

密度管理図と林分収穫表の関係

林試九州支場 森 田 栄 一

I はじめに

第17回林業統計研究会シンポジウムのパネルディスカッション「森林のモデル」^{2,8)} および第19回林業統計研究会合同シンポジウム「森林経営計画の方法」^{7,9)}の中で、それぞれ密度管理図に関する話題が提供された。

ところで、山に植林し、手入れを行い、森林に育て上げる過程の一部の研究にたずさわる者として、「一体、この林分は目的材を生産するためには、どんな施業を行うべきか」という点に関して、「どれだけの適確な技術が存在しているか、既存の情報でどの程度のことがわかるか」という命題に取り組むこととした。そして、まず造林部門で作成された密度管理図^{1, 3, 10, 11)}と経営部門で調製された林分収穫表の関係について検討した。⁵⁾

本研究はまだその緒についたばかりであるので、解析中の問題点も残されているが、会員の皆様からのコメントを期待して投稿した。

II 密度管理図における収量比数 R_y とは、既存の造林用語「形状比」の別な表現であった。

この形状比 (H/D) はあまり普遍的には利用されていないようである。その原因は分母の D が本数密度 N の影響を受けやすいために、表-1 に例示するように同じ地位の A 、 B では比較の指標となるが、同じ直径の B 、 C では地位 S と本数密度 N の両方を同時に考慮しなければならない不便さがある。

表-1 H/D の変化

例	t	S	D_{cm}	H_m	$N_{本/ha}$	H/D	R_y
A	36	1.0	22.4	17.0	1500	0.759	0.86
B	36	1.0	20.0	17.0	2000	0.850	0.93
C	36	2.0	20.0	14.2	1600	0.710	0.81

そこで、本研究では「樹高は本数密度に影響されにくく、地位の指標となる」

という現在の定説に基づいて樹高 H を分母とした D/H 比を用いることとした。

この値は単に H/D の逆数に過ぎないが、

九州における熊本地方スギ林林分収穫表や九州地方ヒノキ林林分収穫表では地位ごとに林齢に関係なく、およそ表-2 に示す D/H 比の関係にある。

表一 林分収穫表におけるD/H比

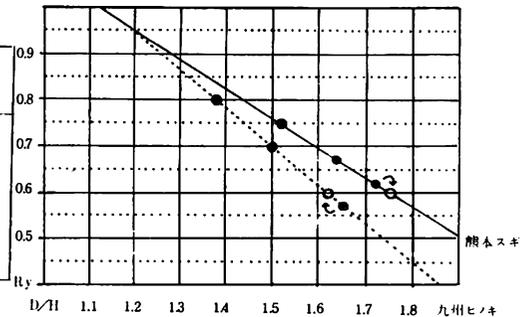
t	熊本地方スギ			九州地方ヒノキ			
	S	1	2	3	1	2	3
20		1.54	1.60	1.63	1.35	1.46	1.49
30		1.52	1.63	1.75	1.37	1.49	1.58
40		1.52	1.65	1.72	1.38	1.51	1.66
50		1.52	1.65	1.73	1.39	1.51	1.68
60		1.52	1.64	1.74	1.38	1.50	1.68
平均		1.52	1.64	1.72	1.38	1.50	1.65

注) 平均は t=15~60の5年ごとの平均

その理由は林分収穫表調製に際し、あまりにも現実林分の分布の範囲にとらわれ過ぎたためと推察される。もし、林分収穫表も一つのモデルと見るならば、図一の白丸のように等間隔の方が理解しやすい。すなわち、ヒノキ林を例にすれば1等地からRy 0.8, 0.7, 0.6と0.1間隔となり理解しやすい。また、もし林学は実学であるから現実林に合せるべきであると反論されるならば、密度管理図も現実林の存在しない部分は抹消した方が現実林分の範囲がわかり易い。

表一 密度管理図のRyとD/H比

H	Ry	スギ(一般)			ヒノキ(九州-1)		
		0.8	0.7	0.6	0.8	0.7	0.6
12		1.43	1.62	1.78	1.38	1.50	1.62
16		1.44	1.61	1.76	1.38	1.50	1.60
20		1.42	1.58	1.74	1.38	1.50	1.62
24		1.42	1.58	1.73	1.38	1.50	1.62
平均		1.43	1.60	1.75	1.38	1.50	1.62



図一 D/H ↔ Ry

スギ(一般)は文献1) ヒノキ(九州-1)

は文献2)による

以上のことから密度管理図と林分収穫表はつぎの関係にあるといえる。

林分収穫表は、まず地位Sと植栽本数を決め、その地位について林齢5年ごとに、D、H、N、G、Vを示したモデルである。これに対して、密度管理図は想定されるNとHの範囲についてそのVとDを示している。すなわち、林分をあらわす基本的パラメータは、S、t、D、H、Nの5つであり、これらのすべてを同時に一表にすることの困難さから、前者はS、tを優先し、後者はN、Hを選んでいるが、究極的には同じものを別な方法で表現したに過ぎない。そして、HはS、tの指標となると仮定し、NとHで表現した密度管理図の方が適用範囲が広いことは間違いない。しかし、林分収穫表は3つの地位を選び特定の植栽本数からスタートしたのもであっても、一つの施業モデルであるのに反し、密度管理図は選択の自由性はあっても単なる図表にしか過ぎず、施業としてのガイドカーブは示されていない。したがって、図一はこの両者の長所をきわめてシンプルに結びつけるものということができる。

Ⅲ 林分収穫表の分類

前述の九州における2つの林分収穫表（熊本スギ，九州ヒノキ）は図-1のように，D/H比を介して密度管理図と関連づけることができた。しかし，全国の主な林分収穫表について，D/H比の地位間，林齢間の傾向を分析してみると，表-4のとおり大部分は地位間，林齢間とも有意差のある林分収穫表が多かった。たとえば，山形スギは林齢間だけに有意差があり，林齢が高くなるにしたがって次第にD/H比が各地位とも小さくなる傾向が見られ（ R_y は大きくなる），これを密度管理図で示すと図-2のように R_y の線とクロスし，しかも表-4に示した19の林分収穫表のうちで只一つ地位が悪いほど R_y が大きい傾向を示した。なお，この図では林分収穫表のD，Hを用い，Nは使用していない。

さらに，地位間，林齢間の両方とも有意差が認められた中の鹿児島地方スギでは，図-3に示すように地位1，2等地のわん曲が著しく，林齢が高くなると R_y が小さくなる傾向を示した。したがって，図-1のように，D/H比と R_y の関係に林分収穫表の地位を挿入できるのは，熊本スギ，九州ヒノキおよび飛騨ヒノキのように林齢間に有意差のない林分収穫表に限られる。

しかし，山形スギや鹿児島スギのような特殊な形を示した林分収穫表であってもD/H比と R_y の回帰は十分線形関係で表現できるから， R_y と形状比との関係は否定されない。しかも，熊本スギと鹿児島スギの回帰の常数と係数は非常によく似ている。

$$\text{山形スギ } R_y = 1,4979 - 0.4909 (D/H) \quad r = 0.985$$

$$\text{鹿児島スギ } R_y = 1.6915 - 0.6158 (D/H) \quad r = 0.956$$

$$\text{熊本スギ } R_y = 1,6945 - 0.6242 (D/H) \quad r = 0.999$$

$$\text{九州ヒノキ } R_y = 1,9500 - 0.8333 (D/H) \quad r = 1.000$$

表-4 林分収穫表における地位間および林齢間のD/H比の傾向の分類

分 類	ス ギ	ヒ ノ キ
地位間に差なく 林齢間に差あり	山形	紀州，中国 四国内海
林齢間に差なく 地位間に差あり	熊本	九州，飛騨
地位間，林齢間とも差あり	青森，秋田，宮城，愛知，紀州 山陰，土佐，飢肥，鹿児島	関東，愛知 木曾

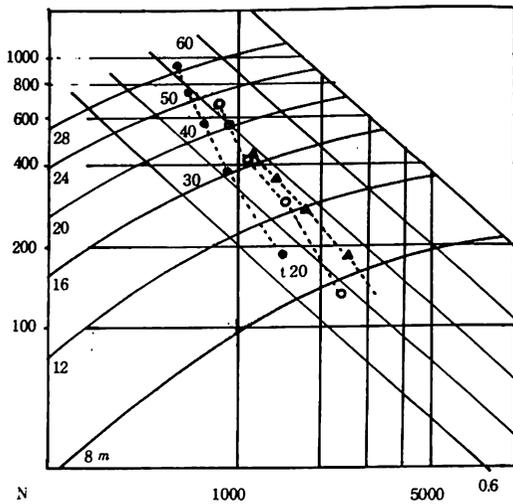


図-2 山形地方スギ

-● 地位 1等地
-○ 2等地
- ▲.....▲ 3等地

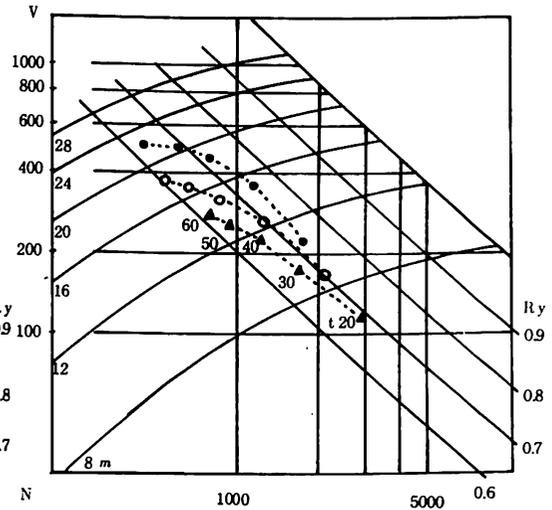


図-3 鹿児島地方スギ

-● 地位 1等地
-○ 2等地
- ▲.....▲ 3等地

IV 固定収穫試験地による吟味

ついで、固定収穫試験地の資料を用いて、現実林が果して図-1の関係にあるかどうかをしらべた。表-5のスギにおいて、水無平試験地はきわめて地位が良く、小石原試験地は逆に著しく悪い。この小石原試験地はどの林齢時も水無平試験地より本数密度が高いが著しく地位が悪いために R_y は全く低い。また、林分収穫表を電算機で補正した地位別林齢別表から求めた R_y で比較してみると、林分収穫表は地位によってほぼ一定した R_y で管理したモデルであることがわかる。さらに、かなり若い時期から本数密度を下げて管理されている春振山試験地では、林齢25、42、48年までは間伐によってほぼ林分収穫表の2等地と同様な R_y で管理されているが、林齢54、59年では48年時の本数密度と殆んど変わらず、急速に R_y が上昇していることがわかる。

一方、表-6のヒノキにおいて、同一地域内で幾分地位の異なる万膳1号、2号、3号試験地を比較してみると、もっとも本数密度の少ない2号試験地の R_y が林分収穫表から求めた R_y に近く、本数密度が高いほど、1号、3号の順に林分収穫表から求めた R_y との較差が大き。これに対して、かなり間伐されて本数密度の少ない杉崎試験地では万膳1号試験地よりも地位が幾分良いにもかかわらず R_y は小さい。しかも、林齢54年から69年の15年間は、ほぼ一定した R_y が保たれた林分であることがわかる。

このように、密度管理図の R_y は L/H 比と同義異語であったと見ることができる。

表-5 固定収穫試験地の林況(スギ林)

水無平試験地

t	現 実 林				林分収穫表 (0.5等地)			
	D	H	N	Ry	D	H	N	Ry
20	17.9	13.8	2746	0.88	17.7	11.7	1580	0.75
25	18.7	14.8	2714	0.91	21.0	14.0	1260	0.76
30	20.3	17.5	2616	0.97	24.0	16.2	1045	0.77
30	21.5	17.8	1945	0.94				
35	22.8	20.1	1930	0.99	26.7	18.1	892	0.77

小石原試験地

t	現 実 林				(3.5等地)			
	D	H	N	Ry	D	H	N	Ry
20	9.5	5.7	2882	0.65	10.5	6.3	2933	0.65
25	11.2	7.2	2920*	0.72	12.9	7.5	2346	0.62
30	12.6	8.6	2920	0.78	15.1	8.7	1928	0.61

春振山試験地

t	現 実 林				(2.0等地)			
	D	H	N	Ry	D	H	N	Ry
25	17.7	12.4	1350	0.80	14.4	9.0	1965	0.70
42	25.1	15.5	1296	0.68	26.1	15.9	939	0.67
48	28.2	17.4	940	0.68	28.7	17.4	819	0.66
54	29.1	19.5	936	0.76	30.9	18.9	723	0.67
59	29.9	20.6	934	0.79	32.7	20.0	657	0.67

☆: 進界木(5.0cm以下)による増

表-6 固定収穫試験地の林況(ヒノキ林)

万圃1号試験地

t	現 実 林				林分収穫表 (2.3等地)			
	D	H	N	Ry	D	H	N	Ry
43	18.4	13.8	2101	0.84	21.4	13.8	1092	0.66
49	19.4	14.7	2042	0.85	23.5	15.2	944	0.66
54	20.2	15.5	1956	0.86	25.1	16.2	858	0.66
59	21.9	17.0	1877	0.88	26.5	17.2	794	0.67

万圃2号試験地

t	現 実 林				(2.6等地)			
	D	H	N	Ry	D	H	N	Ry
43	18.7	11.9	1656	0.64	20.1	12.7	1175	0.63
49	20.0	12.6	1652	0.63	22.2	13.9	1016	0.62
54	20.4	13.9	1637	0.72	23.7	14.9	924	0.62
60	21.4	15.0	1637	0.76	25.3	15.9	842	0.62

万圃3号試験地

t	現 実 林				(2.8等地)			
	D	H	N	Ry	D	H	N	Ry
43	16.7	11.2	2564	0.71	19.3	11.9	1230	0.60
49	17.4	11.9	2532	0.73	21.4	13.1	1064	0.59
54	17.6	13.1	2474	0.83	22.8	14.0	967	0.59

杉崎試験地

t	現 実 林				(2.2等地)			
	D	H	N	Ry	D	H	N	Ry
44	22.0	13.9	1032*	0.63	21.8	14.2	1064	0.67
54	24.2	17.5	1077	0.80	25.3	16.5	852	0.67
64	25.9	18.4	1019	0.78	28.0	18.3	736	0.68
69	27.3	19.5	1000	0.78	29.3	19.3	697	0.68

☆: 54年の本数より少ないが台帳のまゝ用いた。

V 図-1の利用法

以上のことから、図-1は密度管理図と併用して以下のように利用できる。

1, 林分のかみ合いの程度を概査したい時

- I) まず、林分内の標準木を選ぶ。対象地域が広く、地位の差が認められる時は層化する。
- II) その標準木のDとHからD/H比を求める。このD/H比を求めるには図-4が簡便である。
- III) このD/H比を図-1にあてはめると、現実林の R_y がわかる。
- IV) 一方、Hと林齢 t から地位^{4, 6)}を求めると、同じ図-1から標準の R_y も直ちに求まり、現実林との差がわかる。

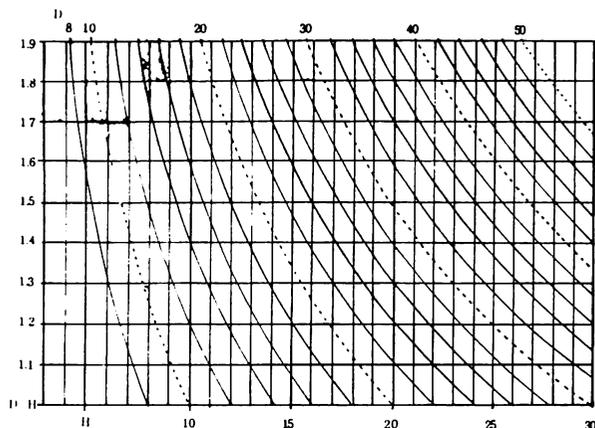


図-4 D, H → D/H換算図

2, 林分の本数密度を知りたい時

- I) 前項1の方法によって R_y がわかれば、密度管理図において、Hと R_y の交点から逆に本数を求めることができる。
- II) この場合、地位に見合った標準の R_y とHの交点から求めた本数と比較すれば、間伐量の目安も決めることができる。

例 ヒノキ30年 $D=18\text{ cm}$

$H=13\text{ m}$

- 1) 現実林のD/H比 = 1.38 $R_y = 0.80$
- 2) 地位 1.4 ($t=30$, $H=13$)
- 3) 地位 1.4の標準の $R_y = 0.76$
- 4) 現実林の本数 $N \approx 1750$ ($H=13$, $R_y = 0.80$)
- 5) 標準の本数 $N \approx 1300$ ($H=13$, $R_y = 0.76$)

3, 将来の林況の予測

- I) 将来の樹高を求める。^{4, 6)}
- II) 標準の R_y を図-1からD/H比に読み変えると、その時のDは次式で求められる(または図-4)

$$\widehat{D} = H \times D/H\text{比}$$
- III) 標準の本数は、標準の R_y 線と将来の樹高の交点から求められる。

例 前項2の例に続いて

地位1.4の標準の $R_y = 0.76$ $D/H = 1.43$

t	H	D	N	間伐率の予想 (t=30. N=1750)
34	14.4	20.6	1300	25.7 %
35	14.8	21.2	1225	30.0
40	16.4	23.5	1050	40.0
45	17.9	25.6	880	49.7

標準伐期と算出された将来の林相と間伐率の予想および現実林の林相、環境から間伐率を選択できる。

Ⅵ む す び

このように、密度管理図に図-1を併用すれば、個々の林分の現況を知ると同時に、その林分の標準を知ることができるから、実務者にとって一段と便利さが増すものと思われる。

しかし、本報告の中には重大な問題が残されている。すなわち、九州のスギ、ヒノキ林は地位によって管理すべき R_y を異にするべきであるとして来た林分収穫表が正しいかどうかということである。いいかえると地位によって管理すべき R_y が異なるということは、図-1でもわかるように D/H 比が異なることであって、地位が異なると生産される材の形が異なるということに帰着する。では、本当に地位によって生産される材が異なるか、同じ材を生産する技術は不可能かという点が、つぎに残された命題となる。このことは目下解析中である。

最後に、固定収穫試験地の時系列データが、本研究にも大いに役立っていることを附記する。

文 献

1. 安藤 貴：林試研報 210, 1～153, 1968
2. 相場 芳憲：林統研会誌 2, 4～8, 1977
3. 飯盛 功：日林九支論 29, 135～136, 1976
4. 熊本営林局：間伐要領, 15～17, 1977
5. 森田 栄一：林況診断表の作成(1), 日林九支論 32, (印刷中)
6. ————：暖帯林 375, 15～23, 1977
7. 内藤 健司：林統研会誌 3, 5～6, 1978
8. 高橋 文敏, 内藤 健司：日林誌 58-11, 424～428, 1976
9. 竹内 公男：日林誌 60-9, 349～352, 1978
10. 只木 良也, 四手井綱英：京大農演習林報 34, 31 p p, 1963
11. 只木 良也：林試研報 154, 1～19, 1963