

福島第一原子力発電所事故由来放射性物質調査研究
分野横断ワークショップ

第2グループ アウトプット

「地表沈着後の実態・動態」

恩田 裕一



第2グループ「地表沈着後の実態・動態」参加者(1/2)

| | 氏名 | 所属 | 主要学会 |
|----|------|-----------------------|------------|
| 2 | 恩田裕一 | 筑波大学アイソトープ環境動態研究センター | 日本水文。水資源学会 |
| 5 | 中山真一 | 日本原子力研究開発機構安全研究センター | 日本原子力学会 |
| 23 | 斉藤公明 | 日本原子力研究開発機構福島環境安全センター | 日本保健物理学会 |
| 24 | 飯島和毅 | 日本原子力研究開発機構福島環境安全センター | 日本原子力学会 |
| 26 | 林 誠二 | 国立環境研究所 土壌環境研究室 | 水環境学会 |
| 27 | 今泉圭隆 | 国立環境研究所 環境リスク研究センター | 日本環境化学会 |
| 28 | 谷山一郎 | 農業環境技術研究所 | 日本土壌肥料学会 |
| 29 | 江口定夫 | 農業環境技術研究所 | 日本土壌肥料学会 |
| 30 | 山口紀子 | 農業環境技術研究所 | 日本土壌肥料学会 |
| 31 | 万福裕造 | 国際農林水産業研究センター | 農業農村工学会 |
| 32 | 金子真司 | 森林総合研究所・立地環境研究領域 | 日本森林学会 |
| 33 | 三浦 覚 | 東京大学・大学院農学生命科学研究科 | 日本森林学会 |
| 34 | 塚田祥文 | 福島大学・環境放射能研究所 | 日本土壌肥料学会 |
| 35 | 難波謙二 | 福島大学・環境放射能研究所 | 日本水産学会 |

第2グループ「地表沈着後の実態・動態」参加者(2/2)

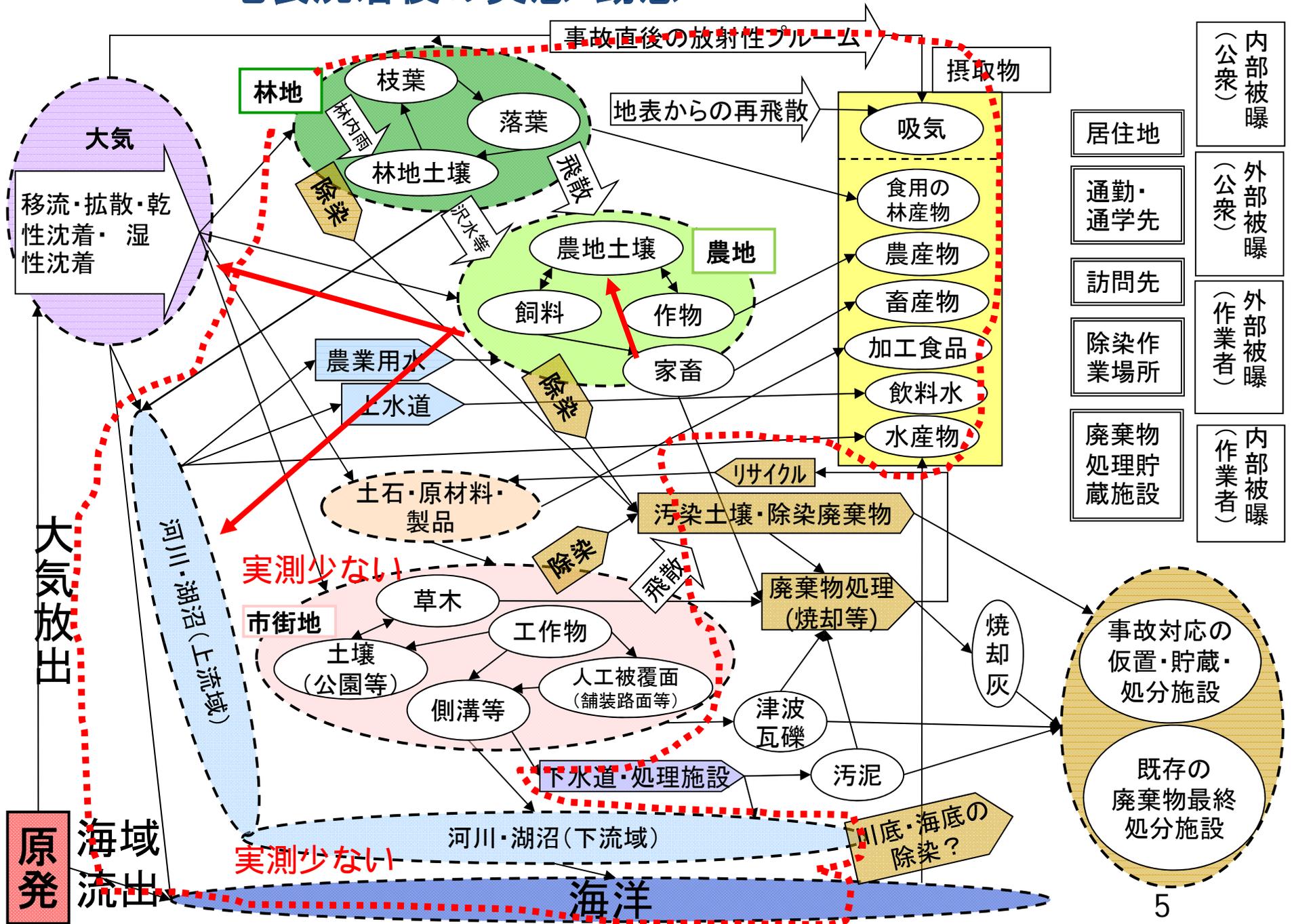
| 氏名 | | 所属 | 主要学会 |
|----|------|--------------------------|-----------|
| 36 | 神田穰太 | 東京海洋大学・海洋科学系 | 日本海洋学会 |
| 38 | 五味高志 | 東京農工大学・大学院農学研究院 | 日本生態学会 |
| 39 | 高橋隆行 | 福島大学・環境放射能研究所 | ロボット工学会 |
| 40 | 荒居博之 | 筑波大学・生命環境科学・環境バイオマス共生学専攻 | 日本水環境学会 |
| 41 | 辻村真貴 | 筑波大学・生命環境系 | 水文・水資源学会 |
| 42 | 加藤弘亮 | 筑波大学・アイソトープ環境動態研究センター | 日本森林学会 |
| 44 | 吉田 聡 | 放射線医学総合研究所・福島復興支援本部 | 日本放射線影響学会 |
| 45 | 村上道夫 | 東京大学・生産技術研究所 | 日本水環境学会 |

領域間の放射性物質移行研究(現在までの主な研究主体) IRSNの枠組みをもとに作成

時計回りに
関りを記述

| | | | | | | | | |
|---|--|---|--|--|--|--|--|---|
|  発生源 | 放出・拡散 原子力機構 国環研、気象研、電中研、JAMSTEC、大学 | 汚染水の浸透 原子力機構 | 放出・拡散 原子力機構 JAMSTEC 気象研、電中研 | not important | not important | not important | not important | 作業員の被曝 放医研 |
| not important | 大気  | 沈着 国環研 | 沈着 原子力機構 JAMSTEC 気象研、電中研 | 沈着 文科省(規制庁) 農研機構、農環研 原子力機構 大学、福島県 | 沈着 文科省(規制庁) 農研機構、農環研 森林総研 大学(筑波大他) 福島県 | 沈着 文科省(規制庁) JAEA | 沈着 農環研 農研機構 福島県 | 呼吸・外被ばく 放医研 国環研 |
| not important | 再浮遊(飛散) | 河川・湖沼・地下水  | 漏洩・移行・蓄積 地下水漏洩 東京電力 原子力機構 大学(筑波大他) 環境省 | 灌漑 農研機構 農環研 大学(筑波大他) | not important | not important | 移行・蓄積 福島県 放医研 国立保健医療科学院 大学(筑波大他) | 飲用・外被ばく (含レジャー&作業環境) 福島県、文科省(規制庁) 放医研 |
| not important | 再浮遊(飛散) 特にトリチウム | 汽水・海水混入 文科省(規制庁) 環境省 | 海洋  | not important | not important | not important | 移行・蓄積 水産研 福島県 放医研 大学(海洋大他) | 呼吸・外被ばく・飲用 (含レジャー&作業環境) 放医研 |
| not important | 再浮遊 (飛散、燃焼、花粉) 原子力機構 文科省(規制庁) 気象研、大学 農研機構・農環研 | 侵食・流出 文科省(規制庁) 大学(筑波大他) 環境省、 原子力機構 国環研、農環研 | not important | 陸上環境 (動・植物・農地・牧草地)  | not important | 除染・廃棄 環境省 国環研 | 移行・蓄積 農研機構、農環研 福島県 大学(筑波大他) 放医研 | 呼吸・外被ばく (含レジャー&作業環境) 放医研 国環研 |
| not important | 再浮遊 (飛散、燃焼、花粉) 文科省(規制庁) 大学(茨城大・東工大等)・森林総研 | 侵食・流出 文科省(規制庁) 大学(筑波大他)、 森林総研・国環研・ 原子力機構 | not important | 流出。落葉・林内雨 農環研 農研機構 森林総研 | 陸上環境 (森林)  | 除染・廃棄 国環研 環境省 原子力機構 | 移行・蓄積 大学(筑波大他) 森林総研、福島県 放医研 | 呼吸・外被ばく (レジャー、作業環境) 放医研 国環研 |
| not important | 再浮遊 (飛散、燃焼) 国環研 | 流出 国環研 原子力機構 大学(東大他) | 流出 環境省 | not important | not important | 陸上環境 (市街地、気理施設)  | not important | 呼吸・外被ばく (含通勤・通学先) |
| not important | 再浮遊(燃焼) 国環研 | not important | not important | 給餌・廃棄 農環研 福島県 国環研 | not important | 廃棄 国環研 | 食品・餌・飲料水  | 食事 放医研 国環研 国立保健医療科学院 国立医薬品食品衛生 研究所 |
| not important | not important | not important | not important | not important | not important | not important | not important | 人の被ばく  |

地表沈着後の実態・動態



グループ2 重要ISSUEリスト (1/10)

【沈着量・空間線量率分布】

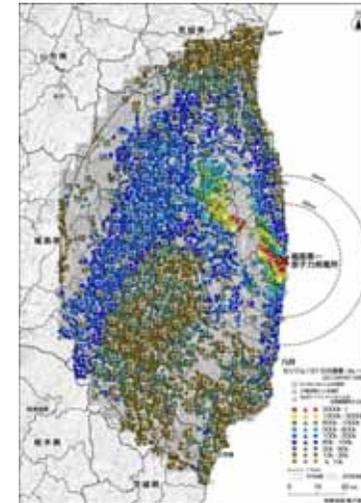
1. 沈着量・空間線量率の分布

わかったこと

- (1) 初期沈着量の詳細な地域分布の特徴
(2011/6/14)
- (2) 特徴的な核種濃度比 (Cs, I, Te, Ag, Pu, Sr)

課題

放出・拡散・沈着経路の解明: →1Gとの連携



Cs-137沈着量分布

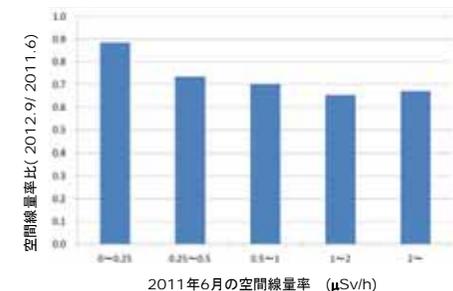
2. 空間線量率の経時変化傾向

わかったこと

- (1) 土地利用依存性: 森林域で減少が遅く
水域・都市域で速い
- (2) 線量率依存性: 低線量率地域で遅い

課題

- (1) 移行メカニズム研究による解釈
- (2) 予測モデルの構築



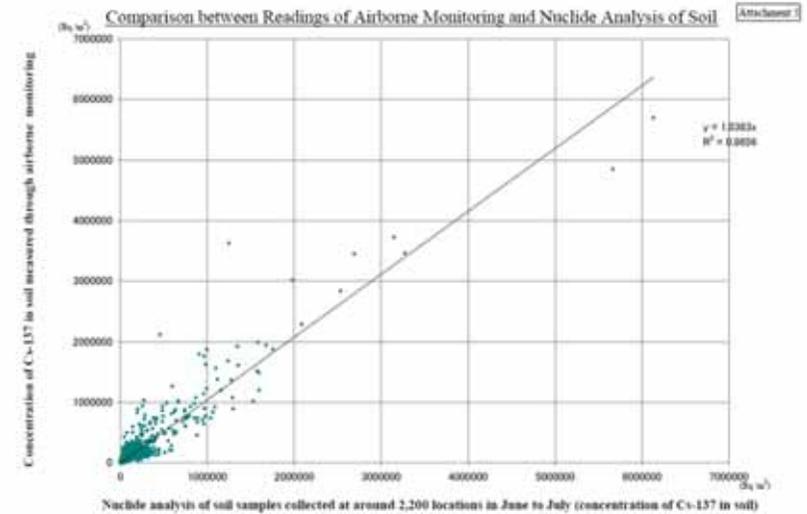
線量率減少傾向の
初期線量率依存性

グループ2 重要ISSUEリスト (2/10)

【航空機モニタリング】

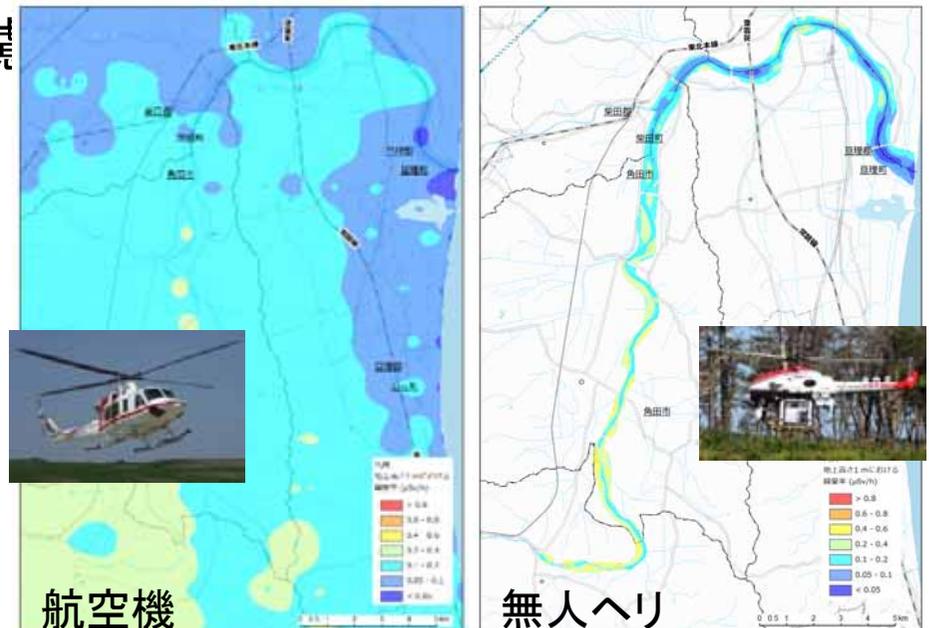
◆わかってきたこと

- ・広域の空間線量率・セシウムの面的な分布を迅速に評価可能。
- ・航空機と地上モニタリング結果は0.5～1.5倍程度の範囲で一致。(第3次航空機モニタリング2011/8/30)



◆課題

- ・モニタリングデータの不確かさの考慮
 - 航空機モニタリング
 - 傾斜地・森林の影響、補間
 - 地上モニタリング
 - 採取試料の代表性(セシウムの分布の不均一性)
- ・航空機・地上等各種モニタリングデータの統合
- 最も“確からしい”分布マップ化



グループ2 重要ISSUEリスト (3/10)

【森林】

背景(目的)

森林・林業・林産物

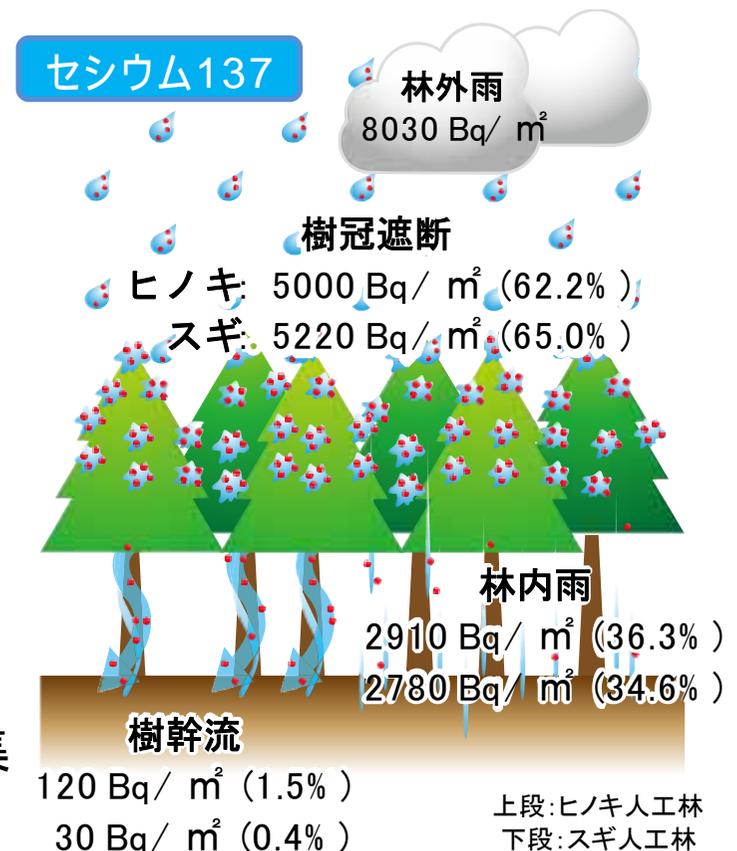
これまで:緊急に必要な初期データの収集:

- 初期セシウム沈着の実態
- 事故後3年間の森林内でのセシウムの移動
- 森林からの流出の実態

これから:将来の予測と対策

- 動態予測のためのモデルの開発
- 予測とその検証のための長期的なデータ収集
- 移行を支配するメカニズムの解明
- 広域的な分布の把握

今後の対策(管理基準・低減化など)を講じるためのデータ提供
森林を介した被ばくを管理するためのデータ提供



グループ2 重要ISSUEリスト (4/10)

【陸域－生態系】

1. 生態系における生物への移行

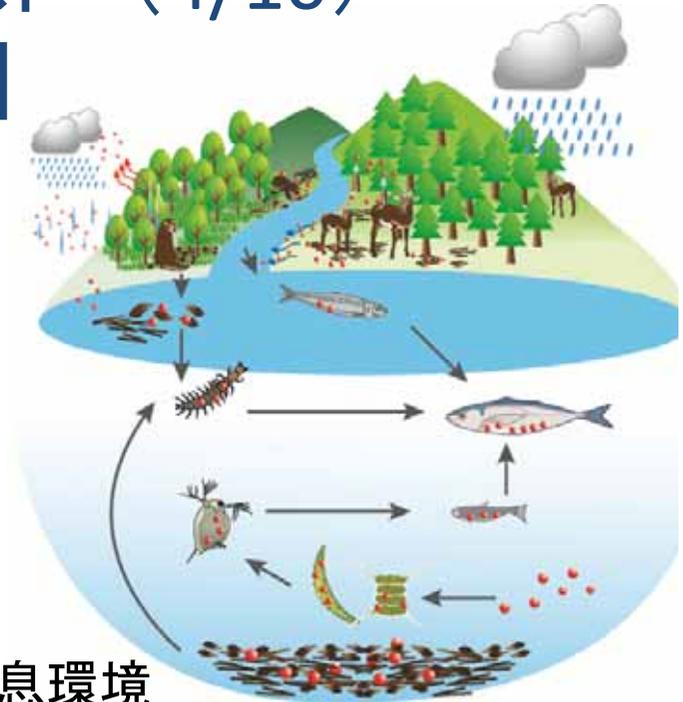
- 生物種や個体間によるばらつきが大
- 基礎生産の落ち葉の汚染が生物に影響
- 生物に利用される形態別分析の手法確立と量の評価

2. 今後の課題

- 生物への移行メカニズムの関係：摂食・代謝・生息環境
沈着量に対応した汚染度等の包括的な解釈が行われていない。
セシウム吸着形態と生物への移行
- 各省庁でとられている生物種データのまとめ
魚種・測定部位・方法などの整合性
分野内情報共有
- 生態系モデリングによる数十年単位の中期評価

3. 横断的課題

- 森林、農地、川、海洋のセシウム存在形態と生物への移行



グループ2 重要ISSUEリスト (5/10)

【農地】

- ・土壤放射性セシウム濃度と空間線量率の関連、分布および時間的変化についておおむね解明
- ・農地モニタリングにより形態別放射性セシウム収支を定量化
- ・作物の放射性セシウム吸収に関わる土壤特性のデータベース化
- ・カリウム肥料等が農作物の放射性セシウム濃度低減化に有効であることを実証し、対策として普及

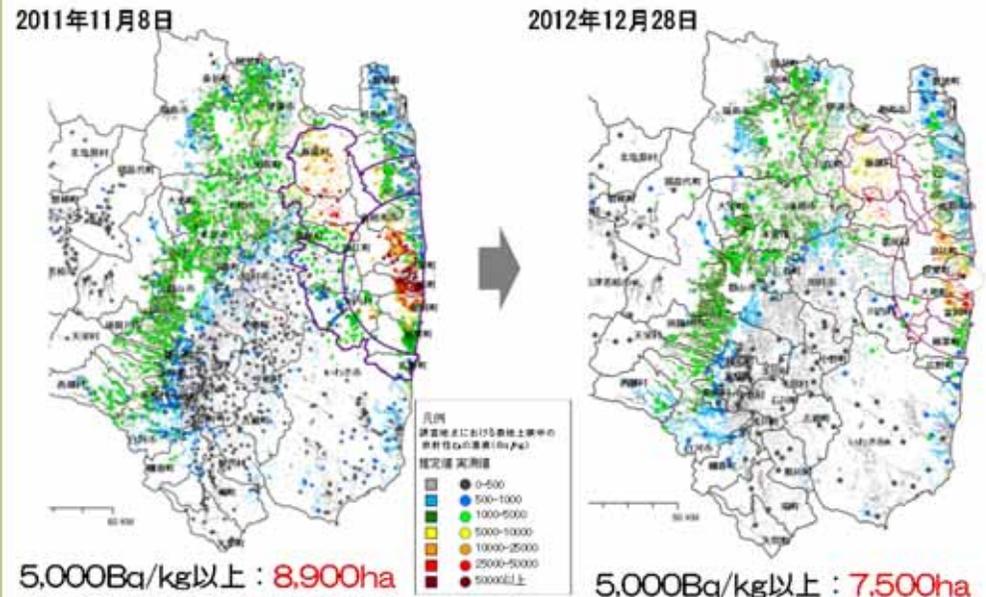


図 福島県東部における2011年11月8日と2012年12月28日の農地土壌の放射性セシウム濃度分布図（農林水産省，2012，2013）

- ・大気、森林、河川等との連携による農地における放射性セシウムのインプット・アウトプットの把握及びモデル化のための動態メカニズムの解明とパラメータの定量化
- ・農地における放射性セシウム動態モデルによる農地と農作物の放射性セシウム濃度の将来予測

農業再開および農産物経由した内部被曝軽減

G1グループと連携

グループ2 重要ISSUEリスト(6/10)

【水系】

- 土地被覆条件(主に植被)により、地表からの放射性セシウムの流出は異なる。
- 河川中の放射性セシウム濃度は、懸濁態・溶存態ともに減衰傾向があるが、事故後1年以降その減衰速度は鈍化している(特に水田で減衰早く、森林で減衰鈍い)。
- 海洋への河川からの放射性セシウム流出フラックスは、30地点における連続観測を基に算定し、4月以降公開予定。
- 堆積物中におけるCs-137濃度の粒度依存性の考慮が必要(細流物質が空間線量を上昇させる)。
- 除染影響の評価が必要。

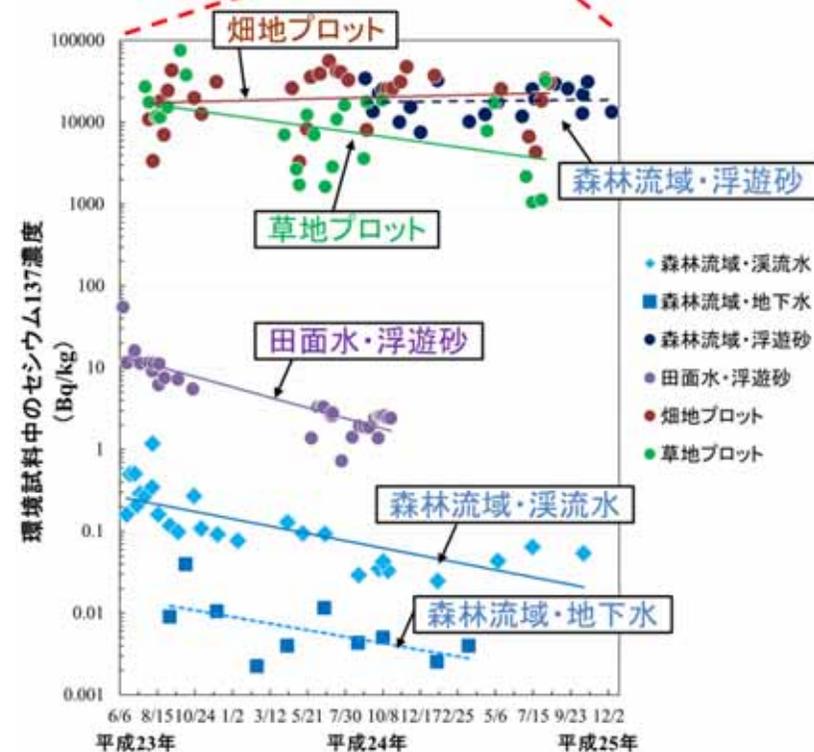
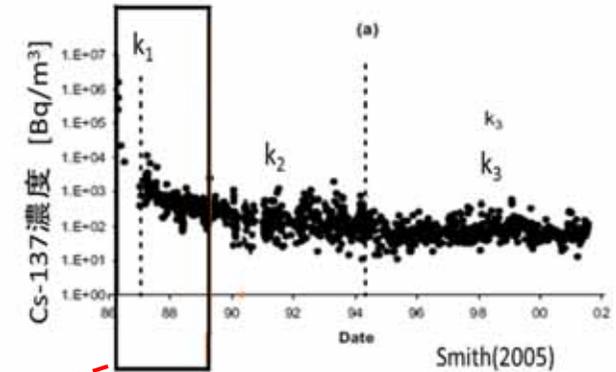
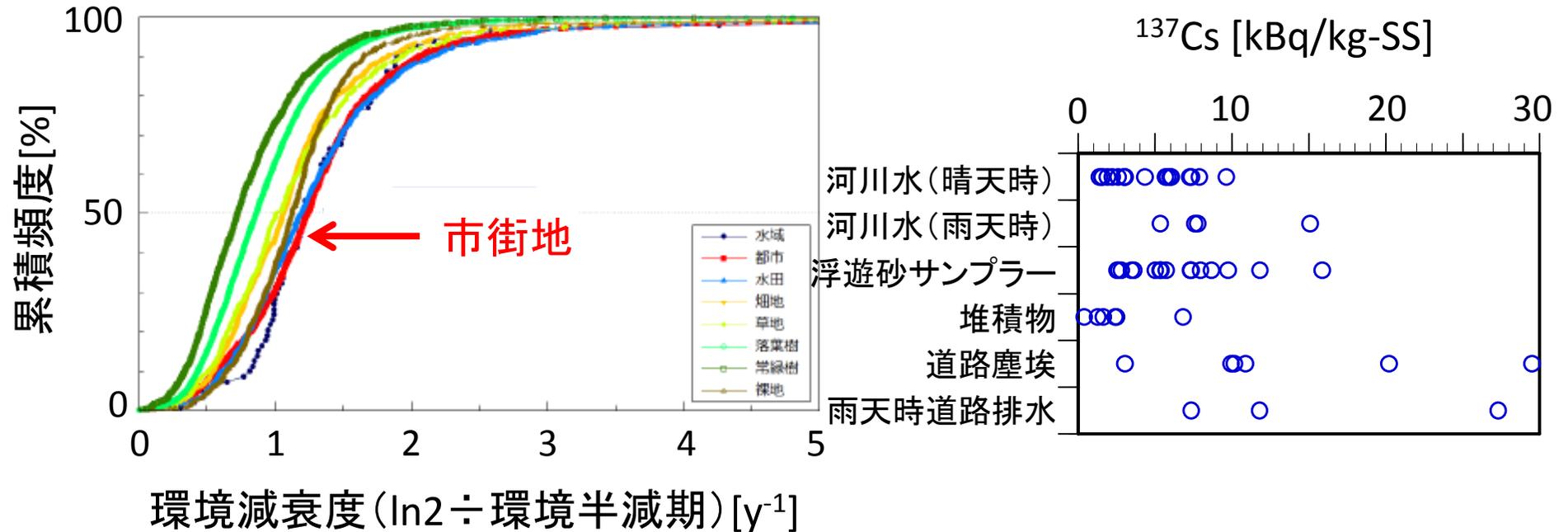


図 採取した環境試料中放射性セシウム濃度の相対値の時間変化傾向の例

グループ3 重要ISSUEリスト (7/10)

【都市域】



◆ わかってきたこと

- ① 調査事例が非常に少ない(チェルノブイリも本事故も)。
- ② 環境中での減衰が森林、水田などより速い。ただし、人間活動のない避難区域では遅い。
- ③ 道路塵埃からの放射性Cs濃度は高く、市街地河川中放射性Csの主要な起源。

◆ 今後の課題

- ① 市街地からの流出プロセス不明。環境的要因、人間活動要因が減衰に与える影響不明。
- ② 市街地からの流出モデルや市街地・河川岸での空間線量の変化の予測必要。

G3との連携

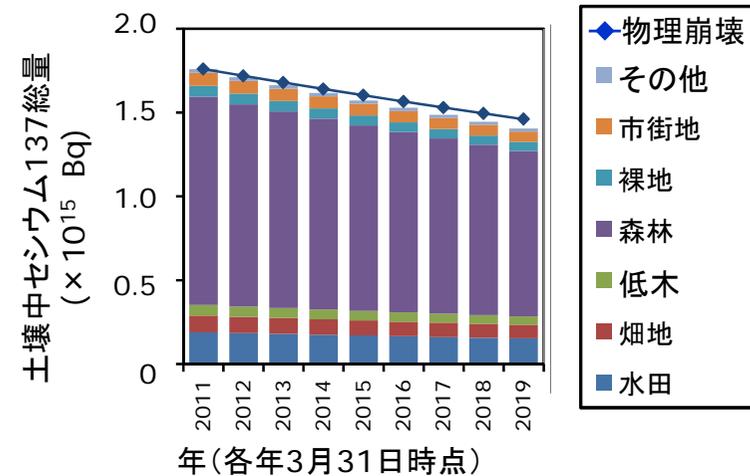
グループ2 重要ISSUEリスト (8/10) 【モデリング】

◆ わかってきたこと

- 様々なモデルにより, ストックとフローの平均的な状況はおおよそモデル化

◆ 今後の課題

- 吸脱着プロセスの把握、形態分析
- 局所的短期的なイベントにおける動態把握
- 除染事業に伴う流域スケールでの動態変化
- 生態系における移行プロセスの解明



G3との連携

G1との連携

グループ2 重要ISSUEリスト (9/10)

【海洋】

1. 海洋への移行

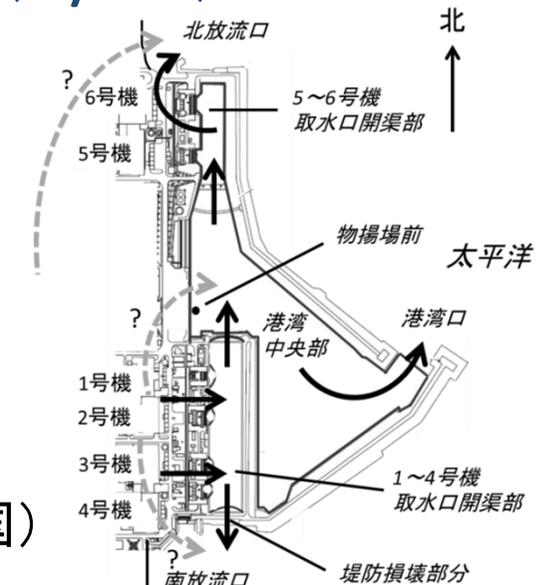
現状：

- ・総移行量、継続流出量の評価
- ・広域分布・移動の把握

課題：

- ・発電所からの流出ルート、再流出の可能性
- ・陸域から海洋への継続移行
- ・モニタリングデータの信頼性、解析体制の欠如

→国内外への説明責任(海洋の場合、特に太平洋沿岸諸国)



2. 海洋生態系での移行

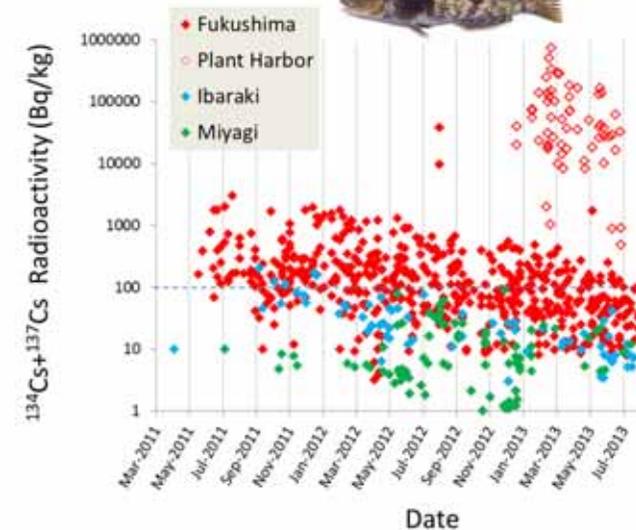
現状：

- ・堆積物、生物における漸減傾向
- ・生物種や個体間のバラツキ

課題：

- ・堆積物、粒状物、生物間の移行過程解明(海産魚の放射能低下が遅れているメカニズム解明)
- ・生物影響の評価
- ・セシウム以外の核種

→推移の予測(漁業再開の見通し提示、消費者への情報提供)



アイナメ魚体のセシウム放射能の推移
(水産庁、東京電力の公表データによる)

グループ2 重要ISSUEリスト (10/10)

【データ公開・アウトリーチ】

達成状況

- (1) 様々な環境データが、各省庁HPや、論文にて公開
- (2) データの公開: 原子力規制庁のDBに統合中
- (3) 国際貢献: IAEA, OECD/NEA, UNSCEAR etcへ貢献

問題点・提言

- (4) 研究者間の研究のための積極的なデータ共有の推奨
- (5) 個人情報を含むデータの公表のあり方
- (6) 国際貢献へより多くの主体の参画
- (7) データ信頼性の検証とデータ解説を含めた公開(特に発電所近辺)
- (8) 行政(住民)に必要なとされる情報と研究課題のギャップ
 - 事故後環境モニタリングとデータの評価・解析を包括的に行う組織が必要なのではないか