

2023.5.16 原子力委員会

# 福島国際研究教育機構に係る R4年度先行研究の成果について

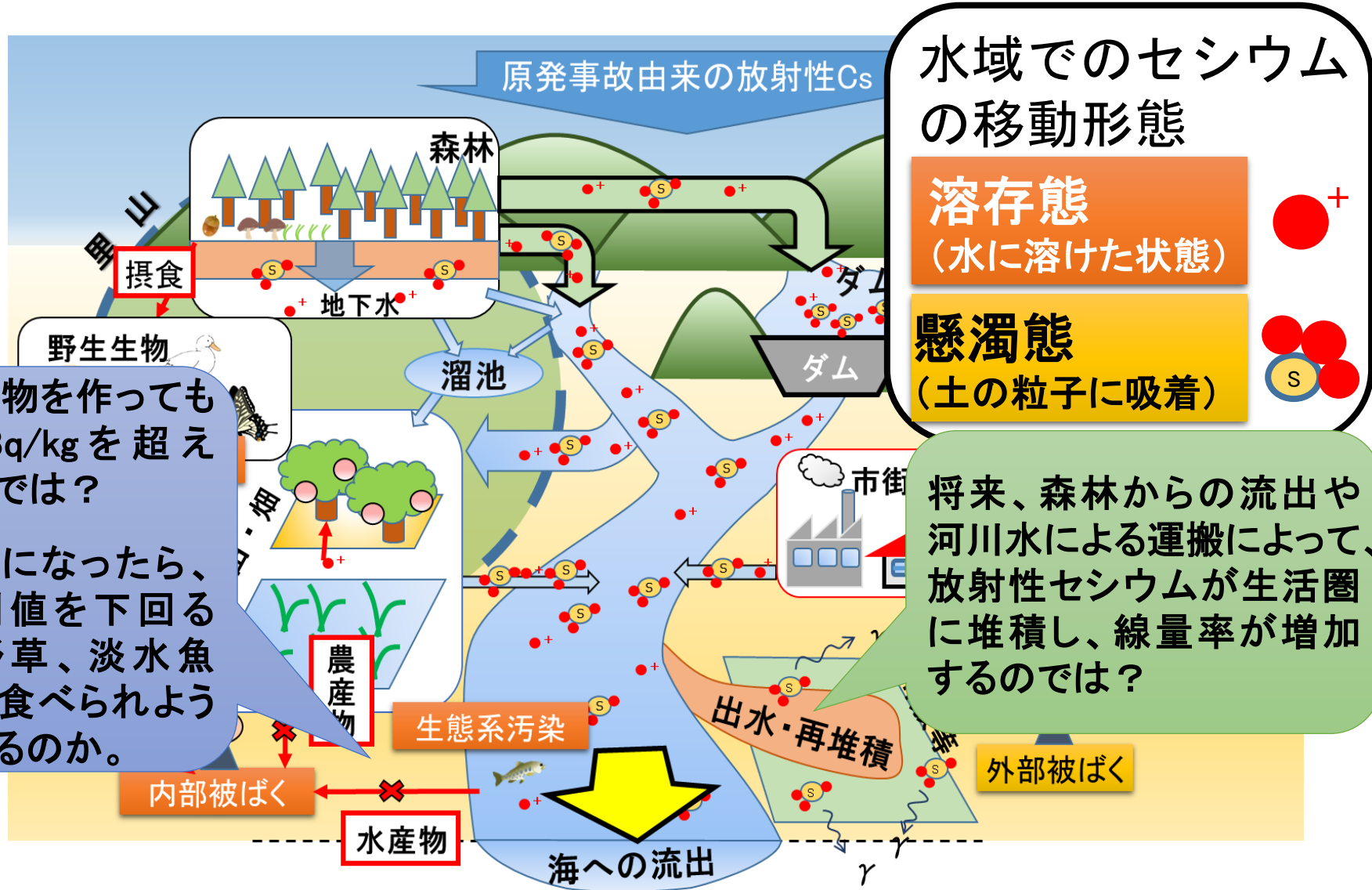
国立研究開発法人国立環境研究所

福島地域協働研究拠点

研究グループ長 林 誠二



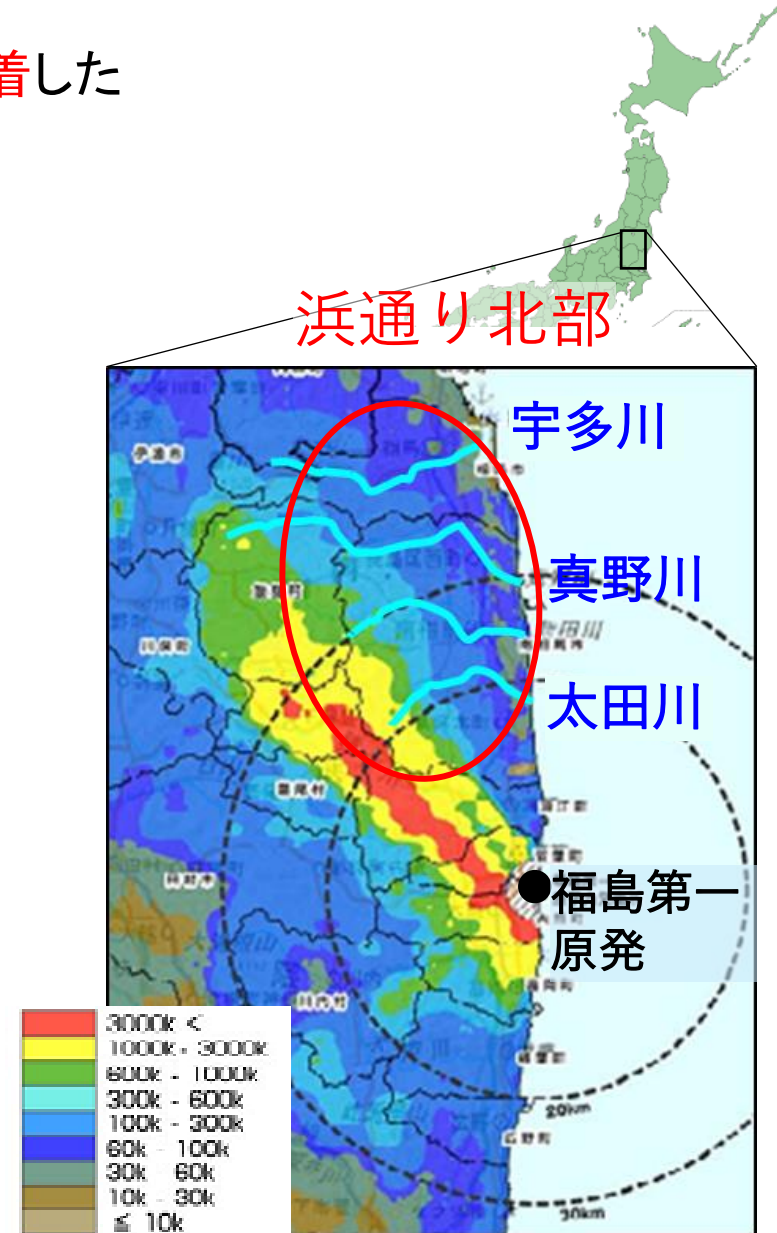
National  
Institute for  
Environmental  
Studies, Japan



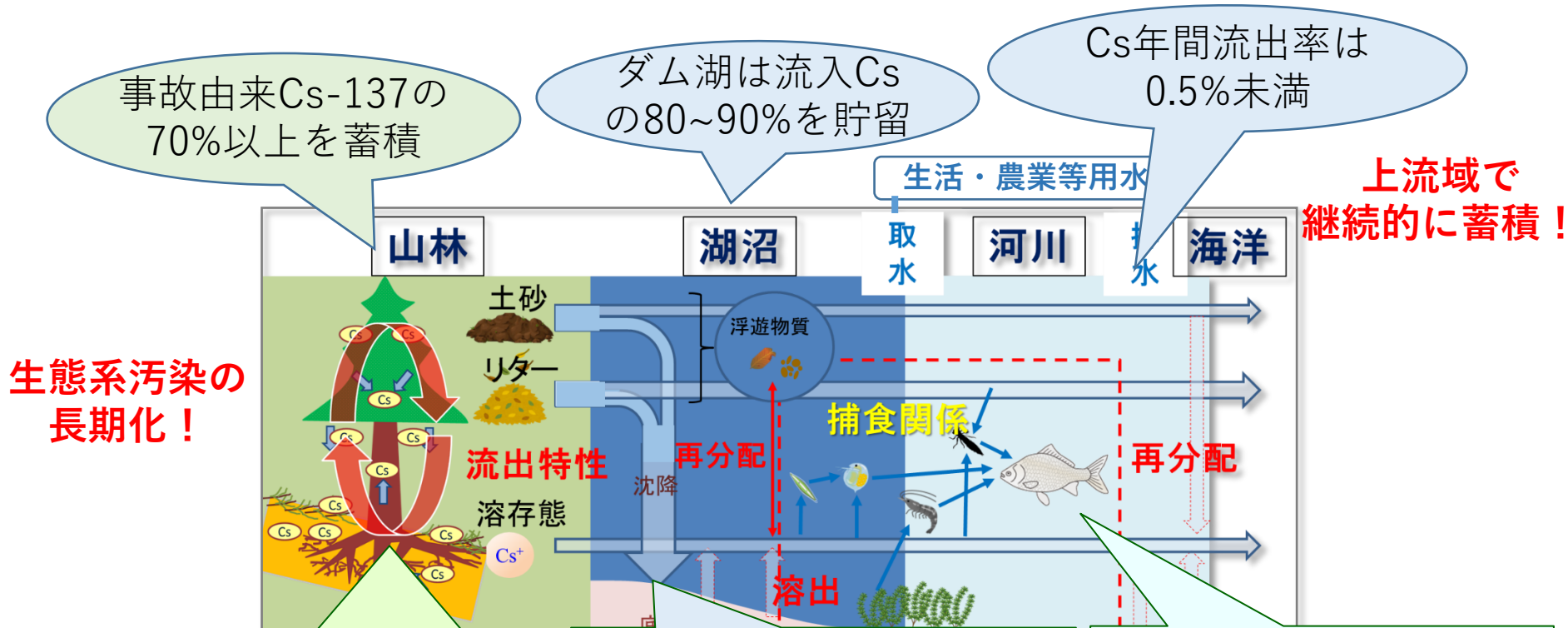
様々な経路での被ばくリスクの評価と低減対策に資する情報の提供

福島原発事故直後から  
上流の**森林域に放射性セシウムが高濃度に沈着した**  
河川流域を対象とした動態計測を実施

- 場から場への移動・集積
- セシウムの形態別の挙動
- 非生物→生物、生物間の移行



# 事故後10年間の取組による成果と知見：河川流域における放射性Cs動態



- 溶存態成分の発生源としての役割
  - リター（落葉等）溶脱成分の直接寄与
- リター層への再集積と循環
  - 落葉広葉樹で顕著に
  - 林産物（山菜や野生キノコ）等汚染の長期化

- 底質からの溶出特性評価（発生源としての役割）
  - 還元環境による溶出促進
  - 底質性状の影響解明

- 溶存態濃度の規定因子の解明
  - 都市河川での高濃度化

- 淡水生態系への移行特性評価
  - 湖沼魚類における生物濃縮
  - 上位種における汚染の長期化（濃度の下げ止まり）

数値モデルも活用した自然資源の放射性Cs汚染の中長期予測と低減対策の実施へ

## 里地・里山における放射線被ばくリスクの低減に関する研究

### 被ばく班

#### 山菜・キノコの摂取頻度質問票の開発

【目的】

山菜・キノコ利用による追加被ばく線量の推定に、生活習慣を反映

- 外部 + 内部被ばくのパラメーターを、アンケート調査等によって解明



#### 林業従事者の生活史調査

【目的】

旧避難指示区域での生業の変化を調べる

- 生業がいかに損なわれたか、その回復にどう取組んだか？
- 損なわれた生業回復に必要な条件は？



「どの生活奪われ募る東電不信」

### 動態班

#### コシアブラへの<sup>137</sup>Cs供給源を特定

【目的】

山菜の根の分布はどうなっている？

- 若木の掘り起こし、環境DNA、Sr同位体比

#### 山菜のrCs濃度を下げる技術の検証

【目的】

コシアブラのrCs濃度低下があり、住民が導入しやすい技術の選定

- 以下の複数の対策技術を試験導入



成葉除去(●)

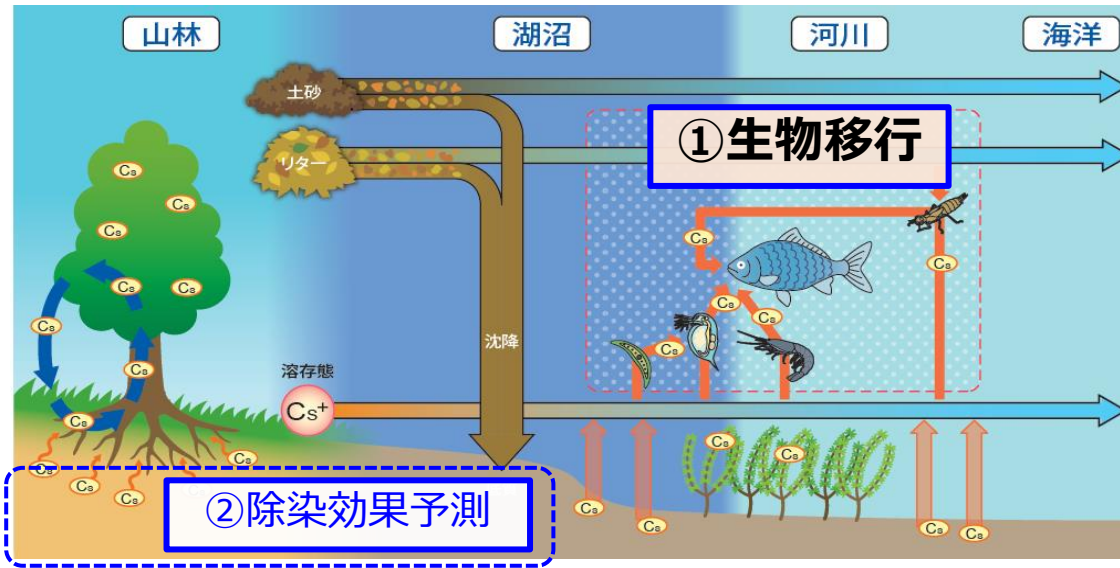


表層除染(●)



カリウム施肥(●)

## 淡水環境における魚類への放射性セシウム移行のメカニズム解明と将来予測



### ③除染の費用便益

#### 便益

生態系サービス  
出荷・遊漁再開



#### 費用

除染の施工  
処理費用



## 研究計画

### 淡水生態系への放射性Cs移行解明

- ・ 太田川上流域におけるヤマメのCs濃度に寄与の大きい環境因子の解明
- ・ DNA食性解析により餌組成とセシウム濃度の関係の解明

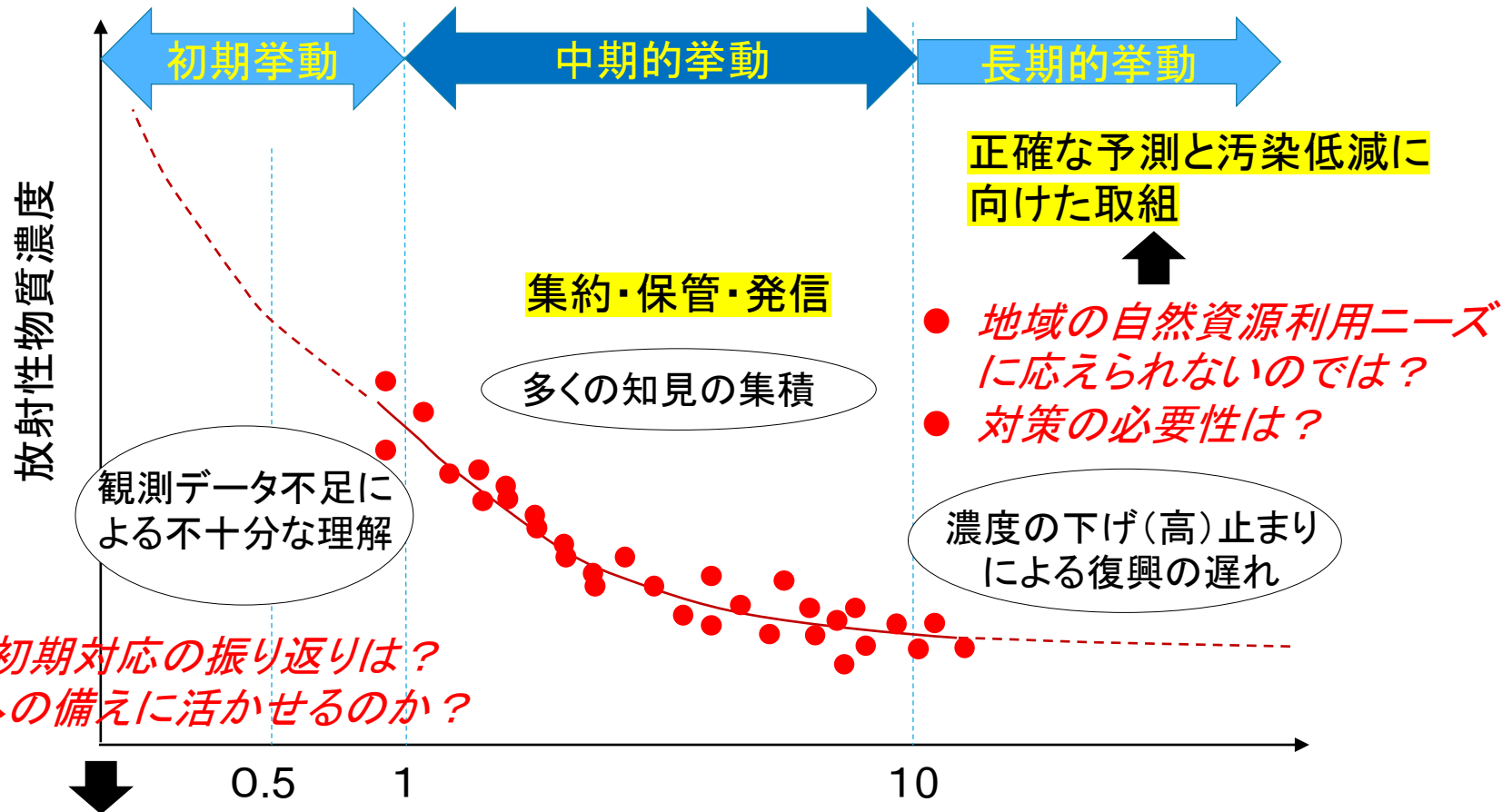


### ダム放流水中放射性Cs濃度の長期予測と除染(浚渫)効果の評価

- ・ 豪雨イベントによるダム湖へのrCs移動量と集積量の推算
- ・ ダム放流水中放射性Cs濃度の長期予測とシナリオ毎の評価

## 取組の背景

福島原発事故後の各種媒体における放射性物質の濃度レベルの変化イメージ



初期挙動の詳細理解に基づく取組

事故からの経過年数

## なぜ原発事故後の対応を振り返るのか？

- 福島原発事故後の放射性物質の初期挙動の詳細な理解



- 事故後の様々な取組の検証  
被ばくリスク低減や放射性物質の移動抑制、生態系への移行低減、除去土壌等汚染廃棄物発生量等について



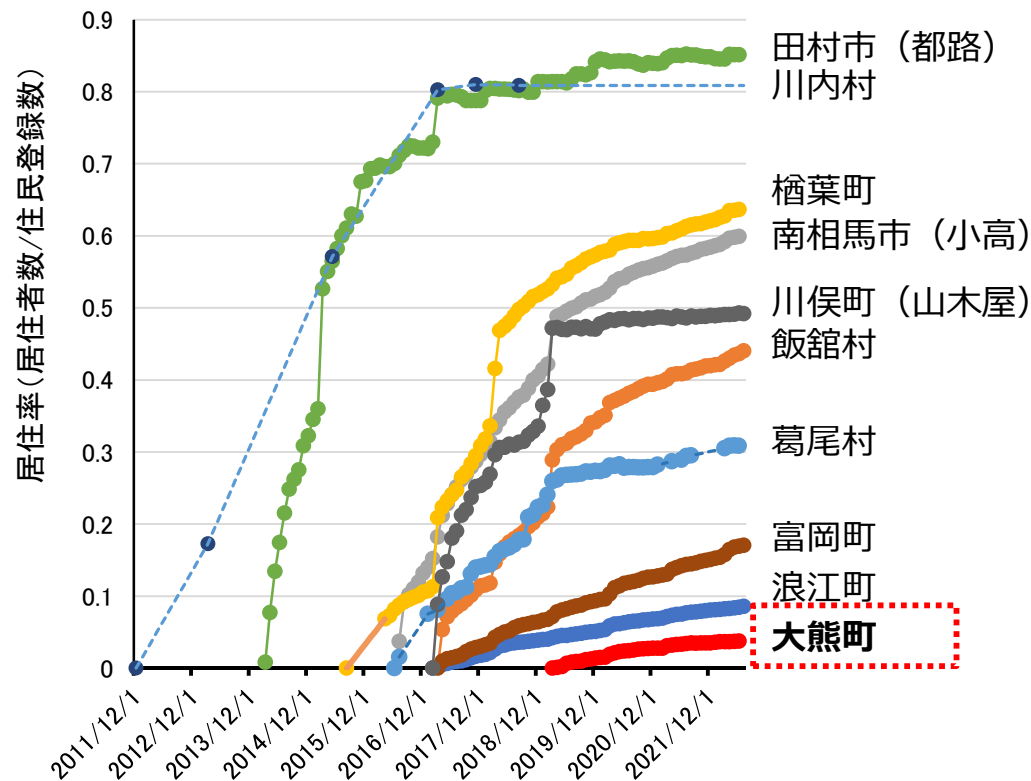
- より望ましい対応はなかったか？



- 将来の原子力災害被災地におけるより迅速な環境回復へ貢献出来るのでは？

### 避難指示解除区域の居住率

出典：復興庁



解除時期が遅くなるほど人は戻らなくなる



## 自家採取食品(山菜や野生キノコ、淡水魚)における

### 汚染の長期化の影響



- 直接販売や内水面漁業組合活動
- 娯楽性のある生業・余暇活動としての採取・利用
- 利用をめぐる地域住民同士のコミュニケーションの機会
- 地域の食文化を下支えする調理の技術

### 停滞や喪失の危機



地域経済だけでなく、コミュニティの形成や  
維持、食文化にも大きく影響



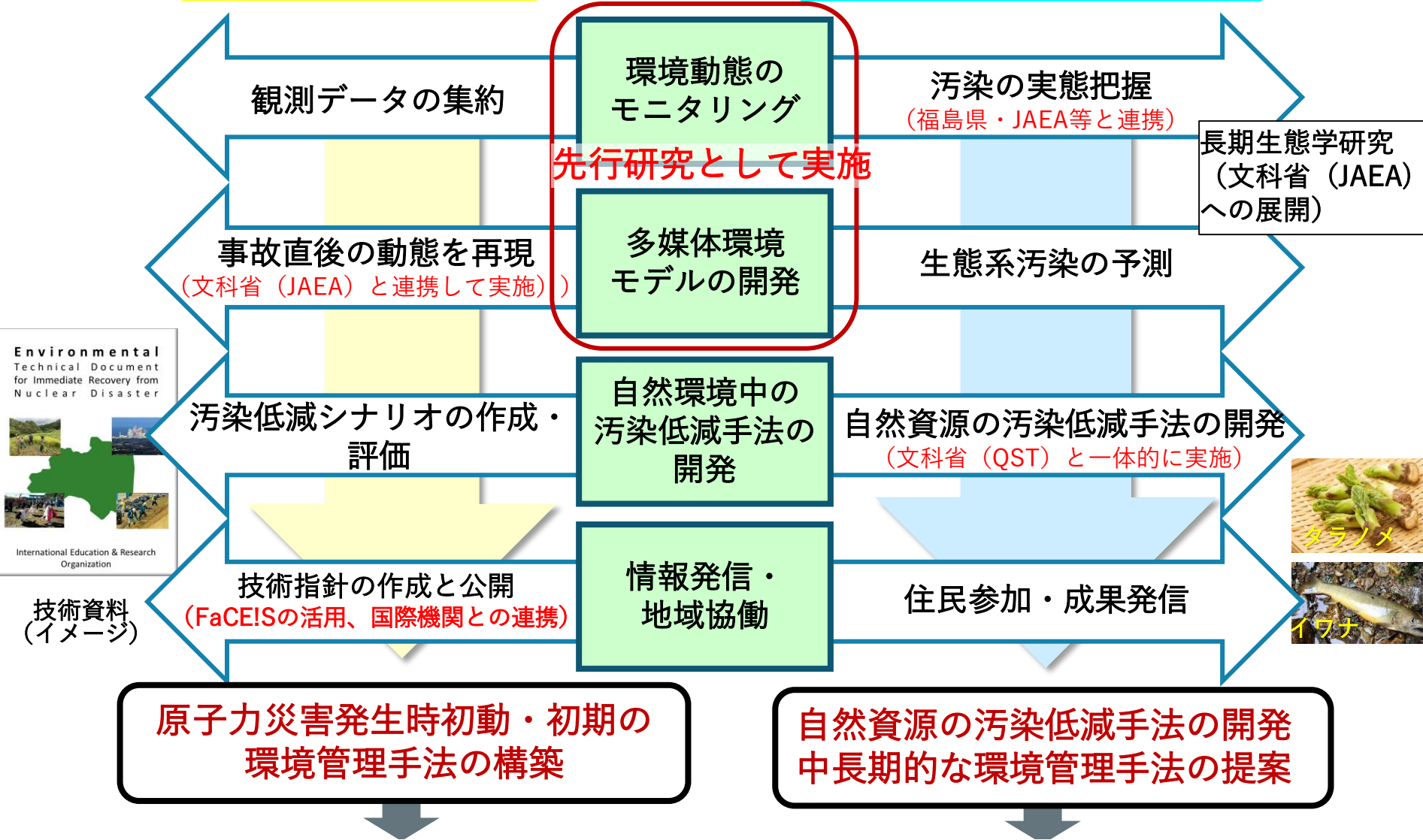
動態研究の観点から、回復と復興に向けた  
下支えが出来ないか！



# 河川流域における環境動態研究のこれから (F-REIでの取組内容)

## 原発事故後の振り返り

## 汚染地域の環境回復に向けて



原子力災害に対する環境面からの備えを国際発信することで世界をリード

# R4年度に実施した先行研究①

## 多媒体環境モデル開発と精緻化・高度化

目的: ダム湖沼における放射性セシウム詳細挙動評価のための数値モデル開発

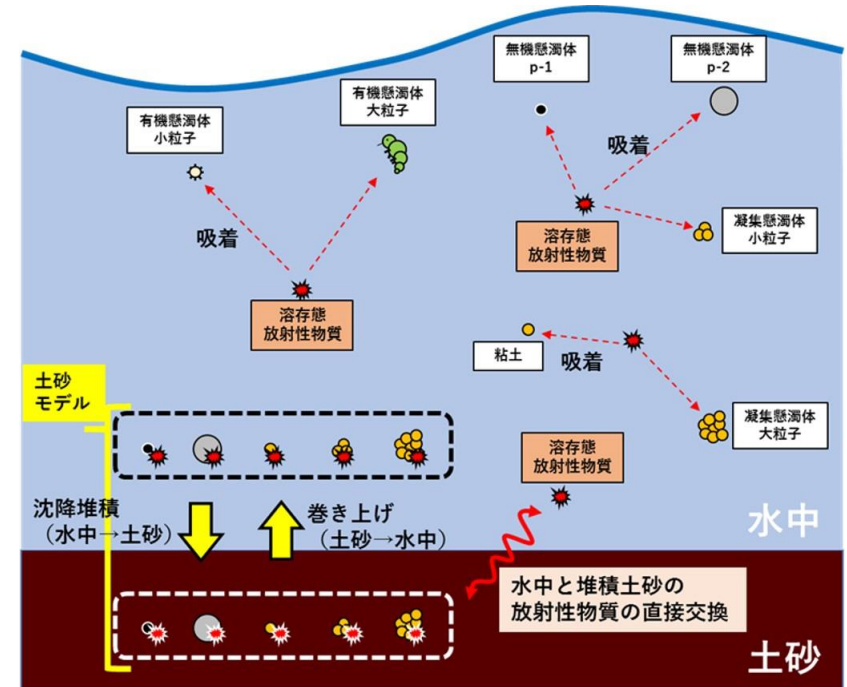
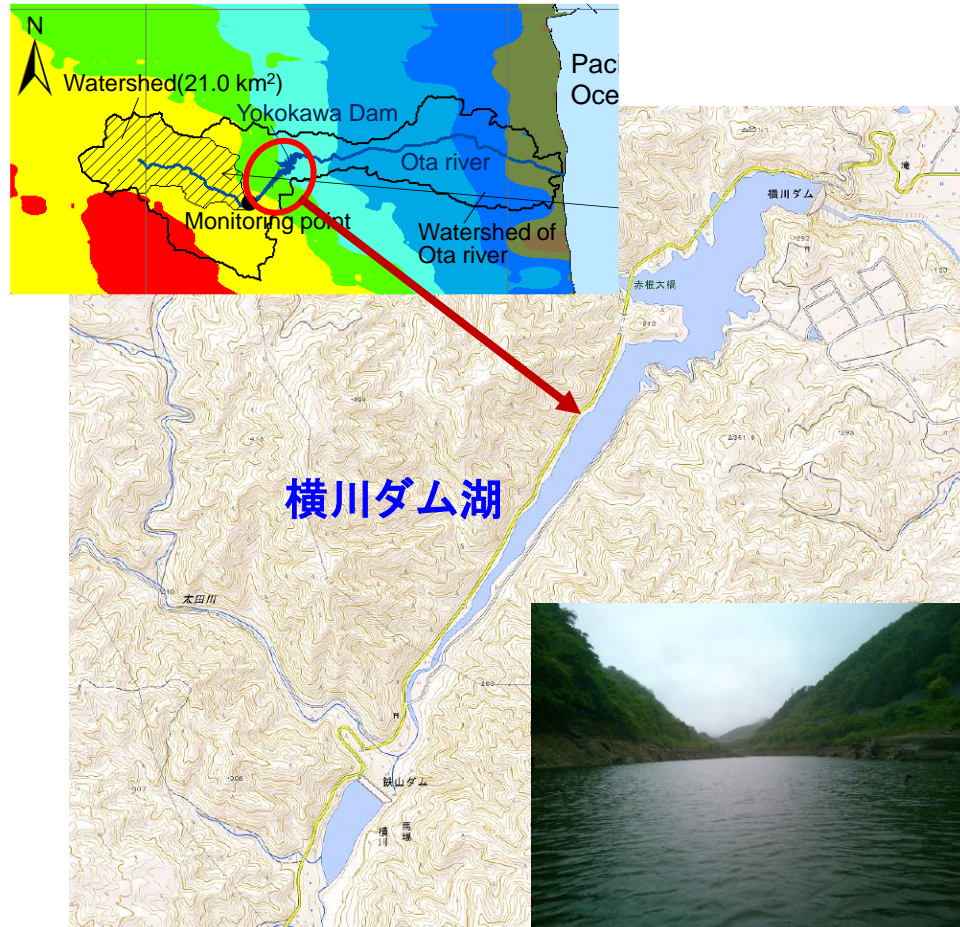
対象: 南相馬市太田川水系横川ダム湖

実施内容: JAEAとの共同研究によって、3次元水土砂・放射性セシウム動態モデル

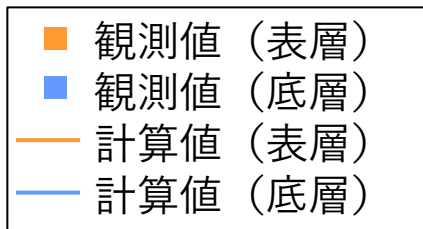
**3D-Sea-SPEC**の適用と土砂並びにセシウム挙動計算の再現性を検証。

### 3D-Sea-SPECの特徴

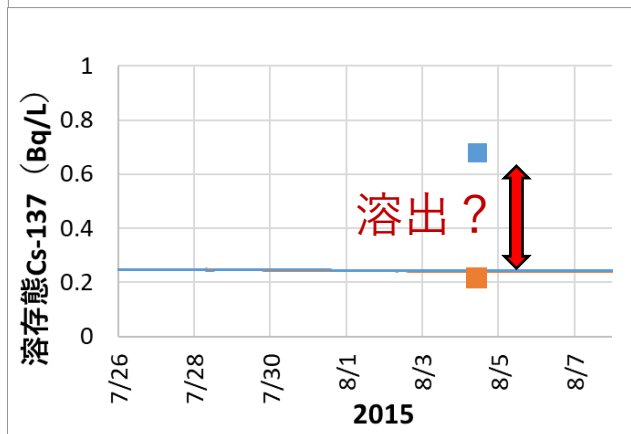
- 静水圧近似および非静水圧モデルを用いた3次元流動数値シミュレーション
- 放射性物質や浮遊砂を移流拡散等の動態計算を実施



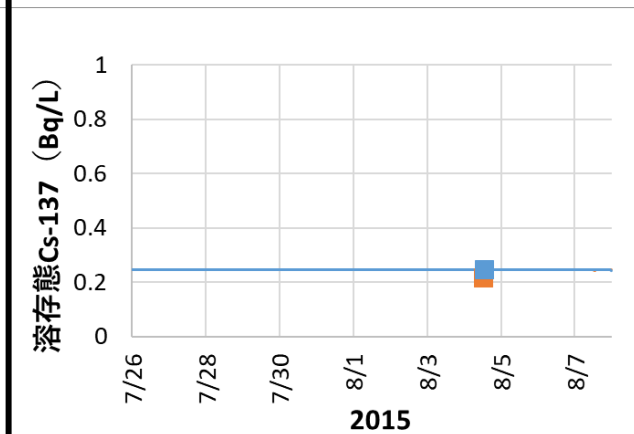
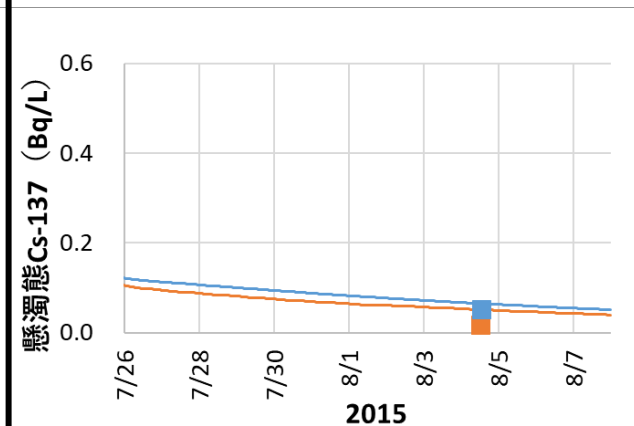
## 平水時の再現計算結果の一例(2015年8月上旬)



### 中流



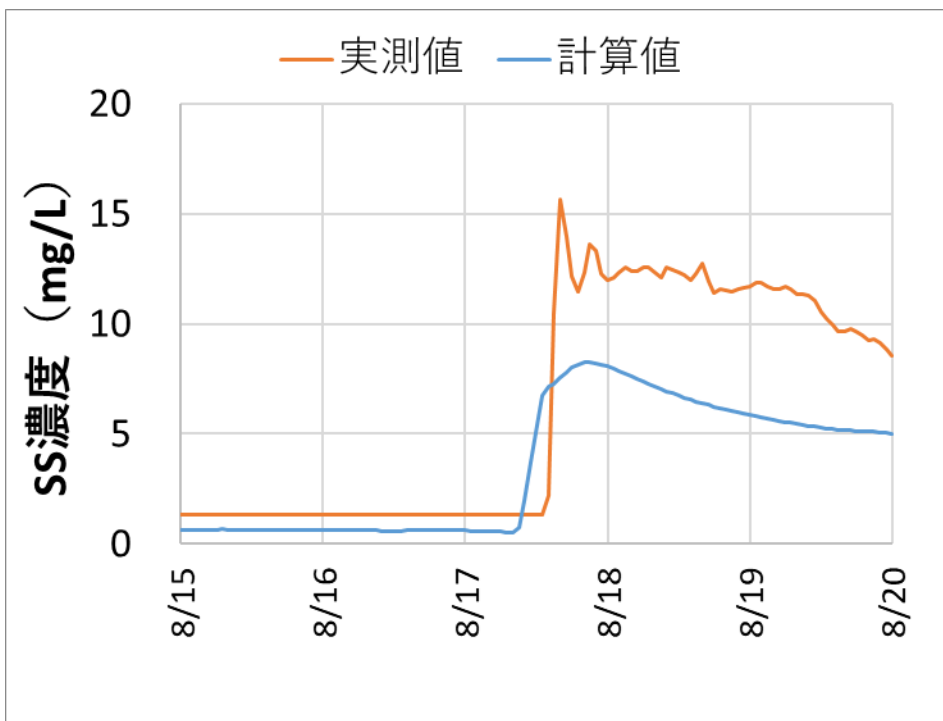
### 下流



次年度以降、物理・化学モデルの精緻化(底質からの溶出過程の組み込み等)を実施予定

## 降雨流出時の再現計算結果の一例 (2016年8月15-19日)

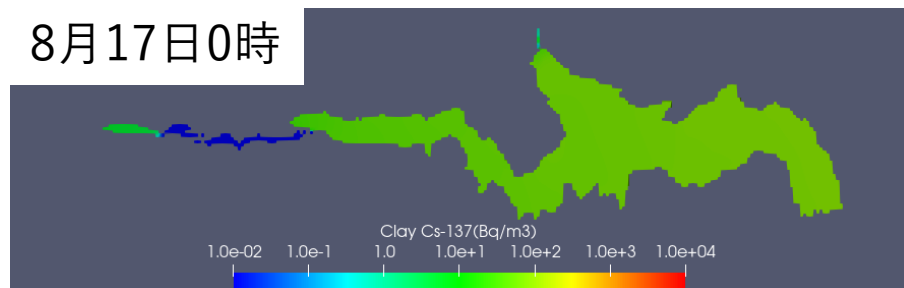
ダム湖放流水中の浮遊性懸濁物質(SS)濃度



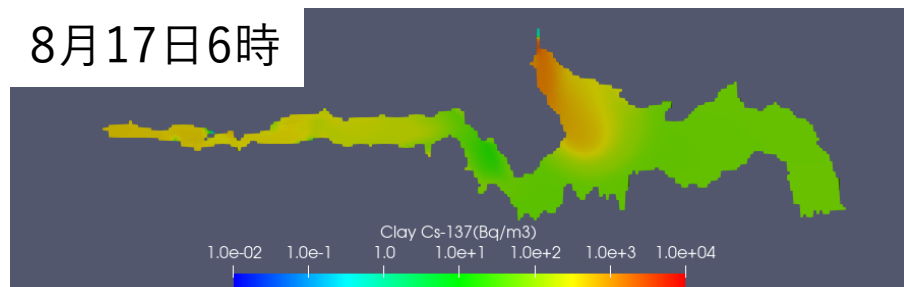
今後改良を進めて、ダム湖内でのCsの  
詳細かつ正確な挙動評価を可能に！

粘土成分へ吸着したCs-137濃度分布(表層)

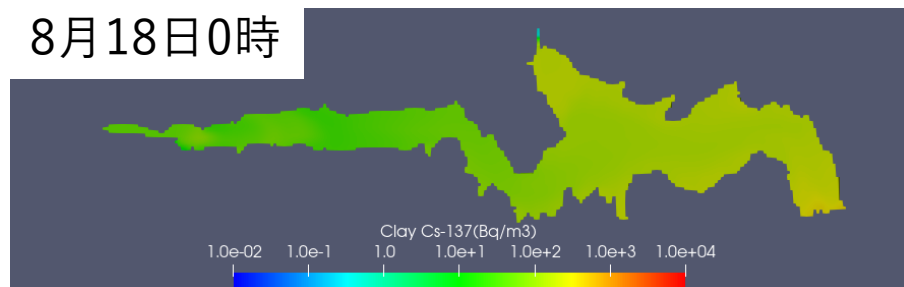
8月17日0時



8月17日6時



8月18日0時

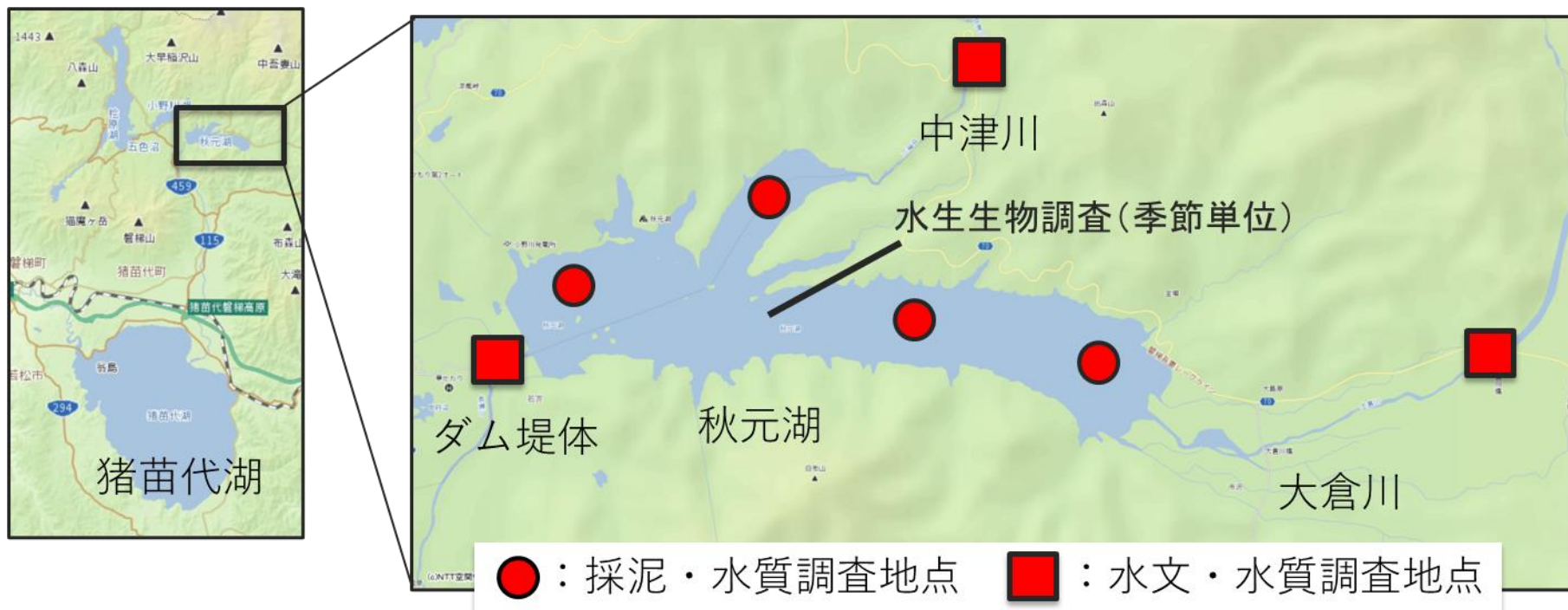


## 自然資源への放射性セシウム移行実態把握のための重点調査・機構解明

目的: 淡水魚における放射性セシウム濃度下げ止まりのメカニズム解明

対象: 南相馬市太田川水系、猪苗代町秋元湖等

実施内容: 主に秋元湖流域を対象として、放射性セシウム動態把握のための自動連続水文水質観測体制の整備と水や底泥、水生生物試料の採取と濃度測定を実施



秋元湖では魚類を中心にCs-137濃度低下の鈍化が顕著(環境省水生生物モニタリング結果)

## 自動水文水質観測体制の整備

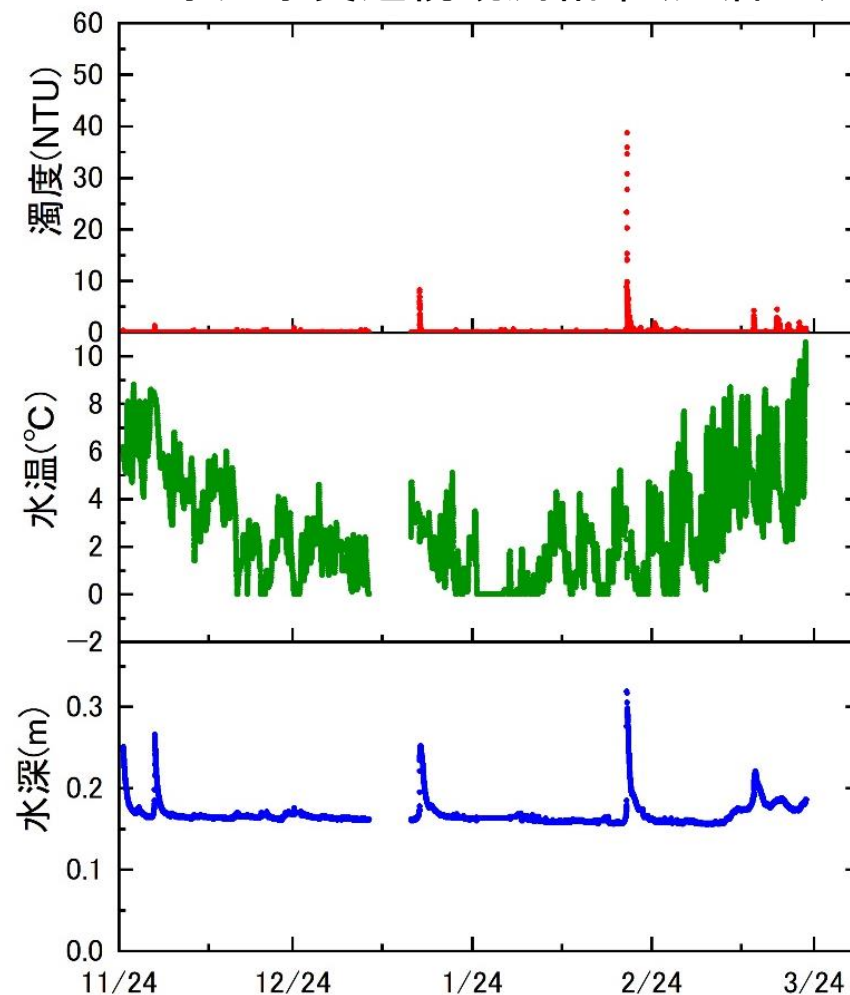


観測装置本体設置状況(大倉川)



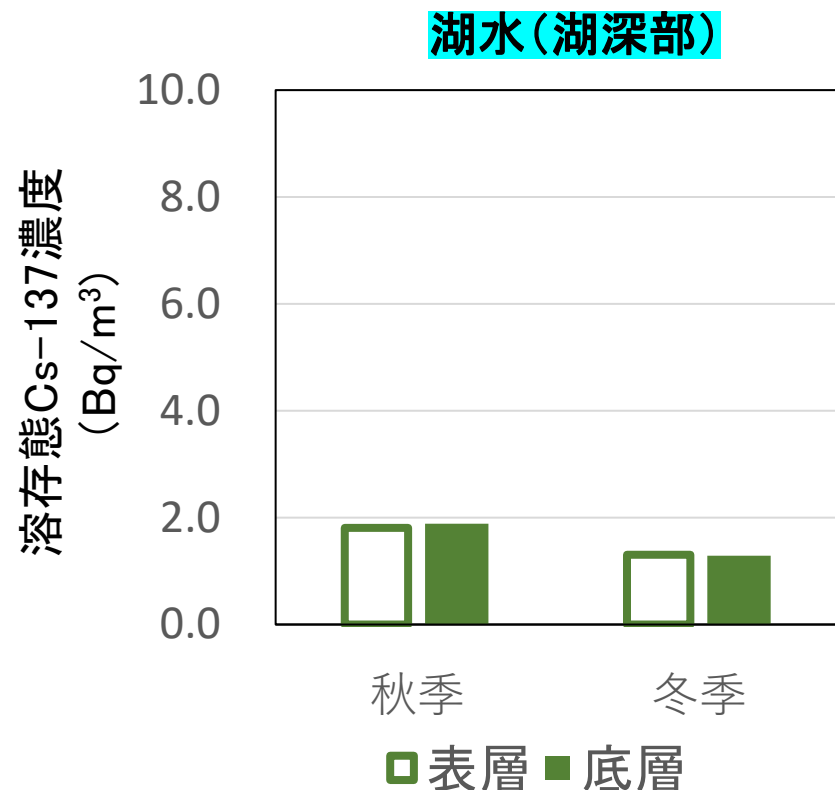
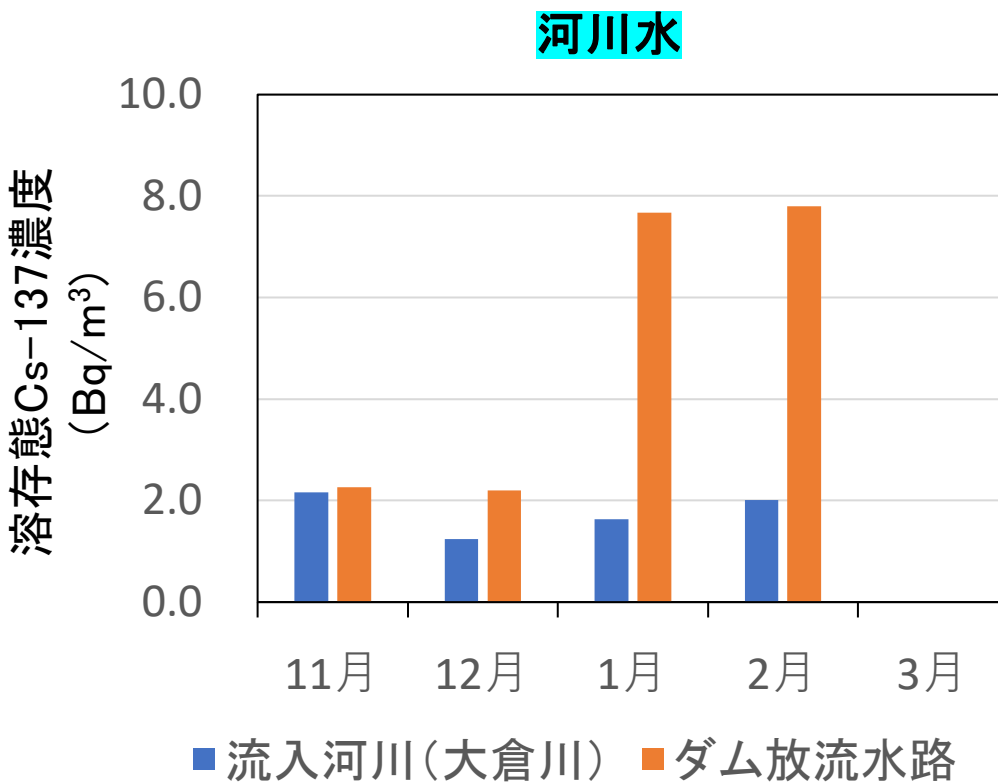
センサー設置状況(大倉川)

### 水文水質連続観測結果(大倉川)



観測を継続し秋元湖におけるCs-137収支の算定に活用

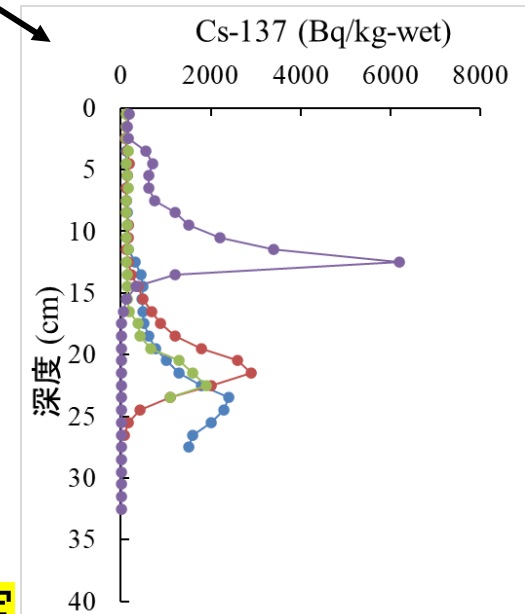
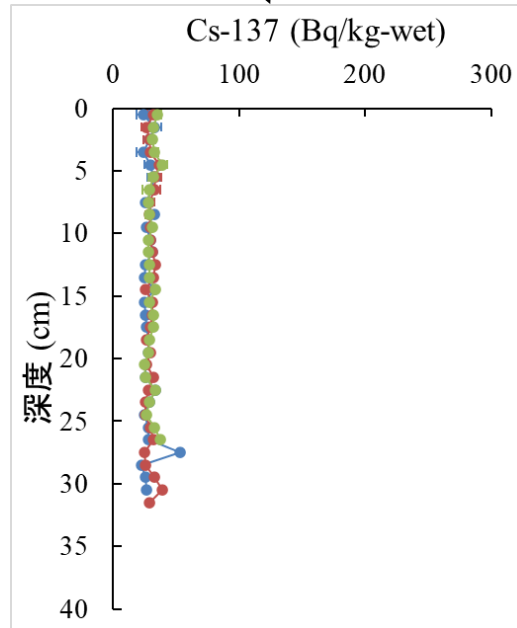
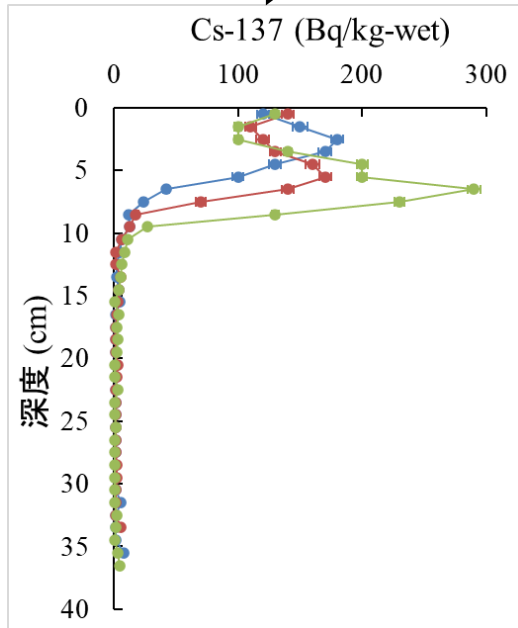
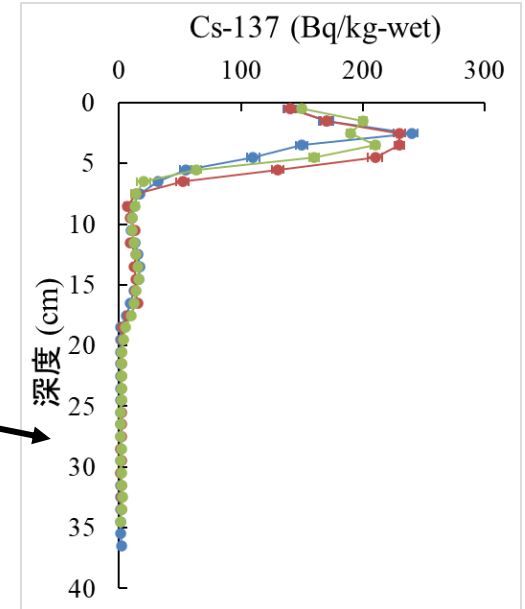
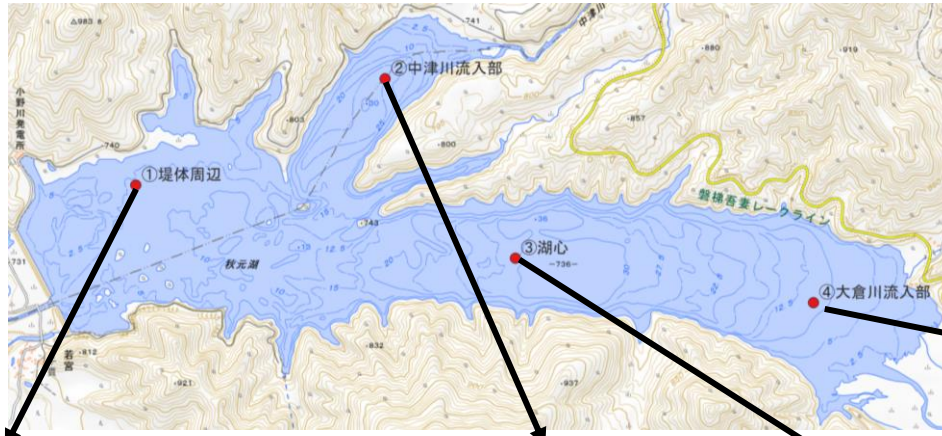
## 河川・湖水質測定結果の一例(溶存態Cs-137濃度)



- Cs-137濃度は季節に応じて変化する可能性が高いため通年で調査実施が必要
- 他の水質項目濃度や底質との関係解析から湖内における濃度の形成要因を検討する予定



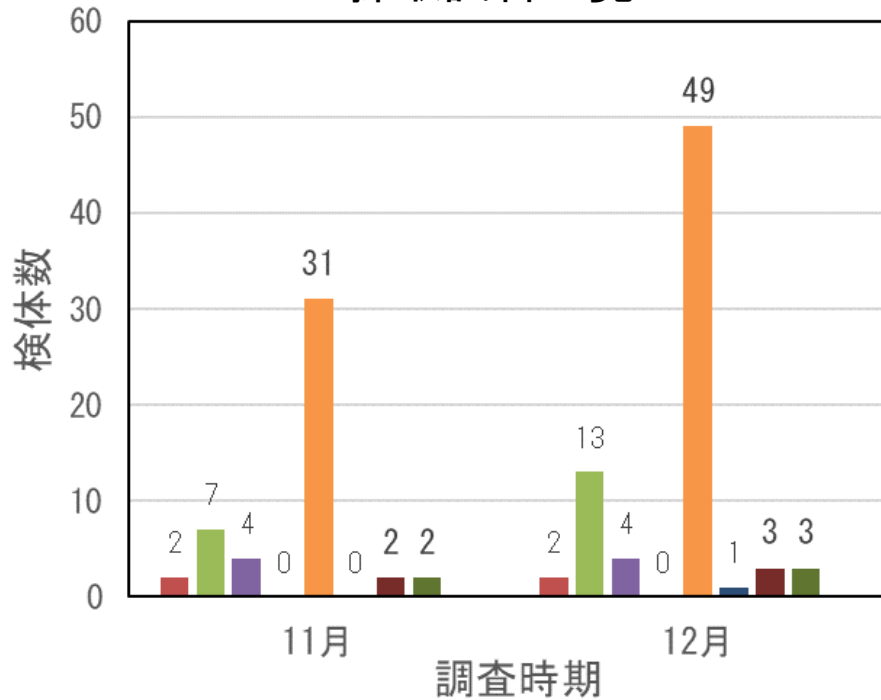
## 秋元湖底泥におけるCs-137蓄積実態の把握



R5年度以降、蓄積特性や生物利用性について検討予定

## 秋元湖内における水生生物試料の採取(秋季と冬季に実施)

採取試料一覧



- 採取した試料は順次Cs-137濃度を測定
- 季節変動の影響を評価するため、R5年度以降も採取予定
- 食物網解析に基づくCs-137移行特性を検討予定

## 自然資源への放射性Cs移行把握重点調査

- 主要林産物への放射性Cs移行実態把握

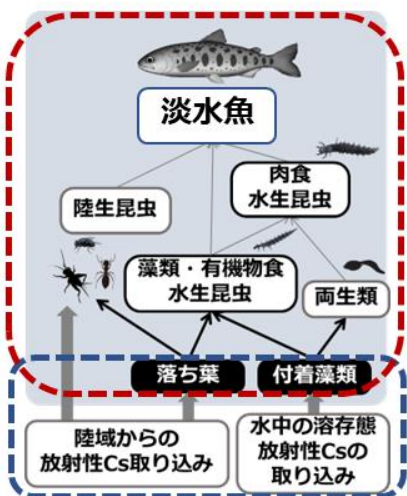
・ 主な山菜や野生キノコの採取と濃度測定



- ・ 生育土壌環境調査の実施

汚染実態の把握と生育環境から種間で濃度差を生じる要因を検討

- 淡水魚の放射性Cs濃度高止まり要因の解明 (R4より継続)

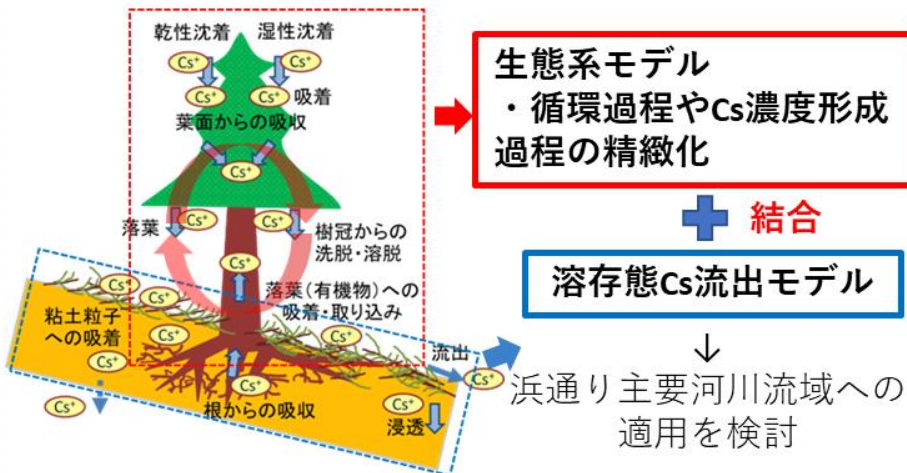


栄養段階間移行評価

生物利用性Csの生成・挙動評価

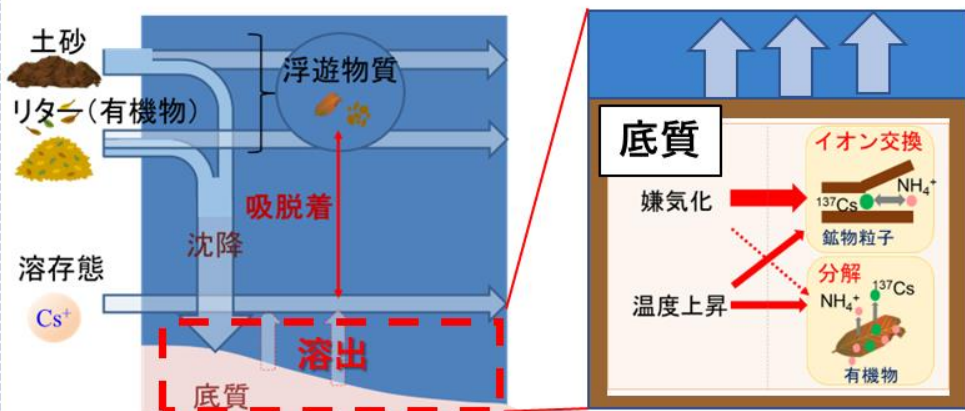
## 環境動態モデルの開発と精緻化・高度化

- 森林域における溶存態放射性Csの生成と挙動の精緻化



- ダム湖沼における溶存態放射性Csの生成と挙動の精緻化

底質からのCs溶脱過程の結合



## 主要林産物への放射性Cs移行実態把握（対象：主に避難指示解除区域）

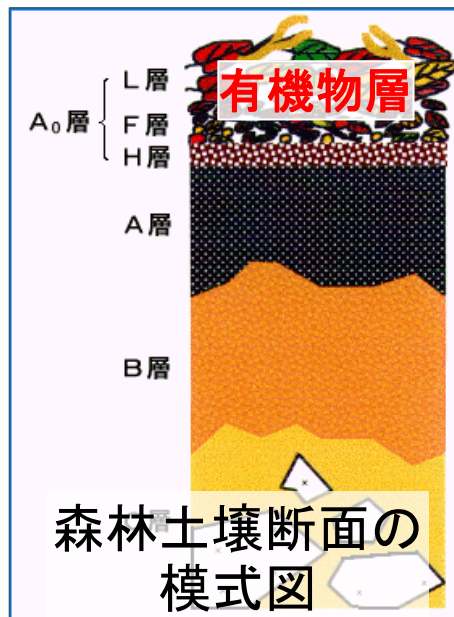
地域住民が好んで食べる山菜や野生キノコ複数種を対象とした実態把握調査

- ・採取とCs-137濃度測定（汚染レベルの異なる複数地域で実施）
- ・生育土壤環境調査（土壤層位ごとのCs濃度測定、土壤化学分析、根系分布調査…）

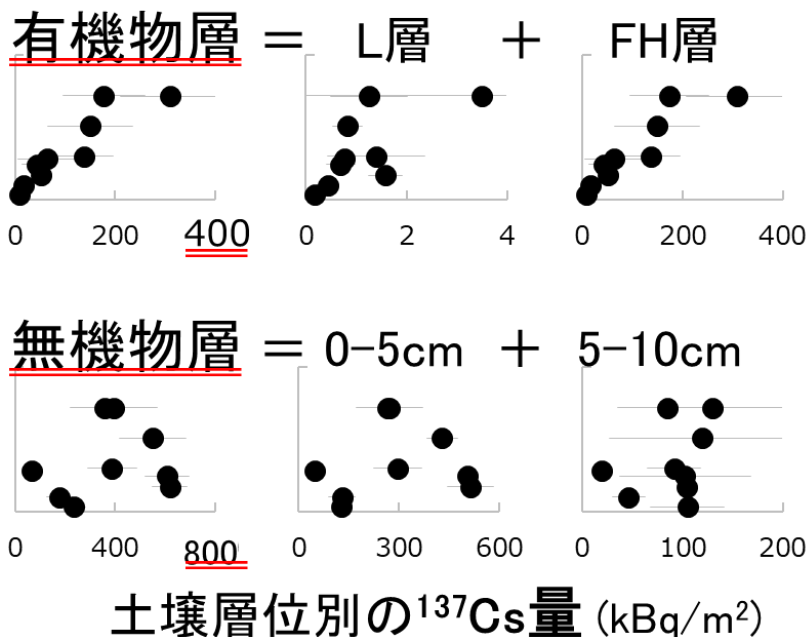


汚染実態の把握と生育環境から種内や種間で濃度差を生じる要因の検討と解明

### 先行検討事例：コシアブラ新芽のCs-137濃度と土壤汚染状況との関係



コシアブラ新芽<sup>137</sup>Cs濃度  
(kBq/kg-湿重)

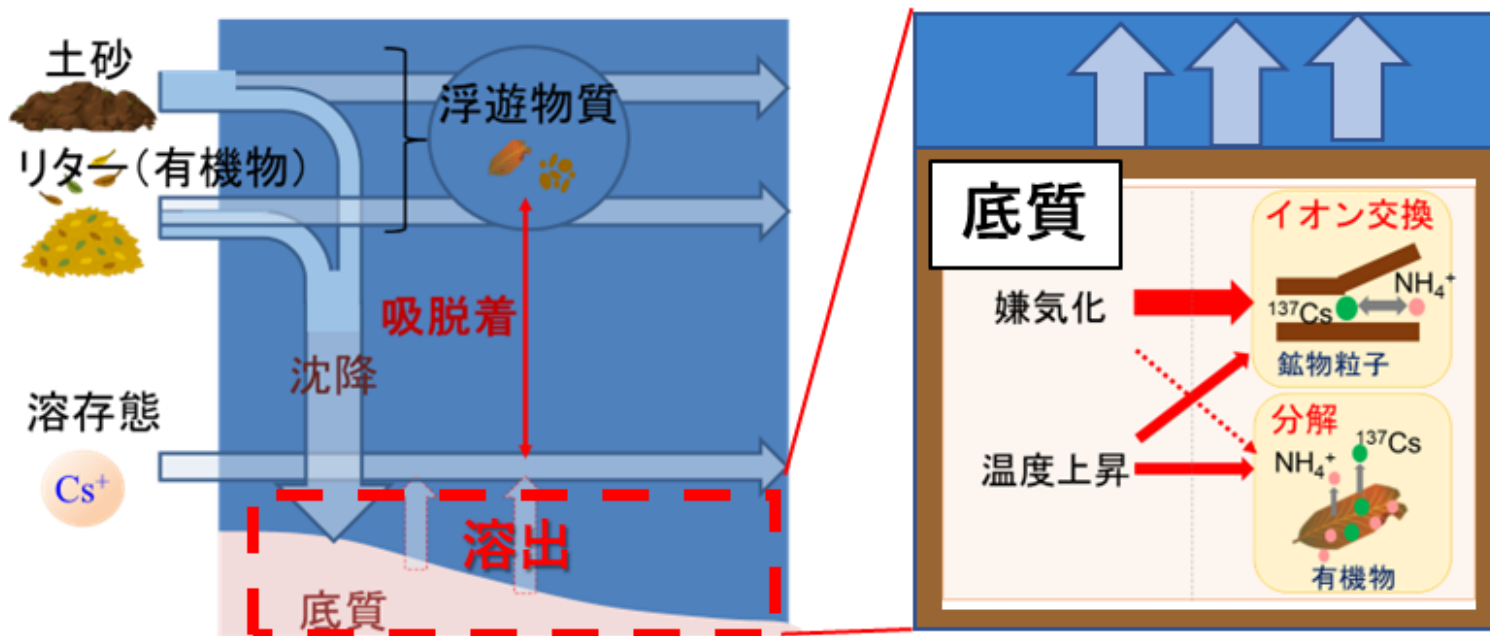


コシアブラ

## ダム湖沼における溶存態放射性Csの生成と挙動の精緻化 (JAEAとの共同研究)

- 横川ダム湖を対象として3D-Sea-SPECへ底質からのCs-137溶出サブモデル (国環研で開発中)を結合
- 観測値等を用いたモデル計算結果の再現性を評価

### 底泥からの<sup>137</sup>Cs溶出のメカニズム



- 現地観測において夏季に表層と比べて底層における顕著な溶存態濃度の上昇を確認
- 室内底泥カラム実験において高温、嫌気条件下で溶出の促進を確認