

## 8. 検討委員会

### 8.1 検討委員会の設置・運営

本業務では、専門的な見地から検討を行うため、表 8.1 の学識経験者 4 名を委員とした検討委員会を表 8.2 に示す日程で実施した。また、現地検討会の日程については表 8.3 に示す。

8.2 では議事内容の概略を記す。

表 8.1 検討委員会の委員

|            | 氏名                   | 区分        | 所属                     | 第 1 回<br>委員会<br>出欠 | 第 2 回<br>委員会<br>出欠 | 第 3 回<br>委員会<br>出欠 | 現地検<br>討会       |
|------------|----------------------|-----------|------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------|
| 委員<br>(座長) | あ べ かずとき<br>阿部 和時    | 学識<br>経験者 | 日本大学生物資源科学部<br>特任教授    | ○                  | ○                  | ○<br>Web<br>参加     | ○               |
| 委員         | しゅういん やすひろ<br>執印 康 裕 | 学識<br>経験者 | 宇都宮大学農学部<br>教授         | ○<br>Web<br>参加     | ○<br>Web<br>参加     | ○<br>Web<br>参加     | ○               |
|            | だいまる ひろむ<br>大丸 裕 武   | 学識<br>経験者 | 森林総合研究所<br>研究ディレクター    | ○<br>Web<br>参加     | ×                  | ○<br>Web<br>参加     | ○<br>11/9<br>のみ |
|            | やませ けいたろう<br>山瀬 敬太郎  | 学識<br>経験者 | 兵庫県森林林業技術センター<br>主席研究員 | ○<br>Web<br>参加     | ○<br>Web<br>参加     | ○<br>Web<br>参加     | ○               |

※第三回委員会は首都圏において、緊急事態宣言下であったため、フルオンライン参加の委員会開催。

表 8.2 検討委員会の実施日程

| 検討委員会 | 実施日      | 検討内容                                                                        |
|-------|----------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 第一回   | R2.7.31  | 調査目的、計画の説明と調査実施についての協議、指導<br>・広島根系調査の実施に係る検討方針<br>・エリートツリー調査対象地、対象木、調査内容と方針 |
| 第二回   | R2.11.27 | おもな調査結果の報告と分析に関する協議、指導<br>・広島根系調査、エリートツリー調査、スギ林調査、崩壊防止機能区分図の評価点算定手法の精査      |
| 第三回   | R3.2.26  | 施業履歴を評価手法に関する協議、指導<br>次年度以降の調査提案<br>今後の課題                                   |

表 8.3 現地検討会の実施日程

| 現地検討会         | 実施日        | 検討内容                 |
|---------------|------------|----------------------|
| 広島県<br>野路山国有林 | R2.11.9～10 | 根系調査方法についての確認、指導及び検討 |

## 8.2 委員会議事内容

### <第1回委員会議事録>

|      |                                    |                                                                            |     |     |  |           |                             |      |     |
|------|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-----|-----|--|-----------|-----------------------------|------|-----|
| 第1回  |                                    |                                                                            |     |     |  |           | 項                           | 2/12 |     |
| 発注者側 | 監督職員                               | 担当者                                                                        | 担当者 | 担当者 |  | 受注者側      | 管理技術者                       | 担当者  | 担当者 |
|      |                                    |                                                                            |     |     |  |           |                             |      |     |
| 発注者名 | 林野庁森林整備部治山課                        |                                                                            |     |     |  | 受注者       | 国土防災技術株式会社                  |      |     |
| 業務名  | 令和2年度 森林整備が表層崩壊防止機能に及ぼす効果等に関する検討調査 |                                                                            |     |     |  | 整理番号      |                             |      |     |
| 出席者  | 委員                                 | 日本大学 阿部和時<br>宇都宮大学 執印康裕 web<br>森林総合研究所 大丸裕武 web<br>兵庫県森林林業技術センター 山瀬敬太郎 web |     |     |  | 場所        | 国土防災技術株式会社<br>5F 会議室        |      |     |
|      | 発注者側                               | 林野庁森林整備部治山課<br>企画官 松山 康治<br>課長補佐 金子 守男<br>行政事務研修員 田後 善史                    |     |     |  | 日時        | 令和2年7月31日(金)<br>14:00~17:00 |      |     |
|      | 受注者側                               | 国土防災技術株式会社<br>大野亮一、田中賢治、田中淳、高田香、<br>尾崎智香、吉井彩香、加藤昭広<br>佐藤亜貴夫 web            |     |     |  | 打合せ<br>方式 | 会議<br>対面11名、Web 4名          |      |     |

#### 【第1回委員会】

### <2. 目的および内容>

(事務局) 本業務の目的は森林整備手法と崩壊防止機能の関係を定量化すること。  
(事務局) 現地調査ではエリートツリーの根系調査を実施、 $\Delta C$ 、 $W_r$  マップなどの崩壊防止機能区分図に施業履歴を反映させることが本年度の主要な取り組み事項となる。

### <3. 1 現地調査>

- 3.1.2 掘削箇所選定の考え方：表 3.4 or 表 3.5 どちらを採用するか  
(委員) 施業をしていくと立木間隔が広がるのが本来。立木間隔 2.5m で統一すると施業と関係なく 2.5m の根系量が出てくるのではないかと。本数調整伐で密度を減らし立木間隔が広がった状況を反映したデータを取らなければならない。  
(委員) 立木間中央にこだわる必要はない。立木 1 本を掘りだして根の分布を見た方がいい。立木密度の違いがあるところで掘ったほうが実態に合う可能性はある。  
(委員) 立木間距離は林分における最も弱いところを押さえるという考えが根幹にあると思うが、その立木からもっとも遠い地点を調査しないのは片手落ちではないか。立木から最遠となる、弱いところをねらうのがよい。  
(委員) 表 3.5 に整理された小班の平均本数密度に合致する立木間距離をベースとして、掘削箇所を選定する方針で。  
(委員) 掘削長さは 2.0m としているが、立木間中央までは必ず掘削する形で。  
(委員) 表 3.5 でいえば最長で立木間距離が 3.4m ですので、2.0m 掘削すれば立木間中央までは到達しますね。  
(事務局) 立木から最遠となる広い箇所を探しますが 2.0m 長さでの掘削が難しい小班もありそうです。頑張って探します。

● 3.1.2 掘削方法とその方向：図 3.7 の青線か赤線か

(事務局) 図 3.7 の青線か赤線か、現場実行の視点からはどちらでもよい。もし根量が少ない場合は 50cm 間隔にこだわらず、場合によっては青と赤の中間、斜め方向への掘削もありと考える。

(事務局) 断面位置を決めようとするから悩ましい。二人の委員から単木の根量を出すほうがいいのか、と意見をいただいた。単木掘りにするかどうか、という方向性はどうか？

(委員) 40～50 年生の根系を 1 本掘り取る労力は相当で、本業務では厳しいのではないか。

(委員) (委員) まるまるは無理だと思う。立木から放射方向に伸長している根量がわかればよい。

(委員) 根を追いかけていく視点が大事。間伐することで個々の個体の根っこのストーリーがどう変わるか、に注目する戦略がよい。多くのデータを取らずとも根がどう伸長するかわかる情報が得られるやり方がよい。

(事務局) 以上のお話から、掘削方向は図 3.7 の青線で設定します。

(事務局) (会議最後の追加討議にて) 根系の張り出し方向にはばらつきもあるので、掘削方向を立木と立木を結ぶ一方向に限定せず、余力があれば二方向に広げるなど臨機応変に対応します。

● その他：根系調査について

(委員) 硬質な土層が平均的に分布しているのならば、複数箇所の比較対照は有効だと思うが、間伐の履歴が違う場合や立地条件が異なる場合はノイズを拾う。そのノイズを消すには数多く掘らなければならない非現実的になってしまう。

● 3.1.4～3.1.6 エリートツリー

(委員) 引き抜き試験をやる意味はあるのか。

(事務局) 非エリートのスギの引き抜き試験結果はすでに数多くある。万一エリートツリーが通常のスギの根に比べ抵抗力が弱いかもしれない。誰もこれまでにエリートツリーを対象に試験をしていないため一応確認をとるため、と考えている。

(委員) 了解しました。

(事務局) 52 年生は対象から外そうと思っている。厳密なエリートツリーでなく第二世代精鋭樹であること、また、52 年生の立派な立木は試験困難なため、相対的に貧相な立木を候補木としたため、非エリートスギの地位 5 に比べても小さな胸高直径であった (図 3.17) ことが理由。

(委員) 精鋭樹でそのような木が見つかったことは重要な事実。期待できる遺伝子の形質を持っていたとしても現場での発現にばらつきがあったわけで、ネガティブにならずその旨記載したらいい。

(委員) 対象個体がどんな品種かわかるか。

(事務局) 品種は表 3.7 に記載している。52 年生は掛け合わせで品種が 2 種あるため記載していないが、品種は把握している。どの品種の試験結果が良いか整理すればわかるが、作業性を重視しているためそれに近い品種を考えて選んでいる。品種はあとから追うことはできる。

● 3.1.7 スギ林

(委員) 航空レーザに基づく樹冠径と胸高直径についてアジア航測さんが流木対策の委員会で推奨式を使用していた。こういったデータや回帰式なども比較、参考に精度向上をしたら良いのではないかな。

(委員) 精度向上はどこに落とし込むのか。調査が楽になるのか、落とし込む戦略はあるのか？

(事務局) 実際に森林に近い情報が取れることによって、崩壊機能区分図などの作成をする上で全体の精度が向上する。リアルに近い森林の情報を取得する技術にしていきたい。

(委員) 愛媛県のスギ林は崩壊が少ないとある。最近のスギ林の崩壊は大きいものもあるが、表層が崩れているものは少ない。高知のデータを追加するようだがスギ林での崩壊はあるのか？

(事務局) 航空レーザーデータが存在する、という条件から高知を選定した。高知以外では 27 年熊本地震の熊本と 30 年 7 月豪雨の愛媛・広島があげられる。航空レーザーデータは少ないため、あるもので解析してもらう形になる。

## <3.2 森林の崩壊防止機能区分図の作成>

● ΔCマップと Wr マップ

(委員) すべり面を想定したとき実際に根が発揮する抵抗力は、1 本 1 本の引き抜き力を全部足し

合わせた力の3分の1程度なので、やはり $\Delta C$ と同じ抵抗力は発揮されないのでは。

(委員)  $\Delta C$ 、 $W_r$  マップは地形条件が反映されていない点、 $\Delta C$ は過大か、といった問題を有するが、どちらもクラス分けをしているので、本質的にはランクの整合性が重要。ランクの整合を考えずに $\Delta C$ を物理的評価に近づける、精度をあげようとするのは無理があるのではないか。

(委員) 実際の森林の土層深や土壌の粘着力 $C$ などは非常に多様だが、 $\Delta C$ 、 $W_r$  マップはそれらが均質であると仮定したときのマップである。その点を説明せずにアウトプットして出してここが危ない、とするのは気を付けるべき。

(委員)  $\Delta C$ はランク区分評価なので、絶対的な数値を追い求める必要はない。 $\Delta C$ の絶対値は過大評価だが、現状では0.3掛け、0.5掛けといった対応でよいのではないか。

(事務局)  $\Delta C$ は立木間中央断面、つまり線での根系抵抗力だが、それを無理やり面(グリッド)に落とし込むと平均化されてしまうのではないか。弱いところを特定するはずが均質化された評価値となっている点が気になる。

#### ● $\Delta C$ と $W_r$ の活用検討

(事務局)  $W_r$ と $\Delta C$ の活用を検討していく中で、 $W_r$ は $\Delta C$ を補完する、うまく両者の関係性を解き明かす方向でのアプローチを考えたい。 $W_r$ の作図時にしきい値を変えるなどして、 $\Delta C$ に寄せた上で両者が異なる部分を特定すると、 $\Delta C$ に加味できる $W_r$ の情報を抽出できると考える。

(事務局) 以前、根の引抜き抵抗力は根直径の2乗に比例しない、という話があった。これはどういう意味か？

(事務局) 北原先生とその点について話したことがあります。根の引抜き抵抗力は、根をつかんでいる位置よりも奥側の直径が細いところや根の分岐箇所で切れることも多い。そのため、つかんでいる位置での直径で抵抗力を整理すると直径の2乗に達さず、1.5~2未満のべき乗数となる。

(事務局) そうであれば、同じ根量でも細い根が多い場合と太い根が多い場合で $\Delta C$ の強さが変わってくるのではないか。

(事務局) その通りです。 $\Delta C$ では根の太さの影響が大きく、細い根が多いと強くなれません。

(事務局)  $\Delta C$ は太い根の割合が支配的で、根量 $W_r$ は根の太さは問わないという点も両者の違いの一つとして挙げられるのでは。

(事務局) 図3.34の $\Delta C$ と図3.35  $W_r$ の比較で、 $W_r$ はより安全なグリーンの部分が多い。特にこのあたり。このあたりは確か若齢のヒノキ林なので、 $W_r$ は若い林分を $\Delta C$ よりも強めに評価している可能性がある。ただ、こうした関係性を物理的に解き明かしていくのは容易ではない。

(委員)  $\Delta C$ と $W_r$ は使うデータは同じものだが、両者の考え方はまったく異なる。片方を補完するように片方を活用する、というのは難しいのではないか。

(事務局) 物理的な評価が難しければ、統計的な評価はできないか？ 両者を比較して統計的に優位な関係性を取り出したい。

#### ● 地震により発生した崩壊地について

(事務局) 森林の崩壊防止機能を検討するにあたって、降雨でなく地震による崩壊地を検討対象とすることの是非は？

(委員) 分けて考えた方が良いと思う。地震で崩れた後に雨が原因で崩れたのなら別だが、地震による崩壊と雨による崩壊では性質が異なるため、選別した方が良い。

(委員) 地震は除いた方が良い。高知は平成30年の雨で崩れている所はあるが大きかったり作業道の影響もあったりするので、データとして使えそうなら使えば良い。

### <3.3 崩壊防止機能区分図への施業履歴の反映>

#### ● 施業前後の差分比較

(委員) 図3.39、図3.40で航空レーザに基づくある1時期をプロットするのでなく、施行前・後の差分でこのグラフを作れないか？

(事務局) 航空レーザは基本的に伐採後の状態をあらわしたもの。伐採前・後のデータを比較して差分を出し、成長量を出すためにはデータの精査が必要。

(委員) 施業によるプラスアルファの力を可視化したい。

(事務局) 2時期データをどれだけ用意できるか精査した上で、検討する。

- 伐採種は間伐のみに

(委員) ここでの施業には何が含まれるのか? 間伐、下刈り、いろいろあるが。

(事務局) 今回の施業は間伐と主伐を情報として入れた。皆伐は施業履歴にないため含まない。

(委員) 施業実績を結果に反映させるのであれば、間伐に絞った経過年数にした方が良い。

- 間伐林と放置林の比較

(委員) 間伐施業した林分は年数が経てば樹木が成長し、 $\Delta C$  も上昇するだろうが、その効果をみるには間伐していない林分と比較しなければ、間伐の効果がわからないのでは。実際の林分データが存在しないケースも多いだろうから、そのときは森林総研の LYCS を活用し、施業しなかった林分はこうなる、など工夫して検討してほしい。

(事務局) 施業履歴のデータは平成 2 年より新しいものだけが存在します。

(事務局) 平成 2 年以降の施業履歴データを精査し、LP データがあるもの、ないもの振り分けて、ないものについては標準曲線を活用するなどして、放置林と間伐林の比較ができないか検討する。

- 下層木、広葉樹の侵入

(委員) 図 3.38 はヒノキ根系のみによる  $\Delta C$  か? 立木密度が疎になれば広葉樹が侵入してくる。ヒノキ根系の  $\Delta C$  が森林の  $\Delta C$  を代表する、というのは違和感がある。

(事務局) 図 3.38 はヒノキだけの  $\Delta C$  となる。広葉樹や下層木は考慮されていない。

(委員) 実態は広葉樹を含む力が森林の力となる。今回は理論的なアプローチをとっているので、広葉樹を含めずともよいが、結果を行政で活用する場合は留意すべきでないか。

#### <今後の予定>

(事務局) 第 2 回を 11 月下旬、第 3 回を翌 2 月に予定。感染症の状況によっては集合形式の会議が難しいことも想定され、その場合はオンライン開催も想定しておく。

以上

<第2回委員会議事録>

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |                                                                 |     |     |  |      |       |                              |      |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------------------------------------------------------------|-----|-----|--|------|-------|------------------------------|------|--|
| 第2回                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |      |                                                                 |     |     |  |      |       | 項                            | 6/12 |  |
| 発注者側                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 監督職員 | 担当者                                                             | 担当者 | 担当者 |  | 受注者側 | 管理技術者 | 担当者                          | 担当者  |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |                                                                 |     |     |  |      |       |                              |      |  |
| 発注者名                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |      | 林野庁森林整備部治山課                                                     |     |     |  |      | 受注者   | 国土防災技術株式会社                   |      |  |
| 業務名                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |      | 令和2年度 森林整備が表層崩壊防止機能に及ぼす効果等に関する検討調査                              |     |     |  |      | 整理番号  |                              |      |  |
| 出席者                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 委員   | 日本大学 阿部和時<br>宇都宮大学 執印康裕 web<br>兵庫県森林林業技術センター 山瀬敬太郎 web          |     |     |  |      | 場所    | 国土防災技術株式会社<br>5F 会議室         |      |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 発注者側 | 林野庁森林整備部治山課<br>企画官 松山 康治<br>課長補佐 金子 守男<br>課長補佐 石飛 法子            |     |     |  |      | 日時    | 令和2年11月27日（金）<br>14:00～17:00 |      |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 受注者側 | 国土防災技術株式会社<br>大野亮一、田中賢治、田中淳、高田香、<br>尾崎智香、吉井彩香、加藤昭広<br>佐藤亜貴夫 web |     |     |  |      | 打合せ方式 | 会議<br>対面11名、Web 3名           |      |  |
| <p>第2回委員会</p> <p>【根系調査概要・結果について】</p> <p>（委員）p.16 記載のΔC の単位は 1m<sup>2</sup> 当たりの積算値でよいのか？</p> <p>（事務局）深さ方向は 40～80cm で岩等につぶかるため掘り止め、以深に根はほぼない。深さを 1 m までとみなしても根量は増えず ΔC の値は 1 m<sup>2</sup> 当たりの積算値でよいと考える。</p> <p>（委員）「542 ち」では、1 層目にかなり太い水平根が出ていたか？</p> <p>（事務局）断面で確認すると、1 層目のみではなく、2 層目についても太い根があった。</p> <p>（委員）調査対象木周辺の低木の根は ΔC に反映されているのか？また、それらは重要であると考えているのか？</p> <p>（事務局）ΔC に反映されており、重要視している。値は小さいが、効果は出ていると考える。</p> <p>（委員）まとめの表 3.12 とその前の図で数値が異なるが、どちらが正しいか？</p> <p>（事務局）図の数値が誤りで、表 3.12 の数値が正しい。</p> <p>p.11 断面積合計：誤 75.8m<sup>2</sup>/ha→正 110.8 m<sup>2</sup>/ha、p.13 断面積合計：誤 84.7m<sup>2</sup>/ha→正 106.9m<sup>2</sup>/ha</p> <p>（委員）調査対象とした 2 立木から ha あたり断面積合計を算定し、それを林分の代表値とみなす方法については、林分全体の特徴を表せず、留意が必要ではないか。「540 は 2」のように 1 つの木をはさんで①方向と②方向の断面積合計が 40m<sup>2</sup>/ha と 110m<sup>2</sup>/ha と両極端な場合、極端値に引っ張られた解釈になってしまうため、考慮が必要である。</p> <p>（委員）局所的な影響は受けるが、傾向は出ており、図 3.8 では、根重 Wr が材積量に比例するという傾向がみえている。材積量や胸高断面積合計は得やすいため、そこから林分の成長と施業効果を数値化していくことができるのではないかと考える。</p> <p>【ΔC、Wr について】</p> <p>（委員）精度向上によりレーザープロファイラ（LP）による単木単位の林分情報を得られるであろう。そこで、ΔC・Wr マップを作成する場合、単木単位のデータに対応した立木間ごとの分布を評価するものを検討するか、一般化された収穫表や林分密度管理図といった林齢に対応した平均的な林分情報をベースとしたものを指標として検討するか、2 つの選択肢がある。</p> |      |                                                                 |     |     |  |      |       |                              |      |  |

(事務局) (委員の意見に関し、事前にいただいた委員のコメントを代読)

事前にいただいた委員 2 点目の指摘について: LP 測量結果から森林の防災機能を推定することがゴールの 1 つである。そのとき、LP データからバイオマスを推定し、そこから根量を推定する方法だけではなく、バイオマスを介さずに LP の点群の結果と根量を直接比較する試みがあってもよい。

(委員) LP データから樹高と胸高直径を取得できるのであれば、それらから荊住の根量を求める回帰式を適用し、 $W_r$  を推測できるのではないかな？

(事務局) 現況では、その方法を実施している。

(委員) 現況では、それが妥当ではないか。『バイオマスを介さず』という部分については、解釈できない。

(事務局) AI に LP データを学習させ、LP データから直接根量を算定するというような発想ではないか。

(委員) LP の精度が向上したときに、解析精度をどこまで求めるのか。 $\Delta C$  については、相対的な違いが見えればよいのではないかな。最終的に相対的な違いが見えることを重要と考え、量(絶対値)にあまりこだわり過ぎなくてもよいのではないかな。

(委員)  $\Delta C$  はランク化(相対評価)できる指標と考えているが、実際にランク化できているか疑問ではある。現在は  $\Delta C$  に頼るしかないが、それをさらに一歩超えたところを目指せばよい。ランク化した  $\Delta C$  マップを作れば、当面の行政的な運用で役立つのではないかな。ただし、より信頼性の高いものをモデル化する必要はあり、その土台を本委員会で作ることができれば大変有意義である。

(事務局)  $\Delta C$  と  $W_r$ 、それぞれの特徴を捉え、どちらか一方、もしくは両者を使いながら、崩壊防止機能を考慮したときの効果的な森林整備計画を目指し、この委員会でもとめていきたいが、新たな指標を立てることは現況では厳しい。

(委員) 最終的には、地上部情報から推定するのが一番よいのではないかな。

#### 【低木の影響】

(委員) 根重には低木の値が含まれているという説明であったが、それはどの程度影響があるのか？ないしは、断面積合計、材積量がそれぞれ加味された値であるのか？

(事務局) 掘削する際、低木の根量は大変少ないと感じた。 $W_r$ 、 $\Delta C$  共に、低木のデータが含まれる。根重に関しては、低木の割合は無視してよいと考える。 $\Delta C$  に関しては、具体的な数値割合(%)は出していないが、立木間中央付近に低木根が直径 5 ミリ以上で存在すると、 $\Delta C$  としては、大分強い値となるため、根の重量と比較すると影響があると考え。

(委員) 現況、低木根の効果はあるかもしれないが、データ上では、その有無による大きな影響がないということではよいかな？

(事務局) 根重については、そのように考えている。

#### 【非線形回帰による胸高直径の推定式の検討(資料本編 p.26~27)】

(委員) 非線形回帰のパラメータを増やし、よい傾向になるのであれば使用した方がよいが、それにより p.41 の図 5.20 (立木密度と  $\Delta C$  差分値の関係)や図 5.21 (立木密度と  $W_r$  差分値の関係)の差分値が大きく変わるのか？推定式の精度向上により最終成果へ大きな影響があるならば、明記すべきではないかな？

(事務局) 図 5.20 と 21 に関しては、相対値であるため、変わらない。また、推定式において、線形、ないしは非線形の選択の違いによる影響は微々たるものだと思える。ただし、一般的なスギ・ヒノキの成長量式を使用し、評価した場合と、現地での毎木調査に基づいた推定式を使用し、評価した場合では、各マップにおいてどちらがより相応しいかを見極めることは大事である。

#### 【胸高直径推定式によるマップの作成について(資料本編 p.28~30)】

(委員)  $\Delta C$  マップにおいて、土砂崩壊防止機能の低いところでどの程度、崩壊が発生しているのか？最終的には安全率と  $\Delta C$  を合わせて評価し、良い感じになるとよい。

(事務局)  $\Delta C$  に加え、斜面勾配を評価した形で安全率は算定している。追加の検討要因として地下水も挙げられるが、要因を取り込みすぎることはかえってよくないと思える。

(事務局) 今回はマップを予測図とすることを目指すのではなく、施業の優先順位をつける相対ランクとし、その点は深掘りせずに進めたい。

【LP データの解析結果と現地調査結果のデータの整合性について】

(委員) LP データ解析で取り扱っているデータは施業後年数が比較的若い(10 年未満)が、根系の現地調査のデータは施業後年数が十数年経過している。また、LP データ解析では、施業の効果はあると述べているが、現地調査結果の説明では、前者と違う傾向が見えていた。両者に整合性はあるのか？

(事務局) 現地調査では林齢の違いが根重に及ぼす影響の整理という観点から、あえて施業後年数が十年以上の調査小班に限定している。

(委員) 林齢と立木密度は比例し、林齢を重ねれば密度は減少する、という認識でよいのか？

(事務局) はい。

(委員) LP データ解析結果である p.41 の図 5.19 に見られる傾向は、現地調査結果にも対応してくると考えてよいのか？

(事務局) 図 5.19 は昨年作成したもので、広島の高齢杉林のため、根系の現地調査した箇所とは異なる。また、図 5.18 は高知のスギ林で、図 5.19 とは場所も樹種も異なるが、どちらも同様に散布図で上凸の傾向が出ている。前半に示した現地調査結果と LP データ解析結果の整合性については、現時点で両者のすりつけができていない。

【根系による崩壊防止力の最大値(立木密度約 800 本/ha)の結果(資料本編 p.41)】

(委員) 森林の崩壊防止機能が立木密度 800 本/ha にピークがあるというのは過小ではないか。p.41 のグラフについて、曲線を描かれると恣意的にピークがあるように見えるため、もう少し立木密度の高い箇所のデータについても載せてはどうか。

(委員) 経験上、本数密度が落ちると立木間の根量は確実に減る。これまでの掘削調査結果からいえば、1500 本/ha 程度が根量の多い密度ではないかと考える。

(委員) p.41 のグラフは多項式回帰により、線が引かれているが、かなりばらつきがある。例えば、壮・高齢区分で整理したときに、800 本がピークにはならないのではないかと。多項式を用いることにより、ミスリーディングをもたらす恐れが生じるため、ばらつきの考え方を検討したほうがよい。

(事務局) 北原先生の研究成果では、カラマツの本数密度による  $\Delta C$  のピークが 1200 本/ha 付近となっている。p.41 の 800 本/ha という数値については要精査とする。

(委員) どのような森林に誘導するかというときに、崩壊防止の観点で重要な森林であれば、立木密度の具体的な下限値を示すような施業への指針が出せるのではないかと。

(事務局) 密度を過度に疎にすれば防止機能が低下する、つまり強度施業をすることで崩壊防止機能が下がる。

(事務局) 図 5.18 において立木密度 700 あたりで  $\Delta C$  がとても高い点がある。そのような特異な箇所についても検証していただきたい。

(事務局) 個別データについては、p.42 に事例を示し、施業履歴の違いによる  $\Delta C$  の値への影響を確認したが、特に傾向が見られなかった。

(事務局) 林野庁が H27 に作成した流木の手引では、針葉樹の本数密度は 800~1600 本/ha が  $\Delta C$  のピーク階となっている。

(事務局) 崩壊防止機能を高めるための最低限の本数密度について、目安として、800 本/ha を提示してはどうか。

(委員) 精査されたデータを示した上であれば、問題ない。

疎林になっているスギ山で、立木間が抜けるような浅く小さな崩壊が発生した事例がある。今後は、そのような崩壊も留意したほうがよいのではないかと。

【図 5.20、21 の  $W_r$  と  $\Delta C$  それぞれの閾値について(資料本編 p.41)】

(事務局) 崩壊防止機能の増減切り替わりの閾値が、 $\Delta C$  では約 600 本/ha、 $W_r$  では約 480 本/ha となった。

(委員) この  $W_r$  とは、林内分布を考慮したものでなく、均一化されたものか？

(事務局) 均一化した  $W_r$  で評価している。

(委員) 表層崩壊は水平根が比較的多い 50cm 深度より浅い崩壊はあまり多くなく、それよりも深

いものが多いと考えている。その場合、根量  $W_r$  の効果は特に鉛直方向 50cm 以深の分布や樹幹付近ではなく、立木間での分布を考慮しないといけないと考えているが、それを加えることは難しく、議論が進行しづらくなるので、まずは均一化した値で進めることで良いだろう。

【航空 LP データでの樹冠体積の求め方について】

(委員) 航空 LP データによる樹冠体積はどのように求めているのか？

(事務局) 点群の森林解析に特化しているソフトウェアを使用している。

(委員) 上から見て樹冠が出っ張っているところを体積としてとらえている場合、本来の体積より少し過小評価になる可能性もあるのではないか。体積の計算方法については、詳細を次回報告すること。

(事務局) はい。

【施業前後の航空 LP データの差分比較について (資料本編 p.33~35)】

(事務局) p.33 の図の見方について、この図では、施業後経過年が増えてもあまり成長量は変わらないようにみえる。

(事務局) 解析に用いる LP データを準備できるタイミング (年) が限られるため、施業後年数に関わらず、図では 9 年間での成長量がプロットされている。9 年間の中で施行後の経過年が異なる形のデータとなっている。

(委員) 高知で対象とするスギ林が若齢林ではないため、成長の伸びしろがあまりないという可能性はあるか。

(事務局) はい。

(委員) 施業後 9 年経過している林分ではもっと伸びることを期待できるものではないか。

(事務局) 間伐で良性木を伐採したために、伐採後の平均値が低下している可能性も鑑みて、図 5.11 ~5.17 のヒストグラムを作成したが、そうした傾向は特にみられなかった。胸高直径を見ると、5 年あたりから伸びているようにみえなくもない。

(事務局) p.34 の図 5.5 をみると、崩壊の有無の違いで、崩壊有のグループは伐採前後で  $\Delta C$ 、 $W_r$  と安全率がほとんど増加しない傾向がみられ、これについては、貴重な事例と考えている。

<今後の予定>

(事務局) 第 3 回委員会を 2 月に予定している。

以上

<第3回委員会議事録>

|      |                                    |                                                                   |     |     |  |      |                             |       |     |
|------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----|-----|--|------|-----------------------------|-------|-----|
| 第3回  |                                    |                                                                   |     |     |  |      | 項                           | 10/12 |     |
| 発注者側 | 監督職員                               | 担当者                                                               | 担当者 | 担当者 |  | 受注者側 | 管理技術者                       | 担当者   | 担当者 |
|      |                                    |                                                                   |     |     |  |      |                             |       |     |
| 発注者名 | 林野庁森林整備部治山課                        |                                                                   |     |     |  | 受注者  | 国土防災技術株式会社                  |       |     |
| 業務名  | 令和2年度 森林整備が表層崩壊防止機能に及ぼす効果等に関する検討調査 |                                                                   |     |     |  | 整理番号 |                             |       |     |
| 出席者  | 委員                                 | 日本大学 阿部和時<br>宇都宮大学 執印康裕<br>森林総合研究所 大丸裕武<br>兵庫県森林林業技術センター 山瀬敬太郎    |     |     |  | 場所   | Microsoft Teams             |       |     |
|      | 発注者側                               | 林野庁森林整備部治山課<br>企画官 松山康治<br>課長補佐 金子守男<br>課長補佐 石飛法子<br>行政事務研修員 田後善史 |     |     |  | 日時   | 令和3年2月26日(金)<br>14:00~17:00 |       |     |
|      | 受注者側                               | 国土防災技術株式会社<br>大野亮一、田中賢治、田中淳、高田香、<br>尾崎智香、加藤昭広                     |     |     |  | 打合せ方 | 会議<br>Web 30名<br>(内、傍観者17名) |       |     |

第3回委員会

【3章：根系調査結果のバラツキの評価について】

(委員) 同じ林分の中でも水平間距離にバラツキがあり、それが反映された結果が図 3.18 (断面積合計と  $\Delta C$  の関係) となっている。局所のバラツキを全体で見たとき、どう評価するのか。

(事務局) 第6章で説明します。

【3章：エリートツリー調査結果まとめについて】

(委員) まとめに書かれている従来の苗と比べてエリートツリーが防災能力をより発揮しているというのは、今回得られた結果のどの部分から言っているのか。

(事務局) T/R 率がどちらもほぼ変わらないため、ここで判断をした。

(委員) 地上部においてエリートツリーが従来よりも成長率が早いことは示されているが、根系について比較したデータは示されていない。結論の書き方が強いため、少し変えるべきである。

【4章：スギ林の検討(資料本編 p.21~29)】

(委員) 胸高直径を推定してから式 4.1 断面抵抗  $\Delta C$  を推定する簡易式(以下、推定式)を使ったのか。また、推定したものと現地で得られたデータの妥当性はどうか。

(事務局) LP で取得したデータは立木密度と樹高のみであり、収量比数プログラムから胸高直径を推定した後、推定式を使って算出した。また、今回は現地でデータを取っていないため推定したデータのみである。

(委員) 施業履歴が反映されることが望ましいが、困難であるためどうとりまとめるか問題である。

(委員) 施業履歴の影響が反映しにくいというのはデータが揃っていないからか。

(事務局) 施業履歴と比較した結果、違いが見られず、施業履歴が要因とは言い難いため。

(委員) 表 4.6 (解析対象小班の施業履歴等の詳細情報一覧) は施業履歴が全て網羅されているのか。

(事務局) H2~H30 では全て網羅されている。

(委員) 図 4.25 (立木密度ごとの胸高直径と  $\Delta C$  との関係) について、立木密度 1200-のラインにバラツキがあるが、その要因は施業履歴にあるのか。

(事務局) 今回の生データは図 4.5 (立木密度と樹高の関係) のみであり、そのほかのデータは図

4.5 のデータから換算式を使って算出している。よって図 4.25 のラインのバラつきは図 4.5 からきているのではないかと考えられる。

(委員) スギ林で他の場所に当てはめると図 4.25 は変わってくるのか。

(事務局) 四国国有林スギでは図 4.25 のようになる。地域別もしくは樹種別に作らなければならないと思う。

(委員) 施業履歴のデータが揃わない若い林分が多いことが問題になっている。図 4.25 について一番高い立木密度は 1200-だが、1200 以上の立木密度データがあれば胸高直径の小さい樹木が出てきて  $\Delta C$  の閾値を特定でき面白くなるのでは。

#### 【5 章：土砂崩壊防止機能区分図による検討（資料本編 p.30~39）】

(委員) 図 5.7（胸高直径 P3 による評価）について、地形のパターンと  $\Delta C$  が対応しているように見えるが、同じ林班の中でも成長量などが局所的に地形の影響を受けているのか。

(事務局) 10m×10m グリットでやっているため詳細なデータではあるが、地形の影響は細かく見ていない。

(委員) 先程、 $\Delta C \geq 6 \text{ kN/m}^2$  以上が土砂崩壊防止機能を満たすのではないかと議論したが、手引による  $\Delta C$  マップ（土砂崩壊防止機能区分図）を作成した際、低いとされるところが、逆から見ると  $\Delta C \geq 6 \text{ kN/m}^2$  を満たさないということでは。

(事務局)  $6 \text{ kN/m}^2$  は手引の赤い範囲と黄色の範囲（図 5.5）と合わせ  $\Delta C$  で閾値をつけるとどれくらいかをみたもの。  $\Delta C$  と同等の閾値を決めた。

#### 【6 章：手引の評価点 P、 $\Delta C$ 、Wr の違いと使い分け（資料本編 p.40~51）】

(委員) 表 6.4（広島ヒノキの階級別本数分布（根量階））で示されている本数はなにか。

(事務局) グリットの根量である。

(委員) 図 6.6（ $\Delta C$  と Wr の相関図）について、現地確認をした際に  $\Delta C$  または Wr が大きくなる立地条件や環境の違い等、現地で感じたものはあるか。

(事務局) Wr は水平根がある場所を狙ってデータを取っているが、大体幅 50cm でも情報が取れる気はしていた。  $\Delta C$  は立木間距離の影響を強く受けると感じた。

(委員) p51 の (2) ■崩壊防止機能が相対的に低い林分の 3 つ目の文章『P マップ上で崩壊防止機能ランクが赤 (a) と黄 (b) ランクとなった林分、かつ  $\Delta C$  マップで  $\Delta C < 6 [\text{kN/m}^2]$  となった林分を「崩壊防止機能が相対的に低い林分」と位置づける。』（以下、3 つ目の文章）について、「かつ」のままでいいと思うが、両方試した方がいいかもしれない。

(委員) 施業計画への反映について、10 年後 20 年後には、「かつ」判定では崩壊防止機能が相対的に低い林分に該当しなくなると思う。

(事務局) 成長して防止機能が高まればよいが、若い林分の時こそケアしなければならない、という視点を持つのであれば、構成を変えていかなければならないと思う。

(委員) 網羅的に施業するよりは、災害が発生しては困るところを絞り込んでから「かつ」「または」でやったときどうなるか検証の方が効率的であると思う。優先度の設定が大事である。

(事務局) 優先度の設定の肉付けを今後しっかりしていく。

#### 【7 章：次年度調査計画について（資料本編 p.52）】

(事務局) 5.林分の立地に応じた根系状況の推定と施業計画について、委員から何か情報は頂けるか。

(委員) 来年度とりまとめる予定。機会があれば説明したい。ただ、かなり細かく立地条件等を見てやっている研究なので、この業務とはちょっとスケール感など狙いが違うかなという印象。

(事務局) 次年度計画案の現地調査について、スギ根系の調査と合わせて、施業のあり方を考えるためにも施業履歴情報だけではわからない林分状態を確認するため、現地をみる必要があるのではと思う。

(事務局) これまで（根系調査等の）崩壊防止機能に集中しており、施業のあり方に着目した現地調査を実施してきていない。今後はどのような施業が望ましいかといった観点での現地検討会を開くなどして、施業の幅広いオプションを検討していく。

(事務局) 下層木など LP データでは確認できなかったものでも現地で確認できることもあるため、来年度から確認して頂きたい。

(委員) 森林整備計画に治山的な観点から助言を提示するのがこの委員会の目的だと思う。なので、森林整備計画の内容に関わる、結論を出すマニュアルをここで作るべきなのか、という点は疑問に思う。

(事務局) 林野庁の中で整理し検討していく。

<今後の予定>

(事務局) 第3回委員会をもって今年度の委員会は終了とする。

以上