

抽水植物による微量有害物質除去に関する基礎的研究

早稲田大学大学院創造理工学研究科 学生会員 土屋 陽久
早稲田大学理工学術院 正会員 榊原 豊

1. はじめに

近年、植物を利用して環境中の有害物質(汚染土壤中の重金属や有機塩素系化合物)を除去する研究が行われている¹⁾。植物によるこのような環境修復技術はファイトレメディエーションと呼ばれ、安価・低環境負荷・広範囲に長期間有効等の利点に加えて、遺伝子組み換えによる植物の強化や改良と組み合わせることも可能であるため、将来性のある技術として近年注目を集めている。また、河川中の内分泌攪乱物質(環境ホルモン)は水中のシルトに付着し、植生群落内に貯留されることが報告されている²⁾。よって、植生を利用して環境中の微量有害物質を浄化することが可能であると考えられる。

本研究では湿地植物の一種であり水質浄化に利用される抽水植物を用いて、微量有害物質の一種である環境ホルモンについて除去能力の実験的検討を行った。

2. 実験方法

連続実験を行い植物の長期的除去能力を検討した。図1、表1に実験装置と実験条件を示す。水槽に植物を入れ、チューブポンプにより環境ホルモンを含む無機塩溶液を流入させ、流出水中のホルモン濃度を測定した。無機塩類として原液を表2のように調整し、10万倍希釈したものを流入水に加えた。環境ホルモンとして、ビスフェノールA(BPA)、ペンタクロロフェノール(PCP)の2種類を用いた。抽水植物としてヨシ、マコモの2種類を用いて、ブランクとして植物を入れない水槽からの流出水の濃度測定も合わせて行った。環境ホルモンの流入濃度は異なる負荷状況に対する除去能力を検討するために、RUN1を10($\mu\text{g/l}$)、RUN2を100($\mu\text{g/l}$)とした。環境ホルモンは有機溶媒を用いて液液抽出及び濃縮を行いTMS化した後、GC/MSで分析・測定した。

3. 結果及び考察

実験結果を図1~図4に示す。図より、植物を入れた水槽の流出水の濃度がブランクの流出水の濃度より低くなっており、環境ホルモンが植物によって除去されていることがわかる。特に、RUN1、RUN2共にBPAが植物によって長期間安定して除去された。実験開始から3日目までにBPAが急激に除去され、その後約50日間安定して除去された。PCPはRUN1、RUN2共に除去がされ難かった。PCPは植物の除草剤に用いられているため、



図1 実験装置

表1 実験条件

	RUN1	RUN2
実験期間	49日	
環境ホルモン流入濃度	10($\mu\text{g/l}$)	100($\mu\text{g/l}$)
植物	ヨシ、マコモ	ヨシ
体積	3l	
HRT	3日	
流速	42(ml/h)	
水温	20 前後	
光条件 (明 暗)	3000lux (16-8h)	

表2 無機塩類組成

成分	g/l
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	590.375
KNO_3	252.75
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	246.48
KH_2PO_4	68.045
Fe-EDTA	22.639
$\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	1.8024
ZnCl_2	0.1042
$\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0.05369
$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0.05046
H_3BO_3	2.8625

キーワード 環境ホルモン、抽水植物

連絡先 〒160-8555 東京都新宿区大久保3-4-1 早稲田大学創造理工学部社会環境工学科 TEL 03-5286-3902

除去がされ難いと考えられる。BPA の単位バイオマス量当たりの除去速度を求めると、RUN1 では $0.2(\mu\text{g/g/d})$ となり、回分条件下における先の結果 $0.2(\mu\text{g/g/d})^3$ と同程度であった。RUN2 では除去速度が $2.4(\mu\text{g/g/d})$ となり、環境ホルモン負荷量の増加につれ除去速度が上昇する傾向が見られた。RUN1 の結果からヨシとマコモの除去速度は共に $0.2[\mu\text{g/g/day}]$ となり、植物の種類による大きな差異はなかった。今後は季節変動による植物生長の除去能力への影響を考慮してより詳細に検討を行う。

4. おわりに

本研究結果から抽水植物により環境ホルモンが $10 \sim 100$ 濃度 ($\mu\text{g/l}$) の範囲内で、約 50 日間安定して除去されることがわかった。除去速度は $0.1 \sim 2.4[\mu\text{g/g/day}]$ の範囲内であった。除去速度は環境ホルモン負荷量と共に増加する傾向が見られた。今後はより長期間の測定を行い、季節変動による植物の除去能力への影響及び様々な負荷状況に対する除去能力を検討する。

また、微量有害物質として女性ホルモンである 17 エストラジオール及び各国の公共水域で検出されており、畜産関係にも幅広く使用されている抗生物質テトラサイクリンも対象とし、同様に植物による除去能力を検討する予定である。

参考文献

- 1) 森川弘道, 高橋美佐, 川村義史: 環境バイオテクノロジー学会誌 1 巻 1 号, p3, 10-13, 環境バイオテクノロジー学会(2001)
- 2) 関根正人: 河川における環境ホルモンの移動と河道内貯留, 平成 15・16 年度国土交通省建設技術研究開発助成制度研究成果報告書, pp93-119(2005)
- 3) 土屋陽久, 田部井健, 榊原豊: 抽水植物による環境ホルモン除去に関する基礎的研究, 第 61 回土木学会年次学術講演会講演概要集 No.7-032(2006)

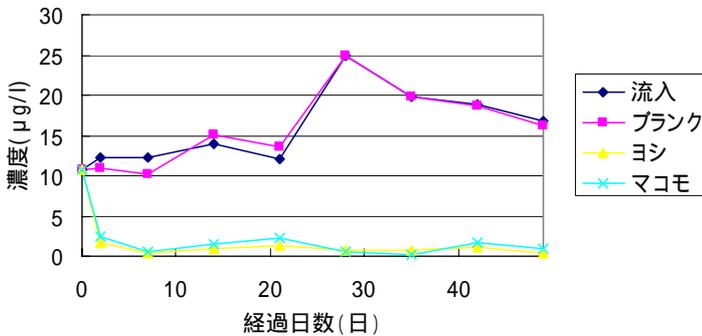


図 1 BPA 実験結果(RUN1)

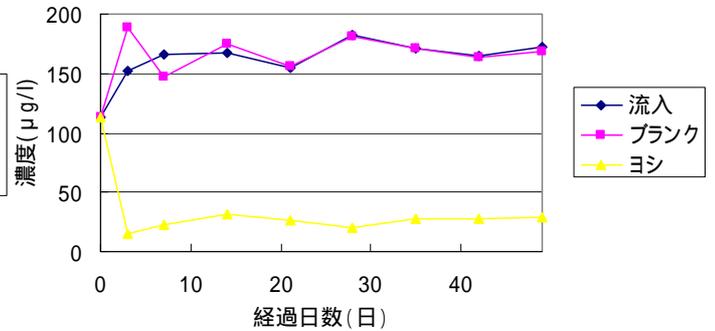


図 2 BPA 実験結果(RUN2)

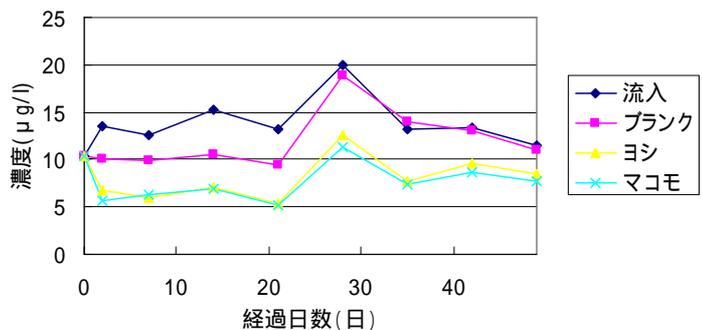


図 3 PCP 実験結果(RUN1)

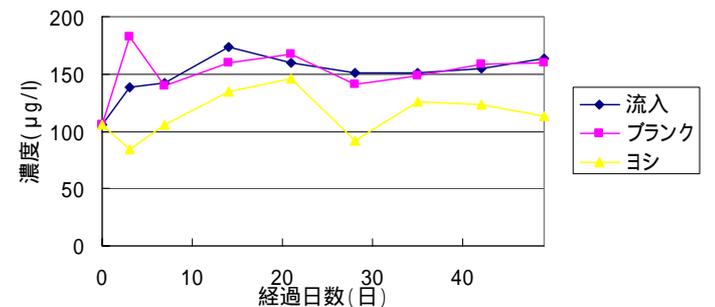


図 4 PCP 実験結果(RUN2)