

スキャベンジングモデルを用いた東京湾における ダイオキシン類の移行解析に関する研究

日本大学大学院生産工学研究科 学生会員 ○郡 昌平
日本大学大学院総合科学研究科 学生会員 中村倫明
日本大学生産工学部 正会員 落合 実
日本大学大学院総合科学研究科 正会員 和田 明

1.はじめに

ダイオキシン類¹⁾は現在も環境への負荷が続いている有害物質である。このダイオキシン類が人間社会、さらには沿岸地域の生態系に影響を及ぼす可能性があるため、ダイオキシン類の堆積や拡散に関する現況を明らかにし、将来予測を行う必要がある。そこで、本研究では東京湾を対象としたダイオキシン類の堆積分布状況を把握し、スキャベンジングモデル (Clegg-Whitfield モデル) を用いたダイオキシン類の堆積予測モデルの構築を目的とする。

2.ダイオキシン類の概要

ダイオキシン類とは、ごみ燃焼時の他にも製鋼用電気炉やタバコの煙、自動車排気ガス、農薬の製造過程等で非意図的に生成される副生成物である。副生成物としてダイオキシン類が混入していた農薬は既に使用されておらず、現在河川などに流出しているものは過去に使用され土壌に吸着していたものである。また、ダイオキシン類は PCDD、PCDF、Co-PCB をまとめた総称である。ダイオキシン類は塩素の数や付く位置によって形が変わるので、PCDD は 75 種類、PCDF は 135 種類、Co-PCB は 209 種類存在している。その中で毒性があるとされているのはその内 29 種類である。

3.ダイオキシン類の濃度解析

3.1 Clegg-Whitfield モデル²⁾ 概要

本研究では、ダイオキシン類の堆積や拡散に関する現状を明らかにし、将来予測を行うために、スキャベンジングモデルとして Clegg-Whitfield モデルを用いて 3 次元解析を行う。Clegg-Whitfield モデルの一般図を図-1 に示す。

Clegg - Whitfield モデルでは、海水中のダイオキシン類は、水に溶けて存在する溶存態、殆ど沈降しない

有機物小粒子に吸着した小粒子吸着態、その小粒子が凝集した大粒子吸着態の三様態 であると定義している。これらの有機物は表層において植物プランクトンの増殖によって生産、各層において無機化と小粒子・大粒子間の凝集・崩壊を行いながら、大粒子のみが下層へ沈降していく特徴がある。

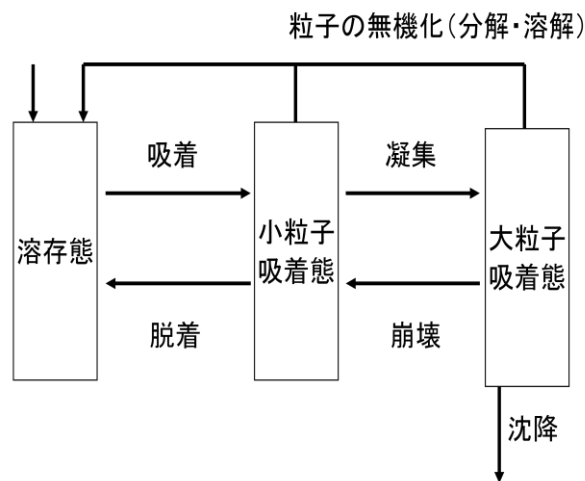


図-1 Clegg-Whitfield モデルの一般図

3.2 計算条件

東京湾全体（それぞれ東西 3.804 km、南北 4.623 km メッシュ）を 1 つのボックスと想定し、鉛直方向は 0 ～5m, 5～15m, 15～25m, 25～40m, 40～62.5m, 62.5～87.5m, 87.5～125m, 125～175m の 8 層とした。東京湾の表層流れ場の解析結果を図-2 に示す。主要な河川が湾の西北部に集中していることによって、湾奥部では、反時計回りの循環流が湾奥部河口からの大量流入により、西岸沿いに南下する流れが卓越している計算は鉛直拡散係数 $1\text{m}^2/\text{s}$ 、沈降速度を 10 ～40m/day に変化させ計算を行った。ここで本モデルの特徴としてスキャベンジングを考慮した大粒子吸着態ダイオキシン類濃度の増加量を次式で表す。

キーワード ダイオキシン類, 東京湾, スキャベンジングモデル, 数値計算

連絡先 〒275-8587 千葉県習志野市泉町 1-2-1 日本大学大学院生産工学研究科 TEL;047-474-2452

$$\frac{\partial C_l}{\partial t} + u \frac{\partial C_l}{\partial x} + v \frac{\partial C_l}{\partial y} + w \frac{\partial C_l}{\partial z} = C_s r_1 - C_l (r_{-1} + \gamma) + K_x \frac{\partial^2 C_l}{\partial x^2} + K_y \frac{\partial^2 C_l}{\partial y^2} + K_z \frac{\partial^2 C_l}{\partial z^2} - S_v \frac{\partial C_l}{\partial z} \quad (1)$$

ここで、 t は時間、 C_s は小粒子ダイオキシン類濃度、 C_l は大粒子ダイオキシン類濃度、 x, y, z は座標軸、 u, v, w は x, y, z 方向の流速成分、 γ は分解速度、 K_x, K_y, K_z は渦動拡散係数、 z は水深、 r_{-1} は崩壊速度、 r_1 は凝集速度、 S_v は沈降速度である。

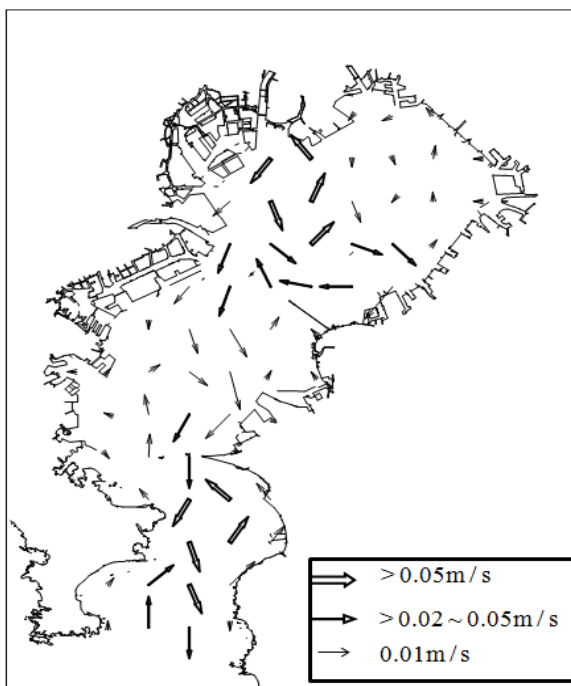


図-2 東京湾流動解析結果（表層）

3.3 濃度解析結果

ダイオキシン類の表層の観測データと10年後のダイオキシン類を解析した結果を図-3に示す。また、解析結果として図-4にダイオキシン類の堆積量の経年変化を示す。

- 1) 水産庁の実測データ³⁾は、全体的に湾口部で濃度が低く、湾奥部で濃度が高い。解析結果でも、同様の傾向が得られた。また、濃度の値もそれぞれの地点で若干の値の差はあるものの、実測データに近い値が得られた。
- 2) 沈降速度を変えた場合、沈降速度が大きいほど堆積量は増加する。

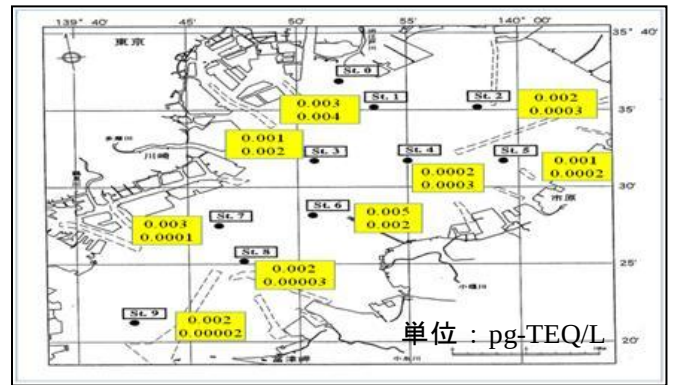


図-3 大粒子ダイオキシン類濃度(表層)(上段:実測データ,下段:解析データ 吸着態沈降速度:40m/day)

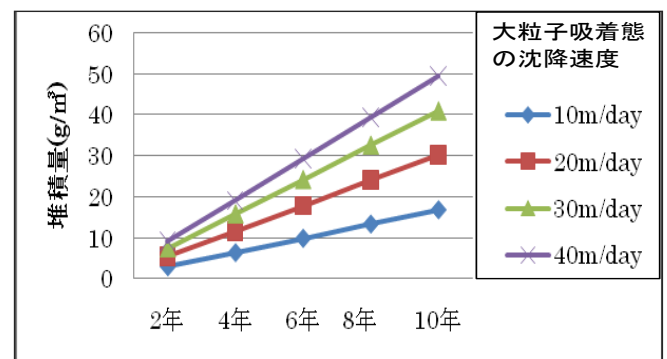


図-4 10年後のダイオキシン類の堆積量の経年変化図

4.まとめ

本研究では Clegg-Whitfield モデルを用いて、ダイオキシン類の濃度と堆積量のデータを収集し比較検討した。本研究から得られた知見を以下にまとめる。

- ・湾奥部から湾口部にかけて数値が減っていく傾向が見られる。東京湾全体が閉鎖的な形状のため外海との海水交換がされにくいことが原因と考えられる。
- ・10年後のダイオキシン類の堆積量の経年変化図から東京湾における今後10年間では、ダイオキシン類の堆積量は増加すると考えられる。
- ・沈降速度が40m/dayの結果が最も水産庁の実測データに近いことから40m/dayが妥当な値と考えられる。以上のことから本解析モデルの有用性が確認された。

参考文献

- 1)環境省：ダイオキシン類[2005年度版]-
- 2)Clegg,S.L/and M/whitfield:A generalized model for the scavenging of trace metals in the open sea, II thorium scavenging,Deep Sea Research,37,No.5,p.806-832(1990)
- 3)ダイオキシン類対策関係省庁：関係省庁共通パンフレット