

# 避難指示解除区域等における施業再開実証事業の取組状況等について

関東森林管理局 森林放射性物質汚染対策センター 中村 信平  
磐城森林管理署 小池 遊喜

## 1 課題を取り上げた背景

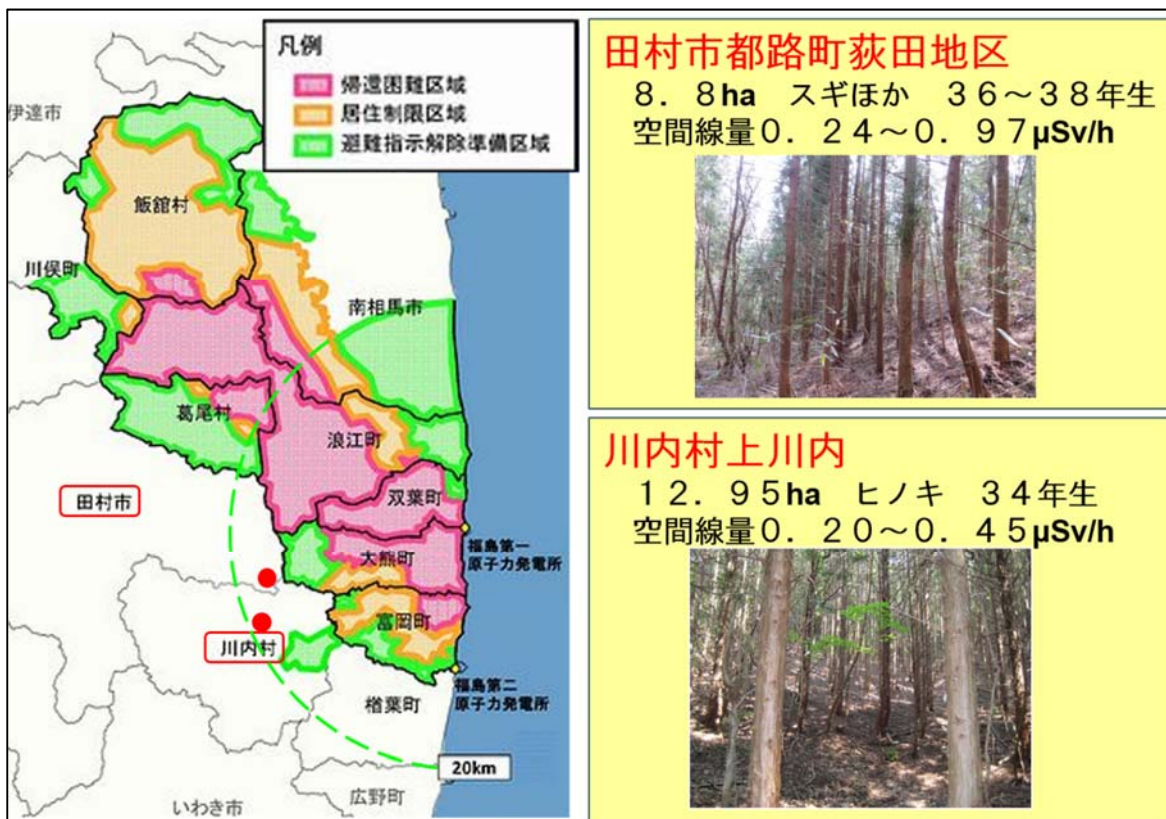
放射性物質の大きな影響を受けた避難指示区域の森林については、原発事故発生以降、森林整備や林業生産活動が行われていません。

こうした中、一部地域で避難指示が解除されるなど帰還に向けた動きが本格化していることから、それら地域の森林整備等を円滑に再開できるよう、本年度から国有林において、放射性物質の拡散防止対策、作業者の被ばく低減等の具体的な手法の効果を実証するとともに、実証事業で発生した木材の活用に向けた検討を実施しました。

## 2 実証事業地の概要

現在の避難指示区域の概念図で、実証事業地は田村市と川内村の赤丸で記したところです（図－1左）。以前は、福島第一原子力発電所から20km以内であるため避難指示解除準備区域でしたが、田村市は平成26年4月1日に、川内村は平成26年10月1日に解除されています。

田村実証地は、面積8.8ha、主な樹種はスギで36～38年生、空間線量は0.24～0.97μSv/h、平均0.50μSv/hで、川内実証地は、面積12.95ha、主な樹種はヒノキで34年生、空間線量は0.20～0.45μSv/h、平均0.28μSv/hでした（図－1右）。



(図－1) 左：避難指示区域の概念図 右：実証事業地の概要

### 3 施業再開実証事業とは何か

通常の森林施業に加え、空間線量、放射性物質の拡散防止対策効果、作業員の被曝低減効果、樹木等の放射性物質濃度等の調査を実施しています（図－2）。

**通常の森林施業等に加え、主に下記項目の調査を実施**

- <空間線量>**  
森林作業道作設前後、間伐等作業前後の空間線量の測定・比較
- <放射性物質の拡散防止対策効果>**  
丸太筋工等構造物設置箇所の移動土砂量の把握  
渓流水の放射性物質濃度等の測定
- <作業員の被曝低減効果>**  
機械及び人力作業システムの被ばく量の測定・比較
- <樹木等の放射性物質濃度等>**  
立木及び土場搬出木材樹皮の放射性物質濃度等の測定・比較

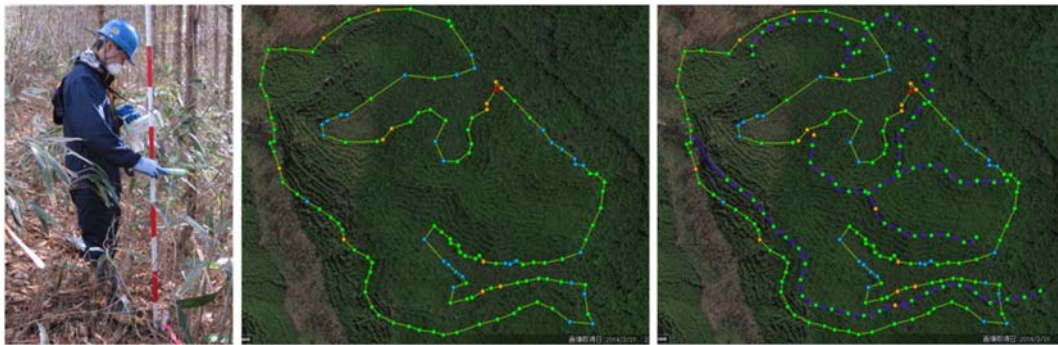
（図－2） 施業再開実証事業とは何か

### 4 具体的な取組

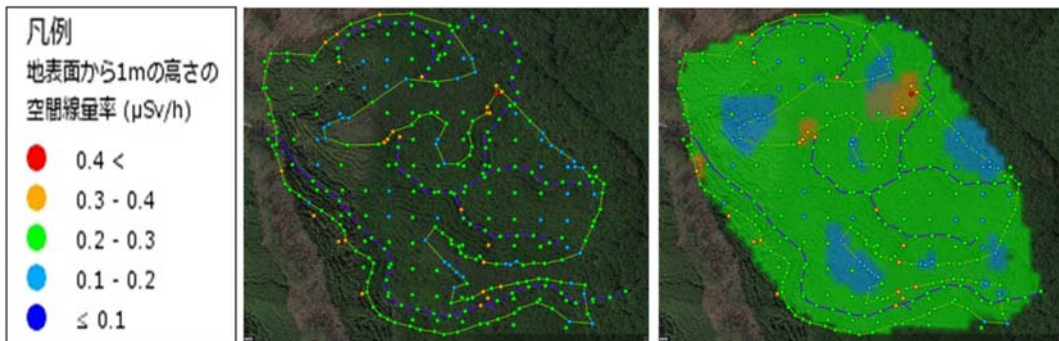
#### （1）各種作業実施前の事業区域内の空間線量測定

事業区域内に測点を設置し、地上1.0mの空間線量を測定しました（図－3左）。下の図は、川内実証地の航空写真で黄緑の枠線の内側が事業区域です。枠線上の点は周囲測量点の空間線量測定結果です（図－3中）。青線は森林作業道で青線上の点は作業道中心点の空間線量測定結果です（図－3右）。事業区域の30mメッシュ中心点の空間線量測定結果です（図－4左）。最後に、上記3つの測定結果を基に面的に事業区域全体の空間線量を表した図です（図－4右）。

これによって、各種作業実施前に空間線量が高い場所等を把握し、事業地からの除外措置や放射性物質拡散防止対策実施の検討をすることができます。



（図－3） 左：空間線量率の測定状況 中：周囲測量点の測定結果 右：作業道中心点の線量測定結果



（図－4） 左：30mメッシュ中心点の測定結果 右：3種類の測定結果を面的に表現

## (2) 放射性物質の拡散防止対策の実施

上流部の各種作業により渓流水に放射性物質が流出していないか確認するため、渓流水を採取するための装置（ウォーターサンプラー）を設置しました。1日1回、採取された渓流水のサンプルは、この装置に貯められ、3週間に1回程度の割合で回収し放射性物質濃度を分析します（写真-1）。雨量計も設置し、雨量と渓流水中の放射性物質濃度等の相関関係を調査しました（写真-2）。また、拡散防止対策としては作業道の路肩に木柵を設置し渓流に土砂が流出しないようにしました。そして、木柵等構造物を設置した箇所に、その効果を確認するための土砂受箱を設置しました（写真-3）。その他に列状間伐後の林床保全のため現地発生資材を活用したチップ散布、枝葉散布、枝葉編柵設置及び使用後の森林作業道保全のため枝葉散布を実施しました（写真-4）。



(写真-1) ウォーターサンプラー



(写真-2) 雨量計



(写真-3) 作業道路肩に設置した木柵及び土砂受け箱



(写真-4) 左上：チップ散布状況 左下：枝葉編柵設置状況、右上下：枝葉散布状況

### (3) 作業員の被ばく量の測定、比較

作業員全員が電子式個人被ばく線量計を装着し、累積被ばく量を記録するとともに作業種ごとに集計し、作業員の被ばく量管理及び作業種別の被ばく線量を調査しました。

ここでは、以下の2つの作業システムで測定、比較しました（図-5）。



(図-5) 各作業システム

### (4) 立木樹皮及び土場搬出木材樹皮の放射性物質濃度の測定、比較

立木樹皮をホールソーで採取し、その後伐倒、集材、玉切、搬出し、再び土場で同様に樹皮を採取し、立木樹皮及び土場搬出木材樹皮の放射性物質濃度を測定、比較しました。

ここでは、以下の3つの作業システムで測定、比較しました（図-6、7、8）。

集材後は、3つの作業システムともにハーベスタで玉切、フォワーダで搬出しました（図-9）。



(図-6) ①森林作業道から5 m以内はハーベスタで伐倒、集材



(図-7) ②森林作業道から5～20 mの範囲はチェーンソーで伐倒、グラップルで集材



(図-8) ③森林作業道から20 m以上の範囲はチェーンソーで伐倒、ワイヤー引きで集材



(図-9) ハーベスタで玉切、フォワーダで搬出、土場で樹皮採取

## 5 取組の実証データ

### (1) 森林作業道作設前後の空間線量の変化

田村実証地では、森林作業道を作設する際に天地返し（放射性物質を多く含む表土と下方の土を入れ替える）をした結果、作業前平均0.52  $\mu\text{Sv/h}$ から作業後0.31  $\mu\text{Sv/h}$ になり、低減率は約40%でした。

川内実証地では、森林作業道を作設する際に天地返しは実施しておらず、結果は、作業前平均0.30  $\mu\text{Sv/h}$ から作業後0.23  $\mu\text{Sv/h}$ になり、低減率は約23%でした。

これらのデータから、作業道作設時の天地返しは空間線量の低減効果が高いことが確認できました（表-1）。

作業道 番号	測点数	空間線量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )		
		作設前 H27.10.6	作設後 H27.12.7	低減率 (%)
①	27	0.48	0.34	29.2
②	20	0.58	0.34	41.4
③	7	0.58	0.36	37.9
④	44	0.51	0.29	43.1
⑤	4	0.46	0.31	32.6
計/平均	102	0.52	0.33	36.8

作業道 番号	測点数	空間線量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )		
		作設前 H27.10.8	作設後 H28.1.8	低減率 (%)
①	29	0.30	0.27	8.8
②	16	0.30	0.24	21.8
③	3	0.32	0.24	24.9
④	17	0.31	0.25	18.4
⑤	8	0.28	0.22	21.8
⑥	9	0.30	0.22	26.3
計/平均	82	0.30	0.24	20.3

（表-1）作業道作設前後の空間線量率の変化（測定値は物理学的減衰補正済） 左：田村 右：川内

### (2) 放射性物質の拡散防止対策効果

渓流水の放射性物質濃度は、田村、川内実証地ともに10月中旬頃から1月下旬頃迄の約3ヶ月間、分析した結果、全て検出限界値（2~3 Bq/l）以下でした（表-2）。

移動土砂の発生量は、土砂受け箱を田村、川内実証地ともに11月中旬頃から2月下旬頃迄の約3ヶ月間、設置した結果、土砂受け箱への移動土砂の流入は殆どありませんでした（写真-5）。

これらのデータから、放射性物質の流出は殆ど無いことが確認できました。

（観測期間：2015年10月15日～2016年1月20日、98日間）		
	上流	下流
全試料数	93	97
不検出試料数	93	97
検出試料数	0	0
不検出の割合 <sup>※1</sup>	100.0%	100.0%

※1 セシウム134の検出限界濃度：1.6~3.8 (Bq/L)  
セシウム137の検出限界濃度：1.3~3.0 (Bq/L)

（観測期間：2015年10月23日～2016年1月21日、91日間）			
	上流	中流	下流
全試料数	82	88	89
不検出試料数	82	88	89
検出試料数	0	0	0
不検出の割合 <sup>※1</sup>	100.0%	100.0%	100.0%

※1 セシウム134の検出限界濃度：1.6~3.6 (Bq/L)  
セシウム137の検出限界濃度：1.5~3.3 (Bq/L)

（表-2）渓流水中の放射性物質濃度測定結果 左：田村 右：川内



（写真-5）約3ヶ月間設置した土砂受け箱

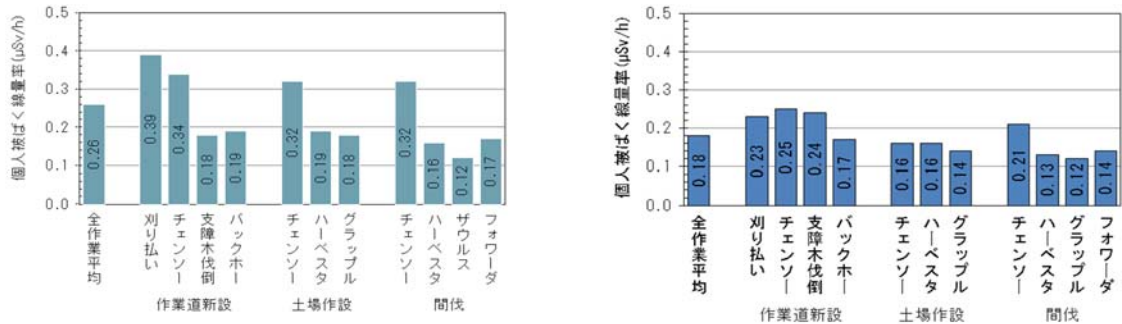
### (3) 間伐作業における作業員の被ばく低減効果

田村実証地のチェーンソー作業の平均被ばく線量は、 $0.32 \mu\text{Sv/h}$  で、ハーベスタ作業の平均被ばく線量は、 $0.16 \mu\text{Sv/h}$  で、低減率は50%でした。

川内実証地のチェーンソー作業の平均被ばく線量は、 $0.21 \mu\text{Sv/h}$  で、ハーベスタ作業の平均被ばく線量は、 $0.13 \mu\text{Sv/h}$  で、低減率は約38%でした。

これらのデータから、人力作業より機械作業の方が作業員の被ばく線量が低いことが確認できました(図-10)。

これは、林業機械が有するキャビン等の放射線遮蔽効果によるものと考えられます。



(図-10) 主な作業種毎の被ばく線量 左：田村市 右：川内村

### (4) 立木樹皮及び土場搬出木材樹皮の放射性物質濃度

田村実証地における2つの作業システムと川内実証地における3つの作業システムによる放射性物質濃度のデータです(表-3、4)。

当初、伐採から土場搬出までの間に放射性物質を多く含む土壌が樹皮に付着することにより、立木樹皮より土場搬出木材樹皮の濃度が高くなると予測しましたが、結果は逆でした。樹皮濃度が低くなった原因は、平成28年度実証事業で究明中です。

川内実証地の結果から、「福島県民有林の伐採木の搬出に関する指針について(福島県森林整備課平成26年12月)」が示す $0.50 \mu\text{Sv/h}$  かつ $6,400 \text{Bq/kg}$  以下であり市場流通可能であることが確認できたことから、川内実証地で発生した木材の活用に向けた検討を磐城森林管理署関係者とともに始めることとしました。

作業システム	サンプル木(本)	伐採前立木平均値(最大値)(Bq/kg)	土場搬出木材平均値(最大値)(Bq/kg)
①ハーベスタ	9	1,035 (1,573)	991 (1,432)
②チェーンソー+グラップル	9	1,389 (3,504)	1,356 (1,928)

(表-3) 田村実証地における立木樹皮及び土場搬出木材樹皮の放射性物質濃度

作業システム	サンプル木(本)	伐採前立木平均値(最大値)(Bq/kg)	土場搬出木材平均値(最大値)(Bq/kg)
①ハーヴェスタ	12	610 (1,132)	500 (774)
②チェーンソー+グラップル	12	553 (962)	508 (931)
③チェーンソー+ワイヤー引	6	1,180 (2,155)	1,012 (1,794)

(表-4) 川内実証地における立木樹皮及び土場搬出木材樹皮の放射性物質濃度

## 6 実証事業発生木材の活用に向けた検討

今後、避難指示解除区域等での森林施業が再開されれば、それにともない発生する木材の出口対策が必要となります。現時点で避難指示解除区域等の国有林材の市場流通実績や活用実績が無いことから、まずは活用実績を作るために、磐城森林管理署関係者ととも今年度事業で発生した木材の活用に向けた検討をするための実証事業発生木材活用検討会を立ち上げました。

検討会で、①平成28年度事業に必要な木材の規格、必要量等を確認し、次に、②平成27年度事業で上記規格に合った木材の集積を実施しました。そして、③木材加工施設等関係者との調整、④平成28年度事業の実施予定市町村等への説明をし、⑤平成28年度実証事業での木材の選別、加工、運搬を実施し、現地施工を待つのみとなりました（図-11）。

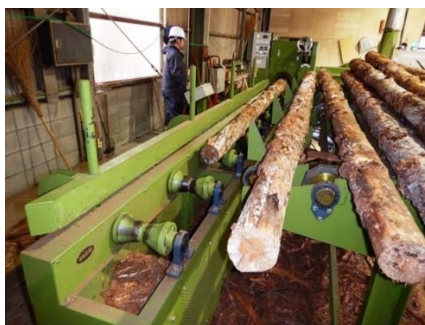
**<実証事業発生木材活用検討会>**

実証事業で発生した木材の活用に向けた検討をするための  
**実証事業発生木材活用検討会**を立ち上げ  
(昨年12月、本年1、2、3、6、7、11月に検討会を開催)

- ①平成28年度事業に必要な木材の規格、必要量等を確認  
⇒木柵資材:径10cm程度、長さ3m、約50m<sup>3</sup>  
⇒型枠資材:径8~14cm程度、長さ2or3m、約50m<sup>3</sup>
- ②平成27年度事業で上記規格に合った木材の集積を実施  
⇒平成28年度実証事業で選別や加工場へ運搬し易いように林道脇の土場に集積
- ③木材加工施設等関係者との調整  
⇒実証事業発生木材の加工等に係る了承を得る
- ④平成28年度事業の実施予定市町村等への説明  
⇒実証事業発生木材を活用した事業実施の説明
- ⑤平成28年度実証事業での木材選別、加工、運搬  
⇒木材選別、加工、運搬を実施し現地施工待ち

(図-11) 実証事業発生木材検討会

以上のように、検討会での情報共有や意見交換、関係者との調整の結果、実証事業発生木材の活用が実現しました（写真-6）。

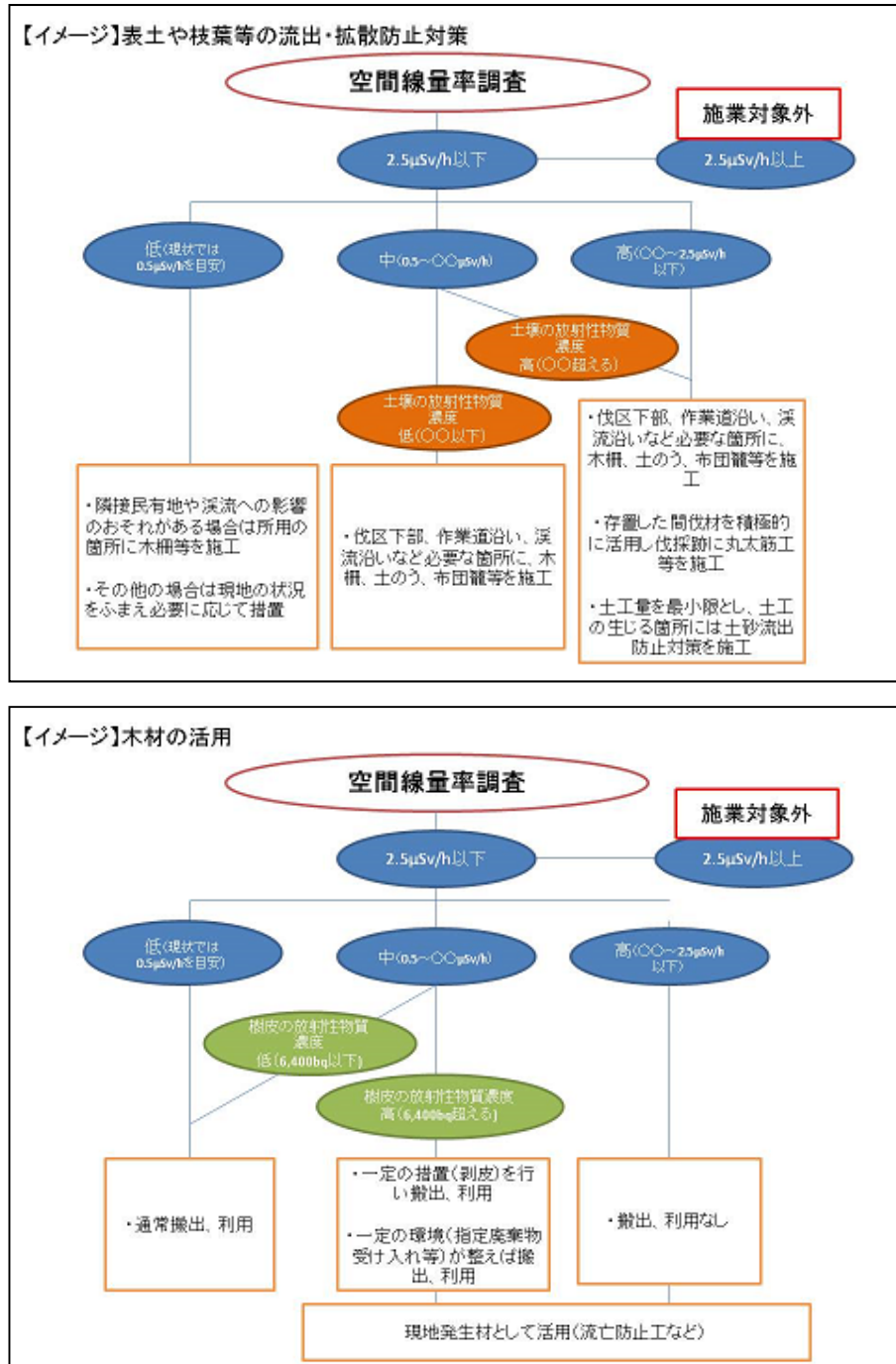


(写真-6) 上左右: 2、3m材の集積状況 左下: 木材加工施設の状況 右下: 加工後の木柵資材

## 7 まとめ

実証事業においてこれまでに得られたデータからは、各手法の一定の効果が確かめられました。今後は各手法の作業工程や低コスト化の検証、各地でどの手法を適用するか判断するためのフロー図作成等を進めます（図-12）。

また、平成28年度実証事業発生木材の市場流通に向けた検討や平成28年度事業での施工箇所の継続的なモニタリング、異なる条件下等での新たな実証内容を実施することで施業再開を円滑に進めるために必要なデータとノウハウを更に蓄積していきます。



(図-12) 上：各地でどの手法を適用するか判断するためのフロー図 下：木材の活用フロー図