

ヒ素により汚染された地下鉄掘削残土埋立地滲出水の ヒ素高蓄積植物による浄化法の研究

東北学院大学 工学部 学生会員 ○菅野裕樹

同上 非会員 高橋太雅

同上 非会員 黄 毅

同上 正会員 宮内啓介

同上 フェロー会員 遠藤銀朗

1. 序論

交通路線整備等のためのトンネル掘削残土には危険な有害物質であるヒ素や重金属が含まれていることがある。したがって掘削残土の再利用および処分には細心の注意が必要である。また基準値以上のヒ素等を含む残土を埋め立てた際に発生する滲出水は適切に処理を行った後に放流する必要がある。残土滲出水に含まれるヒ素の既存の浄化方法として吸着・イオン交換法や凝集沈殿法があるが、浄化コストが高いこととヒ素を含む大量の二次廃棄物が発生することが問題である。本研究では、これらに代わる低コストの浄化方法として生物浄化法、特にヒ素高蓄積植物を用いたファイトレエクストラクションによるヒ素浄化技術を開発することを目的とした。本発表では仙台市太白区の仙台市地下鉄掘削残土埋立地にヒ素高蓄積植物水耕栽培小型プラントを建設し、ヒ素高蓄積植物であるモエジマシダ¹⁾とオオバイノモトソウ²⁾を用いて水耕栽培によって滲出水の浄化実験を行い、その浄化効果を検討したのでその結果を報告する。

2. 実験方法

2-1 モエジマシダとオオバイノモトソウを用いた現地パイロットプラント実験

有効容積 0.81 m³ の2つのノッチタンク(幅 0.9 m、長さ 1.8 m、有効水深 0.5 m)を用いて現地において水耕栽培処理実験を行った。その際の、1日あたりの処理水量は 0.720 m³/日、平均水平流速は 1.6 m/日 となる。また、ノッチタンクの

HRT は 1.125 日、ヒ素負荷量は滲出水平平均ヒ素濃度を 25 ppb と仮定すれば、22.2 mg As/m³・日 となる。ノッチタンク 1 にはモエジマシダを 256 株、ノッチタンク 2 にはオオバイノモトソウを 128 株、発泡スチロールをフロートとして用いて水耕栽培した。

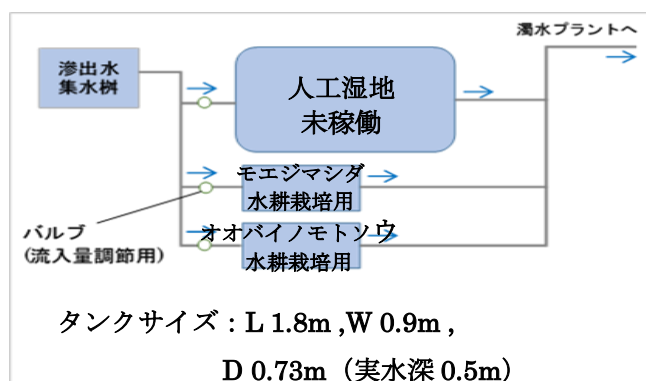


図1 現地実験場

現地での実験開始時点におけるモエジマシダの様子を写真1に示す。



写真1 実験開始時点におけるモエジマシダ

2-2 マツバイを用いた室内実験

仙台市地下鉄掘削残土埋立地滲出水を入れたタンクを用意し、マツバイの根のみが水に触れる水耕栽培を1タンク、植物全体が水中に入る水耕栽培1タンク、

原水のみのネガティブコントロール1ボトルを1セットとして3セット用意する。用意したタンクをそれぞれ、10℃、15℃、25℃に設定した人工気象器に設置し15日間、毎日1回水のサンプリングを行いヒ素吸収除去の実験を行った。

上記の実験後、タンクに原水を追加し、ヒ酸ナトリウムをヒ素として100 ppb となるようにスパイクし再度15日間、毎日1回水のサンプリングを行いヒ素吸収除去する実験を行った。

マツバイのヒ素に対する超集積性の有無を調べるために、ハゴロモモ属のカボンバ(Cabomba)をネガティブコントロールとして原水に入れ15日間放置し、ヒ素濃度の変化を測定した。カボンバのボトルは実験開始の初日および最終日である15日目に水サンプルを採取し分析した。

室内実験開始時点におけるマツバイを人工気象器にセットした様子を写真2に示す。



写真2 人工気象器にセットしたマツバイ

3. 実験結果

3-1 モエジマシダとオオバイノモトソウを用いた現地パイロットプラント実験の結果

流入水、つまり環境基準値を超えるヒ素を含む埋立地滲出水をヒ素高蓄積植物が生育されている各タンクを通過することで、ヒ素をどの程度除去することができたかを報告する。タンク1にはモエジマシダ、タンク2にはオオバイノモトソウを使用した。

図2に、現地実験タンクにおける流出水および流出水のヒ素濃度測定結果を示す。図3にモエジマシダの組織別蓄積ヒ素濃度を示す。

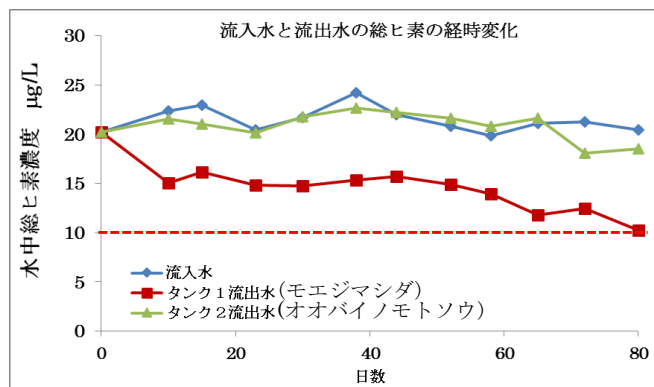


図2 流出水のヒ素濃度の測定結果

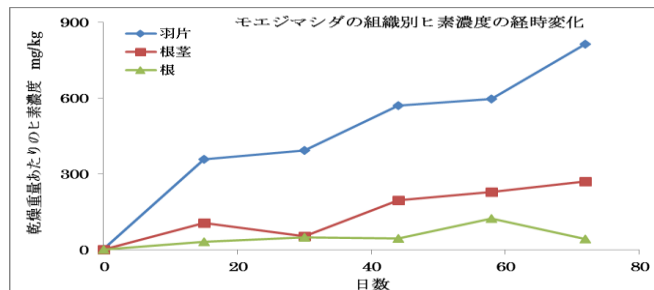


図3 モエジマシダの組織別蓄積ヒ素濃度の測定結果

タンク1において、モエジマシダの生長に従いヒ素浄化効率が上がった。その結果、環境基準値である10ppb までヒ素濃度を下げることができた。また、モエジマシダは羽片に高濃度(最大で約 850 mg/kg)のヒ素を蓄積していることが確認された。

3-2 マツバイを用いた室内実験の結果

発表当日に報告する。

4. まとめ

本研究によりモエジマシダを用いたファイトレキストラクションの現地実験によって、地下鉄掘削残土滲出ヒ素汚染水を環境基準値である10 ppb 以下に減らすことが可能という結果が得られた。また、ヒ素を環境基準値以下に減らし、効率的に除去および浄化するためには当初から生育・生残状況の良いヒ素高蓄積植物を使用する必要があることが知られた。

参考文献

- 1) Ma LQ, Komar KM, Tu C, et al. A fern that hyper accumulates arsenic. Nature. 409:579-579 (2001)
- 2) 榊原正幸：オオパノイノモトソウの土壤中ヒ素の集積性について、日本地質学会学術大会講演要旨 第114年学術大会P-197 (2007)