

東京湾におけるダイオキシン類の移行解析に関する基礎研究

日大生産工（院） ○郡 昌平
日大生産工 落合 実

日本大学大学院（院） 中村 倫明
日本大学大学院 和田 明

1. はじめに

現在、日本では都心部を中心に人口増加、産業発展によって排出された産業廃棄物等による多くの環境問題が発生している¹⁾。その中で生活排水や産業排水からのダイオキシン類汚染の問題が深刻化しており、東京湾では海底層における堆積分布の研究は殆ど行われていない。そこで本研究では、東京湾におけるダイオキシン類の移行解析の基礎段階として、これまでの知見を整理し、3次元数値解析における各種パラメータの決定手法を検討することを目的とする。

2. ダイオキシン類について

ダイオキシン類とは PCDD・PCDF・PCB をまとめた総称である²⁾。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、PCB は 209 種類存在している。そのダイオキシン類の中で毒性があるとみなされているのは 29 種類である。東京湾のダイオキシン類は、主として河川からの流入が考えられている。湾内に流入したダイオキシン類は溶存態・小粒子懸濁態・大粒子懸濁態の形態で存在する。懸濁態では小粒子から大粒子への凝集、大粒子から小粒子への崩壊を行いながら、重力の影響を大きく受ける大粒子のみが下層へ沈降することが考えられる。この現象をふまえて観測値を整理すると、東京湾に流入したダイオキシン類は海水中の存在量と比べ、海底土内に堆積している存在量が非常に多くなっている。次に東京湾に流入するダイオキシン類の負荷量を把握するため観測データ³⁾を検討した。この地域の各自治体のダイオキシン類濃度の観測データを元に各地のダイオキシン類濃度の割合を算出しグラフ化した。その結果を図-1に示す。

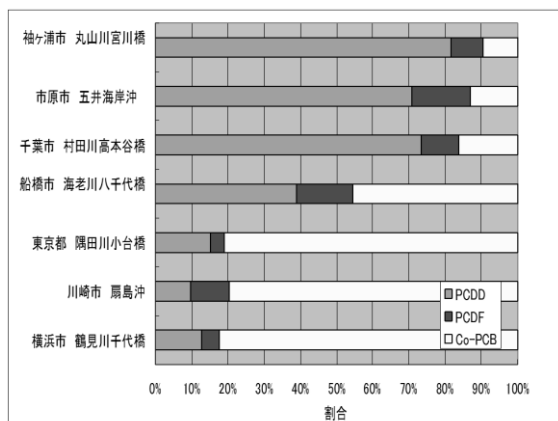


図-1 地域別ダイオキシン類濃度割合

(1) 湾西部、湾奥部

湾西部の横浜市・鶴見川千代橋をみると Co-PCB が約 80%を占めている。また、川崎市扇島沖が約 80%、東京都のやや内陸に位置する隅田川小台橋でも Co-PCB の占める割合が約 80%と他の物質に比べ多い。

(2) 湾東部

船橋市の海老川八千代橋底質では、PCDD、PCDF、Co-PCB の濃度はそれぞれ約 40%、15%、45%となり PCDD、Co-PCB の割合がほぼ同じである。また、市原市五井海岸沖、千葉市高本谷橋、袖ヶ浦宮川橋の PCDD が、それぞれ約 70%、70%、80%を占めており湾奥から湾東部にかけて PCDD の占める割合が多い。PCDF の割合の変化は、顕著に認められない。

3. 堆積モデルの検討

PCBの堆積については図-2に示す東京湾全体を対象海域とし、鉛直2次元モデルを用いた検討が行われている⁴⁾。そして、周辺地域におけるダイオキシン類の濃度データを元に東京湾全体における汚染状況が検討されている。これらの文献では図-3に示すように計算領域は湾奥水面を座標原点として湾口に向かってx軸、水面の深さ方向にz軸をとり、図-2に示すように幅方向にy軸を考えた。水深は東京湾の平均水深である20mを設定している。海底に堆積するダイオキシン類を重要視し、図-3に示す海水層、再懸濁層、海底層の3層としている。また、海水の移動と海底層内のPCBの移動は考慮していない。

海水中の PCB 濃度 C は次式(1)で求める。

$$H \frac{\partial C}{\partial t} = HK_h \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - WC + \alpha C_{bs} \quad (1)$$

ここで K_h : 水平拡散係数、 W : 沈降速度、 α : 再懸濁速度 (cm/sec)、 β : 低質への堆積速度 (cm/sec)、再懸濁層内の PCB 濃度 C_{bs} は次式(2)で求める。

$$\delta \frac{\partial C_{bs}}{\partial t} = WC - \alpha C_{bs} - \beta C_{bs} \quad (2)$$

拡散係数、再懸濁速度、再懸濁層厚さの設定値を表-1に示すように変更し、観測データの再現性を検討した。図-4は拡散係数を変化させた Case1~5の結果を示し、海水層および再懸濁層の PCB 濃度をそれぞれ (a) および (b) に示す。図において各 Case とともに PCB 濃度が流下に伴って低減し、拡散係数が大きい程その低減割合が大きくなることが認められる。拡散係数に対するこの低減変化は $X=20\text{km}$ 程度までの範囲であった。

Study on migration analysis of dioxins in Tokyo Bay

Shouhei KOORI, Tomoaki NAKAMURA, Minoru OCHIAI, Akira WADA



図-2 濃度観測データ全形、対象海域図⁵⁾

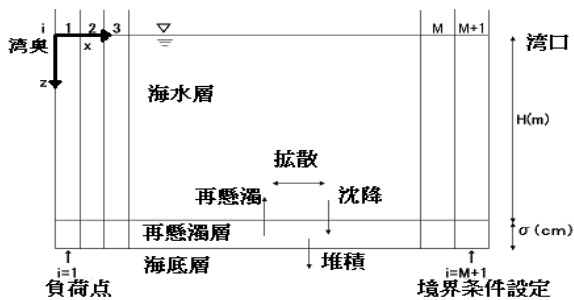
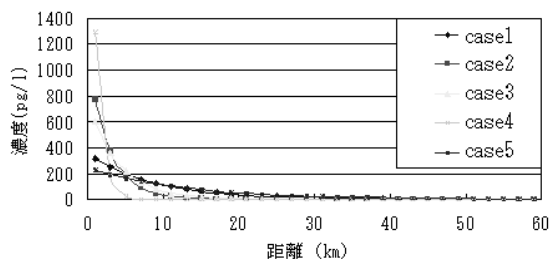


図-3 仮想断面モデル図

表-1 設定値リスト

Case	拡散係数 K_h	再懸濁速度 α	再建濁層厚さ δ
1	10^6	0.050	0.1
2	10^5	0.050	0.1
3	2×10^5	0.050	0.1
4	10^4	0.050	0.1
5	2×10^6	0.050	0.1
6	10^6	0.025	0.1
7	10^6	0.100	0.1
8	10^6	0.050	0.5
9	10^6	0.050	2.0



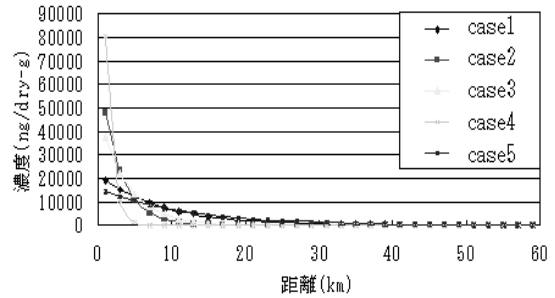
(a) 海水層内濃度

図-4 PCB 濃度分布

4. 知見のまとめ

本論文では、東京湾におけるダイオキシン類の移行解析について既往の知見の整理をおこなった。得られた知見を以下にまとめる。

(1) 湾域のダイオキシン類観測データ



(b) 再懸濁層内濃度

図-4 PCB 濃度分布

- ・湾西部、湾奥部では Co-PCB の占める割合が多く、湾東部では PCDD の割合が多い。
- ・ダイオキシン類は周辺河川から湾へ流入・堆積していると考えられる。
- ・東京湾の水流によって元々、海水中にあった PCDD が湾西部、湾奥部から湾東部へ流されているとも考えられる。
- ・ダイオキシン類濃度は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く、河川から流入した時の潮の流れにより沈降していく。

(2) 堆積モデルの検討

- ・海水層、再懸濁層ともに拡散係数の変化による濃度影響が大きい。
- ・海水層では、再懸濁速度の値と湾内に分散される PCB 濃度は比例関係にある。
- ・海水層、再懸濁層ともに再懸濁層厚さの変化による濃度影響はほとんどみられない。

5. 今後の課題

今後は、東京湾におけるダイオキシン類の挙動についての 3 次元解析を海水層・海底層ともに行い、ダイオキシン類の移行を予測する必要がある。そして予測においては本研究によって得られた拡散係数、海底土からの再懸濁速度の関係を考慮し設定を行う。一方で、海水層、再懸濁速度の層厚さはさほど影響を受けないことから、海底層の層数や厚さは自由に設定可能である。これらのことから、今後の 3 次元モデルの検討として、まず、Clegg & Whitfield モデルを用いて海水層内の解析を行う予定である。その際に大粒子の沈降に関わる因子として、SS 濃度・沈降速度が重要である。そこで、これらのパラメータ解析を実施し、今回整理した観測地と比較を行いながら、SS 濃度の設定や沈降速度の設定を行う。

6. 参考文献

- 1) 小倉紀雄：東京湾—100 年の環境変換—、恒星社厚生閣
- 2) 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・ダイオキシン類 2005
- 3) 東京湾再生推進会議：
http://www1.kaiho.mlit.go.jp/KANKYO/TB_Renaissance/index.html
- 4) 遠藤政樹：東京湾におけるダイオキシン類の堆積モデル構築に関する研究
- 5) 橋本俊也、柳哲雄ら共著：東京湾の PCB 分布・堆積モデル
http://www.pref.chiba.jp/dailylife/news/01/sui_situ06-j.html