

津波後の水田土壌の降雨除塩特性

福井大学大学院	正会員	○仇 啓涵
福井大学大学院	正会員	寺崎 寛章
福井大学大学院	学生会員	竹崎 寛之
福井大学大学院	学生会員	赤尾 拓哉
福井大学大学院	正会員	福原 輝幸

1. はじめに

東日本大震災による津波の被害は甚大で、農業関係だけでもその被害総額は約 9,500 億円に上る¹⁾。特に宮城県の耕地(水田)冠水面積は約 1.5(1.3)万 ha に及び、同県耕地面積の約 11(9)%に相当する被害をもたらした。

震災後の農業復興に向けて、排水機場の修理、排水路の補修と圃場整備が行なわれるとともに、溶出法、表土削除および暗渠を用いた縦浸透法などにより除塩が進められてきた。2015年3月時点で除塩の完了率は約 82%を超えたものの²⁾、広範囲にわたる津波のために、多くの農地が営農再開までに1年以上の歳月を要した。営農再開の観点からは、自然状態(手付かず)の水田土壌中の塩移動、とりわけ稲の根域付近の塩分濃度の時間的変化を知ることが重要である。しかしながら、その長期野外観測例は国内外を問わず殆どない。

そこで本研究では宮城県名取市で塩害水田の自然除塩効果を理解するために、約2年6ヶ月にわたって土壌塩分濃度を調べたので、その結果の一部をここに報告する。

2. 対象水田概要

名取市小塚原南地区は海岸から 2~3km 離れた沿岸域にあり、海拔はおおよそ 1~2m である。図1に示すように同地区の津波浸水高は約 2~3m³⁾であり、ほぼ全ての農地が海水に浸り、多数の瓦礫が流入したことが確認された(図2を参照)。

調査対象水田面積は約 0.26ha であり、地上に排水管(直径 250mm)が設置されているが暗渠管はなく、津波によって管断面の約 1/2~2/3 が土中に埋没し、排水不良に陥っている。なお、対象水田は手付かずのままであり、人為的な灌水および排水はない。土壌構成として地表には約 40mm の汚泥土砂が堆積し、その下に約 110mm 厚の作土層、約 450mm 厚の耕盤層(粘土層)がある。

3. 土壌塩害調査方法

本実験では鋼製土壌採取器(直径 50mm、長さ 500mm)を用いて、地表から深さ 300mm(z=-300mm)までの土壌を定期的に採取し、深度別に体積含水率 $\theta(m^3/m^3)$ は炉乾燥法により、土壌中の塩化物イオン Cl 濃度(mg/乾土 100g)は電量滴定式塩分計により、それぞれ測定した。



図1 調査地周辺の津波浸水高



図2 浸水時の対象水田および周辺状況(2011/3/16)

キーワード：東日本大震災，津波，農地塩害，降雨除塩，自然回復
 連絡先：〒910-8507 福井市文京 3-9-1 福井大学工学部建築建設工学科 環境熱・水理研究室 TEL 0776-27-8595

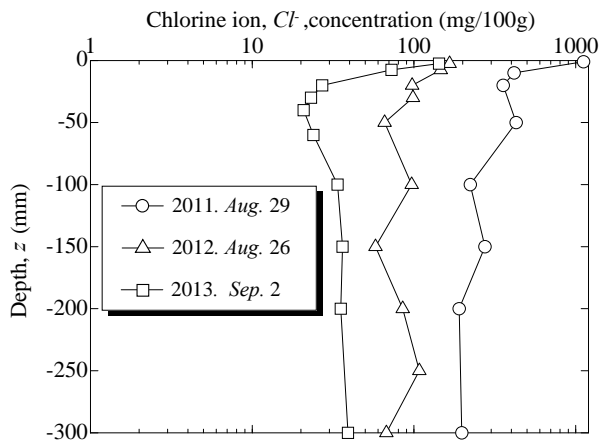


図3 土壌中の Cl^- 濃度鉛直分布の経時変化

また本調査は1. で述べたように、稲の生育の観点から根域における Cl^- 濃度の経時変化に着目する。一般的な稲の根域は地表から深さ 300mm(根域 A)程度であり、地表から深さ 50mm(根域 B)程度に上根が集中することから、以下では 2 つの根域における調査結果を考察する。

4. 調査結果

図3は土壌中の Cl^- 濃度鉛直分布の経時変化を示す。津波発生から約 5 ヶ月後の 2011 年 8 月の Cl^- 濃度(○)は地表付近($z=0\sim-2.5mm$)で約 1,100(mg/100g)となり、水稻の一般的な稲作許容値 $Cl_{al}^- (=100mg/100g)$ の 11 倍であった。なお、地表には塩析出が見られる時期があった。また、土壌が深くなるにつれて Cl^- 濃度は減少し、 $z=-100mm$ 以深では 170~270mg/100g であった。それから約 1 年後の Cl^- 濃度(△)は、地表のみ Cl_{al}^- より僅かに高い値を示すが、それ以外では概ね Cl_{al}^- と同程度であった。約 2 年後の Cl^- 濃度(□)は地表付近を除き時間の経過に伴い減少し、 $z\leq-20mm$ で Cl^- 濃度は 20~40mg/100g となった。

図4は根域 A および B における土壌中の総 Cl^- 濃度 ΣCl^- ($mm\cdot mg/100g$) の経時変化を示す。プロット(根域 A:○および根域 B:□)は実測値を示し、曲線は各プロットの回帰曲線を示す。なお、塗りつぶしのプロット(●および■)は、 ΣCl^- 濃度が両根域に対する稲作許容値 ΣCl_{al}^- を超えたことを意味する。例えば、根域 A の ΣCl_{al}^- は次式で与えられる。

$$\Sigma Cl_{al}^- = \int_{-300}^0 Cl^- dz \quad (1)$$

すなわち、 $\Sigma Cl_{al}^- = 3.0 \times 10^4 mm\cdot mg/100g$ となる。

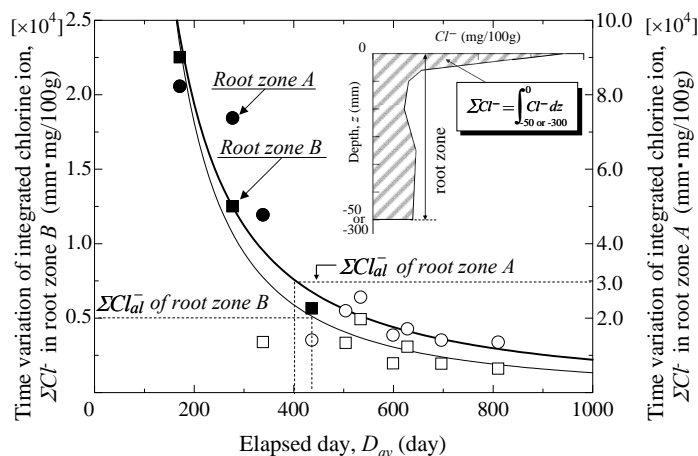


図4 各根域における総 Cl^- 濃度の経時変化

図4より津波による浸水から約 170 日後、各根域の ΣCl^- は ΣCl_{al}^- のおよそ 2.7~4.5 倍であった。 ΣCl^- は経過日数とともに指数関数的に低下し、400 日以降の低下は鈍化した。また本調査対象地点に限れば、根域 B では浸水から約 440 日後に、根域 A では浸水から約 400 日後に、それぞれ ΣCl^- は ΣCl_{al}^- を下回った。なお、 ΣCl^- の減少は降水による水田からの排水に伴う塩分流出に起因すると推察される。

5. おわりに

本研究では除塩工事の効率化や塩害の再発防止を最終目標に、手付かずの塩害水田における根域土壌中の塩分濃度変化を理解するために、約 2 年 6 ヶ月にわたって調査を行った。その結果、(1)本実験対象水田では浸水から約 400~440 日後に稲の根域における総 Cl^- 濃度は稲作許容値以下にまで低下すること、(2)本実験に関する限り、地表に近い根域ほど稲作許容値に至るまでの日数が長くなること、が分かった。

今後は気象、地理的条件および津波浸水状況を整理し、自然除塩の特性を明らかにする。

参考文献

- 1) 農林水産省:平成 23 年度食料・農業・農村白書(概要版), p. 1, 2011. (2015年3月31日確認)
- 2) 宮城県HP:復興の進捗状況【平成27年3月11日】, p. 20, 2015. (2015年3月31日確認)
- 3) 原口強, 岩松暉:東日本大震災津波詳細地図 上巻 [青森・岩手・宮城], 古今書院, p. 76, 2011.

謝辞 本研究は平成 26 年度 JSPS 科研費(26420530)の研究助成を受けて行われた。また、小塚原南農業復興組合 遠藤清氏からは貴重な資料の提供および実験に関する多大な協力を受けた。ここに記して謝意を表す。