

津波被災地域の確実な農地復旧のために必要な塩害対策

Reliable Measures for Recovery of Salt Damage Farmland in Tsunami-hit Area

千葉 克己[†]
(CHIBA Katsumi)

冠 秀昭^{††}
(KANMURI Hideaki)

加藤 幸^{†††}
(KATO Koh)

郷古 雅春[†]
(GOKO Masaharu)

I. はじめに

津波や高潮などにより、海水が浸入して土壌の塩分濃度が高くなった農地は除塩が必要となる。除塩の方法には、土壌中の塩分を下方に押し流す方法（縦浸透法）と塩分を湛水させた水に溶出させ落水する方法（溶出法）がある。

東日本大震災の大津波によって被災した農地の復旧現場では、主に農地の除塩マニュアル¹⁾に基づいた縦浸透法が行われている。内陸部の暗渠排水が整備された農地では、この縦浸透法が効果を発揮し、確実に除塩が進んでいる。しかし、同じ内陸部でも暗渠排水が整備されていない農地や暗渠排水の機能が著しく低下した農地などの一部では、塩分が残留し、営農再開後の大豆作などで塩害が発生している。また、沿岸部では、地盤沈下の影響により、塩分濃度の高い地下水が相対的に上昇したため、除塩に加え、嵩上げなどによる地下水由来の塩害対策も講じなければならなくなっている。

このため、沿岸部の農地復旧は試行錯誤である。復旧した農地はすぐに農家に引き渡さず、水稻や大豆の試験栽培が行われている。また同時に地下水の塩分濃度や水位変化の観測などが行われている。そしてこれらに問題がないと判断されてから農家に引き渡されている。

本報では、縦浸透法による除塩が進みにくく、残留した塩分によって塩害が発生した農地において実施した再除塩の方法とその効果を解説する。また、地下水の塩分濃度が高く、水位が浅い位置にある沿岸部の復旧農地における水稻作時と大豆作時の地下水の塩分濃度と水位の動態の特徴と塩害対策を述べる。

II. 除塩が進みにくい農地の再除塩事例

1. 調査地および調査法

調査地は、宮城県亶理郡山元町における太平洋から

約 2 km の位置にある面積 50 a (100 m×50 m) の隣接する 2 筆の水田である。津波によって被災した 2 年後の 2013 年 3 月に縦浸透法による除塩が実施された。除塩効果を高めるために弾丸暗渠が約 5 m 間隔、深さ 30 cm で施工された。調査区は、この除塩により土壌の電気伝導度 (1:5 水浸出法) (以下、「土壌 EC」という) が畑地における除塩の目標値である 0.3 dS/m 以下にならなかった A 区、および 0~30 cm の土壌 EC が目標値以下になった B 区とした (表-1)。両区とも暗渠排水は整備済みであったが、A 区は排水機能が著しく低下していた。

表-1 土壌 EC (dS/m)

深度 (cm)	2013 年 4 月 26 日	
	A 区	B 区
0~15	0.42	0.13
15~30	0.76	0.25
30~45	1.46	0.66
45~60	2.76	1.03

※宮城県古川農業試験場より提供

両区では同年 6 月から大豆の試験栽培を行った。調査は、大豆の生育を監視するとともに、同年 12 月に土壌を採取し、土壌 EC を測定した。また、圃場の道路側に地下水観測井を設け、デカゴン社製 CTD センサを用いて地下水の電気伝導度 (EC) と水位の動態を観測した。地下水の EC は、2013 年は地表から 50 cm、14 年は 70 cm の位置で観測した。

2. 結果と考察

2013 年 9 月における両区の大豆の生育状況を写真-1 に示す。A 区ではほとんどの大豆が枯死したが、B 区では生育不良はみられなかった。また、A 区では圃場の一部で排水不良による発芽不良が確認された。

同年 12 月の土壌 EC を表-2 に示す。B 区は同年 4 月から大きく低下したが、A 区では大きな低下は認められなかった。図-1 にまとめた降雨があった同年

[†]宮城大学食産業学部

^{††}農研機構東北農業研究センター

^{†††}弘前大学農学生命科学部



津波被災農地、塩害、除塩、縦浸透法、暗渠排水、復旧農地、地下水の電気伝導度



写真-1 A区(上)とB区(下)における大豆の生育状況(2013年9月26日)

表-2 土壌 EC (dS/m)

深度 (cm)	2013年12月17日	
	A区	B区
0~14	0.35	0.03
14~22	0.38	0.05
22~30	1.37	0.16

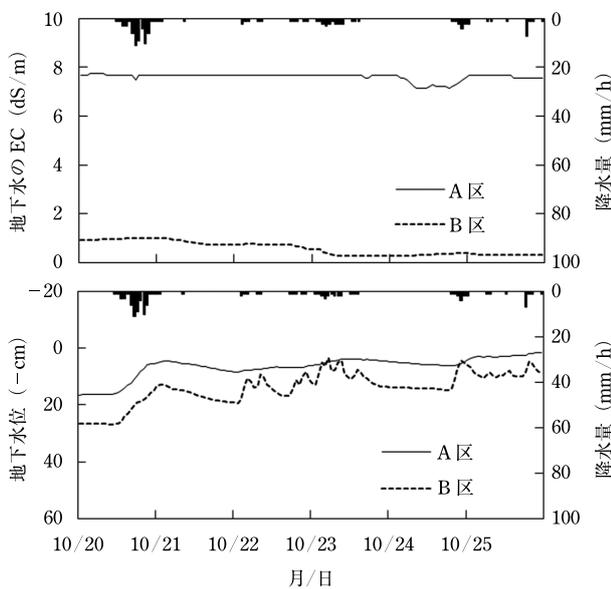


図-1 A区とB区における地下水のEC(上)と水位(下)の動態(2013年10月20~25日)

10月下旬の地下水のECと水位の動態を示す。A区の地下水のECは7 dS/m以上の高い値で推移していた。B区は1 dS/m以下であった。地下水位は両区とも高いが、A区は上昇した地下水が地表から10 cm付近で長期間停滞しており、排水性は劣悪であった。

以上のことから、A区における大豆の生育不良は塩害による可能性が高いと考えられた。このため、同年11月に圃場の中央に1本の本暗渠(深さ50 cm, 水平)を新たに整備した²⁾。また、弾丸暗渠を約3 m間隔、深さ40 cmで施工し、2014年5月に縦浸透法による再除塩を行った。

再除塩後のA区における大豆の生育は良好であり、土壌ECも低下した。また、新たに整備した本暗渠から大量の塩分が排出されることも確認された³⁾。これらの調査結果の詳細については引用文献3)を参照されたい。

2014年6月下旬から7月上旬のA区における地下水のECと水位の動態を図-2に示す。地下水のECは5 dS/m以上と再除塩前と同様に高い値を示したが、地下水位は大きく低下したことが認められる。再除塩後のA区において大豆が順調に生育したのは、新たな本暗渠の整備と弾丸暗渠の施工によって圃場の排水性が向上し、除塩効果が高まったとともに、塩分濃度が高い地下水の水位が上昇しにくくなったためと考えられる。したがって、排水不良のために除塩が進みにくい農地では、本暗渠を整備し、再除塩を行うことが有効であり、本暗渠は50 a区画の圃場に1本整備するのみでも効果がある。

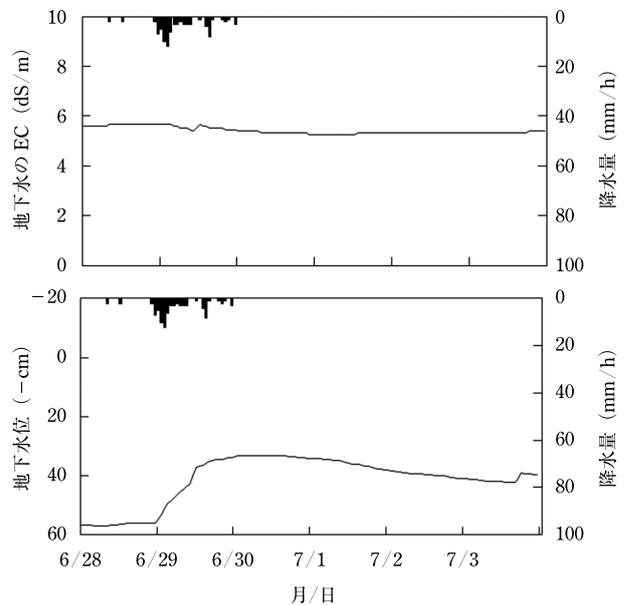


図-2 A区における地下水のEC(上)と水位(下)の動態(2014年6月28日~7月3日)

III. 沿岸部の復旧農地における水稻作付け時の地下水のECと水位の動態

1. 調査地および調査法

調査地は宮城県岩沼市における太平洋から約0.7

km の位置にある標高 0 m 程度の水田（面積 1 ha (125 m×80 m)）である。約 30 cm 地盤が沈下し、津波土砂が 10 cm 程度堆積した。2012 年度から津波土砂の剥取りなどの復旧工事が始まり、2014 年 3 月に縦浸透法による除塩が行われた。そして同年 5 月に水稲が作付けされた。この地区は震災以前からしばしば塩分濃度の高い地下水による塩害が発生しており、1996 年度からの圃場整備によって 30 cm の嵩上げと深さ 40 cm の浅層暗渠による塩害対策が実施された⁴⁾。

調査は、水稲の生育を監視するとともに、圃場の道路側に地下水観測井を設け、デカゴン社製 CTD センサを用いて地下水の EC と水位の動態を観測した。地下水の EC は地表から深さ 65 cm の位置で観測した。

2. 結果および考察

水稲に生育不良は発生せず、無事に収穫された。2013 年 3～5 月の地下水の EC と水位の動態を図-3 に示す。3 月初めの地下水の EC は 10 dS/m 以上であったが、3 月中旬と下旬に縦浸透法による除塩が行われると徐々に低下し 5 dS/m 程度となった。さらに、5 月上旬に代かきが行われ、湛水されると、再び低下し 3 dS/m 程度となった。地下水位は、大雨時に大きく上昇し、作土に浅く上昇した。水稲に塩害が発生しなかったのは、田面水の浸透によって地下水の上部に淡水レンズが形成されたためと考えられる。以上のことから地下水の塩分濃度が高く、水位が作土まで上昇する地区では水稲を作付けすることで塩害のリスクを軽減できると考えられる。

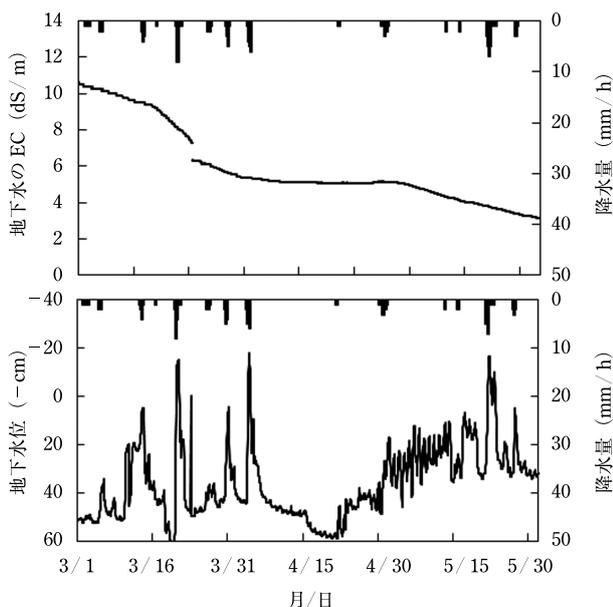


図-3 沿岸部の復旧農地における水稲作付け時の地下水の EC (上) と水位 (下) の動態 (2013 年 3 月 1 日～5 月 31 日)

IV. 沿岸部の復旧農地における大豆作付け時の地下水の EC と水位の動態

1. 調査地および調査法

調査地は、III. で解説した調査地と同じ地区内の水田（面積 1 ha (125 m×80 m)）であり、太平洋から約 0.7 km、また感潮河川の阿武隈川沿いに位置する。暗渠排水は整備済みである。2015 年 1 月における土壤 EC は、自然の雨水により除塩が進み、深さ 0～30 cm で 0.3 dS/m 以下であったが (表-3)、安全のために同年 3 月に縦浸透法による除塩を行い、同年 6 月から大豆の試験栽培を行った。除塩は弾丸暗渠を施工せずに実施した。

表-3 調査区の土壤 EC (dS/m)

深度 (cm)	2014 年 9 月 17 日	2015 年 1 月 16 日
0～10	0.23	0.10
10～20	0.40	0.18
20～30	0.47	0.27
30～40	—	0.43

調査は、大豆の生育を監視するとともに、圃場の道路側に地下水観測井を設け、デカゴン社製 CTD センサを用いて地下水の EC と水位の動態を観測した。地下水の EC は地表から深さ 60 cm の位置で観測した。また、同年 12 月に土壤 EC を測定した。

2. 調査結果および考察

圃場の一部において大豆の生育不良が生じ、枯死したことが認められた。写真-2 に枯死した大豆と実をつけた大豆を示す。



写真-2 枯死した大豆と実をつけた大豆 (2015 年 12 月 16 日)

2015 年 6 月下旬から 7 月中旬の地下水の EC と地下水位の動態を図-4 に示す。地下水の EC は降雨により低下する傾向がみられたが、干天期に徐々に上昇し 10 dS/m 以上に達した。地下水位もしばしば作土付近に上昇していたことが認められた。

大豆が枯死した生育不良地点と比較的生育が良好だった地点における土壤 EC を表-4 に示す。土壤 EC は生育不良地点で高いことが認められた。

以上のことから、大豆に生育不良が発生した地点で

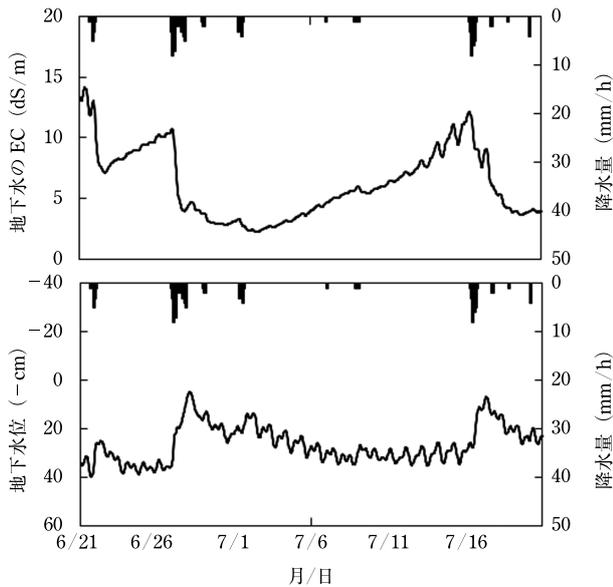


図-4 沿岸部の復旧農地における大豆作付け時の地下水のEC(上)と水位(下)の動態(2015年6月21日～7月20日)

表-4 調査区の土壌EC(dS/m)

深度 (cm)	2015年12月16日	
	生育不良	生育良好
0~10	0.37	0.28
10~20	0.84	0.48
20~30	0.95	0.96
30~40	0.69	1.44

は、塩分濃度が高い地下水の水位の上昇によって塩害が発生した可能性が高いと考えられる。また、調査地は地下水位が30 cm付近にあり、排水性が悪いため、圃場の一部に塩分が残留していた可能性もある。したがって、このような条件の圃場において塩害を防止するためには、水稻を作付けして塩害のリスクを軽減させる、嵩上げにより地下水が作土まで上昇しにくくするなどの対策が必要と考えられる。また、弾丸暗渠を施工して地下排水性を高め、圃場全体の除塩を確実に進めるとともに、地下水の低下を図ることも必要である。

V. おわりに

東日本大震災発災から5年が経過し、津波被災農地の復旧は進展している。しかし、被害が大きい沿岸部の農地復旧は現在も試行錯誤の状態である。引き続き、地下水などの調査を行い、復旧農地の塩害の防止策を講じていきたい。また、本報で解説したように縦浸透法による除塩を確実に進めるためには圃場の透水性が良好であることが重要である。したがって、暗渠排水の整備などによって、水田の汎用化を進めること

は、津波や高潮などの災害に強い生産基盤づくりにも大きく寄与する。今後津波や高潮の被害が発生する可能性がある沿岸部の低平地の農業地域においては、発災後の確実な除塩の実施に備えて水田の汎用化や暗渠排水の機能診断などを進めていくべきと考える。

最後に、現地調査においては宮城県農林水産部農村振興課、農村整備課、古川農業試験場、名取土地改良区の関係各位に大変お世話になりました。また、宮城大学食産業学部環境システム学科の卒業生の協力をいただきました。記して、謝意を表します。

引用文献

- 1) 農林水産省：農地の除塩マニュアル(2011)
- 2) 冠 秀昭, 大谷隆二, 関矢博幸, 千葉克己：農業用トラクタで利用できる浅層暗渠施工器の開発と排水効果, 農業農村工学会論文集 292, pp.93~101 (2014)
- 3) 冠 秀昭, 関矢博幸, 平 直人, 千葉克己, 大谷隆二：復旧した津波被災水田の畑利用時における土壌塩分の変動, 土壌の物理性 129, pp.23~29 (2015)
- 4) 後藤徳男, 宮内敏郎：塩害対策を考慮したほ場整備の取り組み(その2, 調査結果と設計への提言), 農業土木学会東北支部第43回研究発表会講演要旨集, pp.107~110 (1998)

[2016.5.5.受理]

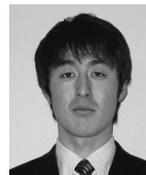
略 歴

千葉 克己 (正会員・CPD 個人登録者)



1971年 宮城県に生まれる
1996年 岩手大学大学院修了
2013年 宮城大学准教授
現在に至る

冠 秀昭 (正会員)



1999年 宮城県入庁
追農林振興事務所, 古川農業試験場などを経て
2010年 農研機構東北農業研究センター
現在に至る

加藤 幸 (正会員)



1969年 秋田県に生まれる
1997年 岩手大学大学院連合研究科修了
1998年 弘前大学農学生命科学部助手
2010年 同准教授
現在に至る

郷古 雅春 (正会員・CPD 個人登録者)



1960年 宮城県に生まれる
1982年 岩手大学農学部卒業
1985年 宮城県入庁
2013年 農地復興推進室長
2014年 宮城大学教授
現在に至る