

伐採方法別の複層林誘導技術の検証 (技術開発期間 平成7年度～平成23年度)

1. はじめに

近年、森林に対する国民の期待や要請が、地球温暖化の防止、生物多様性の保全、森林環境教育や木の文化の継承への貢献等、さらに多様化している。

これまでも複層林への誘導は推進されてきており、平成23年7月に閣議決定された「森林・林業基本計画」においても森林の有する多面的機能の発揮の観点から、公益的機能の一層の発揮を図るため育成複層林への誘導を進めることとされている。

このことを踏まえ、公益的機能の発揮が求められている高齢級人工林を皆伐することなく、複層林へと誘導することが重要であることから、低コストで下木植栽を行うことや植栽木が最適な光環境となるような伐採方法の手法を検討した。

また、試験地は森林・林業の体験学習の場として活用している。

2. 調査概要

青森県北津軽郡中泊町（旧中里町）の国有林（図-1）において、スギ高齢級人工林で3タイプの上木の伐採を実施し、ヒバ（ヒノキアスナロ）及びスギを下木植栽した試験地を設定し調査を行った。

(1) 帯状伐採試験地

国有林名：今泉山国有林350林班は1小班

平均標高：40m

斜面向き：北西

土 壤：適潤性褐色森林土

林 齢：上木スギ94年生（平成23年度時点）

平成8年に当時スギ79年生を幅20m、長さ70m(0.14ha)で斜面向きに帯状伐採し、平成9年にヒバ（山取苗）及びスギを別々の帯状伐区にha当たり3,000本植栽し、その後の生長（樹高・根元径・樹冠幅）や光環境（相対照度・開空度）を調査した。保残帯のスギに関しては間伐（材積伐採率20%）を実施した。

また、造林コスト削減の観点からヒバの植栽箇所には自生していた天然のヒバ稚・幼樹の活用を図り、ヒバの植栽木の本数を減らした。

(2) 択伐試験地

国有林名：今泉山国有林350林班は2小班

平均標高：40m

斜面向き：北西

土 壤：適潤性褐色森林土



図-1. 試験地位置図

林 齢：上木スギ94年生（平成23年度時点）

平成9年に当時スギ80年生を択伐（材積伐採率30%）し、平成10年にスギをha当たり900本を下木植栽し、その後の生長（樹高・根元径・樹冠幅）、光環境（相対照度・開空度）や上層木（樹高・胸高直径）を調査した。

（3）間伐試験地

国有林名：袴腰山国有林219林班ろ小班

平均標高：130m

斜面向き：北

土 壤：弱湿性褐色森林土

林 齢：上木スギ88年生（平成23年度時点）

平成13年に当時スギ78年生を材積伐採率別（20%、40%、50%）で間伐し、それぞれヒバ（ポット苗、挿し木苗、山取苗、実生苗）及びスギをha当たり1,802本下木植栽し、その後の生長（樹高・根元径・樹冠幅）、光環境（相対照度・開空度）や上層木（樹高・胸高直径）を調査した。

3. 調査結果

（1）植栽木の生長

①帯状伐採試験地

相対照度は帯状（幅20m）の伐採中央部から保残木がある林縁部にかけて78%から40%程度に低下する値であった。この結果からスギ15年生の植栽木樹高と相対照度の相関関係を分析すると相関係数が $R=0.70$ となり、ヒバ15年生の $R=0.38$ より高い正の相関関係を示した（図-2、3）。また、林縁部付近ではスギ植栽木よりヒバ植栽木の樹高が高い結果となった。

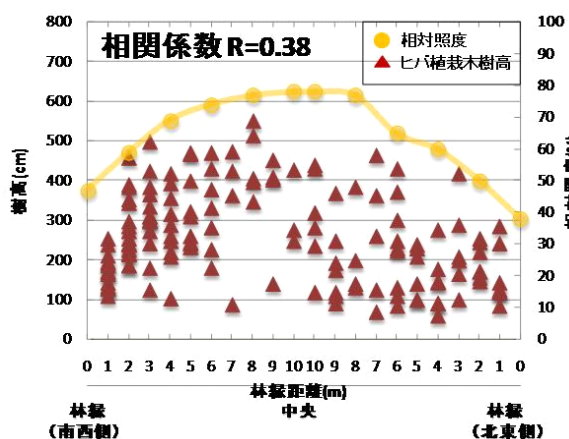


図-2. ヒバ植栽木の樹高と相対照度の関係
（帯状3伐区）

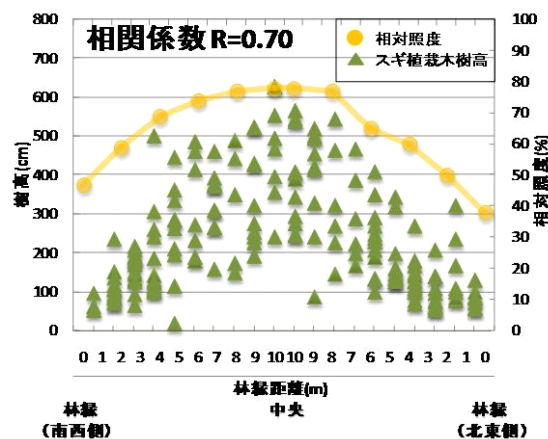


図-3. スギ植栽木の樹高と相対照度の関係
（帯状4伐区）

帯状伐採の伐区別の年平均樹高生長量はスギがヒバより高い結果となったが、収穫予想表の平均樹高と比較した場合は帯状4伐区を除けば65～69%の樹高であった（表-1）。

また、平成23年の天然のヒバ稚・幼樹の調査では平均樹高が384cmとなり、良好に生長していた。

表-1. 帯状伐採試験地の伐区別植栽木の平均樹高と年平均樹高生長量

	平成9年 平均樹高(cm)	平成23年 平均樹高(cm)	年平均樹高 生長量(cm)	収穫予想表 15年生平均樹高(cm)
帯状2伐区(スギ)	30.0	400.0 (65)	26.4	612.0
帯状3伐区(ヒバ)	30.0	257.3 (69)	16.2	375.0
帯状4伐区(スギ)	30.0	268.2 (44)	17.0	612.0
帯状5伐区(ヒバ)	30.0	253.0 (67)	15.9	375.0

※1 植栽時の樹高を30cmと仮定した

2 ()内の数値は収穫予想表の平均樹高との比率(%)

②択伐試験地

植栽木は一部光環境の良い場所以外は生長が悪く、全てのスギ植栽木は収穫予想表の平均樹高に達していなかった。平均樹高でみると収穫予想表と比べが22～36%と著しく悪い結果となった(表-2)。

また、帯状試験地と比較した場合は約1/3程度の樹高である。

表-2. 択伐試験地のプロット別植栽木の平均樹高と年平均樹高生長量

	平成10年 平均樹高(cm)	平成23年 平均樹高(cm)	年平均樹高 生長量(cm)	収穫予想表 14年生平均樹高(cm)
択伐Aプロット(スギ)	30.0	126.4 (22)	7.4	566.0
択伐Bプロット(スギ)	30.0	126.5 (22)	7.4	566.0
択伐Cプロット(スギ)	30.0	133.8 (24)	8.0	566.0
択伐Dプロット(スギ)	30.0	201.5 (36)	13.2	566.0

※1 植栽時の樹高を30cmと仮定した

2 ()内の数値は収穫予想表の平均樹高との比率(%)

③間伐試験地

伐採率が高い伐採区ほど相対照度及び開空度が高くなった(表-3)。

ヒバの植栽木に関して、伐採率が高い伐採区ほど樹高の生長が良かった。また、ヒバの植栽木の樹高生長量は苗木の種類に関係なく植栽時の苗木サイズに比例する傾向を示し(図-4)、根元径及び樹冠幅も同様であった。

帯状試験地とヒバの生長を比較

した場合、植栽時の苗木サイズに差があるが樹高生長は約1/2程度となる。

スギの植栽木に関しては、ウサギ等の食害の影響や相対照度が低いことから樹高生長

表-3. 伐採方法別試験地の相対照度と開空度

	相対照度 (%)	開空度 (%)
帯状3伐区(中央部)	78.0	49.8
帯状3伐区(南西側林縁)	47.0	34.4
帯状3伐区(北東側林縁)	38.0	28.6
択伐Aプロット 伐採部	38.5	33.0
択伐Aプロット 保残部	23.3	-
間伐50%伐採区	21.2	16.1
間伐40%伐採区	16.5	12.1
間伐20%伐採区	14.7	10.7

※1 相対照度は照度計による分析

2 開空度は全天空写真による分析

等が著しく悪い結果となった（表-4）。

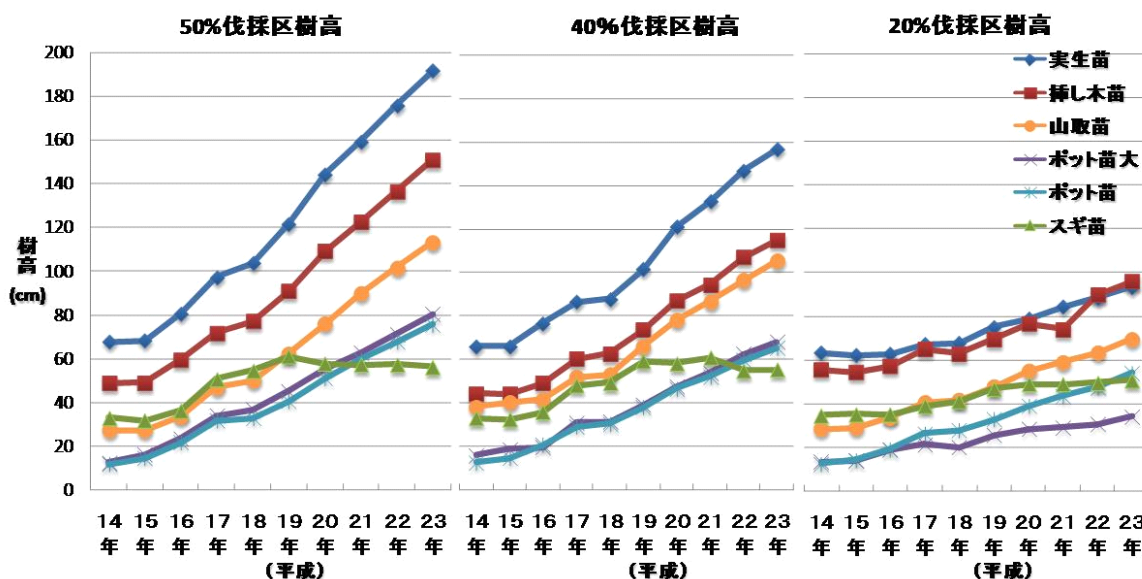


図-4. 伐採区別植栽木の平均樹高生長

表-4. 間伐試験地の伐採区別植栽木の平均樹高と年平均樹高生長量

	50%区			40%区			20%区		
	平成14年 平均樹高(cm)	平成23年 平均樹高(cm)	年平均樹高 生長量(cm)	平成14年 平均樹高(cm)	平成23年 平均樹高(cm)	年平均樹高 生長量(cm)	平成14年 平均樹高(cm)	平成23年 平均樹高(cm)	年平均樹高 生長量(cm)
実生苗	67.7	191.9 (77)	13.8	66.0	156.5 (63)	10.1	63.2	93.3 (37)	3.3
挿し木苗	48.8	151.1 (60)	11.4	44.3	114.9 (46)	7.8	55.4	96.0 (38)	4.5
山取苗	27.2	113.5 (45)	9.6	38.4	105.2 (42)	7.4	28.3	69.7 (28)	4.6
ポット苗(大)	12.6	80.4 (32)	7.5	16.0	68.0 (27)	5.8	13.4	34.2 (14)	2.3
ポット苗	11.8	75.8 (30)	7.1	12.7	65.3 (26)	5.8	12.6	54.0 (22)	4.6
スギ苗	33.0	56.3 (16)	2.6	32.8	55.2 (15)	2.5	34.7	50.9 (14)	1.8

※1 収穫予想表:ヒバ10年生平均樹高250cm
:スギ10年生平均樹高358cm

2 ()内の数値は収穫予想表の平均樹高との比率(%)

(2) 上層木の生長

①択伐試験地

調査した2箇所（A、Cプロット）の上層木について、平均胸高直径が15年間で6.26cm（Aプロット）と6.05cm（Cプロット）増加し、年平均生長量が0.42cmと0.40cmとなり高齢級の人工林であったが肥大生長をしていた（表-5）。

②間伐試験地

伐採率が高いほど上層木の直径生長が良く、長期間高い生長を維持しており、平均胸高直径の年平均生長量はそれぞれ0.51cm（50%伐採区）、0.53cm（40%伐採区）、0.26cm（20%伐採区）となった（表-5）。間伐の伐採率が高いほど残存木の生長に対して効果があった。また、20%の伐採区は生長が悪く、樹高が低い上層木は枯死したのも発生した。

表-5. 試験地別上層木の平均胸高直径と年平均生長量

	平成8年 平均胸高直径 (cm)	平成8-13年 年平均生長量 (cm)	平成13年 平均胸高直径 (cm)	平成13-18年 年平均生長量 (cm)	平成18年 平均胸高直径 (cm)	平成18-23年 年平均生長量 (cm)	平成23年 平均胸高直径 (cm)	年平均生長量 (cm)
択伐Aプロット	25.74	0.53	28.37	0.36	—	0.36	32.00	0.42
択伐Cプロット	31.78	0.30	33.28	0.45	—	0.45	37.78	0.40
間伐50%伐採区	—	—	40.33	0.52	42.93	0.51	45.47	0.51
間伐40%伐採区	—	—	32.47	0.69	35.91	0.36	37.72	0.53
間伐20%伐採区	—	—	27.33	0.33	28.99	0.18	29.91	0.26

(3) 造林コストシュミレーション

①帯状伐採試験地

ヒバの植栽箇所については、ヒバの天然の稚樹・幼樹の活用を図ることにより、植栽本数を減らすことができる。スギ普通植えとコスト比較した場合はコストは14%増しだが（表-6）、ヒバ普通植えと比較するとコストは19%削減できている。

②択伐試験地

造林コストは、地拵及び下刈経費が安くなることからスギ普通植えと比較し、造林コストを22%削減できた（表-6）。

③間伐試験地

ヒバの下木植栽（1,802本/ha）の造林コストはスギ普通植えと比較しても苗木本数の削減、地拵や下刈経費がコスト安となることから16%削減することができた（表-6）。また、スギの下木植栽については、スギ普通植えと比較すると40%削減できるが、スギ植栽木の生育状況をみると同様の条件下で実行することは困難である。

表-6. 試験地別の複層林誘導におけるコストシュミレーション

樹種	本数 (本/ha)	地拵 (千円/ha)	植栽 (千円/ha)	下刈 (千円/ha)	合計造林コスト (千円/ha)	コスト比率 (%)
スギ(帯状伐採)	3,000	432	576	594	1,602	99
ヒバ(帯状伐採)	3,000	432	816(※1)	594	1,842	114
スギ(択伐)	3,000	130(※4)	576	555	1,261	78
ヒバ(間伐)	1,802	158(※4)	741	470	1,369	84
スギ(間伐)	1,802	158(※4)	345	470	973	60
スギ普通植(※2)	3,000	432	576	614	1,622	100
ヒバ普通植(※3)	3,000	432	1,236	614	2,282	141

※1 ha当たり914本の天然稚樹を活用し、苗木及び植付を削減した場合のコスト

※2 森林技術センター近隣のスギ造林地10ヶ所の平均コスト

※3 スギ普通植の苗木をヒバの苗木に置き換えた場合のコスト

※4 伐採時に発生した枝条量により計算

※5 スギ苗木1本130円、ヒバ苗木1本350円、一人一日当たりの労賃を16,000円で計算

(4) 試験地の活用

森林教室等を試験地で実施し、中学生による植栽木の生長調査等の体験の場として活用している（図-5）。



図-5. 中里中学生による下木植栽木の生長調査

4. 開発成果

(1) 帯状伐採試験地

スギ植栽木の生長量はヒバ植栽木より光環境に著しく影響されやすいと考えられ、帯状伐採の20m幅（保残立木樹高20m）を広めることや耐陰性の品種の植栽等の対策が必要と考えられる。対して、ヒバ植栽木は林縁部の生長結果からスギより植栽木として適していると考えられる。

天然ヒバの稚樹・幼樹の生長は良好であり、有効に活用することによって、植栽木の本数を減らし造林コストの削減に繋がった。

帯状試験地は、択伐試験地や間伐試験地と比較した場合、植栽木の生長が一番良い結果を得られた。この試験結果からこの伐採方法の適用範囲としては公益的機能及び資源の循環利用としての機能発揮の両方が求められる森林に適していると考えられる。

(2) 択伐試験地

スギ造林木は一部の光環境の良い場所以外は生長が悪かった。このことから林分全体を均一に複層林として誘導することは難しいと考えられる。また、植栽する場合は光環境の良い択伐箇所部分的に植栽することが効率的であり、部分的に固まりをもった群として複層林へ誘導することが良いと考えられる。

上層木はスギの高齢級であったが、伐採後も継続的に肥大生長をしており、択伐の効果があつたと考えられ、大径木へ生長させることが可能である。

当択伐試験地では造林コストを22%削減できたが、植栽木の生長や灌木等の繁茂状況により下刈回数を増やさなければならない可能性もある。

択伐試験地のスギ植栽木の生長が悪いことから適用範囲としては、主として水土保持等の機能発揮が求められる森林に適していると考えられる。

今後、間伐等を行うことにより植栽木を生長促進させることができる。しかしながら、上層木の伐採時に植栽木へ大きな被害が発生すると想定されるため、下層植生の損傷を軽減できる積雪時伐採等の施業を検討する必要がある。

(3) 間伐試験地

間伐後においてヒバの下木植栽をする場合は、相対照度や開空度が高くなるほどサイズが大きい植栽木の生長が良かった。このことから、下木植栽するヒバの苗木サイズを大きくする（大苗）ことにより、初期生長を促進させ下刈回数を減らし、造林コストの削減ができると考えられる。スギの苗木は閉鎖している林分ではウサギ等の食害にあいやすく、今回の光環境では生長が悪い結果となった。このことからウサギ等による食害対策、耐陰性のスギの品種やより光環境が良い林分で植栽することが良いと考えられ、この試験地の光環境等からヒバの下木植栽が樹種として適している。

上層木の伐採率を高くすればするほど上層木の生長は良くなり、下層の光環境も良くなるが、台風等の強風時に被害が発生しやすくなると考えられる。耐風性の観点から林分毎に風当たり等を考慮し、ha当たりの成立本数を検討する必要がある。

また、ヒバの下木植栽経費（1,802本/ha）は、皆伐時のスギ普通植えよりコスト安となることから、育成複層林施業を推進していく上で有効であると考えられる。

この試験結果から適用の範囲としては択伐試験地と同様に水土保持等の機能発揮が求められる森林に適していると考えられる。

今後の上木の伐採時に択伐試験地同様、下層植生の損傷を軽減できる積雪時伐採等の施業を検討する必要がある。また、植栽木は列植えをしていることから、その列に平行に伐採する列状間伐を実施することが有効である。