

# 放射性物質の琵琶湖への影響予測の 検討状況

滋賀県琵琶湖環境科学研究センター  
研究員 佐藤祐一

# 話の流れ

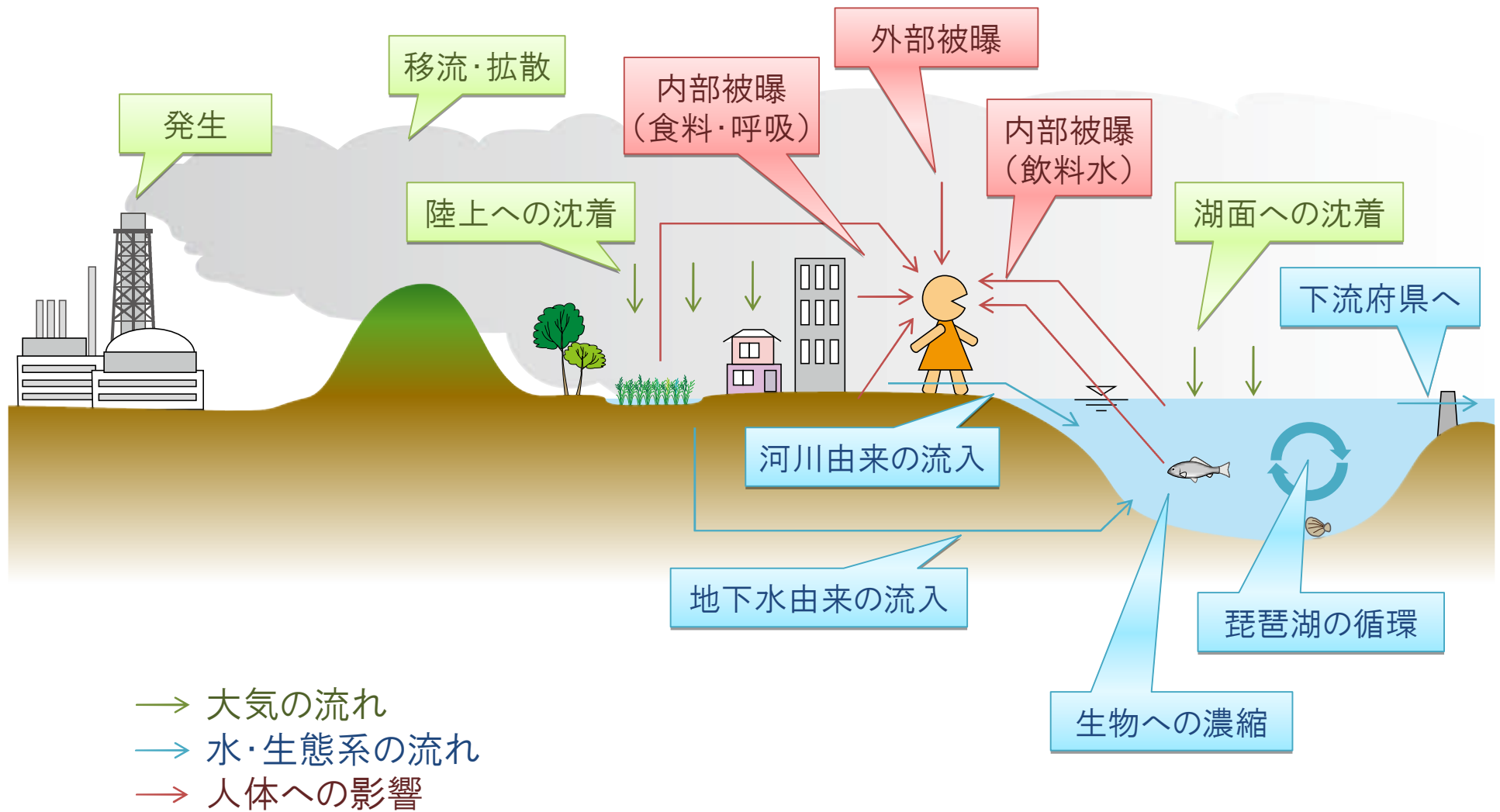
① 琵琶湖への影響予測の対象範囲

② 影響予測に用いるモデルの考え方

③ モデル構築にあたっての配慮事項

④ 現状と今後の予定

# 放射性物質の拡散・被曝経路



# 原子力災害時に生じる可能性のある現象・影響

時期	事故直後 (～数日)	短期 (数日～数ヶ月)	中期 (数ヶ月～1年程度)	長期 (1年～数十年)
環境中の現象	大気中の拡散・沈着	水系における汚染	水産物における汚染	農作物における汚染
人体への影響	大気からの外部・内部被ばく	飲料水による内部被ばく	沈着した物質による外部被ばく	農林水産物摂取による内部被ばく
対策(例)	屋内退避・避難 安定ヨウ素剤服用 放射性物質拡散予測	飲食物の摂取制限	農林水産物の採取・出荷制限 水処理技術の適用	住居の移転

# 話の流れ

① 琵琶湖への影響予測の対象範囲

② 影響予測に用いるモデルの考え方

③ モデル構築にあたっての配慮事項

④ 現状と今後の予定

# 琵琶湖への影響予測のアプローチ

簡易

詳細

予測の方法  
(モデル)

単純計算  
(推定沈着量/琵琶湖容量)

ボックスモデル

流域水物質循環  
モデル

各方法の  
出力

湖水濃度の瞬間最大値

流入水濃度・湖水濃度・  
魚類濃度の時系列変化

河川水濃度・湖水濃度・  
魚類濃度等の面的・時系  
列変化

各方法の  
前提条件

湖内での沈降を  
未考慮

陸域からの流入を  
未考慮

時系列的な変化を  
未考慮

地域的な差異を  
未考慮

湖内で完全混合

観測データを利用  
福島周辺での

海外で観測された  
パラメータ

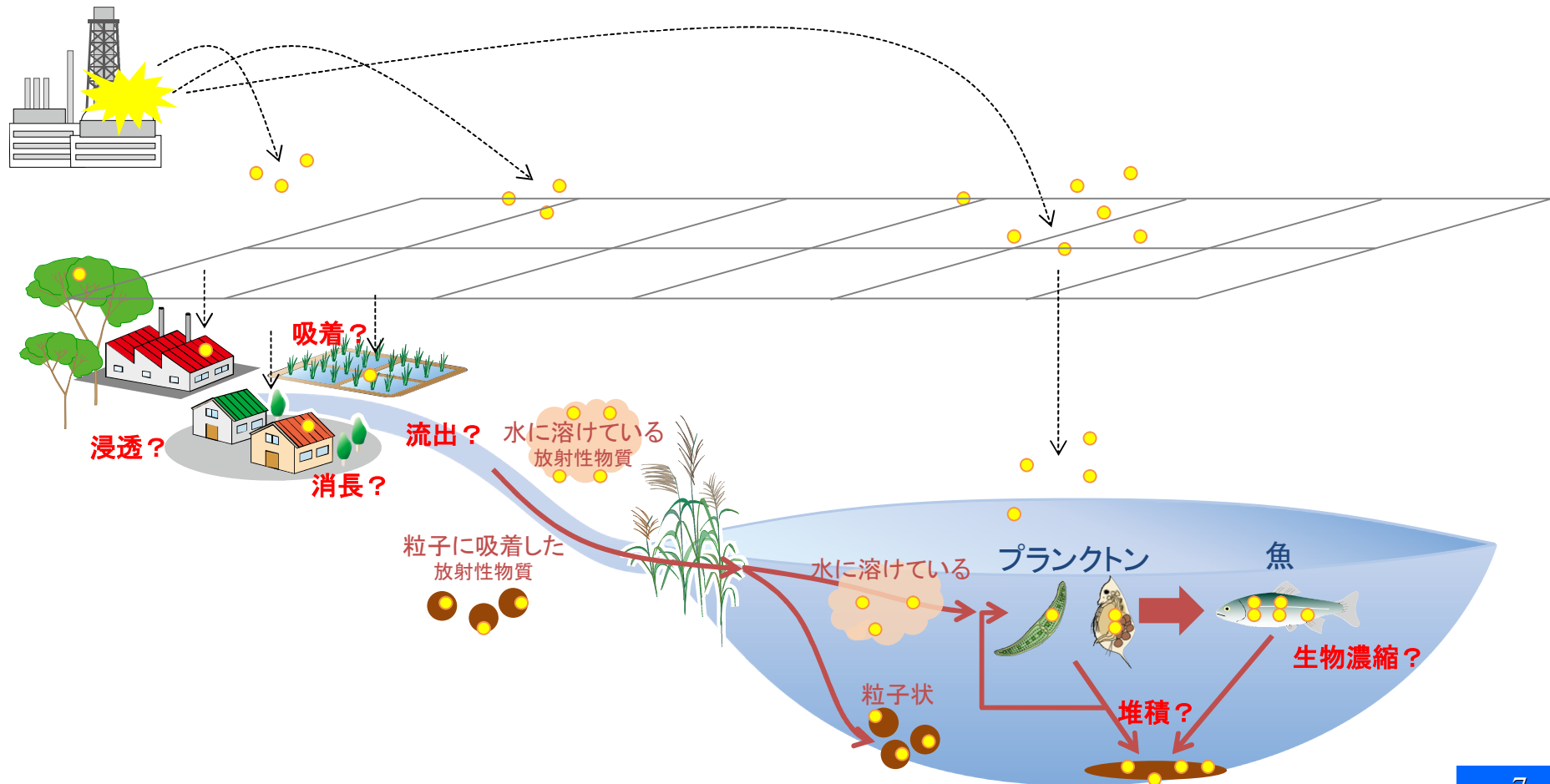
大気モデルによる  
流域沈着量

気象条件

# モデルを用いた放射性物質の循環・影響に関する検討 (平成23年度～24年度)

**ボックスモデル** : 海外で多数の適用事例のある簡易モデルにより計算

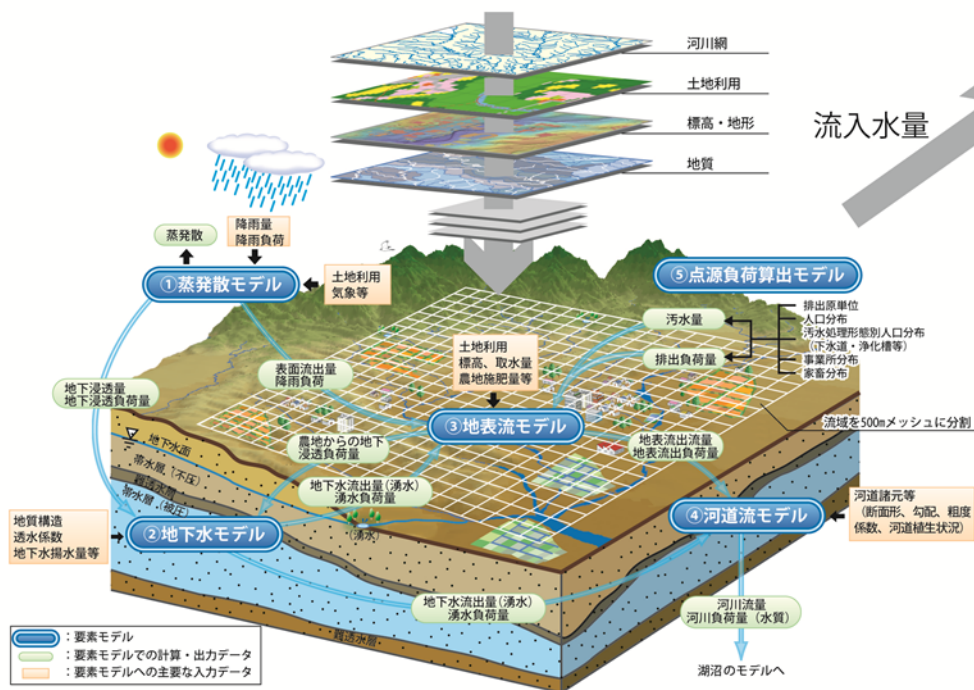
**流域水物質循環モデル**: 平成17年度より構築してきた「琵琶湖流域水物質循環モデル」(有機物、窒素、リン等を予測)を拡張



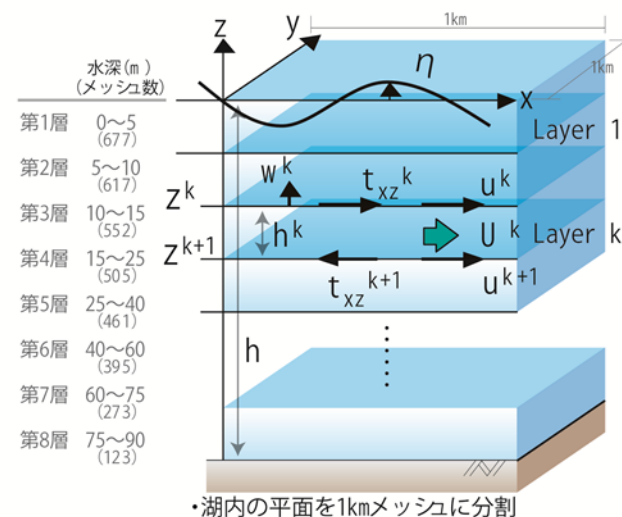
# 琵琶湖流域水物質循環モデルの概要

- ・陸域は500mメッシュ、湖内は1kmメッシュ10層で構築
- ・分布型・非定常による解析が可能
- ・有機物(分解性を考慮)、窒素、リンを対象

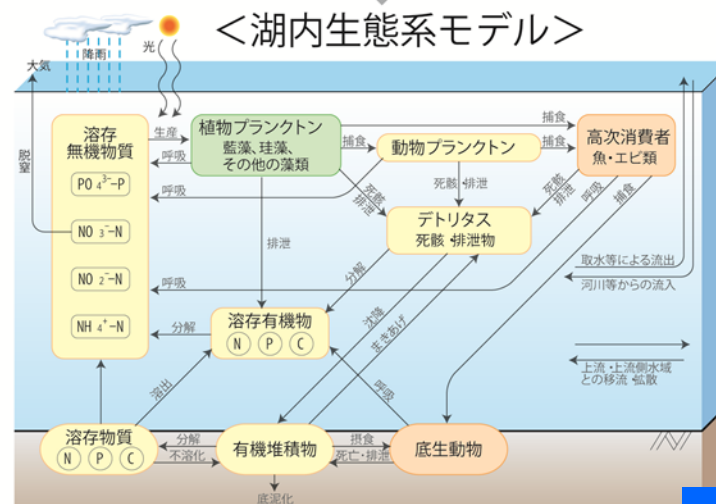
## <陸域水物質循環モデル>



## <湖内流動モデル>



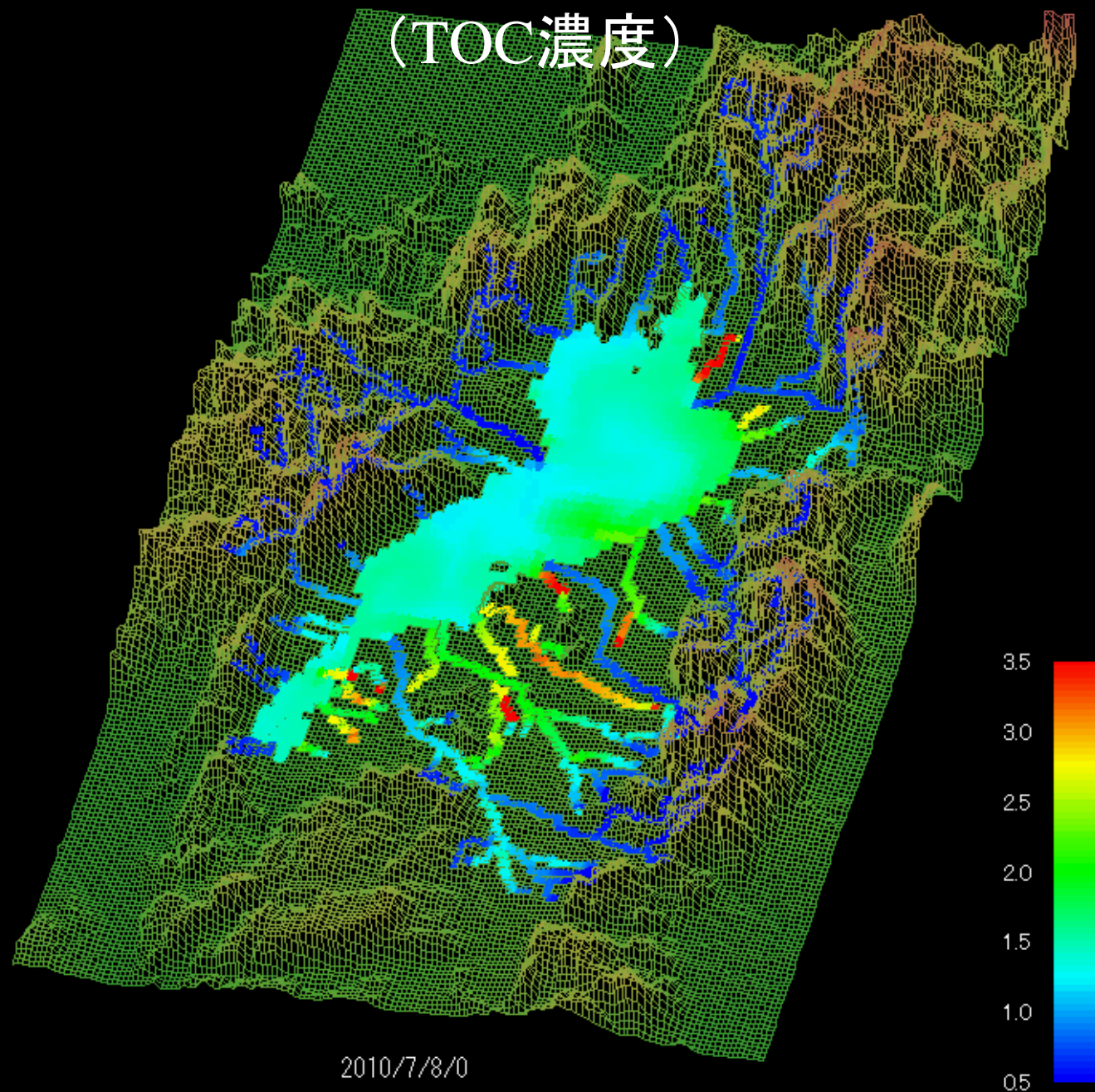
## <湖内生態系モデル>



※モデルは琵琶湖環境科学研究センター・パシフィックコンサルタンツ(株)・永禮准教授(岡山大)・小松氏((株)環境情報コミュニケーションズ)の共同構築



# 琵琶湖流域水物質循環モデルによるシミュレーション例 (TOC濃度)



2010/7/8/0

# 琵琶湖流域水物質循環モデルによるシミュレーション例 (パーティクルトレース)



## 話の流れ

① 琵琶湖への影響予測の対象範囲

② 影響予測に用いるモデルの考え方

③ モデル構築にあたっての配慮事項

④ 現状と今後の予定

# モデル構築方針

これまでの琵琶湖流域水物質循環モデル：  
有機物（分解性を考慮）、窒素、リンを対象

放射性物質のモデル構築にあたり特に配慮すべき事項

① 放射性核種ごとの吸着特性

② 湖水と底泥における動態

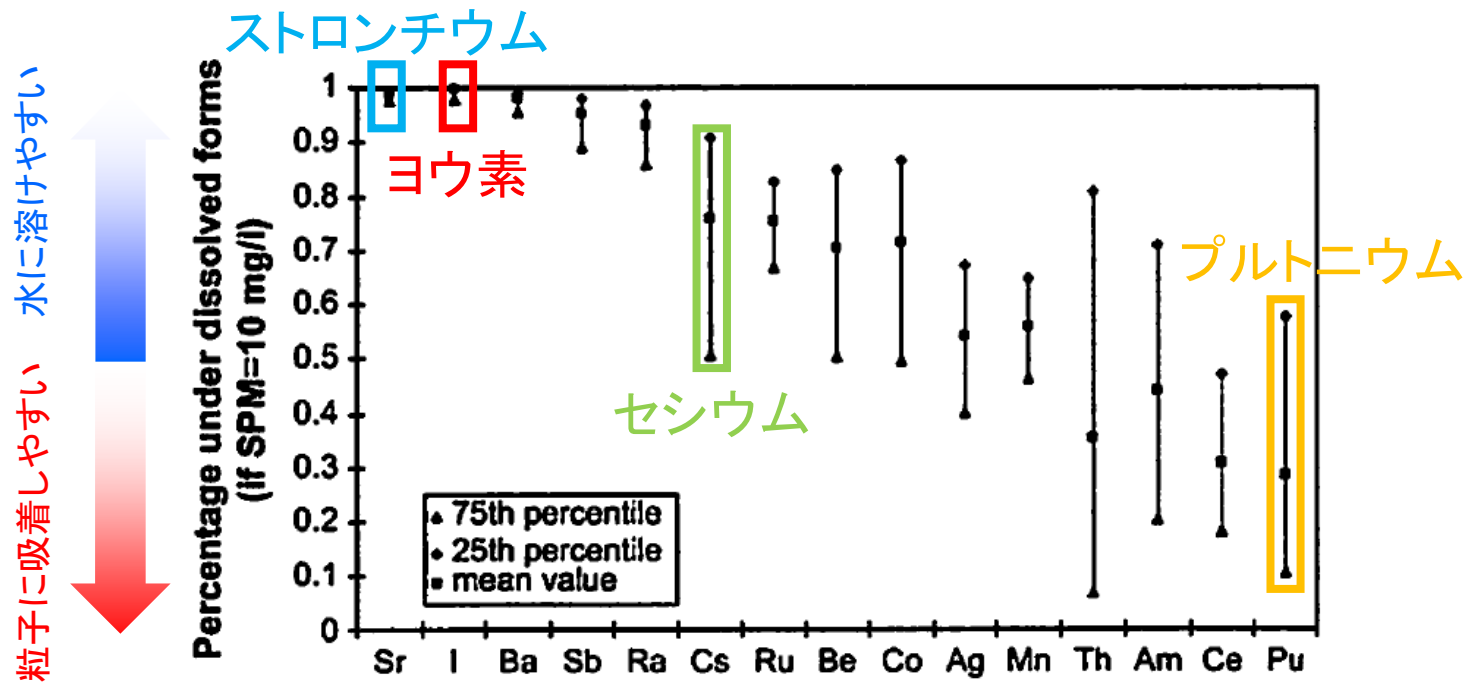
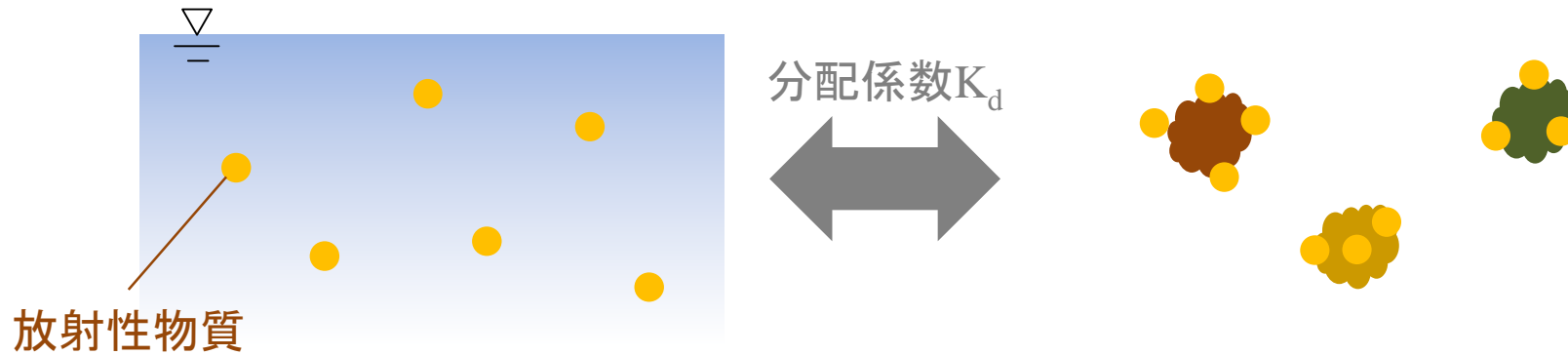
③ 生物濃縮

琵琶湖流域放射性物質動態モデル：  
放射性ヨウ素・放射性セシウムを対象

# モデル構築にあたっての配慮事項①: 放射性核種ごとの吸着特性

水に溶けやすいか

粒子に吸着しやすいか



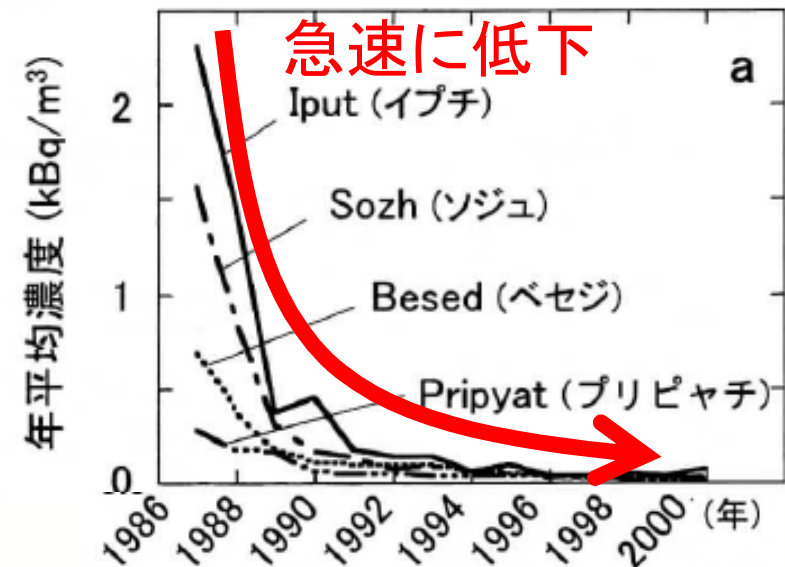
出典: Ciffroy et al. (2009)

# 河川への影響の例

ポイント①:「微量流入、長期継続」  
地表面に沈着したセシウム137のうち、  
河川に移行する割合は年間0.04～  
1.3%

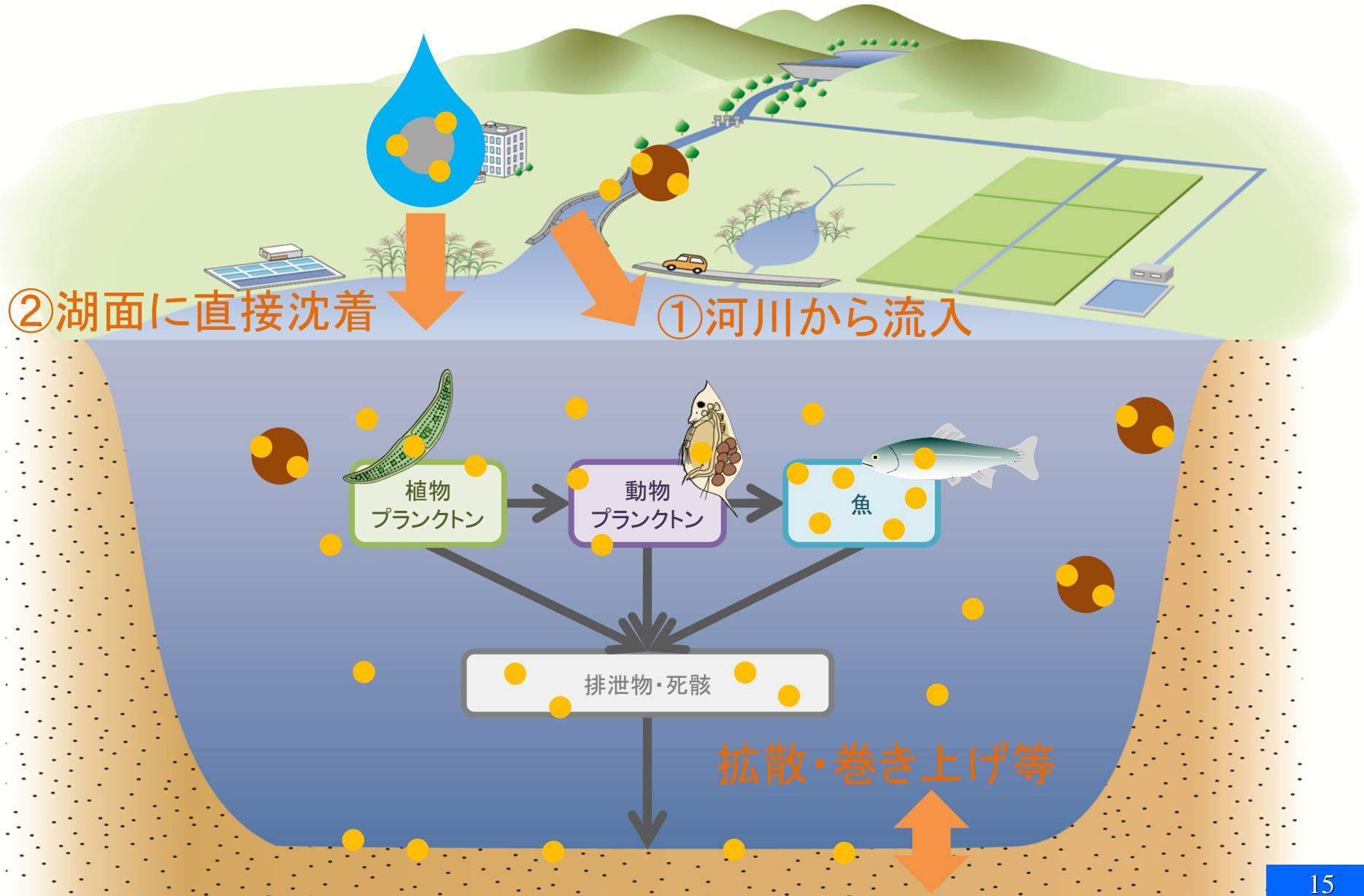
ポイント②:「経時変化」

ポイント③:「核種間相違」  
河川におけるセシウム137の  
総輸送量のうち粒子態で運ば  
れた割合は75.7%～97.6%  
(福島 陸域・水域モニタリン  
グ大学連合チーム、2012)



セシウム137汚染の経年変化

# モデル構築にあたっての配慮事項②: 湖水と底泥における動態



# 湖沼への影響の例

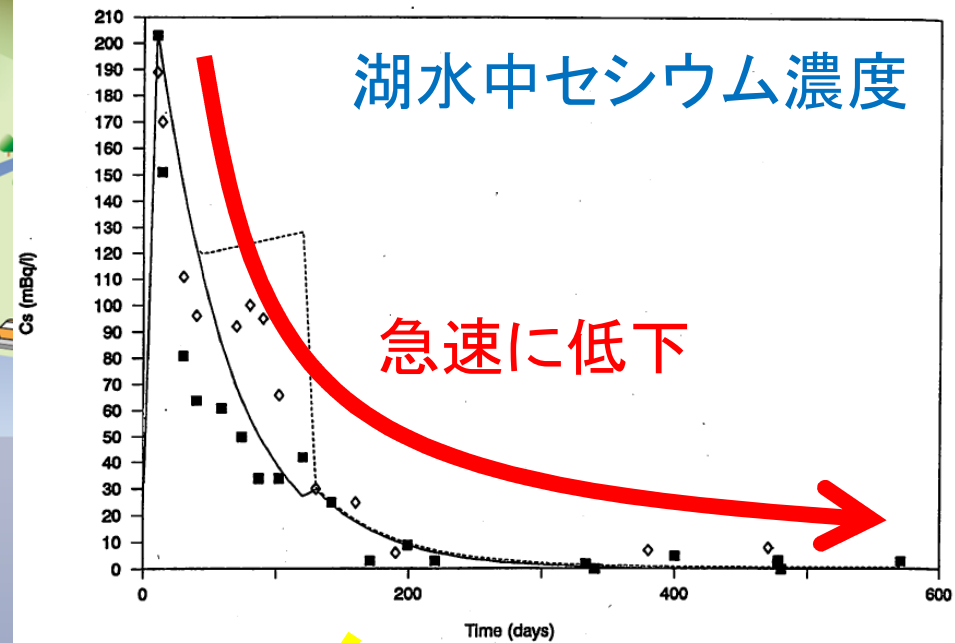
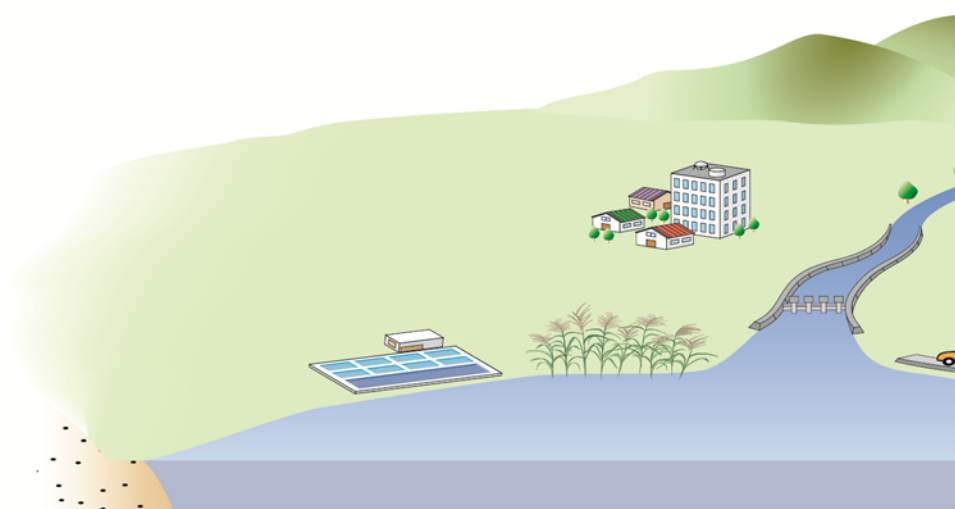


Fig. 2. Observed soluble Cs concentration in Esthwaite epilimnion (■) and total Cs concentration in Esthwaite hypolimnion (◇). Simulated Cs concentration in Esthwaite epilimnion (—) and in Esthwaite hypolimnion (---).

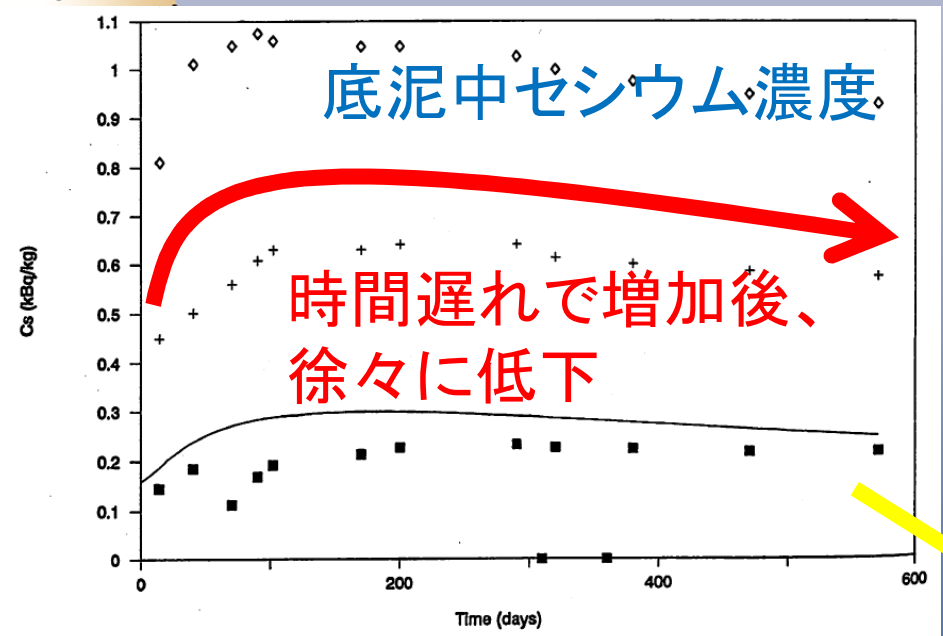
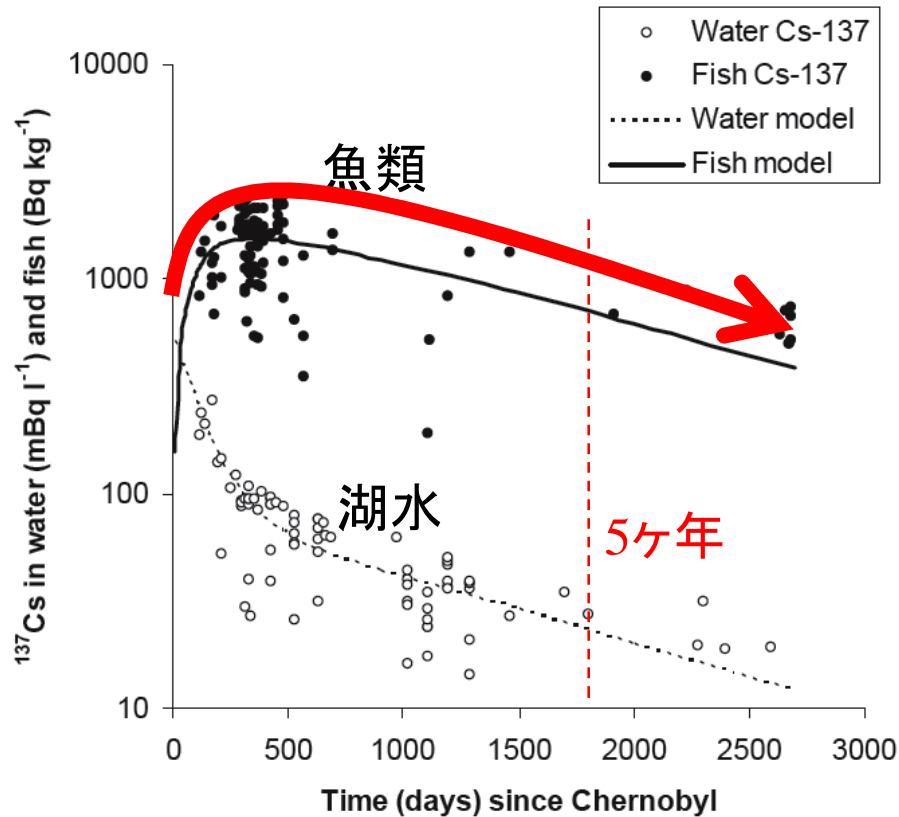


Fig. 3. Simulated (—) and observed Cs concentration in Esthwaite sediment; low (■), mean (+), high (◇).

出典: McDougall et al. (1991)



# モデル構築にあたっての配慮事項③: 生物濃縮



イギリスのDevoke湖におけるCs137の湖水濃度とパーチ(魚)中濃度の経時変化 (Smith et al. (2002))

- 濃縮の度合いは**濃縮係数** (Concentration Factor: CF)として多数の観測結果がある

$$CF = \frac{\text{生体中濃度 (Bq/kg)}}{\text{水中濃度 (Bq/L)}}$$

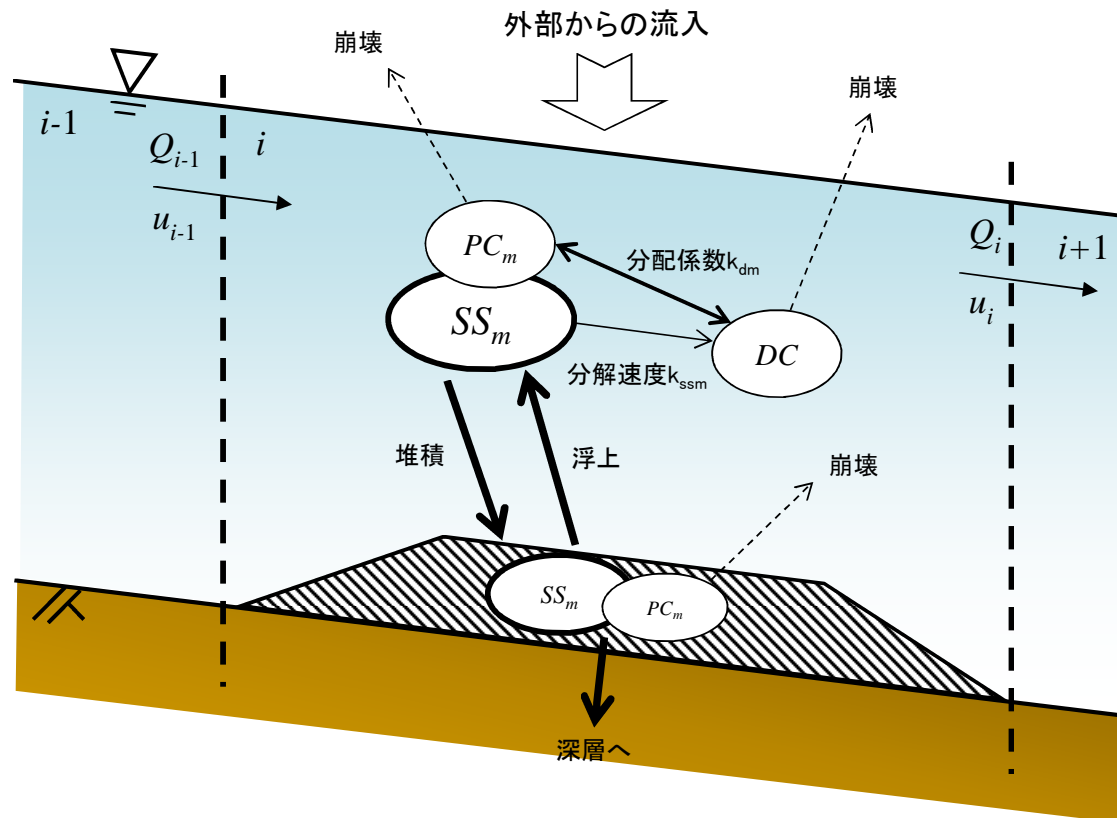

※ただし棲息水中の放射性核種と生物体中の放射性核種が平衡状態にあるという仮定のもとで用いる

- CFの範囲は以下の通り(淡水) (Swedish Nuclear Fuel, 2002)
    - 小型藻類・動物プランクトン 46-19,200
    - 大型藻類 280-20,000
    - 無脊椎動物 85-23,000
    - **魚類 1,000-44,160**
- IAEA(1994)の推奨値は2,000

# モデル構築方針①

## ① 放射性核種ごとの吸着特性

- 陸域における土壌浸食モデルの構築
- 土壌を有機態・無機態等で分類し、それぞれに対する各放射性核種の吸着特性(分配係数 $K_d$ )を記述



DC: 溶存態成分濃度  
PC<sub>m</sub>: SS<sub>m</sub>に吸着している懸濁態成分濃度  
SS<sub>m</sub>: 粒子状物質 (m=1,2,...)

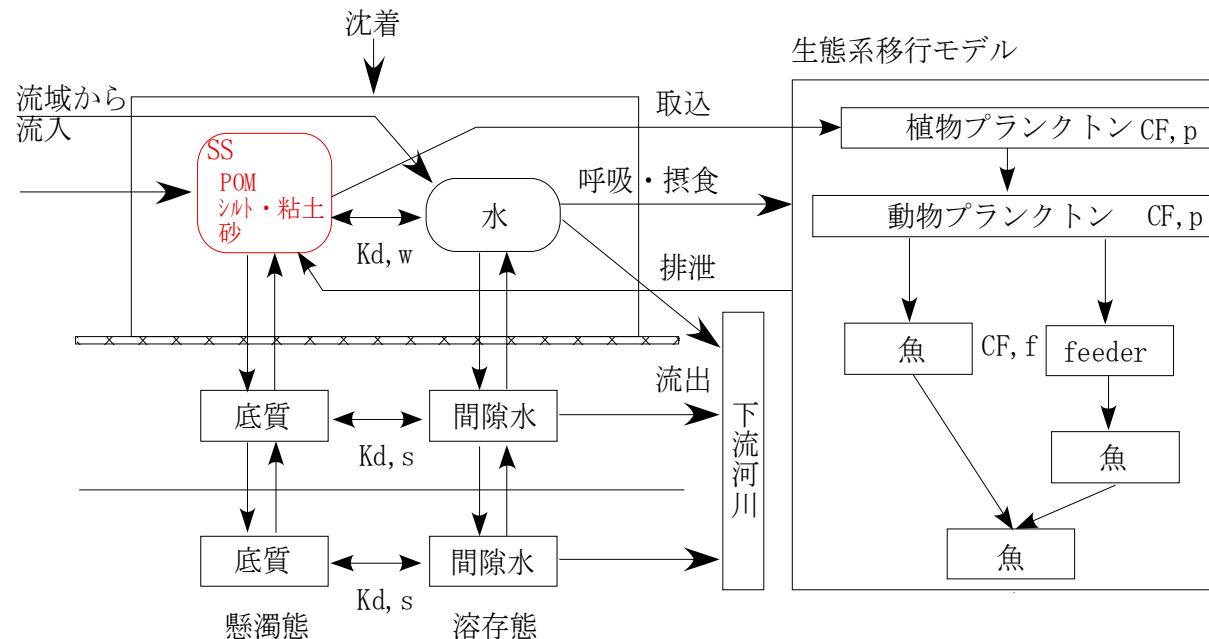
## モデル構築方針②

### ② 湖水と底泥における動態

- 湖水中におけるSS (POM、粘土・シルト・砂)、および底泥中における土壌と間隙水をモデル化

### ③ 生物濃縮

- 水およびSSにおける移行を記述する「放射性核種輸送モデル」、および生態系に関する移行を記述する「生態系移行モデル」を構築



## 話の流れ

① 琵琶湖への影響予測の対象範囲

② 影響予測に用いるモデルの考え方

③ モデル構築にあたっての配慮事項

④ 現状と今後の予定

## 現状と今後の予定

### これまでの作業状況

- 流域・湖沼におけるモデル化の文献検索: 100件以上
- (独)日本原子力研究開発機構、(公財)環境科学技術研究所のモデリングチームへのヒアリング
- モデルの構造の検討とプログラミング(途中)

### 今後の予定

- 短期的な影響予測の試行と中長期的な影響を含む予測
- モデル検証方法の検討(他流域への展開など)