

## 7. まとめ・次年度計画

平成 31 年度～令和 2 年度にかけて検討を行った結果、現時点で以下の知見を得た。

### 7.1 本業務で得られた成果

#### (1) 崩壊防止機能評価の指標について

森林根系による崩壊防止機能について、その評価指標を以下のように整理する。

- 手引の評価点  $P$ 、胸高断面積合計に基づく  $\Delta C(\Sigma A)$ 、根重量  $Wr$  という 3 種の評価指標が存在する。
- $\Delta C(\Sigma A)$  と  $Wr$  の両者の定義は異なるが、地上部情報に基づく崩壊防止機能の評価指標として使うかぎりでは回帰式により相互変換が可能で、概ね同じ指標とみなせる。
- 手引の  $P$  は胸高直径の評価法が異なり、他 2 つの指標と異なる傾向を示す。
- $\Delta C(\Sigma A)$  と  $Wr$  は統計処理された平均的な林分情報を取り扱う指標となっている。
- 手引の  $P$  は実際の現地データと同レベルのばらつきを内包しており、平均的な評価ではなく幅広い林分のありようをカバーした指標となっている。
- 手引の  $P$  は小径木をあまり評価せず、大径木を積極評価する。したがって、太い根の伸長を促す施業誘導に適した指標とみなせ、根系が発揮する杭効果に相当するとみなせなくもない。
- $\Delta C(\Sigma A)$  (または根量  $Wr$ ) は本数密度が高い林分でも根量が十分にあれば高評価につながることから、手引と比較すると細根の存在を崩壊防止機能として評価する傾向にある。したがって、斜面内に形成される樹木根系によるネット効果を評価する指標とみなせなくもない。

#### (2) 森林施業と崩壊防止機能について

ここまで、森林の崩壊防止機能について樹木の地上部情報を基に定量評価する方法を整理検討してきた。その中で  $\Delta C(\Sigma A)$  と手引の  $P$  を使うと幅広く森林が有する崩壊防止機能の評価できることが判明した。

次のステップとして、崩壊防止機能を高めるためにはどのような森林施業を計画するのがよいか、を見定めていく必要がある。本事業が目指す森林の表層崩壊防止機能を最大限発揮させるためにどのような森林を指向するのか、そのような森林に仕立てるために必要な施業はどのようなものか、検証していくための道すじとして現時点での概案を以下提案する。

##### 1. 崩壊防止機能が相対的に低い林分

- 崩壊防止機能を手引の評価点  $P$  と胸高断面積合計に基づく  $\Delta C$  の 2 種類で評価する。
- 手引の評価点  $P$  および  $\Delta C$  の面的分布が把握できるよう GIS 上で  $P$  マップおよび  $\Delta C$  マップを作成する。作成単位はグリッドまたは小班単位とする。
- $P$  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 (または)  $\Delta C$  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。

※下線部分：第3回委員会で執印委員より、「かつ」でよいのでは、との意見があった。最終的には「かつ」「または」の両者について検討した上で、優先度の設定を行うのがよいと指導いただいている。

## 2. 優先度の設定

- 「崩壊防止機能が相対的に低い林分」の中から優先的に防災機能を高める施業対象とする林分を、以下の複数の観点を踏まえ総合的に検討する。
  - ・ 大面積林分、傾斜方向に連続する林分など、地形・地質素因が崩壊発生をもたらしやすい箇所。
  - ・ 崩壊発生により被災が想定される保全対象の有無。
  - ・ 災害危険地区、または手引に規定される山腹崩壊危険度判定等、治山で用いられる各種崩壊指標との突き合わせ、位置関係。

※本事業の主旨を踏まえると、1. で森林の崩壊防止機能が低位なところを特定しそのまま当該箇所の対策を求める、というものではない。崩壊防止機能が低位というだけでなく、その他の情報、例えば山地災害危険地区や森林整備計画の中での位置づけ等を踏まえ、対策や森林整備の方針を考慮していく必要がある。森林整備のやり方によって崩壊に強い斜面にできる（安全度を向上できる）、山地災害危険地区でないところでも整備が適切に行われていなければ危険性がある斜面と認知できるなど、斜面の危険度を加味した形での評価とする。

## 3. 施業計画への反映

- 2. の検討により優先度が高いとされた林分について、将来成長時の本数密度、胸高直径を推定し、10年後、20年後に予測される評価点Pおよび $\Delta C$ において「崩壊防止機能が相対的に低い林分」に該当するかどうか検証する。
- 概ね20年後の予測において「崩壊防止機能が相対的に低い林分」のままである場合は、そうならないように本数密度または胸高直径の目標値を設定する。
- 目標値を達成するために当該林小班での施業のあり方（密度管理、伐採・間伐計画等）を策定する。

## 7.2 次年度計画案

### 7.2.1 残された課題

本年度は広島県ヒノキ国有林で根系調査を行い、 $\Delta C$ と $Wr$ を現地取得した。その上で $\Delta C$ と $Wr$ の位置づけと活用方法についてある程度の道筋を与えることができた。今後、残された課題として以下をあげる。

#### 1. 現地調査（スギ根系）

本年度広島県国有林でヒノキ根系に関する $\Delta C$ と $Wr$ の現地掘削調査を実施した。今回、 $\Delta C$ と $Wr$ に関する整理検討は、その多くがヒノキのデータによる。実際の森林施業はスギ林の

割合が多いことから、スギ根系に関する現地調査を実施し $\Delta C$ と  $W_r$ についてのバックデータを取得しておくことが望ましい。

## 2. $\Delta C$ の適正な閾値を決定する

本年度高知県スギ林の LP データ解析に基づき、手引の閾値と足並みをそろえる形で  $\Delta C > 6$  [kN/m<sup>2</sup>]を「機能向上が必要な林分」の閾値として提案した。これを適正值としてよいか、ヒノキ林や四国以外の別地域での閾値をどうするか、検証の余地が残されている。

## 3. 施業履歴情報の活用

ここまでの調査結果からは、施業履歴が森林根系の状態にどう影響するか、そのちがいを特定できていない。今後、施業履歴情報をどう取り扱っていくのか、見定めが必要である。

## 4. 森林整備手法の具体的なオプションを構築

評価点 P マップおよび $\Delta C$ マップを用いて特定された、崩壊防止機能が相対的に低い林分には幼齢林～老齢林まで様々な林齢の森林が含まれることが想定される。そうした林分に対する施業として、本数調整のみならず老齢林などでは複層林への誘導など、様々な施業のあり方が考えられる。森林整備手法において幅広い選択肢、オプションを提示することが望まれる。例えば、本数調整では列状間伐を採用することも多いが、表層崩壊防止機能を高めるための密度管理では列状以外を用いる等、具体的な森林整備計画への落とし込みについて検討が必要である。

次年度は、実際にどのような森林整備手法が崩壊防止機能として有効なのか、現地検討会等で森林をみながら検討する機会を持つことが望ましい。現地検討会では例えば、次のような検討を行うことが想定される。

- ・密度管理のために間伐したものの（費用対効果を重視して）列状間伐であったために崩壊に至った箇所において、やはり定性間伐が望ましいのか、〇伐〇残までなら問題ないか。
- ・上木密度だけをみれば疎林であり、 $\Delta C$ の評価も低いが下層植生がある程度発達していたため崩壊しなかった林分において、下層植生はどの程度評価できるのか、など。

## 5. 林分の立地に応じた根系状況の推定と施業計画

森林総合研究所が実施している研究プロジェクトにおいて、立地に応じた根系調査が実施されている。2020 年度に研究成果がまとまる予定のため、この研究成果を受けて、林分が立地した箇所の地質、土壌、勾配、土層厚といった立地情報と森林根系の関係について把握できているものを取り込み、本業務で提案する施業のありかたに反映させることを検討する。

### 7.2.2 次年度計画案

当初の本業務 4 年計画案では、上記「4. 森林整備手法の具体的なオプション構築」に該当する項目が含まれていない。また、スギ根系の現地調査が 2021 年度に継続して加わることから、いくつかの項目を追加した新たな 4 年計画案を作成した。

表 7.1 当初の4カ年計画案

|                 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|-----------------|------|------|------|------|
| 広島・愛媛データ解析      |      |      |      |      |
| 課題1・崩壊防止機能区分図   |      |      |      |      |
| 課題2・施業履歴情報      |      |      |      |      |
| 現地調査（課題3，4対応）   |      |      |      |      |
| 課題3・新たなメカニズムの確立 |      |      |      |      |
| 課題4・根量のめやす指標    |      |      |      |      |
| 森林整備の優先順の決め方    |      |      |      |      |
| 立地環境に応じた施業のあり方  |      |      |      |      |
| ガイドライン案の作成      |      |      |      |      |

表 7.2 見直し後の4カ年計画案

|                 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022  |
|-----------------|------|------|------|-------|
| 広島・愛媛データ解析      |      |      | 完了   |       |
| 課題1・崩壊防止機能区分図   |      |      | 完了   |       |
| 課題2・施業履歴情報      |      |      |      | 継続検討  |
| 現地調査（課題3，4対応）   |      |      |      | 継続スギ林 |
| 課題3・新たなメカニズムの確立 |      |      |      | 80%完了 |
| 課題4・根量のめやす指標    |      |      |      | 80%完了 |
| 森林整備の優先順の決め方    |      |      |      |       |
| 森林整備手法の具体を検討    |      |      |      |       |
| 現地検討会（施業オプション）  |      |      |      |       |
| 立地環境に応じた施業のあり方  |      |      |      |       |
| ガイドライン案の作成      |      |      |      |       |

- 課題3・新たなメカニズムの確立

手引の評価点  $P$ 、 $\Delta C$ 、 $Wr$  といった崩壊防止機能の定量評価方法について、仕上げの総括を行う。本年までに整理した考え方をさらに具体的な方法に落とし込み、手順書等の形式にとりまとめる。また、 $\Delta C < 6$  [ $\text{kN}/\text{m}^2$ ]は四国のスギ限定の数値であるため、他の地域、樹種についての閾値を検討する。

- 課題4・根量のめやす指標

本年度の検討により、根量の推定を苅住の根現存量式を使うなど統計的手法で行う場合は、 $\Delta C$ と  $Wr$ は概ね同じ指標とみなせることがわかった。その限りにおいては  $Wr$ を使う必要性は希薄だが、 $Wr$ は土塊のせん断変形を抑制するというネット効果を発揮する、という視点から $\Delta C$ とは異なる指標としての活用が可能か検討を行う。

- 森林整備の優先順の決め方

7.1 (2) 2. に記載した内容。

土砂崩壊防止機能が相対的に低い林分について、地形条件、保全対象、山地災害発生の危険度等、複数の観点を総合的に勘案して優先順の設定方法について検討する。

- 森林整備手法の具体を検討

7.2.1 の 4 に記載した内容。

森林施業として、本数調整のみならず老齢林などでは複層林への誘導など、様々な施業のあり方が考えられる。森林整備手法における幅広い選択肢、オプションを提示する観点から、現地の多様な条件を踏まえた施業内容を検討する。

- 立地環境に応じた施業のあり方

7.2.1 の 5 に記載した内容。

森林総研が実施する研究プロジェクト成果を活用し、林分が立地した箇所の地質、土壌、勾配、土層厚といった立地情報と森林根系の関係のうち活用できる知見を取り込み、森林施業のありかたに反映させることを検討する。

- 現地調査（スギ根系）

7.2.1 の 1 に記載した内容。

スギ林における $\Delta C$ と  $Wr$ に関する現地データを取得する。

- 現地検討会（森林施業について）

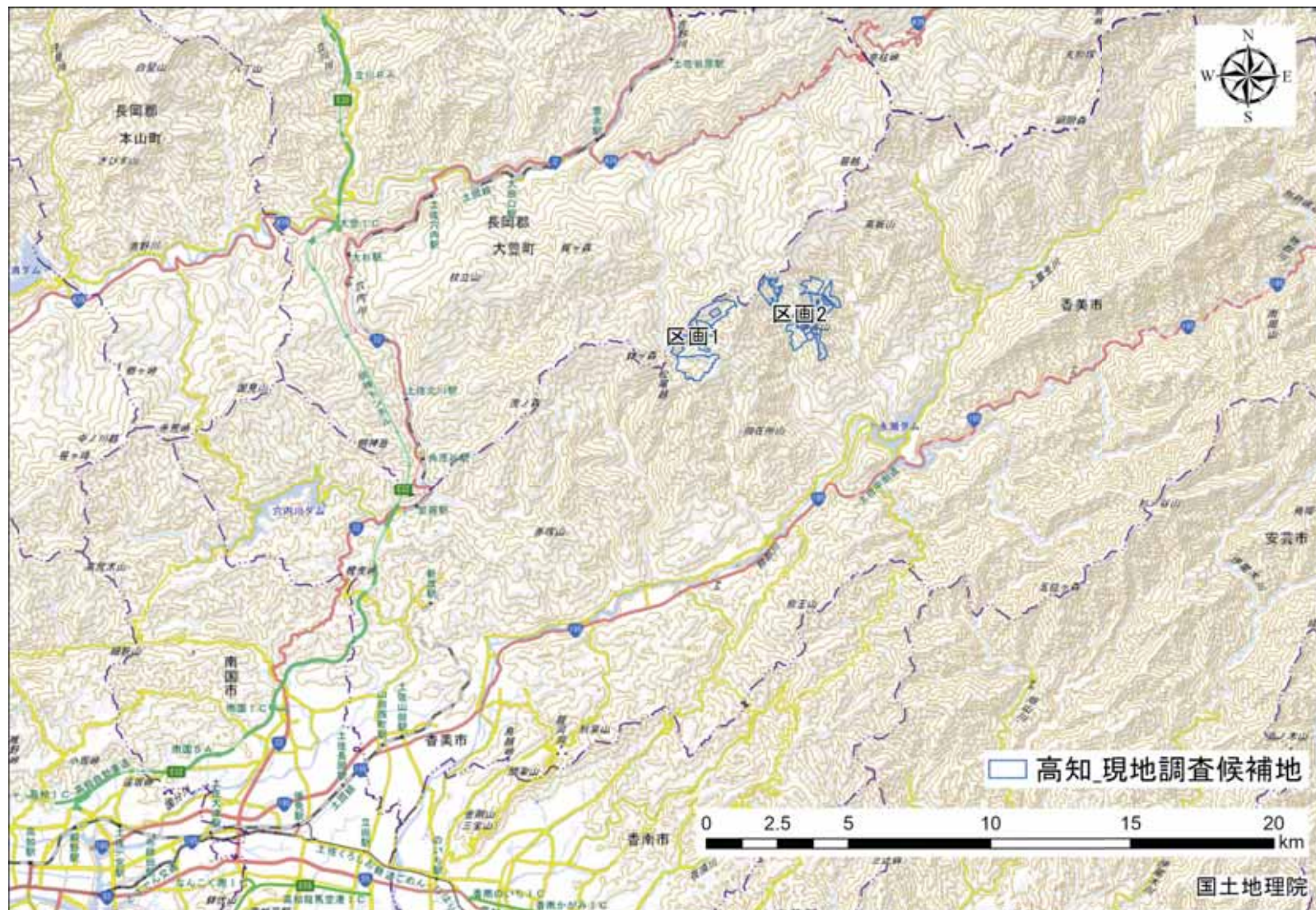
7.2.1 の 4 に記載した内容。

実際の森林をみながら、崩壊防止機能を高めるための施業としてのオプション、施業種などについて検討を行う。



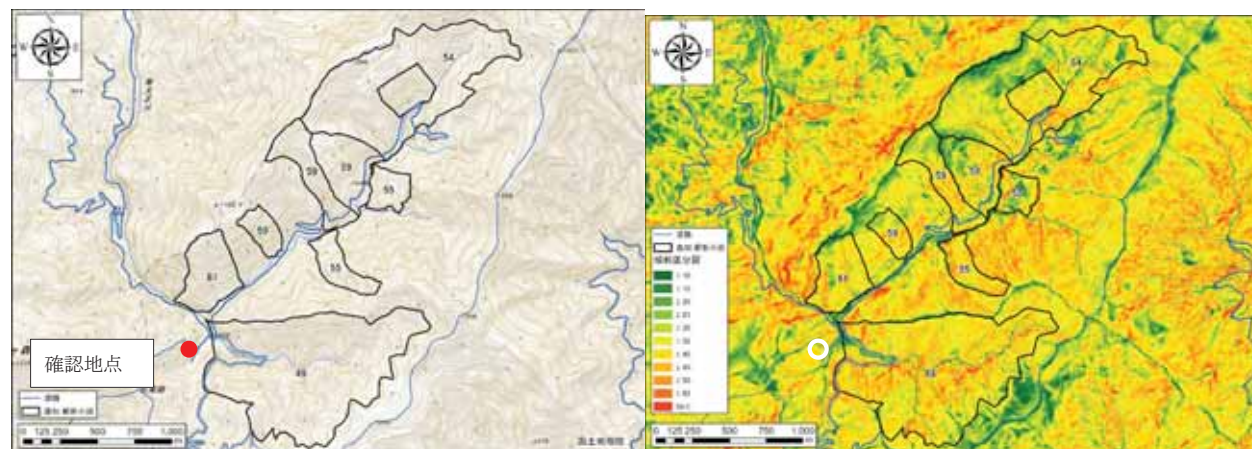
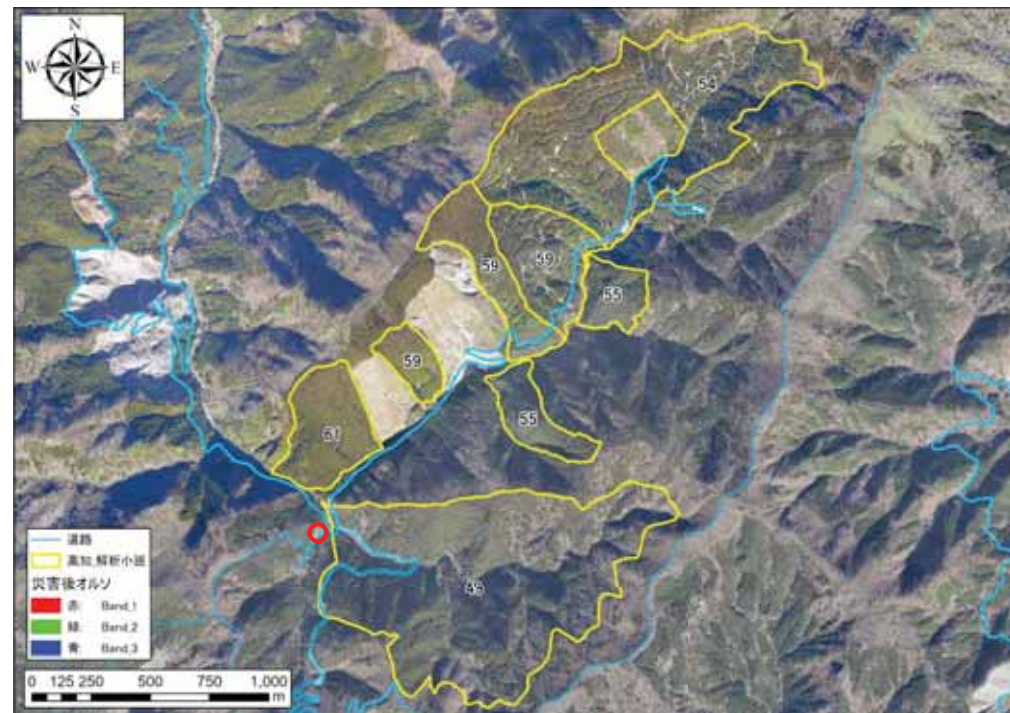
(参考資料) 高知国有林の現況

次年度の現地調査候補となるスギ林の現状を確認した。





(1) 区画1 高知中部森林管理署 58 林班 い小班 49 年生





高知中部森林管理署 58 林班

- レキ混じり土砂である。その上に、落葉落枝、表層土が 10cm 程度体積している。
- 傾斜は 35 度以上がほとんどである。
- 根は大きな石によって不規則に曲がっていることが確認された。

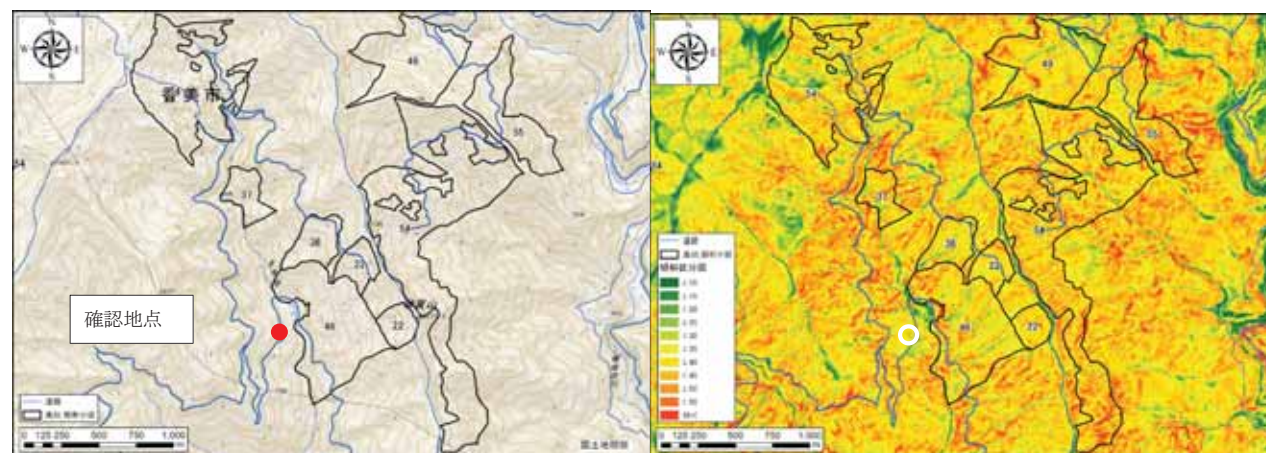
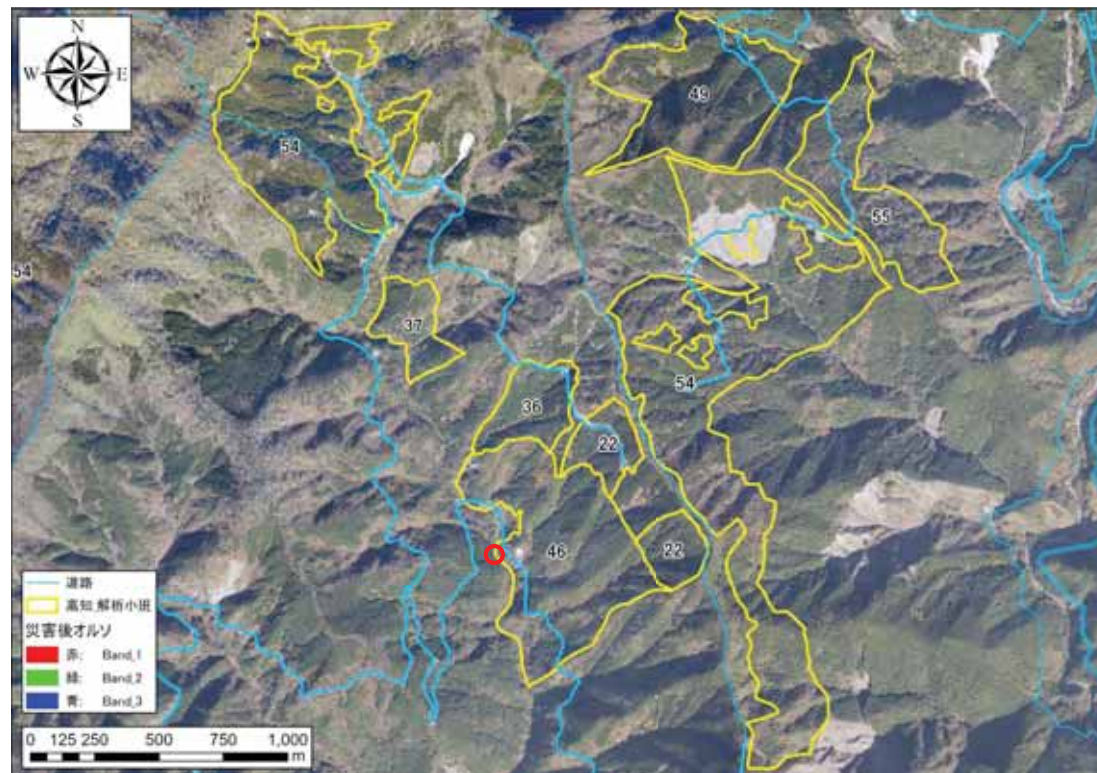


58 林班 い 1 小班 間伐の索道跡がわかる





(2) 区画2 高知中部森林管理署 12 林班 い小班





高知中部森林管理署 12 林班 い小班

- 人頭大以上の転石が露出している。その上に、落葉落枝、表層土が 10cm 程度体積している。
- 傾斜は 35 度以上がほとんどである。
- 根は大きな石によって不規則に曲がっていることが確認された。



