

6. 詳細調査II（帰還困難区域等の森林における放射性物質分布調査）

（1）目的

これまでの川内村や大玉村の調査地における森林内の放射性セシウムの分布状況の詳細な調査結果から、森林に蓄積している放射性セシウムの総量は物理的減衰以上には減少しておらず、森林生態系に沈着した放射性セシウムはその多くが生態系内に留まっていることが示されている。また、ここ数年間、生態系内の各部位の放射性セシウム濃度や分布は大きく変化していないことが明らかになってきた（林野庁，2023；参考文献1）。

しかし、詳細調査 I で行われている川内村や大玉村の調査地よりも放射性セシウムによる汚染度が高い地域（帰還困難区域等）では立ち入りが制限され、必ずしも十分な実態把握がなされていない。そのため、汚染度の高い森林を今後どのように取り扱うか判断するためには、これまでに得られた知見をそのまま活用できるか否か明らかにする必要がある。そこで、2017年度より比較的線量の高い地域（帰還困難区域等）のスギ林において、2021年度以降はスギ林以外にアカマツ林及び落葉広葉樹林（コナラ）においても放射性セシウム濃度の分布調査を行い、その実態を明らかにしてきた。ここでは、2021年度と同じ地点で調査を行った2023年度の結果について報告する。

（2）方法

調査はスギ林3地点、アカマツ林3地点、落葉広葉樹林3地点の合計9地点（福島県浪江町7地点、南相馬市1地点、飯館村1地点）で行った（図6-1、表6-1）。調査地点はいずれも磐城森林管理署管内国有林で、2021年度に調査を行った地点と同一地点である。

2023年10月2日及び3日に各地点の地上高1mの空間線量率を測定した。また、2023年



図6-1 調査地点の位置（カッコ内は地点ID）

10月4日～23日にかけて、各地点で葉付き枝、樹皮、幹材を採取した。試料採取を行った個体は2021年度に選定した個体と同じものとしたが、地点ID701のコナラ1個体は立ち枯れしていたため、近傍の同程度の大きさの個体を採取木とした。葉付き枝は、採取木1個体あたり2枝ずつ採取し、これをまとめて1つの試料とした。樹皮はノミを用いて採取木1個体につき胸高部の約3 cm×3 cmの大きさを4方向から切り出し、さらにそのうち2方向では、成長錐を用いて幹材を採取した。落葉層、土壌については2023年5月31日～6月1日、6月14日～15日、6月21日～22日に採取した。落葉層は調査地内の4箇所の方形枠(25 cm×25 cm)を用いて枠内すべての堆積有機物を採取した。土壌(深さ0-5 cm)は落葉層の採取後、採土円筒(Daiki製、高さ5 cm、内径11 cm)を用いて採取した。深さ5-20 cmの土壌については、採土器(藤原製作所製、HS-25S、φ=50 mm)を用いて採取した。

試料は室内に持ち帰り、葉付き枝は葉と枝に分離した後、細片化して測定に供した。樹皮は各個体から採取された4方向試料を1つにまとめ、ハサミで細断し測定に供した。幹材は辺材と心材に分けた後、個体ごとに部位別に1つにまとめ、細片化して測定に供した。深部の土壌(深さ5-20 cm)については、室内にて3等分して、深さ5-10 cm、深さ10-15 cm、深さ15-20 cmの土壌試料とした。表層を含めた全ての土壌は、乾燥後、2 mmのふるいを通したものを測定用試料とした。すべての試料は100 mL容量のU-8容器に充填し、ゲルマニウム半導体検出器を用いてガンマ線スペクトロメトリ法により放射性セシウム(Cs-134とCs-137)の濃度を測定した。今年度の測定値は、2023年9月1日を基準日として整理した。

ここで、放射性セシウム濃度とは、Cs-134とCs-137の合計を表す。Cs-134濃度が不検出の場合、2011年3月15日時点のCs-134濃度とCs-137濃度の比を1:1とし(Buesseler et al., 2011; 参考文献2)、物理学的半減期を用いた減衰に基づく理論的な推定式から計算されたCs-134濃度とCs-137濃度の比を用いて、各年9月1日時点のCs-137濃度からCs-134濃度を推定した。

(3) 結果及び考察

9地点の空間線量率は1.10～6.13 μSv/hの範囲にあった(表6.-1)。2023年度の空間線量率は、2021年度の測定値の87～94%にまで低下しており、福島県川内村で行われている詳細調査Iの過去の結果と比較して明瞭な変化割合の違いはなかった。

各部位別の放射性セシウム濃度(葉、枝、樹皮、心材、辺材)において、総じて葉及び樹皮の放射性セシウム濃度が高い傾向が見られた(図6.-2a)。スギは1地点、アカマツは2地点、コナラは3地点で葉の方が樹皮よりも高かった。これらの結果を2021年度の結果と比べると、上記のスギの1地点以外は同様の傾向であったが、福島県川内村のスギ林、アカマツ林、コナラ林で行われた昨年度の調査(詳細調査I)では、どの樹種も樹皮の放射性セシウム濃度が地上部の部位の中では最も高く、特にコナラにおいて傾向は異なっていた。今年度と異なる帰還困難区域内の地点で行った2022年度の結果においても、全てのコナラ林や

表 6-1 調査地点の空間線量率の推移

地点 ID	樹種	空間線量率 (μSv/h)						
		2023	2022	2021	2020	2019	2018	2017
457	スギ	1.91	—	2.19	2.23	2.30	2.83	2.87
500	スギ	1.10	—	1.21	1.30	1.36	1.60	1.68
514	スギ	6.09	—	6.85	7.14	7.12	8.83	9.07
601	アカマツ	2.96	—	3.29	—	—	—	—
602	アカマツ	3.62	—	3.84	—	—	—	—
603	アカマツ	2.85	—	3.18	—	—	—	—
701	コナラ	6.13	—	7.01	—	—	—	—
702	コナラ	4.27	—	4.58	—	—	—	—
703	コナラ	3.74	—	4.06	—	—	—	—

一部のスギ、アカマツ林において葉の濃度の方が樹皮よりも高くなる傾向を示し、詳細調査Iで得られてきた地上部の放射性セシウム分布傾向と異なり、特にコナラ林では、その違いが顕著である可能性が高い。同一地点内の個体間のバラツキも大きいことから、今後、さらなる地点で継続的な調査を行うとともに、立地条件や立木の状態の観察、調査を通じて、より多角的な情報と詳細かつ丁寧な関係解析が必要であると考えられる。

地下部（落葉層及び土壌）における放射性セシウム濃度は、落葉層及び表層土壌（0-5cm）が高く、スギ林では3地点とも、アカマツ林では1地点、コナラ林では2地点において表層土壌（0-5cm）が最も高かった（図 6-2b）。この傾向は2021年度及び2022年度の結果や詳細調査Iの結果とほぼ同様であった。一般に乾燥した場所では、落葉層の分解が遅くなりやすい傾向があり、スギに比べて乾燥した場所で生育しやすいアカマツやコナラの森林において、落葉層の放射性セシウム濃度が高く維持されていたのかもしれない。また、コナラ林ではリターフォールとして落葉層に供給される葉の放射性セシウム濃度が上述の通り高く、このことがコナラ林の落葉層の放射性セシウム濃度を高くしている原因と考えられる。

各樹種の心材と辺材の放射性セシウム濃度の関係を図 6-3 に示す。心材と辺材の放射性セシウム濃度の関係は樹種によって異なり、スギでは心材の方が辺材より高い傾向が見られたが、アカマツ及びコナラでは辺材の方が心材よりも高い傾向が見られた。この樹種毎の心材/辺材の放射性セシウム濃度比の傾向は2021年度及び2022年度の結果や詳細調査Iで行われてきたスギ林、アカマツ林、コナラ林で得られた結果とほぼ同様であることから、放射性セシウムの汚染度に関わらず、樹体内の放射性セシウム分布は樹種特性に強く影響を受けていると考えられる。

以上のように、放射性セシウムによる汚染度が高い地域の森林においても、心材と辺材の放射性セシウム濃度比のように、詳細調査Iで得られてきた樹種特性の傾向と同様のものが確認された。一方、葉と樹皮の放射性セシウム濃度の違いのように地上部の部位別の放射性

セシウムの濃度分布が詳細調査 I で得られた傾向と異なるものもあった。これらの傾向が永続的なものなのか、変動過程の途中なのかを明らかにするために、同じ地点での継続的な調査が必要であると考えられる。また、特に詳細調査 I と異なる傾向が見られた項目に関しては、空間線量や初期汚染の違い以外の環境要因（例えば、土壌や微地形等）との関係性を明らかにしていくことが、高汚染地域の森林生態系内の放射性セシウム動態の将来予測につながり、今後の森林管理に重要な知見を得るためには必要なことだと考えられる。

参考文献

1. 林野庁（2023）令和 4 年度 森林内の放射性物質の分布状況調査結果について
https://www.rinya.maff.go.jp/j/kaihatu/jyosen/r4_surveys_on_radioactive_cesium.html
2. Buessler K, Aoyama M, Fukasawa M (2011) Impacts of the Fukushima Nuclear Power Plants on marine radioactivity. *Environmental Science & Technology*45 : 9931-9935

放射性セシウム濃度 (kBq/kg)

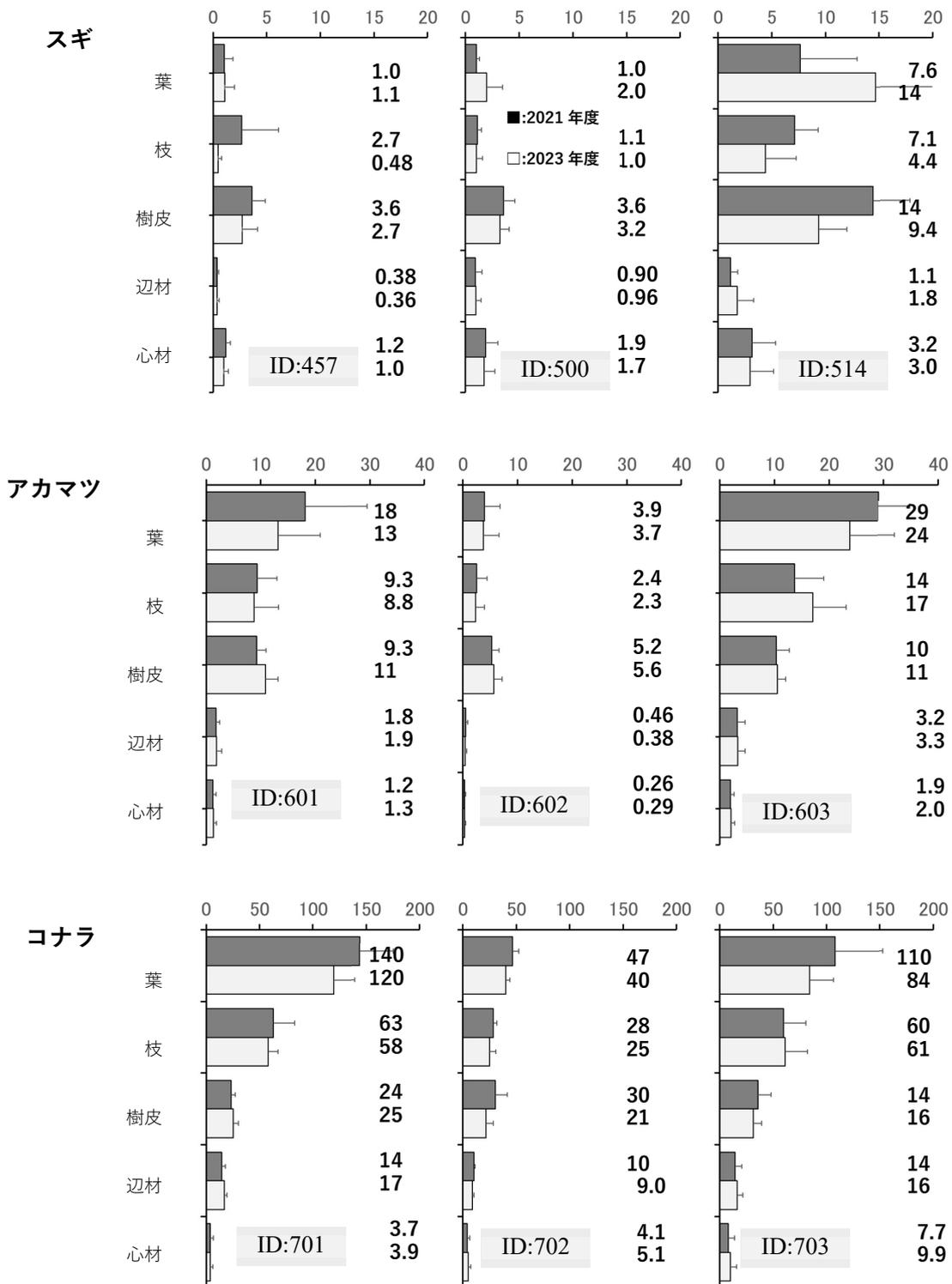


図 6.-2a 各調査地点の部位別（地上部）放射性セシウム濃度

棒グラフ（黒:2021年度、灰:2023年度）及びエラーバーは各部位の放射性セシウム濃度の平均値及び標準偏差を示す。図中の数値は各部位の放射性セシウム濃度 (kBq/kg) の平均値を示す。

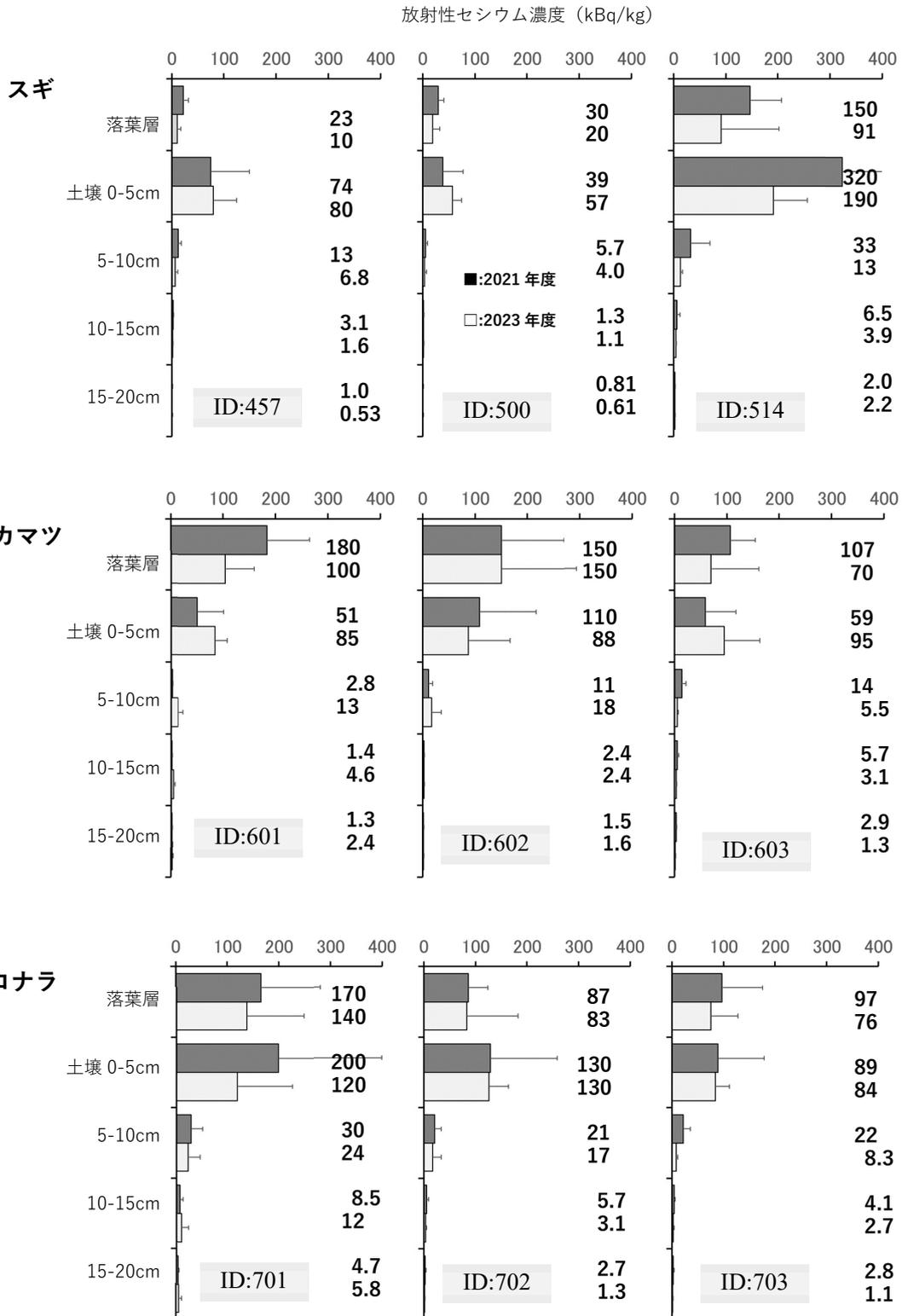


図 6.-2b 各調査地点の部位別（地下部）放射性セシウム濃度

棒グラフ（黒:2021年度、灰:2023年度）及びエラーバーは各部位の放射性セシウム濃度の平均値及び標準偏差を示す。図中の数値は各部位の放射性セシウム濃度 (kBq/kg) の平均値を示す。

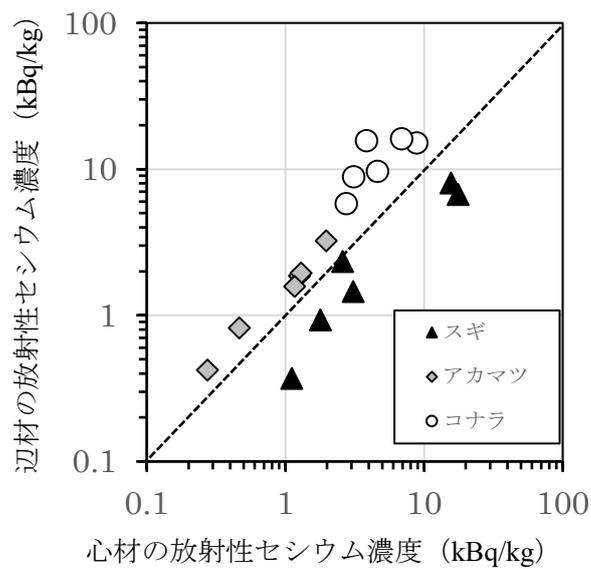


図 6-3 辺材と心材の放射性セシウム濃度の関係 (kBq/kg)

各樹種 6 点のうち、3 点は 2021 年度と 2023 年度の平均値、残りの 3 点は 2022 年度の値
 点線は 1:1 の直線を表す。