

## ファイトレメディエーション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

早稲田大学 正会員 佐々木 弘

### 1. 緒言

ファイトレメディエーションは、植物が環境汚染物質を吸収・蓄積・分解する能力を利用して、環境中から有害物質を除去することで環境修復を試みる技術であり、近年注目を集めている。本法の利点として、安価、環境負荷が少ない、広範囲に長期間有効、様々な物質・幅広い濃度に対応できる可能性がある<sup>1)</sup>等が挙げられる。

しかしながら、現在に至るまでファイトレメディエーションに関する研究は、汚染土壌を中心として、重金属や有機塩素系化合物の除去に関する研究が中心であった。最近の研究では、放射性汚染物質やダイオキシン類、外因性内分泌攪乱物質（以下環境ホルモン）等にも効果があると一部報告されている<sup>2)</sup>が、十分な知見は得られていない。本研究では、ファイトレメディエーションによる環境ホルモン除去の可能性及びその除去能力について基礎的検討を行った。

### 2. 実験方法

#### 2.1 供試ホルモン及び植物

環境ホルモンとして、ジクロロフェノール(DP)・オクチルフェノール(4tP)・ペンタクロロフェノール(PCP)・ノニルフェノール(NP)・ビスフェノールA(BPA)のフェノール類5種(これをC1とする)及びフタル酸ジエチル(DEP)・ベンゾフェノン(BP)・アジピン酸ジエチルヘキシル(DEHA)・フタル酸ジエチルヘキシル(DOP)の4種(これをC2とする)を用いた。各環境ホルモンの濃度は、C1の実河川濃度レベル及び分析精度を考慮して10 $\mu$ g/lとした。

試験に用いた植物は、アマゾンフロッグピット・ウィローモス・クレソンの3種である。また、植物に対

して100Wの植物ランプを使用し、培地としてホーグランド培養液を用いた。なお、実験は室温(約18 $^{\circ}$ C)で行った。

#### 2.2 実験方法

実験には図1に示す装置を用い、回分実験と連続実験の2通りを行った。回分実験は、三口フラスコ内に植物及び供試環境ホルモン溶液を入れ、5時間あるいは12時間の環境ホルモン経時変化を測定した。連続実験では、環境ホルモン溶液をHRT=5hで連続供給し、流出水中の環境ホルモン濃度を分析、測定した。測定頻度は実験初期に高く、その後低下させ、最終的にC1は週2回、C2は週1回の分析を行った。

#### 2.3 分析方法

回分実験では試料水、連続実験では流出水を採取し、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(島津製作所)で濃度を分析、測定した。

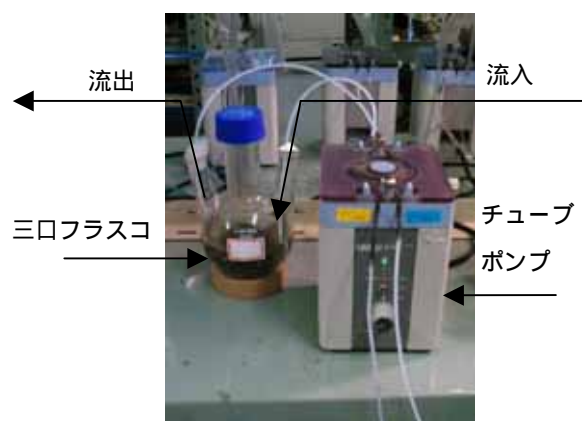


図1 実験装置

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，河川

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

### 3. 実験結果及び考察

回分実験から得られた供試植物による C1 除去の結果を表 1, 図 2 及び図 3 に示す. なお, 表 1 中の数値は, 5 時間後の除去率を左に, 測定時間 (12 時間) 中最大の除去率を右に示してある. 図 2 及び図 3 は, 回分実験の経時変化を初期濃度  $10 \mu\text{g/l}$  に対する無次元濃度で示した. 一方, 連続実験から得られた植物による C1 除去の結果を表 2 に示す. 平均除去率を左に, 実験期間中の最大除去率を右に示した. NP に関しては測定できなかった.

表 1 から, 植物別に見ると, アマゾンフロッグピットの除去は他に比べて低い値となったが, ウィローモス及びクレソンに関しては除去率が 50% 程度であり, 短時間で環境ホルモンが除去可能であった. 物質別に見ると, PCP を除く 4 種類 (DP, 4tP, NP, BPA) の除去が確認できた. 回分実験において最も除去率の高かった物質は NP であり, ウィローモスでは 100% に近い値となった. また, 植物の種類により環境ホルモンの除去能力が異なり, ウィローモス > クレソン > アマゾンフロッグピットの順になった. 図 2 と図 3 を比較すると, 本実験においては同種の環境ホルモンであれば濃度の経時変化は類似しているということがわかる.

一方, 連続実験 (表 2) では, 回分実験 (表 1) より除去率が低かったが, DP, 4tP, BPA に関しては平均して 20 ~ 30% の除去が可能であった. なお, PCP に関しては回分実験同様ほとんど除去できなかった. C2 に関しては数% ~ 15% 程度の除去は確認できたが, C1 と比較すると低い除去能力であった.

### 4. 結言

植物 (アマゾンフロッグピット, ウィローモス, クレソン) により, 自然界における濃度と比較的に近い条件下 ( $10 \mu\text{g/l}$ ) で PCP を除く供試環境ホルモンの除去が可能であることがわかった. ここで, ウィローモスは NP をほぼ 100% 除去可能であった. また, 除去能力は植物の種類によって異なり, 本実験条件下ではウィローモス > クレソン > アマゾンフロッグピットであり, 同種の環境ホルモンであれば濃度の経時変化は類似していた.

表 1 回分実験における C1 除去率

植物	DP %		4tP %		PCP %		NP %		BPA %	
	左	右	左	右	左	右	左	右	左	右
アマゾン フロッグピット	12	-	28	-	14	-	56	-	17	-
ウィローモス	37	62	67	69	20	11	98	99	53	73
クレソン	53	60	54	52	14	17	75	87	52	43

表 2 連続実験における C1 除去率

植物	DP %		4tP %		PCP %		NP %		BPA %	
	左	右	左	右	左	右	左	右	左	右
ウィローモス	13	46	36	60	8.4	31	-	-	30	57
クレソン	34	52	24	42	5.8	15	-	-	19	39

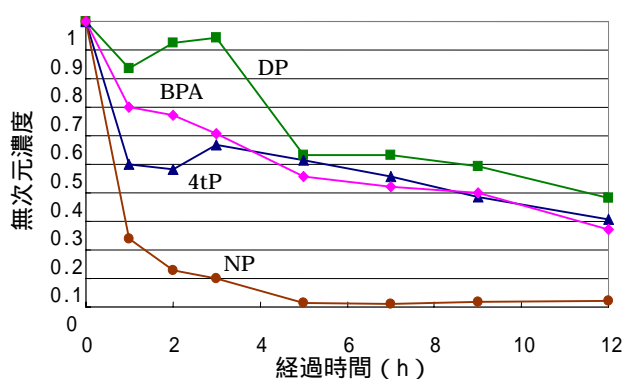


図 2 ウィローモスによる環境ホルモン

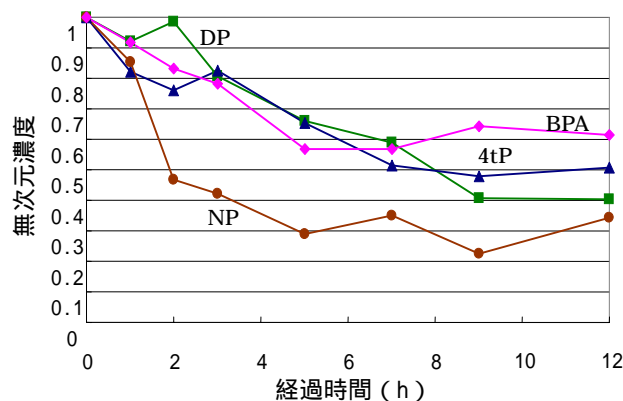


図 3 クレソンによる環境ホルモン除去

### 謝辞

本研究の一部は, 平成 16 年度国交省建設技術研究開発助成制度の補助により行った.

### 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), pp1-47, U.S.EPA.