

スギと広葉樹が共存する 豊かな森林をめざして

～針広混交林化事業モニタリング調査報告書～



秋田県

はじめに

近年、地方独自課税（いわゆる森林環境税）を創設し、手入れ不足のスギ人工林を針広混交林に転換する取り組みが全国各地で行われています。この背景には、自然災害の多発や生活環境の悪化等に対し、森林の持つ公益的機能の発揮に対する期待や要請が高まっていることや、これまでの林業関係者だけよる森林整備では限界になっていることがあげられます。

わが国では、1950年代以降多くの針葉樹人工林が造成され、その面積は全森林のおよそ4割に達しています。ところが、最近では木材価格の低迷や山で働く人々の高齢化などによって適切な保育が行われないうまの人工林が増加し、水土保持機能や生物多様性の保全などに悪い影響を及ぼすことが懸念されています。このため、機能低下の恐れのある針葉樹人工林にあつては強度間伐によって広葉樹を呼び込み、種や構造が多様で災害に強く、景観形成などの機能に優れているとされる森林、すなわち針広混交林として復活させようとする取り組みが始められています。しかし、針葉樹林を混交林に転換させた例はこれまでほとんどなく、その誘導技術を裏付ける知見も極めて不足しています。本報告書は平成20年度から開始された本県の「水と緑の森づくり税」において、先鞭的に実施された混交林施業地を5年間モニタリングし、間伐方法と広葉樹の侵入・定着について検証結果をとりまとめたものです。

第I章では、「針広混交林とはどのような森林であるのか」「なぜ針広混交林なのか」ということをテーマにその意義について説明します。第II章では、現在進めている混交林化事業の整備方針や実績について、そして第III章では実際に混交林施業を実施した林分において広葉樹の侵入・定着実態の評価を行い、誘導伐の方法と県内各地の事例を紹介します。最後に第IV章として、針広混交林化事業の推進において今後に向けた課題を提示します。

本報告書が針広混交林に対する理解を深め、また実践における手引き書として利用されることを願っています。

目次

contents

はじめに

第I章 針広混交林とは？

I-1. 針広混交林化の意義	2
(1) 針広混交林とは？	2
(2) なぜ針広混交林が注目されているのか？	2
(3) 針広混交林化の3つの段階	4
I-2. 県内で見ることのできる針広混交林のタイプ	5

第II章 水と緑の森づくり税における取り組み

II-1. 針広混交林化事業の整備方針と実績	10
(1) 水と緑の森づくり税事業について	10
(2) 針広混交林化事業における施業方針	10
(3) 針広混交林化事業(第1期)の実績	11

第III章 針広混交林化のための誘導伐の実施方法

III-1. 針広混交林化事業の検証	14
(1) 事業対象地となったスギ人工林の誘導伐前の状況	14
(2) 誘導伐によるスギ林況の変化	14
(3) 広葉樹の侵入・定着状況と成長	15
(4) 侵入・定着段階完了基準の検討	17
(5) 事業対象地の広葉樹の侵入・定着段階は完了しているか	18
(6) 更新が阻害されているケース	19
III-2. 更新に重点をおいた誘導伐の実施方法と考え方	21
(1) 点状誘導伐	21
(2) 帯状誘導伐	24
(3) 群状誘導伐	26
III-3. モニタリング調査結果分析シート	28

第IV章 今後の課題

IV-1. これまで誘導伐を実施した林分の今後の取り扱いについて	44
IV-2. これから誘導伐を実施する際の注意点について	44
IV-3. おわりに	44

用語解説	46
------	----

引用・参考文献	47
---------	----

(表紙写真：東成瀬村岩井川地区)



第I章

針広混交林とは？

I-1 針広混交林化の意義

(1) 針広混交林とは？

針広混交林とは、どのような森林なのでしょうか。その意義から確認していきます。

スギ人工林は、1つの樹種のみによって森林が構成されており、こうした森林を単純林といいます(写真1)。これに対して針広混交林とは、スギを代表とする針葉樹林にブナやミズナラといった広葉樹が単木あるいは小さな集団となって入り混じった森林のことをいいます(写真2)。広い意味ではマツ林などの針葉樹に広葉樹が混交している場合でも針広混交林ということになりますが、本報告書では煩雑さを避けるため、「針広混交林」あるいは「混交林」と表記した場合、スギ林にブナやミズナラなどの広葉樹が混じり合っている状態の森林を指すこととして統一します。



写真1. スギ人工林 (単純林)



写真2. 針広混交林

(2) なぜ針広混交林が注目されているのか？

1) 土砂流出防止機能の向上

間伐が遅れて過密化したスギ人工林は林内に光が入りにくくなり、下層植生が衰退してしまいます(写真3)。この状態のまま放置すると、土壌を被覆している植物が少なくなるため降雨時に森林内の土砂が流れ出しやすくなります。しかし、針広混交林では林床にも多様な広葉樹が生育しているため(写真4)、降雨が直接土壌に到達しにくくなり、落葉が土壌表面を被覆することで土砂の流出が抑えられます。針広混交林化によって、土砂流出防止機能の向上が期待できると考えられます。

2) 生物多様性の保全

過密化したスギ人工林では下層植生が衰退しやすく、植物の種数としても少なくなりがちです(写真3)。しかし、針広混交林ではスギの他にも多様な広葉樹が生育し、広葉樹を繁殖の場や餌資源としている鳥や動物等も増え、森林生態系が複雑かつ豊かになると予想されます。



3) 景観の向上

スギは常緑樹であるため、季節を通して葉がついています。一方で県内で見られる高木性の広葉樹は大半が落葉性であり、秋には紅葉が見られます。スギの単純林では季節による変化は少ないのですが、針広混交林の場合、スギの緑をバックとして、広葉樹が葉を開き花を咲かせ、紅葉して落葉するというコントラストの美しい四季折々に変化する景観となります。

4) 癒やしや環境教育の場としての利用の拡大

近年、森林に求められているニーズは多様化しており、単なる木材生産の場としてだけでなく、癒やしや環境教育の場としてのニーズも高まっています。スギ人工林は木材生産を主な目的とした森林であり、これらのニーズにそぐわない側面がありますが、針広混交林へ転換することによって、より自然に近い森林生態系を体感できます。

このように生育の思わしくないスギ人工林を針広混交林に転換することによって、様々な公益的機能の改善が見込めることから針広混交林化への関心が高まっています。



写真3. 過密化し下層植生が衰退しており、土砂流出等が心配されるスギ人工林



写真4. 広葉樹が混交し、公益的機能の発揮が期待される林床の状況

(3) 針広混交林化の3つの段階

これまで針広混交林とは何か、そして針広混交林化により期待できる効果について述べてきました。ここからは実際にスギ人工林を針広混交林に誘導することについて考えていきます。

針広混交林への誘導とはいっても、後で紹介する北秋田市阿仁小様や大仙市大沢郷の事例のような完成形になるには短くても30年、長ければ50年、60年という時間が必要となります。この長いタイムスケールの中では、混交する広葉樹の生育段階に合わせた施業が求められます。そこで、広葉樹の生育段階に合わせて針広混交林化の段階を次の3つに区分します(図1)。

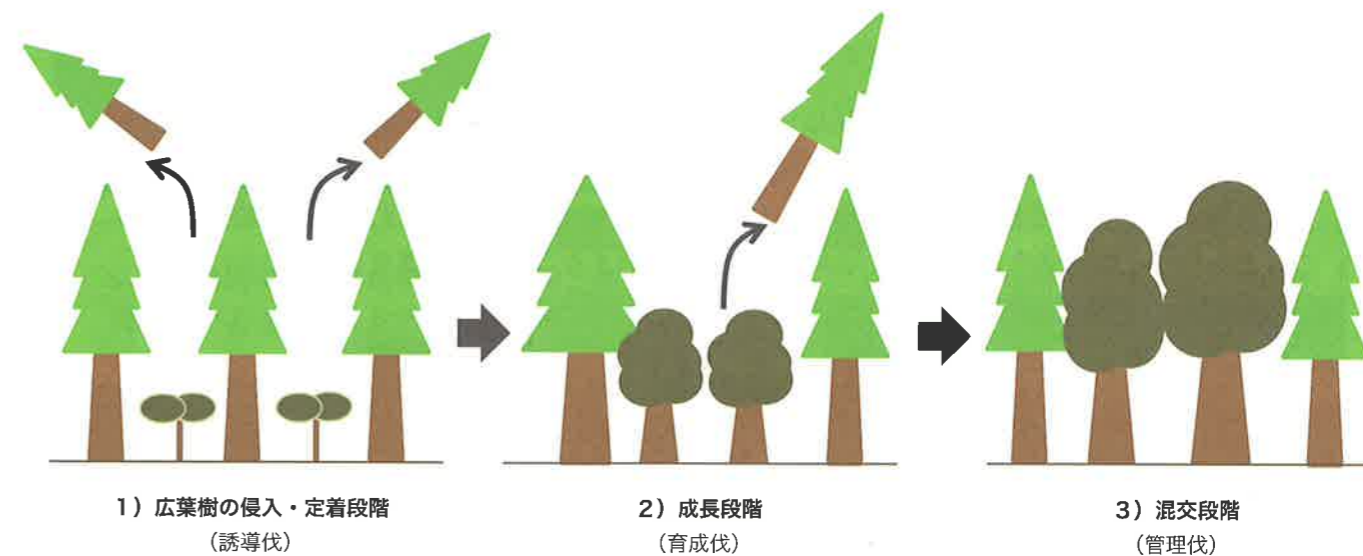


図1. 針広混交林化の3つの段階

1) 広葉樹の侵入・定着段階

スギ人工林の中には、すでに広葉樹の稚樹が多数存在していることがよくあります。しかし、タネから芽が出てからある程度大きくなるまでは非常にか弱い存在で、他の樹木の下では十分に光を浴びることができなかつたり、他の植物との競争に負けてしまつたりと、その大半が枯死してしまいます。この段階は、スギ林の中でか細く生きている小さな広葉樹の赤ん坊に光を十分に当て、また新たに侵入してくる広葉樹の定着を図るためにスギを抜き伐り(以下、誘導伐)し、簡単には枯死しない程度の大きさまで育つ環境を整える段階です。この報告書で取り上げている内容は主にこの段階のものです。

2) 成長段階

侵入・定着した広葉樹が成長していくためには適度な光が必要になります。第1段階で誘導伐を実施していますが、強度に抜き伐りしたとしても5~10年で残ったスギの枝葉がその空間を埋めるように伸び、せっかく定着した広葉樹に光が当たりにくくなり、成長が悪くなる可能性があります。また初期成長が早く寿命が短いヌルデやタラノキ、クサギなど(パイオニア種または先駆種と呼ばれる樹種)と初期成長が遅く長寿命の遷移後期種が競争し、淘汰される時期でもあります。これでは次の段階に進んでいくことがなかなかできません。この段階は、再度の抜き伐りである「育成伐」を実施して広葉樹の成長を促す段階です。また、すでに広葉樹が定着している場合は、この成長段階から取り扱いを考えてもよいでしょう。



3) 混交段階

この段階は成長した広葉樹がスギの樹高に追いつき、上層林冠、つまり優先的に光が受けられる高さまでに葉を広げた段階で、針広混交林の完成形ということになります。しかし、この段階においてもスギや広葉樹が十分な空間を保って健全に生育できるような本数管理(管理伐)が必要となります。

I-2 県内で見ることのできる針広混交林のタイプ

これまで針広混交林の必要性や機能について説明してきましたが、その具体的な姿について紹介します。ここでは、県内でみられる針広混交状態にある森林の調査結果から、将来目指すべき針広混交林の完成形の一例を示します。本県における広葉樹の分布はおおよそ標高に対応しており、このことからスギに混交する樹種は次のように3つに大別することができます。



図2. 針広混交林の完成形のタイプ

※実際には、これら3つのタイプが標高以外にも積雪環境などの諸条件によって連続的に変化していますので、ブナ型とミズナラ型の間の混交の仕方もある、ミズナラ型とコナラ型とが混じった混交林になる場合もあります。また、土壌の乾湿などによって出現してくる樹種は異なります。

1) 高標高地 ブナ型

主に高標高地に多く出現する針広混交林であるといえます。スギの中にブナを中心としてウダイカンバやイタヤカエデなど積雪や寒冷な環境で生育できる広葉樹が混交しています。

2) 低標高地 コナラ型

いわゆる里山といわれるような比較的人里に近い低標高地域に多く見られる針広混交林です。スギのほかコナラやクリ、カスミザクラなどの広葉樹が混交し、地域にもっとも身近な針広混交林であるともいえます。

3) 中間地 ミズナラ型

ブナ型とコナラ型の中間の標高に成立する針広混交林です。混交する広葉樹はミズナラが主体ですが、これにブナの領域やコナラの領域に生育する広葉樹も混じっています。

県内で見られる針広混交林の典型であるブナ型とコナラ型について、樹種の組成や林分構造の事例について紹介します。



①高標高地 ブナ型針広混交林

この林分はスギが1929年に植栽され、その後十数年は下刈りや除伐などの保育作業が行われました。間伐の際にブナなどの広葉樹を保残したため、現在のような混交林ができあがりしました。



調査地：北秋田市阿仁小様
林 齢：83年(1929年植栽)
標 高：671m～683m
混交樹種：ブナ・ミズナラ
イタヤカエデ

調査結果の概要

- スギ林は密度管理の指標である収量比数が0.53～0.59であり、多雪地帯の標準的なスギの管理密度である0.6と比較してやや低くなっていますが、適正な密度の範囲内であると考えられます。
- 生育していた広葉樹は耐陰性の高いブナが主体であり、光条件が比較的良好な林孔や尾根部ではミズナラ、イタヤカエデといった種が優占していました。
- 本数密度は平均で針葉樹が590本/ha、広葉樹が560本/haとほぼ同じ本数が生育しており、胸高断面積合計では針葉樹と広葉樹の割合が3：1の割合となっていました(図3)。
- 階層分布を見ると、高木層ではスギの方がやや優占し、亜高木層から下層にかけては広葉樹が多く、ほぼ混交林として完成した形となっています(図4)。

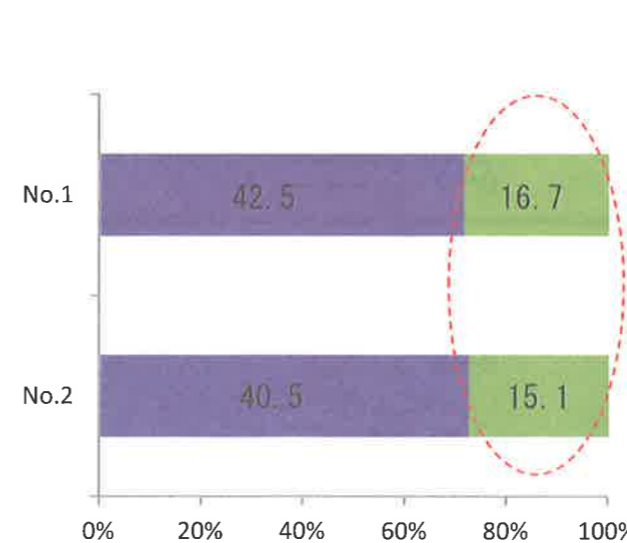


図3. 阿仁小様における胸高断面積割合 (■：針葉樹 ■：広葉樹 数字は計測値 (m²/ha))

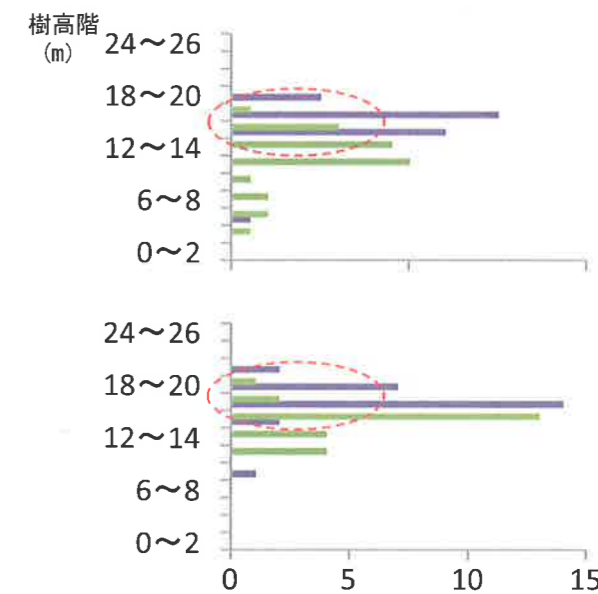


図4. 阿仁小様における樹高階層別本数分布 (■：針葉樹 ■：広葉樹)

○本林分では、耐陰性の高いブナが侵入したことによって、通常のスギの施業の範囲内で混交化した事例といえます。針広混交林としてはスギの密度がやや高いことから、今後、成長や形質、配置や生育空間を考慮した管理伐によって混交割合の調整を図る必要があります。



②低標高地 コナラ型針広混交林

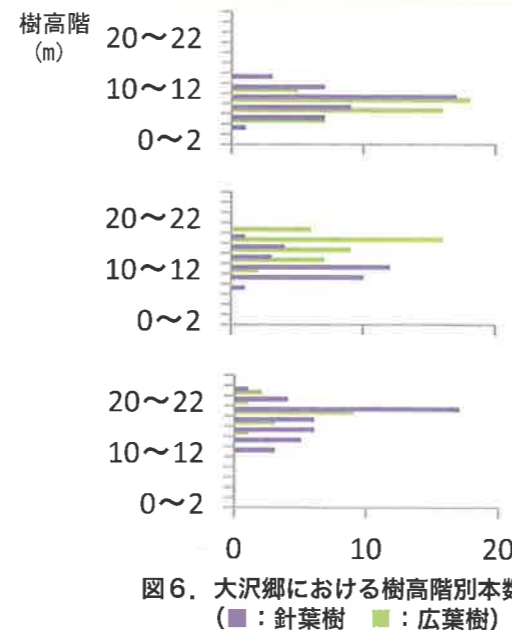
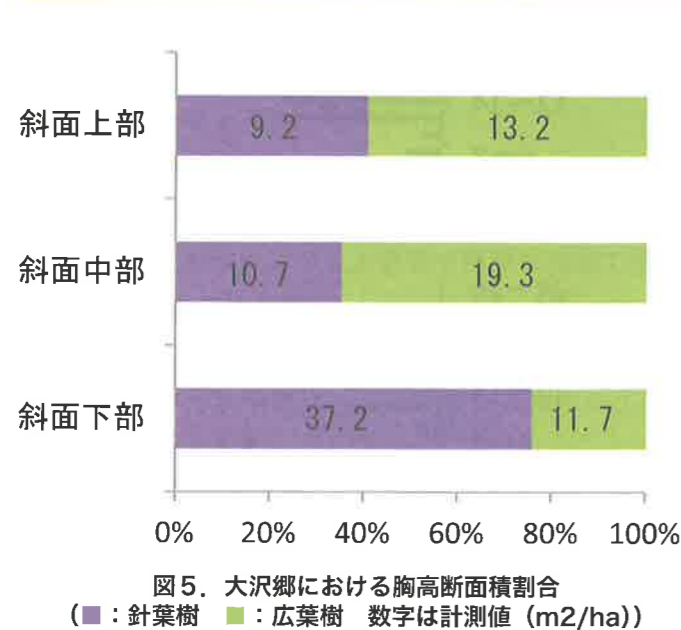
本林分では、植栽後の保育として下刈りと間伐を1回実施したのみです。間伐時に下層のスギを伐採するとともに、広葉樹については株立ちした広葉樹のうち1~2本を残して整理しています。スギと広葉樹が短期間に混交林化した事例です。



調査地：大仙市大沢郷
林 齢：30年（1982年植栽）
標 高：75m～105m
混交樹種：クリ・コナラ・ミズナラ・エゴノキ・カスミザクラ

調査結果の概要

- スギの収量比数は斜面下部では0.74と適正な密度でしたが、土壌条件が悪くなる斜面中部から上部では0.4程度とかなり低く、極めて疎な状態でした。
- 混交する広葉樹は全体としてクリが多く、尾根筋ではコナラ、ミズナラが出現していました。また前生樹由来の樹種が大半を占めていました。
- 立木密度は、斜面下部ではスギが多く、斜面中・上部では逆にスギよりも広葉樹が多くなる傾向にありました。また、広葉樹の胸高断面積の割合は立木密度に相応しており、斜面下部では3割未満、斜面中・上部では6~7割となっています（図5）。
- 階層分布は、斜面の位置に関係なくスギと広葉樹が上層で混交していました。また樹高は土壌条件に応じて斜面下部では高く、上部ほど低くなっていました（図6）。



○除伐を省略したため、本来淘汰されるべき広葉樹がスギとともに一斉状態で生育し、短期間で混交林化した事例といえます。スギの成長が悪い場所ほど広葉樹の割合が高いことから、広葉樹の優占度はスギに影響を受けていると推察されます。斜面下部ではスギや広葉樹が過密な状態になっており管理伐が必要です。



間伐後3年目で植生による被覆率は倍増

コラム：針広混交林は公益的機能が高い？①下層植生

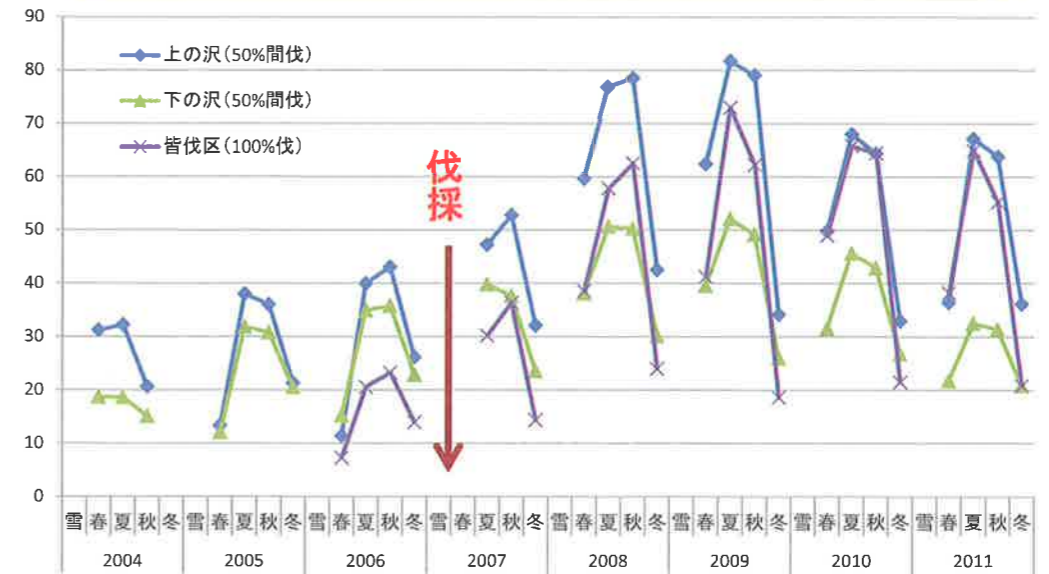


図1：間伐・皆伐区における地表0.5mまでの植生被覆率(%)の変化



写真：間伐後の林内の下層植生の状況

解説

本数率で50%の間伐を実施したスギ林において、下層植生の被覆率がどのように変化するかを調べました。その結果、植生被覆率は間伐後緩やかに増加し、3年目には間伐前の1.5~2倍にまで達しました。しかし、間伐後4年目から緩やかに減少していきます。これはスギの樹冠回復にともなう光環境の悪化が原因と考えられます。

なるほど





第II章

水と緑の森づくり税における取り組み

現在、秋田県では水と緑の森づくり税を用いた事業の一環として、針広混交林化事業を実施しています。第II章では、この取り組みの内容とこれまでの実績について紹介していきます。



II-1 針広混交林化事業の整備方針と実績

(1) 水と緑の森づくり税事業について

県では、地球温暖化の防止、県土の保全、水源のかん養等の公益的機能を有する森林を健全に守り育てていくことを目的として、平成20年度から、水と緑の森づくり税事業を開始しています。

水と緑の森づくり税を用いた県の取り組みとしては、松くい虫被害地の健全化や放牧跡地での広葉樹林の再生、里山林の保全、県民の自発的な森づくり活動の促進などがあり、様々な側面から森林の保護や保全、あるいは健全化のために使われています。針広混交林化事業は本税のメイン事業であり、5年間で1,810haの森林整備を目標として実施しています。

(2) 針広混交林化事業における施業方針

針広混交林化事業の実施方針は次のようになっています。

1) 目指すべき混交林の姿

高木性広葉樹と針葉樹の混交林

(上層における広葉樹の樹冠占有率が30~70%)

2) 事業対象となる森林

・スギ林が衰退する恐れのある林分

ex.雪害などで浸食や小崩壊が発生している急傾斜地や豪雪地
ササ類等が密生している高標高地や豪雪地

・スギ林に広葉樹が侵入している林分

ex.スギの成長が抑制されている尾根筋や過湿地など
突発的な冠雪害等の被害によって部分的に本数が低下している

・スギ林のうち、単位あたりの収量や形質が劣る林分

ex.保育等の省略によって成長が抑制あるいは形質が劣化している
積雪等の気象条件等により形質の劣化が見られる

3) 事業の実施方法

・生育条件に適した高木性広葉樹が多樹種混交するように既存広葉樹を極力残す

・天然更新を妨げるようなササ類やツル類が繁茂している場合には、これらの除去を目的とした更新補助作業を実施する。

・混交林誘導伐は現地の林相に応じて、点状・群状・帯状それぞれの伐採方法を決定し、本数伐採率で40%以上とする(図7)。

「針広混交林化事業における施業方針等について」(平成20年6月17日付け水緑-353)より



図7. 混交林誘導伐のイメージ

(3) 針広混交林化事業の実績

平成20年度から始まった針広混交林化事業ですが、奥地のスギ人工林を中心に平成23年度までの4年間で合計1,438haのスギ人工林に対して誘導伐を実施しています(図8)。平成24年度は493haの整備面積が見込まれていますので、計画時の目標である1,810haに到達する予定となっています。

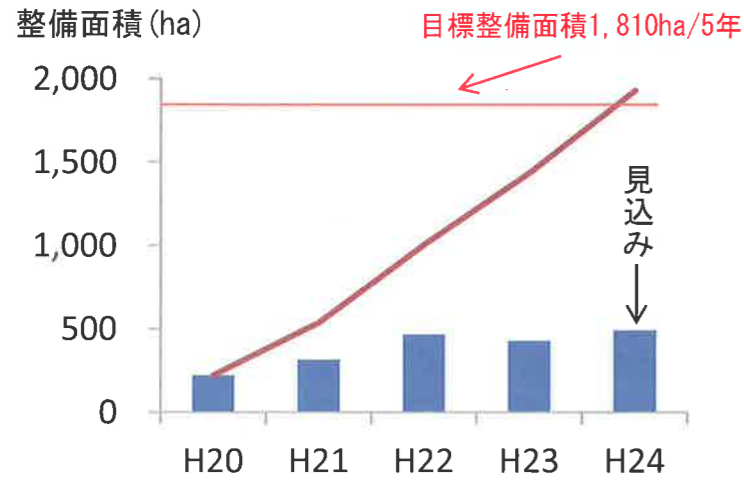


図8. 針広混交林化事業における年度別整備面積の推移と累計整備面積
 ■: 年度別整備面積 —: 累積整備面積



間伐によって林床の前生樹が一気に成長 コラム: 針広混交林は公益的機能が高い? ② 広葉樹の侵入・定着

高木性広葉樹の定着数の変化

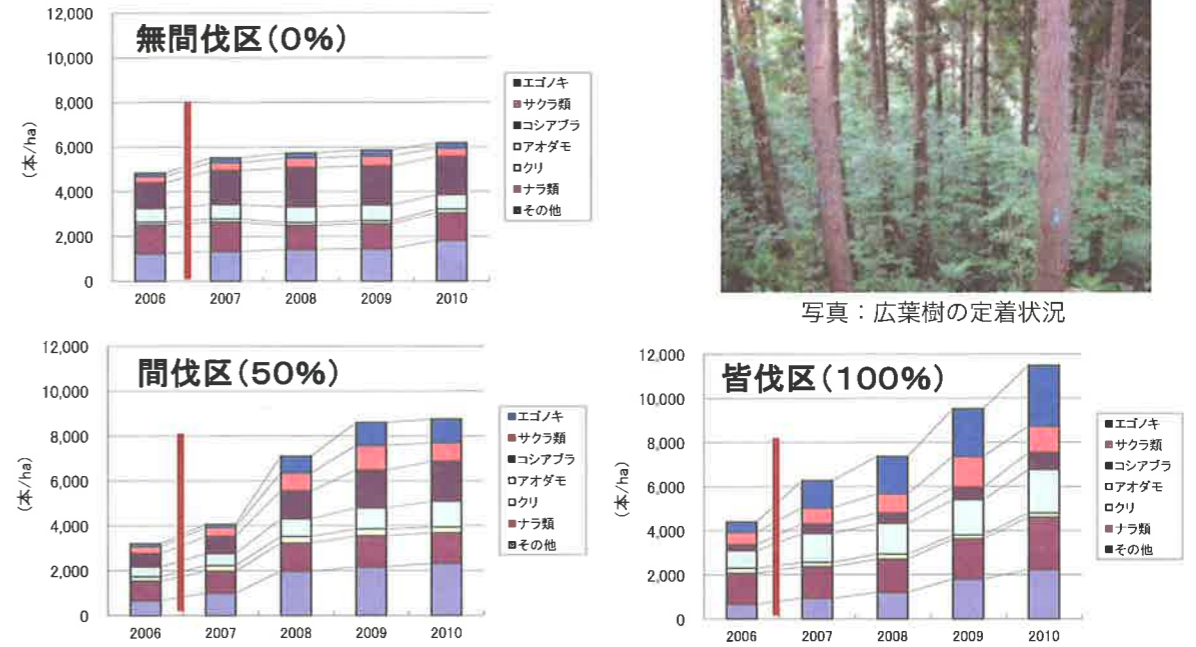


図2: 試験区別の間伐等前後における広葉樹本数の変化(樹幹長30cmの幹数)

解説

間伐後、高木性広葉樹は増加し、その程度は上木の伐採強度に対応していました。確認された高木性広葉樹はナラ類、マルバアオダモ、コシアブラ、サクラ類が見られ、間伐後は特にエゴノキの増加が顕著でした。これら広葉樹の大部分(およそ90%以上)は前生樹由来で、間伐後に侵入定着した後生樹はわずかでした(写真)。

ふむふむ





第三章

針広混交林化のための誘導伐の実施方法

秋田県では水と緑の森づくり税を用いて生育の思わしくないスギ人工林の針広混交林化を目指しています。しかし、実際に事業を実施した森林が本当に針広混交林になるかどうかは未知数の部分も多く、今後の経過をよく観察しながら、順応的に対応していく必要があります。県では数多くある事業実施区域の中から10カ所を針広混交林化の過程を観察するモニタリングサイトとして設定しています。第三章では、この事業対象地域の誘導伐実施後4年目までのモニタリング調査結果から、針広混交林化の第1のステージである広葉樹の侵入・定着という点に注目し、その可能性について評価するとともに、このステージにおける技術指針を提案したいと思います。



Ⅲ-1 針広混交林化事業の検証

(1) 事業対象地となったスギ人工林の誘導伐前の状況

モニタリングサイトの標高と傾斜の関係を図に示します(図9)。図中の右上に位置するほど標高が高く傾斜が急な厳しい環境条件にあることになります。モニタリングサイトの標高は70~635mに位置し、その6割が標高400m以上に分布しています。傾斜については1箇所を除いて、30°以下に分布していました。このことから、主に標高500m前後で緩~中斜面の立地に生育していたスギ林が対象となっていることがわかります。

次にスギの生育状態について見ていきます。各標準地の林齢は23~57年生、上層樹高は5.1~26.9mでした(図10)。図中に秋田県の地位指数曲線を重ねて示しました。地位とは林地の生産力の指標であり、1等に近いほどスギの生育条件として優れており、3等が標準、5等以下ではスギ人工林としての維持は難しいといわれています。各モニタリングサイトは4等や5等に相当するサイトが多く、また斜面の下部や中腹では地位2~3等に相当する林分も含まれていました。

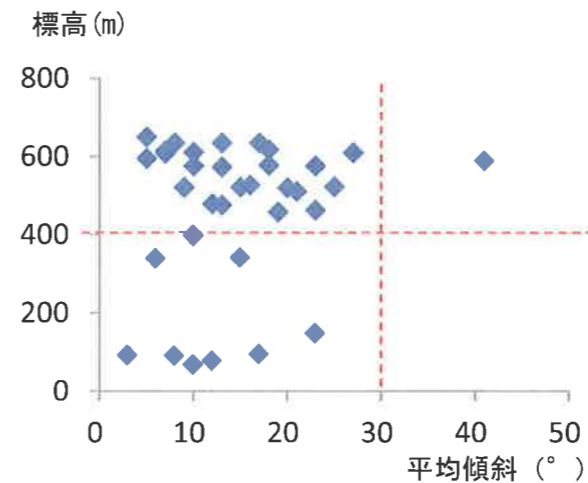


図9. 各モニタリングサイト各標準地の平均傾斜と標高の関係

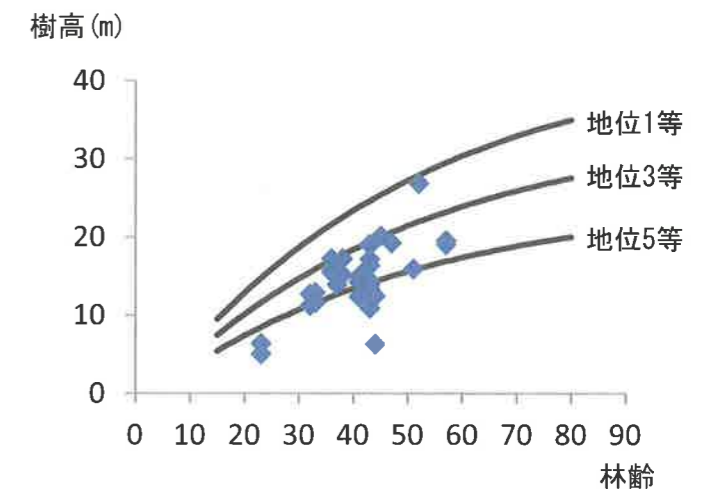


図10. 各モニタリングサイトの林齢と樹高の関係

(2) 誘導伐によるスギ林況の変化

1) 点状誘導伐

点状誘導伐とは、被害木などの不良木を中心に抜き伐りする定性的な伐採の仕方をいいます。その施業箇所において誘導伐前後の上層樹高と本数密度の関係を表したのが図11です。図中の曲線はスギ人工林の密度管理の指標である収量比数(Ry)毎の樹高に対する密度を表しています。誘導伐前は上層樹高5.1~19.1m、本数密度は1,060~2,400本/haでしたが、誘導伐後の密度は460~1,280本/haに調整されました。誘導伐は25.9~59.0%の伐採率(本数)で実施され、収量比数は平均0.7から0.5に下がり、中庸な疎密度から管理基準以下となる疎林へと変化しました。

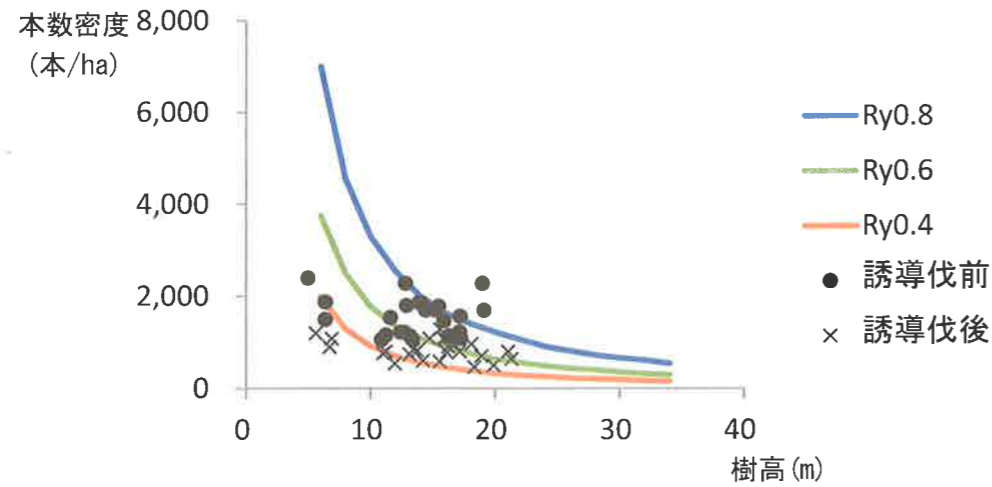


図 11. 点状誘導伐を実施したモニタリングサイトにおける誘導伐前後の平均上層樹高と本数密度の関係

2) 帯状誘導伐

帯状誘導伐とは、スギ林をある一定の幅で帯状に伐採する方法をいいます。モニタリングサイトでは伐採幅 20m、残存幅 20m の帯状の伐採となっていました。

3) 群状誘導伐

群状誘導伐とは、スギ林の中に伐採する群と残存させる群を配置し、任意の群を皆伐する方法です。モニタリングサイトでは、20m×20m の正方形群を基本単位として格子状に設定し、伐採群と残存群を千鳥状に配置した伐採方法となっていました。

(3) 広葉樹の侵入・定着状況と成長

1) 誘導伐実施直後（1～2年目）における広葉樹の侵入・定着状況

誘導伐実施後、高木性広葉樹はどれくらい侵入・定着していたのでしょうか。各標準地において施業後 1～2年目の侵入・定着が確認された広葉樹の平均樹高と密度の関係を示しました（図 12）。平均樹高は 0.39～1.81m であり、侵入している広葉樹の大半が 2m 以下の下層に生育していることがわかります。また本数密度は 700～17,240 本/ha と非常にばらつきが大きいのが特徴です。

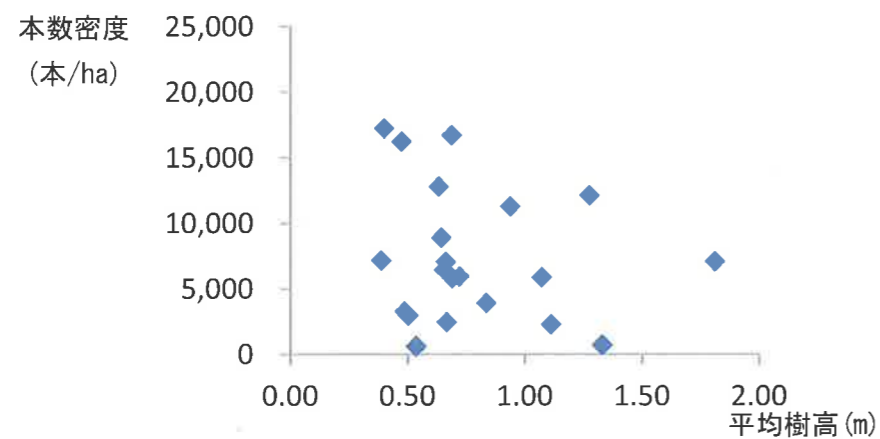


図 12. 点状誘導伐を実施した各標準地に侵入・定着した広葉樹の平均樹高と密度の関係



2) 誘導伐実施後 3、4年目における広葉樹の成長

1) で侵入・定着が確認された広葉樹はその後数年間でどの程度成長したのでしょうか。スギ林の収量比数と施業直後（1～2年目）で侵入・定着が確認された広葉樹の施業後 4年目までの年平均直径成長量の関係を解析しました（図 13）。広葉樹の年平均直径成長量は -0.12～0.8cm でした。直径成長がマイナスになっているのは、枯死した個体の影響によります。収量比数との関係を見ると収量比数が高いほど広葉樹の直径成長が悪い傾向にありました。

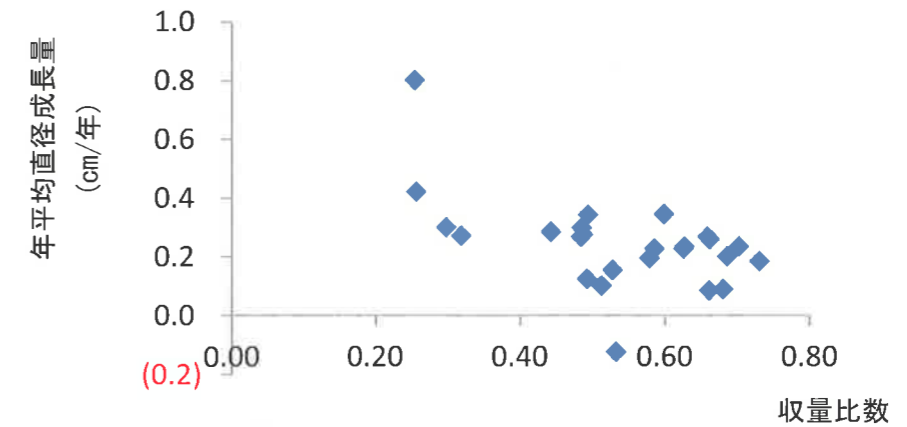


図 13. スギの収量比数と侵入・定着した高木性広葉樹の直径成長の関係

3) 広葉樹の由来

確認された広葉樹について、誘導伐実施前から生育していた広葉樹（前生樹）か、誘導伐実施後に侵入・定着した広葉樹（後生樹）か、その割合を調査しました。その結果、前生樹の割合はすべて 60% 以上であり、大半が前生樹でした（図 14）。このことから混交林化においては前生樹の役割が重要であることが示唆されます。

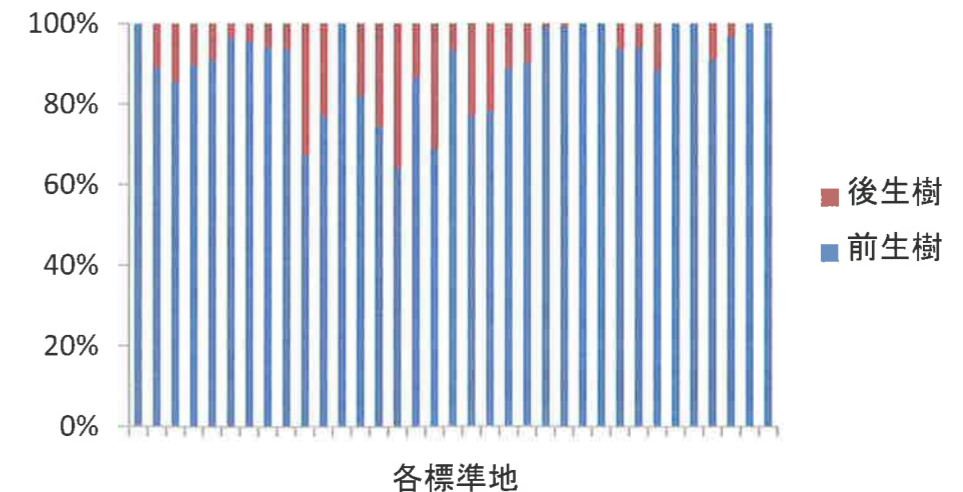


図 14. 各標準地に侵入・定着した高木性樹種の前生樹と後生樹の割合



4) 広葉樹の種類

侵入・定着が確認された高木性広葉樹について、出現した標高別に集計を行いました(図15)。最も出現頻度が高かったのはホオノキであり、出現率(出現標準地数/全標準地数)は84%でした。次いでミズナラ・コシアブラ(2種とも82%)、ウワミズザクラ(76%)となっていました。これらの出現頻度の高い広葉樹は標高に関係なくどこでも出現していました。またナナカマドやウダイカンバ、ブナなどは標高で概ね450m以上での出現が多く、クリやカスミザクラなどは比較的低標高地での出現頻度が高いことがわかります。サワグルミやオヒョウなど溪流沿いに多く見られる広葉樹は、混交林事業地においても沢地形部分や湿潤な立地に多く見られました。

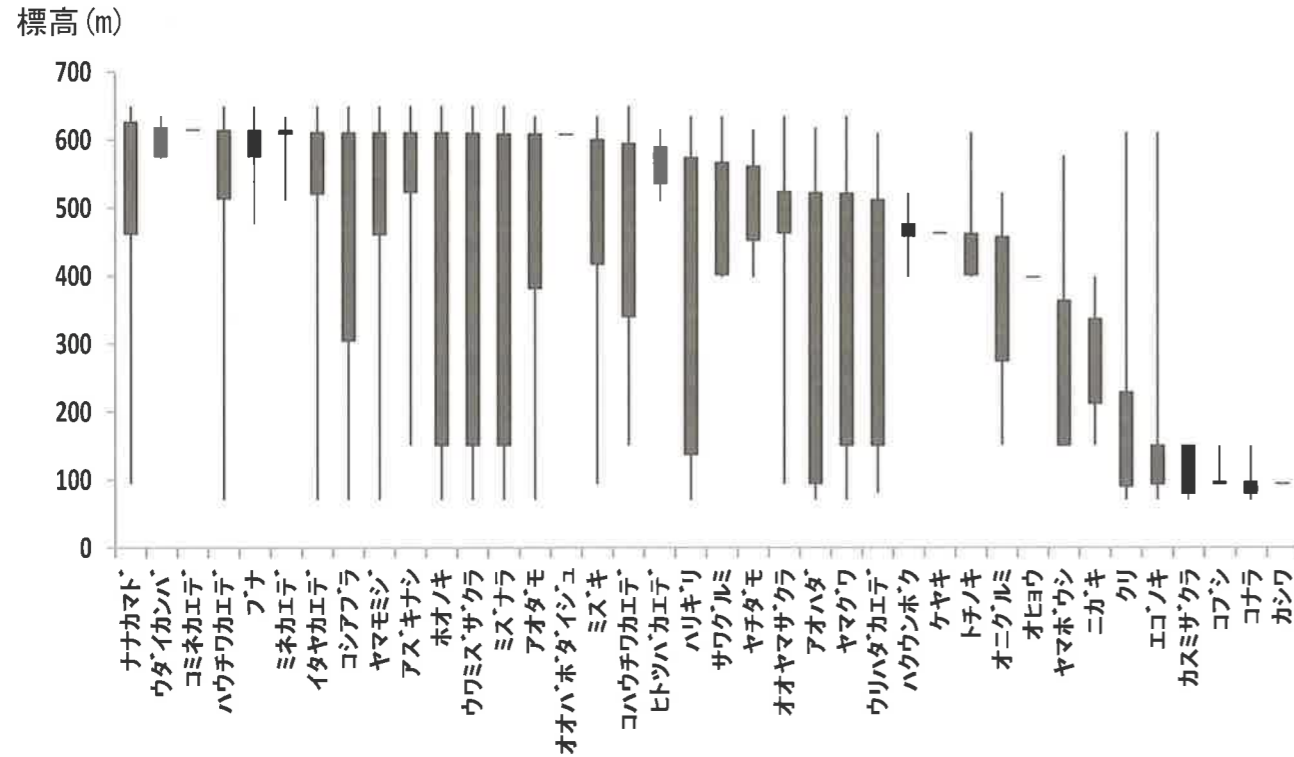


図15. 高木性広葉樹の標高分布

最大
第3四分位
第1四分位
最小

※第1四分位とは、データを小さい方から順に並べ、それを4等分したときの25%に該当する値を指す。第3ならば75%の値であり、第1と第3の間に半分のデータが含まれることを意味する。

(4) 侵入・定着段階完了基準の検討

針広混交林化の第1のステージである侵入・定着段階が無事に完了しているかどうかを検証するにあたって、なんらかの完了基準というものが必要になります。そこでこの完了基準について既存の研究例から考えていきます。

横井・山口(2000)は針広混交林化に必要な広葉樹の本数密度は広葉樹の樹高が4m前後で1,000本/haとしています。しかし、4m以外の樹高別の本数基準を具体的に示しておらず、侵入・定着段階という比較的小サイズの個体も存在する状態を評価するには不向きであると考えられます。

和田(2008)は、皆伐地における広葉樹の更新の判断基準を示しています(表1)。この表は皆伐



跡地において広葉樹が林地を覆っている割合毎に必要な本数を示したものです。例えば樹高4mの広葉樹で40%の被覆率であれば1,119本/haは必要であり、概ね横井・山口(2000)の基準と合致します。このことから針広混交林化の侵入・定着段階の完了基準については和田(2008)の基準を適用することとします。

表1. 皆伐跡地における植生被覆率毎の広葉樹の必要本数密度(和田(2008)より抜粋)

樹高(m)	植生被覆本数(本/ha)		
	40%	50%	60%
1	4,368	5,459	6,551
2	2,774	3,468	4,161
3	1,762	2,202	2,643
4	1,119	1,399	1,679
5	711	888	1,066
6	451	564	677
7	287	358	430
8	182	228	273

(5) 事業対象地の広葉樹の侵入・定着段階は完了しているか

各モニタリングサイトにおいて、広葉樹の侵入・定着の状況を評価しました(図16)。植生被覆率40%とした場合、全体の7割以上が、植生被覆率50%では66%、植生被覆率60%でも53%の標準地が基準以上の本数密度となっていました。誘導伐を実施した事業地においては、混交林化が遅れていると判断される林分もありますが、半分以上が混交林化に必要な最低限の広葉樹密度が確保されているものと考えられます。

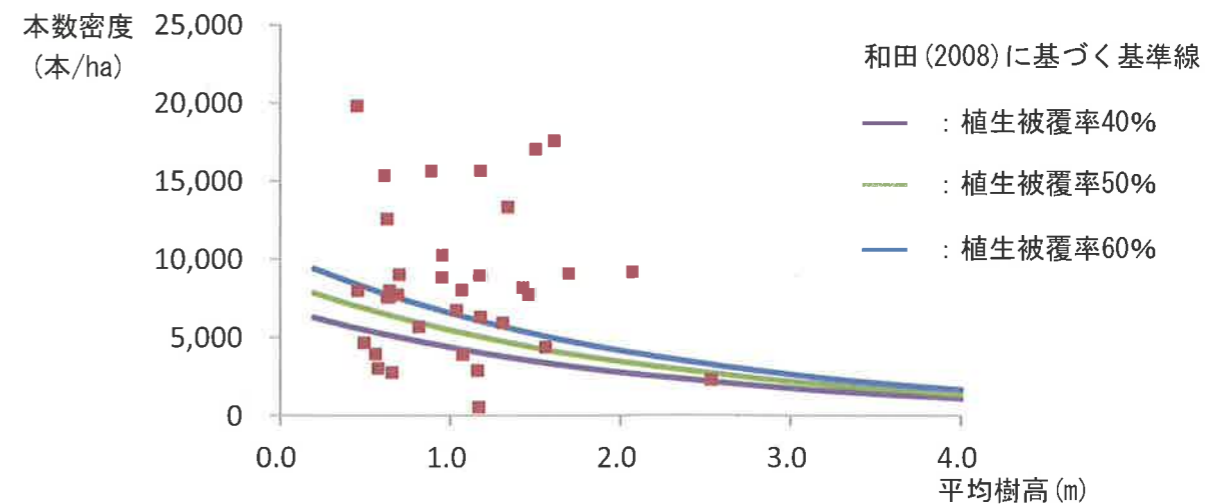


図16. 基準に対する各モニタリングサイトの侵入・定着状況



(6) 更新が阻害されているケース

誘導伐を実施した林分は侵入・定着段階としては概ね完了しており、次の成長段階へと進むことができるかと判断されました。しかし、事業地の中には広葉樹の本数が少なく、針広混交林化が遅れている林分もありました。このような林分では何らかの更新阻害要因が働いていると考えられます。ここでは実際に針広混交林化が遅れていると判断された林分の例を紹介します。

1) パイオニア種が繁茂してしまった事例

帯状や群状のように上層のスギが面的に伐採された場合、伐採区では強い光を好む短寿命の広葉樹が多数発生することがあります。

北秋田市阿仁幸屋では、帯状誘導伐を実施した林分でクサギ、タラノキ、ヌルデなどのパイオニア種が多数成立し、目的としている高木性広葉樹の侵入・定着が進んでいない様子が見られました(写真5)。



写真5. クサギなどのパイオニア種が繁茂し、高木性樹種が少ない帯状伐採地(阿仁幸屋)

2) ササ類が繁茂しているケース

ササ類が林床を覆っている場合、広葉樹の侵入・定着がうまく進まない場合があります。

大仙市協和泉沢山では、ササが林床を覆っている区域が多く確認され、帯状誘導伐を実施しても広葉樹の侵入・定着がほとんど見られない区域がありました(写真6)。これは光条件の改善によってササの勢力が回復し、小さなサイズの個体が被圧され、広葉樹の新たな侵入が阻害されたことによるものと考えられました。ただし、前生樹の樹高がササ類よりも大きい場合には、帯状誘導伐によって広葉樹の成長が促進されました。



写真6. ササ類が繁茂し、広葉樹の侵入・定着が遅れている(大仙市協和泉沢山)

3) 施業履歴などの要因が影響していると思われるケース

先駆性樹種やササ類などの阻害要因が見られないにもかかわらず、高木性樹種の侵入・定着が芳しくないケースもあります。近くに種子供給源となる広葉樹林がない林分では高木性樹種の侵入・定着は難しいことが指摘されています。また下刈りや除伐などの保育施業が実施された林分においても、侵入した広葉樹が伐採されるため、広葉樹の侵入・定着が少なくなります。さらにその林分が過去に牧場や林内放牧地であった場合も人為的に樹木の侵入を排除していることが多く、スギ林内に広葉樹が少なくなります。これらの要因が影響していると思われる林分では、混交林化により長い時間がかかるものと予想されます(写真7)。



写真7. 高木性樹種の侵入・定着が少ない(北秋田市森吉東ノ又)



Ⅲ-2 更新に重点をおいた誘導伐の実施方法と考え方

(1) 点状誘導伐

点状誘導伐を実施した林分について、針広混交林化の第1のステージである侵入・定着段階は概ね完了していると判断されました。では、これらの結果から、様々な林況のスギ人工林に対してどのような誘導伐を実施すれば、広葉樹の侵入・定着を促進することができるのかを考えていきます。

1) 広葉樹の成長とスギ林の収量比数

誘導伐を実施したスギ林内に生育している広葉樹は、大半が前生樹であることがわかりました。ここから誘導伐を実施する大きな目的は、後生樹の侵入を図ること以上に、前生樹の成長を促すことにあると考えられます。

広葉樹の成長は光環境に大きく影響されます。光環境はスギの密度に影響を受けます。そこで、前生樹の成長と様々な状態にあるスギ林において共通の密度の指標である収量比数との関係を見ていきます。

①不良木や被圧木を中心に伐採した場合

主に不良木や被圧木を中心に誘導伐を実施した3つのモニタリングサイトにおけるスギの誘導伐後4年目の収量比数と年平均直径成長量の関係を示します(図17左)。広葉樹の直径成長は調査木が枯死した1箇所を除いて収量比数にかかわらず0.15~0.30cm/年の狭い範囲に分布しており、スギの密度の影響をあまり受けていない傾向が見られます。この原因は上層林冠を構成しているスギがあまり伐採されず、光環境がそれほど改善しなかったためと推察されます。

②上層林冠を構成しているスギも伐採した場合

続いて上層林冠を構成しているスギも伐採対象とした3つのモニタリングサイトにおけるスギの収量比数と年平均直径成長量との関係を見てみます(図17右)。広葉樹の直径成長は、スギの収量比数が低ければ低いほど大きくなる傾向があり、スギの密度の影響を受けていることが示唆されます。これは上層林冠を構成しているスギも伐採対象として誘導伐を実施したほうが光環境の変化が大きいことによると考えられます。ただし、1回の誘導伐で収量比数で0.3や0.4に相当する密度に伐採すると環境が急変し、雪害や風倒害などが発生する可能性が高くなります。よって、針広混交林化における密度管理は、通常のスギの密度管理の基準である0.6~0.8よりも少し低い0.5~0.6で実施するのが適当であると考えられます。

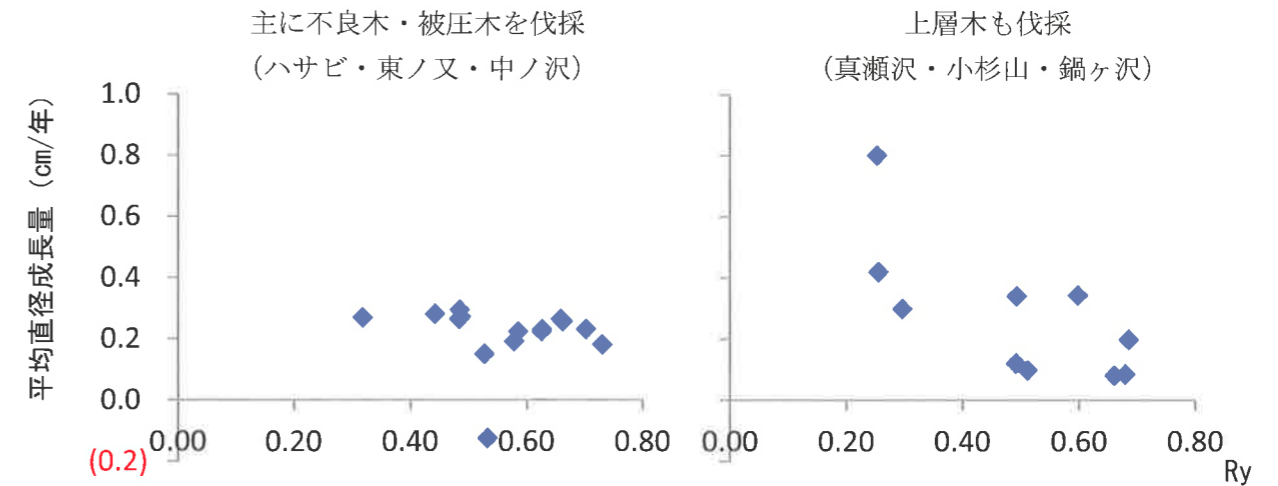


図17. 誘導伐後4年目におけるスギ収量比数と年平均直径成長量の関係

2) 点状誘導伐の実施方法

スギ人工林内に多数の前生樹が生育している場合、上層林冠を構成しているスギも対象とした誘導伐を実施することで広葉樹の成長を促進させることができると考えられます。また、伐採量は森林機能を損なわないと考えられる概ね収量比数0.5~0.6となるように伐採することが望ましいと考えられます。

しかし、モニタリングサイトに見られたように、ほとんど広葉樹が生育していないスギ人工林もあります。この要因としてはササ類の繁茂、施業履歴、土地履歴、広葉樹林からの距離など多数考えられます。これら阻害要因を明らかにし、広葉樹の定着を促すことが大切です。例えば、ササ類という阻害要因が明らかな場合はそれを除去することで広葉樹の侵入・定着を図ることができると予想されます(図18)。

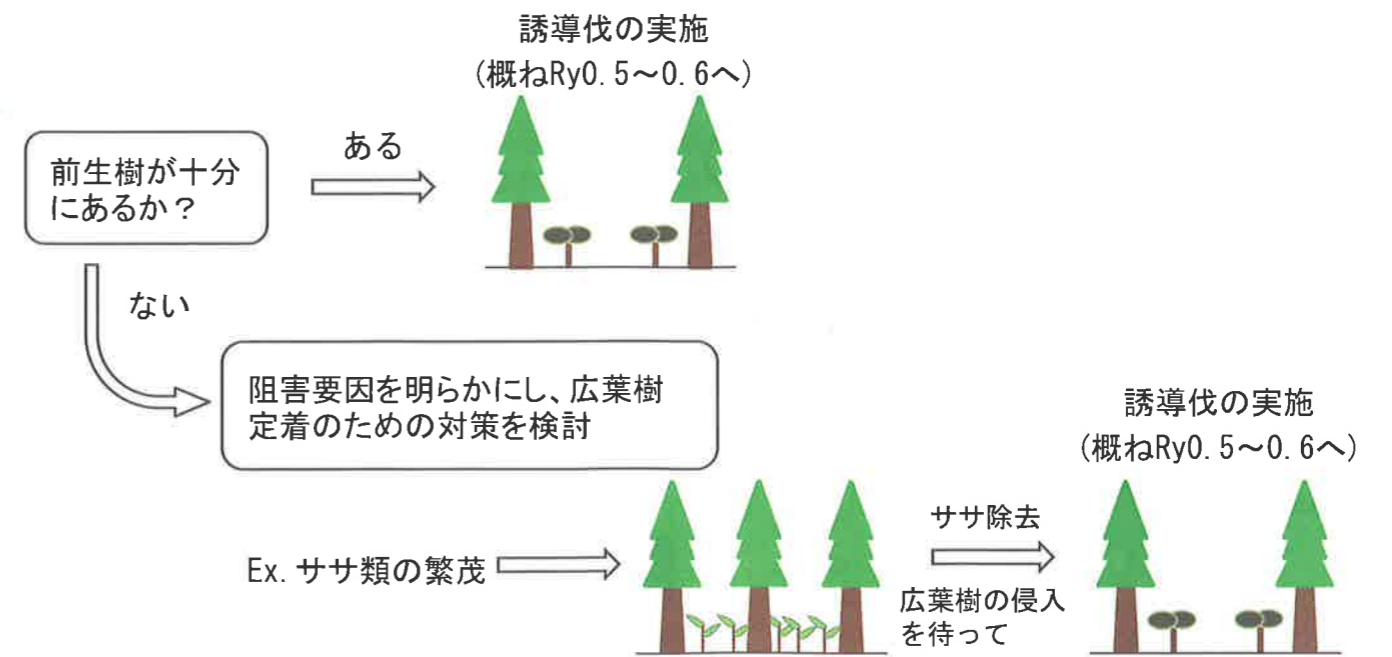


図18. 点状誘導伐実施のイメージ



間伐によって土砂移動量は増加するが一時的

コラム：針広混交林は公益的機能が高い？③土砂移動量

間伐後の土砂移動量の変化

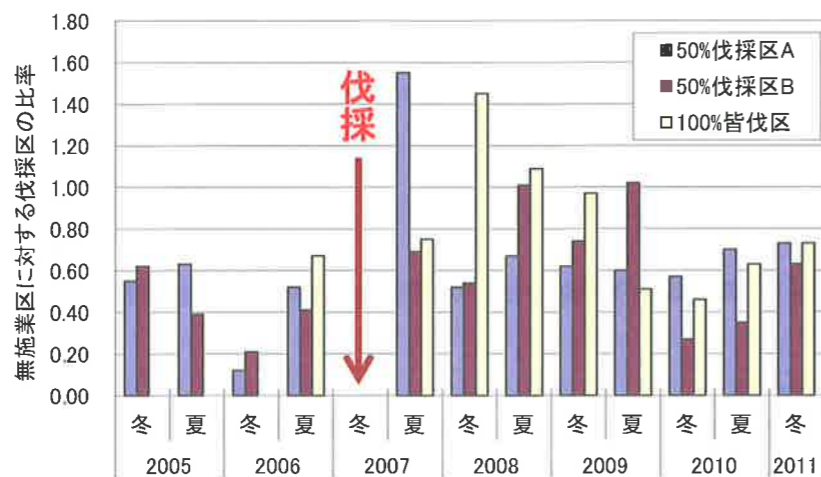


図3：無施業区と比較した間伐区等の土砂移動量の推移 (リターを除く)

解説

間伐後、土砂移動量は一時的に増加しましたが、2～3年後には伐採前の状況程度に回復しました。これは、伐採作業に伴う林地の攪乱が収まったことや、林床植生の回復によるものと考えられます。植生が回復して植被率が高くなれば、表土保全機能はより高くなると考えられます。この事例では強度な間伐を実施しても表土保全機能に大きな影響はありませんでした。



(2) 带状誘導伐

带状誘導伐では、点状誘導伐と異なり伐採列ではスギがすべて伐採されますので、そのやり方や注意点なども点状誘導伐とは異なります。带状誘導伐を実施した林分2カ所を抽出し、広葉樹の侵入・定着状況をモニタリングしてきましたが、2つの林分は少し異なる結果を示しました。この違いからわかる带状誘導伐実施にあたっての注意点などについて考えていきます。

1) 伐採帯の広葉樹の成長

①泉沢山の事例

図19は、带状誘導伐を実施した2つの林分の伐採区と残存区の胸高断面積合計と広葉樹の平均本数密度を比較したものです。胸高断面積(図19左)を見ると泉沢山では残存区に比較して伐採区のほうがかなり高くなっています。これは、伐採列において上層を覆っていたスギが伐採されたことにより光環境が改善され広葉樹の成長が促されたためであると考えられます。また本数密度(図19右)について見てみると、泉沢山では直径1cm未満の広葉樹(稚樹)は残存区も伐採区もほぼ同数存在していますが、1cm以上の広葉樹(幼樹)は伐採区の方が残存区と比べ、倍近くも生育しています。これは伐採によって稚樹が幼樹の段階まで成長した個体が伐採帯の方が多いことを示唆しています。しかし、事業区域の大半は、残存帯・伐採帯ともにササが繁茂し、広葉樹の定着が見られない区域が多数存在しており、ササ類が比較的少ない区域との差が明確でした。ここから、誘導伐実施前に阻害要因となるササがあるか無いか、またある場合にはそれを除去することが必要になると考えられます。

②阿仁幸屋の事例

一方で阿仁幸屋では、残存区も伐採区も胸高断面積合計ではほとんど差が無く、むしろ伐採区の方が低くなっています(図19左)。また、本数密度も幼樹・稚樹ともに伐採区の方が残存区よりも低い状態にあることがわかります(図19右)。この要因は、元々のスギ林内に生育していた広葉樹の量が同じであったと仮定すると、伐採帯においてスギが伐採されたことにより光環境は格段によくなりましたが、強い光を好むヌルデやクサギ等のパイオニア種のほかツル性植物が繁茂してしまい、広葉樹の成長が阻害されてしまったからであると考えられます。

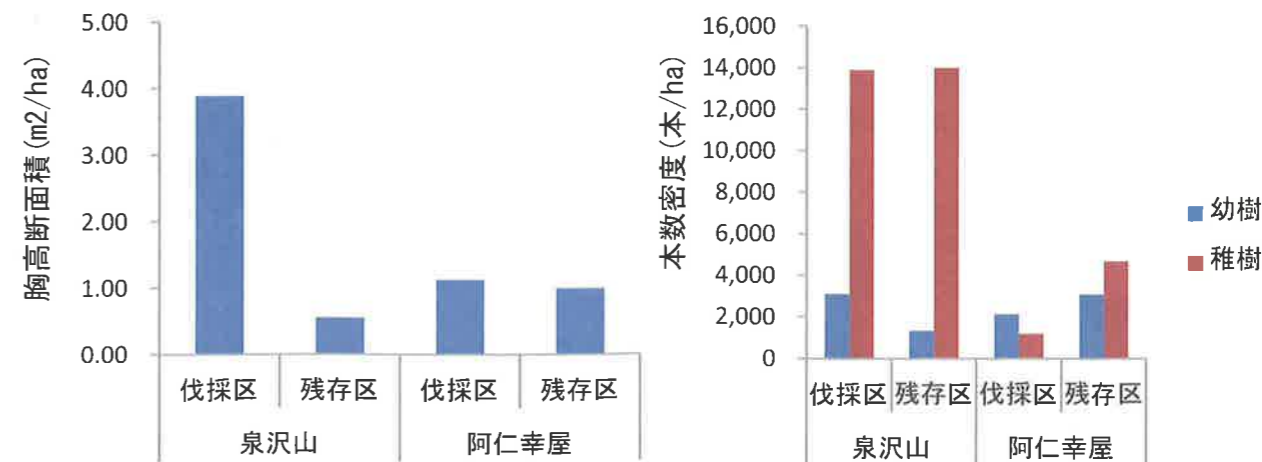


図19. 伐採区と残存区の平均胸高断面積合計と平均本数密度の比較



2) 帯状誘導伐の手引き

モニタリングを実施した2つの林分の結果から、誘導伐を実施する前から存在していた広葉樹の量が重要になるだけでなく、低木類やササ類、ツル性植物などの阻害要因との関係も考慮する必要があります。これが示唆されました。

前生樹が阻害要因となる低木類やササ類、ツル性植物などよりも相対的にサイズが大きければ、帯状誘導伐実施後にそれら阻害要因が繁茂したとしてもあまり被圧されずに成長すると考えられます。しかし、前生樹のサイズが比較的小さければ阻害要因となる植物に被圧され、あまり成長が期待できません。

以上から、帯状誘導伐の実施を検討する場合は、前生広葉樹の量だけでなく、阻害要因に負けないサイズであるかどうかにも注意する必要があります。また、帯状誘導伐の場合、点状誘導伐以上にこれら強い光を好み、かつ成長の早い植物が繁茂する可能性がありますので、これらの除去というものを常にセットで考えていくか、複数回に分けて実施するなどの工夫をすることで、スムーズに混交林化を進めることができると考えられます(図21)。ただし、今回調査を実施したモニタリング試験地伐採帯幅が20mのものしかありません。今後5mや10mといった帯幅での事例を積み重ねるなどして技術として確立していく必要があります。

(3) 群状誘導伐

群状誘導伐では、帯状誘導伐同様、伐採群ではスギがすべて伐採されます。モニタリング調査では群状誘導伐を実施した林分2カ所を抽出し、広葉樹の侵入・定着状況を観察してきましたが、2つの林分もまた少し異なる結果を示しました。この違いから群状誘導伐実施にあたっての注意点を考えていきます。

1) 伐採群の広葉樹の成長

①川添の事例

図20は、群状誘導伐を実施した2つの林分の伐採区と残存区の胸高断面積合計と広葉樹の平均本数密度を比較したものです。胸高断面積(図20左)を見ると川添では帯状誘導伐の場合ほど顕著ではありませんが、残存区に比較して伐採区が高い値になっています。これは帯状誘導伐同様、伐採による光環境改善の効果であると考えられます。また本数密度(図20右)について見てみると、稚樹では残存区の方が多く、幼樹では伐採区の方が多い傾向にあります。伐採区の胸高断面積合計の値は幼樹の本数に起因していると考えられます。稚樹の本数は、もともと同程度の実生が生育していたと仮定すると、幼樹の成長による被圧で減少したと考えられます。また伐採群ではササ類や強い光を好むヤマウルシなどが多数確認されましたが、幼樹の大半はこれよりも比較的高い樹高に成長しており、今後混交林化に進んでいくことが期待できます。

②駒ヶ岳の事例

群状誘導伐を実施したもう一つの事例である仙北市駒ヶ岳について見ていきます。

胸高断面積合計を見ると伐採区よりもむしろ残存区のほうが若干高い傾向があります(図20左)。また、本数密度では、稚樹は伐採区にも残存区にも同程度の本数生育しています。幼樹の本数は胸高断面積とは逆に伐採区の方が多い傾向が見られます(図20右)。つまり、伐採区では細い広葉樹が多数生育している反面、残存区では比較的少ないですが太い広葉樹が生育していると推察され



ます。これは伐採区ではササ類やツル性植物が繁茂しており、これによって肥大成長が阻害されているためであると考えられます。今後の広葉樹の成長等によっては、ササ類やツル性植物の除去といった更新補助作業が必要になる可能性が高いと予想されます。



図20. 伐採区と残存区の平均胸高断面積合計と平均本数密度の比較

2) 群状誘導伐の手引き

群状誘導伐でも帯状誘導伐同様、前生樹が阻害要因となる低木類やササ類、ツル性植物などよりも相対的にサイズが大きければ、うまく広葉樹の成長を促すことができると考えられ、誘導伐として実施する際の注意事項はほとんど同じことがいえます(図21)。ただし、群状誘導伐においても群のサイズが20m×20mの正方形の千鳥配置での事例しかありません。今後、群のサイズ、形、配置方法などについて事例を積み重ねていく必要があると考えられます。

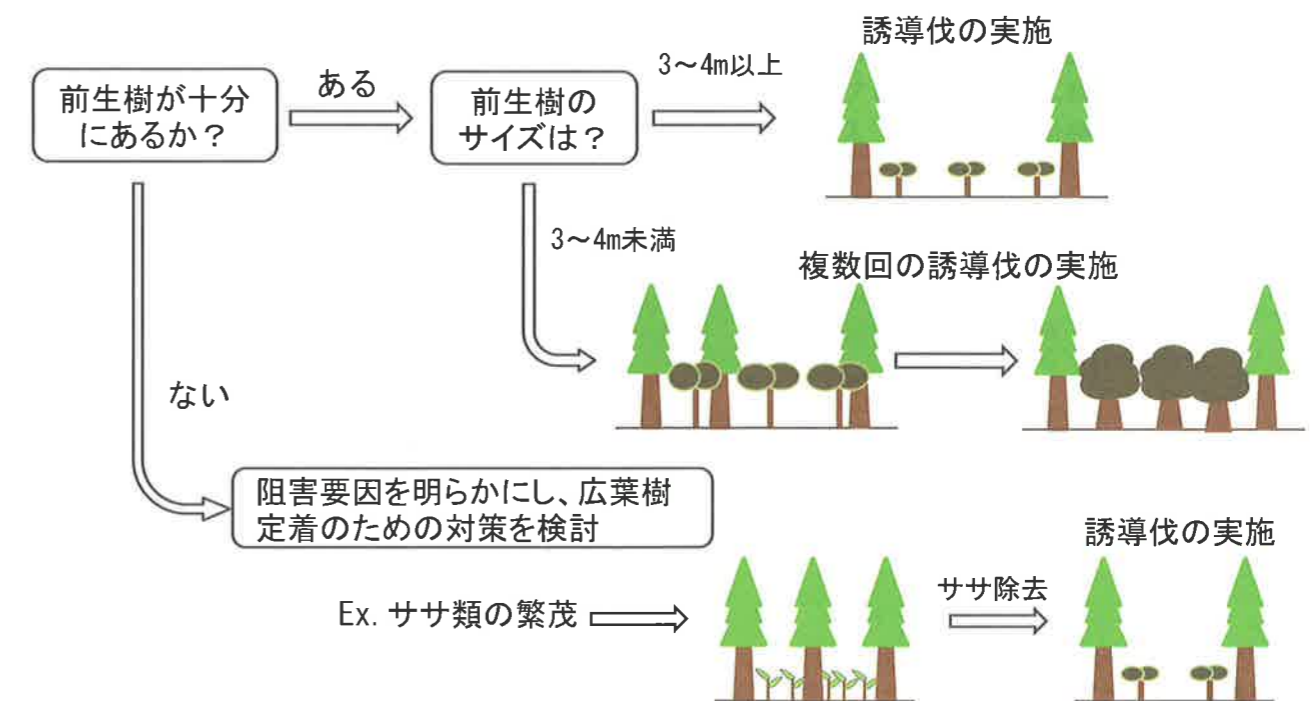


図21. 帯状・群状誘導伐実施のフロー図



コラム：針広混交林は公益的機能が高い？

④林相別の土砂移動量

混交林は土砂流出防止機能が高い

林相別の土砂移動量の違い

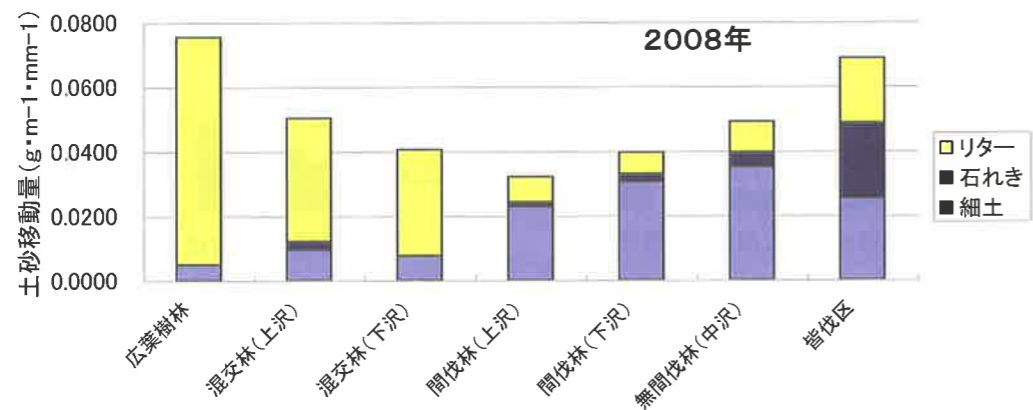


図4：林相別の年間物質移動量 (2008年、年降水量 1,476 mm)

解説

広葉樹林や混交林では、林地の土砂（細土＋石れき）の移動量がスギ林と比較して少なく、大部分がリター（落葉）の移動でした。土砂の移動は、降水が地面を打ち付けるときに発生する雨滴浸食の影響が大きいとされていることから、広葉樹林や混交林は、人工林と比べ、落葉や林床植生による被覆が多く、表土保全機能が高いと考えられます。また人工林の場合でも、林床に広葉樹が定着することによって植生や落葉による被覆が増大し、雨滴浸食が緩和され、表土保全機能が向上すると考えられます。

この事例では、スギ林であっても土砂移動量が少なく、土壌保全上の問題はありませんでした。したが、広葉樹林化や混交林化によってさらなる機能の向上が期待できます。

引用文献

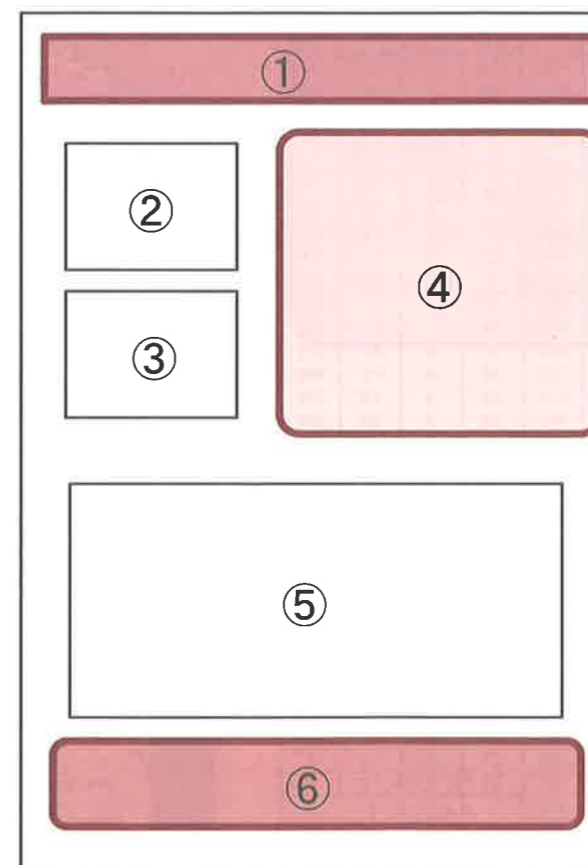
- 1) 「広葉樹林化」研究プロジェクトチーム (2012) 広葉樹林化ハンドブック2012—人工林を広葉樹林へと誘導するために— 森林総合研究所刊行
- 2) 和田覚・金子智紀・大原偉樹 (2012) スギ人工林の間伐が混交林化と表土保全機能に及ぼす影響 東北森林科学会講演要旨集

※このコラム①～④は、農林水産技術会議「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」において実施された「広葉樹林化のための更新予測および誘導技術の開発」（平成19～23年度）における大館市長坂（早口県有林）での試験研究成果の一部です。



III-3 モニタリング調査結果分析シート

各調査地における調査結果は、次に示すシート形式でまとめています。主な項目は①伐採方法区分や特徴、②林相写真、③調査プロット配置図、④混交実態、⑤広葉樹の本数や林分構造などの図、⑥コメントで構成されています。



分析シートの見方



針広混交林化事業モニタリングサイトの概要

県内10箇所にモニタリングサイトを設定し(表2および図22)侵入した広葉樹の種類や数、成長などを調査しました。

広葉樹の侵入や成長にはスギの伐採方法や伐採率が大きく関与します。伐採種別の調査地の内訳は、点状誘導伐が6箇所、帯状誘導伐が2箇所、群状誘導伐が2箇所となっており、点状誘導伐における伐採率(本数伐採率)は概ね30~50%でした。また、広葉樹の出現樹種に影響を及ぼす標高別では、低標高(概ね400m以下)が3箇所、高標高(おおむね600m以上)が2箇所、中間地帯(400~600m)が5箇所です。対象としたスギ林の林齢は23~53年の弱・壮齢林で、地位級は概ね3~5を示す成長の劣る林分が大半を占めています。

表2. モニタリングサイトの概要

点状誘導伐実施林分

調査地名	所在地	標準地No.	面積	標高	施業前林齢	地位	傾斜	斜面方向
真瀬沢	八峰町八森	1-No.1	0.05	458	36	4	19°	W
		1-No.2	0.05	521	36	3	9°	SW
		1-No.3	0.05	527	36	3	16°	SW
		2-No.1	0.05	635	32	4	17°	W
		2-No.2	0.05	635	32	5	8°	W
小杉山	大仙市土川	No.1	0.05	150	33	4	23°	W
		No.2	0.05	150	5	23°	W	
鍋ヶ沢	由利本荘市島海	No.1	0.05	635		5	13°	SW
		No.2	0.05	588	23	5	41°	SW
		No.3	0.05	610	5	27°	SW	
ハサビ	横手市山内小松川	No.1	0.05	523	44	5	25°	NW
		No.2	0.05	511	44	5	21°	W
		No.3	0.05	520	43	5	20°	SW
		No.4	0.05	522	43	4	15°	SW
		No.5	0.05	476	43	3	13°	SW
		No.6	0.05	479	43	3	12°	SW
		No.7	0.05	522	43	-	15°	SW
東ノ又	北秋田市森吉	No.1	0.05	650	43	4	5°	SW
		No.2	0.05	618	43	5	18°	SW
		No.3	0.05	573	43	5	13°	SW
		No.4	0.05	576	43	5	10°	SW
		No.5	0.05	578	43	5	18°	SW
		No.6	0.05	595	43	5	5°	SW
中ノ沢	由利本荘市島海	No.1	0.05	576	38	4	23°	N
		No.2	0.05	463	3	23°	N	

帯状誘導伐実施林分

調査地名	所在地	標準地名	面積	標高	施業前林齢	地位	傾斜	斜面方向
泉沢山	大仙市協和	伐採区No.1	0.05	70	41	5	10°	E
		残存区No.1	0.05	70	41	5	10°	E
		残存区No.2	0.05	80	37	5	12°	E
阿仁幸屋	北秋田市阿仁幸屋	伐採区No.1	0.01	403		1	6°	N
		伐採区No.2	0.01	400	52	1	15°	N
		残存区No.3	0.01	398		1	10°	N

群状誘導伐実施林分

調査地名	所在地	標準地名	面積	標高	施業前林齢	地位	傾斜	斜面方向
川添	秋田市雄和	伐採区No.1	0.04	94		4	3°	W
		残存区No.1	0.04	93	53	4	8°	E
		残存区No.2	0.04	95		4	3°	W
		伐採区No.2	0.04	97		4	17°	W
駒ヶ岳	仙北市田沢湖	伐採区No.1	0.04	611		3	10°	W
		残存区No.1	0.04	611	42~49	3	10°	W
		伐採区No.2	0.04	608		3	7°	W
		残存区No.2	0.04	615		3	7°	W



図22. モニタリングサイト位置図



点状誘導伐①

中間地帯の緩傾斜地で上層に達する誘導伐を実施(八峰町八森真瀬沢 地内)



○スギの生育

林 齢：32~36年
 樹 高：10.3~16.1m (地位3~5)
 立木密度：960本/ha (伐採率35%)
 収量比数：0.55 (誘導伐前0.68)

○侵入広葉樹の種類と本数

出現樹種：18種
 優占樹種：ホオノキ・アオダモなど
 平均樹高：0.63~1.07m
 立木密度：7,656本/ha
 (2,780~15,620本/ha)

○林分構造

上 層：樹高12~18mのスギが優占
 中 層：広葉樹が疎に生育
 下 層：広葉樹が高密度に生育

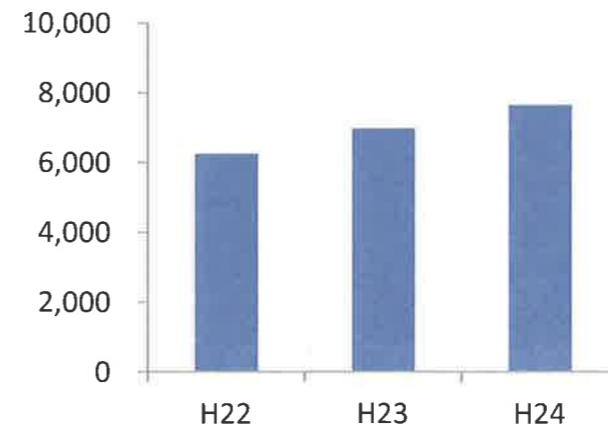


図23. 侵入広葉樹の平均本数密度の推移

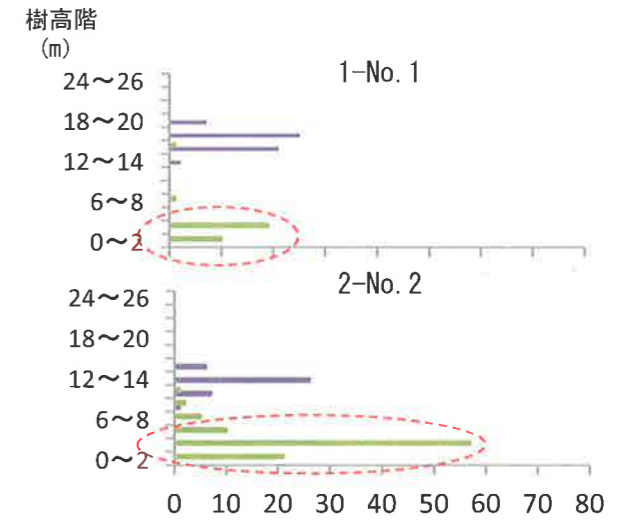


図24. H24時点における針葉樹と広葉樹の樹高階別本数分布

- スギ上層木を含む誘導伐を実施した結果、標準地毎のばらつきは大きいですが、平均7,656本/haの広葉樹の生育が確認されました。
- 広葉樹の多くは6m以下の下層に生育しており、スギと広葉樹の複層林の状態にありました。



点状誘導伐②

低標高地に位置する林分でスギの成長が思わしくない（大仙市土川小杉山 地内）



○スギの生育

林 齢：33年
樹 高：9.6～11.5m（地位5）
立木密度：800本/ha（伐採率52%）
収量比数：0.45（誘導伐前0.68）

○侵入広葉樹の種類と本数

出現樹種：22種
優占樹種：ミズナラ・ホオノキなど
樹 高：1.43～2.08m
立木密度：8,740本/ha（8,240～9,240本/ha）

○林分構造

上 層：樹高10～18mのスギが優占
中 層：スギと広葉樹が混成
下 層：樹高4m～6mの広葉樹が優占

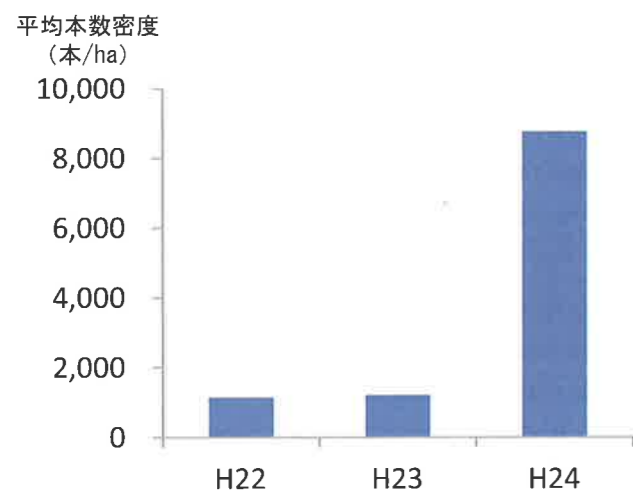


図 25. 侵入広葉樹の平均本数密度の推移
（※ H24 のみ直径 2cm の稚樹も計測）

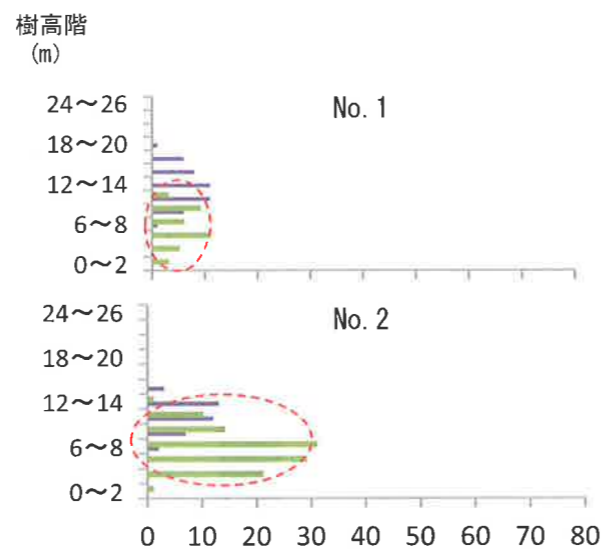


図 26. H24 時点における針葉樹と
広葉樹の樹高階別本数分布
— 針葉樹 — 広葉樹

- 誘導伐実施前から多数の広葉樹が侵入しており、誘導伐実施から4年目で8,740本/ha確認できました。
- 生育している広葉樹の中には、スギとともに上層林冠を構成しているものもあり、育成段階にある林分であると判断されます。



点状誘導伐③

高標高地でスギの生育が思わしくない林分（由利本荘市鳥海鍋ヶ沢 地内）



○スギの生育

林 齢：23年
樹 高：4.3～5.8m（地位5以下）
立木密度：1,060本/ha（伐採率44%）
収量比数：0.21（誘導伐前0.39）

○侵入広葉樹の種類と本数

出現樹種：14種
優占樹種：ミズナラ・ホオノキなど
樹 高：1.62～1.70m
立木密度：13,350本/ha
（9,140～17,560本/ha）

○林分構造

上 層：樹高10m程度のスギが優占
中 下 層：スギと広葉樹が混成

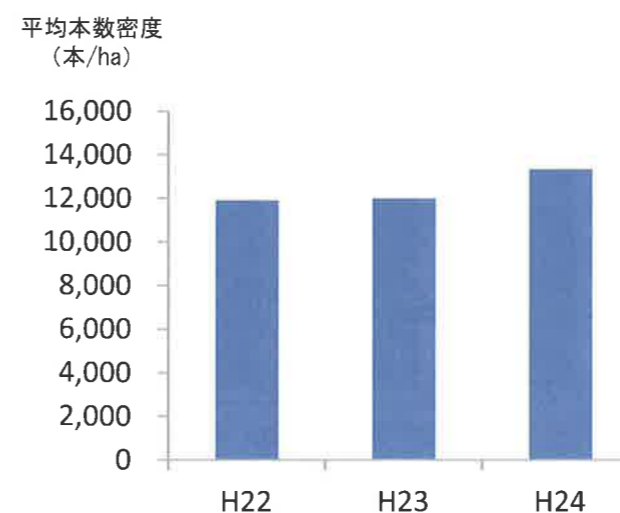


図 27. 侵入広葉樹の平均本数密度の推移

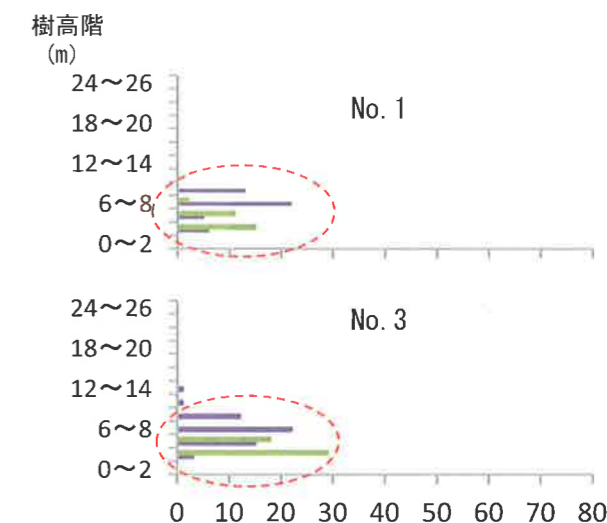


図 28. H24 時点における針葉樹と
広葉樹の樹高階別本数分布
— 針葉樹 — 広葉樹

- 誘導伐の実施前からスギの成長が悪く密度も低かったためか、誘導伐実施後4年目で13,350本/haの広葉樹の生育が確認されました。
- 上層はスギが優先していますが、中・下層は成長の遅れたスギと侵入した広葉樹が混交している状態となっており、将来的には広葉樹の方が優占する混交林となると予想されます。

点状誘導伐④

中標高地で不良木を中心に伐採した（横手市山内ハサビ沢 地内）



○スギの生育

林 齢：43～44年
 樹 高：13.0～20.4m（地位3～5）
 立木密度：651本/ha（伐採率47%）
 収量比数：0.55（誘導伐前0.71）

○侵入広葉樹の種類と本数

出現樹種：22種
 優占樹種：ミズナラ・コシアブラなど
 樹 高：0.64～1.17m
 立木密度：8,628本/ha（560～19,840本/ha）

○林分構造

上 層：樹高12～18m程度のスギが優占
 中 層：わずかに広葉樹が生育
 下 層：樹高4m以下の広葉樹が生育

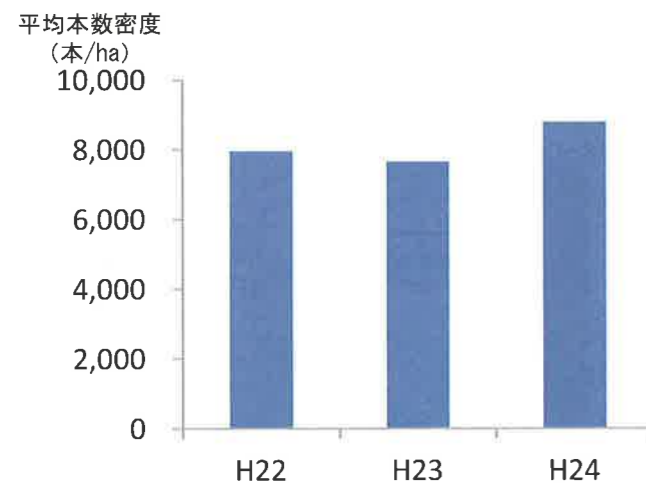
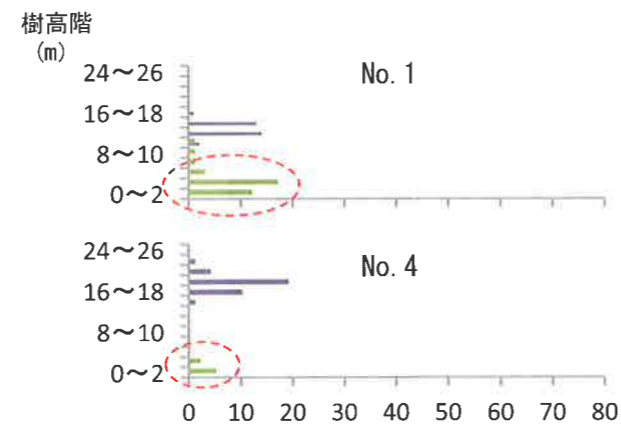


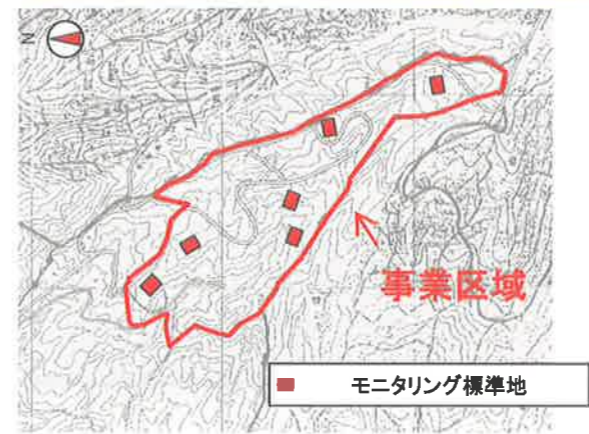
図 29. 侵入広葉樹の平均本数密度の推移

図 30. H24 時点における針葉樹と広葉樹の樹高階別本数分布
■ 針葉樹 ■ 広葉樹

- 侵入・定着している広葉樹の量は標準地毎にばらつきが大きく、広葉樹の侵入本数が非常に少ない標準地もありました。
- 広葉樹の侵入が多数確認された区域では上層にスギ、下層に広葉樹という2段林構造が見られました。
- 広葉樹の侵入が少なく混交林化が遅れている区域は、今後広葉樹の定着等の状況を確認しながら再度の誘導伐等を実施する必要があると思われます。

点状誘導伐⑤

高標高地で不良木を中心に伐採（北秋田市森吉東ノ又 地内）



○スギの生育

林 齢：43年
 樹 高：10.2～17.3m（地位4～5）
 立木密度：860本/ha（伐採率44%）
 収量比数：0.49（誘導伐前0.67）

○侵入広葉樹の種類と本数

出現樹種：14種
 優占樹種：ミズナラ・ホオノキなど
 樹 高：0.56～1.34m
 立木密度：8,925本/ha（3,040～15,340本/ha）

○林分構造

上 層：樹高10～16m程度のスギが優占
 中 層：区域によっては広葉樹が優占
 下 層：樹高4m以下の広葉樹が多数

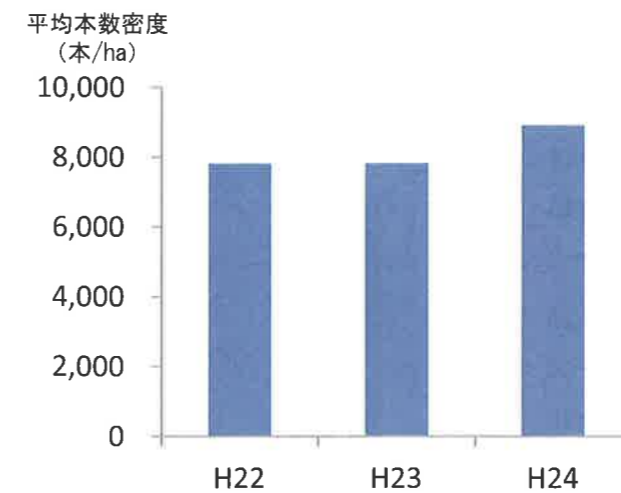
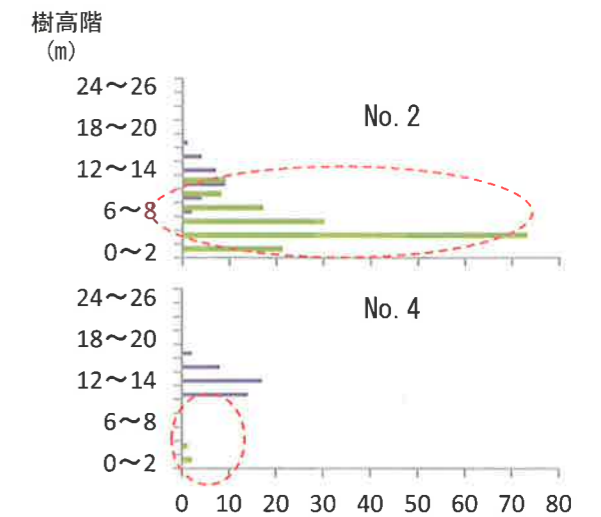


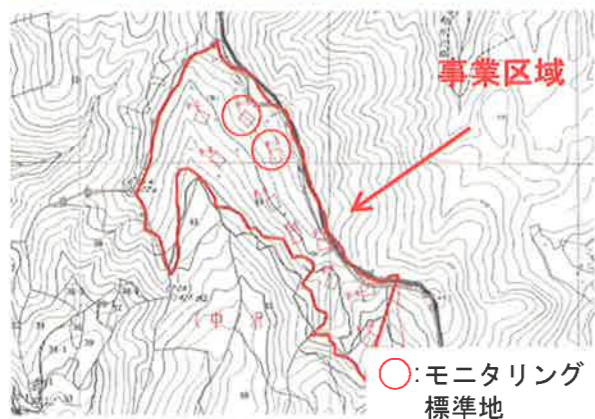
図 31. 侵入広葉樹の平均本数密度の推移

図 32. H24 時点における針葉樹と広葉樹の樹高階別本数分布
■ 針葉樹 ■ 広葉樹

- 侵入・定着している広葉樹の量は標準地によってばらつきが大きいです、平均すると8,925本/haが確認されました。
- 広葉樹の侵入が多数確認された区域では上層にスギ、中・下層に広葉樹という構造が見られましたが、広葉樹の大半は4m以下の下層に生育していました。
- 胸高直径1cm未満の小サイズの広葉樹が大半である標準地もあり、これらの成長を促すための再度の誘導伐を実施する必要があると考えられます。

点状誘導伐⑥

スギの生育が比較的良好木を中心に伐採した（由利本荘市鳥海中ノ沢 地内）



- スギの生育
 - 林 齢：38年
 - 樹 高：14.1～16.1m（地位3～4）
 - 立木密度：1,030本/ha（伐採率37%）
 - 収量比数：0.62（誘導伐前0.81）
- 侵入広葉樹の種類と本数
 - 出現樹種：18種
 - 優占樹種：ミズナラ・ホオノキなど
 - 樹 高：0.46～0.63m
 - 立木密度：10,310本/ha(8,020～12,600本/ha)
- 林分構造
 - 上 層：樹高14～18m程度のスギが優占
 - 中 層：ほとんど生育がみられない
 - 下 層：樹高2m以下の広葉樹が多数

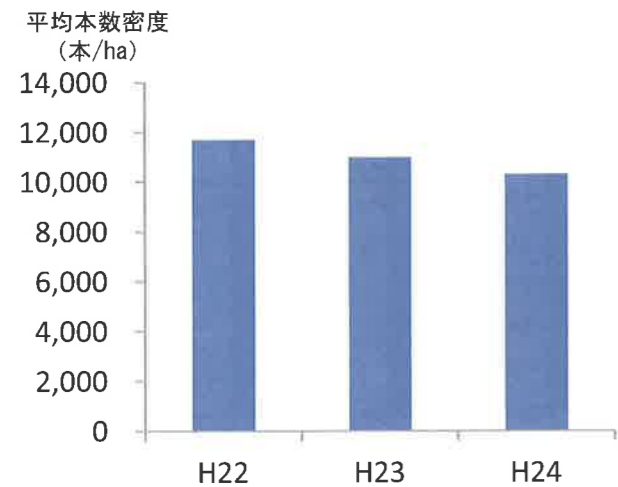


図 33. 侵入広葉樹の平均本数密度の推移

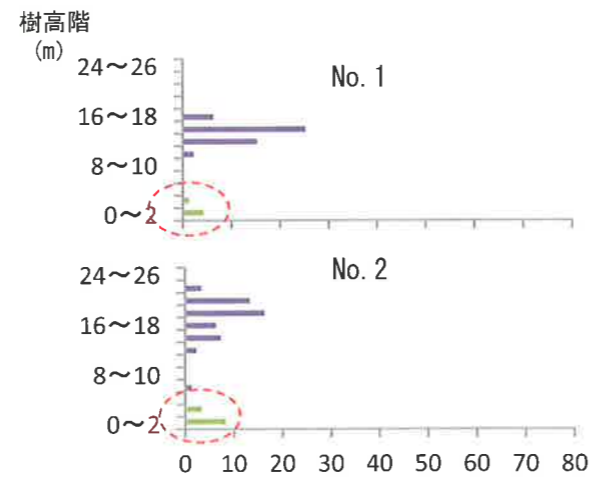


図 34. H24 時点における針葉樹と広葉樹の樹高階別本数分布
 針葉樹 広葉樹 (直径1cm以上)

- 侵入・定着している広葉樹は樹高2m以下のものがほとんどでしたが誘導伐実施後4年目で平均10,310本/haの生育が確認されました。
- 階層構造は広葉樹のサイズが小さいためスギの単純林の場合とあまり変わらない状態でした。
- 広葉樹のサイズが小さく本数も減少傾向にあるため、成長を促すための再度の誘導伐の実施が必要であると思われます。

带状誘導伐①

低標高地で林床にササ類が繁茂している林分（大仙市協和小種字泉沢山 地内）



- スギの生育
 - 林 齢：37～51年
 - 樹 高：10.4～13.8m（地位4～5）
 - 立木密度：1,440本/ha（誘導伐前）
 - 収量比数：0.7（誘導伐前）
 - 帯 幅：伐採帯20m 残存帯20m
- 侵入広葉樹の種類と本数
 - 出現樹種：17種
 - 優占樹種：コナラ・コシアブラなど
 - 樹 高：伐採区1.5m (0.2～7.9m)
 - 残存区1.2m (0.15～11.1m)
 - 立木密度：伐採区17,020本/ha
 - 残存区15,640本/ha
- 伐採帯の階層分布
 - 上 層：樹高7m程度の少数の個体のみ
 - 中 層：樹高2～6mが密に生育
 - 下 層：2m以下の広葉樹のほかササ類が繁茂

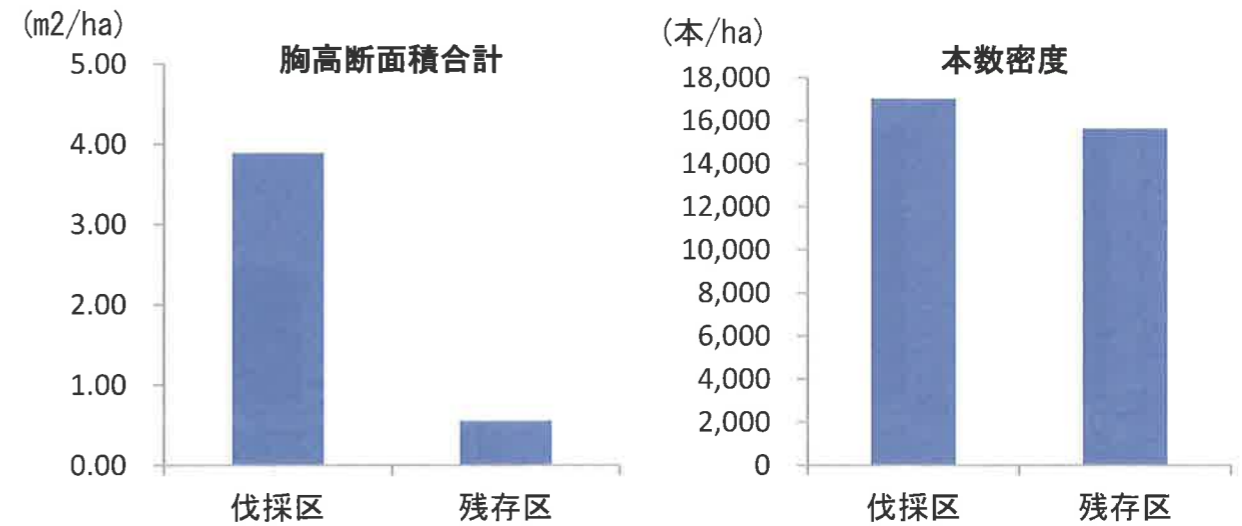


図 35. 伐採区と残存区の胸高断面積合計平均 (左) と本数密度平均 (右) の比較
 (胸高断面積合計は1cm以上広葉樹のみ対象)

- 一部の伐採帯では広葉樹の侵入・定着が多数確認されましたが、ほとんどの伐採帯では、ササ類の他、ツル性植物や先駆性樹種が繁茂し、高木性広葉樹の侵入・定着は遅れていると判断されました。
- 今後、ササ类等阻害要因の除去等を行わなければ混交林化の進行はかなり遅れると思われます。



带状誘導伐②

中標高地でスギの生育が良好（北秋田市阿仁幸屋 地内）



- スギの生育
 - 林 齢：52年
 - 樹 高：25.1m（地位1）
 - 立木密度：454本/ha（誘導伐前）
 - 収量比数：0.63（誘導伐前）
 - 帯 幅：伐採帯20m 残存帯20m
- 侵入広葉樹の種類と本数
 - 出現樹種：18種
 - 優占樹種：トチノキ・サワグルミなど
 - 樹 高：伐採区1.56~2.53m
 - 残存区1.46m
 - 立木密度：伐採区3,350本/ha
 - 残存区7,800本/ha
- 伐採帯の階層分布
 - 上 層：まだ林冠の構成は見られない
 - 中 層：樹高2~5mが少数生育
 - 下 層：広葉樹のほか低木性広葉樹・シダ類が繁茂

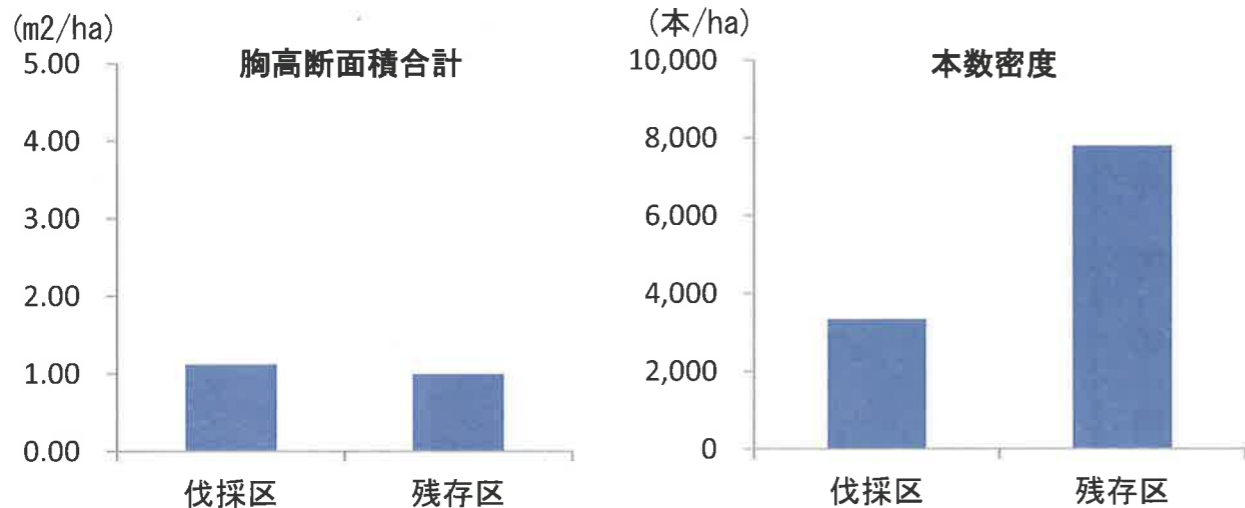


図 36. 伐採区と残存区の胸高断面積合計平均（左）と本数密度平均（右）の比較（胸高断面積合計は 1cm 以上広葉樹のみ対象）

- 伐採帯では、寿命が短く低木性のウリノキやクサギ、シダ類やツル植物が繁茂しており、これらが高木性広葉樹の侵入・定着を阻害している可能性が考えられました。
- この例のように、带状誘導伐によって上層のスギがなくなると、強い光を好む成長早い植物が繁茂してしまい、目的とする高木性広葉樹の侵入・定着がうまくいかない場合があります。



群状誘導伐①

低標高地で群状誘導伐を実施（秋田市雄和川添 地内）



- スギの生育
 - 林 齢：57年
 - 樹 高：17.5~19.5m（地位4）
 - 立木密度：787本/ha（誘導伐前）
 - 収量比数：0.65（誘導伐前）
 - 伐採群型：20m×20mの方形群を千鳥配置
- 侵入広葉樹の種類と本数
 - 出現樹種：19種
 - 優占樹種：コシアブラ・クリなど
 - 樹 高：伐採区1.86~2.49m
 - 残存区1.33~2.12m
 - 立木密度：伐採区6,537本/ha
 - 残存区6,587本/ha
- 伐採群の階層分布
 - 上 層：樹高5~6mの広葉樹が優占
 - 中 層：樹高3m程度の広葉樹のほか、低木性広葉樹が優占
 - 下 層：広葉樹のほか低木性広葉樹・ササ類が繁茂

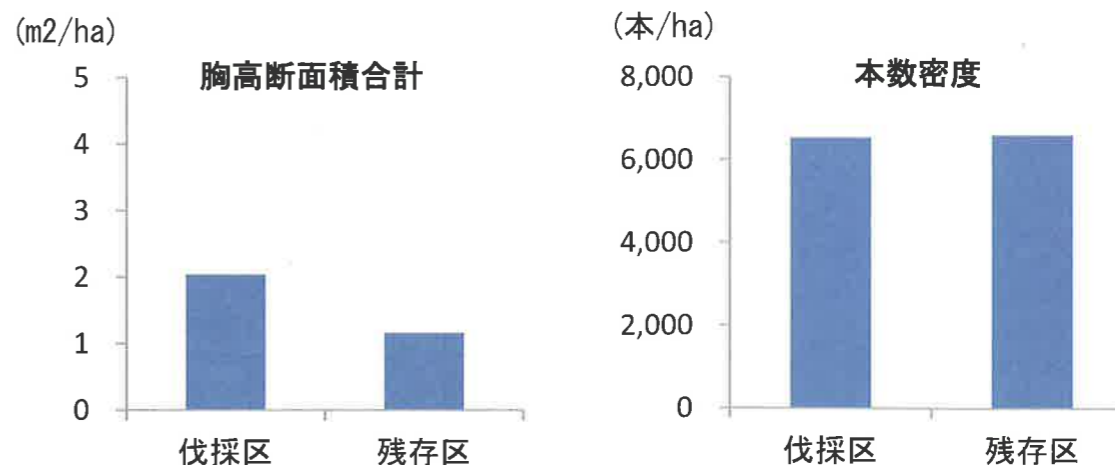


図 37. 伐採区と残存区の胸高断面積合計平均（左）と本数密度平均（右）の比較（胸高断面積合計は 1cm 以上広葉樹のみ対象）

- 誘導伐の実施により、伐採区は小さな芽生えの段階から幼木へと成長したものが多く、残存区では、それが少ないことが推察されます。
- 本数密度は基準となる 3,000 本 /ha 程度は生育していますので、侵入・定着段階としては完了していると思われます。
- ただし、伐採群には強い光を好むヌルデやヤマウルシなどの先駆性の樹種のほか、ササ類も多数生育していたことから、今後これらの植物が高木性広葉樹の成長を妨げるようならば、除去するなどの管理も検討する必要があると考えられます。



群状誘導伐②

高標高地でササ類等が密生した林分（仙北市田沢湖駒ヶ岳 地内）



○スギの生育

林 齢：42～49年
樹 高：17.7～18.74m（地位3）
立木密度：712本/ha（誘導伐前）
収量比数：0.62（誘導伐前）
伐採群型：20m×20mの方形群を千鳥配置

○侵入広葉樹の種類と本数

出現樹種：24種
優占樹種：ホオノキ・コシアブラなど
樹 高：伐採区0.95～1.17m
 残存区1.07～1.31m
立木密度：伐採区8,937本/ha
 残存区7,012本/ha

○伐採帯の階層分布

上 層：林冠の形成は見られない
中 層：樹高3m程度の広葉樹のほか、低木性広葉樹が優占
下 層：広葉樹のほか低木性広葉樹・ササ類が繁茂

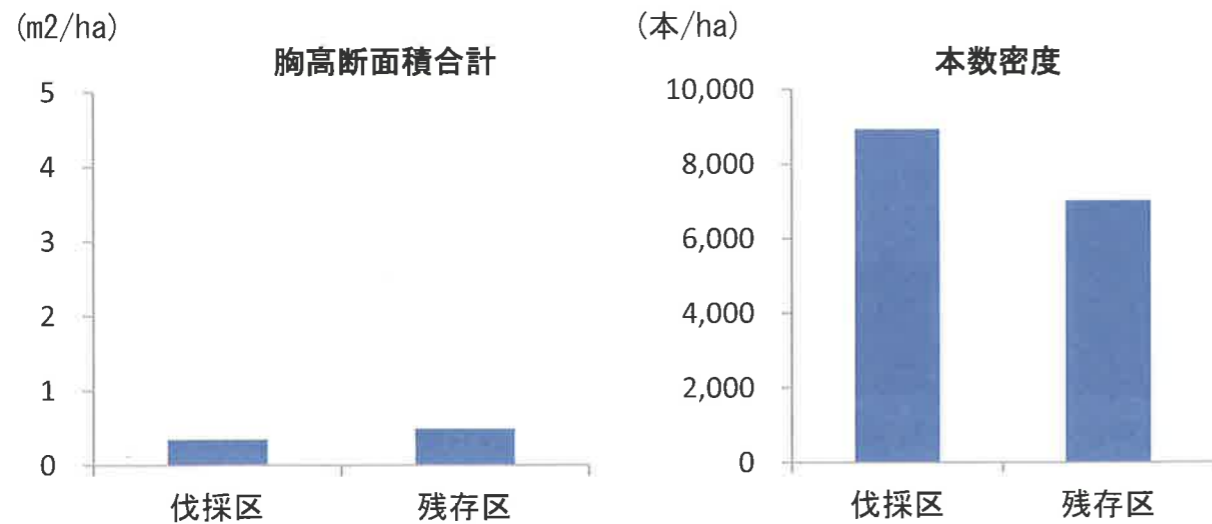


図 38. 伐採区と残存区の胸高断面積合計平均（左）と本数密度平均（右）の比較（胸高断面積合計は 1cm 以上広葉樹のみ対象）

○群状誘導伐では、残存区の周囲 4 方向が伐採されているため、横から光が入ることで残存区内の光環境も改善したため、伐採区と残存区の間で差があまり生じなかったと考えられます。
○侵入・定着している広葉樹の本数は十分であるといえますが、繁茂しているササ類等に被圧されている個体も多いため、これらの除去も検討すべきであると考えられます。

付表 I. モニタリング調査地の施業前後の林分状況

点状誘導伐実施林分

調査地名	所在地	標準地 No.	誘導伐前				伐採年	誘導伐後				本数伐採率 (%)
			平均胸高直径 (cm)	平均樹高 (m)	本数密度 (本/ha)	収量比数		平均胸高直径 (cm)	平均樹高 (m)	本数密度 (本/ha)	収量比数	
真瀬沢	八峰町八森	1-No.1	20.5	14.0	1,780	0.81	H20	22.8	14.9	1,060	0.66	40.5
		1-No.2	25.0	16.0	1,080	0.70	H20	26.3	16.1	800	0.60	25.9
		1-No.3	22.8	14.7	1,460	0.76	H20	25.0	15.4	900	0.61	38.4
		2-No.1	21.1	11.2	1,220	0.60	H20	22.5	12.3	740	0.45	39.3
		2-No.2	20.3	10.0	1,160	0.52	H20	21.8	10.3	800	0.41	31.0
小杉山	大仙市土川	No.1	16.0	10.6	1,800	0.73	H20	16.8	11.5	840	0.50	53.3
		No.2	13.8	8.6	1,540	0.63	H20	15.9	9.6	760	0.40	50.6
鍋ヶ沢	由利本荘市鳥海	No.1	11.0	5.1	1,500	0.35	H20	12.3	5.6	900	0.20	40.0
		No.2	7.7	3.7	2,400	0.39	H20	9.0	4.3	1,200	0.19	50.0
		No.3	11.3	5.4	1,880	0.42	H20	12.6	5.8	1,080	0.25	42.6
ハサビ	横手市山内	No.1	18.1	10.3	1,060	0.54	H20	25.6	13.0	600	0.43	43.4
		No.2	17.9	10.1	1,140	0.60	H20	28.4	14.4	580	0.46	49.1
		No.3	18.3	10.2	1,600	0.73	H20	26.8	14.9	780	0.56	51.3
		No.4	24.4	13.6	1,260	0.72	H20	33.2	18.0	700	0.61	44.4
		No.5	23.5	15.0	1,340	0.82	H20	33.4	19.7	800	0.70	40.3
		No.6	23.0	14.9	1,360	0.82	H20	33.9	20.4	640	0.63	52.9
		No.7	-	-	-	-	H20	35.4	17.6	460	0.46	-
東ノ又	北秋田市森吉	No.1	20.0	11.8	1,220	0.74	H20	29.8	17.3	500	0.52	59.0
		No.2	17.5	8.1	1,060	0.48	H20	23.7	10.2	540	0.33	49.1
		No.3	19.7	11.4	1,860	0.78	H20	22.0	12.9	1,280	0.68	31.2
		No.4	21.7	10.4	1,140	0.59	H20	24.7	12.2	820	0.51	28.1
		No.5	15.3	9.3	2,280	0.80	H20	20.6	12.9	1,080	0.63	52.6
		No.6	16.1	9.8	1,700	0.77	H20	23.6	13.7	940	0.65	44.7
中ノ沢	由利本荘市鳥海	No.1	21.4	12.9	1,700	0.79	H20	23.4	14.1	1,100	0.61	35.3
		No.2	23.1	13.5	1,560	0.82	H20	27.3	16.1	960	0.63	38.5

带状誘導伐実施林分

調査地名	所在地	標準地名	誘導伐前				伐採年
			平均胸高直径 (cm)	平均樹高 (m)	本数密度 (本/ha)	収量比数	
泉沢山	大仙市協和	No.1	18.7	10.4	1,720	0.69	H20
		No.2	19.9	13.1	1,380	0.72	H20
		No.3	19.4	12.1	1,520	0.71	H20
		No.4	20.2	11.4	1,260	0.66	H20
		No.5	20.5	13.8	1,320	0.73	H20
佐山沢	北秋田市岡仁幸屋	-	41.5	25.1	455	0.63	H20

群状誘導伐実施林分

調査地名	所在地	標準地名	誘導伐前				伐採年
			平均胸高直径 (cm)	平均樹高 (m)	本数密度 (本/ha)	収量比数	
川添	秋田市雄和	-	23.3	17.0	837	0.61	H20
駒ヶ岳	仙北市田沢湖	-	27.0	15.7	874	0.58	H21

※横手市山内ハサビの誘導伐後は、ナンバーテープの照合ができなかったため、H21 のデータを示す。
※带状誘導伐・群状誘導伐については、誘導伐実施前のデータのみ示す。



付表Ⅱ. 誘導伐実施後4年目(3年目)の広葉樹の侵入・定着状況

点状誘導伐実施林分

調査地名	所在地	標準地 No.	幼樹 (胸高直径 1cm 以上)			稚樹 (胸高直径 1cm 未満)		
			平均胸高直径 (cm)	平均樹高 (m)	本数密度 (本/ha)	本数密度 (本/ha)		
						前生樹	後生樹	
真瀬沢	八峰町八森	1-No.1	1.9±1.3	2.7±2.3	620	0.8±0.4	3,300	0
		1-No.2	1.6±0.6	1.8±0.7	280	0.5±0.3	2,200	300
		1-No.3	1.8±0.8	2.2±0.8	620	0.5±0.3	5,900	1,100
		2-No.1	2±1.2	2.4±1	940	0.4±0.4	6,000	800
		2-No.2	2.8±2.1	3.1±1.7	1,920	0.6±0.4	12,300	1,400
小杉山	大仙市土川	No.1	7±4.4	6.3±2.9	740	0.9±0.4	7,000	500
		No.2	6.7±3.5	6.3±2.6	2,140	0.8±0.5	6,500	600
鍋ヶ沢	由利本荘市鳥海	No.1	4.6±1.3	4±1	560	1.5±0.7	16,400	600
		No.2	3.7±0.5	3.1±0.6	100	no data	no data	no data
		No.3	4.1±0.8	3.8±0.8	940	1.5±1	7,800	400
ハサビ	横手市山内	No.1	4±2.9	3.1±2.2	700	0.4±0.4	4,700	2,600
		No.2	4.7±2.9	3.8±2	600	0.5±0.3	3,800	1,300
		No.3	2.1±1.1	2.1±0.8	380	0.6±0.4	7,200	0
		No.4	1.3±0.3	1.9±0.3	140	0.4±0.3	16,200	3,500
		No.5	1.7±0.6	2.1±0.7	80	0.5±0.4	3,400	1,200
		No.6	1.9±0.8	2.6±1.1	160	0.6±0.7	200	200
		No.7	3.1±2.8	3.4±2.8	640	0.5±0.3	7,200	1,200
東ノ又	北秋田市森吉	No.1	2.9±1.5	3.2±1.5	1,140	0.4±0.4	9,400	4,800
		No.2	4.3±3.5	4.2±2.5	3,120	no data	no data	no data
		No.3	2±1.1	2.5±0.9	140	0.5±0.2	2,700	200
		No.4	1±0.1	1.8±0.4	60	0.5±0.4	3,000	900
		No.5	2±1.1	2.4±1	120	no data	no data	no data
		No.6	5.1±4.2	5.4±3.5	2,260	0.4±0.4	8,200	2,900
中ノ沢	由利本荘市鳥海	No.1	1.2±0.3	1.8±0.2	100	0.6±0.3	11,100	1,400
		No.2	1.4±0.2	1.7±0.3	220	0.4±0.3	7,000	800

帯状誘導伐実施林分

調査地名	所在地	標準地名	幼樹 (胸高直径 1cm 以上)			稚樹 (胸高直径 1cm 未満)		
			平均胸高直径 (cm)	平均樹高 (m)	本数密度 (本/ha)	本数密度 (本/ha)		
						前生樹	後生樹	
泉沢山	大仙市協和	伐採区 No.1	3.4±2.1	3.5±1.4	3,120	1.1±0.4	13,800	100
		残存区 No.1	1.6±1.8	2.3±1.1	1,640	1.1±0.5	13,900	100
		残存区 No.2	1.9±0.8	2.6±0.8	1,059	no data	no data	no data
佐山沢	北秋田市阿仁幸屋	伐採区 No.1	1.9±0.7	2.2±0.8	2,600	0.6±0.5	1,800	0
		伐採区 No.2	3±1.2	3±1.1	1,700	1.2±0.2	600	0
		残存区 No.1	1.9±0.7	2.6±0.6	3,100	0.7±0.5	4,200	500

群状誘導伐実施林分

調査地名	所在地	標準地名	幼樹 (胸高直径 1cm 以上)			稚樹 (胸高直径 1cm 未満)		
			平均胸高直径 (cm)	平均樹高 (m)	本数密度 (本/ha)	本数密度 (本/ha)		
						前生樹	後生樹	
川添	秋田市雄和	伐採区 No.1	2.7±3.5	1.2±1.1	2,350	1±0.5	4,000	400
		残存区 No.1	2.7±3.6	1.4±1.1	1,775	0.9±0.5	7,300	1,200
		伐採区 No.2	2.8±3.7	1.3±1.1	3,425	1.1±0.6	2,900	0
		残存区 No.2	2.8±3.6	1.5±1.4	1,300	0.9±0.7	1,600	0
駒ヶ岳	仙北市田沢湖	伐採区 No.1	2.5±0.6	2.5±0.6	1,675	0.6±0.4	6,400	800
		残存区 No.1	2.3±1.1	2.8±1.1	1,750	0.7±0.5	4,000	200
		伐採区 No.2	2.2±0.4	2.2±0.4	1,500	1±0.6	7,500	0
		残存区 No.2	1.5±0.3	2.2±0.4	575	1±0.4	7,500	0



付表Ⅲ. モニタリング調査地内で確認された高木性樹種

樹種	点状誘導伐						列状誘導伐		群状誘導伐	
	真瀬沢	小杉山	鍋ヶ沢	ハサビ	東ノ又	中ノ沢	泉沢山	阿仁幸屋	川添	駒ヶ岳
アオダモ	○	○	○	○	○	○	○		○	○
アオハダ		○		○			○		○	
アカマツ									○	
アズキナシ	○	○	○	○	○					○
イタヤカエデ	○		○	○	○	○	○	○		○
ウダイカンバ			○							○
ウリハダカエデ		○	○	○			○			
ウワミズザクラ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
エゴノキ		○		○			○		○	○
オオバボダイジュ										○
オオヤマザクラ	○			○	○	○			○	
オニグルミ		○		○				○		
オヒョウ								○		
カシワ										○
カスミザクラ		○					○		○	
カラマツ			○			○				
クリ		○				○	○		○	○
ケヤキ						○				
コブシ		○							○	
コシアブラ	○	○	○	○	○	○	○		○	○
コナラ		○					○		○	
コハウチワカエデ		○			○			○		
コミネカエデ										○
サワグルミ	○			○		○		○		○
スギ								○		
トチノキ	○					○	○	○		○
ナナカマド	○	○			○		○		○	○
ニガキ		○					○			
ハウチワカエデ	○	○	○	○	○		○			○
ハクウンボク	○			○				○		
ハリギリ	○	○		○	○	○	○	○	○	○
ヒトツバカエデ				○						○
ヒノキ									○	
ブナ			○	○	○	○				○
ホオノキ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ミズキ	○		○	○		○		○	○	○
ミズナラ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ミネカエデ	○			○						○
ヤチダモ								○		○
ヤマグワ	○	○		○		○	○	○	○	○
ヤマボウシ		○				○				
ヤマモミジ	○	○	○	○	○	○	○	○		○
種数	18	22	14	22	14	18	17	18	19	24

※1 各調査地に1本でも確認されれば「○」として集計。

※2 スギについては明らかに天然更新しているもののみ集計。



第IV章

今後の課題

これまで、モニタリングの結果から誘導伐の実施方法をまとめてきました。第4章では、これまで誘導伐を実施してきた森林を今後どのように扱うのか、また、これから誘導伐を実施するにはどのようなことに注意すべきかを提案していきます。さらに本報告書のなかで明示することのできなかつた技術的な課題についてもとりあげ、まとめたいと思います。



IV-1 これまで誘導伐を実施した林分の今後の取り扱いについて

これまで誘導伐を実施してきた林分については、モニタリング調査地に見られたように概ね侵入・定着段階は完了していると考えられます。点状誘導伐の場合、スギの樹冠の回復に伴い光環境が悪化することが予想されますので、育成伐、あるいは再度の誘導伐を実施し、広葉樹の成長を促すことが必要です。帯状・群状誘導伐を実施した林分では、強い光を好むパイオニア種が繁茂している場合が多いと予想されますので、これらの除去などが更新補助作業として必要になると考えられます。一方で、広葉樹の侵入・定着が少ない林分や区域も少なからずあることが予想されます。広葉樹の少ないところでは阻害要因を明らかにし、広葉樹が侵入・定着するための対策を検討する必要があります。しかし、阻害要因への効果的な対策方法については、本報告書では明らかではありません。今後、試験区を設けるなどして、様々な阻害要因に対する対策を検討する必要があります。

IV-2 これから誘導伐を実施する際の注意点について

侵入・定着している広葉樹の多くは誘導伐実施前から生育していた前生樹であることが確認できました。これは、既存の研究報告とも一致しています。ですから、今後誘導伐を実施するには、すでに侵入・定着している広葉樹の量とそのサイズがどの程度なのかを把握し、その現状に合わせた誘導伐の実施が求められます（第III章参照）。しかし、前述した阻害要因への効果的な対策方法についての情報は十分ではありません。特に面的な伐採を伴う帯状や群状誘導伐において、複数回の伐採を提案しましたが、どの程度の伐採を何回実施すればパイオニア種の繁茂を抑えつつ遷移後期の成長を促進できるのかを具体的に明示することが現時点ではできませんでした。今後光環境と広葉樹の成長との関係を調査し、誘導伐の適切な実施方法について検討していかなければならないと考えられます。

IV-3 おわりに

本報告書では、秋田県の水と緑の森づくり税における針広混交林化の取り組みとその成果を紹介してきましたが、ポイントをまとめると次のようになります。

針広混交林化のポイント

- 前生樹が多ければ混交林化に有利
- 混交林化の成否は前生樹をいかに成長させるかが重要
- 前生樹が少なければその阻害要因を明らかにし、広葉樹定着のための対策を検討

針広混交林化の取り組みは、現在各地で進められていますが、全国的にもまだ新しい取り組みであり、施業技術等の学術的な知見もまだ十分ではありません。本報告書で提示した方法も光環境が



広葉樹の成長に与える影響や阻害要因の制御の方法などまだまだ検討すべき課題が残されています。スギと広葉樹が共存する豊かな森林を次世代に残すために、今後これらの課題を明らかにし、秋田県における針広混交林化技術をより高度なものとして確立させていく必要があると考えられます。



ミズナラ



イタヤカエデ



ホオノキ



アオハダ



アオダモ



ミズキ



ブナ



クリ

写真8. モニタリング調査地内で確認された高木性広葉樹の稚樹

本報告書の作成に当たり、多くの皆様の協力そして助言をいただきました。関係各位には、この場を借りて厚く感謝申し上げます。



用語解説

○収量比数

スギ人工林の密度管理（単位面積あたりの本数）のための指標。ある樹高のときの理論上もっとも混み合った状態を1とし、それに対してその林分が実際にどのような密度状態にあるのかを示しています。一般には0.7が中庸、0.6が疎、0.8が密といわれています。

参考：収量比数早見表

上層樹高 (m)	本数密度 (本/ha)				
	Ry0.4	Ry0.5	Ry0.6	Ry0.7	Ry0.8
6	2,000	2,800	3,750	5,000	7,000
8	1,300	1,800	2,500	3,350	4,550
10	920	1,300	1,780	2,500	3,300
12	700	1,000	1,350	1,850	2,550
14	560	790	1,090	1,500	2,000
16	460	650	900	1,210	1,630
18	390	550	760	1,030	1,400
20	330	475	640	880	1,220
22	290	410	560	740	1,060
24	260	375	490	680	910
26	230	320	440	600	810
28	210	285	400	540	720
30	190	270	350	490	650
32	170	240	320	425	610
34	160	225	295	400	540

○胸高直径

胸の高さ（1.2m）での樹木の直径を表しています。樹木は根もとほど太く、梢に向けて細くなっていきますので、測定する高さによって直径が変わってしまいます。測定位置がそのたびに変わってしまうと成長量などを評価することができなくなりますので、便宜的に1.2mの高さに統一して測ることになっています。

○胸高断面積合計

ある林分の測定した樹木の胸高（1.2m）での断面積の合計。つまり、仮に胸の高さで林分を水平に伐採したとすると、その木口の面積の合計を表しています。一般的には単位面積（haやm²）に換算されて使われています。

○前生樹・後生樹

あるイベントを起点として、そのイベントよりも前から生育していた樹木を前生樹、そのイベントより後に侵入・定着した樹木を後生樹といいます。今回の場合、誘導伐というイベントの前から生育していた樹木を前生樹、誘導後に侵入した樹木を後生樹と表現しています。



引用・参考文献

- 相浦英春・嘉戸昭夫・長谷川幹夫（1996）ブナ林の皆伐および針葉樹の造林が行われた多雪山地における表層崩壊の発生過程. J.Jpn.Soc.78（4）：398-403
- 小野寺弘道（1990）雪と森林. 林業科学技術振興所
- 「広葉樹林化」研究プロジェクトチーム（2010）広葉樹林化ハンドブック2010－人工林を広葉樹林へと誘導するために－. 森林総合研究所
- 「広葉樹林化」研究プロジェクトチーム（2012）広葉樹林化ハンドブック2012－人工林を広葉樹林へと誘導するために－. 森林総合研究所
- 長谷川幹夫・平 英彰（2000）多雪地帯のスギ造林地に侵入した広葉樹の種組成構造の特徴. J.Jpn.For.Soc.82（1）：28-33
- 横井秀一・山口 清（1998）積雪地帯のスギ不成績造林地におけるスギと広葉樹の生育実態. 森林立地40（2）：91-96
- 横井秀一・山口 清（2000）積雪地帯におけるスギ不成績造林地の取り扱い－スギと広葉樹の成長過程からみた施業案－. 森林立地42（1）：1-7
- 和田 覚（2008）スギ伐採跡地の森林更新技術に関する研究. 秋田県森技研報18:1-14
- 和田 覚・金子智紀・八木橋 勉・杉田久志（2009）多雪環境下におけるスギ人工林の成林と混交林化に影響を及ぼす要因. 日林誌91：79-85



ブナの芽生え

編集発行

○秋田県農林水産部森林整備課

〒010-8570 秋田市山王4丁目1番1号

TEL : 018-860-1750 FAX : 018-860-3899

○秋田県農林水産部森林技術センター

〒019-2611 秋田市河辺戸島字井戸尻台47番2号

TEL : 018-882-4511 FAX : 018-882-4443

発行年月

平成25年3月



**スギと広葉樹が共存する
豊かな森林をめざして**

～針広混交林化事業モニタリング調査報告書～

秋田県

