飯舘村小宮地区での稲刈風景
2013.10.6

2014.3.9
公開シンポジウム
放射性物質の除染・汚染水漏洩の現状を問う！
@東京大学農学部　弥生講堂一条ホール

耕地等の除染の現状と課題

溝口勝

東京大学
大学院農学生命科学研究科
教授

除染情報サイト（環境省）

http://josen.env.go.jp/

科学雑誌 Newton（4月号）

- メルトダウン，放射能漏洩，汚染水問題，廃炉
- 福島原発 1000日ドキュメント

原発からの放射能漏洩

Newton（4月号）,p.55　より

- プルーム状
  - ガスや微粒子の放射性物質を含んだ空気の塊
- 総放出量の9割
  - 3月31日までに放出
- 複数の経路
  - 主に5経路
  - 3月14日夜～16日が最大

除染の進捗状況

Newton（4月号）,p.77　より

- 追加の被ばく線量の減少
  - 20mS/y以上→ 20mS/y未満
  - 20mS/y未満→1mS/y
- 2014年2月13日現在
  - 6市町村が完了宣言

除染事業の現状と問題点
膨大な予算

- 放射性物質汚染対処特措法（2012年1月1日より全面実施）施行のための予算として、
  - 平成23年度第3号補正予算= 2,459億円
  - 24年度当初予算= 4,513億円
  - 24年度東日本大震災復興特別会計特第1号補正予算=104億円
  - 25年度当初予算=6,095億円
  - 25年12月閣議決定の東日本大震災復興特別会計補正予算案=804億円
  - 26年度予算政府案=4,924億円
- 総額約2兆円が支出または支出予定。

明治大学　市田知子氏　資料より

（環境省http://josen.env.go.jp/about/tokusohou/summary.htmlより）

農地の標準除染法

表土削り取り

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

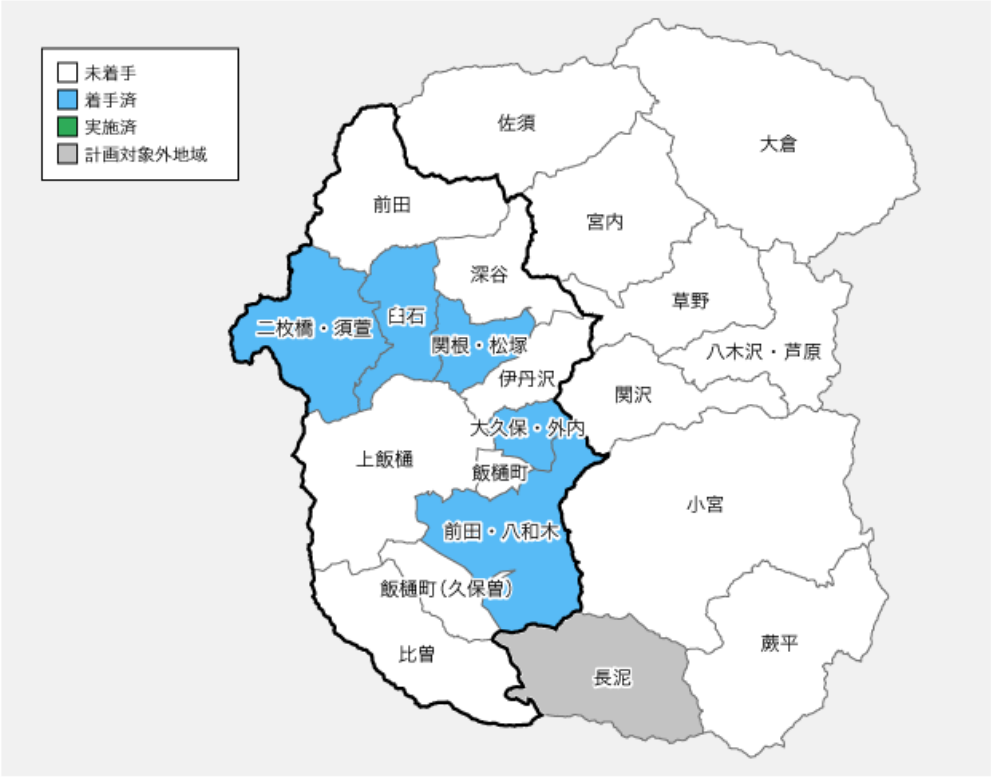
水による土壌撹拌・除去

反転耕

飯舘村の除染の進捗状況

本格除染の進捗

飯館村の進捗状況を行政区単位で表示しています。



着手済： 一連の除染行為（除草、堆積物除去、洗浄等）のうち、何らかの行為が行われた状態
実施済： 一連の除染行為（除草、堆積物除去、洗浄等）が終了した状態

作業予定マップはこちら NEW

http://josen.env.go.jp/ より

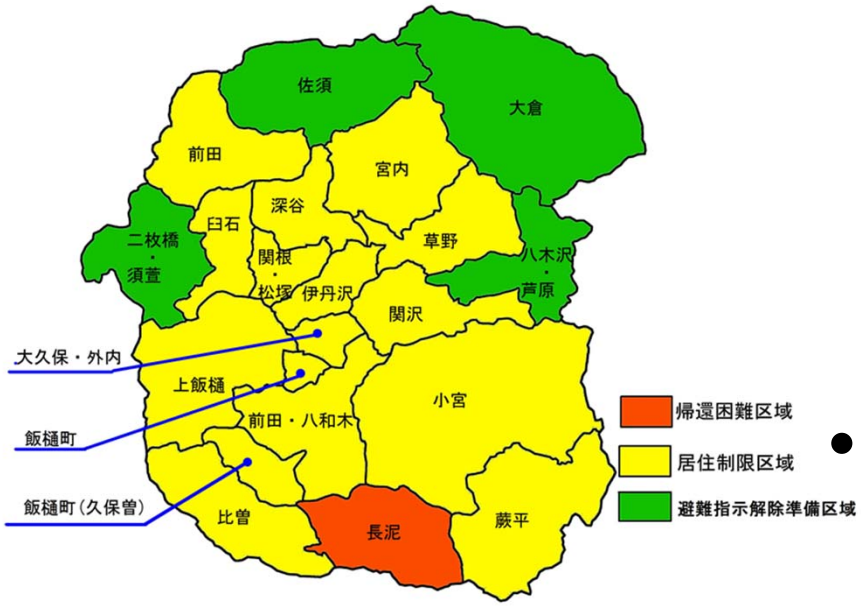
飯舘村の除染の進捗状況（その２）

平成26年2月21日時点

	実施率	実績量 対象数量
宅地	9%	約150
		約1,700 ※
農地	4%	約810,000m^2
		約22,000,000m^2
森林	5%	約660,000m^2
		約14,000,000m^2
道路	0.9%	約29,000m^2
		約3,300,000m^2

http://josen.env.go.jp/　より

飯舘村の現状



http://www.vill.iitate.fukushima.jp/saigai/?p=3801 より

- 表土剥ぎ取り法で一律除染（飯舘村方針）
  - 取りこぼしのリスク
  - 再汚染のリスク
- 再除染の可能性大
  - 村民参加型の再除染
  - さまざまな除染法を用意しておく必要性

行先はどこ？
汚染土の入ったフレコンバック

飯舘村草野地区（2012年6月24日）

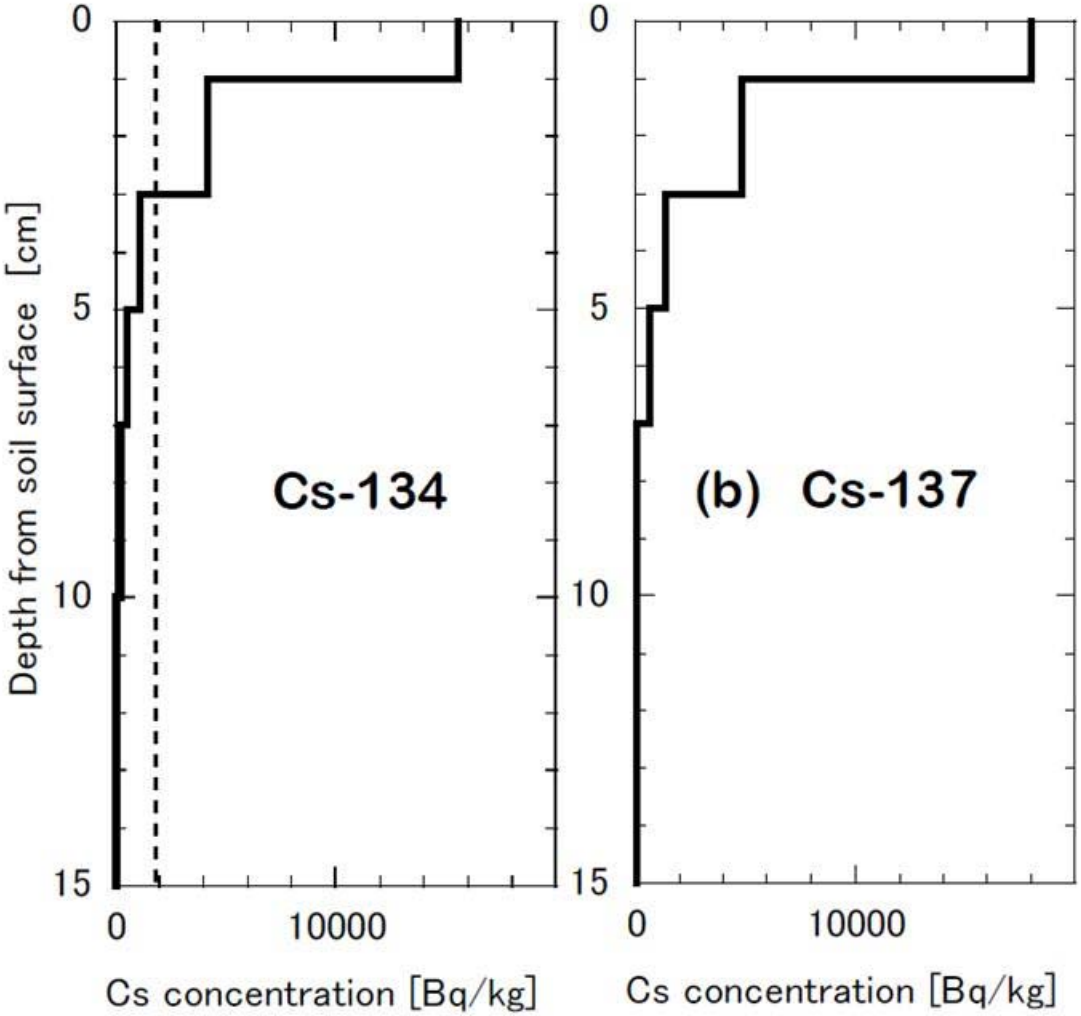
飯舘村須萱地区（2013年8月17日）

除染風景

須萱地区(2013.11.30撮影)

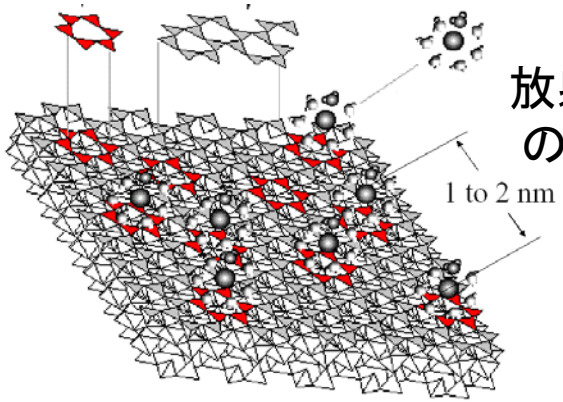
放射性セシウムの濃度(2011.5.24)

実線：不耕起水田，破線：耕起水田



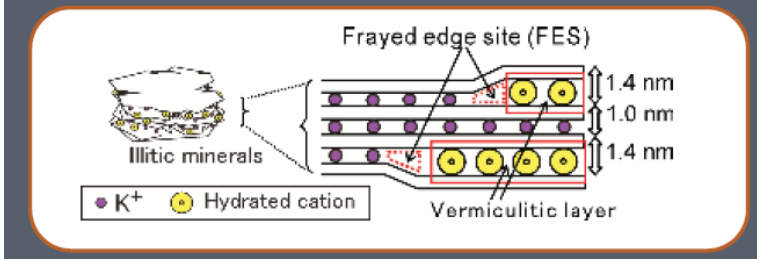
塩沢ら：福島県の水田土壌における放射性セシウムの深度別濃度と移流速度，
RADIOISOTOPES誌，８月号，2011 より引用

放射性セシウムはカリウムと入替わって農地土壌中の粘土粒子に固定される



放射性セシウムは粘土表面の穴に填まり込んでいる！

by Prof. C.T Johnston @Purdue Univ.



RIP(Radiocesium Interception Potential)
(Cremers et al., 1988 in Nature)

セシウムの土壌科学(中尾淳)より引用

斜面の下の方が線量が高い

粘土粒子が雨水で下に流されるため

2.5 μSv/h

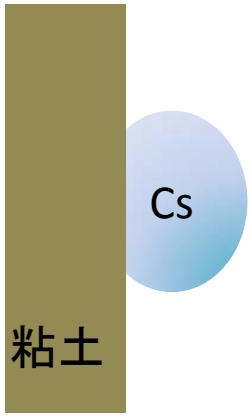
3.5 μSv/h

7.0 μSv/h

飯舘村役場横の斜面の放射線量測定(2011.6.25;溝口・登尾)

農地除染法のポイント

- 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



農地の標準除染法

表土削り取り

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

水による土壌撹拌・除去

反転耕

中山間地の農地除染はどうするのか？

雑草の処理
（2013年8月3日）

サルの害

イノシシの害
（2012年4月14日）

飯舘村小宮地区での稲刈風景
2013.10.6

農家自身でできる
農地除染法の開発

2013年10月9日

ふくしま再生の会

現地試験の目的

- 農家自身でできる組み合わせ除染法の開発
  - 表土剥ぎ取り＋天地返し
  - 代かき＋天地返し

までい工法

- 農地および居住空間のモニタリング
  - 除染後および作物栽培時
  - 気象条件と環境変化
  - 空間線量と土壌放射線量

までいモニタリング

「までい（真手い）」＝飯舘村の方言で「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

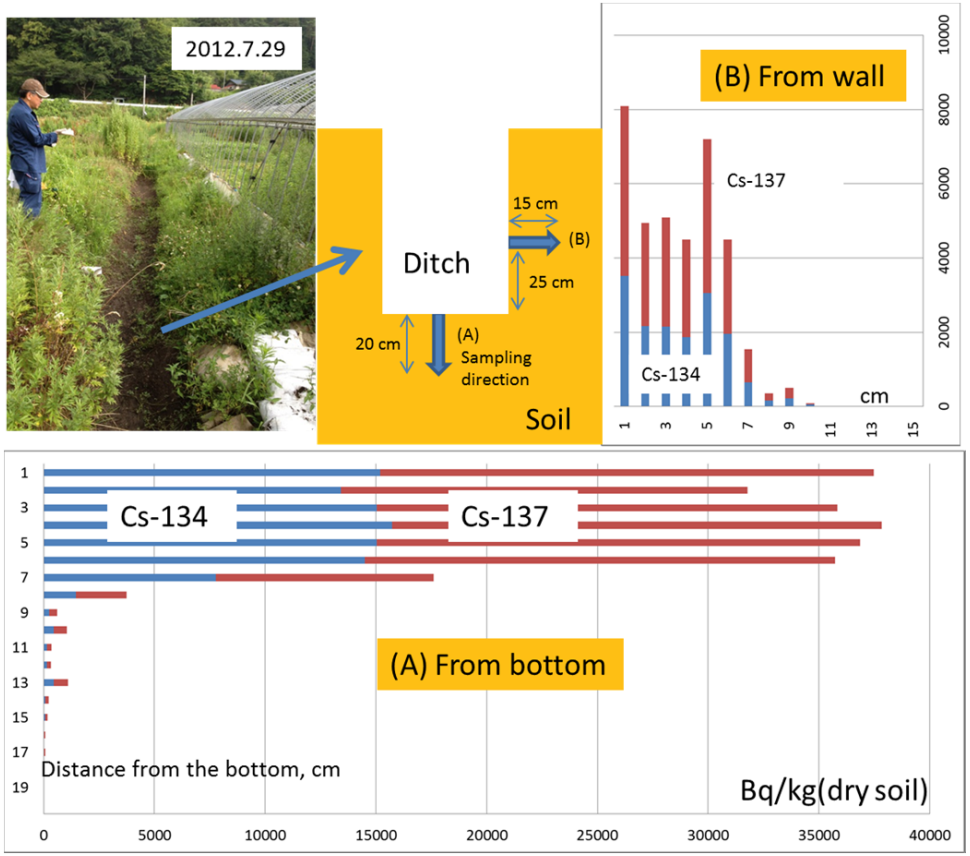
粘土とセシウムの性質を利用した

現場での実践例

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）

除染土壌の処理　ー　排水溝に流し込む



洗い流した泥水を溝に蓄積しておき、干上がった後に溝の底と側面の土壌をサンプリングして深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！

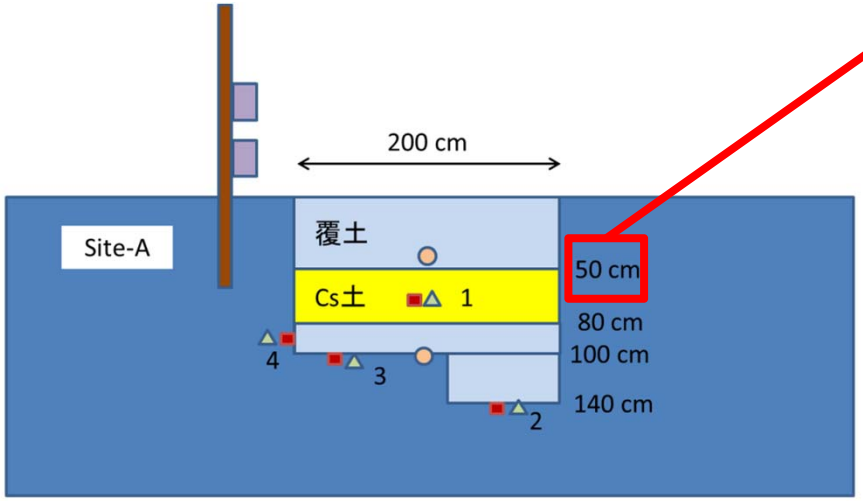
なぜ大丈夫なのか？ー　土の濾過機能

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ることはない。

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。

汚染土は素掘りの穴に埋めれば良い

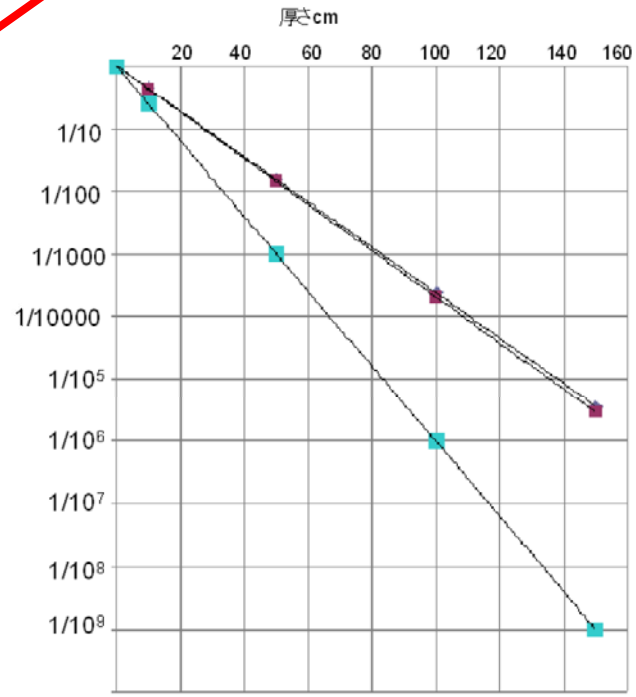
深さ50cmに埋めるだけで放射線量は1/100~1/1000になる！



■ GM放射線計　△ GS3土壌水分・地温・EC計　▭ データロガー

○ 暗渠

までいモニタリングのセンサー配置図(2012.12.1)



凡例

- 水
- 火山灰土　水分50%
- 沖積粘土　水分50%

使用した定数と質量吸収係数

	密度 g/cm³	質量吸収係数 cm²/g
水	1	0.0835
火山灰土	0.569	0.0764
沖積粘土	1.277	0.0756

図 15　土によるセシウム放射線の減衰効果　宮崎　毅　東京大学

までい工法（佐須方式）
表土剥ぎ取り＋天地返し（2012.12.1）

汚染土の埋設

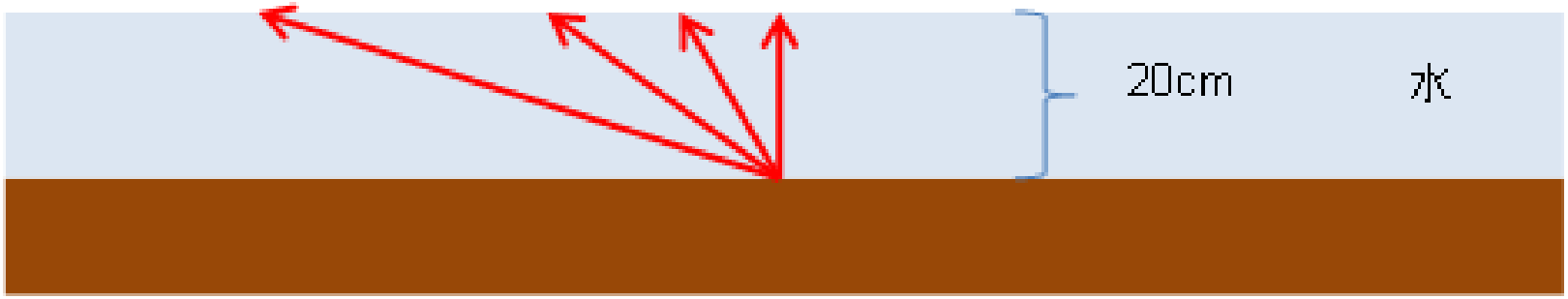
よいとまけ（土の締固め）

2012.12.1

浅代かき強制排水除染法（小宮方式）
代かき＋天地返し （2013.5.18）

水田湛水による放射線遮蔽効果

東京大学　久保成隆(2012)



- 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
- 人間の活動は田んぼの畔の上の高さ

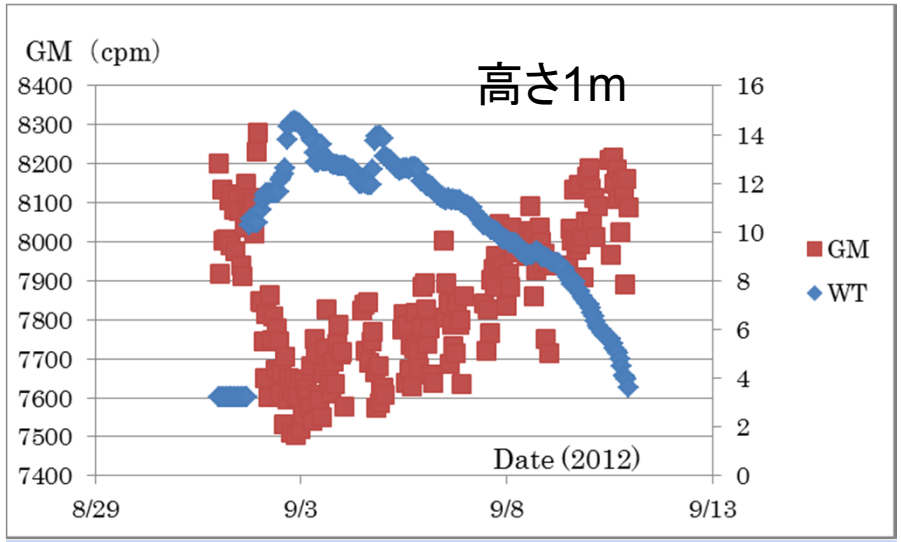
イノシシに荒らされた水田(2012年4月21日)

水田湛水 (2012年7月29日)

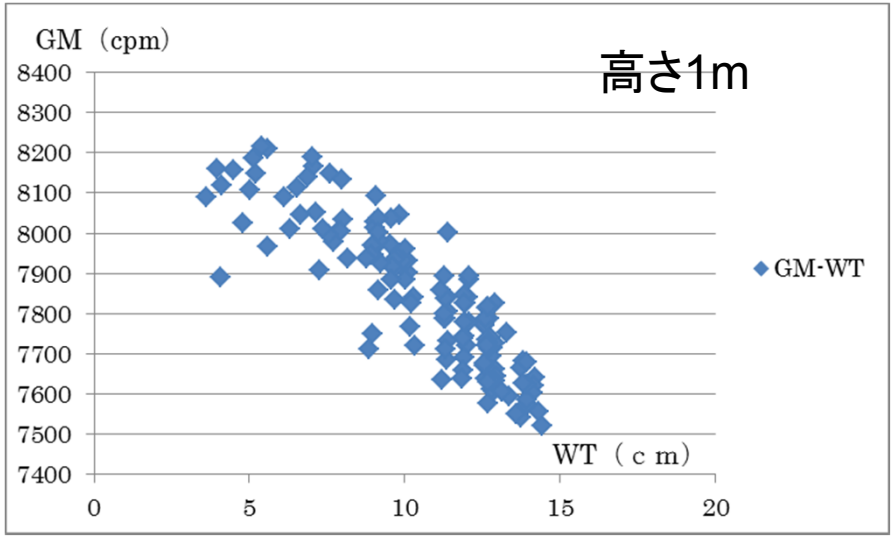
放射線計の設置(7月29日)

水田水位計

水田には水を貯めておくのが良い！



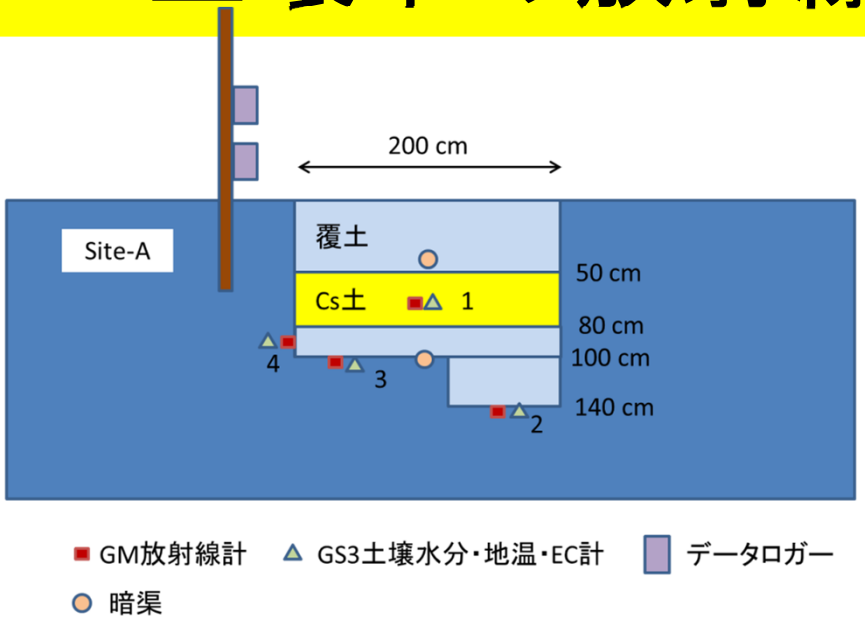
放射線量と湛水深の時間変化



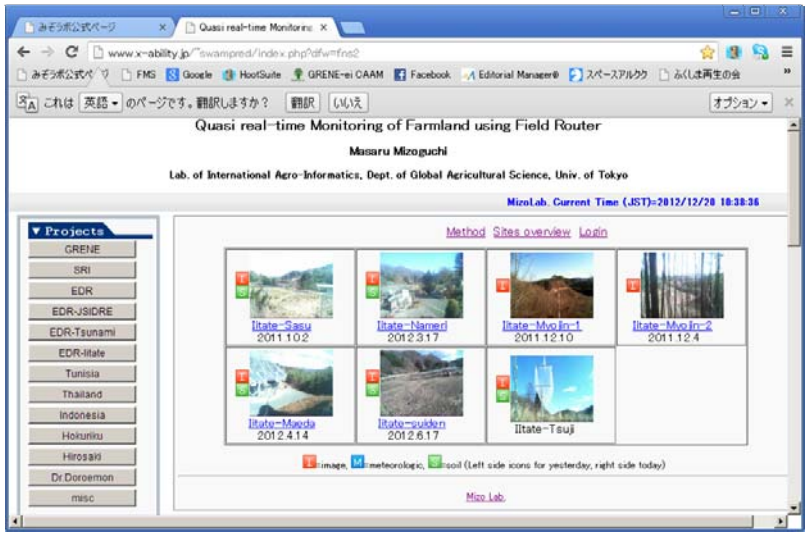
放射線量と湛水深の関係

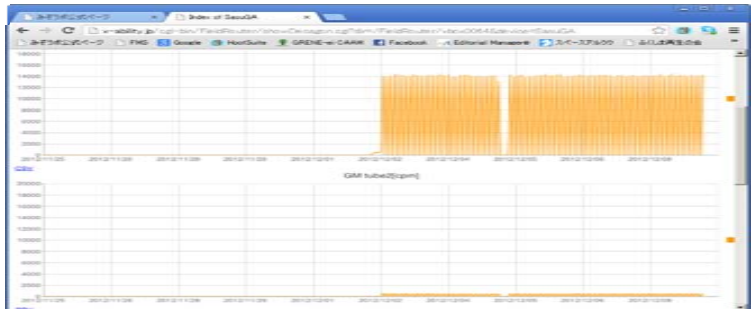
- 水を貯めておくだけで放射線減衰効果がある
- イネがセシウムを吸収しなければ、普通に水田稲作するのが良い
- 雑草や野生動物対策になる

土壌中の放射線量モニタリング



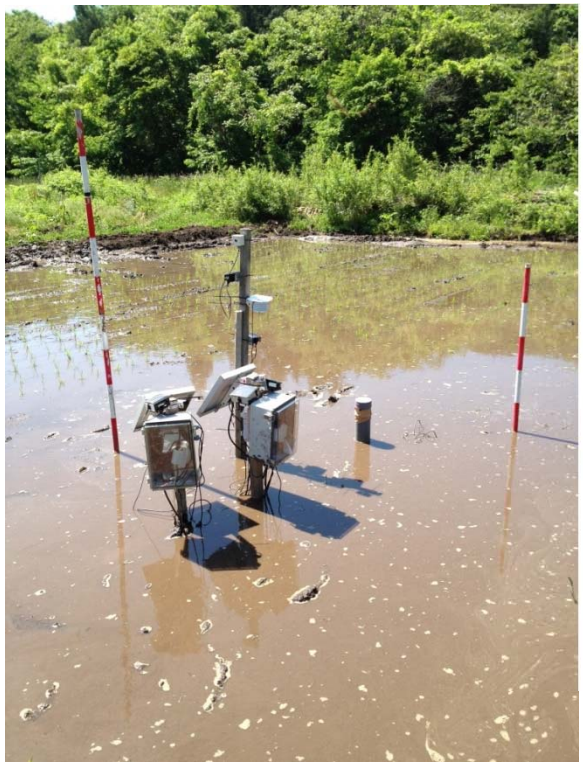
までいモニタリングのセンサー配置図(2012.12.1)

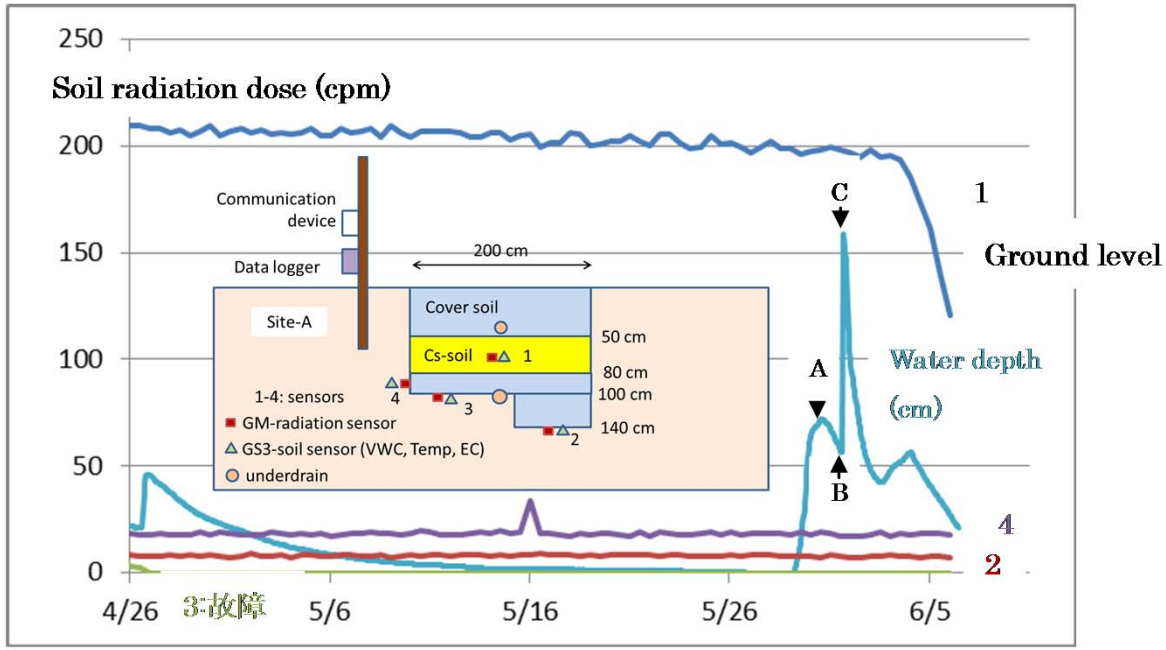




水が浸透しても放射性セシウムは移動していない！

までい水田での田植え（佐須, 2013.6.8）

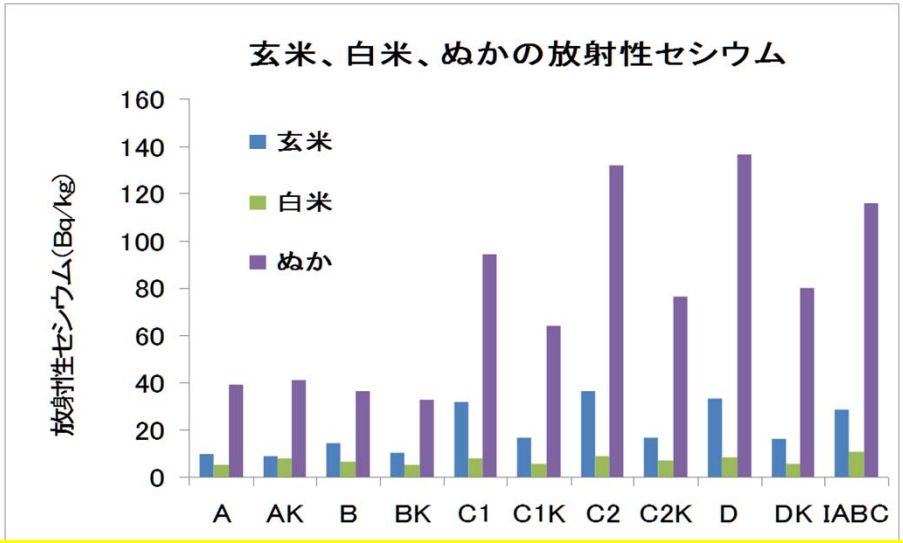




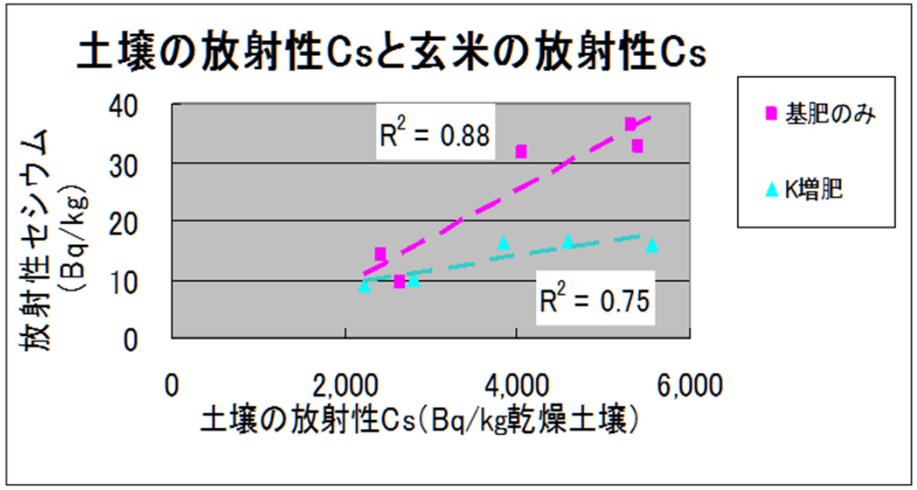
水田湛水に伴う観測井戸水位(cm)と土壌放射線量(cpm)の変化

水田に水を張っても放射性セシウムは移動していない！

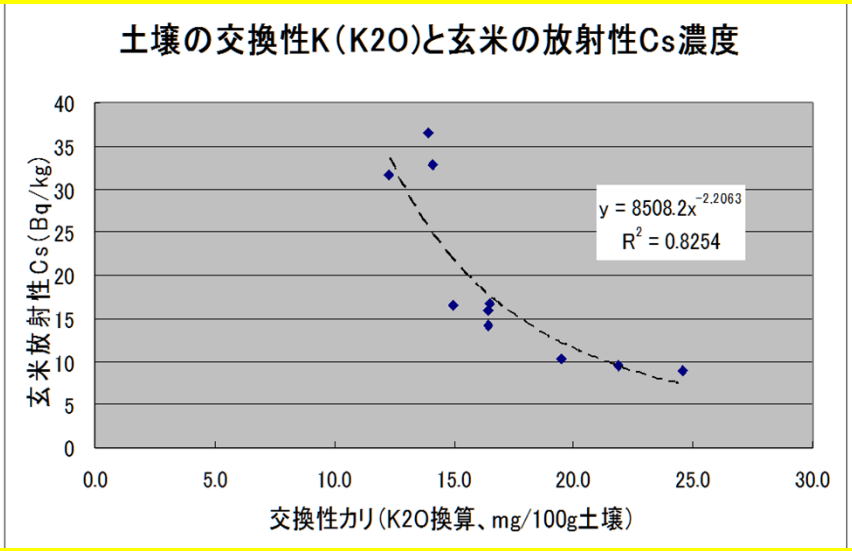
イネの作付実験 （H24年度：佐須）



白米の放射性セシウム濃度は、すべて10Bq/kg以下



玄米の放射性Csは、 土壌の放射性Cs濃度の増加に対応して増加する



交換性カリ(K2O)を20mg/100g乾燥土壌以上に保つ

土壌放射性Cs濃度の高い地区ではどうなるのか？

コメとダイズの作付実験
（H25年度：小宮）

一刻も早い再生に向けて
復興のための農学

2013年11月24日
飯舘村佐須（宗夫さん宅）

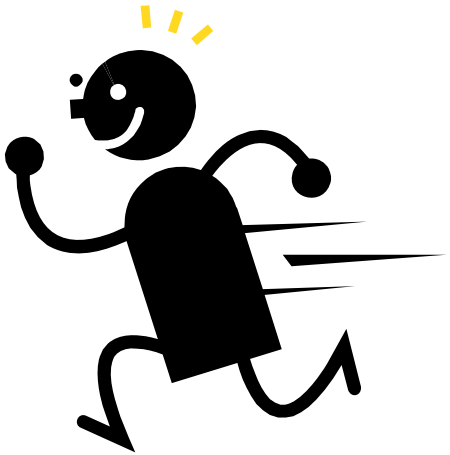
群盲評象

学術だけで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

総合科学技術としての農学

- 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
- 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
- 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
- 主役は村民
  - 再生の会は裏方に徹したい



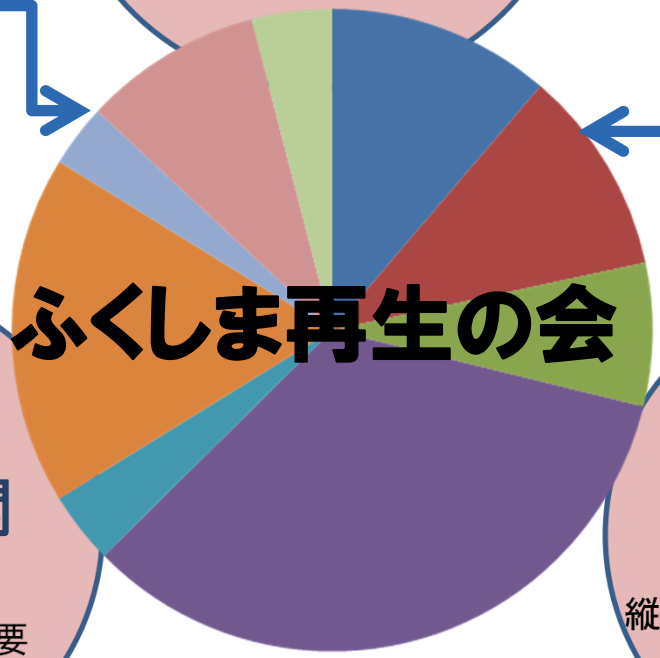
組織を越えた協働

ふくしま再生の会の特徴

地域の再生が目標
協働
自立した個人ボランティア
多様な層の参加による活力
専門知識・技術
職業経験
人脈
広い視野
柔軟な対応
きめ細かいケア

ふくしま再生の会会員構成

現研究者	11%
元研究者	10%
医療福祉関係	7%
サラリーマン	34 %
教育者	4%
経営者	18%
ジャーナリスト	3%
士業・自由業	9%
農業	4%



自立再生への力
経験・知識・技術
伝統、文化、知恵

村民

分断を乗り越える協働

専門知識・技術

大学・研究機関

専門を超えた協働が必要

公共サービス

行政
（国・県・村）

縦割り・横割りの排除が必要

NPO
特定非営利活動法人

2013年10月現在

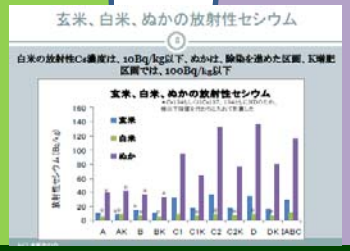
「ふくしま再生の会」のミーティング

東京大学「福島復興農業工学会議」(2011.9.4)

飯舘村ーNPO法人ー大学の連携（継続中）

いいたてむら
飯舘村

農業委員会



若者の力、シニアの経験を世界の被災地「ふくしま」へ

ふくしま再生の会

福島復興農業工学会議

サークル
までい

東京大学
THE UNIVERSITY OF TOKYO

農学生命科学研究科
（農学部）

RI施設

こうした関係を学会・大学間でどう築くか？

人材育成
―農学部職員・学生・飯舘村の若者とのコラボー

試料作成中のサークルまでいメンバー
(2012.12.19)

東大農学部サークル「までい」室にて
(2013.3.28)

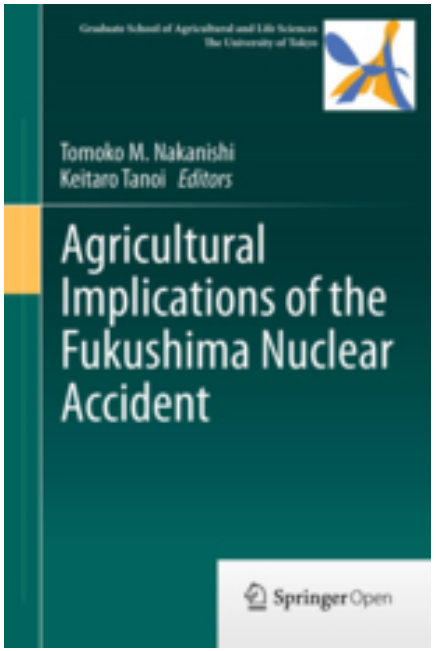
東大五月祭対話集会
(2013.5.19)

東大農学院生の調査　(2013.2.6)

東大農学部の学生見学会(2012.10.6)

世界に向けた情報発信

- 外国の友人に現場を見てもらう
- 英語本の出版
- アメリカの学会で特別セッション (2013.11.4)
  - Battles of Soil Scientists in Fukushma, Japan



帰村後を見据えた“までい”な農村計画

東大学生による飯舘村村民との対話集会
(2013.11.30)

農業復興に向けて

- 飯舘三酒
  - 飯舘大吟醸
  - 飯舘芋焼酎
  - 飯舘濁酒

- 飯舘特産農産物
  - 飯舘特産の肴（さかな）
  - 伝統的な味付けを活かした調理法

- 海外展開
  - Fukushima/Iitateブランド
  - 徹底した品質管理 GLOBALG.A.P.

一刻も早い再生に向けて
復興のための農学

飯舘村須萱地区(2014.2.27)

環境モニタリング

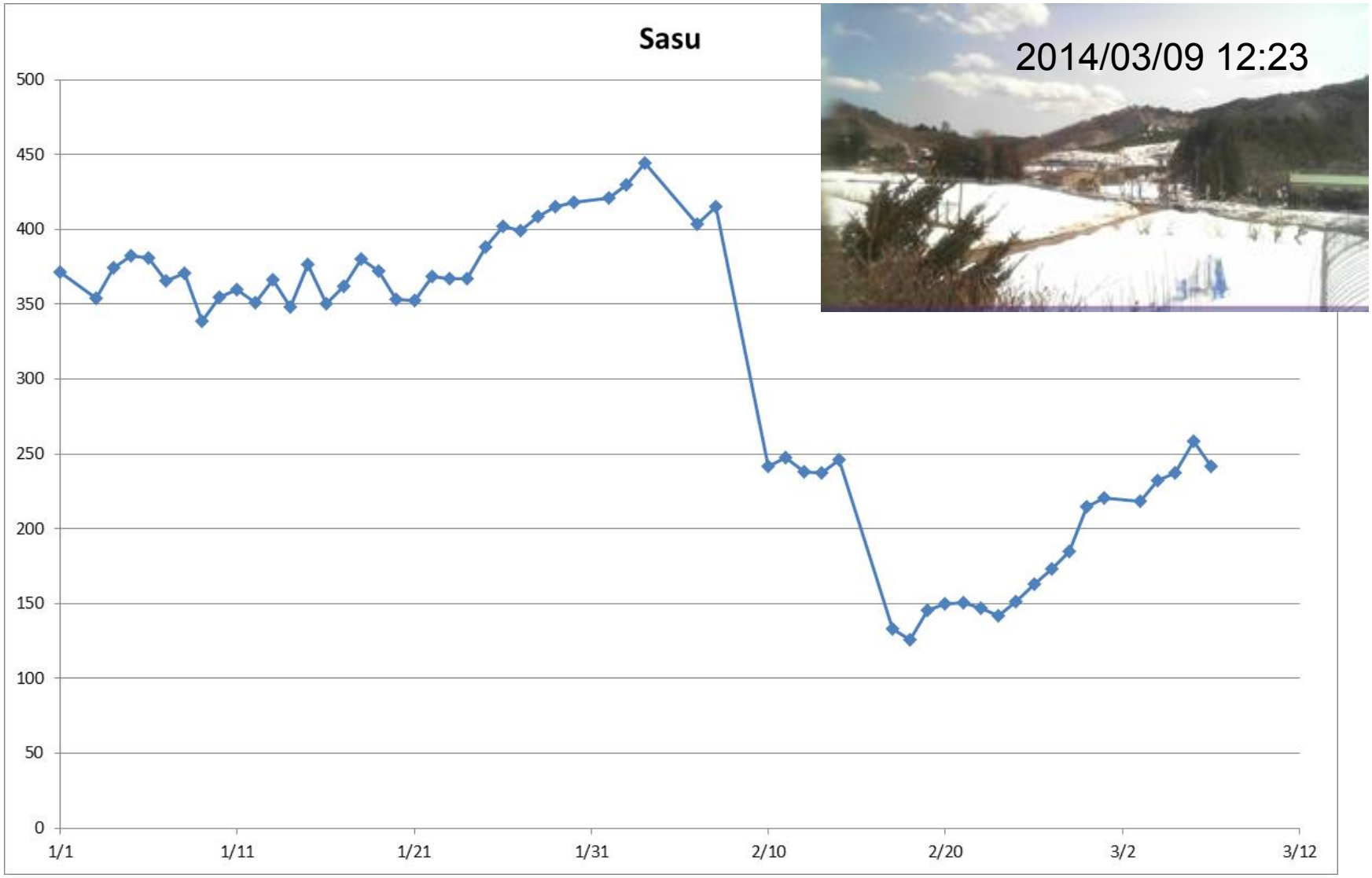

Sasu
2014/03/09 12:23
500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
1/1
1/11
1/21
1/31
2/10
2/20
3/2
3/12

図1　稲刈後の土壌放射性セシウム（Cs134+137)

小宮のCs濃度は高く、佐須は前年度のパターンと同じ、までいエ法で除染した区画は低い

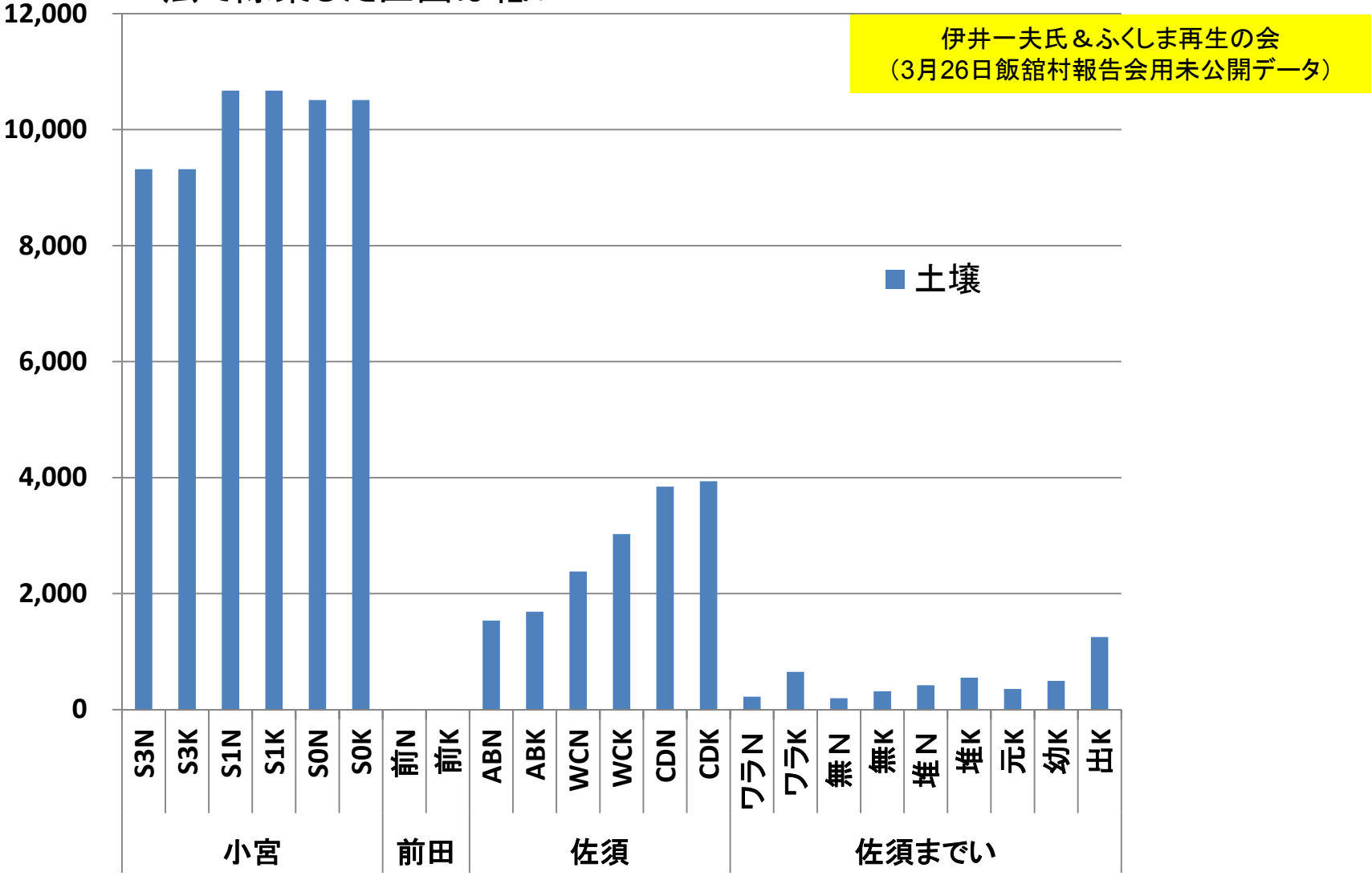
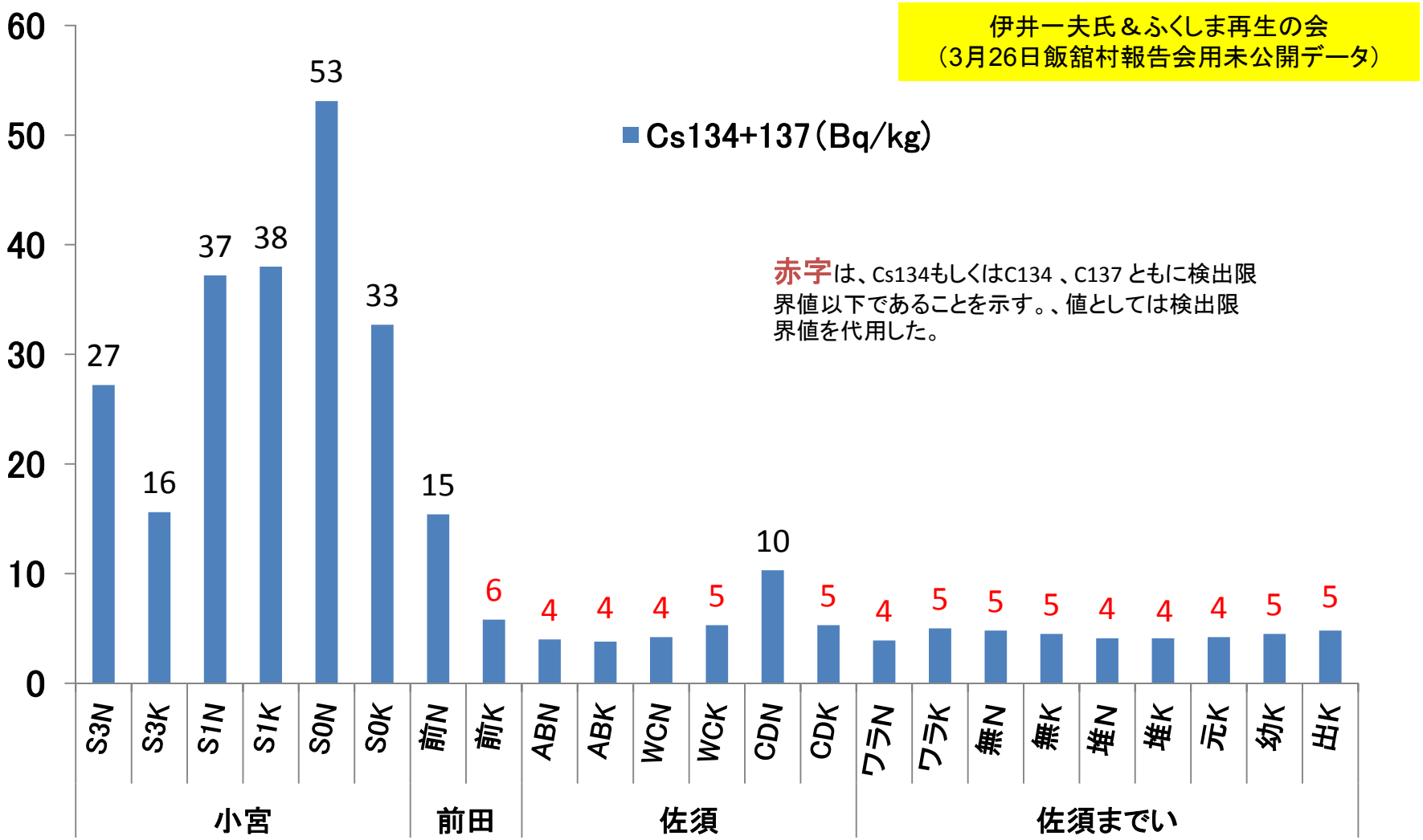


図4　白米の放射性セシウム濃度

白米のCs濃度は、玄米の半分程度で、土壌のCs濃度の高い小宮区画では、16-53　Bq/kgと高いが、他の圃場では、15Bq/kg以下であった。



試験概要

各試験地にて、品種試験を実施。小宮では、継続的にダイズをサンプリングし、Cs吸収を測定。

（1） 現地試験1

場所：飯舘村小宮（大久保金一氏ほ場）

表1 土壌の放射性Cs、交換性K、pH

深さ	放射性Cs Bq/kg	交換性K mg/100g	pH
0～5cm	11857	27.6	6.2
5～10cm	10825	11.3	6.2
10～15cm	10426	8.5	6.2

ほ場内5箇所の平均

（2） 現地試験2

場所：飯舘村佐須（菅野宗夫氏ほ場）

放射性Cs→7000Bq/kg

交換性K_2O→98.7mg/100g

pH→6.8

二瓶直登氏＆ふくしま再生の会
（3月26日飯舘村報告会用未公開データ）

No.	品種名	特性	備考
1	おおすず	黄豆	奨励品種
2	タチナガハ	黄豆	奨励品種
3	ふくいぶき	黄豆	奨励品種
4	あやこがね	黄豆	奨励品種
5	すずほのか	黄豆	奨励品種
6	エンレイ	黄豆	共通品種
7	あやみどり	青豆	-
8	秘伝	青豆	-
11	TK780	黄豆	親系統
12	B01167	つる豆	親系統
13	根粒非着生	黄豆	-

No.1～8は、通常栽培品種（福島県内での栽培実績あり）。
No.11～13は、遺伝的な違いの広い系統を導入。

7月9日
移植

7月14日
ネキリムシ対策、除草剤散布

8月15日
開花期サンプリング

8月26日
サル対策

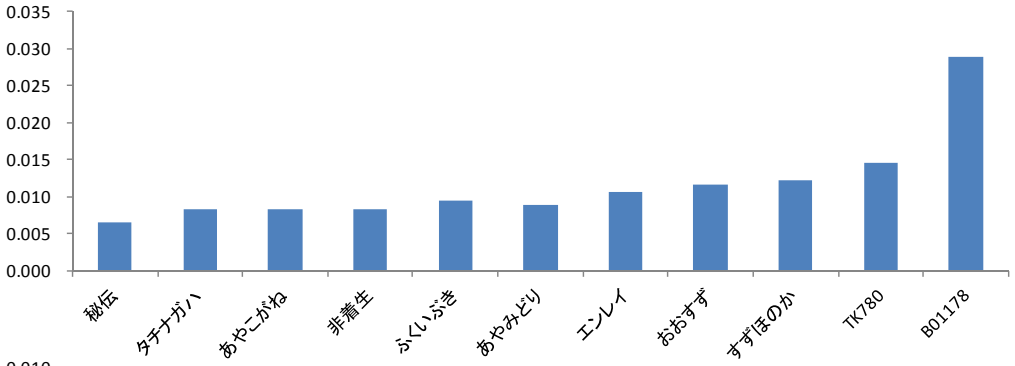
9月5日
着莢期

9月28日
サル対策2

品種間差

各試験地における子実Cs移行係数

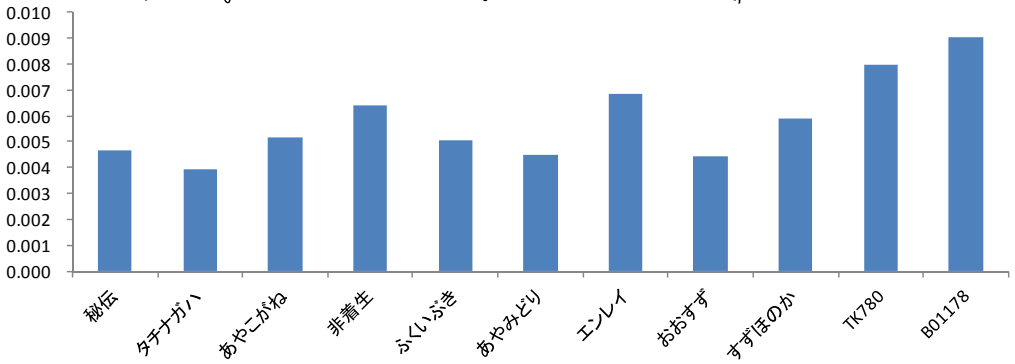
二瓶直登氏＆ふくしま再生の会
（3月26日飯舘村報告会用未公開データ）



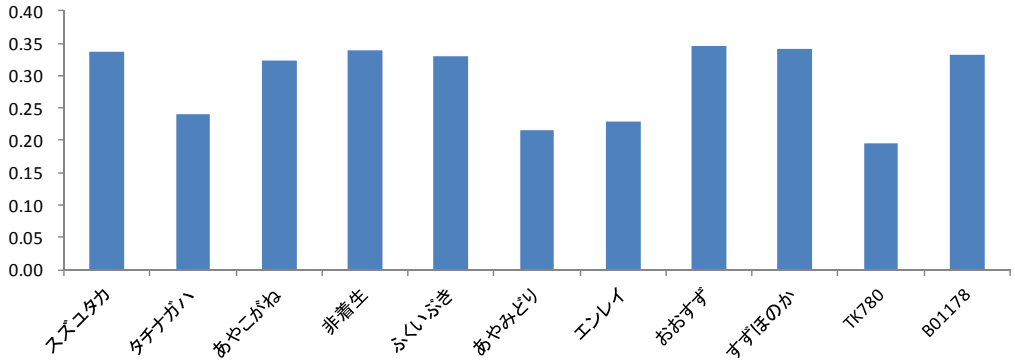
小宮

移行係数（TK、B0除く）

	平均	最大値	最小値
小宮	0.009	0.012	0.006
佐須	0.005	0.007	0.004
比曽（pot）	0.300	0.346	0.215



佐須



比曽（pot）

- B01178（つる豆）の移行係数が高い
- 通常品種（秘伝～すずほのか）間の比較では、約2倍程度の開き
- 福島県の主力品種であるタチナガハの移行係数は低い傾向がみられた
- ポット栽培では根域が制限されていることもあり、移行係数の傾向が異なった

ダイズ部位別の放射性セシウム濃度

二瓶直登氏＆ふくしま再生の会
（3月26日飯舘村報告会用未公開データ）

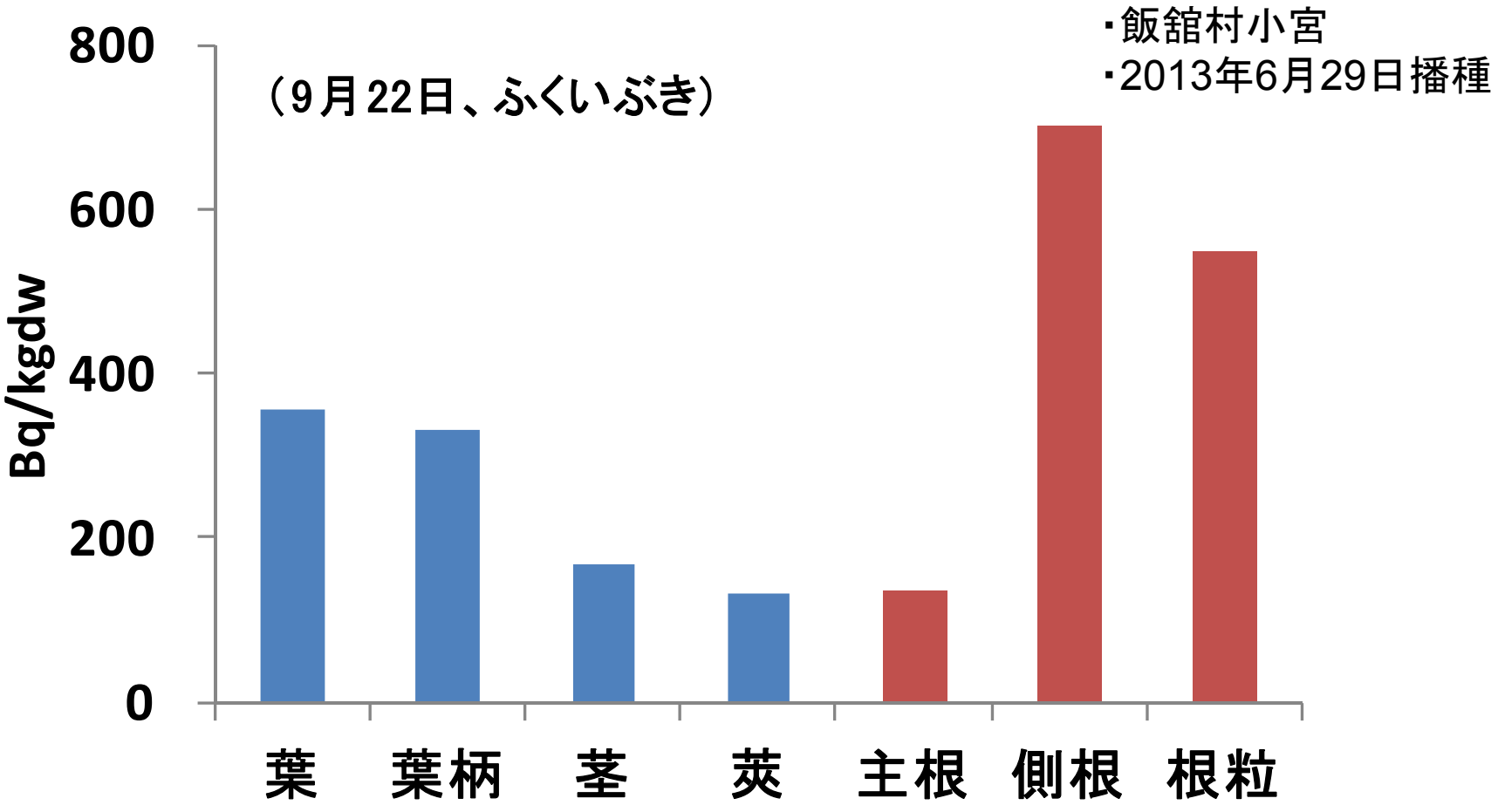
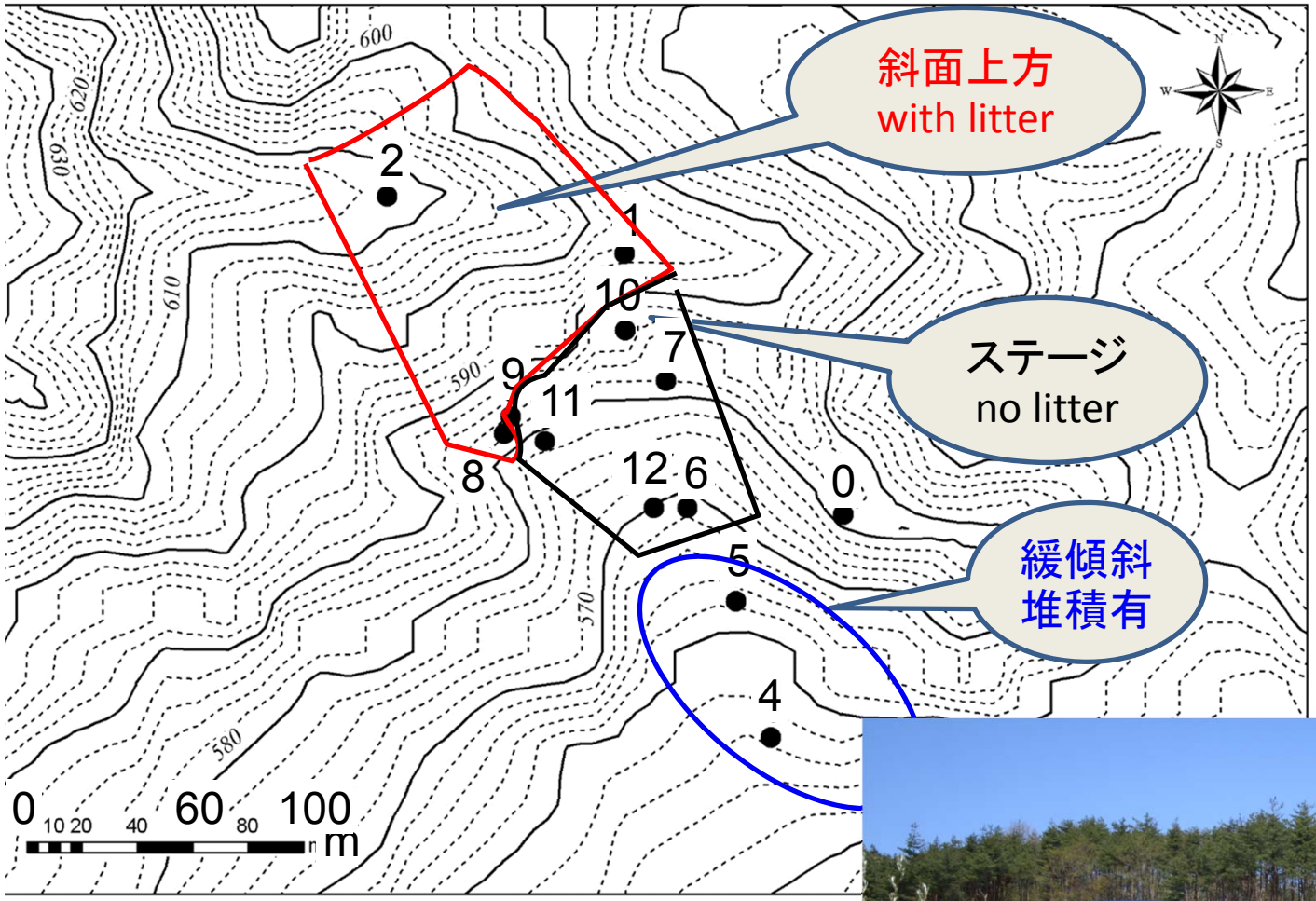
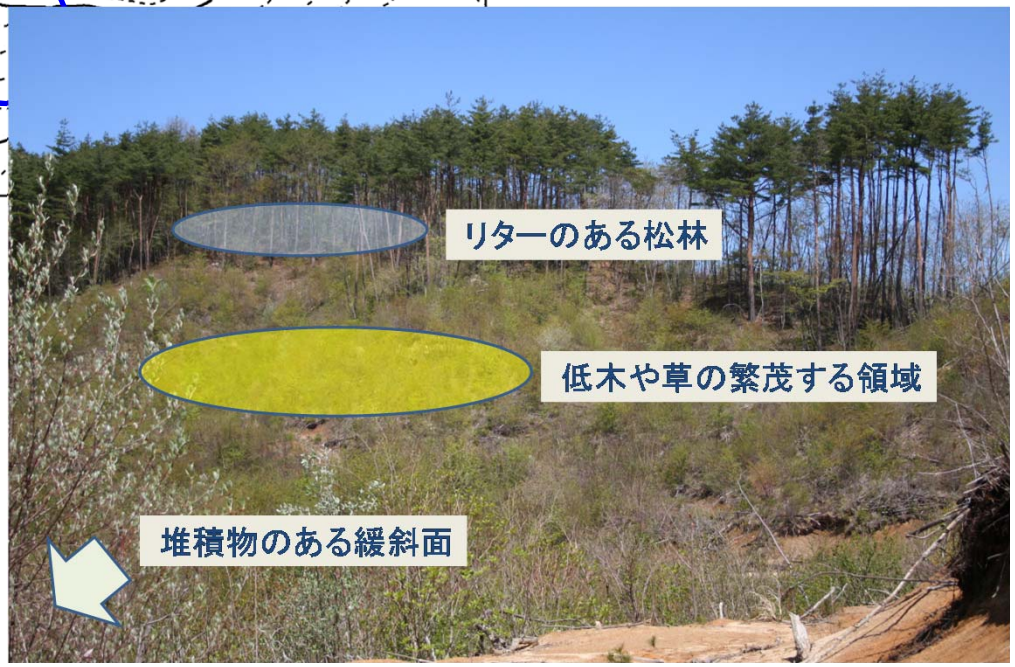


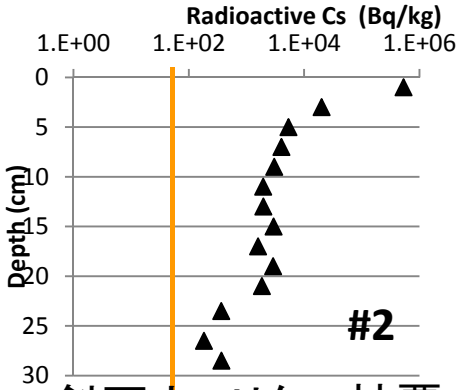
図　部位別の放射性セシウム濃度

・地上部の放射性セシウム濃度は葉、葉柄で高い
・地下部では、主根より側根で高い。根粒菌も側根と同程度。



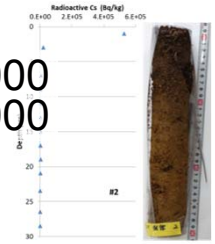


西村拓氏＆ふくしま再生の会
（3月26日飯舘村報告会用未公開データ）

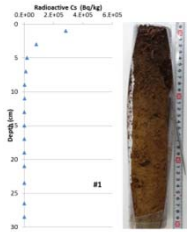


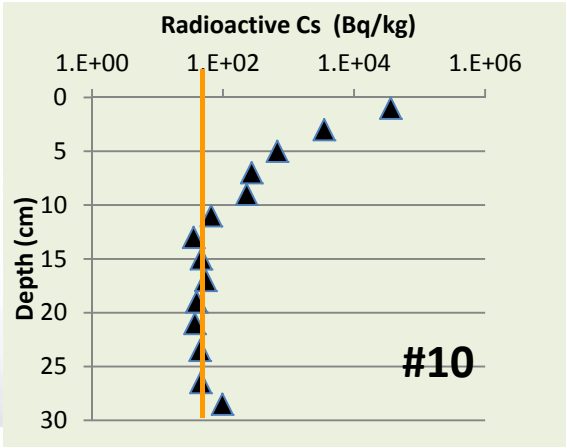
斜面上，リター被覆

②530000
20000

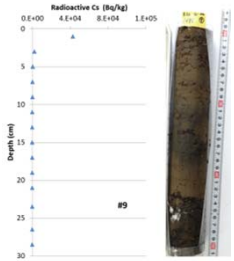


①283000
82000

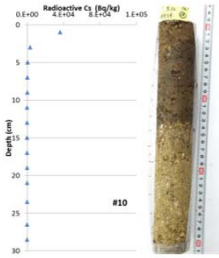




⑧226000
111000



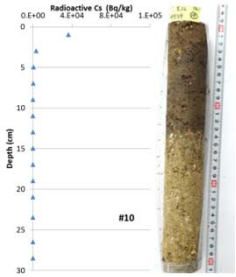
⑨43000
2200



⑩36000
3500

斜面中流部，被覆無

⑪12000
1100

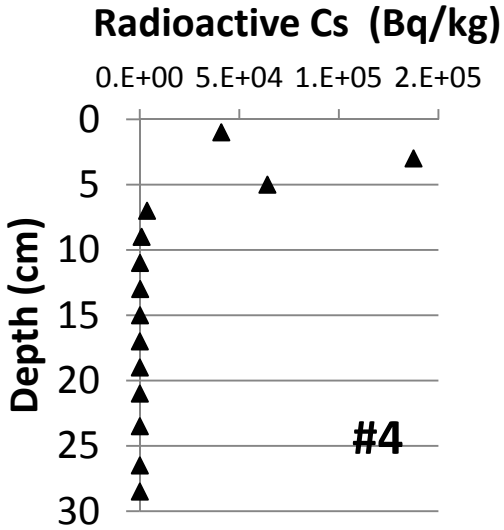


⑦94
3:

④41000
137000
64000

site Number
top 0-2cm [Bq/kg]
middle 2-4cm [Bq/kg]
Green 4-6cm

③80000
7700



斜面下流，流亡土堆積

西村拓氏＆ふくしま再生の会
（3月26日飯舘村報告会用未公開データ）

謝辞

- 飯舘村農業委員会
- 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

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
- 地域社会と専門家の連携－大学にできること－(2013.8.10)
  - http://www.iai.ga.a.u-tokyo.ac.jp/mizo/edrp/fukushima/fsoil/130810mizo.html
- ICRPダイアログセミナー「飯舘－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
  - http://www.iai.ga.a.u-tokyo.ac.jp/mizo/edrp/fukushima/fsoil/
- 飯舘村モニタリング
  - http://www.iai.ga.a.u-tokyo.ac.jp/mizo/edrp/fukushima/monitoringsite.html
- 飯舘村現場写真集
  - http://www.iai.ga.a.u-tokyo.ac.jp/mizo/edrp/fukushima/photoindex.html
- マスコミ報道
  - http://www.iai.ga.a.u-tokyo.ac.jp/mizo/edrp/fukushima/media.html