

自己間引き力を活かす ～群状植栽の新たなる可能性～

庄内森林管理署 森林官（温海森林事務所） ○木村 研士
 首席森林官（大鳥・田麦俣森林事務所） 佐藤 智之
 森林官（羽黒森林事務所） 本田 康敬
 森林官（平田森林事務所） 藤井 裕樹
 業務グループ 大山 可将

1. はじめに

群状植栽とは、苗木を一箇所数本寄せて植える方法で、雪害対策に有効であるとされ、旧秋田営林局では、昭和30年に計画課主導による造林技術の試行として、山形県の営林署を中心に試験地が設定され、雪害状況の調査が行われてきた。その後、東北の各営林署でも昭和40～50年代を中心に、造林の省力化や雪害対策等を目的として研究発表がされてきたが、それら調査報告は植栽10年前後までが多く、その後の検証はされていなかった。

そこで本研究では、主伐期を迎える群状植栽地の成長結果を分析し、その生育特性から施業、伐採までのシミュレーションを行い、主伐再造林での活用に向けた考察を行った。

2. 調査地の概要

(1) 調査地

山形県鶴岡市温海川字北俣国有林152ね2林小班

(2) 植栽概要

調査地である152ね2林小班は、最深積雪量が3.5mの豪雪地帯に該当し、植栽年度が近い3つの小班が合併されており、合併前の小班はそれぞれ、S53植栽の群状植栽（以下群状と呼ぶ）、S52植栽の普通植え（以下普通①と呼ぶ）、S54植栽の普通植え（以下普通②と呼ぶ）で、植栽概要は表1に示すとおりである。普通①普通②は地位、地況が群状と同じで、造林記録票からもほぼ同一時期の施業となっていることから、群状箇所の比較対象地とした。なお、群状の植栽配置は、群内の形状一辺0.8mの正三角で、山側1本、谷側2本に植栽され、群の中心間の距離は2.7mである。

表1 造林記録票

林小班		152ね2			
地位等	樹種	スギ			
	面積	0.84	0.71	0.61	
	植付方法	普通植	群状 (3本植)	普通植	
	ha本数	3,000	4,000	3,000	
	年齢	41年	40年	39年	
	傾斜	9度	9度	2度	
造林	土壌	BD～Bd(a)	BD～Bd(a)	BD～Bd(a)	
	下刈	植付	S 52	S 53	S 54
			S 53	S 54	S 55
			S 54	S 55 (2回)	S 56
			S 55	S 56	S 56 (2回)
			S 55 (2回)	S 56 (2回)	S 57
			S 56	S 57	S 57 (2回)
			S 57	S 58	S 58
			S 58	S 59	S 59
				S 60	S 60
					S 60 (2回)
	つる切	S 60	S61	S 63	
	除伐		S 61	H 5	H 5
		H 6			

3. 調査方法

(1) 標準地調査

生育状況を把握する為、20m×25mの標準地を、普通①普通②群状に各1箇所設定し、胸高直径、品質、樹高を調査した。なお、樹高調査にはトゥルーパルス360を使用した。

(2) 樹幹解析調査

標準地調査の結果を基に、普通①普通②は標準木各1本、群状は同じ群内で生育している主林木副林木の標準木各1本を供試材とした。供試材は伐倒し、幹の高さ0.2m、1.2m、1.2mより上は2.0m間隔で、梢端部が2.0m未満の場合は1.0m間隔で円盤を採取し、梢端部までの長さを樹高分として計上した。円盤毎の年輪幅は、東西南北4方向を電動ノギスにより1mm単位で計測し、平均年輪幅として算出した。なお、樹幹解析ソフトは、山形大学農学部で作成されたDensity distribution of the stem を使用した。

(3) 樹冠投影調査

群状の標準地内の立木配置をコンパス測量し、樹冠幅をメジャーで根際から東西南北4方向に測り、枝下高さをトゥールパルス360で測定した。なお、解析ソフトは山形大学農学部で作成されたForest Windowを使用した。

(4) コスト比較

群状植栽と普通植えの施業コストを、造林記録を基に造林事業積算プログラムにより積算を行い、平成29年度庄内署類似事業の落札比率を乗じた額で算出比較した。また、森林総合研究所で作成された収穫表作成システムLYCS3.3パッケージにより、林分毎の成長予想を行い、収量比数（以下Ryと呼ぶ）が0.6以上になった林齢で伐採率35%の間伐、林齢60年で主伐を計画し、総伐採量を算出。主間伐による収益計算は、フォレストア育成研修で使用されている収支計算ファイルを使用し、最終的な主間伐の収益比較を行った。

4. 結果

(1) 標準地調査の結果

標準地調査の結果を図1に示す。群状主林木の平均は直径38cm、樹高21m、副林木の平均は直径16cm、樹高9mと、主林木と副林木の差が顕著に表れている。群内で生存している個体は、山側が正常木、谷側が極端な根曲がりになる傾向があり（写真1）、植栽配置と根曲がりに関連しているように見られる⁽¹⁾。なお、成立本数696本、平均上層木樹高21mにより、Ry0.63と適度な密度に収まっていた。普通①は、直径20cm台に集中しており、平均は直径24cm、樹高17m、成立本数1,372本、平均上層木樹高19mにより、Ry0.82と過密な林分であった。普通②の平均は、直径28cm、樹高15m、他と比較し被圧木が多めで、成立本数585本、平均上層木樹高19mにより、Ry0.52と疎林寄りの林況を呈していた。



写真1 群状植栽の生育状況

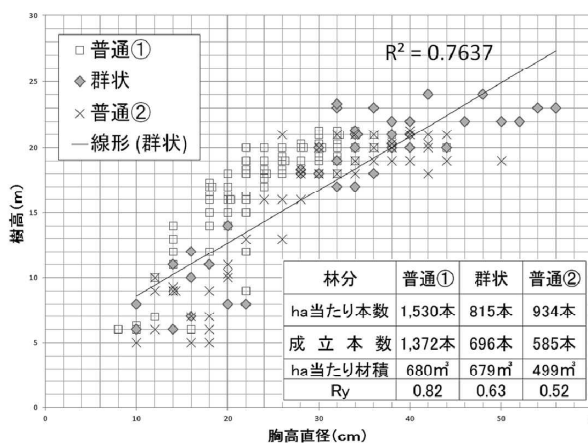


図1 個体分布図

(2) 樹幹解析調査の結果

普通①、普通②及び群状の主林木は、林分毎の平均胸高直径・平均上層木樹高を満たした材を、群状副林木は副林木内の上層個体を使用し樹幹解析図を作成した（図2）。

①樹高成長

樹高成長の結果を図3に示す。群状は、林齢5年で主林木2.2m、副林木1.9mと、群内密度が高いことから早期の個体間競争⁽²⁾により樹高差が出ており、主林木は、普通①・普通②の平均上層木樹高と比べても、0.4m高い成長差となっている。

なお、林齢13年には群状主林木8.6m、副林木6.4mへと成長しているが、H2年に実施された群状植栽の成績調査によると、林齢13年で樹高5~8mと記録されており、樹幹解析の結果とほぼ同様であった。

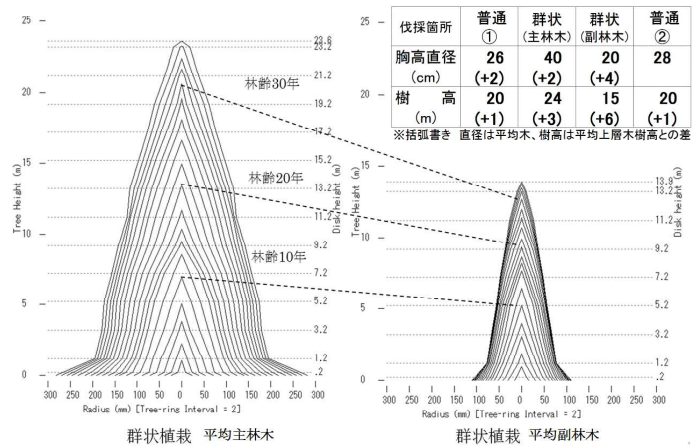


図2 樹幹解析図

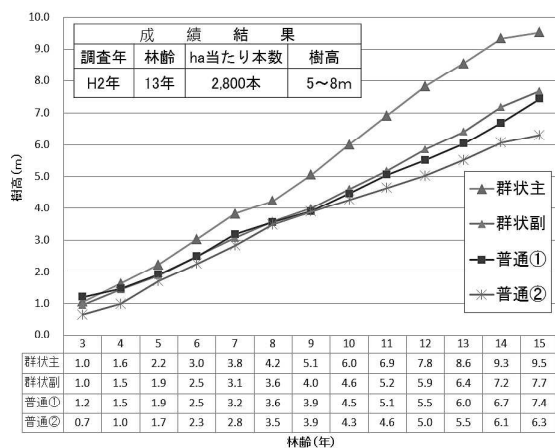


図3 樹高成長図

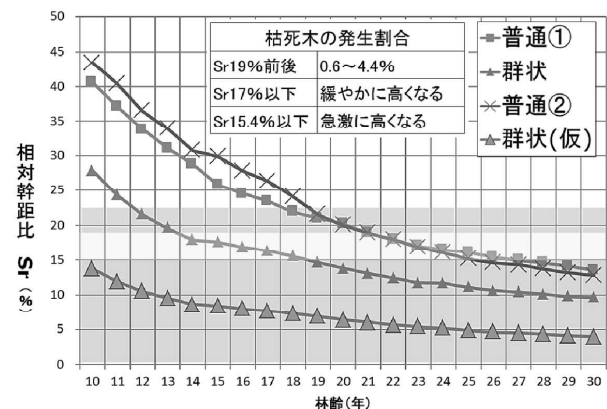


図4 自己間引きの発生図

②自己間引きの発生時期

自己間引きの発生時期を図4に示す。林分の密度指標として、平均樹高に対して平均樹幹距離を%で表す相対樹幹比（以下Srと呼ぶ）を用いて、自己間引きの発生時期について分析を行った。平均樹幹距離は、 $\sqrt{10,000 \div \text{植栽本数}}$ により求められるため、植栽本数の減少に伴い平均樹幹距離が増加していくことから、樹高成長図（図3）と、山形地方国有林スギ林分密度管理図から自然枯死線を導き現存本数を求め、平均樹幹距離として算出した。先行研究では⁽³⁾、スギ普通植えの場合、Sr15.4%以下になると、枯死木の発生割合が急激に高くなると示されており、その基準に達するのは、普通①・普通②は林齢26年を過ぎてからであった。群状も同様の計算方法をした結果、林齢19年で枯死木の発生割合が急激に高くなると示されたが、群状植栽は普通植えと違い、均等な樹幹距離にあるわけではなく、局所的に高密度な状態であることから、平均樹幹距離の計算式ではなく、仮定

として群内の0.8mを平均樹幹距離として再計算したところ、本調査地では林齢10年で自己間引きが発生する結果となり、早期に樹高成長の差が発生している樹幹解析の結果と酷似した。これらの結果から、群状植栽は普通植えより早期に自己間引きが起きる環境にあると推測される。

③胸高直径の成長推移

胸高直径・年輪幅の成長を図5に示す。群状の年輪幅は、自己間引きが発生すると仮定した林齢10年前後から群状の主林木と副林木で大きな成長差が起きている。副林木は、普通①普通②と比較しても、初期成長量の差は大きく見られないものの、林齢13年以降からは大きな成長差が見られる。また、降雪量の多い翌年にどの林分でも成長停滞する傾向が見られており、群状の副林木については、降雪量の多かった昭和59年翌年にあてが発生していたことから、早期に根曲がりになったことで、以降の肥大成長に影響が及んだと推測する。なお、胸高直径（1.2m）の高さでは、林齢1～4年頃の年輪幅は正確に判断することが不可能であった為、非表示とした。

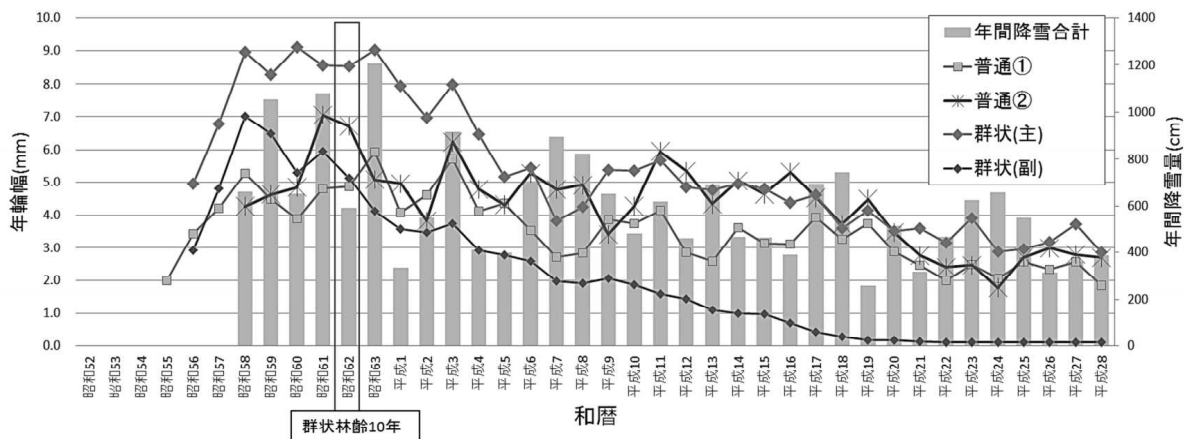


図5 胸高直径(1.2m)年輪幅成長線 ※年間降雪量 アメダス鶴岡市櫛引観測所

④形状比の推移

形状比の推移を図6に示す。冠雪害を低減させるためには、形状比70以下の安全な樹形への誘導が必要であるが⁽⁴⁾、群状の主林木の形状比は、林齢7年以降から安全域である形状比60前後を推移しており、雪害耐性が高かった。一方で、群状の副林木は、自己間引きが発生したと予想される林齢10年以降から肥大成長が停滞し、林齢24年から危険域である形状比70以上を推移し、林齢38年には形状比90に達していた。普通①・普通②は群状の主林木より遅れ林齢9年から形状比70以下となっているが、普通①については、過密な林分である為、林齢26年で形状比70以上、林齢38年で形状比80近くに達し、雪害が懸念される林分へと変異していた。

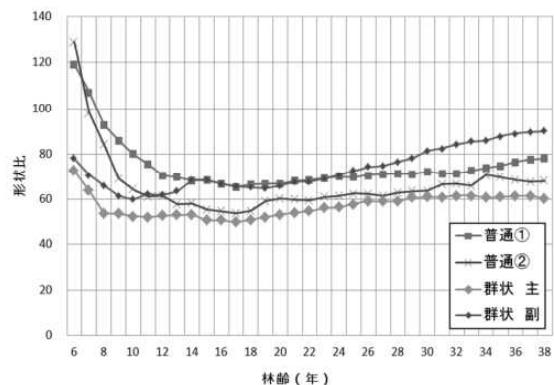


図6 形状比の推移

なお、山形県森林研究研修センターによると、積雪量が1m以上4m未満では、雪害対策が不可欠であり、4m以上は人工林造成が極めて困難であるとされている⁽⁴⁾。旧秋田営林局が昭和30年に設定した、鶴岡市田麦俣字六十里山国有林75林班か1小班の群状試験地は、積雪量が5m以上あり、スギの普通植え(4,000本/ha)、群状植栽(5,000本/ha)、密植(10,000本/ha)等が植えられていたが、現況は普通植えが壊滅で、群状植栽及び密植はわずかな現存にとどまっていた。雪害対策に優れている群状植栽でも、積雪量4m以上の豪雪地帯上部では、生育は極めて困難であることが確認された。

(3) 樹冠投影調査の結果

樹冠投影図の結果を図7に示す。群状の個体は、群自体が消滅してしまったものもあり、まばらな配置となっていた。群状植栽は、普通植えの植栽間隔に比べ、群間が広いので、群内の競争に勝った個体は、より多くの空間を占有できる。樹冠投影図からも、ギャップに向かって樹冠を広げ肥大成長していることがうかがえる。また、群内2本以上で生存している個体では、成長差が著しいことから、群内で極度の個体間競争が起きていたと推測される。

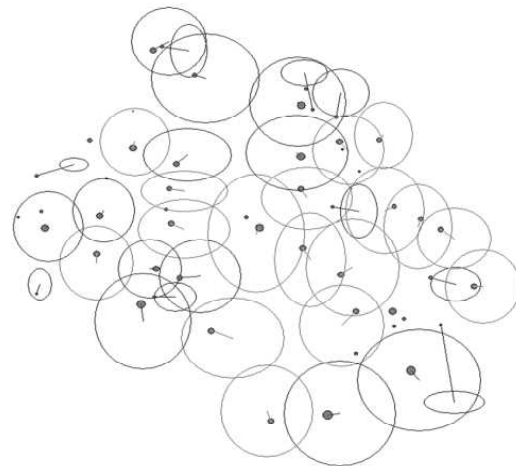


図7 群状植栽 樹冠投影図

(4) 施業コスト等シミュレーション

①施業コストシミュレーション

群状は植栽本数が普通①普通②と比較しha当たり1,000本多いため、植付経費が割り増しとなっている。また、当時の下刈は直営による全刈りであるが、林分により下刈回数が異なる、6年目に2回刈りを行っているなど(表1)、やり方に大きなバラツキがあったことから、樹幹解析の樹高結果に基づき、下刈の再シミュレーションを行った(図8)。各林分の下刈

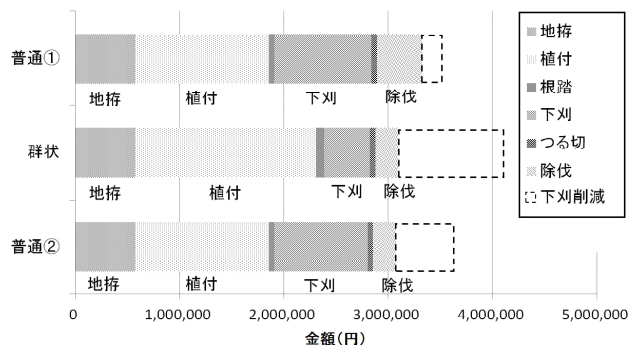


図8 施業コスト シミュレーション

回数は、現行標準の5年までとし、群状は樹高成長が良好であることから下刈を1年省略して4年に。下刈方法は、群状は広い群間で用いられる筋刈を採用し、筋刈の下刈工期は、群状植栽試験の研究報告⁽⁵⁾を参考に刈幅37%、筋刈工期4.1人/ha、全刈工期比58%を使用。以上のシミュレーションにより、群状の施業経費は普通植えと同程度にまで削減された。あくまでもシミュレーションした結果ではあるが、群状植栽は造林の省力化も兼ねて試験導入されていることから、今後はコスト検証も含め調査する必要があると考える。

②主間伐収益シミュレーション

普通①林齢41年は、Ry0.82と高密度の為、林齢42年に1回目の間伐、林齢50年に2回目の間伐、林齢60年に主伐の計994m³を収穫材積とした。群状林齢40年は、Ry0.63と適度な林分密度にあったことから、林齢41年に間伐、林齢60年に主伐の計1,194m³の収穫材積とした。普通②林齢39年は林分薄めのRy0.52の為、2年後の林齢40年に間伐、林齢60年に主伐の計961m³の収穫材積とした。群状は高い蓄積量を維持しつつ、間伐回数が低減されたことで、収穫増となり収益が最も高い結果となった(図9)。

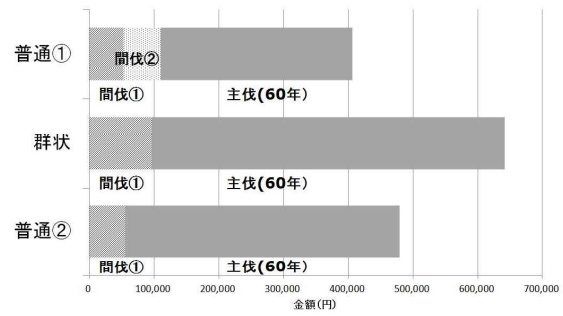


図9 主間伐収益シミュレーション

5. 考察

今回の調査結果では、ha当たり4,000本、0.8m間隔で3本の苗木をまとめて植える群状植栽の場合、早い段階で密植による個体間競争が起こり、群内で優勢となった個体は、自己間引きによりさらに広い群間を占有し成長していくことで、形状比が低く雪害に強い林分へと成長していくことが分かった。このような特性から、群状植栽は高蓄積になる他、早い樹高成長や植栽配置を活かした下刈の省力化や、自己間引き力を活かした保育間伐節減による経費削減の可能性も期待される。

しかし、各地に試験導入された群状植栽は、群内本数、植栽間隔など、様々な植栽方法で植えられており、中には失敗したケースも存在する。こうした多数ある群状植栽の結果を次の造林に活かしていく為にも、チェックシート等(図10)により地域毎の成果を取りまとめ、適正配置等の施業方法を確立し、省力的で雪害に強い森林づくりへと繋げていく必要があると考える。

図10 群状植栽簡易チェックシート

6. 引用文献等

- (1) 佐々木浩(1988) 単植及び二条造林木の形質 徳島県林業総合技術センター-研究報告
- (2) 成松眞樹(2014) スギ低密度植栽試験における植栽10年目の生育状況
-矢巾町煙山試験地における事例- 岩手県林業技術センター研究成果速報No.303
- (3) 國崎貴嗣(2013) 粗放的に管理されたスギ若齢人工林の簡便な密度管理指標の探索
- (4) 山形県森林研修センター(2011) Green Forests 基本情報No.1 2011年3月
- (5) 佐藤憲一 高橋登美夫(1971) 群状植栽試験 (中間報告)