

### 残留性有機汚染物質の水生生物における濃縮モデルの開発

横浜国立大学大学院環境情報学府・研究院 ○蓮沼 和夫、玉田 将文、益永 茂樹

Development of an Aquatic Bioaccumulation Model for Persistent Organic Pollutants, by Kazuo HASUNUMA, Masafumi TAMADA, Shigeki MASUNAGA (Graduate School of Env. & Info. Sci., Yokohama National Univ.)

#### 1. はじめに

生態系に対する環境リスク評価を行う上で、生物濃縮を考慮した暴露評価が重要となる。生物濃縮に関する知見を集める方法としては、限られた生物種を用いたメソコズム試験やフィールド試験等があるが、多大な労力や費用が必要となり、実験回数が制限されてしまう。その為に様々な暴露シナリオに基づいて環境リスク評価を行うことは困難である。そこで本研究では水生生物食物連鎖における生物濃縮の経路と機構をモデル化し、各栄養段階の水生生物 POPs 体内負荷量を底質濃度から予測することを試みた。モデル対象化学物質は co-PCB、対象海域は東京湾内湾、対象生物はマコガレイを頂点とした食物網に属する各水生生物とした。

#### 2. モデル

生物中化学物質マスパランス式<sup>1)</sup>として、次式を用いた。

$$\frac{dC_B}{dt} = k_1 \cdot C_{WD} + k_D \cdot \sum C_{Di} \cdot P_i - (k_2 + k_E + k_M + k_G) \cdot C_B$$

$C_B$ : 生物濃度(g/kg)	$k_D$ : 腸管経由摂取定数 (kg-prey/(kg·day))
$C_{WD}$ : 溶存態濃度(g/L)	$k_E$ : 糞便中排泄速度定数 (1/day)
$C_{Di}$ : 第i種中濃度(g/kg-prey)	$k_M$ : 代謝速度定数(1/day)
$P_i$ : 第i種に対する嗜好性 ( $\sum P_i = 1$ )	$k_G$ : 成長による希釈速度定数
$k_1$ : 溶存態摂取速度定数(L/(kg·day))	
$k_2$ : 溶存態排泄速度定数(1/day)	

第1項が呼吸経由での溶存態PCBの暴露、第2項が腸管経由での餌中PCBの暴露、第3項が生物中PCBの排泄や希釈、代謝による分解を表す。定常状態( $dC_B/dt=0$ )を仮定し、各Congener及び各水生生物ごとにマスパランス式を構築した。

モデルに代入する濃度データ及び各速度定数は分散を考慮する為、Monte Carlo法で10,000回試行を行った。底質濃度は東京都環境局の実測値(平成13~15年度)を用いた。溶存態濃度は底質濃度から求めた。 $P_i$ は胃内容物調査等の文献値より推定した。モデル化した食物網を図1に示す。図中数字は推定した $P_i$ 値を示している。各速度定数は水温や体重、脂質含有率、 $K_{ow}$ 等を説明変数とした種共通の回帰式を使用し求めた。水生生物PCB代謝能の知見が不明な為、全ての生物はPCBを代謝しないと仮定し、 $k_M=0$ とした。

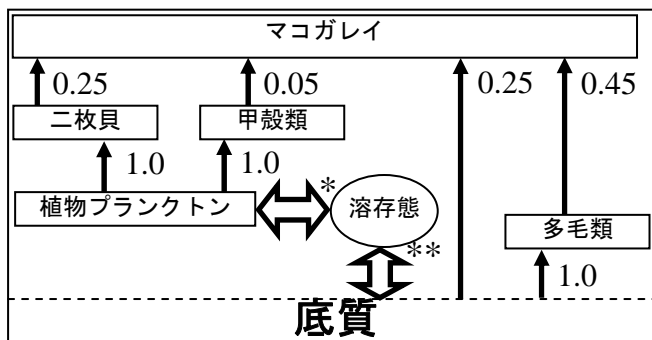


図1 モデルで用いた食物網

図中数字は $P_i$ 値を示している。

\*) 植物プランクトン中脂質⇄溶存態間でPCBの分配を仮定

\*\*\*) 底質中有機炭素⇄溶存態間でPCBの分配を仮定

#### 3. 結果と考察

モデルより得られた総 co-PCB 予測濃度から求めた BSAF 予測値及び実測値を表1に示す。CongenerごとにBSAF予測値と実測値の比をとった値を図2に示す。BSAF比が1を超過すると、モデルが過大予測していることを表している。BSAFは底質有機炭素含有率及び生物脂質含有率で規格化した。BSAF実測値算出の際に用いる生物実測濃度は、東京都福祉保健局の資料(マコガレイ:平成14年度、二枚貝:平成11~14年度)を使用した。

表1で食物網最上位のマコガレイのBSAF予測値が最高になったことから、モデル構造の妥当性が示唆された。また全てのCongenerにおいて、予測値が実測値を上回る傾向を示した。これは水生生物が代謝能を有しないと仮定( $k_M=0$ )した為に、過大予測が起きたと考えられる。特に#77, #81は比較的低塩素であり代謝され易い為に、大きな差異が生じたと推定できる。

#105~#189において、二枚貝BSAF比がマコガレイのそれよりも著しく高くなった。脂質含有率や体重が両者で異なるために、回帰式を用いて求めた生物濃度減少に関する速度定数( $k_2+k_E+k_G$ )が両者で異なるためと考えられる。

#### 4. 結論

速度定数に種固有の値を使用せずに回帰式から求めた値を用いたが、BSAF予測値と実測値は概ね同じオーダーに収まった。スクリーニング的な環境リスク評価において、種固有の速度定数が不明でも、簡便に生物体内負荷量を予測できることが示唆された。予測精度向上の為には、代謝速度の検討、種固有の速度定数を用いた Calibration が課題となる。

表1 総 co-PCB BSAF

	予測値	実測値
植物	13.7	-
プランクトン	(9.9-15.9)	-
多毛類	13.1	-
	(9.8-15.0)	-
甲殻類	13.8	-
	(9.9-16.0)	-
二枚貝	14.2	3.9
	(9.9-16.7)	(2.5-4.7)
マコガレイ	18.5	13.4
	(13.6-21.3)	(8.8-16.0)

値は算術平均値  
括弧内は25%-75%タイル値

参考文献 1) Gobas FAPC.(1993) *Ecol.Model.*69:1-17.

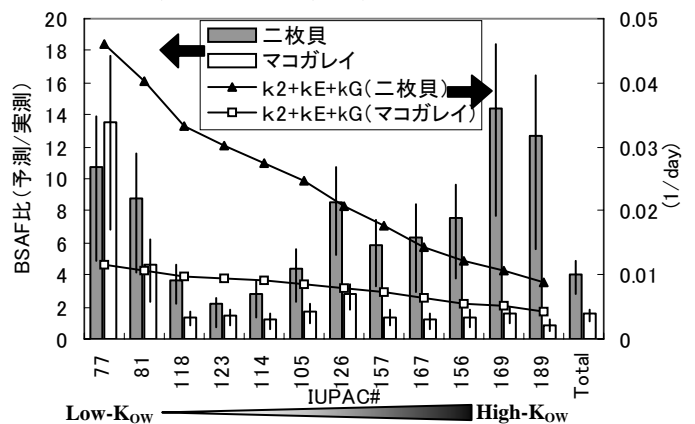


図2 BSAF比(予測/実測) エラーバーは25%-75%タイル値