

Summary

Entrance Year : 2017

United Graduate School of Agricultural Sciences

Course :

Name : 河野久美子

| | |
|--------------|--------------------------------|
| Title | 海域環境底質中有機スズ化合物の食物網を通じた蓄積に関する研究 |
|--------------|--------------------------------|

Key word (有機スズ化合物) (生物濃縮) (底質汚染)

<序論>

有機スズ化合物 (OTs) は有効な防汚物質として世界的に使用されてきたが、標的生物以外の水生生物に対する蓄積性や生態毒性が明らかとなり、国際海事機関 (IMO) が招集した外交会議において採択された条約「船舶の有害な防汚方式の規制に関する国際条約 (AFS 条約)」により、2008 年、船舶への使用が世界的に規制されることとなった物質である。

懸濁物質に吸着・沈降し、底質に堆積した OTs は長期にわたって残留することから、これらの水中への再溶出・再懸濁や底生生物への移行による二次汚染が懸念される。よって、世界的な規制後、沿岸域における OTs 汚染からの回復状況を監視することが重要である。

<第1章> イガイ類による OTs の蓄積

ごく沿岸域における有害物質汚染のモニタリング手法として成果をあげているマッセルウォッチの主要な対象生物であるムラサキイガイの大きさ、生息深度および季節による体内 OTs 濃度の変動について調べた。その結果、殻長 25–65mm のムラサキイガイでは、生息深度および季節による体内 OTs 濃度の変動は認められなかった (図 1)。すなわち、殻長 25–65mm のムラサキイガイであれば、季節に関わりなく、潮間帯のいずれの生息深度からでも採集して、OTs 汚染のモニタリング生物として使用できることが示唆された。

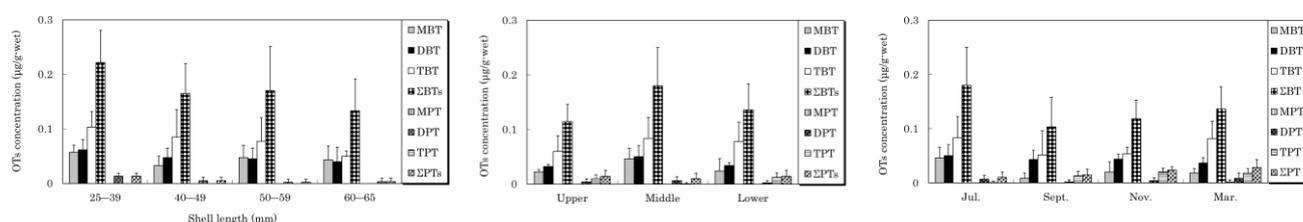


図 1. ムラサキイガイ中 OTs 濃度の大きさ (左)、生息深度 (中央) および季節 (右) による変動

アジア海域におけるマッセルウォッチで用いられてきたムラサキイガイとミドリイガイのブチルスズ化合物 (BTs) 蓄積における差異を明らかにするため、両種を用いた移植実験を行った。その結果、両種の総 BTs (Σ BTs) 濃度に有意な差は認められず、これらイガイの Σ BTs 濃度は移植地点の海水中トリブチルスズ (TBT) 濃度を反映していた (図 2)。すなわち、アジア海域における TBT 汚染からの回復状況を調べるために、両種を組み合わせた広域モニタリングが可能であることが示唆された。

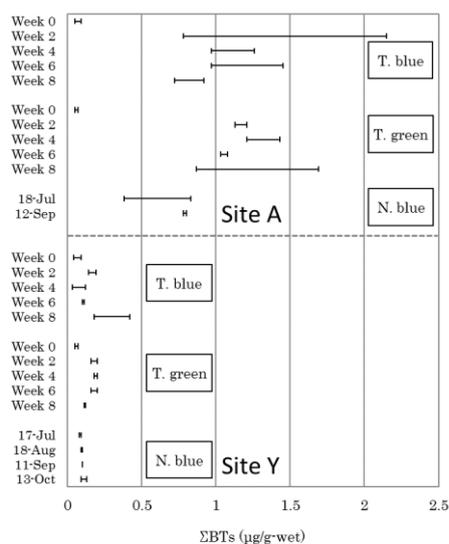


図2. 高度汚染地点 (A) および低度汚染地点 (Y) に移植したムラサキイガイ (T. blue)、ミドリイガイ (T. green) および自生ムラサキイガイ (N. blue) 中 Σ BTs 濃度

我が国では、「化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律（化審法）」に基づき、1990年より OTs に対する行政上の規制が強化されてきた。本移植実験は化審法による規制の7年後に実施されており、A 地点に移植したムラサキイガイとミドリイガイの蓄積した BTs は過去に使用され、底質に堆積した BTs の再溶出・再懸濁によるものと推察され、イガイ類のモニタリング生物としての有用性がさらに裏付けられた。

<第2章 日本海底層の食物網における OTs の蓄積>

日本海の大和堆において底びき網で採集した魚介類の胃内容物調査により、大和堆底層の食物連鎖構造（図3）を推定し、食物連鎖の栄養段階と OTs 濃度の関係を調べた。その結果、TBT 濃度は各栄養段階における種差が大きく、食物連鎖の栄養段階に関連した濃度変化が明確でなかったが、TPT 濃度は、底質から底生生物、エビ類を經由して底生魚に至る食物連鎖の栄養段階の上昇に伴って次第に濃度が高くなる傾向が認められた（図4）。

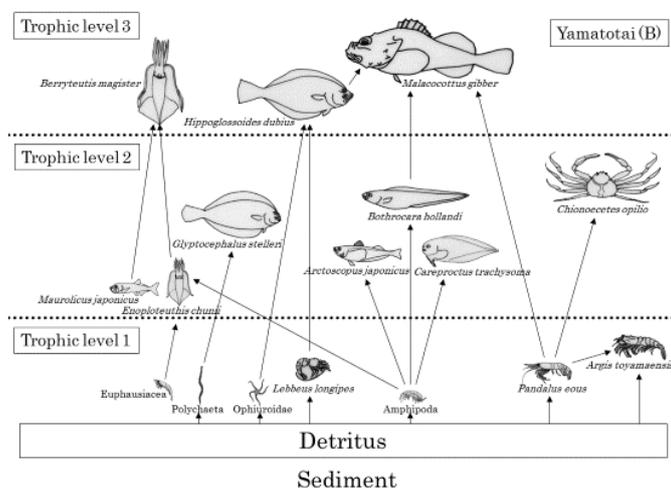


図3. 大和堆底層の食物連鎖構造

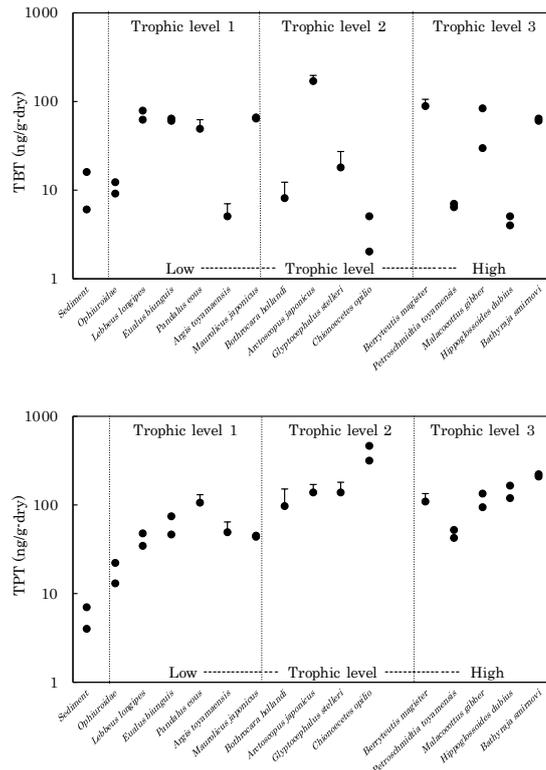


図4. 魚介類の栄養段階と TBT (上) および TPT (下) 濃度の関係

すなわち、底質に堆積した OTs は底生生物を通して底生魚へ移行・蓄積し、トリフェニルスズ (TPT) は TBT に比べて生物濃縮される可能性が高いことが示唆された。

また、底泥中の TPT に対する生物体内の濃度比はエビ類で大きく (図5)、底層の食物網を通した TPT の底生魚への蓄積において底質から底生生物への移行が重要であることが示唆された。

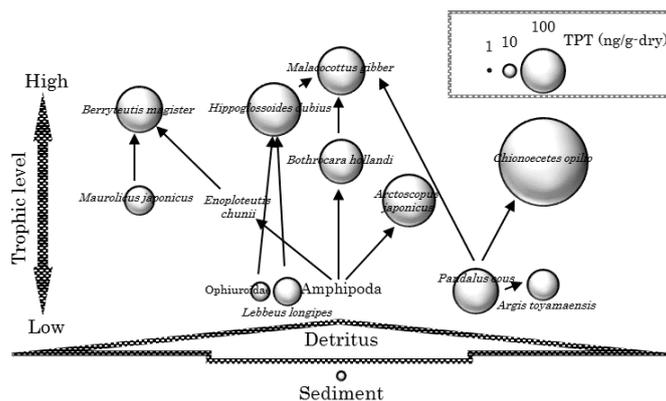


図5. 大和堆底層の食物網を通した TPT の濃縮過程

<第3章> 底生生物および底生魚を用いた OTs の蓄積試験

底生生物として表在性堆積物食者であるイソゴカイ、底生魚として主に多毛類を捕食するマコガレイを選定し、底質中 OTs のイソゴカイへの移行および底質からイソゴカイによ

って蓄積された OTs のマコガレイへの移行を蓄積試験により検討した。

その結果、イソゴカイにおいて TPT は TBT より排泄され難いため、TBT より蓄積されやすいことが示唆された。一方、マコガレイにおいて TBT は TPT より排泄され難いため、TPT より蓄積されやすいが、TBT と TPT の蓄積における差異はイソゴカイに比べて小さいことが示唆された。また、TPT において底質から底生生物への蓄積は、底生生物から底生魚への蓄積に比べて大きく、その重要性が示唆された。

<第4章> 底質中有害物質の食物網を通じた蓄積特性の比較

残留性有機汚染物質 (POPs) について、底質中ダイオキシン類のイソゴカイへの移行および飼料中ポリ塩化ビフェニル (PCBs) のマダイへの移行を蓄積試験により調べ、得られた生物濃縮に係るパラメータを OTs と比較した。

その結果、イソゴカイにおける TBT の生物底質濃縮係数 (BSAF) はダイオキシンおよびジベンゾフラン (PCDD/Fs) の BSAFs (図 6) の範囲であったが、TPT の BSAF は PCDD/Fs に比べて大きく、底質中の TPT は PCDD/Fs に比べてイソゴカイへ蓄積されやすいことが示唆された。TPT の排泄速度定数 (k_2) は PCDD/Fs に比べて小さかったことから、TPT が PCDD/Fs に比べてイソゴカイに蓄積されやすいのは、PCDD/Fs に比べて排泄され難いためであることが示唆された。

また、マダイにおいて飼料中の TBT は PCBs に比べて蓄積され難かったが、3章の結果と比較したところ、マコガレイにおいて餌中の TBT はマダイに比べて取り込まれやすく排泄され難いことから、マダイにおける PCBs と同様に餌中濃度以上に濃縮される可能性が示唆された。すなわち、OTs は汚染土壌の適切な浄化が義務付けられている POPs と同程度の蓄積性を有することが示唆された。

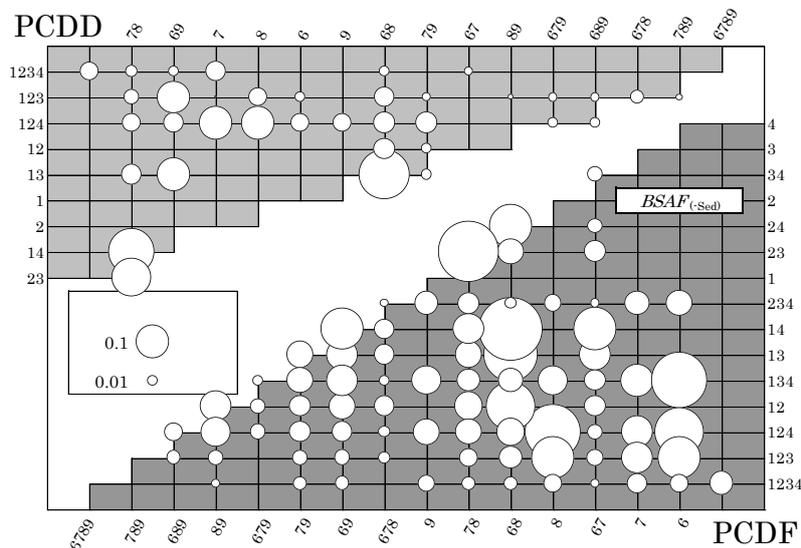


図 6. 蓄積試験により得られた PCDD/Fs の BSAFs

<結論>

本研究の結果は、底質に堆積した OTs の水中への再溶出・再懸濁や底層の食物網を通じた再汚染を示唆し、2008 年の IMO による世界的な規制に伴い、規制が開始された国々において、OTs に対する底質に着目した汚染対策の必要性を示唆するものであった。