

N-3 植物による重金属等を含む排水の現場浄化実験

○岡崎 健治^{1*}・穴戸 政仁¹・倉橋 稔幸¹・榊原 正幸²

¹ (独) 土木研究所寒地土木研究所 (〒062-8602札幌市豊平区平岸1-3-1-34)

² 愛媛大学大学院理工学研究科 (〒790-8577愛媛県松山市文京町2-5)

* E-mail: 90185@eri.go.jp

1. はじめに

土木事業で発生する掘削土や岩石から基準値を超過する重金属等が溶出する場合、周辺の環境保護や事業費の観点から、その対策に適切な試験と評価が求められる。

「建設工事における自然由来重金属等含有岩石・土壌への対応マニュアル」¹⁾では、対策方法のひとつとして浸出水処理が示されている。この方法は、掘削土や岩石を仮置き場で暴露することで、浸出水に溶出する重金属等を適切に処理する方法である。しかし、浸出水の濃度が基準値より高い場合、その処理に多くの費用を要することが課題となっている。

本報告では、セレンに富む浸出水を試料として、植物を用いた浄化の実験を行うことで、浸出水のセレン濃度の低減効果を確認したので、その結果について述べる。

2. 実験方法

(1) 実験概要

本調査では、北海道のトンネル現場に設置された開放系の貯水タンク内でカヤツリグサ科マツバイを浮かべて、浸出水とマツバイを定期的に採集し、それらに含まれるセレン濃度の変化を測定した。浸出水は、仮置き場に保管された新第三紀の泥岩から降雨によって溶出し、トンネル事業者により貯水タンクへ移動された。セレン濃度は0.16mg/Lである。マツバイは、重金属の集積植物として知られている²⁾。実験では、空のペットボトルを装着した複数のプラスチック容器にマツバイ(総量26.8kg)を入れ、貯水タンク内に浮かばせるフローティング栽培法²⁾で行った(写真-1)。

貯水タンクの浸出水とマツバイは、実験開始時、10, 20, 30, 60および90日目(実験終了時)に採取した。また、各採取時に浸出水のpH、ECおよび貯水タンクの水量を測定した。試験期間における総雨量は800mm(30日目まで163mm、60日目まで612mm)であった。なお、マツバイは、各採取時に10gを3試料ずつ採集した。

(2) 分析方法

浸出水のセレン濃度の分析は、愛媛大学総合研究センターに設置している高周波誘導結合質量分析(ICP-MS)で行った。一方、採取したマツバイを超純水で十分に洗浄した後、恒温器により80℃で2日間乾燥させて微粉末にした。マツバイのセレン濃度の分析は、愛媛大学総合研究センターに設置している高周波誘導結合質量分析(ICP-MS)で行った。なお、分析確度・精度に関する検定はNational Research Council Canadaの環境試料NIES CRM No. 1を用いた。

3. 実験結果

(1) セレン濃度の変化

表-1に試験結果を示す。マツバイのセレン濃度(含有量)は10日目で4.2mg/kgであり、90日目に7.2mg/kgと増加した。一方、浸出水のセレン濃度は、実験開始時(初期値)に0.039mg/Lであるが、90日目に0.002mg/Lを示し、

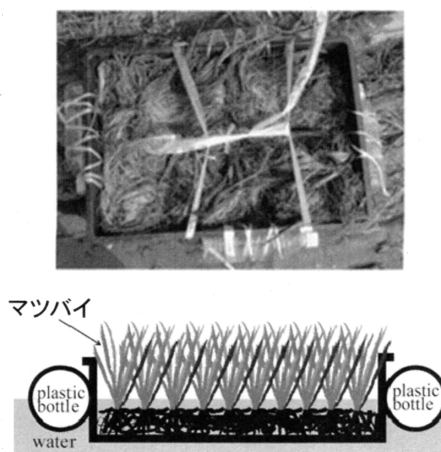


写真-1 貯水タンク内のマツバイの状況
上: マツバイ 下: 栽培の模式断面図²⁾

表-1 試験結果

採取回数	経過日数	セレン濃度		浸出水				マツパイ	貯水タンク	
		マツパイ (mg/kg)	浸出水 (mg/L)	pH	EC (mS/m)	セレン総量 (mg)	セレン減少量 (mg)	セレン吸収量 (mg)	水量 (m ³)	増減 (m ³)
1	0	—	0.039	6.9	87.1	351.0	—	—	9.0	—
2	10	4.2	0.029	6.6	89.8	263.9	87.1	8.8	9.1	0.1
3	20	5.4	0.016	6.5	78.5	171.2	179.8	11.3	10.7	1.6
4	30	7.0	0.010	6.2	79.7	116.0	235.0	14.7	11.6	0.9
5	60	10.2	0.003	6.5	61.2	33.6	317.4	21.4	11.2	-0.4
6	90	7.2	0.002	6.2	55.6	24.4	326.6	15.1	12.2	1.0

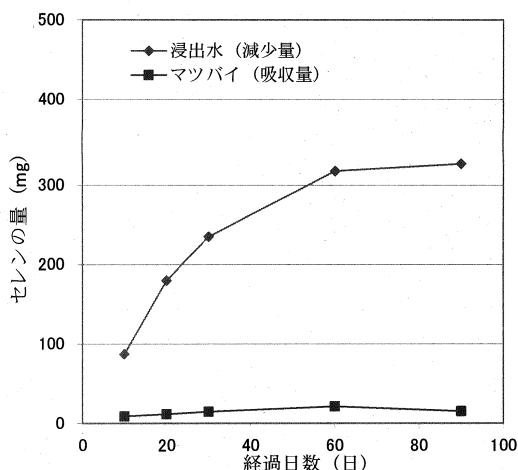


図-1 浸出水のセレン減少量とマツパイのセレン吸収量

経過日数の増加に応じて低下した。また、浸出水のpHは6.2～6.9、ECは55.6～89.8 (mS/m)を示し、実験期間中に大きな変化はなかった。貯水タンクの水量は、実験開始時に9.0m³であり、60日目に水量が一時低下したが、90日目に12.2m³と増加した。今回の実験期間中に、気温と湿度を測定していないが、降雨と蒸発の影響によって水量に増減が生じたと考えられる。

(2) セレンの収支の検討

浸出水のセレン減少量とマツパイのセレン吸収量を計算して(表-1)、セレンの収支を比較した(図-1)

はじめに、浸出水のセレン減少量(浸出水のセレン濃度×貯水タンクの水量)を経過日数別に求めた。このセレン量の経過日数別の差をセレン減少量とした。浸出水のセレン総量は試験開始時に351.0mgであったが90日目に24.4mgまで低下した。セレン減少量は試験開始から10日目で87.1mgであり、90日目で326.6mgとなった。

次に、マツパイのセレン吸収量(マツパイの経過日数別のセレン含有量×マツパイ重量)を求めた。ここで、マツパイの重量は、乾燥重量(2.1kg)で計算した。マ

ツパイのセレン吸収量は10日目で8.8mgを示し、60日目に21.4mgと最も高い値を示した。それと同時にマツパイのセレン濃度も10.2mg/kgと高い値を示した。しかし、90日目にはマツパイのセレン吸収量は15.1mgに減少し、浸出水のセレン減少量の約5% (15.1mg/326.6mg)となる。

浸出水のセレン減少量とマツパイのセレン吸収量を比較した(図-1)。経過日数の増加に応じて、両者は同様に増加する傾向がみられるが、セレンの収支は一致していない。この原因は、マツパイの体内でセレンがメチル化して気化³⁾した可能性が考えられる。そのため、マツパイから蒸散された水蒸気を回収し、そのセレン濃度を分析する等の実験を行う必要がある。

4. まとめと今後の課題

本報告では、マツパイによる重金属等の蓄積能力を利用した試験を行い、貯水タンク内の浸出水のセレン濃度を低減できることを確認した。ただし、セレンの収支を検討した結果、浸出水のセレン減少量とマツパイのセレン吸収量が一致しなかった。

今後、この原因の解明やさらに高い濃度の試験水による蓄積効果の確認に向けた調査研究を進めていきたい。

謝辞

最後に、本調査にご協力いただいた国土交通省北海道開発局の各位に、ここに記して厚くお礼申し上げる。

参考文献

- 1) 建設工事における自然由来重金属等含有岩石・土壌への対応マニュアル, 同検討委員会, 2010.
- 2) 榎原正幸・彦田真友子・佐野栄・世良耕一郎: 重金属汚染された河川のカヤツリグサ科マツパイによるファイトレメディエーション, 第17回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会, pp.225-228, 2011.
- 3) Terry, N., Carlson, C., Raab, T. K. and Zayed, A., Rates of selenium volatilization among crop species, J. Environ. Qual., Vol.21, pp.341-344, 1992.