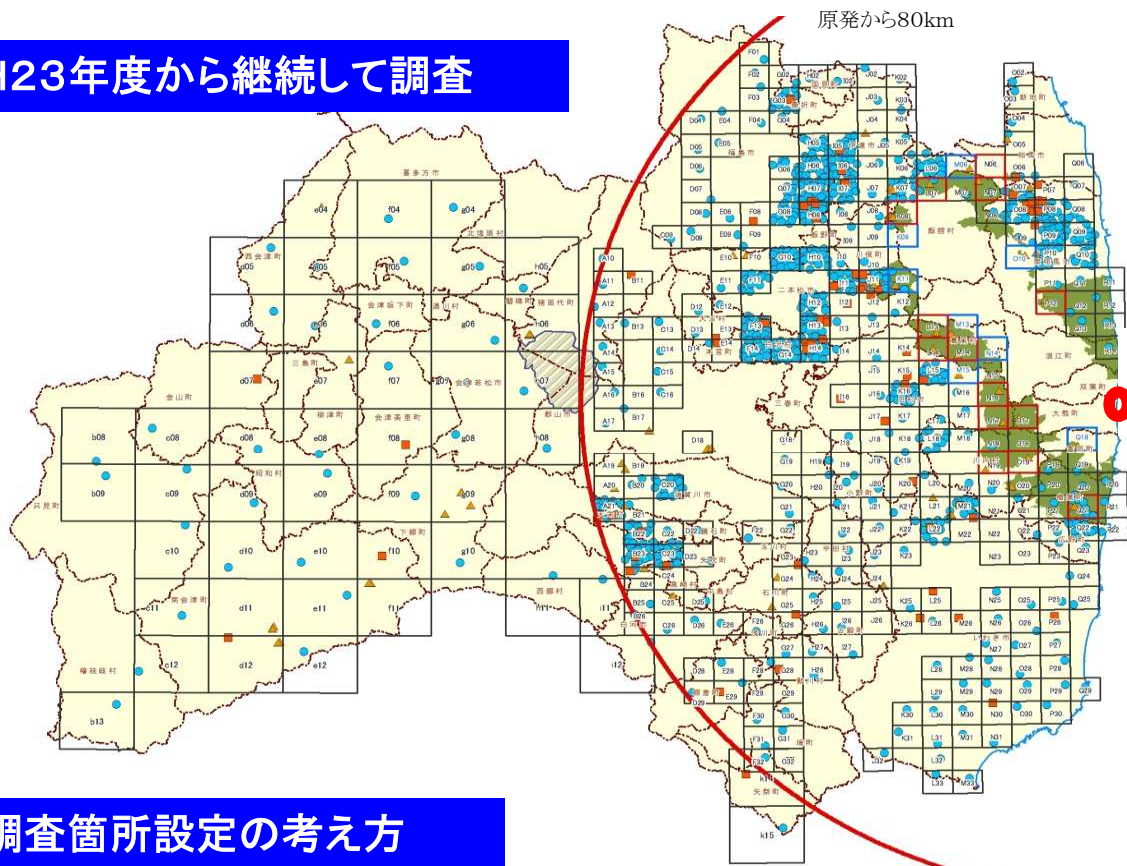


# 森林の放射性物質対策について ～放射性物質モニタリングと実証の結果～

平成27年3月  
福島県森林計画課

# 森林内の放射性物質モニタリング

H23年度から継続して調査



凡例

- 調査区分変更メッシュ
- 追加メッシュ
- ▲ 土壌立木調査ポイント
- 空間・材試料調査ポイント
- 空間線量調査ポイント

## 空間線量の調査箇所数

平成23年度	362箇所
平成24年度	925箇所
平成25年度	1,006箇所
平成26年度	1,193箇所

(注) H26調査結果は、現在取りまとめ中。

## 調査箇所設定の考え方

- **原発からの80km圏外は10kmメッシュ、80km圏内は4kmメッシュ**
- **過去の調査で一定以上の値<sup>※</sup>を計測した箇所は1kmメッシュ**  
(<sup>※</sup> H23年度調査では3.4 $\mu$ Sv/h以上, H24年度調査では1.0 $\mu$ Sv/h以上)
- H25年度から**避難指示解除準備区域内の調査を追加**  
(帰還困難区域、居住制限区域内は未実施)
- H26年度以降も**区域の見直し等に応じて調査箇所を追加予定**

## 調査項目

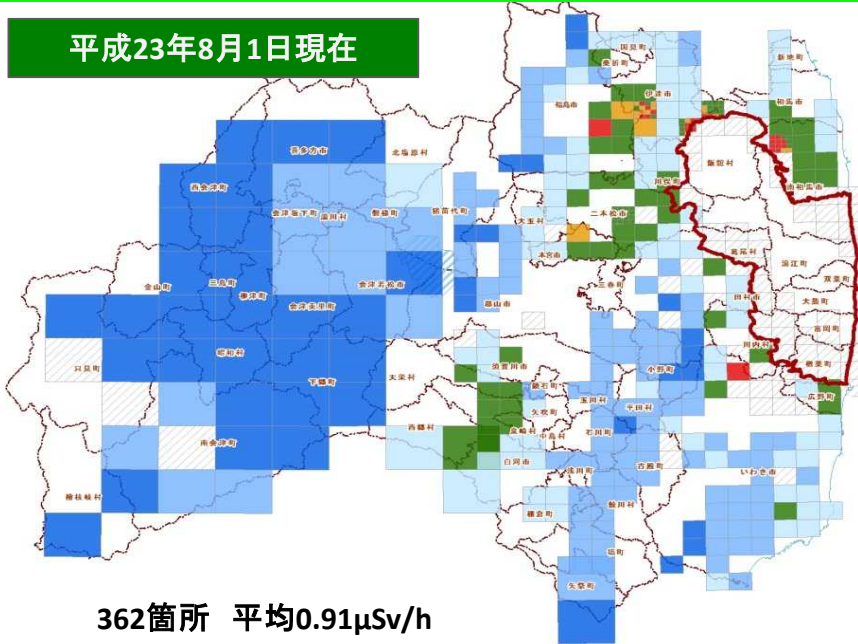
- **空間線量率**  
シンレーション式サーベイメータにより測定高1mで測定。
- **立木の放射性物質濃度**  
辺材、心材、樹皮、葉をゲルマニウム半導体検出器で測定。
- **土壌と落葉の放射性物質濃度**  
ゲルマニウム半導体検出器で測定。

## 専門家から意見聴取

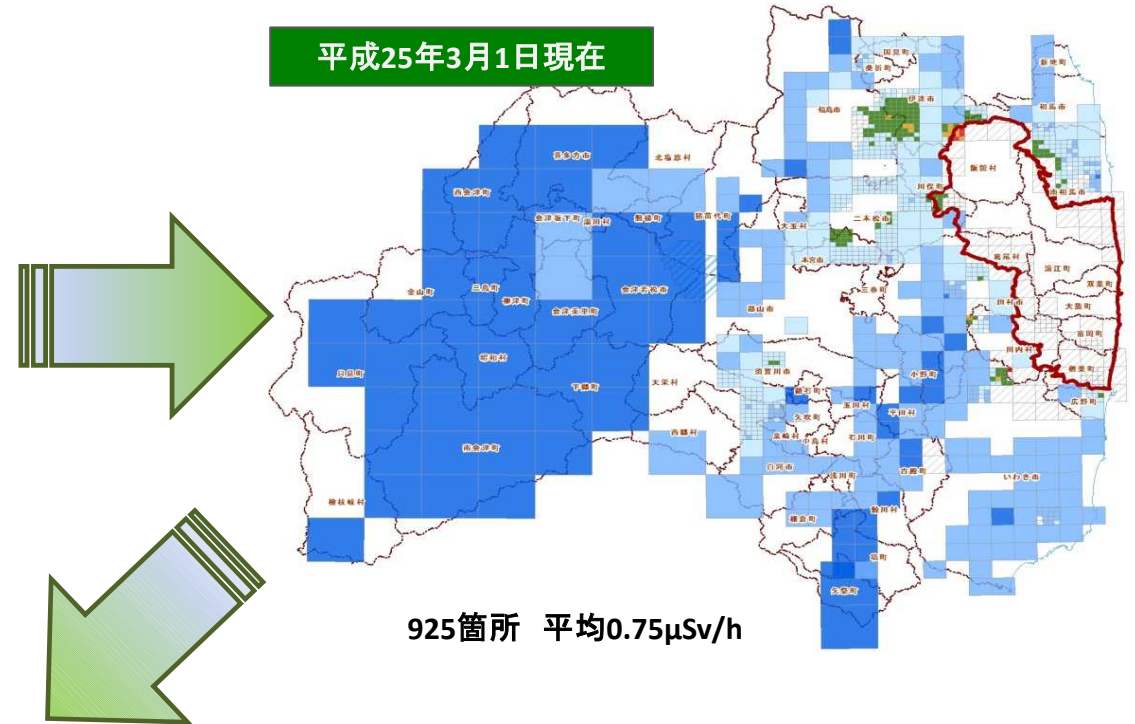
- **学識経験者の意見聴取**  
(放医研、森林総研、北大など)
- **IAEAに報告、評価**  
(福島県とIAEAとのプロジェクト H24.12.15締結)

# 森林内における空間線量率の分布の推移 (H23~H25)

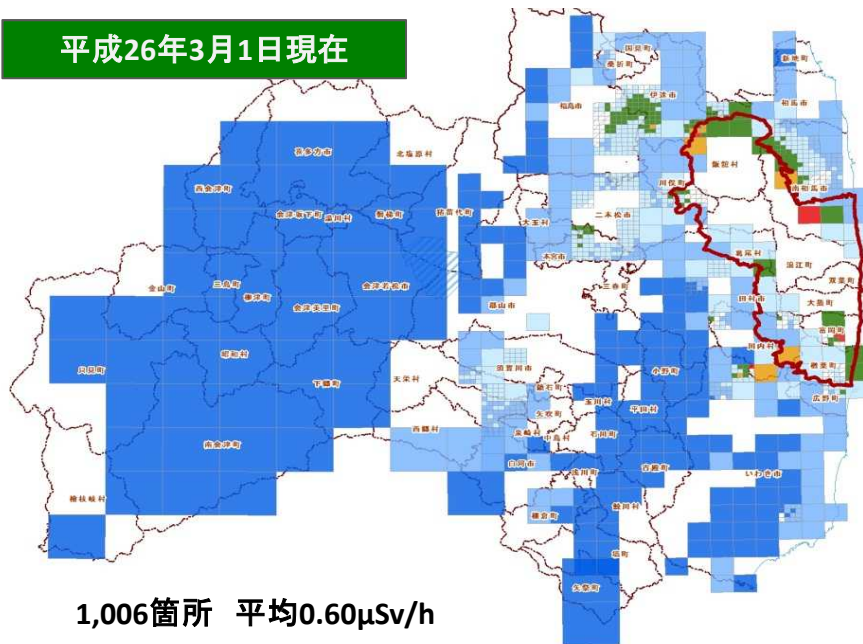
平成23年8月1日現在



平成25年3月1日現在



平成26年3月1日現在



## 凡例

空間線量率 ( $\mu$  Sv/h)

未計測

< 0.23

0.23 - 0.50

0.50 - 1.00

1.00 - 1.90

1.90 - 2.50

2.50 <

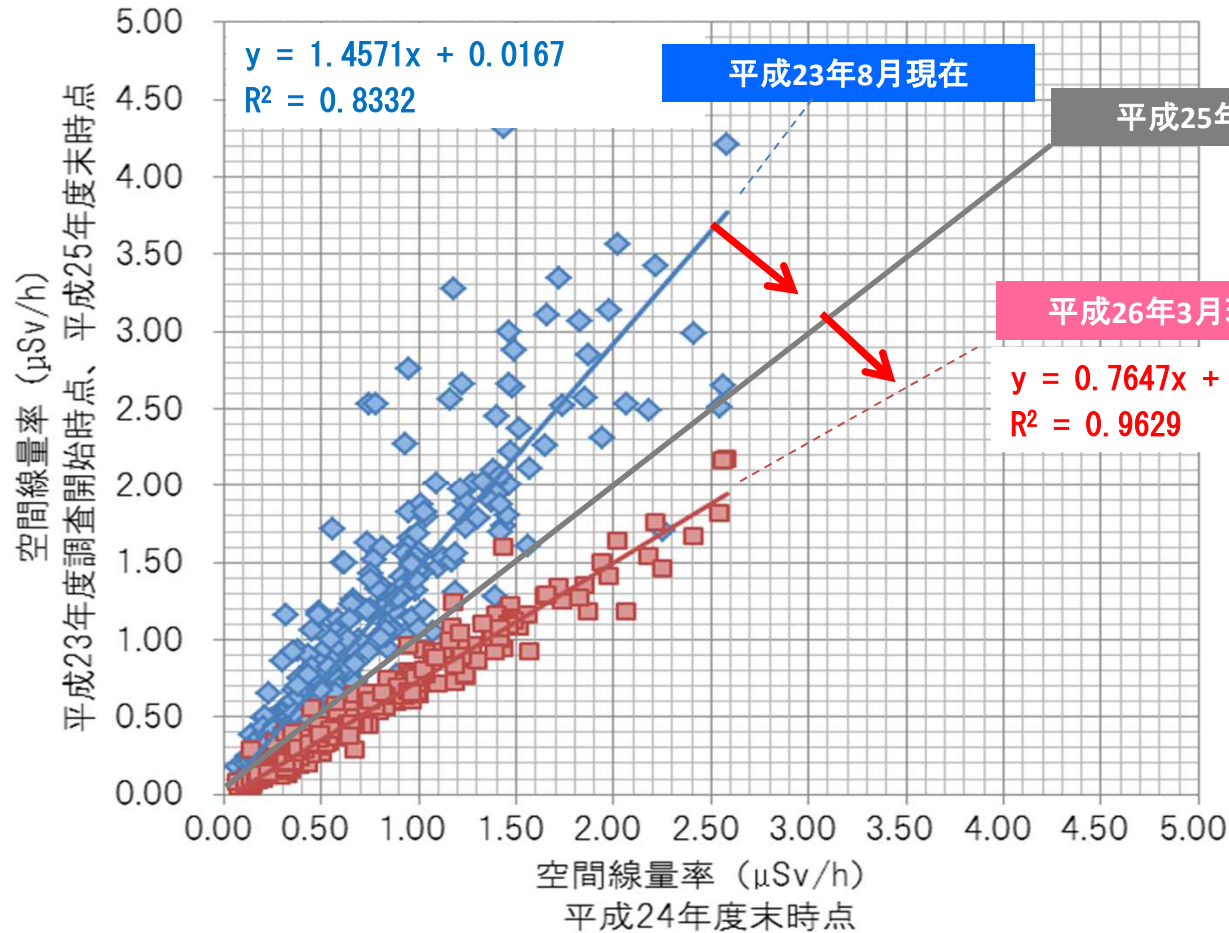
避難指示区域

## 調査結果 (H25調査)

森林内の空間線量率は年々減少

- 0.23 $\mu$ Sv/h未満の区域の増加  
調査箇所数比12%(H23) → 19%(H25)
- 1.00 $\mu$ Sv/h以上の区域の減少  
調査箇所数比35%(H23) → 13%(H25)

# 過去の調査データとの比較 (H23～H25を対比)



**空間線量率は約50%低減**  
(H23.8～H26.3 の変化)

※ H23からの継続調査地362箇所ベース

平成23年度からの継続調査地362箇所の集計

単位: μSv/h

調査年度	平均値	最大値	最小値
平成23年度	0.91	4.32	0.09
平成24年度	0.62	2.58	0.07
平成25年度	0.44	2.18	0.05

(基準日)

(H23.8からの平均低減率)

H23. 8. 1

H25. 3. 1

H26. 3. 1

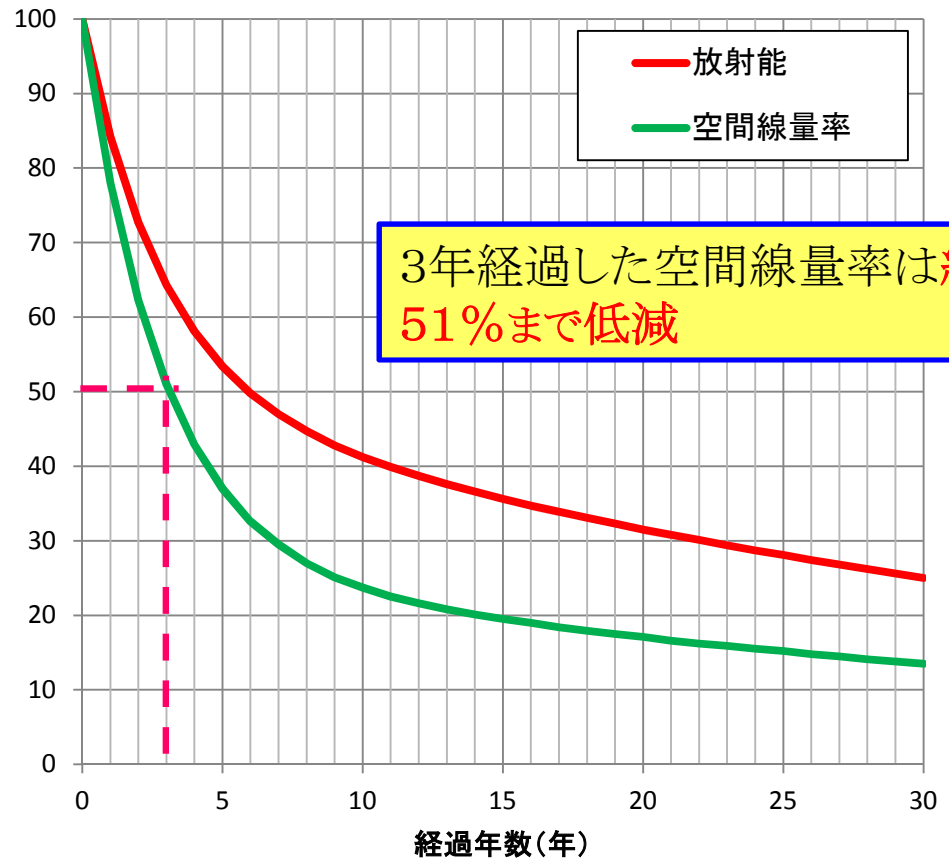
H23比 Δ32%減

H23比 Δ50%減

# 放射性セシウム(Cs)の減衰曲線

経過年数(年次)		放射能の減衰	空間線量率の減衰
0	H23	100.0	100.0
1	H24	84.2	78.0
2	H25	72.7	62.3
3	H26	64.3	51.0
4	H27	58.1	42.9
5	H28	53.4	37.0
6	H29	49.8	32.6
7	H30	47.0	29.5
8	H31	44.7	27.0
9	H32	42.8	25.1
10	H33	41.2	23.7
11	H34	39.9	22.5
12	H35	38.7	21.6
13	H36	37.6	20.8
14	H37	36.6	20.1
15	H38	35.6	19.5
16	H39	34.7	19.0
17	H40	33.9	18.4
18	H41	33.1	17.9
19	H42	32.3	17.5
20	H43	31.5	17.1
21	H44	30.8	16.6
22	H45	30.1	16.2
23	H46	29.4	15.9
24	H47	28.7	15.5
25	H48	28.1	15.2
26	H49	27.4	14.8
27	H50	26.8	14.5
28	H51	26.2	14.1
29	H52	25.6	13.8
30	H53	25.0	13.5

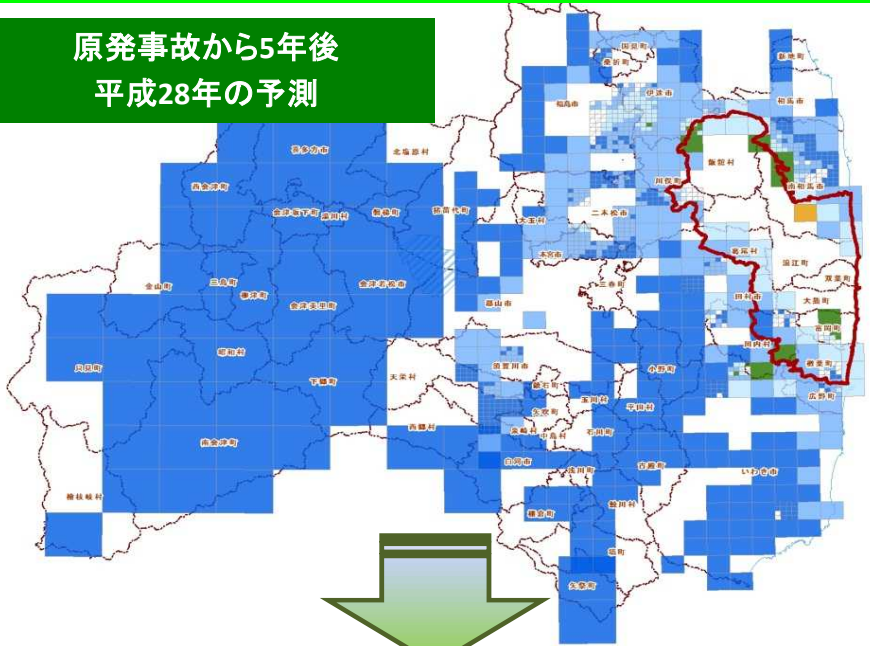
Cs134とCs137の放射能合計・空間線量率の合計  
(相対値)



- 森林内の空間線量率は、物理的減衰とほぼ同じく低減。
- この結果から、空間線量率は、今後も物理的減衰と同じように低下が見込まれる。

# 今後の空間線量率の分布予測

原発事故から5年後  
平成28年の予測



※平成25年度に調査を実施した1,006箇所の平均値

(単位は $\mu\text{Sv/h}$ )

平成26年3月現在 (再掲)	原発事故5年後 平成28年3月現在	原発事故10年後 平成33年3月現在	原発事故20年後 平成43年3月現在
0.60	0.42	0.26	0.18

## 凡例

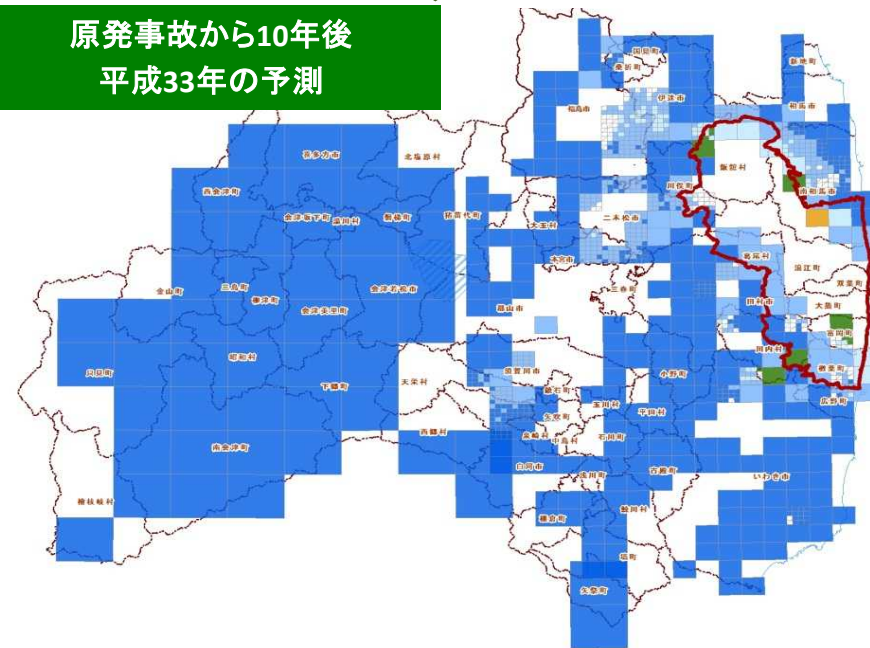
空間線量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )

- 未計測
- < 0.23
- 0.23 - 0.50
- 0.50 - 1.00
- 1.00 - 1.90
- 1.90 - 2.50
- 2.50 <

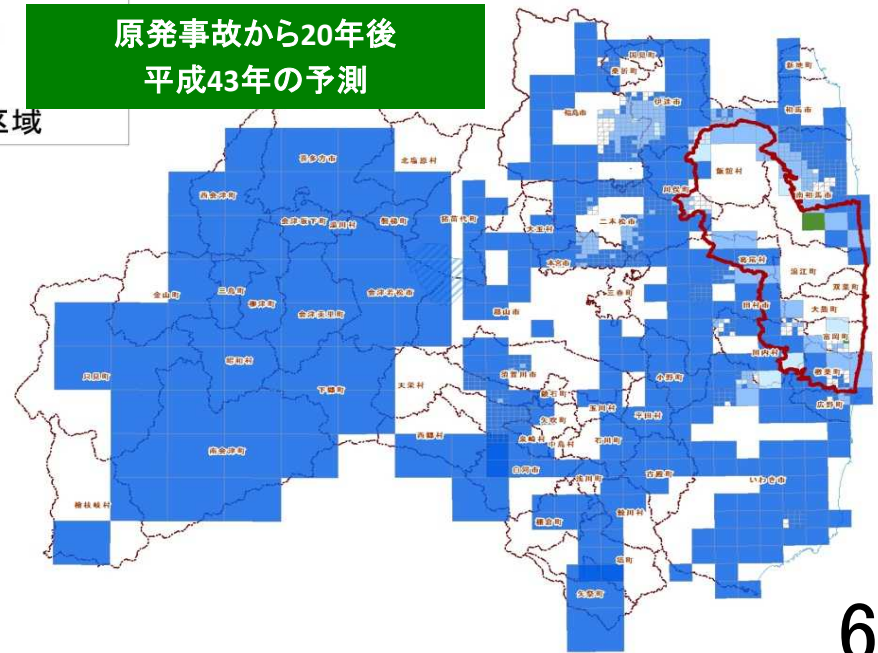
避難指示区域

原発事故20年後  
避難指示区域周辺の一部を除き  
0.23 $\mu\text{Sv/h}$ 以下に

原発事故から10年後  
平成33年の予測



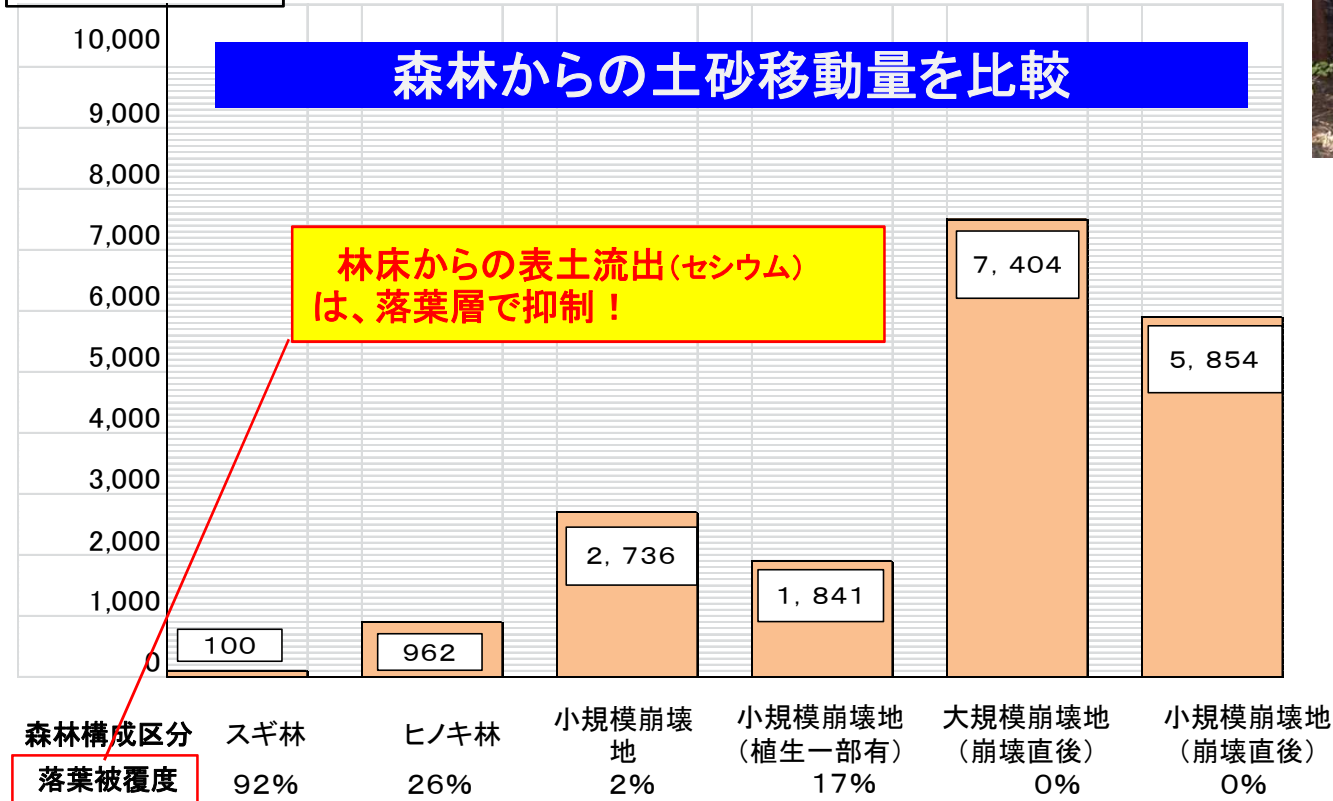
原発事故から20年後  
平成43年の予測



# 森林構成による土砂流出防止機能

現在、森林内の放射性物質(セシウム)は、枝葉から  
 土壌へと移行し、**土壌表面(0~5cm)に75%が分布**。  
 ~H26.4.1農林水産省公表~

(単位)  
 スギ土砂流出量を1  
 00とした場合



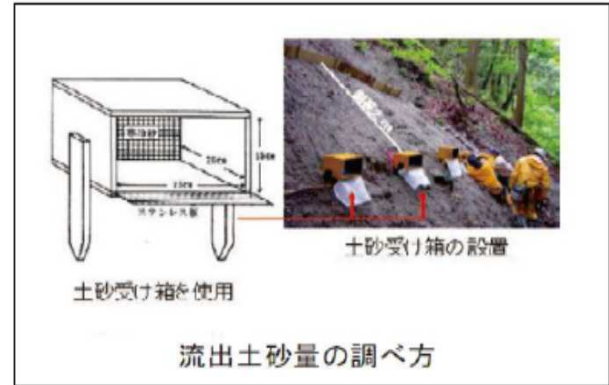
林床からの表土流出(セシウム)  
 は、落葉層で抑制!



手入れされてい  
 ない森林は、地面  
 に下草や落葉層が  
 少なく土砂災害の  
 発生が懸念され  
 る。



地表面には、  
 下草やかん木  
 が繁り、水源か  
 ん養や土砂災  
 害防止機能が  
 十分に発揮さ  
 れる。



平成23年度  
 福島県林業研究センター研  
 究報告

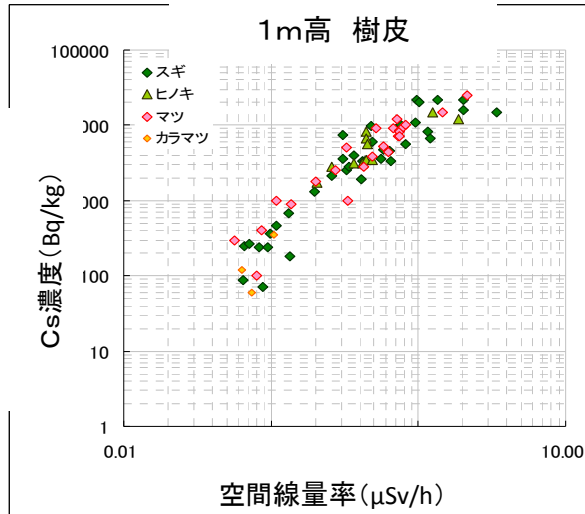
スギ林との比較では、  
 ヒノキ林で約10倍、小規模崩壊地で27倍、大規模崩壊地で約74倍、  
 表土(放射性セシウム)が移動しやすい。

↓

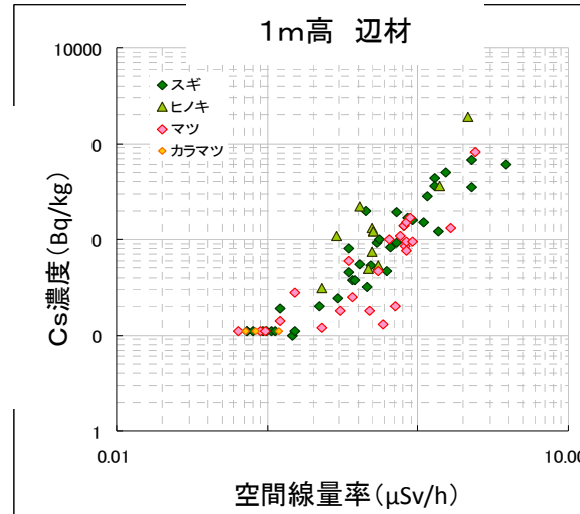
間伐等の森林整備を推進することが、より一層重要になった。

# 空間線量率とCs濃度の関係

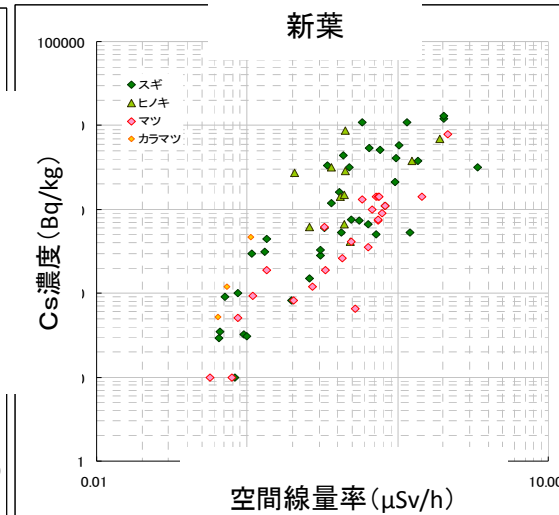
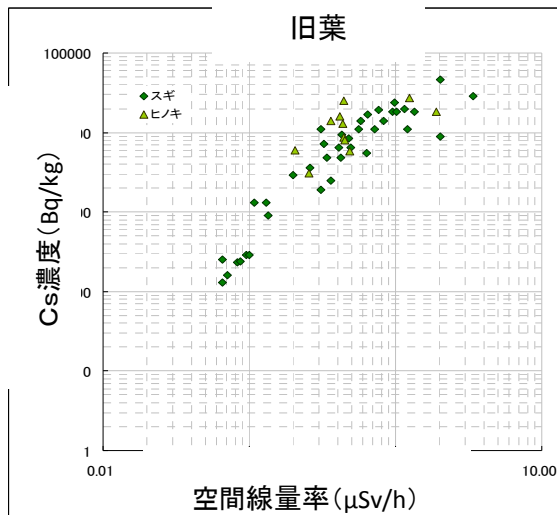
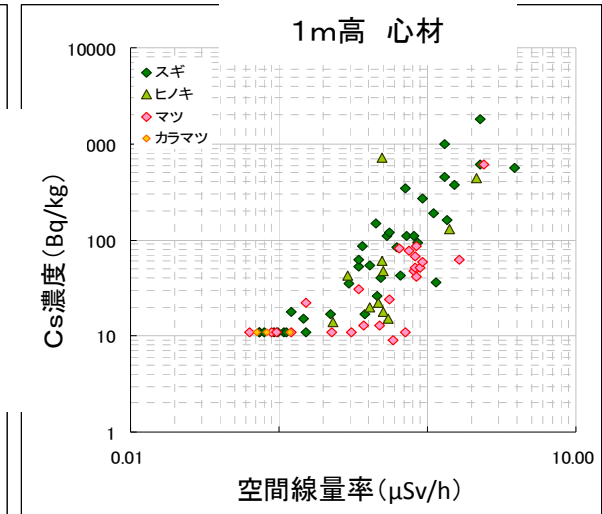
## 空間線量率と各種放射性Cs濃度との関係



1m高さの樹皮との関係



1m高さの辺材・心材との関係



旧葉 (H21^H22)・新葉 (H24^H25) との関係

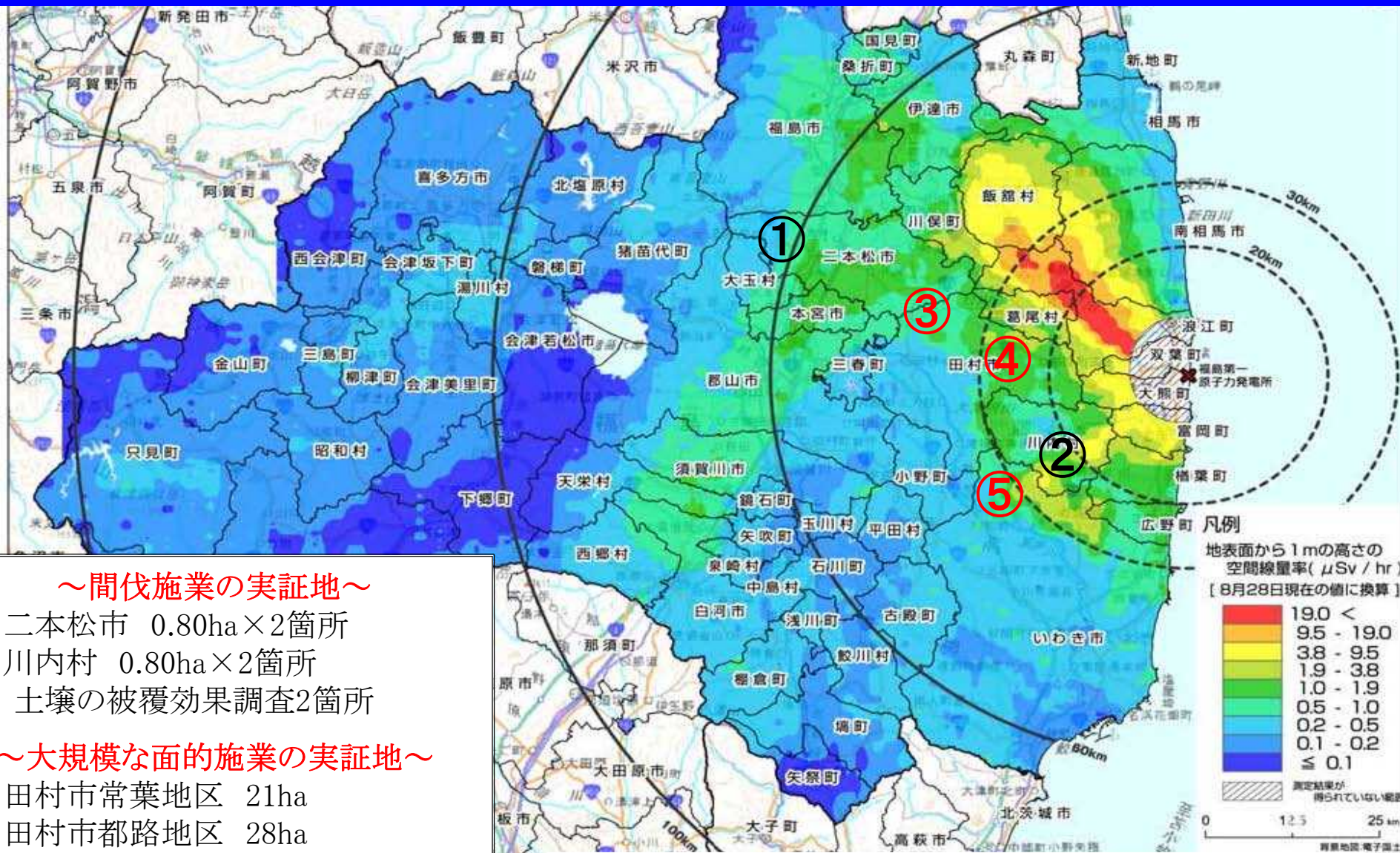
空間線量率が高いほど、  
材等に含まれる放射性Cs濃度も高い。



林業生産活動等の判断は、空間線量率の把握が重要。



# 森林における放射性物質対策実証地の位置図



## ～間伐施業の実証地～

- ① 二本松市 0.80ha×2箇所
- ② 川内村 0.80ha×2箇所  
 土壌の被覆効果調査2箇所

## ～大規模な面的施業の実証地～

- ③ 田村市常葉地区 21ha
- ④ 田村市都路地区 28ha  
 土砂移動量調査 9箇所
- ⑤ いわき市川前地区 15ha

線量分布は、H23.9.12報道発表 文科省航空機モニタリング結果より

# 森林における放射性物質対策実証(間伐の効果)

## ○ 間伐作業の手順



①間伐前



②作業道整備



③樹木伐採



④造材・枝払い



⑤枝葉集積



⑥丸太搬出



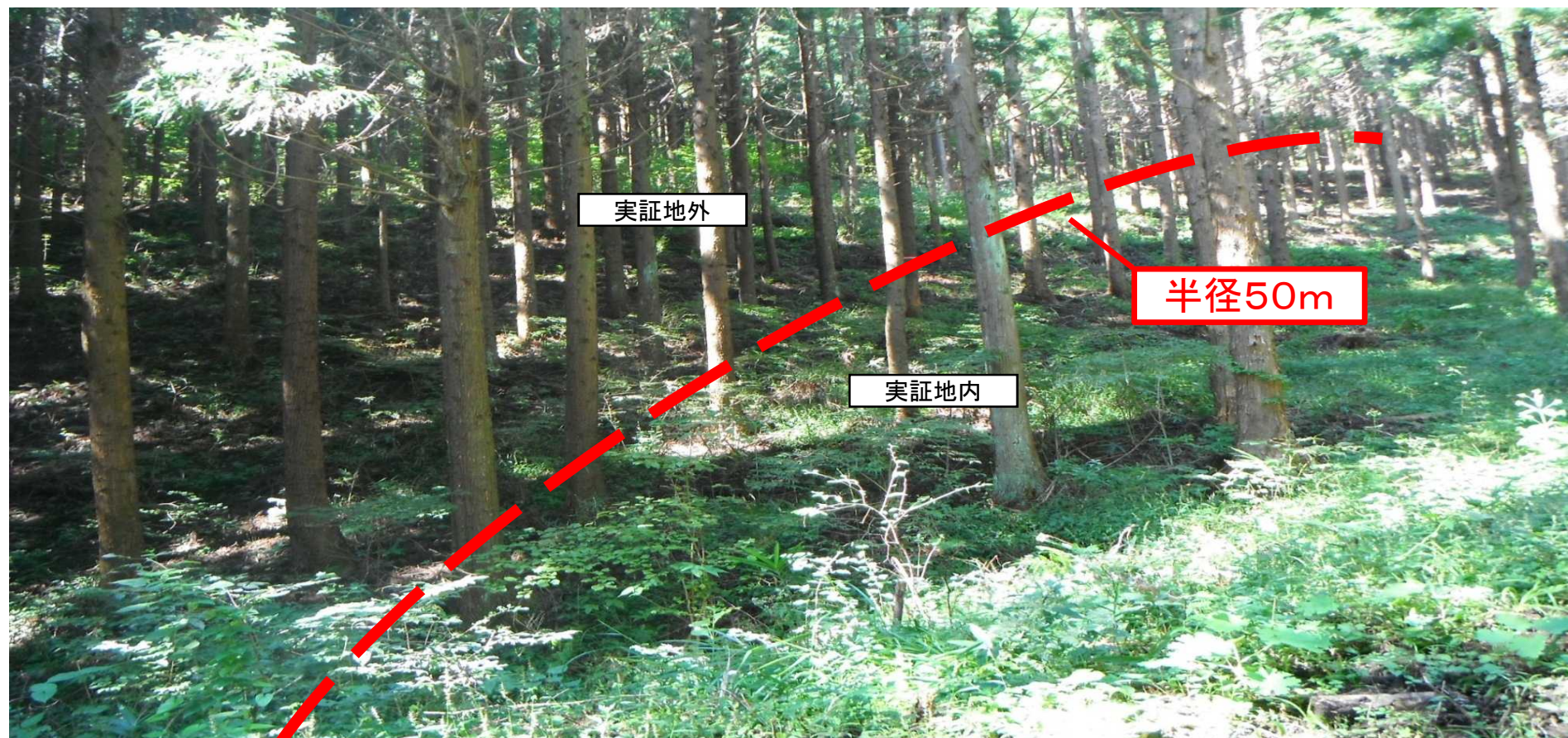
⑦間伐後



⑧間伐後3ヶ月

間伐後3ヶ月後には、林床に下層植生が繁茂。

# 森林における放射性物質対策実証(間伐の効果)



＜間伐施業の完了後、3ヶ月経過した状況＞

間伐の有無によって、林床の下層植生に大きな差を確認。

(公益的機能が向上)

(注) 実証地は、半径50mの円状に設定、1地区の面積は約0.80ha。

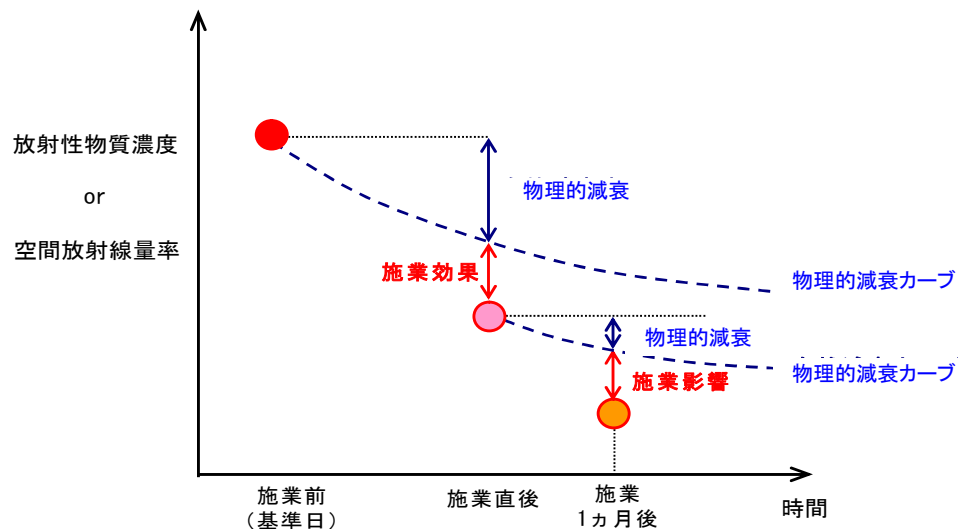
# 森林施業による線量低減効果等 (間伐の効果)

## □ 森林施業による林床の植生回復 (H24調査結果)

- 間伐施業の完了後、3ヶ月程度経過すると、林床に植生が回復し、森林の有する公益的機能を発揮。

## □ 森林施業による線量低減効果 (H24調査結果)

- 針葉樹の間伐によって8.7~12.5%程度の線量低減を確認。
- 間伐施業の完了後、線量は、概ね放射性物質の物理的減衰とほぼ同じく低減。  
なお、実証区域内において、表流水等の影響により、斜面上部から下部方向への放射性物質の移動が見られる。
- 森林施業の未実施区においても、放射性物質の移動を確認。



※放射性物質の出入が無い場合、測定値は物理的減衰カーブに沿って低減する。

### 施業効果の解釈

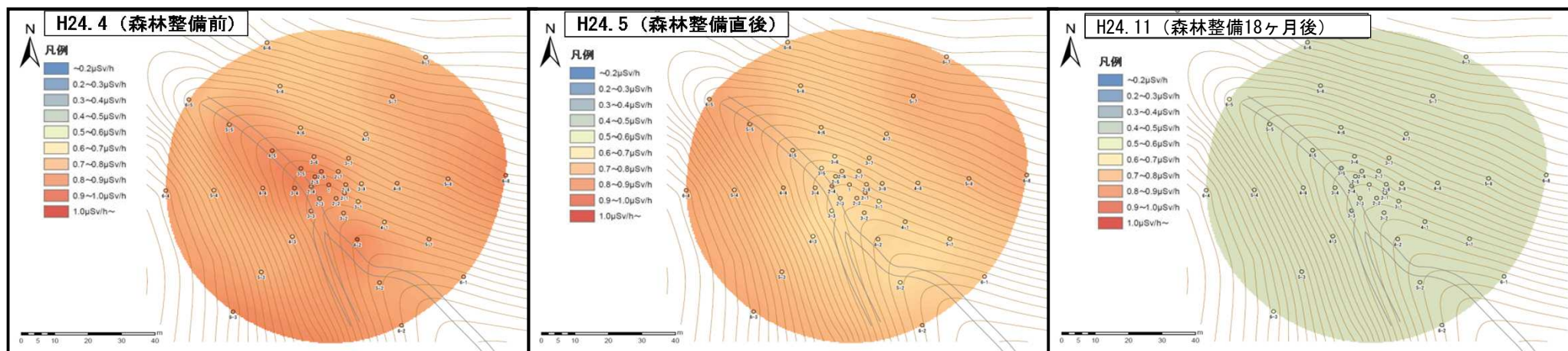
値がプラス・・・施業により空間放射線量率が**上昇**  
値がマイナス・・・施業により空間放射線量率が**低下**

### 施業影響の解釈

値がプラス・・・施業以降、放射性物質が**流入傾向**  
値がマイナス・・・施業以降、放射性物質が**流出傾向**

# 森林における放射性物質対策実証(間伐の効果)

## ○ 間伐による放射線量の推移 (二本松市 №1 0.80ha、スギ林)



間伐後18ヶ月経過後も線量低減効果を維持

### 放射線量の測定結果

所在地	樹種	施業内容	調査点数	平均線量		平均低減率		平均線量 施業18月後 (C)	平均低減率	
				施業前 (A)	施業後 (B)	$((A-B)/B)$	物理的減衰 を考慮		$((A-C)/C)$	物理的減衰 を考慮
二本松市	スギ 0.80ha	間伐30%	41	0.74	0.66	( $\Delta$ 10.8%)	$\Delta$ 8.7%	0.45	( $\Delta$ 39.0%)	$\Delta$ 9.5%
		未施業	3	0.70				0.46	( $\Delta$ 34.0%)	$\Delta$ 3.6%

※ 1 本表は、間伐施業による線量低減効果を実証したものの。

※ 2 実証地は、半径50mの円、面積0.80haで実施。(森林整備の実施期間:H24.4.15~H24.4.27)

※ 3 間伐の施業前後、施業18月後の線量の測定結果を取りまとめたもの。

# 林床の土壌被覆による線量率低減効果

## ○ 客土吹付工の施工手順



下刈  
(雑灌木は木柵背面に集積)



線量等測定



客土吹付工(厚3cm)



線量等測定

## ○ 木材チップ散布工の施工手順



下刈  
(雑灌木は木柵背面に集積)



線量等測定



木材チップ散布工(厚3cm)



木材チップ散布工(厚6cm)

# 林床の土壌被覆による線量率低減効果

## 客土吹付工 (吹付厚3cm)



約16%の線量低減効果

(注) 落葉層除去後に客土吹付。

## 木材チップ散布工 (厚3cm、6cm)



約17%の線量低減効果

(注) 落葉層の上に購入した木材チップ敷。

木柵は標高10mピッチで設置

### ○ 客土吹付工の線量低減効果

区分	空間放射線量率			低減率
	最低値	～	最高値	
吹付前	1.45	～	1.96	1.71
吹付後	1.23	～	1.64	1.41
				<b>△ 15.9%</b>

(単位: μSv/h)

注1 面積0.16ha(40m×40m)、25点を調査(10mメッシュ)

### ○ 木材チップ散布工の線量低減効果

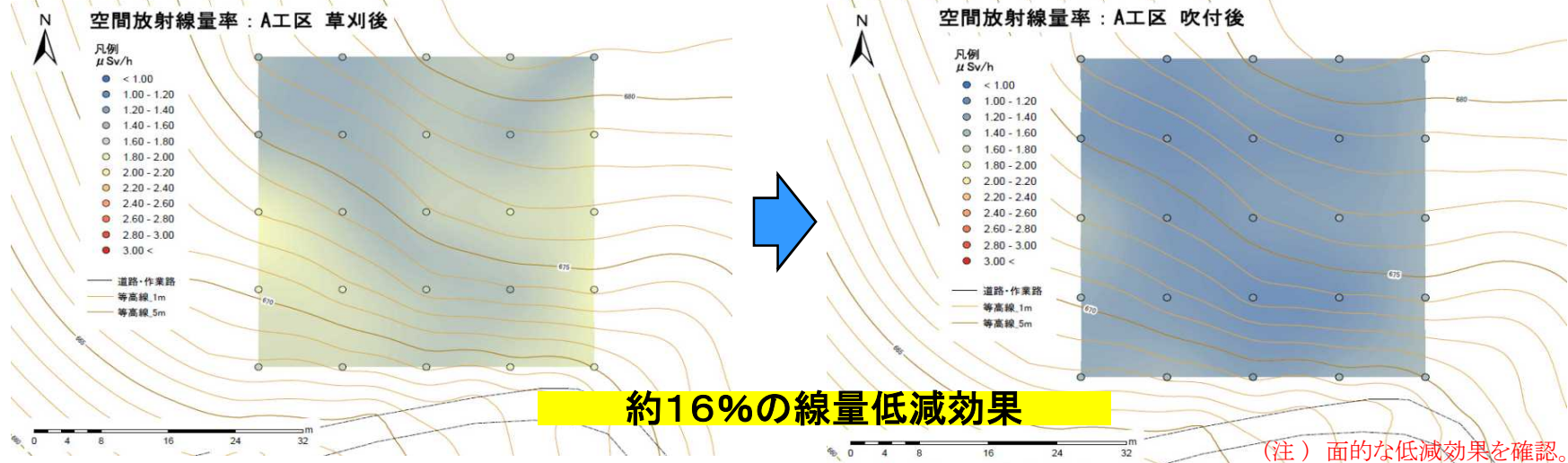
区分	空間放射線量率			低減率
	最低値	～	最高値	
散布前	1.91	～	3.13	2.43
散布後(3cm)	1.53	～	2.69	1.99
散布後(6cm)	1.52	～	2.59	1.94
				<b>△ 17.2%</b>
				<b>△ 18.5%</b>

(単位: μSv/h)

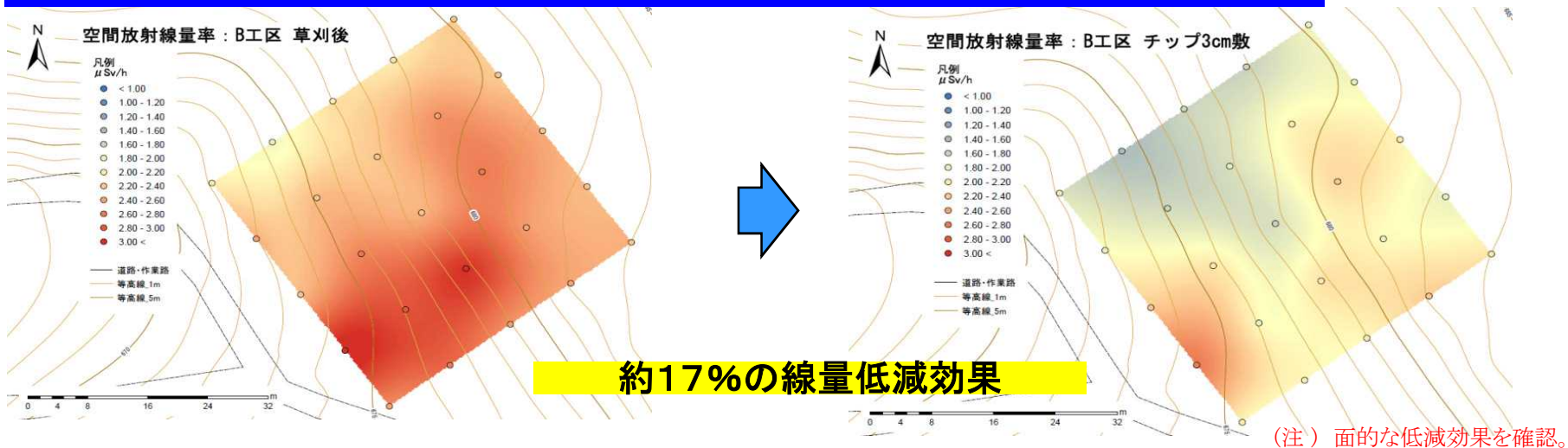
注1 面積0.16ha(40m×40m)、25点を調査(10mメッシュ)

# 林床の土壌被覆による線量率低減効果

## □ 客土吹付工 (吹付厚3cm) による線量変化 (実証面積: 40m × 40m)



## □ 木材チップ散布工 (厚3cm) による線量変化 (実証面積: 40m × 40m)





# 放射線量の平面分布を空中写真投影(大規模な面的実証地)

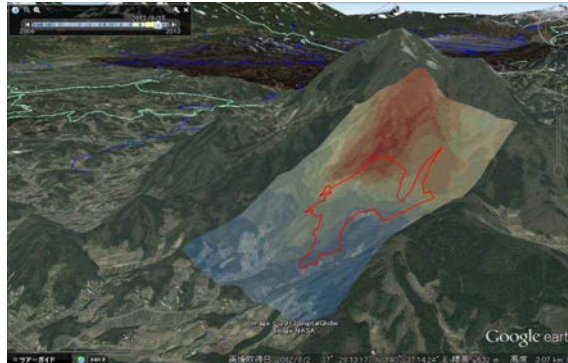
## 地上の測定結果

## ヘリの測定結果

## 飛行機の測定結果

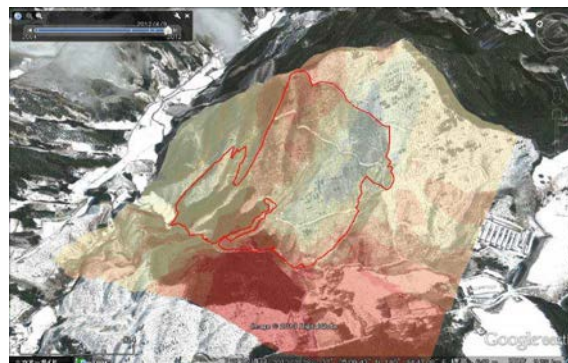
常葉地区

21ha



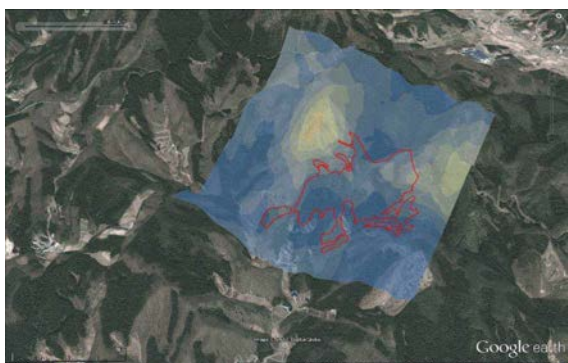
都路地区

28ha



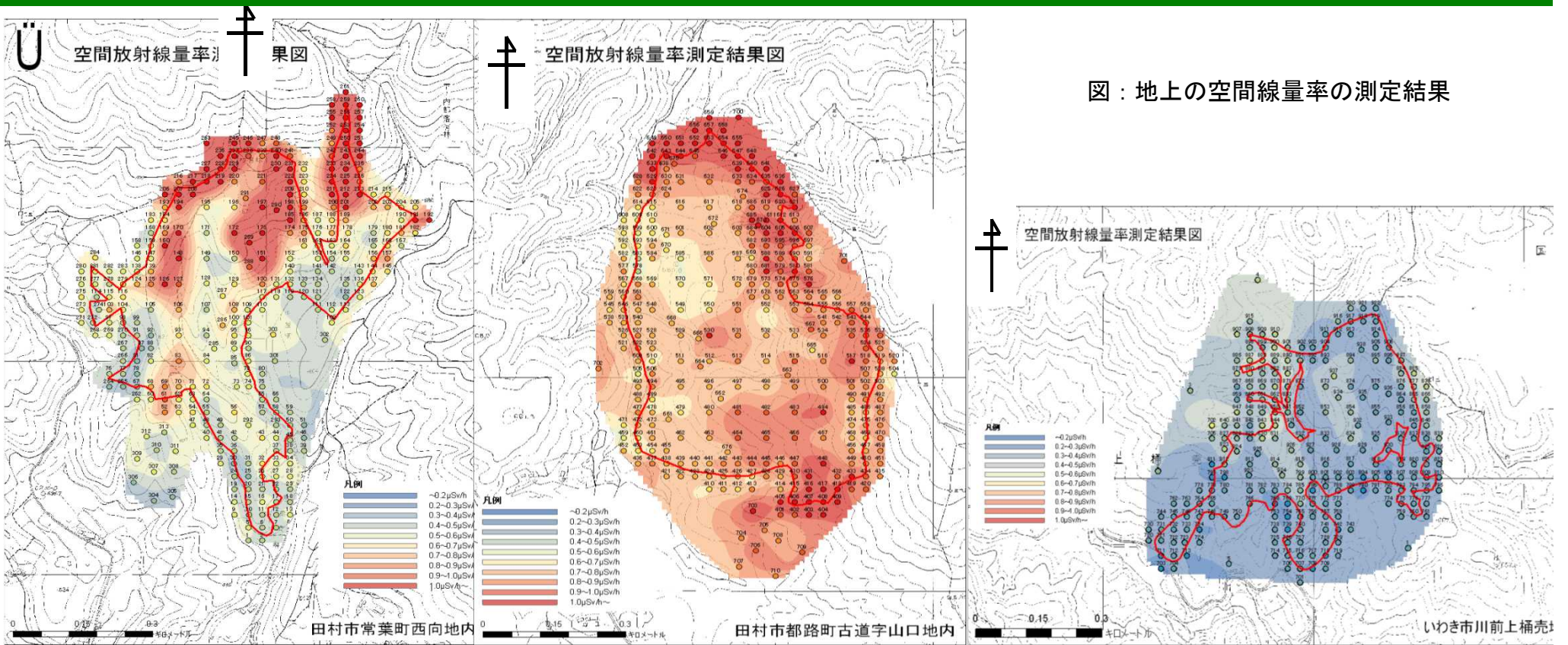
いわき地区

15ha



地上・ヘリ・飛行機の線量調査は、放射性物質対策の目的に応じて使い分け。

# 放射線量の平面分布 (大規模な面的実証地)



図：地上の空間線量率の測定結果

田村市常葉地区  
約21ha  
0.30~3.82 $\mu$ Sv/h

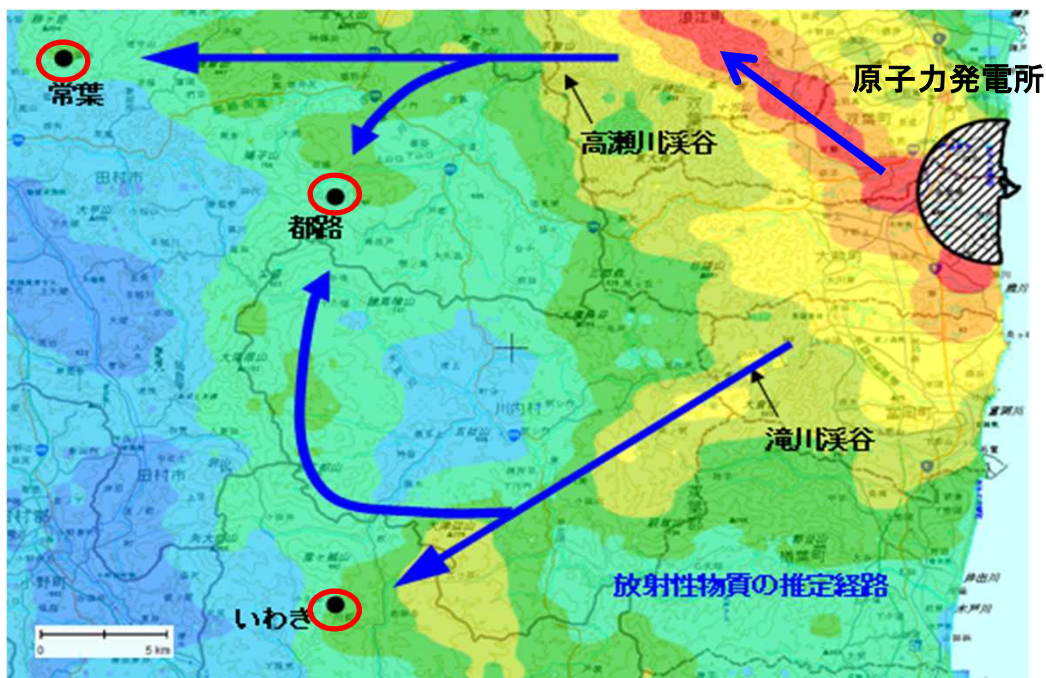
田村市都路地区  
約28ha  
0.49~1.43 $\mu$ Sv/h

いわき市川前地区  
約15ha  
0.19~0.52 $\mu$ Sv/h

- 森林内では空間線量率(地上1m)にバラツキを確認。
- 常葉、いわき地区は標高620m、東向き斜面で線量が高い。
- 都路地区では、線量と地理的条件との間に明確な関係がない。

# 放射性物質の拡散経路

(大規模な面的実証地)



## Cs拡散の推定経路

- 放射性プルームは、南東からの風と原発の西に位置する急峻な阿武隈高地に規制され、主に北西方向に拡散。
- 常葉、いわき地区では、放射性プルームが溪谷沿いに標高620m以上を浮遊してきて山に衝突したと推測。
- 都路地区は、放射性プルームが直接到達したのではなく、南北方向から乱流上に流入してきたと推測。



## Cs拡散経路から見えてくる対策

- 放射性物質の分布は、地形や標高などで大きくバラツキ。
- 樹木の放射性物質の付着も均一でなく、偏り。

# 森林における放射性物質対策実証 (大規模な面的実証)

## ○ 高性能林業機械の活用した森林整備 ～作業効率のアップ、労働者の被ばく低減～



作業道の整備状況



集材作業(ザウルス)



造材作業(プロセッサー)



造材作業(プロセッサー)



運材作業(フォワード)



山土場集積状況

# 森林における放射性物質対策実証

(大規模な面的実証)

## ○ 実証地の状況 ～施業完了後3月後の状況～



針葉樹(常葉地区)



針葉樹(常葉地区)

林床に光が差し込み植生が回復



広葉樹(都路地区)



広葉樹(都路地区)

日本一のきのこ原木林を再生

# 森林施業による線量低減効果等 (大規模な面的実証地)

## □ 森林施業による林床の植生回復 (H25実施結果)

- 林床に植生が回復し、森林の有する公益的機能を発揮。

## □ 森林施業による線量低減効果 (H25実施結果)

- 針葉樹の間伐によって3.5~11.8%程度の線量低減を確認。
- 広葉樹の更新伐によって11.1~21.1%程度の線量低減を確認。

### 放射線量の測定結果

樹種	施業内容	面積(ha)	施業前後の線量変化(%)			面積(ha)	施業前後の線量変化(%)			面積(ha)	施業前後の線量変化(%)		
				(森林整備)	(物理的減衰)			(森林整備)	(物理的減衰)			(森林整備)	(物理的減衰)
スギ	間伐(枝葉搬出なし)	12.68	△ 15.4	(△ 3.5)	(△ 11.9)	5.43	△ 15.3	(△ 3.8)	(△ 11.5)				
	間伐(枝葉搬出)	1.40	△ 15.5	(△ 3.6)	(△ 11.9)					10.56	△ 24.5	(△ 11.8) (△ 12.7)	
	皆伐	3.27	△ 14.9	(△ 3.0)	(△ 11.9)								
ヒノキ	間伐					0.37	△ 22.6	(△ 11.1)	(△ 11.5)				
アカマツ	皆伐	0.68	△ 23.8	(△ 12.0)	(△ 11.8)	1.07	△ 14.3	(△ 2.8)	(△ 11.5)				
広葉樹	更新伐					10.65	△ 22.0	(△ 11.1)	(△ 10.9)	1.44	△ 27.4	(△ 14.6) (△ 12.8)	
	更新伐(落葉除去)					10.47	△ 31.8	(△ 21.1)	(△ 10.7)	3.00	△ 30.4	(△ 17.7) (△ 12.7)	
	皆伐	2.33	△ 23.7	(△ 11.7)	(△ 12.0)								
計		20.36				27.99				15.00			

※ 1 本表は、大規模な面的実証地において、施業による線量低減効果を実証したものの。

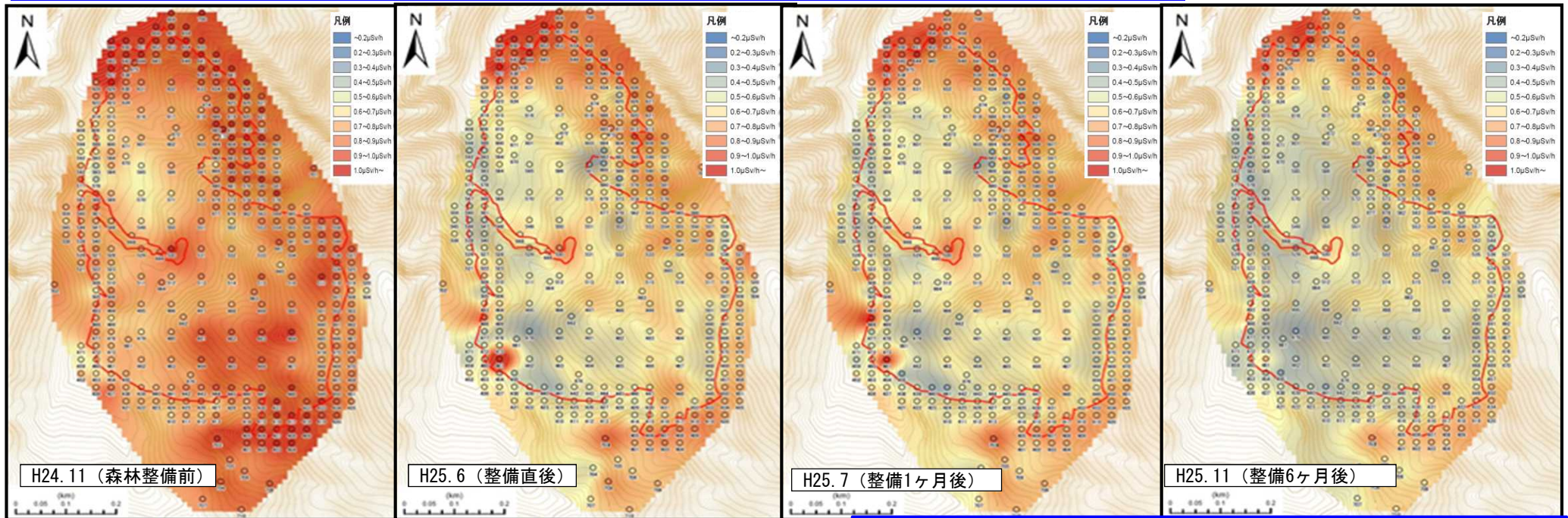
施業は、常葉地区はH24. 12. 1 ~ H25. 6. 29。都路地区はH24. 11. 1 ~ H25. 7. 10。いわき地区はH24. 12. 10 ~ H25. 5. 31に実施。

※ 2 実証は、間伐、更新伐等の施業を実施し、施業前後の線量変化を測定。

※ 3 線量変化は、施業前後の線量測定結果から、放射性物質の物理的減衰を考慮し、森林整備による線量低減効果を求めた。

# 森林施業による線量低減効果 (大規模な面的実証地)

## ○ 森林整備による放射線量の推移 (田村市都路地区 28ha)



### 放射線量の測定結果

施業後6ヶ月経過後も線量低減効果を維持

所在地 (線量率)	樹種	面積 (ha)	施業内容	調査 点数	平均線量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )				線量の平均低減率 (%)									
					施業前 (A)	施業後 (B)	施業1ヶ月後 (C)	施業6ヶ月後 (D)	施業前からの 線量変化	物理的減衰 を考慮後	施業後からの 線量変化	物理的減衰 を考慮後						
田村市 都路地区 (0.49~1.43 $\mu\text{Sv/h}$ )	スギ	5.43	間伐30%以上	286	0.86	0.66	0.65	0.60	施業前後((B-A)/A)									
	ヒノキ	0.37	間伐						( $\Delta$ 23.3%)	$\Delta$ 11.7%								
	アカマツ	1.07	皆伐						(C-A)	(C-A)	施業1ヶ月後((C-B)/A)	施業1ヶ月後((C-B)/B)						
	広葉樹	21.12	更新伐						(C-B)	(C-B)	( $\Delta$ 24.4%)	$\Delta$ 11.6%	( $\Delta$ 1.5%)	0.3%				
計		27.99																
										( $\Delta$ 30.2%)	$\Delta$ 10.4%	( $\Delta$ 9.1%)						0.3%

※ 1 本表は、森林施業と落葉除去による線量低減効果を実証したものの。実証は事業実践規模で面的に実施。(森林施業実施時期: H24.11.1~H25.7.10)

※ 2 森林施業の前後、施業1ヶ月後、6ヶ月後の線量の測定結果を取りまとめたもの。

# 施業地内における土砂とCsの移動量 (大規模な面的実証地)

## ○ 調査枠設置(スギ林)



## ○ 調査枠設置(ヒノキ林)



森林施業地内でCs移動を確認。表流水からはCsを未確認。

調査期間：H26. 5. 1～H26. 5. 31(1ヶ月間)

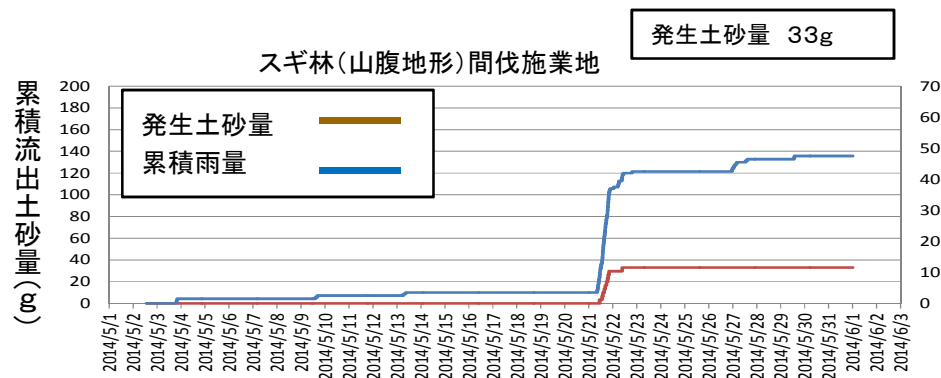
地形	樹種	施業種	傾斜 (度)	累積 雨量 (mm)	発生土砂量		発生表流水		
					土砂量 (kg)	Cs濃度 (Bq/kg)	表流量 (mL)	Cs濃度 (Bq/L)	
山腹地形	スギ	間伐	33	62.5	0.033	3,800	6,500	<2	
	ヒノキ	間伐	34	62.5	0.056	4,400	15,500	<2	
	広葉樹	更新伐	35	88.5	0.164	14,000	8,000	<2	
		更新伐、落葉除去	21	88.5	0.195	5,100	26,000	<2	
谷地形	広葉樹	未施業地	24	88.5	0.000	—	0	<2	
		スギ	間伐	23	62.5	0.034	9,900	12,500	<2
		更新伐	26	88.5	0.104	3,000	16,000	<2	
		更新伐、落葉除去	26	88.5	0.091	3,400	8,500	<2	
		未施業地	28	88.5	0.054	3,800	500	<2	

- 注1 本表は、森林整備実施箇所における土砂移動量を調査したもの。  
 注2 土砂移動量調査の調査枠(2m×5m)9基と、雨量計を2基設置。  
 注3 雨量及び調査枠内の土砂移動量を5分ピッチで観測。



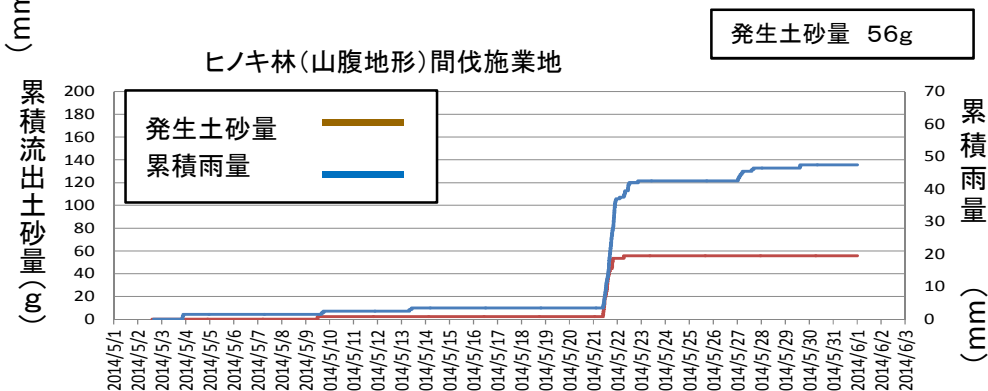
# 施業地内における土砂とCsの移動量 (大規模な面的実証地)

## ○ 雨量と発生土砂量

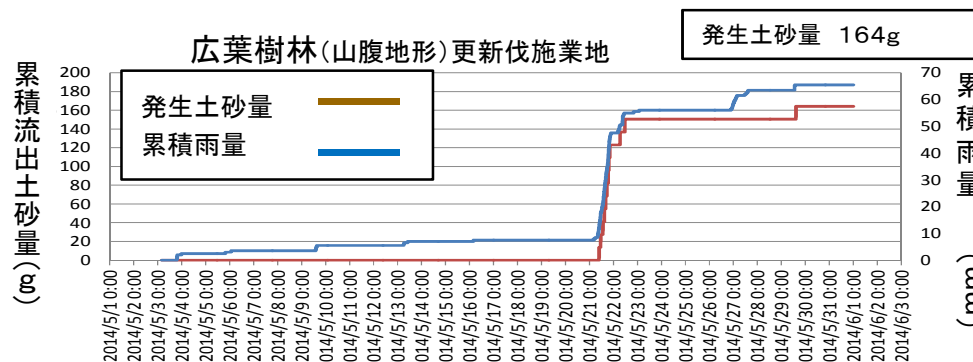


※ 土砂移動量調査の試験枠2m×5mを設置

- ・ 一定量の降雨があると土砂移動が発生。
- ・ 発生土砂量は、広葉樹 > ヒノキ林 > スギ林



(注) 現在、経過を観測中(H26.6~)



# 森林における放射性物質対策

## 森林における放射性物質の動態変化

- 森林内の放射性物質(Cs)は、枝葉から土壌へと移行し、**土壌表面(0~5cm)に75%が分布。**



## 動態変化に即した放射性物質対策

- 森林においては、**土壌の放射性物質対策が重要。**
- **森林の有する多面的機能を維持しながら、放射性物質対策を実施。**



## 放射性物質対策の新たな知見が集積

- 原発事故から4年が経過、この間に国、県、専門機関などによる調査・研究が行われてきた。
- **放射性物質の動態変化に即した放射性物質対策の新たな知見が数多く集積。**



## 地域住民の切なる思いに応える

- 住民は、避難先での不自由な生活に耐えながら、ふるさとへの帰還を始めようとしており、生活圏の一部である森林に対する不安を解消するための取組を加速させることが求められています。
- 豊かな森の中で原発事故前と同じように暮らしたいという住民の切なる思いに応えるため、森林の環境の回復に速やかに着手する必要があります。



## 森林全体の除染方針等を速やかに決定

**森林内における放射性物質の動態変化など、これまでに集積されている知見により、森林全体の除染方針や、適正な森林管理に関する方針を速やかに決定していただきたい。**