有機スズ化合物の堆積物からの拡散に関する研究

益永・中井＆松田研究室　　石渡恭之

1. 緒言

港湾堆積物に蓄積している TBT（tributyltin compounds）の水中回帰に関する既往の研究には，人工汚染土による実験[1)]などがあるが，現地汚染土を用いた実環境に近い条件での海水中の挙動に関する知見は少ない．本研究では，現地堆積物を用いた巻き上げ溶出実験，分解実験及び脱着実験を行ない，汚染底泥の巻き上げが生じた後の海水中での TBT の挙動について考察した．また，同時に TBT の分解生成物である DBT（dibutyltin compounds）および MBT（monobutyltin compounds）についても分析，考察した．

2. 実験および分析方法

巻き上げ溶出実験：用いた堆積物は，2005 年 9 月 28 日に名古屋港（N 35°04'38" E 136°52'45"）でアクリルコア（φ10cm，L=1m）にて未撹乱で採取（泥厚約 40cm）した．堆積物上の直上水を未汚染の人工海水に置き換え，水温 18℃，暗条件で 3 種（表 1）の実験を行なった．堆積物上約 5cmに設置したフッ素樹脂製のプロペラで 3 段階で撹拌（撹拌速度：低速 40rpm，中速 60rpm，高速 90rpm）した．コアは各速度 2 本と撹拌なし 1 本の計 7 本とした．撹拌直前の 0 時間と，撹拌後の任意の時間に直上水を採取した．

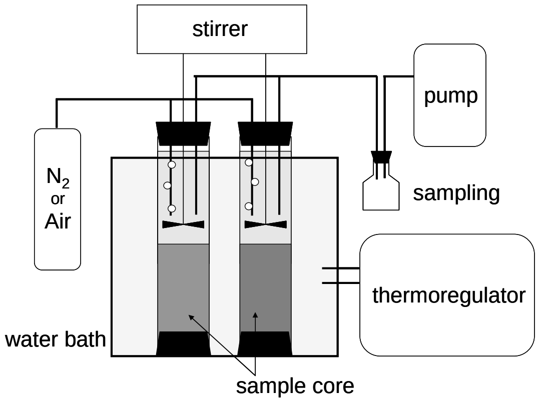

図 1　巻き上げ溶出実験の装置

表 1　巻き上げ溶出実験の条件

	実験No.1	実験No.2	実験No.3
溶存酸素	嫌気的（窒素曝気）	嫌気的（窒素曝気）	好気的（空気曝気）
初期条件	人工海水注入後撹拌開始前に80h静置した	人工海水注入後直ちに撹拌を開始した	

脱着実験：巻き上げ溶出実験後のコア堆積物の表層（0-5cm）および深層（35-40cm）を使用し，堆積物と未汚染の人工海水を 500mL保存ビンに入れ，マグネチックスターラーで撹拌した．任意時間の撹拌後，遠心分離にて人工海水および堆積物を分離した．なお，堆積物表層及び深層の粒子態TBT濃度は約 25，および 60ng-Sn/g-dryであった．

分解実験：同堆積物（10-20cm, TOC=約 30mg/g-dry）を用い約 140 日間，温度 5℃，15℃，25℃にて静置し前後の濃度変化から分解速度を求めた．

いずれの実験とも水試料は Whatman GF/F にてろ過し，エチル化後ヘキサンに抽出，堆積物試料はエチル化後トルエンに抽出し，GC-ICP-MS で TBT，DBT および MBT を定量した．

3. 結果と考察

分解実験の結果より，5℃，15℃，25℃における堆積物中におけるTBTの分解速度はそれぞれ 0.0040，0.0046，0.0028day^{-1}と求められ，半減期はそれぞれ，174，151，248 日と求められた．巻き上げ溶出実験および脱着実験中における粒子態TBT濃度の分解は無視できる程

度であると考えられた．

脱着実験における溶存態TBT濃度Cwおよび粒子態TBT濃度qとの比（分配比：q/Cw）の時間変化を図 2 に示す．qを一定として分配比の変化より懸濁粒子からの脱着割合を算定すると，24h 後に脱着したもののうち 68～88%が 30 分以内に脱着が終了していた．また分配比は粒子含有TOCに依存し，本実験のSS範囲では，SSには依存しなかった．

巻き上げ溶出実験における溶存態TBT濃度の時間変化を図 3 に示す．高速撹拌したコアのみ，堆積物粒子の巻き上げが見られたが，高速撹拌したコアでは溶存態TBT濃度が増加した．この濃度増加は堆積物からの溶出および巻き上げられた懸濁粒子からの脱着の影響である．巻き上げ溶出実験における海水中の分配比（q/Cw）は脱着実験より大きかった．この理由として，採泥時に存在していたバクテリアマットなど比較的未汚染の吸着媒が巻き上がり，溶存態TBTを吸着した可能性が考えられた．

巻き上げ溶出実験における海水中の溶存態 TBT 濃度変化を説明するために，堆積物からの溶出（E），巻き上げに伴う間隙水の放出（R），巻き上げ粒子からの脱着（D），水中での分解（Deg），吸着媒への吸着（A）の物質収支を解析した．E は境膜抵抗モデル，R は間隙水中 TBT 濃度，含水比及び巻き上げ粒子量SS，Deg は分解速度 $4.0\times10^{-7}\,sec^{-1}$[1] から計算した．D は脱着実験と同様の時間経過時における脱着割合分と仮定し，上記の挙動と実測濃度の残差を吸着量 A とした．その計算例である図 4 からは，巻き上げ粒子からの脱着及び吸着媒への吸着が，溶存態 TBT 濃度の上昇や減少に寄与していることが見て取れる．巻き上げ粒子からの脱着を考慮し，吸着媒への吸着を仮定した本研究の枠組みは，海水中の溶存態 TBT 濃度変化の推定に有用であると考えられる．今後は吸着に関する研究が望まれる．

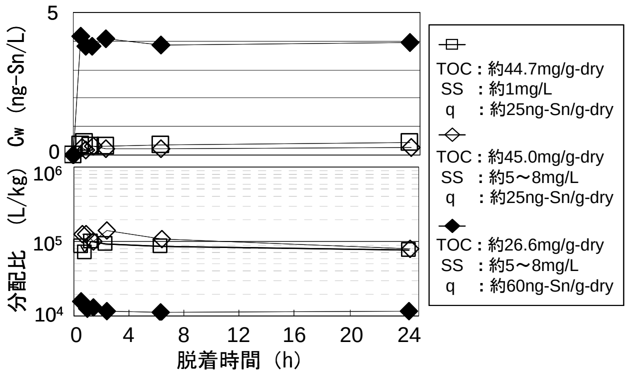

図2 脱着実験におけるCw(上)及び分配比(下)の時間変化

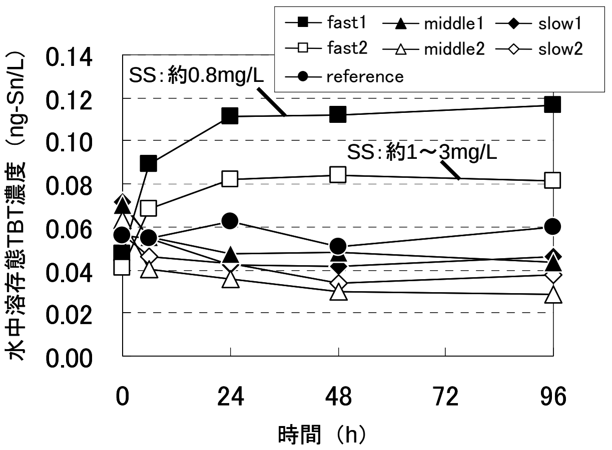

図3 巻き上げ溶出実験における水中溶存態TBT濃度の時間変化

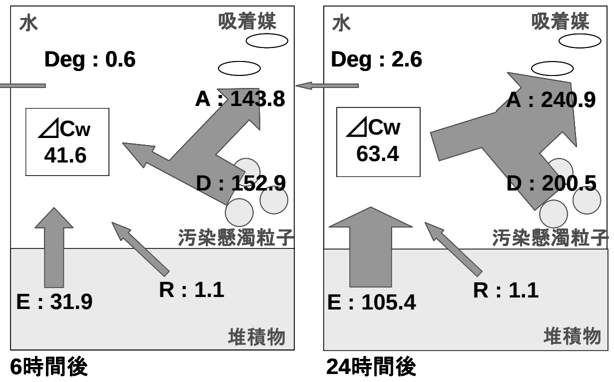

図4 巻き上げ溶出実験における物質収支（各回帰ルートが水中溶存態TBT濃度の変化に与えた影響， SS＝約0.8 mg/L，単位はpg-Sn/L）

参考文献

1）渡辺信久，酒井伸一，高月紘：水環境学会誌，15，672-682（1992）.