

第 5 章 施業前及び施業後の空間線量率の測定

5.1 空間線量率等の測定概要

各事業地区において、森林整備が空間線量率に与える影響を把握するため、施業前及び施業後に測定を実施した。測定方法は以下のとおりである。

- 定点測定

定点測定は、施業前及び施業後の各段階で同一地点において実施し、精度の高い基準となる空間線量率を把握することを目的とした。

- 歩行測定

歩行測定は、定点測定を補完する位置づけとして、施業前及び施業後に実施した。この測定により、空間線量率の分布状況を色彩濃淡で表現し、可視化することを目指した。

- 経時測定

森林整備が空間線量率に及ぼす影響を詳細に把握するため、日積算線量計を用いた空間線量率の経時測定を実施した。本測定では、特定地点における空間線量率の経時的変化を継続的に記録することで、森林整備の各段階（施業前・施業後）における放射線量の変化を定量的に評価することを目的とした。

- 樹皮中の放射性セシウム濃度測定

樹皮中の放射性セシウム濃度測定は、大火山地区において実施した。この測定では、林野庁が策定した「樹皮中放射性物質濃度簡易測定マニュアル」に基づき、GM 計数管サーベイメーター（以下、GM 管）で測定した表面計数率から算出した「推定値」と、採取した樹皮をゲルマニウム半導体検出器（以下、Ge 検出器）で測定した「実測値」を比較分析することを目的とした。

空間線量率及び放射性セシウム濃度測定の実施概要を、表 5.1 に示す。

表 5.1 空間線量率及び放射性セシウム濃度測定の実施概要

町村名	事業地区名	定点測定	歩行移動測定	経時測定	樹皮中放射性 Cs 濃度測定
富岡町	大倉山森林公園	28 地点	○	定点 No.22	－
大熊町	日隠山	53 地点	○	定点 No.13	－
飯舘村	大火山	128 地点	○	定点 No.59	アカツ 10 本, ミズナラ 10 本

5.2 空間線量率の測定方法

5.2.1 定点測定（20mメッシュ測定）の実施方法

定点測定は、大火山では 20m メッシュに分割し、各メッシュの中心点において、地上高 1 m の空間線量率を施業前及び施業後の各段階で測定した。一方、大倉山森林公園及び日隠山では、遊歩道の入口中央を始点とし、そこから 20m 間隔で測定を行った。

測定機器には、「放射線測定に関するガイドライン」（文部科学省・日本原子力研究開発機構、平成 23 年〈2011 年〉10 月 21 日）に基づき校正済みの NaI(Tl)シンチレーション式サーベイメータを使用した。また、測定時には、同ガイドラインで定められた時定数（10 秒）の 3 倍に相当する 30 秒以上、サーベイメータの検出部を静置して測定を行い、測定値の信頼性を確保した。さらに、測定結果の信頼性を高めるため、原子力規制委員会が実施した航空機モニタリング結果（第 17 次：令和 4 年〈2022 年〉10 月 21 日時点及び第 18 次：令和 5 年〈2023 年〉11 月 27 日時点）との比較分析を行った。

使用した測定機器の仕様については表 5.2 に、測定機器の外観及び使用状況は写真 5.1 に示す。

表 5.2 NaI(Tl)シンチレーション式サーベイメータの仕様

項 目	仕 様
製 品 名	エネルギー補償型 ガンマ線用シンチレーションサーベイメータ
型 式	TCS-172B
測定放射線	ガンマ線
検 出 器	NaI(Tl)シンチレーション検出器
測定範囲	0 ～ 30 μ Sv/h
重 量	約 1.5 kg
電 源	単 2 形アルカリ乾電池 4 本
電池寿命	約 30 時間
メーカー名	株式会社日立製作所



写真 5.1 測定器外観及び使用状況

5.2.2 歩行測定の実施方法

事業地全域において、放射線測定器を用いた連続的な空間線量率の歩行測定を、施業前及び施業後にそれぞれ実施した。放射線測定器として、「放射線測定に関するガイドライン」（文部科学省、日本原子力研究開発機構、平成 23 年 10 月 21 日）に基づき校正済みの NaI シンチレーション式サーベイメータと高精度 GNSS 端末を使用した。

測定は地面から 1m の高さで行い、測定ポイントの位置情報は GNSS（衛星測位システム）を用いて取得した。また、NaI シンチレーション式サーベイメータで測定した放射線データと位置情報を連動させて記録した。測定データは 10 秒ごとに記録し、測量点として地図上に落とし込む形で整理した。これらの測定結果を基に、空間線量率分布図を作成した。

使用した測定機器の仕様については表 5.3 に、測定機器の外観及び使用状況は写真 5.2 に示す。

表 5.3 放射線測定器の仕様

機 器 名	仕 様
放射線測定器	NaI(Tl)シンチレーション式サーベイメータ
GPS 受信機	Trimble Geo 7 シリーズ
タブレット型 PC	Panasonic TOUGHPAD シリーズ



写真 5.2 放射線測定器外観及び使用状況

5.2.3 経時測定（D-シャトル測定）

経時測定は、各事業地区において、定点測定で最も高い空間線量率を示した特定の地点に環境測定用積算線量計（D-シャトル）を設置し、施業前、施業後にわたって経時的な測定を実施した。

使用した D-シャトルの仕様については表 5.4 に、機器の外観及び設置状況は写真 5.3 に示す。

表 5.4 D-シャトル（環境タイプ）の仕様

項 目	仕 様
製 品 名	D-シャトル（環境タイプ）
測 定 放 射 線	ガンマ線
検 出 方 式	半導体方式
誤検出防止機能	衝撃センサーを用いた誤検出防止機能付き
測 定 範 囲	0.1 μSv ～ 99.9999 mSv
※線量率直線性	$\leq \pm 10\%$ (^{137}Cs - γ 線において、2 $\mu\text{Sv/h}$ ～3 mSv/h の範囲)
記 録 機 能	1 時間毎の線量を記録
電 源	コイン型リチウム電池（CR2450[特殊コネクタ加]）
電 池 寿 命	約 1 年間（1 日 2 回の読取表示を行った場合）
測定記録の表示	方法 1：表示器に線量計を差し込むことで表示 方法 2：管理機でデータを取得し、測定記録を表示
サイズ・重量	約 68mm×32mm×14mm・23g
納 入 時 対 応	工場出荷時に線量を”0”設定
校 正 時 対 応	除染後のエネルギースペクトルを想定し、 エネルギー補正を実施
メ ー カ ー 名	株式会社千代田テクノル

※測定器が線量率を期待通り測定できる能力



写真 5.3 D-シールド外観及び設置状況

5.3 空間線量率の測定結果

5.3.1 大倉山森林公園地区

5.3.1.(1) 定点測定

大倉山森林公園地区における森林整備は、2024 年 9 月 13 日から 11 月 16 日にわたり実施した。

同事業地区における空間線量率の測定結果及び測定位置については、表 5.5 及び図 5.1 示す。施業前及び施業後の空間線量率の平均値は、それぞれ $0.433 \mu\text{Sv/h}$ 及び $0.396 \mu\text{Sv/h}$ であり、施業後には約 8 % ($0.037 \mu\text{Sv/h}$) の低減が確認された。

表 5.5 空間線量率 測定結果

測定時期	測定日	天候	気温 【℃】	湿度 【%】	測定 点数	空間線量率 【 $\mu\text{Sv/h}$ 】			
						最大値	最小値	平均値	標準偏差
施業前	2024/6/6	晴	23.1	80.0	28	0.72	0.29	0.433	0.079
施業後	2024/11/22	曇	17.3	68.0	28	0.68	0.27	0.396	0.078

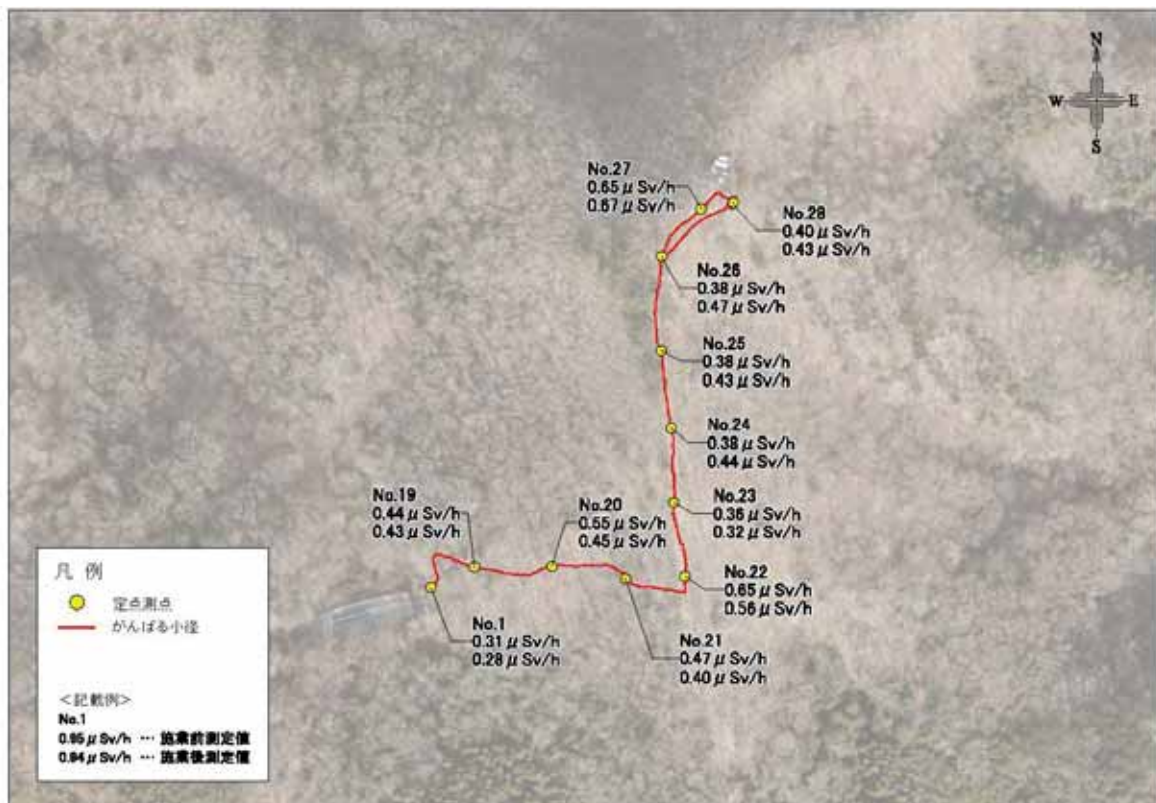


図 5.1. ① がんばる小径 定点測定結果

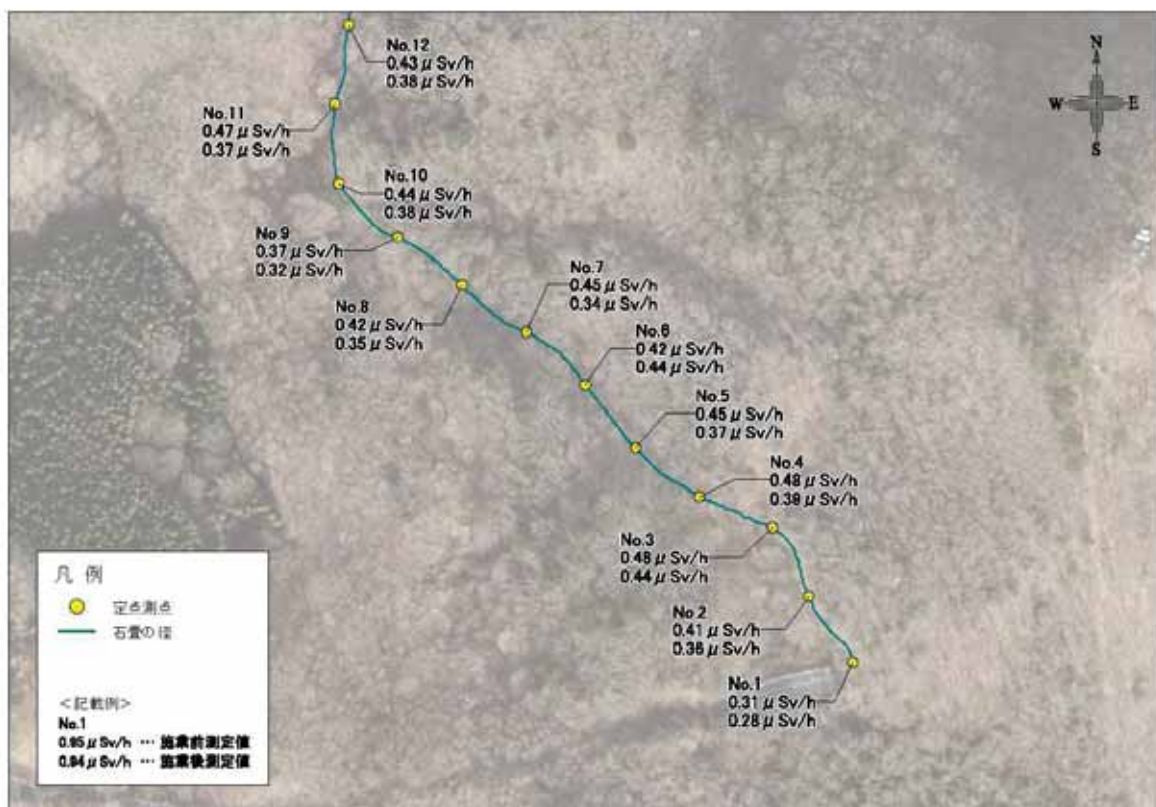


図 5.1. ② 石畳の径 定点測定結果

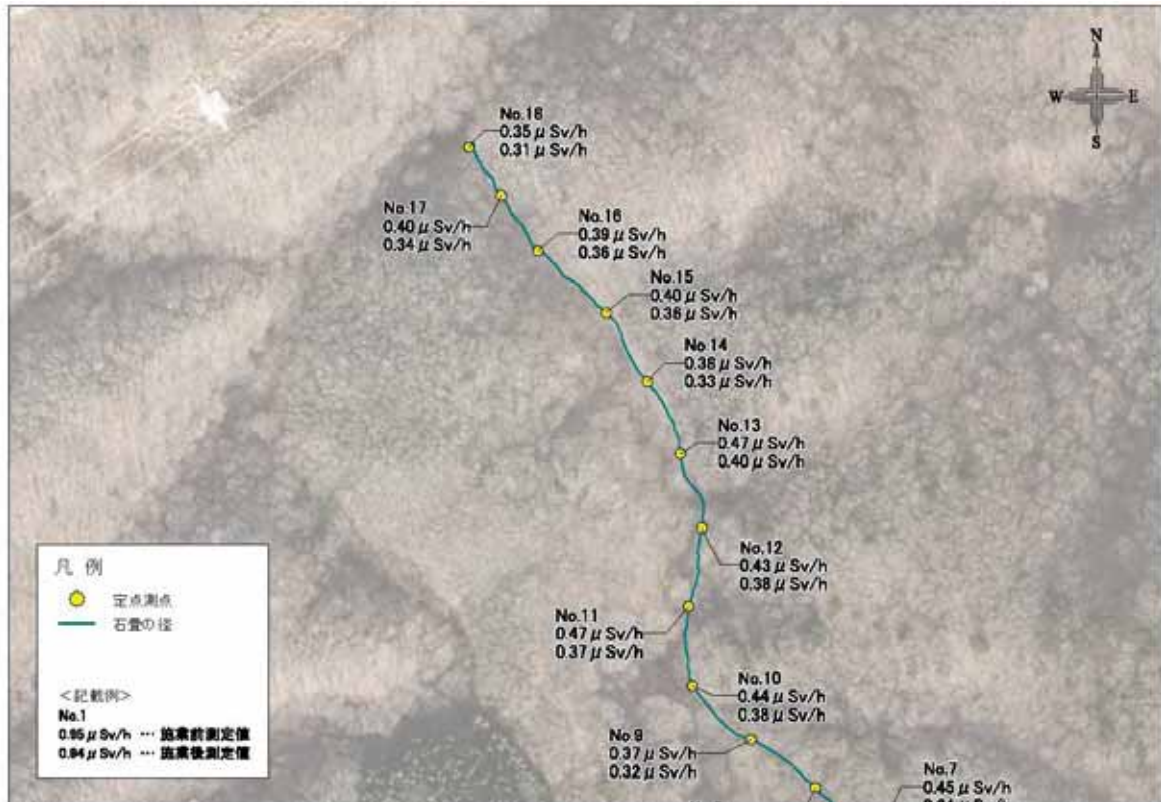


図 5.1. ③ 石畳の径 定点測定結果

5.3.1. (2) 航空機モニタリング結果

原子力規制委員会が実施した航空機モニタリングの結果について、第17次（令和4年（2022年）10月21日時点）及び第18次（令和5年（2023年）11月27日時点）の概要を表5.6に示す。

このモニタリング結果は、該当箇所を含む1/4地域メッシュ（約250m四方のメッシュ）ごとに、4地点で測定された数値及びその平均値で構成されている。

表 5.6 航空機モニタリング結果

単位： $\mu\text{Sv/h}$

4分の1地域メッシュ (約250mメッシュ)	基準日：2022年. 令和4年10月21日			基準日：2023年. 令和5年11月27日		
	測定値	平均値	標準偏差	測定値	平均値	標準偏差
5640_0703_88_4	0.67	0.590	0.092	0.67	0.615	0.077
5640_0704_33_4	0.51			0.53		
5640_0704_31_3	0.51			0.57		
5640_0703_68_2	0.67			0.69		

5.3.1.(3) 定点測定と航空機モニタリングの比較分析

定点測定値の信頼性を検証するため、同事業地区内の 20m 間隔定点における空間線量率の測定結果を基に、航空機モニタリングによる空間線量率の平均値との比較分析を実施した。具体的には、物理的半減期に基づいた減衰曲線を作成し、両者の傾向を比較した。

その結果、定点測定値と航空機モニタリング値の減衰曲線には類似した傾向が認められ、定点測定値の信頼性が確保されていると判断される。空間線量率の比較結果を図 5.2 に示す。

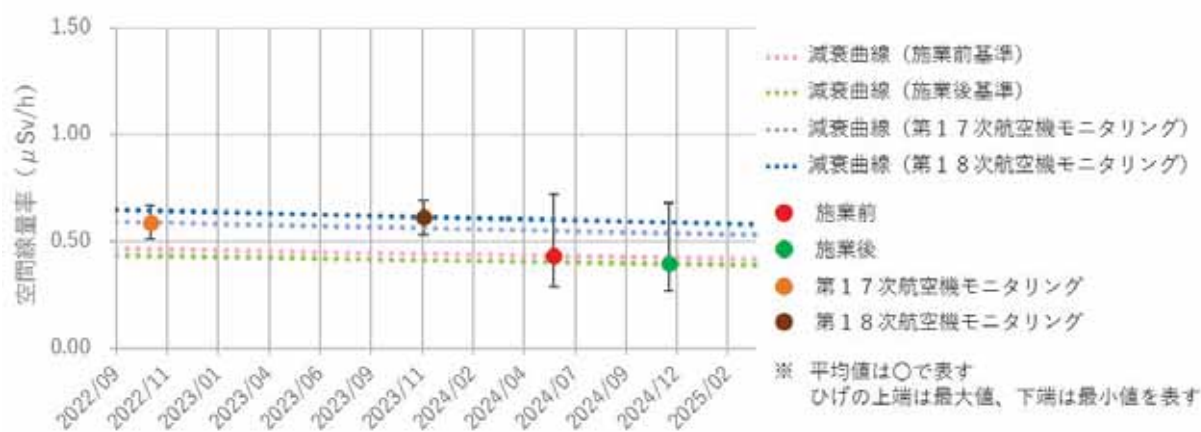


図 5.2 空間線量率の減衰曲線（定点測定と航空機モニタリングの比較）

5.3.1.(4) 歩行測定

施業前及び施業後の空間線量率の変動や分布状況を視覚的に把握するため、歩行測定を実施した。測定結果は、空間線量率の高低を連続的かつ段階的に表現したグラデーション図としてまとめ、図 5.3 に示した。



図 5.3.① がんばる小径 歩行測定結果（施業前：2024.6.6）



図 5.3.② がんばる小径 歩行測定結果（施業後：2024.11.22）



図 5.3.③ 石畳の径 歩行測定結果（施業前：2024.6.6）



図 5.3.④ 石畳の径 歩行測定結果（施業後：2024.11.22）



図 5.3.⑤ 石畳の径 歩行測定結果（施業前：2024.6.6）



図 5.3.⑥ 石畳の径 歩行測定結果（施業後：2024.11.22）

5.3.2 日隠山地区

5.3.2.(1) 定点測定

日隠山地区における森林整備は、2024年9月25日から11月8日にかけて実施した。

同事業地区における空間線量率の測定結果及び測定位置については、表 5.7 及び図 5.4 に示した。施業前及び施業後の空間線量率の平均値は、それぞれ $0.63 \mu\text{Sv/h}$ 及び $0.59 \mu\text{Sv/h}$ であり、施業後には約 6% ($0.04 \mu\text{Sv/h}$) の低減が確認された。

表 5.7 空間線量率 測定結果

測定時期	測定日	天候	気温 【℃】	湿度 【%】	測定 点数	空間線量率 【 $\mu\text{Sv/h}$ 】			
						最大値	最小値	平均値	標準偏差
施業前	2024/6/11	晴	21.1	84.0	53	1.15	0.23	0.63	0.28
施業後	2024/11/1	晴	18.6	80.0	53	1.05	0.21	0.59	0.26

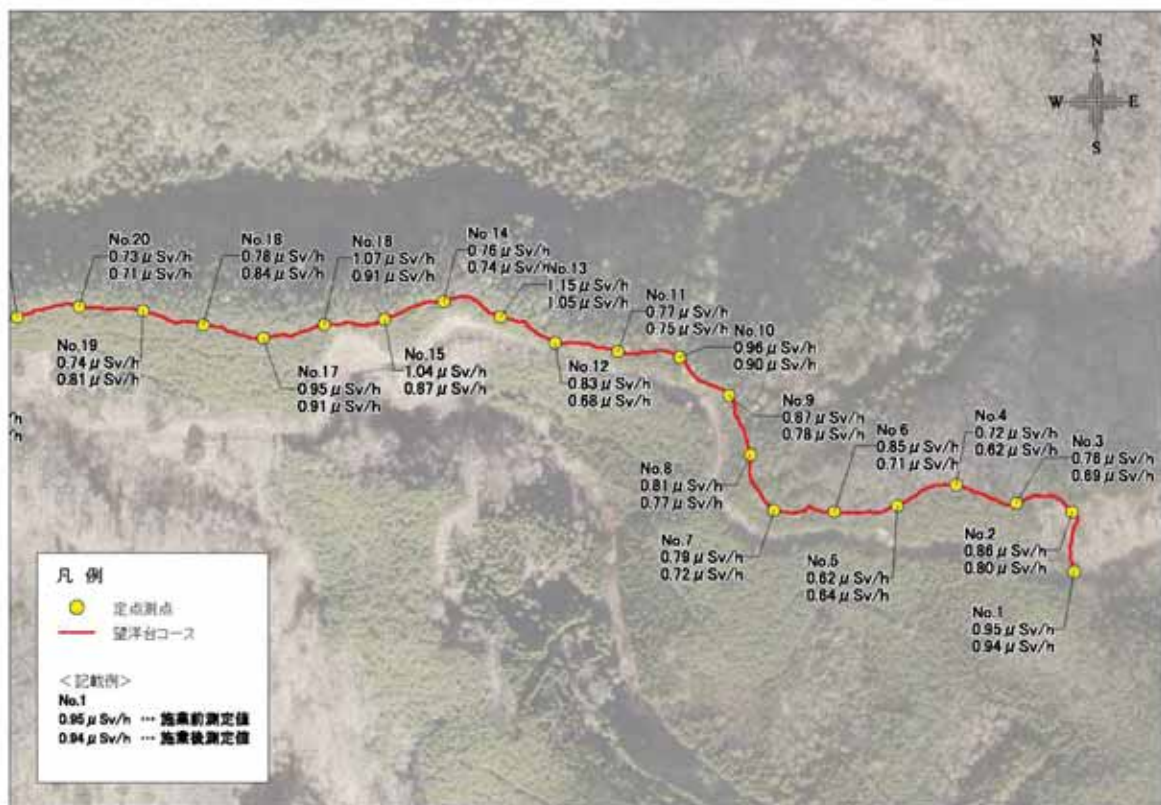


図 5.4. ① 定点測定結果

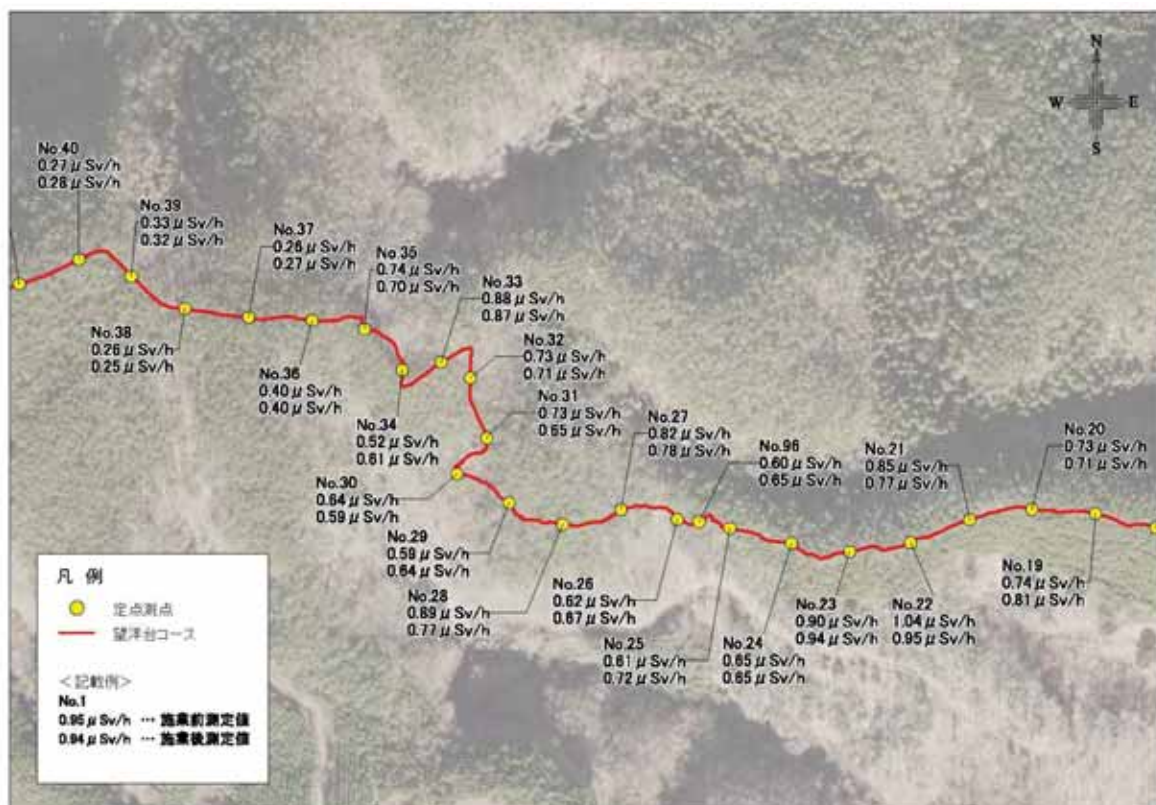


図 5. 4. ② 定点測定結果

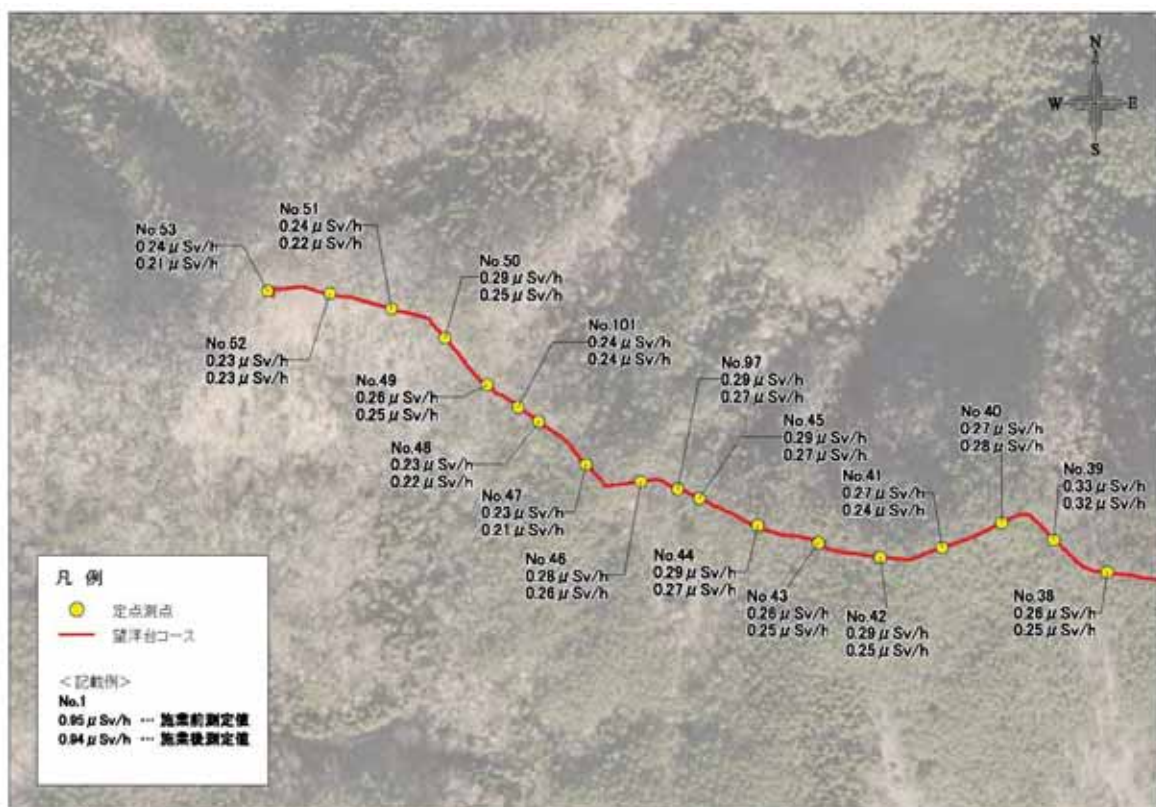


図 5. 4. ③ 定点測定結果

5.3.2.(2) 航空機モニタリング結果

原子力規制委員会が実施した航空機モニタリングの結果について、第17次（令和4年〈2022年〉10月21日時点）及び第18次（令和5年〈2023年〉11月27日時点）の概要を表5.8に示す。

このモニタリング結果は、該当箇所を含む1/4地域メッシュ（約250m四方のメッシュ）ごとに、4地点で測定された数値及びその平均値で構成されている。

表 5.8 航空機モニタリング結果

単位： $\mu\text{Sv/h}$

4分の1地域メッシュ (約250mメッシュ)	基準日：2022年. 令和4年10月21日			基準日：2023年. 令和5年11月27日		
	測定値	平均値	標準偏差	測定値	平均値	標準偏差
5640_0762_83_4	0.30	0.555	0.237	0.44	0.638	0.211
5640_0763_86_3	0.79			0.93		
5640_0763_18_2	0.72			0.64		
5640_0762_36_3	0.41			0.54		

5.3.2.(3) 定点測定と航空機モニタリングの比較分析

定点測定値の信頼性を検証するため、同事業地区内の20m間隔定点における空間線量率の測定結果を基に、航空機モニタリングによる空間線量率の平均値との比較分析を実施した。具体的には、物理的半減期に基づいた減衰曲線を作成し、両者の傾向を比較した。

その結果、定点測定値と航空機モニタリング値の減衰曲線には類似した傾向が認められ、定点測定値の信頼性が確保されていると判断される。空間線量率の比較結果を図5.5に示す。

なお、第18次航空機モニタリングの減衰曲線は、施業前と施業後の減衰曲線の間で重なる形で表現されているため、本図では視認が困難である。

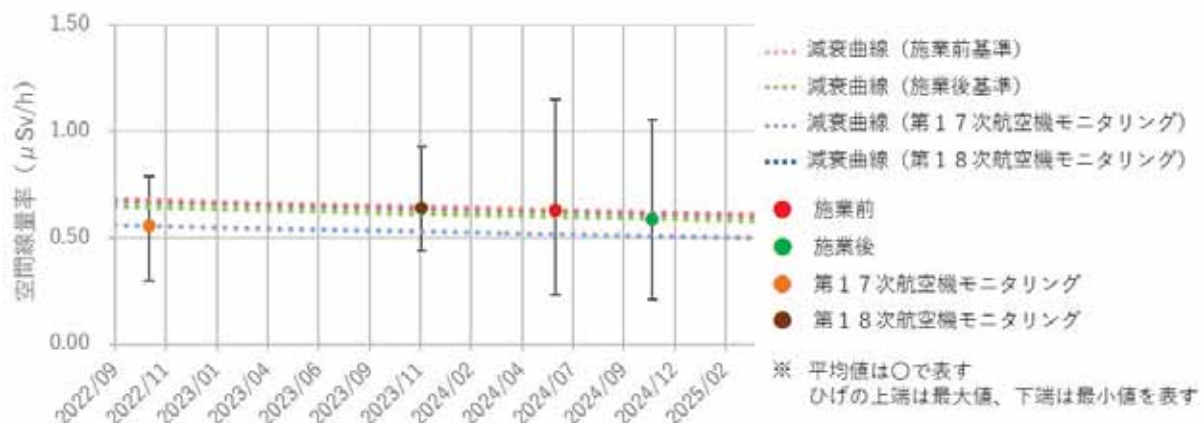


図 5.5 空間線量率の減衰曲線（定点測定と航空機モニタリングの比較）

5.3.2.(4) 歩行測定

施業前及び施業後の空間線量率の変動や分布状況を視覚的に把握するため、歩行測定を実施した。測定結果は、空間線量率の高低を連続的かつ段階的に表現したグラデーション図としてまとめ、図 5.6 に示した。



図 5.6. ① 歩行測定結果（施業前：2024.6.11）



図 5.6. ② 歩行測定結果（施業後：2024.11.1）



図 5.6.③ 歩行測定結果（施業前：2024.6.11）



図 5.6.④ 歩行測定結果（施業後：2024.11.1）



図 5.6. ⑤ 歩行測定結果（施業前：2024.6.11）



図 5.6. ⑥ 歩行測定結果（施業後：2024.11.1）

5.3.3 大火山地区

5.3.3.(1) 定点測定

大火山地区における森林整備は、2024年9月9日から11月20日にかけて実施した。

同事業地区における空間線量率の測定結果及び測定位置については、表 5.9 及び図 5.7 に示した。施業前及び施業後の空間線量率の平均値は、それぞれ $1.044 \mu\text{Sv/h}$ 及び $0.956 \mu\text{Sv/h}$ であり、施業後には約 8% ($0.088 \mu\text{Sv/h}$) の低減が確認された。

表 5.9 空間線量率 測定結果

測定時期	測定日	天候	気温 【℃】	湿度 【%】	測定 点数	空間線量率【 $\mu\text{Sv/h}$ 】			
						最大値	最小値	平均値	標準偏差
施業前	2024/7/30	晴	26.3	63.0	128	1.55	0.35	1.044	0.199
施業後	2024/11/13	曇	8.8	68.0	128	1.55	0.37	0.956	0.175

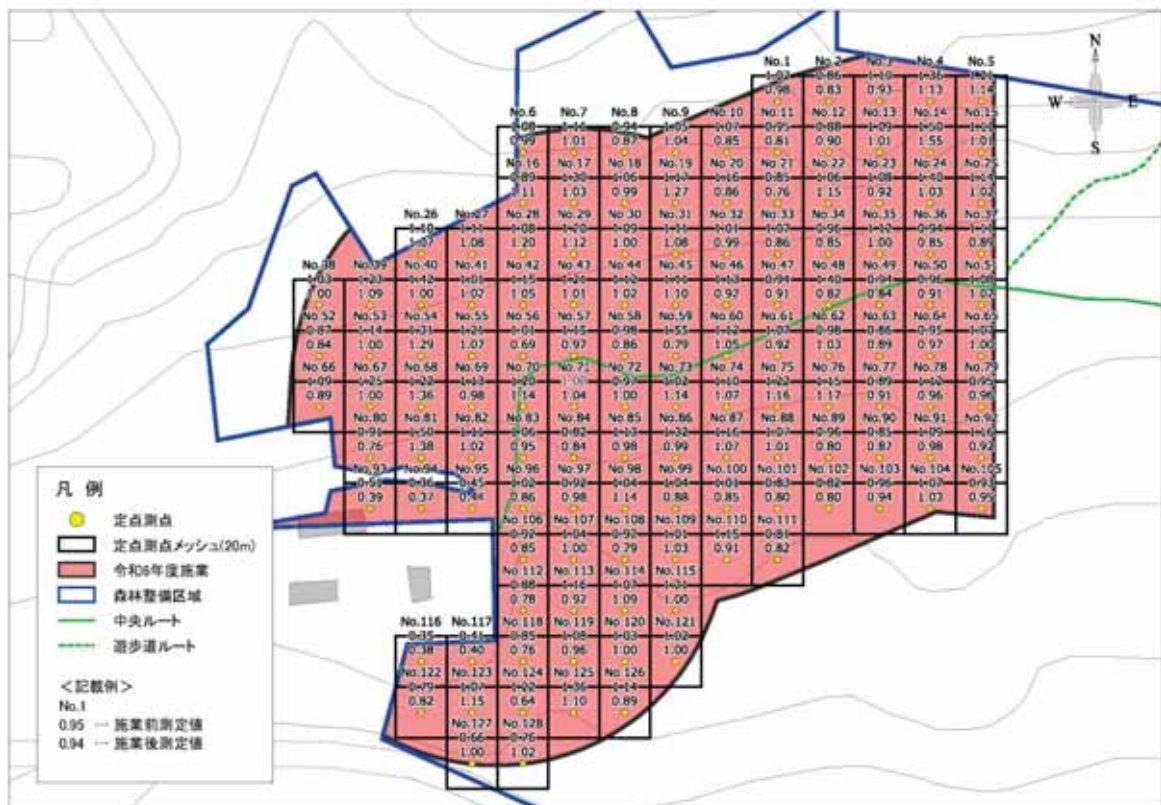


図 5.7 空間線量率の測定位置図

5.3.3.(2) 航空機モニタリング結果

原子力規制委員会が実施した航空機モニタリングの結果について、第17次（令和4年（2022年）10月21日時点）及び第18次（令和5年（2023年）11月27日時点）の概要を表5.10に示す。

このモニタリング結果は、該当箇所を含む1/4地域メッシュ（約250m四方のメッシュ）ごとに、4地点で測定された数値及びその平均値で構成されている。

表 5.10 航空機モニタリング結果

単位： $\mu\text{Sv/h}$

4分の1地域メッシュ (約250mメッシュ)	基準日：2022年. 令和4年10月21日			基準日：2023年. 令和5年11月27日		
	測定値	平均値	標準偏差	測定値	平均値	標準偏差
5640_4504_61_1	0.99	0.988	0.010	0.93	0.920	0.066
5640_4504_66_1	0.98			1.00		
5640_4504_36_3	0.98			0.91		
5640_4504_11_1	1.00			0.84		

5.3.3.(3) 定点測定と航空機モニタリングの比較分析

定点測定値の信頼性を検証するため、同事業地区内の20mメッシュ定点における空間線量率の測定結果を基に、航空機モニタリングによる空間線量率の平均値との比較分析を実施した。具体的には、物理的半減期に基づいた減衰曲線を作成し、両者の傾向を比較した。

その結果、定点測定値と航空機モニタリング値の減衰曲線には類似した傾向が認められ、定点測定値の信頼性が確保されていると判断される。空間線量率の比較結果を図5.8に示す。

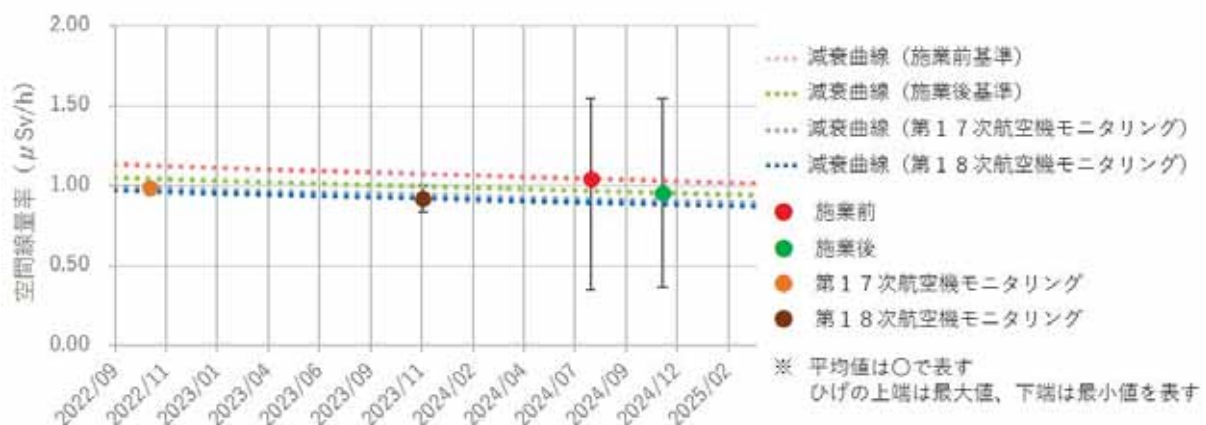


図 5.8 空間線量率の減衰曲線（定点測定と航空機モニタリングの比較）

5.3.3.(4) 歩行測定

施業前及び施業後の空間線量率の変動や分布状況を視覚的に把握するため、歩行測定を実施した。測定結果は、空間線量率の高低を連続的かつ段階的に表現したグラデーション図としてまとめ、図 5.9 に示した。



図 5.9.① 歩行測定結果（施業前：2024.8.2）



図 5.9.② 歩行測定結果（施業後：2024.12.5）

5.4 空間線量率の経時変化の傾向

各事業地区において、積算線量計（D-シャトル）を設置し、森林整備が空間線量率に与える影響を測定した。設置場所は、定点測定の結果に基づき、空間線量率が最も高い地点を選定し、各地区に1台ずつ、計3台を配置した。

測定期間は、各地区の施業進捗状況に応じて決定し、期間77日間から90日間であった。

測定結果では、いずれの事業地区においても空間線量率の推移に顕著な変動は見られず、施業による影響は確認されなかった。

積算線量計の測定結果と空間線量率の推移を、それぞれ表5.11及び図5.10に示す。

表 5.11 積算線量計 測定結果

測 定 場 所			設 置 日	回 収 日	設置期間 (日)
富岡町	大倉山森林公園	定点No.22	2024.9.12	2024.12.2	81
大熊町	日隠山	定点No.13	2024.9.17	2024.12.3	77
飯舘村	大火山	定点No.92	2024.9.5	2023.12.4	90

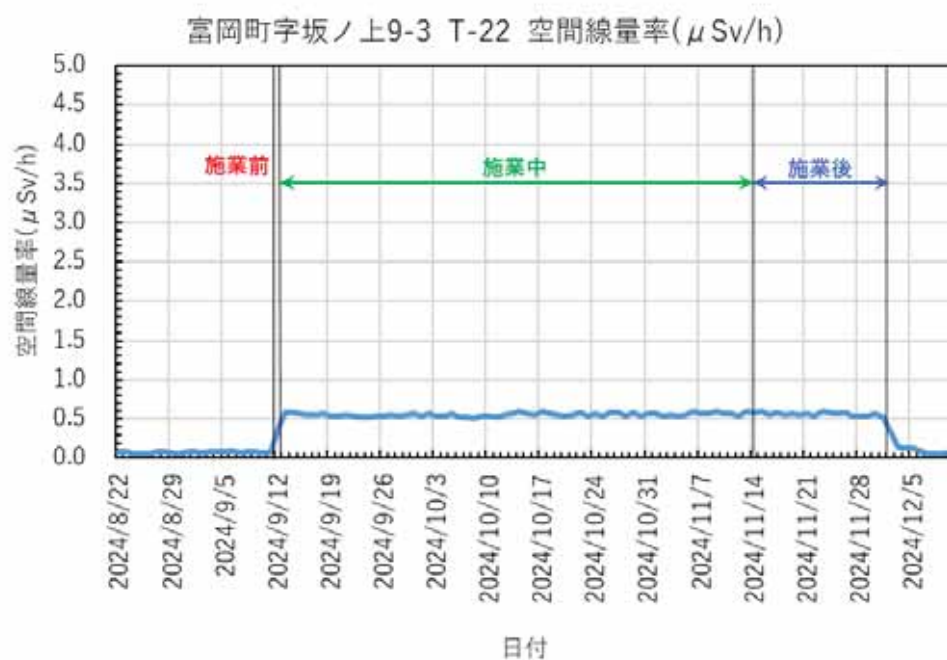


図 5.10. ① 大倉山森林公園地区 空間線量率の推移

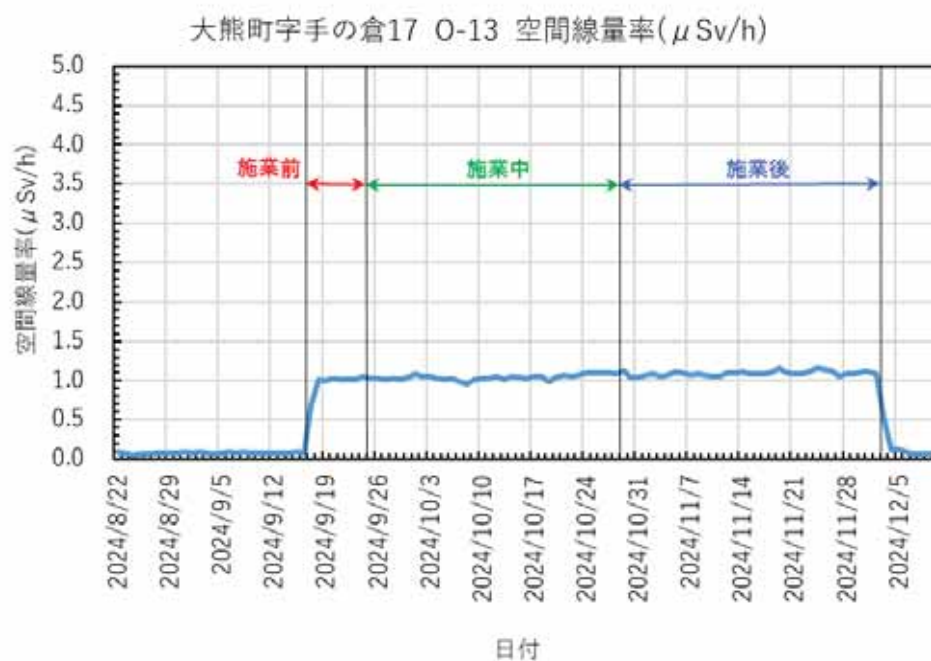


図 5.10. ② 日隠山地区 空間線量率の推移

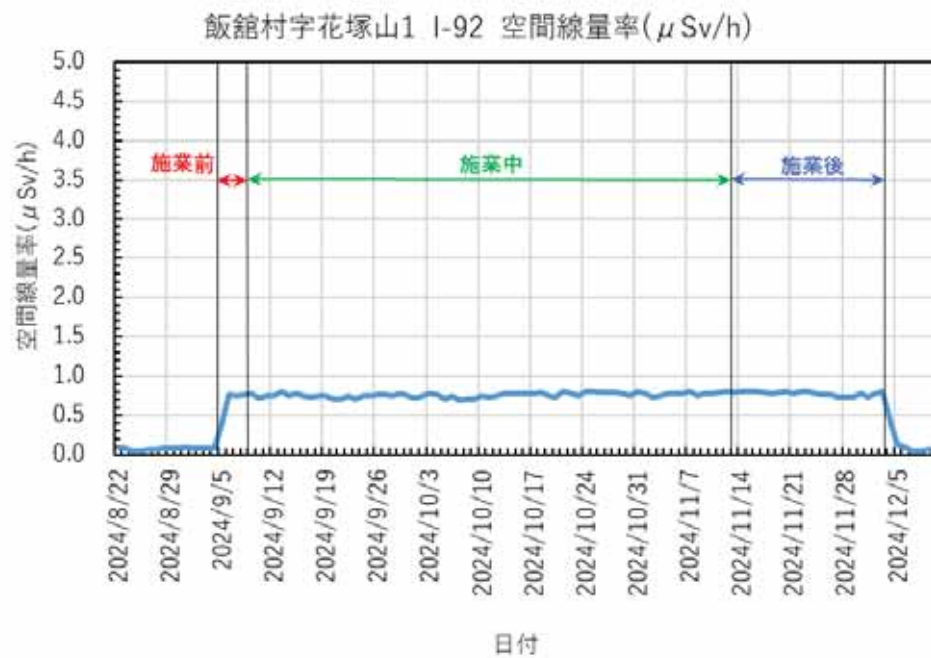


図 5.10. ③ 大火山地区 空間線量率の推移

5.5 伐採木樹皮中の放射性物質濃度測定

5.5.1 測定概要

「福島県民有林の伐採木の搬出に関する指針」によれば、伐採木を搬出し、木材として利用する際には、搬出可能基準値として 6,400Bq/kg（同指針で指定される廃棄物基準 8,000Bq/kg の 80%）を超えないことが前提とされている。伐採現場で簡易な方法により樹皮の放射性物質濃度を推定できれば、伐採木の利用可否を判断する上で有用な情報となる。

林野庁では、現場で取り扱いやすい GM 計数管サーベイメータ（以下、GM 管）を使用し、表面計数率から樹皮中の放射性物質濃度を推定する手法を定めた「樹皮中放射性物質濃度簡易測定マニュアル（暫定版）」※（以下、「簡易測定マニュアル」）を策定している。この「簡易測定マニュアル」では、スギ、ヒノキ、コナラ、アカマツの 4 樹種に対して、表面計数率から放射性物質濃度を求めるための推定式が示されている。

本調査では、「簡易測定マニュアル」に基づいて樹皮中の放射性セシウム濃度を推定し、その推定値をゲルマニウム半導体検出器（以下、Ge 検出器）を用いたガンマ線スペクトロメトリ法による実測値と比較した。このデータを用いて、両者の整合性を確認するとともに、実地データの蓄積を通じて本手法の精度向上を図ることを目的とする。

試料木の採取は、大火山地区の今年度施業地を対象に行い、同地区の代表的な樹種であるアカマツ及びミズナラをそれぞれ 10 本ずつ採取した。

※「平成 27 年度 避難指示解除準備区域等の林業再生に向けた実証事業
（南相馬市）樹皮中放射性物質濃度簡易測定マニュアル（暫定版）
（平成 28 年〈2016 年〉3 月 林野庁）」

5.5.2 放射性物質濃度換算式による推定値の算出

「簡易測定マニュアル」に基づき、以下の手順で測定を実施した。

- ① 対象木の樹皮表面の計数率を算出するため、対象木の東西南北の 4 方向から GM 管を用いて計測を行った。
- ② 計測はアクリル板を「なし」と「あり」の 2 つの条件で実施し、「積算計測モード」で動作させ、1 分間の積算計数値を記録した。

樹皮表面計数率の測定方法及びその考え方を図 5.11 に、測定状況を写真 5.4 及び写真 5.5 に示す。

得られたデータについては、以下の方法で計算を行った。

- ① アクリル板なしの状態で GM 管を用い、樹皮の表面計数率（東西南北の平均値）を測定した。その結果得られた数値を「A 値（cpm）」とする。
- ② アクリル板ありの状態で、上記 1 と同様の測定を行い、得られた数値を「B 値（cpm）」とする。

③ ①と②の結果を用いて、「 $A - B = C$ 値 (cpm)」を算出する。

算出した「C 値」を基に、以下に示すアカマツ・コナラに対応する換算式を用いて放射性物質濃度の推定値を算出した。なお、ミズナラについてはコナラの換算式を使用した。

コナラ	:	$y=13.17x+651$
アカマツ	:	$y=28.55x-62$
x: 樹皮表面係数率 (cpm)		y: 樹皮中放射性物質濃度推定値 (Bq/kg-wet)

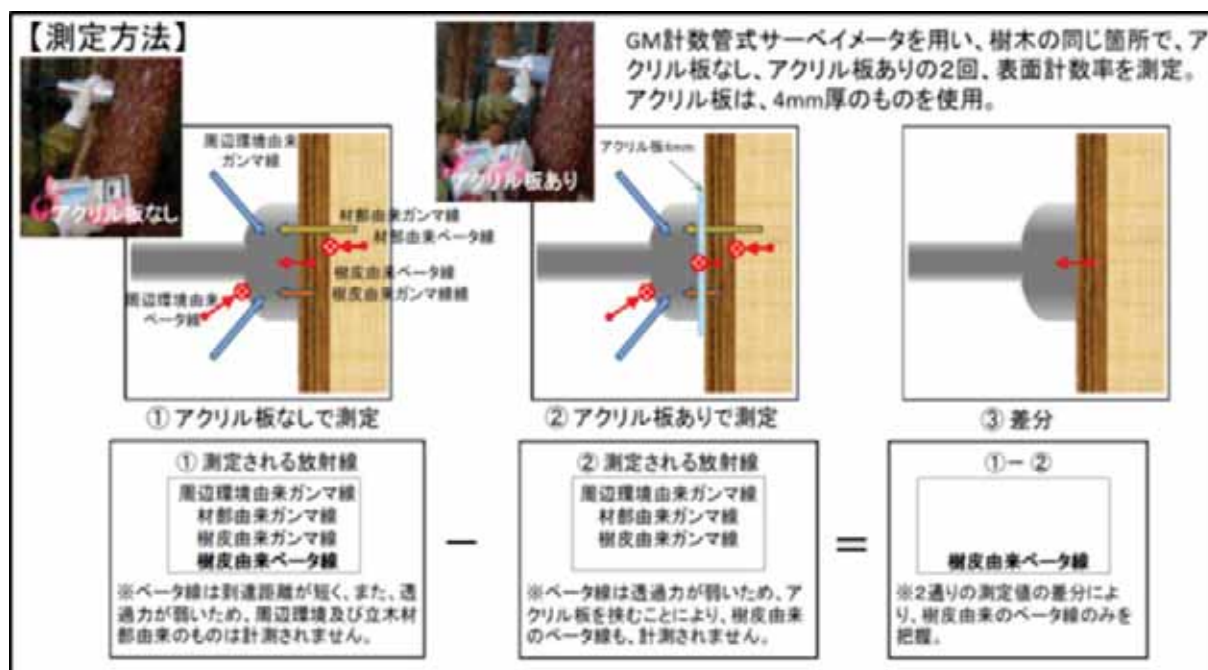


図 5.11 樹皮表面計数率の測定方法及びその考え方



写真 5.4 アクリル板なし



写真 5.5 アクリル板あり

5.5.3 ゲルマニウム半導体検出器を用いた実測値の測定

樹皮の採取は、選定した試料木の地上 1.2m の東西南北の 4 方向から、直径 6.5cm のホールソーを用いて剥皮し、採取を行った。採取した樹皮については、Ge（ゲルマニウム）検出器を使用し、ガンマ線スペクトロメトリー法により放射性セシウム（ ^{134}Cs 及び ^{137}Cs 、以下〈Cs 濃度〉）を定量した。また、得られたデータから単位重量あたりの Cs 濃度（Bq/kg）を算出した。

樹皮採取の状況を写真 5.6 に、Ge 検出器による分析の状況を写真 5.7 に示す。



写真 5.6 樹皮採取の状況

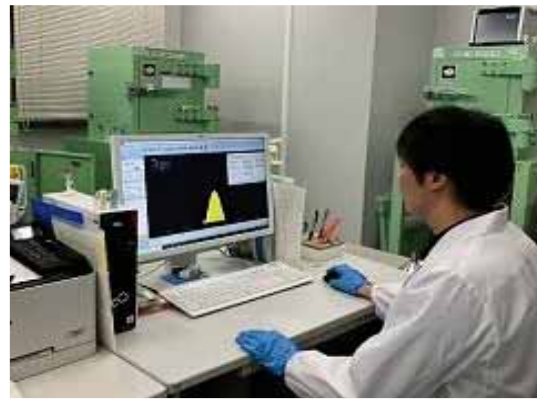


写真 5.7 ゲルマニウム検出器
による分析の状況

5.5.4 推定値と実測値の相関度合いの分析

本節では、アカマツ及びミズナラを対象に、樹皮中の放射性セシウム濃度における「推定値」と「実測値」の関係性を評価するための相関解析を実施した。相関解析により、推定モデルが実測値をどの程度反映しているかを確認し、推定モデルの妥当性を検証することを目的とする。

推定値と実測値の相関を評価するため、ピアソンの相関係数（ r ）を算出した。また、推定値と実測値の散布図を作成し、回帰直線を描画することで、両者の関係性を視覚的に確認した。

相関係数（ r ）の値の解釈基準は、以下の通りとした。

- （ $|r| > 0.7$ ）：強い相関
- （ $0.4 \leq |r| \leq 0.7$ ）：中程度の相関
- （ $|r| < 0.4$ ）：弱い相関またはほぼ無相関

① アカマツの相関解析

・ 測定データ

アカマツの樹皮中セシウム濃度の推定値と実測値の相関解析を行うため、解析に用いた測定データを表 5.12 に示す。

また、推定値と実測値の散布図を作成し、回帰直線を描画することで、推定値と実測値の関係性を視覚的に確認したグラフを図 5.12 に示す。

表 5.12 アカマツ樹皮の表面計数率及び Cs 濃度の測定結果

試料番号	胸高直径 (cm)	表面計数率 (cpm)			樹皮中Cs濃度 (Bq/kg) wet	
		A値 (アク無)	B値 (アク有)	C値	推定値	実測値
①	27	345	309	36	973	447
②	24	380	339	41	1,116	614
③	29	380	332	48	1,316	701
④	21	333	324	9	202	311
⑤	19	344	315	29	759	135
⑥	15	356	321	35	937	611
⑦	15	368	281	87	2,422	809
⑧	40	304	264	40	1,066	945
⑨	15	384	328	57	1,551	696
⑩	21	353	328	26	673	581
平均値		355	314	41	1,101	585

※ 搬出基準である6,400Bq/kgを超過している試料

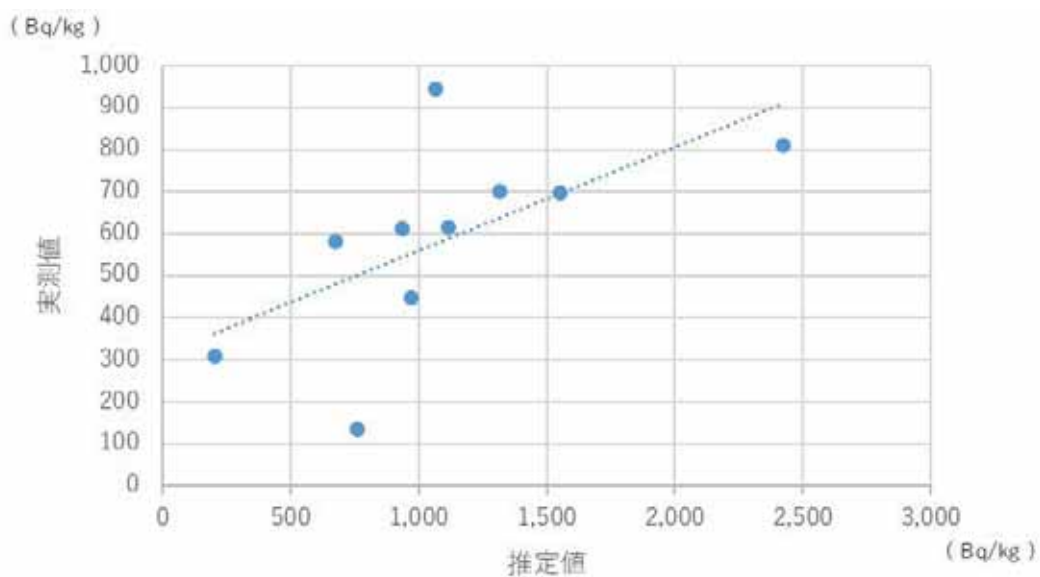


図 5.12 推定値と実測値の散布図

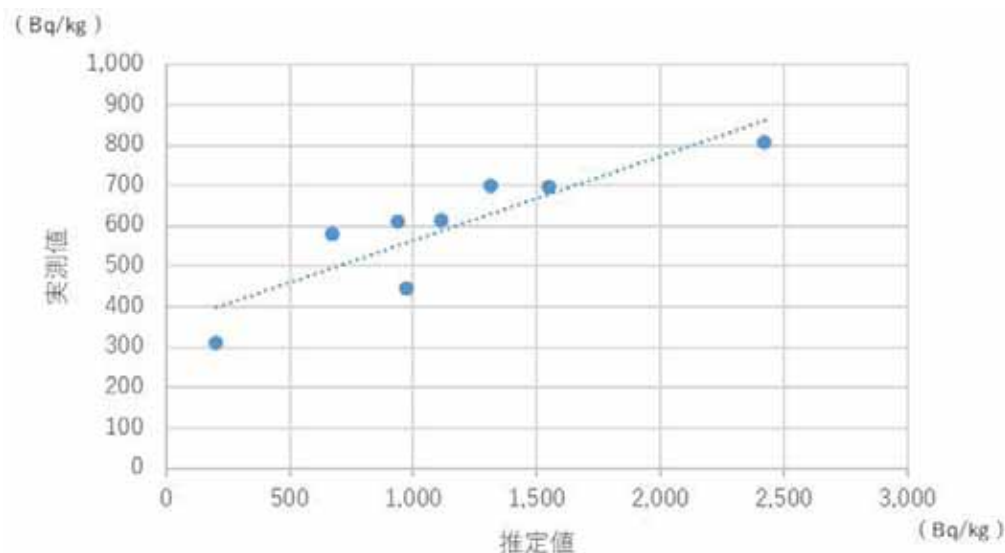


図 5.13 (外れ値除外) 推定値と実測値の散布図

- 相関解析の結果

ピアソンの相関係数 (r) を計算した結果、推定値と実測値の間の相関係数は ($r = 0.61$) であった。この値は「中程度の相関」を示しており、推定値と実測値の間に一定の関係があることを示唆している。一方、図 5.12 に示す散布図では、母集団数 10 個のうち 8 個のデータ点は回帰直線に沿って分布しているが、視覚的に大きく乖離している外れ値が 2 個認められた。これは、全体のデータの 20% が外れ値であることを意味する。

一般的に、外れ値がデータ全体に占める割合が少数 (5% 未満) であれば、相関係数への影響は比較的小さいと考えられている。しかし、本データでは外れ値の割合が 20% に達しているため、相関係数への影響は無視できない可能性がある。

そこで、外れ値 (試料番号⑤及び⑧) を除外して再計算を行い、外れ値が全体の傾向に与える影響を検討した。その結果、推定値と実測値の間の相関係数は ($r = 0.88$) となり、この値は「強い相関」を示している。このことから、外れ値を除外した場合、推定値が実測値を良好に反映していることが明らかとなった。また、図 5.13 に示す外れ値を除外した散布図では、推定値と実測値のデータ点が回帰直線に沿って分布しており、両者の間に明確な線形関係が確認された。これらの結果から、推定モデルは十分な精度を持つと判断される。

- 外れ値についての考察

外れ値が発生した原因を考察することは、モデルのさらなる精度に向けて重要である。外れ値が生じる理由としては、以下の可能性が考えられる。

- 試料の特異性：対象となる樹皮試料の物理的性質等が、他の試料と大きく異なっていた可能性がある。例えば、樹皮中の放射性セシウム濃度が不均一であった可能性が考えられる。
- 人為的要因：処理の過程で生じたヒューマンエラーも外れ値の原因として挙げられる。

② ミズナラの相関解析

• 測定データ

ミズナラの樹皮中セシウム濃度の推定値と実測値の相関解析を行うため、解析に用いた測定データを表 5.13 に示す。

また、推定値と実測値の散布図を作成し、回帰直線を描画することで、推定値と実測値の関係性を視覚的に確認したグラフを図 5.14 に示す。

表 5.13 ミズナラ樹皮の表面計数率及び Cs 濃度の測定結果

試料番号	胸高直径 (cm)	表面計数率 (cpm)			樹皮中Cs濃度 (Bq/kg) wet	
		A値 (アク無)	B値 (アク有)	C値	推定値	実測値
①	18	602	391	211	3,423	3,116
②	12	373	296	77	1,668	1,070
③	17	461	331	131	2,373	965
④	11	393	308	85	1,767	2,092
⑤	14	590	413	176	2,972	2,460
⑥	18	420	299	121	2,245	1,826
⑦	20	390	333	57	1,402	1,318
⑧	19	395	367	28	1,020	550
⑨	26	401	297	103	2,011	1,490
⑩	16	501	330	172	2,913	3,077
平均値		452	336	116	2,179	1,796

※ 搬出基準である6,400Bq/kgを超過している試料

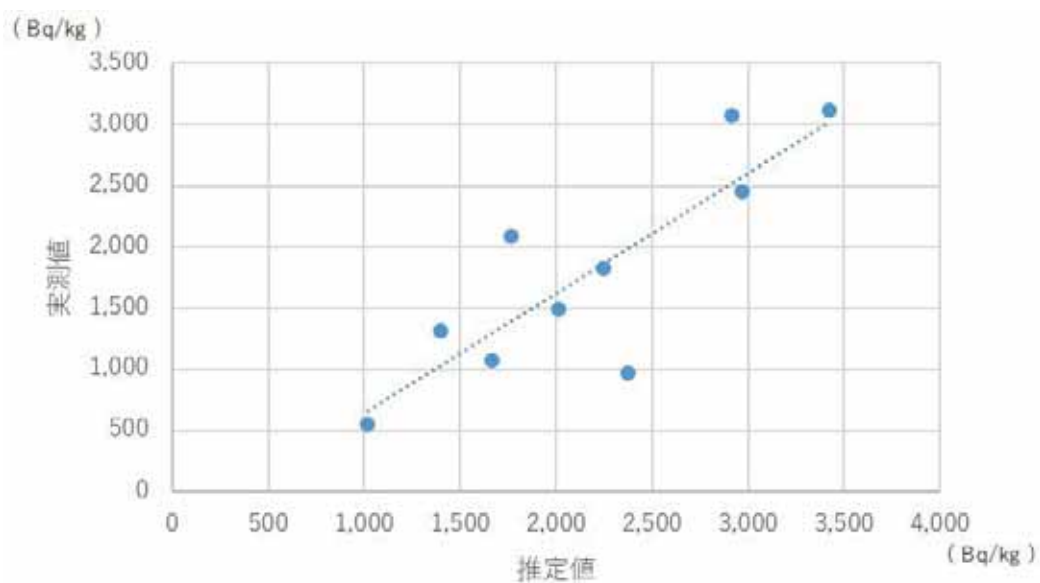


図 5.14 推定値と実測値の散布図

- 相関解析の結果

ピアソンの相関係数（ r ）を計算した結果、推定値と実測値の間の相関係数は（ $r = 0.84$ ）であった。この値は「強い相関」を示しており、推定値が実測値を良好に反映していることを意味する。また、図 5.14 に示す散布図では、推定値と実測値のデータ点が回帰直線にほぼ沿って分布しており、両者の間に明確な線形関係があることが確認された。このことから、推定モデルは十分な精度を持つと判断される。

- 推定式適用の考察

ミズナラの推定値算定において、コナラの推定式を利用することは有効である可能性が示唆された。この点については、今後さらなる検証が望まれる。