

東北塩害水田における湛水期間中の塩移動

福井大学大学院 正会員 ○竹崎 寛之
 福井大学大学院 正会員 寺崎 寛章
 福井大学大学院 正会員 福原 輝幸

1. はじめに

2011年3月11日の東日本大震災の津波により、農地の塩害が発生し、被害面積は岩手県、宮城県および福島県を中心に2.4万haに達した。特に宮城県では約1.5万ha(当県耕地面積の約11%)と最も大きな被害を受け、その約85%が水田であった¹⁾。リーチング、表土削除および弾丸暗渠などの除塩工事²⁾は一般的に多大な時間とコストを要するため、2013年12月時点で宮城県の復旧工事の着手率は88%に対して完成率は67%に留まった。また海岸に近いところでは未だに多くの農地が除塩未処理のままである。その中の一部の農地では、排水不良、地下水の塩性化、作土層の流出および高塩濃度土壌の堆積などにより、除塩はさらに難しくなることが懸念される。今後行われる除塩をより効率的に行うためには、現在の除塩工事の事前・事後評価が必要不可欠である。

そこで本研究では、土壌サンプリングおよび水分・塩分センサーにより除塩工事中の土壌塩の挙動を調べたので、その結果の一部を報告する。

2. 実験概要

本実験は、2013年11月の7日間にわたり名取市牛野伊藤の水田(0.09ha)で行われた(図-1を参照)。また、本暗渠は施工されておらず、地表から200mm以深は

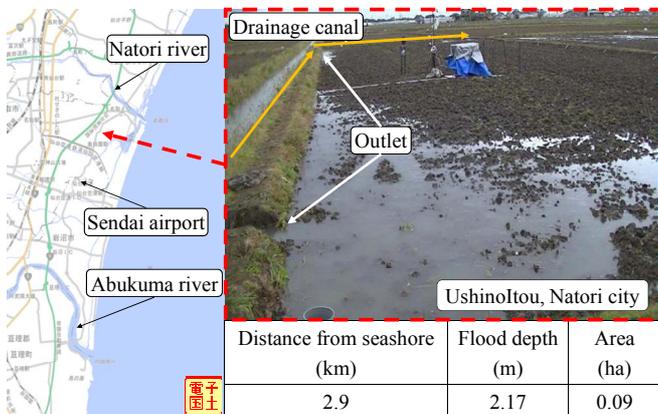


図-1 除塩対象地概要

粘土層(難透水性)で構成され、排水性に乏しい。

除塩工事は圃場の短辺方向に沿って約5m間隔で10本弾丸暗渠を施工した後、地表から約200mmの深さを耕起し、3ヶ所の取水口から水を取り込んだ。そして7日間の湛水後、1ヶ所の排水口から排水を行った。

本実験における微気象観測では、三杯式風速計、転倒ます型雨量計、気温・湿度センサーを用いて、風速、雨量、気温、相対湿度を測定した。土壌データ観測では、2極センサーを地表面下20, 60, 100, 150, 200, および300mmの深さにそれぞれ埋設し、土壌温度、塩濃度C(kg/m³)、土壌体積含水率θ(m³/m³)を測定した(図-2を参照)。また、土壌採取器を用いて地表面から深さz=-300mmまでの土壌を定期的に採取し、深度別に、C、θ、含塩量M_{salt}(mg/cm³)および塩化物イオン量Cl(乾燥土100gあたりのCl質量 mg/100g)をそれぞれ測定した。

3. 2極センサー校正試験

2極センサーにより求まる電気伝導度EC(dS/m)はθおよびCに依存するため、試験地の水田土壌を用いて校正試験を行った。その結果、淡水時の校正式は以下の(1)式により表される

$$\theta = (\alpha\theta_0)^\beta \tag{1}$$

ここに、θ₀：センサー出力値、αおよびβはセンサー

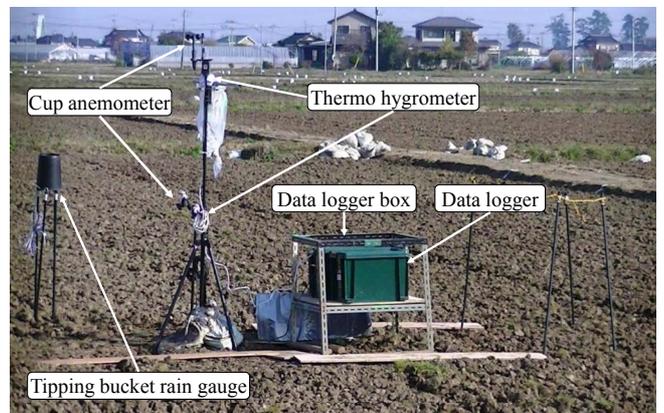


図-2 実験装置概要

キーワード：東日本大震災、津波、土壌塩害、宮城県、除塩

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

固有の係数である。次に、塩水時の校正式($C-\theta$ 関係)は以下の(2)式により表される。

$$C = (A\theta + B)(R - 1) \quad (2)$$

ここに、 R : 塩水時と淡水時の E_c と E_0 の出力値の比(= E_c/E_0)、 A および B はセンサー固有の係数である。

4. 実験結果

図-3は湛水期間中の土壌の各深度における電気伝導度 EC の経時変化を示す。プロットは EC の実験値を、曲線は近似曲線(指数関数)をそれぞれ表す。湛水完了直後の EC は深度が増すにつれて大きくなる。 $z=-20\text{mm}$ および -60mm の EC は湛水完了後から16時間で大きく低下した。その後、96時間までは緩やかに低下したが、それ以降の低下率は鈍化した。なお、 $z=-100\text{mm}$ および -150mm の EC は湛水直後から排水直前まで緩やかに減少し続けた。また、 $z=-200\text{mm}$ および -300mm の EC の時間的低下は無視できるほど小さい。

表-1は深度毎の近似曲線式の係数を示す。上述したように EC の時間的減少は地表に向かって大きくなるため、 b は増大する。また、 EC のレベルは地表に向かって小さくなることから c は小さくなり、結果として a は大きくなった。 $z=-200\text{mm}$ 以深では EC の変化が極めて小さいことから、塩移動は殆ど起こらなかったと推察される。

図-4は湛水期間中における土壌中の塩化物イオン量 Cl^- の経時変化を示す。湛水直後から2日後に $z=-20\text{mm}$ と $z=-60\text{mm}$ の Cl^- は湛水への溶出によって減少したと推察される。湛水による塩分の下方浸透により $z=-150\text{mm}$ と $z=-200\text{mm}$ の Cl^- は微増したと思われる。さらに5日後の Cl^- は全ての深さで減少し、溶出域の拡大が認められた。

5. おわりに

本研究では2013年11月の7日間にわたって宮城県名取市牛野伊藤での水田除塩工事期間中の塩移動を調べた。その結果を以下に列挙する。

- (1) 除塩効果(Cl^- の低減)は地表から200mmまでの耕起層で明確に認められた。
- (2) 除塩効果は湛水直後に著しく、時間の経過とともに小さくなった。

今後は除塩工事前後の塩移動データを蓄積し、除塩効果の定量化を図るとともに、除塩シミュレーションモデルを構築する。

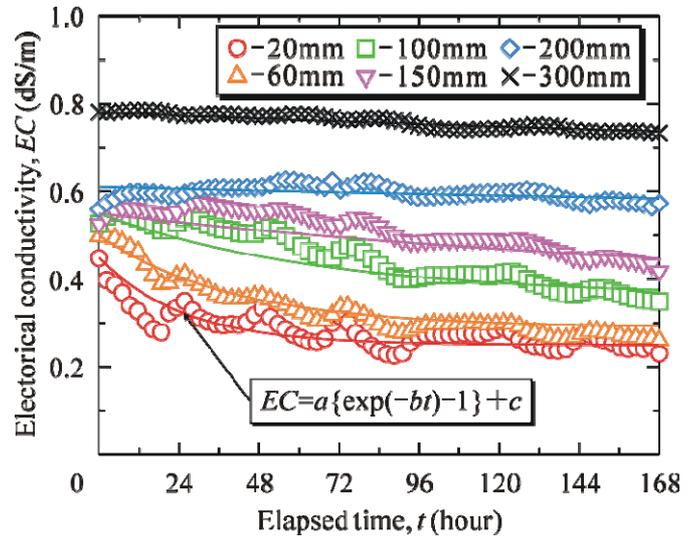


図-3 電気伝導度の経時変化

表-1 近似曲線式の係数

| Depth \ Coef. | a | b | c |
|---------------|------|-------|------|
| -20mm | 0.20 | 0.04 | 0.45 |
| -60mm | 0.21 | 0.025 | 0.50 |
| -100mm | 0.19 | 0.015 | 0.55 |
| -150mm | 0.18 | 0.005 | 0.55 |
| -200mm | 0.09 | 0.003 | 0.61 |
| -300mm | 0.15 | 0.003 | 0.78 |

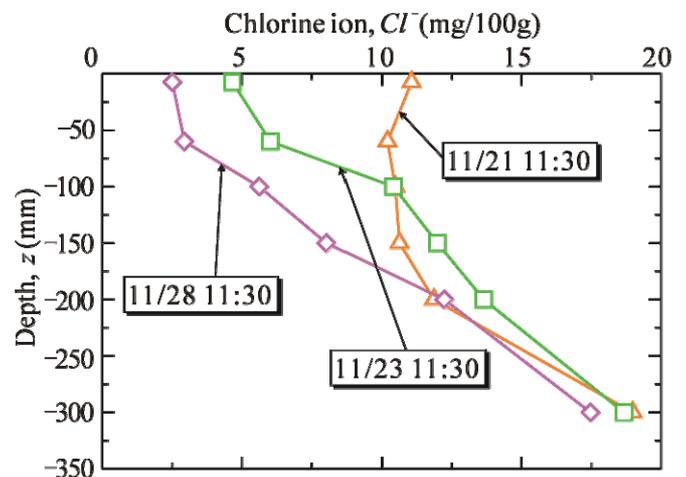


図-4 塩化物イオン量の経時変化

参考文献

- 1) 農林水産省：津波により流失や冠水等の被害を受けた農地の推定面積，2013。
- 2) 農林水産省：農地の除塩マニュアル，2011。

謝辞

本研究は財団法人国土地理協会 平成24年度 学術研究助成を受けて行われたものである。ここに記して深甚の謝意を表す。