資 料

岐阜県今須のスギ・ヒノキ択伐林における樹冠の
大きさと形態の樹高による変化*

梶原 幹弘** ・ 梶原 規弘*** ・ 藤本 幸司**** ・ 山本 武****

Ⅰ. はじめに

樹冠の縦断面形を上部の円錐体ないしは放物線体状の陽樹冠と下部の円柱体状の陰樹冠に区分してモデル化すると、樹冠の大きさと形態は基本的に樹冠直径、陽樹冠と陰樹冠の長さ、陽樹冠の形状比および陽樹冠曲線の膨らみ具合でつかまえられる。そして、これらの因子から陽樹冠と陰樹冠の表面積および体積がきまる(11)。

表面積と体積を除く基本的な因子について各林分内での樹高による変化を調べた結果(14)によると、岐阜県今須の択伐林ではスギとヒノキの樹種間における差は認められず、樹高階別平均値の林分により差はある程度あるものの樹高による変化のパターンはどの林分でも似ていた。この結果をふまえて、ここでは樹冠の大きさと形態を示す各因子の今須択伐林全体としての樹高階別平均値をスギとヒノキの樹種ごとに求め、樹種間における差を検討した。そして、そのスギにおける結果を大分のスギ皆伐林の状態と比較した。

択伐林では樹齢を定めるのがきわめて難しい。それに加えて、上層木による被圧があるために中・下層木の

樹高成長には大きな個体差があり(1),これに伴って樹冠の各因子にも相違を生じると考えられる。そこで、生育段階の指標として樹齢ではなく樹高を取り上げ、皆伐林との比較もこれを基準に行なった。

Ⅱ. 資 料

資料は、表-1のような今須択伐林に設けた6つの固定試験地での測定結果である。測定を始めた1975年当時には今須択伐林本来の施業状態が保たれていたが、その後は上層木の伐採がほとんどなくなり、枝打ちも以前ほどきちんとはされてはいない。このため、上層木の樹冠量の著しい増大に伴う林内の日射量不足から後継樹の成長が阻害され、枯死木も出現しているのが現状である(16~18)。したがって、1975年当時の中・下層木の陽樹冠はそれ以降よりも大きい(15)。しかし、1975年当時の測定値は少ないこともあって、ここでは全ての測定年での結果を込みにしたものを資料とした。

試験地内の全立木について、測定年ごとに、6mのポールを補助にしてシュピーゲル・レラスコープで樹高とともに樹冠直径、陽樹冠長、陰樹冠長および陽樹冠中

表-1 固定試験地

林 分	面積 (ha)	測定年	立木本数(本/ha)			胸高直径(cm)		樹 高(m)	
			スギ	ヒノキ	合 計	平均値	範 囲	平均値	範 囲
G-2	0.0400	1988	950	650	1600	15.3	1~57	10.6	2~25
		1994	900	750	1650	16.0	1~60	11.0	2~27
G-3	0.0600	1987	1367	450	1817	16.0	1~54	11.4	2~27
		1994	1033	400	1433	20.1	5~59	14.0	5~28
G-4	0.0359	1988	362	975	1337	19.8	5~60	12.9	5~28
		1994	362	919	1281	20.0	1~65	13.4	2~31
G-5	0.0600	1975	1133	950	2083	11.5	0~52	7.9	1~24
		1986	1067	950	2017	15.1	1~60	10.3	2~26
		1994	900	733	1633	17.6	2~65	12.0	2~28
G-6	0.0490	1988	1225	755	1980	14.8	1~63	11.2	2~29
		1994	1143	551	1694	16.4	1~64	11.7	2~29
G-7	0.0740	1988	663	675	1338	18.3	1~85	12.5	2~37
		1994	554	676	1230	19.9	2~88	13.0	2~38

* Mikihiro KAJIHARA, Norihiko KAJIHARA, Koji FUJIMOTO and Takeshi YAMAMOTO: Changes in crown dimensions and morphology with tree height in the selection forest of *Cryptomeria japonica* and *Chamaecyparis obtusa* at imasu, Gifu

** 京都府立大学農学部 Fac. of Agric., Kyoto Pref. Univ., Kyoto 606

*** 高知県林業試験場 Kochi Pref. Forest Exp. Stn. Tosayamada, Kochi 782

**** 愛媛大学農学部 Fac. of Agric., Ehime Univ., Matsuura 790

央付近の任意の1点における樹冠直径とその高さを測定した(3, 11)。そして、まず陽樹冠中央付近の任意の1点における樹冠直径とその高さを測定値をもとに、陽樹冠曲線の膨らみ具合の指標である陽樹冠中央の相対樹冠直径を推定した。この相対樹冠直径の樹種ならびに樹高による差異の有無を検定した。差異が認められた場合にはそれぞれの区分ごとに、差異が認められなかった場合には林分全体の相対樹冠直径の平均値を求め、これから得た平均相対陽樹冠曲線と各木の樹冠直径と陽樹冠長をもとに陽樹冠曲線を推定した。陽樹冠曲線

表-2 樹高階別資料木数

樹高階 (m)	本数	
	スギ	ヒノキ
2	27	33
4	44	38
6	65	64
8	87	57
10	44	39
12	26	36
14	22	31
16	28	30
18	38	30
20	27	14
22	29	9
24	28	—
26	17	—
28	9	—
30	8	—
合計	499	381

図-1 樹冠直径(d_c)の樹高による変化
○, スギ ; △, ヒノキ

の回転体側面積として陽樹冠表面積を、回転体体積として陽樹冠体積を算出した。また、陰樹冠の表面積と体積は、樹冠直径と陰樹冠長に等しい直径と長さをもつ円柱体の側面積と体積として算出した(5, 11)。

これらの結果より、先折れ、片面樹冠などの樹冠の形状が異常な木は除外した。ここで用いた資料の2mの樹高階別本数は表-2のようであった。

IV. 結果と考察

1. 樹高による変化

スギとヒノキの樹種ごとに、各因子の樹高階別平均値、標準偏差および変動係数を求めた。なお、長さ、表面積および体積については、陽樹冠と陰樹冠ではなく、陽樹冠とこれに陰樹冠を加えた全樹冠に区分した。

各因子の樹高階別平均値の樹高による変化は、図-1~5のようであった。ここで、陰樹冠の長さ、表面積および体積は、全樹冠と陽樹冠のそれらの差として求めた。

統計学的手法により樹種間における平均値の差を検定すると、樹冠直径の樹高階4m、陽樹冠中央の相対樹冠直径の樹高階2mおよび陽樹冠の表面積と体積の樹高階4mにおいて危険率5%で有意差が認められただけであった。この結果からすると、どの因子も樹種による

図-2 陽樹冠長($l_{c(A)}$)と陰樹冠長($l_{c(B)}$)の樹高による変化
○, スギ ; △, ヒノキ

図-3 陽樹冠の形状比 ($l_{C(A)} / d_c$) と中央の相対樹冠直径 ($q_{0.5}$) の樹高による変化
○, スギ ; △, ヒノキ

図-4 陽樹冠表面積 ($s_{C(A)}$) と陰樹冠表面積 ($s_{C(B)}$) の樹高による変化
○, スギ ; △, ヒノキ

図-5 陽樹冠表面積 ($s_{C(A)}$) と陰樹冠表面積 ($s_{C(B)}$) の樹高による変化
○, スギ ; △, ヒノキ

違いはほとんどないと判断される。これは、先の各林分内における結果(14)とも符合している。なお、樹高階別変動係数には樹種と樹高による違いがほとんど認められず、平均して直径、長さおよび形状比で20%、陽樹冠中央の相対樹冠直径で13%、表面積で36%、体積で55%であった。

2. 皆伐林との比較

図-1~5に示したスギでの結果を、大分のスギ皆伐林での状態と比較したのが図-6~9である。大分のスギ皆伐林は中庸度の密度管理状態にあるヤブクグリを主体とする普通の用材生産林で、枝打ちが行なわれている。これについては、各因子と平均樹高の経年変化が推定されている(8, 9~11, 13)ので、この結果を利用して各因子の樹高による変化を求めた。

図-6のように、択伐林の樹冠直径と陽樹冠長が一貫した単調増加を示しているのに対して、皆伐林では始

めはかなり急激に増加するが、樹高5mから一時増加が停滞した後に緩やかな単調増加に転じるという曲折を示している。そして、樹冠直径は樹高5mまではあまり変わらないが、それ以上では常に択伐林の方が皆伐林よりも大きい。一方、陽樹冠長は樹高13mまでは択伐林の方が皆伐林よりも小さいが、それ以上では大小関係が逆転している。また、陰樹冠は択伐林、皆伐林ともに当初はほとんど存在しないが、その後の陰樹冠の発達状態は異なり、択伐林では樹高が高くなっても僅かの長さ止まっているのに、皆伐林では樹高とともに増加してかなりの長さに達している。樹冠直径に対する陽樹冠長の比である陽樹冠形状比は図-7のようになる。すなわち、択伐林では上方にやや凸の単調な増加傾向にあるのに対して、皆伐林では当初急増して樹高10mあたりでピークに達した後に減少している。樹高20mを過ぎて両者がほぼ接近するまで、皆伐林よりも択伐林の方が小さい。また、陽樹冠中央の相対樹冠直径は、択伐林が当初増加した後はあまり変化しないのに対して皆伐林では一貫した増加を示し、樹高13m以下では択伐林が皆伐林よりも大きかったものが13mを境に両者の大小関係が逆転している。

図-6 択伐林と皆伐林における樹冠直径 (d_c)、陽樹冠長 ($l_{c(a)}$) および陰樹冠長 ($l_{c(b)}$) の比較
○, 択伐林 ; △, 皆伐林

樹冠の大きさと形態に最も大きな影響を与えるのは、隣接樹冠との競合状態である。皆伐林で問題になるのは水平方向の競合で、図-6・7に見られるようにこれは3つの段階に区分できる。第1は樹冠が閉鎖する樹高5m以下の段階で、各樹冠の周りには空間的余裕があるために陽樹冠の直径、長さおよび形状比は急増し、陰樹冠は存在しない。第2は樹冠閉鎖後の陰樹冠が急速に発達する樹高10mまでの段階で、隣接樹冠が互いに交錯するほどのきつい閉鎖当初の状態から抜け出すために直径と陽樹冠の長さおよび形状比の増加が停滞を示す。第3は、それ以降の陰樹冠の発達が停滞し、直径と陽樹冠長は安定した増加を示すが陽樹冠形状比は減少する段階である。この間、陽樹冠中央の相対樹冠直径は一貫した増加を示す。樹冠が上下に分散している択伐林では、皆伐林のような樹冠の閉鎖は起こらず、水平方向での隣接樹冠との競合は皆伐林よりも全体的に緩いが、全くないわけではない。樹冠の水平的分布が上層木では規則型であるが、中層木から下層木へとなるにつれてこれが次第に崩れてランダム型へと移行する傾向にある(2, 17, 19)。これを考えると、局所的な競合が起こる可能性は上層木では少ないが、中・下層木ではより高まるとみられる。他方、皆伐林では見られ

図-7 択伐林と皆伐林における陽樹冠の形状比 ($l_{c(a)} / d_c$) と中央の相対樹冠直径 ($q_{0.5}$) の比較
○, 択伐林 ; △, 皆伐林

ない樹冠の垂直的な重なりは避けられない状態(16, 17)で、これによって中・下層木とくに下層木ではより上方にある樹冠による被圧が生じることになる。このような皆伐林と択伐林における樹冠の競合状態の違いが、樹高による変化は全体的に皆伐林よりも択伐林で単調である。皆伐林と異なり陰樹冠は上層木ではほとんど存在しないのに中・下層木ではある程度は発達する。樹高の低い段階での陽樹冠の長さ、形状比および中央の相対樹冠直径は択伐林の方が皆伐林より小さい。樹高が高くなると択伐林の樹冠直径と陽樹冠長は皆伐林よりも著しく大きくなる反面陽樹冠中央の相対樹冠直径はより小さくなり、陽樹冠形状比は皆伐林に接近する、といった結果をもたらしたと考えられる。

陽樹冠表面積は、図-8のように択伐林、皆伐林ともに一貫した単調増加を示している。そして、樹高が低い段階ではあまり違わなかったものが樹高が高くなるにつれて格差を生じ、択伐林の方が皆伐林よりもかなり大きくなっている。これとは逆に、陰樹冠表面積は樹高が高くなるにつれて択伐林が皆伐林よりも小さくなっている。また、陽樹冠と陰樹冠の体積の択伐林と皆伐林における差異は図-9のようになり、その状態は表面積の場合と似ている。体積と表面積では、断面積と樹冠曲線の膨らみ具合が関係することは共通しているが、もう1つの関係因子が前者では長さであるのに対して後者では形状比であるという違いがある(4, 11)。

図-8 択伐林と皆伐林における陽樹冠表面積($s_{c(a)}$)と陰樹冠表面積($s_{c(b)}$)の比較
○, 択伐林 ; △, 皆伐林

これら2つの関係因子の択伐林と皆伐林における大小関係は、図-6・7のように基本的にあまり変わらない。このため、表面積と似た結果になったとみられる。

V. おわりに

今須択伐林全体としての平均的な樹冠の大きさと形態の樹高による変化の実態を明らかにするとともに、それが皆伐林とは異なることを示した。具体的な数値は若干異なるにしても、択伐林と皆伐林での樹高による変化にはここに示したような基本的な差異があるとみられる。

陽樹冠表面積は、幹材積成長量ならびに幹の完満度と年輪幅と密接な関係を持つ因子である(6, 7, 11, 12, 15)。その意味で、択伐林と皆伐林における陽樹冠表面積の樹高による変化の差異はとくに注目される。

現地調査では、岐阜県の林業センターと西南濃県事務所林務課の方々になにかと便宜をはかっていただいた。また、現地調査と資料の整理・計算では京都府立大学農学部森林経理学研究室的伊藤達夫博士に多大の協力を得た。ここに、深謝する。

図-9 択伐林と皆伐林における陽樹冠体積($v_{c(a)}$)と陰樹冠体積($v_{c(b)}$)の比較
○, 択伐林 ; △, 皆伐林

引用文献

- (1) 藤本幸司 (1988) スギ複層林内下木の形質と成長. 昭和63年度文部省科学研究費(一般研究B)研究成果報告書, 158pp.
- (2) 藤本幸司・山本武・梶原規弘・梶原幹弘 (1995) 愛媛県久万町岡氏択伐作業林の施業と林分構造. 愛媛大演習林報 **32**: 35~48.
- (3) 梶原幹弘 (1974) シュピーゲルレラスコープによる樹冠の測定について. 日林誌 **56**: 105~107.
- (4) 梶原幹弘 (1977) スギ同齡林における樹冠の形態と量に関する研究(V) 樹冠表面積と樹冠体積. 日林誌 **59**: 233~240.
- (5) 梶原幹弘 (1977) 林分構造図について. 日林誌 **59**: 393~399.
- (6) 梶原幹弘 (1981) スギ, ヒノキにおける樹冠位置に関係しての幹材積生長量の垂直的配分とそのモデル. 京都府大学報・農学 **33**: 63~72.
- (7) 梶原幹弘・藤本幸司・山本武・梶原規弘 (1990) 岐阜県今須択伐林内のスギにおける陽樹冠長率と幹材積成長量の垂直的配分との関係. 日林誌 **72**: 163~165.
- (8) 梶原幹弘 (1993) 大分のスギ同齡林における樹冠と幹の成長との関係(I) 樹冠管理と幹材の形質の現状. 京都府大演習林報 **37**: 11~24.
- (9) 梶原幹弘 (1994) 大分のスギ同齡林における樹冠と幹の成長との関係(II) 林分材積成長量とその垂直的配分の推定モデルの再検討. 京都府大演習林報 **38**: 21~35.
- (10) 梶原幹弘・鶴飼一博 (1995) 大分のスギ同齡林における樹冠と幹の成長との関係(III) 成長モデルとその適合度. 京都府大演習林報 **39**: 17~27.
- (11) 梶原幹弘 (1995) 樹冠と幹の成長. 120pp, 森林計画学会出版局, 東京.
- (12) 梶原幹弘・梶原規弘・藤本幸司・山本武 (1996) 択伐林と皆伐林における幹材の完満度と年輪幅の差異. 日林誌 **78**: 100~103.
- (13) 梶原幹弘・鶴飼一博 (1996) 大分のスギ同齡林における樹冠と幹の成長との関係(IV) 成長モデルによる幹の成長予測. 京都府大演習林報 **40**: 13~25.
- (14) 梶原幹弘・梶原規弘・藤本幸司・山本武 (1996) スギ・ヒノキ択伐林における樹冠の形態と幹形. 森林計画誌 **26**: 85~97.
- (15) 梶原幹弘・梶原規弘・藤本幸司・山本武 (1996) 岐阜県今須のスギ・ヒノキ択伐林における陽樹冠表面積, 単位陽樹冠表面積当りの幹材積成長量および幹材積成長量の樹高による変化. 森林計画誌 **27**: 19~26.
- (16) 梶原規弘・藤本幸司・山本武・梶原幹弘 (1992) 岐阜県今須択伐林の樹冠占有状態と相対日射量. 日林誌 **74**: 431~436.
- (17) 梶原規弘・藤本幸司・山本武・梶原幹弘 (1994) 樹冠の空間占有状態に基づく択伐林の直径分布モデル(I) スギ・ヒノキ択伐林における樹冠の空間占有状態のモデル化. 日林誌 **76**: 418~425.
- (18) 梶原規弘・藤本幸司・山本武・梶原幹弘 (1995) 樹冠の空間占有状態に基づく択伐林の直径分布モデル(II) スギ・ヒノキ択伐林における樹冠の空間占有モデルの妥当性の確認. 日林誌 **77**: 163~169.
- (19) 山本武・藤本幸司・梶原規弘・梶原幹弘 (1991) 広島県寄木氏択伐林および岐阜県今須択伐林の立木配置. 102回日林論: 225~227.

(1996年11月18日 受理)