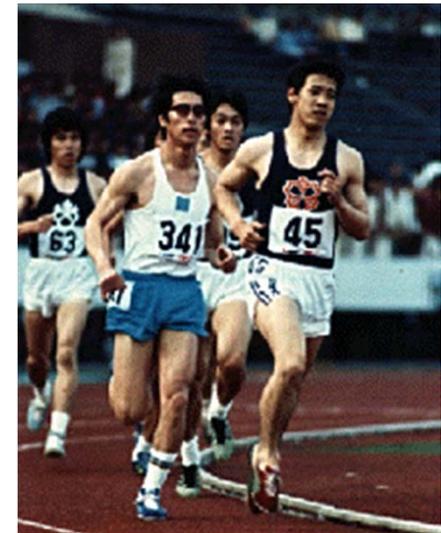


放射線計測勉強会
2014年11月15日(土)
いわき市生涯学習プラザ

お知恵拝借ー 土壌放射能鉛直分布測定器 「土壌くん」のキャリブレーション法

東京大学
大学院農学生命科学研究科
溝口 勝



(1980)

いま科学技術が問われている

- 農学とICTで風評被害をなくせるか？

- 農学栄えて農業減ぶ

－ 横井時敬

土に立つ者は倒れず、
土に生きる者は飢えず、
土を護る者は滅びず



- いま私たちは何ができるのか？

科学コミュニケーションの必要性

The image is a screenshot of the NHK World Newsline website. At the top, the NHK WORLD logo is on the left, and navigation links for Home, News, TV Programs, and Radio are on the right. Below the navigation is a search bar. The main content area shows a breadcrumb trail 'Home > NEWSLINE' and a section titled 'NEWSLINE Features'. A dark blue banner reads 'Post 3.11', followed by the article title 'Decontaminating Fukushima: Cleaning up Farms' and the date 'Aired on Dec. 19'. Below the text is a video player showing a news anchor in a studio. The video frame includes an 'HD' indicator, a background image of a worker in a field with the text 'Decontaminating Fukushima', and a lower-third banner with 'NHK WORLD' and 'from TOKYO'.

[マスコミ報道](#)

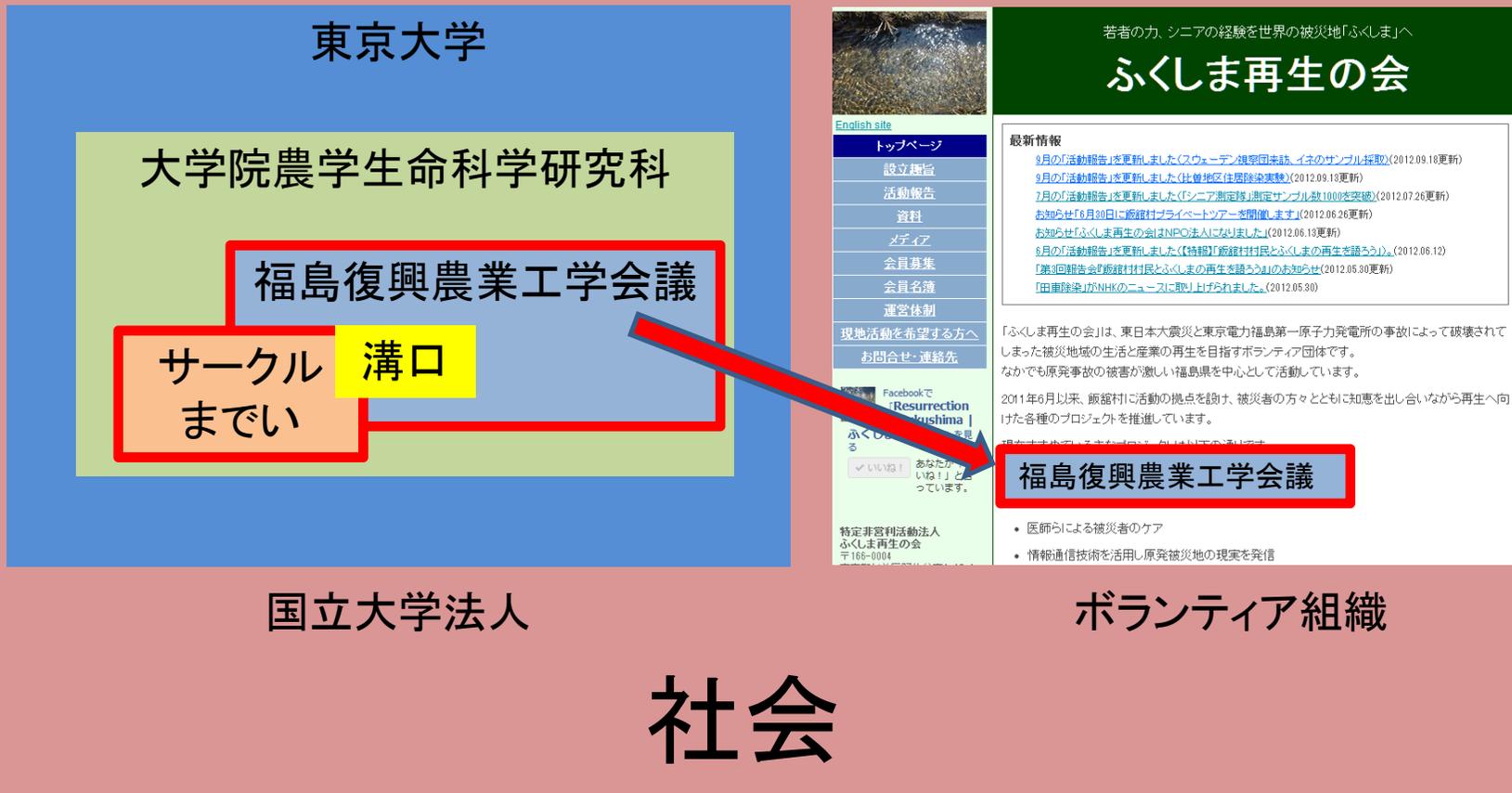
原発事故後の取り組み（溝口）

2011.3.11 東日本大震災

- (2011.3.15) 東大農業工学会議の仮設立
- (2011.5.30) 粘土表面の放射性セシウムセミナー
- (2011.6.7) 簡易空間線量計プロジェクト協力
- (2011.6.11) 土壌水分センサー講習会
- (2011.6.20) ボランティア未来農水と土サポート
- (2011.6.25) 飯舘村踏査
- (2011.7.10) 中山間地セミナー：飯舘村の『土』は今
- (2011.7.29) 震災復興への処方箋セミナー
—農業工学でできること—
- (2011.8.30) ふくしま再生の会との出会い
- (2011.9.4) 東大農業工学会議現地調査

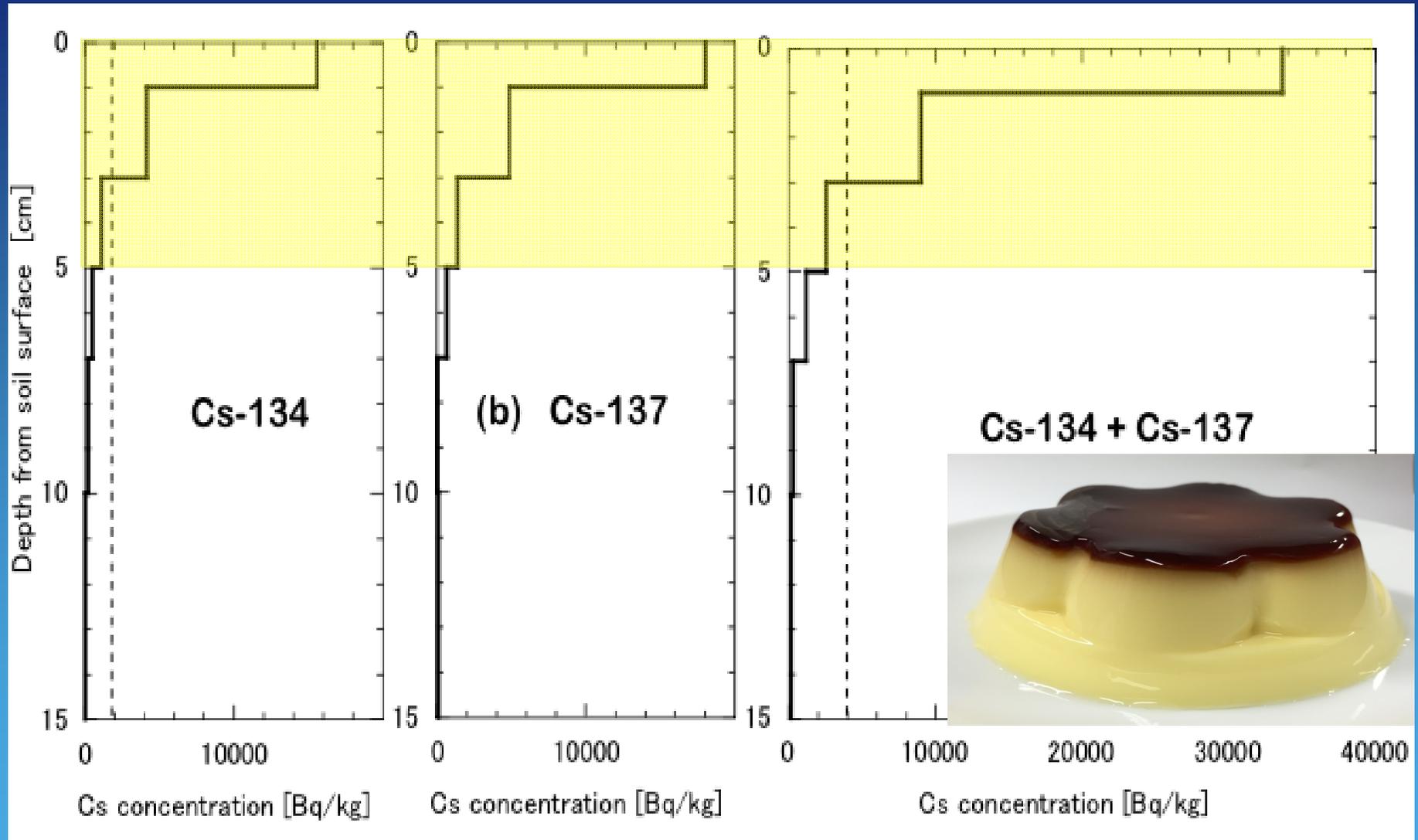
2014.11現在 91回現地調査 2011(6), 2012(27), 2013(37), 2014(21)

研究者としての立場



平日：大学人、週末：「ふくしま再生の会」

Vertical distribution of Cs in soil (24/5/2011)



Shiozawa et al. (2011): Vertical concentration profiles of radioactive cesium and convective velocity in soil in a paddy field in Fukushima. *Radioisotopes* 60 : 323-328



表土削り取り

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



水による土壌攪拌・除去



反転耕

①表土削り取り後の汚染土 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)



飯舘村菅谷地区(2013年8月17日)

Situation of agricultural field after 3 years from the accident

Wild boars



Heavy Weed



Disturbed agricultural field



<http://www.tai.gu.a-u-tokyo.ac.jp/mizo/edrp/fukushima/fsoil/PAWEE5131030.pdf>

Must measure vertical distribution and spatial distribution of Cs for decontamination

土壤くん

Measurement Time: 3 min



GM tube: LND712
(LND, Inc.)

How to use the in-situ device “DOJYO-kun”



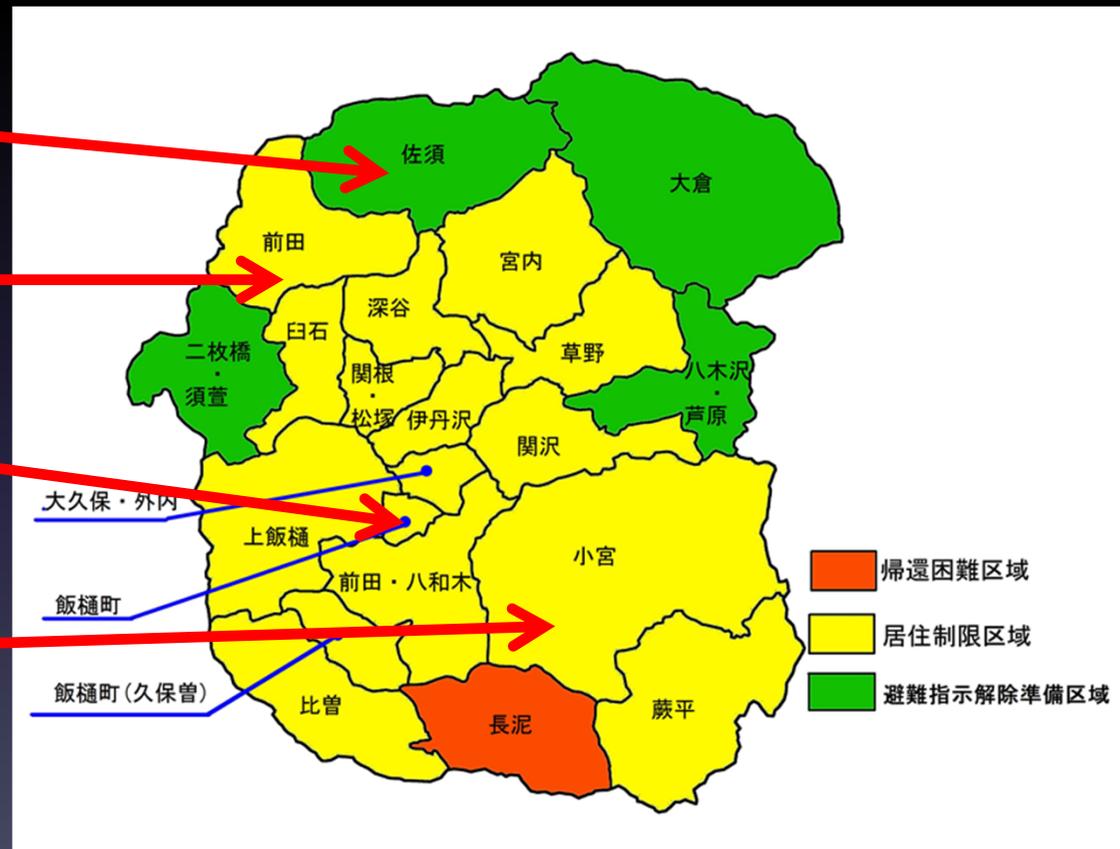
土壌くん現場データ

3. 佐須の水田

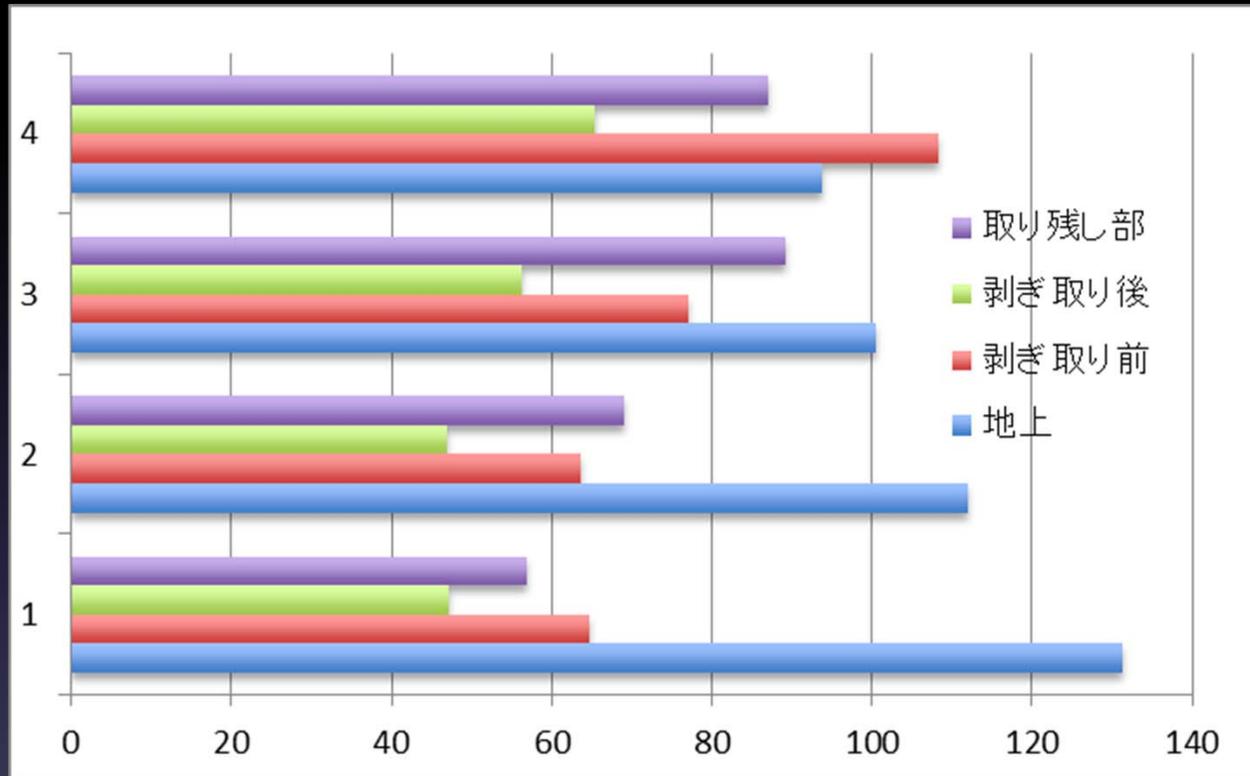
4. 明神岳の山林

1. 飯樋の除染農地

2. 小宮の水田

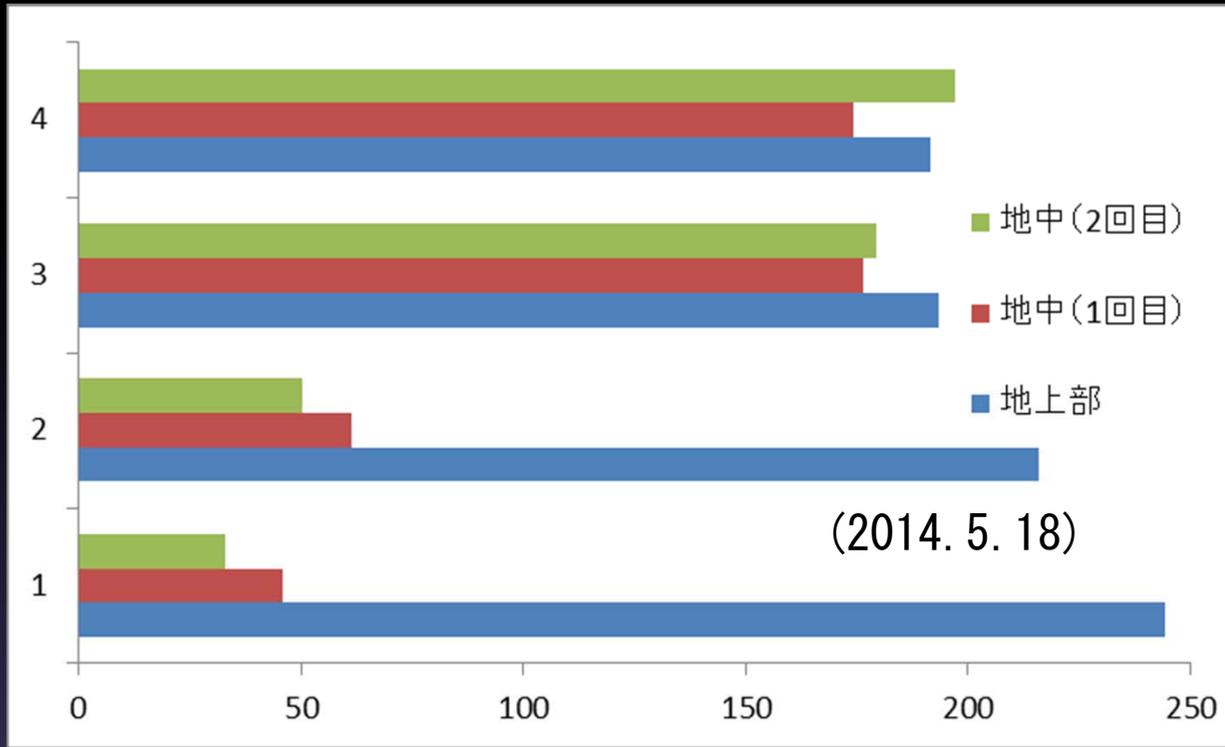


除染農地



飯舘村飯樋
(2014. 5. 11)

小宮の水田



(2013. 10. 6)

佐須の水田

(1) Experimental area

litate Village, Fukushima, Japan. (19, 27/7/2014)

(2) Measurement Points

3 × 4 Points before and after decontamination

(3) Measurement data

- Cs concentration;
 - Soil sampling: 0~16 cm,
 - Device: 0~8 cm



Methods

Decontamination with tennis court brush

Before decontamination



After decontamination



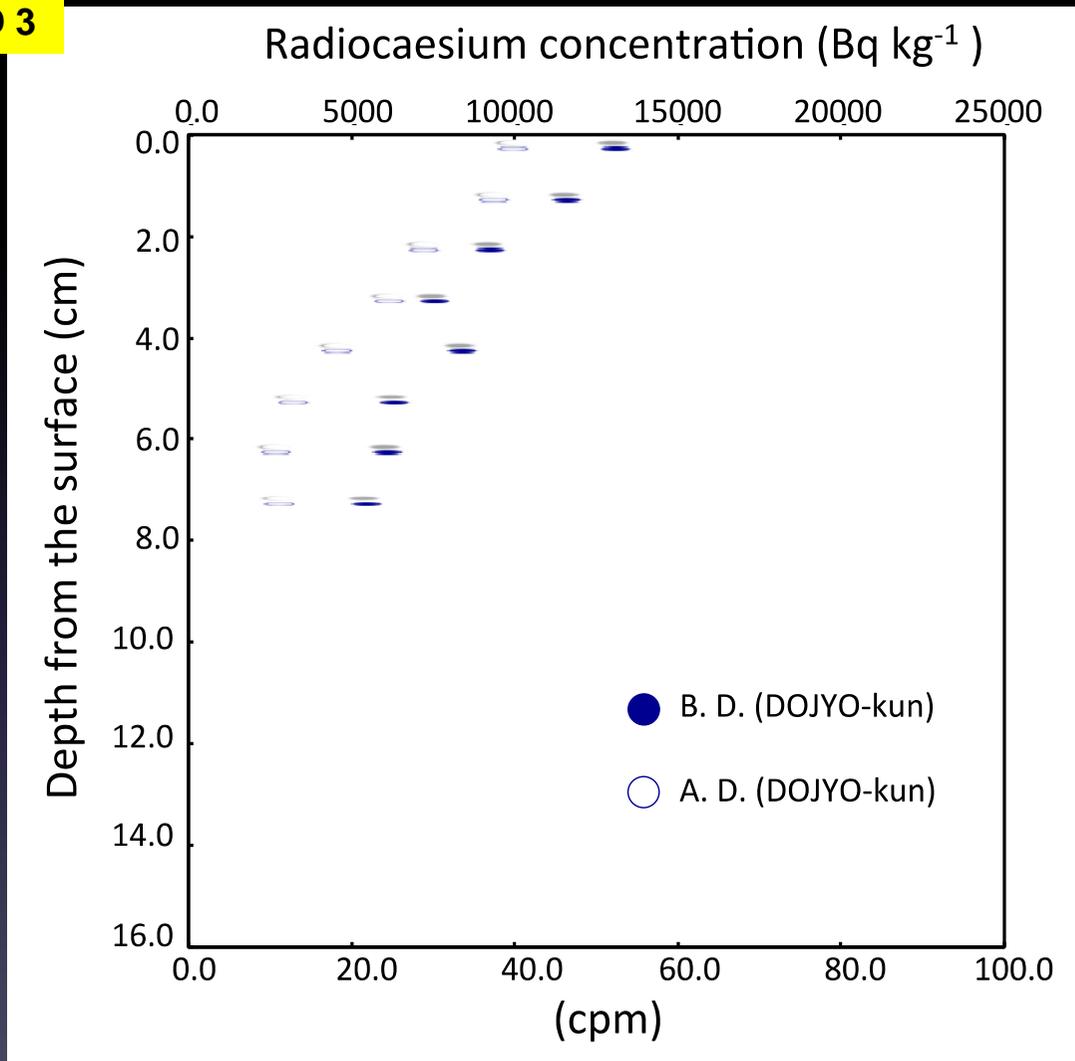
3 times



Water flow

Results

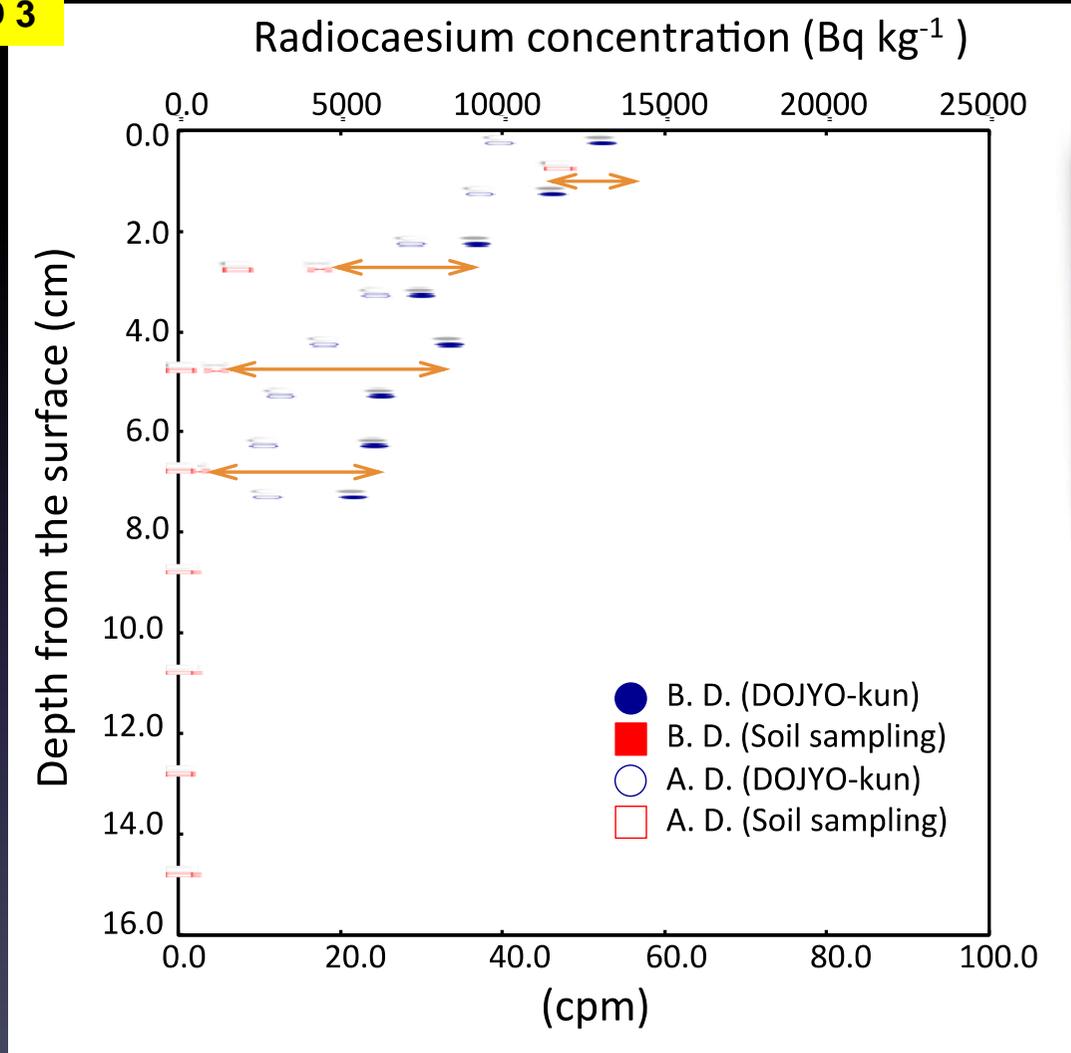
Vertical distribution of Cs in the field before and after decontamination (D3)



in-situ device

Results

Vertical distribution of Cs in the field before and after decontamination (D3)



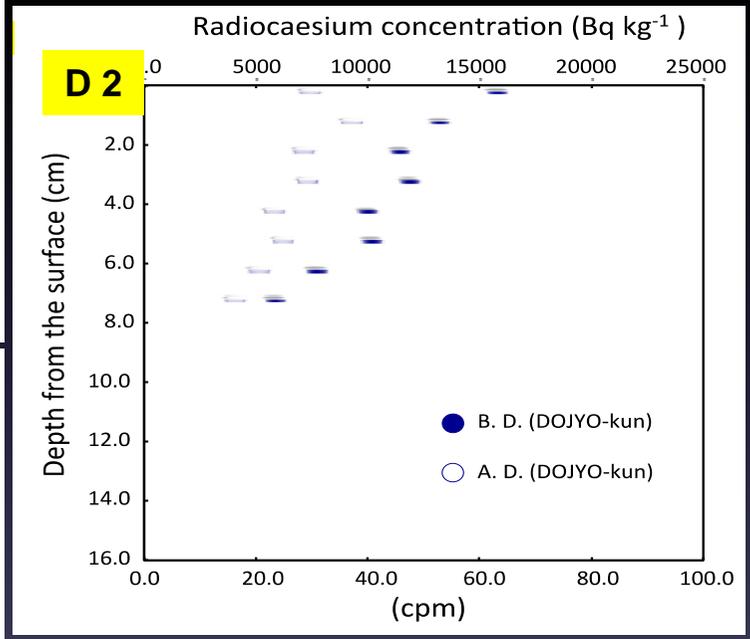
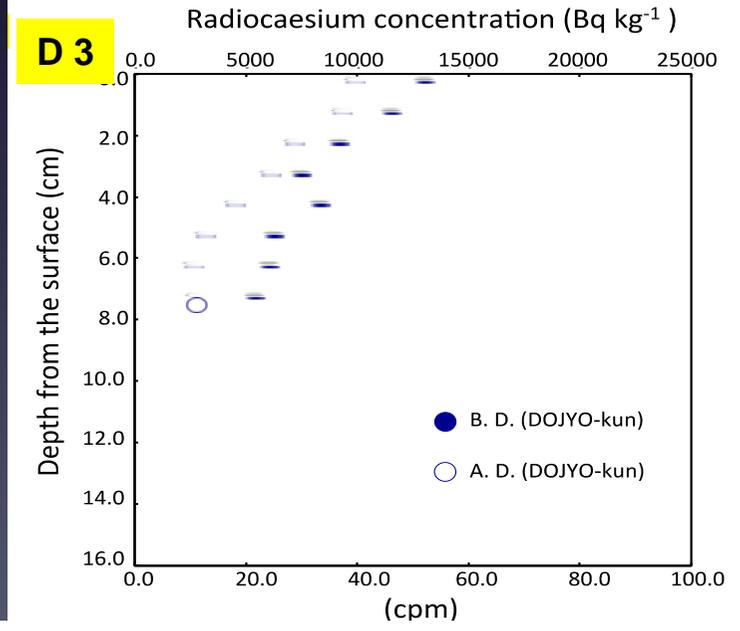
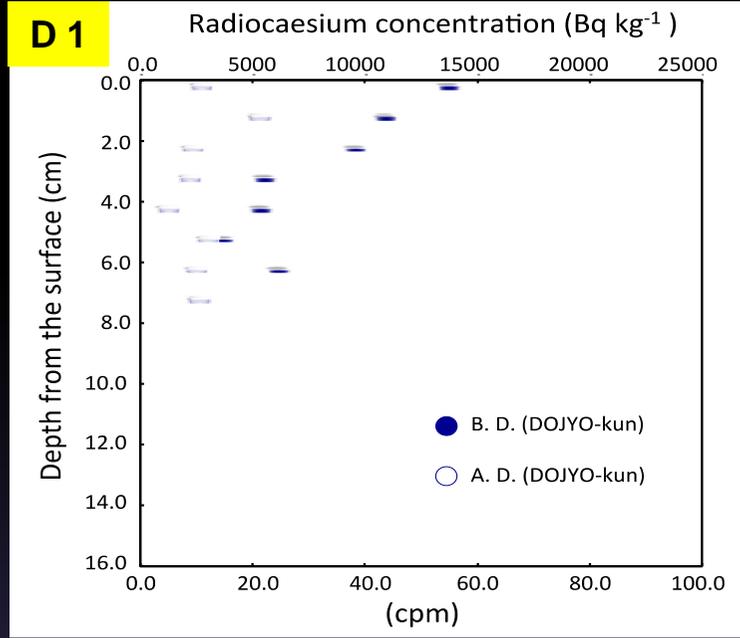
Soil sampling



in-situ device

Results

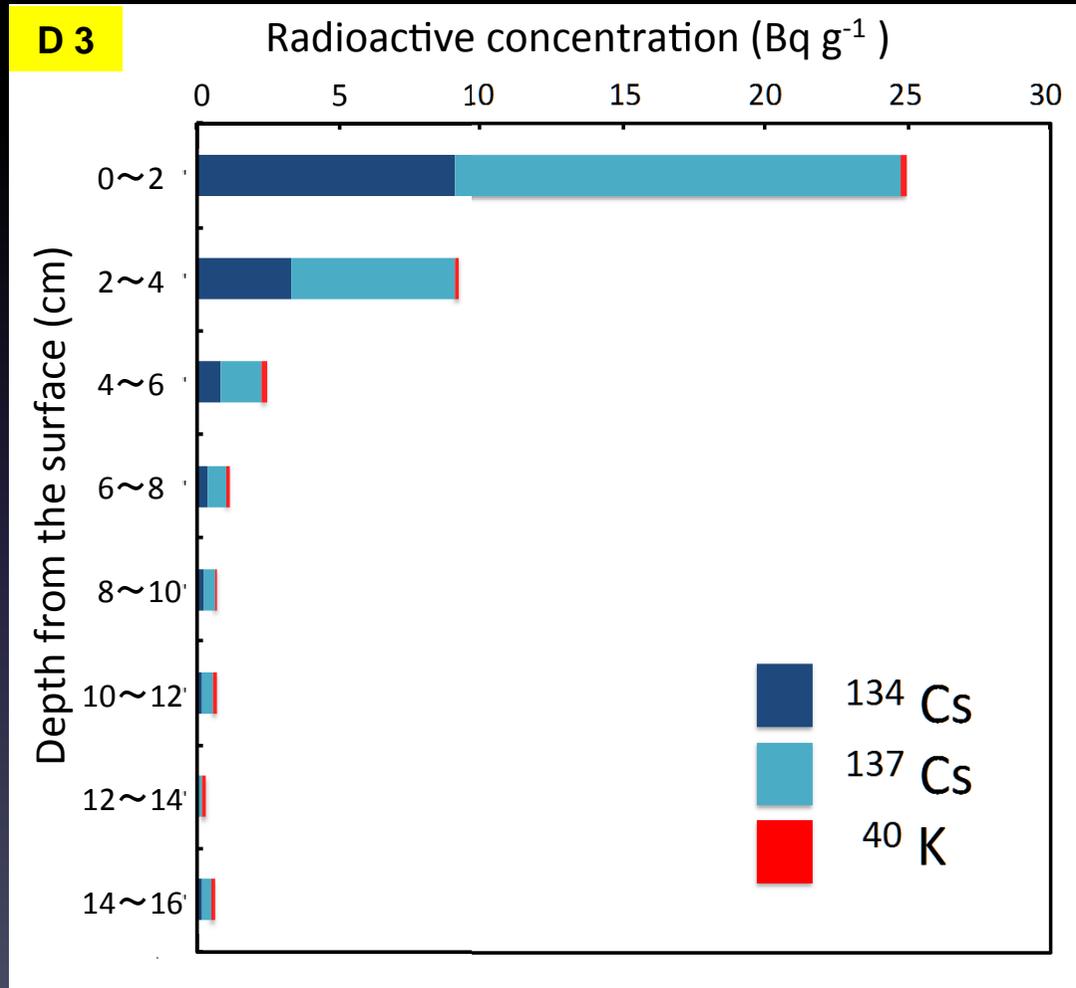
上・中・下流の除染効果



Results

Radioactive concentration of ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{40}K in each depth (放射線の核種)

Using Ge scintillation detector



○ Rate of ^{40}K

0.6%

1.5%

5.7%

10.8%

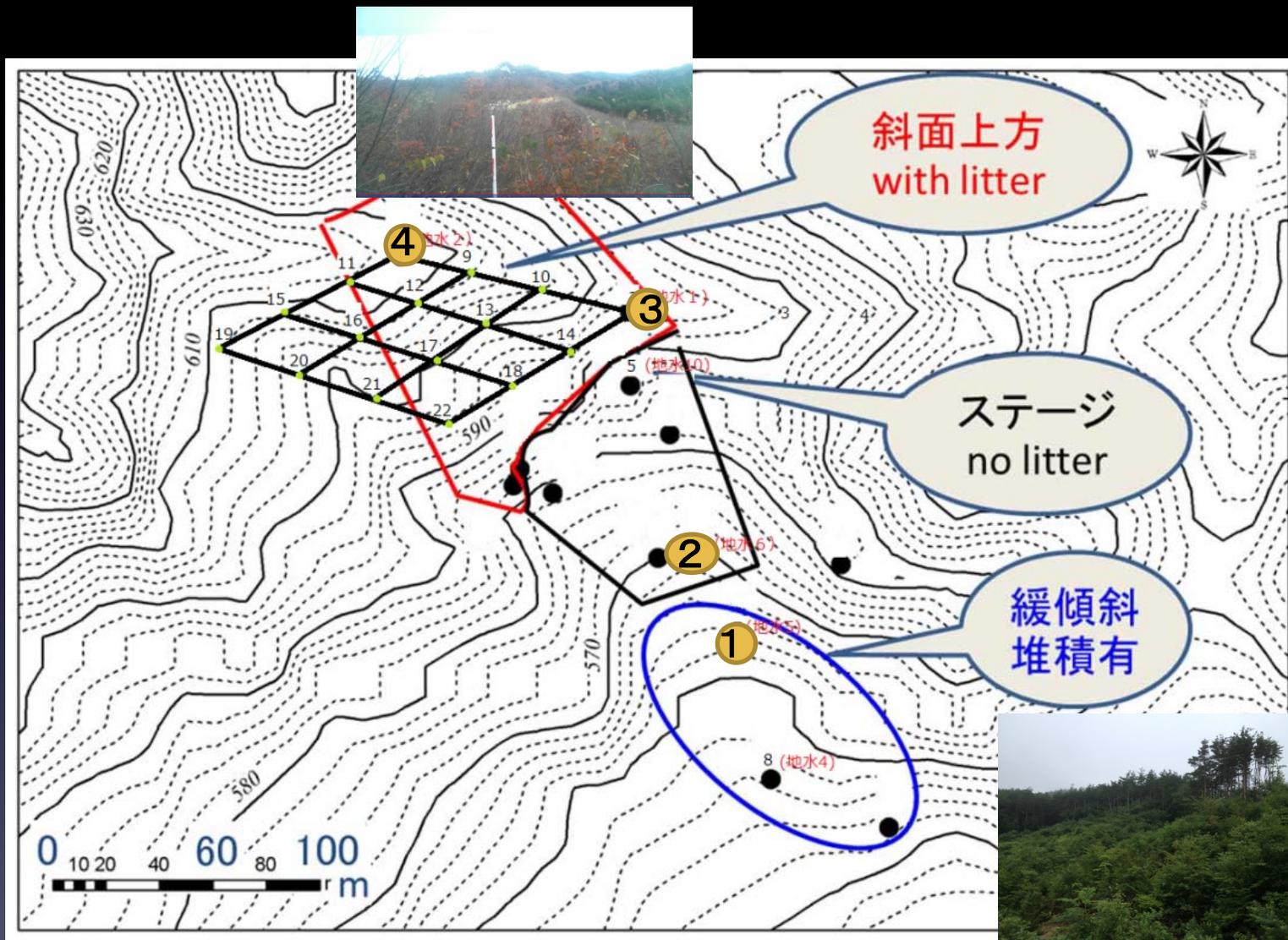
15.3%

19.5%

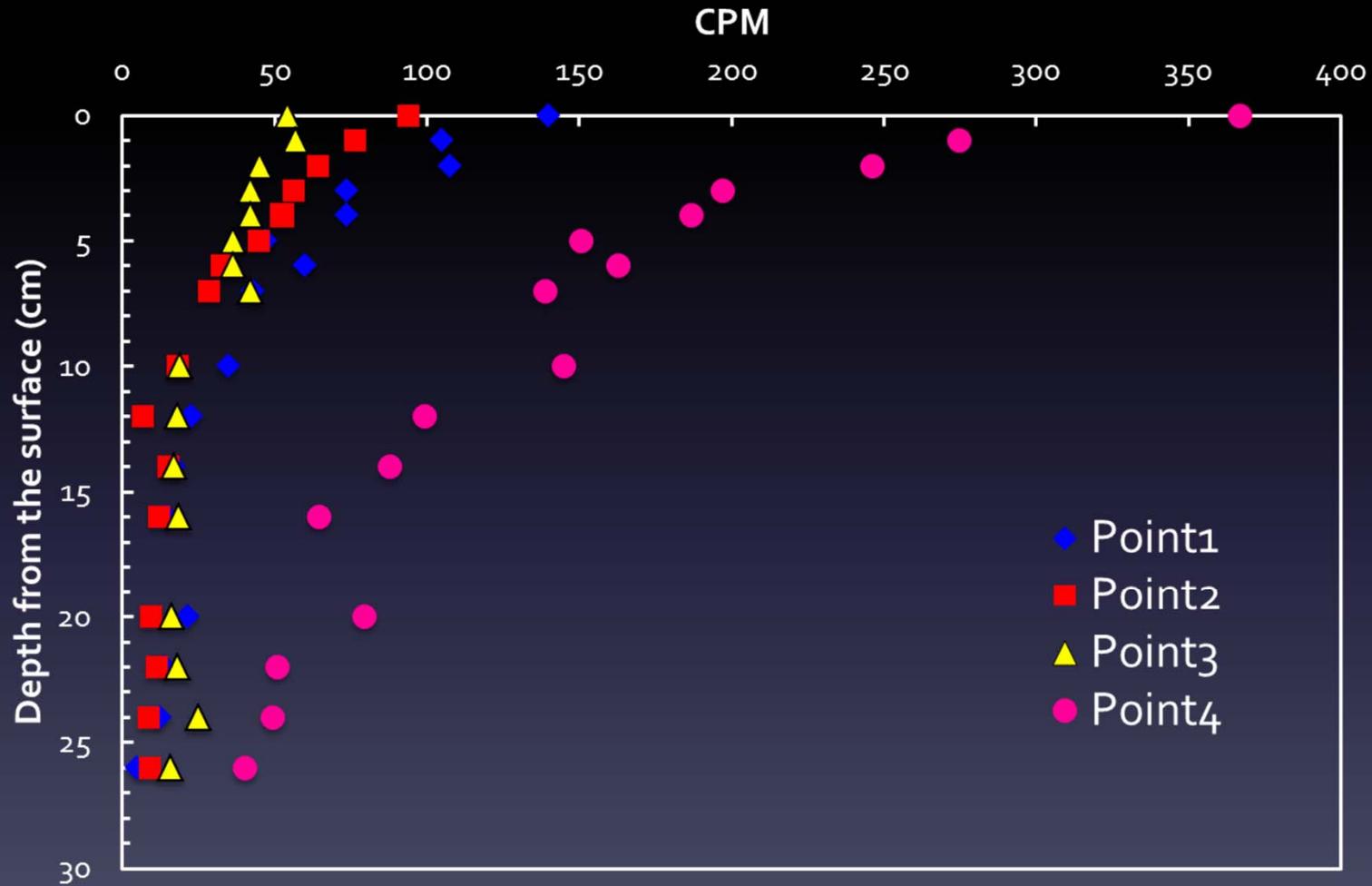
47.0%

21.6%

前田の山林(明神岳)



土壌くんデータ1 (明神岳)

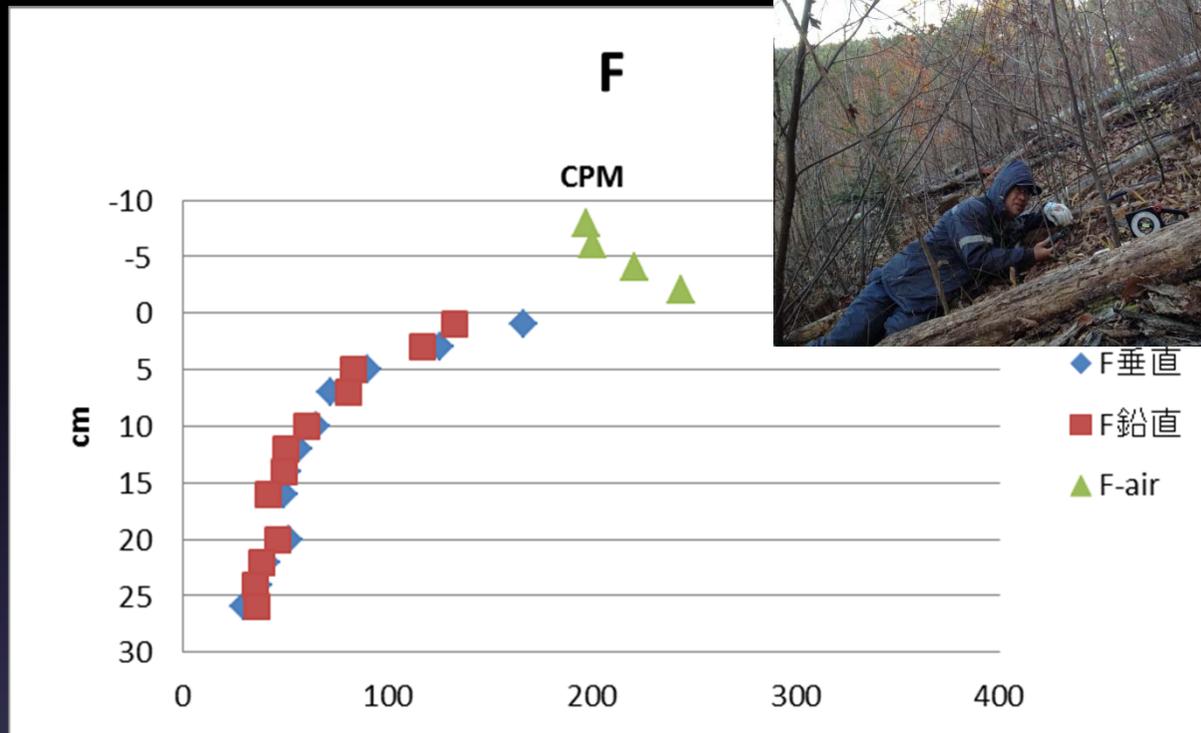


Cs濃度 (明神岳)

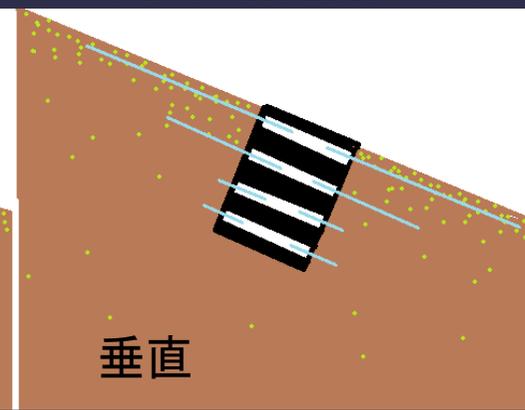
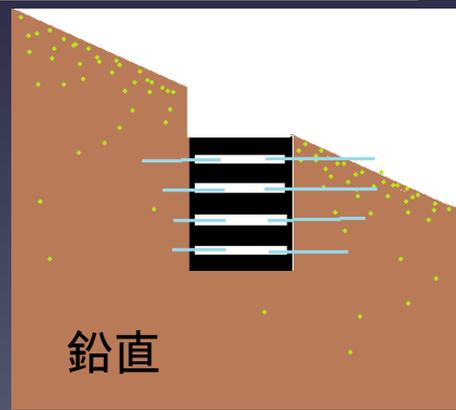
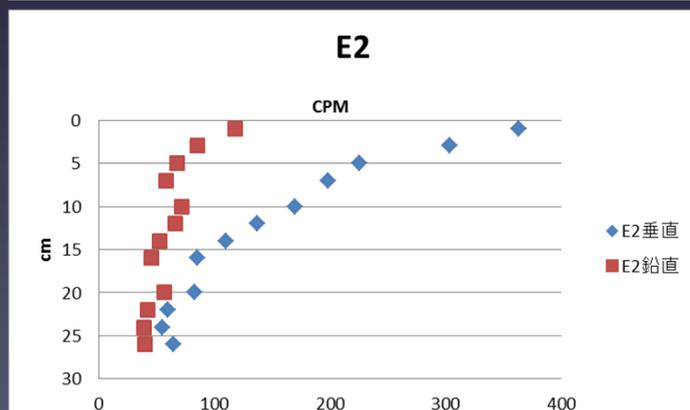
Total Cs Concentration



土壌くんデータ2 (明神岳)



明神岳 (2014. 11. 13)



CPM → Cs濃度

換算をどうするか？

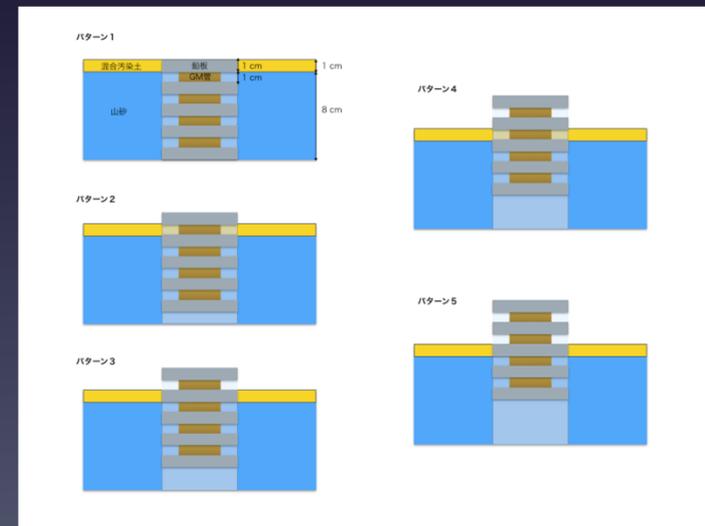
模擬汚染土壌実験

- 汚染土壌半径の影響
 - 7.75, 14.0, 18.25, 26.5 cm
- 表面1cm汚染土壌の影響

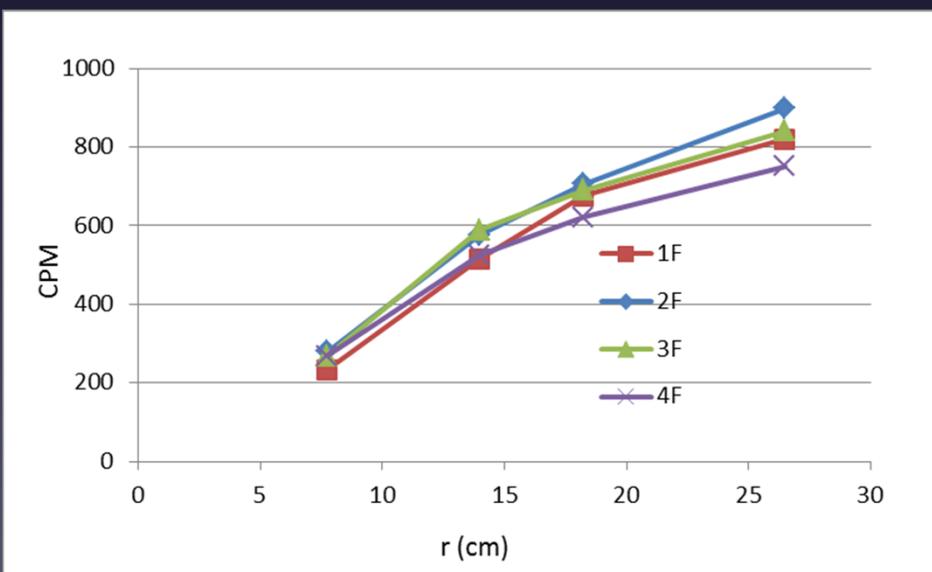
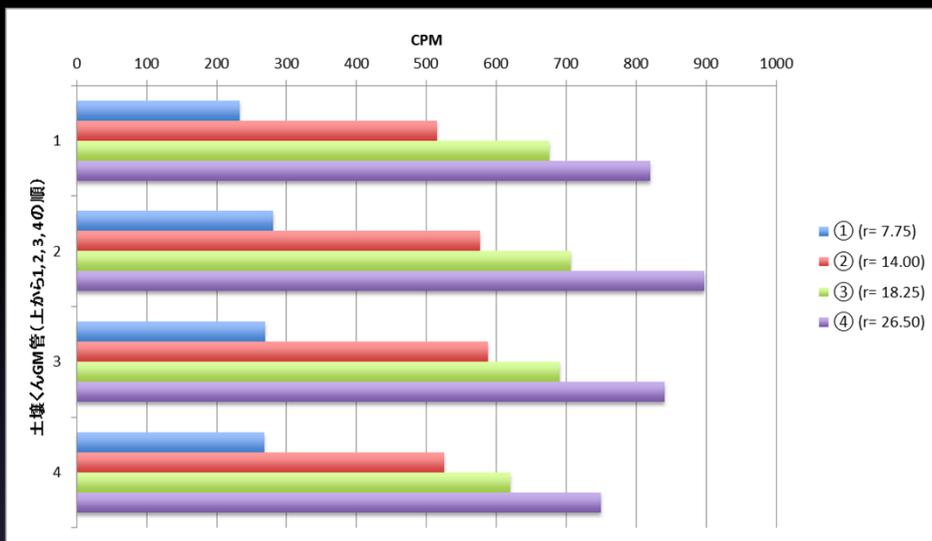


混合汚染土 (151,471 Bq kg⁻¹)

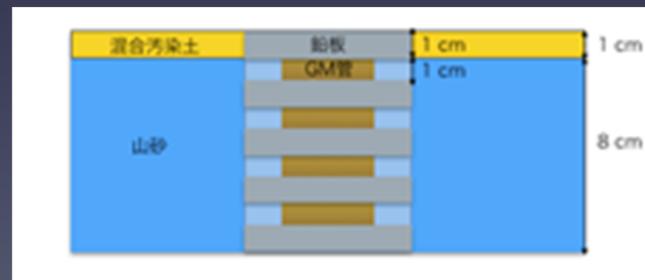
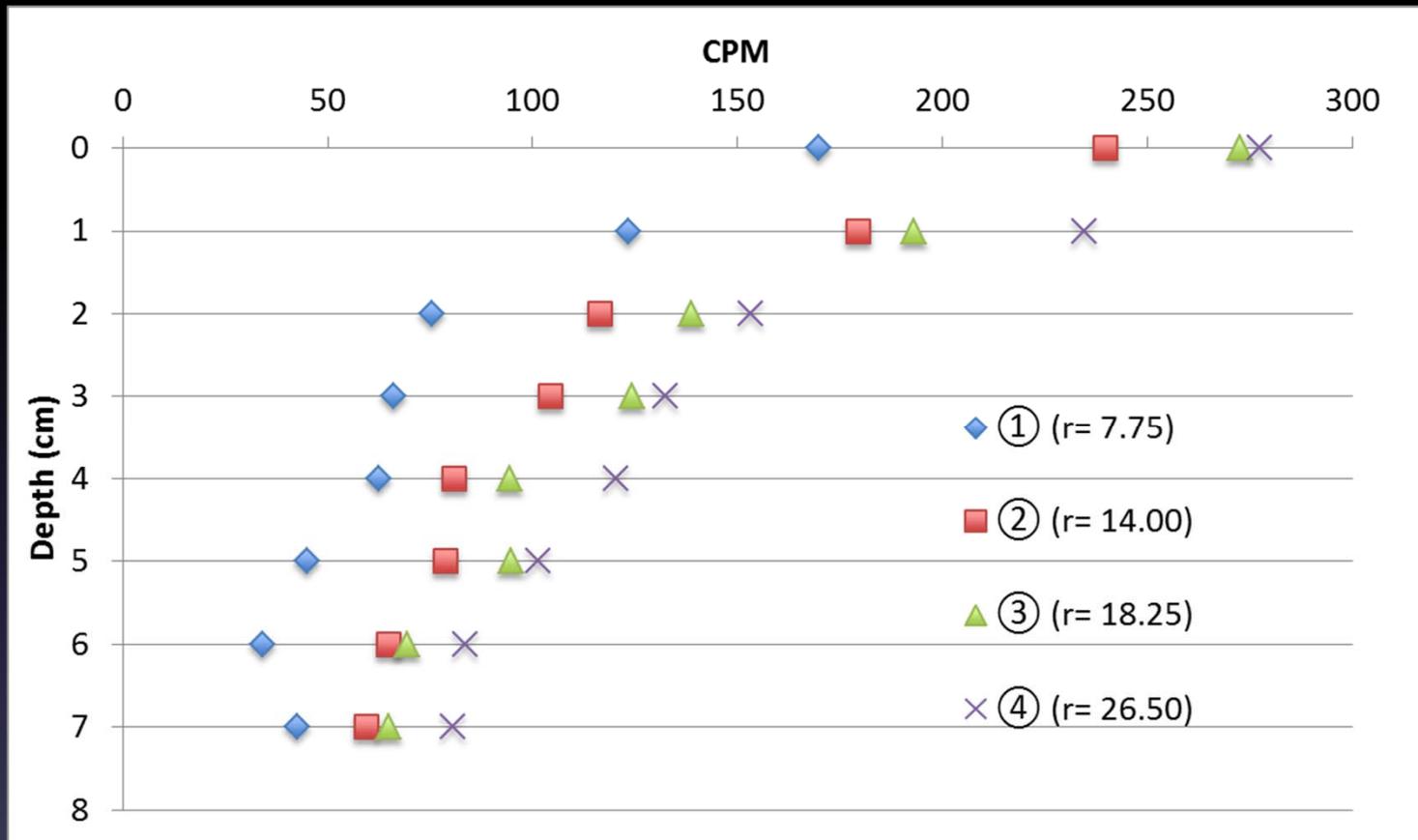
山砂 (842 Bq kg⁻¹)



汚染土壌半径の影響

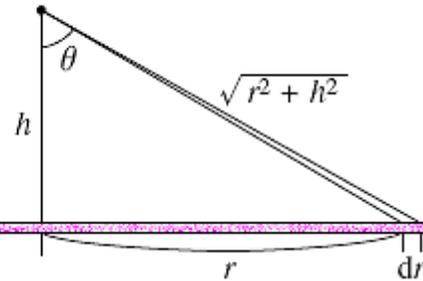


地表1cm汚染土壌の影響



混合汚染土 (151,471 Bq kg⁻¹)
山砂 (842 Bq kg⁻¹)

データ解析（基礎式）



（参考）空間線量率の計算

2011年6月（2011年7月追加）

京都市立芸術大学 藤原隆男

http://w3.kcu.ac.jp/~fujiwara/nuclear/air_dose.html

図1. 測定点と地表の放射性物質の位置関係

$$I = \int_0^{\infty} \frac{pe^{-\mu\sqrt{r^2+h^2}}}{4\pi(r^2+h^2)} 2\pi r dr$$



$$I(r, h) = \int_a^b \frac{pe^{-\mu\sqrt{(r-c)^2+h^2}}}{4\pi\{(r-c)^2+h^2\}} 2\pi r dr$$

p: 地表面の土壌の汚染濃度

r: 汚染土壌の半径

h: GM管検出位置

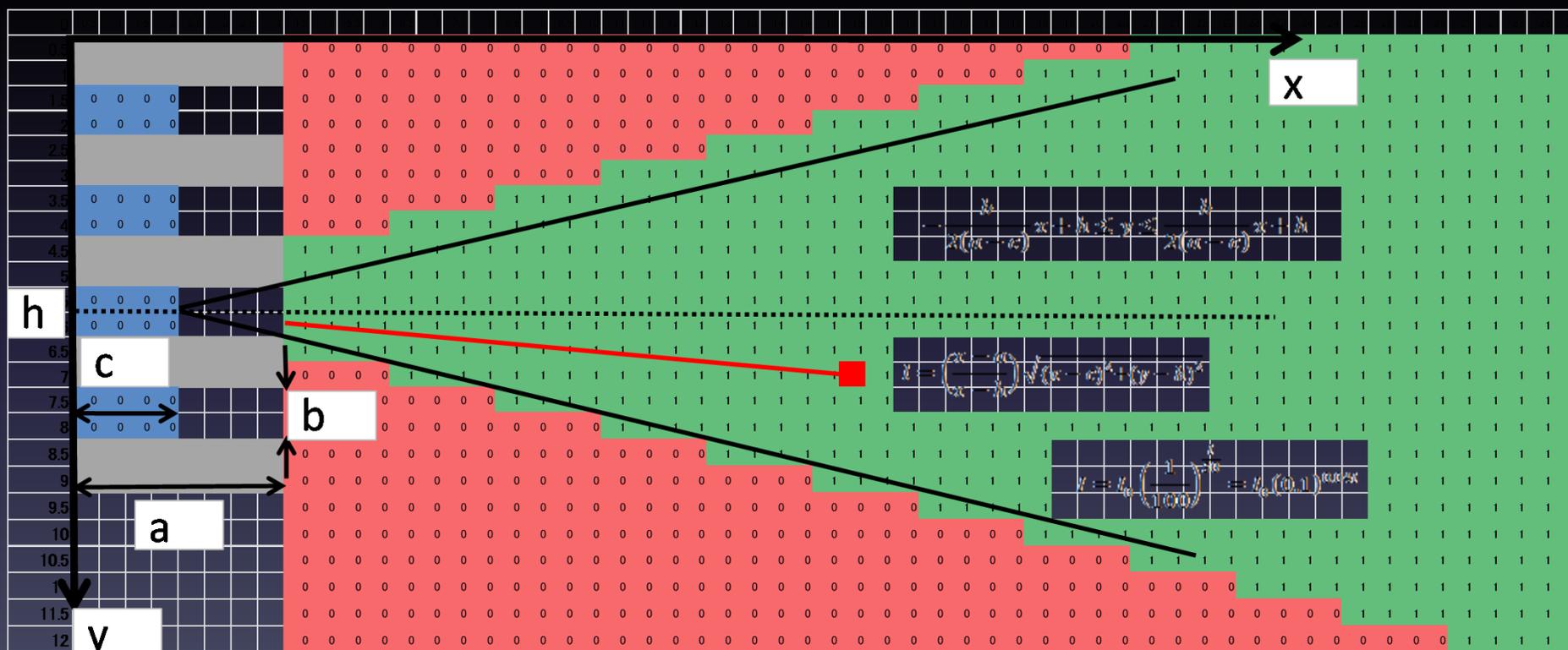
a: 土壌くんの半径

b: 汚染土壌の最大有効半径

c: GM管の検出長さパラメータ

影響範囲

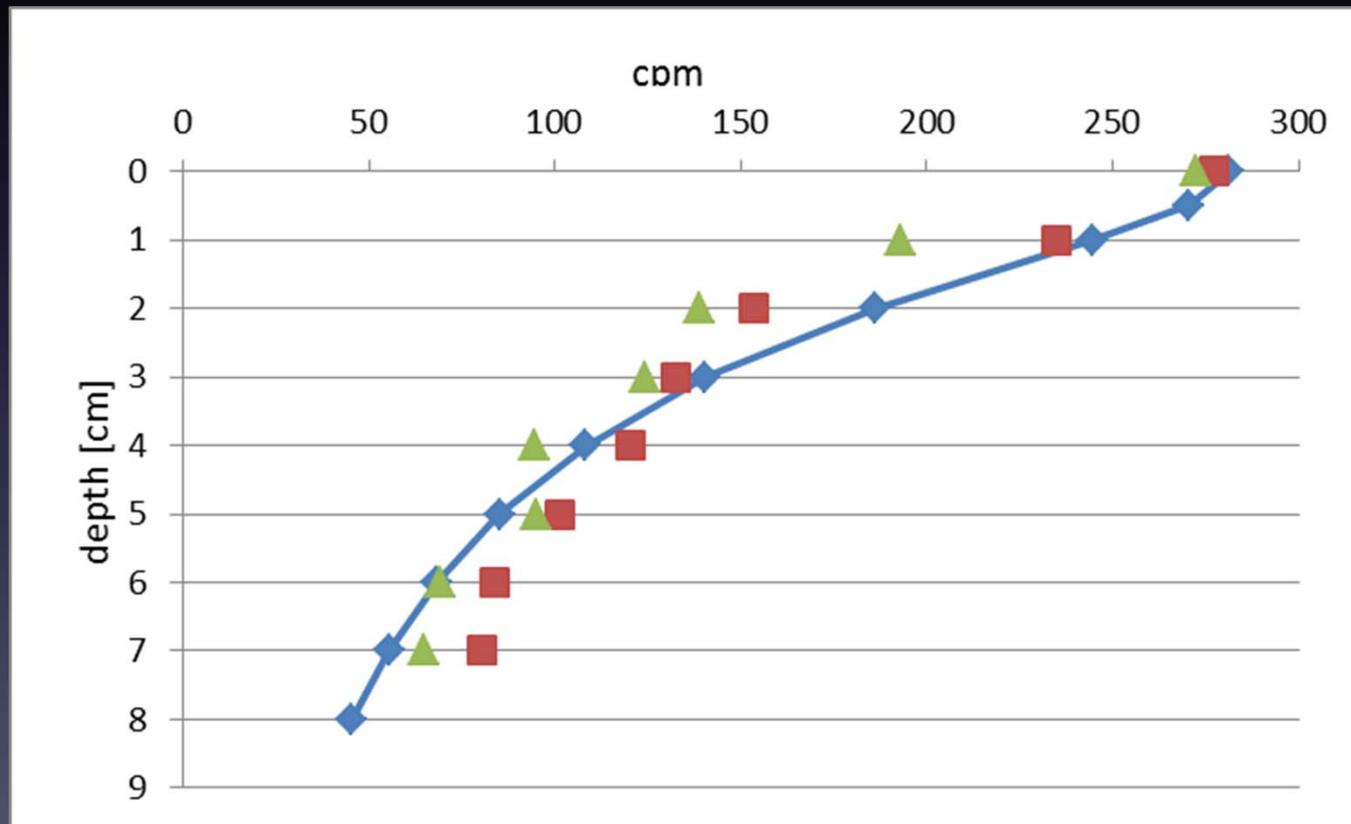
土壌くんはどここの放射線を検知しているのか？



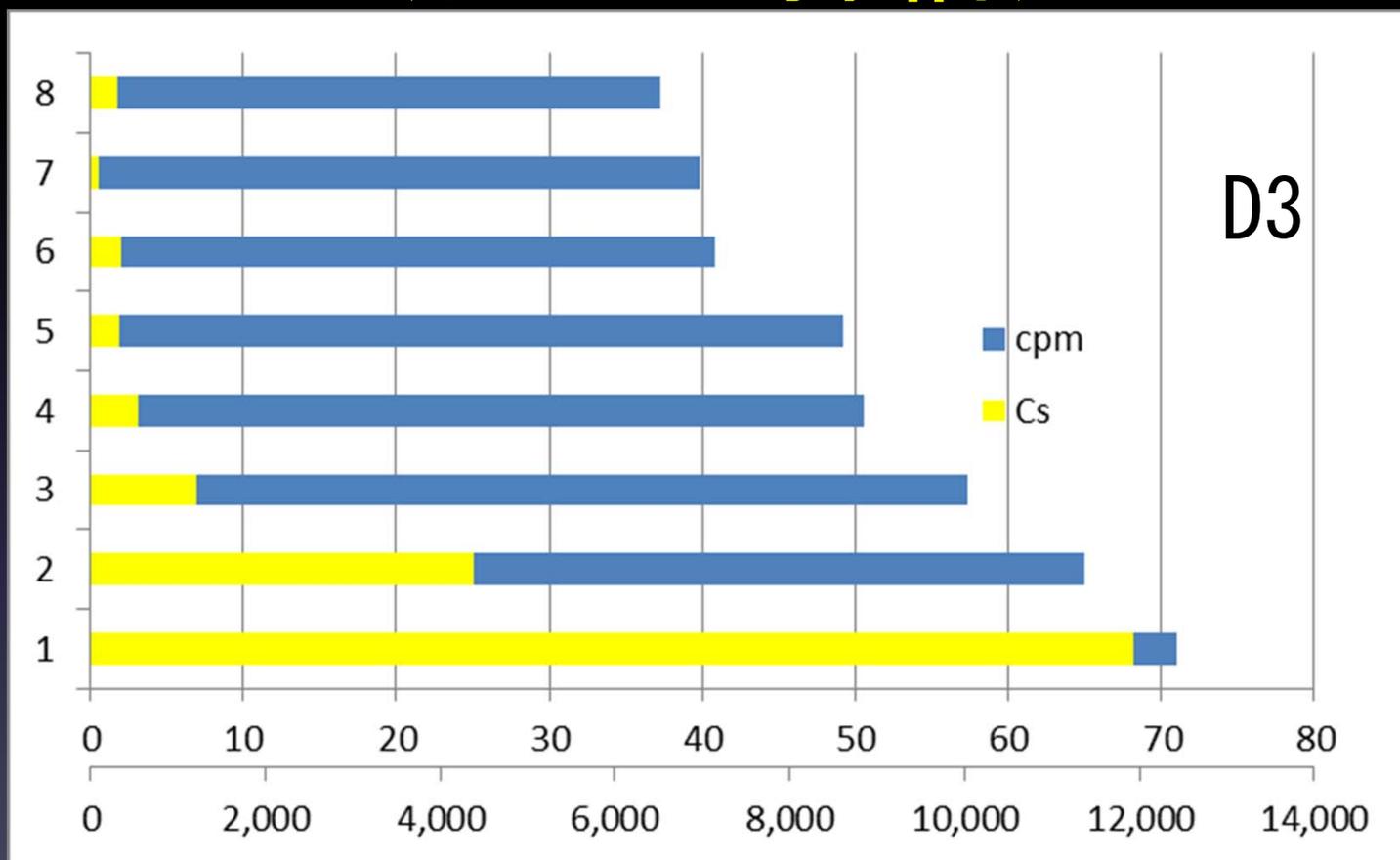
模擬汚染土壌実験の再現性

数値積分法

地表1cm汚染土壌（単位行列）



現場データへの適用 (お知恵拝借)



コンプトン散乱？ 鉛板？ β 線？

参考資料

- 福島土壤除染技術

- <http://www.iai.ga.a.u->

- [tokyo.ac.jp/mizo/edrp/fukushima/fsoil/](http://www.iai.ga.a.u-tokyo.ac.jp/mizo/edrp/fukushima/fsoil/)