

東京湾におけるダイオキシン類の移行解析手法に関する基礎的検討

日本大学大学院 学生会員 ○郡 昌平 渡邊 道人
 日本大学 正会員 落合 実

1. はじめに

ダイオキシン類¹⁾は現在も環境への負荷を続けている有害物質である。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。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. ダイオキシン類の濃度解析

2.1 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モデルである。

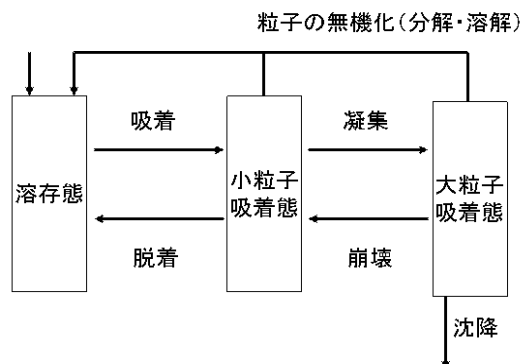


図-1 Clegg-Whitfield モデル図

2.2 計算条件

東京湾全体を東西 3.804 km、南北 4.623 km のメッシュに分割し、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例³⁾を図-2 に示す。この流れ場に対して大粒子吸着態の沈降速度を 10～40m/day に変化させ計算を行う。本研究で用いた海水中的の溶存態ダイオキシン類濃度の増加量を式(1)、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式(2)で表す。

$$\begin{aligned} \frac{\partial C_d}{\partial t} + u \frac{\partial C_d}{\partial x} + v \frac{\partial C_d}{\partial y} + w \frac{\partial C_d}{\partial z} = & C_s k_{-1} - C_d k_1 + (C_i + C_s) \gamma \\ & + K_x \frac{\partial^2 C_d}{\partial x^2} + K_y \frac{\partial^2 C_d}{\partial y^2} + K_z \frac{\partial^2 C_d}{\partial z^2} + R_{cd} \end{aligned} \quad (1)$$

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

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

ここで、 t は時間、 C_d は溶存態ダイオキシン類濃度、 C_s は小粒子ダイオキシン類濃度、 Cl 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、 Kx,Ky,Kz は渦動拡散係数、 k_{-1} は脱着速度、 k_1 は吸着速度、 R_{cd} は溶存態ダイオキシン類の河川負荷量、 r_{-1} は崩壊速度、 r_1 は凝集速度、 S_v は沈降速度である。

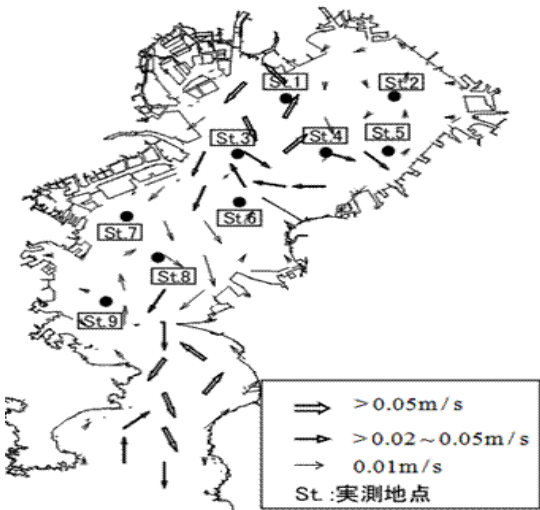


図-2 東京湾流動解析結果（表層）

2.3 濃度解析結果

ダイオキシン類の河川負荷量は小林ら⁴⁾の値を用いて10年間の濃度を計算した。表-1に表層と底質のダイオキシン類濃度の計算結果と2008年の実測結果⁵⁾を示す。表中の実測地点は図-2に示す。そして図-3は、解析結果の一例としてSt.1における10年後までのダイオキシン類の堆積量の経年変化を示す。

実測データと解析結果は、平均的に湾口部で濃度が低く、湾奥部で濃度が高い傾向が認められた。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、沈降速度40m/dayの解析結果が実測データに近い値となった。

3. 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濃度が減っていく傾向が見られる。東京湾の閉鎖性が外海との海水交換を抑制するためと考えられる。

表-1 ダイオキシン類濃度(水質・底質) (国立環境研究所2008年実測データ,解析データ吸着態沈降速度: $S_v=40\text{m/day}$)

地点	水質 (pg-TEQ/L)		底質 (pg-TEQ/g)	
	実測値	計算値	実測値	計算値
St.1	0.087	0.035	33	25.020
St.2	0.075	0.004	12	9.758
St.3	0.076	0.033	33	22.404
St.4	0.13	0.011	35	13.079
St.5	0.063	0.006	100	9.212
St.6	0.076	0.008	8.1	6.414
St.7	0.032	0.003	20	4.094
St.8	0.21	0.002	14	4.697
St.9	0.032	0.001	4.5	1.604

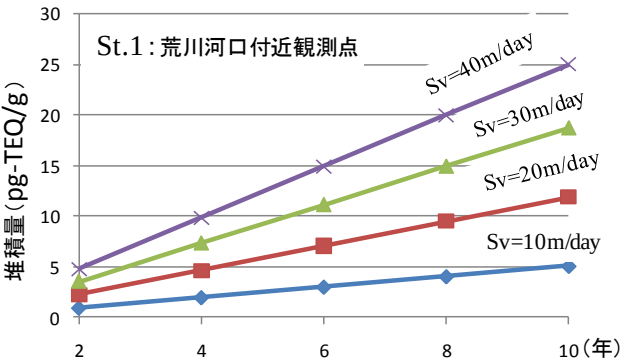


図-3 St.1におけるダイオキシン類の海底堆積量の経年変化

・本計算では湾奥西部からのダイオキシン類の流入負荷を考えていることからSt.1とSt.3の値が実測値と近い値となった。沈降速度の比較では40m/dayの結果が最も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と考えられる。

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)今野 聡：東京湾内の河川からのダイオキシン類負荷による海底への堆積分布の予測，海洋調査技術 P.9～21
- 4)小林ら：東京湾流入河川におけるダイオキシン類の輸送量と発生源
- 5)独立行政法人 国立環境研究所：ダイオキシン調査 http://tenbou.nies.go.jp/gis/monitor/?map_mode=monit