

# 東日本大震災に伴い生じた塩害農地の非湛水除塩試験報告

## A study on desalinization methods of farmlands damaged by the Great East Japan Earthquake

吉川 聡雄\*                      向井田 健\*\*  
Fusao Yoshikawa              Ken Mukaida  
後藤 秀樹\*\*\*                  渡邊 博\*\*\*  
Hideki Goto                      Hiroshi Watanabe

### 要 約

東日本大震災で津波による浸水被害を受けた宮城県の農地のうち、塩害対策として一般的な湛水除塩を実施することができなかった地区において、湛水除塩以外の対策の効果を実証する試験を行った。今回の試験では、基本的に雨水以外の灌水を行わない条件下で、土壌排水性の改良や塩分の吸収に資する各種対策の除塩効果を把握した。

本論では、各除塩対策の効果と、雑草のヒエ刈り取りの除塩効果について報告する。

### 目 次

- § 1. はじめに
- § 2. 実証試験ほ場の概要
- § 3. 試験概要
- § 4. 試験結果
- § 5. ヒエの除塩効果
- § 6. おわりに

### § 1. はじめに

農地の除塩では、真水で洗い流す湛水除塩が最も簡便で一般的な方法である。しかし、仙台平野では津波による排水機場の壊滅的被害や地盤沈下による排水機能の低下によって、多くの区域で湛水除塩を行うことができず作付けを断念している。

海水の農地浸水は、浸透圧によって根が水分や養分を吸収できなくなるだけでなく、ナトリウムイオンが吸着した粘土は塩分濃度が下がると土壌の団粒構造が壊れやすくなり、浸透による除塩が困難になることが考えられる。また、土壌中の有用微生物が高塩分によって死滅し作物の生育障害、生理障害を引き起こし、病虫害に冒され易くなる。そのため、長期間高塩分濃度状態に置かれた農地を良好な農地として復活させるためには多大な労力と時間を要し、長期間営農が再開できない場合、農家

の営農意欲を削ぐことにもなりかねない。

このような状況のなか、宮城県亶理郡山元町の農家から、用水を必要としない省力的な除塩方法を教えて欲しいという要望があり、当社ではCSR活動の一環としてNTCコンサルタンツ（株）と共同で実証実験ほ場を立ち上げて非湛水除塩の試験を実施した。2011年7月から10月までの3ヶ月間の試験で各除塩対策の効果の違いが把握できたので、その結果を報告する。

また、仙台平野の津波被害を受けた農地には、ヒエが自生しているほ場が目立つ。ヒエは、イネより耐塩性が高いことが知られているが、除塩効果については明らかにされていない。そこで、ヒエを刈り取り、塩化物イオンとナトリウムイオンを測定したところ、両イオンの排除に効果があることが判ったため、その結果についてもあわせて報告する。

### § 2. 実証試験ほ場の概要

実証試験ほ場は、宮城県亶理郡山元町の山元IC近くにある。震災直後（約1カ月後）の土壌の電気伝導度（EC値）は、2~9 mS/cmであり、水稻の栽培に影響を与えないとされる0.3 mS/cmを大きく上回っていた。試験ほ場の概要を表一に示す。

### § 3. 試験概要

非湛水による除塩方法としては、表二に示すような対策が考えられる。

\* 技術研究所地球環境グループ

\*\* 北日本（支）

\*\*\* NTC コンサルタンツ（株）

弾丸暗渠の排水性改良効果は他の試験でも認められているが、本地区は承水路の深さが耕地面から 20 cm 程度しかないため、弾丸暗渠の排水先が確保できないことから今回の試験では実施せず、心土破碎と圃場周囲に排水溝を設置するにとどめた。土壌改良材には、排水改良タイプとして鳥取大学等の研究により開発された珪藻土焼成粒（イソライト GC）、塩分吸着タイプとして微粉末化活性炭タブレット（（独）農業環境技術研究所、東京シンコール（株）等の共同開発）の 2 種を採用した。

除塩作物の栽培を行う場合、高い吸塩能力を持つ耐塩性作物の導入が必要であり、農家からは、灌漑等の栽培管理作業を必要とせず、資材費がかからないことが求められる。耐塩性作物としては、アイズプラントの高い吸塩能力が知られており<sup>1)</sup>、トウモロコシやソルガム（ソルゴー）も除塩効果が有ると言われている<sup>2)</sup>。これらの作物のうち、栽培管理が必要なアイズプラントと播種時期が異なるトウモロコシは不採用とし、試験開始の7月中旬頃に播種時期であり、栽培管理を要しない緑肥用のソルガムを選定した。土層改良方式は、条件が合えば効果的な対策手法の一つと考えられるが、今回の試験では検証していない。

試験は、表-2の対策を考慮して、さらに津波堆積物（ヘドロ）を剥ぎ取ったケースと鋤き込んだケースに分け16タイプについて実施した。ヘドロは原則として除去するよう指導されているが、除去作業やヘドロの搬出場所の確保の問題があり、重金属や硫化化合物等の有害物質が含まれていない場合は農地に鋤き込んだ方が作業効率は良い。実験は場の堆積ヘドロには有害物質が含まれて

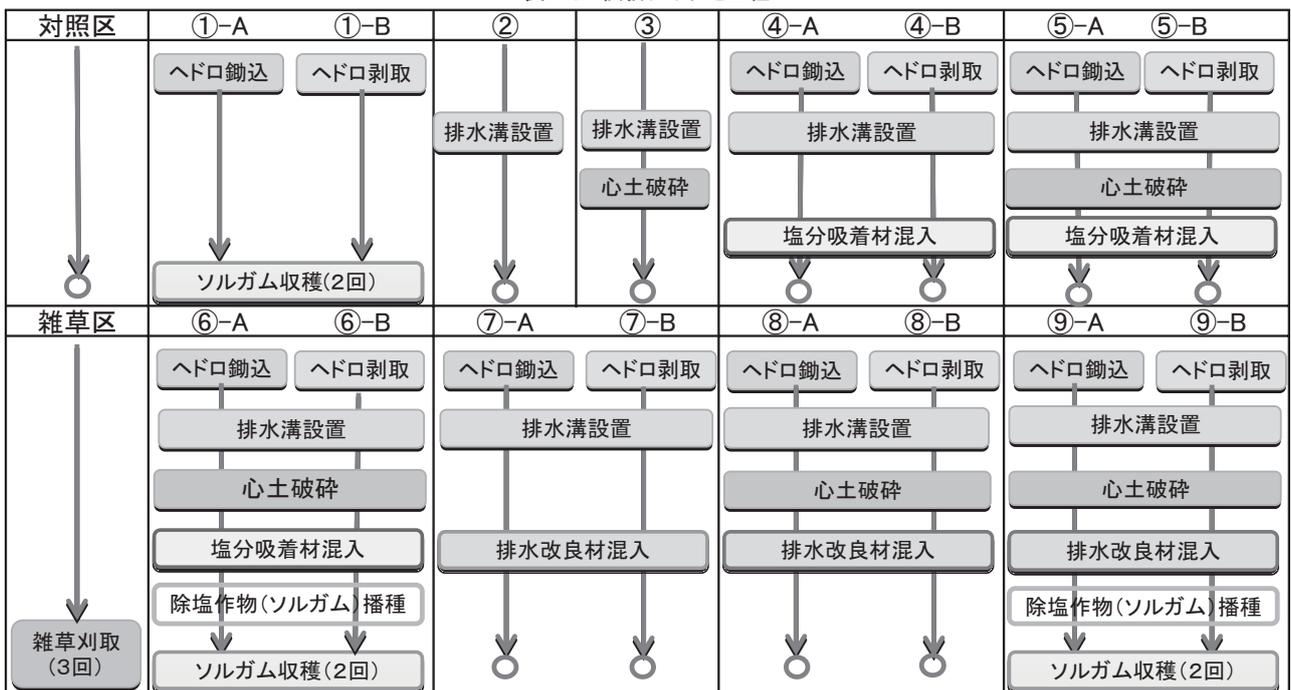
表-1 実証試験ほ場の概要

項目	内容
試験ほ場の位置、規模	宮城県山元町小平地区 約 0.5 ha の津波浸水水田
試験期間	2011 年 7 月 15 日～2011 年 11 月 25 日
試験の目的	用水を用いない（非湛水）除塩方法の効果確認
試験ほ場の特徴	泥炭を基盤とする水田で排水性はあまり良くない。 暗渠は設置されていない。
津波の浸水状況	40 cm～60 cm 程度の浸水深
津波堆積物の厚さ	2～5 cm

表-2 湛水除塩以外の除塩方法

方法	内容	実施の有無	
土壌排水性の改良	弾丸暗渠	排水の縦浸透促進	実施せず
	心土破碎	〃	実施
	土壌改良材（排水改良）	土壌の排水性改良	実施
塩分吸着	土壌改良材（塩分吸着）	塩分の吸着	実施
	除塩作物	耐塩性作物による塩分吸収	実施
土層改良	天地換え、客土等	健全土層との天地返し、あるいは客土	実施せず

表-3 試験タイプと工程



いなかったことから、ヘドロを農地に鋤き込んだ場合の影響を検証した。無対策の対象区は、雑草早期除去区(対照区)と雑草(ヒエ)繁茂区(雑草区)について測定を行った。表-3に試験タイプと工程を示す。

§4. 試験結果

試験開始日の7月13日, 7月29日(半月後), 8月15日(1ヵ月後), 9月15日(2ヶ月後), 10月13日(3ヵ月後)に, 電気伝導度(EC値)を測定した結果を以下に示す。

4-1 耕土中間地点の電気伝導度変化

ほ場の耕土の厚さは約20cmであり, そのほぼ中間点(地表から10cm)の電気伝導度の変化を確認した。試験開始日の7月13日には, ヘドロの下にある耕土を採取して測定している。図-1に対照区の, 図-2に試験区①のEC値の変化を示す。

ヘドロを鋤き込んだ試験区①(図-2の破線)の半月後の測定結果ではEC値が上昇しているが, ヘドロを剥ぎ取った試験区①-B(図-2の実線)では, EC値の上昇は見られない。この結果から, 改めてヘドロの剥ぎ取

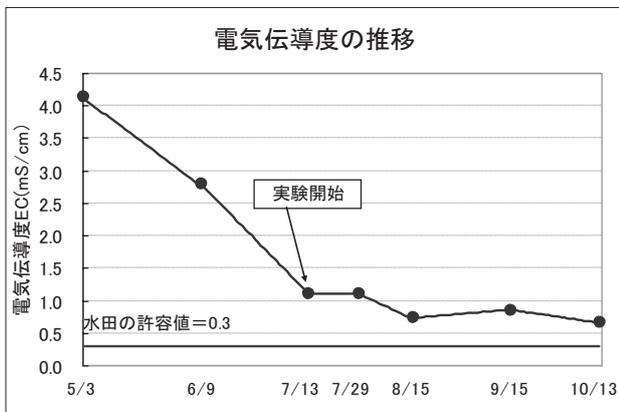


図-1 耕土中間地点 EC 値の変化 対象区

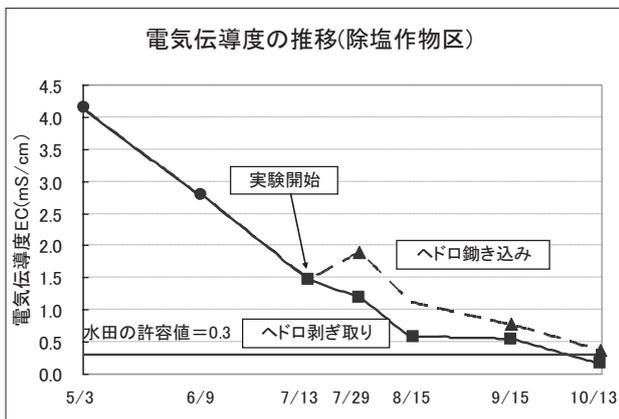


図-2 耕土中間地点 EC 値の変化 試験区①

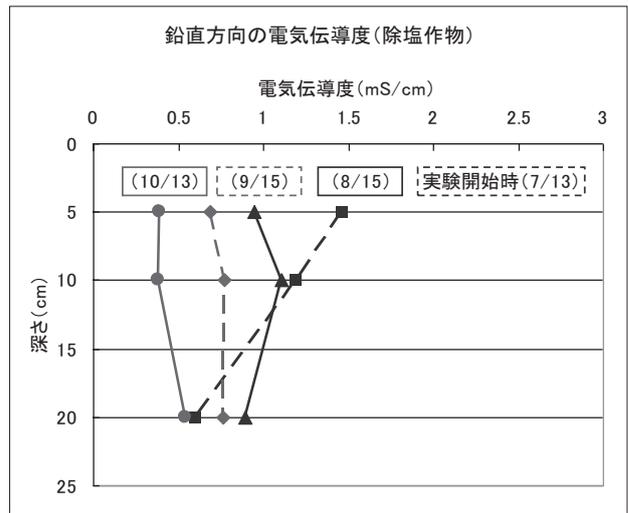


図-3 鉛直方向の EC 値の変化 試験区①-A

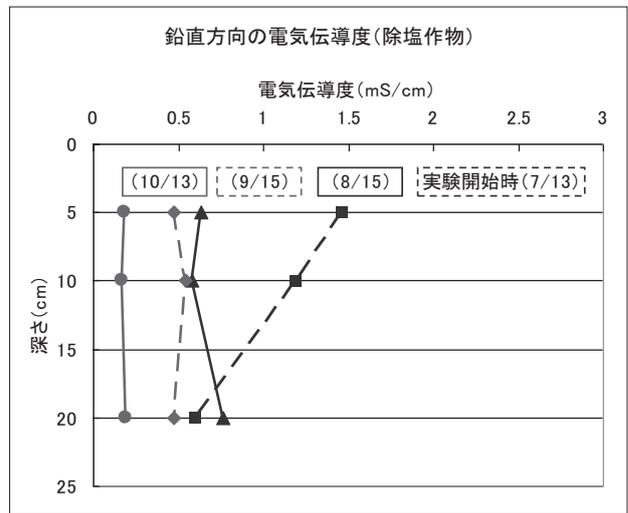


図-4 鉛直方向の EC 値の変化 試験区①-B

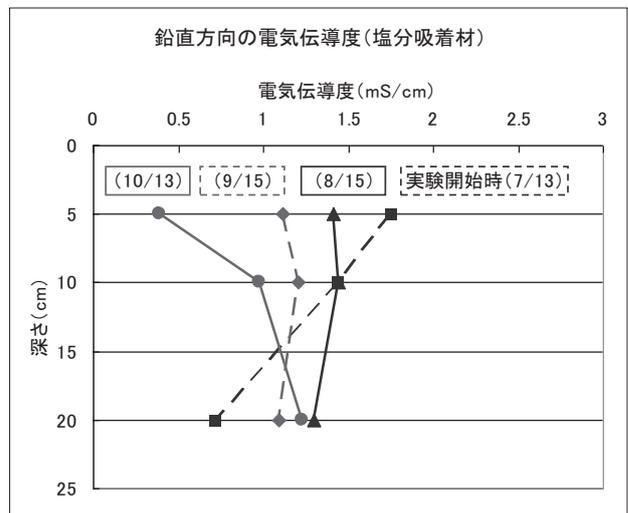


図-5 鉛直方向の EC 値の変化 試験区⑥-A

りによる除塩効果が確認できる。その他の試験区でも同様の結果であった。

4-2 鉛直方向の電気伝導度の変化

試験区①, ⑥, ⑨の地表から20 cmまでの鉛直方向の電気伝導度の変化を図-3~8に示す。

ヘドロを鋤き込み、かつ除塩作物を導入した試験区①-A (図-3)では、EC=0.38~0.54で、水田の許容値までEC値が落ちなかったが、ヘドロを剥ぎ取って除塩作物を導入した試験区①-B (図-4)では、水田の許容値を下回るEC=0.18~0.19であった。

また、ヘドロを剥ぎ取り、塩分吸着材もしくは排水改良材を使用して、除塩作物を導入した試験区⑥-B (図-6)と⑨-B (図-8)では、ほぼ水田の許容値を下回った。このように、ヘドロを剥ぎ取った上で除塩作物を導入した試験区では、作物の根群域とほぼ合致する表層近くの電気伝導度が大幅に低下し、ほぼ水田の許容値以下になった。

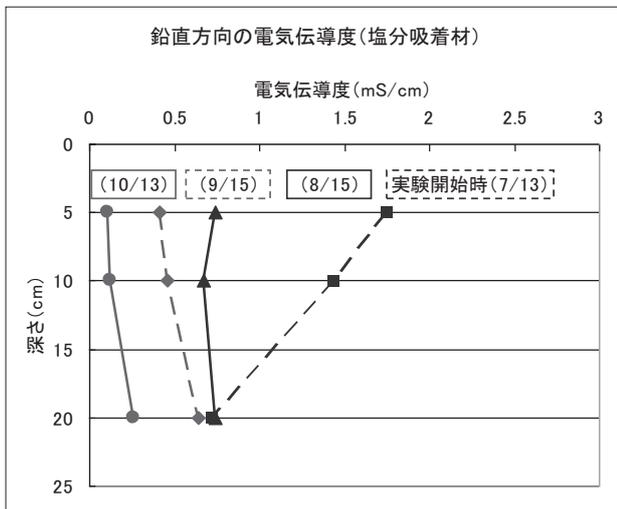


図-6 鉛直方向のEC値の変化 試験区⑥-B

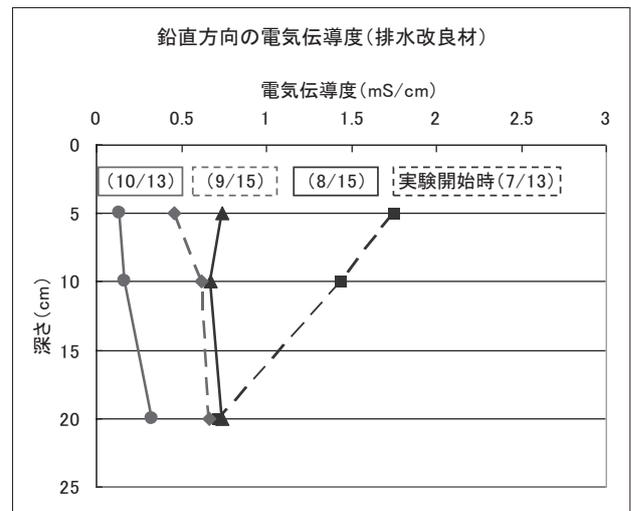


図-8 鉛直方向のEC値の変化 試験区⑨-B

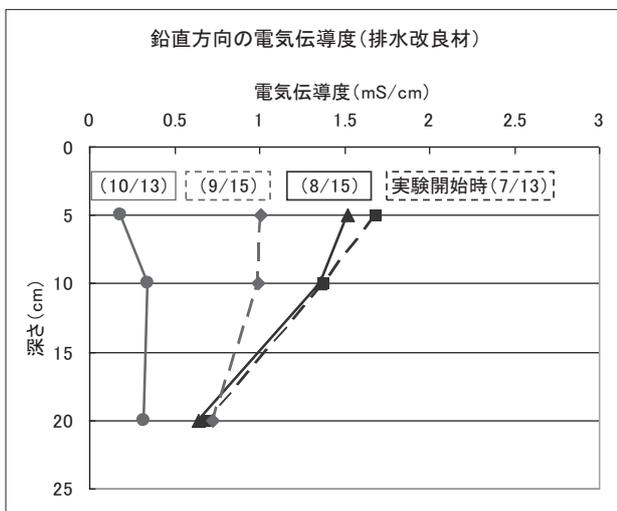


図-7 鉛直方向のEC値の変化 試験区⑨-A



写真-1 実験圃場でのソルガム生育状況

表-4 ヒエに含まれる各イオン量

種別	採取時の状況と採取日	塩化イオン	ナトリウムイオン	左記合計	塩化ナトリウム換算値	塩化ナトリウム換算値
		mg/kg	mg/kg		mg/kg	mg/kg
ヒエ	青刈り時 (8/16 採取)	15,000	3,000	18,000	7,944	36
	立ち枯れ時 (9/15 採取)	18,000	6,500	24,500	17,211	68
	倒伏時 (10/14 採取)	3,100	1,900	5,000	5,031	15

表-5 ヒエとソルガムの除塩効果

種別	試験区名	塩化物イオン	ナトリウムイオン	左記合計	塩化ナトリウム換算値	備考
		kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	
ヒエ	雑草区	67.5	13.5	81.0	35.7	青刈り時 (8/16 採取)
		71.5	25.8	97.3	68.3	立ち枯れ時 (9/15 採取)
		9.2	5.7	14.9	15.0	倒伏時 (10/14 採取)
ソルガム	①-A・⑥-A・⑨-Aの平均(1回目)	70.1	2.6	72.7	6.9	10/14 採取
	①-A・⑥-A・⑨-Aの平均(2回目)	88.8	4.1	92.9	11.0	11/25 採取
	上記平均	79.4	3.4	82.8	8.9	
	①-B・⑥-B・⑨-Bの平均(1回目)	74.7	1.8	76.5	4.9	10/14 採取
	①-B・⑥-B・⑨-Bの平均(2回目)	53.4	2.0	55.3	5.2	11/25 採取
	上記平均	64.0	1.9	65.9	5.0	

ソルガムの場合、植物体への吸収と刈り取りによる塩化物の除去よりも、根の発育による縦横浸透の促進による効果の方が大きい可能性があるが、この点については現在分析中である。

## §5. ヒエの除塩効果

雑草区におけるヒエの刈り取りは、青刈り時 (8/16) 立ち枯れ時 (9/15)、倒伏時 (10/14) の3回行った。刈り取ったヒエに含まれる塩化物イオンとナトリウムイオンの単位当り重量は、表-4 に示すとおり、立ち枯れ時が最も多い。

また、倒伏時の塩化物イオンとナトリウムイオンの合計を立ち枯れ時と比較すると、1/5程度であることから各イオンは土壌に戻っていることが考えられる。

単位面積当たりの除塩効果に関しては、表-5 に示すとおり、ヒエのナトリウムイオン含有量は、ソルガムと比較すると10倍程度であり、塩化物イオン量が減少する際に生じる団粒構造の破壊をある程度予防できる可能性がある。また、ヒエとソルガムでは、塩化物イオンの吸収量にあまり違いはないが、ヒエの各イオン量の合計値はソルガムより多いことから、ヒエはソルガムより吸収による除塩効果が高いと言える。

ヒエの除塩効果が判った時点で、仙台市の仙台東部地区以外のほとんどの周辺農地では、除草剤の散布による処理を計画しており、ヒエを刈り取る予定がなかった。

しかし、仙台東土地改良区に今回の試験結果の中間報告を事前に伝えていたところ、その情報が東北農政局と仙台市に伝わり、除塩工事の準備作業としてヒエの刈り取りと撤去が実施された。

仙台東部地区の津波被害にあった農地 (2.120 ha) のヒエが、雑草区の立ち枯れ時と同等のイオン含有量と植生密度であると仮定した場合、計算上、ヒエの刈り取りと撤去によって除去できる塩化物イオンとナトリウムイオンは、合計で約 206 (t) に及ぶことになる。

## §6. おわりに

仙台平野の仙台東部地区では、農地 2,300 ha のうち、8割に当たる 1,800 ha が津波被害を受けた。それらの全てでただちに湛水除塩工事の実施に着手できているわけではない。そうした農地では、今回の実証試験において除塩作物として効果が高いことが確認されたヒエやソルガムを用いて、効果的な非湛水除塩を実施していただくことを望んでいる。

また、農地の大区画化や農業の6次産業化など、今後新たな地域農業のありかたに対応して被災農地が発展していくうえで、今回の実証実験が一助となれば幸いである。

**謝辞：**本実証試験は、NTC コンサルタンツ(株)と共同で実施したものであり、またイソライト工業(株)、東京シンコー(株)には、試験に用いた土壌改良剤の提供等でご協力を頂いた。関係各位に対し、ここに深く謝意を表します。

## 参考文献

- 1) 東江 栄：アイスプラントを用いた土壌脱塩技術の可能性、熱帯農業、Vol. 48, No. 5, pp. 248-298, 2004.
- 2) 佐賀県ホームページ：農業技術防除センター、塩害対策野菜。