



土壌肥料グループの東日本支援活動内容

★津波による被災農地の復興支援★

- ★ 福島県相馬市
 - ★ 5月より、和田のイチゴハウスでの除塩
 - ★ 5月より、和田の水田での除塩
 - ★ 9月より、岩子の水田での除塩
- ★ 青森県八戸市
 - ★ 5月より、市川町のイチゴハウスでの除塩
- ★ 宮城県名取市
 - ★ 11月より、カーネーションハウス・水田での除塩

★放射能汚染農地の復興支援★

- ★ 非放射性セシウムを用いた作物へのセシウム吸収抑制試験
- ★ 福島県南相馬市のキュウリハウス・水田での現地調査
- ★ 南相馬市の水田での作物へのセシウム吸収抑制試験
(今後、実施予定)

福島県相馬市における被災農地は三種類に大別できた。

①

①干拓地水田で大量のがれきが流入し、かつ地盤沈下により未だに湛水状態にある水田。

②

海岸線から数kmの距離にあり、津波の被害を被ったが、がれきの流入が少なく、5月の調査時点で表面が乾燥し始めている水田。

畝間には厚さ約10cmの津波土砂が堆積

津波被害を被った野菜ハウス・露地畑で、がれきの流入はほとんどない農地。

③

イチゴハウスの畝間に堆積した津波土砂
畝部の津波土砂の厚さは1cm以下

pH(H₂O) 7.5 EC(mS/cm) 19.9

表1 相馬市柏崎(湛水水田)の土壌化学性											
試料	深さ cm	pH(H ₂ O)	電気伝導率 mS/cm	交換性塩基(mg/100g)				CEC meq/100g	塩基 飽和度%	可給態リン酸 mg/100g	可給態ホウ素 mg/kg
				CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O				
津波土砂	10	6.6	10.3	393	370	183	1540	27.6	311	10.6	13.4
水田作土	20	5.3	2.47	407	131	43.7	287	22.4	139	8.6	1.45
鰯床	30	5.9	0.89	477	124	35.4	86.6	23.5	114	6.9	0.82
下層土	40	6.2	0.26	479	143	35.2	27.3	24.8	104	4.1	0.59

★ 津波土砂の性質

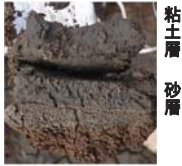
- ★ 電気伝導率(EC)は、10～20mS/cm(塩分3～6%)
- ★ CECは、25～30meq/100g。土壌より大きな保肥力。
- ★ 大量の交換性マグネシウム・カリウムを含む。
- ★ 10～20mg/kgの可給態ホウ素を含む
- ★ 1%程度の全イオンを含む(酸性硫酸塩土壌)

相馬市柏崎の水田

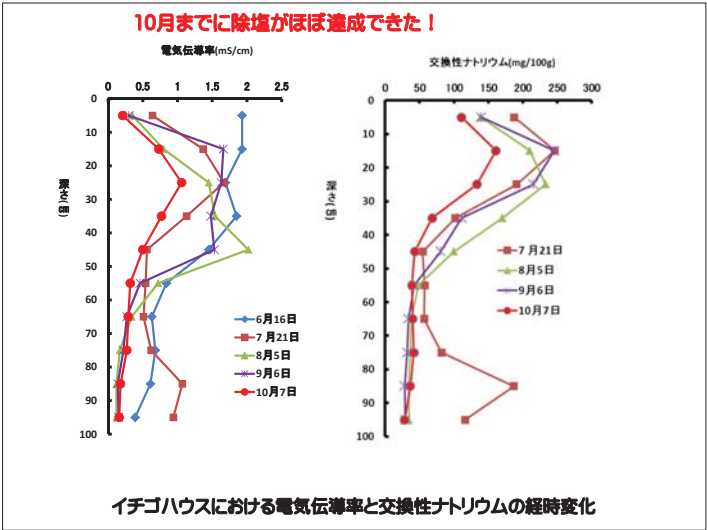
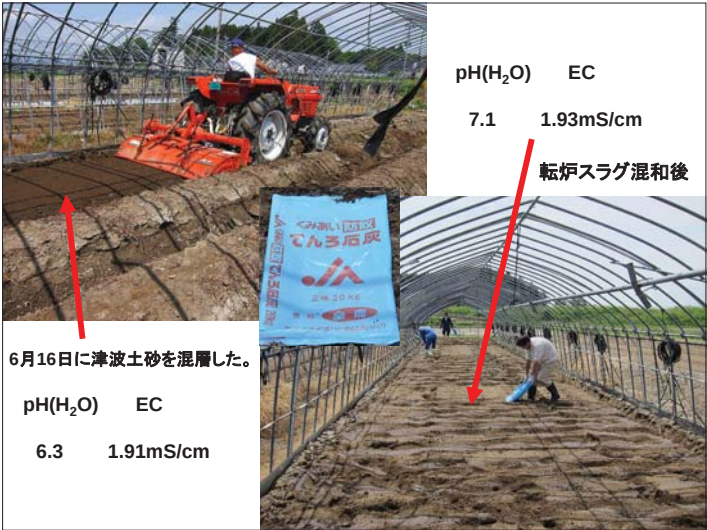
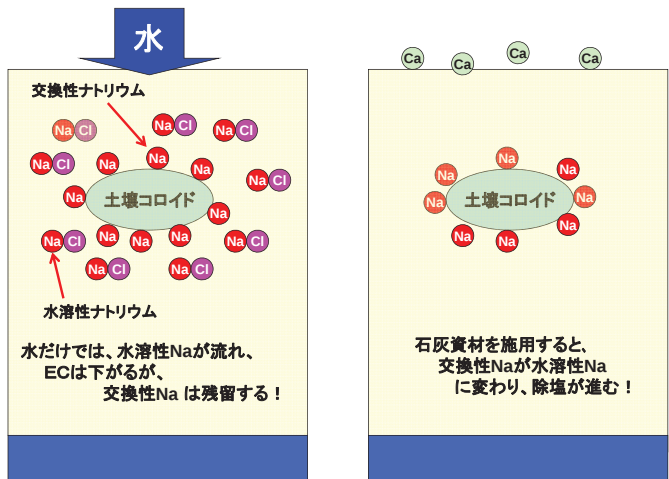
津波土砂とイチゴハウス土壌中の元素含有量(mg/kg)									
地目	地区	試料	深さ(cm)	カドミウム	ヒ素	亜鉛	銅	ニッケル	クロム
水田	相馬市柏崎	津波土砂	10	0.65	8.62	162	33.2	20.6	60.0
畑(ムギ)	相馬市柏崎	津波土砂	3	0.48	8.19	124	24.6	19.0	50.3
水田	相馬市蒲庭	津波土砂	5	0.32	6.81	46.1	10.7	32.2	26.7
イチゴハウス	相馬市和田	津波土砂	0.7	0.39	4.30	110	19.9	21.0	71.5
イチゴハウス	相馬市和田	軟土壌	20	0.35	4.81	96.7	18.5	21.5	63.9
イチゴハウス	相馬市和田	軟土壌	30	0.32	4.40	92.8	19.8	22.6	55.9
イチゴハウス	相馬市和田	軟土壌	45	0.39	5.67	181	38.6	49.4	72.3
イチゴハウス	相馬市和田	軟土壌	50	0.35	6.61	109	26.1	30.3	108
イチゴハウス	相馬市和田	津波土砂	10	0.46	8.82	130	37.1	27.8	52.8
イチゴハウス	相馬市和田	軟間土壌	30	0.23	3.38	133	32.5	45.2	61.9
水田	相馬市和田	津波土砂	5	0.43	8.97	113	32.2	22.2	47.6
水田	相馬市和田	水田作土	20	0.34	3.99	107	38.5	35.8	58.3
水田	相馬市和田	鰯床	30	0.28	4.31	93.7	36.1	44.1	59.1

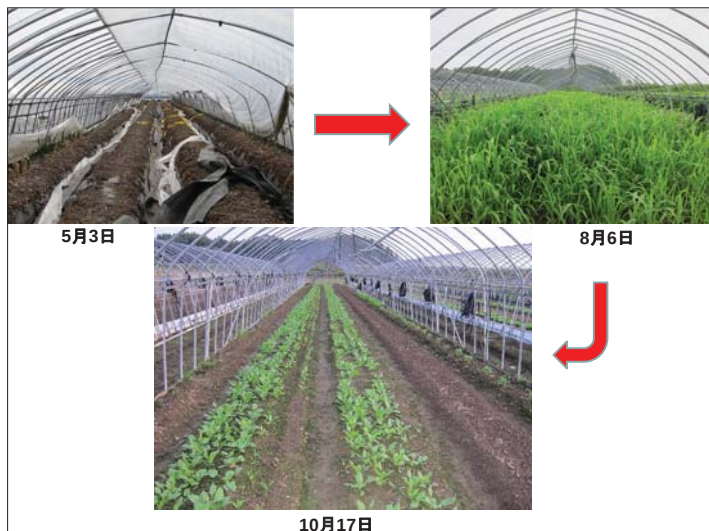
東京農大東日本支援プロ土壤肥料グループ
の農地復興支援方針

- ★ 津波土砂を除去せず、元の作土と混層する！
- ☆ 重金属含有量は通常値
- ☆ 土砂除去には、多大な労力、処分も困難
- ☆ 塩分とホウ素は、水で流せる！
- ★ 除塩助材・酸性硫酸塩土壌対策として転炉スラグを活用する！
- ★ 支援順序は、③ → ② → ①
- ③: イチゴハウス
- ②: がれきのない水田
- ①: がれき大量・冠水水田



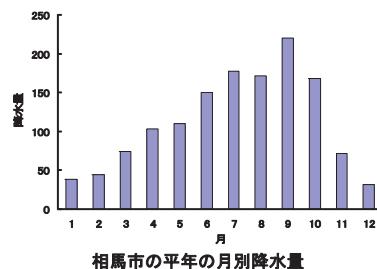
石灰資材の除塩促進効果のメカニズム



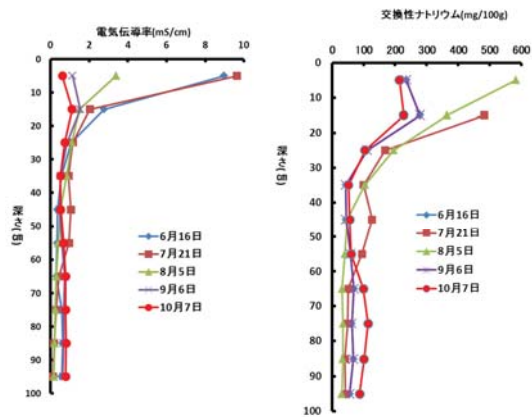


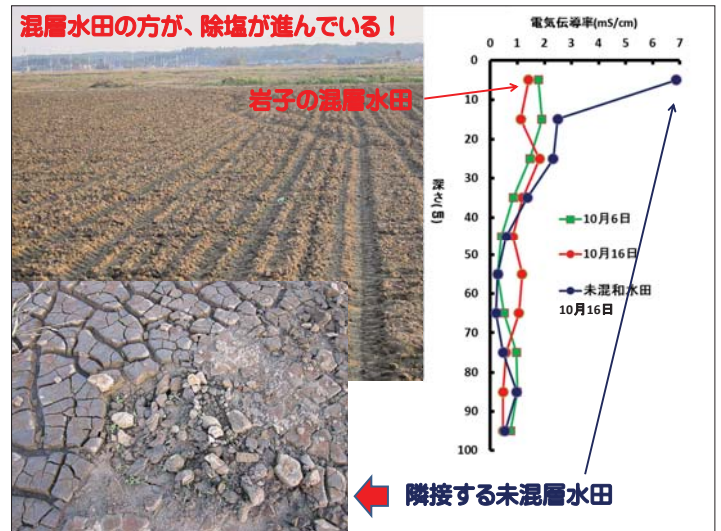
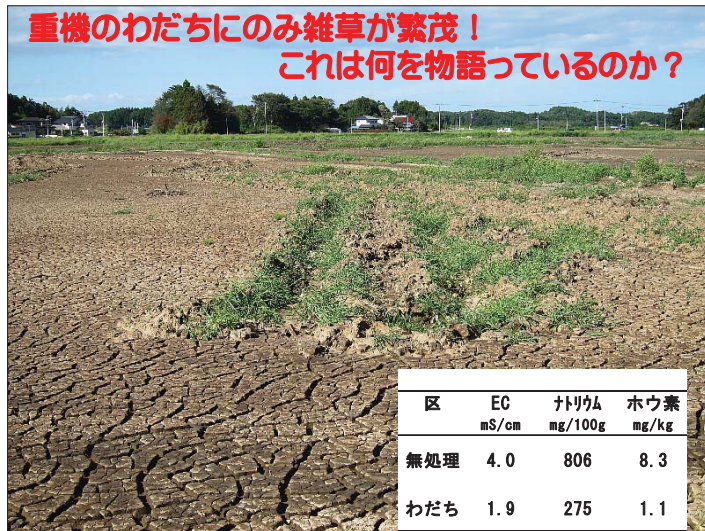
イチゴハウスの復興支援シナリオ

- ① 7～10月の降雨による除塩。
- ② 緑肥(ソルゴー)の作付による有機物補給と土壌団粒化促進。
- ③ 秋には、ホウレンソウなどの換金野菜を作付ける。
- ④ 2012年春には、換金野菜を作付ける。
- ⑤ 2012年9月には、イチゴ苗を定植する。



8月の津波土砂混層により、電気伝導率と交換性ナトリウムが急激に減少！
用排水設備が復旧すれば、来春の水稲作付け可能





今後の除塩に当たって、地元で決断すべきこと;その1

★ 津波土砂を取り除くか、混層するか？ 混層の利点とリスク

【混層の利点】

- ★ 労力の大幅削減・処分地不要
- ★ 除塩後には、土壤改良効果が期待できる。
 - ※ 粘土・養分(カリ・苦土・微量元素)の補給
 - ※ 干拓地土壌は、海底土砂100%



【混層のリスク】

- ★ 除去に比べると、除塩に時間を要する。
 - ※ 水が確保できれば、支障なし。
 - ※ 長期視点で考えることが重要。
- ★ 数年後に、土壌が酸性化する可能性がある。
 - ※ 土壌診断と土壌酸性改良資材の施用で対処可能

今後の除塩に当たって、地元で決断すべきこと;その2

★ 除塩(交換性ナトリウム除去)助材の選択？

【石こうの特性】

- ★ 除塩効率は、最高。
- ★ 除塩後に土壌の酸性化が懸念される。
- ★ 塩基バランスを乱す。
- ★ 含イオウ資材の水田施用には注意すべき。

【転炉スラグの特性】

- ★ 除塩効率は、石こうに劣るが、持続効果が高い。
- ★ リン酸・ケイ酸・微量元素を補給できる。
- ★ 土砂混層による土壌酸性化を抑制できる。
- ★ 農作物へのカドミウム吸収を抑制できる。
- ★ 鉄鋼業界からの支援を受けられる。
- ★ 農業資材としての認知度が低い。

水田の復興支援シナリオ

- ★ 津波土砂を水田作土と混層する。
- ★ 弾丸暗渠耕による透水性の改善。
- ★ 混層作土のECが0.5mS/cm程度以下になれば、
転炉スラグを200kg/10a施用する。
- ★ 用排水設備が復旧すれば、
 - ★ 代かきによる除塩を行う。
 - ★ 来春には、水稻を作付ける。
- ★ 用排水設備の復旧が遅れたら、
 - ★ 雨水による除塩を行う。
 - ★ ソルゴー・ミレット・ヒマワリなどの緑肥作物を作付け、鋤き込む。
 - ★ 2013年春から、水稻・大豆など換金作物を作付ける。

放射能汚染農地をどのように復興させる？

- ★ ヒマワリによるファイトレメディエーションは有効でない(農水省)。
- ★ 放射能低レベル(Cs数万Bq/kg程度以下)汚染農地では、
 - ★ 反転あるいは混層して、¹³⁷Cs強度を軽減する。
 - ★ 土壌改良による作物への吸収抑制
 - ※ 天然ゼオライトの施用: 実行中
 - ※ 転炉スラグの施用: 今後の展望



表1 田ノ浦の30区で実施された各種緩和対策の削減係数の要約 (AEA, 2006に追加)

	セシウム-137	ストロンチウム-90
通常の耕作	2.5~4.0	—
農産物採取	5~15	—
石灰施用	1.5~3.0	1.5~2.0
化学肥料の施用	1.5~3.0	0.5~2.0
有機質肥料の施用	1.5~2.0	1.2~1.5
根本的改良		
実施1回目	1.5~3.0*	1.5~3.5
その後の継続実施	2.0~3.0	1.5~2.0
減塩対策		
実施1回目	2.0~3.0	2.5~3.5
その後の継続実施	1.5~2.0	1.5~2.0
飼料作物の収量	3~9	—
クレーン掘削	2~5 (掘削深度で異なる)	2~5
セシウム除去剤の散布	2~5	—
ミルクのバターへの加工	4~8	5~10
アタネ種子の選別	250	600

* 5000kVと100kVの両方で実施された。放射能汚染された農地には、ダンゾーラ(Danzon, 1998)で報告された削減係数(10a、0.45cmの土層の削減係数を算出)、0.5cmの土層を45cm以下に還元させる掘削方法。

※ 濃度係数の削減率では、津波をすれば最大15%。

石灰資材の施用による削減係数 (IAEA)

¹³⁷Cs : 1.5 ~ 3.0

⁹⁰Sr : 1.5 ~ 2.6

驚異のゼオライト効果

試験区	生育量(g/pot)	k ₂ O %	133Cs	
			μg/kg	比率
Cs0ppm	31.9	1.8	1830	100
Cs0ppm+K	14.9	13.6	294	16
Cs0ppm+ゼオライト(C)	27.5	6.0	26	1
Cs0ppm+K+ゼオライト(C)	17.0	9.8	31	2
Cs0ppm+ゼオライト(M)	27.2	6.7	8	0
Cs0ppm+K+ゼオライト(M)	14.0	9.2	11	1
Cs1ppm	28.5	2.1	4794	100
Cs1ppm+K	15.7	13.2	1039	22
Cs1ppm+ゼオライト(C)	28.4	6.2	55	1
Cs1ppm+K+ゼオライト(C)	18.3	10.0	118	2
Cs1ppm+ゼオライト(M)	26.2	6.2	101	2
Cs1ppm+K+ゼオライト(M)	24.4	10.7	62	1

低地土にゼオライトを10%混合して、ノイパウエルポットでチンゲンサイを栽培した。

福島第一原発から20.8kmハウスで、キュウリ栽培を再開！
ハウス内土壌とキュウリの放射性セシウム強度は？

**ハウス内作土の放射性Cs強度は、18Bq/kg
カリウム40のわずか4%！**



放射能測定結果(Bq/kg)

地目	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	Cs含量	⁴⁰ K
ハウス	6	12	18	486
水田	1137	1428	2565	493

**水田作土の放射性Cs強度は、2,600Bq/kg
この水田で反転耕・ゼオライト混和対策を予定！**

福島原発に最も近い、安全・安心キュウリ



¹³¹I : 検出されず(0.9Bq/kg 未満)
¹³⁴Cs : 検出されず(1.2 Bq/kg 未満)
¹³⁷Cs : 検出されず(1.3 Bq/kg 未満)
⁴⁰K : 67Bq/kg(検出限界:17Bq/kg)

放射能測定(Ge型検出器)協力: (株)ベジテック

福島原発に最も近い、安全・安心キュウリをつくる小林久夫さん



農地の早期復興を目指して、

がんばろう 相馬！

相馬市岩子の津波土砂混層水田