

国有林図面等森林情報の完全デジタル化

～みえてきた GIS の未来～

岩手南部森林管理署遠野支署
森林官（附馬牛森林事務所） 石橋 史朗

1. はじめに

基本図は林野庁の職員が最もよく使用する森林施業の基本となる図面である。5 年毎の森林計画の樹立の度に作成しており、各森林管理署には A0 版の紙で配布され、必要な箇所を印刷し各種事業や山を歩く際に使用している。そのため、5 年が経つ頃には折り目やしわがついて劣化している事も多い。

林野庁は平成 16 年度に国有林 GIS を導入した。平成 29 年 3 月現在のバージョンは 3.1 であり業務を行う上で便利な機能も多い。国有林 GIS において基本図はスキャンされラスター画像として表示、印刷が可能である。しかしながら、紙をスキャンした画像のため文字の擦れや図面と図面の境界部分で等高線がずれる等不便な所もある。

また、林野庁ではベクターデータの整備も行っており、小班、林班(ポリゴン)、河川、等高線(ライン)、基準点(ポイント)等の大部分のデータは既にデジタル化され国有林 GIS 上で表示が可能である。しかし、国有林 GIS のベクターデータは林野庁測定規程の国有林野森林図式により描画されておらず使いづらい点がある。基本図は、国有林野森林図式により細かく描画方法が定められており、例えば、図 1 のとおりである。しかし、国有林 GIS では林道が茶色、保安林情報が欠落している等、図式描画が完全ではない。このことから見た目が基本図と大きく異なる事が使いづらさの一因となっていると考えられる。

林班界	
林道	 実幅
河川(細流)	
境界点(石標)	 1.5
水源涵養 保安林	

図 1.国有林野森林図式より抜粋

上記は国有林 GIS ソフト自体の問題であるが、GIS データにも問題がある。紙の基本図から国有林 GIS のベクターデータを作成する際に一部でデジタル化の省略が行われている。例えば河川や境界点(国有林と民有林の境に埋設している石等)のシェープファイルは線の形や点の位置(地理情報)は存在するが、川名や境界点番号(属性情報)などはデジタル化されていない。しかし、現在位置決定や説明の際のランドマークとして川名や境界点番号などは重要である。

以上のことから本研究では、省略された GIS データのデジタル化、林野庁測定規程の国有林野森林図式に沿った描画を行い、基本図をコンピューター上で再現(以下「完全デジタル化」)することを目的とする。

2. 方法

国有林 GIS はソースコードが公開されておらず、ソフトの改変や新機能の追加が出来ないため、今回使用する GIS ソフトとして、フリーソフトで高速、高機能な QGIS2.14 Essen を用いた。特に QGIS は「スタイル」、「ラベル」の機能により複雑な図式描画を行える事、機能を拡張するためのプラグインと呼ばれるプログラムを誰もが作成して QGIS に自由に追加することが可能であるため、本研究で利用した。

○GISデータの属性情報のデジタル化

GISデータは国有林GISの「シェープファイル出力ツール」から出力した遠野支署のデータを用いた。このうち属性情報の省略が行われているシェープファイルは、河川、作業道、基準点(三角点、図根点等)、境界点である。河川名、作業道名については、基本図のラスターデータと重ね合わせ手入力を行った。名前の付いていない河川、作業道も多く、基本図1枚あたり約5分を要した。

基準点データのうち三角点の名称は、国土地理院の基準点成果等閲覧サービスのホームページから三角点のデータを取得し入力を行った。国土地理院の三角点データと国有林GISの基準点データの対応を取るために、空間検索の1つの機能である「距離マトリックス」を用いて対応を取った。

境界点については点数が多く(遠野支署全体で1万8千点)、デジタル化作業に時間がかかったが以下の通り作業を行った。標識原簿エクセル(ある境界点から次の境界点までの距離と方位角が入力されたエクセルデータ、東北局で平成21年度作成)のある点(e1)とQGIS上の境界点シェープファイルのある点(q1)の対応点を見つける。q1は地球上のある地点を現す座標(以下絶対座標)を持っているので、e1の絶対座標が確定する。e1からe2へは距離と方位角が分かっているので、e2の絶対座標も簡単な計算により確定する。以下e3、4、5...の座標も同様に確定する。q2、q3、q4...とe2、e3、e4...は完全には一致しないので、QGIS上で同時に表示させ、手動で10m以下まで近づけ空間検索の1つの機能である「距離マトリックス」で最近傍点を検索する(図2)。q2とe2、q3とe3...のそれぞれの対応を取り、最終的に境界点シェープファイルに境界点名がはいる。すべての点の処理が終わったわけではないが基本図1枚あたり約30分を要する。

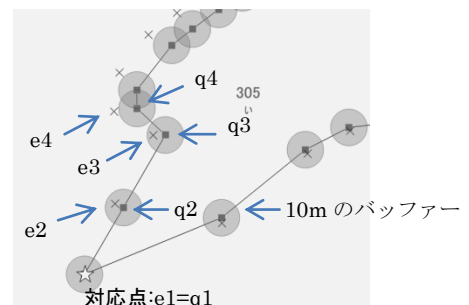


図2. 境界点と標識原簿データの対応点

○図式描画

基本的にはスタイル機能やラベル機能で国有林野森林図式に従って作成した。水源涵養保安林の⊗等の法令や保護林等の囲み文字は、フリーソフトのInkscape 0.91でイラストを描き、SVGファイルとして保存しスタイル機能を使って表示した。囲み文字と雑地については、そのままでは表示が困難であるのでVBAを使って処理を行った後にQGISで読み込んでいく。

3. 結果

次頁のような完全デジタル化された基本図(QGIS図)が作成出来た。QGISと基本図を比較すると同じ情報量にも関わらず、QGISの方が鮮明である(図3,4,5)。また、基本図では図面の端の小班番号や、林道名が切れる箇所も、QGISではそれらが自動的に転移されている。転移した位置に別のラベルがあった際に、ラベルが重なるが、文字が明瞭なため判読は可能であることが多い。早池峰周辺は法規制が多く、小面積の小班は、判読が困難であった(図6)。収穫調査復命書を従来の方法とQGISで作成時間を比較した所、約3分の1の時間で作成できた。平成28年度は森林事務所で用いる各種図面の作成をQGISで行った所、実用的であるとの感触を得た。

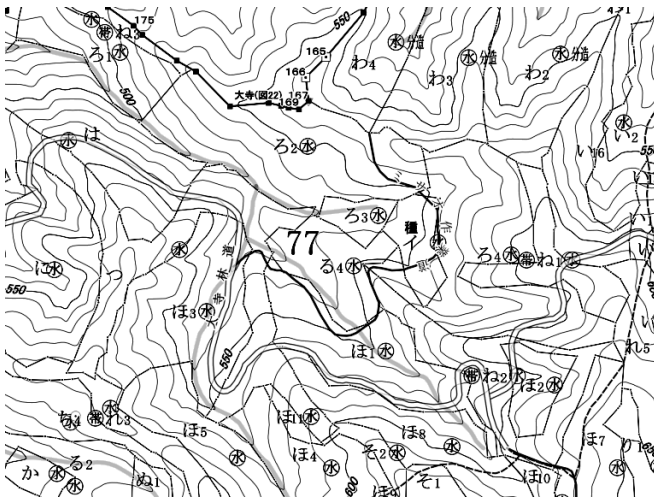


図 3. QGIS による完全デジタル化（実際はカラー）

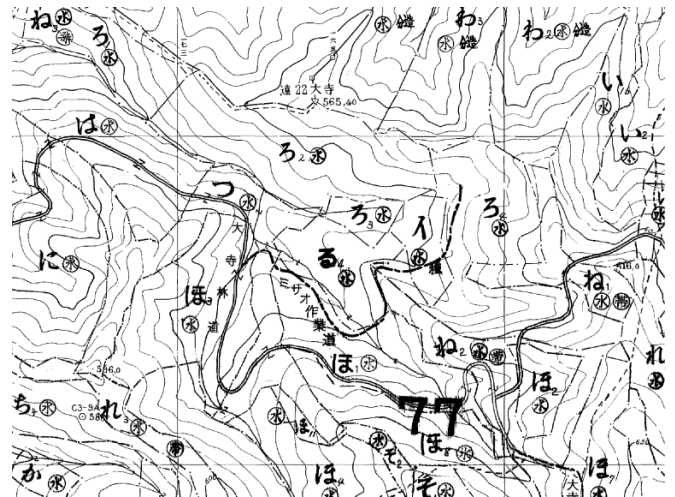


図 4. 基本図

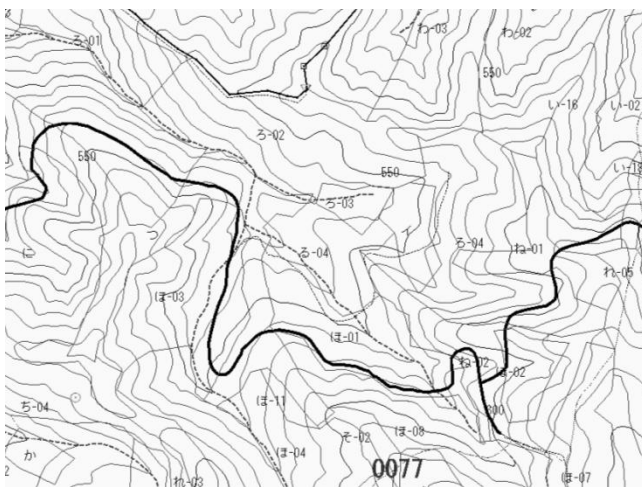


図 5. 国有林 GIS（実際はカラー）



図 6. QGIS(早池峰周辺)

国有林プラグイン

QGIS 初心者が図式描画を行おうとすると多くの時間を要する。そのため QGIS に機能を追加する「国有林プラグイン」を作成して初心者が簡易に行えるようにした。 1. QGIS をインストールする。国有林プラグインを入れる。 2. シェープファイル出力ツールでシェープファイルを出力する。 3. 出力されたシェープファイルの中に森林調査簿のデータがあるのでそれを加工ソフトで処理する。 4. QGIS のプラグインで実行する。以上の作業により QGIS の初心者でも数ページのマニュアルで簡易に導入することができるようになった。

尚、省略された GIS データのデジタル化については各自入力する必要がある。

4. 考察

○メリットデメリット

本研究により基本図の完全デジタル化が可能となったが 3 つメリットを述べる。

① 各種図面作成の効率化

各種事業の図面は手作業で色塗りを行う事が多いが、対象の小班が多いとその労力も大きい。エクセルでデータを作成して国有林プラグインで読み込む事により、図面の色付けは瞬時に行うことが出来る。面積や線分の長さも GIS 上で測定可能なため、プランメーターやキ

ルビメーターを使う必要もない。完全デジタル化により図面作成の手間が大幅に減少すると共に、綺麗で見やすい図面を作成出来るようになる。

② 各種森林台帳を GIS で一元的に管理

国有林野を貸付する際に作成する貸付台帳や、分収造林の組合や契約年などが記された分収林台帳など、業務に関わる森林情報で基本図に記されていない情報は多く存在する。これまでは、エクセルのデータを作成し土地の形は紙データを保存する場合も多いが、これらの情報の GIS データを作成する事で、問い合わせに迅速な対応も可能であり、契約書等に添付する図面の作成も容易である。つまり、今まで属性情報はデジタル、地理情報はアナログで管理されてきた情報を GIS によって一元的に管理できる。

③ 基本図・GIS データの更新

基本図・国有林 GIS データは 5 年ごとにデータの修正を行っていた。修正される点は例えば新設林道や小班分割の箇所である。これまでは、Ⅰ.手書きで修正点を図面に記入、Ⅱ.図面の修正 Ⅲ. 図面印刷(基本図完成) Ⅳ. 基本図のスキャン、Ⅴ. GIS データの修正(GIS データ完成)と多くの行程を経る必要があった。デジタル化によりⅠ. GIS 上でデータを修正、Ⅱ. 画像出力となり効率が飛躍的に向上する。また、これまでは紙の基本図がベースにあったが、完全デジタル化されているので、A0 版での紙出力が不要になり、必要な時に必要な範囲を加工し印刷するのみの作業となる。しかし、チェックを経ずに誰もが GIS データの更新が可能になると、間違いも起こりやすくなるため申請、承認のシステムを構築する必要がある。

一方でデメリットも存在する。QGIS は様々な機能があり初めて操作する人は戸惑うと思われる。初心者でも使えるようにマニュアルの整備、国有林プラグインに様々な機能を追加すると同時に、これからの林業にとって GIS ソフトは必要不可欠の存在になると考えるので、それぞれが精進する必要がある。

○本研究の問題点

先に述べたように図式描画については、国有林野森林図式により細かく定められている。例えば、小班について「小班名は、小班区画の中央付近に表示する。ただし、区画面積が狭小で域内に表示が困難な場合は、矢印記号を用いて区画外に表示することができる。(以下略)」との記載がある。図 5 のように紙の基本図であれば矢印記号を用いる所だが QGIS の基本的な機能では実装できなかったのもので、プラグイン等を開発することにより機能を追加する必要がある。

また、岩や等高線の補助曲線は地理情報も属性情報も無いが今回は扱わなかった。数は多くないので、基本図と重ね合わせ、一つ一つ手作業でトレースしデジタル化する必要がある。

国有林 GIS データと民有林の GIS、Google Earth 等の衛星画像のデータを同時に表示した際に、境目が一致しない事がある。原因として民有林の GIS データや衛星画像の誤差も考えられるが、紙の基本図から GIS データを作成した時に、座標の付与を誤った可能性も大きい。国土地理院の基準点成果等閲覧サービスのホームページから遠野市と花巻市の三角点のデータをダウンロードし、国有林 GIS の基準点シェープファイルの三角点と誤差の比較をした。三角点のため両者は完全に一致するはずであるが、91 点の三角点のうち、中央値で 11.2m、最大値で 29.4m 誤差が生じていた。現在の状態だと、衛星写真判読の際の誤読や民有林の GIS と重ね合わせて解析する際に正確な解析が出来ない。また、今後準天頂衛星の導入による精度の向上が期待される GNSS 測量でも誤差が生じる等の問題が懸念される。今後はこのずれを修正する必要もあると考えている。

基本図(縮尺:5千分の1)と同様に頻繁に使用する図面に2万分の1の縮尺の施業実施計画図(以下「施業図」)がある。施業図の完全デジタル化に必要なGISデータは既にそろっており図式描画も困難ではないが、基本図に比べて1小班あたりの面積が4分の1になるため、ラベルの重複が増加する。それを回避するには難度の高いプログラムが必要である。しかし、いずれ施業図でも完全デジタル化は行われるべきだと考えている。将来的には、東北森林管理局管内図、森林管理署管内図と併せて、東北の国有林の図面がシームレスに閲覧できる時代も訪れるだろう。

○GISの未来

国土地理院では完全デジタル化を平成14年に完了し(田村 2002)、現在ではそれをベースとして様々なサービスを展開している。例えば、地理院地図は「新地形図情報管理システム」を用いてベクターからラスター変換し作成したものである(水田ら 2002)、インターネット上で道路の色や表示項目をカスタマイズして地形図を購入するサービスもある(大野ら 2013)。また今回の研究からも分かるように完全デジタル化は技術的にすでに可能な技術であり、できるかできないという話ではなくいつやるかという状態にあるのだと私は考えている。

国有林GISが今回の研究で述べたような機能を持つことが理想であるがそれまでは、QGISを業務で使用することもライセンス(*GPL)上可能である。さらにQGISの拡張性の高さを生かしプラグインを追加することで、予算もかけずに実用的なGISを作ることできる。昨今、林業界でもハッカソンと呼ばれる1、2泊程の短期間でソフト開発を行う事例が注目を浴びているので林野庁内でも興味がある人に呼びかけて実施してもおもしろいと思う。

近年、IT化による業務効率化が叫ばれて久しいが、林業は相変わらずIT化が遅れている分野である。その中でも、地図作成はアナログな作業から抜け出せていない状況であったが、この作業をデジタル化しさらに高度な解析などにも利用できれば業務の効率化だけでなく、これからの林業分野への発展にもつながる可能性を秘めている。これはまさにイノベーションの門を開いたに等しい。

*GPL・・第3者へソフトを配布する際に適応されるライセンス。個人や社内での使用は適用外

参考資料

林野庁測定規程 付録7 国有林野森林図式 平成24年1月6日23 林国業第100号-1
基準点成果等閲覧サービス <http://sokuseikagis1.gsi.go.jp/> (最終検索日:2017年3月2日)
田村 栄一 (2002) 2万5千分の1地形図のフルベクトル化の概要 国土地理院時報 No.98
水田良幸ら (2002) ベクトル編集ソフトについて 国土地理院時報 No.98
大野裕幸ら (2013) 電子地形図25000の刊行について 国土地理院時報 No.123
GPLライセンス <http://www.gnu.org/licenses/gpl-faq.html> (最終検索日:2017年3月2日)

謝辞

国有林プラグインは東北森林管理局の遠藤周作氏のプラグインをベースに開発した。この場を借りて心からお礼申し上げます。

クロマツ林の拡大に向けて～悪条件下における適性比較調査～

米代西部森林管理署 治山グループ ○福田 雄貴
米代西部森林管理署 総括治山技術官 赤澤 友光
米代東部森林管理署 森林整備官 畠山 格

1. はじめに

(1) 試験地の概要

試験地のある大開浜国有林は秋田県能代市の日本海に面した海浜地域に位置し、面積約42haのクロマツを中心とした海岸防災林である。

現在、平成20年度より大開浜海岸防災林造成事業計画に基づき、風や飛んでくる砂から家屋などを守るため、消波ブロックの嵩上げや砂丘の造成、防風柵の設置を行い、平成23年度からは森林造成を実施している。



(図1 航空写真)

当該試験地は大開浜国有林の中に所在し、南北に長さ約500m、東西に幅約36m、面積約1.8haの砂草地帯で、海岸線から最も近い箇所では約40mしかなく、冬から春において沿岸地域特有の暴風やそれに伴う高波の影響が大きく、環境、気象的にも厳しい条件下にある。(図1)

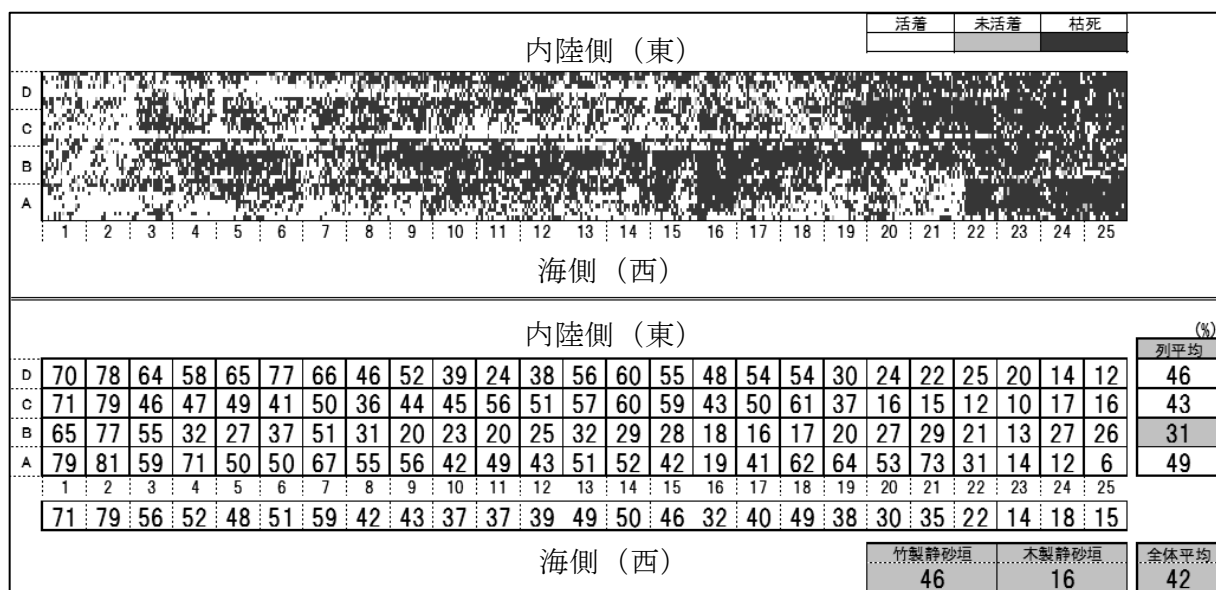
(2) 試験に至った経緯

- 平成24年3月に1.5万本のクロマツ普通苗を植栽し、その内5千本には苗木を風から守るためヘキサチューブを使用した。
- 平成24年4月、爆弾低気圧と言われる急速に発達し、台風並みの勢力を持った低気圧によって暴風や高波が発生し、植栽したクロマツ苗の約9割が枯死した。
- 平成25年3月、ヘキサチューブ以外の苗木に活着をよくするための客土を追加し、8千本の補植を実施した。
- 平成25年4月、再び強い低気圧が発生し、約9割の苗が枯死した。
- 平成26年3月、静砂垣と呼ばれる竹製の防風柵を施工。
普通苗をポット苗に変更し、1.4万本の補植を実施した。
- 平成27年3月、木製の静砂垣を施工。ポット苗を使用し、3千本の苗木を追加植栽したが、風対策による苗木の保護を行っても思うような活着には至らなかった。

以上の経緯から、当該区域にクロマツ苗をどのように植栽することが適性なのかを判断するため、平成27年度より適性比較調査を実施した。

2. 研究方法

(1) 適性比較調査に至るための事前調査

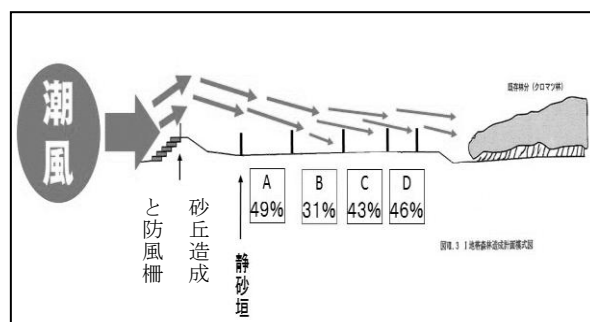


（図2 上：全数活着状況メッシュ図 下：各ブロック活着率と平均値）

適性比較調査を実施するにあたり、平成23年度から植栽してきた当該区域内の活着状況を把握するため、平成27年12月に1万8千本の全数活着調査を実施した。調査地は海側から東西にA B C Dの4列、南北に25列の合計100個のブロックで形成されている。メッシュ図の白色は活着している苗、灰色は将来的に枯死すると思われる苗、黒は完全に枯死した苗を表している。（図2）

A B C列は1ブロックの面積が200㎡。D列は1ブロック面積が120㎡。それぞれヘクタール1万本植えとした。ブロックごとの活着率が明らかとなり、調査ブロック全体の平均活着率が42％であることが判明した。また、以下のような風による影響も確認した。

- ① 列ごとに活着率を見ると、海側から2列目のB列が31％と最も低かった。これは、（図3）のように防風柵を乗り越えた風が降下してB列に影響を与えているのではないかと推察される。
- ② 静砂垣ごとに活着率を見ると、竹製静砂垣の平均活着率は46％、木製静砂垣は16％と30％の差があった。木製は10cm程度の隙間があるため風の影響を直接受けやすかったことが一因であると推察される。（図4）



（図3 風の流れ想定図）



（図4 左：竹製静砂垣 右：木製静砂垣）

(2) 比較条件の設定

調査区域内で特に活着率の低いブロックを選定し、高い活着率とするためにはどのような植栽条件にすることが適性なのかを判断するため、以下の3条件を複合的に設定。計12パターンにそれぞれ100本ずつ、合計1,200本を補植し試験を実施。

① 苗木の種類

比較検証するため、これまで植栽してきた普通苗とポット苗、さらに、現在太平洋側の海岸林造成事業等において活着状況が良いことが実証されているコンテナ苗を追加し、日本海側においても同様に活着することができるのか検証した。

② 肥料の有無

肥料の有無が苗の活着に影響があるのではないかと仮定し検証した。

③ 衝立の有無

静砂垣のみでは下降してくる風を完全には防げないため、風が直接的な枯死の要因であるのかどうか衝立を設置し検証した。

(3) ブロックの選定

全数活着調査における試験ブロックは活着率が25%以下で、活着率が低かったB列を中心とし、3種類の苗木を肥料と衝立の有無、4つの条件ごとに比較しやすいように隣り合った18ブロックを選定した。苗木ごとの選定ブロック平均活着率は普通苗18%、ポット苗16%、コンテナ苗16%であり、地形的影響差はあまり見られなかった。(図5)

																		普通苗		ポット苗		コンテナ苗																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
内陸側（東）																		平均		18		16		16																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
D																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				

(図5 選定ブロックと活着率一覧)

試験ブロックの条件設定は、枯死している状況により、大きく75本補植と50本補植に分けた。75本補植はブロックごとに1種類の植栽方法を実施した。50本補植はブロックごとに2種類の植栽方法を実施した。(図6)

	75本補植				50本補植			
肥料	有り		無し		有り		無し	
衝立	無し	有り	有り	無し	無し	有り	有り	無し
普通苗	B9	B10	B11	B12	A24	A25		
ポット苗	A16	B16	B17	B18	B23	C23		
コンテナ苗	B19	C20	C21	C22	C24	C25		

(図6 ブロックごとの条件と補植図例)

3. 結果

平成28年12月までに実施した活着率調査の結果、普通苗の肥料有りが41%と特に低い活着率を示した。コンテナ苗はどの条件においても90%以上と高い活着率を示した。(図7) さらに、条件ごとに活着率を比較した結果は次のとおりとなった。

肥 料 衝 立	(%)			
	有 り		無 し	
	無 し	有 り	無 し	有 り
普通苗	41	41	81	91
ポット	61	70	84	95
コンテナ	92	97	99	91

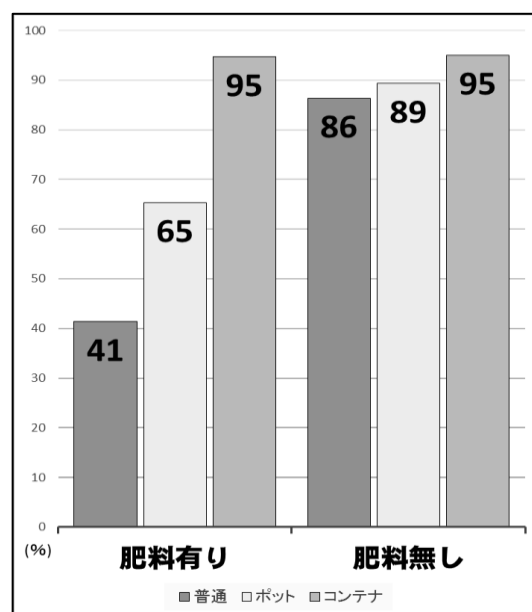
(図7 条件ごとの活着率)

(1) 苗木ごとの活着率比較

普通苗が64%、ポット苗が77%、コンテナ苗が95%とコンテナ苗の活着率が最も高く、普通苗に比べ31%、ポット苗より18%高く、日本海側においてもコンテナ苗の優位性を確認できた。

(2) 肥料の有無による活着率比較 (図8)

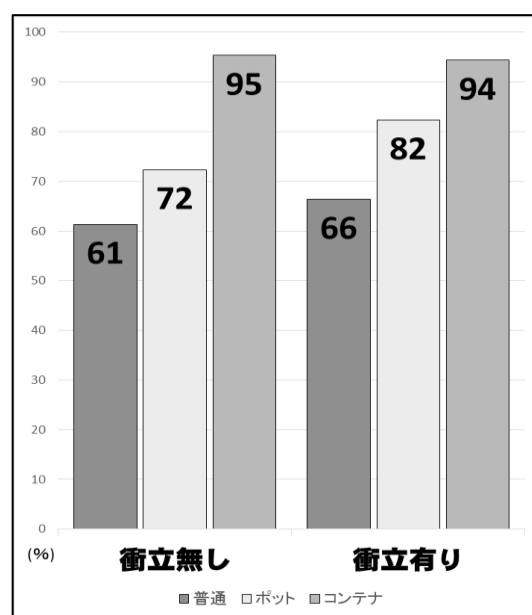
肥料有りの活着率は普通苗が41%、ポット苗が65%。肥料無しの活着率は普通苗が86%、ポット苗が89%と肥料無しの方が普通苗は45%、ポット苗は24%高い活着率を示した。コンテナ苗については肥料の有無に関わらず95%と高い活着率となった。肥料無しの方が優位となった原因については根腐れや植栽方法が考えられるが、本調査では原因の究明には至らなかった。



(図8 肥料の有無による活着率比較)

(3) 衝立の有無による活着率比較 (図9)

衝立無しの活着率は普通苗が61%、ポット苗が72%。衝立有りの活着率は普通苗が66%、ポット苗が82%となり、衝立有りの方が普通苗は5%、ポット苗は10%高い活着率を示した。コンテナ苗については衝立の有無に関わらず94%、95%と高い活着率となった。結果、今回までの調査では、衝立による活着率への大きな影響は確認できなかった。



(図9 衝立の有無による活着率比較)

4. 考察とまとめ

平成25年3月から補植を繰り返してきたが、40%程度の活着率にしか至っていなかった。しかし、コンテナ苗を用いたことで植栽条件に左右されず90%以上の高い活着率を示した。これにより当該試験地のような気象、環境的に厳しい日本海側海岸最前線の悪条件下であっても適性に森林造成を図っていくことができると考えられる。一方、肥料や衝立については今回の試験において確たる実証には至っていないため、苗木の今後の活着状況などを注視する事で確認をしていく。

また、今回の調査は平成28年3月に植栽した苗木を4月から12月まで約9ヶ月間のデータであり、「期間が1年未満であること」「1年だけではその年の気象条件による偶然性に左右されること」が考えられるため、目標として最低でも2年間の調査を実施し、12パターンの中から90%以上の活着率を達成できる植栽方法を判断することで、今後の当署における海岸防災林造成事業に生かしていく方針である。

カラマツ人工林内における有用広葉樹材生産の可能性について

三陸北部森林管理署 森林官補（釜津田森林事務所） ○佐久間 彬
治山グループ ○長岡 圭祐

1. はじめに

三陸北部森林管理署釜津田担当区管内には人工林が約 2,300ha あり、その 9 割（約 2,000ha）をカラマツ人工林が占めている。これは当管内が、岩手県内でも有数の寒冷地域であり、一般的な植栽樹種であるスギやヒノキの生育に適さないことから、植栽樹種にカラマツが選択されてきたことによる。またカラマツ人工林の多くが拡大造林期に植栽されたため、他の地域と同様に 40～60 年生をピークとする一山型の齢級構成となっており、今後に向け、主伐・再生林に向けた森林づくりの検討を行うことが必要となっている。

では今後の森林づくりに向けて重要なことは何か。1 つ目は「多様な森へのシフト」である。昨年 5 月に改訂された「森林・林業基本計画」でも記載されているように、今後は多様な森林整備への取り組みが求められており、また既存研究からも人工林内において天然性植物の種多様性を高めることは、生物多様性を高めるということが報告されている（五十嵐ら, 2014）。2 つ目は「より儲かる（地域で活用可能な）林業」である。林業を行う上で、より儲かるものを生産することは重要であり、また、釜津田森林事務所のある岩泉町では、現在広葉樹を活用した産業を展開しており、今後地域において広葉樹の需要増加が予想されている。しかし一方で、集成材等に活用されるカラマツの需要も依然として高いことから、この 2 点を踏まえた森林づくりは、カラマツ人工林を単一的な単層林とするのではなく、広葉樹を生育させることで達成できると考えられる。

カラマツは落葉性であるため、カラマツ人工林には広葉樹が混交しやすいことが既存研究からも報告されており（花田ら, 2006）、また当管内においてもカラマツ植栽後にウダイカンバが侵入し、カラマツと共に生育したことが報告されている（大住ら, 1985）。現状でも、カラマツ人工林内に侵入した広葉樹が生産及び活用されている箇所があるが、そのほとんどがパルプ・チップ用の低質材となっている。一方で、前述のような人工林内で生産する広葉樹について、より価値の高いものを生育させる点について検討された研究は少なく、本研究ではその第 1 段階として、カラマツ人工林内に有用広葉樹が生育しているのか、また、周辺の天然林との比較から、実際に一定のサイズまで生育が可能かどうか検討を行った。

2. 手法

41～60 年生のカラマツ人工林を 3 箇所選定し、また各カラマツ人工林周辺の天然広葉樹林も同様に 3 箇所選定し、それぞれ P1～P3、L1～L3 とした（表 1）。各対象林小班において、カラマツ人工林で幅 5m×長さ 50m、天然広葉樹林で幅 5m×20m のラインを各小班 3 本ずつ設定し、ライン内における高木類の樹種、胸高直径、樹高を測定

した。

表 1. 調査箇所における林況等の状況

試験地	林班	林況	林齢	面積(ha)	方位	標高(m)	傾斜(度)	地質	間伐実施年度
P1	527い1	カラマツ人工林	51	13.55	西	850~950	15~30	BD	平成 3
P2	521ろ9		41	0.36	南西	800~850	15~30	BDd	平成10
P3	517に1		60	92.13	南西	650~1050	15~30	BD	平成19
L1	521と2	広葉樹林	134	1.38	北西	750~800	15~30	BDd	
L2	520ち3		125	17.48	西	700~1000	15~30	PDⅢ	
L3	526ほ		99	1.02	北西	800~900	15~30	BDd	

BD：適潤性褐色森林土 BDd：適潤性褐色森林土(偏乾亜型) PDⅢ：乾性弱ポドゾル化土壤

3. 結果

(1)カラマツ人工林における調査結果

図 1 に、調査を行った 3 区 (P1~P3) におけるカラマツと広葉樹のサイズ分布を示す。これにより現時点でもカラマツ林内に広葉樹が混交していることがわかった。一方林内上層には、およそ 10~20m のカラマツ及びそれと同程度のサイズの広葉樹が生育しており、また下層には主に樹高 10m 以下の比較的サイズの小さな広葉樹の生育が確認できた。

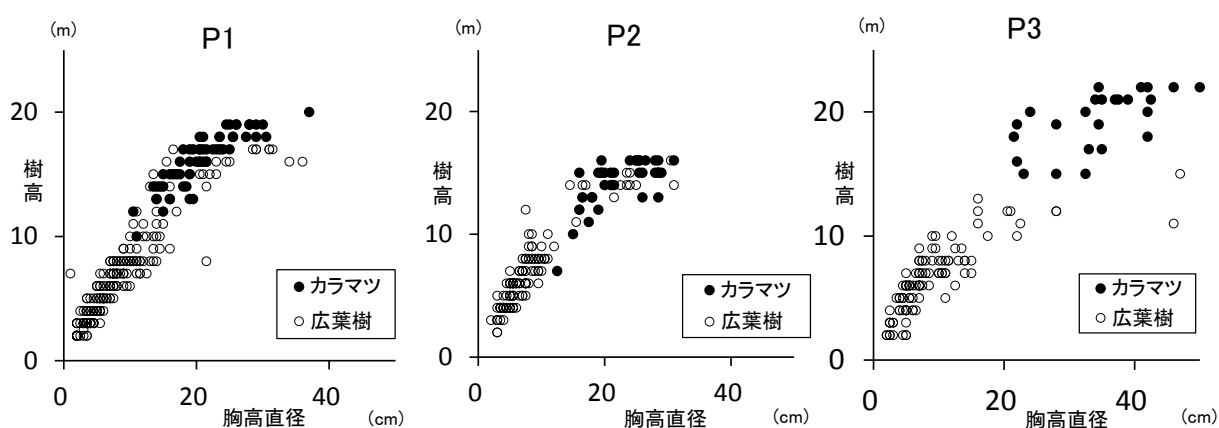


図 1. カラマツ人工林内における広葉樹の生育状況

また、広葉樹について出現種数の多かったブナ、ウダイカンバ、イタヤカエデ、ミズナラ、トチノキを区別して表示したグラフを図 2 に示す。これにより上層でカラマツと同程度のサイズとして生育していたのは主にウダイカンバであり、下層ではブナ、イタヤカエデ、トチノキが特に多く見られることがわかった。また今回グラフには反映させていない、出現数の少なかった広葉樹は主にハリギリ、ヤマザクラ、サワシバ、シナノキ等であった。

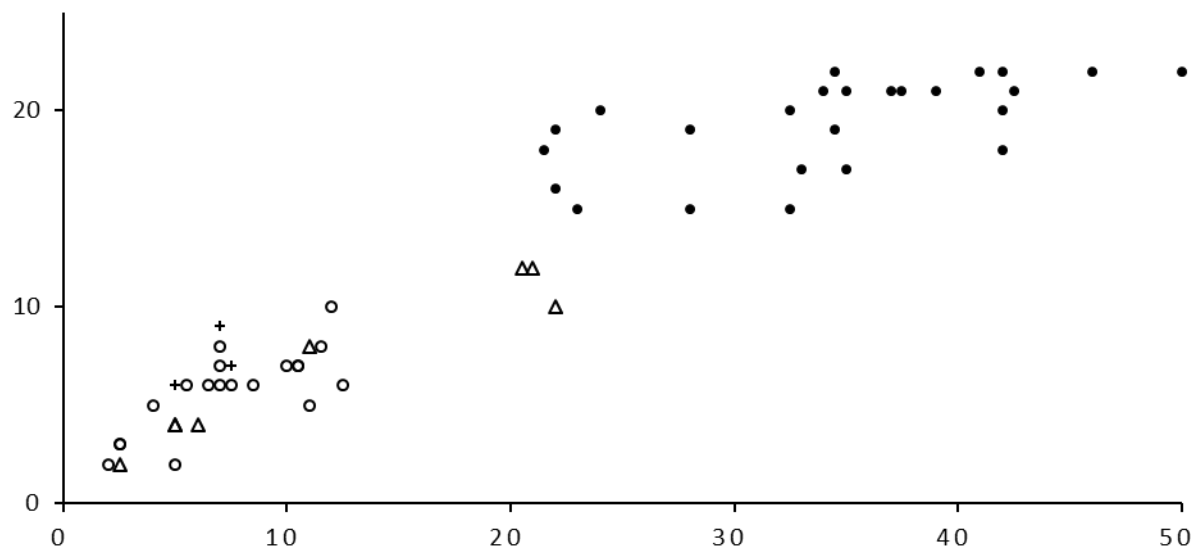
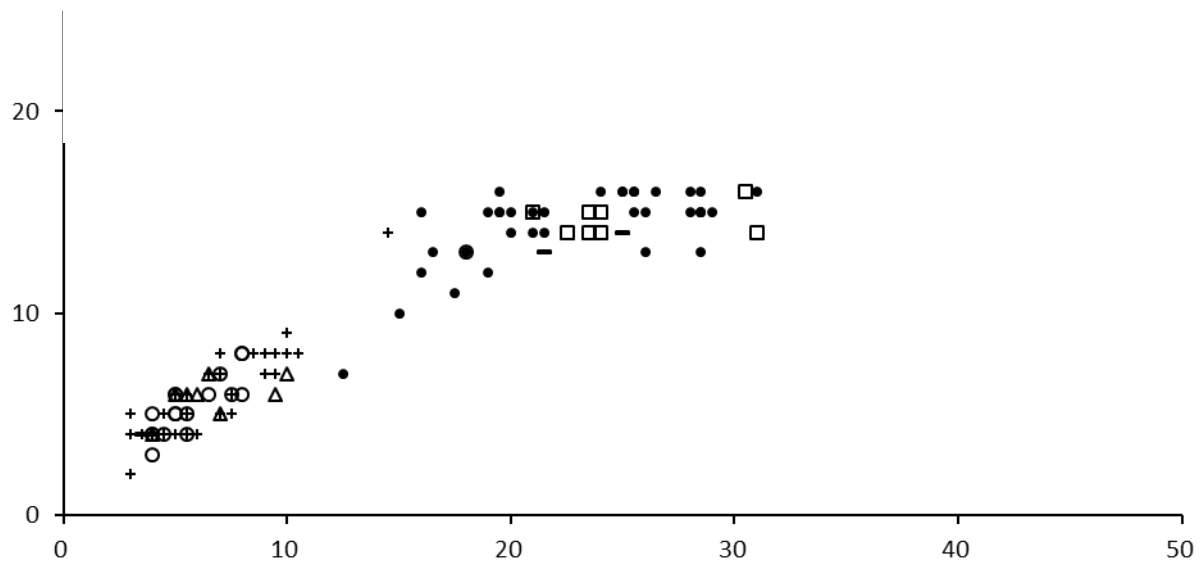
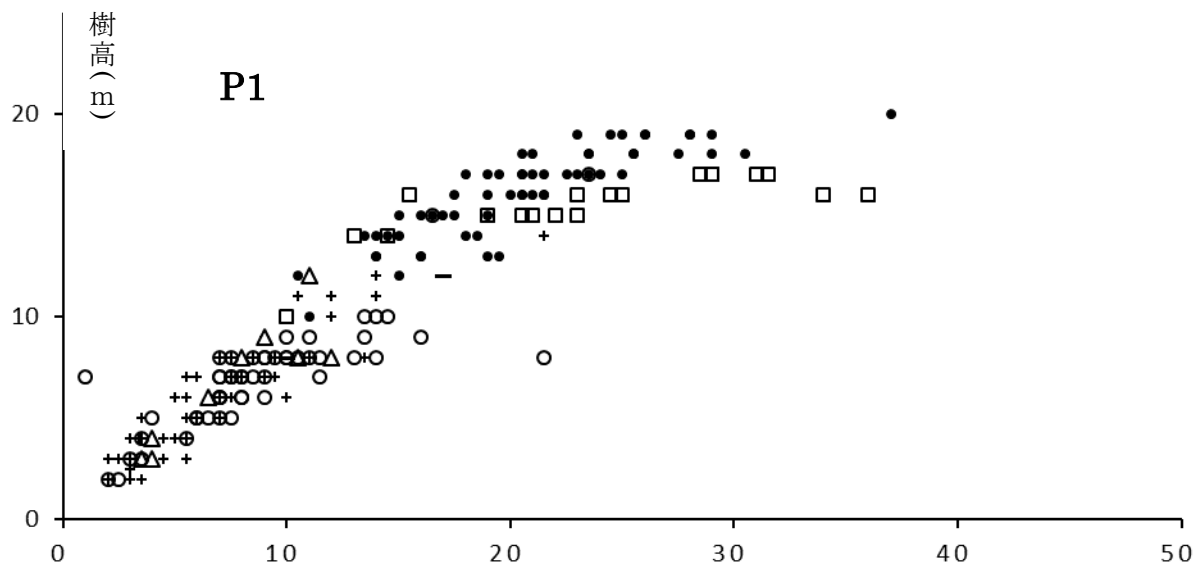


図 2. カラマツ人工林内における主要広葉樹 5 種の生育状況

(● カラマツ □ ウダイカンバ + ブナ ○ イタヤカエデ △ トチノキ - ミズナラ)

(2)天然広葉樹林における調査結果

次に調査区(L1～L3)の天然広葉樹林の結果を図3に示す。P1～P3区の上層において多数見られたウダイカンバがL3区の1本のみしか確認できず、一方同区の下層に多く見られたブナ、イタヤカエデがL1～L3区の上層で多く見られた。また大径化しているものも多く見られ、中には胸高直径約70cmを超えるブナも確認できた。

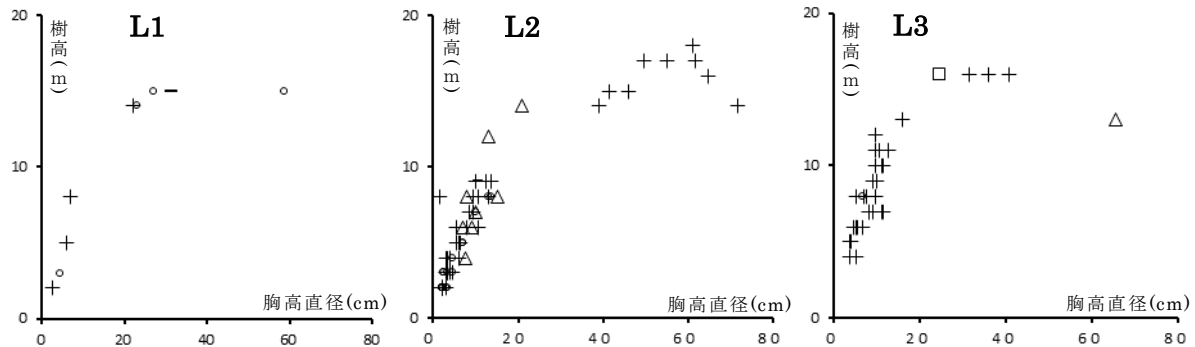


図3. 天然性広葉樹林における主要広葉樹5種の生育状況

(□ ウダイカンバ + ブナ ○ イタヤカエデ △ トチノキ - ミズナラ)

4. 考察

(1)カラマツ人工林内における広葉樹の侵入経緯

P1～P3区の林内上層にカラマツと共にウダイカンバが生育していた。これは、大住らにより報告された、植栽後侵入したウダイカンバが一部カラマツとの競争に勝ち、現在も残存していると考えられる。また、このように新植時に侵入した有用広葉樹が50年程度経過した後でも残存していることは、一方で、植栽木の代わりに生育させることで、植栽木本数自体を減少させ、造林コストを減らす「低コスト化」にも資する可能性が考えられる。

また、ブナやイタヤカエデなどが、中小径木として生育していることがわかった。既存研究からも、カラマツ林では除間伐を契機として広葉樹が侵入することがわかっているため、これらの樹種は除間伐時に侵入したと考えられる。

一方で天然林においてブナ等の樹種が大径木として生育しているため、今後の除間伐時にこれらの侵入木を残存させることで、次の伐採時に大径化させることは可能と考えられる。

このように、植栽時や除間伐時に侵入した広葉樹が生育しており、今後も大径化できる可能性があることから、カラマツ人工林内で有用広葉樹を生育させるために、「これまでのサイクル」のように、除伐の際や主伐の際に、すべての広葉樹を伐採してしまうのではなく、「これからのサイクル」として、植栽時や除間伐に侵入した広葉樹を育成させ、利用径級に達した適切なタイミングで伐採させるサイクルを構築・実現することが重要だと考える(図4)。

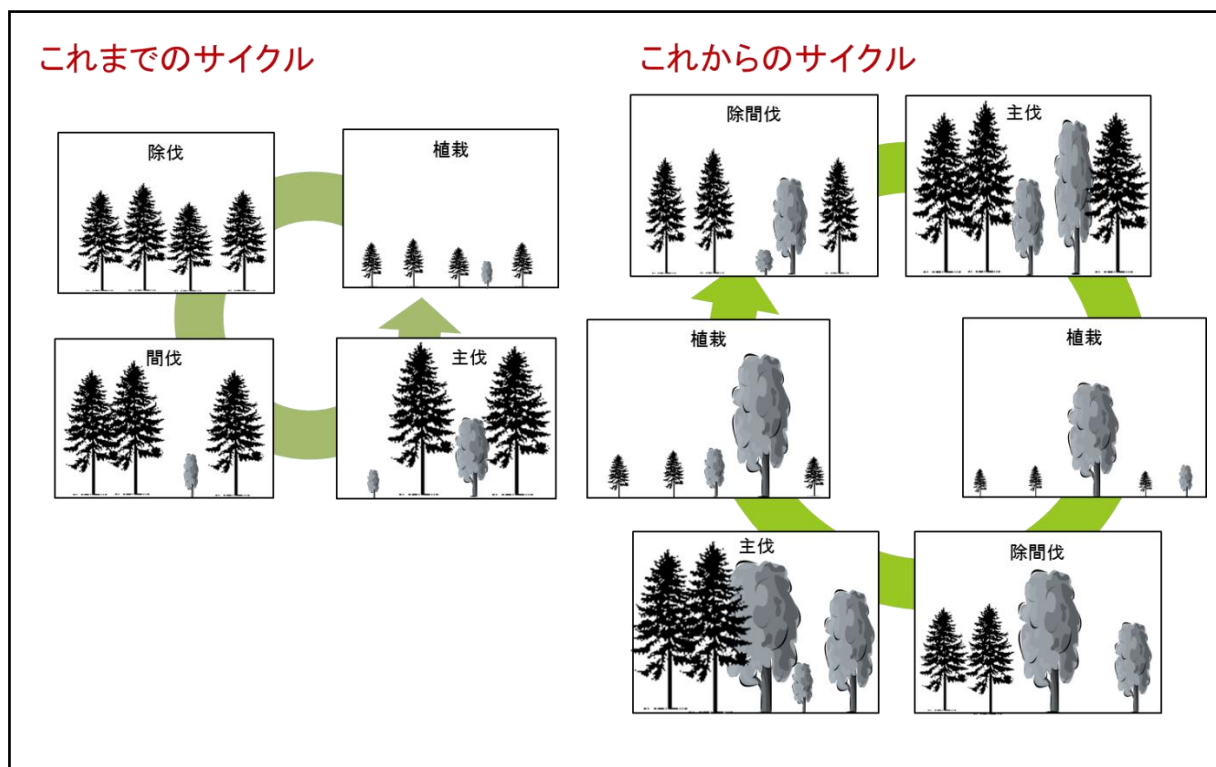


図 4. これからのカラマツ人工林施業イメージ

このような適切な施業で生育させることで、カラマツ一辺倒ではなく、地域特有の広葉樹を取り入れた針広混交林による「多様な森林づくり」が行え、カラマツの通常収入のみならず、今後は有用広葉樹をボーナス的収入として位置づけることで、地域の産業にも貢献可能な「儲かる林業」を行えることが示唆され、また、今後は侵入した広葉樹を活用することにより新植時の植栽本数を減少させるなど「造林コストの低減」に向けた森林づくりを行うことが可能と考えられる。

5. まとめと今後に向けて

本調査により、カラマツ人工林内に有用広葉樹が生育していることが確認できたため、今後は第2段階として生育している有用広葉樹をどのように育成・活用するのかについて調査・実証を行う必要がある。

そのため次年度は、①植栽前に有用広葉樹の残存本数及び分布状況、残存方法を考えることで、植栽木低減の可能性についての検討、②それとともに、実際にカラマツの植栽本数を低減させている低密度植栽試験地においても侵入広葉樹の状況を調査することで、「低コスト化」に向けた取り組みの推進、③除間伐等の保育作業の際に、実際にどのように植栽時に侵入した広葉樹を保全させるかその方法について検討・実践、等を行う。

また、これらについて地域との協力も非常に重要となるため、広葉樹の活用として川下側に力を入れている町と連携し、今回のように生産する川上側に強い国有林の知見の共有を図り、有用広葉樹生産および活用を推進する。

また、生産する広葉樹を（川下側が要求する）適切なタイミングで伐採するため、地域全体での生育樹種、生育状況の把握が重要と考えられる。そのため、民有林とも

協力し情報の整理と共有を図って参りたい。

6. 参考文献

花田尚子、渋谷正人、斎藤秀之、高橋邦秀（2006）カラマツ人工林内における広葉樹の更新過程．日林誌，88(1):1-7

五十嵐哲也、牧野俊一、田中浩、正木隆（2014）植物の多様性の観点から人工林施業を考える－日本型「近自然施業」の可能性－．森林総合研究所研究報告，431:29-42

岩崎ちひろ、渋谷正人（2013）カラマツ人工林における除間伐が広葉樹の侵入生長に及ぼす影響と混交林化の施業指針．北海道大学井演習林報告，69(1):23-54

大住克博、桜井尚武、斎藤勝郎（1985）ウダイカンバ二次林の更新過程（Ⅰ）－新植地に侵入したウダイカンバの分散構造と成長－．日林論，96:359-360

大住克博、桜井尚武、森麻須夫、斎藤勝郎（1986）ウダイカンバ二次林の更新過程について（Ⅱ）－若齢林の林分構造と生長過程－．日林論，97:323-324

効率的なコンテナ苗の運搬方法の探究

三陸北部森林管理署久慈支署 業務グループ 山口 雄己

1. はじめに

低コストで造林作業を行う一手としてコンテナ苗の活用が進められている。東北森林管理局管内ではコンテナ苗による植付面積が年々増加しており、平成 23 年度は 17 ヘクタールに対し平成 28 年度は 360 ヘクタール実施された。

久慈支署管内においては平成 27 年度からコンテナ苗での植付が行われているが、今年度の植付を発注した際に、事業体から昨年度は根鉢を崩さないよう洗濯かごに入れて運搬したが、普通苗と比べて一度で運べる運搬本数が少なくなってしまう、しかも急斜面に置くと倒れてしまい使いづらかった。効率的なコンテナ苗の人力運搬手法は何かないだろうか？との質問があり、回答することができなかった。そこで本研究では、この疑問を解消し、低コストに向けたコンテナ苗の効率的な人力運搬方法を模索することを目的とした。

2. 研究方法

今年度コンテナ苗の植付に従事した事業体を岩手県内の各森林管理署から紹介してもらい、アンケート調査及び電話による聞き取り調査を実施した。設問は以下の 3 点であり、13 の事業体から回答が得られ、その結果を整理した。

- (1) コンテナ苗の運搬方法は何か？またそのときの運搬本数はどれくらいか？
- (2) コンテナ苗を運搬するにあたり、何か工夫していることはあるか？
- (3) コンテナ苗を運搬するにあたり、何か苦労していることはあるか？

3. 結果及び考察

(1) アンケート調査・聞き取り調査の結果

①コンテナ苗の運搬方法と運搬本数について

各事業体が採用しているコンテナ苗の運搬方法は、苗木袋・洗濯かご（買い物かご）・肥料袋・腰かご（田植え用）・背負子・こもとなっていた。＜図 1＞

苗木袋を使用している事業体が最も多く、その理由として「普通苗のときから使い慣れている」「両手があくので歩きやすく、作業しやすい」との声が聞かれた。次に多かったのは洗濯かご（買い物かご）で、「苗木



図 1 各事業体が採用している運搬方法

袋よりも苗を安定させて運ぶことができる」との声が挙がる一方、「手がふさがってしまい歩きづらい」「かごの大きさによっては苗があまり入らず、運搬できる本数は少ない」との意見もあった。また、こもや背負子は一回あたりの運搬本数は多いものの、一度地面に降ろさないと植付ができないため、その分余計な作業が増えてしまうとの意見があった。なかには、「苗を 50 本入れた苗木袋を背負った上で、肥料袋に 25 本入れて両手で運んでいる」といった回答もあった。この設問の結果をふまえ、各運搬方法を比較したのが<表 1>である。

表 1 各運搬方法の比較

	使用事業体数	使いやすさ	歩行しやすさ	本数	根鉢の安定性
苗木袋	10	◎	◎	55	△
洗濯カゴ	3	△	×	50	○
腰カゴ	2	○	○	40	○
背負子	1	○	△	100	○
肥料袋	1	△	×	25	△
こも	1	△	△	50	○

※アンケートは複数回答可としたため、回答事業体数と使用事業体数の合計は一致しない。

普通苗はどのように運んでいるのかを聞いたところ、すべての事業体が「苗木袋」との回答があり、平均運搬本数は 150 本であった。このことから、コンテナ苗の運搬方法には様々な方法がとられているものの、一長一短があるためどの方法が一番効率がよいとは断言できず、またどの方法をとっても普通苗より運搬本数は少ないことが明らかとなった。

しかし、コンテナ苗の根鉢のサイズや背丈が生産者によって異なること、生産地点から苗木引渡場所までの梱包の方法も様々であることから、この調査における苗の運搬本数は一概に比較することは困難であった。

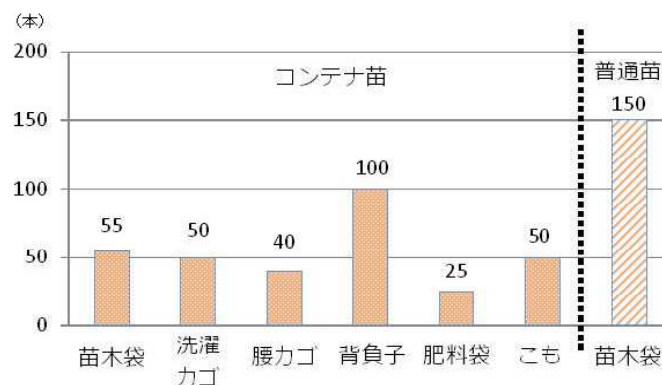


図 2 運搬器具別 1 回あたりの平均運搬本数

②コンテナ苗を運搬するにあたり工夫していること

調査の結果、以下のような回答が得られた。

- ・植付穴を開ける人と苗を植える人の2人1組で作業をしている。
- ・苗木運搬専用班を編成し、苗運搬に集中させる。
- ・運搬途中で根鉢が崩れることがないように固定させるため、ビニールひもで洗濯かごに仕切りをつくる。〈図 3〉

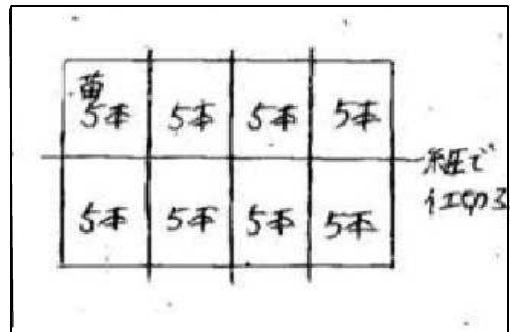


図3 運搬に対する工夫の一例
(事業体からの回答 イメージ図)

各事業体とも、現場の傾斜や地形、作業員の人数に合わせて試行錯誤を繰り返していた。

③コンテナ苗を運搬するに当たり苦勞していること

調査の結果、以下のような回答が得られた。

- ・根鉢のサイズが300ccの苗だと、苗木袋やかごに思ったように本数が入らない。
- ・苗木袋が使いやすいが、根鉢が濡れた状態で背負うことになるので背中が濡れてしまう。
- ・植栽器とかごを持つ場合、両手がふさがるので歩きづらく、急傾斜地や足場が悪い現場だと歩行に気を遣う。
- ・苗の集積場まで補充する回数が増え、効率が悪いと感じる。

このように、事業体がまだコンテナ苗に扱い慣れていないことによる苦勞が回答から読み取ることができた。なお、苗木の植付作業だけに限定すると全ての事業体が「普通苗より使いやすい」と回答していたことから、コンテナ苗を使った作業のなかで運搬が一番ネックであると推察される。

(2) 根鉢ケースの作成

アンケート・聞き取り調査の結果を整理すると、苗木袋に関する回答や意見が多いことに気づいた。それは普通苗の時代から使い慣れているため苗木袋を採用している事業体が多いこと。しかし、「根鉢が運搬途中で崩れてしまう」「根鉢が濡れた状態で苗木袋に入れて背負うので、背中が濡れる」「思ったように本数が入らない」という欠点がある、ということである。

そこで、私は苗木袋による運搬に着目し、この欠点を解決すれば効率的な運搬ができるのではないかと考え、対策を検討した。その結果、コンテナ苗の根鉢部分を一度容器に入れてから運搬することで、根鉢が崩れることがなく背中も濡れることがないのではないかと考えに行き着き、運搬時に使う簡易な容器「根鉢ケース」を製作することとした。

①材料・製作方法

以前現場で、150ccのカラマツコンテナの根鉢を測定したところ直径が約4cm、高さ約15cmであることが判明した。そこでこのサイズに合い、しかも水分が遮断でき、安く入手できるものを探したところ、ペットボトル・飲料用のアルミ缶・カートカンが見つかったので、これらで製作することとした。

作り方は簡単で、各材料の上部分を切断するだけである。なお、カートカンは1つだと根鉢の高さに合わないため、上部も底も切り抜いたものを重ねて製作し検証を行った。

②試作品

製作した容器は図4のとおりである。また、各材料の比較をしたのが表2である。

3種類の材料を比較したときに最も差がついたのは、「サイズに合う材料がすぐ見つかるか？」という点だった。カートカンは根鉢に合うサイズが大量に市販されているためすぐに収集できた。しかし、その他の材料はなかなか見つからず、やっと見つかったのがペットボトルは350ml、アルミ缶は355mlとあまり一般的なサイズではなかった。また、それ以外の特徴として、ペットボトルは高さは合わないが強度はある、アルミ缶は力を加えすぎるとへこみやすい、カートカンはへこみやすいもののすぐに製作でき、サイズがぴったり合う、というものだった。

以上のことから、私はカートカンが一番よい材料だと結論づけた。



図4 製作した「根鉢ケース」

表2 材料別比較表

	サイズ			強度	加工性
	高さ	直径	容量 cc		
ペットボトル	△	△	330	○	○
アルミ缶	○	○	355	△	△
カートカン	◎	◎	330	△	◎

③根鉢ケースの長所・短所

今回作成した根鉢ケースには、次の長所・短所がある。

(長所)

- ・各材料の上部を切り取るだけで作ることができる。
- ・材料費は安い。また再利用も可能である。
- ・苗木袋の中で重ねて入れることができれば、運搬本数を増やすことが可能である。＜図 5＞

(短所)

- ・苗一本ごとに入れる工程が増えてしまう。
 - ・運搬本数に合わせて材料を確保しなければならない。例えば、1 日で 150 本植えるとしたらペットボトル 150 本、入れるイメージ図
カートカンなら 300 本最低必要となる。
 - ・植え付けた後に、空きケースをどのように回収するのが確定していない。
- 今後、これらの課題については引き続き検討していきたい。

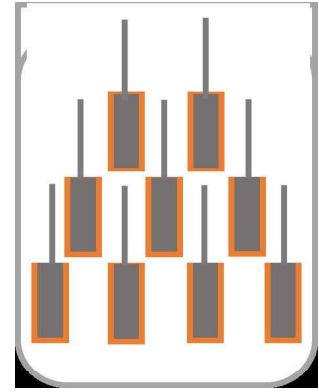


図 5 苗木袋内で重ねて

4.研究のまとめと今後について

今回は、「効率的なコンテナ苗の運搬方法の探求」をテーマに研究を行ってきた。

アンケート調査・聞き取り調査では、コンテナ苗を取り扱っている事業者が少しでも作業効率が上がるように工夫を凝らしていることや、運搬するにあたって苦勞している実態が明らかとなった。この調査によって、事業者からコンテナ苗の運搬に関する意見や現状が直接聞けたことは、大きな収穫であったと感じた。

また、苗木袋での運搬方法に対応し、運搬効率が上がる方法の 1 つとして根鉢ケースの製作を行った。この根鉢ケースは、事業者から挙げた苗木袋での運搬における短所の解決を目指し製作したものであるが、まだ完全ではなく、実用化に至るまでには課題がある。今後、完成した試作品の製作コストを試算した後、実際に植付現場で使用し、作業工程の変化や空きケースの回収方法を検証し、現場の声も聞きつつ、引き続き効率のよい運搬方法を探求していきたい。

GNSS受信機を用いた収穫調査の周囲測量についての考察

秋田森林管理署湯沢支署 業務グループ ○松井尊大 高橋宏瑛
総務グループ 鈴木彩子

1. はじめに

国有林の収穫調査の周囲測量において、新たに小班区画が必要とされる主伐箇所では実測が必要とされており、昨今、利用適齢期を迎える主伐人工林が増加している現状から、周囲測量の実測も同様に増加していくことが予想される。

その周囲測量の実測は、これまでポケットコンパスを用いたコンパス測量（以下、「コンパス」）により実行してきたが、近年、測位精度が向上した GNSS 受信機（以下、「受信機」）が安価で入手できるようになったことや、準天頂衛星システムの整備等が推進され、今後はより測位精度の向上が期待されることから、平成 27 年度末に「国有林野産物収穫調査規程準則」をはじめとする一連の通達が改正された。本改正により、収穫調査区域の周囲の実測において受信機による現地計測の成果も認められるようになり、今後の事業の効率化が期待されている。

しかし、東北森林管理局管内において、受信機を用いた周囲測量の活用例が少なく、その成果について不明瞭な点が多いため、東北森林管理局では、受信機とコンパスの併用により測量成果を精査することとしており、受信機による成果の実態把握が求められている。

本調査では、受信機による成果が、コンパスと比較してどの程度の精度が得られるのかを検証するとともに、今後の受信機による周囲測量の実用性について考察した。

2. 調査方法

(1) 観測に用いた受信機

受信機は GlobalSat 社の BC-337（以下「PDA」）、GEOSURF 社の MobileMapper20（以下「局受信機」）、Garmin 社の Oregon650TCJ（以下「調査機関受信機」）の 3 機種を使用した。いずれの受信機も GPS 衛星を受信するが、調査機関受信機は GLONASS 衛星も受信する。また、局受信機及び調査機関受信機は、SBAS（衛星航法補強システム）による測位誤差のリアルタイム補正が可能である。（表 1.）

表 1. 観測に用いた受信機

略称	使用機関	名称	測位方法	受信衛星
PDA	森林管理署等	(本体)iPAQ212 (HP社) (GPS)BC-337 (GlobalSat社)	単独測位	GPS
局受信機	東北森林管理局	MobileMapper20 (GEOSURF社)	DGPS (SBAS補正)	GPS
調査機関 受信機	指定調査機関	Oregon 650TCJ (Garmin社)	DGPS (SBAS補正)	GPS GLONASS

※補正情報とは、SBASによって取得する補正情報を指すこととする。

(2) 調査地

調査地は、コンパスにより実測成果のある秋田県湯沢市内のスギ人工林4林小班を選定し、悪条件下でも有用な成果を得られるかどうかの検証を図るため、衛星の受信状況が悪く測位精度が低下するとされている沢や谷（立木ら，2003;遠國ら，2013）といった地形を含む箇所を選定した。さらに、斜面方向の違いによる衛星の受信状況と測位精度の変化を調べるため、斜面方向に偏りがないように選定した。（表2.）

表2. 調査地の概要

略称	林小班名	林相	斜面	沢・谷
調査地①	役内山国有林 3 1 林班ね小班	スギ6 4 年生	北西～西方向	小班北部に沢
調査地②	川井山国有林 2 4 林班か小班	スギ6 3 年生	南方向	小班中央に沢 谷地形
調査地③	役内山国有林 3 2 林班よ小班	スギ6 5 年生	南方向	小班南東部に沢
調査地④	矢込沢国有林 7 5 林班は小班	スギ6 3 年生	北東～東方向	小班内複数沢

3. 結果と考察

(1) 小班形状

最初に、林冠が開けた好条件下における受信機の計測成果がどの程度のものとなるのか把握するため、皆伐跡地においてトータルステーション（以下、「TS」という）と受信機でそれぞれ周囲を実測した。なお、これらの成果は指定調査機関から提供して頂いた。

それぞれの成果をかん入した結果、北向き斜面となる部分は、ずれがやや大きく現れるものの形状はほぼ一致していた。（図1.）

また、TS の成果を基準とした面積比率を確認したところ-4.46%と 5%を下回る高い水準であることを確認し、「調査機関受信機」の信頼性は高いものと判断した。

以上の結果を踏まえ、3 機種の実受信機を用いて「調査地①」を計測した。それぞれの成果をかん入したところ、沢付近で若干コンパスとのずれが大きく現れるものの、全体的にはいずれの実受信機においても形状がほぼ一致した。（図2.）

このことから、「局受信機」及び「PDA」についても「調査機関受信機」と同程度の信頼性が持てるものと判断した。

さらにほかの調査地で「局受信機」及び「PDA」で現地計測を実施したところ、「調査地②」は区域全体にわたって大きくずれが現れた。これは「調査地②」が谷地形であったために衛星の受信状況の悪い状態が続いたことにより生じたものと考えられる。（図3.）

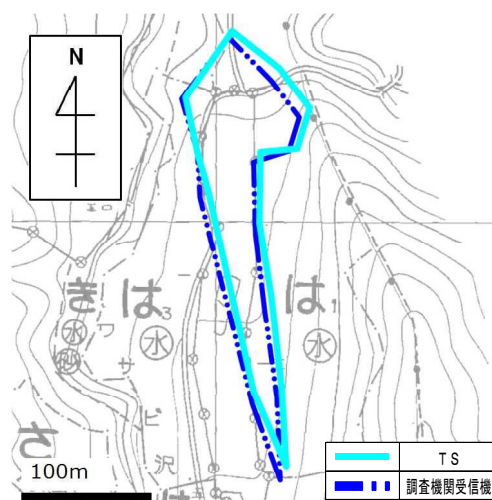


図1. TS 実測箇所かん入図

「調査地③」は、沢が流れている南東部分と尾根にあたる北部において大きなずれを生じた。この北部のずれの原因は、林冠が閉鎖されている環境が連続したことにより、それまで取得できていた補正情報の取得ができなかったことから生じたものと推測される。(図 4.)

「調査地④」については、沢地形の箇所ややずれが生じるものの、全体的にコンパスの成果と形状がほぼ一致していた。(図 5.)

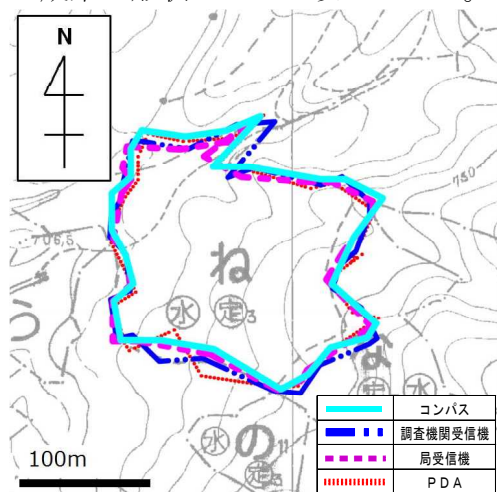


図 2. 「調査地①」 かん入図

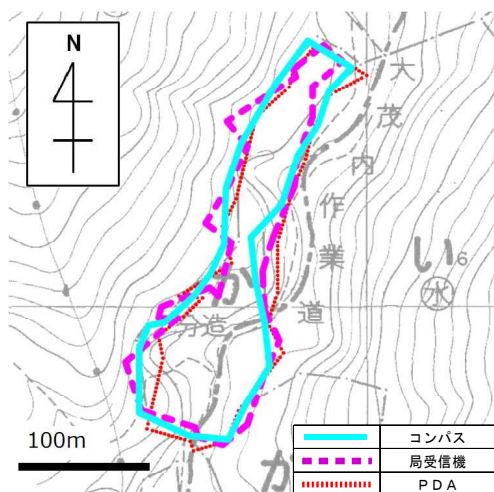


図 3. 「調査地②」 かん入図

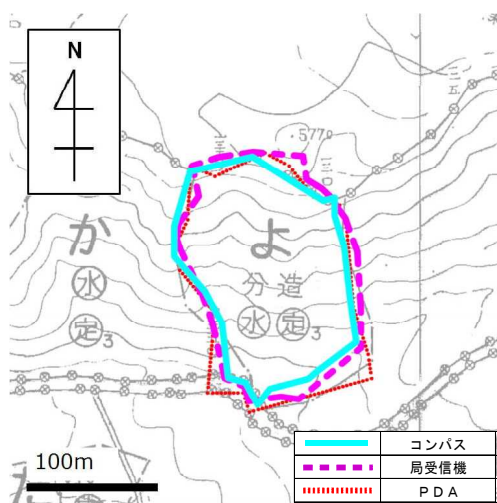


図 4. 「調査地③」 かん入図

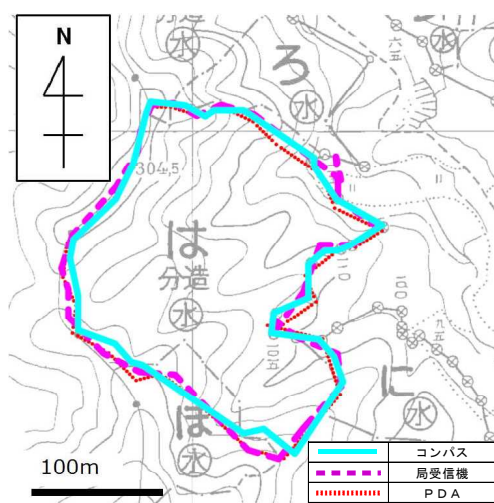


図 5. 「調査地④」 かん入図

(3) 東北森林管理局 国有林野産物収穫調査規程 運用に基づく諸因子の検証

今回の調査で得られた成果が、現行規程の下で実用可能かどうか検証するため、東北森林管理局 国有林野産物収穫調査規程 運用（以下「運用」という） 第 2 章 区域の調査 運用 6 の 5 及び運用 6 の 6 の記載内容に基づき、衛星数、補正情報、PDOP 値、面積の 4 項目について検証した。(表 3.)

調査地の各測点で捕捉した衛星数については、測定時の瞬間値を使用し、いずれの受信機も運用に示される基準である 4 機以上の捕捉がされており、問題ないことが確認できた。(表 4.)

補正情報については、補正情報の取得ができない機器の PDA はもとより、取得可能な機器である局受信機も、総じて取得率が低く、0%を記録した箇所もあった。(表 4.)

PDOP 値については、PDA は測定時の瞬間値、局受信機は測定時間内の最高値を使用した。全体的に運用に示される基準を満たしているものの、「調査地②」の局受信機が基準を下回る結果となった。これは谷地形という地形条件から生じる悪化や、衛星配置の時間変化による一時的な悪化の影響と考えられる。(表 4.)

面積については、運用に具体の指標が示されていないため、今回の検証では許容を計るものさしとして、現地審査要領における 5%という値を基準として比較した。(表 3.)

その結果、一部超過するものの概ね基準の範囲に収まっていた。超過した箇所の原因としては、沢などにおいて発生した大きな測位差によるものと考えられる。(表 4.)

以上のことから、受信機による計測成果について、2 つの課題が判明した。1 点目は PDOP 値や面積比較にも現れた沢や谷地形箇所、北向き斜面における測位精度の低下。2 点目が地形や林冠閉鎖によって生じる電波の遮蔽による補正情報の取得率の低下である。

これらの課題の対応策としては、受信機を 2 台使用した精度の高い測位方法を実施すること。地形や植生を考慮し、場所によっては補助点の設置も含めた測位点を検討すること。SBAS 以外の、より確実な補正情報の取得方法を検討する等が挙げられる。

表 3. 現行の規程及びそれに付随する通達 (抜粋)

東北森林管理局 国有林野産物収穫調査規程 運用(抜粋)

第2章 区域の調査

運用6 規程第11条(周囲測量)について

5 規程第11条第2項第2号の森林管理局長が別に定める方法は以下による。

- (1) 測定時に捕捉する衛星の数は4つ以上であること。
- (2) 補正情報が受信できる機器を利用すること。
- (3) 測点の半数は、PDOP値が4以下であること。
- (4) 測点の位置情報の精度は、度・分・秒の表記で小数第1位以上とし、機器の計測可能な限り詳細に記録すること。
- (5) 測定値は、瞬間値ではなく一定時間の平均値とすること。

※ PDOP(Position Dilution of Precision)値:位置精度劣化度と呼び、衛星の幾何学配置(偏り)を指数化したもので、値が小さければ位置の精度が高い。

6 GNSS受信機の測定精度については、測定場所、測定機種等により異なることから、既往のコンパス測量結果から算出した面積との比較などにより精度の把握を行うこと。
なお、GNSS受信機の測定精度の状況によっては、当該計測方法以外の方法を採用するなど適切に対応すること。

東北森林管理局国有林野産物収穫調査の現地審査要領(抜粋)

(測量の審査)

第7条 測量の現地審査は、森林管理(支)署長が特に必要と認めた場合に行う。

2 測量の現地審査結果、5%以上の面積の増減があった場合は、審査面積数値に置き換える。なお、5%以下の場合は原調査数値のままとする。

表 4. 運用に基づいた諸因子の検証結果

調査地	運用6の5(1) 衛星数 最低捕捉数(機)		運用6の5(2) 補正情報 取得率(%)		運用6の5(3) PDOP値 4以下の点の割合(%)		運用6の6 面積(ha) (コンパスとの差(%))		
	PDA	局受信機	PDA	局受信機	PDA	局受信機	PDA	局受信機	調査機関 受信機
調査地①	6	6	取得不可	35.4	100	90.3	2.7163 (-0.51)	2.6184 (-4.09)	2.913 (+6.70)
調査地②	4	5		10.3	89.7	31	1.6296 (+1.26)	1.6717 (+3.88)	
調査地③	5	6		60.0	92	88	2.0234 (+13.83)	1.9772 (+11.23)	
調査地④	6	6		0.0	100	88.6	3.8015 (-2.97)	3.819 (-2.52)	
基準	4機以上の捕捉		取得可能機器の使用		4以下の割合50%以上		※現地審査要領より 5%以内を基準とする		

4. まとめ

今回の調査では運用に基づき受信機の測位成果を検証した。その結果、小班形状をはじめとする4項目については測位点の選定に配慮することで十分基準を満たすことが可能であり、成果として有効であると認められた。そのうえで、より精度が高い成果を目指していくための工夫として次の2点が必要であると考え。1点目は、今回の調査では取得が困難であった、補正情報の取り扱い方について検討をすること。2点目は、受信機による現地計測の成果に地域差がないか検証する意味合いも含め、様々な環境条件下での成果を精査することである。

5. 謝辞

本調査の実施にあたって、一般財団法人 日本森林林業振興会秋田支部 支部長 伊藤広一様、森林調査部部長代理 鈴木 正志様、業務部主任 後藤 良寛様、そして現場作業員の皆様には、資料の提供や調査への同行など多方面にわたってご協力いただきました。また、株式会社 竹谷商事・竹谷製作所 仙台営業所 技術営業係長 伊藤 崇様には、GNSS 受信機の取扱についてご指導いただきました。厚く御礼申し上げます。

6. 引用文献

- 1) 測位衛星技術株式会社."GNSS の基礎知識".<http://gnss.co.jp/gnss_basic>
- 2) 立木靖之, et al. 森林における歩行時の GPS 測位精度評価. 日本林學會誌, 2004, 86.1: 5-11.
- 3) 遠國正樹, et al. 森林内におけるハンディ GNSS 受信機の測位精度 (会員研究発表論文). 北方森林研究, 2013, 61: 117-120.
- 5) 林野庁."平成 27 年度 森林・林業白書 (平成 28 年 5 月 17 日公表): 林野庁".
<<http://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/hakusyo/27hakusyo/index.html>>

コンテナ大苗の植栽試験結果から 造林作業の低コスト化についての一考察

津軽森林管理署 業務グループ ○金田 直幸
地域技術官 渡辺 新太
業務グループ 小林幸太郎

1. はじめに

わが国の人工林の蓄積は、平成24年の調べで、30.4億m³となっているが、その60%以上が戦後の昭和20年から昭和40年代に植林された9齢級から12齢級の森林である。

今後、持続的な森林経営を成立させるためには、資源の循環利用を通じて計画的な主伐、再造林を行い森林資源の平準化を図る必要がある。

また、地球温暖化防止の面からも、再造林による人工林の若返りを行い、二酸化炭素の森林吸収量を最大限にする必要もある。

しかし、全国的に林業の収益性の悪化から主伐後の再造林が行われない再造林の放棄が問題となっており、林業の収益性を改善させるため、伐出作業の生産性の向上・低コスト化、伐採後の再造林作業の低コスト化など、林業全体の低コスト化を図ることが課題となっている。

当署では、平成26年より造林作業の低コスト化に向けて、それまで青森県で導入が遅れていたコンテナ苗の導入を推進する取組みを行いながら、造林作業の初期コストの低減を図る手法として、コンテナ大苗と施肥を組み合わせた苗の初期成長増大による下刈作業の軽減について試験をしているが、その結果から、コンテナ苗を活用した場合の造林作業の低コスト化について考察した。

2. 試験地の概要

当署管内の青森県南津軽郡大鰐町に所在する国有林に、次の2試験地を設定し、3年生のコンテナ大苗に施肥をした場合の成長の比較を行った。

(1) 西虹貝山1号試験地(平成27年6月30日植栽)

樹種：スギ(3年生)コンテナ苗150cc 岩手産

肥料：8-8-8

本数：施肥なし40本 3グラム施肥30本 6グラム施肥30

本

計100本

(2) 西虹貝山2号試験地(平成28年7月14日植栽)

樹種：スギ(3年生)コンテナ苗150cc 岩手産

肥料：被覆複合コントロール肥料(ハイコントロール750)

コンテナ大苗試験地プロット図										
1	11	21	31	41	51	61	71	81	91	
2	12	22	32	42	52	62	72	82	92	
3	13	23	33	43	53	63	73	83	93	
4	14	24	34	44	54	64	74	84	94	
5	15	25	35	45	55	65	75	85	95	
6	16	26	36	46	56	66	76	86	96	
7	17	27	37	47	57	67	77	87	97	
8	18	28	38	48	58	68	78	88	98	
9	19	29	39	49	59	69	79	89	99	
10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
施肥なし				施肥3g				施肥6g		

本数：施肥なし40本 3グラム施肥30本 6グラム施肥30本
計100本

3. 調査方法

調査は7月と10月の2回、植栽した苗木の高さ、根元径、生存率について行った。今回の検討課題が、植栽後の初期成長の増大を図り、初期造林コストを削減できるか、検討するものであるため、主に苗高の変化に着目することとした。

4. 調査結果

西虹貝山1号試験地については平成27年7月に植栽後、2年間で4回調査し、西虹貝山2号試験地については平成28年7月14日に植栽後1年間で2回調査した。

調査結果は、西虹貝山1号、西虹貝山2号とも図-1のとおり植栽後の約1年間は苗高の変化はほぼ見られなく、2年目以降、1号試験地については、施肥なし、施肥3グラムは多少の変化が見られた程度であったが、施肥6グラムについてはある程度の成長が見られた。

コンテナ苗の初期成長については、森林総合研究所（2015研究成果選集）によると形状比（樹高/根元径）がその後の成長に影響があるとの報告がされている、また、平成27年度森林・林業技術交流発表会において、岩手北部森林管理署から形状比が60程度のずっしりとした苗を植栽すれば下刈期間の短縮が期待できるとの報告もあり、本調査結果について、検証を行うこととした。

5. 調査結果の検証

(1) コンテナ大苗での検証

検証には、2年間の調査結果のある西虹貝山1号のデータにより検証することにし、植栽後の根元径の変化と形状比について分析した。

1年目は苗高がほぼ変化が無いなかで、図-2のとおり根元径が太っていることで、図-3のとおり形状比が改善されているが、まだ70台である。植栽後約1年の7月時点では、さらに根元径が太り、形状比が60台となった。

2年目の10月時点では形状比が60～50台となり、7

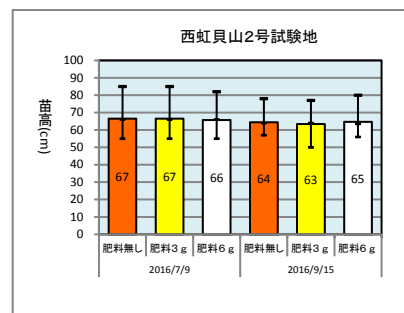
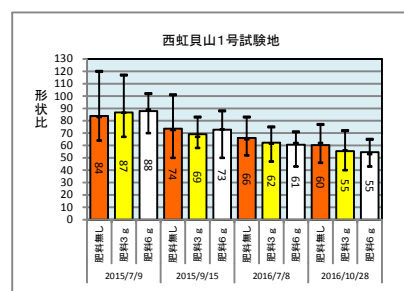


図-1 苗高の変化

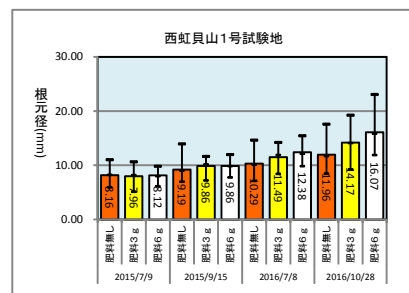


図-2 根元径の変化

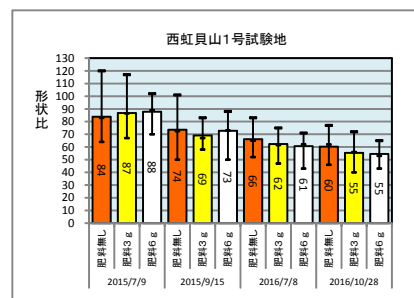


図-3 形状比の変化

月から10月までの苗高の変化はこれまでにない成長を見せている。特に施肥6 gは振り幅も大きくなるが、最高120 cmを越えるものもあり、平均でも12 cm成長している。

(2) コンテナ通常苗での検証

コンテナ苗の初期成長と形状比の関係について、通常 のコンテナ苗のデータについても検証し、大苗との成長 過程を比較することにした。

検証には平成26年度の9月に植栽し、普通苗との成長比較を調査している三ッ目内山 試験地のデータを使用した。

・三ッ目内山試験地(平成26年9月18日植栽)

樹種：スギ(2年生)コンテナ苗150cc 岩手産
(大苗と同じ生産地)

本数：100本

植栽直後の苗高は図-4のとおり41 cm、形状比は図-5のとおり81と大苗に比べて苗高では17 cm低い形状比は80台とあまり差が無い状態になっている。

本試験地は9月植栽で秋植えとなっており植栽時期が違いため、植栽直後からの苗高変化を直接比較できるものではないが、形状比の変化では、大苗、通常苗とも、植栽後80台だったものが時期に関係なく、約1年後に60台に変化していることが分かった。また、通常苗は大苗と違い、植栽後から形状比が回復するまで苗高が約10 cm変化しており、形状比が60台となつてからはさらに順調に苗高が変化し、植栽から約2年後には、最大198 cmまで成長した個体もあった。

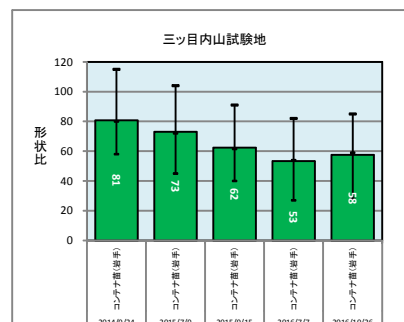


図-4 苗高の変化

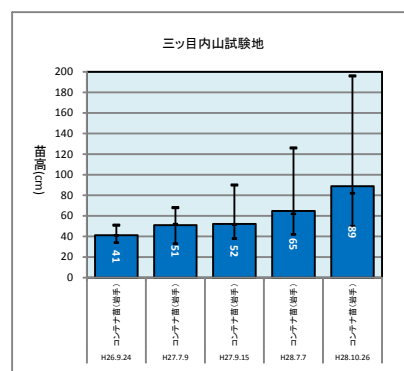


図-5 形状比の変化

6. まとめ

コンテナ苗の初期成長については、これまで各方面から発表があったとおり、形状比が影響しており、コンテナ大苗についても同様に、植栽直後80以上あった形状比が、約60程度に回復するまでは苗高にほとんど変化が無く、根元径が成長する。その後形状比が60前後になると苗高が変化していくという結果となった。

以上の結果から、育苗過程で形状比が高くなりやすいコンテナ苗では、経費をかけて大苗を生産しても、植栽後に形状比が正常な状態に回復するまで苗高の成長が鈍いため、初期成長の増大にはあまり期待できないと推察される。

また、通常苗と比較しても、単価が高いこと、梱包、運搬、植付け作業に労力がかかること、苗高の変化も通常苗と同等であることを考えると低コスト化についてもあまり期待できないと推察される。今後、更に調査を続け、大苗の成長過程を確認したいと考える。

なお、施肥については、形状比が回復する速度が、施肥のないものに比べて早いこと、また、3 g よりも 6 g の方が成長が早くなっていることから、一定の効果があることがわかった。このことは今後の検討課題としたい。

7. 造林作業の低コスト化についての考察

(1) 種苗事業体の意見

今回のコンテナ大苗の植栽試験結果を受けて、試験に協力していただいた種苗事業体と意見交換をした結果、コンテナ苗の生産について次の意見が出された。

- ・種苗事業体が考える低コスト化は、コンテナ苗の単価を下げるため、早期に成長させ、育苗期間を短くして出荷する方法を考えている。
- ・現在、コンテナ苗の出荷出来る規格が苗高30 c m以上となっており、早期に出荷するために、肥料を与え苗高を伸ばしているので徒長苗になりやすい。
- ・毎年行われる苗木の調整会議で決定された年間の出荷予定本数に合わせて、出荷する苗を生産しているが、突然キャンセルされると、出荷できない苗は育苗する期間が延びる、また、コンテナ苗は次の苗を生産するため、コンテナを循環させる必要があるので、苗を廃棄しなければならない。それに伴いかなりの損失が発生するため、経営にも影響し苗の単価を下げられない。

(2) 林業事業体の意見

一方、林業事業体からコンテナ苗について聞くと次のような意見が出されます。

- ・コンテナ苗の単価を下げて欲しい。
- ・根鉢のしっかりとした健全な苗を植栽することで、植栽作業の効率化を図るとともに、活着率の向上を図りたい。
- ・植栽後の初期成長を早めて下刈り作業の回数を減らしたい。
- ・一貫作業において、作業時期や出勤状況に応じて、作業を効率的に行うため弾力的に苗木を納入してもらいたい。

このように、種苗事業体と林業事業体は、それぞれ低コストに対する意識はあるものの、その立場で考え方が違うことが分かった。

これを造林作業の低コスト化という目から見ると、非効率で無駄となっている部分があり、決して低コストと言えない部分もあるように思う。

(3) 造林作業の低コスト化を進めるために

今後、造林作業の低コスト化を進めるためには、種苗事業体と林業事業体が同じ方向で低コスト化を考える必要があり、次の項目を提案する。

- ・種苗事業体と林業事業体で長期的かつ効率的な計画によるコンテナ苗の需給調整を行う。

これは、コンテナ苗の廃棄などのロスをなるべく減らすことで、損失が減り、経営が安定することで、その分単価も下げられることになる。

- ・種苗事業体は需給調整に合わせ、育苗期間に十分配慮した育苗計画を作成する。

これは種苗事業者の考える低コストはコンテナ苗の育苗期間を短縮する事だと思うが、林業全体を考えた場合にしっかりとした健全な苗を生産することが低コストにつながるということを理解し、育苗期間に十分配慮した育苗を行う。

- ・コンテナ苗の規格を普通苗同様に根元径も考慮したものにする。

今回の試験から初期成長と形状比の関係は深いものと理解できたので、コンテナ苗にも普通苗と同様に根元径の規格を設けることで、出荷時の形状比を60程度の状態にし、植栽後の初期成長を早めるとともに、今後の育苗技術の発展にも貢献できると考える。

- ・事業実行に合わせた苗木の出荷となるよう連絡調整を行う。

これまで、林業事業体と種苗事業体とはあまり接点がないため、急に苗を注文しても出荷が間に合わないというような状況があった。それぞれの事業の進行状況などが把握できれば、効率的な作業ができると考える。

これらのことを実行するためには、種苗事業体と林業事業体の間で積極的な連絡調整を行う必要があり、それができるのが、行政ではないかと考える。

行政が伐出作業や造林作業など、林業事業だけの低コスト化を考えるのではなく、種苗事業にも積極的に関わり、林業事業体と種苗事業体の双方の間に入り調整を行うことで、効率的な事業運営ができ、造林作業の低コスト化が進んでいくものと考ええる。

8. 参考文献

- ・林野庁 平成27年度 森林及び林業の動向
- ・森林総合研究所 平成27年版 研究成果選集(2015) 宇津木 玄、壁谷大介ほか「一貫作業システムへの切り札 コンテナ苗の植栽試験結果」
- ・東北森林管理局 森林・林業技術交流発表集 平成27年度、岩手北部森林管理署 市原 良浩 谷地 真梨佳 「多雪寒冷地におけるコンテナ苗の成長及び下刈省略効果について」

森林作業道作設プランが結ぶ民国連携の成果

山形森林管理署最上支署 業務グループ ○石田 直也
主任森林整備官 長田 拓也

1. はじめに

平成 25 年度の国有林野事業の一般会計化に伴い策定された「国有林野の管理経営に関する基本計画」の基本方針において、「国有林野の管理経営に当たっては、（略）組織力・技術力・資源を活用し、民有林の経営に対する支援等に積極的に取り組む。また、このことを通じて、地域経済や山村社会の持続的な発展に寄与するように努める」と記載され、国有林においても「民国連携」が一層重要な意味を持つようになった。

これを受け、当支署においても、平成 26 年度より、民有林行政での課題や国有林に対する要望に応える取組を進めることで民有林支援を図っていく観点から、民国連携の推進に取り組んだ。

2. 取組の経過

(1) 平成 26 年度の取組

地域のニーズを把握するために、まず、当管内の市町村との意見交換の場の設置や市町村の首長や林務担当者への聞き取りを中心に情報収集を行った。

そのような中で、地域活性化の観点で森林資源の循環や木質利用に関心の高い最上町より「当町の民有林の路網計画の作成について、森林管理署より技術・知識等の支援をお願いしたい」との要請があり、当支署による路網計画提案に向けて検討を開始した。

1) 机上検討

はじめに、最上町より要請のあった最上町横川地区・笹倉地区の民有林を対象に GIS データ、森林施業図等の基礎資料を基に、林業専用道と森林作業道の路網計画について、当支署職員と国有林フォレスターとで机上による検討を行った。

2) 第 1 回・第 2 回現地検討会

平成 26 年 6 月に支署、最上町、地域関係者の 3 者による第 1 回現地検討会を行い、机上検討した資料を基に、現地での危険箇所や図面上では分からなかった沢の存在等の確認を行い、路網のルート選定について意見交換を行った（写真－1）。

その後、最上町との検討作業を進める中で、笹倉地区については民有地との合意形成が整わないとの見通しが立ったため、最上町から「横川地区に限定した路網計画の提案をお願いしたい」との再要請があった。

このため、第 1 回現地検討会の結果と町からの再要請を踏まえ、横川地区の路網計画について、当支署において再精査を行い、「森林作業道作設プラン」（以下、「プラン」という。）として作成し、平成 26 年 9 月の第 2 回現地検討会の際にプランの提案を行った（写真－2）。



写真－１：現地検討会の様子



写真－２：プランの説明、意見交換の様子

3) プランの内容

プランでは、森林作業道の幹線が約 2,200m、支線が約 1,570m（6 本の支線を想定）の路網配置とするとともに、現地検討会の際に洗い出しを行った危険箇所について、注意事項として図面に記載した（図－1）。

注意事項は、以下の 3 点である。

① 沢の横断が困難と思われる箇所

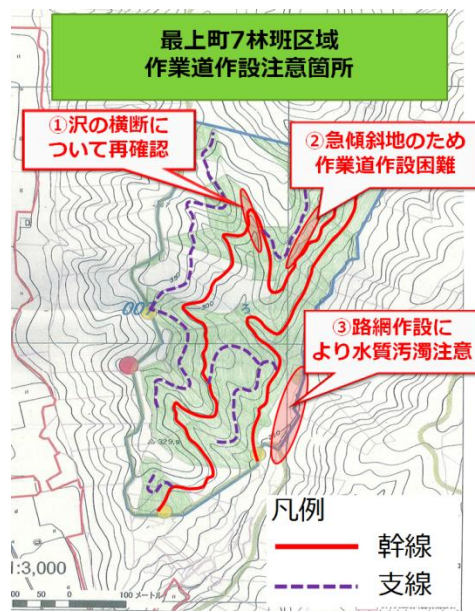
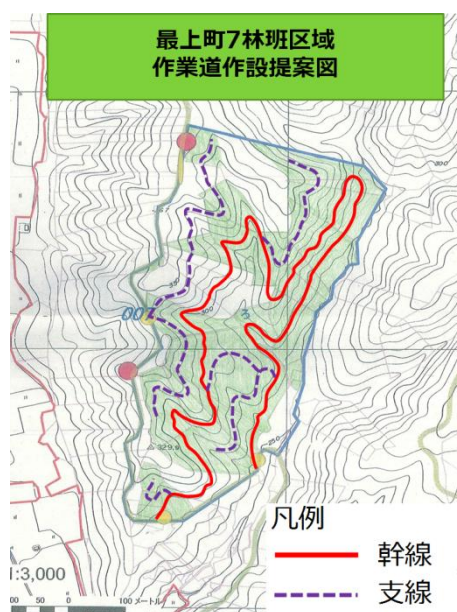
沢が流れているが現地確認の上、洗越し工により横断が可能であると判断。

② 急傾斜地の箇所

この箇所は急傾斜であり森林作業道の作設は不可であったが、上部と下部は傾斜が比較的緩やかであったため、木寄せ距離を考慮し木材が搬出可能な様に配置。

③ 水質汚濁の恐れがある箇所

現地では沢を含む湿地帯であり、森林作業道の作設は不可であるため避ける様に配置。



図－１：森林作業道プランの提案図と注意箇所

(2) 平成 27 年度の取組

当支署が提案した上記 2 の (1) の 3) のプランをもとに、最上町において事業化に向けた検討が進められた結果、平成 27 年度に最上町においてプランに基づいた森林作業道が作設される運びとなった。

平成 27 年 9 月には作設に先立ち、今後も森林作業道を継続した使用に耐える道とするため、当支署から最上町や地域関係者に対して、森林作業道作設指針等^{*}に基づき、作設に当たって留意すべき以下の 5 点について現地での指摘、確認を行った。

①路体の締固め

路体の強度を増すために、バケットの背などを使用して締固めを行うこと。

②縦断勾配

縦断勾配は、林業機械の走行や路面水による洗掘を考慮し 10 度以下とすること。

③表土積みブロック工法

盛土のり面の早期の緑化が行われるよう、表土積みブロック工法とすること。

④分散排水

雨水による路体の洗掘を防ぐため、分散排水とすること。

⑤盛土側の保護・強化

盛土側の立木を伐らずに残し、立木による土留め利用を行うこと。

3. プラン提案による成果

(1) 事業実施の結果

当支署が提案したプランに基づき、平成 27 年度に最上町において森林整備事業が実施され、約 940m の森林作業道が作設された。

また、同年に作設した森林作業道を利用し高性能林業機械を中心とした作業システムで効率的な間伐が実施され、約 480 m³ の木材生産が行われた（写真－3）。

生産された木材の一部については、木質バイオマスエネルギーの原料としてチップに加工され、最上町の福祉施設のバイオマスボイラーに使用されるなど、地域で活用された。

このことから、最上町や地域の林業関係者からは、「今回、支署からいただいたプランが町の林業活性化に役立っている」、「別の箇所でのプラン提案等を含めた民国連携をさらに進めていきたい」といった声をいただいた。

このように、今回の取組により、国有林から民有林へ技術支援の成果として一定の効果を上げることができた。



写真－3：森林作業道の作設状況とハーベスタ造材作業

(2) 1年後の確認

林業の低コスト化の観点から、今回、最上町において作設した森林作業道が継続した使用に耐え得る道作りとなっているか、作設前に現地で指摘した上記 2 の(2)の 5 点について、作設 1 年後の平成 28 年 11 月に現地の状況確認を行ったところ、下記のとおりであった（写真－4）。

①路体の締固め

作設指針に基づき、バケットの背などによる十分な締固めが行われており、路体の亀裂や雨水による洗掘がなく、路体が維持されていた。

②縦断勾配

概ね 10 度の縦断勾配で切土盛土の調整がされており、林業機械走行時の安全走行や雨水による路面浸食の軽減した道となっていた。

③表土積みブロック工法

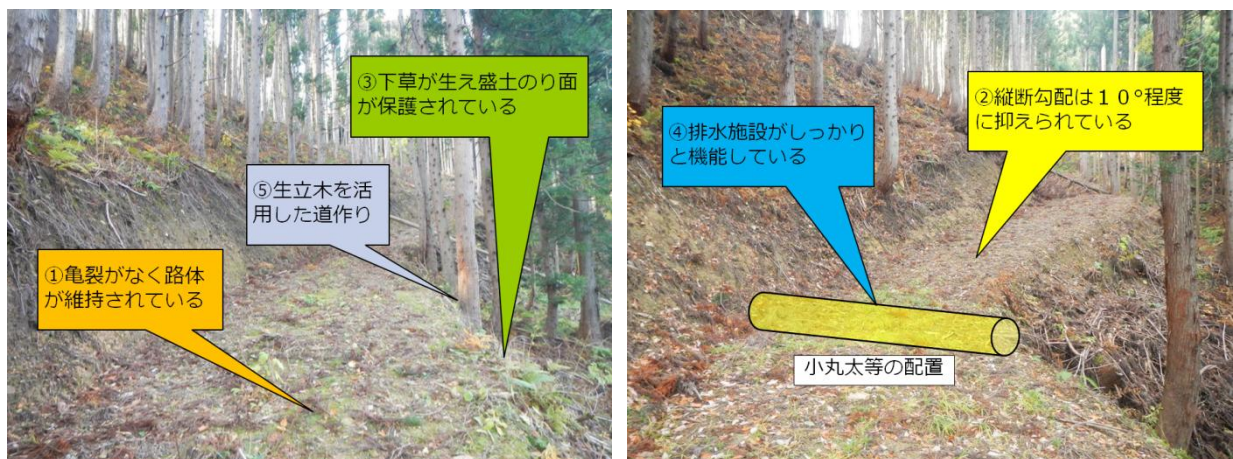
盛土のり面側に表土が確認され、所々下草が生えていたため、早期緑化への対応ができていた。

④分散排水

排水の工夫として、縦断勾配が切り替わる所に梢端材等を利用した横断溝が作設されており、雨水による路面流水を路面外に流すように作設されていた。

⑤盛土側の保護・強化

盛土のり尻へ根株を安定存置していたため、盛土の保護・強化をしている。また、盛土側の立木を残すことで更に盛土側の保護・強化につなげている道作りとなっていた。



写真－4：作設 1 年後の森林作業道の状況

このように、作設前に当支署から町・地域関係者に対して、再度留意すべき点について現地での指摘、確認を行ったことにより、継続した使用に耐え得る壊れにくい森林作業道の作設がされたものとする。

4. 今後の課題とまとめ

最上町において、プランに基づいた森林作業道の作設を進める中で、プランの提案時には森林所有者から合意を得られていたものの、実際に森林作業道を作設する段階になって、作業道の予定線上の森林所有者から「やはり、木を切らないでほしい」等といった意見が出され、計画路線の一部変更を余儀なくされた箇所もあった。

このため、今回のような国有林から民有林への技術支援による提案型の民国連携を進める際には、単なる技術支援だけでなく、各地の民有林の森林経営計画、森林所有者との合意形成について深く理解し、各条件に合った支援内容等を提案していくことが重要であると改めて認識した。

今後、民国連携を一層進めていくためには、地域のニーズに対し、国有林の技術・知識で応えられるよう積極的に民有林支援の在り方を検討し、それを実行していくことが重要である。当支署においても、今回のような民有林支援を引き続き進め、最上地域の民有林の課題解決や地域林業の活性化に貢献できるよう努力を続けていきたい。

※参考文献 「森林作業道作設指針」

平成 22 年 11 月 17 日 林整整第 656 号 林野庁長官通知

「研修教材 2010 森林作業道づくり」

平成 22 年 12 月 一般社団法人フォレストサーベイ

「秋田林業大学校を中心とした林業技術者の養成」 ～オール秋田で林業県・秋田を支える若い人材を育成～

秋田県由利地域振興局 副主幹 佐々木紀之

1 はじめに

(1) 取り組みの背景

全国的に、林業の現場では林業従事者の減少、特に将来の林業を担う若い人材不足が大きな課題であり、本県でもその傾向は顕著となっています。秋田県では平成27年度から、北海道・東北地区では初となる就業前の林業技術者育成研修（愛称「秋田林業大学校」）がスタートしており、昨年度から即戦力となる若い人材育成に本格的に取り組んでいます。

①増加する素材生産と加速化する基盤整備

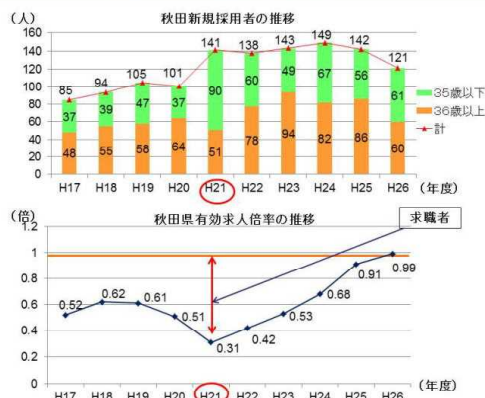
全国一のスギ人工林面積（蓄積）を誇る本県の森林資源は9齢級以上が50%を超え、いま正に資源造成期から資源活用期に移行しています。近年、施業集約化のため、路網整備や高性能林業機械の導入が加速化していますが、今後とも増加する素材生産に対応していくためには、低コスト生産システムを実践するための技能が不可欠な状況となっています。

②急務となっている若い人材の確保と育成

平成26年度末の本県の林業従事者は1,506人で、全体の37%が造林作業従事者で562人（前年比55人減）、63%が素材生産作業従事者の944人（前年比17人増）となっています。年齢構成は、60歳以上が最も多く全体の39%、30歳未満は10%にも満たない状況となっています。

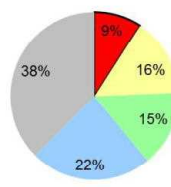
新規採用者は増加傾向で、平成26年度は121人となっていますが、この中で新規学卒者は13%と低い構成となっています。今後は、路網を整備し川下の木材利用までマネジメントできるような技能者が必要とされていることから、特に新規学卒者を確保し即戦力となる人材育成を強化していくことが急務となっています。

秋田県の林業従事者

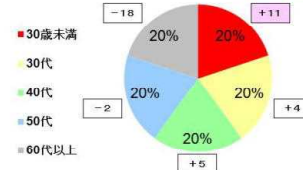


秋田県の林業従事者

林業従事者の年齢構成（H26年）



林業従事者の年齢構成（将来の姿）



林業はこれから世代交代が進む産業

2 取り組みの概要

秋田林業大学校では、将来の林業を担う若い技術者（＝林業トップランナー）を養成するため、基礎からしっかり学び2年間で実践力を身につけることを目標としています。

1年目は、基礎的な知識と技術の取得、林業機械の操作方法を学び、各種資格を取得させ、2年目は、専門的な知識と技術、機械操作の技能向上、林業経営マネジメントを学び実践力を習得させることとしています。

(1) 研修生の募集(H28年度)

- ・ 募集定員

推薦選考 10名程度

一般選考 5名程度(前期・後期) ※前期で定員数を満たしている場合は実施しない。

- ・ 申請資格

秋田県内の森林組合や林業会社等に就職希望がある30歳未満(H28年4月1日現在)の者で、且つ高等学校卒業(見込みの者も含む)または同等以上の学力を持った者。

(2) 研修の基本事項

- ・ 研修期間 2年間

- ・ 研修生数 15名程度／学年（平成27年度:18名、平成28年度:18名）

- ・ 研修時間 1,200時限程度／年（50分／時限）

- ・ 研修日数 200日程度／年（夏休み:23日間、冬休み:20日間）

- ・ 研修施設 秋田県林業研究研修センター内（秋田市河辺）
講義室：2室 O A室：1室（既存研究施設改装）
実習等：1棟 延床面積154m²（敷地内新築）

- ・ 研修場所 県・国・民間企業事業地
（県内の公私有林、製材工場、木材市場ほか）

- ・ 研修講師 県林業技術職員、外部講師



(3) 研修カリキュラム

科目毎に「達成目標」を掲げ、講師も研修生も目的意識を明確に共有しながら研修に臨んでいます。

① 森林・林業の知識と経営感覚の取得（5科目）

林業概論／樹木と森林／森林機能保全／林業経営／安全衛生

② 森林の造成・生産・利用の技術取得（13科目）

造林／測樹／森林保護／測量／環境緑化／特用林産／木材流通・バイオマス／
林産加工／木造建築／林内路網／林業機械／機械総合実習／講習・教育※

※仕事に生かせる資格

〈1年次〉

小型車両系建設機械特別教育、車両系建設機械運転技能講習、はい作業従事者
安全教育、伐木等の業務に係る特別教育、刈払機取扱作業者安全教育

〈2年次〉

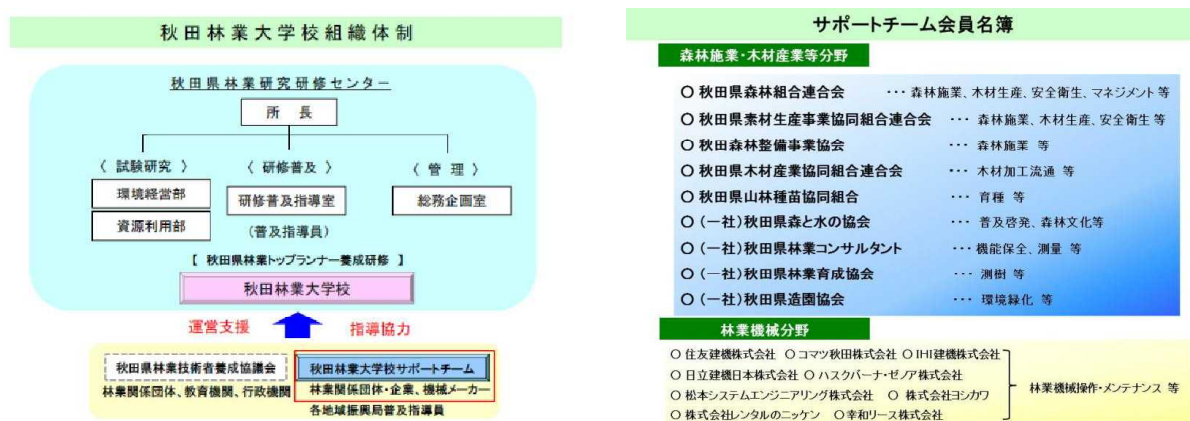
機械集材装置の運転に係わる特別教育、走行集材機械の運転業務特別教育、
簡易架線集材装置等の運転業務特別教育、伐木等機械の運転業務特別教育、
秋田県林業技術管理士

③ 資質を高めるスキルアップ研修（2科目）

インターンシップ／総合講座・実習

(4) 研修の特徴

「オール秋田で有能な人材を育成」をモットーに民間と行政が一体となった研修体制により、実践的かつ専門的知識及び技術を研修生に習得させます。



① 秋田林業大学校の羅針盤「林業技術者育成協議会」

林業・木材産業関係団体のほか、雇用や教育に関係する機関などで構成する「秋田県林業技術者育成協議会」が、研修方針や研修カリキュラムの検討、高校生や卒業生の進路状況や林業雇用情勢等について情報交換し、林業関係会社等が求める若い人材の育成に取り組みます。

②民間の力で研修をバックアップする「サポートチーム」

林業・木材産業等に精通した県内または県内に支店・営業所等を有する企業及び団体で構成する「秋田林業大学校サポートチーム」（林業・木材関係団体と機械メーカーで構成する18の団体や企業）が、講師派遣や研修フィールドの提供、インターンシップの受入などを行い、秋田林業大学校を県と共に支えます。平成27年4月に、県とサポートチームが研修協力に関する覚書を締結しました。

このようなバックアップ体制は、他県にはない秋田ならではの特徴といえます。県とサポートチームがしっかり手を組んで有能な若い林業技術者の育成に取り組んでいます。



森林施業プラン演習



チェーンソー目立て実習

3 今後の課題

①就職と定着への課題

研修カリキュラムの中でもインターンシップを重要なテーマとして、就職のマッチングと定着率の向上を目指す。定着を確実なものとするためには、普及指導員による企業訪問等、就業後のアフターケアを実施していく必要があります。

②林業事業体等の雇用改善

県内の林業事業体等については、雇用環境、雇用条件等の改善をさらに進め、新規就業者の選択肢となるよう魅力ある企業に育成することが重要と考えます。

③林業の成長産業化に向けた行政支援

今後林業が成長産業化していくためには、低コスト再造林の技術普及、新たな木材需要の創出など行政による継続的な施策の展開が必要です。

日本における馬搬作業の現状

岩手大学農学部 技術職員 ○渡邊 篤
技術専門職員 菊地智久
4年 細澤めぐみ
教授 立川史郎・澤口勇雄

1. はじめに

馬搬は、小規模木材搬出作業として伝統的に用いられてきた森林作業である。現在は伐出作業の機械化の進展により衰退した。しかし岩手県では、数少ないものの馬搬が存続しており、最近では平成 22 年に岩手県の協力により「遠野馬搬振興会」が設立された。

岩手県内の馬搬存続の理由として、「集材路の作設が不要」「機械では困難な条件でも搬出が可能」という林業的なメリットがあげられることと、経済性が度外視された歴史的、文化的、社会的価値の重みが大きいことが、発表者らの研究で明らかになっている。

また、イギリスやアメリカ等では馬搬協会が存在し、馬搬がビジネスとして成り立っている（立川ら）。しかしながら、日本の馬搬作業に関する研究は少なく、日本全国に当てはめるのは難しい。



図 1 2007 年盛岡市南部における馬搬事例

2. 目的

本発表では、全国の馬搬の事例の有無を各都道府県にアンケート調査し、全国的な馬搬事例の分布を明らかにする。また、岩手と北海道の現地調査により、現在の馬搬状況を把握することを目的とする。

3. 研究方法

(1) アンケート調査

全国の各都道府県庁へ、近年の馬搬事例の有無などに関するアンケート調査を行い、担当者へ事業者の所在を確認した。

(2) 現地調査

①事業者へのインタビュー調査

事業者へ事前のアンケート結果を踏まえて聞き取り調査を行った。

②馬搬状況の把握

各現場の比較を目的に、作業条件を調査した。特に搬出 1 回ごとに末口直径を計測し搬出量測定を行い、コンパス測量により搬出路の作業条件を把握した。

4. 調査結果

(1) アンケート調査

全国の各都道府県庁へのアンケート回収率は 28/46 であった。馬搬の現存を把握しているのは北海道、青森県、岩手県、宮城県の 4 道県であり、16 都道県において、過去における馬搬事例を把握していた。

馬搬の現存を把握していた 4 道県の林務担当者によると、北海道はどさんこミュゼ(株)、青森県は八戸市森林組合、岩手県は個人で 4 名、宮城県は(株)くりこまくんえんが馬搬を実施しているという回答であった。また、事業者への聞き取りによると、長野県の(株)柳沢林業、富山県では遠野馬搬振興会の研修修了者が、馬搬を始める準備をしているとのことであった。

したがって、北海道、青森県、岩手県、宮城県、長野県、富山県の 6 道県に馬搬が現存していることが判明した。

(2) 現地調査

①事業者へのインタビュー調査

ア. 西埜 氏(北海道)

年齢 35 歳。馬搬歴 3 年。野生動物調査の仕事に就いた後、林業会社に 3 年間就職した。

2013 年東京で行われた「第 1 回 日英馬搬シンポジウム」で岩間氏の講演を聞き、馬搬をやりたいと岩間氏を訪ねた。岩間氏からイギリス馬搬協会(以下 BHL)の会長を紹介され、イギリスで 1 か月間の BHL 会員による馬搬研修を修了した。さらにその後、スウェーデンでも自伐林家による 1 週間の馬搬実務研修を修めた。

現在は大沼流山牧場で林業部門を任せられており、牧場所有林の伐採作業を馬搬で行っていた。作業人数は師匠の上村氏に丸太の積込み技術等を教えてもらいながら 2 人で作業していた。西埜氏は牧場内のプログラムによる、馬搬を通した環境教育にも携わっていた。さらに、牧場の事業として出張馬搬を 8 万円/日で請け負っていた。



図 2 北海道 西埜 氏

イ. 岩間 氏(岩手県)

年齢 38 歳。馬搬歴 18 年。遠野馬搬振興会による馬搬の振興活動を行いながら、岩手県内工務店(株)杵創舎や、家具メーカー(株)オカムラ製作所と協力し、搬出材「馬搬材」に付加価値をつけていた。また、2t トラックに馬を載せて出張馬搬を行い、牧

場や小学校において馬搬を通した環境教育を行っていた。

国外では BHL の馬搬競技会のシングル部門で優勝し、馬搬のヨーロッパチャンピオンシップで 7 位に入賞した経歴があり、フランス・ペルシュ地方のペルシュロン馬の祭典に招待された等の海外交流の実績がある。



図 3 岩手県 岩間 氏

②馬搬状況の把握

ア．北海道 どさんこミュゼ（株）社有林

2016 年 12 月 8 日～9 日午前にかけて、北海道亀田郡七飯町東大沼にて、どさんこミュゼ（株）の牧場に隣接する社有林において、西埜氏の馬搬を調査した。

作業種は間伐であり、作業人数は 3 人。伐倒・造材を 2 人でチェーンソーを使用して行った後、土場までの搬出を馬搬で同じ 2 人が行い、土場整理をグラップル付きトタクターで 1 人が行っていた。現場の樹種はカラマツ人工林で、林齢 60 年生で、平均胸高直径（DBH）は 29cm、地山傾斜は最大 20°であった。

馬搬についての調査結果は次の通りである。

馬：10 歳のばん馬（ブルトン＋半血種）、体重：約 900kg、最大作業傾斜：20°、平均搬出距離：336m、1 サイクルあたりの平均搬出量：1.6m³/回、最大：2.4m³/回、1 日あたりの搬出回数：7 回/日、1 日あたりの搬出量：約 6m³/人・日。使用器具はイタヤカエデ材のソリと荷締めチェーンと、傾斜のブレーキ用にタガを使用していた。搬出路に障害物があるときには、ドッコイを用いて鉄板ソリを使用する場合もある。



図 4 ソリー式（奥）とドッコイと鉄板ソリ（前）

イ．宮城県 NPO 法人しんりん エコラの森

2016 年 11 月 15 日、宮城県大崎市鳴子温泉玉ノ木にて、NPO 法人しんりんのエコラ

の森における岩間氏の馬搬を調査した。

作業種は間伐であり、作業人数は4人。伐倒・造材を3人でチェーンソーを使用して行った後、作業道までの搬出を馬搬で1人が行い、運材を1人が小型運材車で行っていた。現場の樹種はスギ人工林で、林齢約50年生、平均胸高直径（DBH）は26cm、地山傾斜は最大34°であった。

馬搬についての調査結果は次の通りである。

馬：3歳の寒立馬，体重：約700kg，最大作業傾斜：26°，平均搬出距離：約33m，1サイクルあたりの平均搬出量：約0.3m³/回，最大：0.4m³/回，1日あたりの搬出回数：24回/日，1日あたりの搬出量：5.4m³/人・日。使用器具は馬と材を連結するドッコイと台付けに使用したチェーンであった。



図5 ドッコイ（奥）と台付けチェーン（前）

5. まとめ

（1）馬搬のメリットとデメリット

以上の調査から、遠野馬搬振興会が中心となった馬方の育成受け入れ等の活動により、若手を中心とした新規就業がみられた。今後、馬搬が存続していくためには、そのメリット・デメリットを整理し、振興活動や環境教育を通して馬搬を周知することが重要である。

ここで、文献や聞き取り調査、現場調査により、主に小型運材車と比較した馬搬の現場的、社会的メリット、デメリットは以下のことが考えられる。

ア. 現場的メリット

- ①林道を荒らさないため、土壌条件上、機械が使えない場所でも作業できる。
- ②比較的急傾斜地（35°程度）にも対応できる（立川ら2011）。
- ③小回りが利き、乱雑な林内でも丸太などの障害物をまたいで林内へ入ることができる。したがって、道がなく、搬出が難しい現場からの搬出方法として検討できる。
- ④短距離（約175m以内）であれば小型運材車より作業能率が良い（立川ら2011）。そのためウィンチ代わりに利用でき、ウィンチの様に直線経路でなくても搬出可能。
- ⑤定格出力以上の瞬発力を出すことができる。
- ⑥2tトラックで隣県範囲程度まで現場移動ができる。

イ. 社会的メリット

- ①「馬搬材」など、搬出材に付加価値を付けることができる。
- ②環境教育やホースセラピーに利用できる。
- ③燃料はほぼ草なので、カーボンニュートラルな社会に貢献できる（岩間氏）。

ウ. デメリット

- ①人・馬に訓練が必要になる。
- ②疲労や体調が効率を左右する。
- ③毎日の馬の世話がある。
- ④馬搬に使用する馬具を作る鍛冶屋が居ない。

主に馬という生物的問題が挙げられる。作業に必要な馬具に関しては馬搬を引退した馬方から、新規の就業者が譲り受けている状況であった。

以上の様な馬搬のメリットとデメリットが整理・周知されることにより、搬出材に対する付加価値が向上し、馬搬が搬出方法の一つとして選択される可能性が高まると考える。

(2) 日本における馬搬作業の現状

前述の理由により、現在の日本における馬搬のあり方のキーワードは「付加価値」であり、工務店や家具メーカーなどが馬搬を理解し、搬出材に付加価値をつけている。また、馬と機械のハイブリット林業など、馬搬の有用性の再発見に努めている現状がある。使用する馬の種類は様々で、ばん馬、寒立馬、ベルジャンホースなどの事例があった。

さらに、熟練の馬方は引退する傾向にある中、若手の馬方が中心となって馬搬を振興しており、遠野馬搬振興会でも研修生を受け入れ、全国へ新規の馬方を輩出している。このような馬事文化により各地の馬方などとネットワークを結び、全国、全世界と馬を通じて交流し、文化の伝承、研鑽を行っているということが、日本における馬搬作業の現状であった。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、現地調査の実施に際してお世話になりました遠野馬搬振興会の岩間氏、(株) どんきこミュゼの西埜氏、八戸市森林組合の工藤氏、NPO 法人しんりんの尾立氏と大場氏、岩手大学の立川教授、澤口先生、林業生産工学研究室 4 年の細澤氏、そして現場作業を配慮していただいた演習林の皆様には感謝申し上げます。

本研究は JSPS 科研費 JP8 の助成を受けたものです。

引用文献

- 1) 立川史郎, 瓜田元美, 渡邊篤, 澤口勇雄 馬搬作業の搬出工程と土壌への影響—小規模な搬出工程における馬搬作業の可能性— 東北森林科学会第 16 巻第 1 号 (2011 年) 別冊
- 2) 小野耕平 一馬力の森林作業 山林 1367 : 49-57(1998)
- 3) 立川史郎 岩手県における馬搬作業の事例 東北森林科学会誌 4(1) 17-19 (1999)
- 4) 渡邊篤 岩手・宮城における馬搬作業の事例分析 平成 21 年度森林・林業技術交流発表会 口頭発表 (2010)
- 5) 渡邊篤 立川史郎 澤口勇雄 岩手県における馬搬作業の事例分析 第 13 回東北森林科学会大会講演要旨集 P.38 (2008)

W1) 遠野馬搬振興会 HP :

<https://sites.google.com/site/tonobahan/>

W2) BHL British Horse Loggers HP :

<http://www.britishhorseloggers.org/index.html>

W3) 株式会社 岡村製作所 HP : <http://www.okamura.co.jp/>

W4) Paad Musee HP : <http://www.paadmusee.com/#page01>

W5) 信毎ニュース「馬搬」で挑む林業再生 信濃町の財団法人, 木曾馬などで実践 :

https://nano.shinmai.co.jp/news/newslist_detail?id=561

W6) YAHOO ニュース 田中淳夫「馬搬」から、オルタナティブな林業を考える :

<http://bylines.news.yahoo.co.jp/tanakaatsuo/20130928-00028484/>

仙台湾海岸防災林復旧事業における コンテナ苗植栽時の施肥の効果について

仙台森林管理署	地域技術官	○浅野	智哉
	総括治山技術官	阿部	隆治
	治山技術官	澤口	晴彦
	海岸防災林技術官	高梨	清美

1. はじめに

江戸時代以前の仙台湾沿岸一帯は、海風が吹き込む湿地帯が広がっており、農業には不向きな土地であった。その土地を開拓するためには、海から内陸へ吹き込む潮風や飛砂を押さえる必要があったことから、松林の造成が始められた。その後400年以上にわたり、多くの人々の努力で造成・維持管理が続けられ、1,000haを超える大規模な海岸防災林が海岸に沿って形成された。

このような海岸防災林は潮害、飛砂、風害等の防備機能を発揮しており、地域住民の生活環境を守ってきた。しかし、平成23年の東日本大震災によって発生した津波で、仙台湾海岸防災林は、大半の木が折損、根返り、流出し、生き残った木も塩害の被害を受けた。海岸防災林の主たる樹種は、深根性樹種のクロマツであるが、根返りしたクロマツの根は、水平方向に広がっていた（写真－1）。その原因は、仙台湾は地下水位が高い事、クロマツの根は地下水位より下には伸ばせない事から、根が水平方向に伸びたと考えられる。その原因を踏まえ、植栽木の根を地中深くまで伸ばせるようにするために、地下水位から2.4mの高さまで生育基盤造成盛土を行う事を基本とし（写真－2）、津波に対して根返りしにくい海岸防災林の復旧を行っている。



写真－1 根返りしたクロマツ

盛土完成後は飛砂、潮風、寒風に強い樹種であるクロマツで、松くい虫に抵抗があり、植栽時期を選ばない抵抗性クロマツのコンテナ苗を主に植栽している。

現在、抵抗性クロマツのコンテナ苗を植栽する際には、2年から2年半ぐらい効果が続く緩効性固形肥料を施肥している。施肥方法は、これまでの海岸防災林造成の事例を参考にコンテナ苗根鉢周辺に肥料を入れるための穴を3箇所あけて、そこに施肥している（写真－3）。



写真－2 盛土完了後

仙台湾海岸防災林の復旧は、生育基盤造成盛土箇所への植栽、苗木はコンテナ苗を使用しているなど、これまでの海岸防災林造成とは、異なる条件で行われている。また植栽完了後、下草が繁茂している箇所もあり、その原因として植栽時の施肥が影響している可能性も考えられたことから、植栽時の施肥が植栽木の生長と下草に与える影響を把握する必要があった。

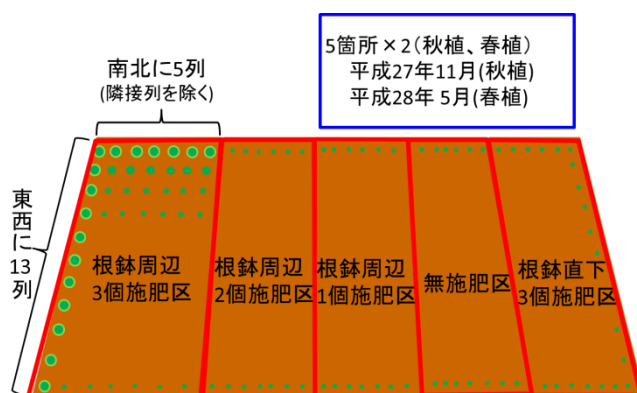
以上のことから本研究では、植栽時の施肥が及ぼす効果と影響を把握することで、植栽木を成林させるための最適な施肥方法を検証した。



写真－3 コンテナ苗根鉢
周辺 3 個施肥

2. 研究方法

調査場所は海岸線から約 500 m 離れた宮城県岩沼市下野郷字須賀原林国有林 90 林班イ 2 小班である。調査地は平成 27 年 11 月秋植、平成 28 年 5 月春植の 2 箇所を設定した。本研究では、秋植、春植それぞれで、通常のコテナ苗根鉢周辺に「肥料を 3 個施肥する箇所」、肥料の数を減らす調査区域として「肥料を 2 個施肥する箇所」、「肥料を 1 個施肥する箇所」、「肥料を施肥しない箇所」、コンテナ苗根鉢周辺ではなく、「根鉢直下に 3 個施肥する箇所」の計 5 箇所を調査区域として設定した（図－1）。根鉢直下に 3 個施肥する箇所は、最初に植え穴を掘ってその中に肥料を 3 個入れ、その上に苗木を入れて、植栽している（写真－4）。調査本数は、各調査区域毎に東西に 13 列、南北に隣接列を除く 5 列の 65 本である（図－1）。月に一度、植栽時からの苗高および根元径の生長量を調査、植栽木の状態、下草の繁茂状況を確認した。また平成 28 年 12 月に秋植箇所では根鉢周辺の 3 個施肥区と根鉢直下の施肥区で 1 本ずつ掘り起こしを行い、根の生育状況を確認した。生長量の調査方法は、調査時毎に誤差がないようにするため、苗高は根元に白いマジックで印を付け、その印から芽までの高さを計測、根元径は印の箇所を南北方向に計測した。



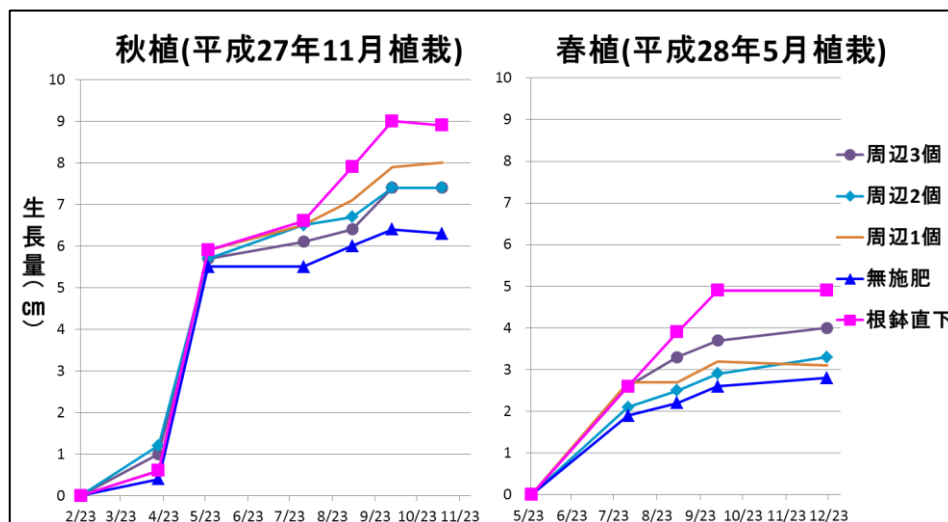
図－1 5 箇所の調査区域の概略図



写真－4 コンテナ苗根鉢直下施肥

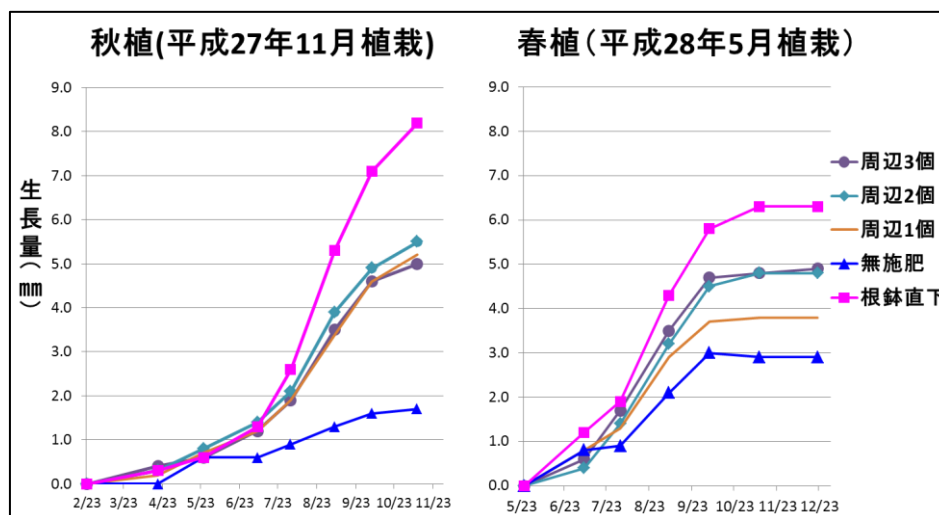
3. 結果

苗高の生長は、秋植では4月から5月にかけてと、8月から9月にかけて、春植では5月から9月にかけての生長が大きくなっている（図－2）。調査区域毎の生長量は秋植、春植ともに根鉢直下の施肥区が一番大きく、無施肥区で一番小さくなっており、その差は秋植で2.6 cm、春植で2.1 cmとなっている（図－2）。



図－2 苗高の生長量

根元径の生長は、秋植では7月から9月にかけて、春植では5月から9月にかけての生長が大きくなっている（図－3）。調査区域毎の生長量は秋植、春植ともに根鉢直下の施肥区が一番大きく、無施肥区で一番小さくなっており、その差は秋植で6.5 mm、春植で3.4 mmとなっている（図－3）。



図－3 根元径の生長量

調査区域毎の植栽木の状態は、無施肥の植栽木では、葉の色が薄く、葉が短い状態にあったが（写真－5）、根鉢直下の施肥の植栽木では他の調査区の植栽木よりも、葉の色が濃く、葉が長い状態にあった（写真－6）。



写真－５ 無施肥の植栽木の状態



写真－６ 根鉢直下施肥の植栽木の状態

現地状況は、秋植箇所を平成２８年９月に確認したところ、根鉢周辺の３個施肥区では下草が繁茂しており（写真－７）、根鉢周辺２個、１個の施肥区でも同様の状況であった。根鉢直下の施肥区では、下草が少ない状況にあった（写真－８）。



写真－７ 根鉢周辺３個施肥区の下草の繁茂状況



写真－８ 根鉢直下施肥区の下草の繁茂状況

平成２８年１２月に秋植箇所調査した根の生育状況は、根鉢周辺の３個施肥と根鉢直下の施肥、共に苗高が４５ｃｍのものを調査した。両方とも、根は鉛直方向に約９０ｃｍ伸びていた（写真－９、写真－１０）。根鉢直下の施肥は根に肥料が直接あたることから、肥料焼けをおこす懸念があったが、肥料焼けは生じていなかった。



写真－９ 根鉢周辺３個施肥の根の生育状況



写真－１０ 根鉢直下施肥の根の生育状況

4. 考察

今回の調査では施肥したどの調査区域も、無施肥区より植栽木の生長・状態が良いことから、生育基盤造成盛土箇所にコンテナ苗を植栽する際は、施肥が必要であると考えられる。

根鉢直下の施肥の箇所は、どの調査区域よりも地上部の生長が良く、根においても生長が良好なことから、生育に効果的であると考えられる。また下草の繁茂が抑制されるため、今後の保育の下刈作業が軽減される見込みがある事、植栽時の肥料を入れる穴が不要となるので、現行よりも植栽の工期が上がる見込みがある事でコスト縮減に繋がる可能性がある事が考えられる。

以上のことから生育基盤造成盛土箇所にコンテナ苗を植栽する際は、根鉢直下の施肥の方が現行の根鉢周辺に施肥するよりも効果的かつ効率的であると判断される。

5. 今後の課題

今回の調査は秋植で植栽後から約1年間の調査だった為、施肥効果が続くとされる2年から2年半までは、引き続き生育調査、状況確認を行っていく必要がある。

また、今回の調査では、根鉢直下の施肥は3個の肥料のみの調査だった為、異なる肥料の個数での調査を行い、最適な肥料の個数を検証していく必要がある。

さらに、下刈作業の軽減や植栽時の肥料を入れる穴が不要になる事によって、削減される経費を計算し、現行よりもどの程度のコスト縮減になるかを検証していく必要がある。

複層林施工地の実態と今後の施業方法に関する一考察

宮城県北部地方振興事務所栗原地域事務所 技師 田村直紀

1 はじめに

日本の林業政策は昭和 50 年代に入り、社会的環境問題の顕在化と相まって環境に配慮した施業へと転換してきた。その結果、広葉樹林の育成や非皆伐施業による多様な森林施業が行われるようになり、その中でも本県では複層林施業が収穫の保続等の目的で篤林家を中心に導入されてきた。

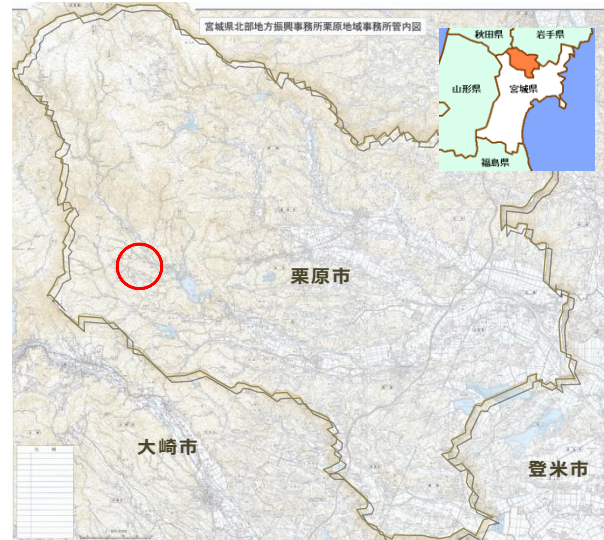
複層林施業とは、「林木を伐採し、一定の範囲において複数の樹冠層を構成する森林として成立させ維持すること。」とされており、利点として皆伐による大面積の裸地化が防げること、欠点として管理が難しいこと等が挙げられている。また、平成 28 年 5 月に閣議決定された新たな「森林・林業基本計画」では、引き続き公益的機能の一層の発揮を図るため複層林への誘導を推進していくことが掲げられている。

当栗原管内においても、重要水源を有していることから、平成 2 年度から保安林整備事業により県内でも先駆けて複層林への誘導や造成を行ってきたが、現地を確認したところ、複層林内での下層木が衰退している箇所、下層植生が消滅している箇所等が見受けられた。今後、生育不良の複層林に対して、適切な維持管理がなされなかった場合、山地等災害等の要因となる恐れがあることから、現状の林内環境を調査し、今後の複層林の造成・保育方法を検討することとした。

2 研究方法

調査に当たって、管内の複層林造成地 10 箇所程度を調査し、今回は、調査結果が顕著であったスギ複層林の箇所について報告を行う。調査した複層林は、宮城県の北部、栗原市に位置する、旧花山村軽井沢地区である。同地区は北上川水系の一級河川、一迫川の上流部に位置する、非常に重要な水源林であり、平成 4 年度より、複層林への誘導が実施されてきた。調査として、スギ林木の生育状況の把握のため、毎木調査を実施し、10m×20m のプロットを、A・B の 2 地区にそれぞれ 3 箇所ずつ設置し、上層木・下層木毎に、直径・樹高を調査した。また、林内の下層木、下層植生の生育に大きな影響を持つ光環境の調査を行うため、A・B それぞれのプロットで魚眼レンズを使用し、全天空写真の撮影を行った。撮影した画像データを解析ソフトで処理し、相対照度を算出した。

A 地区は、上層木のスギが 60 年生、下層木が 17 年生である。林内は、広葉樹が繁



茂しており、植生被覆率は 100%。B 地区は、上層木のスギが 60 年生で、下層木が 20 年である。林内は、下層植生の生育を確認できたが、下層木は細長くなっており、植生被覆率は 90%。また、調査にあたり、宮城県民有林収穫表から、林齢あたりの直径・樹高・成立本数を比較した。

3 結果及び考察

(1) 結果

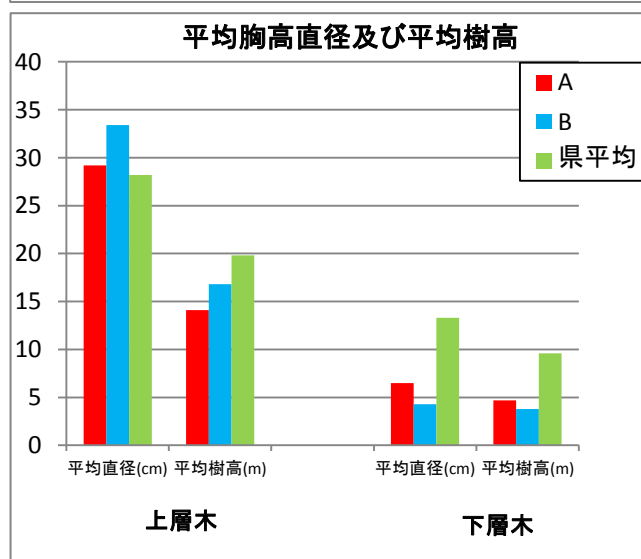
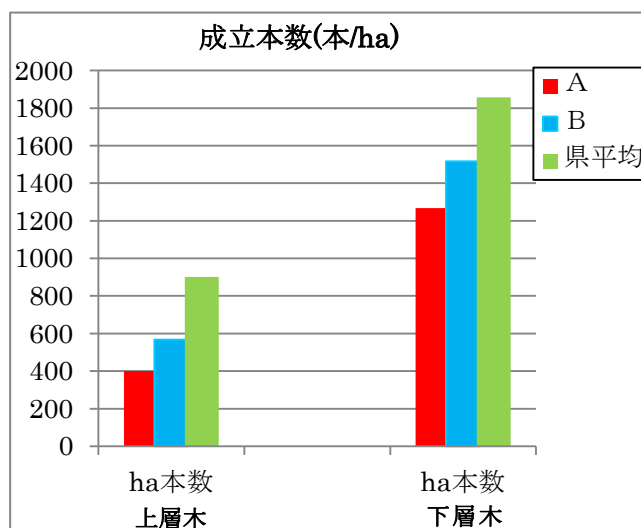
毎木調査の結果については、上層木の ha 当たりの成立本数は、宮城県の 60 年生スギの平均である 901 本に対し、A 地区 400 本、B 地区 567 本である。胸高直径については、宮城県平均 28.2cm に対し、A 地区 29.2cm、B 地区、33.4cm と平均以上であることが分かった。

しかし、樹高については、宮城県平均が 19.8m であるのに対し、A 地区は 14.1m、B 地区は 16.8m と平均よりも低いことが分かった。

これらの上層木の結果については、間伐によって、密植での競争的な伸長成長から解放され、肥大成長を優先した結果だと推測される。

続いて、下層木であるが、ヘクタール当たりの成立本数は、宮城県の 20 年生スギの平均 1858 本に対し、A 地区 1267 本、B 地区 1517 本、宮城県の平均成立本数と比べ少ない結果となった。胸高直径に関しては、宮城県平均が 13.3cm に対し、A 地区が 6.5cm、B 地区が 4.3cm と、肥大成長が平均を大きく下回る結果となった。樹高についても、宮城県平均が 9.6m に対し、A 地区が 4.7m、B 地区が 3.8m と、こちらも平均の半分以下の数字となった。

これらの下層木の結果について、上層木の強度間伐により、下層木の成長は良好になるものと想定していたが、宮城県平均の半分以下の成長量という結果になった。また、光環境の調査を、魚眼レンズを用いて相対照度の測定をしたところ、A 地区は 27.1%、B 地区は 23.1% であり、上層木の成立本数が多い B 地区の照度が低い結果になった。だが、両地区とも一般的に下層木の成長に必要とされる 20% 程度の照度が確保されているため、下層植生に対して十分な光環境が確保できていると考えられる。





（２）考察

今回の施工地において、上層木の直径の肥大成長は良好であったが、樹高の伸長成長は停滞していた。これは、結果として間伐による競争的な伸張成長から解放されたためと推測される。下層木については、直径・樹高ともに成長が停滞していた。上層木の成立本数が少ない箇所では、成長も良好になると想定していたが、成長量の違いは僅かにとどまった。また、下層植生については、良好な生育状況が確認され、保安林機能が維持されていることが確認できた。しかし、下層木については、生育が不良であることから、相対照度は、現状以上必要になるのではないかと推測された。下層植生の生育状況が良好でも、下層木の成長が不良であるため将来的に、下層木による公益的機能発揮が難しくなることが想定される。

以上の調査結果から、当該施行地での今後の保育を検討した。上層木は伸長成長が停滞し、下層木は肥大成長、伸長成長ともに停滞していたため、A 地区では除伐、B 地区では受光伐等を実施し、下層木の生育環境改善に働きかける。その後の生育環境を継続的に観察し、上層木の伐採時期を検討すべきと考える。

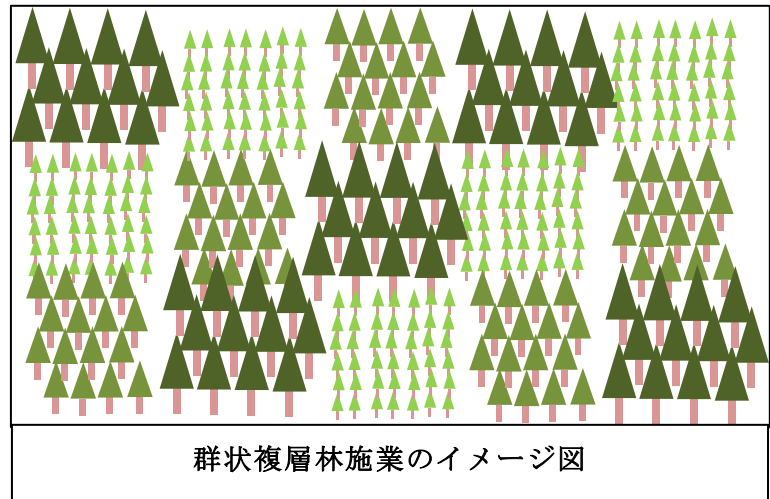
これまでの調査結果等で複層林の難点は、上層木が下層木の生育を阻害すること、強度間伐により、上層木の伸長成長が停滞すること、上層木の伐採時に下層木を損傷すること等があげられる。新規に複層林を造成する場合、上層木の間伐については定性間伐、列状間伐等様々な手法が考えられるが、定性間伐のデメリットとして、伐倒、集材に手間を要し、植栽した下層木を損傷させるおそれがあること、列状間伐においては、定性間伐に比べや伐倒・集材は容易になるが、残存列が多いと、光環境の改善など林分の健全化効果は不十分になることが考えられる。加えて、本県林業技術総合センターでの列状間伐における伐開幅を比較した研究結果によれば、4 列伐区においても皆伐区での樹高成長率と比べ半分以下の成長率であったことから、列状間伐では、期待する成長量が下層木では見込めないものと推察される。

そこで、今回は、公益的機能を持続的に発揮すべき森林において新規に複層林を造成する場合は、群状的な複層林施業を提案する。まず、計画区を設定し、地況や方位等を考慮した上で、期待する生長量（樹高）の 2 倍程度の幅となるように、モザイク状に伐区群を設定する。定性伐を主体とするが計画区全体の生長量を目標とするため、大胆な伐採を実施する。これにより、画一的に上層木と下層木の生育が阻害されず、

計画区域内の林木は競争的な成長が確保される。また、上層木の伐採時には、下層木を損傷するリスクを減少させることができる。加えて、計画区の配置を地形境にすることで、伐採木の搬出が容易になることが予想される。この様なことから斬新的な複層林を導入することによって、大面積の裸地化や生長によるギャ

ップが防止でき、森林の持つ公益的機能を一定に保つことが期待できるものとする。

最後に、今回の研究は、複層林施業地の実態を明らかにし、維持管理が不足している林分に対し、どのような対策を行うか、検討・提案の第 1 報という形になったが、今後も複層林の保育等を通し、より高い公益的機能発揮すべく努力していく所存である。



簡易囲いワナの取組について

三陸中部森林管理署 地域技術官 ○中村 剛史
主任森林整備官 神成 悟
総括森林整備官 劔持 直樹

1. はじめに

近年、東北各地にシカの生息区域が拡大しつつある。

当署管内でもシカによる苗木等の食害・樹皮の皮剥が発生しており、対策として防鹿柵を設置しているが、維持・管理にかかるコストが増加してきている。

このため、平成26・27年度行った森林鳥獣被害対策技術高度化実証事業（以降、実証事業）の成果もふまえ、積極的にシカの捕獲を実施し個体数を低減させる必要があると考えている。

このような背景から、今年度よりニホンジカ被害防除事業（以降、捕獲事業）を実施した。しかし、簡易囲いワナ（以降、ワナ）の運用方法が未だ確立されていない状況であるため、本研究ではシカの出没状況の調査・分析を行い、今後の事業実行を最適化するため簡易囲いワナの効果的な運用方法について検討した。

2. 調査方法

(1) 調査概要

調査期間を11月2日から翌月15日まで設定。
うちシカの出没状況を調査するため11月2日から11日まで事前調査を実施し、11月11日～12月15日まで捕獲を行った。

ワナの設置箇所について、調査期間は狩猟期間と重なるため、狩猟者との棲み分けを行い「捕獲活動が行われていない場所」及び「夜間にシカの集まる場所」として、大船渡市 赤坂西風山（あかさかならいざん）国有林22林班を設定した。図1の丸が調査地・四角の囲いは埋設地を表示。

(2) 簡易囲いワナについて

今回使用した簡易囲いワナは、ゲート部3枚側面部14枚のパーツで構成されている。（図2）

軽トラックでの運搬が可能で傾斜地での設置にも対応している。

また林木の配置等現地の状況に合わせて、自由に形状を変えて設置することが可能である。

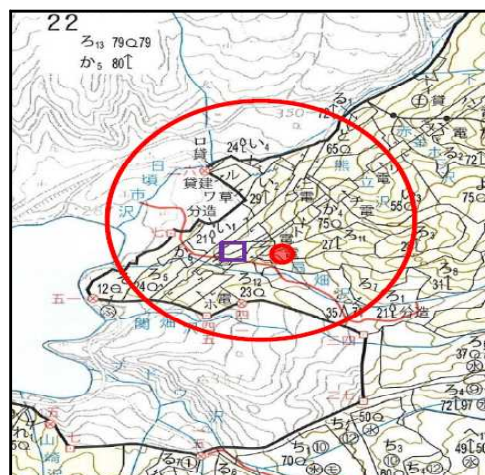


図1：位置図

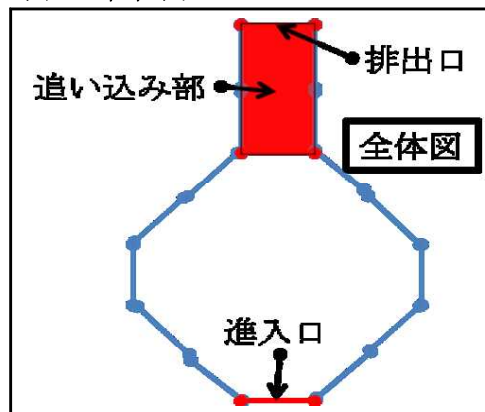


図2：簡易囲いワナ全体図

(3) 状況把握・誘引方法について

シカの出没・進入時間、出沒頭数、進入頭数等の状況を把握するためセンサーカメラを使用した。調査地周辺に2台、ワナ内部撮影用に1台、ワナ周辺撮影用に1台設置した。

また、シカを誘引するため、ワナ設置予定箇所に予めエサを設置した。

囲いワナ設置後は、シカのワナに対する警戒心を緩和させるため外部にエサを多めに配置、ワナ内部にも少量配置した。のちにワナ内部にシカの進入が確認された後、外部と内部の給餌量を徐々に逆転させ、全頭の進入を確認した上で捕獲システム「おりわな みはるちゃん」（以降、捕獲システム）を起動した。そのとき、外部に配置した餌は全て内部に配置した。

(4) 捕獲個体の処分方法について

電殺器で止め刺しを行い、国有林内で埋設した。

埋設箇所を調査地と同一林班内に設定し11月9日及び11月14日にバックホウを用いて幅1m×奥行2m×深2mの穴を6穴掘削した。（図3、4）



図3：埋設用の穴



図4：バックホウでの掘削の様子

(5) 捕獲システムの特徴について

最低捕獲頭数設定型の捕獲システムを使用した。

この捕獲システムは、進入センサーによりワナに進入したシカの頭数をカウントし、指定した頭数以上進入するまでゲートを閉めないシステムになっている。また、シカがワナ内部に進入しても周辺センサーが反応している場合にはゲートは閉まらない仕組みとなっている。（図5）

①メリット

- ・ 最低捕獲頭数設定型なので夜間の捕獲が可能。
- ・ 設定頭数以上が進入し、かつ周辺にシカがいない場合はスレジカを発生させることなく捕獲することができる。

②デメリット

- ・ 設定頭数以下で進入してもゲートが閉まらない。

- ・ 設定頭数以上の群れが出没し、そのうちの一部のみ捕獲してしまった場合、周辺センサーの死角にいるシカはスレジカになる可能性がある。

以上のことから、捕獲事業実行にあたっては群れの出没傾向を把握し、最大頭数を予測して「最低捕獲頭数」を設定する必要があると考えた。具体的には以下のとおり実行した。

- ・ 事前調査期間に付近の群れの出没状況を調査し、最大の群れの頭数を把握。
- ・ 把握した最大の群れは狩猟により頭数が減少する可能性があるため、捕獲期

間内も引き続き調査を行い週に1回、カメラデータを回収し出没状況を把握。その中での最大撮影頭数を「最低捕獲頭数」とした。ただし、使用した簡易囲いワナは、実証事業からも最大5頭までの進入となっていることから5頭以内で設定することとした。

- ・ スレジカを発生させないようターゲットの群れ全頭の進入を確認後、捕獲システムを起動した。

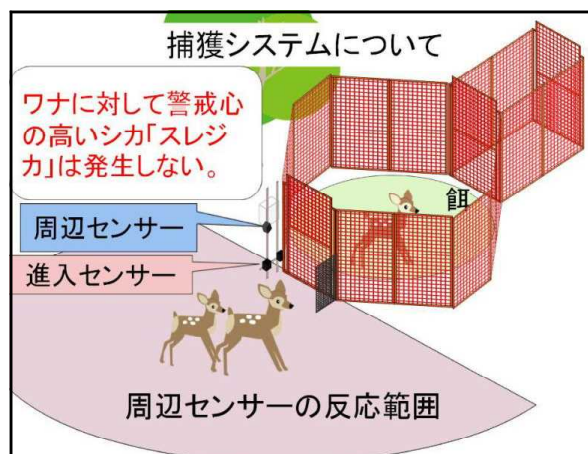
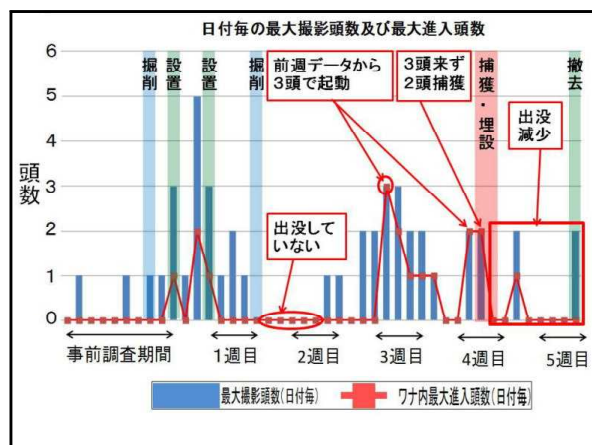
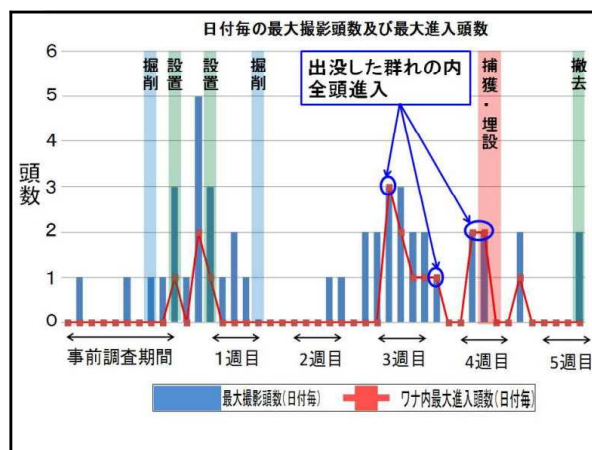


図5：捕獲システムについて

3. 結果



グラフ1：日付毎の最大撮影及び進入頭数1



グラフ2：日付毎の最大撮影及び進入頭数2

グラフの1・2は日付毎の最大撮影頭数を棒グラフ、最大進入頭数を折れ線グラフで表示した。

また、以降表示するグラフ及び表は当日の朝7時から翌日の朝7時を1日とし、グラフの上部に日付毎に行った作業内容を表示した。また下部に事前調査期間と週単位で捕獲期間を表示した。

グラフ1のとおり、事前調査期間及び捕獲期間1週目に囲いワナ及び捕獲システムの設置を行ったが、シカが調査地に出没している。しかし、1週目の最終日に埋設穴の掘削作業を行ったところ、その後6日間出没していない。

後に、出没が回復し3週目で3頭中3頭の進入が確認されたので、4週目で捕獲システムを起動させた。しかし、3頭の群れは出現せずシステムの誤作動により2頭の捕獲となった。

その後、捕獲期間4週目に捕獲と埋設を行っているが、その後出没が減少する結果となった。

また、グラフ2のとおり出没した群れの内全頭がワナ内部に進入したのはわずか4回で、連続性は低い結果となった。

4. 問題点と考察

(1) 掘削作業後及び捕獲後の出没頻度減少について

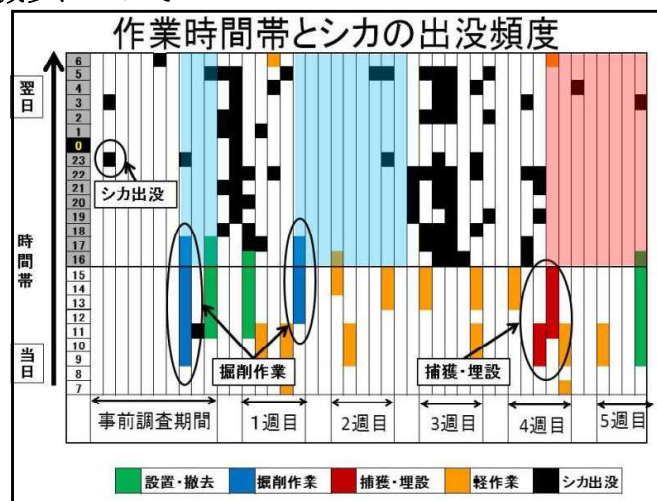
①問題点

グラフ3は人為的作業時間とシカの出没状況を示したものである。縦軸の時間帯は下から上に向かって表示している。

捕獲期間1週目の掘削作業は、12時から17時までに行っている。

シカの出没は16時～翌日の7時まで多く確認できるため、掘削作業がシカの出没時間と重複してしまい出没に影響した可能性がある。また、事前調査期間内に1回目の掘削を行なったが、その後出没頻度が減少している。このときも16時以降も作業しているため出没に影響した可能性がある。

また捕獲・埋設作業後も、出没頻度が減少していることが確認できる。



グラフ3：作業時間帯とシカの出没頻度

②考察

人為的な作業時間帯については、シカの出没する可能性の低い日中の7時～16時の間で行うのが適切であると考えられる。しかし、重機での作業は重機そのものが出没に影響を与える可能性があるため、掘削作業は調査地から離れた場所で行うことも検討する必要があると考えられる。

また、捕獲・埋設作業後の出没頻度の落ち込みについては、止め刺し時にシカに鳴かれたこと、シカが血痕を見てしまったことなどが考えられるが、今回1回の捕獲結果であるため原因は特定できなかった。

(2) 前週の情報から最大捕獲頭数を予測して捕獲するのは困難

①問題点

グラフ4は1頭から5頭の群れの出没状況を示したものである。1・2頭の群れ

については出沒回数がほぼ同等で、それぞれ連続的に出沒しているが、何日出沒するのか傾向は掴めなかった。

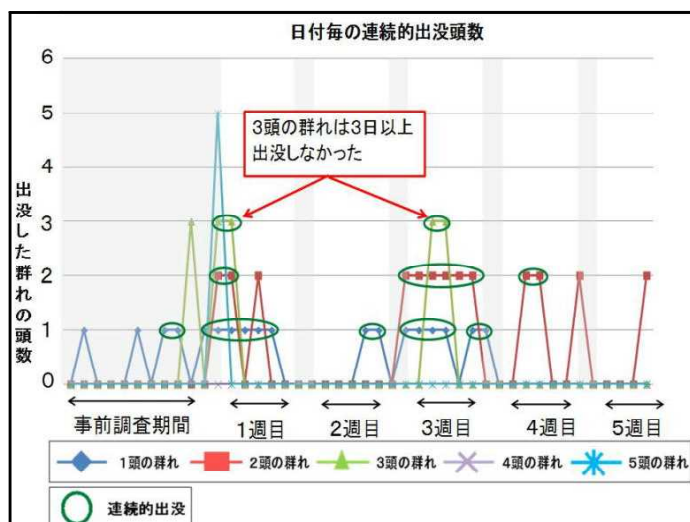
しかし、3頭以上の群れについては3日以上連続で出沒しないことは確認できた。

②考察

3頭以上の群れについては、表1のとおり前日のみ出沒していた場合には当日出沒する可能性があるが、それ以外は出沒の可能性が低いことが判断できる。したがって過去2日間の情報を基に最低捕獲頭数を設定することで効果的に捕獲できると考えられる。

しかし、3頭以上の群れが出沒する可能性の低い場合、1・2頭の群れについては出沒頻度は高いものの、傾向が掴めないことから、捕獲システムを常時起動させる必要がある。また、1・2頭の群れの出沒する可能性は同等であることから表2のとおり最低捕獲頭数を2頭で設定する方が有利と考える。

ただし、1頭しか確認できない場合又はしばらくの間確認できない場合は最低捕獲頭数を1頭に変更する必要があると考えられる。



グラフ4：日付毎の連続的出沒頭数

3頭以上の出沒判断			
前々日	前日	当日	理 由
○	○	×	出沒する可能性が低い
○	×	×	出沒する可能性が低い
×	○	○	出沒する可能性が高い
×	×	×	出沒する可能性が低い

表1：3頭以上の出沒判断

2頭の設定判断			
前々日	前日	設定頭数	理 由
○	○	2	出沒する可能性が高い
○	×	2	出沒する可能性が高い
×	○	2	出沒する可能性が高い
×	×	2→1	傾向が掴めない

表2：2頭の設定判断

5. 今後の課題

1つは埋設地をより離れた場所に設ける場合、調査地との距離、捕獲個体の運搬方法について再度検討する必要がある。

最低捕獲頭数の設定については、今後も出沒状況の調査を行い2頭以下についても出沒傾向を把握したいと思う。

出沒頻度の減少については、今後捕獲を重ねて傾向と原因を引き続き調査するが、場合によっては、捕獲後にワナの移設を検討することも考えられる。

一貫作業システム推進の取り組み

三八上北森林管理署	業務グループ	○田中伸悟
	森林整備官	長田直也
	業務グループ	前田尋斗
	業務グループ	渡辺万葉

1. はじめに

国有林では、事業の低コスト化のために、伐採、造材、搬出、植栽までを一括で発注する一貫作業システムの導入を進めており、三八上北森林管理署でも平成 28 年度に初めて実施した。

さて、作業の効率化によるコストの削減が可能な一貫作業システムの導入により高コストが課題となって再造林が進みにくい民有林において、森林の若返りを促すことが期待されている。

森林の若返りは、大型木材加工施設やバイオマス発電所の建設が進む当署管内において、将来にわたって持続的に木材を供給していく上で、特に重要な取り組みになってきている

こうした中、一貫作業システムは、当署管内でも、青森県が普及研修会を行うなど、国有林だけでなく民有林でも取り組みが始まっている。しかし、まだ始まったばかりの取り組みであることから、民有林においても国有林においても、現場での実践過程の様子や結果について、情報を共有することが必要と考えた。

そこで本研究では、当署管内で初めて実施した一貫作業システムについて、現場での作業を通じて得られた課題やその克服のための工夫などについてとりまとめ、管内の市町村など、民有林に情報提供を行うこととした。

2. 取り組みの内容

(1) 対象地の事業内容

- ① 所在地 : 青森県十和田市奥瀬 生内国有林 2 3 林班い 1 小班内
- ② 林小班面積 : 2 8 . 9 9 h a
- ③ 伐採面積 : 7 . 3 9 h a
- ④ 伐採種 : 複層伐 (平均伐採幅 5 0 m の帯状伐採)
- ⑤ 植栽樹種 : スギ (コンテナ苗) 2 , 2 0 0 本植え / h a
- ⑥ 作業仕組
伐倒 : チェーンソー
造材 : 主にプロセッサ
運搬 : フォワーダ
- ⑦ 林況 : スギ 6 4 年生、東向き斜面、中程度の傾斜、林床の一部にササ。

（２）取り組みの流れ

事業の実施に当たり、受注した請負事業体との事前打ち合わせを念入りに行うとともに、事業終了後まで現場などでの打合せや意見交換を繰り返し行った。

その際には、請負事業体にとって初めての取り組みとなったコンテナ苗や無地拵えでの植栽作業についての疑問や考えられる工夫について、重点的に意見交換を行った。

また、今回コンテナ苗を出荷した種苗生産者も、コンテナ苗の生産や出荷を行うのが初めてであったことから、コンテナ苗の運搬にあたって工夫したことについて、種苗生産者に対しても聞き取りや意見交換を行った。

事業実施後に、その内容を整理して、PR活動用のチラシを作成した。

最後に、管内の全 16 市町村をはじめ、県民局や森林組合を訪れ、三八上北森林管理署が取り組んだ一貫作業システムについてのPR活動を行った。

３．取り組みの結果

（１）一貫作業システム

① 無地拵えでの植栽

無地拵えでの植栽については、事前の意見交換で、請負事業体から、伐採後に大量の枝条が林内に広く積み上がってしまうと植栽に苦勞しそうだ、という懸念が出た。

これについては、安全確保に十分配慮しつつ、可能な範囲で、伐倒方向をなるべく集材路に向け、全木で伐区外縁に木寄せして造材し、枝条を伐区外に寄せるよう努めることで、植栽に配慮していくこととした。

その結果、伐区内に残置される枝条を減らすことができた。

それでも、場所によっては、伐区内に枝条が積もってしまうところもあったが、そうした箇所については、運搬作業の合間などに重機で枝条整理をすることで対処した。

② コンテナ苗

ア コンテナ苗の運搬

事前の意見交換では、コンテナ苗の根鉢を崩さないように、効率的に運搬するための方法について話し合った。

これについては、他県の先行事例も参考に種苗生産者との意見交換も行い、次のように実施した。

まず、コンテナ苗を現場に搬入する際には、図 1 のようにコンテナ苗を 10 本ずつポリ袋に詰めたものを、段ボール箱やプラスチック製のリンゴ箱に入れて運んだ(図 2、図 3)。

さらに、植栽箇所までコンテナ苗をフォワードで運搬する際には、箱ごと積み、作業者が植栽のために運ぶ際には、図 4 のような手提げ袋にポリ袋ごと移し替えた。

一箱あたりに詰めた苗木の本数は、段ボール箱で 150 本、リンゴ箱で 80 本、手提げ袋に入れるコンテナ苗は 30 本とした。

また、段ボール箱は使い捨てだが、リンゴ箱は種苗生産者へ返却し、再利用した。

この運搬方法によって、植栽直前まで 1 本 1 本のコンテナ苗に触れる回数を少なく

することができ、コンテナ苗の根鉢を崩さず植栽できた。



図1 ポリ袋に入れた苗木



図2 コンテナ苗運搬に用いた段ボール箱

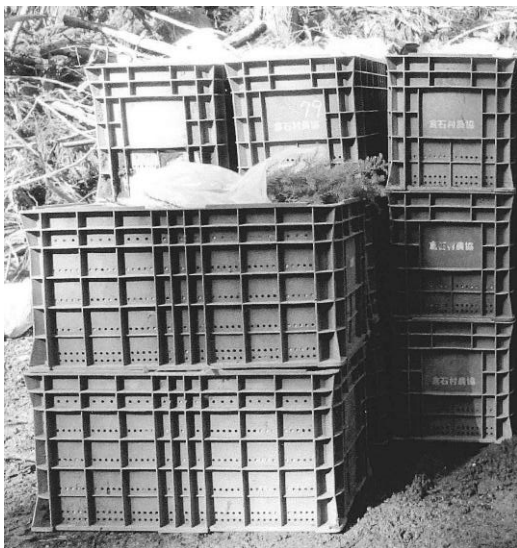


図3 コンテナ苗運搬に用いたリング箱



図4 手提げ袋で苗を運ぶ様子

イ コンテナ苗の植栽

植栽器具については、専用の植栽器具のディブルを使用した(図5)。

当初は、請負事業体がディブルを購入して準備する予定だったが、今回コンテナ苗を納入した種苗生産者が、コンテナ苗の導入に積極的であり、植栽器具を準備していたことから、それを借りて使用した。

植栽作業は、主に2人一組で行い、1人がディブルで穴を開け、もう1人が苗を植え付けた。

また、2～5組の植栽を行う作業者のほかに、1名が苗木の運搬を専門で担当、植穴を開ける作業は、ディブルに体重をかける一動作だけで済み、その穴も小さいので、多少の枝条があっても足で枝条を寄せたり、穴を開ける位置を少しずらす程度で作業

を行うことができた。

今回作業員全員が、コンテナ苗を扱うのが初めてだったが、裸苗よりも簡単に植栽できたとのことで、コンテナ苗は好評だった。

（２）市町村などへのＰＲ活動

実施した事業の内容を整理し、一貫作業システムのＰＲ活動用のチラシ(図 6)を作成した。

そして、管内の市町村などを訪れ、三八上北森林管理署での一貫作業システムの具体的な実施内容を説明し、一貫作業システムのＰＲを行った。

最終的に、管内の全 16 市町村と 2 県民局、6 森林組合にＰＲ活動を行った。

その結果、一貫作業システムという発注方式や、コンテナ苗自体知らなかったという市町村もあり、今回の取り組みで知

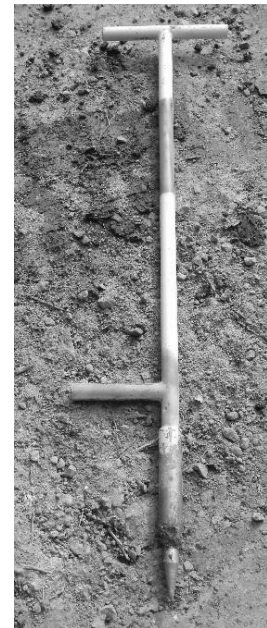


図 5 植栽器具

また、いくつかの市町村からは、再造林におけるコスト削減に関心があり、一貫作業システムについて前向きに検討したいとの声を聞くことができた。

更に、一貫作業システムの導入を検討するためにも、コスト削減効果や、具体的な作業方法についての情報を共有したいとの声があった。

また、地拵えを実施せずに植栽した箇所について、下刈りの際に苗木を誤って刈ってしまいやすくないかということや、コンテナ苗の成長に影響しないのか、という声があった。

特にササや灌木が生えている箇所に植栽した苗木について、今後の経過についても知りたいという多くの声があった。

こうしたことから、一貫作業システム実施箇所について、その経過を定期的に調査するとともに、一貫作業システムに関して、引き続き民有林の担当者と国有林での情報共有を進めていくことを確認した。

4. 考察

コンテナ苗の運搬や植栽については、今回種苗生産者も作業員も初めての取り組みであったが、コンテナ苗の植栽作業は好評であった。ただ、苗の梱包資材や運搬方法については、今回の方法の改善点などを話し合いながら、今回のように種苗生産者と作業員双方との意見交換をしながら進めていきたい。

今回のＰＲ活動と意見交換を通して、市町村などもコストの高さや、造林のための補助金の不足などの理由から、再造林が進んでいないことがわかった。今回のＰＲ活動では具体的なコストの削減効果については整理していなかったが、今後一貫作業システムを市町村などに導入を促すためには、具体的なコスト削減額などを示すことが求められると思われる。

また、無地拵えでの植栽については、コスト削減の方法として関心があるとの声が

あった。ただ、地拵えを省略することが苗木の成長過程や、下刈りなどの保育作業へどのように影響するのか、知りたいとの声も多かった。このことから、無地拵えで植栽したコンテナ苗の生長過程や、下刈りなどの保育作業の結果なども、引き続き共有していくことが、一貫作業システムの普及のためには特に重要だと思われる。

今回の取り組みは市町村などと面識を持ち、意見交換を行うよいきっかけともなった。今後も市町村などとの情報共有を密にしながら、一貫作業システムの推進を図っていきたい。



図 6 P R 活動用チラシ

計画編成における森林調査簿の蓄積の修正について

下北森林管理署 森林官補（薬研森林事務所） 岡部 岳人

1. はじめに

森林調査簿の蓄積は、5年に1度の計画編成の際に修正することになっている。その際、収穫調査の結果は、小班についての信頼の出来る情報であるものの、蓄積の修正には十分活用されていない現状がある。収穫調査の結果は、当該小班の蓄積の修正に利用されるにとどまっており、仮に小班ごとに何らかの傾向があれば、調査箇所以外の修正もできるのではないかと考えられる。そこで本研究では、収穫調査復命書を利用し、森林調査簿の蓄積を簡易的に修正する方法の検討を行った。

2. 研究方法

(1) 研究方法

森林調査簿の蓄積を簡易的に修正する方法の検討にあたって、土地の生産力を示す指標である地位によって小班の蓄積が説明できるのではないかと考えられる。その場合、地位ごとの成長量を想定することで蓄積の修正が可能であると考えられる。

そこで本研究では、収穫調査復命書の蓄積を用い、①地位と蓄積に実際に相関があるのかを検討し、地位と蓄積に関係が見られた場合、②地位ごとに簡易的な収穫予想表（A式）を作成する。最後に③林齢、樹高、直径などの関係から収穫予想表（B式）を推定し、これを②の簡易的な収穫予想表（A式）と比較し、A式の妥当性の検討を行う。

本研究では、収穫調査復命書における蓄積を利用し、現在、森林調査簿の蓄積の算出に利用されている収穫予想表の修正を行った。収穫予想表は、施業実施計画で定められた一定の施業方法によって取り扱われたときに実現される平均的な林分を対象として作成されたものである。これは、被害その他故障が無く健全な生育をなしている林分を対象に作成されている収穫表とは異なるものである。対象としている林分の違いから、収穫予想表の蓄積は収穫表の蓄積よりも一般に小さくなる。青森県内の国有林のスギ人工林に適用されている収穫予想表は、地位・施業群に関わらず一つである。これは、秋田・山形県内の国有林のスギ人工林では、地位・施業群ごとに複数の収穫予想表が作成されているのとは大きく異なる点である。

(2) 使用したデータ

本研究に使用したデータは、平成23年度～26年度の収穫調査復命書67件である。調査対象地域は、旧大畑営林署管内（現大畑・赤滝・薬研各担当区）であり、樹種はいずれもスギ、林齢は34～60年生である。また、事業区分は製品生産による間伐である。本研究で使用した蓄積量は、復命書における総材積からスギ以外の材積を除外したものを林小班面積から除外地を差し引いた面積で除して計算したhaあたり幹材積である。これを数式で表したのが①式である。ただし、 $\bar{V}$ はhaあたりの蓄積（ m^3 ）

/ha)、 $V_{\text{スギ}}$ は小班内のスギの蓄積 (m^3)、 $S_{\text{林小班}}$ は林小班の面積 (ha)、 $S_{\text{除外地}}$ は除外地面積 (ha) である。以下の議論では、特にことわり無く蓄積と呼ぶ場合、この ha あたりの幹材積を指す。

$$\bar{V} = \frac{V_{\text{スギ}}}{S_{\text{林小班}} - S_{\text{除外地}}} \quad \dots \textcircled{1}$$

3. 結果及び考察

(1) 地位と蓄積の関係

国有林における地位は、「伐期総平均成長量をもって m^3 単位の等級に区分する。」^[8]とされている。そのため、その定義からは、地位が高ければ当然に蓄積が大きくなることになる。地位の計測にあたっては、当該樹種の人工林が成立している林分を対象に林分の平均樹高と収穫表の同一林齢の主林木の平均樹高の範囲を比較することによって判定する直接的方法と天然林や無立木地など現に目的樹種が生育していない林分を対象に土地調査により総合的に判定を行う間接的方法がある。直接的方法による地位の計測は、成立している実際の林分の樹高を計ることで行われており、計測の精度は比較的高いと考えられる。一方、土壌等の土地調査から樹高を推定する間接的方法では、推定された樹高と実際の樹高の間にズレが生じやすく、結果として計測された地位と蓄積の間の相関が弱くなると推察される。そのため、本研究では、地位は実際に蓄積の差異を説明できるのかを検討することから始める。

地位と蓄積の関係は、齢級ごとの相関係数を計算することで明らかにした。まず、全 67 件の収穫調査復命書には地位 5～15 まで含まれており、それぞれの数が少なかったことから、地位“上”(15～12)、“中”(11～9)、“下”(8～5)に区分した(表1)。この区分方法は、地位判定基準図作成時の区分にならったものである。^[8]

齢級ごとの地位と蓄積の関係は、林齢 56～60 においては、データが地位“中”のものしか無く、相関係数は求められず、林齢 51～55 においては、相関が見られなかった。一方で、林齢 31～50 については、相関が認められた(表2)。以上より、地位と蓄積には相関があるものとして本研究をすすめていく。

表1 地位ごとのデータ数

地位	林齢	データ数
上	34～55	23
中	34～60	34
下	36～46	10

表2 地位と蓄積の関係

林齢	データ数	相関係数
31～35	8	0.655
36～40	17	0.575
41～45	12	0.806
46～50	10	0.613
51～55	11	-0.010
56～60	9	-

(2) 簡易的な収穫予想表 (A 式) の作成

簡易的な収穫予想表 (A 式) として、青森県内の国有林に適用されている現行の収穫予想表に地位ごとに一定の係数 (以下補正係数) を掛け、引き延ばしたものを想定

した。一般に収穫予想表は、間伐等の残存木である主林木と伐採対象となる副林木によって構成されるが、今回検討の対象となるのは、ある林齢において現存する蓄積であるため、収穫予想表のうち主副林木合計の幹材積の数値を利用した。以下特にことわりなく収穫予想表の蓄積という場合、収穫予想表における主副林木合計の幹材積のことを指す。

補正係数の算出については、各復命書の蓄積とその林齢における収穫予想表の蓄積に補正係数を掛け合わせた値の残差平方和が最も小さくなるような補正係数を採用する。これを数式で表したのが②式である。ただし、 Y_i は復命書の蓄積であり、 i は調査時の林齢、 k は定数（補正係数）、 $f(t_i)$ は林齢 i における収穫予想表の蓄積である。

$$\min \sum \{Y_i - k \times f(t_i)\}^2 \quad \dots \textcircled{2}$$

②式により地位ごとの補正係数 k を計算したところ、上中下それぞれ 1.65、1.46、0.93 となった（表 3）。これをグラフにしたのが図 1 である。

表3 地位ごとの補正係数	
地位	補正係数
上	1.65
中	1.46
下	0.93

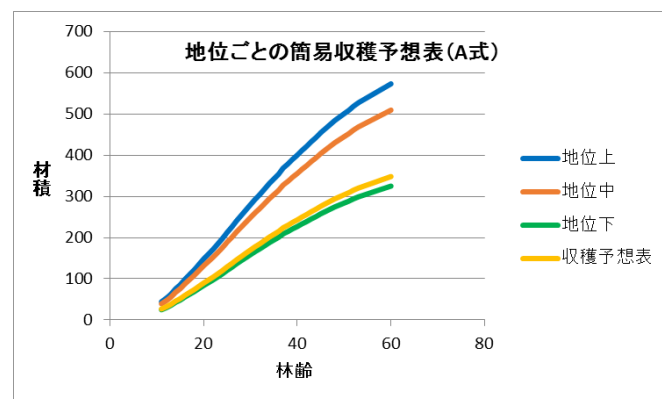


図 1 地位ごとの簡易収穫予想表（A 式）

（2）収穫予想表（B 式）の作成

次に、林齢、樹高、平均直径、平均幹材積及び本数の関係から収穫予想表（B 式）を作成する。収穫予想表（B 式）は図 2 の手順に従って作成したが、この作成手順は国有林における収穫表作成手順や森林総研（2005）にならったものである。^{[2] [3] [5]} 収穫予想表（B 式）の作成にあたっては、各復命書に添付されている樹材種別一覧表を利用した。なお、収穫予想表（B 式）の具体的な作成過程については、地位“上”について示し、同様の方法で地位“中”についても行った。地位“下”については、データ数が限られていたことから、B 式の作成は行えなかった。

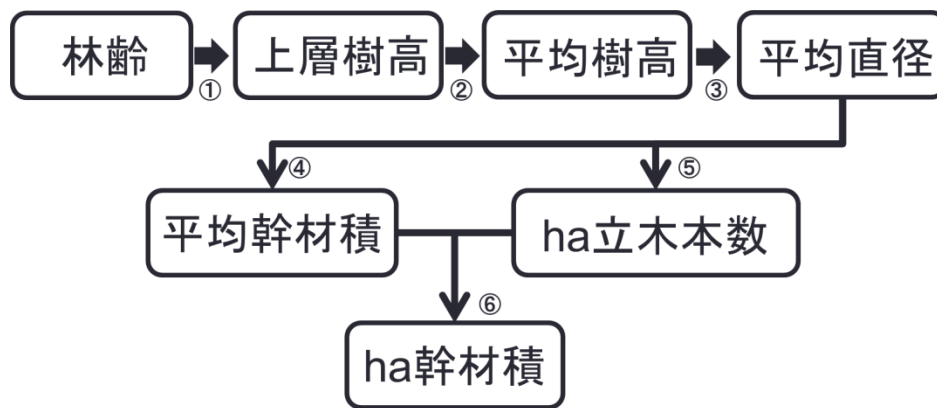


図2 収穫予想表（B式）作成手順

①林齢から上層樹高の推定

最初に、林齢から上層樹高の推定を行うが、上層樹高を利用するのは、上層樹高は林分密度などの影響を受けず、純粹に地位によって決定されていると考えられるためである。一般に上層樹高をもって地位指数の指標として地位区分を行うが、本研究では調査簿による地位区分を採用し、上層樹高による地位区分は行わなかった。上層木であるか否かは、一般的には、現場で見ても判断するが、復命書からは上層木であるかが判断できないので、樹高上位 50% を上層木とみなした。

林齢と上層樹高の関係は、林齢に対する樹高の成長曲線の式で表される。樹高の成長曲線として、ロジスティック式、ミッチャーリッヒ式、ゴンペルツ式等様々な式があり、今回のサンプルに最も当てはまりの良い式を特定する必要がある。当てはまりの良い式を特定するには、復命書における上層樹高と樹高曲線における上層樹高の理論値の残差平方和が最小になるものを選べば良い。これを式で表現したものが③式である。ただし、 $\bar{h}_i$ は復命書における上層樹高であり、 i は調査時の林齢、 $h(t_i)$ は林齢 i における樹高曲線から求められる上層樹高の理論的な値である。

$$\min \sum \{ \bar{h}_i - h(t_i) \}^2 \quad \dots \textcircled{3}$$

これを計算したところ、林齢に対する上層樹高の曲線としてゴンペルツ式がもっとも当てはまりが良くなった。ゴンペルツ式は④で表され、 h は上層樹高、 t は林齢、 k 、 a 及び b はいずれも定数である。定数の値を計算したところ、 $k=20.85$ 、 $a=4.016$ 、 $b=0.068$ であった。

$$h = ke^{-ae^{-bt}} \quad \dots \textcircled{4}$$

②上層樹高から平均樹高の推定

上層樹高 (h) と平均樹高 (Hm) の関係は⑤式のとおりである。

$$Hm = 1.0372h - 3.006 \quad (R^2=0.86) \quad \dots \textcircled{5}$$

③平均樹高から平均直径の推定

平均樹高 (Hm) と平均直径 (D) の関係は⑥式のとおりである。

$$D = 1.7887Hm - 5.1442 \quad (R^2=0.82) \quad \cdots \textcircled{6}$$

④平均直径から平均幹材積の推定

平均直径(D)と平均幹材積(V)の関係は⑦式のとおりである。

$$V = 0.0375D - 0.463 \quad (R^2=0.98) \quad \cdots \textcircled{7}$$

⑤平均直径から ha 立木本数の推定

平均直径 (D) と ha 立木本数 (N) の関係は⑧式のとおりである。平均直径と立木本数の関係は、一般的には指数関数で表す。これは、若齢林においては直径の成長に伴い本数が急激に減少し、その後成長に伴い本数の減少が緩やかになるためである。本研究で利用したデータは 34 年生以上であり、直線による近似であてはまりが良かったことから、直線による近似を行った。

$$N = -89.439D + 3460 \quad (R^2=0.62) \quad \cdots \textcircled{8}$$

⑥平均幹材積及び ha 立木本数から ha 幹材積の推定

ha 幹材積は、平均幹材積と立木本数を掛け合わせることで求まる。以上の手順を経ることで林齢と ha 幹材積の関係が明らかになった。

(3) 簡易的な収穫予想表 (A 式) と収穫予想表 (B 式) の比較

最後に簡易的な収穫予想表 (A 式) と収穫予想表 (B 式) の比較を行い、簡易的な収穫予想表 (A 式) の妥当性の検討を行った。これを行うのは、A 式は収穫予想表を単純に引き延ばしただけのものであり、生態学的な裏付けのあるものとは言えず、樹高や直径等の関係から導かれる B 式の材積と矛盾がないかを検討する必要があるためである。B 式については、34～60 年生のデータを利用しており、信頼の出来る結果は同林齢の間であると考えられることから、34～60 年生の間のみ記載した (図 3)。

A 式と B 式の誤差は、地位“上”については平均 11%であり、地位“中”については平均 5%であった。これより、A 式は B 式との間に大きなズレがあるとは言えず、収穫予想表を引き延ばした A 式を利用し、蓄積の修正を行うことは可能であると言える。

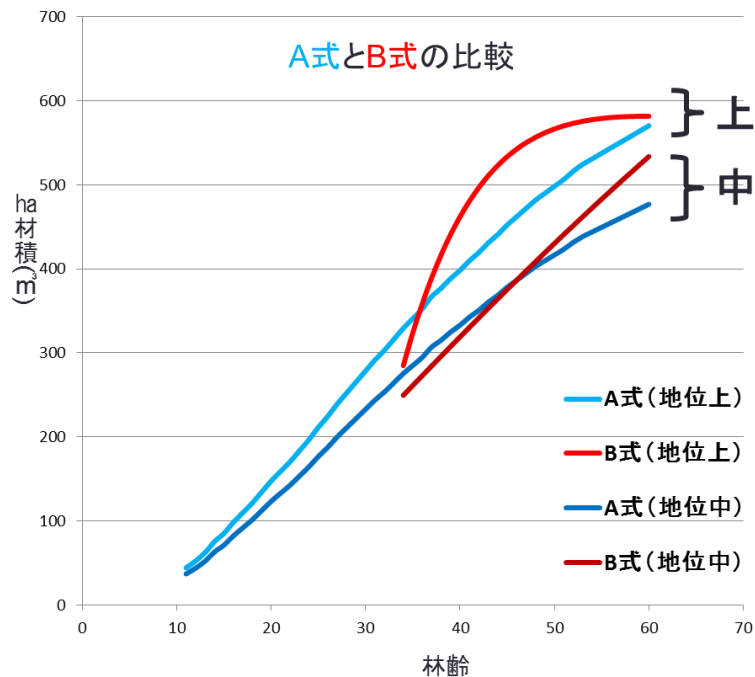


図3 簡易的な収穫予想表（A式）と収穫予想表（B式）の比較

(4) 結論

旧大畑管内の国有林では、地位と蓄積に相関が見られ、地位ごとの補正係数を現行の収穫予想表に掛け合わせて作成した簡易的な収穫予想表（A式）を利用し、調査簿の蓄積の修正を行うことで、現在よりも調査簿の蓄積を実態に近づけることが出来ることが示された。また、この簡易的な収穫予想表（A式）は、樹高や直径等の関係から一般的な収穫予想表作成手順に従って作成した収穫予想表（B式）における蓄積との間に大きな乖離は見られず、十分な精度を持っていることが示された。

(5) 考察

本研究により、旧大畑管内の国有林では、地位“上”“中”において現行の収穫予想表をそれぞれ約 1.65、1.46 倍した蓄積が実態に近いことが示された。これは、森林調査簿の蓄積が、収穫予想表のみによって計算されている場合、蓄積は相当程度低く見積もられていることを意味する。

今回研究の対象としたのは旧大畑管内のみであり、下北管内の他事務所や県内の他署の蓄積については、本研究の結果をもとに論じることができない。ただし、地位の定義に従い、青森県内のスギに適用されている現行の収穫予想表の地位を計算すると 7～8 程度であることがわかる。これは、蓄積が地位の定義どおりの値を取ると仮定した場合、地位 15 の林小班においては、現行の収穫予想表の約 2 倍の蓄積であることを意味する。そのため、下北管内の他事務所や県内他署においても、調査簿の蓄積が収穫予想表のみによって計算されていること（林況調査等による蓄積の修正がされていないこと）、蓄積の差異が地位によって十分説明可能であること、以上 2 つの仮定が満たされる場合、森林調査簿の蓄積は、実態よりも相当程度低く見積もられていると言える。

本研究で示した方法を他の地域へ適用していくためには、地位と蓄積に相関がなければならない。しかし、3（1）で説明したように間接的方法で地位を計測した場合は直接的方法に比べ誤差が大きくなっていると考えられ、その後の人工林の生育状況から地位の再検討を行った形跡も見られない。そこで、間接的方法で地位の計測がなされた小班について、直接的方法で再度地位を計測し、地位を修正していくことで地位と蓄積の相関がより強くなると考えられる。その結果として、本手法を他地域にも適用し、簡易的に森林調査簿の蓄積の修正ができるようになるであろう。

本研究では、地位“下”については、データ不足から収穫予想表（B式）の作成ができず、簡易的な収穫予想表（A式）の妥当性の検討が出来なかった。今後、収穫調査復命書のデータをさらに積み上げて、検討していく必要がある。また、本研究では、地位と蓄積の関係が弱い小班も観察されたことから、今回は考慮に入れなかった施業履歴の違いや過去の風雪害等の発生といった要因を含めた分析も今後求められる。

参考文献

- 【1】和泉慎太郎、西園朋広、澤田智志（2006）「スギ超長伐期林分における収穫予想表の調製」平成 18 年度 森林・林業技術交流発表集
- 【2】森林総合研究所北海道支所（2005）「北海道地方版カラマツ人工林収穫予想表」第 1 期中期計画成果 9
- 【3】林野庁（1962）「青森地方スギ林分収穫表調整説明書」
収穫表調整業務研究資料第 28 号
- 【4】「国有林における森林標本調査要領」33 林野第 6186 号
- 【5】「収穫表調整に関する件」24 林野第 8689 号
- 【6】「地位指数調査要領の施行について」40 林野計第 239 号
- 【7】「保続表作成要領」44 林野計第 414 号
- 【8】「立地級区分調査要領」39 林野計第 537 号

置賜地域の市町村森林整備計画について

山形県置賜総合支庁産業経済部森林整備課
課長補佐（普及担当） 工藤大

1 はじめに

森林計画制度では、政府がたてる「森林・林業基本計画」、農林水産大臣がたてる「全国森林計画」、都道府県がたてる「地域森林計画」があり、これらに即して5年ごとに立てる10年間の計画が「市町村森林整備計画」である。

「市町村森林整備計画」は、「地域の森林・林業の目指すべき方向を示す理念的バックボーン」であり、フォレスト等が技術的援助を行い市町村が主体となって策定するものである。平成28年度は、山形県置賜地域の3市5町における29年から38年までの次期計画を策定する年になっていたことから、管内8市町の「市町村森林整備計画」策定にあたり、「独自性」と「実行性」の確保、「策定作業を通じての市町・県・森林組合の連携強化」を図ったのでその取組み事例を紹介する。

2 背景

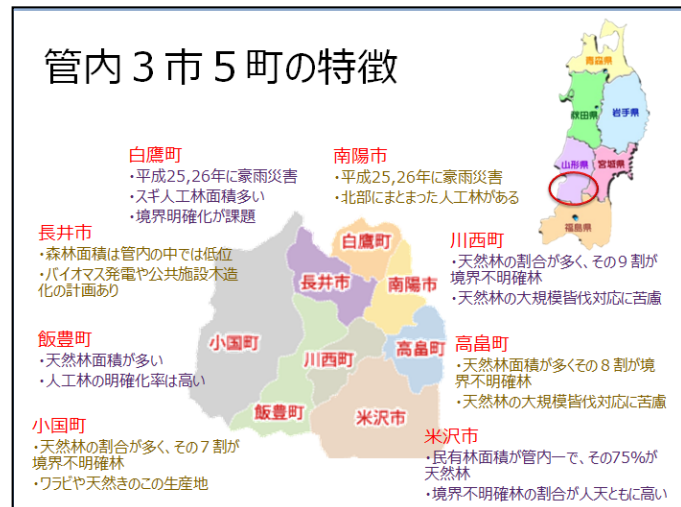
置賜地域は、山形県南部、福島県・新潟県に接した面積約25万ヘクタール、四方を奥羽山脈や吾妻山地、飯豊山地などの山に囲まれており、森林率77%、人口は地域全体で22万人の地域である。

各市町の特徴は、総じて人工林率が低く天然林が多い地域で、森林の地籍調査は1%程度と「境界不明確林」が多いことが森林を活用しようとする上で、最大のネックとなっている。

山形県内には大型集製材工場や木質バイオマス発電が計画されており、県では「森林資源で地域の活性化と産業振興を図る」＝（通称）「森林（モリ）ノミクス条例」が施行されたところである。

置賜地域においても、素材生産の増強、A材の安定供給対策、資源循環型林業の実現、多様な需要先の確保などを目指し、県・市町・森林組合で構成する「置賜地域林業振興プロジェクト会議」で策定した「置賜地域の林業振興展開方向及びアクションプログラム」に取り組んでいる。

また、前回（平成23年）の計画策定では、「独自性や実行性に欠けた」との反省があり、通常業務においては、県と市町・森林組合職員間の連携強化や効率化を図って「少しでも市町・森林組合職員の負担を軽減すること」が望まれている。



3 取り組みの内容

(1) プロジェクトチームと重点地区

8市町ごとに市町職員、森林組合職員、県各事業担当者からなるプロジェクトチームを設置した。県からは「林政企画」「普及」「治山林道」「里山造林」「森づくり」の各担当から1名ずつが構成員となり、それぞれの係が持つ情報の提供や事業執行上計画に盛り込む必要がある事柄を伝え、森林組合からは間伐等事業計画を明らかにし、「市町村森林整備計画」に反映させた。

また、これまで当地域では集約化や経営計画策定が他地域に比べ遅れていたことから、森林組合単位に各1箇所ずつ、南陽市・白鷹町・小国町に重点地区を設定した。

各市町プロジェクトチームメンバー表								
	チーム名	市・町	森林組合	総合支庁森林整備課				
				林政企画	普及	治山林道	里山造林	森づくり
米沢市	コムツガ	農林課担当者	米沢地方森林組合担当者	A	B	C	◎D	E
南陽市	サクラ	農林課担当者		F	◎G	C	I	J
高畠町	赤松	産業経済課担当者		◎K	G	H	D	J
川西町	松	農地林務課担当者		A	L	M	◎O	E
長井市	ツツジ	農林課担当者	西置賜ふるさと森林組合担当者	◎F	B	H	O	E
白鷹町	エドヒガン桜	産業振興課担当者		F	◎L	C	D	J
飯豊町	モミジ	農林振興課担当者		K	◎B	M	I	E
小国町	フナ	産業振興課担当者	小国町森林組合担当者	K	L	◎M	O	J

※チーム名は「市町の木」

◎は担当窓口

① 南陽市：「民国連携共同施業団地」を計画しておりそのうち民有林では森林組合による「林業専用道開設＋境界明確化→集約化→間伐」を実施

② 小国町：新規に開設する「森林管理道沼沢線」周辺において、「境界明確化→集約化→間伐」を実施

③ 白鷹町：平成25、26年の豪雨災害をきっかけに町が設置した「白鷹町森林再生協議会」や地域団体による「境界明確化」と森林組合による「集約化→間伐」を実施

(2) 独自性の確保

各市町独自の課題に対応するため、まず先にそれぞれの「懸案事項」や「推奨事項」を整理した。以下はその例である。

①（白鷹町の例）H25、26に2年続けて豪雨による山地災害を受けた。

このとき、溪畔に放置された間伐木などが、崩壊や浸食された土砂とともに流下し被害を拡大させた経験から、「溪流沿いで行う



伐採は、流れ出す可能性があるものを極力なくすよう心がけること」を「白鷹町森林整備計画」に明記した。

②（南陽市の例）H23に「がけ崩れが想定されている」人家裏の皆伐を巡って、住民と伐採の間で意見の対立があった。

この経験から、人家裏や道路際で伐採等行う場合は、当事者間で事前調整等行う旨「南陽市市森林整備計画」に明記し、伐採届けの際も、市の担当者が確認することとした。



③（川西町の例）皆伐跡地から、豪雨の度に土石が流出し下流住民等に被害を及ぼす事案に苦慮していた。

町では、伐採業者や所有者に対しその都度原形復旧等を求めている。このため、「伐採前に伐採者＋森林所有者と下流で影響を受けるとされる住民との間での事前協議」や「被害が発生した場合の責任の所在」について「川西町森林整備計画」明記した。



独自の課題を8市町並べてみると連携して取組むべき課題も見えてきた。これらは、他市町にも情報提供しそれぞれの計画に盛り込むか、検討を行った。

「近隣バイオマス発電施設への材の供給と計画的な森林利用」に関する事項や、もともと置賜地域で「置賜森林病虫害獣対策協議会」として連携と情報共有を行っていた「森林病虫害獣対策」などがその一例である。

（2）実行性の確保

「市町の予算や県等への要望との連動」を意識し、次の項目について整理した。

- ① 現在、取組んでいる（予算化している）事業
- ② H29に予算要求している事業
- ③ 県等に要望している事項

4 取組みの成果

（1）独自性

総じて独自性のある計画になった。

① 溪流沿いや道路・人家裏での伐採や皆伐時の作業路作設の考え方や森林病虫害獣への対応について、

→ 具体の事案を想定し「市町としての考え方」を市町民に示すことができた。

② 他市町の独自課題を情報共有したことで、

→ 共通課題に対しては、連携して対応を考える認識ができた。

(2) 実効性

① 予算化している事項の記載は必須。

② 方針や計画の実現をどのように確保していくかは今後の課題であるが、

→ 予算の確保 (= 市町内での予算要求) や市町民の理解を得るという面では、「理念的バックボーンを多くの人の了解のもと市町民へ周知することは極めて重要」である。

③ 計画期間中に新たな課題が発生した場合は、

→ 適切に計画を変更して実情にあったものにしていくことも必要。

(3) 関係者の連携強化

① 市町内の森林資源や関連施設、関係者等を再認識し情報共有する機会となった。

② プロジェクトチームとして地域森林の将来像について考え、意見交換することができた。

③ 歴代担当者間の引継ぎの中で埋もれていった懸案事項やそこからの反省事項を再認識し、情報共有する機会となった。

④ 今後の連携強化のベースができ、方向性が見えた。

5 まとめ（今後に向けて）

チームでのビジョン検討と地域からの意見聴取にもっと十分な時間を取れば、より良い計画となったと思われるが、不足している部分は計画期間内の通常業務において、手元に計画書を置き実行監理するとともに、市町森林行政の根拠として常に意識し、随時ブラッシュアップを図る体制をとっていきたい。

「青森ヒバ」復活に向けた民有林の取組

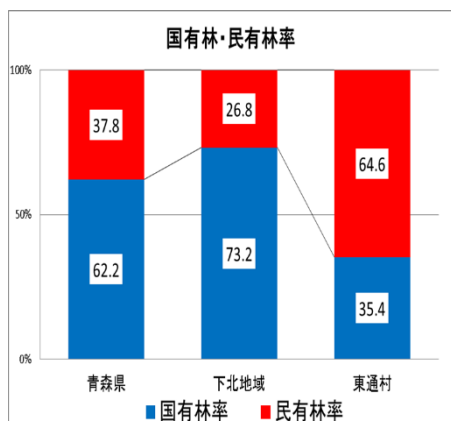
青森県下北地域県民局地域農林水産部林業振興課 主幹 野呂 金徳

1 はじめに

青森県下北地域の概要は、むつ市を中心とした1市1町3村の5市町村で構成され、本州最北端の下北半島でマサカリのような形をした地域である。

当地域は、森林率が83.3%、国有林率が73.2%であり、森林率・国有林率が非常に高い地域となっている。(図-1)

青森ヒバの概要は、日本三大美林の一つに数えられているほか、昭和41年に「県の木」に指定されている。ヒバの資源量は全国の8割が青森県に分布し、国有林が98%、民有林が2%で、面積は、国有林が93%、民有林が7%であり、蓄積・面積とも国有林は横ばいで、民有林は増加傾向にある。また、伐採量は、国有林の天然林がほとんどであり、昭和40年の49万m³をピークに、近年は1万8千m³で推移している。



(図-1)



(写真-1) 【上層木スギ、下層木ヒバ】

ヒバ人工林の経緯は、平成に入り、スギ価格の低迷、長伐期施業による複層林への転換、県木ヒバを将来にわたって確保して貰いたいとの要望、また、森林所有者からヒバ林を復活したいとの意向が強く、県では民有林において人工造林を推奨し、「青森県の植林はスギからヒバへ」と機運を高めてきた。また、県では、「ヒバの育林技術マニュアル」等の作成及び「県木あおもりヒバ普及促進研修会」を開催するなど、ヒバ人工造林の普及を図ってきたところである。(写真-1)

しかし、マニュアル等はあるものの森林所有者等への周知があまりなされておらず、また、施業実績や保育管理技術に関する知見や情報が少ないため、気象害及び獣害にさらされ生長遅滞や枯損被害が近年の問題となっているため、現状の把握が必要と考え「ヒバ植栽地の生育状況調査」及び「ヒバ漏脂病被害木の材質調査」を実施し、2つの調査結果により、指導方針を検討し、今後、森林所有者等へ普及・指導することとした。

2 取組内容及び調査結果

(1) ヒバ植栽地の生育状況調査

- ① 調査地は、東通村で、調査箇所は、単層林 20 箇所・複層林 13 箇所の計 33 箇所を実施し、調査方法は、20m×20m のプロット、調査内容は、植栽本数・樹高・胸高直径・樹型・被害木（気象害、病虫獣害、漏脂病）等とした。

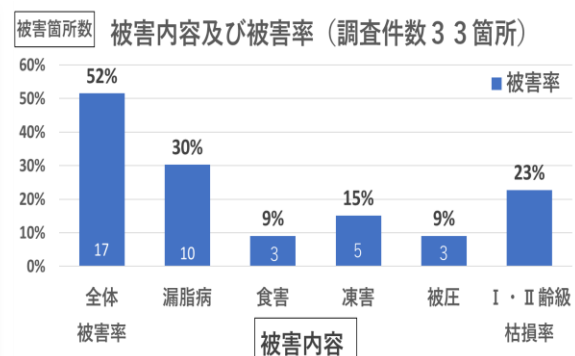
プロット調査の結果、調査箇所 33 箇所のうち 17 箇所被害が確認され、被害率は 52% となった。その内訳は、漏脂病の被害率が 30%（写真－2）、カモシカによる食害が 9%、凍害が 15%（写真－3）、被圧が 9% となりました。また、1 齢級及び 2 齢級の成立本数と植栽当時の本数を比較したところ、枯損率は 23% と高い結果となった。（図－2）



（写真－2）



（写真－3）



（図－2）

- ② 生育状況調査の結果、1 齢級の下刈り後の保育を怠れば、漏脂病被害率が増加することになり、所有林価値の低下に繋がるため、森林所有者に危機感を持たせ、ヒバ人工林の適正な管理が進むよう次の指導方針とした。

・ 2 齢級の下刈り・ 3 齢級の除伐・ 3～5 齢級の枝打・ 6 齢級からの利用間伐（複層林は受光伐）・適地植栽（複層林は列状植栽）・林縁部には他の樹種を植栽（凍害、獣害）・間伐材は、積極的に利用

(2) ヒバ漏脂病被害木の材質調査

- ① 漏脂病は、ヒノキやヒバの生立木の樹幹から樹脂（ヤニ）が異常流出し、樹幹の扁平や溝腐れを引き起こす材質劣化病害である。病原菌は、システラ菌が感染することにより、傷害樹脂道（ヤニツボ）が形成され発症する。病徴は 15 年生頃から多く見られる。病原菌のシステラ菌は林内に普通に存在する菌で、枝打や除伐により林内の風通しをよくすることが良いとされている。

② 調査地及び試験体の概要

ア 調査地は下北郡東通村砂子又地区で、上層木はアカマツ、クリ等の天然林で、下層木はヒバ 40 年生の人工林となっており、プロット内の漏脂病被害率は 48% と高い箇所である。

イ 試験体は、病状の程度から 3 段階に分けて、

A：病状が軽いもので、樹脂の流出がまだ少ないもの。

B：病状が中程度のもので、樹脂の流出が盛んなもの。

C：病状がひどく進んだもので、樹脂の流出があつて材が変形しているも。

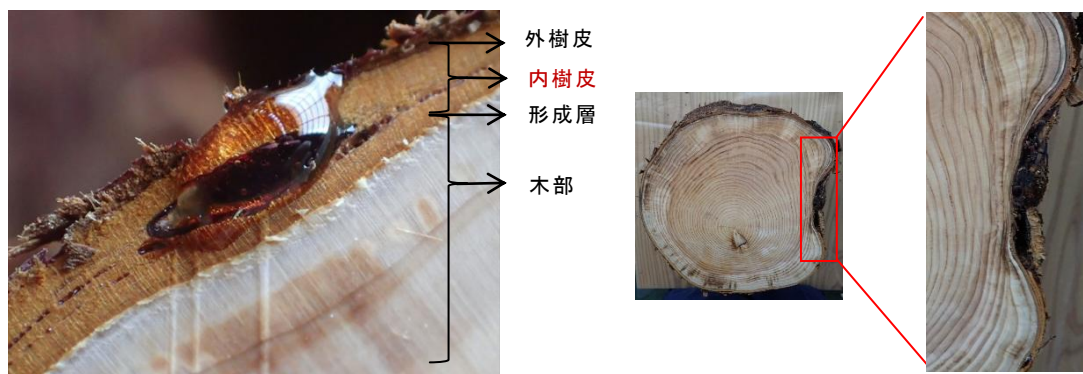
K：対照とする健全木。

ウ 試験体の病状を観察したところ、丸太、皮剥丸太、樹皮（表と裏）を比較して、ヤニの位置と木部への影響等を観察した。（写真－４）また、木口断面では、ヤニツボは形成層と外樹皮の間にある、内樹皮の部分に出来ていることが確認できた。（写真－５）



（写真－４）

エ 観察の結果、樹幹表面に樹脂が付着している場合でも、樹皮を剥いでみれば木部に変色のないところが多く見られた。ヤニツボは樹皮の内部に留まるような小さいものから、樹幹表面に樹脂を漏出しているものや木部に達して変色や変形をきたしているものまで、大小、数多く見られた。発達段階の異なるヤニつぼの観察から、病状が進行してヤニつぼが形成層に影響すると、その部分の木部の成長が止まって変形が起きる状況がうかがえた。（写真－６）



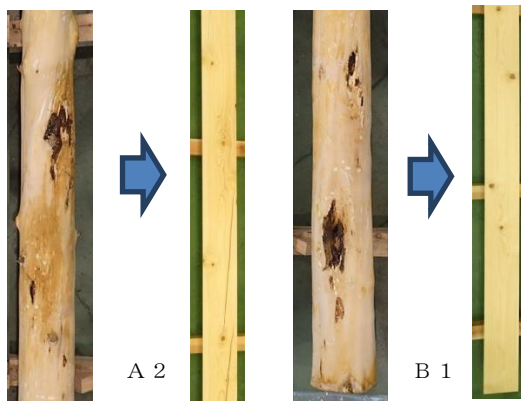
（写真－５）

（写真－６）

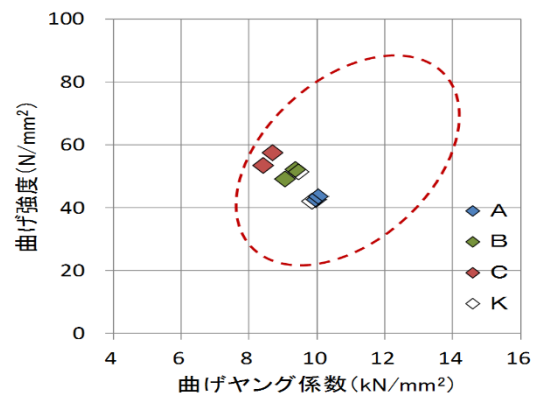
オ 試験体を 105×105 角に製材し、丸太と製材後の材面を比較した。製材の結果、丸太表面の変色部分がカットされるもの多くあり、被害の軽いものは、製材品に漏脂病の影響はほとんどないことが解った。また、B 2、C 1、C 2 に、漏脂病による変形を起因とする丸身付近に変色は見られたが、腐朽は

ほとんど見られなかった。(写真－７)

カ 強度試験は、青森県産業技術センター林業研究所の実大木材強度試験機を用いて曲げ破壊試験を実施し、結果は、A、B、Cともに全国木材強度データの範囲内に入っており、強度的にはヒバの一般的な強度を持っているものと言える。(図－３)



(写真－７)



(図－３)

③ 材質調査結果

ア ヤニつぼが小さいうちは木部に変色等の影響はない。

イ 病状が進んで変形したものは、製材品に丸身が生じる場合があって、品質が劣る。

ウ 強度試験の結果、漏脂病被害木であっても強度的には特に変わらない。

エ 病状が軽度であるものは、品質と強度において健全材と遜色がないので、土台等の構造材としての利用が十分可能で、病状が進んで、材の変形が生じているものは、小割や平割等での利用ができるものと考えられる。

3 今後の取組、課題、期待する効果

(１) 今後の取組は、調査結果及びマニュアル等について、研修会、座談会、補助金検査等により広く周知し、普及指導を図っていく

(２) 今後の課題

① 漏脂病被害木の強度について、今回のデータだけでは判断できないため、引き続きデータの収集を行う必要がある。

② 今後、１０５角がとれるまで成長している林分が出てくるため、短中期の生産量を把握する必要がある。

(３) 期待する効果

① 青森ヒバの育林技術の向上、適正管理による資源の増加、漏脂病被害木の利用による森林所有者の所得向上

② ヒバ製品の安定供給によるPR効果

③ ヒバ人工林の施業地の増加による森林経営計画認定率の向上

④ 地域の森林資源を有効に活用し、保続的な森林管理による地域経済の活性化

ヒバコンテナ苗の育林技術に関する試験的取組（中間報告）

青森森林管理署 業務グループ ○青山岳彦
業務グループ 村下拓郎
森林技術・支援センター 沼田一輝

1. はじめに

日本三大美林のひとつである青森ヒバは、戦後の拡大造林の影響を受け、生育面積や良質な大径木が減少している状況にある。このような中、東北森林管理局では青森ヒバの復元を目的として「ヒバ林復元プロジェクト」

（以下「プロジェクト」という。）に取り組んでいる。特に、ヒバは他の植栽樹種と比較して耐陰性が優れているという性質があり、津軽・下北の両半島では、スギ等の人工林内であっても稚幼樹の旺盛な発生が確認されている。このことから、プロジェクトでは伐期に達した人工

林の伐採後、天然更新を基本としつつ人工植栽を補完的に行いながら、ヒバを主体とした本来の林分構成へ誘導することとしている。しかし、ヒバの苗木は単価が高い状況^{※1}にあり（表－1）、プロジェクトを継続していくためには保育作業を含めた育林経費の低減は避けられない課題となっている。これらを踏まえ、ヒバのコンテナ苗（図－1）に着目すると、育苗期間が短いことから今後の需要拡大により生産性の向上が期待されるため、苗木単価を低減できる可能性があり、また、耐陰性の高さに着目すると下刈回数を削減できる可能性がある。このため、当署では育林経費の低減を図る観点から、ヒバのコンテナ苗の成長特性等を明らかにするため、裸苗との成長量の比較検証及び下刈削減方法の検証を行った。



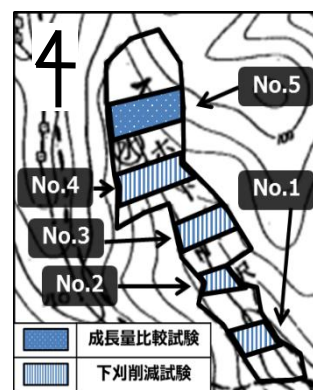
図－1 ヒバのコンテナ苗

	裸 苗		コンテナ苗	
	ヒバ	スギ	ヒバ	スギ
苗木単価	340円	127円	340円	188円
育苗期間	5年	3年	3年	2年

表－1 苗木単価と育苗期間

2. 試験地の概要

試験地は青森県津軽半島の北東部に位置する、東小国山国有林 619 林班ろ 1 小班に設定した（図－2）。本試験地は 60 年生のスギ人工林を複層林へ誘導するため、帯状の複層伐を実施しており、平成 26 年度秋にヒバの裸苗・コンテナ苗を 2,500 本/ha で植栽した。なお、本試験では、植栽箇所の内 5 伐区を No.1～No.5 として調査区とした。



図－2 位置図

※1 平成 29 年 2 月 1 日現在（青森県）。

3. 調査方法

調査概要は表－2のとおりである。

	成長量比較試験	下刈削減試験
調査期間	H26～H29	H28～H31
調査区	No.5	No.1～No.5
調査対象	裸 苗 200本 コンテナ苗 223本	コンテナ苗 423本 (各伐区50本+223本)
調査項目	(1) 枯損状況 (2) 成長量 (3) 根の伸長状況 (4) 樹形の変化	(1) 枯損状況 (2) 成長量 (3) 雑草木との競合状況 (4) 日照条件

表－2 調査概要

	回数	H27	H28	H29	H30	H31
No.1	2回	○	○	×	×	×
No.2	3回	○	×	○	×	○
No.3	1回	○	×	×	×	×
No.4	3回	○	×	×	○	○
No.5	5回	○	○	○	○	○

表－3 各調査区の下刈実施条件

(1) 成長量比較試験

枯損状況は融雪後、その他の調査は9月～10月に行い、裸苗とコンテナ苗の成長量を比較した。なお、本試験は森林技術・支援センターの技術開発課題となっている。

(2) 下刈削減試験

枯損状況は融雪後、その他の調査は7月・10月の2回行い、下刈の有無による成長量を比較した。なお、各調査区における下刈の実施条件は表－3のとおりである。

3. 結果および考察

(1) 成長量比較試験

調査結果は表－4、5のとおりであった。

裸 苗	平均根元径 (mm)	平均樹高 (cm)	HD比	枯損本数/率
H26(9月)	8.22	28.85	36	11本(200本中) 5.50%
H27(10月)	10.56	36.71	36	
H28(10月)	12.33	49.00	40	
平均成長(H28)	+1.77	+12.29	－	

表－4 成長の推移(裸苗)

コンテナ苗	平均根元径 (mm)	平均樹高 (cm)	HD比	枯損本数/率
H26(9月)	5.02	31.32	64	10本(223本中) 4.48%
H27(10月)	7.17	39.45	56	
H28(10月)	9.53	49.98	53	
平均成長(H28)	+2.35	+10.54	－	

表－5 成長の推移(コンテナ苗)

枯損率を比較すると、裸苗 5.50%、コンテナ苗 4.48%となり大きな差はみられなかった。ただし、枯損したコンテナ苗の10本中2本は根鉢ごと抜けた状態であり、植栽時の根踏み不足が原因と考えられるため、作業者の習熟によりコンテナ苗の枯損率は改善されることが期待できる。

成長量を比較すると、植栽後2年目まで大きな差はみられなかったが、今年度の調査では僅かに差が生じる結果となり、樹高成長では裸苗、肥大成長ではコンテナ苗が優勢となった。また、HD比^{※2}を比較すると、植栽時に両者の数値の差は大きく開いていたが、裸苗は増加傾向、コンテナ苗は低下傾向となり、数値の差は収束してきている。

※2 HDとは樹幹の形状を示す指標のひとつであり、樹高を根元径で割った値を指す。

一方、コンテナ苗における樹形変化の様子は、植栽時に細長い樹形であったが、年数を経るにつれ、枝葉は徐々に横方向へ広がる傾向となった（図－3）。また、根の伸長状況の様子は、植栽時には根鉢の形が残っているものの、根巻きは発生しておらず、年数を経るにつれ、根は徐々に横方向へ広がる傾向となった（図－4）。



図－3 樹形変化の様子

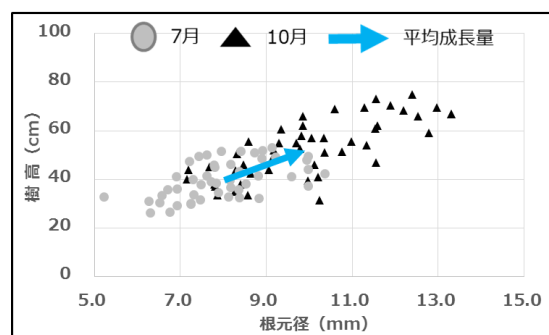


図－4 根の伸長状況

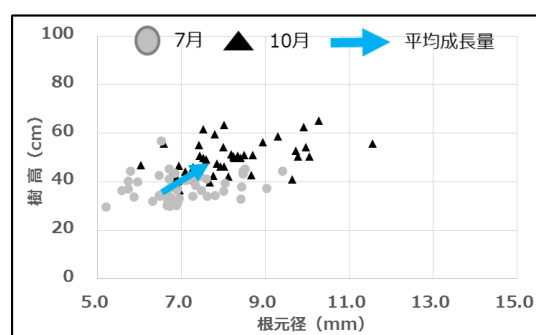
これらのことから、ヒバのコンテナ苗は植栽時に細長い樹形であるものの、肥大成長が良好であるため、年数を経るにつれ、裸苗との樹形の違いは小さくなる傾向にあることが明らかになった。

（2）下刈削減試験

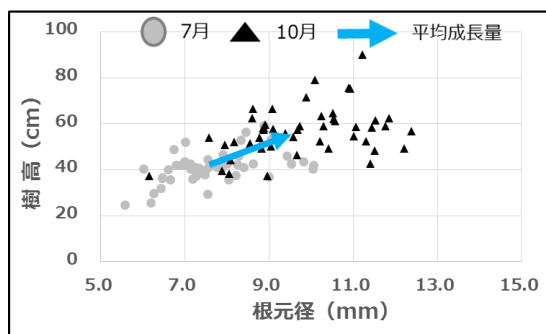
各調査区における植栽後2年目の成長量は、図－5～9、表－6のとおりであった。



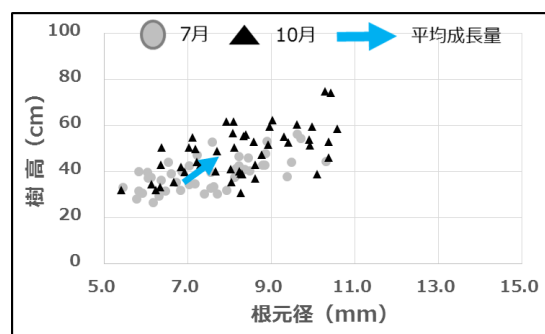
図－5 成長量（No.1・実施区）



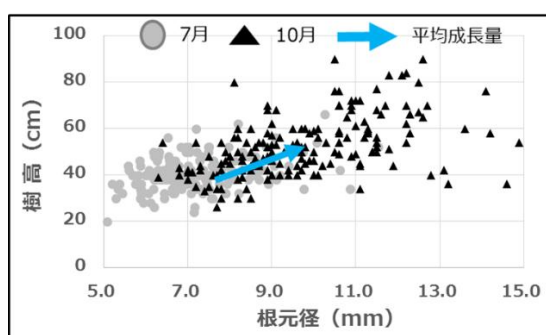
図－6 成長量（No.2・省略区）



図－7 成長量 (No.3・省略区)



図－8 成長量 (No.4・省略区)



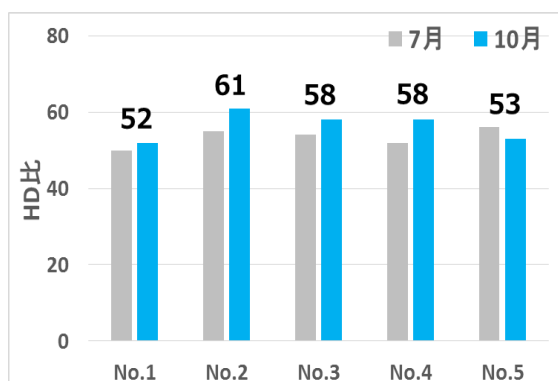
図－9 成長量 (No.5・実施区)



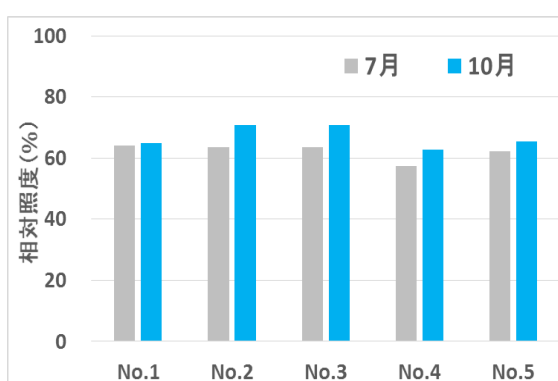
図－10 No.3の現地状況 (7月)

	No.1(有)	No.2(無)	No.3(無)	No.4(無)	No.5(有)
平均樹高成長(cm)	13.0	10.7	15.6	9.7	10.54
平均肥大成長(mm)	2.20	0.93	2.12	0.81	2.35

表－6 各調査区の平均成長量



図－11 HD比の推移^{※3}



図－12 相対照度の推移

下刈の有無による成長量を比較すると、実施区は省略区と比較して根元径の平均成長

※3 グラフの数字は各調査区における 10 月の平均 HD 比を指す。

量が低い傾向にあり、HD 比は僅かに高い結果となった（図－１１）。

また、省略区である No.3 の現地状況は図－１０のようになっており、多くの植栽木が雑草木に覆われた状態にもかかわらず、樹高の平均成長量は実施区を上回る結果となった。

これらのことから、植栽初期に下刈を省略すると HD 比が増加する傾向にあるものの、実施区と比較して良好な樹高成長をする省略区が存在することから、ヒバの耐陰性の高さが影響していると考えられ、下刈回数を削減できる可能性が示唆された。

一方、各調査区の相対照度は図－１２のとおりであり、各調査区で 7 月から 10 月にかけて僅かに増加する傾向にあるものの、現段階では成長量との相関性がみられなかった。以上のことから、今後も調査結果の蓄積・分析を重ねていくことで、省略区で成長量に差が生じた要因を検証していく必要がある。

4. これからの展望

成長量比較試験では、裸苗とコンテナ苗の HD 比が収束する傾向にあることが明らかになった。これらのことから、今後、日照・地形条件等の環境要因と成長量の間に相関性があるのかを検証し、ヒバのコンテナ苗が持つ成長性質を明らかにしたい。

下刈削減試験では、ヒバの耐陰性の高さを生かすことで、下刈の回数を削減できる可能性が示唆された。このことから、今後、日照条件と下刈の実施条件を検証し、ヒバコンテナ苗の植栽地における下刈省略の判断基準を明らかにしたい。

どちらの試験においても、本発表は中間報告であるため、今後も調査結果の蓄積・分析を重ねていくことで、ヒバコンテナ苗を活用した育林技術の確立に努めたい。

5. 参考文献

- (1) 東北森林管理局 (2003). ヒバ人工林施業について (中間とりまとめ).
- (2) 青森県林業試験場 (2003). ヒバの育林技術マニュアル.
- (3) 青森県林業試験場 (2004). ヒバの苗木生産技術の手引き－種子生産から山出し苗木生産まで－.
- (4) 北海道林業試験場 (2014). 道南ヒバの育成－生育状況と保育管理－.
- (5) 八木橋 勉 (2015). 多雪環境でのコンテナ苗の活着と成長.
- (6) 長岐 昭彦・野口 麻穂子・八木 貴信・玉城 聡・織部 雄一郎 (2015). スギの下刈り回数削減.
- (7) 新井 隆介 (2015). カラマツの下刈り回数削減.
- (8) 鈴木 研介 (2014). スギ食害跡地におけるヒバコンテナ苗の改植について.

担当区の経営に関する長期シミュレーションツールの作成

下北森林管理署 森林官補（田名部森林事務所） 浜本拓也

1. はじめに

現在、わが国の林業については低コスト化が重要な課題となっており、国有林においても各種作業の低コスト化のための様々な実証研究が重ねられている。実証研究からは主として各作業種単位のコストについて知見が得られるが、実際の林業経営にあたっては、そうした様々なコストを複合的に考慮する必要がある。

発表者は担当区を持つ森林官補の立場から、個別の作業の低コスト化を考えるだけでなく、担当区全体のコストや収入を総合的かつ長期的に捉え、その将来像について検討したいという問題意識を抱いていた。

以上のような背景と問題意識に基づき、本研究では、国有林内の担当区を対象に、コストや収入を総合的に集計して長期的な経営のシミュレーションを行うことのできるツールの作成に取り組むこととした。

2. 取組の方法

ツールは表計算ソフト（Microsoft Excel 2007）を使用して作成した。今回作成したツール（以下「本ツール」）は、シミュレーションにおける主要な計算等の処理をワークシート上の関数により行い¹⁾、データ取込みや各種周辺機能については VBA により作成したマクロ機能により実行するよう設計した。

本ツールの作成には平成 28 年 11 月 15 日に着手し、平成 28 年度森林・林業交流発表会での発表時点における最新バージョンへの更新は平成 29 年 1 月 23 日に行った。

3. 取組の結果

以下では、まず本ツールの機能について概要を述べた上で、ツールの具体的な構造や機能について述べる。

（1）ツールの概要

本ツールは、対象とする担当区の森林調査簿の CSV データを取り込むことで、一定期間内における小班ごとの毎年度の林齢、資源量、経費、収入を自動的に計算して集計し、その推移を表およびグラフによって表示することができる（図 1）。

また計算に使用する単価や伐期齢等の因子は自由に変更することができ、設定変更の前後における収支の変化等について比較を行うことができる。

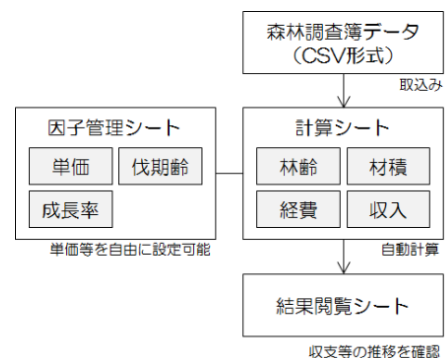


図1 ツールの概要

¹ これは本ツールが多数のセルで再計算を繰り返す構造であり、マクロ機能による計算では処理速度が不十分であったため。

(2) ツールの構造

本ツールは、①計算シート、②因子管理シート、③結果閲覧シートの、主に 3 種類のシートから構成される。以下では各シートの役割について述べる。

① 計算シート

計算シートでは、各小班における年度ごとの林齢、作業、材積、経費、収入をそれぞれ別個のシートで計算または判定する。シートの構造はすべて共通であり、縦軸に林小班が並び、横軸が現時点からの経過年数を表している（図 2）。

	H29	H30	H31	H32
1い2	59	0	1	2
1い3	39	40	41	42
1い4	38	39	40	41
1ろ2	5	6	7	8
1に1	57	58	59	0

	H29	H30	H31	H32
1い2	調査	主伐	植付	下刈
1い3	調査	間伐		
1い4		調査	間伐	
1ろ2	下刈	下刈		
1に1			調査	主伐

	H29	H30	H31	H32
1い2	121,000	882,100	851,400	120,350
1い3	212,000	492,100		
1い4		182,000	411,000	
1ろ2	245,000	245,000		
1に1			212,000	1015,500

図2 計算シートのイメージ(左から林齢表、作業表、経費表。数値は仮定値)

各計算シートの具体的な役割は以下の表に示した通りである（表 1）。シート内の各セルには関数が入力されており、森林調査簿データが取り込まれると、小班ごとの施業群や面積等のデータが各シートに反映され、個々の林齢や経費等に関する計算が自動的に実行される。なおシミュレーションの期間（つまりシートの横幅）はデフォルトでは 100 年間であるが、この設定は自由に変更できる。

表 1 計算シート一覧

シート名	シートの詳細
林齢表	調査簿から得られた現時点での林齢を起点として、シミュレーション期間中の年度ごとの林齢を決定する。主伐方法が皆伐の場合、林齢は主伐後にゼロになる。材積表は林齢表に従って計算を行う。
回帰表	主伐後の経過年数を示す。皆伐林分では林齢と一致するが、択伐林分の場合は異なる数値になる(例:ヒバ択伐林分の場合、1回目主伐後から2年後の林齢は102、回帰年数は2になる)。作業表は回帰表に従って計算を行う。
材積表	各小班内の年度ごとの資源量について、一年分の成長量の加算と、伐採による資源量の減算を行い、総材積を決定する。成長量は②因子管理シートのうち「収穫予想表」を参照して決定する。
作業表	回帰年数に応じて、年度ごとの作業内容を決定する。回帰年数と作業内容の関係については、東北森林管理局「管理経営の指針」をもとに、施業群別にあらかじめ定めたものを参照して決定する。
経費表	作業内容に応じて、年度ごとの経費を決定する。経費は、面積または材積や傾斜などの小班ごとのパラメータ、および②因子管理シートのうち「単価等管理表」から作業種ごとの単価等を参照して決定する。
収入表	作業内容に応じて、年度ごとの収入を決定する。収入は基本的に間伐又は主伐の作業によって発生し、前年度の小班内総材積に伐採率を乗じて求めた伐採材積と、②因子管理シートのうち「単価等管理表」から販売単価等を参照して決定する。

② 因子管理シート

因子管理シートは単価等管理表、施業群表、収穫予想表の3つである（表2,3）。計算シートの関数は因子管理シートを参照しており、単価や設定を変更すると自動的に再計算が行われる。また1つの作業について複数種類の単価が存在する場合は、それぞれの導入率に応じた加重平均によって単価を決定する²⁾。各単価に加え、各導入率についても自由に設定可能であり、各作業種の単価や導入率の変化に応じて担当区全体の収支がどのように変化するかといったことを試算することができる。

表2 因子管理シート一覧

シート名	シートの詳細
単価等管理表	各種作業の経費や収入に係る単価や各種導入率を一元的に管理する。設定できる因子については表3のとおり。
施業群表	施業群ごとの伐期齢、主伐方法（伐採率）、更新方法、成長率などを管理する。東北森林管理局「管理経営の指針」に基づき作成。内容は変更することもできる。
収穫予想表	林齢ごとの一年間での材積の増加率（成長率）を、樹種別に定めた表。東北森林管理局業務資料より作成。樹種ごとの各林齢における標準的なha当たり材積についても整理しており、資源量の初期値が不自然であるような場合の補正にも用いる。

表3 単価等管理表で設定できる因子一覧

・一貫作業システム導入率	・植栽本数（樹種別）	・除伐作業経費単価	・製品生産経費単価
・一貫作業による経費削減率	・地拵作業経費単価	・除伐Ⅱ類作業経費単価	・立木販売経費単価
・傾斜補正率（作業種別）	・枝条存置地拵導入率	・天然更新補助作業経費単価	・製品生産収入単価（樹種別）
・植栽作業経費単価	・下刈作業経費単価	・天然更新完了率	・立木販売収入単価（樹種別）
・普通苗価格（樹種別）	・下刈実施年数	・収穫調査経費単価（方法別）	・立木販売比率
・コンテナ苗価格（樹種別）	・筋刈導入率		・素材換算率（主間伐別）
・コンテナ苗導入率	・除草剤／マルチング単価		・割引率

③ 結果閲覧シート

結果閲覧シートはグラフ、総括表、レポートの3つである。計算シートにおける計算結果はすべて総括表シートで集計され、収支や資源量等の期間中の推移を一覧表として閲覧できる（図3）。グラフシートには主要な集計値に関するグラフをあらかじめ作成しており、各種数値の推移を視覚的に把握することができる（図4）。レポートシートについては「（3）ツールの機能」において詳述する。

	全体平均	H29	H30	H31	H32	H33	H34	H35
経費合計	197,397,897	519,828,191	309,179,336	293,892,850	266,861,306	291,585,020	346,580,840	211,303,214
伐採経費	124,137,893	516,060,221	312,400,073	314,238,730	308,658,574	321,413,311	300,537,889	189,479,402
主伐経費	61,391,001	417,310,229	95,924,748	51,271,240	59,932,722	61,481,057	66,928,189	93,401,898
間伐経費	61,439,089	63,927,604	99,543,228	144,402,854	147,408,864	153,896,087	104,066,733	74,357,438
収穫調査経費	107,09,774	14,902,488	17,331,987	18,864,836	19,293,889	18,856,188	11,551,787	31,020,098
保管経費	63,399,844	3,777,871	96,779,363	48,343,822	40,024,731	50,151,109	46,063,158	22,050,953
地拵経費	10,673,515	0	27,305,308	6,344,116	6,815,561	7,348,947	7,895,083	3,059,000
更新経費（作業）	11,470,869	0	59,385,830	7,047,738	7,106,359	7,895,587	6,473,877	3,987,437
更新経費（苗木代）	12,811,618	0	33,020,787	7,889,071	7,751,899	8,856,976	9,309,324	3,562,815
天然更新補助経費	6,283	0	513,601	51,730	51,463	35,602	35,476	50,693
下刈経費	16,633,970	0	0	14,616,167	18,076,197	21,490,020	10,792,899	11,389,429
除伐経費	6,470,438	1,806,355	4,658,283	6,476,229	557,852	3,773,268	8,802,140	0
除伐主間伐経費	5,337,470	969,315	791,476	5,318,860	76,738	1,102,468	86,439	701,869
収入合計	493,487	575,114	578,064	672,730	565,234	656,462	546,044	541,780
伐採収入	143,05	60,290	202,010	19,262	19,710	20,000	19,763	16,388
主伐収入	8,921	93,463	12,101	6,899	7,702	7,958	11,284	12,340
間伐収入	5,006	6,829	8,109	11,763	12,008	12,544	6,479	6,048
平均成長量	6.60	794	798	791	781	769	757	748

図3 総括表シート（数値はイメージ）

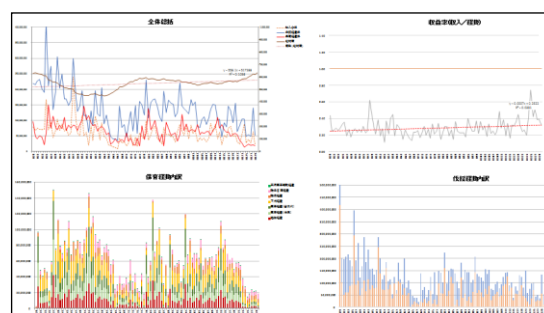


図4 グラフシート

²⁾ 例えば普通苗価格が90円/本、コンテナ苗価格が180円/本、コンテナ苗導入率が10%の場合、 $90 \times 0.9 + 180 \times 0.1 = 99$ となり、苗木価格は99円/本であるものとして植栽経費の計算が行われる。

(3) ツールの機能

本ツールには、利便性を向上させるための複数のマクロ機能を設定してある。その中で特に重要な機能がレポート作成機能であり、これは単価等の設定変更前後の各種集計値を記録し、それらを比較することができる機能である。

まずレポートシート上に配置された「記録を開始する」ボタンを押すと、総括表から、設定変更前の収入及び経費等が転写されると共に、記録を終了するまでの間、単価等管理シート上で行われた数値の変更がすべて記録される³。「変更を確定する」ボタンを押すと記録は終了し、総括表から設定変更後の数値が転写されると共に、記録中に変更のあった設定項目が自動的にリストアップされる（図 5）。

この機能の活用により、各種単価等や低コスト化手法導入率等の変化について、それらが担当区経営全体に与える影響の大きさを明確にし、また各種低コスト化手法の影響力について具体的に比較をすることができる。

	変更前	変更後	変化値	変化率	記録を開始する	変更を確定する	別ファイルに出力	リセットする	変更履歴を表示する
入合計									
主伐収入									
間伐収入									
経費合計	207,461,116	197,397,697	-10,063,419	-4.9%					
伐採経費計	134,137,853	134,137,853	0	0.0%					
主伐経費	61,991,021	61,991,021	0	0.0%					
間伐経費	61,438,059	61,438,059	0	0.0%					
収獲調査経費	10,708,774	10,708,774	0	0.0%					
保育経費計	73,323,262	63,259,844	-10,063,419	-13.7%					
地拆経費	13,710,302	10,673,515	-3,036,787	-22.1%					
植付経費(作業)	14,993,200	11,470,569	-3,512,632	-23.4%					
植付経費(苗木代)	9,093,893	12,611,618	3,517,725	38.8%					
天然更新補助経費	62,263	62,263	0	0.0%					
下刈経費	23,675,695	16,633,970	-7,041,725	-29.7%					
除伐経費	6,470,439	6,470,439	0	0.0%					
除伐Ⅱ類経費	5,337,470	5,337,470	0	0.0%					
収益率(収入/経費)									
収支									
総材値	492,487	492,487	0	0%					
伐採材種計	14,825	14,825	0	0%					
主伐材種	9,821	9,821	0	0%					
間伐材種	5,005	5,005	0	0%					
平均成長量	680	680	0	0%					
連年材種収支	-2,030	-2,030	0	0%					
炭素固定量(仮)	-112	-112	0	0%					
平均林齢	36	36	0	0%					
コンテナ苗導入率	10	60	500%	1,999,927	3,998	-19.98%			
一貫作業システム導入率	1	50	4900%	-5,020,521	-1,025	49.89%			
下刈経費率値(全刈)	125233	146570	17%	4,033,827	286,757	-40.08%			
下刈実施年数	5	3	40%	-11,075,553	-276,889	110.06%			

図5 レポートシート(数値は使用イメージを示すための仮定値)

その他の主な機能については、以下の表に示した通りである（表 4）。これらの機能はいずれもホーム画面や各シート上のボタンから起動できる。

表4 その他の主な機能

機能名	機能の内容
対象外小班の除外	森林調査簿データを取り込む際、指定した条件に当てはまる小班を対象から除外する。指定できる条件は「保護林」「砂防指定地」など。
CSV データ出力	各計算シートを CSV 形式でファイル出力する。CSV ファイルを「QGIS」等に取り込み、林小班データと結合させることで、データを GIS 上で閲覧・分析できる。
主伐後の樹種変更	初回主伐後、小班の施業群を変更するよう設定できる。小班ごとに個別に設定できるほか、指定した施業群を一括で変更することができる。
齢級別面積表示	グラフシート上でのボタン操作により年度を変更して、年度ごとの齢級別面積グラフを閲覧できる。期間中の変遷をアニメーション表示することも可能。

3 単価等管理表シートに、数値に変更があった際に処理が発生するイベントプロシーダを作成してある。これにより変更された数値を特定し、その変更前後の設定値および総括表の変化値をレポートシートに転写する。

4. 考察

(1) 本ツールの意義

本ツールの活用により、担当区の収支等の長期的な推移や構造について簡易な手順によりイメージを得られると共に、それらの収支等が各種因子の変化に対応してどのように変化するのか、具体的に試算することができる。これにより、担当区の収支構造や、低コスト化手法導入による変化の大きさ、複数の低コスト化手法間における影響力の差異などについて、より具体的に把握したり比較検討したりすることができるようになった。こうした機能を活用することで、担当区の望ましい将来像等についてより具体的に検討することができるものと考えられる。

(2) ツール活用上の留意点

本ツールは主として収支について試算を行うツールであり、国有林の森林が持つ多面的な機能や、生産される木材についての質的な評価は含まない。本ツールの使用にあたってはこの点を十分に踏まえる必要がある。

また本ツールは担当区を主なシミュレーション単位と想定して作成したが、これは森林官等が自らの担当区について将来像を描けることが重要と考えたこと、及びデータ容量や処理速度の都合上、担当区程度のデータ量を想定することが現実的と考えられたためである。ツールを使用する際には、国有林の収支等について、担当区単位で評価することが必ずしも妥当とは限らないことに留意する必要がある。

(3) 今後の課題

実際の収支を考える上で、獣害対策は重要な位置を占めるが、今回発表時点でのツールではニホンジカ被害対策費用を仮機能として一部導入するに留まっている。本ツールは構造上、新たな種類の経費や収入を計算に追加することが比較的容易に可能であり、これら未実装の要素について随時追加していくことが今後の課題である。

この点も含め、今後本ツールの実用性を高め、業務に活用していくためには、東北局管内各署の様々な担当区のデータを用いてテストを重ねつつ、地域ごとの特性に応じてより実態を的確に捉えた試算ができるよう経費・収入項目等の追加や修正を重ねていくことが重要である。

参考文献・資料

- (1) 橘政行、澤田智志、加藤貴志「再造林率の違いによる 100 年間のスギ人工林資源の将来推移のシミュレーションについて」『東北森林管理局 平成 27 年度森林・林業技術交流発表集』2016 年,124-128 頁
- (2) 松本和馬、小谷英司、駒木貴彰「東北地方における低コスト再造林の実用化と課題」『東北森林科学会誌』vol.20(1),2015 年,1-15 頁
- (3) 東北森林管理局「管理経営の指針」『東北森林管理局 第四次地域管理経営計画書・第四次国有林野施業実施計画書（下北森林計画区）』2014 年,27-70 頁

山地災害発生時におけるヘリ調査の留意点について

東北森林管理局治山課 民有林治山係長 有馬俊英

1 はじめに

東北森林管理局では、地震・台風・集中豪雨などによる山地災害が発生した際、ヘリコプターによる上空からの調査（以下、ヘリ調査という）を実施している。

ヘリ調査は「やりなおし」のできない重要な業務だが、ヘリ調査を経験する機会は少なく、未経験者が対応することがある。

本発表では、平成 28 年 8 月 30 日、東北地方に上陸した「台風 10 号」の対応をもとに、緊急時の混乱を最小限に抑え確実な調査を実施するため、ヘリ調査における留意点について報告する。

2 ヘリ調査の概要（目的と流れ）

ヘリ調査は現地で何が起きているかを把握し、とりまとめ、共有することが目的であり、必要な情報として、山地災害の有無、場所、被害状況、被害拡大の可能性、陸路からのアクセスの可否などが挙げられる。

ヘリ調査の大まかな流れとして、年度当初、局においてヘリ会社と運航契約を締結する。

山地災害が発生すると、報道や関係機関から情報を収集した後、運航を決定、併せて搭乗者及び飛行ルートを調整。

調整後、調査を実施し、結果をとりまとめ、林野庁へ報告、公表用資料を作成し、林野庁及び森林管理局の web ページで調査結果を公表する。

3 課題の抽出と対応策

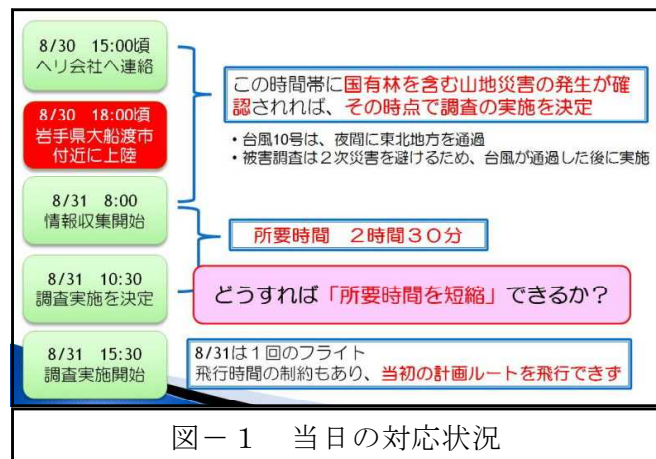
本発表では、今回のヘリ調査を通して確認された課題を、大きく 3 つに区分した。

1 点目は、ヘリ調査の実行を決定するタイミング、2 点目は、写真撮影技術等の習熟、3 点目はその他の留意点として細かな課題について検証した。

（1）ヘリ調査の決定のタイミング

台風の進路予想をもとに、実際に行った対応は次のとおり。（図－1）

- ・ 8 月 30 日の 15 時、ヘリ会社へ「明日以降、調査を実施する可能性がある」旨連絡。
- ・ 翌 31 日、8 時から情報収集を開始し 10 時半、ヘリ調査の実行を決定。
- ・ 搭乗者や飛行ルートの調整を行い、15 時半、局と岩手県による合



図－1 当日の対応状況

同調査を開始。

・しかし、31日は飛行時間の制約があり、予定していた飛行ルートでの実行はできなかった。

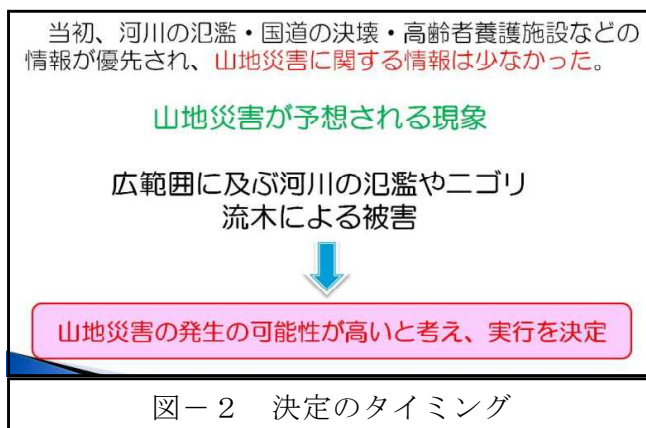
結果論ではあるが、決定までの時間が短ければ、より多くの情報を収集できたと考えられることから、決定までの時間の短縮について検討を行った。

当然のことながら、「台風の通過」という事象だけでは、ヘリ調査は決定できない。

山地災害に関する情報が必須となるが、今回、河川の氾濫・国道の決壊・高齢者養護施設などの情報が優先され、道路決壊により現地確認ができない中で、山地災害の有無を確認することは困難であり、決定までに時間を要した。

そこで、限られた情報の中から「広範囲に及ぶ河川の氾濫やニゴリ」「流木による被害」など山地災害が予想される現象が確認できれば、確証がなくとも「山地災害の発生の可能性が高い」と考え、実施を決定する」とすることで、決定までの時間を短縮することができると考える。(図-2)

なお、情報収集は、県や市町村と連絡体制を整えているが、一層の疎通を図るとともに「積極的に情報を集める」ということに留意する。



(2) 写真撮影技術等の習熟

被災地の場所や状況は、ヘリ調査における最大のポイントとなるが、今回、とりまとめの際に「撮影場所がわからない!」「周辺の状況が分からない」という事態が起った。

最終的には、搭乗者への聞き取りや Googleearth により特定に至ったが、かなりの時間と労力を要したことから、どのような対応が必要だったのか検討を行った。

①位置情報の記録と活用

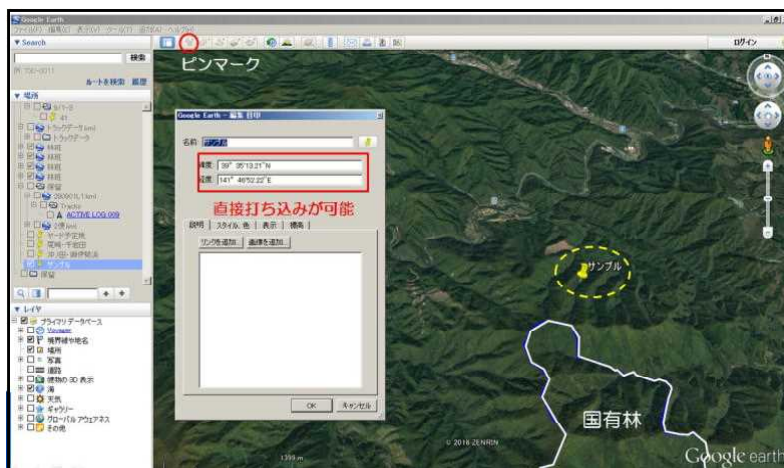
撮影場所を特定するには、位置情報が必須となる。GPS 機能を有する端末は多々あるが、誰でも簡単に操作できる機器として GPS カメラが有効と考える。

通常、GPS 機能はカメラのメニュー画面で10秒ほどで設定でき、GPS 機能を起動し撮影した写



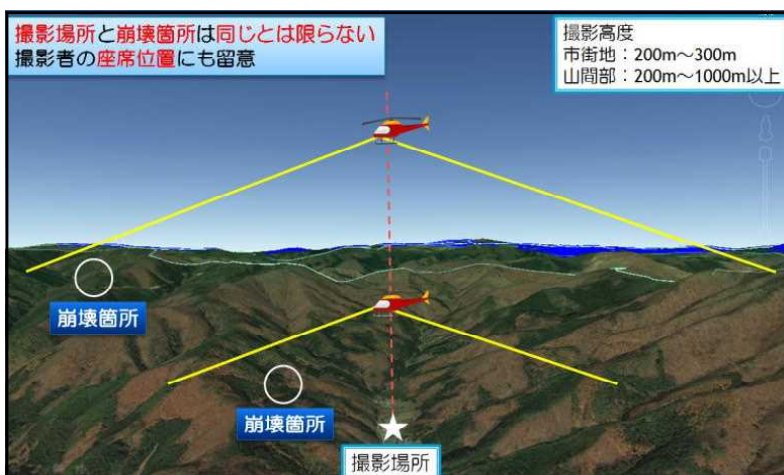
真には、図－3のように位置情報が記録される。

次に、Googleearth を立ち上げ位置情報を入力すると、すぐに撮影位置を特定することができるうえ、国有林 GIS とリンクさせることにより、国有林内外であることが一目で判断できる。(図－4)



図－4 位置の特定
(地図データ：Googleearth、© 2016ZENRIN)

なお、ヘリの高度により撮影範囲は大きく異なるため、撮影場所と崩壊箇所が同じとは限らない。また、搭乗者が進行方向に対し、どちら側に座ったかも重要なポイントとなるため、これらを考慮し崩壊箇所の特定を行う。(図－5)



図－5 撮影高度の違い
(地図データ：Googleearth、© 2016ZENRIN)

さらに、ランドマークとして、ダムなどの構造物や蛇行する河川など、特徴的な地形を撮影することにより、位置特定や被害規模の推定に役立つ。

山間部では、特徴的なランドマークが無くとも、民家や道路、伐採跡地などが目印になるので、調査中は「メモ」として、より多くの写真を撮影することに留意する。

(図－6)

ランドマークの撮影



ダムなどの大型構造物



特徴的な地形

被災箇所がなくても「メモ」として撮影を行う

図－6 ランドマークの撮影

②撮影方法

写真－１は、左が崩壊地のみを撮影、右が崩壊地直下の保全対象や土砂の流出状況と一緒に撮影したものである。

崩壊地とその周辺を撮影することにより、被害状況や２次災害の可能性を把握することができるが、実際は、崩壊地のみ写真が非常に多く報告される。



写真－１ 崩壊地の撮影

写真－２は、東日本大震災で被災した海岸に設置された大型土嚢である。今回の被害ではないが、参考として利用する。

左上は被災箇所と周辺の建物との位置関係を記録、左下は、被災箇所付近からの全景、右上は、さらに接近し、被災した土嚢の番号などの情報を記録したものであり、様々な距離や角度から記録

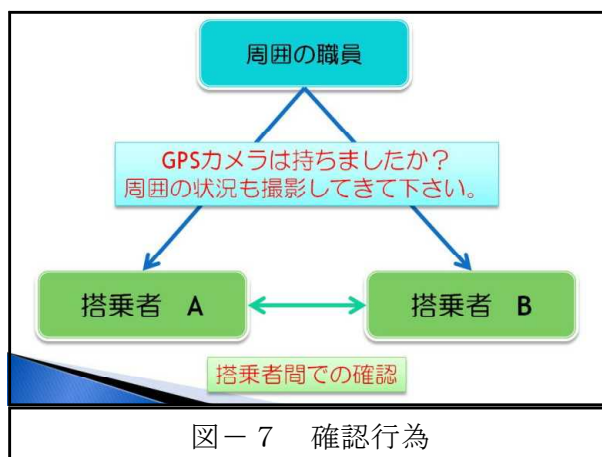


写真－２ 組写真の撮影

することを日頃から行えば、自然と組写真を撮影することができるようになる。

今回、なぜこのような事態が起こったのかということ、初歩的なことであるが「確認が無かったから」と考える。

周囲の職員が、搭乗者に対し一声かけるだけだが、それを行わなかったためこのような事態を招いたことから、「当然分かっているだろう」ではなく、災害時だからこそ、「当たり前を確認する」ということの大切さを改めて認識した。（図－７）



図－７ 確認行為

③調査結果のとりまとめ

調査結果のとりまとめにあたり、以下に留意する。

ア．作業場所を確保

通常、近隣の森林管理署などが挙げられるが、広さやパソコン機器の設置状況を考慮。

イ．作業の分担及び関係機関への協力要請

作業の分担を行い、限られた時間の中で対応できる体制を整え、併せて、民有林被害を想定し、各機関の搭乗者へ作業協力を依頼する。

ウ．古い崩壊地の誤判読排除

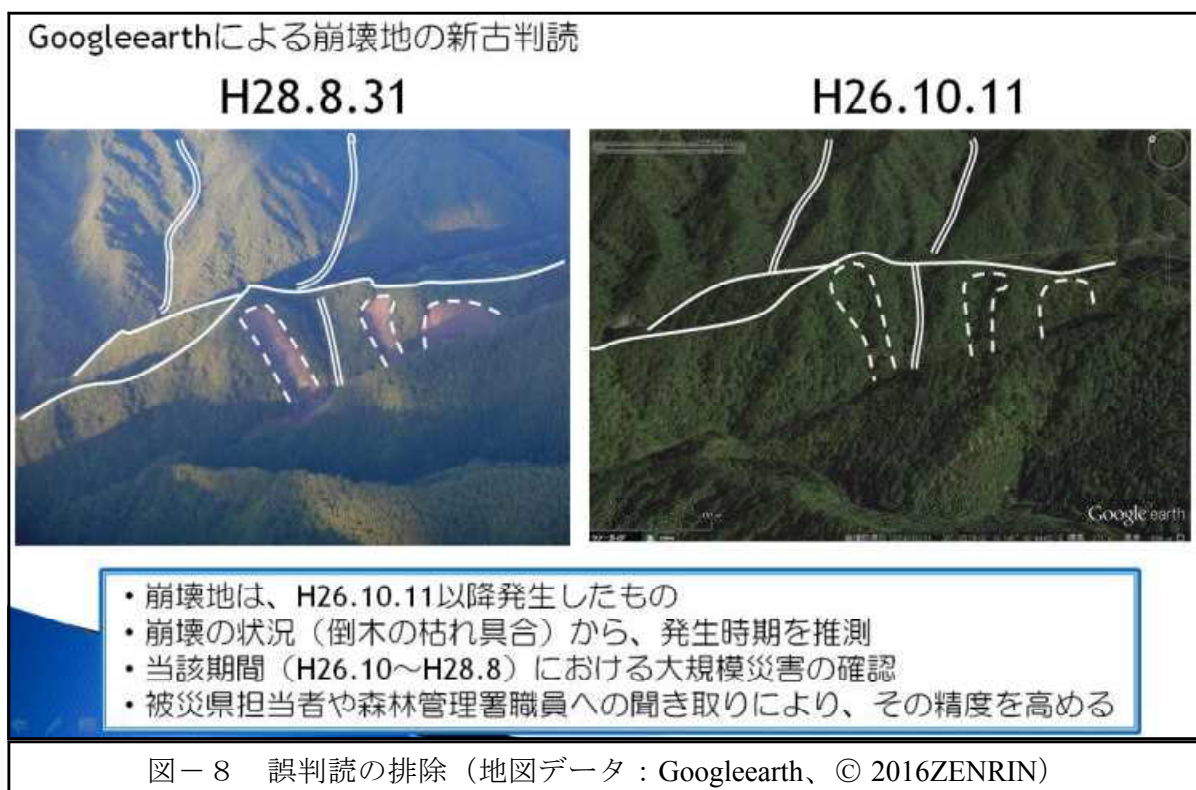
写真には、いつの被害か分からないものがあるため、Googleearth を活用し、誤判読の排除に努める。

エ．報告用データの整理

報告様式を事前に準備し、共通のフォーマットでやりとりができるように手配。

図－８は実際の写真と Googleearth を比較し、崩壊の新古を判読したものであり、この崩壊は、平成 26 年 10 月から今回までに発生したものであることが確認できた。

さらに、倒木の枯れ具合や、当該期間における大規模災害の発生状況などを確認し、発生時期の特定を行う。



最終的に図－９のような資料を作成し、９月２日、東北森林管理局の web ページで公表した。

公表後は、報道機関より崩壊箇所数などの問い合わせがあり、説明や写真データの

提供を行った。

(3) その他の留意点

その他の留意点として、調査の進捗に大きく影響を及ぼす3点を挙げる。

①搭乗者の選定

搭乗者は、調査決定直後に決定していたが、混乱を避けるため、事前に候補者を選定する。その際、治山担当者に限定せず、土地勘のある職員を候補者に入れるとともに、乗り物酔いなど体調面を考慮する。



②ヘリ運航契約の見直し

今回、被災地でのヘリの混雑が予想されたため、パイロットのほかに監視員が搭乗し、職員の搭乗者数が制限された。やむを得ない事態だが、事前に疎通されていれば対応も変わったと思われる。

これらを含め、来年度以降の契約条項の精査を行う。

③県との合同調査について

今回、岩手県と合同で調査を実施したが、疎通しきれなかった点もあった。

改めて、合同調査のルールを定め、速やかに合同調査が実施できる体制を構築する。

今後の取り組みとして、突然の指示にも落ち着いて対応できるよう、本発表をまとめた「ヘリ搭乗者の心得」を作成し、職員へ周知する。

4. まとめ

災害発生時、搭乗予定者や災害対応に精通した職員が在席するとは限らず、「その場にいる職員」で速やかに、適切に、最大限の対応する必要がある。

ヘリ調査は、防災・避難訓練のように経験を積み重ねることは困難だが、「上空での経験」を除けば、地上でも十分に準備を整えることができることがわかった。

震度6以上の地震や連続して発生・上陸する台風、さらにゲリラ豪雨など予測しにくい災害が多発している昨今、災害対応は他人事ではなく、日頃から意識し行動することが大切であり、これこそが「災害対応の初動」であると考えている。

民国連携による「松くい虫防除帯森林」の造成について

盛岡森林管理署 森林技術指導官 ○松 尾 亨
岩手県岩手町農林環境課 副主幹 岩 崎 裕 樹

1 課題を取り上げた背景

岩手県における松くい虫被害は、昭和 54 年に県南部の一関市で初めて確認されてから、約 40 年近くかけ北上してきた。近年は温暖化の傾向もあり県央部の紫波町や花巻市では、平成 23 年の東日本大震災と松くい虫の被害の時期が重なり、対応の遅れから拡大に繋がった。その後松くい虫被害の進行は、平成 25 年には内陸部の盛岡市北部まで北上し、平成 26 年度にはさらに北側の八幡平市や岩手町で点在的な被害木が見つかり、従前からの被害の早期発見と伐倒燻蒸による対策のみでは、被害の拡大は阻止できないおそれが生じた。そこで、関係機関が協議し、新たな対策として、被害先端地の北側にアカマツの空白地帯となる、防除帯森林の整備を計画し、岩手県北部に大量に存する「南部アカマツ資源」の保全に資することとした。

2 課題点の掘り起こし

「松くい虫防除帯森林」の造成にあたり、新たな事業の取り組みとなることから、課題解決のために問題点の掘り起こしを行い解決方法を検討した。

- (1) 媒介昆虫であるマツノマダラカミキリの飛行距離から、林帯幅の 2 km を確保する必要がある、国有林だけでは効果的な防除帯幅の確保が出来ない。
- (2) 松くい虫害対策としての樹種転換による施業方法がないことから、多様な森づくりとして天然更新を活用した森林整備の方法について検討。並びに技術開発に向けた試験を行う必要がある。
- (3) マツタケ産地でもあり民有林所有者の伐採同意が難しい。
- (4) 現在アカマツ材の需要が低迷しており販売が難しい。
- (5) 事業規模が大きいことから、伐採・新植の事業経費の確保が難しい。

3 課題解決への取り組み

課題点の解決にむけて、段階的な手法を検討し即応できるもの、長期的な取り組みが必要なものなど、それぞれの課題に応じて取り組みを行った。

- (1) -① 防除帯森林の林帯幅確保のため隣接する民有林のデータ収集。
- (1) -② MB 値を用いて効果的な樹種転換対象森林の検討。
- (2) -① 第 5 次地域管理経営計画樹立に向けた現地検討会において事業提案を行い、松くい虫対策としての樹種転換による森林整備について協議。
- (2) -② 森林のタイプ別に分類し、多様な森づくりとしてぼう芽による天然更新の活用や地位・地利の高い林分のカラマツ低密度植栽。
- (2) -③ 低コスト林業への技術開発に向け森林総研と試験研究。
- (3) 民有林所有者へ事業について理解を得るため現地検討会及び説明の実施。

- (4) アカマツの利用拡大にむけた取り組みとして、製材所、集成材工場、森林組合、木材流通の協同組合へ協力要請し、また、木材流通加工、建築業界を含めたアカマツ利用促進連絡会議を設立。
- (5) 事業費削減のため立木システム販売による事業を検討し、現地調査を進め公募により3物件の事業を実行。

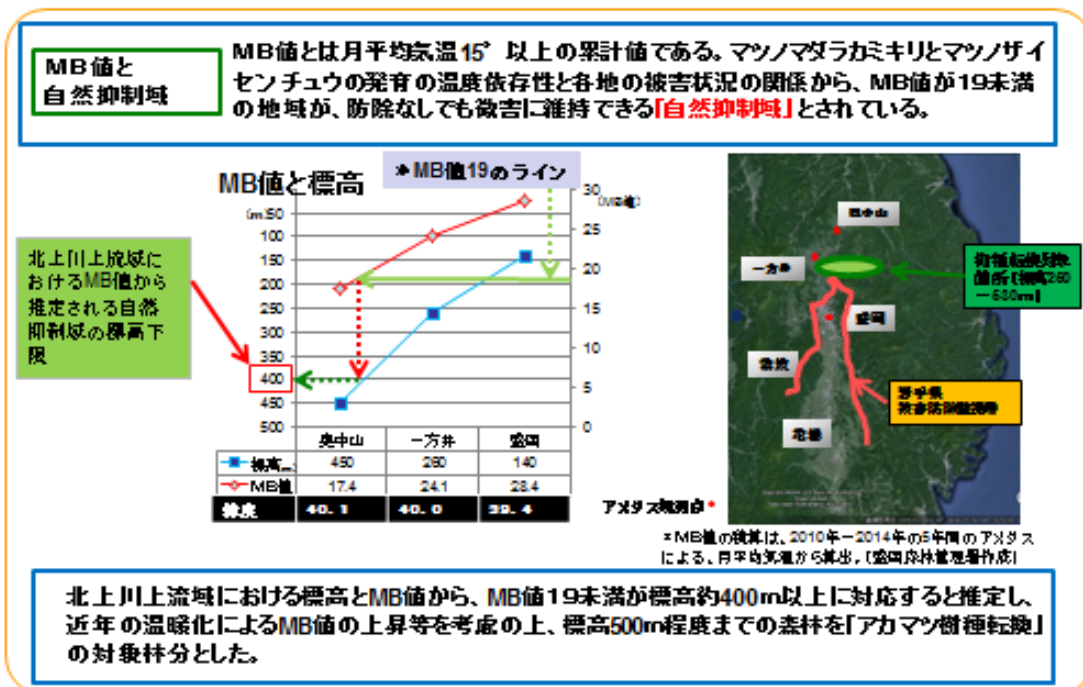
4 取り組みの内容

課題解決への取り組みの具体的内容について

- (1) -①② 所在する岩手町の協力を得て森林データを分析するとともに、防除帯となる対象森林を検討するにあたり、媒介昆虫であるマツノマダラカミキリとマツノザイセンチュウの成育に、温度依存性があることからMB値を算出し、自然抑制域とされる森林の標高を下表により算出した。

図表 1

①樹種転換するアカマツ林の選定について



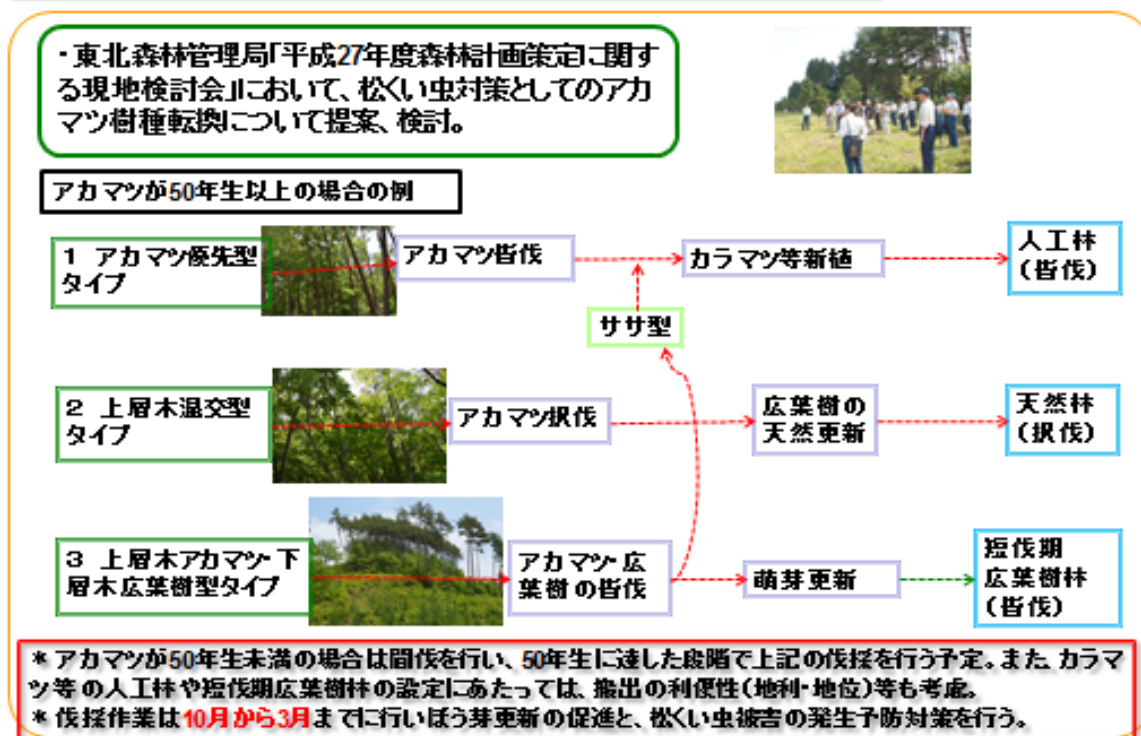
- (2) -① 第5次地域管理経営計画及び岩手町市町村森林整備計画へ、松くい虫対策としての森林整備事業を反映していくために、資源量の調査や事業の全体計画について検討調整を図った。

また、平成27年7月に東北森林管理局森林計画に関する現地検討会を開催し、学識経験者からなる委員に施業方法の提案を行い、更新方法等に関する技術的検討を行った。

- (2) -② アカマツ林をタイプ別に分類し、下表のフロー図方式で現地調査を行い更新の方法を決定していく。また、ぼう芽による天然更新と松くい虫対策の事業であることから、伐採時期を10月から3月までとした。

図表 2

森林計画検討委員会において樹種転換について検討



(2) -③ 低コスト林業技術の開発として、森林総合研究所東北支所と共同で試験地を設定し伐前、伐後のぼう芽更新の段階的な構造を調査する。また、カラマツ 1500/ha 本植の低密度植栽や、一貫作業によるコスト低減などの試験を開始する。



写真 1 現地調査の状況



写真 2 試験地の検討

・岩手町四日市国有林 1022 林班と 1026 林班にぼう芽更新の試験地を 3 プロット設定。

(3) 民有林所有者への説明会及び現地検討会の開催

平成 27 年度岩手県森林審議会において、松くい虫対策としての防除帯森林造成について提案し岩手県に協力要請するとともに、策定中の岩手町市町村森林整備計画に、本事業を

盛り込むために協議を重ねる。併せて、民有林の森林所有者と森林資源データを分析し岩手町担当者と説明を行い事業への理解醸成を図っている。

また、住民理解を拡大するため協定締結に合わせ、松くい虫研究者による記念講演を開催。



写真1 協議会

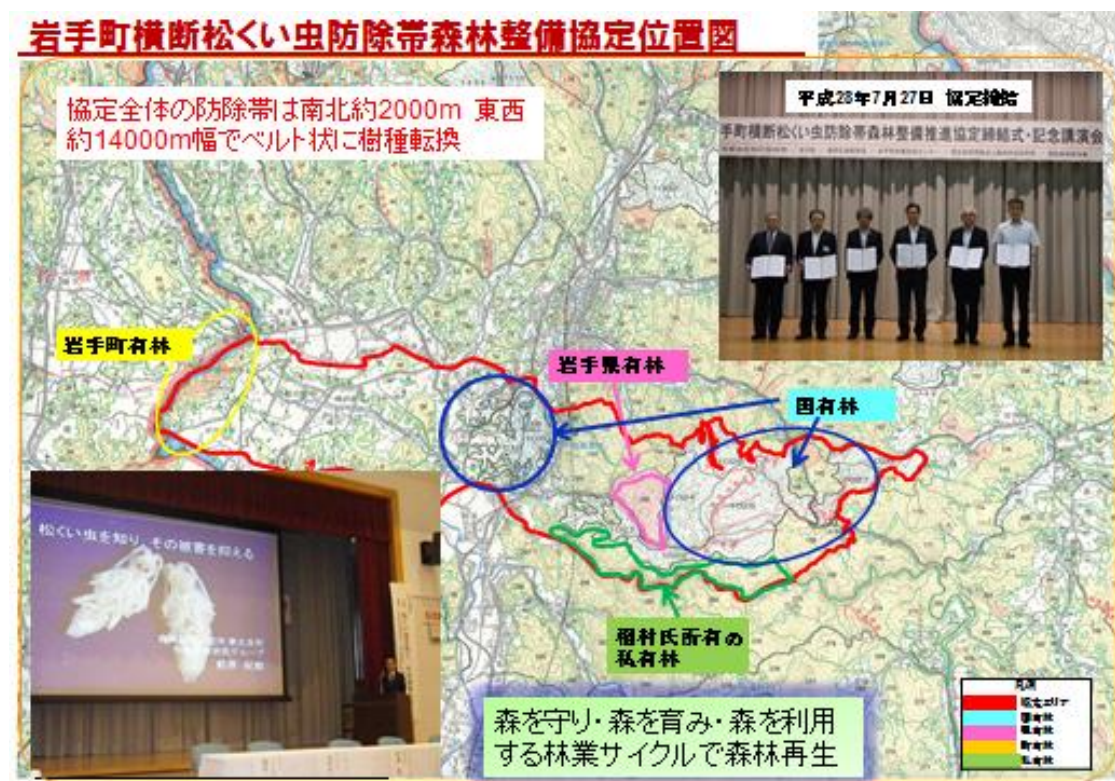


写真2 協定式の記念講演

※ここまでの事業を第1段階とし事業の推進の準備を進めてきた。次に、関係機関と合意形成が図られたことから「岩手町横断松くい虫防除帯森林整備推進協定」を締結し、第2段階として事業を進めていくこととした。

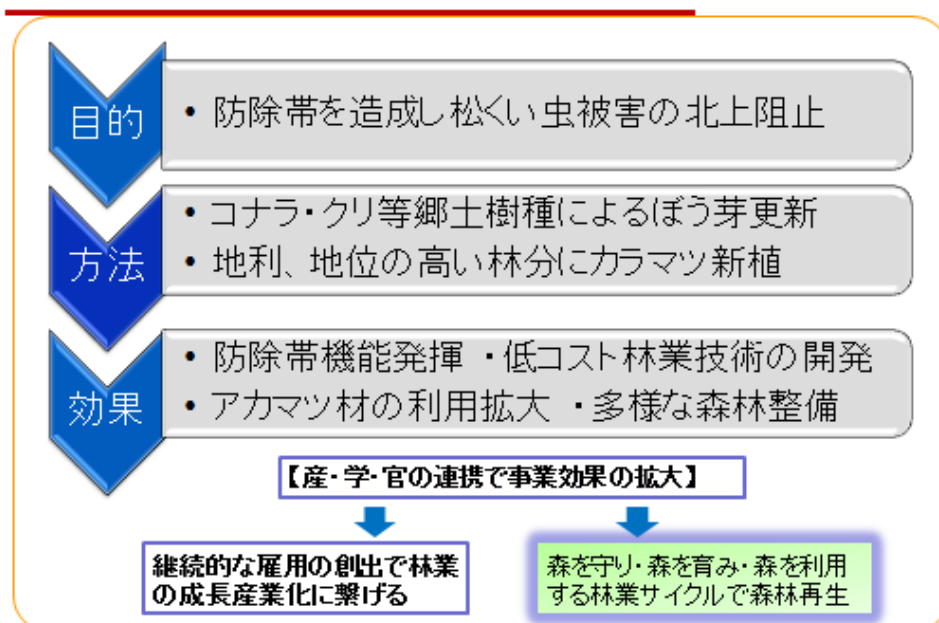
次の図表は協定エリア図と全体構想。

図表3 協定エリア図



図表 4 協定の全体構想

岩手町横断松くい虫防除帯森林整備協定(全体構想)

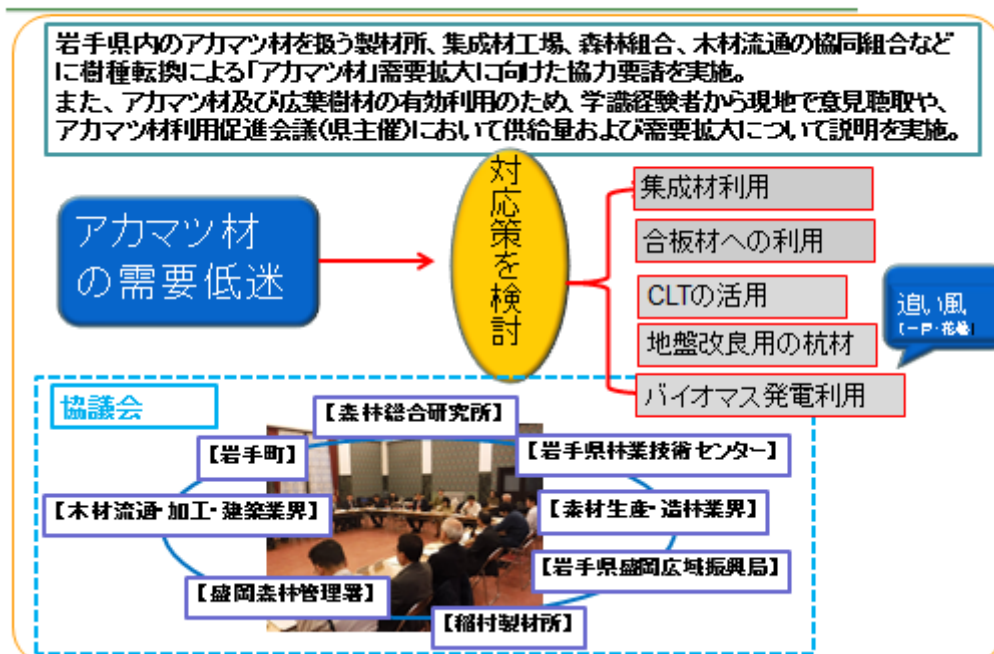


(4) アカマツ材の利用拡大に向けた取組み

事業推進のためには、伐採される木材の需要拡大が重要であり、特に資源量があるものの近年需要が低迷しているアカマツの利用拡大に向け、製材工場や木材流通関係、森林組合等に協力要請を行うとともに、岩手県が主体となったアカマツ利用促進協議会を設立し、木材流通や建築業界も含めた協議で事業の推進を図っている。

図表 5 協議会の構成

④-1 アカマツ材の利用拡大に向けた取組み



(5) 立木システム販売による事業

今回の森林整備面積が全体で約 600ha と事業規模が大きく、通常の事業経費では予算確保が難しいことから、科学的に試験研究を伴った更新方法とあわせて、販売方法についても検討を行った。

その結果、今回の事業は低質材もかなり含まれ、また、木材の安定供給を図る観点から公募申請による「立木システム販売」により事業を進めた。以下は他の事例と経費試算を比較した。

図表 6

立木システム販売による事業費の比較

立木システム販売

需要の拡大が必要な一般材及び低質材の計画的な安定供給を通じ、木材の新たな需要の拡大や原木の流通加工の合理化に資することを目的に、森林管理局長が公募により対象物件を需要者と協定を結び計画的に販売する方法。

事業の形態 (haの経費)	立木システム 販売	一貫作業による発 注試算	津軽署の 事例を 参照
伐採経費		-497,000	-495,000
造林経費(新植・天 然更新)	-56,200	-550,000	-900,000
防除経費			-640,000
立木素材販売額	59,800	231,000	147,600
合計	3,600	-816,000	-1,887,400

* (4) (5) の取組みを第 2 段階として今後も長期的に関係機関と推進する必要がある。

5 考察・今後の展開

松くい虫防除対策を主目的とした民国連携による森林整備協定は、全国的に類例を見ない。協定締結に当たっては、①未被害のアカマツ林を樹種転換等のために伐採すること、②伐採により搬出されるアカマツ材の需要が低迷していること、③アカマツ林がマツタケ山であることなど解決すべき課題が多かった。

課題解決に当たっては、日頃から県、町など地域との信頼関係を構築していたことや、防除帯設定の根拠となる林分の範囲や効果的な虫害対策について、森林総合研究所の指導を受けながら、科学的に分析し調整を図ったことにより協定締結に至ったと考えている。また、事業費の節減のため取り入れた立木システム販売方式も、地域材の安定供給として評価を得ており今後の事業にプラス効果となる。

さらには、協定者の一員に森林総合研究所東北支所を加え、低コスト造林、多様な森林への誘導など技術開発を行うことや、県によるアカマツ材利用促進会議の設立など、産・学・官が連携し地域の林業・木材産業による取組が、林業の成長産業化に繋がると期待している。

携帯型 GNSS 受信機を活用した森林測量の可能性と課題

岩手北部森林管理署	森林官補（新町森林事務所）	○巻田 和丈
	業務グループ	谷地真梨佳
	業務グループ	鳥淵 匠見
	業務グループ	斉藤 幹保

1. はじめに

GNSS (Global Navigation Satellite System) とは、GPS など人工衛星からの信号を受信し、現在位置などを記録するシステムである。森林・林業分野においても、目的地までのナビゲーションや測量、路網設計等、様々な業務・研究に活用されており、効率的な業務等に資すると期待されている。

国有林野事業においても、平成 28 年に「国有林野産物収穫調査規程準則の制定について」（最終改正 平成 28 年 2 月 18 日付け 27 林国業第 93 号）等の通達が改正され、収穫調査区域の周囲測量において、GNSS 受信機（以下「受信機」という。）を用いた現地計測が可能となった。従来のポケットコンパスやメートル縄等を用いた測量方法と比較して、測点間の距離計測や下刈・野帳記入の一部省略等が可能なほか、現地計測の所要時間が半分以上短縮された、という報告もあり¹⁾、効率的な測量業務が期待される。

しかしながら、現在、森林・林業分野における受信機の測量業務への活用実態について整理した報告は少ない。特に、他機関の活用実態を把握することは、国有林野事業のみならず、これから受信機による測量を行おうと考えている機関等にも参考になると考えられる。

また、森林内では、人工衛星からの信号が樹木や斜面などに阻害されることで、受信機が不正確な位置を示す可能性も懸念される。しかし、森林内における受信機の測位精度や、コンパス測量と比較した面積差及びかん入結果についての報告は少なく、受信機の活用を推進するためにも、様々な機種や箇所、面積等について検証事例を積み上げていく必要がある。

そこで、本研究では、他機関における受信機の測量業務への活用実態について把握するとともに、受信機による測量精度を検証することを目的とする。

2. 研究方法

（1）他機関における受信機の測量業務への活用実態について

今回、岩手県内の 20 森林組合と、青森・岩手・宮城県内で活動実績のある収穫調査委託指定調査機関（以下「調査機関」という。）のうち、5 つの調査機関を対象にアンケート調査を依頼し、9 つの森林組合と、5 つの調査機関から回答を得た。回答者は、受信機の担当者もしくは日常業務で受信機を活用している方を主な対象とした。アンケートは、当てはまる項目全てに丸をつけてもらう形式と、回答者が自由に記入する形式で行った。

質問項目は、使用している受信機の機種名、機種を選択した理由、現在使用している

業務及び今後使用したい業務、受信機を使用する際の注意点、そして、受信機による周囲測量についての意見を伺った。また、調査機関には、国有林野事業の収穫調査委託で、周囲測量を行う際の要望事項についても伺った。

なお、本稿では、紙面の都合から、受信機による周囲測量についての意見と、受信機を使用する際の注意点について報告する。

（２）受信機による測量精度の検証について

ア 使用した受信機について

受信機は、持ち運びや操作が容易な携帯型受信機を対象とし、Spectra Precision 社の MobileMapper20（以下「MM20」という。）、MobileMapper120（以下「MM120」という。）、GlobalSat 社の BC-337（以下「PDA」という。）を使用した（表－１）。なお、「「東北森林管理局 国有林野産物収穫調査規程の運用」の制定について」（最終改正 平成 28 年 3 月 25 日付け 27 東資第 112 号）には、DGPS による測位が可能な機種のみ使用可能な旨記載されている。

イ DGPS（ディファレンシャル GPS）

DGPS には複数の種類があるが、本研究では、SBAS 方式を採用した。SBAS 方式とは、まず、各地にある基地局での GPS 受信状況を航法統制局に送信する。統制局では受信したデータを元に補正情報を生成・送信し、気象衛星ひまわりなどに代表される補強衛星を介して受信機が受信することで、位置情報の誤差を修正する技術である（図－１）。

しかし、地形や衛星配置などの影響で、補正情報を受信できない場合もあり、その場合は単独測位と呼ぶ。

ウ 現地検証を行う際の留意点について

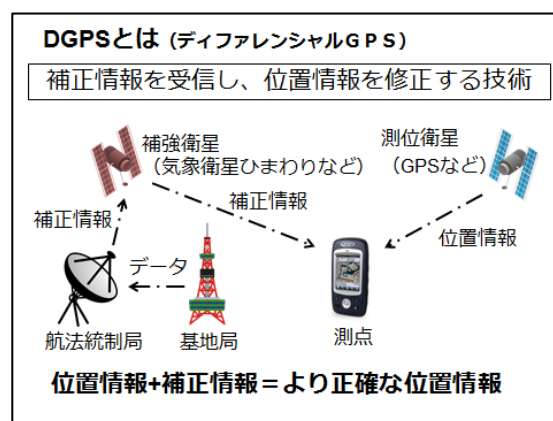
現地検証を行うに当たって、樽谷・大家（2006）を参考に、以下の点に留意した²⁾。

- ① 事前に検証箇所における PDOP 値等の時間変化を調べる。今回、Trimble 社が提供している Trimble GNSS Planning Online 等から調べた³⁾。PDOP 値とは、位置精度劣化度と呼ばれ、その数値が低いほど測位精度が良好であることを示す。
- ② ①で得られた情報を参考にし、現地検証の際、地形等の条件が一定の状態で、PDOP 値等の数値が急に悪化したら現地検証を中断する。
- ③ 事前に開けた場所で受信機の電源を入れ、予め人工衛星からの信号を受信しておく。
- ④ 測位時は体から受信機を離し、なるべく高く持つ。
- ⑤ 各測点に移動した際、受信機の位置表示が安定するまでその場で待機する。

表－１ 使用した受信機の概要

	MobileMapper20 (MM20)	MobileMapper120 (MM120)	BC-337 (PDA)
GNSS	GPS	GPS/GLONASS	GPS
DGPS	○	○	×
機器写真			
発売年	2015年	2013年	2006年

※ GLONASS・・・ロシアの人工衛星。



図－１ DGPS の概要

エ 現地検証の内容について

(ア) 三角点測位

三箇所の三角点及び一箇所の基準点を対象に行った。各三角点等の様子は写真－１の通りである。検証方法について、15～300 秒までの間で測位時間を設定した上で、各点の真上に受信機をかざし、測位した。そして、測位された座標値と、国土地理院が提供している正確な座標値との差を、測位誤差として算出した。さらに、DGPS による測位時と単独測位時の測位誤差についても比較した。



写真－１ 各点の様子

(イ) 境界測位

座標値が分かっている国有林境界 33 点を対象に行った。検証方法について、15～60 秒までの間で一点あたりの測位時間を設定し、各境界標の真上に受信機をかざして測位した。そして、測位された座標値と各境界標の座標値との差を測位誤差として算出したほか、DGPS による測位時と単独測位時の測位誤差についても比較した。測位箇所はダム敷と接しており、障害物の少ない場所だった。

(ウ) 周囲測量

対象箇所について、コンパス測量を事前に行った上で、その測点の真上を受信機で測位していく。そして、全測点を測位した後、その面積とかん入結果をコンパス測量成果と比較した。一点の測位時間は、実際の収穫調査を想定し、測量時間の短縮、という長所を損なわないよう、30 秒に設定した。検証箇所は、当署管内の林小班で、面積や地形が異なる 6 小班を対象とした。いずれも主伐期を迎えた人工林である（表－２）。

表－２ 周囲測量箇所の概要

小班	コンパス測量 面積 (ha)	主要樹種	樹齢 (H28 時点)	傾斜 (方位)	実施月	特 徴
①	0.52	スギ	60	緩（東）	11 月	
②	1.03	スギ	44	緩（北）	11 月	
③	4.78	スギ アカマツ	55	中（南）	9 月	尾根・谷地形あり。 造林地に面している。
④	5.50	スギ カラマツ	54	中（北）	11 月	造林地に面している。
⑤	10.92	カラマツ アカマツ	62	中（東）	11 月	尾根・谷地形あり。
⑥	11.53	スギ カラマツ	54	中（南）	9 月	尾根あり。 造林地に面している。

※傾斜について、「緩」は 5 度以上 15 度未満、「中」は 15 度以上 30 度未満。国有林野森林調査簿原簿より引用。

3. 結果

(1) 他機関における受信機の測量業務への活用実態について

森林組合では二組合が受信機による測量を行っており、使用している実感として、精度や作業効率を評価していた。受信機による測量を行っていない組合からも、人的負担の軽減や作業効率の向上等を期待する意見が複数あった。一方、調査機関では、受信機による測量を行っている機関はなく、4機関が精度を不安視していた（表－3）。また、測量業務に限らず受信機を使用する際の注意点として、沢や谷では使用を控える、という意見が共通して最も多く、悪天候時の使用を避ける、という意見も複数あった。

表－3 GNSS 受信機による周囲測量についての意見

	受信機による測量	回答者	GNSS 受信機による周囲測量についての意見（抜粋）
森林組合	使用	I	森林保険の損害調査において、被害地の周囲測量に使用精度には問題ない。
		N	測量見込みの面積を測る際に使用コンパス測量と比べ手間と時間がかからないため、非常に有効。
	不使用	T	面積毎に使い分ければ効率的な測量作業につながると思う。
		Y	一人での測量も可能であるため、人的負担は減ると思う。
		J	測量が、かなり早くなると思う。
		R	衛星の受信時間を考えると時間などあまり変わりはないと思う。
		M	精度は問題ない。（トゥルーパルス併用時）
		O	GNSS のみの測量は使用したことがない。
		K	無回答
調査機関	不使用	t	位置の精度が悪いため測量に使用したことはない。
		p	測定精度が不安なので測量に使用したことはない。
		k	精度にばらつきがあるので、測量には使用していない。
		s	誤差発生の原因を排除できない環境での観測結果は信頼度が低い。
		i	測量用の GNSS 受信機は、高価でまだ導入の予定はない。

(2) 受信機による測量精度の検証について

ア 三角点測位

結果は表－4 の通りとなった。MM20 は全箇所の平均測位誤差が約 3 m 以内、MM120 は 1 m 以内に収まった。また、DGPS による測位時の方が測位誤差が小さかった。

イ 境界測位

結果は表－5 の通りとなった。MM20 と MM120 は、一点あたりの平均測位誤差が 5 m 以内に収まった。また、DGPS による測位時の方が平均して 1 m 以上測位誤差が小さかった。

表－4 三角点測位結果

①機種別平均測位誤差 ※PDAは竜ヶ森のみ実施

	MM20	MM120	PDA	平均
二ツ森	4.873	1.434	—	3.154
子飼沢	3.048	0.894	—	1.971
竜ヶ森	1.601	0.342	6.508	2.817
基準点	3.485	0.252	—	1.869
平均	3.252	0.730	6.508	—

(単位：m)

②DGPS・単独測位別平均測位誤差（MM20）

DGPS 平均誤差	3.067
単独測位平均誤差	3.627

(単位：m)

表－5 境界測位結果

①機種別・秒数別平均測位誤差

	MM20	MM120	PDA	平均
15秒	4.419	3.719	42.827	16.988
30秒	3.897	1.296	5.949	3.714
60秒	4.727	1.768	6.123	4.206
平均	4.348	3.498	18.300	—

(単位：m)

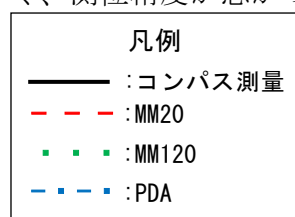
②DGPS・単独測位別平均測位誤差（MM20）

DGPS 平均誤差	3.556
単独測位平均誤差	4.744

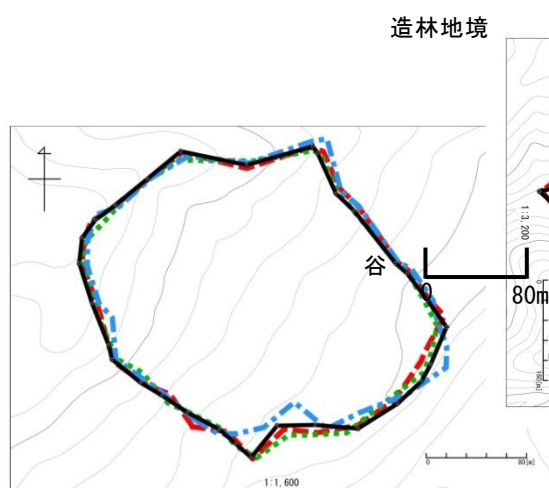
(単位：m)

ウ 周囲測量

各小班の検証結果は表－6 の通りとなった。コンパス測量成果との面積差は、全小班・全機種で 10% 以内に収まった。特に、MM20 と MM120 は、5 小班でコンパス測量成果との面積差が 0.01ha 以内に収まった。図面へのかん入結果について、小班③・⑤・⑥の結果を図－2～4 に示す。共通する特徴として、尾根沿いや、造林地境に接している箇所では、どの機種もコンパス測量成果とのずれは少なかったが、谷や沢に面した箇所では大きくずれていた。そこで、小班③・⑤の尾根と谷部分における PDOP 値の平均 (MM20) を比較したところ、谷の方が PDOP 値が高く、測位精度が悪かった (図－5)。



尾根

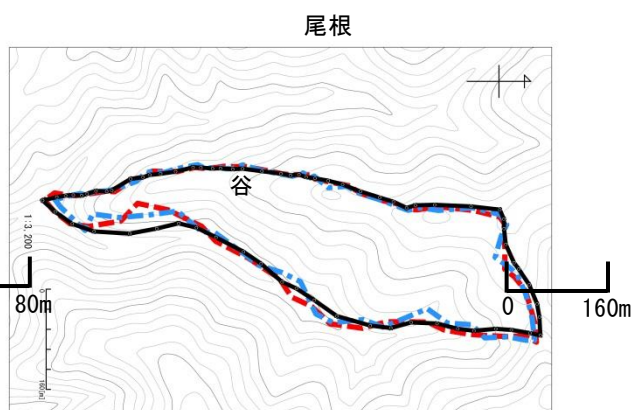


図－2 小班③かん入図面

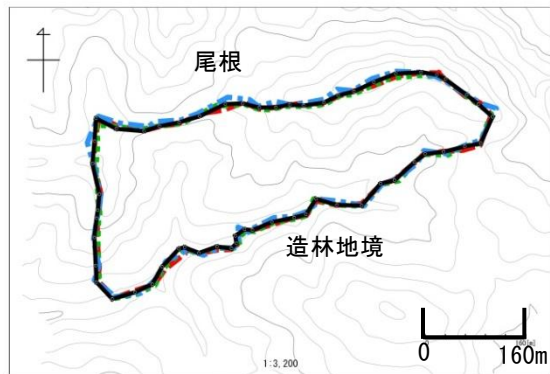
表－6 周囲測量結果

	面積 (ha)		
	MM20	MM120	PDA
小班① (0.52ha)	0.52	0.48	0.49
コンパスとの面積差 (ha)	0.00	-0.04	-0.03
コンパスとの面積差 (%)	100.0%	92.3%	94.2%
小班② (1.03ha)	1.08	1.02	
コンパスとの面積差 (ha)	0.05	-0.01	
コンパスとの面積差 (%)	104.9%	99.0%	
小班③ (4.78ha)	4.77	4.71	4.69
コンパスとの面積差 (ha)	-0.01	-0.07	-0.09
コンパスとの面積差 (%)	99.8%	98.5%	98.1%
小班④ (5.50ha)	5.49	5.39	5.55
コンパスとの面積差 (ha)	-0.01	-0.11	0.05
コンパスとの面積差 (%)	99.8%	98.0%	100.9%
小班⑤ (10.92ha)	10.59		10.11
コンパスとの面積差 (ha)	-0.33		-0.81
コンパスとの面積差 (%)	97.0%		92.6%
小班⑥ (11.53ha)	11.53	11.47	11.85
コンパスとの面積差 (ha)	0.00	-0.06	0.32
コンパスとの面積差 (%)	100%	99.5%	102.8%

※小班②は MM20・120、小班⑤は MM20・PDA で実施。



図－3 小班⑤かん入図面



図－４ 小班⑥かん入図面

地形による測位精度への影響



図－５ 地形による測位精度への影響

4. 考察

まず、他機関へのアンケート調査から、受信機による周囲測量について、作業の効率化を期待する意見が複数あった一方で、受信機の精度を不安視する意見も多かった。また、谷や沢などでは受信機の使用を控える、という意見が共通して多かった。

現地検証では、MM20・MM120 について、一点の平均測位誤差はいずれも 5 m 以内に収まったほか、周囲測量における面積差は、コンパス測量成果と比較して 0.01ha 以内に収まる箇所が多くあった。5 m の誤差とは、縮尺五千分の一の国有林基本図に換算すると、1 mm 以内の誤差であり、これは、コンパス測量成果を基本図にかん入する際の誤差程度と考えられる。よって、この程度の誤差であれば、現状、国有林野事業で行っている周囲測量と比較しても、十分な精度であると考えられる。

しかし、アンケート調査から明らかになったように、森林・林業分野の技術者は、受信機による測量について効率化への期待だけではなく、精度への懸念も抱いている。受信機による測量を行う際は、精度の懸念を払拭するため、十分な精度を保つための条件について示す必要がある。

その条件として、今回の検証結果から、尾根や、造林地境など上空が開けている部分に接する箇所を、周囲測量の対象とすることを提案する。また、DGPS による測位が可能な受信機を使用することも、測量精度向上のために重要であることが本検証で改めて示された。今後は、さらに様々な地形等で精度を検証し、受信機の使用可能な条件について、より具体的な判断指標を作成することが必要である。

一方、地形による影響を回避する方法として、現在、一部の民間企業でドローンと呼ばれる無人航空機による測量が行われている⁴⁾。測量と同時に森林蓄積等の計測も可能なことから、今後は無人航空機による GNSS を活用した測量が主流になっていくと考えられる。このような新たな技術を検証していくことも、さらなる精度向上と効率的な測量業務のために重要な取組であるといえる。

謝辞

本研究の実施にあたり、森林総合研究所東北支所 小谷英司様には、現地検証にご協力いただき、研究内容について多くのご指導を賜りました。また、株式会社竹谷商事 伊藤崇様には、受信機に取り込む地図データの編集・提供のほか、受信機に関する情報提供を賜りました。岩手県森林組合連合会様及び会員森林組合様と、各収穫調査委託指定

調査機関の皆様には、アンケート調査にご協力を賜りました。心より感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 水田展洋（2008）GPS やレーザー距離計の活用による森林測量業務の効率化. 森利学誌, 23(1) : 11-16.
- 2) 樽谷宜彦・大家広路（2006）林業分野における携帯型 GPS の活用について. 平成 17 年度 国有林業務研究発表集, 27 頁.
- 3) Trimble 社ウェブサイト (<http://www.trimble.com/GNSSPlanningOnline/> 平成 29 年 1 月 27 日取得)
- 4) 日本経済新聞 : 2016 年 8 月 16 日