

人工林管理のための密度管理の方法

(相対幹距比早見表を使った保残木マーク法による森林管理)



特定非営利活動法人 杉の杜学舎

代表 鈴木 章

森づくりを通じて地域に貢献する

杉の杜 学舎
SOMA NO MORI GAKUSYA

保残木マーク法 モデル林（岐阜県美濃市）



保残木マーク法による 森林管理

保残木マーク法

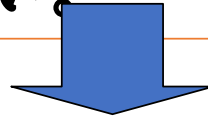
昭和52年(1977年)、**島崎洋路氏**(元信州大学教授)によって創案され、長野県根羽村で、手遅れている間伐の推進と間伐材の有効利用をはかるため、スギの大径材生産のために創案された間伐法

目標とする林型に達した時に残したい木(保残木)を予めマークする。マークした木の成長に支障を及ぼすおそれのある隣接木を優先して数回に分けて間伐を行う。その他の立木は保残木の成長に影響することが少ないので、副林木として適宜保残しても良い。切り捨て間伐の場合は第一次間伐によって応急の目的は果たされる。利用間伐の場合は、支障木の他にマーク外の良質木も加えて、伐出経費の補てんを図れる利点がある。



保残木マーク法による間伐の特徴

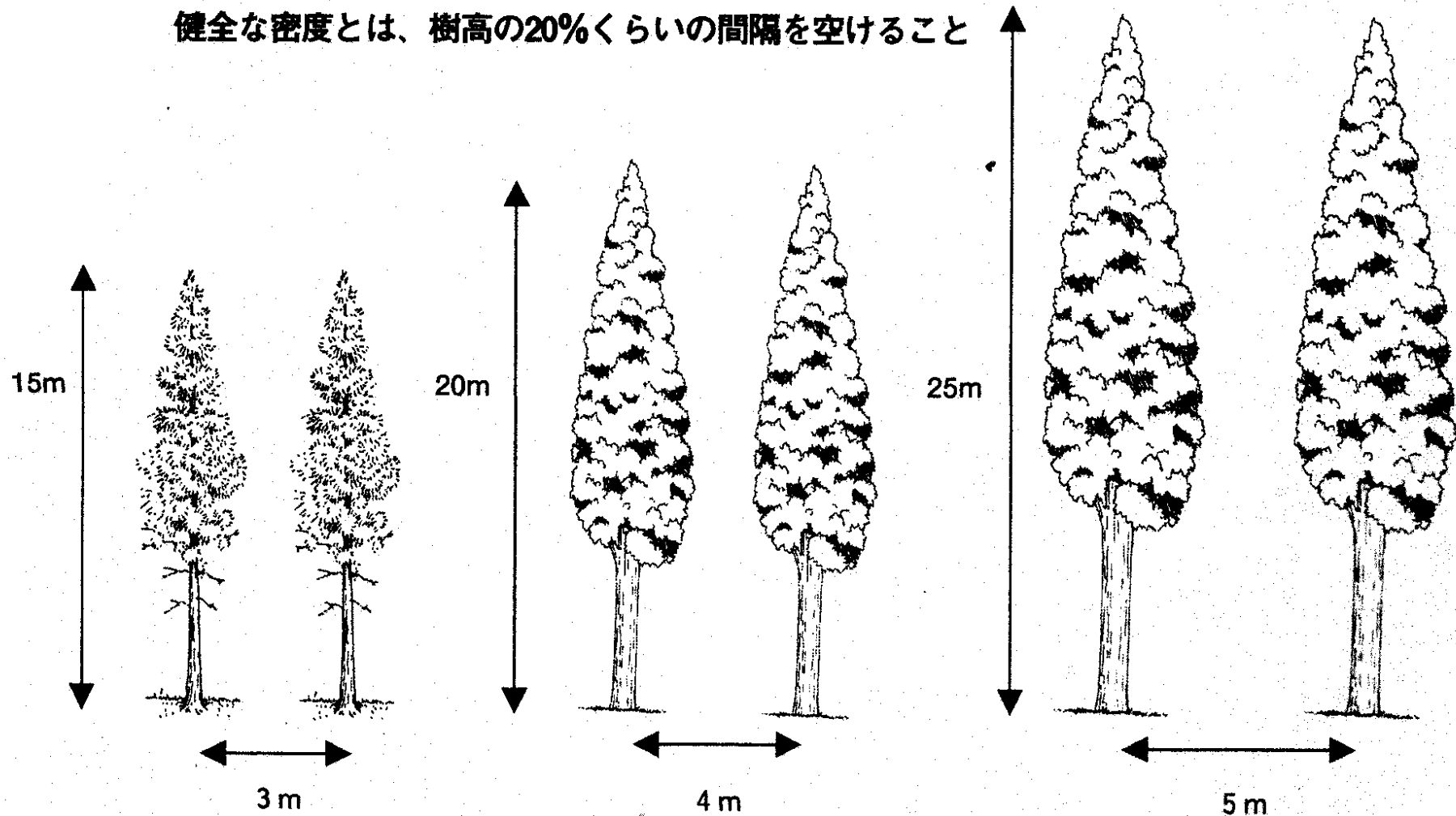
- ①林分の疎密度や樹種に関係なく実行できる。
- ②林分の仕立て目標が明確にできる。
- ③保残木の成長を阻害する隣接木が確実に除去される。
- ④間伐木の選定が容易である。
- ⑤市場性の高い間伐材が得やすい。



保残木マーク法は、
高齢級過密林分の再生に応用できると考えている。

健全な密度の目安は、高さの20%

健全な密度とは、樹高の20%くらいの間隔を空けること



【密度管理の基準】：相対幹距比（Sr）を用いる。

相対幹距比(Sr)： 木と木の間隔(平均樹幹距離)が樹高の何%
に相当するかを表す指標

$$\begin{aligned}\text{相対幹距比 (S r)} &= \frac{\text{平均樹幹距離}}{\text{平均上層樹高}} \times 100 \\ &= \frac{\sqrt{\frac{10000}{\text{ha 当り本数}}}}{\text{平均上層樹高}} \times 100\end{aligned}$$

※「ha当たりの本数」と「樹高」を測定することで計算できる。

<判定基準>

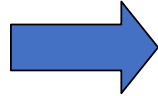
●スギ	Sr<14：超過密	14≤Sr<18：過密	18≤Sr≤20：適正	20<Sr：疎
●ヒノキ	Sr<14：超過密	14≤Sr<17：過密	17≤Sr≤19：適正	19<Sr：疎

※健全な密度とは、樹高の20%くらいの間隔を空けること

誰でもできる保残木マーク法による間伐の手順

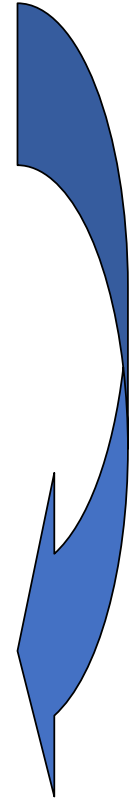
- 樹高を調べる
- 本数を調べる

(標準地調査)



混み具合を判定する。
(木と木の間隔が樹高の何%空いているか。)

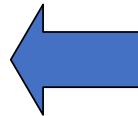
(相対幹距比 S_r)



安全かつ適切に間伐木を伐る。

(間伐作業)

安全な伐木。間伐材の利用



目標とする林型を定め、最終的に残す木（保残木）の本数を決めることで、間伐本数、回数などの施業方針を立てる。

(目標林型) 保残木マーク法

手順① 現況調査

プロット調査により、本数（本/ha）、樹高（m）を測定する。

※参考データとして、胸高直径等も測定する（形状比の判定）。

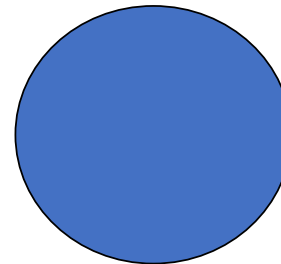
方形プロット



$$10\text{m} \times 10\text{m} = 100\text{m}^2$$

$$20\text{m} \times 20\text{m} = 400\text{m}^2$$

円形プロット



$$\text{半径}4\text{mの円} = 50\text{m}^2$$

$$\text{半径}5.65\text{mの円} = 100\text{m}^2$$

プロットの面積（個数）

（樹高×樹高）の面積を取るのが望ましい。

例）樹高20mの木ならば、400m²（20m×20m）のプロット面積を取る。

⇒20m×20mの方形プロット 1箇所（10m×10mの方形プロット 4箇所）

⇒半径5.65mの円形プロット 4箇所

手順② 相対幹距比（S r）の計算

$$\begin{aligned}\text{相対幹距比（S r）} &= \frac{\text{平均樹幹距離}}{\text{平均上層樹高}} \times 100 \\ &= \frac{\sqrt{\frac{10000}{\text{ha 当り本数}}}}{\text{平均上層樹高}} \times 100\end{aligned}$$

●計算例（保残木マーク法モデル林）

~~H：平均上層樹高 = 24.3m N：ha当たり本数 = 1813本~~
~~/ha~~

相対幹距比（S r） = 9.6648 ÷ 9.7 （超過密な状態）

<判定基準>

●スギ	Sr < 14 : 超過密	14 ≤ Sr < 18 : 過密	18 ≤ Sr ≤ 20 : 適正	20 < Sr : 疎
●ヒノキ	Sr < 14 : 超過密	14 ≤ Sr < 17 : 過密	17 ≤ Sr ≤ 19 : 適正	19 < Sr : 疎

相対幹距比早見表を使えば・・・

Sr(相対幹距比) 早見表

NPO法人 杉の杜学舎(島崎山造り塾)

ha当り本数 (本/ha)	樹幹距離 (m)	上層樹高(m)																						
		12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
3000	1.8	15.2	14.0	13.0	12.2	11.4	10.7	10.1	9.6	9.1	8.7	8.3	7.9	7.6	7.3	7.0	6.8	6.5	6.3	6.1	5.9	5.7	5.5	5.4
2900	1.9	15.5	14.3	13.3	12.4	11.6	10.9	10.3	9.8	9.3	8.8	8.4	8.1	7.7	7.4	7.1	6.9	6.6	6.4	6.2	6.0	5.8	5.6	5.5
2800	1.9	15.7	14.5	13.5	12.6	11.8	11.1	10.5	9.9	9.4	9.0	8.6	8.2	7.9	7.6	7.3	7.0	6.7	6.5	6.3	6.1	5.9	5.7	5.6
2700	1.9	16.0	14.8	13.7	12.8	12.0	11.3	10.7	10.1	9.6	9.2	8.7	8.4	8.0	7.7	7.4	7.1	6.9	6.6	6.4	6.2	6.0	5.8	5.7
2600	2.0	16.3	15.1	14.0	13.1	12.3	11.5	10.9	10.3	9.8	9.3	8.9	8.5	8.2	7.8	7.5	7.3	7.0	6.8	6.5	6.3	6.1	5.9	5.8
2500	2.0	16.7	15.4	14.3	13.3	12.5	11.8	11.1	10.5	10.0	9.5	9.1	8.7	8.3	8.0	7.7	7.4	7.1	6.9	6.7	6.5	6.3	6.1	5.9
2400	2.0	17.0	15.7	14.6	13.6	12.8	12.0	11.3	10.7	10.2	9.7	9.3	8.9	8.5	8.2	7.9	7.6	7.3	7.0	6.8	6.6	6.4	6.2	6.0
2300	2.1	17.4	16.0	14.9	13.9	13.0	12.3	11.6	11.0	10.4	9.9	9.5	9.1	8.7	8.3	8.0	7.7	7.4	7.2	7.0	6.7	6.5	6.3	6.1
2200	2.1	17.8	16.4	15.2	14.2	13.3	12.5	11.8	11.2	10.7	10.2	9.7	9.3	8.9	8.5	8.2	7.9	7.6	7.4	7.1	6.9	6.7	6.5	6.3
2100	2.2	18.2	16.8	15.6	14.5	13.6	12.8	12.1	11.5	10.9	10.4	9.9	9.5	9.1	8.7	8.4	8.1	7.8	7.5	7.3	7.0	6.8	6.6	6.4
2000	2.2	18.6	17.2	16.0	14.9	14.0	13.2	12.4	11.8	11.2	10.6	10.2	9.7	9.3	8.9	8.6	8.3	8.0	7.7	7.5	7.2	7.0	6.8	6.6
1900	2.3	19.1	17.6	16.4	15.3	14.3	13.5	12.7	12.1	11.5	10.9	10.4	10.0	9.5	9.2	8.8	8.5	8.2	7.9	7.6	7.4	7.2	7.0	6.7
1800	2.4	19.6	18.1	16.8	15.7	14.7	13.9	13.1	12.4	11.8	11.2	10.7	10.2	9.8	9.4	9.1	8.7	8.4	8.1	7.9	7.6	7.4	7.1	6.9
1700	2.4	20.2	18.7	17.3	16.2	15.2	14.3	13.5	12.8	12.1	11.5	11.0	10.5	10.1	9.7	9.3	9.0	8.7	8.4	8.1	7.8	7.6	7.3	7.1
1600	2.5	20.8	19.2	17.9	16.7	15.6	14.7	13.9	13.2	12.5	11.9	11.4	10.9	10.4	10.0	9.6	9.3	8.9	8.6	8.3	8.1	7.8	7.6	7.4
1500	2.6	21.5	19.9	18.4	17.2	16.1	15.2	14.3	13.6	12.9	12.3	11.7	11.2	10.8	10.3	9.9	9.6	9.2	8.9	8.6	8.3	8.1	7.8	7.6
1400	2.7	22.3	20.6	19.1	17.8	16.7	15.7	14.8	14.1	13.4	12.7	12.1	11.6	11.1	10.7	10.3	9.9	9.5	9.2	8.9	8.6	8.4	8.1	7.9
1300	2.8	23.1	21.3	19.8	18.5	17.3	16.3	15.4	14.6	13.9	13.2	12.6	12.1	11.6	11.1	10.7	10.3	9.9	9.6	9.2	8.9	8.7	8.4	8.2
1200	2.9	24.1	22.2	20.6	19.2	18.0	17.0	16.0	15.2	14.4	13.7	13.1	12.6	12.0	11.5	11.1	10.7	10.3	10.0	9.6	9.3	9.0	8.7	8.5
1100	3.0	25.1	23.2	21.5	20.1	18.8	17.7	16.8	15.9	15.1	14.4	13.7	13.1	12.6	12.1	11.6	11.2	10.8	10.4	10.1	9.7	9.4	9.1	8.9
1000	3.2	26.4	24.3	22.6	21.1	19.8	18.6	17.6	16.6	15.8	15.1	14.4	13.7	13.2	12.6	12.2	11.7	11.3	10.9	10.5	10.2	9.9	9.6	9.3
900	3.3	27.8	25.6	23.8	22.2	20.8	19.6	18.5	17.5	16.7	15.9	15.2	14.5	13.9	13.3	12.8	12.3	11.9	11.5	11.1	10.8	10.4	10.1	9.8
800	3.5	29.5	27.2	25.3	23.6	22.1	20.8	19.6	18.6	17.7	16.8	16.1	15.4	14.7	14.1	13.6	13.1	12.6	12.2	11.8	11.4	11.0	10.7	10.4
700	3.8	31.5	29.1	27.0	25.2	23.6	22.2	21.0	19.9	18.9	18.0	17.2	16.4	15.7	15.1	14.5	14.0	13.5	13.0	12.6	12.2	11.8	11.5	11.1
600	4.1	34.0	31.4	29.2	27.2	25.5	24.0	22.7	21.5	20.4	19.4	18.6	17.7	17.0	16.3	15.7	15.1	14.6	14.1	13.6	13.2	12.8	12.4	12.0
500	4.5	37.3	34.4	31.9	29.8	28.0	26.3	24.8	23.5	22.4	21.3	20.3	19.4	18.6	17.9	17.2	16.6	16.0	15.4	14.9	14.4	14.0	13.6	13.2
400	5.0	41.7	38.5	35.7	33.3	31.3	29.4	27.8	26.3	25.0	23.8	22.7	21.7	20.8	20.0	19.2	18.5	17.9	17.2	16.7	16.1	15.6	15.2	14.7
300	5.8	48.1	44.4	41.2	38.5	36.1	34.0	32.1	30.4	28.9	27.5	26.2	25.1	24.1	23.1	22.2	21.4	20.6	19.9	19.2	18.6	18.0	17.5	17.0
200	7.1	58.9	54.4	50.5	47.1	44.2	41.6	39.3	37.2	35.4	33.7	32.1	30.7	29.5	28.3	27.2	26.2	25.3	24.4	23.6	22.8	22.1	21.4	20.8
100	10.0	83.3	76.9	71.4	66.7	62.5	58.8	55.6	52.6	50.0	47.6	45.5	43.5	41.7	40.0	38.5	37.0	35.7	34.5	33.3	32.3	31.3	30.3	29.4

スギ

●適正相対幹距比(Sr):18~20

●80年生時の推定樹高(平均):30m前後

●80年生時の適正本数(平均):300本/ha(樹幹距離:5.8m)

ヒノキ

●適正相対幹距比(Sr):17~19

●80年生時の推定樹高(平均):24m前後

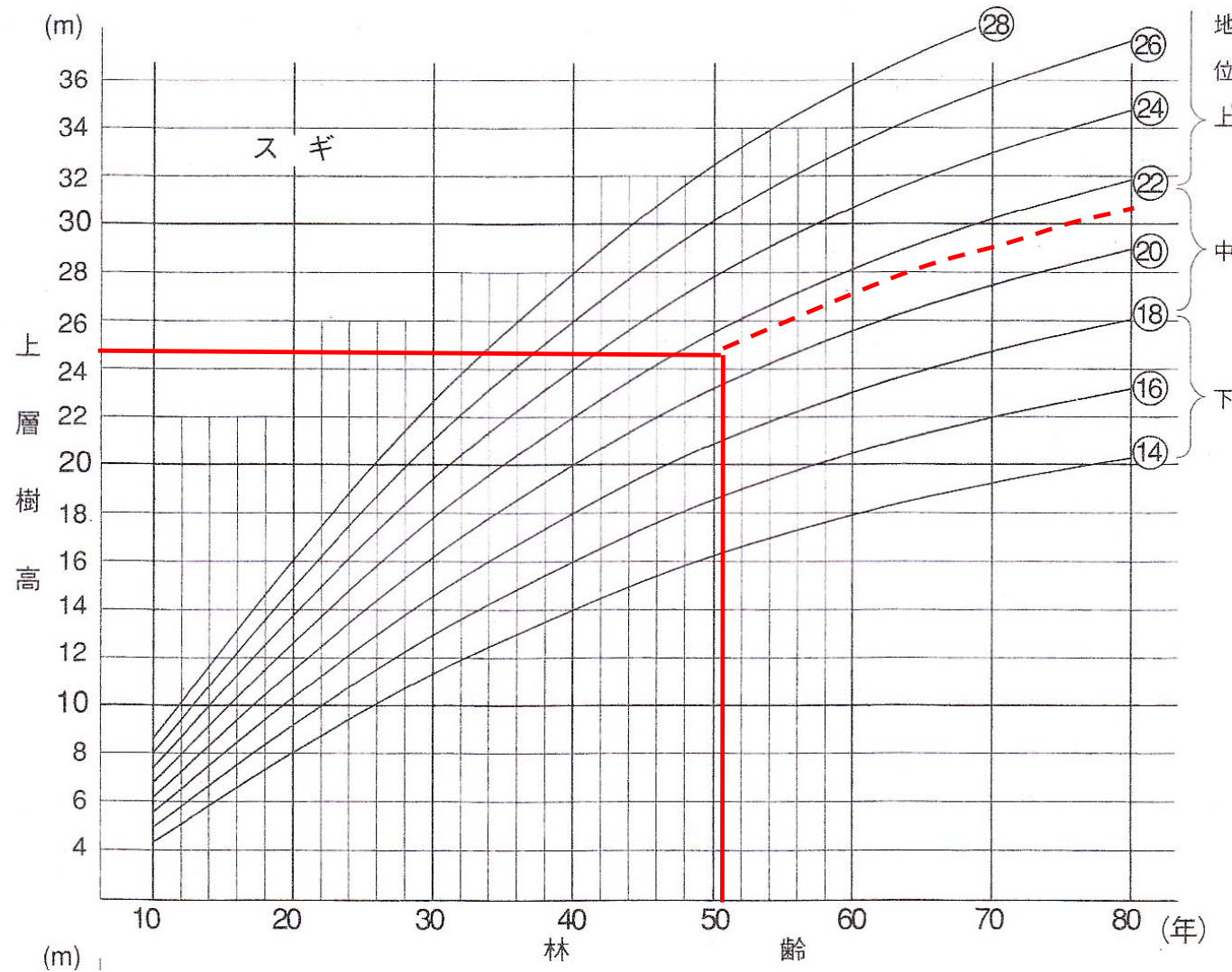
●80年生時の適正本数(平均):500~600本/ha(樹幹距離4.1~4.5m)

手順③ 将来の推定樹高を予測する

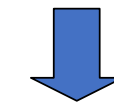
●事例（保残木マーク法モデル林）

林齢 = 51年生 平均上層樹高 = 24.36m

相対幹距比早見表の裏側にあります。



80年生時の推定樹高



約31m

手順④ 将来の仕立て本数を決定する。

$$(S_r) = \frac{\sqrt{\frac{10000}{\text{ha 当り本数}}}}{\text{平均上層樹高}} \times 100 \quad \rightarrow$$

$$N = 10000^2 / S_r^2 \cdot H^2$$

N : 仕立て本数 (本/ha)

S_r : 適正指定値

H : 予測樹高 (m)

●事例 (保残木マーク法モデル林)

適正S_r = 20 予測樹高 (H) = 31
m

$$\begin{aligned} N &= 10000^2 \div 20^2 \div 31^2 \\ &= 100000000 \div 400 \div 961 \\ &= 260 \text{ (本)} \end{aligned}$$

※相対幹距比早見表を用いてもよい。

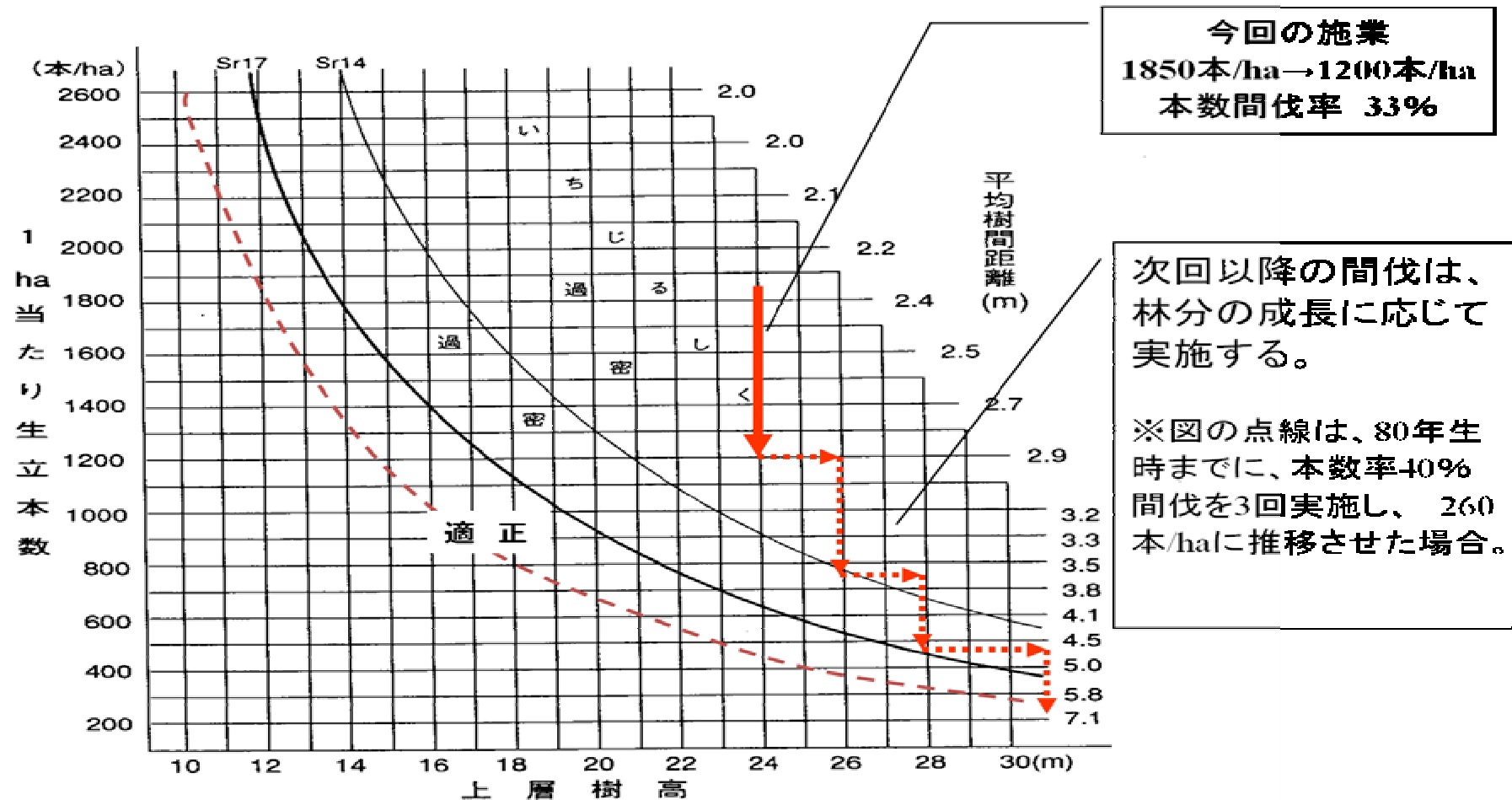
NPO法人 柚の塾学舎(島崎山造り塾)

Sr(相対幹距比) 早見表		NPO法人 杉の会 土学舎(島崎山造り塾)																						
ha当り本数 (本/ha)	樹幹距離 (m)	上層樹高(m)																						
		12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
3000	1.8	15.2	14.0	13.0	12.2	11.4	10.7	10.1	9.6	9.1	8.7	8.3	7.9	7.6	7.3	7.0	6.8	6.5	6.3	6.1	5.9	5.7	5.5	5.4
2900	1.9	15.5	14.3	13.3	12.4	11.6	10.9	10.3	9.8	9.3	8.8	8.4	8.1	7.7	7.4	7.1	6.9	6.6	6.4	6.2	6.0	5.8	5.6	5.5
2800	1.9	15.7	14.5	13.5	12.6	11.8	11.1	10.5	9.9	9.4	9.0	8.6	8.2	7.9	7.6	7.3	7.0	6.7	6.5	6.3	6.1	5.9	5.7	5.6
2700	1.9	16.0	14.8	13.7	12.8	12.0	11.3	10.7	10.1	9.6	9.2	8.7	8.4	8.0	7.7	7.4	7.1	6.9	6.6	6.4	6.2	6.0	5.8	5.7
2600	2.0	16.3	15.1	14.0	13.1	12.3	11.5	10.9	10.3	9.8	9.3	8.9	8.5	8.2	7.8	7.5	7.3	7.0	6.8	6.5	6.3	6.1	5.9	5.8
2500	2.0	16.7	15.4	14.3	13.3	12.5	11.8	11.1	10.5	10.0	9.5	9.1	8.7	8.3	8.0	7.7	7.4	7.1	6.9	6.7	6.5	6.3	6.1	5.9
2400	2.0	17.0	15.7	14.6	13.6	12.8	12.0	11.3	10.7	10.2	9.7	9.3	8.9	8.5	8.2	7.9	7.6	7.3	7.0	6.8	6.6	6.4	6.2	6.0
2300	2.1	17.4	16.0	14.9	13.9	13.0	12.3	11.6	11.0	10.4	9.9	9.5	9.1	8.7	8.3	8.0	7.7	7.4	7.2	7.0	6.7	6.5	6.3	6.1
2200	2.1	17.8	16.4	15.2	14.2	13.3	12.5	11.8	11.2	10.7	10.2	9.7	9.3	8.9	8.5	8.2	7.9	7.6	7.4	7.1	6.9	6.7	6.5	6.3
2100	2.2	18.2	16.8	15.6	14.5	13.6	12.8	12.1	11.5	10.9	10.4	9.9	9.5	9.1	8.7	8.4	8.1	7.8	7.5	7.3	7.0	6.8	6.6	6.4
2000	2.2	18.6	17.2	16.0	14.9	14.0	13.2	12.4	11.8	11.2	10.6	10.2	9.7	9.3	8.9	8.6	8.3	8.0	7.7	7.5	7.2	7.0	6.8	6.6
1900	2.3	19.1	17.6	16.4	15.3	14.3	13.5	12.7	12.1	11.5	10.9	10.4	10.0	9.6	9.2	8.8	8.5	8.2	7.9	7.6	7.4	7.2	7.0	6.7
1800	2.4	19.6	18.1	16.8	15.7	14.7	13.9	13.1	12.4	11.8	11.2	10.7	10.2	9.8	9.4	9.1	8.7	8.4	8.1	7.9	7.6	7.4	7.1	6.9
1700	2.4	20.2	18.7	17.3	16.2	15.2	14.3	13.5	12.8	12.1	11.5	11.0	10.5	10.1	9.7	9.3	9.0	8.7	8.4	8.1	7.8	7.6	7.3	7.1
1600	2.5	20.8	19.2	17.9	16.7	15.6	14.7	13.9	13.2	12.5	11.9	11.4	10.9	10.4	10.0	9.6	9.3	8.9	8.6	8.3	8.1	7.8	7.6	7.4
1500	2.6	21.5	19.9	18.4	17.2	16.1	15.2	14.3	13.6	12.9	12.3	11.7	11.2	10.8	10.3	9.9	9.6	9.2	8.9	8.6	8.3	8.1	7.8	7.6
1400	2.7	22.3	20.6	19.1	17.8	16.7	15.7	14.8	14.1	13.4	12.7	12.1	11.6	11.1	10.7	10.3	9.9	9.5	9.2	8.9	8.6	8.4	8.1	7.9
1300	2.8	23.1	21.3	19.8	18.5	17.3	16.3	15.4	14.6	13.9	13.2	12.6	12.1	11.6	11.1	10.7	10.3	9.9	9.6	9.2	8.9	8.7	8.4	8.2
1200	2.9	24.1	22.2	20.6	19.2	18.0	17.0	16.0	15.2	14.4	13.7	13.1	12.6	12.0	11.5	11.1	10.7	10.3	10.0	9.6	9.3	9.0	8.7	8.5
1100	3.0	25.1	23.2	21.5	20.1	18.8	17.7	16.8	15.9	15.1	14.4	13.7	13.1	12.6	12.1	11.6	11.2	10.8	10.4	10.1	9.7	9.4	9.1	8.9
1000	3.2	26.4	24.3	22.6	21.1	19.8	18.6	17.6	16.6	15.8	15.1	14.4	13.7	13.2	12.6	12.2	11.7	11.3	10.9	10.5	10.2	9.9	9.6	9.3
900	3.3	27.8	25.6	23.8	22.2	20.8	19.6	18.5	17.5	16.7	15.9	15.2	14.5	13.9	13.3	12.8	12.3	11.9	11.5	11.1	10.8	10.4	10.1	9.8
800	3.5	29.5	27.2	25.3	23.6	22.1	20.8	19.6	18.6	17.7	16.8	16.1	15.4	14.7	14.1	13.6	13.1	12.6	12.2	11.8	11.4	11.0	10.7	10.4
700	3.8	31.5	29.1	27.0	25.2	23.6	22.2	21.0	19.9	18.9	18.0	17.2	16.4	15.7	15.1	14.5	14.0	13.5	13.0	12.6	12.2	11.8	11.5	11.1
600	4.1	34.0	31.4	29.2	27.2	25.5	24.0	22.7	21.5	20.4	19.4	18.6	17.7	17.0	16.3	15.7	15.1	14.6	14.1	13.6	13.2	12.8	12.4	12.0
500	4.5	37.3	34.4	31.9	29.8	28.0	26.3	24.8	23.5	22.4	21.3	20.3	19.4	18.6	17.9	17.2	16.6	16.0	15.4	14.9	14.4	14.0	13.6	13.2
400	5.0	41.7	38.5	35.7	33.3	31.3	29.4	27.8	26.3	25.0	23.8	22.7	21.7	20.8	20.0	19.2	18.5	17.9	17.2	16.7	16.1	15.6	15.2	14.7
300	5.8	48.1	44.4	41.2	38.5	36.1	34.0	32.1	30.4	28.9	27.5	26.2	25.1	24.1	23.1	22.2	21.4	20.6	19.9	19.2	18.6	18.0	17.5	17.0
200	7.1	58.9	54.4	50.5	47.1	44.2	41.6	39.3	37.2	35.4	33.7	32.1	30.7	29.5	28.3	27.2	26.2	25.3	24.4	23.6	22.8	22.1	21.4	20.8
100	10.0	83.3	76.9	71.4	66.7	62.5	58.8	55.6	52.6	50.0	47.6	45.5	43.5	41.7	40.0	38.5	37.0	35.7	34.5	33.3	32.3	31.3	30.3	29.4
スギ		●適正相対幹距比(Sr):18~20						●80年生時の推定樹高(平均):30m前後						●80年生時の適正本数(平均):300本/ha(樹幹距離:5.8m)										
ヒノキ		●適正相対幹距比(Sr):17~19						●80年生時の推定樹高(平均):24m前後						●80年生時の適正本数(平均):500~600本/ha(樹幹距離4.1~4.5m)										

手順⑤ 間伐計画を立てる。

現在の林況を目標値に誘導するための間伐計画を立てる。

●事例（保残木マーク法モデル林）



付図2-1 林分密度判定図 (スギ・ヒノキ)

2011年

2016年～

2026年～

2040年～

Sr(相対幹距比) 早見表

NPO法人 杉の杜学舎(島崎山造り塾)

ha当り本数 (本/ha)	樹幹距離 (m)	上層樹高(m)																						
		12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
3000	1.8	15.2	14.0	13.0	12.2	11.4	10.7	10.1	9.6	9.1	8.7	8.3	7.9	7.6	7.3	7.0	6.8	6.5	6.3	6.1	5.9	5.7	5.5	5.4
2900	1.9	15.5	14.3	13.3	12.4	11.6	10.9	10.3	9.8	9.3	8.8	8.4	8.1	7.7	7.4	7.1	6.9	6.6	6.4	6.2	6.0	5.8	5.6	5.5
2800	1.9	15.7	14.5	13.5	12.6	11.8	11.1	10.5	9.9	9.4	9.0	8.6	8.2	7.9	7.6	7.3	7.0	6.7	6.5	6.3	6.1	5.9	5.7	5.6
2700	1.9	16.0	14.8	13.7	12.8	12.0	11.3	10.7	10.1	9.6	9.2	8.7	8.4	8.0	7.7	7.4	7.1	6.9	6.6	6.4	6.2	6.0	5.8	5.7
2600	2.0	16.3	15.1	14.0	13.1	12.3	11.5	10.9	10.3	9.8	9.3	8.9	8.5	8.2	7.8	7.5	7.3	7.0	6.8	6.5	6.3	6.1	5.9	5.8
2500	2.0	16.7	15.4	14.3	13.3	12.5	11.8	11.1	10.5	10.0	9.5	9.1	8.7	8.3	8.0	7.7	7.4	7.1	6.9	6.7	6.5	6.3	6.1	5.9
2400	2.0	17.0	15.7	14.6	13.6	12.8	12.0	11.3	10.7	10.2	9.7	9.3	8.9	8.5	8.2	7.9	7.6	7.3	7.0	6.8	6.6	6.4	6.2	6.0
2300	2.1	17.4	16.0	14.9	13.9	13.0	12.3	11.6	11.0	10.4	9.9	9.5	9.1	8.7	8.3	8.0	7.7	7.4	7.2	7.0	6.7	6.5	6.3	6.1
2200	2.1	17.8	16.4	15.2	14.2	13.3	12.5	11.8	11.2	10.7	10.2	9.7	9.3	8.9	8.5	8.2	7.9	7.6	7.4	7.1	6.9	6.7	6.5	6.3
2100	2.2	18.2	16.8	15.6	14.5	13.6	12.8	12.1	11.5	10.9	10.4	9.9	9.5	9.1	8.7	8.4	8.1	7.8	7.5	7.3	7.0	6.8	6.6	6.4
2000	2.2	18.6	17.2	16.0	14.9	14.0	13.2	12.4	11.8	11.2	10.6	10.2	9.7	9.3	8.9	8.6	8.3	8.0	7.7	7.5	7.2	7.0	6.8	6.6
1900	2.3	19.1	17.6	16.4	15.3	14.3	13.5	12.7	12.1	11.5	10.9	10.4	10.0	9.6	9.2	8.8	8.5	8.2	7.9	7.6	7.4	7.2	7.0	6.7
1800	2.4	19.6	18.1	16.8	15.7	14.7	13.9	13.1	12.4	11.8	11.2	10.7	10.2	9.8	9.4	9.1	8.7	8.4	8.1	7.9	7.6	7.4	7.1	6.9
1700	2.4	20.2	18.7	17.3	16.2	15.2	14.3	13.5	12.8	12.1	11.5	11.0	10.5	10.1	9.7	9.3	9.0	8.7	8.4	8.1	7.8	7.6	7.3	7.1
1600	2.5	20.8	19.2	17.9	16.7	15.6	14.7	13.9	13.2	12.5	11.9	11.4	10.9	10.4	10.0	9.6	9.3	8.9	8.6	8.3	8.1	7.8	7.6	7.4
1500	2.6	21.5	19.9	18.4	17.2	16.1	15.2	14.3	13.6	12.9	12.3	11.7	11.2	10.8	10.3	9.9	9.6	9.2	8.9	8.6	8.3	8.1	7.8	7.6
1400	2.7	22.3	20.6	19.1	17.8	16.7	15.7	14.8	14.1	13.4	12.7	12.1	11.6	11.1	10.7	10.3	9.9	9.5	9.2	8.9	8.6	8.4	8.1	7.9
1300	2.8	23.1	21.3	19.8	18.5	17.3	16.3	15.4	14.6	13.9	13.2	12.6	12.1	11.6	11.1	10.7	10.3	9.9	9.6	9.2	8.9	8.7	8.4	8.2
1200	2.9	24.1	22.2	20.6	19.2	18.0	17.0	16.0	15.2	14.4	13.7	13.1	12.6	12.0	11.5	11.1	10.7	10.3	10.0	9.6	9.3	9.0	8.7	8.5
1100	3.0	25.1	23.2	21.5	20.1	18.8	17.7	16.8	15.9	15.1	14.4	13.7	13.1	12.6	12.1	11.6	11.2	10.8	10.4	10.1	9.7	9.4	9.1	8.9
1000	3.2	26.4	24.3	22.6	21.1	19.8	18.6	17.6	16.6	15.8	15.1	14.4	13.7	13.2	12.6	12.2	11.7	11.3	10.9	10.5	10.2	9.9	9.6	9.3
900	3.3	27.8	25.6	23.8	22.2	20.8	19.6	18.5	17.5	16.7	15.9	15.2	14.5	13.9	13.3	12.8	12.3	11.9	11.5	11.1	10.8	10.4	10.1	9.8
800	3.5	29.5	27.2	25.3	23.6	22.1	20.8	19.6	18.6	17.7	16.8	16.1	15.4	14.7	14.1	13.6	13.1	12.6	12.2	11.8	11.4	11.0	10.7	10.4
700	3.8	31.5	29.1	27.0	25.2	23.6	22.2	21.0	19.9	18.9	18.0	17.2	16.4	15.7	15.1	14.5	14.0	13.5	13.0	12.6	12.2	11.8	11.5	11.1
600	4.1	34.0	31.4	29.2	27.2	25.5	24.0	22.7	21.5	20.4	19.4	18.6	17.7	17.0	16.3	15.7	15.1	14.6	14.1	13.6	13.2	12.8	12.4	12.0
500	4.5	37.3	34.4	31.9	29.8	28.0	26.3	24.8	23.5	22.4	21.3	20.3	19.4	18.6	17.9	17.2	16.6	16.0	15.4	14.9	14.4	14.0	13.6	13.2
400	5.0	41.7	38.5	35.7	33.3	31.3	29.4	27.8	26.3	25.0	23.8	22.7	21.7	20.8	20.0	19.2	18.5	17.9	17.2	16.7	16.1	15.6	15.2	14.7
300	5.8	48.1	44.4	41.2	38.5	36.1	34.0	32.1	30.4	28.9	27.5	26.2	25.1	24.1	23.1	22.2	21.4	20.6	19.9	19.2	18.6	18.0	17.5	17.0
200	7.1	58.9	54.4	50.5	47.1	44.2	41.6	39.3	37.2	35.4	33.7	32.1	30.7	29.5	28.3	27.2	26.2	25.3	24.4	23.6	22.8	22.1	21.4	20.8
100	10.0	83.3	76.9	71.4	66.7	62.5	58.8	55.6	52.6	50.0	47.6	45.5	43.5	41.7	40.0	38.5	37.0	35.7	34.5	33.3	32.3	31.3	30.3	29.4

スギ

●適正相対幹距比(Sr):18~20

●80年生時の推定樹高(平均):30m前後

●80年生時の適正本数(平均):300本/ha(樹幹距離:5.8m)

ヒノキ

●適正相対幹距比(Sr):17~19

●80年生時の推定樹高(平均):24m前後

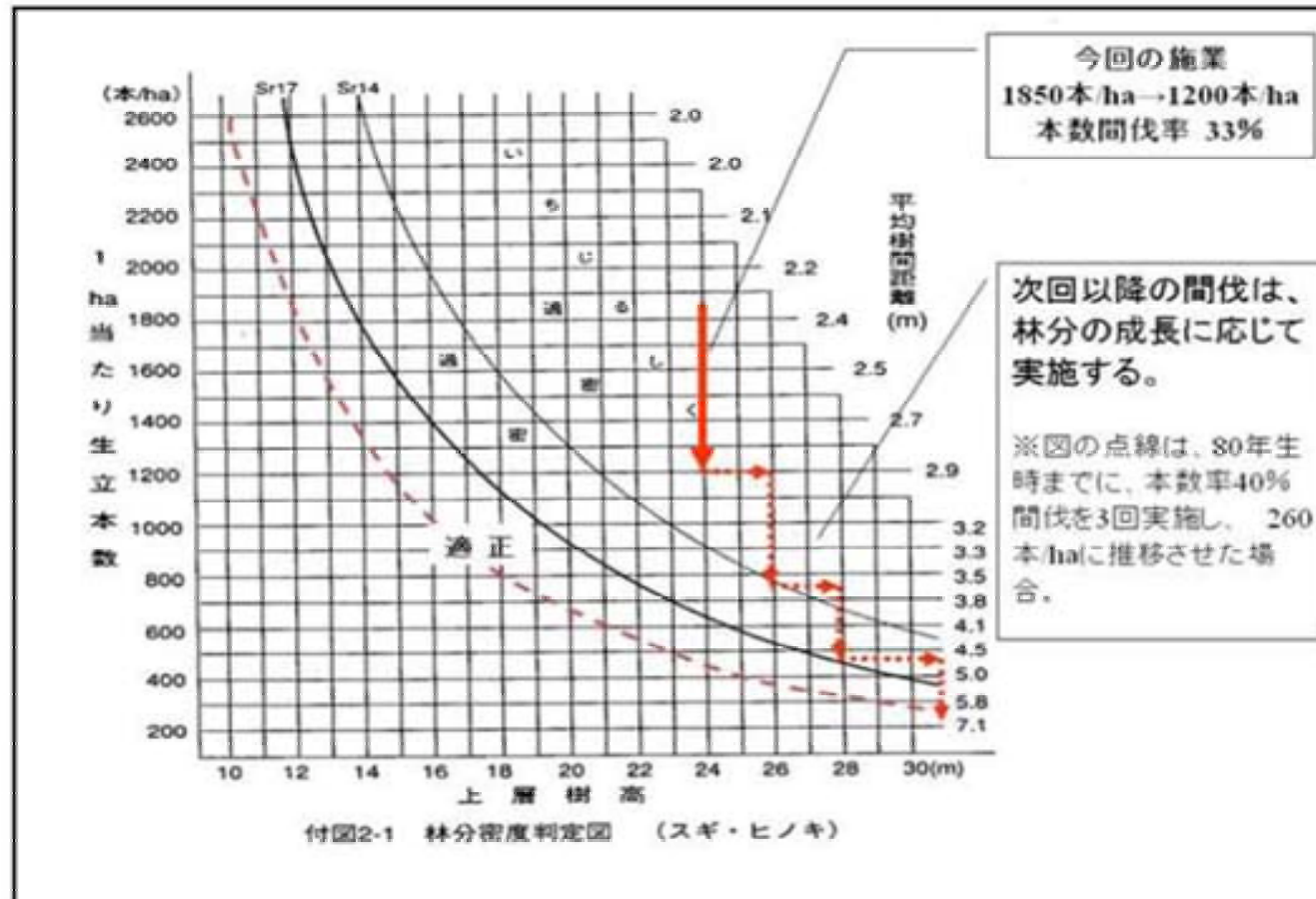
●80年生時の適正本数(平均):500~600本/ha(樹幹距離4.1~4.5m)

施業提案

今回の間伐は、優性木の中から目標成立本数（260本/ha、492本/1.89ha）のうちの約半数（130本/ha、245本/1.89ha）の木にマークをし、マークした木の生長を阻害する周辺の木を間伐した。さらに不良木、衰弱木を除去することにより、本数率35%の間伐を実施し、成立本数を1800本/haから1200本/haにした。

今後30年間で、多数回の間伐を行うことにより、1200本/ha→260本/ha（30%間伐4回相当）に管理していく。優性木の育成を促し、個体の回復をはかるとともに、径級の多様性を作り出す。また、優勢木の支障木を優先して伐採することにより、密度の濃淡をつくることで、大きく空いたところへの下層植生の導入が期待できる。さらには、劣勢木のみの間伐では期待できない中間収入を確保することも可能となる。

80年生時には6.2m四方の中に大径木が1本（260本/ha）と下層で天然更新が行われる複層林を想定している。放置管理可能な状態で保残木を残し、非皆伐で管理することを目指す。



(参考) 形状比の計算

$$\text{形状比} = \frac{\text{樹高 (m)}}{\text{胸高直径 (m)}}$$

樹高が直径の何倍あるかを求める。数値が小さいほど「ずんぐり」とした樹形となる。

(例) 樹高24m、胸高直径26 c m の場合

$$\text{形状比} = \frac{24}{0.26} = 92.3$$

【形状比判定基準】

●形状比70以下－風雪害に強い樹形

※保残木には形状比80以下の木を選ぶのが望ましい。

(参考) 形状比 直径データが調べてあれば風雪害に遭いにくい樹高に対する太さ（胸高直径）が分かる。

形状比	早見表　＜樹高（m）÷胸高直径（m）＞																		
樹高(m)→ 直径(cm)↓	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
10	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330
11	136	145	155	164	173	182	191	200	209	218	227	236	245	255	264	273	282	291	300
12	125	133	142	150	158	167	175	183	192	200	208	217	225	233	242	250	258	267	275
13	115	123	131	138	146	154	162	169	177	185	192	200	208	215	223	231	238	246	254
14	107	114	121	129	136	143	150	157	164	171	179	186	193	200	207	214	221	229	236
15	100	107	113	120	127	133	140	147	153	160	167	173	180	187	193	200	207	213	220
16	94	100	106	113	119	125	131	138	144	150	156	163	169	175	181	188	194	200	206
17	88	94	100	106	112	118	124	129	135	141	147	153	159	165	171	176	182	188	194
18	83	89	94	100	106	111	117	122	128	133	139	144	150	156	161	167	172	178	183
19	79	84	89	95	100	105	111	116	121	126	132	137	142	147	153	158	163	168	174
20	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165
21	71	76	81	86	90	95	100	105	110	114	119	124	129	133	138	143	148	152	157
22	68	73	77	82	86	91	95	100	105	109	114	118	123	127	132	136	141	145	150
23	65	70	74	78	83	87	91	96	100	104	109	113	117	122	126	130	135	139	143
24	63	67	71	75	79	83	88	92	96	100	104	108	113	117	121	125	129	133	138
25	60	64	68	72	76	80	84	88	92	96	100	104	108	112	116	120	124	128	132
26	58	62	65	69	73	77	81	85	88	92	96	100	104	108	112	115	119	123	127
27	56	59	63	67	70	74	78	81	85	89	93	96	100	104	107	111	115	119	122
28	54	57	61	64	68	71	75	79	82	86	89	93	96	100	104	107	111	114	118
29	52	55	59	62	66	69	72	76	79	83	86	90	93	97	100	103	107	110	114
30	50	53	57	60	63	67	70	73	77	80	83	87	90	93	97	100	103	107	110
31	48	52	55	58	61	65	68	71	74	77	81	84	87	90	94	97	100	103	106
32	47	50	53	56	59	63	66	69	72	75	78	81	84	88	91	94	97	100	103
33	45	48	52	55	58	61	64	67	70	73	76	79	82	85	88	91	94	97	100
34	44	47	50	53	56	59	62	65	68	71	74	76	79	82	85	88	91	94	97
35	43	46	49	51	54	57	60	63	66	69	71	74	77	80	83	86	89	91	94
36	42	44	47	50	53	56	58	61	64	67	69	72	75	78	81	83	86	89	92
37	41	43	46	49	51	54	57	59	62	65	68	70	73	76	78	81	84	86	89
38	39	42	45	47	50	53	55	58	61	63	66	68	71	74	76	79	82	84	87
39	38	41	44	46	49	51	54	56	59	62	64	67	69	72	74	77	79	82	85
40	38	40	43	45	48	50	53	55	58	60	63	65	68	70	73	75	78	80	83
41	37	39	41	44	46	49	51	54	56	59	61	63	66	68	71	73	76	78	80
42	36	38	40	43	45	48	50	52	55	57	60	62	64	67	69	71	74	76	79
43	35	37	40	42	44	47	49	51	53	56	58	60	63	65	67	70	72	74	77
44	34	36	39	41	43	45	48	50	52	55	57	59	61	64	66	68	70	73	75
45	33	36	38	40	42	44	47	49	51	53	56	58	60	62	64	67	69	71	73
46	33	35	37	39	41	43	46	48	50	52	54	57	59	61	63	65	67	70	72
47	32	34	36	38	40	43	45	47	49	51	53	55	57	60	62	64	66	68	70
48	31	33	35	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	63	65	67	69
49	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67
50	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66
70以下	：風雪害に強い			71-80			：風雪害にやや強い												
100以上	：風雪害に弱い			81-99			：風雪害にやや弱い												

※例) 樹高24mで風雪害に強いのは、胸高直径33cm以上、24cm以下では風雪害に遭いや
すい

手順⑥ 保残木をマークする



●事例（保残木マーク法モデル林）

~~80年生時の保残木を260（本/ha）選木しマークする。~~

※今回は、過密林分で優良木の見極めが難しいこともあったので、保残予定本数の半数の130（本/ha）をマークすることとし、次回の間伐で残りの130（本/ha）をマークすることにした。

●モデル地面積：1.89ha ●マーク本数：243本 （129本/ha）

~~マーク木は、標識テープを巻き、カラースプレーでマーキングし、根元にナンバリングテープをうち識別した。~~

保残木マーク法の手順

1.プロット調査により、①ヘクタールあたり本数 ②上層木樹高 ③林齢を調べる。

※100m²の標準値（10m×10mの方形プロット 又は 半径5.65mの円形プロット）

2. ①ヘクタールあたり本数と②上層木樹高から、Sr（相対幹距比）早見表からSr（相対幹距比）を調べ、④現状の混み具合を判定する。

＜判定基準＞

●スギ Sr<14：超過密 14<=Sr<18：過密 18<=Sr<=20：適正 20<Sr：疎

●ヒノキ Sr<14：超過密 14<=Sr<17：過密 17<=Sr<=19：適正 19<Sr：疎

3.②上層木樹高と③林齢から、樹高成長曲線から⑤将来の樹高（長伐期施業の場合80年生時の樹高）を調べる。

4.⑤将来の樹高での適正密度になる本数（⑥適正仕立て本数）を決定する。

5. 立木の配置を考慮しながら、成長・形質が優れた立木を保残木としてマークする。

6. 初回の間伐は、マーク木の成長に支障のある隣接木を優先して、形質の良し悪しに関わらず抜き伐る。同時に将来収穫の見込みのない劣勢木も整理する。

7.④現状の混み具合を「スタート」、⑥適正仕立て本数を「ゴール」とし、最終的に目標とする⑥適正仕立て本数が残るイメージで、成長に応じて数回に分けて間伐を実施する。

超簡単 簡易版「保残木マーク法」（高齢級過密林に適用）

1.約10m間隔に保残木を選んでマークする。（100本/ha）

2..初回の間伐は、マーク木の成長に支障のある隣接木を優先して、形質の良し悪しに関わらず抜き伐る。同時に将来収穫の見込みのない劣勢木も整理する。

3. 最終的に、スギならばマーク木の3倍（300本/ha）、ヒノキならマーク木の5~6倍（500本~600本）の木が残るイメージで、成長に応じて数回に分けて間伐を実施する。



手順⑦ 間伐施業の実施

マーク木の成長を阻害する隣接木を優先して間伐する。将来収穫の見込めない劣性木、欠点木も同時に抜き伐る。

●事例（保残木マーク法モデル林）

マーク木の隣接木を中心に間伐を実施した。（本数率33%）

●劣性木は搬出用作業路の補強材として使用した。

●搬出利用材積： $224\text{m}^3 / 1.89\text{ha}$





