

## 樹種の多様性を図る更新方法の開発

### ～地がき・根返しから 10 年後の成果と今後の展開～

森林技術・支援センター 谷村 亮  
山崎 孝一

#### 1 はじめに

北海道の森林面積の約 3 割を占める国有天然林は、トドマツ・エゾマツ等の針葉樹やミズナラ・カンバ類等の広葉樹といった多様な樹種から構成された林分が多く見られます。これらの森林は多様な樹種や樹齢構成を生かした水源かん養や生物多様性など多くの公益的機能の持続的な発揮が期待されています。

一方で、北海道の林床には繁殖力の強いササが優占している地域が多くあり、こうした地域では後継樹の更新がササに阻害されて林分構造が単純化し、更には風害等の攪乱で上層木が消失してしまうことで疎林化する危険性があります。一度疎林化してしまうと、自然回復には長期間の時間が必要となることから、その間の公益的機能の低下が危惧されます。

こうしたことから、国有林の天然林施業においては、後継樹を確保するために人力等による補助を加えて稚樹の発生と成長を助長させる地がきや植込み等の更新補助作業が行われてきました。ただし、過去に行われてきた地がきでは、事業的な観点から更新面について一定の広がり確保するため、地表面は明るく母樹からの距離は遠くなることで、陽樹で種子飛散が大きいカンバ類の更新による一斉林型の単純な林相になる場合が多くありました。また、植込みは適応性や作業効率の理由から針葉樹単一樹種となり、これらの更新補助作業による施業では、後継樹が特定の樹種に偏り、天然林の特徴でもある多様な林分構成を維持できなくなる懸念がありました。

こうした中、当センターでは平成 21（2009）年から森林総合研究所北海道支所と共同で、針広混交林における後継樹が多様化する新たな更新補助作業の開発のため、林内照度が高くなり、母樹までの距離も近くなることで多様な樹種の更新が期待できる「小面積地がき」や、風害等による自然攪乱の要素を取り入れて複雑な地表面の更新環境を創出するため、人為的に伐根を横転させることでマウンド・ピットといった地表の凹凸を形成する「根返し」の試験を実施しており、令和元（2019）年に更新 10 年目を迎えました。

本発表では、これらの更新補助作業による 10 年目の更新結果の評価と、北海道森林管理局において推進している天然力を活用した多様な森林づくりへの活用を考察します。

#### 2 試験の概要

##### （1）試験地の設計

上川北部森林管理署管内の 2069 林班と小班の天然林に試験地を設定し、平成 20（2008）年に伐採、平成 21（2009）年に更新補助作業を実施しました。当該林分は、昭和 29 年の洞爺丸台風による風倒被害の後、50 年以上無施業により自然回復し、試験開始当初にはトドマツやミズナラ等を主体とする針広混交林となっていました（表-1）。

試験区画として 2 つの選木方法による樹群択伐区と単木択伐区、更に比較対照区として無施業区の 3 試験区を各 100m×100m の大きさで林分内に配置し、このうち、樹群及び単木の

択伐区で2つの更新補助作業を実施しました（図-1）。

1つ目は、樹群及び単木による択伐で開いた小さなギャップ下でササの地下茎を除去する「小面積地がき」で、10箇所地がき面は幅5m×斜面長8～10mの面積40～50㎡の大きさに統一しています。

2つ目は、人為的に伐根を横転させる「根返し」を9箇所実施しています。

表-1 林分構成（伐採前）

| 林分構成        |        | 本数     | 胸高断面積  |
|-------------|--------|--------|--------|
| 平成19（2007）年 |        | （本/ha） | （㎡/ha） |
| 林分計（26種）    |        | 1,103  | 39.7   |
| 樹種別構成割合（%）  | トドマツ   | 39.20% | 49.60% |
|             | ミズナラ   | 11.80% | 14.70% |
|             | ウダイカンバ | 7.30%  | 10.00% |
|             | エゾマツ   | 7.70%  | 6.20%  |
|             | エゾイタヤ  | 7.90%  | 5.70%  |
|             | ハッコヤナギ | 5.00%  | 2.80%  |
|             | シナノキ   | 3.40%  | 2.60%  |
|             | ホオノキ   | 3.20%  | 1.60%  |
|             | ダケカンバ  | 1.90%  | 1.20%  |
|             | ヤマザクラ  | 1.30%  | 0.80%  |

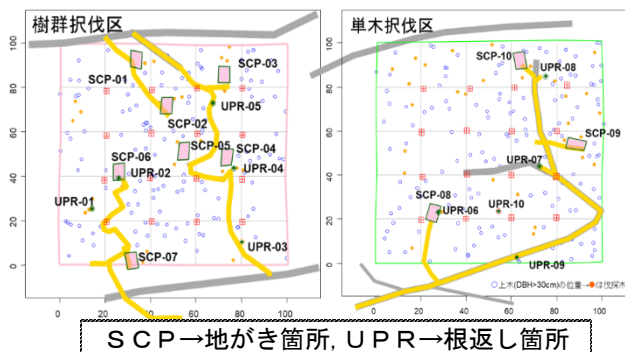


図-1 試験配置図

## (2) 調査区画（1m×1mの方形区）

小面積地がきを実施した10箇所（以下、地がき区という）では、各地がき面を4分割した上で、その各分区に3～4つの方形区を配置し、各地がき区では4分割した対角線上の2つの区に鹿柵を設置し、鹿柵内外別に2分するのが基本設計となっています（図-2）。根返しを実施した9箇所及び自然倒木を利用した1箇所（以下、根返し区という）では、マウンドやピットが方形区に入るように配置し、更新補助作業の対照区として、地がき無処理の伐根周囲（以下、伐根区という）と、ササの繁茂した林床（以下、林床区という）にも方形区を配置しています（表-2）。

各調査区では、平成22～26（2010～2014）年及び令和元（2019）年の各年8～9月に、更新樹種及び樹高を測定し、個体識別番号を付与して生残を確認しています。また、下層植生は、ササ・イチゴ類別に被度・高さを測定し、ササについては本数も計測しています。

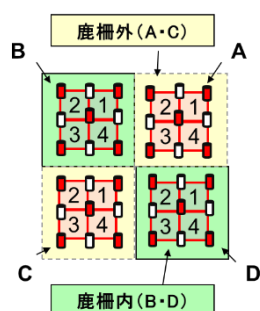


図-2 地がき区の基本設計

表-2 調査区配置

| 試験区  | 更新補助作業           | 箇所数  | 方形区数<br>(1m×1m) | 鹿柵設置 |
|------|------------------|------|-----------------|------|
| 地がき区 | 地がき              | 10   | 151             | 75   |
|      | 根返し              | 9    | 70              | —    |
| 根返し区 | 自然倒木利用<br>(処理無し) | 1    | 8               | —    |
|      | 伐根区              | 処理無し | 7               | 29   |
| 林床区  | 処理無し             | 3    | 20              | —    |

## (3) 集計方法

本発表では、平成26（2014）年（以下、5年目という）と令和元（2019）年（以下、10年目という）の調査データを使用し、更新樹種は生態的特性別（遷移初期種・中間種・遷移後期種）に集約し、天然更新の対象とならない低木は集計から除外しています（表-3）。

根返し区のうち自然倒木を利用した箇所は、更新補助作業の処理無しとして別集計とし、以下の説明で根返し区とした場合は、自然倒木を利用した箇所を除きます。また、根返し区

の更新サイト別の面積は、方形区内に複数のサイトがある場合は当該サイト数で方形区面積を等分割しています。

ササの被度・最大高については、各方形区の調査データを箇所ごとに集計しています。

表－3 集計区分（生態的特性別）

| 遷移初期種   | 中間種   | 遷移後期種   | 集計から除外 |
|---------|-------|---------|--------|
| ウダイカンバ  | ナナカマド | イタヤカエデ  | タラノキ   |
| ダケカンバ   | ヤチダモ  | トドマツ    | オガラバナ  |
| キハダ     | ホオノキ  | ミズナラ    | ニウトコ   |
| パッコヤナギ  | ハリギリ  | ミヤマザクラ  |        |
| ケヤマハンノキ | ミスキ   | ハウチワカエデ |        |
|         | オヒョウ  | シナノキ    |        |
|         | ハルニレ  | エゾマツ    |        |
|         | オニグルミ |         |        |
|         | カツラ   |         |        |
|         | ヤマグワ  |         |        |

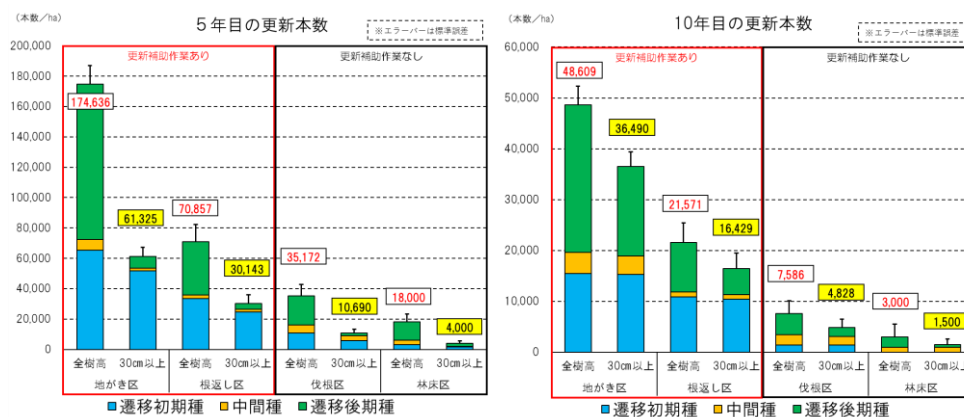
### 3 調査結果

#### (1) 処理方法別の更新状況（地がき区・根返し区・伐根区・林床区）

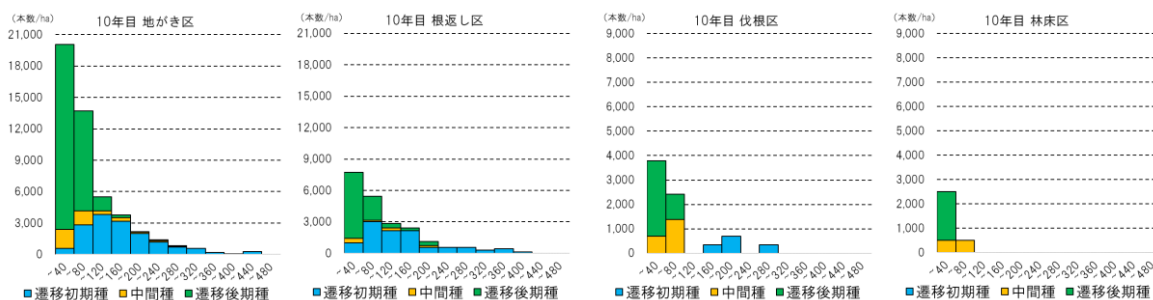
5年目の調査結果は、林床区以外において更新完了に必要な「樹高 30 cm 以上が概ね 10,000 本/ha」という基準を達成していました。10年目は、地がき区・根返し区で樹高 30 cm 以上 10,000 本/ha 以上の高密度の更新が維持され、高い更新効果を発揮しています（図－3）。

10年目の樹高階別の遷移初期種の分布は、地がき区・根返し区・伐根区で正規分布の形をとっており、ササの回復に伴い新たな更新が発生できなくなったことと、上位樹高階へ移行できなかった個体が淘汰されていることが窺えます。なお、林床区はこの5年間ですべて淘汰されています（図－4）。中間種及び遷移後期種の分布は、地がき区・根返し区では少しずつではあるものの上位樹高階へ移行しており、ササとの競合に負けずに成長しているのが窺えます。また、L字型の分布を示しており、10年目の時点でも実生の発生が継続していることを示しています。伐根区・林床区では上位の樹高階への移行が緩慢で、今後のササの繁茂によっては相当数が淘汰される危険があると推察します（図－4）。

高木性の更新樹種数は、5年目の調査では地がき区 22 種、根返し区 18 種、伐根区 16 種、林床区 9 種で、10年目の調査では地がき区 21 種、根返し区 15 種、伐根区 11 種、林床区 4 種と、更新補助作業未実施の伐根区・林床区でこの5年間で樹種数が多く減少しました。



図－3 調査年・処理方法別の更新本数



図－4 処理方法・樹高階別の更新本数

## (2) 地がき区の鹿柵の内外別の更新状況

前述の地がき区を鹿柵内外の集計で見ると、5年目、10年目ともに鹿柵外は鹿柵内の8割程度の更新本数で推移しています。中間種及び遷移後期種の本数は鹿柵内外で大きな差は無く、この2割減少分は遷移初期種が減少している本数に該当し、エゾシカによる食圧の影響が示唆されました(図-5)。遷移初期種のための鹿柵外の更新本数は、5年目では鹿柵内の7割程度、10年目では6割程度で推移しています。

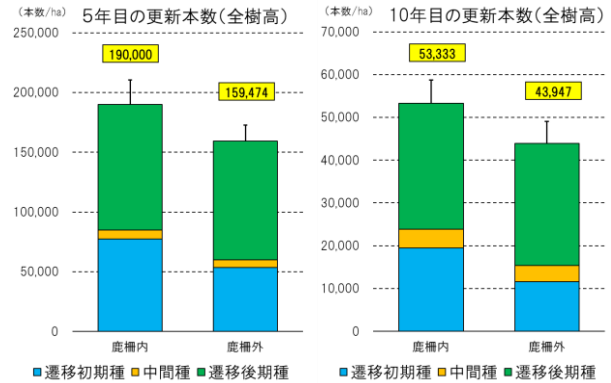


図-5 鹿柵内外別の更新本数

10年目の鹿柵内外・樹高階別の更新本数では、遷移初期種について鹿柵外の200cm~400cmの樹高階で極端な減少が見られました(図-6)。5年目の結果を振り返ると、鹿柵外の遷移初期種について40cm~120cmの樹高階で減少傾向が見られており、10年目においても同樹高階で減少傾向が見られました。樹種別で見るとエゾシカの嗜好性の高いウダイカンバとバッコヤナギが顕著に減少していました。

これらのことから、5年目までの更新初期から樹高120cm以下の上記樹種でエゾシカの食被圧があり、現在も継続していることや、その影響として更新本数の減少や成長遅れが発生していると推察されます。

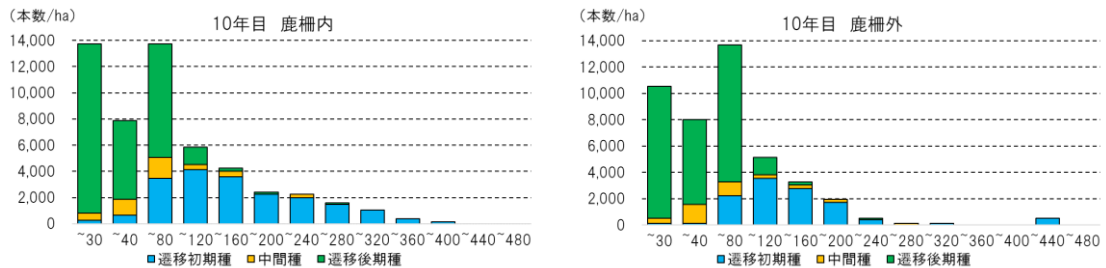


図-6 鹿柵内外・樹高階別の更新本数 ※30cm未満を別区分で集計

## (3) 地がき区の照度別の更新変化

林内相対照度・生態的特性別の30cm以上の更新木の本数割合は、5年目の時点で遷移初期種の割合は照度が高くなると高い傾向を、遷移後期種はその逆の傾向を示し、林内照度30%程度がその傾向の分岐点となっていました。10年目でも同様の傾向は維持されており、鹿柵の内外別に見ても同じ傾向を示しています(図-7)。

林内相対照度・樹高階別の分布による遷移初期種の最大樹高は、照度が低くなるにつれて低くなる傾向が見られ、遷移後期種と中間種では照度が低くなるにつれて最大樹高が高くなる傾向が見られました。また、林内相対照度・鹿柵内外別の遷移初期種の更新本数は、照度が低くなるにつれて、鹿柵外で大きく減少している傾向が見られ、樹高成長が抑制されたことで、エゾシカの食圧を受けやすくしている可能性が示唆されました。

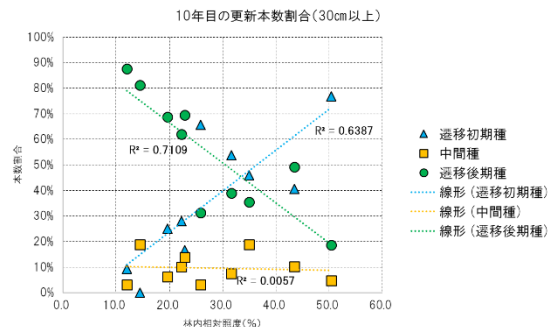


図-7 林内相対照度・生態的特性別の更新本数割合

(4) 根返し区の更新サイト別の更新状況 (マウンド・ピット・地表)

根返し区の更新サイトを、マウンド (凸型部)、ピット (凹型部)、地表 (平坦部) の3つに分けて集計した更新本数では、5年目は全樹高の更新本数はピット・地表が多く、樹高30cm以上の更新本数ではマウンドが最も多くなっていました。10年目はピット・地表の更新本数が大きく減少しており、この5年間の移行率は、マウンドが最も高くなっています (図-8)。

10年目のマウンドの樹高階別の更新本数を見ると、地がき区に比べて遷移初期種のモードは低い位置にあるものの、上位の樹高階への移行がスムーズに進んでいます。また、根返し区は鹿柵を設置していないものの、地がき区の鹿柵外のように遷移初期種の樹高階の分布に大きな減少の傾向は見られず、エゾシカの食被圧の影響を受けていない若しくは非常に少なかった可能性が示唆されました (図-9)。

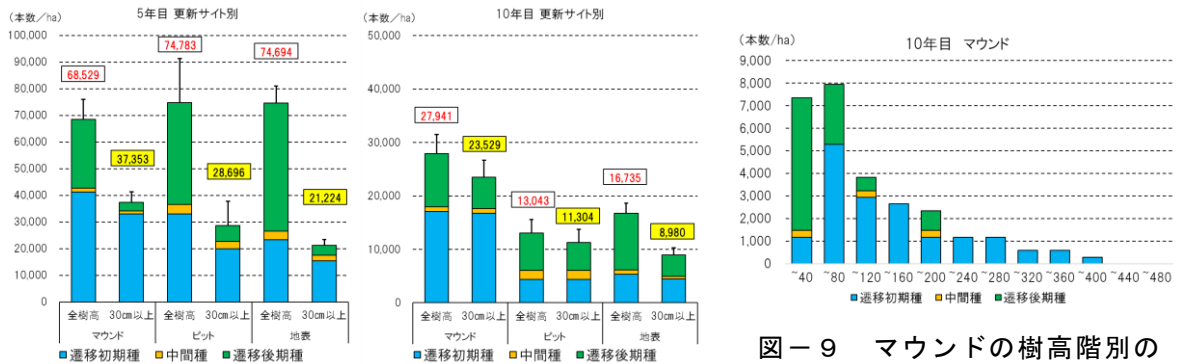


図-8 根返し区の調査年・更新サイト別の更新本数

図-9 マウンドの樹高階別の更新本数

(5) ササの回復状況

10年目のササの本数密度、被度、最大高は、いずれも林床区が最も高く、以下伐根区、地がき区、根返し区の順になりました (図-10)。このうち地がき区では、林内相対照度が高いほど被度や最大高が上昇する傾向が見られました。また、前述の更新結果から遷移初期種の実生の発生が見られなくなるなどの、ササの回復による更新や成長への影響がこの5年間でより強くなっていると推察されます。

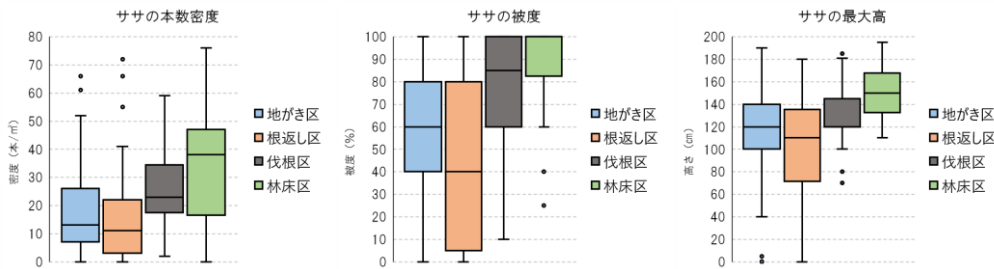


図-10 処理方法別のササの回復状況

(6) 10年目の更新効果の評価

ササの回復が進んでいることで、現在も発生している実生や被圧による影響で今後淘汰される可能性のある更新木を排除し更新結果を評価するため、処理方法別の箇所ごとのササの被度や最大高

表-4 ササの分布による重み付け

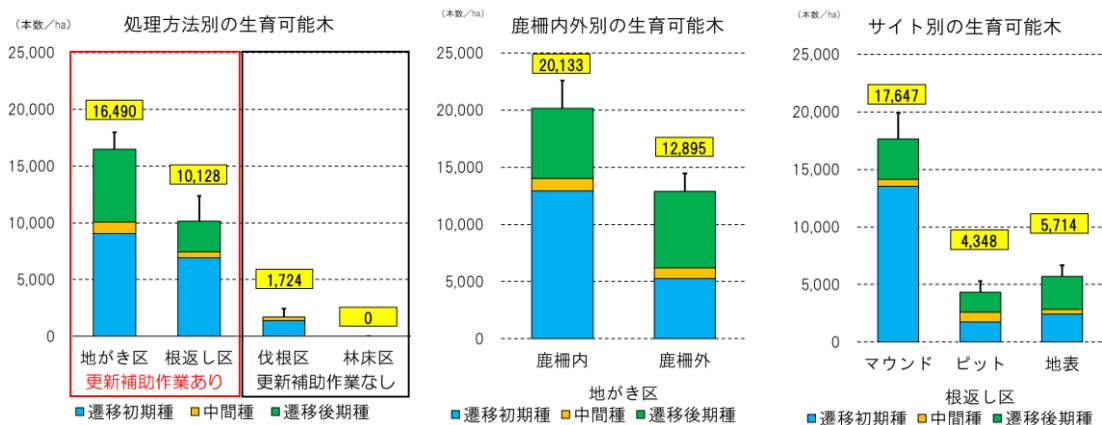
|       | 遷移初期種 | 中間種  | 遷移後期種 |
|-------|-------|------|-------|
| ササ被度  | 75%点  | 50%点 | 25%点  |
| ササ最大高 | 75%点  | 50%点 | 25%点  |

分布から、遷移初期種、中間種、遷移後期種ごとに重み付けとして基準樹高を設定し（表－4）、その樹高以上の個体を生育可能木として再集計しました。重み付けは、ササの被圧に弱い遷移初期種では重みを強く、耐陰性のある遷移後期種では弱くなるようにし、基準樹高の最低高は40 cmに設定しています。

処理方法別の生育可能木は、地がき区が最も高く、根返し区も10,000本/ha以上と更新補助作業を実施した試験区で高い効果を示しています。地がき区の鹿柵内外別では、鹿柵外は鹿柵内の6割程度まで減少していますが、それでも10,000本/ha以上と高い効果を示しています。また、根返し区の更新サイト別では、マウンド部の更新が鹿柵外の地がきよりも高い更新効果を発揮しています（図－12）。

ササの重み付けによる更新可能木への移行率は、地がき区や根返し区のピット・地表では34%程度であったのに対し、マウンドは63%と極端に高い数値となっており、ササの重み付けによる影響を最も受けていないことが示されました。一方、地がき未処理区では、伐根区で遷移初期種や中間種の一部が生育可能となったものの、林床区ではすべての更新木が今後淘汰される可能性が高いという結果になりました（表－5）。

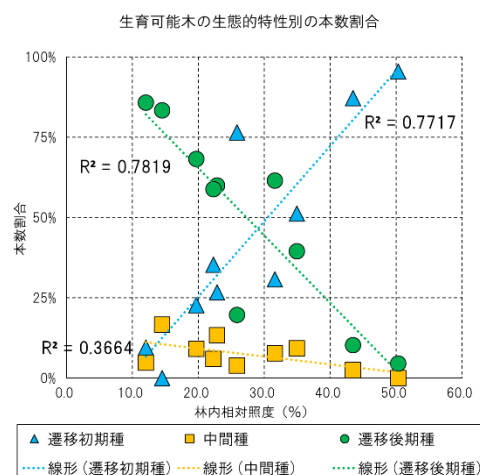
地がき区の照度・生態的特性別の更新本数割合は、重み付け後も照度による傾向は維持され（図－13）、また、鹿柵内外別でもこの傾向は維持されており、多様な樹種の更新には林内照度を抑制した箇所での小面積地がきが有効な手法であることが言えます。



図－12 条件別の生育可能木

表－5 ササの重み付けによる生育可能木への移行率

| 試験区  | 移行率   |
|------|-------|
| 地がき区 | 33.9% |
| 根返し区 | 47.0% |
| マウンド | 63.2% |
| ピット  | 33.3% |
| 地表   | 34.1% |
| 伐根区  | 22.7% |
| 林床区  | 0.0%  |



図－13 林内相対照度・生態的特性別の生育可能木の更新本数割合

#### 4 地がき・根返しによる更新補助作業のまとめ

小面積地がきでは、林内照度が高いとササの回復も早くなるため、初期成長が期待できる遷移初期種の割合が多くなり、林内照度が低いとササの回復は抑制され、耐陰性の強い遷移後期種の割合が多くなる傾向が見られ、これまでの大規模な地がきに比べて林内照度を抑制することで、より多様な樹種の更新が可能であることがわかりました。

根返しでは、マウンドの更新は地がきと同等以上の効果が発揮出来ると共に、その特徴として、地がき面よりも高い位置に更新サイトが形成されるため、ササの重み付けによる影響が少なくその被圧による成長への影響を軽減することがわかりました。更に、広葉樹に対するエゾシカの食圧に対して、その影響を軽減できる可能性があることがわかりました。

本試験での地がきによる更新補助作業において、エゾシカの食圧を受けていても十分な更新効果は発揮されていますが、特にエゾシカによる食圧の高い地域においては、地がきよりも食圧の影響を軽減できる可能性のある根返しを導入することで、その被害対策としても高い効果が期待できると考えます。

現在推進している多様な森林づくりへの活用としては、多様な樹種が更新した人工林で、特に長伐期化が可能な林分においては、広葉樹の保残に併せてこれらの更新補助作業を導入することで後継樹を育成し、針広混交林への誘導を進めることが可能と考えます。その際の林内照度は、伐採（選木）方法により均一化することは不可能ではありませんが、実際の施業で多様な樹種の更新を目標とする場合は、様々な照度環境となる更新面を林内にバランスよく配置するということが重要と考えます。

#### 5 今後の展開

本試験では、根返し区について新たな取り組みであったため、箇所別で見た場合の林内照度による傾向は地がき区のように一定せず、根返し作業の規格に課題が残っています。

平成 30（2018）年から森林総研北海道支所との共同により、本試験による根返しの成果を生かしつつ、より技術的な完成を目指して空知森林管理署管内の広葉樹主体の天然林での新たな技術開発を開始しています。ここでは、根返しと地がきを組み合わせることで作業条件を統一化しつつ、疎林化した天然林への活用を考え樹冠がより開いた状態で、広葉樹の更新特性やエゾシカの影響について検証することとしています。

本試験の継続調査や新たな試験の成果については、今後も適宜に情報発信し現場にフィードバックしていきたいと考えています。