

山口大学大学院 学生会員 ○山根可奈

山口大学大学院

MD.Azizul Moqsud

山口大学大学院 正会員

兵動正幸 中田幸男

## 1. はじめに

2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震による巨大津波の影響で、岩手県から千葉県の海岸部の約23,600haの農地が冠水、土壌の流出や土砂の堆積などの被害を受けた<sup>1)</sup>。その結果、土壌の塩性化が進行し塩分に弱い作物は1ヶ月以内に枯死に至ったものもあった。過去にも高潮、潮風害等によって農地が塩害を受けた事例は少なくない。海外の事例では、2004年12月に発生したスマトラ島西方地震に伴うインド洋津波や、地球温暖化による海面上昇に伴う農地の冠水被害がアフリカなどで起きている。これらのような、高潮や津波による海水の突発的な浸水による土壌の塩性化は、多量の塩化ナトリウムによって引き起こされるため、我が国では石灰資材をまいて土中のナトリウムを吸着させ、真水を浸透させEC(電気伝導度)が0.3~0.6mS/cm以下になるまで何度も洗い流すよう除塩指導が行われている。しかし、これらの対策では土中の過剰な塩分濃度を経時的に減少できない<sup>2)</sup>。そこで近年、安価なファイトレメデーション(植物による環境修復)やバイオレメデーション(バクテリアによる環境修復)が多くの発展途上国で注目されている<sup>3)</sup>。

そこで本研究では、植物とバクテリアを用い、従来の除塩対策よりも経時的に土のECを下げられる除塩対策を見つけることを目的とした。また基準値までECを下げるだけでなく、植物にとって良いpH(一般にpH 6.5~8.5)かどうかにも着目し研究を行った。

## 2. 実験方法

本研究の実験手順を以下に示す。

- (1)試料の物理・化学的性質を求める。
- (2)塩性土壌を作成する。

塩性土壌は、試料(畑の土)に人工海水を3日間冠水させた後、自然排水させ作成する。

- (3)塩性土壌を用いCase①~⑩を作成する。

ここで、Case①~③は従来の除塩対策を用いたケ

ース、Case④・⑤は有機肥料を用いたケース、Case⑥・⑦はEM菌と有機肥料を用い温度変化で比べたケース、Case⑧はCase②の再実験、Case⑨・⑩は冬の植物を用いたケースのことである。

(4)ケースごとにガラス電極法でEC・pHを測る。

(5)EC 0.3~0.6(mS/cm)以下で実験終了とする。

## 3. 実験結果および考察

試料の物理・化学的性質を表-2に示す。表-2より、用いた試料はEC・pHともに国の基準値・一般値を満たしており、塩性土壌ではないと言える。

次に⑩のEC・pHの実験結果を図-1~3に示す。

表-1 試料の物理・化学的性質

W.C (%)	22.7
LOI (%)	4.3
E.C. ( $\mu$ S/cm)	0.23
pH	6.35
ORP (mV)	214

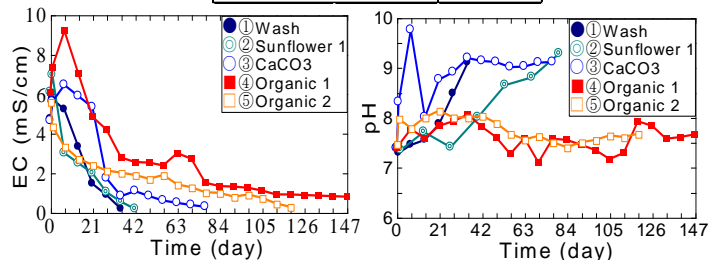


図-1 Case①~⑤の時間によるEC・pHの推移

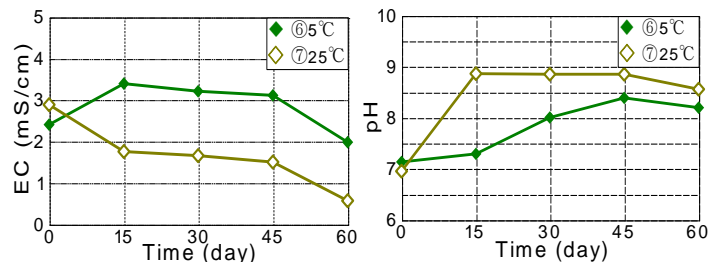


図-2 Case⑥・⑦の時間によるEC・pHの推移

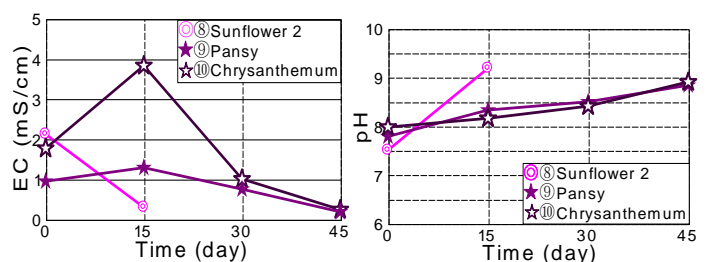


図-3 Case⑧~⑩の時間によるEC・pHの推移

図-1より、一番早くECが基準値に下がったのは、Case①であった。Case①は毎日水を100ml自然排水させるもので、従来の除塩対策で用いられているが、図-1のpHの図を見ると、実験終了後には高いアルカリ性を示した。これは2番目、3番目に下がったCase②・③も同様の結果である。よって、従来の除塩対策であるCase①～③ではECは基準値に下げることができるが、植物にとって良い土壤環境にはならないということが推察される。これは毎日水をやり続けることにより、塩分に多く含まれるClは水に流されて排除できたがNa<sup>+</sup>は土壤に多く残ってしまったことが原因として考えられる。また、Case③は用いた炭酸カルシウムが水中できわめて僅かに溶解し、Ca<sup>+</sup>が水中のOH<sup>-</sup>と結びついて、水酸化カルシウムの形になりアルカリ性を示したとも考えられる。

一方、Case④・⑤の有機肥料を用いたケースはCase①～③よりも除塩速度は遅いが、pHの値は他のケースと比べ、pH 6.5~8.5を保ち、植物にとって良いpHとなった。有機肥料は安く大量に手に入れることができ、水やりの回数も他のケースより少ないため、Case④・⑤はCase①～③よりも安価で容易に除塩を行える。

図-2より、EM菌と有機肥料2を用い温度変化で比べたケースをみると、Case⑥の5°Cで温度管理していた場合よりCase⑦の25°Cの時のほうが除塩効果が高いことがわかった。これは、EM菌が25°Cの時に活発に動いているためだと考えられる。用いたEM菌の菌が塩分を吸着し土壤外に放出する効果があるため、菌が活発に動けば動くほど除塩効果が高まると考えられる。このことから、菌を用いた除塩対策は寒冷な地域ではなく、温暖な地域に向いていると考えられる。pHの値はCase⑥・⑦とも上昇し、アルカリ土壤に近づく結果となった。また、EM菌は有機肥料より値段が高いため、Case④・⑤より高額な費用がかかる。

図-3よりCase⑧～⑩の中で一番早く基準値のECまで減少させたのは、Case⑧のひまわり2である。ひまわり2は約2週間でECが基準値まで減少した。2週間という早さでECが減少した理由として、Case⑧～⑩はCase②のひまわり1がEC 7.0(mS/cm)以上で枯死してしまったため、ECを下げて実験したためと、従来の除塩方法で使われているようにひ

まわりは耐塩性植物で除塩能力が高い植物なためである。ここで、植物が塩性土壤で枯れてしまう原因は、植物が生育に必要な水を土壤中から吸い上げるときに、その土壤中に多く塩分が含まれていると、植物の浸透圧が高くなり、生育に必要な量の水を吸い上げられなくなるためである。Case⑨・⑩の冬の植物は約1ヶ月半でEC値が基準値以下に減少した。しかし、実験開始から実験終了までの間に植物が弱り、実験終了1週間後には枯死した。そのため、本実験以上のEC値の土壤になるとCase②のようにすぐ枯死する恐れがあり高い除塩対策は望めないことがわかった。Case⑧のひまわり2は実験開始から実験終了までに葉が少し黄色くなるなどしたが、実験が終了してもなお生育できたため、EC 2.0(mS/cm)より高いEC値の土壤でも除塩ができると考えられる。pHはCase⑧～⑩の全てがアルカリ土壤になってしまった。よって、Case⑧～⑩の土壤は土壤環境や植物に良い土壤とは言えないことがわかった。

#### 4. まとめ

ECが基準値以下になったのはCase④・⑥以外のケースであった。基準値以下になったケースのうち、植物に良いとされているpH、除塩が安価で容易にできるケースはCase⑤の有機肥料2であった。有機肥料2は、除塩速度は他と劣るが、従来の除塩対策に比べ水で洗浄する回数が少なく、安価で容易である。また、有機肥料を用いたものは植物に良いpHを保つことができたため、除塩速度の早かったものと混合させるとさらに良い除塩効果が期待できると考えられる。

#### 【参考文献】

- 1) 農水省による3月29日時点の調査、日本農業新聞 2011年4月11日
- 2) Qadir, M., Ghafoor, A. and Myrtaza, G.: Amelioration strategies for saline soils, A review, Land Degradation & Development, No. 11, pp. 501~521, 2000.
- 3) 塩類化の現状と除塩技術、井上光弘、乾燥地研究センター、pp. 12~14
- 4) D. A. Homeck, J. W. Ellsworth, B. G. Hopkins, D. M. Sullivan, and R. G. Stevens.: Managing Salt - Affected Soils for crop production, Oregon State University, 2007