

令和 6 年度帰還困難区域内における
森林施業による被ばく量推計等調査事業

報 告 書

令和 7 年 3 月

林 野 庁

目 次

第 1 章 事業の概要

- 1.1 事業目的 1
- 1.2 事業概要 2

第 2 章 事業の実施方法

- 2.1 帰還困難区域内の民有林等における空間線量率の実態把握 3
- 2.2 空間線量率と作業者の被ばく量との関係を分析 4
- 2.3 帰還困難区域内等の立木の樹皮の放射性物質濃度の簡易計測手法の検証
とマニュアルの作成等 12
- 2.4 帰還困難区域内で伐採された木材の製材品の表面線量の測定 18
- 2.5 帰還困難区域内における森林施業時の被ばく量に関する安全留意事項案
の作成 19

第 3 章 事業の実施結果

- 3.1 帰還困難区域内の民有林における空間線量率の実態把握 20
 - 3.1.1 空間線量率の測定結果 20
- 3.2 空間線量率と作業者の被ばく量との関係における分析結果 77
 - 3.2.1 空間線量率と作業種ごとの被ばく量の関係 77
 - 3.2.2 被ばく量推定結果 96
- 3.3 帰還困難区域内等の立木の樹皮の放射性物質濃度の簡易計測手法の検証
とマニュアルの作成等 100
 - 3.3.1 帰還困難区域内等の立木の樹皮の放射性物質濃度の簡易計測手法の
検証 100
 - 3.3.2 ふくしま森林再生事業等既存事業で取得された樹皮の放射性物質濃
度と空間線量率のデータの関係分析 111
- 3.4 帰還困難区域内で伐採された木材の製材品の表面線量の測定 118
- 3.5 帰還困難区域内での森林施業時の被ばく量に関わる安全留意事項案の作
成 120
 - 3.5.1 平均的な線量、高線量、低線量時における年間労働日数 120
 - 3.5.2 帰還困難区域内における森林施業時の被ばく量に関する安全留意事
項 125

第 1 章 事業の概要

1.1 事業目的

「第2期復興・創生期間」以降における東日本大震災からの復興の基本方針の変更について」（令和6年3月閣議決定）において、「帰還困難区域を含め森林・林業再生を進めるため、科学的根拠に基づくリスクコミュニケーションを含め、森林における作業の実施や伐採木・樹皮の扱い等に関する関係者との調整など必要な対応を進める」旨が示された。

これを受け、帰還困難区域内の森林施業の実現に向けた検討を進めるため、帰還困難区域内の民有林等における空間線量率の実態把握、作業日報から空間線量率と作業者の被ばく量との関係の分析、並びにアクリル板を用いた簡易測定による帰還困難区域内等の立木の樹皮の放射性物質濃度測定手法の検証とマニュアル作成を実施する。

1.2 事業概要

- ①事業名：令和6年度帰還困難区域内における森林施業による被ばく量推計等調査事業
- ②実施箇所：福島県 南相馬市、富岡町、大熊町、双葉町、浪江町、葛尾村、飯館村
- ③事業期間：令和6年9月30日～令和7年3月14日
- ④発注者：林野庁森林整備部研究指導課
- ⑤受託者：東京パワーテクノロジー株式会社（以下「受託者」という。）

第2章 事業の実施方法

2.1 帰還困難区域内の民有林等における空間線量率の実態把握

帰還困難区域内の民有林における空間線量率の測定において、調査地点の現況把握及び地元自治体へのヒアリング等により調査地点 80 地点を選定した。

表 2.1 実施数量等

実施内容	数量	単位	備考
航空機モニタリングによる空間線量率の把握	1	式	原子力規制委員会 HP
自治体ヒアリング	7	市町村	南相馬市、富岡町、大熊町、双葉町、浪江町、葛尾村、飯館村
調査地点選定	80	地点	複数候補地点からの抽出

(1) 調査方針等

帰還困難区域内の森林施業による被ばく量との関係进行分析するために必要な空間線量率を把握するため、調査地点及び点数を整理した。

航空機モニタリングによる空間線量率の測定結果、帰還等の促進に向けた整備状況、地域住民の要望等を踏まえ、特定復興再生拠点区域・特定帰還居住区域の周辺森林、比較的線量が低い地域の人工林、比較的線量が高い地域の広葉樹林等モデル的な森林のうち 80 地点を選定し、当該地点の空間線量率について歩行測定を行った。

さらに、上記歩行測定結果と調査地点に隣接する航空機モニタリングメッシュの線量データを比較し、関係性の有無を分析した。

(2) 調査方法

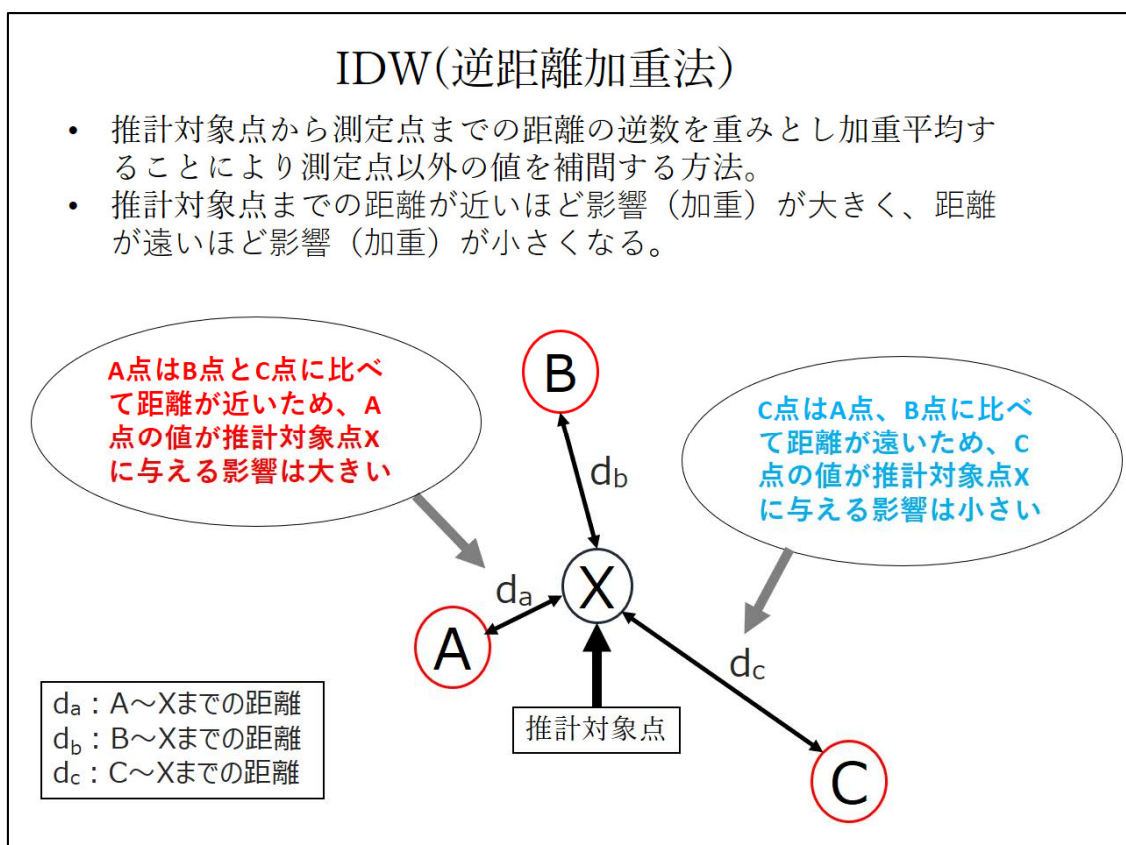
①歩行測定

ア. NaI シンチレーション式サーベイメータと GNSS 端末を用いて線量測定を行った。測定結果から IDW(逆距離加重法)を用いてマッピングを行い、分布図を作成することで、調査対象林班の線量分布状況を分かりやすく視覚化した。図 2.1 に示すとおり、IDW(逆距離加重法)とは、推計対象点から測定点までの距離の逆数を重みとし、加重平均することにより測定点以外の値を補間する方法である。

イ. 測定高地上 1.0m に線量計を固定し、調査対象林班内を歩行測定した。

ウ. 測定間隔は 1 回/毎秒とし、歩行箇所は林班内を等高線沿い等急峻な地形を避けて歩行することを基本とした。なお、崖等により危険が伴い歩行が困難な箇所は、安全面を考慮し当該箇所を避けて測定した。

エ. 測定に合わせて、調査対象林班のおおよその中心部において林相、周辺林況が分かるように撮影を行った。



(3) 調査範囲

福島県の帰還困難区域における南相馬市、富岡町、大熊町、双葉町、浪江町、葛尾村、飯館村内の民有林



2.2 空間線量率と作業者の被ばく量との関係を分析

(1) 対象作業種

広葉樹更新伐（機械・人力別）、スギ搬出間伐、ヒノキ搬出間伐、アカマツ保育間伐、除伐、丸太筋工（丸太運搬、人力設置別）、作業道作設等の森林整備に必要な作業種とした。

（２）把握するデータ

施業地の空間線量率、作業種ごとの作業時間、個人線量計による被ばく量とした。

また、作業時間、個人線量計による被ばく量の記録については、以下の事業を実施する事業者から、必要な同意を得た上で１事業地当たり個人線量計を４つ配布してデータ取得を依頼し、その結果を提供してもらった。

測定機器の条件を統一するため、本事業よりも先行して測定が行われていた「③令和６年度里山再生事業」における森林整備時の被ばく量測定に合わせて、①、②の２事業についてもマイドーズミニＡを用いた測定を行った。

①令和６年度 ふくしま森林再生事業（事業地：葛尾村、事業実施主体：福島県）

○事業地の状況

a. 事業位置：葛尾村大字葛尾字小坂地内

対象地番：148-1

林 相：スギ、アカマツ

作 業 種：伐倒

図 2.3 に令和６年度 ふくしま森林再生事業（事業地：葛尾村、事業実施主体：福島県）における小坂地区の空間線量率測定位置図（福島県提供）を示す。

b. 事業位置：葛尾村大字葛尾字敷井畑地内

対象地番：139-2、139-5、140-1、140-3、187-1、187-2、189-1、189-2、189-3、189-4、
190-1、190-2

林 相：スギ、アカマツ

作 業 種：刈払い、伐倒

図 2.4 に令和６年度 ふくしま森林再生事業（事業地：葛尾村、事業実施主体：福島県）における敷井畑地区の空間線量率測定位置図（福島県提供）を示す。

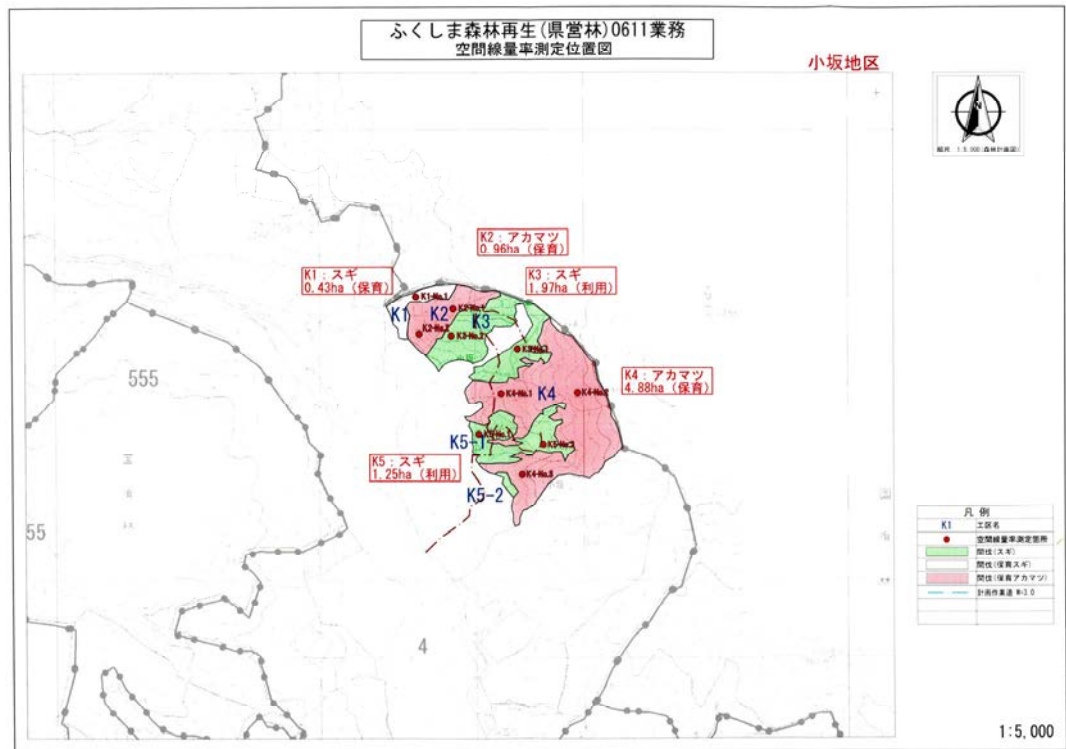


図 2.3 令和 6 年度 ふくしま森林再生事業の空間線量率測定位置図（小坂地区）

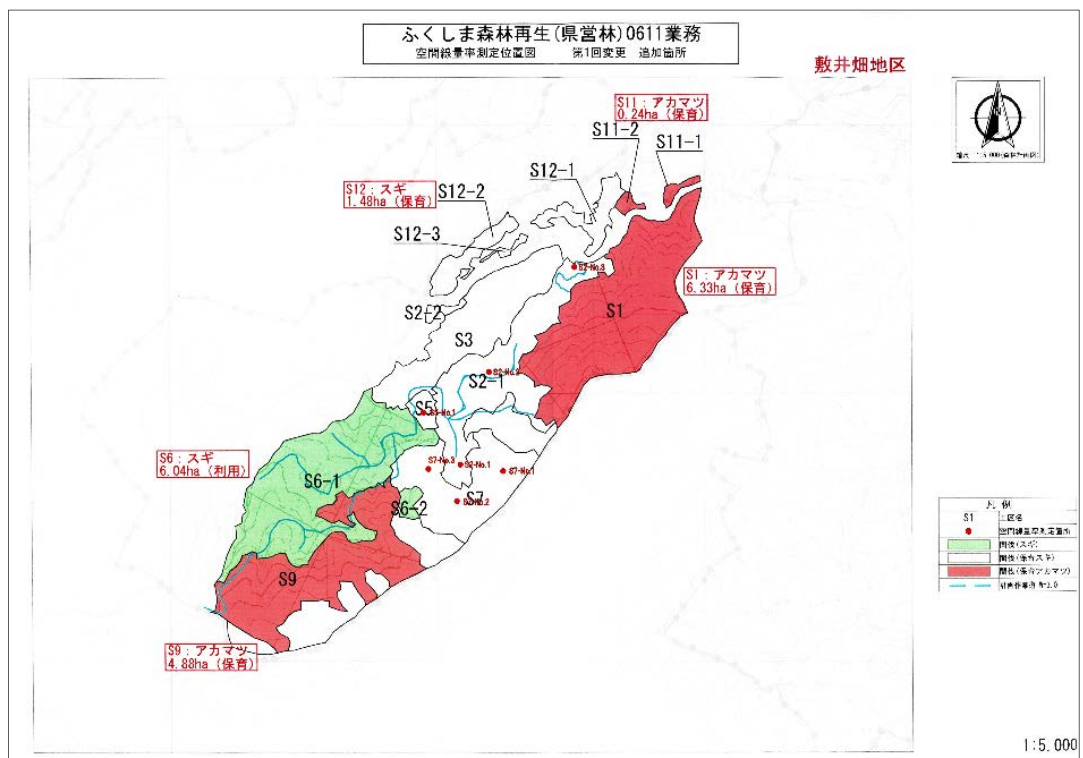


図 2.4 令和 6 年度 ふくしま森林再生事業の空間線量率測定位置図（敷井畑地区）

②令和6年度 ふくしま森林再生事業（事業地：浪江町、事業実施主体：浪江町）

○事業地の状況

a. 事業位置：浪江町大字藤橋地内

対象林班：34

林 相：スギ、ヒノキ、アカマツ、アスナロ、広葉樹林、竹林

作 業 種：刈払い、伐倒、造材、集材、枝条等集積、運材、丸太筋工

図 2.5 に令和6年度 ふくしま森林再生事業（事業地：浪江町、事業実施主体：浪江町）における藤橋地区の空間線量率測定位置図（浪江町提供）を示す。

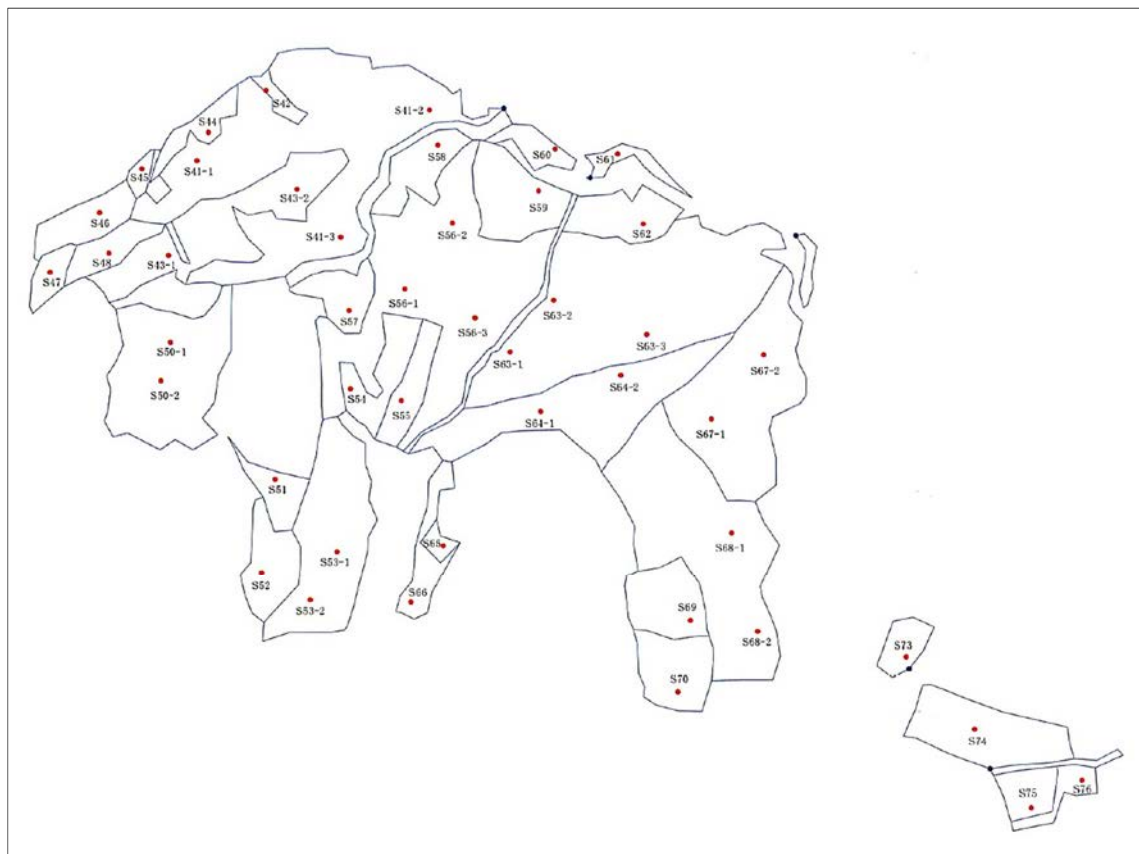


図 2.5 令和6年度 ふくしま森林再生事業の空間線量率測定位置図（藤橋地区）

③令和6年度 里山再生事業（事業地：富岡町、大熊町、飯舘村、受託者：東京パワーテクノロジー）

○事業地の状況

a. 事業位置：富岡町（大倉山森林公園内の「がんばる小径」および「石畳の径」、大熊町（日隠山）、飯舘村（大火山）

(a) 富岡町（大倉山森林公園）

対象住所：上手岡字坂ノ上

林 相：広葉樹

作 業 種：刈払い、伐倒、造材、丸太筋工

(b) 大熊町（日隠山）

対象住所：手の倉、姥神

林 相：スギ、ヒノキ、アカマツ、広葉樹

作 業 種：刈払い、伐倒、造材

(c) 飯舘村（大火山）

対象住所：飯樋花塚山

林 相：広葉樹

作 業 種：刈払い、伐倒、造材

図 2.6～図 2.9 に令和6年度 里山再生事業（事業地：富岡町、大熊町、飯舘村、受託者：東京パワーテクノロジー）における空間線量率測定位置図（林野庁提供）を示す。

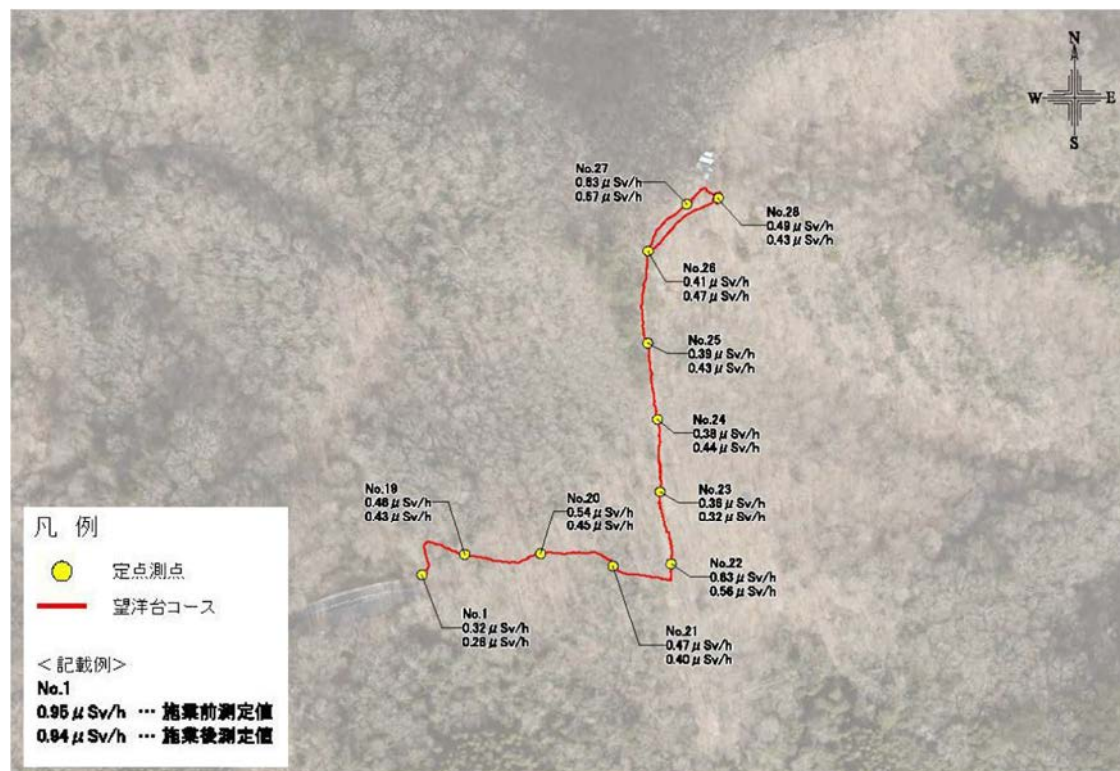


図 2.6 令和6年度 里山再生事業の空間線量率測定位置図（富岡町大倉山森林公園「がんばる小径」）

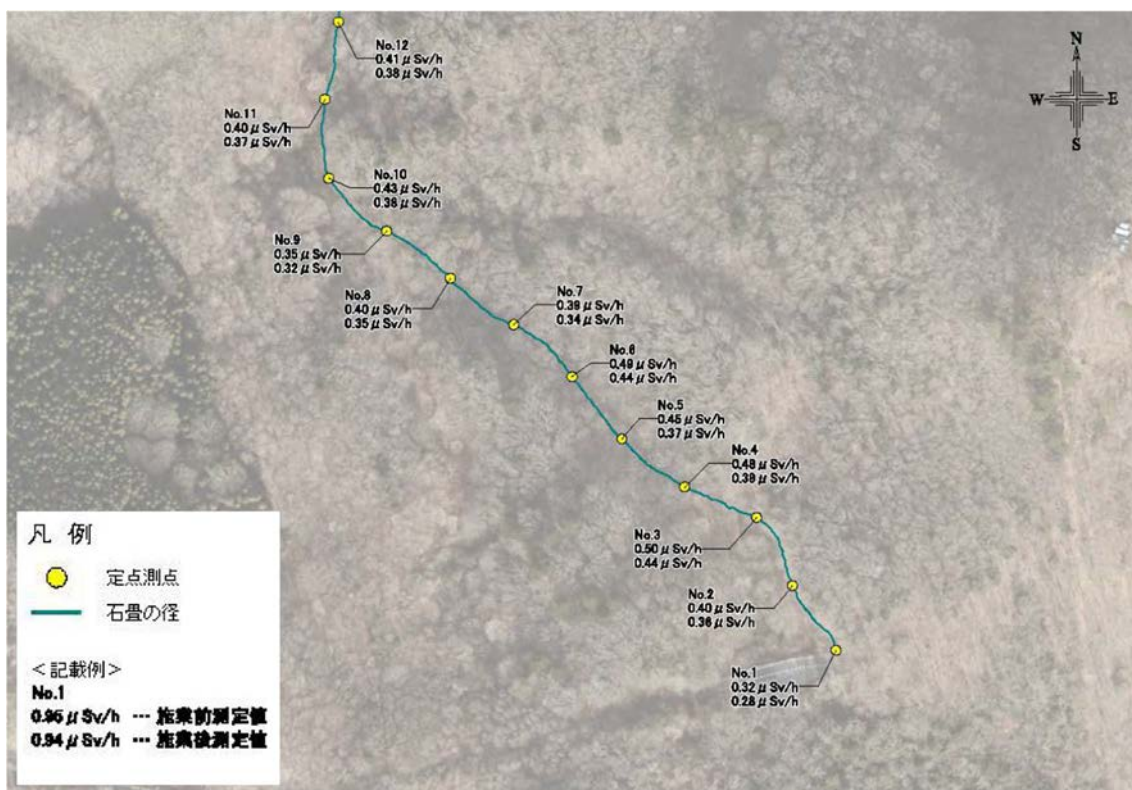


図 2.7(1) 令和 6 年度 里山再生事業の空間線量率測定位置図（富岡町大倉山森林公園「石畳の径」）

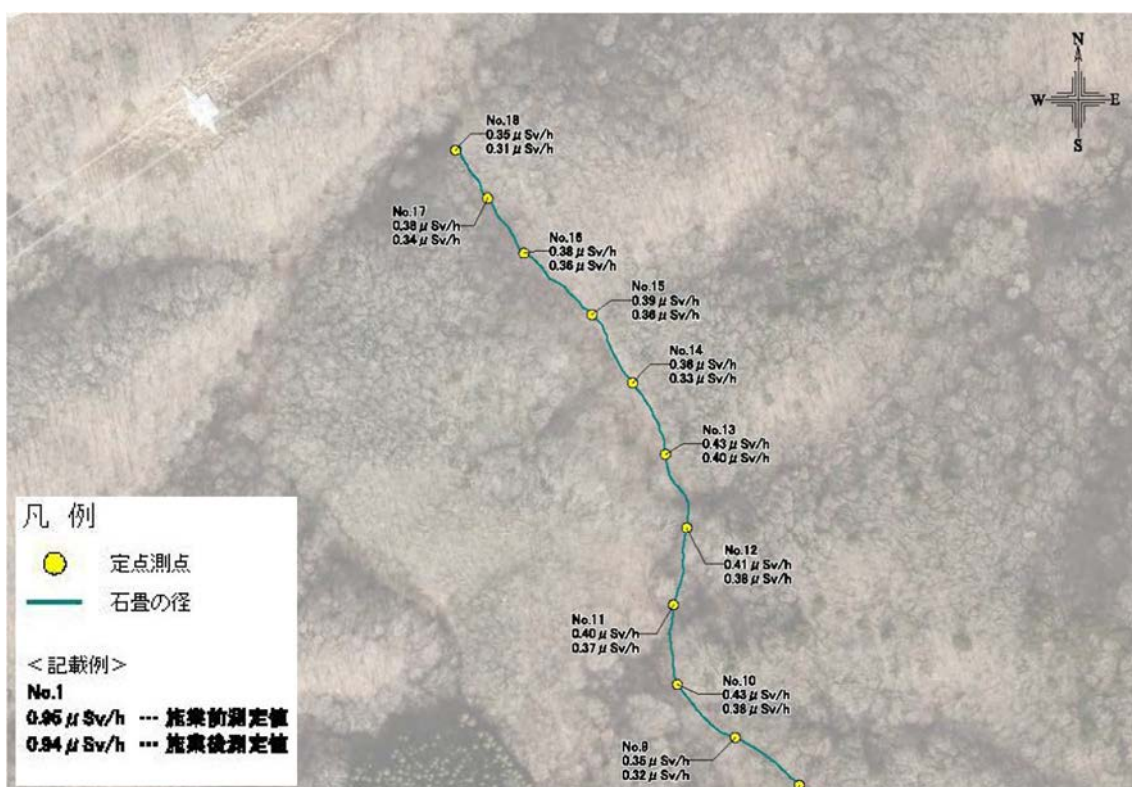


図 2.7(2) 令和 6 年度 里山再生事業の空間線量率測定位置図（富岡町大倉山森林公園「石畳の径」）

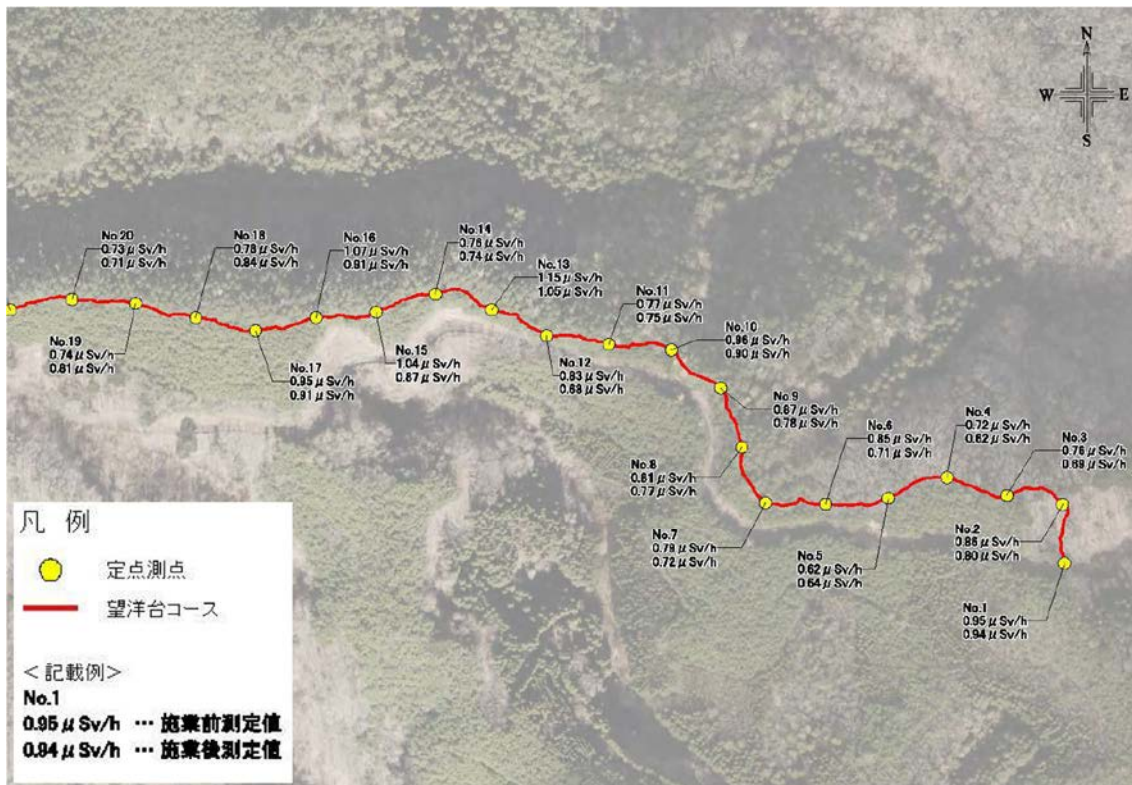


図 2.8(1) 令和 6 年度 里山再生事業の空間線量率測定位置図 (大熊町日隠山)



図 2.8(2) 令和 6 年度 里山再生事業の空間線量率測定位置図 (大熊町日隠山)



図 2.8(3) 令和 6 年度 里山再生事業の空間線量率測定位置図 (大熊町日隠山)

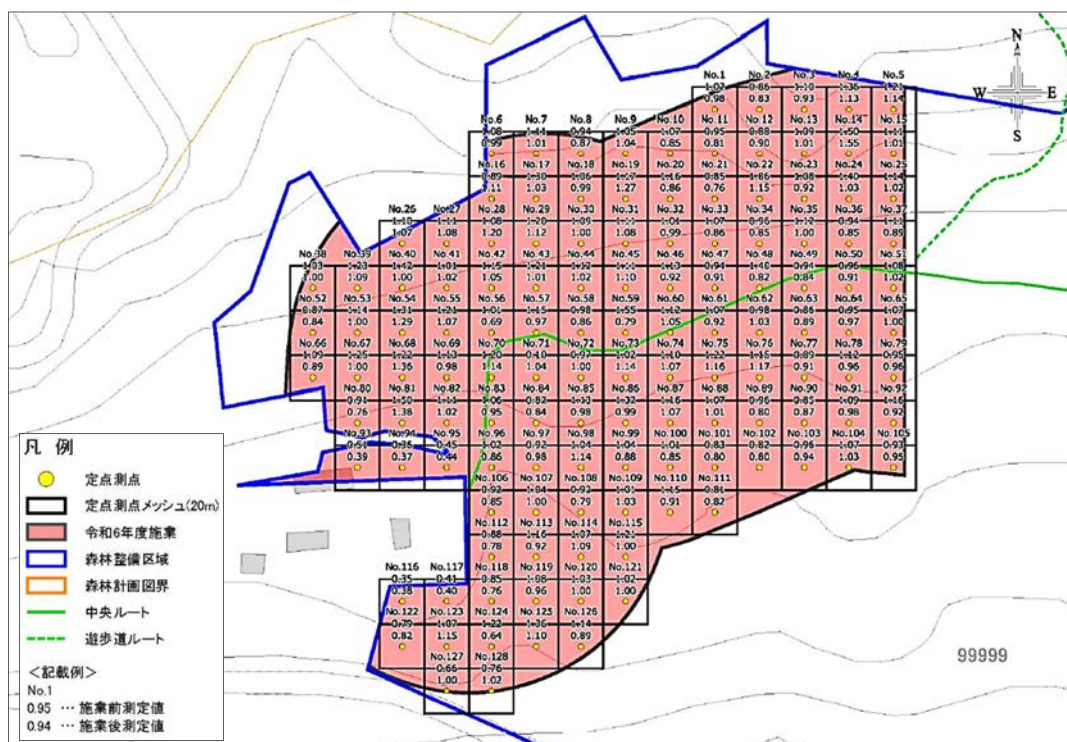


図 2.9 令和 6 年度 里山再生事業の空間線量率測定位置図 (飯舘村大火山)

(3) 空間線量率と被ばく量との関係进行分析

上記 2. 1 で得られた帰還困難区域内の森林の空間線量率と、2. 2 ②で得られた作業種ごとの被ばく量から、帰還困難区域内での森林整備による被ばく量を林相・作業種別に推定した。

2.3 帰還困難区域内等の立木の樹皮の放射性物質濃度の簡易計測手法の検証とマニュアルの作成等

(1) 調査方針等

帰還困難区域内の森林における立木の樹皮の放射性物質濃度について、アクリル板を使用した簡易手法による測定値とアクリル板を使用しない場合の測定値との比較検証を行い、簡易手法による測定方法の有効性について検証を行った。サンプル数は30本とし、2.4での伐採・搬出を含めあらかじめ、所有者からの同意を得て樹皮を採取した。

樹皮の放射性物質濃度の測定を行うために帰還困難区域外に持ち出す場合は、帰還困難区域からの持出基準があることに留意し、スクリーニングなどを適切に実施した。また、帰還困難区域内外の比較のため、帰還困難区域外においても20本検証を行うこととした。

図2.10に帰還困難区域内外のサンプリング箇所を示す。

上記の検証結果を踏まえ、立木の樹皮の放射性物質濃度についてアクリル板を使用した簡易手法による測定マニュアルを作成した。

林野庁から提供されたふくしま森林再生事業等既存事業で取得された樹皮の放射性物質濃度と航空機モニタリングを含む空間線量率のデータの関係を分析整理した。

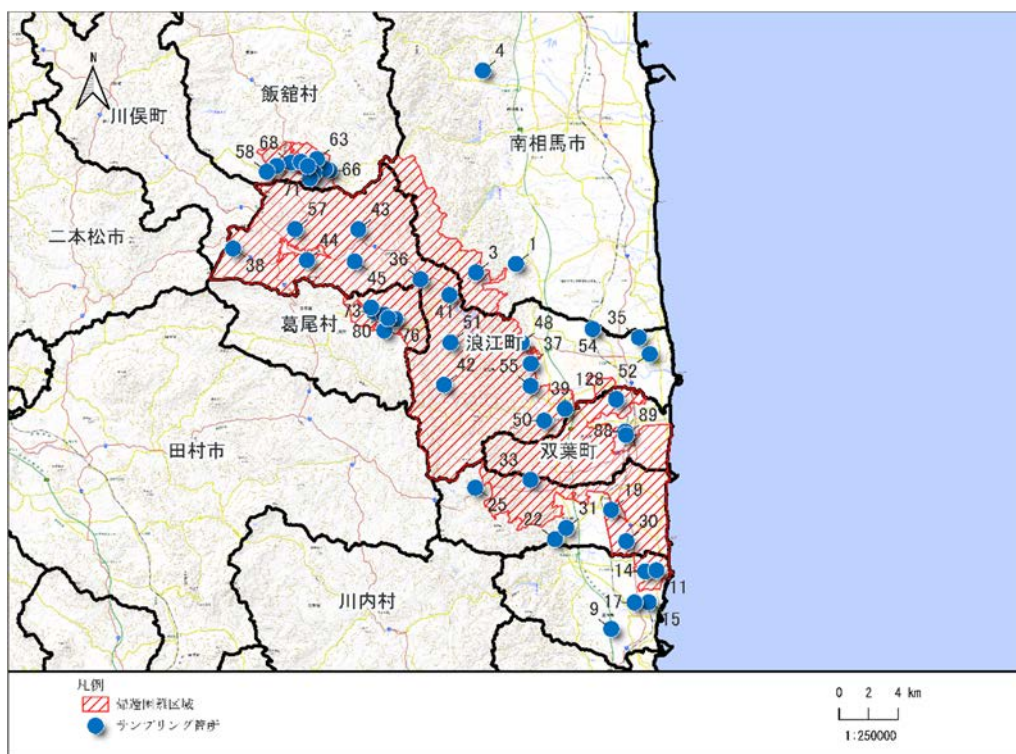


図 2.10(1) サンプリング箇所（全体）

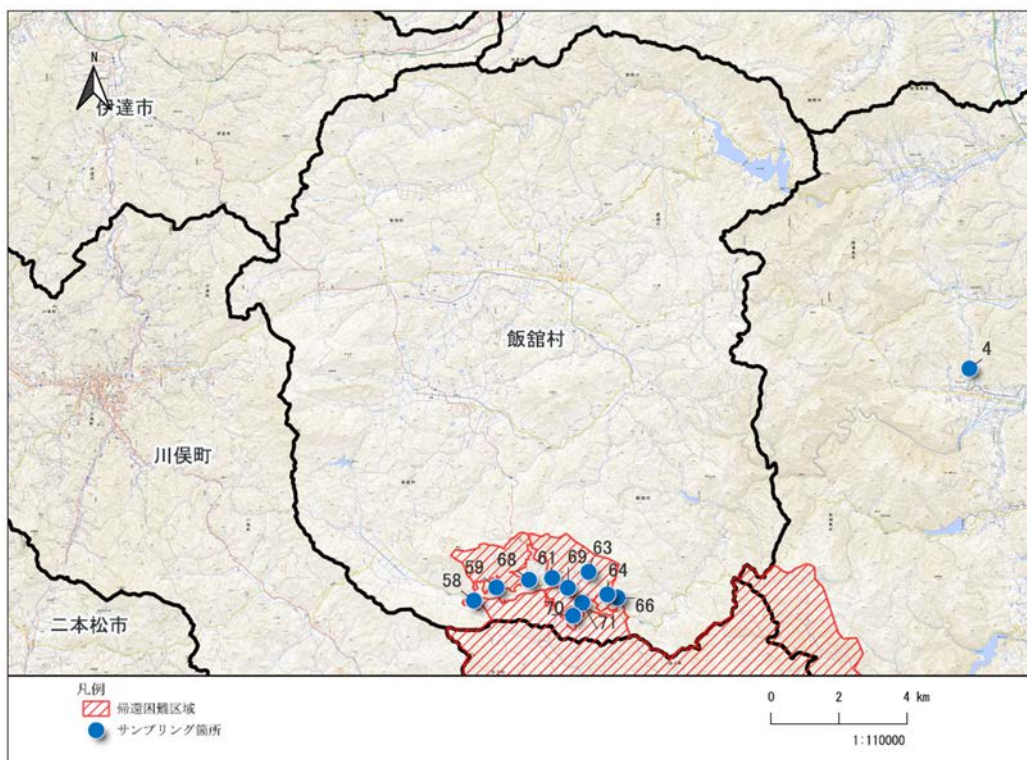


図 2.10(2) サンプリング箇所拡大①
(飯館村)

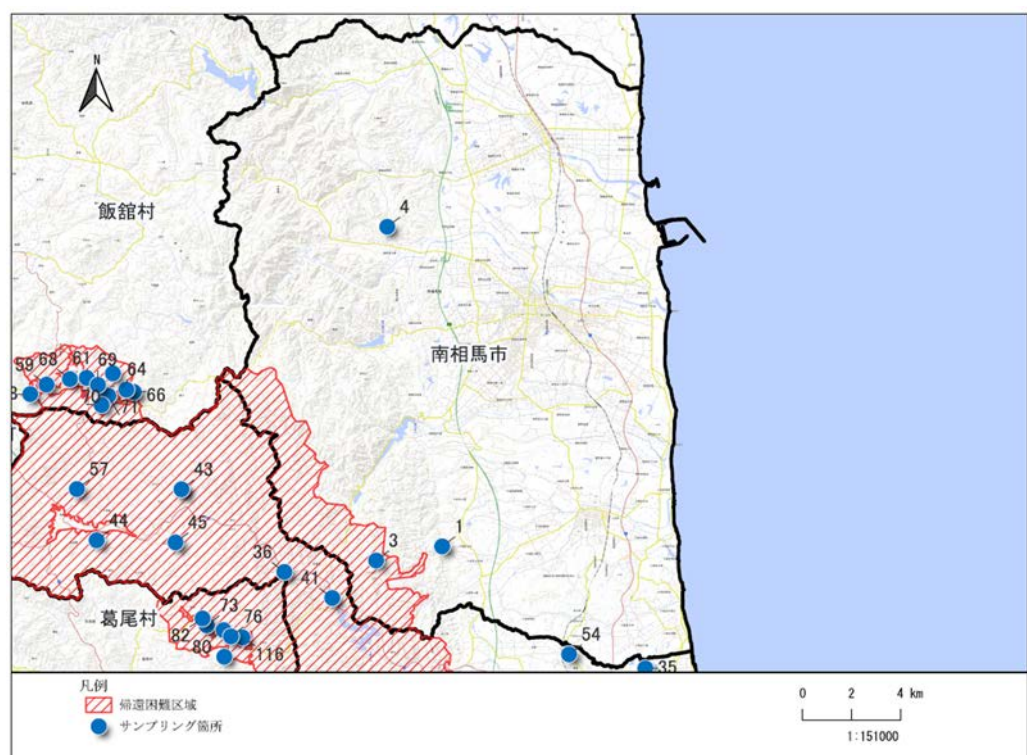


図 2.10(3) サンプリング箇所拡大②
(南相馬市)

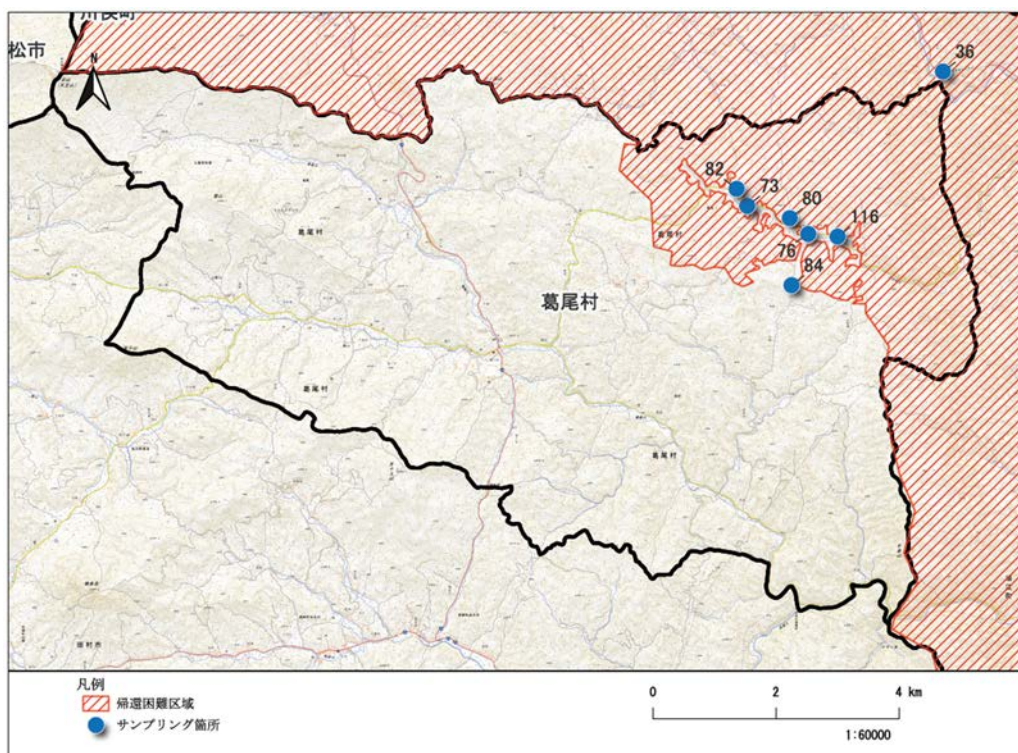


図 2.10(4) サンプリング箇所拡大③
 (葛尾村)

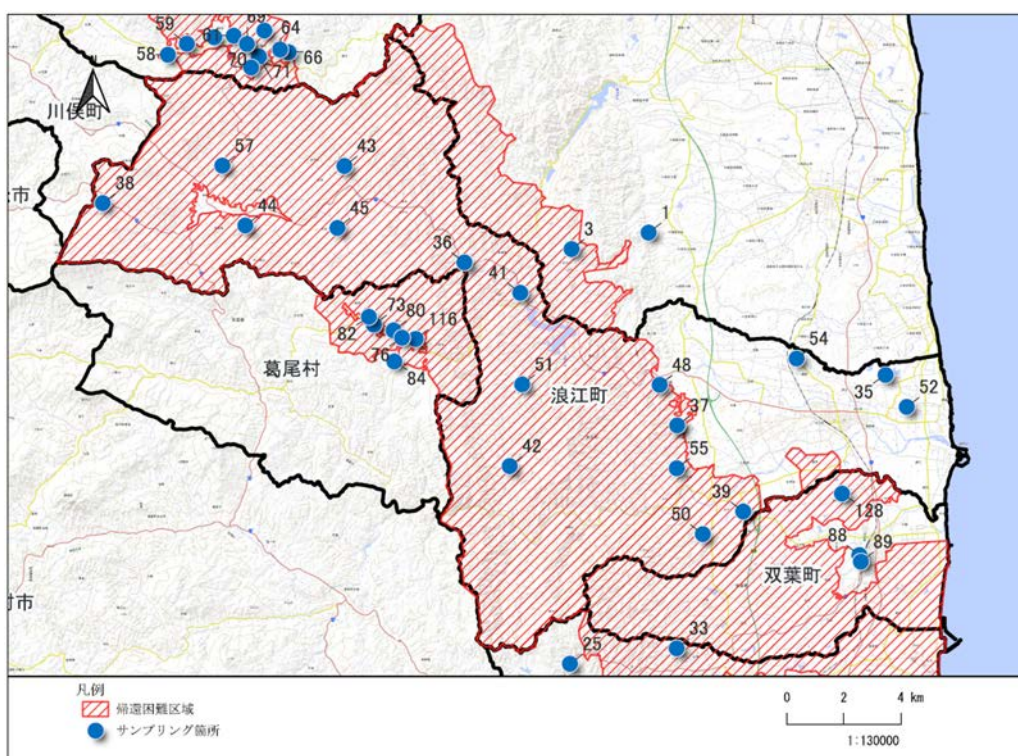


図 2.10(5) サンプリング箇所拡大④
 (浪江町)

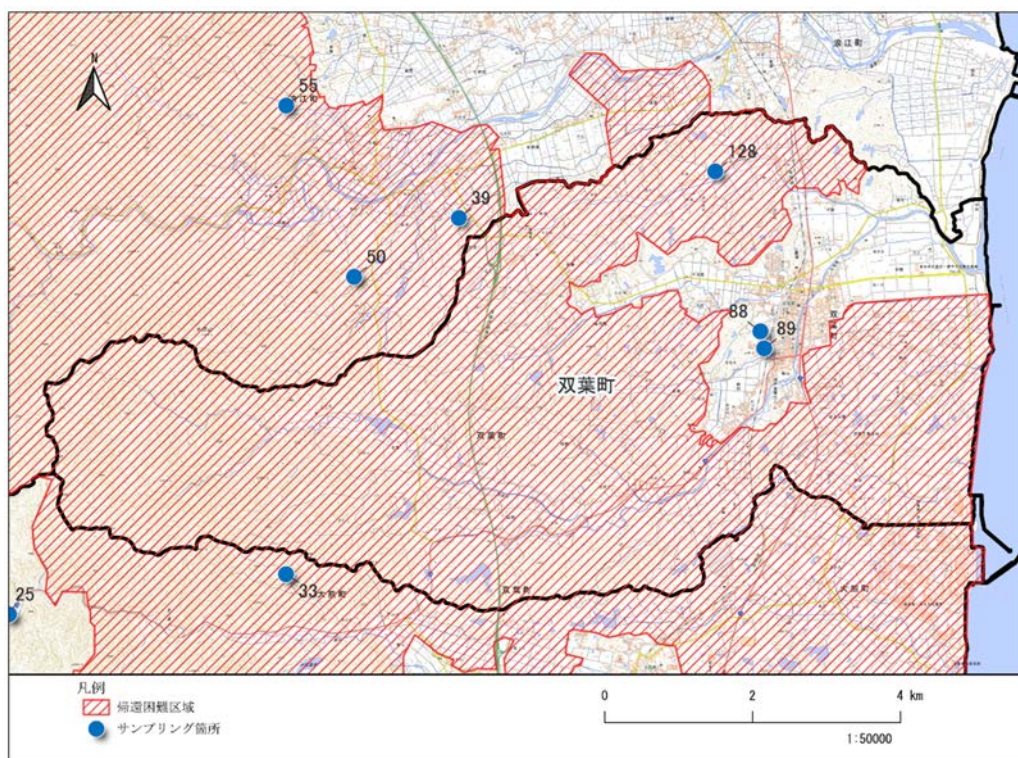


図 2.10(6) サンプリング箇所拡大⑤
(双葉町)

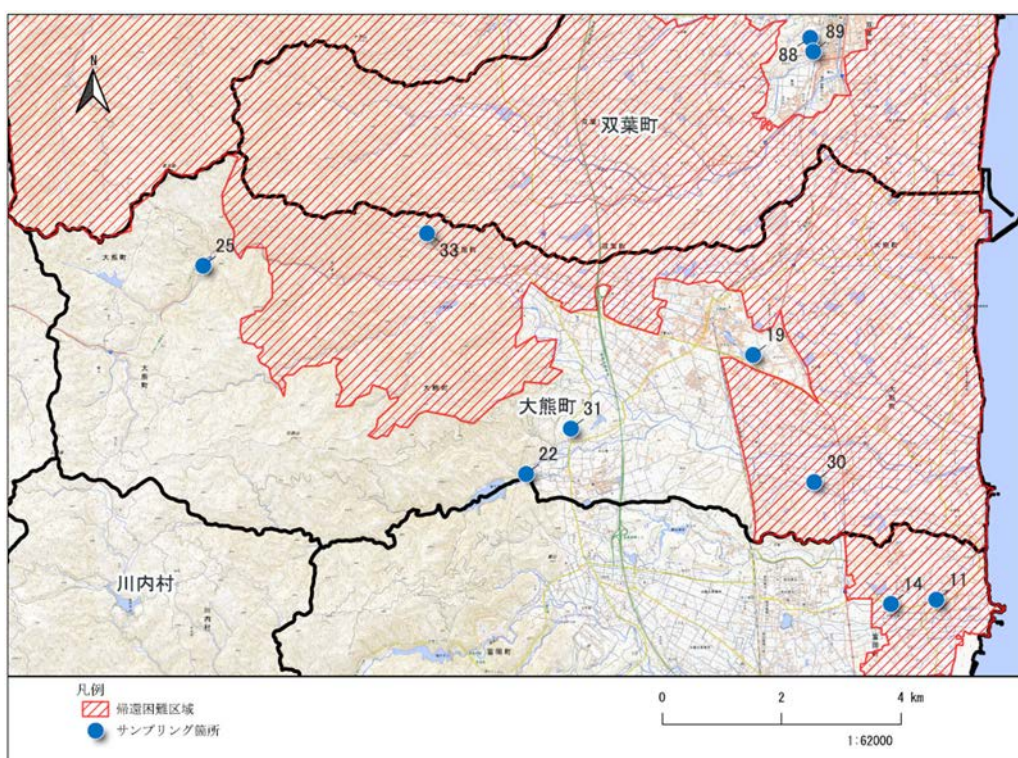


図 2.10(7) サンプリング箇所拡大⑥
(大熊町)

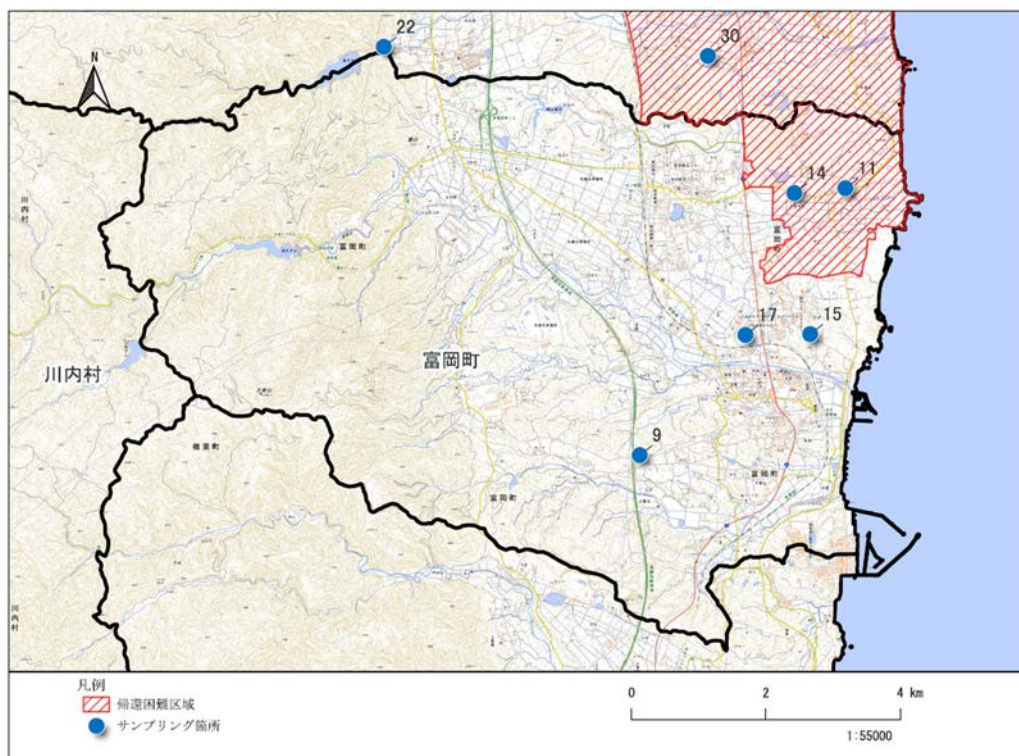


図 2.10(8) サンプリング箇所拡大⑦
(富岡町)

(2) 調査方法

①立木の樹皮の放射性セシウム濃度の測定

東西南北4方向において、アクリル板を用いた場合と用いない場合の地上高1m付近の樹皮における表面係数率を、GM計数管式サーベイメータにより測定した。あわせて、東西南北4方向において、地上高1m付近の樹皮における表面線量率をNaI(Tl)シンチレーション式サーベイメータにより測定した。

その後、東西南北4方向において、地上高1m付近の樹皮をホールソー($\phi 5.0\text{cm}$)及びスクレーパーを用いて採取した。

採取した樹皮は、ゲルマニウム半導体検出器による放射性セシウム濃度測定を実施した。



図 2.11 立木の樹皮の放射性セシウム濃度の測定イメージ

②土壌の放射性セシウム濃度の測定

調査対象の立木付近の土壌中における放射性セシウム濃度を把握するため、調査対象の立木から半径2m以内の範囲の土壌を、表層から深さ15cmまで採取し、均一性を確保するため十分に攪拌した。なお、放射性セシウム濃度測定に使用するU-8容器を十分に充填できる量の土壌を採取した。

採取した土壌は、ゲルマニウム半導体検出器による放射性セシウム濃度測定を実施した。

③空間線量率の測定

測定高は地上1.0mとし、測定の際はNaI(Tl)シンチレーション式サーベイメータを山側に向け、調査対象の立木の近傍で測定した。時定数は10秒とし、測定開始から30秒後の数値を測定値として記録した。

2.4 帰還困難区域内で伐採された木材の製材品の表面線量の測定

2.3で樹皮を採取した立木を伐採・搬出し、製材加工して表面線量率を計測した。搬出に当たっては、帰還困難区域からの持出基準があることに留意し、スクリーニングなどを適切に実施した。

(1) 伐倒方法

- ①伐倒方向を定め、周囲の整理を行う(倒木、落枝、下草など出来る範囲で除去する。)
- ②伐倒方向に誘導用ロープを掛け、おおよその伐倒位置にブルーシートを設置する。
- ③伐倒対象木に対してラッピングを行い養生する。(可能な限り広範囲に巻き付ける)
- ④作業者全員の退避状況を確認するとともに、誘導者は退避方向を確認し伐倒する。
- ⑤掛かり木となった際は、牽引器具を使用して伐倒する。

(2) 搬出方法

- ①土壌面を引きずってしまうことで放射性物質を含む土壌の付着が避けられないことから、測定への土壌の影響を排除するため人力2名による手運びにより持ち上げて搬出した。
- ②製材機による製材を行うに当たり、太さΦ24 cm以下、長さ1m以上を基本とした。一般的な量産柱材(105 mm角)を製材する為、可能な限りΦ16~20 cmとし、玉切りは伐採面から1.2m付近で行った。
- ③伐倒、玉切り、運搬、積み込み等の作業を行う際、木口への土壌付着の可能性を排除するために、車両積み込み時に木口を切断し、切断面に調査地点番号を記入し養生を行った後、搬出した。
- ④伐倒後、土壌付着の無いことを確認し、養生の修正、ブルーシート上での玉切りを行い、そのままブルーシートでくるんだ状態で仮止めし、人力にて車両まで運び込んだ。
- ⑤現場からの伐採木搬出の際、持ち出し基準(13,000cpm)以下であることを確認した。

(3) 製材方法

製材機による4面カットにより、一般的な柱材(105 mm角)に製材した。



図 2.12 伐採木の製材状況

(4) 表面線量測定方法

製材した柱材を製材所内の同じ場所でそれぞれ表面線量測定を行った。その際、4方向を測定し、平均した数値を測定値とした。



図 2.13 製材の表面線量測定状況

2. 5 帰還困難区域内における森林施業時の被ばく量に関する安全留意事項案の作成

2. 2の推定結果から、平均的な線量、高線量、低線量のそれぞれについて、作業種を組み合わせることで森林施業を行った場合の被ばく量の推計を行い、被ばく量を抑えて安全に作業を行うための留意事項をとりまとめた。

第 3 章 事業の実施結果

3.1 帰還困難区域内の民有林における空間線量率の実態把握

3.1.1 空間線量率の測定結果

帰還困難区域内の民有林における空間線量率測定について、調査地点の現況把握や地元自治体へのヒアリング等を基に調査地点を選定した。その結果を表 3.1-1 および図 3.1-1、3.1-2 に示す。調査地点の森林地権者に調査同意を依頼し、最終的に同意が得られた 80 地点を調査地点として選定した。

また、地上高 1m における空間線量率の歩行測定結果は、表 3.1-2 および図 3.1-4～3.1-84 に示す。図 3.1-5～3.1-84 では、歩行測定結果を基に IDW（逆距離加重法）を用いてマッピングを行い、調査対象地の線量分布状況を視覚的に示す分布図を作成した。さらに、表 3.1-2 では、航空機モニタリングによる空間線量率データ（⑤）と歩行測定結果の平均値（④、以下「本事業の平均値」とする。）の相対偏差を、以下の式に基づいて算出し、調査地点ごとに記載している。なお、調査地点を代表する値としては平均値が適切と考えたため、④を用いることとした。

$$\text{相対偏差} = \{⑤ - ④\} / \{④\}$$

なお、調査地点 No.112、113、129 については、対応する航空機モニタリングデータが確認できなかった。航空機モニタリングは、東京電力福島第一原子力発電所周辺の飛行禁止区域において、測定を行っておらず、これらの調査地点はその区域内に位置していると考えられる。

図 3.1-3 に示すとおり、航空機モニタリングデータと本事業の平均値はほぼ直線的に分布しており、正の相関が認められる。また、相対偏差の分布を見ると、多くのデータが-0.5 から 0.5 の範囲に集中していた。このことから、航空機モニタリングデータは、森林内で作業を行おうとする場合に、事前に空間線量率の程度を把握するための参考となることが確かめられた。ただし、本事業のデータが航空機モニタリングを上回る場合があったため、実際の作業に当たっては、事前に空間線量率を計測する必要がある。

表 3.1-1 調査地点選定結果

基本情報								中心点情報	
No	市町村	林班	小班	面積(ha)	所有者	林種	主要樹種	原点(緯度)	原点(経度)
2	南相馬市	C037	13	0.43	市町村	人工林	スギ	37.54168323	140.8992598
3	南相馬市	C038	33	0.28	個人	天然林	ナラ類	37.5473893	140.8884047
10	富岡町	3	110	0.29	個人	人工林	スギ	37.35721576	141.0230462
11	富岡町	2	135	0.42	個人	人工林	スギ	37.36564959	141.026404
12	富岡町	3	231	0.25	個人	人工林	マツ類	37.35688328	141.0280526
13	富岡町	2	241	0.45	個人	人工林	ヒノキ類	37.36571588	141.0337194
14	富岡町	1	242	0.43	個人	人工林	マツ類	37.36566548	141.0175526
20	大熊町	1	63	0.19	個人	人工林	スギ	37.37879222	141.0254669
21	大熊町	31	75	0.03	個人	人工林	マツ類	37.41465495	140.9656059
23	大熊町	23	98	0.61	市町村	人工林	スギ	37.41345605	140.9160039
24	大熊町	21	117	0.62	個人	人工林	マツ類	37.40204178	140.9524074
30	大熊町	11	350	1.81	個人	人工林	スギ	37.3831314	141.0025249
32	大熊町	1	755	0.08	市町村	人工林	マツ類	37.38429735	141.0332116
33	大熊町	32	84	0.18	市町村	人工林	スギ	37.42085773	140.9298874

基本情報								中心点情報	
No	市町村	林班	小班	面積(ha)	所有者	林種	主要樹種	原点(緯度)	原点(経度)
34	浪江町	11	15	0.35	市町村	人工林	マツ類	37.47824489	140.9941285
36	浪江町	63	23	1.43	個人	人工林	マツ類	37.54337883	140.8465051
37	浪江町	23	25	0.09	個人	人工林	スギ	37.49132183	140.9300087
38	浪江町	46	41	0.51	個人	人工林	スギ	37.56169463	140.7014615
39	浪江町	12	42	0.45	個人	人工林	マツ類	37.46420315	140.9568936
40	浪江町	40	60	0.13	共有	人工林	スギ	37.53906116	140.8650053
41	浪江町	39	65	0.24	個人	人工林	スギ	37.5331769	140.8681019
42	浪江町	19	65	0.19	個人	人工林	スギ	37.47870839	140.8639318
43	浪江町	61	68	0.63	個人	天然林	その他 L	37.57368376	140.7981983
44	浪江町	44	76	4.05	個人	天然林	その他 L	37.55423702	140.7574099
45	浪江町	42	77	0.92	個人	人工林	マツ類	37.55398179	140.796057
46	浪江町	11	91	0.09	個人	人工林	マツ類	37.4738311	140.9845827
47	浪江町	23	99	1.27	共有	人工林	スギ	37.48819707	140.9244945
48	浪江町	28	104	9.23	個人	人工林	スギ	37.50235614	140.9197137
49	浪江町	28	114	0.28	個人	人工林	スギ	37.50497283	140.9239636
50	浪江町	15	116	1.62	個人	人工林	スギ	37.45766269	140.939984
51	浪江町	37	133	2.35	個人	人工林	スギ	37.50475359	140.8702974
55	浪江町	21	211	1.27	個人	人工林	スギ	37.47862146	140.929401
57	浪江町	51	244	0.81	個人	天然林	マツ類	37.57335953	140.7492497
58	飯舘村	50	409	0.24	個人	人工林	スギ	37.60881667	140.7274497
59	飯舘村	50	49	0.29	個人	人工林	マツ類	37.61173306	140.7356125
60	飯舘村	50	111	0.77	個人	人工林	スギ	37.6148564	140.7427549
61	飯舘村	50	313	0.15	個人	人工林	ヒノキ類	37.61486415	140.7536942
62	飯舘村	49	5	0.42	個人	人工林	スギ	37.61690897	140.7596873
63	飯舘村	49	88	0.22	個人	人工林	マツ類	37.61639507	140.7660967
64	飯舘村	49	112	0.50	個人	人工林	マツ類	37.61037617	140.7726241
65	飯舘村	49	118	0.34	個人	人工林	マツ類	37.6075175	140.7745958
66	飯舘村	49	114	0.17	個人	人工林	マツ類	37.60946622	140.7755025
67	飯舘村	50	47	0.17	個人	人工林	マツ類	37.61117946	140.7355762
76	葛尾村	5	165-1	0.53	個人	人工林	マツ類	37.51947539	140.8204148
80	葛尾村	5	145	0.29	個人	天然林	その他 L	37.52164551	140.8173864
81	葛尾村	5	198-2	0.11	個人	天然林	その他 L	37.51745093	140.8484867
82	葛尾村	5	88-1	0.15	個人	天然林	その他 L	37.5258979	140.8078081
91	大熊町	23	57	0.44	市町村	人工林	スギ	37.40914307	140.9050777
92	大熊町	23	56	0.91	市町村	人工林	スギ	37.41140357	140.9072446

基本情報								中心点情報	
No	市町村	林班	小班	面積(ha)	所有者	林種	主要樹種	原点(緯度)	原点(経度)
93	大熊町	32	39	0.40	市町村	人工林	スギ	37.42232908	140.9260813
94	大熊町	32	38	0.41	市町村	人工林	スギ	37.41973704	140.9264426
95	大熊町	7	25	0.85	市町村	天然林	マツ類	37.41693589	140.9729142
96	大熊町	8	87	0.26	市町村	天然林	その他 L	37.40957285	140.9903389
97	大熊町	8	130	0.12	市町村	天然林	マツ類	37.41127909	140.9939312
98	大熊町	8	132	0.17	市町村	天然林	マツ類	37.41316729	140.9939621
99	大熊町	11	244	0.14	市町村	天然林	スギ	37.38224092	140.9924343
100	大熊町	11	226	0.30	市町村	人工林	マツ類	37.37977197	140.9944341
101	大熊町	11	381	0.32	市町村	人工林	マツ類	37.38052804	140.9991888
102	大熊町	11	95	0.06	市町村	人工林	スギ	37.38000408	141.0064489
103	大熊町	1	118	0.28	市町村	人工林	マツ類	37.37603365	141.0174425
106	大熊町	11	230	0.14	市町村	人工林	ヒノキ類	37.37934092	140.9920489
107	双葉町	26	182	0.33	市町村	人工林	スギ	37.43405993	140.9394621
108	双葉町	23	61	0.37	市町村	人工林	スギ	37.42704584	140.9407137
109	双葉町	49	164	0.11	市町村	天然林	その他 L	37.44689863	140.961284
110	双葉町	47	92	0.26	市町村	天然林	マツ類	37.44542842	140.9674948
112	双葉町	9	45	0.03	市町村	人工林	マツ類	37.43780304	141.0061113
113	双葉町	9	175	0.06	市町村	人工林	ヒノキ類	37.44008561	141.0068145
116	葛尾村	5	154	3.13	個人	天然林	その他 L	37.519332	140.8262485
117	葛尾村	5	168	5.87	個人	天然林	その他 L	37.5166555	140.8217262
118	葛尾村	5	80	2.04	個人	天然林	その他 L	37.5265754	140.8025057
119	双葉町	-	-	0.03	市町村	-	-	37.43819413	140.9434965
120	双葉町	-	-	0.06	市町村	-	-	37.43815472	140.9438419
121	双葉町	-	-	0.20	市町村	-	-	37.45724506	140.9593728
123	南相馬市	C037	14	0.29	市町村	天然林	その他 L	37.54094338	140.8970871
124	南相馬市	C037	15	0.20	市町村	天然林	その他 L	37.54417877	140.9082995
125	浪江町	47	208	0.69	市町村	天然林	その他 L	37.55680173	140.7323345
126	浪江町	58	258	0.59	市町村	人工林	マツ類	37.59688626	140.753962
127	双葉町	14	64	1.13	個人	人工林	ヒノキ類	37.4235586	140.9923851
128	双葉町	55	137	0.55	個人	人工林	スギ	37.47007149	140.9954787
129	双葉町	11	40	0.54	個人	人工林	スギ	37.43193102	141.0015673

※森林簿を参考に作成。

※「No」は選定した調査地点のうち、森林地権者の同意がとれた地点のみ掲載。

※No119、120、121 に関しては、森林簿に当該箇所の情報がなかったため、不明データは「-」で示した。

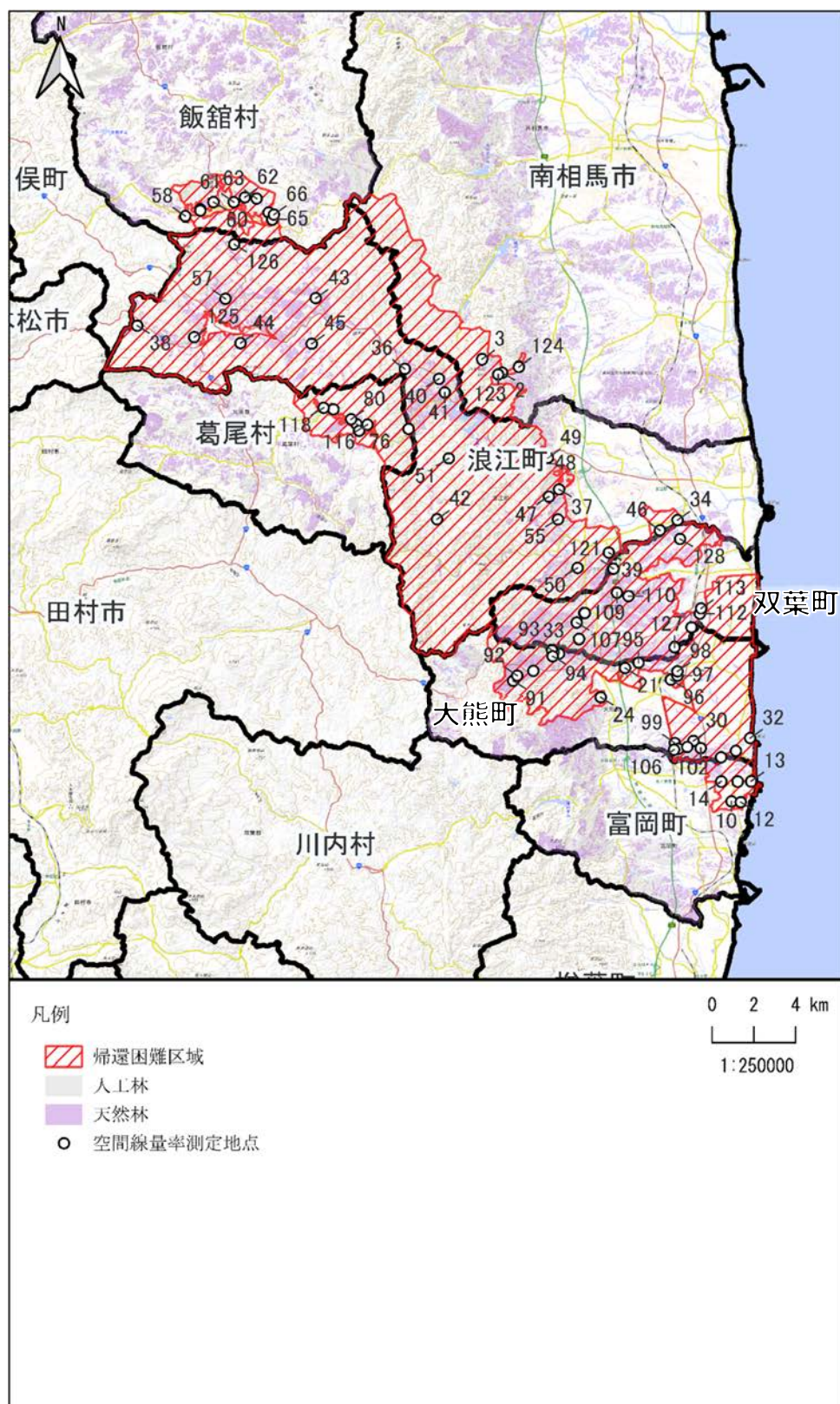


図 3.1-1 調査地点位置図

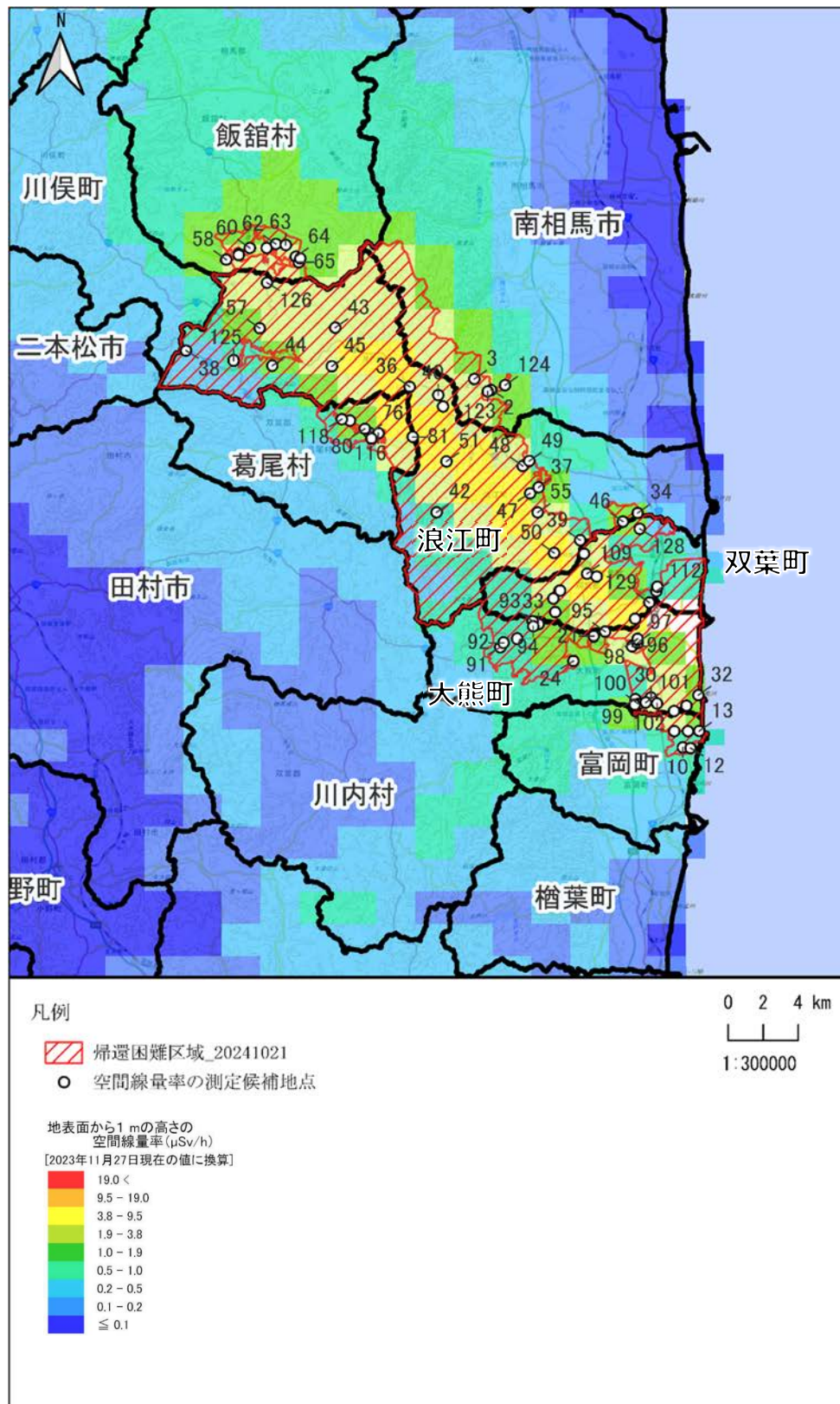


図 3.1-2 調査地点位置と航空機モニタリングデータとの重ね図

表 3.1-2 空間線量率測定結果と航空機モニタリングデータ一覧

	空間線量率測定結果 (②最小値、③最大値、④平均値は各調査地点における歩行 測定結果から IDW 法により求められた値)				航空機モニタリングデータ (令和 5 年 11 月 27 日現在)		相対偏差
No	①調査地点 中心付近 ($\mu\text{Sv/h}$)	②最小値 ($\mu\text{Sv/h}$)	③最大値 ($\mu\text{Sv/h}$)	④平均値 ($\mu\text{Sv/h}$)	⑤空間線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	⑥福島第一原発 からの距離(km)	(⑤-④)/④
2	1.49	0.63	2.00	1.40	1.90	17.9	0.50
3	2.17	0.64	2.34	1.74	2.10	18.8	0.21
10	1.51	0.86	2.64	1.57	0.83	7.2	-0.47
11	2.61	0.64	2.94	2.07	1.70	6.2	-0.18
12	1.41	0.58	1.70	1.15	0.82	7.2	-0.29
13	1.98	1.46	2.57	2.03	1.60	6.2	-0.21
14	3.05	1.51	3.23	2.65	1.50	6.4	-0.43
20	2.81	1.74	4.10	3.15	2.30	4.9	-0.27
21	2.95	1.42	3.15	2.66	3.40	6.1	0.28
23	0.70	0.29	1.00	0.62	0.80	10.2	0.30
24	1.35	0.35	1.69	1.06	0.94	7.5	-0.11
30	2.83	1.12	3.45	2.45	2.00	5.1	-0.18
32	0.56	0.32	1.88	0.78	1.70	4.1	1.17
33	1.10	0.70	1.19	0.97	0.80	9.1	-0.17
34	2.22	0.68	2.84	1.92	1.40	7.1	-0.27
36	4.35	1.96	6.57	4.79	5.40	21.3	0.13
37	2.10	1.55	2.50	2.04	2.30	11.9	0.13
38	0.27	0.18	1.28	0.50	0.39	33.1	-0.22
39	2.96	1.09	3.29	2.57	1.40	8.1	-0.46
40	4.58	1.76	5.03	3.69	3.80	19.7	0.03
41	2.68	1.27	4.87	2.86	3.50	19.1	0.22
42	0.69	0.25	0.77	0.47	0.72	16.1	0.54
43	3.30	1.20	3.56	2.71	3.20	26.7	0.18
44	1.20	0.91	1.97	1.30	1.40	28.4	0.07
45	2.00	0.55	2.34	1.78	2.20	25.5	0.23
46	1.06	0.53	1.25	0.99	1.00	7.1	0.01
47	1.48	1.16	3.33	2.32	2.90	12.2	0.25
48	2.04	0.47	2.87	1.68	2.10	13.4	0.25
49	1.40	0.57	2.04	1.27	1.60	13.4	0.26
50	5.76	0.86	7.92	4.54	6.30	9.1	0.39

	空間線量率測定結果 (②最小値、③最大値、④平均値は各調査地点における歩行 測定結果から IDW 法により求められた値)				航空機モニタリングデータ (令和 5 年 11 月 27 日現在)		相対偏差
No	①調査地点 中心付近 ($\mu\text{Sv/h}$)	②最小値 ($\mu\text{Sv/h}$)	③最大値 ($\mu\text{Sv/h}$)	④平均値 ($\mu\text{Sv/h}$)	⑤空間線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	⑥福島第一原発 からの距離(km)	(⑤-④)/④
51	5.96	0.95	6.43	4.08	4.90	17.1	0.20
55	2.88	2.15	4.83	3.23	3.80	11	0.18
57	2.82	1.12	2.89	1.94	2.40	30.3	0.24
58	1.98	1.01	2.70	1.66	2.50	34.1	0.51
59	1.79	1.37	2.30	1.79	2.20	33.6	0.23
60	1.34	0.79	2.04	1.45	1.90	33.5	0.31
61	1.49	0.96	1.91	1.60	1.90	32.6	0.19
62	1.86	1.32	2.97	1.88	2.00	32.4	0.07
63	1.21	0.45	2.19	1.14	1.90	31.8	0.66
64	2.08	0.33	2.26	1.32	1.70	30.9	0.29
65	1.50	0.60	1.84	1.19	1.80	30.8	0.51
66	1.10	0.60	1.85	1.28	1.50	30.7	0.17
67	2.07	1.24	2.67	1.86	2.20	33.6	0.18
76	1.94	0.70	3.64	1.62	2.30	21.7	0.42
80	1.57	0.40	1.78	1.24	2.10	22	0.70
81	5.81	2.71	6.31	4.23	5.70	19.4	0.35
82	1.94	0.61	1.74	1.11	1.30	23	0.17
91	0.84	0.37	1.22	0.75	0.92	11.4	0.23
92	0.80	0.26	1.01	0.58	0.88	11.1	0.51
93	0.64	0.27	0.87	0.63	0.78	9.4	0.25
94	0.82	0.30	0.96	0.68	0.79	9.4	0.17
95	5.08	3.95	6.22	4.68	4.40	5.2	-0.06
96	1.93	1.07	3.07	1.99	2.20	4.1	0.10
97	2.94	2.40	3.30	2.81	2.20	3.5	-0.22
98	8.87	5.44	9.35	7.79	4.20	3.4	-0.46
99	1.08	0.99	1.41	1.17	0.98	5.6	-0.16
100	1.78	1.31	2.27	1.70	1.70	5.6	0.00
101	2.28	1.56	2.80	2.14	2.00	5.5	-0.07
102	2.47	1.51	3.01	2.14	2.20	5.1	0.03
103	3.02	2.35	3.93	3.05	2.50	5.2	-0.18
106	1.33	0.87	1.53	1.23	1.10	5.8	-0.11

No	空間線量率測定結果 (②最小値、③最大値、④平均値は各調査地点における歩行 測定結果から IDW 法により求められた値)				航空機モニタリングデータ (令和 5 年 11 月 27 日現在)		相対偏差
	①調査地点 中心付近 ($\mu\text{Sv/h}$)	②最小値 ($\mu\text{Sv/h}$)	③最大値 ($\mu\text{Sv/h}$)	④平均値 ($\mu\text{Sv/h}$)	⑤空間線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	⑥福島第一原発 からの距離(km)	(⑤-④)/④
107	1.58	0.98	1.84	1.36	1.50	8.4	0.10
108	1.31	1.12	1.71	1.40	1.20	8	-0.14
109	2.80	1.29	6.07	3.88	4.50	6.9	0.16
110	5.58	2.02	6.04	4.50	3.80	6.3	-0.16
112	1.25	0.68	1.56	1.08	-	-	-
113	0.91	0.49	1.21	0.86	-	-	-
116	2.79	0.78	7.51	2.41	3.00	21.2	0.25
117	1.69	0.39	3.06	1.53	1.90	21.5	0.24
118	1.14	0.43	3.53	1.43	1.20	23.2	-0.16
119	1.77	1.37	2.56	1.83	2.00	8.2	0.10
120	1.64	1.21	2.50	1.62	2.30	7.9	0.42
121	2.99	1.96	5.21	4.01	2.30	7.7	-0.43
123	1.70	0.58	3.06	1.73	2.00	17.7	0.16
124	1.21	1.13	1.56	1.32	1.40	17.5	0.06
125	0.57	0.41	0.72	0.55	0.67	30.5	0.22
126	2.79	0.97	4.14	2.84	3.00	31.3	0.06
127	10.20	1.72	13.44	8.01	8.60	3.6	0.07
128	4.01	2.22	6.26	3.95	2.40	6.3	-0.39
129	2.20	0.77	2.80	1.97	-	-	-

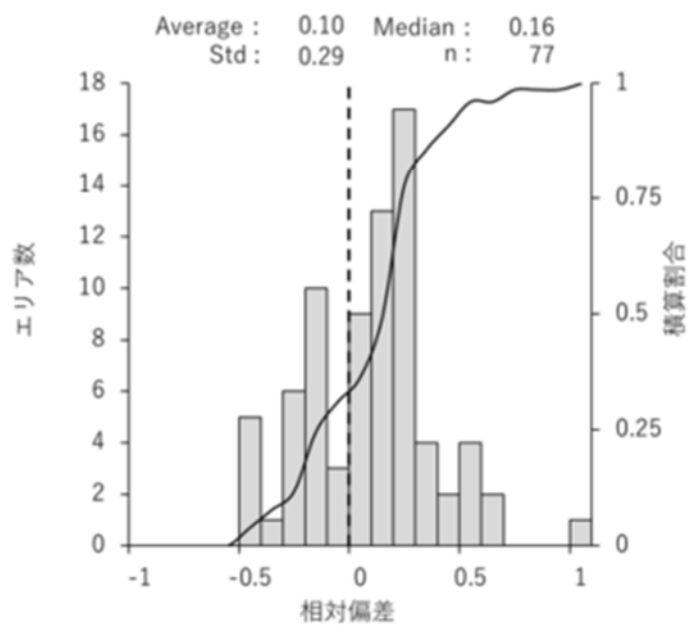
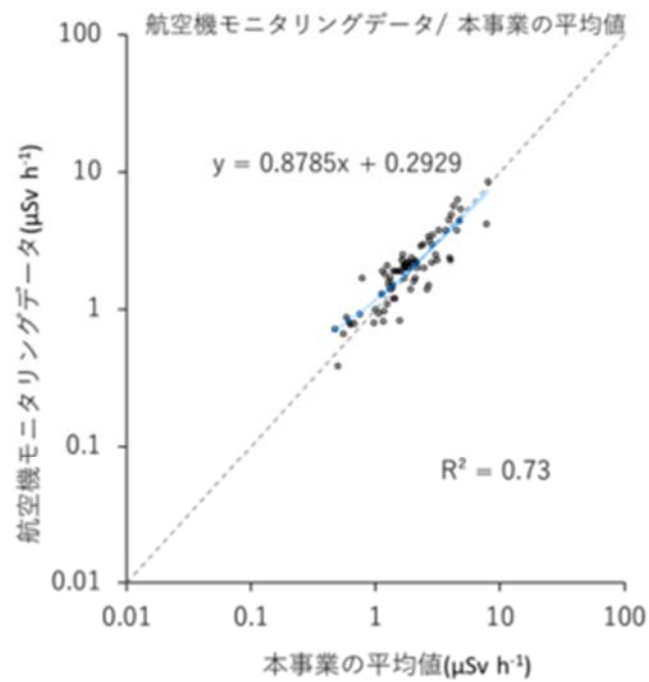


図 3.1-3 航空機モニタリングデータと本事業の平均値の関係

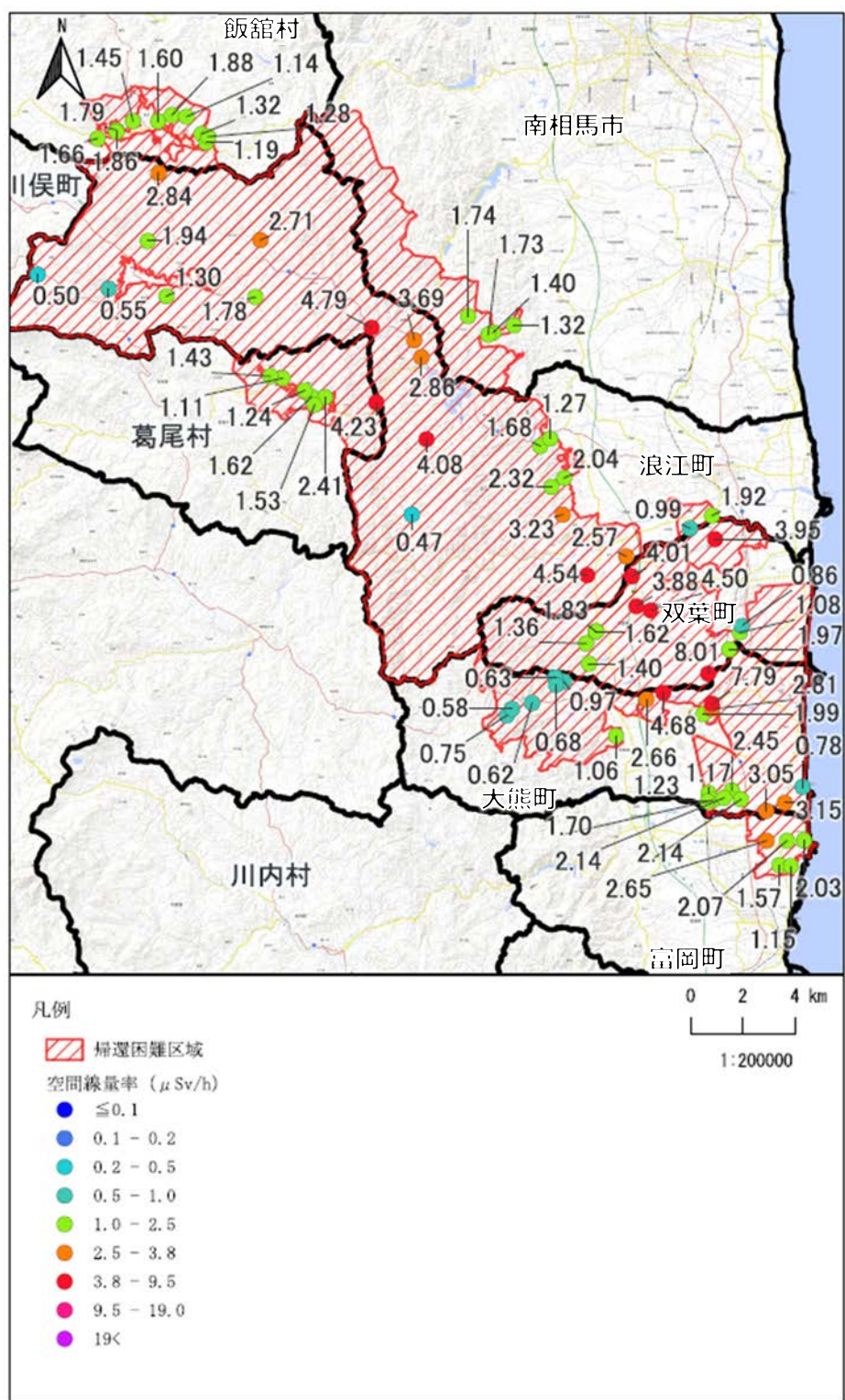


図 3.1-4 (1) 空間線量率測定結果 (各調査地点の平均値) 全体

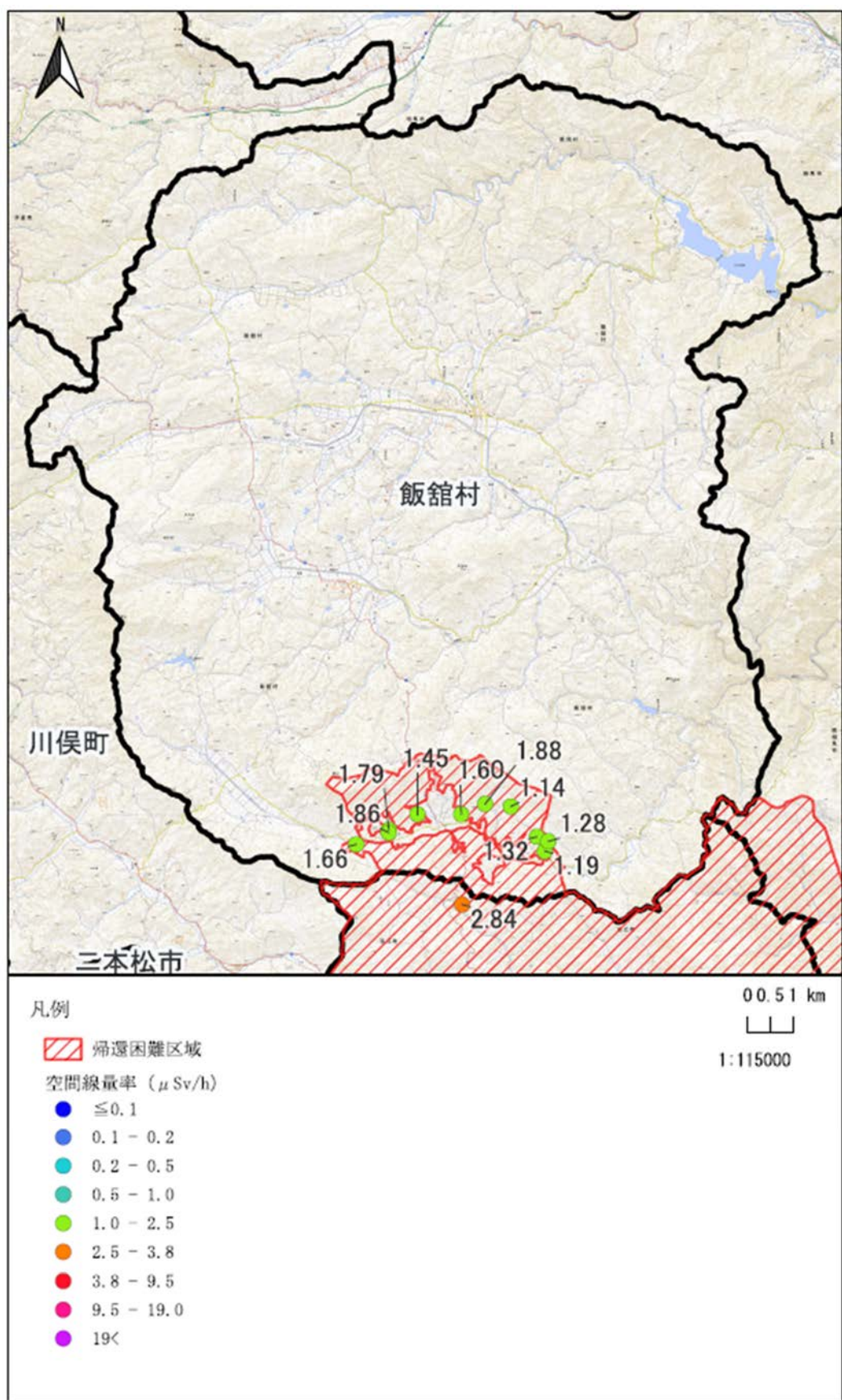


図 3.1-4 (2) 空間線量率測定結果 (各調査地点の平均値) 拡大① (飯舘村)

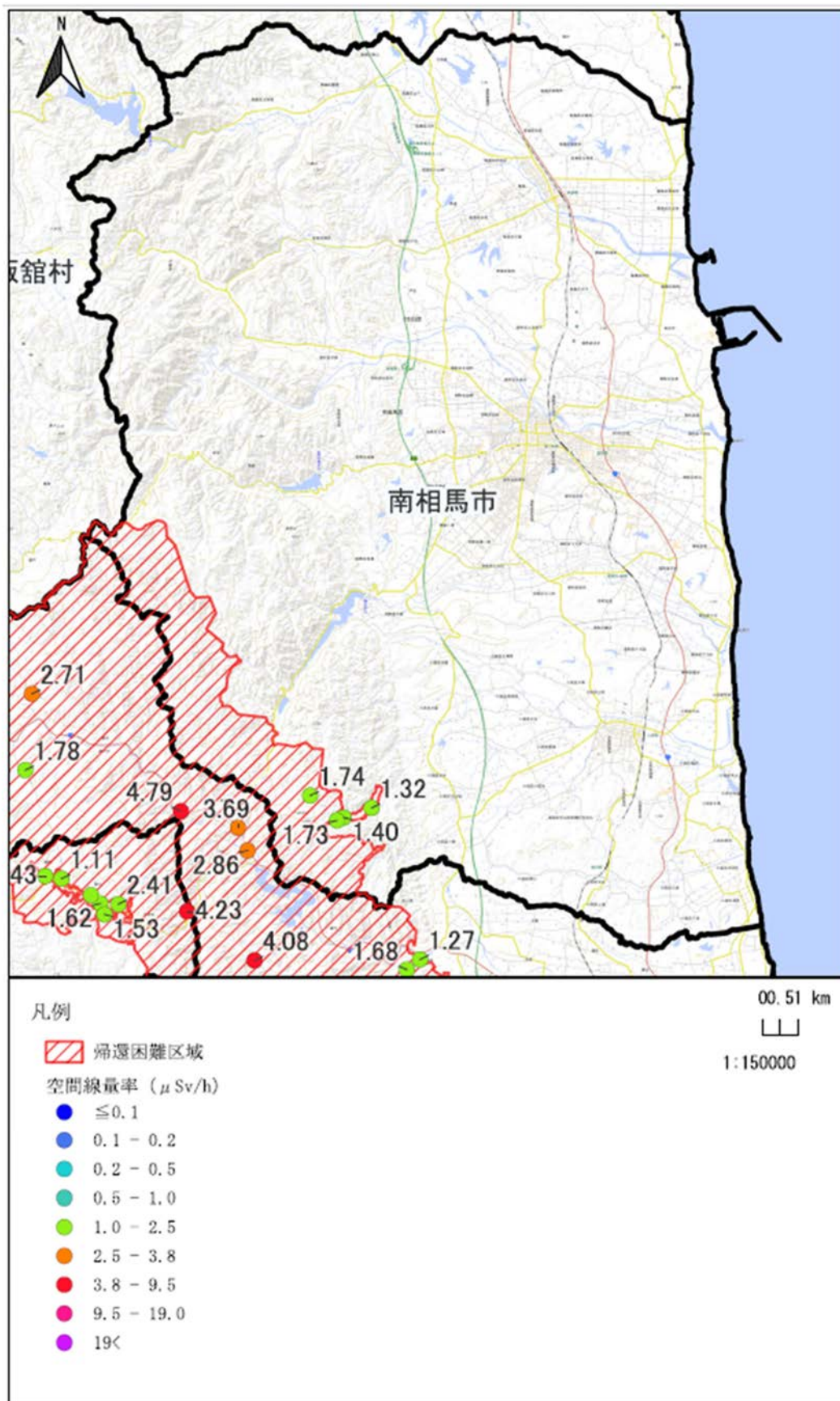


図 3.1-4 (3) 空間線量率測定結果 (各調査地点の平均値) 拡大② (南相馬市)

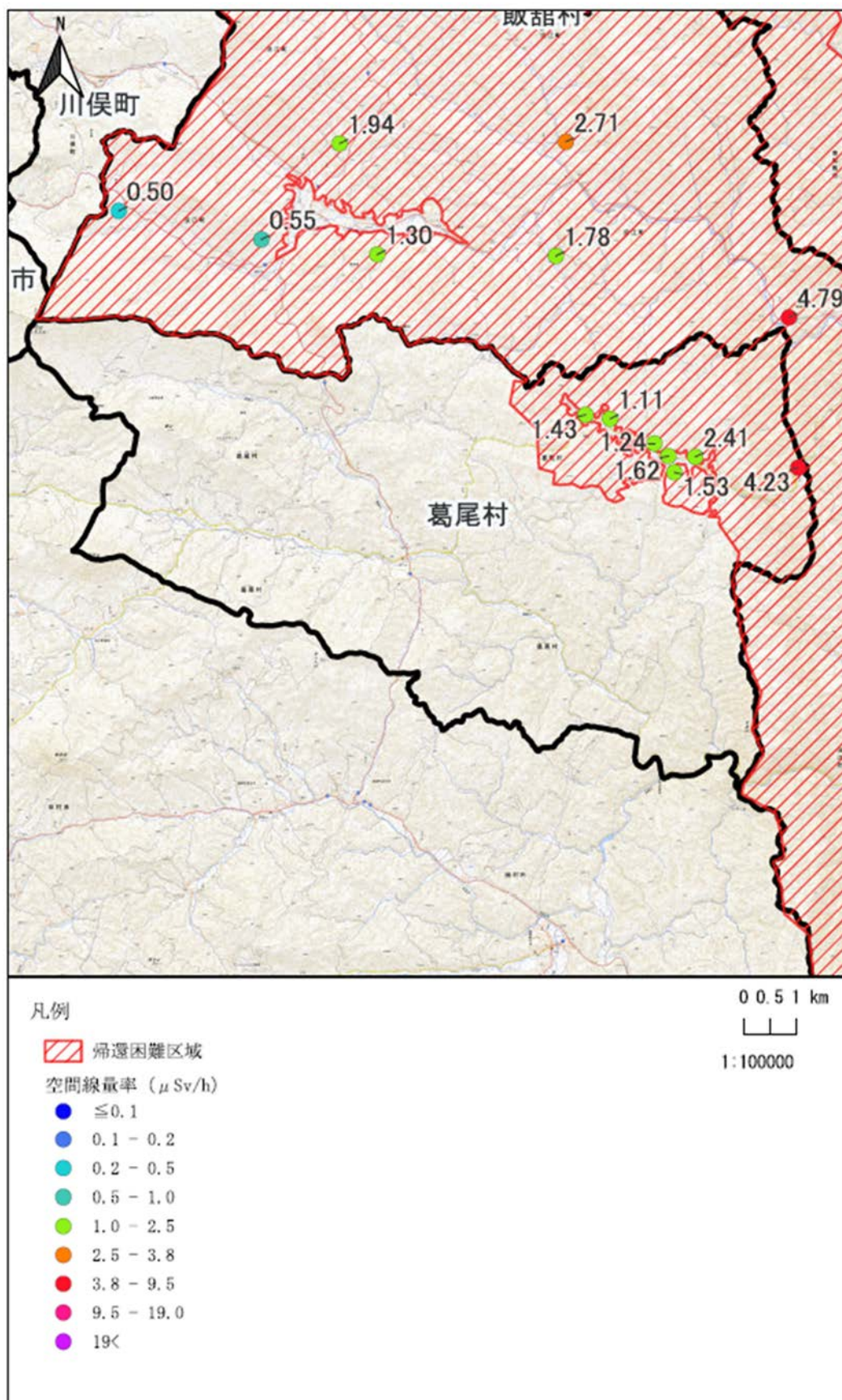


図 3.1-4 (4) 空間線量率測定結果 (各調査地点の平均値) 拡大③ (葛尾村)

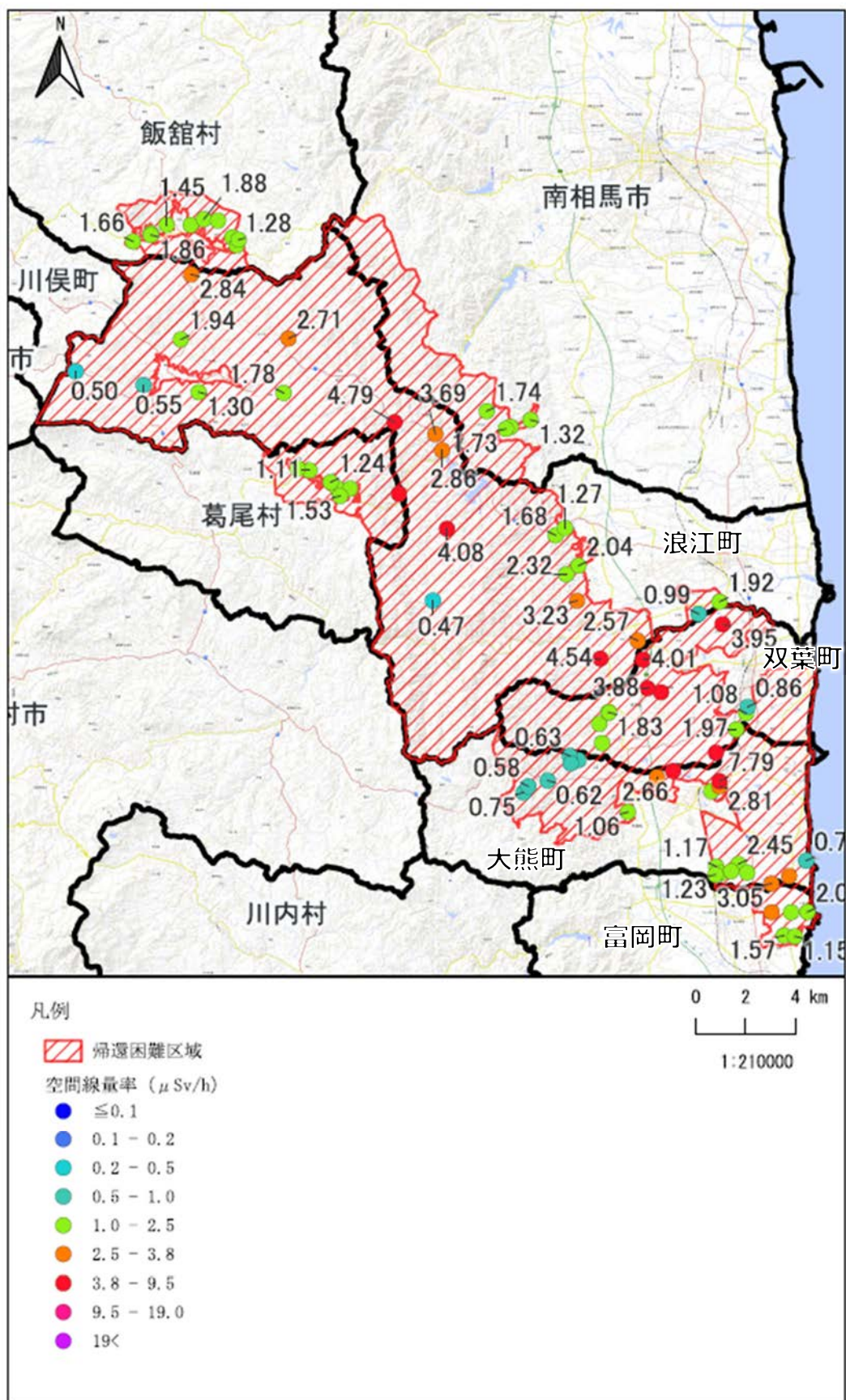


図 3.1-4 (5) 空間線量率測定結果 (各調査地点の平均値) 拡大④ (浪江町)

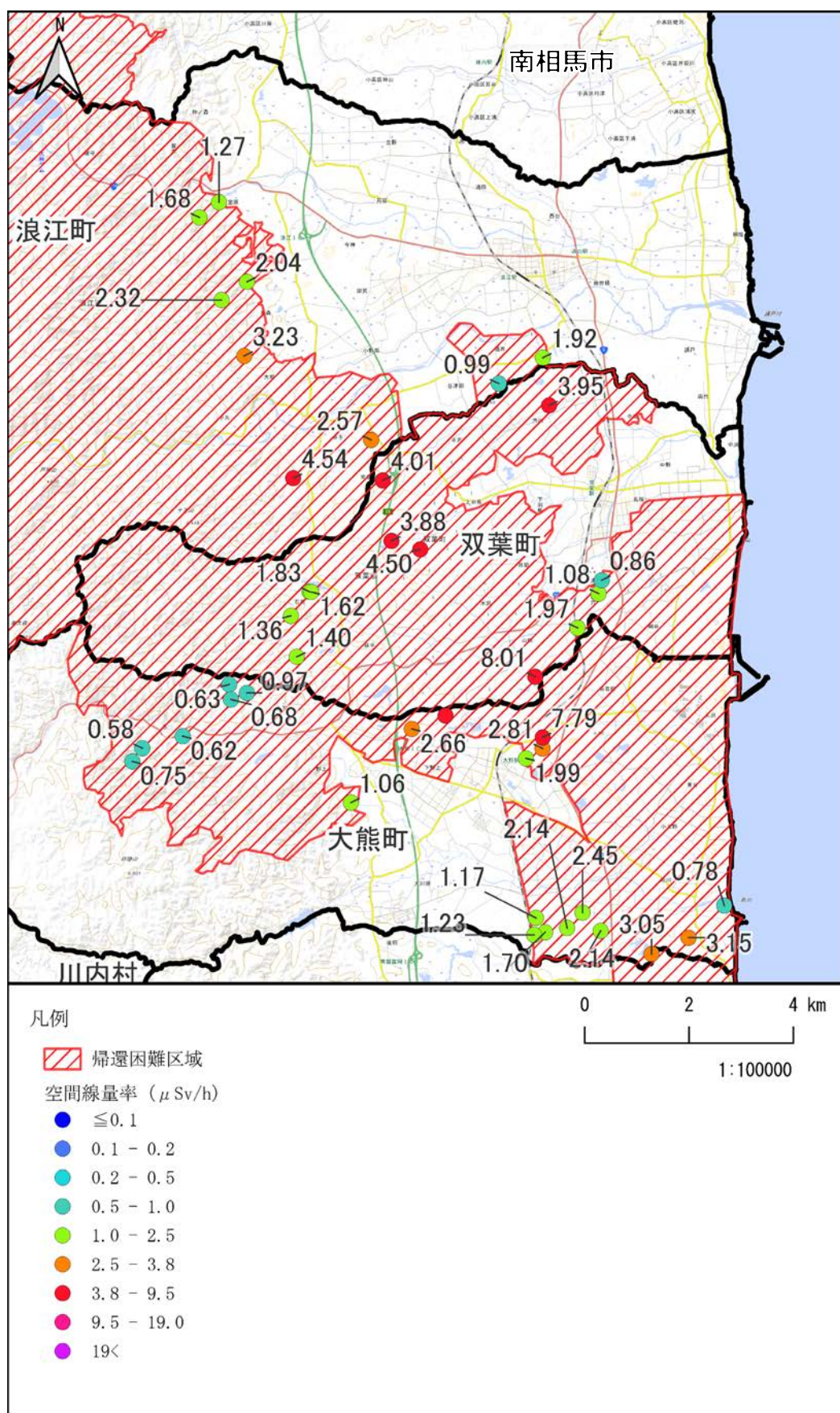


図 3.1-4 (6) 空間線量率測定結果 (各調査地点の平均値) 拡大⑤ (双葉町)

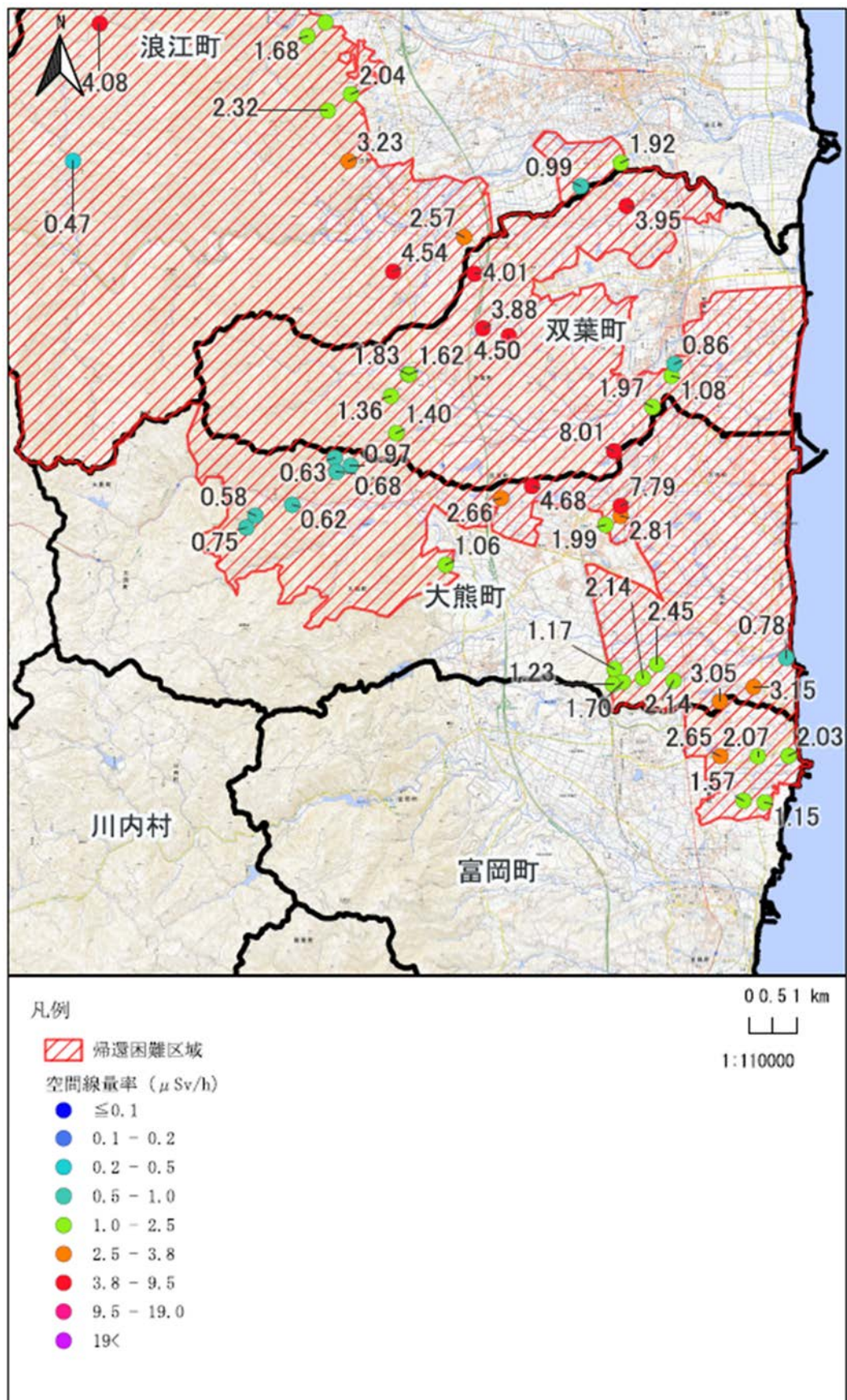


図 3.1-4 (7) 空間線量率測定結果 (各調査地点の平均値) 拡大⑥ (大熊町)

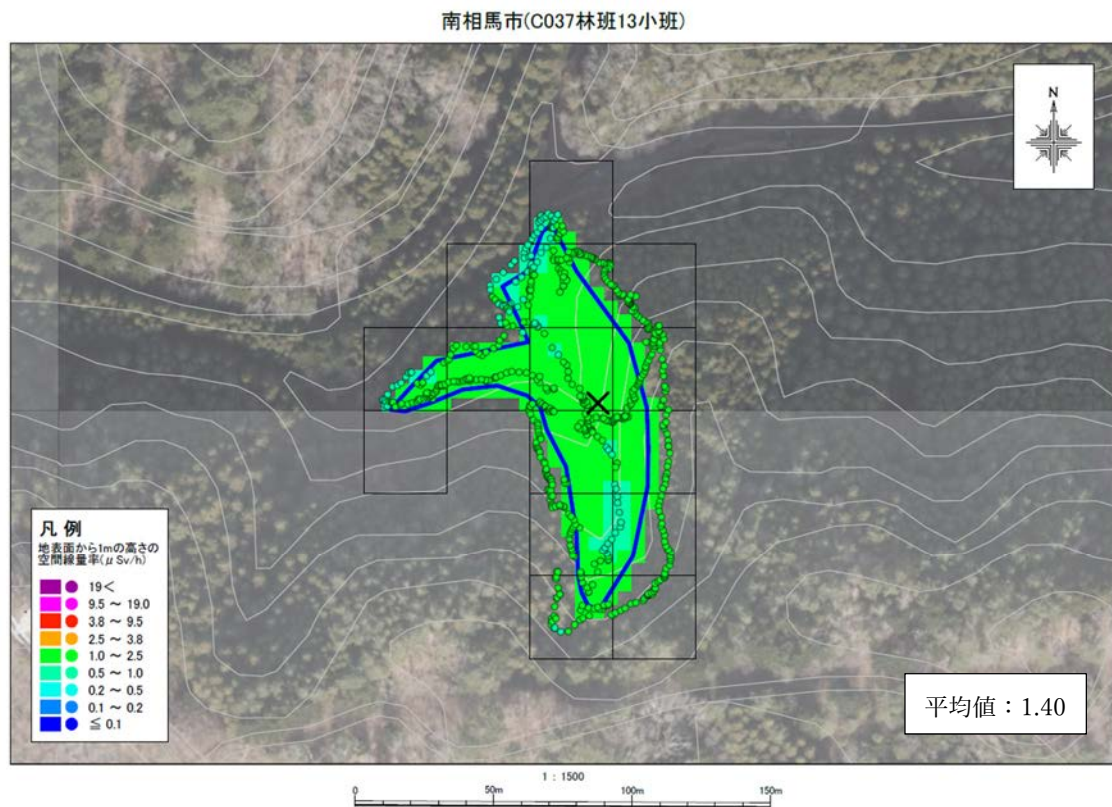


図 3.1-5 歩行測定結果 調査地点 No.2

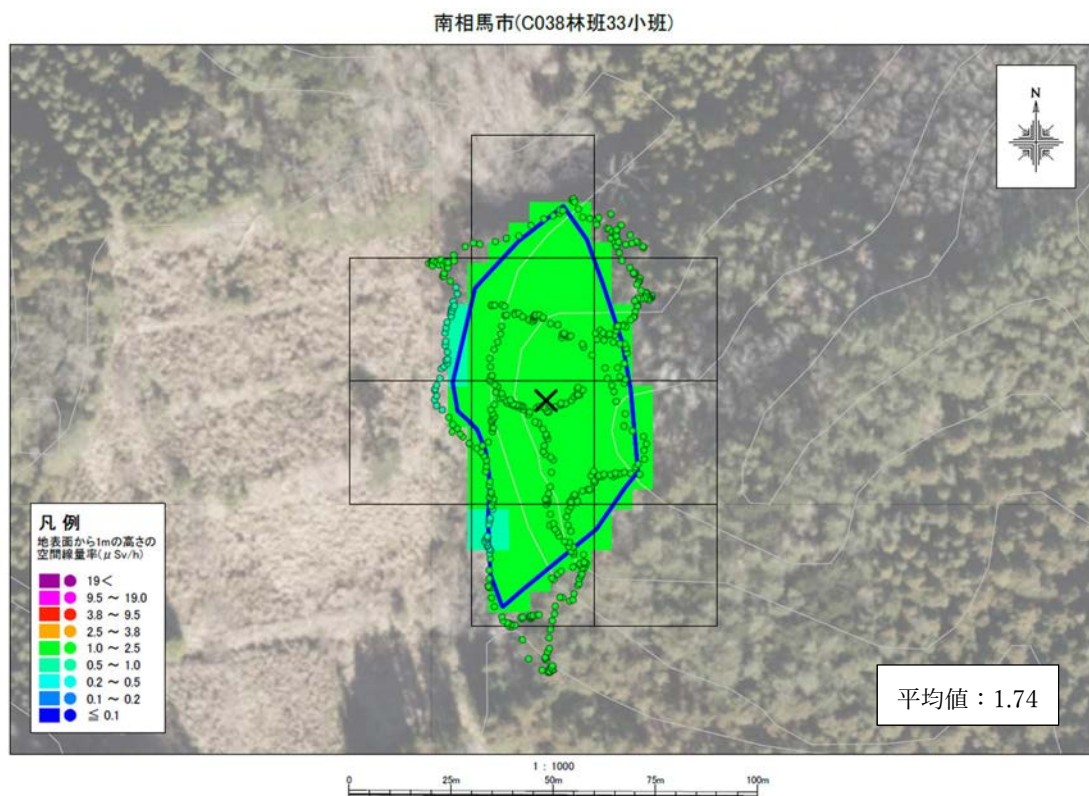


図 3.1-6 歩行測定結果 調査地点 No.3



図 3.1-7 歩行測定結果 調査地点 No.10

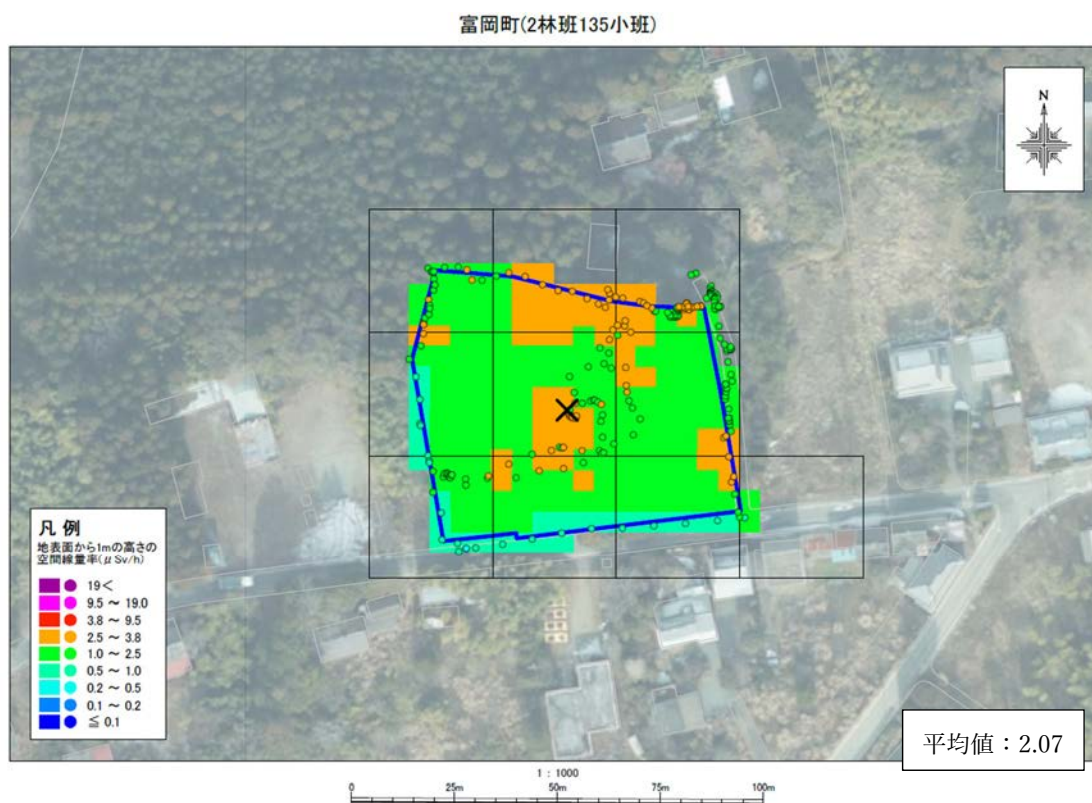


図 3.1-8 歩行測定結果 調査地点 No.11

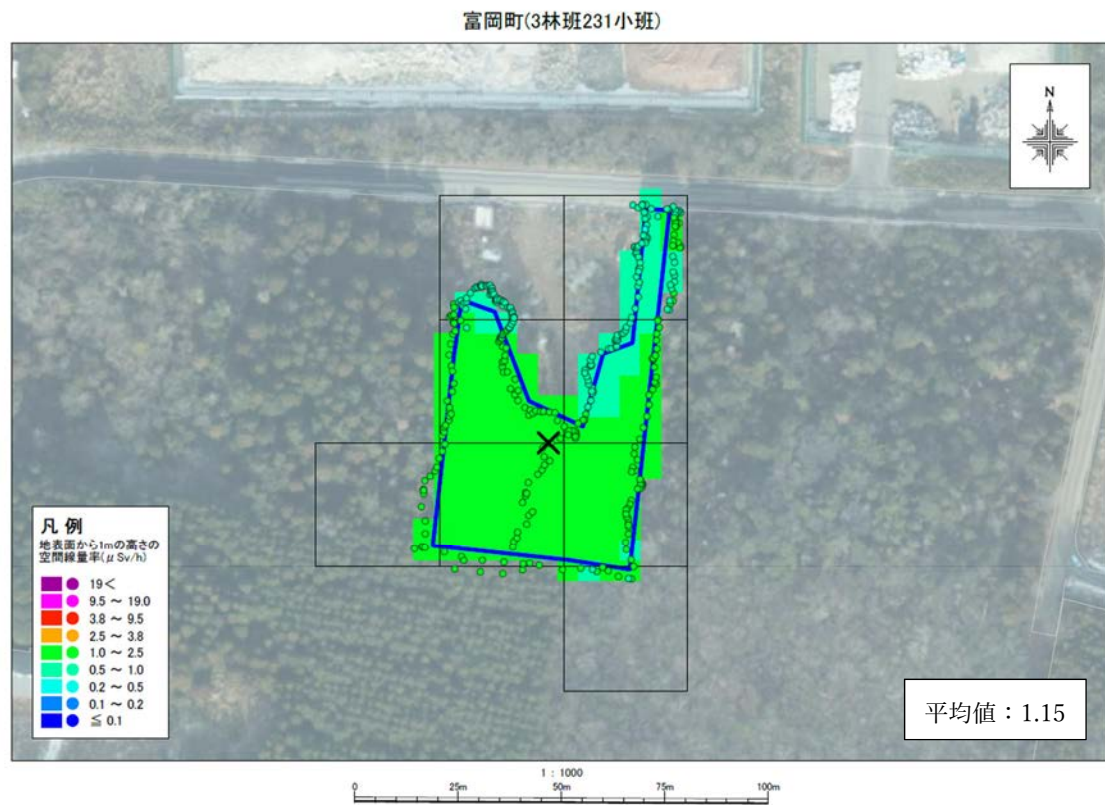


図 3.1-9 歩行測定結果 調査地点 No.12



図 3.1-10 歩行測定結果 調査地点 No.13

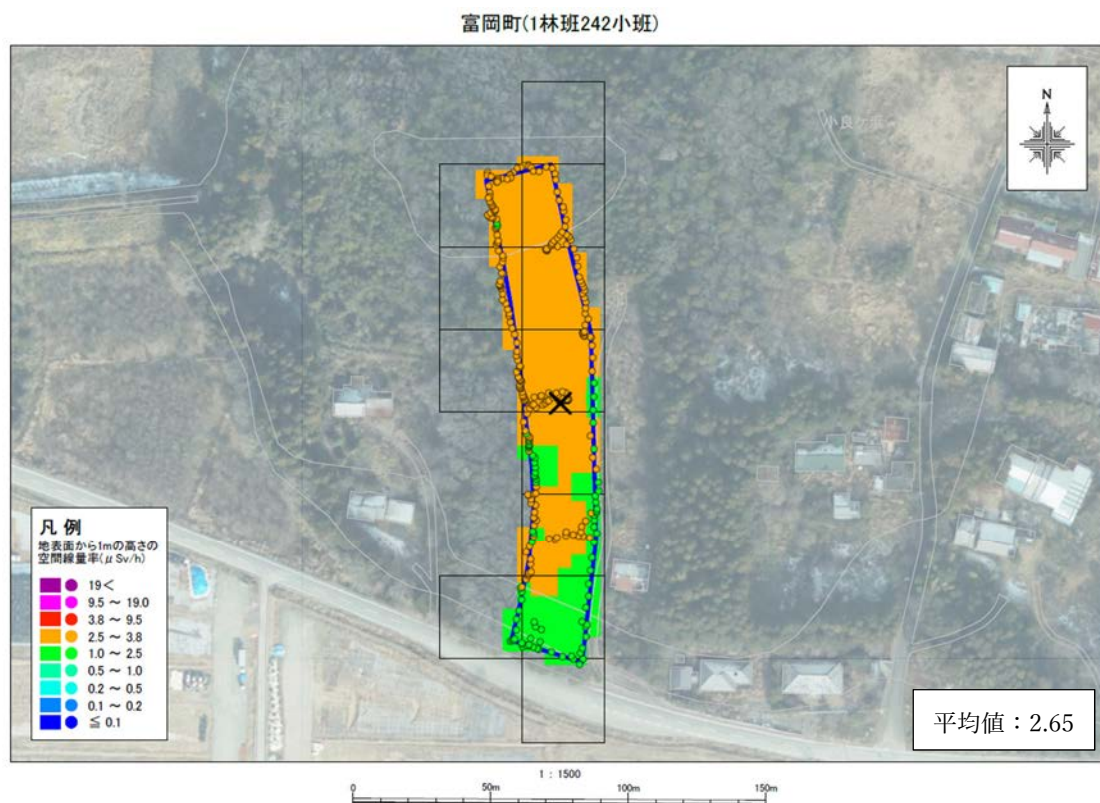


図 3.1-11 歩行測定結果 調査地点 No.14

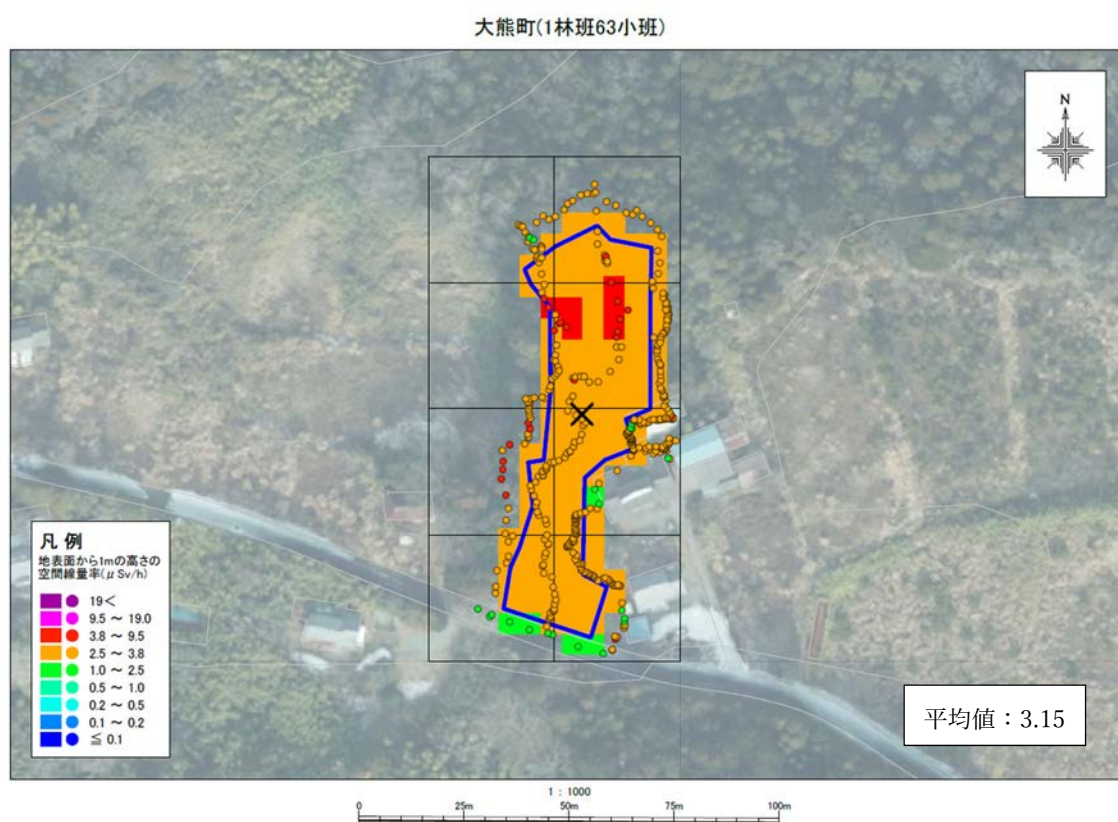


図 3.1-12 歩行測定結果 調査地点 No.20



図 3.1-13 歩行測定結果 調査地点 No.21

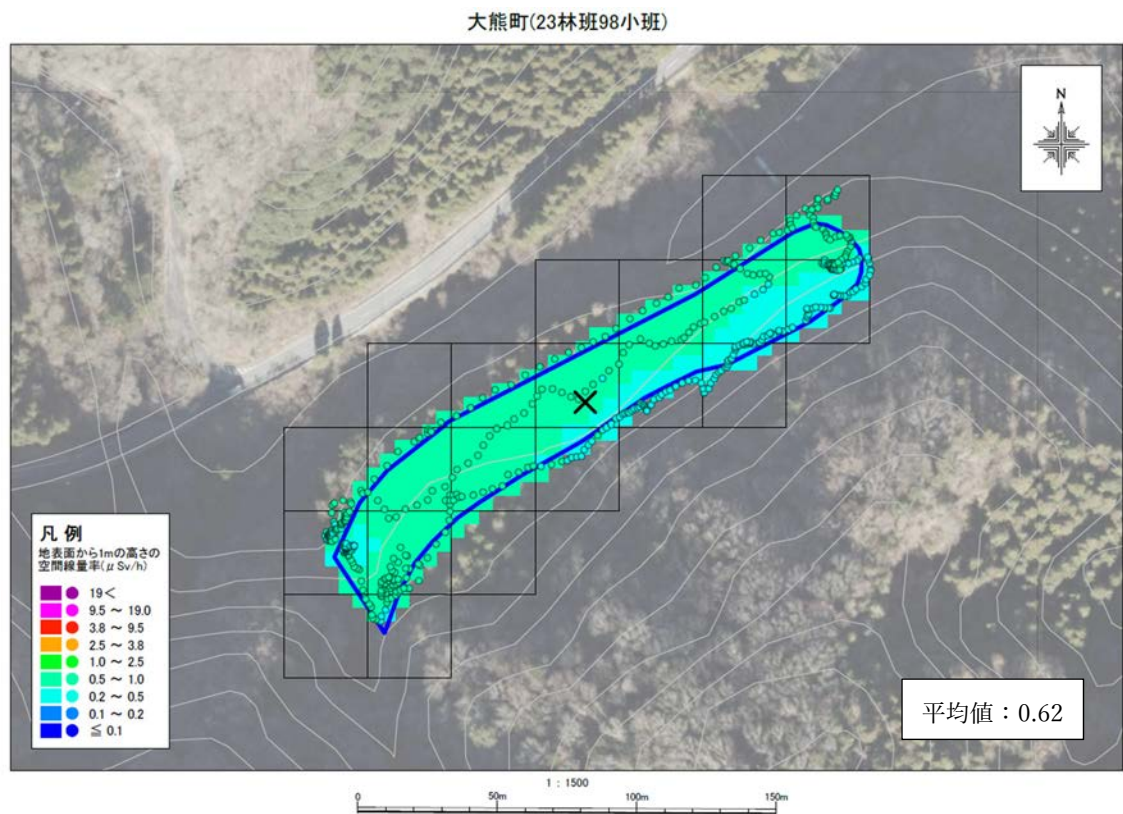


図 3.1-14 歩行測定結果 調査地点 No.23

大熊町(21林班117小班)

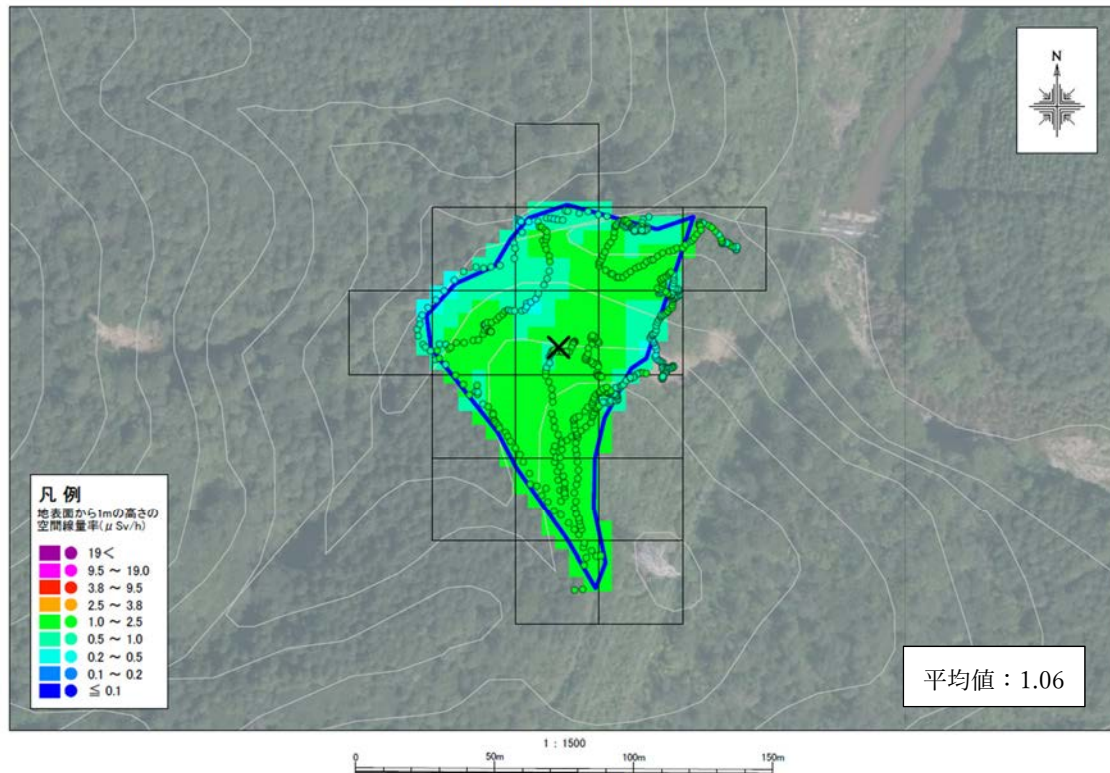


図 3.1-15 歩行測定結果 調査地点 No.24

大熊町(11林班350小班)

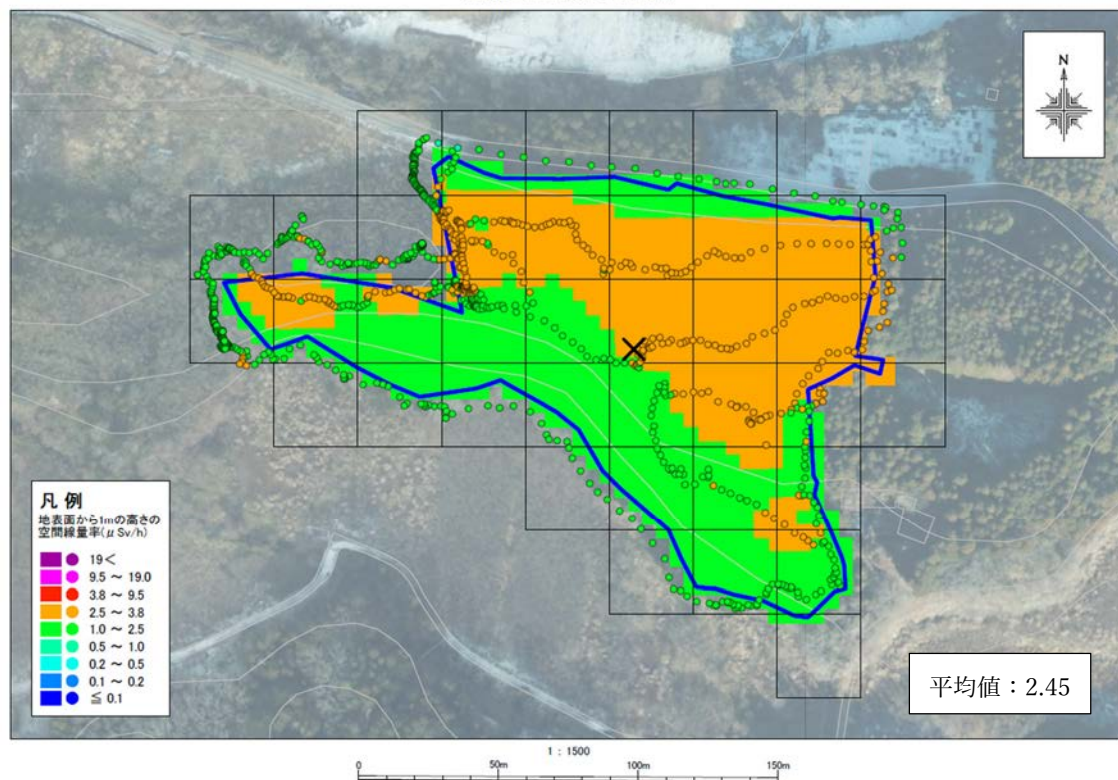


図 3.1-16 歩行測定結果 調査地点 No.30

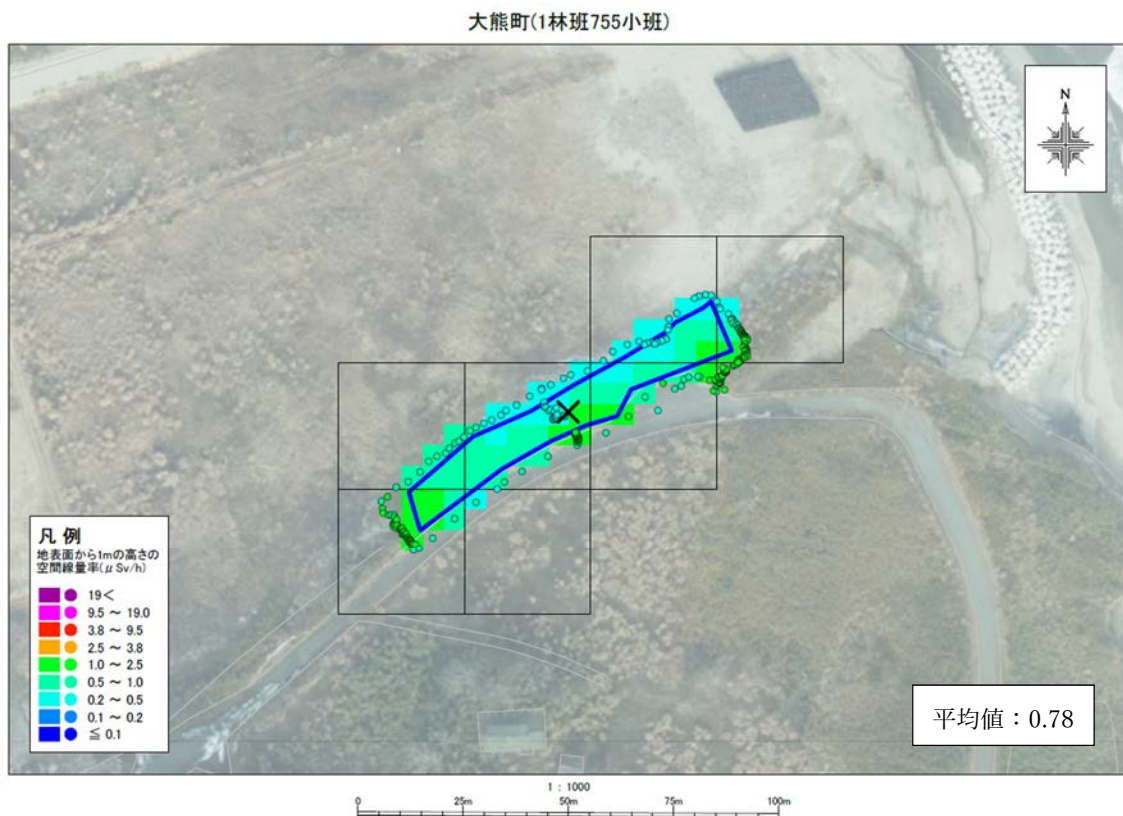


図 3.1-17 歩行測定結果 調査地点 No.32

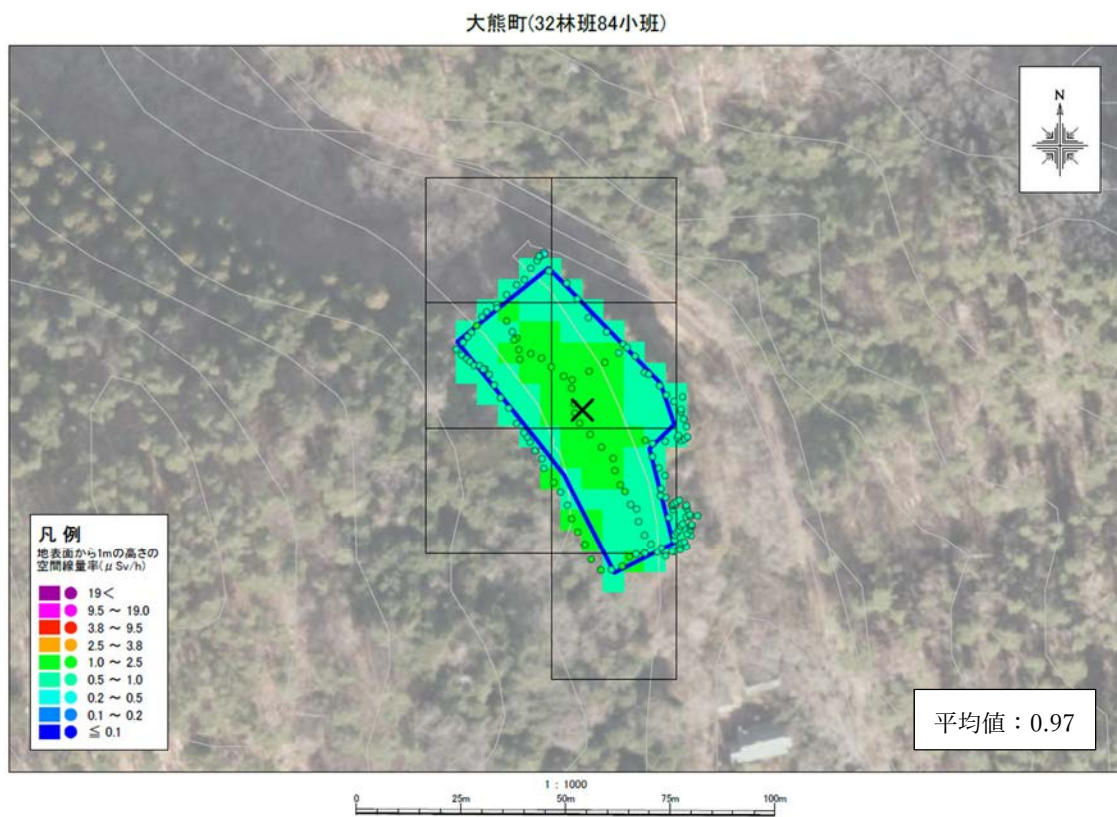


図 3.1-18 歩行測定結果 調査地点 No.33

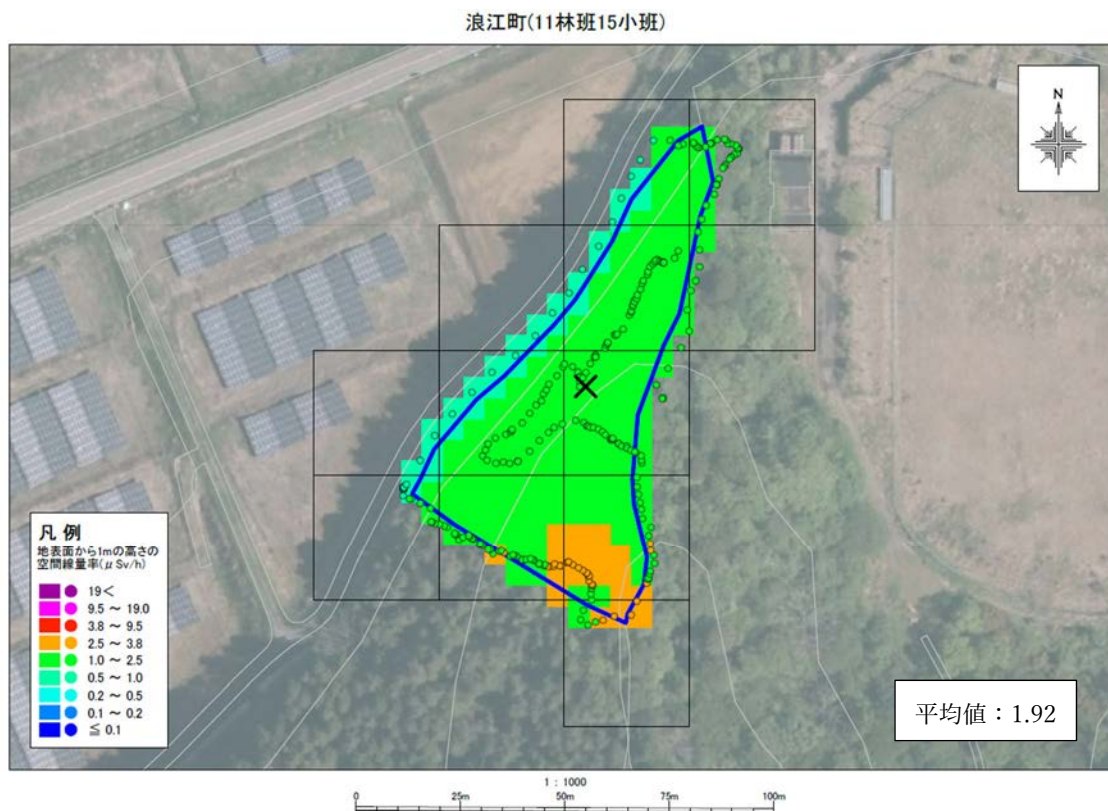


図 3.1-19 歩行測定結果 調査地点 No.34

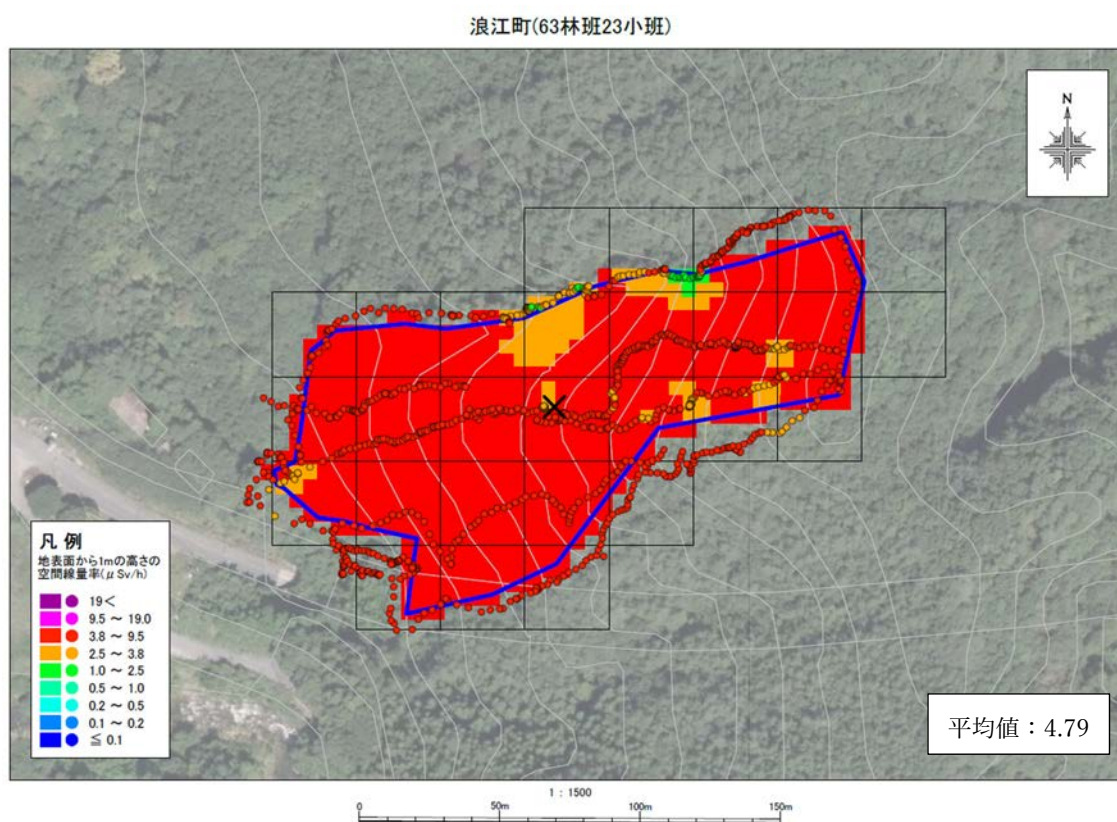


図 3.1-20 歩行測定結果 調査地点 No.36

浪江町(23林班25小班)

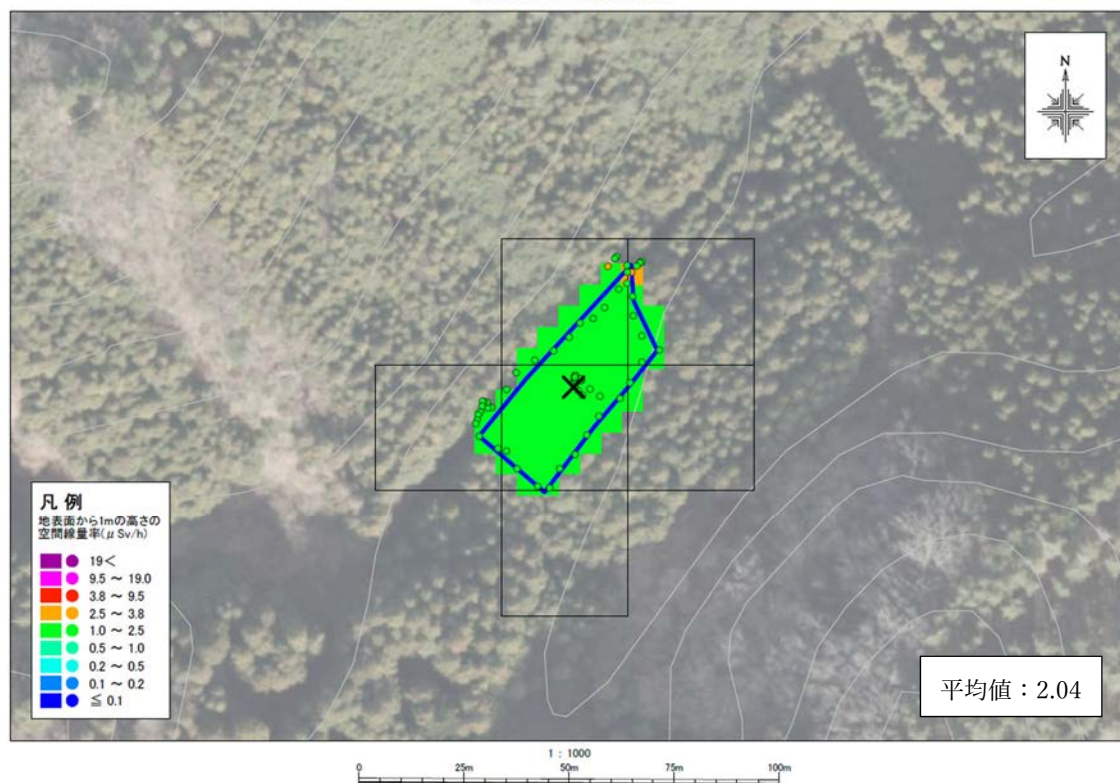


図 3.1-21 歩行測定結果 調査地点 No.37

浪江町(46林班41小班)

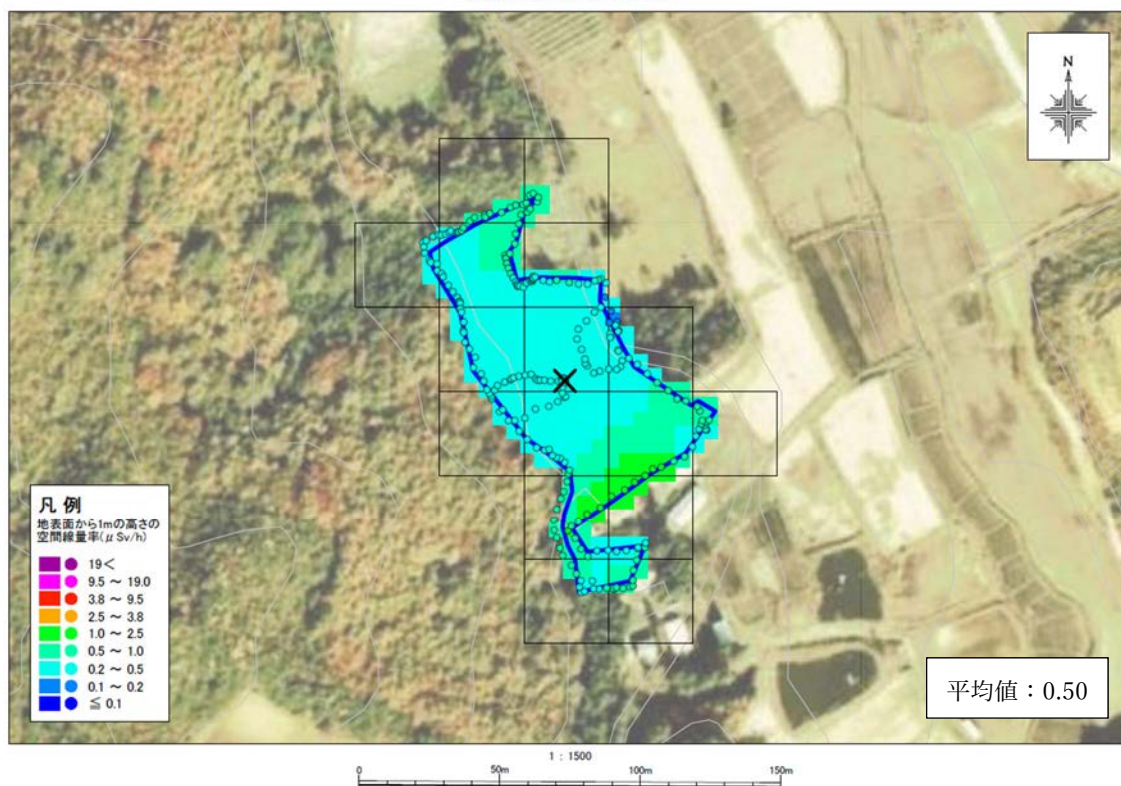


図 3.1-22 歩行測定結果 調査地点 No.38

浪江町(12林班42小班)

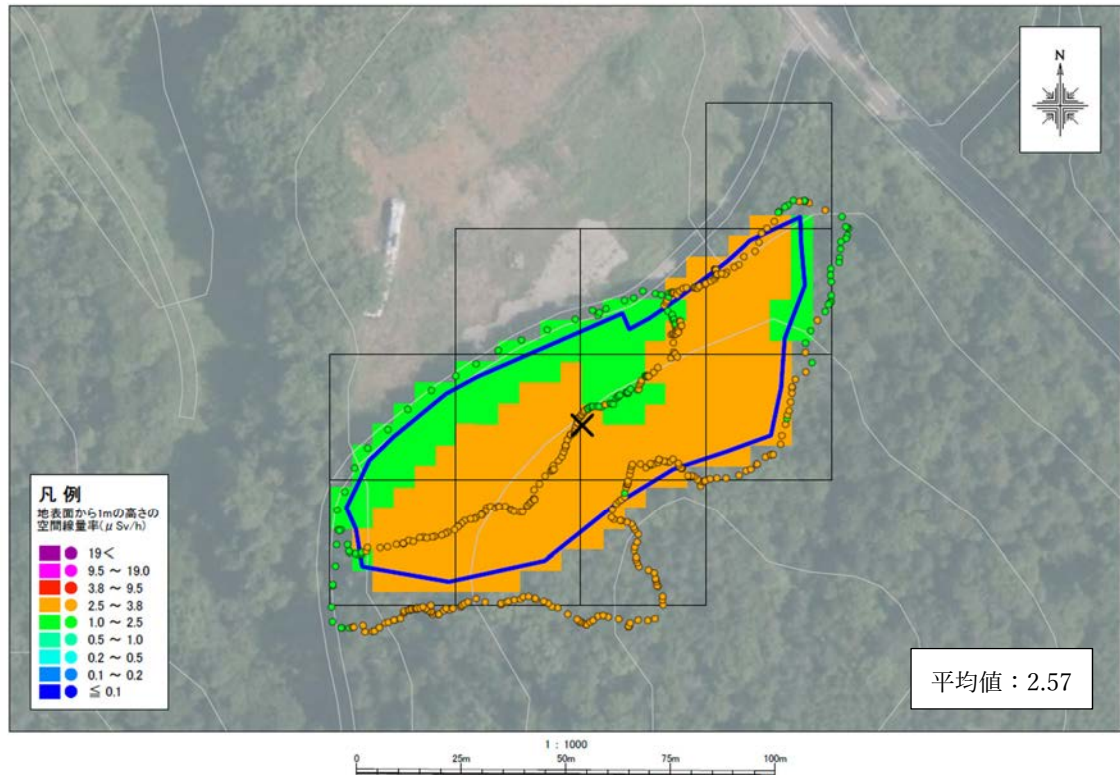


図 3.1-23 歩行測定結果 調査地点 No.39

浪江町(40林班60小班)

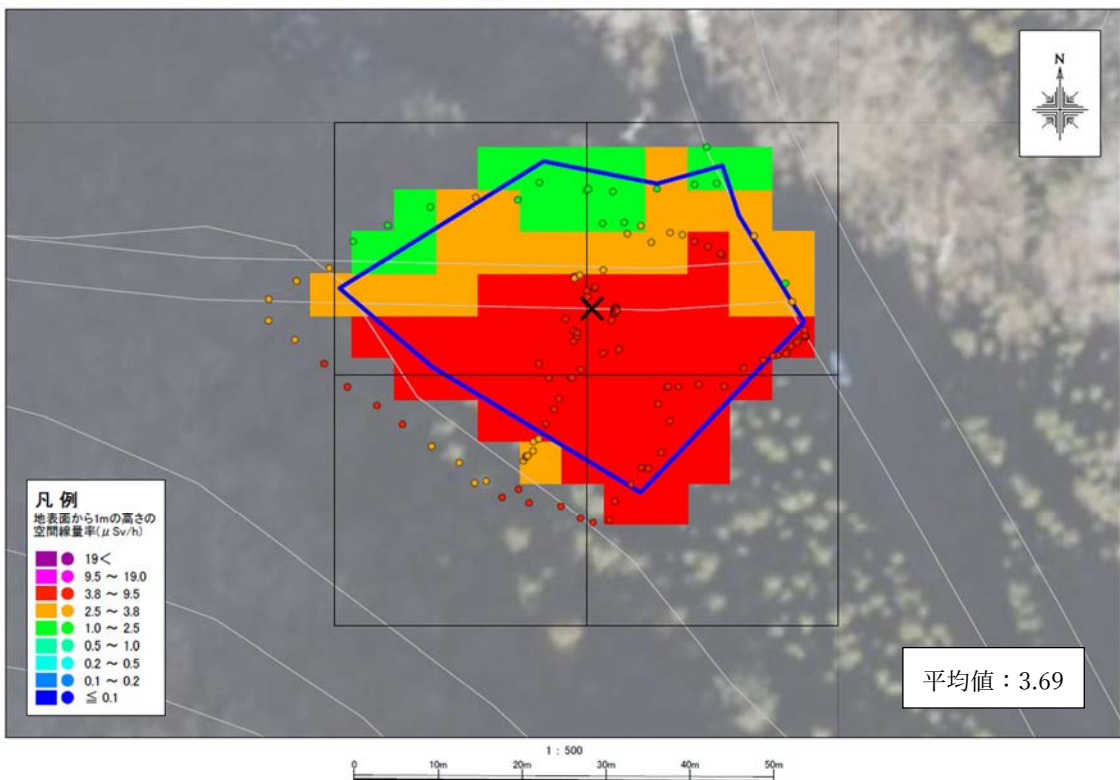


図 3.1-24 歩行測定結果 調査地点 No.40

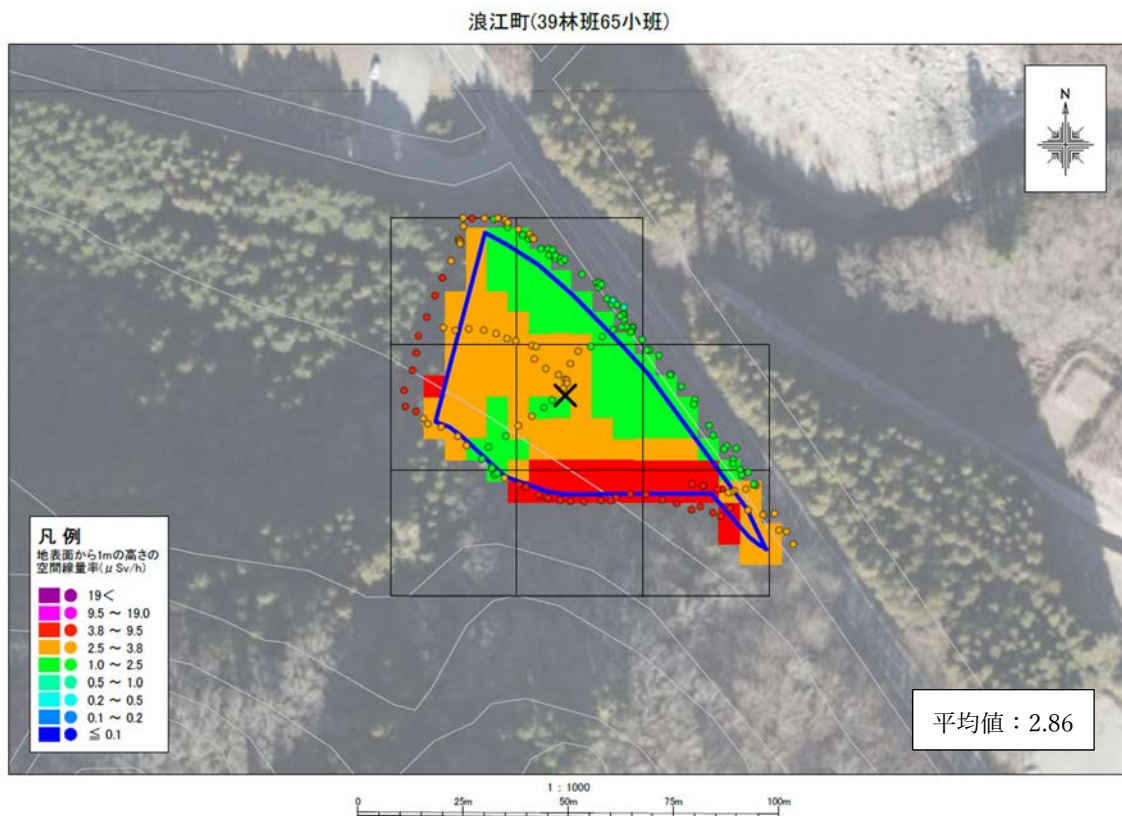


図 3.1-25 歩行測定結果 調査地点 No.41
浪江町(19林班65小班)

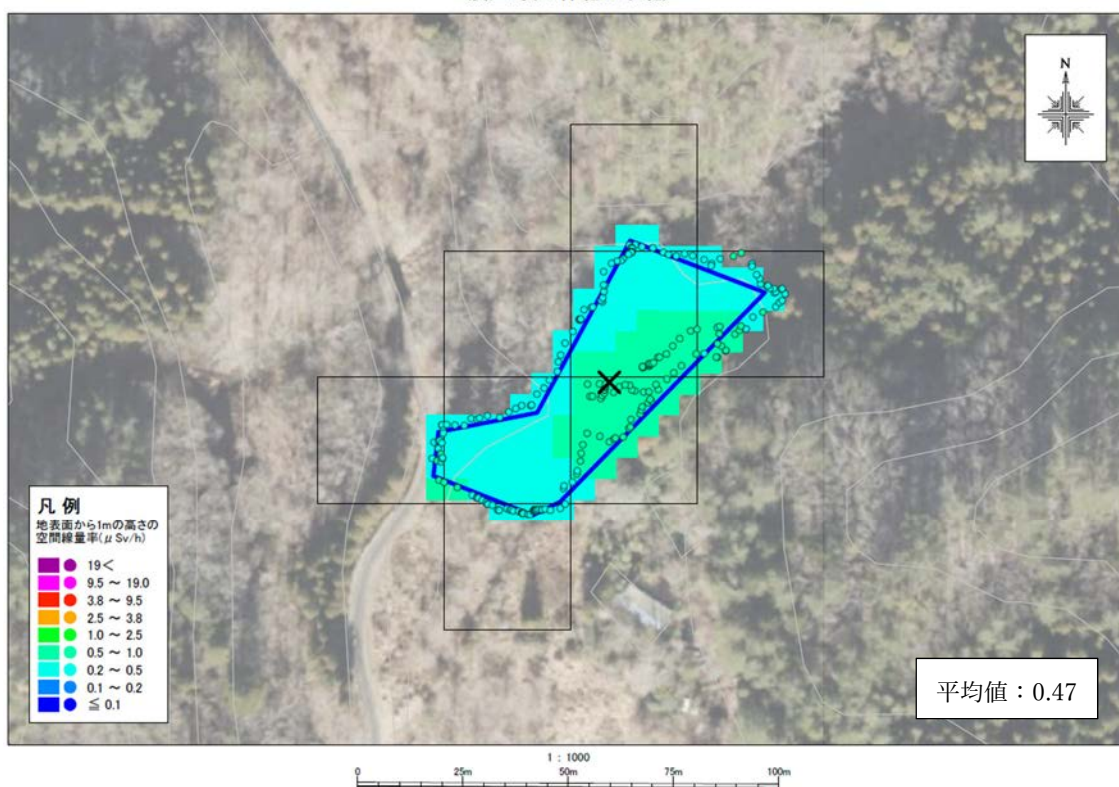


図 3.1-26 歩行測定結果 調査地点 No.42

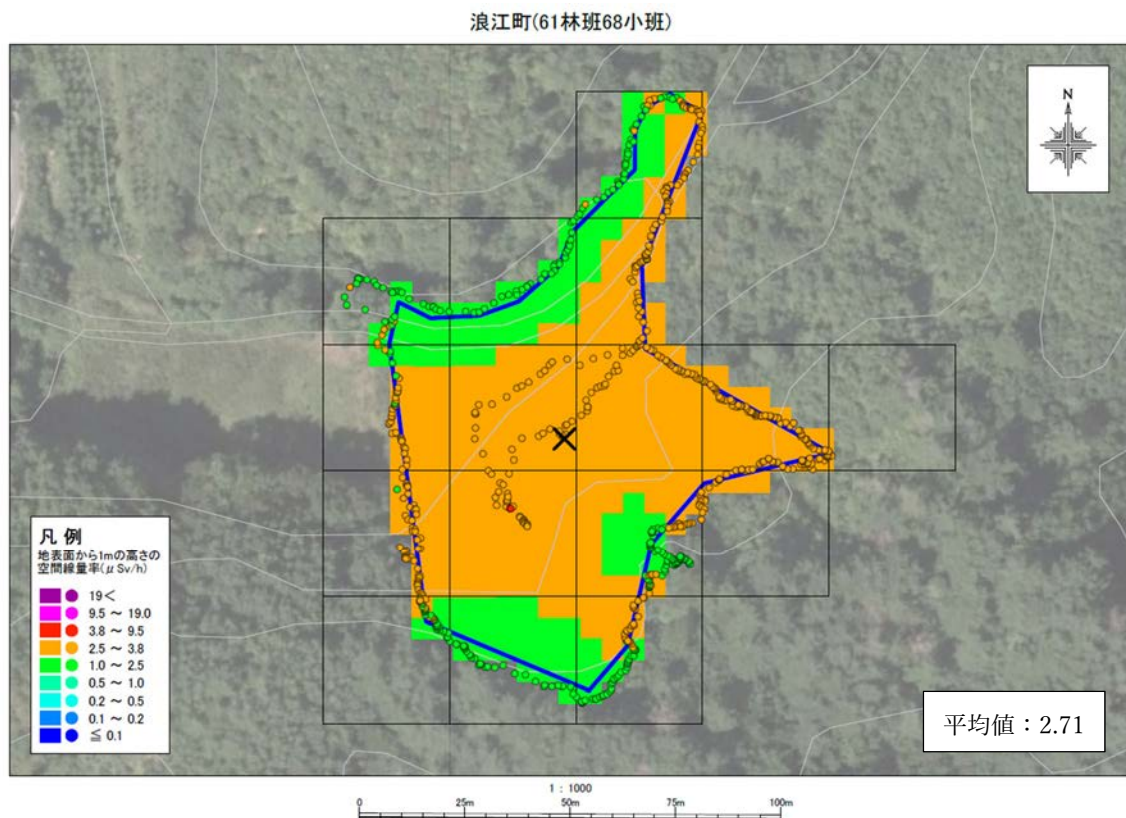


図 3.1-27 歩行測定結果 調査地点 No.43
浪江町(44林班76小班)

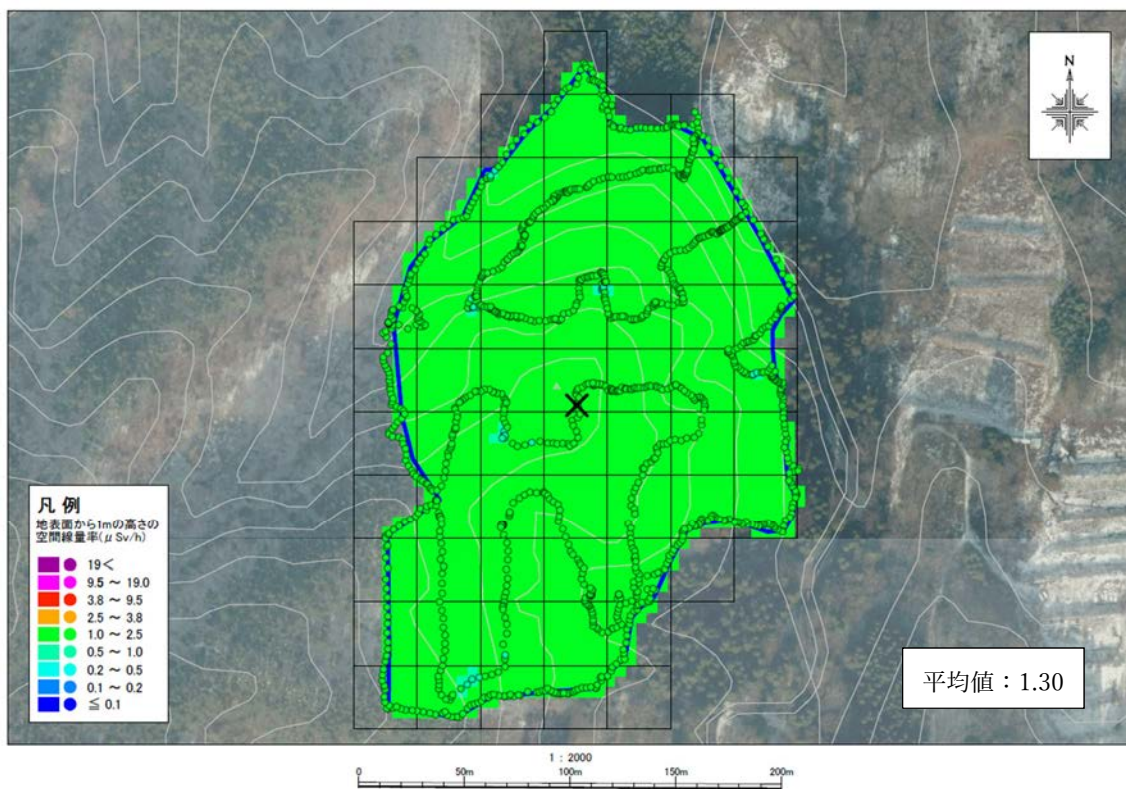


図 3.1-28 歩行測定結果 調査地点 No.44

浪江町(42林班77小班)

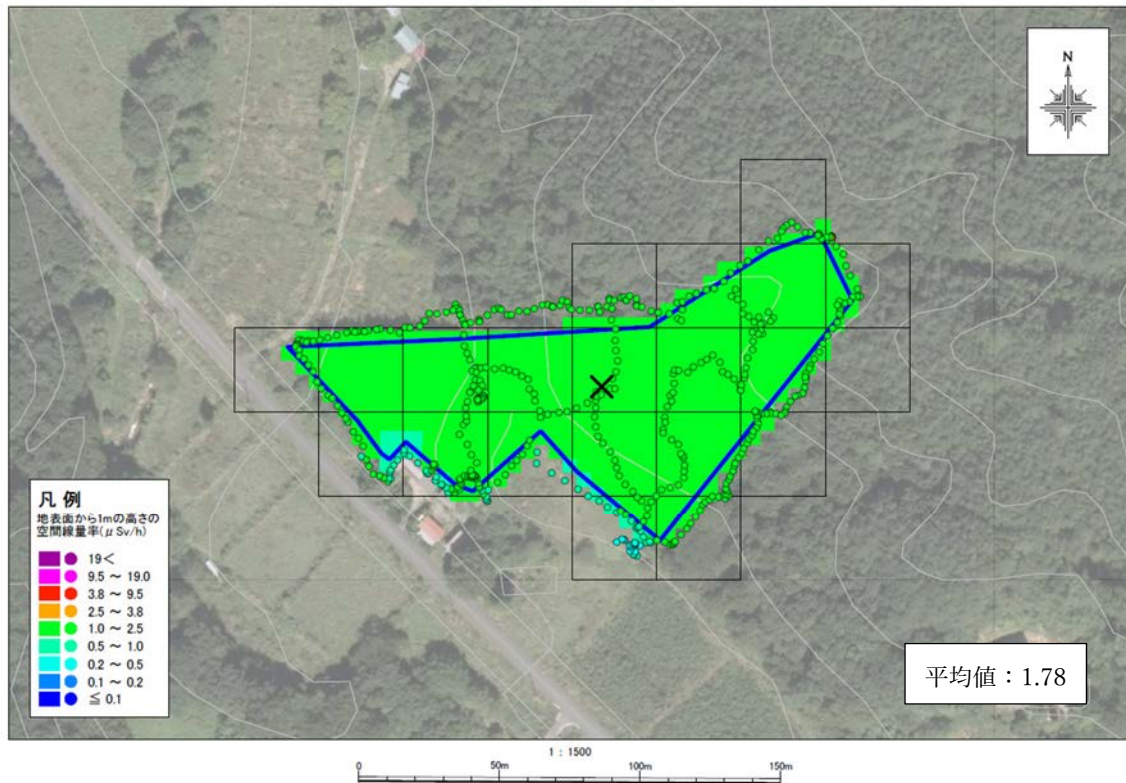


図 3.1-29 歩行測定結果 調査地点 No.45

浪江町(11林班91小班)

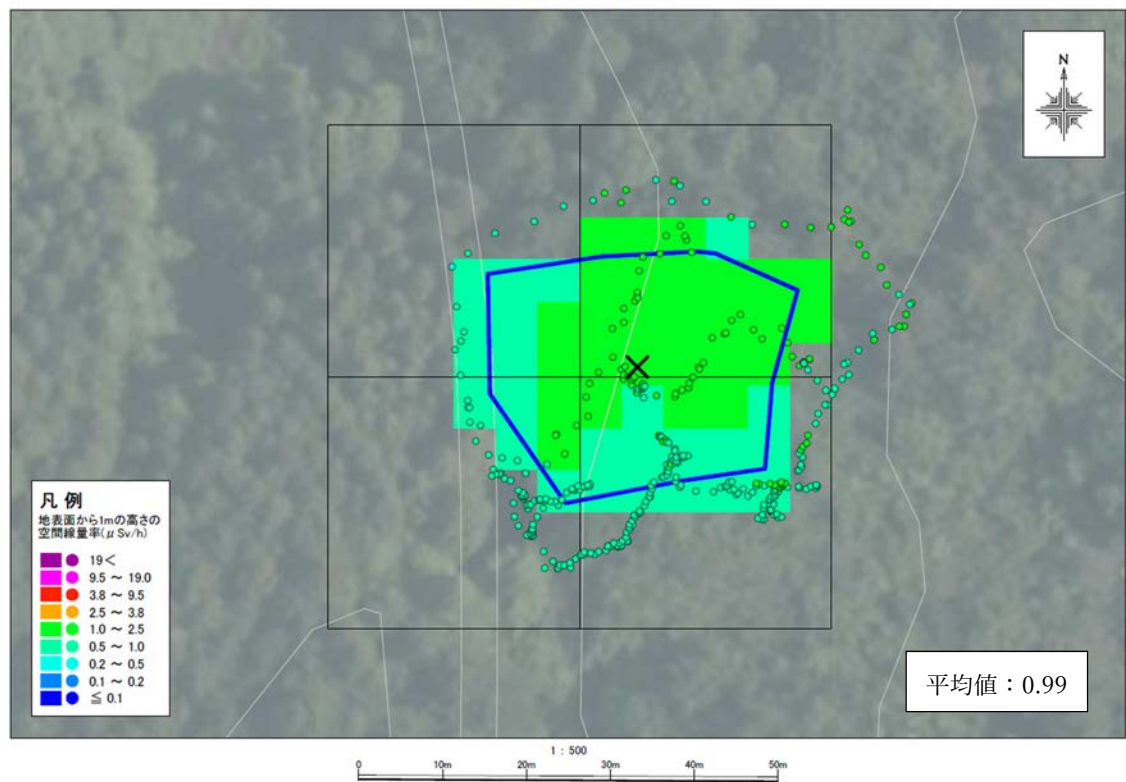


図 3.1-30 歩行測定結果 調査地点 No.46

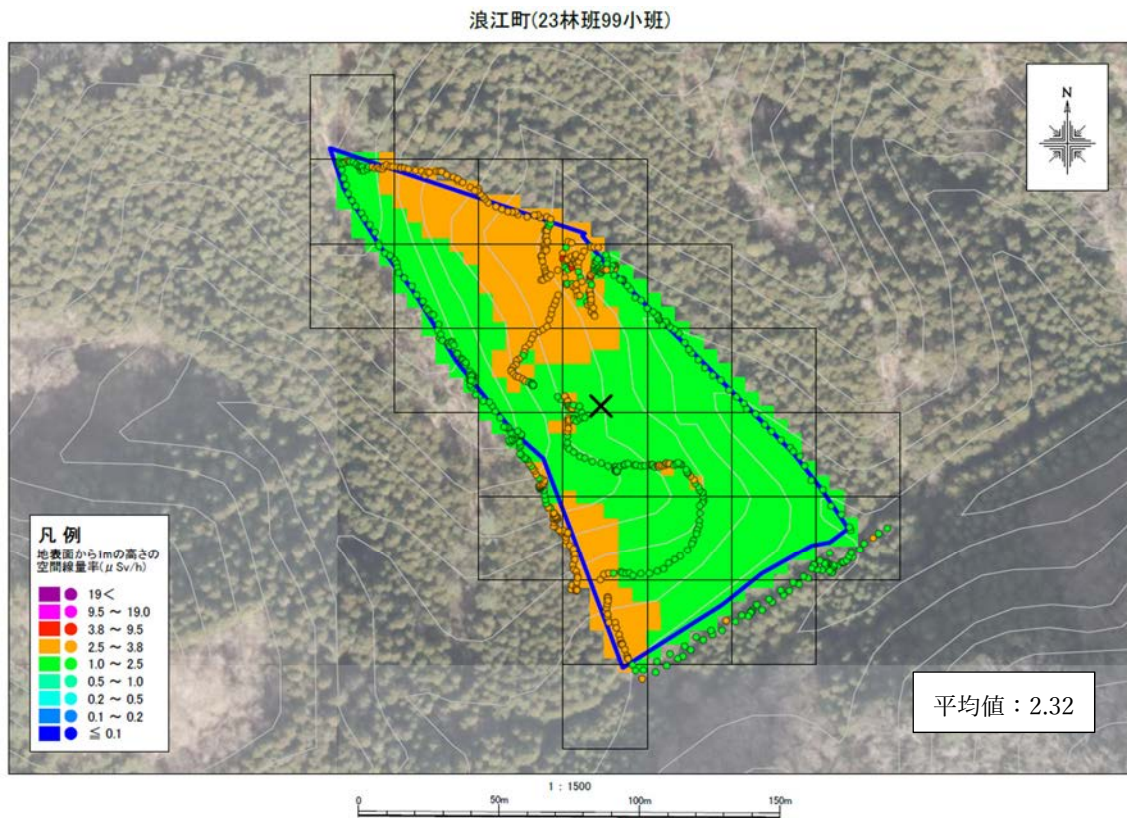


図 3.1-31 歩行測定結果 調査地点 No.47

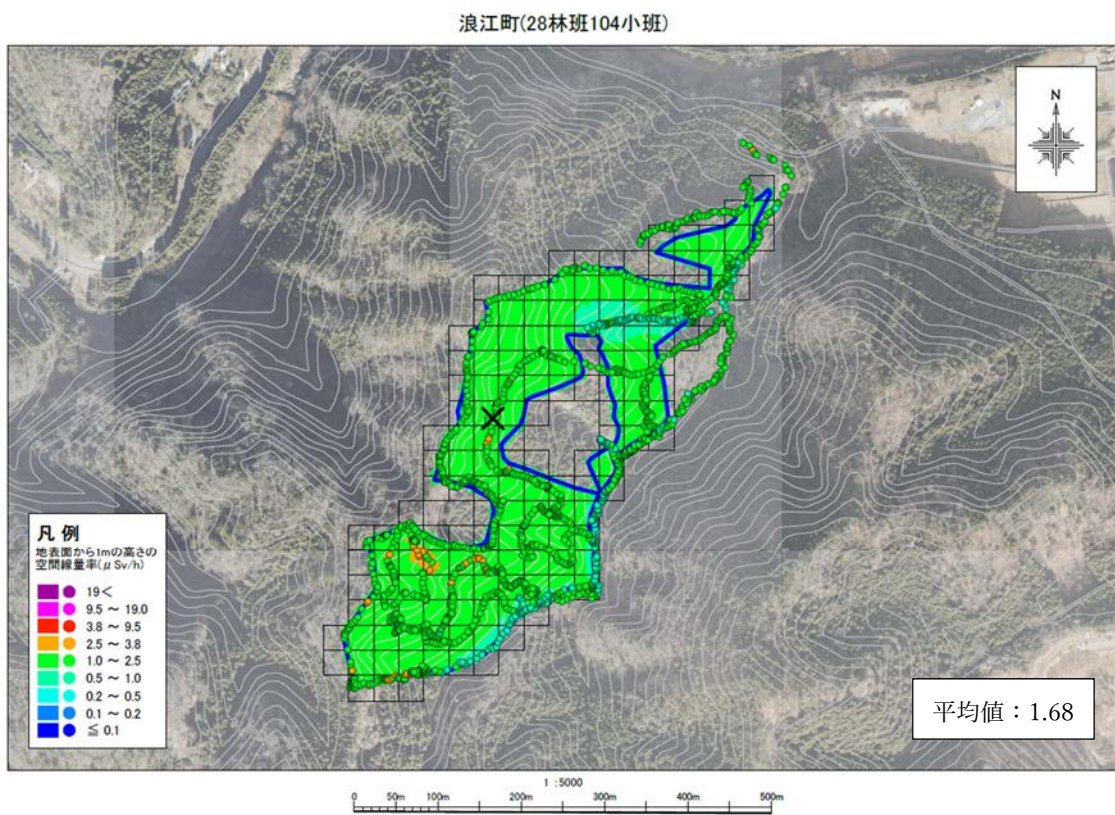


図 3.1-32 歩行測定結果 調査地点 No.48

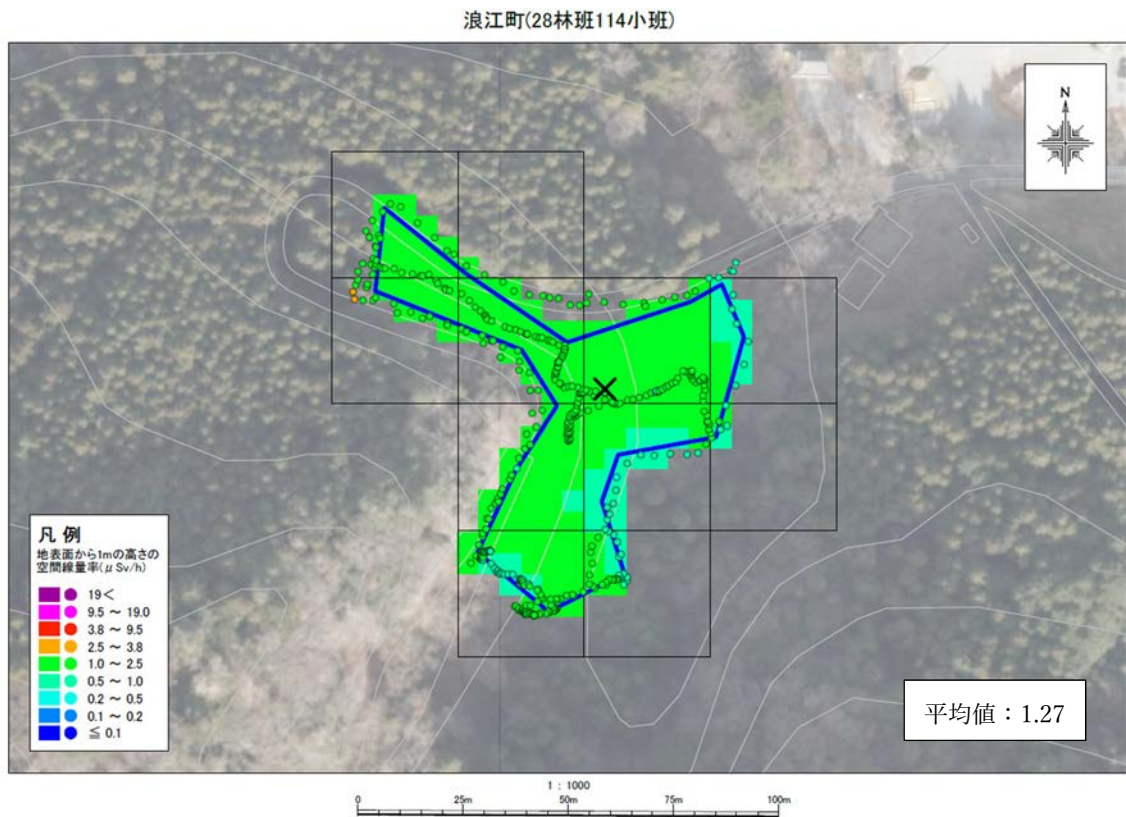


図 3.1-33 歩行測定結果 調査地点 No.49

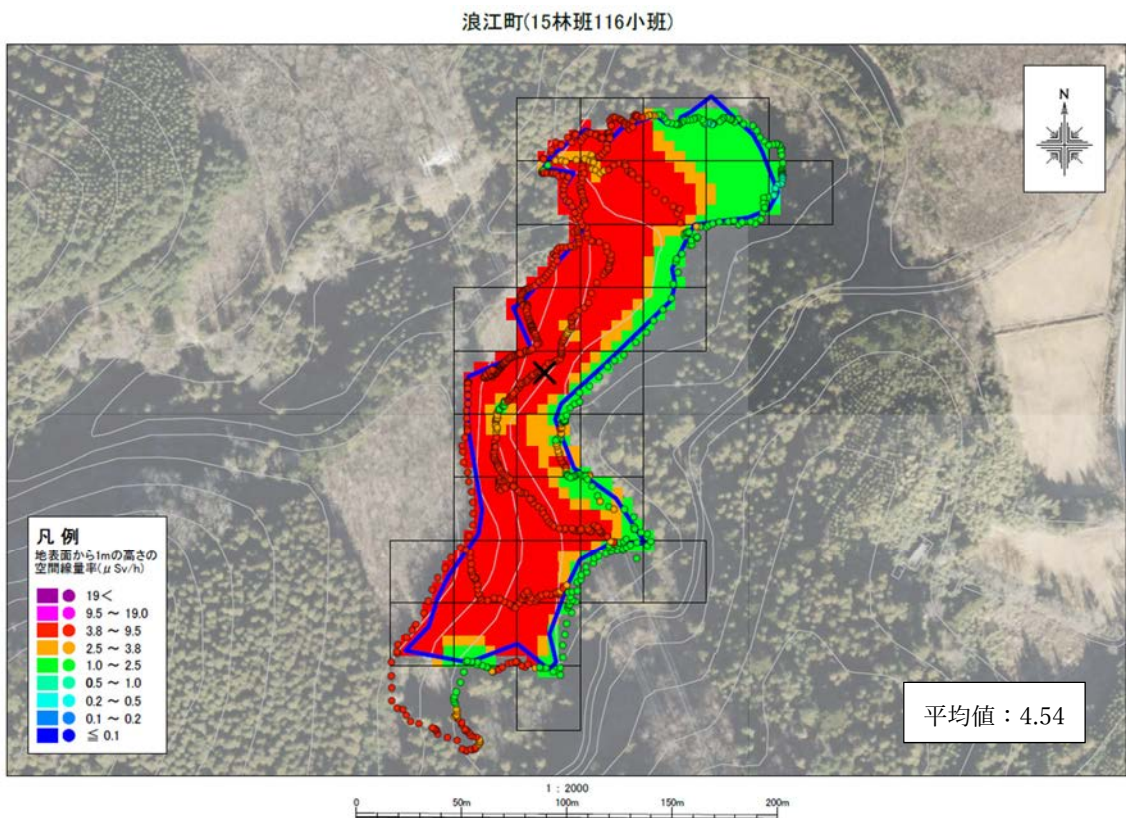


図 3.1-34 歩行測定結果 調査地点 No.50

浪江町(37林班133小班)

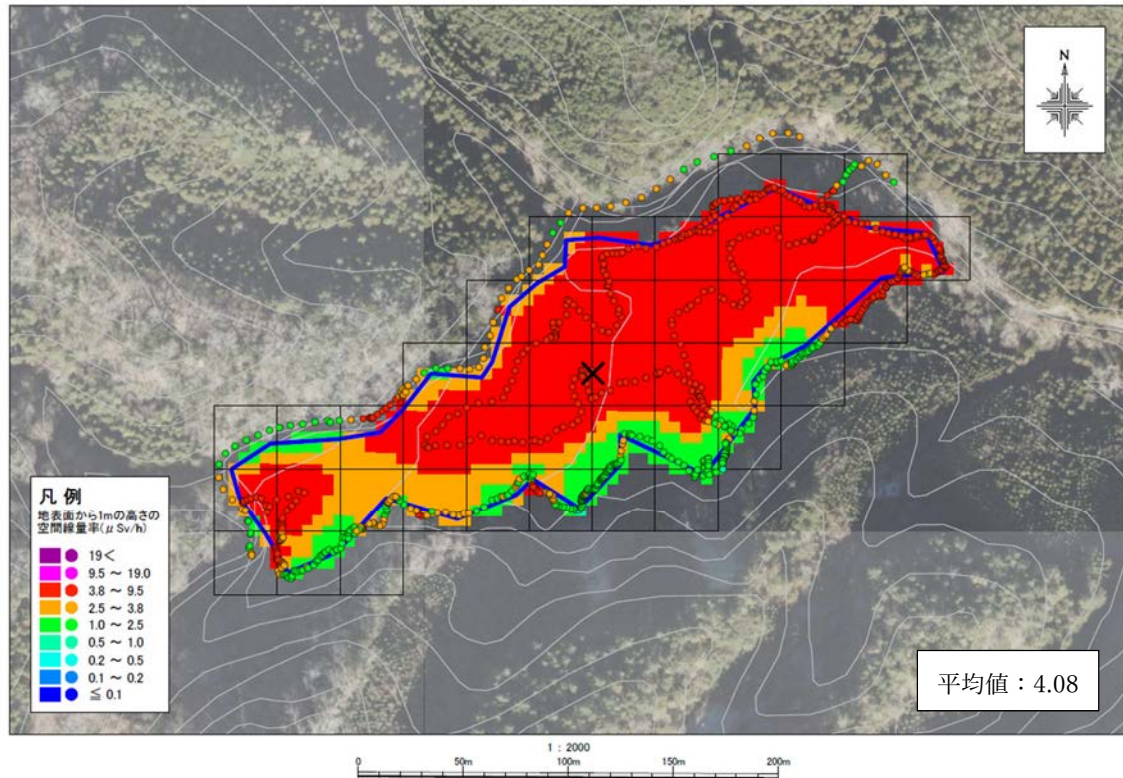


図 3.1-35 歩行測定結果 調査地点 No.51

浪江町(21林班211小班)

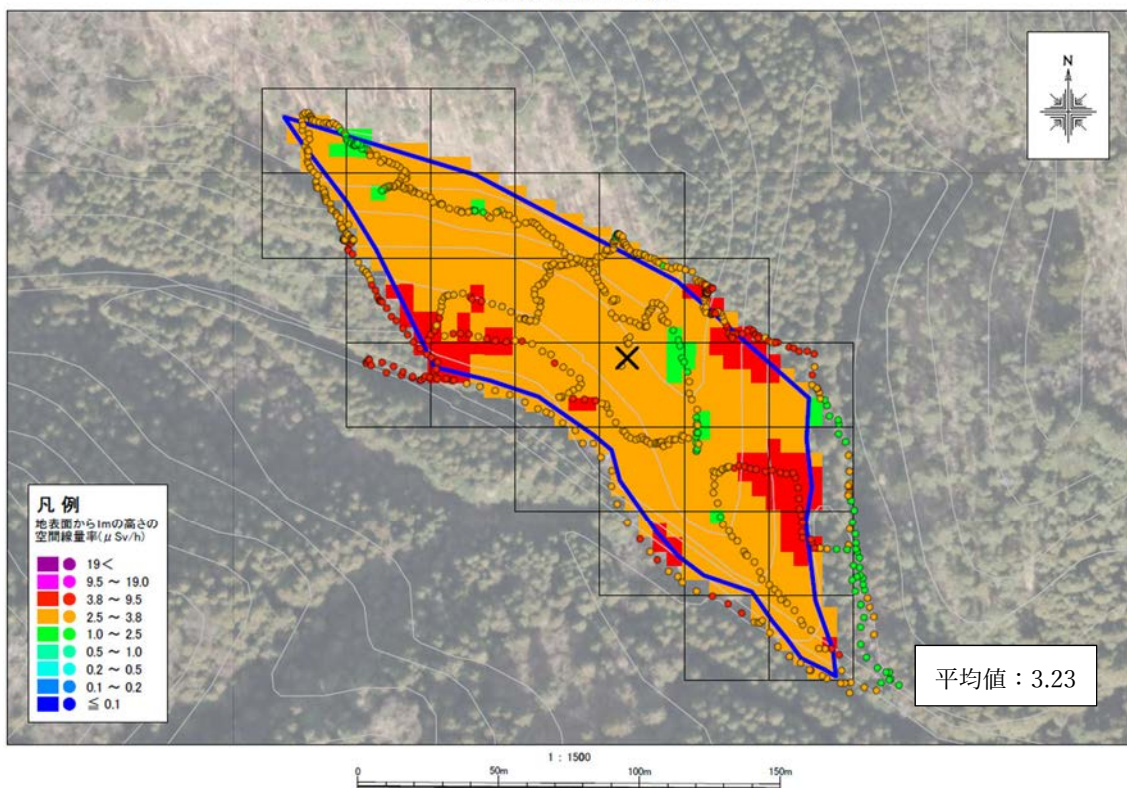


図 3.1-36 歩行測定結果 調査地点 No.55

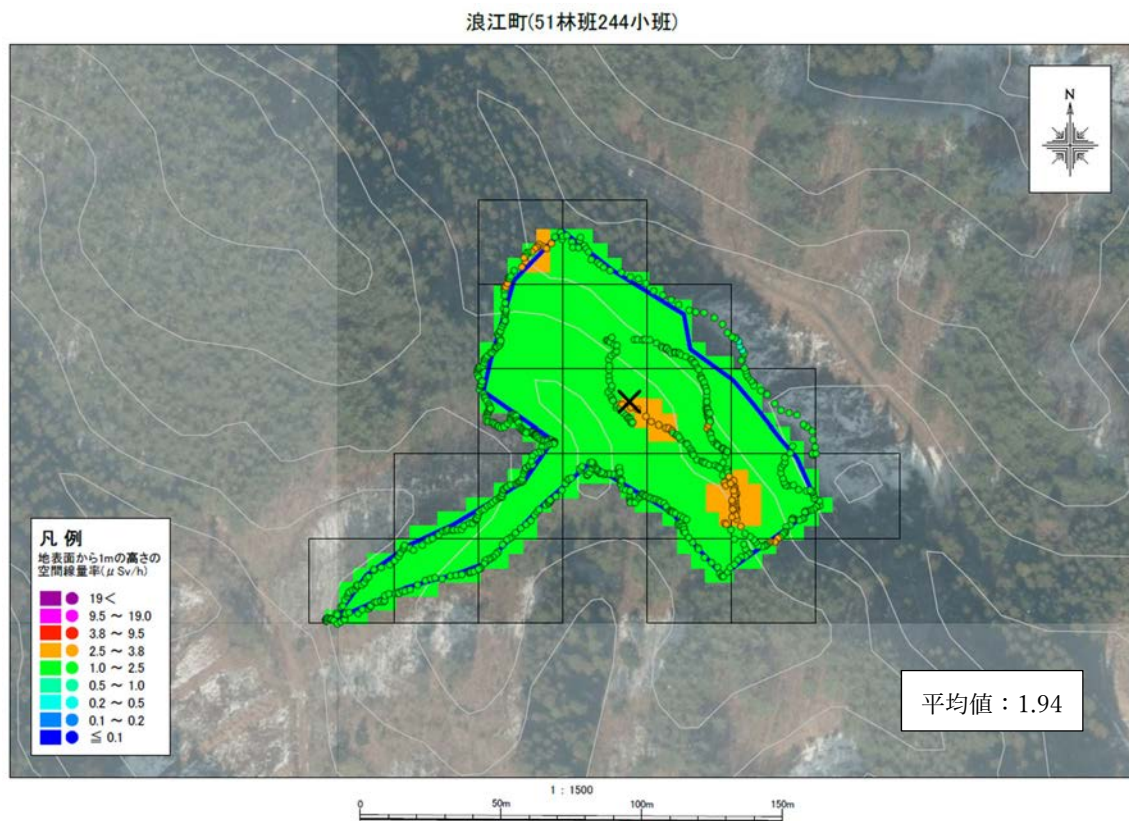


図 3.1-37 歩行測定結果 調査地点 No.57



図 3.1-38 歩行測定結果 調査地点 No.58

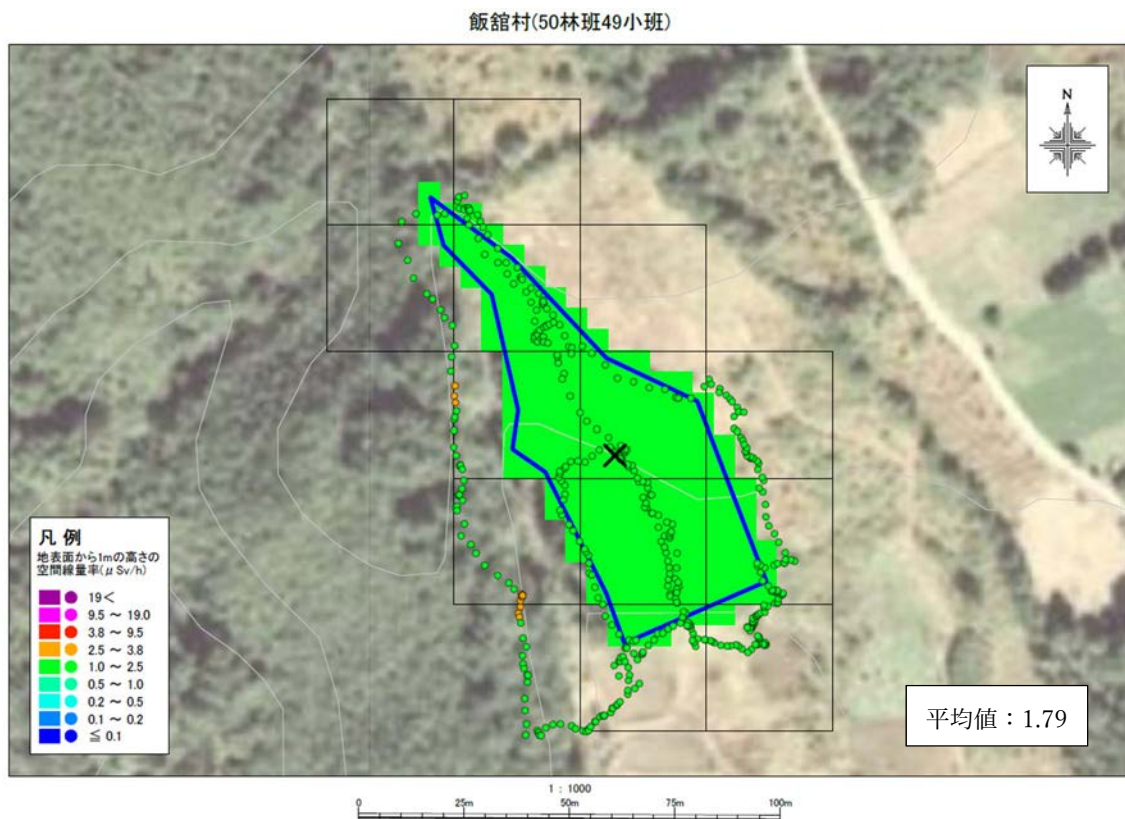


図 3.1-39 歩行測定結果 調査地点 No.59

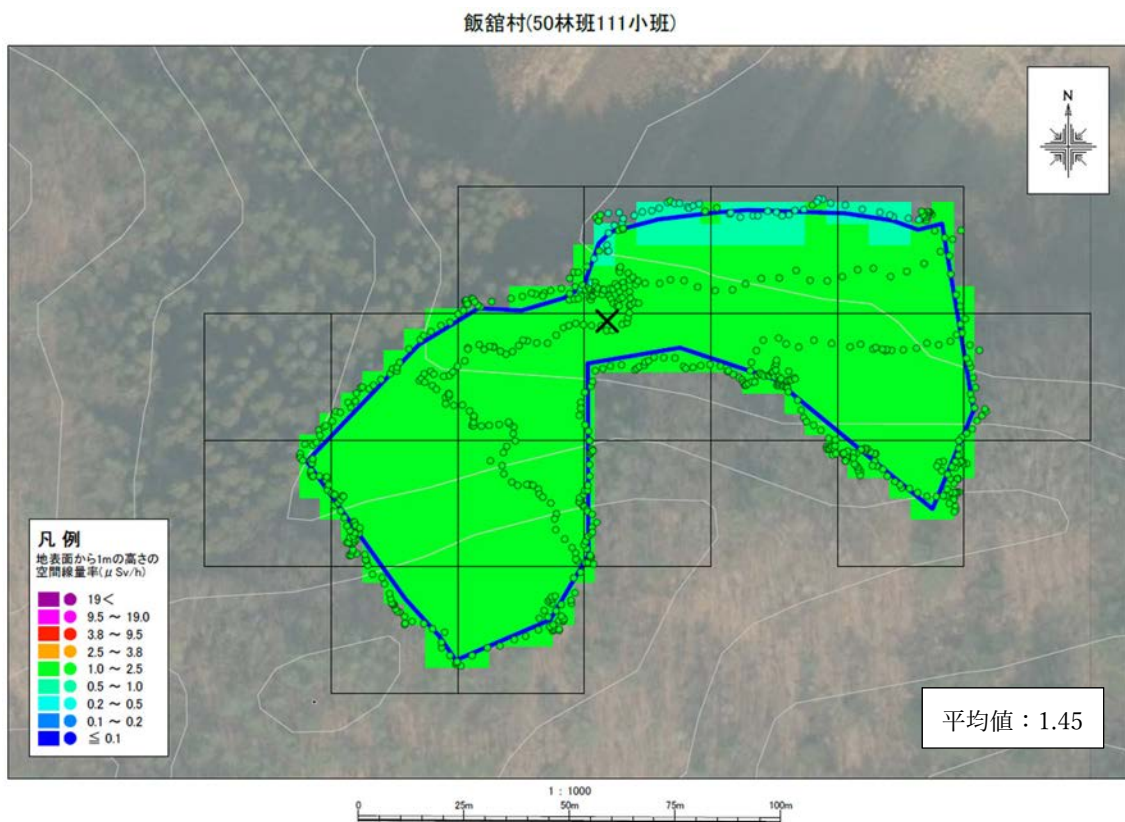


図 3.1-40 歩行測定結果 調査地点 No.60

飯舘村(50林班313小班)

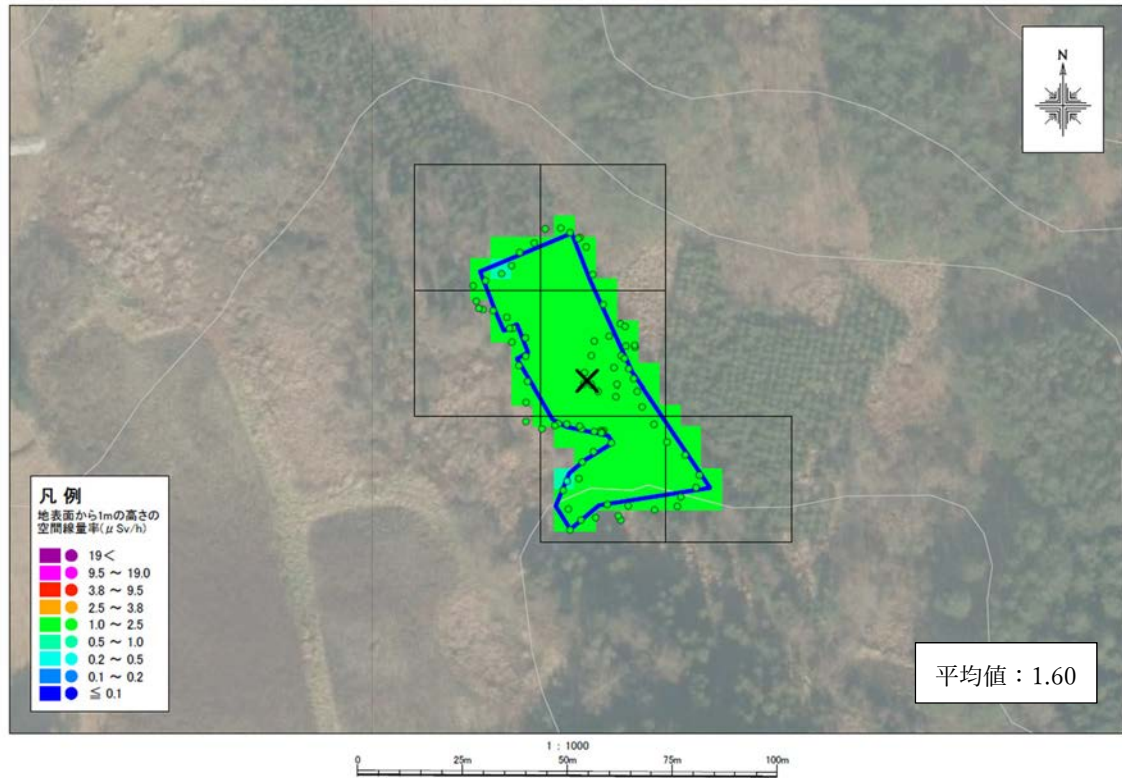


図 3.1-41 歩行測定結果 調査地点 No.61

飯舘村(49林班5小班)

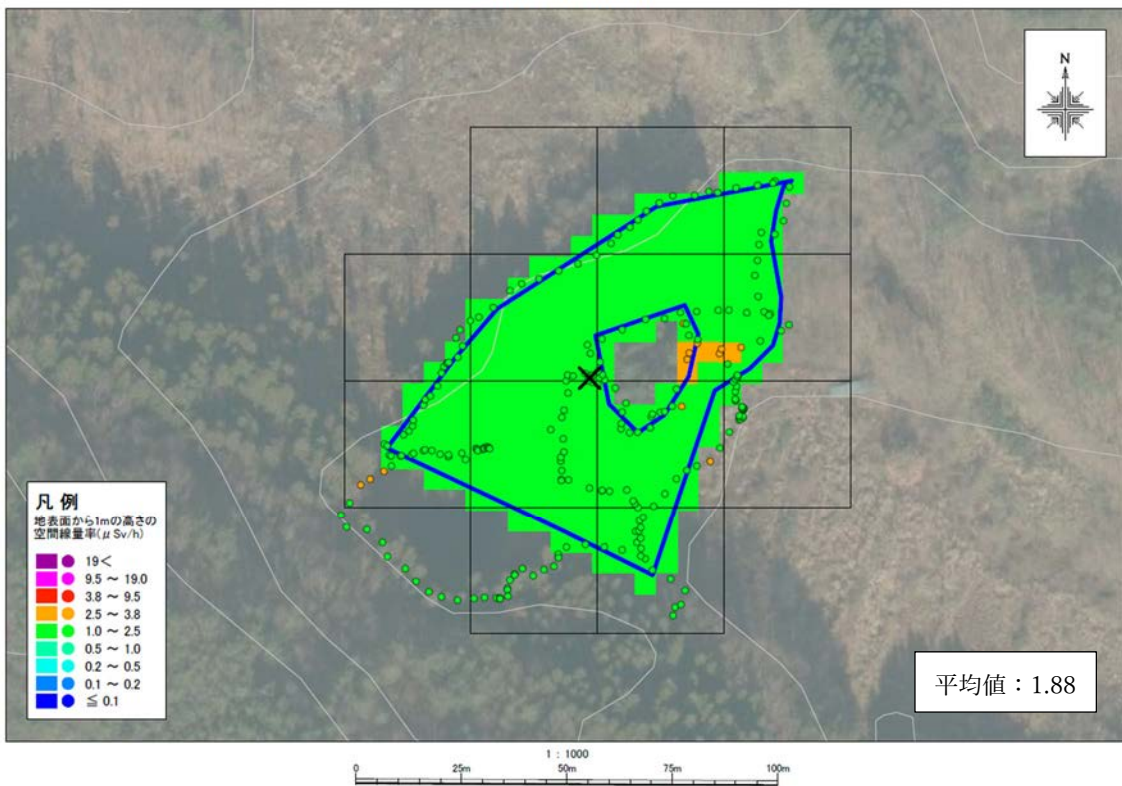


図 3.1-42 歩行測定結果 調査地点 No.62

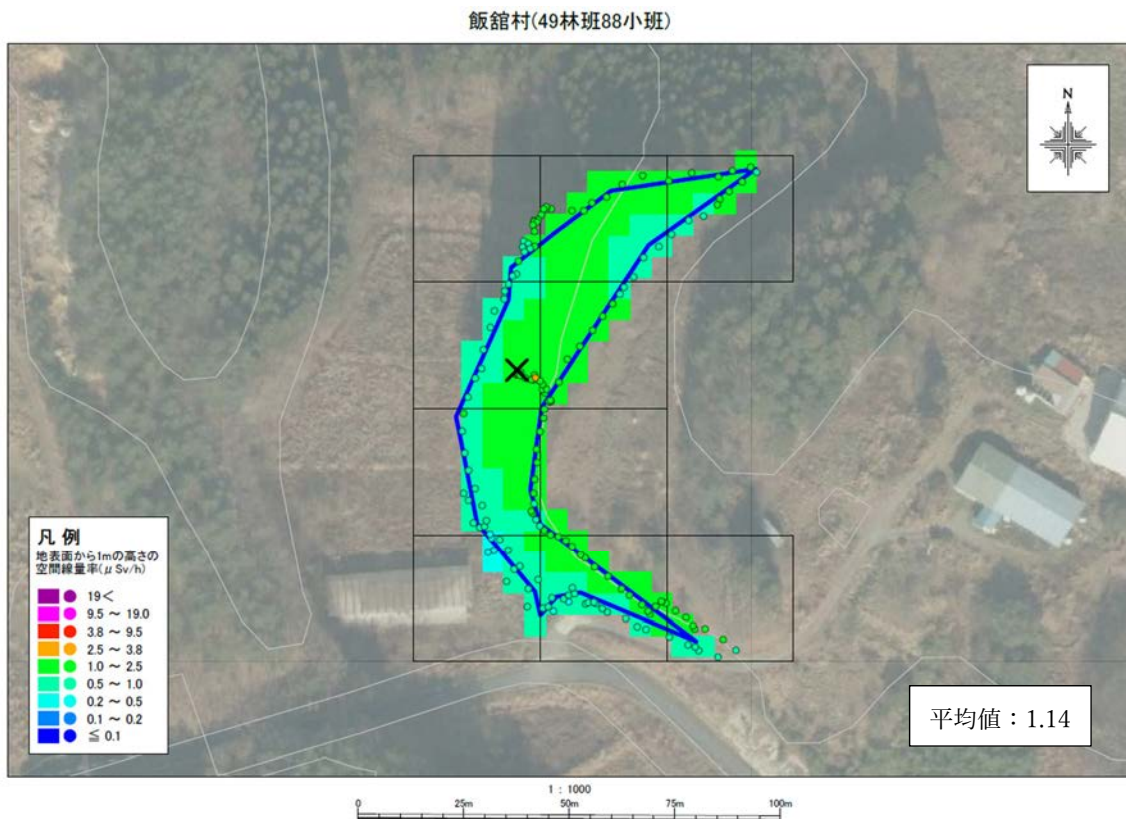


図 3.1-43 歩行測定結果 調査地点 No.63

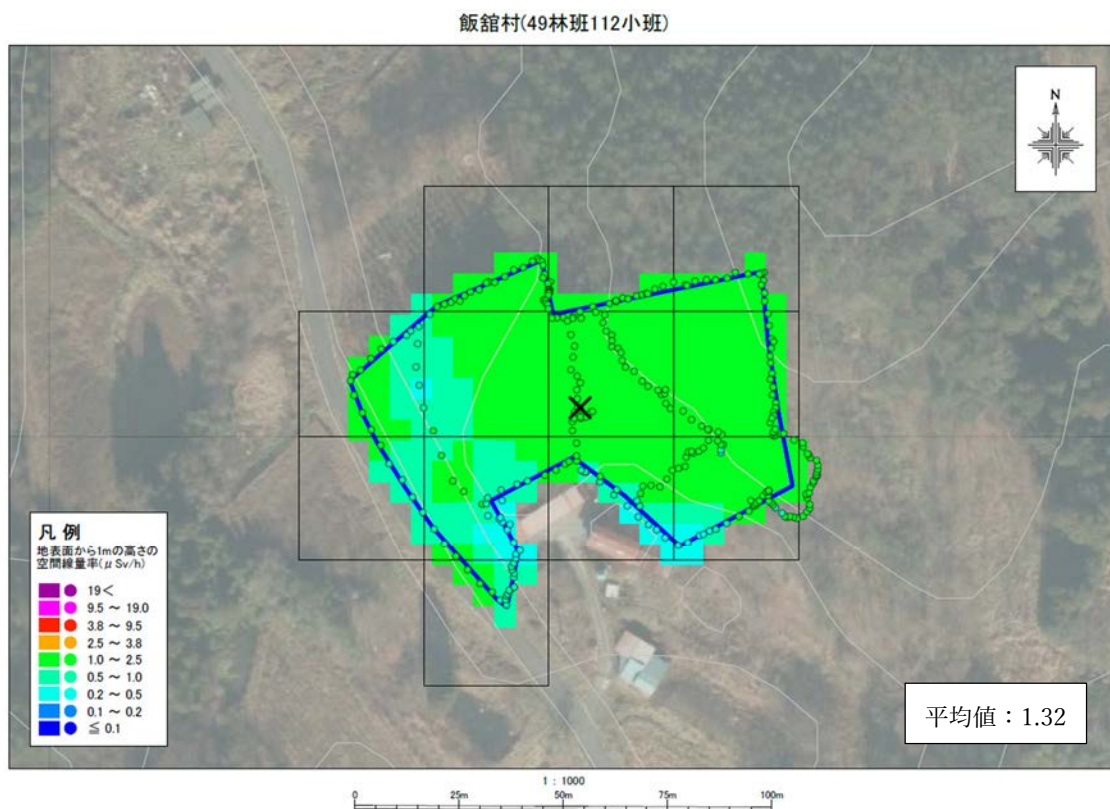


図 3.1-44 歩行測定結果 調査地点 No.64

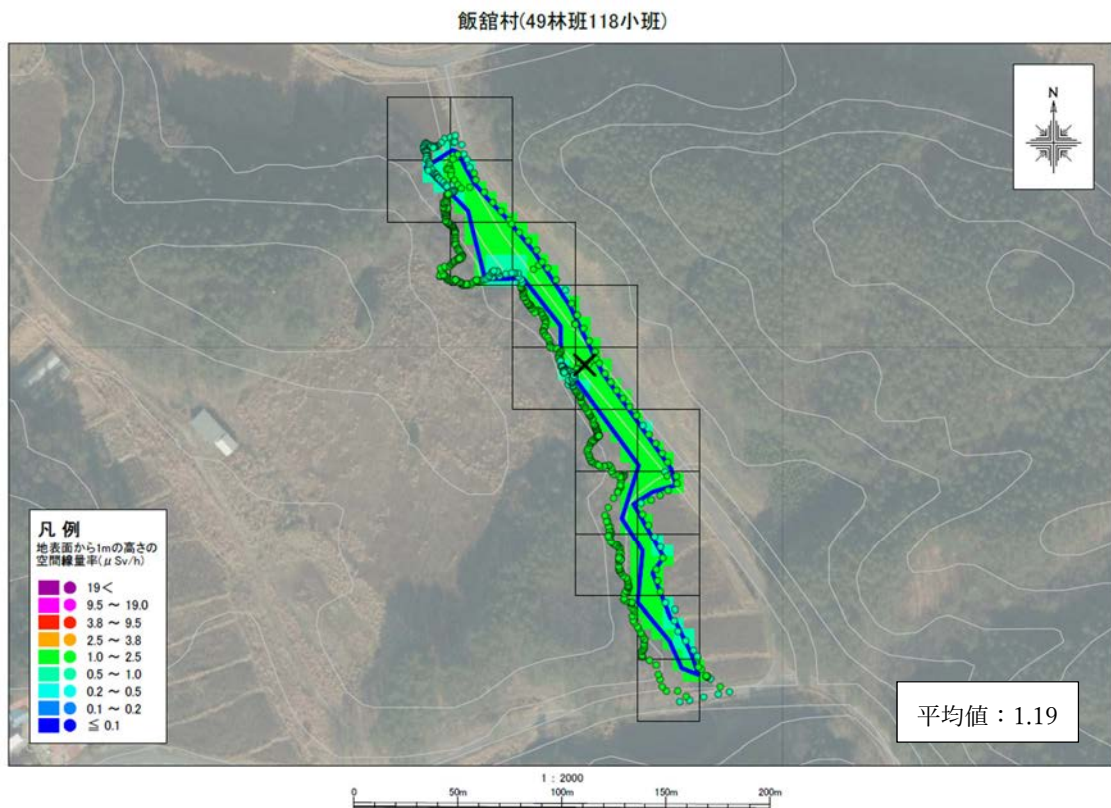


図 3.1-45 歩行測定結果 調査地点 No.65
 飯館村(49林班114小班)



図 3.1-46 歩行測定結果 調査地点 No.66

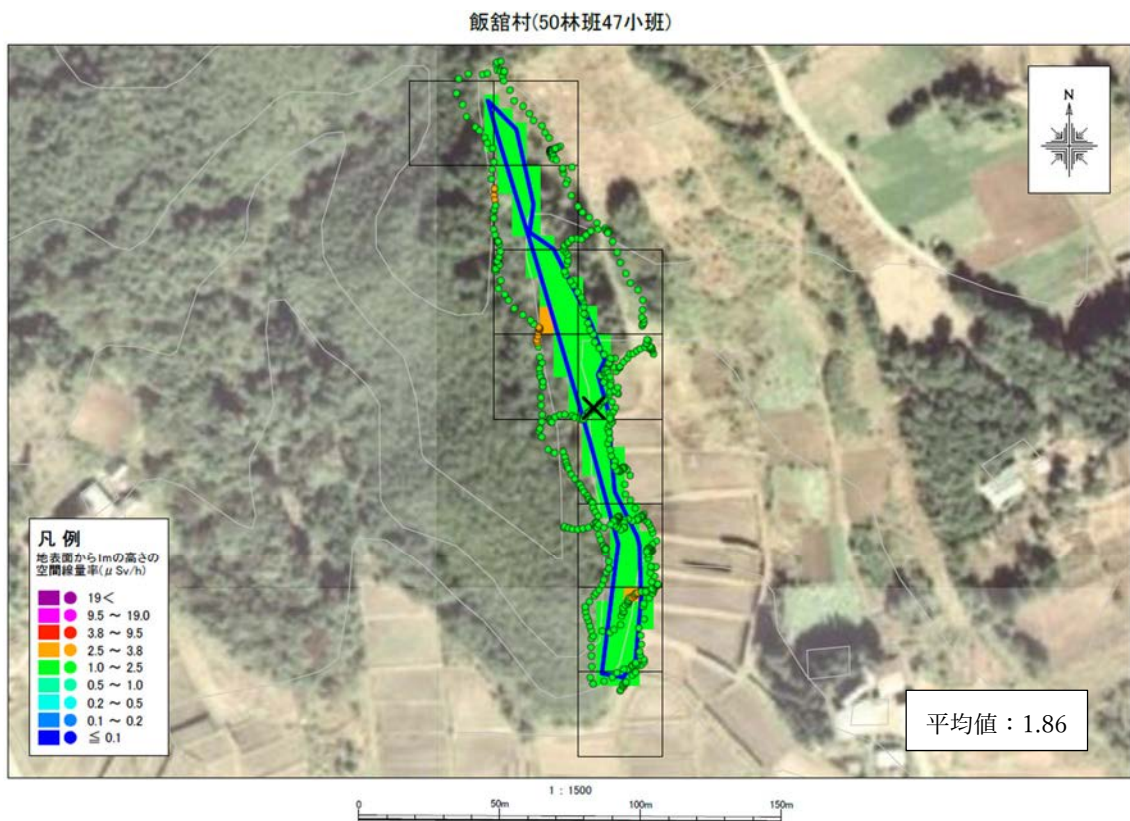


図 3.1-47 歩行測定結果 調査地点 No.67

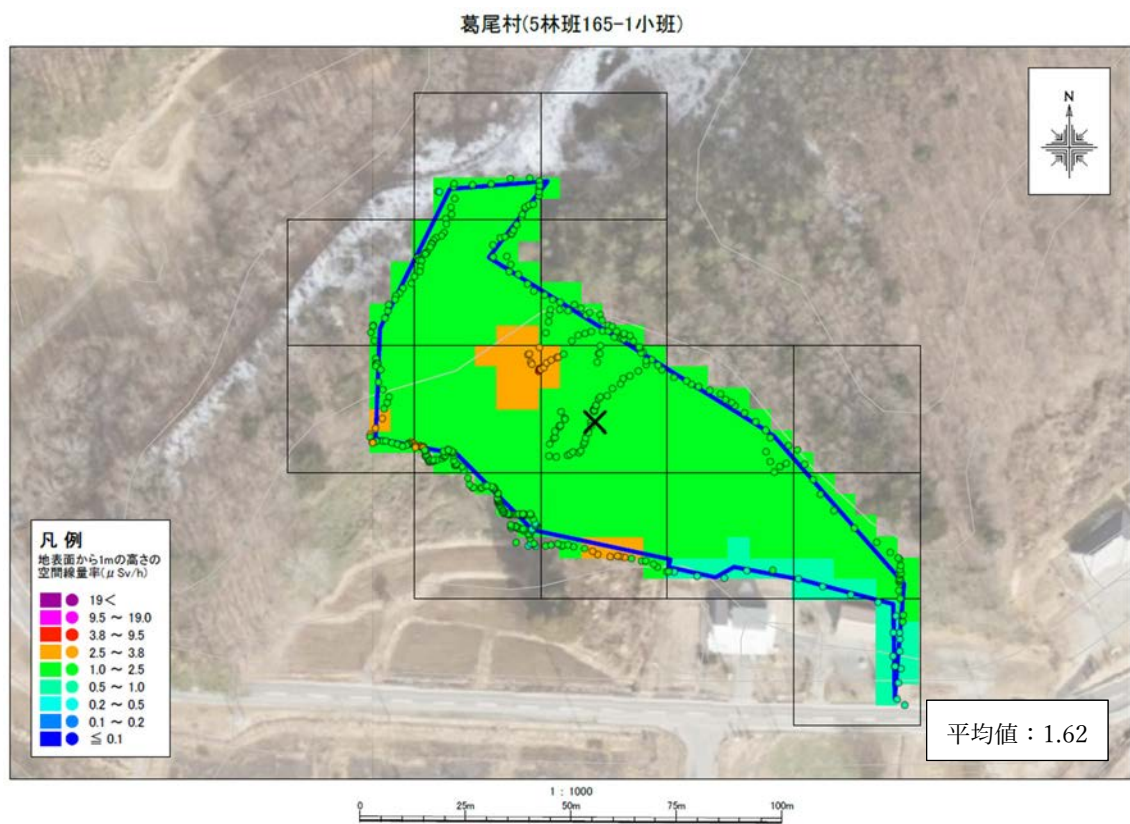


図 3.1-48 歩行測定結果 調査地点 No.76

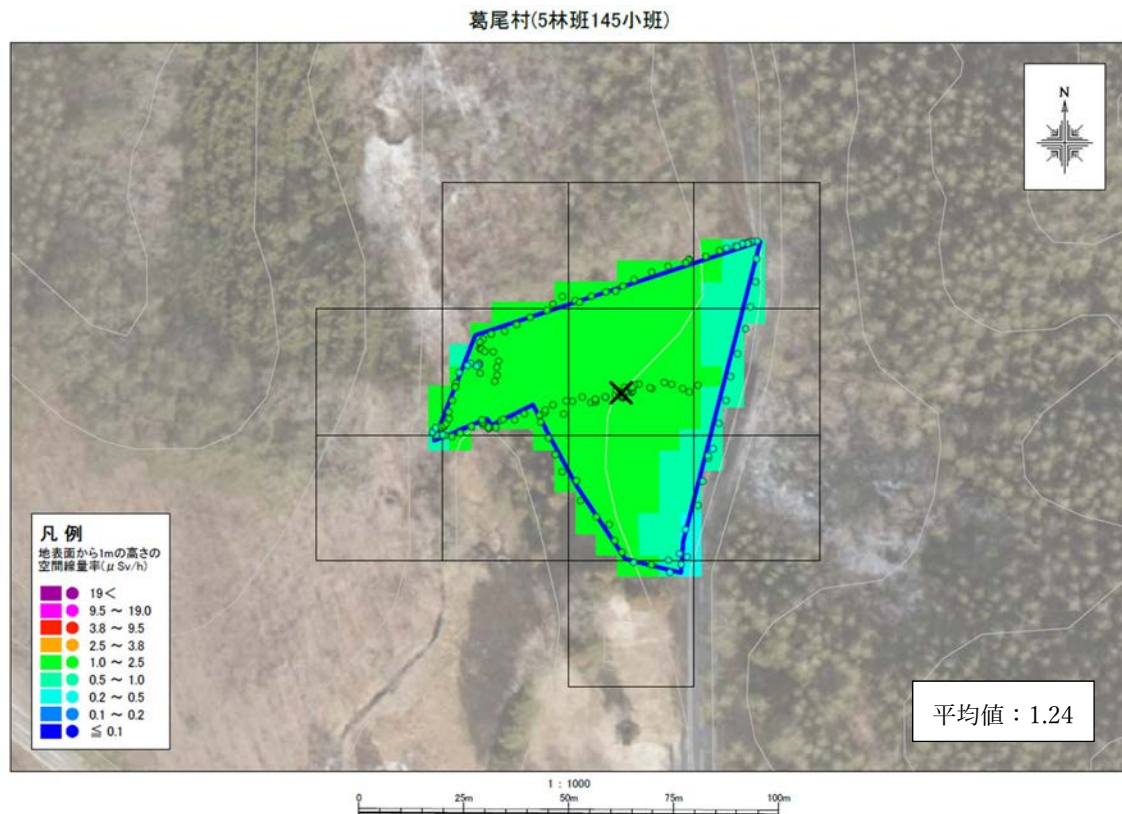


図 3.1-49 歩行測定結果 調査地点 No.80

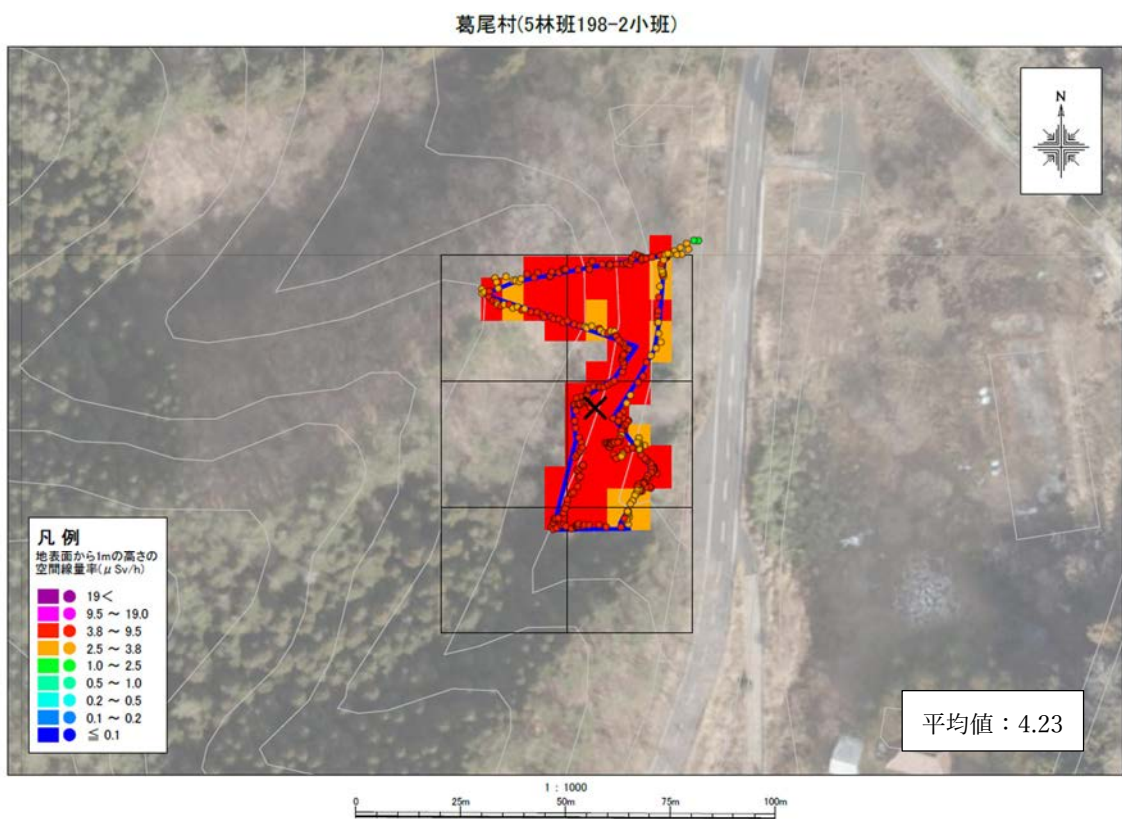


図 3.1-50 歩行測定結果 調査地点 No.81

葛尾村(5林班88-1小班)

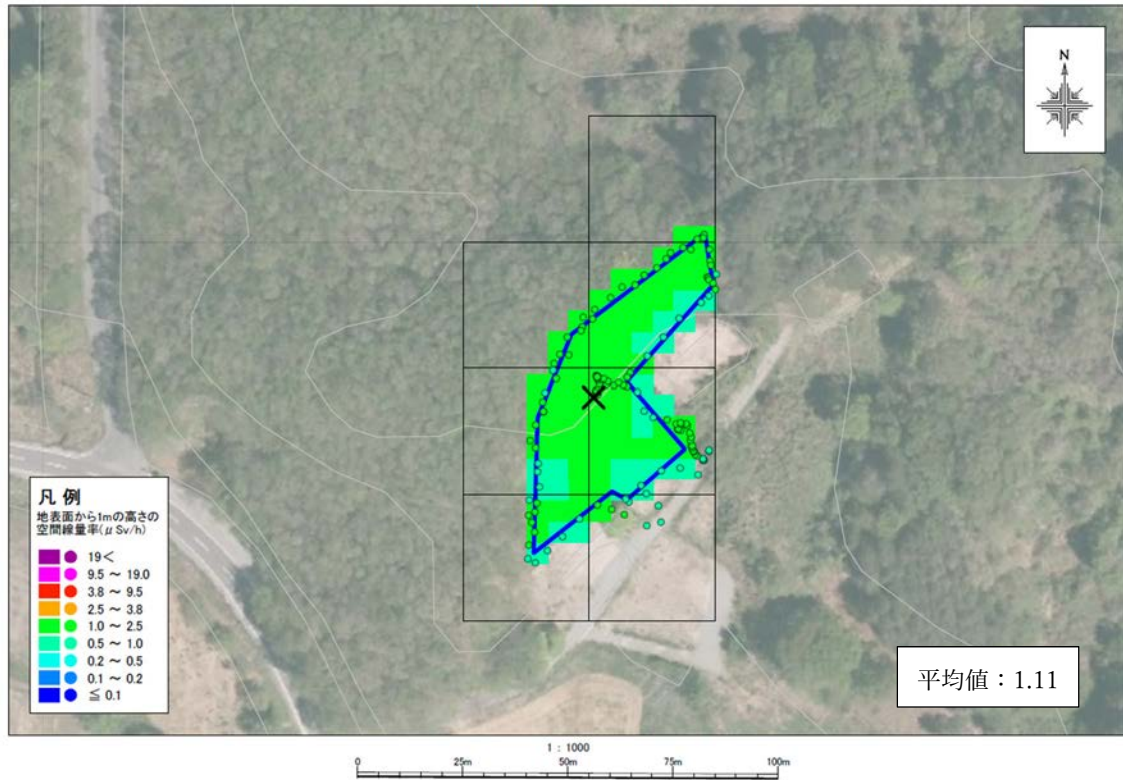


図 3.1-51 歩行測定結果 調査地点 No.82

大熊町(23林班57小班)

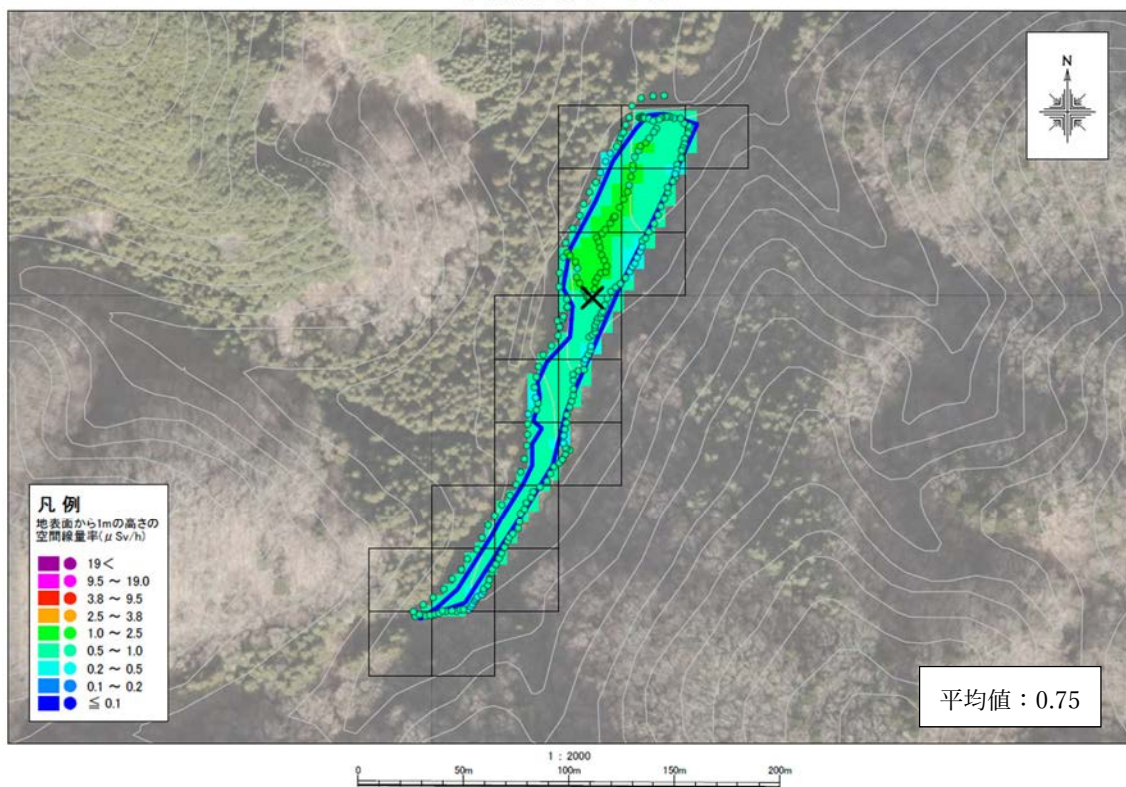


図 3.1-52 歩行測定結果 調査地点 No.91

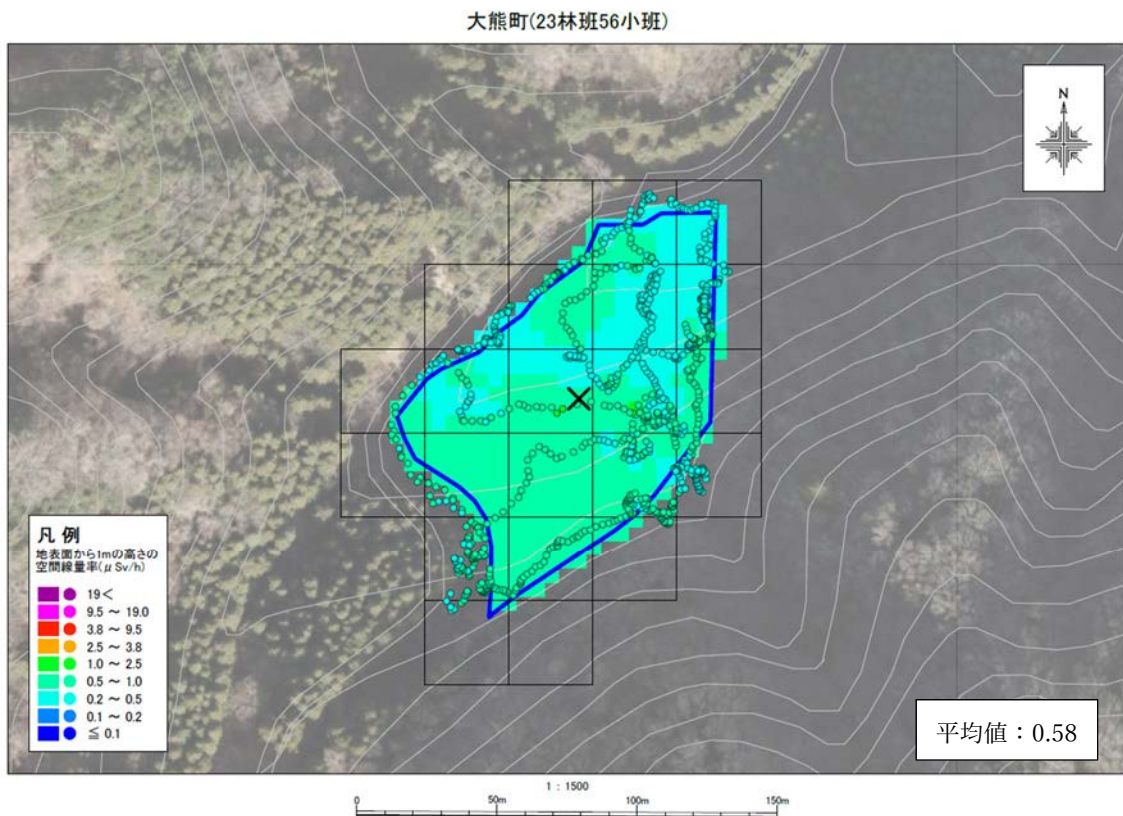


図 3.1-53 歩行測定結果 調査地点 No.92

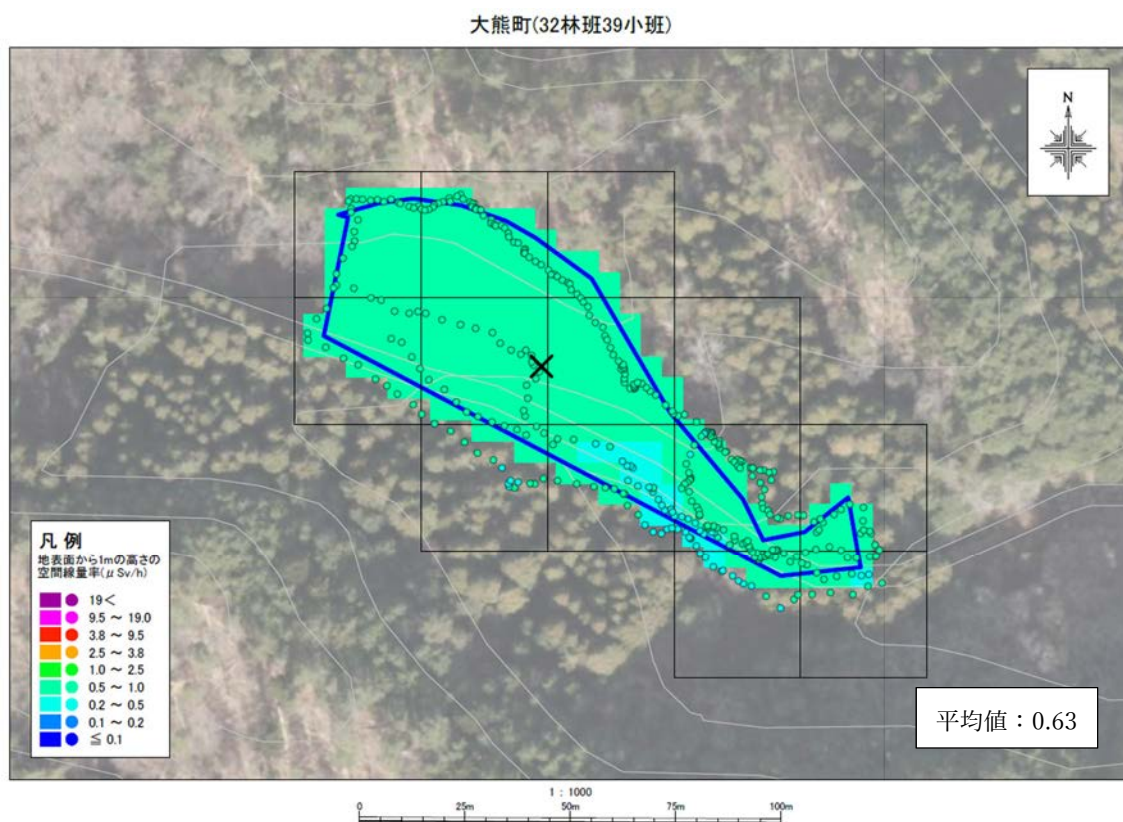


図 3.1-54 歩行測定結果 調査地点 No.93

大熊町(32林班38小班)

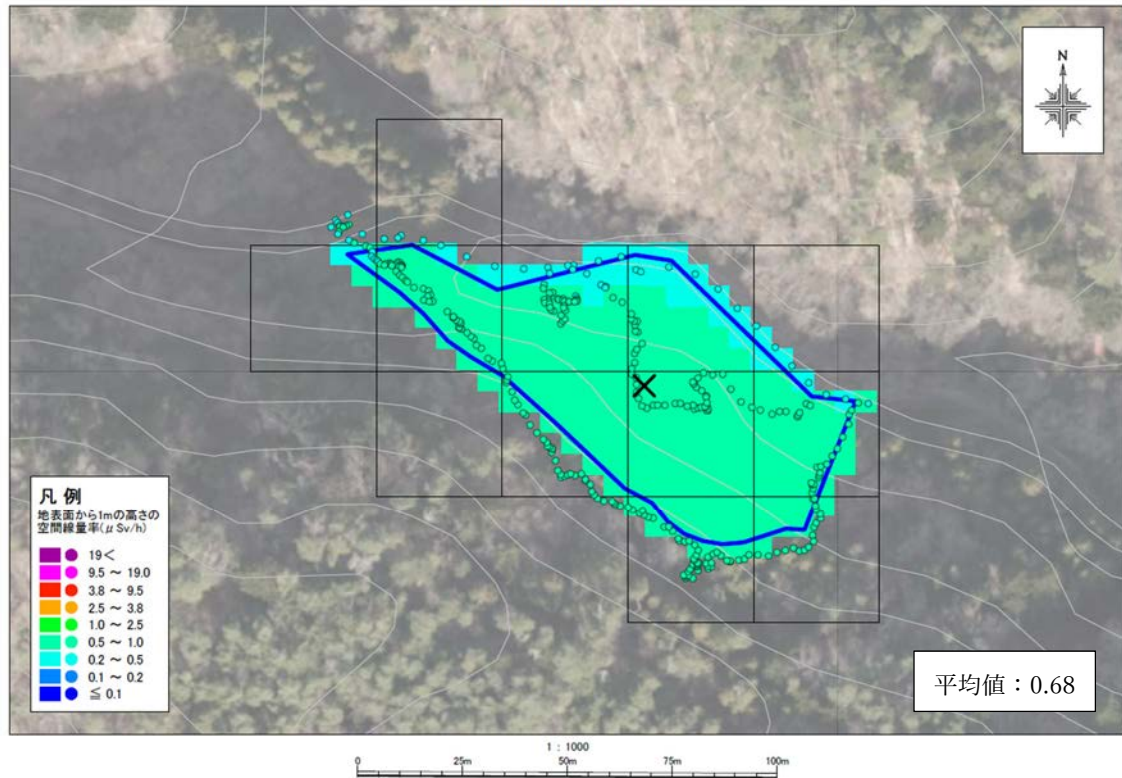


図 3.1-55 歩行測定結果 調査地点 No.94

大熊町(7林班25小班)

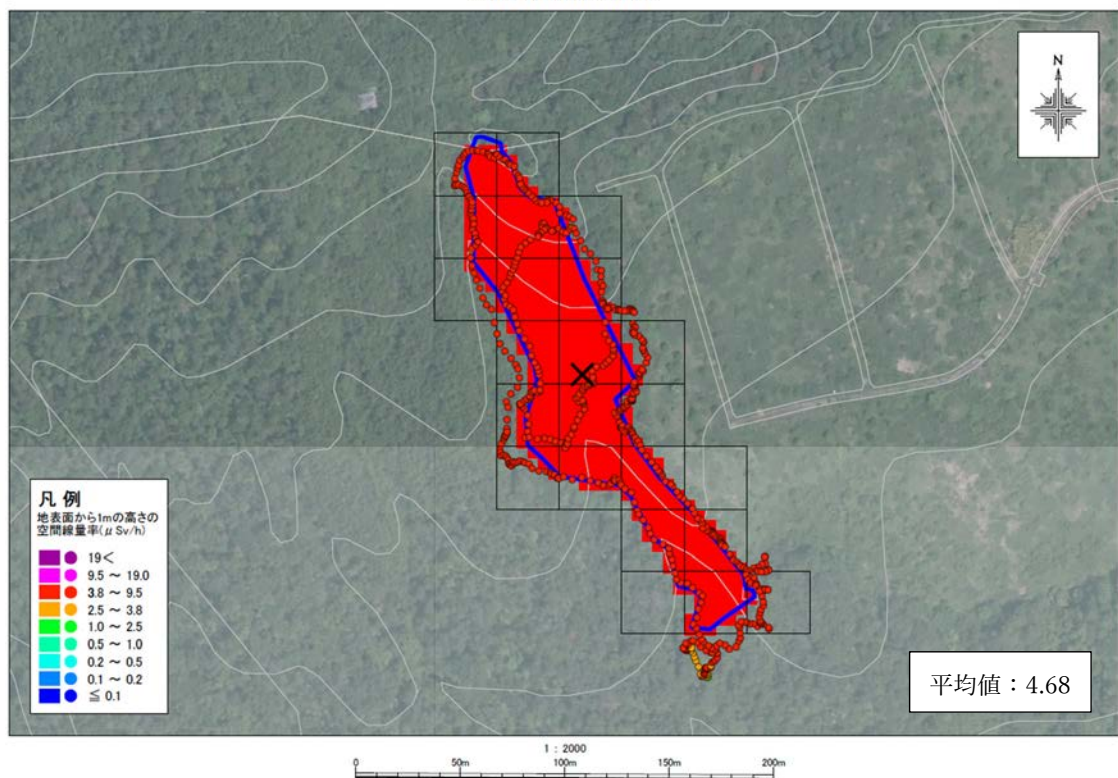


図 3.1-56 歩行測定結果 調査地点 No.95

大熊町(8林班87小班)

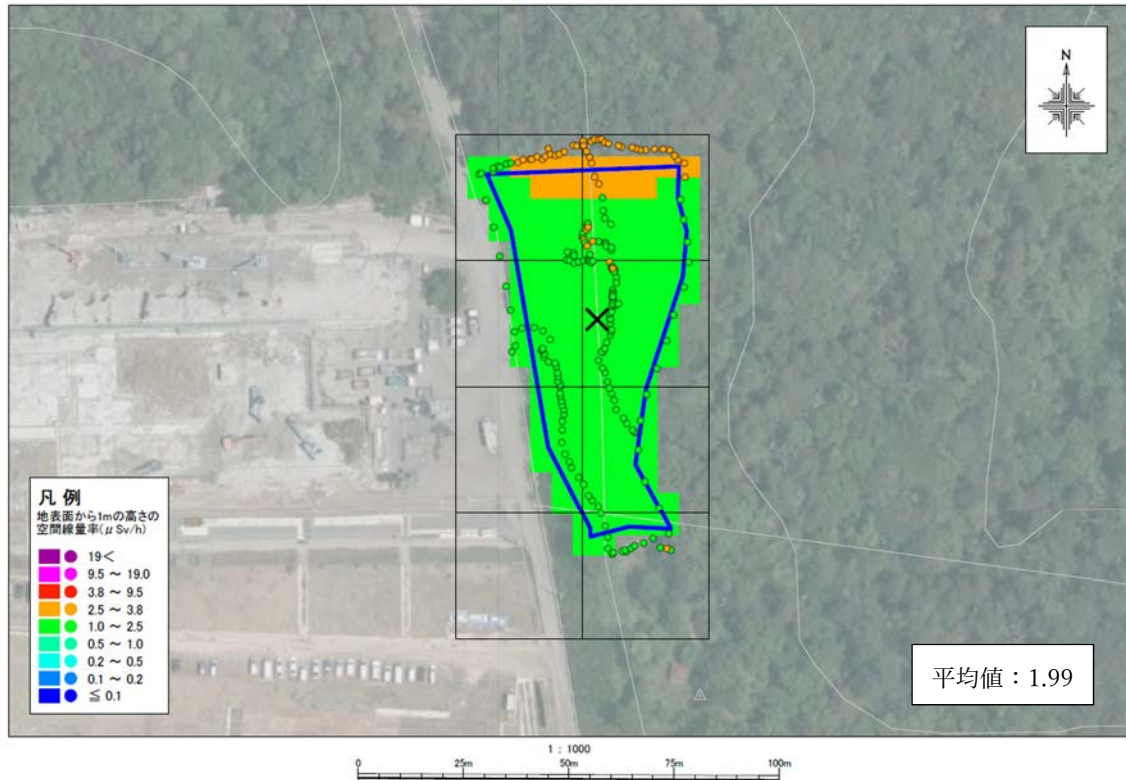


図 3.1-57 歩行測定結果 調査地点 No.96

大熊町(8林班130小班)

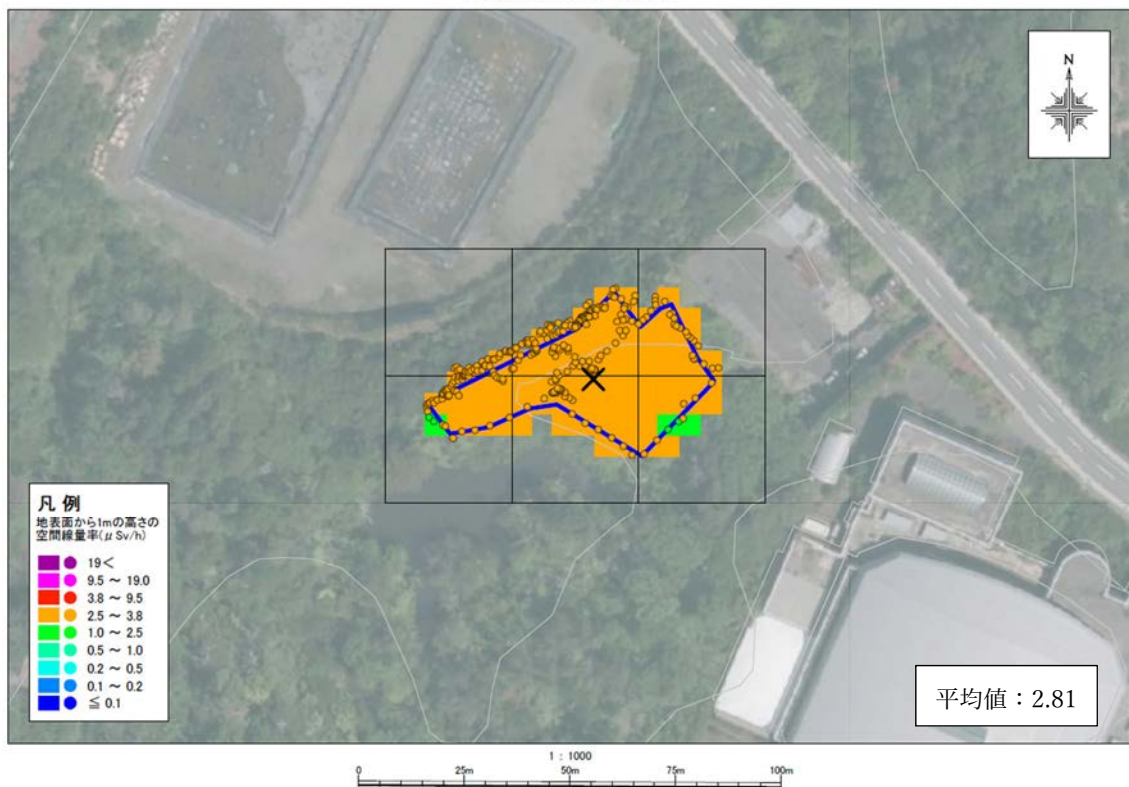


図 3.1-58 歩行測定結果 調査地点 No.97

大熊町(8林班132小班)



図 3.1-59 歩行測定結果 調査地点 No.98

大熊町(11林班244小班)

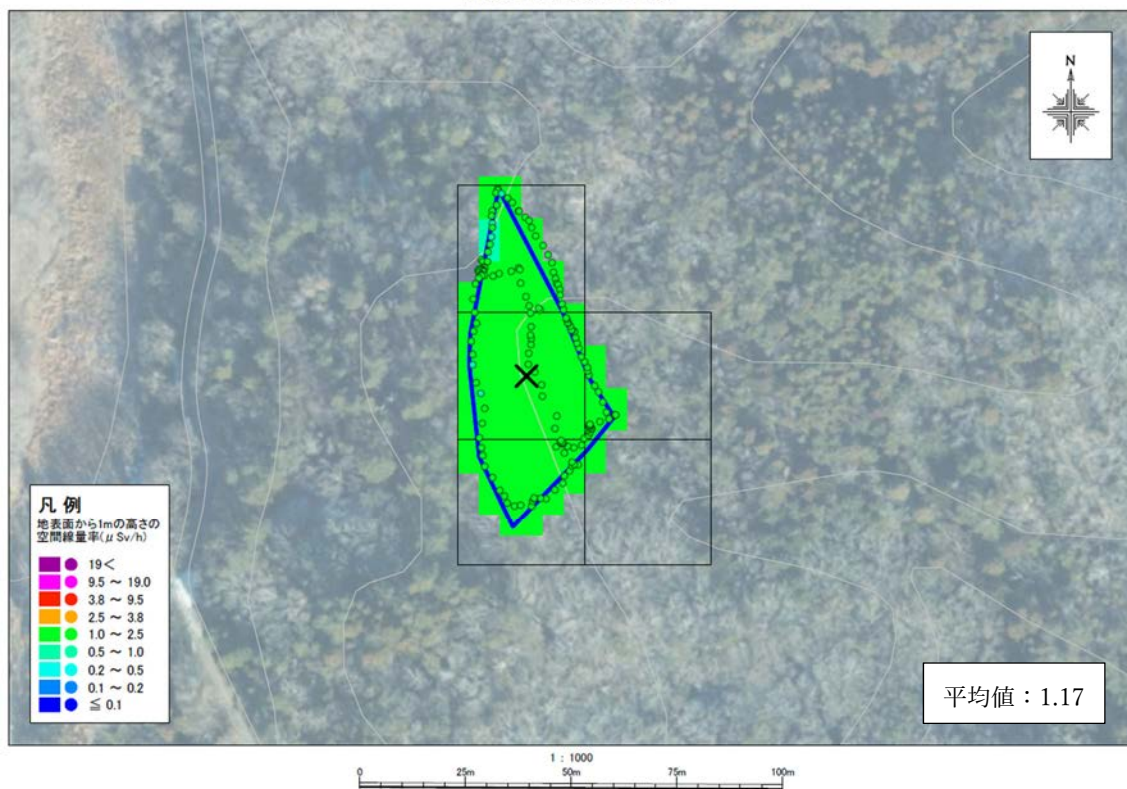


図 3.1-60 歩行測定結果 調査地点 No.99

大熊町(11林班226小班)

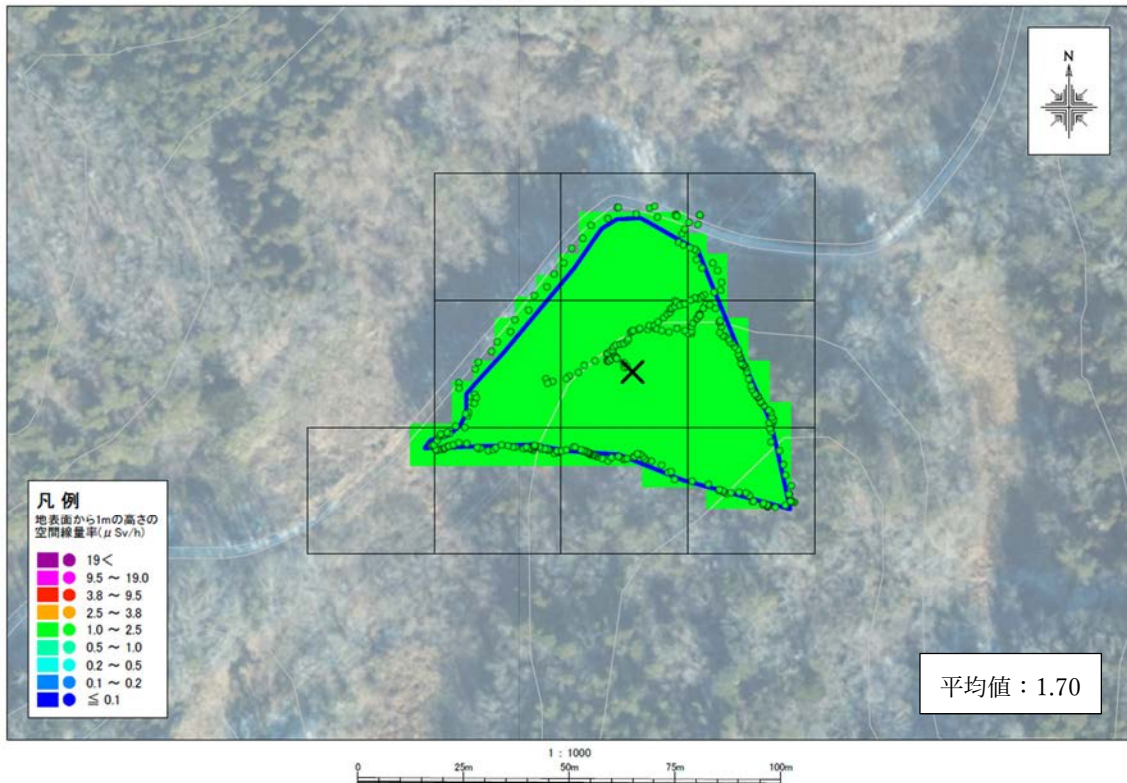


図 3.1-61 歩行測定結果 調査地点 No.100

大熊町(11林班381小班)

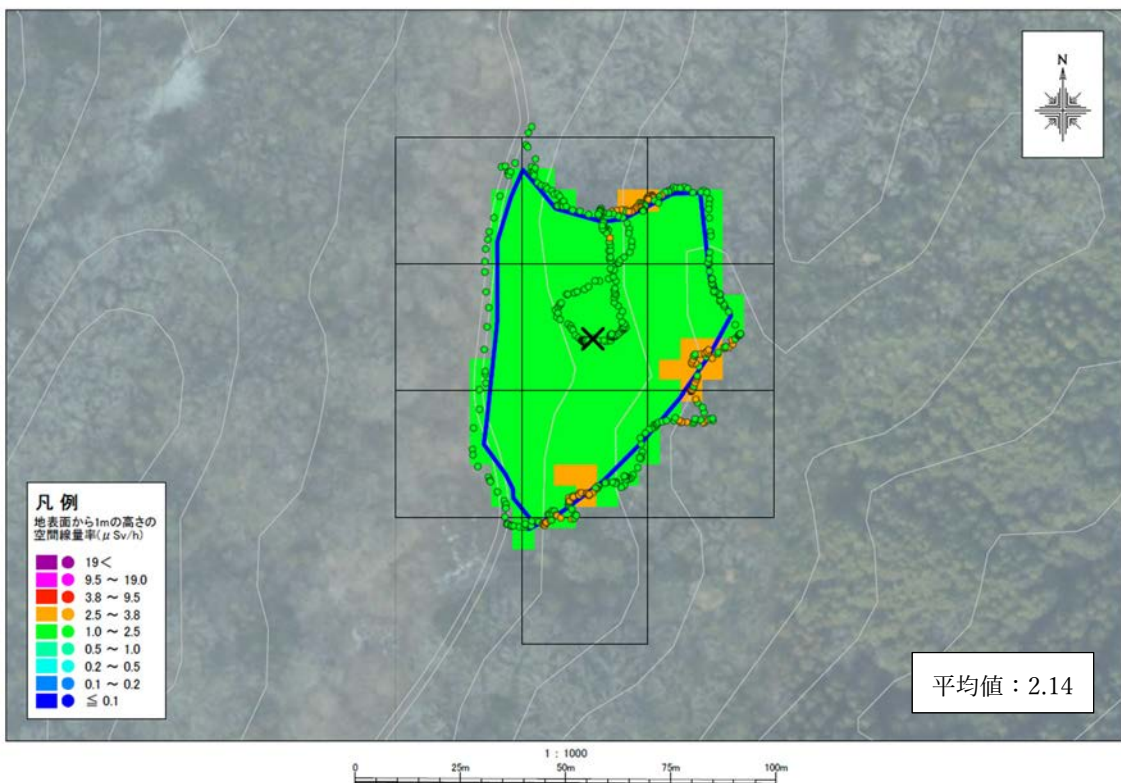


図 3.1-62 歩行測定結果 調査地点 No.101

大熊町(11林班95小班)

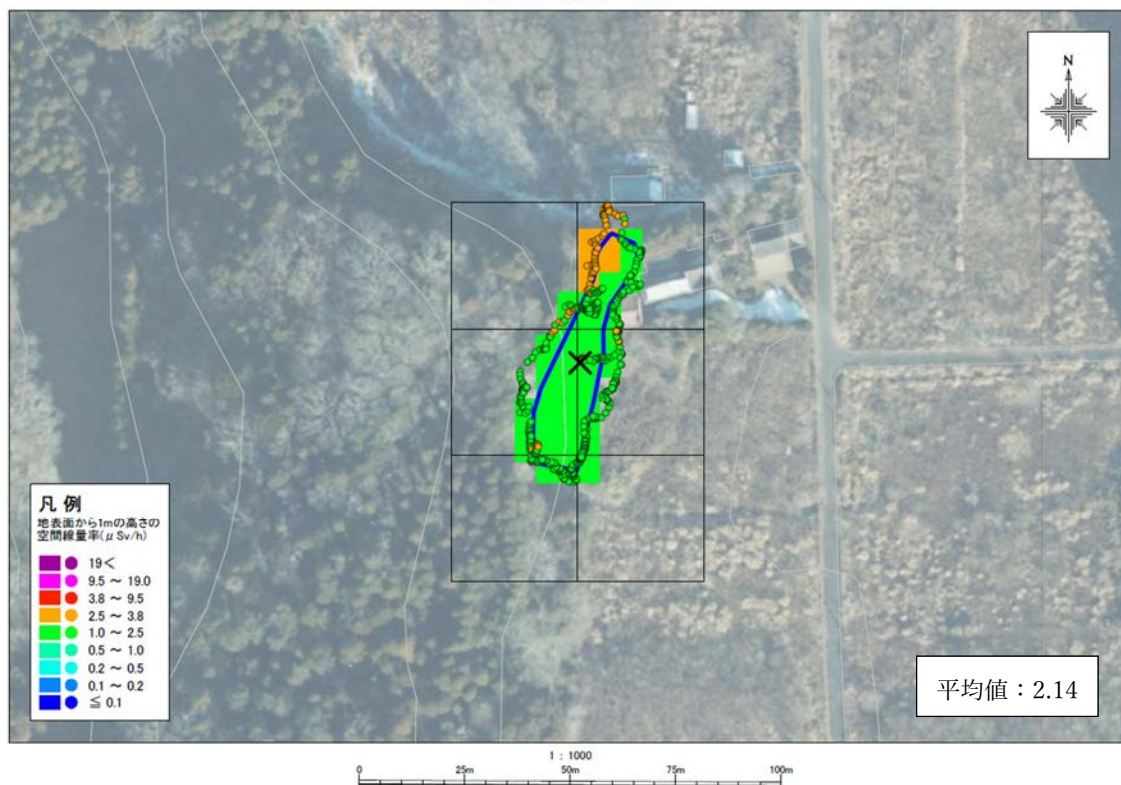


図 3.1-63 歩行測定結果 調査地点 No.102

大熊町(11林班118小班)

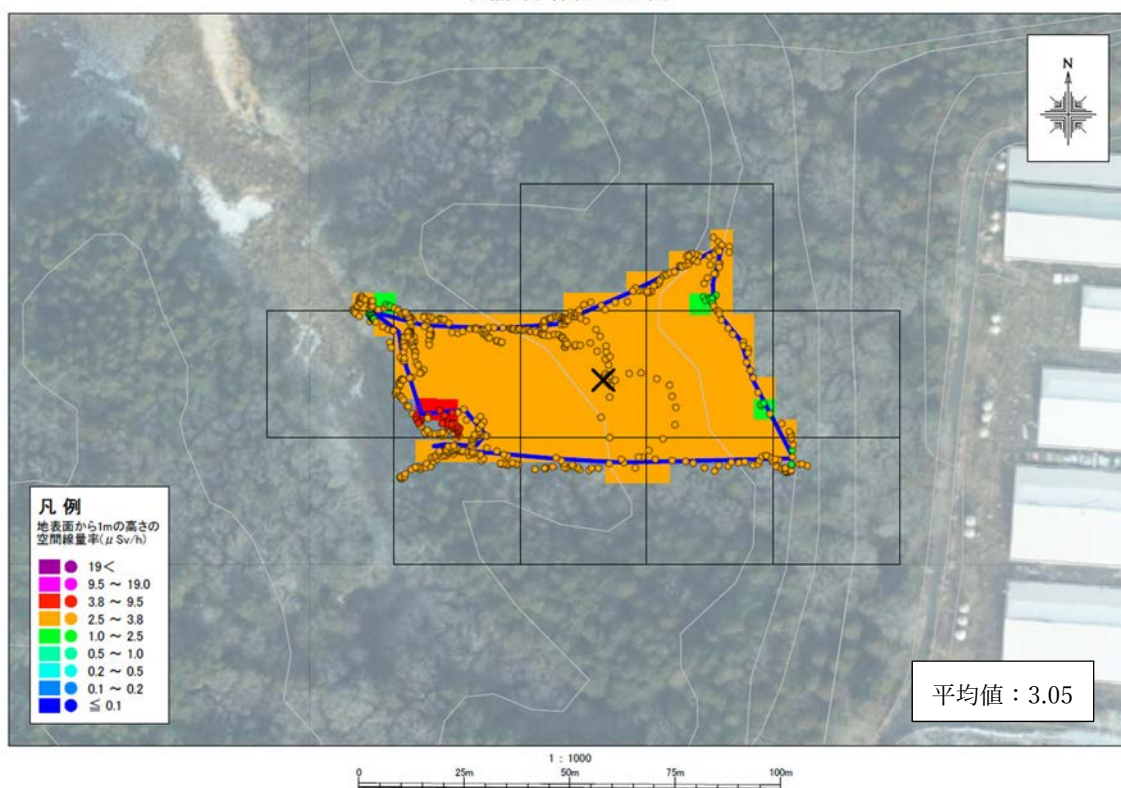


図 3.1-64 歩行測定結果 調査地点 No.103

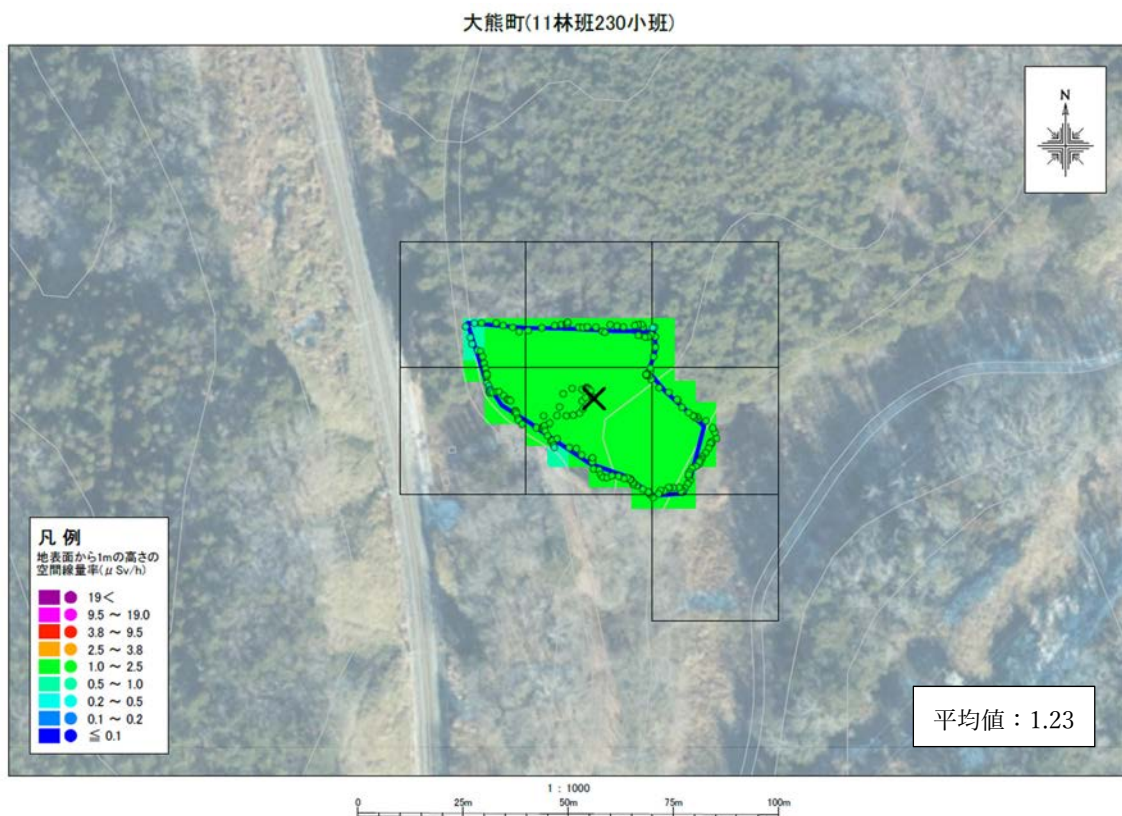


図 3.1-65 歩行測定結果 調査地点 No.106

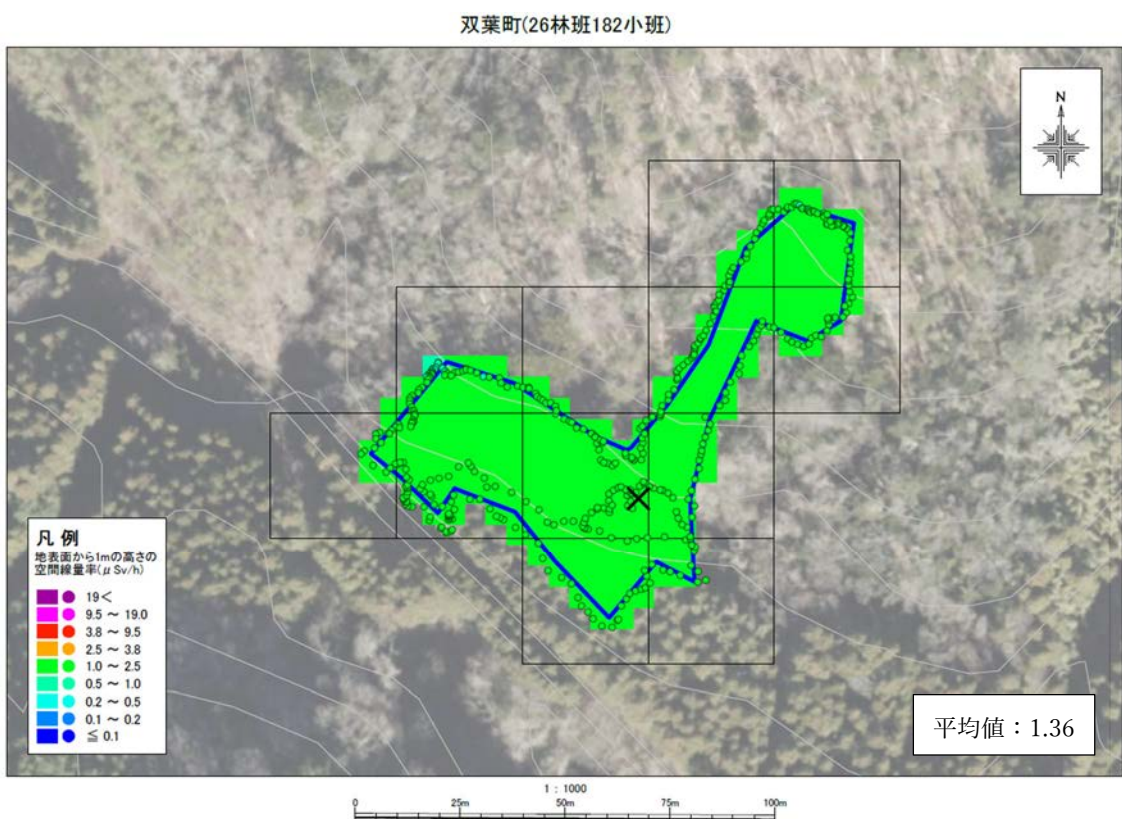


図 3.1-66 歩行測定結果 調査地点 No.107

双葉町(23林班61小班)

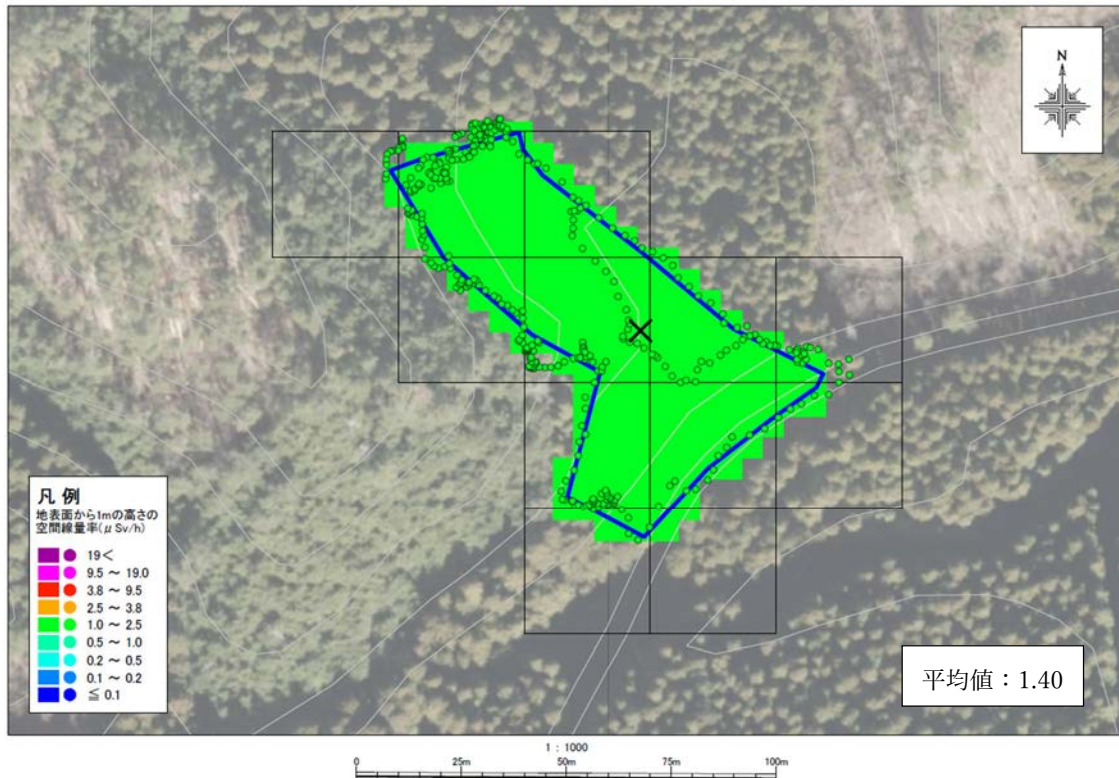


図 3.1-67 歩行測定結果 調査地点 No.108

双葉町(49林班164小班)

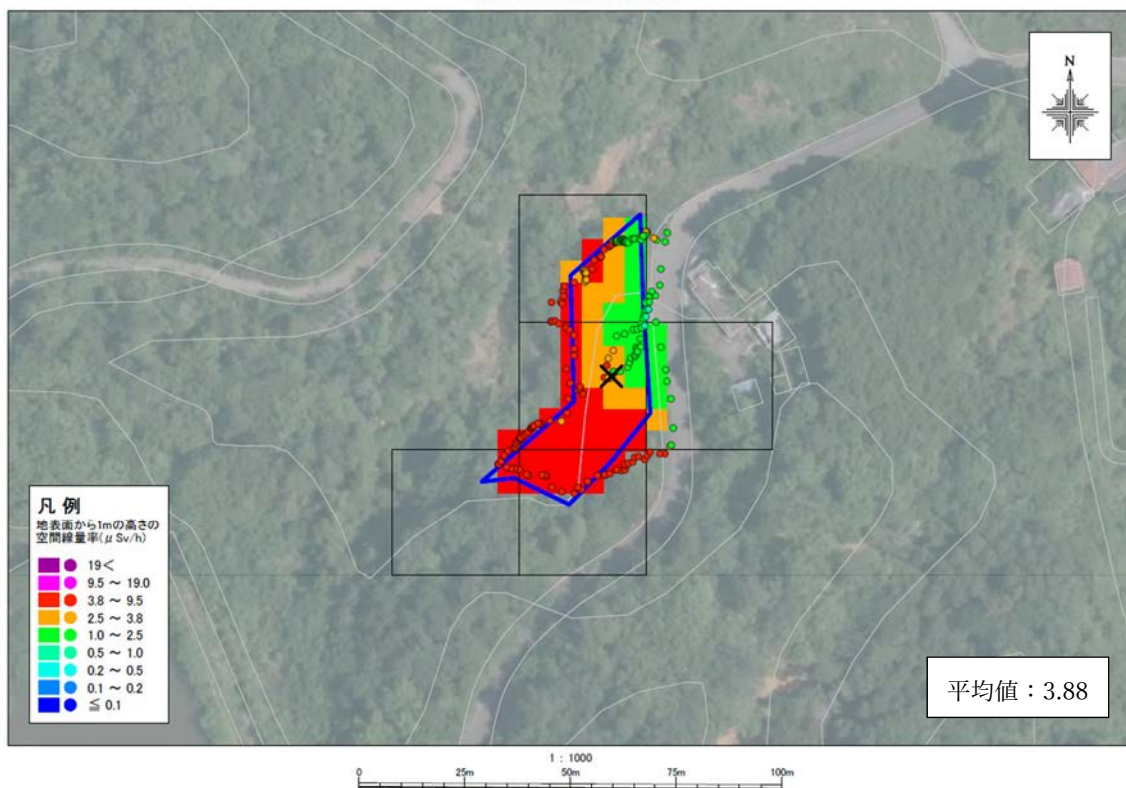


図 3.1-68 歩行測定結果 調査地点 No.109

双葉町(47林班92小班)

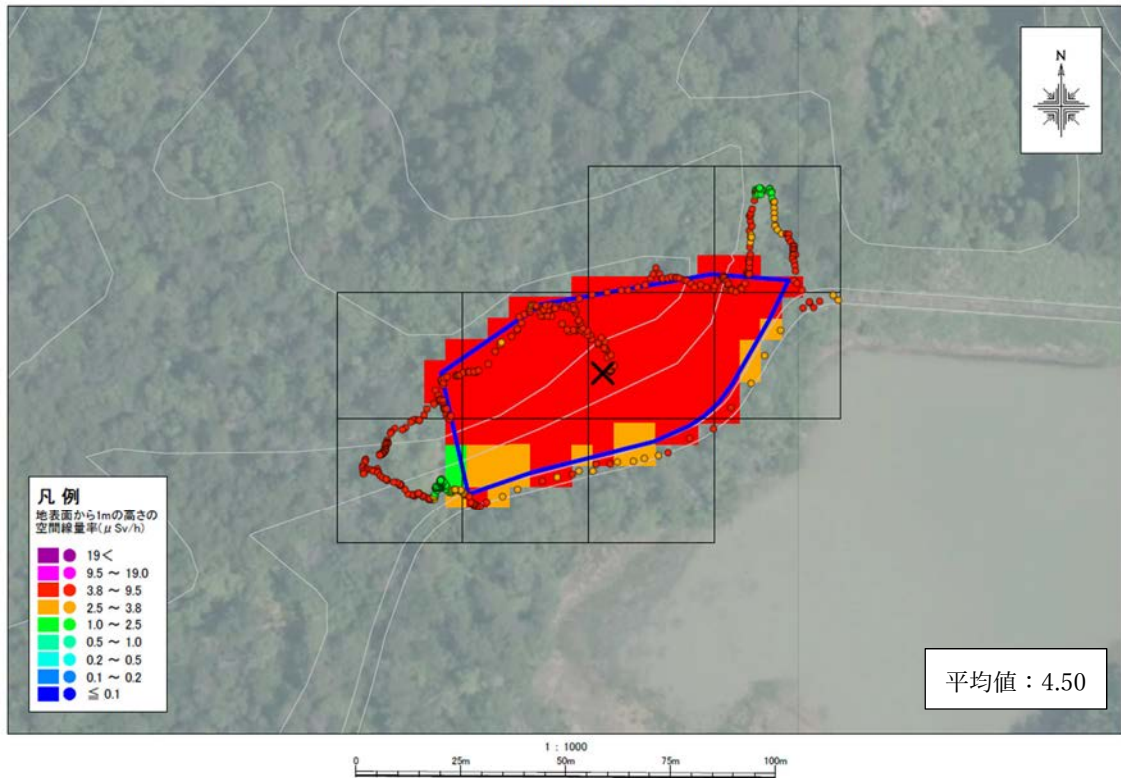


図 3.1-69 歩行測定結果 調査地点 No.110

双葉町(9林班45小班)

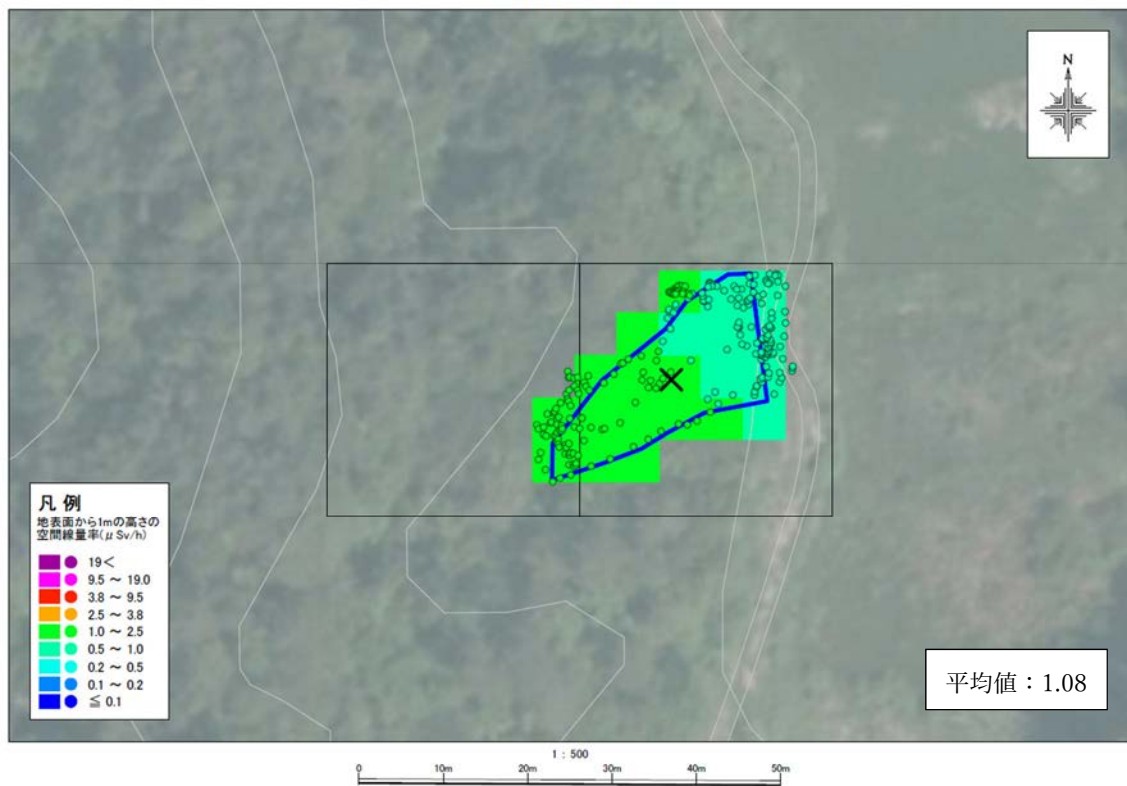


図 3.1-70 歩行測定結果 調査地点 No.112

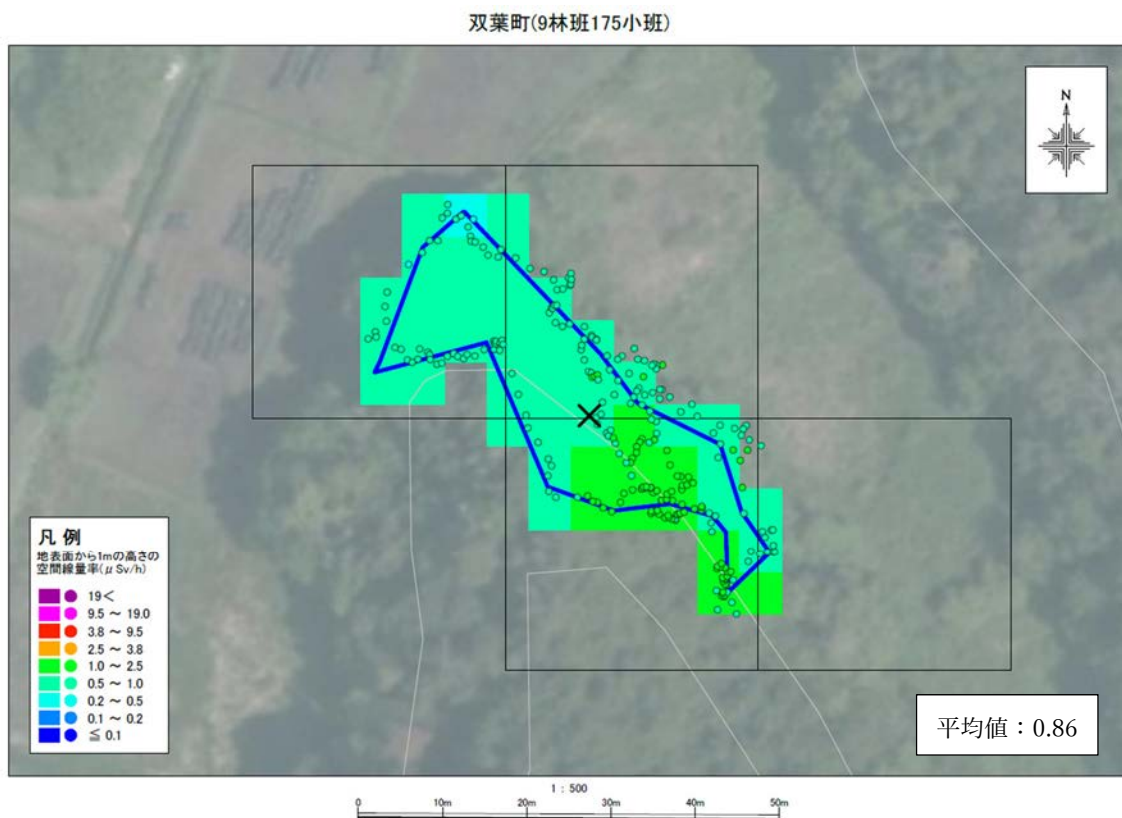


図 3.1-71 歩行測定結果 調査地点 No.113

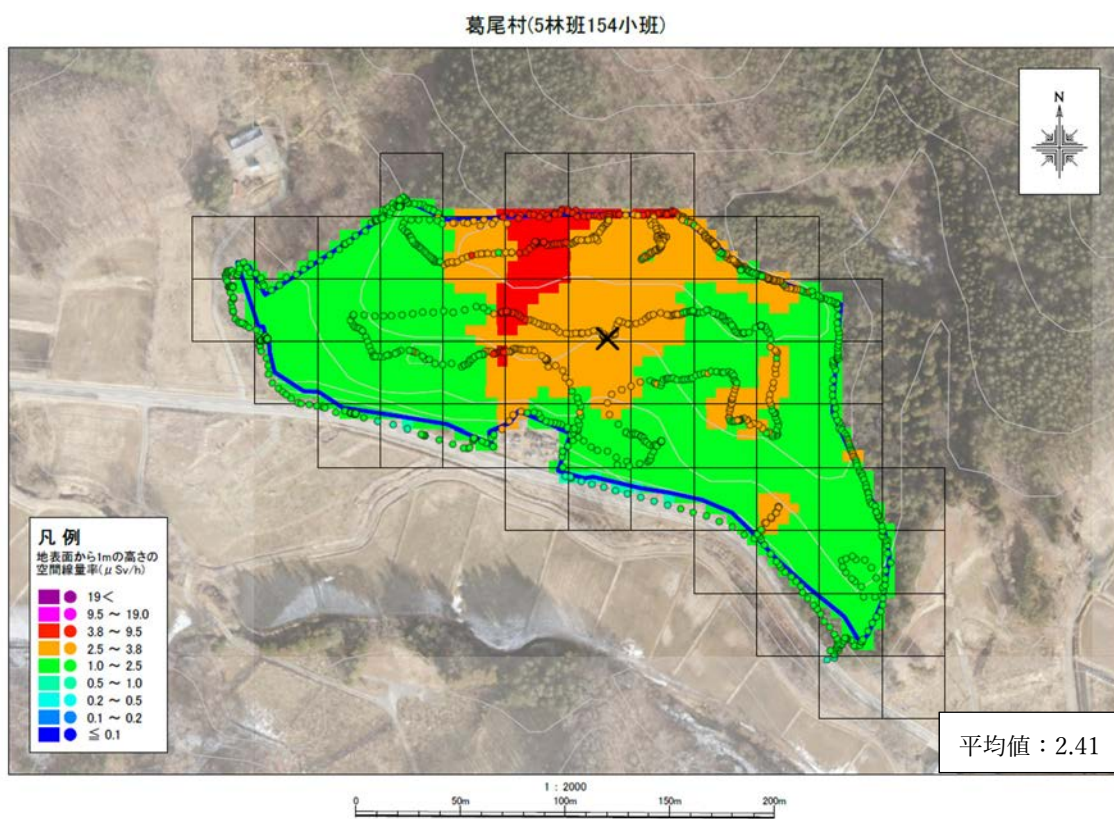


図 3.1-72 歩行測定結果 調査地点 No.116

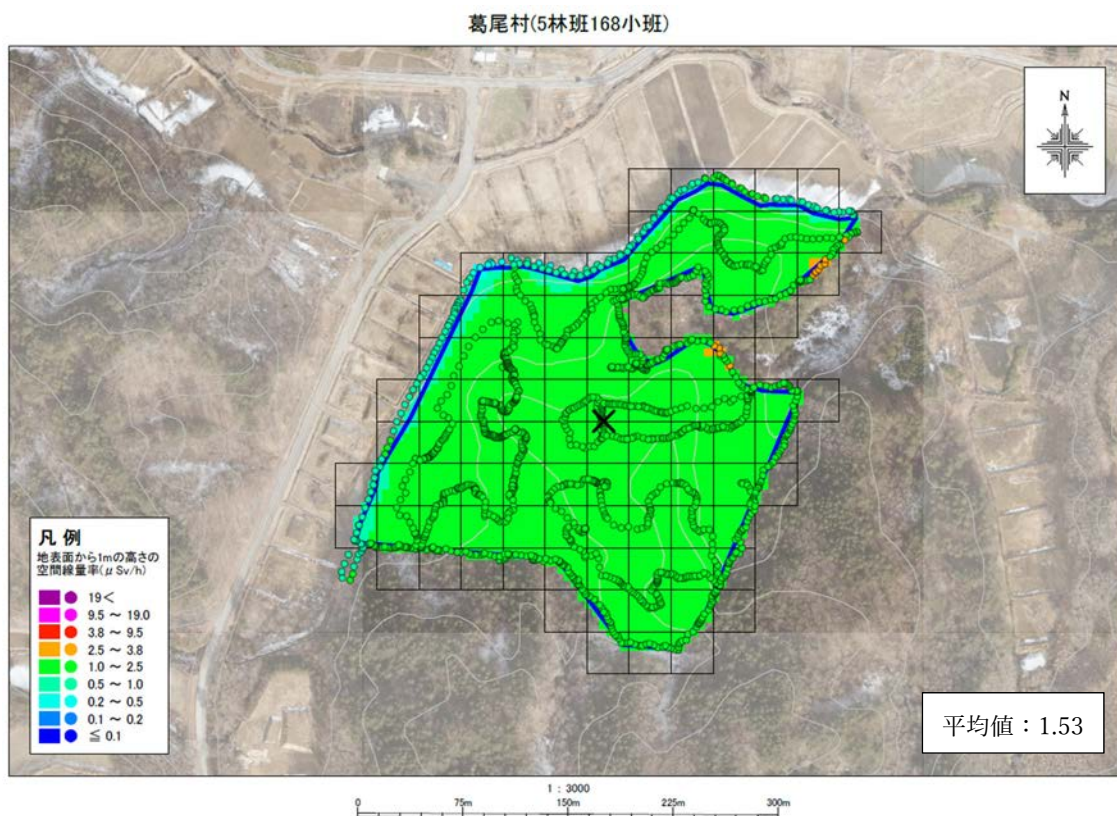


図 3.1-73 歩行測定結果 調査地点 No.117
 葛尾村(5林班80小班)

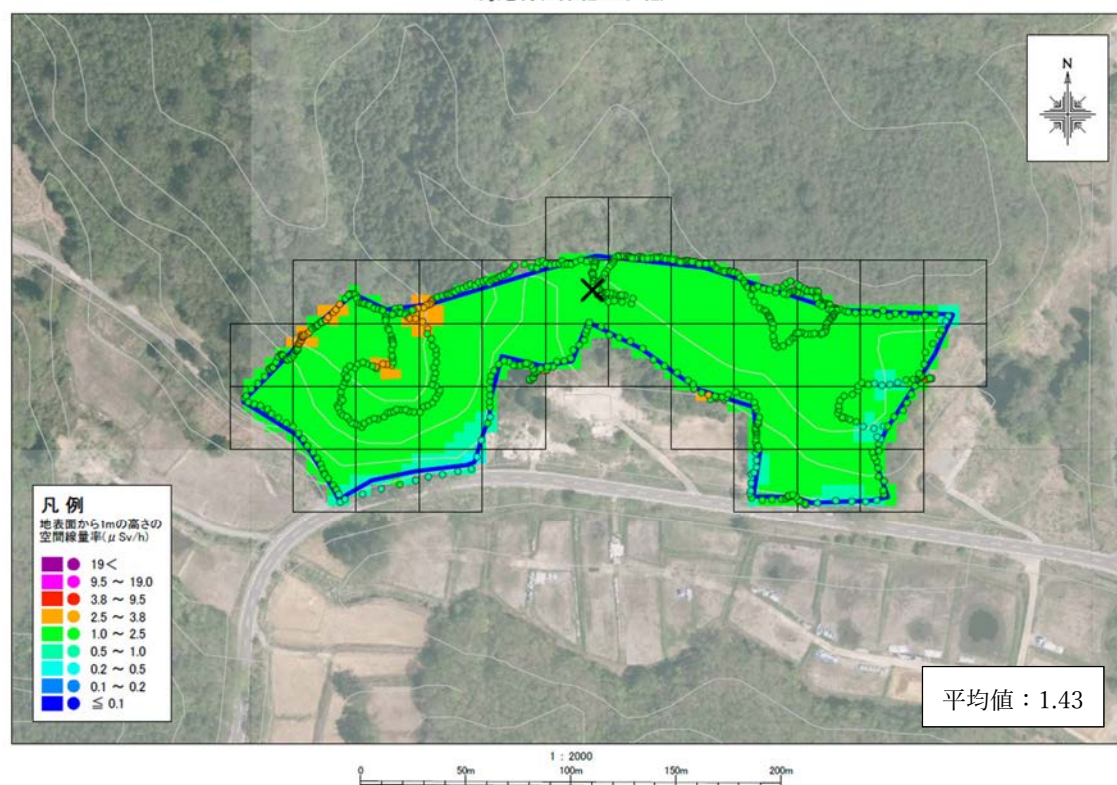


図 3.1-74 歩行測定結果 調査地点 No.118

双葉町(林班小班不明)

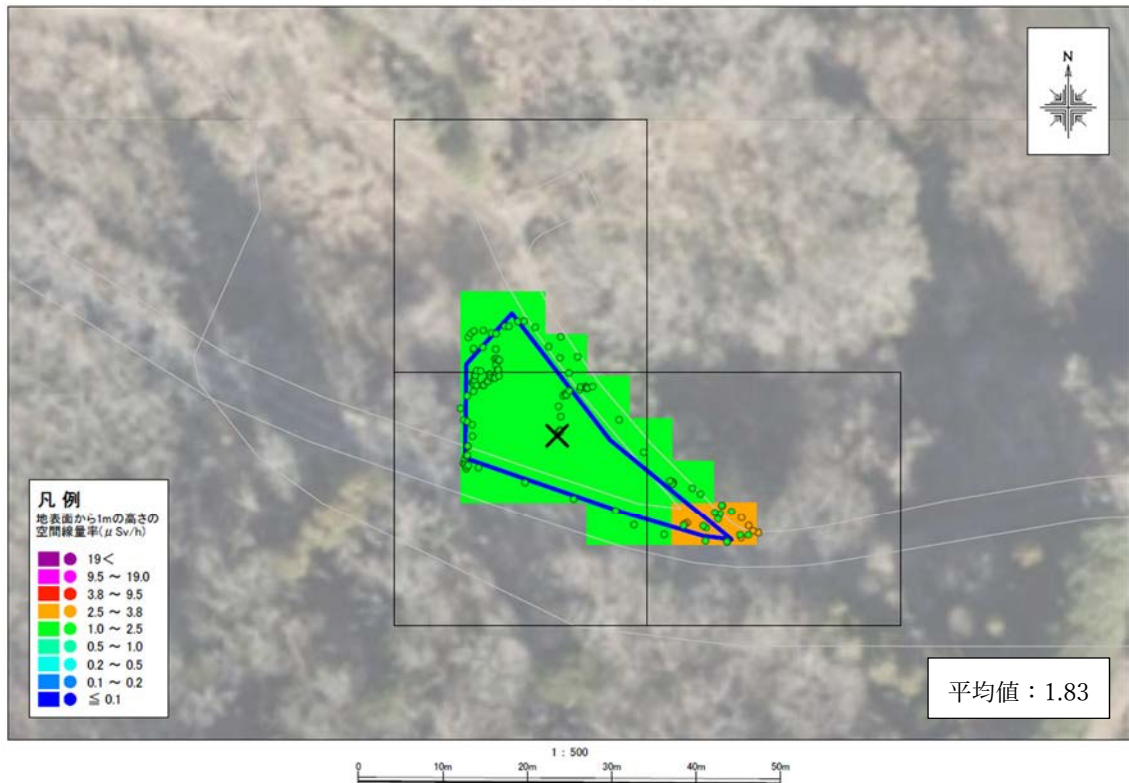


図 3.1-75 歩行測定結果 調査地点 No.119

双葉町(林班小班不明)

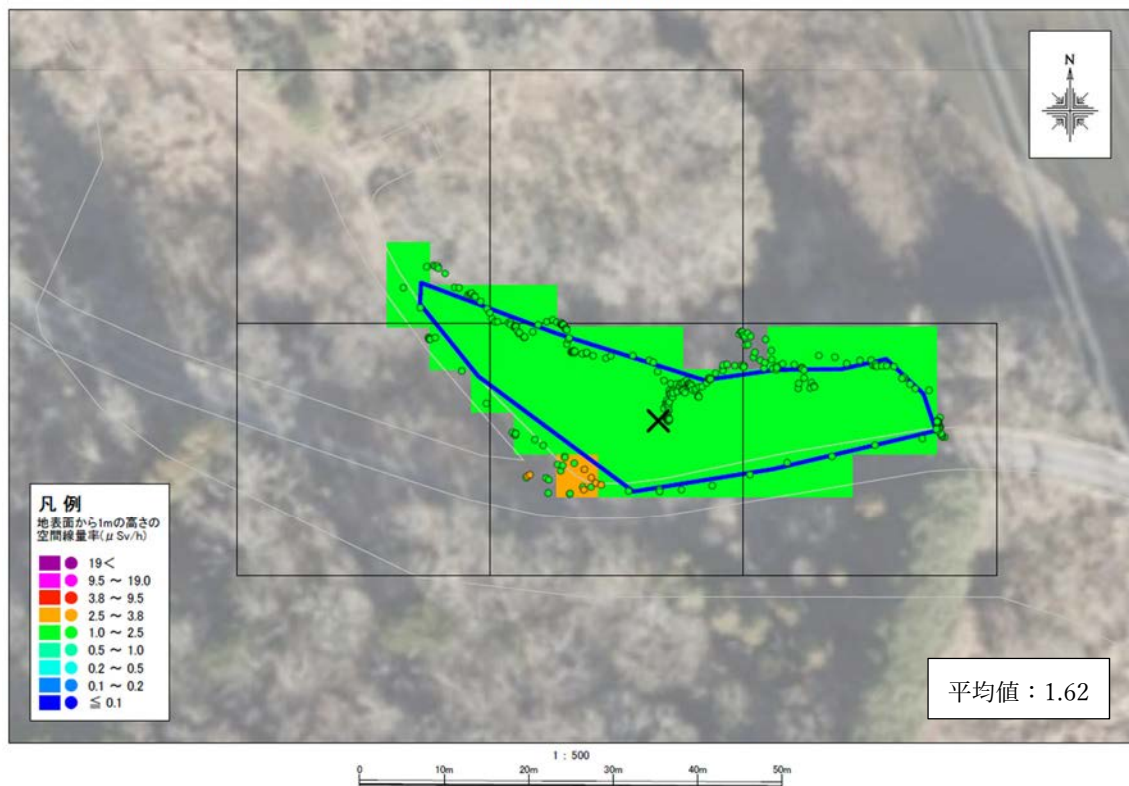


図 3.1-76 歩行測定結果 調査地点 No.120

双葉町(林班小班不明)

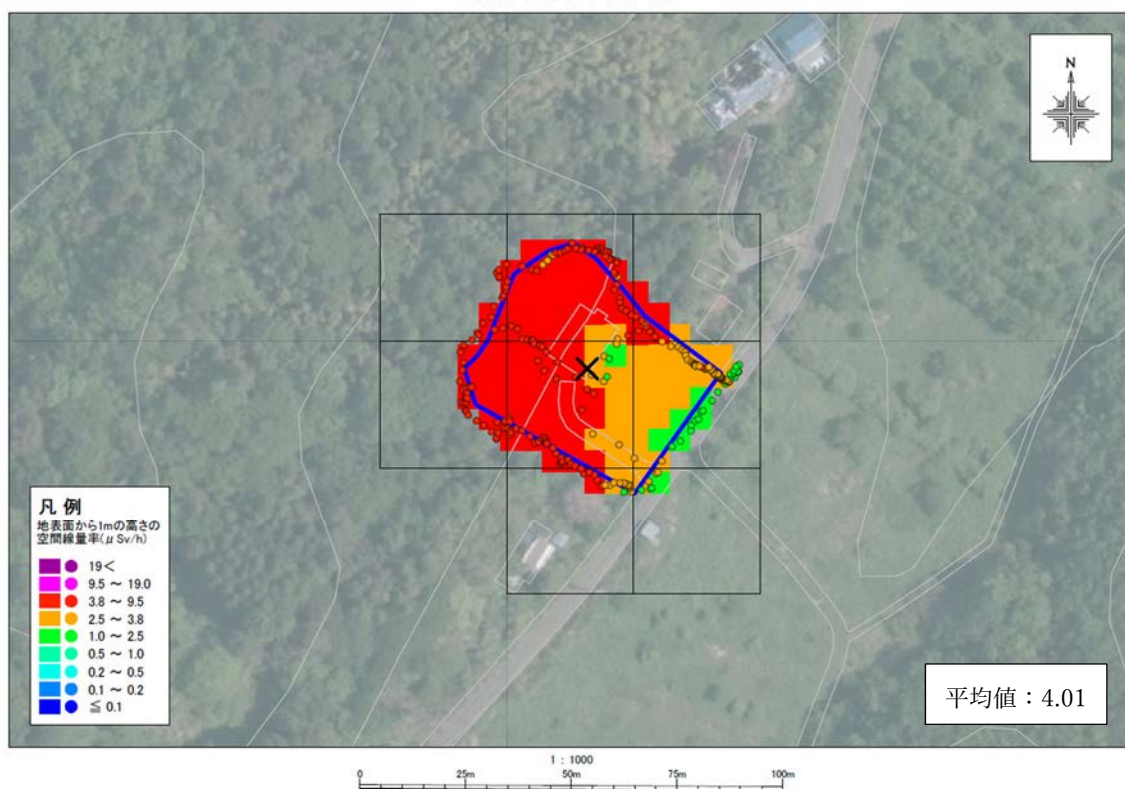


図 3.1-77 歩行測定結果 調査地点 No.121

南相馬市(C037林班14小班)

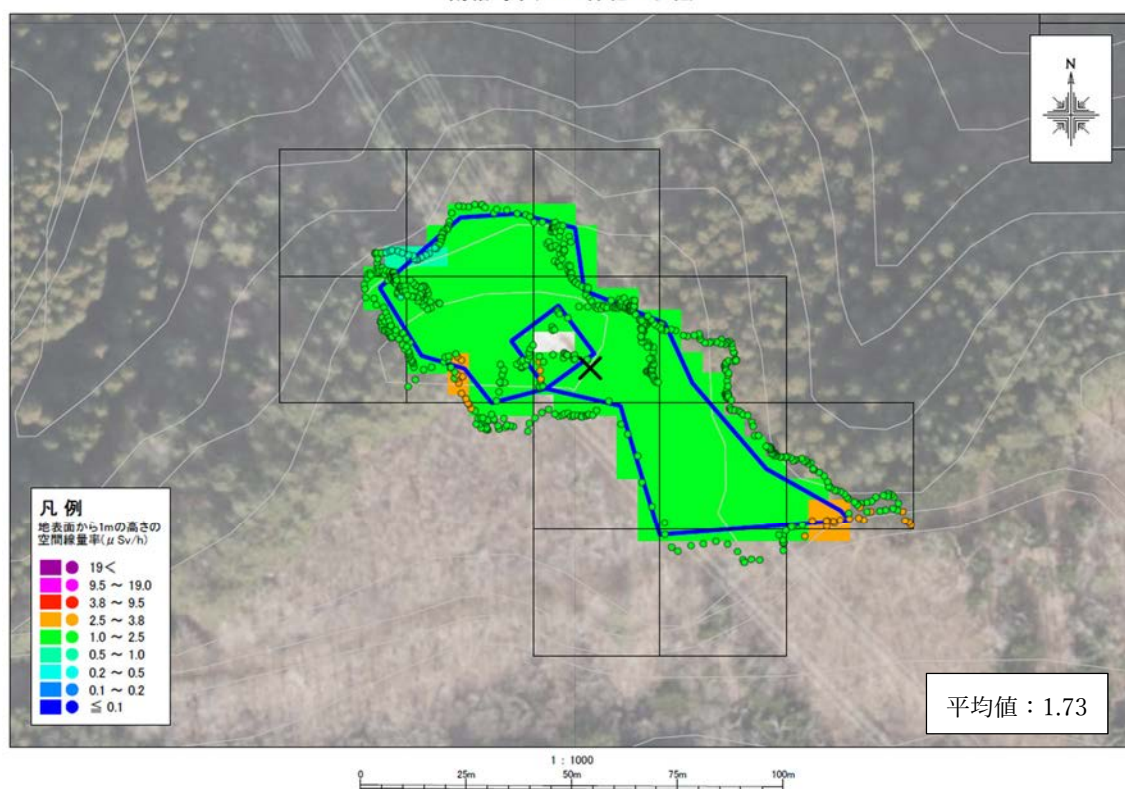


図 3.1-78 歩行測定結果 調査地点 No.123

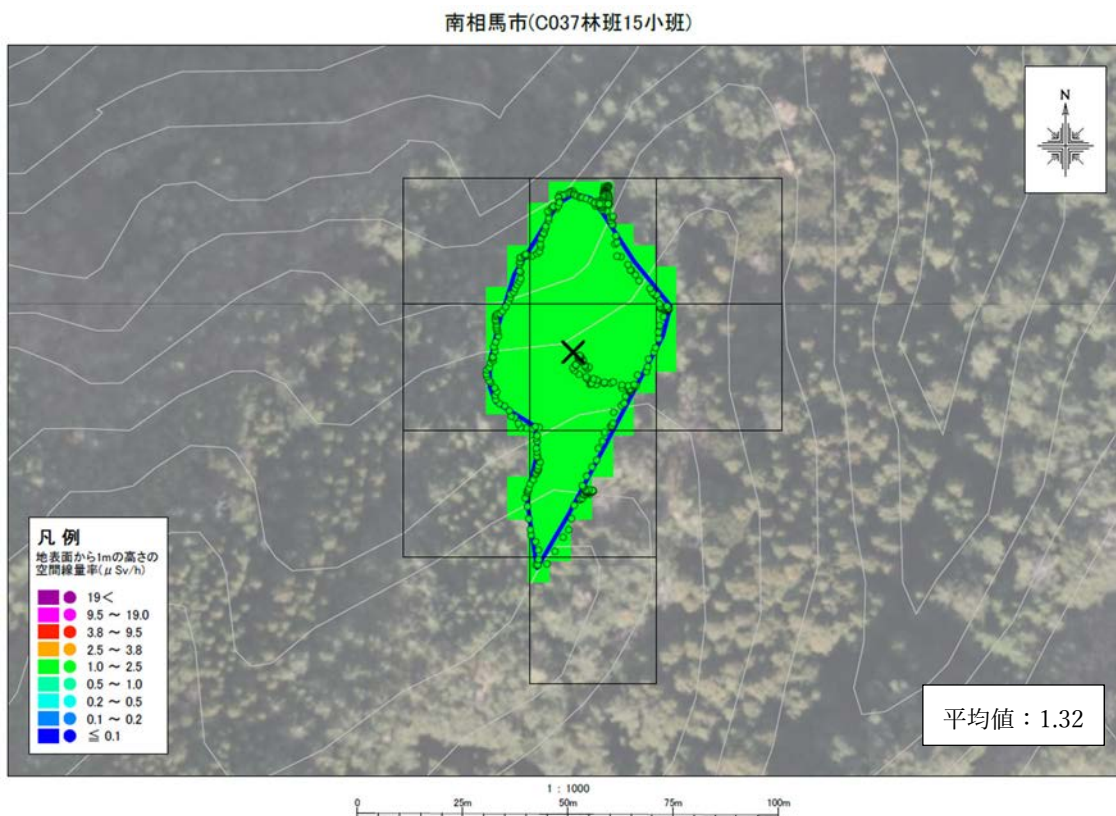


図 3.1-79 歩行測定結果 調査地点 No.124
浪江町(47林班208小班)

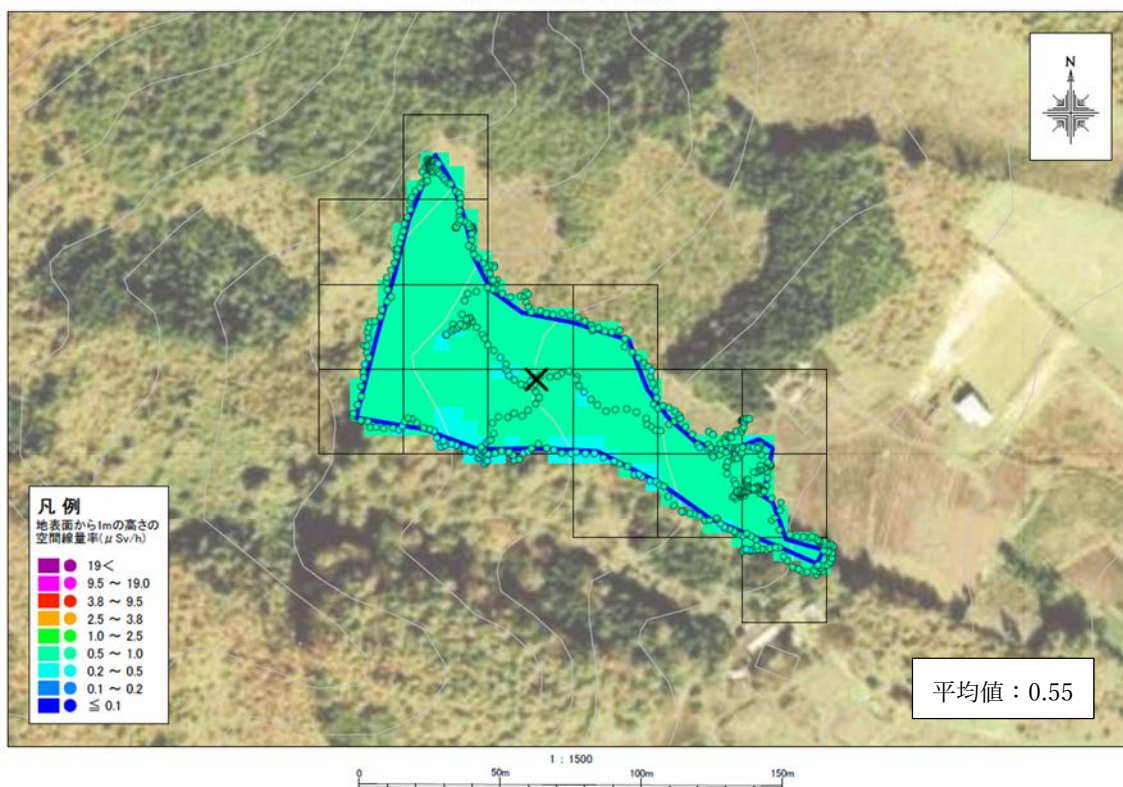


図 3.1-80 歩行測定結果 調査地点 No.125

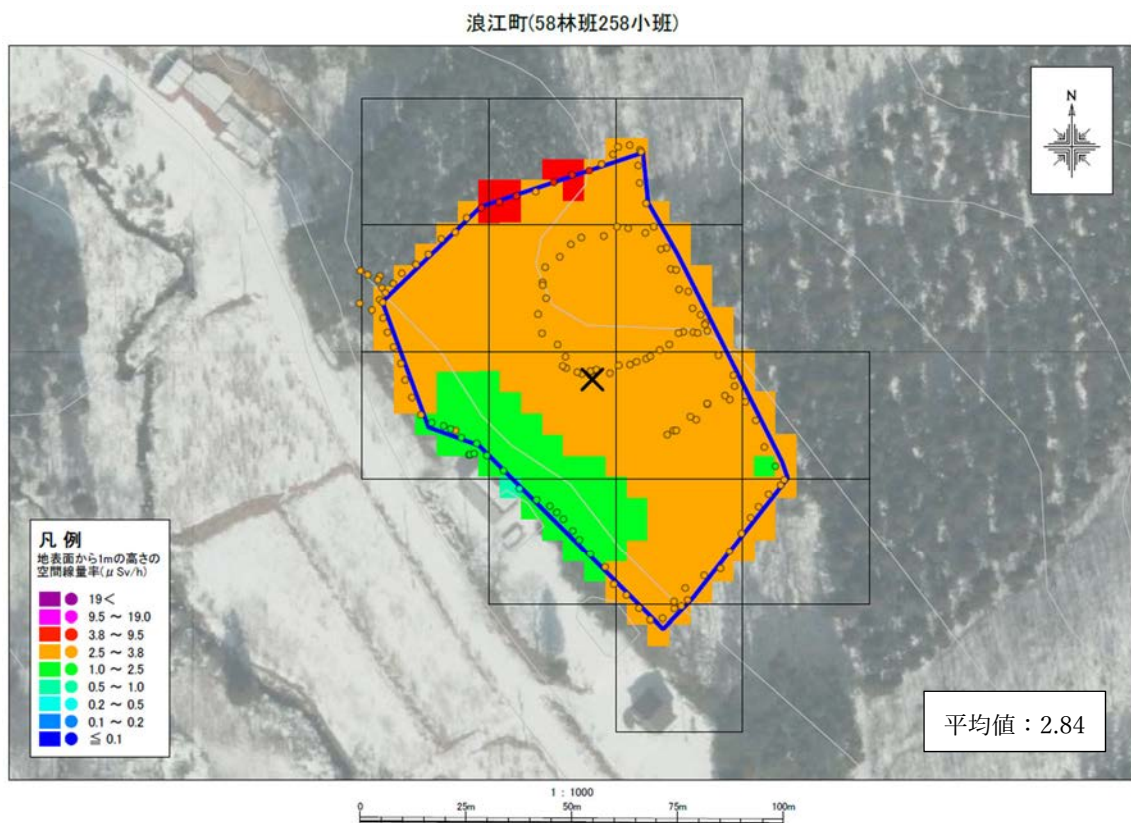


図 3.1-81 歩行測定結果 調査地点 No.126

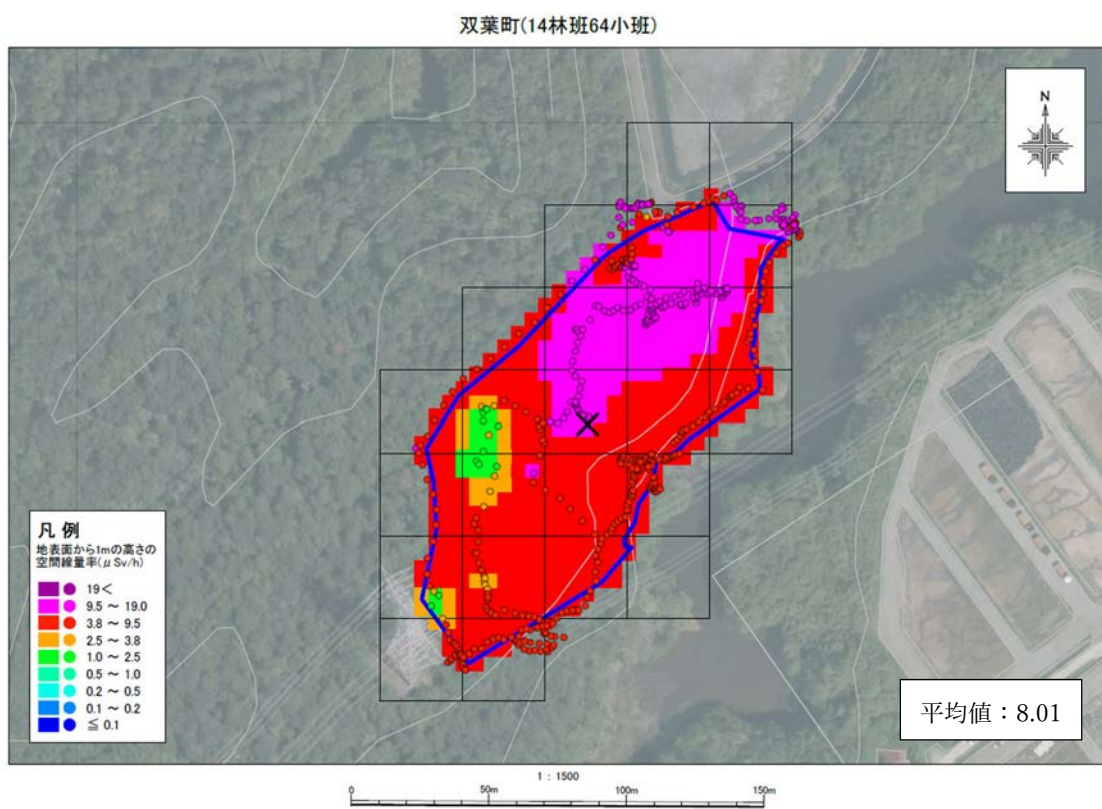


図 3.1-82 歩行測定結果 調査地点 No.127

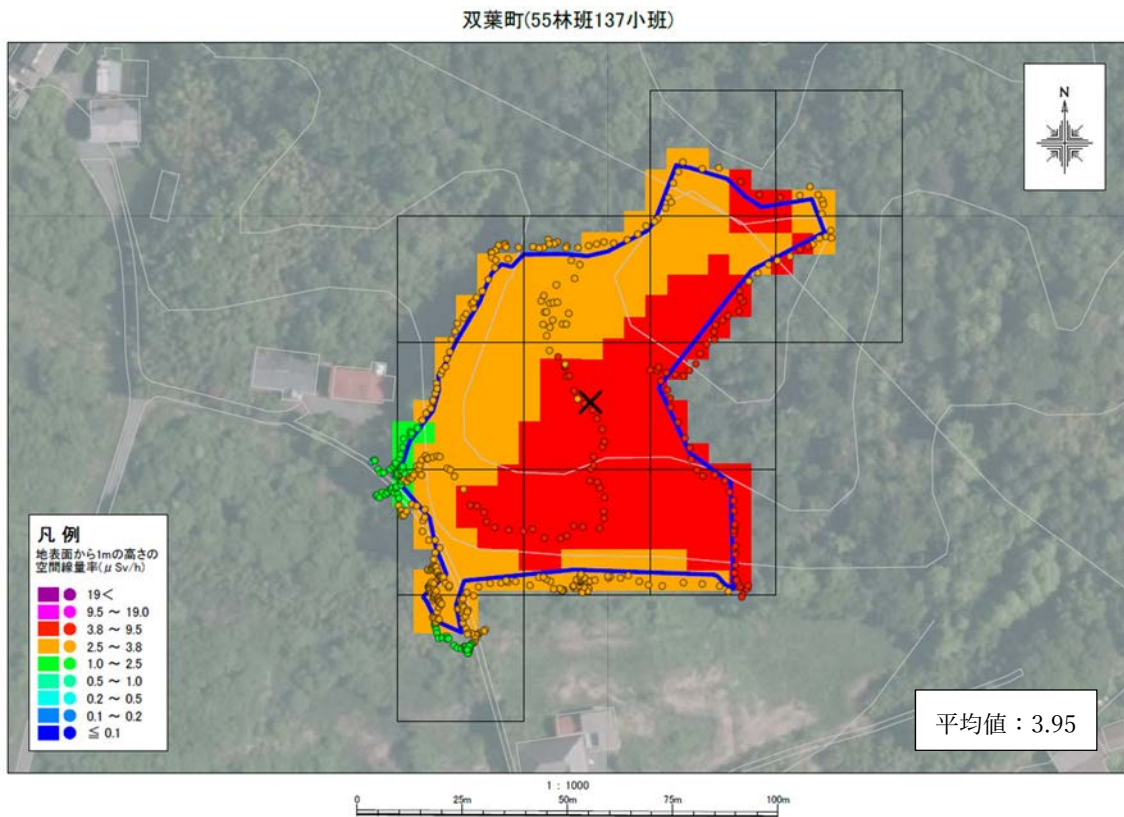


図 3.1-83 歩行測定結果 調査地点 No.128

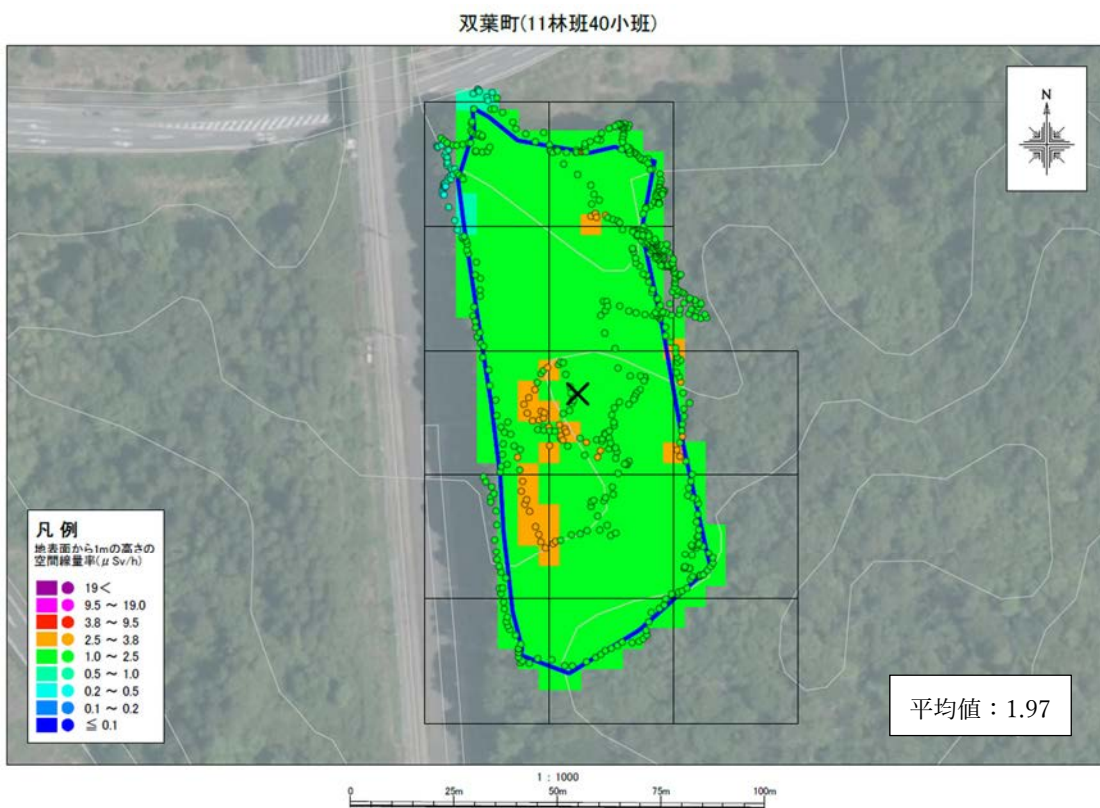


図 3.1-84 歩行測定結果 調査地点 No.129

3.2 空間線量率と作業者の被ばく量との関係における分析結果

3.2.1 空間線量率と作業種ごとの被ばく量の関係

以下に示す 5 事業地における空間線量率と作業種ごとの被ばく量の関係について分析を行った。本分析においては、データ数が 5 つ以上の作業種について個別に分析を行うこととした。

- ①令和 6 年度 ふくしま森林再生事業（事業地：葛尾村）
（空間線量率：0.26～0.45 μ Sv/h、外部被ばく量:0.13～0.25 μ Sv/h）
- ②令和 6 年度 ふくしま森林再生事業（事業地：浪江町）
（空間線量率：0.26～0.51 μ Sv/h、外部被ばく量:0.12～0.47 μ Sv/h）
- ③令和 6 年度 里山再生事業（事業地：富岡町）
（空間線量率：0.32～0.8 μ Sv/h、外部被ばく量:0.13～0.40 μ Sv/h）
- ④令和 6 年度 里山再生事業（事業地：大熊町）
（空間線量率：0.52～0.75 μ Sv/h、外部被ばく量:0.13～0.50 μ Sv/h）
- ⑤令和 6 年度 里山再生事業（事業地：飯館村）
（空間線量率：0.95～1.18 μ Sv/h、外部被ばく量:0.29～0.59 μ Sv/h）

（1）全作業種

図 3.2-1 には、上記 5 事業地の全ての作業種における外部被ばく量と空間線量率の関係を示している。また、表 3.2-1 には外部被ばく量の測定結果を示した。本分析では、図 3.2-1 に示す通り、外部被ばく量と空間線量率の関係を明らかにするため、以下の式を用いて相対偏差を求めた。相対偏差は、表 3.2-1 に記載されている施業日ごとに算出した。

$$\text{相対偏差} = (\text{外部被ばく量 } \mu \text{ Sv/h} - \text{空間線量率 } \mu \text{ Sv/h}) / (\text{空間線量率 } \mu \text{ Sv/h})$$

なお、外部被ばく量が 0 を記録した場合があったが、これは何らかの理由で測定がうまく行われなかったものと判断し、分析には含めなかった。さらに、空間線量率よりも外部被ばく量が大きくなる場合や、1 時間当たりの外部被ばく量が 1 μ Sv/h を超える場合についても、作業時の振動や携帯電話等の電波の影響を受けたものと考え、分析には含めなかった。

図 3.2-1 によると、林業機械を使用した場合と使用しない場合において、以下の傾向が見られた。

- ・林業機械を使用しない場合：相対偏差の値は主に-1 から 0 の範囲に分布していた。
- ・林業機械を使用した場合：相対偏差の値は主に-1 から-0.5 の範囲に分布しており、林業機械を使用しない場合と比較して、空間線量率が外部被ばく量を大きく上回る傾向が顕著である。この傾向は、林業機械の運転キャビン内では遮蔽効果があり、その影響と推測される。

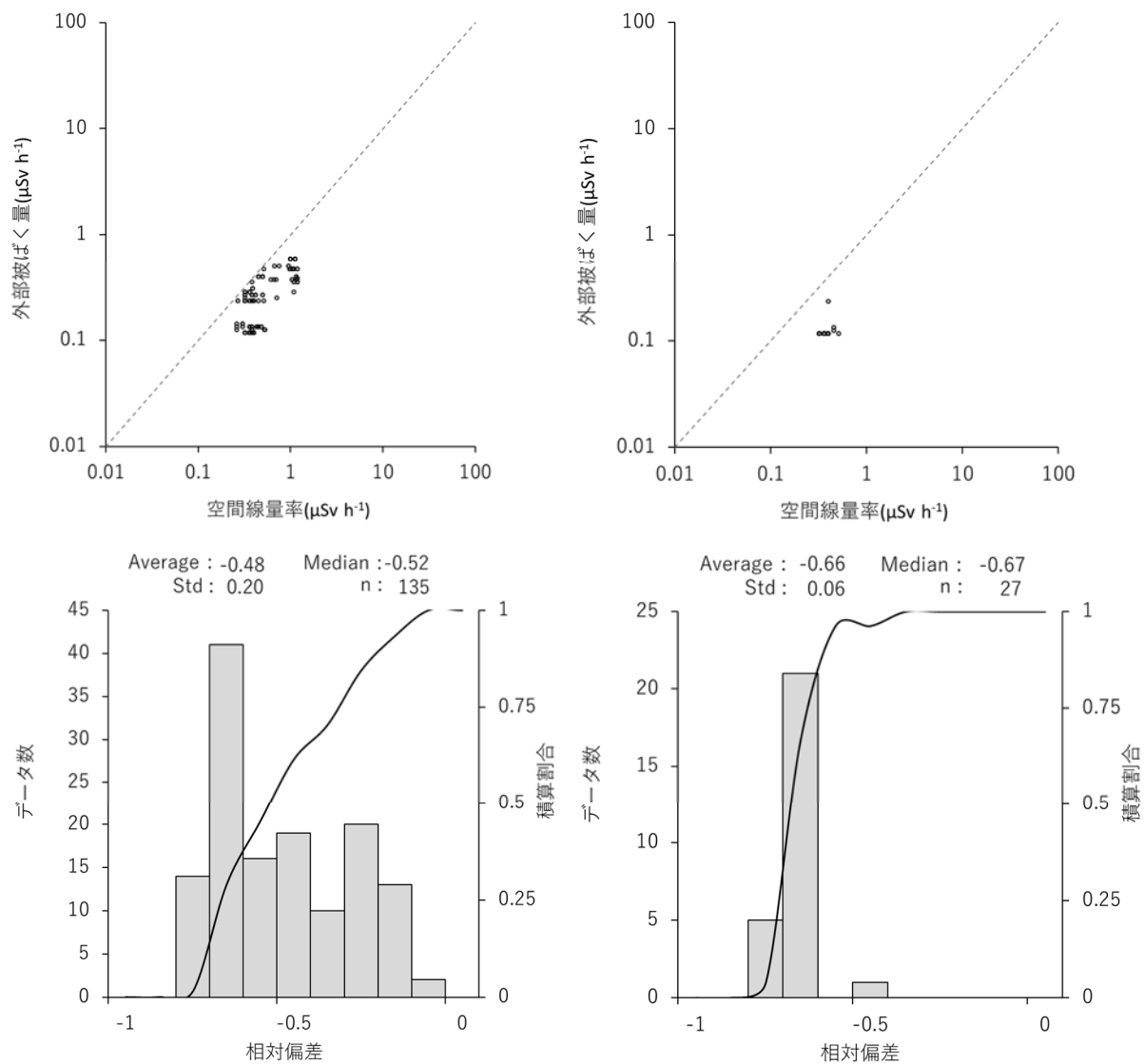


図 3.2-1 全ての作業種における外部被ばく量と空間線量率の関係
(左図：林業機械を使用しない場合、右図：林業機械を使用した場合)

※散布図の点線は $y = x$

表 3.2-1 作業種ごとの外部被ばく量測定結果

事業番号	施業年	施業月	施業日	作業種	林業機械 使用	林相	合計作業時間 (h)	空間線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	外部被ばく量 ($\mu\text{Sv/h}$)
①	2025	1	14	刈払い		アカマツ	7.0	0.26	0.14
①	2025	1	15	伐倒	○	スギ	8.0	0.28	0.25
①	2025	1	21	伐倒		アカマツ	7.5	0.26	0.13
①	2025	1	27	伐倒		スギ	7.5	0.30	0.13
①	2025	1	27	伐倒	○	スギ	7.5	0.45	0.13
①	2025	1	28	伐倒		スギ	7.0	0.30	0.14
①	2025	1	28	伐倒	○	スギ	8.0	0.45	0.13
①	2025	1	29	伐倒		スギ	7.0	0.30	0.14
②	2024	12	16	刈払い		広葉樹	8.5	0.32	0.12
②	2024	12	17	刈払い		スギ・ヒノキ	8.5	0.38	0.12
②	2024	12	18	伐倒		広葉樹	8.5	0.32	0.24
②	2024	12	18	刈払い		スギ・ヒノキ・ 広葉樹	8.5	0.38	0.35
②	2024	12	20	集材	○	アカマツと広葉樹 の混交林	8.5	0.36	0.12
②	2024	12	21	集材	○	アカマツと広葉樹 の混交林	8.5	0.36	0.12
②	2024	12	21	伐倒		広葉樹	8.5	0.32	0.24
②	2024	12	23	集材	○	アカマツと広葉樹 の混交林	8.5	0.36	0.12
②	2024	12	23	伐倒		広葉樹	8.5	0.32	0.12
②	2024	12	24	集材	○	アカマツと広葉樹 の混交林	8.5	0.36	0.12
②	2024	12	24	伐倒		広葉樹	8.5	0.32	0.24
②	2024	12	25	集材	○	アカマツと広葉樹 の混交林	8.5	0.36	0.12
②	2025	1	6	集材	○	アカマツと広葉樹 の混交林	8.5	0.36	0.12
②	2025	1	7	集材	○	アカマツと広葉樹 の混交林	8.5	0.36	0.12
②	2025	1	8	集材	○	アカマツと広葉樹 の混交林	8.5	0.36	0.12
②	2025	1	9	集材	○	アカマツと広葉樹 の混交林	8.5	0.36	0.12

事業番号	施業年	施業月	施業日	作業種	林業機械 使用	林相	合計作業時間 (h)	空間線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	外部被ばく量 ($\mu\text{Sv/h}$)
②	2025	1	9	伐倒		スギ	8.5	0.51	0.47
②	2025	1	10	集材	○	広葉樹	8.5	0.32	0.12
②	2025	1	10	集材		広葉樹	8.5	0.32	0.12
②	2025	1	11	伐倒		スギ	8.5	0.51	0.24
②	2025	1	11	集材		アカマツと広葉樹 の混交林	8.5	0.36	0.12
②	2025	1	13	集材	○	広葉樹	8.5	0.32	0.12
②	2025	1	13	枝条等集積		アカマツと広葉樹 の混交林	8.5	0.36	0.24
②	2025	1	13	集材		広葉樹	8.5	0.32	0.24
②	2025	1	14	集材	○	広葉樹	8.5	0.32	0.12
②	2025	1	14	枝条等集積		アカマツと広葉樹 の混交林	8.5	0.36	0.12
②	2025	1	14	集材		広葉樹	8.5	0.32	0.24
②	2025	1	15	枝条等集積		アカマツと広葉樹 の混交林	8.5	0.36	0.12
②	2025	1	15	枝条等集積		アカマツと広葉樹 の混交林	8.5	0.36	0.12
②	2025	1	16	集材	○	—	8.5	0.36	0.12
②	2025	1	16	枝条等集積		アカマツと広葉樹 の混交林	8.5	0.36	0.12
②	2025	1	16	集材		アカマツと広葉樹 の混交林	8.5	0.36	0.24
②	2025	1	17	集材	○	アカマツと広葉樹 の混交林	8.5	0.36	0.12
②	2025	1	17	枝条等集積		アカマツと広葉樹 の混交林	8.5	0.36	0.12
②	2025	1	17	枝条等集積		アカマツと広葉樹 の混交林	8.5	0.36	0.24
②	2025	1	18	集材	○	広葉樹	8.5	0.32	0.12
②	2025	1	18	枝条等集積		アカマツと広葉樹 の混交林	8.5	0.36	0.12
②	2025	1	18	集材		スギ	8.5	0.45	0.24
②	2025	1	20	集材	○	広葉樹	8.5	0.32	0.12
②	2025	1	20	枝条等集積		アカマツと広葉樹 の混交林	8.5	0.36	0.12

事業番号	施業年	施業月	施業日	作業種	林業機械 使用	林相	合計作業時間 (h)	空間線量率 (μSv/h)	外部被ばく量 (μSv/h)
②	2025	1	21	集材	○	広葉樹	8.5	0.32	0.12
②	2025	1	21	枝条等集積		アカマツと広葉樹 の混交林	8.5	0.36	0.12
②	2025	1	21	枝条等集積		アカマツと広葉樹 の混交林	8.5	0.36	0.24
②	2025	1	22	集材	○	広葉樹	8.5	0.32	0.12
②	2025	1	22	枝条等集積		アカマツと広葉樹 の混交林	8.5	0.36	0.12
②	2025	1	23	集材	○	スギ	8.5	0.51	0.12
②	2025	1	23	伐倒		スギ	8.5	0.40	0.12
②	2025	1	23	枝条等集積		広葉樹	8.5	0.27	0.24
②	2025	1	24	集材	○	広葉樹	8.5	0.32	0.12
②	2025	1	24	枝条等集積		広葉樹	8.5	0.27	0.24
②	2025	1	25	枝条等集積		広葉樹	8.5	0.32	0.24
②	2025	1	27	木製路面 排水溝	○	スギ	8.5	0.40	0.24
②	2025	1	27	枝条等集積		広葉樹	8.5	0.32	0.12
②	2025	1	28	枝条等集積		広葉樹	8.5	0.32	0.24
②	2025	1	29	集材	○	スギ	8.5	0.40	0.12
②	2025	1	29	枝条等集積		広葉樹	8.5	0.32	0.24
②	2025	1	30	集材	○	スギ	8.5	0.40	0.12
②	2025	2	1	伐倒		スギ	8.5	0.38	0.12
②	2025	2	3	造材		スギ	8.5	0.40	0.12
②	2025	2	4	枝条等集積		広葉樹	8.5	0.32	0.24
②	2025	2	4	造材		スギ	8.5	0.40	0.12
②	2025	2	4	丸太筋工		スギ・ヒノキ	8.5	0.38	0.12
②	2025	2	5	造材・運材		スギ	8.5	0.40	0.24
②	2025	2	5	丸太筋工		スギ・ヒノキ	8.0	0.32	0.25
②	2025	2	6	造材		アスナロ	8.5	0.40	0.24
②	2025	2	7	造材		アスナロ	8.5	0.40	0.24
②	2025	2	8	伐倒		スギ	8.5	0.38	0.24
②	2025	2	10	伐倒・運材	○	スギ	8.5	0.39	0.12
②	2025	2	11	丸太筋工		広葉樹	8.0	0.26	0.13
②	2025	2	11	運材	○	スギ	8.5	0.39	0.12
③	2024	9	12	刈払い		広葉樹	7.5	0.32	0.27

事業番号	施業年	施業月	施業日	作業種	林業機械 使用	林相	合計作業時間 (h)	空間線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	外部被ばく量 ($\mu\text{Sv/h}$)
③	2024	9	12	刈払い		広葉樹	7.5	0.32	0.27
③	2024	9	12	刈払い		広葉樹	7.5	0.32	0.27
③	2024	9	13	刈払い		広葉樹	7.5	0.36	0.13
③	2024	9	13	刈払い		広葉樹	7.5	0.36	0.13
③	2024	9	13	刈払い		広葉樹	7.5	0.36	0.13
③	2024	9	17	刈払い		広葉樹	7.5	0.43	0.13
③	2024	9	17	刈払い		広葉樹	7.5	0.43	0.13
③	2024	9	18	刈払い		広葉樹	7.5	0.36	0.13
③	2024	9	18	刈払い		広葉樹	7.5	0.36	0.13
③	2024	9	20	刈払い		広葉樹	7.5	0.38	0.13
③	2024	9	20	刈払い		広葉樹	7.5	0.38	0.13
③	2024	9	24	伐倒		広葉樹	7.5	0.48	0.13
③	2024	9	24	伐倒		広葉樹	7.5	0.48	0.13
③	2024	9	25	伐倒		広葉樹	7.5	0.45	0.13
③	2024	9	25	伐倒		広葉樹	7.5	0.45	0.13
③	2024	9	25	伐倒		広葉樹	7.5	0.45	0.13
③	2024	9	30	伐倒		広葉樹	8.0	0.38	0.13
③	2024	9	30	伐倒		広葉樹	8.0	0.38	0.13
③	2024	9	30	伐倒		広葉樹	8.0	0.38	0.13
③	2024	9	30	伐倒		広葉樹	8.0	0.38	0.13
③	2024	10	2	伐倒		広葉樹	7.0	0.36	0.29
③	2024	10	2	伐倒		広葉樹	7.0	0.36	0.29
③	2024	10	2	伐倒		広葉樹	7.0	0.36	0.29
③	2024	10	4	伐倒		広葉樹	6.5	0.39	0.31
③	2024	10	4	伐倒		広葉樹	6.5	0.39	0.31
③	2024	10	7	刈払い		広葉樹	7.5	0.38	0.27
③	2024	10	7	刈払い		広葉樹	7.5	0.38	0.27
③	2024	10	7	刈払い		広葉樹	7.5	0.38	0.27
③	2024	10	7	刈払い		広葉樹	7.5	0.38	0.27
③	2024	10	11	刈払い		広葉樹	7.0	0.32	0.29
③	2024	10	11	刈払い		広葉樹	7.0	0.32	0.29
③	2024	10	21	伐倒		広葉樹	7.5	0.45	0.40
③	2024	10	21	伐倒		広葉樹	7.5	0.45	0.40
③	2024	10	21	伐倒		広葉樹	7.5	0.45	0.40
③	2024	10	22	伐倒		広葉樹	7.5	0.50	0.27

事業番号	施業年	施業月	施業日	作業種	林業機械 使用	林相	合計作業時間 (h)	空間線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	外部被ばく量 ($\mu\text{Sv/h}$)
③	2024	10	22	伐倒		広葉樹	7.5	0.50	0.27
③	2024	11	13	造材		広葉樹	7.5	0.50	0.40
③	2024	11	13	造材		広葉樹	7.5	0.50	0.40
③	2024	11	13	造材		広葉樹	7.5	0.50	0.40
③	2024	11	14	造材		広葉樹	7.5	0.42	0.27
③	2024	11	14	造材		広葉樹	7.5	0.42	0.27
③	2024	11	14	造材		広葉樹	7.5	0.42	0.27
④	2024	10	7	伐倒・造材		広葉樹	8.0	0.71	0.25
④	2024	10	15	伐倒・造材		広葉樹	8.0	0.66	0.38
④	2024	10	16	刈払い・伐倒 ・造材		広葉樹	8.0	0.75	0.50
④	2024	10	17	伐倒・造材		広葉樹	8.0	0.61	0.38
④	2024	10	18	伐倒・造材		広葉樹	8.0	0.52	0.13
④	2024	10	21	伐倒・造材		広葉樹	8.0	0.67	0.50
④	2024	10	22	伐倒・造材		広葉樹	8.0	0.70	0.38
④	2024	10	25	刈払い・伐倒		広葉樹	8.0	0.53	0.13
⑤	2024	9	9	刈払い・伐倒 ・造材		広葉樹	7.8	1.18	0.38
⑤	2024	9	10	刈払い・伐倒 ・造材		広葉樹	8.5	1.18	0.35
⑤	2024	9	11	刈払い・伐倒 ・造材		広葉樹	8.5	1.18	0.35
⑤	2024	9	12	刈払い・伐倒 ・造材		広葉樹	8.5	1.18	0.47
⑤	2024	9	13	刈払い・伐倒 ・造材		広葉樹	8.5	1.18	0.47
⑤	2024	9	17	刈払い・伐倒 ・造材		広葉樹	8.5	1.18	0.35
⑤	2024	9	18	刈払い・伐倒 ・造材		広葉樹	8.5	1.09	0.35
⑤	2024	9	20	刈払い・伐倒 ・造材		広葉樹	3.5	1.09	0.29
⑤	2024	9	24	刈払い・伐倒 ・造材		広葉樹	8.5	1.09	0.47
⑤	2024	9	27	刈払い・伐倒 ・造材		広葉樹	8.5	1.08	0.35

事業番号	施業年	施業月	施業日	作業種	林業機械 使用	林相	合計作業時間 (h)	空間線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	外部被ばく量 ($\mu\text{Sv/h}$)
⑤	2024	9	30	刈払い・伐倒 ・造材		広葉樹	8.5	1.08	0.47
⑤	2024	10	1	刈払い・伐倒 ・造材		広葉樹	8.5	0.98	0.47
⑤	2024	10	2	刈払い・伐倒 ・造材		広葉樹	8.5	0.98	0.47
⑤	2024	10	4	刈払い・伐倒 ・造材		広葉樹	8.5	0.98	0.47
⑤	2024	10	7	刈払い・伐倒 ・造材		広葉樹	8.5	1.05	0.47
⑤	2024	10	11	刈払い・伐倒 ・造材		広葉樹	8.5	1.05	0.47
⑤	2024	10	15	刈払い・伐倒 ・造材		広葉樹	8.5	1.05	0.47
⑤	2024	10	16	刈払い・伐倒 ・造材		広葉樹	8.5	0.99	0.47
⑤	2024	10	17	刈払い・伐倒 ・造材		広葉樹	8.5	0.99	0.59
⑤	2024	10	21	刈払い・伐倒 ・造材		広葉樹	8.5	0.99	0.59
⑤	2024	10	22	刈払い・伐倒 ・造材		広葉樹	8.5	0.99	0.47
⑤	2024	10	23	刈払い・伐倒 ・造材		広葉樹	8.5	0.99	0.47
⑤	2024	10	24	刈払い・伐倒 ・造材		広葉樹	8.5	0.99	0.59
⑤	2024	10	25	刈払い・伐倒 ・造材		広葉樹	8.5	1.11	0.59
⑤	2024	10	29	刈払い・伐倒 ・造材		広葉樹	8.5	1.11	0.59
⑤	2024	10	30	刈払い・伐倒 ・造材		広葉樹	8.5	1.11	0.59
⑤	2024	10	31	刈払い・伐倒 ・造材		広葉樹	8.5	1.11	0.59
⑤	2024	11	1	伐倒・造材		広葉樹	8.0	0.95	0.50
⑤	2024	11	5	伐倒・造材		広葉樹	8.0	0.95	0.50

事業番号	施業年	施業月	施業日	作業種	林業機械 使用	林相	合計作業時間 (h)	空間線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	外部被ばく量 ($\mu\text{Sv/h}$)
⑤	2024	11	7	伐倒・造材		広葉樹	8.0	1.03	0.38
⑤	2024	11	8	伐倒・造材		広葉樹	8.0	1.03	0.38
⑤	2024	11	11	丸太筋工		広葉樹	7.5	1.15	0.40
⑤	2024	11	12	丸太筋工		広葉樹	8.0	1.15	0.38
⑤	2024	11	13	丸太筋工		広葉樹	7.5	1.15	0.40

※表中の事業番号はそれぞれ以下の事業を示す。

- ①令和 6 年度 ふくしま森林再生事業（事業地：葛尾村）
- ②令和 6 年度 ふくしま森林再生事業（事業地：浪江町）
- ③令和 6 年度 里山再生事業（事業地：富岡町）
- ④令和 6 年度 里山再生事業（事業地：大熊町）
- ⑤令和 6 年度 里山再生事業（事業地：飯舘村）

(2) 伐倒作業（林業機械の使用なし）

伐倒作業に従事した作業員の外部被ばく量と空間線量率の関係を分析した結果を図 3.2-2 に示す。相対偏差は、-1 から 0 の範囲に分布していた。空間線量率と外部被ばく量の中央値は、それぞれ $0.38 \mu\text{Sv/h}$ と $0.27 \mu\text{Sv/h}$ であった。

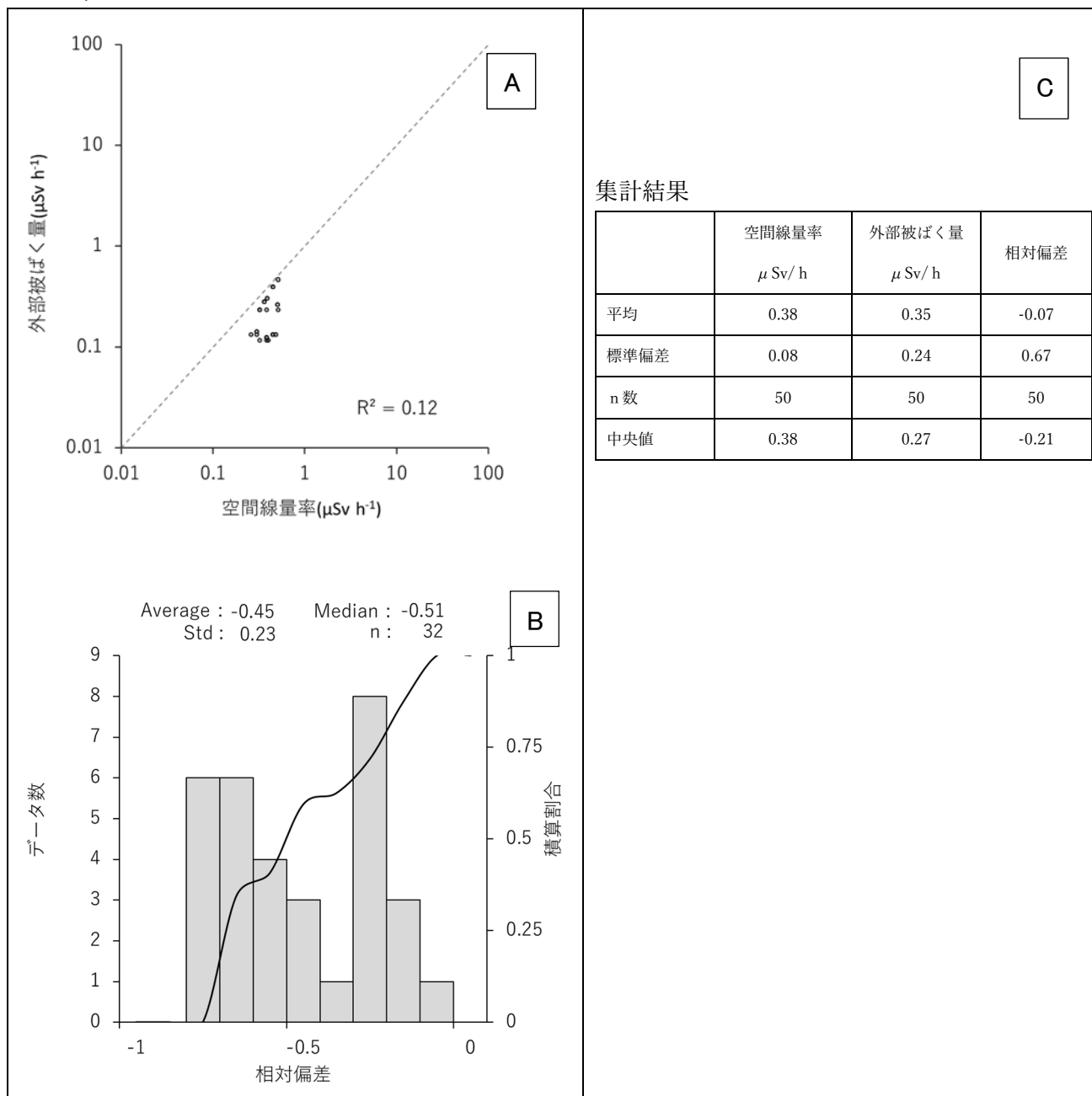


図 3.2-2 時間当たり外部被ばく量と空間線量率の関係（伐倒作業、林業機械の使用なし）

A: 散布図（点線は $y = x$ ）、B: 相対偏差のヒストグラム（-1~0）、C: 右上に集計結果を示す。

(3) 伐倒作業（針葉樹-林業機械の使用なし）

針葉樹林において伐倒作業に従事した作業者の外部被ばく量と空間線量率の関係を分析した結果を図3.2-3に示す。相対偏差は、-1 から 0 の範囲に分布していた。空間線量率と外部被ばく量の中央値は、それぞれ $0.38 \mu\text{Sv/h}$ と $0.19 \mu\text{Sv/h}$ であった。

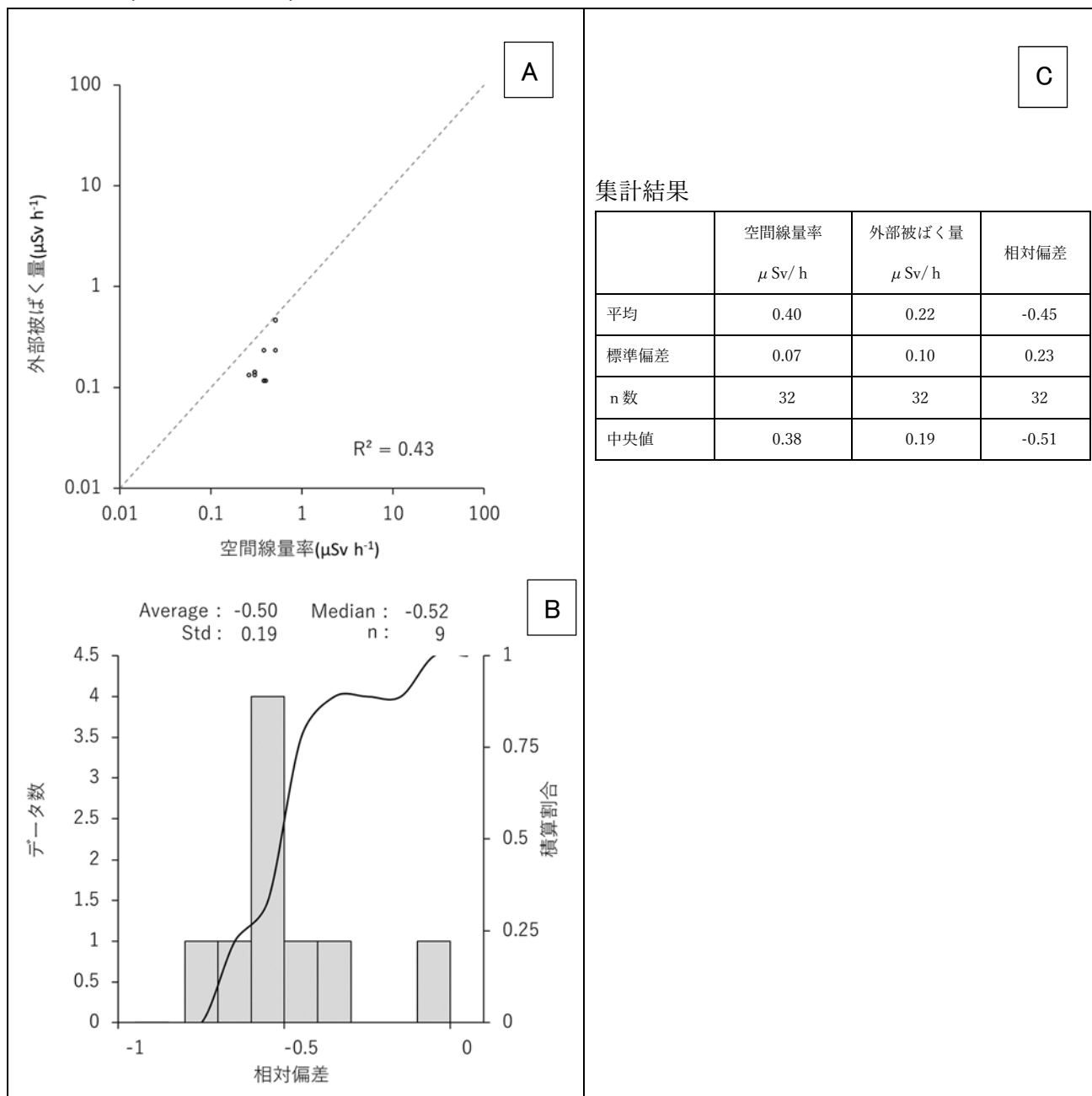


図 3.2-3 時間当たり外部被ばく量と空間線量率の関係（伐倒作業、針葉樹、林業機械の使用なし）

A: 散布図（点線は $y = x$ ）、B：相対偏差のヒストグラム（-1～0）、C: 右上に集計結果を示す。

(4) 伐倒作業（広葉樹-林業機械の使用なし）

広葉樹において伐倒作業に従事した作業者の外部被ばく量と空間線量率の関係を分析した結果を図3.2-4に示す。相対偏差は-1から0の範囲に分布していた。空間線量率と外部被ばく量の中央値は、それぞれ $0.39 \mu\text{Sv/h}$ と $0.24 \mu\text{Sv/h}$ であった。

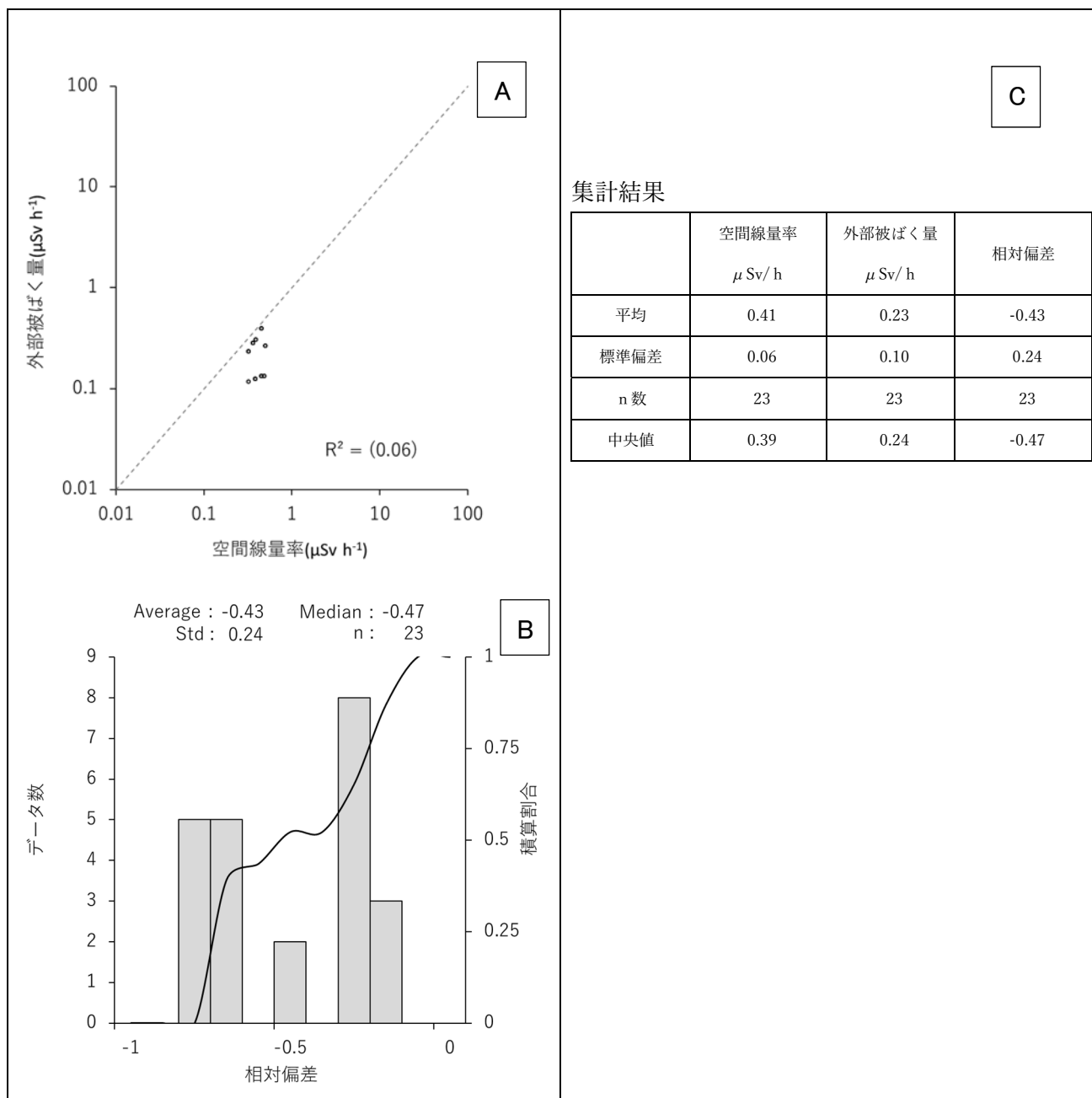


図 3.2-4 時間当たり外部被ばく量と空間線量率の関係（伐倒作業、広葉樹、林業機械の使用なし）

A: 散布図（点線は $y = x$ ）、B：相対偏差のヒストグラム（-1～0）、C: 右上に集計結果を示す。

(5) 刈払い作業（林業機械の使用なし）

刈払い作業に従事した作業者の外部被ばく量と空間線量率の関係を分析した結果を図 3.2-5 に示す。相対偏差は-1 から 0 の範囲に分布していた。空間線量率と外部被ばく量の中央値は、それぞれ $0.36\mu\text{Sv/h}$ と $0.14\mu\text{Sv/h}$ であった。

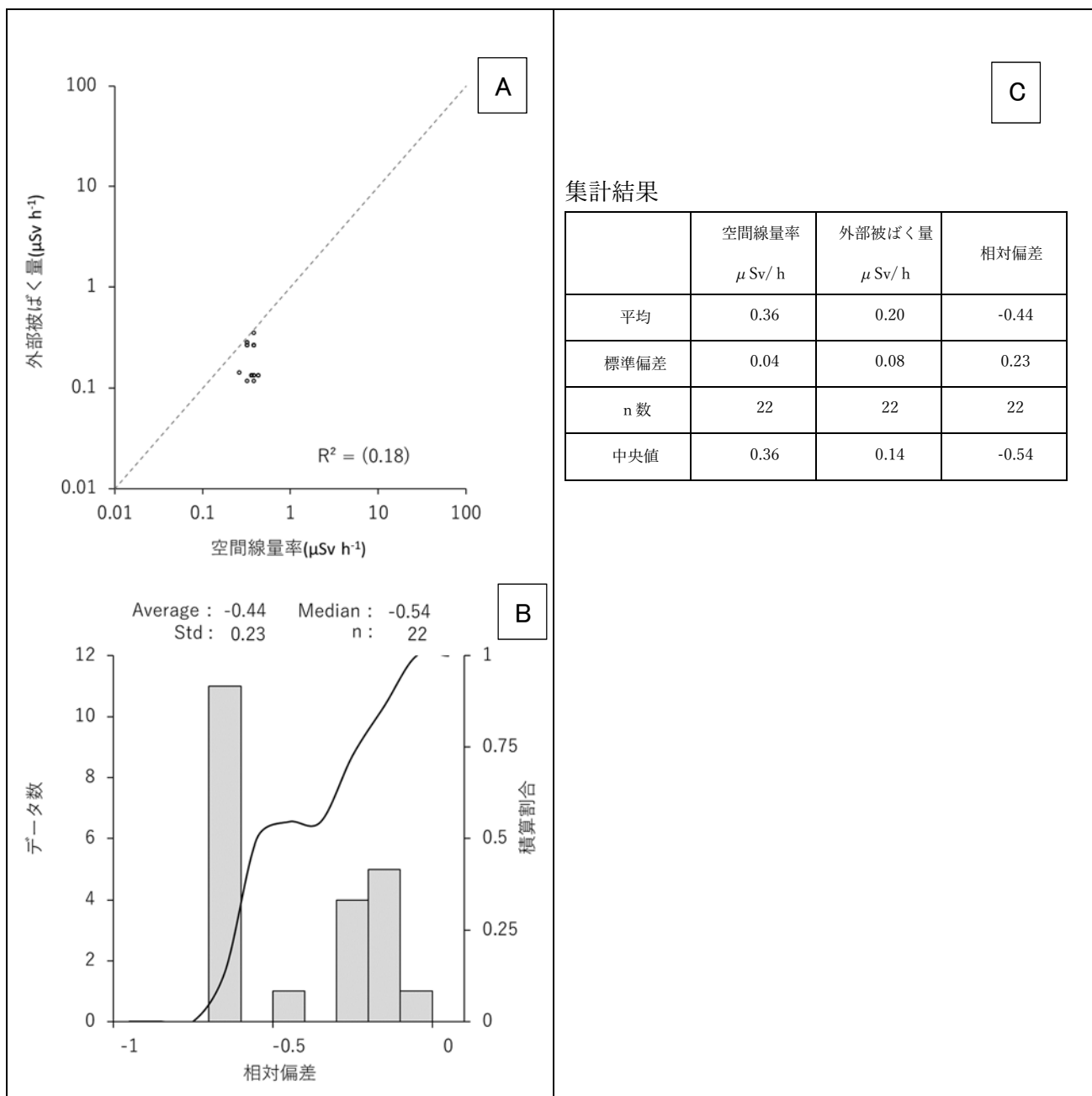


図 3.2-5 時間当たり外部被ばく量と空間線量率の関係（刈払い作業、林業機械の使用なし）

A: 散布図（点線は $y = x$ ）、B：相対偏差のヒストグラム（-1～0）、C: 右上に集計結果を示す。

(6) 枝条等集積作業（林業機械の使用なし）

枝条等集積作業に従事した作業者の外部被ばく量と空間線量率の関係を分析した結果を図 3.2-6 に示す。相対偏差は-1 から 0 の範囲に分布していた。空間線量率と外部被ばく量の中央値は、それぞれ $0.36\mu\text{Sv/h}$ と $0.12\mu\text{Sv/h}$ であった。

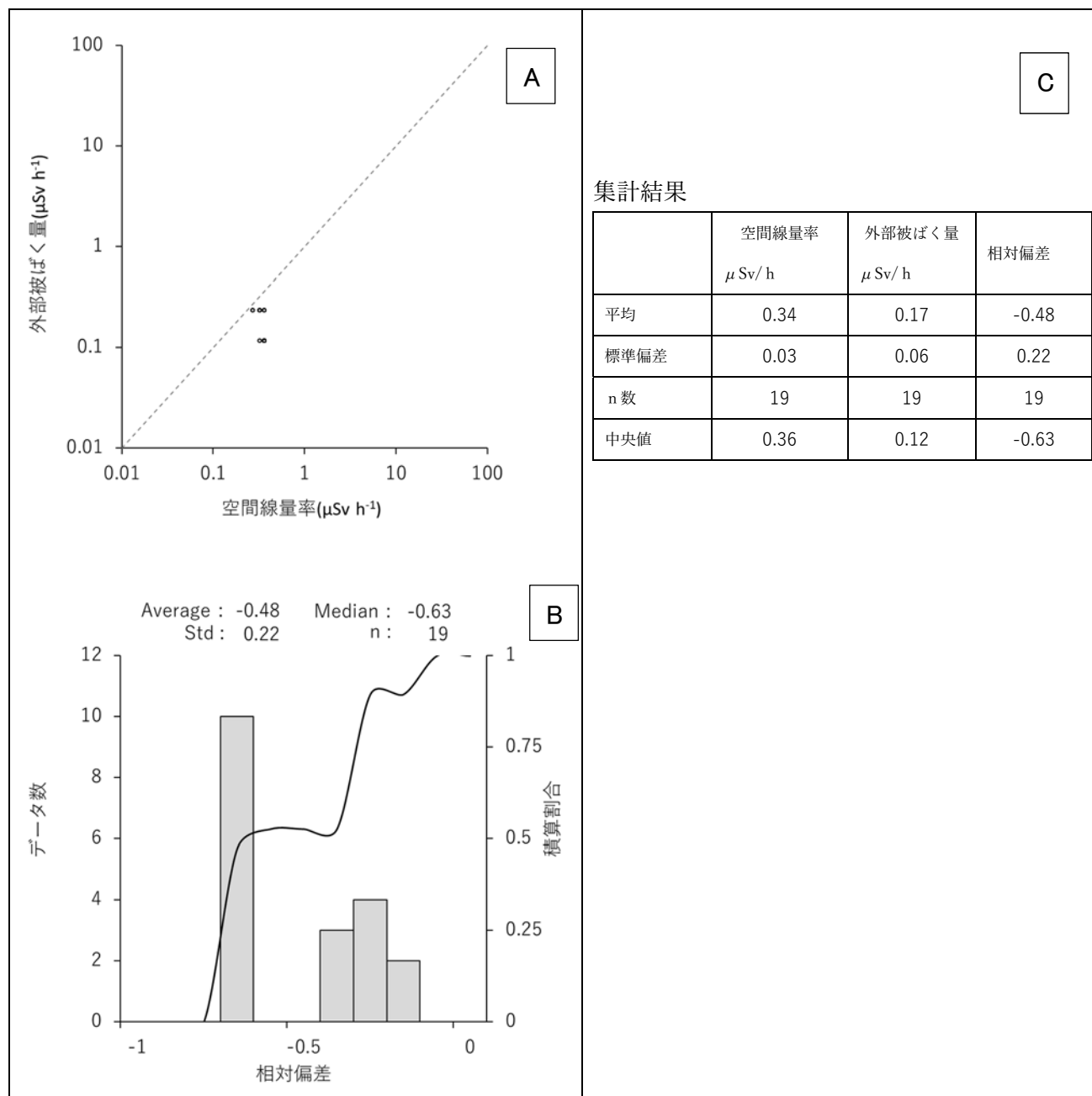


図 3.2-6 時間当たり外部被ばく量と空間線量率の関係（枝条等集積作業、林業機械の使用なし）

A:散佈図（点線は $y = x$ ）、B：相対偏差のヒストグラム（-1～0）、C:右上に集計結果を示す。

(7) 集材作業（林業機械の使用なし）

集材作業に従事した作業者の外部被ばく量と空間線量率の関係を分析した結果を図 3.2-7 に示す。相対偏差の大半は-1 から 0 の範囲に分布していた。空間線量率と外部被ばく量の中央値は、それぞれ $0.34 \mu\text{Sv/h}$ と $0.24 \mu\text{Sv/h}$ であった。

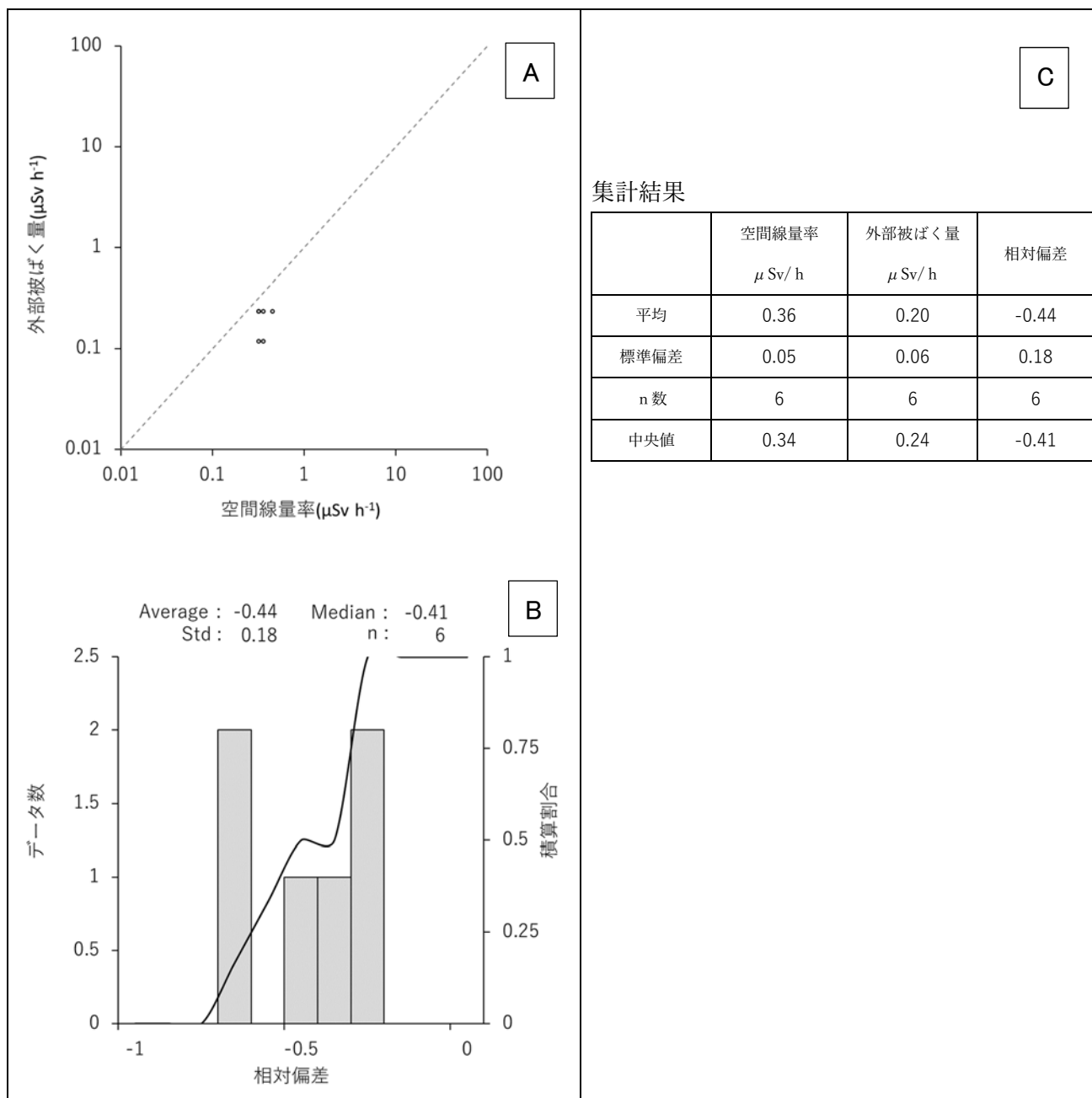


図 3.2-7 時間当たり外部被ばく量と、空間線量率の関係（集材作業、林業機械の使用なし）

A: 散布図（点線は $y = x$ ）、B：相対偏差のヒストグラム（-1～0）、C: 右上に集計結果を示す。

(8) 造材作業（林業機械の使用なし）

造材作業に従事した作業者の外部被ばく量と空間線量率の関係を分析した結果を図 3.2-8 に示す。相対偏差は-1 から 0 の範囲内に分布していた。空間線量率と外部被ばく量の中央値は、それぞれ $0.42 \mu\text{Sv/h}$ と $0.27 \mu\text{Sv/h}$ であった。

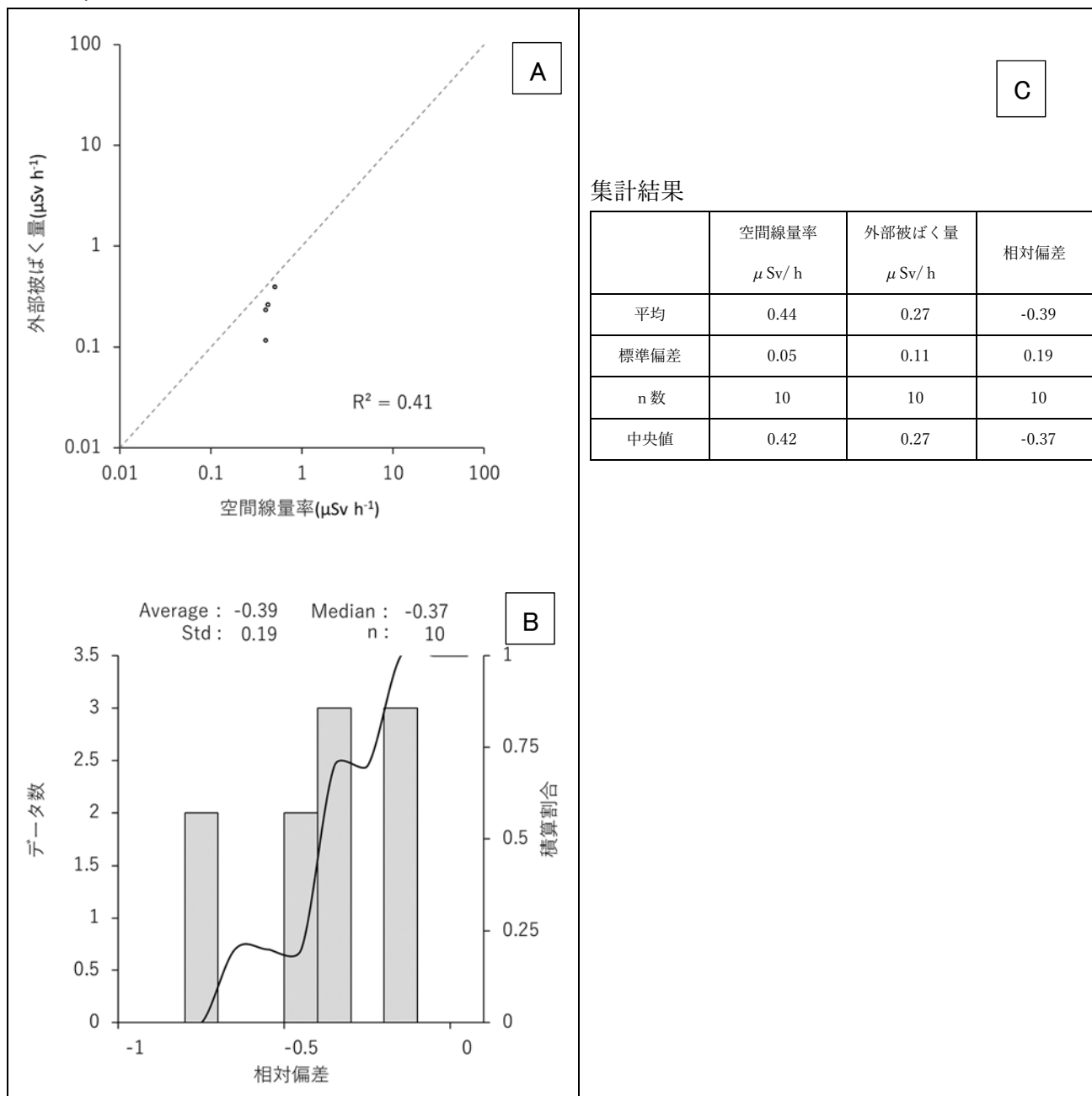


図 3.2-8 時間当たり外部被ばく量と空間線量率の関係（造材作業、林業機械の使用なし）

A: 散布図（点線は $y = x$ ）、B: 相対偏差のヒストグラム（-1~0）、C: 右上に集計結果を示す。

(9) 丸太筋作業（林業機械の使用なし）

丸太筋工の作業に従事した作業者の外部被ばく量と空間線量率の関係を分析した結果を図 3.2-9 に示す。相対偏差は-1 から 0 の範囲に分布していた。空間線量率と外部被ばく量の中央値は、それぞれ $0.77 \mu\text{Sv/h}$ と $0.31 \mu\text{Sv/h}$ であった。

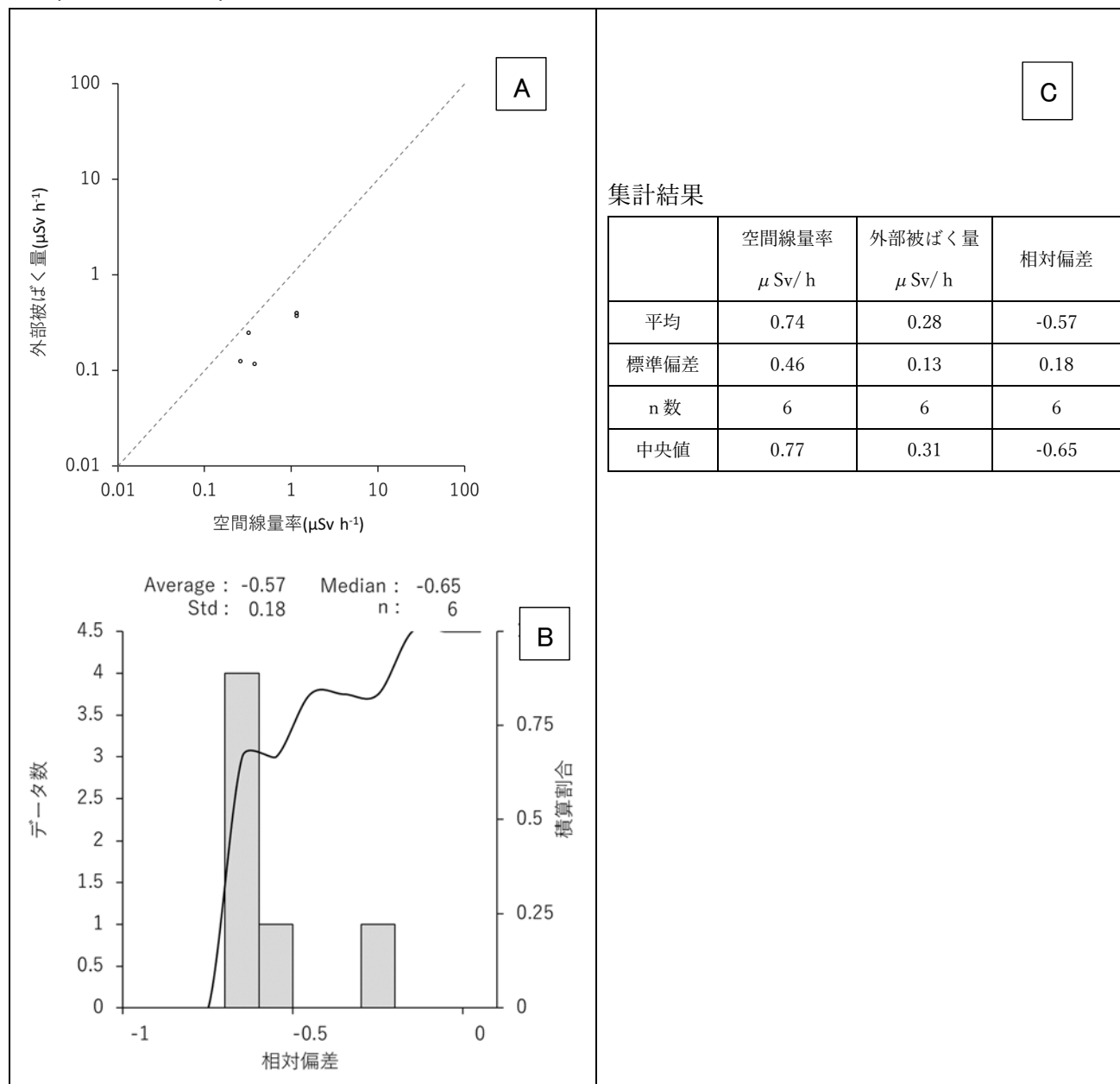


図 3.2-9 時間当たり外部被ばく量と空間線量率の関係（丸太筋工、林業機械の使用なし）

A: 散布図（点線は $y = x$ ）、B: 相対偏差のヒストグラム（-1~0）、C: 右上に集計結果を示す。

(10) 刈払い、伐倒、造材作業（林業機械の使用なし）

刈払い、伐倒、造材の複数の作業に従事した作業者の外部被ばく量と空間線量率の関係を分析した結果を図 3.2-10 に示す。相対偏差は-1 から 0 の範囲に分布していた。空間線量率と外部被ばく量の中央値は、それぞれ $1.08 \mu\text{Sv/h}$ と $0.47 \mu\text{Sv/h}$ であった。

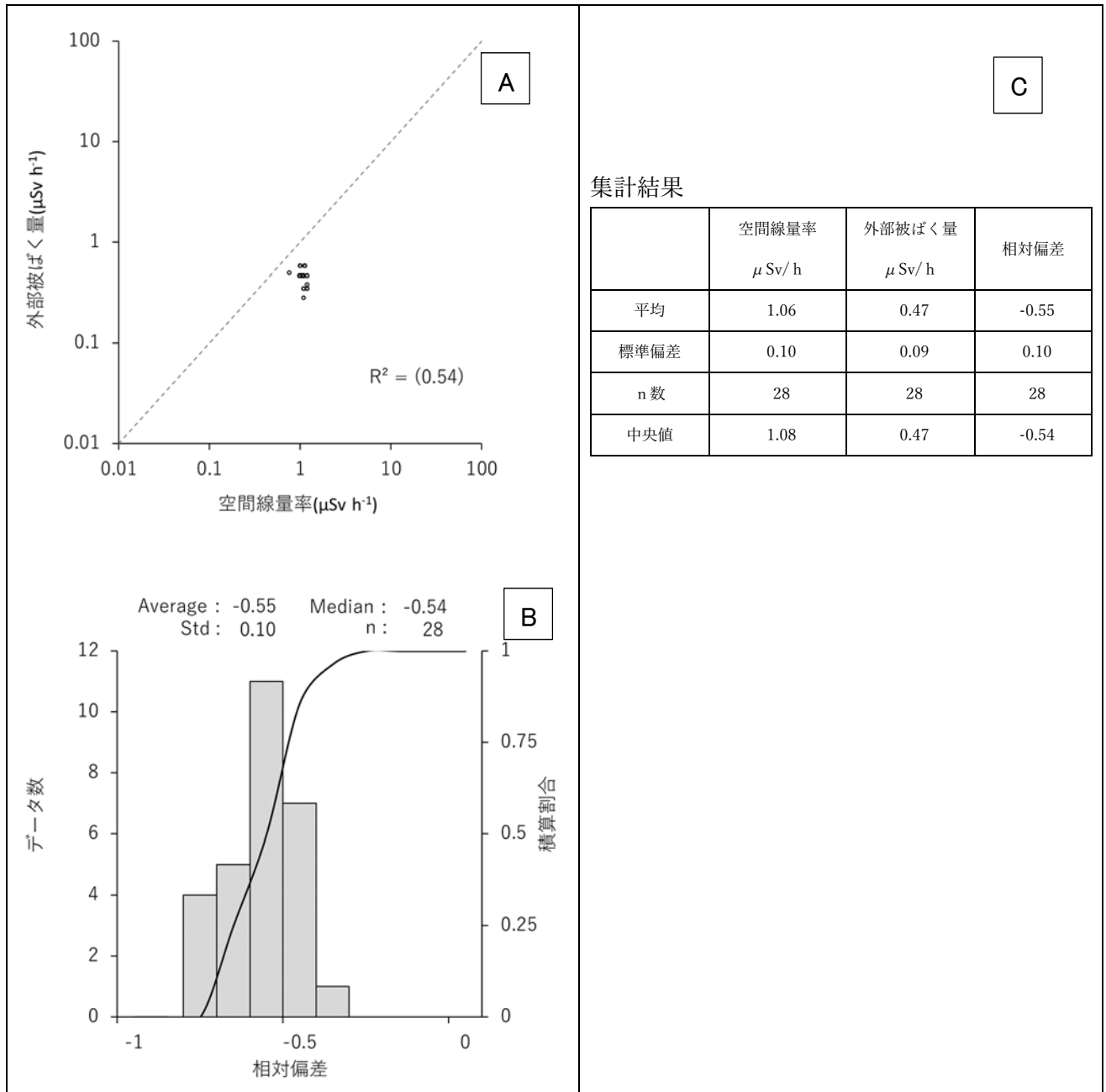


図 3.2-10 時間当たり外部被ばく量と空間線量率の関係（刈払い、伐倒、造材作業、林業機械の使用なし）

A: 散布図（点線は $y = x$ ）、B: 相対偏差のヒストグラム（-1～0）、C: 右上に集計結果を示す。

(11) 集材作業（林業機械使用）

林業機械を使用した集材作業に従事した作業者の外部被ばく量と空間線量率の関係を分析した結果を図3.2-11に示す。相対偏差は-1から-0.5の範囲に分布していた。空間線量率と外部被ばく量の中央値は、それぞれ $0.36\mu\text{Sv/h}$ と $0.12\mu\text{Sv/h}$ であった。

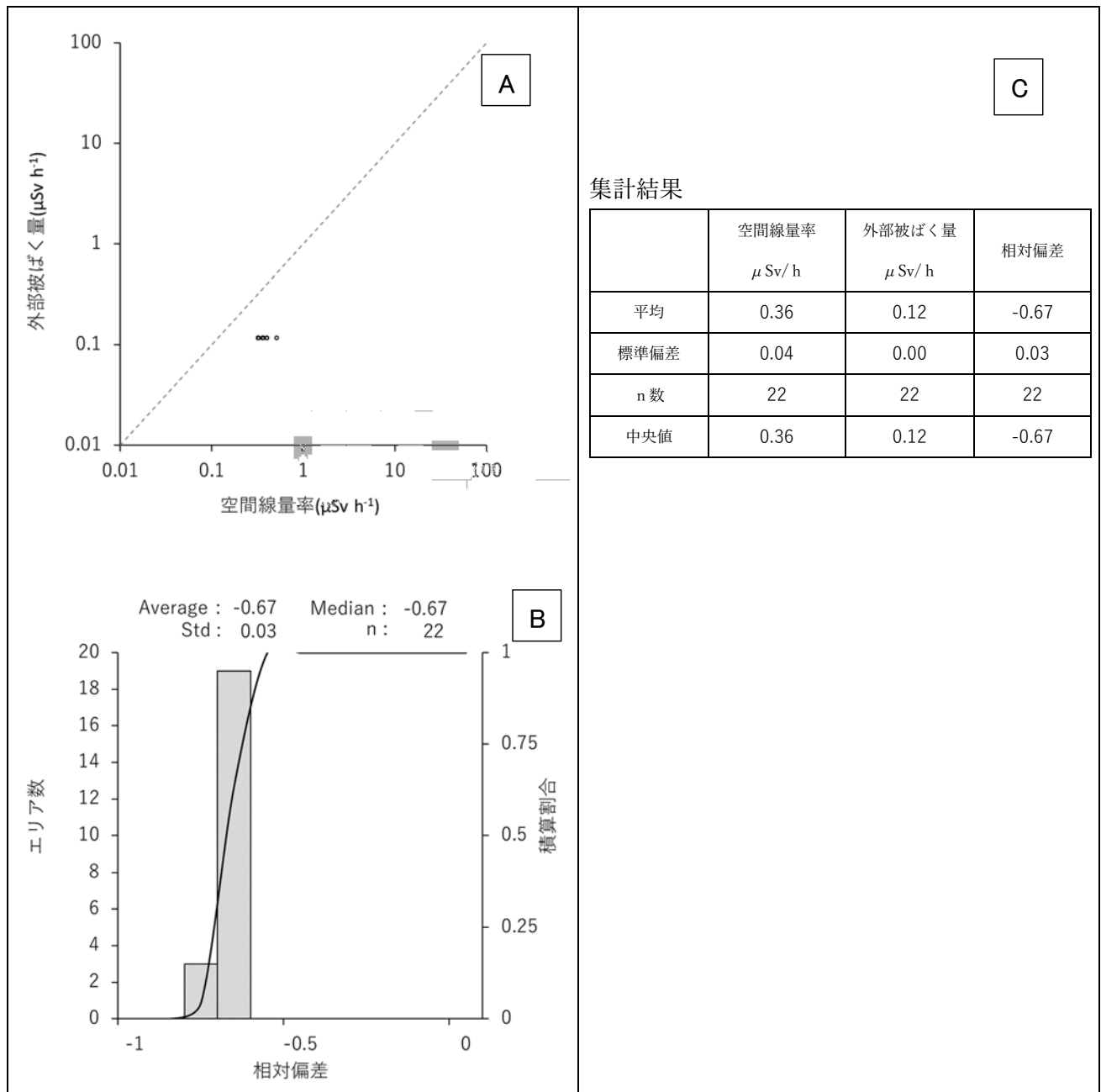


図 3.2-11 時間当たり外部被ばく量と空間線量率の関係（集材作業、林業機械使用）

A: 散布図（点線は $y = x$ ）、B: 相対偏差のヒストグラム（-1～0）、C: 右上に集計結果を示す。

3.2.2 被ばく量推定結果

(1) 帰還困難区域における被ばく量の推計

表 3.2-2 に示す通り、空間線量率（施業前）の中央値と外部被ばく量の中央値を用いて換算係数*を算出した。すべての作業種において、0.7 を下回る値を示した。過去の研究事例（JAEA-Review 2022-055）では、標準的な体型の成人男性が個人線量計を装着して環境中で実測した個人線量当量が周辺線量当量の約 0.7 倍になることが示されている。

集材（林業機械使用）の換算係数は 0.33 と算出され、過去の研究事例と比較して低い値を示した。この結果は、放射線遮蔽効果が反映されたものと考えられる。また、枝条等集積の換算係数も集材（林業機械使用）と同様に 0.33 であった。このように低い値を示した要因については、本分析では解明できなかった。

これらの換算係数を用い、3.1 で示した帰還困難区域内の森林における空間線量率の平均値を基に、作業種ごとの推定被ばく量を算出した結果を図 3.2-12 に示す。

推定被ばく量が最も高かったのは集材（林業機械の使用なし）で、その値は空間線量率に応じて約 0.32～5.54 $\mu\text{Sv/h}$ であった。一方、最も低かったのは枝条等集積と集材（林業機械使用）であり、それぞれの値は空間線量率に応じて約 0.15～2.62 $\mu\text{Sv/h}$ であった。

今回、個人線量計は、マイドーズミニ A を用いて測定を行ったが、分析に用いなかった異常値が記録された要因の一つとして、測定機器の耐振動性能等の影響が考えられた。

このため、今後結果の検証等などを行う際には、D-シャトルや DOSEe nano など、時間ごとの記録が可能で高精度な個人線量計を用いる方が望ましいと考えられる。

*：本来はサーベイメータで測定される周辺線量に線量換算係数 0.6 をかけることで実効線量を得るが、今回の比較では簡便な現場での換算を可能とするため、線量換算係数も含めて係数を求めることにした。

表 3.2-2 作業種別による放射線量の中央値と換算係数の比較

作業種	中央値		
	空間線量率	外部被ばく量	換算係数 (外部被ばく量/ 空間線量率)
	$\mu\text{Sv/h}$	$\mu\text{Sv/h}$	
伐倒	0.38	0.19	0.50
伐倒、針葉樹	0.38	0.14	0.38
伐倒、広葉樹	0.39	0.24	0.60
刈払い	0.36	0.14	0.38
枝条等集積	0.36	0.12	0.33
集材	0.34	0.24	0.69
造材	0.42	0.27	0.63
丸太筋工	0.77	0.31	0.41
刈払い、伐倒、造材作業	1.08	0.47	0.44
集材（重機）	0.36	0.12	0.33

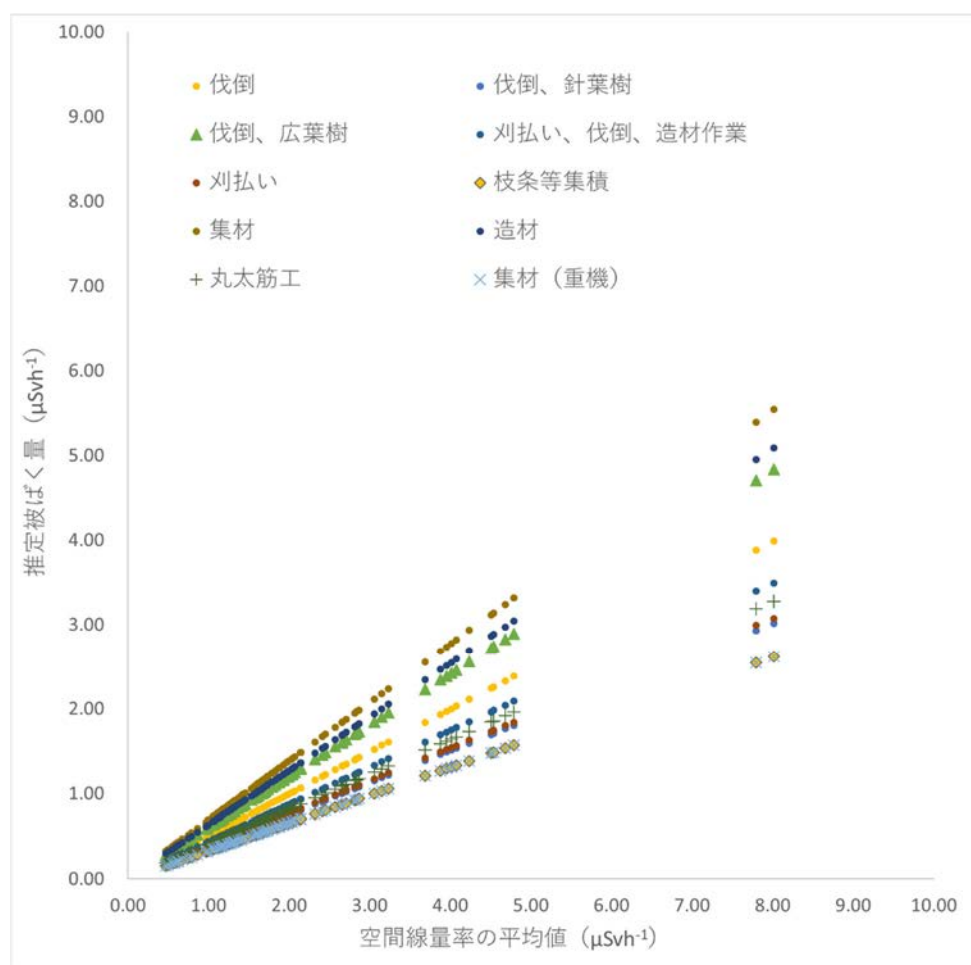


図 3.2-12 時間当たり推定被ばく量と空間線量率の関係

(2) 森林作業者の年間被ばく量推計

森林作業者の 2023 年度作業日誌を基に、年間の被ばく量の総計を推計した。また、4 人の作業者の日誌から作業種ごとの従事日数を整理した結果を表 3.2-3 に示す。整理の結果、4 人の作業者は主に伐倒作業、刈払い作業、林業機械を用いた作業の 3 種類の作業に従事していた。

表 3.2-3 作業種ごとの従事日数

	従事日数 (日)			
作業種	作業者 A	作業者 B	作業者 C	作業者 D
伐倒	63	10	70	51
刈払い	109	107	93	97
林業機械使用	3	22	0	20
計	175	139	163	168

表 3.2-3 に記載された作業種ごとの従事日数と、表 3.2-2 で示されている換算係数を基に、各作業者の年間被ばく量を推計した結果を表 3.2-4 に示す。なお、林業機械使用時の換算係数には、集材（林業機械使用）の換算係数を用いた。推計に用いた空間線量率は、表 3.1-2 に示したとおり、本事業で測定した帰還困難区域内民有林の空間線量率の平均値における①最高値 $8.01 \mu\text{Sv/h}$ 、② $2.5 \mu\text{Sv/h}$ を超えた地点の平均値 $3.94 \mu\text{Sv/h}$ 、③全体の平均値である $2.12 \mu\text{Sv/h}$ を用いた。刈払い作業については、帰還困難区域内では当面の間実施が想定されないことから、刈払い作業に限り避難指示解除区域を想定した空間線量率 $0.5 \mu\text{Sv/h}$ 、1 日の作業時間は 8 時間として推計した。

表 3.2-4(1) 各作業者の年間被ばく量
(伐倒と林業機械使用作業について空間線量率を $8.01 \mu\text{Sv/h}$ とした場合)

	年間被ばく量 (mSv)			
作業種	作業者 A	作業者 B	作業者 C	作業者 D
伐倒	2.02	0.32	2.24	1.63
刈払い	0.17	0.16	0.14	0.15
林業機械使用	0.06	0.47	—※	0.42
計	2.25	0.95	2.38	2.20

※：表 3.2-3 に示すように、作業に従事していなかったため「—」とした。

表 3.2-4(2) 各作業者の年間被ばく量
(伐倒と林業機械使用作業について空間線量率を $3.94 \mu\text{Sv/h}$ とした場合)

	年間被ばく量 (mSv)			
作業種	作業者 A	作業者 B	作業者 C	作業者 D
伐倒	0.99	0.16	1.10	0.80
刈払い	0.17	0.16	0.14	0.15
林業機械使用	0.03	0.23	—※	0.21
計	1.19	0.55	1.24	1.16

※：表 3.2-3 に示すように、作業に従事していなかったため「—」とした。

表 3.2-4(3) 各作業者の年間被ばく量
(伐倒と林業機械使用作業について空間線量率を $2.12\mu\text{Sv/h}$ とした場合)

	年間被ばく量 (mSv)			
作業種	作業者 A	作業者 B	作業者 C	作業者 D
伐倒	0.53	0.08	0.59	0.43
刈払い	0.17	0.16	0.14	0.15
林業機械使用	0.02	0.12	— ※	0.11
計	0.72	0.36	0.73	0.69

※：表 3.2-3 に示すように、作業に従事していなかったため「—」とした。

以下、参考として、表 3.2-4 に記載されている年間被ばく量の算出条件のうち、伐倒と林業機械使用作業について空間線量率を $2.5\mu\text{Sv/h}$ とした場合の作業者の年間被ばく量を推計した結果を表 3.2-5 に、同様に伐倒と林業機械使用作業について空間線量率を $0.5\mu\text{Sv/h}$ とした場合の作業者の年間被ばく量を推計した結果を表 3.2-6 に示す。

表 3.2-5 各作業者の年間被ばく量
(伐倒と林業機械使用作業について空間線量率を $2.5\mu\text{Sv/h}$ とした場合)

	年間被ばく量 (mSv)			
作業種	作業者 A	作業者 B	作業者 C	作業者 D
伐倒	0.63	0.10	0.70	0.51
刈払い	0.17	0.16	0.14	0.15
林業機械使用	0.02	0.15	— ※	0.13
計	0.82	0.41	0.84	0.79

※：表 3.2-3 に示すように、作業に従事していなかったため「—」とした。

表 3.2-6 各作業者の年間被ばく量
(伐倒と林業機械使用作業について空間線量率を $0.5\mu\text{Sv/h}$ とした場合)

	年間被ばく量 (mSv)			
作業種	作業者 A	作業者 B	作業者 C	作業者 D
伐倒	0.13	0.02	0.14	0.10
刈払い	0.17	0.16	0.14	0.15
林業機械使用	0.00	0.03	— ※	0.03
計	0.30	0.21	0.28	0.28

※：表 3.2-3 に示すように、作業に従事していなかったため「—」とした。

3.3 帰還困難区域内等の立木の樹皮の放射性物質濃度の簡易計測手法の検証とマニュアルの作成等

3.3.1 帰還困難区域内等の立木の樹皮の放射性物質濃度の簡易計測手法の検証

(1) 測定結果

帰還困難区域内 30 本、帰還困難区域外 20 本の合計 50 本について、下記測定を実施した。

①立木の樹皮の放射性セシウム濃度

2. 3 に示す手法を用いて立木から採取した樹皮について、ゲルマニウム半導体検出器を用いて放射性セシウム濃度を測定した結果、針葉樹は 500～20,000Bq/kg、広葉樹は 200～15,300Bq/kg の範囲となった。詳細は、表 3.3-1 のとおり。

②土壌の放射性セシウム濃度

2. 3 に示す手法を用いて調査対象の立木近傍から採取した土壌について、ゲルマニウム半導体検出器を用いて放射性セシウム濃度を測定した結果、140～120,000Bq/kg の範囲となった。詳細は、表 3.3-1 のとおり。

③空間線量率

2. 3 に示す手法を用いて調査対象の立木近傍の地上 1.0m における空間線量率を測定した結果、0.13～6.44 μ Sv/h の範囲となった。詳細は、表 3.3-1 のとおり。

表 3.3-1 帰還困難区域内外立木調査結果

No	市町村	林班・ 小班名	樹種	帰還困難 区域	空間線量率 (μ Sv/h)	立木表面線量 地上高1.0m アクリル無 (cpm) A値	立木表面線量 地上高1.0m アクリル有 (cpm) B値	A値－B値 C値	樹皮Cs濃度 (Bq/kg)	土壌Cs濃度 (Bq/kg)
1	南相馬	C042・2	スギ	－	0.69	356	305	51	1,300	25,000
3	南相馬	C038・33	ナラ類	○	1.80	721	673	48	1,600	19,000
4	南相馬	A053・16	スギ	－	0.46	217	181	35	600	11,000
9	富岡	13・10	マツ	－	0.62	305	221	84	2,000	17,000
11	富岡	2・135	スギ	○	1.88	801	808	－6	1,300	44,000
14	富岡	1・242	マツ類	○	2.10	922	776	146	2,900	62,000
15	富岡	4・313	スギ	－	0.53	247	216	31	300	13,000
17	富岡	32・770	スギ	－	0.82	433	276	158	8,100	27,000
19	大熊	9・52	ヒノキ	－	0.35	316	191	125	4,700	140
22	大熊	18・97	スギ	－	0.71	347	277	71	2,700	6,000
25	大熊	27・119	スギ	－	1.01	489	441	48	7,900	55,000
30	大熊	11・350	スギ	○	2.91	1,196	1,089	108	3,600	51,000
31	大熊	20・381	ヒノキ	－	0.63	338	280	58	1,800	20,000
33	大熊	32・84	スギ	○	1.06	442	400	43	1,800	17,000
35	浪江	5・20	マツ類	－	0.13	87	71	16	200	1,500
36	浪江	63・23	ヒノキ	○	6.44	2,944	2,436	508	20,000	120,000
37	浪江	23・25	スギ	○	1.83	844	680	164	8,800	41,000
38	浪江	46・41	スギ	○	0.53	307	201	106	1,800	7,100
39	浪江	12・42	ヒノキ	○	2.21	929	801	129	4,500	26,000
41	浪江	39・65	スギ	○	3.16	1,369	1,200	170	7,700	38,000
42	浪江	19・65	スギ	○	0.48	208	160	48	700	11,000
43	浪江	61・68	クリ	○	2.98	1,286	1,102	184	15,300	27,000
44	浪江	44・76	スギ	○	1.21	471	443	28	500	3,200
45	浪江	42・77	マツ	○	0.56	385	269	117	3,900	160
48	浪江	28・104	スギ	○	1.12	437	375	63	1,200	4,600
50	浪江	15・116	スギ	○	2.15	1,072	886	186	10,400	8,100
51	浪江	37・133	スギ	○	4.54	1,217	1,033	183	6,500	66,000
52	浪江	5・167	広葉樹	－	0.44	205	170	35	600	13,000
54	浪江	34・177	モミ	－	0.38	191	161	30	200	3,600
55	浪江	21・211	スギ	○	3.10	1,239	1,105	135	8,000	32,000
57	浪江	51・244	スギ	○	1.95	765	701	65	7,000	10,000
58	飯館	50・409	スギ	○	2.41	1,023	878	145	7,500	68,000
59	飯館	50・49	マツ	○	1.65	707	640	67	6,900	16,000
61	飯館	50・313	ヒノキ	○	1.58	845	643	202	5,200	69,000
63	飯館	49・88	ホオノキ	○	0.85	391	358	33	200	2,900
64	飯館	49・112	アカマツ	○	0.87	493	389	104	3,000	32,000
66	飯館	49・114	アカマツ	○	1.23	610	509	102	3,900	37,000
68	飯館	50・126	スギ	－	0.96	489	428	61	3,900	28,000
69	飯館	50・37	ヒノキ	－	1.23	705	577	128	6,400	61,000
70	飯館	49・144	広葉樹	－	1.35	778	593	185	15,300	22,000
71	飯館	49・54	アカマツ	－	1.95	1,333	717	616	13,400	75,000
73	葛尾	5・97-1	マツ	－	1.38	646	514	132	3,500	30,000
76	葛尾	5・165-1	ナラ類	○	1.11	686	446	240	3,000	24,000
80	葛尾	5・145	ナラ類	○	1.33	651	533	118	4,800	44,000
82	葛尾	5・88-1	ウリハダ	○	0.95	452	402	50	2,700	3,200
84	葛尾	5・15	マツ	－	0.52	287	246	42	1,200	7,400
88	双葉	40・41	広葉樹	－	0.44	183	164	19	0	3,000
89	双葉	10・21	スギ	－	1.03	960	786	174	5,400	22,000
116	葛尾	5・154	クリ	○	1.92	868	799	69	5,500	36,000
128	双葉	55・137	モミ	○	4.71	2,082	1,811	271	18,500	73,000

※「No」は森林地権者の同意がとれた地点のうち、調査を実施した地点を示す。

(2) 調査樹木全体の傾向

「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 3 月」（以下、「簡易測定マニュアル」）は、東日本大震災以降の森林施業時に、可搬型サーベイメータとアクリル板を用いて、立木状態の樹皮中に含まれる放射性物質濃度を推定し、放射性物質汚染対処特措法が定める指定廃棄物基準（8,000Bq/kg-wet）を超えるか否かを簡易に判定することを目的としている。

簡易測定マニュアルでは、アクリル板を装着しないで調査対象木の東西南北毎に測定した表面計数率の平均値【A 値】、アクリル板を装着して調査対象木の東西南北毎に測定した表面計数率の平均値【B 値】、【A 値】から【B 値】を引いたアクリル板無し有り表面計数率差分値【C 値】を算出し、【A 値】と【C 値】の値を放射性物質濃度換算式に照合し指定廃棄物になるか否かの判断を行っている。

一例を挙げると、表 3.3-2 に示すスギの場合、放射性物質濃度換算式では A 値 700cpm 未満、C 値が 140cpm 未満である場合、樹皮中の放射性セシウム濃度が 8,000Bq/kg-wet を超えないと判断している。

表 3.3-2 立木における放射性物質濃度換算式

式番号	測定条件		決定係数 R2	推定式		表面計数率(cpm)		備考欄
				傾き a	切片 b	8,000(Bq/kg-wet)		
	測定場所	アクリル板				推定中心	安全側	
①	林内	無し	0.73	7.85	-1,674	1,230	700	【A値】
②		差分	0.68	24.93	333	310	140	【C値】
③	林外	無し	0.78	33.86	-1,506	280	210	
④		差分	0.79	34.87	625	210	130	

式 番号	測定条件		推定式			表面計数率(cpm)		備考欄
			決定係数 R2	傾き a	切片 b	8,000(Bq/kg-wet)		
	測定場所	アクリル板				推定中心	安全側	
①	林内	無し	0.65	11.64	-2,722	920	700	【A値】
②		差分	0.69	13.17	651	560	420	【C値】
③	林外	無し	0.67	16.44	-198	500	380	
④		差分	0.66	16.68	867	430	290	

式 番号	測定条件		推定式			表面計数率(cpm)		備考欄
			決定係数 R2	傾き a	切片 b	8,000(Bq/kg-wet)		
	測定場所	アクリル板				推定中心	安全側	
①	林内	無し	0.80	9.67	-1,719	1,010	700	【A値】
②		差分	0.60	25.47	1,404	260	140	【C値】
③	林外	無し	0.66	44.98	-1,338	210	120	
④		差分	0.64	45.67	1,602	140	60	

式番号	測定条件		推定式			表面計数率(cpm)		備考欄
			決定係数 R2	傾き a	切片 b	8,000(Bq/kg-wet)		
	測定場所	アクリル板				推定中心	安全側	
①	林内	無し	0.89	11.37	-3,297	990	700	【A値】
②		差分	0.78	28.55	-62	280	140	【C値】
③	林外	無し	0.80	44.90	-2,122	230	120	
④		差分	0.78	46.83	737	160	60	

出典：「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 3 月 林野庁」

以下に、今回の調査で得られた A 値、C 値、および樹皮中放射性セシウム濃度の関係について検討する。

図 3.3-1（左）は、今回の調査で得られた 50 本の樹木について、A 値と樹皮中放射性セシウム濃度（東西南北各面の平均：Bq/kg-wet）の関係を示したものである。A 値は 3,000cpm 未満の範囲に分布していた。判定基準である 700cpm 未満に該当する樹木については、放射性セシウム濃度が 8,000Bq/kg-wet を

超えるものではなく、一方で700cpmを超えた樹木の中には、8,000Bq/kg-wetを超える個体が4本確認された。この結果は、A値に関して簡易測定マニュアルの判定基準に適合しているといえる。

図3.3-1（右）は、同様にC値と樹皮中放射性セシウム濃度の関係を示している。C値は700cpm未満の範囲に分布しており、針葉樹の判定基準である140cpm未満の樹木には、放射性セシウム濃度が8,000Bq/kg-wetを超えるものはなかった。しかし、140cpmを超えた樹木の中には、8,000Bq/kg-wetを超える個体が4本確認された。この結果も、C値に関して簡易測定マニュアルの判定基準（針葉樹の基準）に適合しているといえる。なお、今回の50本のデータのうち10本は広葉樹のものであるが、広葉樹の判断基準に適合しているかどうかについては、後述する。

A値について、帰還困難区域と帰還困難区域外で点の分布範囲を比較すると、帰還困難区域外では300cpm未満の範囲に多数の点が見られる一方、帰還困難区域ではこの範囲に点は見られない。また、1,000cpm以上の範囲では、帰還困難区域に属する点が多数確認されるのに対し、帰還困難区域外に属する点は1点のみであった。300～1,000cpmの範囲では両区域の点の分布範囲が重なり合っているが、区域別の回帰直線を求めた結果、帰還困難区域の回帰式の傾きは帰還困難区域外に比べて小さいことが確認された。このことから、帰還困難区域のA値には、樹皮以外の放射性セシウムの影響がより大きく反映されている可能性が示唆される。

C値については、帰還困難区域と帰還困難区域外での点の分布範囲および回帰直線を比較しても、ほとんど差が認められなかった。C値は樹皮以外の要因を排除するために考案された量であり、区域によらず樹皮中に含まれるセシウムと同等の相関を示していると考えられる。

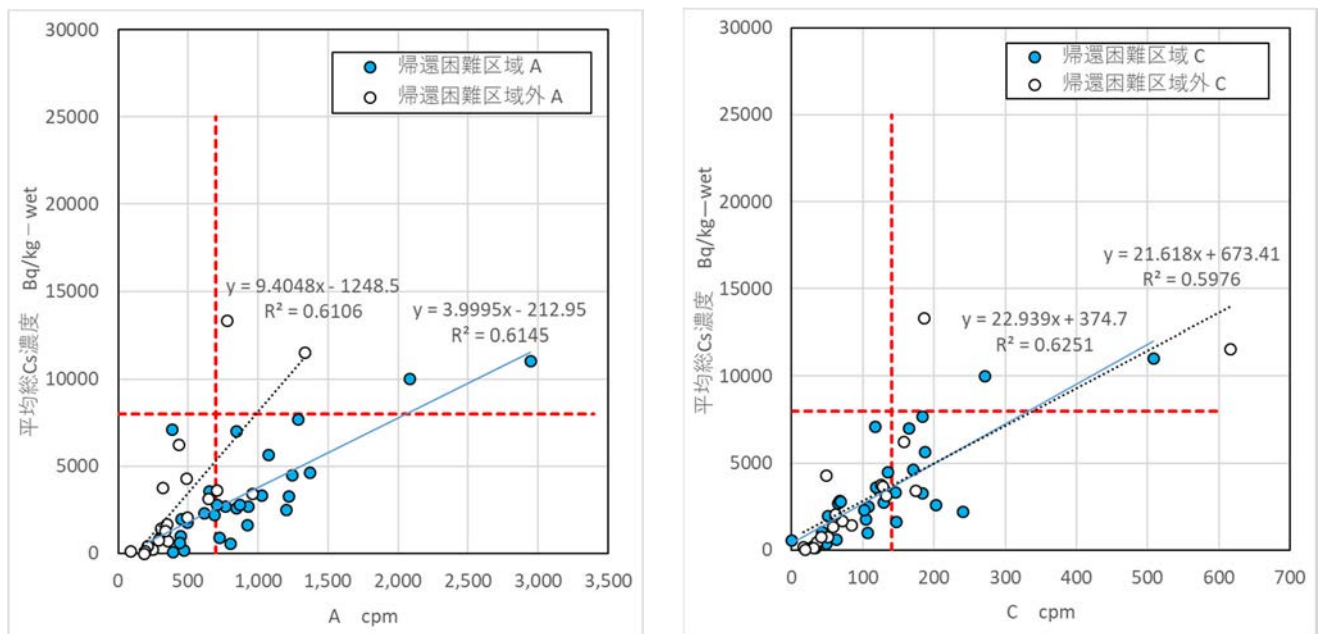


図 3.3-1 左：A 値と樹皮セシウム濃度 (Bq/kg-wet) の関係、右：C 値と樹皮セシウム濃度 (Bq/kg-wet) の関係【全樹種】

注：A 値、C 値、樹皮セシウム濃度 (Bq/kg-wet) は、各調査木における東西南北各方位の測定値の平均。横点線はセシウム濃度 8,000 Bq/kg-wet を示す。縦点線は A 値 700cpm (左図)、C 値 140cpm (右図)。帰還困難区域についての回帰直線を実線で、帰還困難区域外については点線で示した。

(3) 針葉樹のマニュアルへの適合性

図 3.3-2 (左) は、針葉樹 40 本の A 値 (東西南北の各面の平均) と樹皮中放射性セシウム濃度 (東西南北各面の平均：Bq/kg-wet) の関係を示したものである。A 値は 3,000cpm 未満の範囲に分布していたが、700cpm 未満の樹木にはセシウム濃度が 8,000Bq/kg-wet を超えるものはなく、700cpm を超えたものの中には、8,000Bq/kg-wet を超える個体が 3 本確認された。この結果から、A 値は簡易測定マニュアルの判定基準に概ね適合していることが確認された。

図 3.3-2 (右) は、同様に針葉樹 40 本の C 値と樹皮中放射性セシウム濃度の関係を示したものである。C 値は 700cpm 未満の範囲に分布しており、140cpm 未満の樹木にはセシウム濃度が 8,000Bq/kg-wet を超えるものはなかった。しかし、140cpm を超えたものの中には、8,000Bq/kg-wet を超える個体が 3 本確認された。この結果から、C 値に関しても簡易測定マニュアルの判定基準に概ね適合していることが確認された。

以上の結果より、今回の調査では簡易測定マニュアルの判定基準は有効であると判断される。

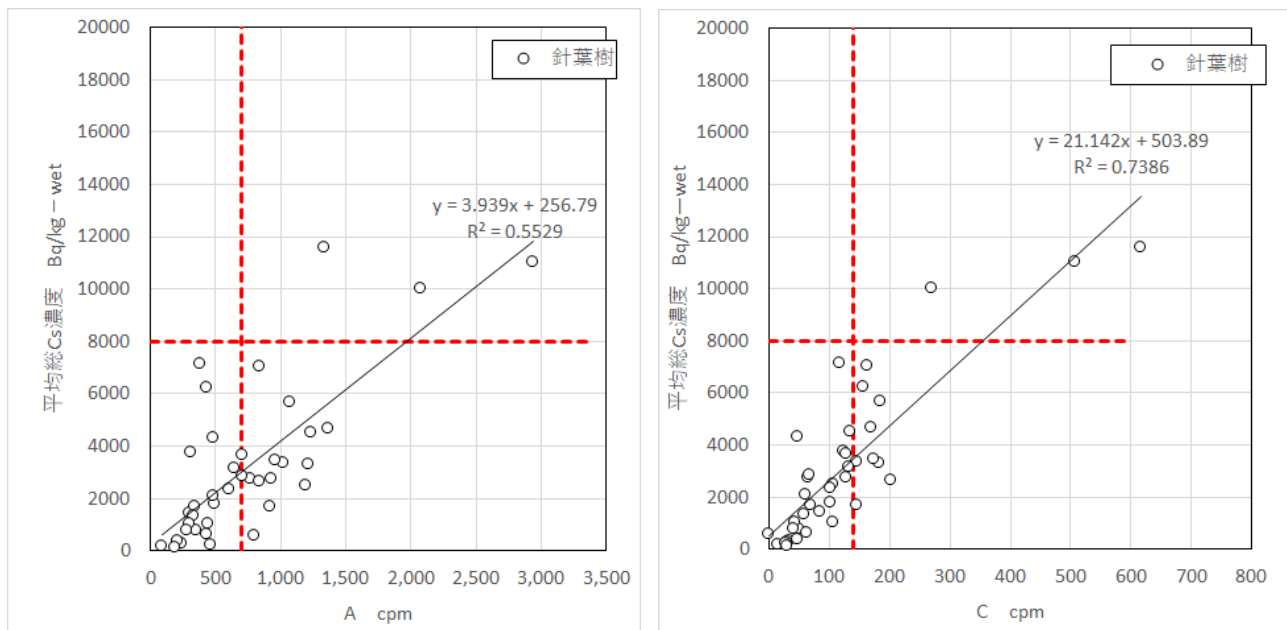


図 3.3-2 左：A値と平均樹皮セシウム濃度（Bq/kg-wet）の関係、右：C値と平均樹皮セシウム濃度（Bq/kg-wet）の関係【針葉樹】

注：A値、C値、樹皮セシウム濃度（Bq/kg-wet）は、各調査木における東西南北各方位の測定値の平均。横点線はセシウム濃度8,000 Bq/kg-wetを示す。縦点線はA値700cpm（左図）、C値140cpm（右図）。帰還困難区域についての回帰直線を実線で、帰還困難区域外については点線で示した。

ただし、データのばらつきは大きく、基準値の近傍にも広がりが見られる。サンプル数が増加すれば、基準値を逸脱するケースが出現する可能性を完全には排除できない。この点を検証するため、データに基づいて信頼区間と予測区間を算出し、図 3.3-3 に示した。

信頼区間（信頼率 95%）については（左列①、③）、A 値およびC 値のいずれにおいても、回帰直線が基準値を超える領域に達する可能性は低いと考えられる。

予測区間（信頼率 95%）は、同様の調査を繰り返した場合に予測される測定値の分布範囲を示している。（右列②、④）を見ると、A 値およびC 値の予測区間は、基準値を超える領域に達していない。また、予測範囲の上限を示す線が基準値の境界付近のやや下側を通過していることが確認された。

今回の調査結果から見ると、針葉樹に関しては、簡易測定マニュアルに示された判断基準が有効である可能性が高いと考えられる。

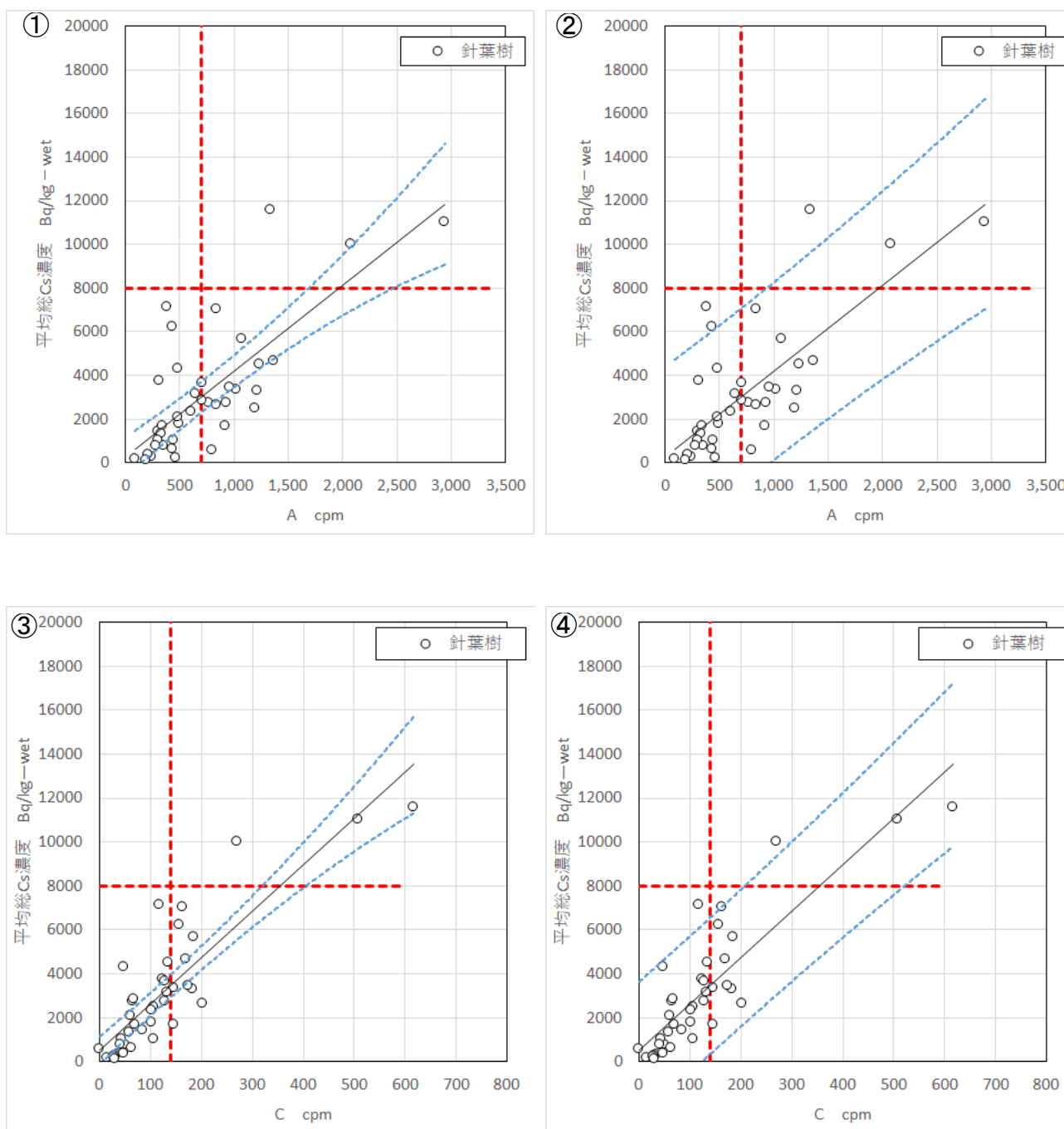


図 3.3-3 上：A値と平均樹皮セシウム濃度 (Bq/kg-wet) の関係、下：C値と平均樹皮セシウム濃度 (Bq/kg-wet) の関係【針葉樹】

注：A値、C値、樹皮セシウム濃度 (Bq/kg-wet) は、各調査木における東西南北各方位測定値の平均。横点線はセシウム濃度 8,000 Bq/kg-wet を示す。縦点線はA値 700cpm、C値 140cpm。図中の実線は回帰直線。左列①、③の青点線は信頼区間 (信頼率 95%)、右列②、④の青点線は予測区間 (信頼率 95%) を示す。

(4) 広葉樹のマニュアルへの適合性

図 3.3-4 (左) は、広葉樹 30 本 (30 本のうち令和 4 年度里山再生事業と令和 6 年度里山再生事業の値が 10 本ずつ) の A 値 (東西南北の各面の平均) と樹皮中放射性セシウム濃度 (東西南北各面の平均: Bq/kg-wet) の関係を示したものである。A 値は 1,300cpm 未満の範囲に分布していた。700cpm 未満の樹木には、放射性セシウム濃度が 8,000Bq/kg-wet を超えるものはなかったが、濃度が 8,000Bq/kg-wet を超える 3 個体の A 値は基準値 700cpm の近傍にあった。この結果から、A 値は簡易測定マニュアルの判定基準に概ね適合していることが確認された。

図 3.3-4 (右) は、同様に広葉樹 30 本 (令和 4 年度里山再生事業と令和 6 年度里山再生事業の値が 10 本ずつ) の C 値と樹皮中放射性セシウム濃度の関係を示したものである。C 値は 400cpm 未満の範囲に分布しており、広葉樹の基準値である 420cpm 未満の樹木の中に、放射性セシウム濃度 8,000Bq/kg-wet を超える 3 個体が含まれていた。また、これらのデータから求めた回帰直線は、マニュアルの判定基準を逸脱する範囲を通過している。一方で、C 値が 130cpm 未満の樹木にはセシウム濃度が 8,000Bq/kg-wet を超えるものはなかった。

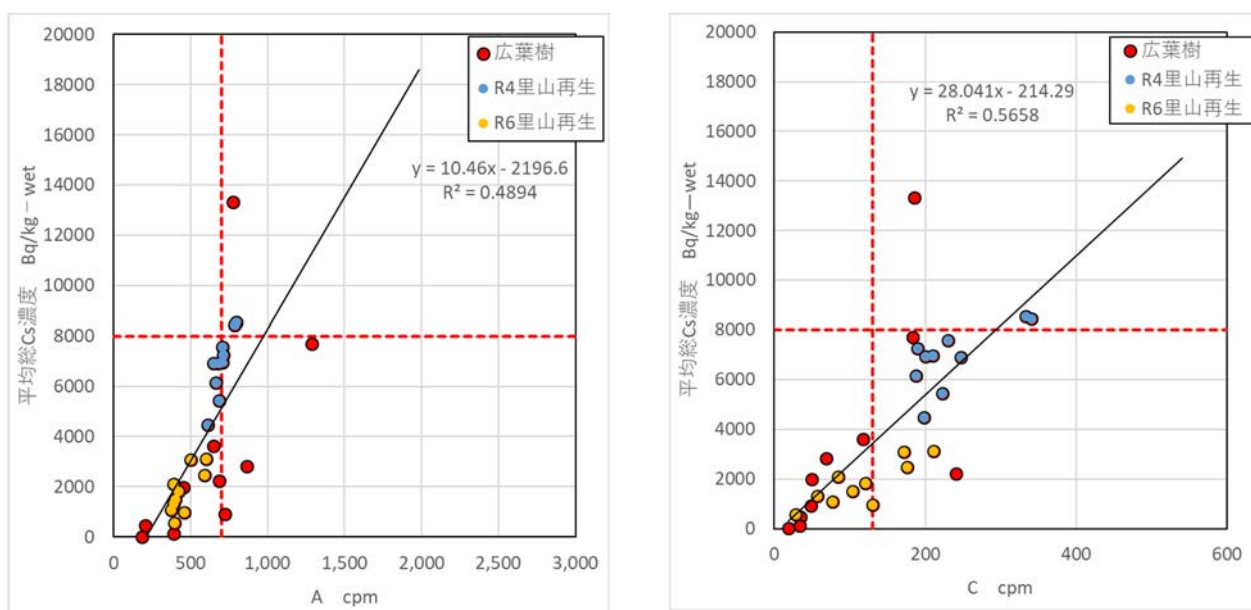


図 3.3-4 左：A 値と平均樹皮セシウム濃度 (Bq/kg-wet) の関係、右：C 値と平均樹皮セシウム濃度 (Bq/kg-wet) の関係【広葉樹】

注：A 値、C 値、樹皮セシウム濃度 (Bq/kg-wet) は、各調査木における東西南北各方位測定値の平均。横点線はセシウム濃度 8,000 Bq/kg-wet を示す。縦点線は A 値 700cpm (左図)、C 値 130cpm (右図)。図中の実線は回帰直線。

針葉樹の項と同様に、広葉樹 30 本（令和 4 年度里山再生事業と令和 6 年度里山再生事業の値が 10 本ずつ）について、信頼区間および予測区間を算出し、図 3.3-5 に示した。

図 3.3-5 左上①を見ると、A 値について回帰直線が基準値を超える領域に達する可能性は低いと考えられる。一方、右上②を確認すると、A 値が 700cpm 未満の範囲であっても予測区間が基準値を超える領域に広がっていることがわかる。この結果から、700cpm 未満の広葉樹の多くは樹皮中放射性セシウム濃度が 8,000Bq/kg-wet を超えないと予測されるが、広葉樹における判断基準値 700cpm の有効性については、今後もサンプル数を増やしながら検証が必要と考えられる。

図 3.3-5 左下③を見ると、C 値については回帰直線そのものが基準値を超える領域に達しているものの、8,000Bq/kg-wet を超える 1 点のデータが影響している可能性があり、当該データが見られた原因を精査する必要がある。さらに、右下④では、C 値が 420cpm 未満の範囲においても基準値を超える領域にデータが分布する可能性があることが示されている。このため、広葉樹における現行の判断基準値 420cpm については、引き続き採用するのではなく、セシウム濃度が 8,000Bq/kg-wet を超えるものがなかった 130cpm に見直す必要があると考えられる。

また、C 値だけでなく A 値についても、0cpm 近傍の値に対応する予測区間の上限が放射性セシウム濃度 8,000Bq/kg-wet を超えていることが確認された。このことから、今回の分析結果に基づく予測範囲を考慮した場合、広葉樹に対して統一的な基準値を設定するのは難しいと考えられるが、今回使用した広葉樹のサンプル数は 30 本と限られており、少数のデータが全体の傾向に影響を与えている可能性がある。そのため、今後さらなる広葉樹の調査を進め、サンプル数を増やして新たな判断基準を検討することが適切であると考えられる。

以上の結果より、信頼区間の上限と 8,000Bq/kg の交点に基づき、A 値は 700cpm、C 値は 130cpm を暫定値とし、これを逸脱する場合は実際に樹皮をサンプリングしてセシウム濃度測定することが望ましいと考えられるが、今後も検証を行い、必要に応じ数値の見直しが必要と考えられる。

見直し後の暫定値を用いた広葉樹の放射性物質濃度推定式は、以下のとおりとなる。

表 3.3-3 広葉樹の放射性物質濃度推定式

式 番 号	測定条件		決定係数 R2	推定式		表面係数率		備考欄
				傾き	切片	8,000(Bq/kg-wet)		
	測定場所	アクリル板		a	b	推定中心	安全側	
①	林内	無し	0.49	10.46	-2,197	975	700	【A 値】
②		差分	0.57	28.04	-214	293	130	【C 値】

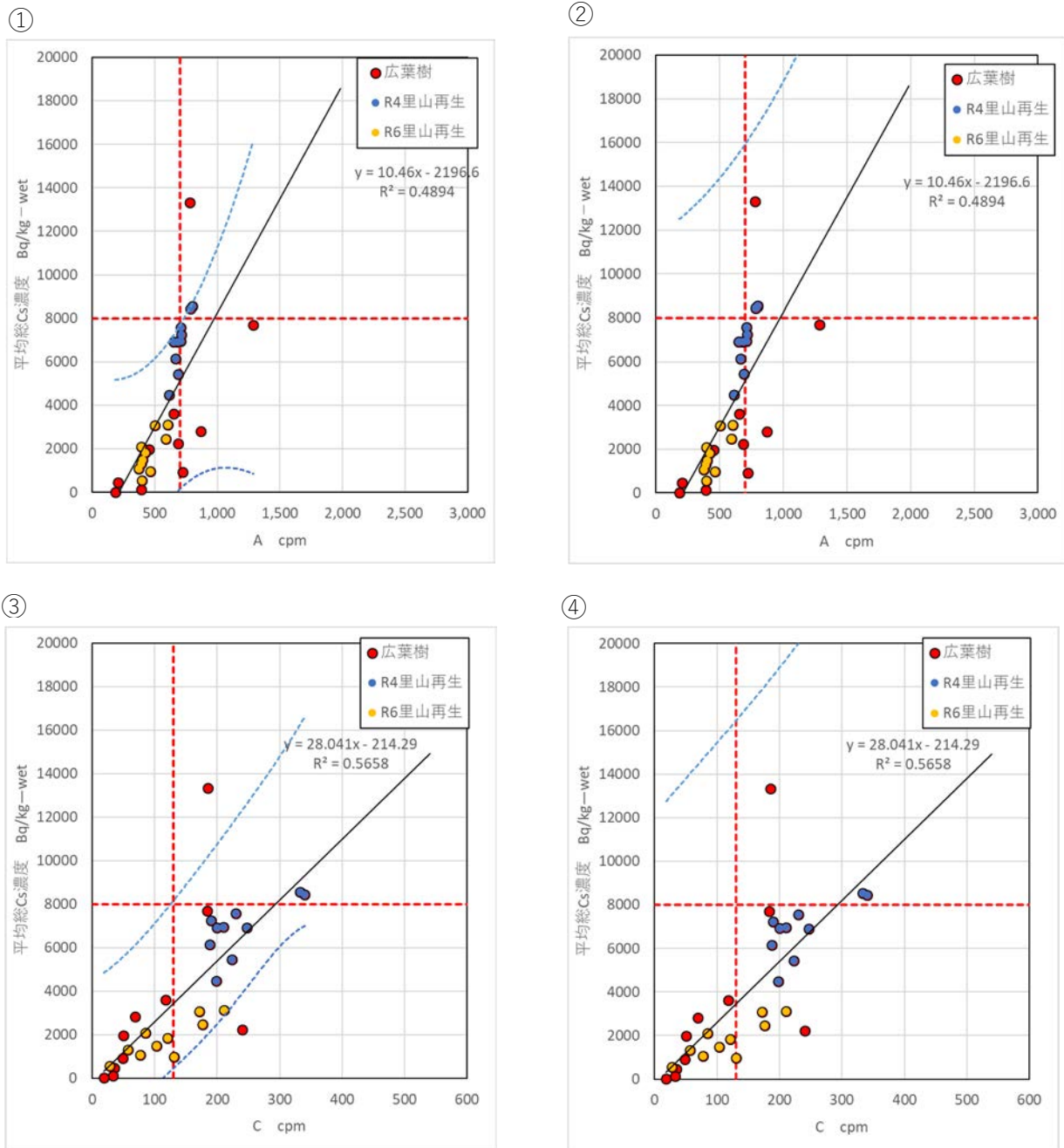


図 3.3-5 上：A値と平均樹皮セシウム濃度（Bq/kg-wet）の関係、下：C値と平均樹皮セシウム濃度（Bq/kg-wet）の関係【広葉樹】

注：A値、C値、樹皮セシウム濃度（Bq/kg-wet）は、各調査木における東西南北各方位測定値の平均。横点線はセシウム濃度 8,000 Bq/kg-wet を示す。縦点線はA値 700cpm、C値 130cpm。図中の実線は回帰直線。左列①、③の青点線は信頼区間（信頼率 95%）、右列②、④の青点線は予測区間（信頼率 95%）を示す。

(5) マニュアルの判断基準を逸脱する個体が出現する原因に関する考察

原発事故発生当初、樹幹における放射性セシウムは外樹皮表面に付着したものが多くを占めていたと推測される。この時点では、外樹皮表面に大部分のセシウムが存在するため、本マニュアルで規定されているC値を用いた推定方法が適していると考えられる。

しかし、時間の経過に伴い、樹皮表面に付着していたセシウムは剥落した樹皮とともにリター層や土壌中へ移行し、一部は樹幹流によって流出する。また、その間、根から吸収されたセシウムが内樹皮や辺材部に取り込まれることで、これらの部位における放射性セシウムの割合が増加すると予想される。

さらに、樹皮の内側から放出される β 線は、樹皮を通過する過程で減衰し、アクリル板を設置する前に樹皮の遮蔽によって観測されなくなる可能性がある。このため、現在のC値と樹皮中放射性セシウム濃度との関係は、事故当初の状態とは異なる可能性がある。

以上のことから、簡易測定マニュアルで規定されている評価方法、特にアクリル板の有無による樹皮中放射性セシウム濃度を評価する手法は、時間の経過に伴いその有効性が変化する可能性があると考えられることから随時検証を行っていく必要がある。

3.3.2 ふくしま森林再生事業等既存事業で取得された樹皮の放射性物質濃度と空間線量率のデータの関係分析

ふくしま森林再生事業等既存事業で取得された樹皮中の放射性セシウム濃度と、樹皮採取箇所近傍の空間線量率（以下「付近の空間線量率」とする）のデータを用いて、両者の関係を分析した。以下、樹種毎に解析を行ったが、放射性セシウム濃度の測定を行った樹種が不明な場合は、資料に記載のあった林相の樹種を、放射性セシウム濃度の測定を行った樹種として扱った。

（1）全データ

全データにおける樹皮中放射性セシウム濃度と付近の空間線量率との関係を図 3.3-6 に示す。散布図ではばらつきが大きく、明確な相関は見られなかった。しかし、付近の空間線量率の値を区間ごとに分けて示した箱ひげ図では、空間線量率が大きくなるにつれて樹皮中放射性セシウム濃度が高くなる傾向が認められた。空間線量率と 8,000 Bq/kg(指定廃棄物の指定基準)の関係については、空間線量率が $0.5 \mu\text{Sv/h}$ を超えてから 8,000 Bq/kg 以上の値が出現する頻度が増えたが、空間線量率との明確な関係性は見いだせなかった。

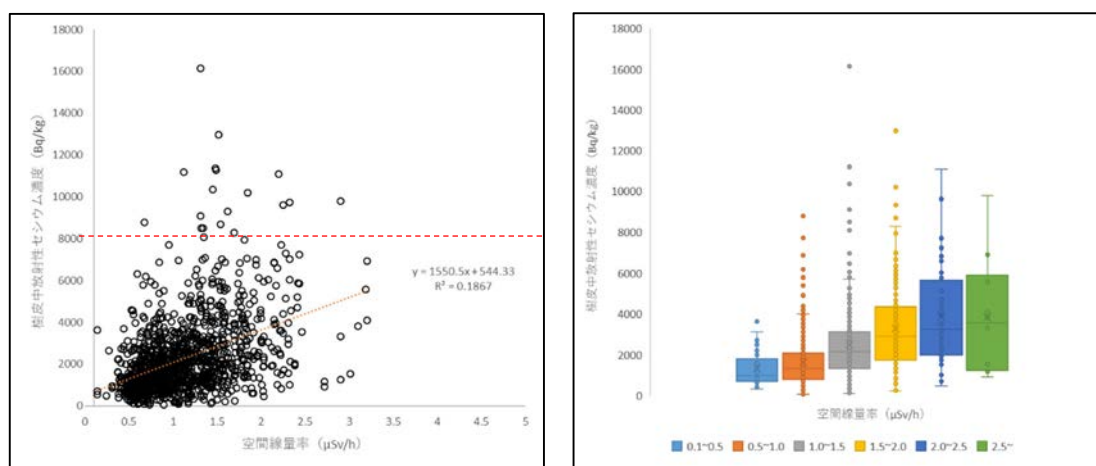


図 3.3-6 全データにおける樹皮中放射性セシウム濃度と付近の空間線量率との関係

(2) スギ

樹種がスギの場合の樹皮中放射性セシウム濃度と付近の空間線量率との関係を図 3.3-7 に示す。散布図ではばらつきが大きく、明確な相関は見られなかった。しかし、付近の空間線量率の値を区間ごとに分けて示した箱ひげ図では、空間線量率が大きくなるにつれて樹皮中放射性セシウム濃度が高くなる傾向が認められた。空間線量率と 8,000 Bq/kg（指定廃棄物の指定基準）の関係については、空間線量率が $0.5 \mu\text{Sv/h}$ を超えてから 8,000 Bq/kg 以上の値が出現したが、空間線量率との明確な関係性は見いだせなかった。

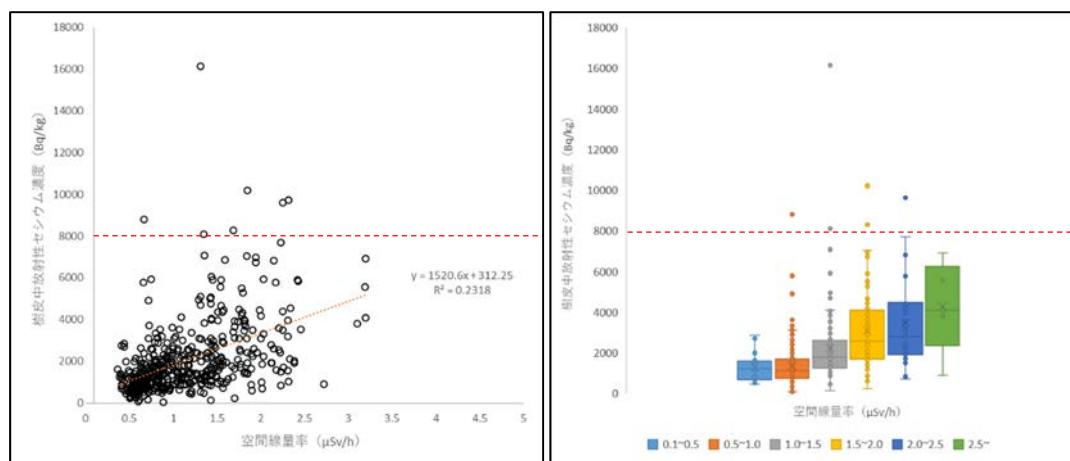


図 3.3-7 樹種がスギの場合の樹皮中放射性セシウム濃度と付近の空間線量率との関係

(3) アカマツ

樹種がアカマツの場合における樹皮中放射性セシウム濃度と付近の空間線量率との関係を図 3.3-8 に示す。散布図ではばらつきが大きく、相関は認められなかった。さらに、付近の空間線量率の値を区間ごとに分けて示した箱ひげ図においても、樹皮中放射性セシウム濃度と付近の空間線量率との間に有意な関係は見られなかった。8,000 Bq/kg（指定廃棄物の指定基準）を超える値は、確認できなかった。

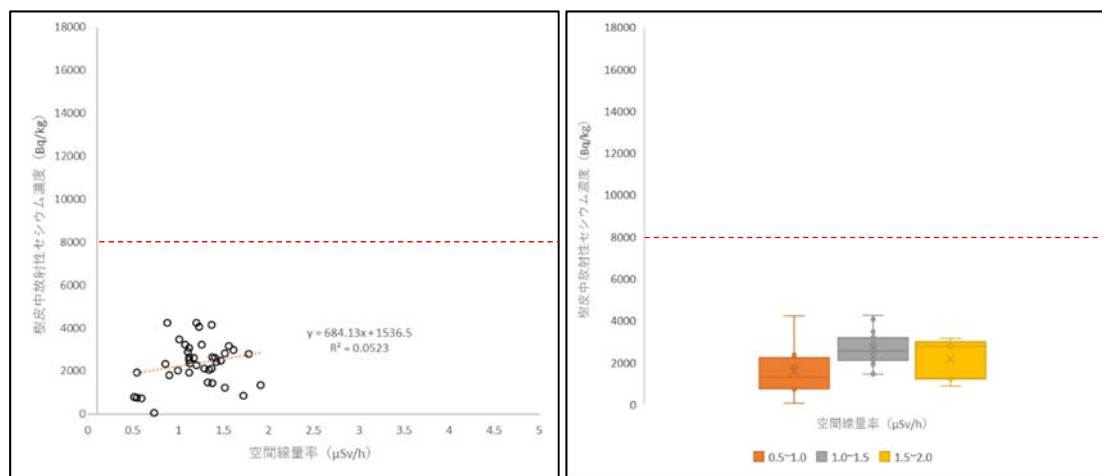


図 3.3-8 樹種がアカマツの場合の樹皮中放射性セシウム濃度と付近の空間線量率との関係

(4) ヒノキ

樹種がヒノキの場合の樹皮中放射性セシウム濃度と付近の空間線量率との関係を図 3.3-9 に示す。散布図ではばらつきが大きく、明確な相関は見られなかった。しかし、付近の空間線量率の値を区間ごとに分けて示した箱ひげ図では、空間線量率が大きくなるにつれて樹皮中放射性セシウム濃度が高くなる傾向が認められた。空間線量率と 8,000 Bq/kg（指定廃棄物の指定基準）の関係については、空間線量率が $1\mu\text{Sv/h}$ を超えてから 8,000 Bq/kg 以上の値が出現したが、空間線量率との明確な関係性は見いだせなかった。

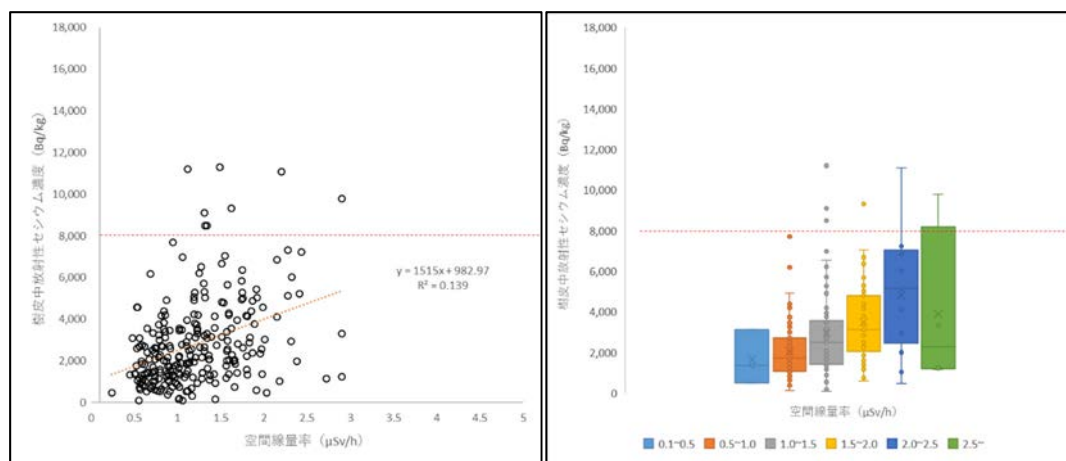


図 3.3-9 樹種がヒノキの場合の樹皮中放射性セシウム濃度と付近の空間線量率との関係

(5) 広葉樹

樹種が広葉樹の場合の樹皮中放射性セシウム濃度と付近の空間線量率との関係を図 3.3-10 に示す。散布図ではばらつきが大きく、明確な相関は見られなかった。しかし、付近の空間線量率の値を区間ごとに分けて示した箱ひげ図では、空間線量率が大きくなるにつれて樹皮中放射性セシウム濃度が高くなる傾向が認められた。空間線量率と 8,000 Bq/kg（指定廃棄物の指定基準）の関係については、空間線量率が $1.5\mu\text{Sv/h}$ 付近から 8,000 Bq/kg 以上の値が出現したが、空間線量率との明確な関係性は見いだせなかった。

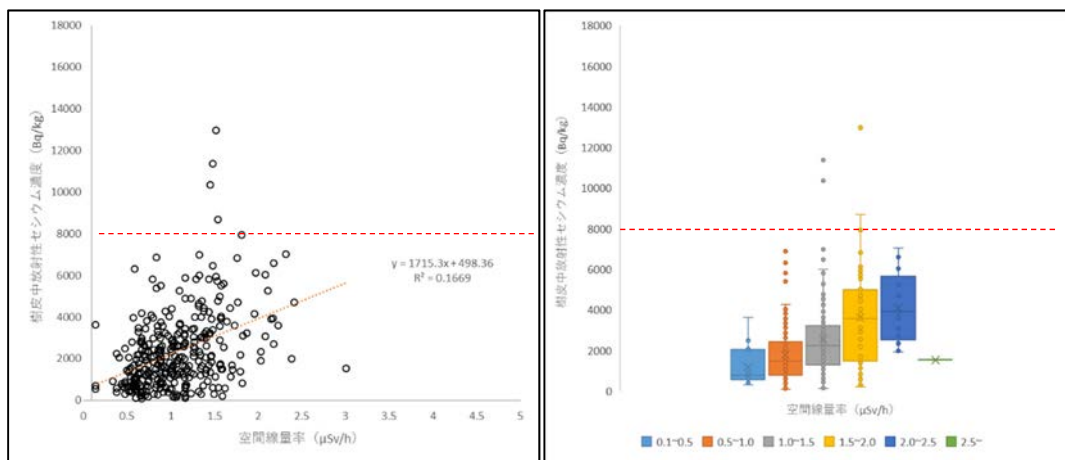


図 3.3-10 樹種が広葉樹の場合の樹皮中放射性セシウム濃度と付近の空間線量率との関係

(6) まとめ

各樹種ともにデータのばらつきは大きいものの、アカマツを除いて、付近の空間線量率の値を区間ごとに分けて示した箱ひげ図では、空間線量率が大きくなるにつれて樹皮中放射性セシウム濃度が高くなる傾向が認められた。福島県が実施した令和 5 年度モニタリング調査結果によれば、空間線量率と外樹皮に含まれる放射性セシウム濃度の関係について、スギ、ヒノキ、アカマツにおいて空間線量率が高いほど樹皮に含まれる放射性セシウム濃度も高くなる傾向が示されており、本分析結果はスギおよびヒノキについて整合している（広葉樹の結果については公表されていない）。なお、各樹種ともにデータのばらつきが大きい要因としては、測定地点や環境条件（例えば土壌の性質、降雨量、樹齢など）の違いが影響している可能性が考えられる。

(7) その他（樹皮中放射性セシウム濃度と航空機モニタリングデータの関係）

樹皮中放射性セシウム濃度と航空機モニタリングデータとの関係を図 3.3-11 に示す。航空機モニタリングデータでは、表 3.3-4 に示した区分に基づき、空間線量率に応じたメッシュの色分けを行っている。図 3.3-1 では、この区分に従い、樹皮中放射性セシウム濃度と航空機モニタリングデータとの関係を示す箱ひげ図を作成した。その結果、ヒノキに関しては、空間線量率が大きくなるにつれて樹皮中放射性セシウム濃度が高くなる傾向が認められたが、それ以外の樹種では明確な傾向は確認できなかった。また、樹皮中放射性セシウム濃度調査木近傍の空間線量率と航空機モニタリングデータの比較を行った結果、表 3.3-4 における航空機モニタリングデータの各メッシュ区分に収まる樹皮中放射性セシウム濃度調査木近傍の空間線量率は全データのうち 27.4%に留まり、航空機モニタリングデータと樹皮中放射性セシウム濃度調査木近傍の空間線量率は、あまり一致しないことが判明した。福島県が実施した令和 5 年度モニタリング調査結果では、空間線量率が高いほど樹皮に含まれる放射性セシウム濃度も高くなる傾向が示されていることから、本報告書では、より一致した結果が得られる樹皮中放射性セシウム濃度調査木近傍の空間線量率を用いた分析を行うことが妥当であると考えられた。

表 3.3-4 航空機モニタリングデータ メッシュ区分

色	空間線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)
赤色	19.0 <
オレンジ色	9.5 - 19.0
黄色	3.8 - 9.5
黄緑色	1.9 - 3.8
緑色	1.0 - 1.9
水色	0.5 - 1.0
青色	0.2 - 0.5
濃い青色	0.1 - 0.2
最も濃い青色	≤ 0.1

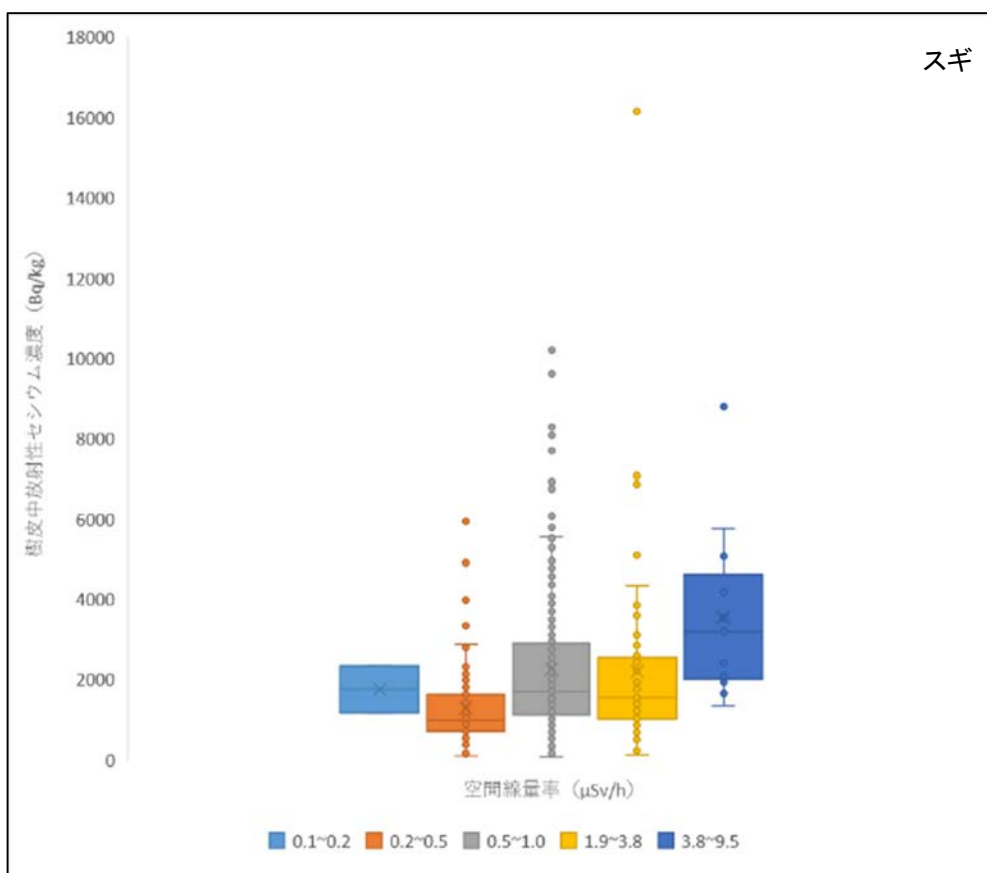
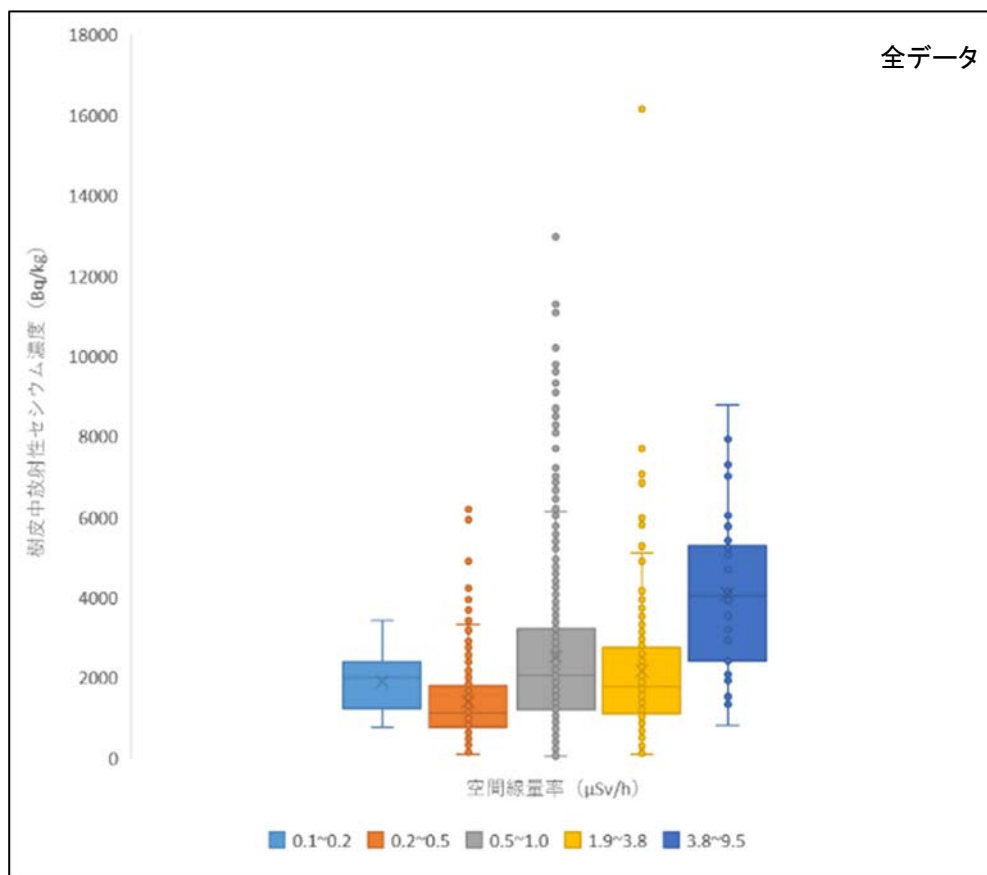


図 3.3-11(1) 樹皮中放射性セシウム濃度と航空機モニタリングデータとの関係

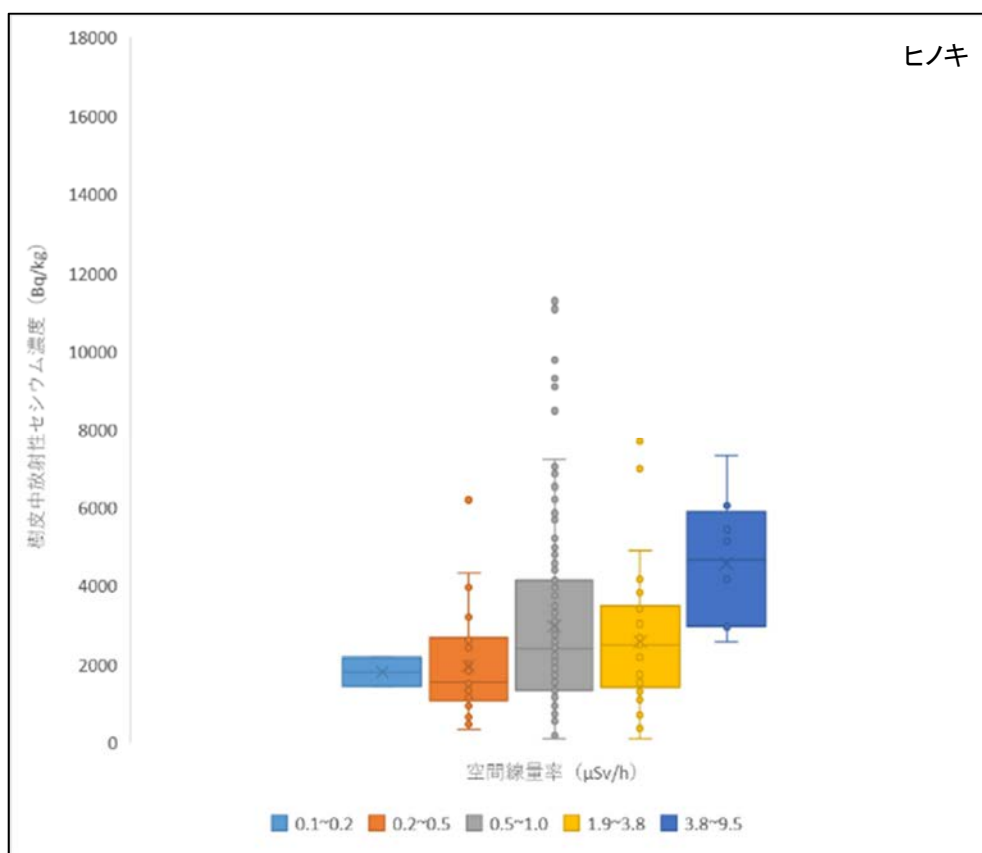
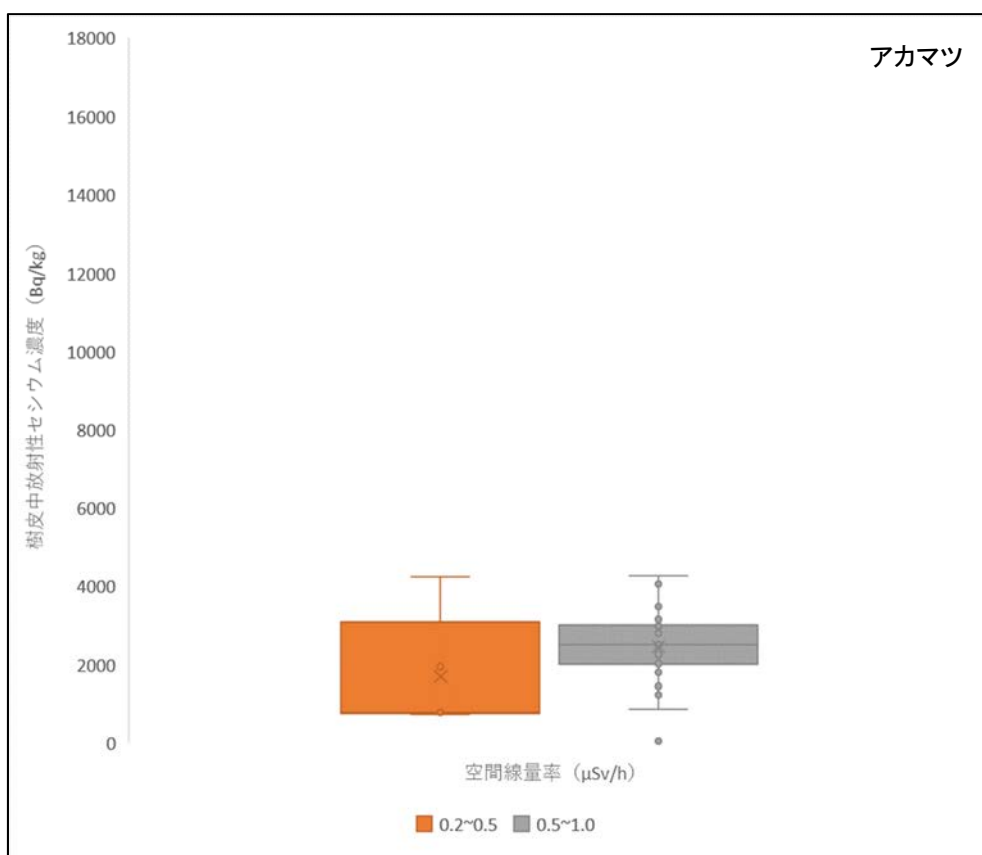


図 3.3-11(2) 樹皮中放射性セシウム濃度と航空機モニタリングデータとの関係

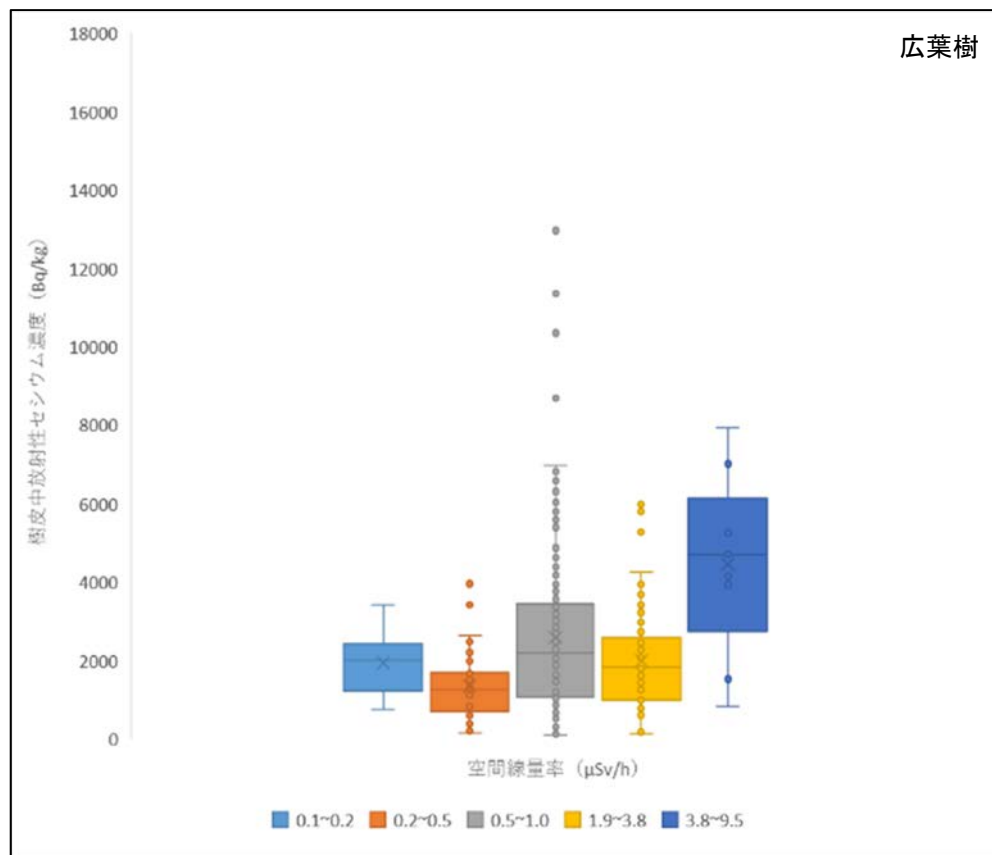


図 3.3-11(3) 樹皮中放射性セシウム濃度と航空機モニタリングデータとの関係

3.4 帰還困難区域内で伐採された木材の製材品の表面線量の測定

3.3において、放射性物質濃度分析用に樹皮を採取した立木を伐採・搬出し、柱状に製材加工して表面線量を計測した結果を以下に示す。

帰還困難区域からの搬出に際してのスクリーニングでは、最大値が 2,944cpm であり、持ち出し基準 (13,000cpm) を下回っていた。なお、参考として樹皮のセシウム濃度を下表に示した。

表 3.4-1(1) 帰還困難区域内伐採木の製材品表面線量（スギ・ヒノキ・マツ類）

No	市町村	林班・ 小班名	樹種	空間線量率 現地 (μ Sv/h)	立木表面線量 地上高1.0m アクリル無 (cpm)	製材品 表面線量 (cpm)	樹皮Cs濃度（針葉 樹） (Bq/kg)
36	浪江	63・23	ヒノキ	6.44	2,944	48	20,000
128	双葉	55・137	モミ	4.71	2,082	55	18,500
51	浪江	37・133	スギ	4.54	1,217	38	6,500
41	浪江	39・65	スギ	3.16	1,369	38	7,700
55	浪江	21・211	スギ	3.10	1,239	18	8,000
30	大熊	11・350	スギ	2.91	1,196	30	3,600
58	飯館	50・409	スギ	2.41	1,023	29	7,500
39	浪江	12・42	ヒノキ	2.21	929	29	4,500
50	浪江	15・116	スギ	2.15	1,072	42	10,400
14	富岡	1・242	マツ類	2.10	922	28	2,900
57	浪江	51・244	スギ	1.95	765	24	7,000
11	富岡	2・135	スギ	1.88	801	39	1,300
37	浪江	23・25	スギ	1.83	844	41	8,800
59	飯館	50・49	マツ	1.65	707	35	6,900
61	飯館	50・313	ヒノキ	1.58	845	39	5,200
66	飯館	49・114	アカマツ	1.23	610	34	3,900
44	浪江	44・76	スギ	1.21	471	43	500
48	浪江	28・104	スギ	1.12	437	34	1,200
33	大熊	32・84	スギ	1.06	442	51	1,800
64	飯館	49・112	アカマツ	0.87	493	29	3,000
45	浪江	42・77	マツ	0.56	385	30	3,900
38	浪江	46・41	スギ	0.53	307	31	1,800
42	浪江	19・65	スギ	0.48	208	32	700

注1：並び順は採取地の空間線量率降順

注2：製材品の表面線量値は4面測定の平均値

注3：製材品の表面線量は、測定値から測定場所バックグラウンド値 40cpm を除いた値

注4：測定場所の空間線量率は、 0.05μ Sv/h

注5：「No」は森林地権者の同意がとれた地点のうち、調査を実施した地点を示す。

表 3.4-1(2) 帰還困難区域内伐採木の製材品表面線量（広葉樹等）

No	市町村	林班・ 小班名	樹種	空間線量率 現地 (μ Sv/h)	立木表面線量 地上高1.0m アクリル無 (cpm)	製材品 表面線量 (cpm)	樹皮Cs濃度（広葉 樹） (Bq/kg)
43	浪江	61・68	クリ	2.98	1,286	33	15,300
116	葛尾	5・154	クリ	1.92	868	33	5,500
3	南相馬	C038・33	ナラ類	1.80	721	28	1,600
80	葛尾	5・145	ナラ類	1.33	651	50	4,800
76	葛尾	5・165-1	ナラ類	1.11	686	35	3,000
82	葛尾	5・88-1	ウリハダ	0.95	452	26	2,700
63	飯館	49・88	ホオノキ	0.85	391	29	200

注1：並び順は採取地の空間線量率降順

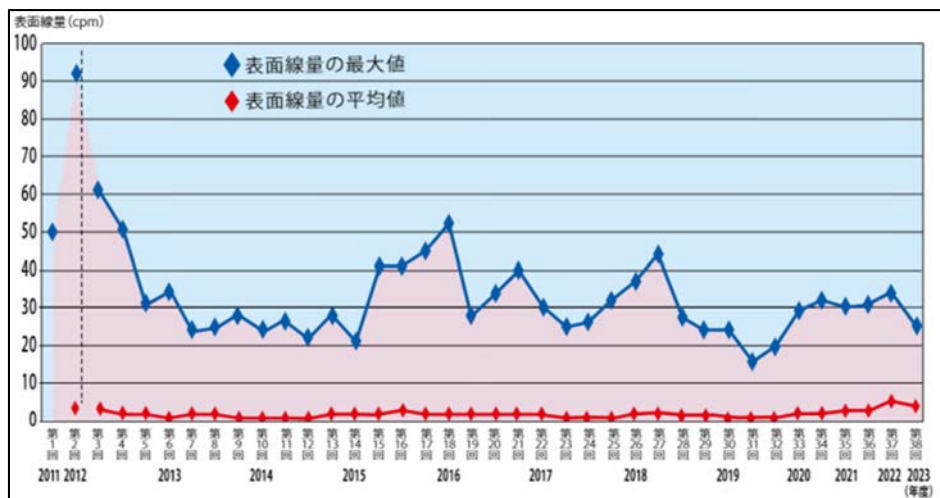
注2：製材品の表面線量値は4面測定 of 平均値

注3：製材品の表面線量は、測定値から測定場所バックグラウンド値 40cpm を除いた値

注4：測定場所の空間線量率は、 0.05μ Sv/h

注5：「No」は森林地権者の同意がとれた地点のうち、調査を実施した地点を示す。

今回の調査では製材後の表面線量最大値が 55cpm であり、福島県産材製材品の過去最大値 92cpm と比べ低い値となっていた。



出典：「放射性物質の現状と森林・林業の再生—令和 5（2023）年度版」（林野庁 HP ）
<https://www.rinya.maff.go.jp/j/kaihatu/jyosen/attach/pdf/20240529-1.pdf>

図 3.4-1 県産材製材品の表面線量調査結果

製材後の表面線量は 18～55cpm と全て 100cpm 以下の値を示しており、製材時に切り落とした材の樹皮、辺材部にほとんどの放射性物質が含まれていると考えられる。

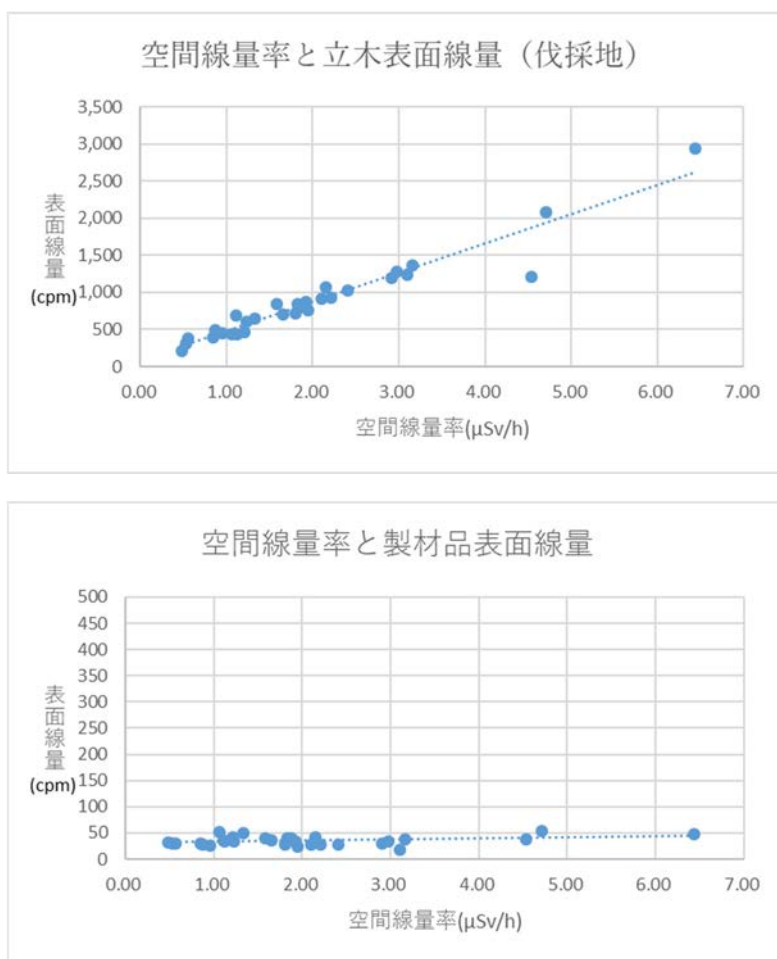


図 3.4-2 帰還困難区域の空間線量率と伐採木・製材品表面線量の関係

3.5 帰還困難区域内での森林施業時の被ばく量に関わる安全留意事項案の作成

3.5.1 平均的な線量、高線量、低線量時における年間労働日数

平均的な線量、高線量、低線量時における年間被ばく量が放射線管理区域の線量基準である 5mSv※に達する年間労働日数を以下の通り算出した。

※放射線管理区域の線量基準について、我が国は年間 5mSv としているが、これは、作業者や施設周辺の住民に対する被ばく線量を効率的に管理するために定められた、放射線業務を行うに当たって放射線管理を行うことを事業者に課す基準値であり、「安全」と「危険」の境界を表すものではない。

(1) 高線量

表 3.1.2 で把握した空間線量率の平均値における①最高値 $8.01 \mu\text{Sv/h}$ 、② $2.5 \mu\text{Sv/h}$ を超える地点の平均値 $3.94 \mu\text{Sv/h}$ を高線量とした。この空間線量率のもとで、1日8時間、集材作業（林業機械使用なし）を行った場合に、被ばく量が 5mSv に達する労働日数は、① $(5\text{mSv} \times 1000) / (8.01 \mu\text{Sv/h} \times 8\text{h/day} \times 0.69) = \text{約 } 113\text{日}$ 、② $(5\text{mSv} \times 1000) / (3.94 \mu\text{Sv/h} \times 8\text{h/day} \times 0.69) = \text{約 } 229\text{日}$ となる。

3.2 に示した通り、作業種の中で空間線量率に対する被ばく量が最も大きかったのは、集材作業（林業機械使用なし）であり、上記式の 0.69 は、3.2 で算出した集材（林業機械使用なし）の作業時の換算係数を示している。

上記の結果より、年間の作業日数（139～175 日、表 3.2-3）のすべてを高線量下で作業したとすると、被ばく量は、上記①の場合は 5mSv を超過し、②の場合は 5mSv を下回ると推定された。なお、 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ を超える線量下で作業を行う場合は、特定線量下業務ガイドラインを、土壌のセシウム濃度が 1 万 Bq/kg を超える場合は、除染等業務ガイドラインを遵守した作業を行う必要があることに留意する。

以下の表 3.5-1 は上記式の換算係数の数値を各作業種の値に変えて、被ばく量が 5mSv に達する労働日数を作業種ごとに算出した結果である。

表 3.5-1(1) 作業種ごとの換算係数と 5mSv に達する労働日数
(空間線量率が $8.01 \mu\text{Sv/h}$ の場合)

作業種	換算係数 (外部被ばく量/空間線量率)	5mSv に達する 労働日数
		日
伐倒	0.50	157
伐倒、針葉樹	0.38	208
伐倒、雑木	0.60	129
刈払い	0.38	203
枝条等集積	0.33	239
集材	0.69	113
造材	0.63	123
丸太筋工	0.41	191
刈払い、伐倒、造材作業	0.44	179
集材（林業機械使用）	0.33	239

表 3.5-1(2) 作業種ごとの換算係数と 5mSv に達する労働日数
(空間線量率が $3.94 \mu\text{Sv/h}$ の場合)

作業種	換算係数 (外部被ばく量/空間線量率)	5mSv に達する 労働日数
		日
伐倒	0.50	319
伐倒、針葉樹	0.38	422
伐倒、雑木	0.60	263
刈払い	0.38	414
枝条等集積	0.33	485
集材	0.69	229
造材	0.63	250
丸太筋工	0.41	388
刈払い、伐倒、造材作業	0.44	364
集材（林業機械使用）	0.33	485

(2) 平均的な線量

3. 1において示した通り、本事業における帰還困難区域内の森林の空間線量率の平均値は約 $2.12\mu\text{Sv/h}$ であった。この空間線量率のもとで、1日8時間、集材作業（林業機械使用なし）を行った場合に、被ばく量が 5mSv に達する労働日数は、 $(5\text{mSv} \times 1000) / (2.12\mu\text{Sv/h} \times 8\text{h/day} \times 0.69) = \text{約 } 426$ 日となる。

上記の結果より、どの作業種の場合においても年間を通して作業に従事することができると考えられる。

以下の表 3.5-2 は上記式の換算係数の数値を各作業種の値に変えて、被ばく量が 5mSv に達する労働日数を作業種ごとに算出した結果である。

表 3.5-2 作業種ごとの換算係数と 5mSv に達する労働日数
(空間線量率が $2.12\mu\text{Sv/h}$ の場合)

作業種	換算係数 (外部被ばく量/空間線量率)	5mSv に達する 労働日数
		日
伐倒	0.50	593
伐倒、針葉樹	0.38	784
伐倒、雑木	0.60	489
刈払い	0.38	769
枝条等集積	0.33	902
集材	0.69	426
造材	0.63	464
丸太筋工	0.41	722
刈払い、伐倒、造材作業	0.44	677
集材（林業機械使用）	0.33	902

(3) 低線量

(2) 平均的な線量下でも作業が可能のため、低線量下でも作業は可能である。

(4) 作業種の組み合わせ

3. 2で示した通り、森林作業者の2023年度作業日誌によると伐倒作業、刈払い作業、林業機械を使用した作業に主に従事していた。これらの作業種について、年間5mSvを超えない作業種の組み合わせについて検討を行った。伐倒と林業機械使用における空間線量率を①8.01、②3.94、③2.12 μ Sv/hとし、刈払い作業のみ空間線量率を0.5 μ Sv/h(3. 2で示した避難指示解除区域を想定した値)、年間作業日数は175日(表3.2-3における最大の作業日数)、一日の作業時間を8時間とした場合に、年間5mSvを超えない作業種の組み合わせの例は、表3.5-4に示すとおりである。上記①の場合、年間5mSvよりも小さい値において、年間被ばく量が最も高くなる組み合わせは、伐倒作業を121日、林業機械使用作業を53日、刈払い作業を1日間行った場合で、4.999mSvであった。上記②、③の場合は、作業種をどのように組み合わせても5mSvを超えないものはなかった。

表 3.5-4(1) 年間5mSv を超過しない作業種の組み合わせの例
(伐倒と林業機械使用における空間線量率が8.01 μ Sv/hの場合)

No.	伐倒日数(日)	林業機械使用日数(日)	刈払い日数(日)	年間被ばく量 (mSv)
1	121	53	1	4.999
2	100	50	25	4.299
3	100	25	50	3.809
4	50	100	25	3.755
5	50	25	100	2.283
(参考)	0	0	175	0.266

表 3.5-4(2) 年間5mSv を超過しない作業種の組み合わせの例
(伐倒と林業機械使用における空間線量率が3.94 μ Sv/hの場合)

No.	伐倒日数(日)	林業機械使用日数(日)	刈払い日数(日)	年間被ばく量 (mSv)
1	175	0	0	2.758
2	100	50	25	2.134
3	100	25	50	1.912
4	50	100	25	1.866
5	50	25	100	1.200
(参考)	0	0	175	0.266

表 3.5-4(3) 年間 5mSv を超過しない作業種の組み合わせの例
 (伐倒と林業機械使用における空間線量率が $2.12\mu\text{Sv/h}$ の場合)

No.	伐倒日数(日)	林業機械使用日数(日)	刈払い日数(日)	年間被ばく量 (mSv)
1	175	0	0	1.484
2	100	50	25	1.166
3	100	25	50	1.064
4	50	100	25	1.022
5	50	25	100	0.716
(参考)	0	0	175	0.266

3.5.2 帰還困難区域内における森林施業時の被ばく量に関する安全留意事項

本調査において、帰還困難区域内の森林の高線量、平均的な線量及び低線量下での、年間作業の実態を踏まえた被ばく量の推定では、いずれも年間 5mSv を超えることはなかったものの、最も空間線量率が高い 8.01 μ Sv/h で伐倒作業を 121 日行った場合については、年間被ばく量が 5mSv に極めて近い数値を示していた。

このため、作業員の被ばく量をできるだけ少なくする観点から、空間線量率が高い環境で森林施業に関わる作業を行う場合は、空間線量率や作業種ごとの被ばく特性を考慮し、年間 5mSv を超過しないように年間作業日数を適切に調整することが望ましいと考えられる。特に被ばく量が高くなりやすい作業（例：集材（林業機械使用なし）、伐倒）では、作業日数を制限し、林業機械を使用した作業や低線量エリアでの作業との組み合わせを検討することが求められる。

また、表 3.3-1 に示されているとおり、比較的空間線量率が低い調査箇所でも、土壌中の放射性セシウム濃度が 1 万 Bq/kg を超えるケースが多く見られる。そのため、土壌を取り扱う可能性がある場合は、空間線量率に関わらず、作業前に作業場所の土壌の放射性セシウム濃度を測定し、特定汚染土壌等取扱業務に該当するかどうかを確認する必要がある。

なお、帰還困難区域内では、高線量、平均的な線量及び低線量下のいずれにおいても、以下の放射線障害防止等安全管理に留意する必要がある。

○放射線障害防止措置等安全管理に関する留意点

帰還困難区域内で森林施業を行う際、事業者および作業者は「東日本大震災により生じた放射性物質により汚染された土壌等を除染するための業務等に係る電離放射線障害防止規則」に基づき、作業内容が「特定汚染土壌等取扱業務」または「特定線量下業務」のいずれに該当するかを判断したうえで、それぞれに必要な措置を講じる必要がある。表 3.5-5 に、「特定汚染土壌等取扱業務」と「特定線量下業務」における留意事項を示す。

【特定汚染土壌等取扱業務】

土壌等サンプリングなどセシウム 134 及びセシウム 137 の放射性物質濃度の値が 1 万 Bq/kg を超えるおそれがある汚染土壌等を取扱う業務

【特定線量下業務】

空間線量率測定など平均空間線量率が 2.5 μ Sv/h を超えるおそれがある場所で行う特定汚染土壌等取扱業務以外の業務

表 3.5-5 「特定汚染土壌等取扱業務」と「特定線量下業務」における留意事項

管理項目	特定汚染土壌等取扱業務	特定線量下業務
特別教育の受講	除染等業務特別教育	特定線量下業務特別教育
健康診断の受診	受診内容：一般健康診断及び除染電離健康診断 受診期間：雇入れ時又は当該業務に配置換えの際及びその後 6 月以内ごとに 1 回	受診内容：一般健康診断 受診期間：雇入れ時 及びその後 1 年 以内ごとに 1 回
被ばく管理	平均空間線量率が $2.5 \mu\text{Sv/h}$ を超える場所において労働者を従事させることが見込まれる場合、個人線量計による外部被ばく線量測定（及び測定記録の放射線影響協会への引渡し） ※帰還困難区域内での作業時は、基本的には個人線量計による外部被ばく線量測定を実施することを推奨	個人線量計による外部被ばく線量測定（及び測定記録の放射線影響協会への引渡し）
放射線保護具 （高濃度粉じん作業に非該当の場合）	長袖の衣服、ゴム手袋、ゴム長靴 防じんマスク（捕集効率 80%以上）	無し （推奨：長袖の衣服、サージカルマスク、綿手袋）
汚染検査	基準値：13,000cpm 以下（GM 管カウント値） 実施時期：帰還困難区域から退域する際又は帰還困難区域内で飲食を行う際	無し （推奨：手足の汚染検査 13,000cpm 以下）
内部被ばく検査	突発的に高い濃度の粉じんにはばく露された場合に実施 （推奨：3 月以内ごとに一度の内部被ばく測定）	無し

樹皮中放射性物質濃度 簡易測定マニュアル

令和 7 年 3 月

1. 目的

本マニュアルの目的は、除染等業務のスクリーニング検査に広く用いられている可搬型サーベイメータ等を用いて、森林内において立木の状態で樹皮中に含まれる放射性物質濃度を推定し、放射性物質汚染対処特措法の指定廃棄物基準¹に照らして、伐採の可否の判断に資するものであること。

本マニュアルは、放射性物質汚染対処特措法の指定廃棄物基準である8,000(Bq/kg-wet)を判定する方法について記載しており、スギ、ヒノキ、アカマツ及び広葉樹に適用可能である。

2. 基本的考え方

既往の調査結果等²などから、幹部分のうち、樹皮部分には材に比べて多くの放射性物質が蓄積されていることが確認されている。このことから、 β 線と γ 線の透過力の違いを利用して樹皮中の放射性物質濃度を推定することとした。

一般的に、 γ 線は透過力の強い放射線であり、セシウム137から放出される γ 線は空気中では数百メートルまで到達するため、 γ 線のみを対象とする放射線測定器（例えば、空間線量率測定用のシンチレーションサーベイメータ）では、樹皮のみを選択的に測定することは難しい。セシウム137から放出される γ 線に比べて、セシウム137から放出される β 線の空気中平均飛程は、数m程度と短く、透過力が弱い。

このことから、 β 線に対して感度を有し、表面から数ミリメートルの比較的浅い部位までを対象とした測定が可能であるGM計数管式サーベイメータを用いることが適当である。しかし、GM計数管式サーベイメータは、 β 線だけでなく γ 線にも感度を有するため、放射性物質が広く分布している林内で樹皮表面の測定を行う際の妨害要素となり得る。このため、 β 線を遮へいしないことによって得られた表面計数率から、 β 線を遮蔽することによって得られた表面計数率を差し引いて、 β 線による表面計数率を求めることによって、対象部位である樹皮以外からのバックグラウンドを除去する方法についても説明する。

本マニュアルでは、可搬型サーベイメータ等を用いた非破壊測定のみにより、樹皮中の放射性セシウム濃度を推測するための基準値を提示している。ただし、この基準値は時間の経過とともにその適否を随時検討し、必要に応じて改定することが求められるものである。

本マニュアルには、先行する暫定版マニュアル（平成28年）で提示された判断基準値を、令和7年時点で再検討し改定した内容が含まれている。

¹ 平成二十三年三月十一日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う原子力発電所の事故により放出された放射性物質による環境の汚染への対処に関する特別措置法施行規則第14条（特別な管理が必要な程度に事故由来放射性物質により汚染された廃棄物の指定に係る基準）

² 農林水産省プレスリリース「平成26年度森林内の放射性物質の分布状況調査結果について」
<http://www.rinya.maff.go.jp/j/press/kaihatu/150327.html>

3. 準備資機材

(1) GM計数管式サーベイメータ

除染等業務などのスクリーニング検査に広く用いられている、日立アロカメディカル株式会社製GM計数管式サーベイメータ、型式：TGS-146B（以下「GMサーベイメータ」という）を用いることとする。写真1に測定器の外観を示す。



写真1 GM計数管式サーベイメータ
型式：TGS-146B

なお、放射性物質濃度への換算係数を求めるための試験を、当該機種のみを用いて行ったため、

当面、本マニュアルに適用できる機種は、当該機種に限るものとする。

(2) アクリル板（ β 線遮へい装置）

サーベイメータ検出器の窓（直径5センチメートル）を覆うのに十分な大きさを有する厚さ4ミリメートル程度のアクリル板とする。ホームセンター等で容易に入手可能である。また、測定中にコリメータがずれないように円筒状の抑えをつけておくことが望ましい。このとき、可能な限り金属製の資材を使わないように留意する。 β 線の遮へいを目的とする場合、実効原子番号の高い物質は制動放射線の発生が伴うため、実効原子番号の低いアクリル板を用いることとしている。

写真2に換算係数を求めるための試験に用いたアクリル板の例を示す。



写真2 アクリル板（参考例）
参考例では、塩ビ管を用いた。

(3) 測定に必要な用具等

①選定木（試料木）表示用

- ・スズランテープ
赤色、黄色、白色など数種類
- ・木材チョーク
高さ、測定箇所の表示用
- ・直径巻尺、メジャー
- ・方位磁石計算機
- ・カメラ
- ・全地球測位システム (GPS)

②測定機器

- ・空間線量率測定用サーベイメータ
1cm線減当量率 ($\mu\text{Sv/h}$) が測定可能な機種で、バックグラウンドレベルの放射線を分別できる性能 ($0.01\mu\text{Sv/h}$) を有する機種が望ましい。一般的にはシンチレーション式が用いられる。具体的な機種の例示等については、簡易な環境放射線測定に関するガイドライン³を参照すること。
- ・温湿度計

③野帳類

- ・試料木測定用
測定地、樹種、樹高、胸高直径など記録
- ・GPS計測用
- ・表面計数率測定用
本マニュアル巻末に、「表面計数率測定帳票」を添付する。

³ 簡易な環境放射線測定に関するガイドライン（平成24年8月30日、一般社団法人日本電気計測器工業会）
https://www.jemima.or.jp/assets/files/kankoubutsu/guideline/SimpleMeasurementOfRadiation_Guideline.pdf

4. 測定方法

(1) 基本事項

①測定前の確認事項

日常的に入射窓の破損（ピンホールや割れ）、ケーブル コネクタの破損（断線や接触不良）がないかどうか、電池残量が十分かどうかを確認する。

使用前当日に、事務所などバックグラウンドが大きく変化しない同一の場所で、サーベイメータを動作させ、過去の値と比較して大きな変化がないかを確認する。

②GMサーベイメータ動作モード

測定者による読み取り誤差をなくするため、GMサーベイメータを積算計数モードによって動作させることとする。積算計数モードの設定方法は、GMサーベイメータの取扱説明書を参照すること。写真3に、積算計数モード、計数率モードの動作例を示す。



積算計数モード

デジタル表示に積算時間と積算計数が表示される。積算計数の右側には202 countsを示す「c」が表示される。



計数率モード

デジタル表示に設定した時定数と計数率が表示される。

写真3 GM計数管式サーベイメータデジタル表示

③測定時間及び回数

測定時間は1分間（60秒間）とし、測定回数は1部位1回とする。本マニュアルにおいては、1分間測定によって得られた積算計数値（counts）は、計数率（cpm：counts per minute）と同義として取り扱う。

なお、本マニュアルでは、基本的に1分間の測定を推奨するが、統計的なばらつきを少なくすることを目的として、1分間以上の測定を行って積算計数値を得た場合は、1分間あたりの表面計数率に換算してから濃度推定に用いること（例えば、3分間の測定で240countsの積算計数値を得た場合は、測定時間で割って、80cpmとする。このようにして求めた換算値も同様に計数率として取り扱う）。

④測定部位

樹皮中に含まれる放射性物質濃度は、方位によって、数倍程度の差がある場合があることから、東西南北4方向の4部位の積算計数測定を実施する。測定高さは地際より1.2mを基本とする。写真4に測定部位の例を示す。

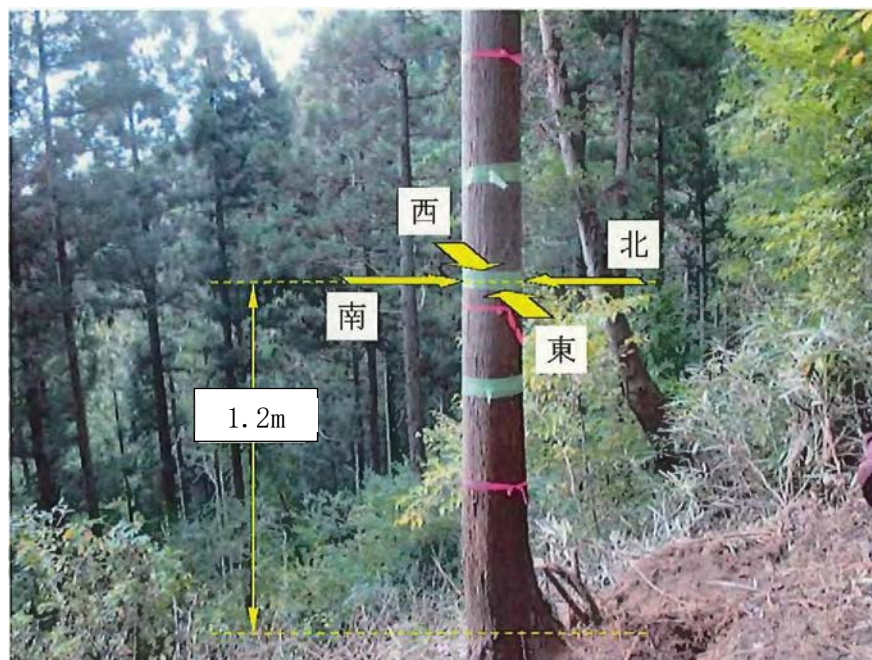


写真4 測定部位例

(2) 測定手順

①測定条件の記録

測定開始前に、測定年月日、測定時刻、天候（快晴、晴れ、曇り、霧など）、気温、樹木より1m離れた位置の空間線量率を測定し、記録する。本マニュアル巻末の「表面計数率計測帳票」を参照のこと。

気温の記録に当たっては、計器を地面に置かずに、数10センチから1m程度の高さに静置し、測定値が安定（測定中もしくは測定終了直後）してから読み取ること。

空間線量率の測定に当たっては、空間線量率測定用のサーベイメータを用い、地上高1mで測定を行う。測定方法は、対象木から1m程度離れ、対象木に検出器を向け、指示値が安定した後に1分間隔で3回測定値を読み取り、平均値を算出する（小数点以下第2位止め）ものとする。

②測定部位のマーキング

チョーク等を用いて、樹高1.2mの樹皮の東西南北にマーキングする。マーキング位置に節がある場合は上下にずらしてマーキングする。



写真5 測定位置マーキング状況

③表面計数率の測定、記録

東西南北4部位について、GMサーベイメータ検出器をマーキングした樹皮表面に密着させて、1分間の積算計数を記録する。アクリル板を用いない場合、アクリル板を用いた場合について測定する。

アクリル板なしの測定値（東西南北4方向の平均値）・・・ A値

アクリル板ありの測定値（ ” ）・・・ B値

これらの差(A値－B値)より、 β 線由来の表面計数値(C値)を求める。

GMサーベイメータの検出器窓は、薄い雲母膜が張られているだけであり、突起物との接触等によって、容易に破損するので、特にアクリル板を用いない測定に当たっては、対象部位表面に突起物がないことを確認する。



アクリル板なし



アクリル板あり

写真6 測定状況

(3) 留意事項

①サーベイメータ点検校正、

1年以内に点検校正されたサーベイメータを用いる。

②サーベイメータ検出部の養生

サーベイメータ検出部に放射性物質が付着することを防ぐために、薄手のビニールシート等で養生し、サンプル木毎に交換すること。厚手のビニールシートは測定に影響するので、使用しないこと。



写真7 サーベイメータのビニール養生例

③測定に不向きな天候

測定対象に水分が多く含まれていると、 β 線や γ 線が遮へいされ、測定値が低下する可能性があることから、本マニュアルに示す測定は、降雨期間中は適用不可とする。また、可能な限り、降雨直後（同日）も同様の理由から望ましくない。測定可否の判断基準としては、樹皮表面に指などで圧力をかけたときに、水が滲んでくる様な場合は測定に適していないと判断する。同様の理由で降雪がある環境も測定には適していない。

また、一般的な放射線測定器の使用温度範囲は0～40℃であり、氷点下及び猛暑の場合も測定には適していないと判断すること。

5. 計算方法

以下、スギの測定を例として示す。

(1) アクリル板無し表面計数率平均値【A値】の計算

アクリル板を装着しないで、東西南北毎に測定した表面計数率の平均値を求める。小数第1位を四捨五入し、整数止めとする。

例えば、東西南北毎に得られた計数率が、448、474、442、402であった場合は、 $(448+474+442+402) \div 4 = 441.5 \approx 442\text{cpm}$ となる。

(2) アクリル板有り表面計数率平均値【B値】の計算

アクリル板を装着して、東西南北毎に測定した表面計数率の平均値を求める。小数第1位を四捨五入し、整数止めとする。

例えば、東西南北毎に得られた計数率が、366、370、373、382であった場合は、 $(366+370+373+382) \div 4 = 372.75 \approx 373\text{cpm}$ となる。

(3) アクリル板無し有り差分値【C値=A値-B値】の計算

アクリル板を装着しないで、東西南北毎に測定した表面計数率の平均値から、アクリル板を装着して、東西南北毎に測定した表面計数率の平均値を差し引いて、アクリル板無し有り表面計数率差分値を求める。

上記例の場合、アクリル板を装着しないで、東西南北毎に測定した表面計数率の平均値が442cpmで、アクリル板を装着して、東西南北毎に測定した表面計数率の平均値が373cpmであることから、 $442-373=69\text{cpm}$ である。

(4) A値、C値を用いた伐倒可否の判断

以上の計算結果について、「スギの放射性物質濃度換算推定式」（「参考資料」）に照合すると、A値が700cpm未満、C値が140cpm未満であることから、樹皮中の放射性物質濃度8,000 (Bq/kg-wet) 未潤であると判定され、伐倒可能と判断できる。

表面計数率測定帳票

所 属	氏 名

1. 測定年月日

測定年月日	日時
	: ~ :

2. 測定時の気象条件

天候	気温、湿度
	°C、 %

3. 樹木から1m離れた位置の空間線量率

(1) 空間線量率測定用サーベイメータ

測定器型式	識別番号	校正年月日	校正定数

(2) 測定結果

空間線量率 (μSv/h)			
1回目	2回目	3回目	平均値

※ 地上高1mの高さにおいて、樹木から1m離れた位置にて測定を行う。

※ 平均値は、小数第2位止めとする。

4. 樹皮表面の表面計数率

(1) 表面計数率測定用サーベイメータ

測定器型式	識別番号	校正年月日

(2) β線遮へい装置

アクリル板厚み
(mm)

(3) 測定結果

測定方位	測定高 (m)	表面計数率 (cpm)				
		アクリル板無し		アクリル板有り		アクリル板 無し有り差分値 【C値=A値-B値】
		方位別測定 値	平均値 【A値】	方位別測定 値	平均値 【B値】	
東						
西						
南						
北						

※ 1分間測定の積算計数値 (counts) は、表面計数率 (cpm) として取り扱う。

※ 平均値は、小数第1位を四捨五入し、整数止めとする。

5. 特記事項

--

放射性物質濃度換算式

本マニュアルを作成するにあたって、針葉樹（スギ、ヒノキ、アカマツ）については平成28年度に公表された、「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3月」作成時に実施した試験によって得られた換算推定式である。また、広葉樹については前記マニュアルの実効性検証時（令和6年度）に得られた知見により、見直しされた換算推定式である。推定中心とは、表面係数率－放射性物質濃度相関の回帰中心である。表面係数率には幅があるため、指定廃棄物基準である8,000 (Bq/kg) を判断するにあたっては、推定中心（回帰中心）より、低い表面係数率を採用することとした。

スギの放射性物質濃度換算推定式

式 番 号	測定条件		決定係数 R2	推定式		表面係数率		備考欄
				傾き	切片	8,000(Bq/kg-wet)		
	測定場所	アクリル板		a	b	推定中心	安全側	
①	林内	無し	0.73	7.85	-1,674	1,230	700	【A値】
②		差分	0.68	24.93	333	310	140	【C値】
③	林外	無し	0.78	33.86	-1,506	280	210	
④		差分	0.79	34.87	625	210	130	

広葉樹の放射性物質濃度換算推定式

式 番 号	測定条件		決定係数 R2	推定式		表面係数率		備考欄
				傾き	切片	8,000(Bq/kg-wet)		
	測定場所	アクリル板		a	b	推定中心	安全側	
①	林内	無し	0.49	10.46	-2,197	975	700	【A値】
②		差分	0.57	28.04	-214	293	130	【C値】

ヒノキの放射性物質濃度換算推定式

式 番 号	測定条件		決定係数 R2	推定式		表面係数率		備考欄
				傾き	切片	8,000(Bq/kg-wet)		
	測定場所	アクリル板		a	b	推定中心	安全側	
①	林内	無し	0.80	9.67	-1,719	1,010	700	【A 値】
②		差分	0.60	25.47	1,404	260	140	【C 値】
③	林外	無し	0.66	44.98	-1,338	210	120	
④		差分	0.64	45.67	1,602	140	60	

アカマツの放射性物質濃度換算推定式

式 番 号	測定条件		決定係数 R2	推定式		表面係数率		備考欄
				傾き	切片	8,000(Bq/kg-wet)		
	測定場所	アクリル板		a	b	推定中心	安全側	
①	林内	無し	0.89	11.37	-3,297	990	700	【A 値】
②		差分	0.78	28.55	-62	280	140	【C 値】
③	林外	無し	0.80	44.90	-2,122	230	120	
④		差分	0.78	46.83	737	160	60	