

資料5

# 琵琶湖流域における 放射性物質拡散影響予測の 評価手法について

滋賀県琵琶湖環境科学研究センター

# 環境リスクの評価と対応方策検討事業の概要

平成24年度

①陸域および湖面への沈着量予測  
(大気シミュレーションモデル活用)  
対象:セシウム・ヨウ素

②陸域・琵琶湖での挙動短期予測  
(流域水物質循環モデル活用)

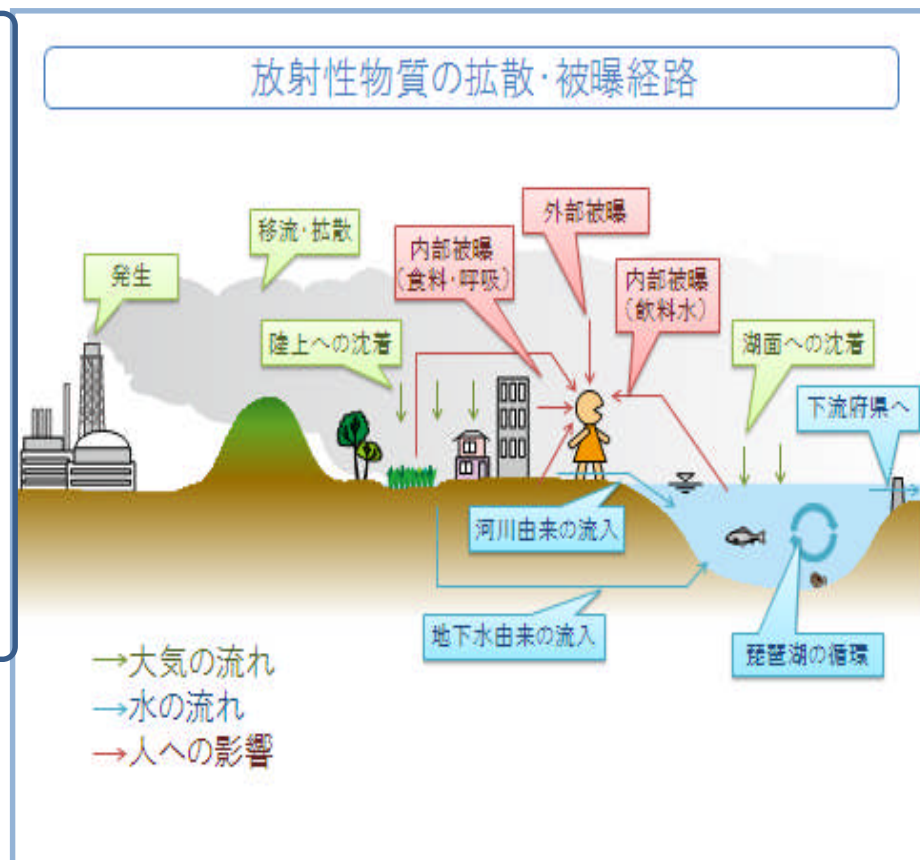
③放射性物質拡散に伴うリスク整理  
リスクコミュニケーション手法検討

「地域防災計画見直し検討委員会」に  
中・長期計画策定のための資料提供

平成25年度

平成24年度の成果を基に 予測・影響評価手法の改良と中長期影響予測  
リスクコミュニケーション手法の継続的検討

現地・国・研究機関情報収集

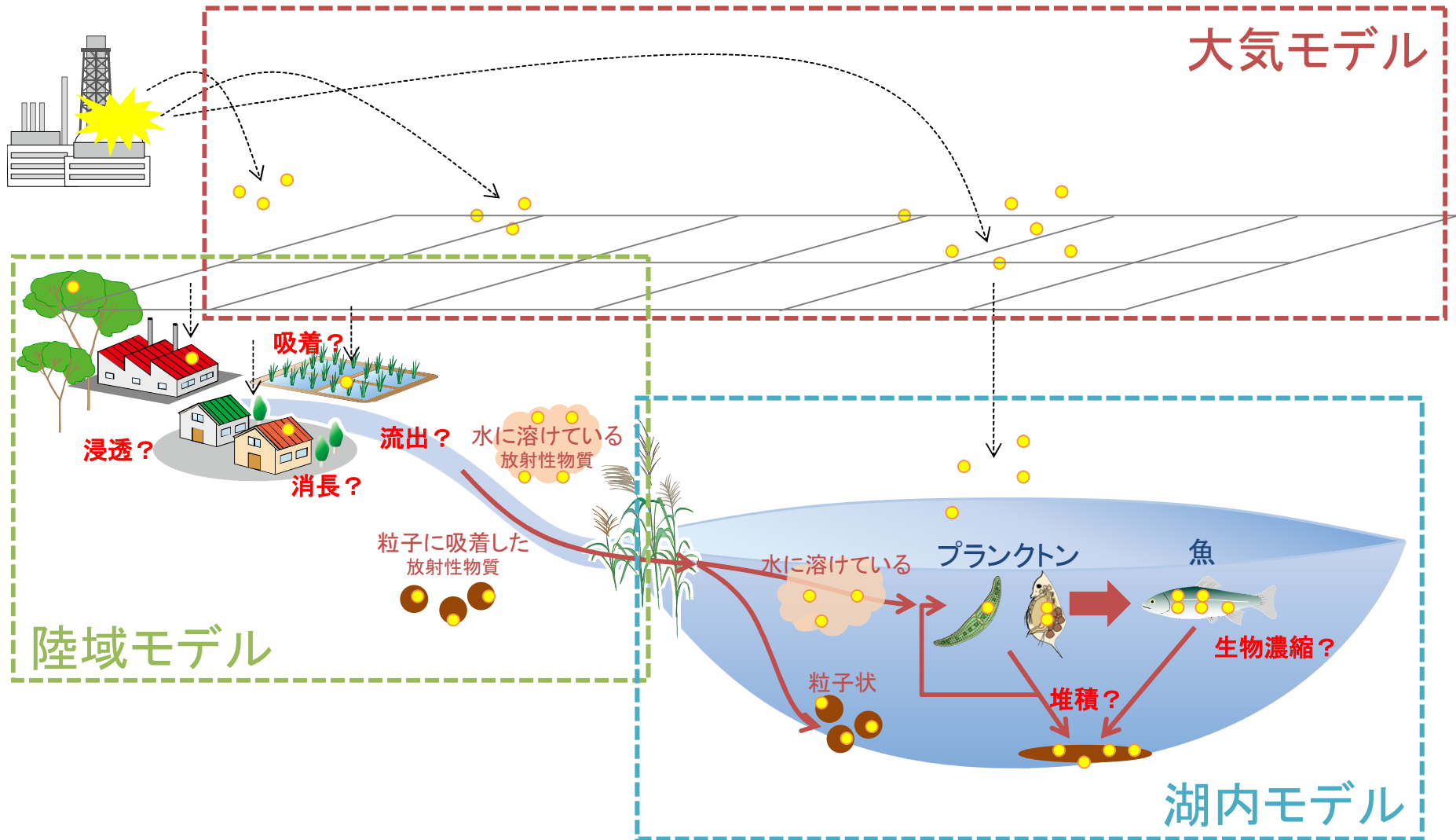


# 話の流れ

モデルの概要

モデルの試算結果

# モデルの対象範囲







# 放射性物質動態モデルへの拡張方針

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 粒子態成分の考慮

② 放射性核種の吸着特性

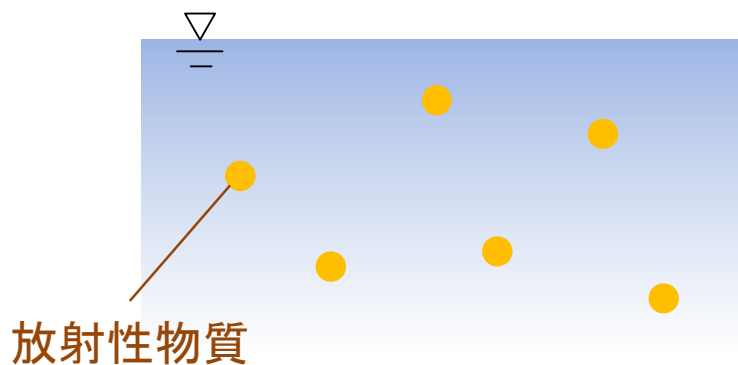
③ 放射性核種の崩壊（半減期）

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

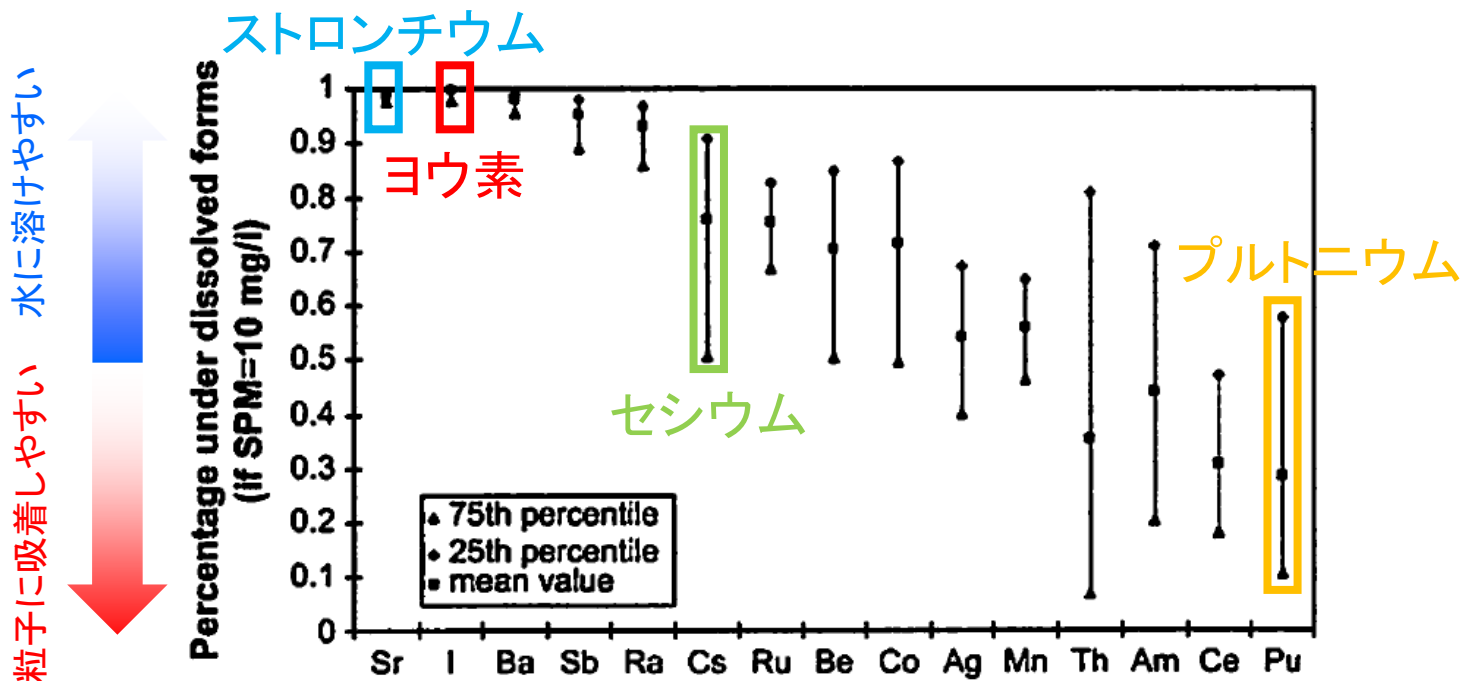
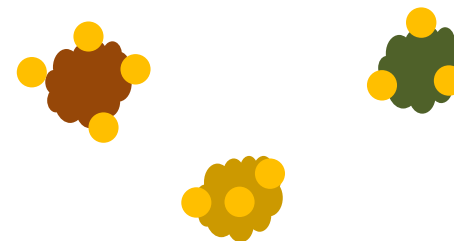
# 放射性核種の吸着特性

水に溶けやすい

粒子に吸着しやすいか

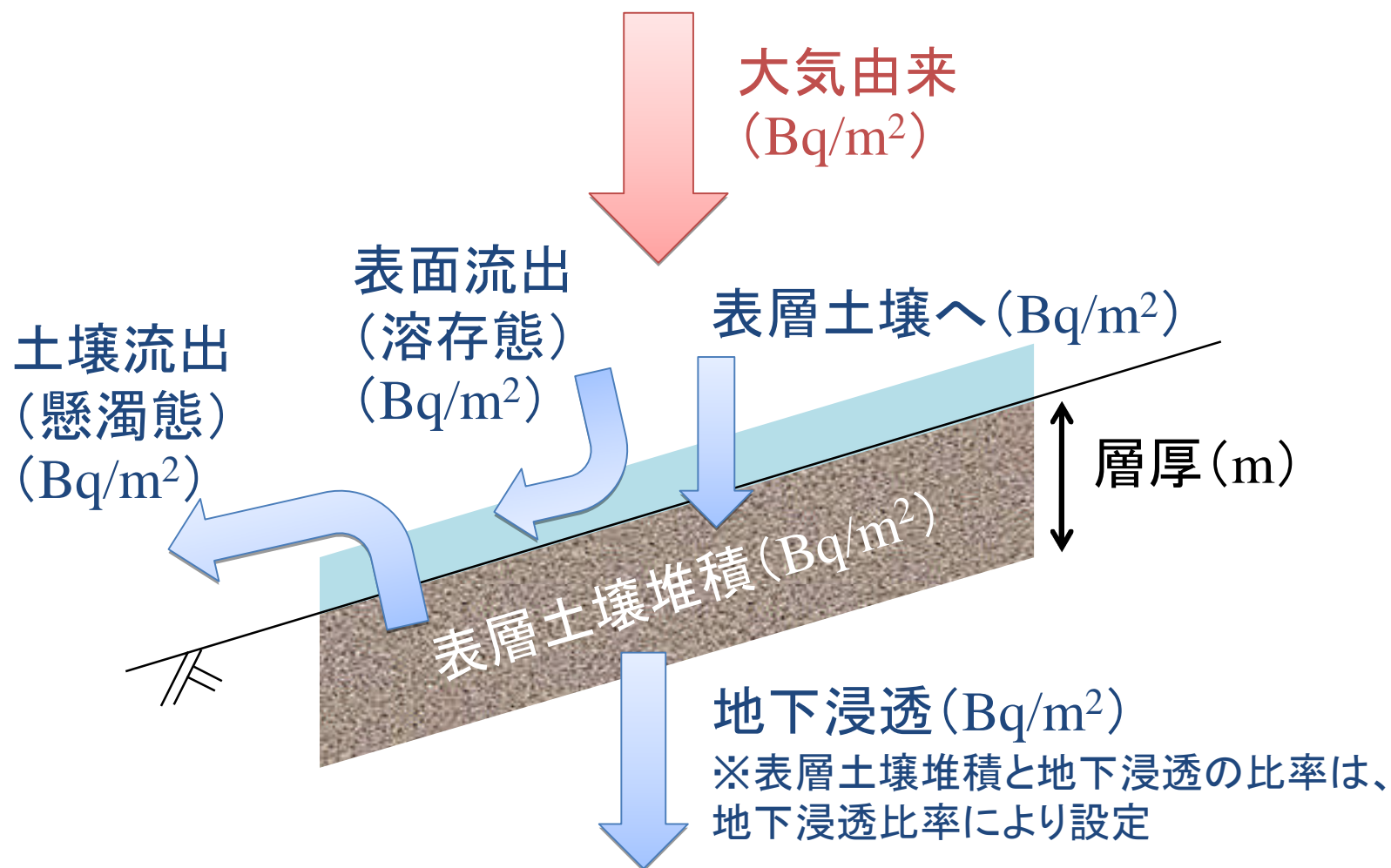


分配係数 $K_d$   
 数値が大きいほど  
 粒子に吸着しやすい



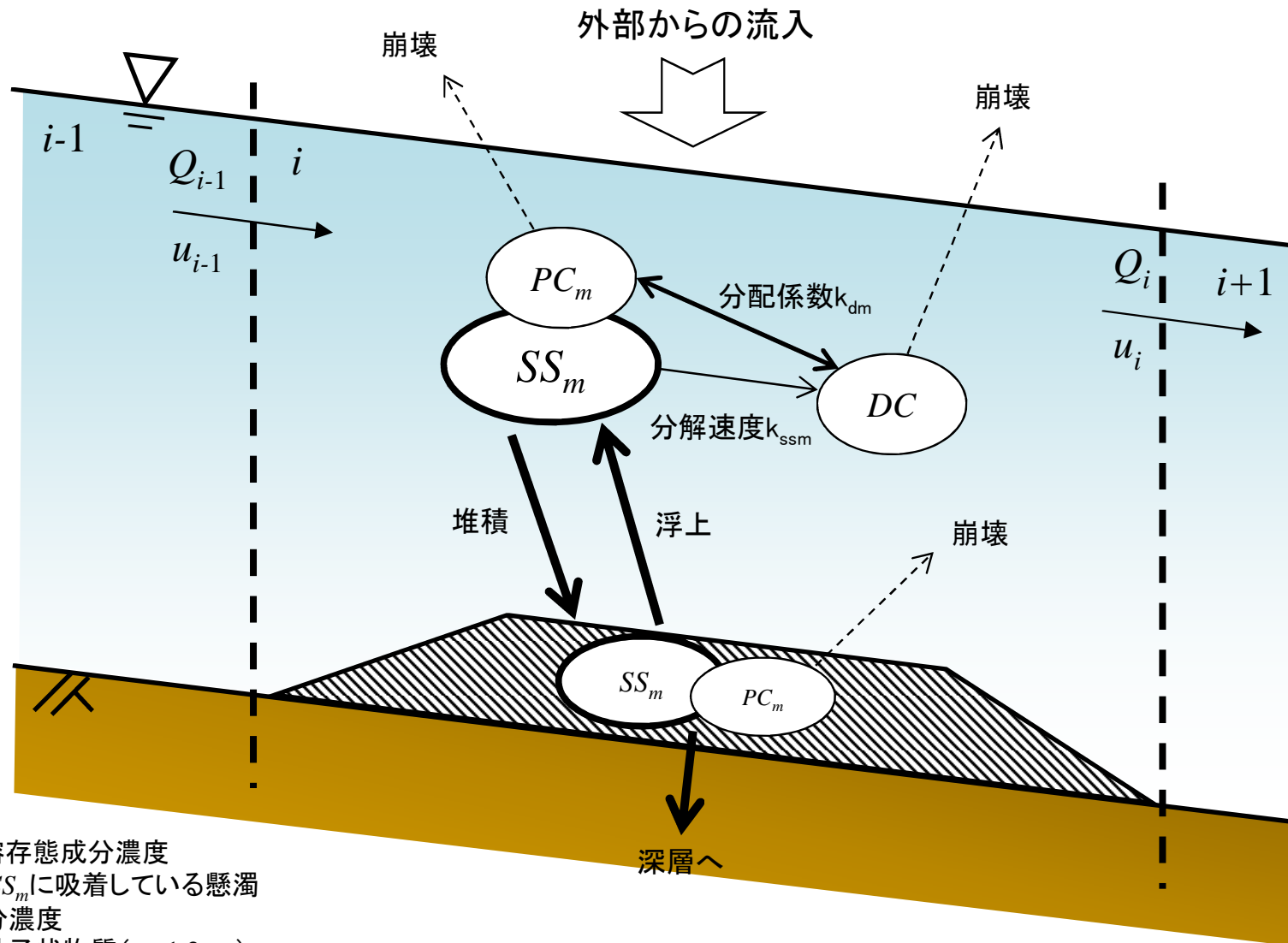
出典: Ciffroy et al. (2009)

# 大気由来放射性物質の分配



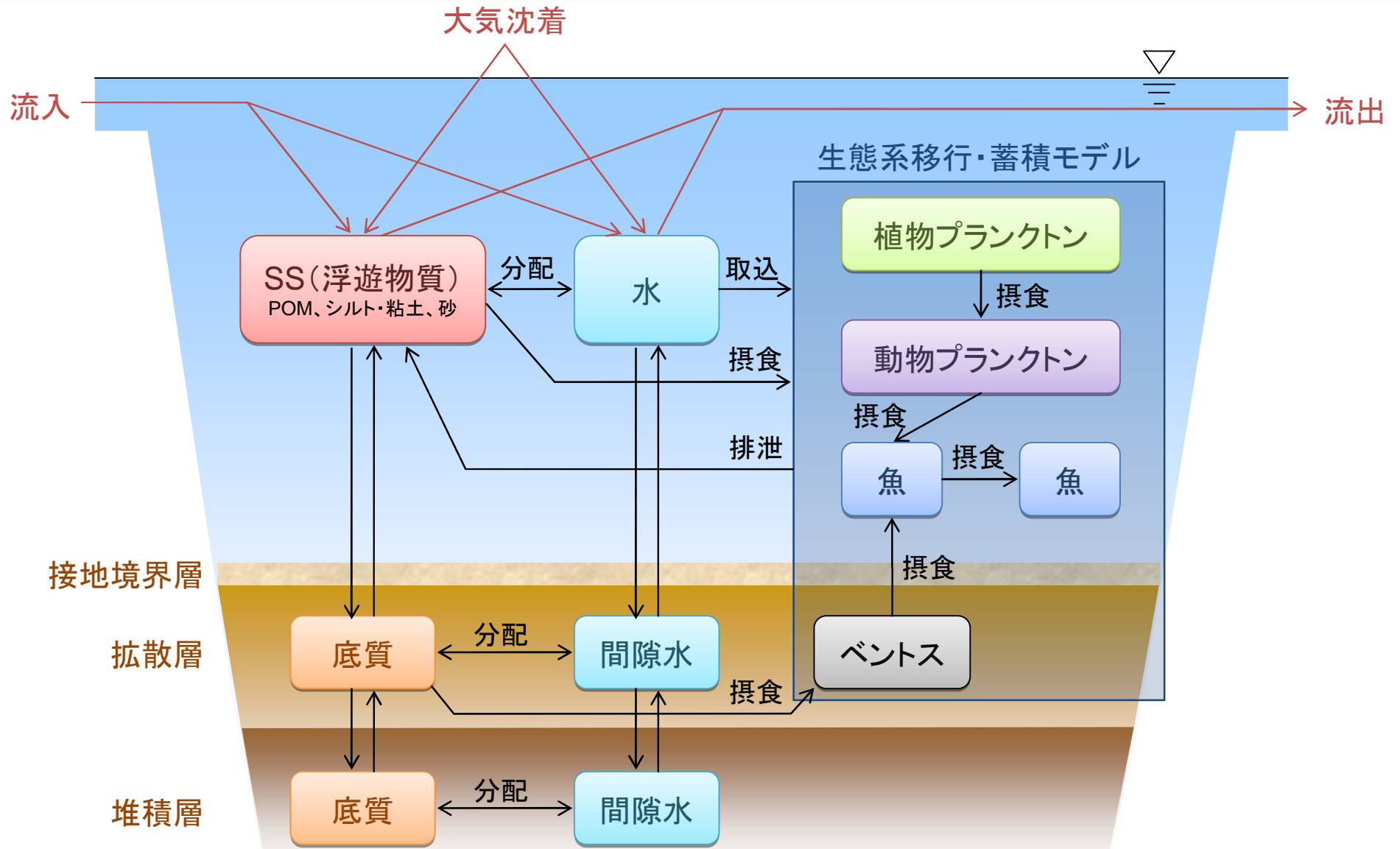


# 河道における放射性物質の動態



DC: 溶存態成分濃度  
 $PC_m$ :  $SS_m$  に吸着している懸濁  
 態成分濃度  
 $SS_m$ : 粒子状物質 ( $m=1,2,\dots$ )

# 湖内核種移行モデルの概要



# 話の流れ

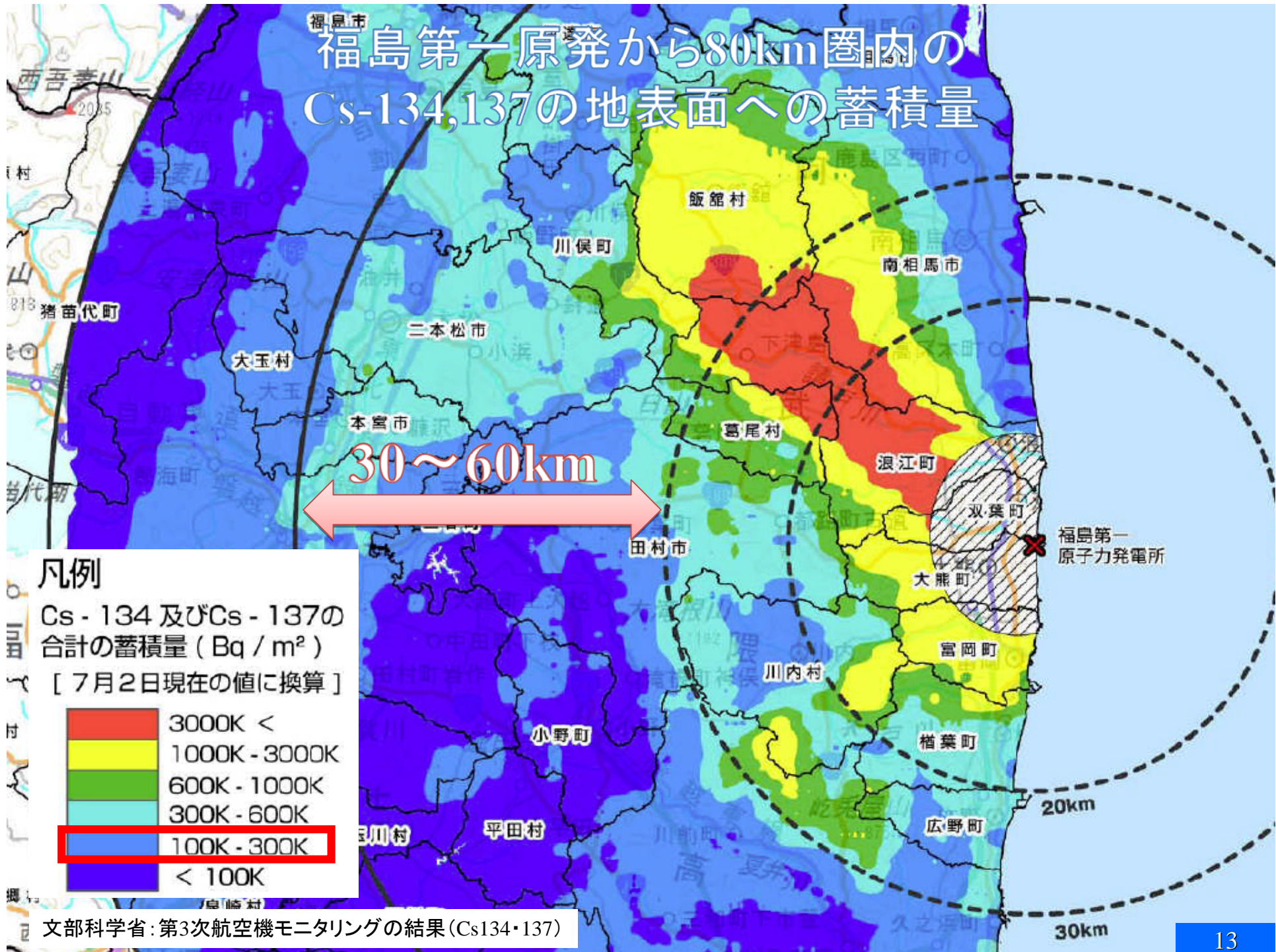
モデルの概要

モデルの試算結果

## 計算条件 ( $^{137}\text{Cs}$ )

- 計算期間
  - 2010/4/1～6/30までの3ヶ月間
- 大気由来(フォールアウト)
  - 全流域に10kBq/m<sup>2</sup>を10時間降下(合計100kBq/m<sup>2</sup>)
  - 降雨時に適用(4/2に設定)
- $^{137}\text{Cs}$ のパラメータ
  - 崩壊定数(1/s):  $7.29 \times 10^{-10}$ (半減期30年)
  - 分配係数(L/kg):
    - Ciffroy et al. (2009)より、淡水中の現場測定(in situ)による5%値、最頻値、95%値を用いて結果の幅を推定( $10^{3.2} \sim 10^{4.5} \sim 10^{5.7}$ )
    - 土壌中については、IAEA(2010)の値を使用( $4.3 \sim 1.2 \times 10^3 \sim 3.8 \times 10^5$ )

# 福島第一原発から80km圏内のCs-134,137の地表面への蓄積量



凡例

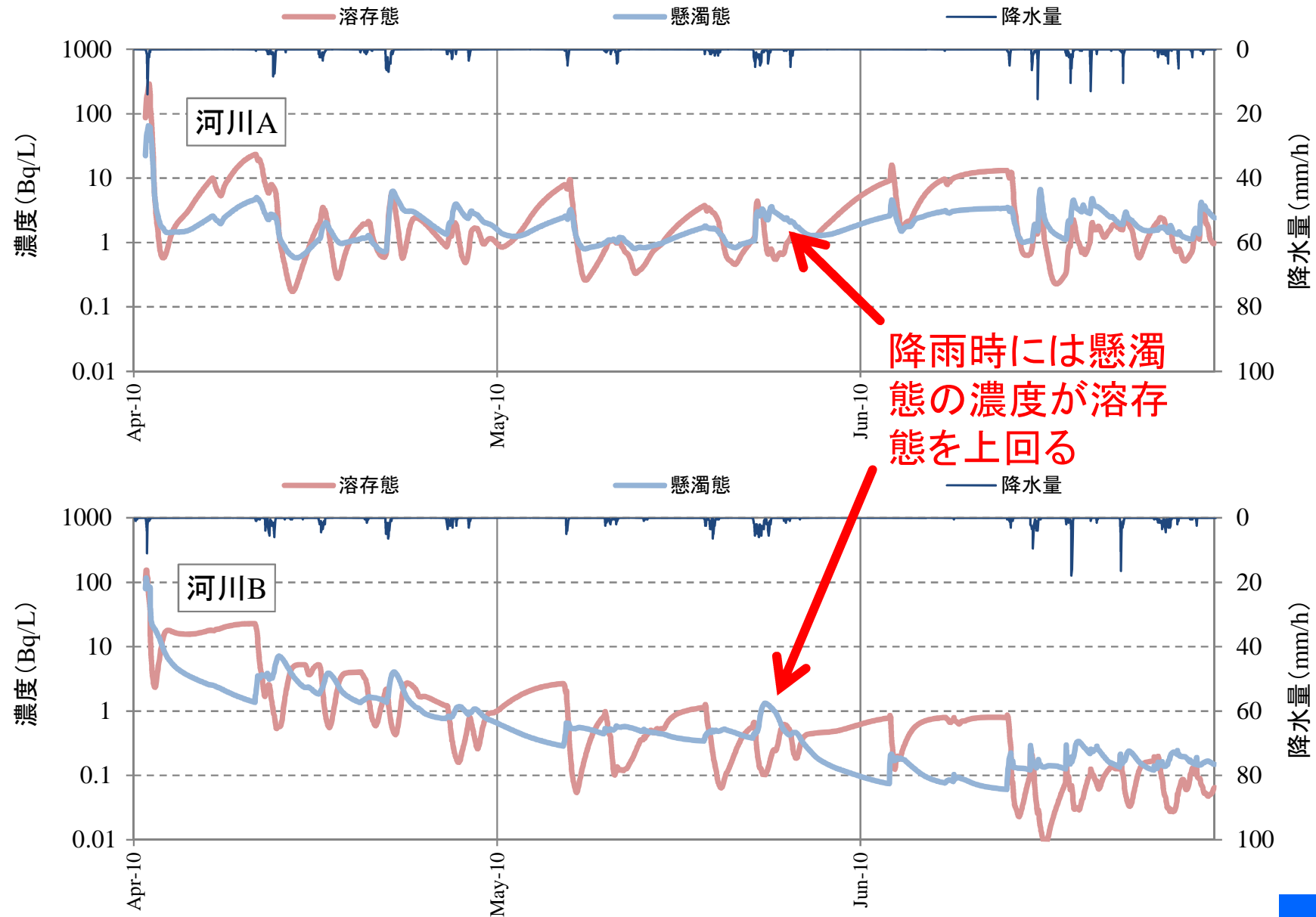
Cs - 134 及びCs - 137の  
合計の蓄積量 (Bq / m<sup>2</sup>)  
[ 7月2日現在の値に換算 ]

	3000K <
	1000K - 3000K
	600K - 1000K
	300K - 600K
	100K - 300K
	< 100K

文部科学省: 第3次航空機モニタリングの結果 (Cs134・137)

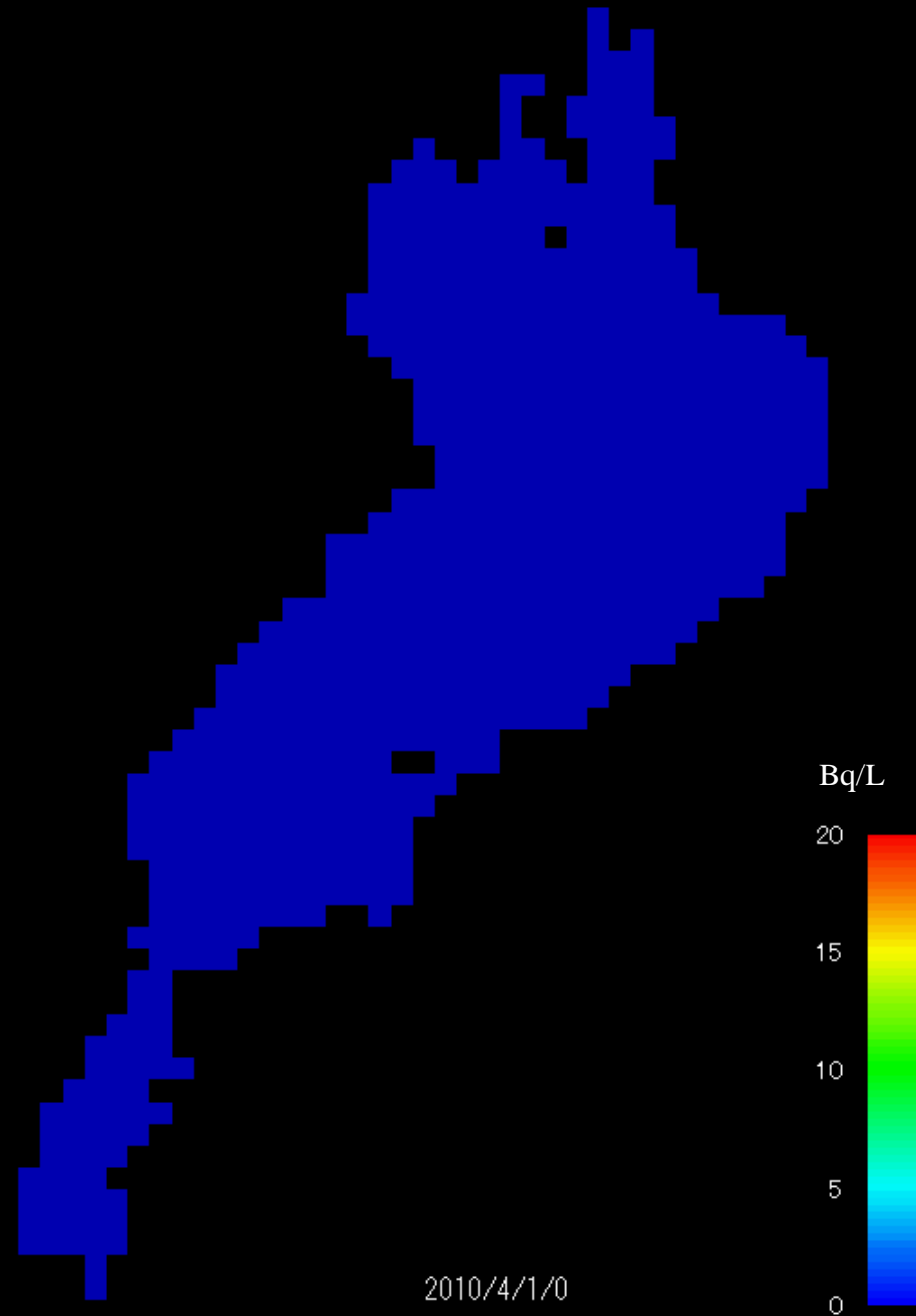


# 河川における<sup>137</sup>Csの計算結果(分配係数:最頻値のとき)

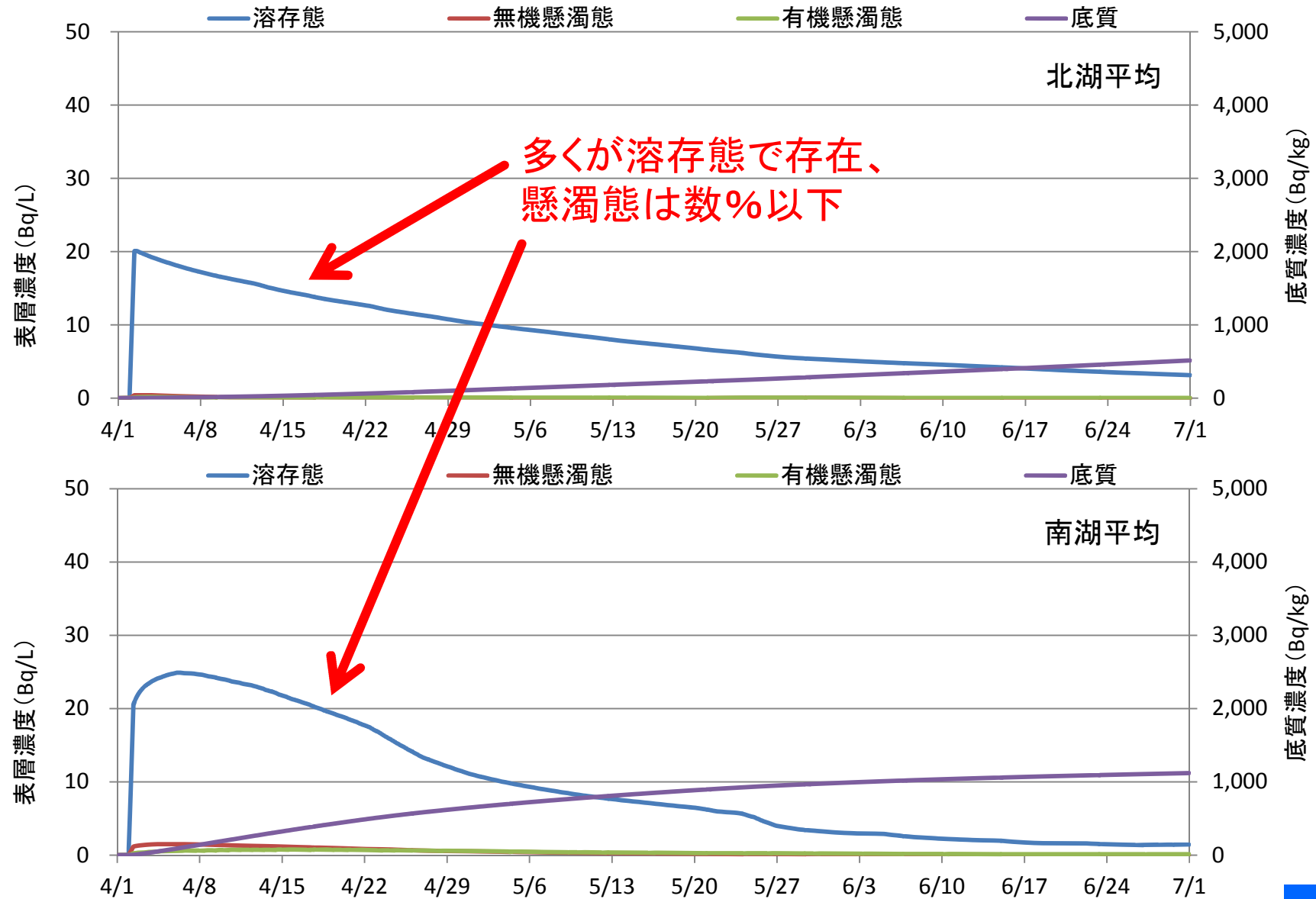




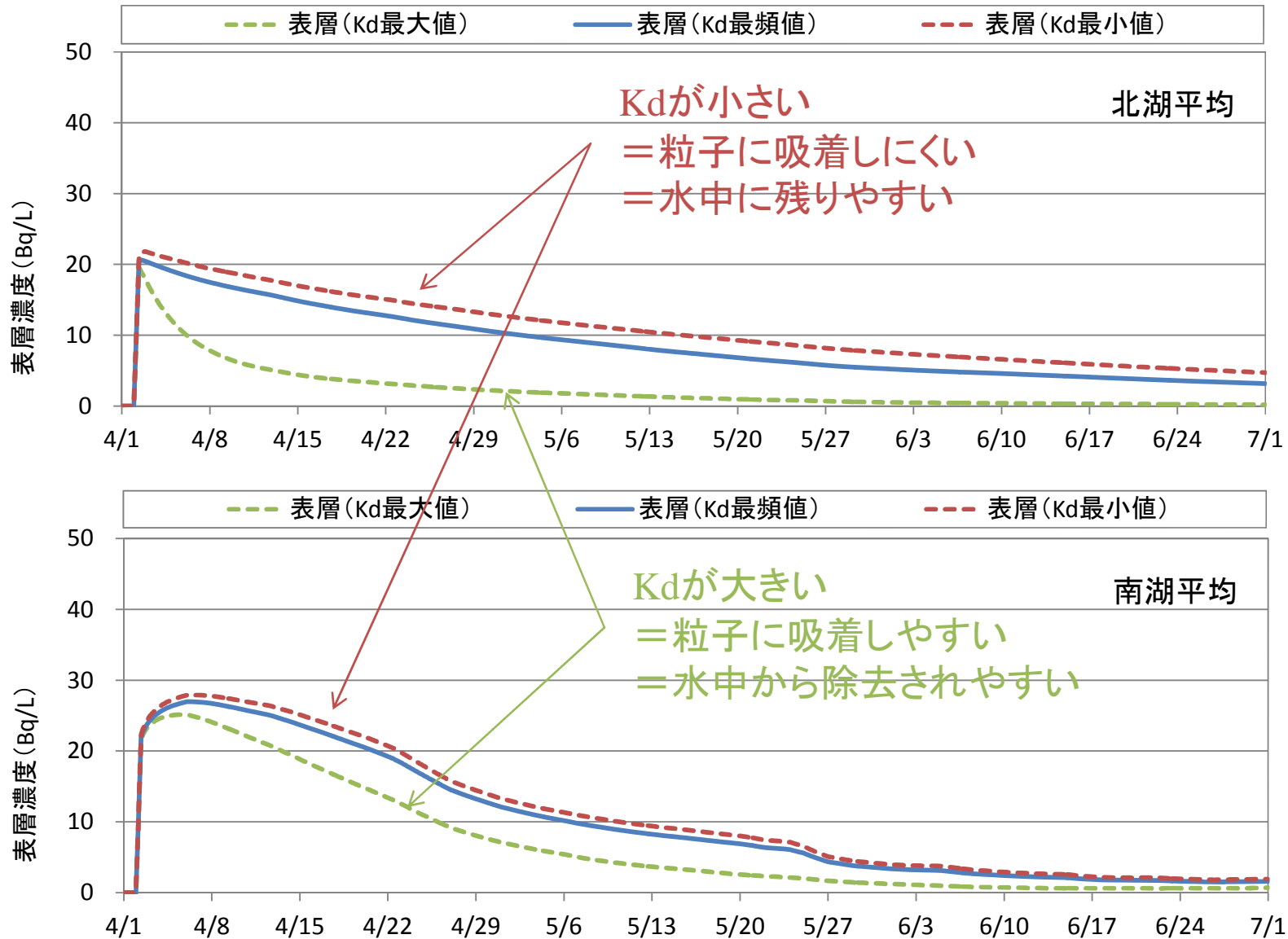
# 湖内における $^{137}\text{Cs}$ の時間変化(分配係数:最頻値のとき)



# 湖内における<sup>137</sup>Csの計算結果(分配係数:最頻値のとき)



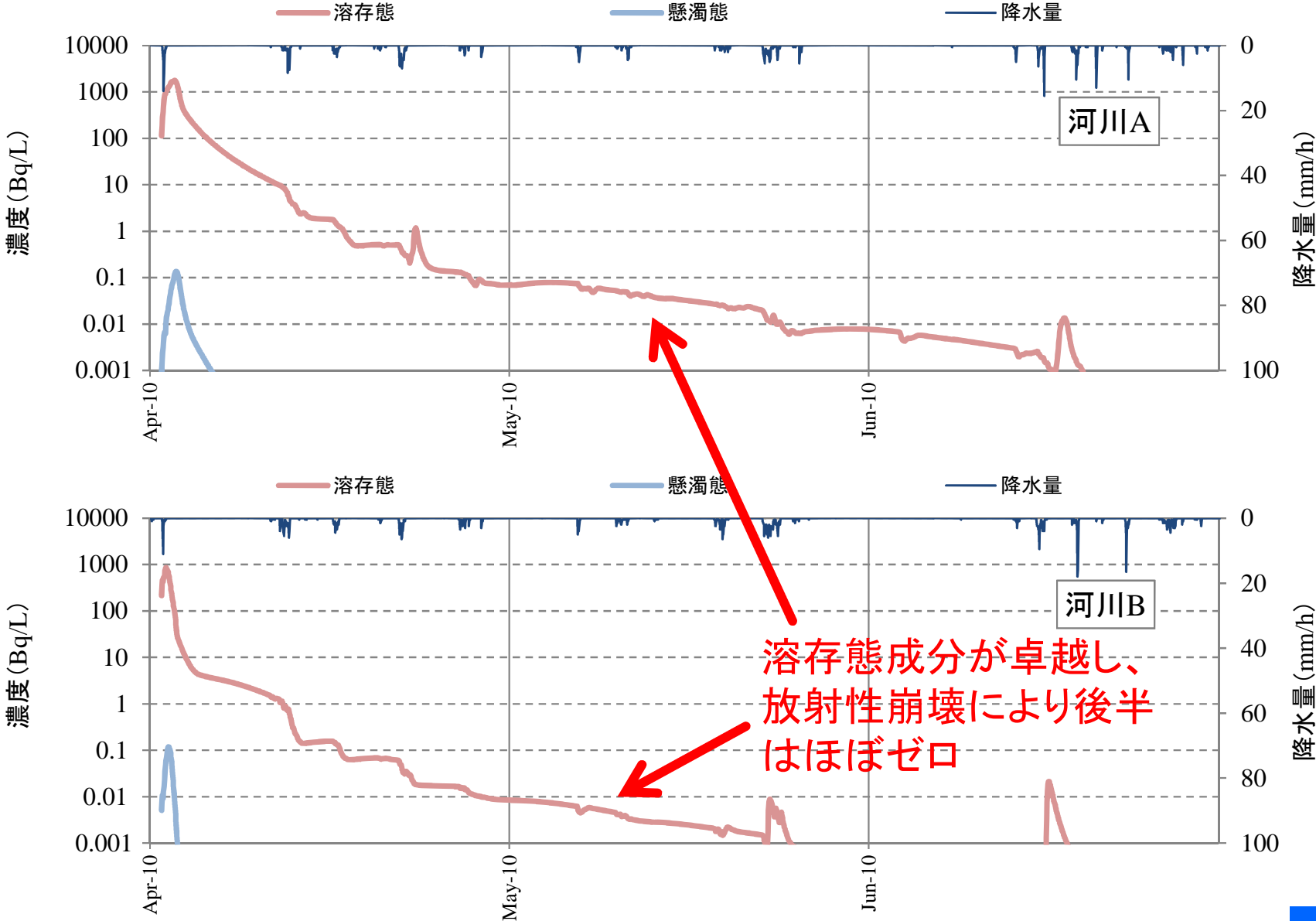
# 湖内における $^{137}\text{Cs}$ (溶存態+懸濁態)の計算結果 (分配係数による幅)



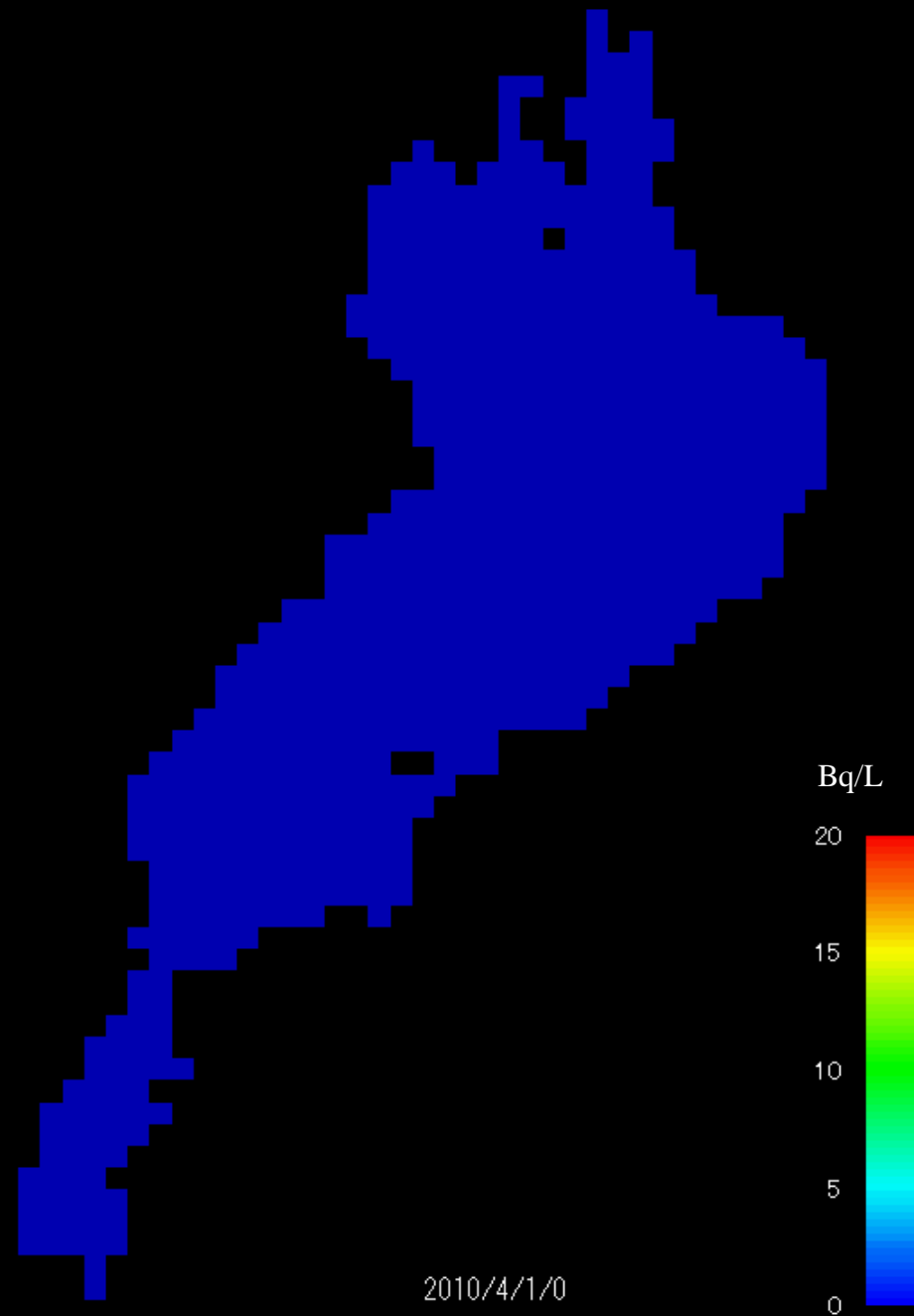
## 計算条件 ( $^{131}\text{I}$ )

- 計算期間
  - 2010/4/1～6/30までの3ヶ月間
- 大気由来(フォールアウト)
  - 全流域に10kBq/m<sup>2</sup>を10時間降下(合計100kBq/m<sup>2</sup>)
  - 降雨時に適用(4/2に設定)
- $^{131}\text{I}$ のパラメータ
  - 崩壊定数(1/s) :  $1.00 \times 10^{-6}$ (半減期8日)
  - 分配係数(m<sup>3</sup>/g) :
    - Ciffroy et al. (2009)より、淡水中の現場測定(in situ)による最頻値、および吸着実験による5%値、95%値を用いて結果の幅を推定( $10^{-0.1} \sim 1 \sim 10^{4.8}$ )
    - 土壌中については、IAEA(2010)の値を使用( $10^{-2} \sim 6.9 \sim 5.8 \times 10^2$ )

# 河川における<sup>131</sup>Iの計算結果(分配係数:最頻値のとき)

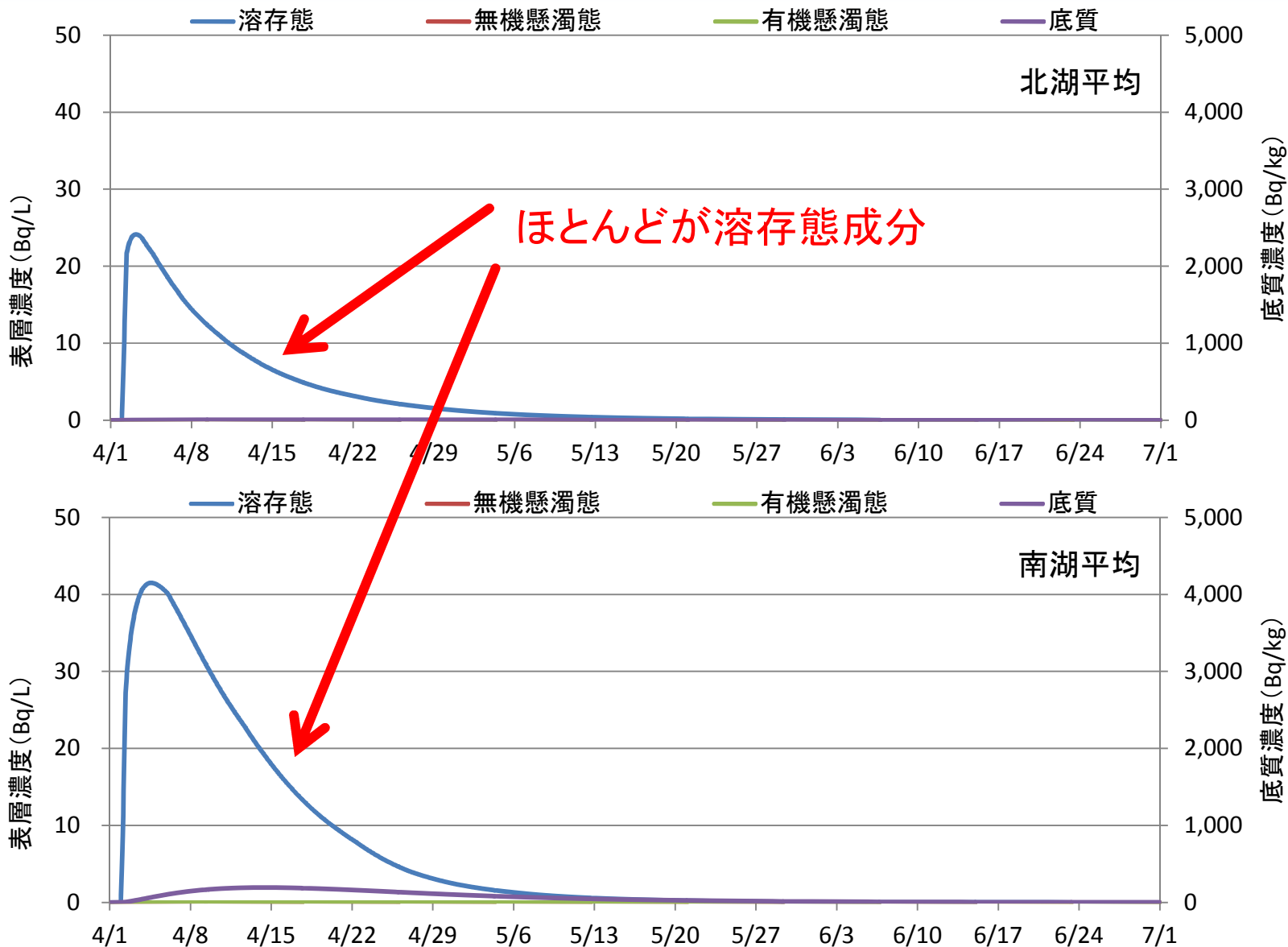


# 湖内における $^{131}\text{I}$ の時間変化(分配係数:最頻値のとき)

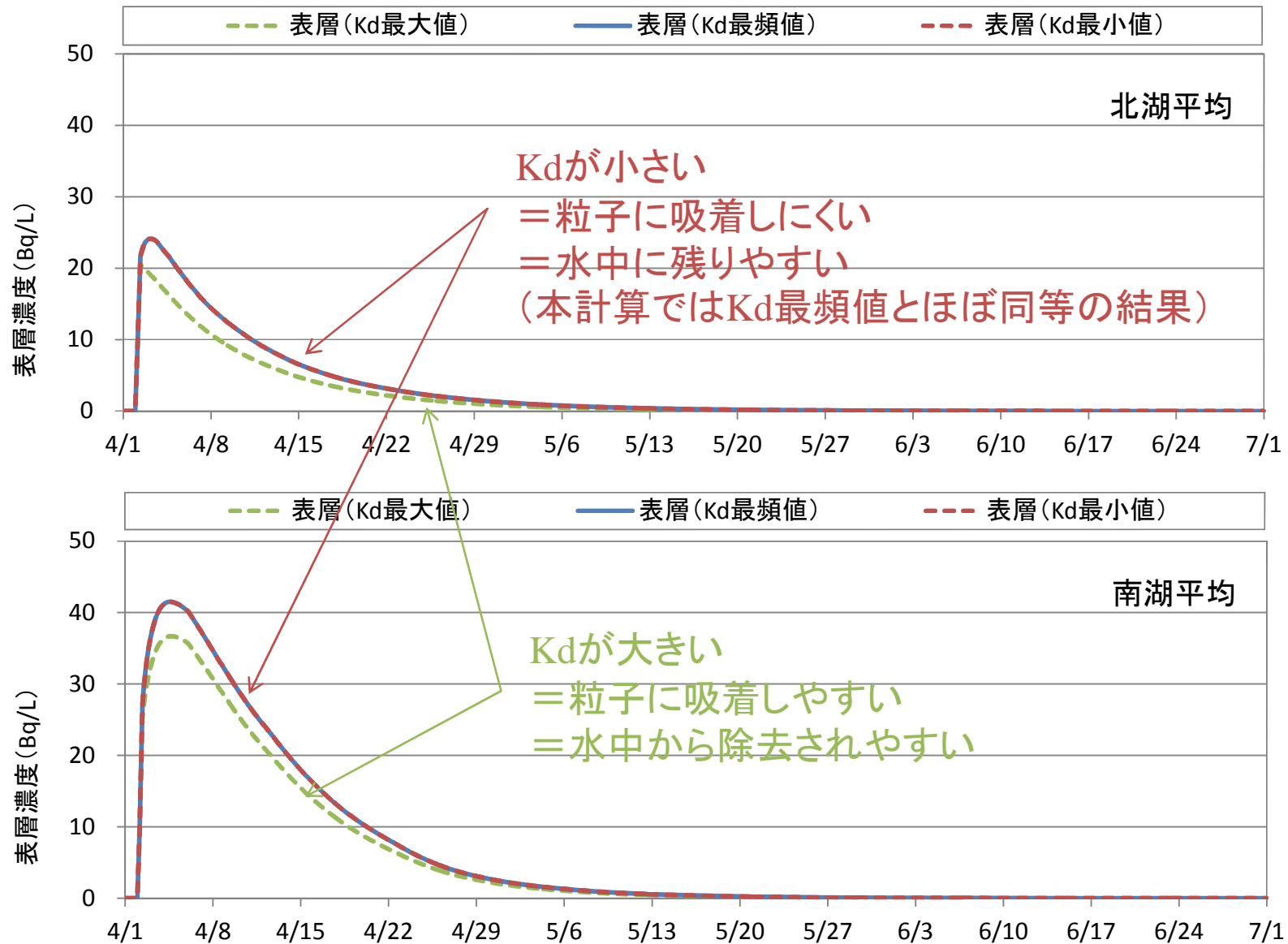




# 湖内における<sup>131</sup>Iの計算結果（分配係数：最頻値のとき）



# 湖内における $^{131}\text{I}$ の計算結果(分配係数による幅)



## 結果に大きな影響を与える前提条件(例)

### ■ シナリオ

- 大気からの沈着量(事故規模・気象)

### ■ 陸域

- 分配係数( $K_d$ )

- 表層土壌等の吸着・地下浸透・表面流出への分配

- 沈着時期(灌漑期・非灌漑期)

- 沈着時の気象(降雨強度)

- SSの浮上・沈降量

- SS等の再現性

### ■ 湖内

- 分配係数( $K_d$ )

- 沈着時期(循環期・停滞期)

- 底質との相互作用

- SS等の再現性

今回考慮した幅は分配係数( $K_d$ )のみであり、他の前提条件次第ではより影響の大きな(小さな)結果となりうる

## 今後の予定

### ■ 今年度内に検討予定

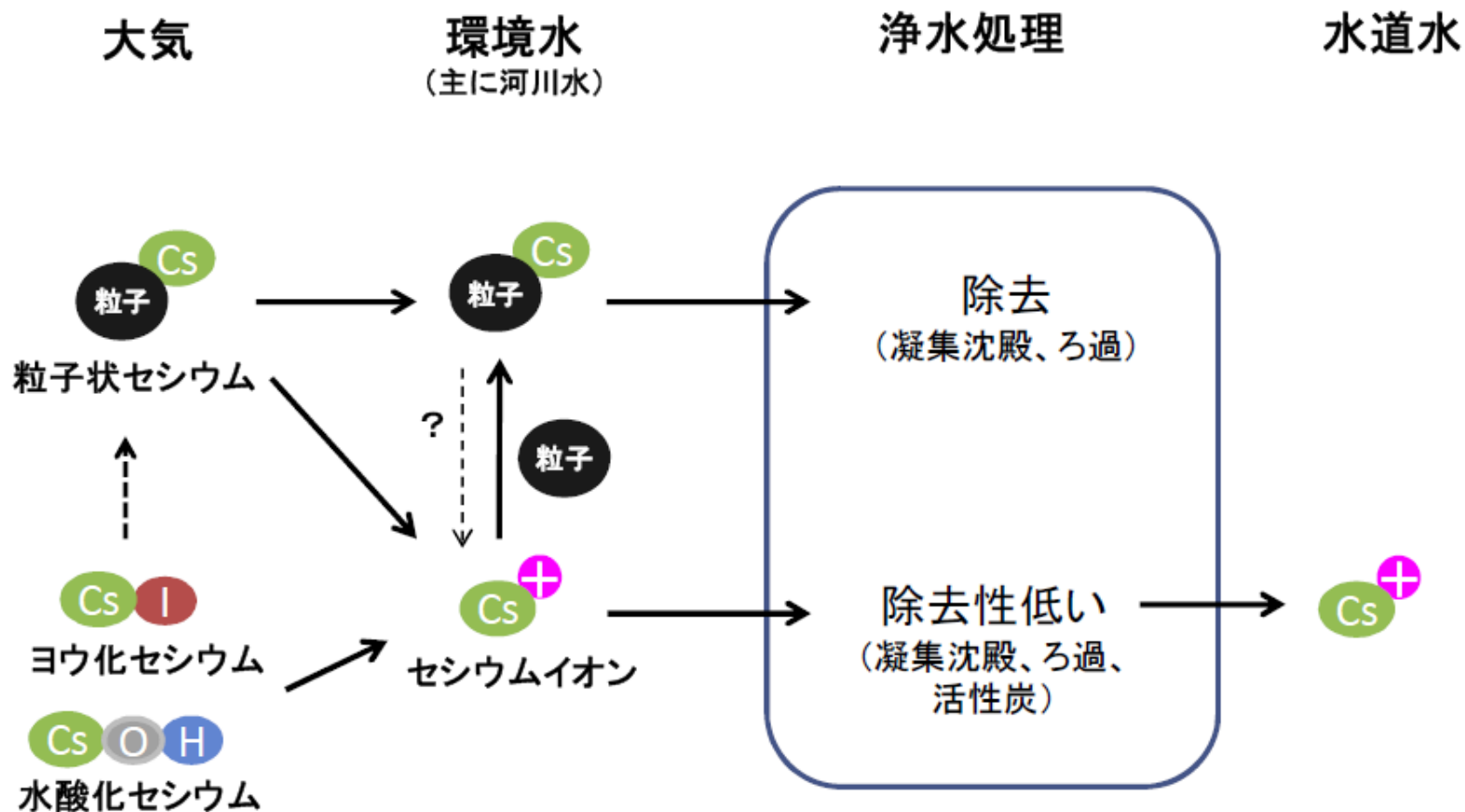
- 大気モデルとのカップリング、複数シナリオ計算
- 森林、市街地などの各面源におけるモデルおよびパラメータの再検討
- 中長期予測の実施

### ■ 次年度以降的に検討予定

- 東日本の流域(手賀沼流域を検討中)におけるモデル検証
- SSの粒径分布の考慮
- モニタリング計画・浄水処理対応等具体検討への活用

# 参考

# 放射性セシウムの浄水処理概念図



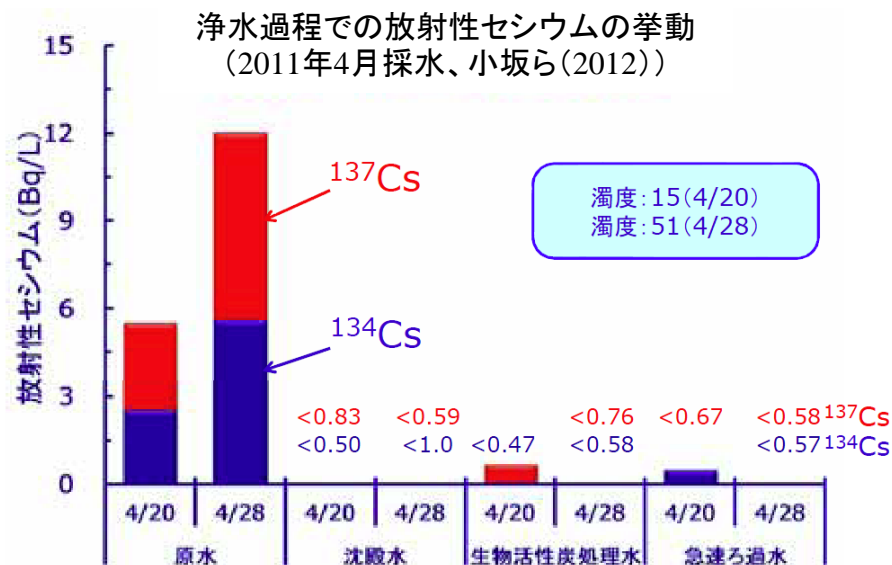
地表に降下したセシウムのほとんどは、土壤に収着し、環境水には粒子状として流出

● H 水素 ● O 酸素 ● I ヨウ素 ● Cs セシウム



# 放射性セシウムの浄水場での除去

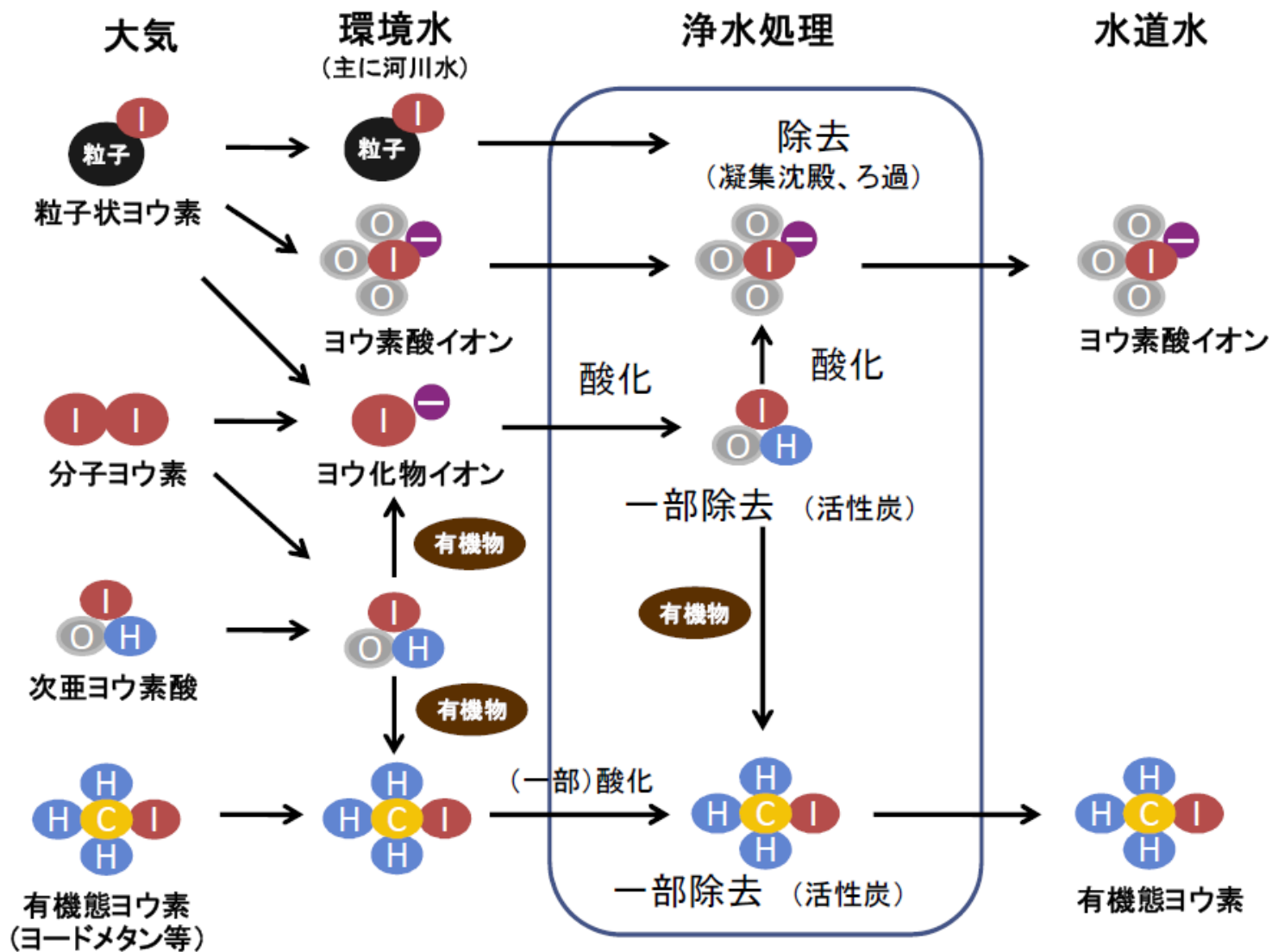
## 放射性セシウムの浄水処理における挙動



## 放射性セシウムの浄水場での除去について

- 原水に濁質が含まれている場合は、濁質に放射性セシウムが収着しているため、固液分離処理(凝集沈殿、ろ過など)による濁質除去・制御が肝要となる。
- 溶存している放射性セシウムの除去性は低い。この場合、過去に凝集助剤としても使用されていたことのあるベントナイトなどの添加により一部吸着除去可能。

# 放射性ヨウ素の浄水処理概念図



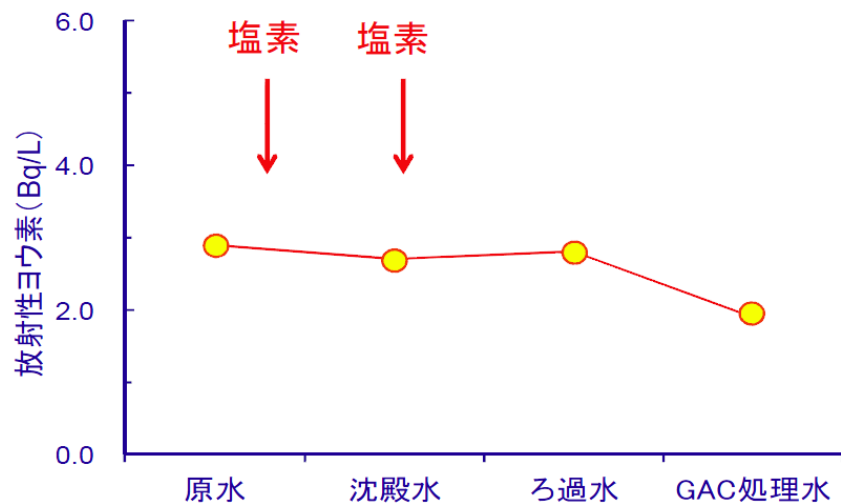
本図は概念図であり、詳細は条件により異なる

● H 水素 ● C 炭素 ● O 酸素 ● I ヨウ素

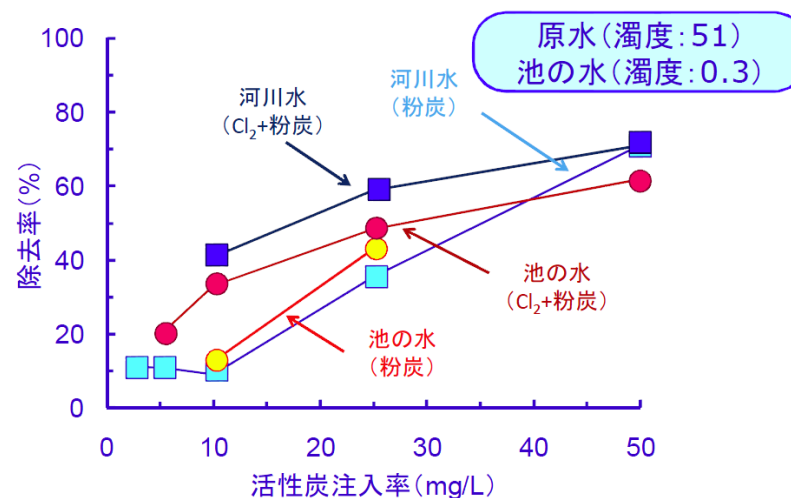
出典: 浅見ら(2013)

# 放射性ヨウ素の浄水場での除去

浄水処理工程における放射性ヨウ素の挙動例  
(2011年4月, Kosaka et al., *Water Research* (2012))



弱塩素処理+粉末活性炭で除去率向上  
(2011年4~5月, Kosaka et al., *Water Research* (2012))



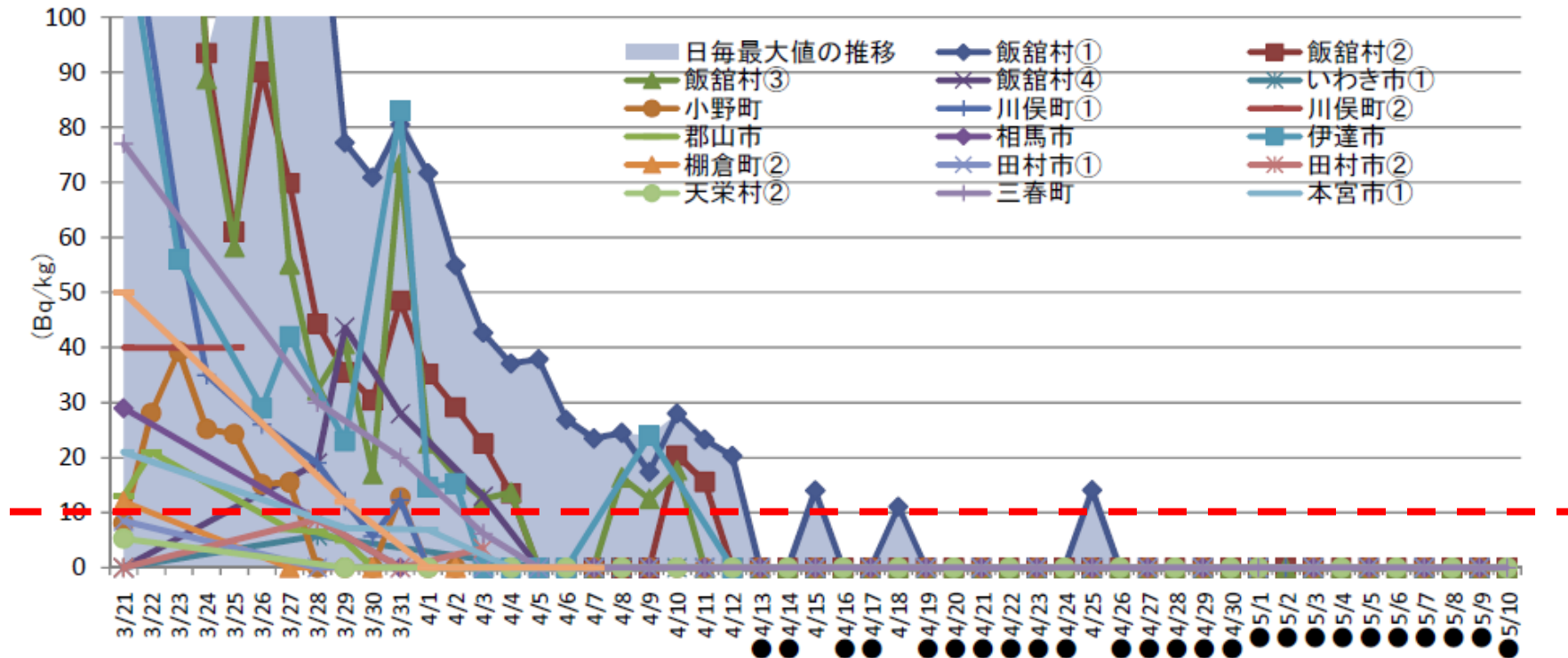
河川水 (3.4~3.5 Bq/L)、池の水 (7.4~9.5 Bq/L);  
塩素10分のち粉末活性炭30分; (塩素注入率 1.0 mg/L(河川水), 0.5 mg/L(池の水))

22

## 放射性ヨウ素の浄水場での除去について

- 凝集沈殿では一部の粒子付着態以外、除去されない。
- 弱塩素 (0.5~1.0 mg/L) + 粉末活性炭により比較的良好な除去
- 酸化しすぎるとヨウ素酸イオンとなり、除去困難に

# 事故後の福島県内の表流水水源における<sup>131</sup>Iの推移



※グラフ中において、検出下限値未満の場合は、図作成のため便宜的にゼロとしている。  
 ※表1-8の採取地点うち、3月21日以降継続的に検査し、かつ最大値がNDではない地点のみを示した。  
 ※●は検査結果がNDの月日を示す。(5/11~5/31の測定結果は全てND)

# 水道水の摂取制限およびその広報を実施した 水道事業者等の位置



表3 食品中の放射性物質に関する暫定規制値

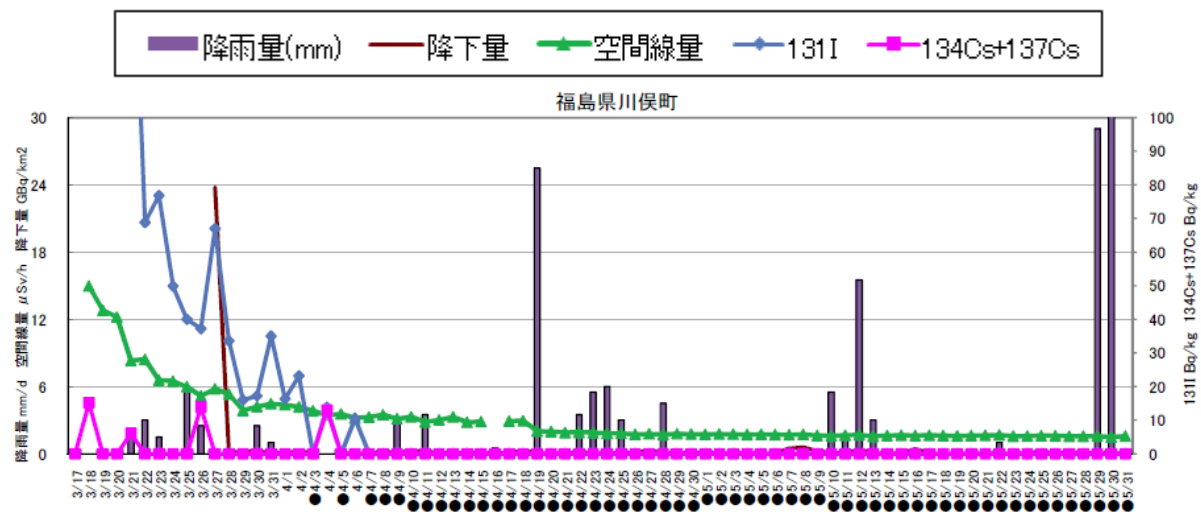
核種	原子力施設等の防災対策に係る指針における 摂取制限に関する指標値 (Bq/kg)	乳児用	
放射性ヨウ素	飲料水	300	
	牛乳・乳製品	200	100
	野菜類 (根菜・芋類を除く.)	2,000	
放射性セシウム	魚介類		
	飲料水	200	
	牛乳・乳製品		
	野菜類		
	穀類 肉・卵・魚・その他	500	

出典: 浅見ら(2011)

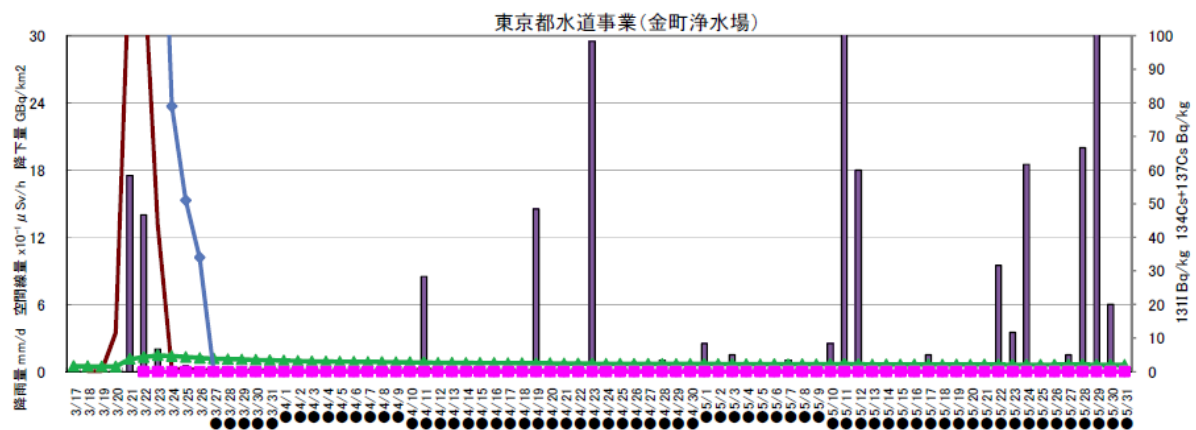
出典: 水道水における放射性物質対策検討会(2011)



# 水道水中の放射性物質 ( $^{131}\text{I}$ 、 $^{134}\text{Cs} + ^{137}\text{Cs}$ )、降下量 及び空間線量の推移



※降雨量について、5月30日は129.0mm/d  
 ※放射性ヨウ素について、3月17日は308Bq/kg、18日は293Bq/kg



※降雨量について、5月11日は36.5mm/d、5月29日は68.5mm/d  
 ※降下量について、3月21日は32GBq/km<sup>2</sup>、3月22日は36GBq/km<sup>2</sup>  
 ※放射性ヨウ素について、3月22日は210Bq/kg、3月23日は190Bq/kg

出典：水道水における放射性物質対策検討会(2011)