

伐採跡地に天然更新しているヒバを活かした施業の検討

青森森林管理署 森林整備官 宮腰有紀

1 はじめに

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

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

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

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

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

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

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

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



図1 スギ造林地内に天然更新するヒバ

2 調査方法

2.1.1 調査1の対象地概要

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

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

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

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

2.1.2 調査1 方法

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

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

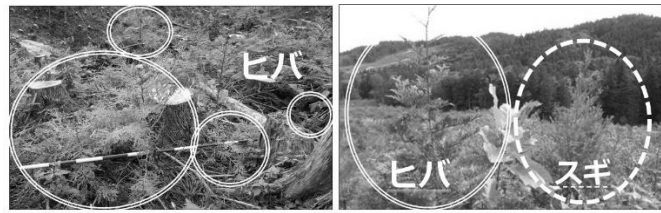


図2 調査地写真 左: 皆伐跡地 (と3), 右: 造林地 (と2)



図3 調査地図面

表1 調査地概要、施業履歴

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

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

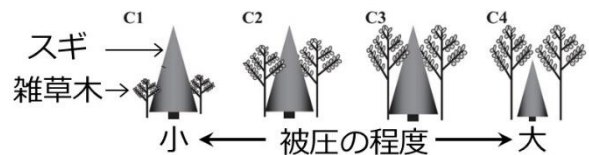


図4 被圧状況の評価方法 (山川ら 2016から引用)

2.2.1 調査2の対象地

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

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

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

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

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



図5 747と3林小班のオルソ画像及び除外地設定

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

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

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

3 結果

3.1 調査1の結果

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

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

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

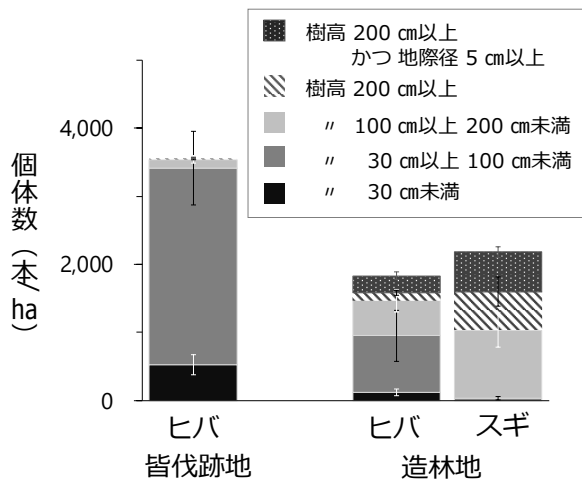


図6 ヒバとスギのサイズ別平均個体数
(標準誤差、ヒバ間のttest; p<0.1)

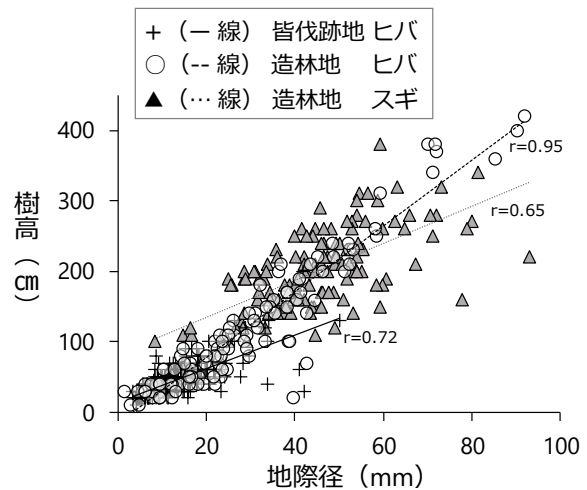


図7 全個体の樹高-地際径関係
(rは相関係数を示す)

表3 調査1のプロット概要

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

3.2 調査2の結果

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

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

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

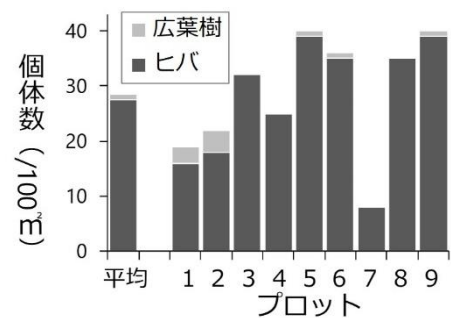


図8 調査2の平均、各プロット個体数

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

4 考察

4.1 人工林内に天然更新したヒバの上木皆伐後の生育について

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

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

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

4.2 皆伐後にヒバを更新木として活用するための今後の課題

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

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

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

4.3 ヒバ稚樹が発生する伐採跡地の造林方法とその課題

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

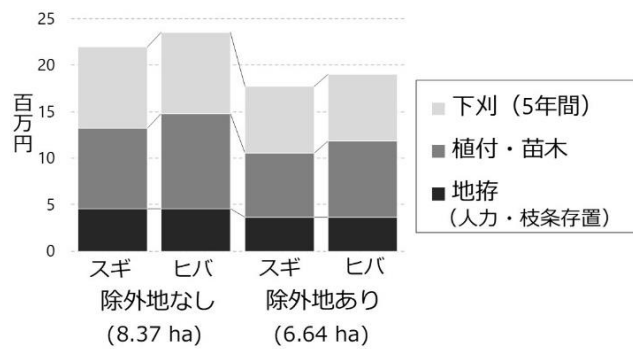


図9 747と3林小班における除外地の有無による造林経費の変化

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

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

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

4.4 ヒバ密生箇所を造林除外地として設定するための課題

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

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

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

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

5 おわりに

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

6 引用文献

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

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