

森林および河川における放射線の長期 モニタリングと放射性物質の移動との関連

恩田裕一

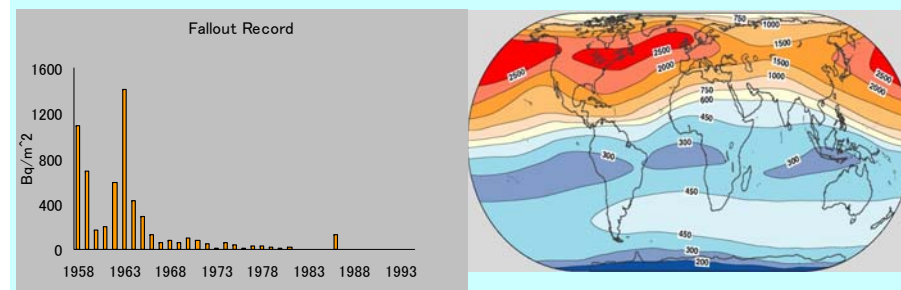
筑波大学アイソトープ環境動態研究センター
副センター長

福島大学環境放射能研究所 副所長

恩田裕一： 核実験起源のFalloutを利用した研究

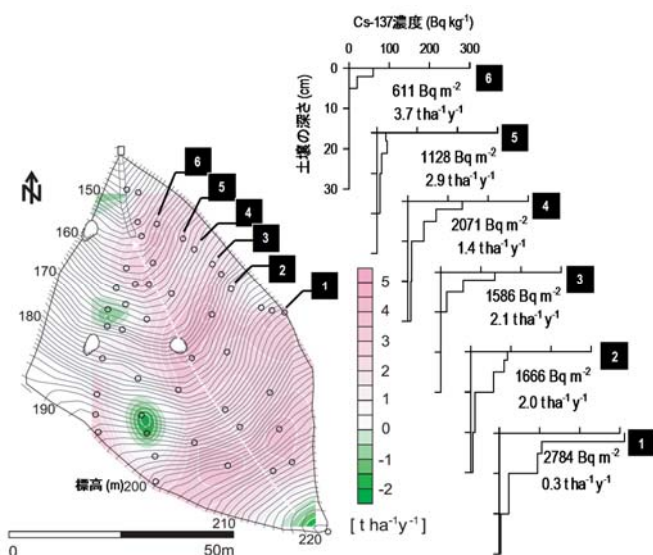
Cs-137 (半減期30.2年)

起源: 1950-1960年代に行われた核実験



およそ合計5kBq/m²

Walling (2003) modified



セシウム137の深度分布と侵食土砂量の平面分布

Fukuyama, T., Onda, Y., Takenaka, C., and Walling, D.E. (2008) *Journal of Geophysical Research, Earth Surface* 113, F02007, doi:10.1029/2006JF000657.

Assess the Effectiveness of Soil Conservation Techniques for Sustainable Watershed Management Using Fallout Radionuclides

Report of the Fourth and Final Research Coordination Meeting of the
FAO/IAEA Coordinated Research Project
Vienna, Austria, 15-19 October 2007

Authors: Mr. Felipe Zapata, Scientific Secretary
Mr. Yong Li, Consultant

Reproduced by the IAEA
Vienna, Austria, 2007

NOTE

The material in this document has been agreed by the participants and has not been edited by the IAEA. The views expressed remain the responsibility of the participants and do not necessarily reflect those of the government(s) of the designating Member State(s). In particular, neither the IAEA nor any other organization or body sponsoring this meeting can be held responsible for any material reproduced in the document.



Technical Contract (No: 16791) 2011-2013
文科省「放射線量等分布マップ」の土壤採取プロトコル原案作成



■Japan PT

2012:「第1回IAEA-筑波大学 放射性核種測定技能試験」(国内20機関)
2013:「第2回IAEA-筑波大学 放射性核種測定技能試験」(国内50機関)

■2013年度:IAEA「guidelines on vegetation sampling for Environmental monitoring purposes」に専門家として招聘

■2013~2018年 国際共同研究:CRP「Online Data Management and Geo-Visualization Platforms for Nuclear Emergency Response in Food and Agriculture」会合に招聘



■フランス(IRSNと、森林における放射性核種の移行モデルの共同研究。
(仏政府・AMORAD :€287,568 2013-2019)



■TOFU(JST・J-RAPID):2011-2012, AMORAD 2013-2019

フランスLSCEと河川流域内における放射性物質の移行と下流域への影響評価 (科学技術振興機構)



■放射性物質の土壤侵食による移動の研究。(イギリス・Royal Society)



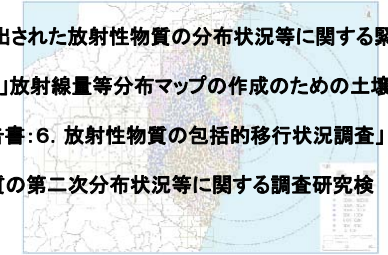
■プリマス大学と放射性物質の河川を通じた移行に関する共同研究。

ほか多数



文部科学省

■2011年4/5-4/27「原子力発電所事故に伴い放出された放射性物質の分布状況等に関する緊急土壌測定調査」
■「放射線量等分布マップの作成等に係る検討会」放射線量等分布マップの作成のための土壌採取プロトコルの原案の作成。
—「放射線量等分布マップ関連研究に関する報告書:6. 放射性物質の包括的移行状況調査」の執筆。
■「福島第一原子力発電所事故に伴う放射性物質の第二次分布状況等に関する調査研究検討会」委員。



原子力規制庁

■「福島第一原子力発電所事故に伴う放射性物質の長期的影響把握手法の確立に向けた検討会」

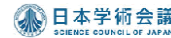


環境省

■水環境モニタリング手法についての技術支援。

林野庁

■「森林の除染・放射性物質拡散防止等に関する検討委員会」委員として「森林における放射性物質の除去及び拡散抑制等に関する技術的な指針」の策定に関与。



日本学術会議

■「東日本大震災復興支援委員会 放射能対策分科会」の特任連携会員として「提言:放射能対策の新たな一歩を踏み出すために」の執筆。ほか多数。



科研費 H24 年度科学研究費補助金 (新学術領域研究:研究領域提案型)

INTERDISCIPLINARY STUDY ON ENVIRONMENTAL TRANSFER OF RADIONUCLIDES FROM THE FUKUSHIMA DAICHI NPP ACCIDENT
ISET-R
福島原発事故により放出された放射性核種の環境動態に関する学際的研究 2012-2017

領域代表:
筑波大学 恩田裕一

これまでは、放射性核種の環境動態を総合的に扱う学問はなかった

約100人の研究分担者

大気【研究項目 A01】

放射性物質の大気への影響

- 放射性降下物大気循環モデリングと移行過程の理解
- 放射性物質の大気沈着・拡散過程および陸面相互作用の理解

陸域【研究項目 A03】

放射性物質の陸域での移行

- 水・土砂移動に伴う放射性物質の移行過程の理解
- 陸域植生および生態系の放射性物質の移行過程の理解

海洋【研究項目 A02】

放射性物質の海洋への影響

- 海洋および海洋底における放射性物質の分布状況要因把握
- 海洋生態系における放射性物質の移行・濃縮状況の把握

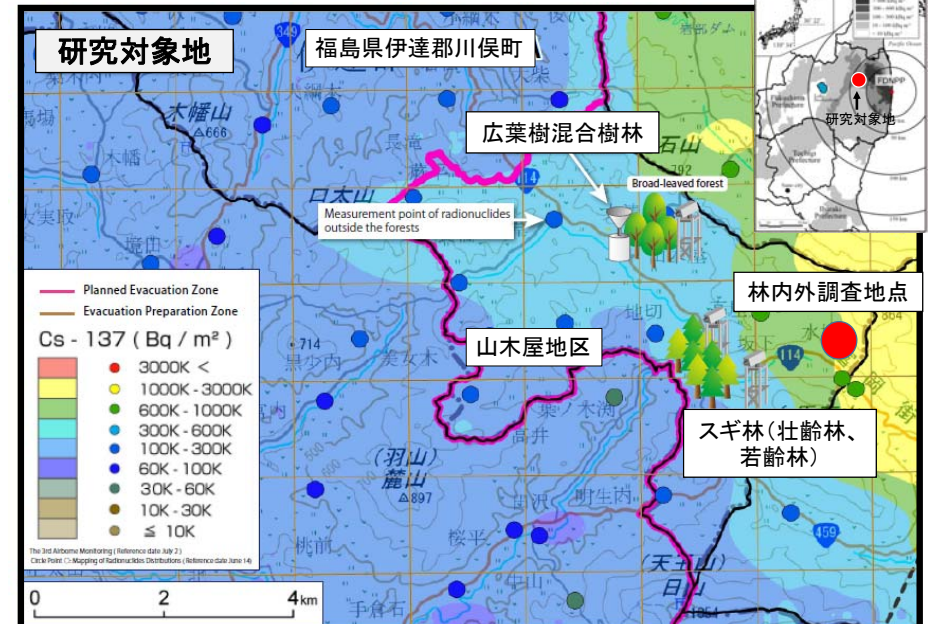
化学形態【研究項目 A04】

移行に伴う放射性物質の存在形態および測定技術の開発

- 移行に伴う放射性物質の化学形態と微量分析技術の開発
- 様々な化学形態における放射性物質測定および技術開発

相互作用の理解が必要

新たな研究領域の創出



森林への吸着 2011年4/28日採取

(Cs-137 約1000 kBq/m²)

隣接する森林(スギ)と牧草地にトランセクトを設け、U-8容器を直接差し込む方法で、境界から5m間隔(それぞれ20mまで)で5cm深の土壌を採取した。

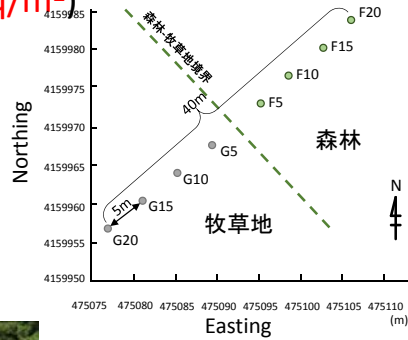
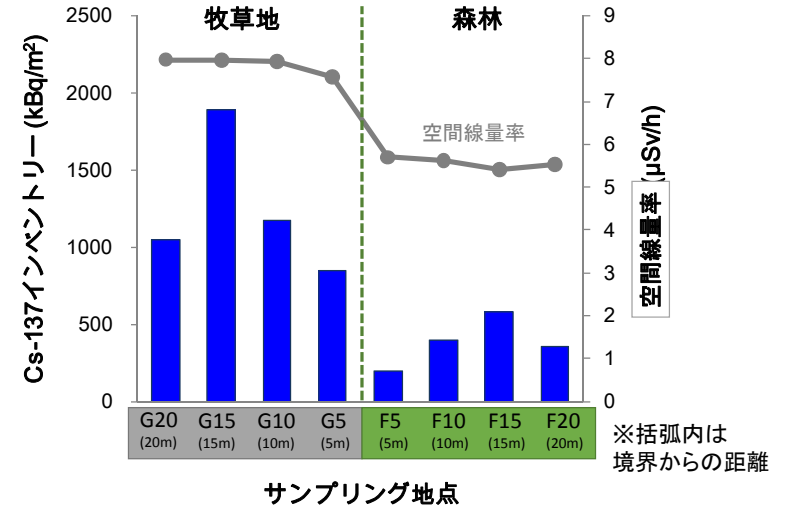


図 土壌サンプリング地点の位置図



4月末、川俣町山木屋地区: 森林-牧草地境界からの距離とCs-137インベントリとの関係

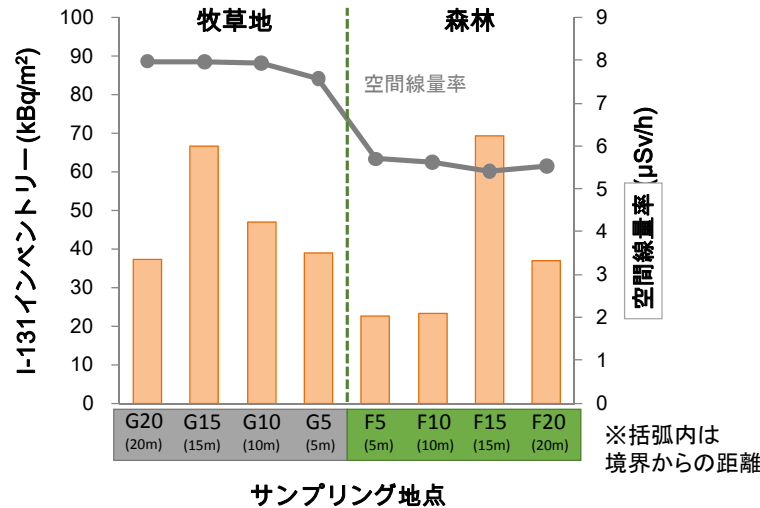


図 森林-牧草地境界からの距離とI-131インベントリとの関係

森林地・牧草地土壌のインベントリ比較

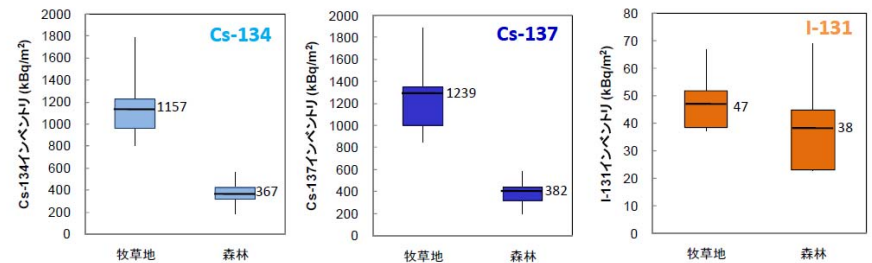
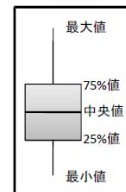


図 森林地・牧草地土壌のインベントリ比較

凡例



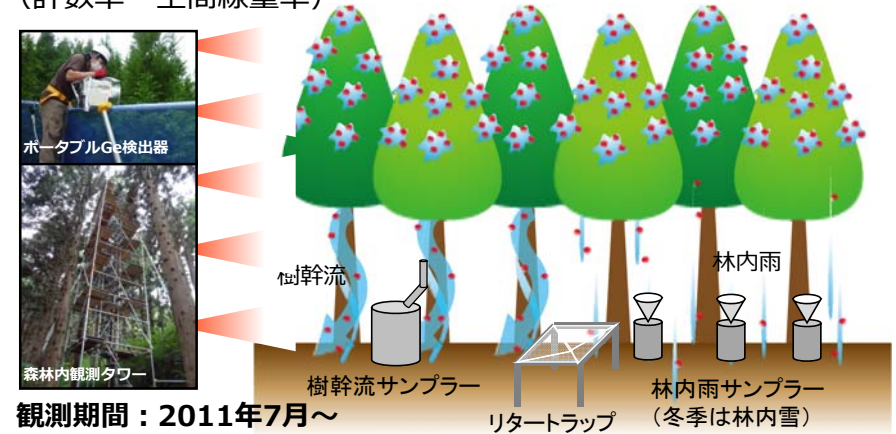
ヨウ素は、ほぼ林床まで落ちるが、セシウムは、4月末、7割方スギ樹体に吸着

調査森林の概要



観測体制

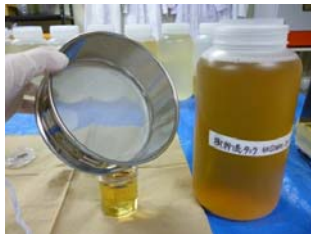
- ①分布調査
 - ・高さ別葉の採取
 - ・In-situ測定 (計数率・空間線量率)
- ②移行調査
 - ・林内雨、樹幹流、落葉等のセシウム濃度測定



サンプル処理方法

林外雨、林内雨、樹幹流

100 μ mのステンレスメッシュに通し粗大有機物を除去



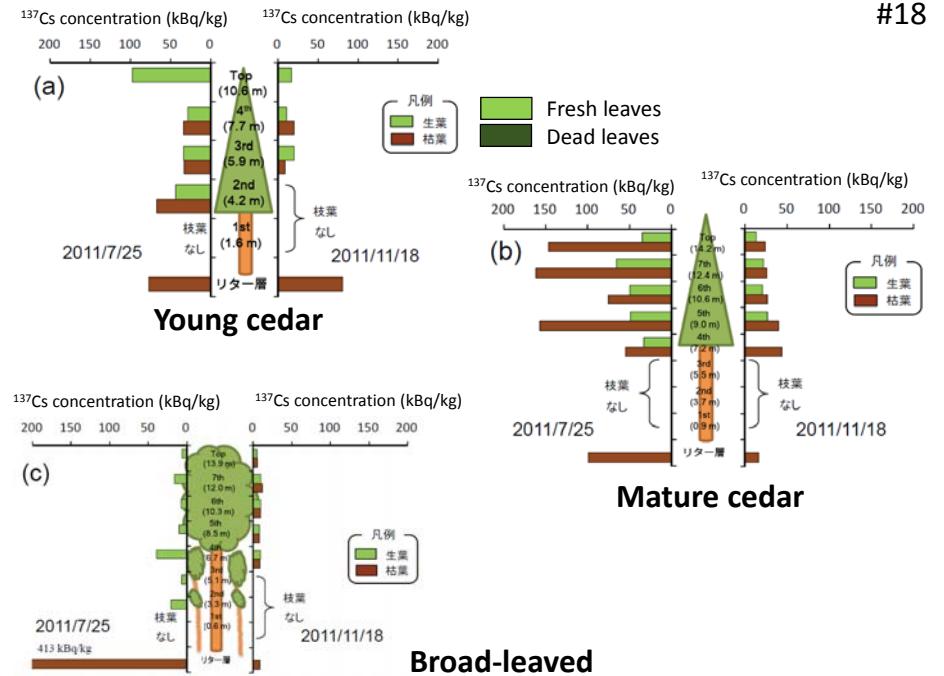
リターサンプル

葉、小枝、枝、樹皮等を手作業で分類



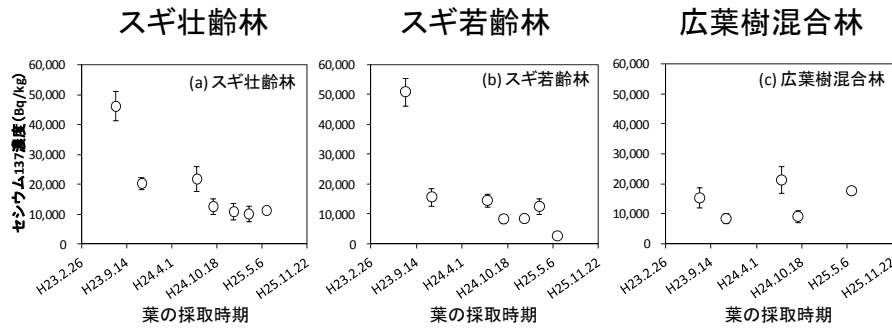
Geガンマ線検出器で放射性セシウム濃度測定

#18



結果

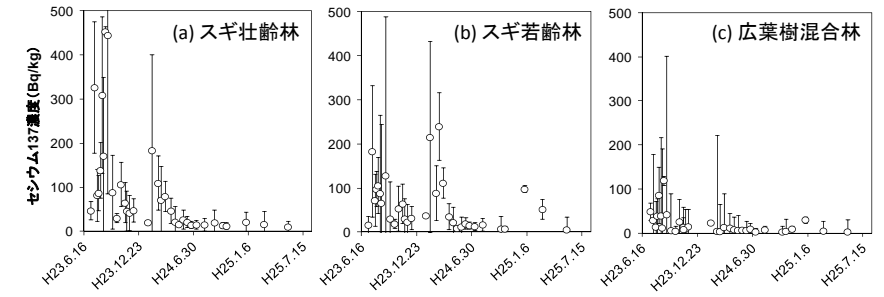
新葉に含まれるセシウム137濃度の経時変化



※調査実施年度に展葉した新しい葉を採取し、放射性セシウム濃度を測定した

図5

(a) 林内雨に含まれるセシウム137濃度



(b) 落葉等に含まれるセシウム137濃度

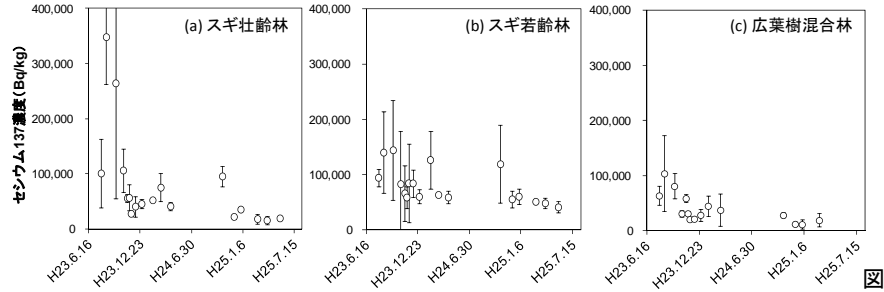
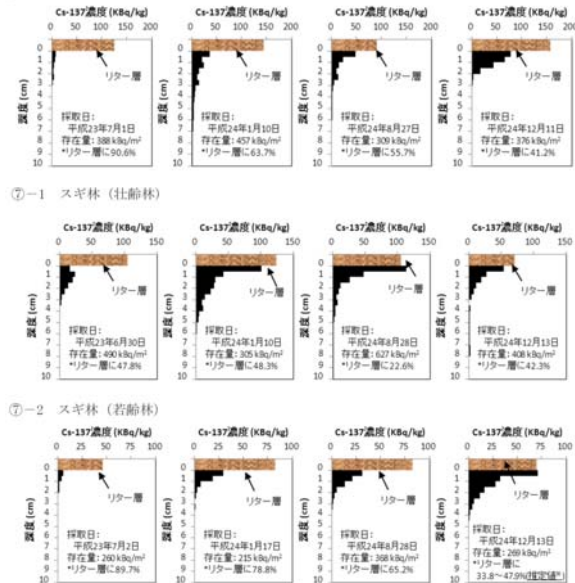


図1

図2

森林サイトにおける土壌中のセシウム-137濃度の深度分布

(左から第1回, 第2回, 第3回, 第4回調査結果を示す)

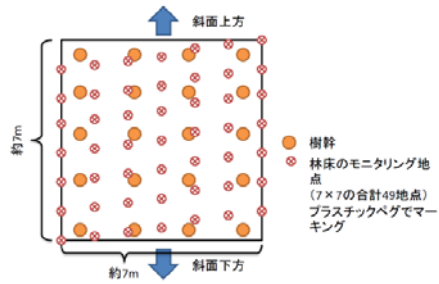


林床の放射性セシウム計数率の測定



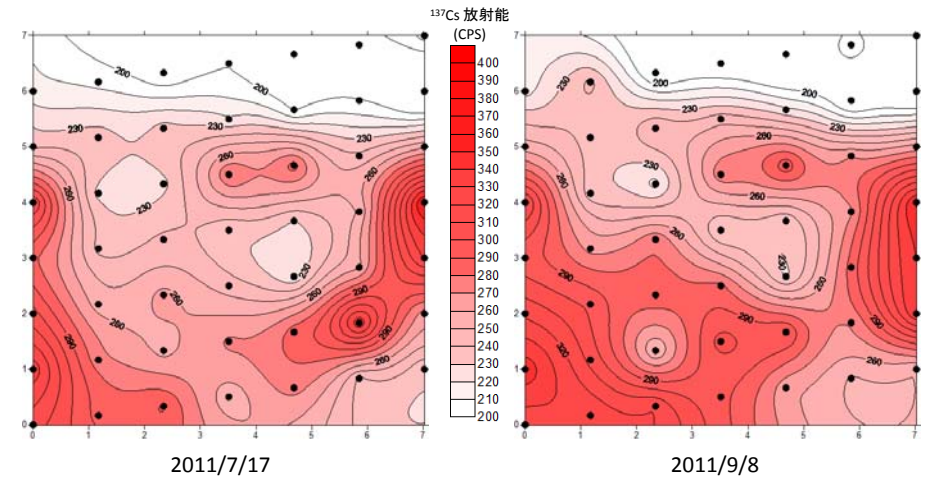
ポータブルゲルマニウム半導体ガンマ線検出器を用いて、林床の49地点(定点観測地点)でセシウム137計数率と空間線量率を計測

沈着量の変化

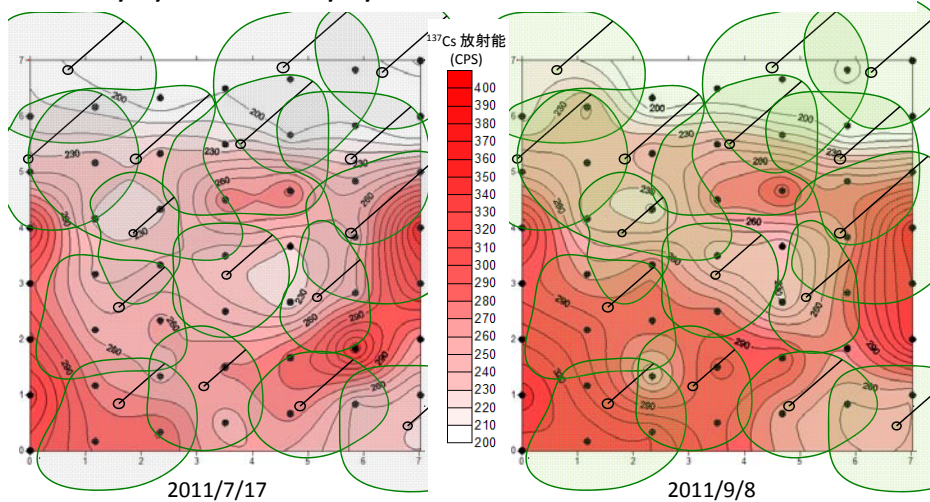


林床面モニタリング

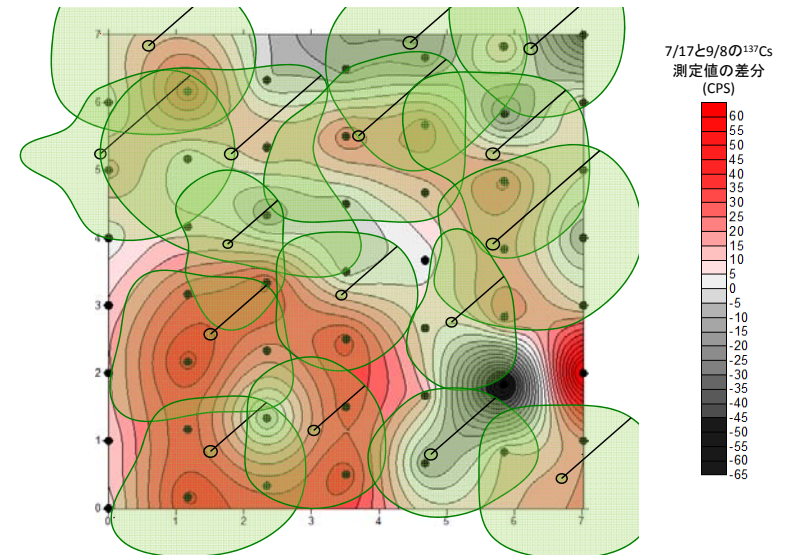
Young ceder におけるポータブルGe検出器による 2011/7/17と2011/9/8の林床¹³⁷Cs放射能の比較



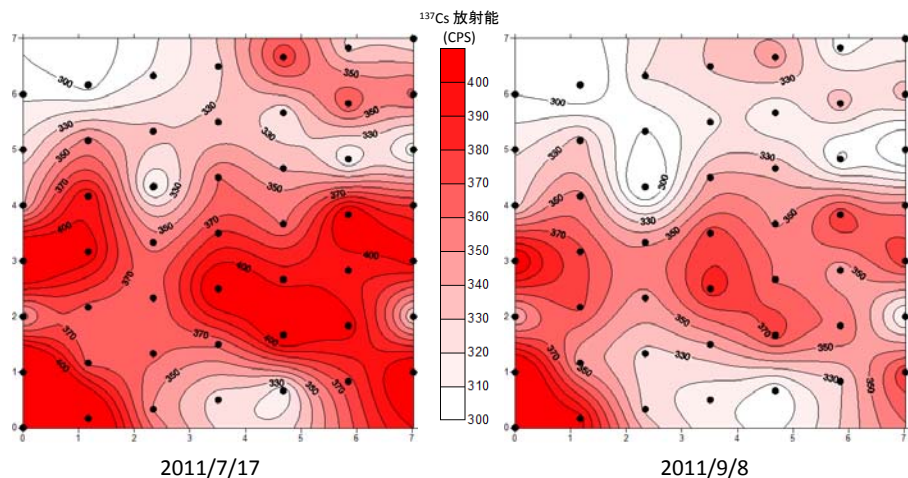
Young cederにおけるポータブルGe検出器による 2011/7/17と2011/9/8の林床¹³⁷Cs放射能の比較



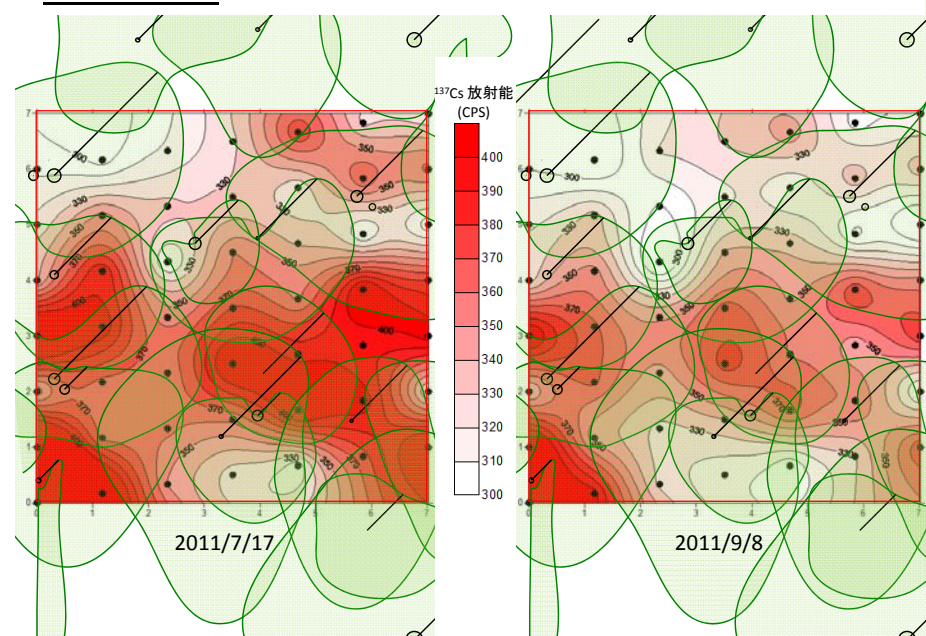
Young cederにおけるポータブルGe検出器による 2011/7/17と2011/9/8の林床¹³⁷Cs放射能の違い



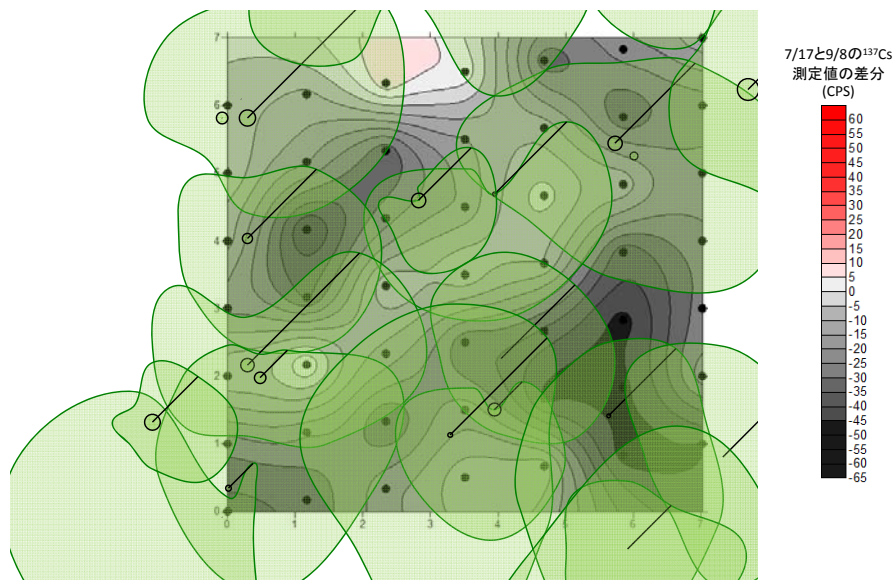
Mixed broad leaf forests



Broad leaf

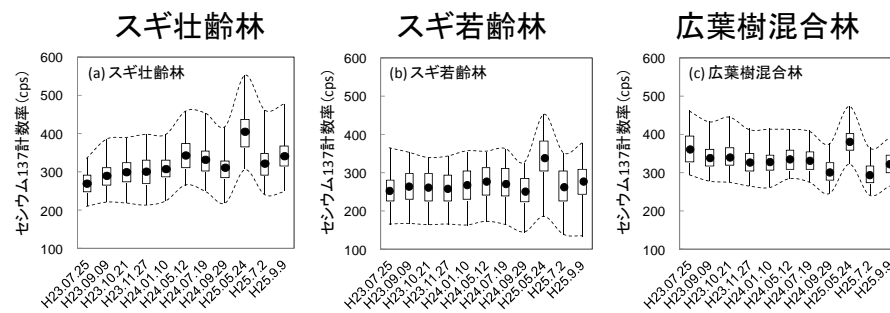


Broad leaf ポータブルGe検出器による2011/7/17と2011/9/8の林床¹³⁷Cs放射能の違い



結果

ポータブル検出器による林床のセシウム137計数率の経時変化



※林床の49地点での測定値を箱ひげ図にして示した

森林内の空間線量率の垂直分布

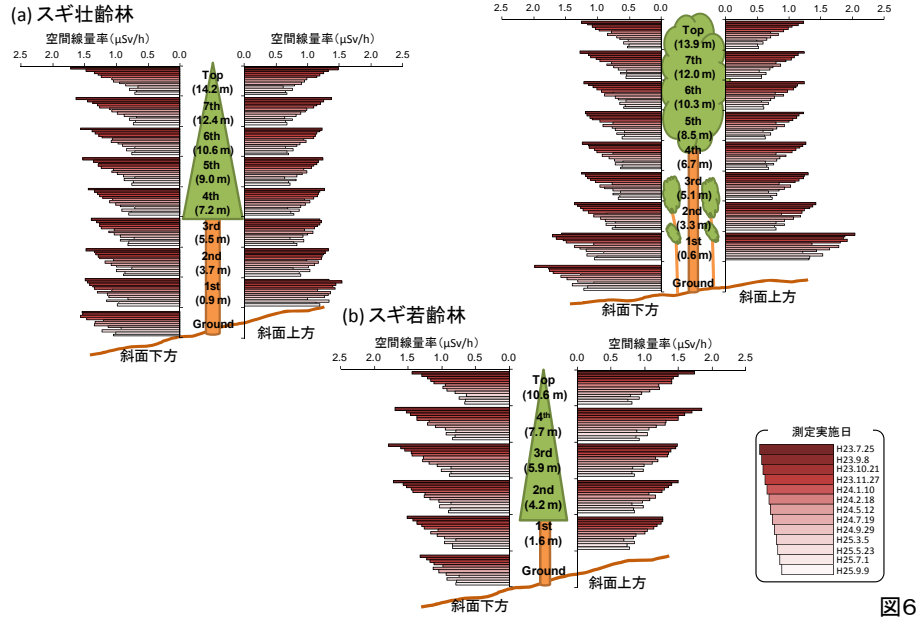


図6

河川湖沼の放射線モニタリングと濃度の実態

平成 24 年度

水環境中の放射性物質調査方法等検討業務

報告書

平成 25 年 3 月

いであ株式会社

http://www.env.go.jp/jishin/monitoring/report_method-w_1303.pdf

1. 業務概要

1.1 件名

平成 24 年度水環境中の放射性物質調査方法等検討業務

1.2 業務目的

平成 23 年 3 月 11 日の東日本大震災以降、環境省をはじめとして、様々な機関において水環境（公共用水域（河川・湖沼、水源地、沿岸）等）の放射性物質モニタリングが実施されている。

現在、環境省において実施している水環境放射性物質モニタリングについては「放射能測定法シリーズ（文部科学省）」に基づき実施しているところであるが、水環境（水質、底質、水生生物等）のモニタリングについては、調査時期、調査地点によって結果にバラツキがあり、結果の分析・評価が困難な状況である。

本業務は、水環境中の放射性物質モニタリングの結果の分析・評価手法について検討を行うとともに、モニタリングを効率的、効果的に行うための手法について整理を行うものとする。

④ 調査実施日

調査実施日は、表 2.1.2 調査実施日に示すとおり平成 25 年 1 月 20 日～1 月 28 日である。

表 2.1.2 調査実施日

調査水域			調査実施日 [調査名] (平成 25 年)
区分	水域名	所在等	
河川	阿武隈川	合流部	阿久津橋（逢瀬川合流部）
		直線部	行合橋上流
	滞留部	阿武隈大堰	
真野川	直線部	南相馬市鹿島区西町	
湖沼	はやま湖	湖底部	ダムサイト上流
		猪苗代湖	流入城
	猪苗代湖	流入城	長瀬川流入城
河口	阿武隈川	河口城	阿武隈川河口城
		真野川	河口城
	真野川	河口城	真野川河口城

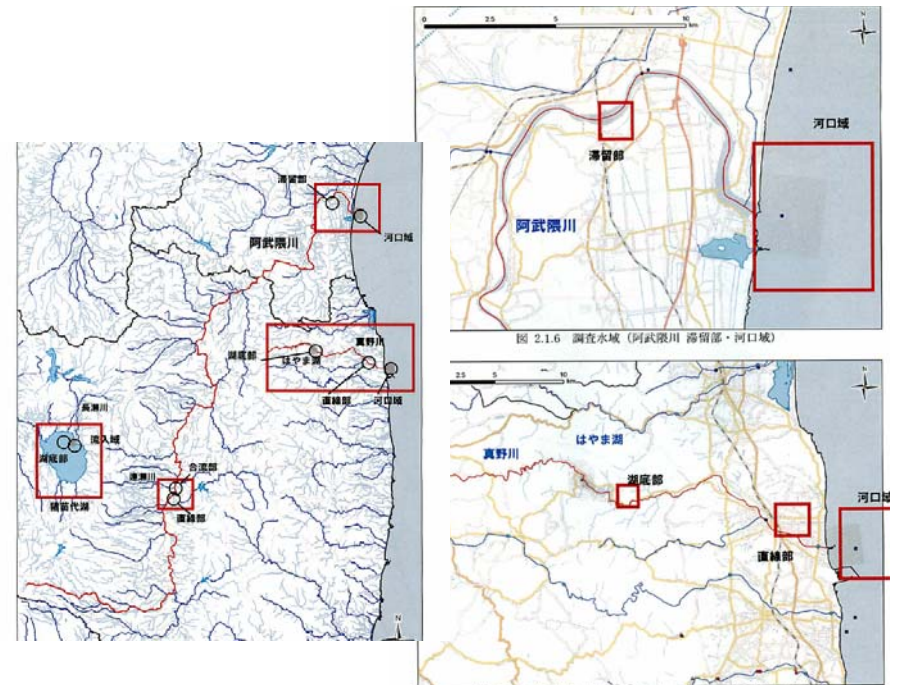
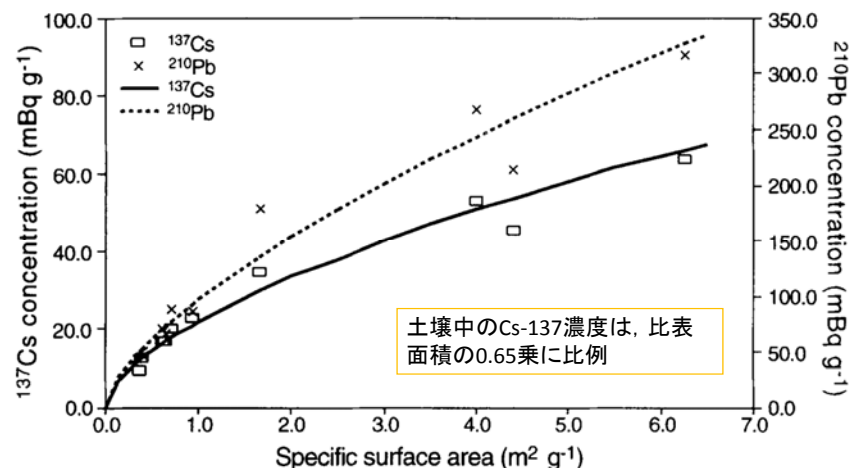


図 2.1.7 調査水域（真野川 直線部・河口城、はやま湖 湖底部）

川底土：比表面積と放射性同位体濃度の関係



He and Walling (1996) *Journal of Environmental Radioactivity*, Vol. 30, pp. 117-137.

川底土：

比較のためには、放射性同位体濃度の粒度補正が必要

- セシウムは細粒な土壤粒子に吸着されやすい(比表面積が大きいため)
- 基準粒度を決定し、粒度組成の違いによる放射性同位体濃度への影響を補正

$$\text{Enrichment Ratio} = \left(\frac{\text{土砂の放射性同位体濃度}}{\text{供給源土壌の放射性同位体濃度}} \right)$$

(He and Walling (1996) を改変)

■ 堆積土砂の粒度補正係数P'の求め方

$$P' = \left(\frac{S_{ds}}{S_{ms}} \right)^v$$

ここで、

S_{ds} : 堆積土砂の比表面積 (m²/g)

S_{ms} : 運搬される土砂の比表面積 (m²/g)

v: 放射性核種の土壤粒子への吸着特性をあらわす定数
(¹³⁷Csは0.65; イギリス, デボンの土壌の場合)

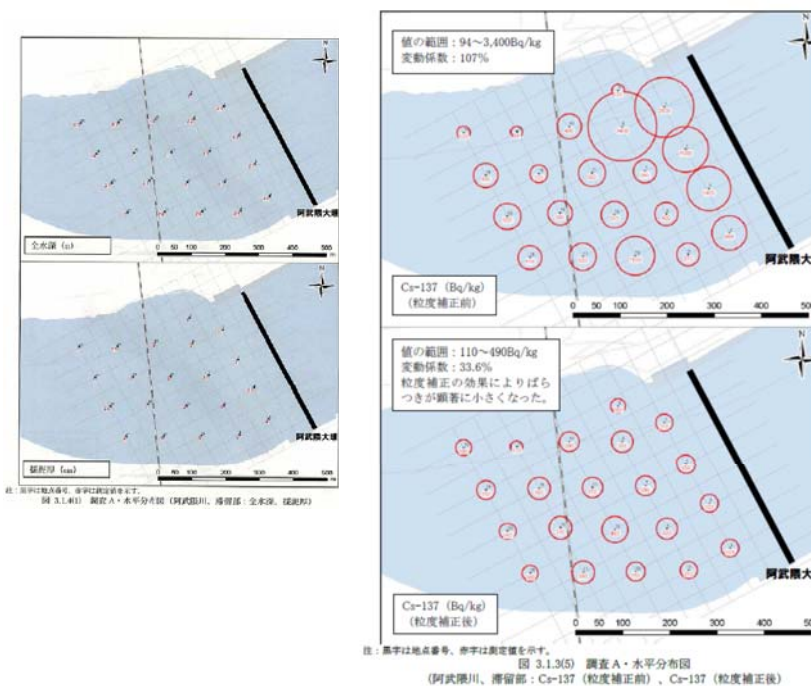
セシウムは細粒な土壤粒子に吸着されやすい

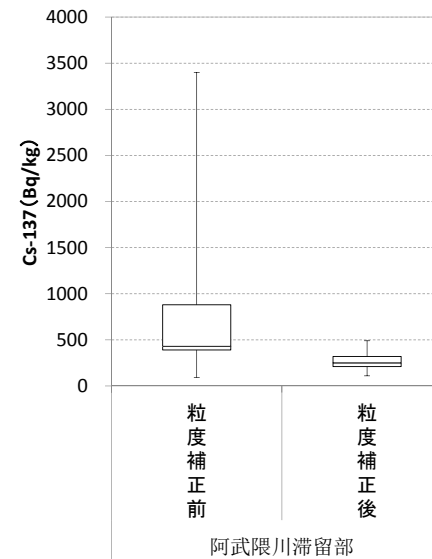
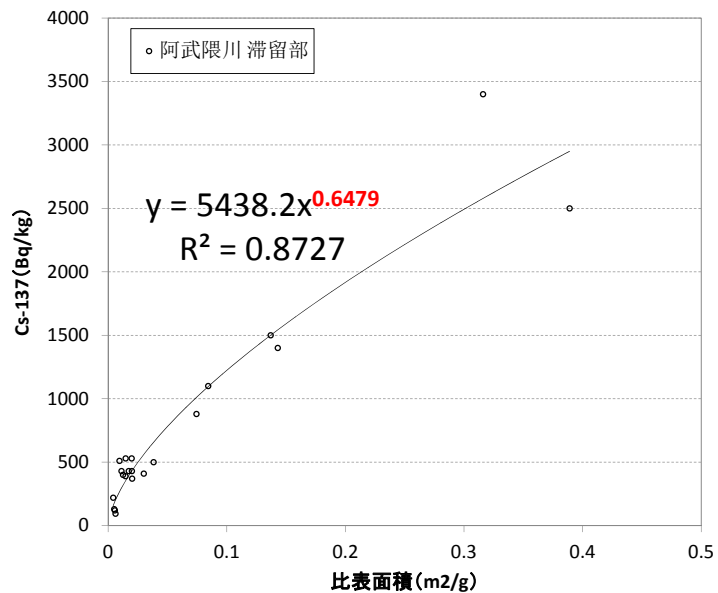
球形仮定の場合

幾何平均代表粒径(cm)	比表面積 (cm ² /g)	Cs-137濃度	
0.1000	23.1	1.00	砂
0.0100	230.8	4.46	砂
0.0010	2,307.7	19.93	シルト
0.0001	23,076.9	89.04	粘土

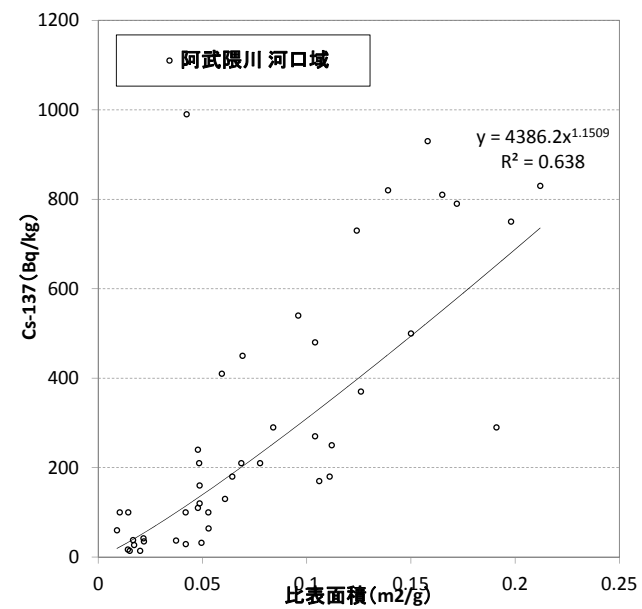
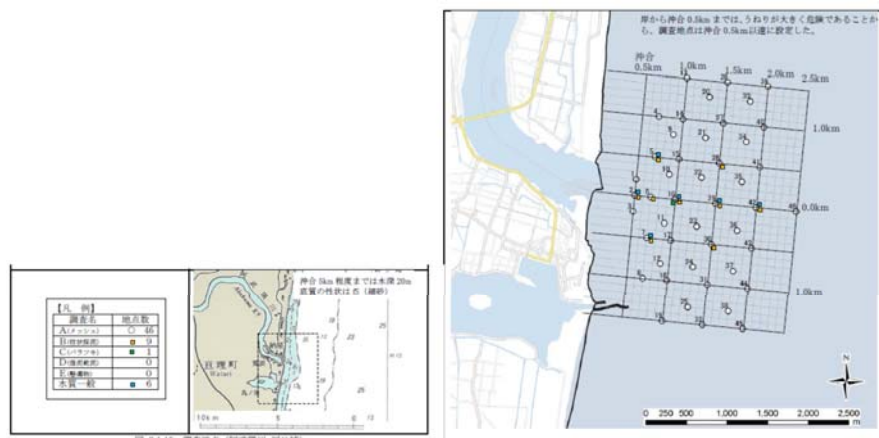
細粒粒子が集積するとCs-137濃度が飛躍的に上がる(場合によっては、100倍以上)→いわゆる“マイクロホットスポット?”の形成

高濃度のセシウム(Bq/kg)が検出されたことによって、“高濃度汚染地域”というのは間違った解釈。

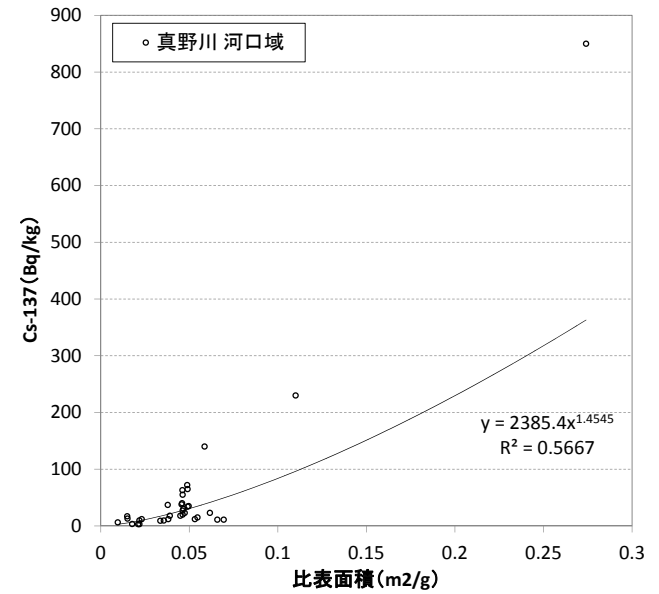
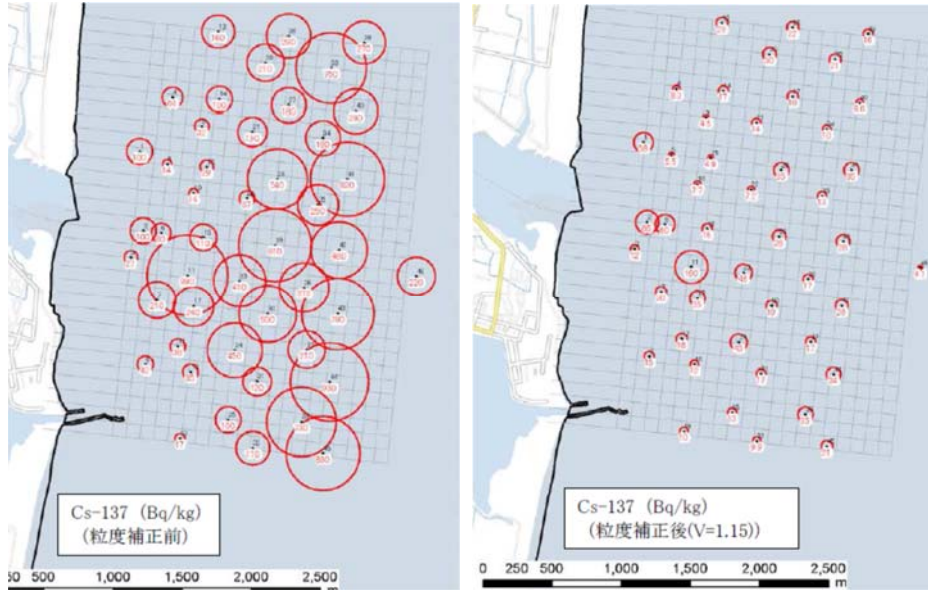




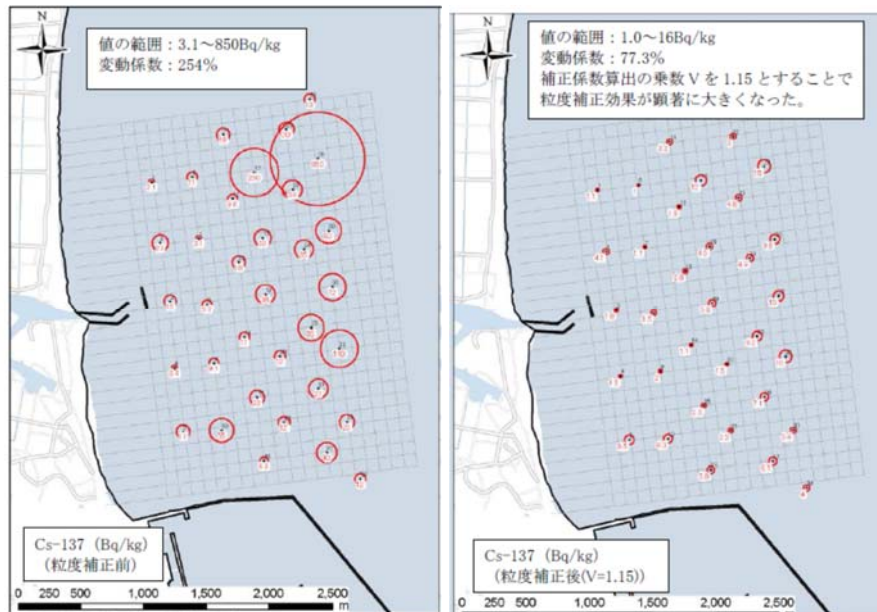
阿武隈川河口部



阿武隈川河口部



真野川河口部



まとめ

- 森林: 森林内の空間線量率の時間変化傾向について、樹冠部では物理半減期よりも早い減少速度を示した。一方、地上1mの空間線量率は森林によって異なる時間変化傾向を示した。
- 河川海洋;
- 堆積物中のCs-137濃度の粒度依存性の考慮が必要
- 河川滞留部や、湖沼では、溶脱着により、粒径補正した場合「同一の」濃度となっている可能性
- 海洋における、粒度依存性のデータを算出し、放射線計測値との校正が必要