

第 VII 部門

アサリ貝殻を充填したラボスケール人工湿地による模擬酸性坑廃水の処理

立命館大学工学部 学生員 ○Huang He

立命館大学工学部 非会員 Nguyen Thi Thuong

立命館大学工学部 正会員 惣田 訓

1. はじめに

近年、人工湿地は操作の簡易性や低コストの利点から、パッシブ処理技術であるが注目されている¹⁾。人工湿地の基質としては、一般的に土壌や砂利が用いられ、吸着能力が高く、微生物や植物の成長に適し、現地で調達しやすいものが望ましく、廃棄物を原料としたリサイクル素材も注目されている。アサリ貝殻を粉碎した資材は、酸性廃水に対する中和作用があり、植物に有益な多くのミネラルを含有しており²⁾、廃棄物量削減やリサイクルの観点からも、人工湿地の基質として好ましい。本研究では、人工湿地の基質としてのアサリ貝殻の能力を検証することを目的として、ラボスケール人工湿地を用いて、模擬酸性坑廃水から重金属を除去することを試みた。また、一般的な人工湿地の基質である砂利との比較を行った。

2. 実験・方法

図1に示したように、貝殻植栽系、貝殻無植栽系、砂利植栽系、砂利無植栽系の四つの実験系を二つずつを作成した。表1に示すように、実験は2020年7月から2021年1月までを四期に分け、バッチ処理間隔を7～2日に設定した。模擬坑廃水のZnとCdの濃度は、それぞれ排水基準である2 mg/Lと0.03mg/Lを大きく超えて、20mg/Lと0.3mg/Lに設定した。各系に1Lの酸性模擬坑廃水を上部から流入させ、バッチ処理の一定期間後に下部から、処理水を排出し、重量計で水量を測定し、分析用処理水を採取した。その後、新たな模擬坑廃水を1Lずつ各人工湿地に流入させた。この手順を毎回繰り返し、各期間のバッチ処理間隔により酸性模擬坑廃水を人工湿地内に滞留させた。

実験終了日に、基質(土壌)と植物を採取して重金属の含有量を分析した。比較のために重金属に汚染されていない土壌と植物試料も分析した。

3. 結果と考察

図2に人工湿地の処理水のpHの変化を示す。流入水のpHは3.8～4.8であったが、人工湿地内で翌日には約7まで上昇した。非植栽系のpHは植栽系より少し高かった。バッチ処理間隔を7日にした第一期は、貝殻系のpHが砂利系よりも高かったが、第三期以降は差異が小さかった。

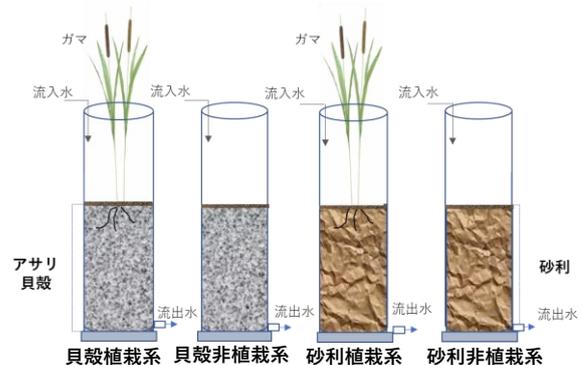


図1 人工湿地の構成

表1 人工湿地の運転期間

名称	期間	バッチ処理間隔
第一期	2020年7月2日～2020年9月2日	7日
第二期	2020年9月3日～2020年11月2日	4日
第三期	2020年11月3日～2020年11月22日	2日
第四期	2020年11月23日～2021年1月3日	7日

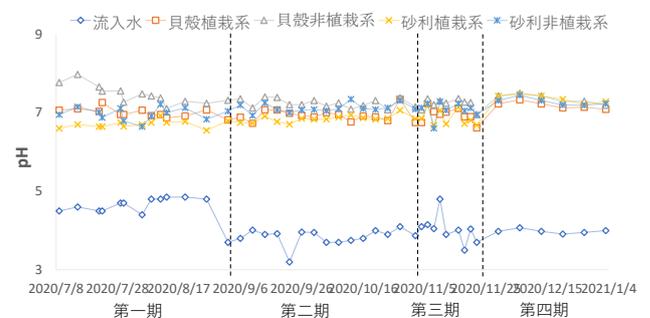


図2 人工湿地の処理水のpHの変化

各実験系の Zn と Cd 除去率を図 3~4 に示す。処理水の Zn と Cd の濃度は、貝殻系が明らかに砂利系より低く、植栽系は非植栽系より低かった。処理間隔を 4 日にした第二期後半には、砂利系の処理水濃度が排水基準を超えてしまった。処理間隔を 2 日にした第三期には、貝殻系においても処理水濃度が排水基準を超えるようになった。処理間隔を再び 7 日にした第四期には、処理水濃度が低下したものの、排水基準をわずかに超過し続けた。

Zn と Cd の処理水濃度のまとめと物質収支を図 3~6 に示す。いずれの系においても、Zn と Cd は、基質への蓄積量が除去総量の 75-86% を占めていた。植栽系では、植物バイオマスへの蓄積が、除去総量の 15-20% を占めた。なお、ガマの根は、砂利系よりも貝殻系において、長く伸長していた。非植栽系では、浮遊物質に含まれて流出したもののや、測定誤差による「その他」が除去総量の 15-25% を占めた。

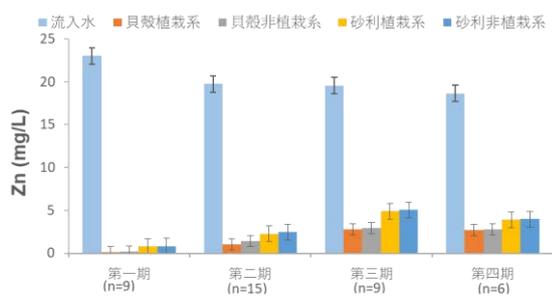


図 3 Zn の残留濃度

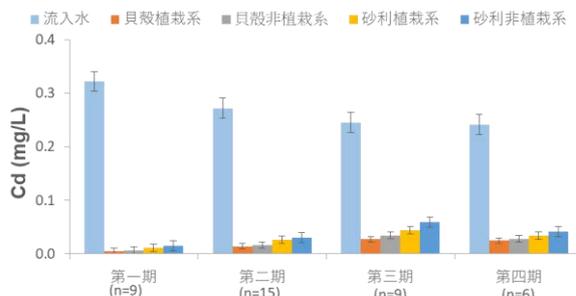


図 4 Cd の残留濃度

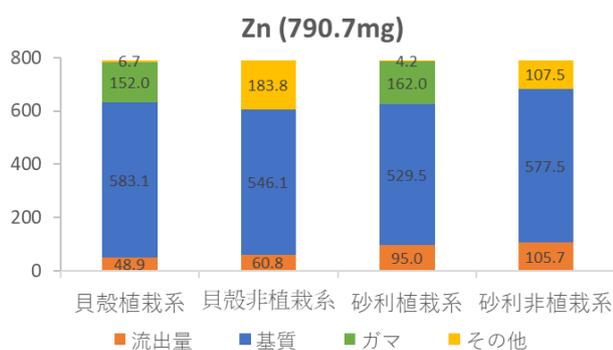


図 5 Zn の物質収支

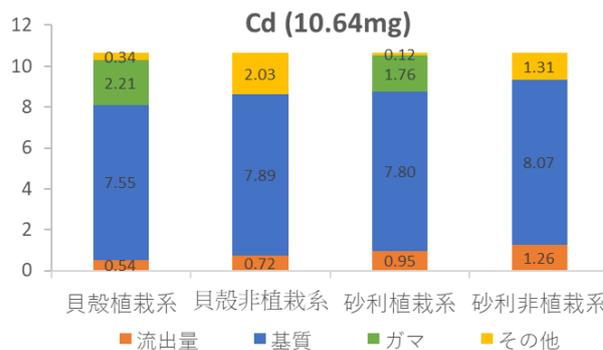


図 6 Cd の物質収支

4. 結論

貝殻系人工湿地は、砂利系よりも、中和機能が高く、Zn と Cd を良好に除去する傾向があった。処理時間は 4~7 日が適しており、2~4 日では排水基準を満たせなかった。貝殻系は、植物の根を成長しやすく、根圏に微生物が生息しやすい環境を形成することも示唆された。大量に廃棄されているアサリ貝殻は、人工湿地の基質として利用可能であることが明らかになったが、中和・吸着容量の評価や、交換方法、蓄積した金属の回収方法の確立が必要である。

参考文献

- 1) 鈴木祥広、淀川育美、亀谷卓司、丸山俊朗、中澤隆雄、湊敬文 (2002) 酸性重金属廃水の処理における中和沈殿法とゼオライト吸着法の比較. 環境工学研究論文集, 3, 485-493.
- 2) Masi, F., Rizzo, A., Regelsberger, M., 2018. The role of constructed wetlands in a new circular economy, resource oriented, and ecosystem services paradigm. J. Environ. Manag., 216, 275-284.