

## 技術開発完了報告

四国森林管理局

課 題	ヒノキ天然更新地の更新技術 の確立			開発期間	平成 19 年度～平成 25 年度 (33)		
開発箇所	安芸署 西ノ川山 34 <sub>3</sub> 林小班	担当 部署	森林技術 ・支援セ ンター	共同 研究 機関	(独)森林総合研 究所四国支所、 高知大学	技 術 開 発 目 標	1
開発目的	ヒノキの天然更新により森林を早期成林させるための育成技術の開発						
開発方法	<p>天然更新により成林した林分において、択伐や風衝被害等により空隙地が広がり下層植生の繁茂し稚樹、幼木の成長が阻害されている伐採区と、稚樹の発生が良好であるが、生育が下層植生の繁茂等に影響を受けている保残区を早期に成林させるための更新補助作業の開発、調査を行う。</p> <p>1. 基礎データの収集</p> <p>(1) 林況調査(ベルトトランセクト法) 伐採区に、10m×40m(400 m<sup>2</sup>)のプロットを 1 箇所、保残区に同様のプロット 2 箇所設置し、ベルトトランセクト法により上木・植生・更新木(幼樹)の調査。</p> <p>(2) 稚樹成立本数調査 稚樹の発生、消長調査は、各ベルト内に 1m×2m(2 m<sup>2</sup>)の調査地を 2 箇所程度設置するとともに、ベルト外に同様に 4 箇所程度設置。</p> <p>(3) 種子の豊凶調査 各ベルト内 2 箇所とベルト外に 4 箇所、シードトラップの設置。毎年度 10 月～3 月の種子落下量調査(月毎)。</p> <p>(4) 透過率・空隙率調査(全天写真)</p> <p>(5) 保護チューブの稚樹成長調査及びシカ対策 保護チューブの設置(ベルト 1.2 の周囲に発生している稚樹に 10 本程度設置)。ベルト 3 に発生している稚樹及びプロット外の稚樹に 40 本程度設置。ベルト 3 の中心線から 1m(幅 2m)には設置しない。</p> <p>2. 施業実施・更新促進(補助)作業</p> <p>(1) ベルト内の更新補助作業、刈払い(全刈) 伐採区・保残区のベルトは、稚樹の成長を促すため周囲を膝高に刈り払う。シダ類の多い箇所は地際まで刈払い、稚樹の発生を促す。</p> <p>(2) 保残区的全刈り(調査結果により適宜実施) 全体計画、施業方法の検討及び実施時期については、調査データ等を見ながら修正。</p>						
実施経過	<p><b>平成 18 年度(事前調査の実施)</b></p> <p>1. プロットを 3 箇所(択伐実施区 1 箇所、択伐未実施区 2 箇所)設定し、林況調査(ベルトトランセクト法)上木・植生・更新木(幼樹)の調査。</p> <p>2. プロットを 3 箇所の更新補助作業の実施(刈払い)</p> <p>3. 稚樹成立本数調査(各プロット 1 箇所)</p> <p>4. 相対照度調査(各プロットに 2 箇所と対照地)</p> <p>5. 土壌調査(各プロット 1 箇所)</p> <p>6. 保護チューブの稚樹成長促進効果調査 各ベルト周囲に 39 本設置</p> <p><b>平成 19 年度</b></p> <p>1. 稚樹成立本数調査</p> <p>2. 施業実施、更新促進(補助)作業の検討・実施</p> <p>3. 種子豊凶調査(シードトラップの設置)</p> <p>4. 全天写真による透過率・空隙率調査</p> <p>5. 保護チューブの稚樹成長促進効果調査</p> <p>6. 現地検討会(6月26日)</p>						

	<p><b>平成 20 年度</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 稚樹成立本数調査</li> <li>2. 保護チューブの稚樹成長促進効果調査 (樹高調査追加)</li> <li>3. 種子豊凶調査</li> <li>4. 更新補助作業実施 伐採区 0.64ha を帯状に刈払(安芸署：直よう)</li> <li>5. 現地検討会 (6月18日)</li> </ol> <p><b>平成 21 年度</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 稚樹成立本数調査</li> <li>2. 保護チューブの稚樹成長促進効果調査</li> <li>3. 種子豊凶調査</li> <li>4. 更新補助作業実施 伐採区 2.42ha を刈払(全刈)及びシカ防護ネット施工(安芸署：請負)</li> <li>5. 現地検討会 (6月24日)</li> </ol> <p><b>平成 22 年度</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. (旧)稚樹成立本数調査</li> <li>2. 保護チューブの稚樹成長促進効果調査 (B1、B2 中止)</li> <li>3. (新)稚樹分布状況調査・母樹残存木(追加 1.16ha)</li> </ol> <p><b>平成 23 年度</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. (旧)稚樹成立本数調査</li> <li>2. (新)稚樹分布状況調査(1.16ha)</li> <li>3. 保護チューブの稚樹成長促進効果調査</li> </ol> <p><b>平成 24 年度</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. (旧)稚樹成立本数調査</li> <li>2. (新)稚樹成立本数調査</li> <li>3. 保護チューブの稚樹成長促進効果調査</li> </ol> <p><b>平成 25 年度</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. (旧)稚樹成立本数調査</li> <li>2. (新)稚樹成立本数調査</li> <li>3. 保護チューブの稚樹成長促進効果調査</li> </ol>
<p>開発成果 等</p>	<p>別添 1 のとおり</p>



# 1 基礎データの収集

## (1) 林況調査

H18年、保残区に10m×40m(400㎡)の調査ベルトを2箇所(B1、B2)、伐採区に同様に1箇所(B3)設置し、ベルトトランセクト法により保残区の樹高分布等を調査。

### ① 保残区B1及びB2内の樹高2m以上の樹高分布

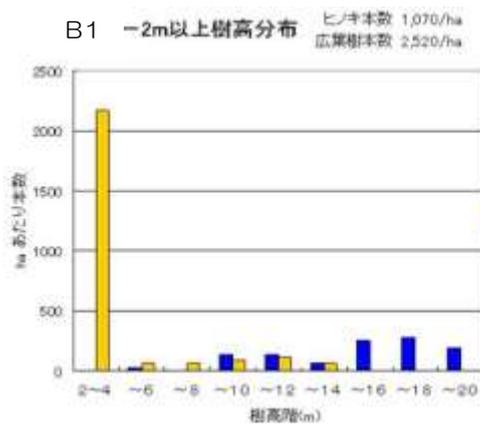


図2 B1内の樹高2m以上の分布

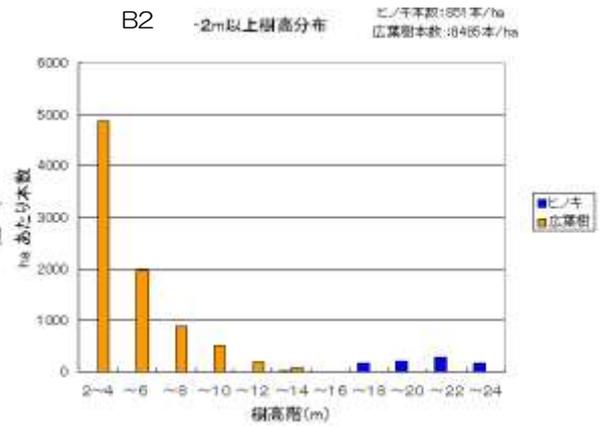


図3 B2内の樹高2m以上の分布

### ② 保残区B1及びB2内のヒノキ上木の平均値と諸量

B1に比べ、下部に位置するB2の林分の成長が良い。樹高は20mを超えるものが多く、林分材積は537 m<sup>3</sup>であった。

	平均胸高直径cm	平均樹高m	本数 本/ha	断面積合計 m <sup>2</sup> /ha	林分材積 m <sup>3</sup> /ha
B1	23.2	14.8	1,070	50.0	395
B2	29.0	20.0	850	57.7	537

## (2) 土壌調査

H18年実施。全体的に乾性土壌でAO層が厚いが、土壌層は比較的深い。保残区B1及びB2は土壌の構造、土性も良好であるが、伐採区B3は物理性が劣る。しかし、全体的に地位は中程度と思われる。

	土壌型	層位	層厚 cm	構造	土性
B1	B <sub>b</sub>	A <sub>0</sub>	9.0	粒状 粒状	埴壤土 埴壤土
		A	6.0		
		B	24		
B2	B <sub>b</sub>	A <sub>0</sub>	5.5	粒状 塊状	埴壤土 埴土
		A	5.5		
		B	50		
B3	B <sub>c</sub>	A <sub>0</sub>	4.5	塊状、粒状 堅果状	埴土 埴土
		A	8.5		
		B	30		

(3) 照度測定・刈払い後のH19年3月上旬実施

高さ 1m	対照地	B1 上部	B1 下部	B2 上部	B2 下部	B3 上部	B3 下部
照度 (%)	100	8.7	6.63	13.23	9.39	87.72	81.63

(4) 透過率、空隙率調査 (全天写真) H19年4月測定

各ベルト上部と下部を全天撮影し、フリーソフト CanopOn2 を使用し、空隙率・透過率を測定。

透過率と相対照度は、両保残区で同じ傾向を示し、B1及びB2は散乱光の透過率が約25%程度で相対照度も約10%前後であった。(図4)



写真1 B1 上部



写真2 B3 上部

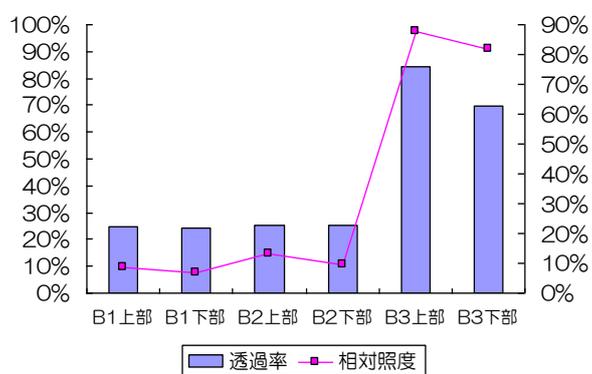


図4 透過率と相対照度の関係

2 更新補助作業の実施状況

(1) H18年12月、全ベルト (B1、B2、B3) 内の下層植生を腰高 (約 1m) 程度に刈払いを実施。



写真3 B1 (保残区)

B2 (保残区)

B3 (伐採区)

(2) H19年8月、伐採区にあるB3についてウラジロの繁茂が著しく再度の刈払いを実施。

(3) H20年4~5月、伐採区4.18haのうち0.64haを、帯状に刈払い (刈払い5m、置筋15m)。腰高程度とし、ウラジロについては全刈り、置筋内で稚樹が確認できた場合は周囲1m程度を刈払い。

(4) H21年12月~H22年1月、稚樹の発生状況が悪いため伐採区4.18haのうち2.42haの刈払いを実施。(①イヌマキ (樹高50cm以上)、その他木本類の樹高が5mを超えるものは残存。②ウラジロは地際から刈払い。③それ以外の刈り払いは腰高。

④刈払い木は等高線上に存置。⑤刈払区の周囲にシカ防護ネットを施工。)



写真4 刈払状況



写真5 シカ防護ネットの状況

### 3 (旧) 稚樹成立本数調査<sup>注</sup>(伐採区・保残区)-図1

伐採区1箇所(B3:立木密度248本/ha)、保残区2箇所(B1:立木密度1,068本/ha、B2:立木密度851本/ha)のベルト内に1m×2mの稚樹成立本数調査プロットを各2箇所設定し、H18年度から毎年、調査を実施。

注:平成22年度から樹高30cm以上の稚樹成立本調査を追加したことから、本調査を「(旧) 稚樹成立本数調査」とする。

#### (1) 伐採区(B3)

① 強度の択伐及び択伐後の風倒被害により風倒木が多く発生した箇所であり、択伐後5年以上刈払い等の保育作業を実施していなかったため、シキミ、サカキ等が多く繁茂、特にウラジロの繁茂が著しく、調査開始時から稚樹の成立本数が大変少なかった箇所。

② 調査開始に伴い、試験区の地表を覆っていたウラジロ等の刈払いをH18-21年度までに4回(2の(1)~(4)参照)実施。

③ 刈払い後においても稚樹成立本数の増加は少なく、毎年度10本/m<sup>2</sup>程度で推移し、H25年10月の調査では4本/m<sup>2</sup>しか成立が確認できなかった。(図5)

種子の供給が少ないこと、刈払後もすぐにウラジロ等に覆われてしまうことから、発生した稚樹がうまく成長できず、発生・消長を繰り返しているものと推察される。



図5 B3における稚樹成立本数の推移

#### (2) 保残区(B1、B2)

① 保残区は天然更新により母樹となるヒノキが多く成林している箇所であり、上層はヒノキ、中・下層は広葉樹が占め、林内はうっ閉して大変暗く、ヒノキの幼木や稚樹は非常に少なかった。そのため、天然更新を促進するため、ベルト内の中・下層にあ

る広葉樹の刈払いをH18年度に実施した。なお、B1は保残区の上方(畝)、B2は保残区中央部に設置。

② B1

- 刈払い後には稚樹が多く発生した(9本/m<sup>2</sup>→25本/m<sup>2</sup>)。しかし、その後、発生・消長を繰り返し、20~25本/m<sup>2</sup>で推移していたが、H25年10月の調査では7本/m<sup>2</sup>しか確認できなかった。(図6)

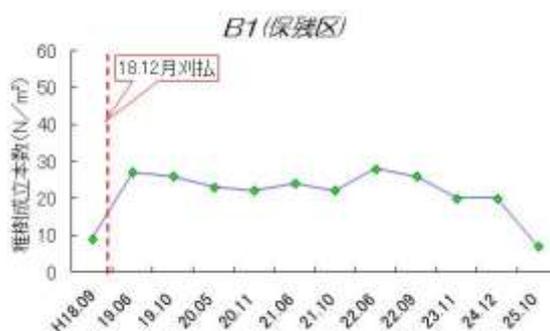


図6 B1における稚樹成立本数の推移

B2

- B1より標高差で約60m下方に設置。ヒノキが多く成林し、大変暗い箇所であったが、中・低層の広葉樹を刈払ったあと、相対照度は0.5%から1.1%に向上した。
- 刈払い前は、まったく稚樹が成立していなかったが、刈り払い後、稚樹が発生(0→8本/m<sup>2</sup>)し、H22年には22本/m<sup>2</sup>の稚樹が確認できたが、その後は漸減し、H25年には4本/m<sup>2</sup>しか確認できなかった。(図7)

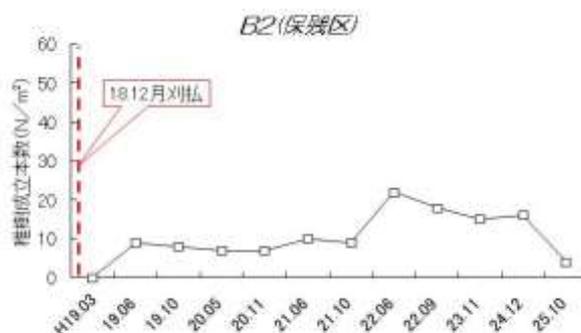


図7 B2における稚樹成立本数の推移

(3) 本調査のまとめ

母樹が少なく照度が高い「伐採区」において、ウラジロ等の刈払いを繰り返し稚樹の成立促進を試みたものの、ヒノキの成立本数に大きな増加は見られなかった。刈払いによって稚樹の初期成長は促された。母樹が少なく、ウラジロ等の下層植生が著しく繁茂する箇所にあっては天然更新は困難と推察される。

母樹は多いが、中・低層に広葉樹が多い「保留区」では、中・低層の広葉樹の刈払いにより稚樹がなかった箇所に新たな発生が見られた。ただし、その後、稚樹は発生・消長を繰り返しつつ、成立本数は減少していった。中・低層の広葉樹の刈払いだけでは十分な照度がないことから、稚樹の成長が困難であったと推察される。

これらのことから、稚樹の発生や成長を効果的に促進するためには、伐期(200年程度の長伐期)の20~30年前頃から適度な照度となり稚樹の発生・成長を促す受種伐として、側方に母樹を残す小面積皆伐、若しくは上方に母樹を残す択伐を実施するとともに、必要に応じて中・低層の広葉樹の刈払いを実施していく必要があると考えられる。

#### 4 (新) 稚樹成立本数調査 (「伐採区」30 cm以上)

「伐採区」については、刈払いによる稚樹の発生は困難であるが、早期に更新を図る必要があるため、「伐採区」内の一部(1.16ha 図8赤枠)に新たな調査区を設定し、生育している稚樹の刈出し、周辺の母樹残存木を調査の上、樹高30 cm以上の稚樹分布状況調査を平成22年度から実施した。

##### (1) 母樹残存木調査

母樹残存本数については、2m以上のヒノキについて分布状況・樹高・胸高直径の調査を行った。

なお、調査は一部「保残区」を含めて行った。

母樹残存木はH13年度の伐採・搬出(架線集材の支障木として伐採された箇所と造材箇所)とその後の風衝被害により、調査区上部にはほとんど残っておらず、下方と保残区付近に残っている程度であった。

また、母樹残存木が少ない箇所では上層木にイヌマキが多く、母樹残存木の多い箇所では下層にウラジロ等が多くあった。

残っている母樹残存木の林分状況は一部保残区を含んでいるものの、平均樹高約15.2m、平均胸高直径約21 cmと、保残区に比べ小さいものが多い状況であった。

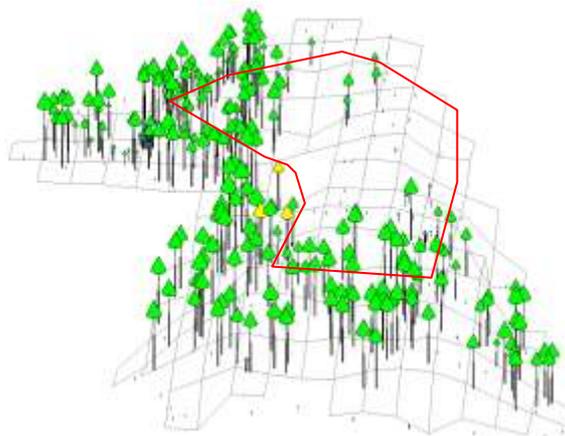


図8 伐採区の1.16haの調査区調査区の林分状況

面積(ha)	1.16	
残存木(本)	288	248 /ha
材積(m <sup>3</sup> )	110.85	95.56 /ha
平均樹高(m)	15.18	
平均胸高径(cm)	21	

##### (2) 稚樹分布状況調査

30 cm以上の稚樹は415本(358本/ha)程度しかなく、また、稚樹の樹高はほとんどが70 cm以下であり、平均樹高は約50 cm以下であった。

稚樹が多く分布している箇所は、母樹残存木がほとんどない箇所であった(図9赤枠)。このことはH13年度の伐採・搬出作業時に種子の落下や表土の攪乱などがあったため、稚樹の発生・生育条件が整い多くの稚樹が発生し現在に至っているものと推察される。

また、2~5m程度の比較的大きい幼木(更新木)の周囲でも多くの稚樹が確認できた(図9青丸)。このことは、その周囲の土壌(表土の攪乱等)や伐採前の上木条件等が稚樹発生に適したものであったと推察される。

なお、下方の母樹残存木が多い箇所の樹冠下の下層植生はウラジロの繁茂が著しくほとんど稚樹が確認できなかった。

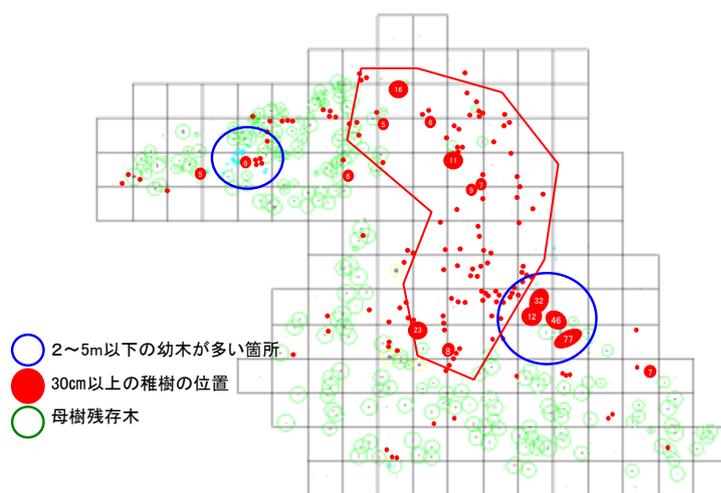


図9 調査区(1.16ha)内の稚樹の分布状況

(3) (新) 稚樹成立本数調査

H22年5月の調査時、30 cm以上の稚樹は1.16ha内に415本(358本/ha)確認できた。415本の内、稚樹の早期成長を促すため100本に保護チューブを施工し成長促進効果試験に供することとした。(5の(2)を参照)

- ① チューブ施工木を除く調査対象稚樹315本のH22年5月時の平均樹高は51.4 cmであったが、H25年10月の調査では、枯死や不明により231本に減少(73%)したが、平均樹高は66.7 cmで130%の成長率を示した。(図10)。

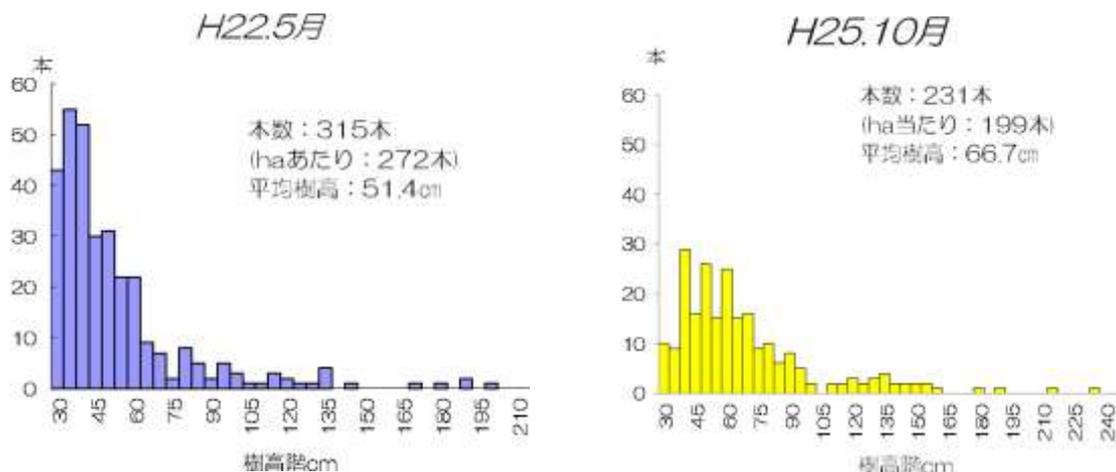


図10 調査対象稚樹の当初調査時と最新(H25年10月)調査時の樹高階別本数

- ② H25年3月に調査区(1.16ha)内において、30 cm以上の稚樹の再調査をしたところ、新たに401本が追加確認できた。H22年5月時の確認されH25年3月時点でも確認できた調査対象稚樹253本をあわせると654本(564本/ha)に増加したが、天然更新完了基準には至らなかった。

新たに増えた稚樹の成立している箇所は、設定時に多く成立している箇所と同じ箇所であり、平成13年度の伐採時の搬出等に伴って表土が攪乱された畝沿いに多く、特に、ウラジロの被圧による光環境の低下が少ない根株や倒木の周囲に多く見られた。

5 保護チューブ稚樹成長促進効果試験

稚樹の早期成長を促すため保護チューブ(以下「チューブ」という)による成長促進効果試験をH19年から伐採区(B3周辺)の稚樹39本にチューブを施工(以下「旧試験」という)。

また、H22年度に伐採区内の試験区(1.16ha)内の30 cm以上の稚樹100本(415本中の100本)の調査を実施(以下「新試験」という)。

- (1) 旧試験の対照木との比較は、対照木の設定が2年遅れたため、チューブ施工2年後からの比較であるが、チューブ施工木の樹高成長は、施工6年後、平均116 cmに対し、対照木は72 cmと成長に大きな差が生じている(図11)。

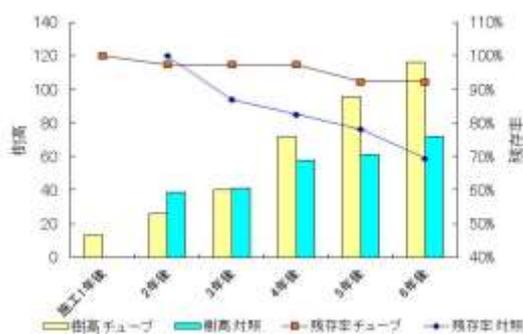


図11 旧試験の稚樹の樹高成長の推移

(2) 新試験においては、設定時のチューブ施工木の樹高 43.8 cm だったものが、現在は 129.9 cm と設定時からの成長率 296% と成長を示している（残存率は 91%）（図 12）。

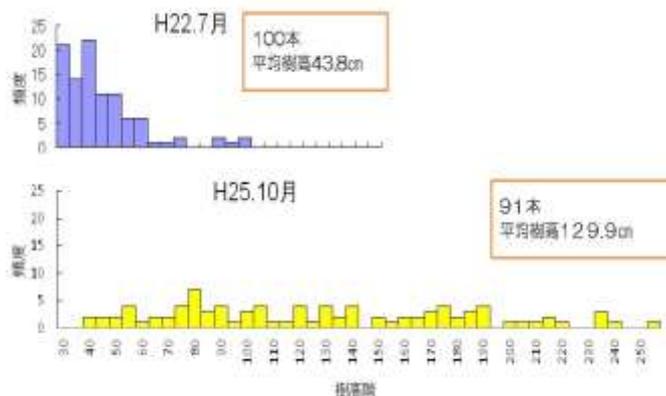


図 12 新試験の稚樹の樹高成長の推移

## 6 まとめ

試験地における天然更新の進行状況を見ると、(旧) 稚樹成立本数調査において、地表を刈り払った直後においては「保残区」・「伐採区」とも新たな稚樹の発生がある程度確認できたものの、その後は発生・消長を繰り返すように推移、H25 年 10 月の調査では両区ともわずかの稚樹しか確認できなかった。ウラジロその他の下層植生の成長が旺盛であることから、新たな稚樹の発生は難しく、また、発生した稚樹についても、順調に成長できたもの以外は枯死する傾向にある。

また、(新) 稚樹成立本数調査においても、当初確認できた調査対象稚樹は、平均樹高は設定時に比べて 130% に成長しているものの、枯死や不明等により本数は減少しており、成立本数は ha 当たりに換算して 199 本、更新完了基準には遠く届かないところにある。

択伐後 10 年以上が経過した中で、引き続き天然更新による更新を図っていくためには、下層植生の刈払いを、樹高 30 cm 以上の稚樹を存置しながら実施するという更新補助作業も考えられるが、多大な労力を要することや、刈払機の使用は稚樹を折損する恐れがあることから、こうした更新補助作業は現実的には事業的にも正確なデータを把握する上でも困難と预料される。

従って、本課題については、今回の報告を以て完了とし、当面、経過観察していくこととする。

最後に、平成 19～21 年度にかけて実施した現地検討会にご参加いただき、本課題についてご尽力いただいた有識者の皆様方に深謝申し上げます。