

令和 4 年度
森林吸収源インベントリ情報整備事業
土壌等調査(指導取りまとめ業務)
実施報告書

令和 5 年 3 月

林 野 庁

令和4年度森林吸収源インベントリ情報整備事業
土壌等調査（指導取りまとめ業務）
実施報告書

目次

	ページ
1. 目的・趣旨	1
2. 事業の実施体制	2
3. 調査・分析方法	
3.1. 調査地点	3
3.2. 現地調査および試料採取	3
3.3. 試料調整および分析	4
3.4. 炭素蓄積量の計算	5
3.5. 参考文献	7
4. 調査の品質確保	
4.1. はじめに	8
4.2. QA/QC 基準の設定	8
4.3. 基準の適用方法	10
4.4. 結果および考察	10
4.5. 参考文献	12
5. 調査結果	
5.1. 調査実施地点	13
5.2. 枯死木、堆積有機物、土壌の炭素蓄積量	13
6. 検証調査	
6.1. はじめに	16
6.2. 目的と方法	16
6.3. 結果	17
6.4. 参考文献	20
7. ベンチマーク調査	
7.1. ベンチマーク調査の目的	21
7.2. 調査地	21
7.3. 調査方法	22
7.4. 試料調整および分析方法	24
7.5. 現地調査の概要	24
7.6. 今後のスケジュール	28

8. 調査結果の吸収・排出量算定報告への反映方法の検討	
8.1. 算定関連の動向と CENTURY-jfos モデルの改定について	29
8.2. 新モデル導入の検討	31
8.3. 参考文献	32
9. 検討会での指摘事項	33

別表 1 調査実施地点の情報と土壌などの炭素蓄積量

資料 1 全体説明会・現地講習会の記録

資料 2 令和 4 年度検討会の議事概要および発表資料

1. 目的・趣旨

我が国は、気候変動枠組条約・パリ協定により、森林吸収量の算定・報告が義務付けられており、国際的に定められたガイドライン等に基づき、地上バイオマス、地下バイオマス、枯死木、リター（林床に堆積している落葉、落枝、腐植層等。以下「堆積有機物」という）、土壌有機物及び伐採木材製品の6つのプールそれぞれの炭素蓄積変化量（吸収・排出量）を算定する必要がある。

我が国では、枯死木、堆積有機物及び土壌有機物（以下「3プール」という）の炭素蓄積変化量については、プロセスモデル（CENTURY-jfos）を利用して算定しているが（「日本国温室効果ガスインベントリ報告書」第6章参照）、上記ガイドラインにおいて、モデルによる算定についてはモデルの改良に向けた取組及び算定結果の検証が必要とされ、特に現地調査が検証方法として推奨されていることから、平成18年度から当該調査を行っている。CENTURY-jfosの改良に反映させるため、当該調査では同じ地点を繰り返し調査し、3プールの炭素蓄積量を把握することを目的に調査の設計をしている。平成18年度から22年度については、この5年間で全国の調査地を一巡するように3プールの調査を行っている。平成23年度以降については、枯死木の調査は全国の調査地を5年で一巡、堆積有機物及び土壌有機物については10年で一巡するように調査期を設定している。なお便宜上、平成18～22年度を第一期、平成23～27年度を第二期、平成28～令和2年度を第三期、令和3～7年度を第四期とする。

本業務は、別途実施された森林吸収源インベントリ情報整備事業 土壌等調査（試料収集分析業務）（全国を6ブロックに分割して実施している。以下「試料収集分析業務」という）の受託者（以下「受託者」という）に対する調査方法の指導や、調査結果の精度管理を行うとともに、全国の調査結果を取りまとめ、条約事務局への報告に耐えうる検証を行い、必要に応じてモデルの改良を行うことを主な目的とする。

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取得（ベンチマークサイトの設定）がガイドラインにおいて推奨されており、そのため現在の調査よりも1地点あたりの採取点数が多い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設定された試験地は1地点あたりの点数が100点とベンチマークサイトとして利用可能である。そこで、植栽後20年間の土壌の炭素蓄積量変化を把握することを目的として、これらの試験地を再調査するベンチマーク調査を行う。

また、CENTURY-jfosモデルの改定と新モデル導入について検討を行う。

2. 事業の実施体制

本事業では、受託者に対する調査方法の指導、現地調査ならびに試料の分析の進行管理・精度管理を行い、全国の調査結果の取りまとめと吸収・排出量の算定報告への反映方法の検討を行う。これらの事業は国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所（以下、森林総研）立地環境研究領域が中心となり、森林総研各支所の立地部門研究者と共に行われた（図2-1）。

具体的には、調査マニュアルの改訂は、立地環境研究領域が中心となり各支所の協力を得て行った。受託者に対する指導は、全体説明会は立地環境研究領域で行い、各ブロックにおける現地講習会は各支所と立地環境研究領域が分担協力して行った。試料収集分析業務の現地調査結果並びに試料調整と炭素分析の精度管理は、立地環境研究領域と各支所が分担して行った。現地調査の枯死木炭素蓄積量検証調査は立地環境研究領域と各支所が分担して行った。調査結果の集約は立地環境研究領域で行った。調査結果の吸収・排出量算定報告への反映方法の検討は立地環境研究領域が担当した。

また、令和5年2月15日には、令和4年度の結果について検討するため、3名の有識者を招いて検討会を開催した（表2-1参照）。

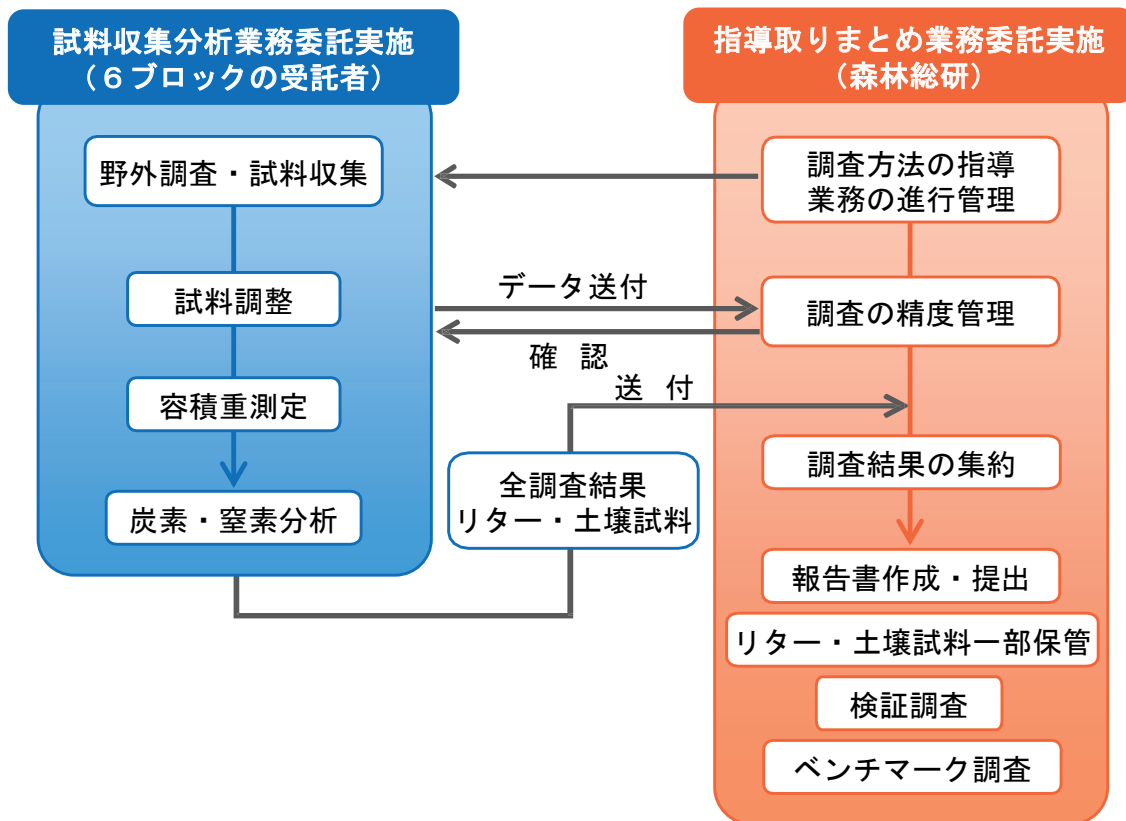


図 2-1 試料収集分析業務受託者との関係

表 2-1 検討会委員一覧

氏 名	所 属
太田 誠一	京都大学名誉教授
丹下 健	東京大学大学院農学生命科学研究科 教授
前島 勇治	農業・食品産業技術総合研究機構 農業環境研究部門 土壌環境管理研究領域 土壌資源・管理グループ グループ長

(敬称略・五十音順)

3. 調査・分析方法

3.1. 調査地点

調査は、林野庁が実施している森林生態系多様性基礎調査（平成21年度までは森林資源モニタリング調査）の特定調査プロット（格子点IDの末尾が「0」と「5」の調査プロット）を対象とした。ただし、第三期森林土壌インベントリ調査で調査不適地と判断した地点は調査対象から除外した。除外により減少する地点数を補うため、第二期以降不実施であっても、令和1、2年度の森林生態系多様性基礎調査で調査を実施した地点の一部を調査対象とし、第四期5箇年の調査地点数は第三期と同様2,492地点とした。本年度の調査地点は、第二期森林土壌インベントリ調査における平成24年度の調査地点を中心に選定した。

3.2. 現地調査および試料採取

現地調査および試料採取については森林総研が確立した方法（「森林土壌インベントリ方法書第四期版（1）野外調査法」、以下マニュアル）により行った。概要は以下のとおりである。

- ① 各調査プロットを、カテゴリ A とカテゴリ B に区分した。区分は第二期森林土壌インベントリ調査と同様に、格子点IDの末尾が「0」の調査プロットをカテゴリ A、「5」の調査プロットをカテゴリ B とした。カテゴリ A の調査プロットでは、概況調査、枯死木調査、堆積有機物量調査、土壌炭素蓄積量調査を行った。カテゴリ B の調査プロットでは概況調査と枯死木調査のみを行った。本年度のカテゴリ A の調査プロットは277地点、カテゴリ B の調査プロットは275地点であった。
- ② 概況調査では、森林生態系多様性基礎調査プロットの中心杭および円周杭の確認、植生（林種）調査、地形概況調査を行った。また、試験地の概況を把握するため、中心杭から北、東、南、西の4方向について林相写真の撮影を行った。
- ③ 枯死木調査のうち倒木については、IPCC のGPG-LULUCF に記載されているラインインターセクト法で測定した。森林生態系多様性基礎調査プロットの大円内で、南北方向と東西

方向の直径ラインと交差する直径5 cm以上のすべての倒木（ライン上の高さが1.5 m以下）について交差部分の直径を測定し、樹種と腐朽の程度（分解度）を判定した。測定した直径から分解度別の倒木の材積を計算し、これに分解度に応じた材密度及び炭素含有率を乗じて炭素蓄積量を算出した。

- ④ 枯死木調査のうち立枯木と根株については、帯状の全数調査法（ベルト法）で測定した。ラインの両側各1 mの範囲内に存在する立枯木、根株について直径と高さを測定し、樹種と分解度を判定した。直径と高さから地上に露出した部分の材積を計算（立枯木は森林総研の「幹材積計算プログラム.xls」を使用、根株は円錐台と仮定）し、直径から地下部の材積を推定して地上部と地下部の材積の合計を計算し、これに分解度に応じた材密度及び炭素含有率を乗じて炭素蓄積量を算出した。
- ⑤ 堆積有機物量調査については、森林生態系多様性基礎調査プロットの大円周囲の4地点において調査を行った。4地点はマニュアルに指定された位置から選定した。林床に堆積している有機物を落枝（試料T）およびそれ以外（試料K）に区分し、L、F、Hの各層の厚さを計測し、0.25 m²（50 cm×50 cm）の面積から試料を採取した。
- ⑥ 土壌炭素蓄積量調査については、上記堆積有機物量調査を実施した4地点において行った。深さ40 cm程度の土壌断面を作成し、根や石礫率等の断面記載と写真撮影を行い、深さ0～5 cm、5～15 cm、15～30 cmの3層（以後深度という）に区分した。目視により各深度の石礫率を判定し、各深度から決められた体積の化学分析用の土壌試料と定積細土重測定用の定体積試料を採取した。化学分析用試料は現地で4地点のサンプルを混合し、その一部を持ち帰った。

3.3. 試料調整および分析

炭素量分析用の土壌試料および堆積有機物試料の調整、定積細土重の測定、炭素量の測定については森林総研が確立した方法（「森林土壌インベントリ方法書 第四期版（2）試料分析」）により、受託者が行った。概要は次の通りである。

3.3.1. 定積細土重の測定

定積細土重測定用の定体積試料について、全乾燥重量から礫・根重量を差し引いて細土重量を求める方法で、一定容積当たりの細土の重量（定積細土重）を測定した。

3.3.2. 炭素量分析用試料の調整

土壌試料については、室温で一定重量になるまで乾燥させた後、土塊をつぶしながら円孔篩（孔径 2 mm）でふるい、礫や根などの植物遺体を取り除いた。篩を通過した土壌を良く混合し、分析試料用チャック付きポリ袋と試料保存用チャック付きポリ袋に取り分けた。

堆積有機物試料については、恒温乾燥機で70°C、48時間乾燥させた後、4地点の試料を混合して試料粉碎機で粉碎し、2 mm未満の試料に調整した。試料をよく混合し、分析試料用チャック付きポリ袋と試料保存用チャック付きポリ袋に取り分けた。

3.3.3. 含水比の測定

土壌試料については、試料（2～3 g）を105℃、24時間の条件下で乾燥した際の重量減少から含水比を計算した。堆積有機物試料については、試料（1 g）を70℃、24時間の条件下で乾燥した際の重量減少から含水比を計算した。

3.3.4. 炭素量の分析

炭素濃度の分析は乾式燃焼法による分析装置を用いた。分析は二連で行い、以下に示す分析値の精度管理基準により、基準から外れる場合は基準を満たすまで、再分析を実施した。また、分析の信頼性を確認するために、分析値が既知の標準試料を50試料につき1点程度の割合で測定した。

3.3.5. 分析の精度管理基準

3.3.5.1. 繰り返し精度の保証

ア) 絶乾土あたりの炭素濃度

- a. 2つの値の平均が10 g/kg未満の場合、それら2つの値の差が1.13 g/kg以下であること。
- b. 2つの値の平均が10 g/kg以上50 g/kg未満の場合、変動係数(標本標準偏差÷平均×100)が8%以下であること
- c. 2つの値の平均が50 g/kg以上600 g/kg以下の場合、変動係数が4%以下であること。

イ) 絶乾土あたりの窒素濃度

- a. 2つの値の平均が5 g/kg未満の場合、それら2つの値の差が1.41 g/kg以下であること。
- b. 2つの値の平均が5 g/kg以上10 g/kg未満の場合、変動係数(標本標準偏差÷平均×100)が20%以下であること。
- c. 2つの値の平均が10 g/kg以上30 g/kg以下の場合、変動係数が10%以下であること。

3.3.5.2. 絶対精度の保証

試料収集分析業務受託者の分析結果と指導取りまとめ業務受託者が確定させた分析値とを2連の測定とみなして、上記3.3.5.1の繰り返し精度の保証に示される基準に従って精度確認を行った。

3.4. 炭素蓄積量の計算

3.4.1. 枯死木プールの炭素蓄積量

ラインインターセクト法で測定した倒木プールの炭素蓄積量は、枯死木の分解度別に以下の式に従って計算し、その結果を合計した。

$$\text{枯死木炭素蓄積量(kg/m}^2\text{)} = \Sigma \text{分解度別枯死木炭素蓄積量(kg/m}^2\text{)}$$

$$\text{分解度別枯死木炭素蓄積量(kg/m}^2\text{)} = \text{材積(m}^3\text{/ha)} \times \text{材密度(g/cm}^3\text{)} \times \text{炭素濃度(g/kg)} \times 10^{-4}$$

ここで、

$$\text{材積(m}^3\text{/ha)} = \frac{\pi^2 \times \Sigma (\text{枯死木直径(cm)})^2}{8 \times (\text{南北ライン長(m)} + \text{東西ライン長(m)})}$$

材密度：樹種（判別不明を含む）と分解度によって異なる定数¹⁾（表3-1）

である。

表3-1 枯死木の分解度別材密度

分解度	材密度(g/cm ³)			
	針葉樹	広葉樹	判別不明	タケ類
0	0.347	0.495	0.421	0.224
1	0.347	0.495	0.421	0.209
2	0.278	0.399	0.3385	0.155
3	0.206	0.303	0.2545	—
4	0.148	0.207	0.1775	—
5	0.112	0.112	0.112	—

タケ類の分解度は0、1、2の代わりにa、b、cの3段階で記載

ベルトトランセクト法で測定した立枯木と根株プールの炭素蓄積量は、枯死木の分解度別に以下の式に従って計算し、その結果を合計した。

$$\text{枯死木炭素蓄積量(kg/m}^2\text{)} = \Sigma \text{分解度別枯死木炭素蓄積量(kg/m}^2\text{)}$$

$$\text{分解度別枯死木炭素蓄積量(kg/m}^2\text{)} = \text{材積(cm}^3\text{/m}^2\text{)} \times \text{材密度(g/cm}^3\text{)} \times \text{炭素濃度(g/kg)} \times 10^{-6}$$

ここで、

$$\text{材積(cm}^3\text{/m}^2\text{)} = \frac{(V_{S1} + \dots + V_{Si} + \dots + V_{Sm}) + (V_{D1} + \dots + V_{Dj} + \dots + V_{Dn})}{2(\text{m}) \times (\text{南北ライン長(m)} + \text{東西ライン長(m)})}$$

m：当該格子点で測定された根株の合計本数

n：当該格子点で測定された立枯木の合計本数

V_{Si}：i番目の根株の体積（cm³）

V_{Dj}：j番目の立枯木の体積（cm³）

材密度：樹種（判別不明を含む）と分解度によって異なる定数（表3-1）

である。

どちらの方法においても、樹種や分解度に関わらず枯死木の炭素濃度は500 g/kgとした。

3.4.2. 堆積有機物プールの炭素蓄積量

堆積有機物プールの炭素蓄積量は、採取した4地点それぞれについて枝（試料T）とそれ以外（試料K）に分けて以下の式に従って計算し、その合計値について4地点の平均値をとった。

$$\text{堆積有機物炭素蓄積量(kg/m}^2\text{)} = \text{試料乾重(g)} \div \text{採取面積(m}^2\text{)} \times \text{炭素濃度(g/kg)} \times 10^{-6}$$

ここで、

採取面積(m²) = 0.25(m²) × cos(傾斜角)

試料乾重(g) : 各地点の各試料別乾燥重量

炭素濃度(g/kg) : 各試料別の4地点混合試料の分析値である。

3.4.3. 土壌プールの炭素蓄積量

土壌プールの炭素蓄積量は以下の式に従って深度毎に計算し、その合計値について4地点の平均値をとった。

土壌炭素蓄積量(kg/m²)

$$= \text{土壌体積(m}^3\text{/m}^2\text{)} \times \text{定積細土重(Mg/m}^3\text{)} \times \text{炭素濃度(g/kg)} \times (1 - \text{石礫率(\%)} \div 100) \times 10^{-1}$$

ここで、

定積細土重(Mg/m³) : 定容積中の細土重量

石礫率(%) : 断面記載の石礫率(%)

である。

3.5. 参考文献

- 1) 鶴川 信ら (2012) 日本の森林における枯死木、堆積有機物、土壌の炭素蓄積量 : 森林土壌インベントリの第1報 (英文) . 森林総合研究所研究報告 11(4): 207-221.

4. 調査の品質確保

4.1. はじめに

調査・分析の品質を保つため、森林吸収源インベントリ情報整備事業土壌等調査の指導とりまとめ業務の一環として、野外調査方法を詳細に記述した方法書³⁾を作成するとともに、調査方法に関する講習会を開催し、調査が的確に行われるように指導した。また試料調整および化学分析についても方法書⁴⁾を作成するとともに、精度基準を設けて分析精度の向上を図った。さらに野外や室内で得られたデータの入力を援助するソフト（データ入力テンプレート）を準備した。入力された値については元の野帳と比較し入力に誤りが無いことを確認した。

以上のデータの品質を保つ様々な努力を行っても、測定結果の記載ミスなどの人為エラーを避けることは難しい。そこで、土壌学におけるこれまでの知見や、堆積有機物や土壌の炭素濃度に関する国際的な基準、さらには統計学的手法に基づき、データの品質管理基準を設定した。

4.2. QA/QC 基準の設定*1

堆積有機物は土壌学では泥炭土とともに有機質土壌物質に位置づけられる。有機質土壌物質は、国際的な土壌分類である WRB¹⁾では有機炭素濃度 20 % 以上と定義され、米国土壌分類⁵⁾では水没期間が年間 30 日未満の場合は炭素濃度 20 % 以上と定義されている。そこで本事業でも堆積有機物は炭素濃度 20 % (200 g/kg) 以上とし、20 % (200 g/kg) 未満の場合には異常値とすることにした。

本事業の土壌は土壌学でいう鉱質土壌物質に相当する。鉱質土壌物質は、WRB¹⁾では有機炭素濃度 20 % 未満と定義され、米国土壌分類⁵⁾では水没期間が年間 30 日未満の場合は有機炭素濃度 20 % 未満と定義されている。ただし火山灰土壌は有機物集積能力が高い特殊な土壌であり、無機質土壌物質であっても炭素濃度が 20 % を越える場合があることから、米国土壌分類⁵⁾では火山灰土壌に対してはこの基準を適用しないとしている。実際、わが国においても黒色土では炭素濃度 20 % 以上の土壌が報告されている。ただし 25 % を超えることはほとんどない。そこで土壌については炭素濃度 25 % (250 g/kg) 未満とし、25 % (250 g/kg) 以上の場合は異常値とすることにした。

本事業の目的の 1 つである森林の土壌中の炭素蓄積量を把握するために必要な土壌乾燥密度は、一定体積あたりの細土乾燥重から算出するものであり、森林土壌の調査で従来用いられてきた細土容積重の定義とは異なる。細土容積重は、一定体積に含まれる細土乾燥重を石礫の体積と根などの粗大有機物の体積を除いた空間の体積で除したものである。それに対して、本事業の土壌乾燥密度は、一定体積に含まれる細土乾燥重をその体積で除したものである。その際に分母となる体積には石礫の体積と根などの粗大有機物の体積も含まれるため、本事業の土壌乾燥密度は、従来の細土容積重に比べて小さな値になる。なお農地土壌で容積重 (bulk density)

*1 QA とは Quality Assurance (品質保証)、QC とは Quality Control (品質管理) のことである。

という場合は、一定体積の土壤乾燥重をその体積で除したものである。農地土壤では一般に石礫や粗大有機物をあまり含まないことから、採土円筒で採取した土壤を石礫や粗大有機物を除かずにそのまま乾燥して重量を測定し、その円筒の容積で除したものを容積重という。以上より、本事業の土壤乾燥密度は細土容積重や容積重とも異なることから、「定積細土重」と呼ぶことにする。

細土容積重、定積細土重、容積重の関係を、石礫や根を含む土壤を例に説明する（図 4-1）。400 cm³の採土円筒で採取した土壤に、石礫と根が含まれており、それらの体積がそれぞれ 30 cm³、10 cm³、重量がそれぞれ 60 g、0.2 g の場合、細土容積重、定積細土重、容積重は、それぞれ 0.556 g/cm³、0.500 g/cm³、0.651 g/cm³ になる。このように石礫を含む土壤では、定積細土重 < 細土容積重 < 容積重の関係になる。



$$\text{細土容積重} = 200 / (400 - 30 - 10) = 0.556 \text{ g cm}^{-3}$$

$$\text{定積細土重} = 200 / 400 = 0.500 \text{ g cm}^{-3}$$

$$\text{容積重} = (200 + 60 + 0.2) / 400 = 0.651 \text{ g cm}^{-3}$$

図 4-1 同一土壤における細土容積重、定積細土重、容積重の違いの例

土壤に含まれる粒子の比重が等しければ、粒径が大きいほど土壤密度は大きくなる関係にある。そのため粒径が大きい砂質土壤は粒径の細かな粘土質土壤に比べて土壤密度は大きくなる。土壤は圧力を受けると、土壤に含まれる粒子間のスペースが減少し、その結果として土壤密度は高まる。このことから、強度の圧密を受けた砂壤土の土壤密度（この場合は容積重）1.9 Mg/m³ という米国の農地土壤の例²⁾は土壤密度の最大と考えてよいであろう。わが国の森林土壤が圧密を受けることは一般的にはなく、細土容積重が 1.5 Mg/m³ を超えることは稀である。先に述べたように定積細土重は、細土容積重や容積重よりも小さい関係にあることから、その値が 2.0 Mg/m³ を超えることはありえないと考えられる。そこで定積細土重が 2.0 Mg/m³ 以上の場合には異常値とすることにした。

さらに土壤の定積細土重に対しては統計的手法によっても異常値を摘出した。方法としては Smirnov-Grubbs の外れ値の検定（上側 0.5%）を行った。その際に 1 格子点内のすべての試料（NESW の 4 地点のそれぞれで、0~5、5~15、15~30 cm 深の 3 層による最大 12 点）を 1 グループとし、定積細土重について解析した。

QA/QC 基準を表 4-1 に示した。基準を満たさないデータは異常値として炭素蓄積量の計算から除外した。

表 4-1 QA/QC の基準

試料の種類	対象項目	QA/QC の基準
堆積有機物	炭素濃度	200 g/kg 未満の場合は異常値として除外
土壌	炭素濃度	250 g/kg 以上の場合は異常値として除外
	定積細土重	2.0 Mg/m ³ 以上の場合は異常値として除外
		1 格子点内のすべての試料を 1 グループとし、Smirnov-Grubbs の外れ値の検定（上側 0.5 %）を行い、異常値を摘出

4.3. 基準の適用方法

4.3.1. 堆積有機物試料の炭素濃度

堆積有機物試料は、東西南北 4 地点の混合試料であるため、QA/QC 基準によって試料 T、試料 K のいずれかの炭素濃度が異常値となった場合は、当該格子点は堆積有機物の集計から除外した。図 4-2 のように、試料 T の炭素濃度が QA/QC 基準を満たさなかった場合、その格子点は集計から除外される。

4.3.2. 土壌（鉍質土壌）の炭素濃度および定積細土重

第三期より化学分析用土壌試料についても東西南北 4 地点の試料を混合し、混合試料として炭素濃度を測定している。定積細土重においては第二期までと同様に QA/QC によって異常値がある場合は NESW の当該地点のデータは集計から除外した。従って、土壌の炭素濃度は堆積有機物と同様に、0～5、5～10、15～30 cm のいずれかの層の炭素濃度が QA/QC 基準を満たさなかった場合、その格子点は集計から除外される（図 4-3）。

4.4. 結果および考察

堆積有機物については QA/QC 基準の適用による炭素濃度の異常値は検出されなかった。森林総研の試料調整チェック班による仮提出データの点検において除外すべき試料が 3 試料検出された。格子点 I D 単位では調査地点数 225 地点の全てのデータが炭素蓄積量計算に使用可能であった。（表 4-2）。各格子点 4 箇所の堆積有機物調査地点のうち何地点のデータを炭素蓄積量計算に使用したかを見ると、試料調整チェックと QA/QC 基準の適用により、堆積有機物炭素蓄積量計算に 4 地点全てのデータを用いる格子点数は、適用前には 170 地点であったものが QA/QC 基準の適用後は 167 地点となった。3 地点、2 地点、1 地点の格子点数がそれぞれ 34→36、13→14、8→8 と変化した。（表 4-3）。堆積有機物炭素蓄積量の平均値、標準偏差、標準誤差は QA/QC 基準適用により影響を受けなかった（表 4-2）。

例 試料 T の炭素濃度 < 200 g/kg の場合

→ 4 地点すべてで炭素量が算出できないため、その格子点は集計対象外になる

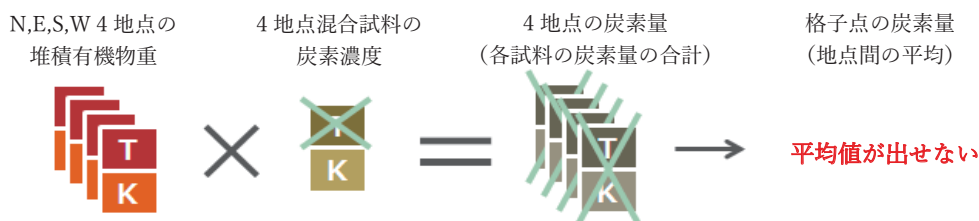


図 4-2 堆積有機物炭素蓄積量の計算での除外例

例 深さ 15~30 cm の炭素濃度 > 250 g/kg の場合

→ 4 地点すべてで炭素量が算出できないため、その格子点は集計対象外になる

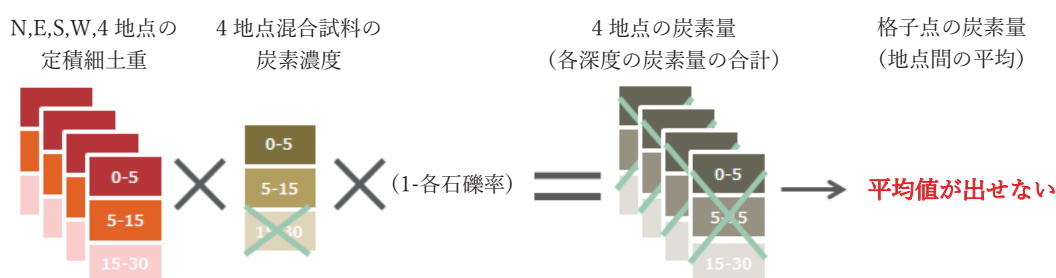


図 4-3 土壌炭素蓄積量の計算での除外例

土壌については、断面チェック班による点検では除外対象はなかった。試料調整チェック班による点検では 34 試料が異常値と判定された。QA/QC 基準の適用により、定積細土重の異常値、外れ値はなく、炭素濃度の異常値が 52 試料検出された。それらを除外した結果、炭素蓄積量計算に使用可能な格子点数は全 225 地点のうち 215 地点であった (表 4-4)。土壌炭素蓄積量計算に用いられる格子点内の地点数は 4 地点、3 地点、2 地点、1 地点の格子点数がそれぞれ 168→147、35→44、14→13、8→11 と変化した (表 4-5)。炭素蓄積量は QA/QC 基準適用前 8.49 kg/m² に比べて適用後は 8.46 kg/m² とわずかに少なかった。標準偏差は 3.41 kg/m² から 3.35 kg/m² とやや小さくなり、標準誤差は 0.227 kg/m² から 0.228 kg/m² とほぼ同様であった。

土壌において、炭素濃度が高いために QA/QC 基準適用によって除外された試料の多くは同時に定積細土重が低い傾向にあった。これは、試料採取の際、堆積有機物と土壌の境界の判定が適正になされず、土壌試料に堆積有機物が混入した可能性を示唆している。このことから、野外における試料採取についても一層の指導が必要である。

表 4-2 堆積有機物に対する QA/QC 基準適用前後の格子点数と炭素蓄積量

	格子点数	炭素蓄積量(kg/m ²)		
		平均	標準偏差	標準誤差
QA/QC 適用前	225	0.34	0.21	0.014
QA/QC 適用後	225	0.34	0.21	0.014

表 4-3 堆積有機物炭素蓄積量計算に用いる各格子点の地点数別の格子点数

	4 地点	3 地点	2 地点	1 地点
QA/QC 適用前	170	34	13	8
QA/QC 適用後	167	36	14	8

表 4-4 土壌に対する QA/QC 基準適用前後の格子点数と炭素蓄積量

	格子点数	炭素蓄積量(kg/m ²)		
		平均	標準偏差	標準誤差
QA/QC 適用前	225	8.49	3.41	0.227
QA/QC 適用後	215	8.46	3.35	0.228

表 4-5 土壌炭素蓄積量計算に用いる各格子点の地点数別の格子点数

	4 地点	3 地点	2 地点	1 地点
QA/QC 適用前	168	35	14	8
QA/QC 適用後	147	44	13	11

4.5. 参考文献

- 1) IUSS Working Group WRB (2015) World reference base for soil resources 2014, Update 2015. World Soil Resources Reports No. 106. FAO, Rome.
- 2) Lal, R. (2006) Encyclopedia of Soil Science. 2nd edition. Taylor and Francis, Florida.
- 3) 森林土壌インベントリ作業部会 (2021) 森林土壌インベントリ方法書 第四期版 (1) 野外調査法. 国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所.
- 4) 森林土壌インベントリ作業部会 (2021) 森林土壌インベントリ方法書 第四期版 (2) 試料分析. 国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所.
- 5) Soil Survey Staff (2014) Key to Soil Taxonomy, Twelfth Edition. Natural Resources Conservation Service, United States department of agriculture.

5. 調査結果

5.1. 調査実施地点

令和4年度に予定した調査格子点は552地点であったが、実際に調査ができたのは456地点であった(表5-1)。予定数に対する調査実施数の割合(達成率)は82.6%だった。調査ができなかった理由として最も多かったのは、森林所有者の所在不明・所有者による不承諾等により調査実施の承認が得られない(事由1 73地点)というものだった(表5-2)。次いで多かったのが、林道崩壊・道路通行止め・到達時間確保の困難等により調査地へ到達することができない(事由2 20地点)で、このほか、往路にヒグマと遭遇したため到達不可、調査対象範囲内の移動及び枯死木のデータ取得は不可能な状態であったため、調査不実施(事由4 3地点)があった。

カテゴリ別の達成率はカテゴリAで81.9%、カテゴリBで83.3%と調査項目の多いカテゴリAで達成率が低い傾向が見られた(表5-1)。本年度の調査予定地点のほとんどは第一期において平成19年度、第二期において平成24年度、第三期においては平成29年度に調査が行われた地点だった(表5-3)。

地域ごとの達成率は、最も達成率が高かったのは中部地方の92.3%、低かったのは近畿地方の73.2%であった(表5-4)。

表5-1 カテゴリごとの実施結果

カテゴリ	予定数	実施数	達成率(%)
A	277	227	81.9
B	275	229	83.3
計	552	456	82.6

5.2. 枯死木、堆積有機物、土壌の炭素蓄積量

令和4年度の枯死木、堆積有機物、土壌の炭素蓄積量の平均値を表5-5に示す。どの項目も「データの品質管理」におけるQA/QC基準を通過したデータに基づき計算した。

枯死木の炭素蓄積量は、ラインインターセクト法で得られた倒木データに、ベルトトランセクト法で得られた根株・立枯木の測定データを加えて計算する方法である。この方法は第二期調査で導入して検証し、第三期調査から標準の方法として採用した方法である。各プールの全データを用いた炭素量の平均値は、枯死木で0.84 kg/m²、堆積有機物で0.34 kg/m²、土壌で8.46 kg/m²であった。枯死木、堆積有機物、土壌全てのデータが揃っている215地点のデータを用いて計算した3プールの合計は9.62 kg/m²であった。

表 5-2 不実施事由の内訳

ブロック	事由	カテゴリ		計
		A	B	
北海道	1	4	4	8
	2	5	5	10
	3	0	0	0
	4	1	1	2
東北	1	3	10	13
	2	2	3	5
	3	0	0	0
	4	0	0	0
関東	1	5	2	7
	2	1	2	3
	3	0	0	0
	4	0	0	0
中部近畿	1	11	6	17
	2	2	0	2
	3	0	0	0
	4	0	0	0
中国四国	1	9	6	15
	2	0	0	0
	3	0	0	0
	4	0	0	0
九州	1	7	6	13
	2	0	0	0
	3	0	0	0
	4	0	1	1
計	1	39	34	73
	2	10	10	20
	3	0	0	0
	4	1	2	3

不実施事由：

1. 所有者の同意が得られない、所有者が不明等、法的な調査許可が得られなかった
2. 林道崩壊・通行止め・積雪等、到達時間確保の困難により調査地へ到達できなかった
3. 調査予定地点が果樹園、宅地等の非森林で、調査には不適な現場だった
4. その他

表 5-3 今年度実施地点における第一期から第三期調査の実施年度ごとの実施結果

以前の調査実施年度	予定数	実施数	達成率 (%)	
第一期	H.18	10	8	80.0
	H.19	451	381	84.5
	H.21	1	1	100.0
	H.22	2	1	50.0
	不実施	61	43	70.5
	設定なし	27	22	81.5
計	552	456	82.6	
第二期	H.24	545	452	82.9
	H.26	1	1	100.0
	H.27	1	0	0.0
	不実施	0	0	
	設定なし	5	3	60.0
計	552	456	82.6	
第三期	H.29	542	449	89.8
	H.30	2	2	100.0
	不実施	0	0	
	設定なし	8	5	62.5
計	552	456	82.6	

表 5-4 地域ごとの実施結果 (調査完了箇所数)

地域	予定数	実施数	達成率 (%)
北海道	133	113	85.0
東北	85	67	78.8
関東	75	65	86.7
中部	52	48	92.3
近畿	56	41	73.2
中国	50	42	84.0
四国	27	20	74.1
九州	74	60	81.1
計	552	456	82.6

表 5-5 炭素蓄積量の比較

プール	格子点数	平均 (kg/m ²)	標準偏差 (kg/m ²)	標準誤差 (kg/m ²)
枯死木	456	0.84	1.03	0.05
堆積有機物	225	0.34	0.21	0.01
土壌	215	8.46	3.34	0.23
3 プール合計	215	9.62	3.75	0.26

6. 検証調査

6.1. はじめに

森林土壌インベントリ事業では、森林土壌炭素の3プールのうちの1つ、枯死木の炭素蓄積量は調査地点内の倒木、根株、立枯木の3種類の測定結果を積算して計算を行っている。それぞれの調査は表6-1に示した方法でサイズを測定し、外観から分解度を5段階で判定する。枯死木測定の精度は測定者の知識と経験に左右される傾向があり、人為的な測定誤差が出やすいことが想定される。そこで、枯死木測定の不確実性の評価が必要である。

表 6-1 枯死木の調査方法とサイズの測定方法

枯死木の種類	調査方法	サイズの測定方法
倒木	ラインインターセクト法	ライン上の直径
根株	ベルトトランセクト法	直径、地際直径、斜面上部高、斜面下部高
立枯木	ベルトトランセクト法	胸高直径、高さ

6.2. 目的と方法

枯死木調査の人為的不確実性を評価するため、本年度、受託者が実施した地点から、各ブロック1地点ずつ選び、計6地点で枯死木調査の検証調査を行った（表6-2）。森林総合研究所研究員、受託者とも調査は森林土壌インベントリ方法書¹⁾ III-2-5) 枯死木調査に従い枯死木調査を行った。

表 6-2 検証調査を行った地点

調査格子点	ブロック	受託者	森林総合研究所
R4 北海道	北海道	セ・プラン・構研エンジニアリング共同事業体	北海道支所
R4 岩手県	東北	(株) 宮城環境保全研究所	東北支所
R4 茨城県	関東	(株) GT フォレストサービス	本所
R4 滋賀県	中部・近畿	(株) GT フォレストサービス	関西支所
R4 徳島県	中国・四国	(株) 一成	四国支所
R4 鹿児島県	九州	(株) 九州自然環境研究所	九州支所

6.3. 結果

写真 6-1 と 6-2 は中国四国ブロックのクロスチェックを行った調査地点である。受託者は 2022 年 6 月 8 日（写真 6-1）、森林総研は 11 月 9 日（写真 6-2）に調査を行ったが、調査地点の中心からそれぞれ 4 方向への林相写真の中には同じ倒木（写真 6-1 および写真 6-2 の北方向の黄色の枠内）が確認できた。その他の調査地についても、中心杭・円周杭の有無と林相写真を比較した結果、調査ラインは的確に設置することができていた。

受託者と森林総合研究所研究員が測定を行った枯死木データを炭素量として集計を行った（表 6-3）。受託者による枯死木炭素量の平均値は 0.912 kg/m^2 （2016 年度 0.902 kg/m^2 、2017 年度 0.634 kg/m^2 、2018 年度 1.526 kg/m^2 、2019 年度 1.236 kg/m^2 、2020 年度 0.766 kg/m^2 、2021 年度 0.976 kg/m^2 ）、森林総研は 1.089 kg/m^2 （2016 年度 0.832 kg/m^2 、2017 年度 0.697 kg/m^2 、2018 年度 1.373 kg/m^2 、2019 年度 0.624 kg/m^2 、2020 年度 0.821 kg/m^2 、2021 年度 1.339 kg/m^2 ）となった。枯死木全体では森林総研と受託者による炭素蓄積量の測定値は 1:1 の直線に載っていたが、倒木、根株、立枯木の種類別に見ると、根株で受託者と森林総研の炭素蓄積量に違いが目立つ地点があり、この違いが枯死木全体の炭素蓄積量の差に影響していた（図 6-1）。

根株の本数に違いが出た地点は、受託者の炭素蓄積量（本数）が 1.41 kg/m^2 （5 本）、森林総研が 1.53 kg/m^2 （10 本）であり、森林総研の根株調査本数が受託者の本数を上回った。両者の根株の本数が異なった原因は、W 方位と S 方位の杭がなく仮杭を設置したことから調査ラインがずれた可能性が挙げられる。また、地際直径の測り方の違いが炭素量に影響していた。受託者よりも森林総研の根株の地際直径が小さい傾向にあり、地際直径から計算される地下部材積が小さくなるため個々の根株の炭素蓄積量は森林総研が小さくなる傾向が見られたが、根株の本数は森林総研の方が多かったため、根株炭素蓄積量の合計は差が小さかった。

枯死木調査のクロスチェックも 7 年目に入り、42 地点の検証データを蓄積できた。この検証データを用い、森林総研および受託者測定の枯死木炭素量の関係を回帰分析により決定係数 (r^2) で評価を行った（図 6-1）。根株については、受託者と森林総研の立枯木炭素量が大きく異なる調査地があり、決定係数 (r^2) は 0.4 と倒木や立枯木より低い決定係数となり、枯死木全体の決定係数に影響し 0.473 と低くなった。また、検証調査のばらつきが許容可能な範囲であるかを評価するために、各調査地における森林総研が測定した枯死木炭素量に対する受託者測定の枯死木炭素量の 95 % 推定区間を算出した。95 % 推定区間は図 6-2 の各図の赤破線に挟まれた区間となり、検証データは、上記の 1 地点を除くとおおむね区間内に収まっており、受託者による調査結果は許容可能なレベルであった。

7 年間の検証調査から、ラインのずれによる対象か否かの判定の違い、見通しの悪い林内での根株や株立ち木の見落とし、地際直径測定位置のずれ、分解度判定の違いが、炭素量の差を生じさせる原因であることが示唆された。

今後は、現地講習会において正確なライン設定、林床植生下の根株の丁寧な確認、地際位置の正確な判定を重点的に指導することにより、根株の見落としを減らし、枯死木の炭素蓄積量推定の精度向上を目指す。



写真 6-1 受託者による調査プロット中心から各方位の撮影の様子



写真 6-2 森林総研研究員による調査プロット中心から各方位の撮影の様子
写真 6-1 および写真 6-2 の東、南、北方向の写真における黄色の枠内は同じ倒木である。

表 6-3 検証調査地点の枯死木の炭素蓄積量

調査格子点	炭素蓄積量 (kg/m ²)							
	受託者				森林総合研究所			
	倒木	根株	立枯木	合計	倒木	根株	立枯木	合計
R4 北海道	0.35	1.41	0.00	1.76	0.45	1.53	0.00	1.98
R4 岩手県	0.60	0.76	0.17	1.53	0.32	0.72	0.41	1.45
R4 茨城県	0.10	0.45	0.01	0.56	0.21	0.40	0.07	0.69
R4 滋賀県	0.31	0.00	0.04	0.36	0.45	0.01	0.03	0.48
R4 徳島県	0.09	0.25	0.00	0.34	0.11	0.35	0.00	0.46
R4 鹿児島県	0.21	0.71	0.00	0.92	0.35	1.12	0.00	1.47
平均	0.28	0.60	0.04	0.91	0.32	0.69	0.09	1.09

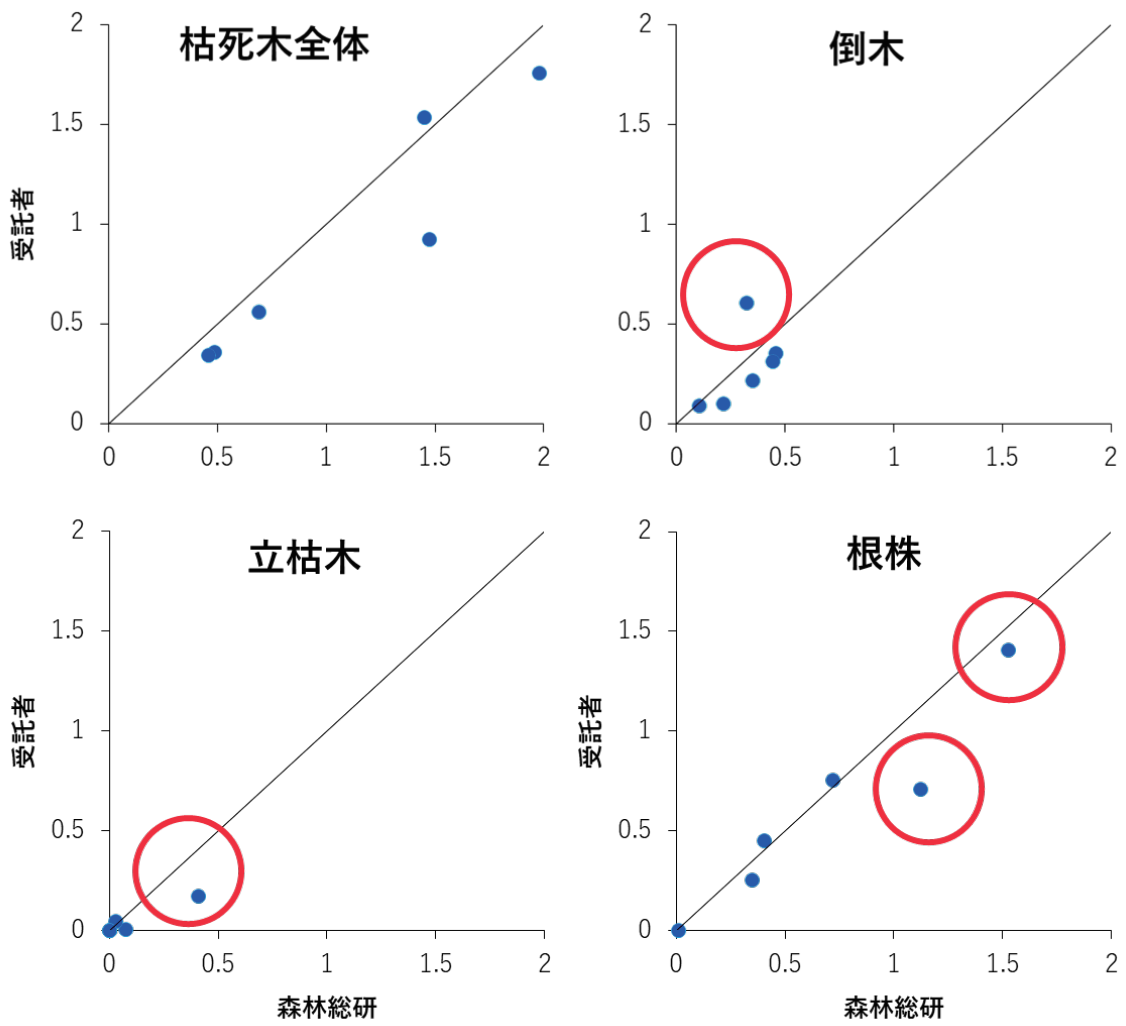


図 6-1 本年度の枯死木調査検証調査地点の炭素蓄積量(kg/m²)
赤丸で囲んだ点は委託者と森林総研で違いが大きいデータ

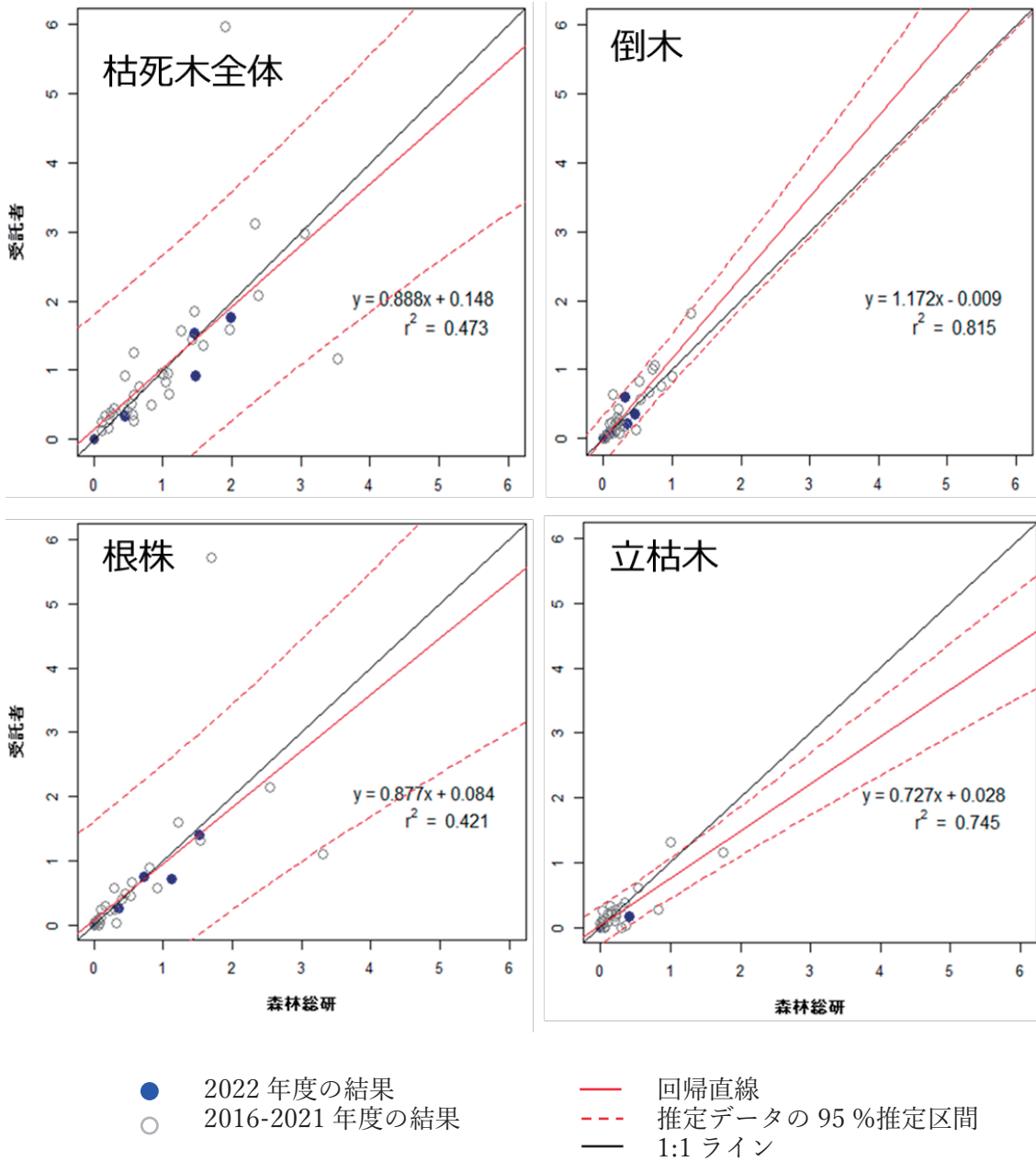


図 6-2 第三期と第四期の枯死木調査検証調査地点の炭素蓄積量(kg/m²)

6.4. 参考文献

森林土壌インベントリ作業部会 (2021) 森林土壌インベントリ方法書 第四期版 (1) 野外調査法. 国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所.

7. ベンチマーク調査

7.1. ベンチマーク調査の目的

吸収排出量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。2003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。ベンチマーク調査として、これらの試験地において前回同様の方法で試料を採取することにより、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。

7.2. 調査地

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（表7-1）のうち、成長が著しく不成績であった北海道と愛媛を除く、秋田、長野、広島、大分の4試験地で行う。

試験地は、それぞれ秋田が適潤性褐色森林土、長野、広島および大分が適潤性黒色土であり、長野調査地は30m×40m、それ以外は40m×40mの方形区が設定されている。

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	火山砕屑岩
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. 調査方法

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。このデータと比較するため、本事業においても前事業と同様に各試験地100点の土壌試料を採取範囲や間隔を近似して採取する必要がある。

1) 調査区の再設定

前事業において設定された試験区を再現するため、前回の土壌調査基準点に打設され、残存している杭を参照し、A列およびJ列ならびに1行目および10行目に巻尺を張り、プロット4辺および4隅(A1、A10、J1、J10の位置)を確定した。プロット4辺について、残存している杭も参照し、4m間隔(長野の行間のみ3m間隔)でトラバーピンを打設し、相対するトラバーピン間にスズランテープを張ることで、10列×10行の格子を作成した。スズランテープの交点は前回の土壌調査基準点に概ね合致するものと推測されることから、これを基準とすることで前回と同様の範囲および間隔で調査が可能である。

2) 基準点の測位

設定した調査区の近傍の開空地に測量基準点を設置し、その地理座標を高精度な測位システム(GNSS)を用いて測位した。用いた機器はDrogger社製DG-PRO1RWSで、スタティック測位法により測位を行った。このときの位置誤差は概ね30cmと推定される。この測量基準点を用いてレーザー距離計(TruPulse360)によりプロット4隅(A1、A10、J1、J10の旧調査基準杭)の位置を測量(基準点からの距離、方位角、仰俯角)した。地形により基準点から目標点が見通せない場合には、基準となる測点を追加した。

3) 土壌採取

前回採取地点(スズランテープの交点)から斜面上方に1m進み、そこから右手(もしくは左手)に1m進んだ地点(根株など障害物がある場合は、適当にずらす)を採取地点とした。選定した採取地点において深さ30cm程度の試坑を作成し、0~5cm、5~10cm、17.5~22.5cmの深さにおいて、それぞれ100ml容採土円筒を用いて試料を採取した。採取回数は各深度1回である。円筒は採土補助器を使用して鉛直に打ち込んだ。円筒試料は採取した都度、ユニパック(J-8: 予めラベル貼付)に移し替えた。試料採取後の試坑は埋め戻し、土壌採取位置に格子番号を付した標識杭(かぐや杭: ピンク)を打設した(図7-1)。堆積有機物採取地点と一致する格子では、堆積有機物採取後に土壌試料を採取した。



図7-1 土壌採取位置に打設した標識杭

4) 堆積有機物

各試験地の任意の2列を選択し、1行目から10行目までの計20地点を堆積有機物採取地点とした。土壌採取位置と同じ位置に50 cm×50 cmの堆積有機物採取枠を設置し、LFHは分けずにA₀(枝などで直径5 cm未満も含む)として一括採取した。試料はユニパック(L-8: 予めラベル貼付)に採取し、持ち帰った。堆積有機物採取位置の傾斜角をクリノメーターにて測定した。

5) 毎木調査

試験区内に20 m×20 mの方形区を設定し、方形区内の胸高直径5 cm以上の立木について、樹高および胸高直径を測定した。胸高直径は、山側1.2 m高の直径を直径巻尺により0.1 cm単位で測定した。胸高位置にこぶなどの支障部位がある場合には、こぶから離して上下2か所の直径の平均値を胸高直径とした。樹高はレーザー距離計(TruPulse360)により0.1 m単位で測定した。

6) 枯死木調査

毎木調査区の半分の範囲にあたる10 m×20 mを枯死木調査区として設定した。枯死木調査区内にあり元口直径 ≥ 5 cmで形状を留めている倒木について、末口直径(0.1 cm単位)および元口直径(0.1 cm単位)、長さ(0.1 m単位)、分解度(森林土壌インベントリ方法書と同じ基準0~5で判定)を測定した。倒木が調査区境界をまたいで倒れている場合、元口がプロット内にあるときは測定対象とし、プロット外の場合は測定対象外とした。また、枯死木調査区内に存在している立枯木、根株の全数について、森林土壌インベントリ方法書に準じて各部位の高さ、直径および分解度を測定した。

7) 下層植生

下層植生の状況に応じて選択した2列20格子において、スズランテープの交点から斜面上方に1 m進み、そこから土壌調査位置とは反対側に1 m進んだ地点を、方形区の右下角とする1 m×1 mの方形区を下層植生調査区としてそれぞれ設定した。方形区内の下層植生(草本類と胸高直径<1 cmの木本)について、平均群落高(折尺で0.1 m単位)、被度(10%単位。10%未満は1%単位)、優占種を記録した。測定後、方形区内の下層植生の地上部を全て刈り取り、ユニパック(L-8: ラベル貼付済)に採取した。

8) 土壌調査位置の測量

土壌調査位置に打設した標識杭の位置について、測量基準点に基づき、レーザー距離計(TruPulse360)にて水平距離と方位角、仰俯角を測定した。

7.4. 試料調製および分析方法

土壌、堆積有機物および下層植生試料は、長野試験地分については森林総合研究所本所に、秋田試験地分については森林総研東北支所に、広島試験地分については森林総研関西支所に持ち帰り、各場所にて試料調製を行った。土壌および堆積有機物試料の調製は、森林土壌インベントリ方法書に準じて行った。

土壌は、容積重と化学分析用試料を同時に得る VBC で採取した場合と同様の方法にて調製した。風乾細土より 10 g 程度を分取し、高速振動粉碎器により微粉碎試料とした。

堆積有機物試料は、絶乾重量測定後、実験室内において枝や球果などを T として、落葉である K 画分から分離し、それぞれ重量測定し、粉碎試料とした。

下層植生試料は、生重量、風乾重量、絶乾重量を測定し、試料量が十分にある場合は、格子毎に、試料量が少ない場合は近接する格子にまとめて、粉碎試料とした。

土壌、堆積有機物および下層植生は、それぞれの粉碎試料を炭素分析に供した。乾燥重量あたりの炭素濃度、窒素濃度は、土壌環境分析法（博友社）における乾式燃焼法（あるいはこれに準ずる方法）により元素分析計等を用いて測定することとして依頼分析を行った。ただし、今年度は試料調製が完了している長野試験地の土壌試料のみを分析依頼した。

7.5. 現地調査の概要

1) 秋田試験地

調査は 2022 年 10 月 24 日～26 日に 7 名で実施した。試験地は秋田県北秋田市阿仁の古河林業社有林に位置する。植栽木はスギである。

土壌調査は、交点より斜面上方に 1 m の地点から 90 度右側に 1 m 進んだ地点で実施した。堆積有機物は D 及び E 列にて採取した。下層植生は F 及び G 列で調査した。毎木調査は F6～J10 の 20 m×20 m の範囲で、枯死木調査は F6～H10 までの 10 m×20 m の範囲で調査した（図 7-2）。

土壌は各地点とも 3 深度より円筒試料を採取し、計 300 点の試料を得た。また、堆積有機物試料を 20 点採取した。下層植生は 20 地点で調査・採取し、平均群落高 0.1～0.8 m、被度 5～90 %で、斜面下部ではシダ類、上部ではカメバノヒキオコシなどを優占種としていた。立木密度は 1450 本/ha で、植栽木の平均樹高 8.5 m、平均胸高直径 14.1 cm（主軸折れなど支障木を除く）であった。6 割程度の植栽木が根曲がりとなっており、主軸が折れているものも散見された。倒木は、大部分が短く玉切りされた幹であり、57 本が枯死木調査区内に存在し、その重量は 15.2 g/m²と推計された。根株は 25 本あり、根株直径、地際直径、地際高（上）、地際高（下）の平均値はそれぞれ 39.2 cm、52.3 cm、31.0 cm、43.2 cm であり、根株地上部の重量は 4.84 g/m²と推計された。立枯木は枯死木調査区内に 1 本であった。

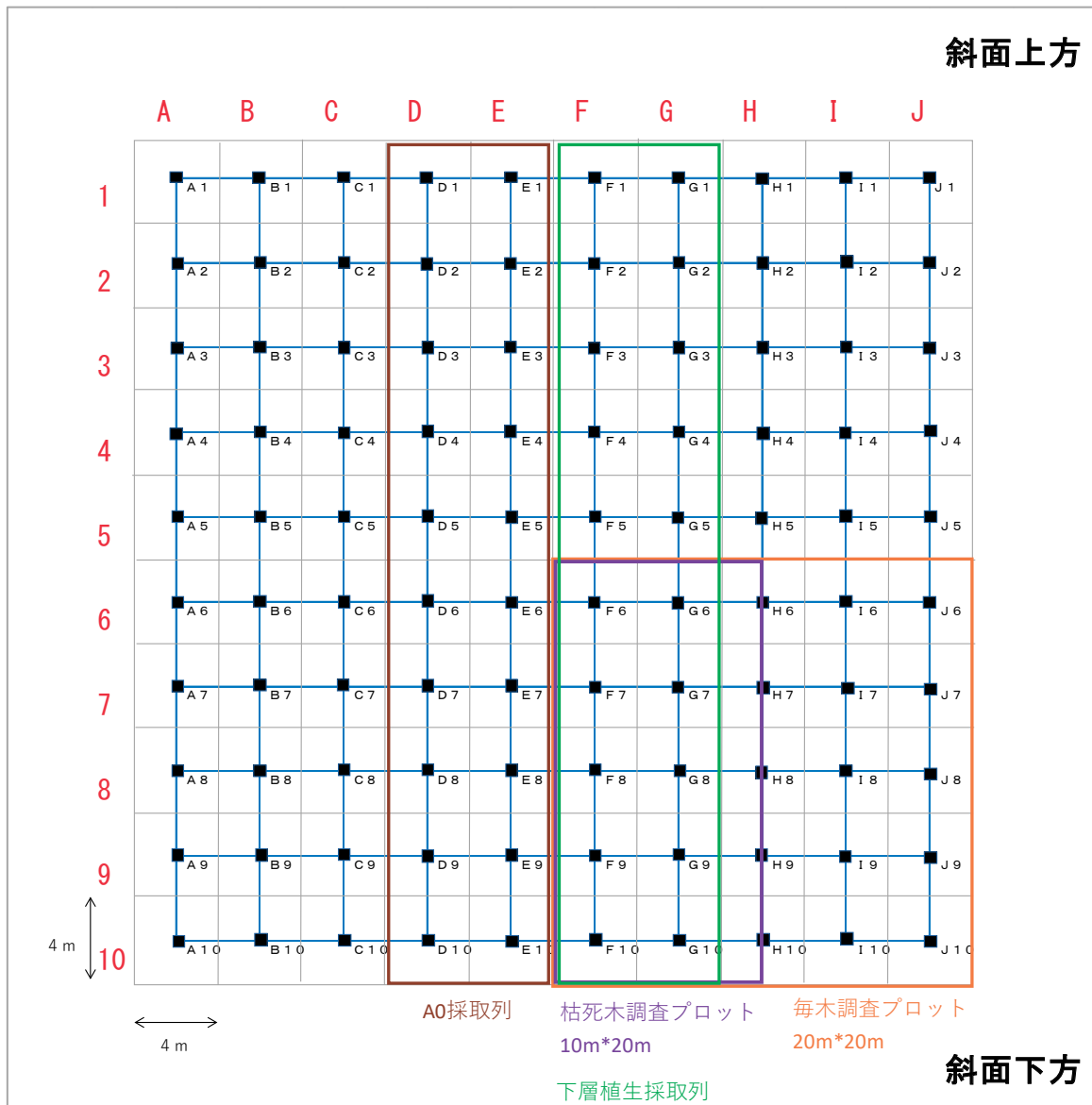


図 7-2 秋田試験地の各調査項目の配置

2) 長野試験地

調査は 2022 年 6 月 20 日～23 日に 8 名で実施した。試験地は長野県塩尻市の長野県林業総合センター内試験林に位置する。植栽木はヒノキである。

長野調査地のみ調査区の設定が異なっており、3m×4m の格子からなる 10 行×10 列の調査区である。前回調査区設定時の格子点に杭が打設されていることから、前回と同じ格子として再現した。前回土壌採取は各格子の第 3 象限（格子を上下左右に 4 等分したうち、斜面下部から見て左下の画分）において実施されていたことから、今回は第 4 象限（同、右下の画分）において土壌採取を実施した。堆積有機物は F 及び G 列にて採取した。下層植生は D 及び E 列で調査した。毎木調査は F～J 列の 1～7 行目までの 20 m×20 m の範囲で行った。枯死木調査は毎木調査区の半分に相当する F～H 列までの 10 m×20 m の範囲で行った（図 7-3）。

土壌は各地点とも3深度より円筒試料を採取し、計300点の試料を得た。また、堆積有機物試料を20点採取した。下層植生は20地点で調査・採取し、平均群落高0~0.1m、被度+~30%で、カラマツ実生やミズゴケを優占種としていた。立木密度は約2300本/haで、植栽木の平均樹高12.3m、平均胸高直径15.0cmであった。一部の立木にシカによる樹皮の食害がみられる。倒木は枯死木調査区内に2本あり、その重量は0.02g/m²と推計された。立枯木は3本、根株は13本で全て分解度5であった。根株は13本あり、根株直径、地際直径、地際高(上)、地際高(下)の平均値はそれぞれ10.9cm、15.9cm、15.3cm、17.2cmであり、根株地上部の重量は0.06g/m²と推計された。

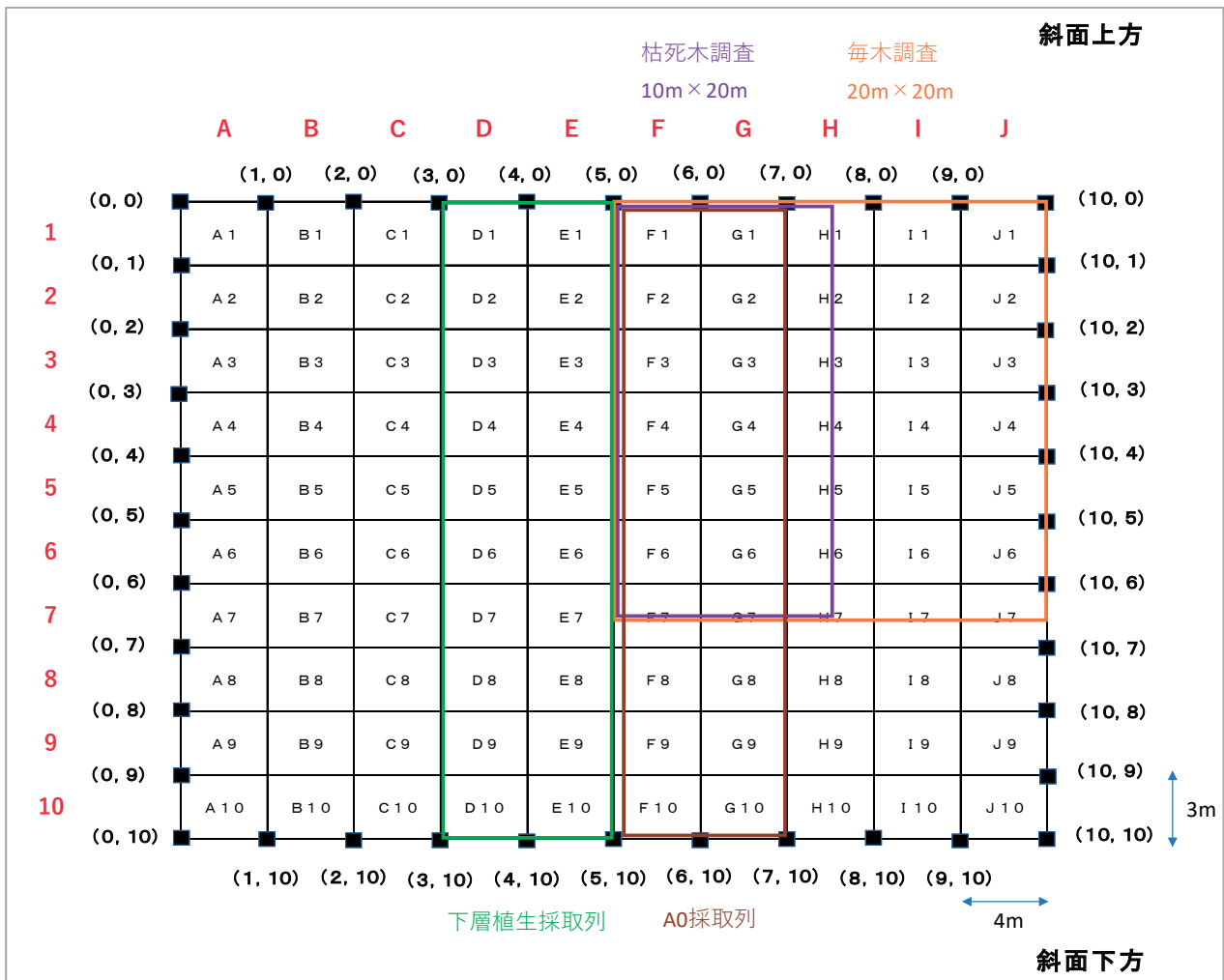


図 7-3 長野試験地の各調査項目の配置

3) 広島試験地

調査は2022年11月8日~10日に8名で実施した。試験地は広島県廿日市市吉和の西山林業組合管理地に位置する。植栽木はスギである。

土壌調査は、交点より斜面上方に1mの地点から90度右側に1m進んだ地点で実施した。

堆積有機物は F 及び G 列にて採取した。下層植生は C 及び D 列で調査した。毎木調査は A3～E7 の 20 m×20 m の範囲で、枯死木調査は C3～E7 までの 10 m×20 m の範囲で調査した (図 7-4)。

土壌は 1 点を除き各格子において 3 深度より採取し、計 299 点の試料を得た。また、堆積有機物試料を 20 点採取した。下層植生は 20 地点を調査し 1 個体を採取した。立木密度は 2500 本/ha で、植栽木の平均樹高 11.0 m、平均胸高直径 16.3 cm であった。倒木は枯死木調査区内に 15 本あり、その重量は 0.51 g/m² と推計された。根株は 29 本で平均の根株直径 27.6 cm、地際直径 35.6 cm、地際高 (上) 6.3 cm、地際高 (下) 30.7 cm であり、根株地上部の重量は 1.26 g/m² と推計された。立枯木は 2 本であった。

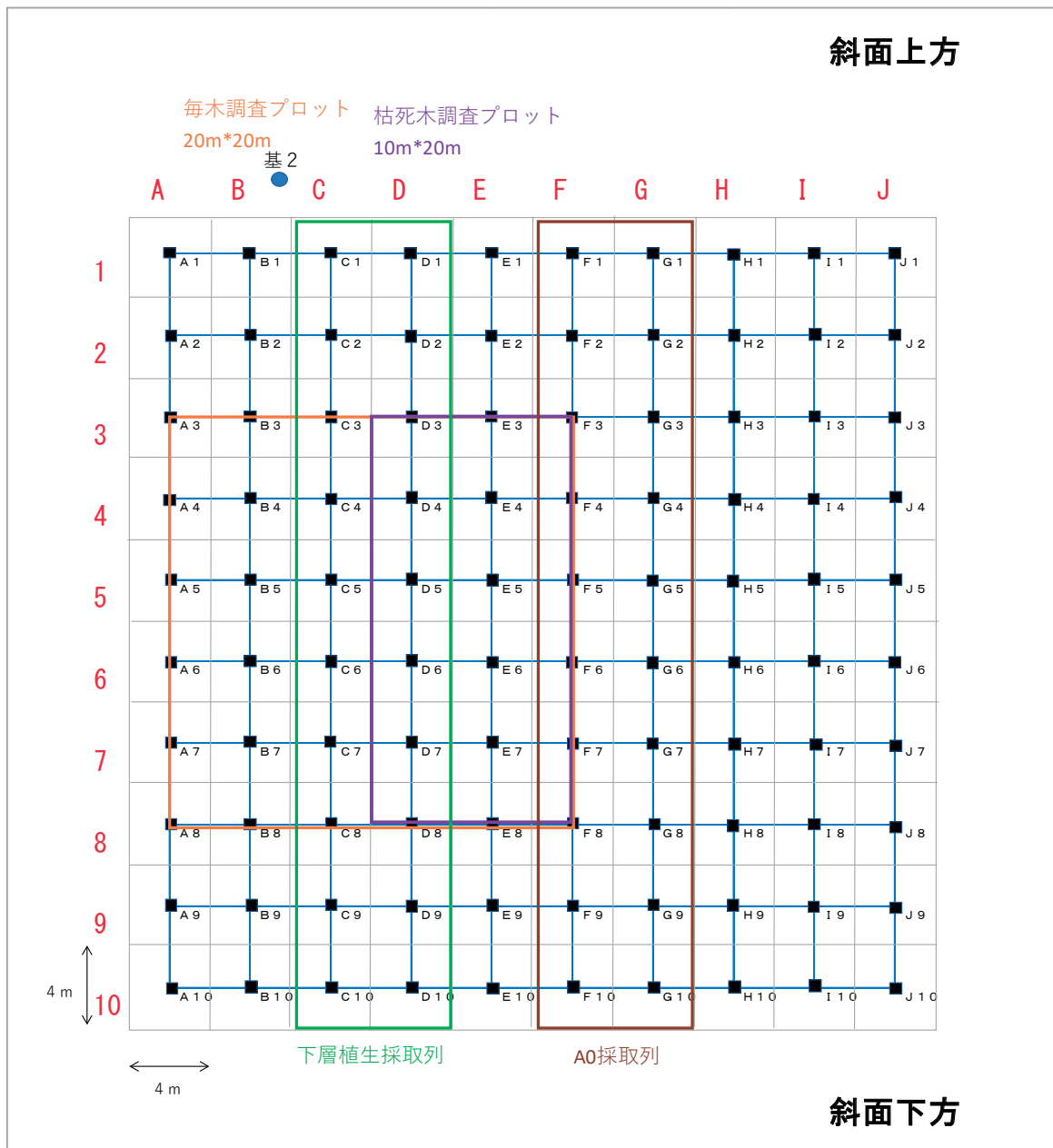


図 7-4 広島試験地の各調査項目の配置

各試験地における調査区の4隅の緯度経度を表7-2に示した。秋田および広島試験地については、A1、A10、J1、J10の格子における土壌採取位置を、長野試験地については、調査区における格子の最外枠の位置を測定した。

表7-2 秋田、長野、広島試験地の位置情報 (WGS84)

試験地	位置	北緯	東経
秋田	A1	39.993659495217	140.39354629335
	A10	39.993584690851	140.39394260073
	J1	39.993970757227	140.39366122705
	J10	39.993886435253	140.39404104719
長野	0,0	36.146448433234	137.99876875757
	0,10	36.146626664711	137.99852513696
	10,0	36.146185867353	137.99846639461
	10,10	36.146378132672	137.99822575525
広島	A1	34.454190249561	132.09398359855
	A10	34.454452113174	132.09410946292
	J1	34.454306552393	132.09363272856
	J10	34.454520432502	132.09372067532

7.6. 今後のスケジュール

次年度は、大分試験地の調査を実施する。また、秋田、長野、広島試験地で採取した土壌および堆積有機物試料の試料調製および炭素分析を行う。

8. 調査結果の吸収・排出量算定報告への反映方法の検討

8.1. 算定関連の動向と CENTURY-jfos モデルの改定について

8.1.1. これまでの経緯

我が国の 3 プールの吸排量算定は CENTURY-jfos により算出される吸排係数に基づいて行われているが、2007 年に作成されたものを使用しており、すでに 15 年の運用となっている。その間に本調査事業などによって新たな実態が明らかになってきており、さらには枯死木と地上部バイオマスの比率に関してインベントリ報告に対する国際審査等でも指摘がされており、改善が必要な状況となっている。

さらに、本調査事業が進むに従い、森林土壌の炭素蓄積量が当時の推定よりも少ないことが明らかになりつつあり、この結果を反映すると農地の炭素蓄積量よりも少なくなり、各土地利用の炭素蓄積量を利用している土地利用変化時の炭素動態が従来の考えと整合しない状況になることが明らかになってきた。

そこで、土地利用に関係する研究者が一同に会して、土地利用変化時の土壌炭素動態と算定方法を作成するプロジェクト（環境研究総合推進費 2-1601「森林と農地間の土地利用変化に伴う土壌炭素変動量評価と GHG インベントリへの適用研究」および 2-1909「土地利用変化による土壌炭素の変動量評価と国家インベントリへの適用に関する研究」。以下「環境省プロジェクト」）を行い、土地利用変化時の様々な炭素動態のデータを収集した。

ここでは、国家インベントリ報告の「森林等の吸収源分科会」に提案されているこれらの最新動向を紹介するとともに、今後予定している CENTURY-jfos の改定について報告する。

8.1.2. 土地利用分野の土壌等に関するパラメータ見直しについて

各土地利用の平均炭素蓄積量等は土地利用変化時の計算に利用されるため重要な数値であるが、その数値が改定された。森林の平均土壌炭素蓄積量については、本事業調査で得られた数値を機械学習で空間補完した Yamashita et al. (2022)¹⁾ に従って 76 tC ha⁻¹ を、農地の平均土壌炭素蓄積量については、農地インベントリ調査で得られた数値を空間補完した Matsui et al. (2021)²⁾ に従って 83 tC ha⁻¹ を、開発地とその他の土地には、環境省プロジェクトにおいて全国の造成地の調査から推定した外崎ら (2022)³⁾ に従って 28.1 tC ha⁻¹ および 20.1 tC ha⁻¹ をそれぞれ適用した。また、ARD に関して、AR 時におけるリターおよび枯死木の量については環境省プロジェクトでの調査データから、それぞれ 20 年で 6.67 tC ha⁻¹、40 年で 6.5 tC ha⁻¹ を適用し、D 時におけるリターおよび枯死木の即時排出については、本事業で得られた 4.9 tC ha⁻¹ および 10 tC ha⁻¹ を適用することが提案されている。

森林、農地、草地間の土地利用変化が起こった場合については、従来行われていたこれらの平均値同士の比較ではなく、環境省プロジェクトで得られたそれぞれ移行係数を適用し、さらに移行期間として 40 年を適用した。環境省プロジェクトで具体的な移行係数が調査されなかったものについては、平均値同士を比較する従来の方法を適用した。

これらの見直しにより、より信頼性や透明性の高い国家インベントリ報告が可能となった。

8.1.3. CENTURY-jfos のモデルの改定

8.1.3.1. 枯死率の設定について

2011年以降のインベントリデータの収集によって倒木に加えて立枯木、枯死根株のデータも得ることができ、全枯死木量としての評価が可能となった。この結果、インベントリデータの枯死木量の平均値に比べて、CENTURY-jfosにより予測される枯死木量が明らかに高いことがわかった。

森林における枯死木発生量の実データについては、近年、西園ら(2019)⁴⁾によって公表された収穫試験地のデータから算出される年枯死率の平均値(95%信頼区間)は、間伐林分全体で $0.22\%y^{-1}$ ($0.15\sim 0.29\%y^{-1}$)、無間伐の林分全体では $0.38\%y^{-1}$ ($0.23\sim 0.52\%y^{-1}$)であった。この材枯死率を参考にして、CENTURY-jfosの材枯死率として $0.3\%y^{-1}$ を用いて、材の成長と枯死のバランスを調整すると、図8-1のように、林地の枯死木量は、インベントリデータから得られる枯死木量の平均的な値と同等のレベルになることがわかった。

これまでの検討から、jfos2007の枯死木量の予測値が高かった理由は、モデルで設定した成長量が大きかったことと枯死率の設定が高かったことによると考えられた。

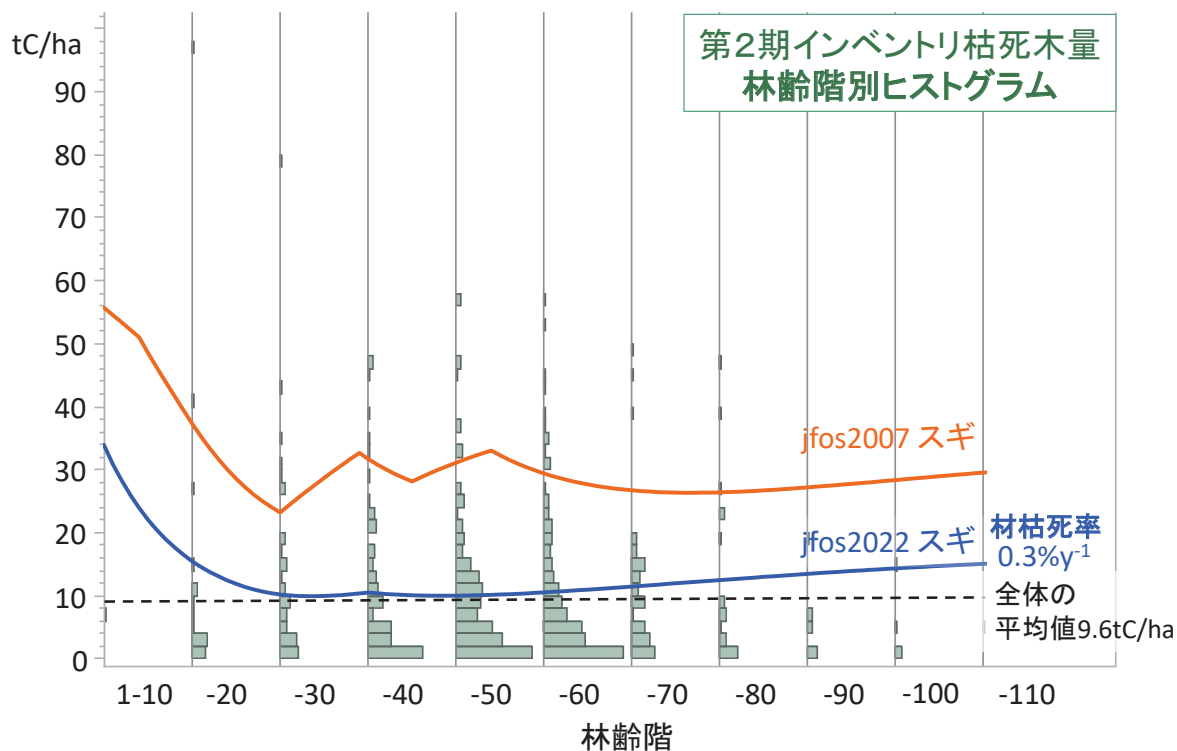


図 8-1 全国スギ林の林齢階別枯死木量の実態とモデル調整の試み

8.1.3.2. 成長量パラメータの調整方法について

現行 CENTURY-jfos の成長量については、新収穫表(スギ、ヒノキ、カラマツ)の調整に使われた元データから無間伐林と考えられる収量比数 $Ry > 0.9$ のデータを抽出して作成された収穫表(無間伐収穫表)を用いていた。しかし、その後の検討で、収量比数の高い林分は、成長

の良い林分に偏ることがわかり、これが枯死木量予測の過大評価につながっていた。

そこで、今回は、森林生態系多様性基礎調査第三期データから各調査地点の純生産量を推定し、樹種別に地域ごとの平均値（中央値）を成長量のパラメータとして用いた。各調査地点の純生産量は、標準的な間伐量（20年当たり20%の間伐をする量に相当する量を年々持ち出す設定）と新しい材枯死率 $0.3\% \text{ y}^{-1}$ を組み込んだCENTURY-jfosにより出力される林齢-バイオマス量の関係から逆算して求めた。今年度検討した間伐量は暫定的なものであり、今後は林野庁が取り組んでいる密度管理図をベースに作成された生体バイオマス算定用収穫表（2021収穫表）が想定している間伐量等の情報提供を受けて、引き続き検討を進める。

8.1.3.3. その他の改定事項

モデルに使用している気候値を気候メッシュ平年値2010に置換し、ガイドラインの改定に従い、樹木の炭素含有率を修正して適用した。

8.2. 新モデル導入の検討

新モデルの導入も含めた、次期算定手法について検討を開始した。先述の通り、現行の算定システムは2007年に開発され15年が経過した。構築当時は長期運用を想定しておらず、またこの間に土壌インベントリなど日本の森林のデータも増加し、加えて不確実性評価など国際的な算定方法に求められる要件も変化してきた。また、15年にわたる運用の中で、現行モデルの強みと改善点も明らかになってきており、先述の通り随時改修を行ってきたところである。

現行の算定システムのコアである土壌モデルは、CENTURYモデルを利用している。CENTURYモデルも開発者によるバージョンアップはあったものの最初の開発から35年が経過しており、当該研究分野ではこの間、複数の新たな土壌モデルも考案されている。次期算定システム的设计において、大きく、1.コアとなる土壌モデル、2.モデルを適用する地域区分・森林区分、を併せて検討する必要がある。欧州ではフィンランドが算定のために開発したYassoモデルが最初の開発(2004年)から随時バージョンアップを続けている。また、亜寒帯林から亜熱帯林まで多様な森林が存在している我が国とは異なり、樹種のバリエーションが少ない北方林であることも影響するが、日本と同程度の面積を有するフィンランドにおいて地域区分を2つのみで算定を行うなどしている。なおフィンランドは欧州の他国にYassoモデルの導入を進めている。YassoモデルはCENTURYモデルに比べると簡易な構造をしている。加えて比較的大きな区分での算定システムは、算定の運用や改修を容易にしているとともに透明性の向上にも寄与していると考えられ、我が国の次期算定手法でも検討の材料になると考えられる。

また土壌モデルにおいてはYassoモデルのようにバージョンアップは行うものの、構造自体は過度な複雑さを避け、簡易な構造を維持するモデルもある一方で、CENTURYモデルの改良版(Abramoff et al. 2022)など、高度化が進んでいる。また、RプログラムのパッケージであるSoilRやフィンランドの自然資源研究所が行っている欧州の研究プログラムでも開発されているように、複数のモデルを同じ入力で同時に走らせるシステムも開発が進んでおり、参考になると考えられる。ただし、モデルの正確さや、本来異なる入力が必要である複数のモデルに同

じ入力を行う点など、検討を要する部分がある。さらにオリジナルのモデルからプログラムを書き換えて移植する際に、オリジナルのモデルにはない仮定が置かれている場合やプログラムのミスが含まれている場合もあり、算定システムへの導入には慎重さも必要と考えられる。また、モデルを変更する場合に、算定に必要なデータが従来の調査等から得られるデータで対応できるのか、モデル変更に伴い調査方法も変更する必要があるのか等についても慎重に検討する必要がある。

来年度以降、さらに詳細について検討を行い、新算定手法の設計を進めていく。

8.3. 参考文献

- 1) Yamashita et al. (2022) National-scale 3D mapping of soil organic carbon in a Japanese forest considering microtopography and tephra deposition. *Geoderma* 406, 115534
<https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2021.115534>.
- 2) Matsui et al. (2021) Soil carbon and nitrogen stock of the Japanese agricultural land estimated by the national soil monitoring database (2015–2018). *Soil Science and Plant Nutrition*, DOI:10.1080/00380768.2021.2000324
- 3) 外崎公知ら (2022) 森林および農地から開発地への土地利用変化に伴う土壌炭素蓄積変化に関する研究, *日本緑化工学会誌*, 48 巻 2 号, 374-385
- 4) 西園朋広ら (2019) 平成 23～27 年度に調査した収穫試験地等固定試験地の経年成長データ (収穫試験報告 第 26 号) . *森林総合研究所研究報告* 18: 231-273.
- 5) Abramoff et al. (2022) Improved global-scale predictions of soil carbon stocks with Millennial Version 2. *Soil Biology & Biochemistry* 164, 108466
<https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2021.108466>

9. 検討会での指摘事項

令和3年度検討会で指摘された不実施地点の偏りの有無について、第三期の実施地点と不実施地点では標高の平均値が30 m違うものの有意差はなかったと説明した。委員から、平均値の差は小さいが、土壌群に偏りがみられることから、例えば標高を500 m毎に区切って階層ごとに比較すれば差が検出される可能性があるのではないかとの指摘があった。次年度は標高を区切る等の方法を検討し、さらに解析を進めることとした。

根株の測定方法の指導について、全体説明会のスライドで例に挙げた傾いた根株の場合は、地際直径の測定面が地表面の傾斜に引きずられて傾く恐れがあるので、正しい測定法の指示が必要であるとの指摘があった。根株測定で特に重要な地際直径の測定方法については、次年度の講習会で重点的に指導することとした。

別表 1

調査実施地点の情報と土壌などの
炭素蓄積量

別表1 調査実施地点の情報と土壌などの炭素蓄積量

都道府県名	格子点ID	調査地に関する情報		炭素蓄積量(kg m ⁻²)			
		調査カテゴリー	市町村名	森林計画区	枯死木	堆積有機物	土壌
北海道	010375	B	岩内郡神恵内村	後志胆振	0.34	—	—
	010430	A	古宇郡岩内町	後志胆振	0.21	—※3	—※3
	010455	B	岩内郡豊浦町	後志胆振	0.33	—	—
	010465	B	岩内郡共和町	後志胆振	0.08	—	—
	010515	B	岩内郡倶知安町	後志胆振	0.00	—	—
	010520	A	岩内郡共和町	後志胆振	0.00	0.43 ± 0.14	6.81 ± 0.42
	010650	A	虻田郡洞爺湖町	後志胆振	0.35	0.32 ± 0.13	6.85 ± 0.88
	010700	A	有珠郡京極町	後志胆振	0.00	0.28 ± 0.31	7.83 ± 1.23
	010735	B	伊達市	後志胆振	0.40	—	—
	010785	B	伊達市	後志胆振	0.00	—	—
	010990	A	苫小牧市	胆振東部	0.07	0.05 ± 0.01	5.78 ± 1.68
	011025	B	苫小牧市	胆振東部	0.55	—	—
	011235	B	勇払郡安平町	胆振東部	0.34	—	—
	011255	B	樺戸郡新十津川町	石狩空知	0.15	—	—
	011260	A	雨竜郡雨竜町	石狩空知	0.03	0.35 ± 0.12	7.81 ± 1.10
	011340	A	雨竜郡北竜町	石狩空知	0.17	0.20 ± 0.14	2.53 ± 0.37
	011395	B	勇払郡安平町	胆振東部	1.72	—	—
	011480	A	夕張市	石狩空知	0.91	0.17 ± 0.13	3.77 ± 0.79
	011485	B	岩見沢市	石狩空知	1.08	—	—
	011490	A	美唄市	石狩空知	0.15	0.24 ± 0.08	6.75 ± 0.75
	011505	B	雨竜郡沼田町	石狩空知	0.29	—	—
	011570	A	三笠市	石狩空知	0.95	0.31 ± 0.17	4.76 ± 0.82
	011575	B	美唄市	石狩空知	0.22	—	—
	011645	B	夕張市	石狩空知	0.73	—	—
	011655	B	三笠市	石狩空知	0.89	—	—
	011665	B	深川市	石狩空知	0.49	—	—
	011730	A	夕張市	石狩空知	2.66	0.25 ± 0.06	8.52 ± 0.65
	011735	B	三笠市	石狩空知	0.82	—	—
	011740	A	芦別市	石狩空知	0.76	0.54 ± 0.25	14.17 ± 2.66
	011765	B	雨竜郡幌加内町	石狩空知	0.68	—	—
	011810	A	夕張市	石狩空知	6.80	0.16 ±	5.90 ±
	011815	B	夕張市	石狩空知	0.32	—	—
	011820	A	芦別市	石狩空知	1.42	1.32 ± 0.58	6.81 ± 1.23
	011850	A	雨竜郡幌加内町	石狩空知	0.01	0.38 ± 0.10	11.23 ± 0.74
	011890	A	夕張市	石狩空知	0.74	0.39 ± 0.14	7.27 ± 2.83
	011900	A	芦別市	石狩空知	0.53	0.12 ± 0.02	7.30 ± 1.88
	011915	B	深川市	石狩空知	0.10	—	—
	011925	B	雨竜郡幌加内町	石狩空知	0.10	—	—
	011930	A	雨竜郡幌加内町	石狩空知	0.25	0.33 ± 0.10	—※1
	011940	A	中川郡音威子府村	上川北部	0.30	0.18 ± 0.08	5.81 ± 1.83
	011980	A	芦別市	石狩空知	0.59	0.18 ± 0.06	8.08 ±
	011990	A	芦別市	石狩空知	0.47	0.53 ± 0.39	5.69 ± 3.37
	011995	B	旭川市	上川南部	0.62	—	—
	012065	B	芦別市	石狩空知	0.29	—	—
	012090	A	雨竜郡幌加内町	石狩空知	1.44	0.43 ± 0.03	—※1
	012145	B	芦別市	石狩空知	0.02	—	—
	012225	B	空知郡中富良野町	上川南部	0.07	—	—
	012355	B	日高郡新ひだか町	日高	2.26	—	—
	012380	A	富良野市	上川南部	0.02	0.26 ± 0.11	4.69 ± 0.99
	012455	B	富良野市	上川南部	0.78	—	—
012470	A	上川郡当麻町	上川南部	0.54	0.30 ± 0.20	12.56 ± 4.14	
012530	A	富良野市	上川南部	1.21	0.16 ± 0.08	7.05 ± 0.69	
012625	B	上川郡愛別町	上川南部	0.00	—	—	
012680	A	空知郡南富良野町	上川南部	0.00	0.29 ± 0.08	7.69 ± 0.93	
012685	B	上川郡美瑛町	上川南部	0.00	—	—	
012695	B	上川郡当麻町	上川南部	0.00	—	—	
012715	B	紋別郡雄武町	網走西部	0.19	—	—	
012760	A	上川郡上川町	上川南部	0.35	0.14 ± 0.04	7.06 ± 2.68	
012780	A	上川郡雄武町	網走西部	0.00	0.20 ± 0.04	5.31 ± 1.86	
012810	A	上川郡上川町	上川南部	0.08	0.24 ± 0.14	9.67 ± 2.55	
012905	B	紋別郡西興部村	網走西部	2.24	—	—	
012925	B	上川郡上川町	上川南部	3.19	—	—	
012945	B	紋別郡西興部村	網走西部	0.25	—	—	
012950	A	紋別郡雄武町	網走西部	0.09	0.21 ± 0.11	5.82 ± 3.57	
012985	B	紋別郡興部町	網走西部	0.59	—	—	
013040	A	紋別郡遠軽町	網走西部	1.96	0.47 ± 0.21	—※1	
013055	B	紋別郡興部町	網走西部	0.97	—	—	

都道府県名	格子点ID	調査地に関する情報		炭素蓄積量(kg m ⁻²)			
		調査カテゴリー	市町村名	森林計画区	枯死木	堆積有機物	土壌
北海道	013070	A	紋別郡遠軽町	網走西部	0.26	0.77 ± 0.49	3.68 ± 0.62
	013100	A	紋別郡遠軽町	網走西部	0.56	0.42 ± 0.05	9.11 ± 2.67
	013125	B	紋別郡遠軽町	網走西部	0.23	—	—
	013145	B	紋別郡遠軽町	網走西部	2.26	—	—
	013150	A	紋別郡遠軽町	網走西部	0.67	0.33 ± 0.14	3.89 ± 1.16
	013165	B	紋別郡遠軽町	網走西部	1.16	—	—
	013170	A	紋別郡遠軽町	網走西部	0.37	0.31 ± 0.22	4.38 ± 0.64
	013185	B	紋別郡遠軽町	網走西部	1.21	—	—
	013190	A	紋別郡遠軽町	網走西部	1.64	0.16 ± 0.10	4.65 ± 2.20
	013205	B	紋別郡湧別町	網走西部	0.43	—	—
	013215	B	紋別郡湧別町	網走西部	2.31	—	—
	013235	B	上川郡湧別町	網走西部	3.58	—	—
	013920	A	常呂郡置戸町	網走東部	1.88	0.19 ± 0.06	8.71 ± 0.73
	014005	B	釧路市	釧路根室	0.44	—	—
	014010	A	釧路市	釧路根室	0.35	0.22 ± 0.11	7.02 ± 1.74
	014030	A	北見市	網走東部	0.10	0.41 ± 0.10	7.83 ± 1.25
	014050	A	白糠郡白糠町	釧路根室	0.04	0.18 ± 0.16	6.51 ± 0.51
	014065	B	北見市	網走東部	0.09	—	—
	014135	B	網走郡津別町	網走東部	0.18	—	—
	014170	A	網走郡津別町	網走東部	1.21	0.54 ± 0.16	6.26 ± 0.91
	014200	A	網走郡津別町	網走東部	5.90	0.43 ± 0.29	7.95 ± 2.00
	014205	B	網走郡美幌町	網走東部	0.22	—	—
	014240	A	網走郡大空町	網走東部	1.22	0.47 ± 0.32	14.16 ± 0.96
	014260	A	釧路市	釧路根室	2.44	0.14 ± 0.03	9.36 ± 0.57
	014345	B	阿寒郡鶴居村	釧路根室	1.11	—	—
	014390	A	網走郡大空町	網走東部	0.47	0.26 ± 0.20	5.73 ± 0.83
	014455	B	川上郡標茶町	釧路根室	0.44	—	—
	014520	A	川上郡標茶町	釧路根室	0.73	0.56 ± 0.13	8.94 ± 1.24
	014595	B	野付郡別海町	釧路根室	0.06	—	—
	014600	A	標津郡中標津町	釧路根室	0.18	0.30 ± 0.23	7.82 ± 0.56
	014605	B	標津郡標津町	釧路根室	0.49	—	—
	014630	A	標津郡標津町	釧路根室	2.39	0.30 ± 0.12	8.81 ± 1.01
	014655	B	標津郡標津町	釧路根室	0.02	—	—
	014660	A	斜里郡斜里町	網走東部	0.07	0.39 ± 0.17	6.09 ± 0.69
	014680	A	標津郡中標津町	釧路根室	0.32	0.15 ± 0.06	10.48 ± 1.21
	014710	A	標津郡標津町	釧路根室	0.34	0.22 ± 0.08	9.35 ± 1.48
	014775	B	目梨郡羅臼町	釧路根室	0.96	—	—
	014780	A	斜里郡斜里町	網走東部	1.05	0.36 ± 0.21	8.86 ± 0.76
	014785	B	厚岸郡浜中町	釧路根室	0.13	—	—
	014800	A	標津郡標津町	釧路根室	0.39	0.39 ± 0.11	10.95 ± 2.78
	014805	B	目梨郡羅臼町	釧路根室	0.05	—	—
	014820	A	野付郡別海町	釧路根室	1.76	0.35 ± 0.21	10.49 ± 0.41
	014825	B	目梨郡羅臼町	釧路根室	0.01	—	—
	014840	A	野付郡別海町	釧路根室	0.12	0.49 ± 0.08	10.54 ± 0.86
014870	A	目梨郡羅臼町	釧路根室	0.78	0.31 ± 0.04	—※2	
014885	B	根室市	釧路根室	0.44	—	—	
青森県	020035	B	西津軽郡鰺ヶ沢町	津軽	0.14	—	—
	020040	A	中津軽郡西目屋村	津軽	0.50	—※3	—※3
	020045	B	西津軽郡鰺ヶ沢町	津軽	0.80	—	—
	020055	B	西津軽郡鰺ヶ沢町	津軽	0.26	—	—
	020065	B	西津軽郡鰺ヶ沢町	津軽	NA	—	—
	020085	B	弘前市	津軽	0.40	—	—
	020095	B	つがる市	津軽	4.04	—	—
	020160	A	北津軽郡中泊町	津軽	6.95	0.42 ± 0.18	—※1
	020165	B	南津軽郡大鰐町	津軽	1.93	—	—
	020210	A	平川市	津軽	0.14	0.33 ± 0.09	9.11 ± 1.55
	020215	B	青森市	東青	NA	—	—
	020220	A	青森市	東青	1.16	0.43 ± 0.17	7.21 ± 1.60
	020230	A	黒石市	津軽	1.97	0.73 ± 0.46	14.32 ± 2.70
	020255	B	青森市	東青	NA	—	—
岩手県	030005	B	和賀郡西和賀町	北上川中流	0.35	—	—
	030010	A	和賀郡西和賀町	北上川中流	0.27	0.23 ± 0.02	5.74 ± 2.51
	030055	B	奥州市	北上川中流	0.32	—	—
	030060	A	和賀郡西和賀町	北上川中流	1.46	0.46 ± 0.14	9.32 ± 3.74
	030065	B	和賀郡西和賀町	北上川中流	1.96	—	—
	030085	B	奥州市	北上川中流	0.24	—	—
	030090	A	北上市	北上川中流	0.24	0.31 ± 0.08	9.95 ±
	030190	A	八幡平市	馬淵川上流	1.36	0.39 ± 0.23	11.58 ± 2.03
030235	B	西磐井郡平泉町	北上川中流	0.00	—	—	

都道府県名	格子点ID	調査地に関する情報		炭素蓄積量(kg m ⁻²)				
		調査カテゴリー	市町村名	森林計画区	枯死木	堆積有機物	土壌	
岩手県	030265	B	八幡平市	馬淵川上流	1.43	—	—	
	030335	B	紫波郡紫波町	北上川上流	0.45	—	—	
	030350	A	二戸郡一戸町	馬淵川上流	0.49	0.17 ± 0.10	14.75 ± 1.33	
	030375	B	花巻市	北上川中流	0.12	—	—	
	030415	B	花巻市	北上川中流	0.23	—	—	
	030455	B	奥州市	北上川中流	NA	—	—	
	030470	A	盛岡市	北上川上流	0.30	0.46 ± 0.13	10.80 ± 1.28	
	030485	B	二戸市	馬淵川上流	0.22	—	—	
	030515	B	盛岡市	北上川上流	0.90	—	—	
	030550	A	花巻市	北上川中流	0.29	0.21 ± 0.05	11.46 ± 0.75	
	030575	B	一関市	北上川中流	0.28	—	—	
	030590	A	遠野市	北上川中流	1.53	0.34 ± 0.08	15.52 ± 1.28	
	030625	B	遠野市	北上川中流	NA	—	—	
	030630	A	遠野市	北上川上流	1.12	0.38 ± 0.15	8.46 ± 0.64	
	030650	A	久慈市	久慈・閉伊川	0.37	0.23 ± 0.16	4.59 ± 1.20	
	030655	B	陸前高田市	大槌・気仙川	0.45	—	—	
	030665	B	遠野市	北上川中流	2.75	—	—	
	030705	B	遠野市	北上川中流	0.36	—	—	
	030815	B	大船渡市	大槌・気仙川	0.14	—	—	
	030855	B	釜石市	大槌・気仙川	0.52	—	—	
	030885	B	大船渡市	大槌・気仙川	0.54	—	—	
	030890	A	釜石市	大槌・気仙川	0.81	0.12 ± 0.10	0.92 ± 1.30	
	030905	B	下閉伊郡岩泉町	久慈・閉伊川	0.01	—	—	
	030930	A	下閉伊郡岩泉町	久慈・閉伊川	0.59	0.70 ± 0.63	9.94 ± 0.84	
	030940	A	下閉伊郡山田町	久慈・閉伊川	0.87	0.43 ± 0.28	9.04 ± 3.67	
	宮城県	040040	A	仙台市	宮城南部	0.48	0.44 ± 0.11	16.55 ± 4.47
		040055	B	仙台市	宮城南部	0.20	—	—
040070		A	刈田郡蔵王町	宮城南部	0.26	0.45 ± 0.51	6.86 ± 1.91	
040105		B	仙台市	宮城南部	3.30	—	—	
040125		B	伊具郡丸森町	宮城南部	NA	—	—	
040140		A	仙台市	宮城南部	0.44	0.42 ± 0.09	10.31 ± 2.41	
040155		B	栗原市	宮城北部	0.03	—	—	
040165		B	岩沼市	宮城南部	NA	—	—	
040185		B	栗原市	宮城北部	0.41	—	—	
040250		A	栗原市	宮城北部	0.26	0.50 ± 0.36	8.30 ± 1.97	
040385		B	登米市	宮城南部	NA	—	—	
秋田県		050015	B	男鹿市	米代川	NA	—	—
	050060	A	能代市	米代川	2.36	1.10 ± 0.16	15.12 ± 0.58	
	050090	A	潟上市	米代川	1.67	0.64 ± 0.32	10.00 ± 0.95	
	050105	B	山本郡八峰町	米代川	0.52	—	—	
	050130	A	南秋田郡五城目町	米代川	0.78	0.71 ± 0.37	—※1	
	050135	B	山本郡三種町	米代川	3.35	—	—	
	050140	A	山本郡八峰町	米代川	0.54	0.74 ± 0.28	8.56 ± 1.89	
	050205	B	秋田市	雄物川	0.37	—	—	
	050220	A	山本郡藤里町	米代川	0.81	0.81 ± 0.70	12.31 ± 4.73	
	050235	B	大仙市	雄物川	0.13	—	—	
	050250	A	北秋田郡上小阿仁村	米代川	0.75	0.39 ± 0.19	10.46 ± 1.72	
	050255	B	能代市	米代川	0.02	—	—	
	050590	A	大館市	米代川	0.83	0.75 ± 0.24	9.89 ± 0.72	
	050630	A	大館市	米代川	1.58	0.36 ± 0.10	11.83 ± 2.50	
山形県	060340	A	最上郡戸沢村	最上村山	1.40	0.44 ± 0.04	13.32 ± 0.95	
	060470	A	新庄市	最上村山	0.98	0.33 ± 0.05	10.26 ± 1.69	
	060475	B	最上郡金山町	最上村山	NA	—	—	
	060575	B	最上郡最上町	最上村山	0.88	—	—	
福島県	070350	A	郡山市	阿武隈川	1.38	0.14 ± 0.05	12.92 ± 0.47	
	070375	B	郡山市	阿武隈川	0.04	—	—	
	070535	B	郡山市	阿武隈川	2.34	—	—	
	070565	B	郡山市	阿武隈川	0.55	—	—	
	070605	B	伊達郡川俣町	阿武隈川	4.41	—	—	
	070625	B	田村市	阿武隈川	0.02	—	—	
	070740	A	相馬市	磐城	0.04	0.17 ± 0.09	4.50 ± 1.81	
	070765	B	相馬市	磐城	2.17	—	—	
茨城県	070790	A	相馬市	磐城	2.79	0.71 ± 0.32	8.71 ± 0.58	
	080135	B	東茨城郡城里町	水戸那珂	0.56	—	—	
	080150	A	笠間市	水戸那珂	0.51	0.19 ± 0.07	7.43 ± 0.45	
	080210	A	常陸大宮市	八溝多賀	0.43	0.53 ± 0.56	9.85 ± 2.06	
	080245	B	久慈郡大子町	八溝多賀	0.96	—	—	
栃木県	080290	A	常陸太田市	八溝多賀	0.48	0.35 ± 0.09	9.94 ± 1.78	
	090010	A	日光市	鬼怒川	6.54	0.11 ± 0.02	20.29 ± 2.27	

都道府県名	格子点ID	調査地に関する情報		炭素蓄積量(kg m ⁻²)			
		調査カテゴリー	市町村名	森林計画区	枯死木	堆積有機物	土壌
群馬県	100140	A	吾妻郡中之条町	吾妻	2.87	0.58 ± 0.14	8.99 ± 1.39
	100200	A	渋川市	利根下流	0.14	0.65 ± 0.30	12.90 ± 1.22
	100250	A	沼田市	利根上流	0.27	0.16 ± 0.16	— ※1
	100265	B	渋川市	利根下流	0.97	—	—
	100295	B	利根郡片品村	利根上流	1.31	—	—
	100305	B	桐生市	利根下流	0.21	—	—
	100315	B	利根郡片品村	利根上流	0.49	—	—
埼玉県	110055	B	秩父市	埼玉	0.42	—	—
	110075	B	飯能市	埼玉	0.66	—	—
千葉県	120155	B	夷隅郡大多喜町	千葉南部	1.13	—	—
	120240	A	長生郡一宮町	千葉北部	1.59	0.46 ± 0.20	6.20 ± 0.24
	120265	B	山武市	千葉北部	4.75	—	—
	120295	B	匝瑳市	千葉北部	1.11	—	—
東京都	120305	B	香取市	千葉北部	4.19	—	—
	130010	A	西多摩郡檜原村	多摩	1.29	0.12 ± 0.07	8.42 ± 1.44
	130015	B	西多摩郡檜原村	多摩	2.05	—	—
神奈川県	130115	B	大島町	伊豆諸島	0.14	—	—
	140025	B	相模原市	神奈川	0.40	—	—
新潟県	150015	B	糸魚川市	上越	0.18	—	—
	150020	A	糸魚川市	上越	0.15	0.46 ± 0.09	9.68 ± 5.63
	150050	A	妙高市	上越	1.46	0.25 ± 0.04	16.29 ± 0.58
	150100	A	佐渡市	佐渡	0.57	0.27 ± 0.11	4.21 ± 2.00
	150175	B	上越市	上越	2.41	—	—
	150195	B	柏崎市	中越	0.07	—	—
	150230	A	十日町市	中越	0.65	0.11 ± 0.02	8.06 ±
	150420	A	長岡市	中越	0.13	0.41 ± 0.15	9.90 ± 2.77
	150425	B	三条市	中越	3.45	—	—
	150605	B	新発田市	下越	0.25	—	—
	150620	A	東蒲原郡阿賀町	下越	0.03	0.21 ± 0.11	5.34 ± 1.07
	150640	A	新発田市	下越	0.21	0.11 ± 0.07	8.48 ± 3.53
	150645	B	胎内市	下越	0.05	—	—
	150670	A	岩船郡関川村	下越	0.38	0.07 ± 0.01	9.90 ± 2.09
	150695	B	岩船郡関川村	下越	0.07	—	—
	150720	A	岩船郡関川村	下越	0.82	0.25 ± 0.12	7.66 ± 5.46
	150725	B	村上市	下越	0.15	—	—
	150730	A	岩船郡朝日村	下越	1.41	0.15 ± 0.03	11.20 ± 2.62
	150735	B	東蒲原郡阿賀町	下越	0.47	—	—
	富山県	150770	A	東蒲原郡阿賀町	下越	0.00	0.14 ± 0.15
160040		A	南砺市	庄川	0.00	0.38 ±	6.80 ±
160060		A	南砺市	庄川	0.35	0.79 ± 0.34	4.12 ± 0.62
石川県	160075	B	南砺市	庄川	0.18	—	—
	170040	A	小松市	加賀	0.17	0.43 ± 0.44	6.84 ± 3.29
福井県	180050	A	三方上中郡若狭町	若狭	0.40	0.26 ± 0.13	8.88 ± 3.08
	180055	B	三方郡美浜町	若狭	0.00	—	—
	180070	A	丹生郡越前町	越前	0.08	0.33 ± 0.08	7.36 ± 0.50
	180080	A	越前市	越前	0.67	0.28 ± 0.09	7.10 ± 2.41
	180155	B	南条郡南越前町	越前	0.21	—	—
山梨県	190210	A	大月市	山梨東部	0.50	0.06 ± 0.04	11.76 ± 9.03
	190225	B	大月市	山梨東部	1.88	—	—
	190240	A	大月市	山梨東部	0.28	0.09 ± 0.09	6.60 ± 0.40
	190250	A	大月市	山梨東部	0.38	0.12 ± 0.10	8.82 ± 2.80
長野県	200075	B	下伊那郡阿智村	伊那谷	0.81	—	—
	200090	A	松本市	中部山岳	0.36	0.20 ± 0.04	12.68 ± 2.71
	200125	B	松本市	中部山岳	0.65	—	—
	200180	A	下伊那郡阿南町	伊那谷	0.93	0.15 ± 0.00	5.86 ± 0.92
	200210	A	大町市	中部山岳	0.28	0.39 ± 0.12	7.69 ± 3.20
	200220	A	天龍村	伊那谷	0.75	0.16 ± 0.02	7.23 ± 1.51
	200250	A	安曇野市	中部山岳	0.38	0.46 ± 0.16	17.04 ± 3.27
	200305	B	北安曇郡白馬村	中部山岳	0.34	—	—
	200480	A	長野市	千曲川下流	0.41	0.21 ± 0.07	8.48 ± 1.74
	200525	B	上水内郡信濃町	千曲川下流	0.61	—	—
	200540	A	伊那市	伊那谷	1.17	0.23 ± 0.15	10.26 ± 1.83
	200555	B	千曲市	千曲川下流	0.71	—	—
	200565	B	上水内郡信濃町	千曲川下流	0.68	—	—
	200610	A	上田市	千曲川上流	1.40	0.34 ± 0.17	8.13 ± 4.35
	200615	B	埴科郡坂城町	千曲川下流	0.22	—	—
	200645	B	長野市	千曲川下流	0.43	—	—
	200670	A	上田市	千曲川上流	1.11	0.35 ± 0.10	16.67 ± 1.29

都道府県名	格子点ID	調査地に関する情報		炭素蓄積量(kg m ⁻²)			
		調査カテゴリー	市町村名	森林計画区	枯死木	堆積有機物	土壌
長野県	200780	A	下高井郡木島平村	千曲川下流	0.12	0.28 ± 0.05	5.71 ± 2.21
	200805	B	下水内郡栄村	千曲川下流	0.16	—	—
	200845	B	下水内郡栄村	千曲川下流	0.41	—	—
岐阜県	210195	B	大野郡白川村	宮・庄川	0.89	—	—
	210220	A	高山市	宮・庄川	5.43	0.42 ± 0.20	12.86 ± 2.59
	210265	B	郡上市	長良川	0.91	—	—
	210270	A	高山市	宮・庄川	0.97	0.67 ± 0.40	—※1
	210275	B	高山市	宮・庄川	0.05	—	—
	210300	A	高山市	宮・庄川	0.72	0.26 ± 0.03	14.90 ± 1.66
	210330	A	高山市	宮・庄川	1.57	0.31 ± 0.06	—※1
	210370	A	加茂郡八百津町	飛騨川	1.96	0.17 ± 0.01	10.18 ± 1.84
	210395	B	飛騨市	宮・庄川	0.16	—	—
	210435	B	瑞浪市	木曽川	0.77	—	—
	210440	A	加茂郡白川町	飛騨川	0.71	0.52 ± 0.36	14.91 ± 2.54
	210465	B	瑞浪市	木曽川	0.13	—	—
	210470	A	加茂郡白川町	飛騨川	0.51	0.34 ± 0.06	7.25 ± 3.09
	210495	B	恵那市	木曽川	0.57	—	—
	210530	A	恵那市	木曽川	0.18	0.16 ±	10.94 ±
	210535	B	加茂郡白川町	飛騨川	2.20	—	—
	210560	A	恵那市	木曽川	0.34	0.25 ± 0.16	7.76 ± 1.81
	210565	B	中津川市	木曽川	0.05	—	—
	210570	A	中津川市	木曽川	1.08	0.33 ± 0.21	—※1
	210590	A	中津川市	木曽川	1.79	0.17 ± 0.12	9.22 ± 2.76
210615	B	恵那郡上矢作町	木曽川	2.22	—	—	
静岡県	220090	A	浜松市	天竜	0.42	0.13 ± 0.04	8.47 ± 2.14
	220100	A	周智郡森町	天竜	0.61	0.09 ± 0.05	7.72 ± 0.37
	220125	B	浜松市	天竜	1.29	—	—
	220280	A	静岡市	静岡	0.42	0.11 ± 0.04	8.24 ± 2.72
	220295	B	静岡市	静岡	1.17	—	—
	220365	B	富士市	富士	0.48	—	—
	220460	A	伊豆の国市	伊豆	1.72	0.18 ± 0.06	5.63 ± 0.18
愛知県	230230	A	岡崎市	尾張西三河	0.55	0.23 ± 0.12	9.38 ± 0.80
	230300	A	北設楽郡設楽町	東三河	0.34	0.12 ± 0.06	6.15 ± 2.96
	230315	B	北設楽郡東栄町	東三河	2.64	—	—
	230320	A	北設楽郡東栄町	東三河	0.39	0.08 ±	0.00 ±
三重県	240005	B	熊野市	尾鷲熊野	0.24	—	—
	240010	A	南牟婁郡御浜町	尾鷲熊野	0.50	0.37 ± 0.31	9.12 ± 3.63
	240040	A	熊野市	尾鷲熊野	0.25	0.25 ± 0.14	7.80 ± 2.66
	240085	B	伊賀市	伊賀	0.43	—	—
	240365	B	鳥羽市	南伊勢	0.22	—	—
滋賀県	250095	B	湖南市	湖南	0.90	—	—
	250205	B	東近江市	湖南	0.03	—	—
	250225	B	多賀町	湖北	0.36	—	—
	250245	B	犬上郡多賀町	湖北	0.13	—	—
京都府	260015	B	京丹後市	由良川	0.57	—	—
	260075	B	宮津市	由良川	0.35	—	—
	260100	A	綾部市	由良川	0.54	0.15 ± 0.09	11.31 ± 1.60
	260140	A	綾部市	由良川	0.45	0.23 ± 0.11	9.72 ± 2.90
	260150	A	南丹市	淀川上流	0.85	0.13 ± 0.13	10.34 ± 3.28
	260190	A	京都市	淀川上流	0.64	0.24 ± 0.27	12.99 ± 2.37
	260195	B	京都市	淀川上流	0.41	—	—
	260245	B	京都市	淀川上流	0.25	—	—
大阪府 兵庫県	270100	A	南河内郡千早赤坂村	大阪	0.50	0.31 ± 0.07	4.91 ± 0.35
	280010	A	赤穂市	揖保川	0.41	0.39 ± 0.11	5.93 ± 0.64
	280060	A	美方郡新温泉町	円山川	3.12	0.17 ± 0.14	10.29 ± 0.06
	280160	A	南あわじ市	加古川	0.32	0.36 ± 0.23	6.61 ± 0.72
	280180	A	養父市	円山川	1.23	0.45 ± 0.23	8.77 ± 1.28
	280300	A	朝来市	円山川	1.20	0.20 ± 0.17	7.30 ± 0.91
	280305	B	豊岡市	円山川	0.73	—	—
	280355	B	多可町	加古川	0.05	—	—
	280440	A	丹波市	加古川	1.06	0.13 ± 0.07	12.75 ± 0.53
	280485	B	三田市	加古川	0.50	—	—
	290055	B	河合町	大和・木津川	1.98	—	—
	290185	B	吉野郡東吉野村	吉野	1.69	—	—
和歌山県	300160	A	有田郡有田川町	紀中	1.47	0.25 ± 0.13	7.79 ± 5.20
	300165	B	伊都郡かつらぎ町	紀北	1.26	—	—
	300195	B	田辺市	紀南	2.45	—	—
	300250	A	東牟婁郡串本町	紀南	0.15	0.12 ± 0.10	8.61 ± 2.10
	300260	A	田辺市	紀南	0.61	0.11 ± 0.10	2.13 ± 2.49

都道府県名	格子点ID	調査地に関する情報		炭素蓄積量(kg m ⁻²)				
		調査カテゴリー	市町村名	森林計画区	枯死木	堆積有機物	土壌	
和歌山県	300270	A	新宮市	紀南	1.09	0.26 ± 0.09	6.66 ± 1.07	
鳥取県	310035	B	西伯郡南部町	日野川	1.37	—	—	
	310050	A	西伯郡伯耆町	日野川	0.79	0.27 ± 0.03	8.13 ± 1.05	
	310060	A	西伯郡伯耆町	日野川	0.76	0.25 ± 0.10	10.21 ± 2.44	
島根県	320240	A	出雲市	斐伊川	0.58	0.09 ± 0.06	4.60 ± 0.32	
	320245	B	雲南市	斐伊川	0.00	—	—	
	320275	B	簸川郡斐川町	斐伊川	0.22	—	—	
	320300	A	松江市	斐伊川	0.98	0.58 ±	5.64 ±	
	320310	A	雲南市	斐伊川	0.46	0.44 ± 0.21	9.39 ± 1.41	
	320315	B	松江市	斐伊川	1.00	—	—	
	320325	B	松江市	斐伊川	1.65	—	—	
	320365	B	安来市	斐伊川	0.24	—	—	
	320375	B	安来市	斐伊川	0.82	—	—	
	320380	A	八束郡東出雲町	斐伊川	1.49	0.04 ±	5.88 ±	
	320400	A	安来市	斐伊川	0.14	0.43 ± 0.31	3.28 ± 0.64	
	320410	A	安来市	斐伊川	0.90	0.17 ± 0.11	9.85 ± 1.69	
	岡山県	330255	B	鏡野町	吉井川	0.22	—	—
		330280	A	奥津町	吉井川	0.37	0.51 ± 0.39	12.57 ± 2.22
330290		A	御津町	旭川	0.26	0.83 ± 1.30	4.18 ± 0.28	
330295		B	久米南町	旭川	0.71	—	—	
330305		B	上斎原村	吉井川	1.04	—	—	
330320		A	津山市	吉井川	0.95	0.34 ± 0.19	6.24 ± 2.95	
330340		A	津山市	吉井川	0.22	1.04 ± 1.60	4.98 ± 1.61	
330345		B	加茂町	吉井川	0.30	—	—	
330365		B	加茂町	吉井川	0.78	—	—	
330375		B	和気郡和気町	吉井川	0.28	—	—	
広島県	340045	B	廿日市市	太田川	1.12	—	—	
	340100	A	広島市	太田川	0.21	0.15 ± 0.13	4.12 ± 0.45	
	340120	A	広島市	太田川	0.17	0.29 ± 0.15	4.61 ± 0.90	
	340150	A	広島市	太田川	1.36	0.47 ± 0.17	7.61 ± 0.91	
	340160	A	安芸郡熊野町	太田川	0.16	0.16 ± 0.09	4.03 ± 1.02	
	340165	B	広島市	太田川	0.64	—	—	
	340180	A	広島市	太田川	0.19	0.31 ± 0.22	7.37 ± 2.49	
	340185	B	広島市	太田川	0.26	—	—	
340220	A	安芸高田市	江の川上流	1.76	0.49 ± 0.34	11.47 ± 2.64		
山口県	350195	B	防府市	山口	0.16	—	—	
	350235	B	山口市	山口	0.68	—	—	
	350245	B	周南市	岩徳	0.08	—	—	
	350265	B	周南市	岩徳	0.03	—	—	
	350275	B	周南市	岩徳	1.43	—	—	
	350290	A	周南市	岩徳	1.47	0.32 ± 0.26	8.39 ± 1.24	
	350295	B	光市	岩徳	0.36	—	—	
	350300	A	周南市	岩徳	1.95	0.47 ± 0.25	10.33 ± 2.93	
徳島県	360130	A	那賀郡那賀町	那賀・海部川	0.86	0.39 ± 0.30	10.30 ± 1.17	
	360145	B	海部郡海南町	那賀・海部川	2.01	—	—	
	360150	A	那賀郡那賀町	那賀・海部川	0.35	0.97 ± 0.34	12.25 ± 3.18	
	360160	A	海部郡海南町	那賀・海部川	0.34	0.73 ± 0.57	7.19 ± 1.09	
	360165	B	那賀郡那賀町	那賀・海部川	2.03	—	—	
愛媛県	380010	A	西予市	肱川	0.13	0.35 ± 0.20	2.74 ± 0.28	
	380025	B	大洲市	肱川	0.66	—	—	
	380035	B	西予市	肱川	0.30	—	—	
	380100	A	大洲市	肱川	0.06	0.07 ± 0.03	9.10 ± 2.08	
	380120	A	喜多郡内子町	肱川	0.45	0.20 ± 0.17	1.95 ± 1.78	
	380150	A	西予市	肱川	0.16	0.22 ± 0.04	4.32 ± 1.10	
高知県	390110	A	大方町	四万十川	0.57	0.12 ± 0.13	6.72 ± 1.20	
	390125	B	大正町	四万十川	0.46	—	—	
	390200	A	いの町	嶺北仁淀	0.10	0.53 ± 0.01	11.89 ± 1.05	
	390215	B	いの町	嶺北仁淀	0.32	—	—	
	390235	B	いの町	嶺北仁淀	2.62	—	—	
	390240	A	いの町	嶺北仁淀	0.88	0.26 ± 0.24	4.13 ± 4.57	
	390290	A	土佐町	嶺北仁淀	0.17	0.59 ± 0.29	5.04 ± 1.16	
	390330	A	大豊町	嶺北仁淀	0.20	0.34 ± 0.05	5.38 ± 1.19	
	390345	B	香美市	高知	2.20	—	—	
福岡県	400085	B	糟屋郡宇美町	福岡	0.43	—	—	
	400105	B	筑紫野市	福岡	0.34	—	—	
	400180	A	北九州市	遠賀川	3.02	0.53 ± 0.42	7.60 ± 0.64	
	400225	B	八女市	筑後・矢部川	2.73	—	—	
	400255	B	田川郡添田町	遠賀川	1.42	—	—	
	400305	B	豊前市	遠賀川	0.47	—	—	

都道府県名	格子点ID	調査地に関する情報		炭素蓄積量(kg m ⁻²)				
		調査カテゴリ	市町村名	森林計画区	枯死木	堆積有機物	土壌	
佐賀県	410090	A	多久市	佐賀東部	0.06	0.68 ±	10.05 ±	
長崎県	420020	A	五島市	五島壱岐	0.26	0.46 ± 0.26	5.48 ± 1.50	
	420045	B	対馬市	対馬	1.38	—	—	
	420085	B	対馬市	対馬	0.34	—	—	
	420110	A	佐世保市	長崎北部	0.03	0.16 ± 0.04	10.55 ± 1.27	
	420150	A	長崎市	長崎南部	0.45	1.12 ± 0.34	6.86 ± 2.63	
	420160	A	長崎市	長崎南部	0.59	0.64 ± 0.80	6.38 ± 2.16	
	420190	A	東彼杵郡東彼杵町	長崎北部	0.54	0.42 ±	10.46 ±	
熊本県	430060	A	水俣市	球磨川	3.14	0.18 ± 0.07	4.29 ± 0.70	
	430070	A	葦北郡津奈木町	球磨川	0.54	0.23 ± 0.07	5.41 ± 1.74	
	430095	B	葦北郡芦北町	球磨川	0.35	—	—	
	430115	B	球磨郡球磨村	球磨川	0.31	—	—	
	430140	A	球磨郡球磨村	球磨川	0.48	0.45 ± 0.51	6.45 ± 4.58	
	430155	B	熊本市	白川・菊池川	0.28	—	—	
	430200	A	球磨郡五木村	球磨川	0.20	0.36 ± 0.32	8.05 ± 3.38	
	430230	A	球磨郡五木村	球磨川	0.19	0.39 ± 0.31	10.12 ± 3.36	
	430315	B	八代市	球磨川	1.62	—	—	
	430340	A	八代市	球磨川	1.02	0.39 ± 0.12	13.52 ± 3.08	
	430355	B	菊池市	白川・菊池川	1.07	—	—	
	大分県	440010	A	日田市	大分西部	1.55	0.41 ± 0.36	17.41 ± 1.91
		440015	B	日田市	大分西部	6.28	—	—
440030		A	日田市市	大分西部	1.06	0.30 ± 0.05	11.01 ± 3.14	
440055		B	玖珠郡玖珠町	大分西部	0.14	—	—	
440060		A	玖珠郡九重町	大分西部	0.46	0.49 ± 0.32	19.00 ± 2.56	
440065		B	玖珠郡玖珠町	大分西部	3.34	—	—	
440075		B	玖珠郡玖珠町	大分西部	0.17	—	—	
440085		B	玖珠郡九重町	大分西部	2.58	—	—	
440355		B	佐伯市	大分南部	0.30	—	—	
宮崎県	450145	B	串間市	広渡川	0.63	—	—	
	450150	A	日南市	広渡川	1.76	0.28 ± 0.30	4.01 ± 0.84	
	450185	B	串間市	広渡川	2.31	—	—	
	450245	B	東臼杵郡美郷町	耳川	0.30	—	—	
	450270	A	日南市	広渡川	0.21	0.35 ± 0.13	10.05 ± 1.29	
	450325	B	日向市	耳川	0.25	—	—	
	450410	A	日向市	耳川	0.29	0.41 ± 0.26	9.68 ± 4.17	
	450430	A	東臼杵郡門川町	耳川	0.13	0.27 ± 0.13	7.12 ± 1.27	
	450445	B	延岡市	五ヶ瀬川	0.25	—	—	
	450475	B	延岡市	五ヶ瀬川	0.05	—	—	
	450485	B	延岡市	五ヶ瀬川	0.39	—	—	
	鹿児島県	460130	A	阿久根市	北薩	0.00	0.08 ± 0.03	3.77 ± 1.91
		460150	A	鹿児島郡出水市	北薩	0.56	0.14 ± 0.11	10.93 ± 2.18
460175		B	出水市	北薩	0.98	—	—	
460290		A	薩摩郡さつま町	北薩	2.30	0.19 ± 0.12	6.91 ± 0.84	
460310		A	薩摩川内市	北薩	0.92	0.23 ± 0.18	12.18 ± 3.13	
460340		A	鹿児島市	南薩	0.39	0.19 ± 0.08	2.20 ± 0.08	
460390		A	鹿屋市	大隅	1.05	0.40 ± 0.12	5.57 ± 0.16	
460415		B	鹿屋市	大隅	0.50	—	—	
460470		A	曾於市	大隅	0.13	0.41 ± 0.22	7.81 ± 0.48	
460495		B	曾於郡大崎町	大隅	0.35	—	—	
460540		A	曾於市	大隅	2.45	0.59 ± 0.73	12.10 ± 3.39	
460545		B	志布志市	大隅	0.42	—	—	
沖縄県		470070	A	国頭郡大宜味村	沖縄北部	0.25	0.26 ± 0.07	8.16 ± 2.32
	470075	B	国頭郡国頭村	沖縄北部	0.08	—	—	
	470080	A	国頭郡国頭村	沖縄北部	0.72	0.28 ± 0.02	6.48 ± 0.51	
			平均		0.84	0.34	8.46	
			最大		6.95	1.32	20.29	
			最小		0.00	0.04	0.00	

堆積有機物と土壌における、±の後ろの値は標準偏差を示す。
データが1地点しかない格子点は、標準偏差の値が空白になっている。

QA/QCによる除外

- ※1 土壌の炭素濃度が250 g kg⁻¹以上のため集計から除外する。
- ※2 試料調整チェックで採取深度が不適切と判断されたため集計から除外する。
- ※3 調査地までの到達に困難が伴い調査時間が確保できないため枯死木調査のみ行った。

資料 1

全体説明会・現地講習会の記録

令和4年度森林吸収源インベントリ情報整備事業全体説明会

開催日時：2022年5月11日（水）13:30～15:00

方法：ウェブ会議システム（Microsoft Teams）

参加者（森林総研）：石塚・相澤・古澤・今矢・川西・酒井（寿）・山田・小林・長倉・森貞・山下・大貫・今村・坂下・執行・細川〔立地環境研究領域〕、橋本（徹）〔北海道支所〕、野口・森下・木田〔東北支所〕、岡本・渡壁・伊藤（江）〔関西支所〕、稲垣（善）・志知〔四国支所〕、酒井（佳）〔九州支所〕

参加者（受託者）：菊地・川尻・杉浦・澄川・古澤・米田〔(株)セ・プラン〕、丸山・中島・重松・吉田〔(株)構研エンジニアリング〕、中島・美馬・泉谷・杉田〔(株)RIC〕、南・庭田〔(株)環境テクニカルサービス〕、成田・石川〔個人事業主〕、藏重・高野・山本・鷺田・太田・櫻井・川村・佐藤・平塚〔(株)宮城環境保全研究所〕、大輪・柳川〔(株)GTフォレストサービス〕、渡辺・北井・長田・小林・山田・麓・北館〔(株)一成〕、中園・内田・永野・小早川・大塚・古賀・中川・江崎〔(株)九州自然環境研究所〕、瀬戸坂・濱野・長谷川・小田倉・藤田〔クリタ分析センター(株)〕

参加者（林野庁森林整備部森林利用課）：魚住・坂口・日吉

スケジュール

- 13:30 開会
林野庁挨拶
- 13:35 講義
 - I 概要と令和4年度実施計画（石塚）
 - II 事業実施に関する準備と実行（相澤）
 - III 調査方法の注意点（今矢）
 - IV 野帳様式と入力フォームの注意点（川西）
 - V 試料調整と分析（古澤）
 - VI データの品質管理と成果の提出（相澤）
- 14:50 全体の質疑応答
- 15:00 閉会

概要

本年度の事業内容の説明会は、新型コロナウイルスの状況が見通せないため、一箇所に集まることは避けてウェブ会議システム（Microsoft Teams）を使用した。試料収集分析業務に関わる業者を対象に、今年度の調査実施にあたっての注意点を中心に簡潔に説明した。

開会にあたり林野庁森林利用課魚住課長補佐の挨拶があった。今年の4月に環境省からインベントリ調査の成果も踏まえて2020年度の吸収量の算定結果が公表されたことなど

を背景に、より精緻な算定が求められることから、インベントリ調査のデータを継続して収集していくことの重要性が説明され、現地調査にあたっては、安全第一で行い、コロナの感染対策にも引き続き留意していただきたいとの要望が伝えられた。

続いて議題に沿って概要と実施計画、調査の準備と実行、野外調査、データ入力、試料調整・分析、データの品質管理と提出について、昨年度の問題点を踏まえて重点的な注意事項を中心に解説し、質疑応答を行った。

概要と令和4年度実施計画では、調査精度の確保のために行っている点検は手間がかかるが非常に大事なプロセスであること、各段階のデータの仮提出は結果確定までのスケジュールに影響するので期限内の提出が重要であることを説明した。また、土壌炭素蓄積量調査において堆積有機物と鉱質土壌の層界区分の正確性がデータの精度に影響を与えていること、枯死木調査では見落としとライン設定のずれが誤差の要因と推定されることを説明した。

事業実施に関する準備と実行では、昨年度は到達に時間がかかったため未完了となった例がいくつかあったので、時間がかかりそうな地点は増員や2日以上かけての調査日程の確保などにより、調査完了に努めるように伝えた。到達経路情報を事前に精査することが重要で、不足があれば森林総研から過去の情報を提供できる場合もあることを説明した。

調査方法の注意点では、調査手順の概説の後、各項目の注意点を説明した。事前準備では適正な調査人員の確保の重要性、枯死木調査では根株測定の見方、土壌断面調査では堆積有機物層と鉱質土層の境界判定の重要性と断面整形、野帳記載の要点を重点的に説明した。また、野帳様式A1、A2は後から清書した方が良く、A3からA5は現場で完成させることを説明した。

野帳様式と入力フォームの注意点では、根株調査で根株が分岐している場合の野帳入力方法を再度確認した。様式A4の堆積有機物層の厚さについて、存在しない場合の記入方法がこれまで統一されていなかったが、今年から統一して0と記入することを説明した。

試料調整と分析では、昨年からの変更点はなく、引き続き丁寧な作業と試料の確認が重要なことを説明し、現地調査受託業者の方には試料を採取次第、速やかに分析業務担当者に送付していただきたいと伝えた。

データの品質管理と成果の提出では、データ仮提出から確定までの流れを説明し、野外調査データの仮提出は試料調整が済む前に森林総研に届いている必要があること、試料調整データの仮提出はデータを溜めずに毎週行うことを強調した。また、昨年度から定体積土壌試料調整後の細土の一部をその地点のデータ確定まで保管するよう指示していることを確認した。

質疑応答では、枯死木調査での根株の測定法について質問があった。樹皮と心材のみ残存する根株の場合に、残存する心材が直径5cm未満のときは対象外かとの質問があり、対象外になると回答した。また、心材がなくなり辺材部と樹皮のみが残ってクレーター状になっている場合の根株直径の測定方法について質問があり、材が残っている部分の体積が

算出できるよう直径と高さを測定するので、根株直径は内部の空洞は考慮せず残っている材の直径を測定すると回答した。

最後に林野庁からの連絡事項として、森林利用課日吉企画調整係長から、所有者や法令制限の状況報告を年度末の実績報告の際に提出してもらっているが、データ更新や取りまとめのため、調査が終了しデータが確定次第提出して欲しいとの話があった。

今回の説明と質疑を通して、初年度の結果を踏まえての調査の要注意点が整理され、第四期2年目の事業実施に向けて有効であったと考えられる。

令和4年度森林吸収源インベントリ情報整備事業北海道ブロック現地講習会報告

開催日：2022年5月26日（木）

場所：北海道芦別市（格子点ID：011820）

講師：橋本（徹）、梅村（森林総研北海道支所）、相澤、山下（森林総研立地環境研究領域）

概要

北海道ブロックの調査を実施する担当者11名（（株）セ・プラン2名、（株）構研エンジニアリング3名、（株）リック4名、（株）環境テクニカルサービス2名）を対象に、北海道芦別市の国有林で現地講習会を実施した。受講者11名のうち、6名は調査経験があり、5名は未経験者であった。天候は晴れであった。

8時30分に調査地近くの三段滝公園駐車場に集合した。自己紹介を行い、GPSログの取得を確認した後、作業道入口の駐車スペースまで車6台で移動した。準備を整え、8時55分に出発した。作業道を700mほど進み、林内に50mほど入ったところで9時10分に調査プロットに到着した。調査地は、トドマツが優占する針広混交林で、下層は腰丈ほどのクマイザサで覆われていた。講習会の進め方は、受講者のうち経験者が主体となって未経験者に指導しながら調査を行い、森林総研の講師が助言する形式を基本とした。

到着後に中心杭が見つからなかったため中心杭の仮杭を設定した。受講者は2本のみ見つかった円周杭（E、NW）からの方位を基準に中心杭の位置を決めた。中心杭の仮杭を設定した際、E杭との水平距離が22mあり、大円半径としては大きすぎると指摘したが、受講者が現場で得られた情報から決めた位置であるため、修正は求めなかった。受講者は中心杭の仮杭からE杭までの斜距離に基づいて、残りの円周杭（N、S、W）の位置を決定し仮杭を設置した。

10時15分から、枯死木調査を東西班と南北班に分かれて行った。倒木の幹とそこから出ている直径5cm以上の枝の両方がラインにかかっているケースがあった。受講者は幹のみを測定すれば良いと判断したが、ラインを横切っている部分が直径5cm以上であれば、両方とも測定するよう指導した。また、倒木の分解度を判定するときは、ラインにかかっている部位で判断することを説明した。高さ50cm付近から生きた芽が出ている立枯木があった。芽が出ている部分より上は枯死していると考えられたため、萌芽している立枯木として測定対象とした。また、傾いた立枯木の高さは、立枯木上端の鉛直方向の高さではなく、幹の長さを測定するよう指導した。根株測定では、地際高の下部測定位置が地際直径を測定した位置とは必ずしも一致しないことをマニュアルに従って指導した。経験者は、未経験者に対して根株の写真は全体の形状が分かるように複数枚撮影すると良いことを丁寧に指導していた。

12時15分から4班に分かれて土壌炭素蓄積量調査を行った。粗掘りの際、ブルーシートを敷かずに掘り始めようとする場面があったため、きちんとブルーシートを使うように指導した。断面整形では、堆積有機物層を切らずに粗掘り面をそのまま整形しようとする場面

があったため、粗掘り面の 10 cm 程度斜面上方に整形面を設定し、剪定ばさみで堆積有機物層を丁寧に切るよう説明し、講師が実演を行った。また、整形面は斜めになりがちになるので、ときどき横から覗いて鉛直になっていることを確認しながらコテで削るよう指導した。コテの代わりにスクレーパー状の器具を使用する場面があったが、刃が薄くてしなるため使いにくそうに見えた。なるべく土壌用のコテを購入すること、納品に時間がかかる場合は貸与も可能であることを伝えた。N、E、S 地点では、わずかに H 層が認められたため、受講者に感触などを確認してもらいながら、講師がその特徴について解説した。受講者が用意した写真撮影時の撮影用ボードは、四隅に穴が開けられており、竹串を挿して土壌に固定できるようになっていた。これはボードの向きを調整し易くするためのものであり、作業効率と視認性を上げるための優れた工夫であった。

堆積有機物試料の採取では、採取枠の周囲を切断する際、枠の外側に沿って切ろうとする場面があった。枠は内径が 50 cm となるように作られているため、内側に沿って切らなければならないことを指導した。N 地点では、数センチの厚みのルートマットが堆積有機物層から鉍質土層にまたがって発達していた。ルートマットに絡んだ堆積有機物を採取しようとする、根に引きずられて土壌が混入しそうなため、堆積有機物を含んだルートマットを少し残して採取を終了した。残されたルートマット内の堆積有機物は化学分析用土壌試料を採取する際に 0~5 cm の土壌試料に含めて採取した。このような場合の採取方法を受講者から質問されたが、その場では明確に回答できなかったため後日回答することとした。後日森林総研で調査方法を再度確認し、受講者には「堆積有機物層と鉍質土層にまたがってルートマットが存在し、ルートマットをはがすと鉍質土層を攪乱するような場合は、剪定鋏等を使用して根を堆積有機物層と鉍質土層の境界で切り、堆積有機物層のみを採取する。生根は除去する（現場で除去できない場合は試料調整時に除去する）。境界で切り分けることが困難な場合は、鉍質土層を攪乱しない範囲で堆積有機物試料を採取する。採取しきれなかった堆積有機物試料は 0-5cm の化学分析用土壌試料に加える。」と説明した。

定体積土壌試料の採取では、円筒試料の採取方法について講師が実演を交えながら説明を行った。受講者が 5~15 cm の円筒を採取しようとした際、採取を始める深さが曖昧で、深く掘りすぎる恐れがあったため、左右の串を参考にして、目標とする深さ 7 cm の面を正確に出すよう指導した。また、円筒からはみ出た土壌を削る際に、すりきりが甘かったため、ナイフ等できちんと円筒の高さで切るように指導した。S 地点では、15~30 cm の石礫率が 70%と高く、円筒での試料採取が困難であったため、ブロックサンプリングを行った。ブロックの採取位置とサイズは、その範囲の石礫率が、採取深度全体における石礫率と同程度になるように選定する必要がある。今回のケースでは、巨礫が多く、理想の位置に竹串が刺さらなかったり、掘り進める内に仮想ブロックがわからなくなったりするなど難しい場面があった。このような場合、折尺でこまめにサイズを確認しながら慎重に掘り進めることが重要であると思われた。

講習会終了後に講師が倒木の陰に隠れている中心杭を発見した。結果として、仮杭は本来の中心杭から 6 m 以上西にずれていた。中心付近の立木に 2 本テープが巻かれていたの

で、受講者はこの付近に中心杭があると考え、中心杭探索の際に判断が引きずられた可能性がある。講習会での指導としては、大円半径が大きすぎるため位置が間違っている可能性があることを強調し、もう少し東側で再度中心杭を探すよう指示するべきだったかもしれない。ただし、今回は本当の中心杭が見つかったため答え合わせができたが、中心杭が見つかるまでは、大円半径の大きさに疑問を感じつつも、これで了としていた。中心杭を見つけることの重要性をあらためて認識した。

土壌調査終了後、中心杭付近で混合試料を作成し、調査プロット見取り図を作成した。16時15分に調査地を後にして駐車スペースまで戻り、講評の後16時45分に解散した。

本講習会では、経験者による段取りや役割分担が非常にスムーズであり、未経験者に対して丁寧な説明が行き届いていた印象であった。一方で、慣れにより作業が不正確になってしまっている部分や、癖がついてしまっている部分が見受けられたため、今一度マニュアルを見直し、作業手順や注意事項などを確認することが重要であると思われた。本講習会によって、今後の調査精度が向上するものと期待される。



仮杭を設置した中心付近の立木に巻かれていたテープ



未経験者による水平距離測定の実習



ラインにかかる倒木の幹とその枝



経験者による未経験者への根株測定の指導



竹串を挿して角度を調整できるように工夫された撮影用ボード



堆積有機物層から鉱質土層にかけてルートマットが発達していたN地点



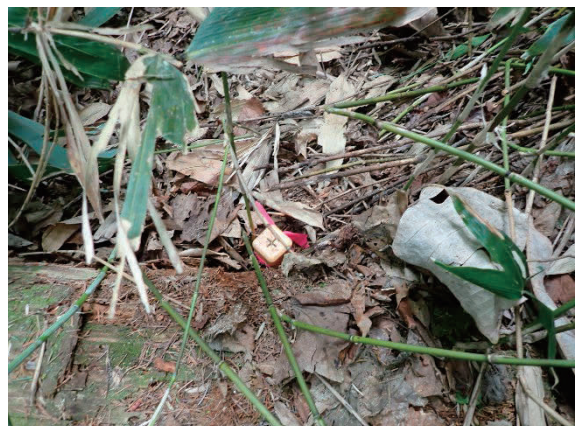
N地点における化学分析用土壌試料の採取



経験者による円筒試料採取の様子



15~30 cm で石礫率の高かったS地点



調査後に倒木の陰から発見された中心杭

令和4年度森林吸収源インベントリ情報整備事業東北ブロック現地講習会報告

開催日：2022年5月23日（月）

場 所：宮城県仙台市（格子点 ID：040140）

受講者：（株）宮城環境保全研究所 8名

講 師：森下、木田（森林総研東北支所）、今矢、小野（森林総研立地環境研究領域）

概要

東北ブロックを担当する（株）宮城環境保全研究所を対象に、宮城県仙台市の国有林において現地講習会を行った。同社はこれまで継続的にインベントリ事業に参加しており、受講者8名中2名が本事業の調査未経験であった。講習は本事業の調査経験者（以下、経験者）が本事業の調査未経験者（以下、未経験者）の指導を行いながら調査し、作業中に気づいた点や受講者からの質問に対して、講師が助言・回答する形で行った。当日朝の移動中は雨だったが、林内では作業に支障がなく14時から晴れ、無事に講習会を実施できた。

8時30分にミニストップ仙台泉福岡店に集合した後、車で10分移動して、林道脇に駐車した。駐車地点にて、挨拶、講習の手順説明、GPSログ取得の確認、調査用具の確認を行った（写真1）。調査地点に移動し、9時20分に中心杭が発見された。9時25分には4方位の円周杭が速やかに見付き、ライン張りとし林相写真の撮影を行った。調査ラインの基準である巻尺は地面を這わせるよう指摘し、撮影ではボードを持つ人の位置を指導した。調査地は樹冠の最上層をアカマツが占め、その下層をサクラ、イタヤカエデ、クリなどの広葉樹が占めていた。林床植生は高くなく、見通しは確保され調査に支障はなかった。9時40分から南北ラインのライン長・斜度の測定、枯死木調査を全員で行った。枯死木の調査については、受講者の分解度や根株測定位置などを基準に合わせるため、講師が時間をかけて説明した。分解度の判定はマニュアルの記載内容から判断し、1段階のずれは許容範囲であると説明した（写真2）。途中、蔓に巻かれている株の高さが1.45mだったため根株として測定を継続しようとしていたが、萌芽していることから調査対象外であることを講師から指摘した（写真3）。受講者が立枯木を見逃し講師が指摘する場面もあり、ラインから両側1mの範囲はよく観察する必要があることを周知した。また、受講者から直径4.8cmの枯死木に対して、0.5cmで括約すると5cmになるので調査対象かという質問があり、調査対象は5.0cm以上であり、4.8cmのものは調査対象外であること説明した。また、直径巻尺を用いる場合は0.5cm刻みに括約せず、読み値をそのまま0.1cm刻みで記録してよいと説明した。さらに、根株直径と根株の長さの測定は根株地上部の現存している体積を円錐台とみなして推定するためであり、妥当な体積となるように測定位置を決定することを説明した（写真4）。その後、11時から東西ラインの調査を未経験者2名が経験者2名の指導のもと実施し、経験者3名がN・S・Wの3方位の土壌断面の粗掘り、経験者1名が見取り図の作成をそれぞれ分かれて行った。土壌断面3か所の粗掘りについては経験者による作業のため特に問題はなかった。また、見取り図の作成については、隈なく林内を踏査して地形を把握し、植生を観察していることを確認した。傾斜の勾配がはっきりしていた東西ラインでは、未経験

者へのクリノメーターの使い方の講習も行い、正確に傾斜が測れていることを確認した。13時15分にライン調査が終了し、14時まで昼休憩とした。14時から経験者による3方位の土壤炭素蓄積量調査の続きと未経験者への指導を兼ねたE地点の土壤炭素蓄積量調査を開始した。適宜、断面作成や断面写真撮影、断面記載についての助言を行った。断面写真撮影時には堆積有機物採取枠の断面側の3分の1が写り、撮影ボードの記載内容が読め、スケール下端までが写るように断面を大きく撮影するよう説明した。その後、堆積有機物の採取について、講師が堆積有機物と鉱質土壤混入物を分けたものを回覧し、鉱質土壤の混入は重さの過大評価につながるため、混入があるか疑わしい場合は採取を控えるように説明した。時間的な制約から化学分析用土壤試料の採取や定体積試料の採取は全地点で経験者が行い、作業に大きな問題はなかった。化学分析用土壤試料の採取において、奥行きは斜面に沿った長さではなく水平距離であること、0~5cmの深度試料の採取では奥側で深くなりがちであるため、奥側から手前側に深さを確認しながら採取することを指導した。17時20分に全方位の土壤試料採取が完了した。その後、化学分析用土壤試料の混合・分取を行った。混合するのは化学分析用土壤試料のみであり、試料の混同が起こらないよう、様式A5に記入しながら作業するように説明した。混合後の化学分析用土壤試料の分取は、十分な量が不安なら多めにするべきだが、多過ぎないように指導した。17時45分に調査地での作業が完了し、18時05分に駐車位置に帰着した。その後、様式と試料のチェックを行い、本講習の講評を行った。今回、未経験者は枯死木調査の確認と土壤断面作成に重点を置いたため、土壤試料の採取を実体験できなかった。これについては、経験者への助言を共有し、内部で指導することをお願いした。講評後、判断に困るような枯死木の扱いについて質問があり、そのような場合には考え得る複数パターンの測定データと情報を添えて森林総研に問い合わせただけであれば判断して回答すると伝えた。

受講者は本調査に関する経験が豊富で、経験者は効率よく作業が進められていた。昨年度から本調査に参加した受講者が大きな問題なく調査を行っており、経験者からの指導が適切に行われていることが確認され、今後、精度の高い調査が進められることが期待できる。一方、未経験者が一連の作業を実施するには現地講習会では時間的に制限されることから、未経験者のみを対象とした講習も実施してほしいとの要望があった。



写真1 調査道具の確認



写真2 根株分解度の判断基準の説明



写真3 萌芽で枯死木ではない株



写真4 根株の測定位置に関する説明



写真5 円筒試料採取



写真6 化学分析試料の混合・分取

令和4年度森林吸収源インベントリ情報整備事業関東ブロック現地講習会報告

開催日：2022年5月17日（火）

場所：群馬県渋川市（格子点ID：100200）

受講者：（株）GTフォレストサービス5名

講師：古澤、今矢、真中、坂下（森林総研立地環境研究領域）

概要

関東ブロックを担当する（株）GTフォレストサービスを対象に、群馬県渋川市（ID100200）の国有林（植生：ヒノキ、スギ、アカマツ、広葉樹）において現地講習会を行った。本講習は、受講者が調査を実施し、その調査内容を講師が確認・指導するという形式を採用した。受講者の内2名が本事業調査未経験であり、2班（経験者2名の班および経験者1名＋未経験者2名の班）に分かれて講習を実施した。調査地点は急傾斜地であったため、林内での移動は容易ではなかったが、天候がくもりだったことから、土壌調査などの作業は問題なく行うことができた。

講師・受講者ともにホテルルートイン渋川に前泊した。ホテル到着時に受講者に会うことができたため、林道入口のゲートの鍵をすでに借りていることを確認した。

講習日当日、8時30分にローソン渋川横堀店に集合し、互いに挨拶したあと、講習内容の概略を説明した。概略の説明後、受講者にGPSログを取得しているか確認し、集合場所からGPSデータの取得を開始しているとの返答を得た。集合場所から約10分車で移動し、林道入口のゲートに到着した。受講者が鍵を開けゲートを通過し、さらに10分ほど車で移動し、駐車スペースに到着した。駐車スペースで調査道具を確認し、ポリ袋に調査日を記載した後、9時10分に調査地点に移動を開始した。調査地点までの移動経路は徐々に急峻になっていったため、途中2回程度休憩をはさみながら移動し、9時50分に中心杭を発見した。東西南北杭も全て見つかり、中心杭のGPS情報の取得とライン張りの後、林相写真を撮影した。写真撮影の後、まずは2班に分かれて土壌断面作成を開始した。土壌断面作成の粗掘りの際には、断面に平行な面だけでなく垂直にもスコップを入れて、予め根を切断しておくことで土砂を堀上げやすくなること、ブルーシートは断面の写真撮影の際に入り込まないように配置することなどを指導した。土壌断面の整形時には、堆積有機物層は徐々に切りながら進めていくこと、根は1～2cm残すようにすることなど、マニュアルに記載されている基本的な注意事項を説明した。土壌断面の整形後、断面の写真撮影とスケッチを行った。その際、石礫率は1桁の場合1%刻み、10%以上の場合10%刻みで記載することを確認した。

次に試料採取を行った。堆積有機物層を採取する際、土壌を混入させないように注意するよう指導した。また、採取枠内に根株がある事例もあったことから、根株から落ちている樹皮だけを採取するよう説明した。化学分析用土壌試料の採取については、奥行きが水平距離であること、0～5cmおよび5～15cm深度では地表面の傾斜に沿って採取することなどを確認した。また、試料採取後に幅・奥行き・高さ・傾斜を確認するよう指導した。途中昼休憩をはさみながら、定体積試料の採取を行った。採土円筒を使って試料を採取する際は、常

に片手を円筒に当てて保持するなどマニュアルに記載されている注意事項を説明した。ここで、講習会の進みが予定よりも遅れていたことから、採土円筒を用いた定体積試料の採取と、もう 1 地点の土壌断面作成を並行して進めることとした。未経験者のいた班については、2 地点目の土壌断面整形およびスケッチまでを調査経験のある受講者が行い、未経験の受講者 2 名でマニュアルを確認しながら試料採取を行う形式で進めた。ここで、堆積有機物層を採取した際、落葉広葉樹のものとみられる花が採取枠内にある事例があった。花の取り扱いについてはマニュアルにも記載がなかったため、「T」として処理するように指示したが、マニュアル（もしくは Q&A）にその取り扱いについて記載があった方が良いように思われた。

また、2 地点目の試料採取に並行して、調査プロットの見取り図を作成した。受講者が作成した見取り図を講師が確認し、改善すべき点を指導した。また、見取り図と傾斜構成簡易図を比較して矛盾がないかどうかを現場で確認するように指導した。枯死木調査を並行して行い、マニュアルに基づいて指導したが、根株が調査対象範囲内になかったため、根株に関する講習は実施することができなかった。

最後に化学分析用試料の混合を行い、採取試料の確認と埋め戻しを行い、17 時頃に調査地点から駐車スペースに移動を開始した。駐車スペースに到着後、講評を行い、17 時 30 分頃に講習会を終了した。

一部の受講者は昨年度、本事業調査を経験していることもあり、手際よく丁寧に調査を進めている印象を受けた。また未経験の受講者に関しても、マニュアル内容に従い、丁寧に作業を進めていた。時間の制約もあり、講習会後半が駆け足になってしまったところもあったが、今回の講習会で確認した内容を受講者が十分に理解し、精度の高い調査が実施されることを期待する。



集合時の挨拶



林道入口のゲートを開ける様子



調査道具の確認



駐車スペースから調査地点に移動



林相写真撮影



土壌断面のスケッチ



堆積有機物層採取への指導



化学分析試料の採取



定体積試料の採取



円筒の整形作業



採取試料を確認



様式 A 5への記載内容の確認

令和4年度森林吸収源インベントリ情報整備事業中部・近畿ブロック現地講習会報告

開催日：2022年7月29日（金）

場所：京都府京都市（格子点ID：260190）

受講者：（株）GTフォレストサービス5名

講師：岡本、伊藤、渡壁、シェーファ（森林総研関西支所）、今矢、山田（森林総研立地環境研究領域）

概要

中部・近畿ブロックの調査を担当する株式会社GTフォレストサービスの担当者5名を対象に、京都府京都市の民有林で現地講習会を実施した。9時に道の駅ウッディー京北に集合し、講師と受講生それぞれの自己紹介を終えた後、講習の段取りを確認した（写真1）。今回の受講者は全員経験者だったので、受講者が調査を実施し、その内容を講師が確認・指導する内容で講習した。当日の天気は晴れで、日中の気温が35°C近くになると予想されたため、熱中症に気をつけながら作業することを確認した。調査地点の駐車スペースには9時35分に到着した。調査道具を確認した後、調査プロットに移動し、10時に作業を開始した。

調査プロットは尾根部にヒノキ、谷部にスギが植林された針葉樹人工林に位置し、林内にはヒサカキが散在していた。下層植生は発達しておらず、中心杭から大部分の円周杭を目視できる見通しの良いプロットであった。表層地質はジュラ紀の付加体で層状チャートが分布しており、プロット内に露岩はなかった。中心杭の南側に幅2m程度の作業道が東西に走っていたが、この作業道は木材伐採・搬出のために作られた一時的なもので、今後森林へと回復することが見込まれることから、調査対象と判断した。この作業道は水流のない凹地に沿って作設されたもので、その南北には傾斜30~40°程度の急斜面が広がっていた。

調査プロットに到着した後、まず、中心杭のGPS情報を取得し、ラインを張り、林相写真を撮影した。ラインの張り方や林相写真の撮影について、講師からいくつか助言した。ラインが10~15cmずれるだけで、調査対象になる根株と倒木の個数に違いが出るため、ラインの巻尺は中心杭から東西南北の円周杭までピンと張るようにと助言した（写真2）。また、下層植生が発達していない調査プロットでは、ラインがきちんと張られていると、撮影された林相写真から地形の様相をしっかりと読み取ることができ、調査プロット見取り図の確認が容易になるという利点がある。見取り図の作成方法について、特に等高線の引き方を重点的に説明してほしいと事前に受講生から依頼があったため、等高線とはプロット内で同じ高さの場所をつないでいる線のことであること、等高線を引くときには中心杭・円周杭や特徴的な地形などの相対的な高さ関係を目で追って（可能であれば歩いて）把握することが重要であることを伝えた。さらに、特徴的な地形や土地利用がある場所は、中心杭や円周杭との距離感をつかむことで平面的な位置を容易に特定できることを伝えた。

次に、2班に分かれて枯死木の調査を行った。本調査プロットは倒木や根株が多く、それらの計測方法や計測する目的について、講師と受講者で活発な受け答えがあった。倒れた根

株の写真を撮影する場合には、地上部に残存している枯死木の立体的な形状を捉えたうえで体積を見積もる必要があるため、倒れている状態がわかるように撮影することを優先し、基準尺は適切な場所に配置するように助言した。本調査プロットには、倒木や根株が土壌に埋もれてしまい、地表面と一体化している場所がいくつかみられた。ライン上にかかる倒木であっても、直径の半分以上が埋もれ掘り返さないと計測できないものは、マニュアルに記載されているライン上の断面積の 50%以上が土壌に埋まっている事例に相当するため、測定対象としない（写真3）ことを伝えた。受講者から、マニュアルに詳細に記載された根株などの特殊事例の対処方法は有用であるけれども、何のために枯死木調査をしているのか、どうしてこのような作業をしているのか、という説明がマニュアル上でもなされていると、現場で自ら判断するのに役立つという意見があった。現地講習会は調査で得た疑問点を専門家に顔を合わせて現場で質疑できる貴重な機会である（写真4）との意見もあった。

その後、3班に分かれて土壌炭素蓄積量調査を行い、作業を終えた地点の班から残った地点の作業を進めることにした。E および S 地点は、それぞれ立木と倒木をよけるために調査地点を移動した。全ての調査地点で堆積有機物層が薄く、鉍質土層が大部分を占める関西地方で典型的な断面であった。粗掘りした後の断面の整形では、表層土と断面下部の土壌の混合を防ぐため、表面から横方向に進みながら徐々に下方へと向かって整形すること、根は断面から 2 cm 程度出した方が、写真写りが良いこと、断面の正面からスケッチと写真撮影をするので、竹串は写真上で境界の高さが明確にわかるように水平に刺すこと、折尺の 0 cm を堆積有機物層と鉍質土層の境目にしっかりと合わせて垂直に設置すること、折尺は 10 cm 刻みで折れるものを用いると設置が容易になること、円筒で採取した試料を定体積試料の袋に入れる前に、円筒の外側に付着した土壌を確実に拭き取るようにすることなど、断面作成時の基本的な注意点について伝えた。W 地点は、堆積有機物試料採取用の枠の上を倒木が横切るといふやや特殊な条件の場所であった（写真5）。剥がれ落ちた樹皮は枠に沿って切り取り、樹皮に張り付いている苔をしっかりと落としてから T の袋に入れるように指導した。また、地表面に生えている苔は剥がさずにそのままにしておくこと、堆積有機物層の厚さは土壌断面を基本とするが、採取枠内の厚さがこれと異なる場合には、補助データとして備考欄に記載しておくことを伝えた。また、W 地点の土壌断面の上部にあった赤茶色の短い根（仮根）は、土壌断面写真で堆積有機物に見えてしまう可能性があるため、何が写っているのかをスケッチの備考欄に記載するように指導した。堆積有機物の状態や厚さを判別しやすくするために、堆積有機物の採取枠の下端が土壌断面写真の上部に見やすく写るように撮影することを説明した。S 地点では埋没 A 層が断面に現れたため（写真6）、備考欄に記載するように指導した。

最後に、混合試料の作成や採取した試料の確認をし、18 時に調査プロット内での作業が完了した。18 時 10 分に駐車スペースに帰着した後、講習責任者から、今後の調査に関する注意事項として、軽微なミスは確認をすることで防ぐことができるので、作業員同士で作業中にきちんと確認し合うこと、暑い時期の野外調査は熱中症に特に注意することを伝えた。熱中症や怪我もなく、無事に講習会が終了した。



写真1 顔合わせ



写真2 しっかり張ったライン・林相写真撮影



写真3 ラインにかかる部分が直径の半分以上埋もれている倒木



写真4 倒れている根株とその分解度の解説

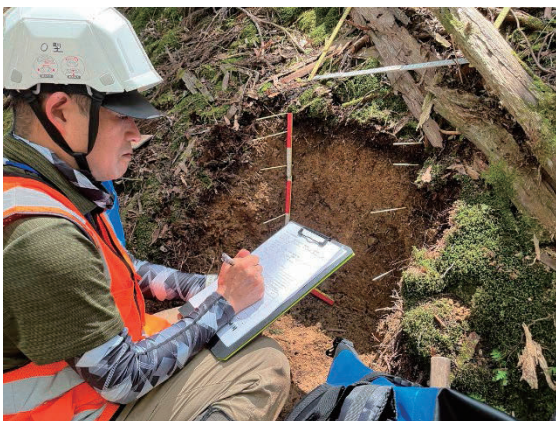


写真5 W地点の断面をスケッチする様子



写真6 S地点の断面

令和4年度森林吸収源インベントリ情報整備事業中国・四国ブロック現地講習会報告

開催日：2022年5月19日（木）

場所：岡山県岡山市（格子点ID：330290）

受講者：（株）一成5名

講師：稲垣（善）、志知（森林総研四国支所）、今矢、細川（森林総研立地環境研究領域）

概要

中国・四国ブロックの調査を担当する株式会社一成の5名を対象に、岡山県岡山市の民有林で現地講習会を実施した。今回の受講者5名のうち2名は未経験者だった。

当日の天候は晴れで、朝8:30に調査地最寄りのコンビニエンスストアで集合し、予定より早めの8:36に駐車スペースに到着した。駐車スペースにて調査用具や記録用紙等の確認を行った後、15分かけて登山道や林内を歩き調査地に移動した。予定通り9:15に作業を開始した。まず中心杭および円周杭の確認を行い、2方位において杭が発見できなかったため既定の位置に仮杭を設置した。中心杭で座標を取得する際、GPSのaverage機能の利用について説明した。ライン作成後には、受講者全員で方位の確認を行った。受講者で分担して林相写真の撮影・地形概況調査を行った。続いて、受講者全員での枯死木調査に移り、マニュアルを参照しながら分解度が理解できるよう作業を進めた。枯死木調査で判断に迷ったのは、株立ちしている個体のうちの1本が枯死している場合である。株立ちの一部が生きている場合は萌芽している場合と同様に扱い、立枯木なら枯死木調査の対象となるが、根株なら対象外である。当該枯死木は長さが1.5mを超えており、根株ではなく立枯木と判定されたため、調査対象となるということを指導した。

10:20頃、未経験者を1名ずつ配置した2班体制で土壌炭素蓄積量調査を開始した。作業性向上や攪乱防止に配慮しながら、手順や目的を丁寧に確認しつつ作業を進めた。土壌調査位置を決めた後、粗掘りを行い、土壌断面の整形面を決定後、その斜面上部に堆積有機物採取枠を設置することを伝えた。堆積有機物採取枠の設置位置を断面の奥側10cmと指定しているのは、土壌断面の観察面において堆積有機物層を攪乱しない理由があることを説明した。断面整形で堆積有機物層を整える際には落葉を軽く手で押さえながら剪定鋏で切断すること、同様に堆積有機物採取の際も堆積有機物層の表面を抑えながら境界を切ることで、堆積有機物の散逸を防ぐことなどを指導した。今回の調査では、尾根であるE地点の土壌断面に粉状のH層が確認され、参加者全員で観察を行った。H層の見分け方やどういった条件で出現するかなどを説明した。また、W地点では土壌表面が波打つ形状となっていたため、そういった場合の対処方法について指導した。このような場合、左右それぞれの端で0cmを設定するとともに、土壌表層の形状（凸凹）が分かるようにスケッチするよう指導した。なお、土壌採取の際は採取位置における堆積有機物層と鉱質土壌層との境界を0cmとするため、断面表層の形状に関係なくその位置で判断して採取することを説明した。土壌断面調査および試料採取についての注意点として、以下の点について指導を行った。堆積有

機物および鉍質土壌の採取の注意点として、生きた根は採取しないが、付着した試料は漏れなく採取すること、堆積有機物に砂や土が付着している場合、それらをできるだけ除去すること、化学分析用土壌試料採取および定体積試料のブロックサンプリングの際は、採取前後および途中で、土壌の採取範囲を確認しながら一定体積から採取すること、採取範囲の内外にわたる石礫があった場合、採取範囲内の部分に付着した土壌のみを石礫から外して回収すること、その他、断面整形は同じ色味を持った範囲毎に進めること、円筒採取時には円筒の周りを大きく崩して作業場所を確保しながら行うこと、採取した円筒の整形では剪定鋏と刃物を交互に使いながら作業することなどを指導した。

土壌炭素蓄積量調査が終了したのは、予定より遅い 17:30 であった。その後、20 分かけて試料の混合や野帳の記載内容チェックなどを行った。駐車スペースに戻ったのは 18:12 であった。予定は超過したが、未経験者に一連の土壌炭素蓄積量調査を経験してもらうことができ、有意義な講習会になった。

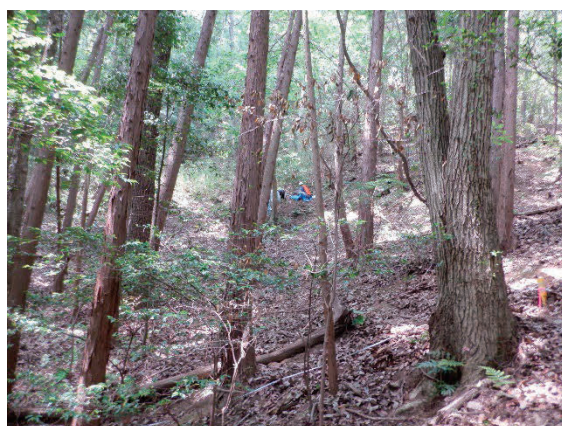
その他受講者からの質問として、ブロックサンプリングで、根が多い（太い根がかなりの体積を占めている）場合はどうすればよいのか？と質問があった。これについては、試料チェックの際に土壌試料量が少ない理由が分かるように、様式 A4 の備考欄に状況を記入することと指導した。

懸案事項として、第一期の事業調査の際、代表断面調査を行った地点においては、同じ場所で土壌断面調査を行う可能性があることが挙げられた。この点についてはどうするか森林総合研究所内で協議の上、業者に連絡することとした。

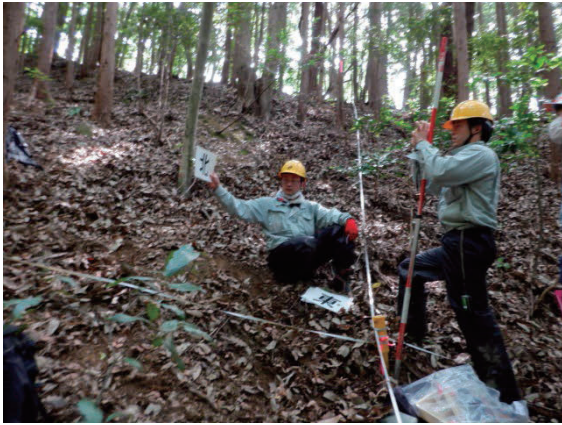
講習会全体を通して、受講者は経験者が未経験者の指導を行ったり、進捗の遅れた箇所は手の空いた者がサポートに回ったりする様子が見られた。また、未経験者はマニュアルを繰り返し読むなどして熱心に受講していた。今期も高いチームワーク力を活かして正確で効率的な調査を行っていただけたらと感じた。



道具の確認



調査地の様子



林内の写真撮影



倒木・立枯木・根株調査



株立ちの片方だけ枯れた個体



H層の確認された土壌断面



上端が波打った土壌断面



土壤断面調査



円筒採取



円筒採取



埋め戻し



試料混合



野帳確認

令和4年森林吸収源インベントリ情報整備事業九州ブロック現地講習会報告

開催日：2022年6月8日(水)

場所：長崎県長崎市（格子点ID：420150）

受講者：(株)九州自然環境研究所6名

講師：稲垣(昌)、鳥山、森(森林総研九州支所)、石塚、小林(森林総研立地環境研究領域)

概要

九州ブロック担当の(株)九州自然環境研究所を対象に、長崎県長崎市多比良町の民有林において現地講習会を行った。調査地点はアラカシの優占する常緑広葉樹林で、下層植生は疎であった。傾斜が急だったため林内での移動はやや困難だった。天候は晴れで、気温は約25℃と比較的快適な作業環境であった。昨年に引き続き、新型コロナウイルスの感染拡大防止のため、マスク着用等の対策を行った上での講習会となった。

午前8時30分、セブンイレブン長崎畝刈町店の駐車場に集合し、調査地点まで車で移動した。本調査地点は受講者によって事前確認が行われており、受講代表者から事前に「調査プロット内にH層と思われる層位を発見したので全員が判定方法を習得できるようにしたい」との目標が挙げられていた。講習に先立ち、駐車スペースにて挨拶・趣旨説明を行った。調査プロット内には電気柵があったため、絶縁性の布で上部を覆い、安全に通行できるよう準備をした後に講習を開始した。

受講者による事前確認によって中心杭・円周杭の位置は既に特定されていたため、探索に時間を費やすことなく講習を開始できた。調査プロットの南側は崖、さらに先は舗装道路、水路となっており、円周杭が中心杭に極端に近い位置に設置されていた。土壤炭素蓄積量調査位置の決定方法について、マニュアルの模式図を用いて以下のように説明した。すなわち、①円周杭が正規の位置にない場合、中円を攪乱しなければ現存する杭を基準に調査位置を決定すること、②本調査地点のように中円を攪乱する場合は、正規の位置に仮杭を設置し調査位置を決定することになること、③しかし本調査地点の場合、正規の位置は崖と舗装道路を挟んだ水路に位置するため、S地点の調査は不可能と判断されることを説明した。ライン長の測定および林相写真撮影の後、枯死木調査を行った。土壤炭素蓄積量調査に時間を優先的に使いたいとの受講者の意向に従い、調査地概況調査については土壤調査の終わった班から随時行うこととした。根株が半分ほど土に埋まっていた場合は直径が測定できるようにある程度堆積有機物を取り除くこと、根株のこぶの部分は直径には含まないことを指導した。

午前10時50分から、3班に分かれて土壤炭素蓄積量調査を開始した。経験の豊富な受講者が土壤調査未経験者を指導し、適宜講師が助言と指導を行う形式で進行した。土壤調査位置は穴の中心ではなく断面の位置であること、初心者には断面に出現した根は剪定鋏で切断するべきで引っ張ってはいけないことを指導した。3方位それぞれの調査進行に合わせて昼食を取ったのち調査を継続した。E地点およびW地点は礫が多く出現したためプロ

ックサンプリングを行った。サンプルが十分量採取できない場合は、深度全体の石礫率を反映するような範囲で採取箇所を広げて採取することを指導した。土壌調査の終わった班から調査地概況調査を行った。調査終了後、プロット内のH層の出現した地点に全員で集合し、H層の色や手触りを鉍質土層と比較して違いを判別できるよう講習を行った。講評および要点の確認を行い、16時30分に解散した。

経験を積んだ受講者らの作業は適切かつ丁寧であった。本講習会では、全受講者がすべての様式についての作成方法を取得することができた。また、H層の判定についても全員が経験する事ができた。経験者による初心者の指導も含めて、必要な調査精度で調査が進むものと期待される。



写真1 調査地概要（常緑広葉樹）

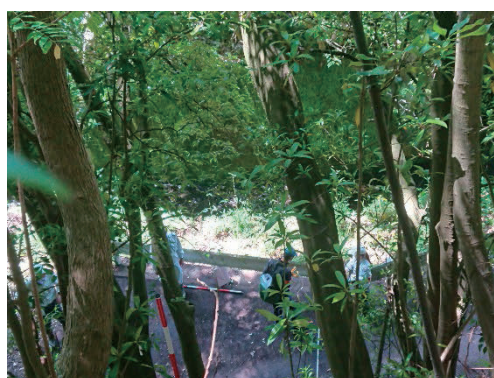


写真2 調査不能と判定したS地点

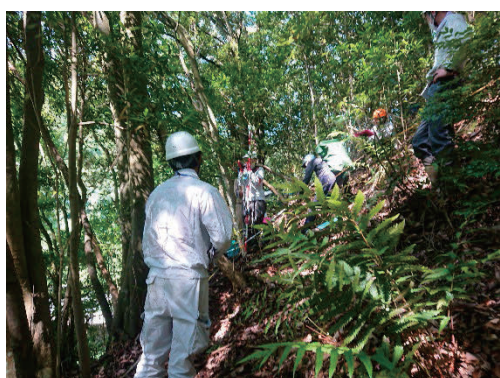


写真3 林相調査



写真4 枯死木調査



写真5 円筒によるサンプリング



写真6 ブロックサンプリング



写真7 H層の判別講習



写真8 N地点の土壌断面



写真9 E地点の土壌断面



写真10 W地点の土壌断面

資料 2

令和4年度

検討会の議事概要および発表資料

令和4年度森林吸収源インベントリ情報整備事業
土壌等調査（指導とりまとめ業務）検討会 議事概要

日時：令和5年2月15日（水） 13:30～16:00

場所：ウェブ会議システム（Microsoft Teams）

出席者：

【委員】 丹下健（座長）、太田誠一、前島勇治

【林野庁】 川島裕、魚住悠哉、坂口拓、日吉晶子

【森林総合研究所】 石塚成宏、相澤州平、酒井寿夫、山田毅、今矢明宏、橋本昌司、山下尚之、小林政広、古澤仁美、川西あゆみ、〔北海道支所〕橋本徹、梅村光俊、〔東北支所〕野口享太郎、木田仁廣、〔四国支所〕稲垣善之、〔九州支所〕酒井佳美、稲垣昌宏

【試料収集分析業務受託者】

北海道ブロック （株）セ・プラン 菊地悌久、川尻綾子、杉浦晃介

（株）構研エンジニアリング 中島卓也

（株）環境テクニカルサービス 庭田章弘

成田博文

東北ブロック （株）宮城環境保全研究所 藏重充彦、高野創士

関東ブロック、中部・近畿ブロック

（株）GT フォレストサービス 大輪安信、柳川杏理、多田竜祐

中国・四国ブロック （株）一成 渡辺耕次、長田佳樹、北井克実

九州ブロック （株）九州自然環境研究所 内田和良、大塚昌弘、三浦敬紀

試料調整・分析 クリタ分析センター（株） 瀬戸坂勝章、濱野正和、藤田加代子

議事次第：

開会

1. 事務局挨拶

2. 林野庁挨拶

3. 議事

1) 土壌インベントリ調査の設計と第四期調査

2) 今年度の調査結果

(1) 調査計画、進捗状況

(2) 令和4年度の結果

(3) 枯死木調査の検証調査

3) 昨年度指摘事項への対応

4) ベンチマーク調査の実施状況

5) 調査結果の吸収・排出量算定報告への反映方法の検討

4. その他

閉会

議事毎の質疑応答：

スライド番号は発表資料（本資料後半に掲載）のスライド番号を指す。

- 1) 土壌インベントリ調査の設計と第三期調査
- 2) 今年度の調査結果
 - (1) 調査計画、進捗状況
 - (2) 令和4年度の結果
 - (3) 枯死木調査の検証調査

太田委員：炭素蓄積量全体（スライド 21）と構成別の炭素蓄積量（スライド 22、23、24）で炭素蓄積量が異なるのはなぜか。

森林総研：炭素蓄積量全体では第四期、第二期、第一期を比較するために同一地点の枯死木・堆積有機物・枯死木のデータセットが全て揃っている格子点で第一期、第二期にもデータセットが揃っている格子点だけを抽出しており、構成別の炭素蓄積量とは試料数が異なる。

前島委員：データの品質管理（スライド 18）で、試料調整チェックとは具体的にどのようなことをしているか。

森林総研：野外調査、試料調整と CN 分析を森林総研立地環境研究領域の担当者が分担してチェックしている。試料調整は 2 名の担当者が堆積有機物と土壌試料をチェックし、専門的な見地から数値が異常と思われるものについて試料調整を行った業者に調整手順を再確認してデータに間違いがないか確認する。採取方法に疑問がある場合は採取業者にもどのような採取方法だったか問い合わせる。調整方法に問題がなければ、多少数値に違和感があっても採用する。一方で調整の手順が不完全あるいは試料採取が不適切だったと考えられる場合はデータを棄却する。具体的には定積細土重が非常に小さい事例が多かった印象がある。土壌採取の時に堆積有機物層と鉍質土層の境界（深さ 0 cm）の見極めが不正確だったため本来堆積有機物のはずであった部分を土壌として採取したと考えられる事例が目立った。

前島委員：全除外格子点 ID 数が 10 になっているのはなぜか。試料調整チェックと炭素濃度異常値での除外を合わせると 16 点になる。試料調整チェックで除外された地点と炭素濃度異常値で除外された地点が重複しているからか。

森林総研：そのとおり。

前島委員：炭素濃度の測定は受託者が行っているのか。森林総研が行っているのか。

森林総研：受託者が行っている。

前島委員：炭素濃度異常や試料調整チェックで除外された場合は受託者にフィードバックされるのか。

森林総研：直接はフィードバックしていない。炭素濃度が 250 g/kg を超えたものは異常としているが、分析担当者には基準を超えているから異常とは伝えていない。分析そのものが適切であったかを確認している。

森林総研：2 回繰り返しの変動が許容範囲かどうかで品質を確保している。分析値は正しいが炭素濃度が異常だというものが 9 地点あった。

前島委員：農研機構では農耕地の土壌炭素事業で県の方とやり取りしているが、何年か前に黒ボク土と低地土の標準試料を大量に調整して配布し、精度管理を行っている。ご参考になれば。

前島委員：枯死木の炭素蓄積量を計算する際、枯死木の炭素含量は平均値があってそれを用いているのか。

森林総研：枯死木は分解度毎の密度をあらかじめ求めてある。調査では分解度を判断し、分解度毎の密度を掛けたのちに炭素含量が50%として計算している。

前島委員：炭素蓄積量全体（スライド21）で土壌の炭素蓄積量が10年間で増えている理由は何か。

森林総研：まだ2年目なので今後、同じような傾向が出るかは判断できない。第三期の時に第一期との比較をした際は、土壌型によって、増えているものとそうでないものがあった。例えば、褐色森林土、黒色土、未熟土では増えていたが、ポドゾル、赤黄色土は増えていなかった。ポドゾル・赤黄色土は人工林の割合が少ない可能性があるため、これは人工林と天然林の差が出ているのではないかと考えている。戦後の拡大造林によって増えている傾向があるのではと個人的には思っている。引き続き検討したい。

丹下委員：試料調整チェックという表現であったが、先ほどの説明によると円筒での土壌採取も含めたチェックという位置付けと考えてよいか。

森林総研：試料調整のデータから読み取れる異常の原因を探るというチェックなので、試料調整の段階ではじいているが、試料採取における問題までさかのぼってはじいていると考えることもできる。その意味で土壌採取の方法も含めたチェックと考えている。

丹下委員：A₀層を採取してしまった場合には定積細土重異常値や定積細土重外れ値になり除外されるように思える。定積細土重異常値は0であるが、試料調整チェックで除外された地点があるのはどのような判断か。異常値と外れ値の違いについて教えてほしい。

森林総研：定積細土量異常値は基準が作っており、あまりに重いものはあり得ないので、定積細土重が2.0 Mg/m³以上の場合には異常値としている。定積細土重の外れ値は、1格子点内の全ての試料を対象に統計処理によって判定している。4方位のそれぞれ3深度で採取された合計12試料を1グループとして扱い、Smirnov-Grubbsの外れ値の検定（上側0.5%）を適用している。外れ値はひとつの調査地点で他の試料に比べて異常に重い、あるいは軽い場合であるので、一試料の定積細土重が例えば0.2 Mg/m³を下回り異常と判断された場合でも、他の試料も0.3 Mg/m³や0.4 Mg/m³であれば統計的には外れ値とはならない。

森林総研：初めに試料調整チェックで異常なものを除外する。その後、同一プロット内の残ったサンプルに対して外れ値の検定を行う。試料調整や異常値のチェックを通ったデータで外れ値をチェックするので2つの判定は重ならない。格子点ID単位では、例えば0~5 cmですべての地点が異常となった場合などは除外されるが、一部の地点が異常と判定されても残りの試料の平均値が採用されるので除外されない。そのため、除外された断面数と格子点数は直接の関係はない。

丹下委員：全て除外されたという格子点はあるのか。

森林総研：あるが非常に少ない。

丹下委員：炭素濃度異常値は別に扱っているのか。

森林総研：断面チェック、試料調整チェック、炭素濃度異常値チェックと3つそれぞれに独立してチェックしている。

丹下委員：例年より試料調整チェックで除外された地点が多い。除外された地点は特定の地域に偏っているか。

森林総研：調査員毎の癖もあるので人により多いことはあるが、ある地域に集中しているというわけではない。

丹下委員：新しく加わった業者で発生しやすいということはないか。

森林総研：昨年度はそのような傾向があり講習会で強調して説明したがどうしてもこのようなことは起こる。

3) 昨年度指摘事項への対応

太田委員：不実施は第三期の全体を通したデータに関する解析か（スライド 33、34、35）。

森林総研：その通り。

太田委員：不実施地点は各期で一致するのか（スライド 32）。昨年度指摘事項を踏まえて、炭素蓄積量は第二期、第一期の対応する地点と比較されていたが、そういう意味では、対応するデータセットで不実施地点が一致するのであれば、あまり気にする必要はないと思われる。不実施地点は期毎に一致しているのか。

森林総研：おっしゃるように各期で全部不実施という地点が多ければよいが、一部で不実施の場合は問題。今回はその視点で調べていないので分からない。

太田委員：不実施の理由として所有者が見つからないことが多いのであれば、不実施の場所はいつも同じところではないか。

森林総研：今後そのような観点で調べてみる。

太田委員：不実施の地点について、これからも所有者不明のままなのか。積極的に探しているという動きはあるのか。

林野庁：所有者不明でも登記簿情報が更新されていると次の調査で所有者が判明することもある。一概にずっと分からないということではない。積極的に追いかけるということとはしていない。

森林総研：採取業者の方々にはかなり苦労して探していただいていると考えている。

前島委員：スライド 35 の土壌型毎の不実施地点の割合に関して、各土壌型の面積が分かると、炭素含量の平均を補正する際に役立つのではないかと。大きな分類での分布面積は分かっているか。

森林総研：森貞らの論文では数値メッシュを使って土壌型ごとの面積計算をしているため、そうしたデータを活用できるかもしれない。

丹下委員：（スライド 33）実施、不実施で標高の平均値の差は小さいが、例えば 500 m ごとのように標高で輪切りにした場合、ポドゾルで不実施が多いというような面を見ると、標高の高いところで不実施が多いのではないかと。

森林総研：平均値で見ると大きな差はないが、高標高のグループを切り分けて分類するなど、母集団を区切っていくとより顕著な差が出るかもしれない。さらに検討を続ける。

丹下委員：(スライド 38) この図では地際直径の測定面は根株の軸と垂直だが、傾斜地では地表面に引きずられて測定面が傾く恐れがある。根株直径、地際直径はどういう基準になっているのか。地際という一番下の部分を想像するので、傾斜地では山側から谷側にかけて地表面に沿って計測しがち。この図では地表面に沿っていないが、傾斜地では斜面と平行にしないよう指示しているのか。

森林総研：計算式に合った値が測定できるように、左の模式図に対応する場所を測って下さいと説明する意図で示している。根株毎に状況が異なるために、一概に測定方法を示すことが難しい。現地に行ったときに、実際の根株を見ながら、個体ごとに説明をしている。根株は地下部の体積が大きいことから、地際直径が重要である。来年度の講習会では地際直径の測定方法を引き続き丁寧に説明していきたい。

丹下委員：地際高は山側・谷側の平均を使っているのか。その際、地際直径はこの位置でよいのか。

森林総研：根株はこの図のように傾斜に斜めになっているのではなく、直立になっている場合や、根曲がりの場合もある。いくつかのパターンをマニュアルに載せているが、説明は難しい面がある。アイデアがあれば教えてほしい。

4) ベンチマーク調査の実施状況

太田委員：一部でもよいので、終了した分析結果は来年の検討会で報告されるのか。早く結果が知りたい。

森林総研：現在のところ、全て結果が出そろった段階で報告する予定。そのため、再来年度以降となる。

前島委員：大変な作業でお疲れさまでした。

丹下委員：分析依頼が小分けになっているのはなぜか。

森林総研：分析業者が可能な能力が一度に 100 試料/月程度なので、順次依頼する形にしている。

丹下委員：広島で試料数が 299 なのはなぜか。

森林総研：サンプルを一つ採り忘れてきたため。

丹下委員：採り直しに行くのか。

森林総研：サイトが遠方のため、その労力をかけるかどうか、検討中。

太田委員：20 年前のかく乱の形跡は残っているか。

森林総研：痕跡は分からない。前回土壌採取位置の中心に杭が打たれている。今回はそれを基準として、プロットを再設定しているため、採取地点は重なっていない。なお、前回の採取後は埋め戻されていて、痕跡は残っていない。

丹下委員：前回の攪乱により表層に B 層の土が被っていたということはなかったか。

森林総研：今回の調査地はどこも A 層が深く 30 cm まで黒かったため、攪乱があったかどうか

土色からは分からなかった。

丹下委員：サイトの施業履歴は分かっているか。

森林総研：前植生は分かっている。植栽してからまだ 20 年なので除伐等の施業は行っていない。長野では枝打ちを最近 1 回行ったが、他の地点は行っていない。密に植わっているので、広葉樹もない。秋田は雪害により成績不良で下層植生が入っているが、広島と長野は真っ暗で下層植生はない。

丹下委員：下刈り終了後はそのままになっているのか。

森林総研：そのままである。長野では植えた後、柵をして放置していた。ただし、シカによる食害は入っている。

5) 調査結果の吸収・排出量算定報告への反映方法の検討

林野庁：Yasso モデルについて (スライド 64)、日本の算定に使う場合に、今までの土壤インベントリ調査のデータも活用できるか。

森林総研：具体的には決まっていないが、今後、新しいモデルでは土壤インベントリ調査や NFI のデータを活用していく形になるのがよいと考えている。

太田委員：(スライド 58) 枯死木量の変更はどのようなプロセスか。

森林総研：枯死率を下げたことと、分解の半減期を変更している。今回の発表では詳細は省略した。

前島委員：気候データのアップデートとは何を指すか。

森林総研：jfos2007 では北海道の一部の気候データが反映されていない状態だった。データが揃ったので、その部分を新しいものを使用するように改訂した。炭素含有率は、ガイドラインの改訂でそれまで一律 0.5 だったものが広葉樹 0.48、針葉樹 0.51 に変わっていたことに未対応だったので対応した。

前島委員：新しいモデルを採用するのは最終的には日本国としての全体のデータを出したいためと考えられるが、これまでの CENTURY には細かく見えて県毎にわかるというようなメリットがあった。細かく見えるというメリットは何か。

森林総研：日本は樹種・土壌が多様であるため、その点を考慮して計算されたという点でメリットはあった。現在、研究面では (パラメータ・時空間など様々な面で) モデルの高解像度化が進んでいる一方、算定においては国家としての運用をどうするかという要素もある。その場合、細かすぎるのが良いことかどうか。その辺りも加味して検討を続けていきたい。

太田委員：Yasso モデルがヨーロッパ中心に使われているということだが、欧州のインベントリで実際に使われているのか。

森林総研：Yasso は実際にいくつかの国において算定で使われている。フィンランドが各国への普及を進めている。一方、イギリスなど独自に開発を進める国もある。

太田委員：算定のために日本ではデータの蓄積を進めているが、欧州におけるデータの充実の程度はどうか。

森林総研：具体的にはすぐにはお答えできないが、算定においてはできるだけ実際のデータを

取ることが推奨されるため、多くの国で国家インベントリのデータを取っていると理解している。国により日本より高密度のデータを取っている場合もある。国別だけでなく、ヨーロッパ全体の枠組みでもモニタリングが進んでいる。

丹下委員：(スライド 58) 材枯死率と間伐の関係について教えてほしい。

森林総研：この材枯死率には間伐は含まれない。自然枯死率に間伐を加えてある。

丹下委員：この青いラインの枯死木量の変化はなにによるものか。

森林総研：植栽時は主伐の残りの根株が多くその後減少していき、林齢階が 30 年から 40 年と 40 年から 50 年の間伐による一時的な増加がある。長期的には地上部の成長に応じて枯死木量が増加する。

丹下委員：高齢林で枯死木量が少ないのはなぜか(棒グラフ)。

森林総研：単純にデータが少ないためと考えている。そもそも高齢林は対象面積も少ないため、全体への影響は少ないのではないかと。むしろ、頻度の多い 40 年から 60 年の林分で枯死木量がモデルと合わないとおかしいため、そこに着目してフィッティングさせている。高林齢の部分は今後研究要素では重要性が増してくるので、引き続きそのような調査が必要と考えている。

丹下委員：枯死率については天然林も同じ数値を使うのか。

森林総研：今回は人工林の改良が目的のため、そちらだけ反映している。天然林については、日本ではタワーフラックスでの測定例があり、長期的に広葉樹の材枯死率(材の投入量)が計測されている。人工林のデータと比較すると枯死率は少し高い傾向がある。今後、それを反映していく予定にしている。

林野庁：スケジュールについて(スライド 54)、新しいモデルを 2026 年度予算に反映する場合、2024 年度末には大まかな方向を示してもらう必要がある。

林野庁：成長量の調整方法の改良について(スライド 56)、jfos2007 では成長量のラインが新収穫表のラインより上を通っているが、改定案では施業・成長・枯死のバランスを考慮して調整した成長量のラインが 2021 収穫表のラインの下を通っている部分が多いのはなぜか。

森林総研：jfos2007 では無施業データを本来の成長量と想定し、モデル側で施業を入れたが、実際には新収穫表の成長量までは落ちていなかった。収量比数が高い場所は成長も良いことが判明した。改定案では最初から成長と施業の両方を想定しながら調整している。今後は、2021 収穫表で想定されている間伐施業と CENTURY の施業条件をすり合わせて調整していく。今回示した改定案の図は、2021 収穫表が手に入ったばかりなので、まだ調整方法のイメージを示したもの(正確に描いたものではない)。2021 収穫表は密度管理図に基づいて作成されたモデル式と伺っており、現在、その間伐の想定を問い合わせている所である。密度管理図由来のモデル式にはそれに由来する癖(性質)があり、生態学的なモデル(CENTURY)と完全に一致させるのは難しいと考えている。

林野庁：Yasso を採用して進めるかを 2025 年度中に判断できるか。そのような想定でよろしいか。

森林総研：もう少し時間がかかるとみている。実際にモデルを作るとなると考慮しなくてはいけないことが非常に多く、手間も時間もかかる。なんとか最終年に導入できるかどうかはま

だ未定である。

林野庁：2025年には、2035年目標の国連事務局への提出が想定されるが、2035年目標の設定もCENTURYでいくという意味か。

森林総研：CENTURYについても数年以内に定年となる担当者の引継ぎの問題などもあり、簡単ではない。現時点では何とも言えない。2024年中に提案できるように検討していきたい。

4. その他

森林総研：試料取りまとめの業者間で意見交換会などをした方がよいという意見があった。何らかの形で対応したいと考えている。

委員による講評および林野庁コメント

丹下委員：1年ごとのデータについてはチェックしながらしっかりとられている。モデルを扱ってできた予測値について、実際の観測値と合っているのかの検証を含めて、信頼性を高めていく必要がある。どのようなモデルを使用するかについて、モデルの中でのブラックボックスはあるが、専門家の審査を受けるときに理解されやすいような理論でモデルが組み立てられていることが重要であるので、そういう視点でも検討してほしい。

太田委員：15年経ってペアになる地点の土壌の比較ができるようになってきた。データの品質も向上している。きちんとした情報をインプットできるようになってきたということで、高く評価している。来年、再来年とどのようなデータが出てきて、どのような傾向が見えてくるのか、楽しみにしている。

前島委員：昨年の指摘事項についても的確に対応されており、新たに始まったベンチマーク調査やモデルの検討も着実に進んでいる。講習会なども精力的に行われていて素晴らしい。昨年も言ったように、質の高いデータをとるためには人材育成が大事なので、引き続き講習会等で伝えてほしい。こうした事業は単年度での評価は難しいが、長期的なデータが出てくるといろいろ分かってくる。モデルを改良するためにも実測値は必要であるので、データを取り続けていく事業の継続が重要である。

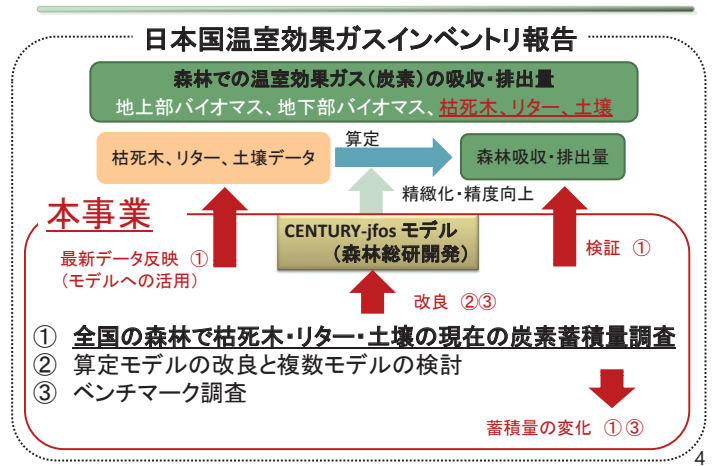
林野庁：土壌インベントリ調査の結果を活用して今年度モデル改訂の作業をしていただいた。それを来年度検証して実際の算定に反映できると、これまで十数年行ってきた調査の成果を具体的に示せる段階になったといえる。来年度、連携して検証を進めていきたい。また、第五期以降の土壌調査のあり方や新モデルの検討についても、引き続き取り組んでいきたい。

森林吸収源インベントリ情報整備事業 土壌等調査
令和4年度検討会

1. 事務局挨拶
2. 林野庁挨拶
3. 議事
 - 1) 土壌インベントリ調査の設計と第四期調査
 - 2) 今年度の調査結果
 - (1) 調査計画、進捗状況
 - (2) 令和4年度の結果
 - (3) 枯死木調査の検証調査
 - 3) 昨年度指摘事項への対応
 - 4) ベンチマーク調査の実施状況
 - 5) 調査結果の吸収・排出量算定報告への反映方法の検討
4. その他

1

事業の目的、概要



4



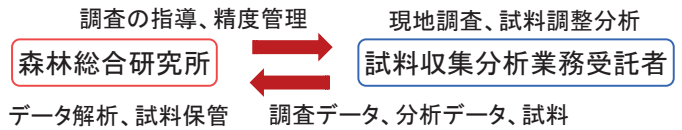
林野庁森林吸収源インベントリ情報整備事業
2023-02-15 令和4年度検討会

1) 土壌インベントリ調査の設計と
第四期調査

2

指導取りまとめ業務の構成

- ・全国の森林の枯死木・リター・土壌の炭素蓄積量調査



- ・ベンチマーク調査

モデルのバリデーションのための経時変化データの取得
森林吸収源計測・活用体制整備強化事業の試験地
→ 皆伐・植栽20年後の土壌の炭素蓄積量変化

5

森林吸収源インベントリ情報整備事業

事業の背景

気候変動枠組条約における森林の温室
効果ガス吸収・排出量の算定・報告義務

- ・1997.12 COP3 京都議定書
2008～2012 第一約束期間
2012～2020 第二約束期間
- ・2016.11 COP21 パリ協定
2020年以降の地球温暖化対策
- ・2020.10 2050年カーボン
ニュートラルを宣言

吸収・排出量の算定
日本国温室効果ガス
インベントリ報告書(NIR) 2005～



3

全国の森林土壌3プールの炭素蓄積量調査

- ・森林生態系多様性基礎調査のプロットを使用
無作為、均等な調査地配置
5年毎の到達情報
同一地点での繰り返し調査



全国2,492地点の調査地

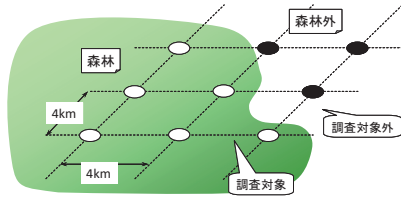
6

森林生態系多様性基礎調査と格子点ID



森林の状態とその変化の動向を調査、5年一巡、約15,000点

格子点ID
010055
県番号
01~47
各県ごと
0001~9999



林野庁HP、森林生態系多様性基礎調査 > 調査方法

特定調査プロット: 格子点IDが5の倍数
(倒木調査、全ての伐根調査)

→ 土壌インベントリ調査の対象

2) 今年度の調査結果

土壌等3プールの炭素蓄積量調査方法

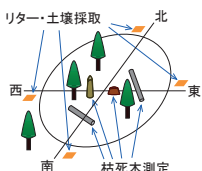


	カテゴリA	カテゴリB
枯死木	○	○
リター	○	-
土壌(深さ30cm)	○	-

(1) 調査計画、進捗状況

調査項目とインターバル

調査項目	カテゴリA	カテゴリB
①枯死木 ②堆積有機物 ③土壌		①枯死木
第一期 2006-2010年	2919地点(実施2465)	
第二期 2011-2015年	1288地点(実施1081)	1365地点(実施1174)
第三期 2016-2020年	第二期でカテゴリBであった調査地点 1270地点(実施1081)	第二期でカテゴリAであった調査地点 1224地点(実施1057)
第四期 2021-2025年	第三期でカテゴリBであった調査地点 1234地点	第三期でカテゴリAであった調査地点 1258地点



炭素蓄積量変化のインターバル

- ①枯死木: 5年間隔
- ②堆積有機物 ③土壌: 10年間隔

	第一期 2006-2010	第二期 2011-2015	第三期 2016-2020	第四期 2021-2025
①枯死木	○	○	○	○
②堆積有機物	○	○	○	○
③土壌	○	○	○	○

令和4年度スケジュール

4月	所有者情報、到達経路情報の入手 法的手続きの開始
5月	全体説明会(11日) 現地講習会・関東ブロック(17日) 現地講習会・中国四国ブロック(19日) 現地講習会・東北ブロック(23日) 現地講習会・北海道ブロック(26日)
6月	現地講習会・九州ブロック(8日) 分析・土壌試料調整講習会(30日) 堆積有機物試料調整講習会(30日)
7月	現地講習会・中部近畿ブロック(29日)
8月	
9月	
10月	カテゴリA現地調査期限(20日)
11月	カテゴリB現地調査期限(10日) 試料調整期限(10日) CN分析期限(18日)
12月	試料収集分析業務最終調査結果提出(20日)
1月	
2月	検討会
3月	成果報告書

- 試料収集分析業務契約2年度
→ 年度当初の説明会、講習会
開催
- 調査時期: 5~11月
- 計画は完遂

2022年度の実施状況

		計画地点	実施地点	不実施
2022年度	カテゴリA	277	227 (81.9%)	50 (18.1%)
	カテゴリB	275	229 (83.3%)	46 (16.7%)
	計	552	456 (82.6%)	96 (17.4%)
2021年度	カテゴリA	260	220 (84.6%)	40 (15.4%)
	カテゴリB	280	235 (83.9%)	45 (16.1%)
	計	540	455 (84.3%)	83 (15.7%)

13

不実施事由の内訳

ブロック	事由	A	B	計
北海道	1	4	4	8
	2	5	5	10
	4	1	1	2
東北	1	3	10	13
	2	2	3	5
関東	1	5	2	7
	2	1	2	3
中部近畿	1	11	6	17
	2	2	0	2
中国四国	1	9	6	15
	1	7	6	13
九州	4	0	1	1
	1	39	34	73
事由別計	2	10	10	20
	3	0	0	0
	4	1	2	3
	計	50	46	96

不実施事由:

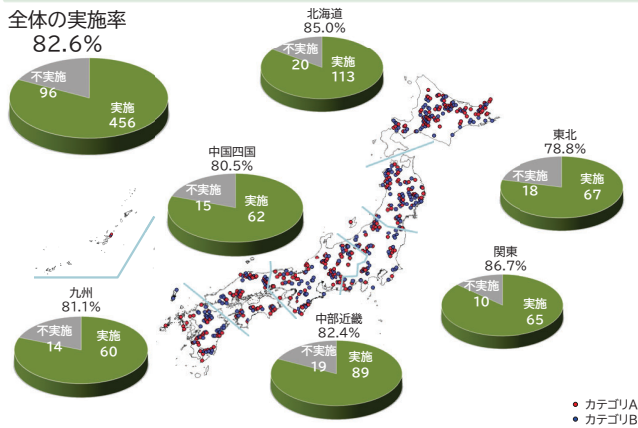
- 所有者の同意が得られない、所有者が不明等、法的な調査許可が得られなかった
- 林道崩壊・通行止め・積雪等、到達時間確保の困難により調査地へ到達できなかった
- 調査予定地点が果樹園、宅地などの非森林で、調査には不適な現場だった
- その他

不実施の理由として、調査実施の承認が得られないが最も多かった。

北海道ブロックでは、林道崩壊等により調査地へ到達することができないという理由も多かった。

16

2022年度の実施状況



14

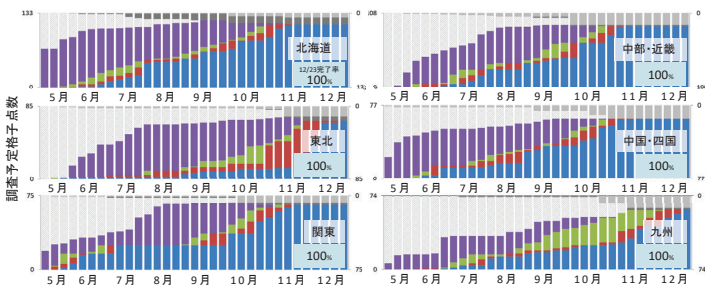
(2) 令和4年度の結果:

① データの品質管理

17

野外調査進捗状況 ブロックごと

■ 許可待ち ■ 許可取得、調査待ち ■ 調査終了、提出待ち ■ データ受取、チェック中
■ チェック完了 ■ 不許可 ■ 不実施



- 調査は5月から開始され11月までに終了した。
- 「調査終了」→「データ受取」、 「データ受取」→「チェック完了」が短いほどよい。
データ提出までの期間はブロックにより差がみられた。早期の提出を。

15

データの品質管理

仮提出データのチェックで除外された格子点ID数

		2022	2021	2020
堆積有機物	断面チェック	0	0	0
	試料調整チェック	0	1	0
	炭素濃度異常値	0	0	0
土壌試料	断面チェック	0	0	0
	試料調整チェック	7	2	0
	定積細土重異常値	0	0	0
	定積細土重外れ値	0	0	0
	炭素濃度異常値	9	7	6
全除外格子点ID数		10	10	6

- 分析(炭素濃度異常値)と試料調整チェックによる除外

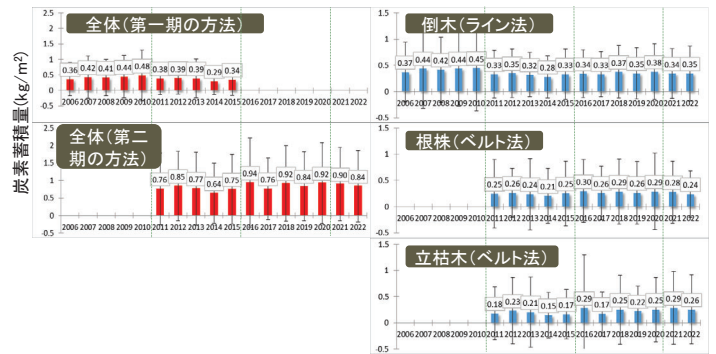
18

データの品質管理

	堆積有機物				土壌			
	調査実施	除外	除外率	データ数	調査実施	除外	除外率	データ数
格子点数	225	0	0	225	225	10	4.4	215
総断面数	816	4	0.5	812	816	59	7.2	757
総層位数	1632	10	0.6	1622	2448	197	8.0	2251

19

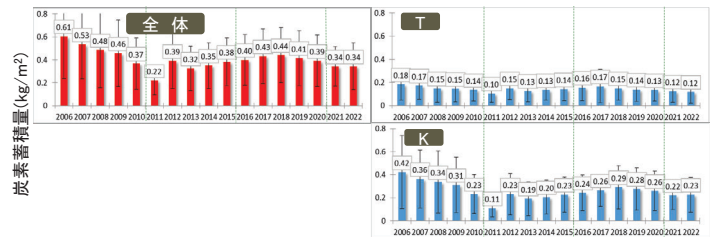
各年度の炭素蓄積量 枯死木



22

■ (2) 令和4年度の結果: ②炭素蓄積量

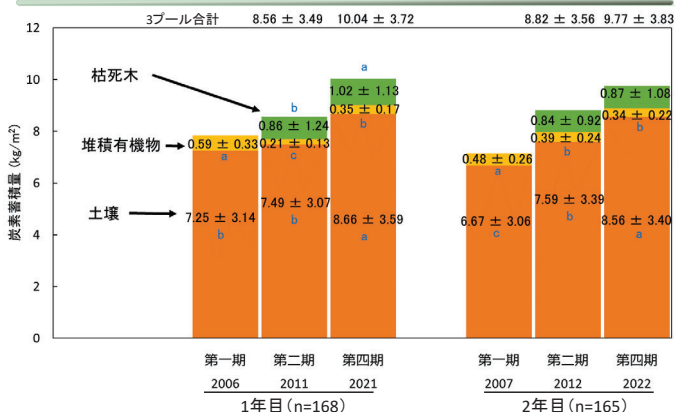
各年度の炭素蓄積量 堆積有機物



20

23

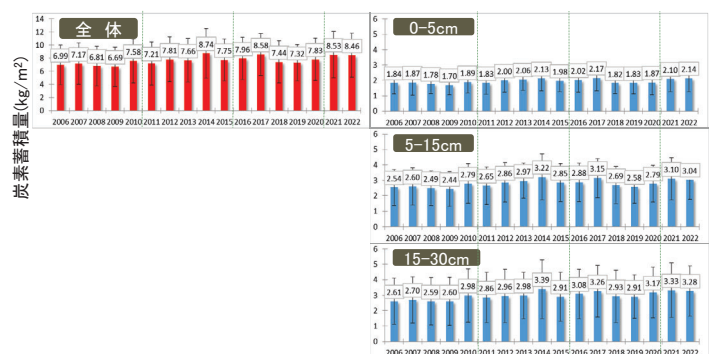
炭素蓄積量 全体(3プール)



※ 炭素蓄積量の期別比較。土壌と堆積有機物はTukey-Kramer法による多重比較によって検定。枯死木はWilcoxonの符号順位検定。アルファベットがあるものは期間の年次変動が5%水準で有意に差があることを示す。

21

各年度の炭素蓄積量 土壌



24

枯死木調査の検証調査

■ (3) 枯死木調査の検証調査



→ラインのわずかなずれで測定対象の倒木が異なった可能性。

25

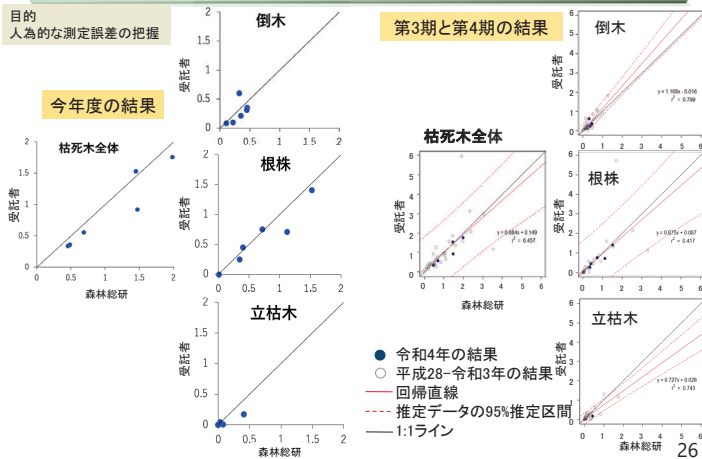
28

枯死木の検証調査

炭素貯留量(kg/m²)



林野庁森林吸収源インベントリ情報整備事業
2023-02-15 令和4年度検討会



3) 昨年度指摘事項への対応

29

枯死木調査の検証調査

昨年度検討会での指摘と対応



受託者と森林総研が撮影した調査地4方向の写真。
写真を見たとこラインは同じようにひかれているように見える。

- ・不実施地点の代表性への影響
不実施地点の分布の偏りが平均値の代表性に影響するおそれがある。
→平均値への影響を検討した。
- ・土壌炭素蓄積量調査結果の表示方法
年毎の変動ではなく、調査対象が同一の年度との比較を示すべきである。
→結果の報告に反映した。
- ・根株の見落とし、根株炭素蓄積量の測定者による差
地際直径の測定法を統一する必要がある。
→全体説明会での説明を強化した。

27

30

不実施地点の代表性への影響の検討

不実施地点に偏りがあるかどうかを検証

検討した内容

- ・調査地点の地域的偏り
- ・データとしての偏り
 - 林種別偏り
 - 土壌型別の偏り

使用したデータは第三期の実施・不実施データ

データとしての偏りがあるか(その1)

林種別 実施・不実施の割合

	実施		不実施		総データ数	
	データ数	%	データ数	%	データ数	%
※不存在	3	75%	1	25%	4	100%
その他	8	89%	1	11%	9	100%
その他(除	1	100%	0	0%	1	100%
その他岩石	1	100%	0	0%	1	100%
なし	0	0%	1	100%	1	100%
該当外	1	100%	0	0%	1	100%
記載なし	0	0%	1	100%	1	100%
除地	1	100%	0	0%	1	100%
人工林	1017	88%	140	12%	1157	100%
対象外	22	73%	8	27%	30	100%
竹林	12	86%	2	14%	14	100%
天然林	1044	85%	191	15%	1235	100%
伐採跡地	4	100%	0	0%	4	100%
未立木地	18	67%	9	33%	27	100%
無し	0	0%	1	100%	1	100%
総計	2133	86%	355	14%	2488	100.00%

31

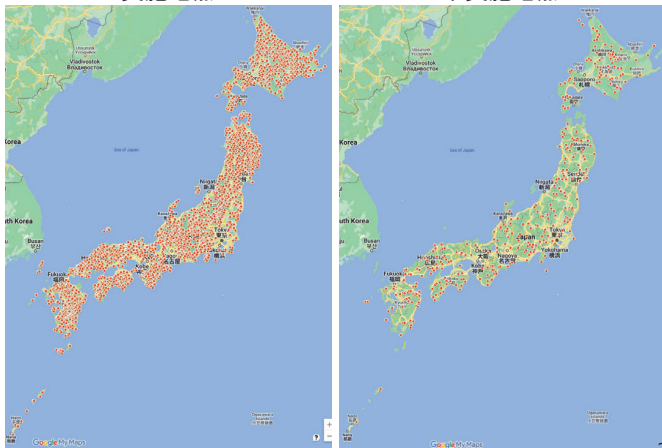
人工林と天然林でも違いはなさそう

34

地域的な偏りがあるかどうか

実施地点

不実施地点



32

土壌型別	実施	不実施	割合
グライ土	13	100%	23%(10,3)
乾性ポドゾル	24	100%	24%(26,8)
湿性鉄型ポドゾル	7	100%	30%(7,3)
湿性腐植型ポドゾル	11	100%	27%(11,4)
赤色土	9	100%	25%(9,3)
未熟土	12	100%	23%(41,12)

土壌型別

実施・不実施の割合

着色部分はn≥10の場合で平均不実施率14%よりも多いもの

土壌型

% (実施数, 不実施数)

相対的に見て、Bd(d) (不実施率12%) Be (不実施率10%) の割合が多くなっている

グライ土 23%(10,3)

乾性ポドゾル 24%(26,8)

湿性鉄型ポドゾル 30%(7,3)

湿性腐植型ポドゾル 27%(11,4)

赤色土 25%(9,3)

未熟土 23%(41,12)

35

データとしての偏りがあるか(その1)

林齢、WI、標高、道路からの距離、村落からの距離別

	n	林齢		WI		標高		道からの距離*		集落からの距離	
		平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD
実施	2136	56	44	79.3	27.3	461	348	418	503	2705	4231
不実施	356	57	42	81.2	30.5	491	449	673	1247	2978	4495
総計	2492	57	43	79.5	27.8	465	364	455	668	2744	4271

*は有意差あり

道からの距離には有意差があるが、それ以外では有意差なし

33

まとめ：不実施地点に偏りがあるかどうかを検証

- ・調査地点の地域的偏り → なさそう
- ・データとしての偏り
 - 林種別偏り → なさそう
 - 土壌型別の偏り → 引き続き要検討

平均を出す場合に、土壌型別炭素蓄積量から補正する方法が考えられる

36

地際直径の測定法の指導

全体説明会でスライドを増やして丁寧に説明

- ・概念図で測定の方法と測定が必要な項目を説明
- ・現場で質問があった例など、迷いやすいケースを例示

まだ測定者による差異があると考えられるので、次年度も基本概念を丁寧に説明する

(全体説明会スライドの例) 過去に測定方法の質問があった事例への対応 (分岐している場合の野帳への記入方法)

様式A3 根株

根株が途中で分岐している場合

1. 本体となる根株 (E404) と途中から分岐したもの (E405) に分ける。
2. 本体 (E404) は地面の地際から測定。
3. 分岐した根株 (E405) は分岐の根本から測定。

※どちらもほぼ同じサイズの場合:
どちらかを本体と決めて同様に別個体として測定。 マニュアル26頁

手書き野帳

・根株調査 根株無し

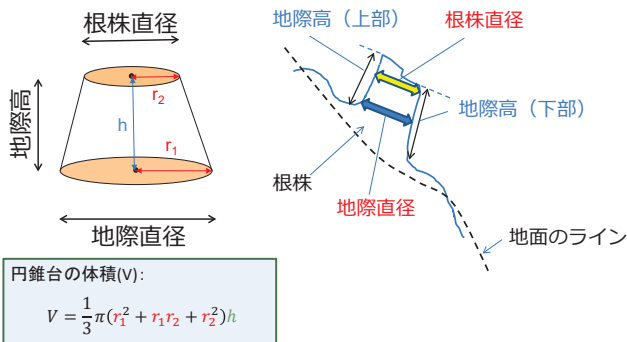
札No. には根株の写真に写した札の番号を記入

札No.	樹種	分岐度	直径(cm)		地際高(cm)		重積
			根株	地際	上	下	
E401	ス	4	10.0	13.5	18.5	22.0	<input type="checkbox"/>
E402	ス	3	11.5	15.0	19.0	24.5	<input type="checkbox"/>
E403	ス	4	7.5	10.0	6.0	6.5	<input type="checkbox"/>
E404	ク	3	15.5	19.5	42.0	56.5	<input type="checkbox"/>
E405	ク (E404分岐)	3	8.0	12.5	31.5	37.5	<input type="checkbox"/>

分岐した根株は (本体となる根株の札No.+分岐) を記入

(全体説明会スライドの例) 測定原理と実際の測定位置の説明

地上部を円錐台とみなして体積計算できるように計測



林野庁森林吸収源インベントリ情報整備事業
2023-02-15 令和4年度検討会

4) ベンチマーク調査の実施状況

(全体説明会スライドの例) 具体的な測定位置の例

例2) 切断面に段差がある場合 (マニュアルP.23 図14 c))

これは直径を反映していないので、実態を測定したことになる。

欠損部分を想定して巻いているが、現存する直径を反映しているため、こちらが正しい。

理想の位置から多少ずれるが、測定が容易で間違いが起こりにくい位置で測定の方がより良い。

ベンチマーク調査の目的

インベントリデータ: 1サイト4地点の反復データ
全国2400ヶ所の平均値としての経時変化
(1期→3期、2期→4期の各10年間)

ここで見えてくる変化傾向の妥当性



ベンチマークサイトにより検証
(高精度な経時変化量データ: 1サイト100地点の反復)

森林吸収源計測・活用体制整備強化事業 (2001~2005年度) のデータ、試験地の活用
→2001~2002年皆伐、2002~2003年更新された固定試験地
皆伐・更新から20年後の土壌炭素蓄積量の変化を計測可能

ベンチマークサイトの選定

6 候補地から現況調査に基づき4試験地をベンチマークサイトとして選定

- ・秋田（阿仁）、長野（塩尻）、広島（廿日市）、大分（九重）
- ・褐色森林土1、黒色土3試験地
- ・スギ2、ヒノキ2

43

今年度の目的

- ・2002年植栽地における調査の実施

植栽年
2002年：秋田、長野、広島、大分
2003年：北海道、愛媛

今年度
→秋田、長野、広島について調査を実施

46

試験地

褐色森林土サイト

	北海道	秋田	愛媛（2016年）
皆伐・更新時 2002～2003			
現況 2021			
再現性	○ プロット四隅確定 外周杭9割残存	○ プロット四隅確定 外周杭8割残存	× 林道崩壊のため 現況未確認

44

調査実施日程・体制

- 長野（塩尻）：6月20日～23日
・本所：石塚、相澤、小林、山田、小野、山下、細川、今矢
- 秋田（阿仁）：10月23日～27日
・本所：石塚、相澤、小野、今矢
東北：野口、森下、木田
- 広島（廿日市）：11月7日～11日
・本所：石塚、相澤、今矢
関西：岡本、伊藤、渡壁、シェーファ、金子

47

試験地

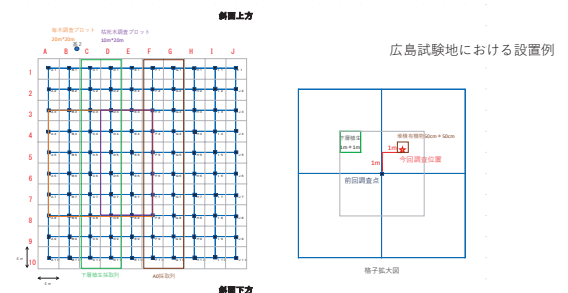
黒色土サイト

	長野	広島	大分
皆伐・更新時 2002～2003			
現況 2021			
再現性	◎ プロット四隅確定 外周杭ほぼ残存	△ 二隅残存 外周杭7割残存	△ プロット下端杭のみ

45

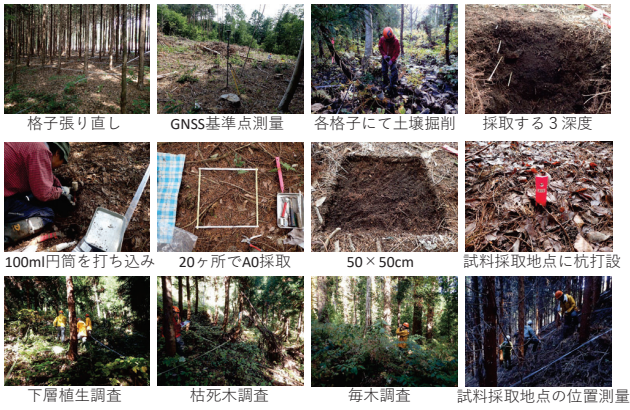
調査実施内容

- ・土壌採取（100点×3深度:0-5, 5-10, 17.5-22.5cm深、100ml円筒）
- ・堆積有機物試料採取（2列分：20点、50×50cm）
- ・下層植生調査（2列分：20点、1×1m、被度、群落高、優占種）
- ・枯死木調査（10×20m、倒木、立枯木、根株全数、サイズ、分解度）
- ・毎木調査（20×20m、樹高、胸高直径）
- ・位置測定（GNSSによる基準点測量、レーザー距離計による土壌調査位置測量、ブラ杭打設）



48

調査実施内容



49

次年度計画

- 1) 大分調査の実行
時期未定（6月 or 11月）：本所5名+九州支所3名
- 2) 秋田、広島試料の試料調製、CN分析

全体スケジュール

	2021	2022	2023	2024	2025
現況確認	←→				
許可申請		←→			
現地調査		←→	←→		
試料調製		←→	←→	←→	
試料分析		←→	←→	←→	
とりまとめ				←→	←→

52

土壌調査位置測定例



各土壌調査地点における緯度経度情報を整備
→空間解析、又、将来の再調査に有効
(GNSSの精度：約30cm)

50



林野庁森林吸収源インベントリ情報整備事業
2023-02-15 令和4年度検討会

5) 調査結果の吸収・排出量算定報告への反映方法の検討

53

試料調製・分析

- ・長野（本所担当）：土壌試料：調製完了→CN分析中（依頼）
堆積有機物試料：調製中
- ・秋田（東北支所担当）：土壌試料：調製中
堆積有機物試料：調製中
- ・広島（関西支所担当）：土壌試料：調製中
堆積有機物試料：調製中

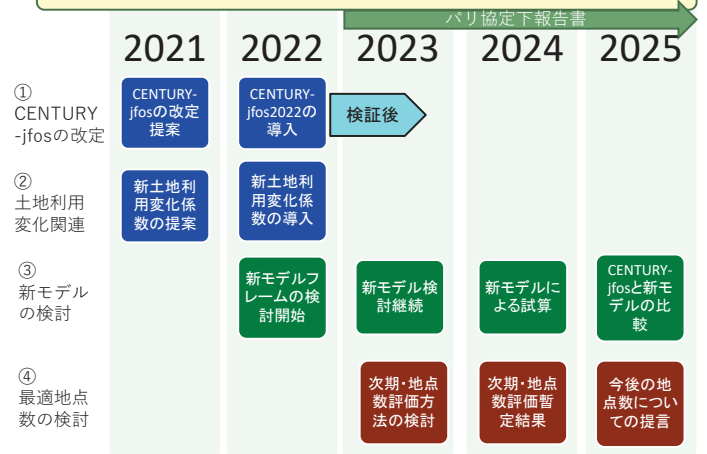
CN分析依頼スケジュール

秋田土壌（各回100点、計300点）：5月、7月、9月
広島土壌（各回100点、計299点）：6月、8月、10月
堆積有機物試料（計120点）：11月、12月

現地調査結果については大分調査と合わせて次年度に報告予定
分析結果も交えた結果は最終年度に報告予定

51

スケジュール



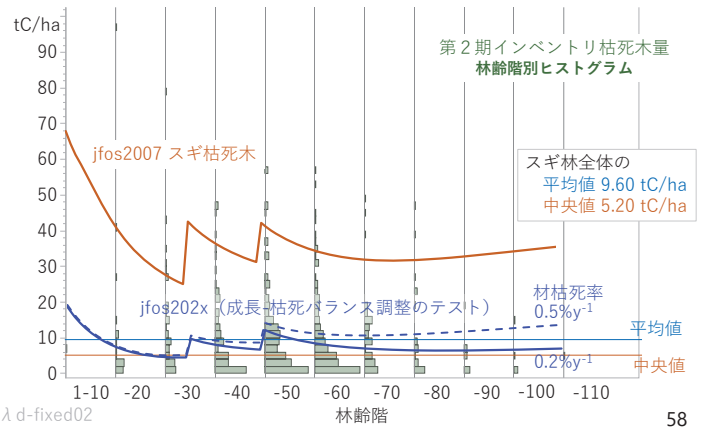
54

①CENTURY-JFOSの改定

【改訂内容】

- ◆成長量に対するパラメーター設定方法の変更
- ◆地上部・地下部バイオマスの枯死率の変更
- ◆気候データのアップデート、炭素含有率のアップデート

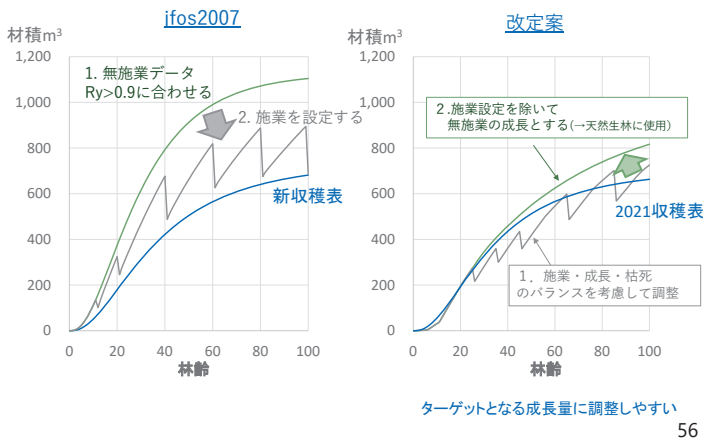
jfosの枯死木量を変更してテスト



55

58

成長量の調整方法の改良について



56

②土地利用変化関連

【改訂内容】

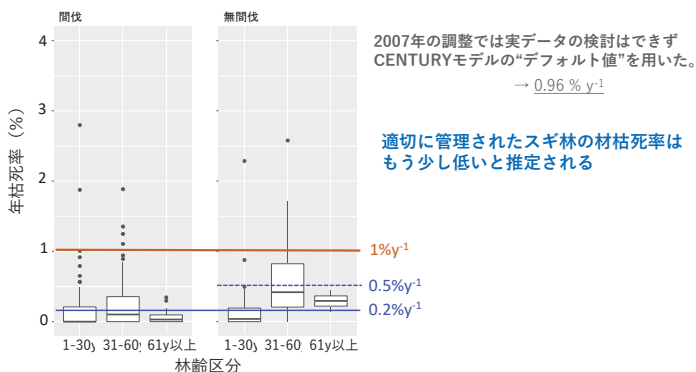
- ◆5つの土地利用の平均炭素量を変更
- ◆遷移期間の変更
- ◆森林伐採、新規植林・再植林時の枯死木・リター量の変更

全体の大きな流れとして、
 ・調査データベースに基づく数値
 ・論文発表ベースの数値

59

スギ人工林の材枯死率

収獲試験地/長期データ(西園ら2019)の解析から



v_th2

57

各土地利用変化における土壌炭素変化係数、遷移期間等

◆算定に用いる各パラメータは以下の様に整理される。(※赤字は直接設定値で、括弧内は各係数から計算される値)

土地利用変化	転用前SOC (t-C/ha) a	遷移期間 (年) b	土地利用変化係数 c	転用後SOC (t-C/ha) d	年間変化量 (t-C/ha/yr) e	備考
水田		20	1.35	(102.6)	(1.33)	a. Yamashita et al.2022 b, c 2019RMのデフォルト値
普通畑・樹園地		40	0.77	(58.52)	(-0.437)	a. Yamashita et al.2022 b, c. Ishizuka et al.2021を踏まえ算定方法検討会設定
牧草地(草地)		20	0.858	(65.208)	(-0.5396)	※2019RMの貯水地方法論適用時に全面改訂予定
森林	76					
湿地						
開発地		20	-	28.1	(-2.395)	a. Yamashita et al.2022 b, d. 外崎ほか2022
その他の土地		20	-	20.1	(-2.795)	a. Yamashita et al.2022 b, d. 外崎ほか2022を踏まえ算定方法検討会設定
農地、草地	83	40	1.21	(100.43)	(0.43575)	a. Matsui et al.2021の元データ b, c. Koga et al. 2020を踏まえ算定方法検討会設定
上記以外		40	-	-	1.5	b, e. 環境研究総合推進費の成果を踏まえ算定方法検討会設定
農地、草地						
森林						
開発地	(※)全体83 水田 70.5	20	-	28.1	全平均の場合 (-2.745)	a. Matsui et al.2021の元データ b, d. 外崎ほか2022
その他の土地	普通畑 90.8 草地 120.7 樹園地 79.1	20	-	20.1	全平均の場合 (-3.145)	a. Matsui et al.2021の元データ b, d. 外崎ほか2022を踏まえ算定方法検討会設定

※基本的に地目別の炭素量を用いて計算する

令和4年度第2回吸収源分科会資料より

60

現行の土地利用変化に伴う枯死有機物の炭素蓄積変化算定

土地利用変化	炭素蓄積変化算定方法	枯死木量	リター量	出典	課題
森林から他の土地利用への転用（森林減少）	森林の平均枯死有機物量が転用年(D=1)で失われる	14.5~15.1 t-C/ha	7.2~7.3 t-C/ha	CENTURY-jfosモデルの出力値（全森林の値）	CENTURYモデルの温帯のデフォルト値を利用した出力であり、値が過大
他の土地利用から森林への転用（新規植林・再植林）	遷移期間終了時点の枯死有機物量まで遷移期間(D=20)を通じて増加	13.01 t-C/ha	5.64 t-C/ha	CENTURY-jfosモデルの出力値（20年生の森林の値）	植林時に伐採前の根株や植物残渣などが含まれる計算で、新規植林・再植林時の0年生以降の量は比較的多くなっている



土地利用変化に伴う枯死有機物の炭素蓄積変化算定の改定方法（案）

土地利用変化	炭素蓄積変化算定方法	枯死有機物	遷移期間	炭素蓄積量	出典・想定
森林から他の土地利用への転用（森林減少）	森林の平均枯死有機物量が転用年で失われる	枯死木	1年	10 t-C/ha	土壌インベントリ調査結果による全森林平均値。Ugawa et al. 2012（土壌インベントリ調査結果）による全森林平均値。
		リター	1年	4.9 t-C/ha	
他の土地利用から森林への転用（新規植林・再植林）	遷移期間終了時点の枯死有機物量が転用年まで遷移期間を通じて増加	枯死木	40年	6.5 t-C/ha	環境研究総合推進費【2-1602】【2-1909】における新規植林地の調査結果を踏まえた、回帰式による40年生の予測値にて設定。環境研究総合推進費【2-1602】【2-1909】における新規植林地の調査結果を踏まえた、林齢21年生以降の平均値。（新規植林の人工林の値のため、全平均値より大きくなる）
		リター	20年	6.67 t-C/ha	

令和4年度第2回吸収源分科会資料より 61

フィンランドと比較しながら我が国の算定を俯瞰すると

RothC 農地用でリター無し



- CENTURYモデル（複雑）
- 古い（1987年～。長い歴史）
- 各県各樹種（&人工林・天然林）



- Yassoモデル（簡易）
- 新しい（2004年～。歴史は浅い）
- さらにアップデート
- 地域ブロックは南北（&NFI バイオマス）

- より細やかに異なる森林タイプの違いを表現
- 透明性の確保・改修の容易さに難

- システム自体は簡素
- 高い透明性・改修の容易さに難

64

2022年12月16日 吸収源算定方法検討委員会
了承、CENTURY-jfosの改定は手法の説明、了承



2023年1月31日
環境省温室効果ガス排出量算定方法検討会にて了承



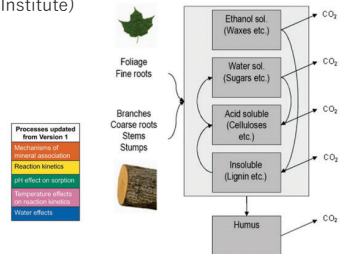
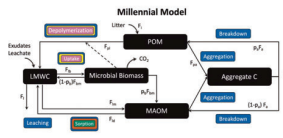
CENTURY-jfosを除く部分
2023年4月に提出される国連報告書に反映
※パリ協定下最初の報告

2023年度 森林等吸収源分科会
CENTURYモデル改定による吸収量、過年度の再計算結果等を試算、2024年提出から反映予定

62

土壌モデルの世界の動き

- 2000年代以降、土壌モデルの開発は続いている
- Yassoモデル(2004)→Yasso07(2007) →Yasso15 →Yasso20 (2022)
- 新たな構造、全世界の大規模データでのパラメータ決定
- CENTURYモデルの改良
- 例えば、Millennial モデル(Abramoff et al. 2018)
- 複数モデルを同時に走らせることができるプラットフォームの開発
- SoilR(Dr. Sierra, MaxPlanck Institute)
- HoliSoils project



65

今後の方針案

③新モデルの検討

- 現状の整理
 - 現行の算定システム(CENTURY-jfos)
 - 開発2007年（15年が経過）
 - 各県各樹種(&人工林・天然林など)
 - コアの土壌モデル: CENTURYモデル
 - 長期運用を想定せず
 - 15年間で森林のデータが増加
 - 国際的な審査など算定手法へ求める要件

- 検討事項
 - 要件
 - 透明性
 - 世界的な認証
 - 運用のしやすさ・長期メンテナンス（人の入れ替わり）
 - 日本国のデータとの親和性
 - 森林の変化
 - 気候変動
 - 土壌モデル
 - 植物モデル
 - 地域・植生区分
 - 構造を決定していく
 - 場合によっては不足しているデータの洗い出し

63

66

