

# 低コスト造林への挑戦

## ～低密度植栽地の調査結果から最適な再造林に向けて～

近畿中国森林管理局 岡山森林管理署 森林整備官 芦谷 初樹  
係員 赤瀬 誠太郎  
係員 根村 輝  
係員 伊藤 由希

### 1 研究背景

#### (1) 低密度植栽の背景

戦後造林した林分の成熟により主伐が推進されている中、森林の多面的機能を維持していくためには、主伐後の再造林を確実に実施し成林させていくことが必要です。

令和3年6月に閣議決定された新たな森林・林業基本計画では、社会経済生活の向上とカーボンニュートラルに寄与する「グリーン成長」を実現することとし、5つの柱の施策に取り組むこととされています。その中では、森林の循環利用を進めつつ再造林や複層林化を推進し、伐採から保育に至る収支のプラス転換を可能とする、「新しい林業」に向けた取組を展開することとされています。

そうした中、森林育成にかかる現況として、林業従事者数の推移は減少傾向にあり、特に育林従事者において顕著です。また、育林経費のうち造林初期費用の割合は約7割にも上ります。このような現状もあり、民有林において主伐面積に対する再造林面積は3～4割程度で推移している状況です。森林の持つ多面的機能の維持やグリーン成長実現のためには、造林費用の低コスト化等により、森林所有者等の林業経営への意欲を向上させることが求められています。

低密度植栽では、従来よりも植栽本数を減らすことにより、苗木購入費、植栽労務費や間伐等の保育費用を縮減し、再造林を推進することを目的としています。

#### (2) 近畿中国森林管理局管内での取組状況

昭和47年度～48年度、大苗の低密度植栽による地拵、植付、下刈工程の省力化の検討のために、広島森林管理署管内に所在する新元重山国有林（広島県福山市）に試験地が設置され、継続的な調査の結果、スギ、ヒノキ共に低密度植栽による森林施業でも問題なく木材生産が可能であると報告がありました（岩田ら2002）。近畿中国森林管理局では、その結果を基に、平成15年度から管理経営の指針を改定し、管内の標準的な植栽本数を2,000本/haとしました。それに伴い、岡山森林管理署でも、平成19年度から2,000本/ha植栽を基本とし、木材価格の低迷や林業従事者減少等の時代の流れに併せて、造林の低コスト化について取り組んできているところです。

#### (3) 懸念点と課題

造林費用の低コスト化のため2,000本/ha植栽を標準化してから、岡山署では約15年経過していますが、その生育状況の経過については検証されていない状況です。また、低密度植栽は、植栽本数の低減によりうっ閉するまでの期間が、通常より長期化することが予想されます。それにより、下刈り期間の長期化による造林コストのかかり増し等が懸念されています。また、林地保全の観点からも、伐採後、裸地化した林分の保全を図るために、伐根の緊縛力が衰退する前に、早期のうっ閉を図り、森林を育成していくことが必要となってきます。しかし、植栽密度の違いによる初期のうっ閉期間については、調査されたデータは無く、2,000本/ha植栽から更なる低密度植栽に移行するうえで、将来予測が立たず、懸念が生じている状況です。

## 2 目的

### (1) 2,000 本/ha 植栽地の生育状況調査

岡山署管内の 2,000 本/ha 植栽箇所において、植栽木が順調な成長を遂げているのか生育状況を調査し、初期成長の生育評価を行うことにしました。

### (2) 植栽本数別低密度植栽試験地の生育状況調査

ヒノキの低密度植栽試験地にて、植栽密度毎に生育状況を調査し、同林齢の 2,000 本/ha 植栽地の調査結果と比較し、生育評価をすることにしました。その結果から、低密度植栽を行った場合でも健全な森林育成が可能か検討することにしました。

### (3) 植栽密度毎のうっ閉期間予測

下刈り期間の長期化や林地保全の観点から、うっ閉期間についても注目することにしました。植栽密度毎のうっ閉期間を予測し、低密度植栽地においても 2,000 本/ha 植栽地と同程度の期間でうっ閉することが分かれば、初期段階における健全な森林育成が可能ではないかと考えました。

## 3 調査対象地について

### (1) 2,000 本/ha 植栽地

7 年生から 12 年生の造林地 6 か所で調査を行いました。保安林の指定施業要件で決定されている、下限植栽本数から 2,100 本/ha で植栽されている箇所についても、選定しています。また、13 年生以降については、枝張り長の測定に影響が出るほど、隣接木間で枝が触れ合い、対象木の枝の判別が難しい状況にあったため、今回は 12 年生までの調査としました。調査地の選定に当たっては低密度植栽試験地と同条件とするため、苗木種はヒノキのコンテナ苗、地位は 2 等地相当の箇所を選定しました。調査地の概要及び位置図については、図-1、表-1 のとおりです。

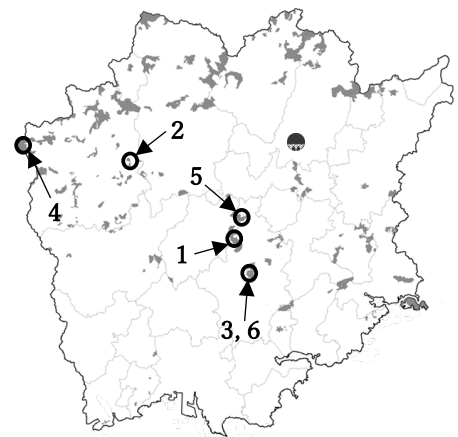


図-1 2,000 本植栽地 位置図

表-1 2,000~2,100 本植栽地の概要

| No | 林齢 (R4 年時) | 国有林名 | 林小班     | 植栽本数    |
|----|------------|------|---------|---------|
| 1  | 7 年生       | 加茂山  | 835 る 2 | 2,000 本 |
| 2  | 8 年生       | 赤滝   | 526 ほ   | 2,100 本 |
| 3  | 9 年生       | 土倉山  | 855 わ   | 2,000 本 |
| 4  | 10 年生      | 三室   | 702 い 1 | 2,100 本 |
| 5  | 11 年生      | 小本宮  | 830 い 1 | 2,000 本 |
| 6  | 12 年生      | 土倉山  | 853 に   | 2,000 本 |

### (2) 植栽本数別低密度植栽試験地

調査対象地に選んだ低密度植栽試験地は、日本森林技術協会に調査を委託した試験地で、試験は令和 2 年度に終了していますが、継続して林況を調査し、低密度植栽の可能性を探ることにしました。試験地内は 1,100 本/ha 区、1,600 本/ha 区、2,500 本/ha 区の 3 区画があり、植栽間隔が 0.5m ずつ異なるように植栽密度が設定されています。地位に関しては、試験地林縁部にあるヒノキの樹高(尾根・谷計 10 本)を測定し、その結果からこの試験地の地位は 2 等地にあたりと判断しました。

試験地の概要については表-2 のとおりです。

表－2 植栽本数別低密度植栽試験地の概要

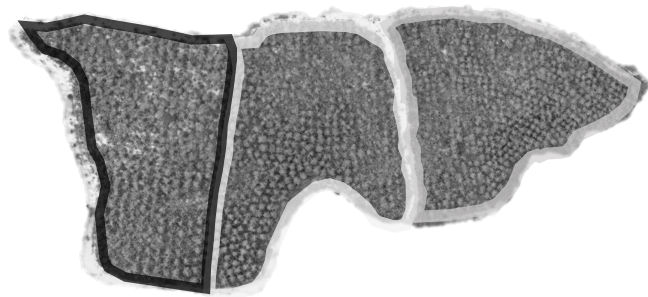
|           |                              |             |             |
|-----------|------------------------------|-------------|-------------|
| 場 所       | 加茂山国有林 839 に 4 林小班（岡山県吉備中央町） |             |             |
| 苗木種       | ヒノキ コンテナ苗                    |             |             |
| 林齢（R5 年時） | 8 年生（平成 28 年 12 月植栽）         |             |             |
| 植栽密度      | 1, 100 本/ha                  | 1, 600 本/ha | 2, 500 本/ha |
| 植栽面積      | 0. 29ha                      | 0. 39ha     | 0. 37ha     |
| 植栽間隔      | 3. 0×3. 0m                   | 2. 5×2. 5m  | 2. 0×2. 0m  |
| 植栽本数      | 323 本                        | 468 本       | 700 本       |
| 地 位       | 2 等地                         |             |             |
| 標 高       | 350～370m                     |             |             |

試験地位置図、オルソ化した写真は図－2、写真－1 のとおりです。試験地上空写真については、左から、1, 100 本/ha 植栽地（左）、1, 600 本/ha 植栽地（中央）、2, 500 本/ha 植栽地（右）です。



図－2 試験地位置図

1, 100 本/ha 植栽地      2, 500 本/ha 植栽地



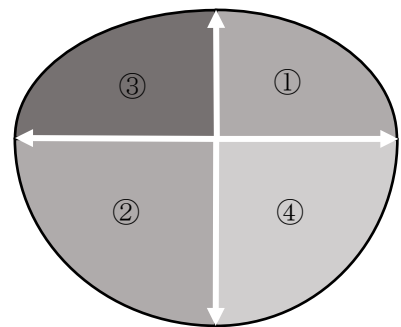
1, 600 本/ha 植栽地

写真－1 試験地上空写真（オルソ化）

#### 4 方法

##### (1) 調査方法

2, 000 本/ha 植栽地及び植栽本数別低密度植栽試験地共に、樹高、胸高直径、根元径、樹冠面積の 4 項目について調査しました。樹高は、地際に箱尺を立て目視で測定、胸高直径及び根元径は、基本的にデジタルノギスで測定し、ノギスの測定限界幅（152mm）以上の対象木のみ直径巻尺で測定しました。樹冠面積は、コンベックスで等高線方向 2 か所及び斜面方向 2 か所の枝張り長を測定し、4 方向の枝張り長を基に算出しました。算出方法としては、隣接した 2 方向の枝張り長から扇形の面積をそれぞれ 4 つ算出し、その合計から各植栽木の樹冠面積を決定しました（図－3 参照）。調査本数は、2, 000 本/ha 植栽地では、各調査対象林小班の植栽間隔が均一で標準的な箇所 30 本以上調査しました。試験地では各植栽密度区の植栽本数の 5 % 以上を標準的な箇所 30 本以上で調査しました。そのため、1, 100 本/ha 区は 21 本、1, 600 本/ha 区は 31 本、2, 500 本/ha 区は 40 本、各調査を行いました。



図－3 樹冠面積算出図

調査時期は、樹木の夏期成長を考慮し、2,000本/ha植栽地、試験地ともに9月上旬から10月中旬に実施しました。

(2) うっ閉期間の予測方法

本発表では、樹冠疎密度が0.8に達した状態をうっ閉と定義しました。予測するに当たって、7年生から12年生の樹冠面積の平均結果をグラフ化し、成長曲線を作成しました。成長曲線は、線形近似と累乗近似、指数近似を比較し、R2乗値の一番高い近似曲線を採用することにしました。その後、植栽密度毎にうっ閉に必要な一本当たりの樹冠面積を算出し、その面積に到達する期間を、作成した成長曲線から予測しました。

5 結果

(1) 調査結果 (2,000本/ha植栽地)

林齢別の調査結果については図-4～7のとおりです。

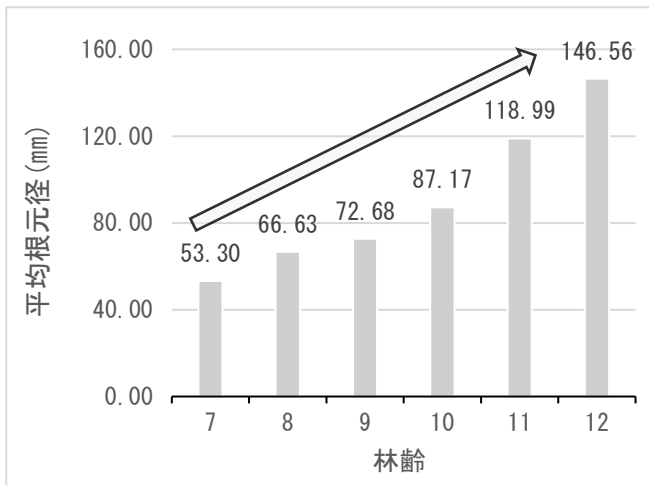


図-4 平均根元径

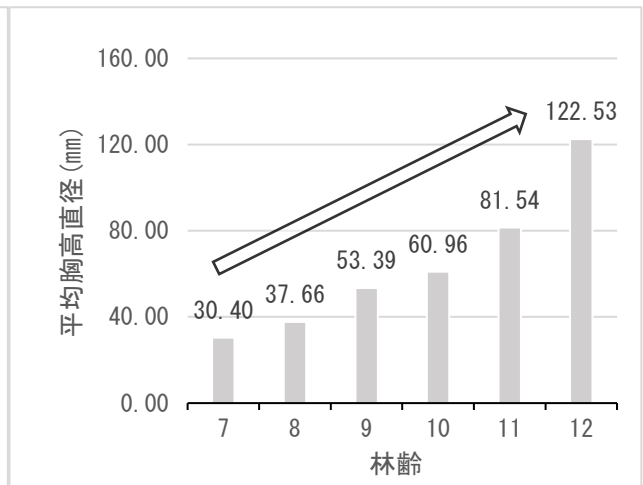


図-5 平均胸高直径

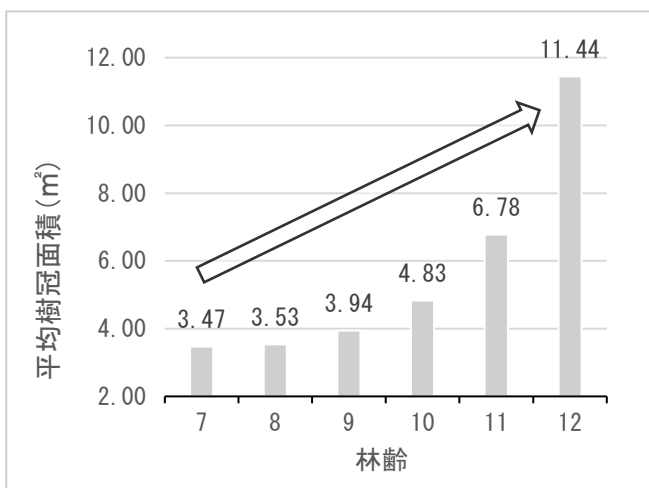


図-6 平均樹高

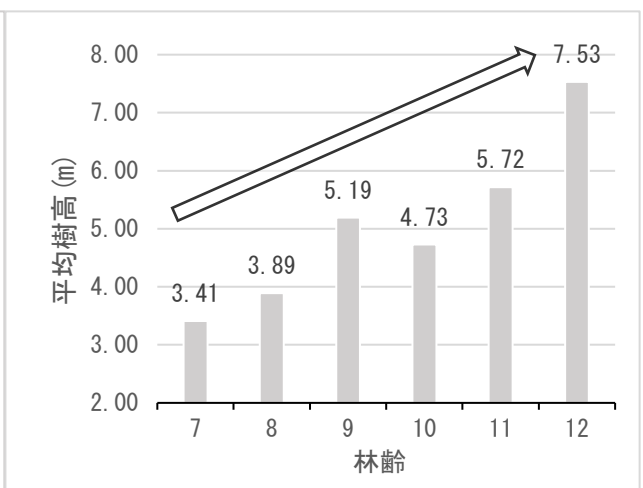


図-7 平均樹冠面積

グラフからわかるとおり、どの調査結果においても林齢の増加とともに順調に成長していることがわかりました。

(2) 調査結果（植栽本数別低密度植栽試験地）

低密度試験地の調査結果については、2,000本/ha植栽地の生育状況との比較を行いました。（図-8～11）

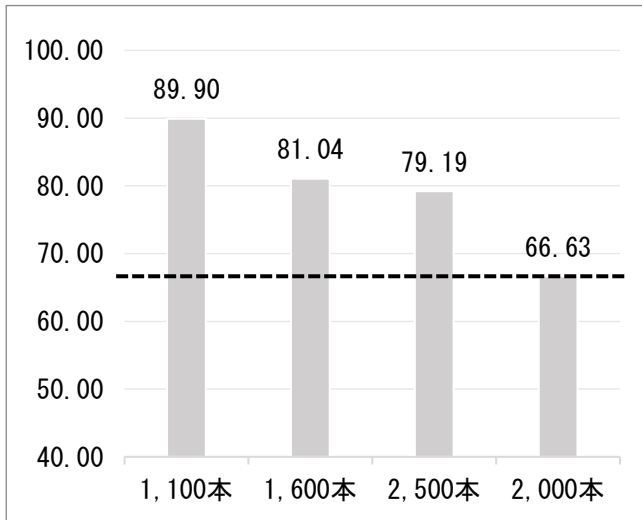


図-8 平均根元径 (mm)

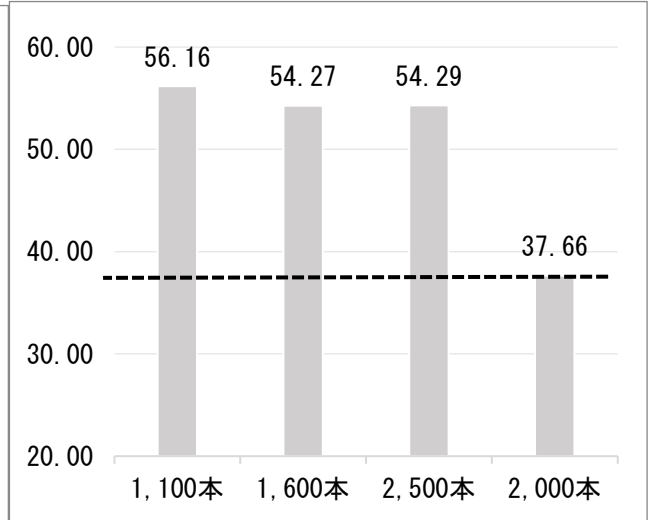


図-9 平均胸高直径 (mm)

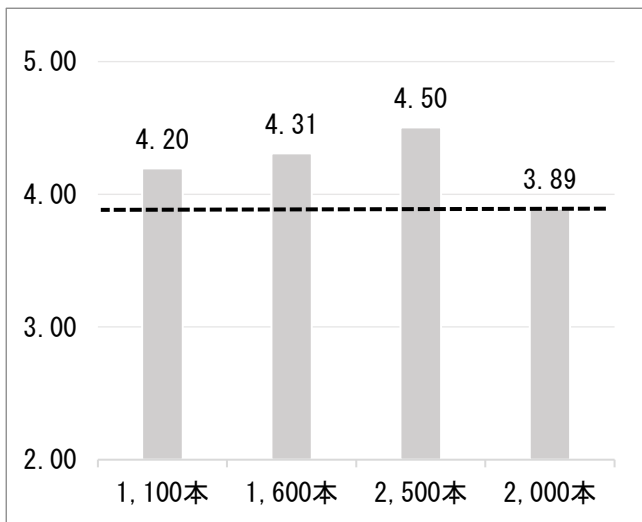


図-10 平均樹高 (m)

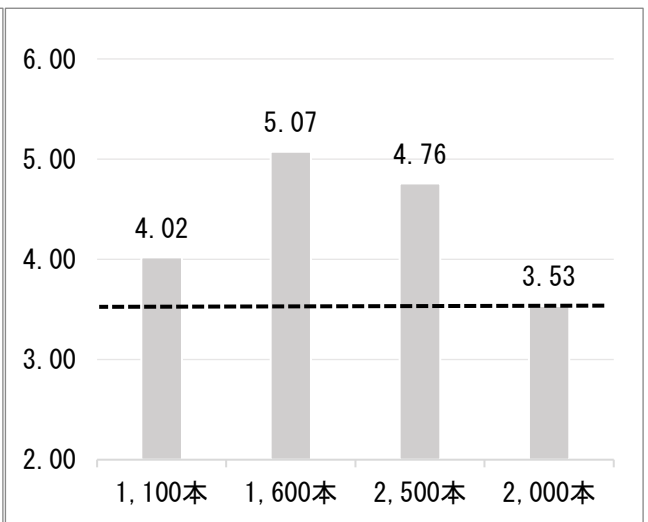


図-11 平均樹冠面積 (m<sup>2</sup>)

一番右のグラフが、今回調査した8年生の2,000本/ha植栽地（赤滝526ほ林小班）の調査結果です。低密度植栽地は全般的に、2,000本/ha植栽地よりも良好に生育していることがわかりました。

(3) うっ閉期間予測結果

予測は、指数近似を用いて行いました。作成した成長近似曲線及びうっ閉期間予測表は図-13、表-3のとおりです。予測の結果、植栽密度毎のうっ閉期間は、1,100本/ha植栽地では11年0か月、1,600本/ha植栽地では9年5か月、2,000本/ha植栽地では8年5か月、2,500本/ha植栽地で

は7年6か月、それぞれ必要であることが分かりました。1,600本/ha植栽地においては2,000本/ha植栽地と比較して、うっ閉に達するまでに1年程度の遅れがありますが、概ね同程度の期間であることが分かりました。

以上のことから、初期段階において、1,600本/ha植栽では2,000本/ha植栽と同様に健全な森林育成が可能ではないかと考えます。

表-3 うっ閉期間予測表

| 植栽密度      | 一本あたりに必要な樹冠面積       | うっ閉期間予測結果 |
|-----------|---------------------|-----------|
| 1,100本/ha | 7.273m <sup>2</sup> | 11年0か月    |
| 1,600本/ha | 5.000m <sup>2</sup> | 9年5か月     |
| 2,000本/ha | 4.000m <sup>2</sup> | 8年5か月     |
| 2,500本/ha | 3.200m <sup>2</sup> | 7年6か月     |

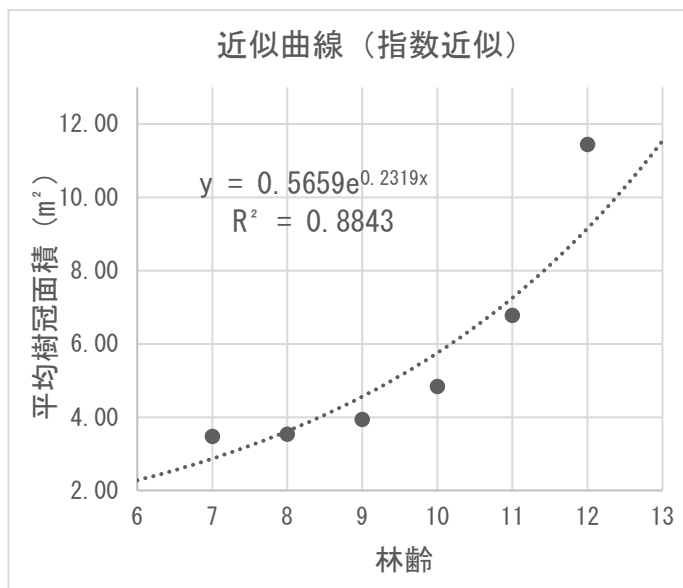


図-12 平均樹冠面積の成長曲線（指数近似）

## 6 考察

### (1) 植栽経費（植栽労務費、苗木代）の比較

植付功程等の条件を固定し、1,600本/ha植栽と2,000本/ha植栽の植栽に係る経費を積算し、比較しました。その結果、1,600本/ha植栽は2,000本/ha植栽と比較して、約2割の経費削減が可能と考えられます。

### (2) 間伐工程の予測

間伐工程の予測については、林分密度管理図を用いて行いました。予測条件として1回目の間伐を保育間伐（存置型）として、Ryは0.7から下げ幅0.1にしました。2回目以降の間伐を保育間伐（活用型）として、Ryは0.75から下げ幅0.15にしました。そして、主伐期における立木本数が700~900本程度になるようにシミュレーションしました（図-14参照、右から3,000本/ha植栽、2,000本/ha植栽、1,600本/ha植栽）。工程予測の結果、間伐回数は3,000本/ha植栽は3回、2,000本/ha植栽は2回、1,600本/ha植栽は1回となり、1,600本/ha植栽は、2,000本/ha植栽と比較して1回間伐回数が削減できる予測となりました。

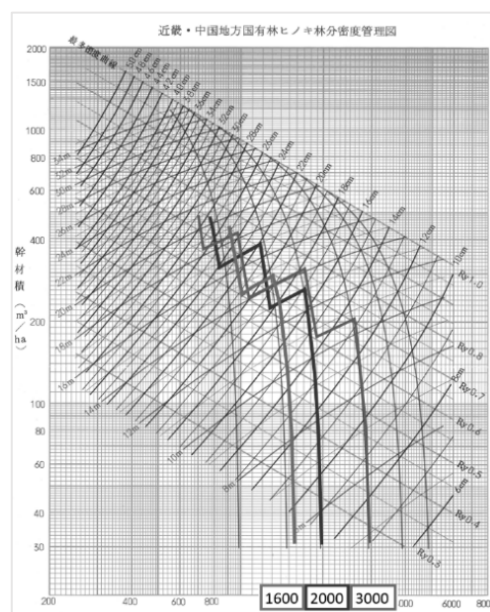


図-13 林分密度管理図

## 7 まとめ

今回の調査結果から地位 2 等地の並材生産を行うヒノキ林に関しては、1,600 本/ha 植栽であっても 2,000 本/ha 植栽と同様に健全な森林育成ができる可能性が示されました。また、1,600 本/ha 植栽は植栽経費や間伐経費の軽減が期待できることから、更なる低コスト造林により、主伐後の確実な再造林に寄与できる可能性があると考えます。

## 参考文献

- 1) 植栽本数の違いによる成林状況の一考察：岩田幸治、村上隆史、P26～32、
- 2) スギ・ヒノキ・カラマツにおける低密度植栽のための技術指針、(令和 3 年度改訂版)、林野庁
- 3) 資料 6、再造林の推進、令和 2 年 10 月、林野庁
- 4) 令和 2 年度 低密度植栽技術追跡調査に関する委託事業報告書、令和 3 (2021) 年 2 月、林野庁