

令和 6 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 7 年 3 月

林 野 庁



令和6年度森林土壌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. 当年度の目的	21
7.3. 方法	21
7.4. 結果	21
7.5. 今後のスケジュール	23

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. これまでの経緯	24
8.2. 新算定システムの検討	24
8.3. システムの構造	24
8.4. コアとなる土壌モデルの検討	25
8.5. 方式 B を Yasso20 での試作	25
8.6. その他	26
8.7. 参考文献	26
9. 第五期の実施内容の検討	27
10. 検討会での指摘事項	27

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 6 年度検討会の議事概要および発表資料

資料 2.1. 第 1 回検討会

資料 2.2. 第 2 回検討会

## 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。

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、CENTURY-jfosはすでに15年の運用となっており、改定を実施する段階になっている。一方、新しいモデルの提案と採用が他国で進んでいることから、次期モデルの選定を視野に、複数のモデルの検討を開始する。

## 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、第五期に向けて目的や方針等を検討するため、有識者（表2-1参照）による検討会を令和6年12月6日、令和7年2月12日の2回開催した。

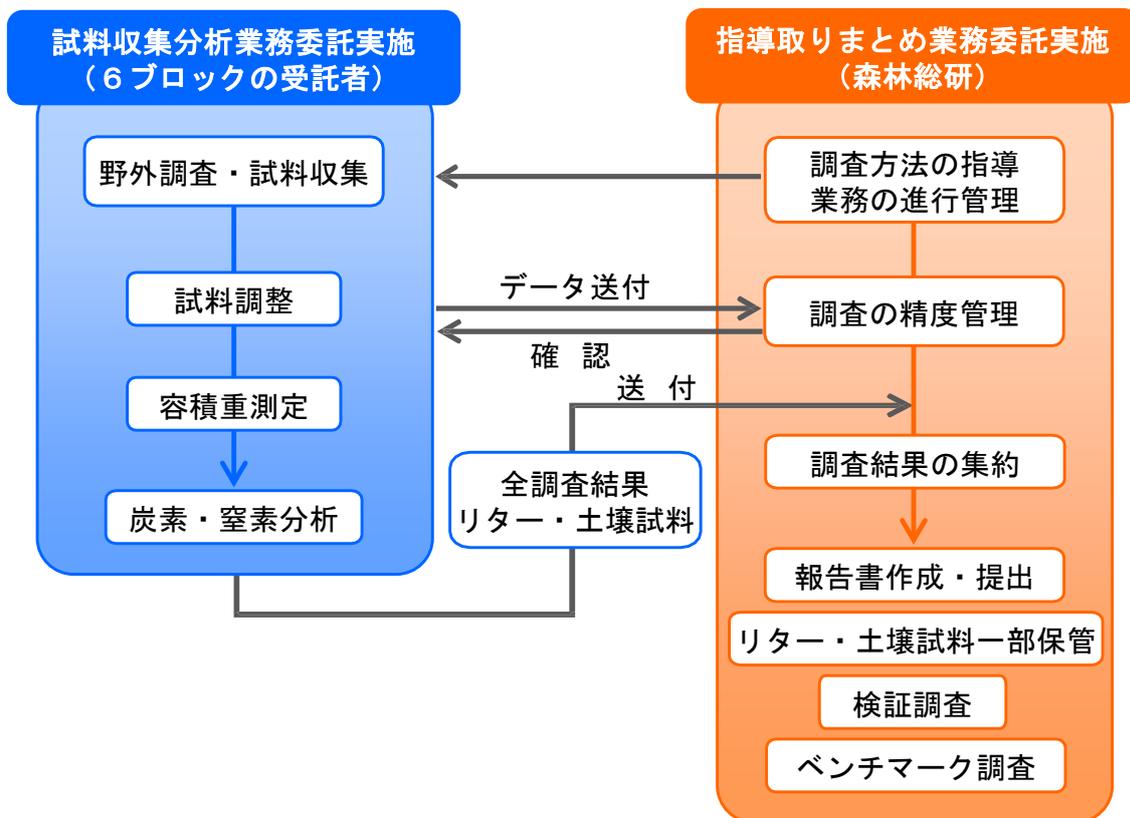


図 2-1 試料収集分析業務受託者との関係

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	東京大学特命教授
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26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」<sup>1)</sup>、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216地点、カテゴリ B の調査プロットは214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 m<sup>2</sup>（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<sup>2)</sup>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℃、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<sup>3)</sup>（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 <sup>3</sup> )			
	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<sub>Si</sub>：i番目の根株の体積（cm<sup>3</sup>）

V<sub>Dj</sub>：j番目の立枯木の体積（cm<sup>3</sup>）

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500g/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(m<sup>2</sup>)=0.25(m<sup>2</sup>)×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/m<sup>2</sup>)

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

ここで、

定積細土重(Mg/m<sup>3</sup>)：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) 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.
- 2) 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.
- 3) 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<sup>3)</sup>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<sup>4)</sup>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ないことを確認した。

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<sup>\*1</sup>

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 WRB<sup>1)</sup>では有機炭素濃度 20 % 以上と定義され、米国土壌分類<sup>5)</sup>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、WRB<sup>1)</sup>では有機炭素濃度 20 % 未満と定義され、米国土壌分類<sup>5)</sup>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<sup>5)</sup>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)

<sup>\*1</sup> 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 cm<sup>3</sup>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 cm<sup>3</sup>、10 cm<sup>3</sup>、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/cm<sup>3</sup>、0.500 g/cm<sup>3</sup>、0.651 g/cm<sup>3</sup>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。



$$\begin{aligned} \text{細土容積重} &= 200 / (400 - 30 - 10) = 0.556 \text{ g cm}^{-3} \\ \text{定積細土重} &= 200 / 400 = 0.500 \text{ g cm}^{-3} \\ \text{容積重} &= (200 + 60 + 0.2) / 400 = 0.651 \text{ g cm}^{-3} \end{aligned}$$

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

土壤中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/m<sup>3</sup>という米国の農地土壤の例<sup>2)</sup>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/m<sup>3</sup>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/m<sup>3</sup>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/m<sup>3</sup>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 <sup>3</sup> 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も除外すべき試料は検出されなかった。格子点 I D 単位では調査地点数 172 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、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 149 地点であり、3 地点、2 地点、1 地点の格子点数はそれぞれ 16、5、2 地点であった（表 4-3）。QA/QC 基準の適用と試料調整チェックにより除外された試料がなかったため、計算に使用した地点数、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 基準適用により変化しなかった（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

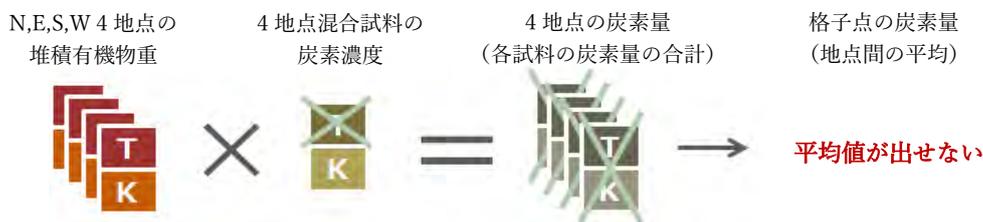


図 4-2 堆積有機物炭素蓄積量の計算での除外例

例 深さ 15-30cm 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

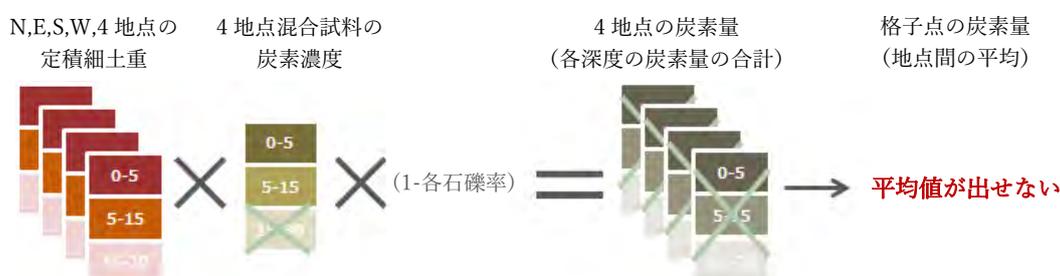


図 4-3 土壤炭素蓄積量の計算での除外例

土壤については、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 1 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 44 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 172 地点のうち 162 地点であった (表 4-4)。土壤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 148→139、16→16、7→6、1→1 と変化した (表 4-5)。炭素蓄積量は QA/QC 基準適用前 8.44 kg/m<sup>2</sup> に比べて適用後は 8.18 kg/m<sup>2</sup> とやや小さな値であった。標準偏差は 3.47kg/m<sup>2</sup> から 3.21 kg/m<sup>2</sup>、標準誤差は 0.26 kg/m<sup>2</sup> から 0.25 kg/m<sup>2</sup> とやや小さくなった。

土壤において、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、堆積有機物と土壤の境界の判定が適正になされず、土壤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 <sup>2</sup> )		
		平均	標準偏差	標準誤差
QA/QC 適用前	172	0.36	0.19	0.01
QA/QC 適用後	172	0.36	0.19	0.01

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	149	16	5	2
QA/QC 適用後	149	16	5	2

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 <sup>2</sup> )		
		平均	標準偏差	標準誤差
QA/QC 適用前	172	8.44	3.47	0.26
QA/QC 適用後	162	8.18	3.21	0.25

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	148	16	7	1
QA/QC 適用後	139	16	6	1

#### 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6年度に予定した調査格子点は430地点であったが、実際に調査ができたのは362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84.2%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 50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 10地点)で、このほか、調査予定地点が畑や太陽光発電所などの非森林で、調査には不適な現場だった(事由3 2地点)、熊との遭遇のため不到達、調査地が急傾斜で危険なため不実施(事由4 6地点)があった。

カテゴリ別の達成率はカテゴリAで79.6%、カテゴリBで88.8%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21年度、第二期において平成26年度、第三期において令和元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北海道地方の91.8%、低かったのは近畿地方の72.2%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	216	172	79.6
B	214	190	88.8
計	430	362	84.2

### 5.2. 枯死木、堆積有機物、土壌の炭素蓄積量

令和6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0.85 kg/m<sup>2</sup>、堆積有機物で0.36kg/m<sup>2</sup>、土壌で8.18 kg/m<sup>2</sup>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161地点のデータを用いて計算した3プールの合計は9.35 kg/m<sup>2</sup>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 A	カテゴリ B	計
北海道	1	2	0	2
	2	1	1	2
	3	0	0	0
	4	4	0	4
東北	1	1	2	3
	2	1	3	4
	3	1	0	1
	4	0	1	1
関東	1	5	7	12
	2	0	0	0
	3	1	0	1
	4	0	0	0
中部近畿	1	10	3	13
	2	3	1	4
	3	0	0	0
	4	1	0	1
中国四国	1	10	3	13
	2	0	0	0
	3	0	0	0
	4	0	0	0
九州	1	4	3	7
	2	0	0	0
	3	0	0	0
	4	0	0	0
計	1	32	18	50
	2	5	5	10
	3	2	0	2
	4	5	1	6

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	1	1	100.0
	H.20	34	25	73.5
	H.21	388	330	85.1
	不実施	6	6	100.0
	設定なし	1	0	0.0
計		430	362	84.2
第二期	H.26	423	356	84.2
	不実施	0	0	
	設定なし	7	6	85.7
計		430	362	84.2
第三期	R.1	425	358	84.2
	不実施	0	0	
	設定なし	5	4	80.0
計		430	362	84.2

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	97	89	91.8
東北	64	55	85.9
関東	66	53	80.3
中部	33	30	90.9
近畿	54	39	72.2
中国	49	39	79.6
四国	18	15	83.3
九州	49	42	85.7
計	430	362	84.2

表 5-5 炭素蓄積量の比較

プール	格子点数	平均 (kg/m <sup>2</sup> )	標準偏差 (kg/m <sup>2</sup> )	標準誤差 (kg/m <sup>2</sup> )
枯死木	361	0.85	1.16	0.06
堆積有機物	172	0.36	0.19	0.01
土壌	162	8.20	3.19	0.25
3 プール合計	161	9.35	3.49	0.28

## 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<sup>1)</sup> 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
R6 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
R6 岩手県	東北	(株) 宮城環境保全研究所	東北支所
R6 茨城県	関東	(株) GT フォレストサービス	本所
R6 和歌山県	中部・近畿	(株) GT フォレストサービス	関西支所
R6 高知県	中国・四国	(株) 一成	四国支所
R6 長崎県	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 2024 年 7 月 30 日 (写真 6-1)、森林総研は 10 月 24 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。

受託者と森林総研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  $1.15 \text{ kg/m}^2$  (2016 年度  $0.90 \text{ kg/m}^2$ 、2017 年度  $0.63 \text{ kg/m}^2$ 、2018 年度  $1.53 \text{ kg/m}^2$ 、2019 年度  $1.24 \text{ kg/m}^2$ 、2020 年度  $0.77 \text{ kg/m}^2$ 、2021 年度  $0.98 \text{ kg/m}^2$ 、2022 年度  $0.91 \text{ kg/m}^2$ 、2023 年度  $1.36 \text{ kg/m}^2$ )、森林総研は  $1.27 \text{ kg/m}^2$  (2016 年度  $0.83 \text{ kg/m}^2$ 、2017 年度  $0.70 \text{ kg/m}^2$ 、2018 年度  $1.37 \text{ kg/m}^2$ 、2019 年度  $0.62 \text{ kg/m}^2$ 、2020 年度  $0.82 \text{ kg/m}^2$ 、2021 年度  $1.34 \text{ kg/m}^2$ 、2022 年度  $1.09 \text{ kg/m}^2$ 、2023 年度  $1.76 \text{ kg/m}^2$ ) となった。倒木、根株、立枯木の種類別に見ると、立枯木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)。

立枯木の炭素蓄積量に違いが出た地点は、受託者の炭素蓄積量 (本数) が  $0.10 \text{ kg/m}^2$  (3 本)、森林総研が  $0.82 \text{ kg/m}^2$  (3 本) であり、調査本数は受託者と森林総研で同数にもかかわらず、立枯木の炭素蓄積量は森林総研が受託者の 7.85 倍であった。この差異の理由として、受託者が測定した細い枯死木 1 本が森林総研の調査時には倒れていた可能性があること、森林総研が測定した太い枯死木 1 本が、受託者の調査時には低木の葉が繁っていて樹冠が見えにくかったために枯死木と認識されなかった可能性があることが考えられる。ベルト内に立木があった場合は、生立木か枯死木かを慎重に判断する必要がある。

立枯木の本数に違いが出た地点は、受託者の炭素蓄積量 (本数) が  $0.07 \text{ kg/m}^2$  (2 本)、森林総研が  $0.17 \text{ kg/m}^2$  (4 本) であり、森林総研の立枯木調査本数が受託者の本数を上回った。両者の立枯木の本数が異なった原因は、4 方位の距離について中心杭から W 杭までの距離が受託者と森林総研の測定結果に差があったためと考えられる。ライン長を複数の区間に区切って測定する場合、区間の境界の地点の位置が前後の区間でずれると、水平距離の合計に誤差が生じる。区間数が多くなると誤差が累積すると考えられるので、区間の境界となる地点の位置が区間ごとにずれないように注意を払うことが重要である。

枯死木調査のクロスチェックは 9 年目となり、54 地点の検証データが蓄積できた。この検証データを用い、森林総研と受託者による枯死木炭素量の関係を回帰分析により決定係数 ( $r^2$ ) で評価した (図 6-2)。立枯木では受託者と森林総研の炭素量が大きく異なる調査地が 3 地点あり、決定係数 ( $r^2$ ) は 0.02 と倒木や根株より低くなった。枯死木全体の決定係数は立枯木の影響を受けて 0.165 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った。検証データは、上記の 2 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。ただし、この 2 地点の影響で枯死木全体の回帰直線は 1:1 の直

線からのずれが大きく、95%推定区間の幅が広がった。誤記の可能性があった地点は原因の特定が困難であること、調査時期やラインの位置の違いによる差は方法的に避けられないことから、このような調査による差異はある程度の確率で起るものと認識する必要がある。第四期の枯死木調査地点は 2,000 地点前後と見込まれ、地点数が多いことから、調査による差異の影響は小さくなると考えられるが、影響の程度を判断するためには検証調査のデータをさらに蓄積する必要がある。

9 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、直径巻尺など道具の取り扱いを重点的に指導することにより、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 の南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	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
R6 北海道	0.95	0.02	0.10	1.07	1.17	0.02	0.82	2.01
R6 岩手県	0.24	0.46	0.12	0.81	0.26	0.51	0.04	0.81
R6 茨城県	0.46	0.41	0.00	0.88	0.50	0.42	0.00	0.92
R6 和歌山県	0.07	2.33	0.07	2.47	0.10	1.82	0.17	2.10
R6 高知県	0.22	0.38	0.00	0.60	0.30	0.35	0.00	0.65
R6 長崎県	0.78	0.30	0.00	1.08	0.53	0.61	0.00	1.14
平均	0.45	0.65	0.05	1.15	0.48	0.62	0.17	1.27

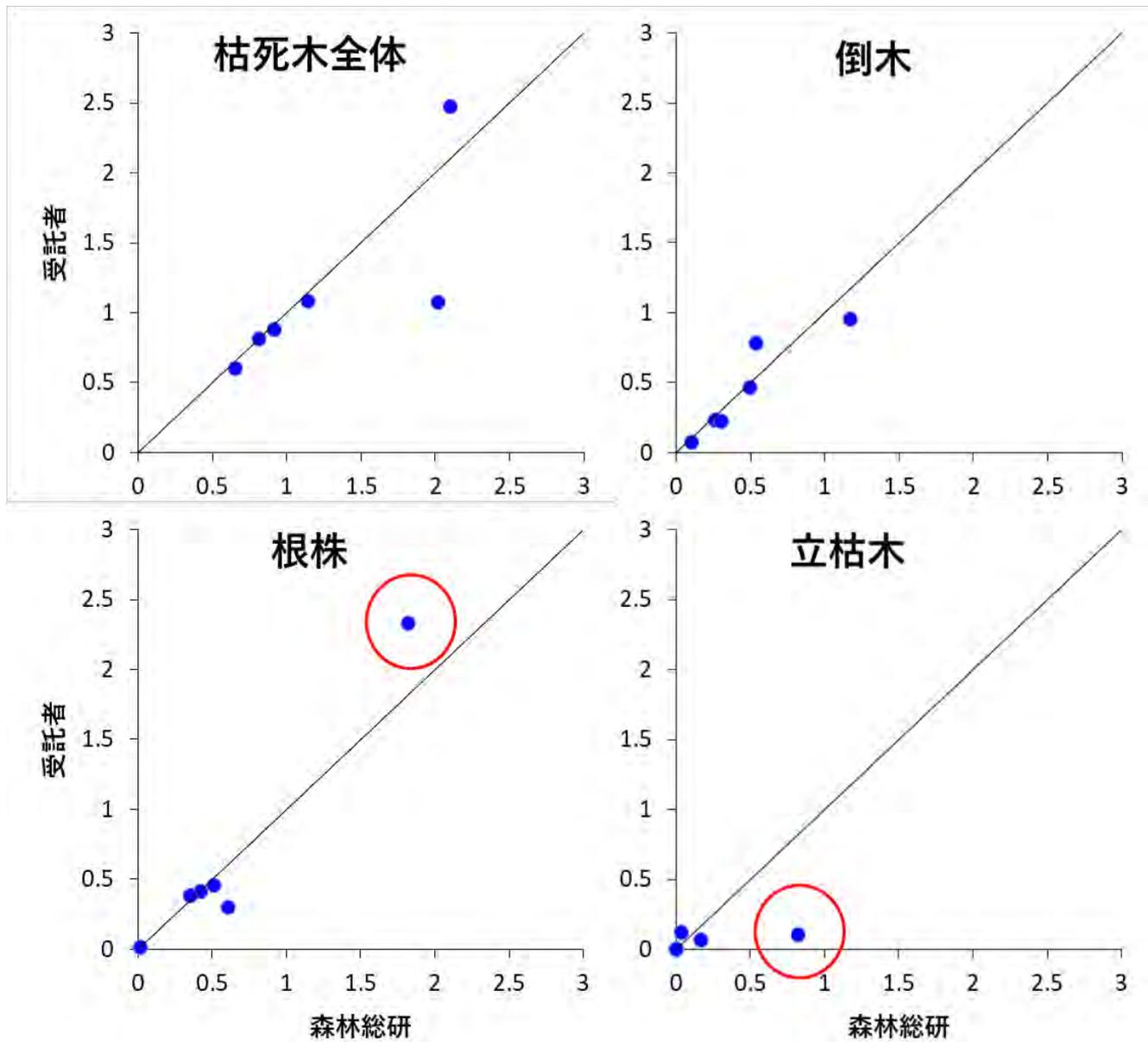
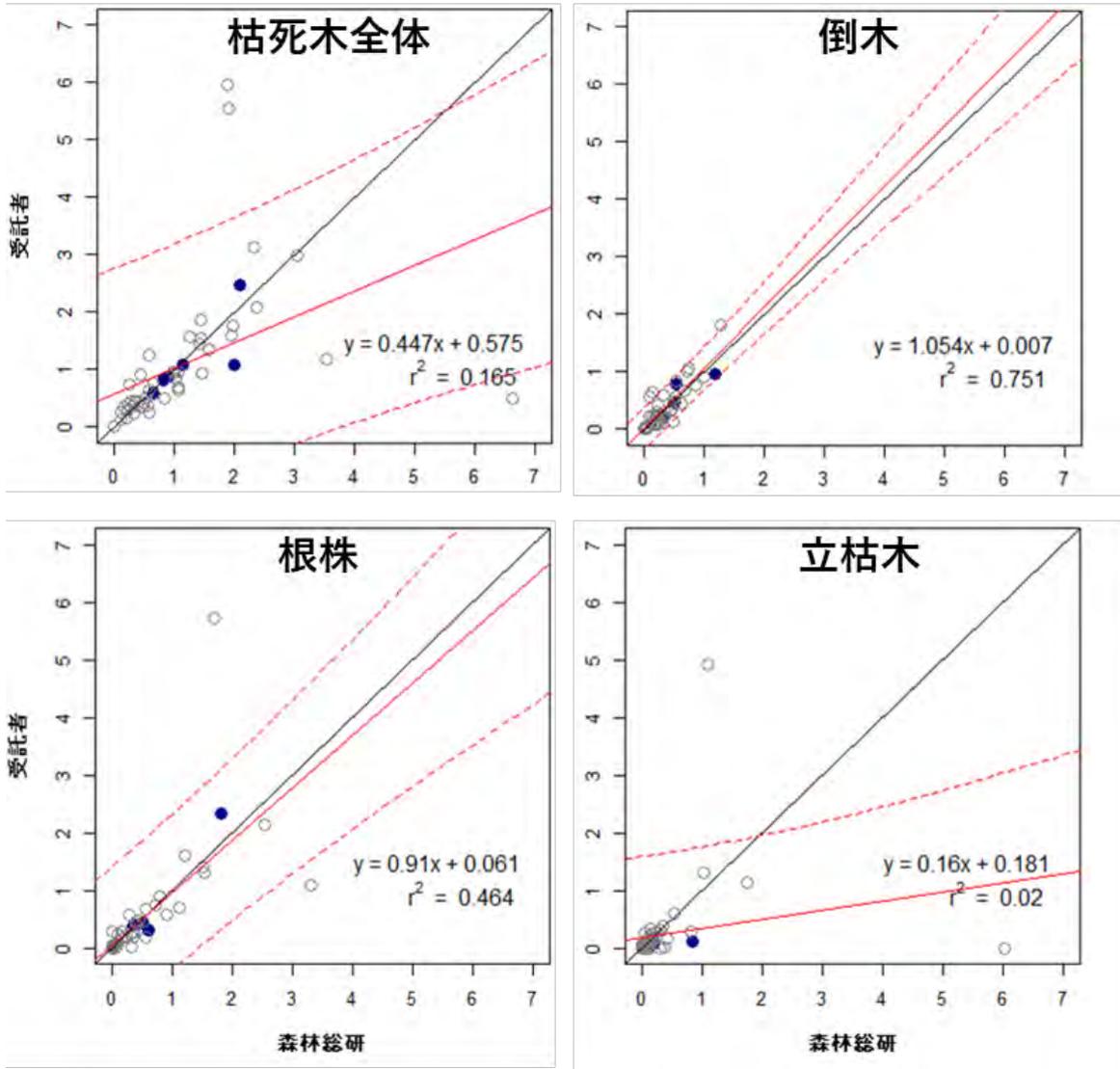


図 6-1 本年度の枯死木調査検証調査地点の炭素蓄積量(kg/m<sup>2</sup>)  
赤丸で囲んだ点は受託者と森林総研で違いが大きいデータ



● 2024年度の結果  
○ 2016-2023年度の結果

— 回帰直線  
- - 推定データの95%推定区間  
— 1:1ライン

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/m<sup>2</sup>)

#### 6.4. 参考文献

- 1) 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。本事業ではベンチマーク調査として、これらの試験地のうち秋田、長野、広島、大分の4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. 当年度の目的

令和6年度は、4試験地において採取した試料の分析を行い、各試験地における枯死木、堆積有機物および鉍質土壌30cm深の炭素蓄積量を明らかにする。

### 7.3. 方法

堆積有機物試料は50×50cmの採取枠を各試験地において20カ所ずつ設置し、枠内の試料を採取し、落葉と落枝に分けて分析した。鉍質土壌は各試験地において100地点ずつを0-5、5-10、10-30cm深に区分し、各深度の中心において100ml容円筒にて試料を採取した。

各試験地の堆積有機物および鉍質土壌試料は、それぞれ微粉碎し炭素分析に供した。乾燥重量あたりの炭素および窒素濃度は、土壌環境分析法（博友社）における乾式燃焼法により元素分析計等を用いて測定した。分析は外部機関に依頼して行った。

枯死木は各試験地において20×10mの方形区内の倒木、立枯木、根株の大きさ、分解度を測定した。立枯木および根株については地上部に残存している材積に加え、地下部材積をそれぞれ胸高直径および地際直径に基づき推定した。これらの材積に分解度から推定される材密度を乗じて材重量を求め、炭素含量を50%として、炭素蓄積量を推計した。

### 7.4. 結果

各試験地における20地点の堆積有機物の平均炭素蓄積量は、0.4～2.8kg/m<sup>2</sup>であった（表7-1）。試験地が平坦でアカマツ壮齢林に隣接する長野試験地において突出して高かった。堆積有

機物炭素蓄積量の各試験地内でのばらつき（変動係数）は27～71%であり、落枝の割合が大きい大分試験地において大きかった。

各試験地における鈹質土壌 30cm 深までの 100 地点の平均炭素蓄積量はおおよそ 12～19kg/m<sup>2</sup>であった（表 7-2）。各試験地内でのばらつき（変動係数）は、試験地がほぼ平坦である長野試験地では 10%と小さく、それ以外の試験地では 15%程度であった。

枯死木（表 7-3）について、立枯木はいずれの試験地においても若齢林のため少なかった。いずれの試験地も伐採時に残材が全て林外へ搬出されたため倒木は少ないが、秋田試験地のみ多かった。根株は秋田ならびに広島試験地で多かった。長野、広島、大分試験地では、倒木や根株は分解度が 4 または 5 のものが大部分であったが、秋田試験地では分解度 2～3 のものが散見されており、植栽から 20 年の間に除伐等により発生したものと考えられた。

表 7-1 各試験地における堆積有機物の炭素蓄積量

	秋田	長野	広島	大分
K（落葉）	0.23±0.15	1.69±0.60	0.33±0.17	0.06±0.03
T（落枝）	0.23±0.16	1.07±0.34	0.16±0.08	0.35±0.28
計 kgC/m <sup>2</sup>	0.46±0.27	2.76±0.75	0.49±0.23	0.41±0.29

※20 地点の平均±標準偏差

表 7-2 各試験地における鈹質土壌の炭素濃度、定積細土重および炭素蓄積量

	深度 cm	秋田	長野	広島	大分
炭素濃度	0-5	13.89±4.09	21.19±4.35	20.36±3.53	21.76±2.10
	%				
	5-10	9.85±2.30	14.97±2.17	18.61±3.01	20.89±2.12
	10-20	6.95±2.03	11.95±1.76	17.50±3.66	20.89±2.12
定積細土重	0-5	0.33±0.09	0.26±0.05	0.30±0.05	0.30±0.05
	Kg/m <sup>3</sup>				
	5-10	0.47±0.10	0.35±0.04	0.33±0.05	0.33±0.05
	10-20	0.60±0.13	0.44±0.05	0.35±0.06	0.35±0.05
炭素蓄積量	0-5	2.15±0.28	2.70±0.32	2.95±0.42	3.18±0.53
	kgC/m <sup>2</sup>				
	5-10	2.21±0.30	2.61±0.34	2.99±0.45	3.42±0.46
	10-20	7.96±1.78	10.35±1.32	11.81±2.21	12.17±2.39
	0-30	12.32±1.91	15.66±1.55	17.75±2.72	18.78±2.66

※100 地点の平均±標準偏差

表 7-3 各試験地における枯死木の炭素蓄積量

kgC/m <sup>2</sup>	秋田	長野	広島	大分
倒木	2.18	0.002	0.07	0.13
立枯木	0.01	0.07	0.03	0
根株	4.55	0.19	3.66	0.98
枯死木合計	6.74	0.25	3.76	1.11

## 7.5. 今後のスケジュール

次年度は、森林吸収源計測・活用体制整備強化事業で報告されている土壌炭素蓄積量データとの比較を行い、各試験地における皆伐・植栽後 20 年の時間経過に伴う土壌炭素蓄積量の変化を明らかにする。

## 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. 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。

### 8.2 新算定システムの検討

新システムを構築するに当たり、以下の点を総合的に考慮に入れる必要がある。

- 簡易さと使いやすさ
  - 運用のしやすさ
  - 長期的なメンテナンスのしやすさ
- 透明性
  - 国際審査において適切な審査を受けるため必要
- インベントリデータとの整合
  - 第 4 期までデータが集まっており、算定システムの検討と構築に必要なデータが集まりつつある
- 生体バイオマスの算定方法とのバランス
  - 森林生態系多様性基礎調査のデータを利用する方式に変更が検討されている。それに伴って、区分も変更されると予想される
- 国際的な動き
  - 世界各国でどのようなモデルが用いられており、どのような審査結果を受けているのか傾向を分析

### 8.3. システムの構造

算定システムは、土壌炭素モデルをコアに、その土壌モデルに投入する有機物量の時系列の推定、土壌モデルを駆動するための温度や降水量（水分条件）などの環境条件など、入力が必要となる。土壌モデルはそれを受けて土壌炭素の蓄積量を時間ステップごとに計算する。CENTURY-jfos システムでは、有機物の供給量も CENTURY モデルに計算させている。この計算を伐採・植林から 120 年間の各県・各樹種・人工林・天然林で行い、120 年の森林管理の中で、1 年ごとの土壌 3 プールの変化量を計算し、120 年間の各県・各樹種・人工林・天然林の吸排出量係数を計算している。それを各県・各樹種・人工林・天然林の林齢ごとの面積と掛け合わせて、足し合わせることで日本の森林土壌の炭素吸排出量を計算している。このように

モデルを用いて吸排出量係数を算出する方法（方式 A）もある一方で、土壌モデルから毎年の各国の森林土壌炭素蓄積量を推定し、その毎年の変化量を日本の森林土壌の炭素吸排出量とする方法（方式 B）もある。

現行システムは、対象とする期間の前に行うスピニングアップ（初期化）を通じて我が国の森林の状態を捉えてはいるものの、対象とする期間中の間伐の影響を中心とした林分の成長と施業影響をくみ取りやすいシステムと言える。一方で、森林生態系多様性基礎調査の調査データの蓄積に伴って、日本の森林は、森林資源量の把握に用いてきた成長モデル（収穫予想表）によって推計される蓄積量よりも、現況の蓄積量が大幅に大きいことが判明しており、特に高齢級の森林での蓄積推定に顕著な誤差が現れている。モデルにおける土壌 3 プールへの有機物供給量についても、森林蓄積の実態を反映できるシステムが望ましいと考え、森林蓄積量増加に伴う有機物供給量を入力として土壌モデルを駆動し、炭素蓄積量の経年変化をシミュレートする方式（方式 B）が、現行の算定方法（方式 A）よりも現在の日本の森林土壌の状態をより的確に捉える可能性も考えられる。

#### 8.4. コアとなる土壌モデルの検討

算定システムの中でコアとなる部分が土壌モデルである。土壌モデル（土壌炭素動態モデル、土壌炭素モデル）は 1980 年頃から多くのモデルが報告されており、すでに 200 以上のモデルが存在すると言われている。一方で、広く使われている点、透明性、運用しやすさなどを考えると、CENTURY、RothC、Yasso が候補として考えられる。

しかしながら、それぞれのモデルには特徴があり、日本の算定システムに適した土壌モデルの選定にはさらなる検討が必要である。例えば、CENTURY モデルは、知名度・使用実績があり、仮定は必要ではあるが土壌 3 プールを分けて取り扱うことができる。一方で、現在は開発者が引退しており、ソースコードが開発研究グループからは公開されていない。また他のモデルよりも複雑である。RothC は同じく知名度・使用実績があり、さらに日本では農地で利用されている。また構造がシンプルで、透明性が高い。一方で、リターと枯死木プールがない。リター枯死木を含めて 3 プールをまとめてシミュレートした運用例もあるが、オーストラリアの様に独自に研究を積み上げてリターと枯死木プールモデルを開発し接続する必要があるかもしれない。Yasso は算定用に開発されたこともあり、算定分野でも研究分野でも知名度・使用実績がある。また非常に簡素で、透明性も高い。一方で、土壌 3 プールをまとめて扱うため、それぞれの変化量を出すことはできない。またリターの成分情報が必要であり、鉍質土壌の深度が 100 cm と言われている。これまでの算定区分とは異なることになり、また深度の違うインベントリ事業のデータの組み込みには検討が必要となる。

#### 8.5. 方式 B を Yasso20 での試作

今年度は算定方法の検討を深めるため、方式 B で、欧州で広く使われている Yasso モデルの最新版 Yasso20 をコアモデルとして、算定システムを試作した。

入力データは現時点では仮（ダミー）のデータを入力としてある。森林生態系多様性基礎調査から人工林・天然林の単位面積あたりの蓄積量の時間変化を推定し、インベントリ事業の調査地点情報を用いて気候データを抽出し、人工林・天然林の 1980 年からの月ごとの気温と降水量データを準備した。蓄積量を元に土壌への有機物供給量を仮定し、Yasso モデルに投入して、日本の人工林・天然林の土壌炭素蓄積量の年変動を計算した。それに人工林・天然林の面積および FM 率をかけることで、日本全体の森林土壌の炭素吸収・排出量を算出する。

今後、算定方式とコアモデルをさらに検討していく必要がある。またどの方式であれ、土壌への有機物供給量の推定、年変動や火山灰土壌の取り扱いなど検討していく必要がある。またインベントリデータを組み込み、精緻化を図っていく。

## 8.6. その他

令和 6 年度まで国家温室効果ガスインベントリ報告書（NID）内の枯死木炭素蓄積量値は第一期の実測値をベースに推定した値であった。しかし、本事業第 2 期（2011～2015 年）の枯死木の炭素蓄積量を論文<sup>1)</sup>として公表するにいたったことから、この論文中の枯死木炭素量の実測値で国家温室効果ガスインベントリ報告書中の枯死木炭素量値を更新することについて提案を行った。

## 8.7. 参考文献

- 1) KAWANISHI Ayumi et al. (2024) Increased deadwood carbon stocks through planted forestry practices: Insights from a Forest Inventory Survey in Japan(枯死木による炭素蓄積量への森林施業の影響：日本の森林インベントリー調査からの考察). Carbon Management 15(1):2315087

## 9. 第五期の実施内容の検討

第四期では、第五期に向けてこれまで実施した調査結果を踏まえ、調査設計及び調査方法について必要に応じて効率化等の見直しを検討することとなっている。調査方法の見直しと、それを反映したマニュアル改訂に向けて、現在の調査方法の問題点と省力化が可能な項目を抽出する必要がある。また、令和6年度に、NIDの森林地上部における炭素吸収・排出量の算定方法を森林多様性基礎調査の実測値を使用する方法へと変更する方針が示され、土壌3プールの炭素吸収・排出量の算定方法についても、見直しが必要な状況となっている。

具体的には、以下の項目を中心に分析、課題の整理を行っていく必要がある。

- ・差分データの確定（全地点 10 年間隔）とモデルのバリデーション
- ・ベンチマークサイトによる高精度変化量データによるモデルのバリデーション
- ・土壌3プール炭素吸収・排出量の算定方法
- ・CENTURY-jfosモデルの改良または新モデルの作成

## 10. 検討会での指摘事項

第1回検討会では、主に第五期に向けての提案とその根拠となる第四期までの調査結果について委員からの指摘があり、第2回検討会で対応を回答した。

調査の効率化のため連続して不実施だった地点を候補地点から除外する提案に対して、機械的に除外せずに到達不可の理由を詳細に検討する必要があると指摘された。第二期、第三期とも不実施だった地点の理由と第四期の実施状況を検討し、2期連続の不実施理由は不許可が7割を占め、第四期の実施状況は不許可理由により異なっていたことから、不許可の理由が除外基準となり得ること、除外するか継続するかはさらに検討が必要なことを回答した。

同一地点での第二期と第四期の炭素蓄積量の比較について、第一期も加えた場合に年変化量が異なるか確認するよう指摘され、第一期を加えた場合に年変化量がさらに増大することを示した。

第四期4年目の土壌炭素蓄積量が第二期より小さいのは、どの要素が影響しているのか検討が必要と指摘された。炭素濃度は炭素蓄積量と同様の变化傾向があり、定積細土重、石礫率は寄与していないことから、炭素濃度の推移が主要因と考えられると回答した。

炭素蓄積変化量の検出に必要な地点数の検討において、鉍質土壌の炭素蓄積量の標準偏差を第一期と同等と仮定しているが、第二期、第三期を合わせた集団の標準偏差を第一期と比較する必要があると指摘された。第二期、第三期を合わせた標準偏差は第一期とほとんど変わらないことを説明し、地点数の検討では第二期、第三期の標準偏差も考慮したグラフを示した。

土壌調査精度の向上に関して、堆積有機物層と鉍質土層の境界判定が適切であったかの指標として炭素異常値のために連続して分析データが棄却されている地点がないかチェックするよう指摘された。第一期、第二期または第三期、第四期の3期で連続して炭素濃度異常で棄却されたデータを抽出し、堆積有機物と鉍質土層の境界判定が不適切だったと考えられるケースを

検討した結果、これに該当したのは8深度4地点であり、第四期4年目までの調査地点800地点に対して少ないので、指導の成果が発揮された結果であると考えられると回答した。

第2回検討会では、主にベンチマーク調査の解析、第五期に向けての調査方法の改善、森林吸収源算定方法の検討について委員からの指摘があった。

ベンチマーク調査の試験地は、土壌炭素蓄積量がインベントリ調査の平均値より大きいことから、土壌炭素の経年的な増加量も全国の平均的な値とは異なる可能性がある。そのためデータの解析においては、試験地の特性を踏まえて評価する必要があると指摘された。また、ベンチマーク調査については、全国の土壌分布割合を考慮した新たな試験地の設定も考慮すると良いとの指摘があった。結果の解析にあたっては試験地の特性を考慮して適切な評価を行うよう留意し、新たな試験地の設定の必要性についても検討することとする。

枯死木調査の精度を上げるためには、過去の野帳を携行してデータを比較することが有効で、前回との相違点をチェックすることにより調査の効率化も図れると考えられることから、調査時に過去の野帳を携行することを検討するよう指摘された。また、過去の野帳を参照して調査を行った場合の時間短縮の効果を検証することが提案された。現地講習会において過去の野帳を参照した場合の効率化について検証し、その結果を受けて第五期の枯死木調査法を検討することとした。

新モデルの選択について、IPCCに対する報告と、施策や森林管理のための将来予測では求められるモデルが異なるので、これらを一つの事業で扱うのか別事業とするのかの検討が必要であると指摘された。また各モデルに、どのような使い方ができるのかを示すことも有効であると指摘された。モデルの選択について、インベントリ報告が目的であればなるべく簡単なものを使うのが良く、今あるデータセットを活用できるように、フィッティングの良いモデルを選ぶという視点も重要であると指摘された。

地上部バイオマスの算定にNFIを用いることになり、枯死木の発生量等がNFIによる算定とモデルによる算定で異なる可能性があることから、算定方法をNFIに合わせるか否かも含めて、土壌炭素動態に影響する要素の調査方法の違いによる差異をどう取り扱うかを早急に検討する必要があると指摘された。

不到達等で調査地点数が減っているが、調査地点数を維持するためにはどのような方法をとるべきかについて引き続き検討する必要があるとの指摘があった。

第五期の調査設計や新たな算定方法の選定について、いただいた指摘を踏まえて引き続き検討する。

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 <sup>-2</sup> )			
		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	010070	A	瀬棚郡今金町	渡島檜山	0.20	0.24 ± 0.14	5.55 ± 1.14
	010080	A	松前郡松前町	渡島檜山	1.15	0.20 ± 0.14	7.07 ± 2.34
	010125	B	瀬棚郡今金町	渡島檜山	0.22	—	—
	010155	B	二世郡八雲町	渡島檜山	2.39	—	—
	010160	A	瀬棚郡今金町	渡島檜山	1.17	0.17 ± 0.12	5.99 ± 0.91
	010200	A	瀬棚郡今金町	渡島檜山	0.04	0.16 ± 0.04	5.77 ± 1.16
	010235	B	山越郡長万部町	渡島檜山	0.30	—	—
	010240	A	山越郡長万部町	渡島檜山	0.06	0.31 ± 0.23	6.03 ± 2.05
	010360	A	茅部郡森町	渡島檜山	6.05	0.15 ± 0.07	4.50 ± 1.07
	010365	B	寿都郡黒松内町	渡島檜山	0.00	—	—
	010385	B	北斗市	渡島檜山	0.20	—	—
	010445	B	北斗市	渡島檜山	1.00	—	—
	010535	B	亀田郡七飯町	渡島檜山	0.02	—	—
	010575	B	虻田郡倶知安町	後志胆振	0.00	—	—
	010630	A	虻田郡京極町	後志胆振	0.00	0.49 ± 0.39	13.90 ± 0.97
	010690	A	函館市	渡島檜山	0.28	0.11 ± 0.07	6.45 ± 0.69
	010745	B	伊達市	後志胆振	0.81	—	—
	010750	A	札幌市	石狩空知	0.12	0.16 ± 0.13	7.20 ± 1.96
	010775	B	札幌市	石狩空知	0.25	—	—
	010795	B	札幌市	石狩空知	0.68	—	—
	010805	B	千歳市	石狩空知	1.07	—	—
	010875	B	恵庭市	石狩空知	0.90	—	—
	010925	B	千歳市	石狩空知	0.04	—	—
	010960	A	千歳市	石狩空知	0.83	0.50 ± 0.38	—※1
	011215	B	苫前郡羽幌町	留萌	0.01	—	—
	011670	A	深川市	石狩空知	0.28	0.31 ± 0.13	5.46 ± 0.21
	011700	A	天塩郡幌延町	留萌	0.21	0.30 ± 0.20	4.59 ± 1.29
	011760	A	雨竜郡幌加内町	石狩空知	0.15	0.24 ± 0.09	8.25 ± 2.75
	011805	B	勇払郡むかわ町	胆振東部	2.24	—	—
	011835	B	深川市	石狩空知	0.02	—	—
	011845	B	雨竜郡幌加内町	石狩空知	0.05	—	—
	011960	A	沙流郡日高町	日高	0.14	0.06 ± 0.02	4.94 ± 1.10
	011965	B	沙流郡平取町	日高	0.05	—	—
	012045	B	沙流郡平取町	日高	1.27	—	—
	012070	A	旭川市	上川南部	0.01	0.31 ± 0.13	5.98 ± 2.49
	012125	B	沙流郡平取町	日高	2.03	—	—
	012135	B	勇払郡占冠村	上川南部	1.18	—	—
	012150	A	旭川市	上川南部	0.57	0.14 ± 0.05	6.84 ± 2.03
	012205	B	沙流郡平取町	日高	0.37	—	—
	012215	B	空知郡南富良野町	上川南部	0.36	—	—
	012280	A	沙流郡日高町	日高	0.32	0.12 ± 0.07	5.94 ± 0.99
	012285	B	沙流郡平取町	日高	0.44	—	—
	012295	B	空知郡南富良野町	上川南部	1.00	—	—
	012300	A	富良野市	上川南部	1.99	0.08 ± 0.04	7.09 ± 1.68
	012320	A	上川郡和寒町	上川北部	0.23	0.25 ± 0.04	8.07 ± 0.47
	012365	B	沙流郡日高町	日高	0.00	—	—
	012375	B	空知郡南富良野町	上川南部	0.05	—	—
	012475	B	上川郡愛別町	上川南部	1.30	—	—
	012525	B	勇払郡占冠村	上川南部	1.50	—	—
	012595	B	沙流郡日高町	日高	0.19	—	—
012600	A	勇払郡占冠村	上川南部	0.25	0.13 ± 0.03	10.76 ± 1.30	
012620	A	旭川市	上川南部	0.72	0.25 ± 0.05	8.97 ± 2.56	
012675	B	空知郡南富良野町	上川南部	0.54	—	—	
012700	A	上川郡愛別町	上川南部	0.42	0.23 ± 0.10	5.30 ± 3.15	
012750	A	空知郡南富良野町	上川南部	0.40	0.20 ± 0.17	9.34 ± 0.89	
012755	B	上川郡美瑛町	上川南部	1.83	—	—	
012805	B	上川郡上川町	上川南部	0.07	—	—	
012835	B	浦河郡浦河町	日高	0.42	—	—	
012850	A	上川郡上川町	上川南部	0.01	0.26 ± 0.11	8.48 ± 1.06	
012855	B	上川郡上川町	上川南部	1.76	—	—	
012895	B	上川郡上川町	上川南部	0.81	—	—	
012910	A	紋別郡興部町	網走西部	0.60	0.29 ± 0.14	—※1	
012940	A	紋別郡滝上町	網走西部	0.82	0.39 ± 0.06	8.42 ± 1.35	
013045	B	紋別郡滝上町	網走西部	0.27	—	—	
013050	A	紋別郡滝上町	網走西部	0.64	0.50 ± 0.46	5.87 ± 0.99	
013075	B	紋別市	網走西部	0.37	—	—	

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 <sup>-2</sup> )			
		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
北海道	013080	A	紋別市	網走西部	0.23	0.41 ± 0.10	8.87 ± 1.65
	013110	A	紋別市	網走西部	0.30	0.33 ± 0.09	8.25 ± 2.14
	013115	B	幌泉郡えりも町	日高	0.25	—	—
	013130	A	紋別市	網走西部	0.61	0.34 ± 0.21	5.45 ± 2.47
	013155	B	紋別市	網走西部	0.38	—	—
	013250	A	紋別郡湧別町	網走西部	0.69	0.21 ± 0.08	5.42 ± 1.56
	013305	B	上川郡新得町	十勝	0.53	—	—
	013335	B	上川郡新得町	十勝	0.09	—	—
	013365	B	上川郡新得町	十勝	1.99	—	—
	013400	A	上川郡新得町	十勝	0.23	0.15 ± 0.06	6.95 ± 0.27
	013415	B	帯広市	十勝	0.91	—	—
	013545	B	河東郡上士幌町	十勝	0.54	—	—
	013585	B	河東郡上士幌町	十勝	3.06	—	—
	013625	B	河東郡上士幌町	十勝	0.29	—	—
	013650	A	中川郡幕別町	十勝	0.12	0.21 ± 0.09	4.37 ± 1.92
	013830	A	中川郡池田町	十勝	0.43	0.23 ± 0.03	6.45 ± 0.85
	013835	B	中川郡本別町	十勝	0.21	—	—
	013895	B	十勝郡浦幌町	十勝	0.26	—	—
	013900	A	十勝郡浦幌町	十勝	0.07	0.16 ± 0.11	8.58 ± 0.98
	013930	A	十勝郡浦幌町	十勝	0.00	0.47 ± 0.16	5.99 ± 0.77
013935	B	十勝郡浦幌町	十勝	0.47	—	—	
014115	B	釧路市	釧路根室	0.20	—	—	
014690	A	厚岸郡厚岸町	釧路根室	0.01	0.26 ± 0.05	10.96 ± 0.95	
青森県	020260	A	むつ市	下北	5.41	0.47 ± 0.53	6.00 ± 2.48
	020275	B	下北郡佐井村	下北	0.91	—	—
	020295	B	むつ市	下北	0.16	—	—
	020315	B	むつ市	下北	0.06	—	—
	020320	A	むつ市	下北	7.62	0.43 ± 0.15	—※1
	020345	B	むつ市	下北	5.15	—	—
	020370	A	むつ市	下北	0.99	0.41 ± 0.15	10.85 ± 2.51
	020400	A	むつ市	下北	0.44	0.66 ± 0.24	—※1
	020425	B	むつ市	下北	1.85	—	—
	020445	B	むつ市	下北	0.76	—	—
	020495	B	下北郡東通村	下北	0.75	—	—
	020520	A	下北郡東通村村	下北	0.33	0.30 ± 0.08	6.43 ± 3.07
	020545	B	下北郡東通村	下北	0.06	—	—
020550	A	下北郡東通村	下北	0.22	0.49 ± 0.28	10.76 ± 1.20	
岩手県	030110	A	八幡平市	北上川上流	0.00	0.48 ± 0.08	10.08 ± 1.96
	030125	B	奥州市	北上川中流	0.50	—	—
	030395	B	二戸郡一戸町	馬淵川上流	0.44	—	—
	030430	A	岩手郡岩手町	北上川上流	0.33	0.32 ± 0.32	12.22 ± 2.53
	030445	B	一関市	北上川中流	1.96	—	—
	030505	B	花巻市	北上川中流	0.56	—	—
	030525	B	九戸郡九戸村	馬淵川上流	0.31	—	—
	030535	B	一関市	北上川中流	1.08	—	—
	030580	A	陸前高田市	大槌・気仙川	0.81	0.64 ± 0.27	8.24 ± 1.84
	030610	A	久慈市	久慈・閉伊川	0.85	0.57 ± 0.12	10.15 ± 1.03
	030620	A	気仙郡住田町	大槌・気仙川	0.84	0.94 ± 0.33	10.94 ± 1.80
	030680	A	岩手郡葛巻町	馬淵川上流	0.35	0.75 ± 0.16	11.26 ± 0.63
	030750	A	宮古市	久慈・閉伊川	0.23	0.32 ± 0.12	9.12 ± 3.04
	030770	A	九戸郡洋野町	久慈・閉伊川	0.33	0.51 ± 0.38	12.37 ± 2.32
	030810	A	九戸郡洋野町	久慈・閉伊川	0.06	0.12 ± 0.02	10.40 ± 3.33
	030830	A	宮古市	久慈・閉伊川	1.02	0.26 ± 0.17	5.43 ± 3.86
	030850	A	大船渡市	大槌・気仙川	0.46	0.54 ± 0.51	10.18 ± 0.63
	030865	B	宮古市	久慈・閉伊川	0.26	—	—
	030870	A	下閉伊郡岩泉町	久慈・閉伊川	0.15	0.21 ± 0.15	7.18 ± 3.91
宮城県	040395	B	登米市	宮城北部	1.31	—	—
	040410	A	石巻市	宮城北部	0.39	0.62 ± 0.29	8.70 ± 0.79
	040430	A	気仙沼市	宮城北部	0.69	0.66 ± 0.39	4.99 ± 3.56
	040440	A	本吉郡南三陸町	宮城北部	0.15	0.97 ± 0.76	6.91 ± 0.89
	040445	B	気仙沼市	宮城北部	1.15	—	—
秋田県	050200	A	秋田市	雄物川	1.27	0.66 ± 0.29	10.68 ± 2.73
	050305	B	雄勝郡羽後町	雄物川	0.78	—	—
	050310	A	横手市	雄物川	0.18	0.61 ± 0.31	—※1
	050320	A	秋田市	雄物川	1.82	0.51 ± 0.18	5.92 ± 1.03
	050345	B	湯沢市	雄物川	0.24	—	—
	050470	A	湯沢市	雄物川	0.34	0.56 ± 0.10	8.55 ± 1.42
	050475	B	湯沢市	雄物川	0.58	—	—
050520	A	湯沢市	雄物川	0.34	0.49 ± 0.04	9.35 ± 2.32	

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 <sup>-2</sup> )			
		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
秋田県	050525	B	横手市	雄物川	0.46	—	—
	050560	A	湯沢市	雄物川	0.50	0.64 ± 0.12	12.15 ± 2.33
	050565	B	横手市	雄物川	0.27	—	—
	050600	A	湯沢市	雄物川	0.43	0.94 ± 0.23	12.00 ± 2.82
	050640	A	雄勝郡東成瀬村	雄物川	0.36	0.36 ± 0.19	6.37 ± 4.17
山形県	060035	B	西置賜郡小国町	置賜	0.17	—	—
	060100	A	西置賜郡飯豊町	置賜	0.81	0.98 ± 0.72	14.87 ± 1.51
	060280	A	米沢市	置賜	0.50	0.32 ± 0.21	16.27 ± 2.68
	060415	B	新庄市	最上村山	0.10	—	—
福島県	070115	B	大沼郡金山町	会津	0.27	—	—
	070130	A	大沼郡金山町	会津	2.52	0.27 ± 0.22	5.98 ± 6.69
	070135	B	耶麻郡西会津町	会津	1.04	—	—
	070150	A	耶麻郡西会津町	会津	1.19	0.60 ± 0.14	8.72 ±
	070185	B	河沼郡柳津町	会津	0.38	—	—
	070190	A	河沼郡会津坂下町	会津	0.13	0.58 ± 0.06	4.71 ± 0.55
	070290	A	喜多方市	会津	0.20	0.25 ± 0.15	7.85 ± 5.27
	070330	A	岩瀬郡天栄村	阿武隈川	0.88	0.28 ± 0.14	13.95 ± 0.90
	070370	A	郡山市	阿武隈川	0.55	0.35 ± 0.22	9.98 ± 1.45
	070395	B	郡山市	阿武隈川	0.60	—	—
	070400	A	福島市	阿武隈川	0.00	0.25 ± 0.17	12.84 ± 4.25
	070420	A	郡山市	阿武隈川	0.00	0.06 ± 0.07	0.53 ± 0.51
	070425	B	福島市	阿武隈川	0.41	—	—
	070450	A	福島市	阿武隈川	0.39	0.49 ± 0.14	8.61 ± 0.42
	070480	A	福島市	阿武隈川	0.60	0.74 ± 0.20	11.87 ± 1.12
	070550	A	福島市	阿武隈川	0.23	0.29 ± 0.08	11.56 ± 1.76
	070600	A	二本松市	阿武隈川	0.03	0.43 ± 0.29	8.30 ± 1.45
	070690	A	伊達市	阿武隈	0.66	0.41 ± 0.36	11.32 ± 3.15
	070755	B	田村市	阿武隈川	0.21	—	—
	茨城県	080095	B	石岡市	霞ヶ浦	1.04	—
080120		A	龍ヶ崎市	霞ヶ浦	0.23	0.13 ± 0.05	7.70 ± 1.50
080130		A	笠間市	水戸那珂	0.88	0.27 ± 0.19	11.10 ± 2.13
080180		A	笠間市	水戸那珂	0.63	0.10 ± 0.07	7.15 ± 2.37
080275		B	行方市	霞ヶ浦	0.29	—	—
栃木県	090110	A	栃木市	渡良瀬川	2.07	0.30 ± 0.33	13.05 ± 1.25
群馬県	100010	A	吾妻郡嬭恋村	吾妻	0.71	0.34 ± 0.10	15.61 ± 0.88
	100120	A	吾妻郡中之条町	吾妻	0.15	0.36 ± 0.18	13.94 ± 0.56
	100205	B	水上町	利根上流	3.51	—	—
埼玉県	110020	A	秩父郡小鹿野町	埼玉	4.17	0.31 ± 0.21	7.01 ± 1.07
	110090	A	比企郡ときがわ町	埼玉	1.56	0.36 ± 0.31	7.71 ± 0.89
神奈川県	140065	B	愛甲郡愛川町	神奈川	0.39	—	—
新潟県	150110	A	佐渡市	佐渡	0.51	0.38 ±	10.98 ± 0.00
	150120	A	上越市	上越	0.03	0.44 ± 0.05	4.65 ± 0.25
	150125	B	佐渡市	佐渡	1.14	—	—
	150225	B	柏崎市	中越	0.40	—	—
	150245	B	柏崎市	中越	0.43	—	—
	150295	B	長岡市	中越	1.94	—	—
	150390	A	魚沼市	中越	1.16	0.23 ± 0.06	8.51 ± 1.04
	150615	B	東蒲原郡阿賀町	下越	0.33	—	—
	150635	B	阿賀町	下越	0.91	—	—
	150755	B	村上市	下越	2.33	—	—
富山県	160055	B	南砺市	庄川	1.39	—	—
	160130	A	大山町	神通川	0.03	0.15 ± 0.13	6.94 ± 0.71
	160170	A	中新川郡上市町	神通川	0.26	0.42 ± 0.13	7.88 ± 0.62
	160185	B	中新川郡上市町	神通川	0.33	—	—
石川県	170105	B	金沢市	加賀	1.96	—	—
	170115	B	白山市	加賀	0.05	—	—
	170205	B	鳳珠郡穴水町	能登	0.04	—	—
福井県	180085	B	福井市	越前	0.10	—	—
	180160	A	福井市	越前	0.67	0.55 ± 0.08	7.03 ± 0.88
	180175	B	吉田郡永平寺町	越前	1.46	—	—
	180190	A	大野市	越前	0.28	0.12 ± 0.07	14.54 ± 0.96
	180195	B	勝山市	越前	0.19	—	—
山梨県	190050	A	南アルプス市	富士川上流	0.07	0.11 ± 0.05	4.02 ± 6.36
	190075	B	北杜市	富士川上流	0.17	—	—
	190145	B	北杜市	富士川上流	0.71	—	—
長野県	200005	B	木曾郡王滝村	木曾谷	3.35	—	—
	200010	A	木曾郡王滝村	木曾谷	0.59	0.46 ± 0.34	—※1
	200025	B	下伊那郡根羽村	伊那谷	0.87	—	—
	200030	A	木曾郡南木曾町	木曾谷	6.03	0.29 ± 0.08	8.48 ± 1.38

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 <sup>-2</sup> )				
		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	
長野県	200055	B	木曾郡上松町	木曾谷	1.86	—	—	
	200085	B	木曾郡木曾町	木曾谷	0.86	—	—	
	200105	B	下伊那郡阿智村	伊那谷	1.34	—	—	
	200110	A	飯田市	伊那谷	0.22	0.60 ± 0.12	6.72 ± 1.41	
	200120	A	木曾郡木曾町	木曾谷	0.54	0.32 ± 0.04	—※1	
	200145	B	飯田市	伊那谷	1.22	—	—	
	200155	B	木曾郡木曾町	木曾谷	1.85	—	—	
	200185	B	飯田市	伊那谷	0.68	—	—	
	200485	B	飯田市	伊那谷	0.15	—	—	
	200490	A	下伊那郡大鹿村	伊那谷	0.95	0.10 ± 0.06	10.02 ± 0.57	
	200550	A	上田市	千曲川上流	0.30	0.39 ± 0.12	6.07 ± 1.96	
	200585	B	上田市	千曲川上流	3.08	—	—	
岐阜県	210130	A	山県市	長良川	1.20	0.22 ± 0.10	8.98 ± 0.80	
	210150	A	郡上市	長良川	1.20	0.56 ± 0.18	—※1	
	210185	B	郡上市	長良川	0.68	—	—	
	210325	B	高山市	宮・庄川	1.08	—	—	
	210360	A	飛騨市	宮・庄川	0.09	0.19 ± 0.11	7.76 ± 5.66	
	210550	A	高山市	宮・庄川	1.31	0.62 ± 0.15	11.20 ± 3.17	
	210555	B	飛騨市	宮・庄川	0.26	—	—	
静岡県	220105	B	浜松市	天竜	0.55	—	—	
	220155	B	島田市	静岡	0.59	—	—	
	220255	B	静岡市	静岡	2.10	—	—	
	220265	B	静岡市	静岡	0.74	—	—	
	220285	B	静岡市	静岡	0.09	—	—	
	220375	B	賀茂郡西伊豆町	伊豆	0.77	—	—	
	220380	A	沼津市	富士	1.29	0.28 ± 0.23	6.00 ± 1.30	
	220395	B	賀茂郡西伊豆町	伊豆	0.84	—	—	
	220455	B	伊豆市	伊豆	0.50	—	—	
愛知県	230140	A	豊田市	尾張西三河	0.16	0.15 ± 0.14	3.75 ± 0.79	
	230145	B	田原市	東三河	0.10	—	—	
	230235	B	豊田市	尾張西三河	0.44	—	—	
三重県	240300	A	度会町	南伊勢	0.40	0.34 ± 0.13	8.45 ± 1.22	
	240315	B	度会郡南伊勢町	南伊勢	0.96	—	—	
	240340	A	伊勢市	南伊勢	2.60	0.25 ± 0.30	8.14 ± 3.50	
	240345	B	志摩市	南伊勢	0.09	—	—	
	240350	A	伊勢市	南伊勢	0.50	0.19 ± 0.09	5.81 ± 1.06	
	240355	B	鳥羽市	南伊勢	0.85	—	—	
滋賀県	250130	A	長浜市	湖北	0.74	0.31 ± 0.17	9.13 ± 1.32	
	250195	B	伊香郡木之本町	湖北	0.23	—	—	
	250215	B	東浅井郡浅井町	湖北	2.49	—	—	
京都府	260085	B	綾部市	由良川	0.43	—	—	
	260200	A	京都市	淀川上流	0.29	0.14 ± 0.07	3.04 ± 0.62	
	260205	B	南丹市	淀川上流	1.07	—	—	
	260265	B	京都市	淀川上流	4.65	—	—	
大阪府	270115	B	交野市	大阪	8.06	—	—	
	兵庫県	280015	B	佐用郡佐用町	揖保川	0.52	—	—
		280055	B	宍粟市	揖保川	2.06	—	—
		280095	B	宍粟市	揖保川	0.97	—	—
		280125	B	養父市	円山川	1.18	—	—
		280280	A	洲本市	加古川	0.27	0.14 ± 0.10	1.58 ± 2.03
		280340	A	豊岡市	円山川	0.37	0.14 ± 0.07	9.16 ± 0.89
280465		B	神戸市	加古川	0.02	—	—	
奈良県	290015	B	吉野郡野迫川村	北山・十津川	0.75	—	—	
	290070	A	吉野郡天川村	北山・十津川	0.39	0.49 ± 0.07	11.13 ± 1.19	
	290085	B	吉野郡十津川村	北山・十津川	1.60	—	—	
	290120	A	吉野郡吉野町	吉野	0.67	0.28 ± 0.05	9.62 ± 2.13	
和歌山県	300060	A	紀の川市	紀北	1.41	0.35 ± 0.11	6.60 ± 2.24	
	300185	B	伊都郡高野町	紀北	2.47	—	—	
	300210	A	串本町	紀南	0.43	0.33 ± 0.24	—※1	
	300220	A	高野町	紀北	0.24	0.62 ± 0.34	6.47 ± 0.65	
	300255	B	東牟婁郡古座川町	紀南	0.83	—	—	
	300280	A	新宮市	紀南	4.11	0.22 ± 0.05	9.28 ± 2.78	
鳥取県	310005	B	日野郡日南町	日野川	1.60	—	—	
	310015	B	日野郡日南町	日野川	0.37	—	—	
	310020	A	日野郡日南町	日野川	0.35	0.47 ± 0.12	7.46 ± 1.82	
	310030	A	日野郡日野町	日野川	0.11	0.76 ± 0.35	10.26 ± 2.34	
	310065	B	日野郡江府町	日野川	0.19	—	—	
	310130	A	鳥取市	千代川	0.16	0.31 ± 0.12	8.00 ± 1.08	
	310135	B	鳥取市	千代川	0.24	—	—	

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 <sup>-2</sup> )			
		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
鳥取県	310215	B	八頭郡若桜町	千代川	0.10	—	—
島根県	320085	B	浜田市	江の川下流	0.69	—	—
	320120	A	江津市	江の川下流	1.08	0.31 ± 0.14	3.42 ± 0.26
	320125	B	江津市	江の川下流	2.68	—	—
	320130	A	浜田市	江の川下流	※2	0.04 ±	6.78 ±
	320135	B	江津市	江の川下流	0.66	—	—
	320180	A	邑智郡川本町	江の川下流	0.54	0.24 ± 0.18	6.52 ± 3.00
	320220	A	大田市	江の川下流	0.28	0.31 ± 0.23	15.17 ± 0.31
岡山県	330075	B	笠岡市	高梁川下流	0.42	—	—
	330125	B	総社市	高梁川下流	1.15	—	—
	330200	A	吉備中央町	旭川	1.23	0.33 ± 0.14	3.95 ± 0.10
広島県	340285	B	倉敷市	高梁川下流	0.32	—	—
	340290	A	三次市	江の川上流	0.58	—	—
	340305	B	三次市	江の川上流	1.58	0.50 ± 0.34	5.55 ± 1.56
	340315	B	世羅郡世羅町	瀬戸内	1.25	—	—
	340335	B	庄原市	江の川上流	0.13	—	—
	340360	A	庄原市	江の川上流	0.28	0.52 ± 0.51	21.19 ± 3.75
	340380	A	庄原市	江の川上流	1.04	0.62 ± 0.34	21.30 ± 3.37
山口県	350130	A	萩市	萩	0.72	0.35 ± 0.22	8.71 ± 0.99
	350140	A	萩市	萩	0.17	0.51 ± 0.21	6.90 ± 3.90
	350155	B	萩市	萩	1.65	—	—
	350160	A	阿武郡阿武町	萩	0.36	0.45 ± 0.29	4.34 ± 0.79
	350170	A	萩市	萩	0.21	0.17 ± 0.09	7.43 ± 3.06
	350175	B	萩市	萩	1.05	—	—
	350185	B	山口市	山口	1.44	—	—
	350190	A	萩市	萩	1.70	0.13 ± 0.11	4.92 ± 0.56
	350220	A	山口市	山口	2.81	0.45 ± 0.17	7.19 ± 1.95
	350225	B	萩市	萩	1.89	—	—
	350240	A	萩市	萩	0.49	0.39 ± 0.16	6.01 ± 1.55
	350250	A	山口市	山口	0.78	0.19 ± 0.18	6.49 ± 0.89
	350365	B	岩国市	岩徳	0.34	—	—
	徳島県	360070	A	美馬市	吉野川	0.15	0.08 ± 0.07
360100		A	美馬市	吉野川	3.83	0.16 ± 0.14	10.78 ± 0.05
360180		A	勝浦郡上勝町	吉野川	1.60	0.31 ± 0.11	6.26 ± 0.95
360195		B	勝浦郡上勝町	吉野川	0.48	—	—
香川県	370085	B	三木町	香川	0.32	—	—
愛媛県	380270	A	西条市	東予	0.25	0.56 ± 0.31	3.65 ± 0.21
	380305	B	西条市	東予	1.91	—	—
	380325	B	四国中央市	東予	1.45	—	—
	380345	B	四国中央市	東予	0.78	—	—
	380355	B	四国中央市	東予	0.02	—	—
高知県	390055	B	旧中村市	四万十川	0.32	—	—
	390095	B	十和村	四万十川	0.13	—	—
	390100	A	梶原町	四万十川	0.60	0.18 ± 0.15	7.90 ± 3.65
	390140	A	窪川町	四万十川	2.38	0.24 ± 0.09	11.01 ± 2.10
	390145	B	東津野村	四万十川	2.17	—	—
福岡県	400015	B	福岡市	福岡	0.49	—	—
	400020	A	福岡市	福岡	1.58	0.37 ± 0.23	9.03 ± 0.66
	400025	B	福岡市	福岡	0.35	—	—
	400110	A	宮若市	遠賀川	0.27	0.25 ± 0.26	6.95 ± 1.12
	400130	A	飯塚市	遠賀川	0.42	0.38 ± 0.12	8.64 ± 2.45
	400270	A	京都郡みやこ町	遠賀川	0.92	0.17 ± 0.07	5.45 ± 0.95
	佐賀県	410020	A	嬉野市	佐賀東部	0.32	0.52 ± 0.13
410070		A	鹿島市	佐賀東部	0.57	0.37 ± 0.15	8.98 ± 2.69
長崎県	420030	A	南松浦郡新上五島町	五島彦岐	0.52	0.62 ± 0.17	8.46 ± 1.85
	420035	B	対馬市	対馬	0.23	—	—
	420175	B	東彼杵郡波佐見町	長崎北部	0.50	—	—
	420185	B	長崎市	長崎南部	0.26	—	—
	420225	B	雲仙市	長崎南部	0.43	—	—
	420230	A	雲仙市	長崎南部	1.08	0.77 ± 1.29	15.24 ± 1.53
	420235	B	島原市	長崎南部	0.00	—	—
熊本県	430005	B	天草市	天草	1.67	—	—
	430015	B	天草市	天草	0.13	—	—
	430020	A	天草市	天草	0.20	0.24 ± 0.09	5.77 ± 1.02
	430025	B	天草郡苓北町	天草	0.87	—	—
	430030	A	天草市	天草	0.61	0.63 ± 0.23	8.32 ± 1.54
	430045	B	天草市	天草	0.18	—	—
	430050	A	上天草市	天草	0.24	0.39 ± 0.11	7.82 ± 0.64

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 <sup>-2</sup> )			
		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
熊本県	430190	A	山鹿市	白川・菊池川	0.32	0.43 ± 0.18	7.73 ± 2.75
	430330	A	球磨郡あさぎり町	球磨川	0.11	0.19 ± 0.11	7.57 ± 3.64
	430405	B	球磨郡多良木町	球磨川	0.67	—	—
大分県	440265	B	佐伯市	大分南部	0.47	—	—
	440270	A	豊後大野市	大分中部	0.08	0.26 ± 0.17	5.92 ± 0.84
	440290	A	佐伯市	大分南部	9.69	0.11 ± 0.05	9.08 ± 1.45
	440345	B	佐伯市	大分南部	0.15	—	—
	440370	A	佐伯市	大分南部	0.46	0.31 ± 0.28	4.88 ± 0.95
	440380	A	佐伯市	大分南部	0.27	0.43 ± 0.38	8.35 ± 2.80
宮崎県	450050	A	都城市	大淀川	1.23	0.84 ± 0.74	7.28 ± 1.83
	450120	A	都城市	大淀川	0.50	0.28 ± 0.06	7.18 ± 1.00
	450190	A	北諸県郡三股町	大淀川	0.68	0.33 ± 0.18	6.71 ± 2.06
	450260	A	串間市	広渡川	0.02	0.49 ± 0.09	10.98 ± 1.12
	450300	A	串間市	広渡川	0.74	0.58 ± 0.23	9.51 ± 2.16
	450315	B	東諸県郡国富町	大淀川	0.47	—	—
鹿児島県	460200	A	薩摩郡さつま町	北薩	0.16	0.52 ± 0.25	5.74 ± 0.19
	460315	B	伊佐市	北薩	1.08	—	—
	460335	B	伊佐市	北薩	3.18	—	—
沖縄県	470040	A	国頭郡本部町	沖縄北部	0.56	0.23 ± 0.03	5.79 ± 0.95
	470060	A	名護市	沖縄北部	0.01	0.23 ± 0.07	4.89 ± 1.08
			平均		0.85	0.36	8.20
			最大		9.69	0.98	21.30
			最小		0.00	0.04	0.53

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QA/QC基準外(250 g kg<sup>-1</sup>以上)のため集計から除外した。

※2 調査中に熊に遭遇したため枯死木調査を実施しなかった。

# 資料 1

## 全体説明会・現地講習会の記録



## 令和6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：2024年5月10日（金）13:50～14:50

方法：ウェブ会議システム（Microsoft Teams）

参加者（森林総研）：古澤・相澤・今矢・山田・川西・酒井（寿）・小林・野口・山下・執行・関口・真中〔立地環境研究領域〕、橋本（徹）・今村〔北海道支所〕、小野〔東北支所〕、岡本・渡壁〔関西支所〕、細川〔四国支所〕、酒井（佳）・稲垣（昌）・森〔九州支所〕

参加者（受託者）：川尻・菊池・澁谷・早川〔(株)セ・プラン〕、重松〔(株)構研エンジニアリング〕、庭田〔(株)環境テクニカルサービス〕、成田〔個人事業主〕、藏重・鷺田・川村・小長根・菊池・倉・高野・山本・太田・櫻井・佐藤〔(株)宮城環境保全研究所〕、大輪・柳川・多田・丹羽・西村・久留・藤田・矢野〔(株)GTフォレストサービス〕、渡辺・北井・長田・麓・北館・高尾〔(株)一成〕、坂本・中園・永野・城戸・古賀・中川・江崎・内田〔(株)九州自然環境研究所〕、伊藤・鴨田・小田倉・権・木島・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）：塚田、菅原

### スケジュール

13:30 開会

13:35 講義

- I 令和6年度実施計画（古澤）
- 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（山田）
- VI データの品質管理と成果の提出（相澤）

15:00 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、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。

開会に際して林野庁森林利用課の塚田課長補佐に挨拶をいただいた後、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た。質疑応答の時間を設けたが質問は出なかった。第四期も4年目となり、業者は調査に習熟していると思われるが、調査開始前に要注意点を確認することは調査の精度維持に重要と考えられる。

## 令和6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：2024年5月17日（金）

時間：9時00分～16時00分

場所：ID010960（千歳）

受講者：（株）セ・プラン、構研エンジニアリング、リック、環境テクニカルサービス（7名）

講師名：橋本徹（責任者）、梅村光俊、今村直広（森林総研北海道支所）、今矢明宏（森林総研立地環境研究領域）

オブザーバー：菅原悠希（林野庁）

場所の概要：上層木は広葉樹林の一部をアカエゾマツ林分が占めており、下層植生に笹はほとんど存在せず、オンダが見られる林分であった。また、平坦な地形であり、支笏湖の噴火に伴う火山堆積物が土壌の主要構成物となっており、土壌の採取は比較的容易であったが、細かい礫が多く、石礫率の判定が難しい場所であった。

講習会概要：受講者と合流後、受講者の先導で調査位置の中心杭まで到達し、その後、2班に別れ、南北と東西のライン引き、根株と立枯木の調査を実施し、適宜、修正点、改善点の指摘をした。受講者が1名欠席して7名となったため、土壌断面調査は北、南、西の3地点で2名あるいは3名で実施し、作業途中で適宜講師による指摘をおこなった。次に経験の浅い受講者を中心に東地点の土壌断面調査を実施した。最後にサンプルの確認と化学分析用土壌試料の混合をおこなった。講習会の終わりには、林野庁の菅原氏より講評を頂いた。

指摘事項：

- ・ライン引きの際、ラインが空中に浮かず、地上に沿うこと（写真2）。
- ・粗掘りの際、ブルーシートを置く位置は粗掘り穴の左右どちらかにすること（写真3）。
- ・断面整形で堆積有機物層を切る際には、軽く手で押さえながら切るようにして、堆積有機物が脱落しないようにすること。また、土壌面も剪定鋏で細根の多い層を整形し、細根が少なくなってからコテで整形すること（写真4）。
- ・断面下部まで鉛直に整形すること。
- ・アカエゾマツの細かい針葉のリターもできるだけ採取する。また、その際は手袋でそっと払いながらリターを採取すること（写真5）。
- ・円筒採取は、最初は剪定鋏でふちに沿って丁寧に切り進むこと。円筒を押し込まないこと。
- ・化学分析用土壌試料採取のためのブロックのサイズは、各深度できちんと測ること（2層目の採取時に幅を1層目の半分として目測で設定しようとしていたため）。
- ・化学分析用土壌試料から根や礫を捨てる際には、土を丁寧に取り除く必要があること。取り除けないなら根や礫を無理に捨てないこと。

全体講評：受講者の調査方法に大きな問題は見られず、今回の指摘を活かしより良い調査ができると確信している。



写真1 中心杭の確認



写真2 ライン設定



写真3 粗掘り



写真4 断面整形



写真5 リター採取

## 令和6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奉告

開催日：2024年5月22日（水）

時間：8時20分～18時00分

場所：ID040440（宮城県本吉郡南三陸町歌津字川内）

受講者：（株）宮城環境保全研究所（6名）

講師：小野（責任者）、木田（森林総研東北支所）、古澤、野口（森林総研立地環境研究領域）

場所の概要：調査プロットの約100m北の斜面上部に林道が通っていた。林道沿いに整備された土場に駐車し、調査プロットにアクセスした。調査プロットは、北東-南西方向の尾根が中心杭の南東側を通り、北西側斜面がヒノキ人工林、南東側斜面がスギ人工林の地点であった。広葉樹の古い根株が残存していた。尾根沿いから北西側の斜面の一部にアカマツが混在し、松枯れ被害による枯損が散見された。

講習会概要：駐車箇所である土場にて調査用具・野帳の所持確認を行った後、調査プロットに移動した。駐車箇所からプロットへ移動開始後数分で全ての杭が見つかり、ライン作成、林相撮影がスムーズに行われた。枯死木調査では、株立ちしていたと思われる、分解度が高い広葉樹の根株が複数見つかった。地際直径や地際高の測定方法の確認と助言のための時間を要し、枯死木調査の講習は午前中いっぱいまでかかった。午後からベテランと若手の2人組の3班で土壤断面調査を行った。全体的に丁寧に調査が行われていたため、残った1方向の調査の開始が遅れ、講習終了は夕刻となった。その後、駐車箇所に戻り、サンプルと野帳の記載事項の確認を行って、講習会を終了した。

指摘事項：

- ・根株の地際直径、地際高等の測定に関し、根株の腐朽が進み、元の根株形状が分かりにくいものが多数あった。地際直径の測定位置、地際高の測定方法等について疑義が残ったものは本所事務局に問い合わせ、後日回答することとした。本来の地際直径測定位置より低い位置で切断されている根株で、斜面下側に根張りの露出部分が大きいケース（写真1）について、現地では地際直径と根株直径は切断面の直径とし、地際高（上）は0、地際高（下）は斜面下側に露出している高さとするよう指導したが、本所での検討結果を受けて、「根株直径、地際直径は同じ位置で測定。地際高（上）、（下）は、根張りとは判断した場合には、0と測定という対応が正解。ただし、基本はマニュアルの調査方法に沿って、調査を行う。」とメールにて回答した。

- ・断面調査時の深さを示す串の位置について、スケールの断面側にすべきか外側にすべきかについて質問があった。断面幅（スケールの内側と右側の串の間隔）が50cm確保できていれば、串を刺す位置はスケールの内側でも外側でも構わないと回答した（写真2）。

全体講評：当事業における調査経験豊富な事業者のため、全体的に丁寧かつスムーズに調査に取り組んでいた。引き続き精度の高い調査の遂行を期待する。熊の目撃情報が多いので、安全を優先して、調査地点に到達できない場合は連絡して欲しい。



写真1 根株の地際直径・地際高の測定位置・方法について疑義が生じた根株  
左：上部全景、右：側面全景



写真2 土壌断面調査における深さを示す串とスケールの位置関係について  
写真の場合はスケールの内側が断面写真幅の鉛直ラインと一致しているので串はスケールの外側で問題なしと指導した。

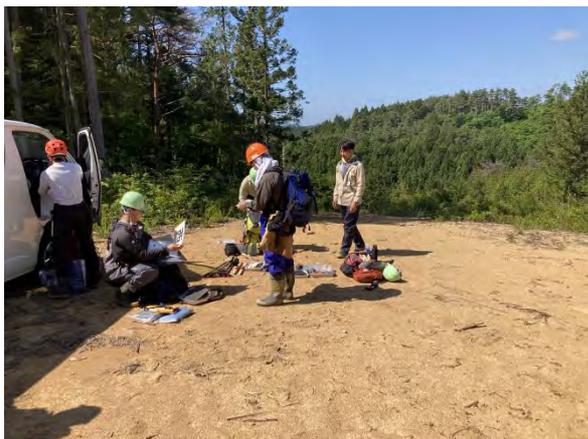


写真3 調査道具の確認



写真4 ライン作成



写真5 円筒採取



写真6 全体講評

## 令和6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：2024年5月21日（火）

時間：9時00分～16時00分

9:00 集合場所を出発、9:25 駐車スペース着、09:40 現地に到着、09:45 中心杭を発見、11:00 土壌調査開始、15:30 講評・全体質疑、16:00 解散

場所：ID 070600（福島県二本松市杉沢）

受講者：（株）GT フォレストサービス（6名、内未経験者1名）

講師名：小林政広（責任者）、相澤州平、酒井寿夫、関口寛人（森林総研立地環境研究領域）

場所の概要：西杭付近がスギ人工林、それ以外は一部の灌木を除き無立木地で、ササ・クズおよびバラ科植物が繁茂していた。

講習会概要：

経験者が未経験者を指導しながら通常の調査と同様に調査を進め、講師が助言・指導を行った。南方向への枯死木調査は経験者・未経験者および講師で行った。西地点の杭は斜面にあり、中心杭から3mほど行くと急峻な斜面となっていた。そのため、受講者全員で記入方法などを確認しあい地形調査を行った。土壌調査は、どの地点でもマニュアルを確認しながら作業を行った。土壌調査の終了後、枯死木調査時に根株がなかったため、スギ生立木を用いて根株調査時の注意点について全員で確認した。最後に、全体質疑を行った。

指摘事項：

- ・調査地点周辺の藪を刈る際には調査地点へ横方向から刈り進めるのではなく、斜面下部から刈り進めることで、調査位置のかく乱が少なくて済む（写真4）。
- ・土壌断面の位置は予定とずれる可能性があるため、堆積有機物採取枠は粗掘り終了後に設置する（写真6）。
- ・堆積有機物層と鉍質土層の境界を明瞭にするために堆積有機物層を剪定鋏によって丁寧に切りそろえる。
- ・根が多く、砂質の土壌の場合は断面が崩れやすいため、剪定鋏により整形する。
- ・直径5cmを超える幹や枝でも、直径の半分以上が堆積有機物層に埋もれている場合には採取する（写真4）。
- ・堆積有機物のスケッチも行うことを伝え、マニュアルでも確認（写真4）。
- ・化学分析用土壌試料の採取時には、上の深度の採取後に上面を削って整えない。
- ・定体積試料の採取時には、化学分析用試料と採取深さが異なることを伝え、マニュアルでも確認。
- ・VBC試料の採取基準は石礫率などではなく、円筒での採取が可能かどうかとする。

全体講評：

受講者は丁寧に枯死木調査および土壌調査を行っていた。また、不明な点やあいまいな点を講師に質問し、マニュアルを確認するなど積極的であった。

全体質疑：

Q1.（多様性調査では中止の判断基準が明確である一方で）インベントリ事業では中止にする

かどうかの明確な判断基準はあるのか？

A1. 仕様書に載っている地点は全て調査することが基本である。たとえば、到達に時間がかかったため土壌調査が2地点しかできなかった場合は、別の日に残りの2地点を調査する。安全第一が前提であるので、経路の途中で安全に帰着するためには調査の時間が確保できない、と判断した場合は不実施とする。事前情報による不実施の基準はなく、距離についても一概に決めるのが難しい面もある。次期に向けての検討課題としたい。

Q2. 前回調査時の痕跡（杭など）が全くない場合はどのようにしたらよいか？

A2. 多様性調査の情報を根拠として、全く痕跡がない場合は到達できていないと考えられる。過去のインベントリ調査の情報が提供できる場合があるので、相談して欲しい。日程に余裕がなくどうしても調査をする必要がある場合は、計画格子点で調査を行うのが適当と考えられるが、対応については今後検討したい。

Q3. (Q2のような場合に対応するために) あらかじめ過去の野帳を参考資料としてもらえないのか？

A3. どの地点でも、枯死木など事前情報がないまっしろな状態で臨んでほしいと考えているため、渡していない。しかし、前回調査を行った業者であれば、情報を持っているのも事実であり、対応については今後検討したい。

Q4. 国定公園や特定地域などの調査時に、(土壌採取の許可は受けているが) 希少種などは除去して良いのか？

A4. (土壌採取をするということは、除去することも考慮しているとも考えられるが) 希少種の除去と土壌採取の許可は別物と考えられるため、調査地点をずらすなどの対応をしてもらいたい。それも不可能であれば、中止してよい。林野庁を通して確認する。

Q5. 土地は「森林」に区分されているが、調査地点が実際は森林でない場合がある。このような地点はあらかじめ調査地点から除外するべきではないか？

A5. 森林生態系多様性基礎調査の対象なので、調査地点が算定上の森林面積に含まれる等、何らかの理由で森林として扱っていると考えられる。ただし、多様性調査で途中から対象外となった地点もあり、森林として扱う基準ははっきりしない。次期の調査地点選定の際には林野庁に根拠を確認したい。

Q6. 森林を相続した所有者が場所を知らなかったり、所有権を放棄したりする例が年々増加しており、所有者の確定が困難になってきている。また、調査地点が計画格子点と異なる場合は、計画格子点の所有者情報は役に立たない。所有者不明となる地点が多いが、どうしたらよいか？

A6. 所有者情報がない場合は、所有者の特定や許可取得が非常に大きな負担となる。林野庁の対応が必要な課題であると考えられるため、持ち帰って検討する



写真 1. 中心杭



写真 2. 中心杭から南方向を望む



写真 3. 地形概況調査（西杭方向）



写真 4. 堆積有機物調査（西地点）



写真 5. 土壌調査地点周辺の刈払い（北地点）



写真 6. 経験者による断面整形の指導（北地点）



写真7. 経験者による土壌試料採取の実演(北地点)



写真8. 化学分析用土壌試料採取(南地点)



写真9. 定体積土壌試料採取(南地点)



写真10. 根株測定についての講習

## 令和6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：2024年5月28日（火）～5月29日（水）

時間：（5月28日）8時45分～10時40分、（5月29日）8時45分～16時40分

場所：岐阜県高山市（格子点ID：210550）

受講者：（株）GTフォレストサービス（5名）

講師名：岡本透（責任者）、伊藤江利子、渡壁卓磨（森林総研関西支所）、釣田竜也（森林総研立地環境研究領域）

場所の概要：尾根部にヒメコマツ、斜面上～中部にナラ類、斜面下部にホオノキ等が優占するやや急傾斜の広葉樹林であった（写真4）。下層植生は疎で見通しがよくラインの設定や枯死木調査は容易だったが、大礫が出現し土壌採取が困難な土壌断面もあった。

講習会概要：大雨のため講習会日程を一部変更した。受講者の荒天時調査中止の判断基準を参考に（写真1）、初日は受講者の先導で到達経路および調査杭の確認を行った（写真2）。受講者は帰路でより安全な到達経路を確立していた。2日目は受講者4名、講師2名の体制で実施した。受講者全員でライン設定および枯死木調査を行った後、各方位1名ずつが土壌断面調査を実施した。経験の浅い受講者が担当した北地点では講師1名が常時確認と指摘を行う一方で、東南西の3点は別の講師が巡回して指摘を行った。

指摘事項：

- ・荒天時の対応を確認・指導した（写真1）
- ・萌芽幹の一部が枯死し、一部が生残している株立ち個体の対応について。高さ1.5m以下の枯死幹は根株としてカウントしないが、高さ1.5m以上の枯死幹は立ち枯れ木としてカウントすること（写真5）
- ・ヒメコマツの細い針葉のリターもできるだけ採取するが、土壌が付着しはじめているリターを採取するかどうかの基準は手で払ったときに動くかどうかであること
- ・断面整形で堆積有機物層を切る際の堆積有機物の押さえ方は軽く押さえるに止め、堆積有機物層と鉱質土層の境界が圧縮されるほど強く押さえないこと
- ・土壌断面を整形する際の剪定鋏はよく切れるものを用いること
- ・断面に大きな礫が現れる場合は、定体積試料の採取が困難となる可能性を事前に考慮し、採取位置や採取順序を検討・計画する必要があること（写真8）
- ・土壌円筒からはみ出した礫は根気よく剪定鋏で切ること
- ・仮杭の撤去を忘れないこと（写真11）

全体講評：受講者の調査方法に大きな問題は見られず、悪天候時の状況判断も適切であった。経験の浅い受講者も複数回の受講により着実に技術を身につけており、堅調な調査の遂行が期待できる。



写真1 荒天時の対応を口頭で確認 (5/28)



写真2 雨の中でのプロットの確認 (5/28)



写真3 調査用具の確認



写真4 N地点付近の林相



写真5 株立ちした枯死木の対応を確認



写真6 根株の測定



写真7 土壌調査地点の関係

(S地点の上方にE地点が写る)

S地点の上方にE地点が、W地点の上方にN地点が位置していたため、掘削、整形時に上方の調査位置から石が落ちることがあった。その際は「ロック」と声かけをして注意を喚起した



写真8 礫の多いE地点の土壌断面



写真9 読み上げながら野帳記載内容を確認



写真10 混合試料の作業



写真11 終了時の仮杭撤去について注意喚起

開催日：2024年6月6日（木）

時間：8時30分～17時00分

場所：広島県三次市（格子点ID：340290）

受講者：（株）一成（4名）

講師：稲垣善之（責任者）、志知幸治、細川奈々枝（森林総研四国支所）、山下尚之（森林総研立地環境研究領域）

場所の概要：人家の裏山に位置する民有林でヒノキが生えているものの広葉樹が優占する。中央杭は尾根にあたり、概ね南北方向が尾根を横断、東西方向が尾根を縦断するような配置となっている。中央杭周辺には礫が見当たらなかったが、西側地点の杭周辺では地表面に20～30cmほどの礫があちこちに見られた。

講習会概要：経験年数2年以上の受講者を対象に講習を行った。根株測定時の地際位置や、測定時に野帳記入者と測定者が値の妥当性を考える習慣をつける事、野帳確認では記載漏れや字句の読みやすさなどについて再確認する事を重点的に講習した。また、枯死木調査の目視での樹高測定は、森林生態系多様性基礎調査の報告書を見ておくと参考になることを伝えた。西側地点と南側地点には巨礫が埋まっており、円筒採取が不可能なためブロックサンプリングを行った。

指摘事項：

- ・ 土壌断面調査では、地表にある直径5cm以上の枝は、分解度が5程度と腐朽が進んでいても、断面記載では枯死木であることを記載し、枯死木調査とのダブルカウントを避けるため、堆積有機物採取では太さが5cm以上の枝は採取しないよう指導した（写真4の赤丸部分）。
- ・ V（円筒）はどれくらい断面の幅を広げて試す必要があるかという質問があった。本事業では10年毎に土壌採取を行っており、重複を避けて今後の採取地点を確保する必要がある。そのため、指定された断面幅と最大で+10～20cmの範囲で再度円筒を試し、難しい場合はVB（ブロックサンプリング）で実施すればよいと指導した。
- ・ V採取の際に円筒から礫がはみ出た場合、円筒内の礫体積と同じ大きさの礫を入れて採取するよう指導した。定積細土重の計算に礫は用いないが、礫が入っていることで土壌の三相組成を計算することができ、データチェックに活用しているためである。

全体講評：

今期事業が4年目となり、講習会の際には担当者の熟練度が増したことを実感した。全体的に丁寧に作業してくれている印象だった。カテゴリ-Aでも通常2名で調査をしているとのこと、かけられる人数が少ない中で工夫されているとは感じたが、無理なく作業を行い、怪我や事故のないようにしてもらいたい。



写真1 出発前の荷物の確認作業



写真2 東西南北のラインを引く様子



写真3 枯死木調査の様子  
高さの目視は少し離れた場所から行う



写真4 断面積の50%以上が地表に出ている枯死木（赤丸部分）



写真5 西地点で出てきた巨礫



写真6 西地点の土壌断面



写真7 土壌断面の作成  
堆積有機物を汚さないための工夫が見られる



写真8 最後の試料確認

## 令和6年度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：2024年5月31日（金）

時間：9時00分～16時35分

場所：ID：430050（熊本県上天草市）

受講者：（株）九州自然環境研究所（8名）

講師：稲垣昌宏（責任者）、酒井佳美、鳥山淳平（森林総研九州支所）、相澤州平（森林総研立地環境研究領域）

場所の概要：段々畑の跡地と思われる尾根地形のヒノキ人工林である。全体的に傾斜は緩やかで見通しはよく、枯死木調査は容易であった。一方で土壌調査地点はそれぞれ、大礫の存在、平面な地形、コンクリート法面の近さ、採取地点を横切る水道パイプ、などの困難さを抱えていた（写真1～4）。

講習会概要：予報通り午前中は雨天であったが、午後からは雨が上がった。調査経験をもつ受講者の主導のもと、参加者全員で調査杭を確認した。中心杭は速やかにみつかったが、南地点には仮杭を打設し、ラインを設置した（写真5）。枯死木調査では2班に分かれ（写真6、7）、土壌調査では受講者2名ずつ、4班に分かれた（写真8）。土壌調査の際は、森林総合研究所の講師4名がそれぞれの班についていた。

指摘事項：

- ・根や大礫により断面位置が多少ずれる可能性があるため、粗掘りが済んでから堆積有機物採取枠を設置すること
- ・野帳記入に使用する鉛筆はHB以上の色の濃い芯を使用すること
- ・大量の堆積有機物の仕分けに時間がかかると思われる場合、現場でTとKをまとめて採取し、日没前に現場を離れ、帰路の安全を確保したのちに分別することも検討すること
- ・タイムマネジメントに気を付けること

質問と回答：

質問：もし堆積有機物採取枠内に、落下枝に付着した枯れ葉で高さ1.5m以下の空中に浮いているものがあつた場合、Kとして採取対象とするか？

現場の回答：落下枝は接地しているため直径5cm未満の部分堆積有機物として採取対象とするが、葉は接地しておらず、鈹質土層と連続していないため、堆積有機物として採取対象としない。（回答は本所で後日確認し、回答内容に変更がないことを伝えた。）

全体講評：調査員が非常に丁寧に作業を進める点が、高く評価された。一方で、未経験者を中心に、適切な調査道具をすぐに取り出すための段取りに課題がみられ、経験の蓄積に伴い改善することが期待された。



写真1：礫の多い東地点の土壌



写真2：奥に水道パイプが走る北地点の土壌



写真3：平坦地形の南地点の土壌



写真4：法面直上の西地点の土壌



写真5：林相写真の撮影



写真6：根株と立枯木の調査（南北ライン）



写真7：倒木調査（南北ライン）



写真8：経験者による断面整形（西地点）



## 資料 2

令和6年度

検討会の議事概要および発表資料



## 資料 2.1. 第 1 回検討会

令和 6 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）第 1 回検討会 議事概要

日時：令和 6 年 12 月 6 日（金） 10:00～11:55

場所：ウェブ会議システム（Microsoft Teams）

出席者：

【委員】 丹下健（座長）、前島勇治

【林野庁】 増山寿政、河野孝典、飯田俊平、菅原悠希、山中基成、越前未帆

【森林総合研究所】 平井敬三、古澤仁美、酒井寿夫、山田毅、釣田竜也、今矢明宏、橋本昌司、山下尚之、相澤州平、小林政広、川西あゆみ、〔北海道支所〕橋本徹、〔東北支所〕木田仁廣、〔九州支所〕酒井佳美、稲垣昌宏、鳥山淳平

### 議事次第

1. 事務局挨拶
2. 林野庁挨拶
3. 議事
  - 1) 森林吸収源インベントリ情報整備事業 土壌等調査の概要
  - 2) 第五期検討の背景・検討課題
  - 3) 第四期調査方法の検証
  - 4) 土壌 3 プール炭素吸収・排出量の算定方法変更の可能性
  - 5) 第五期の調査方法案
4. その他

### 発言の概要

#### 1. 事務局挨拶

古澤領域長：本日は皆様お忙しいところご参集いただき、ありがとうございます。本日は評価委員として丹下先生と前島先生にご臨席いただいている。林野庁森林利用課の担当官の方にも多数ご参集いただいている。時間も限られているので、議事次第に従い、次に林野庁様に挨拶をいただきたい。

#### 2. 林野庁挨拶

増山管理官：本日はお忙しいところお集まりいただきありがとうございます。毎年必要な吸収量の算定をしっかりとやるのが重要で、同時にインベントリや算定のクオリティをどう上げていくかも考えないといけない。そういった観点からいろいろ検討事項があるが、いくつか最近の動向を紹介する。来年の 2 月末までには政府として新しい地球温暖化対策計画を立て

ることになっている。行動ベースでは2035年、2040年の削減目標をどうするのかといった数字も出ている。この数字は各分野の積み上げであるので、森林吸収量をどう入れ込んでいくのかを検討する必要があり、関連してちょうど1週間前の11月29日に林野庁からプレスリリースした内容がある。「森林吸収量に係る算定方法の改善方向について(中間とりまとめ)」の公表についてというもので、このとりまとめにあたっては丹下先生、古澤先生にも委員として参画いただいた。森林バイオマスの算定を今まで森林簿ベースで行っていたものを、NFIデータを使うことに完全に切り替えるという方針を示した。土壌の算定についてもいろいろ影響が出てくると考えられる。これについて引き続きご検討いただきたい。土壌インベントリ調査を続けていく必要があるが、長年調査を継続してきたので、そのデータをどう活用していくかが課題である。委託事業として行っているので、その結果を公にしていく必要がある。調査で得られたデータを公表して、パブリックドメインの形で公表することにより、いろんな研究者に使ってもらえるようにして成果が見えるようにする必要がある。そのあたりの問題意識も含めて議論していただきたい。

### 3. 議事

議事は丹下委員が座長として進行。

プレゼン資料を基に古澤が説明し、議事毎に質疑応答を行う。

#### 1) 森林吸収源インベントリ情報整備事業 土壌等調査の概要

丹下委員：これまではインベントリ調査のデータそのものを土壌3プールの炭素蓄積量変化の算定には使っておらず、CENTURY-jfosのパラメータ変更やモデルによって算出された値の検証での利用であったという理解でよろしいか。

森林総研：そのとおり。

丹下委員：昨年か一昨年かにCENTURY-jfosのパラメータの変更をしたと思うが、それにより吸収排出量等の算定も遡って行われたのか。

森林総研：そう。遡りの計算は現在別のところで行われていると理解している。

丹下委員：そのようなものにも利用されているということでしょうか。

森林総研：そういうことになる。

#### 2) 第五期検討の背景・検討課題

丹下委員：9枚目のスライドで、第五期の検討が必要な背景が挙げられている。先ほども確認させていただいたが、ここでの結果に基づいてCENTURY-jfosのパラメータの変更等を行って改善してきたかと思う。それでもまだ乖離があり、解消しきれないということか。

森林総研：CENTURY-jfosの前回行った改定は、枯死有機物量の動きについて現実と合わない部分(立枯木有機炭素量が多いという指摘があった)に対する改定で、土壌3プール全体はまだ見えていない状況だった。今回第四期3年目まで終えた段階で、全体の変化量が見えつつあるという段階なので、新たな検討が必要と考えている。

丹下委員：CENTURY-jfosの改良等(パラメータ変更等)を行うのはこの事業の範疇か。

森林総研：CENTURY-jfos の検討は事業に入っている。

丹下委員：そうすると、パラメータの変更で不十分な点をどうするかということも一つの視点ということか。

森林総研：それも含めて後ほど詳しく説明する。

### 3) 第四期調査方法の検証

前島委員：スライド 20 枚目の 3 回とも不実施あるいは除外された理由の内訳で、地権者の同意が得られないことが大きなウェイトを占めている。地権者の同意が得られない理由はわからないが、地権者へ調査結果のフィードバックはしているのか。また、地権者の同意を求めるときに、どのような説明をすれば同意が得られるのかが気になった。

森林総研：同意の条件として調査結果を教えてほしいという例が年に何件かあり、調査業者から結果を渡している。今年度の地権者あての文書に、結果を教えてほしい場合はチェックする欄ができたと聞いている。結果の提供依頼は今のところそれほど多くないが、例えば東北ブロックでは 12 件あってデータを提供している。知らせてほしいという方には知らせるという方針。

前島委員：林野庁から成果の公表というお話もあったが、成果がどのようにいかされているかがうまく説明できると、協力していただける地権者も増えるのではないかと思う。

丹下委員：同意が得られない場合は、土壌調査を行う場合と立枯木調査のみを行う場合があるが、調査方法にかかわらず不同意ということか。

森林総研：詳しく調べてはいないが、野帳の不実施理由の記載を見ると、不同意の回答の場合は、調査自体が納得できないから断る等、頭ごなしに断られるケースが多い。また、連絡がつかないケースが多い。穴を掘るからだめという感じではなく、立ち入ってほしくないから断るといった印象を持っている。

丹下委員：同意が得られない 126 のうち、連絡が取れないのは半分以上あるのか。

森林総研：はっきりした値を出していないが、半分以上あるようなイメージ。

丹下委員：連絡が取れないから不実施というような、業者にとっての事務手続き的な時間を削減することは妥当だと思う。

丹下委員：多様性調査の不実施は林野庁で分かっているはずではないかと思うが、不実施の情報がこちら側に来ないということか。また、多様性調査では道が不通で行けなかったが、土壌調査ではタイミングがずれるので行ける可能性があるので調査するという判断なのか、あるいは多様性調査で不実施だったら不実施にするのか、その辺はどのような扱いなのか。

河野企画官：多様性調査の不実施理由はいくつかある。所有者の同意が得られない地点は、多様性調査では次回の調査で対象から外している。熊がいたとか、道が一時的に不通であったというような理由の場合は、調査地点を減らしたくないという観点から、次の調査では行けるかどうか試みることにしている。その情報についてはこちらにも反映されているが、公告、発注する時点の違いがあるので、インベントリ調査に多様性調査の不実施地点が含まれていることもあるのではないかと思う。

丹下委員：多様性調査の不実施理由によって、調査地点から外すかどうかの判断が分かれる調

査地点もあるという理解でよろしいか。

森林総研：資料に示したのは解析なので、これから実際に外す地点を選定する際には詳細に検討したいと思っている。

丹下委員：プロット到達不可についてもその時の理由を詳細に検討して、絶対だめなものは排除するが、その年の状況によっては行ける可能性がある地点は排除しないというような、細かな検討が必要と思う。

森林総研：2回目までに検討したいと思っている。

丹下委員：業者の懸念点の一つは、事業を請け負った時の経費の妥当性があると思う。今の予算を増やさずにやっていくのか、人件費等の上昇に応じて積算をし直して妥当な金額でやるのかという検討が必要。予算を増やさずにやりたいという方針か。

森林総研：私からお答えできる範囲では、5年契約なので、受託者にとって安定して契約できるという点でメリットが大きく、事業としても調査者が固定であれば技術の向上が期待できるという点で良い方法であるが、昨今のインフレや人件費高騰の中では、5年間据え置きだと負担感があるという声は聞いている。人件費の高騰や、人材が得られにくいという課題からは、単価の方をご検討いただく必要があるのではないかと考えている。

丹下委員：例えば最低賃金が上がっていく比率で人件費を5年間の中で見直していくというような対応は、林野庁としては難しいのか。

河野企画官：5年間の国庫債務という形になっている。予算要求の折には初年度の人件費を基に要求する。財務省に対して、今後このくらい伸びるのでという要求はできない。賃金が上がっていく場合には苦勞するが、効率化を図ることにより結果的に費用を下げられるという面もある。賃金が下がっていく場合には逆に有利になることもあるので、業者にはそこを踏まえて入札していただくという仕組みにならざるを得ない。次回の要求の時には人件費の高騰も踏まえて要求するが、業務の効率化の観点で5年間の形をとるのか、それとも単年度の要求でいくのかという選択がある。単年度の要求だと毎年林野庁の予算が削られている状況なのでさらに削られる恐れもあるということで、痛しかゆしというところである。

丹下委員：国の事業として適切なデータや推定値を出していかなければならないので、精度について国がどう責任を持つかという視点も必要。予算は限りがあるので難しい面もあるが。

河野企画官：おっしゃる通りだと思う。バランスをどうとるかということと、効率をどうやって取っていくかというところの判断が難しい。

丹下委員：国定公園等の法的規制が入っているところ以外にも、保安林指定を受けている場所も土壌調査では県の許可が必要だと思うが、保安林については特に問題なく実施できているという理解で良いか。

森林総研：アンケート調査の結果では、国立公園、国定公園、保安林のように、他省庁に許可申請が必要な場合は林野庁から通達を出していただいているが、ちゃんと届いていないと言われるケースがあり、手続きに時間がかかってしまうという報告がある。

丹下委員：そこは林野庁との連携を強化することでリストから除外しなくても済むような可能性があるといえるか。

森林総研：そのように考えられる。

河野企画官：林野庁からの通達は都道府県に出して協力を依頼している。ほかの調査でも同様に行っている。ただし、担当者の判断で対応が異なることがあると聞いている。そういう場合には林野庁が間に入ることもある。今後も通知はきちんとするが、残念ながら必ずしも依頼通りの対応とならないケースが、一定数あり得ると考えられる。気になったのは、法規制のために手間がかかるのでリストから外すというのは、効率性の観点からはあり得るが、元々の調査設計の多様性調査の末尾0と5の地点を取るという観点からは、除外していくことが良いのかは疑問がある。業者には法規制があることも前提で入札していただいているので、そこはきちんとやって下さいと言っていく必要もあるのではないかと思う。

森林総研：おっしゃる通り、システムチェックサンプリングの設計なので、手間がかかるからといって安易に除外するべきではないと考えている。どうしても調査できないという場所があれば除外する可能性はあると考えている。

丹下委員：法規制がかかっている場所での調査は、5年間の契約であれば次年度以降の地点もわかっているので、前年から時間をかけて調査依頼をすることで4月から調査に入れるようにするというような手続きの取り方は可能か。

河野企画官：許可取得は年度に区切っているわけではないので、業者には作業をしていただいて構わない。むしろなぜやってないのかが気になる。

丹下委員：次年度分の許可取得の経費が前年度にかかることについては、林野庁としては問題ないか。許可を得る部分もその年度の予算でやる必要があるのか、前年度の事務経費の中でやって良いのか。

河野企画官：経費として計上するとき、何年度のための事務処理なのかということは見えてこないもので、問題にはならないと思う。

丹下委員：そうであれば、早めに事務手続きを行うことでの効率化も可能と考えられる。第四期の検証では、調査できない地点を除外することによって日本全国の土壌炭素量の推計には影響を及ぼさないだろうということと、どこかの事務作業や現場での作業を減らすことで効率できるかという点について、これから細かな検討を行うということを理解した。5年間まとめて契約していることの利点を活かした効率化をぜひ検討してほしい。

#### 4) 土壌3 プール炭素吸収・排出量の算定方法変更の可能性

丹下委員：実測値での推定は、全調査地点の平均値の増分を報告するということか。

森林総研：もしインベントリ調査の実測値を用いるとすると、日本全国一本の平均値を出すための測定地点数しかないと考えている。

丹下委員：CENTURY-jfos モデルでの土壌炭素増加量が  $0.002\text{kg}/\text{m}^2/\text{y}$  という非常に低い値であるが、これは日本の気温、降水量やリター、立枯木の供給量に基づいてモデルを動かすと、そのような値になると理解している。その中で、 $0.002$  という値になる理由としては、有機物が供給されたときに、それが易分解性とか遅分解性とか難分解性とかにどれくらいの比率で移っていくのかというパラメータを使っていたと思うが、それを変えれば値が大きくなるということではないのか。

森林総研：そこも現状に合わせたパラメータ設定あるいは CENTURY-jfos の既定値を用いてい

るので、それほど変えられるわけではないが、試しにいろいろ変えて試行してもなかなか変わらないという印象を持っている。

丹下委員：高い比率で難分解性に移っていけば蓄積量が増えていくことにならないのか。

森林総研：まず難分解性の割合を増やすと、到達する炭素量は確かに大きくなるが、それにかかる時間が非常に長くなるという関係にある。今回のように5年間や10年間で0.061という増加を達成するには、難分解性というよりもリグニンくらいの、20年や40年で半減期を迎えるような炭素量の割合を増やすと、短い期間であれば可能である。ただし長続きせず、短い時間ですぐ安定してしまうので、なかなかそういうところの調整は難しいと考えている。その辺の割合も、本来であれば実際の森林生態系の難分解性と分解されやすいものとの割合を入れていくのが筋であるが、その割合を入れると、CENTURY-jfosの場合は非常に低い評価量になると思う。

丹下委員：先ほどのモデルのチューニング等については、そういうパラメータを変更して実際の測定値に近づけていくという作業であると理解している。チューニングの科学的な妥当性という部分、別の方法で測ったものとの整合性とかいろいろな面があり、単に数字が合えば良いというものではないと思う。科学的な整合性というところでも保証がないと、チューニングしたということでOKにはなりにくいのではないかという気がする。

前島委員：科学的な裏付けがあって説明ができるようになってこそモデルの有効性があると思うので、そういうところを検討していただければと思う。違う点での質問だが、スライドの32枚目の第四期までの実測値の傾向1のところ、第二期と第四期がペアで、第三期と次の第五期がペアで比較できるという説明だったが、第一期は全地点で調査しているので、第一期を加えた場合のペアサンプルを比較して、長期の炭素変化量が今回の0.061という値と違うのかどうか、わかる範囲内で教えてほしい。

森林総研：3 プール全体の炭素蓄積量を比較的正確にお示しできるのが第二期以降で、第一期は立枯木のところで倒木は算定できたが、立枯木と根株が不十分なデータのため、第一期を比較するのが難しい。ただし鉾質土層のサンプルは検討材料として使えると思う。その部分を今お示しできないが、検討できると思う。

前島委員：ぜひ鉾質土層について検討してほしい。

丹下委員：その次のスライドで4年目については第二期より減少していることについて、細土の炭素含有率が下がっているのか、それとも石礫率が上がっているのかということは検討しているのか、あるいはこれからか。

森林総研：まだ解析やQA/QCも途中なので、そこまでの解析はできていないが、今後進めたい。

丹下委員：ぜひ解析してほしい。石礫率はかなり、1割2割は変わるので、なぜ炭素蓄積量が下がっているかは検討してほしい。百何十点やってこれだけ下がるのは、ばらつきがあるとはいえ、ちょっと異常という気がする。

森林総研：わかりました。

丹下委員：モデルを使う方法と実測値を使う方法でそれぞれ良い面、悪い面があるが、報告する場合には保守的であれば通るが、これまでの報告に比べて大きな値を報告する場合には、

妥当性についての説明はかなり求められると考えられる。それに耐えられるような調査方法の設計やデータの信頼性について、今後、来年度になると思うが、検討が必要と思う。

もう一点、46 枚目で、第一期の土壌炭素蓄積量と同じ標準偏差の場合となっているが、これは立枯木も含めた値か。先ほど信頼性がやや低いとの説明だったが。

森林総研：鉍質土層のみを使用した。

丹下委員：鉍質土層の標準偏差は、二期と三期合わせて約二千点にした時の標準偏差に比べて明らかに大きいとか小さいとかいうことはあるか。

森林総研：今すぐ示せないなので、改めてお示ししたい。

丹下委員：第一期は最初の調査で業者も慣れていないという面もあるので、その点も考慮して検討してほしい。

実測値で報告する場合に点数が十分かどうか問題となる。ドイツの測定データの標準偏差との比較も必要になってくるのか。

森林総研：他の国がどのような調査方法でどのように算定しているかという情報を集めるのが重要と考えている。

丹下委員：ドイツの方が日本よりばらつきが小さければ、この点数よりもっと増やさなければいけないことになる。ほかの国との算定方法の比較をする場合は、点数だけではなく、ぜひばらつきも含めて提示いただけると良いと思う。

#### 5) 第五期の調査方法案

丹下委員：カテゴリ B を廃止することによって事業費自体が削減された場合は、予算との兼ね合いで負担増となるとということか。

森林総研：カテゴリ B による収入が減少することで事業者の負担増はあるものと考えている。

丹下委員：この場合の積算は、カテゴリ A の積算とカテゴリ B の積算を足し合わせたものではないのか。

森林総研：不確実であるが、カテゴリ A と B の積算は別々に行い、調査地点を掛け合わせて算出しているのではないかと考えている。

丹下委員：実際には別々に調査に行くのではなく、抱き合わせで調査するので、個別の積算値よりいくらかは安くあげることが可能だったものができなくなるということか。

森林総研：移動日が収入ゼロになってしまうということが考えられる。

丹下委員：工夫のしようがなくなってくるので、現実問題としては大きいと思う。

前島委員：効率化は求められているので、ご提案通りが良いと思う。はじめはカテゴリ B も 5 年ごとが良いと考えていたが、いろいろ検討する中でデータの信頼性も担保されているので、カテゴリ B を廃止するのは妥当と考えられる。

丹下委員：業者の中には 10 年ごとだと土地勘が薄れてしまうという懸念があるということだが、これまでの実績からすると、同じ業者が第一期から第四期まで請け負っているのか、それとも入れ替わりがあるのか。

森林総研：第一期は都道府県の公設林試に頼むなど、様々なところで調査をしていただいた。

第二期からは受託業者が行い、多少入れ替わりはあるが、期を連続してやっている業者もあ

る。

丹下委員：そうすると、行ったことはあるとしても、10年前だと忘れてしまっているかもしれない。

森林総研：多様性調査の方が先に行うので、その到達情報を基に行っている。

丹下委員：おおむね今後検討する項目としては妥当と考えられる。2つ目の細かな改善方法は難しい気がする。今やられていることを変えることになる。

森林総研：精度に支障のない範囲で削減できることを検討する予定。項目はそれほど多くないと思う。

丹下委員：リター層と鉍質土層の境界は、明らかに落葉とわかるところは問題ないが、H層の部分が鉍質土層に入ってしまうと炭素含有率が基準を超えて外されるということが起こる。H層の判別は専門家でも難しい。H層が形成されるような調査地点と、そうでない調査地点は、何回か繰り返していればわかってくるので、そういう情報を調査業者にフィードバックするというようなことはしているか。

森林総研：以前そのような観点からH層がありそうな場所を選んで現地講習会を行って指導したことがある。

丹下委員：例えば、この地点は過去に炭素異常が出たのでH層と鉍質土層の境界に留意して下さいというような情報を提供することはやっていないということか。

森林総研：立枯木調査もそうだが、連続して調査していると業者がデータを持っている可能性はあるが、我々としては過去のデータに引きずられた測定を避けるために、データは渡していない。

丹下委員：炭素含有率が高すぎるという理由で除外された地点が連続していないかはチェックしてほしい。算定に使える調査地点を増やしていく上では必要なことであると思う。外れた原因については精査をお願いしたい。

森林総研：連続して外れた地点を確認する。

#### 4. その他

全体を通しての委員、林野庁のコメント

丹下委員：今回NFI、森林生態系多様性基礎調査が5期を迎え、データが蓄積されてきたので、地上部と地下部のバイオマスはそれに基づいた吸収量の算定に移行することを検討している。それとあわせて、土壌の方をどうするかということがあるが、基礎調査で行われている立枯木調査は、本事業とは測定方法が異なっている。その辺を今後どうするのか、調査方法や対象の面積等が違えば、基礎調査の立枯木量と土壌等調査の立枯木量の値がどうしても異なることになるが、国として出していく数値の一貫性を取るのか、取らないのかといったことも、ぜひ検討に含めてほしい。

森林総研：それについて考えを述べさせていただくと、多様性調査の立枯木調査は多様性の観点からどういうものがあるかを調査することを目的としており、炭素蓄積量は土壌等調査で調査するという位置づけになっているので、整合性が取れていると考えている。地上部、地

下部の立枯木量はどちらも国の事業で行っているので、おっしゃることは確かに今後の検討課題であると思っている。

丹下委員：林野庁のウェブサイトでも基礎調査の方で立枯木の蓄積が公表されるなどしているので、目的は違うにしても、連携してやるとなると、公表の仕方について、するしないも含めて考えていただければと思う。

前島委員：全体的な感想として3つほど述べたい。1点目は今回モデルと実測値を使用した場合のメリット、デメリットを整理していただけてわかりやすかった。どちらも一長一短で悩ましいところがあるが、引き続き検討を続けていただきたい。2点目は、調査地点数はどうしても減る方向になってしまうので、調査地点数をできるだけ維持するよう努めていただけたらと思う。3点目は、測定精度の維持と効率的な調査はトレードオフの関係があるが、信頼性のあるデータを取っていくためには、効率化できない部分がある程度あると思うので、現場で最低限やらなければいけない作業をしっかりと検討して、精度の高いデータを効率的に収集していくことが必要と思う。それによって日本の森林土壌の炭素蓄積量の変化量が見えてくるので、よろしくお願ひしたい。

増山管理官：2点ほど述べたい。1点目はご指摘があった立枯木調査について多様性調査でも対象としていることについて、個人的には気になっていた。吸収量の算定方法をNFIに切り替えていくときに、多様性調査のあり方の検討もしなければいけない。例えば立枯木について多様性調査でも調査しているので、これから土壌調査ではカテゴリBをやめてカテゴリAのみにする場合、今まで3プール調査しているうち、リター、鉍質土壌は調査しなければならないが、枯損木プールについては多様性基礎調査で取り扱える部分があるのかなのか、全体を見ながら検討していく必要があると考えている。他の事業との連携も課題であるとの問題意識を持っていることをお伝えしたい。

2点目は、冒頭に情報の公開について申し上げたが、背景と問題意識について補足する。丹下先生からもご指摘があったように、インベントリ事業で入手している土壌炭素量を現在算定に使っているわけではなく、算定はモデルで行っている。調査で得られた結果を実際の算定に使っていないという一方で、CENTURY-jfosのモデル改良についてやったことになっている。見方によっては、モデルの改良が済んだのなら、もうこの調査を続ける意味はないのではないかというように見られなくはない。我々としてはこの調査は続けていく必要があると思っている。というのは、今のCENTURY-jfosで算定を行っているクオリティを上げていかなければならないし、そのためにはデータを取らなければいけないと思っている。ただ、そのためには、何がわかっているのかということについて情報公開をしていかないと、この調査を続ける必要性について対外的に説明しづらいというところがある。今日の議論にあったように、数字が0.002と0.061の2つある。0.061は過大に出ている可能性があるということで、そのまま使えるわけではないことは認識しているが、一方で2つの数字を単純に比較すると30倍の開きがあるので、何らかの改良は考えていく必要があると思う。その時に、今まで得られている0.061という数字はわかったこととして対外的に出していく必要があると思っているが、数字の開きがあまりにも大きいので、どういう議論になるのかわからないというところもある。数字の扱いをどうするのか、検討が逆に難しくなってしまうのであれ

ば、そこは考えなければいけない。そのあたりも含めて、わかったことは公開していくべきだと思うので、その考え方についてご意見があれば伺いたい。

丹下委員：0.061については、データがあれば数字は出てくるが、もう少しデータの蓄積が必要だと考えられる。回帰するにしても3点は必要なので、20年は継続して、上昇傾向があるのかをまず検証していく。方向性としては実測値を使って算定するのが妥当だと思う。その上で、いろいろなモデル等を使って施業や政策の効果を予測していくという方向でモデルを使っていくというように、使い分けをしていくべきだろうと思う。2点でこれだけ増えたという数字を出していくのはまだデータ不足であると思う。森林生態系多様性基礎調査でも、第1期は始めたばかりで、土壌調査でもそうだがデータの信頼性の不足等もあり、それ以降2期から3期、4期、5期と経てなんとか一定の傾向が出てくるものと思うので、もう少ししばらくはまだ続けた上で、今後継続していくための理由付けを考えていくことかと思う。まだデータ不足で、今やめるわけにはいかない。

前島委員：丹下先生と同意見。今の時点で値を出すと混乱すると思うし、その値が一人歩きするかもしれないので、もう少しデータを積み上げてからの公開が妥当と思う。

1. 事務局挨拶
2. 林野庁挨拶
3. 議事
  - 1) 森林吸収源インベントリ情報整備事業 土壌等調査の概要
  - 2) 第五期検討の背景・検討課題
  - 3) 第四期調査方法の検証
  - 4) 土壌3プール炭素吸収・排出量の算定方法変更の可能性
  - 5) 第五期の調査方法案
4. その他

## 1) 森林吸収源インベントリ情報整備事業 土壌等調査の概要

1

2

### (1) 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

### (2) 土壌炭素量調査の重要性

陸域の有機炭素はその半分程が土壌に貯留されており、その量は大気中や植生中に存在している炭素蓄積量を上回る

土壌中の有機炭素(Soil Organic Carbon: SOC)は、気温・降水量といった環境条件、人為的活動の影響を受けて増減

リター(LT)、枯死木(DW)及びSOC-Mの炭素プールの炭素蓄積変化の算定手法は、ここ数年でかなり改善され、現在のインベントリでこれらの炭素プールを算定・計上している国が増えている。

4

### (3) 森林吸収源インベントリ情報整備事業の概要

森林資源・森林吸収量算定基礎調査事業のうち  
森林吸収源インベントリ情報整備事業(継続) [令和6年度予算概算決定額 223,049(247,474)千円]

<対象のサイト>  
気候変動枠組条約並びに上述を含めた全ての気候変動に関するNDC(自国の決定する貢献)の削減目標達成に向けた条約事務局への報告を行うため、森林吸収量の報告に必要なデータを収集・分析するとともに、次期吸収源目標の検討や2050年カーボンニュートラルに向けた森林吸収量の算定精度の向上や効率化等に取り組めます。

<事業目標>  
気候変動枠組条約及びパリ協定に基づき森林吸収量の適切な報告(条約事務局報告、吸収量算定の精度の向上・効率化、審査対応等への活用・反映)

<事業の内容>

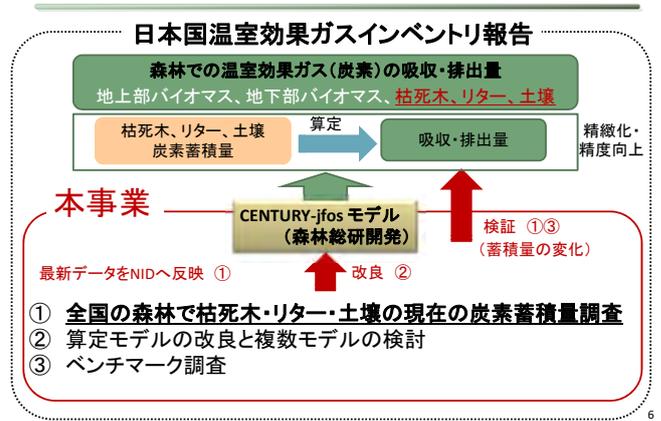
1. 森林吸収源インベントリ情報整備事業の概要・分析  
森林吸収量の算定・報告のために以下の基礎データの収集・分析を実施します。  
○ 気候変動枠組条約に基づく気候変動の把握  
○ 「森林経営計画」森林の健全性の把握  
○ 土壌中の有機炭素量の把握  
○ 枯死木・リター(LT)に関する炭素蓄積量の把握
2. 算定手法の検証と算定精度向上のための技術的課題の分析・検討  
○ 気候変動枠組条約に基づく削減目標設定や2050年カーボンニュートラルに向け、森林吸収量の計上方法と目標算定に必要なデータの取得と目標算定の検証を行います。
3. 算定手法の検証と算定精度向上  
○ 2050年カーボンニュートラルに向けて、森林吸収量の算定手法の分析・検証・改良、2050年に向けた経路シミュレーション等を実施します。

<事業の流れ>  
1. 調査 2. 分析 3. 検証・改良 4. 報告

Century-jfosの提供

5

### (4) 事業の目的、概要



6

(5) 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



2) 第五期検討の背景・検討課題

(1) 第五期検討の背景

調査内容について検討を行う必要性

- 測定精度の維持および効率的な調査を目指すため、第四期の調査について検証し、対策を明らかにする必要がある

算定方法の検討を行う必要性

- これまでの土壌調査からSOCの年間変化量を実測ベースで推計した値と、Century-jfosを使った推定値との乖離があることが明らかになりつつある
- これらに対して、どのような解決方法があるのかを検討することが目的
- また、生体バイオマスの算定方法をNFIベースに切り替えようとしている状況でもある

(1) 五期に向けた検討事項とスケジュール

\* 第四期調査方法の検証

調査方法の課題を抽出し、測定精度の維持および効率的な調査を目指す

\* 土壌3プール炭素吸収・排出量の算定方法変更の可能性

第4期までの調査の結果を踏まえて、吸収・排出量算定方法の変更の必要性について検討する  
(備考: 検討は来年度にも継続的に行う)

\* 第五期土壌調査の設計 (調査地点、調査方法など)に関する提案

第1回の検討会の結果を踏まえて、より具体的に調査の設計を検討する

備考: 検討会第2回では、R6年度事業の年度報告も行う

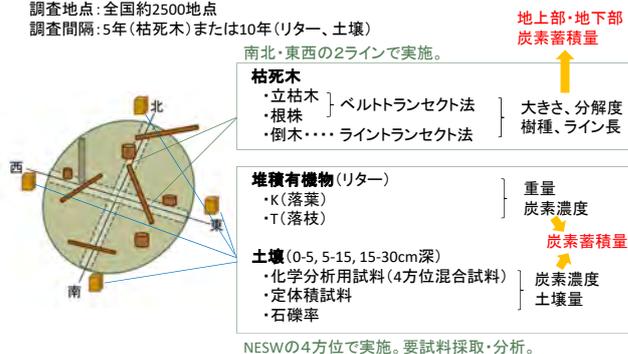
検討会第1回  
(2024.12.6)

検討会第2回  
(2025.2.12)

3) 第四期調査方法の検証

(1) インベントリ調査の概要 ~調査概要~

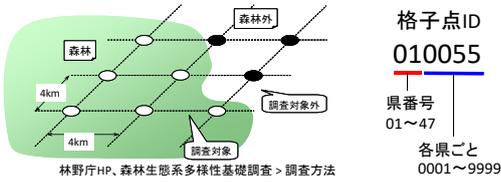
目的 : 土壌等の炭素蓄積変化量の把握  
調査対象: 土壌3プール(枯死木、リター、土壌)  
調査地点: 全国約2500地点  
調査間隔: 5年(枯死木)または10年(リター、土壌)



(1) インベントリ調査の概要 ~調査地点~

森林生態系多様性基礎調査

森林の状態とその変化の動向を調査、5年一巡、約15,000点



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地点に

(1) インベントリ調査の概要  
~第4期調査対象地点~

全国2,492地点  
•カテゴリA: 1234点  
•カテゴリB: 1258点



土壌: 変化量は5年間隔では検出が困難とみられるため、10年間隔で測定。

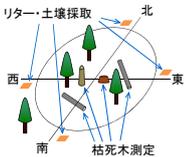
堆積有機物(リター): 土壌とともに採取するため測定間隔を10年にそろえる。  
→カテゴリAのみで調査

枯死木: 加入・消長に不明点が多いため当初計画どおり5年間隔で測定  
→カテゴリA・B両地点で調査

プールによる測定間隔の違い(5年or10年)から調査対象を二群に分けて、調査項目による調査カテゴリ(A・B)に割り当て

(1) インベントリ調査の概要  
~調査項目とインターバル~

	カテゴリA	カテゴリB
調査項目	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 224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



(1) インベントリ調査の概要  
~カテゴリ別の調査項目~

	カテゴリA (3プール調査)	カテゴリB (枯死木のみ調査)
枯死木 •倒木、根株、立枯木	○	○
堆積有機物 •K(落葉)、T(落枝)	○	-
土壌 •0-5,5-15,15-30cm深	○	-

(1) インベントリ調査の概要  
~調査方法とその変遷~

事業年度	調査者	方法		
		枯死木	リター	土壌C分析
第1期 (2006-2010) H18-H22 単年度×5	公設林業 試験機関、 民間団体	ライン法		
第2期 (2011-2015) H23-H27 単年度×5	試料分析 業務受託者	倒木:ライン法 根株 } ライン法 立枯木 } ベルト法 併用	LFH T	4地点 別々に
第3期 (2016-2020) H28-R2 5年	試料収集 分析業務 受託者	倒木:ライン法 根株:ベルト法 立枯木:ベルト法	K T	4地点 混合
第4期 (2021-2025) R3-7 5年	試料収集 分析業務 受託者			

(2) 第四期調査方法の検証  
~具体的な検討項目~

\* 第四期調査方法の検証

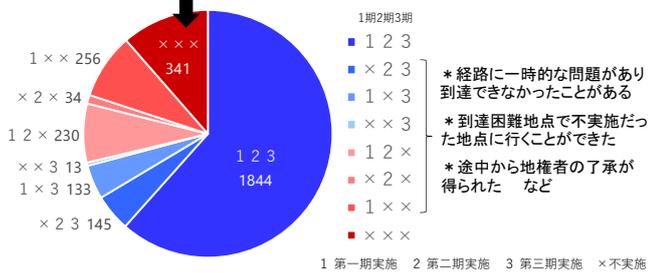
調査方法の課題を抽出し、測定精度の維持および効率的な調査を目指す

具体的な検討項目

- 不実施についての検討  
調査方法のうち効率化できるものはあるか  
→継続して調査不実施の地点は今後も調査が難しいと考えられるため調査除外できるかを検討する
- 調査方法の妥当性の検討  
調査方法全体に問題はないか
- 測定結果に基づいた効率化の検討  
測定精度に影響を及ぼさない範囲で調査を効率化できるものはあるか
- 野外調査受託者の観点からみた課題の抽出  
現地調査の観点から課題を抽出し、第五期に向けた検討の材料にする
- 第四期調査方法の検証のまとめ

(2) 第四期調査方法の検証  
① 不実施についての検討

第1期～第3期を通して不実施の地点: 341/2996

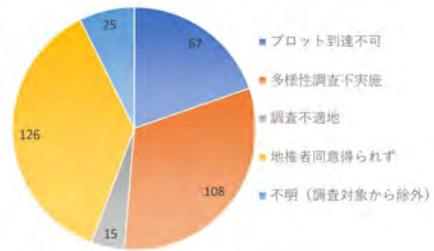


第1期～第3期を通して不実施だった地点は341ある  
(341地点中、第三期は267地点が調査対象であったが不実施、74地点が調査対象から除外)

備考: インベントリー調査地点の台帳に登録された地点数は2996(カテゴリーA-B)  
この解析では、不実施には、台帳にあっても調査対象から除外された地点と、調査対象だが不実施だった場合と両方を含んでいる。 19

(2) 第四期調査方法の検証  
① 不実施についての検討

3回とも不実施あるいは除外された理由の内訳



第1期～第3期を通して不実施だった地点の理由は様々であるが  
今後これらの理由が解決する可能性は低く、これらの不実施地点を  
調査対象から除外することは調査効率を上げることに貢献すると考えられる  
(341地点中、第三期に調査対象であったが不実施だった267地点が除外候補)

20

(2) 第四期調査方法の検証  
① 不実施についての検討

不実施地点を除外する場合、  
不実施地点に偏りがあると、事業で得られた全国平均値の  
代表性に影響が及ぶと考えられるため  
不実施地点に偏りがあるかどうか検討した

検討した内容

- ・調査地点の地域的な偏りがあるか
- ・データとしての偏りがあるか

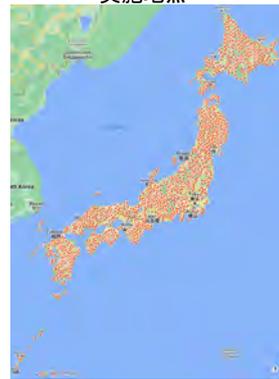
使用したデータは第三期の実施・不実施データ

21

(2) ① 不実施についての検討  
～地域的な偏りがあるかどうか～

実施地点

不実施地点\*



\*: 第3期で土壌調査対象地点のうち不実施の地点

22

(2) ① 不実施についての検討  
～データとしての偏りがあるか～

林齢、温量指数(WI)、標高、道路からの距離、集落からの距離別の調査実施状況

	n	林齢		WI		標高		道からの距離*		集落からの距離 <sup>※</sup>	
		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

道からの距離には実施・不実施状況に有意差があるが、それ以外では有意差なし  
地域的な偏り、データの偏りはほとんど認められないことから  
不実施地点を除外しても測定の精度に影響は及ぼさないと考えられる

また、土壌型によるデータの偏りについて別途検討した結果、  
希少な土壌型では調査地点数が少ないことから不実施率が高くなるが測定精度への影響は小さい  
ことから不実施地点の除外において配慮する必要が無いと判断。

**結論** 第1期～第3期を通して不実施だった地点を除外しても測定の精度に影響を及ぼさないと考えられる。

今後不実施地点が増加し、測定精度に影響を及ぼすおそれがある場合は、新しい測定地点の追加が必要

23

(2) 第四期調査方法の検証  
② 調査方法の妥当性の検討

測定方法については一期から四期で一部変更はあったものの原則同じ方法で継続的に調査されており、データの継続性の観点から同じ測定方法を継続するのが妥当と考えられる。調査者がこの測定方法で問題なく調査を実施できているかを検討するため、調査品質について検討した。

データの品質(提出されたデータを精度チェックしたときの採用率)

	リター(堆積有機物)			土壌		
	調査数	除外(割合)	採用(割合)	調査数	除外(割合)	採用(割合)
格子点数	188	0 (-)	188 (100%)	188	8 (4.3%)	180 (95.7%)
総断面数	698	0 (-)	698 (100%)	698	37 (5.3%)	661 (94.7%)
総層位数	1,396	0 (-)	1,396 (100%)	2,094	111 (5.3%)	1,983 (94.7%)

※枯死木についてはQAQCを行うがデータは除外しない 除外理由: 試料調整チェックでの異常、炭素濃度分析値の異常値

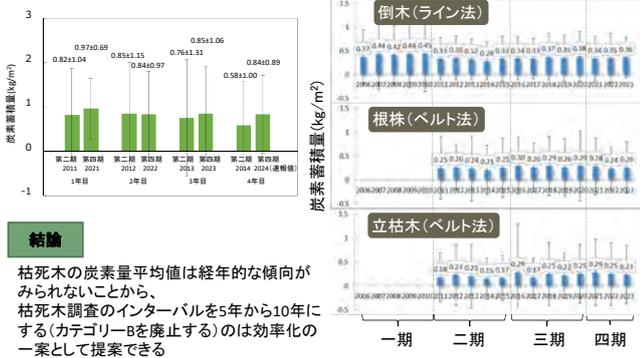
極端に高い・低い値等がないかなど、一定の基準でデータ精度管理を行なっている。  
実施した調査地点数の95%強でデータが採用されており調査品質は高いと考えられる

**結論** データの品質は保持されており、現行の調査方法に大きな問題はない

24

(2) 第四期調査方法の検証  
③測定結果に基づいた効率化の検討

カテゴリBの検討のため、枯死木の炭素量の経年変化を検討した



結論

枯死木の炭素量平均値は経年的な傾向が見られないことから、枯死木調査のインターバルを5年から10年にする(カテゴリBを廃止する)のは効率化の一案として提案できる

(2) ④野外調査受託者の観点からみた課題の抽出  
～調査受託業者の業務遂行性～

	現状	課題	対応案
調査点数	A・B各50点/年	・年度間の点数のばらつき	・年間調査点数の平準化
現地作業時間	A:5～6時間 B:1～3時間	・移動距離が長いと困難	・作業内容の見直し(次回に検討)
調査期間	6カ月(6～11月)	・A点割合高いと不足気味 ・契約初年度の開始時期	・提出期限延長 ・契約の迅速化
要員	推奨 A:4名 B:3名	・体力面で人員に限られる	・作業内容の見直し(次回に検討)
技術面	データ採択率95%	・リターと土壌の境界判定	・講習での重点化
内業	データ提出は順調 許可取得の遅れ	・所有者の探索 ・地番の確定 ・所有者とのコンタクト ・詐欺の嫌疑	・情報の正確化 ・公用封筒の使用

(2) ④野外調査受託者の観点からみた課題の抽出  
～調査受託業者へのアンケートで出た意見～

○カテゴリB地点の廃止について

→回答のあった6社中の5社が何らかの懸念を表明

- ・作業時間の短いカテゴリBは、移動日や天候の悪い日にも行えるため、効率的な出張行程の運用には不可欠
- ・カテゴリAのみでは、体力的に連日の調査実行は困難(特に夏期)

○その他、要望等

- ・調査許可取得の迅速化  
→ 林野庁から正確な情報を早期に提供してほしい。(調査許可が迅速にとられれば、複数調査地点の集約的調査が可能)
- ・実施可能性の低い箇所除外  
→ 非森林、法規制(国定公園特別地域等)・・・リストから除外  
過年度到達不可、所有者不明 ...最新情報への更新

(2) 第四期調査方法の検証  
⑤第四期調査方法の検証のまとめ

- ① 不実施についての検討  
第1期—第3期を通して調査不実施だった地点を除外しても測定の結果に影響を及ぼさないと考えられる。
- ② 調査方法の妥当性の検討  
データの品質は保持されており、測定方法全体に問題はない
- ③ 測定結果に基づいた効率化の検討 および
- ④ 野外調査受託者の観点からみた課題の抽出  
枯死木の炭素量に経年的な傾向が見られないことから、枯死木のみを調査するカテゴリBを廃止することは可能と考えられる。一方で作業効率低下等の観点から受託業者のほとんどがBの廃止に懸念を表明



林野庁森林吸収源インベントリ情報整備事業  
2024-12-6 令和6年度検討会第1回

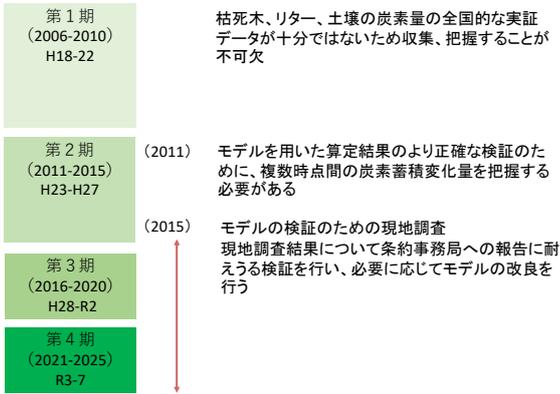
4) 土壌3プール炭素吸収・排出量の  
算定方法変更の可能性

4) 土壌3プール炭素吸収・排出量の  
算定方法変更の可能性

- (1)算定方法の検討の背景
- (2)第四期におけるモデルの検討状況
- (3)各国の算定方法の状況
- (4)モデルまたは実測での算定を想定した場合の地点数

(1) 算定方法の検討の背景

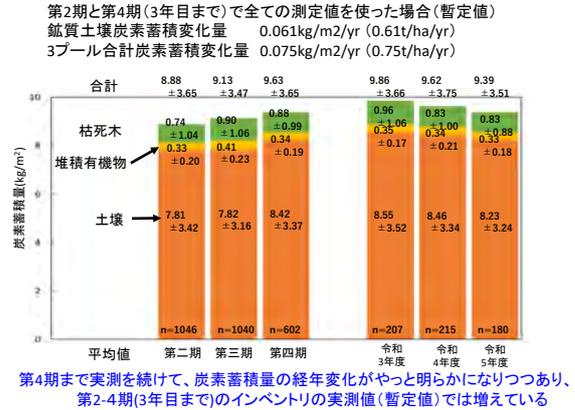
① 土壌等調査(指導取りまとめ業務)目的とその変化



31

(1) 算定方法の検討の背景

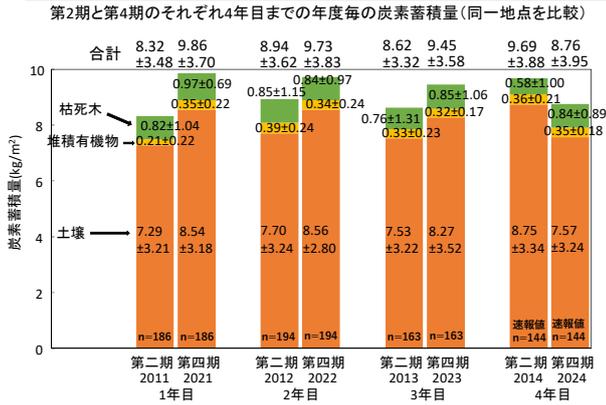
② 第四期までの実測値の傾向1



32

(1) 算定方法の検討の背景

② 第四期までの実測値の傾向2



33

(1) 算定方法の検討の背景

③ 第四期までの実測値とモデルによる推定値の比較

- ・ インベントリ事業の実測値  
0.061 kg/m<sup>2</sup>/yr (鉱質土壌、2期と4期3年目までの平均値の差分: 暫定値)
  - ・ CENTURY-jfosによる計算値  
0.002 kg/m<sup>2</sup>/yr (鉱質土壌、National Inventory Report 2019から算出: 暫定値)
- (参考)世界の森林土壌の炭素吸収速度(暫定値)
- ・ UK(National Inventory Report 2019から算出)  
0.060 kg/m<sup>2</sup>/yr (3プール)
  - ・ ドイツ(National Inventory Report 2019から算出)  
0.041 kg/m<sup>2</sup>/yr (鉱質土壌)
  - ・ フィンランド(National Inventory Report 2019から算出)  
0.017 kg/m<sup>2</sup>/yr (3プール)

34

(1) 算定方法の検討の背景

④ 算定方法変更の必要性和変更方法

- 土壌等調査事業を四期まで実施して、土壌炭素蓄積量の変化量がようやく検出できつつある。差分を出すことが可能な最低限の実測データが蓄積されつつある(二期と四期(3年目まで)で)
  - その結果、CENTURY-jfosの土壌炭素蓄積量の変化量は実測値より過小評価している可能性が考えられるようになってきた。CENTURY-jfosは保守的な結果を出す性質のモデルであることから実測結果に合わせる事が困難
  - CENTURY-jfosは開発から15年以上と当初の想定よりも長く運用されている開発者のParton博士が引退し、改良バージョンの供給が見込めない。
  - 国際的な審査の要件も厳しくなるなど情勢が変化してきている。モデルに透明性、改修の容易さ、運用しやすさなどが求められている。
- ➡ 新しいモデルをつくって算出する?
- 多様性基礎調査が第5期まで継続実施されて実測値が蓄積してきたことから、地上部吸排出量の算定において、実測値を用いる算定方法に変更する動きがある
- ➡ 土壌吸排出量についても実測値を用いて算出する?

35

(1) 算定方法の検討の背景

⑤ モデルを使用する算定方法のメリット・デメリット

〈メリット〉

- モデルを使う方が効率的に算定できる  
多数の条件設定ごとの吸排出量算定をしようとする、条件設定ごとに測定地点数が多数必要になるが、モデルはそこまで地点数が必要ない
- 予測ができる  
何らか環境条件や設定などが変更になった場合にも予測して算定ができる?

〈デメリット〉

- 新しいモデルを実用化までもっていくためには時間と労力が必要
- 作成後も新モデルと実測値を比較して検証を継続することが必要
- 作成後も新モデルを時々チューニングしつづける必要がある

36

(1) 算定方法の検討の背景

⑥ 実測値を使用する算定方法のメリット・デメリット

〈メリット〉

- 日本全国を1つにまとめた算定なら、現在の地点数で統計的信頼性を持って算定が可能？
- 地上部吸排出量の算定とあわせて実測値を用いる算定方法に変更するほうが説明しやすい？

〈デメリット〉

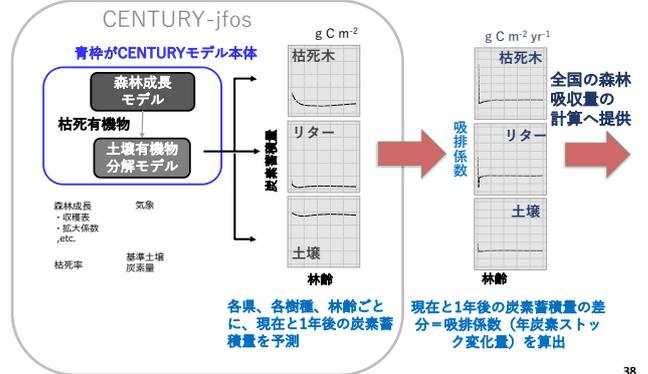
- 調査は破壊調査であり、土壌炭素量は地点のばらつきが大きく、今後の調査で一律増加するとは限らない
- もし細かい地域や樹種別に算定をしたい場合には、精度を保証するには多数点の測定が必要で経費がかさむ
- 実測値を使う算定方法を確立するために労力と時間がかかる
- 国際審査に耐える算定方法になるかどうか不明 (国際審査の基準を調べる必要がある)

37

(2) 第四期におけるモデルの検討状況

① 現行モデル「CENTURY-jfos」の紹介

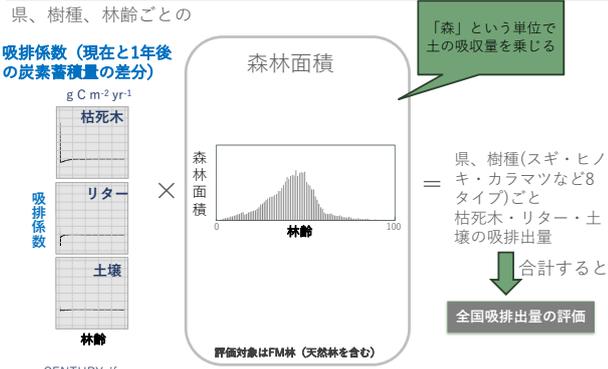
CENTURY-jfosは、CENTURYをベースに、日本の気象条件、土壌情報、主要な森林の成長量などを加味して2006年から2007年にかけて調整した森林モデルである。



38

(2) 第四期におけるモデルの検討状況

① 現行モデル「CENTURY-jfos」の紹介



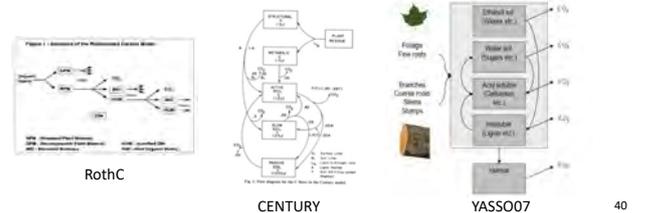
39

(2) 第四期におけるモデルの検討状況

② 各国で採用されている土壌炭素モデルの状況

- CENTURYモデル (米、日)
  - 改良版のMillennial モデル(Abramoff et al. 2018) など
- Yassoモデル (欧州各国)
  - Yasso(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

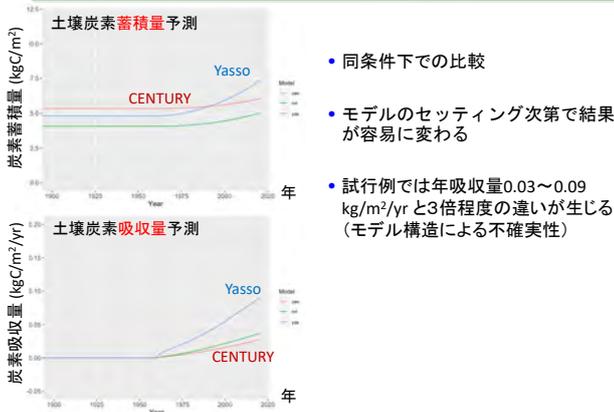
- 複数モデルによるシミュレーション結果を示すことで、モデル構造による差(不確実性)を評価
- 複数モデルを同条件で実行・比較可能なプラットフォームの開発
  - SoilR(Dr. Sierra, MaxPlanck Institute)
  - HolSoils project



40

(2) 第四期におけるモデルの検討状況

② SoilRによる複数モデルのシミュレーション試行



41

(3) 各国の算定方法の状況

付属書1国42カ国が提出したGHGインベントリにおいて鉱質土壌炭素に適用されている方法論の分類

Table 14 Broad classification of the methods applied for mineral soil Carbon Stock Change (CSC) estimation in the Annex 1 GHG inventories

Tier	Methods	Features of methods
Tier 3	Models	Applying models
Tier 3	Direct measurement	Using monitoring data over time, obtained from such as soil inventories or national forest inventories
Tier 2	Standard method using CS data	Following the standard IPCC Equations 1* and 2 with CS-Carbon factors
Tier 2	Adjusted method with CS SOC	Just comparing average CS-SOCs by using Equation 1 only
Tier 2	LUC within subcategories	As a part of the adjusted method, comparison is applied for internal land use changes under a remaining land category
Tier 1	Standard method using CS SOC and default CFs	Following the standard IPCC Equations 1 and 2 with CS-SOC and default carbon factors
Tier 1	Standard method using default SOC and default CFs	Following the standard IPCC Equations 1 and 2 with default SOC and default carbon factors
Tier 1	Assumed as no CSC	Reporting as no CSC occurred based on assumptions that no significant management changes or no internal land conversions overtime

\* The equation of "(SOC<sub>2</sub> - SOC<sub>1</sub>) / T"  
 \*\* The equation of "SOC = SOC<sub>0</sub> + F<sub>1</sub> \* F<sub>20</sub> \* F<sub>3</sub>"

出典  
佐藤洋 (2021) 気候変動  
枠組条約下の気候変動  
削減に向けた土壌炭素貯留  
力における炭素蓄積変化  
の算定方法に関する  
研究、弘前大学大学院  
理工学研究科博士後期  
課程修士論文

42

### (3) 各国の算定方法の状況

Table 16 Overview of the methods for mineral soil CSC estimate in forest land (remaining) in each Annex I country

Tier	Methods	Countries	
Tier 3	CENTURY	日本	
	DAYCENT (biogeochemical model) (CENTURY 型)	米国	
	Roth C	オーストラリア	
	Yasso07	オーストリア、スイス、フィンランド、ノルウェー	
	Carbon Budget Model <sup>1)</sup>	カナダ、ブルガリア	
	CARBINE <sup>2)</sup>	イギリス	
	炭素の循環利用	ベルギー、スウェーデン、ドイツ	
	炭素を用いた平均土壌炭素 + 森林面積変化	ロシア	
	Tier 2	—	—
	Tier 1	—	—
	変化なしと仮定	推定	リトアニア、ラトビア、ルーマニア、スロバキア、ウクライナ
	推定	チェコ、スペイン、フランス、ギリシャ、クロアチア、リヒテンシュタイン、ルクセンブルク、オランダ、スロバキア	
	抽出になっていないと報告	アンゴラ、ハンガリー、アイスランド、イタリヤ	
未報告	ベルギー、アイスランド、カザフスタン、トルコ、マルタ (NO)		

<sup>1)</sup>一般的なモデル名ではなく国独自の名称  
<sup>2)</sup>インベントリには採用していないが別途 Tier3 の推計値が存在  
 出典: 佐藤 (2021)

### (3) 各国の算定方法の状況

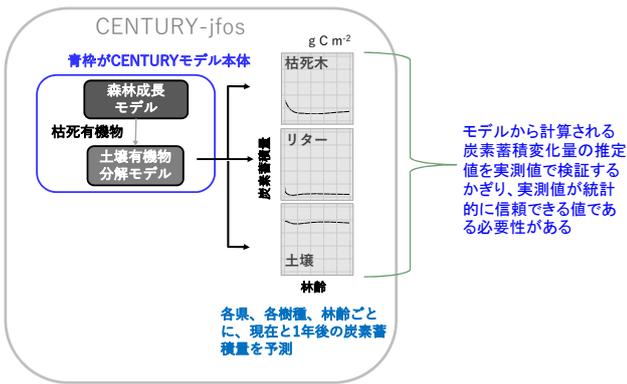
表 3-6 主要国の「転用のない森林 (F-F)」における炭素プール別の炭素蓄積変化の算定方法

国名	天然林 植林地	IPOC ガイダンス	主林バイオマス(LB)	詳細方法	枯死木 (DW)	リター (LT)	枯死有機物 (DOM)	土壌有機物 (SOC)	有機質土壌 (SOC-O)
米国	天・植	天・植	天・植	NFIの反復調査による実測値 / FA	天・植	天・植	天・植	天・植	天・植
カナダ	天・植	天・植	天・植	CBM-CFS3モデル(NFI/NFI)	天・植	天・植	天・植	天・植	天・植
豪州	天・植	天・植	天・植	FUJCAMモデル	天・植	天・植	天・植	天・植	天・植
NZ	天・植	天・植	天・植	アロキリーモデル(サンプリング)	天・植	天・植	天・植	天・植	天・植
ノルウェー	天・植	天・植	天・植	NFI(LUCAS)、収穫量(Forest Carbon Predictor)モデル	天・植	天・植	天・植	天・植	天・植
スウェーデン	天・植	天・植	天・植	NFIに基づくモデル	天・植	天・植	天・植	天・植	天・植
フィンランド	天・植	天・植	天・植	NFIの反復調査による実測値	天・植	天・植	天・植	天・植	天・植
ポーランド	天・植	天・植	天・植	NFIの反復調査による実測値	天・植	天・植	天・植	天・植	天・植
ドイツ	天・植	天・植	天・植	NFIの反復調査による実測値	天・植	天・植	天・植	天・植	天・植
フランス	天・植	天・植	天・植	NFIの反復調査による実測値	天・植	天・植	天・植	天・植	天・植
イタリア	天・植	天・植	天・植	NFI, For-estモデル	天・植	天・植	天・植	天・植	天・植
オーストラリア	天・植	天・植	天・植	NFI, 国家伐採統計、収穫量	天・植	天・植	天・植	天・植	天・植
スペイン	天・植	天・植	天・植	NFIの反復調査による実測値	天・植	天・植	天・植	天・植	天・植
ポルトガル	天・植	天・植	天・植	NFI, CARBINEモデル	天・植	天・植	天・植	天・植	天・植
スウェーデン	天・植	天・植	天・植	CARBINE, C-Flow及びCORTモデル	天・植	天・植	天・植	天・植	天・植
アイスランド	天・植	天・植	天・植	NFIに基づくモデル	天・植	天・植	天・植	天・植	天・植
ロシア	天・植	天・植	天・植	国家森林登録の主要樹種の推定値に基づくフランク、ハラスモデル	天・植	天・植	天・植	天・植	天・植
日本	天・植	天・植	天・植	国家森林資源DB(森林簿)、収穫量モデル	天・植	天・植	天・植	天・植	天・植

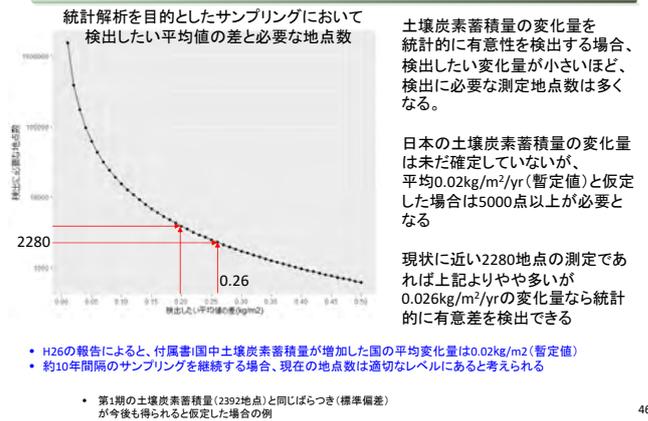
NFI: 国家森林インベントリ (システムティック・サンプリングベース)、FA: 伐採インベントリ及び分析、DB: データベース、SFR: 国有森林登録簿、E: その他に該当する、NO: 発生していない  
 (出典) 各国 NIR、佐藤 (2021)

令和4年度 森林吸収源インベントリ情報整備事業 (FV)協定下の森林吸収源算定にかかる技術的課題の分析・検討(本編) 報告書  
 令和5年3月 林野庁 より

### (4) モデルまたは実測での算定を想定した場合の地点数 ①モデルを用いた算定に際しての適切な地点数についての考察



### (4) モデルまたは実測での算定を想定した場合の地点数 ②測定値の統計的な信頼性に基づく考察



### (4) モデルまたは実測での算定を想定した場合の地点数 ③実測算定を想定した場合の地点数の考察(ドイツとの比較)

ドイツ	日本
森林面積 11.2 Mha	森林面積 25Mha
森林土壌インベントリ: 3回 BZE I(1987, 1992) BZE II(2006-2008) 1800-2000地点	森林土壌インベントリ: 一期2006-2010 2465地点 (枯死木: ライン調査のみ) 二期-四期 2011-2015、2021-2025 1000地点強 三期-五期 2016-2020、2026-2030 1000地点強
8x8kmグリッド	NFI調査 4x4kmグリッドの1/5の地点

実測値で報告しているドイツでは1800-2000箇所のインベントリ調査を実施している。日本はドイツと比較して森林面積が2倍以上あることを考慮すると、測定密度をドイツ並みにするために4000地点以上でも妥当と考えられる。少なくとも、二期-四期および三期-五期の合計約2000地点は必要と考えられる。



林野庁森林吸収源インベントリ情報整備事業  
 2024-12-6 令和6年度検討会第1回

## 5) 第五期の調査方法案

## 第五期調査の設計に関する提案

---

- ▶ 第1期～第3期を通じて連続して調査不実施の地点を測定対象から除外する
  - \* 今後調査不実施地点がさらに増加すれば、測定値の信頼性が低くなることが考えられるため、必要に応じ調査地点の追加を検討する
  
- ▶ 測定方法は本筋では変更しない(細かい改善方法は次回に検討)
  
- ▶ 効率化のためカテゴリBを廃止する
  - \* 測定地点数(カテゴリA)は変更しない
  - \* Bの廃止による事業者への負担増に配慮が必要

## 資料 2.2. 第 2 回検討会

令和 6 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）第 2 回検討会 議事概要

日時：令和 7 年 2 月 12 日（水） 13:30～16:15

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】 増山寿政、河野孝典、飯田俊平、菅原悠希、山中基成

【森林総合研究所】 平井敬三、古澤仁美、酒井寿夫、山田毅、釣田竜也、今矢明宏、  
橋本昌司、山下尚之、相澤州平、小林政広、野口享太郎、川西あゆみ、〔北海道支所〕橋本徹、  
〔東北支所〕小野賢二、〔関西支所〕岡本透、〔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 重松琢和、中島卓也

成田博文

東北ブロック （株）宮城環境保全研究所 鷺田隆二、倉駿輔、川村倭、小長根翔、藏重充彦

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

九州ブロック （株）九州自然環境研究所 中園朝子、永野春菜、古賀健介

試料調整・分析 クリタ分析センター（株） 権太勝、鴨田茂、久保郁乃、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

#### 3-1 R6 年度調査結果の報告

1) 土壌インベントリ調査の設計と第四期調査

2) 6 年度の土壌等調査結果

3) ベンチマーク調査の実施状況

4) 昨年度指摘事項への対応

事務連絡・休憩

#### 3-2 第五期土壌調査の設計

1) 第五期土壌調査の設計（調査地点、調査方法など）に関する提案

2) 新算定方法の検討

3) 調査地点数の検討

4) 6年度検討会第1回の指摘事項への対応

4. その他

閉会

発言の概要

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。

### 3-1 R6年度調査結果の報告

丹下委員：4か所の試験地において、鈹質土壌の平均炭素量が12から18 kg/m<sup>2</sup>である（スライド30）。それに対してインベントリ調査では10 kg/m<sup>2</sup>以下である。変動係数等で有意な増加があるという評価をするために平均値がずれていることは影響するか。

森林総研：インベントリ調査の本体2,000点の調査は、施業等様々な条件を含めた日本全体の土壌炭素量の変化量を算出し、CENTURYモデルによる全体の変化量の検証に使うことが目的である。ベンチマーク調査はより詳細なモデルの時間応答を見ることが目的である。この条件をモデルに入れて予測した値と現実の値と合うか検討したい。炭素蓄積量が多いところで調査した影響はないと考えている。

丹下委員：炭素量が多い方が差が出やすいというような影響はあるか。

森林総研：ベンチマーク調査の試験地は主に炭素量が多い黒色土なので変化量は小さくなると考えられる（スライド30）。目一杯炭素が詰まっていてこれ以上炭素が増えにくい土壌といえる。全体と比較すると異なる傾向を示す可能性はある。モデルのところで説明するが、火山灰が入っていると炭素の増え方は違うと考える。なので、全く同じというわけではない。

丹下委員：20年前のデータがある試験地は自由に選べるわけではないので、調査地の特性を踏まえたうえで評価するという方向でお願いしたい。

森林総研：わかりました。

太田委員：ベンチマーク調査の試験地は黒色土が中心であるが、全国の土壌分布割合を考慮すると褐色森林土の試験地がもっとあった方が良いと考えられる。今後に向けてベンチマーク調査を仕込んでいくことを考えると良いのではないか。

もう一点、枯死木調査の検証調査で受託者と森林総研で違いが見られたが、受託者は前回の野帳を持って行って確認しないのか。持って行くと先入観が入るので良し悪しかもしれないが、継続調査では前回の野帳を確認しながら行うこともあるので、検討して欲しい。

森林総研：ベンチマーク調査については、可能であれば新たに仕込んでいくことも要検討事項だと思っている。受託者の調査時に前回の野帳を持って行くかについては、持って行かないことにしている。

丹下委員：森林生態系多様性基礎調査は測定木にナンバリングしている。インベントリ調査ではしていないか。

森林総研：していない。

丹下委員：そうすると、どうしても検証調査で受託者と森林総研が行った場合にずれが生じる

ことになる。

森林総研：人為的ミスなくすることは難しいので、それも含めて不確実性がどれくらいあるか評価していく。

丹下委員：例えば、枯死木調査の検証調査（スライド 24）で樹種が不明なものについては、過去の野帳があれば針葉樹か広葉樹かを評価できるのではないか。

森林総研：同じ枯死木だとわかればそうだが、ナンバーを付けていないので難しい。分解度が大きなものが多いので、5年後に比べるのは難しいこともあると考えられる。

丹下委員：樹種不明の材密度は広葉樹なので  $0.18 \text{ g/cm}^3$  か？

森林総研：樹種不明の場合は針葉樹と広葉樹の平均値なので分解度 4 の場合は  $0.18 \text{ g/cm}^3$  になる。針葉樹は  $0.15 \text{ g/cm}^3$  で広葉樹は  $0.18 \text{ g/cm}^3$  より高い。分解度 5 だといずれも  $0.11 \text{ g/cm}^3$  となる。

前島委員：枯死木の検証調査（スライド 23）で、受託者と森林総研で大きなずれがあった場合、最終的な集計ではデータは棄却されるのか。

森林総研：棄却していない。

森林総研：検証調査ではたまたま違いが判明したが、その場合もデータはそのまま使用する。

前島委員：同じサイトに森林総研が入って検証することで、違いがあることが今回わかったということか。

森林総研：そういうことになる。

丹下委員：複数年契約することでメリット、デメリットがある。メリットは調査の開始が早まる、習熟いただいた方に調査していただけるという点がある。デメリットとして、受注側としては人件費が上がってしまう時期には大変だということは、森林総研に意見が挙がっているか。

森林総研：受託者からそのような意見が挙がっている。

丹下委員：受注側としては複数年契約の方が早く契約ができて秋までの調査期間が長く取れるというメリットがあるが、一番の問題は人件費か。第五期に向けてどうするか、林野庁の仕組みを変えないと対応できないのか、現状でもできるのかはこれからの検討課題と思う。

ここまでの報告は、今年度については計画通り実施して炭素量の集計も終わったということの良いと思う。特に意見がなければ 3-1 の議事はこれで終了する。

#### （事務連絡）

河野企画官：森林総研が実施した受託者アンケートにおいて、国立公園や保安林の許認可の手続きが効率化できないかとの話があったと承知している。今まで調査に入る年度に許認可の手続きを取っているとのことだが、効率化の観点から、前の年に許認可を取ることは問題ないと考えている。調査に入るどれくらい前まで申請ができるという決まりはないと承知しているが、調査の実行性という観点もあると思われるので、申請にあたっては、許認可を担当する都道府県や環境省の管理事務所に相談してほしい。作業の効率化に向けて検討していただきたい。もう一点、実施点数や作業の効率化について、林野庁側から受託者に話を聞きたいと考えている。後日連絡したい。

### 3-2 第五期土壌調査の設計

#### 1) 第五期土壌調査の設計（調査地点、調査方法など）に関する提案

丹下委員：結論としては調査方法と品質管理について現状維持で、簡略化できるところはするということか。

森林総研：その通り。

丹下委員：調査方法の提案（スライド 50）でインベントリ調査と NFI（多様性基礎調査）の枯死木調査は測定方法が異なるが、どちらが真の値に近いか。

森林総研：わからない。インベントリ調査では倒木はラインインターセクト法で行っており、論文等で認められた測定方法で正確性が担保されている。簡便な方法で効率的に測定できている。

丹下委員：測定方法やサンプリング率が異なるとデータも変わってくる。総量を求めるか変化率を求めるかで方法が変わる。森林吸収源では変化率を重視する形と理解している。

森林総研：NFI は枯死木について存在量より、枯死木があることによる多様性への影響という観点を目的にしているのではないかと思う。

太田委員：調査方法の検討（スライド 45）で、枯死木調査方法の簡易化は人が変わるとできないのではないか。

森林総研：その通り。

太田委員：調査の時に過去の野帳があった方が合理的で省力化できるのではないか。野帳がデジタル化していれば紙を持っていく必要もない。

森林総研：検討する。

丹下委員：過去の野帳を持って行って前回の見落としが見つかる可能性もある。その場合の修正の仕方等、対応を考えておいた方が良い。前回測定した枯死木の位置の絵などがあると時間の節約になると思う。

前島委員：データの連続性を考えると変えられない部分はあると思うので、よく検討した上で効率化と簡素化を目指して欲しい。過去の野帳については、やはり持って行った方が良いと考えている。過去の野帳をしっかりと見た上で、どう変わったかを調査した方が、効率よく調査できると思う。

森林総研：現状がどうなっているかも含めて検討したい。

丹下委員：もしカテゴリ B をやめると調査は 10 年に 1 回になる。そうすると前回とどう変わったかという視点で調査した方が効率的と思う。方位やラインの引き方も含めてチェックができる。一度前回のデータに基づいての調査を受託者と一緒に現地で行い、どれくらい短縮できるか確認したらどうか。第 1 回検討会で、カテゴリ B を廃止すると短時間で済む調査地がなくなるので事業的に難しいという話があった。そのような背景も含めてカテゴリ A の調査で現地での滞在時間を短くできるか検討してほしい。

森林総研：現地講習会がその機会だと思う。

丹下委員：今は推測で議論している部分もあるので、実際にやってみてどうだったかという結果を踏まえて議論するのが良いと思う。

## 2) 新算定方法の検討

丹下委員：CENTURY-jfos は過小評価ということだが、NFI で実際の森林の成長量が森林簿での算定よりはるかに大きいという結果を使っても同じ結果か（スライド 58）。

森林総研：そこが一つのポイントで、この何十年のバイオマスの増加が反映しきれない仕組みになっている。

丹下委員：インベントリ調査の第 4 期までの実測値データでは増えている。それだけでは森林の高齢化や気候変動の予測ができない。また、施策で伐採量が増えていくとか再生林放棄地が増えていくとかの影響はモデルがないとできないという評価か。

森林総研：その通り。実測値に基づく場合はこの 5 年や 10 年で変わったという係数を使うだけになる。未来や異なる環境は考慮できない。

丹下委員：モデルを使って実態に近い数値を出していく方向性で検討せざるを得ないということか。

森林総研：森林総研と林野庁でまだ検討中だが、モデルを完全にゼロにはできない。算定で使わなくてもモデルがあることは理想である。もしインベントリ事業で算定モデルを作らないのであれば、別途森林総研のプロジェクトで将来の森林施策と土壌の炭素量の変化を検討できるモデル化も行われているので、そちらと協力しながら将来について考えていくという方法もあるかもしれない。

森林総研：実測値とモデルについて来年度も継続して検討していく。

丹下委員：IPCC に対する報告をどうするかということと、施策や森林管理のための未来予測シミュレーション等のデータ提供をどう行うかということとを、この一つの事業の中でやるか他の事業と分けるかというのが今のお話だったと思う。

森林総研：炭素吸収量とは別のプロジェクトとも連携できるかもしれないという、情報提供のつもりである。

丹下委員：モデルのメリット、デメリットのところ（スライド 61～63）でも、どのような使い方ができるか書いていただけると良いと思う。

太田委員：実測値を用いる場合は、インベントリ調査から出た数値から推計するということになるのか。

森林総研：実測値をどう用いるのか検討できていない。ドイツでは実測値に基づいて報告しているが、ある 2 時点で得られた炭素量の差分を時間で割って 1 年あたりの変化量とし、それを面積に掛けるというある種率直なやり方を用いている。我々もそれに近いやり方になると思われるので、実測という強みはあるが、細やかさが失われるという面は出てくる。

太田委員：この事業はインベントリの報告が一番の使命であれば、できるだけ簡単なモデルを使うのが良いと思う。Yasso モデルの検討（スライド 63）で、リター・枯死木・土壌を分けられないのか分けようとしていないのか。また、リターの成分値とはなにか？ワックスマンの近似分析で昔からリターのセルロース、ヘミセルロース等の情報があるが、そのようなものか。

森林総研：まず、リターの成分値はおっしゃる通り化学的な成分の分析値である。枯死木、リ

ター、土壌を分けていないことについては、Yasso モデルでは分けようとしていない。基本的に分けないという世界観で構築されていて、丸太でも枝でも葉でも、成分に応じてモデルに投入して、出てきた炭素蓄積量は枯死サンプルを全て足し上げたものという世界観の下で構築されているので、基本的には分ける気がないといえる。

太田委員：セルロース、ヘミセルロース、リグニン、ワックス、糖など諸々の成分がリターや枯死木にどのように分配されていくかがわかれば、さかのぼってリターや枯死木の各プールに分けられるのではないか。

森林総研：そういえるが、リターや枯死木から鉱質土壌に移行した炭素もかなりあるはずなので、その切り分けが難しいかもしれない。

太田委員：今あるデータセットが非常に大きな資源なので、データセットを活用するという意味で、フィッティングが良いモデルはどれかという視点も必要と思う。新たなデータの整備は大変なので、今後のステップ（スライド 64）で、入力データの整備という部分は、入力データがどう活用できるかという視点で考えるのも重要だと考える。

森林総研：インベントリ調査 15 年分のデータに加えて、例えば、リターバックを用いたリターの全国的な分解パターンや、枯死木が全国的にどれぐらいの分解係数で分解していくかという情報もあるので、そのような情報も集めて構築していくことになると思う。

前島委員：モデルの検討はいずれかのモデルを日本の森林環境に合わせて改良する方向に向かうのではないかと思う。

河野企画官：実測値とモデルのそれぞれについて科学的に説明できるように森林総研と検討していく。

### 3) 調査地点数の検討

丹下委員：新たな地点選択のアプローチ（スライド 69）で、森林生態系多様性基礎調査の格子点 ID の末尾 0 と 5 の地点を選んでこのようにばらつくのか。

森林総研：山間部など実施できない場所がある。

丹下委員：実施できない場所があることは理解できるが、図 3 や 4 で調査地点が横に 3 つに並んでいるところがある。こういうふうに並ぶものなのか？

森林総研：0 と 5 を選んでいくと列状に選ばれることもある。これまでのマップでは小縮尺で見ることが多かったのが全体的にばらついて見えたが、拡大すると地理的なバイアスがかかっている部分もある。ただし、基本的には小縮尺のデータを使うプロジェクトなので問題ない。

丹下委員：例えば、0 の地点ができなかった時に、周囲の 8 地点から 1 つ選ぶということは可能か？

森林総研：どこかの段階でランダムな選択が入っていれば良いので、そのような選択も可能である。

太田委員：図 4 で中心付近のポリゴンで調査地点が抜けているのはなぜか。もう少し調査地点がある気がする。

森林総研：辿り着けなかったためと考えられる。

太田委員：そうすると、そのポリゴン内では選べないということになる。

森林総研：0と5から選んでいるのでたどり着けないことになるが、他の点を選べば調査できることもあり得る。

太田委員：丹下先生がおっしゃったような、できないところの周辺で代りの点を探すのが合理的であると思う。

丹下委員：農地も同じ方法で調査方法を選定しているのか。

前島委員：メッシュやランダムではなく、農地の所有者の許可が出た場所のみ。いわゆる篤農家ばかりが選ばれるという指摘はある。

丹下委員：森林の方が無作為に近いといえる。それにしても、これほど地域によるばらつきがあるとは思わなかった。

森林総研：ここは極端な例で、高山地帯を含んでいるので、どうしても地域による違いが目につく。関東近辺の山地や北海道はしっかりできている。

丹下委員：地点数が減って必要数を満たさなくなった場合にどのように増やしていくかについて、引き続き検討してほしい。

#### 4) 昨年度指摘事項への対応

丹下委員：炭素濃度超過と境界判定不適切はどの様に仕分けているか（スライド75）。

森林総研：炭素濃度超過の試料について、業者に確認したり断面チェックの結果を精査したりして境界判定が不適切であったと判断している。

丹下委員：2期連続で炭素濃度超過が158試料あるが、それは主に0-5cmか。

森林総研：炭素濃度超過のうち、表層0-5cm深度がほとんどである。

丹下委員：H層が入ってしまっている可能性があるということか。

森林総研：そのうち境界判定不適切と判定されたのが20試料になる。

丹下委員：炭素濃度超過で排除される試料は同じような場所で生じるということか。

森林総研：そうではないという判定。連続して境界判定不適切で炭素濃度超過は少ない。

丹下委員：採取業者は境界判定を適切に行う能力が上がってきているということか。

森林総研：そう考えている。

#### 4. その他

委員による講評および林野庁コメント

丹下委員：長期にわたり調査が継続され、複数年契約により経費の問題はあるにせよ調査そのものは適切な時期に行われている。調査されている方の熟練度も上がり信頼できるデータが継続して取れている。今の調査方法を継続することに大きな問題はない。次の期が始まるまであと1年しかないなので、算定方法をNFIとどう合わせていくか、あるいはいかにないのかの方針決定を、どういうモデルを使うかの検討も合わせて、急いでいただきたい。枯死木の発生量等がNFIとインベントリ調査でずれてくるが、そこをどう位置付けるか。本来は実態に近い値に基づいて予測するのが正しいが、労力的に困難なことは理解している。2つの違う方法で調べている値で、土壌炭素の動態に影響する要素についてどう取り扱うかということ

を整理して、変えていくことが必要と思う。

太田委員：出てきた様々な問題についての的確に解析して対処していると思う。来年度は次の期に向けて重要な年度なので頑張ってもらいたい。

前島委員：問題点に的確に対応している。事業は順調に進んでいると思う。ベンチマークについての結果も楽しみにしている。今後とも頑張ってもらいたい。

河野企画官：生体バイオマスにおける吸収量の算定方法が変わる中で土壌の算定方法をどのぐらいのスパンで検討していくのかというご指摘と理解している。土壌のモデルを使うのか現地調査の数値を使うのか、いずれにせよ現状の報告値から大きく変わると思われることから、インベントリ調査で得られた知見を事前に世の中に出していくことも考えながら、慎重に対応していく必要があると考えている。一方で、生体バイオマスの算定方法が変わるに際し、土壌の算定方法もある程度合わせていかなければならないところもある。そちらについては現状の CENTURY-jfos の出力区分を変更して対応するというような二本柱で検討し、モデルの変更はしっかりと時間を取って考える必要があると考えている。来年以降先生方にご知見をいただきながら検討していくことになるので、よろしくお願ひしたい。

森林吸収源インベントリ情報整備事業 土壌等調査  
令和6年度検討会第2回

1. 事務局挨拶
2. 林野庁挨拶
3. 議事

3-1 R6年度調査結果の報告

- 1) 土壌インベントリ調査の設計と第四期調査
- 2) 6年度の土壌等調査結果
- 3) ベンチマーク調査の実施状況
- 4) 昨年度指摘事項への対応

3-2 第五期土壌調査の設計

- 1) 第五期土壌調査の設計（調査地点、調査方法など）に関する提案
- 2) 新算定方法の検討
- 3) 調査地点数の検討
- 4) 6年度検討会第1回の指摘事項への対応

4. その他

1



3-1 R6年度調査結果の報告

- 1) 土壌インベントリ調査事業の設計と第四期調査
- 2) 6年度の土壌等調査結果
- 3) ベンチマーク調査の実施状況
- 4) 昨年度指摘事項への対応

2



3-1 R6年度調査結果の報告

1) 土壌インベントリ調査事業の設計と  
第四期調査

3

1-1) 土壌インベントリ調査事業の背景

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

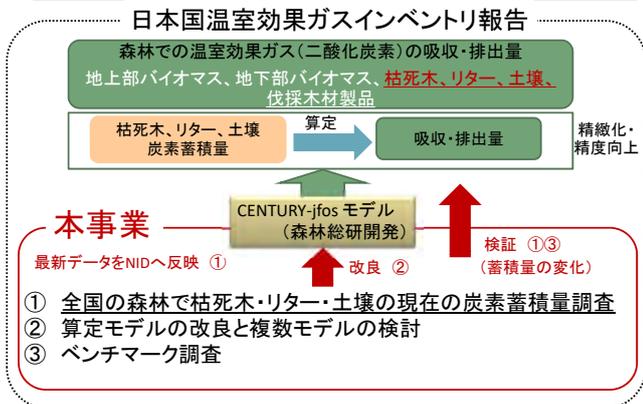
- 1997.12 COP3 京都議定書  
2008～2012 第一約束期間  
2012～2020 第二約束期間
- 2016.11 COP21 パリ協定  
2020年以降の気候変動問題に関する国  
際的な枠組み

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～



4

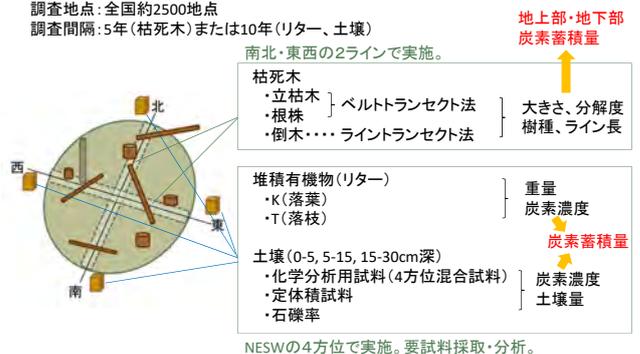
1-2) 土壌インベントリ調査事業の目的と概要



5

1-3) 土壌インベントリ調査事業の概要 ー調査概要ー

目的 : 土壌等の炭素蓄積変化量の把握  
調査対象: 土壌3プール(枯死木、リター、土壌)  
調査地点: 全国約2500地点  
調査間隔: 5年(枯死木)または10年(リター、土壌)

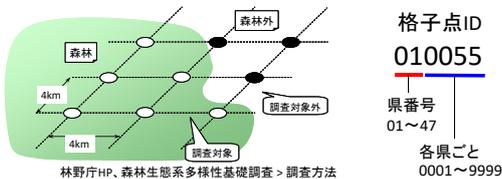


6

### 1-3) 土壌インベントリ調査事業の概要 — 調査地点 —

#### 森林生態系多様性基礎調査

森林の状態とその変化の動向を調査、5年一巡、約15,000点



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地点に

7

### 1-3) 土壌インベントリ調査事業の概要 — 第4期調査対象地点 —

全国2,492地点

- カテゴリA: 1234点
- カテゴリB: 1258点



土壌: 変化量は5年間隔では検出が困難とみられるため、10年間隔で測定。  
堆積有機物(リター): 土壌とともに採取するため測定間隔を10年にそろえる。  
→カテゴリAのみで調査

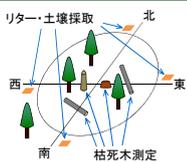
枯死木: 加入・消長に不明点が多いため当初計画どおり5年間隔で測定  
→カテゴリA・B両地点で調査

プールによる測定間隔の違い(5年or10年)から調査対象を二群に分けて、調査項目による調査カテゴリ(A・B)に割り当て

8

### 1-3) 土壌インベントリ調査事業の概要 — 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 224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	●	●	●	●

9

### 1-3) 土壌インベントリ調査事業の概要 — 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

調査の指導、精度管理

現地調査、試料調整分析

森林総合研究所

試料収集分析業務受託者

データ解析、試料保管

調査データ、分析データ、  
試料の提出

10



林野庁森林吸収源インベントリ情報整備事業  
2025-02-12 令和6年度検討会

### 3-1 R6年度調査結果の報告 2) 6年度の土壌等調査結果

11

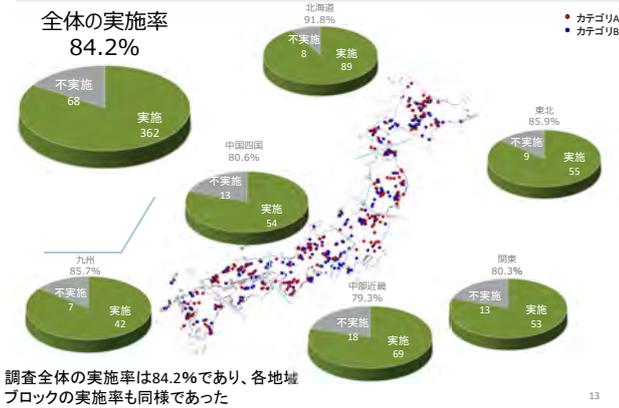
### 2-1) 調査の進捗状況 — 今年度計画の進捗 —

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(10日) 現地講習会・北海道ブロック(17日) 現地講習会・関東ブロック(21日) 現地講習会・東北ブロック(22日) 現地講習会・中部近畿ブロック(28日) 現地講習会・九州ブロック(31日)
6月	現地講習会・中国四国ブロック(6日) 分析・土壌試料調整講習会(20日) 堆積有機物試料調整講習会(20日)
7月	
8月	
9月	
10月	カテゴリA現地調査期限(18日)
11月	カテゴリB現地調査期限(20日) 試料調整期限(8日) CN分析期限(20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

- ・ 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

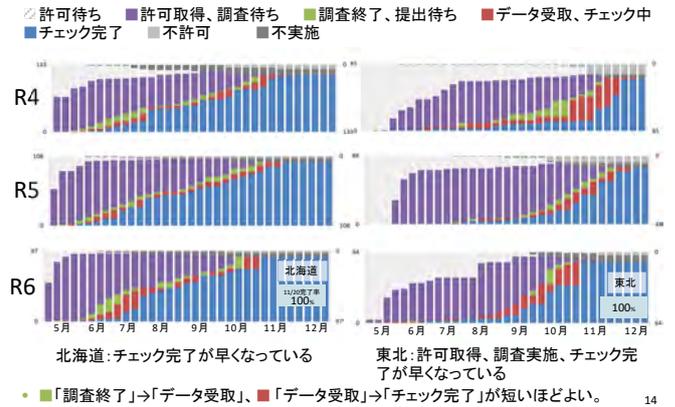
12

2-1) 調査の進捗状況 ー実施・不実施の状況ー



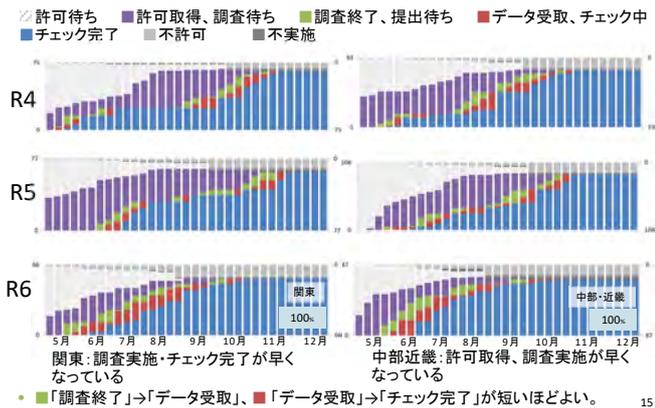
13 13

2-1) 調査の進捗状況 ー野外調査進捗の経年的な改善傾向ー



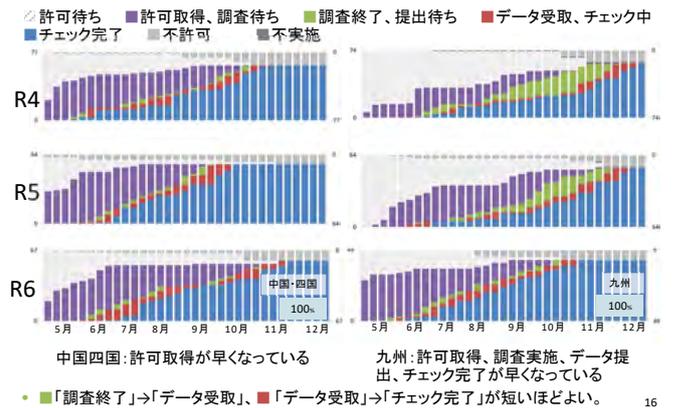
14 14

2-1) 調査の進捗状況 ー野外調査進捗の経年的な改善傾向ー



15 15

2-1) 調査の進捗状況 ー野外調査進捗の経年的な改善傾向ー



16 16

2-1) 調査の進捗状況 ー不実施理由の内訳ー

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(74%)

- 不実施理由:
- ① 調査実施の承認が得られなかった(所有者の同意が得られない、所有者が不明等)(74%)
  - ② 調査地へ到達できなかった(林道崩壊・通行止め・積雪等による到達時間確保が困難)(15%)
  - ③ 調査には不適な現場だった(調査予定地点が果樹園、宅地などの非森林)(3%)
  - ④ その他(9%)

ブロック	不実施理由														
	①			②			③			④			計		
	A	B	計	A	B	計	A	B	計	A	B	計	A	B	計
北海道	2	-	2	1	1	2	-	-	-	4	-	4	7	1	8
東北	1	2	3	1	3	4	1	-	1	-	1	1	3	6	9
関東	5	7	12	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	6	7
中部近畿	10	3	13	3	1	4	-	-	-	1	-	1	14	4	18
中国四国	10	3	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	3	13
九州	4	3	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3	7
計	32	18	50	5	5	10	2	-	2	5	1	6	44	24	68

17 17

2-2) データの品質管理の状況

仮提出データのチェックで除外された試料数

		2024	2023
堆積有機物	断面チェック	0	0
	試料調整チェック	0	0
	炭素濃度異常値	0	0
土壌試料	断面チェック	0	0
	試料調整チェック	9	7
	定積細土重異常値	0	0
	定積細土重外れ値	0	0
	炭素濃度異常値	10	13

分析と試料調整チェックで除外された試料数は昨年度と比較して同様だった。

18 18

## 2-2) データの品質管理の状況

試料の除外が採用点数と割合に及ぼす影響

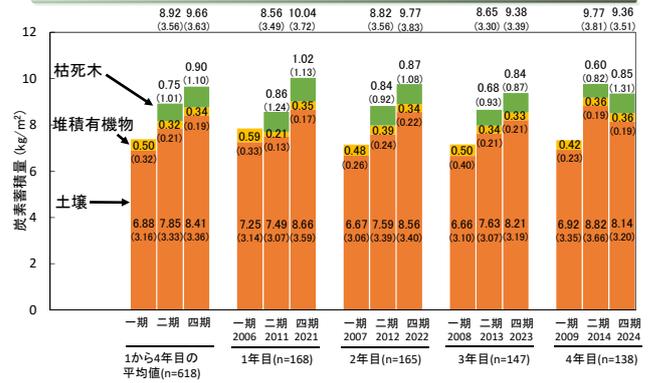
	堆積有機物			土壌		
	調査数	除外 (割合)	採用 (割合)	調査数	除外 (割合)	採用 (割合)
格子点数	172	0 (-)	172 (100%)	172	10 (5.8%)	162 (94.2%)
総断面数	659	0 (-)	659 (100%)	656	40 (6.1%)	616 (93.9%)
総層位数	1,318	0 (-)	1,318 (100%)	1,968	149 (7.6%)	1,819 (92.4%)

堆積有機物に除外はなかったため、採用割合は100%であった  
土壌については格子点数では採用割合は94.2%であった

備考：  
土壌試料は、4地点混合試料の場合、1試料が除外されると、炭素濃度を共有する各断面の4層位の4層位が除外され、結果として断面毎の炭素量集計ができないため4断面、12層位(4断面×3層位)、1格子点が除外される。ただし、実際は同一格子点で複数の除外試料があったり、調査断面数が4でなかったり、VBC試料があったりするので、この通りにならない。

19

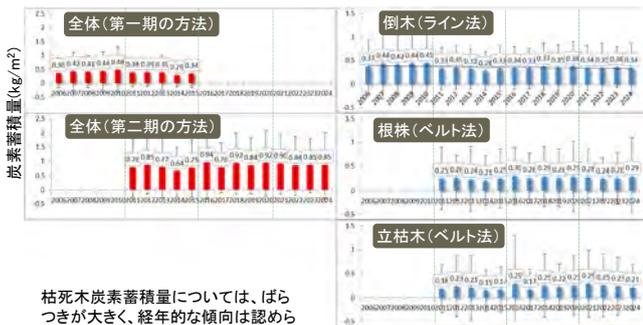
## 2-3) 測定結果 ー炭素蓄積量 全体(3プール)ー



土壌炭素蓄積量は、一期と比べて二期、四期と増加する傾向が認められた

20

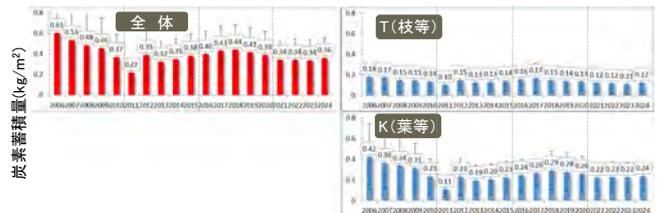
## 2-3) 測定結果 ー各年度の枯死木炭素蓄積量ー



枯死木炭素蓄積量については、ばらつきが大きく、経年的な傾向は認められない。

21

## 2-3) 測定結果 ー各年度の堆積有機物炭素蓄積量ー



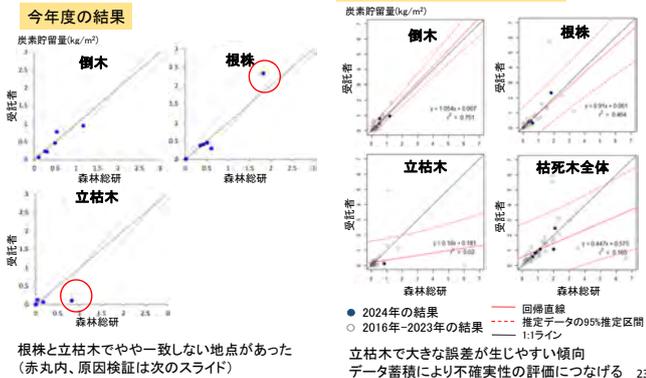
堆積有機物の炭素蓄積量についても、経年的な傾向は認められない。

22

## 2-3) 測定結果 ー枯死木調査の検証調査ー

目的: 人為的な測定誤差の把握

今までの検証調査全体の結果



23

## 2-3) 測定結果 ー枯死木調査の検証調査ー

根株で一致しない地点の原因検証: 受託者と森林総研の野帳の比較

受託者	ライン	樹種	分解度	根株直径		地際直径		地際高		材積	材密度	炭素量	炭素量合計	本数
				(cm)	(cm)	上(cm)	下(cm)	(m³)	(g/cm³)					
2.33	10	南北	不明	4	23.2	25.7	34.0	51.8	0.11	0.18	0.07			
		東西	針葉樹	4	37.1	40.7	6.5	90.5	0.42	0.15	0.22			
		東西	不明	5	58.1	61.2	17.5	76.2	0.73	0.11	0.29			
		東西	不明	5	51.9	57.9	7.0	44.5	0.59	0.11	0.23			
		東西	針葉樹	4	59.4	61.5	20.2	100.2	1.04	0.15	0.54			
		東西	不明	5	61.2	69.1	34.5	81.2	0.96	0.11	0.38			
		東西	針葉樹	4	26.1	32.2	24.5	51.1	0.24	0.15	0.13			
		東西	針葉樹	5	51.4	58.1	14.2	55.7	0.85	0.11	0.34			
		東西	針葉樹	5	9.1	24.1	24.5	60.3	0.12	0.11	0.05			
		東西	不明	5	31.2	39.1	14.0	61.8	0.26	0.11	0.10			
1.82	6	南北	針葉樹	4	8.1	11.5	47.0	63.1	0.03	0.15	0.02			
		林	南北	不明	4	44.8	46.0	24.1	88.8	0.42	0.18	0.28		
		東西	針葉樹	4	57.5	78.0	59.1	118.7	1.73	0.15	0.98			
		東西	不明	5	44.0	49.0	56.2	59.1	0.47	0.11	0.20			
		研	東西	針葉樹	4	30.1	42.5	43.8	73.9	0.45	0.15	0.26		
東西	針葉樹	5	9.2	30.0	30.1	59.8	0.20	0.11	0.09					

- 両者で異なる点→個数が異なる
- 原因→ラインやベルトの位置がずれた可能性がある
- 対応策→ラインの張り方やベルト幅をマニュアル通りに行うよう指導する

24

### 2-3) 測定結果 一枯死木調査の検証調査一



立枯木で一致しない地点の原因検証: 受託者と森林総研の野帳の比較

ライン	樹種	分度	胸高直径 (cm)	胸高測定高 (m)	材積		材積立枯木 (m³)	材密度 (g/cm³)	炭素量 (kg/m²)	炭素量合計 (kg/m²)	本数合計	
					地上部 (m³)	地下部 (m³)						
受託者	南北	広葉樹	3	8.8	11.2	0.04	0.01	0.05	0.30	0.05	0.10	3
	南北	広葉樹	3	5.3	7.7	0.01	0.00	0.01	0.30	0.02		
	東西	広葉樹	3	8.8	4.6	0.02	0.01	0.03	0.30	0.04		
森林総研	南北	広葉樹	2	8.9	9.0	0.03	0.01	0.04	0.40	0.06	0.82	3
	南北	広葉樹	2	5.6	7.0	0.01	0.00	0.01	0.40	0.02		
	東西	広葉樹	3	28.5	9.5	0.52	0.16	0.67	0.30	0.75		

- > 両方で異なる点→樹種と大きさが異なる
- > 原因→調査時期のずれによる状態の変化および見落とし
  - ・広葉樹は受託者調査時には斜めに立っていた一方、森林総研調査時には折れて立枯木にはならなかった可能性がある。
  - ・かわりに森林総研が記録した別の広葉樹については、受託者が調査した夏は葉が茂っていて見落としした可能性がある。
- > 対応策→ベルト内の立木について枯死木か否かの確認を徹底するよう指導する

### 3-1 R6年度調査結果の報告 3) ベンチマーク調査の実施状況

#### 3-1) ベンチマーク調査の目的

- > Tier3を採用するためには、モデル結果をベンチマークサイトのセットを用いて評価する必要がある(IPCCガイドライン2019)

Tier 3: Advanced estimation systems Mineral soils

For Tier 3 approaches, a set of benchmark sites will be needed to evaluate model results. Ideally, a series of permanent, benchmark monitoring sites would be established with statistically replicated design, capturing the major climatic regions, soil types, and management systems as well as system changes, and would allow for repeated measurements of soil organic C stocks over time (Smith, 2004a). Monitoring is based on re-sampling plots every 3 to 5 years or each decade; shorter sampling frequencies are not likely to produce significant differences due to small annual changes in C stocks relative to the large total amount of C in a soil (IPCC, 2000; Smith, 2004b).

- > モデルの時間応答を検証するためには、同一地点の各時系列において、ばらつきに応じた反復数のデータを取得する必要がある。
  - ・インベントリ調査(1地点あたり4か所の反復×全国2000点強、10年間隔): 全国から収集されたデータのためばらつきが大きく、同じ変化量をとるためには、より多いか、より長期間のモニタリングが必要となる
  - ・ベンチマーク調査(1地点あたり100か所の反復×全国4点、20年間隔): 各試験地において限られた空間(0.16ha)から収集されるため、データのばらつきが小さい。そのため、より少なく、より短期間のモニタリングで変化量を検出できる

CENTURY-jfosモデルにより推定されるオーダーの変化量を検出するためには、インベントリ調査では100年程度のモニタリングが必要であるため、ベンチマーク調査により短期間(20年~40年)での検出を図る

#### 3-2) ベンチマークサイト

過去の多地点分析値があり、経歴が明らかで追跡調査が可能な試験地として、2001~2002年皆伐、2002~2003年更新された森林吸収源計測・活用体制整備強化事業の試験地を活用し、更新後20年目となる2022~2023年に再調査を実施した。



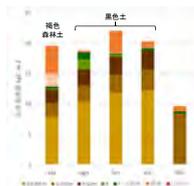
#### 3-3) 今年度の目的

- ◆ 4試験地において採取した試料の分析
- ◆ 各試験地内における堆積有機物および鉱質土壌30cm深の炭素蓄積量とそのばらつきから、炭素蓄積変化量の検出限界を明らかにする。

#### 3-4) 結果 皆伐・植栽後20年目の土壌3プールの炭素蓄積量

皆伐・植栽後20年目の各試験地における土壌3プールの炭素蓄積量(kgCm⁻²)とそのばらつき(変動係数 CV)

	鉱質土壌(n=100)			堆積有機物(n=20)			枯死木(n=1)			計
	平均	標準偏差	CV %	平均	標準偏差	CV %	倒木	立枯木	根株	
akt	12.32	1.91	15.5	0.46	0.27	59	2.180	0.008	4.551	19.52
ngn	15.66	1.55	9.9	2.76	0.75	27	0.002	0.065	0.186	18.67
hrs	17.75	2.72	15.3	0.49	0.23	47	0.066	0.034	3.663	22.00
oit	18.78	2.66	14.2	0.41	0.29	71	0.134	0	0.975	20.30



ベンチマーク調査各試験地内の鉱質土壌炭素蓄積量のばらつき(CV: 10~16%)はインベントリ調査(第四期4年目までのCV: 40%)と比べて小さいことから、より小さな炭素蓄積量の経時変化を捉えることが可能と考えられる。

$$n = \left( \frac{2t}{C} \right)^2 \times s^2$$

調査反復数n=100としたベンチマーク調査の結果(炭素蓄積量平均値及びCV)を変化量の検出に必要な地点数を求める式に代入すると、検出可能な変化量Xは、akt、ngn、hrs、oitの各試験地でそれぞれ0.46、0.37、0.53、0.45kgCm⁻²と推計される。20年前との炭素蓄積量の差異がこれ以上であれば危険率5%水準で有意に差があるものと判断できる。

皆伐・植栽後20年目の各試験地における土壌3プールの炭素蓄積量の対比。インベントリ調査の全国平均(INV)と比べ、ベンチマーク調査地の炭素蓄積量は大きい

### 3-5) 次年度計画



#### [炭素蓄積量変化の解析]

活用体制整備事業において得られた皆伐前から植栽後のデータとの比較により炭素蓄積量の20年間の変化を明らかにする。



### 3-1 R6年度調査結果の報告 4) 昨年度指摘事項への対応

#### 4) 昨年度指摘事項への対応

##### (指摘事項1)

調査期間の施業履歴などの情報が今後の解析に重要になってくる。長期になってくると色々な要素が関わってくるので情報の整理が必要

##### (対応)

多様性基礎調査のデータも使用し、森林地上部と地下部の関係を論文として公表する前提で解析を行うことで情報が整理され、新たな知見が得られると考えられる。

##### (指摘事項2)

2023年度の実施率の求め方について、第一期の調査地点に対してどの程度調査できたのかを示す必要がある。第四期の計画数に対する実施率より、第一期の実施数に対する実施率の方が重要と思う。

##### (対応)



**第一期と比較して第二期および第三期の実施率は84%、81%**

第一期実施地点とそのうち第二期、第三期の実施地点数

#### 4) 昨年度指摘事項への対応

##### (指摘事項3)

調査できなくなった地点と残りの地点の炭素量が同様であれば問題ないが、炭素量が少ないところが調査できなくなると平均値が増えることになる

##### (対応)

第一期のデータにおいて、第二期、第三期の実施、不実施グループの比較を実施

##### 検定の手順

1. 第一期のデータをグループごとに分割。平均値と標準偏差を確認。

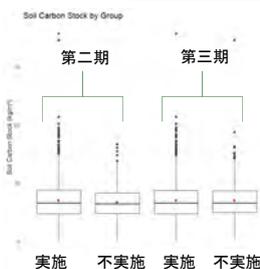
- (1)第二期の実施地点
- (2)第二期の不実施地点
- (3)第三期の実施地点
- (4)第三期の不実施地点

2. グループ間の中央値に有意差があるかを検定 (Mann-Whitney U検定)

#### 4) 昨年度指摘事項への対応

##### 1. 平均値と標準偏差

	GROUP	mean	sd	n
(1)第二期の実施地点	(1) Group 1	6.99	3.31	2032
(2)第二期の不実施地点	(2) Group 2	6.69	2.92	345
(3)第三期の実施地点	(3) Group 3	6.96	3.25	1935
(4)第三期の不実施地点	(4) Group 4	7.01	3.46	301



第一期データを用いた検定において、第二期および第三期の実施地点と不実施地点の間で土壌炭素量に有意な差はない。

#### 4) 昨年度指摘事項への対応

##### (指摘事項4)

10年で炭素が増えている理由の解析で手法の問題は棄却されたので、環境要因や土壌タイプ、施業履歴など自然科学的な要因について何が効いているのか、最終年度に向けて考える必要がある。

##### (対応)

土壌炭素蓄積量の変化については、第四期全てのデータが揃ってからデータを精査し、論文として公表することを前提に詳しい解析を進める予定である。

# 森林吸収源インベントリ情報整備事業 土壌等調査 令和6年度検討会第2回 3-2以降

1. 事務局挨拶
2. 林野庁挨拶
3. 議事

## 3-1 R6年度事業の報告

- 1) 土壌インベントリ調査の設計と第四期調査
- 2) 6年度の土壌等調査結果
- 3) ベンチマーク調査の実施状況
- 4) 昨年度指摘事項への対応

## 3-2 第五期土壌調査の設計

- 1) 第五期土壌調査の設計に関する提案
- 2) 新算定方法の検討
- 3) 調査地点数の検討
- 4) 6年度検討会第1回の指摘事項への対応

4. その他

37



## 3-2 第五期土壌調査の設計

- 1) 第五期土壌調査の設計に関する提案
- 2) 新モデルの検討
- 3) 調査地点数の検討

38



## 3-2 第五期土壌調査の設計

### 1) 第五期土壌調査の設計に関する提案

### 1-1) 調査地点の提案

#### 調査効率化のための調査地点削減案

- カテゴリBの廃止(検討会第1回で検討済み)

- 不実施が続いている地点の除外
- 法規制のために許可取得が困難で調査実施が難しい地点の除外

仮に 第二期・第三期 連続不実施を基準として除外地点数を検討した  
さらに 第二期・第三期・第四期 連続不実施を基準として検討した

39

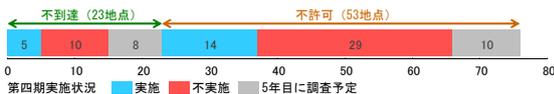
40

### 1-1) 調査地点の提案 一連続不実施地点の除外一

第二期から第四期まで3期連続不実施地点を除外することの妥当性

#### (1) 第二期・第三期連続不実施地点の不実施理由と第四期実施状況

第二期・第三期連続不実施地点数 76地点(第一期実施75地点、対象外1地点)



- ・第二期・第三期連続不実施地点の不実施理由は、不許可の割合が7割(53/76)。
- ・2期連続不実施でも、第四期4年目までに1/3の地点(19/58)で実施できていた。
- ・第四期まで3期連続で不実施の地点を除外する場合、全76地点の2/3と仮定して約50地点が除外される。
- ・2期連続不実施でも第四期に実施できた地点が1/3あることから、連続不実施地点が必ずしも調査不可能とはいえず、理由を精査する必要がある。

41

### 1-1) 調査地点の提案 一連続不実施地点の除外一

#### (2) 不許可の場合の不許可理由による実施率の違い

#### 第二期・第三期連続不許可地点の不許可理由毎の第四期実施状況

不許可理由の内訳	実施	不実施	5年目の為 未実施	合計
地番が確定できない	1	0	0	1
所有者が確定できない	1	3	0	4
所有者への連絡方法がない	3	13	1	17
所有者から回答がない	6	7	4	17
不承諾の回答あり	3	6	5	14
合計	14	29	10	53

- ・地番が確定できない地点は1地点のみで、第四期は実施できていた。
- ・所有者に連絡できない地点では、第四期の実施率は低く、実施地点は2割に留まった。
- ・所有者に連絡できた地点では、第四期は4割以上の地点で実施できていた。
- ・不許可理由により第四期の実施状況は異なるので、不実施地点除外を検討する基準になり得る。

42

## 1-1) 調査地点の提案 一連続不実施地点の除外一

### 検討結果のまとめ

- ・第四期まで3期連続で不実施の地点を除外する場合、全76地点の2/3として約50地点が除外される。
- ・しかし、2期連続不実施でも第四期に実施できた地点が1/3あり、3期連続不実施を基準にして除外することは妥当ではないと考えられる。
- ・不許可理由により第四期の実施率は異なることから、不許可の理由は不実施地点除外を検討する基準になり得る。
- ・不実施の地点を除外して新たな地点を加えることと、第一期のみ調査実施の地点を継続して調査対象とすることの、どちらが適切かは今後の検討課題とする。

43

## 1-1) 調査地点の提案 一法規制による除外一

### 検討結果のまとめ

法の定める許可取得が困難なことを理由とする地点の除外を検討したが、第二期、第三期連続で法規制のために不実施となった地点は、第四期の調査対象地点の中にはなかった。

44

## 1-2) 調査方法の提案

### 調査効率化のための調査方法簡素化の提案

(炭素蓄積量の精度に支障のない範囲で)

様式A2:

- 調査プロット見取り図のスケッチは、繰り返し調査をしている地点では省略
- そのかわり、プロット内の状況を確認するための写真撮影を実施

様式A3:

- 枯死木(根株)調査の方法は基本的には変更しない
- 習熟度合いにより簡素化が可能

様式A4:

- 堆積有機物(リター)の断面スケッチにおいて、内容記載をやめる
- 土壌断面に関して、石礫の大きさと位置だけを厳密に記録する方法に変更
- 「細かいレキが多くてスケッチしきれない」をし点チェックにする
- そのかわり、写真を丁寧に撮影するよう指導

45

## 1-2) 調査方法の提案 一枯死木調査一

### 調査効率化のため

NFIの枯死木調査を使って、インベントリ土壌調査事業の枯死木調査をなくすことができるかについて検討を行う(詳細は次のスライドから)

46

## 1-2) 調査方法の提案 一枯死木調査一

### NFIの枯死木調査と、インベントリ土壌調査事業の調査方法の比較 (立枯木)

立枯木	インベントリ	多様性基礎調査(枯損木)
測定範囲	ベルトランセット 幅2m×大円直径×2本 (交差箇所での重複あり)	小円、中円、大円部
測定対象	胸高直径5.0cm以上 高さ1.5m以上	小円部: DBH ≥ 1.0 中円部: DBH ≥ 5.0 大円部: DBH ≥ 18.0cm
測定項目	胸高直径 高さ 分解度(0~5) 樹種	胸高直径 × × ×
測定期間	都度	継続(ナンバリングあり)
代替可能性 (多様性→ インベン)	○小円、中円部のDBH ≥ 5.0cmを再集計 △DBH(1.2m)以上の高さがあれば測定対象? ○樹高は標準木のDBH-H関係から推定可能。先折れ(樹冠の1/3以上欠損)、幹折れ(樹冠部より下で折れ)チェックを用いて残存している樹高の大きな把握は可能 ×キノコの有無チェックにより分解が始まっていることは把握可能だが、分解度は推定不能	

立枯木: 存在量の概算は粗々可能だが、分解度不明のため、炭素蓄積量を算出できない

47

## 1-2) 調査方法の提案 一枯死木調査一

### NFIの枯死木調査と、インベントリ土壌調査事業の調査方法の比較 (根株)

根株	インベントリ	多様性基礎調査(伐根)
測定範囲	ベルトランセット 幅2m×大円直径×2本 (交差箇所での重複あり)	小円、中円、大円部
測定対象	根株直径5.0cm以上 高さ1.5m未満	小円部: 伐根径 ≥ 1.0 中円部: ≥ 5.0 大円部: ≥ 18.0cm
測定項目	根株直径 地際直径 高さ(山側、谷側) 分解度(0~5) 樹種	伐根直径(地際高さ20cm位置、より低いものは伐採面) × × × ×
測定期間	都度	新規加入のみ測定(ナンバリングあり)
代替可能性 (多様性→ インベン)	○小円、中円部の伐根径 ≥ 5.0cmを再集計 ×根株の大きさ、分解度は推定不能 ×新規加入のみなので現存量は推定不能	

根株: 新規加入のみの測定、分解度不明のため、現存量および炭素蓄積量を算定できない

48

## 1-2) 調査方法の提案 一 枯死木調査一

NFIの枯死木調査と、インベントリ土壌調査事業の調査方法の比較 (倒木)

倒木	インベントリ	多様性基礎調査
測定範囲	ライントランセクト 大円直径×2本(約70m)	小円部(0.01ha) 特定調査プロット(1D末尾0又は5)のみ
測定対象	交差箇所直径5.0cm以上 地面より高さ1.5m未満に存在	小円内に根元側が存在 中央径≥5.0cm 長さ≥1.0m 幹や枝の一部でも接地していれば対象 地面に半分以上埋没しているもの、腐朽度5で測定しがたいものは対象外
測定項目	直径 分解度(0~5) 樹種	中央径 長さ 腐朽度(0~5) 原因 ×
測定期間	都度	都度(ナンバリングなし)
代替可能性 (多様性→ インベン)	○全数調査と確率的手法の違いのみで、求めているものは同じ ×接地していないもので1.5m未満の高さに浮いているものが取りこぼされるため、対象が完全には一致しない △樹種が記録されていないため林分データより推測する必要がある	

倒木: 概ね代替可能だが、取りこぼしあり。  
樹種不記載のため材密度を樹種不明と仮定しての計算は可能

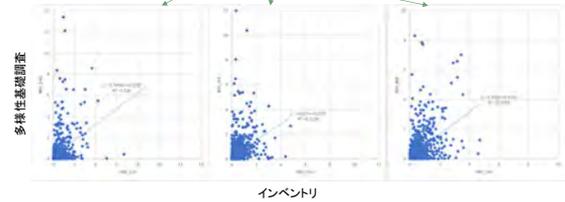
49

## 1-2) 調査方法の提案 一 枯死木調査一

NFIの枯死木調査と、インベントリ土壌調査事業の枯死木調査から推計される炭素蓄積量の比較

調査期間における全地点の倒木の平均炭素蓄積量(kg/m <sup>2</sup> )					
NFI/INV	1 <sup>st</sup>	2 <sup>nd</sup> /1st	3 <sup>rd</sup> /2nd	4 <sup>th</sup> /3rd	5 <sup>th</sup> /4th
NFI※	0.477	0.639	0.494	0.439	
INV		0.402	0.326	0.355	0.349

※NFIで倒木の樹種記載は一部(5%)のみ。そのため、材密度は樹種不明として広葉樹と針葉樹の中間値を割り当てて計算



プロットの倒木量を推定する方法として概念的には一致しているが、測定結果には、過大評価など一定の傾向があるわけではなく、両方法間でばらついており、代替することは難しい

50

## 1-2) 調査方法の提案 一 枯死木調査一

NFIの枯死木調査を使って、インベントリ土壌調査事業の枯死木調査をなくすことができるか?

### 比較結果のまとめ

立枯木: 存在量の概算は粗く可能だが、分解度不明のため、炭素蓄積量を算定できない  
根株: 新規加入のみの測定、分解度不明のため、現存量および炭素蓄積量を算定できない  
倒木: 概ね代替可能だが、取りこぼしあり。樹種不記載により材密度不詳  
※ただし、測定時期がずれているため、NFIデータではインベントリ調査時点の現存量にならない

多様性基礎調査: 1999~、2004~、2009~、2014~、2019~  
インベントリ: 2006~、2011~、2016~、2021~

### 結論

インベントリ事業においては、  
・ベルトランセクト調査(立枯木、根株調査)は継続の必要性あり  
・ライントランセクト調査(倒木調査)は、手法的には(妥協すれば)削減可能と考えられるものの、測定結果の比較から代替することは困難と判断されるため、継続の必要性あり

インベントリ事業での枯死木調査は測定手法を変えずに継続する必要あり  
(ただし、測定間隔については検討の余地あり)

51

## 1-2) 調査方法の提案 一 枯死木調査一 (参考)

NFIの枯死木調査と、インベントリ土壌調査事業の分解度(腐朽度)判定基準の比較

木本における枯死木の状態		
	インベントリ(分解度)	多様性基礎調査(腐朽度)
0	新鮮な枯死木で、枝には葉が残る(枯死後1年以内程度)。	枯死直後、枝にはまだ葉がついている。
1	比較的新しい枯死木。形成層のみ腐朽し、大枝小枝が残っていたりする。	形成層のみ腐朽。大枝は残っている。
2	樹皮はまだ付着し、大枝が残っていたりする。材の一部の腐朽が進むが、まだ堅い状態が残る。	辺材が腐朽。大枝は残っている。
3	材全体に腐朽が進み、一部では柔らかく、また軽くなり、針葉樹では樹皮が脱落したり、コケが付着したりする(分解の中間段階)。	心材も腐朽。幹のみの状態。
4	材の形状はわかるが、分解が進み一部が脱落または消失している。	辺材が消失。心材のみが残っている。
5	材の腐朽が進み、扁平に潰れていたり、腐朽片が散在したりし、落葉や土壌に埋まる部分もある。材の半分以上が消失している。	材の原形をとどめていない。

0~2段階までは概ね記述が一致しているが、3~5は対応が不明瞭

52

## 1-3) 調査の品質確保に関する提案

### 調査の品質確保

第五期も第四期と同様の品質確保の方法を実施

- 方法書の作成
- 講習会の実施
- QA/QC基準に基づくデータチェック

### 簡素化にむけた提案

- 2年目以降の全体説明会の省略(初年度のみ全体説明会を実施)
- そのかわり、オンデマンド講習資料の配布  
説明を録音したパワポ資料を作成・配布する

53



林野庁森林吸収源インベントリ情報整備事業  
2025-02-12 令和6年度検討会第2回

## 3-2 第五期土壌調査の設計

### 2) 新算定方法の検討

54

## 算定方法の検討の背景 (R6年度検討会第1回資料より)

- ▶ 土壌等調査事業を四期まで実施して、土壌炭素蓄積量の変化量がようやく検出できつつある。差分を出すことが可能な最低限の実測データが蓄積されつつある(二期と四期(3年目まで)で)
- ▶ その結果、CENTURY-jfosの土壌炭素蓄積量の変化量は実測値より過小評価している可能性が考えられるようになってきた。CENTURY-jfosは保守的な結果を出す性質のモデルであることから実測結果に合わせる事が困難
- ▶ CENTURY-jfosは開発から15年以上と当初の想定よりも長く運用されている開発者のParton博士が引退し、改良バージョンの供給が見込めない。
- ▶ 国際的な審査の要件も厳しくなるなど情勢が変化してきている。モデルに透明性、改修の容易さ、運用しやすさなどが求められている。
  - ➡ 新しいモデルをつくって算出する?
- ▶ 多様性基礎調査が第5期まで継続実施されて実測値が蓄積してきたことから、地上部吸排出量の算定において、実測値を用いる算定方法に変更する動きがある
  - ➡ 土壌吸排出量についても実測値を用いて算出する?

第4期の計画に従い先行して新モデルを検討しているので検討内容をお示しする  
(備考:算定方法の検討は来年度にも継続的に行う)

55

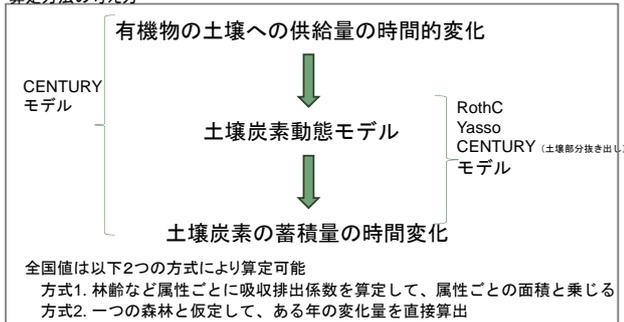
## 2-1) 新算定方法の検討に向けての要点

- インベントリデータ(実測データとして充実)のさらなる活用
- 簡易さと使いやすさ向上
  - 運用の簡易さ
  - 長期的なメンテナンスの簡易さ
- 算定方法の透明性の向上
- NFIを用いた生体バイオマス算定方法とのバランス
- 国際的な動きへの対応
- 実測値を活用はするが土壌モデルを用いる方法と、実測値を直接用いる方法が大きくある

56

## 2-2) 新算定方法の構造変更(案) 土壌モデルを用いる場合

算定方法の考え方



57

## 2-2) 新算定方法の構造変更(案) 土壌モデルを用いる場合

現行の算定方法(現行は先述の方式1)

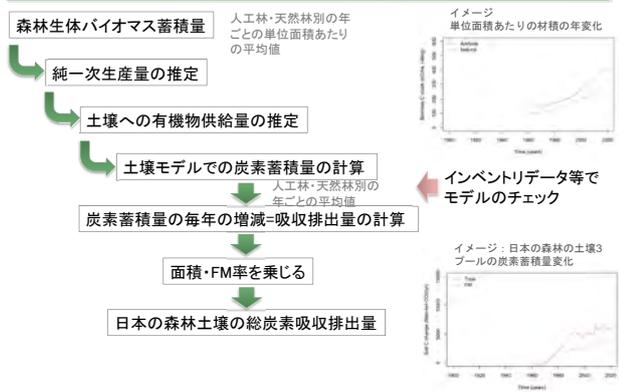
- CENTURYモデルを用いて森林ごとの120年間の吸収排出係数を算出
- 吸収排出係数を各県各樹種、人・天の樹種林齢面積に乘じて積算
- 特徴
  - 林齢と間伐施業の影響を丁寧に見る

検討中の新算定方法

- 日本の蓄積量変化に連動して有機物供給量を計算
- 人・天の二つのカテゴリー(案)に分けて計算
- 直接日本全土の土壌炭素蓄積量・変化量を計算
- 特徴
  - 森林生態系多様性基礎調査・インベントリ事業ベース
  - 数十年にわたる森林生体バイオマス蓄積量増大に連動

58

## 2-2) 新算定方法の構造変更(案) 土壌モデルを用いる場合



59

## 2-3) コアとなる土壌モデルの検討

たくさんモデルはあるが、知名度・使用実績などからCENTURY, RothC, Yassoの3つが主な候補

- しかし、メリット・デメリットがある

60

## 2-3) モデルの検討: CENTURYモデル

- メリット
  - これまで、日本の森林で利用されてきた
  - 知名度・使用実績がある
  - リターや枯死木を分けて評価可能
- デメリット(要検討)
  - 透明性: ソースコードが現在開発元から公開されていない(ただしNASAのページに姉妹版のソースコードが公開されている)
  - 計算が複雑
  - 土壌水分の計算が必要となり、水分条件の仮定が必要となる
  - 土壌深度は20cmのため、ガイドラインの30cmと整合しない
    - 現行算定方法では変換式を用いるなどして対応など

61

## 2-3) モデルの検討: RothC

- メリット
  - これまで、日本の農地で利用されてきた
  - 知名度・使用実績がある
  - 非常にシンプル
- デメリット(要検討)
  - リター・枯死木プールがない(ただしすべて区分しないで研究論文で用いた例あり)
  - リター・枯死木プールを加えてモデルを改良する必要がある
    - オーストラリアのFullCamモデルを参考にする
    - 独自に検証データが必要となる

62

## 2-3) モデルの検討: Yasso

- メリット
  - 算定分野での知名度・使用実績(特に欧州)がある
  - 比較的簡単
    - ただし、リターの成分値などが必要となる
- デメリット(要検討)
  - リター・枯死木・土壌を分けていない(分けずに検証・分けずに報告する必要がある)
  - 土壌深度100cmのためガイドラインの30cmと整合しない
  - 新たに成分データを収集する必要がある

→ コアとなる土壌モデルの検討を来年度も継続

63

## 2-4) 今後のステップ

- 土壌モデル選定と算定システム
- 算定全体との整合性の検討(例えばFM, 土地利用変化、長期運用、人・天移行等)
- 海外の状況の収集
- 入力データの整備
- テスト・全体の調整(インベントリでの調整も含む)
- 不確実性評価(モンテカルロシミュレーション)
- 論文執筆・モデルのリポジトリでの公開
- 論文投稿から受理まで(4~12ヶ月)
- 吸収源分科会での検討(毎年12月)
- NIR報告書の書き換え

64



林野庁森林吸収源インベントリ情報整備事業  
2024-02-14 令和5年度検討会

## 3-2 第五期土壌調査の設計

### 3) 調査地点数の検討

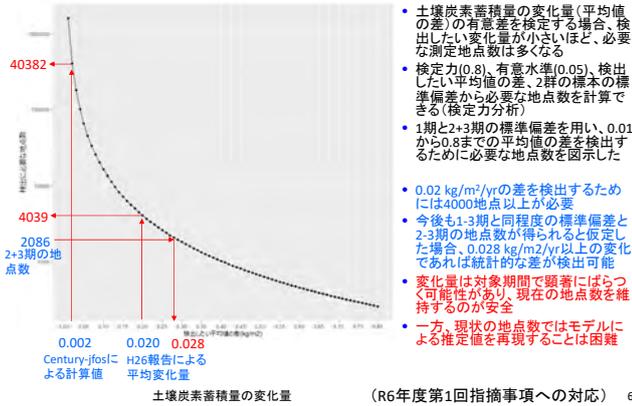
65

## 3-1) 調査地点数についての検討事項

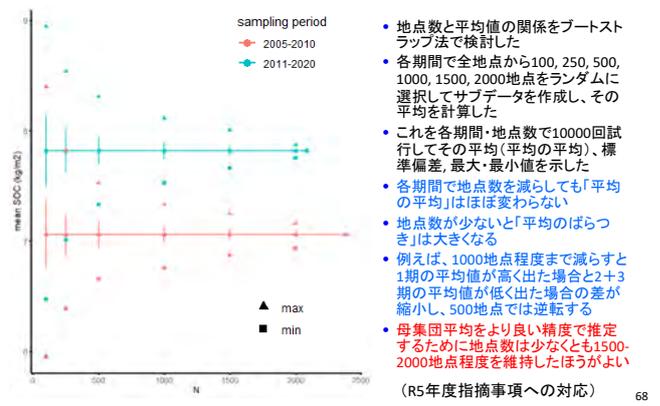
- 必要地点数の検討
  - 第一期だけでなく第二期・第三期の標準偏差を考慮して調査地点数の検討を実施(R6年度検討会第一回での指摘事項に対応)
- 地点減少による平均値への影響
  - 第一期で約2500地点だったのが第二期、第三期では約2100地点まで減っている。炭素蓄積量の平均値の比較をする際に影響の検討が必要である。(R5年度検討会での指摘事項)
- 新たな地点選択のアプローチ
  - 新たな地点を選定する際の基準

66

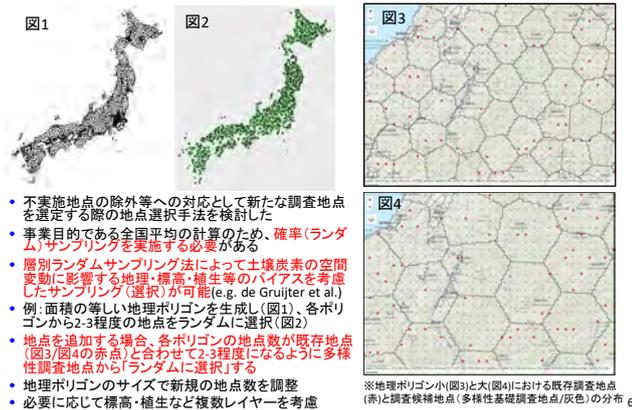
### 3-2) 地点数の検討



### 3-3) 地点減少による平均値への影響



### 3-4) 新たな地点選択のアプローチ



林野庁森林吸収源インベントリ情報整備事業  
2025-02-12 令和6年度検討会第2回

### 3-2 第五期土壌調査の設計

#### 4) 6年度検討会第1回の指摘事項への対応

#### 4) 6年度検討会第1回の指摘事項への対応

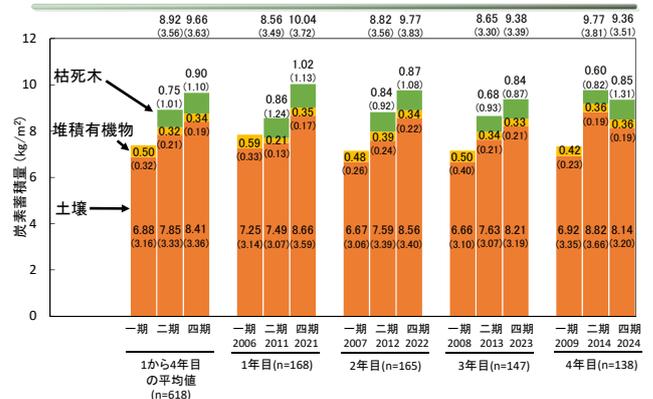
(指摘事項1)  
プロット到達不可地点については、明らかに到達不可能と考えられる地点は除外するが、その年の状況によって行ける可能性がある地点は除外しないというように、到達不可の理由を詳細に検討する必要がある。

(対応)  
3-2 1) 第五期土壌調査の設計に関する提案 スライド4で検討済み

(指摘事項2)  
第一期は全地点で調査しているため、第一期を加えてさらに長期の傾向を見た場合は、炭素変化量が今回の0.061という値と違うのかどうか。

(対応)  
3-1 2) R6年度の土壌等調査結果 スライド20で提示済み

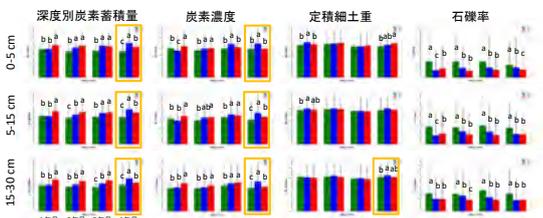
### 2-3) 結果 一炭素蓄積量 全体(3プール) -



#### 4) 6年度検討会第1回の指摘事項への対応

(指摘事項3)

第四期4年目の土壌の炭素量が第二期より減少している理由が、細土の炭素含有率の低下なのか、石礫率の増大なのかは検討が必要



- 炭素蓄積量：各深度ともに4年目において4期は2期よりも減少。ただし、1期と比べると増加。
  - 炭素濃度：炭素蓄積量と同じ傾向。
  - 定積細土重：炭素蓄積量の減少に寄与する変化は見られない。
  - 石礫率：4年目については1期から減少傾向であり、炭素蓄積量の減少には寄与していない。
- 炭素濃度の推移が炭素蓄積量減少の主要因と考えられる

73

#### 4) 6年度検討会第1回の指摘事項への対応

(指摘事項4)

必要な調査地点数の検討では、標準偏差が第一期の鉬質土壌の炭素蓄積量と同じと仮定している。第二期と第三期合わせて約二千点にした時の鉬質土壌の標準偏差は、第一期の標準偏差に比べてどのような値か。

(対応)

第二期と第三期合わせて約二千点にした時の鉬質土壌の標準偏差は、第一期の標準偏差に比べてほとんど変わりませんでした。

3-2 3)スライド35について、第一期・第二期・第三期の標準偏差を考慮して調査地点数の検討をしました。

(指摘事項5)

データ棄却理由を精査し、炭素異常値のために連続して棄却されている地点がないかチェックして欲しい。

(対応)

第一期と第二期および第三期で共通して炭素濃度異常で棄却された試料を抽出し、堆積有機物と鉬質土壌の境界判定が不適切だったと考えられるケースがどの程度あるかを検討しました。

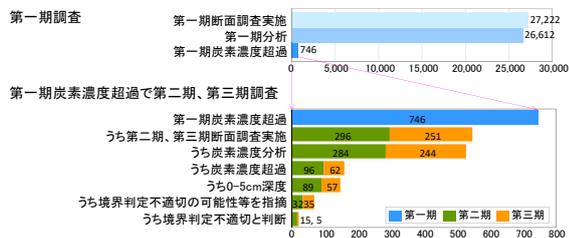
74

#### 4) 6年度検討会第1回の指摘事項への対応

(指摘事項5)

炭素異常値のために連続して棄却されている地点がないかのチェック

第一期の試料棄却状況と第二期、第三期でも棄却された試料の数



第一期に炭素異常値のために棄却された746深度のうち、次の期に連続して炭素異常値だったのは158深度。境界判定不適切は20深度(15格子点)。

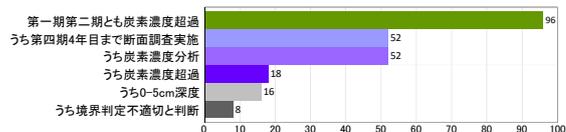
75

#### 4) 6年度検討会第1回の指摘事項への対応

(指摘事項5)

炭素異常値のために連続して棄却されている地点がないかのチェック

第一期から第四期4年目まで連続して棄却された試料の検討



第一期から第四期まで3期連続して棄却された試料のうち、境界判定不適切と判断したものは8深度(4格子点)

・3期連続で炭素異常値となるのは4年目まで調査地点800地点のうちの4地点と少ないので、指導の成果は発揮されていると考えられる。

76