

~ 7 章 ~

結論

ここでは3~6章の結論を抜粋して本研究を総括する。

3章：鉛直1次元モデル

モデルは4つの過程（混合過程，再懸濁過程，河川流域による貯留過程，物質の壊変や分解）を考慮し，堆積物表層での混合を考慮した堆積速度を設定した。堆積物中の鉛直分布を再現する上で，特に混合層と再懸濁層はそれぞれ重要な役割を果たしていた。

4章：吸着実験

吸着に影響するパラメータを変えた吸着実験を行った結果，TBTの吸着に最も支配的なパラメータは有機物量であり，有機物種の構成を反映しているC/N比により吸着能が異なることを指摘した。またTOCが大きな堆積物の場合やDBTが共存する場合の分配係数 K_d は，Meadorの式より大きくなることを指摘した。さらに， K_d に対する塩分やpHの影響は有機物が少ない堆積物では顕著であったが，有機物が豊富な堆積物では効果が僅かであった。

5章：現地調査

名古屋港内の調査において，堆積物粒子中のTBT含有濃度は港口から港奥にかけて増加していた。また分配係数 K_d は場所ごとに異なり，TOC含有量と非常に良い相関があり関係式を示した。さらに K_d は粒子のC/N比により異なったため，粒子含有の有機物の成分構成に依存している可能性を指摘した。

堆積物からのTBTの溶出フラックスは， K_d の値が小さな場所ほど大きくなった。また現在においても，名古屋港全域において堆積物から1日あたり約2~13g-SnのTBTが水域に溶出していることが示された。

さらに港内でのTBT, DBT, MBTのフラックスを算定した結果，海水中の溶存態TBT濃度は，ほぼ全量が堆積物粒子中のTBT含有濃度由来であることが示された。また堆積物表層での粒子中のTBT含有濃度の低下は，間隙水中濃度への脱着より分解の影響が大きかった。DBTは堆積物以外の供給源があると考えられ，そのため海水中の溶存態濃度が高くなり，海水から堆積物に向けたフラックスとなることを指摘した。

6章：溶出モデル

溶出モデルおよび名古屋港奥部におけるTBTの調査結果を用いて，堆積物内の濃度の将来予測の推算を行い，覆砂を設置する効果について検証した。計算の結果，覆砂なしの場合（現況）では，堆積物表層の分解の効果により数年後には海水中のTBT濃度は生態系に影響のないと思われる濃度レベルまで低下することが推測できた。

覆砂材に砂を用いた場合，間隙水中のTBT濃度が覆砂内を拡散により覆砂表層に達する

まで20年以上かかることが推測でき効果があると考えられる。覆砂材に未汚染の現地堆積物を用いた場合は、さらに間隙水の拡散抑制効果が向上するため、海水中への溶出をほぼゼロにすることが可能と考えられる。

総括

本研究は、生態影響が懸念されるトリブチルスズ化合物（TBT化合物）を対象物質として、環境中の挙動について基礎的な研究・考察を行ったものである。

具体的な成果としては、以下のことが挙げられる。

3章において、粒子態 TBT の挙動を再現するためには「再懸濁層（浮泥層）」と「堆積物表層の混合層」を適切に考慮することが重要であることを示した。

4章において、粒子態と溶存態の濃度比は粒子に含有される有機物量に支配的に起因していることを示した。

5章において、名古屋港での調査結果より有機物種別の分配係数 K_d の算定式を、有機物含有量（TOC）をパラメータとして定式化した。

3章から5章の成果を踏まえ6章では溶出モデルを作成した。

3章からは再懸濁層および堆積物表層混合層のパラメータ値を用い、鉛直1次元方程式により各層内の挙動を計算した。4章に述べた TBT の分配係数 K_d が TOC 含有量と強い相関を示していることを受け、5章で提案した K_d と TOC 含有量の関係式を用いて環境中の吸脱着挙動を算定した。また堆積物からの溶出フラックス算定式を同様に用いた。さらに5章において観測した現地の濃度条件や堆積速度や TOC 分布等を初期条件として設定した。さらに6章で間隙水中濃度の拡散計算を加え、以上の全ての挙動を薄い堆積物層厚と短いタイムステップを用い、粒子態と溶存態の挙動および吸脱着反応を並列的にそれぞれの結果を反映させながら計算することにより、TBT 化合物の堆積物内濃度や溶出フラックスの将来予測を行えるスキームを作成した。

実務への応用に関しては、当スキームを利用し「港湾域の環境影響評価」を実施することが期待できる。例えば、TBT に汚染された堆積物（浚渫土など）を人工干潟に有効利用する際の埋立材から海水への溶出量の推定などである。しかし、最終的なアウトプットは溶出した TBT が、または堆積物表層の TBT 濃度が生態系に影響を与えるかが判断基準となり、基準値の策定が必要である。基準値を策定するためには、本研究の“堆積物 - 海水系”の基礎的研究に加え、“海水 - 生物系”さらに“堆積物 - 海水 - 生物系”のバイオアッセイなどの知見と融合させることが必要である。しかし“堆積物 - 海水 - 生物系”での挙動は“堆積物 - 海水系”の挙動と比べ複雑かつより多くの影響因子があるものと考えられる。本研究により“堆積物 - 海水系”の挙動をほぼ推定することが可能となったため、本研究の成果は“堆積物 - 海水 - 生物系”の研究をより効率よく実施・評価するための先駆的な知見となると考えられる。

本研究の課題としては以下の事項が挙げられる。(詳細は 6 章結論参照)

- ・有機物分解が進んだ粒子への分配係数 K_d の定式化が必要である。
- ・吸脱着速度の影響を考慮する必要がある。
- ・分解速度に関する知見をさらに深める必要がある。

以上