

7. ベンチマーク調査

7.1. ベンチマーク調査の目的

枯死木、堆積有機物および土壌の炭素蓄積量変化をモデルにより推定するにあたり、モデルの時間応答を検証するためには同一地点の経時変化のデータが必要である。第三期までのインベントリ調査の設計は我が国の森林における3プールの炭素蓄積量の実測値を明らかにすることを目的としており、機械的に多点サンプリングを行って面的なデータを収集している。同一地点で経時変化を明らかにするためには、現在の調査とは別の固定試験地を設定する必要がある。平成15年度から4か年で行われた林野庁の森林吸収源計測・活用体制整備強化事業では、伐採前後の土壌の炭素蓄積量の変化を調査するために全国6カ所の試験地が設定され、各試験地100点の多点調査が行われた。これらの試験地では2001年から2002年にかけて伐採が行われたので、現在植栽後約20年が経過している。同じ試験地を用いて同様の方法で試料を採取すれば、植栽後20年の時間経過に伴う土壌炭素蓄積量の変化を測定することができる。インベントリ事業の従来の土壌調査とは別に、上記の固定試験地を精密に調査するベンチマーク調査を新たに行うことが必要である。

7.2. 調査候補地

第四期に予定しているベンチマーク調査は、2001年から2006年にかけて行われた林野庁事業「森林吸収源計測・活用体制整備強化事業調査」の試験地（北海道、秋田、長野、広島、愛媛、大分）を使用する計画である（表7-1）。

各試験地は我が国の代表的な森林土壌である適潤性褐色森林土（北海道、秋田および愛媛）と適潤性黒色土（長野、広島および大分）において管理履歴が明確な公有（北海道および長野）および民有の人工林において設定されている。これらの試験地は2001年から2002年にかけて伐採され、2002年から2003年に再植林されている。前生樹種はそれぞれカラマツ、アカマツ、スギ、ヒノキであり、2地点を除いて同じ樹種で更新されている。

これらの調査地では、一般的な森林施業において土壌炭素蓄積が最も変化すると考えられる皆伐と造林の行為が森林土壌炭素蓄積に与える影響の大きさを明らかにすることを目的として、伐採前と伐採後の数年にわたり表層土壌および堆積有機物の炭素蓄積量、ならびに植栽木の成長量、倒木量、下層植生量が測定され、伐採に伴う森林の炭素プールの変化が調査されている。表層土壌の採取は900ないし1600 m²の各試験地を3～4m間隔の格子に区切って100地点における多点調査として実施されている。

表 7-1 森林吸収源計測・活用体制整備強化事業調査試験地

道府県名	北海道	秋田	愛媛	長野	広島	大分
伐採時期	2002.09	2001.11	2002.03	2002.03	2001.11	2001
前生樹種	カラマツ	スギ	スギ	アカマツ	スギ	ヒノキ
伐採時林齢(年)	49	79	49	35	48	71
更新時期	2003.05	2002.04	2003.03	2002.04	2002.04	2002
更新樹種	カラマツ	スギ	ヒノキ	ヒノキ	スギ	ヒノキ
土壌群	褐色森林土	褐色森林土	褐色森林土	黒色土	黒色土	黒色土
標高(m)	240	200	520	830	770	1030
斜面方位	南西	東	西	北	南西	東
傾斜(度)	18	17	30	3	32	20
斜面形	平衡	凸型	凹型	平坦	平衡	凸型
表層地質	砂岩・泥岩	砂岩	安山岩	半固結堆積物	玄武岩	火山碎屑岩
土壌採取地点数 (列*行)	104 (8*13)	100 (10*10)	100 (10*10)	100 (10*10)	100 (10*10)	100 (10*10)
採取点間隔 (xm*ym)	4*4	4*4	3*3	4*3	4*4	4*4

7.3. 調査候補地の現況調査

調査候補地として挙げた 6 ヶ所の試験地がベンチマーク調査の試験地として妥当であるか、また調査の実施が可能かを判断し調査計画を立案するために現況確認を行った。ただし、愛媛県の試験地については現地までの経路となっている林道粒野カヤマ線が災害復旧工事のため 2022 年 1 月まで不通であったことから今年度の現況確認を見送った。各試験地の皆伐、植栽後および現在の林況について図 7-1 および図 7-2 に示し、以下に概況を述べる。

北海道

北海道の試験地は芦別市にある道有林(空知経営区 235 林班 51 小班)である。2021 年 10 月 14 日に現況確認を行った。最寄りの宿泊地から現地まで 30 分弱である。平成 16 年 5 月にカラマツが 2000 本/ヘクタールで植栽され、植栽後 5 年間にわたり下刈りおよび野ねずみ防除が実施されている。しかし、現在までカラマツが残存しているのは、林分面積の 3 分の 2 程度であり、ホオノキ、キハダ、ヤマグワ、ダケカンバ等が侵入し、背丈ほどのササが林床全面を被覆している。残存しているカラマツ植栽木は樹高 12~15 m であり、その林床にはカラマツ落葉が 5 cm 程度の厚みで堆積している。一方、植栽されたカラマツが残存しない場所では上層木もなくササが繁茂しており、林床がササ程で覆われている。

吸収源プロットにおける土壌採取地点の各基点には目印として杭(白 L 字杭)が打設されているが、そのうち調査区の 4 隅および外周の約 9 割が残存しており、設定当時の調査区の復元が可能であると判断された。

ベンチマーク調査を実施する場合、本試験地はササが繁茂しているため、これが雪により倒伏した状態を保持している雪解け直後が土壌調査の適期と考えられる。一方、地上部の測定については、ササが雪に埋もれる積雪期が適期である。

秋田

秋田の試験地は北秋田市にある民有林（企業所有）である。2021 年 10 月 28 日に現況確認を行った。最寄りの宿泊地より 20 分程度で現地に到着する。試験地は段々畑のようなテラス状の地形上にある。植栽されたスギはおおよそ 3 m×3 m の間隔で現存しているが成長があまり良くなく、雪により根曲がりした細い被圧木が散見される。また、植栽列により成長に差異がみられる。林冠は閉鎖しておらず下層植生が繁茂しているとみられるが、現況確認時には刈り払われていたため下層植生の状況は定かでない。下層植生にはササが混じる。地表にはスギ落葉が 5 cm 程度の厚さで堆積している。土壌は表層に下層植生の根が多くあり、また 15 cm 以深には石礫が多く、試料採取に時間を要すると考えられる。

吸収源プロットにおける各格子内の土壌採取の基準点にはプラスチック杭が打設されているが、プロット 4 隅および外周の 3 辺については杭が現存している。残りの 1 辺については斜面下部の半数の杭が消失しているものの隣列において杭が現存していることから、設定当時に近い状態で調査区が復元可能と判断された。

長野

長野の試験地は塩尻市にある長野県林業総合センター内の試験林に設定されている。2021 年 11 月 2 日に現況確認を行った。最寄りの宿泊地より 30 分程度で現地に到着する。ヒノキが 2 m×2 m の間隔で植栽されており、これまでにわずかに枝打ちが行われたのみでほぼ無施業であり、植栽木はすべて残存している。樹冠が鬱閉して林内が暗く林床に植生はない。また、試験地の周囲にシカ柵が設置されており、動物や人為による攪乱もみられない。地表にはヒノキの落葉落枝が 3~5cm の厚さで堆積しており、堆積有機物層の直下には植栽木の根が多くみられる。鉾質土層は黒色土であり軟らかく、石礫をほぼ含まない。

吸収源プロットの外周に格子に沿って打設されたプラスチック杭がすべて現存しており、設定当時の調査区の復元は容易であると判断された。

試験地の周囲は試験地の前生樹種と同じアカマツの高齢林であるが、2021 年度内に皆伐予定であり試験地の環境が大きく変化することから、早期の調査実施が必要である。

広島

広島試験地は廿日市市にある民有林（私有地）で共同管理組合が管理している。2021 年 11 月 17 日に現地確認を行った。最寄りの中国自動車道吉和 IC から 20 分程度の場所に位置するが、最寄りの宿泊地からは 1.5 時間以上かかる。試験地は植栽されたスギが 2 m×2 m の間隔で現存している。除伐が実施されているものの立木密度が高く、樹冠が鬱閉しており、林内は暗く、下層植生がない。斜面の傾斜が大きく部分的に表土流亡がみられる。地表にはスギ落葉落枝が 5 cm 程度の厚さで堆積している。土壌は黒色土で軟らかく、根や石礫も少ない。

吸収源プロットの土壌採取地点の各基準点には白 L 字杭および園芸用支柱が打設されているが、プロットの 2 隅および外周の 3 割の杭が逸失しており隣接する杭もない箇所がある。そのため設定当時の調査区の復元には現存する杭から逸失した杭の位置を推測する必要がある。

当該林分は 2022 年度に間伐を予定していることから、ベンチマーク調査は年度前半に実施する必要がある。

大分

大分の試験地は九重町にある民有林（企業所有）に設定されている。2021 年 12 月 7 日に現況確認を行った。試験地までは最寄りの宿泊地から 1 時間程度である。試験地にはヒノキが 2 m×2 m の間隔で植栽されている。下枝が落とされているものの樹冠が鬱閉し林内は暗く、下層植生もみられない。植栽木の樹高は 8m 程度であり成長はあまりよくない。地表は落とされた下枝で覆われているものの、堆積しているヒノキ落葉がわずかであることから、地表面が侵食を受けているものと考えられる。土壌は黒色土で石礫がなく軟らかいがやや粘りがある。

吸収源プロットの斜面下端と思われる位置に設定当時のものではないが杭が打設されている。これを基準として当時測定されたプロットの方角等を参考に調査区を復元する必要がある。

愛媛

愛媛の試験地は双海町にある県有林に設定されている。試験地までの経路にある林道粒野カヤマ線について、平成 30 年度災害の復旧工事のため不通となっていたが 2022 年 1 月に工事が完了している。しかし、愛媛県農林水産研究所林業研究センターからの連絡によると、復旧箇所から試験地までの区間約 3 km において崩落箇所が多数残っており復旧の予定もなく車両の通行はできない。

また、2016 年に行われた愛媛県農林水産研究所林業研究センターによる現地確認では、植栽されたヒノキは何本か生残し、前事業のものか不明の杭が存在することが確認されているものの、試験地の周囲は藪化しているとのことであり、設定当時の調査区を復元することは困難であると考えられる。



図 7-1 褐色森林土試験地における皆伐、植栽当時(2002～2003 年)と現在(2021 年)の林況
 *愛媛のみ 2016 年の林況 (愛媛県農林水産研究所林業研究センター提供)



図 7-2 黒色土試験地における皆伐、植栽当時(2002～2003 年)と現在(2021 年)の林況

7.4. 調査地の選定

北海道と愛媛の試験地は成長が悪く、生残する植栽木が少なく、本事業におけるベンチマーク調査の目的を達成するための条件を満たしていない。また、愛媛の試験地については経路不通のため到達が困難である。これら 2 か所を除く 4 か所の試験地についてはベンチマーク調査の調査地として妥当であると考えられる。

7.5. ベンチマーク調査の設計

2001年から2006年にかけて行われた林野庁事業「森林吸収源計測・活用体制整備強化事業調査」では、各試験地100点の土壌試料が採取され、深さ30cmまでの炭素蓄積量と変動係数が計算されている。各試験地の炭素蓄積量、変動係数を基に、検出すべき変化量を4t/haとし危険率5%とした場合に必要な試料数は33～177と見積もられ、黒色土で炭素蓄積量が大きい広島、大分で100より大きく、それ以外の地点では秋田が101であったほかは60未満となる。前回採取のデータと比較するには、本事業においても前事業と同様に各試験地100点の土壌試料を格子点間隔や採取範囲を同一にして採取する必要がある。

本事業における調査項目および方法は表7-2に示すとおりである。土壌、堆積有機物、地上部バイオマス、倒木、下層植生バイオマスの各項目について前事業と同様の方法にて測定する。ただし、前事業では基準点の周囲において5回にわたって土壌試料が採取されておりその近傍は攪乱されている。従って、本事業では前事業の土壌採取基準点からある程度の距離を開けて土壌試料を採取する必要がある。その位置については試験地ごとに別途検討する。各試験地内での各調査項目の実施予定箇所の概略は図7-3に示すとおりである。

表 7-2 各試験地における調査項目

調査項目	方法	点数	測定項目
土壌	深さ0-5, 5-10, 17.5-22.5cmから採土円筒にて採取	100ヶ所	細土容積重、炭素含量
堆積有機物	50cm×50cm方形枠内の全量採取	20ヶ所	乾物重、炭素含量
地上部バイオマス	20m×20m方形区の胸高直径5cm以上の全立木のサイズを測定	1ヶ所	胸高直径、樹高
倒木	20m×10m方形区内の全倒木のサイズを測定	1ヶ所	末口、元口直径、長さ
下層植生	1m×1m方形枠内の全量を採取	20ヶ所	群落高、被度、優占種、生重量

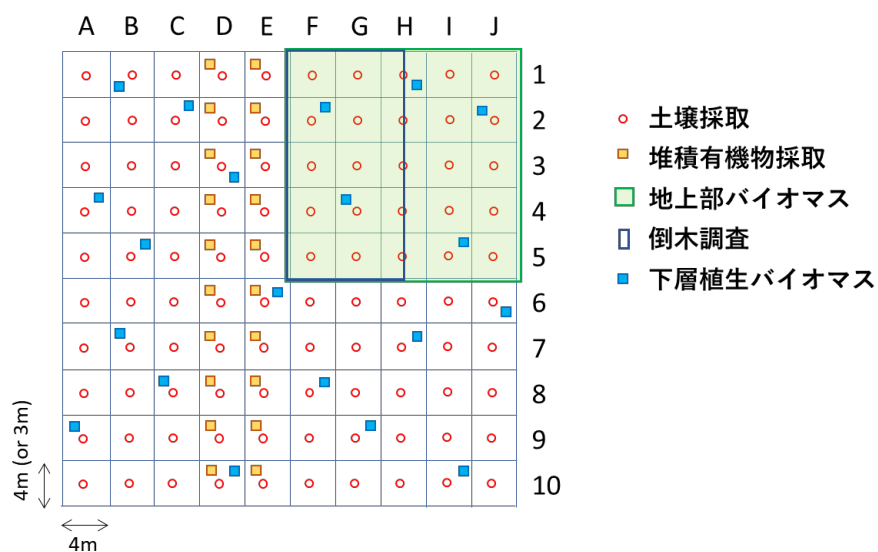


図 7-3 試験地におけるベンチマーク調査の各調査項目の配置

7.6. 今後のスケジュール

初年度は試験地の下見調査を行い、2年度目以降の調査設計を行った。2年度目には植栽後20年が経過する秋田、長野、広島、大分の各試験地の本調査を行う。北海道と愛媛の試験地については3年度目に植栽後20年目を迎えるものの調査の実施は現実的ではない。4年度目以降は試料の分析と解析を行う。