

津波浸水農地の土壌塩分除去等土壌改良についての人材教育

— 簡易土壌測定の実例 —

岩渕 喜悦*1, 内海 康雄*2, 吉野 秀明*3

Human Resource Development of Engineers for Soil Improvement and Desalinization of Tsunami-flooded Farmlands

- Case of simple soil measurement -

Kietsu IWABUCHI, Yasuo UTSUMI and Hideaki YOSHINO

Some projects as earthquake disaster reconstruction-Kosen project were implemented from 2013 to 2017. We dealt with human resource development of engineers for soil improvement and desalinization of tsunami-flooded farmlands. As results of projects this paper introduces some cases of simple soil-measurement, simple soil-diagnosis and view sharing system of regional soil measurement data and information, from a point of measurement view.

KEYWORDS: simple soil measurement, simple soil diagnosis, view sharing system, regional soil data

1. はじめに

震災復興高専プロジェクトは平成23年から4年間実施され、プロジェクト1～6の事業中のプロジェクト3は土壌改良等を通じた津波浸水農地の復興促進と土壌計測技術等による産業支援に資する技術者の育成を目的として主に塩害土壌の除塩対策や土壌の化学性の簡易測定による土壌診断を行った。特に、後者に関しては諸ケースの土壌等の測定を行ったのでいろいろな測定データが取得できた。本誌ではその内容を三つのケースに分けて報告する。

なお、プロジェクトの全容は別紙、事業報告書¹⁾に述べてある。

2. 簡易測定による土壌診断

2.1 簡易測定

土壌中のイオンを分析化学の定量測定分析手法によらずに市販のマルチ水質チェッカーを使用し電気伝導度(以後EC(mS/cm))とpHを測り、間接的に土壌のイオンの存在を測定し土壌診断を行う。その場合、測定の信頼性を確保する為に以下のことを行う。

- ① 対象とする土壌のほかに関連する土壌を同時に測定する。
 - ・例えば塩害水田が本来の測定対象なら関連土壌とは塩害の無い通常水田である。
 - ・関連土壌の2例目は路傍草地である。本来の対象土壌の周囲や近くの草地は当該場所の基本となる情報(pH, EC)を示す。
- ② 関連土壌のデータは参照・参考値として利用する。

2.2 土壌診断

関連土壌のデータを比較参照データとしながら本来の土壌データに対し診断する。本報告のグラフ等では、必ず関連土壌のデータを併記するのは以上の理由による。

3. 津波浸水農地の土壌測定

3.1 津波浸水農地の測定の概要

津波浸水は塩害そして塩基と無機窒素からなる高栄養塩を農地にもたらし被害が発生した。

一方、水田の代掻きや耐塩性植物のアシタバの栽

*1 研究推進センター 特命教授

*2 地域イノベーションセンター、副校長

*3 研究推進センター 特命教授

培は除塩に役立つことが確認された。以上の内容等を EC と pH 測定の事例として紹介する。

3. 2 土壌採取と被測定土壌水の準備

以下の手順による。

- ・作土表面から深度約 2.5 m の土壌をミニシャベルで採取する。
- ・風乾土壌とし乳鉢で粉碎し 3 mm メッシュで篩にかける。
- ・100 cc ビーカーに土壌と蒸留水を重量比 1 : 4 で混合・攪拌して土壌水を作り 1 時間程度精置する。

3. 3 測定方法

図 1 に示すが (株) 佐藤商事製 マルチ水質チェッカー 17SD を用い対応するセンサーヘッド部を土壌水に入れゆっくり揺動させながら 3 分間待つて指示値をよむ。



図 1 測定

3. 4 内容と結果

以下に 4 事例を報告する。

- 1) 県内水田の pH、EC と塩害による減収水田の測定結果を図 2 に示した。津波浸水水田は海水のイオンが多く残留しているため EC が高かった (塩分濃度も高い)。その中で牛網地区では pH が 7 以上を示し、 Na^+ の残留が米の減収の原因と思われた。一方、通常の水田や津波水田でも pH が 5 ~ 6 台では米収量に問題はなかった。

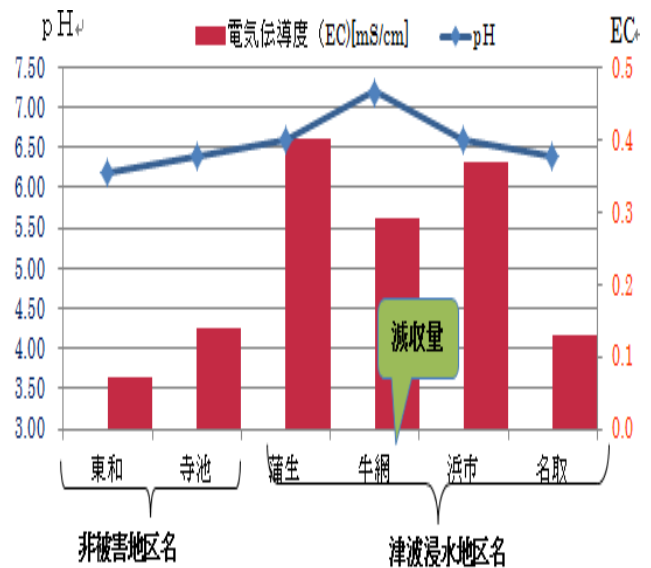


図 2 県内水田の pH、EC

2) 津波浸水ハウス土壌の pH、EC と病害の発生

図 3 に結果を示した、ハウス内は元来高栄養塩かつ高塩基である上に海の底質養分 (高栄養塩で高塩基) が加わる。内陸の大崎市中山平と比べて高 EC、高 pH を示し作物に病害が発生した。なお、野蒜ハウス A が pH 5.0 と低いのは沿岸部の工場等から流出した鉍酸などが原因と思われる。宮城県調査²⁾にも同様の報告がある。

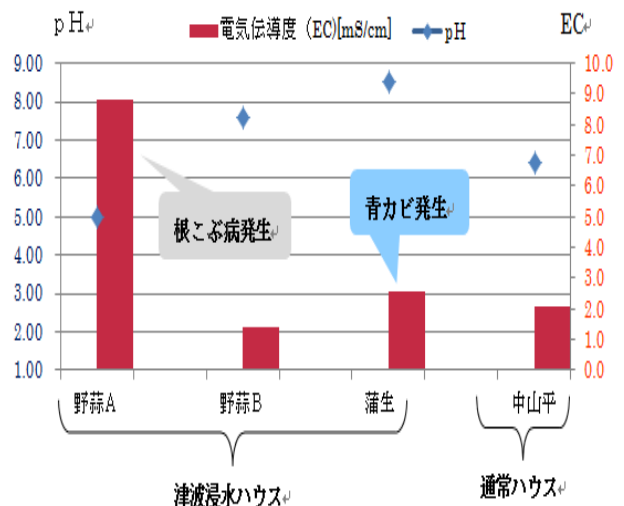


図 3 津波浸水と通常ハウスの pH、EC

津波浸水農地の土壌塩分除去等土壌改良についての人材教育
— 簡易土壌測定の実例 —

3) 津波浸水水田の代掻きによるEC低下と除塩の効果

図4に測定結果を示した。代掻きを行うことでpHとECが減少した。土と水の間での混合と攪拌の作用により吸着しているイオンや遊離イオンが水田の開渠や暗渠を通して外部に流出したと思われる。

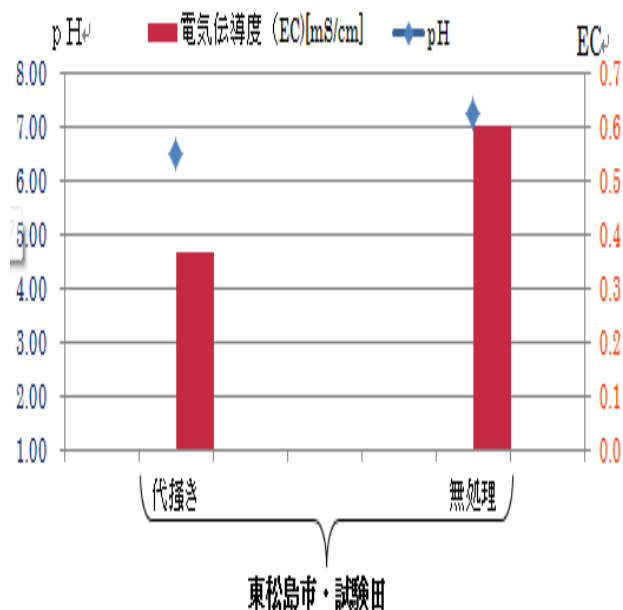


図4 代掻き処理の有無とpH、EC

4) アシタバ栽培による除塩

図5に測定結果を示した。直近の草地ではpHが高く Na^+ が残っていると思われるが、アシタバ畑では収穫後にpHが低下しており Na^+ が吸収されたと思われる。因みにアシタバは100g中に Na を60mgも含み耐塩性植物で上位にランクされている。主産地（東京都大島）では「アシタバは塩を喰う」と言い伝えられているが本データがそれを裏付けていると思われる。

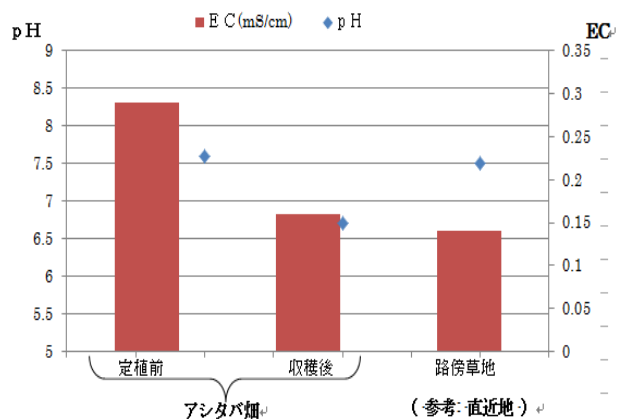


図5 アシタバ畑のpH、EC

4. 県内地域の土壌の測定

4.1 概要

津波農地（沿岸地）と、通常農地（内陸地）の土壌測定をほぼ同時期に行って比較する事により津波農地の被害状況をデータ上で俯瞰することができた。

4.2 土壌採取と土壌水の準備

前章の津波浸水農地の測定に同じ。

4.3 測定方法

前章の津波浸水農地の測定に同じ。

4.4 内容と結果

以下に測定データのリストとpH-EC図を示す。

1) 測定データのリスト

表1に31ヶ所の測定データを示した。

- ・岩手県南から宮城県南部までの内陸地、宮城県沿岸部（津波浸水地域）の一部を対象に圃場の土壌をほぼ同時期（2013年秋頃）に採取し測定した。
- ・で塗りつぶし部は津波浸水した土である。

表1 県内の土壌測定リスト

採取日	地区	土壌種類・圃場形態		化学性		備考
				EC mS/cm	pH	
1470201	一関市	涌沢	砂質土 ハウス	0.451	6.84	作付中。
1470202		栗山	黒ぼく土 露地 芋	0.152	6.5	作付中。
1470114	南三陸町	歌津	砂質土 水田	0.03	5.3	刈取以後。少反収水田(〜6割/反)、井戸水使用
1470114		寺池	水田	0.13	6.4	刈取以後。有機水田
1470114			露地ニラ畑	0.25	7.3	刈取以後。
1470019	大崎市	池月	露地 豆畑	0.14	7.3	
1470019			杉林	0.06	5.8	
1470020		東鳴子	露地 大根 葉物	0.12	6.7	作付中。準有機栽培(堆肥の大量投入)
1470020			露地 豆畑	0.06	6.4	刈取以後。無施肥耕作。連作。
1470020		鬼首	黒ぼく土 露地 芋	0.08	5.8	黒ぼく土。
1470021		中山平	黒ぼく土 ハウス 葉物	2.04	6.4	葉物作付中。
1470021		黒ぼく土 露地 葉物	0.11	6.15	葉物作付中。	
1470202	高谷町	本木沢	水田	0.14	5.06	刈取以後。
1470211	東松島市	牛網	砂質土 水田	0.29	7.2	刈取以後。反収減少
1470203			露地 芋	0.129	7.46	
		浜市	水田	0.37	6.8	刈取以後。
1470427		小浜	砂質土 水田	0.12	5.7	無施肥耕作
1470216	野蒜地区	ハウスA 白菜	8.80	5.0	作付中。根こが病発生。表土に塩が析出	
		ハウスB 白菜	1.40	7.8	作付中。	
1470619	仙台市	福生	水田	0.47	6.7	刈取以後。
1470302			ハウス	2.55	8.1	かび発生。Na分散土壌化。
1470102			露地 ニラ畑	0.18	7.8	刈取以後
1470209		堤原	砂質土 露地 芋畑	0.46	6.8	作付中
1470021	名取市	杉ヶ袋	露地 水田	0.13	6.4	刈取以後
1470021			砂質土 ハウス	0.39	6.8	作付中
1470021			砂質土 露地 芋畑	0.18	7.7	
1470022		下倉田	ハウス	10.50	5.4	作付中
147010	瀬沼神社		竹林	0.058	5.7	
1470209	山元町		露地 インゲン	0.078	8.12	作物の枯死発生。
1470103	大河原	小山田	砂質土 露地 豆	0.080	7.0	刈取以後。
1470103	藤王町	小村崎	黒ぼく土 露地 芋	0.078	6.0	

2) pH-E C図

図6は農地の土壌診断に使われるpH-E C図上に前記のデータをプロットしたものである。図の見方は以下の通りである。

例えば、図中の牛網・水田は津波浸水を受けた東松島市牛網地区の水田で米は通年比で減収となった。pHは7.0~7.5でECは0.2~0.4 mS/cmである。

以下、見方のポイントを列挙する。

- i. 「地区名・圃場」という表記で土を採取した地区名と圃場の形体をしている。
- ii. 赤字表記は津波の土で、黒字は津波のない土(通常地)である。
- iii. 下線付きは病害発生や収獲が大幅減収になった圃場の土を示す。
- iv. は化学肥料不使用の有機農法(EMボカシや地産菌を利用)の土。

- v. は牛厩肥多用で化肥が少ない圃場の土。
- vi. は有機も化肥も不使用の無施肥圃場の土。

pH-E C図から以下の知見が得られた。

- i. 通常の土はpHが5.5~7.0、ECが0.2 mS/cm以下の概ね適正な状態を示した。
- ii. 津波の土は高pH、高ECを示した。栄養塩が過剰に蓄積された事になった。津波が齎した底質汚泥(無機窒素とNa⁺、塩基イオンが豊富)が原因である。
- iii. 通常のハウスは高ECを示し栄養塩類(硝酸イオン等)が過剰であった。津波のハウスでは更に底質汚泥(無機窒素と塩基イオンが豊富)が加わり、露地より更に高pHとECを示し、病害の発生や粘土分散化(土の物理特性の悪化)が起こった。
- iv. 森林土壌や路傍草地は低pHで低ECを示した、即ち栄養塩の少ない低地力土壌である。
- v. の東松島市矢本の無施肥田はある程度の栄養塩類があった(pH 0.1~0.2 EC 5.5~6.0 mS/cm)。この原因は当該水田の用水がもともと栄養塩類を有していた為である。

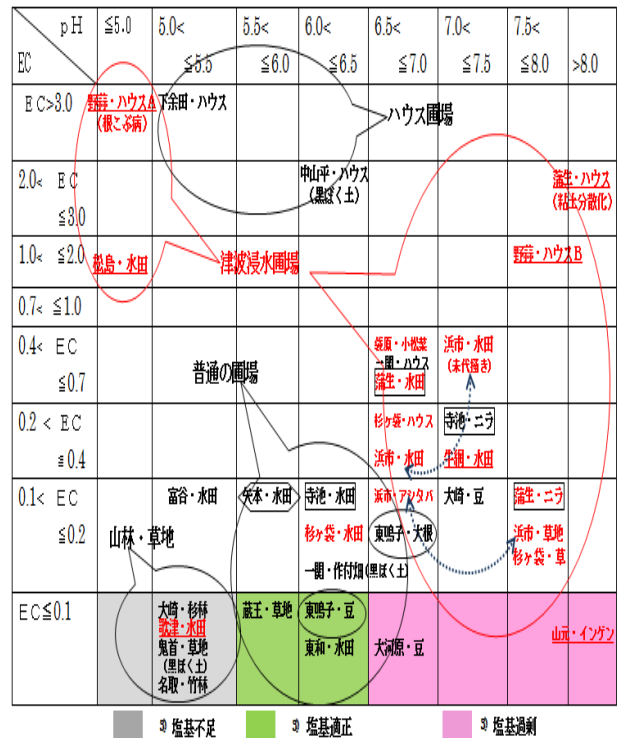


図6 県内圃場土壌のpH-E C図

津波浸水農地の土壌塩分除去等土壌改良についての人材教育
— 簡易土壌測定の実例 —

5. 土壌測定（技術）の地域定着化

5.1 概要

地域の農業従事者や農業技術者が自ら土壌の測定を行い、データを他の地域の関係者と共有・閲覧できる仕組みを作った。この仕組みは地域定着化の要として機能している。

以下に仕組みの内容と共有・閲覧データの凡例を示す。

5.2 データ共有の仕組み

図7にデータを共有する仕組みを示した。一関市、東松島市、仙台市、名取市、柴田町、亶理町、伊達市（福島県）に在住する地区のメンバー^{注1}が簡易測定器^{注2}で測定したデータをクラウドストレージサービス^{注3}を利用して関係者間で閲覧出来る。

注1) 現在、約10数名のメンバーが登録されている。

注2) 竹村電気製作所製「ポケットマルチテスター（EC、pH測定器）」

注3) Microsoft OneDrive



図7 測定の地域定着化の仕組み

5.3 内容と結果

・ 閲覧データのリスト

下記表2に閲覧データ（OneDriveの出力）の凡例を示した。

表2 閲覧データのリスト

採取日	氏名	地区名	圃場番号	EC	pH
131202	干野隆一	一関	陸地圃地	0.15	6.50
140831	佐藤仁	亶理町	ジャガイモ	0.10	7.80
140819	岩淵憲悦	十和田		0.18	5.80
140905	元浜農組	元浜	陸地圃地	0.13	5.30
140905	引地智	柴田町	玉ねぎ	0.34	6.68
140905	引地智	柴田町	人参	0.19	6.43
140905	引地智	柴田町	里芋	0.19	7.50
14728	希望の東	浜市	陸地圃地	0.11	7.85
131108	富谷環境	富谷町	陸地圃	0.48	4.80
141108	佐藤仁	亶理町	休耕地	0.10	6.38
141130	岩淵憲悦	亶子	白梨	0.34	6.95
141203	佐藤仁	新地町	草地	0.13	7.71
14120	岩淵憲悦	浜市	水田	0.32	6.80
141215	斎藤康隆	名取市	畑(コナ)	0.37	6.10
150105	引地智	岩沼市	白梨	0.31	7.0
150105	引地智	柴田町	ほうろく草	0.12	7.48
150105	引地智	柴田町	ほうろく草	0.21	7.38
	佐藤仁	亶理町		0.90	6.90
	佐藤仁	亶理町		1.10	5.30
	佐藤仁	亶理町		0.20	5.20
150210	岩淵憲悦	亶子	草地	0.13	7.08
141217	佐藤仁	新地町	陸地圃	0.12	5.94
	佐藤仁	亶理町		0.13	7.80
	佐藤仁	亶理町		0.03	6.10
	佐藤仁	亶理町		0.08	6.10
150520	鈴木農園	爾生	休耕地	2.48	7.94
150825	石垣正人	北仙台	畑ナス	0.83	6.20
	小野幸秀	亶理町	園芸圃	0.31	6.80
	石垣正人	北仙台	大根圃	0.19	7.08

6. あとがき

Cによる簡易土壌診断法, 東北農業研究, Vol144,
No1, pp. 147-148 (1991)

- 1) 限られたケースではあるが、pHとECの測定だけで土壌診断ができた。即ち、簡易土壌測定・診断の有用性が確認できた。
- 2) pH-EC図は土壌の状況を俯瞰するのに役立った。
 - i. 津波がもたらしたものは高塩基イオンと高栄養塩イオン（無機窒素系）であった。
 - ii. 海の底質汚泥は一般の化学肥料と同じに扱えることがわかった。
- 3) 閲覧の仕組みは地域の活動に貢献しており以下の様な展望が今後、期待できると思われる。
 - i. 土壌測定にはデジタル化、ワイヤレス化、センサーユビキタス化、無人化が、更にデータ処理技術の応用展開がはかれる。
 - ii. 測定と診断の高精度化が実現される、また広域の同時測定データが一瞬にして閲覧ができ関係者にとって正確で、より有用な情報が提供される。

7. 謝辞

土壌測定、測定資材の提供等で同校の遠藤智明教授に、データ閲覧システムの構築で元同校技術補佐員 須田浩崇氏、東北ポリテクカレッジ 佐藤仁特任教授に、フィールドの業務でマザー・アースプランニング小野伸之氏、オシヨス技研殿、八木登喜雄氏、鈴木有機農園殿に、いろいろな助言で米農家石井稔氏、元 JA あさひな堆肥センター長 小野啓氏、ガイア環境技術研究所殿に、資料作成で同校技術補佐員 斎藤勝幸氏に感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 仙台高等専門学校：東北六高専連携震災復興プロジェクト事業報告書, 2016
- 2) 宮城県農業・園芸総合研究所編：農業の早期復興に向けた試験研究連携プロジェクト成績概要書, pp. 51-54, 2013
- 3) 鈴木良則・宮下敬一郎・玉田ゆみ子：pHとE