

近畿大学理工学部
近畿大学理工学部

学生員 ○堀江 友宏
正会員 嶋津 治希

1. はじめに

水生植物における有機汚染物質の生物濃縮に関する研究が柴田ら¹⁾によってなされており、部位別濃度では穂に蓄積しやすい、草丈と総濃縮量の関係が比例関係にある、生物濃縮率とlogKowは比例関係にあるということが明らかになっている。しかしまだ検体数が少ない事や草丈が 1.22~2.55mまでと範囲が狭い事などが課題として挙げられている。本研究では検体数を増やし、草丈の範囲を広げて採取し、部位別の濃度比較、草丈と濃縮量の関係を考察すると共に、土壌からの影響を推定するためにヨシと水の分配係数およびヨシと土壌の分配係数とKowの関係についても調査することとする。

2. 調査方法

2-1 サンプルング

採取検体と検体数を表-1に示す。ヨシおよび水、土壌の採取は大和川中流域(奈良県王寺町明治橋付近)にて採取した。採取したヨシの草丈は 2.00~4.75m で、重量は 75~604g である。8/29 に採取したヨシは成長途中の為、穂がついていなかった。9/30 は悪天候のため地下茎の採取が困難となり、地下茎を採取できなかった。

表-1 採取検体と検体数

	ヨシ(検体)	水(検体)	土(検体)
8/29	4	1	1
9/30	4	1	
10/14	4	1	1
12/3	3	1	

※採取日は4回とも2011年

2-2 分析方法

ヨシの採取は地上茎の最下部を切断して採取した。地下茎は地上茎の採取後、スコップで穴を掘り、採取可能な部分を切断して採取した。ヨシは採取後、全長、全重量、茎長、葉の長さ、最大の葉の長さと幅、最小の葉の長さと幅、茎径、地下茎の長さ、地下茎の幅、地下茎の重量を現地で測定した。採取したヨシは持ち帰った後、乾燥させた。乾燥後、穂、葉、茎の上部、茎の中部、茎の下部、地下茎に分けて(茎は3等分に分けた)ミキサーで粉砕した。粉砕したヨシを円筒濾紙に入れ、1g量り取る。円筒濾紙をマイティバイアルに入れ、円筒濾紙にジクロロメタン 40 ml を入れる。超音波抽出機で15分間、抽出する。試料を丸底フラスコに移し、ロータリーエバポレーターで濃縮する。試料を白硬注射筒に取り付けたシリンジフィルターを通し、SPC 受け器に移す。窒素パージで乾固寸前まで試料を濃縮する。試料にヘキサンを入れて2mlにする。その後GC/MSに試料を打ち込み分析する。

4. 実験結果

ヨシの各部位における検出濃度の中央値を表-2に示す。穂の濃度の中央値で一番高かったのは TDCPP で 927ng/g、低いのは B[a]A で 7.12ng/g、葉では TBXP が 378ng/g で一番高く、B[k]F が 5.90ng/g で一番低かった。茎の上部では TBP が 264ng/g で一番高く、PY が 5.38ng/g で一番低かった。茎の中部では TDCPP が 202ng/g で一番高く、An が 4.44ng/g で一番低かった。茎の下部では TDCPP が 349ng/g で一番高く、An が 5.12ng/g で一

表-2 ヨシの各部位における検出濃度の中央値と検出頻度

対象有機汚染物質	略記号	穂 N=8		葉 N=13		茎上 N=11		茎中 N=13		茎下 N=12		根 N=11	
		濃度	検出率	濃度	検出率	濃度	検出率	濃度	検出率	濃度	検出率	濃度	検出率
リン酸トリエチル	TEP	30.2	100	49.4	92.3	17.6	90.9	14.9	92.3	16.3	100	25.3	100
リン酸トリエチルヘキシル	TEHP	91.0	25	62.6	46.2	50.4	54.5	52.7	61.5	63.3	66.7	66.3	63.6
リン酸トリス(2-クロロエチル)	TCEP	93.6	87.5	40.6	61.5	21.7	45.5	33.3	38.5	41.9	58.3	32.9	45.5
リン酸トリス(1,2ジクロロ-3-プロピル)	TDCPP	927	50	207	23.1	190	27.3	202	46.2	349	33.3	390	36.4
リン酸トリフェニル	TPP	207	25	38.0	7.69	19.2	9.09	63.5	15.4	55.8	16.7	76.3	18.2
リン酸トリブチル	TBP	456	100	378	100	264	100	169	92.3	217	100	219	100
リン酸トリブキシエチル	TBXP	731	12.5	N.D.	0	N.D.	0	N.D.	0	N.D.	0	N.D.	0
アントラセン	An	13.5	12.5	N.D.	0	14.5	18.1	4.44	15.4	5.12	25	N.D.	0
ジベンゾ[ah]アントラセン	DB[ah]A	N.D.	0	N.D.	0	N.D.	0	55.4	7.69	N.D.	0	N.D.	0
ピレン	PY	32.4	62.5	9.53	46.2	5.38	36.4	11.1	15.4	9.13	16.7	6.28	45.5
フルオランテン	FL	41.0	100	18.2	92.3	7.74	90.9	7.04	69.2	9.28	91.7	9.85	90.9
ベンゾ[a]アントラセン	B[a]A	7.12	12.5	9.52	61.5	11.7	9.09	6.71	15.4	29.2	8.33	53.2	18.2
ベンゾ[a]ピレン	B[a]P	21.6	12.5	N.D.	0	N.D.	0	N.D.	0	N.D.	0	N.D.	0
ベンゾ[b]フルオランテン	B[b]F	62.4	37.5	12.9	15.4	27.5	0	22.1	15.4	17.0	33.3	27.7	27.3
ベンゾ[ghi]ペリレン	B[ghi]P	N.D.	0	N.D.	0	N.D.	0	N.D.	0	N.D.	0	N.D.	0
ベンゾ[k]フルオランテン	B[k]F	24.8	62.5	5.90	7.69	N.D.	18.1	N.D.	0	9.21	8.33	23.9	9.09

※1 N.D.は検出不可

※2 検出率(%)は検出検体数を測定検体数で除して算出している

番低かった。根では TDCPP が 390ng/g で一番高く、PY が 6.28ng/g で一番低かった。本研究では検出頻度の高かった TEP、TBP、TCEP、TEHP、TDCPP、FL、PL を中心にして考察を行っていくこととする。ヨシにおける TBP の部位別濃度を図-1 に示す。TBP は穂の濃度が一番高く、穂に濃縮していることが分かる。TBP は根から吸収されて穂に吸着されると考えられる。TCEP、TEHP、TDCPP、FL、PY も同様の傾向がみられた。また TEP の部位別濃度はほぼ一定だった。TEP は溶解度が 12000mg/L と他の物質に比べ非常に高く、水にかなり溶けやすい。そのため TEP は各部位に含まれる有機物に吸着されにくい可能性がある。

図-2 に TBP の総濃縮量の中央値と草丈の関係を示す。本研究の結果と柴田らの研究の結果¹⁾を同時にプロットしてみたところ、草丈が約 2m まで TBP 総濃縮量が草丈に比例して増加するが、その後、TBP 総濃縮量は平行となり、ほぼ横ばいで推移していく。ヨシは草丈が約 2m まで TBP を体内に取り込みながら成長していくが、それ以降は成長を続けても TBP がヨシ体内の有機物に吸着されにくくなる可能性がある。TEP、FL でも同様の傾向が見られた。

次にヨシと水の分配係数(ヨシ中濃度[ng/kg]/水中濃度[ng/L])と Kow の関係を図-3 に示す。このグラフから Kow が大きくなるにつれて、ヨシと水の分配係数は増加し、高い相関関係が得られた。このことからヨシは疎水性の高い有機物質ほど濃縮しやすい。

また、ヨシと土壌の分配係数(ヨシ中濃度[ng]/土中濃度[ng/g])と Kow の関係を図-4 に示す。Kow が大きくなるにつれて、ヨシと土壌の分配係数は減少する。両者の間には高い相関関係が得られた。

5. まとめ

(1)部位別の濃度の比較により TBP、TCEP、TEHP、TDCPP、FL、PY は根から吸収され、穂に吸着しやすいと考えられる。また TEP の部位別濃度はほぼ一定で、各部位に含まれる有機物に吸着されにくい可能性がある。(2)総濃縮量と草丈の関係より TBP においてヨシは草丈が約 2m まで TBP を体内に取り込みながら成長していくが、それ以降は成長を続けても TBP がヨシ体内の有機物に吸着されにくくなる可能性がある。TEP、FL も同様の傾向が見られた。(3)ヨシと水の分配係数と Kow の関係よりヨシは疎水性の高い化学物質ほど濃縮しやすいと考えられる。(4)ヨシと土壌の分配係数と Kow の関係より、親水性の高い物質ほどヨシと土壌の分配係数は大きくなる。

<参考文献>

1)柴田達郎 嶋津治希：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～, H22 年度土木学会関西支部年次学術講演会講演概要集 (2010)

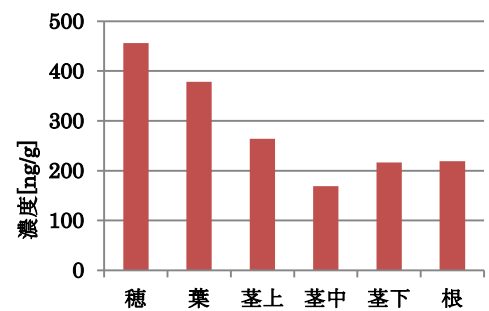


図-1 TBPの部位別濃度

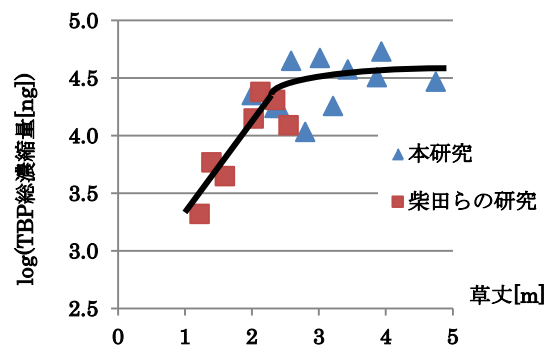


図-2 TBP の総濃縮量の中央値と草丈の関係

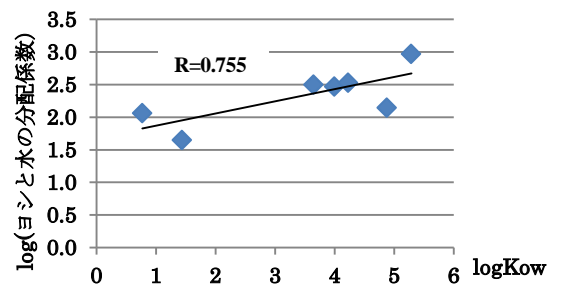


図-3 ヨシと水の分配係数と Kow の関係

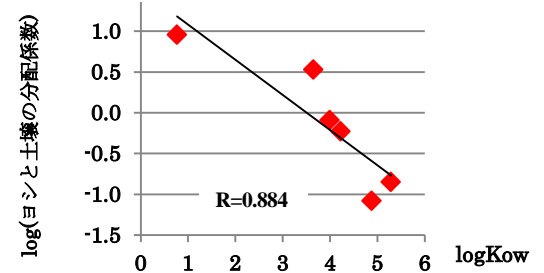


図-4 ヨシと土壌の分配係数と Kow の関係