

東京農業大学における東日本大震災に関するこれまでの研究

Studies in Tokyo NODAI for Disaster Restoration
after the Great East Japan Earthquake藤 川 智 紀[†]

(FUJIKAWA Tomonori)

中 村 貴 彦[†]

(NAKAMURA Takahiko)

岡 澤 宏[†]

(OKAZAWA Hiromu)

竹 内 康[†]

(TAKEUCHI Yasushi)

細 野 衛^{††}

(HOSONO Mamoru)

宮 林 茂 幸[†]

(MIYABAYASHI Shigeyuki)

I. はじめに

東京農業大学では、「東京農業大学・東日本支援プロジェクト」と題し、大学全体からメンバーを募り、東日本大震災からの復興に向けた取組みを続けてきた¹⁾。プロジェクトの対象は福島県相馬市で、農業経営や農地復元、森林復元、栄養改善など、専門ごとにグループを作り復興に必要な課題の解決に取り組んだ。いくつかの研究については相馬市だけでなく近隣の市町村でも実施され、また一部には現在も継続中の研究もある。本報では同プロジェクトに関係して実施された農業農村工学に関連する研究について報告する。

東京農業大学における農業農村工学分野での研究は、①津波による農地への堆積物の分析、②海水が浸入した水田における除塩、③農地・農村の復旧に有効な3次元デジタル地図の取得、の3種類に大別される。次章以降、それぞれの成果を示す。

II. 津波による農地への堆積物の分析

地震直後に発生した津波による農地への堆積物の性

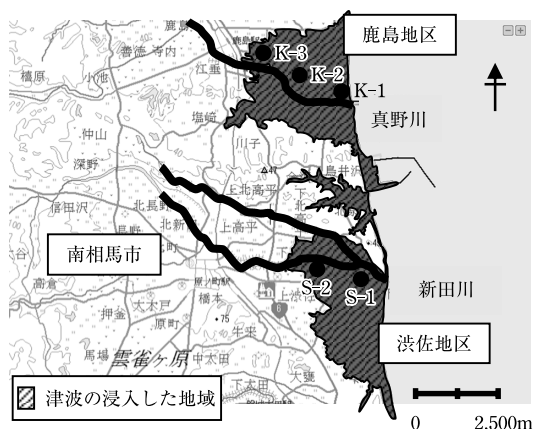


図-1 津波堆積物の調査地域

質を把握するために、2011年6月に福島県南相馬市の太平洋沿岸部に位置する真野川周辺の鹿島地区と新田川周辺の渋佐地区において堆積物の採取を行った(図-1)²⁾。それぞれの地区において、海岸線より距離の異なる水田圃場(K-1~3, S-1, 2)を選定し、津波堆積物の厚さや粒径、透水性などを測定した。

その結果、堆積物は海岸に近い場所で見られる砂状堆積物とより遠い場所で見られる泥状堆積物に分類されることを明らかにした(写真-1)。砂状堆積物は粒径が0.2mm以上の粒子の割合が90%を超え、乾燥密度は約 1.7 Mg m^{-3} と大きい値を示すが、飽和透水係数は $10^{-4} \text{ cm s}^{-1}$ のオーダーであり、もとの水田土壌よりも透水性がよかった。土粒子密度は 2.8 Mg m^{-3} 以上と大きく、この原因として金属・重金属などの重

写真-1 堆積物のある水田の土壌断面
(上：砂状堆積物 (K-1), 下：泥状堆積物 (S-2))[†]東京農業大学^{††}東京自然史研究機構

表-1 津波堆積物の含水比, 密度, 強熱減量

	採取深さ* (m)	堆積物 /土壌 区分**	含水比 (%)	乾燥密度 (Mg m ⁻³)	土粒子密度 (Mg m ⁻³)	強熱 減量 (%)
鹿島						
K-1	0~0.05	Sandy	10.0	1.59	2.95	2.1
	0.10~0.15	Sandy	13.0	1.69	2.93	0.7
	0.20~0.25	Sandy	13.9	1.66	3.03	0.9
	0.30~0.35	Paddy	26.3	1.24	2.61	9.8
K-2	0~0.05	Sandy	3.6	1.35	3.01	1.5
	0.10~0.15	Paddy	27.3	1.21	2.55	11.0
	0.20~0.25	Paddy	24.6	1.36	2.61	8.5
K-3	0~0.05	Muddy	24.6	0.87	2.24	25.6
	0.05~0.10	Paddy	25.8	0.97	2.51	12.1
	0.20~0.25	Paddy	27.5	1.12	2.59	12.2
洪佐						
S-1	0~0.05	Sandy	7.7	1.28	2.79	3.6
	0.10~0.15	Paddy	31.5	1.15	2.49	13.0
	0.20~0.25	Paddy	26.4	1.28	2.45	13.9
	0.30~0.35	Paddy	13.7	0.99	2.70	17.0
S-2	0~0.05	Muddy	13.7	0.90	2.56	19.6
	0.05~0.10	Sandy	23.4	1.14	2.65	6.7
	0.20~0.25	Paddy	17.0	1.03	2.59	11.1

*堆積物の表面からの深さ, ** Sandy: 砂状堆積物, Muddy: 泥状堆積物, Paddy: 震災前の水田土壌

い元素が一般の土壌より多く含まれている可能性が示唆された。一方, 泥状堆積物は粒径が0.2 mm以上の粒子の割合が30%程度であり, 乾燥密度も0.9 Mg m⁻³と小さかったが, 飽和透水係数は10⁻⁵~10⁻⁶ cm s⁻¹のオーダーとなり, もとの水田土壌とほぼ同様であった。土粒子密度は2.2~2.5 Mg m⁻³と小さく, 有機物含有量を示す強熱減量も大きな値を取ったことから, 泥状堆積物に海底に堆積している有機物または海洋中の有機物が多く含まれていると判断された。このため, 泥状堆積物が多い地域では, 乾燥後これらの有機物の飛散による健康被害が危惧された(表-1)。

また, 海岸からの距離の増加に従い, 砂状堆積物の堆積厚が線形的に減少し, 反対に泥状堆積物の厚さが増加していたことから, 鹿島地区における堆積物厚さの分布を推定し, 今後排除が必要となるこの地区全体での堆積物の質量が約190,000 tであると推測した。

III. 海水が浸入した水田における除塩

沿岸部より距離があり, 津波により海水のみが浸入した水田では, 土壌を除塩することで早期の復旧が可能になると期待される。しかし, もともと水田土壌の排水性は低い場合が多く, 縦浸透法(リーチング)による除塩の効果があがらない可能性がある。このような排水性が低い水田土壌の排水改良の方法として, 本研究では大型機械による施工や新規の資材投入が不要な「畝立て」に注目した。畝立てにより乾燥化を進め透水性を改良することができれば降雨や灌漑水による



写真-2 畝立てした水田の栽培試験(日下石)
(上: 畝立て後の播種の様子(2011年7月), 下:
生長したトウモロコシとヒマワリ(2011年10月))

除塩効率があがると期待される。また畝立てにより, 塩害を受けた水田を汎用農地化し, 耐塩性の作物を栽培することができれば, 畑作物の蒸散に伴う亀裂の発生, 団粒化による排水性の促進も期待され, さらに耐塩性の作物を用いた除塩の可能性も見えてくる。耐塩性作物の栽培には除塩までの期間の経済的なつなぎの役割も期待されることから, 本研究では海水のみが浸入した水田における畝立てによる乾燥化と畑作物の栽培を目標として現地での試験を行った。

調査対象地は福島県相馬市日下石地区(以下,「日下石」という)および宮城県岩沼市中條地区(以下,「中條」という)の2カ所の水田とした^{3),4)}。それぞれの水田の海岸からの距離は3,000 m(日下石), 4,000 m(中條)であり, 現場での聞き取りによると一時は10 cmを超える冠水が見られたが, 翌日には冠水はなくなっていたとのことであった。これらの水田に対して排水性を改良する目的で約20 cmの畝立てを行い, 畝部と畝間の土壌の水分張力を測定した。また日下石において, 塩害に強いトウモロコシやヒマワリの栽培を行った(写真-2)。

土壌水分張力の測定からは, 畝部で降雨後すぐに水分張力が大きくなる傾向が見られ, 畝部の乾燥化が促進されていることが明らかになった(図-2)。また, 畝部表層の深さ5, 15 cmにおいては, ほかの場所よりも期間中の平均水分張力が上昇し, 飽和状態になる日数が減少した。排水路や揚水機場の損傷により地下水位が高くなり半湿田状態であった日下石や, 暗渠が整備されておらず排水性が低かった中條の水田におい

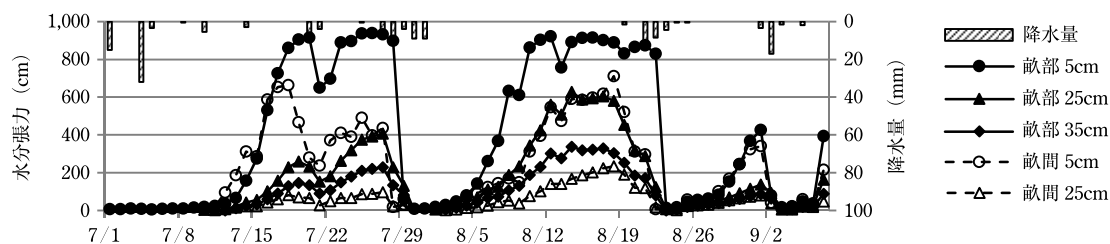
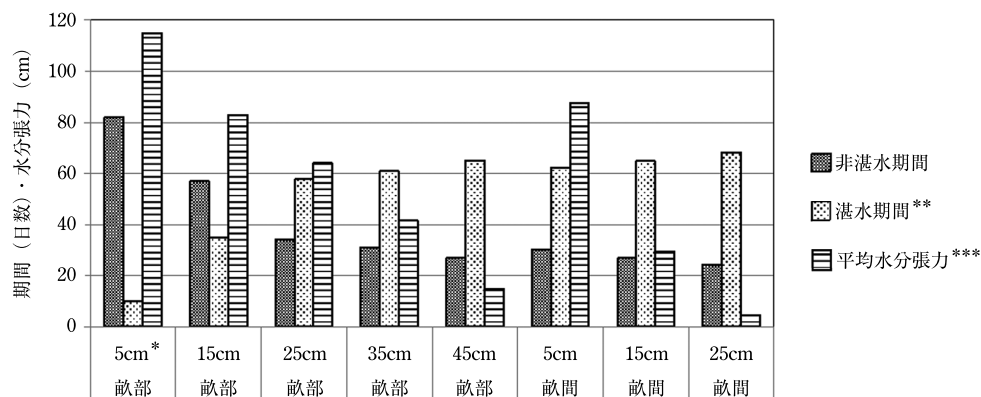


図-2 畝立てによる土壌水分張力の変化（中條）



* 数値は土壌表面からの深さ, ** 湛水期間は測定期間（92日）中の水分張力が負となる日数,
*** 平均水分張力は測定機関中の水分張力の平均値

図-3 畝立てによる栽培期間中の土壌水分張力と湛水期間の変化（日下石）

でも畑作が可能になることが示された（図-3）。

一方、地下水中の塩分濃度は日下石においては時間とともに低下し、2011年10月には0.1%以下と稲作栽培可能な限界値以下になっていることが確認されたが、中條では震災から7カ月以上経過した10月の中旬以降も0.2%前後と、7月とほぼ変わらないレベルで推移した。日下石ではリーチングによる土壌の除塩が進み、高濃度の地下水が下流に移動するとともに、降雨や上流からのより塩分濃度の低い地下水により希釈されたと考えられる。それに対し、中條では地区全体としての排水能力も低いためリーチングされた塩分の逃げ場がなく、地下水中の塩分濃度が変化しなかったと考えられる。このような地区では、乾燥化や作物栽培の際に塩分濃度の高い地下水が上方移動する可能性があり、無計画な畑作が塩害を促進する危険性も示唆された。

IV. 農地・農村の復旧に有効な3次元デジタル地図の取得

被災地の復旧・復興計画を策定する上では、災害前後の建造物を含めた地形図を取得することは非常に重要であり、特に3次元のデジタルデータとして情報が得られれば、その利用価値は高まると考えられる。本研究では、全地球衛星測位システム（GNSS）およびデジタルカメラ、3次元レーザー計測機によって、道路

および周辺の連続映像と3次元座標データを計測する車両搭載型レーザー計測装置 Mobile Mapping System（MMS：写真-3）を活用して、被災地の3次元デジタル地図を取得する際の技術的な課題の洗い出しと、得られた地形図（3次元基盤地図）の活用法について検討することとした。

NTT空間情報株式会社と共同し、MMSにより取得されたデータ（図-4）を解析したところ、沿岸部では深刻な地盤沈下（20～70cm）や平面移動（2.6～7.5m）が発生していることが明らかになった。このような地形の変化を把握できることにより、復旧時の用排水路計画などがより効率的に進むと考えられる。また、今後住民参加型の地域づくりを進める際などにも、地元住民を中心としたワークショップでは可視化されたデータが迅速かつ合理的な合意形成の一助になると考えられる。さらに将来的には、農地の設計や施



写真-3 走行中のMMS車両

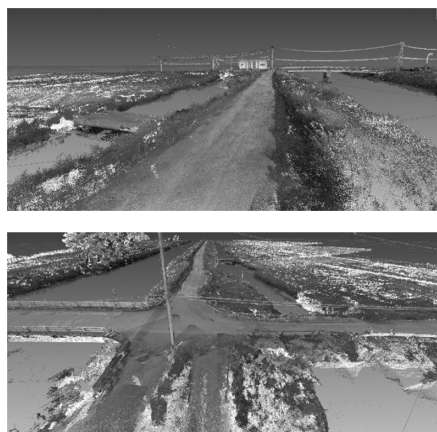


図-4 画像化された3次元座標データ

工のみならず、復興後の農地管理や収穫予測などをはじめ地域コミュニティ形成や避難ルート設計など、地域づくりのプラットフォーム情報として活用されることも期待される。このような観点から岩沼市の農政課をはじめ総務課、建設土木課など幅広い部署とのディスカッションにおいて高い評価を得ることができた。

一方、人工構造物が少ない農村部においては、景色の色合いが乏しいため地物の明瞭な区別がしにくいことや、津波による堆積物、雑草などによって点群から水路が確認できないこと、震災により道路の破損があると測定地点が限定されることなどが今後検討すべき課題として挙げられた。

V. おわりに

今回紹介した東京農業大学における研究は、初期の被害状況の確認、初期の復旧・復興対策、復興計画策定のための情報収集、といった復興の際の異なるステップに対応している。東日本大震災に関しては、初期の復旧・復興がすでに多くの地域で完了しており、今回得られた知見を将来生じる震災後の復興や防災に役立てられるようにまとめ直す必要がある。さらに、復興計画に関連する技術については、現場との意見交換を続けて、より使いやすく効率の高い技術となるように研究を進めなければならない。

なお本調査研究のうち、津波堆積物や水田土壌の除塩に関する研究は、故駒村正治東京農業大学名誉教授が中心となって進めてきたものである。また宮城県岩沼市の除塩に関する研究に関しては、「岩沼市震災復興会議」の活動の一環として実施したものである。ここに、記して感謝する。

引用文献

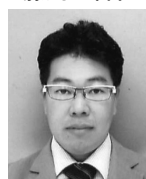
- 1) 門間敏幸：第I部第2章 大学による災害復興支援の理念、プロジェクトの活動計画と成果の普及、東日本大震災から

の真の農業復興への挑戦－東京農業大学と相馬市の連携－、ぎょうせい、pp.48～82 (2014)

- 2) Fujikawa, T., Okazawa, H., Nakamura, T., Takeuchi, Y. and Komamura, M.: Physical and Chemical Properties of Tsunami Deposits in the Northeast Area of Fukushima Prefecture after the Tohoku-Kanto Earthquake, International Journal of GEOMATE 1(1), pp.44～49 (2011)
- 3) 中村貴彦, 藤川智紀, 細野 衛, 駒村正治: 津波被害を受けた福島県相馬市水田の土壌物理性と地下水の塩分濃度, 東京農業大学農学集報 58(4), pp.207～213 (2014)
- 4) 藤川智紀, 中村貴彦, 駒村正治, 細野 衛: 津波による海水浸入を受けた水田の畝立てによる除塩, 水土の知 82(5), pp.29～34 (2014)

[2016.5.6.受理]

藤川 智紀 (正会員)



略 歴
1974年 兵庫県に生まれる
2002年 東京大学大学院農学生命科学研究科博士後期課程修了
2008年 東京農業大学助教
2013年 同准教授
現在に至る

中村 貴彦 (正会員)



1965年 長崎県に生まれる
1994年 筑波大学大学院農学研究科博士後期課程修了
東京農業大学助手
2014年 同准教授
現在に至る

岡澤 宏 (正会員)



1975年 長野県に生まれる
2003年 北海道大学大学院農学研究科博士後期課程修了
2004年 東京農業大学助手
2016年 同教授
現在に至る

竹内 康 (正会員)



1967年 富山県に生まれる
1991年 東京農業大学大学院農学研究科修士課程修了
鹿島道路(株)技術研究所
東京農業大学助教授などを経て
2006年 東京農業大学教授
現在に至る

細野 衛



1946年 東京都に生まれる
1969年 東京農業大学農学部卒業
埼玉県立高等学校教諭
2000年 東京農業大学非常勤講師
2015年 東京自然史研究機構研究代表
現在に至る

宮林 茂幸



1952年 長野県に生まれる
1974年 東京農業大学農学部卒業
東京農業大学助教授などを経て
2000年 東京農業大学教授
現在に至る