

第Ⅶ部門

水生植物における微量有機汚染物質の濃縮特性に関する研究

～大和川流域に群生するヨシの場合～

近畿大学理工学部 学生員 柴田 達郎
近畿大学 正会員 嶋津 治希

1. はじめに

近年、環境省の調査等により、有機汚染物質による水質汚染の実態が明らかにされている。また、魚類や貝類などの水生動物における調査も行われ、結果、水質より極めて高い濃度で濃縮していることが確認されている。しかし、これらの汚染実態が明らかにされる一方で、水生植物における汚染実態はほとんど明らかにされていない。そこで、本研究では、当研究室の研究成果によって有機汚染物質による水質汚染が明らかとなっている大和川流域において、水生植物について調査し、汚染実態並びに濃縮特性を明らかにする。

2. ヨシ

ヨシ(図-1)はイネ科ヨシ属に分類される多年生草本で、国土の全域に分布している植物である。生育場所は、水深1m前後の水辺であり、湖沼や河原、湿地など様々な水辺に生育している。また、ヨシは水中のリンや窒素を吸収し、水を浄化する機能を持つことが知られており、人間社会や自然環境において、重要な役割を担っている植物である。本研究では、大和川中流部に位置する奈良県王寺町昭和橋付近においてサンプリングを行った。以下に、それらのデータを示す。



図-1 ヨシの写真

表-1 サンプルデータ

| | 草丈 | 茎丈 | 穂の高さ | 乾燥重量 | 含水率 |
|---|-----|-----|------|------|-----|
| ① | 122 | 122 | — | 6.7 | 65% |
| ② | 140 | 115 | 25.0 | 9.4 | 55% |
| ③ | 160 | 160 | — | 14.1 | 66% |
| ④ | 203 | 173 | 30.0 | 24.9 | 46% |
| ⑤ | 213 | 213 | — | 49.0 | 57% |
| ⑥ | 235 | 196 | 39.2 | 41.5 | 39% |
| ⑦ | 255 | 214 | 41.0 | 52.3 | 43% |

単位は重量がg、長さがcm

3. 対象物質

本研究では、有機リン酸トリエステル (OPEs) (8物質)、多環芳香族炭化水素 (PAHs) (6物質) の計14物質を対象とした。表-2にそれらを示す。

表-2 対象物質

| 分類 | 物質名 |
|---------------|---------------------------------|
| OPEs (8種類) | リン酸トリブチル (TBP) |
| | リン酸トリス(2-ブトキシエチル) (TBXP) |
| | リン酸トリス(2-クロロエチル) (TCEP) |
| | リン酸トリ-m-クレジル (m-TCP) |
| | リン酸トリス(1,3-ジクロロ-2-プロピル) (TDCPP) |
| | リン酸トリス(2-エチルヘキシル) (TEHP) |
| | リン酸トリエチル (TEP) |
| | リン酸トリフェニル (TPP) |
| PAHs (6種類) | アントラセン (An) |
| | ベンゾ[a]ピレン (B[a]P) |
| | ベンゾ[b]フルオランテン (B[b]F) |
| | ベンゾ[k]フルオランテン (B[k]F) |
| | ベンゾ[ghi]ペリレン (B[ghi]P) |
| | フルオランテン (FL) |

4. 実験方法

各検体を部位別に分け、ミルで粉末状にする。粉碎した検体は、自然乾燥させた後、1g量り取って円筒濾紙に移し、マイティバイアルの中に入れる。その後、ジクロロメタンを80ml注ぎ、超音波抽出にかける。そして、抽出した試料をロータリーエバポレーターと窒素パージによって0.5mlまで濃縮し、ヘキサンを加えて、2mlに調製した後、GC/MSを用いて分析した。

5. 実験結果及び考察

(1) ヨシにおける有機汚染物質の検出状況

分析の結果、7検体から7種類の物質が検出された。図-2は検出された7物質について、濃度範囲を示したものであるが、これを見ればTEPやAnにばらつきがあるものの、多くの物質が1オーダー以内に収まっていることが分かる。この結果から、ヨシは同じ環境下で生育している場合、一定の濃度で有機汚染物質を蓄積していくと考えられる。また、今回検出された物質の多くはOPEsであったが、これはPAHsがOPEsと違って水に溶けにくく、主に浮遊粒子状物質(SPM)に吸着する形で存在しているためヨシの体内に運ばれず、このような結果になったと推測される。

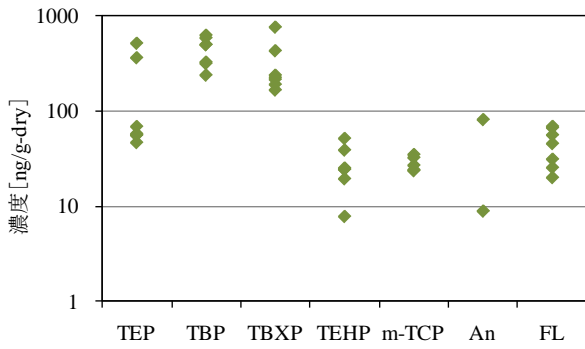


図-2 検出された物質の濃度範囲

(2) 部位別濃度

穂を有する4検体の各部位別におけるTBXPの濃度について、図-3に示す。穂が最も高く、次いで葉が高かった。この結果から、茎は輸送機関であると考えられ、有機汚染物質は茎を経由して栄養塩とともに葉や穂へ運ばれ濃縮していくものと考えられる。

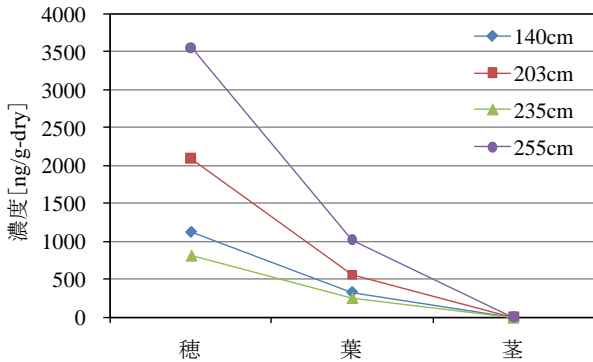


図-3 TBXPの部位別濃度

(3) 生長と濃縮量の関係

細川ら²⁾は、ヨシの乾重量の常用対数値が草丈に比例すると報告している。そこで、TBXPの総濃縮量の常用対数値と草丈との関係を求め、図-4に示した。これにより、濃縮量は草丈の増加と指数関係にあり、乾重量の増加と比例関係にあることがわかった。また、この結果から、ヨシは取り込んだ有機汚染物質を生長によって希釈・分解せずそのまま濃縮していくと考えられる。

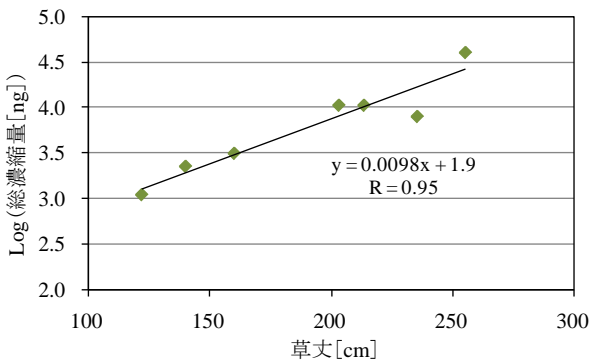


図-4 草丈とLog(TBXP総濃縮量[ng])の関係

(4) 各物質の物性と濃縮特性の関係

濃縮特性を各物質の物性から検証するにあたり、本研究ではオクタノール/水分配係数(LogK_{ow})を用いた。LogK_{ow}とは、物質の疎水性を表す指標であり、生物濃縮係数と高い相関を示すとされている。そこで、縦軸にヨシの濃度(C_b[ng/kg-dry])と大和川河川水の実測濃度(C_w[ng/l])から求めた生物濃縮係数(C_b/C_w[l/kg-dry])を、横軸にLogK_{ow}をとって関係を見た。それを図-5に示す。結果、プロットが右上がりを示したことから、ヨシにおいて、有機汚染物質は疎水性に従って濃縮しているということが明らかとなった。また、図-5において環境省モニタリング調査結果における魚類と水質のデータから得られた式を実線で、±1オーダーである式をそれぞれ破線で示した。その結果、TEP以外の物質が1オーダー以内に収まった。

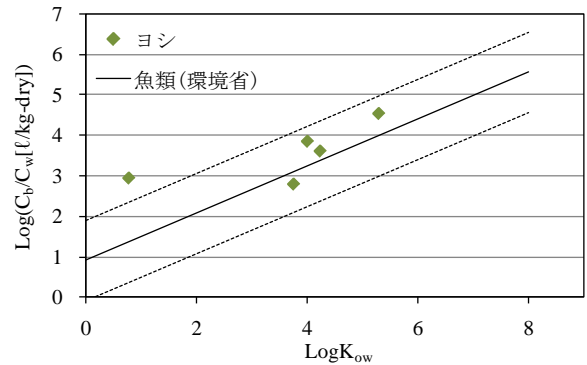


図-5 Log(C_b/C_w)とLogK_{ow}の関係

6. まとめ

本研究により、ヨシには有機汚染物質(特にOPEs)が濃縮しており、穂、葉への濃縮率が高いことが明らかとなった。また、ヨシにおいて有機汚染物質は生長希釈せず生長に伴って濃縮量が増加する傾向にあるということも明らかとなり、濃縮している物質は他の生物同様、ヨシにおいても疎水性に従って濃縮していくということが明らかとなった。

参考文献

- 1) 淡海環境保全財団：琵琶湖のヨシ再生に向けた植栽条件に係る調査研究報告書，日本財団図書館 (<http://nippon.zaidan.info/index.html>)
- 2) 細川恭史，三好英一：枯れヨシからの栄養塩再溶出速度の測定 環境システム研究, Vol.19, 106-111, 1991
- 3) 環境省：平成20年度版 化学物質と環境 (<http://www.env.go.jp/chemi/kurohon/2008/index.html>)