

ヒバコンテナ苗による植栽試験

森林技術・支援センター 森林技術専門官 増田悠介

1. はじめに

青森県においてヒバは、国有林においては主に天然林施業、民有林においては主に人工林施業が行われてきた。

ヒバ林から拡大造林されたスギ・カラマツの人工林等が主伐期を迎えつつある中、このような箇所へのヒバ林への誘導（復元）が望まれている。

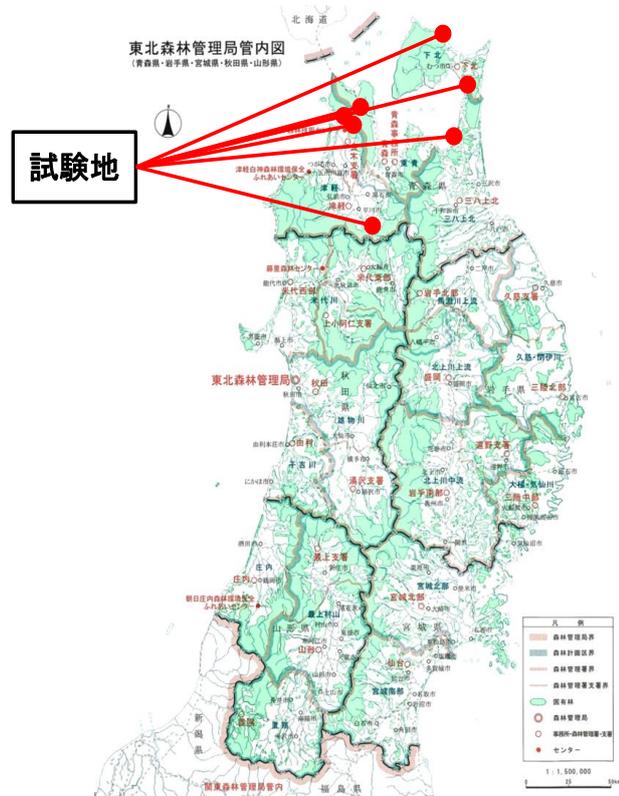
ヒバの植栽については、苗の育苗期間に長期間を要するため単価が高いといった問題点があり、ヒバのコンテナ苗の普及により、育苗期間の短縮による苗木単価の低減と植栽工期の向上による造林コスト削減が期待されている。このようなことから、ヒバコンテナ苗による植栽の実証試験を行った。

2. 調査方法

ヒバコンテナ苗の実証試験を行うために青森県内の北津軽郡中泊町（旧中里町）の国有林 235 ち 4 林小班及び 339 い林小班、南津軽郡大鰐町の国有林 574 い林小班、東津軽郡外ヶ浜町の国有林 619 ろ 1 ろ 3 林小班、上北郡野辺地町の国有林 1101 は林小班、むつ市の国有林 435 に 2 林小班、下北郡風間浦村の国有林 2074 よ林小班的 7 箇所を設定した（図－1）。

各試験地において、ヒバコンテナ苗の植栽後の成長を調査するために9月から11月にかけて苗高と根元径を計測。そして、苗が活着するかどうかの活着・枯損調査を実施した（表－2）。

青森署管内 619 林班ろ 1、ろ 3 小班において、ヒバ裸苗とヒバコンテナ苗の植栽工期を調査。また、ヒバのコンテナ苗の根の伸長状況を調査。さらに樹形変化を調査した。



図－1 試験地位置図

一方、金木支署管内 235 ち 4 林小班、339 い林小班的試験地でヒバコンテナ苗の植栽可能期間を調査するために、夏期及び秋冬期に植栽し、活着調査を実施した。さらに、ヒバ苗の育苗コストについて、生産業者から聞き取りを行った。

なお、各試験地の概要は以下のとおりである（表－1）。

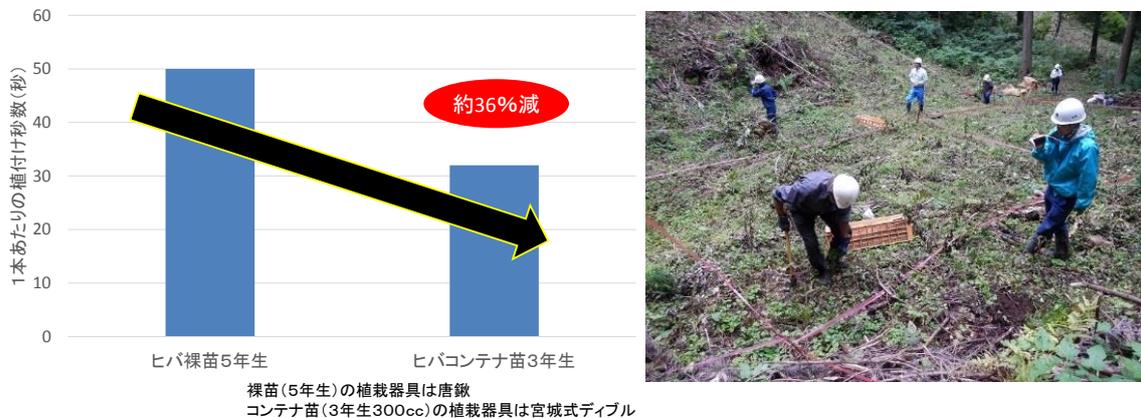
植栽箇所	植栽樹種	植栽時期	林地傾斜	斜面方向	土壌型
青森署619林班ろ1・ろ3	ヒバ	平成26年9月	15～29°	南	弱湿性褐色森林土
三八上北署1101林班は	ヒバ	平成27年10月	0～5°	東	弱湿性黒色土
下北署435林班に2	ヒバ	平成27年10月	0～5°	南	弱湿性褐色森林土
下北署2074林班よ	ヒバ	平成28年10月	15～29°	北東	適潤性褐色森林土(偏乾亜型)
津軽署574林班い	ヒバ	平成28年10月	0～5°	無	弱湿性褐色森林土
金木支署339林班い	ヒバ	平成28年11～12月	15～29°	南	適潤性褐色森林土
金木支署235林班ち4	ヒバ	平成29年6～8月	0～5°	西	弱湿性褐色森林土

表－1 試験地概要

3. 結果および考察

(1) 植栽工期

平成 26 年 9 月に青森署管内 619 ろ 1、ろ 3 林小班において、ヒバコンテナ苗（3 年生 300cc183 ㍉³）とヒバ裸苗（5 年生 182 ㍉³）を植栽し（2500 本/ha）、作業工期を調査した結果、1 本あたりの植付け秒数はコンテナ苗が 32 秒、裸苗が 50 秒かかった（鈴木 2014）。このことから、植栽工期はコンテナ苗の方が裸苗より約 1.5 倍高くなった。今後、植栽経費の軽減が期待される。



図－2 植栽工期調査結果

(2) 生存率

青森署管内 619 ろ 1、ろ 3 林小班試験地でヒバコンテナ苗（3 年生 300cc183 ㍉³）223 本とヒバ裸苗（5 年生 182 ㍉³）200 本を植栽し、平成 29 年 9 月の植栽 4 年目の段階で生存率が裸苗 93%（186/200 本）、コンテナ苗 95%（212/223 本）という結果であった。枯死した原因として、秋植えした翌年に活着せず枯死（不明）、下刈り時の誤伐、苗抜けであった。他の試験地においてもコンテナ苗で 93%以上という高い生存率であり、枯死した原因として、活着せず枯死（不明）、下刈り時の誤伐、獣害、苗抜けであった（表－2）。苗抜けを改善することで、コンテナ苗の方が生存率がよいという結果が得られると考えられる。

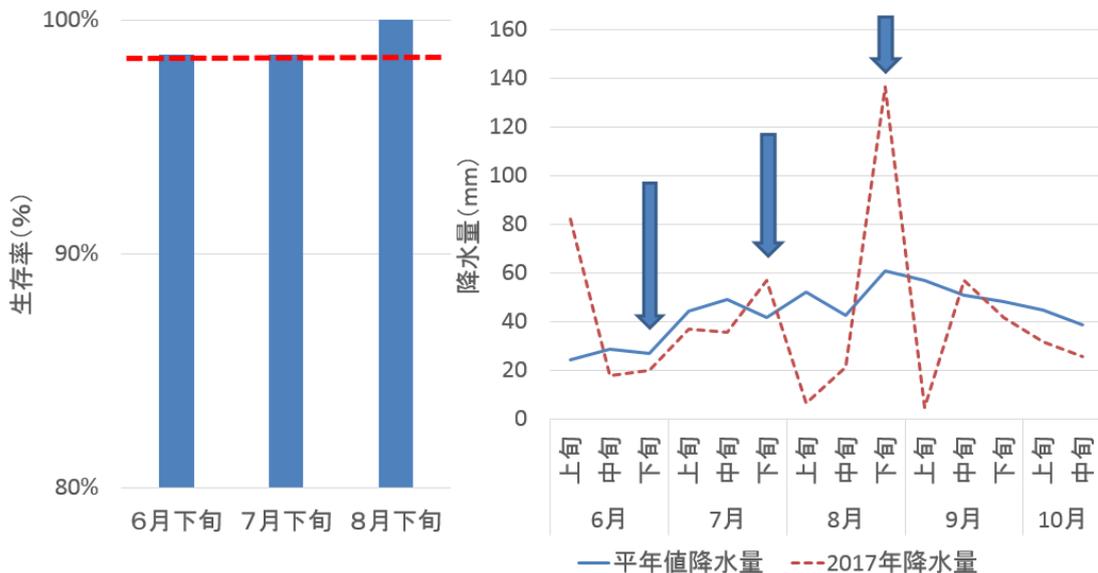
植栽箇所	植栽樹種	植栽時期	植栽本数	調査日	生存木	枯死原因				
						獣害	雪害	誤伐	苗抜け	不明
青森署619林班ろ1・ろ3	ヒバ裸苗	平成26年9月	200	平成29年9月	186	0	0	1	0	13
青森署619林班ろ1・ろ3	ヒバコンテナ苗	平成26年9月	223	平成29年9月	212	0	0	1	2	8
三八上北署1101林班は	ヒバコンテナ苗	平成27年10月	50	平成29年10月	48	0	0	0	0	2
下北署435林班に2	ヒバコンテナ苗	平成27年10月	50	平成29年10月	49	0	0	1	0	0
下北署2074林班よ	ヒバコンテナ苗	平成28年10月	50	平成29年10月	47	1	0	0	2	0
津軽署574林班い	ヒバコンテナ苗	平成28年10月	50	平成29年10月	50	0	0	0	0	0
金木支署339林班い	ヒバコンテナ苗	平成28年11月中旬	40	平成29年10月	38	0	1	0	1	0
金木支署339林班い	ヒバコンテナ苗	平成28年11月下旬	40	平成29年10月	39	0	0	0	3	0
金木支署339林班い	ヒバコンテナ苗	平成28年12月上旬	40	平成29年10月	40	0	0	0	0	0
金木支署235林班ち4	ヒバコンテナ苗	平成29年6月	67	平成29年10月	66	0	0	0	0	1
金木支署235林班ち4	ヒバコンテナ苗	平成29年7月	67	平成29年10月	66	0	0	0	0	1
金木支署235林班ち4	ヒバコンテナ苗	平成29年8月	67	平成29年10月	67	0	0	0	0	0

表－2 枯死原因

(3) 植栽可能期間

金木支署管内 235 ち 4 林小班の試験地で 6 月 21 日、7 月 25 日、8 月 23 日にヒバコンテナ苗 3 年生 150cc (青森県産業技術センター林業研究所提供) をそれぞれ 67 本植栽し、生存率を調査した。10 月 24 日に調査した結果、各月とも 99%以上と高い生存率であった。夏季の植栽は降水量に左右されることから、試験地近隣の気象庁観測所データを調べた。その結果、今年は例年より降水量が少ない悪条件下で生存したことから、ヒバコンテナ苗の夏季植栽は可能であると考えられる (図－3)。

金木 235ち4林小班 (調査:平成29年10月24日) 試験地近隣の気象庁観測所データ 市浦



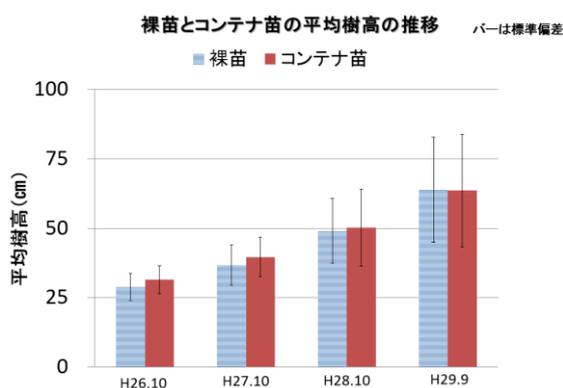
図－3 夏季植栽生存率

一方、金木支署 339 林班の試験地で 11 月 14 日、11 月 24 日、12 月 5 日にヒバコンテナ苗 2 年生 150cc (青森県産業技術センター林業研究所提供) をそれぞれ 40 本植栽し、生存率を調査した。翌年 10 月 24 日に調査した結果、各月とも 93%以上と高い生存率であった。植栽可能であるが、苗抜けによる枯死が増加する可能性がある (表－2)。

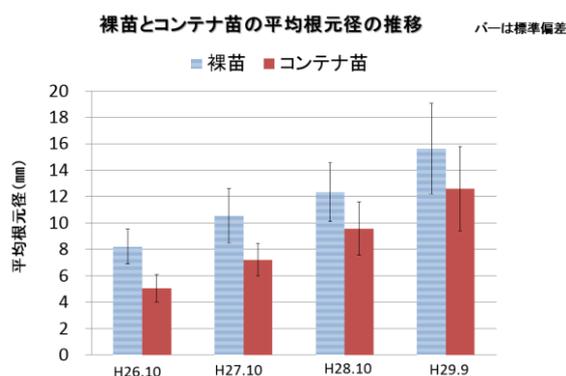
(4) 裸苗とコンテナ苗の成長量の比較

青森署管内 619 林班試験地でヒバコンテナ苗（3 年生 300cc）223 本とヒバ裸苗（5 年生）200 本を植栽し、平成 26 年 9 月植栽から 3 成長期までの段階で苗高、根元径、形状比について調査した。裸苗で苗高は少し成長が良いが、根元径はあまりかわらなかつた。形状比は裸苗で毎年高くなっている一方、コンテナ苗で毎年低くなっている。

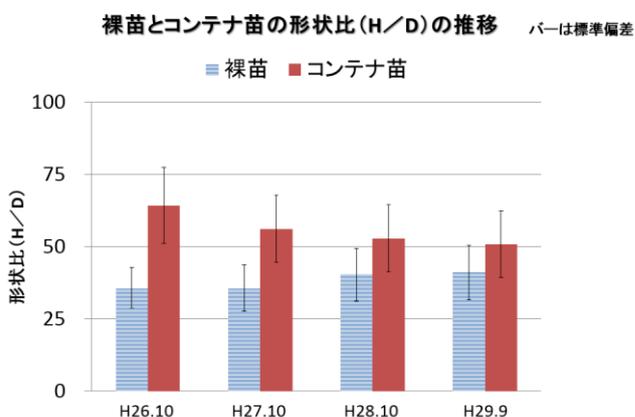
このことから、コンテナ苗については肥大成長にエネルギーが割かれ、裸苗については肥大成長から上長成長にエネルギーが割かれていると考えられる（図－4、図－5、図－6）。



図－4 平均樹高の推移



図－5 平均根元径の推移



図－6 形状比の推移

(5) コンテナ苗の樹形変化

コンテナ苗は密植状態で育苗されるため裸苗と比べ葉量が少なくほっそりした樹形になる。ヒバのコンテナ苗の植栽後どのように変化するか調査されていないことから、同一個体を毎年調査した。当初はほっそりしたコンテナ特有の樹形であったが、2 年経過すると葉量が増え、葉が展開し、裸苗と変わらない樹形に変化した。

このことから、ヒバコンテナ苗も問題なく、樹形が変化することがわかった。

(6) コンテナ苗の根の伸長状況

ヒバのコンテナ苗が生産されて月日が経っていないことから、根が伸長しているのか確認するために、根を掘り起こして調査した。調査した結果、コンテナ苗の細根から根が伸長し、問題なく成長を続けていた。

(7) ヒバ育苗コスト（聞き取り）

業者に聞き取りした結果、裸苗（5年生）は根切り作業、床替え作業等のコストがあり、山出しまで5年かかる一方、コンテナ苗（3年生）はコンテナ容器、培地等のコストがあり山出しまで3年ということから、概数としてコンテナ苗の方が20%程度経費節減できる見込み。

4. 今後の展望

ヒバのコンテナ苗について、植栽可能期間を調査した結果、夏季および積雪期前でも植栽可能であることがわかり、今後一貫作業システムなどと組み合わせることで、低コスト化につながっていくと考えられる。

また、ヒバのコンテナ苗と裸苗の植栽工期を調査した結果、コンテナ苗の方が植栽効率がよいという結果が得られた。また当初コンテナ苗の方が裸苗に比べて重いと想定していたが、裸苗5年生とコンテナ苗3年生300ccの重量が変わらなかった。このことから、植栽経費の低減が期待される。

現在、ヒバのコンテナ苗と裸苗の単価は1本あたり同額であるが、これらの調査結果およびコンテナ苗の普及により、コンテナ苗の単価の低減が期待される。

5. 引用文献

(1) 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.

6. 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生産まで.

(4) 山川 博美、重永 英年、久保 幸治、中村 松三 (2013). 植栽時期の違いがスギコンテナ苗の植栽後1年目の活着と成長に及ぼす影響

(5) 八木橋 勉 (2015). 多雪環境でのコンテナ苗の活着と成長.

(6) 山川 博美、重永 英年、真井 正 (2015). 時期別に植栽したスギコンテナ苗の初期生長

(7) 八木橋 勉、中谷 友樹、中原 健一、那須野 俊、櫃間 岳、野口 麻穂子、八木 貴信、齋藤 智之、松本 和馬、山田 健、落合 幸仁 (2016). スギコンテナ苗と裸苗の成長と形状比の関係

(8) 成松 眞樹、八木 貴信、野口 麻穂子 (2016). カラマツコンテナ苗の植栽時期が植栽後の活着と成長に及ぼす影響

(9) 原山 尚徳、来田 和人、今 博計、石塚 航、飛田 博順、宇都木 玄 (2016) 異なる時期に植栽したカラマツコンテナ苗の生存率、成長及び生理生態特性

伐・造一貫作業システムへの各事業体の取組と今後の展望

秋田森林管理署	業務グループ	○齊藤	司
	業務グループ		藤野 大河
	治山グループ	○山田	大智
	森林官補（鶴養森林事務所）	田下	直人

1. はじめに

近年、日本では主伐期を迎える人工林が増加傾向にあるが、森林の公益的機能を最大限発揮するためには主伐後の再生林が必要である。しかし、木材価格が低迷しているため、再生林にかかるコストは森林所有者にとって大きな負担となっており、現在その負担を軽減するための技術開発と実証が求められている。

そこで今回はこのようなコスト削減技術の一つである伐・造一貫作業システム（以下、一貫作業システム）に注目した。一貫作業システムとは、伐倒、地拵え、植付を別々に計画し実行していたものを、伐倒から地拵え、植付までを一連の作業として計画し、実行するものである。苗木には植栽時期を選ばず、植付効率の高いコンテナ苗を使うことも大きな特徴である。このシステムでは、伐倒の際に使用した機械を地拵えや植付作業にも使用することができるため、作業効率性の向上によるコスト削減が期待されている。また、伐採してから雑草木が繁茂する前にすぐ植栽を行うことで、初回の下刈り作業を軽減する効果もあるとされている。

現在一貫作業システムは全国各地で導入が進みつつある。秋田県の民有林では機械での作業に適した傾斜の緩やかなスギ人工林で実施された例があり、伐倒に使用した機械を地拵えにも使用することで作業負担の軽減、効率化につながったという結果が報告されている。また、熊本県の国有林ではさまざまなタイプの伐区設定で一貫作業システムの検討を行っており、傾斜や面積などの林地条件によって集材方法が異なるため作業効率に違いが出るという報告がされている。

しかし、東北において一貫作業システムは導入初期段階であり、多雪地域におけるデータはまだ不足しているのが現状である。本研究ではさまざまな条件で行われた一貫作業システムを比較検証し、東北における効率的な一貫作業システムの構築に向けた課題を見出し、検討することを目的として調査を行った。

2. 調査地と方法

調査地は秋田署管内において3事業体が計6小班において行った施業を対象とした（表1）。施業方法については、皆伐箇所が2カ所、その他が帯状複層伐となっている。傾斜に関しては、C事業体が行った箇所は緩傾斜地が比較的多く、A及びB事業体が行った箇所は急傾斜地が多くなっている。また樹種については、複層伐箇所はほとんどがスギであり、皆伐箇所では広葉樹が3割から4割程度を占めている。

なお、作業方法については各事業体に一任し、作業工程は現地調査や聞き取り調査、作業日報より算出した。

表 1. 一貫作業システム施業地の状況

事業体	林小班	林齢	面積 (ha)	傾斜 (度)	伐採方法	路網密度 (m/ha)	植付本数 (本/ha)	材積割合 (%)		
								0	50	100
A	69 と	64	6.44	15~40	皆 伐	196	2000	61.2 38.8		
	257 さ	65	1.14	15~30	带状複層伐	174	2200	99.9		
B	1078 か	62	9.04	15~45	皆 伐	350	2700	54.9	15.2	29.9
	3008 ほ	62	6.48	10~20	带状複層伐	137	2700	86.8 11.6		
C	3008 ね 5	60	2.93	5~10	带状複層伐	192	2500	89.2 5.0		
	3010 い	60	0.78	15~30	带状複層伐	195	2500	100		

注:面積は複数伐区の合計面積を示す。皆伐箇所についても保残帯を設けたため、いずれの箇所も2つの伐区からなる。
傾斜は、図面上にランダムに引いた5直線から算出し、最大値と最小値を示す。

3. 結果及び考察

(1) 作業方法の概要

現地調査や聞き取りを基にまとめた各事業体の作業の流れを図1に示す。事業体により作業の流れには大きく違いが見られた。伐倒作業に支障をきたさないようにする伐前の刈払いは、A事業体のみが人力(刈払機)でほぼ全域を行った。伐倒後の地拵えに関しては、3事業体とも機械のアームの届く範囲内においてはグラップルを用いて行っていたが、A及びB事業体はその後、植付班による人力での地拵えも再度行っていた。A及びB事業体は普段から造林事業を手がけており、植付に係る作業を植付班に交代して行ったため、地拵えにより労力をかける傾向が生じたように思われる。

植付以降の作業時に支障となる林地残材を減らす方法としては、全木集材し特定のポイントで造材を行うことで枝条の林地への散乱を防いだり、従来は林地に存置していた材の根元の曲がった部分を1~1.5mの低質材として搬出できるように地際に近いところから伐り出して採材したりするなどの取組が各事業体に共通してみられた。造材時に発生した枝条については、作業道の路体を保護・強化するために使用されたり、作業道脇や沢筋、伐区の端にまとめられたりしていた(写真1)。また、仕様書では直径4cm以上のすべての材を搬出するのが望ましいとされているが、細かい材は経費の関係上搬出するのが現実的ではないため、枝条同様に路体の保護や強化等に使用されるものがほとんどであった。

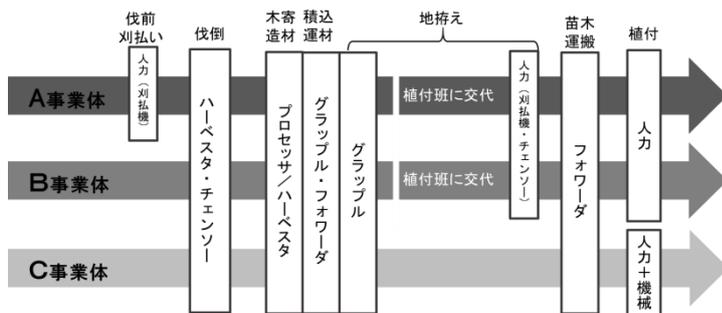


図 1. 各事業体の作業の流れ



写真 1. 枝条の処理状況

植付に関しては、A及びB事業体が人力でのみ植付を行うのに対し、C事業体はグラップルのアームが届く範囲はグラップル用の穴開け器具を使用して穴開け（写真2）をし、アームの届かない箇所については人力で穴開けを行った。人力での穴開けはいずれの事業体も、基本的にディブルを用いて行い、急傾斜地は鍬を使用した。いずれの事業体も苗木の運搬には搬出の際に使用したフォワーダを用いていた。また、仕様書では苗木が到着してから3日以内に植付をしなければならず、その期間に人員を集中させる必要が生じたため、伐出と植付を同時に行った事業体はなかった。

（2）各事業体に見られた特徴

A事業体は伐採前に伐倒作業の安全確保のため、伐区内ほぼ全域の刈り払いを実施していた。また、伐倒後に機械による地拵えを行った後、伐倒班から植付班に交代して、植付班が人力で地拵えを行っていた。その際、2小班とも急傾斜地であるため、植付など今後の作業の安全性や効率性を考慮し、特に丁寧な地拵えがされており、枝条や灌木は等高線に沿って筋おきして整理していたのが特徴的であった。

B事業体もA事業体同様に伐倒作業を行った後、伐倒班が機械による地拵えを行ってから植付班に交代し、グラップルが届かないところを人力で地拵えしていた。B事業体の特徴は、刈払われた枝条のうち、植付や下刈りに支障とならない枝条は林地に存置させてあることであり、次年度以降の下刈り作業に影響の出ない範囲での地拵えを行っていたといえる。

C事業体はA及びB事業体と異なり伐倒班がそのまま植付も担当していた。また、伐倒の際の安全を確保するための刈り払い以外は、グラップル2台で機械の手の届くところのみ灌木の処理を行い、人力での地拵えは実施しなかった。したがって、近くに伐倒する木がなければ、灌木はそのままの状態となっていた。このような場所に植付をすると植栽木が灌木の間に植えられることになり（写真3）、下刈りの際、植栽木を見落として損傷させるといった危険性が高まることが想定される。しかし仕様書では、作業時の安全性と植付の支障にならないことの2点が確保されていれば問題ではないため、地拵えの省力化が行われた。

またもう一つ大きな特徴として、植付時に機械による穴開けを行っていた（写真2）。これは機械が使用できる緩傾斜地に限られるが、ディブルなどを用いた人力での穴開けに比べ、障害物の影響を受けないので効率が上がったとの意見もあった。



写真2. 機械植付用穴開け器
（左上は白枠内を拡大したもの）



写真3. 藪の中の苗木

(3) 地拵えの差異による植付への影響

地拵えの施業方法の違いがどのように植付へ影響するのか、林小班ごとの地拵えの人工数と1人1日あたりの植付本数について、作業日報から算出したものを表2に示す。地拵えに労力をかけたA及びB事業体と機械による地拵えのみを行ったC事業体を比較すると、植付効率に大きな差は見られなかった。これは地拵えの程度がそれほど植付に影響しない可能性も考えられるが、C事業体のみ植付に機械を使用したことやC事業体が施業を行った林小班の傾斜が比較的緩やかであったこと、植付経験の有無があまり影響しないコンテナ苗を使用したことなど、地拵えの程度以外の要因が影響したことも考えられるため、今後より多くデータを収集することが必要である。

表2. 施業地ごとの作業工期

事業体	林小班	面積 (ha)	傾斜 (度)	地拵え (人日/ha)				植付 (本/人日)
				伐前	機械	人力	総	
A	69 と	6.44	15~40	6.99	1.40	7.18	15.57	219
	257 さ	1.14	15~30	3.07	3.51	3.51	10.09	196
B	1078 か	9.04	15~45	-	0.44	2.21	2.66	233
	3008 ほ	6.48	10~20	-	1.85	-	1.85	287
C	3008 ね 5	2.93	5~10	-	1.54	-	1.54	249
	3010 い	0.78	15~30	-	1.92	-	1.92	217

注：地拵えの数値は ha あたりの地拵えにかかった人工を表し、数字が大きいほど地拵えに労力をかけたことを示す。また、植付の数値は1人1日あたり何本植え付けたかを示す。

4. 展望

今後一貫作業システムを東北地方でさらに普及させていく上で、検討すべき課題が何点か見出された。まず1つめとして、一貫作業システムの伐区を設定する際、急傾斜地や広葉樹が多く侵入している箇所などは一般的に不向きであることを考慮する必要があると思われる。急傾斜地は上下作業となりがちであり、大型機械での木寄せ・地拵えが難しくなるほか、植付場所や苗木の安定性、作業の安全性の確保のため地拵えをより念入りに行う必要が生じやすく省力化が難しいためである。また広葉樹が多く侵入している箇所は灌木の処理や枝条整理に手間が生じやすく、地拵えを簡略化する一貫作業地としては適さない。そのため、GISを用いて傾斜の把握や、グーグルアース等で樹種の分布の確認を行い、そのような箇所については、別途地拵えを検討する必要があるだろう。また、急傾斜地については作業道を作設しやすいよう等高線に沿った伐区設定をするなどの検討が必要である。

2つめとしては、特別に一貫作業向けの作業システムの構築を行う必要があると考える。これを行うためには、二つの観点からアプローチが必要ではないかと考える。一つめの観点として、作業システムの枠組みを作ることである。例えば、より柔軟な人員配置を行い、伐倒・植付が同時並行できるようコンテナ苗の使用期間を3日から延長を検討するといったことがあげられる。コンテナ苗の現地保管と植付後の活着状

況については、四国において、1ヶ月程度は保管が可能であり現地保管することで活着率も向上する傾向がみられたという報告もあるが、東北においても同様であるのか改めて試験をして精査する必要があるだろう。もう一つの観点としては、より機械の導入を図ることである。例えば路網密度を上げ、機械を使用できる面積を増やすことや、造林用にグラップルレーキやロータリークラッシャ、ロングリーチ機を導入するといったことが挙げられる。造林用機械の使用は地拵えの効率化だけでなく、グラップルレーキでは地表面が耕耘されることによって植付作業の効率性向上、ロータリークラッシャでは破砕物が地表面を被覆することによって雑草木の繁茂を抑制し下刈り回数の軽減といった効果も期待できる。このような取組を基にした一貫作業のための作業システムの構築を行うことで、従来の伐倒作業、地拵え作業、植付作業をまとめただけの一貫作業システムではなく、より効率的で本質的な一貫作業システムとなるだろう。

なお、本研究では地拵えの程度が植付に影響が無いという結果であったが、先述のとおり傾斜等や他の環境要因が働いている可能性がある。また、事業体からは植付よりも下刈り時に影響が出てくるのではないかという意見もあった。地拵えの省力化により、雑草木の繁茂が抑制されたり、地表の保護に枝条が寄与したりするなどの利点が想定されるが、その一方で造林作業の支障となったり、植栽木が被陰されたりするなどの欠点が考えられる。

現時点では地拵えの程度の基準がないため、事業体の裁量で地拵えの程度が決まっている。今回の調査では、造林作業の経験の有無の違いは地拵えへの認識の違いとなり、作業の程度にばらつきが生じさせる一つの要因となっていることが示唆された。作業内容を平準化させることは、一様な森林を造り上げる観点からも重要であり、そのために作業基準を示すことが必要であると考えられる。今後地拵えの基準化を行うにあたっては、継続してより多くのデータを収集し、客観的な数値によって科学的にアプローチしていくことが必要となるだろう。

5. 参考資料

伊藤哲(2016)「低コスト再造林の全国展開に向けて—研究の現場から—」山林,1586, 2-11

岡勝(2016)「一貫作業システムの考え方」山林,1587,10-19

清水川一儀ほか(2016)「道北における一貫作業システムの充実に向けて」機械化林業, 751,15-20

白濱正明ほか(2016)「誘導伐及び一貫作業システム推進に向けた取組み」機械化林業, 752,13-18

原山尚徳(2016)「伐採から再造林までの一貫機械作業でコストを削減」森林総合研究所 H28 年版研究成果選集,14-15

藤本浩平ほか(2016)「架線系一貫作業システムの実用化に向けて—コンテナ苗の架線による運搬・現地保管・植栽—」森林技術,897,16-19

本間定寿(2017)「皆伐・再造林一貫作業による植栽作業の低コスト化」機械化林業,768, 27-30

平蔵沢ヒバ人工林における天然更新による施業方法の一考察

盛岡森林管理署 業務グループ ○瀬ヶ沼 恵佑
森林技術指導官 松 尾 亨

1. はじめに

盛岡署盛岡森林事務所管内の平蔵沢ヒバ展示林は天保 12 年（1841 年）に下北半島産のヒバを植栽したものと推定されており、東北局管内最古のヒバ人工林（約 180 年生）である。

昭和 30 年度に学術参考保護林に設定され、平成 3 年度の保護林制度の見直しに伴い、展示林として取り扱われている。保護林設定の昭和 30 年度から平成 14 年度に健全な展示林維持を目的として間伐が行われるまでの約 50 年間は無施業で推移してきた。また、平成 23 年には気象災害（雪害等）により、植栽上層木の倒木が発生し、林冠にギャップが形成された影響でヒバの天然更新の優良な箇所が見られる。

そのことから、過去の森林調査データが残されており、歴史的に価値のあるヒバ人工林を残しつつ、間伐や自然災害によってできたギャップから天然更新とその成長を促し、後継樹の育成につなげる施業の方法について調査を行った。

その結果として、ヒバ人工林を択伐施業による永続的に森林経営できれば、再造林コストの軽減や、青森県におけるヒバ林復元プロジェクトへの施業技術開発の参考となることを期待し、今後の展示林の取り扱い方について考察する。

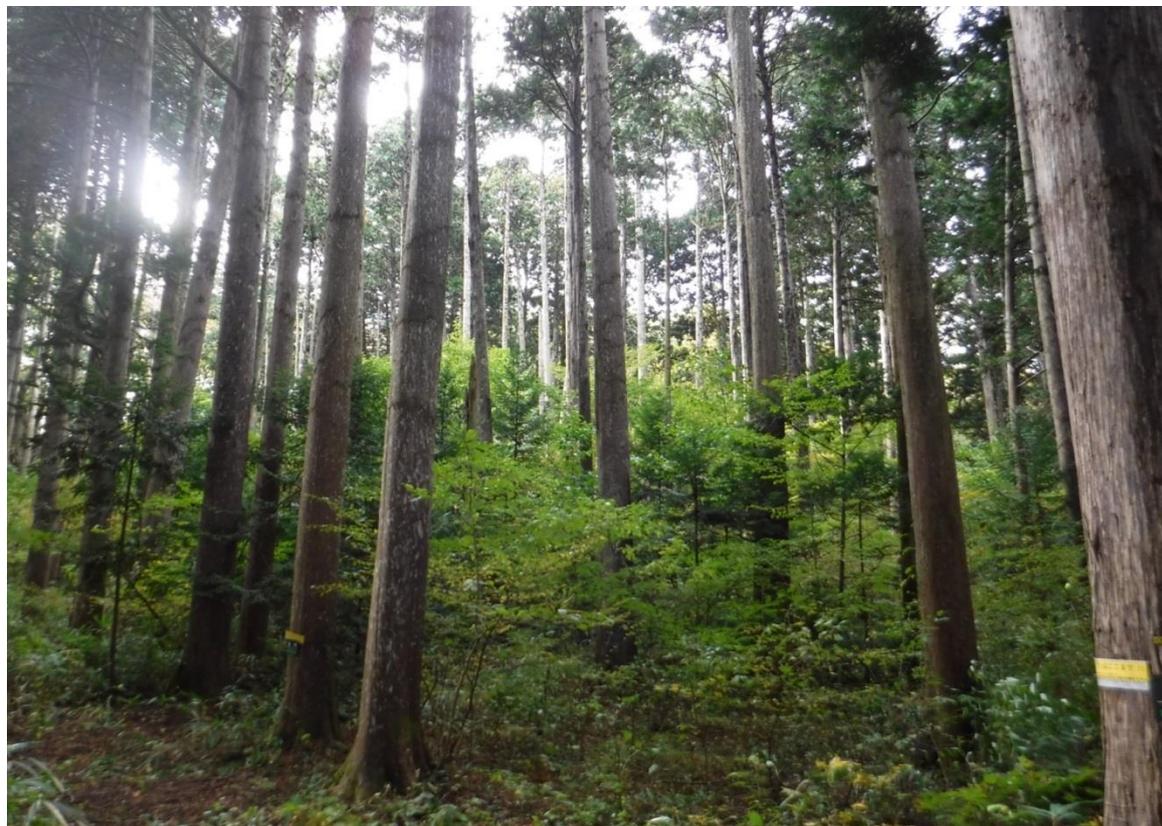


写真 1 平蔵沢ヒバ人工林

2. 調査地概要

2-(1) 調査場所

岩手県滝沢市影添国有林 95 林班へ、わ 1, わ 2 林小班の合計 0.84ha を調査した。

2-(2) 地況

土壌は火山灰を母材とした適潤性黒色土である。標高は 180～220m、年平均気は 10.2 度、年間年間降水量 1266mm である。

2-(3) 林況

成育状況は良好で大径木が 30% を占める林分となっている。施業状況については平成 14 年に 47 本の間伐（ヒバ：46 本、広葉樹：1 本）を行った。平成 22 年 12 月 31 日か平成 23 年 1 月 1 日の雪害（推察）により、倒木が発生している。また、今年度調査を行ったヒバ 1 本が 11 月の台風の影響によって倒木が確認された。倒木は立木の地上 12～13m 付近から折れており、腐れの影響を受けていたと考えられる。周辺のヒバを見渡すと同じく地上 12～13m 付近に欠点が見られるものもあり、成長段階でなんらかの被害を受けたことが伺えた。しかし、ヒバやヒノキの造林地で大きな問題となっている漏脂病がほとんど見られないことが平蔵沢ヒバ林の特徴である。

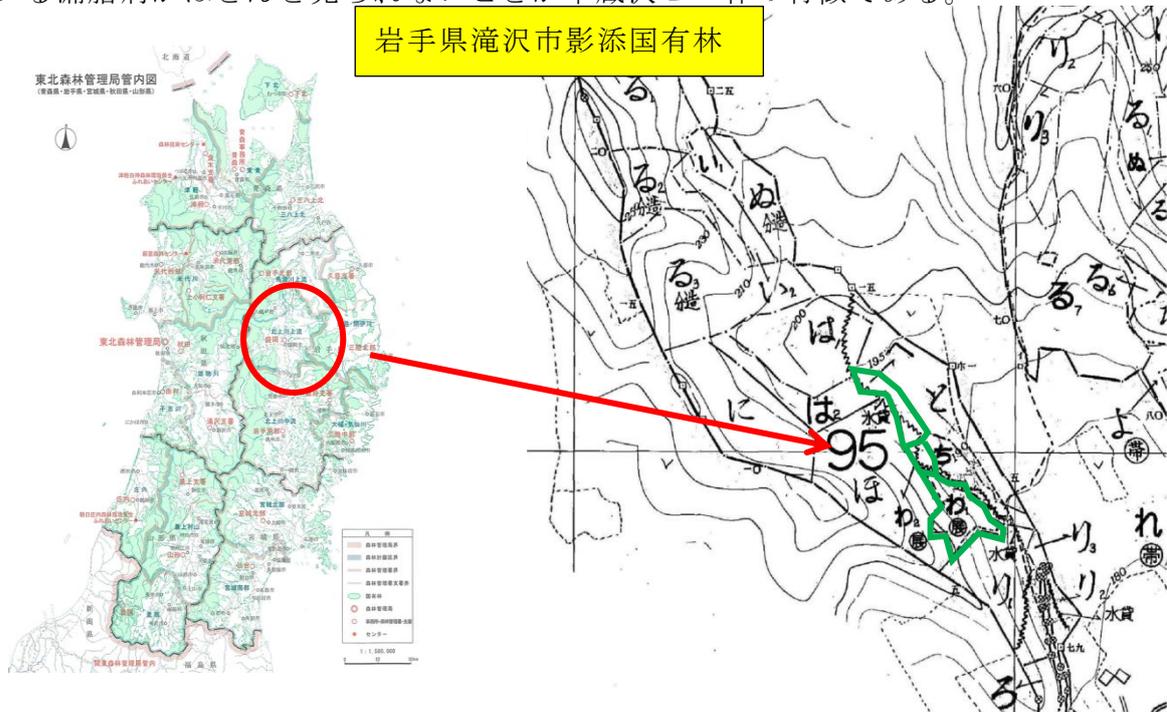


図 1 影添国有林 95 へ、わ 1, わ 2 林小班

3. 調査方法

ヒバ人工林の天然更新状況を把握するために、次の方法で森林調査等を実施し、林分の構成状況や過去の施業状況を分析し、現況から将来の施業方法の検討を行った。

3-(1) 林分調査（林分全体の蓄積、樹高、立木の配置等について）

3-(2) 下層植生調査（更新ギャップと未更新面等の比較）

3-(3) 過去の森林データ及び研究論文等の分析

4. 調査結果と分析

4-(1) 林分調査（毎木測定調査）

95 へ、わ 1、わ 2 林小班における胸高直径 4cm 以上の樹木について樹高、胸高直径、枝下高、樹冠幅（4 方向）の測定と立木の品質区分の評定を行った。また、立木位置の座標（X,Y,Z）の測定を行い、フリーソフトの Forest Window を用いて、森林構造の 3 次元表示を行った。沢沿いの緩傾斜面に細長く広がり、ヒバの中大径木主体の林分構成である。斜面上部にはコナラ、イタヤカエデ、センノキ等の広葉樹が混成している。また、林床の明るい箇所ではヒバ稚樹の繁茂が見られる。（写真 1,2）

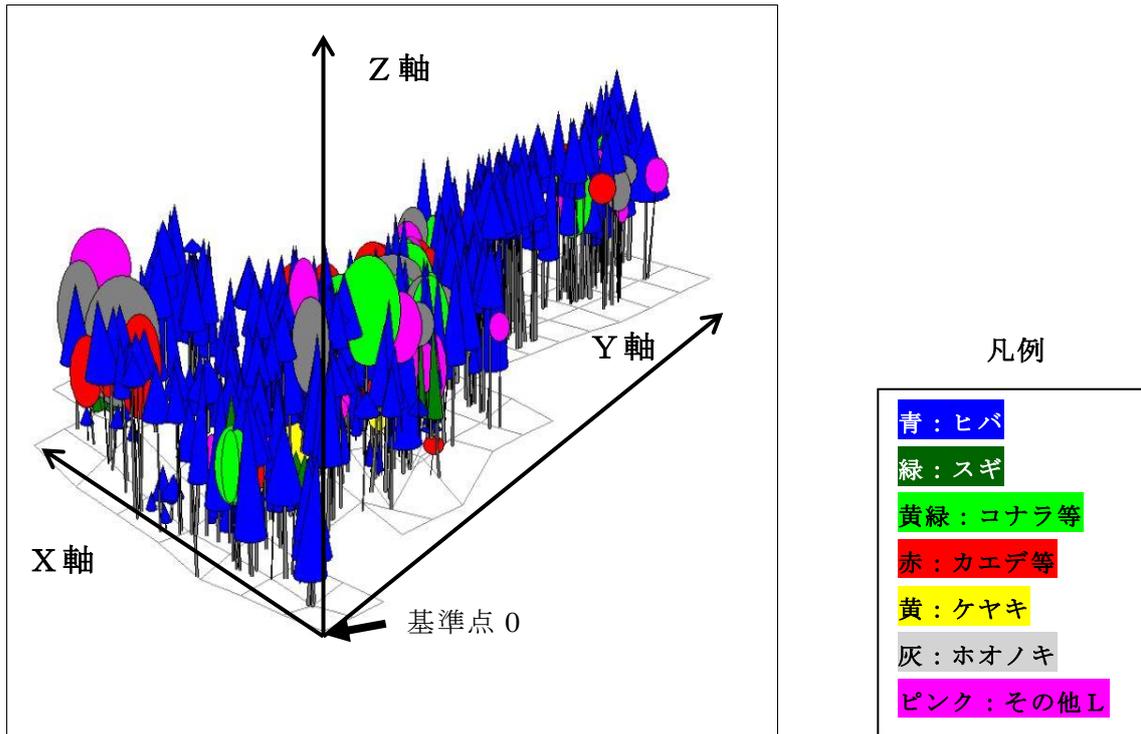


図 2 毎木調査立木位置図

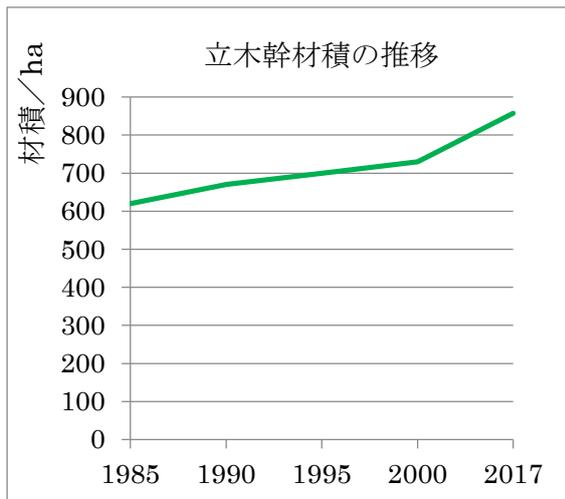


写真 1

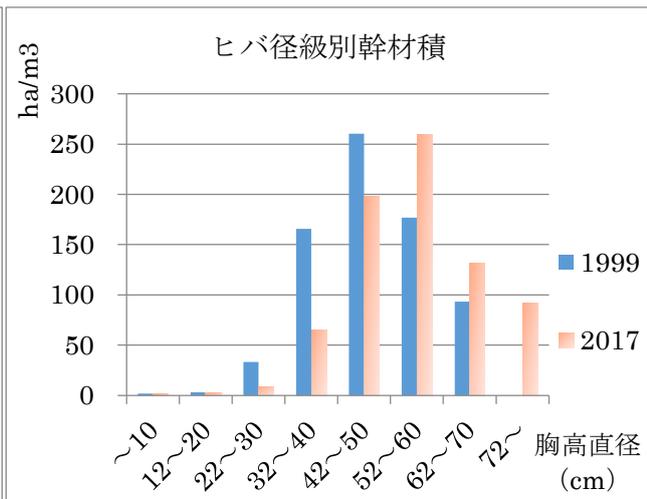


写真 2

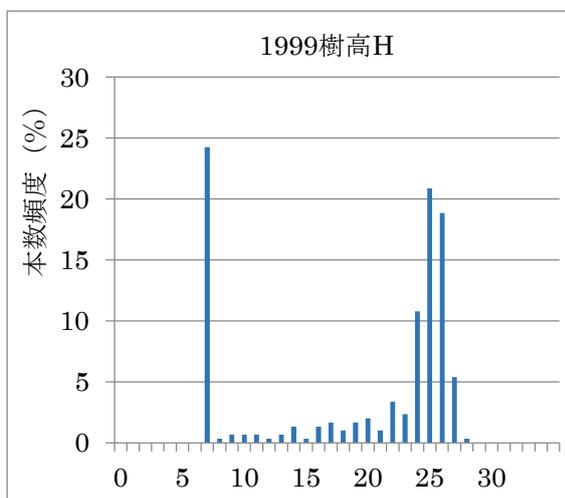
林分全体の蓄積は、本数で 448 本、立木材積で 720 m³（うちヒバ 337 本 75%、637.6 m³ 88%）となる。ha 当たりの換算材積で見ると全木で 533 本、857 m³、ヒバで 421 本、759 m³となり、1999 年当時と比較してみると、立木蓄積が 180 年以上経過した林分にもかかわらず増加している。さらに 2002 年には、間伐（密集木や損傷木を中心に、本数で 47 本、14% 材積で 38 m³、12%）を行ったことで、1955 年以降 50 年近く施業を行われなかった林分の光環境の変化により中・大径木の成長が促されたと考えられる。（グラフ 1,2 を参照）また、樹高分布を本数頻度で表したのがグラフ 3,4 である。1999 年は 25m をピークとした山型となっているが、2017 年には下層木と上層木の 2 極の山となっている。



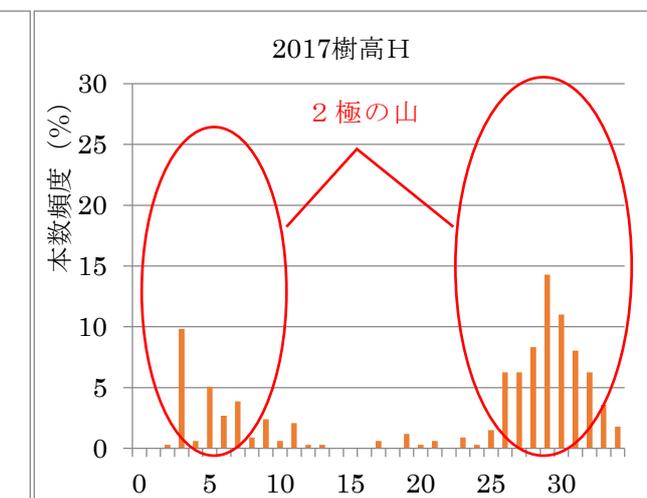
グラフ 1



グラフ 2



グラフ 3



グラフ 4

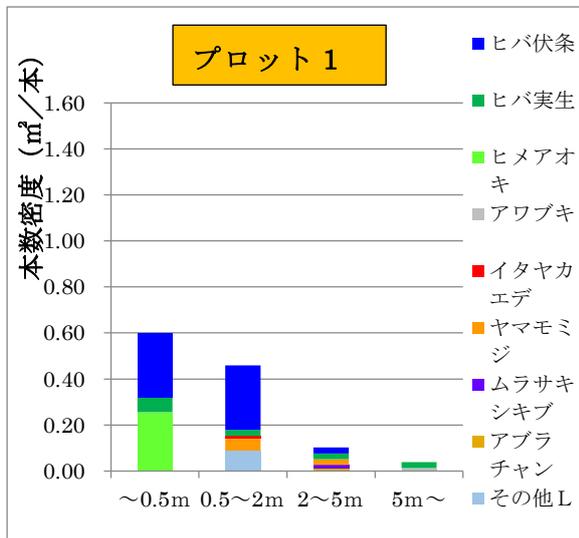
4-(2) 下層植生調査

林冠閉鎖したヒバ林は一般的に林床が暗く、稚樹や下層植生が少ないイメージがあるが、林分内でも、稚樹の発生が良好なところや、ギャップの形成により中径木の成長が良いところ、また、稚樹が発生するものの伸張できない「這ヒバ」状態の箇所があることから、条件の違う 5 箇所にプロットを設定し植生調査を実施した。プロット No1~5(図 3 参照)において、杭を打ち込んだ箇所から半径 5m の円の範囲にある胸高直径 4cm 以下の植生を調査し、樹高階（50cm 未満、50cm 以上 2m 未満、2m 以上 5

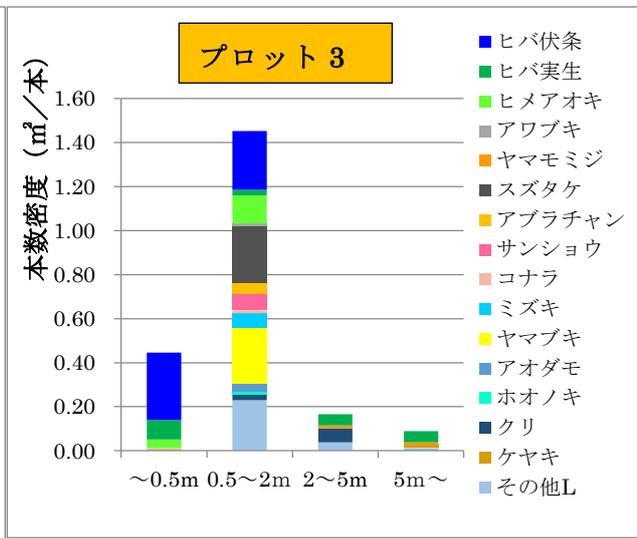
m未満、5m以上) ごとの本数の調査を行った。

植生調査量(グラフ5・6・7)からプロット1は相対照度が低い数値であるが、2m以上5m未満や5m以上の個体も見られることから、一度、光環境が改善され、その後再び閉鎖したと推測される。プロット3は相対照度が高いため、ヒバ以外の広葉樹の進入が多く見られた。しかし、植生の初期に見られるアワブキやサンショウなどの樹種のため、ヒバの成長障害にはならず、林冠が閉鎖するまではヒバの成長が見込めると考えられる。プロット5は芽生え始めた小さいサイズがほとんどであり、光環境が変わらなければ、枯死する個体の発生やギャップができるまで成長できず、耐えなければならない。これらのことから、森林内で新たなギャップの発生から、稚樹の成長、芯立ち、中径木への成長が180年の時間経過の中で行われていたことが推察される。

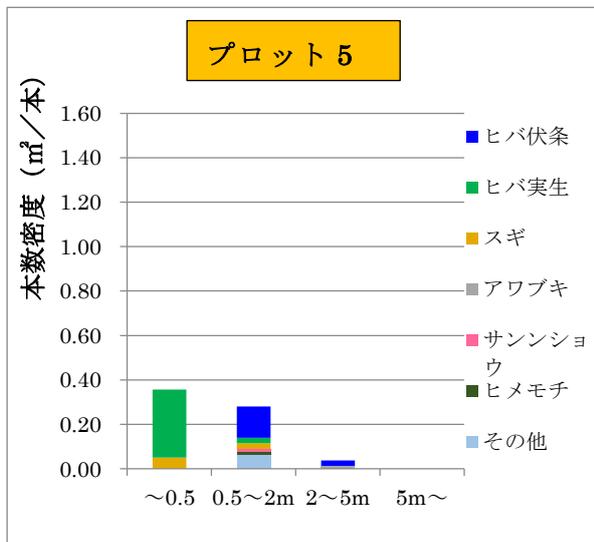
稚樹の成長の過程として最初はプロット5のような林分から天然更新を始め、自然災害等によってギャップが形成され、プロット3になり稚樹の成長や広葉樹の侵入が起こり、林冠が閉鎖するとプロット1のような林分へととなると推測した。



グラフ 5



グラフ 6



グラフ 7

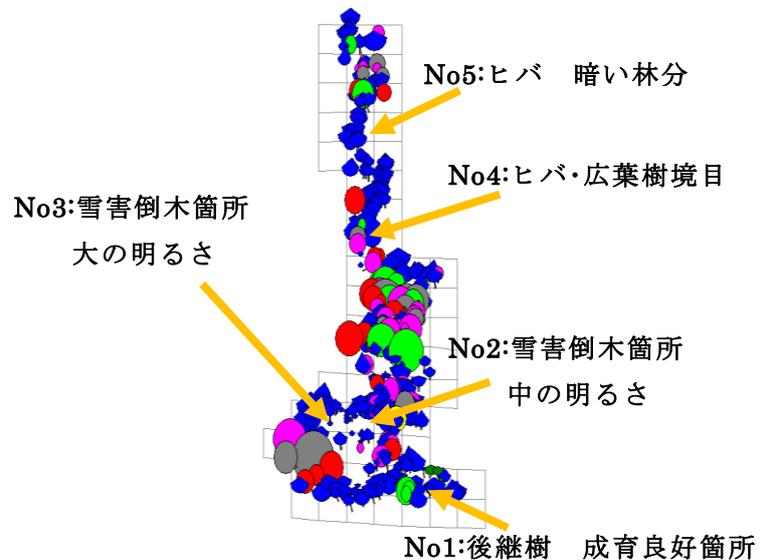
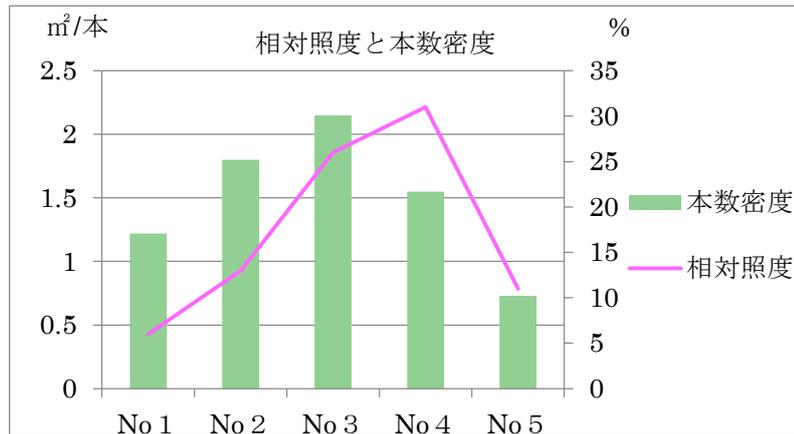


図 3 プロット箇所位置図

4-(2)-① 照度と本数密度の関係について

照度計を用いて、図 3 のプロット 5 箇所における照度を測定し、対照区（照度 1000 ルクスに対する相対照度を求めた。測定は 1 分ごとに合計 3 回の測定を行い、その平均を求めた。

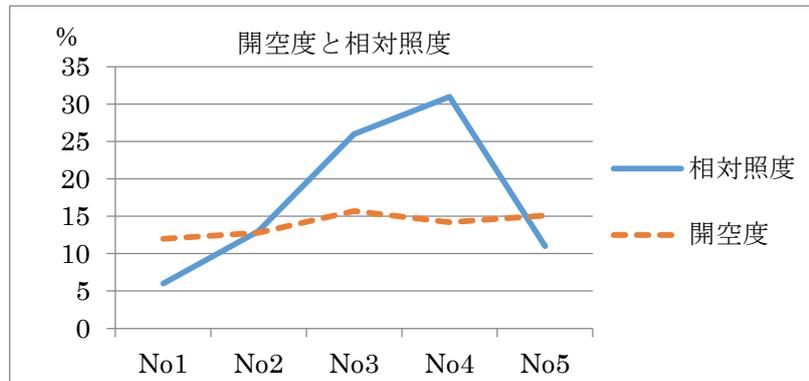
グラフ 3 は、下層植生調査 No1～No5 のプロットの相対照度と、1 m²当たりの発生本数密度を表したものである。相対照度が高いと本数密度も高くなる傾向があった。No3(ギャップ箇所)は No5(林冠閉鎖箇所)と比較して本数密度が約 3 倍程度高くなった。



グラフ 3

4-(2)-② 開空度と相対照度の関係について

No 1～No5 のプロットの開空度を測定し、相対照度とギャップ構成による開空度の関係を分析した。(地上 1m に魚眼付きカメラを設置撮影:開空度の解析には CanopOn2 (URL <http://takenaka-akio.org/etc/canopon2>) を使用した。)



グラフ 4

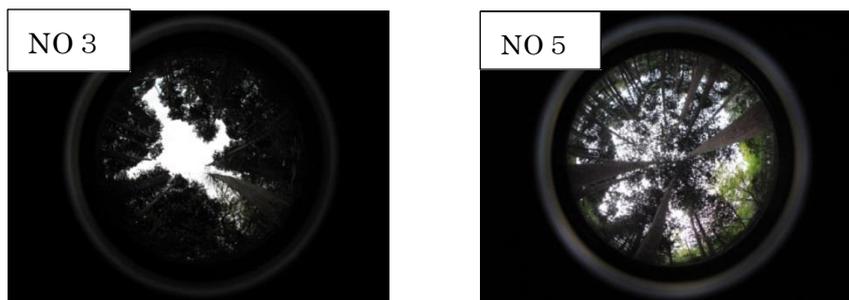
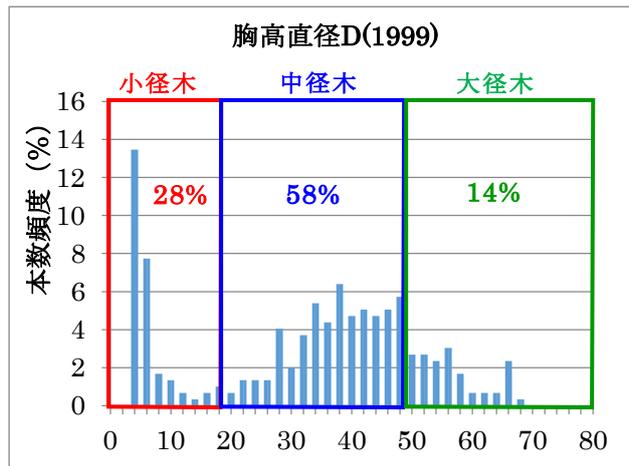


写真 3 全天空写真 (プロット No3, No5)

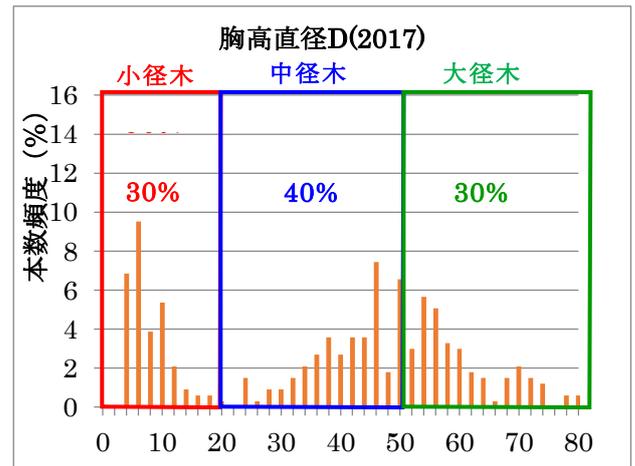
グラフ 4 より開空度と相対照度の関係には相関関係が見られなかった。倒木によって大きなギャップを構成していた No2 と No3 で高くなると予測されたが、林冠閉鎖箇所と比較して開空度に大きな差は見られなかった。しかし、No3 と No5 を比較すると同じ開空度でありながら相対照度に約 2 倍の差が見られたことから、群状の空間が林内の光環境に重要であると考えられる。

5. 過去の森林データとの比較と研究論文による分析

5-1) 過去の森林データとの比較



グラフ 8



グラフ 9

1999年と2017年に調査した胸高直径の本数頻度を表したものがグラフ 8,9となる。胸高直径を小径木（胸高直径 20cm 以下）、中径木（胸高直径 22～50cm）、大径木（胸高直径 52cm 以上）のグループに分け、それぞれの本数頻度から林分構造を把握すると 1999 年は小径木 28%、中径木 58%、大径木 14%であり、青森ヒバにおける林型区分（東北森林管理局青森分局 2000：ヒバ天然林施業の進め方）によると③中径木主体型に該当する。その後、2002 年の間伐（ヒバ 46 本）や 2011 年の雪害による倒木の発生（ヒバ 18 本）によって光環境が改善された。その結果、2017 年の林分構造は中径木の割合が 40%に減少し、大径木の割合が 30%と増加したことから林型区分は④自然推移型 2 に該当した。人為的間伐や自然災害によるギャップの形成が林分構造の変化に起因していると推察できる。

5-2) ヒバ林研究に関する論文の分析

平蔵沢に関する調査論文や、青森県のヒバ林の天然更新に関する研究論文を分析し、2017 年に調査結果と検証し、ヒバ高齢人工林をどのような施業方法により、更新を継続させながら、木材の生産を計画的に実施する施業方法を検討した。

5-2)-① 参考とした論文

- 1 「過去無施業で推移した東北地方のヒバ高齢人工林における個体の成長パターン解析と幹材積生産」(2006) 梶本卓也、櫃間 岳ほか
- 2 「ヒバの森を使い続ける -1927 年から続く施業試験-」交付金プロジェクト(2011) 森林総合研究所 東北支所
- 3 「ヒバ天然林施業の進め方」(2000) 東北森林管理局青森分局計画課

論文 1 については、平蔵沢のヒバ林を直接調査分析した貴重な資料であり、今回の調査のデータにおいて 5・(1)において比較している。林分の成長過程では、植栽後 60 年～80 年くらいで樹高成長は 20m 前後で頭打ちとなり、その後緩やかに成長し 120 年生頃から個体差が顕著になっている。また、1955 年から 50 年間は無施業であったが 2002 年の施業後の成長が見られることは、天然林で行っている施業の状態同じような成長が見られている。このことは、写真 3 の No3 で示したギャップの構成から 6 年ほどで、芯立ちした小径木が多数見られることから攪乱後の成長過程も天然林と同様と考えられる。また、樹幹解析から 1920 年～1930 年頃に間伐や自然災害による攪乱から大きな成長の変換点が見られる。このことが、その後大径化に繋がっていく過程が解析されている。

論文 2 については、青森県のむつ市の天然林の試験地において、1927 年から 11 年～15 年のサイクルで 6 回の択伐施業を行った林分の分析で、伐採前の ha 当たり 400 m³以上の蓄積を現在まで維持しながら、総収穫量 650 m³/ha 得ていることから天然林と同様の成長過程を見せているヒバ林においても応用できる技術と考えている。更新の継続性からの小径木、中径木、大径木の構成バランスを目指した林型に整えることが重要である。

論文 3 については、東北森林管理局の施業の進め方の指針であり、現状林分の林型の分析から択伐後の目標の林型に誘導していくための、着葉量が多く健全な立木を残存させ低質木や中小径木の生育をそがしている立木の選木等、収穫調査時のノウハウや伐採後の林分の回復状況から回帰年、また更新補助作業等についてまとめられている。

これらの文献と併せて今後の施業を検討したい。

6. 考察

ヒバ人工林の面積は、平成 12 年当時の青森分局の資料では、約 800ha ほどとなっているものの、漏脂病や広葉樹との競合により良好な成育状況を示している林分は少ない。そのなかで平蔵沢ヒバ人工林は良好な成育状況であり、天然林と遜色ない状況と、ヒバ特有の実生と伏条による更新が行われ、植栽から 180 年程経過した現在も成長を続けている。

展示林として、無施業の期間が長く、かつ研究者による調査データが残っている貴重な森林であるが、今回の調査データからもわかるように、長期に保存状態を保っているばかりでは、大径材への森林に変化していくものの、中径木の減少と小径木の枯死により、ヒバ特有の更新方法を活かした施業への転換が図れないことから、天然更新を図るための施業を行う必要がある。

そこで、「4 調査結果と分析、5 過去の森林データ比較と論文よる分析」から、高齢級のヒバ人工林施業方法を考察した。

伐採方法	群状による択伐 伐採率 15%程度 (群状の大きさは樹高の半分 15m×15m程度)
選木方法	立木密度の高い箇所を実施 1 大径木で不朽等欠点のある上木 2 中小径木の成育阻害となっている上木 3 広葉樹下でヒバ稚樹の成育阻害となっている上木 4 形質不良の木
回帰年	20年
保育方法	伐採搬出時に更新面の確保のため枝条整理

以上の方法で施業を実施すると、現在の ha 蓄積がヒバで 860 m³として、立木評価額が約 3100 万円程度と見込まれることから、今後 100 年間の施業での蓄積変化と収入を試算すると以下のような表となる。単価は 2017 立木評定時の搬出経費込み 1 m³当たり 35,000 円で算出を行った。

西暦	2018年	2038年	2058年	2078年	2098年	合計
ヒバ収穫量	860 × 15 % =130 m ³	650 m³				
収入額	455 万円	2275 万円				

表 1

経費	ha あたり	0.84ha あたり
苗木(200 円/本)5000 本/ha 植栽	200 円×5000 本=100 万円	84 万円
下刈り(5 回 : 15 万円/ha)	5 回×15 万円=75 万円	63 万円
除伐(2 回 : 20 万円/ha)	2 回×20 万円=40 万円	40 万円

表 2

また表 2 より、苗木・下刈り・除伐の経費を仮設定し、収入額から経費を差し引くと 2275 万円 - {100 万円(苗木) + 75 万円(下刈り) + 40 万円(除伐)} = 2060 万円の利益が得られる推定となった。

試算ではあるが、現在の林業においてスギやカラマツ林での低コスト施業を取り入れて実施しても、このような高収入のモデルはまれであると考ええる。

ヒバは一度植栽すれば、初期の保育には時間と経費が掛かるものの、再造林の必要がなく永続的に林業経営できる可能性のある樹種とも言える。この特性を十分に発揮させる施業取り入れ、次世代への低コスト林業への一助となればと考えている。

最後になるが、昭和初期に我々の大先輩である、松川恭佐先生がまとめられたヒバ天然林の施業体系については確立されているが、ヒバ人工林やスギ等の人工林からヒバ林への移行する施業等については未解明な点が多々ある。ヒバ林の研究が始められてから約 90 年ほどであるが、ヒバ林の長期的な施業から見れば、わずかの 100 年程度の時間経過でしかないのかもしれない。今後もさらなる調査や試験を行いより確実な方法を検証していきたいと考える。

初心者でも正しく研げる笹刈刃目立て器の考案について

林材業災害防止協会 秋田県支部

緑の雇用現場技能者育成 安全監督指導員 成田 満

1 課題を取り上げた背景

刈払機がその性能を十分に発揮するためには、正しく目立てされた刈刃を使用する必要があります。常に、正しく目立てをした刈刃を用いることは、作業能率が向上するばかりではなく、作業者の疲労が少なくなり、振動障害の予防の面からも重要です。

私は現在、林野庁で進めている「緑の雇用担い手育成対策事業」の下で、現地において、安全監督指導や座学の講師として、25年以上の現場経験を踏まえた専門的な情報や実体験談を交えた指導をしています。本事業は、林業への新規参入者である「緑の担い手雇用研修生」に対して「安全作業に係る基本動作を習得させること」を通じて、安全意識を有する基幹的担い手として育成することを目的としています。「緑の雇用担い手研修生」は、年計画に沿った研修を終了すると、雇用された各地の森林組合・各林業事業体のそれぞれの現場に戻り、実際の現場でチェーンソー伐倒や造材、刈払作業等に従事することとなります。さて、現場作業のうち、下刈り・除伐・除伐Ⅱ類等の刈払作業では、刈払機の性能を十分に発揮するために、正しく目立てされた刈刃を使用することが大切です。

通常、現地においての目立て直し作業は、先輩からの指導、あるいは先輩のやり方を見て自己流で実行しているのが実態です。私達が指導する教科書でも、丸鋸刃の目立ての解説が主となっており、丸鋸刃の研磨機等特殊な工具と高度な技能を必要とすることから、何処の森林組合・事業体においても現在はほとんど使われていません。

一方、実際に作業現場で使用しているのは、笹刈り刃が主流です。(表-1)

刈払機の刈刃選定調査集計表

表 - 1

森林組合・事業体名	刈刃の種類別	刃数					計	刈刃使用割合
			下刈	除伐	除伐Ⅱ類	草刈		
	丸のこ刃	70枚・80枚・90枚					0	
	笹刈刃	30~40枚	12	9	8	5	34	60%
	チップソー	30~40枚	5			11	16	28%
	切込刃	4~8枚					0	
	チェーンソー			4	3		7	12%
計			17	13	11	16	57	

<表-1解説>

下刈：造林木の生長を阻害する雑草を除去することで、いわば造林木と雑草との生存競争に対する人為的干渉といふべきもので有り、下刈の精粗は造林木が成林するかどうかに関わる。下刈は造林木が一定の樹高に達し、雑草木の層から抜け出し、順調な生育を阻害されず成林の見込みがつく間、成長を阻害するこれらの雑草を除去し、また

その成長を抑制して、造林木に対し、必要な陽光、水分、養分を与えることを主眼として実施するものである。

除伐：除伐は下刈終了後侵入繁茂し、造林木の成長を阻害している広葉樹や、目的樹種であってもその形質が不良で、将来とも保残育成しないものを伐除し、造林木の成長促進に十分な土地と空間を与え、優良林分の造成を図るために行うものである。原則として林令20年以降は除伐は実施しない。

除伐Ⅱ類：造林木が現に過密になっている林分、又は第1回目の間伐までの間に本数調整を行わないと過密となることが予想される林分で、その健全性を維持するため種間競争を緩和させる作業である。除伐Ⅱ類の施行によって、適正な密度を維持し、諸被害の防除軽減と各個体の成長促進、形質優良木の育成、林分の質的向上を図り、かつ利用率の向上、販売単価の上昇を期待するものである。除伐Ⅱ類における対象木は、林齢20年生以下の人工林で成長不良木、形質不良木などを中心として、胸高直径おおむね6cm以下を目安とする。

刈刃の種類



丸のこ刃
(林業の下刈用丸のこ刃)



笹刈刃あさり付き
(草刈、下刈用)



チップソー
(草刈、下刈用)



8枚刃
(草刈用切込刃)

目立て直しを実行する時は、必ず刈り刃を研磨台に固定させて目立てしなければ刃がグラグラし正しい目立ては出来ません。作業者は各自まちまちに行っており、決して正しく目立てされているとは限りません。(写真—1)

それもそのはずで、研修生の年齢層が18歳～60歳と年齢幅も広く、雇用される以前の仕事も多岐に亘り、これまで刈払機を使った経験のない研修生がほとんどです。

そのため初心者でも簡単に目立てが出来る器具が作れないものかと常に考えながら、各地のホームセンター等の資材店を回っていた時に、長年探していた鋸刃を支え目立てをするため必要な、「面打ちキャスター(径19mm)」を見つけ、これだと思い早速試作を繰り返し、最終的に軽便で頑丈な目立て器を完成したので報告します。



写真—1

2 取り組みの内容

私たちの山仕事は毎回全て条件が異なり、ある意味で危険の伴う仕事であり、こうした現場で刈払機を安全に使うためには、正しい目立てを含めて基本動作をしっかり身に付け、技術を磨いていかなければなりません。刈払機とは、草と木を切るカッター(刃物)であり、いつも効率的に切れていなければ仕事になりません。

よって必要となるのは刈払機をいかに楽に能率よく、かつ安全に使いこなすかです。刈刃の目立ての重要性は、刈払機を上手く安全に、そして振動障害(白ろう病)にならないため、目立て直しを如何によくするかということになります。

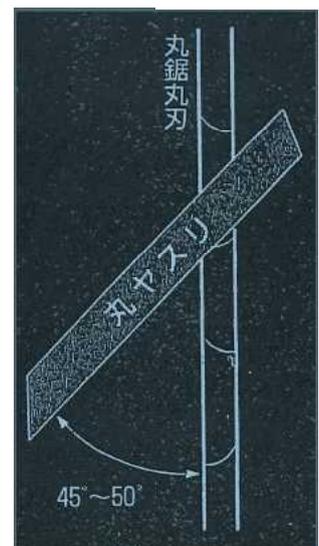
正しい目立て直しが出来ない原因は、

(1) 目立て直しとは摩耗して切れ味の低下した刈刃を元の切れ味に再生する事ですが、正確、確実、適切に目立て直し行うことが必要で、研磨角度は約45度です。(図—1)

(2) 笹刈刃購入時に、刈刃入れ物の裏面に書いてある、目立て直し時の注意事項をよく理解していない為、正しい目立て直しが出来ていません。

以上のことから、刈払機をうまく上手に使うためには、刈払機の目立て直しが非常に大切なことになってきます。

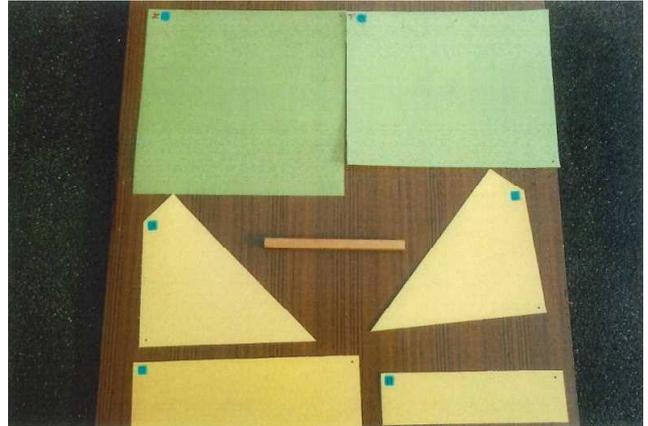
図—1



現地では、刈刃の正しい目立て直しが行われていないことから、今回製作した笹刈 写真-2 刃目立て器の使用が絶対必要だと思われます。

3 目立て器の作成方法

- (1) 合板を6ヶのパーツに切り分け（写真-2）、それを組み立て、木割れ解消ビスで固定する。
- (2) 合板に面内キャスターを埋め込みビスで固定する。



4 経費内訳

品名	数量	金額 (円)	備考
合板	1枚	500	(巾90cm×長さ90cm×厚さ1.2cm)
面内キャスター	1個	540	(径19mm)
木割れ解消ビス	20本	200	(太さ3.8mm*長さ40mm)
計		1,240	

- (1) 特別な技術も必要としないので誰でも簡単に手軽に製作出来ます。
- (2) 製作に要する時間は半日で、費用は1,000円程度のポケットマネーで出来ます。
- (3) 必要用具等
 - ① 合板切断用丸鋸
 - ② 合板パーツ固定用インパクトドライバ
 - ③ 木割れ解消ビス

5 実行結果について

刈払機を使って切れ味が悪くなると、私たちはすぐ目立て直しをします。

しかし、ほとんどの人は無意識に、ただヤスリ（7mm）を当てこする、いわゆる目すりをしていくに過ぎず、正しい目立ての研磨角度45～50度を確保出来ていないのが現状です。

今回紹介する目立て器を使用することにより

- (1) 草及び不必要な雑木がよく切れることから、うまく上手に使える。
- (2) 経済的に安く使える・・・油が少なくて済む。
- (3) 能率的に使える・・・刈払機を持つ時間が短くて済む。
- (4) 安全に楽に使える・・・安心して使える。
- (5) 振動障害を防ぐことが出来る・・・振動によって腕が疲労するが刈払機に力を入れずに軽く握ることにより、腕や体に振動が伝わりにくい。
- (6) 軽便（3Kg）・どこの現場にでも持ち運びが出来1台で何人でも共有が出来る。
- (7) コンパクトなので場所を取らず、車の中に入れておいて、作業前、或いは作業中に石、架線ワイヤー等の硬質異物に接触した場合は、すぐに車から取り出し刈刃を目立

て直しすることが出来るので、恒に最良な状態で作業が出来る。

といったメリットが得られます。

毎日、朝1回の目立て直しをした後、刈払機操作等を忠実に守ることにより、仕事の能率を高め、安全な作業が出来るようになりますが、なんとと言っても、切れ味が良くなければ目立て直しをすること自体が楽しくありません。この目立て器を使えば、刈払機の刃がスムーズに草・雑木に食い込むため、刃を研ぐことが楽しくなること受け合いです。



また、少ない経費で作成でき、かつ軽便（3Kg）でどこの現場にでも持ち運び出来、初心者及びベテランにでも簡単に目立て直しが出来ることから、この刈り払い機の目立て器を考えたものです。

① 緑の雇用作業現場。写真-3

② 「刈払機使用従事者」を対象とした研修及び現地作業現場。写真-4

6 おわりに

各作業現場を巡回指導しながら、技術というものは誰かがやらなければならないと思いき、従来とは全く違う誰もが考えつかない「発想の転換」によって改良を加え、作成完成したのですが、常識の外にアイデアはあるものです。

各現場で刈払作業を進めていく中で、初心者だけでなく、ベテランの方々もこれを使用すれば目立ての効果は十分あり、全国の森林組合・民間の事業体、そして、個人の造林作業に従事される方々で使用され、安全確保と生産性の向上等に役立ててもらえれば幸いです。



松くい虫被害調査における従来踏査とドローン調査の比較

米代西部森林管理署 森林官補（能代森林事務所）○野村祐紀
秋田県山本地域振興局農林部森づくり推進課 主査 佐藤 衛

1. はじめに

風の松原は能代の市街地を飛砂や塩害から防ぐために江戸時代からクロマツが植栽されてきて形成されており、今では延長 14km、面積 760ha（国有林 342ha、民有林 418ha）の大きさである。海岸防災林としての役割のみならず、マレットゴルフ会場や散歩道に活用され憩いの場としても市民に愛されている。

松くい虫被害は我が国最大の森林病虫害であるが、平成 11 年に初めて松くい虫被害が風の松原で確認された。風の松原の松くい虫被害対策としては平成 14 年より調査、特別伐倒駆除、薬剤樹幹注入、平成 15 年より薬剤地上散布が開始された。風の松原の松くい虫の被害量は平成 14 年の 2,708m³がピークで、その後 200~400m³の間を推移していたが、最近徐々に増え始め平成 28 年では 1,274m³となっている。

被害に対応するためにまず行うことは被害把握である。当署では全森林事務所職員約 20 名で踏査により被害木を把握する方法がとられてきた。しかし、踏査では見落としが生じたり曇天により暗い場合や逆光によりまぶしい場合は間違いが生じたりしている。さらに大人数での踏査となるので、その隊列調整に統率力・労力を要するため経験者でないと難しい。

そこで、空中から見た情報により被害木を把握できるドローン(UAV: Unmanned Aerial Vehicle)が期待されている。ドローンを用いれば空撮でき、SfM (Structure from Motion)で処理するとオルソフォトを得ることができる。鹿児島県でもドローンの空撮画像から得たオルソフォトによるマツ枯れ被害木の把握の精度を検証しており、オルソフォトから得られた位置座標と地上調査で得られた位置座標との誤差が 1~3.5m 程度であることもわかっている(福永ら 2017)。秋田県庁においてもドローンによる松くい虫被害把握を試験的に行っており、オルソフォトから被害木の位置を特定している(未発表)。しかし、ドローンを用いた調査が従来行われている踏査と比べて被害把握の精度や労力を定量的に調べた研究はない。本研究の目的はドローンによる調査が従来行われてきた踏査に比べて精度と労力の観点からどの程度有用であるか考察することである。

2. 材料と方法

(1) 調査地

日本海に面した海岸防災林である秋田県能代市大字能代町後谷地国有林外 154、155 林班(人工林面積 220.0ha:、天然林面積 69.9ha:、年平均気温:11.9℃(気象庁 2016)、年間降水量:1240mm(気象庁 2016)、海拔 0~25m)の A プロット(人工林、面積:3.79ha、林齢:87 年生)と B プロット(天然林、面積:5.80ha、林齢 169 年生)において行った。どちらも主要樹種はクロマツであり、天然林の方は広葉樹が侵入し

ている。これらのプロットは歩道によって区切られている。最近十年の被害量は $0.78\sim 4.27\text{m}^3/\text{ha}$ (2007~2016年)であった。

(2) 踏査

11日間、17~24人/日で154、155林班289.9haを三人一組の七班体制でローラー作戦により踏査し変色木、枯損木にテープをまいて野帳に直径と樹高を記録した(9月27日~10月25日)。Aプロットは10月18日に、Bプロットは10月25日に踏査し、かかった人数、時間を記録した。

(3) ドローン調査

秋田県山本地域振興局の Phantom 3 (DJI, 中国)を用いて、空撮アプリ altizure (Everest Innovation Technology Limited, 香港)で撮影高度100m、オーバーラップ率80%、最高速度6m/s、撮影間隔2秒で設定し自動航行で空撮した(11月2日にAプロット:写真99枚、11月9日にBプロット:写真109枚)。なお空撮時にオペレーター以外に補助員を1人、調査区域に人が入らないように2人配置した。SfMソフトウェアである PhotoScan (Agisoft, ロシア)を用いて Align Photos, Build Dense Cloud, Build Mesh の3つの工程を経てオルソフォトを作成した(地上水平解像度は約1.6cm)。今回の処理では Quality は順に Medium, Medium, Low に設定した。解析に使用したPCのスペックはCPUが1.8GHzデュアルコア Core i5であり、メモリは8GBである。出来上がったオルソフォトをもとに松くい虫被害木と思われる変色木、枯損木に見当をつけ、現地踏査を2人で行いテープをまいて野帳に直径と樹高を記録した(11月8日にAプロット、11月13日にBプロット)。

(4) 比較

踏査とドローン調査を踏まえ、どこに対象木があるか最後に踏査し確認した。労力は作業準備時間や休憩時間はいれず、作業にかかった人数×時間を合計して比較した。

3. 結果

(1) 精度

対象木をオルソフォトに記載すると図-1, 2のとおりで、本数は表-1のとおりである。Aプロットでは踏査で11本、ドローン調査で2本、Bプロットでは踏査で19本、ドローン調査で8本だった。内容はAプロットの踏査では枯損木が9本でありそのうち樹冠にでているものは2本でありドローン調査でも確認された。枯損木の残りの7本は樹冠にでていなかったためドローン調査では確認できなかった。踏査で確認されたものの中で健全木が誤って記録されたものも2本あった。

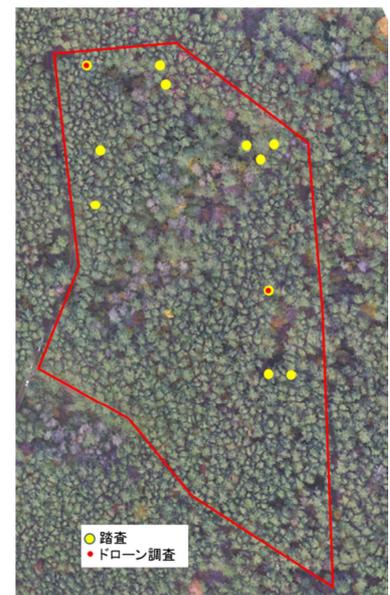


図-1 Aプロット対象木所在

Bプロットでは踏査で変色木が5本確認されそのうち4本はドローン調査でも確認された。踏査では枯損木が13本であり、そのうち樹冠にでているものは4本でありドローン調査でも確認された。変色がわかりづらかった1本と樹冠にでいなかった枯損木の残りの9本はドローン調査では確認できなかった。踏査で健全木を誤って記載していた。

表-1 プロット内に存在した対象木

層	態様	Aプロット		Bプロット	
		踏査	ドローン	踏査	ドローン
下	落葉	7		9	
上	落葉	2	2	4	4
上	変色			5	4
計		9	2	18	8

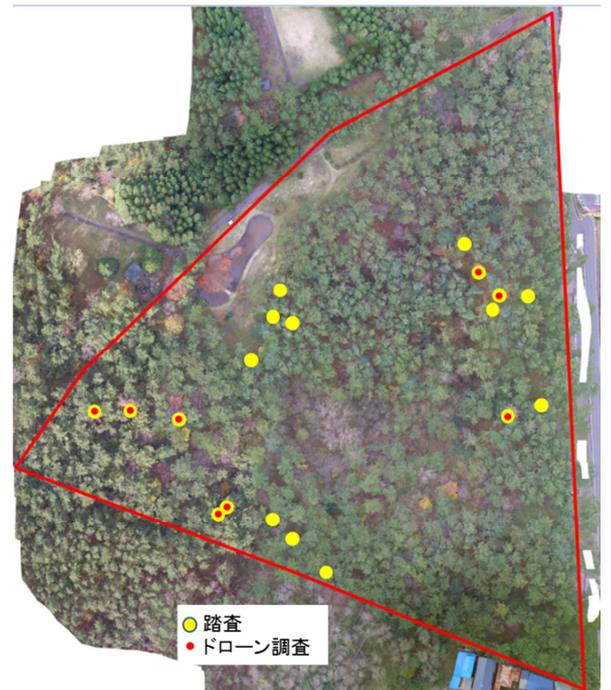


図-2 Bプロット対象木所在

(2) 労力

従来踏査とドローン調査にかかった労力は表-2、3にそれぞれ示した。人・時間で比べると従来踏査よりドローン調査の方がAプロットで28.0%に、Bプロットで22.6%に削減することができた。ドローン調査で最も労力がかかるのは画像作成であるが、実際に作業する時間は少ないので、この結果に表れている数字以上に調査の省力化ができていくことが期待される。

表-2 従来踏査にかかった労力

従来踏査	踏査		
	人数	分	人・時間
Aプロット	17	30	8.5
Bプロット	19	40	12.7

表-3 ドローン調査にかかった労力

ドローン	空撮			画像作成			踏査			合計
	人数	分	人・時間	人数	分	人・時間	人数	分	人・時間	人・時間
Aプロット	4	6	0.40	1	89	1.48	2	15	0.50	2.38
Bプロット	4	13	0.87	1	92	1.53	2	14	0.47	2.87

4, 考察

(1) 精度

ドローン調査の利点としては、全体を把握できて対象木がどこにあるのかを絞り込める点である。それによりローリング作戦で生じる無駄歩きを省くことができる。また、調査の過程で得られた成果物を用いると、松くい虫被害木処理の請負業者にどこに被害木があるのかを示しやすくなる。

ドローン調査の最大の欠点としては、樹冠にでていないものは空中から把握することが可能であるが、樹冠に出ていないものは把握できないということであり、この欠点は航空写真を用いた被害木調査でも同様に挙げられていた（森林総研 2010）。本調査のドローンの空撮画像からの被害木の把握率は A プロットで 22.2%、B プロットで 44.4%となり、ドローン調査で見逃した木のほとんどは下層木であり、下層木を見逃すリスクがあった。下層木が枯れているのをドローンの空撮画像から物理的に見えたとしても生きている木の枯れ枝と見分けることは困難であると思われるため、ドローン調査のみでは下層木を発見するのは諦めざるをえない。下層木を探す必要があれば併せて行う踏査で下層の被害木も探す必要がある。

今回空撮したときはすでに広葉樹が紅葉・落葉しはじめていたので、クロマツの変色木や枯損木との区別が難しかった。秋田で行われた研究でマツノマダラカミキリは7～10月にかけて変色した木に産卵する結果があり（星崎ら 2013）、今回の調査時期は松くい虫被害調査としては適しているので、広葉樹の紅葉・落葉の時期は避けられない。本調査では空中写真の判別能力が高い者が判別したわけではなかったが、クロマツと広葉樹では明らかに樹形が異なるので、判別になれた者が判別すれば広葉樹との区別はできると思われる。そこで、マツ材線虫病・空中写真判読の講習を受けることによって判読率が改善した例があるので（太田ら 2009）、実際にドローン調査を行う場合は判別者にはマツ材線虫病・空中写真判読の講習を受けさせた方がよい。そうすれば、誤って広葉樹を選ぶ可能性が減り、クロマツの変色木や落葉木を見落とす可能性が減ることが期待できる。

樹冠に出ている対象木の中でも被害の初期である場合は葉の色がそこまで顕著ではなく見過ごす可能性も指摘されており（松浦ら 2010）、今回の調査でも地上の踏査では被害木を見つけることができたが、ドローン調査で見落としした木も存在したので（表-1、図-3）、見落とすリスクを減らすには複数人で確認する必要がある。左側の変色木は黄緑色になり確認できるが、右側の葉が色あせ始めている木は葉の量が少なくなっており弱っているのがよく見るとわかるが色が緑であるため見逃してしまっていた。



図-3 変色木が写ったオルソフォト (B プロット)

(2) 労力

今回の調査では従来の踏査からドローン調査にすれば、人工林（A プロット）で 28.0%に天然林（B プロット）で 22.6%に削減することができた。人工林：天然林割合をもとに削減率をかけあわせると、ドローン調査を導入すれば全体で 26.7%に削減できると計算される。154、155 林班では 289.9ha に対して 760.8 人・時間かかっているため、これをもとに計算すると 557.7 人・時間削減することが可能となり、203.1 人・時間に削減することができると推定される。ただし、ドローン調査のみでは下層は見えないため、下層木を探すための調査が必要と判断される場合はその調査にかかる分は削減できないことも考慮する必要がある。

従来踏査法では大人数でのローリング作戦で隈無く踏査して探していたので、隊列調整に労力をさく必要がある点が課題であったが、ドローン調査ではオペレーターと補助員だけが調査概要を把握していればよく調整する労力が少なく済む。本調査では定量化していないが、この観点からの省力化も大きいと考えている。

5. まとめ

ドローン調査では全体を把握でき、あたりをつけて調査することができれば、上層の被害木を探す場合は労力を大幅に削減できることがわかった。ただし、ドローンからの空撮画像のみでは下層の被害木は把握できないことが課題としてわかった。本調査で、ドローンが松くい虫被害木調査に使えるかもしれないという漠然とした状態から、大幅に省力化ができるという利点や下層の被害木は把握できないという課題がわかった。この情報をもとにこれから実際に現場にどのようにドローン調査を取り入れていくのかを議論する必要があると考えている。

6. 引用文献

- 秋田県 「平成 28 年度 ドローンを活用した森林病虫害被害調査業務 調査報告書」
- 太田和誠、星崎和彦、板垣恒夫、中村克典、田代隼人、井上みずき、蒔田明史、中北理「空中写真によるマツ材線虫病被害木判読の汎用性」第 120 回日本森林学会大会
- 「最新の航空写真技術を活かした松くい虫被害ピンポイント防除マニュアル～高精度な被害木発見から完全駆除まで～」 <https://www.ffpri.affrc.go.jp/research/project/documents/matsukuimushi-manual.pdf>
- 福永寛之、加治佐剛、寺岡行雄「UAV を用いた海岸マツ林のマツ枯れ被害木の把握」九州森林研究 No. 70 2017.3
- 星崎和彦、太田和誠「マツ材線虫病北限付近における枯死木発生の季節的傾向一伐倒駆除の優先順位を統計的に導く一」 森林防疫 Vol. 62 No. 3 (No. 696) 2013.5
- 松浦邦昭、中北理、小林一三、星崎和彦、太田和誠、田代隼人「マツノザイセンチュウ接種木樹冠の地上調査及び空中写真による追跡」 日林誌(2010) 92: 72-78

5年毎の定期調査からみえた

知床国有林 1987年択伐林分の30年間の推移

山形大学農学部 ○小野美乃里（4年）・菊池俊一

1. 研究の背景と目的

1987年4月に北海道知床の国有林で行われた択伐施業は全国の衆目を集め、森林施業と生態系保全、国立公園における自然保護など、多方面に渡る論争が展開された（井原、1989）。この施業林分を対象に、弱度の択伐、もしくは慎重な施業が針広混交林の動態に与えた影響を評価すること（菊池ら、1994）を目的に、1987年8月から5年毎に調査が行われてきた。本報では、これまでの調査成果に2017年9月に行った択伐30年後の調査成果を合わせ、択伐率の異なった2つの調査区の30年間の林相推移を検討した。

2. 研究方法

(1) 調査地概要

調査地は、北海道斜里町の北見営林支局斜里営林署管内斜里事業区318・319林班（1987年当時）である。現在は網走南部森林管理署1318林班となる。幌別川右岸の標高230mの北西向き緩傾斜地で、ミズナラやトドマツによる針広混交林であった。ここに1987年択伐の伐採率の異なる調査区（50m×50m）が2つ（Plot AとPlot B）設置されている。1987年4月にトドマツ、ミズナラ、イチイの3種が伐採された。Plot Aで25本、Plot Bでは3本が伐採された。個体数による伐採率はPlot Aで4.0%、Plot Bで0.5%だが、胸高断面積による伐採率はPlot Aで27.1%と極めて高く、Plot Bは1.6%と低かった（菊池ら、1994）。

(2) 調査内容

樹高2m以上の高木類を上木とし、毎木調査（樹種、樹高、胸高直径、樹冠幅）を行った。また、樹高2m未満の高木類を稚樹とし、各調査区の中央の帯状区（Belt AとBelt B、5m×50m）において、樹種と樹高を調べた。同帯状区において、クマイザサの被度（ブラウン-ブランケ法）と林床の相対照度を記録した。

3. 結果

図-1に、択伐直後（1987年）と30年後（2017年）の上木のDBH階級分布を示した。なおトドマツとミズナラは他の樹種（ほとんどは広葉樹）に比べると個体数や蓄積が大きいので、他の樹種と区別して示してある。左右の階級分布を見比べると、Plot Aでは小径の広葉樹が減少し、小径のトドマツが優占する林分となったことがわかる。Plot Bでも同様に小径の広葉樹は減少したが、30年後には小径のトドマツは多くはなく、各階層に差異の無い分布を示していた。

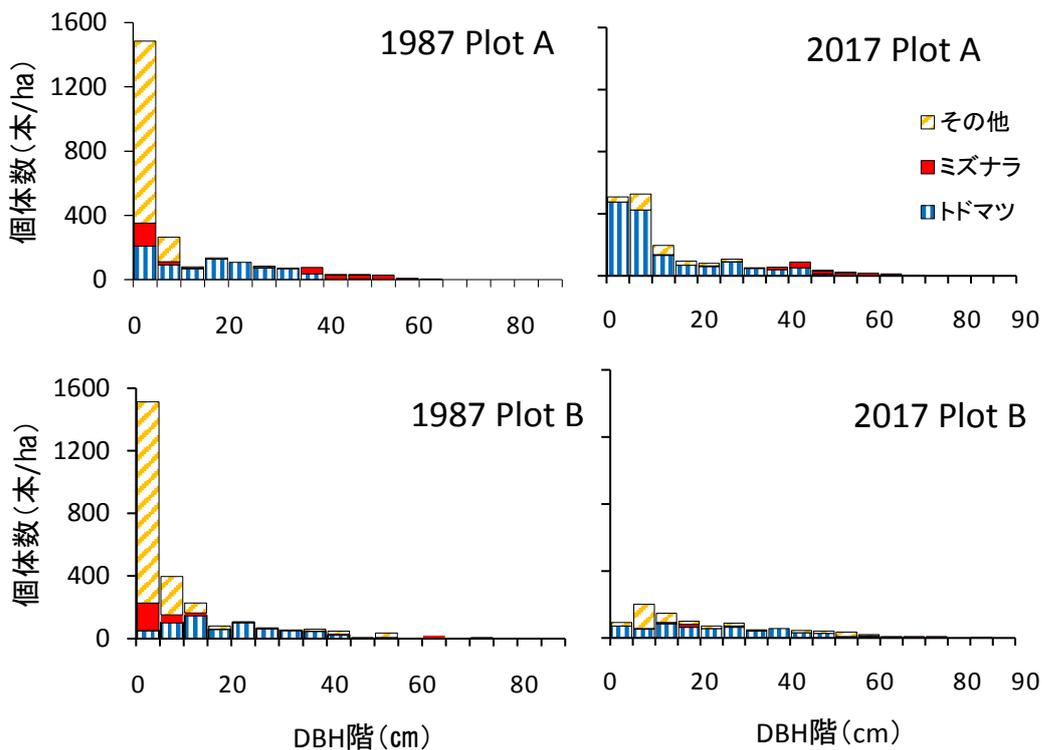


図-1 択伐直後と択伐 30 年後の DBH 階頻度分布

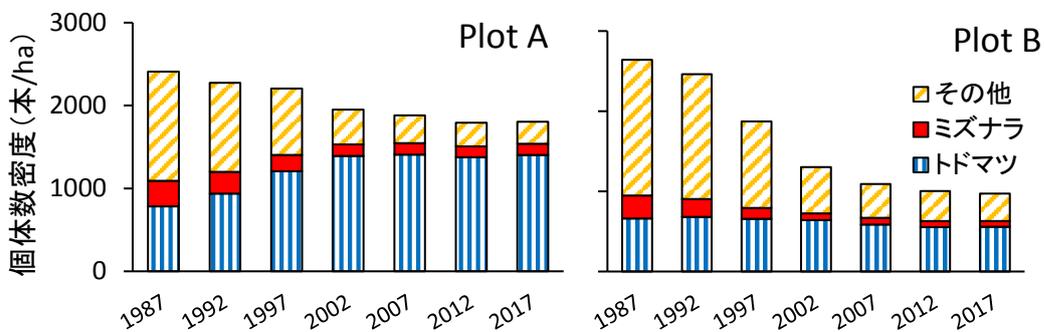


図-2 個体密度の時間推移

上木の個体密度の時間推移を図-2 に示した。両区とも全体の個体数は年々減少していた。Plot A ではトドマツが増加し、広葉樹が減少した。一方の Plot B ではトドマツの個体数に変化は無いが、広葉樹は大きく減少した。種数をみると、30 年で Plot A では 17 種から 12 種に減少し、Plot B では 17 種から 11 種に減少した。これらによって、両区ともにトドマツの占める割合が増加した。

図-3 には、蓄積の時間推移を示した。Plot A では増加傾向が続いているが、Plot B では 15 年目の 2002 年まで増加した後は横ばい状態が続いていた。

図-4 に枯損木本数の時間推移を示した。両区とも 15 年目の 2002 年までは広葉

樹の枯損・消失が著しく、その後は減少した。両区で枯損木本数が最多だった2002年のDBH階頻度分布を図-5に示した。両区ともDBHが5cm未満の小径の広葉樹の枯損が多かった。

樹冠投影図からうっ閉率を求めると、両区とも時間経過とともに上昇しており、1987年択伐により大きなギャップが生じたPlot Aでは大きく上昇した(図-6)。

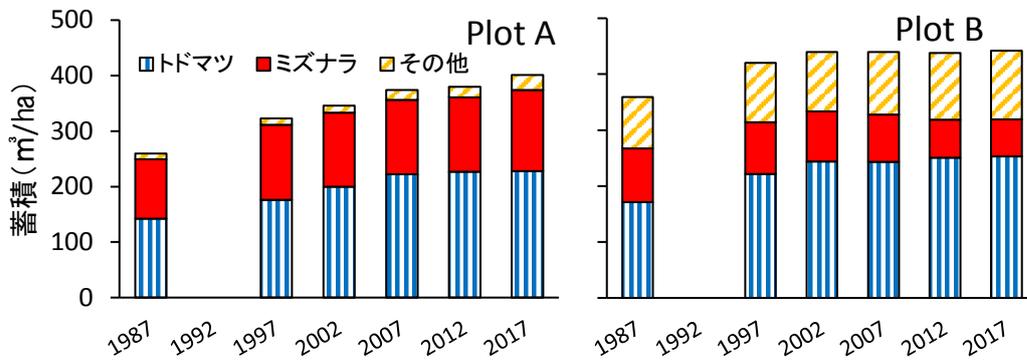


図-3 蓄積の時間推移

※ 1992年は樹高を測定していないため、データがない。

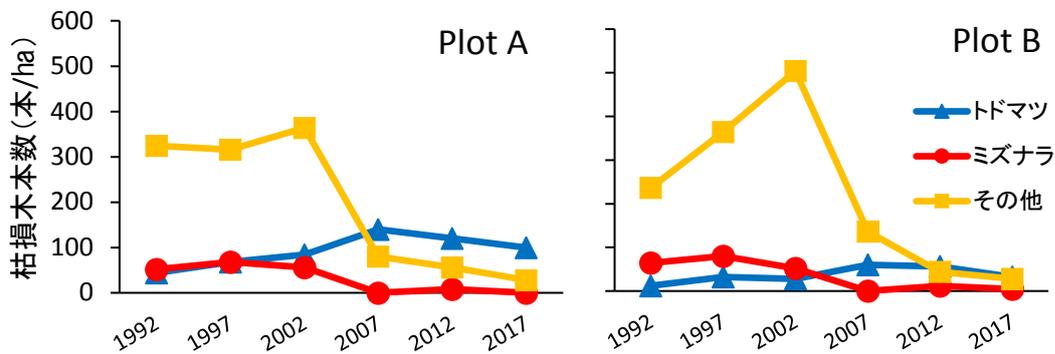


図-4 枯損木本数の時間推移

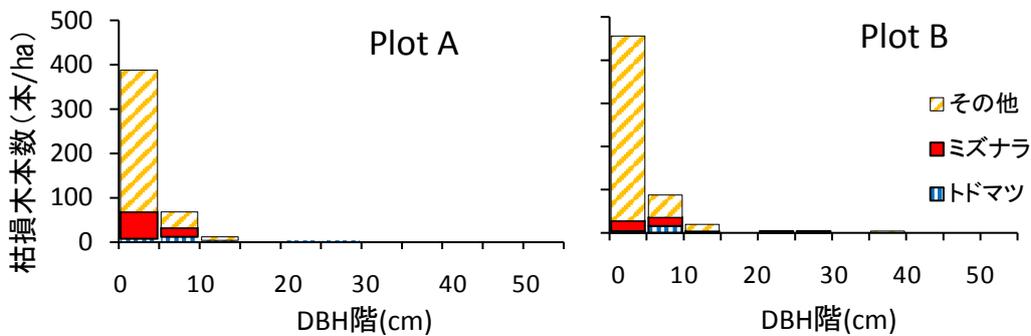


図-5 枯損木のDBH階頻度分布(2002年)

林冠ギャップが修復されていく中で、林内の光環境はどのように変化したのかを見るために、林内照度の時間推移を比較した（図-7）。Belt A では択伐 10～15 年後には照度が高い箇所もあったが、それ以降は年々低下した。一方、Belt B では、当初より低い照度が続いていた。結果として、30 年が経過した現在は両区の差異がほぼなくなった。

5 年間で新たに上木調査の対象となった進界木の本数の時間推移を図-8 に示した。択伐直後の Plot A はトドマツの進界木が極めて多く、15 年目の 2002 年以降は減少に転じた。一方の Plot B では 5 年目の 1992 年にはトドマツや広葉樹の進界木もわずかにみられたが、それ以降はほとんど現れなかった。

稚樹の生存・成長に影響を与えるクマイザサの被度の時間推移を図-9 に示した。どちらの調査区も時間経過とともに徐々に被度が低下していた。また、Belt A のほうが Belt B より被度の高い期間が続いた。

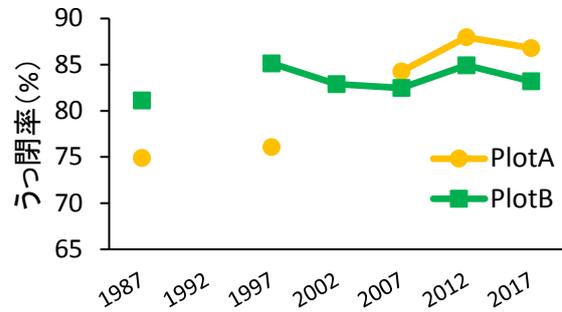


図-6 樹冠うっ閉率の時間推移

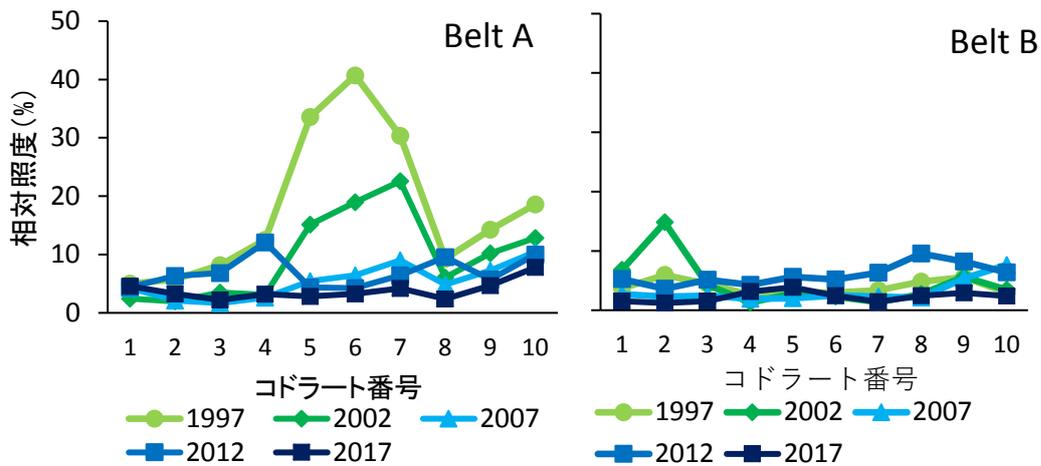


図-7 林内照度の時間推移

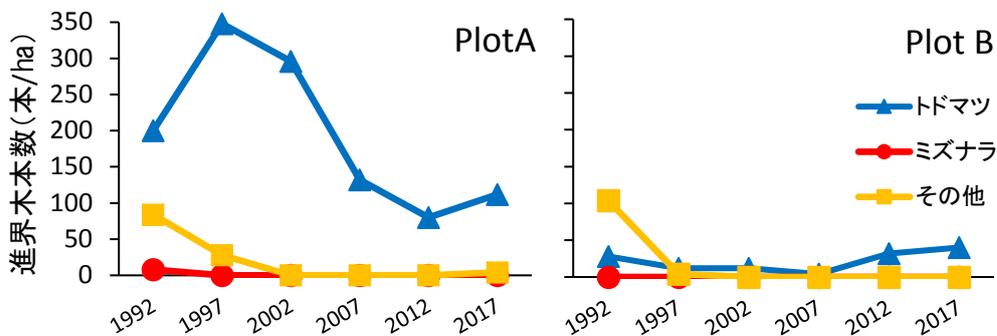


図-8 進界木本数の時間推移

稚樹数の時間推移をみると、Belt A ではその多くがトドマツで、20年目の2007年以降に急増した（図-10）。この2007年における樹高階頻度分布をみると、樹高20 cm未満のトドマツが多かった（図-11）。一方、Belt Bでもトドマツ稚樹が多かったが、特に20年目以降はミズナラ以外の広葉樹が目立った。この2007年の樹高階頻度分布をみると、樹高20 cm未満の稚樹が最も多かった。

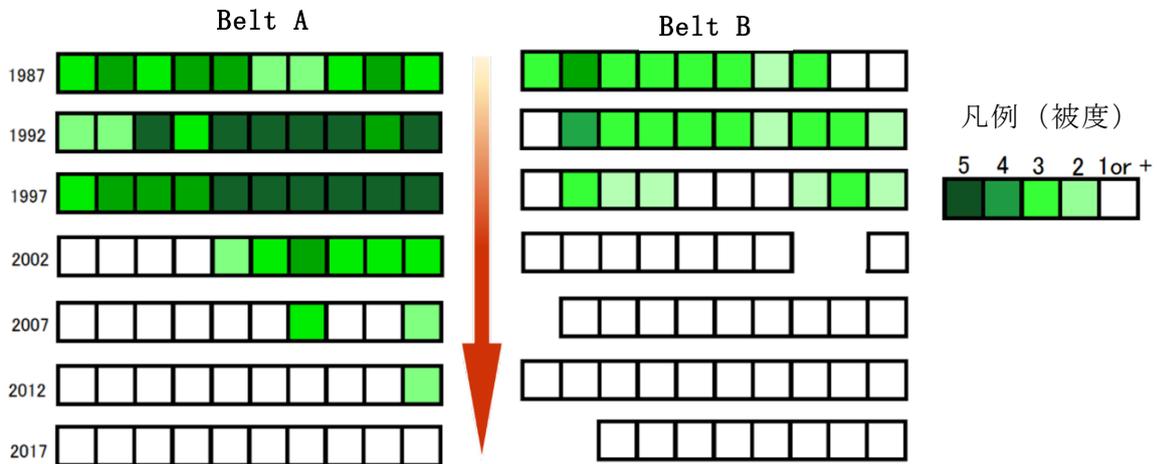


図-9 クマイザサの被度の時間推移

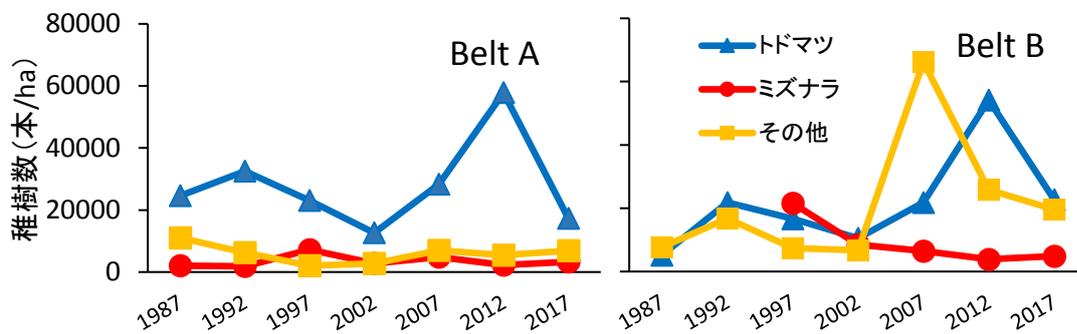


図-10 稚樹数の時間推移

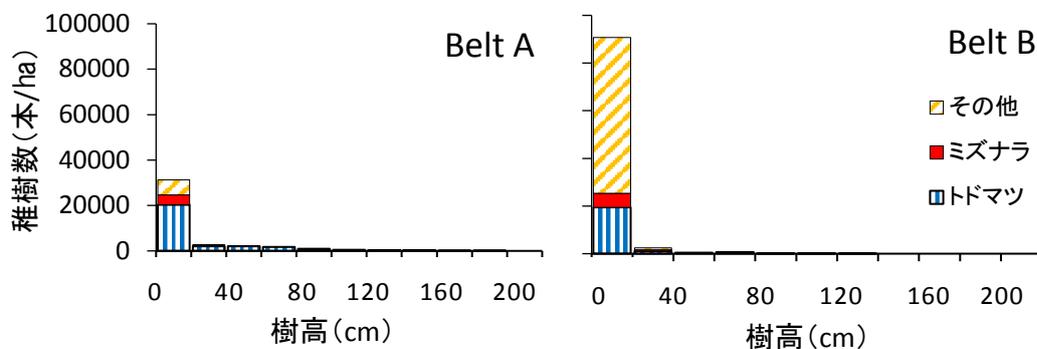


図-11 稚樹の樹高階頻度分布（2007年）

4. 考察

以上の結果から各区の林相の30年間の推移について考えてみる。伐採率の高かったPlot Aでは、択伐により生じた林冠ギャップを修復するように前生稚樹であったトドマツが旺盛に成長した。そのトドマツも15年目以降はギャップ修復から種子散布・実生発生へステージ移行した。一方、Plot Bはミズナラを含む広葉樹が大きな割合を占めていたがPlot Aに比べて伐採率が低く、照度が低い立地環境においてそれらの小径木の枯損・消失が進み、トドマツの割合が高い林相になった。これらの林相変化にはギャップ修復に伴う林内照度の低下が影響している。また、多くの食痕が観察されたことから、同地域で急増したエゾシカの影響もあると思われる。以上のことから、択伐率の異なった2つの調査区の30年間の経緯は異なっていたが、どちらもトドマツの優占度の高い林分へ推移したことがわかった。

5. 謝辞

2017年9月の現地調査では北海道大学農学部森林科学科の教員、学生、OBに参加・協力をいただいた。ここに深謝の意を表す。

6. 引用文献

井原俊一（1989）森に新風が吹く日 里山をみつめて10年、朝日新聞社
菊池俊一・矢島崇・中村太士・清水収・沢井理・清野年（1994）知床国有林の伐採が林分動態に与えた影響－伐採5年後の林相と更新－、北海道大学農学部演習林研究報告、51(1)、44-73

一貫作業システムにおける地拵の有無による作業工程の違いについて

仙台森林管理署 業務グループ ○山崎 彬弘
総務グループ 小笠原健斗

1. はじめに

現在、我が国の林業は、再造林をはじめとする育林経費を木材販売収入で賄う事が出来ない状況にあるため、生産性の更なる向上とともに育林経費の低コスト化が喫緊の課題である。

近年、「伐採と造林の一貫作業システム」が各地で試験的に行われ、作業のイメージは林業関係者に浸透しつつあり、今後はその定着に向けて具体の効果、課題を検証する時期を迎えている。本調査は、全木集材と全幹集材、地拵*の有無による作業の組み合わせの違いが植付工程へ数値的にどのような影響を及ぼすのか調査検証し、一貫作業システムにおけるより効率的な作業工程を検討することとした。

(注) ※「地拵」について、本調査においては立木伐採前に行う笹・かん木類の刈払いをいう。

2. 調査方法

(1) 調査地について

仙台市の西北西に位置する横川岳国有林118い1林小班。(51年生のスギ林分、成立本数は760本/ha、蓄積は350m³/ha)

(2) 下層植生調査について

施業着手前に笹・かん木類の本数、高さ等を調査。(20m²×4箇所)

(3) プロット設定について

表1のとおり、傾斜区分(緩・中)、地拵の有無及び集材方法(全木集材・全幹集材)別に8プロットの試験地(各250m²)を設けた。

(4) 工程調査について

地拵と植付の人工数を算出するためにプロットごとに作業時間を計測した。作業員の作業習熟度等での差を出さないために、地拵、植付ともに同一の作業員で作業を行った。

(5) 苗木等について

使用した苗は150ccのスギコンテナ苗であり宮城県苗組式のディブルを用いて、2,000本/haで植付を行った。

(6) アンケート調査について

植付に従事した作業員に対して作業に関するアンケート調査を併せて行い、結果をとりまとめた。

表1. プロット分割表

プロット	傾斜	地拵	集材方法
1	緩	有	全木集材
2	中		
3	緩	無	
4	中		
5	緩	有	全幹集材
6	中		
7	緩	無	
8	中		

3. 調査結果

(1) 試験地の下層植生状況は、試験地全体の平均で、平均高1.2mの笹が676本/100m²、平均高2mのかん木類が216本/100m²であった。なお、径級3cmを超えるかん木類は試験地にはなかった。

(2) 地拵の工期調査の結果は表2のとおりである。工期はプロットによって差が見られた。これは、下層植生の量が影響したためと考えられる。

表2. 地拵工期調査結果

プロット	傾斜	実測時間	地拵 (人/ha)	平均 (人/ha)
1	緩	30分10秒	2.51	2.16
2		21分40秒	1.81	
5	中	26分10秒	2.18	2.06
6		23分15秒	1.94	

(3) 地拵と植付の工期調査結果は表3の通りである。

表3. 地拵と植付の工期調査結果

プロット	全木/全幹	傾斜	地拵 (人/ha)	実測時間(植付)	植付 (人/ha)	計 (人/ha)
1	全木	緩	2.16	16分00秒	1.33	3.49
2		中	2.06	18分00秒	1.50	3.56
3		緩	-	21分00秒	1.75	1.75
4		中	-	26分10秒	2.18	2.18
5	全幹	緩	2.16	22分50秒	1.90	4.06
6		中	2.06	20分30秒	1.71	3.77
7		緩	-	24分30秒	2.04	2.04
8		中	-	29分30秒	2.46	2.46

地拵は施業前に行ったため、集材方法の違いによる値に有意差はないと考えられることから、地拵の工期は傾斜ごとの平均値を用いることとした。

(4) 搬出作業後の状況を見ると、集材方法（全木・全幹）の違いによる残存枝条の量は明らかに全幹集材箇所が多い。（写真1、2）全幹集材箇所では植付の際に枝条の除去が必要になるため、植付作業の負担は大きくなった。

写真1. 植付状況（全木集材）



写真2. 植付状況（全幹集材）



(5) 植付の人工数について

- ① 全木集材が全幹集材に比べて0.3人工（20％）少なくなった。（図1）
- ② 地拵有が地拵無に比べて0.5人工（30％）少なくなった。（図2）

図1. 集材方法別の植付平均人工数

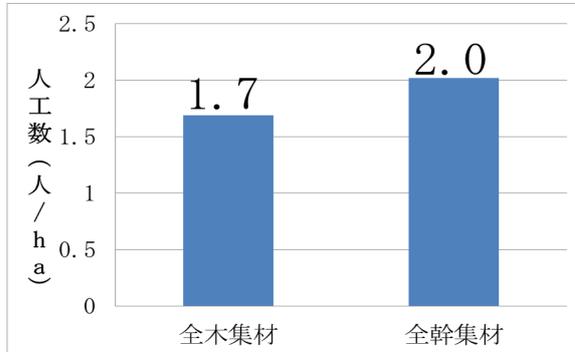
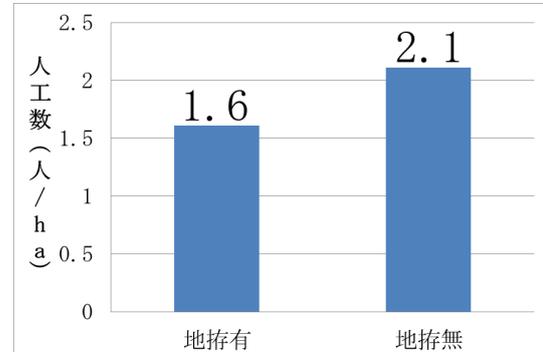
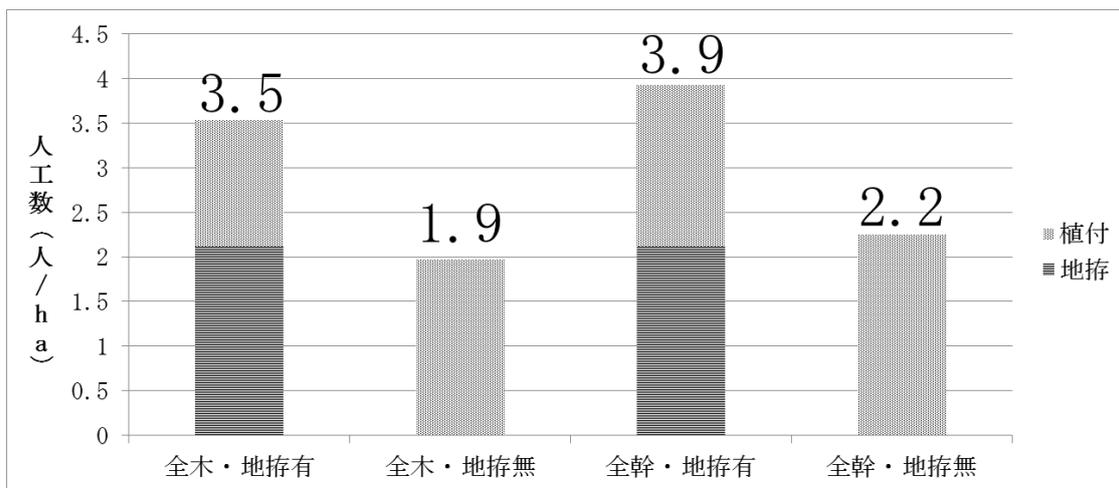


図2. 地拵の有無別の植付平均人工数



(6) 地拵と植付の合計人工数についてみると、全木集材・地拵無が最も作業効率が高く、全幹集材・地拵有が最も作業効率が高い。（図3）

図3. 集材方法別、地拵の有無による植付と地拵の合計人工数



(7) 現場での作業に関するアンケート調査の結果、

- ① 搬出に使用した重機を、植栽前の枝条整理等に活用できる。
- ② 枝条や笹・かん木類が残っていると、植付箇所の確保が困難である。
- ③ 地拵を行った方が、伐採、植付、下刈の作業が楽である。
- ④ 地拵無・全幹集材後の植付は、転倒の危険を感じた。
- ⑤ 中傾斜の方が植付の際、枝条の除去が容易である。

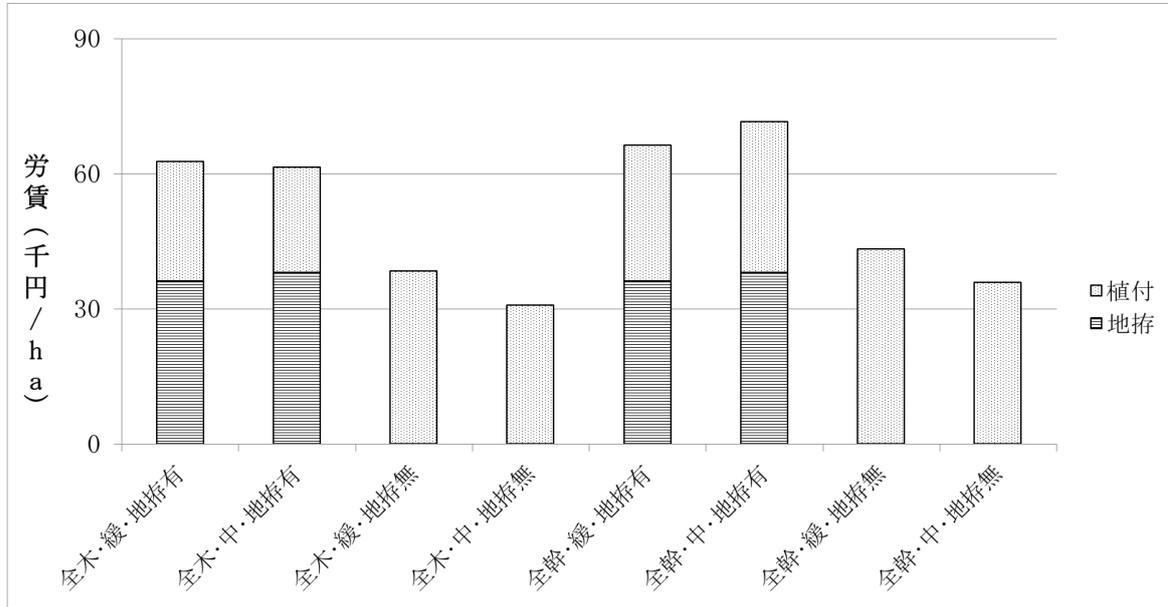
（緩傾斜の場合枝条を掘り起こす必要がある）

などの意見が出された。

4. コスト（労賃）について

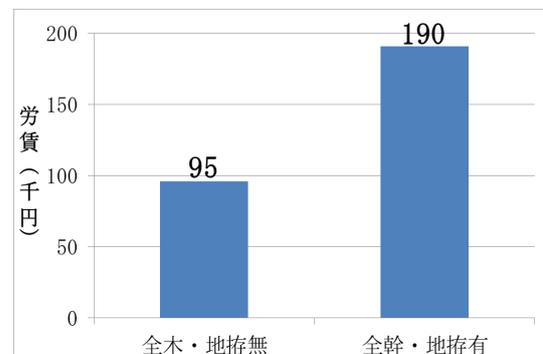
(1) プロットごとの作業工程から労務単価を用いて労賃を換算すると、地拵を行った方がその人工数の分かなり増しになっており、労賃は約2倍となった。(図4)

図4. プロットごとの労賃



(2) 今回の施業箇所 (2.77ha) の場合での集材方法と地拵の有無別での最小と最大の労賃の差を考えると、約10万円のコストの差が出た。(図5) この数値は計測した工程をそのまま面積に合わせて換算しているが、休憩時間や苗木の運搬時間を考慮すると、より大きな労賃の差が生じるものと考えられる。

図5. 今回の施業箇所での最小と最大の労賃の差



5. 考察

(1) 今回の調査では、全木集材・地拵無の場合が最も作業効率が良い結果となった。これは、残存枝条及び残った笹・かん木類が植付作業に影響したと考えられる。

また、地拵の有無による植付人工数の差は地拵有の方が平均で0.5人工程度少なく、地拵の平均人工数は2.1人工程度である。地拵を行った方が植付の工程は上がるが、地拵の工程をカバーできる程大きく工程は上がらなかった。

地拵を行わなかったプロットにおいても、伐採・搬出の過程で笹・かん木類が倒れて減少したことから、その程度差はあるものの、今回の現場においては笹・かん木類が特に密集する場所を除くと地拵は省略可能と考えられた。

また、仮に伐採搬出後に刈払いが必要となった場合においても、伐採搬出時に笹・かん木類が倒れて減少することから、全面積を実施する必要はないと考えられる。

(2) 今回、枝条が林地に残っている全幹集材箇所においても植付自体は可能であったが、植付の作業効率が低下した。それに対して、全木集材であれば林内に枝条が残らないため、植付作業への影響も小さい。

そのため、全木集材の場合林内の枝条処理は丁寧に行う必要はなく、最小限の整理で十分と考えられる。

(3) 全木集材・地拵無の課題

①アンケート結果では、作業の安全面や作業効率の低下に不安があるという意見があった。それは、林地に残った笹・かん木類やツルなどに足をとられることによって、転倒の危険や移動する際に支障になるためと考えられる。このことから、安全面に配慮した作業仕組みを検討する必要がある。

②全木集材の場合、作業道脇に枝条がまとまって堆積してしまうため、作業道に枝条を敷き詰める又はバイオマスに活用する方法の確立などの改善策が求められる。

(4) 今回の調査地においては、全木集材・地拵無が最適な作業工程と判断されたが、最適な作業工程は林地状況により変わってくるものであり、施業箇所の条件にあった作業工程を選択していく必要がある。

また、搬出に使用した重機による植栽前の枝条整理を行う場合においても、過度に行うとコストが増加してしまうため、搬出時の空き時間に行う程度が良いと考えられる。

6. 今後に向けて

今回、緩傾斜と中傾斜において試験地を設けたが、プロット面積が小さく、差があまり出なかったことから、今後はより大きな試験地及び急傾斜も含めた場合の違いを調査していきたい。

地拵を実施しないことや、残存枝条による下刈の作業効率や植栽木の折損率への影響を引き続き調査し、伐採から下刈完了までのトータルで比較した場合でのより良い作業工程を検証するとともに、大苗コンテナ苗の活用早生樹の導入等による下刈の省力化についても併せて検討調査して参りたい。

7. 謝辞

今般の調査にあたり、北星林業株式会社様のご協力いただきましたことに対し、御礼申し上げます。

ワラビを活用した下刈りコスト低減及びワラビ栽培に向けた取組

青森県西北地域県民局地域農林水産部林業振興課 主幹 三上 真希

1. はじめに

青森県では、再造林放棄地の解消に向けた指針となる「青い森再造林推進プラン」を平成26年度に策定し、プランの中では、再造林を進めるための具体的な施策の一つとして「低コスト造林技術の確立」を掲げているところである。

当管内では、県・市町村や財産区有林などの公有林の割合が県全体の割合と比べ高く、一方で、再造林への取組状況をみると、その必要性を認識しながらも、造林費用の工面が困難であることから、公有林においても伐採後放置されている事例が少なくない。

また、管内の鱒ヶ沢町においては、新たな転作作物検討を始めており、鳥獣被害を受けにくいワラビの試験栽培や活用を検討する動きがある。

このような地域の課題に対応するため、ワラビを活用した下刈りコストの低減及びワラビ栽培に向けた取組を行うこととなった。

2. 取組みの内容

ワラビの活用については、活着が良く生育が安定しているポット苗を活用した早期成園化技術や、造林地における再生植生抑制効果による下刈り回数減という成果があることから、これらを参考に次の取組を実施した。

(1) ワラビポット苗の作成及び下刈りコスト低減試験

① ポット苗作成

林地及び農地へのワラビポット苗植栽を想定して、ポット苗作成～育苗～植栽～ワラビ地下茎確保までを実施し、年間における作業の適期や留意事項を把握した。当管内においては、おおむね下記の手順が望ましい。

○11月頃：

- ・ワラビ地下茎を掘り取り仮植
- ・枯れた地上部を目安として根雪前に実施

○4月～5月頃：

- ・地下茎から切り取った成長点を鉢上げ

○鉢上げから2ヶ月程度：

- ・定植可能となるまでポットで育苗
- ・発芽直後は日光・降雨などの刺激に非常に弱いことに留意

○定植したものから再び地下茎採取

- ・地下茎採取～育苗～植栽を繰り返すことが可能となる

② ワラビの再生植生抑制効果確認

スギ皆伐跡地に、スギとワラビポット苗を植栽し、活着率・生育状況等を継続して調査中である。



作成したポット苗

ワラビの植栽密度を2種設定し、A：スギと同程度（約 3,000 本/ha）、B：スギの2倍程度（約 6,000 本/ha）、C：スギのみ（ワラビ植栽なし）の区域と比較して調査を行っており、初年度においては、植栽したワラビの枯死率が2%程度と非常に低いこと、また、ワラビの再生が他の植生よりも早い様子を確認し



ワラビポット苗を植栽



再生が早いワラビ

(2) 林業関係者に対するワラビ活用方法の普及

① 財産区関係者への提案

鱒ヶ沢町では、皆伐後植栽されていない財産区有林があったことから、財産区議員や町担当職員に対して、一貫作業システムやコンテナ苗の利用、ワラビ植栽による下刈りコスト低減について説明し、スギコンテナ苗とワラビポット苗の植栽を体験いただいた。

② 種苗業者への提案

ワラビ活用が進んだ場合の苗供給対策として、また、コンテナ苗への切り替えにより空いてしまう苗畑の空きスペース対策として、種苗業者に対してワラビポット苗生産を提案した。



財産区関係者への提案

(3) 町の実組への支援

鱒ヶ沢町が行う研修、農地における試験栽培、農家への提案等について、当県民局の農業普及担当者と協力して助言などを行った。

山形県森林研究研修センターにおける研修
(農業関係者、山菜加工業者、研究機関、町職員等が参加)



3. 結果及び考察

(1) 取組の成果

① 公有林における再造林及びワラビ活用検討

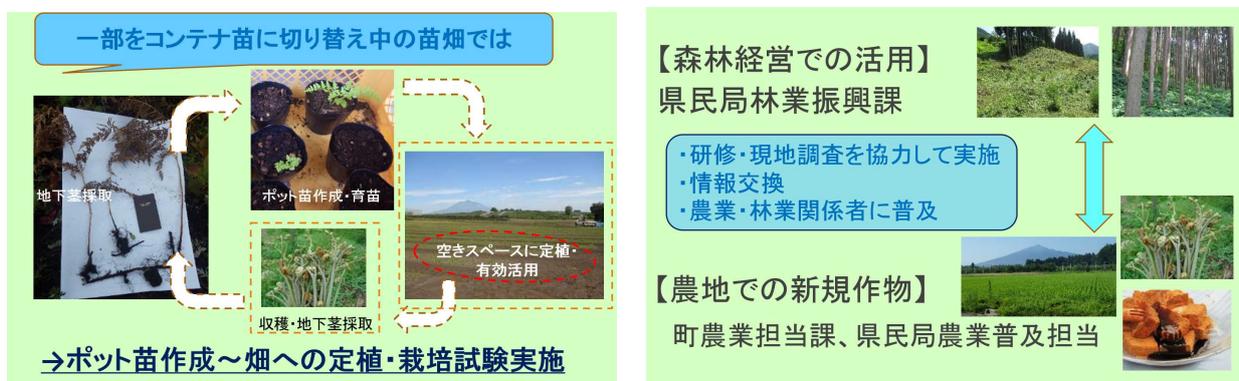
皆伐後放置されていた財産区有林では、再造林が行われることとなり、ワラビ活用についても検討中であることから、モデル事例としての効果が期待される。

② 苗畑における試験栽培実施

ポット苗作成適期や育苗・植栽等に関する調査結果を基に種苗業者に提案することにより、苗畑における試験栽培を行うこととなった。

③ 農林両分野の連携

農林業の課題解決に向け町や農業普及担当と連携し、林地・農地での調査結果を共有しながら今後の取組について検討した。

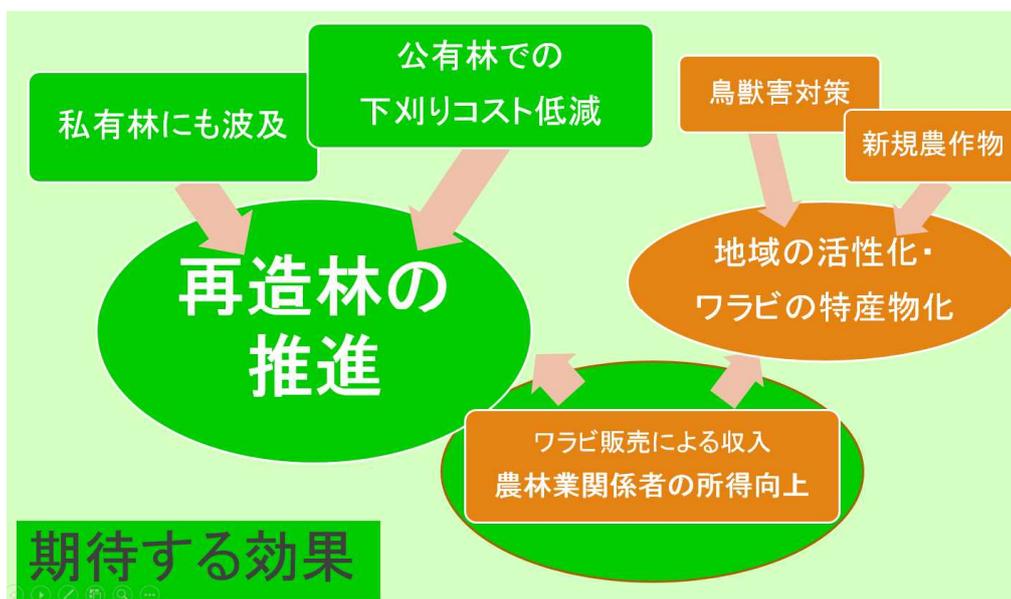


(2) 考察

取組の成果

ワラビ販売による収入を確保することにより、ワラビ活用への意欲が高まること、また、「新規農作物」と「森林経営の手法」という2面から普及することにより、再造林の推進や農林業関係者の所得向上等多くの効果が見込まれる。

そのためには、引き続き農林両分野が連携して、試験継続によるデータの蓄積、販売や種苗の確保についての検討を行う必要がある。



アカマツ林皆伐後一年目における林床木本の更新状況

: 林床型の違いに着目して

岩手大学農学部 ○菅原大輔・國崎貴嗣・濱道寿幸
麻生臣太郎・齋藤誠・山本信次

1. はじめに

(1) 背景

岩手大学農学部附属滝沢演習林では、近隣に迫る松くい虫対策としてアカマツ壮齢・高齢林を主伐し広葉樹天然生林に更新させる作業を計画的に進めている。ただ、かつて薪炭材採取が実施された 1950 年代までと異なり、下層植生の手入れが入らなくなったためアカマツ林には下層植生が繁茂している。こうした林床植生の違いが広葉樹林の更新に及ぼす影響について把握する必要がある。

(2) 目的

滝沢演習林におけるアカマツ林の下層植生は木本優占型とササ優占型に大別される。ササ優占型のアカマツ林では主伐後におけるササ群落の早急な再生により、高木を含めた広葉樹の侵入、再生が阻害される可能性が考えられるがその実態は不明である。

本研究ではアカマツ天然生林皆伐後一年目における林床木本の更新状況を林床型の違いに着目して解析し、今後のモニタリング調査の基礎を固めることを目的とする。

2. 研究方法

(1) 試験地概要

岩手県滝沢市に位置する岩手大学農学部附属滝沢演習林の皆伐作業を行ったアカマツ林において試験地を 2 カ所設置した。(表-1)

表-1 試験地概要

小班名	5-い	8-を
小班地形	標高 220m、平坦地	標高 225~245m、平均傾斜 14 度
樹種・林齢	59 年生アカマツ天然更新林	92 年生アカマツ天然生林
平均樹高	23m	25m
皆伐時期	2017 年 2 月	2014 年 2 月
集材方法	全幹集材	全幹集材
周囲環境	隣接部に広葉樹林冠木なし	隣接部にコナラ、ケヤキ等の広葉樹林冠木が存在
地表状況	ササ等の林床植生が繁茂し、 地表面は緑色	木本類が目立ち、地表面は茶色
林床型	ササ優占型	木本優占型

林床型を「木本優占型、ササ優占型、草本優占型、シダ優占型」に大別するとすれば5-い小班は「ササ優占型」、8-を小班は「木本優占型」に相当する。以後、各小班のことをこの林床型で呼ぶこととする。

(2) 調査方法

① ササ優占型

2017年8月上旬（皆伐後一年目）に実施した。小班内の任意の区画に 2m^2 ($2\text{m} \times 1\text{m}$) の調査枠を5m間隔で設置した。設置数は1列あたり6カ所 \times 5列の計30カ所(60m^2)とした。枠内の樹高0.3m以上の木本の樹種、樹高(0.01m単位)、幹本数を測定し、枠内の林床植生被度を7段階(0、+、1~5)で目視判定した。

なお、皆伐後三年目から筋残し刈り（筋残し幅2m、刈り払い幅2m）による保育作業を行うため、調査枠は残す筋の範囲内に設置してある。

② 木本優占型

2014年6月上旬（皆伐後一年目）に実施した。斜面下部の任意の地点より等高線に沿いながら小班内を折り返し斜面上部へ進むこととし、 1m^2 ($1\text{m} \times 1\text{m}$) の調査枠について約8m間隔で計54カ所(54m^2)測定した。枠内の樹高0.2m以上の木本についてササ優占型と同様の測定をした。

(3) 解析方法

林床植生被度について、帰無仮説：各小班（ササ優占型、木本優占型）から一つずつ抽出した二つの標本の位置母数に差がない、対立仮説：位置母数に差があるとし、等分散性を必要としないノンパラメトリック検定としてフリグナー・ポリセロ検定を適用した。

次に、高木本数、木本本数（高木、小高木、低木）を応答変数、小班（ササ優占型、木本優占型）、林床植生被度を説明変数とし、回帰分析を適用した。この場合、応答変数は0以上の離散変数で、誤差構造を正規分布とする線形モデルは不適であるため、誤差構造としてポアソン分布を仮定し一般化線形モデルとして解析した。このときササ優占型、木本優占型で調査枠面積が異なるので、調査枠面積をオフセット項として解析した。

もし一般化線形モデルで過分散と判断されたときには、ゼロ過剰ポアソン回帰モデルで係数を推定し、単純なポアソン回帰モデルとの間で検定した。ゼロ過剰ポアソン回帰モデルがより良いモデルある場合、説明変数の組み合わせを変えた上で最良モデルをAICによりモデル選択した。

3. 結果及び考察

(1) 結果

各小班で測定された樹種と常在度を表-2に示す。

林床植生被度の位置母数は有意に異なった ($P < 0.001$)。ササ優占型における林床植生被度の中央値・最頻値は5で、3から5まで分布した。木本優占型における林床植生被度の中央値・最頻値は2で、0から5まで分布した。

高木本数、木本本数ともに同様の結果として、説明変数を小班または林床植生被度

としたポアソン回帰モデルでは、いずれも残差逸脱度／自由度が 2 を超えたため、過分散と判断された。そこで、ポアソン回帰モデルとゼロ過剰ポアソン回帰モデルについて検定した結果、 $P < 0.05$ またはマージナルであり、ゼロ過剰ポアソン回帰モデルをより良いモデルと考えた。

小班を説明変数とするゼロ過剰ポアソン回帰モデルの係数は、高木本数を応答変数とする場合に有意でなかったものの、木本本数を応答変数とする場合には有意であり、その符号は負であった。

そして、モデル選択を行った結果、林床植生被度と交互作用（林床植生被度と小班）を説明変数とするモデルの AIC が最小となり、最良モデルと判断された。

表-2 試験地における樹種と常在度

生活型	樹種	常在度	生活型	樹種	常在度
高木	カイドウ	20.0%	高木	ケヤキ	57.0%
	ウワミズザクラ	10.0%		ウワミズザクラ	20.4%
	ケヤキ	10.0%		ニガキ	9.3%
	コブシ	10.0%		カスミザクラ	7.4%
	ヤマグワ	6.7%		ハクウンボク	7.4%
	アオハダ	6.7%		ハリギリ	5.6%
	クリ	6.7%		ミズキ	5.6%
	ミズキ	3.3%		アカマツ	3.9%
	イタヤカエデ	3.3%		イタヤカエデ	1.9%
小高木	ニワトコ	10.0%	小高木	クリ	1.9%
	クサギ	10.0%		コナラ	1.9%
	カマツカ	3.3%		コブシ	1.9%
低木	ヤマウコギ	56.7%	低木	ヤマモミジ	16.7%
	ハシバミ	10.0%		マルバアオダモ	13.0%
	ウグイスカグラ	10.0%		オオバクロモジ	9.3%
	タラノキ	10.0%		アオハダ	5.6%
	ムラサキシキブ	10.0%		ツリバナ	5.6%
	ミツバウツギ	10.0%		エゴノキ	1.9%
	クマイチゴ	6.7%		ヒトツバカエデ	1.9%
	モミジイチゴ	6.7%		リョウブ	1.9%
	サンショウ	6.7%		コゴメウツギ	31.5%
	ヤマハギ	3.3%		ハナイカダ	9.3%
	ヤマウルシ	3.3%		モミジイチゴ	9.3%
				ミツバウツギ	7.4%
				ミヤマガマズミ	3.7%
		ムラサキシキブ	3.7%		
		ガマズミ	1.9%		
		キブシ	1.9%		

(2) 考察

小班間で高木本数に有意差は認められず（ゼロ過剰ポアソン回帰モデル）、積算した幹数密度に換算するとササ優占型で 8,170 本/ha、木本優占型で 10,300 本/ha だった。木本優占型には皆伐地隣接部に広葉樹林冠木が複数生立し、ササ優占型には無いという母樹の有無の影響（種子散布制限）は、皆伐後一年目では確認できなかった。

一方、木本本数は小班間で有意に異なり、ササ優占型で 17,170 本/ha、木本優占型で 33,700 本/ha だった。この違いが母樹の有無（種子散布制限）、ササとの競合（定着

制限) いずれを反映しているのかは今回の研究では明らかにできなかった。

高木をはじめとする林床木本の数が多ければ、林床植生被度も高くなる。ゆえに、調査枠内に草本やササ類がほとんど分布していなければ、被度が高い枠の本数は高いという相関を確認できる。一方、木本以外に草本やササ類が優先的に分布していれば、本数は同じでも被度が高くなる。高木本数、木本本数いずれを応答変数とした場合でも、林床植生被度の係数は正の符号、交互作用の係数は負の符号であり、ともに係数は有意だった。つまり、いずれの小班でも被度が高い枠で本数が高いという予測結果になるものの、同一被度で比較するとササ優占型の本数が低いという結果だった(被度0を除く)。言い換えると、同じ本数の枠ならササ優占型の被度がより高いことを意味する。このことから、ササ優占型ではササ類との競合により、今後高木本数または木本本数の増減傾向が木本優占型と異なってくる可能性が考えられる。

4. 今後の展望

5年目まで毎年の調査を行うことで、小班間の木本本数の差に影響している要因(種子散布制限や定着制限等)を考察することが可能だと考えられる。

また、近年より滝沢演習林での広葉樹天然更新で採用している筋残し刈りが、ササ優占型の林床でも簡易な初期保育方法として有効か、三年目以降の経過を注視して調査していく計画である。

GPSを活用した貸付業務処理のための 簡易なエクセルシートの開発について

青森森林管理署 宮田森林事務所 ○木村 淳司
津軽森林管理署 業務グループ 西周 真宏

1. はじめに

(1) 森林利用形態の変化と問題

近年、森林利用の形態は多様化と複雑化が進み、地方自治体や地域住民団体からは地域振興のためにレクリエーションのフィールドとして国有林を活用したいという要望も寄せられている。しかし、近年の中高年を中心とする登山ブームに伴って山岳遭難件数は大幅に増加（青山ら，2004）（警察庁，2017）している。中でも慣行的に利用され管理者が明確でなく、藪化や洗堀が進んでいる登山道では、滑落や道迷いの危険性が高いといえるだろう。

また、トレイルランニングやバックカントリースキーなどの自然の中で行う新しいスポーツも流行しているが、その利用区域や方法が明確となっていないため、安全の確保や登山など他の森林利用との調整や、利用者の踏み込みからの林地保全といった課題（武ら，2009）がある。

(2) 森林利用箇所の管理者の明確化

安全確保などの課題を解決しながら、登山道などの利用を図るためには、地方自治体に貸付を行うなどして、管理者を明確にする必要がある。国有林野の場合、管理者を明確にするための方法の一つとして、国有林野の管理経営に関する法律（昭和26年法律246号）第7条に基づき、登山道を貸し付けることができる。

貸付契約には、まず現地で登山ルートに貸付け区域を明らかにするための杭の設置、測量を行い、面積や距離を明らかにした書面、各杭の位置を明らかにした地図の作成が必要になる。

登山道は、延長が長く標高差も大きくなるため、現地での測量等作業には人手と時間がかかり、データの処理、地図や書類の作成作業も煩雑である。そのため、貸付をすることが望ましい登山道などであっても、手続きがなかなか進まない状況があった。

(3) GPSの使用とその課題ーデータ処理

登山道等森林利用に必要な貸付については、国有林野の貸付についての手続きを定めた「国有林野の管理処分の事務運営について（昭和42年4月18日42林野政第738号）」において登山道を地方公共団体が無償で借受け、計測点に既知の測点が含まれるなどの条件を満たす場合にGPSで計測した成果を用いて貸付契約ができるとしており、近年はGPS受信機（以下、GPS）

¹林野庁測定規程（平成24年1月16日23林国業第100号－1）などでは、GNSS受信機と表記されており、本来GPSとは米国が運用する人工衛星システムを指すが、本稿ではより一般的な表現であるGPSの呼称を用いる。

を使用して現地を計測することが増えている。GPSを使用することにより、登山道の曲がりなど、任意の測点箇所から人工衛星からの電波を受信し簡易に位置情報を取得することができるため、登山道の貸付けに必要な現地での作業は大幅に省力化されている。

平成29年1月から、日本の天頂（真上）を常に周回することで、山間部などでGPS受信機の計測精度を向上させる（内閣府宇宙開発戦略推進事務局，2018）準天頂衛星システムが試験導入されるなど、技術開発も進行中であり、GPSの使用範囲は更に拡大することが期待される。

しかし、現場でGPSにより測定したデータは、パソコンに保存してもそのままでは開いたり、編集したりすることができない。そのため、GPS端末に記録された緯度、経度等の情報を貸付業務に必要な形で整理・保管するためには、GPS端末の画面を直接見ながら測点毎にデータを表に打ち込むといった作業が必要であった。また、距離や面積の算出に関しても、図上で行うしかなかった。インターネット上には複数の点の緯度経度から距離や面積を計算するフリーソフトなども多く公開されているが、こうしたソフトは緯度経度の手入力を必要としたり、操作が煩雑であったりすることが多く、決して使い勝手が良くない。また、フリーソフトを業務用のパソコンにダウンロードして使用することは、情報セキュリティの観点からも問題がないとはいえない。

そこで、貸付業務にGPSを活用する場合の、データ処理等を汎用ソフトを使って省力化することとした。

2. エクセルシートの開発

（1）処理対象とする GPS データの概要

GPS のデータはメーカーと機種によって異なるデータフォーマットが存在する。本開発では、林業業界で使用例があり（四田, 2018）、広く普及していると考えられるGARMIN製のGPSで使用されている gpx ファイルを処理対象とした。

gpx ファイルは、GPS や GIS ソフト間で、GPS から取得したデータを交換するための標準的フォーマットであり、共通して緯度と経度が記録されている。

（2）エクセルシートの機能

GPSデータの処理システムの開発には、多くの人が日常的に使用し、操作に慣れていると思われる表計算ソフトMicrosoft Excelを使用した。エクセルシートに盛り込んだ機能は、

機能1) GPSデータの取り込みと測量成果の整理

- ① 位置情報データである gpx ファイルの取込
- ② 緯度経度から平面直角座標への換算
- ③ 座標を使つての測点間の距離と総延長の算出
- ④ これらを一覧表で表示

機能2) 周囲測量の面積を算出

機能3) 国有林の測定業務に使われる図面化のためのエクセル「測量製図ソフト」の様式に、gpx データを変換

以上の3点とした。緯度経度から座標値への換算式は、河瀬による投影法（2011）

を採用した。

(3) エクセルシートの使用方法

エクセルシートでのデータ処理は、シート上に表示されているマクロ機能を組み込んだボタンをクリックすることで、自動で実行される。

機能1 (GPS データの取り込みと測量成果の整理) の使用方法について、図1から図4に示した。まず、エクセルを開くと表示される画面の上部にある「gpx 取り込み」のボタン (図1の中央上部) をクリックし、取り込むデータを選ぶ。すると、図2のようにGPS データがエクセル上に貼り付けられるので、緯度と経度が貼り付けられている列 (エクセルにおける縦の並びのこと) 番号を確認し、データが貼り付けられた箇所のすぐ左側の「緯度が貼り付けられている列」「経度が貼り付けられている列」欄に入力する。そして、その下 (図3中央下) の「平面直角座標と距離算出」のボタンを押すと、数秒から数10秒で、座標値と測点間距離、総延長を計算し、緯度経度や次測点方向角とともに一覧表となる。

なお、換算する座標系は図1の左上のボタン「平面直角座標系選択」をクリックすることで、日本国内19の直角座標系を選択できるようになっており、本シートは全国で使用できる。

面積の算出などその他のデータ処理もボタンのクリックで簡単に行える。まず、



図1 エクセルを開くと表示される画面



図2 GPS のデータの貼り付け



図3 緯度経度の列番号入力



図4 データの一覧表を自動作成

面積の算出方法は、上記の処理を行った後、「座標値を転送して面積を計算」（図1の中央左側）のボタンをクリックすると、即座に座標法により面積を計算する。その下の「測量製図ソフトにデータコピー」のボタンをクリックすると、機能3）の処理を自動で行う。

3. 結果及び考察

(1) 岩木山弥生登山道の貸付契約でのエクセルシートの活用事例

平成28年度に津軽森林管理署管内で行った岩木山弥生登山道の貸付で、開発したエクセルシートを使用し、データ処理の大幅な省力化が実現した。

弥生登山道は、ミズナラ、ブナ二次林から山頂付近の高層草原といった、さまざまな景観が楽しめる魅力あるルートである。しかし、慣行的な登山道で管理者不在だったため、藪化や洗堀などの荒廃が進んでいた。こうした中、弘前市と地域団体から整備を行いたいとの要望があったため、平成28年6月末に、弘前市、地域団体、岩木山で活動するボランティア団体、森林管理署の合同で現地の確認、GPSによる登山道の計測を行った。登山道の総延長は6.8km、位置情報を取得し仮杭を打ち込んだ計測点は386点にも上った。

GPSデータの処理を今回開発したシートを使用して行った。延長が長く、測点数も多いため、従来どおり手入力による位置情報データの記録、保管を行おうとすれば、丸1日以上かかったと推測される。本シートを使用すると、30秒ほどで位置情報データが一覧表となり整理・保管され、貸付契約書に記載しなければならない総延長も同時に算出することができた。表を手入力で作成した際に発生する入力ミスや漏れもなく、貸付箇所の杭が亡失した場合も位置情報データで復元が容易に可能となるなど、今後の貸付地管理の面でも大きなメリットがある。

こうした迅速なデータ処理により、現地調査終了から約10日で貸付契約を行うことができ、その後の登山道は地域やボランティアなどの協力で整備され、はじめての「山の日」である平成28年8月11日にはイベントも開催された。

(2) 国有林の貸付業務以外への活用

開発したエクセルシートは、貸付以外の国有林業務へも活用することができる可能性がある。応用できる業務としては、災害時の早期の状況把握のための簡易な計測や、作業道・土場等の保安林作業行為手続きのための延長や面積の計測、新設林道の事前調査などが考えられる。いずれの業務においても、これまで手作業、図上で行っていた現地確認後の作業を、エクセルシートの使用によってより正確かつ迅速に行うことができる。

また、平成27年度末に「国有林野産物収穫調査規程準則(昭和42年4月17日42林野業第193号)」をはじめとする一連の通達が改正され、収穫調査区域の周囲の実測においてGPSによる現地計測の成果も認められるようになった。エクセルシートの面積を計測する機能や、図面化を支援する機能は、GPSを使用して収穫区域の周

囲を計測した場合のデータ処理への活用も期待できる。

(3) 国有林野の業務以外での活用

本エクセルシートでは、エクセルを使って GPS データを処理する方法の基本的な枠組みを示すことはできたと考えている。このため、国有林野の業務以外の森林・林業分野の様々な活動に、使用することもできるだろう。また、各種データ処理を行うためのコードを使用者が自由に閲覧、編集できるようにしており、目的にあわせて自由に機能をカスタマイズすることもできる。

長らく課題になっている不明確な森林の所有境界明確化や、森林施業の集約化のために、林地台帳の整備や「森林バンク」創設の構想などが行われている。こうした政策の実施のためには、現地の計測が必要になる場面も多くあり、今後は GPS がその手段になる可能性も高い。そこで、GPS で収集された大量のデータを正確かつ迅速に処理することは、森林・林業の課題解消に向けた重要な要素になり得る。

日本の国土の実に 67%をしめる森林。この広いフィールドを十二分に活用していくための一助に、今回開発したエクセルシートがなれば幸いである。

4. 開発したエクセルシートの配布について

開発したエクセルシートを見てみたい、使用してみたいという方は、発表者までご一報ください。ご使用の際、お気づきの点、改善点などもご連絡いただければ大変うれしく思います。

5. 参考文献

青山千彰, 日本山岳レスキュー協議会. (2004). 我が国における組織系登山者の山岳遭難事故データベースの構築とその特徴について. 関西大学総合情報学部紀要「情報研究」第 21 号, 1-58

警察庁. (2017 年 6 月 15 日). 平成 28 年における山岳遭難の概況. 参照先: <https://www.npa.go.jp/publications/statistics/safetylife/chiiki/290615yamanennpou.pdf>

武正憲, 浜泰一, 斎藤馨. (2009). マウンテンバイクの自然環境における利用特性とライダーの環境保全意識に関する研究. ランドスケープ研究 72 巻 5 号, 575-578

内閣府宇宙開発戦略推進事務局. (閲覧 2018 年 2 月 7 日). みちびき (準天頂衛星システム) GPS と一体運用可能なみちびきで位置情報で高精度測位. 参照先: よくある質問: <http://qzss.go.jp/overview/faq/index.html>

四田純夫. (2018). 親子・家族で楽しむ GPS 自山の場所・境界を記録しよう. 林業新知識 771 号 4-15

河瀬和重. (2011). 投影における緯度経度座標及び平面直角座標相互間の座標変換についてのより簡明な計算方法. 国土地理院時報 121, 109-129.

多様な森林づくりの推進に向けた施業方法の検討について

東北森林管理局計画保全部計画課 企画係 山田南美

1. はじめに

政府がおおむね5年に一度定める「森林・林業基本計画」（以下「基本計画」という。）において、我が国の森林・林業は、戦後の拡大造林により造成されてきた人工林が主伐期を迎えていること、同時に国民からは森林の有する多面的機能の発揮が期待されていることを踏まえて、保育主体から主伐・再造林を中心とする施業への転換及び自然条件等に応じた多様で健全な森林への誘導が必要であることが述べられている。

また、東北森林管理局では、森林計画の樹立に先立ち実施している住民懇談会や、国有林野が所在する市町村の首長等から構成される国有林野所在市町村等有志協議会等の場で、国有林野の管理経営に関する意見・要望を伺う機会を設けている。近年では、従来寄せられている「木材の安定供給や森林の有する公益的機能の発揮に期待している」等の意見に加えて、「広葉樹を供給して欲しい」、「ナラ枯れ被害を未然に防止するという観点から、広葉樹の伐採が必要だ」、「生物の多様性に配慮した持続可能な山づくりを行って欲しい」といった意見が多く寄せられており、国有林野の管理経営に関しては、広葉樹資源を含めて森林資源の循環利用を推進することと、希少な野生動植物を含めて生物多様性を保全することの2点をポイントとする多様な森林づくりが求められていることがうかがえる。

このような状況を踏まえ、東北森林管理局管内の国有林において今後、主伐・再造林を中心とした多様な森林づくりをどのような施業方法によって進めていくべきかについて検討した。

2. 研究方法

本研究では、平成28年5月に策定された基本計画が示している多様で健全な森林への誘導のイメージを踏まえ、まずは森林施業の基本方針を定めた後、現地調査を行い、基本方針に沿って属地的に多様な森林づくりの推進に向けた施業方法を検討した。

（1）多様で健全な森林への誘導イメージ

基本計画では、森林の有する多面的機能の発揮に関する目標について、森林の機能とその機能を発揮する上での望ましい森林の姿を例示し、育成単層林・育成複層林・天然生林ごとに機能発揮に向けた誘導の考え方を次のように明らかにしている（図1）。

現況が育成単層林となっている森林のうち、林地生産力が比較的高く、傾斜が緩やかな場所に位置するなど社会的条件が良い森林は、引き続き木材等生産機能の発揮を期待する育成単層林として確実に維持し資源の充実を図ることとする一方で、林地生産力が低い又は社会的条件が悪い森林は育成複層林に誘導する。現況が育成複層林となっている森林については、公益的機能の発揮のため引き続き育成複層林として維持することを基本とする。現況が天然生林となっている森林のうち、公益的機能発揮のために継続的な維持・管理が

必要な森林や、継続的な資源利用が見込まれる広葉樹等の森林については育成複層林に誘導し、その他の森林は、天然生林として維持する。

このような考え方のもと、多様で健全な森林への誘導に取り組むこととし、特に、森林資源の循環利用を図るため育成単層林の整備を進めることと、公益的機能の一層の発揮を図るための育成複層林への誘導を進めることが掲げられている。

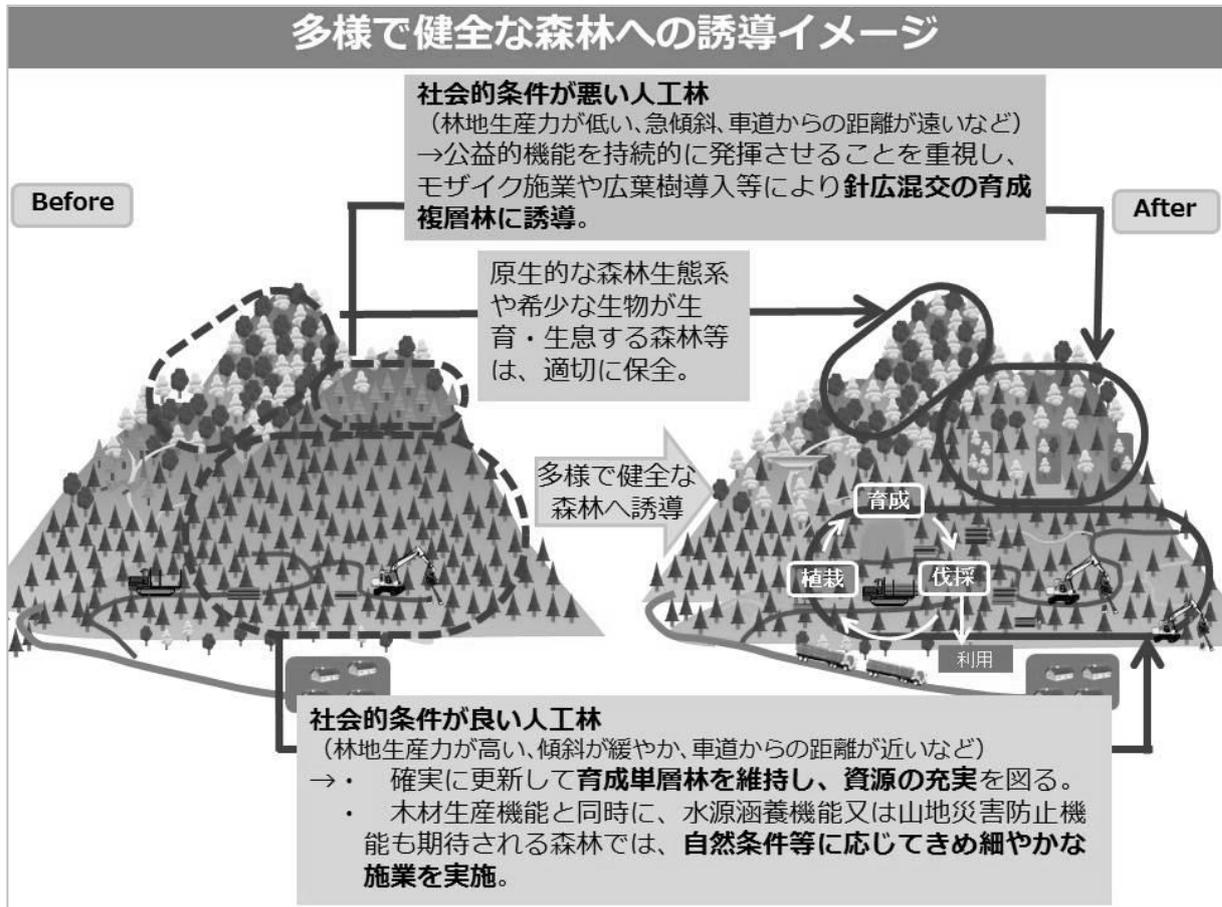


図1 多様で健全な森林への誘導イメージ

東北森林管理局管内の国有林における各区分の森林の現在の分布状況は図2のとおりである。東北の国有林には原生的な森林が多く存在していることもあり天然生林の割合が全国に比べてやや多いが、人工林の内訳は全国と同様の傾向を示しており、育成複層林の割合が小さい。そのため、基本計画で示された多様で健全な森林への誘導イメージを踏まえて、森林施業の基本方針を定めることとした。

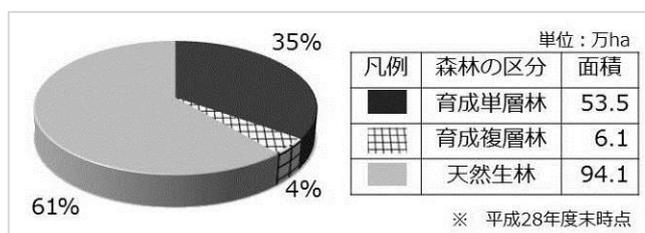


図2 東北森林管理局管内国有林の林種別面積

(2) 現地における森林施業の基本方針の検討

(1) で述べた誘導イメージをもとに、現地における森林施業の方針を検討し、それを図3及び図4にモデル的に示した。図3及び図4はともに、山の中腹を路網が通り、斜面

の下部には沢が流れているような箇所を正面から見たイメージ図である。

① 皆伐箇所の伐採区域設定 (図3)

皆伐は路網から近く施業を効率的に行うことができる箇所を選定して行うこととし、その面積は林地の保全や景観の維持等の観点から、おおむね5ha以内(ただし、保安林等の施業制限区域にかかっている場合は、指定された伐採面積に従う。)とする。

そして、尾根筋や沢沿い等については、保護樹帯の設置等により、確実に保全されるようにする。このように皆伐箇所を選定することで、効率良く施業を行える箇所で育成単層林を維持すると同時に、水土保持機能等の公益的機能も発揮することが可能となる。

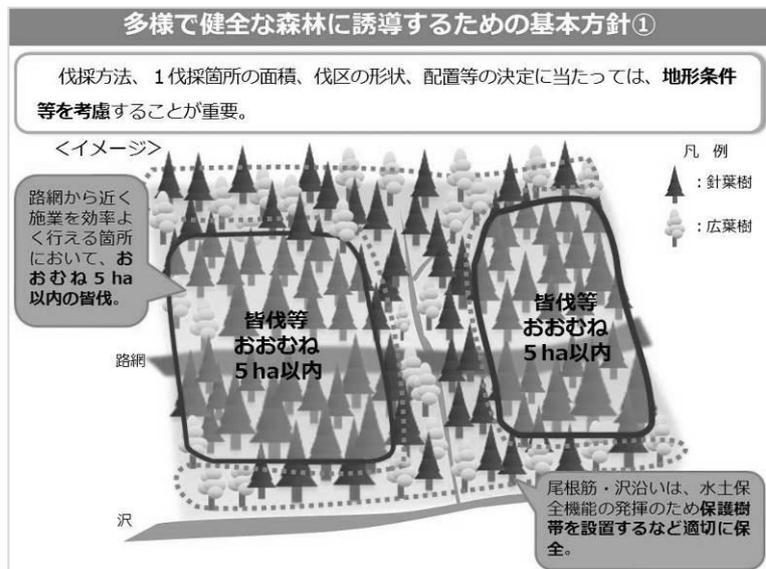


図3 基本方針① (イメージ)

② 周囲に広葉樹林が存在する針葉樹人工林における施業区域の設定 (図4)

人工林のうち、路網から近く施業を効率的に行うことができる箇所では主伐・再造林の対象とするべきだが、一方で、現状で育成単層林となっていたとしても、斜面上部などに位置しており施業の効率が悪いと思われるような箇所や、植栽木の成長が悪くすでに広葉樹の侵入も見られるような箇所は、今後も育成単層林として維持することは適切ではない。そのような箇所は、周囲からの広葉樹の侵入等により育成複層林へと誘導することとする。

また、溪畔周辺については、将来的に針広混交林とするため、人工林では間伐等を実施して下層に広葉樹の侵入を促す。

さらに、地域からの広葉樹の需要に応じた木材の供給や、ナラ枯れ被害の未然防止の観点からは、広葉樹林を伐採対象とする必要があるため、人工林の主伐や間伐とあわせて効



図4 基本方針② (イメージ)

率良く施業を実施できるよう、伐採が予定されている人工林の周辺に循環利用可能な広葉樹林が存在するかどうかを調査する。

(3) 現地における具体的な施業方法の検討

(2) で定めた基本方針に沿って、実際に伐採時期を迎えている国有林において、現地調査等を行い、多様で健全な森林に誘導するための具体的な施業方法を検討した。

① 現地調査

検討箇所は米代東部森林管理署上小阿仁支署の 75 林班とした。概況は表 1 及び図 5 のとおりである。森林調査簿上では林齢が 50 年程度の育成単層林であり、林道の東側のか小班は通常伐期施業、西側のな 2 小班ほかは長伐期施業に指定されている。

図 5 より、林道の両側とも、斜面上部の尾根筋から広葉樹が侵入してきていることがわかる。また、現地調査により、か小班は、図 6 のとおり斜面上部からの広葉樹の侵入が進んでいることが確認できたほか、林道との間に沢が通っており、主伐の効率が比較的悪いこともわかった。一方で、な 2 小班ほかは、図 7 のとおり、林道に接している箇所に成長が良好なスギ人工林が広がっており、今後も効率的に育成単層林を維持できる箇所であることがわかったほか、その近傍に利用可能な広葉樹林があることも確認できた。

表 1 検討箇所の森林調査簿データ

小班	か	な1	な2	ま	け	ふ	こ	え	え3
施業群	スギ・カラマツ等	スギ・カラマツ等長伐期							天然更新型 複層林誘導
林地面積(ha)	18.35	13.00	22.63	1.73	3.13	3.94	5.50	4.45	12.83
林種	単層林								
樹種	スギ57% 広葉樹43%	スギ	スギ (85%)	スギ	スギ	スギ	スギ (73%)	スギ (96%)	スギ64% 広葉樹36%
林齢(年生)	56	54	53	52	51	49	52	51	50
蓄積(m3)	2,716	3,445	4,809	401	1,196	977	992	1,414	1,839
保安林	水源かん養								

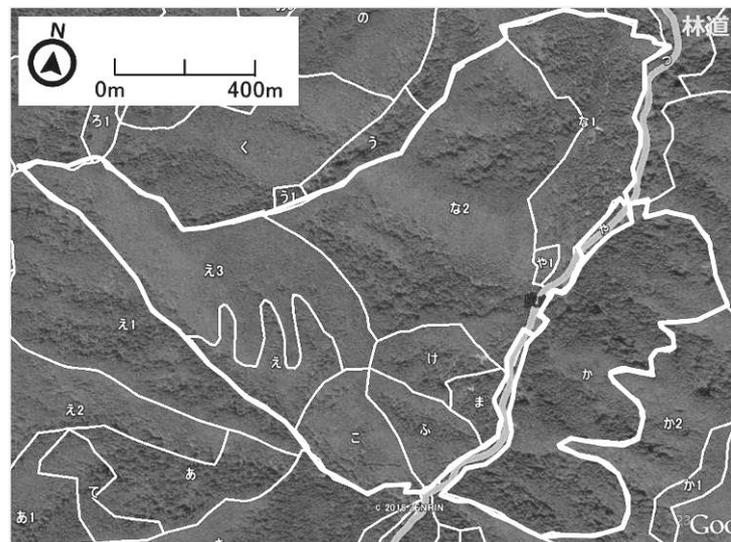


図 5 検討箇所の航空写真



図 6

か小班の斜面上部の様子



図 7

な 2 小班ほかの林道近傍の様子

② 地域の広葉樹の要望状況

東北森林管理局管内の林業・木材産業関係者等に、国有林からの広葉樹の出材があった場合に購入の希望があるか聞き取り調査を行った。木材市場の関係者によると、現在の広葉樹の取引状況は人工林の間伐の際に出てくる支障木等の低質材が中心であり、そのよう

な材はパルプ・チップ向けに取引されているが、稀に出品される一般材は引き合いが強く、高値で取引される傾向にあることがわかった。さらに、木質バイオマス発電施設や製紙工場等が所在する地域では低質材でも一定の需要が見込まれるほか、樹種別・径級別に分類して出品することで通常よりも高値で取引された実例もあり、広葉樹の供給の仕方を見直すことで、さらなる需要の掘り起こしができる可能性がある。

また、広葉樹を取り扱う家具等の製造業者が所在する地域では国有林からの一般材の供給を望む声も強いことがわかった。現在国有林からの広葉樹の出材の多くを占めているのは支障木としての伐採のような、不定期での出材であるが、広葉樹の安定供給を再開してほしいという意見や、虫が付きやすく水分を多く含み腐りやすい夏場の時期を避け11月～3月に出材されれば購入したい等の具体的な意見も寄せられている。

③ 検討結果

上記の調査の結果を踏まえ、この箇所は次のとおり施業を行うことを検討した。

現在の経営計画上の位置づけでは通常伐期施業になっているものの施業効率が悪くすでに広葉樹の侵入も見られるか小班は、長伐期施業に変更し、公益的機能の発揮を重要視する森林として、針広混交林化を図り育成複層林へと誘導する。そのための施業計画を、図8に示した。現在スギ人工林が密集している斜面下部では、間伐を繰り返し、スギの大径化を図る。その際、沢沿いには保護樹帯を設置し、溪畔林は適切に保全する。斜面上部は、すでに侵入している広葉樹を活かし、必要に応じて間伐を行うことにより針広混交林化を進める。

現在の経営計画上の位置づけでは長伐期施業になっているものの育成単層林として資源の循環利用が期待できる箇所もあるな2小班ほかは、図9のとおり施業計画案を定めた。成長が良好なスギ林で林道に近接している箇所は、長伐期施業から通常伐期施業に変更して皆伐を行い、今後は木材生産機能を第一に発揮させることを目的とした育成単層林として維持することとする。その周辺にある広葉樹は、スギ林の主伐と併せて伐採・搬出できる範囲で、地域の需要に応じるための択伐を検討する。斜面上部に位置するため施業効率が悪く、すでに周辺から広葉樹の侵入が見られる箇所は、漸伐により針広混交林化を図り、育成複層林へと誘導する。また、尾根筋や沢沿い等に保護樹帯を設け、伐採区域の分散を図る。

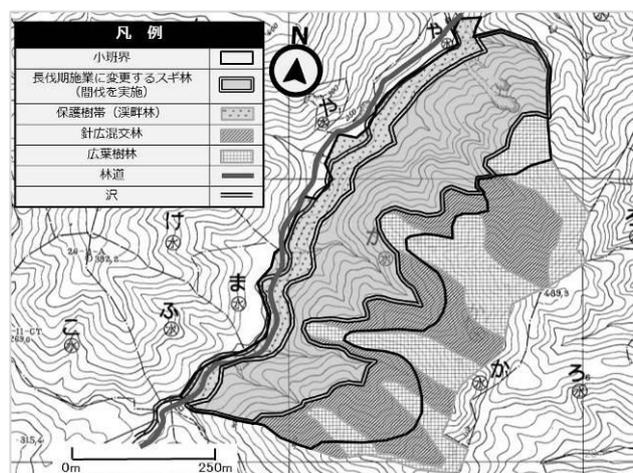


図8 か小班の施業計画案

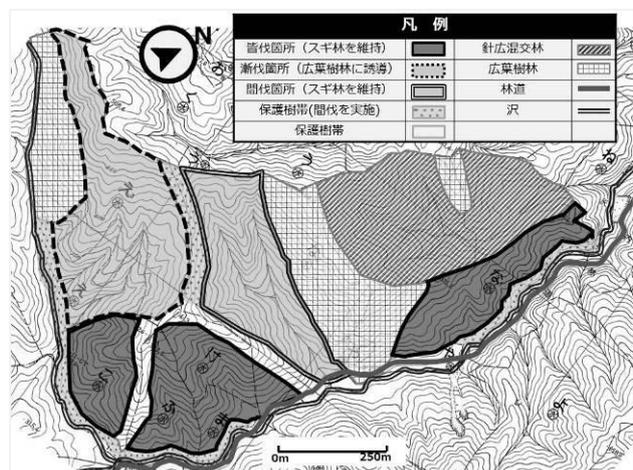


図9 な2小班ほかの施業計画案

3 結果・考察

以上の検討内容については、地域管理経営計画案の作成に先立ち開催した「平成 29 年度森林計画等に関する現地検討会」において有識者委員に説明したところ、委員から、「主伐・再造林により森林資源の循環利用を推進することが重要となっている中、将来の施業コスト等も考慮した上で、効率良く施業を行うことができる箇所や保全すべき箇所を現況に応じて適切に設定することは重要である」、「地域の木材産業を育成するという視点も持って山づくりをしてもらいたい」など、当方の説明に賛同する意見が寄せられたところである。

今回の検討を通して、森林資源が充実し、これまでの間伐中心から主伐とその後の再造林を中心とする施業への転換期を迎えた現在、これまでの経営計画上の位置づけが現在の林況や社会的な状況に合っていない場合があることがわかった。このような場合は、経営計画を見直すことも必要となる。

今後、国有林においても主伐を推進していくこととなるが、皆伐を実施する場合でも、今回の検討内容のように適切に保護樹帯を設けるなど、林況に適して丁寧に伐採区域を設定することにより、多様な森林づくりに十分に貢献できるものと考えられた。さらに、森林資源の循環利用を推進するためには、地域の木材需要や木材産業の振興、ナラ枯れ被害の未然防止に寄与する等の視点を持ち、そのための森林施業を検討する必要があることもわかった。

観光地での環境に配慮した工法による治山工事について

三八上北森林管理署 治山グループ ○外柳剣太
治山グループ 迫脇将季
総括治山技術官 高橋昌紀

1. はじめに

近年、当署管内にある全国的に有名な観光地として知られる十和田湖及び奥入瀬溪流では、新緑や紅葉の時期には、特に美しい景観から、県内外は勿論、海外からの観光客も多く訪れ、賑わいを見せている。

反面、自然豊かで風光明媚な景観を呈する観光地等においては、その地形・地質的要因から大雨等により、山地災害のリスクが高く、山地災害の未然防止を図るため、奥入瀬溪流流域において、治山事業を推進している。

このような当該箇所において、治山事業の実施にあたり、観光地での景観及び国立公園地内での環境配慮等の観点から、工種・工法についての検討と施工した治山工事の事例を紹介する。

2. 事業地の概要について

当該事業地は、青森県十和田市に所在する三八上北森林管理署から、南西約4.5 Kmに位置し(図-1)、先で紹介した奥入瀬溪流があり、学術的にも貴重な地形及び環境等から、十和田八幡平国立公園特別保護地区、鳥獣保護区、国指定の特別名称及び天然記念物として指定されている。

この、奥入瀬溪流流域内において、平成26年8月22日22時頃、時間雨量58mmを記録する局所的大雨があり、奥入瀬溪流に並行する国道102号沿いで、土砂崩れ等により、発生から2日間、国道が全面通行止めとなった。幸いにも、人的被害はなく、応急対策等により、観光への影響も大きくなかった。そのなかで、奥入瀬溪流景勝地の左岸に位置する治山施工地において、山腹崩壊により、平成5年度完成のコンクリート土留工が転倒するなどの被害に遭った(図-2・図-3)。

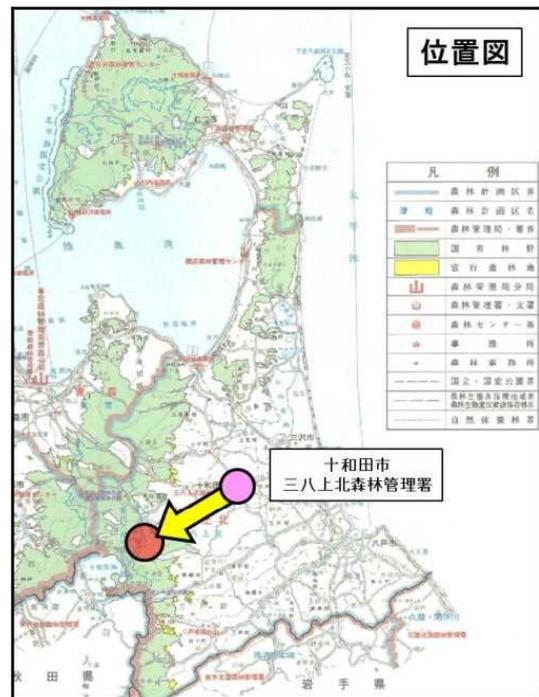


図-1 事業地位置図

被害に遭った NO.2 土留工の直下に位置する NO.1 土留工には被害はなく、これらの治山施設が、山地災害を最小限に食い止めたものと思われる。しかし、今後の大雨により、山腹崩壊の拡大及び山腹斜面に堆積した崩土が、再び、国道102号へ流出し、被害を与えるおそれがあることなどから、平成27年度九十九島治山工事を実施することとした。



図-2 治山施工地被害の全景



図-3 NO.2土留工の転倒

3. 被害状況の推察と復旧計画の検討について

被害状況については、治山施設周辺で降った多量の雨水は、土層内を浸透し、礫交じり層の凹地形部で湧出したことから、山腹崩壊が発生。さらに、多くの浸透水がNO.2土留工背面に滞水したため、間隙水圧が上昇し、NO.2土留工は転倒。そして、山脚部の崩積土が再移動したことにより、飽和状態となっていたNO.2土留工背面の堆積土を巻き込みながら、土砂が下方に位置する国道102号へ流出したものと推察した。

このことを踏まえ、復旧計画の策定にあたり、国立公園等を管理する環境省の「十和田八幡平国立公園 十和田八甲田地域 管理計画書」には、治山・砂防及び河川等の施設については、下記のア～ウによることと記載されている。

- ア 自然石や木質材料による化粧張りを施すこととする。
- イ 風致景観のみならず動植物の生育にも極力配慮した構造・工法とする。
- ウ 緑化が困難な場合には、現地産植物の自然繁殖を促進させるため、法面安定処理を行う。

更に、復旧計画箇所の近隣で、国内希少野生動植物種であるクマタカの営巣が確認されており、また、なだれ危険箇所でもあることから、法令及び地理的条件等に配慮し、工種・工法及び工事期間も含め、下記の(1)～(4)のとおり検討した。

- (1) クマタカ営巣期を避け、積雪最盛期前に復旧工事を完成させる。
- (2) 浸透水を誘因とした荒廃から、復旧する土留工は、透水性で、ルーズな地盤にも柔軟に追従可能な構造とする。
- (3) 裸地化した山腹崩壊地の表面侵食等を防止する。
- (4) 国立公園地内であることから、周辺環境に配慮した工法とする。

まず、(1)については、山腹崩壊地が、比較的小規模であったことから、山腹基礎工の法切工及び土留工の新設、山腹緑化工の伏工とし、工事期間は、猛禽類に詳しい有識者等の意見を踏まえ、平成27年9月1日から平成27年12月21日までとした。

次に、(2)については、保全対象及び工期等の観点から、耐久性が高く省力化が可能な鋼製枠土留工に決定し、崩壊地基礎部及びNO.2土留工の位置に設置することとし、(3)については、裸地化した表面を被覆し、早期緑化を図るため、肥料等が含まれる緑化マット伏工に決定した。

最後の(4)については、鋼製枠土留工の前面部には、焼付け加工を施したスギ丸太を貼

付け、化粧を施すこととした（図－4）。

焼付けた丸太は、ほぼ黒色となり、スギ丸太本来の様相よりも、景観に溶け込み目立ちにくくなるのではないかと考えた。また、丸太表面を炭化させることで、丸太の腐朽進行を遅らせ、長期の化粧丸太の維持が期待できる。

伏工に使用する緑化マットには、遺伝子レベルでの種の攪乱を避けるため、植物材料を一切持ち込まず、周辺に自生する植物の自然侵入による緑化を行うため、飛来種子を補足しやすい構造の、自然侵入促進型の緑化マットを使用することとした。

これらの景観及び環境配慮に重点を置いた復旧計画により、環境省、特別名勝及び天然記念物を管理する文化庁と協議した。



図－4 焼付け丸太の貼付け

4. 施工にあたっての創意工夫について

施工地は、国道102号及び奥入瀬溪流景勝地「九十九島」に隣接し、観光客の入り込み及び交通量の多さ、また、狭隘地のため、資材運搬にあたっては、国道を一部占有し、不整地運搬車で施工する計画であったが、通行車両等に与える影響及び運搬時の地表攪乱による土砂の流出が懸念された。そこで、図－5のとおり、数台のクレーン機能付きバックホウのリレー式による資材運搬に変更し、国道を占有することなく、重機走行による土砂の流出を軽減し、通行車両等への配慮及び環境負荷を低減した。

また、土留工新設にあたり、岩盤掘削及びNO.2土留工の取り壊しがあり、大型ブレイカによる騒音が発生する。この施工時期が、奥入瀬溪流の紅葉シーズンと重なったことから、鳥獣は基より、現場付近を散策する観光客に対しても、騒音による不快感を与えないよう、観光客が少ない時間帯に施工したほか、コンクリート圧砕機も併用し、騒音の低減も図った。



図－5 バックホウによる資材運搬

その他、近年、増加している外国人観光客に対し、現場状況を周知するため、現場立入制限の標識板文字を、比較的多い外国人観光客を対象とした、多国語標記も加え設置した。

施工中においては、施工に伴う土砂の流出や、観光客及び地元等からの苦情、労働災害

もなく、[図-6](#)とおりに竣工に至った。工事期間は、平成27年10月1日から平成27年11月23日までの約3ヶ月で、鋼製枠土留工2基及び自然侵入促進伏工994.9平方メートル、請負金額29,160千円となる。



図-6 九十九島治山工事の完成

5. 完成後の施設調査等について

完成後、約1年8ヶ月経過した当該治山施設が、計画通りの目的を果たしているのか、また、台風等により施工地に影響がないかなどを調査した。

鋼製枠土留工については、目視からも地形の異常及び施設の変形等を確認することはなかった。また、貼付けた焼付け丸太は、表面の炭化層が降雨等で洗い流されたことにより、色彩が若干、明るくなり、腐朽はなく、[図-7](#)の当該治山施設は、景観に馴染んでいると思われる。しかし、第三者が、果たしてどのように感じるのか、反応を知りたかったことから、[図-7](#)の当該治山施設の写真のほか、通常の鋼製枠土留工([図-8](#))及び、現場打ちコンクリート土留工([図-9](#))並びに、木製残存型枠を使用したコンクリート土留工([図-10](#))のイメージ写真を用いて、地元住民を対象に、最も景観に馴染んでいる治山施設を選択するアンケートを実施した。



図-7 当該工法による鋼製枠土留工



図-8 通常の鋼製枠土留工



図-9 現場打ちコンクリート土留工



図-10 木製残存型枠コンクリート土留工

回答者数は17人で、[図-10](#)を選択した1人を除く16人が、[図-7](#)の当該治山施設が、「最も景観に馴染んでいる」という回答結果となった。

続いて、自然侵入促進伏工については、マット上に侵入した植生を確認するため、1㎡の標準地を、切土部、盛土部毎に1箇所設置した。マットの状態は剥がれ等もなく、[図-11](#)の切土部では、植被率70%程度、出現種は、カツラ、ケヤキ等の高木類の他、イワガラミ等のツル性の木本、イタドリ等の草本の、約25種類の侵入を確認した。盛土部では、植被率40%程度、出現種は、切土部と同種一部の他、エゴノキ、イヌシデの高木性の木本、フキ等の草本等を確認した。植被率に、ばらつきはあるものの、周囲からの植生の侵入が認められ、種の攪乱もなかった。



図-11 切土部標準地

以上のことから、当該治山施設は、良好な状態であり、景観にも馴染んでいることが、当該調査等からも確認した。

6. 最後に

治山事業実行にあたり、環境配慮等は少なからず考慮する必要はあるものの、環境配慮等に重点をおくと、資材価等でコスト高になる傾向があり、その選択した資材等が、期待どおりの復旧発現となるのか不安もある。

当該工法も、環境を配慮せず、目的を達成できる工法で、直接工事費を算出し、比較したところ、当該工法15,869千円より1,950千円の減額となる。やはり、当該工法もコスト高となったが、完成後の施設調査等の結果からも、期待どおりの成果が得られたことから、コストパフォーマンス的にも良好であったと言える。

今回、紹介した九十九島治山工事に、私自身、直接、担当していないが、景観及び環境に配慮した資材・工法の選択の良い参考となった。しかし、治山工事の知識及び経験も浅いことから、更に、多様な施工地の見学、新工法等の情報に耳を傾け、環境配慮等を要する現場においては、『コスパ』の高い治山事業を実施し、国土の保全及び地域の安全・安心に、そして、生物多様性についても貢献して参りたい。

自己間引き力を活かす ～群状植栽の新たなる可能性～

庄内森林管理署 森林官（温海森林事務所） ○木村 研士
 首席森林官（大鳥・田麦俣森林事務所） 佐藤 智之
 森林官（羽黒森林事務所） 本田 康敬
 森林官（平田森林事務所） 藤井 裕樹
 業務グループ 大山 可将

1. はじめに

群状植栽とは、苗木を一箇所数本寄せて植える方法で、雪害対策に有効であるとされ、旧秋田営林局では、昭和30年に計画課主導による造林技術の試行として、山形県の営林署を中心に試験地が設定され、雪害状況の調査が行われてきた。その後、東北の各営林署でも昭和40～50年代を中心に、造林の省力化や雪害対策等を目的として研究発表がされてきたが、それら調査報告は植栽10年前後までが多く、その後の検証はされていなかった。

そこで本研究では、主伐期を迎える群状植栽地の成長結果を分析し、その生育特性から施業、伐採までのシミュレーションを行い、主伐再造林での活用に向けた考察を行った。

2. 調査地の概要

(1) 調査地

山形県鶴岡市温海川字北俣国有林152ね2林小班

(2) 植栽概要

調査地である152ね2林小班は、最深積雪量が3.5mの豪雪地帯に該当し、植栽年度が近い3つの小班が合併されており、合併前の小班はそれぞれ、S53植栽の群状植栽（以下群状と呼ぶ）、S52植栽の普通植え（以下普通①と呼ぶ）、S54植栽の普通植え（以下普通②と呼ぶ）で、植栽概要は表1に示すとおりである。普通①普通②は地位、地況が群状と同じで、造林記録票からもほぼ同一時期の施業となっていることから、群状箇所の比較対象地とした。なお、群状の植栽配置は、群内の形状一辺0.8mの正三角で、山側1本、谷側2本に植栽され、群の中心間の距離は2.7mである。

表1 造林記録票

林小班		152ね2			
地位等	樹種	スギ			
	面積	0.84	0.71	0.61	
	植付方法	普通植	群状 (3本植)	普通植	
	ha本数	3,000	4,000	3,000	
	年齢	41年	40年	39年	
	傾斜	9度	9度	2度	
造林	土壌	BD～Bd(a)	BD～Bd(a)	BD～Bd(a)	
	下刈	植付	S 52	S 53	S 54
			S 53	S 54	S 55
			S 54	S 55 (2回)	S 56
			S 55	S 56	S 56 (2回)
			S 55 (2回)	S 56 (2回)	S 57
			S 56	S 57	S 57 (2回)
			S 57	S 58	S 58
			S 58	S 59	S 59
				S 60	S 60
					S 60 (2回)
	つる切	S 60	S61	S 63	
	除伐		S 61	H 5	H 5
		H 6			

3. 調査方法

(1) 標準地調査

生育状況を把握する為、20m×25mの標準地を、普通①普通②群状に各1箇所設定し、胸高直径、品質、樹高を調査した。なお、樹高調査にはトゥルーパルス360を使用した。

(2) 樹幹解析調査

標準地調査の結果を基に、普通①普通②は標準木各1本、群状は同じ群内で生育している主林木副林木の標準木各1本を供試材とした。供試材は伐倒し、幹の高さ0.2m、1.2m、1.2mより上は2.0m間隔で、梢端部が2.0m未満の場合は1.0m間隔で円盤を採取し、梢端部までの長さを樹高分として計上した。円盤毎の年輪幅は、東西南北4方向を電動ノギスにより1mm単位で計測し、平均年輪幅として算出した。なお、樹幹解析ソフトは、山形大学農学部で作成されたDensity distribution of the stem を使用した。

(3) 樹冠投影調査

群状の標準地内の立木配置をコンパス測量し、樹冠幅をメジャーで根際から東西南北4方向に測り、枝下高さをトゥールパルス360で測定した。なお、解析ソフトは山形大学農学部で作成されたForest Windowを使用した。

(4) コスト比較

群状植栽と普通植えの施業コストを、造林記録を基に造林事業積算プログラムにより積算を行い、平成29年度庄内署類似事業の落札比率を乗じた額で算出比較した。また、森林総合研究所で作成された収穫表作成システムLYCS3.3パッケージにより、林分毎の成長予想を行い、収量比数（以下Ryと呼ぶ）が0.6以上になった林齢で伐採率35%の間伐、林齢60年で主伐を計画し、総伐採量を算出。主間伐による収益計算は、フォレストア育成研修で使用されている収支計算ファイルを使用し、最終的な主間伐の収益比較を行った。

4. 結果

(1) 標準地調査の結果

標準地調査の結果を図1に示す。群状主林木の平均は直径38cm、樹高21m、副林木の平均は直径16cm、樹高9mと、主林木と副林木の差が顕著に表れている。群内で生存している個体は、山側が正常木、谷側が極端な根曲がりになる傾向があり（写真1）、植栽配置と根曲がりに関連しているように見られる⁽¹⁾。なお、成立本数696本、平均上層木樹高21mにより、Ry0.63と適度な密度に収まっていた。普通①は、直径20cm台に集中しており、平均は直径24cm、樹高17m、成立本数1,372本、平均上層木樹高19mにより、Ry0.82と過密な林分であった。普通②の平均は、直径28cm、樹高15m、他と比較し被圧木が多めで、成立本数585本、平均上層木樹高19mにより、Ry0.52と疎林寄りの林況を呈していた。



写真1 群状植栽の生育状況

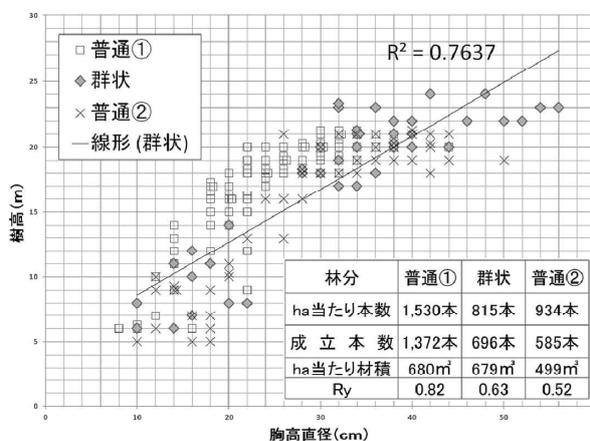


図1 個体分布図

(2) 樹幹解析調査の結果

普通①、普通②及び群状の主林木は、林分毎の平均胸高直径・平均上層木樹高を満たした材を、群状副林木は副林木内の上層個体を使用し樹幹解析図を作成した(図2)。

① 樹高成長

樹高成長の結果を図3に示す。群状は、林齢5年で主林木2.2m、副林木1.9mと、群内密度が高いことから早期の個体間競争⁽²⁾により樹高差が出ており、主林木は、普通①・普通②の平均上層木樹高と比べても、0.4m高い成長差となっている。

なお、林齢13年には群状主林木8.6m、副林木6.4mへと成長しているが、H2年に実施された群状植栽の成績調査によると、林齢13年で樹高5~8mと記録されており、樹幹解析の結果とほぼ同様であった。

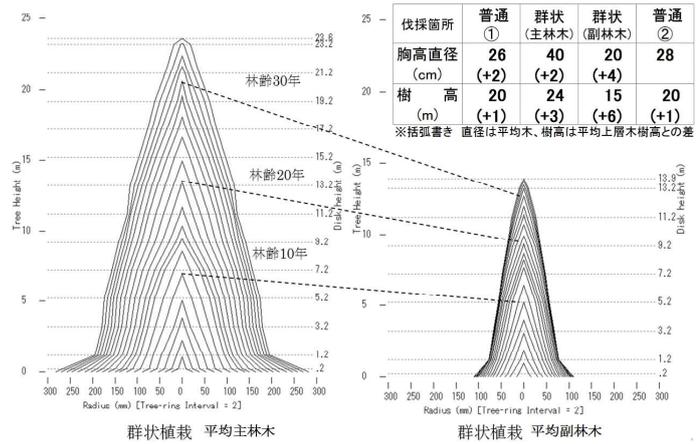


図2 樹幹解析図

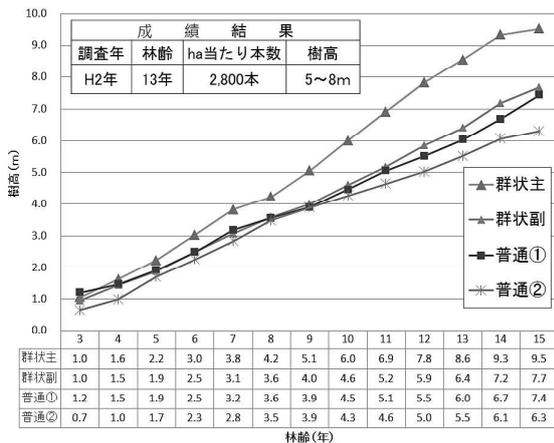


図3 樹高成長図

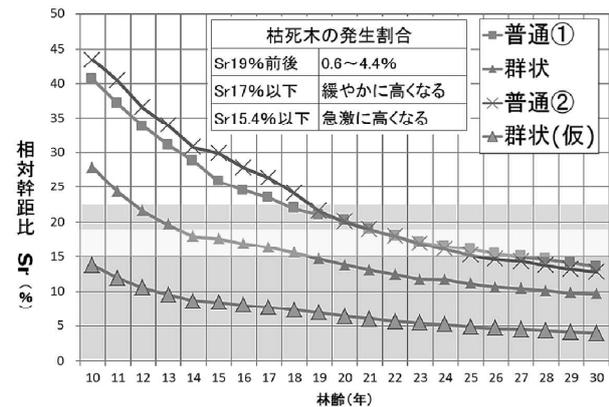


図4 自己間引きの発生図

② 自己間引きの発生時期

自己間引きの発生時期を図4に示す。林分の密度指標として、平均樹高に対して平均樹幹距離を%で表す相対幹距比(以下Srと呼ぶ)を用いて、自己間引きの発生時期について分析を行った。平均樹幹距離は、 $\sqrt{10,000 \div \text{植栽本数}}$ により求められるため、植栽本数の減少に伴い平均樹幹距離が増加していくことから、樹高成長図(図3)と、山形地方国有林スギ林分密度管理図から自然枯死線を導き現存本数を求め、平均樹幹距離として算出した。先行研究では⁽³⁾、スギ普通植えの場合、Sr15.4%以下になると、枯死木の発生割合が急激に高くなると示されており、その基準に達するのは、普通①・普通②は林齢26年を過ぎてからであった。群状も同様の計算方法をした結果、林齢19年で枯死木の発生割合が急激に高くなると示されたが、群状植栽は普通植えと違い、均等な樹幹距離にあるわけではなく、局所的に高密度な状態であることから、平均樹幹距離の計算式ではなく、仮定

として群内の0.8mを平均樹幹距離として再計算したところ、本調査地では林齢10年で自己間引きが発生する結果となり、早期に樹高成長の差が発生している樹幹解析の結果と酷似した。これらの結果から、群状植栽は普通植えより早期に自己間引きが起きる環境にあると推測される。

③胸高直径の成長推移

胸高直径・年輪幅の成長を図5に示す。群状の年輪幅は、自己間引きが発生すると仮定した林齢10年前後から群状の主林木と副林木で大きな成長差が起きている。副林木は、普通①普通②と比較しても、初期成長量の差は大きく見られないものの、林齢13年以降からは大きな成長差が見られる。また、降雪量の多い翌年にどの林分でも成長停滞する傾向が見られており、群状の副林木については、降雪量の多かった昭和59年翌年にあてが発生していたことから、早期に根曲がりになったことで、以降の肥大成長に影響が及んだと推測する。なお、胸高直径（1.2m）の高さでは、林齢1～4年頃の年輪幅は正確に判断することが不可能であった為、非表示とした。

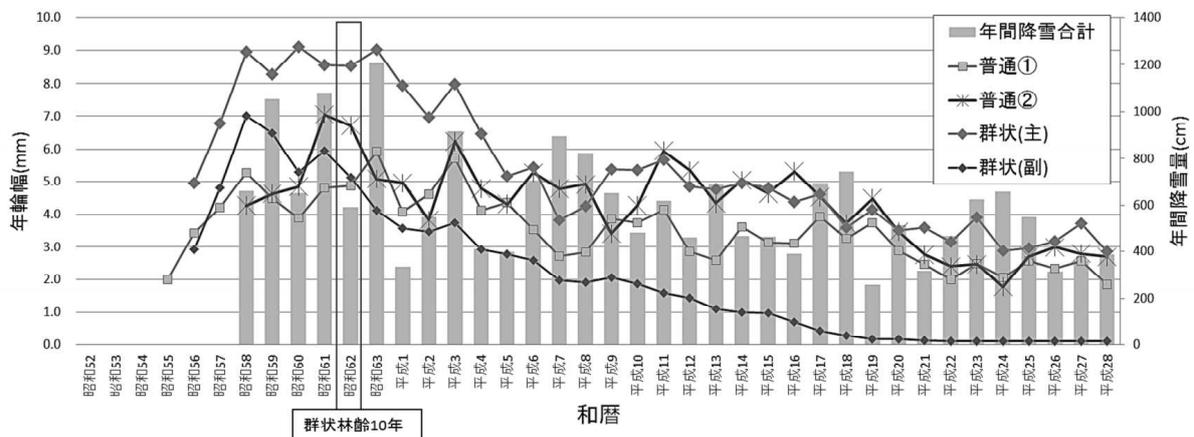


図5 胸高直径(1.2m)年輪幅成長線 ※年間降雪量 アメダス鶴岡市櫛引観測所

④形状比の推移

形状比の推移を図6に示す。冠雪害を低減させるためには、形状比70以下の安全な樹形への誘導が必要であるが⁽⁴⁾、群状の主林木の形状比は、林齢7年以降から安全域である形状比60前後を推移しており、雪害耐性が高かった。一方で、群状の副林木は、自己間引きが発生したと予想される林齢10年以降から肥大成長が停滞し、林齢24年から危険域である形状比70以上を推移し、林齢38年には形状比90に達していた。普通①・普通②は群状の主林木より遅れ林齢9年から形状比70以下となっているが、普通①については、過密な林分である為、林齢26年で形状比70以上、林齢38年で形状比80近くに達し、雪害が懸念される林分へと変異していた。

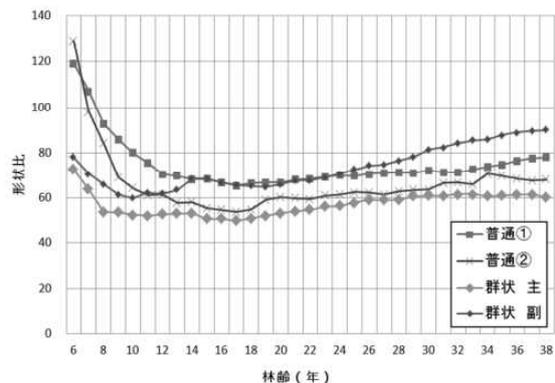


図6 形状比の推移

なお、山形県森林研究研修センターによると、積雪量が1m以上4m未満では、雪害対策が不可欠であり、4m以上は人工林造成が極めて困難であるとされている⁽⁴⁾。旧秋田営林局が昭和30年に設定した、鶴岡市田麦俣字六十里山国有林75林班か1小班の群状試験地は、積雪量が5m以上あり、スギの普通植え(4,000本/ha)、群状植栽(5,000本/ha)、密植(10,000本/ha)等が植えられていたが、現況は普通植えが壊滅で、群状植栽及び密植はわずかな現存にとどまっていた。雪害対策に優れている群状植栽でも、積雪量4m以上の豪雪地帯上部では、生育は極めて困難であることが確認された。

(3) 樹冠投影調査の結果

樹冠投影図の結果を図7に示す。群状の個体は、群自体が消滅してしまったものもあり、まばらな配置となっていた。群状植栽は、普通植えの植栽間隔に比べ、群間が広いので、群内の競争に勝った個体は、より多くの空間を占有できる。樹冠投影図からも、ギャップに向かって樹冠を広げ肥大成長していることがうかがえる。また、群内2本以上で生存している個体では、成長差が著しいことから、群内で極度の個体間競争が起きていたと推測される。

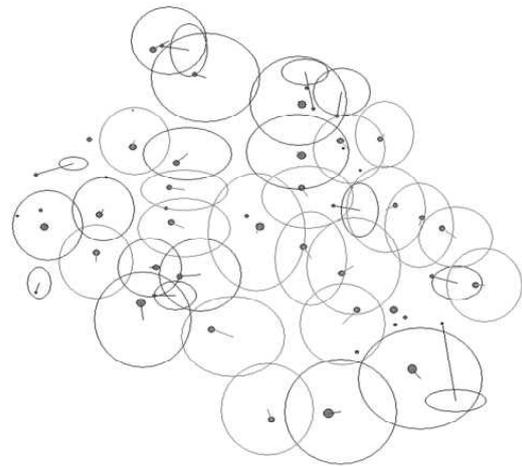


図7 群状植栽 樹冠投影図

(4) 施業コスト等シミュレーション

①施業コストシミュレーション

群状は植栽本数が普通①普通②と比較しha当たり1,000本多いため、植付経費が割り増しとなっている。また、当時の下刈は直営による全刈りであるが、林分により下刈回数が異なる、6年目に2回刈りを行っているなど(表1)、やり方に大きなバラツキがあったことから、樹幹解析の樹高結果に基づき、下刈の再シミュレーションを行った(図8)。各林分の下刈

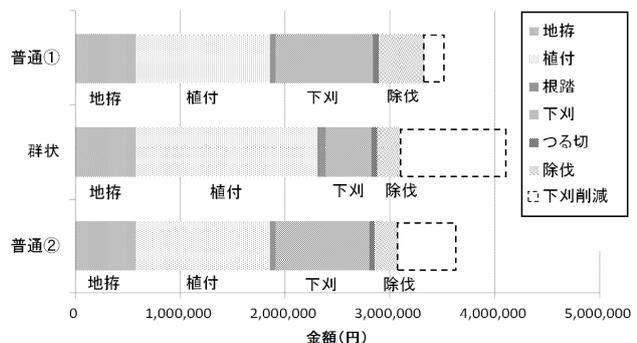


図8 施業コスト シミュレーション

回数は、現行標準の5年までとし、群状は樹高成長が良好であることから下刈を1年省略して4年に。下刈方法は、群状は広い群間で用いられる筋刈を採用し、筋刈の下刈工期は、群状植栽試験の研究報告⁽⁵⁾を参考に刈幅37%、筋刈工期4.1人/ha、全刈工期比58%を使用。以上のシミュレーションにより、群状の施業経費は普通植えと同程度にまで削減された。あくまでもシミュレーションした結果ではあるが、群状植栽は造林の省力化も兼ねて試験導入されていることから、今後はコスト検証も含め調査する必要があると考える。

②主間伐収益シミュレーション

普通①林齢41年は、Ry0.82と高密度の為、林齢42年に1回目の間伐、林齢50年に2回目の間伐、林齢60年に主伐の計994m³を収穫材積とした。群状林齢40年は、Ry0.63と適度な林分密度にあったことから、林齢41年に間伐、林齢60年に主伐の計1,194m³の収穫材積とした。普通②林齢39年は林分薄めのRy0.52の為、2年後の林齢40年に間伐、林齢60年に主伐の計961m³の収穫材積とした。群状は高い蓄積量を維持しつつ、間伐回数が低減されたことで、収穫増となり収益が最も高い結果となった(図9)。

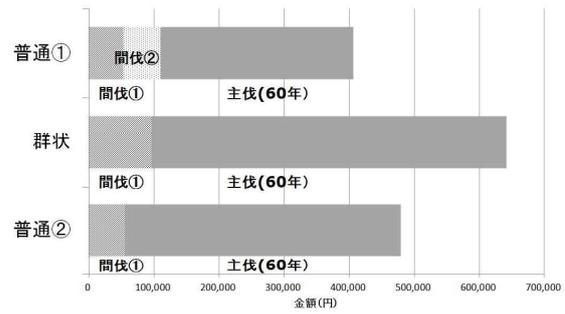


図9 主間伐収益シミュレーション

5. 考察

今回の調査結果では、ha当たり4,000本、0.8m間隔で3本の苗木をまとめて植える群状植栽の場合、早い段階で密植による個体間競争が起こり、群内で優勢となった個体は、自己間引きによりさらに広い群間を占有し成長していくことで、形状比が低く雪害に強い林分へと成長していくことが分かった。このような特性から、群状植栽は高蓄積になる他、早い樹高成長や植栽配置を活かした下刈の省力化や、自己間引き力を活かした保育間伐節減による経費削減の可能性も期待される。

しかし、各地に試験導入された群状植栽は、群内本数、植栽間隔など、様々な植栽方法で植えられており、中には失敗したケースも存在する。こうした多数ある群状植栽の結果を次の造林に活かしていく為にも、チェックシート等(図10)により地域毎の成果を取りまとめ、適正配置等の施業方法を確立し、省力的で雪害に強い森林づくりへと繋げていく必要があると考える。

図10 群状植栽簡易チェックシート

6. 引用文献等

- (1) 佐々木浩(1988) 単植及び二条造林木の形質 徳島県林業総合技術センター-研究報告
- (2) 成松眞樹(2014) スギ低密度植栽試験における植栽10年目の生育状況
-矢巾町煙山試験地における事例- 岩手県林業技術センター研究成果速報No.303
- (3) 國崎貴嗣(2013) 粗放的に管理されたスギ若齢人工林の簡便な密度管理指標の探索
- (4) 山形県森林研修センター(2011) Green Forests 基本情報No.1 2011年3月
- (5) 佐藤憲一 高橋登美夫(1971) 群状植栽試験 (中間報告)

故きを温ね新しきを測る

―植栽後33年経過したブナ人工林の生育状況―

由利森林管理署 総括森林整備官 高橋 友和
一般職員 ○沼田 一輝

1. はじめに

昨今の東北森林管理局森林・林業技術交流発表会では、各署地域の特色に根ざした課題、低コストや一貫作業システムなど最新の森林技術に係る課題、GPSやドローンといった電子機器に係る課題などが多く見受けられる。一方で、業務研究を行う際は通常業務との兼ね合いや異動といった時間的な制限、地域の特色や冬山等気象条件による地理的な制限などがあり、研究を行う支障となっている。

このようなことから、より意義のある調査研究を行うために、平成28年度に東北森林管理局森林技術・支援センターで作成された「森林・林業技術交流発表集等一覧.xlsx」を活用し、収録された3,225の業務研究発表課題（昭和32年～平成28年）について項目の分類・細分化・分析を行い、過去の課題を利活用することとした。

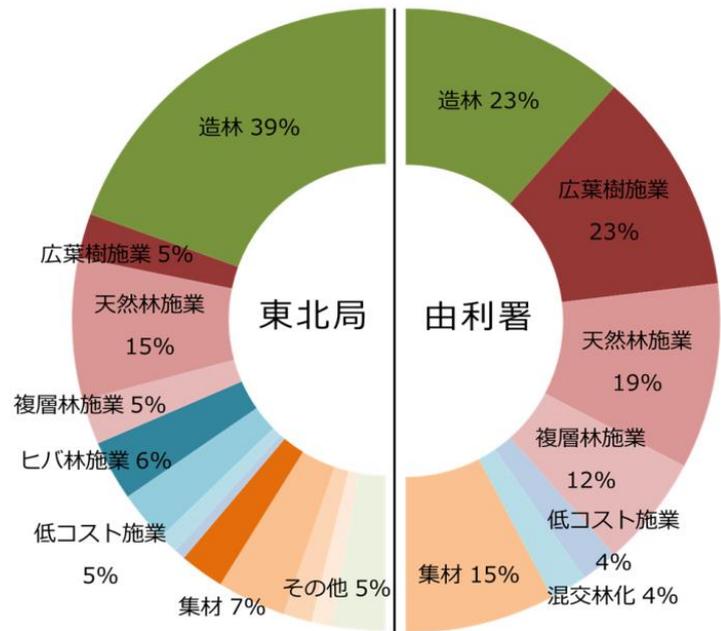
分析の結果、東北局全体では森林施業に関連する項目が最も多く、その細分では造林が39%、天然林施業が15%、広葉樹施業が5%を占めていた

(図-1)。同様に由利森林管理署における課題分析を行うと、造林が23%、広葉樹施業が23%、天然林施業が19%を占めており、広葉樹施業及び天然林施業の課目が多いことが分かった(図-1)。

このことから、当署における広葉樹施業・天然林施業の課目を調べ直し、その中から継続

性・将来性を見込んで、昭和43年からブナの人工植栽を行った10小班で植栽時期、苗種、生長経過等を調べ、ブナ人工林造成初期の状況をまとめた研究である「ブナの植栽技術(昭和63年旧矢島営林署発表)」を利活用することとした。

ブナに関する研究は、これまで天然林や二次林において多く研究が行われてきたが、人工林に関する研究事例は少なく、明確な施業方針もないところである。しかしながら、昨今自然林再生を目指し、ボランティア植栽が広く進められている分野



[図-1 森林施業項目細分]

でもある。このことから、本研究では植栽後33年経過しているブナ人工林の現況を調査し、今後の取扱いについて検討することとした。

2. 研究方法

本調査箇所は、鳥海山の麓にあたる木境鳥海国有林1072林班は5小班で、標高約680m、斜度16度の北向き斜面であり、近隣観測地(由利本荘市矢島町)の最大積雪量は約1.8mであった(図-2)。林分の施業履歴は、昭和59年秋にブナの山出し苗をHAあたり4,000本植栽し、翌年春に根踏、その後5回の下刈を実施した以後は施業を行っていない。

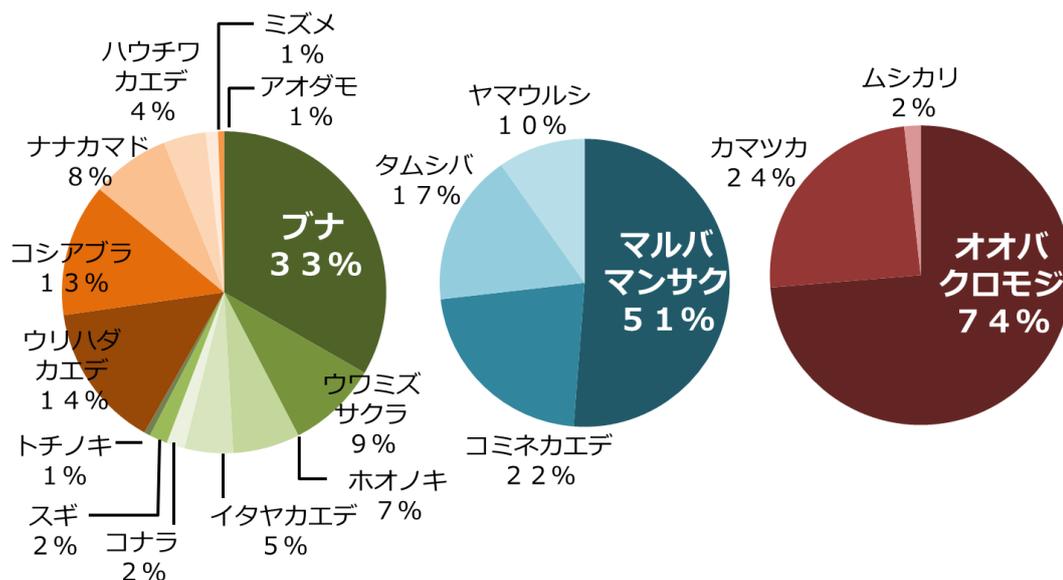
この林小班内において、10m×20mのプロットを作成し、胸高直径(以下、DBH)2cm以上の立木について、樹種・DBH・樹高・個体位置の調査を行い、さらに上層木についてはその枝下高を調べた(図-2)。



[図-2 調査実施箇所 1072は5プロット位置は小班内に表示]

3. 調査結果

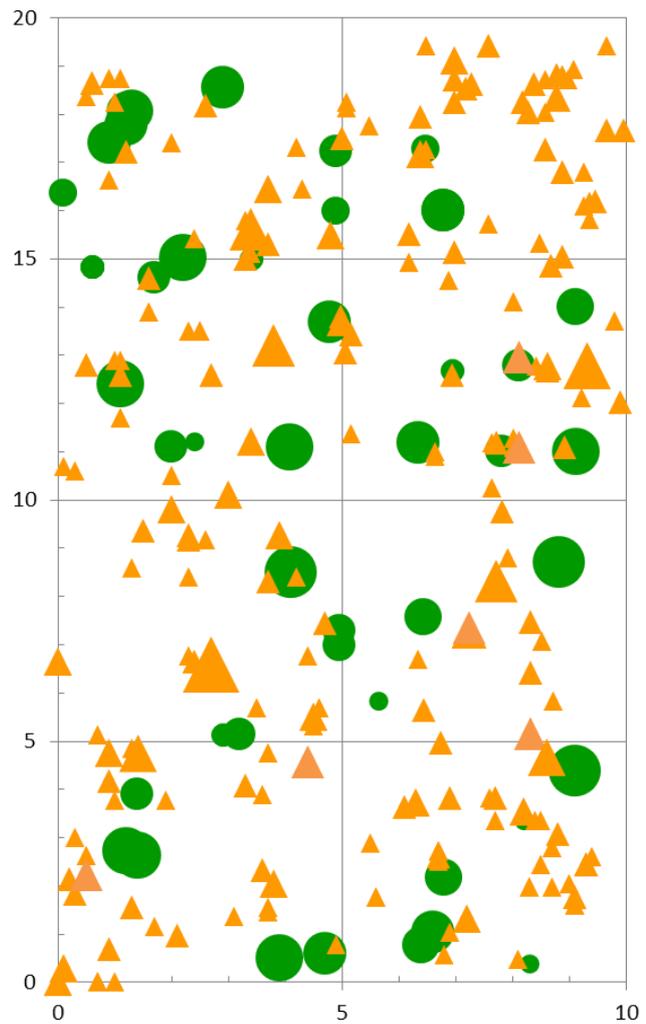
プロット内の樹種構成としては、高木性樹種165本、亜高木性樹種41本、低木性樹種56本となっており、その種数を見ると高木性樹種の種数が最も多い状況であった(図-3)。



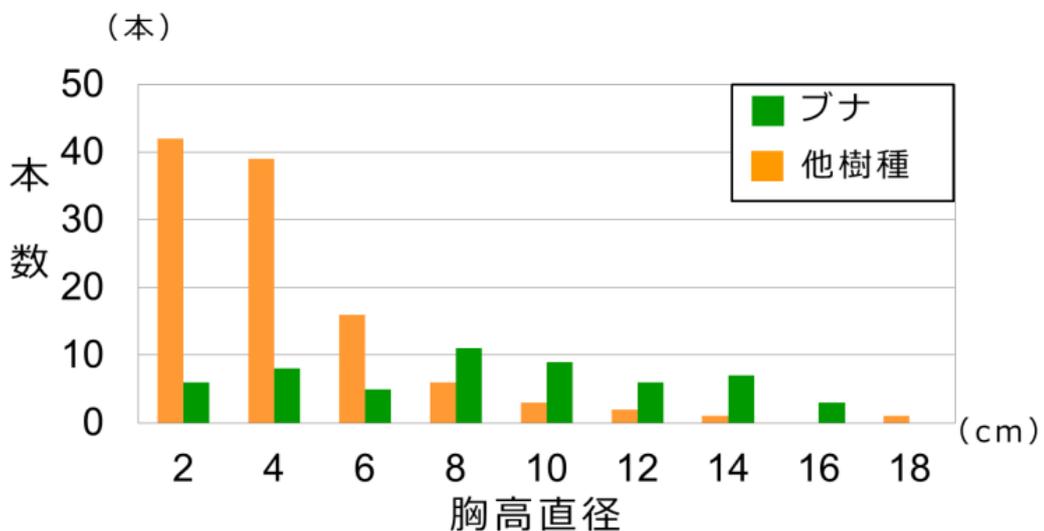
[図-3 樹種構成(左から高木→亜高木→低木)]

ブナとそれ以外の樹種に分けて個体位置図を作成したところ、両者ともまとまって生育している個体が多数あることが分かり、それらは萌芽更新によって発生したものと考えられた（図-4）。また、プロットの中心部において樹冠投影図（10m×10m）を作成したところ、樹冠の大半はブナが占めており、その他にはイタヤカエデ、ホオノキ、コナラの高木種で占めていることが分かった。また、それらの樹冠の隙間にその他樹種の小径木が生育していた。

調査した高木性樹種について、ブナとそれ以外の種（以下、他樹種）に分け、ヒストグラムを作成した。DBHのヒストグラムから、他樹種はDBH 2cm、4cmの小径木を主体としたL字型に分布しており、ブナはDBH 2cmから16cmまで一様に分布していることが分かった（図-5）。また、この結果は樹高のヒストグラムでも同様の結果が見られた。



[図-4 個体位置図（●ブナ ▲他樹種）
図形の大きさが個体の大きさを表す]



[図-5 ブナ、その他高木種 DBH ヒストグラム]

調査したブナ人工林の成長の良否を判断するため、ブナ二次林の収穫予想表の値と比較したところ、平均 DBH はほぼ同程度であり、平均樹高は調査したブナが約 2 m 上回る結果であった。HA あたりの本数では、ブナ二次林の収穫予想表の値は林齢 3 4 年生で 2, 0 0 0 本程度であるのに対し、当該調査したブナは約 2, 8 0 0 本と大きな差が出る結果となった。また、これらの結果は、ブナを含む上層木の平均 DBH・平均樹高・HA あたりの本数も同様の結果であった。このことから、本調査地のブナ人工林はブナ二次林の収穫予想表の値と遜色なく生育しており、生育本数としては過密な状況であることが分かった。

上層木の枝下高は、通常 1 番玉が採材できると考えられる枝下高 2. 5 m 以上の個体がほとんどであった。また 2 番玉が期待される枝下高 4. 7 m 以上の個体も半数近くあったことから、本調査地の上層木は、枝下高の高い個体が比較的多く、用材林として活用できる可能性があると考えられた。

4. 考察及び展望

調査結果から、本調査地は植栽したブナだけでなく、多種多様な樹種が侵入し、混交して生育していること、ブナ二次林の収穫予想表の値と比べても遜色なく良好に生育していることが分かった。また、本林分の将来性としては、周辺ブナ天然林と類似した林分構造と種組成による自然林再生と、立木の通直性、高い枝下高、ha あたりの材積の確保による木材生産林としての可能性が考えられた。

今後の展望として、目指すべき目標林型への施業指針の確立のために、間伐の有無による成長の違いや侵入広葉樹の生育状況とその出現時期の調査が必要であると考えられた。

本研究では森林・林業技術交流発表集等一覧を利用し、過去の研究課題である「ブナの植栽技術」を活用することができた。このように故きを温ね、改めて見直し調べることで、自署や地域の特色、有用な成果、埋もれた課題の発見に繋げられると考える。

越材の虫害を軽減する極積み方法について

津軽森林管理署金木支署 業務グループ 村野 宏樹

1. はじめに

製品生産事業や森林環境保全整備事業において、生産した伐倒丸太に材食性の害虫が穿孔し、食害を受けることが問題となっている。これを伐倒丸太の虫害という。虫害を受けた丸太は商品価値が低下し、大きな損害を受ける場合がある。実際に、筆者が所属する津軽森林管理署金木支署においても、虫害を理由に劣材割引を適用して丸太を販売した事例がある。

金木支署の主要生産樹種であるスギ及びヒバ丸太の主要害虫として知られる、スギカミキリ・ヒメスギカミキリ・ビャクシンカミキリの生活史を Fig. 1 に示す。これらの害虫は春期に成虫が出現し、針葉樹丸太に飛来して樹皮部に産卵する【1】【2】。そして初夏に孵化した幼虫が樹皮下・辺材部・及び心材を食害するため、虫害が出現するのは主に梅雨期以降になる【1】。このため伐倒丸太

の虫害を予防するには、主要害虫の産卵時期である春期に丸太を速やかに販売すること、あるいはスミチオン乳剤などの薬剤を丸太に散布することにより、成虫が丸太に集まらないようにすることが重要と

される【1】。

林野庁では、冬期に生産した丸太の一部を「越材」として翌年度の春期以降に販売することで、国産材の年間を通じた安定供給を図っている。越材の販売時期は、ちょうど主要害虫の産卵時期と重なっていることから、虫害への対策が求められる。ところが、林道の融雪が遅れたり、木材市況が悪化したりしている場合、越材の販売契約に時間を要する場合がある。このため、販売日が6月末から7月末となってしまう年もある (Table. 1)。また、薬剤散布も費用や手間がかかるため、金木支署も含め実施して

いない森林管理署も多い。そこで、薬剤散布や早期販売に頼らずに虫害を軽減する方法を探るため、金木支署管内でどのような丸太に多くの害虫が集まっているかを調べた。

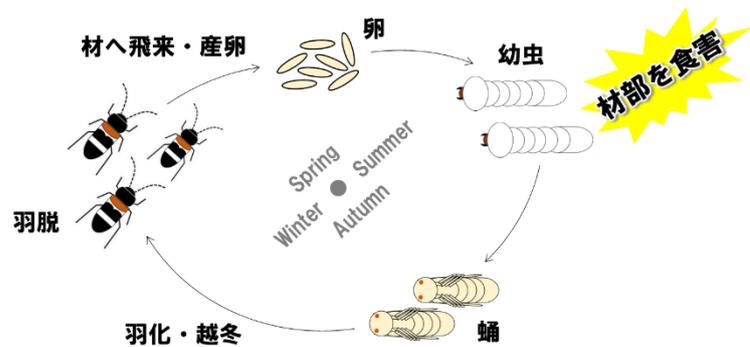


Fig. 1. スギ及びヒバ丸太の主要害虫の生活史

	販売日
平成29年	4月26日 ~ 6月21日
平成28年	4月28日 ~ 7月20日
平成27年	5月14日
平成26年	5月14日
平成25年	越材無し
平成24年	5月18日
平成23年	5月13日 ~ 6月27日
平成22年	4月28日 ~ 6月11日
平成21年	5月28日 ~ 6月8日
平成20年	5月12日 ~ 6月24日

Table. 1. 金木支署における過去 10 年の越材の販売日

2. 研究方法

金木支署管内（青森県津軽半島西部）において、平成 28 年と 29 年に越材が置かれていた 6 地点で調査を実施した（Table. 2）。薄市土場・林縁は薄市山国有林の林縁に位置しており、周囲は農地となっている。金木中間土場は五所川原市金木町の中心部に位置し、周囲は住宅地となっている。その他の土場は、全て国有林内に位置している（Table. 2）。調査は主要害虫の産卵期である 4 月下旬から 5 月上旬にかけて行い、一箇所につき 3~7 回実施した。勤務終了後（18:00 以降）に各土場へ行き、スギ及びヒバの樅（丸太を積み上げた一塊）を一周し、丸太表面に来集していた害虫を全て採集した。土場及び樅ごとに採集された害虫の種類と個体数を集計し、丸太 1.00 m³ あたり何匹の害虫が集まっていたかを算出した。なお本報では、カミキリムシの量を丸太 1.00 m³ あたりの個体数（匹/m³）と定義する。

土場名	所在地	スギの材積	ヒバの材積	環境
小田川土場	五所川原市小田川山国有林	751.84 m ³	0.00 m ³	山中
五右工門沢土場	中泊町今泉山国有林	1032.836 m ³	0.00 m ³	山中
藤の滝土場	五所川原市小田川山国有林	223.826 m ³	4.358 m ³	山中
薄市土場・森林	中泊町薄市山国有林	565.514 m ³	53.936 m ³	山中
薄市土場・林縁	中泊町薄市	54.354 m ³	361.18 m ³	林縁
金木中間土場	五所川原市金木町芦野	605.336 m ³	28.306 m ³	市街地

Table. 2. 調査地の所在地、材積、全材積中に占めるヒバ材の割合、及び土場の環境

3. 結果

(1) 採集された害虫の種類

計 930 匹の害虫が採集され、うち 926 匹はビャクシンカミキリ *Semanotus bifasciatus*、2 匹はヒメスギカミキリ *Callidiellum rufipenne*、2 匹はアトモンサビカミキリ *Pterolophia rigida* であった。このように、金木支署ではビャクシンカミキリがスギ・ヒバ丸太の主要害虫の一つであることが分かったため、本報では本種に絞ってデータ解析や考察を行うことにした。

(2) 各土場におけるビャクシンカミキリの量

各土場におけるビャクシンカミキリの量を Fig. 2 に示す。ヒバ丸太の量が多い薄市土場・森林、及び薄市土場・林縁が最も大きい値を示した（Table. 2, Fig. 2）。一方、ヒバの量が少ない他の土場は小さい値を示した（Table. 2, Fig. 2）。このように、土場

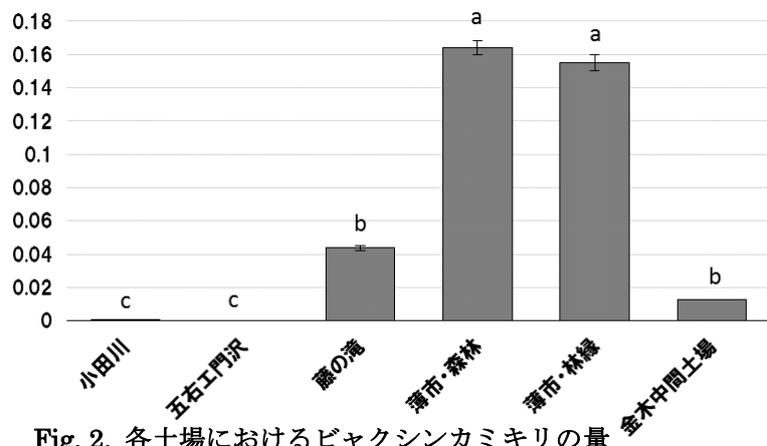


Fig. 2. 各土場におけるビャクシンカミキリの量
縦軸はカミキリムシの量（匹/m³）を示す。N=3~7, Tukey-Kramer test, p<0.05, Mean±SE.

にヒバ丸太が多いとビャクシンカミキリが集まりやすいことが明らかになった。

(3) 各桧におけるビャクシンカミキリの量

① 山土場の場合 (小田川・五右エ門沢・藤の滝・薄市 (森林))

スギのみが配置されていた小田川土場 (Fig. 3-A) と五右エ門沢土場 (Fig. 3-B) では、スギ-3 から僅かな量の本種が採集されたほかは、全くビャクシンカミキリを採集することができなかった (Fig. 3-C)。

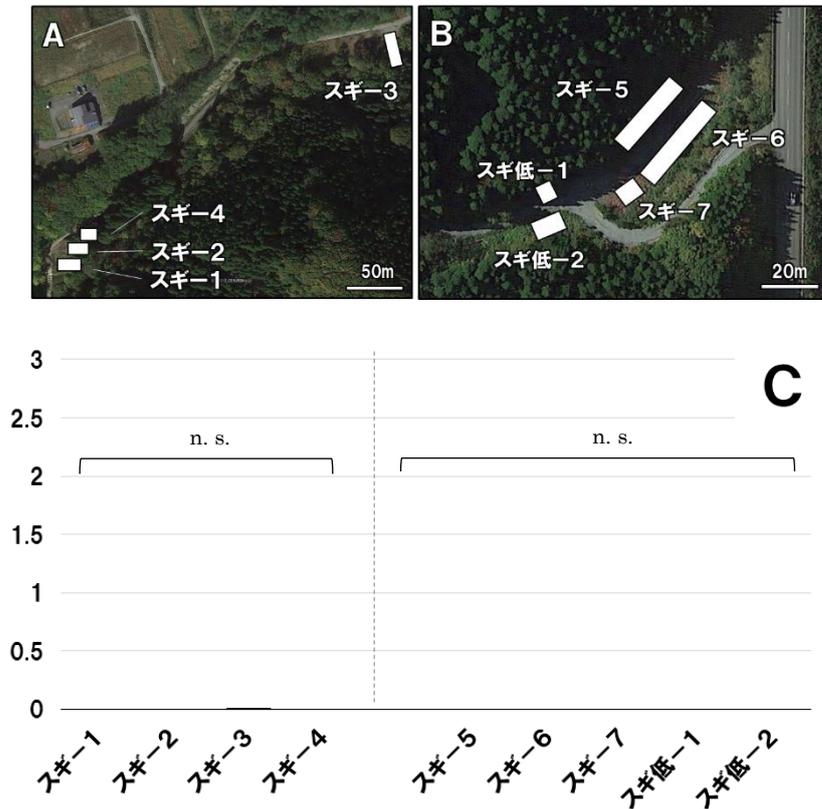


Fig. 3. スギが配置された山土場におけるビャクシンカミキリの量

A: 小田川土場の桧積位置図. B: 五右エ門沢土場の桧積位置図. 「低」の付いた桧は低質材であることを示す. 四角形の大きさは材積の大きさを反映している. 空中写真は Google Earth より借用した. Fig. 4~6 についても同様. C: 桧ごとのビャクシンカミキリの量. 縦軸はカミキリムシの量 (匹/m³) を示す. N=5 (小田川), 7 (五右エ門沢); Tukey test; $p < 0.05$; Mean \pm SE, n. s.: no significant differences.

一方、スギだけでなくヒバも配置されていた藤の滝土場 (Fig. 4-A) と薄市土場・森林 (Fig. 4-B) では、ほとんどの桧から本種が採集され、特にヒバ桧に多くの個体が集まっていた (Fig. 4-C)。スギ桧については、薄市土場・森林ではヒバ桧に隣接したスギ-1 1 とスギ-1 2 がやや大きい値を示した (Fig. 4-B, C)。また藤の滝土場でも、ヒバ桧に隣接したスギ-8 (Fig. 4-A) にやや多くの個体が集まっていたが、この桧ではヒバに隣接した一部の丸太のみから本種が採集されたことに加え、桧の材積が極めて大きかったため、1.00 m³ あたりの個体数は小さくなった。このよう

に、山土場ではスギのみが配置されている場合ビャクシンカミキリは集まりにくい
が、ヒバも配置されている場合、ヒバ桧を中心に本種が集まり、周囲のスギも一緒
に被害を受けることが明らかになった。

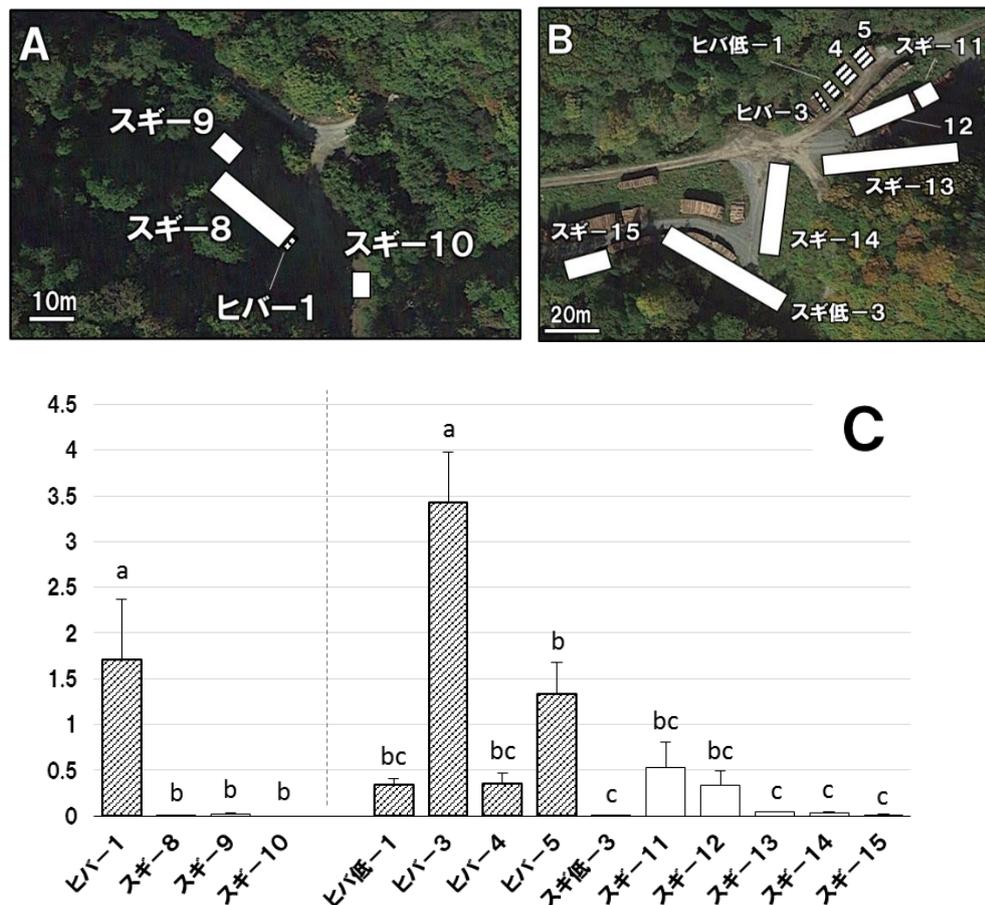


Fig. 4. スギとヒバが配置された山土場におけるビャクシンカミキリの量

A: 藤の滝土場の桧積位置図. B: 薄市土場・森林の桧積位置図. C: ビャクシンカミキリの量. N=7 (藤の滝), 5 (薄市土場・森林); Tukey test; $p < 0.05$; Mean \pm SE.

② 林縁の土場の場合（薄市土場・林縁）

薄市土場・林縁 (Fig. 5-A) では、国有林に隣接したスギ-16とヒバ-6が大きい値を示した (Fig. 5-B)。一方その他の桧は小さい値となり、国有林から離れた桧では全くカミキリムシが集まっていないものもあった (Fig. 5-B)。このように、林縁の土場では最も森林に隣接した桧に被害が集中することが明らかになった。

③ 市街地の土場の場合（金木中間土場）

金木中間土場 (Fig. 6-A) では、ヒバ桧とそれに隣接した一部のスギ桧から僅かな量の本種が採集されたが、全ての桧でカミキリムシの量に有意差はなかった (Fig. 6-B)。このように森林から離れた市街地の土場では、ヒバがあってもビャクシンカミキリが集まりにくいことが明らかになった。

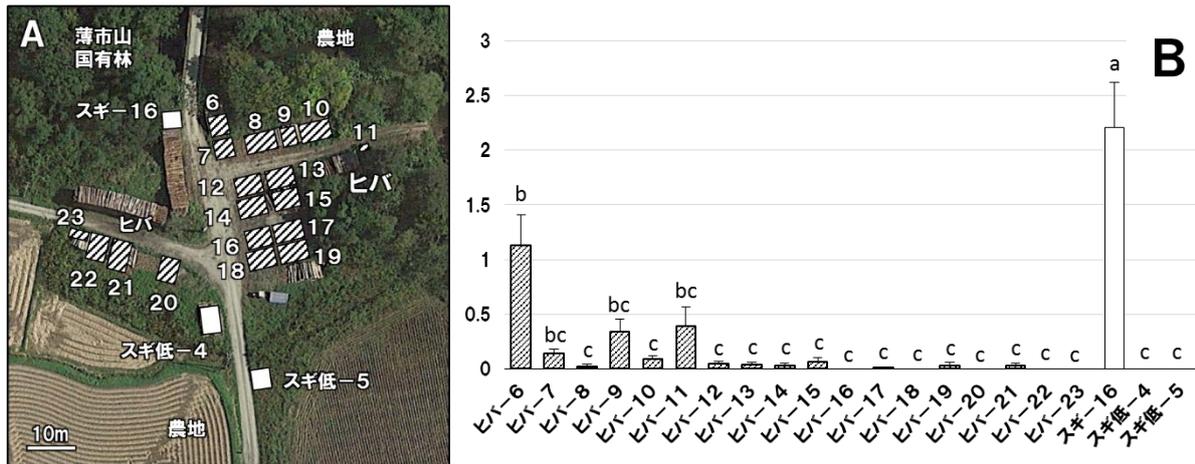


Fig. 5. 薄市土場・林縁におけるビャクシンカミキリの量

A: 極積位置図. 土場の北東部 (図の左上) は薄市山国有林と隣接している. B: ビャクシンカミキリの量. N=3-5; Tukey-Kramer test; $p < 0.05$; Mean \pm SE.

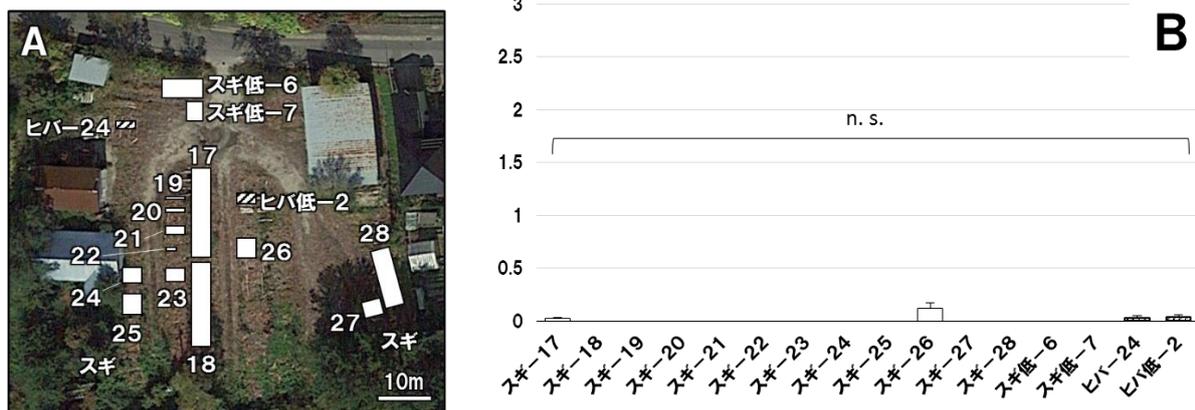


Fig. 6. 金木中間土場におけるビャクシンカミキリの量

A: 極積位置図. B: ビャクシンカミキリの量. N=3; Tukey test; $p < 0.05$; Mean \pm SE; n. s.: no significant differences.

4. 考察

(1) ビャクシンカミキリはなぜスギのみが置かれた土場に集まらないのか

スギ植のみが配置されていた小田川土場と五右エ門沢土場では、ほとんどの植からビャクシンカミキリは採集されなかった (Fig. 3-C)。小田川土場から 1.5km 離れた藤の滝土場では本種が採集されたこと (Fig. 4-C)、五右エ門沢土場が位置する中泊町今泉では本種の生息が確認されていることから【3】、これらの土場付近に本種が生息していない可能性は低いと考えられる。このことから、本種はヒバ植が配置されていない土場には集まりにくいと考えられる。

ビャクシンカミキリは、ヒバの他にスギも食樹とすることが知られており【2】、青森

県でもスギを幼虫食樹としている事例が知られている【4】。一方で、天然スギの分布の北限は青森県南西部に位置する鱒ヶ沢町矢倉山であり【5】、津軽半島に生育するスギはほとんどが人工的に植林されたものである。このことから、津軽半島に生息するビャクシンカミキリは、従来は主にヒバを食樹として利用していたと考えられる。ゆえに、金木支署管内に生息する本種はスギのにおいを感知し、発見する能力が低いと考えられる。このため、スギのみが配置された土場にはほとんど本種が来集しなかったのだと考えられる。

(2) 山土場で虫害を軽減する方法

ビャクシンカミキリは主にヒバのにおいを感知して土場に飛来したと考えられる。そのとき、一部の個体がヒバに向かって飛行中に周囲のスギ桤を発見し、被害がスギにまで及んでしまったのだと考えられる。このため、山土場にはスギ桤のみを配置し、ヒバ桤は森林から離れた林縁及び市街地の土場に配置すれば、本種による虫害が軽減できると考えられる。やむをえずヒバを山土場に配置する場合、スギ桤はヒバ桤から離れた場所に配置することで、本種による虫害がスギ材に及ぶことを防げると考えられる。薄市土場・森林や藤の滝土場では、ヒバ桤から30m以上離れたスギ桤からはほとんど本種が採集されなかったため (Fig. 4)、スギ桤とヒバ桤は30m以上離して配置することが望ましいと考えられる。

(3) 林縁の土場で虫害を軽減する方法

林縁の土場では、最も森林に隣接した2桤に本種が集中していた (Fig. 5)。林縁の土場は山土場と異なり害虫の土場への進入経路が限定されると考えられる。このため、森林から飛来したビャクシンカミキリは、最も森林に隣接した桤を最初に発見すると考えられる。その結果、最も森林に隣接した桤に本種が集中的に来集し、森林から離れた他の桤への被害が軽減されたと考えられる。このことを逆手にとれば、最も森林に隣接した場所には虫害を受けても問題がない材を配置して、害虫の進入を堰き止めてしまえば良いことになる。低質材は主にチップに加工されるため、一般製材用の丸太と比較して、虫害を受けても大きな問題となりにくい。このため、最も森林に隣接した場所には低質材を配置し、一般製材用の丸太は森林から離れた場所に配置するべきであると考えられる。あるいは、伐倒作業時に生じた端材を森林に隣接した場所に配置しておくのも一つの方法だろう。

5. まとめ・今後の展望

本研究により、金木支署において越材の虫害を軽減する3つの方法を提案することができた。

- ① 山土場にはスギのみを配置し、ヒバは林縁や市街地の土場に配置する。
- ② ヒバを山土場に配置する場合、スギ桤はヒバ桤から離れた場所に配置する。
- ③ 土場が林縁にあるなど害虫の進入経路が限定される場合、最も森林に隣接した場所には低質材を配置し、一般製材用の丸太は森林から離れた場所に配置する。

なお、地域によって主要生産樹種や害虫の生息状況及び生態は異なると考えられるた

め、これらの方法を全署で適用することはできないが、各署でも同様の調査を実施することで、地域に合った虫害の軽減方法を発見することができるかもしれない。

また、今回は夕方以降に調査を実施したため、昼行性の害虫を調査することができなかった。このため、日中の調査も実施することで、より効果的な虫害の予防方法を調査していきたい。

参考文献

- 【1】 東北森林管理局（1976）素材の虫害予防について，製品生産関係通達集，pp. 64-71.
- 【2】 大林延夫，新里達也（2007）日本産カミキリムシ，東海大学出版会，p. 478
- 【3】 上原一恭（2008）青森県におけるカミキリムシの記録，*Celastrina*, 43, pp. 25-36.
- 【4】 下山健作（1964）青森県、特に十和田湖周辺のカミキリムシの生態（2），*昆虫学評論*, 17 (1), pp. 28-38.
- 【5】 林弥栄（1951）スギの天然分布概説，*林試研報*, 48, pp. 146-155.

雑草群落の種組成の違いに応じた下刈省略方針の検討のための

初期造林地植生の把握

米代東部森林管理署 業務グループ ○井内寛裕
森林整備官 吉田有作

1 はじめに

現在、造林コストが高いことや材価が低いことなどから再造林事業が進みにくい状況にあるため、伐採 - 造林一貫作業システム、下刈省力化、低密度植栽などの導入による林業の低コスト化が図られている。下刈省力化の主な方法として下刈省略が各署で取り組まれており、当署においても 7 年生以下の林分のうち下刈を省略した面積の割合は平成 29 年度までの 3 年間で 5% から 47% に増加している。

実際に下刈を省略するにあたっては、下刈の有無による植栽木の生長や植栽木と競合する植生の繁茂への影響を明らかにし、植栽木の生長を妨げないような下刈省略案を考える必要がある。これまでの研究では、植栽木と競合する雑草木の種によって刈り払いに対する反応が異なること（丹下ら 1993）、植栽木が小さいときは樹冠全体が覆われると樹高生長が悪くなること（山川ら 2016）、雑草植生と植栽木との競合状態は雑草植生の生活形組成によってそれぞれ異なること（鶴崎ら 2016）などが明らかにされてきた。こうした先行研究から、雑草植生の種組成の違いによって効果的な下刈省略方法は異なると考えられる。

このような状況を踏まえ、発表者らはより計画的かつ効果的な下刈省力化を行うにあたっては、雑草植生の種組成の違いに応じた立地条件ごとの下刈省略案を検討すべきではないかと考えた。そこで本研究では、その第一歩として造林地の雑草植生の種組成と立地条件との対応を明らかにすることを目的とした。

2 方法

スギを植栽した、あるいはスギを植栽予定である米代東部森林管理署管内の国有林のうち、調査時に施行されていた「造林方針書」（東北森林管理局 2004）により下刈終了の目安とされる秋植 7 年生以下の林小班と皆伐後未植栽の林小班から、林齢、斜面方位、下刈実施回数などの条件が様々になるよう 19 個の林小班を抽出し、調査対象とした（表 1）。各林小班にはその植生を代表する $2 \times 2 \text{ m}^2$ の調査プロットを 1-4 個、合計 38 個設け、2017 年 6 月下旬から 9 月下旬にかけて植生調査と環境調査を行った。

植生調査では生育する植物の種名、優占度、群度を記録し、植生高と植被率を計測した。環境調査では、斜面方位と斜度を計測した。また、調査対象の林小班について、林齢と下刈実施状況を整理した。各調査プロットにおける出現種の出現状況を基にした表操作による群落分類を行い、調査プロットの環境条件や林小班の施業履歴から群落の立地条件を検討した。

表1. 調査地一覧。林齢、下刈回数については調査時のものであり、0年生は植付前であることを示す。

担当区	林小班	林地面積 (ha)	植付 年度	林齢	下刈 回数	プロット 数
長木	103 に	6.92	H24	6	3	2
長木	107 り1	6.43	H27	3	1	4
長木	107 り2	4.52	H27	3	1	2
長木	108 か1	2.65	H23	7	4	1
長木	118 わ	3.06	H24	6	4	1
鷹巣	2021 い	4.26	(H29)	0	0	3
鷹巣	2023 よ	1.34	H25	5	3	3
越山	2395 い	5.83	H28	2	0	3
越山	2402 へ	3.08	H28	2	0	2
越山	2403 い	3.25	H28	2	0	1
鷹巣	2573 ほ	2.97	H25	5	3	2
鷹巣	2577 は	5.17	H28	2	0	1
花輪	3120 う	2.78	H28	2	0	2
花輪	3120 こ	4.68	H28	2	0	2
花輪	3175 い	0.97	H26	4	2	2
花輪	3175 り	4.28	H23	7	4	3
花輪	3175 わ	0.61	H23	7	4	1
花輪	3175 か	1.25	H25	5	2	1
花輪	3176 お	6.20	H27	3	1	2

3 結果

(1) 初期造林地の植物群落

38 プロットでの植生調査により、不明種 26 種を含む 144 種の植物が確認された。表操作により 4 つの低木群落、1 つの草本群落、1 つのつる植物群落の合計 6 群落が識別され (表 2)、いずれも複数の担当区で確認された。どのプロットも植被率は 80%以上と高く、植生高は 0.5-1.5m と幅があったが群落ごとの特徴はみられなかった。

低木群落はクマイチゴやキブシなどにより他の群落と識別され、イワガラミやマタタビなどのつる植物やケチヂミザサを含むクマイチゴ-イワガラミ群落、ミヤマイラクサやリョウメンシダなどの林内に多く生育する種を含むクマイチゴ-ミヤマイラクサ群落、タニウツギの常在度が高いクマイチゴ-タニウツギ群落、チシマザサの常在度が高いクマイチゴ-チシマザサ群落に分類された。草本群落はススキあるいはタニウツギが優占するススキ群落が識別され、ツクバネウツギやヤマウルシなどの広葉樹の稚樹も多く含んでいた。つる植物群落は主にツタウルシとマタタビによって構成されるツタウルシ群落で識別され、伐根に巻き付くように成立していた。

出現種数はクマイチゴ-イワガラミ群落とクマイチゴ-チシマザサ群落で多く、ススキ群落とツタウルシ群落で少ない傾向があった。また、6 群落のいずれにおいてもオオバクロモジ、タラノキ、ヤマグワなどの低木や、ヨツバヒヨドリやトリアシショウマなどの広葉草本が頻繁に出現した。

(2) 植物群落の成立立地

環境条件に注目すると、斜度による違いがあり（図1）、クマイチゴ-イワガラミ群落、クマイチゴ-ミヤマイラクサ群落、クマイチゴ-チシマザサ群落はクマイチゴ-タニウツギ群落とススキ群落より傾斜が急な場所に成立していた（Turkey-Kraimer法, $p < 0.01$ ）。斜面方位による違いははっきりとはわからなかった。

調査プロットを含む林小班の施業履歴に注目すると、特定の林齢に出現する群落があり、未植栽地ではクマイチゴ-タニウツギ群落のみが成立し、クマイチゴ-ミヤマイラクサ群落は2-3年生、ススキ群落は5-7年生の林小班で確認された（図2）。また、前年度の下刈の有無にも特徴があり、クマイチゴ-イワガラミ群落は前年度に下刈を実施した林小班に、クマイチゴ-ミヤマイラクサ群落とススキ群落はしていない林小班に成立するが多かった。特に、クマイチゴ-ミヤマイラクサ群落は主に下刈をしたことがない林小班に成立していた。

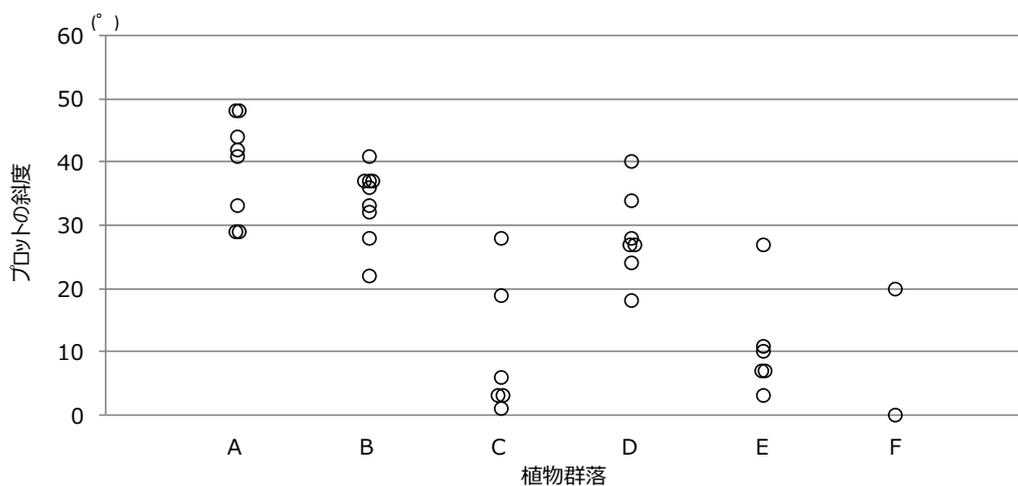


図1.各プロットの斜度。横軸の植物群落はA: クマイチゴ-イワガラミ群落, B: クマイチゴ-ミヤマイラクサ群落, C: クマイチゴ-タニウツギ群落, D: クマイチゴ-チシマザサ群落, E: ススキ群落, F: ツタウルシ群落

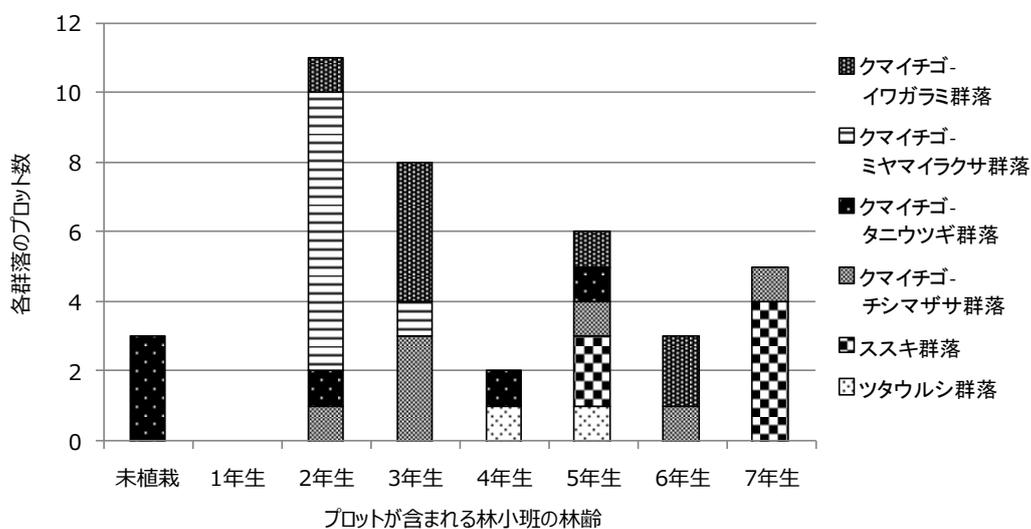


図2.各林齢における各群落のプロット数

4 考察

(1) 初期造林地における雑草植生の遷移

識別された 6 群落はいずれも複数の担当区で確認されたため、群落の種組成の違いは地域の植物相の違いよりもプロットの環境条件や林小班の施業履歴の違いを反映していると考えられる。その上で林齢と斜度によって違う群落が成立していたことから、次のように急傾斜地と緩傾斜地でそれぞれ異なる植生遷移が進行すると考えられる。

急傾斜地では、伐採直後にクマイチゴなどの先駆種とミヤマイラクサなどの伐採前から生育する草本により構成されるクマイチゴ - ミヤマイラクサ群落が出現する。そして下刈によって伐採前から生育する草本が消失すると、つる植物やチシマザサが増えクマイチゴ - イワガラミ群落やクマイチゴ - チシマザサ群落へと遷移する。緩傾斜地では、伐採直後にクマイチゴなどの先駆種とマタタビ、タニウツギにより構成されるクマイチゴ - タニウツギ群落が出現し、下刈が数回行われ 5 年生を超えるとススキや広葉樹が侵入しススキ群落に遷移する。

(2) 雑草植生の種組成に基づく下刈の際の注意点と下刈省略案の検討

雑草植生の種組成から、下刈の際の注意点として①どのプロットでも植生高が苗木の規格を上回る 0.5m 以上だったため植付後 1 回目の下刈は省略すべきでないこと、②つる植物がよく出現したクマイチゴ - イワガラミ群落とツタウルシ群落が成立する急傾斜地や伐根周辺では特に丁寧につるを除去すべきであることの 2 点が挙げられる。

雑草植生の種組成に基づく下刈省略案について検討する。毎年下刈をした福岡県の 5 年生以下のスギ林での例（鶴崎ら 2016）における雑草植生と植栽木との関係が本調査地でも同様だと仮定すれば、落葉樹で構成され低層が発達している本研究の低木群落で成立する場所では植栽木が雑草植生から露出しやすく、落葉樹とススキで構成される本研究のススキ群落で成立する場所では植栽木の樹高が低いと植栽木が雑草植生に覆われやすいと考えられる。これを参考に、植栽木の樹冠への被圧を避けるために下刈省略について次のようなことが考えられる。まず、急傾斜地では低木群落で成立していたため、少なくとも前年に下刈を行った場合には下刈を省略できる可能性が高い。そして 5 年生以上の緩傾斜地ではススキ群落で成立していたため、ススキの侵入により 5 年生でも下刈が必要な可能性がある。

今後の課題として、群落ごとに下刈の有無によって雑草群落の構造や植栽木の生長にどのような影響があるか、また群落の違いによって植栽木の生長にどのような影響があるかを明らかにし、今回提案した下刈省略案の適否を検証する必要がある。

5 引用

- 丹下健，鈴木祐紀，八木久義，佐々木恵彦 & 南方康．1993．雑草木の刈り払い方法が植栽木の成長に与える影響．日本森林学会誌 75. 416-423
- 鶴崎幸，佐々木重行，重永英年 & 山川博美．2016．下刈りがスギ幼齢木と雑草木の成長に及ぼす影響．九州森林研究 69. 41-45
- 山川博美，重永英年，荒木眞岳 & 野宮治人．2016．スギ植栽木の樹高成長に及ぼす期首サイズと周辺雑草木の影響．日本森林学会誌 98. 241-246

特定流域総合治山事業の取組について ～山形県西川町大井沢地区の事例と考察～

山形森林管理署 域技術官 ○小渡 太
山形県村山総合支庁森林整備課 治山林道主査 櫻井忠孝

1. はじめに

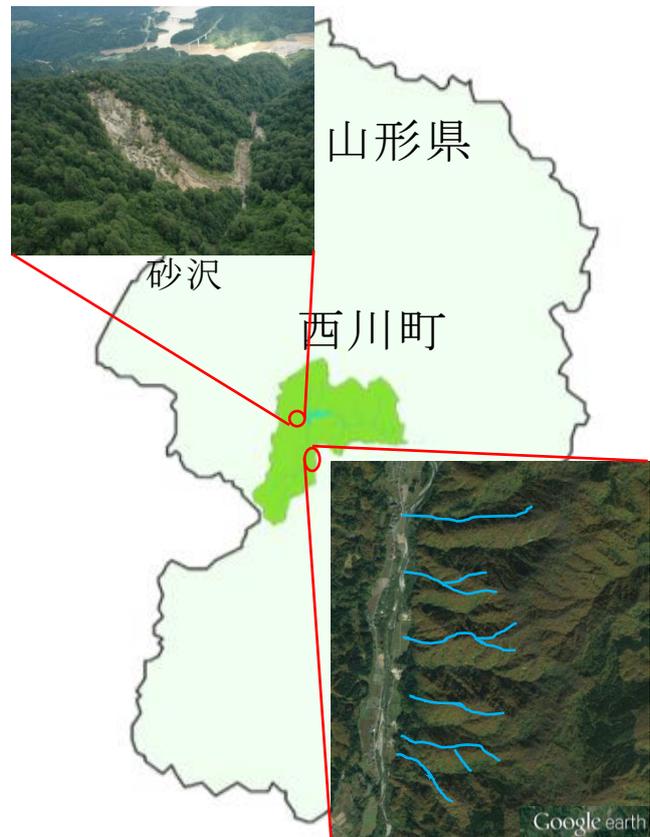
(1) 背景と目的

特定流域総合治山事業は、民有林と国有林を一体として、関係機関がより緊密な連携を図りつつ、一体的かつ総合的な治山対策を実施するもので、平成 18 年度に新規事業として創設された事業である。19 年度には事業の拡充が行われ、23 年度に、事業体系の見直しにより事業が再編された。この事業には、民国の連携体制や、特有の採択基準等（事業規模 2 億円以上、概ね 5 年以内で実施する等）独特の性格があるが、全国的に報告事例が少なく、特定流域事業の可能性や課題といった点に言及している報告は見受けられない。

そこで、本研究では、今後の適切な事業の運用に役立つことと、事例報告の蓄積を目的として、27 年度から 33 年度までの計画期間で山形森林管理署が行っている大井沢地区特定流域総合治山事業の振り返りと、制度の特徴の考察を行った。

(2) 事業対象地について

事業対象地は山形県のほぼ中央に位置する西村山郡西川町にある。西川町は、総人口が 5,785 人で山林が 9 割を超え、市町村全域が振興山村である。計画地は西川町大井沢地区の中心地である中村集落から北西に 5.5km に位置し、1 級河川寒河江川の左岸支流にあたる「砂沢」と、寒河江川の右岸支流にあたる「ヤナバシ沢」、「滝ノ沢」、「蛇喰沢」、「ハタノ沢」、「ニカワ沢」、「タテギ沢」という大井沢地区の連続した 6 本の沢からなる。対象地一帯は、花崗閃緑岩で広く覆われ、マサ土化した大量の不安定土砂の発生源となっている。平成 25 年 7 月 18 日に山形県を襲った集中豪雨では、西川町は、24 時雨量 249mm という観測史上最大の降雨を記録している。これにより砂沢等から大量の不安定土砂が流出し、下流のダム湖に悪影響を及ぼし、49 万人に給水を行う西川浄水場に濁水が流入し、6 市町への上水道の供給が、最大で 8 日間とまるなど甚大な被害が生じた。今回の事業の被災地は、



大井沢地区 6 本の沢

図 1 事業対象地位置図

①施工対象となる沢の上流に国有林、下流に私有林がある。②早期の復旧が必要である。③被災箇所が広域に及び、保全対象が公益上極めて重要である。といった特徴があったことから特定流域総合治山事業で民国一体で対応することとした。

大井沢地区特定流域事業では、溪流に堆積している大量の不安定土砂の移動を抑止するとともに、溪岸浸食による崩壊防止を図るため、国有林私有林が連携し統一した全体計画に基づき、効率的かつ効果的な治山施設を配置することとした。砂沢及び連続した6本の沢に、溪間工を中心として、平成27年～33年までの7年で31基施工する計画である。私有林については山形県が施工を行い、国有林については山形森林管理署が施工を担当している。施工計画の俯瞰図は図2、図3に示すとおりである。なお、23年度の事業体系見直しにより、制度としての名称が「特定流域総合治山事業」から「特定流域総合治山対策」となっているが、山形森林管理署の事業名が「大井沢地区特定流域総合治山事業」であったことから、本研究では「特定流域総合治山事業」と呼称することとした。

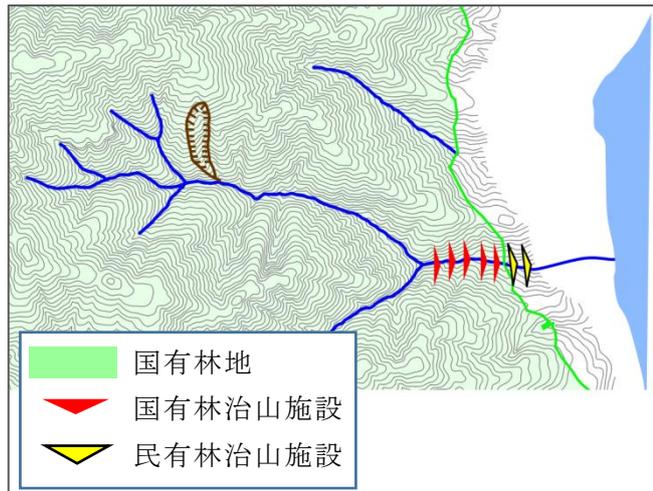


図2 砂沢の施工計画俯瞰図

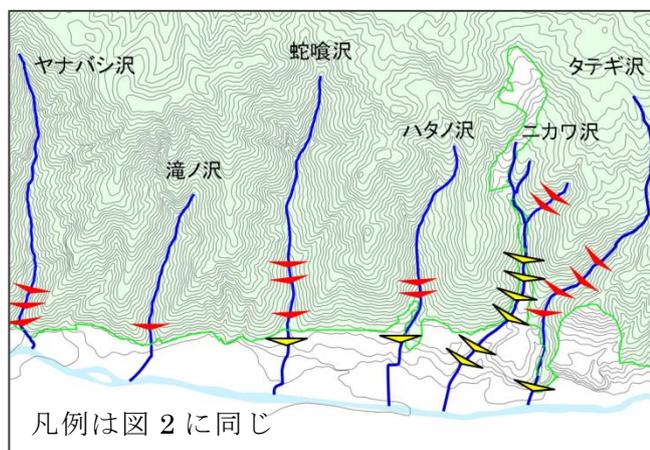


図3 大井沢地区の施工計画俯瞰図

2. 大井沢地区特定流域事業の取組

(1) 計画の実施状況

砂沢と大井沢地区の6本の沢について、現在までに表1のように私有林で3基、国有林で6基の治山施設が施工済みとなっている。平成28年度、私有林では29年度の工事に先立って、農道の整備・補修等を行っている。

表1 現在までの施工状況

施工年度	私有林の施工状況	国有林の施工状況
27	1基 (砂沢)	1基 (蛇喰沢)
28	仮設道整備	3基 (蛇喰沢2基・ハタノ沢1基)
29	2基 (砂沢、ニカワ沢)	2基 (ハタノ沢・タテギ沢)

(2) 民国連携の取組

事業の実施に当たっては、西川町、山形県、山形森林管理署が連携して臨んでいる。各年度の施工前を始め随時打合せを行っている。また、地権者に対する合同説明会も3者が連携して開催している。合同説明会では、西川町が説明会の運営を担い、会場の確保や地権者への連絡を行い、山形県・山形森林管理署では、施工主体として工事の内容について説明を行った。

3. 事業の特徴

(1) 民有林・国有林の境界への対応

当該対象地は国有林と民有林が隣接しており、民有林・国有林合同の計画を立てることが、効率的・効果的な治山施設の配置に繋がっている。一例として、タテギ沢の計画を図4に示す。タテギ沢は、上流が国有林、下流が民有林となっており、民国の境界が沢に一部沿うような形で存在している。この沢における不安定土砂量は、国有林が3,670 m³、民有林が1,240 m³であった。治山施設は国有林で4基、民有林で1基を計画している。この治山施設の配置は上流で不安定土砂の移動抑止を図りつつ、同時に民有林で下流の保全対象を保護するものである。仮に国有林側のみの計画であると、下流域にすでに流れ出した不安定土砂の移動を抑止することはできず、民有林のみで上流まで含めた不安定土砂の補足を図るのは容易ではなくなるため、民有林・国有林で同時に計画を行うことが望ましい。民有林と国有林の境界がある場合、通常は民有林は県、国有林は国が計画を立てるため、今回のようにほぼ同時に施設の計画を行うには、調整会議の立ち上げなど、特別な調整が必要となるのが通常だが、特定流域総合治山事業により、今回は国が一括して計画の作成を行い、スムーズな計画の作成が可能となった。

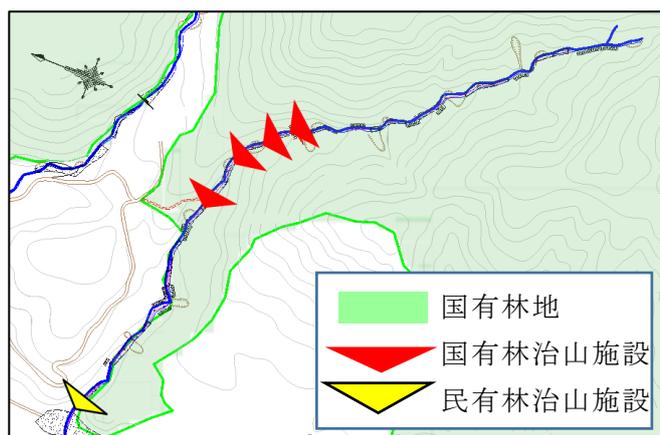


図4 タテギ沢の計画例

(2) 施工上のメリット

概ね5箇年以内、という性格を持つ特定流域総合治山事業により、計画が集中することで、仮設工事の軽減が見られた。これは①同じ沢の連続した施工、②隣接箇所の同時施工によるものであった。①については、仮設道を作設した翌年に使用することで、経年劣化を最小に抑え、良い状態での利用が可能だった。蛇喰沢

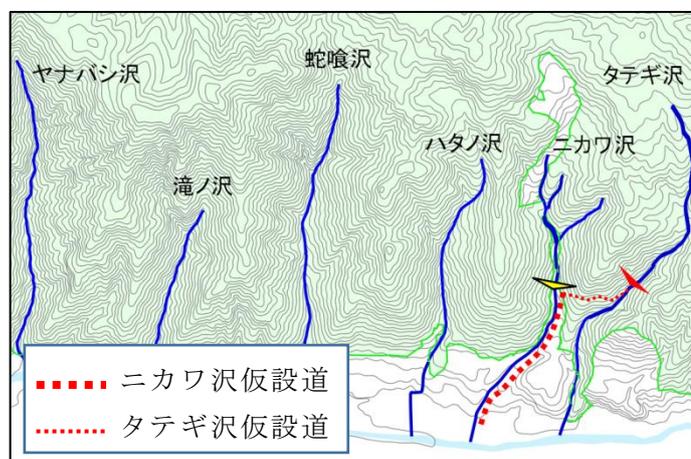


図5 平成29年の仮設道について

では平成 27 年に作設した約 200m の仮設道を 28 年に連続使用、ハタノ沢では平成 28 年に作設した約 400m の仮設道を 29 年に連続使用しており、これにより軽微な補修のみで仮設道の利用が可能だった。今後も作設した仮設道は連続使用を予定しており、タテギ沢では 29 年に作設した仮設道約 200m が 30 年にも連続利用される見込みである。②については、同一路を通行することで仮設工の軽減に繋がっていた。平成 29 年の工事では、山形県のニカワ沢の工事と、山形森林管理署のタテギ沢の工事が隣接していた。図 5 に示す様にニカワ沢の施工箇所まで作設した作業道をタテギ沢の工事でも利用することが可能であり、タテギ沢の工事では、240m の仮設道が作設された状態で工事を開始することができた。

(3) 連携による情報共有体制

山形森林管理署と山形県で随時打合せを行うことにより、有益な情報交換が可能であった。平成 29 年度の工事後の打合せにおける、砂沢の工事についての事例を挙げる。砂沢は県が 27 年、29 年に工事を先行し、計画した 2 基の施設計画は終了済み、山形森林管理署は 30 年以降に施工を行う箇所である。この施工地について「土質について注意が必要である」という情報の共有が県から山形森林管理署に対して行われた。「29 年の砂沢の施工箇所の土質は岩質の層と水の多い層が混在しており、岩を掘削した際、粘土質の層から水が流れ出し、崩壊が発生した。崩れやすい土質であり、今後も注意が必要となる可能性がある」ということであった。こういった情報は通常掘削して初めて分かる情報であるため、施工後に分かる情報を事前に得られたといえる。山形森林管理署では、来年度以降の施工の際、前述のような土質条件であることを前提に対策を行う考えである。

(4) 地区住民の受け止め

事業に対する地権者の受け止めを把握すべく表 2 の様な設問のアンケートを実施した。

表 2 アンケートの設問と回答者数

設問	回答者数 (人)
① 年代 (選択)	12
② 性別 (選択)	10
③ 今回の事業で森林管理署のイメージは変わったか (選択)	12
④ 説明会での山形署の説明は十分だったか (選択)	12
⑤ 今回の事業は地区にとって必要だと感じるか (選択)	10
⑥ (必要でない場合) その理由 (記述)	0
⑦ 今回の事業で良かったと思う点 (記述)	4
⑧ 今回の事業で足りなかった点・改善して欲しい点 (記述)	2
⑨ 今回のように都道府県と国と一緒に事業を行うことについてどう感じるか。(選択)	8
⑩ ⑨の理由・意見 (記述)	5
⑪ 意見・要望等の自由記述 (記述)	6

アンケートの目的は地権者の意見を聞き、事業改善に役立てること、設問は 11 項目で回収

は 30 部配布のうち 14 部（回収率 47%）であった。年代別回答者数と性別回答者数はそれぞれ図 6・図 7 の通り。

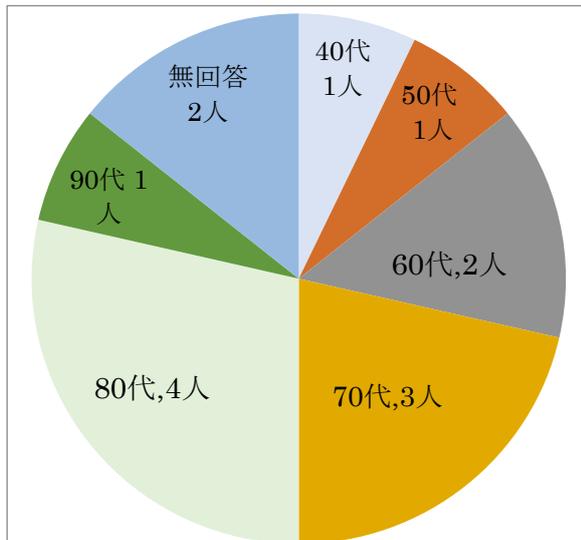


図 6 年代別回答者数

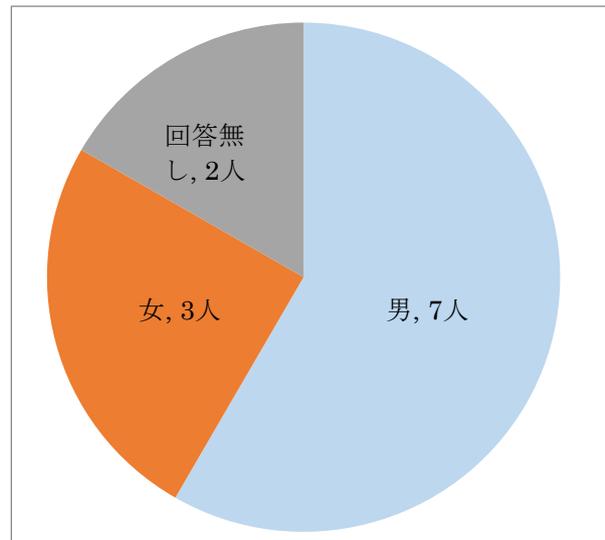


図 7 性別回答者数

選択回答の③、④、⑤、⑨について回答をまとめると表 3 のようになる。選択は全て 5 択で、最も肯定的な回答を I として、番号が大きくなるほど否定的な回答となる。（それぞれの選択肢は以下の通り③：良くなった、少し良くなった、変わらない、少し悪くなった、悪くなった④：充分、おおよそ充分、どちらともいえない、やや不充分、不充分⑤：必要、どちらかというとな必要、どちらともいえない、あまり必要でない、必要でない⑨：とても良いと思う、どちらかというとな良いと思う、どちらともいえない、あまり良くない、良くない）⑨の県と国が合同で事業を行うことに対しては、回答者全員が「とても良いと思う」か「どちらかというとな良いと思う」を選択している。後半の設問で無回答も多く、今回のアンケートでは統計処理に十分な回答数が得られたとは言えないが、後述する記述の意見を見ても、地権者の県と国の合同事業に対しての受け止めは好意的なものであった。

表 3 選択式の設問の集計

アンケート設問	回答者数（人）					無回答
	I	II	III	IV	V	
	← 肯定的 ←—————→ 否定的 →					
③イメージについて	1	8	3	0	0	2
④説明は十分か	2	5	4	1	0	2
⑤事業は必要か	8	2	0	0	0	4
⑨合同事業について	6	2	0	0	0	6

また、自由記述の意見については、以下のような意見があった。⑦への回答：「道路（農道）等が整備され地権者に便利になった」、「谷止工ができたので安心して暮らせる（2 名重複）」、「将来の沢の氾濫の不安が減った」、「森林管理署と地域のつながりが出来たことが

良かった」、⑧へ回答：「もっとしっかり説明して欲しかった」、「崩れているのでハタノ沢の下流の護岸の補修もやって欲しい」、⑩への回答：「森林管理署の土地が多いので森林管理署が先に立って進めて欲しい」、「工期が短期間で済む（3名重複）」、「工事内容が無駄なく良好な事業になっている」、「縄張り意識があり今まではあっちだこっちだと言われた。共同認識のもとこれからもしっかりお願いしたい」、⑪への回答：「一人暮らしの女性なので山のことが分からずアンケートはかけなかった。申し訳ない」、「地域が離れていると、関心・恩恵がないので関係のある地域に留めるべきと思う」、「以前も土砂災害があったので今回しっかり工事をお願いしたい」、「予算の問題もあると思うが、もっと短期間で工事をして欲しい」、「工事が一部地域なのでほかの地域の人に意見を求めるのは難しい」、「地権者のみの説明会なので地権者でないものに工事内容が分からない」

「地権者でないものに工事内容が分からない」という回答から、地域への広報に課題があると考え、西川町の担当者と相談を行い、対応を検討した。現在は、事業について西川町のホームページへの記載してもらうことと、地区で全戸配布している地区新聞への掲載を予定している。

4. まとめ・考察

平成 27 年から施工を行っている大井沢地区特定流域総合治山事業からは、①民国で一体の計画を作成することから、効率的な計画がスムーズに作成される、②事業が集中することで施工上のメリットが生まれる、③民国連携により情報共有体制ができる、という特定流域総合治山事業ならではの特徴が見られており、これらの特徴は、事業に有効に作用していた。

本研究をまとめるに当たり関係者に聞き取りを行った当初は、事業を実施している事業体始め、「特定流域総合治山事業だからといって特に通常の事業とは変わらない」という意見が多かったが、取組をまとめ、分析しているうちに特定流域総合治山事業ならではの特徴というものも見えてきた。今後の取組においても引き続き、事業の特性を明らかにし、有効な点は継続し、課題に対しては随時対応していくことで制度の掲げる「民国一体」の「重点的・総合的な治山対策」の実現へ繋がると考えられる。

参考資料

・西川町ホームページ 西川町町勢要覧 2016

〈<http://www.town.nishikawa.yamagata.jp/chosei/03/yoran2016.pdf>〉

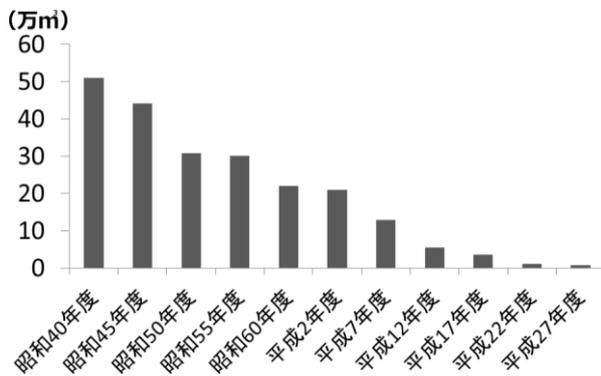
「青森ヒバ林復元プロジェクト」への取組について（第1報）

青森森林管理署 森林官補（広瀬後潟森林事務所） ○藤田裕史
津軽森林管理署金木支署 業務グループ ○伊達義人
下北森林管理署 森林官補（田名部森林事務所） ○栗野雄大
下北森林管理署 森林整備官 木村 翔

1. はじめに

津軽半島及び下北半島には、日本三大美林の一つに数えられる青森ヒバ（以下「ヒバ」という。）を主体とする天然林が、かつて広く分布していた。しかし、高度経済成長期の木材需要増大に対応するため、この地域でもスギ等人工林を造成してきたこと等により、ヒバの伐採量は年々減少している（図1）。現在、この地域のスギ等人工林は主伐期を迎え、下層にヒバ稚幼樹や中小径木が見られる箇所が多く存在している。

このような状況から、東北森林管理局では、津軽半島及び下北半島の田名部地区以西の国有林野を「ヒバ林復元推進エリア」に設定し、このエリア内のスギ等人工林において、主として天然力を活用しヒバ林を復元することを目的とした「青森ヒバ林復元プロジェクト」に取り組むこととした（図2）。本稿では、ヒバ林復元推進エリアを管轄する青森森林管理署、津軽森林管理署金木支署及び下北森林管理署におけるこれまでの取組を報告する。



1 「国有林野事業統計（東北森林管理局管内）」による。
2 伐採量はヒバ一般材の伐採量で、ヒバ低質材（NA）は含まない。

図1 東北森林管理局管内のヒバの伐採量



図2 ヒバ林復元推進エリア

2. 取組の方法

(1) 対象地の選定

ヒバ林復元推進エリアを含む東青、津軽及び下北森林計画区における国有林野施業実施計画の策定・変更に合わせて、ヒバ復元に取り組む対象地を選定した（図3）。ヒバ林復元推進エリア内のヒバが見られるスギ等人工林において13箇所、林地面積合計67.57haを対象地とした。

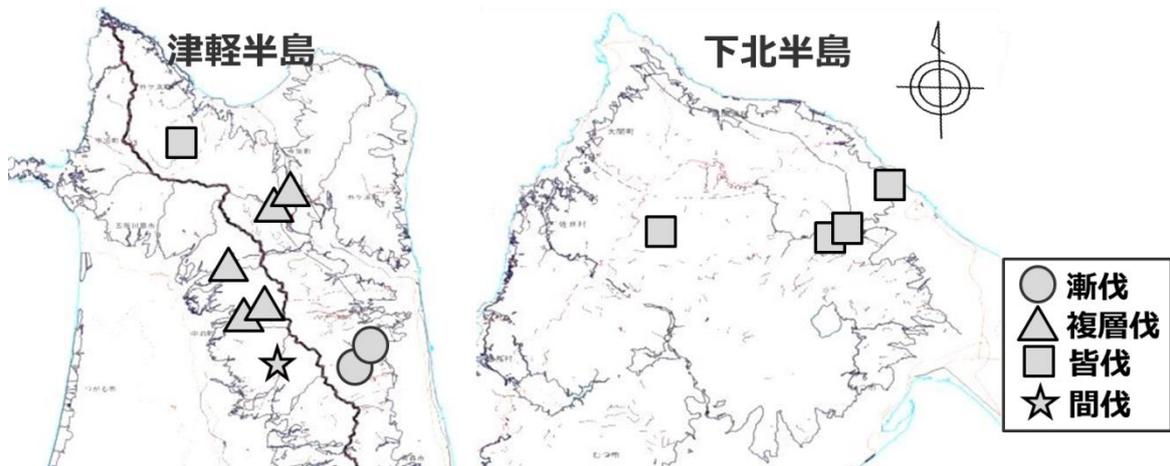


図3 選定した対象地

(2) 復元に向けた施業の実施

本プロジェクトでは、対象地の林況に応じて、主伐（漸伐・複層伐・皆伐）または間伐を実施した後、天然更新や人工植栽によりヒバを主とする林分へ誘導することとしている。平成29年度は、13箇所の対象地のうち9箇所で施業を実施した（図4）。このうち7箇所では、漸伐・複層伐・皆伐を実施し、更新方法は天然更新または人工植栽とした。また、平成30年度に複層伐を実施する予定の2箇所では、平成29年度はササ等下層植生の回復を遅延させること等を目的とした下層植生の伐採前刈払いを実施した。

(3) フォローアップ調査の実施

本プロジェクトを進めるにあたり、ヒバの前生樹の成長推移、稚樹の発生と定着等の更新状況を把握し、施業効果の検証等を行うため、平成29年度に施業を行った9箇所のうち、施業方法毎に1箇所ずつ計4箇所を調査地として、フォローアップ調査を実施した（図4、表1）。各調査地で、ヒバ稚幼樹及び中小径木の生育状況等を調査するための10m×10m正方形プロットを設定し、その中にヒバ稚樹の発生状況等を調査するための1m×1m正方形プロットを1個設定した。それぞれのプロットにおいて施業前に調査した項目を表2に示す。

そして、施業後に各施業の影響によるヒバの損傷状況等を調査した。また、平成30年度以降は、施業前調査と同様の項目で継続的に調査を実施する予定である。

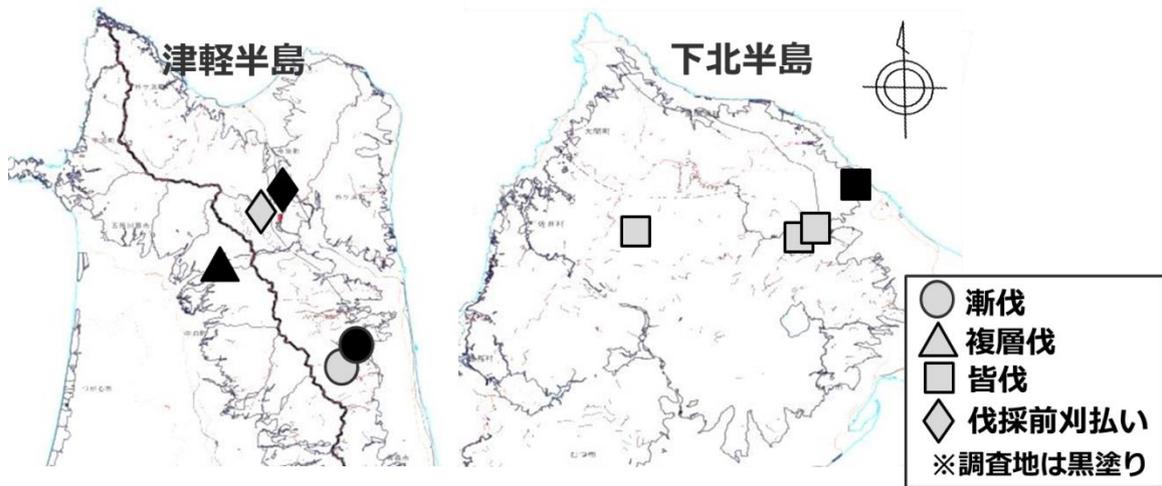


図4 平成29年度に施業を実施した箇所及び調査地

表1 調査地の概要

	調査地①	調査地②	調査地③	調査地④
所在地	青森県東津軽郡蓬田村 蓬田山738ほ2 (青森署管内)	青森県北津軽郡中泊町 今泉山352ほ (金木支署管内)	青森県むつ市 佐藤ヶ平1195ほ (下北署管内)	青森県東津軽郡外ヶ浜町 西小国山638い1 (青森署管内)
林地面積 (ha)	7.78	11.27	3.48	13.31
林種	スギ・カラマツ人工林	スギ人工林	スギ人工林	スギ人工林
林齢 (年生)	74	50	68	47
伐採種	漸伐	帯状複層伐	皆伐	帯状複層伐
伐採率 (%)	50	28	100	33
伐採年度	H29	H29	H29	H30
更新方法	天然更新	天然更新+人工植栽	人工植栽	天然更新+人工植栽
プロット数	7	5	4 (うち3個は 施業後に設定)	7
備考		ヒバコンテナ苗 6,800本を植栽	ヒバコンテナ苗 7,000本を植栽	H29に伐採前 刈払いを実施

表2 施業前フォローアップ調査の項目

10m×10m正方形プロット (更新調査プロット)

- ・開空度、相対照度 (プロット中心のおおよそ胸高位置より測定、調査地③ (皆伐) では測定していない)
- ・おおよその斜度
- ・高さ30cm以上の樹木 (ヒバ、スギ、カラマツ、有用広葉樹) の根元径 (胸高直径 4 cm未満の場合)、胸高直径 (胸高直径 4 cm以上の場合)、高さ
- ・高さ30cm以上のヒバの個体撮影、タイプ区分 (表3を目安に区分)
- ・競合植生 (種類、平均と思われる高さ、最大と思われる高さ)

1m×1m正方形プロット (稚樹調査プロット) (調査地③ (皆伐) では測定していない)

- ・地際の相対照度
- ・高さ30cm未満のヒバの根元径、高さ

表3 ヒバのタイプとその特徴

タイプ	特徴
I 潜伏期（実生型）	主に実生で発生し数年程度で、新梢が明瞭でないもの
II 潜伏期（伏条型）	主に伏条型で、地表を這っており、新梢が明瞭でないか又は20cm未満のもの
III 成長予備期	新梢が明瞭かつ20cm以上で、1 m以上の垂直の樹幹が形成されつつあり、旺盛な成長が期待されるもの
IV 成長期	樹幹が明瞭で、幹の直径が2 cm程度以上あり、円錐形の樹形をして成長が旺盛なもの
V その他	I～IVに分類できないもの

(4) 地域の関係者との連携

地域の関係者が連携・協働して取組を推進するため、平成29年度に学識経験者・地方公共団体・林業関係団体等13名の委員の参加を得て「青森ヒバ林復元プロジェクト連携推進協議会」（以下「協議会」という。）を開催した。また、平成28～29年度に現地検討会を開催し、地域の関係者と意見交換を行った（表4）。

表4 平成28～29年度に開催した会議及び現地検討会

名称	日時	場所	内容	外部出席者
「ヒバ林復元プロジェクト」に係る現地検討会	平成28年8月28日	調査地①、④（青森県蓬田村、外ヶ浜町）	施業実施前年度に施業方法等について意見交換	地方自治体、林業関係団体、素材生産業者等
第1回青森ヒバ林復元プロジェクト連携推進協議会	平成29年7月26日	青森森林管理署（青森県青森市）	平成29年度の取組について説明して意見交換	協議会委員
平成29年度青森ヒバ復元及び低コスト一貫作業システム現地検討会	平成29年10月19日	調査地③（青森県むつ市）	施業を見学して意見交換	地方自治体、林業関係団体、素材生産業者等
第2回青森ヒバ林復元プロジェクト連携推進協議会	平成29年10月27日	調査地①（青森県蓬田村）	施業を見学して意見交換	協議会委員

3. 主な結果と考察

(1) 施業前のヒバの生育状況

施業前の10m×10mプロットのヒバ（高さ30cm以上）の本数を図5に示す。同一調査地内でも、プロットによって本数に大きなばらつきが見られた。

次に、ヒバのタイプ別本数（全プロットの合計）を図6に示す。潜伏期のヒバは、実生型は少なく伏条型が大きな割合を占めた。津軽半島内真部のヒバ施業林では前生稚樹の20%が実生稚樹であったのに対して（藤島，1926）、本調査では潜伏期の合計本数に対する潜伏期（実生型）の本数割合は6%と小さくなった。また、成長予備期や成長期のヒバもある程度見られた。これらの傾向は各調査地で見られた。

ヒバ稚樹の発生・消長には林内光環境が関係していると考えられるが（太田ら，2004）、本調査において開空度・相対照度とヒバ本数との相関分析をしたところ、いずれも相関は認められなかった（図7，8）。ヒバの芽生えとその後の伏条繁殖には

伐採後の土壌攪乱も関係している可能性があり（橋本ら，1998）、ヒバの分布に影響を与える要因は様々存在する可能性がある。

一方で、林木育種センター(2003)によれば、ヒバ母樹から散布される種子の範囲は25m程度と考えられる。しかし、各調査地で母樹となりうるヒバの大～中径木は極めて少なかった。

これらのことから、今回の調査地であるスギ等人工林において、ヒバは伏条更新により発生したと思われるものの割合が比較的大きい要因として、人工林内やその周辺に種子の供給能力をもつヒバ母樹が少ないことが示唆された。また、ヒバの分布に偏りが見られて皆無またはごく少ない箇所が存在する要因として、親個体に隣接して稚樹が発生する伏条更新を主体にヒバの更新が行われたことや、同一調査地内でも光環境以外の条件によりヒバ稚樹の発生のしやすさにばらつきが生じていた可能性が考えられた。

今回の施業前調査によって施業前のプロットの状況を把握したが、施業効果の検証等を行うため、前生樹や植栽ヒバの生長、稚樹の発生状況等を今後継続的な調査によって把握する必要がある。

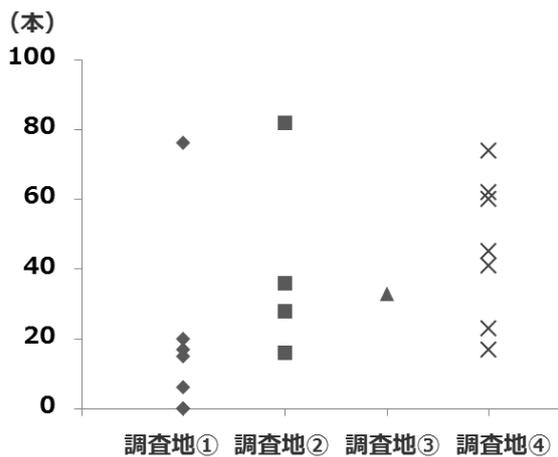


図5 各プロットのヒバの本数
(高さ 30cm 以上)

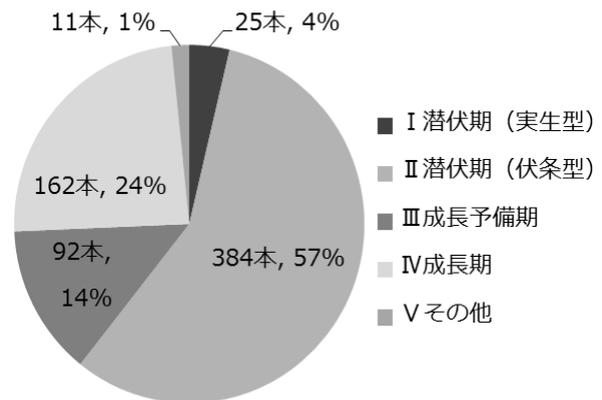


図6 ヒバのタイプ別本数
(高さ 30cm 以上、全プロットの合計)

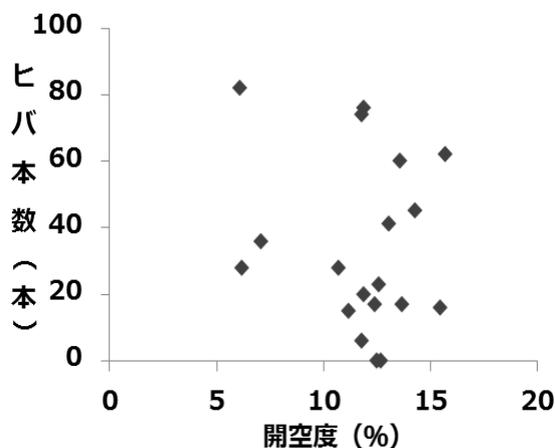


図7 開空度とヒバ本数の関係 (n = 19)

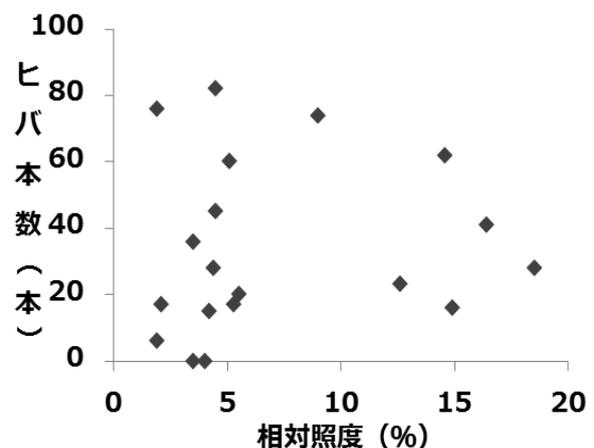


図8 相対照度とヒバ本数の関係 (n = 19)

(2) 施業によるヒバの損傷状況

施業後の10m×10mプロット内のヒバ折損率は、調査地①（漸伐）が1.5%、調査地②（複層伐）が0%、調査地③（皆伐）が0%、調査地④（伐採前刈払い）が0.6%となった。また、プロット外を観察したところ損傷は見られたものの少なかった。3(1)で述べたとおり人工林内のヒバの分布には偏りがあるとともに、緩傾斜のプロットが大半のため、主伐の際、伐倒・搬出方向の配慮が比較的容易であったことが伐倒・搬出を行っても損傷を抑えられた要因として考えられた。

今回の調査結果からは、施業によるヒバの損傷は少なく、更新の確実な完了のために積雪期に伐採を行う等の特段の配慮の必要性は小さいことが示唆されたが、比較的ヒバが一様に分布している林分や、伐倒・搬出方向の制限が大きい急傾斜の林分では、ヒバの損傷が多くなる可能性を否定できないため、伐倒・搬出作業による影響に注意する必要がある。

(3) 地域の関係者との連携

協議会では、委員より「進捗状況等の情報提供を積極的に行うべき」、「植栽したヒバの管理を適切に行うべき」等のご意見をいただいた。また、現地検討会では、地域の関係者に実際の施業の様子をご覧いただき、理解を深めていただいた。そして、会議や現地検討会の様子は、新聞やテレビ等で多数取り上げられた。このように本プロジェクトに対する地域の関心は高く、地域の関係者と連携した取組に発展することが期待される。

4. まとめ

平成29年度はフォローアップ調査により、施業前のヒバ及び他樹種の分布状況や施業によるヒバの損傷状況等を把握した。今後は、施業後のヒバの発生及び生育状況等を継続的に調査して施業効果を検証しつつ、施業実施箇所の状況に応じて植栽や地表処理等を行うなど着実にヒバ林復元を推進していきたい。

また、会議や現地検討会の開催を通じて、多くの報道機関に取り上げていただき、本プロジェクトへの地域の関心の高さを確認した。取組の進捗状況に関する情報を提供するなどして、地域の関係者と連携した取組へ発展させていきたい。

5. 参考文献

藤島信太郎（1926）ヒバ林ノ更新ニ就テ. 林学会雑誌. 36:58-66.

橋本良二、高橋清隆（1998）岩手県鶯宿地方のミズナラ-ヒバ林におけるヒバ稚樹の出現パターンと伏条繁殖. 日本林学会誌. 80(3):189-195.

太田敬之、中村松三、糸屋吉彦（2004）ヒバ天然林における択伐が稚樹の発生・消長に及ぼす影響. 日本林学会誌. 86(3):265-270.

林木育種センター遺伝資源部（2003）林木遺伝資源情報. 4(4):1-2.