

マップ関連研究の進捗状況報告 について (森林内における放射性物質の 移行調査の結果について)

文部科学省による放射性物質環境移行調査

第一次結果報告

本年6月6日から実施してきました、平成23年度科学技術戦略推進費「放射性物質による環境影響への対策基盤の確立」『放射性物質の分布状況等に関する調査研究』におけるマップ関連事業について、森林内の移行について成果がまとまったことから、土壤中の詳細な放射性核種の深度分布、森林、放射線セシウム測定結果の一部をとりまとめた。

1. 本調査の実施目的

文部科学省は、住民の健康への影響及び環境への影響を将来にわたり継続的に確認するため、マップ作成に加え、川俣町山木屋地区を中心にモデル地域を設定し、放射線核種の環境への移行調査を行っております。最終報告に先立ち、測定されたデータの迅速な公開を行うとの立場から、土壌内の、降水、森林、地中水、河川への放射性セシウムの移行について調査を行った。

2. 本調査の詳細

○森林調査：6月6日～8月31日

土壌詳細深度分布調査 7月15日～8月31日

○試料採取者：国立大学法人筑波大学、

○試料分析者：国立大学法人筑波大学、気象研究所

○対象項目：森林、降水

○本調査において、計画的避難区域である川俣町山木屋地区にモデル地域を設定して、詳細放射性セシウムの環境への移行調査を行った。

○本調査においては、土壌の深度分布を正確に測定するために、スクレーパープレート(5mm間隔で土壌を削り取って採取する装置)を用いて、山木屋地区の様々な土地利用が異なる7カ所において、詳細なセシウムの土壌断面分布調査を行いました。なお、この手法は、IAEAにおいて、土壌断面中の放射性核種を正確に測定するための標準的な測定手法として認められている手法である*1。

○森林内には、スギ壮齢林(40-50年生)、スギ若齢林(18年生)、広葉樹混交林の3地点において、8m-12mの櫓を建て、樹体や葉に含まれるセシウム134、セシウム137の核種分析を行った。また、櫓を用いて、高度別の放射線量・セシウムの空間線量を測定した。

○また、開けた地域における降水に加え、林内雨を採取し、100μmのメッシュにて不純物を除去した後ゲルマニウム検出器にて測定し、森林内外での放射性核種の降下状況を週1回程度継続的に測定した。

本調査の結果と考察

○高所作業車および、タワーを用いて、森林内外の空間線量を測定した（資料1）。その結果、森林外においては、地表面線量が最も高く、3mまでで急激に減少するのに対し、広葉樹においては、地表面でやや高くその後ほぼ一定の値をとることがわかった。一方、スギ若齢林においては、地表面付近の線量は低く、樹冠に部分において最大の値を示した。また、針葉樹壮齢林においても樹冠において最大の値を示しており、地表面においてもやや高い値を示した。

○タワーを利用して、生葉について、放射性セシウムの濃度を測定した結果（資料2）、

- ・広葉樹混合林では、セシウム 137 で平均 15.4KBq/kg, セシウム 134 で平均 14.3 KBq/kg
- スギ林では、
- ・スギ若齢林では、セシウム 137 で平均 50.9KBq/kg, セシウム 134 で平均 42.8 KBq/kg
- ・スギ壮齢林では、セシウム 137 で平均 46.3KBq/kg, セシウム 134 で平均 39.6 KBq/kg

であり、スギ林は、広葉樹混合樹林に比べて平均で 3 倍程度、放射性セシウムの濃度が高い傾向にあることが確認された。

○スギ林の枯葉について、放射性セシウムの濃度を測定した結果、

- ・スギ若齢林では、セシウム 137 で平均 44.9KBq/kg, セシウム 134 で平均 39.3 KBq/kg
- ・スギ壮齢林では、セシウム 137 で平均 118.9KBq/kg, セシウム 134 で平均 103.8 KBq/kg

であり、スギ壮齢林は、スギ若齢林に比べて 2 倍程度の濃度であることが確認された。また、スギ若齢林は、生葉と枯葉で濃度に大きな差はなかった。

○各林分において、ポータブルゲルマニウム検出器によって、空間におけるセシウム137を高度別に測定したところ、広葉樹林では、表面付近が高く、樹冠付近でやや上昇した。これに対し、スギ若齢林、壮齢林とも樹冠付近で最も高く、地表面付近ではセシウム-137濃度が低いことがわかった。

これらの樹種による違いは、原発事故時点において葉が存在していたかどうかということに起因すると考えられる。落葉表層については、広葉樹林においては、43万 Bq/kgの放射性セシウム137、針葉樹においても、7万から10万 Bq/kgの放射性セシウム137が検出されました。これらのデータは森林内のリターの除去が除線に重要であることを示唆する。

○スクレーパープレート(5mm間隔で土壌を削り取って採取する装置)を用いた土壌深度分布調査の結果(資料4)、ほぼすべての地点において、放射性核種は、表層5cmの位置に存在していることが明らかになった。森林においては、リター層(落葉・落枝)に49-90%の放射性セシウムが存在していることがわかった。

○森林内外の雨水中における放射性セシウム濃度を測定したところ（資料5）、林外雨に含

まれる放射性セシウムの濃度は概ね 0.3-0.4 Bq/kg 以下であることが確認された。一方、林内雨に含まれる放射性セシウムの濃度は、

- ・ 広葉樹混合林では、セシウム 137 で平均 36.7 Bq/kg, セシウム 134 で平均 31.8 Bq/kg
 - ・ スギ若齢林において セシウム 137 で平均 93.6 Bq/kg, セシウム 134 で平均 80.4 Bq/kg
 - ・ スギ壮齢林においてセシウム 137 で平均 133.7 Bq/kg, セシウム 134 で平均 111.3 Bq/kg
- であり、地点におけるばらつきも大きいことが明らかになった。

スギ林内の林内雨に含まれる放射性セシウムは、広葉樹混合林の林内雨に比べて濃度が大きい傾向があることが確認された。また、スギ林の中でもスギ壮齢林の方がスギ若齢林よりも林内雨に含まれる放射性セシウムの濃度が大きいことが確認された。

○ 樹幹流に含まれる放射性セシウムの濃度は、

- ・ 広葉樹混合林では、セシウム 137 で平均 42.8 Bq/kg, セシウム 134 で平均 37.0 Bq/kg
 - ・ スギ若齢林において、セシウム 137 で平均 38.3 Bq/kg, セシウム 134 で平均 35.2 Bq/kg
 - ・ スギ壮齢林において、セシウム 137 で平均 59.8 Bq/kg, セシウム 134 で平均 48.4 Bq/kg
- であり、スギの木の幹を伝って流れる樹幹流の方が、広葉樹混合林に比べて放射性セシウムの濃度が大きい傾向にあることが確認された。

これらの値を単位面積あたりの蓄積量として計算したところ、林外雨は、採取期間ごとでおよそ 10 Bq/m² であるのに対し、林内雨においては、広葉樹で 50-200 Bq/m², スギ壮齢林および若齢林においては、300-8000 Bq/m² に達する。このことは林内においては、現在も土壌に向かって移行が継続して起こっており、森林を放置すると除染がより困難になることが予想される。

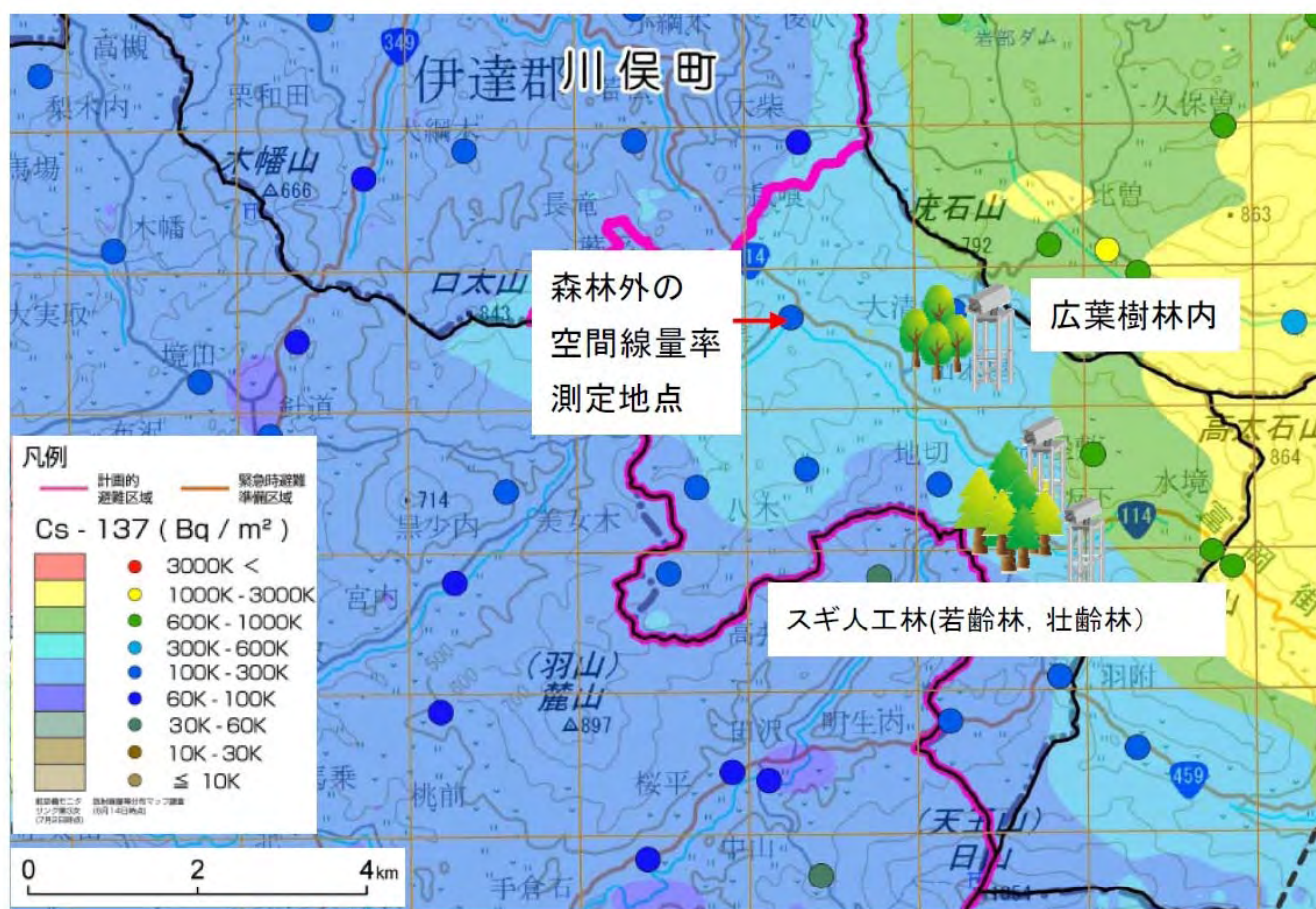
○、また、調査期間中、1 週間ごとに森林内に降下する雨について、雨量と雨に含まれる放射性セシウムの濃度を比較したところ、一定期間に降下する雨量が多いほど、放射性セシウムの濃度が低くなる傾向があることが確認された。このことは、一定時間に降下可能なセシウム-137 には上限があることが示唆される。今後詳細は化学組成の解明による原因究明が期待される。

* 1: Zapata, F. ed (2002) Handbook for the Assessment of Soil Erosion and Sedimentation Using Environmental Radionuclides, Kluwer. 217 pp.

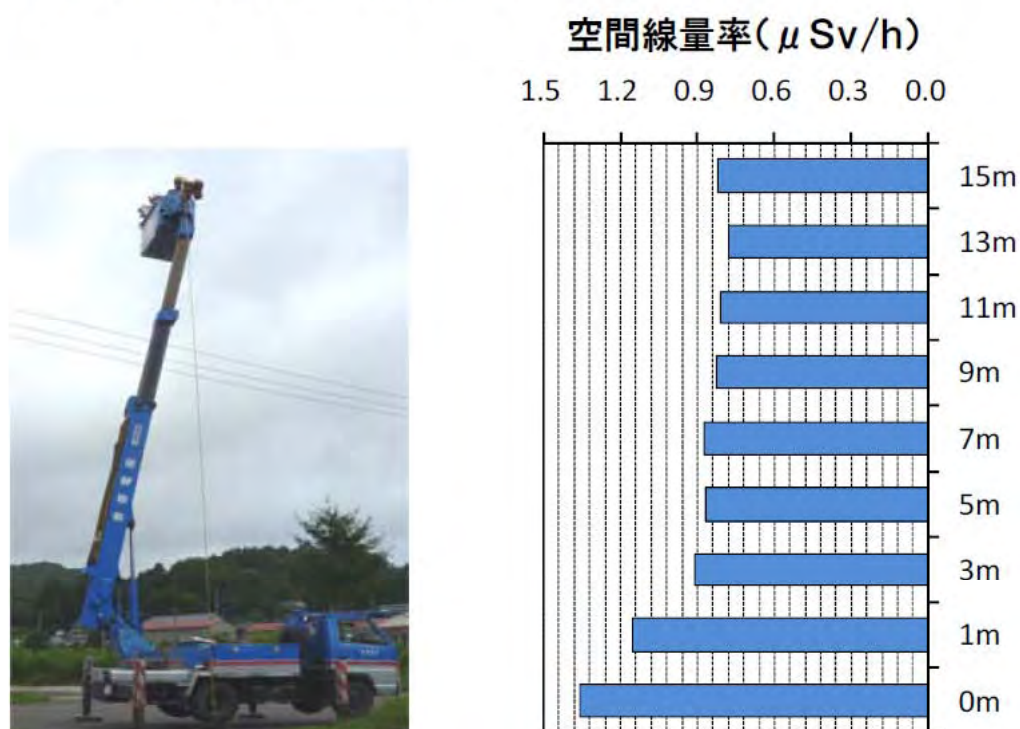
* 2: Philips et al (2000) *Hydrological Process*. 14. 2589-2602.

資料1

調査位置図

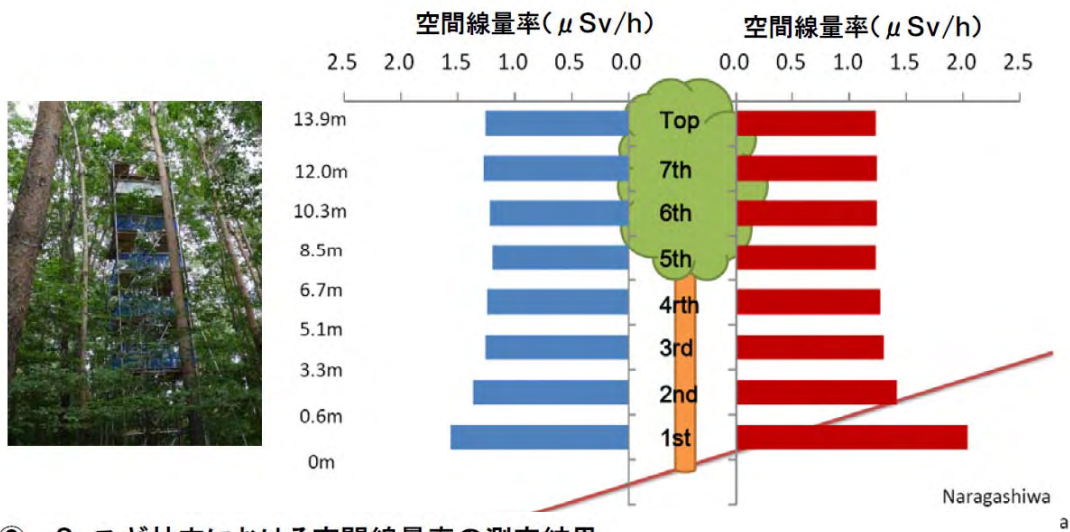


①森林外の開かれた場所における空間線量率の測定結果

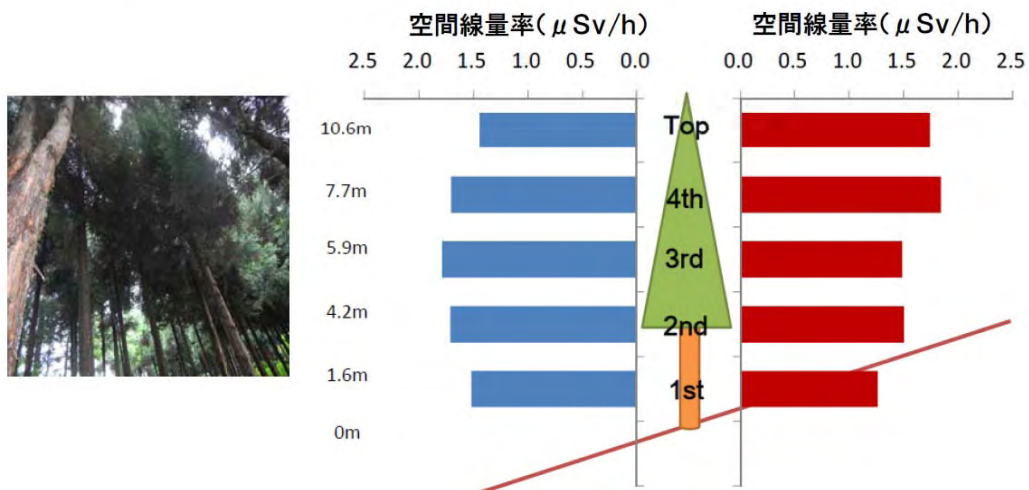


②森林内における空間線量率の測定結果

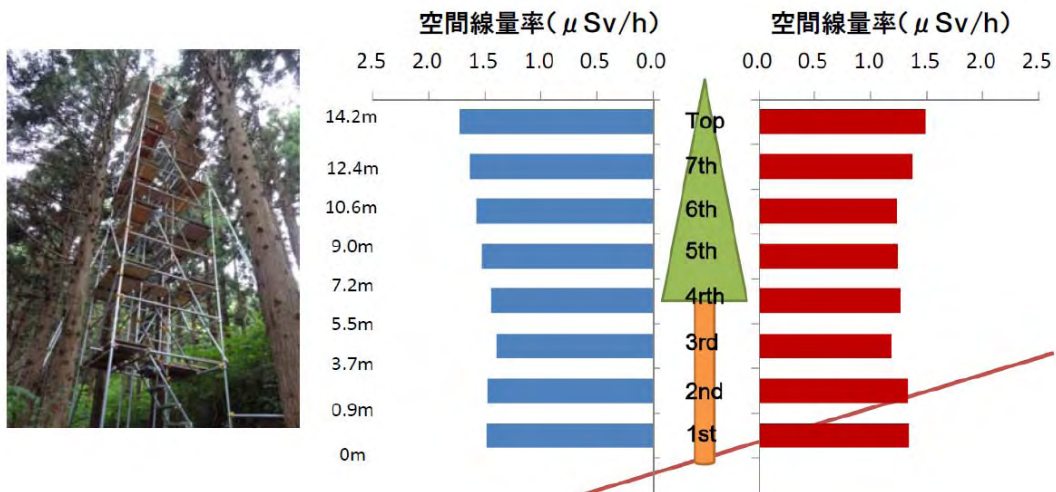
②ー1 広葉樹林内における空間線量率の測定結果



②ー2 スギ林内における空間線量率の測定結果 (スギ若齢林)



(スギ壮齢林)



○各森林内の葉等に含まれる放射性セシウムの濃度は以下のとおり。

①広葉樹混合林

位置	地表面からの距離 (m)	Cs-137				Cs-134			
		生葉		枯葉		生葉		枯葉	
		濃度 (kBq/kg)	測定誤差 (kBq/kg)	濃度 (kBq/kg)	測定誤差 (kBq/kg)	濃度 (kBq/kg)	測定誤差 (kBq/kg)	濃度 (kBq/kg)	測定誤差 (kBq/kg)
トップ	13.9	6.4	1.0	枝葉なし	-	4.6	0.8	枝葉なし	-
7段目	12.0	16.4	0.2	枝葉なし	-	13.3	1.4	枝葉なし	-
6段目	10.3	7.7	1.2	枝葉なし	-	10.8	1.3	枝葉なし	-
5段目	8.5	10.3	1.4	枝葉なし	-	9.3	1.3	枝葉なし	-
4段目	6.7	39.3	1.7	枝葉なし	-	33.4	1.5	枝葉なし	-
3段目	5.1	7.0	0.7	枝葉なし	-	7.0	0.6	枝葉なし	-
2段目	3.3	20.7	2.0	枝葉なし	-	22.0	1.9	枝葉なし	-
1段目	0.6	枝葉なし	-	枝葉なし	-	枝葉なし	-	枝葉なし	-
平均		15.4				14.3			
落葉	0	-	-	413	6.7	-	-	349	5.6

②スギ若齢林

位置	地表面からの距離 (m)	Cs-137				Cs-134			
		生葉		枯葉		生葉		枯葉	
		濃度 (kBq/kg)	測定誤差 (kBq/kg)	濃度 (kBq/kg)	測定誤差 (kBq/kg)	濃度 (kBq/kg)	測定誤差 (kBq/kg)	濃度 (kBq/kg)	測定誤差 (kBq/kg)
トップ	10.6	97.5	3.0	枝葉なし	枝葉なし	80.1	2.5	枝葉なし	-
4段目	7.7	28.5	1.6	33.8	1.8	25.8	1.4	30.2	1.6
3段目	5.9	33.7	1.6	33.3	2.3	28.5	1.4	26.5	1.9
2段目	4.2	44.1	2.8	67.6	3.7	36.7	2.4	61.3	3.2
1段目	1.6	枝葉なし	-	枝葉なし	-	枝葉なし	-	枝葉なし	-
平均		50.9		44.9		42.8		39.3	
落葉	0.0	-	-	77.4	3.2	-	-	65.1	2.7

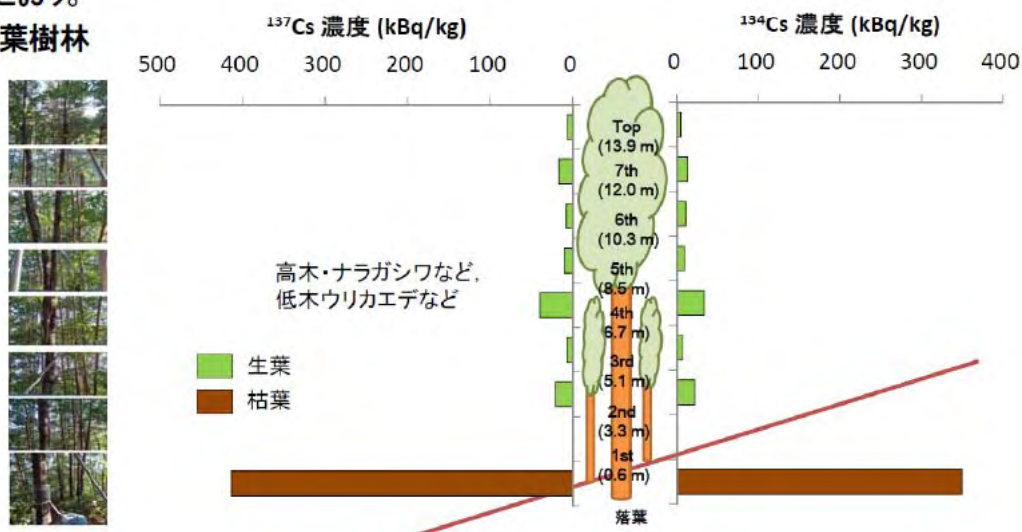
③スギ壮齢林

位置	地表面からの距離 (m)	Cs-137				Cs-134			
		生葉		枯葉		生葉		枯葉	
		濃度 (kBq/kg)	測定誤差 (kBq/kg)	濃度 (kBq/kg)	測定誤差 (kBq/kg)	濃度 (kBq/kg)	測定誤差 (kBq/kg)	濃度 (kBq/kg)	測定誤差 (kBq/kg)
トップ	14.2	34.9	2.0	146	4.2	31.6	1.8	129	3.7
7段目	12.4	65.4	2.6	161	5.3	56.4	2.3	138	4.7
6段目	10.6	49.4	2.2	75.4	3.9	41.8	1.9	67.4	3.4
5段目	9.0	49.0	1.9	157	4.5	40.7	1.6	139	4.0
4段目	7.2	32.8	2.2	55.0	3.2	27.5	1.9	45.5	2.7
3段目	5.5	枝葉なし	-	枝葉なし	-	枝葉なし	-	枝葉なし	-
2段目	3.7	枝葉なし	-	枝葉なし	-	枝葉なし	-	枝葉なし	-
1段目	0.9	枝葉なし	-	枝葉なし	-	枝葉なし	-	枝葉なし	-
平均		46.3		119.1		39.6		103.9	
落葉	0	-	-	99.4	2.8	-	-	86.0	2.4

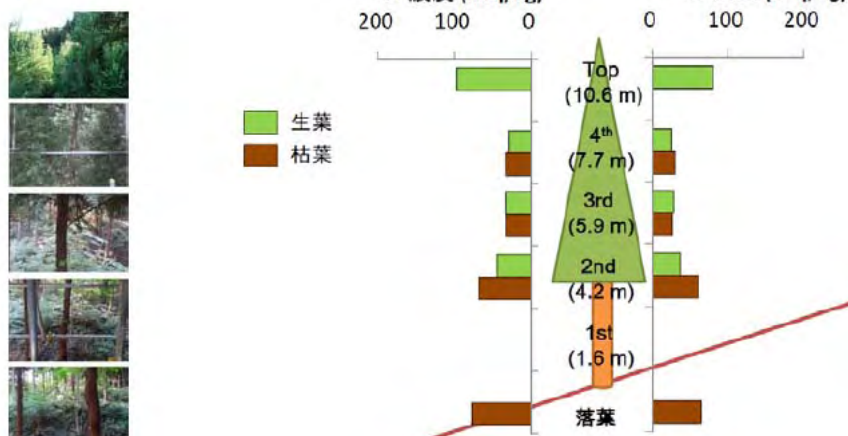
資料2

○また、各森林における生葉と枯葉の分布状況及びその濃度をまとめた結果は以下のとおり。

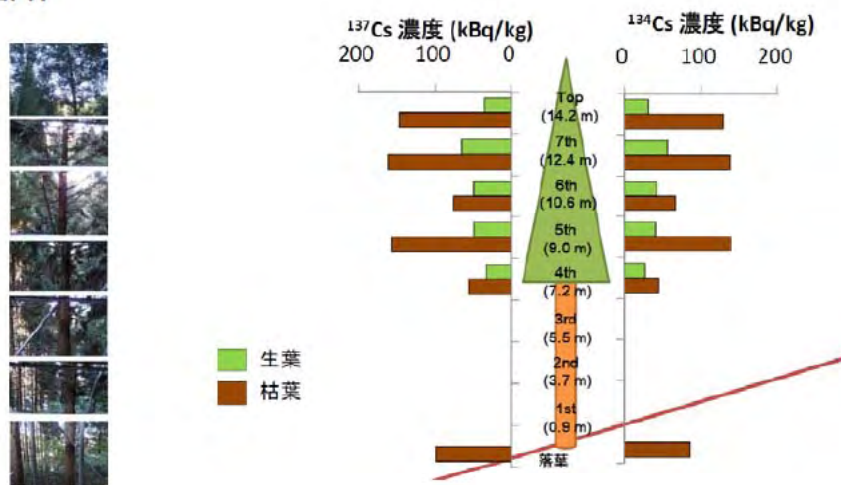
① 広葉樹林



② スギ若齢林

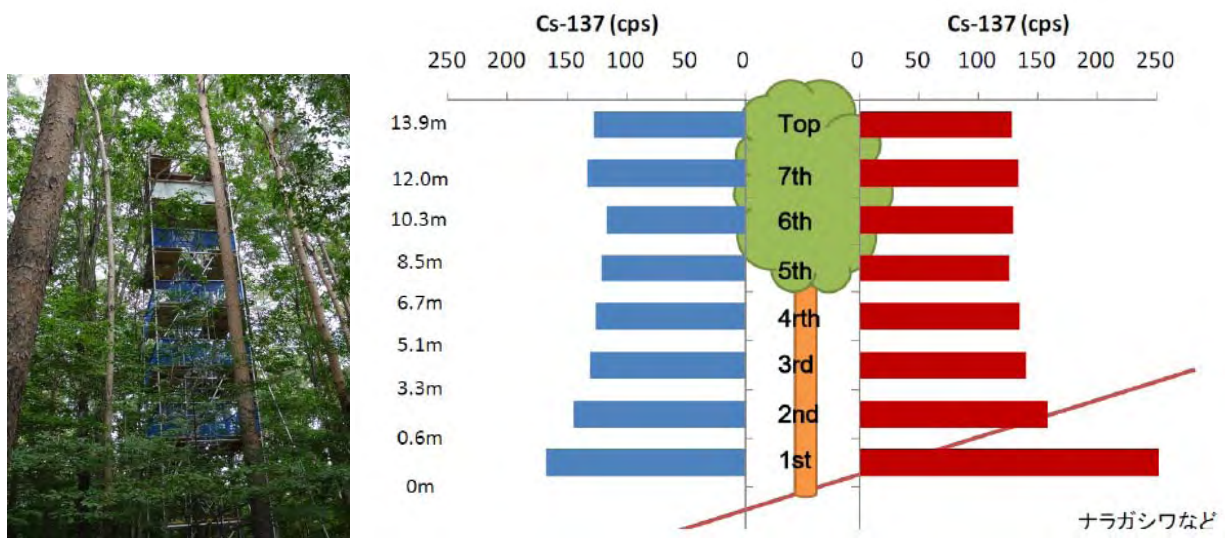


③ スギ壮齢林

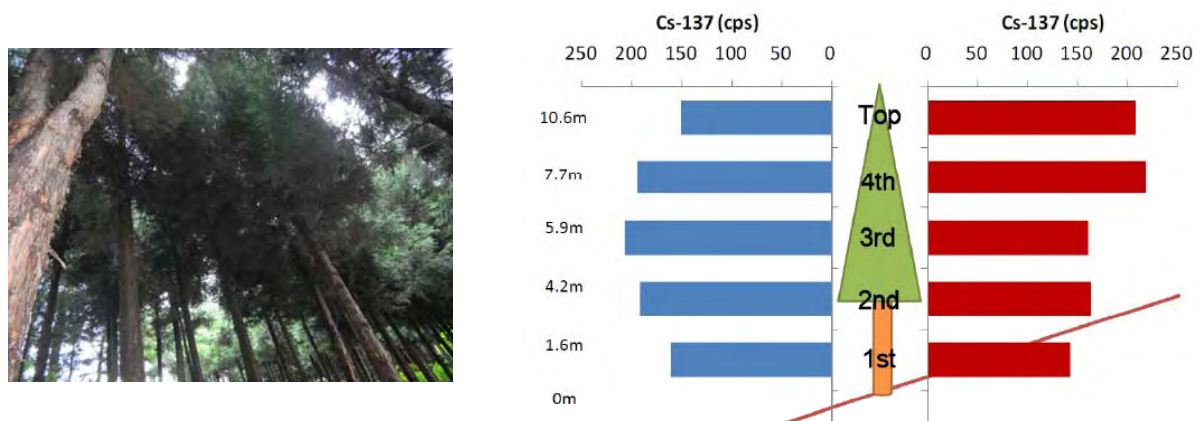


資料3

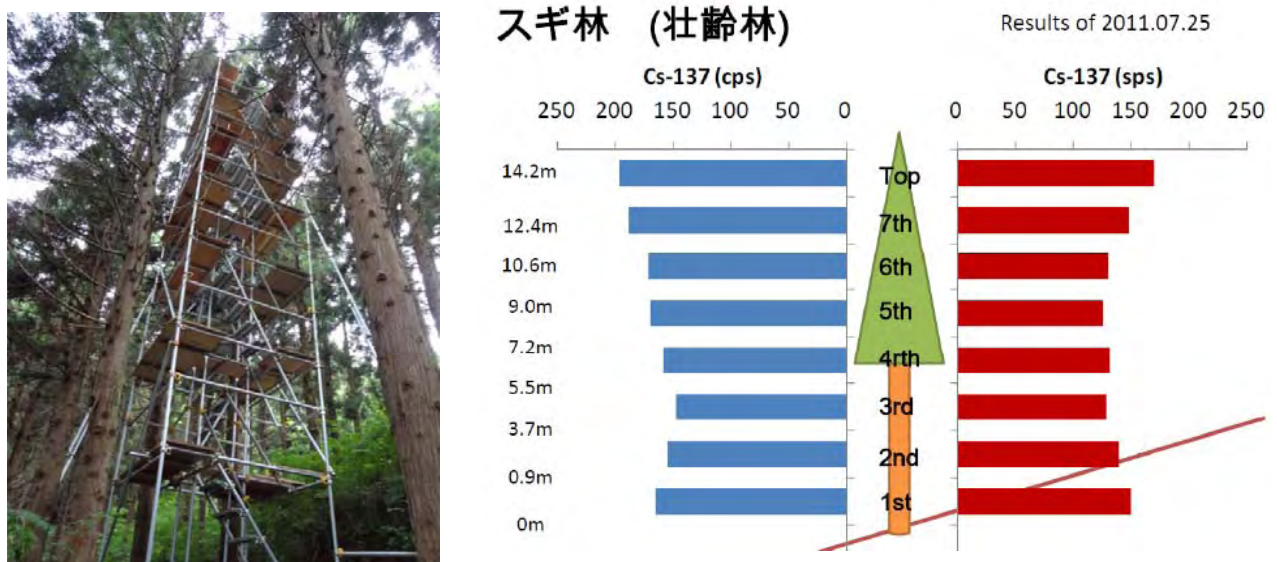
広葉樹林における高度別セシウム濃度と葉の放射性セシウム濃度



スギ(若齢林)における高度別セシウム率と葉の放射性セシウム濃度



スギ(壮齢林)における高度別空間線量率と葉の放射性セシウム濃度



スクレーパープレート

5mm間隔で土壌を削りだして採取

Handbook for the Assessment
of Soil Erosion and
Sedimentation Using
Environmental Radionuclides

Edited by

F. Zapata

Joint FAO/IAEA Division,
International Atomic Energy Agency,
Vienna, Austria

CHAPTER 3

SAMPLING METHODS

R.J. LOUGHRAN¹, P.J. WALLBRINK², D.E. WALLING³,
and P.G. APPLEBY⁴¹School of Environmental and Life Sciences, University of Newcastle, Callaghan, NSW 2308, Australia. ²Environmental Hydrology, CSIRO, Division of Land and Water, PO Box 1666, Canberra, ACT 2601, Australia. ³Department of Geography, University of Exeter, Amory Building, Rennes Drive, Exeter EX4 4RJ, United Kingdom. ⁴Environmental Radiometric Research Centre, Department of Mathematical Sciences, University of Liverpool, Liverpool, United Kingdom.KLUWER ACADEMIC PUBLISHERS
DORDRECHT / BOSTON / LONDON3.2. QUANTIFYING THE DEPTH DISTRIBUTIONS
OF FALLOUT RADIONUCLIDES3.2.1. *Depth-Incremental Sampling Using the Scraper-Plate Method*

The scraper plate—a device specifically developed [by Bryan Campbell, Australian Nuclear Science and Technology Organization (ANSTO)] for establishing the depth distribution of ¹³⁷Cs at reference and slope sites—has been widely adopted (Campbell et al., 1988; Loughran et al., 1992; Walling & Quine, 1993). The device has two components: a metal frame that is placed on the ground, and an adjustable metal plate that can scrape or remove fixed increments of soil-depth within the frame (Fig. 3.1). Advantages of the device are that it has been widely used, it provides a large volume of samples, and it is robust and

3.2.4. *Use of Sectioned Cores*

In some circumstances, particularly in moist cohesive soils, it is possible to collect an intact soil core for sectioning, using coring equipment such as that described in Section 3.3. It is, however, important to ensure that this core can be recovered from the core tube without disturbance. Use of a cutting edge with a smaller diameter than the internal diameter of the core tube (cf. Section 3.3.1) will frequently ensure that the core can be removed intact by sliding it out of the top of the core tube. On removal from the core tube, the core should be gently placed in a piece of plastic guttering where it can be sectioned into the required depth increments. It is, however, important to recognize that the coring process may vertically compress the

塚原製作所(岐阜)058-231-7085

<http://www.tukahara-ss.co.jp/products/seisaku.html> で購入可

森林内土壌における放射性セシウムの深度別の蓄積状況の確認結果

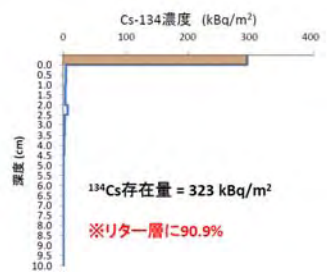
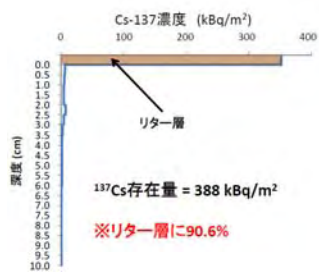
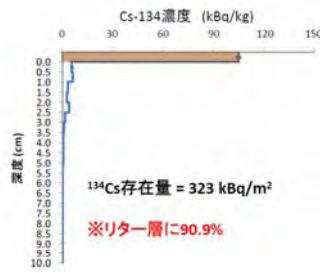
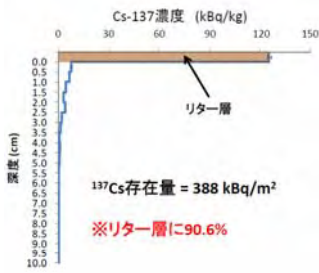
①

山木屋小学校
(広葉樹林)



濃度分布

インベントリ分布

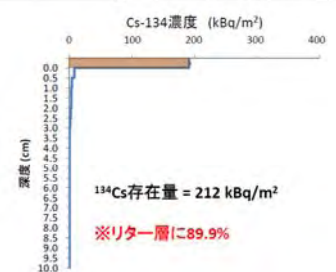
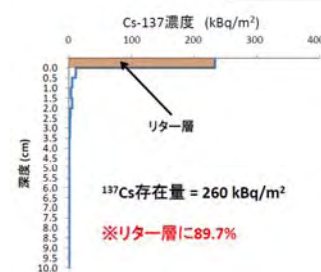
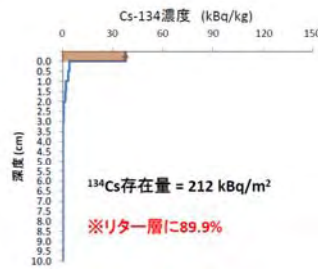
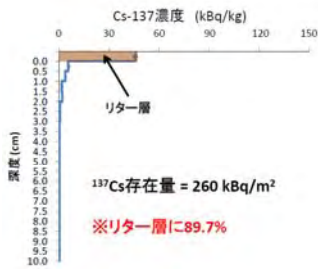


⑦-2 スギ林
(若齢林)



インベントリ分布

濃度分布



⑦-1 スギ林
(壮齢林)



インベントリ分布

濃度分布

