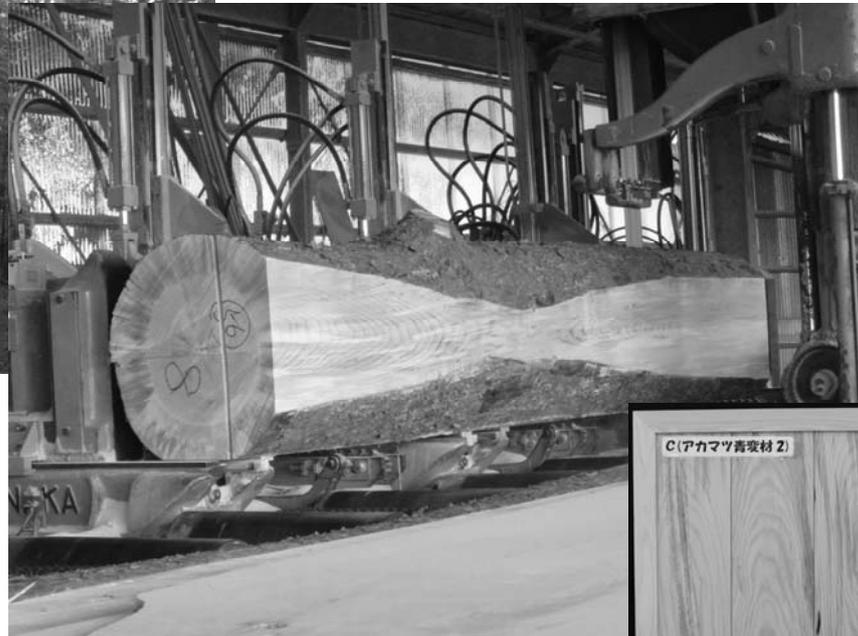


# 技術情報

No.152  
2016.1

長野県林業総合センター



松くい虫被害木の有効利用に向けた取組みが進んでいます（本文 P6）

## もくじ

C S 立体図を使った地形判読 .....	2
ハナイグチ増殖技術の現地実証試験 .....	4
松くい虫被害木の注意点と青変被害 .....	6
お知らせ .....	8

## CS立体図を使った地形判読

### 1 はじめに

広大な範囲の森林で効率的に調査を行うためには、事前に地形判読を行うのがとても有効な方法です。地形からは、その場所で過去に起こった水の流れ、土砂の移動、地殻変動、火山活動、人間による土地の改変など、様々な情報を読み取ることができます。また、これらの現象は、同じ場所で同じ事が繰り返されることが多いので、将来その場所でのどのようなことが発生するかを推測することができます。

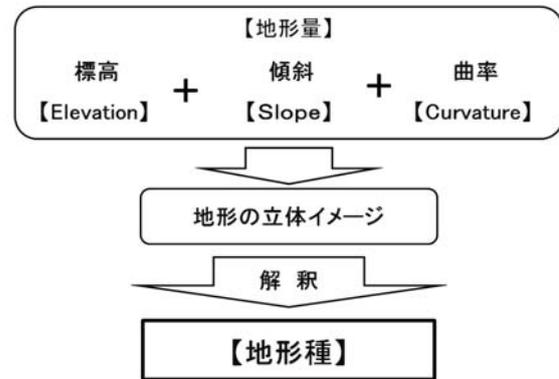
### 2 地形量と地形種

地形図から読み取ることができる情報は、「地形量」と「地形種」に大別できます。

地形量とは、標高、傾斜、曲率（凹凸）のほか、距離、面積、方向、位置など、数値で表すことができる情報です。これらの情報は、同じ方法で計測すれば、誰が行っても同じ値として読み取ることができます。

一方、地形種とは、特定の成因によって形成された特定の特徴をもつ地形の部分の名称を指し、扇状地、地すべり、断層崖、カルデラなど学校で習った地形分類がこれにあたります。例えば、扇状地という地形種は、山から河川によって運ばれた堆積物が扇状に堆積してできた地形です。一般的に礫質で水はけが良く、果樹等の栽培には適しますが、大雨の際には洪水が発生する危険性があるということまで推測できます。しかし、地形種の判断には、判読者による「解釈」が必要になります。地形量として読み取ることができる、標高、傾斜、曲率等からその場所の立体像を頭の中でイメージし、周辺の地形との位置関係なども踏まえて判断することが必要です（図-1）。これは、地形判読の初心者には非常に難しい作業です。また、熟練者であっても解釈が異なる場合もあります。

そこで、地形判読による地形種の判断を容易にすることができないかと考え、新しい立体図法を考案しました。



### 3 CS立体図の開発

前述のように、地形判読を行う場合は、地形図から地形量を読み取って、頭の中で立体像をイメージし、判読者の解釈により地形種を判断するというプロセスを行っていました。そこで、この「標高」「傾斜」「曲率」をそれぞれ異なる色調で彩色し、重ねて透過処理をすれば、視覚情報から直感的に地形をイメージできると考えて作製したのがCS立体図です。「CS」とは、曲率（Curvature）と傾斜（Slope）の頭文字をとって命名しました。

### 4 航空レーザ測量技術の発達

一方で、近年になって航空レーザ測量技術の発達により立木下の地形を正確に計測できるようになりました。航空レーザ測量とは、航空機から発せられたレーザ光線が地表に反射して帰ってくるまでの時間を正確に測ることで、地形を計測する測量方法で、多少の立木があっても、レーザ光線が木漏れ日のように樹木を通り抜けて、地面の高さを正確に計測することができます。

長野県では、平成25年～26年にかけて、県内の民有林全域について航空レーザ測量を行い、DEMと呼ばれる、縦横に並んだ標高データを0.5m間隔で作成しました。この細密なDEMを使用し、CS立体図を作製すると、従来の等高線による地形図からは判読することができなかった微地形まで表現することができます。さらに、GISソフト

ト等で KMZ 形式に変換すればフリーソフトの Google Earth で 3D 表示することも可能です (図-2)。立体像のイメージがより容易にできるようになったと思います。



図-2 Google Earth による 3D 表示例

## 5 CS 立体図の活用事例

地形判読は、森林・林業の様々な場面での活用が期待できます。特に「災害に強い森林づくり」では、災害が発生する危険性の高い場所を抽出し、その場所で発生する災害の種類に応じた対策を講じることが重要です。長野県が作成した「災害に強い森林づくり指針」では、危険な森林を「崩壊防止型」「崩壊土砂抑止型」「溪畔林型」の3つに区分し、適地適木、適正な管理の森林整備をするものとしています。CS 立体図を活用することで、湧水や侵食前線 (崩壊地の源頭部) (図-3)、地すべり、断層等の危険な地形を判読することができるので、これらの判断が容易になります。

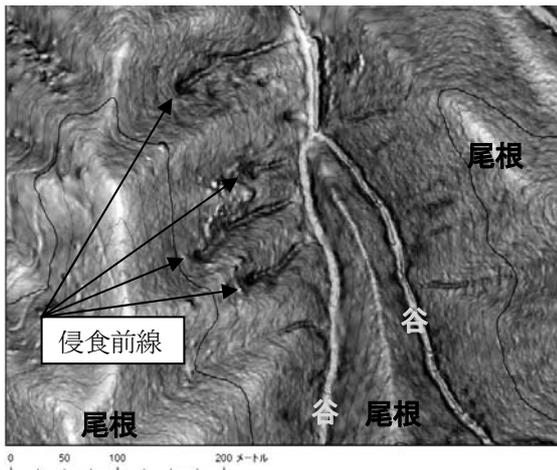


図-3 侵食前線の判読事例

「災害に強い路網づくり」では、危険地を避けて路線線形を計画することが重要ですが、どうしても危険地を通過しなくてはならない場合は、その場所の条件に応じた対策を講じる必要があります。

さらに、従来の地形図には正確な位置が表示されていなかった林道や作業道の線形も、CS 立体図からは明確に判読することができるので (図-4)、路網計画の際に重要な資料になります。

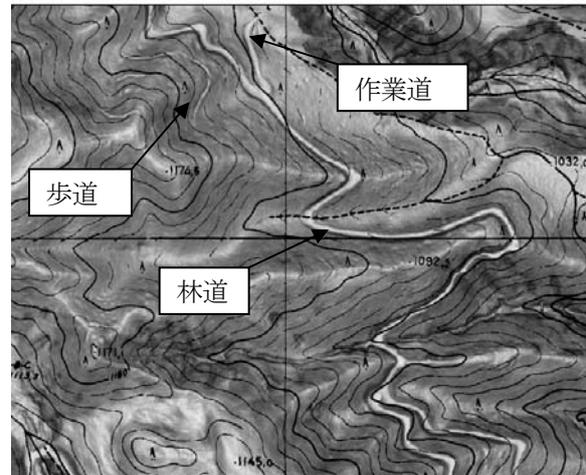


図-4 既設路網の判読事例

また、旧耕作地等に植林した森林では、かつての地形改変の跡を判読できるので、里山の境界明確化にも活用できます。

地形判読を行った後には、現地調査により判読結果を検証する必要があります。CS 立体図をハンディ GPS (GARMIN 社製 OREGON シリーズ等) の背景図に設定し、ナビゲーション機能を使えば、地形判読により抽出した踏査候補地に的確に到達することが可能になり、効率的に踏査することができます。

## 6 おわりに

現在、CS 立体図は長野県森林情報資産として、県庁森林計画係で管理しています。森林整備が目的であれば、同係または地方事務所林務課に申請することで、誰でも CS 立体図を入手することができます。

まずは、CS 立体図を手に取り、その場所の地形をイメージしてください。そして、現地に行き実際の地形と見比べることで、地形判読力が向上すると思います。

(育林部 戸田)

### 《参考文献》

長野県林務部「長野県『災害に強い森林づくり指針』」(2008)  
鈴木隆介「建設技術者のための地形図読図入門」(1997)

## ハナイグチ増殖技術の現地実証試験

### 1 はじめに

ハナイグチ（イグチ科ヌメリイグチ属、写真）はカラマツ林を代表する食用きのこです。「リコボウ」「ジコボウ」などとも呼ばれ、本県では非常に人気のあるきのこです。マツタケと同じ菌根性きのこであり、人工栽培には成功していません。しかし、林内での増殖技術については試験研究がなされ、成果が得られています。

カラマツ林が民有林人工林の半分以上（52%）を占める本県においては、ハナイグチを増殖することにより、地域の活性化に繋がると考えられます。そこで、ハナイグチの林内における増殖技術、またその技術を活用し現在行っている現地実証試験の内容についてご紹介します。



写真 ハナイグチ（須坂市試験地）

### 2 ハナイグチ増殖技術（大規模試験の成果）

ハナイグチの増殖技術については山梨県や岩手県において過去に試験研究が行われていましたが、試験区の面積が1～20a程度と小規模なものでした。そこで本県では、平成22年から26年にかけて信州大学農学部及び星の町うすだ山菜きのこ生産組合と共同で、佐久市において大規模実証試験（「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」）を実施しました。なお、本試験は信州大学農学部が中心となって実施しました。

約1haのカラマツ林内に24箇所の試験区を設置し、施業の有無によるハナイグチの増殖効果について検証しました。1試験区は10×10mの方形区とし、16箇所はカラマツ以外の樹木の除伐、落葉層の掻き取り、またハナイグチの胞子散布など

を行う施業区、残りの8箇所は何も施業を行わない対照区としました。その後ハナイグチ子実体の発生状況を調査した結果、子実体の発生量は施業区で有意に高く、対照区に対して2～3倍増加することが分かりました。

また、子実体の発生刺激温度は土壌10cm深の地温17.5℃前後と推定されました。室内実験において、カラマツ苗にハナイグチ胞子を接種したところ、カラマツの根と菌根を形成することが確認できました。これらの成果をまとめると表-1のとおりです。

表-1 大規模実証試験の成果まとめ

項目	成果
カラマツ林内施業 (除伐、地掻き、胞子散布)	ハナイグチ子実体 発生量増加 ※対照区に対して2～3倍増加
発生刺激温度	地温(10cm深)17.5℃前後
胞子接種(室内実験)	菌根形成確認

### 3 現地実証試験

#### (1) 目的（成果の普及）

上述のハナイグチ増殖技術を普及するために、県下6箇所に実証試験地を設け、子実体発生状況や気象観測を行い各地の傾向を調査するとともに、普及拠点として活用しています。

試験地設置に当っては森林所有者、林業普及指導員、市町村職員、森林組合などの関係者と一緒に除伐など林内整備を行い、その後の子実体発生量調査も協力しながら行っています。また、研修会の会場としても利用されています。各試験地の概要は表-2のとおりです。

表-2 現地実証試験地の概要

試験地	カラマツ		標高 (m)	設置年
	密度 (本/ha)	林齢※		
上田市	650	51	1,190	H24
諏訪市	470	38	1,110	H15
辰野町	200	60	1,060	H24
阿智村	1,050	52	840	H25
安曇野市	510	36	1,220	H22
須坂市	650	71	1,300	H24

※林齢は平成27年4月時点。

(2) 試験方法

カラマツ林内施業の有無や、施業内容の違いによるハナイグチ子実体発生状況を調査するために、4試験区(図-1、表-3)を設けています。1試験区は10×10m又は15×15mの方形区です。

胞子散布は、現場での作業のしやすさを考慮し、ハナイグチ子実体を手で細かく砕き(潰し)そのまま林内に散布する簡易な方法で行っています。

また、温度記録装置を設置し、試験地内の気温及び地温(10cm深)の測定も行いました。

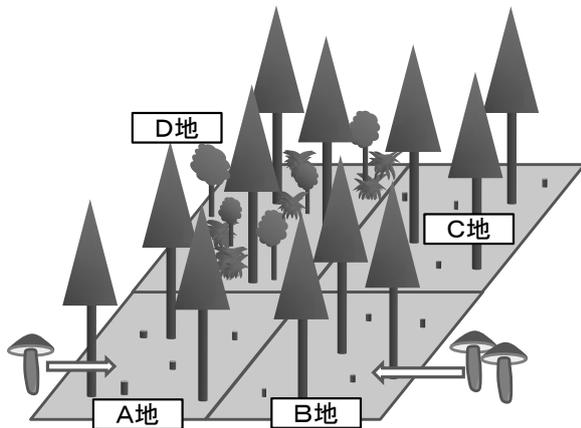


図-1 試験区概要図

表-3 試験区別施業内容

区	施業内容
A	除伐(広葉樹、草本類)及び子実体散布
B	除伐(広葉樹、草本類)及び子実体2倍散布
C	除伐(広葉樹、草本類)
D	対照区(無施業)

(3) 調査結果

平成26年までの試験地別ハナイグチ子実体発生量は図-2のとおりです。

諏訪市、安曇野市、須坂市では、林内施業を行ったA・B・C試験区の発生量が対照区(D)に対して多い傾向となっています。特に諏訪市、安曇野市のA・B試験区は対照区に比べ3~8倍程度多くなっています。これらの結果は、2の大規模試験の成果と同様であり、除伐や子実体散布などの林内施業がハナイグチの増殖に有効であることを示しています。

一方で、調査期間が短いとはいえ、子実体発生が見られない試験地や、対照区のほうが施業区より子実体発生量が多い試験地もあります。これらについては、今後も調査を継続しデータを蓄積することが必要と考えています。

4 おわりに

南北に長い長野県には多くのカラマツ林があります。そのカラマツ林にのみ発生するハナイグチは、今回ご紹介した増殖技術により比較的簡単に林内において増殖することが可能です。木材としての利用だけではなく、その足元にあるハナイグチも地域資源の一つとして有効に活用していただければ幸いです。

実証試験地では、今後も調査を継続し、子実体発生状況のあまりよくない試験地については原因分析を行い、増殖技術の補完を行っていきます。また随時、新たな技術や、ハナイグチに関する調理方法など様々な情報を提供していきたいと考えています。  
(特産部 片桐)

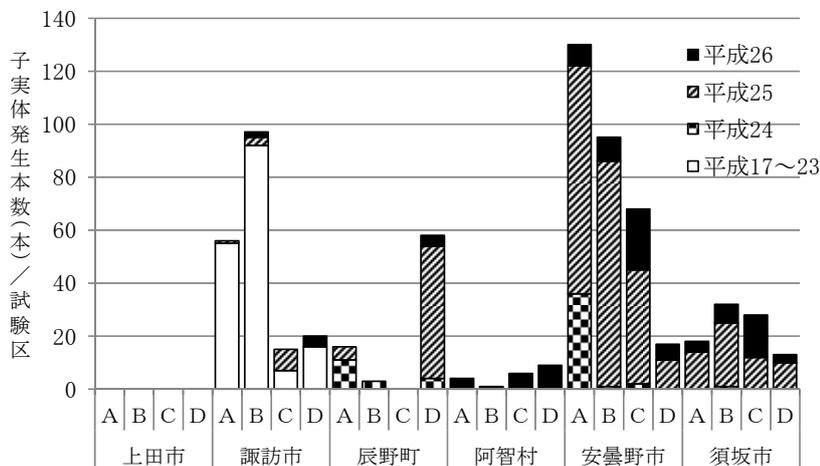


図-2 試験地別ハナイグチ子実体発生本数

## 松くい虫被害木の注意点と青変被害

### 1 はじめに

松くい虫被害材を処理せずに移動した場合は、被害拡大の原因となります。そのため、被害木は確実な処理が求められています。長野県では、「松くい虫被害対策としてのアカマツ林施業指針」の中で、樹幹だけでなく直径3 cm以上の枝まで処理することになっており、確実な処理方法として、「くん蒸」、「破碎」、「焼却」が示されています。

松くい虫被害材の安易な取扱いは、被害の拡大、まん延の原因となります。従って、その取扱いは、慎重の上にも慎重に行うことが求められます。

ここでは、松くい虫被害木の注意点と青変被害について紹介します。

### 2 被害材利用の注意点

筆者らは、平成 21 年に、松本市、安曇野市の伐倒くん蒸処理現場において、カミキリの食痕、穿入孔の確認できた被害材を割材し、蛹室の形からカミキリの種類を調査しました。その時、確認した蛹室が、写真-1 です。

被害木にはこのように、媒介昆虫が存在し、写真-2 のように羽化・脱出して被害をまん延させます。

したがって、被害材を利用する場合は、マツノマダラカミキリ等媒介昆虫が存在する部分及びその可能性がある部分を適切かつ確実に処理し、その時期、場所等についても慎重に行い、被害拡大の原因となることがないように万全を期すことが必要です。

安曇野市では、市と市民が協働して、「再活の松プロジェクト」に取り組んでいます。「松枯れ」を自らの地域の問題として受け止め、天敵であるアカゲラの巣箱作りや被害木の活用を通じて、安曇野の自然を守る活動を行っています。被害材の取り扱いについては、「松くい虫被害材の利用に関するガイドライン」<sup>※1</sup>を定め、被害材利用によって被害が拡大することがないように、その取り扱いに万全を期しています。

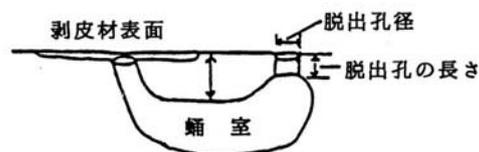


写真-1 マツノマダラカミキリの蛹室周辺形状  
(図：小島耕一郎（元林業総合センター専門研究員）)



写真-2 材から脱出するマツノマダラカミキリ  
(安曇野市耕地林務課佐藤氏撮影)

### 3 アカマツ材の青変被害

アカマツは、一般的に春から秋にかけて伐採すると材が青・黒色に変色して著しく化粧性を低下させる「青変被害」が発生しますが、「松くい虫被害材」は、立木の状態で既に青変被害が発生しているものもあります。

この変色は、一般に青変菌と呼ばれている変色菌が原因であり、青変被害は、木口への青変菌付着や、カミキリやキクイムシなどの穿孔虫の食害時に材内部へ青変菌が伝播することにより発生します。

しかし、アカマツが樹脂（ヤニ）浸出能力を持つ間、つまり、健全木ではキズがあっても材に変色は進まず、樹脂（ヤニ）浸出が止まると材の中で変色菌の繁殖により青変・黒変を起こすことがわかっています。また、青変菌は、フェノール系の抗菌物質が存在する心材部には侵入できず、あまり変色しません<sup>※2,3,4</sup>。

写真に、当センター構内において健全木を伐採し、林内に数か月放置したあと製材した時の様子を示します。写真-3 は平成 25 年 6 月 25 日に伐倒し、同年 8 月 9 日に製材した時の様子、写真-4 は同年 8 月 9 日に伐倒し同年 10 月 8 日に製材した時の様子です。どちらも、青変は木口面周辺部だけで材長方向の内部までは確認できませんでした。既存のデータでも、木口面からの侵入は 5～30cm 程度との報告があります<sup>※4</sup>

一方、安曇野市の松くい虫被害材では、写真-5 に示すように材全体で青変が確認された個体がありました。松くい虫被害木では、ヤニの浸出が止まっているため、穿孔虫が樹皮下へ侵入し青変菌を持ち込むことにより、青変被害が辺材部に広がっている可能性があることがわかります。

#### 4 おわりに

もちろん、松くい虫被害を未然に防ぎ、被害を受ける前に利用することがベストです。しかし、平成 25 年に当センターが行った青変材のアンケート調査では、写真-6 のサンプルのように青変材を選別し揃えることで、一部のユーザーに受け入れられました<sup>※5</sup>。

(木材部 今井)

※1 安曇野市「松くい虫被害材の利用に関するガイドライン」

※2 新編「樹病学概論」（東京：養賢堂発行）

※3 木材工業 Vol. 62, No. 1, 2007, P39-41

※4 アカマツの青変被害の防止技術（岩手県林業改良普及協会発行）

※5 長野県林業総合センター：業務報告 2010～2014



写真-3 伐倒 1 か月時の製材の様子



写真-4 伐倒 2 か月時の製材の様子



写真-5 松くい虫被害材の製材の様子



写真-6 アカマツ青変材のサンプル

お知らせ

## 岐阜県との交流が進んでいます

岐阜県と長野県は、気候条件が似ているために、森林・林業分野でも共通の課題を抱えていることから、県同士の連携をきっかけに試験場同士でも積極的に交流をすすめています。

今年度は、当センターの研究成果発表会で岐阜県の研究成果を紹介していただき、私どもも岐阜県の研究成果発表会で成果の発表をさせていただきました。

さらに、当センターで実施している森林・林業セミナーでは、銘木市場や木造公共施設の見学に加えて、本県でも利用開発を検討している広葉樹林施業の現場を岐阜県の全面的な支援で見学できました。

また当所の所長が、岐阜県の家具職人さんに向けて講演をさせて頂き、今後広葉樹の利活用に向けて更に研究を加速化させる必要を感じたよう

す。

これからも長野県の森林・林業の推進に向けて、岐阜県との連携を上手に活用して、本県の研究指導に役立てていきます。



岐阜メディアコスモス（ヒノキ板材を利用した天井）

（指導部 小山泰弘）

お知らせ

## 第28回研究功績賞を受賞

平成26年度まで当センターに勤務されていた木曾地方事務所林務課の岡田充弘鳥獣対策専門員が、1月14日に行われた全国林業試験研究機関協議会が主催する「第49回森林・林業シンポジウム」の席上で、第28回研究功績賞を受賞しました。

岡田鳥獣対策専門員は、平成2年度から平成26年度まで、長野県林業総合センター育林部で、病虫獣害の被害対策を担当し、マツ材線虫病やナラ枯れ、ニホンジカ剥皮被害など、県内で問題となっている様々な病虫獣害に対して、被害の現状把握を行うとともに、それぞれの被害に対応した適切な防除技術の開発をすすめてきました。

特筆される成果としては、ナラ枯れ被害を防止するための防除薬剤の改良が挙げられます。山奥

の大径木を防除する既存薬剤が非常に重く手間もかかることから、山形県などと共同で大幅に軽量化、省力化させた高濃度薬剤による微量注入処理方法を開発し、処理コストが半分以上となる有効な技術を実用化させました。

このたびの受賞はこれらの功績が高く評価されたものです。



掲載記事に関する詳しい問合せ等は、林業総合センター指導部までお気軽にどうぞ。

郵便番号 〒399-0711

所在地 長野県塩尻市大字片丘5739

TEL 0263-52-0600

FAX 0263-51-1311

URL <http://www.pref.nagano.lg.jp/xrinmu/ringyosen/>

E-mail [ringyosogo@pref.nagano.lg.jp](mailto:ringyosogo@pref.nagano.lg.jp)