

様式 3

技術開発課題完了報告

所属 東北森林管理局岩手北部森林管理署

課題	天然更新を活用した牧草地の森林化について			開発期間	5年	平成21年度～25年度
開発箇所	苗代沢山71林班 矢神岳46林班他	担当 部署	岩手北部 森林管理 署	共同研 究機関	八幡平市・森林総研東北支 所・森林林業振興会	技術開 発目標 (3)効率的な森林 管理及び健全な森 林の育成技術の確 立
開発目的 (数値目標)	国有林野の活用事例として、かつては森林であったところを造成し、外来牧草(チモシー・オーチャードグラス)を植栽した牧草地を森林化して返地するにあたり、膨大な経費が係ることから、東北地方の市町村では問題となっており、森林化の低コスト化を図るため、天然更新や播種による人工更新技術を活用して、通常の植栽による更新経費の約60%以下で郷土樹種による更新に取り組むことを目標とする。					
実施経過	<p>1年目 平成21年度</p> <p>(1) 丑山・根石2事業区に天然更新区・種子播種区・列状植栽区の3種類の比較試験区を設定 牧草地を農業用トラクタ・建設用バックホウにより地表処理し試験開始。</p> <p>ア 農業トラクタ イ 建設用バックホウ</p> <p>(2) 植生調査 植生調査を実施(全体の1.3%)</p> <p>(3) 試験区下刈り作業実施(8月上旬一部)</p> <p>2年目 平成22年度</p> <p>(1) 試験区下刈り作業実施 (8月上旬一部)</p> <p>(2) 植生調査</p>			<p>3年目 平成23年度</p> <p>(1) 植生調査 (2) 稚樹の発生状況の悪い、農業トラクタ耕運の天然更新区に野生生物による散布、発芽を期待する新試験を実施。(ハイスンプ式ライン)</p> <p>4年目 平成24年度</p> <p>(1) 試験区下刈り作業実施 (8月上旬)</p> <p>(2) 植生調査</p> <p>5年目 平成25年度</p> <p>(1) 試験区下刈り作業実施 (8月上旬一部)</p> <p>(2) 植生調査 (3) 飛散種子源となる森林調査</p>		
開発成果等	<p><b>調査結果のとりまとめ</b></p> <p>天然更新を阻害している外来牧草の地表処理をいかに行うかが更新の課題であり、地表処理の工法の違いによる埋土種子と、飛散種子による稚樹発生の調査及び、発生後の生育を阻害する外来牧草の回復スピードに対応する保育作業の状況等調査結果から得られた内容を分析した。また、比較試験として通常むずかしいと言われている播種更新の可能性と、人工植栽との生育状況調査、野生生物による種子散布についても調査した。</p> <p>1 地表処理の手法の違いによる稚樹の発生 農業用トラクタによる耕運と建設用バックホウによる表土剥離による方法で、2事業区において調査した結果、建設用バックホウによる表土剥離の方法が、天然更新区で樹木発生率が高く、アカマツ・ウリハダカエデ等飛散種子が、HA当たり30,000本程度の発生が見られた。一方、農業用トラクタによる耕運箇所は、埋土種子発生を促すために行ったが稚樹稚樹の発生率が低く、牧草地に造成してから40年近く経過したことから埋土種子からの天然更新は無理である。また、草本の再生スピードが速く飛散種子の稚樹発生も少ない。</p> <p>2 飛散種子による天然更新の可能範囲の検討 稚樹発生率の調査結果から、草本被覆率及び母樹からの距離に相関関係が見られた。種子の発生源となる森林を調査し、アカマツ・イタヤカエデ・ウリハダカエデ等の飛散可能距離を100m以内が更新可能距離と考えられる。(添付資料グラフ・植栽枚数図・参照)</p>					

	<p>3 比較試験として実施した播種区および列状植栽区について  比較試験として行った植栽試験は、苗木代と植栽・下刈り工程から経費が3倍以上かかる。また、ウサギによる食害率が60%程度と高く生育状況も悪い。播種試験については、ミズナラ他11の郷土樹種を比較してみたが、ミズナラ・ブナ・ホオノキ等の大型の樹木種子の発生率が高く、カンバ類やヤマハンノキ等は発生後の初期成長が早い、稚樹発生量はHA当たり30,000本程度の発生が見られた。また、HAあたりの蒔付種子量から発生率、種子採取の効率性も含め、播種作業の経費は天然更新の15%増である。</p> <p>4 野生生物による散布試験  動物散布の試験として、野鳥の止まり木と小動物の隠れ家として、間伐材を利用したハイスタブライン試験を平成23年から実施した。一部にタラノキの発生は見られるもの、2年経過時点では高木性樹木の発生は見られなかった。</p> <p>5 保育作業の状況  地表処理後発生した草本の被覆率が稚樹発生と相関があった。また、発生樹種がアカマツ・ウリハダカエデ・イタヤカエデ等の陽樹が主体であり下刈りを2回実施したが、表土剥離の箇所の草本侵入スピードが比較的遅いこと、ヨモギ等の草丈が比較的低く密度も薄いこと、また、稚樹の乾燥や寒風害の予防等から生育状況を見極めながらの作業が適切と思われる。</p> <p>2 期待される成果  天然更新を用いた牧草地の森林化は、耕運の手法と母樹の配置が重要な要素と考えられる。アカマツ・イタヤカエデ等の飛散種子が母樹からの100m以内が更新可能なゾーンである。また、距離が遠く天然更新が難しいゾーンについては、ミズナラやカンバ類など早期に発生する高木性樹木や、草本の回復スピードの速い箇所では、生長が早いヤマハンノキやヒメヤシャブシ等の樹種を選定し播種するなど採取しやすい多樹種の播種での更新も可能と考えらる。  今年度までの調査結果を、通常的人工造林と経費比較すると、30~40%程度の経費で森づくりが行え、かつ、低コストで郷土樹種による災害に強い森づくりを進めていくことや、市民参加の活動も取り入れた新たな手法として活用していくことが期待できる。  牧草地の森林化については、東北地方において各地で植栽等の取り組みが見られるが、外来牧草の繁茂や笹の侵入により森林化に向けた良い事例が見られない。東北局における本試験に関する情報の提供から、市町村議員団や牧野組合の視察、また、北海道局へ情報提供など今後の事業の展開が期待される。</p>
--	---

- 1 「課題」欄には、技術開発課題名の他に番号を付して記入すること。
- 2 「開発目的(数値目標)」欄には、開発目的及びコスト削減等について民間事業者が取り入れているコスト等と比較し、できる限り数値を記入すること。
- 3 「技術開発目標」欄には、「国有林野事業における技術開発基本目標(林野庁長官通達)」の3(1)~(3)のうち、該当する目標の番号を記入すること
- 4 「開発成果等」欄には、開発成果やその活用状況、普及状況等について記入すること。
- 5 成果を取りまとめた報告書等については、速やかに提出すること。

### 1 試験地の概要と経過

位置 岩手県八幡平市田山 矢神岳国有林

北緯 40 度 4 分 51 秒 東経 140 度 58 分 5 秒 海拔 650 m

森林土壌 適潤性褐色森林土

伐採前の森林 アカマツ・ミズナラ・シラカンバ等の天然生林と一部カラマツ等の人工林

昭和 48 年度に牧草地として約 100Ha を旧安代町が造成し、貸付契約により継続使用していました。その後も、放牧・採草利用をしていましたが、畜産業の不振により、平成 10 年頃より使用されなくなり放棄されました。

平成 20 年返地のための現地検討会を森林総合研究所東北支所と行い、天然更新による森林化の試験に取り組みました。

### 2 試験区の設定状況 農業用トラクタ掻き起こし

掻き起こし作業前の牧草と母樹カラマツ林 掻き起こし耕運処理後の試験地



写真 1

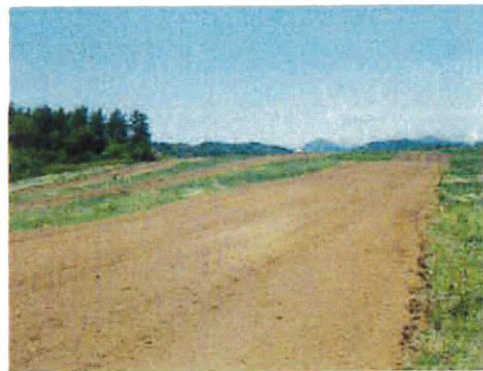


写真 2

建設用バックホウによる牧草剥離  
牧草剥離前の状況



写真 3

列状に牧草を剥離 写真左と奥が母樹林



写真 4

### 3 調査項目と調査方法

#### (1) 天然更新の可能性を調査

ア 掻き起こしによる地表処理後、埋土・飛散種子による発芽の状況を調査

#### (2) 掻き起こしの方法の違いによる調査

ア 農業用トラクタによる耕運（八幡平市所有機械による）

イ 建設用バックホウによる牧草剥離（森林林業振興会チャーターによる）

#### (3) 天然更新の発生樹種及び母樹林の調査調査

ア (2) イによる天然更新発生樹種調査

イ 天然更新母樹林の調査

#### (4) 比較試験として播種更新及び植栽による人工更新の調査

ア ミズナラ・シラカンバ等の前世樹木の播種による更新調査

イ ブナ他広葉樹による人工植栽による更新調査（ブナ苗木森林総研東北育種場提供）

ウ 動物散布の可能性を調査する（ハイスタンプライン）

### 4 調査データと結果

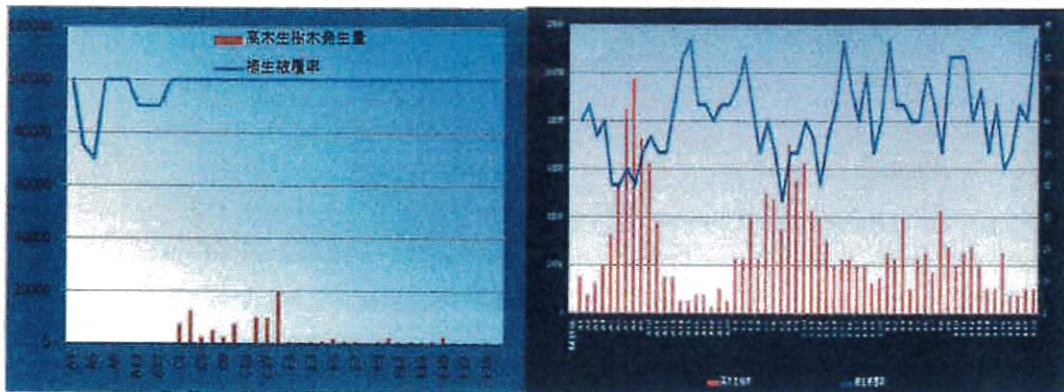
#### (1) 天然更新の可能性の調査

周辺の残存森林状況を調査し、過去の森林時代の埋土種子からの発生と、母樹からの飛散種子からの発生による調査。

#### ア 掻き起こし作業後の種子の発生状況を調査

農業用トラクタによる耕運

建設用バックホウによる牧草剥離



グラフ 1

グラフ 2

掻き起こし作業時に土壌サンプルから埋土種子の調査をしたが、牧草地に開発してから40年近く経過しており木本類の種子が見られなかった。また、農業用トラクタが耕運した箇所からも発生稚樹が見られなかった。

一方、建設用バックホウによる牧草剥離箇所も、埋土種子からの発芽が見られなかった。もの飛散種子発生由来のアカマツ・イタヤカエデ・ウリハダカエデ等の発生が見られた。

[分析内容は(2)の結果1・2による]

#### (2) ア・イ 掻き起こし方法の違いによる地表処理

地表処理の違いによる天然更新の稚樹発生量を調査するにあたって、導入機械と事業経費



の比較を行うことを検討したところ、事業主体であり共同研究機関の八幡平市側から本格実施時に取り組みやすい機種として、市所有農業用トラクタによる耕運処理と、チャーター契約の建設用バックホウによる牧草剥離の方法で、稚樹の発生量を調査した。

#### 結果1（農トラ）

グラフ1が農業用トラクタ耕運による箇所のデータである。A区の天然更新箇所では稚樹の発生がほとんど見られなかった。写真2・5を参照

C区の播種更新箇所では、ケヤマハンノキとヒメヤシャブシの発生が見られ、Haあたり平均で5000本程度であった。写真6

E区の列状植栽箇所については、ブナ・ミズナラ等の植栽箇所で全体の残存率は70%程度であった。減少の原因は誤伐・ウサギ食害・雪折れの順に発生していた。また、植栽時には60cm程度の樹高が、1mに達したものが全体の60%程度であった。写真7



写真5

写真6

写真7

#### 結果2（建バックホウ）

グラフ2が建設用バックホウによる牧草剥離による箇所のデータである。A区の天然更新箇所ではアカマツ・イタヤカエデ・ウリハダカエデ等の稚樹の発生量が高く、Haあたりで、多い区画で100000本・平均で30000本程度の発生が見られる。写真8

C区は、比較試験として行ったミズナラ播種区である。ミズナラの播種は発生量も高く平均でHaあたり15000本であり発芽率も高い。また、飛散種子によるアカマツ・ウリハダカエデ等の発生も合わせるとHAあたり平均35,000本程度の発生が見られる。写真9

E区も比較試験のミズナラ他11種の播種区である。シラカンバ・ケヤマハンノキ・ホオノキ・ヒメヤシャブシ等の播種とアカマツ・イタヤカエデ等の飛散種子による発芽と併せてHAあたり平均20000の発生となっている。写真10



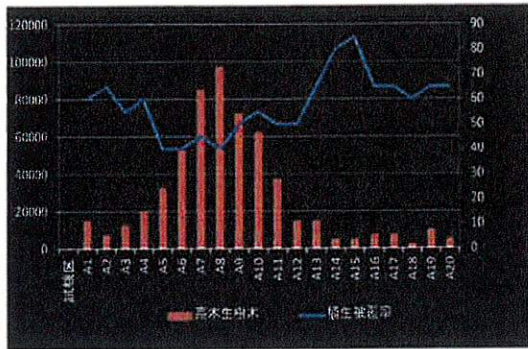
写真8

写真9

写真10

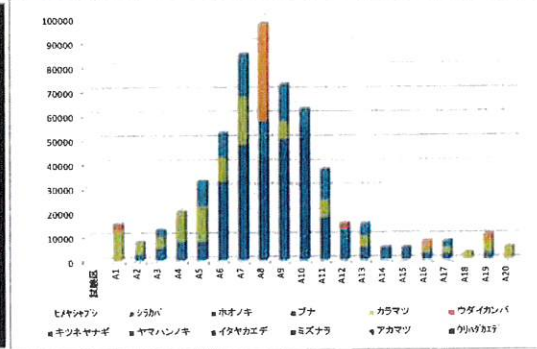
(3) 天然更新の発生樹種及び母樹林の調査調査

ア 稚樹の発生量の多かった (2) イの建設用バックホウによる牧草剥離箇所  
 高木性樹木の発生量と草本被覆率及び樹種別グラフ



グラフ 3

グラフ 3 は高木性稚樹の発生量と草本の被覆率で被覆率の低い箇所の発生量が多い。



グラフ 4

グラフ 4 は、天然更新区の発生樹種を表したものである。ウリハダカエデ・アカマツ・イタヤカエデ・シラカンバ等の飛散種子による発生量が多い。

イー 1 天然更新母樹林の調査

図 1

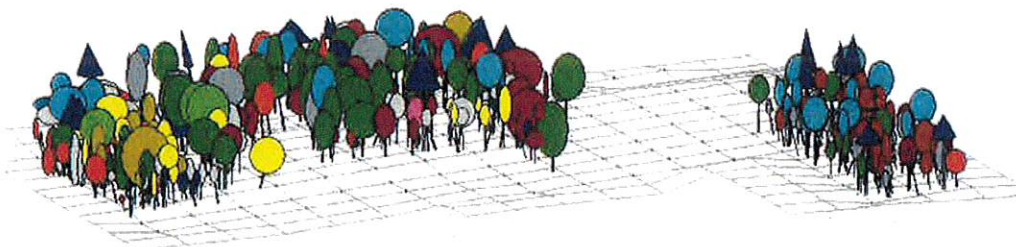
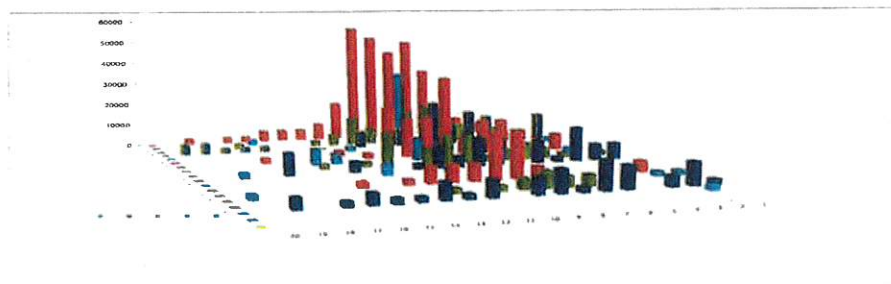


写真 4 の試験区の母樹林をフォレストウインドで調査した図になります。

濃紺アカマツ 緑イタヤカエデ 赤ウリハダカエデ 水色シラカンバ等 黄色ホオノキ 茶色ミズナラで表しています。(図 1)

母樹林の主要樹種は、高木性のアカマツ・イタヤカエデ・シラカンバが主体の林で、点的にウリハダカエデ・ヤマモミジが見られた。前生樹林が、アカマツ・イタヤカエデ・ミズナラ等であったことから、下のグラフのようにこれらの母樹起源のものと思われる稚樹の発生量が多い。グラフ 5 のように立体で表した稚樹発生量と関連している。

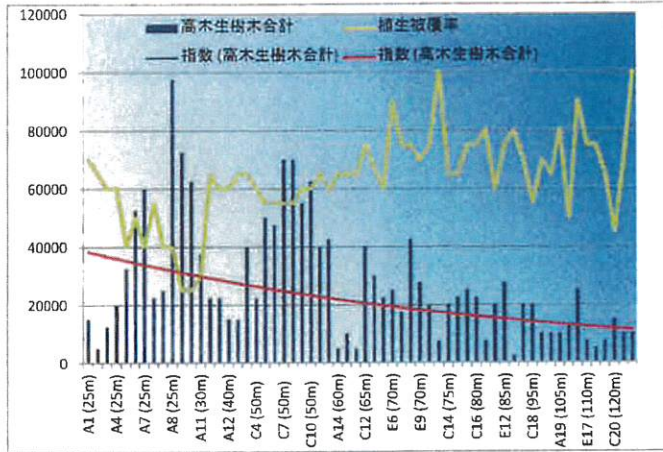


グラフ 5

図 1 の樹種と  
 同色で 5  
 種



イー2母樹からの飛散距離



グラフ 6

母樹林からの距離別に稚樹の発生量を表したグラフです。25m～60m付近がHAあたりの発生量が高く、100m付近でかなり低くなる。(HAあたり5000本) 近似値線を見て今後の残存率から考えて飛散種子による限界距離と思われる。

(4) 比較試験としての播種試験及び植栽による人工更新

ア 天然更新との比較試験として播種試験を実施しました。

グラフ2の高木性樹木の発生量から、C区のみズナラ播種区ではHa平均で35000本程度の稚樹が発生し、そのうち15000本ほどが播種のみズナラであった。みズナラはHAあたり平均で約42500本程度の播種であり30%程度の発芽率である。

また、E区にはケヤマハンノキ・ホオノキ・ヒメヤシブシ等12種を播種した箇所のデータです。下はその状況写真である写真11は播種翌年の稚樹 写真12は2年目の秋の稚樹の根茎の状態です。

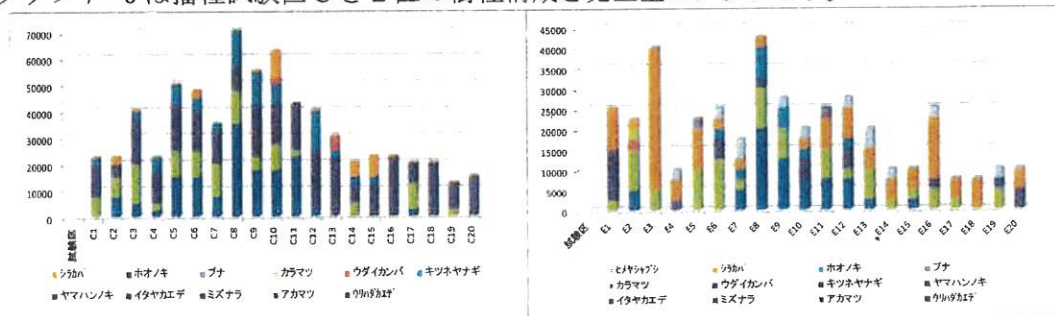


写真 11



写真 12

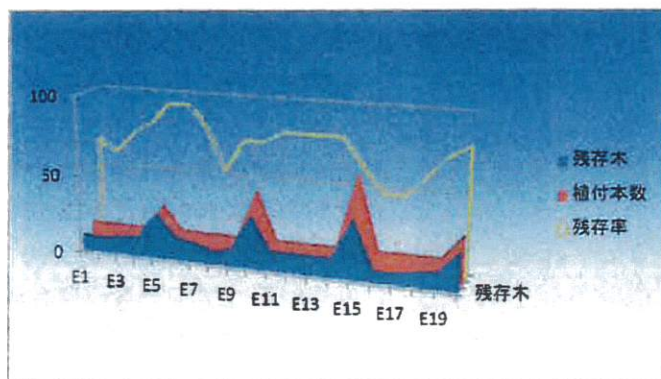
グラフ7・8は播種試験区CとE区の樹種構成と発生量のグラフです。



グラフ 7

グラフ 8

イ ブナ他広葉樹の植栽による人工更新との比較



プロットごとに植栽密度を Ha1000 本から 3000 本で植栽し調査した。

植栽密度により生育状況や残存率に明確な違いは見られなかった。下刈り時の誤伐・雪折れ・ウサギ・ネズミ被害により残存率は平均値で 72 % となった。

グラフ 9

植栽 5 年後の生育状況は、平均値で植栽時の 60 cm ~ 1.3 m 程度に成長している。シラカンバ等大きいものでは 2.2 m のものも見られるが、低密度 (1000 本) 植栽で残存率の低い箇所見られるなど、成林時の本数密度の低下も懸念され、投入経費から考えて植栽によらなければ成林が難しいような急傾斜地などにおいてこの方法が適当と考える。

ウ 動物散布の可能性調査

平成 23 年度より動物散布による試験として、写真 5 のような間伐材の杭を 2 m 間隔で高さ 1.5m ほどに設置し、番線で杭間を結んで「野鳥の止まり木」と杭周辺での小動物の隠れ家となり、樹木種子の散布を調査する(仮称ハイスタンプライン)を試験を実施したが、2 年経過時の調査では、一部にタラノキの発芽が見られるもの、高木性樹木の稚樹は見られなかった。



写真 5



写真 6

5 事業経費の比較

植栽 4 年目の下刈り経緯費まで算出した通常の人工植栽による更新と比較して、下刈り 2 回を含めた天然更新作業で約 34 % の経費で Ha あたり 92 万ほどの低コスト化に繋がる。(表 1 を参照)



## 技術開発経費内訳

表 1

作業種	金額	面積	Ha当たり金額
農業用トラクタ掻き 起こし(市所有)	588,000	1.8Ha	326,700
建設用バックホウ 牧草剥離 市発注	536,000	2.0Ha	268,000
植付(人件費)	130,000	0.6Ha	216,700
播種(人件費)	70,000	1.4Ha	50,000
種子採取(人件費)	180,000	1.4Ha	129,000
下刈	616,000	6.2Ha	99,400
苗木代(ミズナラ)	110	1.0Ha	275,000

岩手北部森林管理署人工更新(下刈4年目)標準Ha当たり 1,384,000円

天然更新区Ha当たり 466,800円 約34%

播種区Ha当たり 645,800円 約46%

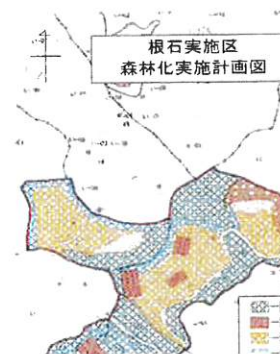
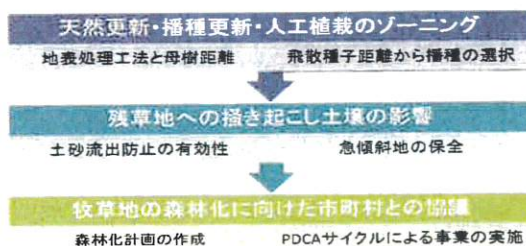
### 6 調査結果のとりまとめ

#### 4つ調査結果のポイント

- (1) 地表処理の工法の違いが樹木稚樹の発生と生育に重要
  - ア 牧草地の根茎の処理には建設用バックホウ等による牧草剥離が発生がよい。
  - イ 草本の侵入スピードを遅らせるため、秋の処理が効果的。
  - ウ 地表処理は傾斜 20 度以下の斜面で行うことと、列状に残草地を設けることで土壌の流出防止効果が得られる。
- (2) 母樹林の配置
  - ア 母樹林の常風方向の風下に、天然更新箇所を設定する。
  - イ アカマツ・イタヤカエデ等の飛散種子は母樹～100 m程度までが可能範囲
- (3) 天然更新が難しい箇所の更新方法
  - ア 播種更新をはかるため周辺森林の状況に合わせた、多種の播種が良い。  
(例 発芽率の良いミズナラ・ブナ等の大型種子と初期成長の良いケヤマハンノキ等)
  - イ 急傾斜地で地表処理できない箇所は植栽で対応するが、5年残存率70%を考慮した本数が必要。
- (4) 保育作業について
  - ア 稚樹の乾燥や寒風害予防から、草本の密度・草丈の生長を見ながら適度な下刈。

### 7 今後の事業への取り組み

#### 調査データから今後の取り組み



牧草地の森林化計画作成にあつたては、6 調査結果のとりまとめから天然更新の可能なゾーン・播種更新の可能ゾーン・人工植栽ゾーンや、急傾斜地で林地保全上そのままのゾーンを検討し、ゾーニングを図ってから実行していく必要がある。

作業の実施後も、稚樹の生育状況に応じた保育作業を適時取り入れていくことが重要であり、状況を見極めながら PDCA サイクルで団地ごとの事業を進めていくこともポイントと考える。

#### 8 今後の技術開発の活用

牧草地の森林化については、東北地方の各地で取り組まれた例があるものの、低コストで成功している事例が見られないため、他の市町村での活用も視野に入れ今後の展開が必要である。

今試験地において、岩手県を始め青森県からも視察団があるなど、この問題に予算と時間の両面で苦慮している市町村も多くある。また、北海道局計画部への資料提供など取り組んできたが、今後はさらに他所での参考事例となるように技術の普及を図っていく。