

2015.8.23
松塚地区説明会
@飯舘村松塚公民館

飯舘村松塚地区の農地の現状

NPO法人ふくしま再生の会
東京大学福島復興農業工学会議
溝口勝・西村拓・久保成隆・飯田俊彰(東京大学)
斎藤広隆(東京農工大学)
西脇淳子(茨城大学)

復興の農業工学

- 上野英三郎博士
 - ハチ公の飼主
 - 東大農学部教授
 - 耕地整理法(1900)
 - 耕地整理講義(1905)
- 農業工学(農業土木)
 - 食料生産の基盤整備
 - 不毛な大地→肥沃な農地
 - 農地造成／灌漑・排水
 - 農地除染
- 除染後の土地利用
 - 帰村後の農村計画
 - 地域創生／産業再生



農地再生とともに一步

河北新報
2015年4月17日

2015年(平成27年)4月17日(金曜日)

農地再生とともに一步

飯館・関根松塚地区 NPO 東大 協定締結へ

東京電力福島第一原発事故で住民が避難中の福島県飯館村関根松塚地区と、村の復興を支援するNPO法人、東京大の農業工学研究者の組織の3者が近く、除染後の農地利用などで連携・協力する協定を結ぶ。水田の土壌を調べる活動が既に始まっており「除染後の現状を知ること、地区再生への一步を踏み出したい」と住民は期待する。

復興に向けて連携・協力の協定を結ぶのは、NPO法人ふくしま再生の会(田尾陽一理事長)と東京大福島復興農業工学会議(代表・溝口勝同大教授)。2011年から飯館村佐須地区などの住民と協働し、農地と生業の再生実験に取り組んできた。

協定案は①具体的な「地域再生計画」づくり②実現のための調査や試験③産業興しや人材育成などでの協力を掲げ、関根松塚地区も近く役員会で内容を検討する。

関根松塚地区(高橋文男区長・43世帯)では農地除染がほぼ終わった。地区は「帰村後」の意向調査を行い、畜産や施設園芸の希望が十数人に上り、住民ぐるみで土地利用を話し合ってきた。

前区長で復興部長の山田猛史さん(66)「村農業委員」は福島市内で和牛繁殖を再開し「除染後の水田を広い放牧地にしたい」と提案しており、本紙「その先へ」で先月紹介した。

再生の会と東大のメンバーは先月から山田さんの水田の土壌調査に入り、12日に開かれた住民の集会で除染効果の現状を報告した。

その結果、表土はき取りと客土がされた深さ7センチ前後を境に、深い層に放射性物質濃度が高い部分が残ったり、逆に表層の濃度が高かったりと、測定地点によってばらつきがみられた。

溝口教授「土壌物理学は「表層で濃度が高い地点は、除染土をいっただん集めた場所ではないか。代かきなどで均等化すれば問題ないレベルで、作物への移行も心配ない」と分析。その実証と地力の回復・適作の試験などにご協力から取り組み各分野の専門家を参加させたいと協定へ期待を語った。

山田さんは「第三者のデータだから信頼できる。ありのままの現状を住民が知ることを土台に、牧草はどんな種類がいいか、未除染のあぜの部分はどうするかなど、これからの土地利用の道筋と地区の再生を検討していけたら」と話す。

関根松塚地区の集会が行われた。ふくしま再生の会と東大のメンバーによる説明会(12日、福島県飯館村)



調査の目的

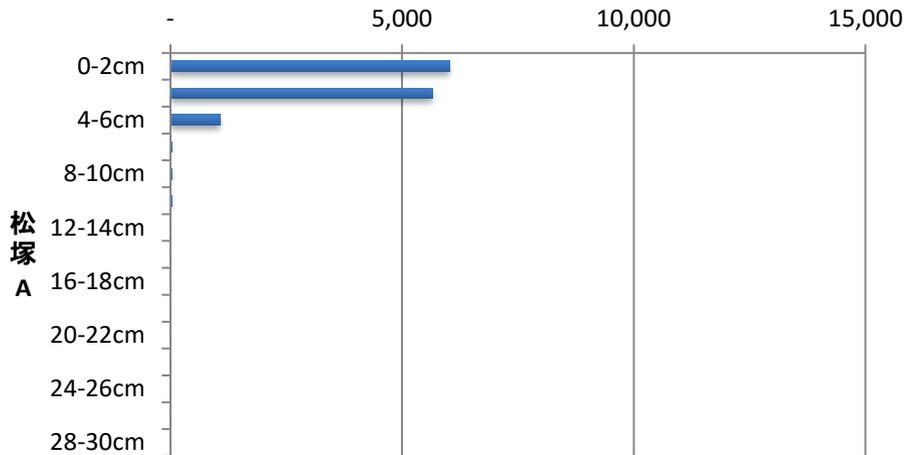
- 除染後の農地の現状を知る
 - 放射能の分布:空間線量(再生の会)
 - 客土層の厚み:地中レーダー法(東京農工大学)
 - 土壌特性・排水性(東京大学)
 - 農業用水(東京大学)
- 土地利用の可能性を考える
 - 水田／畑作／畜産
 - 牧畜:飯舘牛の復活
- 土地改良の方法
 - 排水性の改善(暗渠?)
 - 肥沃度の回復(緑肥?)
 - 農業用水の利用法

松塚地区の 空間線量と農地土壌の放射能分布

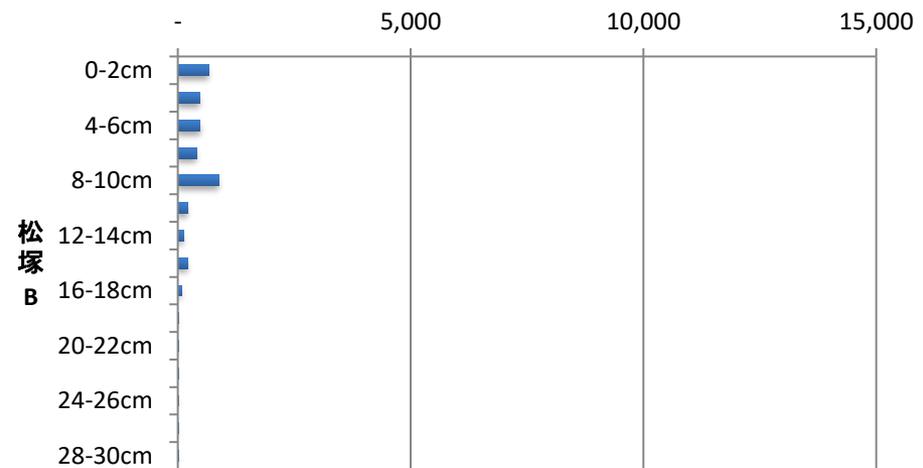
小原 壮二
(ふくしま再生の会)

松塚地区農地土壤の放射性セシウム分布

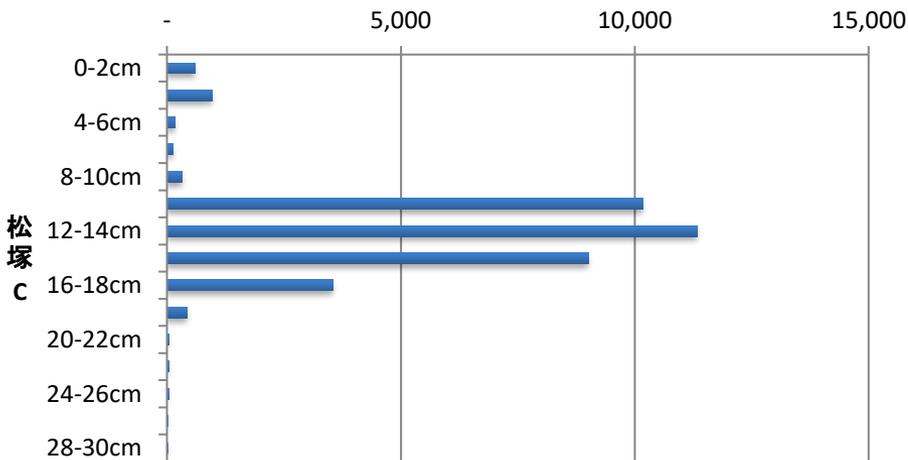
放射性Cs濃度 (Bq/kg湿重量)



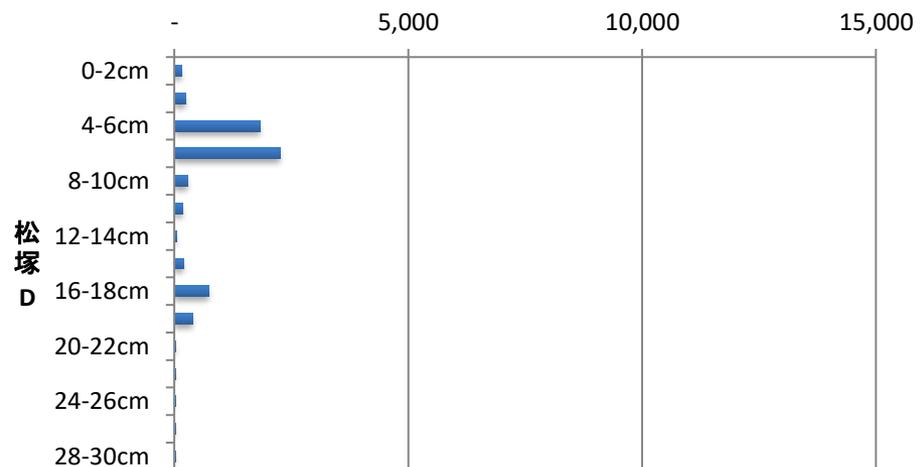
放射性Cs濃度 (Bq/kg湿重量)



放射性Cs濃度 (Bq/kg湿重量)

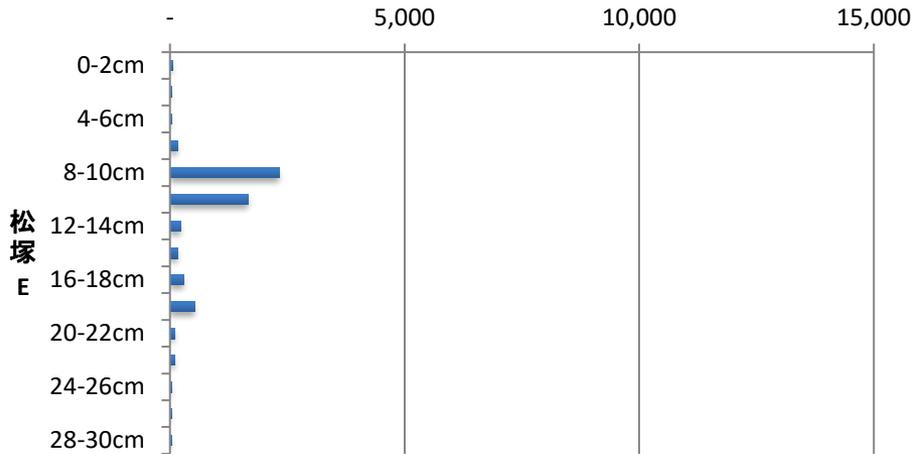


放射性Cs濃度 (Bq/kg湿重量)

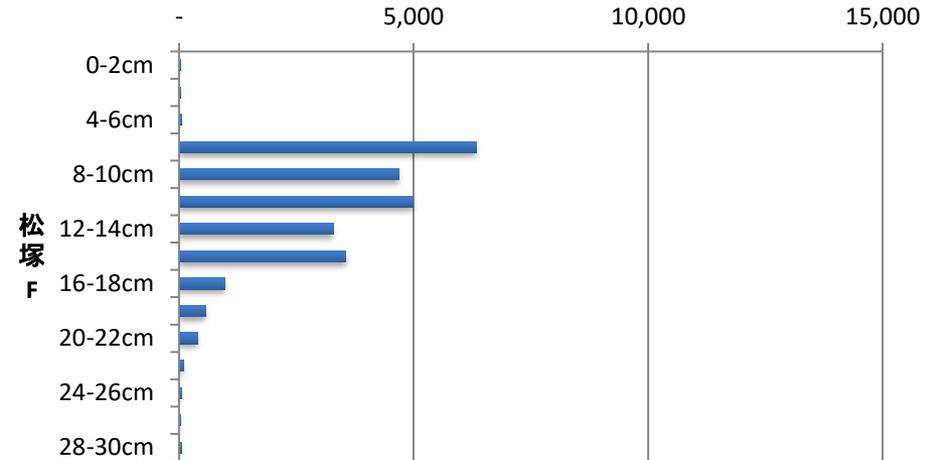


松塚地区農地土壤の放射性セシウム分布

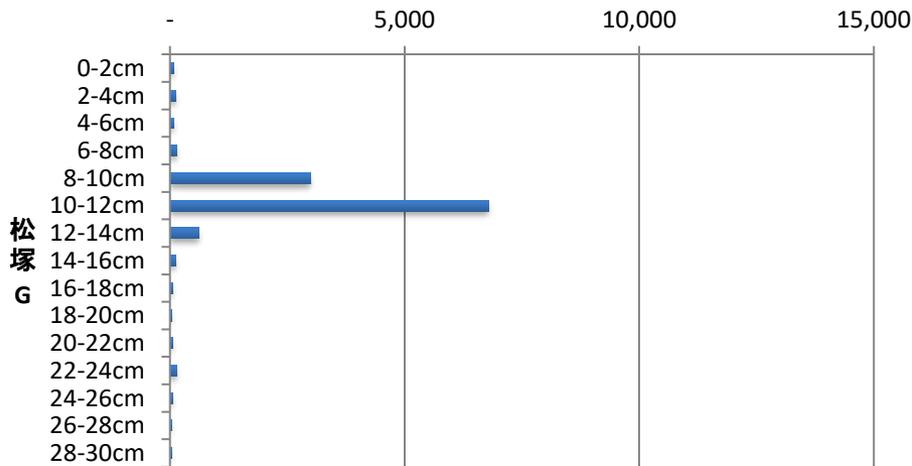
放射性Cs濃度(Bq/kg湿重量)



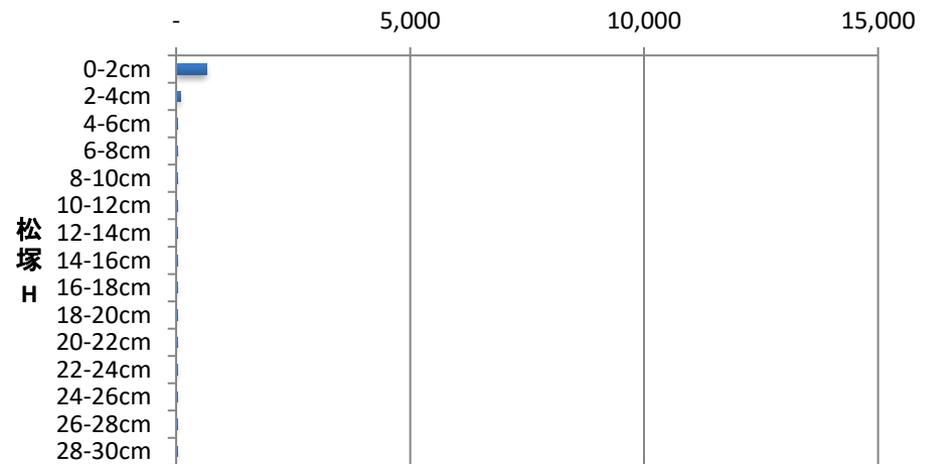
放射性Cs濃度(Bq/kg湿重量)



放射性Cs濃度(Bq/kg湿重量)

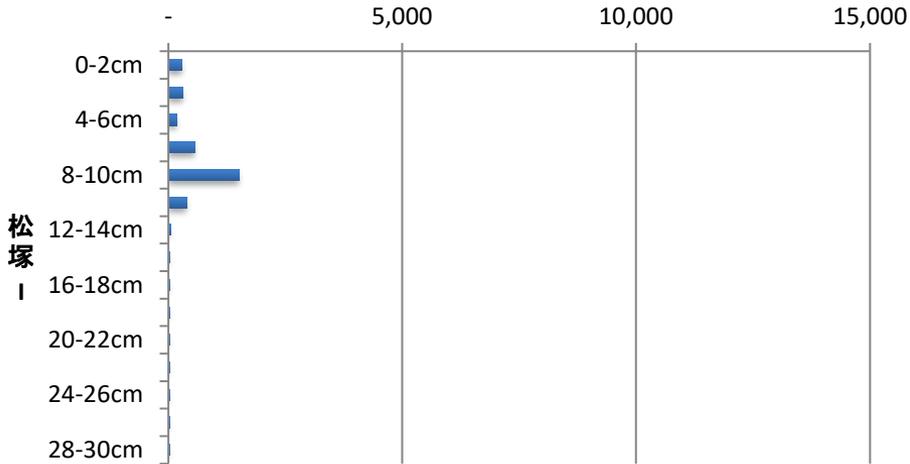


放射性Cs濃度(Bq/kg湿重量)

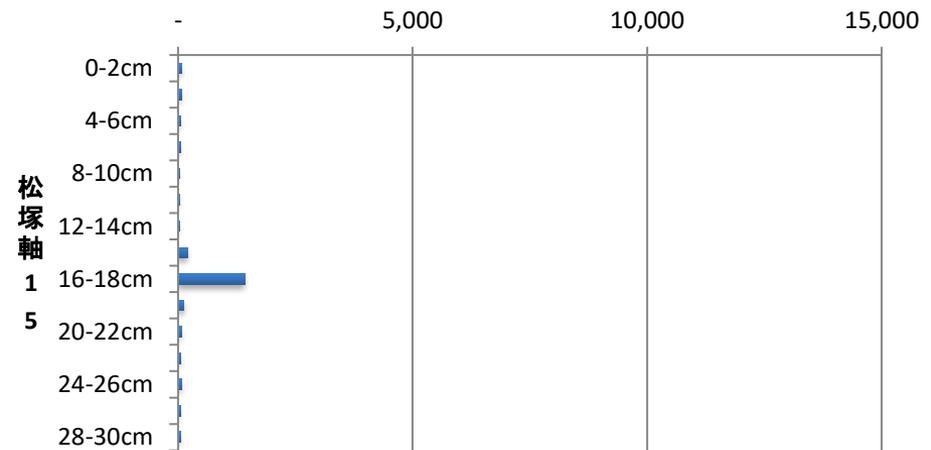


松塚地区農地土壤の放射性セシウム分布

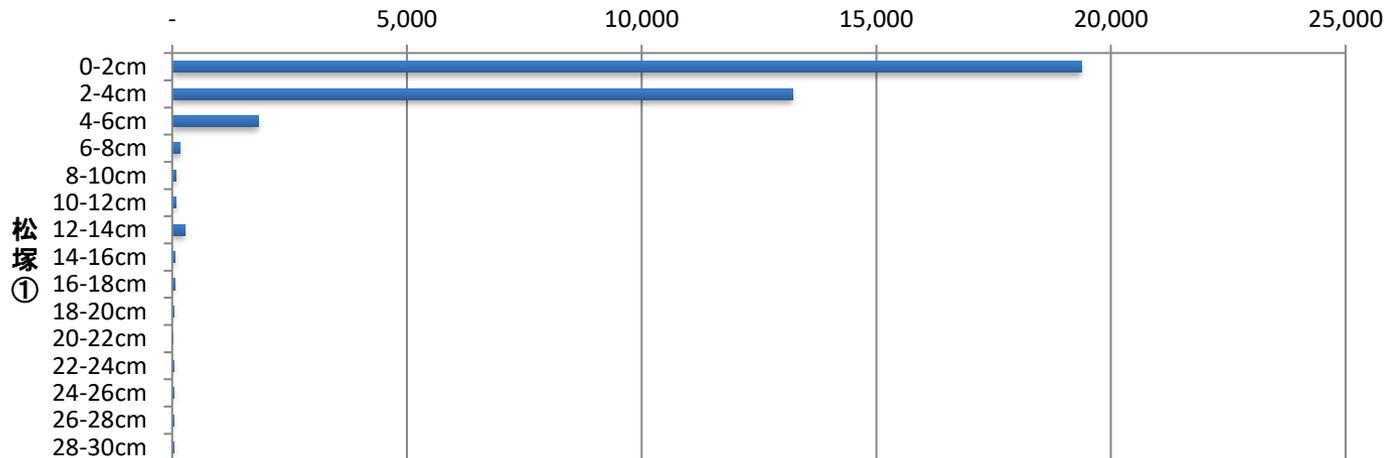
放射性Cs濃度 (Bq/kg湿重量)



放射能Cs濃度 (Bq/kg湿重量)



放射能Cs濃度 (Bq/kg湿重量)



松塚地区農地の地中診断

斎藤広隆
(東京農工大学)

飯舘村松塚地区除染水田における地中レーダー調査について



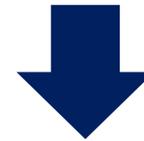
東京農工大学大学院 斎藤広隆

岩崎俊樹・鈴木洸平

目的



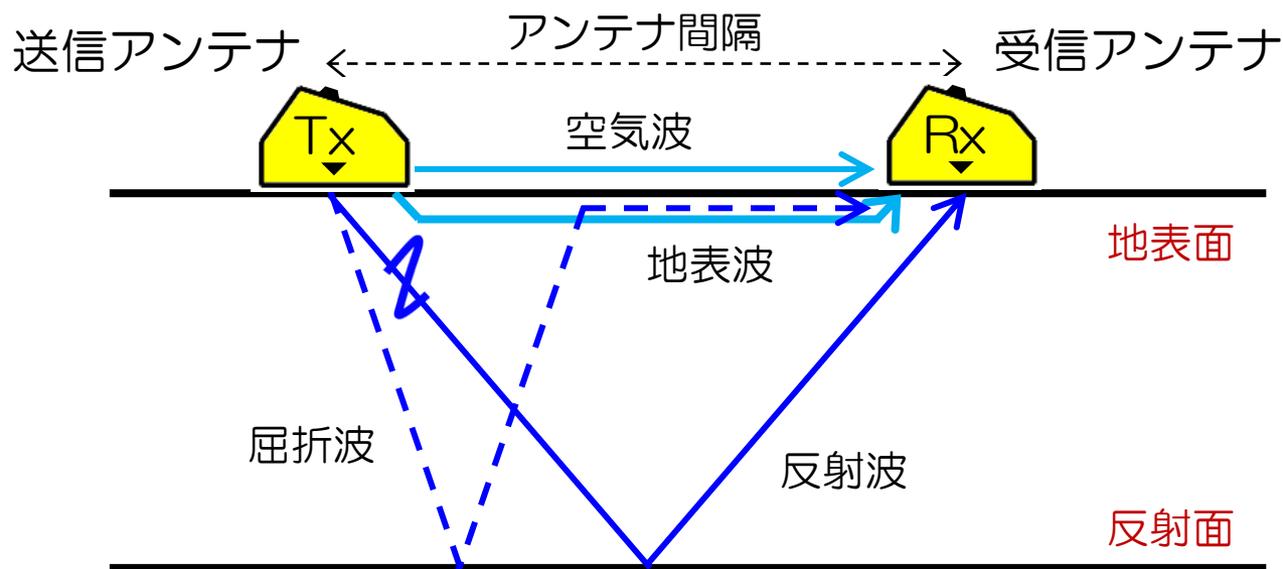
- 除染後に山砂を用いて客土
- 客土層厚の均一性の評価



- 地中レーダ (GPR) による客土層の厚計測可能性の評価

地中レーダとは

Ground Penetrating Radar (GPR) : 特定周波数のパルス電磁波を地中に放射し, 地中の反射面(物)で反射し戻ってきた電磁波(反射波)から地下の構造や特性を推定する非破壊かつ非侵襲な探査技術



電磁波伝播速度 v と比誘電率 ϵ_r

$v \approx \frac{3 \times 10^8}{\sqrt{\epsilon_r}} \text{ [m/s]}$	空気	1
	土	3-10
	水	81

反射強度 RC

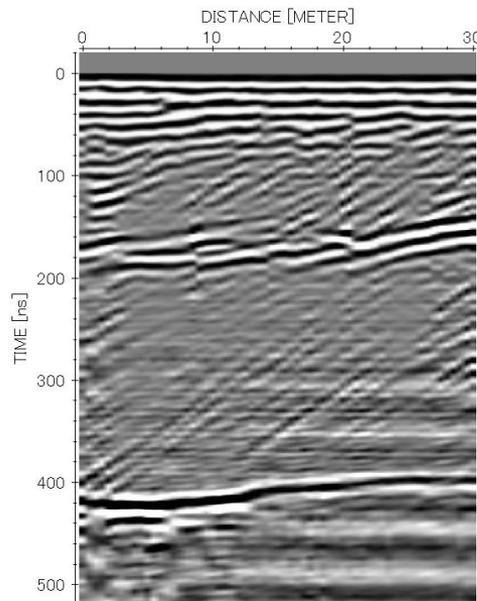
$$RC = \frac{\sqrt{\epsilon_1} - \sqrt{\epsilon_2}}{\sqrt{\epsilon_1} + \sqrt{\epsilon_2}}$$

電気特性の大きく変化する境界で, 強く反射する

地中レーダー探査法と波形

- プロファイル計測: 送受信アンテナの間隔を変えずに連続的にデータを取る方法. 縦軸が反射往復時間(ns)、横軸が走行距離(m)の反射断面記録を得る.
- ワイドアングル計測(CMP): 地中での電磁波伝搬速度を求めるため, ある1点を中心に送受信アンテナを等間隔に広げて断続的にデータを取る方法.

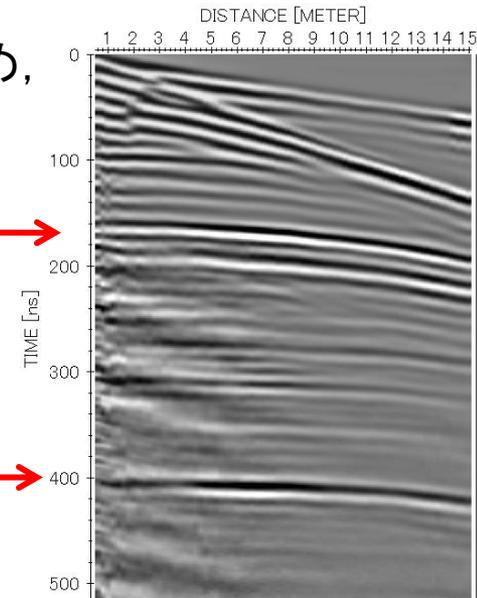
プロファイルデータ例



CMPデータから速度を求め、
プロファイルデータの時間を
深さに変換



CMP例



調査概要

- 2015年7月4・5日
 - Sensor&Software社製250および1000MHzのパルス型GPR
- 2015年8月1日（ジオファイブ協力）
 - 3D-RADAR社製マルチアンテナ・ステップ周波数型GPR (200MHz～3GHz)

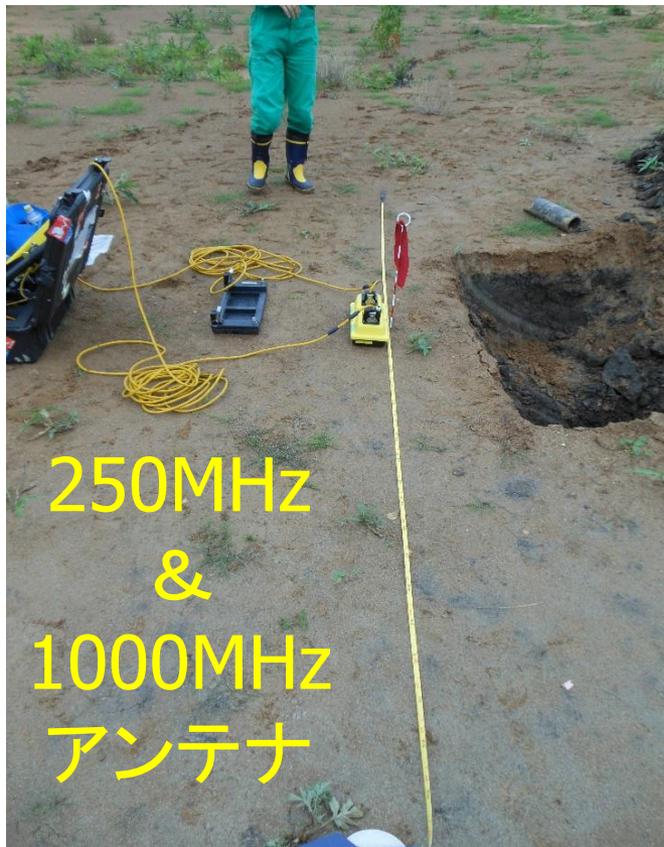


調査対象地：松塚地区内除染済み水田



調査風景 (パルス型GPR)

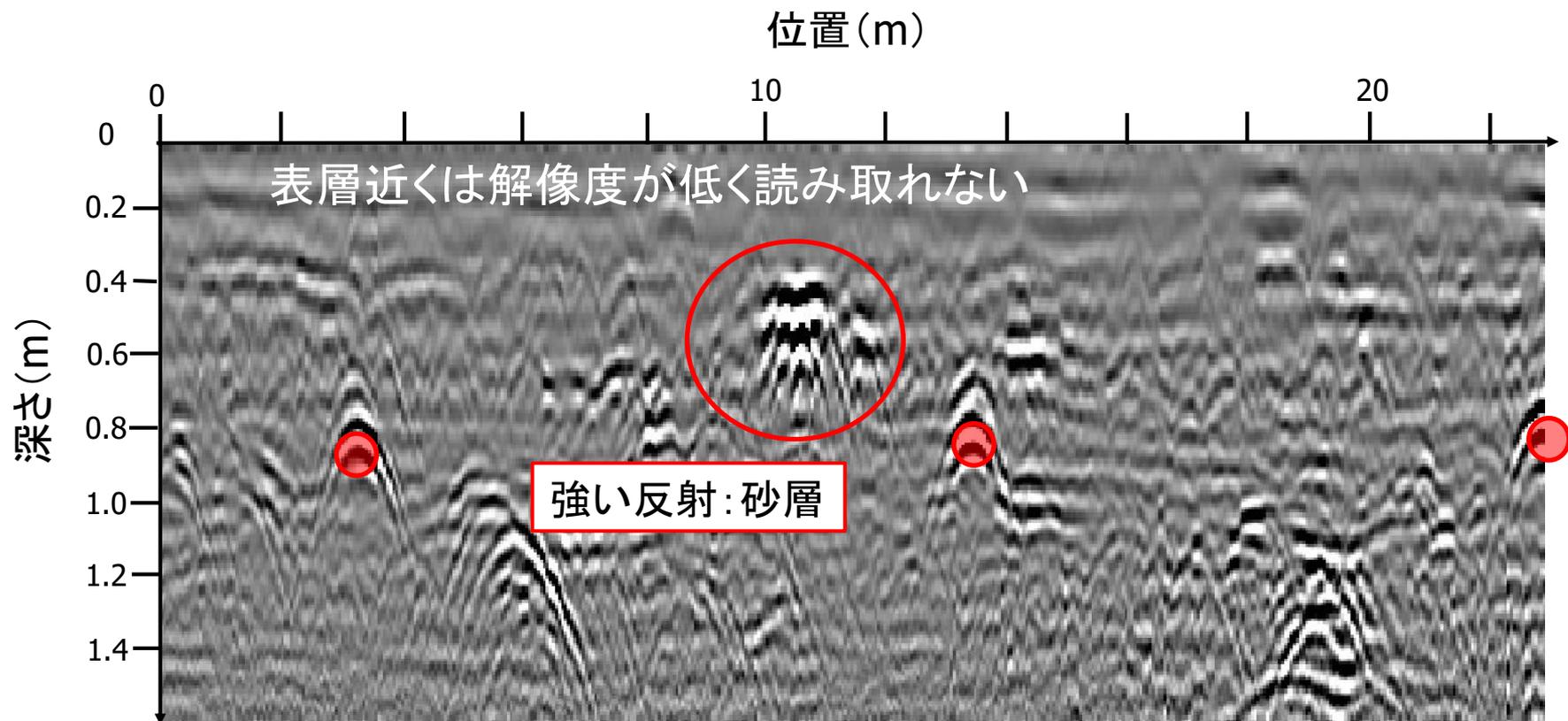
CMP計測



Profile計測 (測線距離23m)

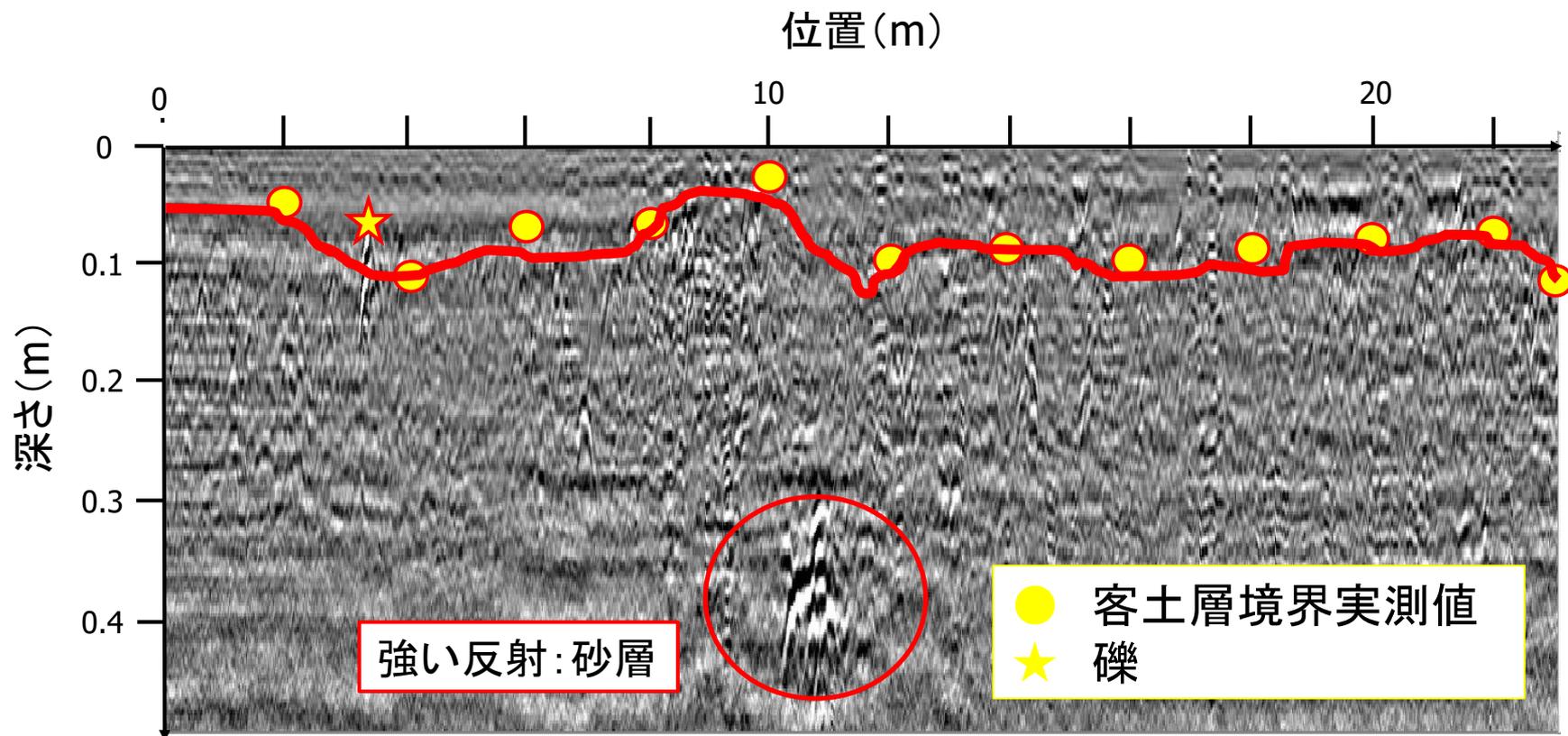


250MHzプロファイルデータ



深さ約80~90 cmに10m間隔で点反射: 暗渠管

1000MHzプロファイルデータ



—— 波形データから読み取った客土層境界

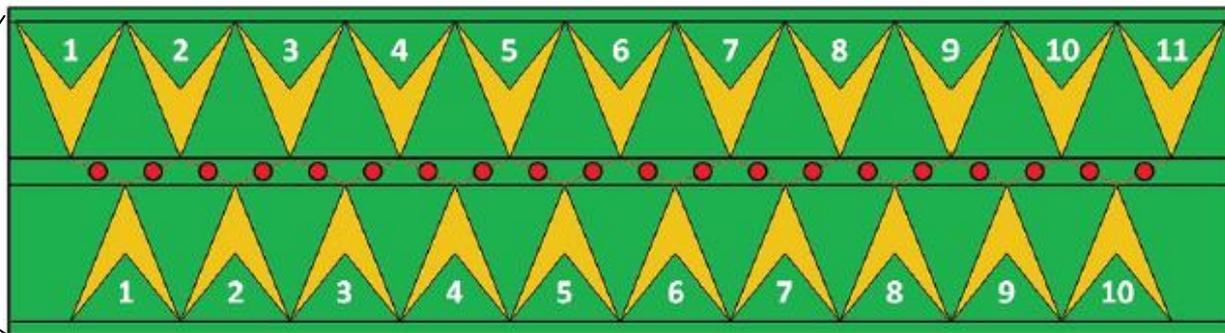
パルス型GPRまとめ

- 250MHzレーダーでは表層付近の解像度が悪いものの、暗渠からの反射は明確に捉える事ができた
- 1000GHzレーダーでは、さらなる詳細な解析が必要であるものの、表層付近の比較的浅いところでの反射を捉え、実測の客土層厚データと融合させることで、客土層厚を連続的に推定可能であることが示された

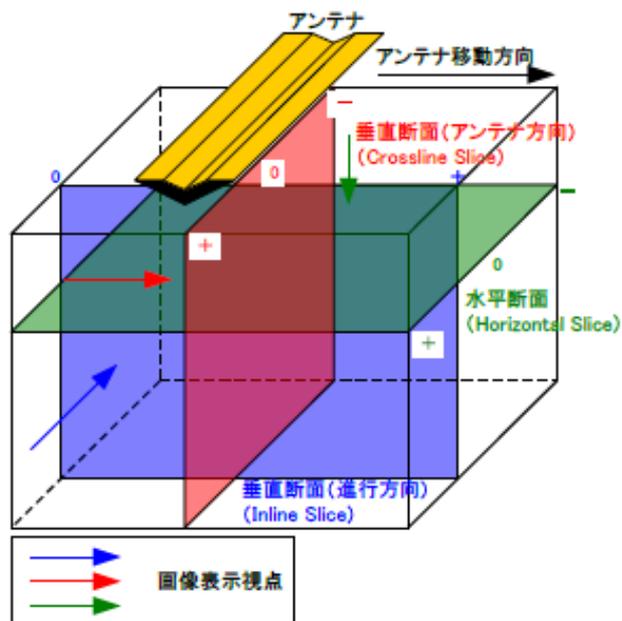
三次元GPR



受信素子(アンテナ)



送信素子(アンテナ)



パルス型GPRでは受信アンテナ，発信アンテナそれぞれ一つなのに対して，3D-GPRではそれぞれ複数個あり，周波数もステップ式で200MHzから3GHzまで対応。

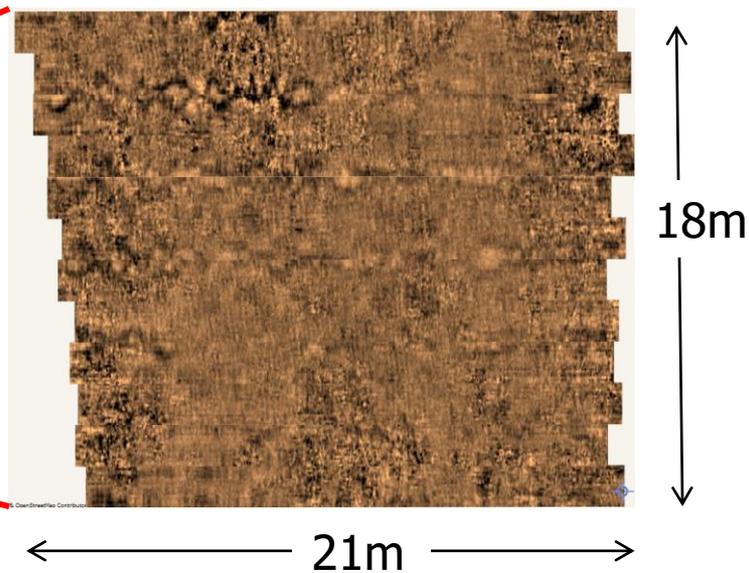
パルス型では一回の測定で，一つの周波数帯で垂直断面が一つ得られるのに対して，今回用いた3D-GPRでは様々な周波数で10断面が一度に取れる ⇒ **三次元データ**

調査概要

調査地(赤枠内):パルス型GPRと同じほ場



12回 × 10測線 = 120測線



3次元地中レーダー



<https://www.youtube.com/watch?v=2hBntP8uQ-c>

飯舘村松塚地区水田（2015.8.1）



飯舘村松塚地区水田（2015.8.1）

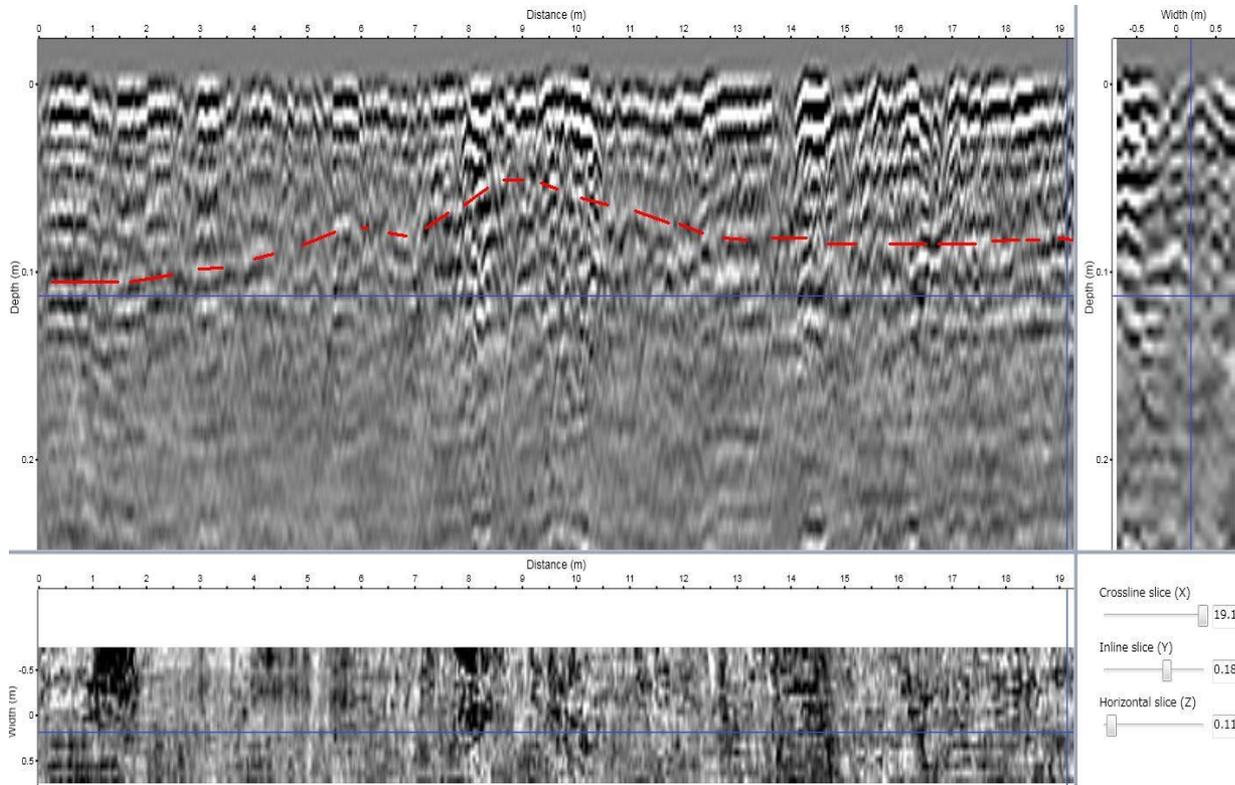
浅部プロフィール(高周波領域)

垂直断面(進行方向)

垂直断面(アンテナ方向)

10 cm →

20 cm →



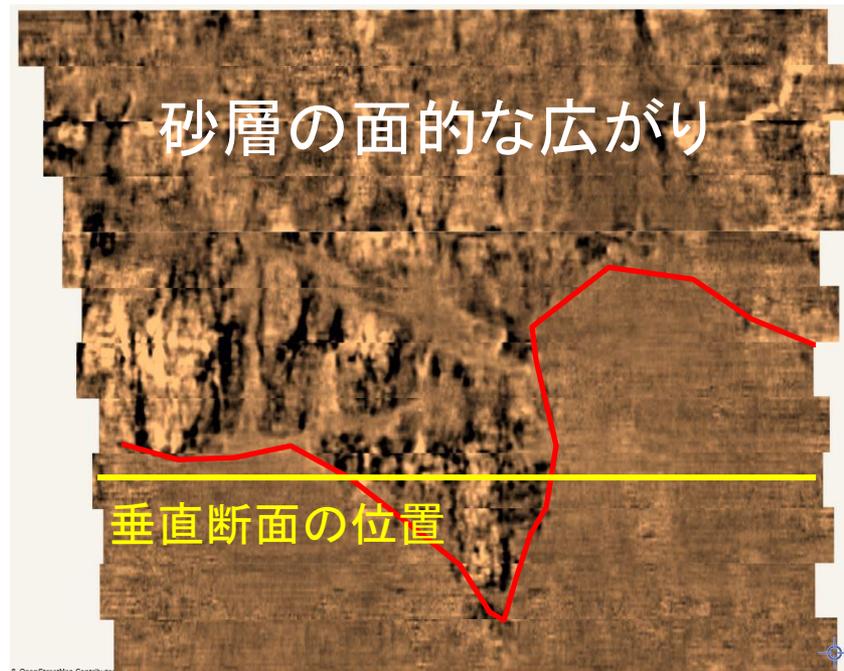
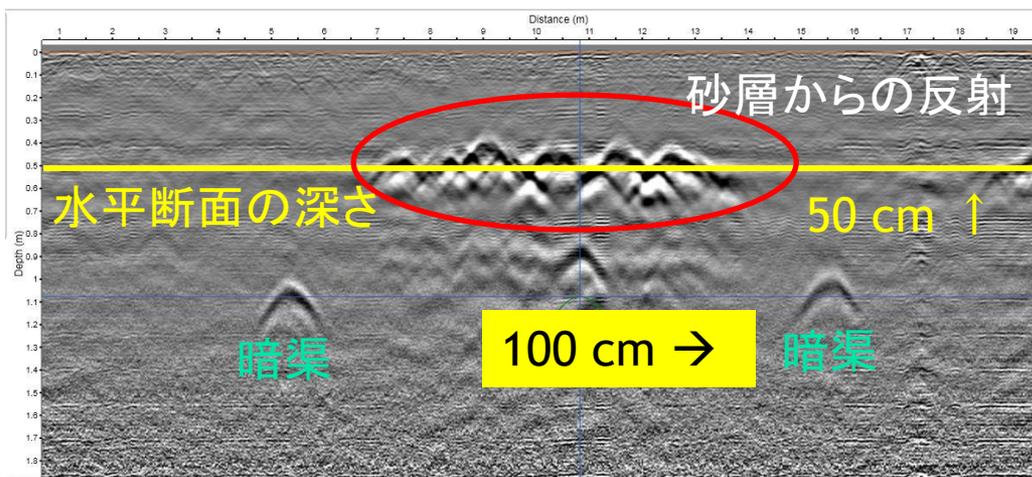
水平断面

今後CMPデータによる詳細な速度解析が必要

低周波領域：深部

水平断面

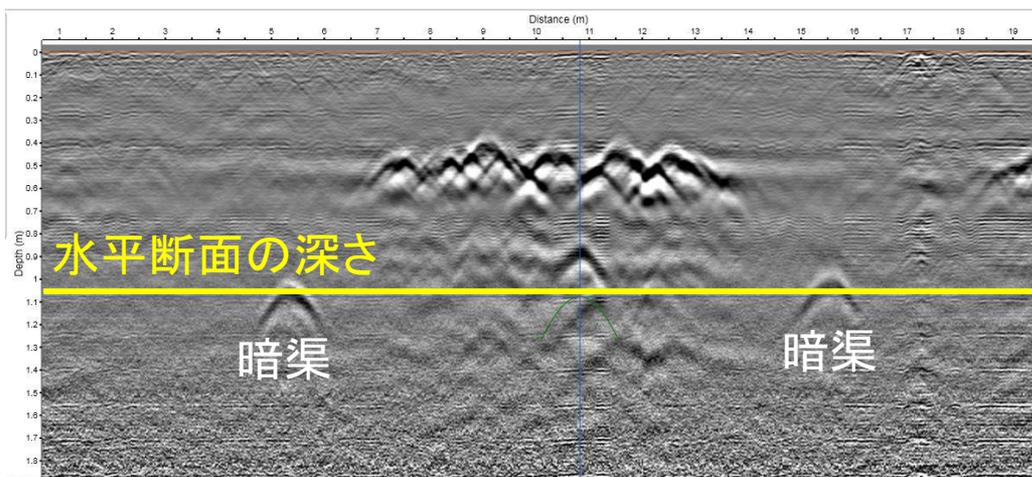
垂直断面（進行方向）



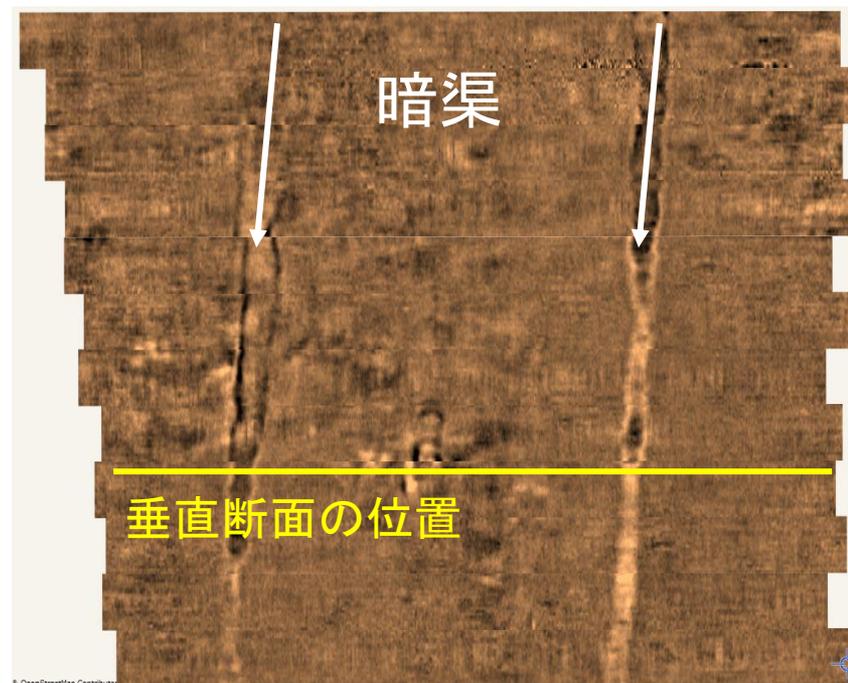
パルス型GPRでも確認できた砂層の2次元的な広がりを可視化

暗渠の可視化

垂直断面（進行方向）



水平断面



水田内に埋設されている暗渠の様子を三次元的に可視化

3D-GPR

- マルチアンテナ・ステップ周波数型3D-GPRを用いて除染済み水田において探査を行った
 - 客土層の三次元的な分布には、CMPデータ（取得済み）の詳細な解析が必要
 - 暗渠や砂層の広がりなど水田の三次元的な構造を可視化することができ、今後の営農に活用可能（世界初(?)の貴重なデータ！）

松塚地区の 土壌特性と排水性

西村 拓

(東京大学福島復興農業工学会議)

調査地（山田さんの圃場）



2015.06.26 松塚地区，山田氏圃場

飯館村松塚の土壌調査

2015.06.26

東京大学 環境地水学研究室
西村 拓





降雨
12時 16
13時 22.5
14時 7
計 45.5mm

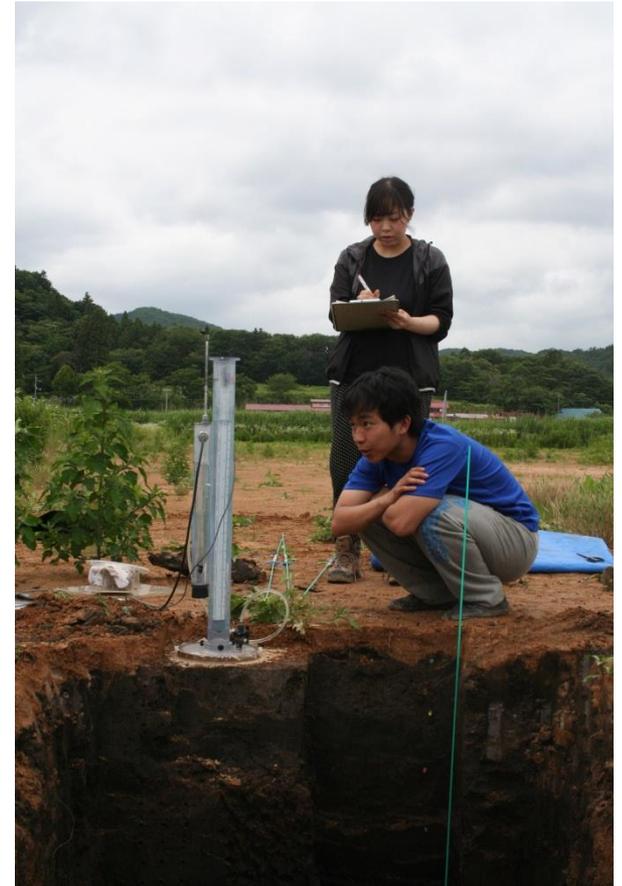
2015.06.21





②山中式硬度測定

①コーンペネトロメータ測定



③ディスクパーミアメータ測定

および土壌採取

土壌採取
100ccの金属円筒に土を取って
持ち帰って分析



掘削直後



客土 (SL:砂壤土)

SCL:砂質埴壤土

CL:埴壤土

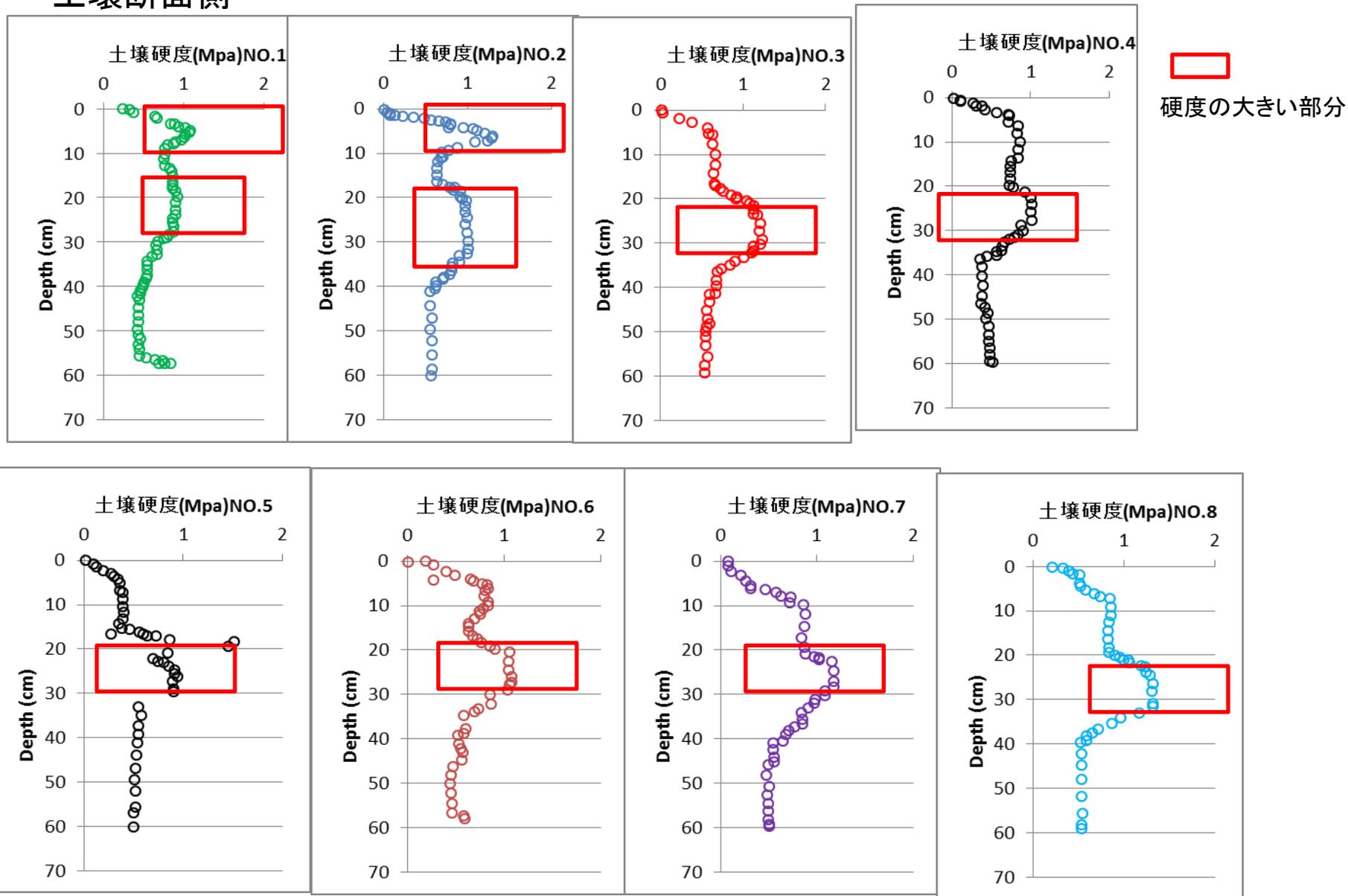
CL:埴壤土

LiC:軽埴土

CL:埴壤土

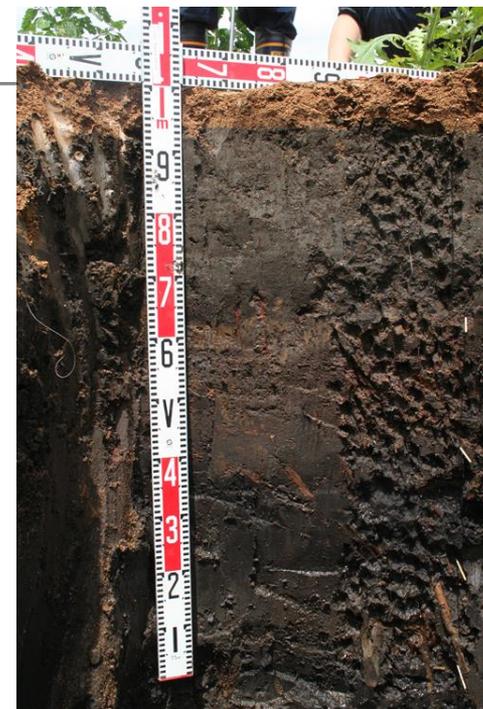
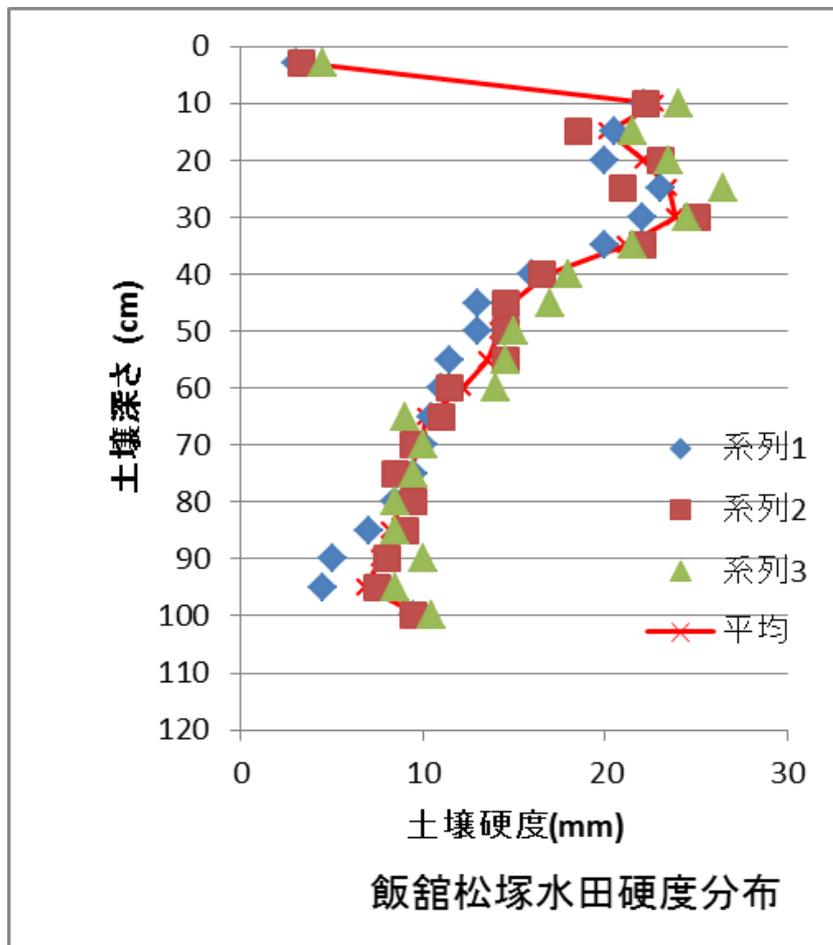
土壌断面側

①コーンペネトロメータ分布



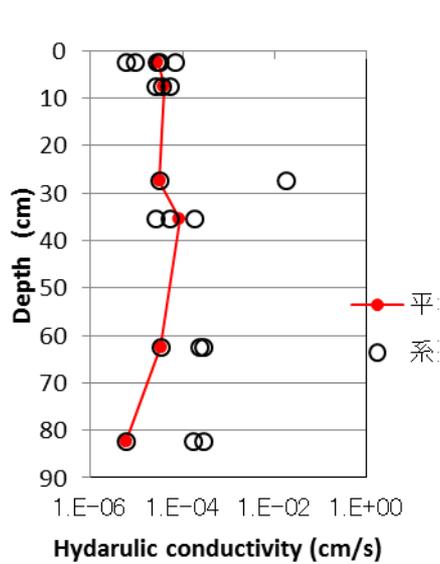
一部、表層部5cm(客土底)で大きい硬度を示す場所がある。これは、客土工事の重機の轍と考えられる。それ以外の場所では、20cmから35cmで貫入抵抗が最大値を示す。これは、元々の水田の硬盤層と考えられる。35cm以下は粘土層で、水分が多いこともありきわめて柔らかい

②山中式硬度測定

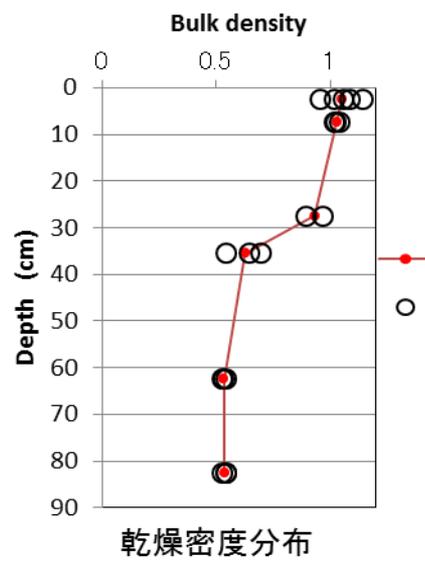


山中式硬度計による土壌硬度は客土の部分では、土壌が湿っていたこともあり、非常に柔らかく、深さ10cmから35cmくらいまで20mm以上で硬い高度を示していた。70cm以降は粘土質で硬度10mm以下と柔らかい。

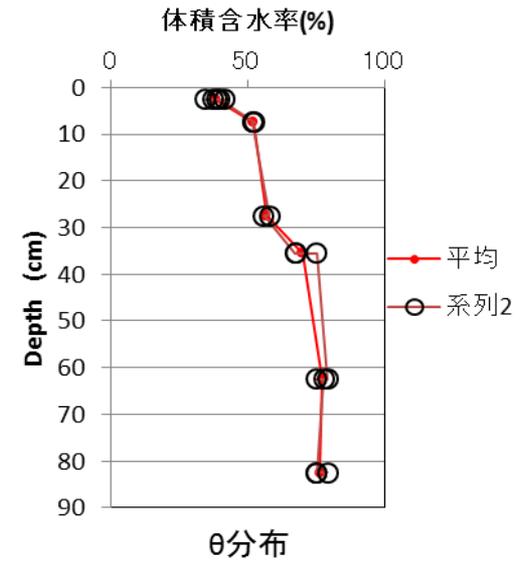




飽和透水係数分布



乾燥密度分布



θ分布

物理性データ

平均深さ	2.5	7.5	27.5	35.5	62.5	82.5
含水比	36.50	50.68	61.09	113.53	144.51	142.03
乾燥密度	1.05	1.03	0.93	0.63	0.54	0.54
体積含水率	38.46	52.16	56.89	70.04	77.29	76.43
平均深さ	2.5	7.5	27.5	35.5	62.5	82.5
透水係数平均	2.91E-05	3.9E-05	3.19E-05	8.65E-05	3.41E-05	5.91E-06
土粒子密度	2.71	2.54	2.46	2.40	2.33	2.28
固相率	38.82	40.55	37.97	26.16	22.93	23.66
液相率	38.46	52.16	56.89	70.04	77.29	76.43
気相率	22.73	7.28	5.14	3.81	0.00	0.00
1-液相	61.54	47.84	43.11	29.96	22.71	23.57

ディスクパーミアメータ測定データ

マサ土直下1回目 Ks
8.1E-04 cm/s

マサ土直下2回目 Ks
4.4E-04 cm/s

30cm耕盤層 Ks
6.4E-05 cm/s

$$6.4 \times 10^{-5} \text{cm/s} = 2.3 \text{mm/h}$$

透水係数は、時間あたりに換算して2mm/hr程度と小さく、このままでは、夕立等の際に湛水が生じることが予想される。畑地利用のためには排水改良が必要であろう。



松塚地区の農業用水

久保成隆・飯田俊彰

(東京大学福島復興農業工学会議)

取水口の調査



2015.6.21

Csは粘土は粒子に堅く収着され、粘土と共に移動する

2013/7/26 飯舘村宇都宮大学学長・副学長視察用資料
農学部 大澤 和敏

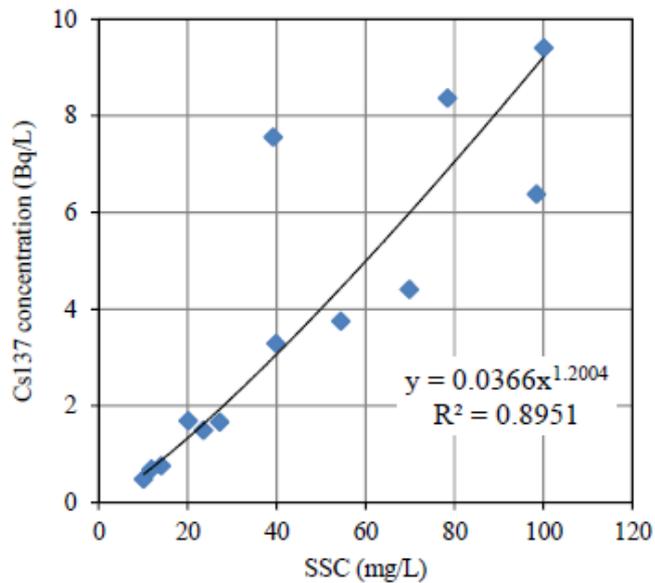


図7 比曾川のSS濃度とCs137濃度の関係

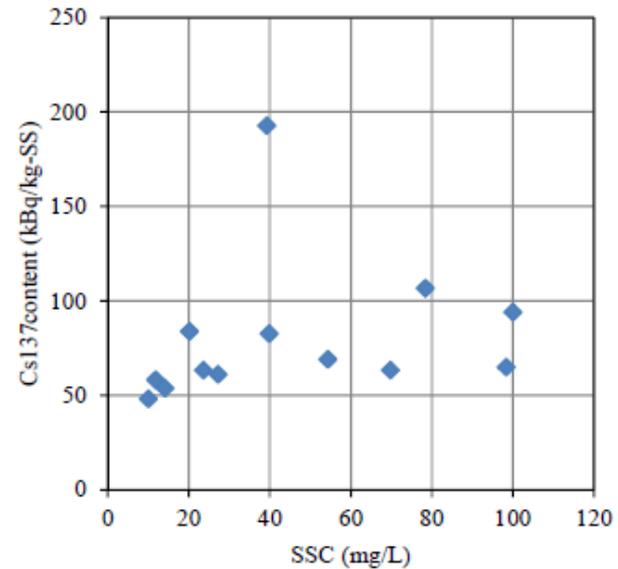


図8 比曾川のCs137濃度とCs137含量の関係

濁水時に取水を停止する方法

- 溪流からの取水：簡易固定堰、杭と砂袋
⇒ 取水の自動停止＋手動
- 中小河川からの取水：固定堰、ラバーダム
⇒ テレコン(遠隔操作)、テレメータ(遠隔監視)
取水ゲートの開閉、ラバーダムの起伏









議論

- 土地利用の可能性
 - 水田／畑作／畜産
 - 牧畜：飯舘牛の復活
 - ビニールハウス
- 土地改良の方法
 - 排水性の改善（暗渠？）
 - 肥沃度の回復（緑肥？）
 - 農業用水の利用法