

治山工事における創意工夫の取組について

米代東部森林管理署上小阿仁支署 一般職員 ○三浦真澄
米代東部森林管理署上小阿仁支署 総括事務管理官 ○有馬俊英
米代東部森林管理署上小阿仁支署 主任森林整備官 高橋修平

1 はじめに

治山工事は、地形・地質・荒廃状況などの地理的要因や保全対象との位置関係などを考慮したうえで構造物の規格や位置などが計画されており、その効果を十分に発揮するためにも設計図書どおりに施工することが重要となります。

しかしながら、施工時においては、悪天候によるアクシデント、設計図書と異なる状況の発現、周辺で計画・実行されている他事業との調整などにより、設計の変更や追加を余儀なくされます。

本稿では、令和2年から3年にかけて施工した鋼製スリットダム施工時の設計変更対応として受注者と支署職員が取り組んだ3つの取り組みについて報告します。

2 取組・結果

(1) 溪岸浸食防止及び崩落土砂対策

スリットダム計画箇所の下流にある溪岸浸食箇所は、高さ50m以上の急斜面直下にあり、断続的に崩落土砂が発生していたものと推測されます。(写真-1、写真-2)

流木対策と河道閉塞対策について受注者と検討を重ね、ダム下流側を幅広かつ直線的に整備し、蛇行による溪岸浸食を防止するとともに、崩落土砂の沢への流出防止を目的とした盛土を行うこととしました。

検討にあたっては、始めに、監督職員が「完成イメージ」を伝え、技術的に可能か、工期への影響はないか、効果は期待できるのかなど、受注者と調整を図りました。



写真-1 溪岸浸食上部



写真-2 溪岸浸食状況

1年目完成時です。(写真-3)
急斜面直下に盛土エリアが整備されており、上部から土砂等が崩落しても沢に直接流入する可能性が低くなりました。



写真-3 1年目完成時

2年目完成時です。(写真-4)
点線が施工前の沢の流れになります。

ダム下流側は直線的かつ幅広に整備されており、蛇行による浸食防止が図られ、保全対象へ被害が及びにくい配置となりました。



写真-4 2年目完成時

これは、盛土エリアの保護対策として、受注者が提案・実行した転石護岸工です。上の写真は、1年目完成時(写真-5)、下の写真は、2年目着手時です。(写真-6)

白枠で示した転石のとおり、水量が増加した融雪後でも完成時の形状を保っており、落雪に伴う土砂の捕捉も確認できます。いずれ、木本類が侵入し、溪畔林を形成するなど、より強固な地盤に変わっていくと期待しています。



写真-5 令和2年11月(1年目完成時)



写真-6 令和3年5月(2年目着手時)

(2) 施工地上流域における事業計画を考慮した迂回路の設置

スリットダムの上流域には伐採期を迎える人工林や治山工事が計画されていますが、沢と並行する「小繋沢林道」は、起点から約200m付近で路肩決壊のため通行不可となっていました。(写真-7)



写真-7 路肩決壊区間

迂回路の設置については、3つのポイントがあり、それらを考慮した上で取組を実施しました。

1つめのポイントですが、林道が通行不可となっていた場合、並行する沢を跨ぐ迂回路を設置し、林道に戻るといった手段があります。しかし、手間がかかるうえ、豪雨等による増水に伴い、迂回路が流出し事業の妨げとなることもあります。(写真-8)



写真-8 沢を跨ぐ迂回路

2つめですが、施行したスリットダムは、ダム上流側へ堆積した流木等を除去するため、維持管理用として沢に降りる管理用道路を設置する必要があります。(写真-9)



写真-9 管理用道路の設置

3つめは、水の流れの規制です。これは、当支署が令和2年度治山研究発表会で発表した流木対策に関するものです。治山ダム完成後、豪雨等により溪岸浸食の拡大が確認されたため、写真中央の枠内にあるスギを伐採し、水の流れを直線的にするべきだったのではないかと提起したものでした。(写真-10)



写真-10 水の流れの規制

以上、3つのポイントを踏まえて、スリットダムの維持管理用道路を活用し、沢を跨ぐことなく、かつ、水の流れの規制を目的として、路肩直下の浸食箇所を不安定土砂等で埋め戻し、その上を、迂回路が設置できるよう施工することとしました。

完成時の写真です。(写真-11)

水の流れが直線的かつ扇状になったため、浸食防止及び水の勢いを軽減する効果が期待されます。また、沢を跨がなくても迂回路を設置できるスペース(写真-12)が確保され、上流域へのアクセスが容易となりました。

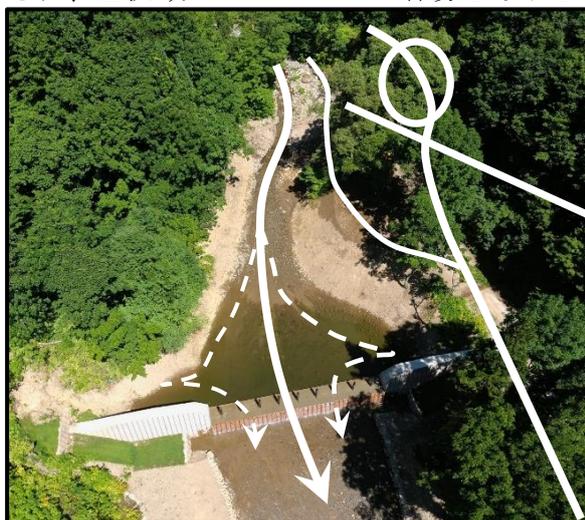


写真-11 完成時の写真



写真-12 迂回路設置スペース

(3) 工事支障木等の有効活用

治山工事では、施工時に発生する支障木等を仮設資材として活用することがあります。本工事でも活用を検討しましたが困難と判断し、その処理について苦慮していたところ、支障木調査を担当した森林官から「生産請負に回せないか」と付言があり、支署担当職員へ相談したところ、チップ材として利用可能と判断されたため、署内で調整し、無事に搬出することができました。

生産資材としての活用は、木材の品質やトラックの乗り入れなど条件がありますが、今後、一般材の生産なども含め、選択肢としてよいのではないかと考えます。

3 結果・考察

設計図書どおりに施工することは大変重要ですが、工事の進捗に伴う新たな事象に対し、柔軟に対応することも重要です。

引き続き、新たな取組を実行するためにも、支署内において情報共有や調整を積極的に行うとともに、これらの取組について研修や勉強会等を通じて広く周知することにより、治山事業をはじめ各種事業において有効な成果が期待されます。

津軽森林管理署管内における

ヒバ稚樹の活用による再造林コスト抑制に向けた調査

津軽森林管理署 森林官補 ○遠藤修平
一般職員 内田朋紘

1 はじめに

利用期を迎えた森林が増加し、主伐面積が増加していることに伴って主伐後の再造林にかかるコストの増大が問題となっています。当署管内でも、主伐・再造林面積が増加傾向で推移していることから、再造林コスト抑制のための取組の重要性が増しています。

青森県の郷土樹種であるヒバの稚樹（以下、「ヒバ稚樹」とする）は高い耐陰性を有することで知られ、光がほとんど差さない環境でも生育が可能なことから、天然更新した稚樹の活用やスギ等造林地での樹下植栽による複層林化等への利用事例があります。

当署管内でも、スギ等造林地林床で旺盛に発生しているヒバ稚樹が確認されるため、主伐時にこういったヒバ稚樹を保護・活用し、主伐後の植栽や下刈りにかかる再造林コストを抑制することが期待できます。

そういったヒバ稚樹の活用を検討する上で参考とするため、令和2年度版森林調査簿に記載されている各林小班の構成樹種のデータや令和3年度の立木販売箇所の収穫調査結果から親世代となるヒバ（以下、「ヒバ母樹」とする）が混交している林分を図面に示したところ、ヒバ母樹は当署管内の広い範囲に分布していることが見て取れました（図1）。

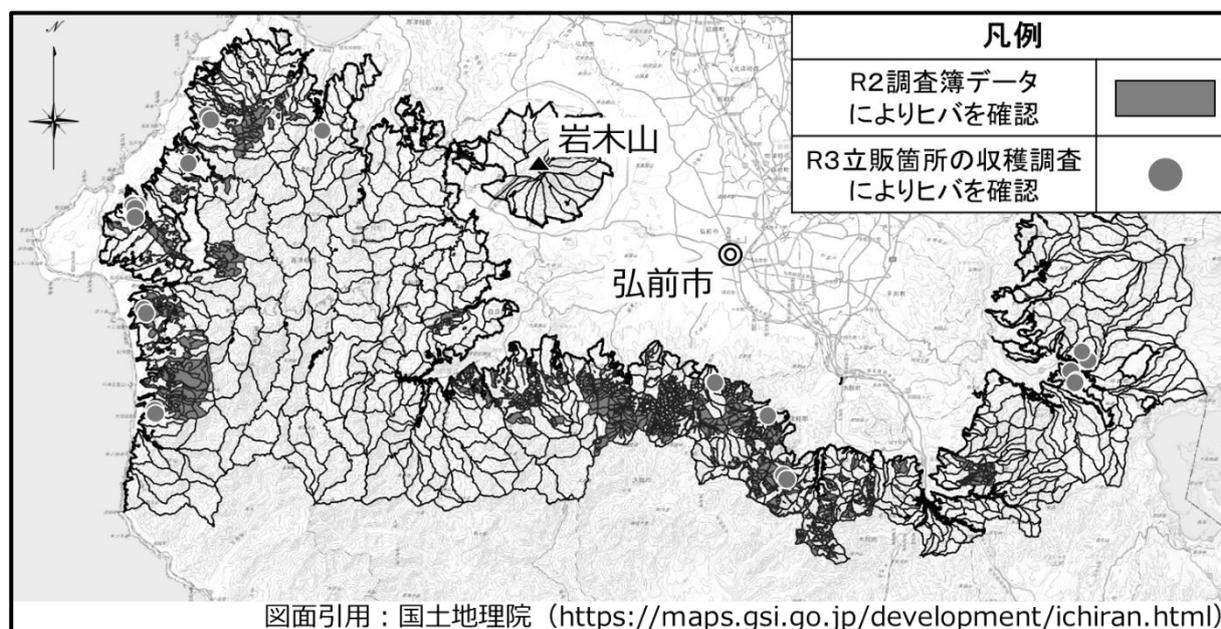


図1 津軽署管内におけるヒバ母樹の分布

しかしながら、林床植生等を示すデータは存在しないため、どの林分に利用可能な本数密度のヒバ稚樹が生育しているのか等、把握できないことも多く、再造林コスト抑制を目的としたヒバ稚樹の活用が可能かどうか明確ではありませんでした。

そのため本研究では、当署管内における「ヒバ稚樹を活用し再造林コストを抑制する取組」の実施可能性を検討するべく現地調査を実施し、ヒバ稚樹の発生状況や生育箇所の傾向等を調べました。

2 調査方法

(1) プロット調査

当署管内では、ヒバの植え付け記録のないスギ造林地等での収穫調査等で度々ヒバが確認されます。ヒバが確認される理由として、過去に周囲の林分に由来する種子が侵入したこと等が考えられます。そのため、こういった「ヒバ母樹の混交が確認された林地」では、現在も新たにヒバが侵入・発生している可能性が十分にあると考えられます。

しかしながら、こういった造林地におけるヒバ稚樹の発生状況について、当署管内での直近の調査記録はありませんでした。

そこで、収穫調査で「ヒバ母樹の混交が確認された林地」である湯ノ沢国有林 114 い 2 林小班（図 2）においてプロット調査を実施しました。

調査地の概要は表 1 のとおりです。

調査は対象の林小班内に設置した 10m 四方のプロット 5 箇所で行い、プロット内部の高さ 30cm 以上のヒバ・スギ・広葉樹の稚樹の本数及び、周辺の地形を記録しました。

表 1 湯ノ沢国有林 114 い 2 林小班の概要

面積	6.75ha	
林齢	59年生	
施業群	植栽型複層林施業群	
伐採種	複層伐（伐採率36%）	
収穫調査結果（標準地調査）		
樹種	本数	材積
スギ	482本	313m ³
ヒバ	32本	3m ³
その他広葉樹	252本	28m ³
計	766本	344m ³

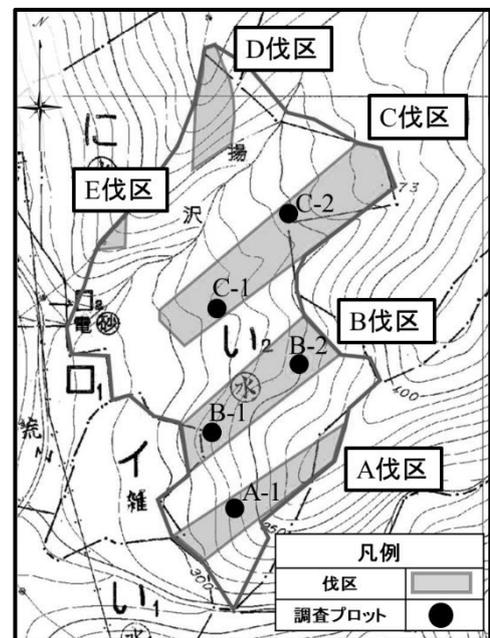


図 2 調査地位置図

(2) 林道周辺調査

さらに、ヒバの生育箇所の傾向を把握するための広範囲の調査として、ヒバ母樹が集中して分布している砂子瀬・相馬・大鰐担当区にある林道を対象に、林道周辺調査を実施しました(図3)。

調査は林道を200m進むごとに行い、目視で周囲のヒバ稚樹の有無、林相、地形情報を記録しました。200mごととしたのは、各地点の調査結果を独立したデータとして集計するため、ヒバ稚樹の有無等の確認を目視で実施したのは、広範囲の傾向をつかむため調査箇所数及び、調査範囲を優先したためです。ただし、200m地点が土場等であった場合は調査地点から除きました。

また、林道は幅3m以上の無立木地であることから、今回の調査箇所は造林地の作業道脇や伐採跡地周辺の林分と類似した環境だと推察されます。

なお、最終的な調査箇所数は、林道12路線275箇所でした。



図面引用：国土地理院 (https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html)

図3 林道周辺調査の対象区域

3 調査結果

(1) プロット調査の結果

プロット調査の結果については表2のとおりです。

表2 各プロットの調査結果

プロット番号	ヒバ本数	広葉樹本数	周辺樹種	傾斜方位	斜度
A-1	51本	12本	スギ・ヒバ	西	中
B-1	30本	11本	スギ・ヒバ・広葉樹	西	中
B-2	27本	19本	広葉樹	北西	急
C-1	0本	25本	スギ	南	緩
C-2	52本	26本	スギ・ヒバ・広葉樹	北西	中

収穫調査で確認されたヒバの割合はスギ等と比べてわずかだったものの、多くのプロットでおよそ3,000本/ha~5,000本/haという天然更新に十分な本数密度のヒバ稚樹が確認されました。

一方で、C-1とC-2のように同一小班・同一伐区に設置したプロットでも稚樹の本数密度に大きな差が認められました。

(2) 林道周辺調査の結果

林道周辺調査については、全調査箇所275箇所のうち、およそ半数にあたる150箇所でヒバの稚樹が確認されました。

このうち、調査結果のうち特に調査地点周辺に母樹となるヒバが存在する場合について、斜面の面する方角別に示したのが表3及び、図4です。

表3

斜面方位	ヒバ稚樹確認	調査箇所数	ヒバ稚樹存在割合
北	25箇所	25箇所	100%
北東	6箇所	6箇所	100%
北西	6箇所	6箇所	100%
東	13箇所	13箇所	100%
西	7箇所	8箇所	88%
南東	2箇所	2箇所	100%
南西	1箇所	1箇所	100%
南	13箇所	13箇所	100%

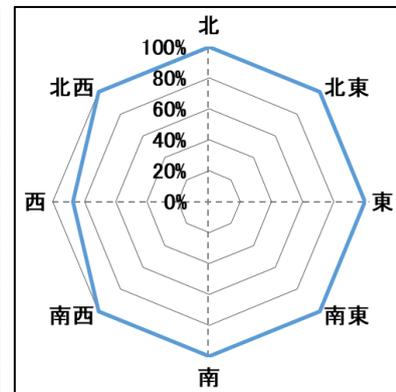


図4

この結果から、無立木地周辺かつ母樹となるヒバが存在する箇所では、斜面の面する方角や斜度等の要因に関わらず、ほぼ確実にヒバ稚樹が存在することが分かりました。

また、調査結果のうち特に調査地点周辺に母樹となるヒバが存在しない場合について、斜面の面する方角別に示したのが表4及び、図5です。

表4

斜面方位	ヒバ稚樹確認	調査箇所数	ヒバ稚樹存在割合
北	28箇所	37箇所	76%
北東	5箇所	9箇所	56%
北西	8箇所	12箇所	67%
東	11箇所	38箇所	29%
西	9箇所	43箇所	21%
南東	4箇所	21箇所	19%
南西	1箇所	6箇所	17%
南	11箇所	35箇所	31%

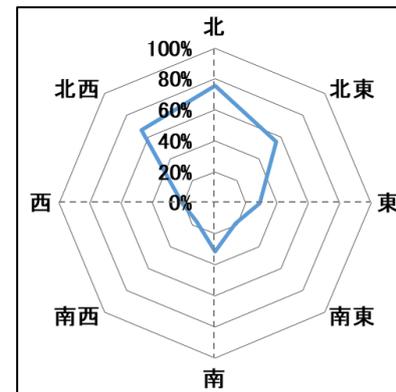


図5

この結果から、無立木地周辺かつ周囲に母樹となるヒバが存在しない箇所では、北寄りの方角に面した斜面にヒバ稚樹が存在する確率が高いことが分かりました。

4 考察

はじめに林道周辺調査の結果から考察します。

まず、母樹となるヒバの周辺は、実生更新や伏条更新によりヒバ稚樹の発生機会が多い条件であると考えられます。そのため、多数発生したヒバ稚樹のうちのどれかが生き残る可能性が、極めて高かったということが考えられます。

一方で、母樹となるヒバから離れた箇所は、ヒバ稚樹の発生機会が少ない条件であると考えられます。また、北向き斜面は、斜面の上方である南方向に存在する尾根や林地など

によって太陽光が遮られやすいため、他の植物との競争が起こりにくく、耐陰性が高いヒバ稚樹の生存に有利な条件といえます。このため北向き斜面では、発生したヒバ稚樹が生き残る可能性が他の方角より高くなったということが考えられます。

これらより、同一の母樹に由来するヒバ稚樹は、主に母樹周辺から競争の穏やかな箇所にかけて広がるように存在していることが示唆されました。

これを踏まえて、プロット調査結果について考察すると、調査を実施した造林地は、暗く、競争の起こりにくい環境であったことから、調査対象の林小班周辺の林分に存在するヒバ及び、過去に調査対象の林小班に侵入したヒバが母樹となり、それらに由来するヒバ稚樹が広範囲かつ天然更新に十分な本数密度で発生・生育していたものと考えられます。そのため、特に調査対象の林小班のような「ヒバ母樹の混交が確認された林地」においては、ヒバ稚樹が広範囲かつ高い本数密度で存在することが期待できるといえます。

図1からも見て取れるとおり、こうした「ヒバ母樹の混交が確認された林地」は当署管内に広く存在します。したがって、当署管内におけるヒバ稚樹を活用し再造林コストを抑制する取組は実施可能であるといえます。

しかしながら、様々な要因によりヒバ稚樹の本数密度に大きな偏りのある林地において、植栽によらない更新を適切に実施するためには、現状、伐採前の現地踏査が必要不可欠です。

そのため、的を絞った効率的な現地踏査の実施等に寄与する条件設定や指標の策定が今後の課題です。

最後になりましたが、本調査の実施にあたりご協力いただきました皆様に、深く感謝の意を申し上げます。

採材の単純化による歩留向上に向けた取組（続報）

津軽森林管理署金木支署 一般職員 齊藤俊介

1 はじめに

我が国の人工林の多くが本格的な利用期を迎えており、新たな国産材需要を創出していく取組が進められています。ところが、林業従事者の高齢化や減少が進んでおり、現状のままでは拡大する木材需要に対応することが困難な状況です。このことから、搬出間伐において生産歩留（生産量（丸太の材積）/資材量（立木の材積））を向上させるとともに、作業の効率化を進めることが極めて重要です。

東北地方の多雪地帯では、積雪の重みにより根元が大きく曲がった根曲がり木（図1）が多く生じます。大きく曲がった丸太は製材用や合板用として活用できないため、生産歩留の低下を引き起こす要因となっています。このことから、切り落とされた根元部分「短コロ」を低質材として活用することで生産歩留の向上が期待されますが、短コロは搬出などに手間がかかるためほとんどが林内に放置されているのが現状でした。



図1：スギの根曲がり木

従来の作業方法では、根元の曲がった部分を切り落とし、ある程度直材となった辺りから4mまたは2mで造材していました（図2：1）。本取組ではこの方法を従来方法と呼びます。従来方法で造材した丸太は表1のように巻立てするので、短コロを搬出すると計6種類の巻立てが必要です。このため、従来方法は作業効率の低下を引き起こすことが考えられます。

そこで平成30年度に新たな造材方法を考案しました。まず、サルカ部分を含めて一番玉を一律2mで玉切りし、2m低質材とします。そして、二番玉以降を一律4mで玉切りします（図2：2）。このため、生産される材は表1で示した4種類のみです。新規方法はこれまで林内に放置されてきた部分も搬出できるため、生産歩留の向上が期待されます。また、長級の単純化や4m材比率の向上により、造材・巻立て・トラック運搬の作業効率の向上が期待されます。さらに、主伐後における造林作業の効率化や、林地残材量の減少に伴い豪雨等による災害時の林地残材の流出軽減も期待されます。

表1：従来方法及び新規方法の巻立て区分

		巻立内容(従来方法)	巻立内容(新規方法)
1	短コロ 2m材 4m材 2m材 2m材 梢端	4m材	一般材 or 合板材 or 低質材
2	2m低質材 4m材 4m材 梢端	2m材	一般材 or 合板材 or 低質材

図2：1. 従来方法 2. 新規方法

2. 取組・調査方法

(1) 調査箇所及び使用機材

本調査では、根曲がり木が多く生育するスギの林分を対象としました。比較調査を実施するため、青森県五所川原市小田川山国有林において林分条件がほぼ等しい小班を選定し、従来方法と新規方法による搬出間伐（定性間伐）を実施しました（図3）。収穫調査復命書によると、全立木本数に対する根曲り木の割合は約30%と報告されていました（表2）。作業システムは車両系作業システムであり、伐倒はチェーンソー（ハスクバーナ560）、造材はプロセッサ（イワフジ GPi-40-C）、運材はフォワーダ（イワフジフォワーダ U6C・U6D）を使用しました。搬出した丸太は林道上の仮土場で巻立てし、グラップル付きトラックで最終土場まで運搬しました。

(2) 調査方法

本取組では、丸太の販売により得られる「収入」から、丸太の生産に要する「支出」を差し引いて「収支差」を算出し、立木資材量あたりの収支差が大きい値となった方法が有効であると判断しました。

収入を算出するにあたり、それぞれの方法によって生産された材積（生産量）を記録しました。これに青森県の令和3年度における4月から10月までの各材区分の山元委託販売平均単価（表3）を掛けることで販売総額を算出し、立木資材量で割ることで、「立木資材量あたりの販売単価（円/m³）＝収入」を算出しました。

支出を算出するにあたり、作業日報を活用して、それぞれの方法に要した人工数（人・日）を記録しました。なお、造材・巻立て・トラック運搬以外の作業種は作業内容が変わらないため、3作業種以外（作業道作設・伐倒など）に要した人工数は考慮しません。人工数を立木資材量で割ることで、立木資材量あたりに必要な労働量（人・日/m³）を算出しました。これに作業員一人一日あたりの平均賃金（円/人・日）を掛けることで、「立木資材量あたりの人件費（円/m³）＝支出」を求めました。なお、作業員の平均賃金は全国農業会議所「農作業料金・農業賃金に関する調査結果」における令和2年度のデータを使用しました。

平成30年度に調査を行った時は、新規方法の方が有効に働きましたが、今後さらに新規方法がどのような林分で有効かを追加検証していく必要があります。そこで、平成30年度は40年生未満で平均胸高直径が20cmの林分でしたが、今回は50年生以上で平均胸高直径が28cmの林分で調査しました。



表2：比較調査実施箇所の林分条件

	林小班	林齢	面積	立木資材	胸高直径	根曲り木の割合
新規方法	28い1	52年生	14.86 ha	2,618 m ³	28 cm	29%
従来方法	28い2	51年生	25.66 ha	4,305 m ³	28 cm	29%

図3：比較調査実施箇所

表3：青森県の令和3年度山元委託販売平均単価（税抜き）

4m一般材・合板材 (18cm上)	4m細丸太 (16cm下)	4m低質材	2m一般材 ・合板材	2m低質材
8,875円/m ³	7,380円/m ³	6,542円/m ³	7,256円/m ³	5,640円/m ³

3. 結果

(1) 収入の比較

従来方法では 2,416.54m³ の丸太が生産されたのに対し、新規方法では 1,816.789m³ の丸太が生産されました。丸太の区分別は図4のとおりで、出材比率は変わりませんでした。生産量を立木資材量で割ることで生産歩留を算出したところ、新規方法は従来方法と比較し生産歩留が向上していました（図5）。実際に、作業後の林地の状況を確認すると、従来方法では林内に短コロが放置されていましたが（図6：1）、新規方法は枝条以外ほとんど残っていませんでした（図6：2）。

次に、歩留向上による収入面での効果を確認します。収入額を計算するにあたり、試験的に取り組んでいる4m低質材の青森県の委託販売平均単価は2m低質材と比べると902円高い結果となっています（図7）。それぞれの方法の生産量に各材区分別の平均単価を掛けたところ、販売総額（税抜）は従来方法で17,616,284円、新規方法は13,165,825円となり、これを立木資材量で割ったところ、立木蓄積量あたりの収入は新規方法が937円高い結果となりました（図8）。

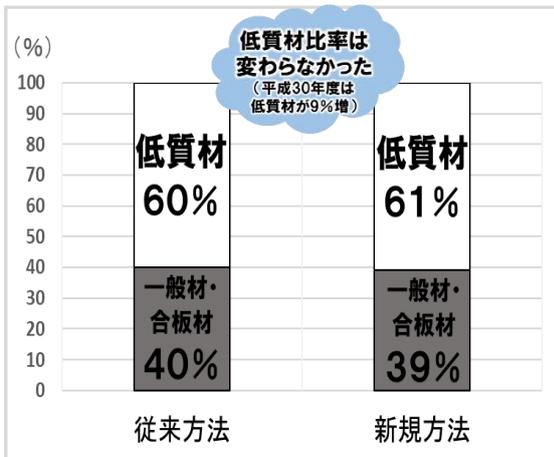


図4：材区分別の出材比率

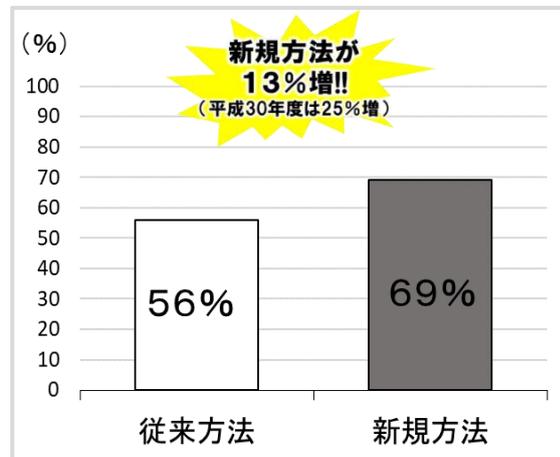


図5：生産歩留（生産量／資材量）



図6：1. 従来方法の林内の様子



2. 新規方法の林内の様子

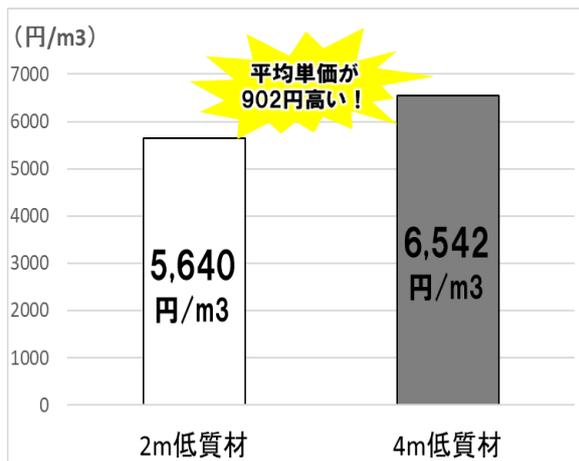


図7：青森県山元委託販売の2m、4m低質材の平均単価

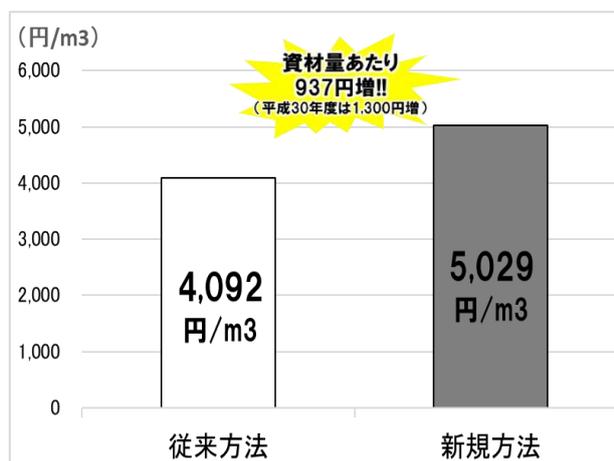


図8：資材量あたりの収入額

(2) 支出の比較

造林・巻立て・トラック運搬に要した人工数を表5に示します。生産量を人工数で割り生産性 (m³/人・日) を求めると、新規方法は3作業種全体の生産性が1.9 (m³/人・日) 向上しました (表6)。実際に、作業者への聞き込み調査を実施した結果、造材作業者からは「採材の単純化により造材で悩むことが無くなり、作業が大変楽になった」、巻立て作業者からは「2m材の仕分け作業が無くなった分、4m材の仕分けには気を遣うようになった」、トラック運転手からは「4m材は効率が良く、2m材と比べると楢がより安定する。サルカ付きだと巻立てに時間を要するようになった。」といった意見があり、サルカ付きの巻立てに時間がかかる以外、生産性が下がるといった意見は聞かれませんでした。

次に、生産性向上による支出面での効果を確認します。それぞれに要した人工数を立木蓄積量で割ることで、立木蓄積量あたりに必要な労働量を算出した結果、従来方法は0.030人日/m³、新規方法は0.033人日/m³となりました (図9：1)。これに作業者一人一日あたりの平均賃金を掛けることで、立木蓄積量あたりの人件費を計算した結果、立木蓄積量あたりの支出は新規方法が43円大きいことがわかりました (図9：2)。

表5：それぞれの方法に要した人工数

	造材	巻立て	トラック運搬	計
従来方法	25.2人・日	51.7人・日	50.3人・日	127.2人・日
新規方法	18.8人・日	35.2人・日	32.8人・日	86.8人・日

表6：造材・巻立て・トラック運搬の生産性

	造材	巻立て	トラック運搬	3作業種全体
従来方法	95.9m ³ /人・日	46.7m ³ /人・日	48.0m ³ /人・日	19.0m ³ /人・日
新規方法	96.6m ³ /人・日	51.6m ³ /人・日	55.4m ³ /人・日	20.9m ³ /人・日

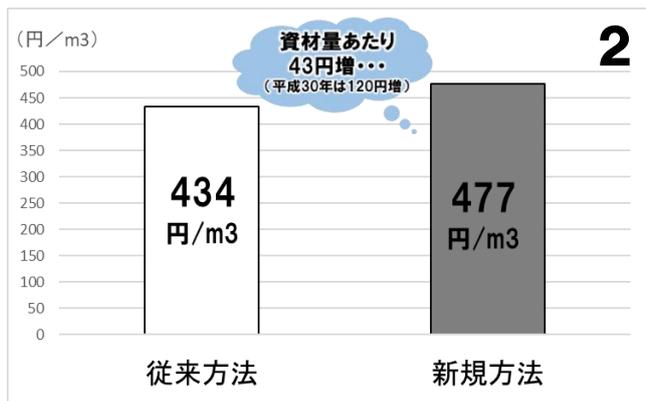
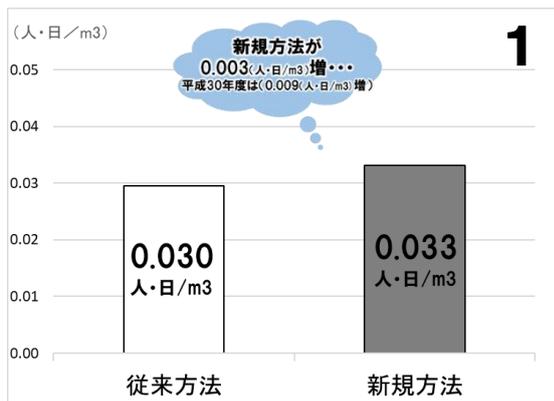


図 9 : 1. 資材量あたりに必要な労働力

2. 資材量あたりの支出額

(3) 収支差の比較

収入から、その収入を得るためにかかった支出を差し引いてみると、従来方法の収支差が 3,658 円、新規方法は 4,552 円となり、差額は新規方法が 894 円高い結果となりました(図: 10)。このことから根曲がり木が多い 50 年生以上の林分でも前回と同様に新規方法の方が有効であったといえます。

	収入 販売単価(円/m³)	-	支出 人件費単価(円/m³)	=	収支差
従来方法の収支差	4,092	-	434	=	3,658円/m³
新規方法の収支差	5,029	-	477	=	4,552円/m³
新規 - 従来	4,552	-	3,658	=	894円/m³

図 10 : 新規方法と従来方法の収支差

4. 考察・結論

今回の調査でなぜ新規方法の方が有効であったかについて、考察に移ります。新規方法は生産量増加に伴う労働量増加の影響で、支出額が増加しました。しかし、今回の調査箇所では、3つの要因により収入も大きく増加したと考えられます。1つ目は歩留向上により、販売材積が大きく増えたことです。2つ目は生産性が向上したことで、労働量の増加が低く抑えられたことです。3つ目は、近年における木材チップの拡大需要により、低質材単価が上昇傾向にあります。このため、根曲がり木が多く生育する林分では支出以上に収入が増加しやすいと考えられます。



図 11 : 新規方法が有効に働いた要因

5. 謝辞

今回の調査にご協力頂いた有限会社秋田谷林業様、有限会社中里運送様に感謝の意を表します。

置賜式下刈りイラズについて（経過報告） ～生分解性シートを用いたマルチングによる下刈りをしない検証～

置賜森林管理署 一般職員 ○氏家森
置賜森林管理署 一般職員 ○澤口颯希

1 はじめに

(1) 下刈りの現状

造林作業のなかで最も過酷で重要な作業が下刈り作業です。下刈り作業は、笹バチによる被災や真夏の炎天下の作業による熱中症の発症など多くの危険性を伴います。

この下刈りをめぐる近年の状況では、下刈り面積の増加と下刈りに従事する育林従事者数の減少があります。近年の国有林内の下刈り面積の傾向は、全国的には横ばいですが、東北森林管理局（以下、東北局）管内では増加傾向です（図1）。一方で、全国と東北局管内の育林従事者数は、1985年以降、減少傾向です（図2）。また、若い従事者が増えつつありますが、従事者の高齢化率は依然高い状況が続いています。このように東北局管内では下刈り面積が増えているにもかかわらず、育林従事者数は減少傾向が長らく続いており、全国的にも従事者の高齢化も続いています。以上のような下刈りの現状のなか、下刈り省力化が求められています。

下刈り省力化の取組には、下刈り回数の削減、成長に優れた優良品種苗・大苗の利用、筋刈りの実施、下刈りの機械化、単木保護資材の活用、ワラビの植栽によるカバークロップの活用（林野庁2020）などがあります。しかし、下刈り自体を無くす方策はまだ少ないのが現状です。

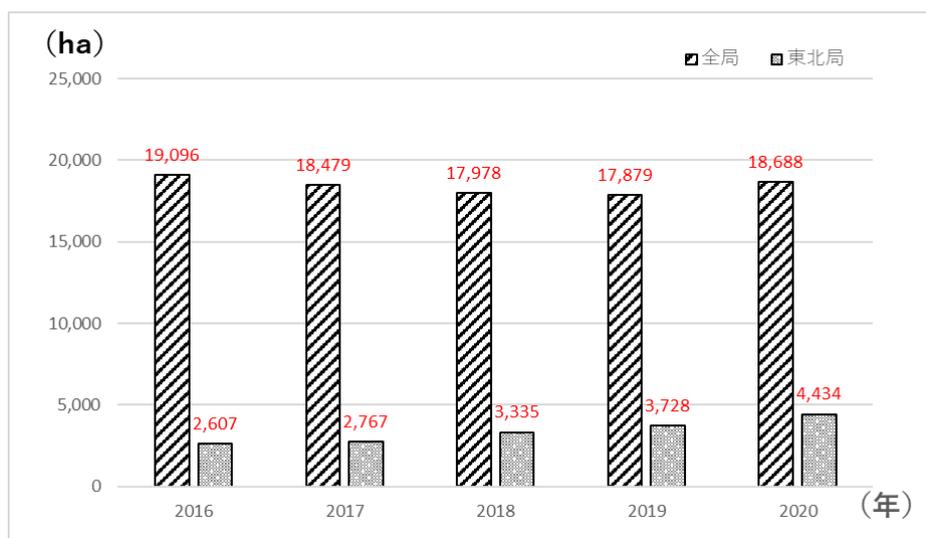


図1：下刈り面積（ha）の推移（左：全国 右：東北局）

（出典：東北森林管理局森林整備課提供資料より作成）

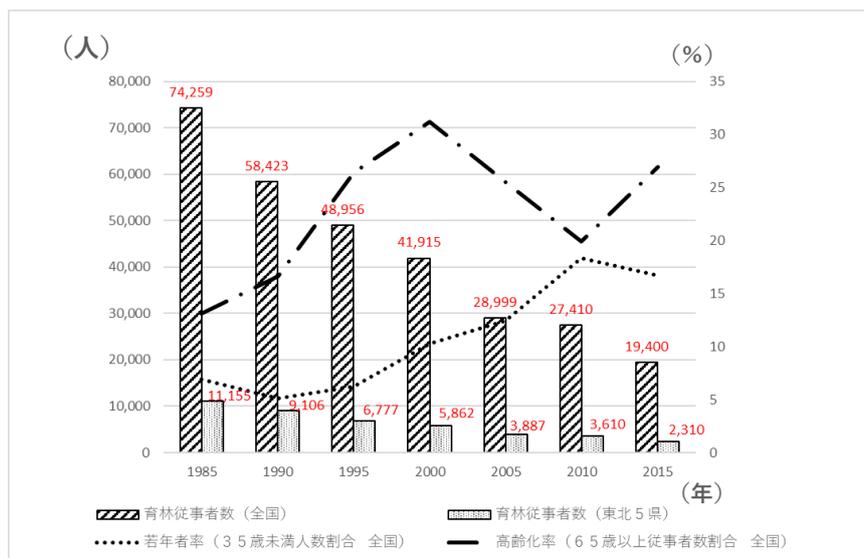


図2：林業従事者のうち育林従事者数の推移
(国勢調査より作成)

(2) 置賜式下刈りイラズとは

下刈り省力化の現状から本研究では、生分解性不織布（以下、生分解性シート）を植栽箇所にマルチング（地表をビニールや布などで覆う作業のこと）をすることで、雑草及び灌木の繁茂を防ぎ、下刈り自体を無くすことができないかと考えました。この生分解性シートは、植物由来の生分解性樹皮を主原料とした布で、遮光性・透水性・通気性に優れ、概ね4年程度で腐食する特性があります。本研究で用いたシートの大きさは、幅約1.5m、長さ50m、厚さ0.5mmで、単価は276万円/haでした（写真1）。

本研究の下刈りイラズとは、この生分解性シートをスギコンテナ苗植栽箇所にマルチングすることで、シートの腐植期間の概ね4年間、雑草及び灌木の繁茂を防ぎ、下刈りを行わずに成林を目指す取組です。

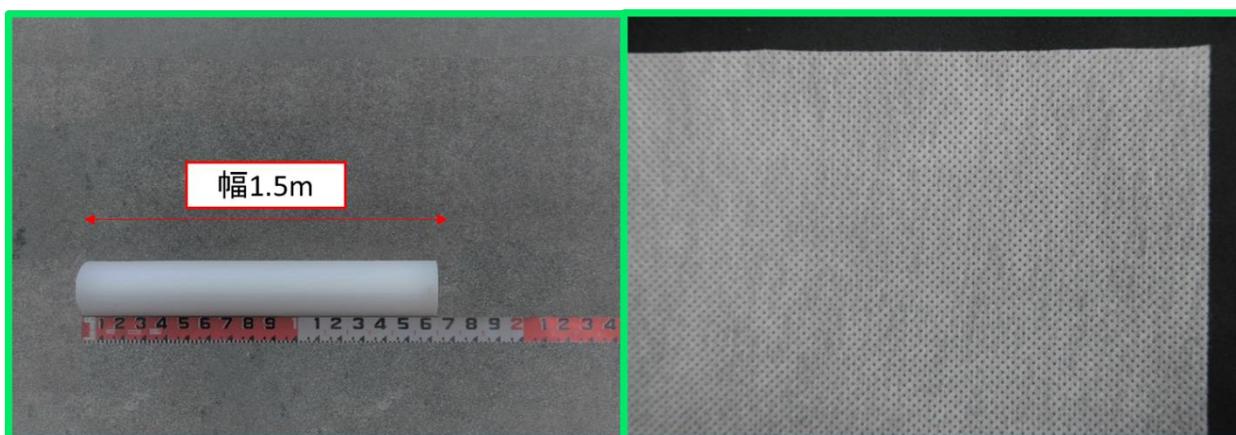


写真1：本研究で用いた生分解性不織布（シート）

2 取組・研究方法

本研究は、山形県西置賜郡小国町で行いました(図3)。小国町は全国有数の豪雪地帯として知られ、積雪は町中心部でもおよそ2m、山間集落では5m近くになるところもあります。試験地は、置賜森林管理署管内の42林班のけ小班です(図3)。試験地の面積は、約0.08haです。比較的、傾斜の緩やかな斜面で本研究を行いました。また、試験地は一貫作業システムの植栽箇所に設定しました。これは、次に説明する機械での伐根の切断作業の効率化を図れるためです。

試験地設定後、最初に試験地の地拵え、切り株の切断などを行いました。本研究では、写真2の左の写真のように切られていないものを切り株、右の写真のように切られているものを伐根と呼ぶこととします。

切り株の切断を行った理由は二点あります。第一に切り株がマルチングの際の障害物とならないようにするためです。第二にシートの強風対策として、切断後の伐根をシートの上に置く重石として利用するためです(写真3)。他にも強風対策として、木の枝やコの字型の鉄杭をシートの端に打ち込みました。

地拵え、切り株切断後、シートのマルチング、ドローンによる試験地の撮影、コンテナ苗の植栽を行いました。幅1.5m、長さ27mから36mの生分解性シートをマルチングしました(図4)。ドローンを用いて、マルチング後の試験地の様子の空撮後、植栽を行いました。2000本/haとなるように、2.2mおきにシート中央にディブルを用いてコンテナ苗を植栽しました。

地拵え、切り株の切断からシートのマルチングまで同時に工期調査を実施しました。下刈りイラズと実際の下刈りにかかる作業時間を比較しました。今後、コスト比較や気象に対する耐久性・試験地の植生の繁茂状況などを調べていく予定です。



図3：試験地の位置(左：管内図 右：小班図)

※1：小班図の丸で囲まれた長方形の範囲が試験地



写真2：左が切り株、右が抜根



写真3：シートの重し
として利用した抜根（黒丸）

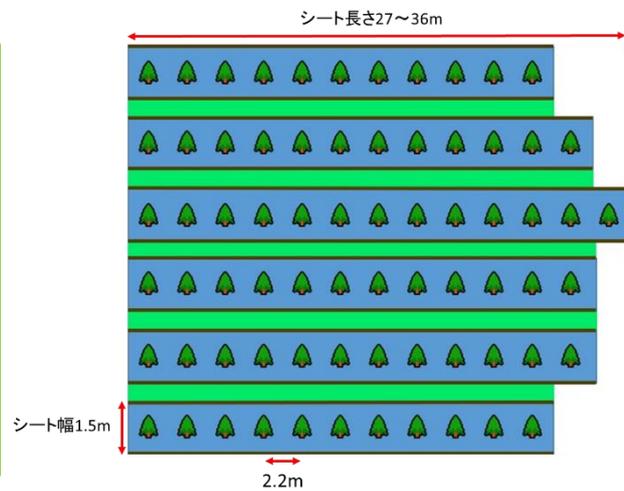


図4：マルチング・植栽の概略図

3 結果

(1) マルチング・植栽

写真4はマルチングの際の様子です。また、写真5はドローンを使用して上空から撮影したマルチング後の試験地の様子です。本研究の試験地は傾斜の緩やかな場所であったため問題はありませんでしたが、急傾斜地であった場合、シートの束や伐根が転がる可能性があります。今後の課題として考えられました。



写真4：マルチングの様子



写真5：試験地の空中写真

(2) 工期調査

図5は全刈りを想定した下刈りの目安の人工と実際に掛かった下刈りイラースの人工をヘクタールあたりで比較したものです。1人工8時間とし、下刈りの人工は1年に1回1ヘクタールあたり3.25人工、4回分と仮定して計算しました。下刈りの人工は、令和元年底密度植栽技術の導入に向けた調査委託事業に記載されているグラフをもとに植栽密度が2000本/haの時の作業時間を定め求めました。下刈りイラースを行うことで全刈りの下刈りを行った時と比べ、作業時間の短縮が期待できました。

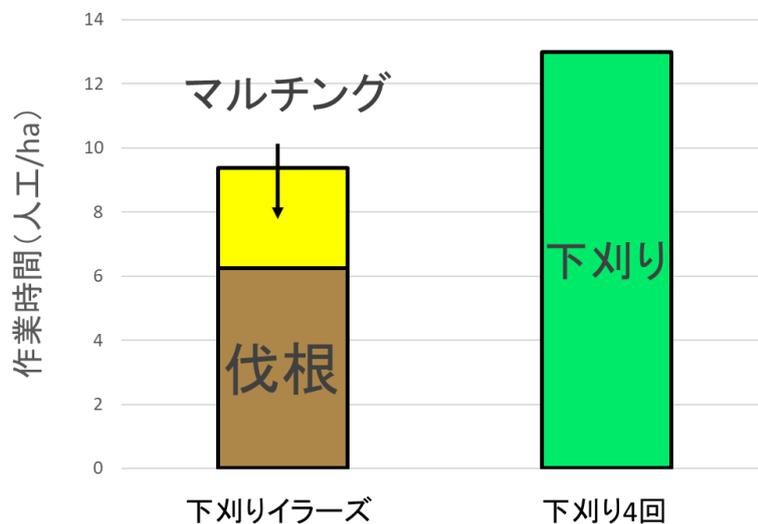


図5：下刈りイラースと下刈り（4回分）の人工

※1：1人工は8時間

※2：下刈りは1年に1回3.25人工/haと仮定

((下刈りの人工の計算は令和元年底密度植栽技術の導入に向けた調査委託事業を参考)

4 今後の課題

2で述べましたように、本研究で用いた生分解性シートの単価は276万円/haであり、コスト削減が今後の大きな課題の一つとなりました。過去にもマルチングによる下刈り省力化の研究が行われており、同様にコスト問題が課題となっていました(原山ほか2014)。他にもシートのマルチング後、一部シートが捲れ上がってしまったため、強風への対策を考える必要がありました。令和4年度以降、経過観察を踏まえてマルチングの有効性・積雪など気象に対しての耐久性を検証していきます。

5 謝辞

本研究を行うにあたって地拵えや切り株の切断、マルチングの作業にご協力いただいた株式会社旭林業の皆さまにこの場をお借りしてお礼申し上げます。

6 参考文献

原山 尚徳・上村 章・齋藤 丈寛・高橋 裕二・宇都木 玄. カラマツ新植地における生分解性防草シートを用いた下草防除効果. 北方森林研究, 2014, 62, 33-36.

林野庁. 令和元年度森林・林業白書, 林野庁, 2019年, 279p.

林野庁. 令和元年度低密度植栽技術の導入に向けた調査委託事業 報告書, 林野庁, 2020年, 323p.

ICT を活用した地すべり調査の手法について

置賜森林管理署 総括治山技術官 ○金井邦夫
治山技術官 佐々木岳士

1 はじめに

(1) 背景

東北局管内では全国的に見ても広域な地すべり地帯が見受けられ、当署管内にも蟹ヶ沢地区に 100 ha を超える広域な地すべり箇所があります。

このような広域地すべり斜面を対象に「ドローンを用いた広域地すべりの動態監視」を目標とした、ドローンで撮影した写真を用いた現地確認の可能性について検証しました。

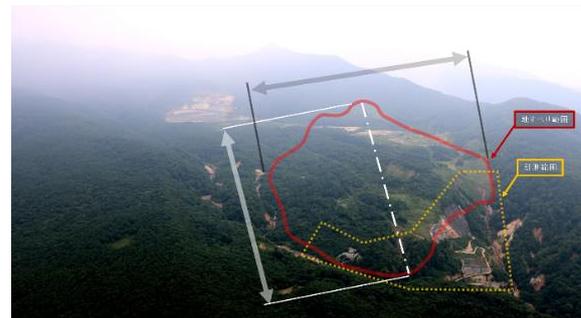


2 取組内容

(1) 現地の状況

右が蟹ヶ沢地区の航空写真で、線で囲われた箇所が地すべり区域であり、幅約 800m、斜面長約 1800m、面積は約 100 ha あります。

特に観測対象として重要な箇所は地すべり末端部にあたる約 34 ha の箇所です。

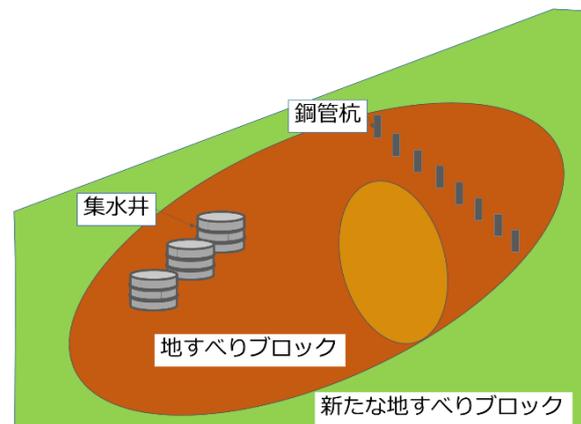


このような広域の地すべりの場合、エリア内に入ってしまうと調査対象の絞り込みが非常に困難となります。蟹ヶ沢地区では、地下水を処理する井戸「集水井」や動いた斜面を止めるための杭「鋼管杭」などの対策工事を行うことで、斜面全体の移動を抑制しています。

施工地は移動した斜面であるため周囲の地山と比べ不安定な土塊となっています。

特に大面積の地すべり地では降雨などの外的要因により基のブロックが分割され新たなブロックが発生し、当初の移動とは異なった動きをしやすいとなっております。

新たなブロックが出来てしまうと新たな観測点や対策工が必要となりますが、その判別には高度な知識や経験が必要な場合が多くあります。



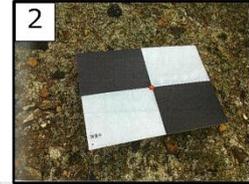
(2) 使用機材

今回使用した機材は大まかにドローン、GNSS 測量機、対空標識、各種ソフトです。

GNSS 測量とはいわゆる GPS 測量のことで使う衛星が増えたため名称が変わりました。

使用した機材

- ドローン
- GNSS(衛星測位システム)測量機(図1)
- 対空標識(図2)
- SfMソフト(Metashape Pro Ver1.7)
- 三次元点群処理ソフト(TREND-POINT Ver7)
- GISソフト(QGIS Ver3.16)



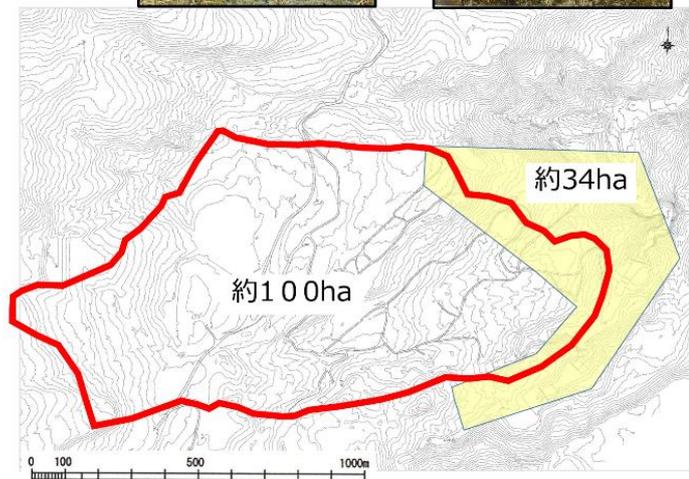
(3) 調査内容

①調査地概要

こちらが蟹ヶ沢地区の図面です。

太線で示した区域が地すべりの全体的なエリア約 100ha あり、過去には 1 日 10 数メートルも移動したことがある地区でその末端部となっているのが細線で示したエリア約 34 ha です。

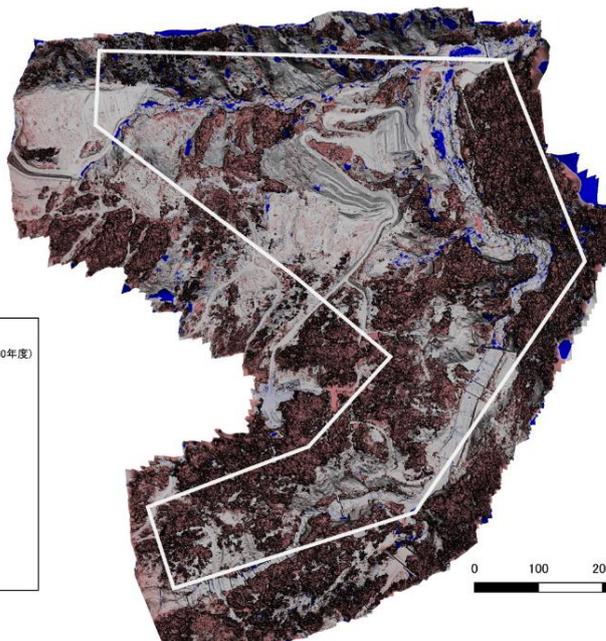
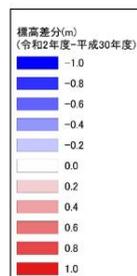
この細線で示したエリアが今回の対象となっています。



先ほどのエリアをドローンで撮影した写真を基に作成した画像がこちらです。

この画像を作成するには基となる観測データのほか、変化後の観測データを比較する必要があるため、複数回の観測データが必要となります。

この図では、2つの観測データを比較して変化がなければ灰色、マイナスであれば青、プラスであれば赤で表示しています。



②調査方法

先ほどの画像で色分けが出来る仕組みについて説明したいと思います。

この図でも変化がなければ灰色(中央)、マイナスであれば青(右側)、プラスであれば赤(左側)で表示します。

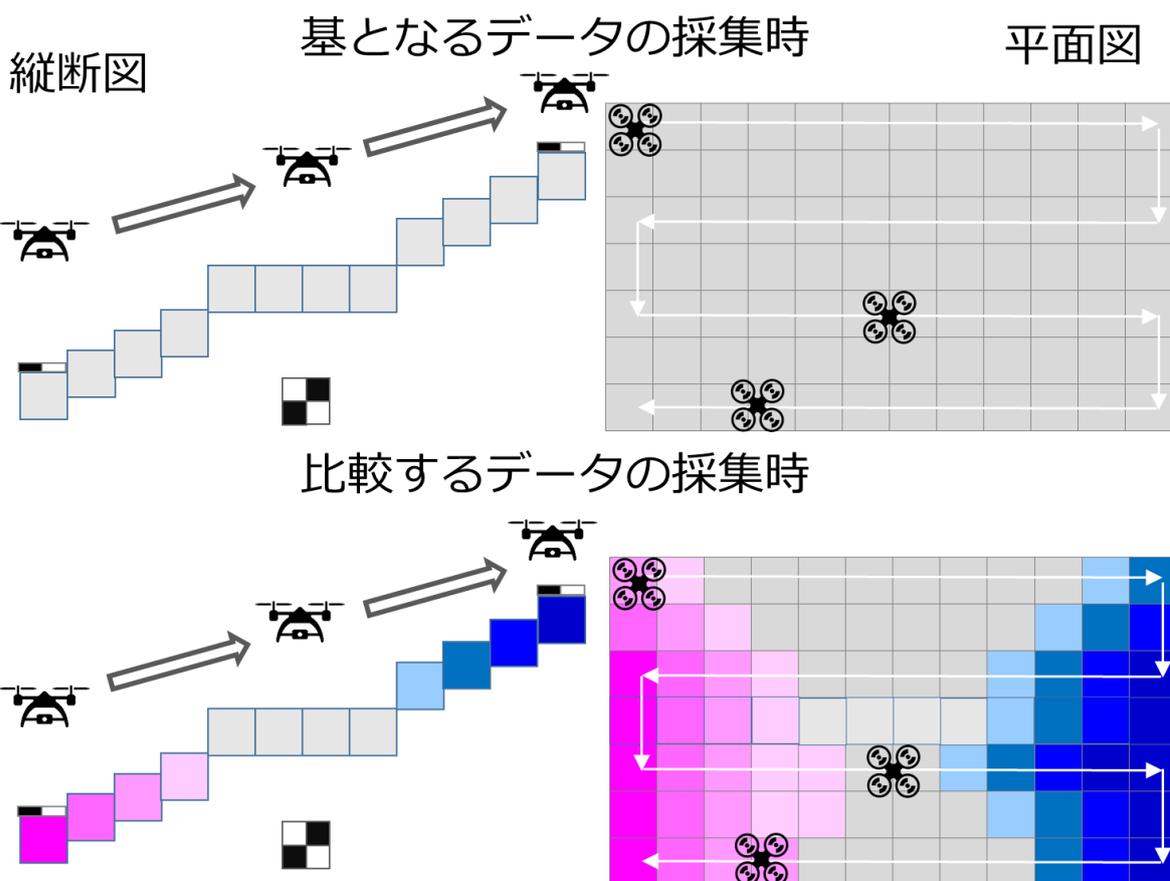
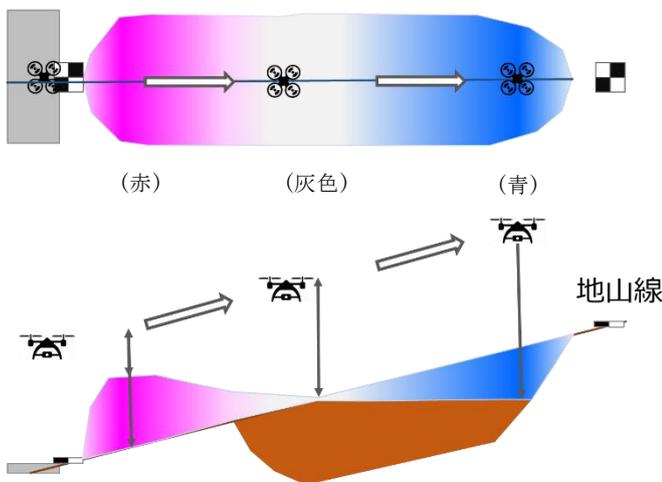
まず、観測の基となるデータをとります。

その後、もとの斜面から土砂が動いたため再度データを集めます。集めたデータを比べることでこのように色分けされたものができるようになります。

では、実際の観測を単純なモデルで説明します。

観測したい区域＝変動があると思われる地区の外側に基準となる点を設置します。この基準の点は東西南北の位置と標高の基準とします。

実際の現場での土砂の移動を元にイメージした場合



次に観測の対象となる斜面を撮影し、このエリアの基となるデータを集めます。図の右から左へ土砂が移動したため、再度データを集め、基のデータと比較します。

比較した結果は、先ほどと同じように赤と青で表現しました。

③解説

写真からデータを得る方法について概要を説明します。

真上から見ると正方形に見える図形があります。

あとの説明のために角に印を付けます、見やすくするために1つの点に色をつけます。

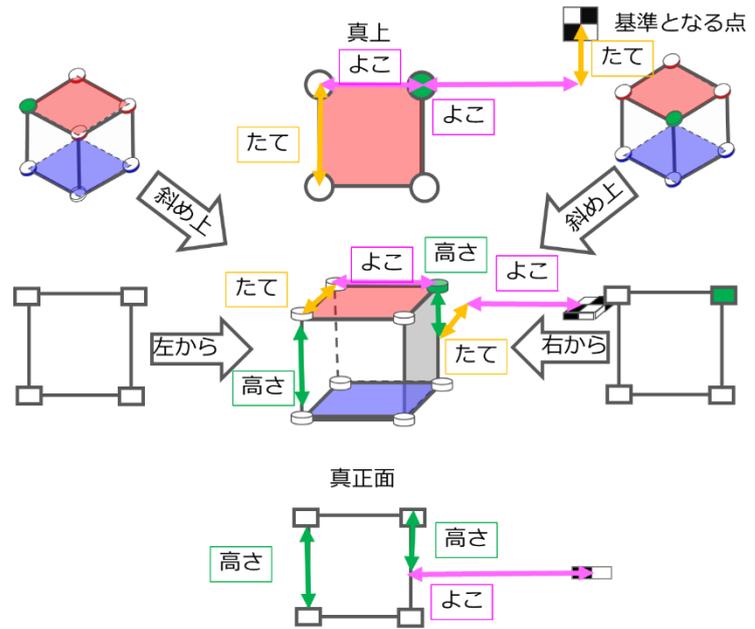
この正方形を別の角度から見てみるとこのように見えます。

このように「色のついた点」は「縦・横」のデータに「高さ」のデータが足されたことで3次元のデータとなります。

さらに「基準の点」を決めておくことで「基準の点」からの「色のついた点」の位置関係も決まります。

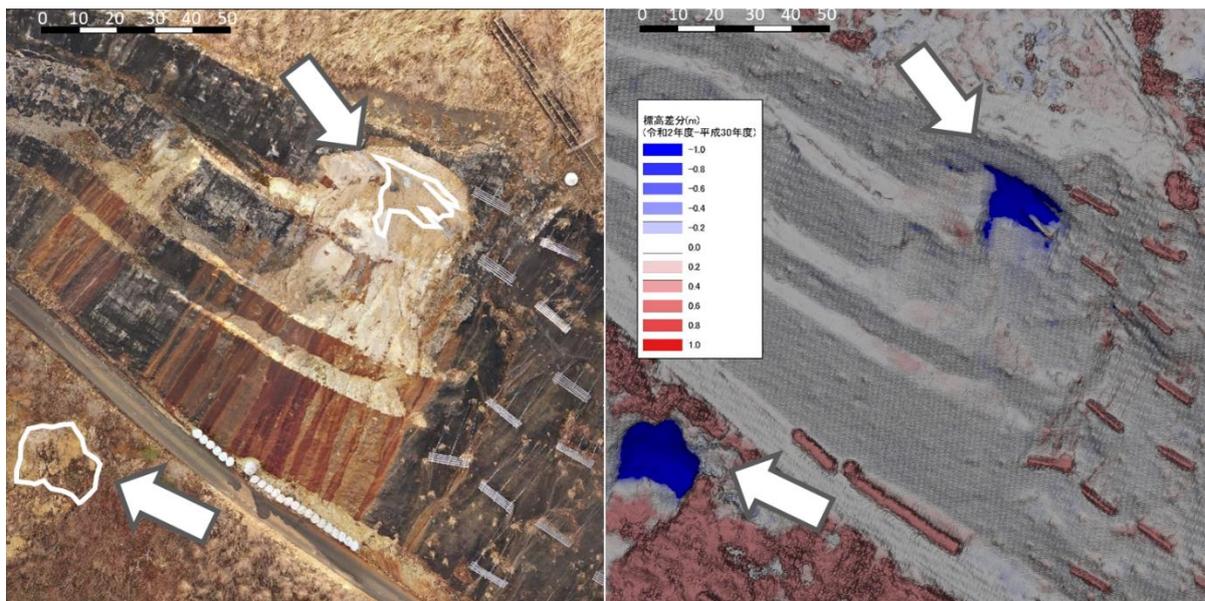
この立方体を色々な角度から測定するし、これらのデータも解析することで「色のついた点」の位置をより正確にするためのデータを得ることが出来ます。

なお立方体にある他の点も同様にデータを持っていて、これらの点のデータを整理・補足等行うことが「三次元点群データの解析」となり、そのデータを取りまとめることで先ほどのような色つきの画像を作成することが出来ます。

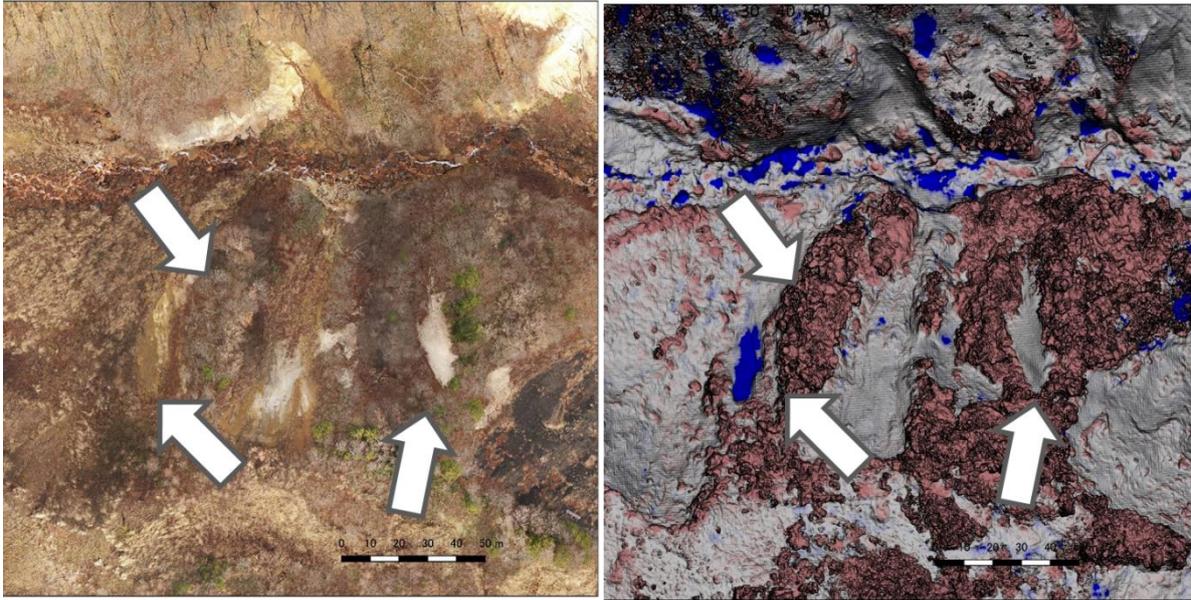


4 観測結果

次の図は今回観測したエリアを抜粋し拡大したものです。



今回の手法では対象エリアを点だけではなく面で観測し、変化を色で表したことで現地状況の判断、理解が容易にできるようになりました。



今回の調査では地すべり性の変動を示すデータは得られませんでした。しかし、斜面崩壊や、その前兆現象とみられる地形の変形、溪流の土砂移動を捉えることが出来ました。

5 考察結果

以上のことから

- ・現地作業の効率化への期待ができること。これは面的な観測の結果、予め図上で変化が認められた場所に出向くことができます。
- ・被害拡大抑止への期待ができること。これは初動調査の精度向上による質の高い対策、検討が見込まれるためです。
- ・安全性の向上が期待できること。

これは、現地での作業省力化により災害発生のおそれも小さくできることが見込まれるためです。

以上で「ICTを活用した地すべり調査の手法について」の発表を終わります。

なお、本発表に際し多大なるご協力をいただきました、国土防災技術株式会社山形支店の皆様にはこの場を借りてお礼申し上げます。

(※発表時はカラー及び動画のパワーポイントを使用しました。)

考察結果

- ・現地作業の効率化への期待
- ・被害拡大抑止への期待
- ・安全性の向上への期待

我が署における若手職員の人材育成への取組

下北森林管理署 一般職員 ○平門由佳子 ○中塔花梨

1 はじめに

下北森林管理署では若い世代の人数が大変多く、職員の約3割にあたる10名が採用5年目までのOJT対象者となっています。これは、東北局管内で最も多い人数です。そのため、業務に当たる上での知識不足や業務経験の少なさが課題となっています。OJT対象者のほとんどは署内勤務となっており、各担当業務で即戦力として日常業務を行いながら、効率的に署で計画したOJTに取り組む必要があります。

令和3年度に実施したOJT等の取り組みを振り返り、今後の我が署の人材育成の課題を職場全体で考えていきました。

2 取組・研究方法

(1) 方法

各OJTの取り組みについて、①OJT対象者、②OJTを行った職員、③県の若手職員にそれぞれアンケート調査を実施しました。

アンケートの内容は以下のとおりです。

①OJT対象者

良かった点や理解度、今後の要望などについて聞き取りを行いました。

②OJTを行った職員

OJTで工夫したことや苦労したこと、今後の改善点などについて聞き取りを行いました。

③県の若手職員

各イベントへ出席した感想と、今後の要望等の聞き取りを行いました。

(2) OJT実施内容

表1にOJTの実施内容をまとめました。令和3年度は、6月から12月にかけて大きく分け8分野のOJTが開催されました。分野によっては現場での実習だけでなく、内業として設計図の作製なども行いました。また、各分野異なる内容で複数回実施されました。

イベント関係では、事業体や地方自治体の担当者を巻き込んでの勉強会や見学会を開催しました。

表 1 : OJT 実施内容

分野	内容	時期
販売関係	・ 検知業務 ・ 県森連フェア等の見学	7月～12月
測定関係	・ 境界巡検・予備調査	7月
土木関係	・ コンクリートの打設現場見学 ・ 災害復旧箇所での測量	9月～10月
治山関係	・ 工事予定箇所の測量 ・ 設計図の作製 ・ 工事完成箇所の見学	7月～12月
育成関係	・ 各事業終了後の検査の実施	6月
収穫関係	・ ヒバ実験林における択伐の測樹 ・ 支障木調査	11月
経理関係	・ 旅費に関する勉強会 ・ 物品に関する勉強会	6月～8月
イベント関係	・ スギ採材勉強会 ・ Wボード活用事例紹介 ・ 山もつとジョージの見学会 ・ ドローン講習会	6月～7月

表 1 から抜粋して 6 つ紹介します。

① 販売関係

検知業務の OJT では、実際に検尺等の道具を使用して径級や長級測定を体験しました。県森連フェアでは、木材の値段を予想しながら見学することで、高品質な木材の特徴等を知ることができました。

② 土木関係

コンクリート打設の見学では、写真 1 のようにスランプ試験の概要説明を受けた後に、打設現場を見学しました。豪雨で被害を受けた災害復旧箇所の測量では、より実践的な経験ができました。

③ 治山関係

治山の OJT は、座学として治山事業の意義、外業の測量、内業の設計、工事施工中の見学、完成検査の見学と業務の時系列順で開催されました。内業の設計では、縦断図を手書きで作製し、CAD の操作等も行いました。外業の測量や完成検査の見学では、トランシット等の機械に触れて測定を行いました。

④ 経理関係

経理の OJT は、入庁 4 年目の OJT 対象者である経理事務担当者が逆に講師を務める形で開催されました。物品購入と旅費についての手順や方法等詳細な説明を受けました。また、OJT 対象者以外の職員も参加しました。

⑤ スギの採材勉強会

スギの採材勉強会には、下北署、地方自治体の職員、事業体など計 40 名以上が参

加しました。内容は、採材から巻立までの基本的な考え方として需要の動向や需要者のニーズに合った生産、はい積の注意点などの説明が行われました。また、スギ素材の採材、仕分けとして変形や曲がりなど欠点のある材の見分け方を学び、プロセッサが4m材にカットしている様子を見学し、材が規格どおりにカットされているかの確認を行いました。

⑥ 樹脂製軽量敷板（Wボード）活用事例紹介

スギの採材勉強会と同様に40名程度が参加しました。内容は、Wボードの特徴として、敷鉄板・ゴムマット等の従来の路面養生製品と比較して、人力で積込・運搬・設置ができるほど軽量で、省力化に有効であること、柔軟性・耐久性に優れていること等の説明が行われ、実際にWボードを使用した現場を見学しました。



写真1：土木のOJT（スランプ試験の説明を受けている様子）

3 結果

各担当業務と併せて無理なくOJTを開催することができました。

また、各イベントや勉強会に関しては、事業者や地方自治体の担当者も交えて様々な視点から学ぶことができました。

(1) OJT対象者、(2) OJTを行った職員、(3) 県の若手職員それぞれへの聞き取りの結果は、以下のとおりです。

(1) OJT 対象者

良かった点としては、OJT を通して普段の業務の知識・技能の向上につながったほか、自分の担当業務以外の仕事も知ることによって自らの仕事の位置づけを理解することにもつながったとのこと。また、旅費システムなど誤った操作をしていたことに気づき、今後の使い方を見直す良い機会となったという意見もありました。その他にも、職員同士や、事業体・地方自治体の方との交流を通して様々な考え方を知ることができたという意見がありました。

一方で、今後の要望としては、予習のために専門用語の解説が記載されている関係資料等を事前に送付してもらえると良いという声や、振り返りとしてレポートの作成を行っても良いのではないかと意見もありました。また、旅費の事務処理に関する知識など、普段の業務で頻繁に使われるものについては、早い段階で知りたかったという声がありました。

(2) OJT を行った職員

工夫したことは、OJT 対象者の参加率を上げるためにいくつか候補日を設けて複数回実施したことや、若手職員以外も参加可能とすることで、業務に対する職員全体の理解度を高め、業務効率を上げることができたという声があがりました。さらに、若い職員の関心を高めるため、丸太検知くんやドローンなど、新しい技術を積極的に紹介した、という工夫もあげられました。

一方で苦労したことは、対象者の中でも採用1年目から5年目までと幅広く理解度のばらつきが大きかったことや、マニュアル通りにはいかない現場での判断基準を教えるのが難しかったという意見などがありました。また、現場での OJT を重視したため天候や移動時の安全確認、山の歩き方など心配事が多々あったという意見もありました。

今後の改善点としては、専門用語や道具の使い方、図面の見方など、基本的な部分が身につけていないため、いきなり現場での実習を行うのではなく、最初に座学で基礎的知識や調査手順の確認を行う必要があるのではないか、という意見がありました。

(3) 県の若手職員

スギ採材勉強会やWボード活用事例紹介では、写真2のように現地で実際に見学しながら説明をしてもらえたので分かりやすく、大変業務の参考になったとのことでした。

下北署の OJT 対象者と同じように、県の若手職員に対しても、イベントを通して、業務の知識・技能の向上に貢献していたことが分かりました。

一方で、限られた時間の中での実施であるため、もっと説明を聞きたかったという意見や、長期的に学びたいので継続的な勉強会を実施してほしいという声があがりました。

また、国有林における材の搬出計画の考え方など、幅広い分野での勉強会を実施してもらいたいという要望がありました。

今後も、県職員や事業体を巻き込んだイベントや勉強会の継続した開催を検討する必要があると考えます。



写真2：スギ採材勉強会（曲がりなど欠点のある材を見学している様子）

4 考察・結論

今回、OJTに関するアンケート調査を実施した結果、我が署においては、若手職員の知識や技術の向上ということだけでなく、業務の効率化やベテラン職員の業務の見直し、職員同士のコミュニケーションの促進、外部との交流など、様々な意義を持っていることが明らかになりました。

一方で、今後の取り組みとして、旅費や物品のように、全職員が実務で使うようなものは、なるべく早い段階で開催することが効果的であることや、収穫調査等、業務内容によっては、いきなり現場での実習を行うのではなく、最初に座学で基礎的知識や調査手順の確認を行うことも検討する必要があるなどの課題も見えてきました。

下北森林管理署では、OJT該当者の人数が多いため、一人一人の希望に添ったものとなるように注意しながら、今後も継続したOJT等の実施が必要であると考えます。

スマートフォン地図アプリの請負事業体向けマニュアルの

作成と普及活動

岩手南部森林管理署遠野支署 森林官 ○新井潤子
森林情報管理官 齊藤謙二
事務管理官 小林明仁

1 はじめに

国有林の GIS データ（以下、国有林野データと記載。）は国土数値情報ダウンロードサービスでオープン化されており、森林情報のさらなる活用が期待されています。しかし、国有林野事業を請け負う多くの事業体では国有林野データの活用が進んでおらず、自分がどこにいるかは周囲測量番号札や地形、感覚や経験等から判断しています。そのため、自分の位置を把握できる情報が少なく、事業に必要な踏査や、松くい虫防除事業等では対象木の発見に時間を要したり、森林作業道計画線の図面陥入や作業の進捗状況の把握に苦労したり、救助を求める際に自分の居場所がわからないといった問題点があります。これは、GPS 機器を持っていないことや操作方法がわからないこと、そもそも国有林野データが公開されていることを知らないこと等が原因として考えられます。

また、森林管理署職員や一部の収穫調査委託者では GPS 機器に国有林野データを取り込み業務に活用していますが、台数に限りがあり、全員には行き渡りません。また、トラック記録をとっても、有線でデータを取り込む手間があること等から、その場限りの利用となり、共有があまりされていないという問題点があります。これは、GPS 機能に特化した機器のみを活用していることによると考えられます。

一方で、スマートフォンが普及し登山者向けの便利なアプリが充実している昨今、一部の職員は個人のスマートフォンの GPS 対応地図アプリ（以下、地図アプリと記載。）に国有林野データを取り込み業務に活用しています（図 1）。しかし、導入の際に試行錯誤で時間がかかることや、職員個人での使用にとどまり共有がされていないという問題点があります。



図 1 従来の GPS 機器と

スマートフォン地図アプリ

2 取り組み・研究方法

これらの解決策として地図アプリの操作マニュアルを作成し、誰でも簡単に操作できるようにすることで、請負事業体等の作業者がそれぞれのスマートフォンに国有林野データを取り込むことができるようになります。それにより、GPS 情報をより多くの人が活用できるようになるとともに、通信機能により情報共有が迅速化されることから、事業の効率

化と安全性の向上が期待できます。そこで、誰でも、簡単に、自分のスマートフォンで国有林野データを表示し、活用できるよう方法を伝えることを目的として取り組みを行いました。

具体的には、①数種類の地図アプリの特性を調査・比較し、この取組をする上で親和性が高いと思われる現時点で一番国有林野事業の事業者向きであるアプリを選定し、②選定したアプリについて試行的に操作マニュアルを作成し、③作成したマニュアルを用いて請負事業者へ普及活動を行いました。

3 結果

(1) 地図アプリの選定

まず、選定する地図アプリの必須機能として、国有林野データがベクタデータとして、もしくは図面データがラスターデータとして取り込めること、オフラインでも使用できること、iOS 端末と Android 端末の両方で使用できること、トラックの記録ができること、ポイントの記録ができること、データの共有ができることとしました。その結果、3つの地図アプリ（アプリA、アプリB、アプリC）が対象となりました。これらの地図アプリについて、さらにアプリの使用料金、国有林野データの取込形式と表示、外部地図の表示機能、作成したデータの管理のし易さで比較を行いました。比較結果を表1に示します。

表1 地図アプリの比較

	アプリA		アプリB		アプリC	
アプリ 使用料金	マップは3枚まで無料で使用可能 ※商用で使用する場合は16,900 円/年のライセンス契約が必要		トラック記録は20回目以降は 機能制限（動画視聴で使用可） 960円で機能制限解除 （一度きり）		トラック記録など一部機能制限 iOSは980円で機能制限解除 Androidは780円/年で機能制限解除	
国有林野 データ	位置情報が付加されたTIFやPDF 形式の図面のラスターデータ ※データサイズが大きい ベクタデータの重ね合わせ可能		GPX形式で取り込み可能 1つのトラックデータとなり、 小班ごとの識別ができない		KML形式で取り込み可能 小班ごとに色分けなどの管理が 可能	
外部地図 (民有林)	ライセンス契約するか、 ストアから有料で購入		国土地理院地図、航空写真 Googlemap、衛星写真、その他		国土地理院地図、航空写真 Googlemap、衛星写真、その他	
データ 管理	レイヤで管理 地図画面から選択も可能 属性情報の取込み、更新が可能		ファイル一覧から管理 ※地図画面から選択できない		地図画面から選択、一覧から選 択、複数選択可能 ※管理しやすい	

比較の結果、アプリCは取り込む国有林野データがKMLファイルのベクタデータでファイルサイズが小さいこと（300林小班程度で約1Mバイト）、小班ごとに色分けなどの管理が可能であること、作成したデータの管理が容易であることから、現時点ではアプリCが最も国有林野事業の事業者向けであると確認し、今回の森林・林業技術交流発表の対象として試行的にマニュアルを作成するものと選定しました。

(2) 操作マニュアルの作成

マニュアルはアプリCの操作マニュアルと、アプリCに取り込むデータの作成マニユア

ルの2本立てとし、アプリCの操作マニュアルについては、導入し易いよう基礎編と応用編を作成し、それぞれiOS版とAndroid版を作成しました。構成は以下のとおりとなっています。

○国有林野事業の請負事業者向け スマホアプリ「アプリC」簡単操作マニュアル

*簡単操作マニュアル vol.1【基礎編】(iOS版7ページ/Android版10ページ)

- step1 スマフォで国有林のどこにいるか確認しよう
(アプリのインストールと国有林野データの取り込み)
- step2 自分が歩いたトラック(軌跡)を記録しよう(トラック記録)
- step3 記録したい地点をポイント記録しよう(ポイント記録)

*簡単操作マニュアル vol.2【応用編】(iOS版14ページ/Android版14ページ)

- step4 森林作業道の予定線を作成してみよう(ルート作成)
- step5 データの管理・共有をしよう

○「アプリC」で使える国有林野データの簡単作成マニュアル

*簡単操作マニュアル vol.3【国有林野データの作成編】(12ページ)

- step1 国有林野のデータをダウンロード
- step2 QGISに国有林野データを表示
- step3 スマホアプリ用国有林野データの作成
(必要な範囲のKMLファイルの作成、ポリゴンをラインに変換、属性を修正)
- step4 スマホアプリ用国有林野データのメール送信

アプリCの操作マニュアルの作成に際しては、林業事業者の現場作業者の年齢層が高いことを考慮し、アプリCの開発者の許可を得た上で、スクリーンショット画像を手順ごとに使用し、分かりやすくなるよう工夫しました。アプリCの操作は直感的でとても分かり易いですが、本来の使用目的が登山者向けで、機能もたくさんあることから、国有林野事業で使う場合にどう活用できるかがわかるような構成としました。

vol.1の基礎編では導入の際に知っておくべき内容をまとめました。step1では各ストアからのアプリCのインストールと現在地の表示、国有林野データの表示、背面地図の変更、地図画面の方向設定変更の説明をしています。iOS端末はOSをアップデートすることで、どの機種も同じ手順で操作することができますが、Android端末は機種により操作方法が異なるため、国有林野データの表示の手順はページを増やして2種類の方法が試せるように解説しています。基本的にはメールや一般的なSNSアプリで受信した国有林野データをファイルマネージャに保存し、それを共有する際アプリCを選択します。しかし、機種によってはアプリCが選択できないこともあるため、利用者が多いSNSアプリのファイル保存機能を使うことでアプリCを選択する方法もありますので、詳しく紹介しています。背面地図は一部機能制限がかかるものもありますが、地理院地図や空中写真など無料で使用できるものが多数あります。オンライン時に地図を表示しておく、設定した容量まで地図を記憶してくれるため、オフライン時も使用することができます。

step2ではトラック(軌跡)の記録について説明しています。こちらは機能制限の対象

になりますが、各自の使用状況により必要であれば、iOS 版は 980 円で、Android 版は年間 780 円で機能制限を解除することができます（2021 年 12 月現在）。

step3 ではポイントの記録について説明しています。土場や被害木の位置等、気になる地点や共有したい地点を登録することができます。

vol.2 の応用編では便利に活用するための機能をまとめています。step4 では森林作業道予定線の作成として、ルート作成という機能を使用し、任意のラインデータの作成について説明しています。作成したデータは延長や標高などを確認することができます。

step5 ではデータの管理について詳しく説明しています。操作したいデータの選択方法（step5-1）は、トラックやルート、ポイントの一覧からの選択や、複数選択、地図上からのデータ選択ができます。フォルダの管理（step5-2）では、フォルダの作成とフォルダ間のデータ移動について説明しています。表示・非表示設定（step5-3）の説明や、トラックデータの線色の変更方法（step5-4）では、プロパティからの線幅・線色の変更方法や、データの並び替えについても説明しています。データの共有（step5-5）は外部への出力機能によりメールや SNS アプリ、他の地図アプリを選択して送ることができます。データの削除（step5-6）についても説明しています。

vol.3 のアプリ C で使えるデータの作成マニュアルは公開されている国有林野データとフリーソフトである QGIS を使用するため、誰でもデータを作成することができます。QGIS を触ったことがない方でも簡単に操作できるよう、プリントスクリーン画像を手順ごとに使用して分かりやすくなるよう工夫しました。手順としては、まず、国土数値情報データダウンロードサービスから必要な県の国有林野データのシェープファイルをダウンロードします。次に QGIS を使用して必要な範囲を選択し、KML ファイルで保存します。そして、ポリゴンをラインに変換し、属性の NAME を林小班名に修正します。完成したファイルをスマートフォンにメールで送るといった流れです。アプリ C では、KML ファイルをトラックデータとして取り込むので、トラックデータが多すぎると起動時に一部が非表示になることがあります。一度に送る林小班の数は 300 程度（約 1M バイト）にし、アプリ内でフォルダ整理をすると管理がしやすくなります。

（3）普及活動

アプリ C の操作マニュアルは 12 月に完成したため、遠野支署管内では多くの事業はすでに完了していましたが、松くい虫防除事業や製品生産事業の請負事業者へ普及活動を行いました。

松くい虫防除事業では今回は被害木の位置情報データまでは準備することができなかったため、マニュアルを用いたアプリ C の紹介となりました。来年度以降は被害木の位置情報を調査時に記録し、請負事業ではその位置情報を元に事業が効率的に進められるよう取り組みたいと考えています。

製品生産事業では、作業中の 1 社に協力していただき、35～60 歳の作業員 6 名を集めてマニュアルを用いた説明会を開催し、2 週間後に使用状況等のアンケート調査を行いました。参加者は iOS 端末使用者が 1 名、Android 端末使用者が 5 名でした。Android 端末では機種ごとに操作方法が異なり、国有林野データを取り込む手順はやはり時間がかかりまし

たが、それ以外の手順はマニュアルに従ってスムーズに操作ができていました。

アンケート結果ですが、事業の終盤で紹介したということもあり、4人が未使用でしたが、使用した2人の使用頻度は、作業道作設者は週1,2回、35歳の伐採作業者は毎日使用しているとのことでした。しかし、引き続き使ってみたいかという質問に対しては全員が使いたいと回答しており、理由としては現地の踏査や作業道の作設が楽になること、進捗状況の把握が正確にできること、工程管理の写真撮影位置を登録するなど様々な使い方ができるといった意見がありました。その一方で、個人のスマートフォンを使用することから課金してまで使いたくないという意見や、契約している通信量が少ないため使っていないといった意見があり、会社でタブレット等を準備してほしいという意見や、現場と事務所の連携等、事業体全体で取り組まなければ実用は難しいといった意見がありました。この事業体では今回の導入でアプリCを使用した作業には課金分を利用手続代として会社で負担したとのことで、アプリCの使用を前向きに検討していることが確認できました。また、使用事例が知りたいといった要望がありましたので、事業の効率化に向けて様々な使い方を想定して提案したいと思います。

4 考察・結論

今回は誰でも簡単に活用できるというコンセプトのもと、現時点で親和性の高い一つの地図アプリを選び試行的にマニュアルを作成しましたが、複数の地図アプリを入れているとアプリ間でデータの共有ができ、それぞれの利点を生かした使い方をすることもできます。また、アプリC用のデータとして、KMLファイルを作成しましたが、様々な地図アプリで表示することが可能です。こうした活用方法が広く知られることで、他の地図アプリの活用も広がっていくと考えられます。地図アプリの機能比較は2021年12月時点のバージョンやリリース状況での比較になりましたが、今後も既存アプリのアップデートや新規アプリのリリースが想定されますので、本来の使用目的とは異なるものでも使えるものはないか注目していきたいと思います。

今回紹介した方法では、国有林野データを個人が所有するスマートフォンに取り込むことで、スマートフォンのGPS機能の有効活用と通信機能の利用が可能になり、業務の効率化と安全性の向上が期待できます。しかし、スマートフォンの機種によってはGPS精度が低い物もあることから、日頃から地図アプリを使用し、データの信頼性については使用者それぞれが把握する必要があります。また、個人のスマートフォンであるため、アプリの使用料金への抵抗も想定されますが、現在地を確認するだけであれば無料で使用でき、踏査や遭難防止に役立つほか、救助を要請する際は的確に自分の居場所を伝えることができるようになります。国有林野事業では事業体の作業者が遭難して一夜を山中で過ごすということが度々ありますが、安全対策の一環として、個人のスマートフォンがさらに有効活用できると考えられます。

また、事業体へのアンケート結果からは、会社と作業者の双方が位置情報の活用の重要性を認識しており、機能制限解除の課金代金の支給等を含め、事業体としても活用を検討していることが確認できました。地図アプリの使用により踏査や森林作業道作設、進捗状況の把握、情報共有等様々な事業で業務の効率化が期待できることから、今後もマニュアルを活用して様々な事業体へ普及活動を進めて行きたいと思います。

本数調整伐と筋工による森林づくり効果について

宮城北部森林管理署 主任森林整備官 ○石塚紀子 流域保全治山対策専門官 宍戸昭吾

1 はじめに

(1) 取組の背景

調査対象の大浜山国有林 558 ほ 2 林小班は、宮城県北東部にある石巻市雄勝町に位置し、北に名振湾、南に雄勝湾を擁する半島の中心にあります。

雄勝町は約 8 割が森林で占められ、土砂災害などによる海への影響が大きい地域です。また、管理経営計画でも山地災害防止タイプに位置づけられ、町の水道施設も隣接し、干害防備保安林にも指定されています。(図-1 写真-1, 2)



図-1

大浜山国有林は地域住民の生活を守る重要な森林であり、災害に強い森林づくりが不可欠となります。本発表は当該国有林で実施した本数調整伐と筋工による森林づくりの効果を検証するものです。



写真-1



写真-2

(2) 自然災害をめぐる現状

局所的な集中豪雨が恒常化する中、宮城県にあっては令和元年 10 月に発生した台風 19 号が記憶に新しいところです。この台風は東日本を中心に記録的な大雨となり、宮城県内各観測所の 10 月期の降水量が観測史上最大となりました。

雄勝観測所でも 10 月期の総雨量が 674.5mm と、年平均の 42% がひと月に降り、大浜山国有林に近接する剣ヶ下国有林では林道法面崩壊による災害が発生し、立木全てが下流に流出してしまいました。(写-3)

この林道は石巻市が国有林から貸付を受け新設した有事の際の避難用道路として平成 31 年 4 月に供用を開始

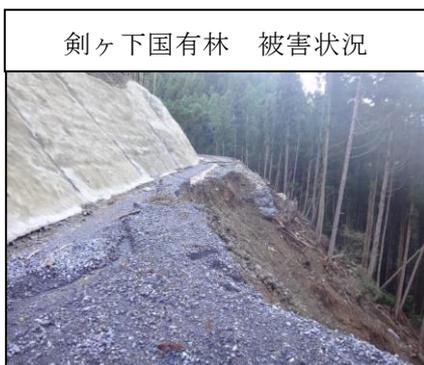


写真-3

し、わずか半年で通行不能となったものです。このように、豪雨時には、少なからず森林被害の発生が当たり前になっているのです。

2 取組・研究方法について

(1) 調査地設定の考え方

相次いで発生する豪雨に対し、平成 27 年 3 月林野庁森林整備課より出された「土砂流出防止機能の高い森林づくり指針」の解説版によると、根茎発達による土壌緊縛力に留意した森林管理が求められています。手入れ不足になると、樹冠同士のぶつかりにより、隙間のない林相が形成され、太陽の光が林内に到達しません。

つまり光環境がない林内は裸地と化し、樹木の育成はおろか、下層植生の乏しい、貧栄養な土壌となり、根茎の発達に大きく影響します。光環境を改善させることで、これらの問題が解決され、災害に強い森林ができると言えます。

また、山からの土砂の流出量に関して、森林では裸地の 150 分の 1 という報告があるところ（図-3）

そこで照度について少し考えてみました。林内照度は対象とする林内の明るさと林外での全天の明るさとの比較で算出され、相対照度と呼ばれます。

一般的に相対照度は 30%～40% を確保することが良いとされています。（1988 河原）

以上を踏まえ、調査地は照度が確保された林道周辺で、かつ裸地と化し、降雨時の雨水により表層崩壊を引き起こしそうな箇所としました。

（写真-4,5）

そうする事により、本数調整伐の効果による光環境改善や腐葉土等の堆積によって植生が繁茂すると想定したところです。筋工にあっては、急傾斜地で降雨等による表土の浸食・流出防止の効果があることを想定しました。

結果、調整伐と筋工、調整伐のみの比較検証をすることとしたものです。

(2) 調査地の概要

当該地は 49 年生のスギ人工林、平均斜度 35 度、本数調整伐の実行面積は 2.46ha、伐採率は 20%、筋工延長 200m になります。（写真-6）



図-3



写真-4



写真-5

作業前は照度が不足していましたが、作業完了後は林内に光が入り、照度不足が解消されたことが分かります。（写真-7,8）



写真-6



写真-7



写真-8

(3) 調査方法

本数調整伐に筋工を組み合わせた箇所をプロット①、本数調整伐のみを実施した箇所をプロット②とし、堆積状況、移動量、植生による被覆状況を調査しました。

相対照度はプロット①で44%、プロット②で32%となります。（写真-9）

各プロット内には堆積状況と表土の移動を把握するため測定杭を設置しました。

プロット①では筋工による効果を確認するため、敢えて筋工沿いに測定杭を設置しました。傾斜はプロット①で37度、プロット②で32度となり、どちらも砂礫の上に腐葉土が堆積した脆弱な表土となっています。（写真-10）

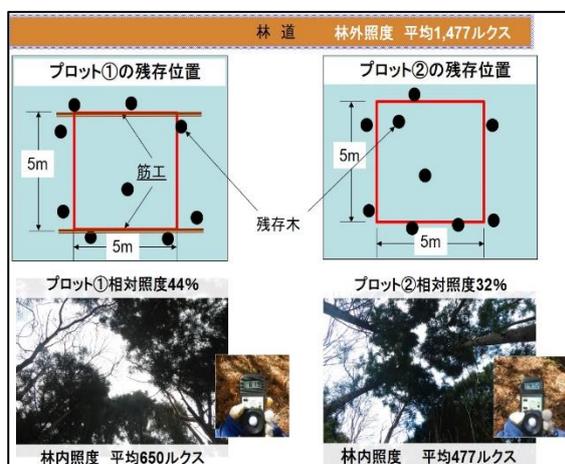


写真-9



写真-10

3 調査結果について

プロット設定時である12月9日を基準とし、約2週間毎に4回確認しました。

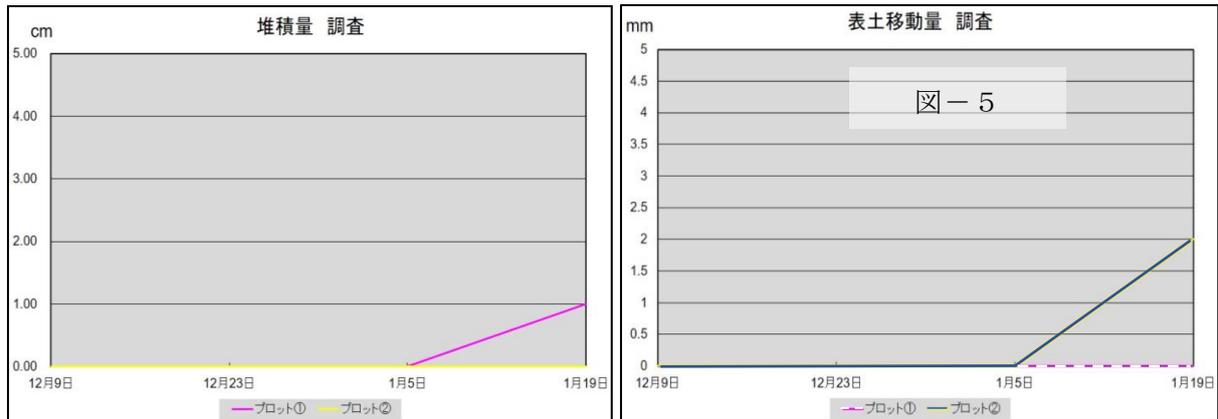
堆砂量ですが、プロット①において、1cmの堆積を確認しました。

これは筋工の捕捉効果とと思われます。（図-4）

移動量に関しては、プロット②において1月19日の調査で2mmという僅かな差がみられましたが、これは降雪による影響と推察しました。（図-5）

被覆状況については、時期的に植生による被覆調査は厳しいと判断し、落葉落枝によ

る被覆状況を急遽確認することになりました。これにより、各プロット内に1m×1mの裸地状態を作り、結果、短期間のうちに100%の被覆を確認することが出来ました。



その他として、枝条や伐採木の整理、景観の保全、転石の捕捉、木材利用促進のメリットがありました。

木材利用率は約5%でした。(写真-11)

デメリットとしては伐採木の搬出時に筋工が邪魔になる可能性があります。あわせて、結束に使用した鉄線が自然に還元されず残ります。本事業では約8.3kgの鉄線を使用しました。

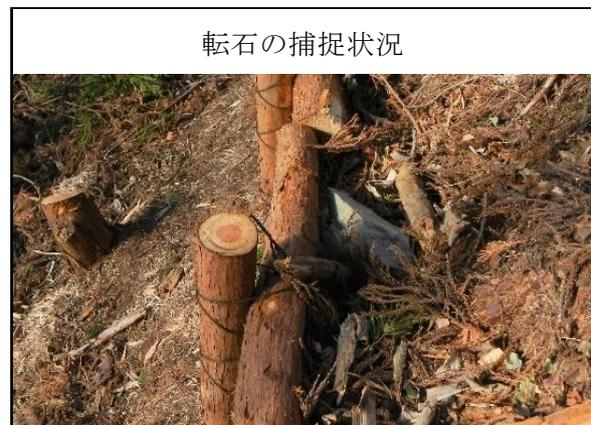


写真-11

4 課題と考察について

施工は近中局の伐根を利用した特記仕様書等を参考に(図-6)、中部局の技術発表事例に倣って進めました。中部局は崩壊跡地に設置した事例でしたが、当署では表土が比較のある場所に設置しています。

しかし、現地形のまま設置していることから、表土に密着しない箇所が散見されました。それは伐根を利用した箇所に多く見受けられ、伐根の山側の根張り具合に大きく影響されることが分かりました。(写真-12, 13)

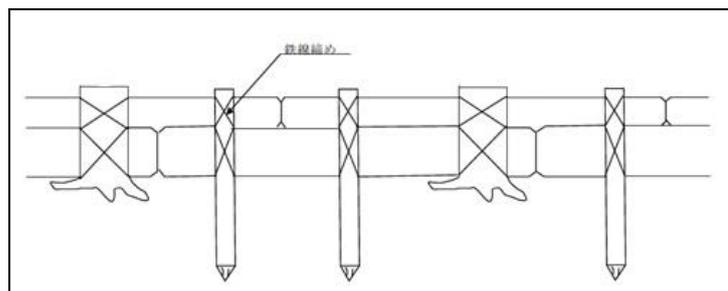


図-6



写真-12



写真-13

そこで、筋工を設置するための設置基準（案）を考えてみました。

まず、発注時の仕様書にて横木の規格値がφ10~20cmと非常に幅があります。（図-7）均一に丸棒加工された木を使用するのであれば良いですが、原木のまま使用します。

従って規格値を平均胸高直径の2cm前後とします。

これは収穫調査の審査基準である許容範囲差が2cmであることを襲用します。

今回伐採した木の平均胸高直径は12cmでした。

参考：発注時数量表より

数量表 10m当りで算出			
名称	規格	数量・単位	備考
横木	L=2.0m*末口φ10~20cm	10本 0.450m ³	間伐材 1本当り0.045m ³
杭木	L=0.8~1.0m*末口φ8~10cm	10本 0.080m ³	間伐材 1本当り0.008m ³
切株	本数調整伐後の株使用	5株	切株
鉄線	12# なまし	50m 2.08kg	杭3.0m/箇所 株4.0m/箇所

図-7

つまり、規格値10cm~14cmとなります。あわせて、筋工の採用可否も考える必要があります。一般的に30度以上の斜面は崩壊しやすいと言われています。30度以上を対象にすべきと思料します。

斜度に応じて一本筋、二本筋の設定とし、30度~34度は一本筋工、35度以上の急傾斜地は流出する土砂が堆積しやすいよう二本筋工以上にします。

そして伐根使用の問題です。受注者からの聞き取りでは伐根を使用すると、横木が表土に密着しない他、伐根との鉄線結束に手戻りが発生したそうです。

よって、筋工は伐根間に限定することで、均一に配置出来ると考えました。（図-8）

横木の伐根間配置図

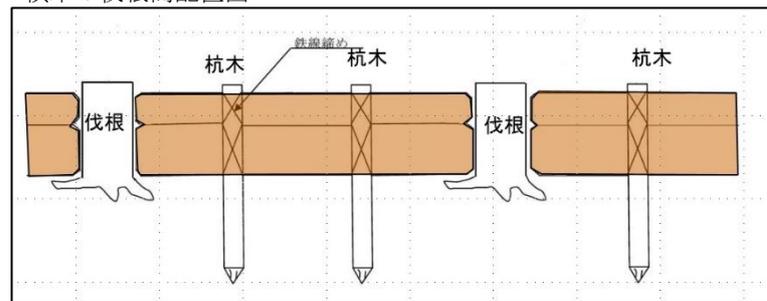


図-8

5 まとめ

今調査は事業完了後わずか1ヶ月半という期間の短さから明瞭な成果を得るのは厳しいものでありました。それでも本数調整伐と筋工の組合せが優位であると言えます。

特に筋工の効果として、転石の捕捉、腐葉土となる落葉落枝の堆積が確実でした。

最終的には肥沃な土地が形成され、下層植生が豊かになり、結果、崩壊の原因となる雨水のエネルギーを低減するものと推察します。

また、今後、保安林整備事業による本数調整伐と筋工の組合せが積極的に実施されると予想されますが、現時点では施工条件や受注者に応じて効果が左右されます。

その点については自発的な筋工導入により、受注者の施工技術の向上を図りながら、本発表の設置基準（案）に則った施工の検証も進めたいと考えています。

最後に災害に強い森林を造成・育成しても、必ずしも全ての森林が自然災害に耐えるものではありません。今後もより良い森林作りの方法を見出すべく、観測を続けながら、森林育成・森林保全業務に励みたいと思います。

下刈作業地における改良型簡易避暑器具の開発

岩手南部森林管理署 総括森林整備官 盛一樹

1 背景と目的

下刈は、日陰のない作業地で夏季に行うため、労働強度及び熱中症の罹患リスクが高い。その対策の一つとして、休憩時に作業地周辺の林内へ日陰を求めて待避することが推奨されますが、高い移動コストがかかることから、令和2年度に「日陰を持ち歩く」をコンセプトとし、つるもの栽培棚支柱とバルコニーシェードを用いて、持ち運びと設置及び撤去が容易な簡易避暑器具を開発しました（図-1・2）。令和3年度は、簡易避暑器具の使用者から①日陰面積の拡大、②敷物が欲しい、①及び②を満たしつつ小型かつ軽量を維持、といった改善要望があったため、改良型の開発を行いました。

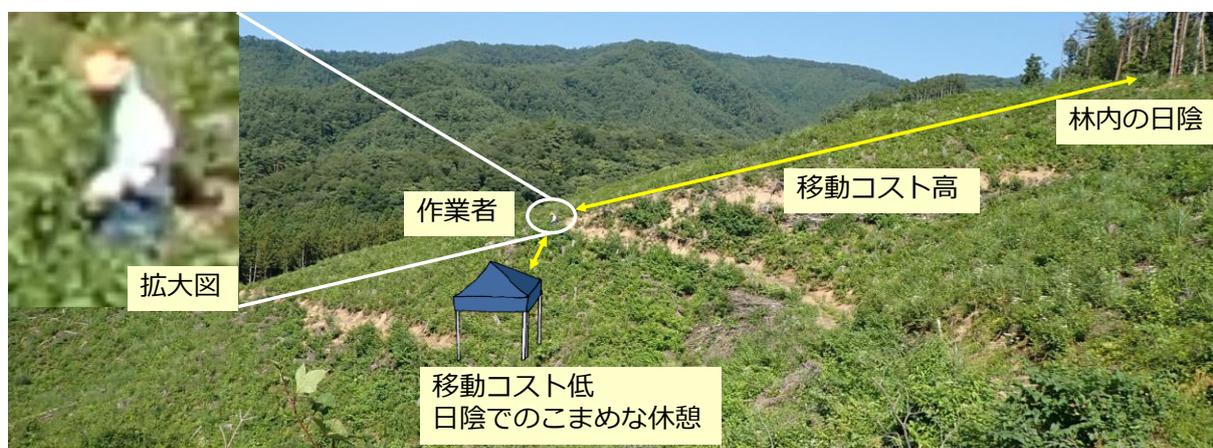


図-1 下刈作業地，作業者から日陰までの距離のイメージ

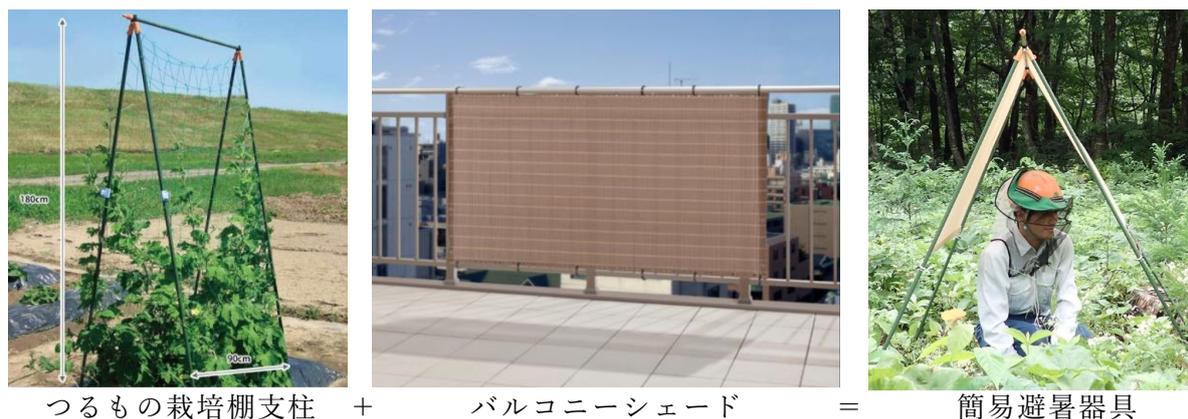


図-2 令和2年度に開発した簡易避暑器具（従来型）

2 材料と方法

骨組は、安定性が高く軽量な家庭菜園用つるもの栽培棚支柱を引き続き採用しました。屋根部材は、ブルーシート、バルコニーシェード（すだれ）、遮光カーテンのうち、令和2年度に行った各種実験の結果、バルコニーシェードが最も優れていたためにこ

れを採用しました。使用者の声の内、日陰面積の拡大に応えるため、屋根部材のサイズ W97cm×L178cm(従来型)であったものを、W130cm×L237cm(中サイズ)、W170cm×L237cm(大サイズ)に拡大しました。次に、敷物が欲しいという声に応えるため、ビーチやキャンプなどで使用される厚みのあるレジャーシート、一般的なブルーシート、和風素材ゴザの3種類を用意しました。素材ごとの暑さ指数に影響する地面から昇る湿気を防ぐ効果を測るため、最高気温 32° の真夏日に、3種類の敷物と、比較対象としての地面の上に湿度計をそれぞれ設置し、10分おきに5回計測しました。併せて、4名の作業者を対象とした改良型の使用感等に関するアンケート調査を行いました。

3 結果

日陰面積は、従来型が体育座り程度まで(写真-1)であったのに対し、中サイズがゆったり座れる程度(写真-2)、大サイズは横に寝た姿勢までカバーできる面積となりました(写真-3)。重量は、従来型に比較し中サイズが156gの増、大サイズが287gの増でした。敷物上に設置した湿度計の平均値は、レジャーシートが49.0%、ブルーシートが50.2%、ゴザが48.6%、地面直置きが75.4%でした。使用者アンケートでは、4名とも「軽く運搬が苦にならない」、「設置及び撤去は簡単」、「避暑性能は十分で今後もまた使用したい」、と回答しました。敷物の種類は、レジャーシートを2名、ブルーシートを2名が選択しました。



写真-1 従来型



写真-2 改良型中サイズ



写真-3 改良型大サイズ

4 考察

改良型は、屋根部材の重量が中サイズでわずか156グラムの増、大サイズであっても287gの増に抑えられつつ、日陰面積は大きく向上し、休憩時の姿勢の窮屈さがなくなり、小休憩のみならず昼休み等のしっかり休みたい場面にも対応できるようになりました。次に、敷物を用意したことにより座り心地が向上し、地面から昇る湿気を遮る効果も確認できました。これらは、快適性の向上に大きく寄与していると考えられます。

なお、敷物を追加したものの、レジャーシートは361グラム、ブルーシートは442グラムしかなく、たたんでザックに入れ背負えば、気にならない重量に収まりました。

これらにより、好評なアンケート結果が得られたものと考えています。

また、地面に刺して使用する棚支柱の安定性から、クリップ式のバッテリー駆動扇風機の設置や、クリップとヒモを用いたタオル掛け、S字フックを用いた蚊取り線香の設

置など、好みに応じた豊かな拡張性があることも分かりました（写真-4・5）。



写真-4 クリップ式バッテリー扇風機



写真-5 S字フックによる一工夫

5 運搬方法と設置方法

運搬時には、骨組みを刈払機のシャフトにマジックテープで留め、屋根部材と敷物は、畳んでザックに入れることにより、移動の負担増は最小限に抑えられます（写真-6）。



写真-6



写真-7



写真-8

設置方法は、足部を開いて地面に刺し（写真-7）、二組の足部の接続ポールを接続し（写真-8）、もう一組の足部も開いて地面に刺し、屋根部材をかけます（写真-9）。屋根部材にはハトメ穴加工を施し、足部には、Wリングを介しカ



写真-9



写真-10

ラビナフックを装着しましたので、ワンタッチで着脱ができます（写真-10）。残り3カ所を接続し、完成します（写真-1～3）。なお、足部頂点の開脚角度は自由設計となっており、現地の傾斜や作業者の体型に合わせることが可能です。設置又は撤去にかかる時間は、屋根部材のサイズによる目立つ差はなく、1～2分程度となります。

UAV レーザー測量成果の活用による 森林環境保全整備事業の効率的な実行

有限会社庄司林業	代表取締役社長	○庄司樹
山形森林管理署	森林整備官	○佐藤めぐみ
	森林整備官	松井尊大
	地域技術官	藤野大河
	一般職員	桑原沙月

1 はじめに

担い手不足や高い労働災害率など、様々な課題を抱える林業を、成長産業化させる一つの手段として、近年、ICTを活用したスマート林業が注目されています。ICTを活用することで、容易に正確な森林情報を把握したり、林業機械を遠隔操作したりするなど、林業の低コスト化を図ることができるため、全国で様々な取組が行われております。

中でも UAV 機器は、林地内を踏査することなく詳細な森林情報を得ることが可能であり、誰でも簡単に操作できることから、東北森林管理局管内でも各署に導入されており、映像の撮影や写真測量を中心に各業務で多くの活用事例があります。

そのような中、当署請負事業体である（有）庄司林業では、写真測量より詳細な森林情報の把握が可能とされているものの東北森林管理局管内での活用事例が少ない UAV レーザー測量を独自に導入して活用しています。（図1）

そこで、本研究では森林環境保全整備事業を行う中での UAV レーザー測量の有用性について検討を行いました。

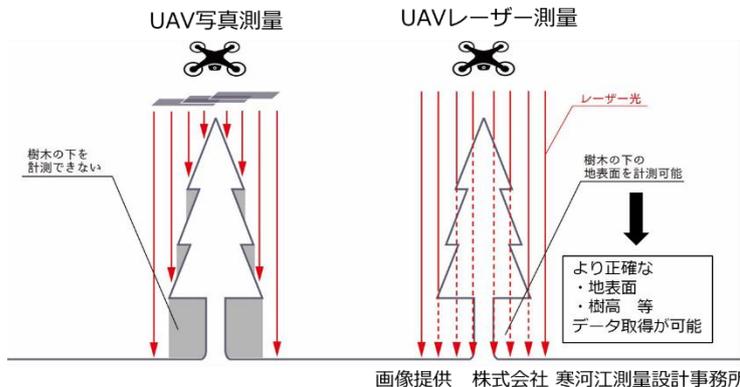


図1 写真測量とレーザー測量の違い

2 取組・研究方法

調査は、山形県西村山郡大江町における令和3年度森林環境保全整備事業実行箇所の内、大面積かつ隣接する3小班（面積25.03ha、材積2,370 m³、傾斜：緩～中）で行いました。（図2及び表1）

ドローンは MATRICE600Pro を使用し、1回20分程度のフライトを3フライト行いました。その後得られたデータからノイズを除去し、オリジナルデータの作成を行ったのち、サーフェスモデル等の作成や樹頂点から樹高を算出するなどの解析を4日間行いました。

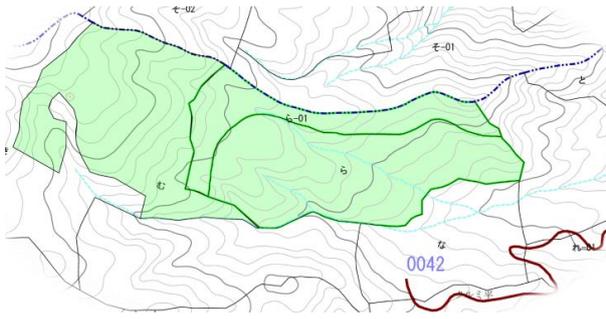


図2 調査地の概要

表1 調査地の概要

林小班	面積 (ha)	代表樹種	傾斜 (度)	資材量 (m³)	生産量 (m³)
42ら	10.22	スギ	18	1,234	775
42ら1	4.38	スギ	17	782	490
42む	10.43	スギ	20	1,711	1,075
計	25.03			3,727	2,340

3 結果

(1) CS 立体図を活用した作業負担の軽減
事業区域の既設作業道を解析して、CS 立体図を作成すると、線形に加え崩落した箇所を判別することが可能となりました。(図3)

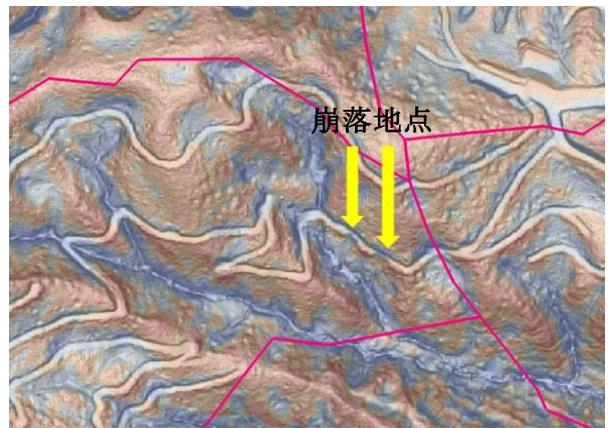


図3 既設作業道の CS 立体図

これまでは、事前の情報がないため、踏査をする中で崩落した作業道に遭遇しても、その場で判断ができない場合は一度対応の方針を決めるために事務所まで引き返し、もう一度現地に行き確認のうえ、対応を決定するといった、二度手間が生じておりました。

しかし、事前に CS 立体図を作業技術者全員で共有することで、崩落箇所及びその対応を視野に入れた状態で現地に向かうことができるようになり、二度手間を解消することができました。また、場所によっては、踏査そのものを省略して、最初から刈払い等の本作業に従事するという選択肢をとることもできました。

このように、踏査にかかる労力が大幅に減ったことで、「ムダに疲れる」ことが回避され、作業員が集中力を切らさず現場作業を行うことができるので、労働災害の防止にもつながりました。

(2) 労働生産性の改善

全体面積の半分程度をレーザー測量した令和3年度事業とレーザー測量を行っていない同規模事業との労働生産性を人工数から比較すると、現地踏査の人工数が約2割減となり、この人工数を基に労働生産性を算出すると、3割増となりました。(表2)

表2 人工数と労働生産性の改善

	令和元年度	令和3年度
面積 [ha] (うちレーザー測量実施面積)	44.79	47.70 (25.03)
現地踏査延人工数 (全体)	32	26
労働生産性 [ha/人日]	1.39	1.83

このように、労働生産性が向上することで、他の作業や作業員の能力向上等にも資金

や時間を割くことができるので、多能工化の推進を図ることができました。

(3) 林分条件の詳細な把握

UAV レーザー測量の解析結果と発注時の林分条件調査表の数量比較を行ったところ、本数比で28%~40%と大きな差が生じました。(表3)

これらの差が生じた要因としては、UAV レーザー測量の結果から本数・樹高を算出するための解析画像では、事業地全体の樹頂点を抽出することができていることに対し、林分条件調査表の元となっている標準地調査では、林小班内での木の分布や成長量のばらつきが大きいと、実際の林分データとの乖離が大きくなってしまふことが考えられます。

このことから、UAV レーザー測量を行うことで、より現地の林分状況に近い本数・材積を把握でき、高い精度で事業のシミュレーションをすることができるので、より綿密な事業計画を立てることが可能となりました。

(4) 考察

生産事業に UAV レーザー測量を導入することで、地形の情報や既設作業道の位置、立木の情報等の正確な森林情報を事前に「見える化」しておくことが可能であるため、より精度の高い事業計画を作成することができました。

これにより、現地踏査を効率的に行うことで、作業負担を軽減することができるので、労働安全の確保につながるのと同時に、踏査に割いていた時間を他の作業に充てることで、作業員の集中力・判断力の向上や意識の高揚といった精神面へのプラスの影響があるのも大きなメリットだと感じました。(図4)

また、UAV レーザー測量の結果は、以下の2点の理由から長期的な森林づくりを描くこともできるのではないかと考えられます。

1つ目は生物多様性への配慮についてです。解析を通して野生鳥獣による被害木箇所を事前に確認することができるので、事業の際に注意喚起を行うことで動物との棲み分けを図ることができます。(図5)

表3 林分条件調査表との比較

林小班	材積			本数		
	UAV レーザー (A)	林分条件 調査 (B)	対比 (A/B)	UAV レーザー (A)	林分条件 調査 (B)	対比 (A/B)
4 2 5	4,358	4,940	88%	3,961	12,336	32%
4 2 5 1	2,021	2,372	85%	1,902	4,739	40%
4 2 5 2	4,052	5,187	78%	3,357	11,842	28%

※林分条件調査は本来生産量で示されるが、対比のため全量により表記している



図4 UAV レーザー測量を活用する有用性



図5 ツキノワグマによる皮剥ぎ被害

2つ目は地位等級の把握についてです。地形データ等の取得により地位等級の推定も可能であることから、造林に適した場所、広葉樹林化した方がいい場所など、昔は「植えてみないと分からない」だったものが、「植える前に植えるべき木が分かる」ようになります。

以上のことから、UAV レーザー測量を行うことで適地適木・棲み分けによる動植物の保全を図ることができ、持続可能な森林施業を行うことにもつながると考えられます。

(有) 庄司林業としては、今後は国有林をフィールドに培ったノウハウを地元の民有林でも活用していくことで、地域の森林づくりを担う林業事業体として地域の森林環境保全に貢献していきたいと考えています。

4 今後の展望

今回は生産事業体の自社努力で UAV レーザー測量を行いました。今後は発注者側がこのような森林情報提供ができるような体制づくりをする必要があると考えられます。

しかし、導入にあたってはまだ課題も残っております。

まず1つ目は、小面積の調査には向かないことです。今回のようにまとまった面積がある箇所は効率的に測量できますが、まばらに存在する箇所では無駄な測量が多くなります。今後は実行面積とコストの関係を明らかにして、どれくらいの面積であればコストの削減が可能かを検討する必要があります。また、事業箇所の設定段階、さらにはその検討を行う森林計画の段階で、事業箇所の団地化を推進していくことも必要であると考えられます。

2つ目は、データの精度についてです。一般的な UAV レーザー測量の特徴として、下層植生が繁茂しているなど、地上までレーザーがうまく届かない箇所は樹高等森林情報のデータの誤差が大きくなってしまいます。これを解消するために、どの程度の誤差が生じていて、どのように補正することで精度の高い森林情報が得られるのか、検証していく必要があると考えられます。

将来的に、国有林での UAV を用いた精度の高い森林情報の取得は、資源量や地形の把握を通して、生物多様性や地位をこれまで以上に森林計画に反映させることができ、林小境界にとらわれない多様な森林づくりに寄与できます。また、踏査に要する人工が大幅に削減できるので、収穫調査や森林計画策定時の業務効率化も可能になると考えられます。当署としては引き続き、導入に向けた更なる検証を重ねていきたいと思っております。

コンテナ苗下刈省力化試験地の現状について

岩手北部森林管理署 主任森林整備官 ○杉澤寿
一般職員 坂本大和

1 はじめに

東北森林管理局管内においては、コンテナ苗の導入から約10年が経過し、今後、下刈等の保育作業を必要とする造林地が増加することから、保育作業の手法確立、効率化が必要となっています。

コンテナ苗については数々の研究があり、植付工程の簡便化や活着率の良好さ等についての知見が多くなされています。

ただし、コンテナ苗植栽地における保育作業についての研究があまり見られないことから、本調査では、当署管内において平成25年に設定したカラマツのコンテナ苗下刈省力化試験地の経過とともに、下刈省力化に向けた効率的な下刈方法及び下刈後の保育作業について考察しました。

2 取組・研究方法

(1) 試験地の概要

平成25年設定の試験地（カラマツコンテナ苗、6月植栽、2,250本、0.96ha）は、岩手県二戸市浄法寺字浄法寺第一国有林201林班は小班内に面積225㎡（15m×15m）、植栽本数50本の試験地がA～Dまでの4箇所を設定しており、各試験地における下刈の実施年及び回数については以下のとおりです。

試験地A：無下刈

試験地B：2、4年目下刈

試験地C：1、3、5年目下刈

試験地D：1～5年目下刈

(2) 調査方法

各試験地においては、試験木の残存本数、胸高直径、樹高を測定し、算出された収量比数（ R_y ）を収穫予想表（カラマツ・青森県・岩手県・宮城県国有林）の8年生から算出された収量比数（ R_y ）により経過状況等を比較しました。

なお、収量比数（ R_y ）の算出においては、上層木の平均樹高が必要となるが、林分が未成熟であることを鑑み、本研究では成立木を上層木として扱うこととしました。

また、各試験地の林況を観察し、今後の保育作業について検討しました。

3 結果

(1) 各試験地の測定及び観察結果

① 試験地A（無下刈）

残存本数 9/50本（400本/ha）

平均胸高直径 5.1cm

平均樹高 5.67m

収量比数 (Ry) 0.102

試験地Aの林況は、灌木及びホオノキ等広葉樹が繁茂しカラマツを被圧している状況であり、カラマツの枯死木の樹高が主として1m前後であることから、植栽から比較的早い時期に枯死したと推察されます。

② 試験地B (2、4年目下刈)

残存本数 19/50本 (844本/ha)

平均胸高直径 6.0cm

平均樹高 5.26m

収量比数 (Ry) 0.180

試験地Bの林況は、試験地Aと同様に灌木及び広葉樹が繁茂し、カラマツについては1m前後の枯死木が主であるが、一部ツルがらみによる枯死が散見されました。

また、試験地内において一部表土の流出があり、植栽木の生長を阻害するなど林況に影響を及ぼしている可能性があります。

③ 試験地C (1、3、5年目下刈)

残存本数 30/50本 (1,333本/ha)

平均胸高直径 5.6cm

平均樹高 5.13m

収量比数 (Ry) 0.256

試験地Cの林況は、ツルがらみによる枯死及び生長阻害が確認されましたが、生育不良なカラマツが枯死せず残存している個体が多数確認されました。

また、カラマツの枯死による林分内の空隙には、ホオノキの生長が確認されました。

④ 試験地D (1~5年目下刈)

残存本数 36/50本 (1,600本/ha)

平均胸高直径 9.0cm

平均樹高 7.67m

収量比数 (Ry) 0.481

試験地Dの林況は、全体的に成長は良好であるが、試験地Cと同様、ツルがらみによる枯死及び生長阻害が確認されました。

⑤ 基準値とするカラマツ8年生 (収穫予想表「青森県・岩手県・宮城県国有林」による)の収量比数等は次のとおりです。

ha当たり本数 1,600本/ha

平均胸高直径 4.3cm

平均樹高 3.70m

収量比数 (Ry) 0.234

(2) 数量比数 (Ry) の比較

各試験地の収量比数を基準値と比較すると、試験地C及びDについては基準値を上回る結果となりました。(図1)

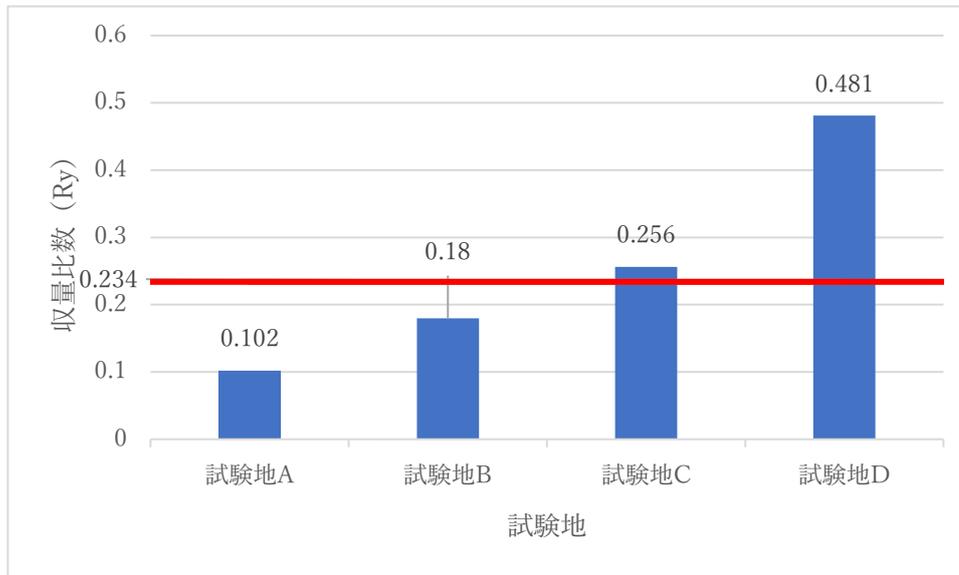


図1. 各試験地における収量比数 (Ry) の比較

(3) 各試験地の比較

各試験地の測定結果及び林況について表に示します。(表1)

	収穫予想表 (8年生)	試験地A (下刈無し)	試験地B (2,4年目)	試験地C (1,3,5年目)	試験地D (1~5年目)
残存本数 (ha当本数)	— (2,030本)	9/50本 (400本)	19/50本 (844本)	30/50本 (1,333本)	36/50本 (1,600本)
平均胸高直径	4.3cm	5.1cm	6.0cm	5.6cm	9.0cm
平均樹高	3.70m	5.67m	5.26m	5.13m	7.67m
収量比数 (Ry)	0.234	0.102	0.180	0.256	0.481
枯死木等 の状況	—	1m、ツル	1m、ツル	ツル	ツル
広葉樹の侵入	—	多数	多数	多数	少数

表1. 各試験地の調査結果

試験地A及びBの植栽木の枯死については、樹高が1m前後の個体が多数あり、灌木や広葉樹が繁茂し、生長している林況から、灌木等が生長し林内を密閉したことによる湿潤や日照不足が、枯死の原因として推察されます。

また、試験地A～Cにおいては、枯死によるギャップ（空隙）にホオノキ等の有用広葉樹が実生しているのが確認されました。

各試験地の全てにおいて、ツルによる枯死及び生長阻害が確認されました。

4 考察・結論

(1) 下刈の省力化とこれからの保育作業

下刈を3回隔年で実施した試験地Cについては、収量比数が基準値を上回っていることから、カラマツ造林地の初期段階の保育作業においては、下刈の省力化が可能と考えられます。

各試験地において、ツルによる枯死及び生長阻害が確認され、特に試験地C及びDにおいて顕著に発生していることから、カラマツを健全な状態で育成のためには、下刈終了後の早い段階で除伐やつる切を実施する必要があると考察しました。

また、カラマツ造林地の空隙には比較的広葉樹が侵入しやすいことから、将来的に広葉樹を生かし、混交林に誘導するか、単層林として成林させるか等、保育作業時点における将来林型を想定しながら保育作業を進めることが重要と考えます。

これらを踏まえ、提唱する保育作業のフローを図に示す（図2）

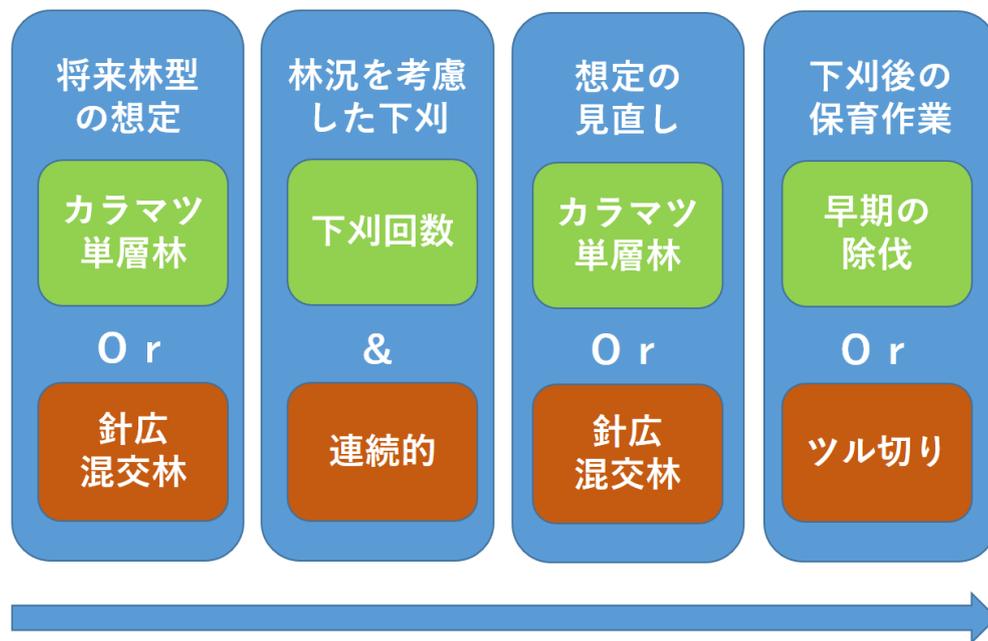


図2. 保育作業のフロー

カラマツ林の健全な育成のためには、前生樹の状況等を勘案した将来型の想定を行い、植栽後の生育状況や下刈実施後に再度生育状況を観察し、将来林型を見直した上で、除伐等の早期の保育作業を実施するべきと考えます。

(2) 今後の展開

今回得られた成果を参考にして、新規の植栽地において林況を調査し、将来林型を見据えた下刈及び下刈後の保育作業について、将来林型を定めるための事例を積み重ねていき、指針等に反映できるようにしていきたいと考えています。

5 参考文献

- ・壁谷 大介，宇都木 玄，来田 和人，小倉 晃，渡辺 直史，藤本 浩平，山崎 真，屋代 忠幸，梶本 卓也，田中 浩，複数試験地データからみたコンテナ苗の植栽後の活着及び成長特性，日本森林学会誌 98 巻 5 号，214-222，2016-10
- ・大矢 信次郎，斎藤 仁志，城田 徹央，大塚 大，宮崎 隆幸，柳澤 信行，小林 直樹，長野県の緩傾斜地における車両系伐出作業システムによる伐採・造林一貫作業の生産性，日本森林学会誌 98 巻 5 号，233-240，2016-10
- ・宮崎 大介，小柳 正彦，多雪地の緩傾斜地におけるスギコンテナ苗の植栽工期と活着，新潟県森林研究所研究報告，57 号 31-36，2017-03
- ・林野庁，東北地方国有林（青森・秋田営林局）カラマツ林分密度管理図，1982-3

早生樹オノエヤナギの木質バイオマス利用の検討

山形県立農林大学校 林業経営学科 2年 直井涼亮

1 はじめに

地球温暖化が進行する中、再生産可能なバイオマス資源としての木材の利用が期待されています。現在、最上管内では、発電や熱利用として木質バイオマスの利用が進められており、主に、間伐や主伐における建築用材(A材)や集成材・合板材(B材)を造材したあとの林地残材が利用されています。一方で、成長の早い早生樹にも関心が高まっています。オノエヤナギは挿し木が容易で萌芽再生能力が高く、日本海側にも広く分布し、バイオマス量も多いことから、山形県でもその利用に関する研究が進められています。

このことから、最上管内における自生状況調査とオノエヤナギの挿し木試験を行い、バイオマス熱利用に向けた検討を行いました。

2 取組・研究方法

(1) オノエヤナギの自生状況と成長量の把握

栽培に適した場所の土壌型を把握するために、山形県最上管内のオノエヤナギ自生状況を調査し、樹高や胸高直径、樹齢からオノエヤナギの成長量を推定しました。なお、樹齢については、オノエヤナギの年輪が不明瞭で、成長錘で採取したコアによる年輪の判定ができなかったため、次の公式から算出しました。平均年輪幅は、調査地に自生するオノエヤナギを数本伐倒し、実測値から推定しました。

$$\text{樹齢} = \frac{(\text{胸高直径})}{(\text{平均年輪幅}) \times 2}$$

(2) 挿し木試験による伸長成長量の把握

山形県立農林大学校（山形県新庄市）の林業圃場にて、オノエヤナギの当年度伸長成長量を把握するために挿し木試験を行いました。

① 試験区の設定

元肥の種類によって、化成肥料区、牛糞区、対照区(無施肥区)を設定しました。調査区の面積はそれぞれ 125 m²で、ヤナギ栽培は ha あたり 20,000 本植えが一般的であることから、植栽間隔は 70 cm としました。1 試験区当たり 120 本を挿し木し、1 ヶ月ごとに樹高伸長量を測定しました。挿し穂のサイズは、直径 1cm、長さ 20cm 程度のものを使用しました。

② 使用した元肥

山形県森林研究研修センターでの試験(宮下, 2019)を参考に、1 a あたり化成肥料区では化成肥料(6-40-6) 1.3 kg と硫酸加里(K含有量 50%) 2.2 kg を混合したものを使用し、牛糞区では牛糞 160 kg (山形県農業総合研究センター畜産研究所提供)を使用しました。

(3) オノエヤナギのバイオマス熱利用の可能性の検証

オノエヤナギの低位発熱量（実際に利用できる熱量）を分析し、バイオマス燃料として利用できるか検証しました。発熱量比較樹種は、オノエヤナギ、シロヤナギ、スギ、コナラの4樹種です。分析は、山形県鶴岡市の株式会社理研分析センターに依頼しました。

(4) シロヤナギ利用の可能性の検討

自生地調査を通して、シロヤナギに着目しました。シロヤナギはオノエヤナギと自生環境が類似しており、樹高、胸高直径ともに、シロヤナギの個体サイズはオノエヤナギを上回っていました。このことから、オノエヤナギよりもシロヤナギの成長が優れている可能性が考えられ、シロヤナギをバイオマス資源として利用する可能性を推測するため追加試験を行いました。

① コンテナ苗の栽培試験

マルチキャビティコンテナ（スリット入り）150 ccにオノエヤナギとシロヤナギをそれぞれ80本ずつ挿し木しました。母樹から効率的に採穂するため、この試験では挿し穂のサイズが直径5 mm、長さ10 cm程度のものを使用しました。

② 林業圃場での挿し木試験

圃場において前回と同様、化成肥料区、牛糞区、対照区（無施肥区）の3つの試験地を設定し、オノエヤナギとシロヤナギをそれぞれ10本ずつ挿し木しました。

3 結果

(1) オノエヤナギの自生状況と成長量の把握

調査結果は表1のとおりです。下記以外に単木調査を行い、それらの結果から、10年生で樹高9.5 m、胸高直径11.6 cmに成長することが推測されます。土壌型は適潤性褐色森林土BDと適潤性褐色森林土（偏乾亜型）BD(d)、適潤性黒色土B0D(d)、河川敷堆砂礫土壌の4種類が見られ、最上町白川の河川敷では増水時に根元部まで浸水する生育環境でした。調査地の地形は、すべて平坦な場所でした。なお、最上町白川は河川敷地として管理されていることから伐採できず、樹齢を判定できませんでした。自生地の標高は248 m～448 mで、最大積雪深4 mを超える豪雪地帯に位置する大蔵村湯ノ台にも自生しており、オノエヤナギの自生環境は多様でした。

表1：自生するオノエヤナギの生育環境と個体サイズ

調査地	土壌型	標高 (m)	樹高 (m)	胸高直径 (cm)	樹齢 (年生)
金山町 有屋	適潤性褐色森林土 BD、BD (d)	248	10.6	12.0	10
真室川町 関沢	適潤性褐色森林土 BD、BD (d)	260	6.0	8.5	8
大蔵村 湯ノ台	適潤性黒色土 B0D (d)	448	9.1	10.5	11
最上町 白川	河川敷堆砂礫土壌	300	11.2	18.6	—

調査したオノエヤナギの樹高と胸高直径の関係を表した樹高曲線を図1に示します。なお、材積は立木幹材積表東日本編（日本林学調査会, 1970）から求めました。

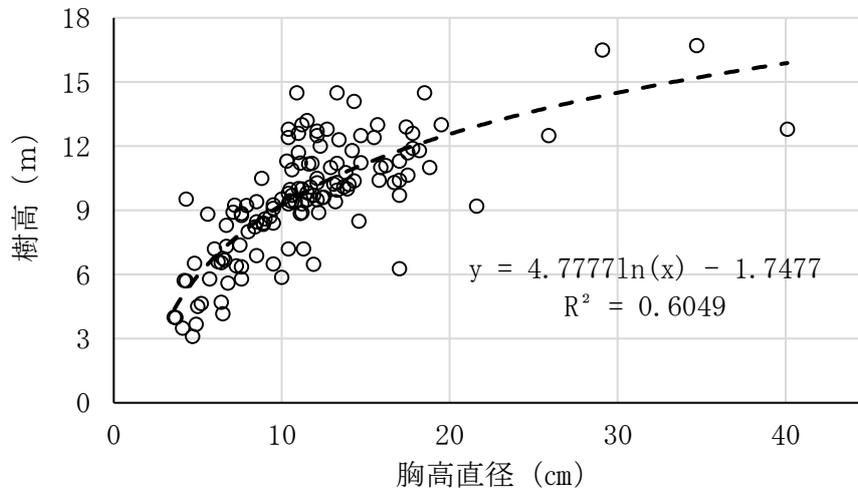


図1：オノエヤナギの樹高曲線

(2) 挿し木試験による伸長成長量の把握

活着率は化成肥料区 38.5%、牛糞区 17.8%、対照区 8.3%であり、山形県の試験における活着率（宮下, 2019）と比較すると、極めて低くなりました。各試験区の挿し木後1ヵ月ごとの樹高の推移は図2のとおりです。なお、11月にほとんどの調査木がノウサギの被害を受け、樹高が低下しました。また、今回の試験で作業にかかった時間と人工数から、耕耘、採穂、挿し木に要するhaあたりの費用を試算すると、化成肥料区は1,175千円、牛糞区は995千円、対照区は840千円となります。広葉樹チップ取引価格を12千円/dry・t、収量目標を30dry・t/haと仮定すると、既存の栽培マニュアルを参考に7回収穫を行った場合、2,520千円の収益が見込まれます。ただし、下刈りに385千円/ha、収穫（人力の場合）に600千円/haなど、上記の試算の他に費用がかかるため、コスト削減に向けた検討が必要です。

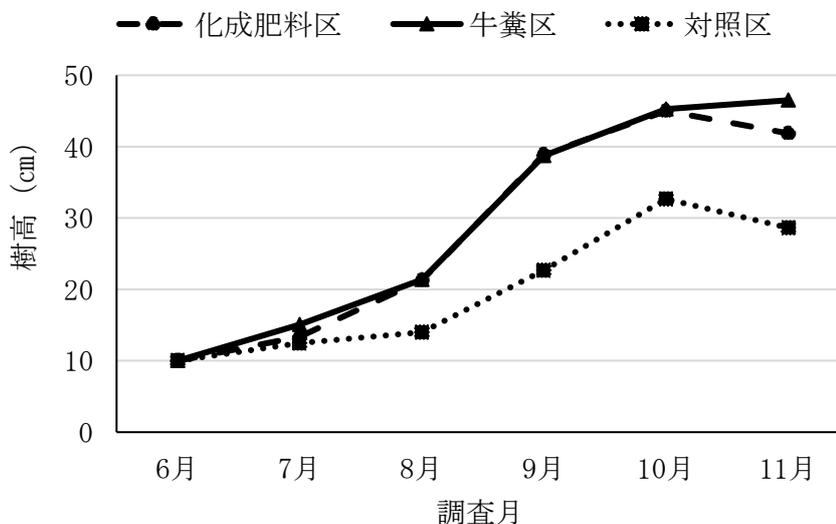


図2：1ヵ月ごとの樹高の推移

(3) オノエヤナギのバイオマス熱利用の可能性の検証

発熱量の分析結果は表2のとおりです。オノエヤナギとスギの発熱量に大きな差はみられず、シロヤナギとコナラの発熱量はほぼ等しい結果となりました。

表2：発熱量の分析結果

項目	オノエヤナギ	シロヤナギ	スギ	コナラ
低位発熱量 (MJ/kg)	15.9	17.4	16.9	17.6

(4) シロヤナギ利用の可能性の検討

- ① 8月2日にそれぞれ80本ずつコンテナに挿し木し、挿し木から108日後の生存本数はオノエヤナギが3本、シロヤナギが72本でした。生存率を比較すると、オノエヤナギは4%、シロヤナギは90%でした。さらに、樹高伸長量はシロヤナギが大きいことが確認されました。
- ② 林業圃場で行った挿し木試験の結果は表3のとおりです。シロヤナギがオノエヤナギの10倍以上の伸長成長量を示しました。また、挿し木したオノエヤナギ、シロヤナギともに、すべてのヤナギが活着しました。

表3：挿し木試験における伸長量と活着率

	オノエヤナギ	シロヤナギ
伸長量【8～11月】(cm)	0.22	2.53
活着率 (%)	100	100

4 考察・結論

- (1) 自生地調査の結果から、栽培に適した場所は土壌水分が適潤性褐色森林土（偏乾亜型）BD(d)や適潤性黒色土B0D(d)より湿潤な場所と推測されます。また、河川敷などの一定の条件が揃えば、土壌養分の少ない場所でも生育できると考えられます。さらに、自生地における標高、積雪深が広範であることから、栽培適地におけるこれらの許容範囲も広いと予想されます。調査したオノエヤナギ平均個体サイズから、5年後の収穫時に樹高4.75m、胸高直径5.8cmに成長すると推測されます。1本あたりの材積は0.00674 m³で、全乾比重を0.365g/cm³と仮定して1 m³を365 kgとした場合、栽培マニュアルの目標30dry・t/haを達成するためには、1haあたり約83 m³の収量が必要となります。
- (2) 圃場での挿し木試験において活着率が低かった要因として、耕耘による土壌間隙率の増加と6月中旬の降雨不足による過乾燥の影響が考えられます。元肥施肥によって樹高成長量が増加し、化成肥料区と牛糞区にほとんど差はみられなかったことから、価格の安い牛糞の使用が適していると考えられます。次年度以降も成長量の推移を調査するとともに、ノウサギ被害軽減に向けた対策や追肥の効果について検討し、オノエヤナギの栽培技術確立に向けて継続的に調査する必要があります。また、この調査の中で検証していない下刈りや1栽培サイクルで7回行われる収穫には、相当の費用を要します。そのため、ヤナギ栽培においてコスト削減は最大の課題です。収益を得るためには、農業用マルチシート設置による下刈りの省略や植栽・収穫の機械化などが必要と考えられます。

- (3) オノエヤナギの発熱量は、現在木質バイオマス発電の燃料としても利用されているスギの発熱量と比較してほとんど差がみられないことから、オノエヤナギはバイオマス燃料として十分利用できるかと推測されます。また、シロヤナギの発熱量がオノエヤナギやスギよりも優れ、コナラとほぼ同等の発熱量であったことから、熱量の観点からシロヤナギ利用の可能性があると推測されます。
- (4) マルチキャビティコンテナによる挿し木試験で、オノエヤナギとシロヤナギで活着率に差が生じた要因として、挿し穂の採取位置と母樹の遺伝的要因が影響したと考えられます。また、スリット入りのマルチキャビティコンテナを使用したことで、O₂を好むとされるシロヤナギの生育に適した土壌環境となった可能性が考えられます。コンテナ試験や圃場での挿し木試験において、オノエヤナギと比較しシロヤナギの伸長量が大きかった要因として、シロヤナギの初期成長が旺盛で展葉が多かったことが影響したと考えられます。また、圃場での挿し木試験において活着率が良かった要因として、今回の試験ではヤナギの生育に十分な降水があったことが考えられます。これらの調査結果から、木質バイオマス燃料としてオノエヤナギのみならず、シロヤナギ利用の可能性も十分考えられます。なお、圃場での挿し木試験を継続し、今後の成長経緯を調査していく必要があります。

5 参考・引用文献

- (1) 宮下智弘 (2019) 山形県におけるヤナギ類の圃場栽培による木質バイオマス量の評価. 山形県森林研究研修センター研究報告第 34 号 : 1-8
- (2) 山形県 (1973) 適地適木調査説明書
- (3) 日本林業試験会 (1970) 立木幹材積表東日本編 : 158-164

伐採跡地に天然更新しているヒバを活かした施業の検討

青森森林管理署 森林整備官 宮腰有紀

1 はじめに

青森県内では、伐期に達したスギ等の人工林内にヒバが天然更新している箇所が見られます。そうしたヒバの活用方法については、平成 28 年から「ヒバ林復元プロジェクト（以降、ヒバプロ）」の取組（青森署 2017）の中で調査検討を重ねているところです。

また、人工林の中でも分収林は主伐方法が皆伐と決まっている箇所が多いため、伐期を迎えた分収林の皆伐と再造林が進んでいます。皆伐する人工林の中にもヒバが天然更新して存在する林分が含まれると考えられます。

従来、伐採跡地のヒバは他の有用天然木と同様原則保残し、スギ等の苗木を植栽して再造林してきたところです。そのため、再造林が完了した林分の中には、植栽したスギに混ざりヒバが生育している箇所があります（図 1）。

こうした林分で樹高成長しているヒバの様子から、ヒバが発生している人工林の皆伐後は、ヒバを更新木として積極的に活用できるのではと感じられました。そして、天然更新のヒバの活用が進めば、低コスト造林や将来のヒバ林の復元、合自然的な施業の実現等、多くのメリットが期待できるのではないかと考えました。

これまで、ヒバを対象にした研究は、天然林択伐施業法の提唱（松川 1935）に端を発し数多く行われており、特に稚樹を対象とした調査は、耐陰性や伏条繁殖（橋本・高橋 1998；八木橋 2017 等）、択伐条件での成長応答に関する調査（太田ら 2004；Hitsuma *et al.* 2006 等）が行われてきたものの、人工林内で天然更新したヒバを対象にした調査（橋本ら 2011）や、全天下条件の調査（Hitsuma *et al.* 2012；Hitsuma *et al.* 2015）事例は限られています。

現在ヒバプロにおいて皆伐条件でのヒバ稚樹の生育状況を調査中ですが（東北森林管理局技セン 2022）、ヒバが存在する伐採跡地は今まさに生じているところです。そこで、現地状況に合わせて 2 つの調査を実施し、天然更新しているヒバを人工林皆伐後に活用する方法を検討しました。

調査 1 では、ヒバが天然更新している皆伐跡地及びスギとヒバが混交している造林地を対象に、皆伐後のヒバの生育と混交状態でのスギの生育の状況を調査しました。

調査 2 では、ヒバ稚樹の分布状況は一小班内でもばらつきがある（津軽署 2022）中で、面的に稚樹が密生している箇所では、植付や下刈等を実施しない「造林除外地」に設定する方法を実証しました。



図1 スギ造林地内に天然更新するヒバ

2 調査方法

2.1.1 調査1の対象地概要

青森県東津軽郡蓬田村の江利前沢山国有林のスギ人工林皆伐跡地 747 と 3 林小班 (8.37 ha) 及び隣接する 7 年生のスギ造林地 747 と 2 林小班 (6.59 ha) を調査地に設定しました(北緯 40 度 58 分, 東経 140 度 35 分) (図 2, 3、表 1)。両小班とも標高約 120m の南向き中斜面で、ヒバが天然更新しています。シカ等による食害は確認されていません。両小班にヒバ大径木の古い伐根が残存していることや、付近にヒバ天然林がある (図 3) ことから、かつてはヒバ天然林だったと考えられます。

作業した事業体異なるものの、両小班に周辺植生や地形の相違が見られないため、本調査では「現在の皆伐跡地 (と 3) のヒバは、数年後に現在の造林地 (と 2) の状態に近づくのではないかと仮定して、現状を比較しました。

各事業体にヒバの取扱いに関して聞き取りしたところ、と 3 小班の伐採作業時は「ヒバを含めた天然木へ特別な配慮はせず、作業道作設や伐倒・集材を行う」とのことで、と 2 小班の地拵・

下刈時は、「ヒバは基本的に仕様書通り残すようにしているが、スギを植える場所の確保も必要なので、芯立ちしていないものや成長が遅そうなものは地拵時に一部刈る場合もある。下刈時も基本残すようにしている」とのことでした。このことから、本調査地のヒバはある程度事業者側の判断に委ねられて存在するものと考えられます。

2.1.2 調査1 方法

令和 3 年 8 月～9 月、ヒバが発生している任意の箇所、と 3 小班では 7 つ、と 2 では 6 つ、10 m×10 m のプロットを設定しました (図 3、表 3)。プロット内の代表植生は、ササ、ワラビ、オオバクロモジ、モミジイチゴ等で、高木性広葉樹種は発生頻度順にホオノキ、ミズナラ、ヤマモミジ、オニグルミ、コシアブラ (上位 5 種) でした。

プロット内の平均植生高と植生被度 (%) を記録し、全サイズのヒバとスギ (と 2) の樹高と地際径を計測しました。スギは形状比 (H/D 比) を算出し、また C1～C4 で被圧状況を評価しました (図 4、山川ら 2016)。なお、ヒバは伏条繁殖し群生しているものが大半でしたが、根が定着し樹芯が上向きなのは 1 個体としました。また、群生の場合はその

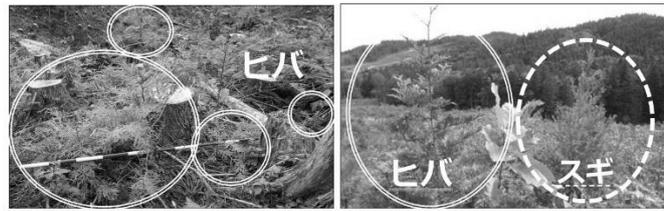


図2 調査地写真 左: 皆伐跡地 (と3), 右: 造林地 (と2)



図3 調査地図面

表1 調査地概要、施業履歴

	747と3	747と2
面積	8.37 ha	6.59 ha
林齢 (R3時点)	-	7
皆伐前林相	スギ人工林	(分取造林)
間伐履歴	平成9年	平成9年
皆伐時林齢	59	52
皆伐時期	平成30年～ 令和2年11月	平成25～26年
地拵・植付年	令和4年度予定	平成27年10月
植付本数	-	スギ裸苗2,000本/ha
下刈年	-	平成28, 29, 30年

群内の個体数を数え（と3小班プロット1を除く）、群生していない個体や実生更新と見られる個体、また損傷や衰退がある個体をそれぞれ記録しました。完全な枯死個体は個体数に含めず別に記録しました(表3)。

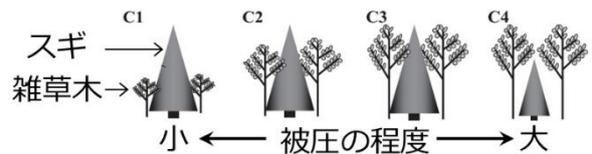


図4 被圧状況の評価方法 (山川ら 2016から引用)

2.2.1 調査2の対象地

調査1と同一の皆伐跡地である江利前沢山国有林747と3林小班で実証しました。

2.2.2 調査2の実証方法 (東北局計画課による令和2年3月27日付要領 に基づく)

現場巡視や跡地検査等の際にヒバが旺盛に発生している箇所があることを確認し、造林除外地設定の実証地に適すると判断しました。

次に、令和3年11月にドローンの自動航行で空中写真を撮影し、小班全体のオルソ画像を作成しました。ヒバが識別可能な画像になるよう低い高度で撮影するために、小班内を等高線で2分割して飛行経路を作成し、対地高度35m設定で撮影しました。

現地確認とオルソ画像から、造林除外地とする区域を決定しました。除外地設定に当たり、①ヒバ稚樹が密生している区域が多くを占める、②ササの繁茂が旺盛でない(競合に負け更新阻害に陥る可能性があるため)、③現地で事業者が除外地を把握しやすいよう作業道でおおむね区分できる という条件で図5のとおり除外地を決め、QGIS上で除外地面積を算出しました。

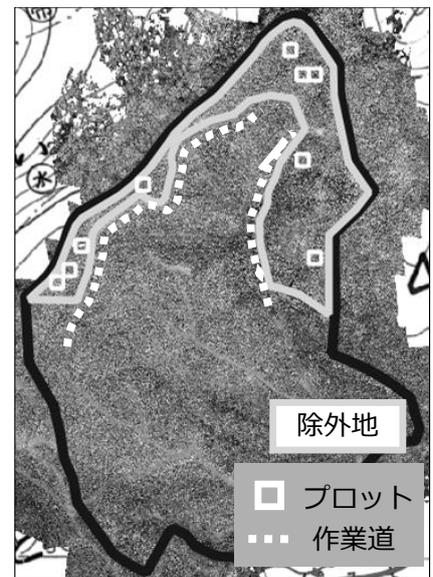


図5 747と3林小班のオルソ画像及び除外地設定

除外地設定が適切か判断するために、令和3年12月にプロット調査を実施しました。除外地面積の5%にあたる、本実証地では9つの10m×10mプロットを、QGIS上で除外地内に無作為決定し、プロット内の樹高30cm以上のヒバと造林仕様書に基づく有用広葉樹の本数を調査しました。なお、広葉樹は全て落葉していたため、今回は確実に識別できたホオノキだけを数えました。

また、除外地の有無による造林経費(地拵・植付(スギコンテナ苗・ヒバコンテナ苗)・下刈)の変化を、表2の苗木価格及び植付本数の条件で試算しました。

	スギコンテナ苗		ヒバコンテナ苗
	苗木価格	植付本数	
苗木価格	188 円/本		340 円/本
植付本数 (地位等から計算)		2,000 本/ha	1,500 本/ha

3 結果

3.1 調査1の結果

各プロットの調査結果は表3に示します。プロット平均個体数は、と3のヒバが3,557本/ha、と2のヒバが1,833本/ha、スギは2,183本/haと、造林地のヒバは、皆伐跡地のヒバの半数程度で、スギと同程度の個体数が生育していました(図6)。サイズごとの本数内

訳は、皆伐跡地のヒバは樹高 100 cm以下が大半だったのに対し、造林地では半数程度が樹高 100 cm以上に成長していました（図 6、図 7）。

造林地のスギの形状比（H/D 比）の全体平均は、47（SE±1.2）で、周辺植生による被圧状態の全体割合は、被圧状態にない C1 が 78%、C2 が 18%となり、被圧状態である C3 が 4%、C4 が 0%となりました。

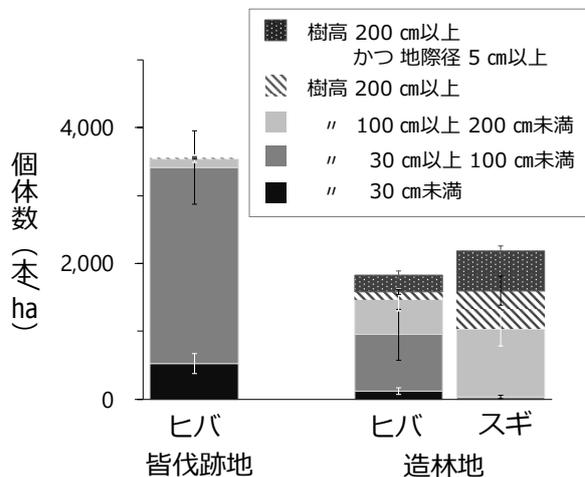


図6 ヒバとスギのサイズ別平均個体数
(標準誤差、ヒバ間のttest; p<0.1)

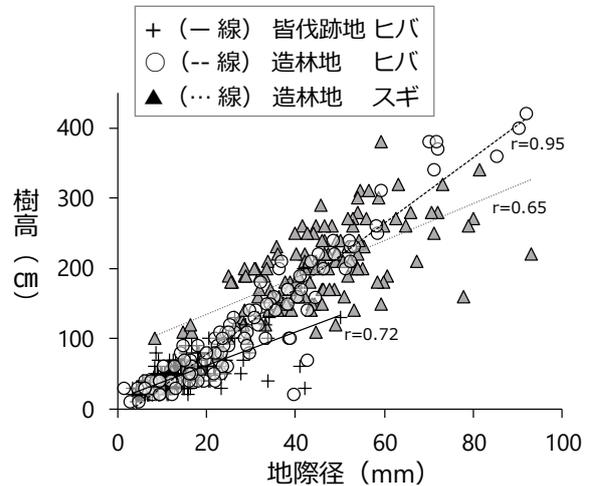


図7 全個体の樹高-地際径関係
(rは相関係数を示す)

表3 調査1のプロット概要

プロット (/100m ²)	747と3 (皆伐跡地)							747と2 (スギ造林地)					
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6
傾斜	緩	緩	緩 (尾根)	急	緩	緩	緩	緩	中	中	中	中	緩 (尾根)
方角	南	南東	南	北東	南西	南東	南	南東	南東	南	南	南西	南
平均植生高 (cm)	70	60	50	30	50	110	50	150	100	150	200	150	80
植生被度 (%)	90	50	30	30	80	80	40	-	-	-	-	-	-
ヒバ個体数	32	28	37	56	8	51	37	28	14	5	6	21	36
群数	-	4	4	9	1	8	5	5	2	1	1	4	7
郡内個体数平均	-	6.5	8.8	6.2	5.0	6.1	7.2	5.2	2.5	2.0	6.0	3.5	4.6
非群生 (独立)	0	0	0	0	3	2	0	2	9	3	0	4	4
損傷、衰退	0	2	0	2	0	3	2	0	0	0	0	0	0
実生	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
ヒバ 枯死個体数	1	2	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0
広葉樹 個体数	5	4	14	1	7	5	6	-	-	-	-	-	-
スギ 個体数	-	-	-	-	-	-	-	21	16	26	22	22	24

3.2 調査2の結果

除外地は 1.73ha となり、全体面積 (8.37 ha) に対して約 2 割が除外地となりました。

9 プロットの結果は図 8 のとおりで、平均本数はヘクタール当たり 2,856 本となりました。この結果から、対象地は更新完了しており造林除外地に適すると判断しました。

除外地設定により削減を見込める造林経費は、除外地なしでスギコンテナ苗を植える場合と比較

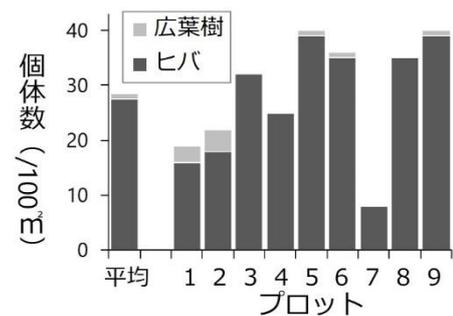


図8 調査2の平均、各プロット個体数

して、スギは約 420 万円（ヘクタール当たり約 245 万円）、ヒバは約 290 万円（ヘクタール当たり約 170 万円）となりました（図 9）。

4 考察

4.1 人工林内に天然更新したヒバの上木皆伐後の生育について

調査 1 の個体数調査から、皆伐後、伐採跡地のヒバが枯損や個体数減少する可能性が示唆されました（表 3、図 6）。

この要因には、上木の伐採（澤口ら 2001）や地拵・下刈作業時の損傷等人為的な影響による枯死や、強度の日射量増加がヒバ稚樹の日焼けや葉の脱落、乾燥ストレスによる枯死をもたらす可能性（櫃間 2015）が考えられます。

しかし、皆伐後 7 年間に経過したスギ造林地では大きく樹高成長しているヒバがありました。これらの結果から、皆伐条件は人工林内で天然更新していたヒバに枯死リスクをもたらすものの、皆伐の光環境自体は樹高成長速度を促進する可能性が考えられます。

4.2 皆伐後にヒバを更新木として活用するための今後の課題

先行研究では、ヒバ小稚樹は急激な光環境の変化や土壌表面の乾燥のために枯死する可能性がある（太田ら 2004）、また、暗い林床にて伏条繁殖しているヒバの中には 52～90 年生と言った、高齢のものが存在する（八木橋 2017）と報告されています。今回の結果から、人工林内で低木状態のまま林床で待機していたヒバは、皆伐後の光環境にも速やかに適応して樹高成長できる可能性が考えられました。今後は林床のヒバの樹齢やサイズ、成長段階による人工林皆伐後の成長応答の違いについて更なる解明が求められます。

そして、伐採及び造林事業者に対し、ヒバ密生箇所への作業道作設や伐倒回避が可能か、また地拵と下刈時にヒバ稚樹の保残が可能か、相談し働きかけていくことで、人為によるヒバ稚樹の枯損を減らし、樹高成長する更新木の更なる確保が可能になると考えられます。監督員や担当者、事業者間でヒバの取扱いについての共通認識を持ち、無理なくヒバ稚樹の保残に取り組む体制づくりが必要だと考えられます。

また、ヒバが存在する造林地の管理方法について、現在はそうした造林地の多くが森林調査簿にスギ等の単層林（スギ 100%）と記録されていると考えられます。天然のヒバを見逃さず更新木として活用するためには、ヒバの混交状態を調査簿等に正確に反映し、またスギとヒバが混交状態である林分の間伐方法やその目標林型を明確にした施業群の新設も検討する余地があると考えられます。

4.3 ヒバ稚樹が発生する伐採跡地の造林方法とその課題

本調査地でヒバと混交して育つスギについて、形状比が低く、ほぼ全ての個体が被圧状況になかったことから、現時点ではスギはヒバが混交していても順調に樹高成長していると見られます。

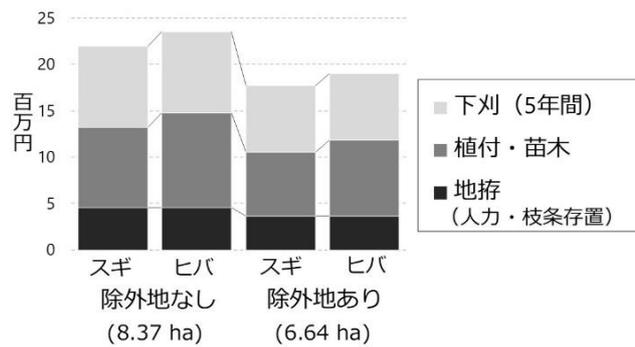


図9 747と3林小班における除外地の有無による造林経費の変化

ただし、樹高 4m 程度に到達してからはスギが上層、ヒバが下層の二段林構造になり競合状態になる（金木支署 2008）ことや、ヒバは複層林の下層木としては低成長に陥る可能性（橋本ら 2011）が既に報告されています。

今回の調査結果からは、伐採跡地に点在するヒバを更新木として活用し、スギ等苗木の本数を減らして植栽することで植付コストを削減する造林方法が可能だと考えられます。そのためには、点在するヒバの間に苗木をどう植えて、下刈時の誤伐を避けるか、事業者に分かりやすい植付方法を考えていく必要があります。また、ヒバを低成長にさせないための間伐方法を検討する必要があると考えられます。

さらに、植付樹種をヒバにする造林方法も考えられます。ヒバコンテナ苗の単価はスギコンテナ苗の約 2 倍ですが（表 2）、植付本数を減らさずにスギを造林するよりも、本数を減らしてヒバを植栽するほうがコスト削減になる可能性があります。今後の小班管理のしやすさから見ても、ヒバを植栽することは選択肢の一つになると考えられます。

4.4 ヒバ密生箇所を造林除外地として設定するための課題

調査 2 について、ドローンでのオルソ画像の作成により作業道作設状況等、小班全体の様子を把握できたことから、除外地設定時のドローン活用は有効な手段と感じられました。

ただし、調査適期について、空中写真でヒバを確認するには、周辺植生の葉が少ない伐採直後か積雪前後の落葉期（4 月・11 月）に限られたことから、撮影時期を逃さないよう入念な計画と準備を要すると考えられます。また、落葉広葉樹の展葉期間内にプロット調査を実施した方が、除外地内の天然更新状況を適切に評価しやすいと考えられます。

また、除外地設定に該当する小班が複数生じた場合、ドローンでの空撮から除外地の決定、プロット調査といった一連の工程に複数回の現地確認と内業時間の確保を要するため、単年度では除外地設定が追い付かない現状でした。除外地設定による大幅な低コスト化の機会を逃さないよう、法令や現地の状況に応じて、工程の簡素化を検討する必要があると感じられました。

なお、今回の経費試算においては、造林除外地では下刈を実施しないとしていますが、今後の周辺植生との競合やヒバ生育の状況に応じ、下刈実施が必要になる可能性も考えられますので、引続き現地の経過観察が必要です。

5 おわりに

人工林内に発生するヒバの中には、拡大造林時から現在まで生存しているものも存在すると見られます。ヒバの生命力の高さを最大限活かした再造林には試行錯誤が必要ですが、低コストで地域に合った「青森らしい林業」を目指していけたらよいと考えています。

6 引用文献

青森森林管理署 藤田裕史、津軽森林管理署金木支署 伊達義人、下北森林管理署 栗野雄大・木村翔（2017）「青森ヒバ林復元プロジェクト」への取組について（第 1 報）.平成 29 年度森林・林業技術交流発表集.
橋本良二・高橋清隆（1998）岩手県鶯宿地方のミズナラーヒバ林におけるヒバ稚樹の出現

- パターンと伏条繁殖. 日本林学会誌. 80(3) 189-195.
- 橋本良二・本田愉望・森澤猛・白旗学 (2011) 岩手県雫石町のスギ人工林で天然更新したヒバの樹冠特性と成長. 東北森林科学会誌. 16(2) 33-38.
- Hitsuma G., Ota T., Kanazashi T., Masaki T. (2006) Seven-year changes in growth and crown shape of *Thujopsis dolabrata* var. *hondai* saplings after release from suppression. Journal of Forest Research. 11: 281-287.
- Hitsuma G., Han Q., Chiba Y. (2012) Photosynthesis and growth of *Thujopsis dolabrata* var. *hondai* seedling in the understory of trees with various phenologies. Journal of Forest Research. 17: 156-163.
- Hitsuma G., Morisawa T., Yagihashi T. (2015) Orthotropic lateral branches contribute to shade tolerance and survival of *Thujopsis dolabrata* var. *hondai* saplings by altering crown architecture and promoting layering. Botany. 93: 353-360.
- 櫃間岳 (2015) ヒバ択伐施業における稚樹の定着と成長促進のための光制御の研究. 学位論文.
- 松川恭佐 (1935) 森林構成群ヲ基礎トスルヒバ天然林ノ施業法. 青森営林局
- 太田敬之・中村松三・糸屋吉彦 (2004) ヒバ天然林における択伐が稚樹の発生・消長に及ぼす影響. 日本林学会誌. 86(3), 265-270.
- 澤口勇雄・宇野博子・猪内正雄・立川史郎 (2001) ヒバ天然林択伐作業による残存木損傷. 森林利用学会誌. 16(2), 83-92.
- 東北森林管理局森林技術・支援センター 青山岳彦 (2022) ヒバ林復元プロジェクト (中間報告) ～稚幼樹の動態と施業効果の検証～. 令和 3 年度森林・林業技術交流発表集.
- 津軽森林管理署金木支署 高橋友和、東北森林管理局森林技術センター 尾上好男 (2008) 「100 年先を見通した森林づくり」を目指して 造林地内に生育しているヒバの利用方法の検討について. 平成 20 年度森林・林業技術交流発表集.
- 津軽森林管理署 遠藤修平・内田朋紘 (2022) 津軽森林管理署管内におけるヒバ稚樹の活用による再造林コスト抑制に向けた調査. 令和 3 年度森林・林業技術交流発表集.
- 八木橋勉 (2017) 低木として長期にわたり生きる高木ヒバの更新戦略. 科学研究費助成事業 研究成果報告書.
- 山川博美・重永英年・荒木眞岳・野宮治人 (2016) スギ植栽木の樹高成長に及ぼす期首サイズと周辺雑草木の影響. 日本森林学会誌. 98: 241-246.