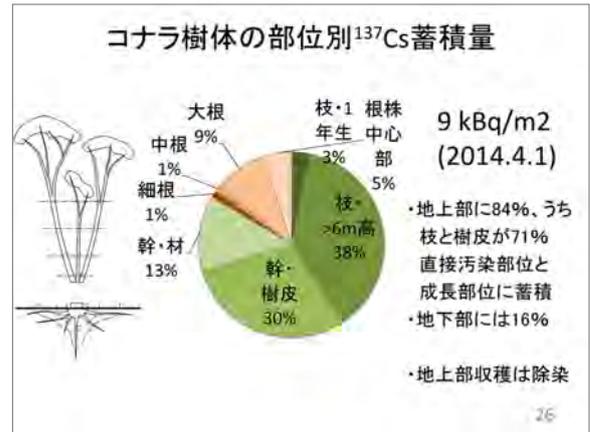
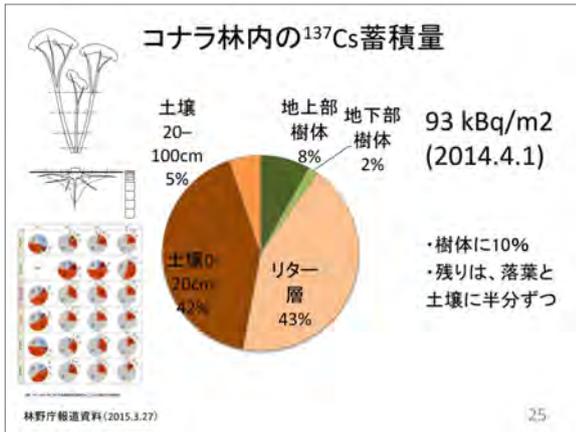
調査地と測定方法

調査地: 福島県田村市都路町
 ^{137}Cs 100-300 kBq/m²
 (第3次航空機モニタリング、2011.7)

- 2014年3~4月、26年生コナラ林で3個体
- 地上部: 高さ別に5部位
- 地下部: 全層を太さで4部位
- 土壌: 落葉層と深さに8層
- Ge半導体検出器で放射能測定 (2014.4.11に補正)

19





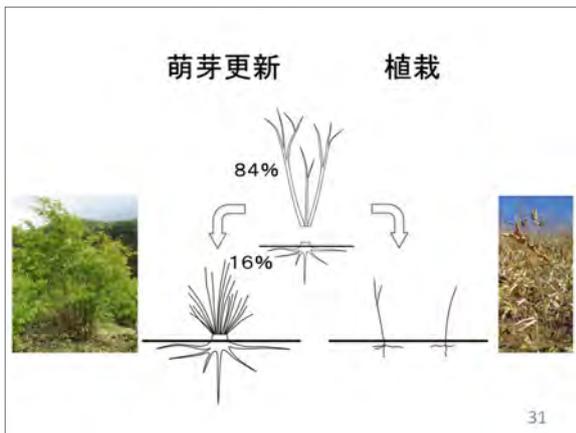
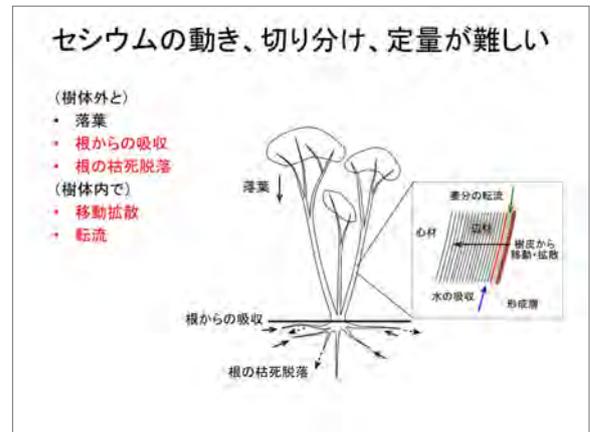
コナラのきのこ原木利用部位濃度

個体	N	材 (Bq/kg)	樹皮 (Bq/kg)	幹(原木) (Bq/kg)
大	3	271 ± 42	2053 ± 590	520 ± 113
中	3	265 ± 78	2657 ± 1378	790 ± 361
小	3	159 ± 24	2970 ± 1062	711 ± 309

* 0.5, 2, 4m高の円板試料の平均
試験地の汚染状況: 93 kBq/m², 0.33μ Sv/h (2014.4.1)

きのこ原木の指標値は、50 Bq/kg

29



- ### まとめ、今後の課題
- きのこ原木広葉樹の汚染が林業再開の大きな障害
 - 放射性Csは樹体内を巡っている
吸収、放出、転流、その経路と移行量は未解明
 - きのこ原木の将来の汚染予測モデルの確立には、
移動経路と量の解明が重要
 - 他の取り組み
 - 安定同位体セシウム133の利用
 - 大気圏核実験のセシウムの追跡
 - きのこ原木の指標値について
- 32

137Cs-133Cs分布の平衡状態

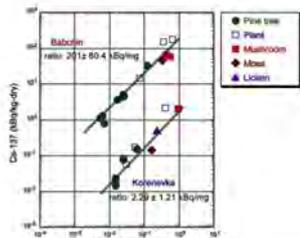


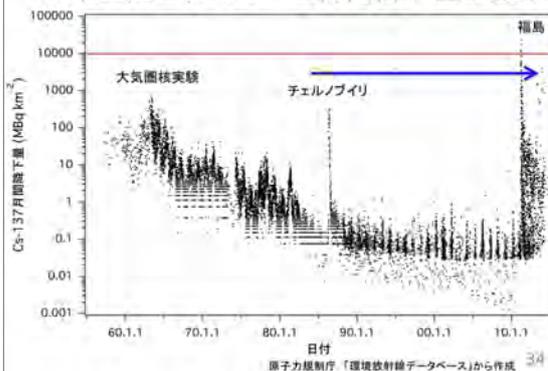
Fig. 2. Relationship between stable Cs (¹³³Cs) and ¹³⁷Cs in biological samples collected at two different forests, Babchin and Kolesnitska, in Belarus.

(Yoshida et al. 2004)

33

33

日本全国における¹³⁷Cs月間降下量の推移



34

34

134Cs + 137Cs沈着量、2012年5月31日



(放射線量等分布マップ拡大サイト/電子国土、文部科学省)

35

きのこ放射能汚染の別の側面

- きのこ原木の指標値 50 Bq/kg
← 食品の基準値が一律 100 Bq/kgは適切か？

<食品中の放射性セシウムから受ける推定実効線量の推定の推移>



【出典データ】厚生労働省委託調査「食品からの放射性物質の摂取量調査」

- 年間1人当たりの消費量
主食の米^{*1} 59.5 kg ↔ 副食のきのこ^{*2} 3.4 kg

^{*1} <http://www.3.ocn.ne.jp/~eiyou-km/newpage54.htm>
^{*2} <http://www.rinya.maff.go.jp/j/tokuyou/tokusan/megurujoukyou/pdf/2-1kinoko.pdf>

35

36

きのこ放射能汚染の別の側面

- きのこ原木の指標値 50 Bq/kg
← 食品の基準値が一律 100 Bq/kgは適切か？
- ヨーロッパでは、主食、副食によって基準値に違い



37

37



福島県田村市都路町

38

38

謝辞

東京大学院農学生命科学研究科「放射線実践教育プログラム」
益守真也(森林科学専攻)
高田大輔、関谷信人(生態調和農学機構)
放射性同位元素施設

ふくしま中央森林組合、同都路事業所

福島県田村市都路町

39

39

11-7 樹木と土壌間でのCs動態

遠藤 いず貴

2015/4/25

樹木と土壌間でのCs動態

遠藤 いず貴
 東京大学大学院農学生命科学研究科
 森林科学専攻 特任研究員

なぜ樹木なのか？

多くの放射性セシウム(Cs-137)が降下した福島県は、面積の約70%を森林が占める。(うち人工林：35%)



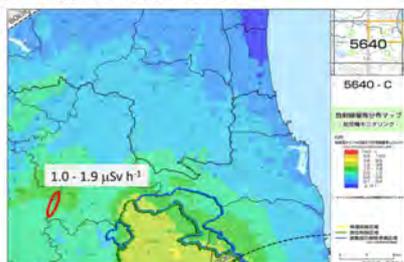
- ・樹木内のCs-137の動態
- ・森林生態系内でのCs-137の動態

2012年から現在

福島県伊達市霊山町の上小国川流域

- ・福島第一原子力発電所から北西約50 kmの地域
- ・空間線量は1.0-1.9 $\mu\text{Sv h}^{-2}$ (文部科学省, 2013.9.28)
- ・Cs-137沈着量は100-300 kBq m^{-2} (文部科学省, 2012.12.28)

放射性セシウムの水による移動や、生物群集を介した拡散に着目した観測調査を続けている。



2013, 9/28 3

2012年から現在

福島県伊達市霊山町の上小国川流域

- ・福島第一原子力発電所から北西約50 kmの地域
- ・空間線量は1.0-1.9 $\mu\text{Sv h}^{-2}$ (文部科学省, 2013.9.28)
- ・Cs-137沈着量は100-300 kBq m^{-2} (文部科学省, 2012.12.28)

放射性セシウムの水による移動や、生物群集を介した拡散に着目した観測調査を続けている。

話すトピック

- 1 樹冠から林床への移行
- 2 樹木根系での吸収

4

2012年から現在

福島県伊達市霊山町の上小国川流域

- ・福島第一原子力発電所から北西約50 kmの地域
- ・空間線量は1.0-1.9 $\mu\text{Sv h}^{-2}$ (文部科学省, 2013.9.28)
- ・Cs-137沈着量は100-300 kBq m^{-2} (文部科学省, 2012.12.28)

放射性セシウムの水による移動や、生物群集を介した拡散に着目した観測調査を続けている。

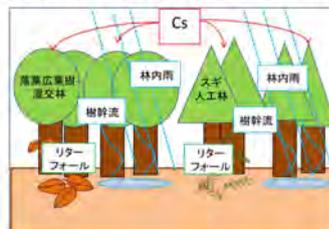
話すトピック

- 1 樹冠から林床への移行
- 2 樹木根系での吸収

5

1 樹冠から林床への移行

森林内でCs-137はどのように林床に移行するのか？
 樹冠に沈着したCs-137は、複数の経路で林床へ移行する。



森林を構成する樹種の違い 季節変化
 落葉広葉樹、常緑樹 落葉や降雨には季節性がある
 <<年間に森林内の樹冠から林床に降下するCs-137量を把握する>>

6

1 樹冠から林床への移行

調査地の森林プロット



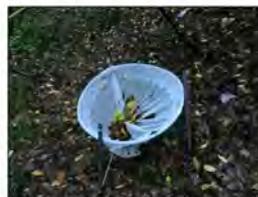
落葉広葉樹-混交林		スギ人工林		各プロット面積 0.04 ha
広葉樹-アカマツ林 1	広葉樹-アカマツ林 2	スギ人工林		
コナラ	コナラ	スギ		
ケヤキ	ケヤキ			
アカシデ	イヌシデ			
イタヤカエデ	イタヤカエデ			
ヤマボウシ	ミズキ			
アカマツ	アカマツ			
	アブラチャン			
その他	その他	その他		

7

1 樹冠から林床への移行

リターフォールの採集

- ・リタートラップを用いて、積雪時期を除く約月1度回収(2012.9~)
- ・各プロットにリタートラップを5個ずつ設置
- ・リターは種類別に分類 (葉, 枝, 樹皮, 種子)
- ・葉は樹種毎に分類した。



リタートラップ

8

1 樹冠から林床への移行

林内雨、樹幹流の採集

- ・ボトルを用いて、林内雨・樹幹流(それぞれ1本/プロット)採水。
- ・1か月に一度回収(2012/10~2013/9)

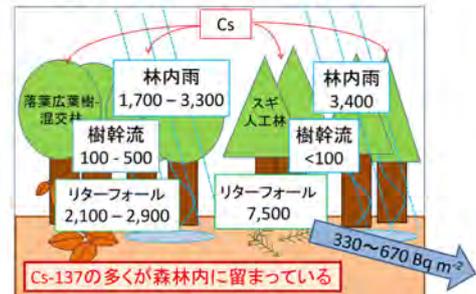


9

1 樹冠から林床への移行

事故から2年後のCs-137の年間移行量

落葉広葉樹-混交林 3,900-6,600 Bq m⁻² スギ人工林 11,000 Bq m⁻²



10

2012年から現在

福島県伊達市雲山町の上小国川流域

・福島第一原子力発電所から北西約50 kmの地域

・空間線量は1.0-1.9 μSv h⁻¹ [文部科学省, 2013.9.20]

・Cs-137沈着量は100-300 kBq m⁻² [文部科学省, 2013.12.28]

放射性セシウムの水による移動や、生物群集を介した拡散に着目した観測調査を続けている。

話すトピック

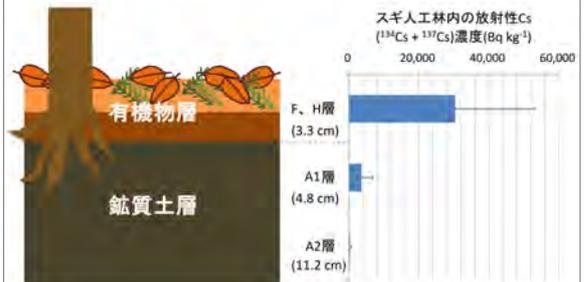
- 1 樹冠から林床への移行
- 2 樹木根系での吸収

11

2 樹木根を介した移行

森林土壌でCsはどのように分布しているのか?

Cs-137は、主にリター層と土壌表層に分布している。



12

2 樹木根を介した移行

樹木根のCsの移行経路は?

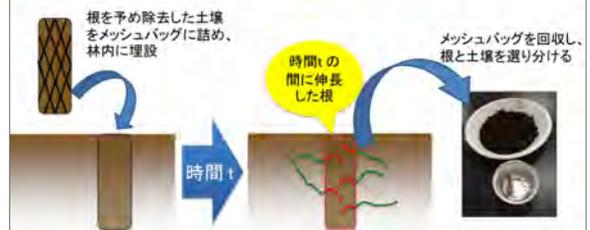


13

2 樹木根を介した移行

イングロースコア法:

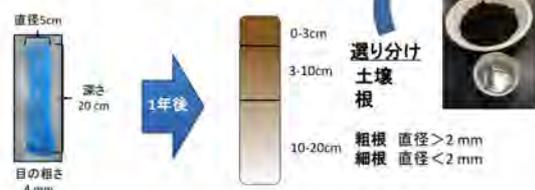
森林での地下部の炭素循環を推定するため、根の生産量または枯死量を測るための方法。(Ivika et al., 2005; Hirano et al., 2009)



14

2 樹木根を介した移行

試験地: スギ人工林
埋設期間: 2013.6.12~2014.6.11



処理区

Cs+区 試験地の土壌
Cs0区 京都大学芦生演習林
スギ人工林の土壌
各10本ずつくり返し

Cs-137の測定

土壌 NaI放射線測定器
根 Ge半導体核種分析装置

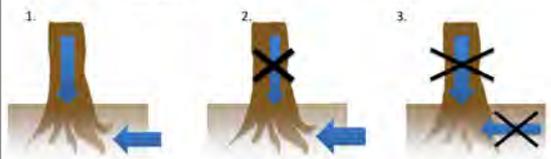
15

2 樹木根を介した移行

作業仮説

	根中のCs			根のCs吸収 地上部からの転流	
	Cs+区	Cs0区		根のCs吸収	地上部からの転流
1.	○	○	→	ある	ある
2.	○	×	→	ある	ない
3.	×	×	→	ない	ない

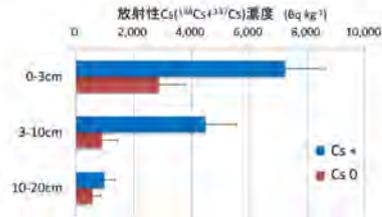
○:放射性Csが検出された
×:放射性Csが検出されない



16

2 樹木根を介した移行

イングロースコア内の深度別土壌のCs濃度

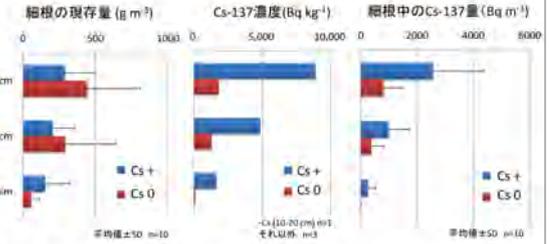


>> Cs 0 区のイングロースコア中の土壌でも、放射性Csが検出された。
>> 各層において、Cs + 区の土壌でCs濃度が有意に高かった。(p<0.05)

17

2 樹木根を介した移行

イングロースコア内に伸長した根量、そのCs-137濃度

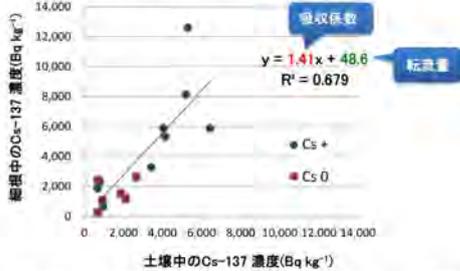


>> 表層の細根でCs濃度が高く、Cs量も多かった。
>> 根中のCs-137量は、Cs 0 区に比べCs + 区で約3~50倍量が蓄積した。

18

2 樹木根を介した移行

土壌と細根のCs-137濃度の関係



>> 新たに伸長した細根中のCs-137濃度は、土壌中のCs-137濃度と比例した。

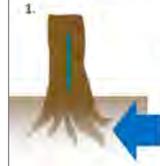
19

2 樹木根を介した移行

スギの根のCs-137吸収経路

Cs 0 区では、Csを含まない土壌という想定だったが、林内埋設して1年後にはCs-137濃度が上昇した。

	根中のCs		根のCs吸収	地上部からの転流
	Cs + 区	Cs 0 区		
1.	○	○	→ あり	あり
2.	○	×	→ あり	ない
3.	×	×	→ ない	ない

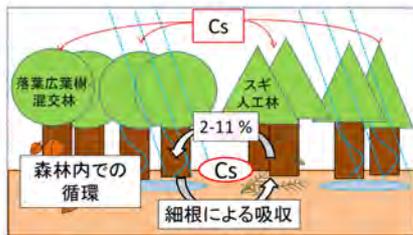


>> 根のCs-137は、主に細根から吸収される。
>> 地上部からの転流量はあるとしてもわずか。

20

まとめ

- 樹冠のCs-137量の2-11%が林床に移行していた。(事故後2年目から3年目)
 - 土壌中のCs-137は、主に細根から吸収されることが確かめられた。
- >> 樹木から林床、林床から樹木という循環が起こっていることが確かめられた。
- 根の吸収係数から、森林内での年間の循環量を推定する。



21

～謝辞～

調査地提供
渡辺 長之助氏

大手 信人 田野井 慶太郎
大橋 瑞江 小林 奈通子
伊勢田 耕平 廣瀬 農
橋本 長武 杉田 亮平

東京大学
森林理水および砂防工学研究室の諸氏

22

11-8 果樹園でのCs動態 –特に地下部におけるセシウムの移動について–

高田 大輔

果樹園でのCs動態
 –特に地下部におけるセシウムの移動について–

農学生命科学研究科 附属生態調和農学機構 高田大輔
 2015年4月25日

果樹園における放射性Csの動態

- 放射性Csの土壌から樹体への移行
- 放射性Csの樹体内での移動
 1作期内における移動(幹から果実など)
 経年的な変化
- 放射性Csの樹体から土壌への移行

放射性Csの土壌から樹体への移行

事故前に土壌を被覆
 フォールアウトは樹体のみ

被覆しないまま
 フォールアウトは樹体+土壌

収穫時の Bq/kgDW

30.1	果実	31.4
26.9	土	163.1

事故年では、土壌から果実への移行はわずか

放射性Csの土壌から樹体への移行

事故年では、土壌から果実への移行はわずか

とはいえ、土壌からの移行は確実に存在する

土壌からの移行について
 どのように考える必要があるか？

放射性Csの土壌から樹体への移行

果樹の根の深さ

深さ (cm)

0-10	緑
10-30	黄緑
30-50	赤
50-70	青

園地の条件にもよるが、基本0-5cmにあまりない
 少なくとも、主だった根域ではない

放射性Csの土壌から樹体への移行

果樹の根の深さ

浅い

深い

もちろん、根の張り方は台木や仕立て方、園地条件等により、大きく異なる。また、何を基準に浅い深いと判断するにもよる(単純深度、平均分布域、対樹高比、等)。表記は参考程度に。

放射性Csの土壌から樹体への移行

果樹の根の深さ

浅い

鉢植え樹の根の分布

深

イチジク

ブドウ

イチジクは上の方から根が出やすい、ブドウは全面に出る。

放射性Csの土壌から樹体への移行

表層を汚染

下層を汚染

イチジクとブドウそれぞれに同じ処理

01

 02

 03

 04

 05

 06

 07

 08

 09

 10

 11

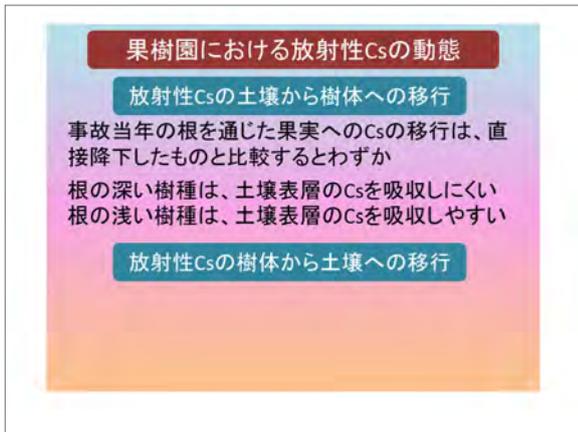
 12



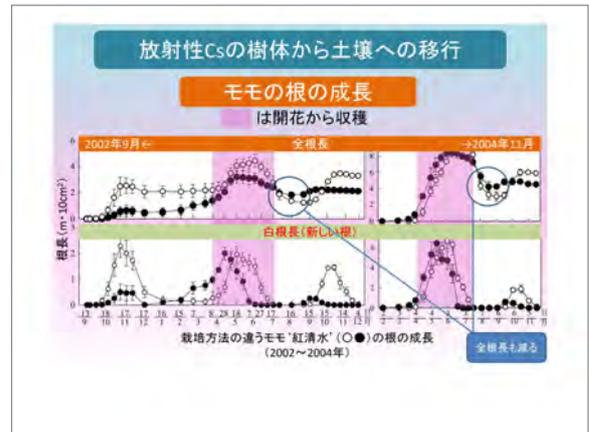
9



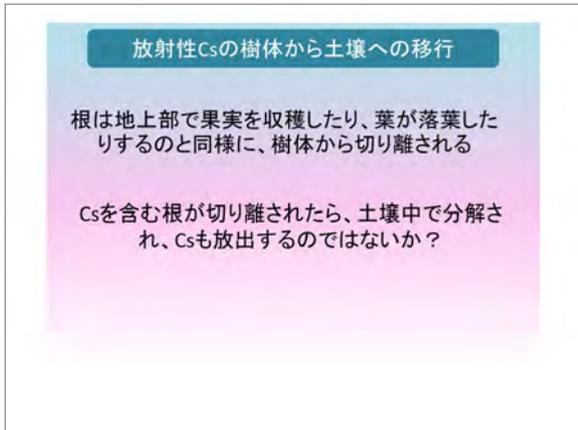
10



11



12



13



14



15



16

果樹園における放射性Csの動態

放射性Csの土壌から樹体への移行

事故当年の根を通じた果実へのCsの移行は、直接降下したものと比較するとわずか

根の深い樹種は、土壌表層のCsを吸収しにくい
根の浅い樹種は、土壌表層のCsを吸収しやすい

放射性Csの樹体から土壌への移行

樹体中のCsは土壌にも移動している
物理的な土壌深層への移動よりも早いのでは？

17

01

02

03

04

05

06

07

08

09

10

11

12

11-9 討論

01

02

03

04



樹体のセシウム動態と林業

飯館村・長泥の水田の例

討論

田野井慶太郎

1

05

06

07

08

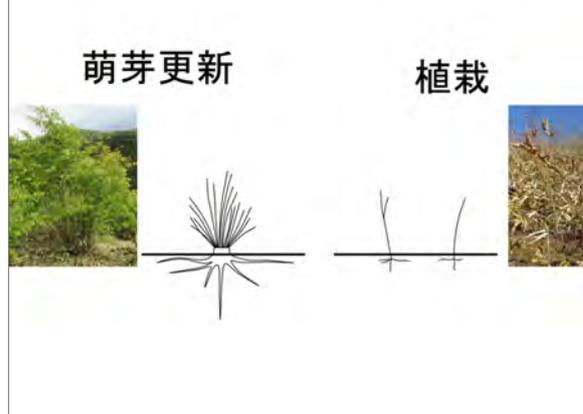
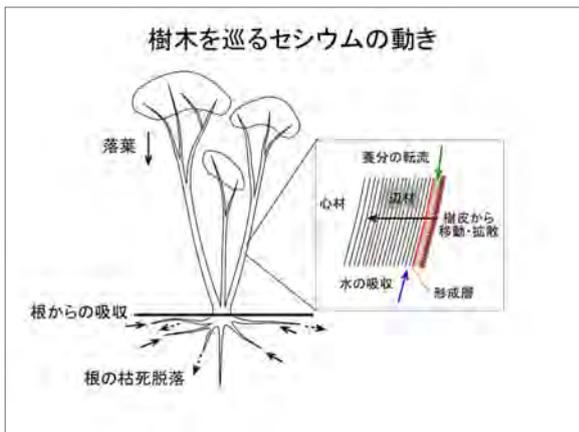
09

10

樹木のセシウム動態と林業

- 放射性セシウムの林産物への影響
- 根から吸収？ 放出？
- 今後
シイタケ原木 指標値: 50 Bq/Kg の克服
過去の核爆弾実験(1960年代)による影響からの推察

2



萌芽更新

植栽

4

第12回

2016.3.26

開会の辞

丹下 健

12-1 農学生命科学研究科全体の取組みについて	
中西 友子	300
12-2 福島の放射性微粒子の正体は何か	
小暮 敏博	302
12-3 土壌-河川-海洋系でのセシウムの挙動解析	
高橋 嘉夫	307
12-4 福島畑地土壌におけるカリウム動態について	
濱本 昌一郎	317
12-5 有機物が多い土壌におけるセシウムの再分布	
西村 拓	321
12-6 放射性Csおよび安定同位体Csの同一圃場内での分布	
二瓶 直登	325
12-7 放射性セシウムの添加による土壌への固定状態の経時変化	
塩沢 昌	329

閉会の辞

丹下 健

12-1 農学生命科学研究科全体の取組みについて

中西 友子

第12回 放射能の農畜水産物等への影響についての研究報告会

中西 友子

東京大学農学部における震災復興支援への取組み

東京大学 災害対策本部
東日本大震災に関する教授・復興支援室

福島県農業総合センター

農学生命科学研究科

(1) 高放射能の農畜水産物産業への影響

- ① 作物・穀物
- ② 家畜・畜産物
- ③ 土壌・微生物
- ④ 魚介類、海水
- ⑤ 放射線測定
- ⑥ 科学コミュニケーション他

演習林
牧場
生体調和農業機構(圃場)
水産実験所
食の安全センター
放射性同位元素施設

応用生命科学・工学
生産・環境生物
獣医学
応用動物科学
森林化学
生物環境工学
生物材料科学
水圏生物学

(2) 被災地農業回復についての研究開発

- ① 作物生産・土壌学
- ② バイオマス生産

原発事故近く

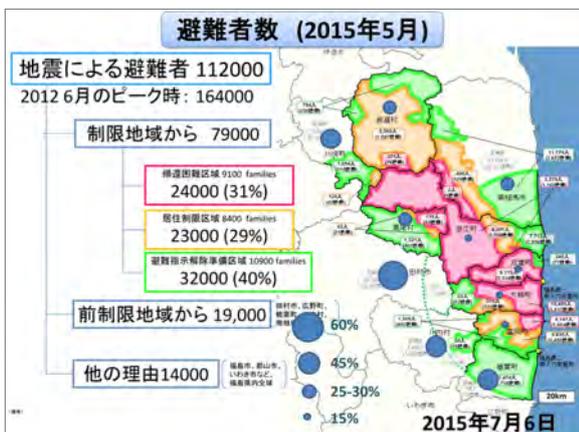
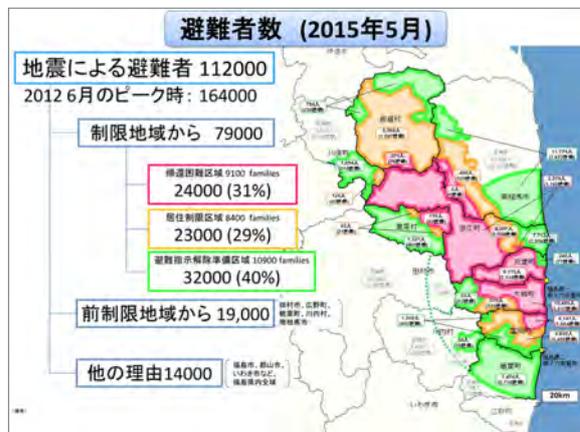
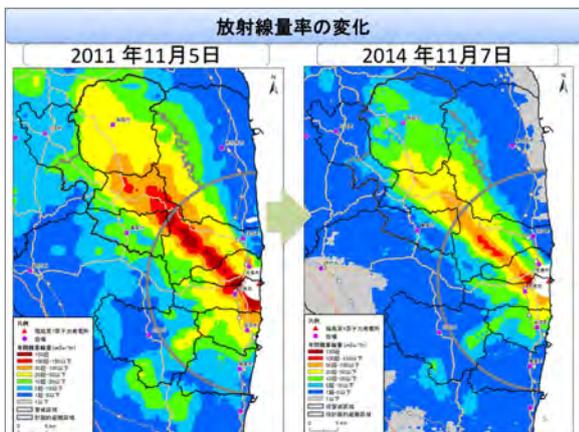
生態水文学研究所(瀬戸)
北海道演習林(富良野)
福島県農業総合センター
福島県原子力発電所
鳥類
東京大学附属牧場
東京大学農学部
秩父演習林
富士産しの森研究所(山中湖)
樹芸研究所(伊豆下田)
千葉演習林(鴨川、君津)

伊達市: イネ、環境
飯館村: イノシシ、(村からの要請) 水田除染
南相馬市: プタ
白河市: ヒツジ
鉸川村: 果樹、野菜
福島市: 果樹
郡山市: センター
笠間市: ヤギ

野生生物調査

東京大学農学生命科学研究科の取組み

キノコ 山林 野鳥
昆虫
果樹 溜池・用水 家畜 牛乳
畑作 水田 水・土砂 魚



農林水産物への影響の報告会

2011年11月19日(1) 2012年2月18日(2) 5月26日(3) 9月8日(4)

- 1 イネ 土壌 畜産業 魚類 果樹 鳥
- 2 エネルギー作物
- 3 イネ 除染の試み 原種のプタ
- 4 森林・河川 魚類 イネ実験

低濃度汚染 キノコ 果樹

サイエンスコミュニケーション

水耕 土耕

Ken Ishida T. Yamada N.I. Kobayashi

農林水産物への影響の報告会
2012年12月8日(5) 2013年4月20日(6) 8月10日(7) 12月14日(8)

S. Watabe

By Prof. Noboru Manabe

9

農林水産物への影響の報告会
2014年6月14日(9) 11月9日(10) 2015年4月25日(11)

消費意識

森林-樹木、果樹

10

福島の放射性微粒子の正体は何か
小暮 敬博 (東京大学大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻 准教授)

土壌-河川-海洋系でのセシウムの挙動解析: XAFSによる化学素過程を中心に
高橋 嘉夫 (東京大学大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻 教授)

福島畑地土壌におけるカリウム動態について
瀧本 昌一郎 (東京大学大学院農学生命科学研究科 生物・環境工学専攻 助教)

有機物が多い土壌におけるセシウムの再分布
西村 拓 (東京大学大学院農学生命科学研究科 生物・環境工学専攻 教授)

放射性Csおよび安定同位体Csの同一圃場内での分布
二瓶 直登 (東京大学大学院農学生命科学研究科 附属放射性同位元素施設 准教授)

放射性セシウムの添加による土壌への固定状態の経時変化
塩沢 昌 (東京大学大学院農学生命科学研究科 生物・環境工学専攻 教授)

11

新たなカリキュラム:「農業環境」と「食の安全」を対象とした放射線の教育プログラム

専門課程
平成25年度より 研究結果を踏まえた教育プログラムを開始
アグリコークン:「農における放射線影響フォーラムグループ(FG6)」
講義+実習

+教養課程
平成26年度より 研究結果を踏まえた教育プログラムを発展
総合科目:「人間・環境」
農業環境と食の安全を対象とした放射性物質動態学

12

2013年4月出版
ダウンロードは無料(50ユーロ/冊)

内容 はじめに(長澤)、緒言(中西)
1章 農学部の取り組み(中西)
2章 コムギなどイメージング(田野井)
3章 イネ栽培(根本)
4章 イネ品種間差(藤原)
5章 イネのCs吸収実験(小林)
6章 土壌(塩沢)
7章 低レベル汚染(大下)
8章 福島農産物のモニタリング(二瓶)
9章 動物(真鍋)
10章 魚肉加工過程(渡部)
11章 魚のCs排出(金子)
12章 鳥類(石田)
13章 土壌の除染(溝口)
14章 果樹(高田)
15章 キノコ(山田)
16章 環境中のCs動態(大手)
17章 サイエンスコミュニケーション(細野)

(敬称略、以後も)

13

2冊目の出版
2016年2月
電子版出版

内容 はじめに(古谷)、緒言(中西)
1章 農学部の取り組み(中西)
2章 福島産農産物モニタリング(二瓶)
3章 福島産玄米検査(二瓶)
4章 福島生育イネのCs蓄積変化(藤原)
5章 イネのKによるCs量低減効果(小林)
6章 除染後のイネ生育の試み(伊井)
7章 飼料による家畜除染(真鍋)
8章 有畜循環型農業(真鍋他)
9章 野生イノシシの汚染(田野井)
10章 野生動物の汚染(石田)
11章 果樹の汚染(高田)
12章 汚染が林業に与える影響(三浦)
13章 マツとスギの除染(益守他)
14章 森林汚染動態(大手他)
15章 水田の空間線量率低減(久保他)
16章 復興の協働体制例(横川他)
17章 漁業再生の試行(八木)
18章 消費者の食品評価(細野他)
19章 植物・土壌中のCsイメージング(杉田他)

冊子の出版:先週

14

土壌汚染
フクシマの放射性物質のゆくえ
中西友子
Nakanishi Tomoko

セシウムはどこへ行ったのか
精密な計測が明らかになった汚染の実態とは?
NHKプラス 時代の半歩先を読む

野依良治

15

これからも継続的に現場に資する
調査研究・教育活動
を続けていこうと思っております。

宜しくお願いいたします。

16

12-2 福島放射性微粒子の正体は何か

小暮 敏博

2016.03.26 第12回農学部報告会@農学部学生講堂

福島の放射性微粒子の正体は何か

小暮敏博
東京大学 大学院理学系研究科地球惑星科学専攻

Contents

1. 福島の土壌中で放射性Csを吸着している物質は何か
2. 汚染環境を考慮した粘土鉱物への放射性Csの吸着実験
3. 風化黒雲母中のCsの固定サイトはどこか
4. いわゆる“セシウムボール”について

Contents

1. 福島の土壌中で放射性Csを吸着している物質は何か
2. 汚染環境を考慮した粘土鉱物への放射性Csの吸着実験
3. 風化黒雲母中のCsの固定サイトはどこか
4. いわゆる“セシウムボール”について

The area where ¹³⁴Cs and ¹³⁷Cs more than 10,000 Bq/m² have deposited: ~8% of Japanese land
More than 1M Bq/m²

Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident, May, 2011

<http://gendai.ismedia.jp/articles/-/2350>

Relationship between the radioactivity of Cs-137 and PSL of IR measured using radioactive soil particles of ~75 μm from Fukushima

Concentration of Cs-137 in the soil particles is only ~20 ppb!

土壌中の放射性Csの濃度は、微小領域分析の測定限界以下

X線組成分析 (EPMA, XRF) ~ 1000 ppm

SR-XRF ~ 10 ppm

Nano-SIMS ~ 1 ppm

田野井 他 (2011)

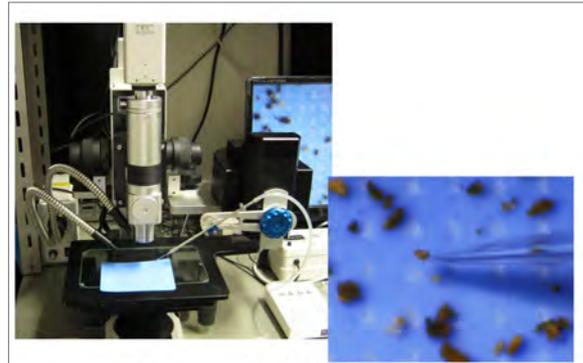
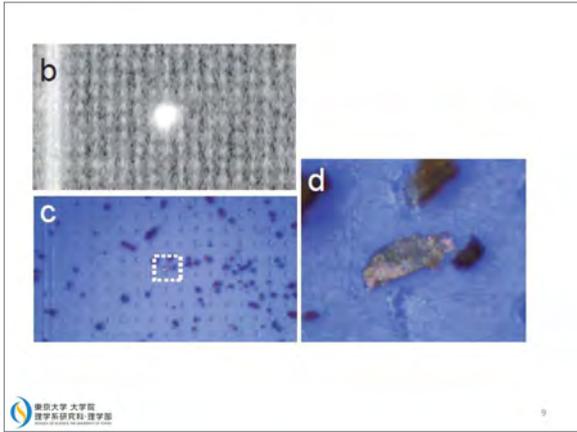
Fig. 4 Radioactivity image of the contaminated soil in Fukushima. a Farming land with high radioactivity, 50000 Bq/kg. b Soil for vegetables, Bq/kg. c Soil for wheat, 7000 Bq/kg. d Paddy soil for rice, 37000 Bq/kg

Nakanishi et al. (2013)

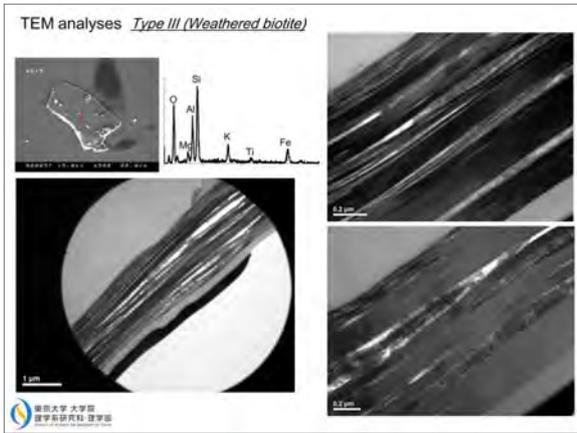
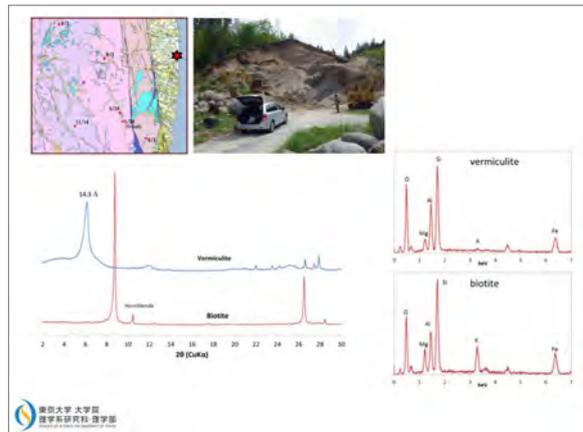
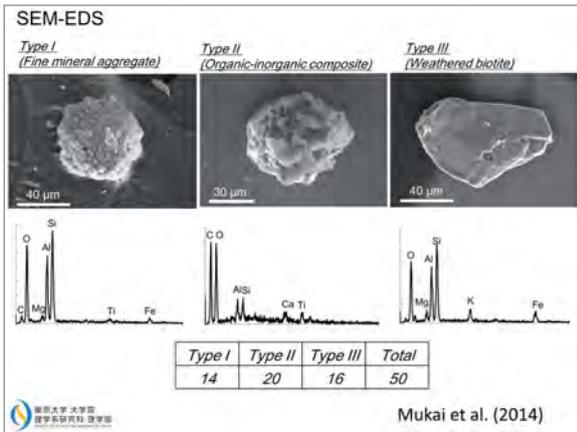
まずはオートラジオグラフィで見られる輝点に何があるかを探しに行く

レーザーマーカーにより形成されたマイクログリッド

放射性土壌粒子をマイクログリッド付きイメージングプレート (IP) 上に分散させ、数日間感光させた後の読み取り画像 (Mukai et al., 2014)



真空ピンセット付きマイクロマニピュレータ



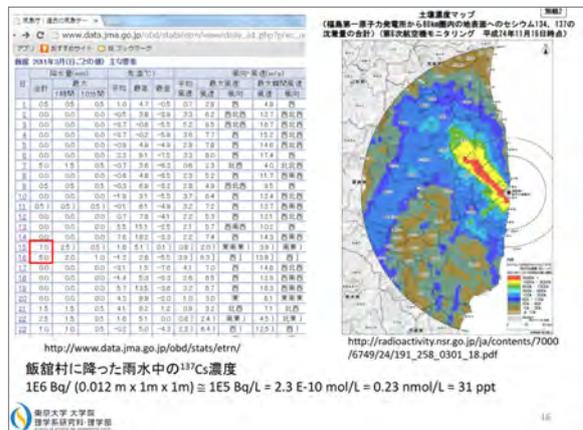
Contents

1. 福島で土壌中で放射性Csを吸着している物質は何か
2. 汚染環境を考慮した粘土鉱物への放射性Csの吸着実験
3. 風化黒雲母中のCsの固定サイトはどこか
4. いわゆる“セシウムホール”について

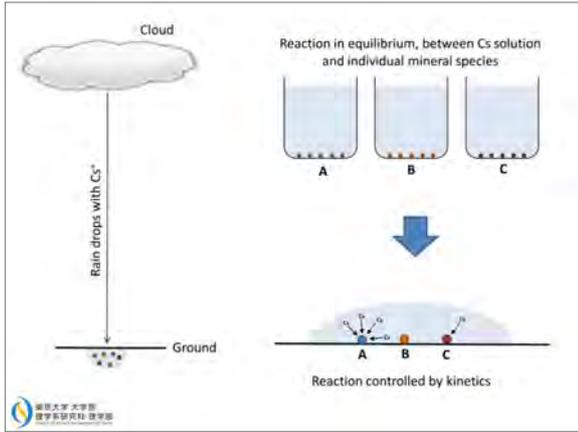
READS 放射性物質の移行・固定状態のデータベース

2011年5月13日(2)の観測 主な結果

観測番号	観測地	観測項目	観測値	単位	備考
101	飯館村	雨水	1.0	Bq/L	10 ppb in solution
102	飯館村	雨水	0.5	Bq/L	10 ppb in mineral
103	飯館村	雨水	0.2	Bq/L	
104	飯館村	雨水	0.1	Bq/L	
105	飯館村	雨水	0.1	Bq/L	
106	飯館村	雨水	0.1	Bq/L	
107	飯館村	雨水	0.1	Bq/L	
108	飯館村	雨水	0.1	Bq/L	
109	飯館村	雨水	0.1	Bq/L	
110	飯館村	雨水	0.1	Bq/L	
111	飯館村	雨水	0.1	Bq/L	
112	飯館村	雨水	0.1	Bq/L	
113	飯館村	雨水	0.1	Bq/L	
114	飯館村	雨水	0.1	Bq/L	
115	飯館村	雨水	0.1	Bq/L	
116	飯館村	雨水	0.1	Bq/L	
117	飯館村	雨水	0.1	Bq/L	
118	飯館村	雨水	0.1	Bq/L	
119	飯館村	雨水	0.1	Bq/L	
120	飯館村	雨水	0.1	Bq/L	
121	飯館村	雨水	0.1	Bq/L	
122	飯館村	雨水	0.1	Bq/L	
123	飯館村	雨水	0.1	Bq/L	
124	飯館村	雨水	0.1	Bq/L	
125	飯館村	雨水	0.1	Bq/L	
126	飯館村	雨水	0.1	Bq/L	
127	飯館村	雨水	0.1	Bq/L	
128	飯館村	雨水	0.1	Bq/L	
129	飯館村	雨水	0.1	Bq/L	
130	飯館村	雨水	0.1	Bq/L	



01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12



17

Cs-137 sorption experiments

Mineral Phases (particle size: 25-53 μm)

- biotite (in granite, Ono, Fukushima)
- vermiculite (weathered biotite, Ono, Fukushima)
- kaolinite (Oguni, Yamagata)
- halloysite (Eureka, Nevada)
- illite (sericite, Nabeyama, Shimane)
- montmorillonite (Tsukinuno, Yamagata)
- allophane (Kitakami, Iwate)
- imogolite (Kurayoshi, Tottori)

Cs-137 solutions

- Reagent: non-carrier-added Cs-137 (3.7MBq/mL) Eckert & Ziegler Isotope Products, Ca, USA (Cs-133: Cs-137 = 1.1 : 1.0)
- Diluted with reverse-osmosis-membrane-filtrated (RO) water
- 370 Bq/ml (1E-9mol/L, 100 ppt), 37 Bq/ml (10 ppt), 3.7 Bq/ml (1 ppt)

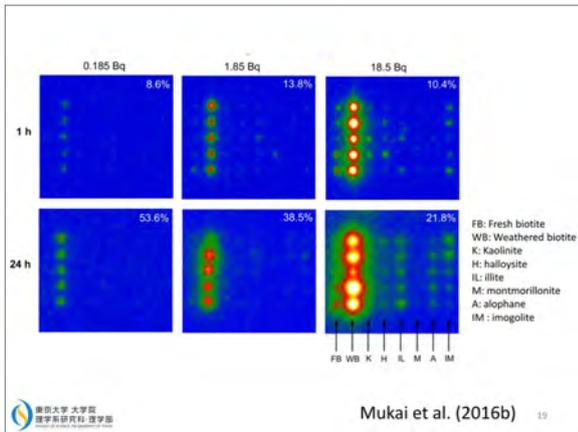
Sorption experiments

- Volume of solution: 50 μl (18.5 Bq, 1.85 Bq, 0.185 Bq)
- Reaction time: 1h, 24h, 168h

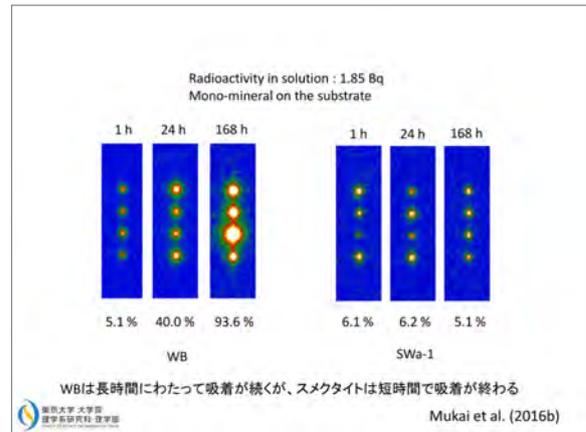
IP autoradiography

- IP: Fuji Film BAS-MS; Exp. Time: 24 h
- Polyphenylenesulfide (PPS, 1.2 μm) film was inserted between the specimens and IP
- IP Reader: Fuji Film FLA-7000

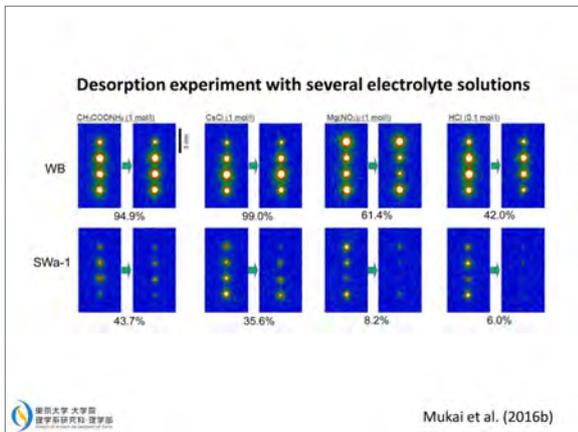
18



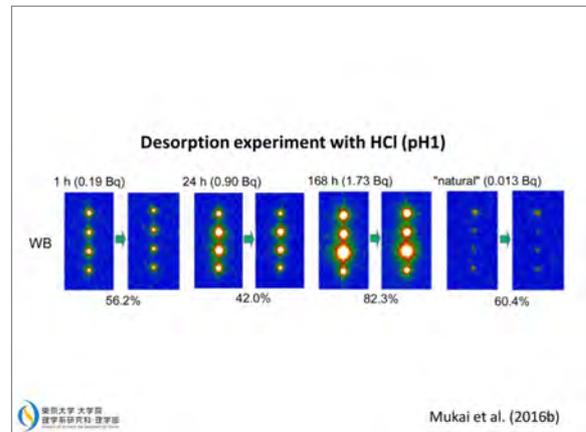
19



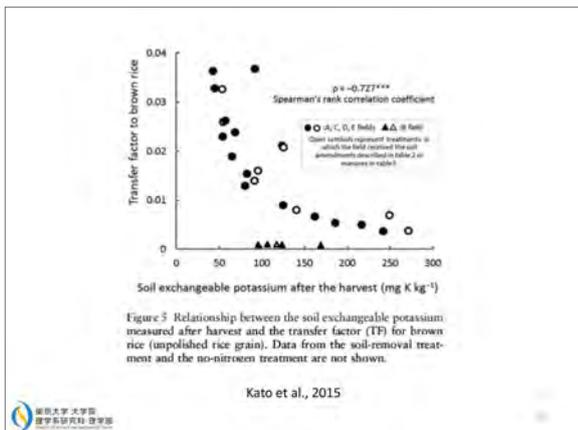
20



21



22

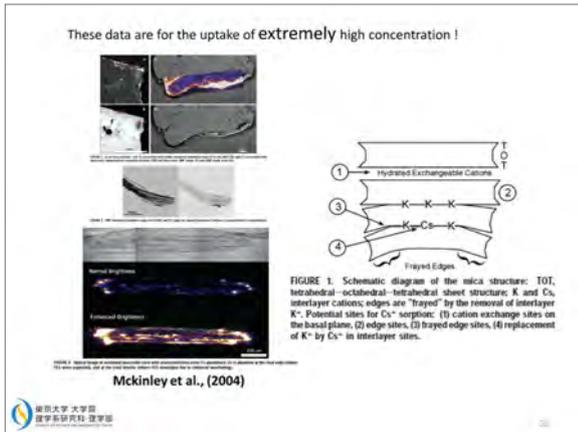


23

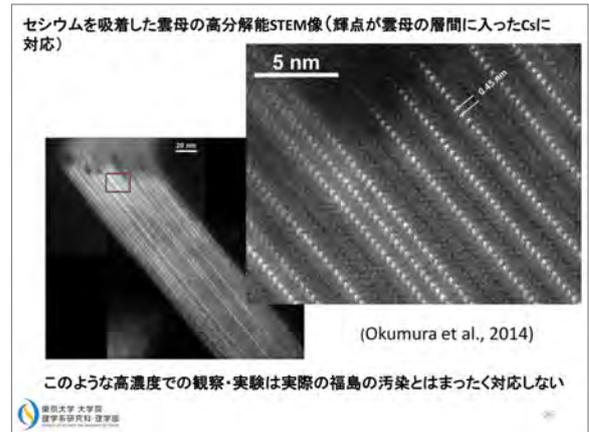
Contents

1. 福島で土壤中で放射性Csを吸着している物質は何か
2. 汚染環境を考慮した粘土鉱物への放射性Csの吸着実験
3. 風化黒雲母中のCsの固定サイトはどこか
4. いわゆる“セシウムポール”について

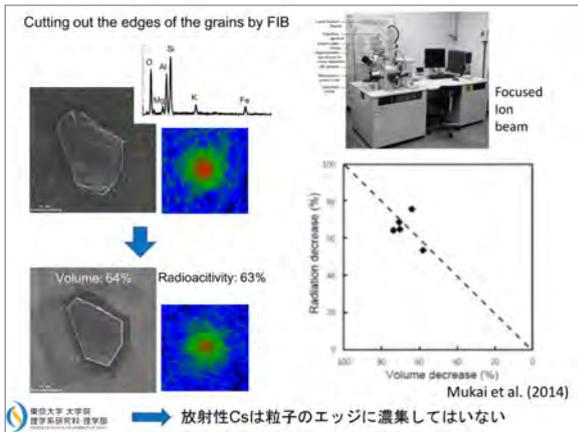
24



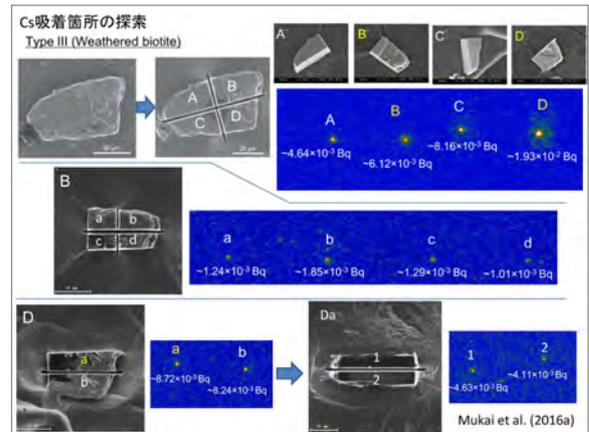
25



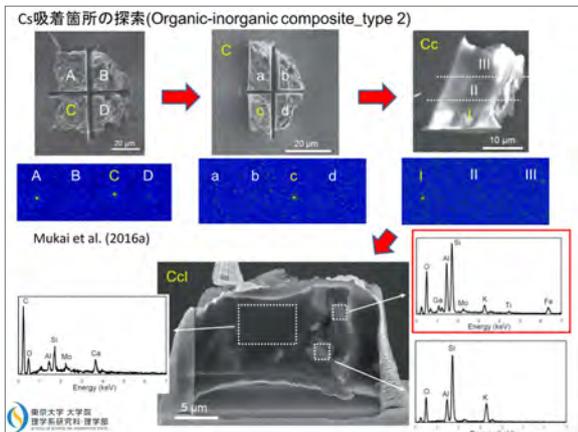
26



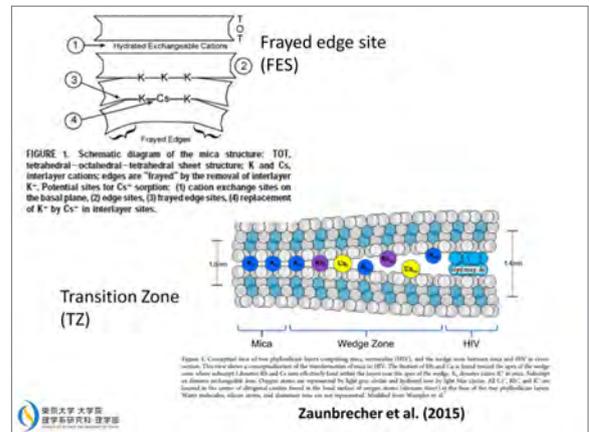
27



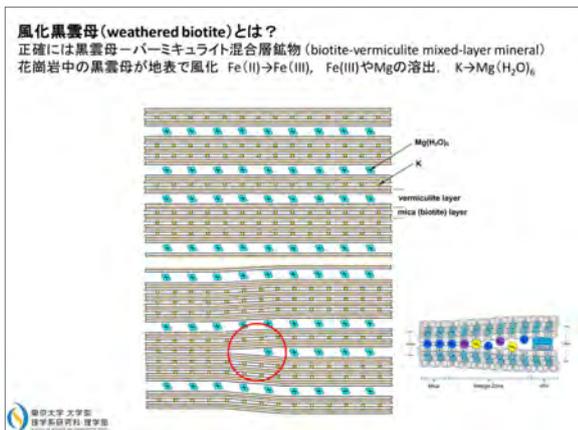
28



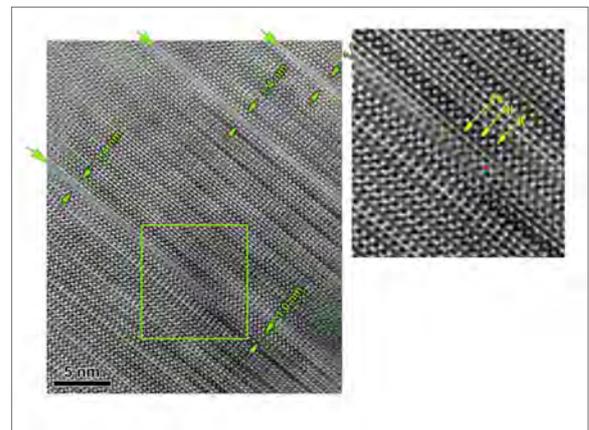
29



30



31

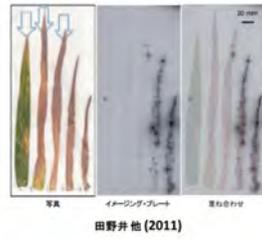


32

01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12

Contents

1. 福島で放射能Csを吸着している物質は何か
2. 汚染環境を考慮した粘土鉱物への放射性Csの吸着実験
3. 風化黒雲母中のCsの固定サイトはどこか
4. いわゆる“セシウムボール”について



田野井 他 (2011)

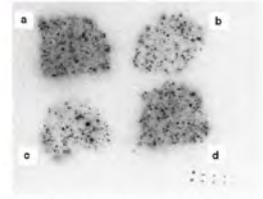
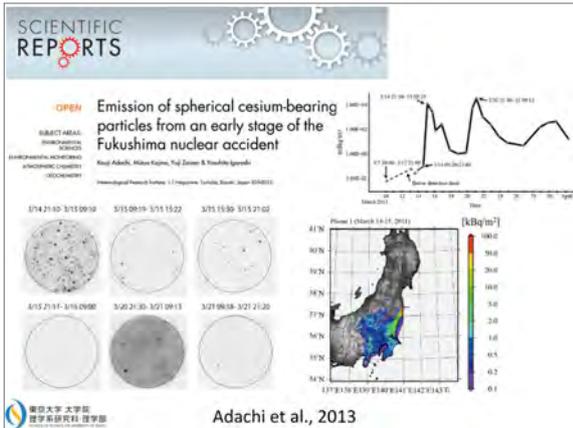
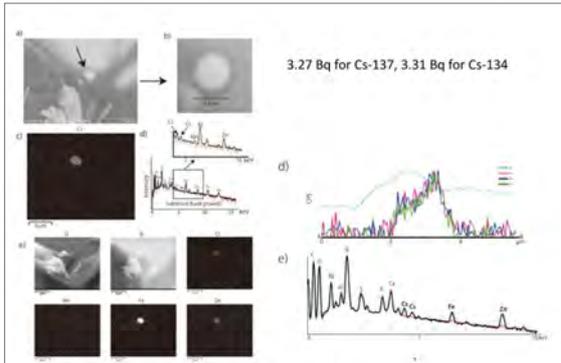


Fig. 4 Radioactivity image of the contaminated soil in Fukushima. a Farming land with high radioactivity, 50000 Bq/kg. b Soil for vegetable, Bq/kg. c Soil for wheat, 7000 Bq/kg. d Paddy soil for rice, 27000 Bq/kg

Nakanishi et al. (2013)



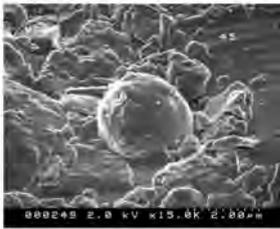
Adachi et al., 2013



Adachi et al., 2013

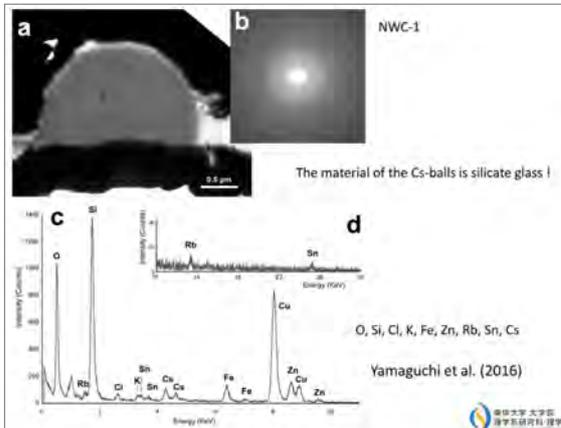
Radioactive microparticles found on the ground in Fukushima, by Dr. Yamaguchi (NIAES)

- NWC-1** (5.04 Bq for Cs-137) collected from non-woven fabric cloth (不織布), five months after the nuclear accident, before the sampling.
- CB-8** (3.14 Bq for Cs-137) collected from a needle of Japanese cedar, eight months after the accident and before the sampling.

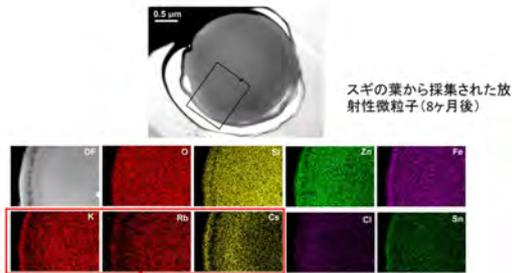


NWC-1

Yamaguchi et al. (2016)



Yamaguchi et al. (2016)



殻の部分ではアルカリがかなり減少している(最表面では多い)

Yamaguchi et al. (2016)

謝辞

本成果は以下の方々のご協力によって得られたもので、ここに感謝の意を表します。

- | | |
|------------------------|-------------|
| 東京大学 大学院理学系研究科地球惑星科学専攻 | 農環境技術研究所 |
| 高橋 嘉夫 教授 | 山口 紀子 博士 |
| 向井 広樹 博士 | |
| 妻 聡子 博士 | 物質・材料研究機構 |
| 藤井 英子 氏 | 長谷川 孝音 氏 |
| 菊池 亮佑 氏 | 三留 正則 博士 |
| 倉又 千咲 氏 | 田村 堅志 博士 |
| 東京大学 大学院農学生命科学研究科 | 日本原子力研究開発機構 |
| 中西 友子 教授 | 矢板 毅 博士 |
| 田野井 慶太郎 准教授 | |
| 廣瀬 潤 特任助教 | |
| 小林 南通子 助教 | |

また本研究は、日本原子力研究開発機構の受託研究「土壤中に放射性セシウムを吸着している粘土鉱物の特定とその吸着機構の解明」及び科研費 24340133, 15H04222, 15H02149の支援のもとに行われた。

12-3 土壌-河川-海洋系でのセシウムの挙動解析

高橋 嘉夫

土壌-河川-海洋系でのセシウム挙動解析

(東大・院理・地惑)

高橋 嘉夫

1

2011年は世界化学年だった
マリー・キュリー
ノーベル化学賞受賞(1911)
から100年

受賞理由:
ラジウムとポロニウムの発見と
ラジウムの性質及びその化合物の研究
(1トンの岩石(ピッチブレンド)中0.1gのラジウム)

International Year of
CHEMISTRY
2011

マリー・キュリー (1867~1934) (1903年キュリー夫妻ノーベル物理学賞)

2

日本地球化学会
和文誌「地球化学」(編集集長)

International Year of
CHEMISTRY
2011

3

2011年は世界化学年だった
マリー・キュリー
ノーベル化学賞受賞(1911)
から100年

受賞理由:
ラジウムとポロニウムの発見と
ラジウムの性質及びその化合物の研究
(1トンの岩石(ピッチブレンド)中0.1gのラジウム)

International Year of
CHEMISTRY
2011

マリー・キュリー (1867~1934) (1903年キュリー夫妻ノーベル物理学賞)

4

放射壊変に基づく年代測定の原理

放射壊変 $P \rightarrow D$

$$P = P_0 e^{-\lambda t}$$

親核種 ^{87}Rb → 娘核種 ^{87}Sr

地球の歴史を探る: 放射壊変という時計によってのみ可能
* その時計というプレゼントで何が分かったか?

5

地球と人類 [46億年の地球の歴史46億年を1年に換算すると...?]

放射壊変の発見 → 太陽系・地球の歴史の正確な時間軸
地球の年齢は、46億年(地球化学最大の発見の1つ)
* この年代が分かっているからこそ、
現代人の宇宙観、地球観、人間観が形成される

6

地球と人類 [46億年の地球の歴史46億年を1年に換算すると...?]

12月31日 16時 人類誕生(450万年前)

23時59分 最後の氷河期終る

23時59分59秒50—石炭の使用始まる。(200年前)

23時59分59秒30—石油の使用始まる。(100年前)

23時59分59秒06 電子カのエネルギー利用開始(40年前)

先と0.3秒で石油枯渇
あと1.5秒で石炭も手切れ
1年間の利用した太陽に飲みこまれ、地球毁灭(50億年前)

わずか1秒で地球を急激に作り変えた人間は、これからどこへ向かうのか?
我々は、除夜の鐘の余韻を聞き終えることができるのか?
(放射能発見後、110年で人類はここまで進歩した)
人間の英知を結集し、持続可能な発展を目指したい。

7

環境地球化学初のノーベル賞受賞者

F. S. Rowland教授ご逝去(2012.3.11)

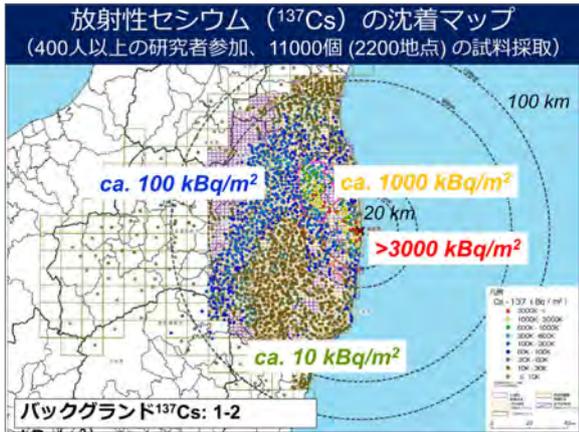
- フロンによるオゾン層破壊予言
- 1995年ノーベル化学賞受賞

「Is it enough for a scientist simply to publish a paper? If you believe that you have found something that can affect the environment, isn't it your responsibility to do something about it. If not us, who? If not now, when?」

科学者として環境の問題に気付いたら、その解決に向けて、あなたが今行動しなければ、誰がする?

サステナブル社会に向け、エネルギー・放射能の問題は?
地球化学は何ができるのか?

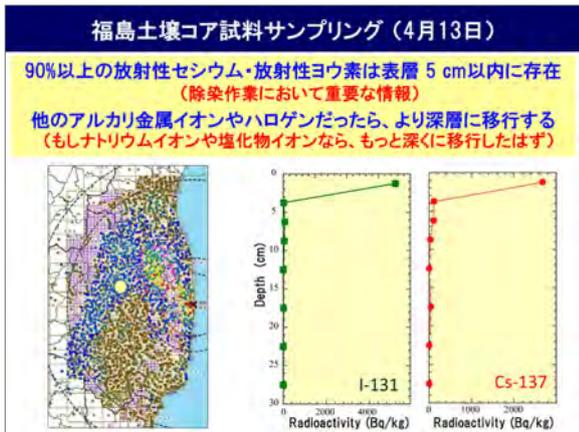
8



9

土壤中での
放射性セシウム・放射性ヨウ素

10



11



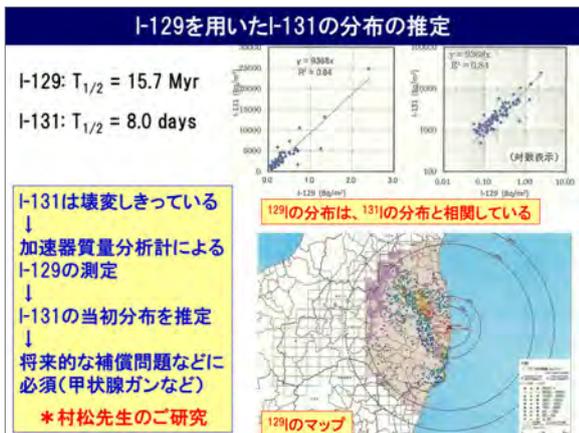
12



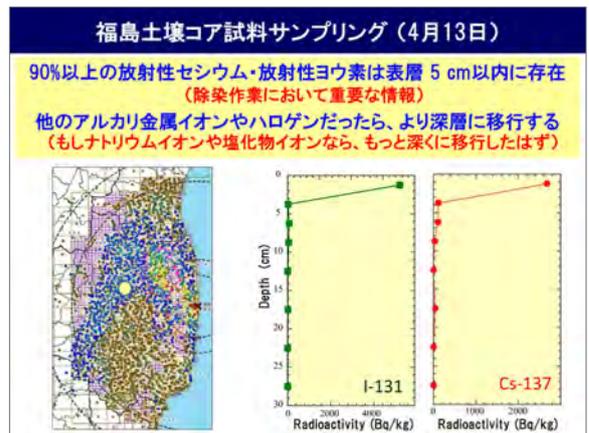
13

土壤中でのヨウ素の有機化

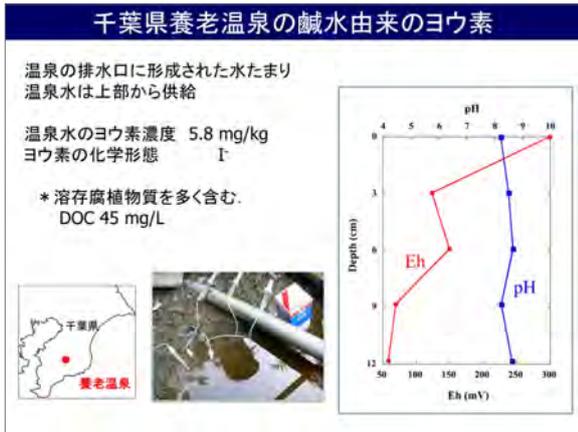
14



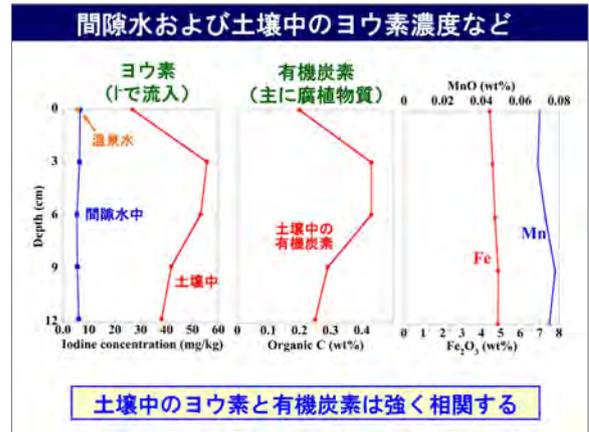
15



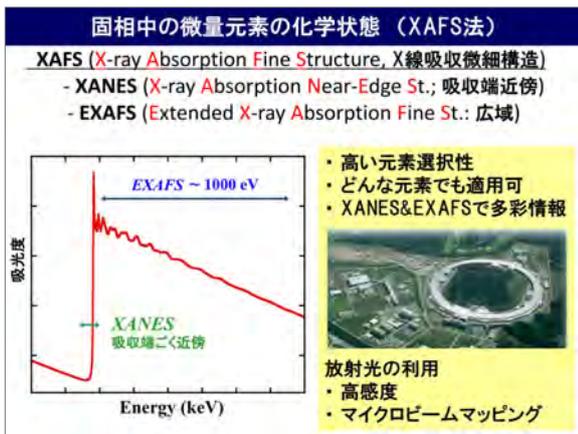
16



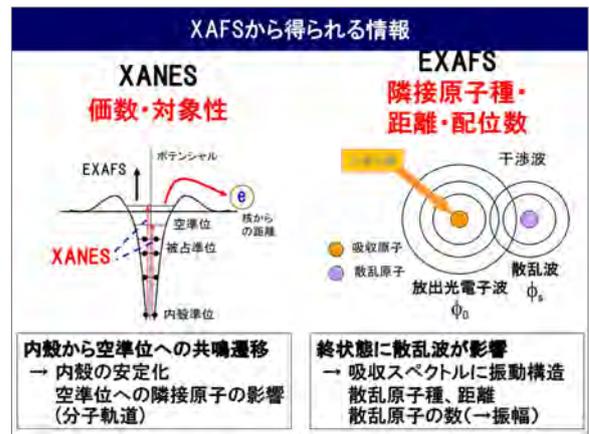
17



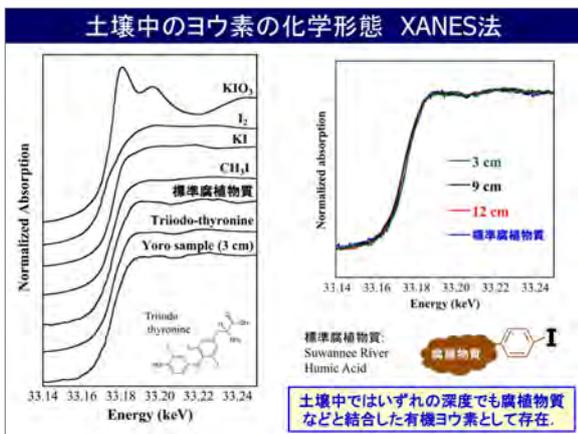
18



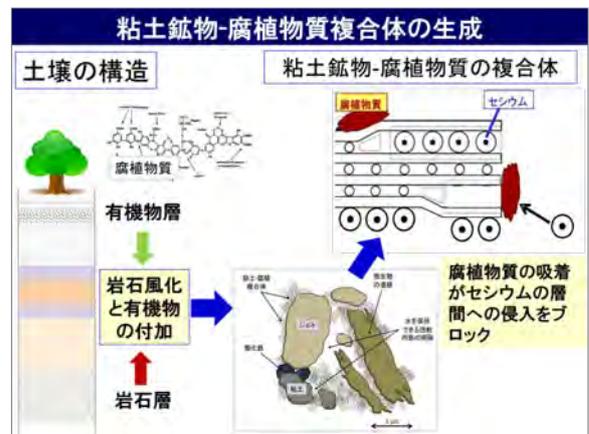
19



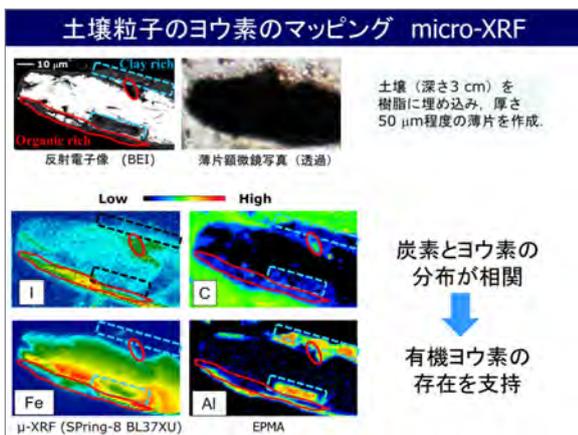
20



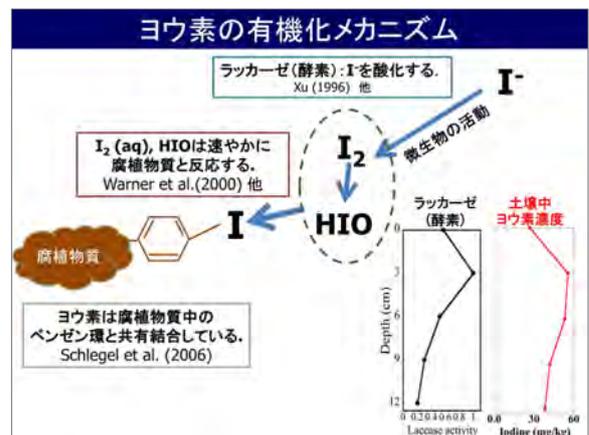
21



22



23

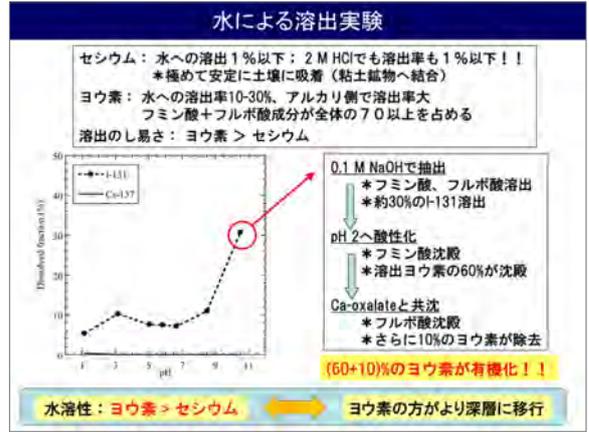


24

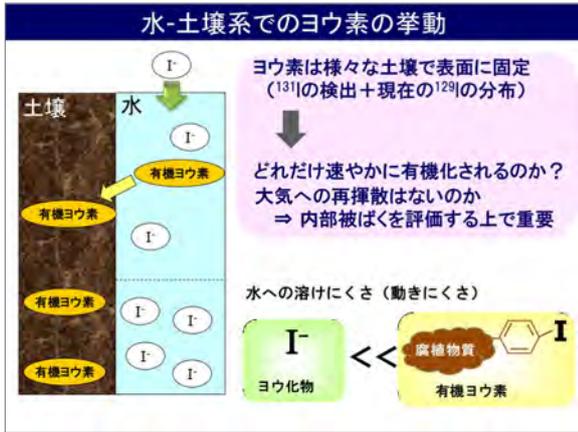
01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12



25



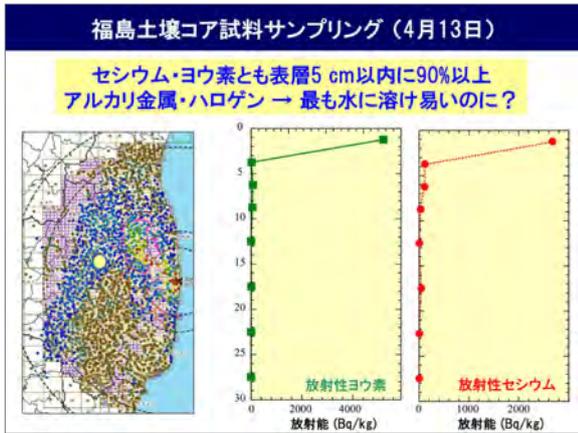
26



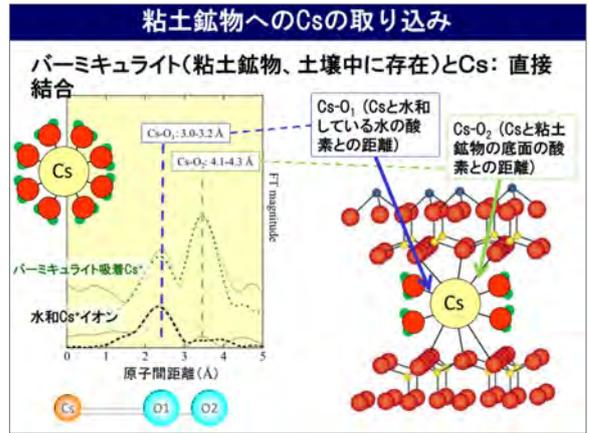
27



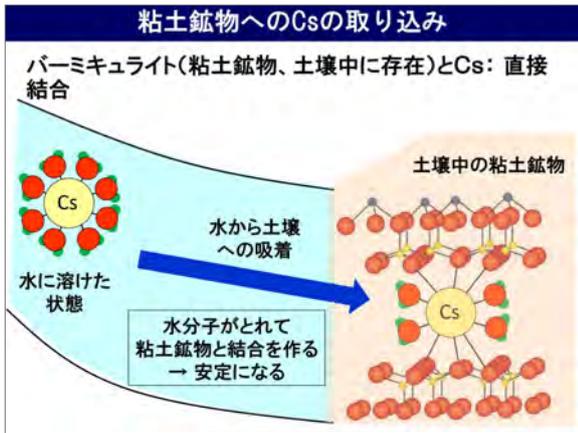
28



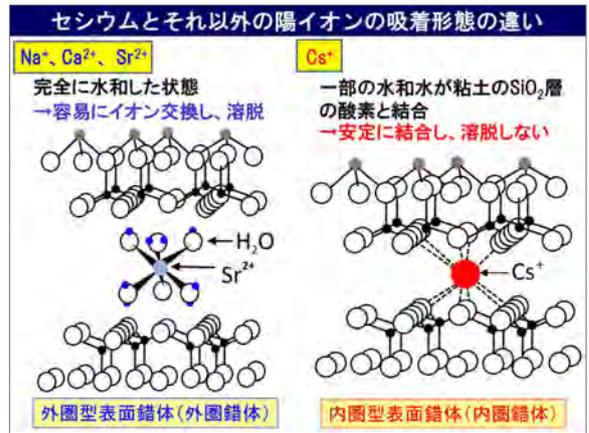
29



30



31



32

01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12

河川中のセシウムの化学状態：チェルノブイリ

溶存有機物濃度
- 福島: 1-2 mg/L
- チェルノブイリ: 19 mg/L

チェルノブイリでは、セシウムは溶けた状態で運ばれる。

41

有機物のコーティングによるセシウム吸着の阻害

有機物なし ⇒ 内圏錯体 ⇒ 溶存Csが少ない
有機物あり ⇒ 外圏錯体 ⇒ 溶存Csが多い

福島
チェルノブイリ

有機物濃度や鉱物組成が、セシウムの溶存状態の割合に影響

溶存状態の割合のモデル化は、生態系への移行解析で重要

$$Cs^+ + R \rightleftharpoons Cs-R$$

溶存態 吸着態

42

セシウムの溶解性の理解

溶ける or 溶けない? の理解が Csの移行挙動や生態移行の理解の第一歩

Sr²⁺ Cs⁺

地下に浸透 浸食・流出
地下水経由 河川運搬

マクロスケール

$$Cs^+ + R \rightleftharpoons Cs-R$$

溶存態 吸着態

43

放射性セシウムの吸着特性(RIP)を支配する因子の解明

44

河川浮遊砂試料

福島の主要河川31観測点

- 2011年以降の継続調査 (筑波大・恩田研と連携)
- 浮遊砂試料の継続採取
- 水試料のろ過・限外ろ過

No.	地点名	No.	地点名	No.	地点名
1	水堀川	11	月鏡	21	黒岩
2	口太川上流	12	二本松	22	富田橋
3	口太川中流	13	柳代田	23	太田
4	口太川下流	14	西川	24	小高
5	伏黒	15	北町	25	浅見
6	岩沼	16	川俣	26	津島
7	真野	17	丸森	27	積戸
8	小島田環	18	船岡大橋	28	高瀬
9	松原	19	瀬ノ上	29	原町
10	小名浜	20	八木田	30	赤沼
				31	亘理

45

GAMIによるセシウムの吸着のモデル化

General Adsorption Model (GAM)
(Bradbury and Baeyens, 2000; Fan et al., in revision)

堆積物に対するCsの等温吸着線
(i) Generalized adsorption modelによるfit
(ii) 各吸着サイトの寄与とK_dが得られる

$$K-illite + Cs \rightleftharpoons Cs-illite + K$$

$$K K_e = \frac{N_{Cs} a_K}{N_K a_{Cs}} = \frac{N_{Cs} \gamma_K(K)}{N_K \gamma_{Cs}(Cs)}$$

$$N_{Cs(or K)} = \frac{F_{Cs(or K)}}{Q}$$

$$K K_e = K_d(K) \frac{1}{Q}$$

サイトタイプ	サイト容量 (mmol/kg)	log ₁₀ K _d	log ₁₀ K _d	log ₁₀ K _d
Frayed edge site	0.28 × 10 ⁻³	7.0	4.6	
Interlayer site	4.0 × 10 ⁻³	3.8	1.7	4.0
Planar site	7.4 × 10 ⁻³	1.8	0.6	-0.3

46

河川浮遊砂への吸着の General Adsorption Modelによる解析

FESサイトがCs吸着に寄与: Csの吸着はRIPで評価可能

放射性セシウム濃度が高い場合(1 Bq/L程度)でも、この範囲に入る

47

多くの因子を考慮したCs吸着モデルの構築

セシウム吸着のモデル化に必要なこと ⇒ 現場分析と室内実験からの化学的特性評価が必須

- 陽イオン交換容量
- 粒径効果 (比表面積)
- 鉱物組成
- 有機物の影響

表面積 鉱物組成 有機物が複合的に影響

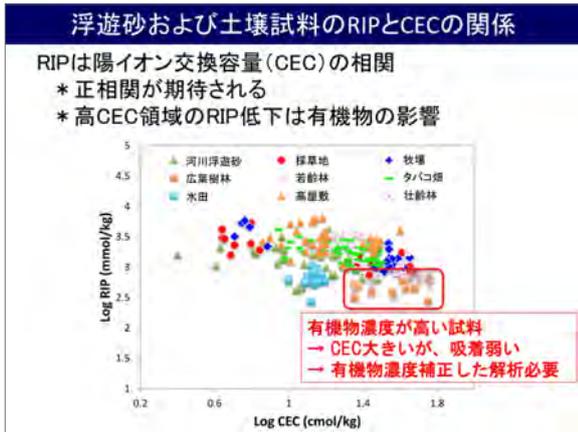
粒径組成はサイトに依存

鉱物組成はサイトに依存

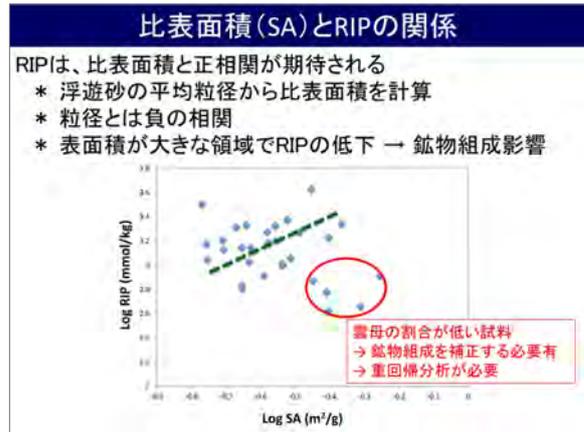
有機物には吸着阻害効果がある

*リターや生物粒子は異なる効果を持つ

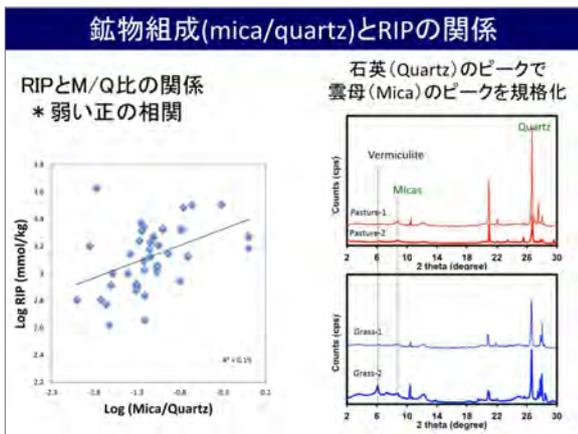
48



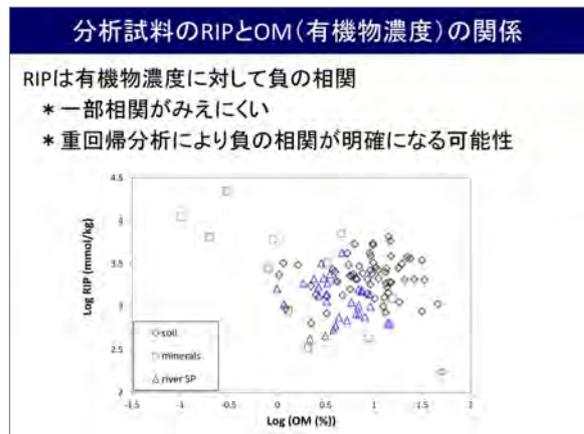
49



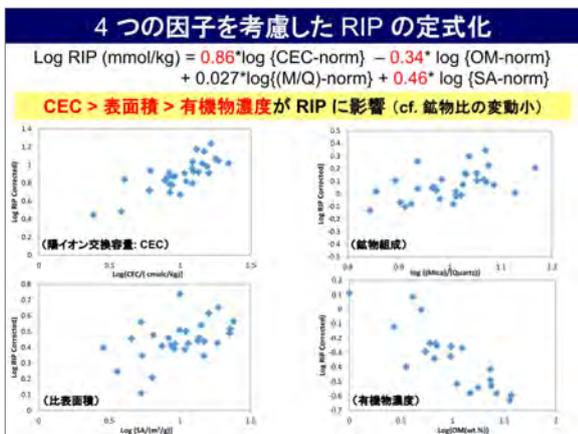
50



51



52



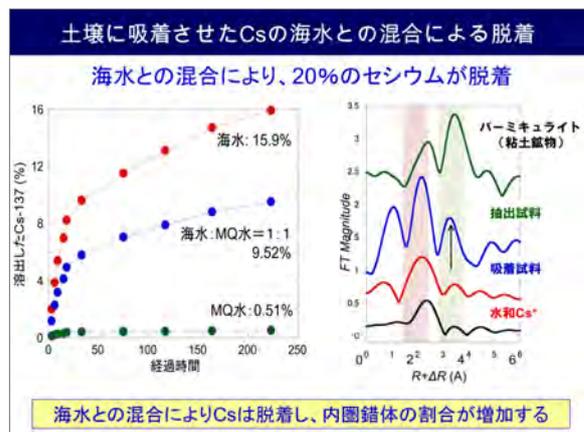
53

これからの(科学的な)課題

54

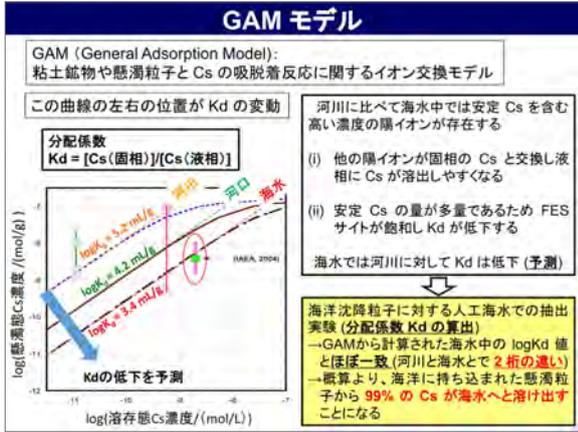


55

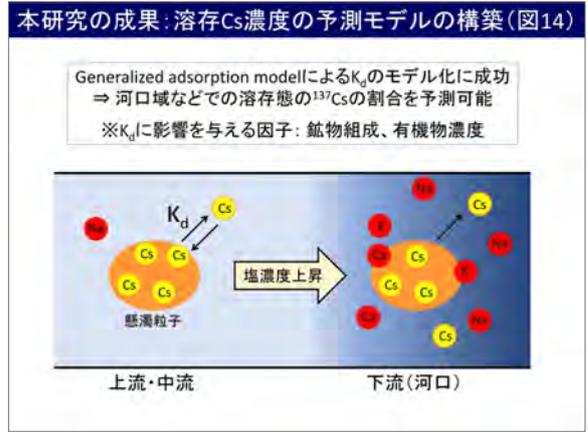


56

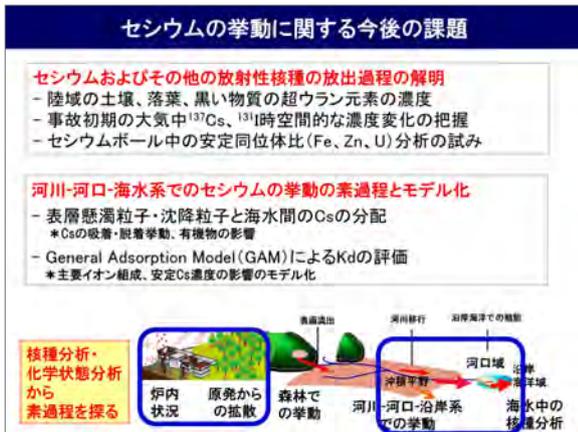
01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12



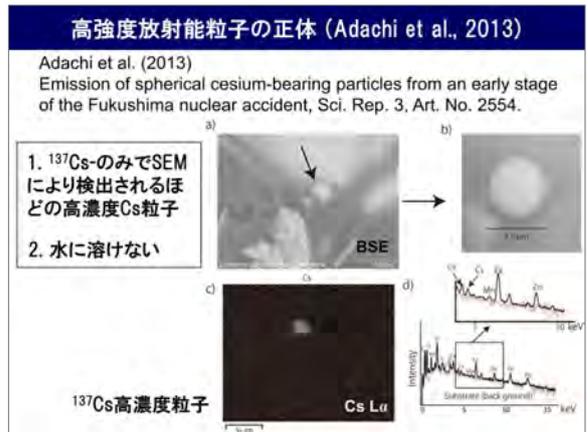
57



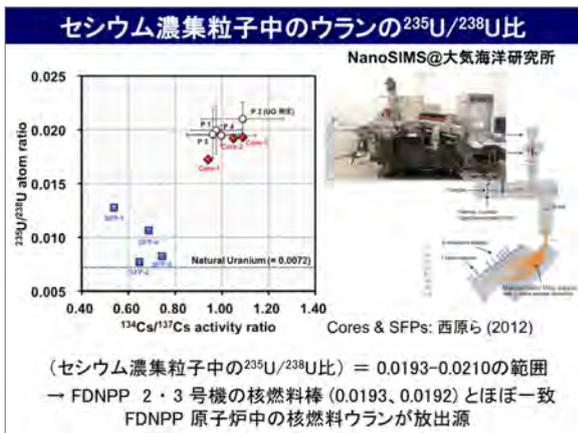
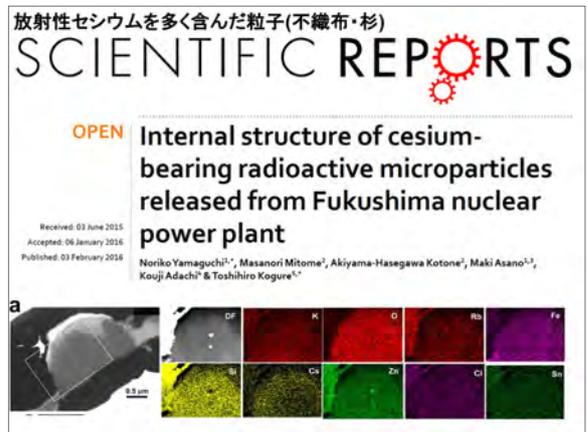
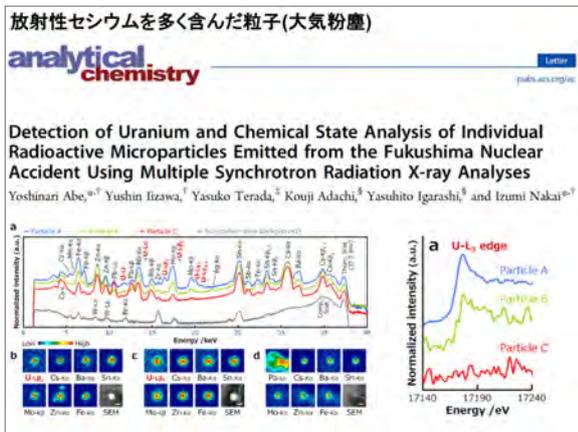
58



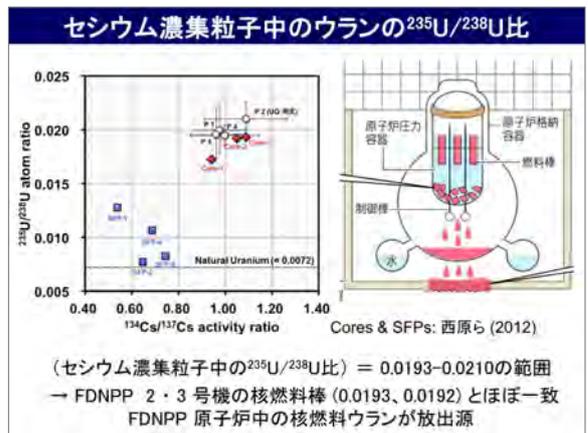
59



60



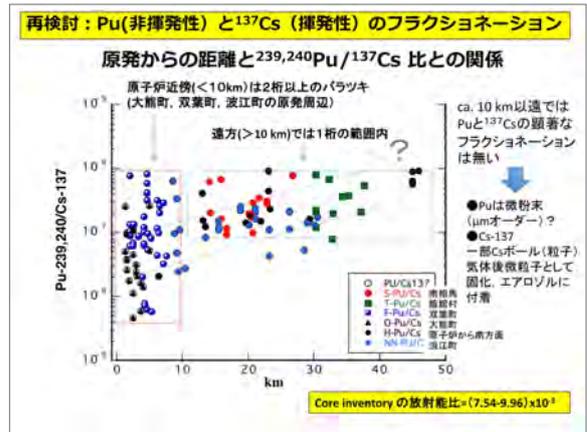
63



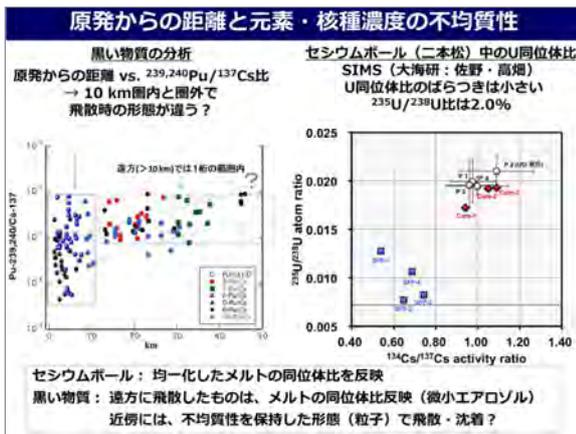
64



65



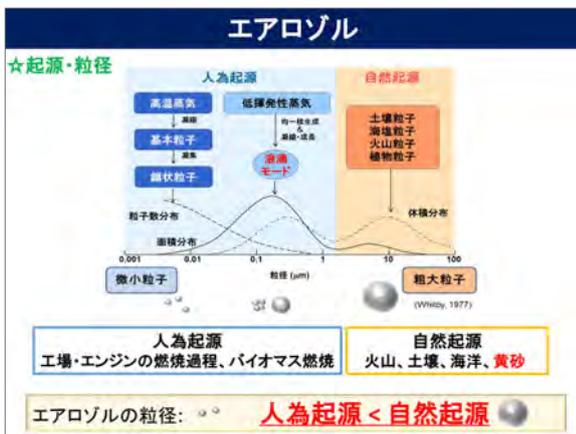
66



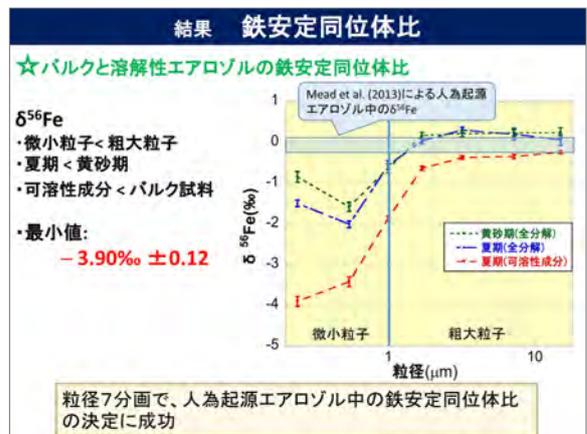
67

燃料メルトからの放射性核種の放出は 気化を経たか?

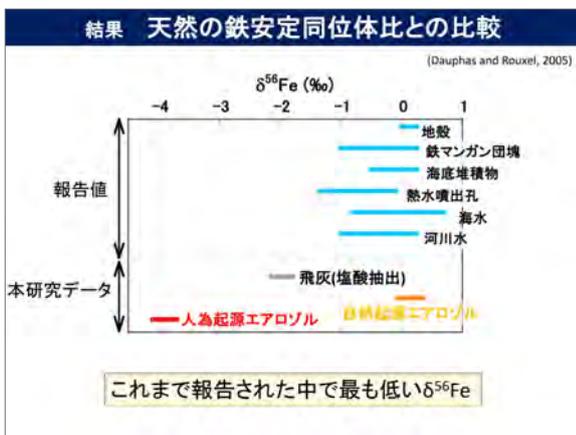
68



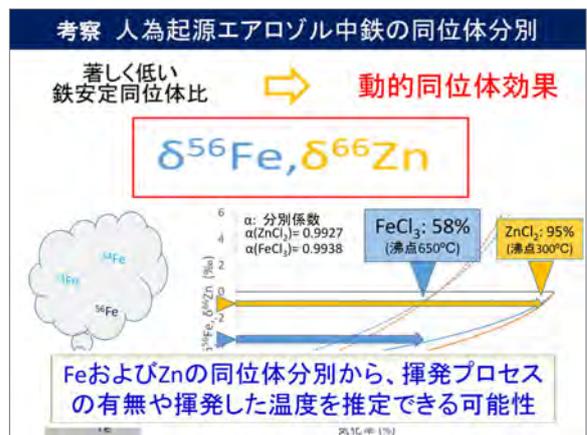
69



70



71



72

01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12

01
.....
02
.....
03
.....
04
.....
05
.....
06
.....
07
.....
08
.....
09
.....
10
.....
11
.....
12

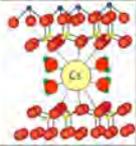
まとめ

1. セシウムやヨウ素の水溶性や移行は、XAFS法などによる化学種の特定制により合理的に理解可能。
2. その理解に基づき吸着反応のモデル化などにより、セシウムの脱吸着挙動を予想することができる。
3. 河口-海水系では、塩分濃度や安定セシウム濃度の増加により、セシウムが溶解する可能性が高い。
4. 今後の課題として、放射性物質の大気への放出および拡散の化学的描像や、懸濁粒子が河口から海洋に移行した場合の脱離挙動が挙げられる。



Sr^{2+} Cs^{+}

地下に滞留
地表に流出
地下を移動
土壌に吸着
川に溶出



Cs^{+}

炉内状況

原発からの拡散

森林での挙動

河川

河口-沿岸系での挙動

沖積平野

河口域

沿岸域

海水中の核種分析

73

12-4 福島畑地土壌におけるカリウム動態について

濱本 昌一郎

第12回放射能の農畜水産物等への影響についての研究報告会

福島畑地土壌におけるカリウム動態について

濱本昌一郎・二瓶直登
 東京大学 大学院農学生命科学研究科

農地土壌中の放射性セシウム濃度

福島県の農地土壌中の放射性セシウム濃度分布推定図
 (農林水産省, 2012を改変)

カリウム施肥

大豆の放射性Cs濃度 (Bq/kg 乾燥重)

大豆の放射性Cs濃度 (Bq/kg 乾燥重)

土壌中の交換態K濃度 (mg K/100g 乾土)

土壌中の交換性カリ含量とダイズ子実中の放射性セシウム濃度の関係
 (農林水産省, 2015)

カリウム施肥

「ふくしまからはじめよう。」農業技術情報 (第44号) 平成26年4月21日
大豆とそばの放射性セシウム吸収抑制対策
 福島県農林水産部

(1) 土壌分析に基づくカリウムの施肥
 ア 大豆
 (ア) これまでに子実の放射性セシウム濃度が50Bq/kgを超過した地域など放射性セシウム濃度が高い大豆が生産されるおそれのある地域では、作付け前の土壌中の交換性カリ含量の改善目標を50mg/乾土100g以上とします。一方、50Bq/kg以下の地域では改善目標を25mg/乾土100g以上とします。

土壌中の交換性カリ含量 (mg K₂O/100g)

(農水省HP)

カリウム施肥効果の低い土壌(カリウム問題土壌)

子実の放射性Cs濃度 (Bq/kg)

土壌の交換態K濃度 (mg K/100g 乾土)

福島県内土壌のK濃度と子実のCs濃度
 (福島県農業総合センター, 2015を改変)

目的

放射性Cs吸収抑制効果の低い福島県内畑地土壌における施肥したKの動態を明らかにする。

1. K添加試験
2. ⁴²Kを用いたカラム実験

実験試料

H₂E試験 (Kを施用して、子実中の放射性Cs濃度を測定)

基準値超過土壌

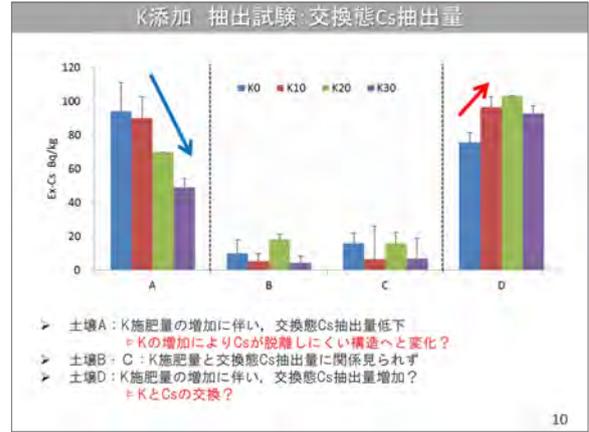
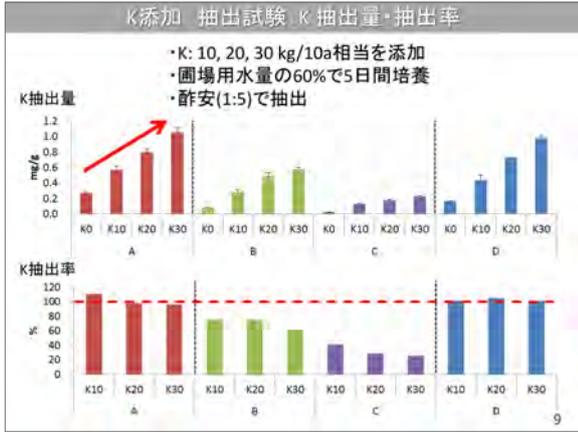
- 土壌A: K施用で子実中Cs濃度 低
- 土壌B: K溶脱?で土壌中交換態K 低
- 土壌C: (不明)
- 土壌D: 低減するが子実中Cs濃度 高

	土壌中の ¹³⁷ Cs濃度(Bq/kg)		TC (%)	土性
	全量 ¹³⁷ Cs	交換態 ¹³⁷ Cs		
A	1837	82	1.41	Light Clay
B	2307	4	0.77	Sandy Loam
C	987	4	0.66	Sandy Clay Loam
D	1590	49	2.64	Light Clay

1. K添加試験

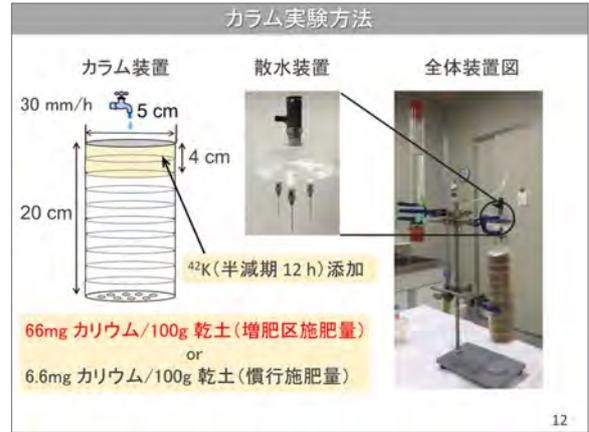
2. ⁴²Kを用いたカラム実験

Kを添加することによる土壌中の交換態K及び¹³⁷Cs抽出量変化を調べる



- K添加試験 (バッチ試験)
- ⁴²Kを用いたカラム実験

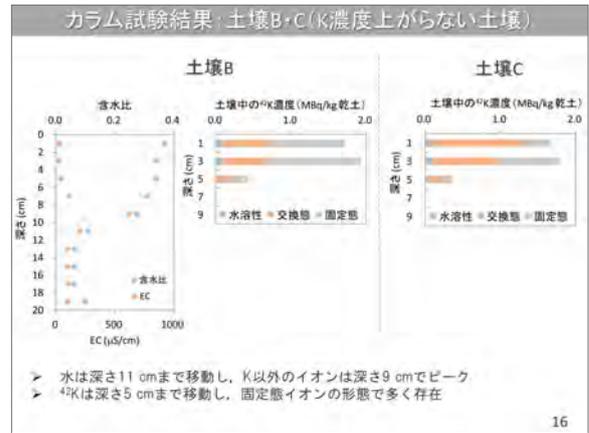
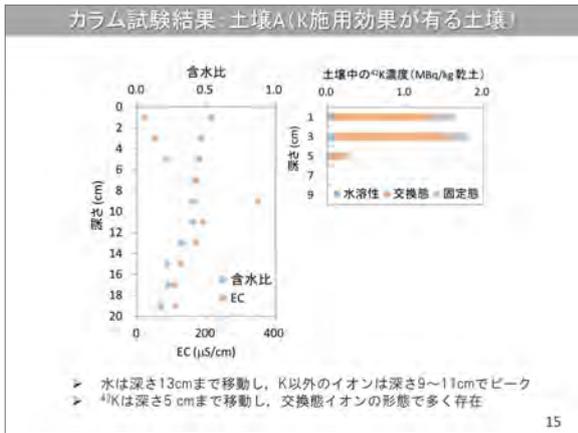
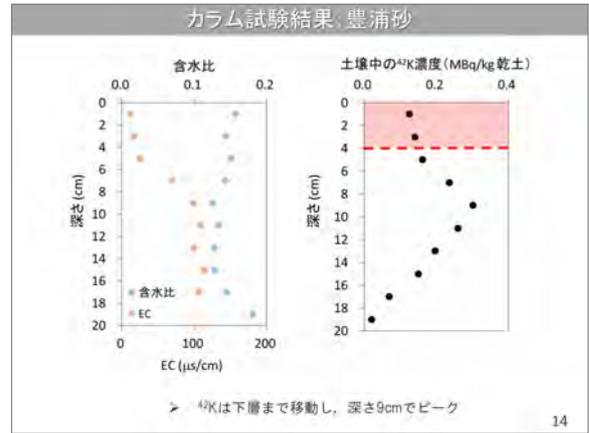
トレーサーとして⁴²Kを用いたカラム実験により投与したKの土壌内挙動を把握す

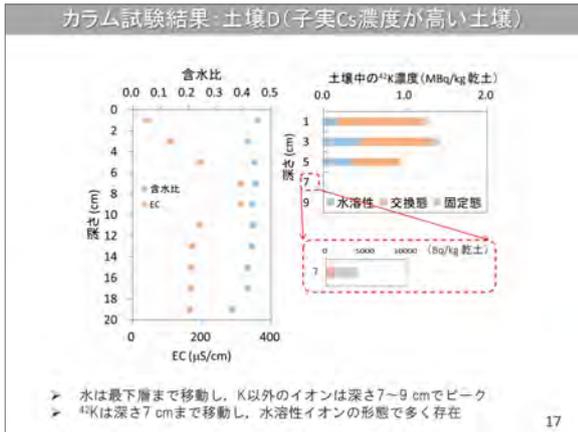


測定項目

- ・⁴²K, ¹³⁷Csの全量 ⁴²K, ¹³⁷CsはRI施設内で測定
- ・含水比
- ・EC (水抽出)
- ・pH (水抽出, 1M 酢安 (酢酸アンモニウム) 抽出)
- ・抽出溶液の各種イオン濃度 (水抽出, 酢安抽出)
- ・抽出溶液に含まれる⁴²K, ¹³⁷Cs (水抽出, 酢安抽出)

水溶性イオン = 水抽出
 交換態イオン = 酢安抽出 - 水抽出
 固定態イオン = 全量 - 酢安抽出





17 17

各土壌における⁴²K存在形態

	増肥区施肥量			慣行施肥量		
	水溶性	交換態	固定態	水溶性	交換態	固定態
A	0.05	0.77	0.19	0.03	0.75	0.21
B	0.04	0.33	0.63	0.04	0.52	0.45
C	0.05	0.62	0.33	0.03	0.72	0.24
D	0.26	0.69	0.04	0.11	0.77	0.13

増肥区: 他の土壌に比べて、
 ➢ 土壌A: 交換態K
 ➢ 土壌B・C: 固定態Kの割合が高い
 ➢ 土壌D: 水溶性K

慣行区に比べて増肥区では、
 ➢ 土壌A: 割合は変わらず
 ➢ 土壌B・C: 固定態Kの割合増加
 ➢ 土壌D: 水溶性Kの割合増加、固定態Kの割合低下

18 18



19 19

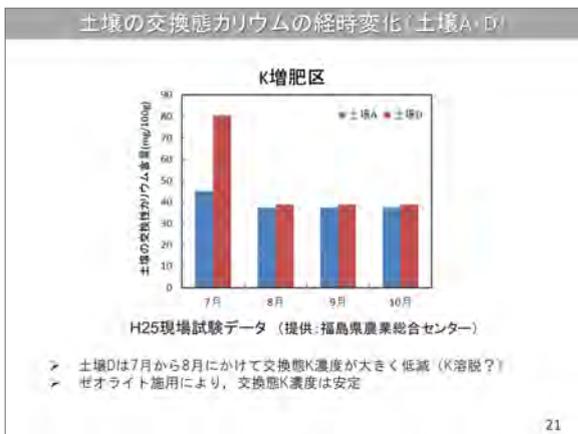
各土壌のまとめ

土壌A
 施肥したKの多くが交換態として存在する。
 ⇒ Csに対する競合イオンとして機能し、根によるCs吸収抑制に効果を発揮

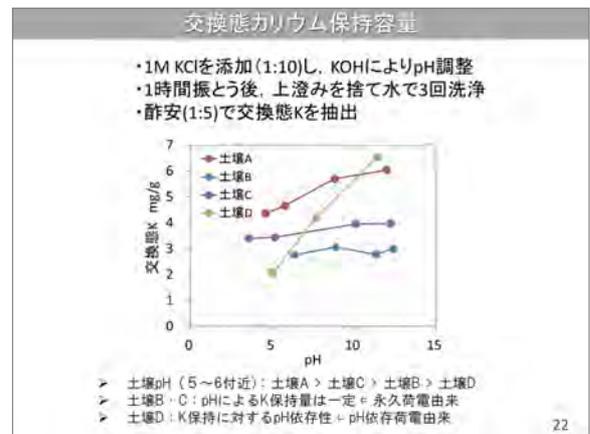
土壌B・C(Kの溶脱が原因と言われてきた土壌)
 固定態Kとしての存在割合が高い。
 ⇒ 土壌中の交換態Kが増加しなかった原因

土壌D(子実中のCs濃度が高い土壌)
 水溶性Kとしての存在割合が高い。
 ⇒ 長期的に見ればK溶脱の可能性

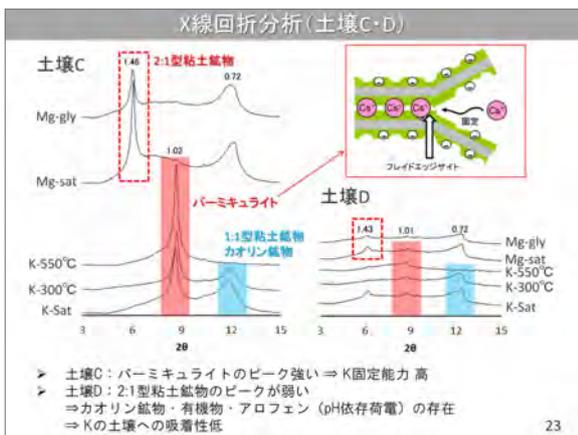
20 20



21 21



22 22



23 23

今後の課題

・異なる物理特性(鉱物組成・初期水分・乾燥密度)を有する土壌を用いたK動態把握
 ・K施用後の長期的なKとCs動態把握
 ・根-土壌間でのKおよびCs動態(根近傍域における物質動態)
 ⇒ 潜在的なCs吸収リスクのある土壌の把握と要因解明

24 24

01
.....
02
.....
03
.....
04
.....
05
.....
06
.....
07
.....
08
.....
09
.....
10
.....
11

謝辞

- ・福島県農業総合センター：
平山 孝 氏
- ・農研機構 東北農業研究センター：
江口 哲也 氏・久保 堅司 氏

25 25

ご清聴ありがとうございました。

26

12

12-5 有機物が多い土壌におけるセシウムの再分布

西村 拓

2013年12月20日、第68会期国際連合総会で次の2つのことが宣言されました。

1. 12月5日を世界土壌デーとする。
2. 2015年を国際土壌年とする。

World Soil Day
2015 International Year of Soils

東京大学

有機物が多い土壌におけるセシウムの再分布

西村 拓
東京大学大学院農学生命科学研究科
生物・環境工学専攻 環境地水学研究室

協力： Dang Quoc Thuyet博士、辰野宇大氏、古川純氏(筑波大)
東京大学大学院農学生命科学研究科放射性同位元素施設、
福島さいせいの会、環境地水学研究室一同

東京大学

放射性Cs流出量の分布(飯館村の例)

真野川
比菅川

放射性Cs流出量 (kBq・m²・y⁻¹)

0 - 1
1 - 2
2 - 3
3 - 4
4 - 5
5 - 6
> 6

真野川、比菅川のモニタリングとWEPP(侵食予測)プログラムによる推定結果
辰野他(2014) 農業農村工学会大会講演会

東京大学

土壌侵食による放射性Cs流出の可能性

辰野他(2014) 農業農村工学会大会講演会

	放射性Cs沈着量 (kBq/m ² /y)	放射性Cs流出量 (kBq/m ² /y)	放射性Cs年間流出率 (%)	放射性Cs流出年数 (%)
真野川	458.3	0.90	0.20	509
比菅川	1026.5	1.98	0.19	518

・環境省の試算結果に近い(0.13%, 福島県川俣町茨石山流域) (参照:「森林除染に係る知見の整理」平成25年8月27日環境回復検討会議資料)

放射性Csは森林周辺に留まっている→そこでどう振舞う?

以前の報告会では、大手先生、三浦先生が話題提供

東京大学

項目

1. 放棄林地土壌における2013-2015のCs分布の変化
2. 溶存有機物とCsの土壌への吸着特性
3. 溶存有機物の有無・タイプとCsの移動性

- ✓ まず、実態把握
- ✓ 評価ではなく、現地の対策に有効になれば...
- ✓ 本日は、放棄林地を対象にしているが、汚染有機物を埋め込んだ農地や仮置き場に蓄積されている汚染有機物など、潜在的な対象は少なくない。

東京大学

Csが地表近傍に集中

分布の変化から、侵食量を推定できる。

大気圏内核実験後に同様の研究はいつも行われている。国内では、佐久間(北大)、恩田(筑波大)等

出典) JAEA(文部科学省) 平成24年度放射能測定調査委託事業「福島第一原子力発電所事故に伴う放射性物質の長期的影響把握手法の確立」成果報告書

東京大学

現地調査

当初は、地表面の状態が異なる斜面からの侵食とCs再分布の関連を対象に考えていた

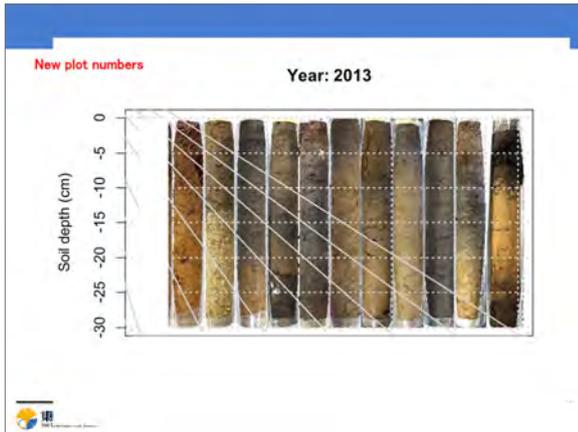
斜面上方リター層
中層: 薄いリター、雑草
下方の緩傾斜、裸地が目立つ

Sampling
0-30 cm surface soil
12 plots, 2013-2015
Litter samples at No.6

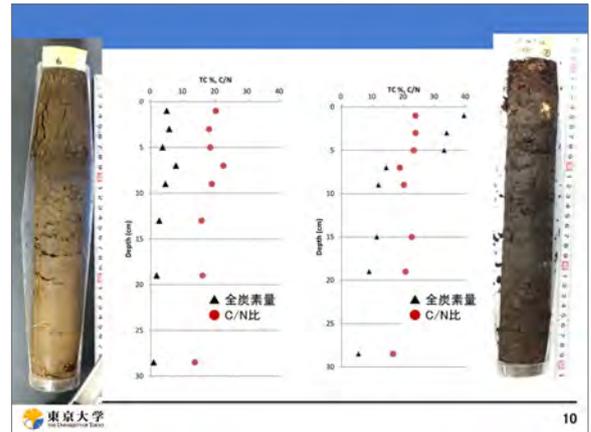
東京大学

site Number
top 0-2cm [Bq/kg]
middle 2-4cm [Bq/kg]
Green 4-6cm

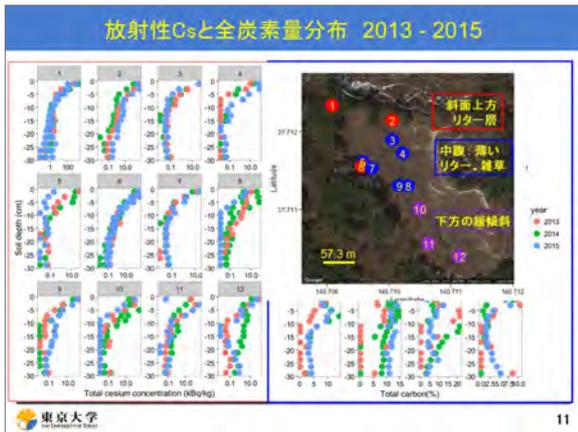
東京大学



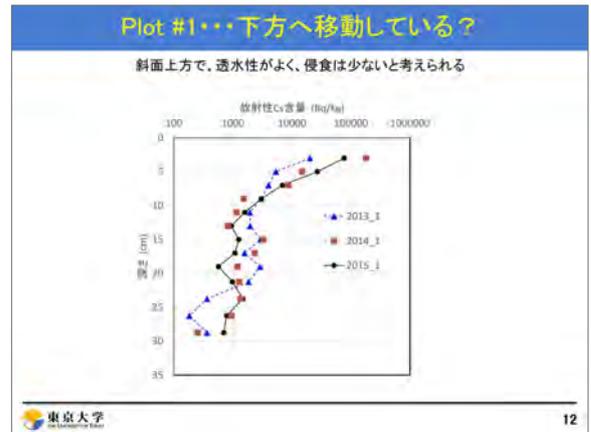
9



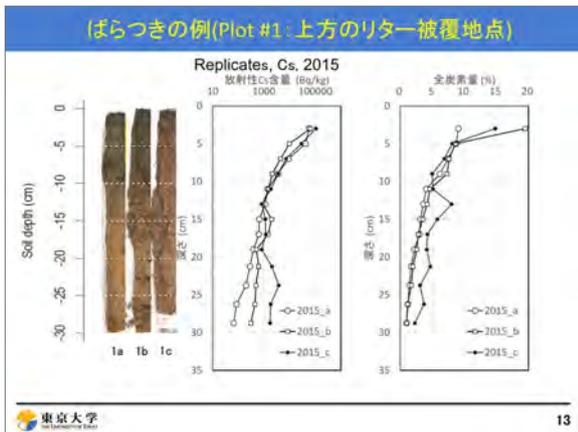
10



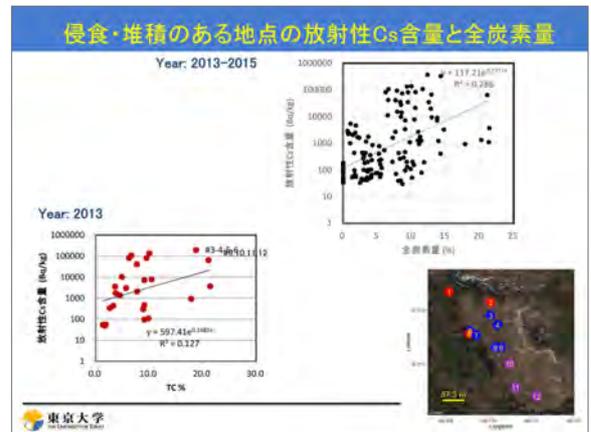
11



12



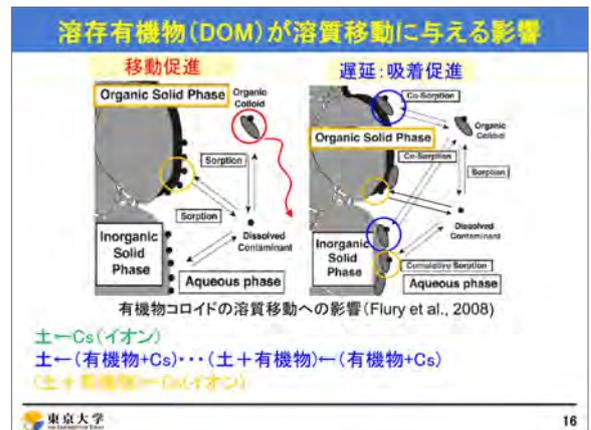
13



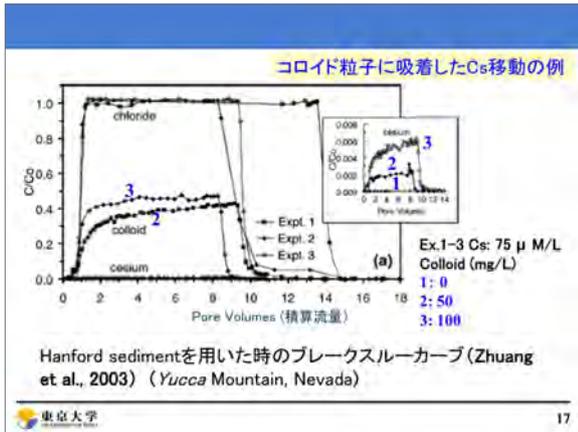
14



15



16



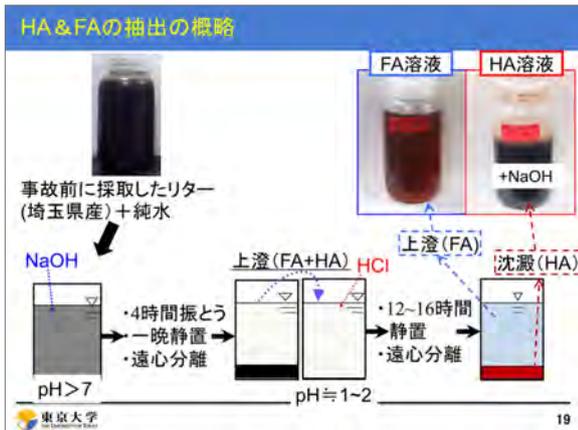
17

水田代かき除染の実験など今までの検討から土壤中の粘土粒子の移動はそれほど大きくないと思われる。

有機物に由来するコロイド類の検討
 ✓ DOM(溶解有機物): 水中の0.45 μ m以下の大きさの有機物
 ✓ 腐植酸(Humic Acid:HA):アルカリ可溶一酸沈殿(<0.45 μ m)
 ✓ フルボ酸(Fulvic Acid:FA):アルカリ可溶一酸可溶(<0.45 μ m)

1. 土壌(マサ土)への吸着
2. 有機物との混合とマサ土中のCsの移動
3. (未)有機物がある土層へのCs負荷後の分布

18



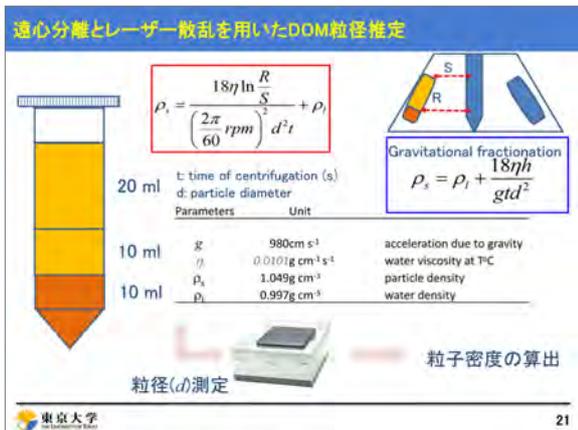
19

Cs試料

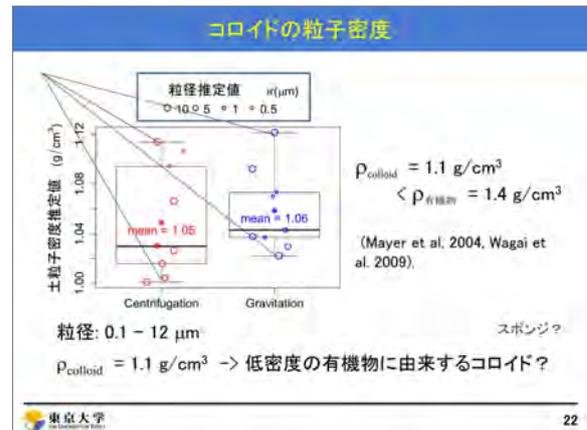
1. Cs溶液
CsCl試薬(関東化学株式会社)を使用
2. 有機物混合態Cs溶液(コロイド分散系Cs溶液)
Cs溶液に有機物溶液(DOM溶液, HA溶液, FA溶液: 0.45 μ m フィルター通過分)を混合し, 2時間振とうさせたもの

	粒径 (nm) pH ≈ 2	粒径 (nm) pH ≈ 5	Zeta potential (mV) pH ≈ 2	Zeta potential (mV) pH ≈ 5
FA	995 (430-650)	365 (284-439)	-5.3 ~ -7.2	-7.2 ~ -8.2
HA	1950 (1000-1500)	305 (187-433)	-16.9 ~ -17.5	-27.3 ~ -27.5

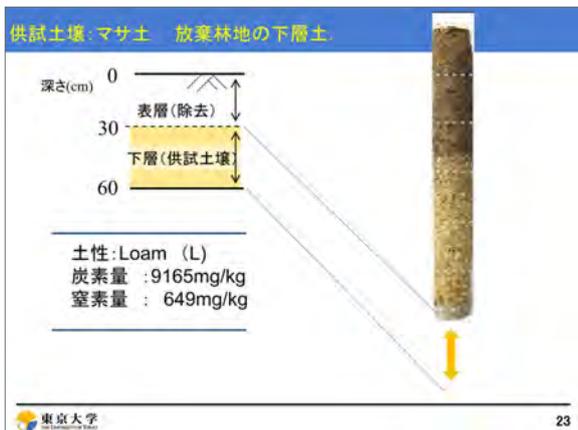
20



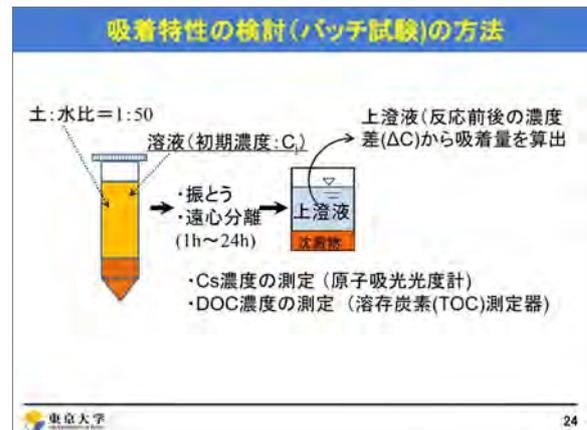
21



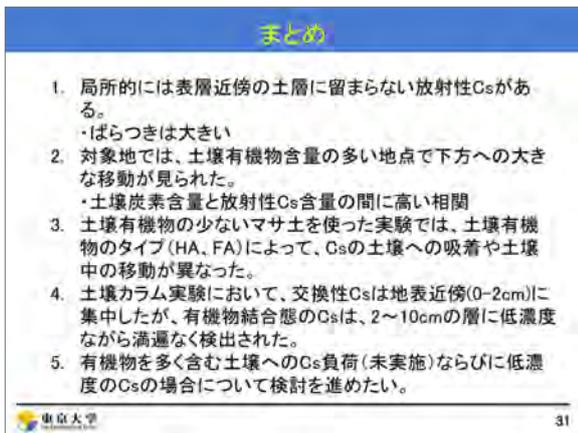
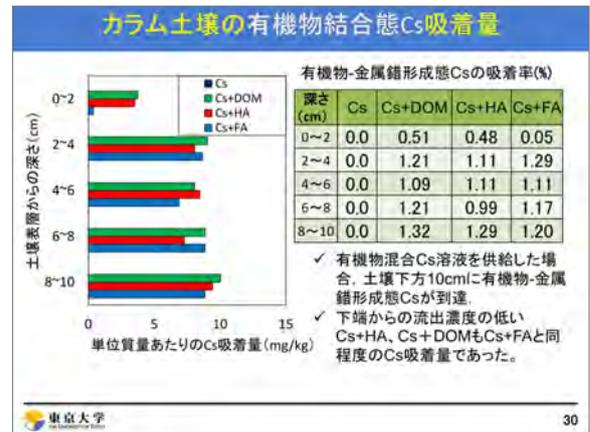
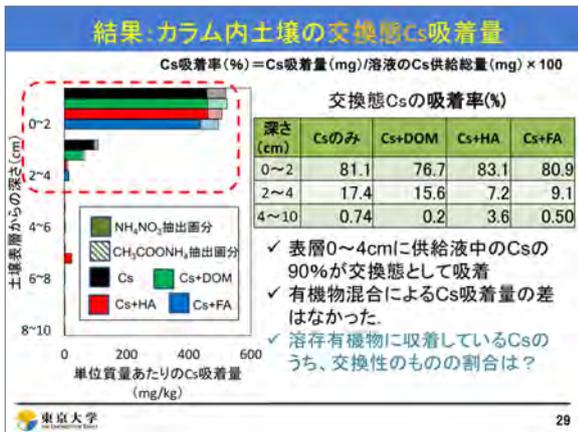
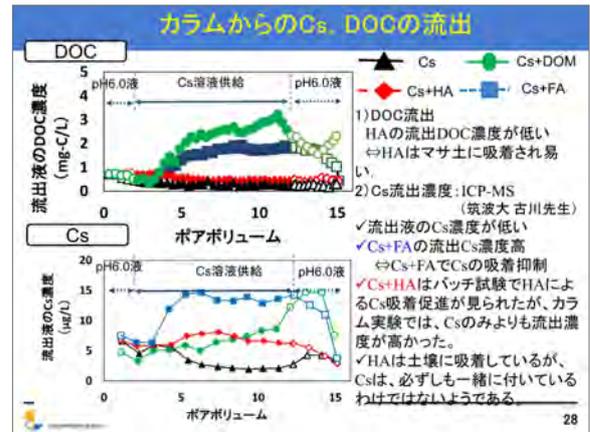
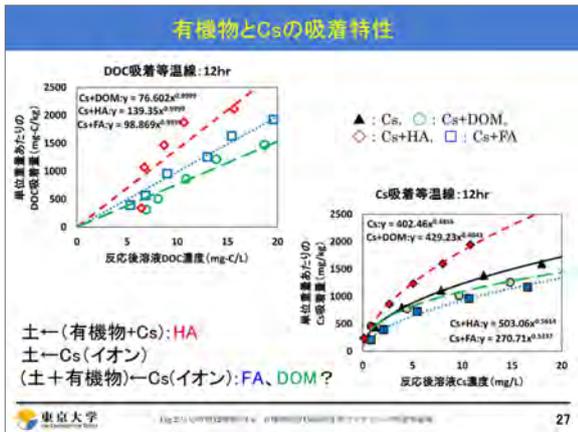
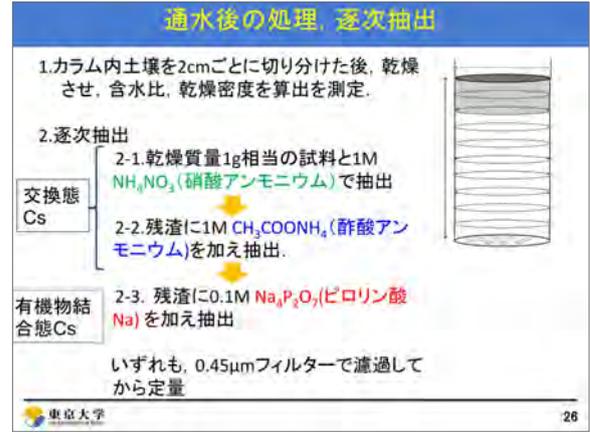
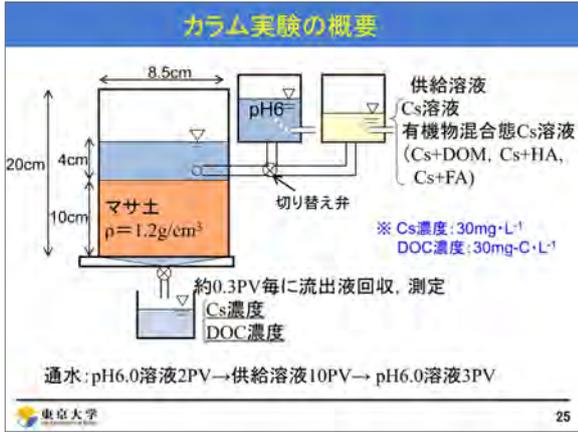
22

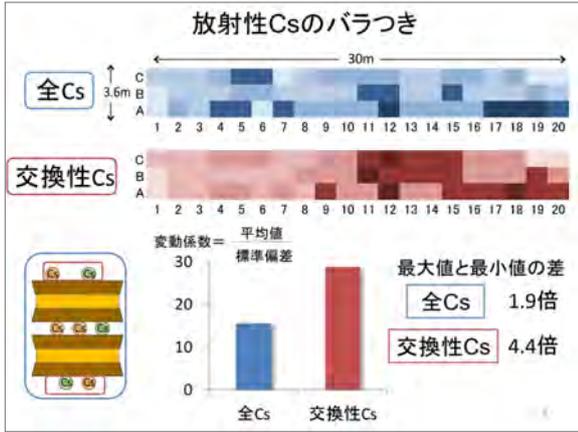


23

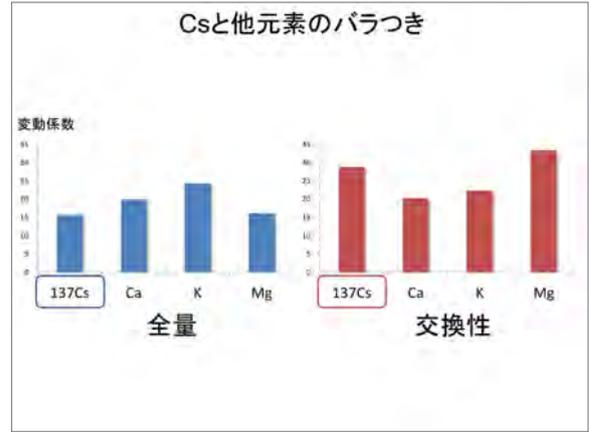


24

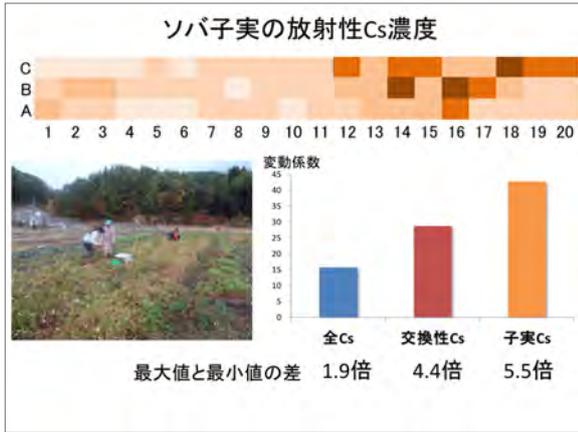




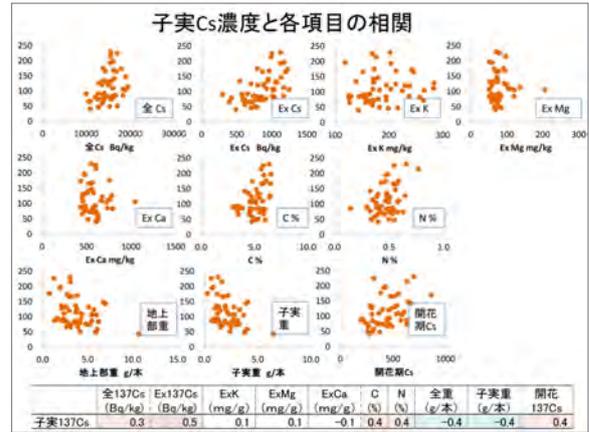
9



10



11



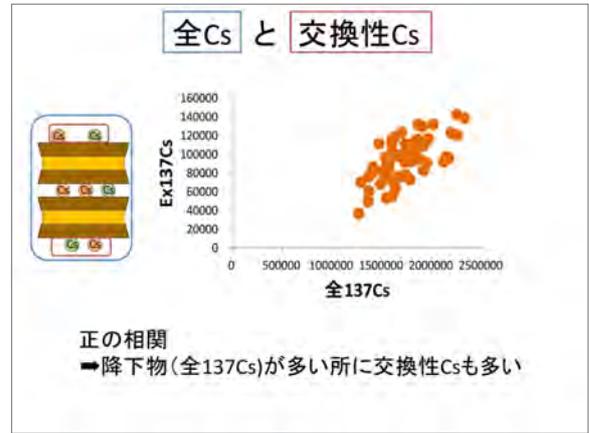
12

どのような土壌で子実の放射性Csが高いか？

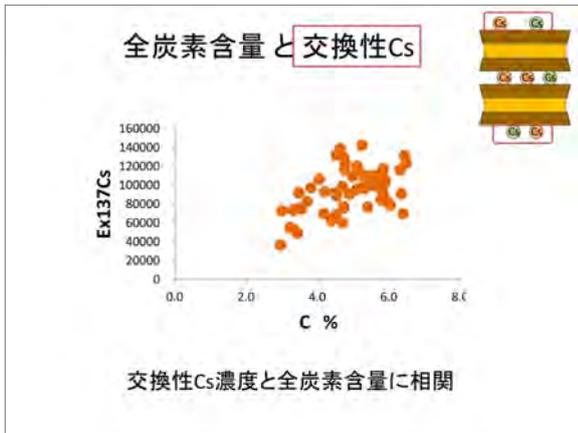
↓

どのような土壌の交換性Csが高いか？

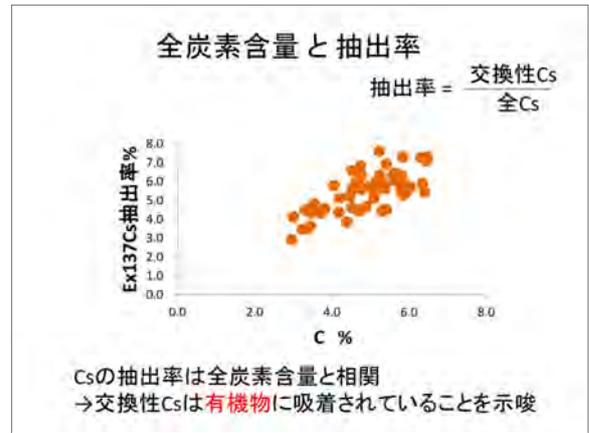
13



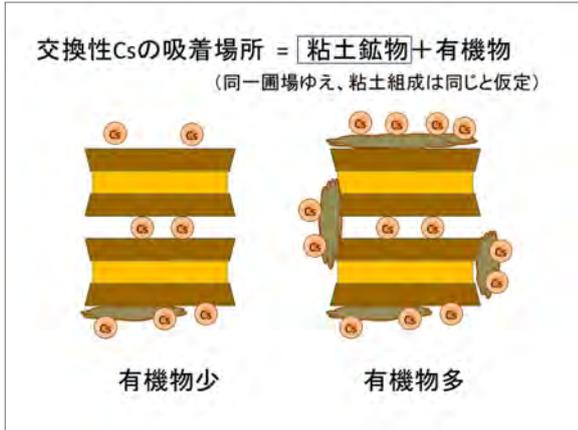
14



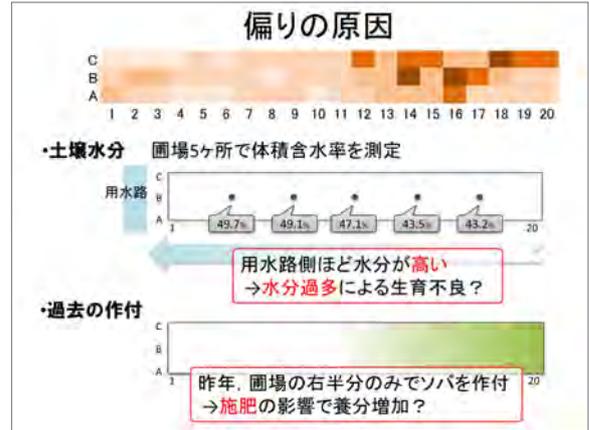
15



16



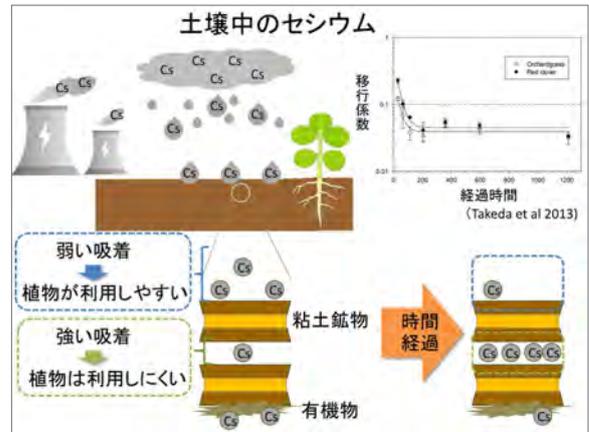
17



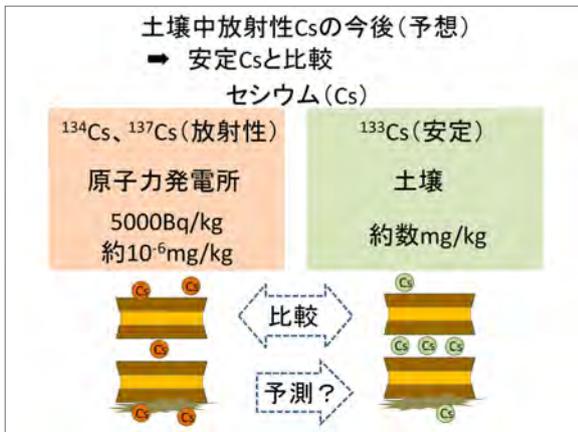
18

今後の放射性Csの挙動(予想)

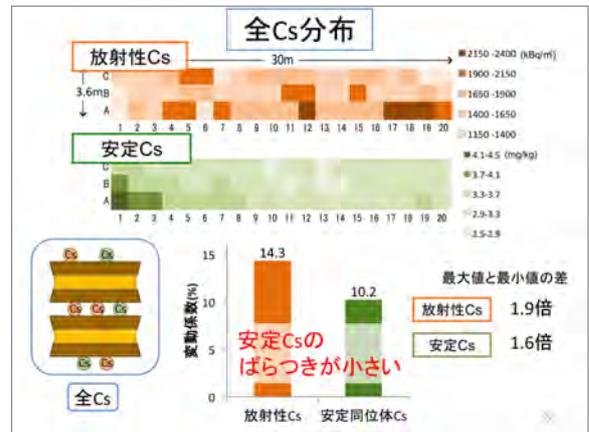
19



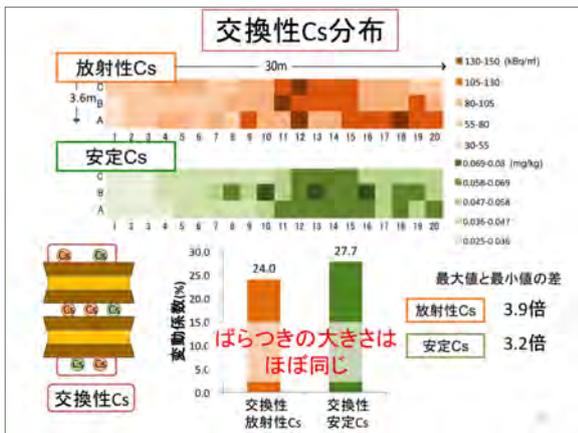
20



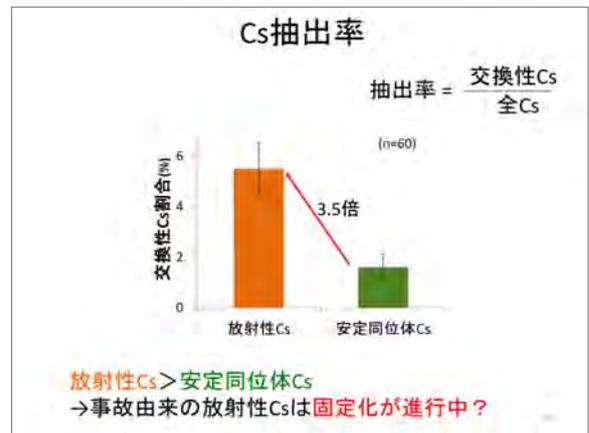
21



22



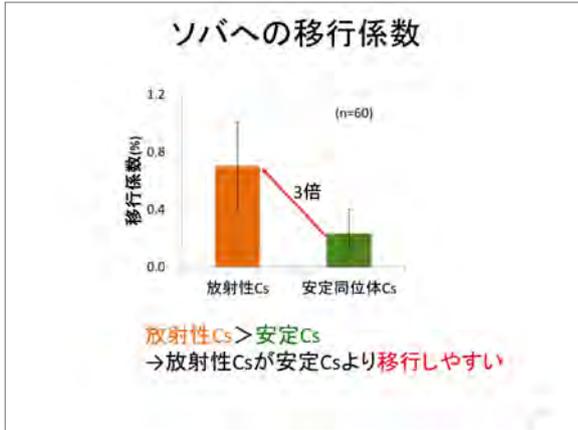
23



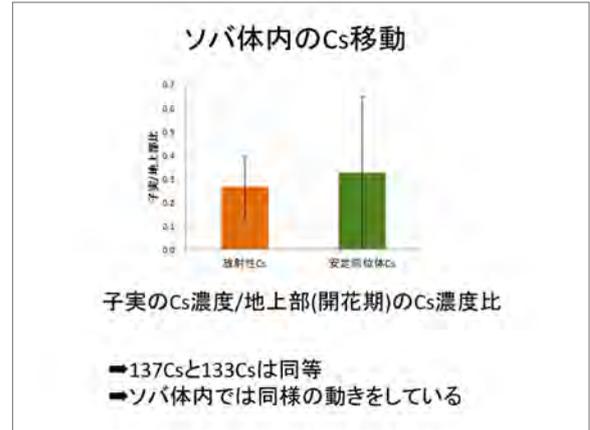
24

01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11

01
.....
02
.....
03
.....
04
.....
05
.....
06
.....
07
.....
08
.....
09
.....
10
.....
11



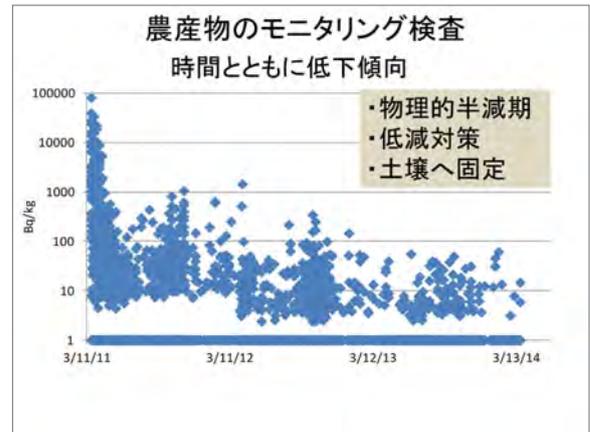
25



26

- ### 圃場内バラつき
- ・全Cs > 交換性Cs
 - ・作物 > 土壌
- ### 土壌中の存在形態 (同一圃場での比較)
- ・交換性Csと全炭素含量に相関
 - 交換性Csは**有機物**に吸着されていることを示唆
- ### 土壌中の存在形態
- ・交換性Csの抽出率: **放射性Cs > 安定Cs**
 - ・作物の移行係数: **放射性Cs > 安定Cs**
 - 事故由来の放射性Csは**固定化**が進行中?

27



28

謝辞

- ・森美穂子さん(平成26年度卒業)
- ・大久保金一さん(農家)
- ・福島再生の会の皆さま
- ・関谷信人准教授(三重大学)
- ・古川純准教授(筑波大学)

ご清聴ありがとうございました。

29

12

12-7 放射性セシウムの添加による土壌への固定状態の経時変化

塩沢 昌

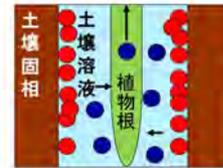
放射性Csの添加による 土壌への固定状態の経時変化

東京大学大学院農学生命科学研究科
生物環境工学専攻 農地環境工学研究室
塩沢 昌、光岡伸子
放射性同位元素施設
二瓶直登、田野井慶太郎

研究の背景

放射性セシウムは土壌に固定されやすい

- ・土壌水とともに移動しにくい
- ・植物に吸収されにくい



セシウムの土壌への固定

1. 弱い固定:
土粒子の電荷による一般的な陽イオン固定。
負電荷をもつ土粒子や有機物は陽イオンを引きつけている。
交換性陽イオン(Ca²⁺, Na⁺, NH₄⁺, K⁺, Cs⁺)
2. 強い固定
特定の粘土鉱物(2:1型層状硅酸塩)の表面へのCsの特異的な固定

分配係数 (K_d) = $\frac{\text{土壌に固定されたCs量 (mg/kg土)}}{\text{土壌水中のCs量 (mg/L水)}}$

IAEA handbook $K_d = 1200$ (平均) (Sr: $K_d = 57$)

日本の水田土壌での実験室での測定によれば、
 $K_d = 200 \sim 20000$ (数値)
(石川、内田、田上, Radiotopes, 56, (2007))



浸透水とセシウム(Cs)の移動速度(理論)

水の浸透量 = 降水量(1600mm/y) - 蒸発散量 = 1000 mm/y

土壌固相 土壌水 土壌気相

土粒子 有機物

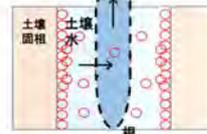
吸収

水分子の速度
= 浸透量 / 体積含水率(θ)
= 1000 / 0.5
= 2000 mm/y = 2 m/y

Csの移動速度 = $\frac{\text{土壌水中のCs量}}{\text{土壌のCs量}} \times \frac{\rho_s}{\rho_w}$
水の移動速度 = $\frac{K_d \theta}{\rho_s \text{ 乾燥密度}}$

文献のKdによれば
= 1/1000 程度
1.5 mm/y 程度

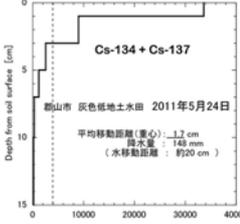
根のイオン吸収



根は水に溶解したCsイオンを土壌水とともに(選択的に)吸収する。

Csの移動速度 = $\frac{\text{土壌水中のCs量}}{\text{水の移動速度}} \times \frac{\text{土壌のCs量}}{\text{土壌のCs量}}$
を反映する。

放射性セシウムの当初の鉛直分布と移動速度(不耕起水田, 2011年)

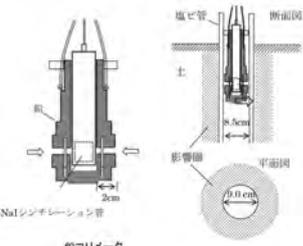


6月上旬までの2~3ヶ月間は、予想外に速く移動した:
水分子の速度の1/10

現場の長期測定や実験室での吸着平衡実験からの予想では、水分子の速度の1/1000

(塩沢・田野井・根本ら: RADIOISOTOPES, 60, 2011)

土中ガンマ線源量測定システム

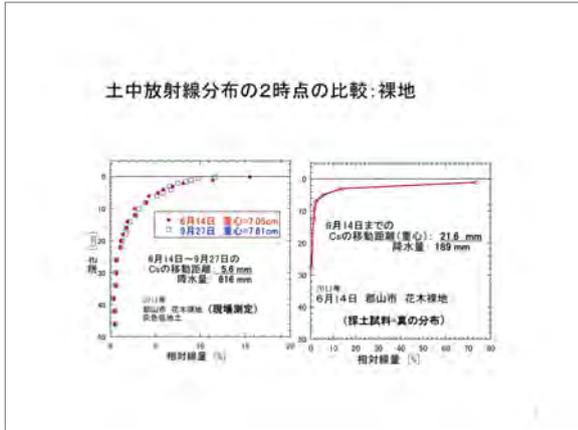


シンチレーションサーベイメータにコリメータを付け、土中の塩ビパイプ内で、水平方向に入射するガンマ線を測定する。

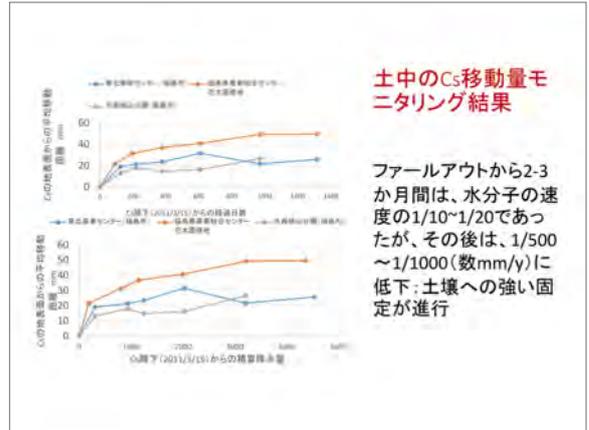
2時点の分布を比較して、放射性Csの平均移動距離を求める。

土中ガンマ線源量モニタリングパイプと測定

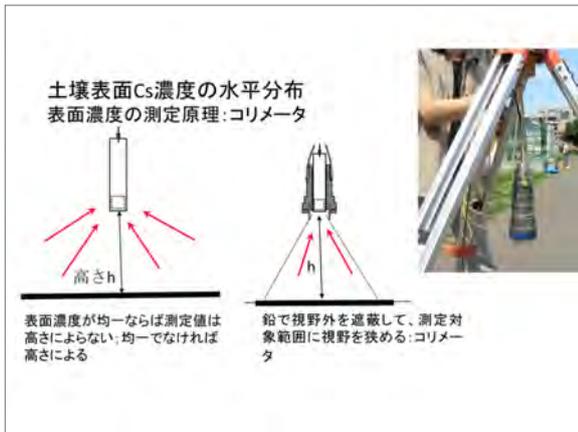




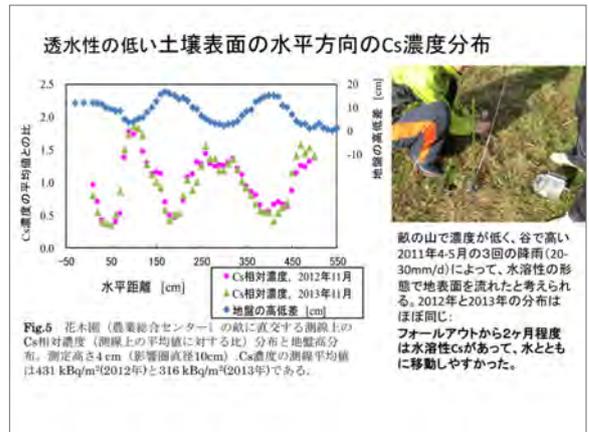
9



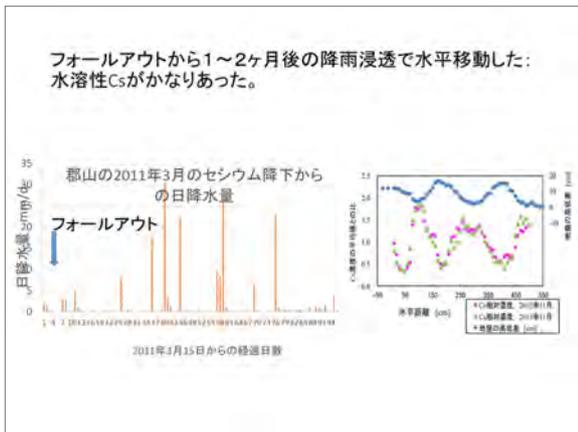
10



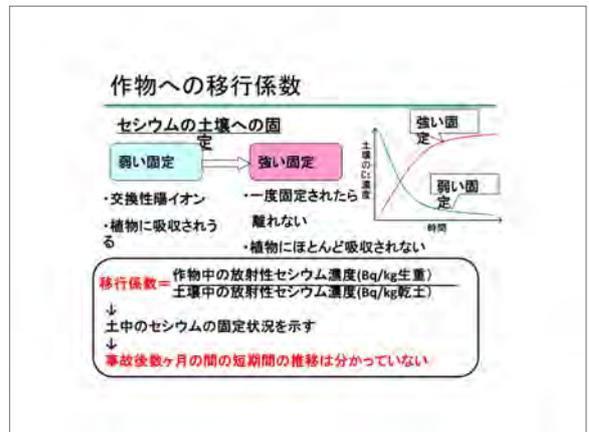
11



12



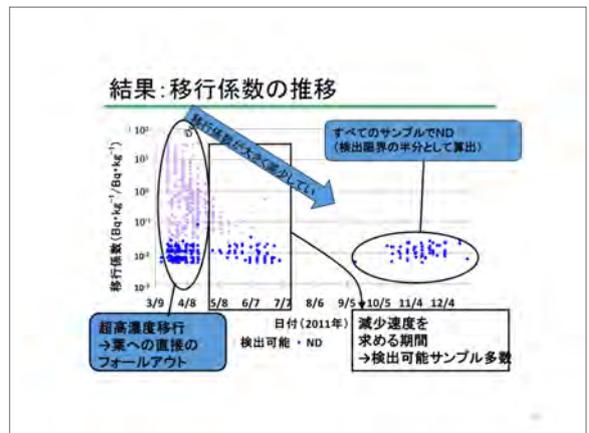
13



14

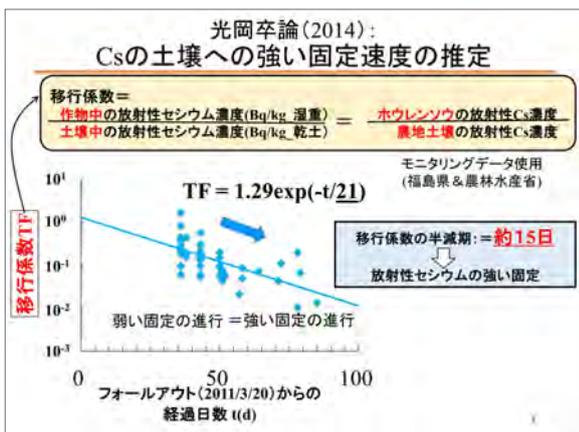


15

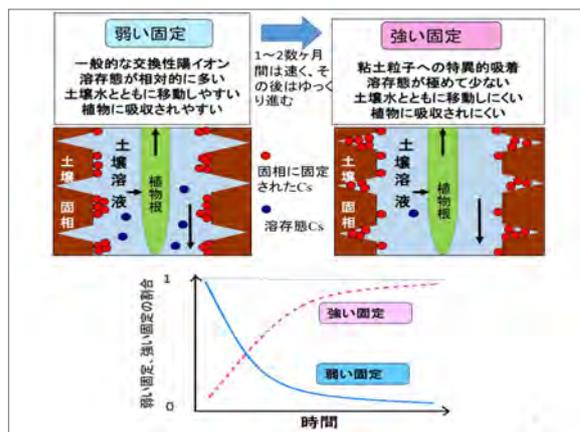


16

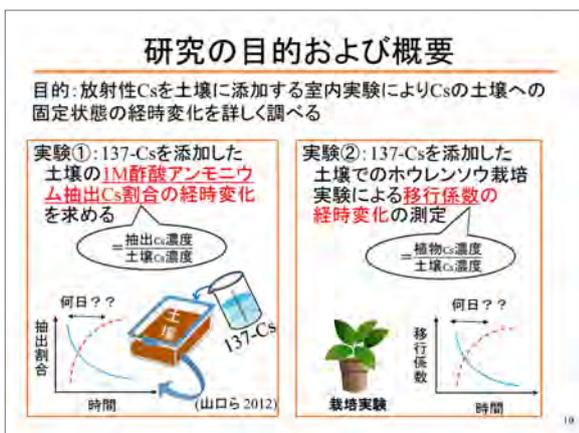
01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11



17



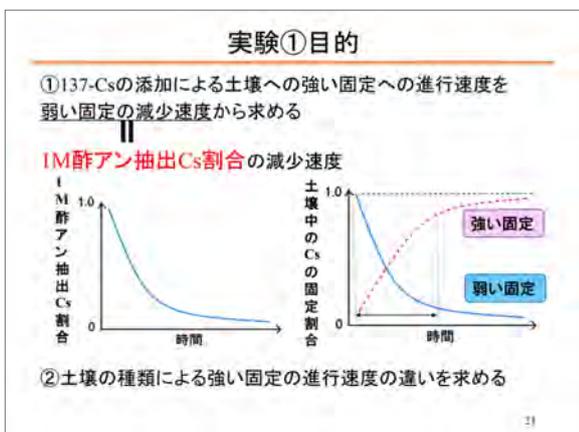
18



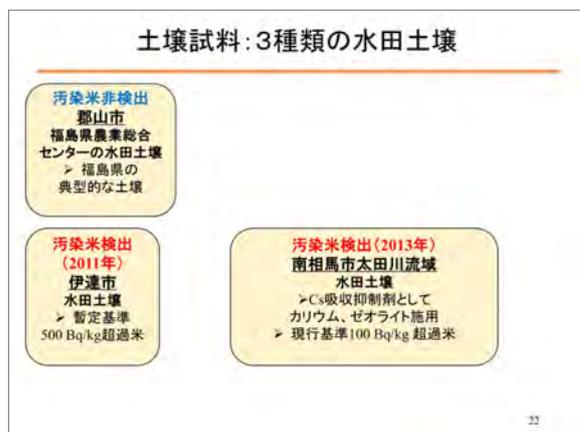
19



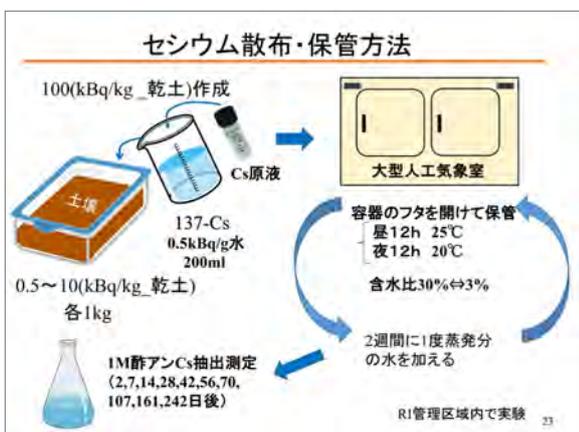
20



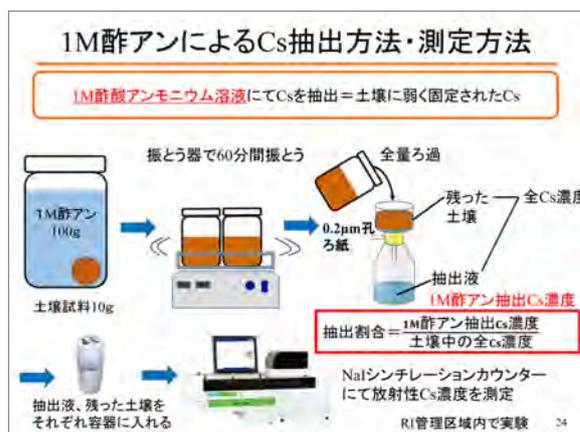
21



22

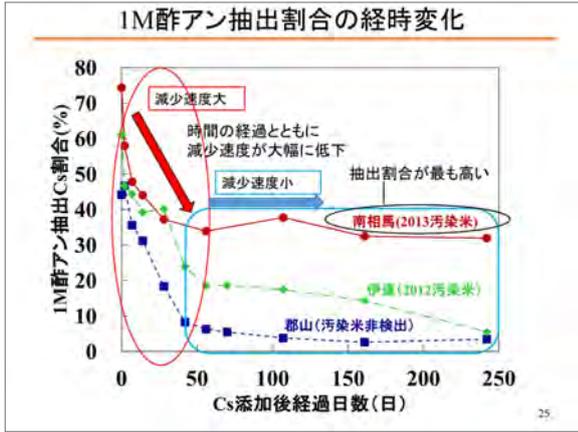


23

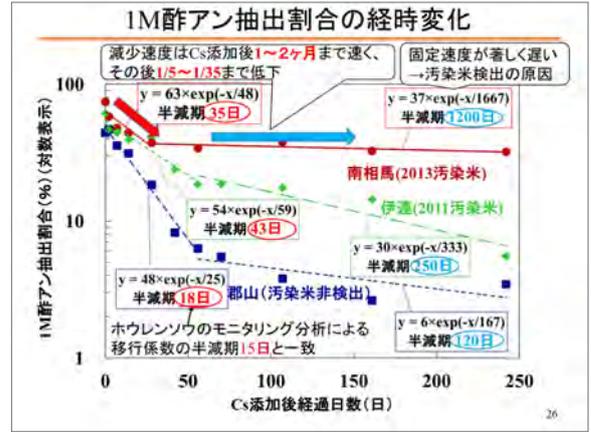


24

12



25



26

試料の土壤理化学性

土壌 (Cs添加後1-2ヶ月経過後の半減期)	汚染米非検出 郡山 (半減期 120日)	2011年汚染米検出 伊達 (半減期 250日)	2013年汚染米検出 南相馬 (半減期 1200日)
有機物含量(%)	1.07	1.51	1.80
CEC(cmol/kg)	50.47	38.46	46.52
粒度分布 (%)			
砂(0.02mm-2.0mm)	61.59	62.18	80.14
粘土(0.002以下)	20.45	19.68	12.44
RIP(mmol/kg)	1990	1520	1160

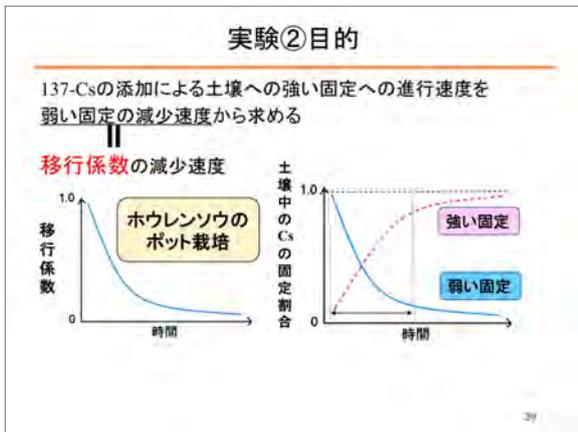
※RIP: RIP (Radiocesium Interception Potential) 土壌中のCs特異吸着サイト(FES)の量を表す指標。高RIP=Csを強く固定する土壌 (Cremers 1988)

土壌の理化学性、RIPではCsの固定の進行速度の土壌による著しい違いを説明できない

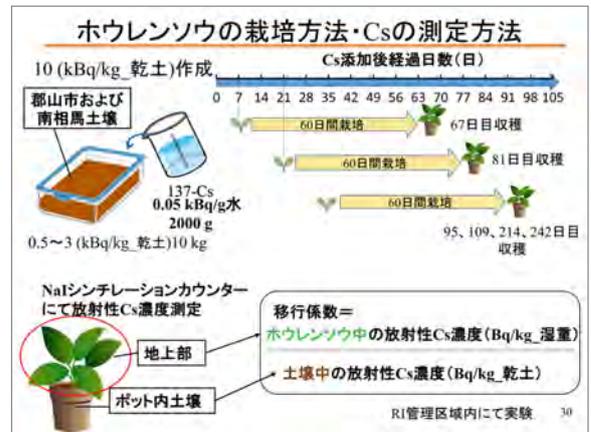
27



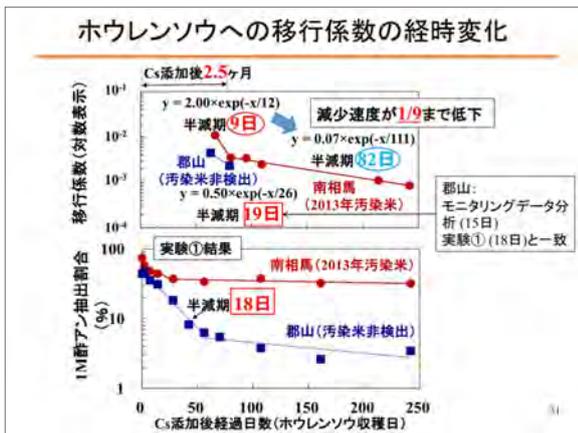
28



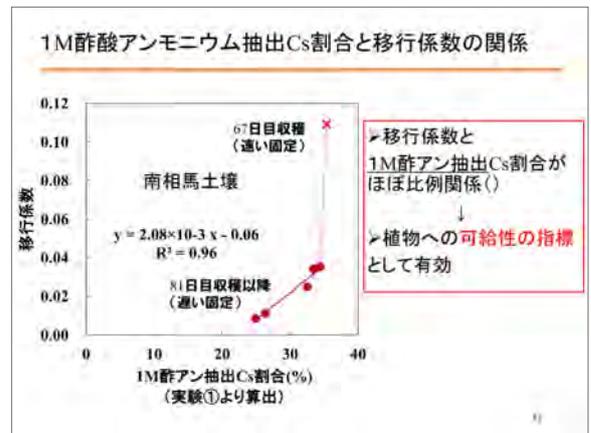
29



30



31



32

まとめ

作物へのCs移行は土壌への強い固定の進行によって時間とともに著しく減少する

①その進行速度は、
Cs添加後1~2.5ヶ月は速く(半減期9~43日)
それ以降は1/5~1/35の速度まで低下(半減期18~1200日)

②その進行速度は土壌によって異なり、
汚染米検出土壌では著しく遅かった
(南相馬土壌で半減期3.5年(1200日))

③移行係数と1M酢アン抽出割合には高い相関があり、
植物への可給性の指標として有効

11 33

ありがとうございました

34 34

大気圏核実験以降の放射性Cs降下量

1963年から3年間で1/10
その後1990までに1/10000

玄米と白米のCs濃度の経年推移

1963年から3年間で1/10
その後、1990年までに1/100
移行係数の半減期:約9年

図3 玄米と白米における¹³⁷Csと¹³⁴Cs濃度の経年推移(全国平均)

(駒村美佐子ら 農技研報 24(2007)より)

35 35

セシウムの特徴

- 半減期
セシウム134: 2.065年、セシウム137: 30.167年
- 水に溶解し一価の陽イオンとなる Cs⁺
- 600°Cで気体
- 原発事故 気体として大気へ放出し、降雨により地上に降下

36 36

対象とする福島県内の土壌

伊達市: 2012年に汚染米が検出

南相馬市旧太田村太田川流域
・2013年に汚染米検出
・セシウム吸収抑制対策として
・塩化カリ: 50kg/10a
・ゼオライト: 200kg/10a

福島第一原発

郡山市: 福島県農業試験場

福島県 37 37

事故後数ヶ月の間の農作物中の放射性Cs

多くの農作物においては、事故後数ヶ月の間に作物中の放射性Csの検出濃度は大きく減少

高濃度汚染サンプル割合が数ヶ月で大きく減少

ND

数ヶ月の間にCsの強い固定が進み、作物に吸収され難くなった

例: 事故後のホウレンソウの放射性セシウム濃度の推移(2011年、福島、Nihei 2013 改)

38 38

農作物の汚染状況

基準値超過割合の推移(%)

品目	2011年度	2012年度	2013年度	2014年度
米	2.2	0.0008	0.0003	0.00002
麦	4.8	0	0	0
豆類	2.3	1.1	0.4	0.1
野菜類	3.0	0.03	0	0
果実類	7.7	0.3	0	0

(農林水産省 2015改)

農業生産現場における取り組み(対策剤施用、除染)
放射性セシウムの土壌への固定の進行により基準値超過割合は年々減少傾向にある

39 39

講演者一覧

(50音順・敬称略)

荒川 市郎	中嶋 康博
石田 健	中西 友子
井上 岳一	西村 拓
潮 秀樹	似田貝 香門
遠藤 いず貴	二瓶 直登
大下 誠一	根本 圭介
大手 信人	濱本 昌一郎
大政 康史	藤原 徹
小川 壮	古谷 研
金子 豊二	細野 ひろみ
菅野 宗夫	前田 正史
久保 成隆	益守 眞也
小暮 敏博	松本 三和夫
小林 奈通子	真鍋 昇
小山 良太	三浦 覚
佐藤 誠	溝口 勝
佐藤 守	三輪 睿太郎
鮫島 正浩	森 敏
塩沢 昌	森田 茂紀
信濃 卓郎	八木 信行
高田 大輔	安岡 澄人
高橋 友継	山田 利博
高橋 嘉夫	吉岡 邦雄
田野井 慶太郎	吉田 修一郎
丹下 健	李 俊佑
丹治喜仁	渡部 終五
長澤 寛道	

おわりに

東京大学農学生命科学研究科では、事故直後から土壌、植物、動物、魚、森林の幅広い専門家が自主的な組織を作って現地に入り、現在も調査研究を継続して進めてきています。そして調査研究で得られた成果が復興に役立つことが重要と考え、成果の公表に努めてまいりました。

2011年11月から開始した東京大学農学生命科学研究科の研究報告会では、一般の方々を対象として、毎回、数人の研究者が、その時点までに得られてきた調査研究の成果について報告してきました。その報告会も既に12回開催され、特に2014年11月の第10回目では科学技術と社会についての考察について人文社会科学の専門家からもご報告いただきました。毎回、数多くの方が会場に参集して下さり、沢山の質問やコメントをいただき、その関心の高さを感じているところです。そこで、これらの報告会のまとめとして講演資料集を作製してみました。この資料集が関係のある方々のお役に立つことを願っております。

また、一般の方々に広く放射性物質による農林水産物への影響とその対策を正しく理解していただくため、日本語で分かりやすく解説した書籍も出版しています。加えて、国内外の研究者などにも広く調査研究の成果を共有するため、米国のSpringer社から既に2冊の英語版の論文集を2013年と2016年に出版し、その内容は無料でウェブからダウンロードできるようにいたしました。これに対する反響は極めて大きく、国内外の研究者などから、多くの問い合わせをいただき、また励ましの言葉もいただきました。2017年には3冊目をSpringer社から出版する予定です。

実際の農業現場では季節変化もあり、年間を通した調査研究が一つの単位となります。そのため、事故から5年が経過した現在、毎年を単位とした成果が複数蓄積されてきてはおりますが、放射能汚染の農業影響の実態を解明していくためには、これから、まだまだ息の長い調査研究が必要です。

今後とも私たちは、これらの調査研究を通して農林水産業の復興に向けた支援を続けてまいりたいと考えています。

東京大学農学生命科学研究科特任教授
中西 友子

(参考文献)

1. Agricultural Implications of the Fukushima Nuclear Accident
Nakanishi, TM & Tanoi, K ed., Springer, 2013
<http://link.springer.com/book/10.1007/978-4-431-54328-2/page/1>
2. Agricultural Implications of the Fukushima Nuclear Accident – The First Three Years
Nakanishi, TM & Tanoi, K ed., Springer, 2016
<http://link.springer.com/book/10.1007/978-4-431-55828-6>
3. 土壌汚染、中西友子、NHKブックス 2013

