

2. 地域林分密度管理図による 現実林分の生長予測 (1)

松 尾 健 次

I. は じ め に

スギ、ヒノキの人工林を対象とした、間伐の実行を含めた生長予測については、すでに林野庁が作成した「林分密度管理図」をもちいて推定する方法が明らかにされており、種々の「間伐指針」「間伐モデル」として作成されている。しかし、これらはあくまでもモデルであり、具体的な個々の人工林ごとの生長予測は、「林分密度管理図」から個々に推定していかなければならない。

東京都のスギ、ヒノキ人工林に適用できる「地域林分密度管理図」は、すでに林野庁において作成されている⁴⁾⁵⁾。しかし、これらは、スギの場合茨城県から三重県までの1都6県、ヒノキでは茨城県から愛知県までの1都11県を適用範囲としており、これらの地域の平均的な人工林の生長経過を図表に示しているものである。このため、東京都の個々の人工林の生長予測を「地域林分密度管理図」から求める際には、若干の修正をおこなう必要がある。

本研究は、東京都の個々の人工林の、途中に数回間伐を計画した場合を含めた生長予測について、「地域林分密度管理図」から推定する方法を明らかにすることである。

ここでは、生長予測の開始時期となる現実林分の材積推定と、三多摩地域のスギ人工林を「地域林分密度管理図」にあてはめる際の誤差について検討した。

さらに、生長予測の精度を検討するためには、長時間にわたる収穫試験地の資料が必要となるが、東京都に適用できる「地域林分密度管理図」の適用地域での収穫試験地の資料は少なく、全国の収穫試験地資料をもちいて検討せざるを得ない。このため、全国の資料を、東京都に適用できる「地域林分密度管理図」にあてはめる場合の誤差の修正方法を明らかにする必要があるため、スギについて、各地域別の林分密度管理図の比較をおこなった。なお、本報告の一部は、第35回日本林学会関東支部大会で発表した。

II. 現実林分の材積推定

1. 目 的

地域林分密度管理図は、タテ軸に ka 当りの材積(V_M)、ヨコ軸に ka 当りの本数(N)をとり、その中に等平均樹高曲線(H 曲線)、等平均胸高直径曲線(D 曲線)等が記入されている図であり、現実林分の平均上層高(H)と N から材積(V)を推定したり、その林分の将来の間伐計画や、その時の間伐材積の推定に利用できるものである。しかしこの図から個々の現実林分につい

て推定する際には、若干の誤差が生じることがある。²⁾⁶⁾ 林野庁編の説明書⁴⁾⁵⁾には、100 林分中 80 林分が±20%以内の誤差で材積を推定できるとあり、その修正方法として実測の平均胸高直径 (D)、および胸高断面積合計 (G) による方法が記されている。さらに相場は¹⁾、全国を対象とした一般林分密度管理図をもちいて、HとDからVを推定する方法を明らかにしている。

南関東・東海地方スギ林分密度管理図

(適用区域)

茨城・千葉・東京・神奈川・静岡・愛知・三重

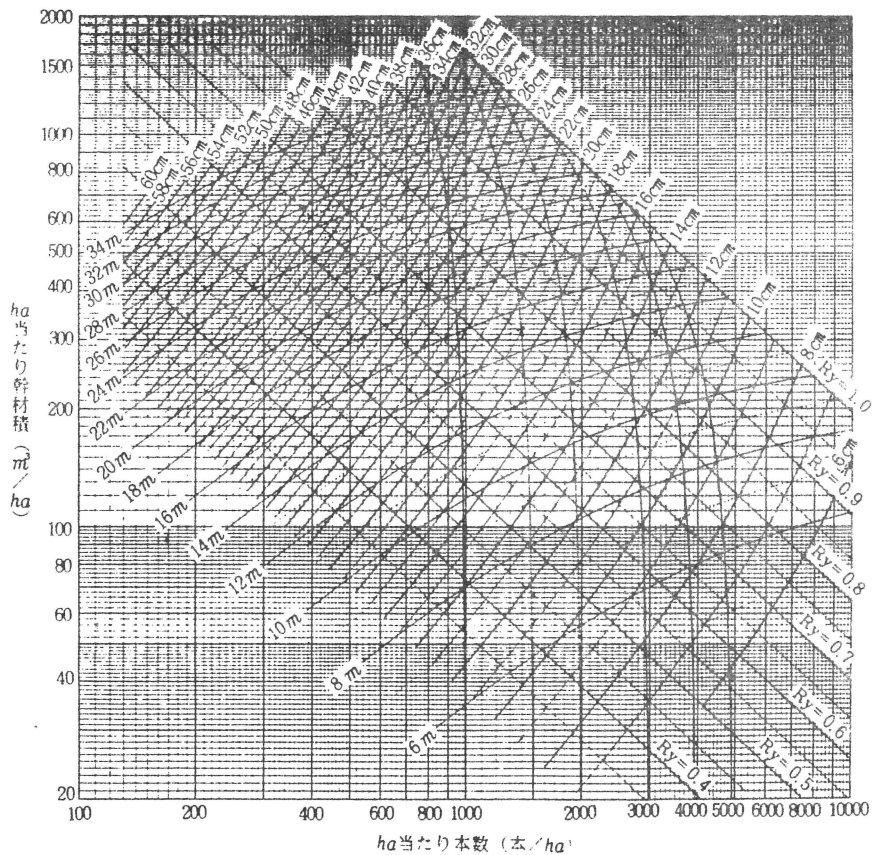


図-1 地域林分密度管理図(スギ)(林野庁編)

ここでは、上記の3つの推定方法について、東京都に適用できる地域林分密度管理図による比較検討をおこなった。

2. 材積推定方法の比較

材積推定の方法として以下の4通りを比較した。

- (ア) HとNをもちいて、H曲線とヨコ軸のNからの交点に点をおとし、その点のタテ軸の V_M を推定材積(V_1)とする。
- (イ) (ア)の交点におけるD曲線から D_M を求め、(1)式により推定材積(V_2)を求める。
- (ウ) (2)式から G_M を求め、(3)式によって推定材積(V_3)を求める。
- (エ) HとDをもちいて、H曲線とD曲線の交点に点をおとし、この点から $+45^\circ$ の直線を引き、この直線とNとの交点における V_M を推定材積(V_4)とする。

$$V_2 = V_1 \times (D^2 / D_M^2) \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$G_M = V_1 / (a + b \cdot H + c \cdot \sqrt{N} \cdot H / 100) \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$V_3 = V_1 \times (G / G_M) \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{標準偏差} = \{ \sum (V_n - V)^2 / N - 1 \}^{0.5}$$

$$\text{変動係数} = \{ \sum (V_n - V)^2 / N - 1 \}^{0.5} \cdot N / \sum V$$

$$\text{平均誤差率} = \sum \{ (V_n / V - 1) \times 100 \} / N$$

$$\text{百分率標準誤差} = \{ \sum (V_n / V - 1)^2 / N - 3 \}^{0.5} \times 100$$

V ：実測材積 V_n ：推定材積 N ：資料数

a, b, c ：係数（スギ：0.809、0.402、0.141 ヒノキ：-0.053、0.473、0.124）

これらの方法で求めた推定材積、および実測材積との推定誤差について、それぞれ、標準偏差、変動係数、平均誤差率、百分率標準誤差を求めた。

地域林分密度管理図の作成に使用された毎木調査資料⁴⁾⁵⁾で検討した結果が表-1、2である。スギ、ヒノキとも(ウ)の方法が最も誤差が少なく、百分率標準誤差は、無修正に比べ約1/5程度に縮まっている。(イ)、(エ)の方法も(ウ)に比べ劣るものの、無修正による場合の1/3～1/4に縮まっている。さらに、本来±0に近づくはずの平均誤差率は、無修正の場合、ヒノキが+3.70%スギが+2.22%といくぶん過大になっているが、(イ)、(ウ)、(エ)では、ほぼ±0に近い値を示している。

したがって、地域林分密度管理図から現実林分の材積を推定する際には、あらかじめ、平均上層高、1a当りの本数とともに、平均胸高直径、1a当りの胸高断面積の実測値を求めておくことが、材積推定の精度を高めるために必要である。

表一 関東・中部地方ヒノキ林分密度管理図による誤差

誤差の範囲	ア	イ	ウ	エ
～ - 22%	25	1	0	1
- 22 ～ - 18	14	1	1	0
- 18 ～ - 14	20	4	3	2
- 14 ～ - 10	19	4	4	4
- 10 ～ - 6	15	21	9	13
- 6 ～ - 2	33	73	70	63
- 2 ～ 2	32	86	124	125
2 ～ 6	25	78	72	75
6 ～ 10	17	31	20	15
10 ～ 14	16	7	4	7
14 ～ 18	18	1	0	2
18 ～ 22	20	0	0	0
22 ～	53	0	0	0
標準偏差 m^3	52.54	12.74	10.23	10.50
百分率標準誤差%	20.44	5.38	4.43	4.88
変動係数%	19.85	4.81	3.86	3.97
平均誤差率%	3.70	0.09	0.07	0.24

資料数 307

表二 南関東・東海地方スギ林分密度管理図による誤差

誤差の範囲	ア	イ	ウ	エ
- ～ - 22%	19	0	0	0
- 22 ～ - 18	13	0	0	0
- 18 ～ - 14	22	0	0	0
- 14 ～ - 10	19	12	1	9
- 10 ～ - 6	31	24	7	26
- 6 ～ - 2	32	83	91	69
- 2 ～ 2	34	115	158	128
2 ～ 6	39	64	61	67
6 ～ 10	29	34	17	35
10 ～ 14	21	6	4	4
14 ～ 18	32	1	0	1
18 ～ 22	14	0	0	0
22 ～	34	0	0	0
標準偏差 m^3	66.65	21.22	14.69	20.72
百分率標準誤差%	16.08	5.03	3.55	4.79
変動係数%	16.70	5.32	3.68	5.19
平均誤差率%	2.22	- 0.12	- 0.03	0.01

資料数 339

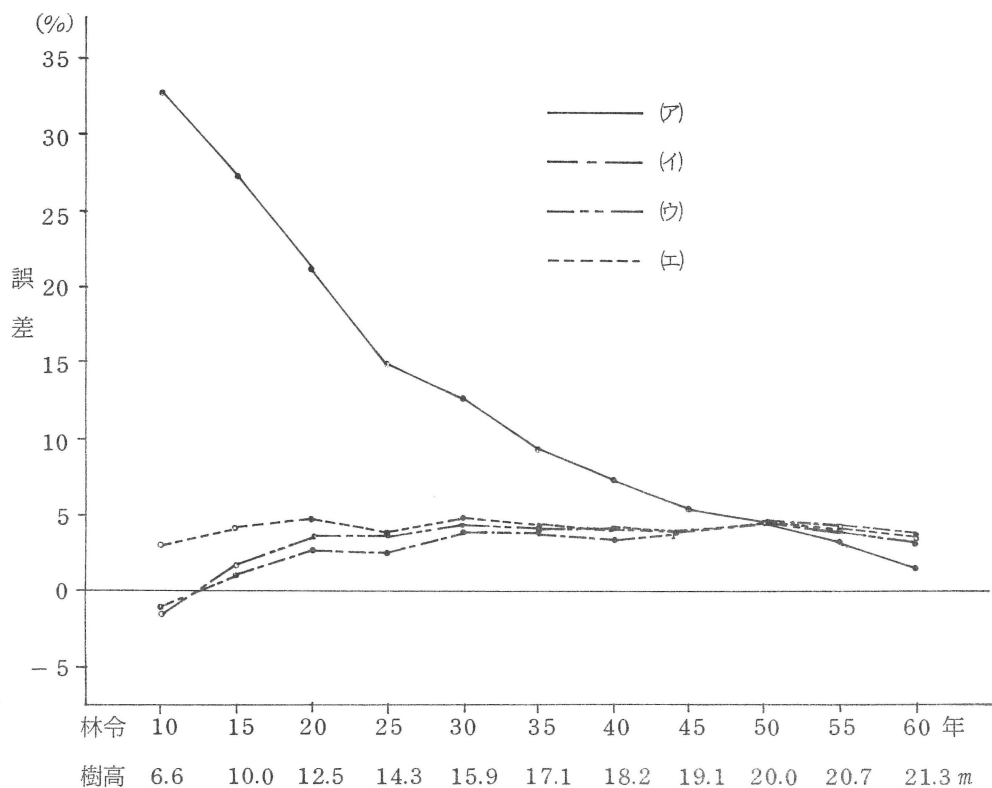
3. 三多摩地域のスギ林分への適用精度

地域林分密度管理図は、適用地域の平均的な林分の生長経過を示している図表であるが、適用地域が広いことから、これが東京都の人工林の平均的な生長経過を示しているか否かを検討する必要がある。使用した資料は、三多摩地域のスギ林分毎木調査資料136ヶ所であり、先に記した無修正による場合と、修正した場合のそれぞれの材積推定の誤差は、表-3のようになった。百分率標準誤差の傾向は表-1、2と同じであり、(ウ)による方法では3.72と無修正の約1/5となっている。ただし、平均誤差率については、無修正では+7.06%と高くなっており、(イ)、(ウ)、(エ)の修正方法でも、なお+1.08%、+0.65%、+1.60%と、表-1、2の結果に比べ高い傾向を示している。このことは、地域林分密度管理図からの推定材積は、実測材積より過大な値を示しているということであり、三多摩地域のスギ人工林の平均的な林分の生長経過をあらわしているとはいいがたい。

この傾向は、すでに都林務課で作成され使用している、三多摩地域スギ林分収穫表⁷⁾ 地位中の構成数値をもちいて材積推定をおこなった結果にも認められる。無修正の場合、樹高10m、林令15年で+27.3%、樹高18.2m、林令40年でなお+7.4%過大な材積推定となっている。これを(イ)、(ウ)、(エ)による方法で修正すると、図-2のように+3~4.5%程度に誤差率を縮めることができる。ただし、表-3での修正した場合の平均誤差率に比べると、2~4倍程度過大な傾向と

表-3 三多摩地域のスギ林をあてはめた場合の推定誤差

誤差の範囲	ア	イ	ウ	エ
~-22%	3	0	0	0
-22 ~ -18	1	0	0	0
-18 ~ -14	7	1	0	0
-14 ~ -10	8	5	0	3
-10 ~ -6	9	4	5	6
-6 ~ -2	13	25	19	16
-2 ~ 2	13	45	72	49
2 ~ 6	16	36	27	42
6 ~ 10	7	11	13	12
10 ~ 14	16	9	0	8
14 ~ 18	14	0	0	0
18 ~ 22	7	0	0	0
22 ~	22	0	0	0
標準偏差 ^a	58.46	19.11	13.51	17.74
百分率標準誤差%	17.33	5.42	3.72	5.33
変動係数%	15.41	5.04	3.56	4.68
平均誤差率%	7.06	1.08	0.65	1.60
資料数	136			



図一2 スギ林分収穫表地位中における推定誤差

なっており、スギ林分収穫表の構成数値、特に平均胸高直径、 ha 当り胸高断面積について検討を加える必要があると考える。いずれにしても、無修正の材積推定のままでは、林令15年～30年で+10%以上の過大な推定値を示すことになり、この時期が間伐時期に当ることから注意を要する。

これらのことから、東京都のスギ人工林に地域林分密度管理図を適用する際には、平均上層高と ha 当り本数から無修正で材積を推定すると過大な値を示すため、平均胸高直径、もしくは ha 当りの胸高断面積をもちいて修正を加えることが必要である。

修正の方法を比較してみると、 ha 当り胸高断面積による修正が最も推定精度が高くなっている。しかし、修正に必要な胸高断面積の推定値は、直接、林分密度管理図から求めることができず、実測値の平均上層高、 ha 当りの本数、および推定の材積とから、(2)式によって求めるため、多少手間を要する。これに対し、実測の平均胸高直径をもちいる(I)、(E)の方法は比較的容易であり、特に(E)の方法は、あらかじめ林分密度管理図上に+45°の直線を多数ガイドラインとして引いておけば、図上から直接推定材積を求めることができ便利である。

生長予測の開始期である現実林分の材積の推定は、以上のように ha 当り胸高断面積、平均胸高

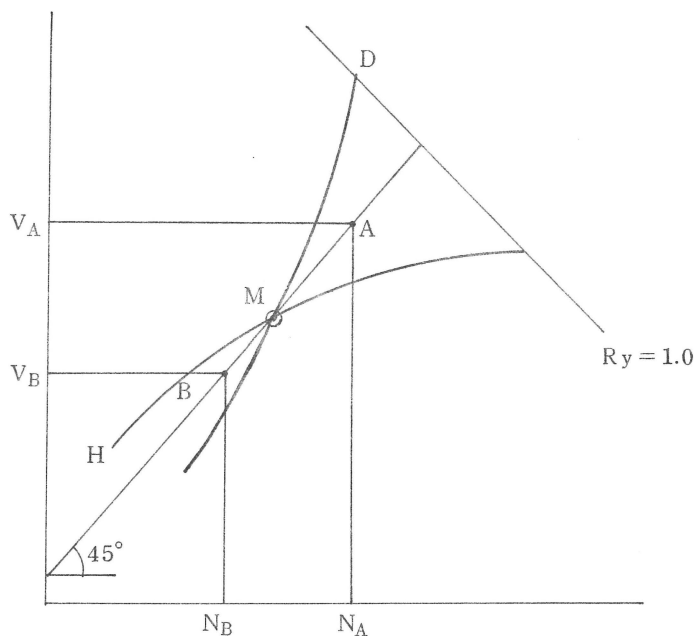


図-3 ガイドラインによる材積推定

注：実測値のH、DにあたるH曲線、D曲線の交点Mを通る
ガイドライン上のNとの交点（A、B）における $V_{(A, B)}$
を指定材積とする。

直径をもちいて修正することにより、材積推定の精度を高めることができるが、将来の数回にわたる間伐時期、あるいは主伐時期における材積推定の際にも、その時期ごとに誤差の修正をおこなう必要がある。

4. 将来の材積推定の検討

将来の材積を推定するために使用可能な林分構成因子としては、開始期にあたる現実林分の実測値である平均上層高（ H_1 ）、平均胸高直径（ D_1 ）、 ha 当り胸高断面積（ G_1 ）、 ha 当り材積（ V_1 ）、本数（ N_1 ）および林分の仕立て方で決定される間伐前、後の収量比数と、これらによって設定される間伐時期や主伐時期の平均上層高（ H_n ）、本数（ N_n ）である。ここでは、 H_1 、 N_1 からの推定胸高断面積（ G_{M1} ）と G_1 の比をもちいた修正方法と、 H_1 、 D_1 から求めた収量比数をもちいて修正する方法について検討した。

(1) 開始期の G_1/G_{M1} による修正方法

東京都に適用できる地域林分密度管理図の毎木調査資料⁴⁾⁵⁾について、 G_1/G_{M1} をみると、スギ、ヒノキとも0.7～1.7と幅があり、しかも H_1 が小さい場合でも1.0を越す林分があり

一定していない。このことは胸高断面積が過大に、あるいは過小に推定される林分があることを示しており、これが将来まで同じ比率で推移していくとは考えられない。14の間伐実行例（スギ、ヒノキ、林令14～52年、間伐前後の収量比数の差0.12～0.03）で、間伐前後の G/G_M をみると、いずれも間伐後が小さくなっていた。この14事例をもちいて、間伐後の G/G_M を間伐前の G/G_M と間伐前、後の収量比数をもちいて推定した結果、(4)式が得られた。

$$G_2/G_{M2} = 0.93 \times \{ (G_1/G_{M1}) \times (R_{y2}/R_{y1}) \} + 0.06$$

$$r = 0.98 \quad \dots\dots\dots (4)$$

G_2/G_{M2} : 間伐後の胸高断面積の比

G_1/G_{M1} : 間伐前の胸高断面積の比

R_{y1} : 間伐前の収量比数

R_{y2} : 間伐後の収量比数

表-4 G/G_M の分布

G/G_M	～0.7	～0.8	～0.9	～1.0	～1.1	～1.2	～1.3	～1.4	1.4～	合 計
スギ	5	25	68	92	67	45	15	13	9	339
ヒノキ	13	36	58	56	63	30	22	12	17	307

注：スギ、ヒノキの毎木調査資料は、1)、2)による。

H_n 、 N_n における収量比数(R_{yn})をもちい、 $\{ (G_1/G_{M1}) \times (R_{yn}/R_{y1}) \}$ を修正係数として、東京都に適用できる地域林分密度管理図の適用範囲にある東京営林局の収穫試験地資料⁸⁾のヒノキ10林分、47プロットの生長経過を推定した結果、 R_{y1} が0.7～0.8で R_{yn} が同程度以下の林分では、材積の誤差がほぼ±10%以内となった。しかし、 R_{y1} が0.4～0.5で0.7まで無間伐で推移した林分では、±20%を越す結果となった。このことから、 R_{y1} 以下か同程度で推移する林分の場合には、この方法によれば±10%前後の誤差の範囲で材積の推定が可能と考えられる。

(2) 開始期の収量比数をもちいて修正する方法

この方法は、 H_1 、 D_1 からの収量比数(R_{yD})と、 H_1 、 N_1 からの収量比数(R_{y1})の差によって2通りにわかれる。

① $R_{yD} \geq R_{y1}$ の場合

R_{yD} と R_{y1} の中間の収量比数(R_{yy})を基準線とする。 N_1 は R_{yy} との交点(M)まで減

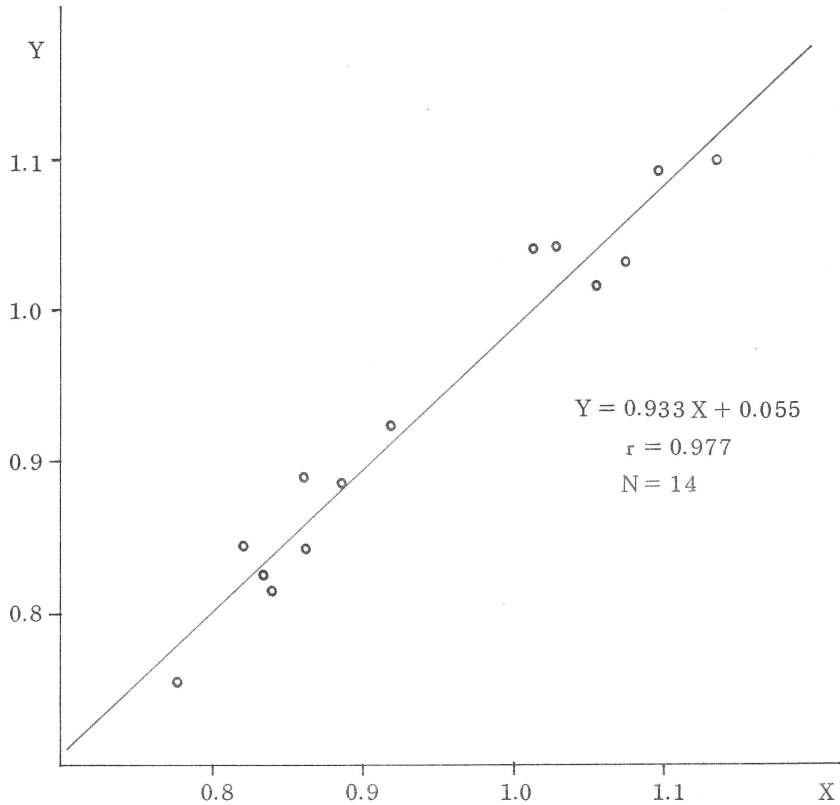


図-4 G_1/G_{M1} 、 R_{y1} 、 R_{y2} から G_2/G_{M2} の推定

注： $X = (G_1/G_{M1}) \times (R_{y2}/R_{y1})$

$Y = (G_2/G_{M2})$

少せず、以後は自然間引曲線にそって減少する。M点以後は基準線も同じ自然間引曲線上を推移する。材積の推定方法は、基準線上の H_n から $+45^\circ$ の線を引き、 N_n との交点の材積を推定材積とする。M点以前での間伐の際には、間伐後の基準線（収量比数 R_{y2} ）を(5)式から得られる本数（ NR_{y2} ）と間伐時の H_n から求める。M点以上での間伐では、 NR_{y1} は間伐前の本数（ N_n ）となる。なお、間伐が H_1 の時点で実施される場合は、 NR_{y1} を H_1 、 D_1 における本数におきかえて基準線を求める。

$$NR_{y2} = NR_{y1} - (NK/2) \times (R_{yG}/R_{yX}) \dots\dots\dots (5)$$

NR_{y2} ：間伐後の基準線の本数 R_{yG} ：間伐後の収量比数

NR_{y1} ：間伐前の基準線の本数 R_{yX} ：間伐前の収量比数

NK ：間伐本数

② $R_{yD} < R_{y1}$ の場合

基準線の設定、間伐の際の NR_{y2} の求め方は、①と同じである。さらに①のM点以上での間伐の際と同様の方法で、新たな収量比数 (R_{yj}) の基準線を求める。 R_{yj} は①の場合の R_{yy} と同様に推移する。

(1)の場合と同一資料で材積の推定誤差を検討した結果、 R_{y1} に関係なく $\pm 15\%$ 以内となった。しかし、開始期から最終期に至る途中での推定誤差の増減は、(1)の方法に比べ大きくなった。

ヒノキ10林分47プロットについて、これらの推定方法によって材積推定をおこない、各プロットごとの誤差を求めるとともに、47プロットを個々に、現実林分の材積推定方法の(ア)、(ウ)、(エ)で求めた誤差と比較した。結果は表-5の通りであり、百分率標準誤差は、無修正である(ア)の方法に比べ(ウ)、(エ)の方法では $1/5$ 程度に縮まっている。

また(1)、(2)の方法で推定した結果は、(ウ)、(エ)の方法に比べ2倍程度拡大しているものの、なお(ア)の $1/3$ 程度となっており、無修正による材積推定よりも推定精度が高くなっている。

使用した林分が少ないことや、国有林の収穫試験試験地の資料を、民有林を対象とする林分密度管理図へあてはめることの是非、(2)の方法での間伐時の基準線の移動割合と間伐木選定方法との関係、等なお検討する必要があるが、個々の現実林分の生長予測を林分密度管理図からおこなう際の推定精度を高めることは可能であると考える。

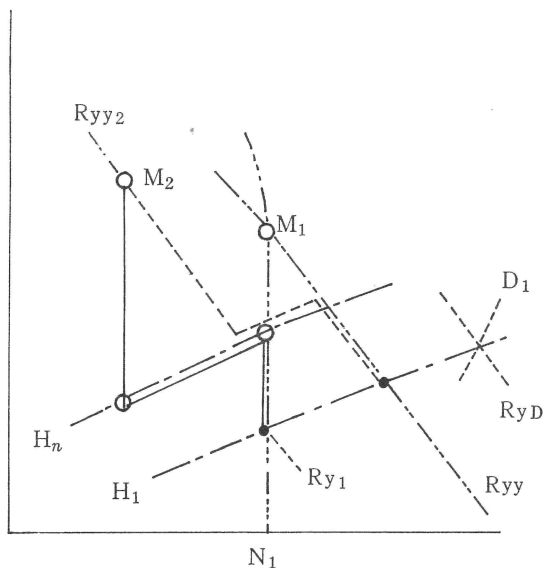


図-5 $R_{yD} \geq R_{y1}$ のM点以下の間伐の場合

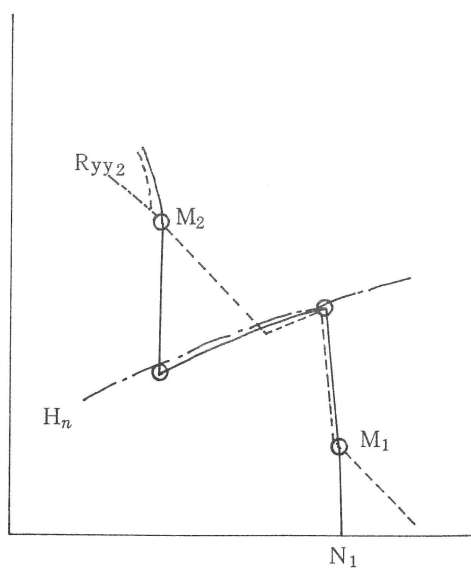


図-6 $R_{yD} \geq R_{y1}$ のM点以上の間伐の場合

Ⅲ. 地域別のスギ林分密度管理図の比較

1. 目的

間伐を含む将来の生長予測の精度を検討するためには、長期間にわたる収穫試験地の資料が必要である。前章で東京営林局の資料をもとに生長予測をおこなったが、資料が少ないため細部の検討ができなかった。もともと長期にわたる収穫試験地の資料は少なく、全国の収穫試験地資料を収集し、利用していかざるを得ないが、そのためには、全国の資料を都に適用できる地域林分密度管理図にあてはめた場合の誤差の修正方法を、あらかじめ検討しておく必要がある。例えば九州地方の収穫試験地資料を利用する場合には、あらかじめ九州地方に適用される地域林分密度管理図と、都に適用できる地域林分密度管理図との差とその修正方法を検討し、その修正方法によって九州地方の資料を修正しておけば、地域差は考慮しなくてすむと考える。

ここでは、民有林を対象とした地域別のスギ林分密度管理図の比較をおこなった。

2. 胸高断面積を利用した比較

比較した地域別のスギ林分密度管理図は、以下のとおりである。

No.1 南関東・東海地方スギ林分密度管理図

No.2 表東北地方スギ林分密度管理図

No.3 裏東北・北陸地方スギ林分密度管理図

No.4 北近畿・中国地方スギ林分密度管理図

No.5 南近畿・四国地方スギ林分密度管理図

No.6 九州地方スギ林分密度管理図

No.7 北関東・東山地方スギ林分密度管理図

No.1 は都に適用できる林分密度管理図である。

比較する方法は、平均上層高、本数からそれぞれ材積、胸高断面積を求め、その材積を比較するとともに、No.1 の材積 (V_1)、胸高断面積 (G_1) と、各No.の $G_{2\sim7}$ をもとに(6)式により、それぞれの推定材積 ($V_{G_{2\sim7}}$) を求め $V_{2\sim7}$ との誤差を検討した。

$$V_{G_{2\sim7}} = V_1 \times (G_{2\sim7} / G_1) \quad \dots\dots\dots (6)$$

Hが16m、Nが2,000本の場合をみたのが表-6である。No.1では $G=48.92\text{ m}^2$ 、 $V=403.826\text{ m}^3$ であるが、No.6では $G=56.04\text{ m}^2$ 、 $V=459.469\text{ m}^3$ である。No.6の諸数値を実測値と仮定して、No.1にあてはめてみると、無修正の場合はNo.1のVが推定値となるから、12.11%過小に (No.6の方が13.8%大きい) ため) 推定することになる。これに対し、Gによる修正を加えて推定すると、推定値は 462.53 m^3 となり、わずかに0.67%の推定誤差となっている。

表一六 南関東・東海地方スギ林分密度管理図と
各林分密度管理図との比較

H= 16 N= 2000

NO	G	V	No1/ V ト/サ %
1	48.9241	403.826	0
2	52.8132	443.68	9.86906
3	56.4418	463.913	14.8795
4	51.7996	416.456	3.12768
5	51.1187	417.107	3.28877
6	56.0359	459.469	13.779
7	48.5963	404.39	.139773

NO	V	ズイテイノ V	V ト/サ %
2	443.68	435.927	-1.74724
3	463.913	465.878	.423646
4	416.456	427.561	2.6664
5	417.107	421.941	1.15893
6	459.469	462.528	.66582
7	404.39	401.12	-.80865

H:m N:ホン G:m×2 V: m×3

注1: Naは本文のNaと同じである。

注2: Vとの差(%)は下式による。

$$V \text{ との差 } (\%) = [(\text{推定の } V / V) - 1] \times 100$$

以上の推定方法でHを10～26 m、Nを4,000～500まで段階別に材積を推定し、その誤差の傾向をみたのが図-8～13である。

Na 2、Na 3、Na 7は、Hが高くなるにしたがって過小になる傾向が認められ、Na 7、Na 2、Na 3の順にNによる差が大きくなっている。これに対し、Na 4、5ではNに関係なく、Hが高くなるにしたがって曲線的に過大になる傾向が認められる。Na 6については、ほぼHに関係なくNの減少にともなって過大になる傾向を示している。つまり、Na 6でみると、H=10 m、N=1,500本と、H=20 m、N=1,500本の林分は、ともに2%過大な推定値を示すことになる。このことは、九州地方の毎木調査資料を南関東・東海地方スギ林分密度管理図にあてはめた場合、胸高断面積による修正を加えてもなお、九州地方スギ林分密度管理図にあてはめた場合に比べて、N=1,500本では2%過大になるということである。

何ゆえ地域別に異なった傾向を示すのかについては、立木幹材積表がそれぞれ異なることや、施業方法のちがいが考えられ、今後検討していく必要があるものと思われる。

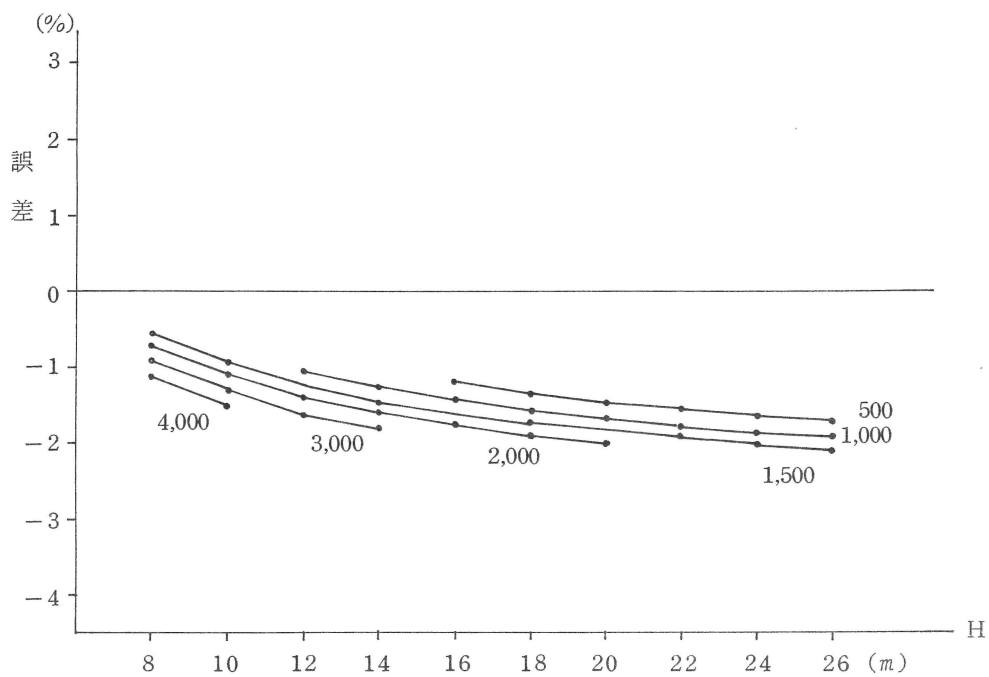


図-8 №2 (表東北地方スギ林分密度管理図) と№1 のH別、N別の誤差

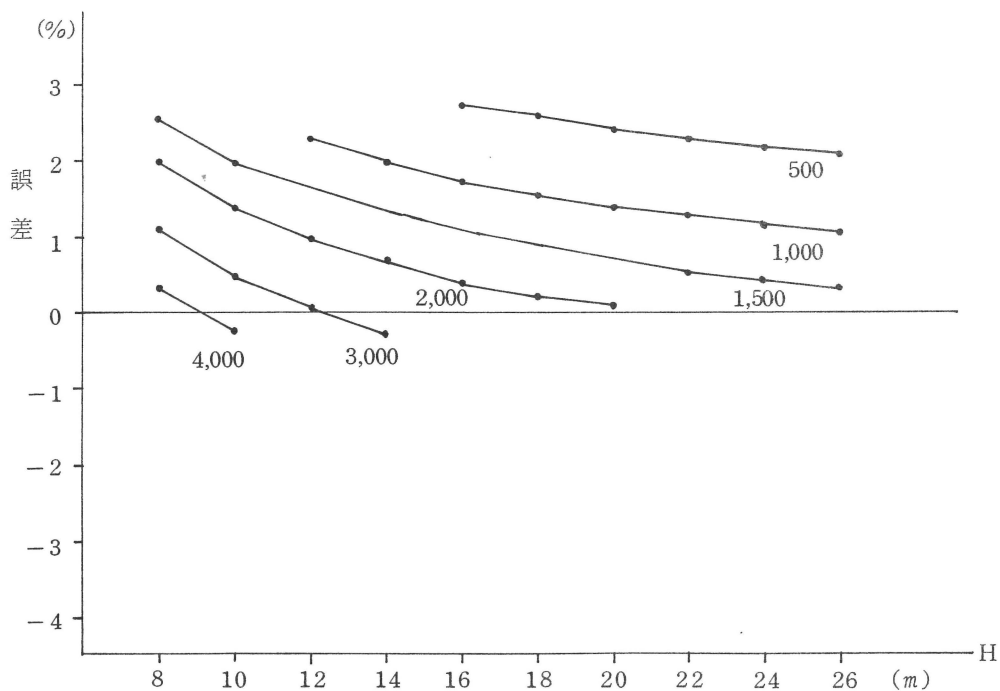


図-9 №3 (裏東北・北陸地方スギ林分密度管理図) と№1 のH別、N別の誤差

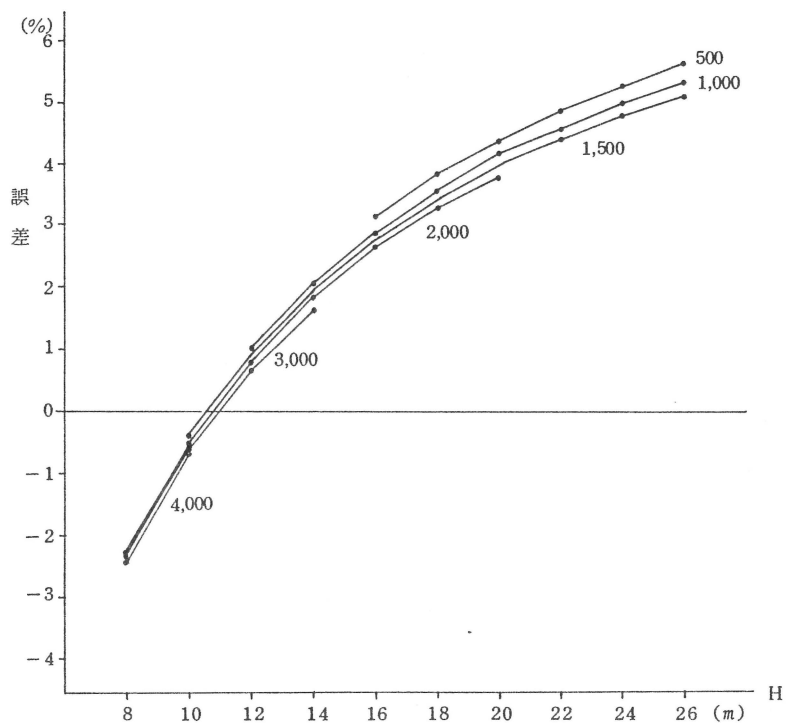


図-10 Na.4 (北近畿・中国地方スギ林分密度管理図) とNa.1 のH別、N別の誤差

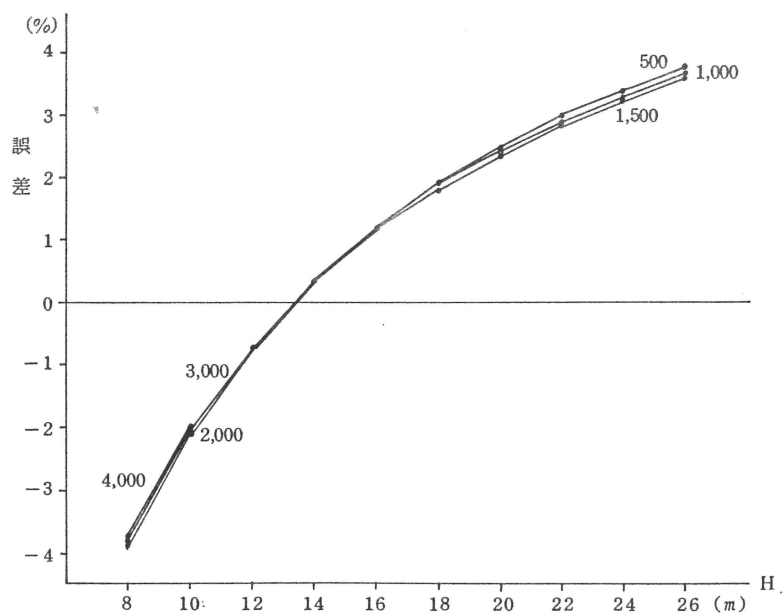


図-11 Na.5 (南近畿・四国地方スギ林分密度管理図) とNa.1 のH別、N別の誤差

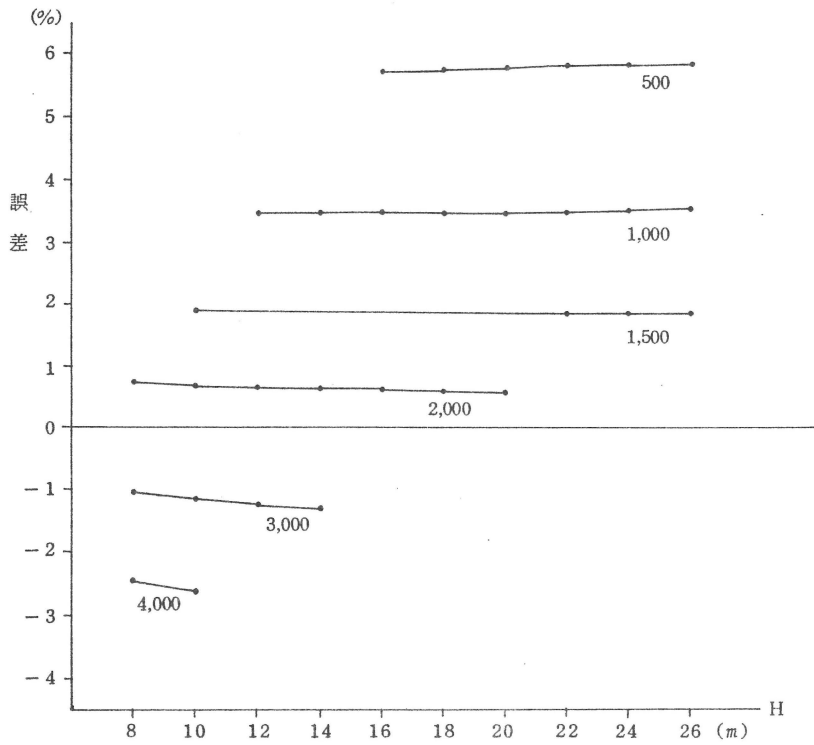


図-12 Na.6 (九州地方スギ林分密度管理図) とNa.1 のH別、N別の誤差

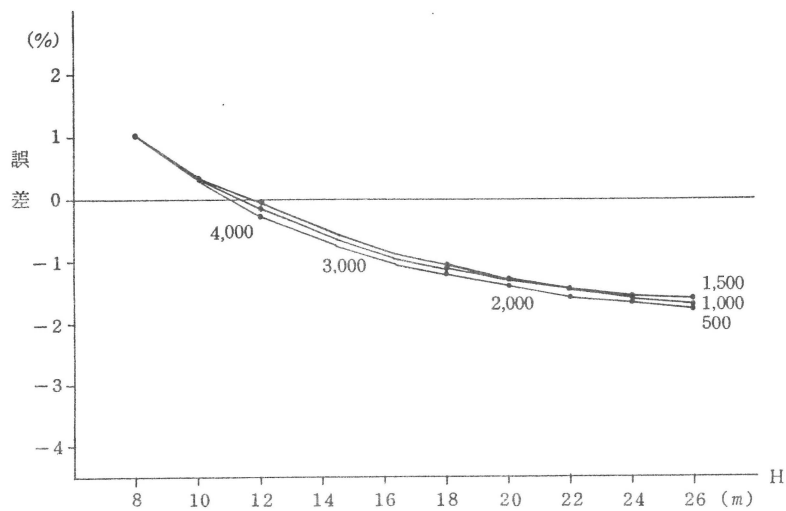


図-13 Na.7 (北関東・東山地方スギ林分密度管理図) とNa.1 のH別、N別の誤差

これら地域別に異なる傾向を示す誤差率について、HおよびNとの関係を図上から読み取った結果、(7)～(12)式が得られた。

No. 2

$$Y = 5.2 - 1.1 \times \text{Log} (N) - 2.8 \times \text{Log} (H) \dots\dots\dots (7)$$

No. 3

$$Y = 19.8 - 4.3 \times \text{Log} (N) - 4.2 \times \text{Log} (H) \dots\dots\dots (8)$$

No. 4

$$Y = -15.0 + 14.6 \times \text{Log} (H) \dots\dots\dots (9)$$

No. 5

$$Y = -16.5 + 14.5 \times \text{Log} (H) \dots\dots\dots (10)$$

No. 6

$$Y = 31.1 - 9.3 \times \text{Log} (N) \dots\dots\dots (11)$$

No. 7

$$Y = 5.6 - 5.3 \times \text{Log} (H) \dots\dots\dots (12)$$

Y：誤差率%、 相関係数は各々 0.99

九州地方スギ林分密度管理図 (No. 6) の作成に使用された毎木調査資料341ヶ所³⁾をもちいて、No. 1、No. 6 のそれぞれにあてはめた場合の推定誤差を検討した結果が表-7、8である。No. 1にあてはめた場合の無修正による平均誤差率は、-10.15%と過小になっている。これを胸高断面積による修正である(4)の方法で修正すると、+2.87%となった。九州地方の毎木調査資料は、600～2,000本程度の本数の資料が多くなっていることから、図-12のNo. 6の傾向にみられるN = 1,500の場合2%過大になることを裏づけていると考えられる。胸高断面積で修正した推定材積に、(11)式で得られる誤差率の修正をおこなうと、表-7の(4)のようになり、平均誤差率が0.41、百分率標準誤差が4.24で、九州地方の林分密度管理図にあてはめて胸高断面積による修正を加えた場合とほぼ同じ結果となった。

以上から、地域林分密度管理図は、適用地域外の毎木調査資料であっても修正を加えることによって、材積推定が可能である。このことは、全国の収獲試験地資料を、修正を加えることにより、南関東・東海地方スギ林分密度管理図に適用できるということである。

なお、民有林を対象とした林分密度管理図と、国有林を対象とした林分密度管理図との比較検討も必要であり、今後検討していく予定である。

表-7 九州地方の資料を南関東・東海地方スギ
林分密度管理図にあてはめた場合の誤差

誤差の範囲	ア	イ	ウ	エ	オ
～ -22%	79	0	0	0	0
-22 ～ -18	31	0	0	0	1
-18 ～ -14	33	0	1	1	0
-14 ～ -10	38	2	0	2	1
-10 ～ -6	32	9	3	9	9
-6 ～ -2	41	30	22	33	83
-2 ～ 2	18	81	127	119	143
2 ～ 6	22	120	121	121	74
6 ～ 10	9	58	45	40	20
10 ～ 14	17	27	15	11	8
14 ～ 18	5	12	7	5	1
18 ～ 22	6	2	0	0	1
22 ～	10	0	0	0	0
標準偏差 m^3	100.67	42.50	33.69	34.02	20.30
百分率標準誤差%	18.76	6.55	5.08	5.10	4.24
変動係数%	22.28	9.41	7.46	7.53	4.49
平均誤差率%	-10.15	3.76	2.87	2.25	0.41

資料数 341

表-8 九州地方の資料を九州地方スギ林分
密度管理図にあてはめた場合の誤差

誤差の範囲	ア	イ	ウ	エ
～ -22%	19	0	0	0
-22 ～ -18	23	0	1	0
-18 ～ -14	18	2	0	1
-14 ～ -10	24	6	1	3
-10 ～ -6	31	25	9	14
-6 ～ -2	31	70	87	64
-2 ～ 2	22	108	143	155
2 ～ 6	32	70	69	74
6 ～ 10	33	26	21	22
10 ～ 14	25	8	8	7
14 ～ 18	17	4	1	1
18 ～ 22	20	1	1	0
22 ～	46	1	0	0
標準偏差 m^3	80.26	26.08	20.54	20.27
百分率標準誤差%	18.28	5.33	4.28	4.29
変動係数%	17.76	5.77	4.55	4.49
平均誤差率%	2.94	0.21	0.32	0.37

資料数 341

Ⅳ. お わ り に

地域林分密度管理図は、林分の間伐を含む将来の生長予測をおこなうために、極めて有効な図面である。しかし、個々の林分についての生長予測をおこなう際には若干の誤差が生じるため、その修正が必要となる。

将来予測をおこなう際の出発点となる現実林分の材積推定は、胸高断面積、平均胸高直径による修正をおこなうことにより、大幅に精度が向上することが確認された。

さらに、将来予測の精度を検討するために必要な、収穫試験地資料の利用を容易にするため、各地域別のスギ林分密度管理図の比較検討をおこなった結果、平均上層高、本数、胸高断面積による修正を加えることにより、適用地域以外の毎木調査資料でも、南関東・東海地方スギ林分密度管理図にあてはめることが可能であることが明らかになった。このことは、全国の収穫試験地資料を利用して、将来の生長予測の手法を明らかにすることが可能であることを示している。

今後は、全国の収穫試験地資料の収集に努めるとともに、ひきつづき間伐を含めた将来の生長予測の手法を検討していく予定である。

Ⅴ. 参 考 文 献

- 1) 相場芳憲：スギ人工林の生長におよぼす保育の影響（Ⅳ）、日林誌 59：273～286, 1977.
- 2) 安藤 貴：林分の密度管理、農林出版、東京、1982.
- 3) 林野庁編：スギ人工林林分密度管理図説明書（九州地方）、1980.
- 4) ———：—————（南関東・東海地方）、1981.
- 5) ———：ヒノキ人工林林分密度管理図説明書（関東・中部地方）、1982.
- 6) 坂口勝美監修：新版スギのすべて、全林協、東京、1983.
- 7) 東京都林務課：東京都三多摩地域スギの林分収穫表、1976.
- 8) 東京営林局：収穫試験地中間報告書、1978.

付表-1 各林分密度管理図の数式一覧(スギ)

```

: 'MINAMIKANTO.TOUKAI
VK=( (.0822494XH^-1.37292)+(3681.6XH^-2.86783)/N )^-1
HF=.808545+.402345XH+.140882X(SQR(N)XH)/100
GK=VK/HF
DK=-.000379+.981298X200X(SQR(GK/(3.14159XN)))-.028497XSQR(N)XH/100
HH=LOG(H):HH=HH/LO:NRF=5.39131-1.49491XHH:NRF=10^NRF
URF=( (.0822494XH^-1.37292)+(3681.6XH^-2.86783)/NRF )^-1
RY=VK/URF

: 'OMOTETOFOKU
VK=( (.057326XH^-1.38938)+(6475.4XH^-2.90221)/N )^-1
HF=.723894+.410411XH+.15519X(SQR(N)XH)/100
GK=VK/HF
DK=-.113656+.995045X200X(SQR(GK/(3.14159XN)))-.057512XSQR(N)XH/100
HH=LOG(H):HH=HH/LO:NRF=5.33888-1.51283XHH:NRF=10^NRF
URF=( (.057326XH^-1.38938)+(6475.4XH^-2.90221)/NRF )^-1
RY=VK/URF

URATOFOKU.HOKURIKU
VK=( (.060047XH^-1.35234)+(3743.3XH^-2.82483)/N )^-1
HF=.667196+.387485XH+.188998X(SQR(N)XH)/100
GK=VK/HF
DK=-.382224+.986197X200X(SQR(GK/(3.14159XN)))
HH=LOG(H):HH=HH/LO:NRF=5.29374-1.47249XHH:NRF=10^NRF
URF=( (.060047XH^-1.35234)+(3743.3XH^-2.82483)/NRF )^-1
RY=VK/URF

: 'KITAKINKI.CYUUGOKU
VK=( (.061977XH^-1.35177)+(4725.2XH^-2.82364)/N )^-1
HF=1.23249+.35958XH+.1473X(SQR(N)XH)/100
GK=VK/HF
DK=-.32087+.9824X200X(SQR(GK/(3.14159XN)))-.04745X(SQR(N)XH)/100
HH=LOG(H):HH=HH/LO:NRF=5.32435-1.47187XHH:NRF=10^NRF
URF=( (.061977XH^-1.35177)+(4725.2XH^-2.82364)/NRF )^-1
RY=VK/URF

: 'MINAMIKINKI.SIKOKU
VK=( (.074343XH^-1.38848)+(5065!XH^-2.90038)/N )^-1
HF=1.27348+.36758XH+.140427X(SQR(N)XH)/100
GK=VK/HF
DK=-.15213+.985016X200X(SQR(GK/(3.14159XN)))-.028142X(SQR(N)XH)/100
HH=LOG(H):HH=HH/LO:NRF=5.38221-1.51185XHH:NRF=10^NRF
URF=( (.074343XH^-1.38848)+(5065!XH^-2.90038)/NRF )^-1
RY=VK/URF

: 'KYUSYU
VK=( (.068509XH^-1.34746)+(2658.2XH^-2.81465)/N )^-1
HF=.791213+.353895XH+.244012X(SQR(N)XH)/100
GK=VK/HF
DK=-.04894+.98937X200X(SQR(GK/(3.14159XN)))-.034814X(SQR(N)XH)/100
HH=LOG(H):HH=HH/LO:NRF=5.3083-1.4672XHH:NRF=10^NRF
URF=( (.068509XH^-1.34746)+(2658.2XH^-2.81465)/NRF )^-1
RY=VK/URF

: 'KITAKANTOU.TOUSAN
VK=( (.07156XH^-1.37386)+(5062!XH^-2.86979)/N )^-1
HF=.650787+.417356XH+.138768X(SQR(N)XH)/100
GK=VK/HF
DK=-.193943+.987164X200X(SQR(GK/(3.14159XN)))-.090657X(SQR(N)XH)/100
HH=LOG(H):HH=HH/LO:NRF=5.37095-1.49593XHH:NRF=10^NRF
URF=( (.07156XH^-1.37386)+(5062!XH^-2.86979)/NRF )^-1
RY=VK/URF

```

注: LO=LOG(10)

付表-2 ヒノキ10林分47プロットのデータ一覧

HJ _m	N _本	V _{m³}	G _{m²}	D _{cm}	AGE _年
15.5	1445	351.162	43.9086	19.3	41
15.5	1115	292.013	36.2753	20	41
16.6	1115	366.29	42.9663	21.7	46
18.2	779	356.423	39.2677	25	51
20.1	710	374.419	37.4148	25.6	52
20.1	567	314.808	31.5941	26.4	52
20.9	562	357.665	34.7547	27.8	57
21.7	557	413.906	39.3975	29.7	62
5.6	3158	47.898	14.1735	7.3	16
6.3	3153	85.985	24.0796	9.6	21
7.4	3097	134.969	33.5485	11.5	26
5.7	3538	47.226	13.4075	6.7	16
6.5	3527	83.129	21.8968	8.7	21
7.7	3473	135.247	31.7559	10.5	26
11.8	2242	302.903	51.2199	16	32
11.8	1527	257.029	42.8609	18.6	32
13.5	1527	356.464	52.8145	20.6	37
15.1	1522	446.85	60.4188	22	42
15.1	1126	368.99	49.785	23.4	42
16	1126	439.633	56.633	25	47
17.4	1126	528.232	62.4121	26.2	52
18.6	1116	633.667	70.5251	28	59
11.8	1909	293.581	47.8076	17.2	32
13.3	1803	374.263	55.0692	19.1	37
14.6	1747	453.152	61.0131	20.5	42
16	1666	532.035	66.0788	21.9	47
17.1	1601	597.273	69.346	22.9	52
18.5	1525	699.586	75.6581	24.5	59
14.5	1463	343.705	47.2158	20	31
14.5	1131	281.6	38.6247	20.6	31
16	1105	355.447	44.5974	22.4	36
17.4	1100	446.879	51.9378	24.2	41
17.4	874	370.584	43.1226	24.8	41
18.2	874	435.537	49.1632	26.4	46
19	874	512.405	55.7489	28.1	51
13.8	1540	356.49	51.622	20.3	31
15.4	1540	464.77	60.484	22	36
16.8	1540	573.95	68.549	23.4	41
17.8	1510	662.8	75.252	24.7	46
18.4	1510	730.19	81.768	25.7	51
12.3	1255	243.5	37.2	19.4	41
13.7	1250	286.8	43	20.9	46
14.7	996	326.8	40.5	22.8	51
15.9	703	289.9	38.3	25.5	61
12.6	1670	293.1	45.3	18.6	41
15	1600	453.9	57.2	21.3	51
16.4	1450	511.9	61.4	23.2	61

付表-3 間伐事例14林分のデータ一覧

HJ _m	N _本	V _{m³}	G _{m²}	D _{cm}	AGE _年
15.5	1445	351.162	43.9086	19.3	41
15.5	1115	292.013	36.2753	20	41
20.1	710	374.419	37.4148	25.6	52
20.1	567	314.808	31.5941	26.4	52
14.5	1463	343.705	47.2158	20	31
14.5	1131	281.6	38.6247	20.6	31
17.4	1100	446.879	51.9378	24.2	41
17.4	874	370.584	43.1226	24.8	41
23.1	1005	597.62	53.26	25.6	40
23.1	813	518.36	45.9	26.5	40
13.3	3169	404.1	58.39	14.9	31
13.3	2027	322.26	45.52	16.6	31
15.3	1989	440.33	56.54	18.6	41
15.3	1322	337.67	42.92	20	41
14.8	2989	325.56	45.28	13.4	23
14.8	2055	276.9	37.34	14.9	23
12.4	2705	211.92	34.08	12.5	18
12.4	2241	189.32	30.07	12.9	18
12.2	2254	222.4	35.44	13.8	17
12.2	1965	212.73	33.6	14.5	17
7.2	4934	108.49	26.19	8.1	14
7.2	4300	100	23.99	8.3	14
12.2	3124	234.58	38.75	12.3	20
12.2	2255	200.81	32.48	13.4	20
8.1	3002	133.98	29.14	10.9	14
8.1	2741	129.48	27.94	11.2	14
10.4	3636	241.1	44.46	12.3	20
10.4	2683	199.11	36.07	12.9	20