

第 VII 部門

ラボスケール人工湿地による模擬坑廃水の秋冬期処理実験

立命館大学理工学部 学生員 ○佐々木 亮

立命館大学理工学部 正会員 惣田 訓

(独) 石油天然ガス・金属鉱物資源機構 林 健太郎

(独) 石油天然ガス・金属鉱物資源機構 金山 晃大

1. はじめに

金属鉱山の坑廃水処理施設では、凝集沈殿や中和処理などによって金属類の除去が行われているが、坑廃水は閉山後においても半永久的に発生し、処理が必要となることから、より安価で維持管理が容易な処理方法が必要とされている。人工湿地は、土壌吸着や植物吸収、微生物による酸化還元反応を浄化原理とし、恒常的に人員や薬剤を必要としないため、その候補として有望な処理方法である。本研究では、坑廃水の組成や人工湿地の構成によって、その適用性を評価するためのラボスケール実験系を構築し、模擬坑廃水の秋冬期の処理実験を通じて、土壌や植物の果たす役割を評価した。

2. 実験方法

ある鉱山の浸透水の通年組成を参考にカドミウム 0.11mg/L、亜鉛 2.0mg/L、銅 1.2mg/L などを含む模擬坑廃水を作成した。なお、排水基準はカドミウム 0.03mg/L、亜鉛 2mg/L、銅 3mg/L である。図 1 に示すように円柱型容器（φ125mm、H500mm）に軽石と赤玉土を充填し、何も植栽しない非植栽系に加え、ヨシまたはヒメガマを植栽した人工湿地を用意し、降雨の影響を避けるために立命館大学 BKC の温室内に設置した。

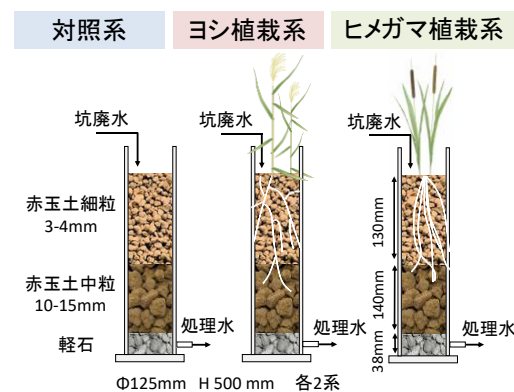


図1 ラボスケールの人工湿地。

模擬坑廃水は人工湿地によってシーケンシングバッチ方式で処理した。2L の廃水を人工湿地の上部から流入させた。1～2 週間後に人工湿地下部から処理水を排水した。その後、新たな模擬坑廃水を人工湿地に流入させる操作を9回繰り返した。

処理水の金属濃度は、誘導結合プラズマ発光分光（ICP-OES）装置で分析した。土壌細菌数は、希釈混釈法によって測定した。

3. 結果および考察

処理期間の温室の気温と相対湿度を図2に示す。2017年11月2日に開始した1回目の処理では、最高および最低温度がそれぞれ約30℃と約10℃であった。12月7日に開始した6回目の処理では、最高および最低温度がそれぞれ約15℃、約5℃まで低下し、ヨシとヒメガマの地上部が枯れはじめた。12月14日に開始した7回目の処理では、最高温度が25℃を超える日もあったが、最低気温が0℃を下回る日もあった。

図3に示すように、処理水中のカドミウム濃度は、非植栽系の1回目の処理を除き、すべてが排水基準を下回った。非植栽系でも2回目以降の処理は良好であり、カドミウムは主に土壌吸着によって除去されたといえる。

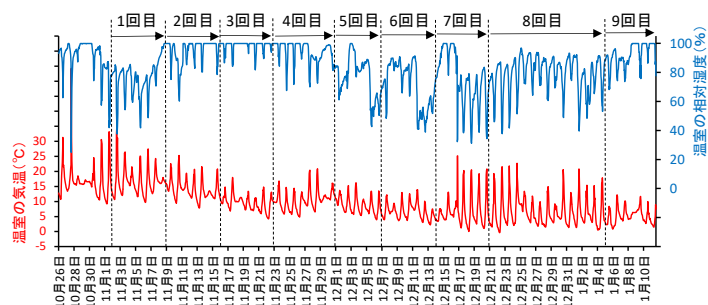


図2 人工湿地を設置した温室内の気温と相対湿度。矢印は模擬坑廃水のバッチ回数を示す。

Ryo SASAKI, Satoshi SODA, Kentaro HAYASHI, Akihiro KANAYAMA

rv0044is@ed.ritsumei.ac.jp

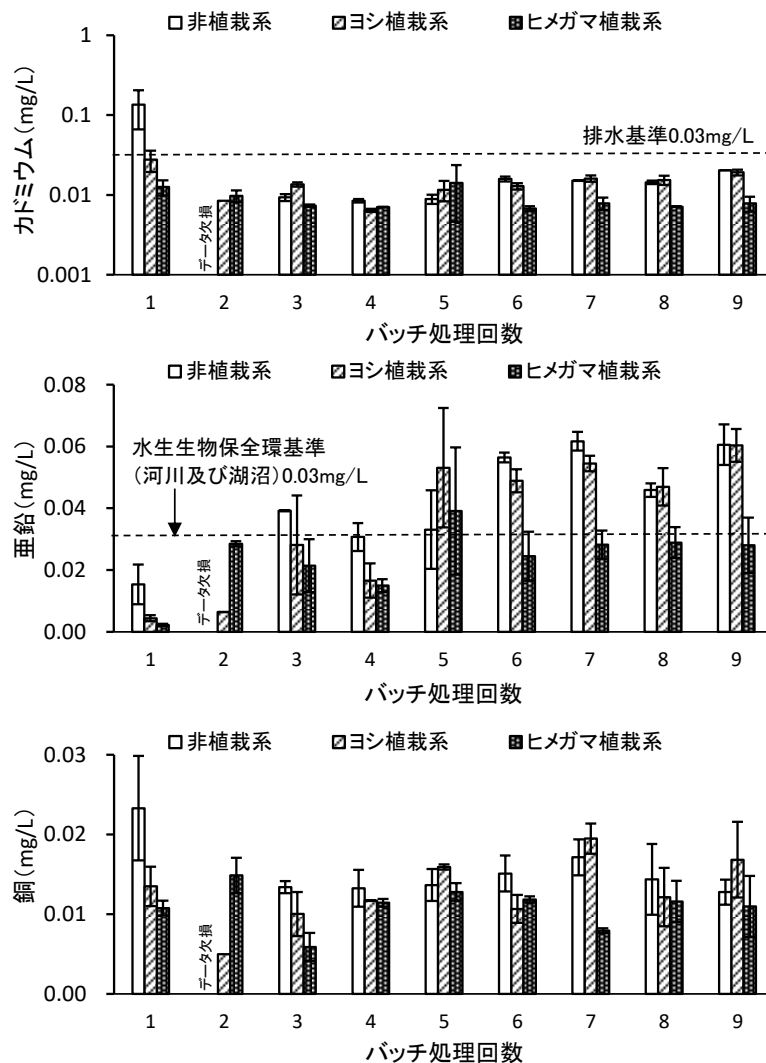


図3 人工湿地による模擬坑廃水からの金属除去。模擬坑廃水のカドミウム、亜鉛、銅の濃度はそれぞれ1.1mg/L、2.0 mg/L、1.2 mg/L に設定した。

一方、6回目以降の処理では、ヒメガマ植栽系による除去が最も良好であり、地上部が枯れてしまっても、根の存在によってカドミウムの除去が促進されたといえる。

模擬坑廃水中の亜鉛は、排水基準と同濃度であったが、人工湿地によって良好に除去された。やはり、ヒメガマ植栽系による除去が顕著であり、水生生物保全環境基準である0.03mg/Lまで除去できた。模擬坑廃水中の銅は、排水基準より低い濃度であったが、やはり人工湿地によって良好に除去された。

人工湿地の土壌の好気性従属栄養菌数は、非植栽系とヨシ植栽系において 10^6 CFU/g-dry オーダーであったが、ヒメガマ植栽系では 10^7 CFU/g-dry オーダーであった。嫌気性従属栄養である硫酸還元細菌は、非植栽系とヨシ植栽系からは検出されなかったが、ヒメガマ植栽系

の土壌には $10^3 \sim 10^4$ CFU/g-dry オーダーで計数された。各土壌の酸化還元電位 (ORP) は、ばらつきがあったものの、-390~-120mVを示した。ヒメガマ根圏は、局所的な嫌気環境において難溶性の硫化物 (CdS、ZnS、CuS) を生成し、金属類の除去に貢献した可能性がある。

4. まとめ

人工湿地による坑廃水処理のためのラボスケール実験系を開発した。秋冬期の処理実験では、金属類が土壌に吸着され、ヒメガマの存在によって除去が促進された。模擬坑廃水の組成調整や、人工湿地の土壌や植物の構成変更は容易であり、今後は通年の実験によって、その除去機構を研究する。