

20年経過したスギ低密度植栽試験地から低コスト造林を考察する

関東森林管理局 森林整備部 森林整備課 上田 萌香
平野 辰典
棚倉森林管理署 町田 貴弘

1 低コスト造林が求められている背景

昭和40年代に造成された人工林が収穫期を迎える中、主伐、再造林を確実に進め、木材資源を循環的に利用することが重要な課題とされています。しかし、主伐と再造林・保育経費の関係は、主伐収入が再造林・保育経費を大きく下回る状況となっています。そのため、再造林・保育経費を削減する取り組みは民有林、国有林共に共通の課題であり、国有林が低コスト造林を率先して取り組むことが求められています。

2 植栽密度の考え方

従来の植栽密度は「気象害や誤伐のリスクを減らす」「林冠閉鎖を早め初期保育の手間を減らす」「枝下高を上げ梢殺（うらごけ）を避ける」等の理由から3,000本/ha程度を目安としてきました。しかし、近年は「木造建築工法の変化」「木材加工技術の向上」「再造林にかかるコスト削減」等の理由から植栽密度を見直す取り組みが各地で進められています。関東森林管理局では、平成28年度から主伐後に行う人工造林の植栽密度について2,000本/haを基本とし、地位・地利等の立地条件を勘案することとしています（保安林については、指定施業要件に定められた下限本数）。

3 調査目的と方法

これらのことから、今回の調査では低コスト造林の一環として行われている2,000本/ha植栽と、今後検討の対象となっている低密度植栽について考察しました。棚倉森林管理署に設定されているスギ低密度植栽試験地（以下、試験地）は、平成9年度に設定され平成28年度現在で20年生となっています（図-1）。

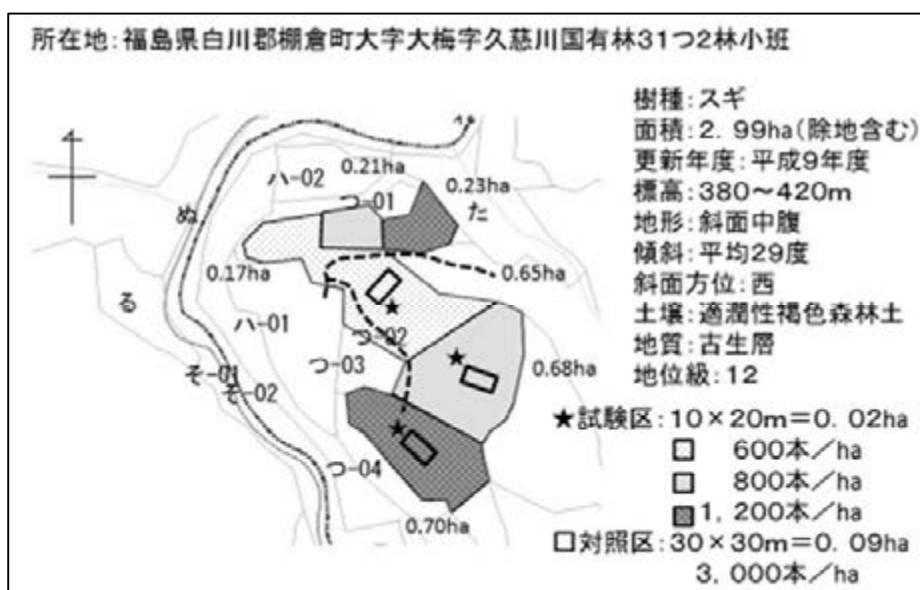


図-1 試験地の概要

植栽密度は、収穫予想表地位2等で中径材生産を目標としているスギ主伐期（45年生）の本数に相当する600本/ha、2回目間伐後（35年生）の本数に相当する800本/ha、初回間伐後（25年生）の本数に相当する1,200本/haを想定し、それぞれ1箇所ずつ計3箇所の調査区を設定しました。また、それぞれの調査区に1箇所ずつ計3箇所3,000本/haの対照区を設定しました。設計当初は、重点的に発揮すべき森林の機能に応じ、間伐を主体として森林を取り扱う中で、間伐の推進やコスト削減について植栽密度の視点から検討したと考えられます（表－1）。また、試験地では、平成9年度の植付以降、平成13年度の5年生までに下刈2回が各年度で行われています（表－2）。

表－1 試験地の当初設計

NO	ha当たり 本数(本)	苗間(m)	当初設計
試験区1	600	4.0	主伐期のスギ本数(45年生時)
試験区2	800	3.5	間伐2回実施後のスギ本数(35年生時)
試験区3	1,200	2.9	間伐1回実施後のスギ本数(25年生時)

※各試験区毎に対照区1～3（3,000本/ha）を設定した。
 ※スギ柱材生産における収穫予想表地位2等から、試験区のHA当たり本数を算出した。

表－2 試験地の施業履歴

実行年度	平成9年度	平成10年度	平成11年度	平成12年度	平成13年度	平成27年度
作業内容	地拵・植付 (普通植) 下刈(2回刈)	下刈(2回刈)	下刈(2回刈)	下刈(2回刈)	下刈(2回刈)	除伐



写真－1 試験地の外観（平成11年度）



写真－2 試験地の外観（平成28年度）

20年経過した現況を調査時に初めて観察した際、3,000本/haは早急に間伐が必要とされる林分、1,200本/haは弱度の間伐を1回実施した後のような林分、800本/haと600本/haは除伐を実施した後で、しばらくは間伐が必要無いような林分という印象を受けました。また、800本/haと600本/haの中腹から尾根沿いについては、つるや広葉樹等の侵入が多く見られました。



写真－3 600 本/ha (平成 1 1 年度)



写真－4 600 本/ha (平成 2 8 年度)



写真－5 800 本/ha (平成 1 1 年度)



写真－6 800 本/ha (平成 2 8 年度)



写真－7 1,200 本/ha (平成 1 1 年度)



写真－8 1,200 本/ha (平成 2 8 年度)

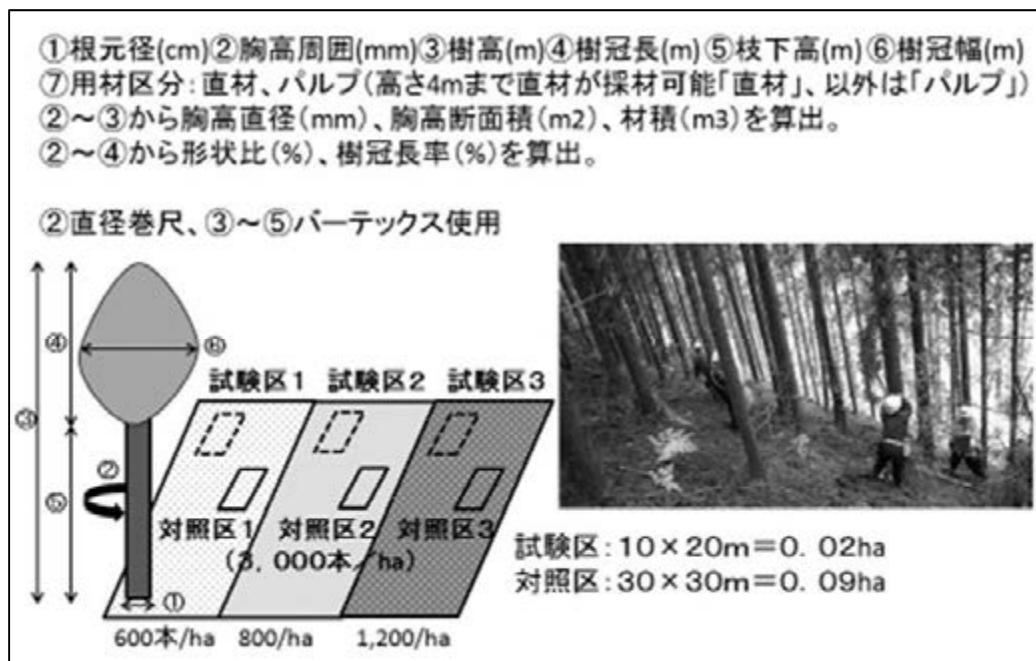


写真－9 3,000 本/ha (平成 1 1 年度)

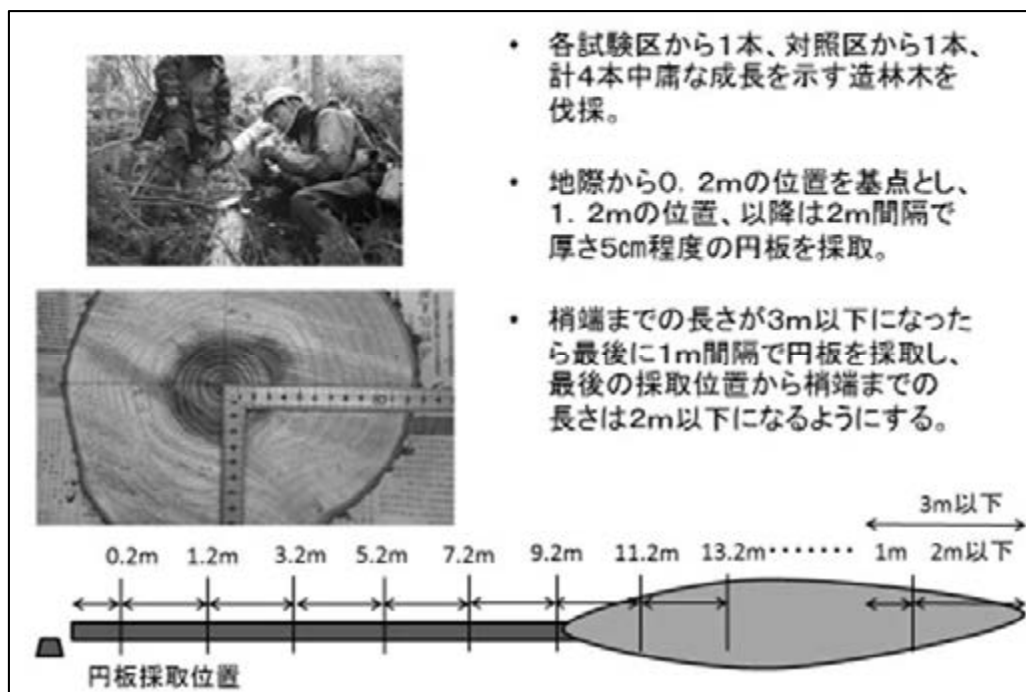


写真－10 3,000 本/ha (平成 2 8 年度)

試験地では、根元径、樹高、樹冠幅の成長量について、下刈の終了する平成13年度まで5年間調査が継続されました。今回は、試験地の現況から根元径、胸高周囲、樹高、樹冠長、枝下高、樹冠幅、用材区分（根元～4mまでを外観で判断）を調査しました（図－2）。また、各試験区から1本、対照区から1本、中庸な成長を示す造林木を外観で選木し、計4本樹冠解析を行いました（図－3）。



図－2 毎木調査方法



図－3 樹冠解析

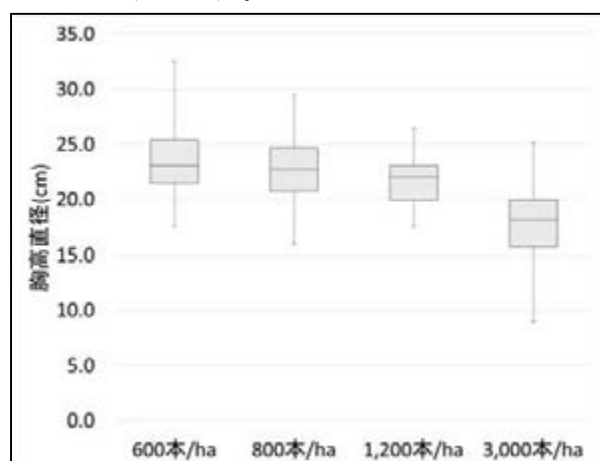
4 調査結果

HA当たりの植栽密度の異なるそれぞれの試験区1～3（600～1,200本/ha）と対照区（3,000本/ha）について、毎木調査の結果を比較しました（表－3）。林分の混み合い度を示す形状比については、試験区1～3及び対照区共に0.8以下であったのに対し、樹冠長率は対照区で43.1%、収量比数は対照区で0.98となっており、各試験区と比較し混み合った林分となっていました。

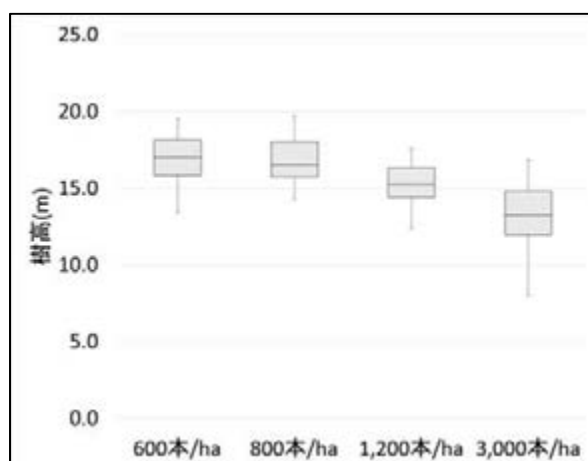
表－3 毎木調査結果の概要

区分	植栽本数 (本/ha)	平均 胸高直径 (cm)	胸高断 面積合計 (m ² /ha)	平均 樹高 (m)	平均 幹材積 (m ³)	材積 (m ³ /ha)	平均 枝下高 (m)	平均 形状比	平均 樹冠 長率	収量 比数
試験区 1	600本	23.5 ±3.4	26.5	16.8 ±1.7	0.37	221.4	2.7 ±1.3	72.4%	84.4%	0.54
試験区 2	800本	22.6 ±3.2	32.8	16.9 ±1.4	0.34	274.8	4.3 ±1.5	75.5%	74.5%	0.65
試験区 3	1,200本	21.8 ±2.5	45.5	15.3 ±1.3	0.29	347.4	6.0 ±1.0	70.4%	60.4%	0.74
対照区 1～3 平均	3,000本	17.9 ±3.2	72.8	13.2 ±1.8	0.18	503.0	7.5 ±1.1	75.8%	43.1%	0.98
±標準偏差 形 状 比：80以上になると気象害に弱い。 樹冠長率：40%以下になると枝下高が低く、混み過ぎ。 収量比数：0.8以上になると混み過ぎ。										

植栽密度と平均胸高直径、平均樹高、平均幹材積、平均枝下高の関係について、試験区1～3（600～1,200本/ha）と対照区（3,000本/ha）の分散分析、t検定を行いました。平均胸高直径については、1%水準で有意差が認められ、植栽密度が低下すると平均胸高直径は肥大する傾向となりました（図－4）。平均樹高については、1%水準で有意差が認められ、植栽密度が低下すると平均樹高は伸長する傾向となりました（図－5）。

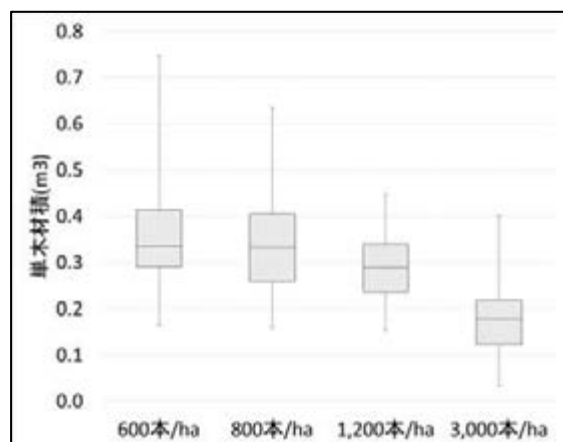


図－4 植栽密度と平均胸高直径の関係

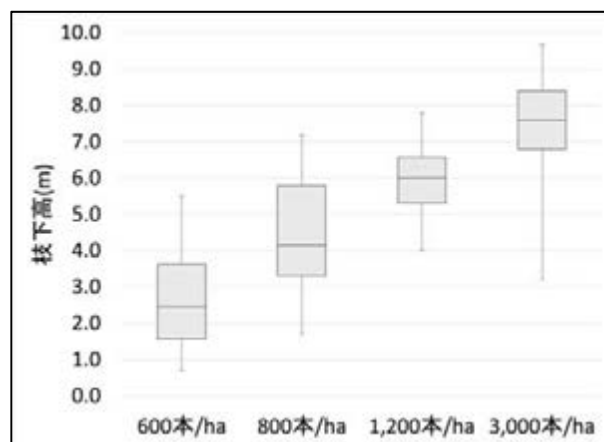


図－5 植栽密度と平均樹高の関係

平均幹材積については、1%水準で有意差が認められ、植栽密度が低下すると平均幹材積は増加する傾向となりました（図－6）。平均枝下高については、1%水準で有意差が認められ、植栽密度が低下すると平均枝下高は低下する傾向となりました（図－7）。

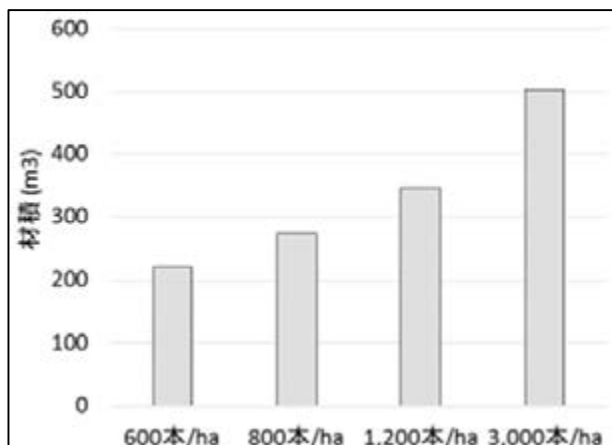


図－6 植栽密度と平均幹材積の関係

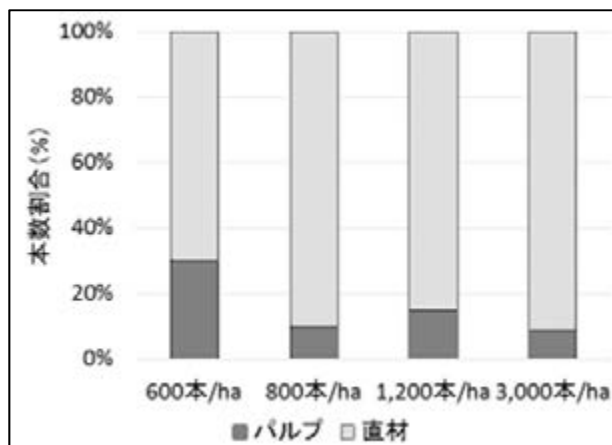


図－7 植栽密度と平均枝下高の関係

植栽密度と林分材積の関係は、対照区1～3（3,000本/ha）が503m³/ha、試験区3（1,200本/ha）が347m³/ha、試験区2（800本/ha）が275m³/ha、試験区1（600本/ha）が221m³/haとなり、植栽密度が低下すると林分材積が減少する傾向となりました（図－8）。また、植栽密度と立木の外観的形質を比較したところ、試験区1（600本/ha）でパルプの割合が30%となりましたが、明確な傾向は確認できませんでした。

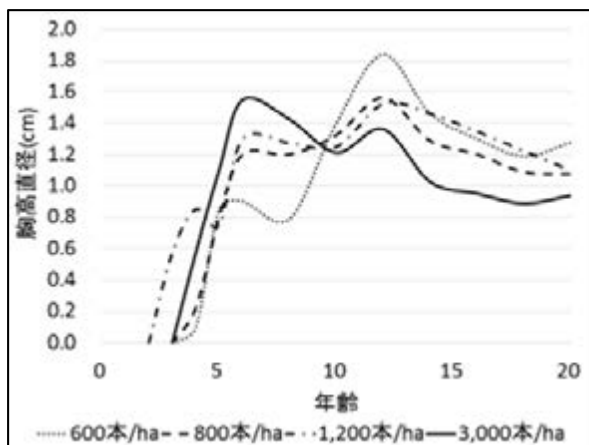


図－8 植栽密度と林分材積の関係

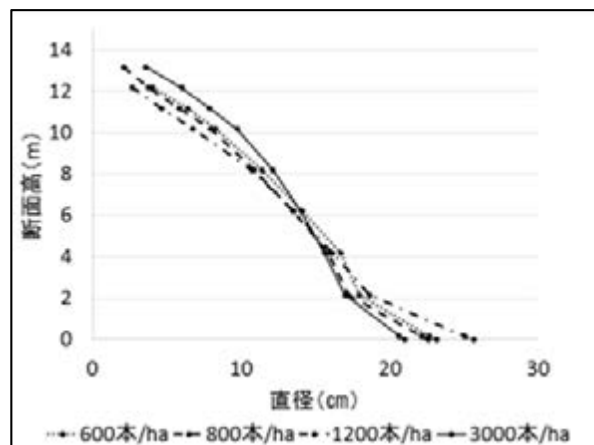


図－9 植栽密度と立木形質の関係

樹冠解析の結果から、試験区1～3（600～1,200本/ha）と対照区（3,000本/ha）の胸高直径の連年成長を比較しました。明確な傾向は確認できなかったものの、試験区1～3（600～1,200本/ha）は、10年生を過ぎた頃に肥大成長が最大となり、以降は次第に抑えられる状況となっています。また、対照区（3,000本/ha）は、5年生を過ぎた頃に肥大成長が最大となり、10年生を過ぎた頃から試験区1～3（600～1,200本/ha）と同様の傾向を示しました（図－10）。断面高と直径成長の関係については、対照区（3,000本/ha）が試験区1～3（600～1,200本/ha）と比較し、根元から梢端までの直径差が少ない結果となりました。（図－11）



図－１０ 連年胸高直径成長曲線



図－１１ 樹高成長と直径成長の関係

５ 考察とまとめ

今回の調査結果では次のことが示唆されました。

単木材積については、3,000 本/ha から 600 本/ha まで植栽密度が低下すると、着葉量が増加し個体成長が促進されると考えられ、1 本当たりの材積が増加する傾向にありますが、年輪幅が粗く梢殺になることが分かりました。

林分材積については、系統的配置法を採用したオビスギ低密度植栽試験地の先行事例によると、林分材積は 2,326～6,944 本/ha の植栽密度ではほぼ一定という報告がされています（福地ら 2011）。一方で、今回の調査結果では、3,000 本/ha から 600 本/ha まで植栽密度が低下すると、林分全体の収穫量は減少する傾向にありました。

樹高成長については、地位に依存するという従来の考え方と異なり、3,000 本/ha から 600 本/ha まで植栽密度が低下すると、樹高が高くなる傾向にあり、植栽密度の違いが樹高成長に影響を与えているという結果になりました。

樹冠については、3,000 本/ha から 600 本/ha まで植栽密度が低下すると、樹冠長率が高い割合となり、収量比数が低下する傾向にありました。気象害への耐性、下層植生や階層構造の発達等、林分の健全性を考えた場合、これまでの一般的な植栽密度 3,000 本/ha は、林冠閉鎖後に間伐の繰り返しにより林分の健全性を維持することが必要になりますが、植栽密度を低下させることで、間伐を省略しながら林分の健全性を維持できると考えられます。

今回の調査結果をまとめると、1,200 本/ha までの低密度植栽であれば、大きな問題はないことが示唆されました。しかし、林業が盛んに行われている八溝山地で比較的地位の高い林分で設定された試験地ということが影響していると考えられます。また、低密度植栽は植栽木の枯損や下刈時の誤伐等による本数減のリスク、つる類による形質不良木の発生等を考慮する必要があります。

今後、各地で加速すると考えられる低密度植栽は、再生林のコスト削減を主な目的として行われようとしています。当然のことながら社会的な要請等を十分に考慮した上で植栽密度を決めるべきですが、低密度植栽により、これまでスギの主な生産目標であった心持ち柱材の採材から、集成材ラミナ、合板材等の採材が増えると考えられます。そのため、低密度植栽は目指すべき林分や生産目標、主伐期までのトータルコスト、木材流通・利用の動向等、様々な視点で考える必要があります。

成林段階での低密度植栽試験地は、貴重なデータを収集することができます。今回の調査では、従来の考え方や先行事例と異なる結果もあったことから、今後も継続的に調査を進める必要があります。また、事業規模で行われている植栽密度 2,000 本/ha や、下刈省力化と低密度植栽を組み合わせた試験地

を新たに設定したことから、今後は各地のデータを収集し、低密度植栽が造林木へ与える影響を検証する中で、国有林で行われている低密度植栽の取組事例を、民有林で活用して頂けるように取りまとめたと考えています。

引用文献

福地晋輔・吉田茂二郎・溝上展也・村上拓彦・加治佐剛・太田徹志・長島啓子（2011）低コスト林業に向けた植栽密度の検討—オビスギ植栽密度試験地の結果から—日林誌 93:303-308