

2014.7.7
アグリコウーン「農における放射線影響FG」
東大農学部2号館1階化3教室

地域社会と専門家の連携 —大学の役割—

溝口勝

東京大学大学院農学生命科学研究科教授
ふくしま再生の会・理事
東京大学「福島復興農業工学会議」
土壌物理学会長




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？



「天空の城つひより」から I ♥ Soil

科学コミュニケーションの必要性



マスコミ報道

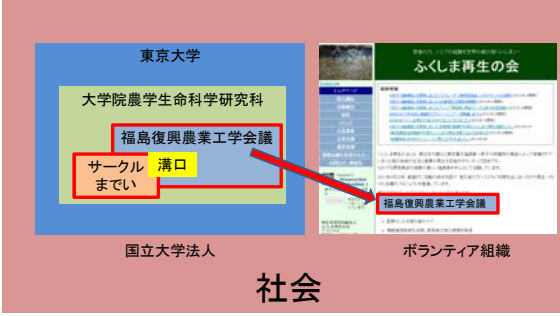
農地除染法開発の取り組み(溝口)

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) 飯館村踏査
- (2011.7.10) 中山間地セミナー:飯館村の『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

2014.7現在 82回現地調査 2011(6), 2012(27), 2013(37), 2014(12)

研究者としての立場



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

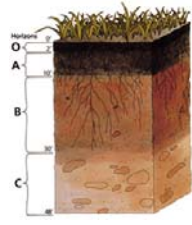
国立大学法人
ボランティア組織

社会

平日: 大学人、週末: 「ふくしま再生の会」

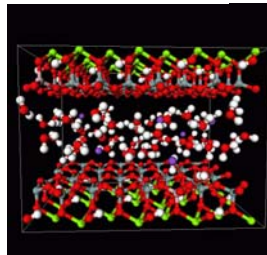
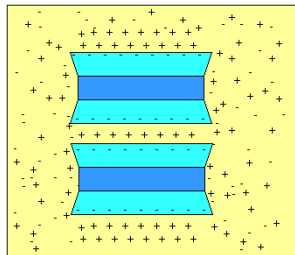
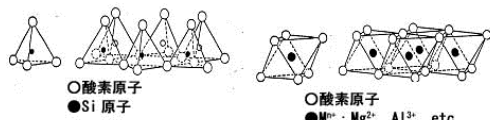
土壌物理学者として

- 土は何でできているのか？
 - 土粒子、水、空気
- 土粒子の分類
 - 大きさで分類される
 - 砂、シルト、粘土
- 粘土の性質
 - 水に沈みにくい
 - 水を含むとドロドロ
 - 乾くとカチカチ



ペットボトルの土粒子沈降実験

粘土の化学—モンモリロナイト

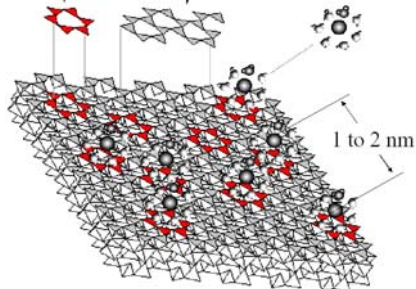


交換性陽イオン

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 H 1.0079	2 He 4.0026																
3 Li 6.941	4 Be 9.0122											13 Al 26.981	14 Si 28.0855	15 P 30.9738	16 S 32.06	17 Cl 35.453	18 Ar 39.948
9 F 18.9984	10 Ne 20.1797											19 K 39.0983	20 Ca 40.078	21 Sc 44.9559	22 Ti 47.88	23 V 50.9415	24 Cr 51.9961
17 Cl 35.453	18 Ar 39.948	29 Cu 63.546	30 Zn 65.38	31 Ga 69.723	32 Ge 72.630	33 As 74.9216	34 Se 78.96	35 Br 79.904	36 Kr 83.80	41 Nb 92.90638	42 Mo 95.94	43 Tc 98.90625	44 Ru 101.07	45 Rh 102.90550	46 Pd 106.90508	47 Ag 107.8642	48 Cd 112.4118
35 Br 79.904	36 Kr 83.80	39 Y 88.90584	40 Zr 91.224	41 Nb 92.90638	42 Mo 95.94	43 Tc 98.90625	44 Ru 101.07	45 Rh 102.90550	46 Pd 106.90508	47 Ag 107.8642	48 Cd 112.4118	49 In 114.818	50 Sn 118.710	51 Sb 121.757	52 Te 127.603	53 I 126.90548	54 Xe 131.29
53 I 126.90548	54 Xe 131.29	55 Cs 132.90545	56 Ba 137.327	57 La 138.90471	58 Ce 140.12	59 Pr 140.90765	60 Nd 144.242	61 Pm 144.91262	62 Sm 150.36	63 Eu 151.964	64 Gd 157.254	65 Tb 158.92532	66 Dy 162.50019	67 Ho 164.93032	68 Er 167.259	69 Tm 168.93274	70 Yb 173.045
81 Tl 204.38	82 Pb 207.2	83 Bi 208.9804	84 Po 209	85 At 210	86 Rn 222	87 Fr 223	88 Ra 226	89 Ac 227	90 Th 232.0377	91 Pa 231.03689	92 U 238.02891	93 Np 237.04817	94 Pu 239.05216	95 Am 243.06138	96 Cm 247.07035	97 Bk 247.07035	98 Cf 251.07958
103 Nh 286	104 Fl 289	105 Mc 288	106 Lv 293	107 Ts 294	108 Og 294	109 Tennessine	110 Unbinilium	111 Untrium	112 Unquadrium	113 Unpentium	114 Unsextium	115 Unseptium	116 Unoctium	117 Unnonium	118 Unbinilium	119 Untrium	120 Unquadrium

放射性セシウムは粘土表面の穴に落ちている！

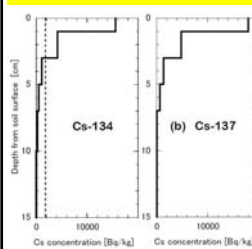
Hydrophilic Sites



「粘土表面の放射性セシウムの吸着特性とその挙動」の資料より抜粋

by Prof. C.T. Johnston @Purdue Univ.

放射性セシウムの基本的な考え方



塩尻か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行速度: RADIOISOTOPES誌, 8月号, 2011

by Prof. C.T. Johnston @Purdue Univ.



放射性セシウムはカリウムと入替わって土壌中の粘土粒子に固定され続けている

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

飯舘村役場横の斜面の放射線量測定 (2011.6.25; 溝口・登尾)



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

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

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

11

道路わきの値が高い(2011.6.25; 溝口・登尾)



12

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



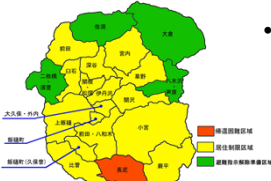
水による土壌攪拌・除去



反転耕

13

飯舘村の現状



- 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

14

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)

15

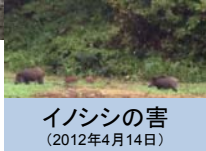
中山間地の水田除染をどうするのか？



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)

16

行政・公的機関の限界

- 公共工事
- 膨大な手続き
- 住民感情
- 意見調整
- その他諸々

NOP活動
できるところから動く

17

農家自身でできる 農地除染法の開発



飯舘村小宮地区での田植え風景
2013.5.26



飯舘村小宮地区での稲刈風景
2013.10.6

18

板状で剥ぎ取られた凍土(2012年1月8日)

あれっ、先生じゃないですか！



動画

地表面からの放射線量(コリメータ付)が $1.28\mu\text{Sv/h}$ から $0.16\mu\text{Sv/h}$ に低下

凍る水田 除染一気

福島・飯館

河北新報
(2012.1.17)

東京新聞
(2012.1.19)

寒さ生かした「表土はぎ取り式」



処理も効率的に

削除

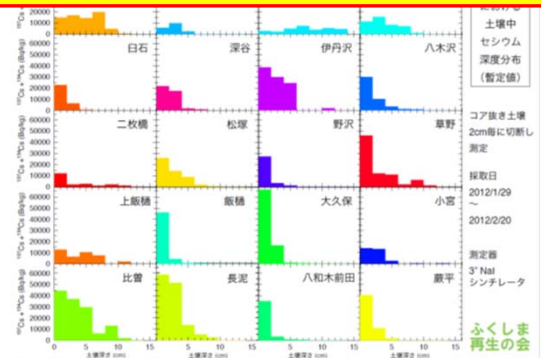
菅野さんは「机上の発想と違い、村の実情に合っ
て莫大(ばくだい)な
金も掛からない方法だ」

都市と地方の
認識のずれ

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)



しかし、2月では土が凍り過ぎている！

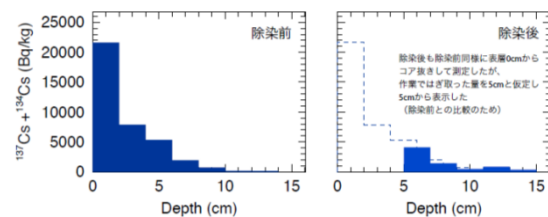


田車による除染実験(2012年4月)



23

田車代かき掃出し法の効果

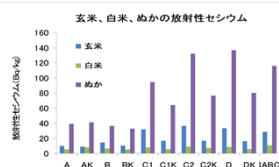


ふくしま再生の会

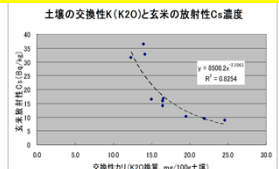
<http://www.fukushima-saisei.jp/>

24

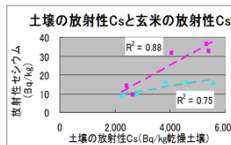
イネの作付実験（H24年度：佐須）



白米の放射性セシウム濃度は、すべて10Bq/kg以下



交換性カリ(K20)を20mg/100g乾燥土壌以上に保つ



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

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)

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

泥水強制排水法（小宮, 2013.5.18）



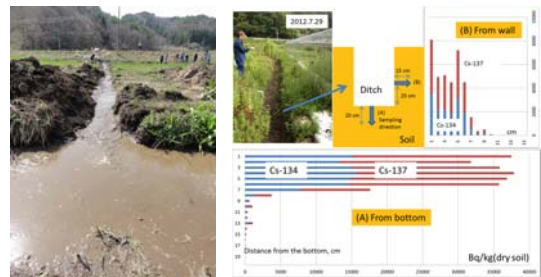
定点カメラ画像(2013.7.6)



(動画)
土壌採集
正面(その1)、正面(その2)
側面

27

除染土壌の処理実験



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。

28

土の濾過機能



泥水は砂の層をただで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。

までい工法(実践)



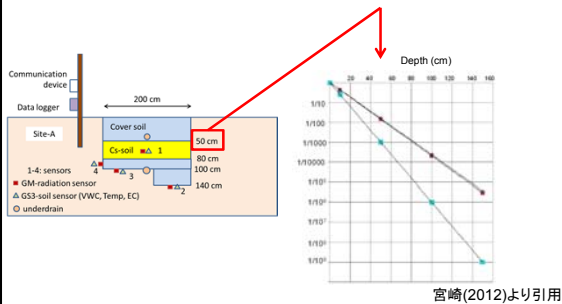
汚染土の埋設

よいとまけ(土の締固め)

2012.12.1 30

汚染土は素掘りの穴に埋めれば良い

50cmの深さに埋めれば放射線量は1/100 ~ 1/1000 になる



監視用センサの埋設

- 監視(観測)項目
 - 土壌(センサ)
 - 地下水位(観測井)
 - 現地気象
 - 現地画像
- 遠隔モニタリング
 - データをサーバに毎日転送
 - インターネット上に公開



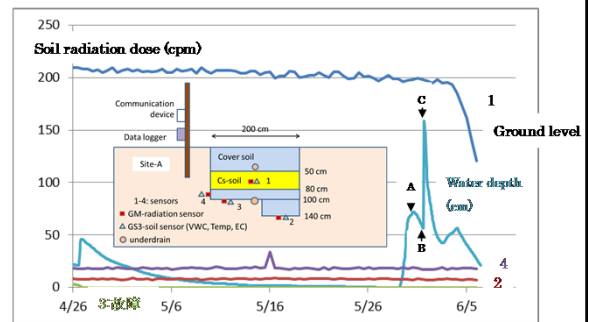
32

Cs土埋設水田の田植え(佐須, 2013.6.8)



33

土壌放射線と地下水位の変化



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

34

水田湛水による放射線遮蔽効果

東京大学 久保成隆(2012)

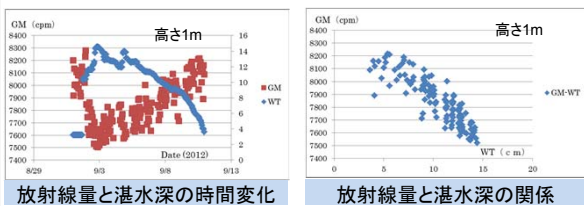


- 道路・民家へ達する放射線は、水田から低角度で放射される
- 水深が浅くとも、土壌表面から水面までの距離は、低角度の場合には長くなる
- 大きな遮蔽効果が期待できる

35



水田には水を貯めておくのが良い



- 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

37

飯舘村内の環境モニタリング



1.2 m 空間線量
気温
相対湿度
降水量
日射量
風向風速
土壌水分量・地温・電気伝導度

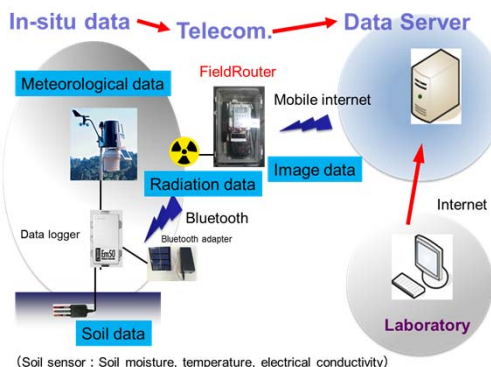
飯舘村モニタリングのページ



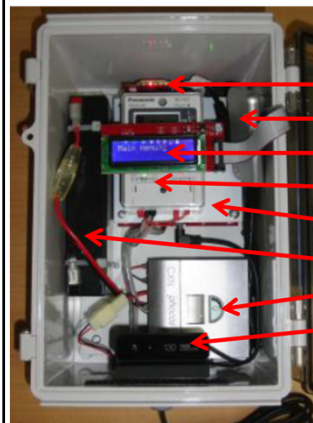
フィールドモニタリングシステム Field Monitoring System (FMS)

- 農地におけるモニタリング
 - 気象(気温, 降水量, 日射量, 風速, など)
 - 土壌(水分, 温度, 養分)
 - 作物(成長量, 色)
 - 環境(放射線量?)
- 農地は都会にあるのではない!
 - 電源なし, WiFiなし
- 農地では有線を使わないのが望ましい
 - 草刈り鎌やトラクタによる切断
 - 動物による切断

The FMS with a radiation sensor

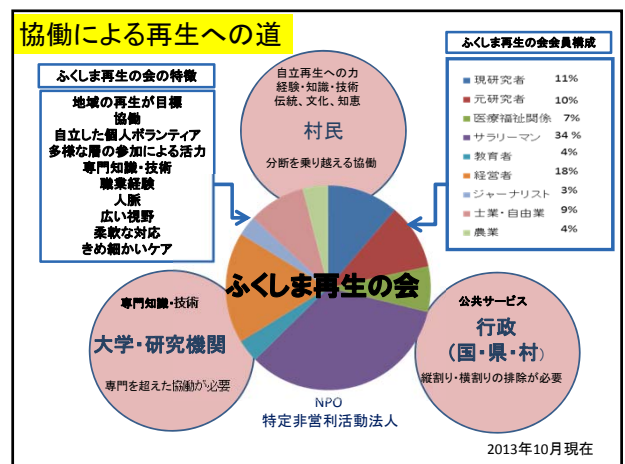
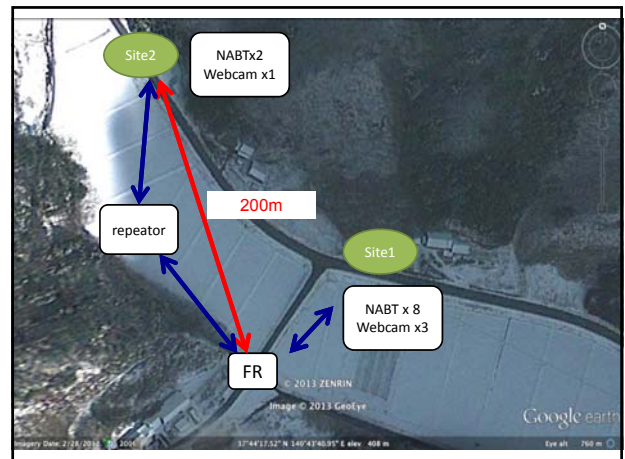
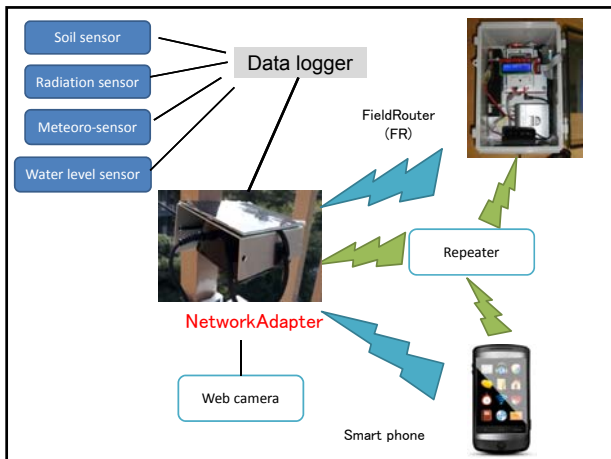


FieldRouter(FR)

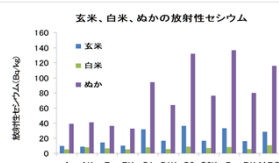


- Status lamp
- USB modem
- Status display
- Timer
- Micro-PC
- Battery
- Charge controller
- Web camera

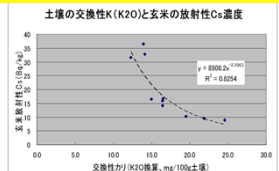
(38 cm x 25 cm x 10 cm)



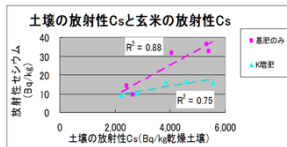
イネの作付実験（H24年度：佐須）



白米の放射性セシウム濃度は、すべて10Bq/kg以下



交換性カリ (K2O) を20mg/100g乾燥土壌以上に保つ



玄米の放射性セシウム濃度は、土壌の放射性セシウム濃度の増加に対応して増加する

土壌放射性セシウム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)

農業復興に向けて

- 飯館三酒
 - 飯館大吟醸
 - 飯館芋焼酎
 - 飯館濁酒



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



- 海外展開
 - Fukushima/Itateブランド
 - 徹底した品質管理 GLOBAL G.A.P.



まとめ

- 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



51

大学の社会的責任とは？

国立大学のミッションの再定義（文部科学省）
農学部とのミッションとは？

52

群盲評象

技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>

53

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

54

参考資料

- 「福島復興農業工学会議(土壤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/>
- 福島土壤除染技術
 - <http://www.iai.ga.a.u-tokyo.ac.jp/mizo/edrp/fukushima/fsoil/>
- 飯館村モニタリング
 - <http://www.iai.ga.a.u-tokyo.ac.jp/mizo/edrp/fukushima/monitoringsite.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>

55

連絡先

Professor of International Agro-Informatics
Masaru Mizoguchi, Dr.
Department of Global Agricultural Sciences,
Graduate School of Agricultural and Life Sciences,
The University of Tokyo
1-1-1 Yayoi, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8657, Japan
Editor-in-Chief of PWE
President of Japanese society of Soil Physics (13-14)

Email: amizo@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp <http://www.gaa.u-tokyo.ac.jp/mizo/>
TEL(FAX): +81-3-5341-1606 [tsrmz](#) [You-tv-channel](#)

農学博士
溝口 勝
カミも大切な農産物です

Date:
Memo:

国立大学法人 東京大学 教授
大学院農学生命科学研究科
農学国際専攻 国際情報農学研究室
〒113-8657 東京都文京区弥生1-1-1
農学部2号館別館462号室

56