

植生による環境ホルモン除去に関する基礎的研究

早稲田大学 学生会員 田部井 健
早稲田大学 正会員 榊原 豊

1. 背景

植物を利用した環境浄化技術は総称して「ファイトレメディエーション」と呼ばれ、安価かつ低環境負荷等の利点から近年注目を集めている¹⁾。既往研究では、微量有害物質の1つである外因性内分泌攪乱物質（以下環境ホルモン）等にも一部効果があることが報告されているが²⁾、除去能力について十分な知見は得られていない。本研究では植生の環境ホルモン除去能力を明らかにすることを目的として、異なる植生による環境ホルモン除去実験を行った。

2. 実験方法

実験は、水槽に環境ホルモン、硝酸性窒素及び無機塩類を所定の濃度になるように調整し、そこに水草を浸して環境ホルモン濃度の経日変化を測定した。なお、植物を入れない水槽をブランクとして用意した。実験は、平均水温 14℃、平均水量 3.6L、照度約 2500lux のもとで行った。測定対象物質及び初期濃度を表 1 に示す。実験には、沈水植物であるヤナギモ、クロモ及び浮遊植物であるイチョウウキゴケ、リシアを用いた。

分析方法は、採取した試料水に塩化ナトリウム及び塩酸を加えジクロロメタンを用いて液液抽出し、硫酸ナトリウムを加えて脱水した。半日以上静置した後、濃縮して GC/MS で分析した。

植物の除去能力は、式(1)で表される除去速度で比較を行った。

$$\text{除去速度} [\mu\text{g/g/day}] = ([C]_b - [C]_p) \times V / W / T \quad (1)$$

$[C]_b$: ブランク水槽中の環境ホルモン濃度 [$\mu\text{g/L}$]

$[C]_p$: 植物水槽中の環境ホルモン濃度 [$\mu\text{g/L}$]

V : 水量 [L]、W : 植物重量 [g]、T : 経過日数 [day]

表1 測定対象物質及び初期濃度

物質	初期濃度
オクチルフェノール(OP)	10 $\mu\text{g/L}$
ペンタクロロフェノール(PCP)	10 $\mu\text{g/L}$
ノニルフェノール(NP)	10 $\mu\text{g/L}$
ビスフェノールA(BPA)	10 $\mu\text{g/L}$
ジクロロフェノール(DCP)	10 $\mu\text{g/L}$
硝酸性窒素	1 mg/L



図1 実験装置（クロモ）

3. 実験結果及び考察

5種類的环境ホルモンの中で、ジクロロフェノール(DCP)、オクチルフェノール(OP)、ノニルフェノール(NP)、ビスフェノールA(BPA)は濃度の減少が確認された。一方ペンタクロロフェノール(PCP)に関しては、実験後半から濃度が減少する傾向が見られた。例として、DCP、OP、BPA、PCPの経日変化を図2～5に示す。植物による環境ホルモン除去能力は物質により異なったが、図2～4に示すようにDCP、OP、NP、BPAは実験初期段階における除去が大きかった。NPに関してはその傾向が顕著で、ブランクでも濃度が大きく減少したことから水槽等への吸着が

キーワード：ファイトレメディエーション、環境ホルモン、植生

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

大きく関わっていると考えられた。PCP に関しては、図 5 のように実験初期ではほとんど除去されなかった。この理由として、PCP は除草剤として利用されているため、植物による除去は困難であったと考えられる。しかしながら、実験後半からはある程度除去が確認されており、今後はより長期間の検討が必要である。

次に植物の浄化能力を比較した。式 (1) より求めた除去速度及び各物質のオクタノール水分配係数 (K_{ow}) を表 2 に示す。NP は初期段階における減少が顕著であったので、概して高い除去速度 ($0.9 \sim 4.4 [\mu\text{g/g/day}]$) を示した。DCP、OP、BPA の除去速度は、 $0.1 \sim 1.0 [\mu\text{g/g/day}]$ 程度であった。除去速度を K_{ow} と比較すると、 K_{ow} が低い物質 (3 程度の物質) ほど、除去速度が高かった。つまり、親水性の物質ほど除去されやすい傾向があった。

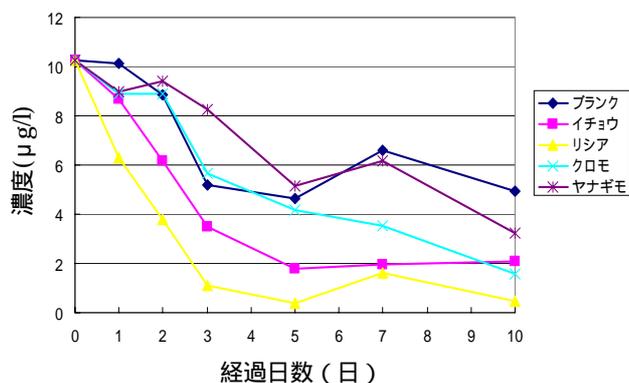


図 2 DCP の経日変化

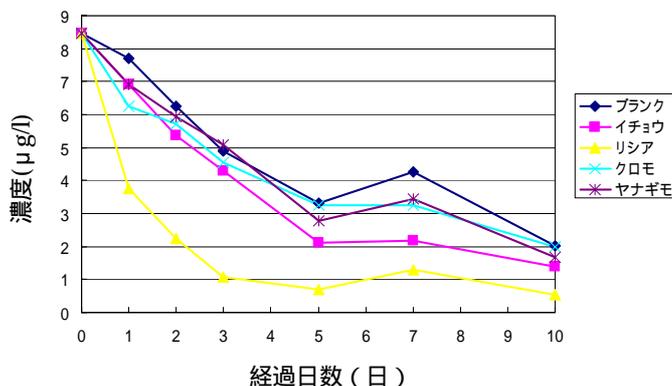


図 3 OP の経日変化

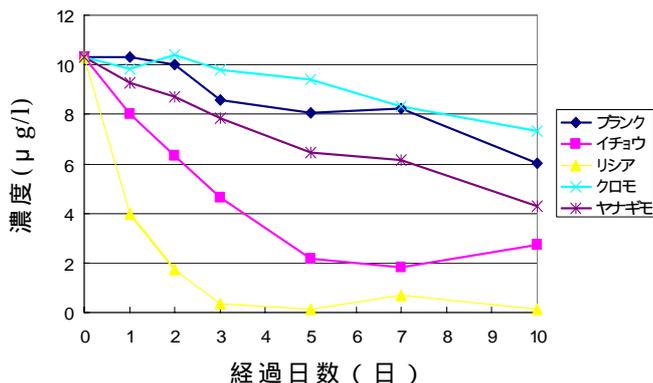


図 4 BPA の経日変化

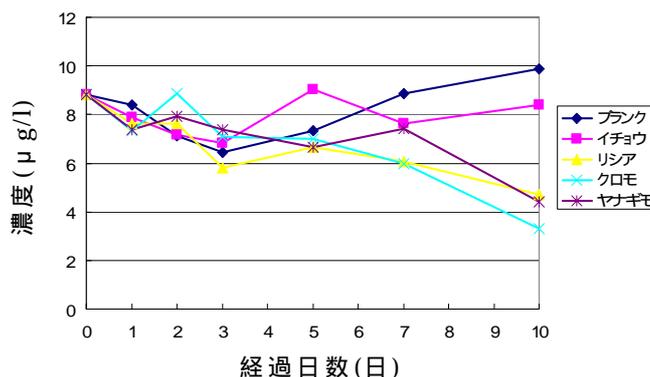


図 5 PCP の経日変化

表 2 各植物の除去速度

環境ホルモン	Log K_{ow}	除去速度 ($\mu\text{g/g/day}$)			
		イチヨウウキゴケ	リシア	ヤナギモ	クロモ
OP	5.28	0.1	0.5	0.0	0.1
PCP	5.01	0.0	0.0	0.0	0.1
BPA	3.32	0.3	1.0	0.0	0.3
NP	3.28	0.9	1.6	1.0	4.4
DCP	3.06	0.1	0.5	0.1	0.3

4. 結論

本研究で用いた水草の環境ホルモン除去能力を比較すると、リシア > イチヨウウキゴケ > クロモ > ヤナギモとなった。植物により除去能力は異なるものの、PCP 及びヤナギモを除き植物重量当たりの環境ホルモンの除去速度は、 $0.1 \sim$ 数 $[\mu\text{g/g/day}]$ 程度の範囲内であった。

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(2001), pp3-13, 環境バイオテクノロジー学会
- 2) Jonathan Chappell: Phytoremediation of TCE in Groundwater using Populus (1998), pp4-5, U.S.EPA.