

# ヒ素高蓄積植物モエジマシダを用いたヒ素汚染土壌の修復に関する研究

東北学院大学 工学部 学生会員 菅田 伸  
同上 非会員 久保木 駿  
同上 非会員 黄 毅  
同上 フェロー会員 遠藤銀朗  
同上 正会員 宮内啓介

## 1.はじめに

平成23年3月11日の東日本大震災により発生した津波は、陸上に多くの津波堆積物を残した。津波堆積物の中には公衆衛生上や生活環境保全上の懸念が生じるものも含まれると考えられ、それらは適切な処理を行う必要がある。その中でもヒ素は5~50 mgを摂取すると中毒症状を起こすとされているため、早急なヒ素の環境被害から汚染実態の解明及び汚染の除去が必要になってくる。本研究では、ヒ素を除去するためにモエジマシダを用いたファイトレメディエーション技術の適用について検討した。ファイトレメディエーション (Phytoremediation) とは、重金属等の高蓄積植物や難分解性有機物分解植物を利用し、土壌中の重金属や有機汚染物質を除去する方法である。土壌洗浄法などの従来の処理方法に比べ低コストで広範囲の処理が可能であることがメリットであると言われている。本研究では、ヒ素超蓄積植物であるモエジマシダを用いて、津波の影響でヒ素汚染の生じた圃場で、ファイトレメディエーションによる環境修復実験を行い、その修復効果について知見を得る事ができたので報告する。

## 2. 実験方法

### (1) 実験圃場およびサンプリング

宮城県気仙沼市の圃場 100m<sup>2</sup> に 1000 株のモエジマシダの苗を 25cm 間隔の千鳥植えで移植し、5月~11月の期間1ヶ月毎に圃場実験およびモエジマシダを採取し、土壌の特性データとモエジマシ

ダの生育データ並びにヒ素蓄積量を測定した。また、2013年の圃場実験では雨による圃場の水没が原因でモエジマシダの生長が阻害されたため、2014年度は雨水の排水を良くするため圃場に2カ所の排水溝を設置した。

### (2) ヒ素蓄積量の測定

ヒ素蓄積量を調べるためにモエジマシダから検液を作製する。検液の作製法は、土壌から採取してきたモエジマシダを羽片、根茎、根に分け切断し、切断したモエジマシダを70℃で2日間乾燥させる。乾燥させたモエジマシダサンプルが硝酸により溶解し、メスアップし40mlになるように調整する。これを検液として用いる。作製した検液をICP-MSにより測定し、ヒ素濃度からモエジマシダに含まれているヒ素含有量を求める。また、土壌サンプルは30cmのサンプルを上層と下層の二つに分けたものと、根圏土壌を35℃で5日間風乾処理し、水溶出、塩酸溶出、全ヒ素溶出実験を行った。水溶出実験は環境省告示第18号より定めた方法で実施し、塩酸溶出実験は、農用地の土壌汚染防止法より定めた方法で実施し、全ヒ素溶出実験は土壌全体でどの程度ヒ素が含まれていたかを確認するために実施した。サンプルはICP-MSによりヒ素の測定を行った。

## 3. 実験結果

2014年の苗移植は例年より、2週間ほど遅れた6月初旬であったため、羽片バイオマスの成長も2012年や2013年と比較して少々遅れたが、排水

溝を設けたため 11 月には羽片バイオマスは例年並に改善したことが確認できた。それにより、モエジマシダの羽片のヒ素含量は昨年より増大した。(図 1 & 図 2)。

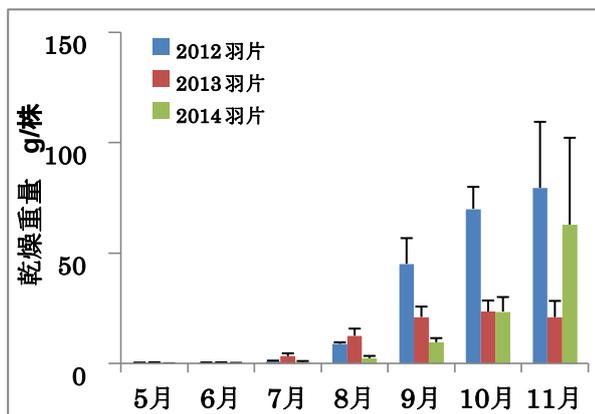


図 1 2012 年～2014 年の 3 年間ににおける羽片バイオマスの経時変化 (5 月～11 月) (n=6)

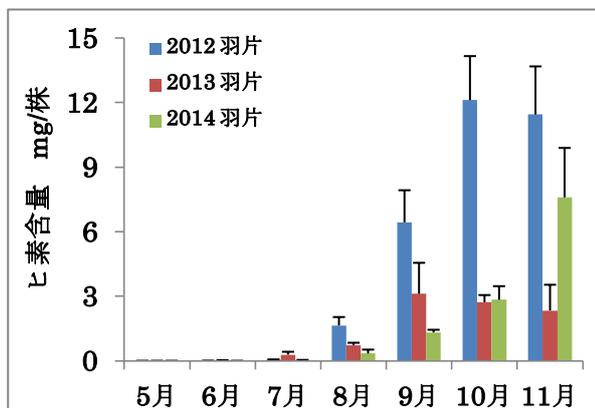


図 2 2012 年～2014 年の 3 年間ににおける羽片ヒ素含量の経時変化 (5 月～11 月) (n=6)

圃場土壌とモエジマシダをサンプリングした際に根に付着していた土 (根圏土壌) のヒ素水溶出実験結果とネガコン (対象圃場外土壌) の 3 つのヒ素濃度を比較したところ、月によって濃度のばらつきはあるが、圃場外土壌と圃場土壌を比較すると、モエジマシダを植えた圃場土壌のヒ素濃度が減少している事が分かった。(図 3) モエジマシダ根圏土壌を含めて 3 つの土壌サンプルのヒ素濃度の値を比較すると、根圏土壌の値が最も低くなっている事が確認できる。根圏土壌はモエジマシダの根の部分に近い土壌であるためファイトレメディエーションの効果が良く表れたためであると考えられた。

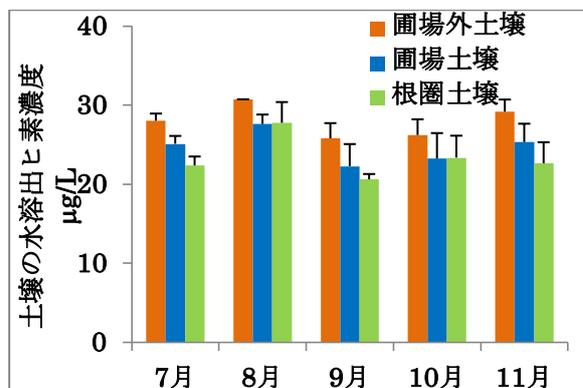


図 3 圃場外土壌 (上層)、圃場土壌 (上層)、根圏土壌のヒ素水溶出試験結果の比較 (n=6)

#### 4. まとめ

モエジマシダは Ma らにより 2001 年に砒素超蓄積植物として発見された。砒素超蓄積植物とは 1 g/kg・DW 以上のヒ素が地上部に蓄積できる植物である。今回の実験結果から圃場が水没する事を防止するための排水溝を設置することにより、モエジマシダの生長の改善ができ、バイオマスの増産とヒ素吸収除去能の表現によってヒ素汚染の修復効果の向上に繋がったと考えられた。また、生育環境により成長具合は変化してくるが、水没等の極端に劣悪な環境でない限り十分に成長可能であると考えられる。3 年間継続して実験を行ったことで、ヒ素汚染土壌のモエジマシダによるファイトレメディエーションは有効であると考えられた。他の処理法と比較してコスト面の優位性や後処理のしやすさといった利点が存在するので、今後の活用が期待される。課題としては、持続可能なファイトレメディエーションのためにモエジマシダの越冬方法の開発が必要と考えられる。

#### 5. 参考文献

(1) 2011年9月3日朝日新聞デジタル

<http://www.asahi.com/special/10005/TKY201109020756.html>

(2) 津波による土壌のヒ素汚染とその修復への取り組み。(2013) 宮内啓介 他

J. Environ. Eng. Vol. 13. No 1