

# ボカスギ林におけるシステム収穫表の成長パラメータ

嘉戸昭夫\*1・田中和博\*2

The growth parameters of the system yield table "Silv-no-mori" in  
Boka-sugi (*Cryptomeria japonica* D.Don) stands

Akio KATO\*1, Kazuhiro TANAKA\*2

システム収穫表「シルブの森」は現在の直径分布と樹高－直径曲線から将来の直径分布と樹高－直径曲線を予測する成長モデルである。この「シルブの森」の成長パラメータをボカスギ林分の209箇所の毎木調査資料（林齢、林分本数、林分断面積、平均樹高、平均直径）と樹幹解析資料を用いて推定し直し、システム収穫表が10から50年生のボカスギ林において使用できるように調製した。その方法は下記の通りである。①平均樹高と林齢との関係にMitcherlich曲線を当てはめて、地位指数曲線を求めた。②直径階別の直径成長量を期首直径と5年間の定期成長量の関係から予測した。③平均断面積と林分本数および平均樹高の関係に競争密度効果の逆数式を当てはめて、この式の係数を求めた。④この係数から、最大林分断面積と平均樹高の関係式を得た。⑤地位指数曲線のMitcherlich式を用いることにより、最大林分断面積と平均樹高の関係式を最大林分断面積の平方根を時間の関数としたMitcherlich曲線に変換した。⑥最後に、平均直径を最大林分断面積の平方根の一次関数で表し、最終的にMitcherlich曲線による時間の関数として平均直径の成長曲線を推定した。⑦これらの結果を「シルブの森」成長モデルに組み込み、4箇所の試験林の成長を予測した結果、実測値と予測値が概ね一致した。

## 1. はじめに

ボカスギは材の強度がやや小さいものの成長が早いことから、主に電柱材用として、1970年代まで富山県西部の丘陵地帯を中心に盛んに造林された。ボカスギ林業の特徴は、植栽前後に木場作を行うこと、1,000～2,000本/haの疎植であること、標準伐期齢が30～35年と短いことなどであった（平・嘉戸，1993）。ところが、1980年以降、電柱材としての需要が無くなったこと、甚大な冠雪害を幾度も被ったことなどから、ボカスギ林業は衰退の一途をたどっている。

しかし、ボカスギ林は、現在、県西部の丘陵地帯に8齢級を中心に約7千ha存在し、その総材積量は約3,700千 $\text{m}^3$ /haに達している。この材積量は県内の人工林の約20%を占め、タテヤマスギに次いで2番目に多い。この資源を有効に活用するためには、8齢級以上の林分にも対応する施業指針を早急に作成する必要がある。その中核となるのが林分本数管理指針であろう。その理由として次のような事柄があげられる。ボカスギは材の強度が小さく冠雪害に弱い品種であるが、平均形状比（平均樹高／平均直径）が

65未満の林分では、被害率が低いことが報告されている（嘉戸ら，1992；嘉戸，2009）。したがって、平均形状比が65未満になるように林分本数を管理することができれば、冠雪害もかなり軽減できると考えられる。

林分本数を管理する場合に有用なのが林分の成長予測システムである。この代表が林分密度管理図である（安藤，1968）。これを用いると、将来の林分の総量（林分本数、林分材積、林分断面積）や平均値（平均樹高、平均直径）などが推測できる。しかし、間伐効果の検討や林分の収穫額の予測を行う場合には、総量や平均値に加えて直径階別の立木本数、丸太本数および平均樹高などの情報も必要となる。このようなニーズに対応した成長予測システムの一つがシステム収穫表「シルブの森」である（田中，1992，1995）。これまでに、従来の標準伐期齢（35年生）に対応したボカスギ林のシステム収穫表「シルブの森」（嘉戸・田中，1997）が調製されているが、伐期齢をさらに延長した場合にも適用できるように改善する必要がある。

本報告は、10から50年生の林分に対応できる

\*1：森林研究所、\*2：京都府立大学大学院

ボカスギの「シルブの森」を調製する目的で、前回の調査資料に新たに調査した林分の資料を加えてシステム収穫表の成長パラメータを算出したものである。

2. 成長モデルの概略

「シルブの森」は同齢単純林を対象としたものであり、その基本的な設計思想は、鈴木太七の林分遷移の方程式を発展させた確率論的直径成長モデル (Tanaka,1986) と、篠崎吉郎・吉良竜夫らの密度効果の理論に基づく安藤 (1968) の林分密度管理図を結合させようとするものである。すなわち、各直径階の直径成長を確率モデルで予測し、間伐の効果は密度管理図の理論に基本的に従わせたものである。

「シルブの森」で使われている直径成長モデルを図-1に示した。これは定期直径成長量と期首直径との関係を示す確率論的モデル (Tanaka,1986) であって、その概略は以下の通りである (田中,1991a, 1991b,1996)。同齢単純林では、林木によってばらつきがあるものの、直径が太い林木ほど成長量が大きいこと、すなわち、同齢単純林では、定期成長量と期首直径との間に明瞭な正の直線関係が認められている。回帰直線の傾きは、若齢時は急であるが、高齢になるに従い緩やかになり、また、回帰直線のまわりの各林木の直径成長量のばらつきは、直径の大きさに依存しないなどの性質も観察されている (Tanaka,1986)。回帰直線の $x$ 切片については、平均直径との間に明瞭な正の直線関係があることも認められている。この直径成長モデルは、回帰直線のまわりのばらつきを誤差変動としてとらえた確率論的モデルであり、いま、林齢 $t$ 年時の直径を $x(t)$ 、平均直径の成長曲線

を $D(t)$ 、その林齢 $t$ についての微分を $D'(t)$ 、連年成長量の期首直径に対する回帰直線の $x$ 切片を $C(t)$ 、ランダム変動を表すホワイトノイズ

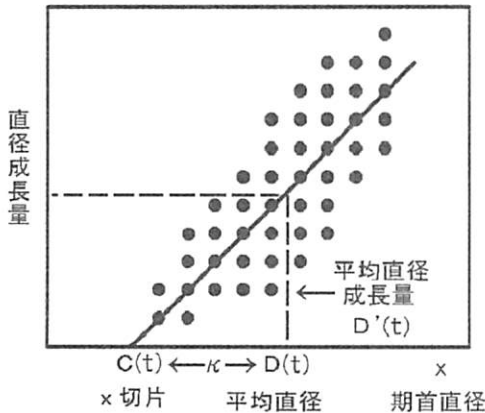


図-1 胸高直径の成長モデル

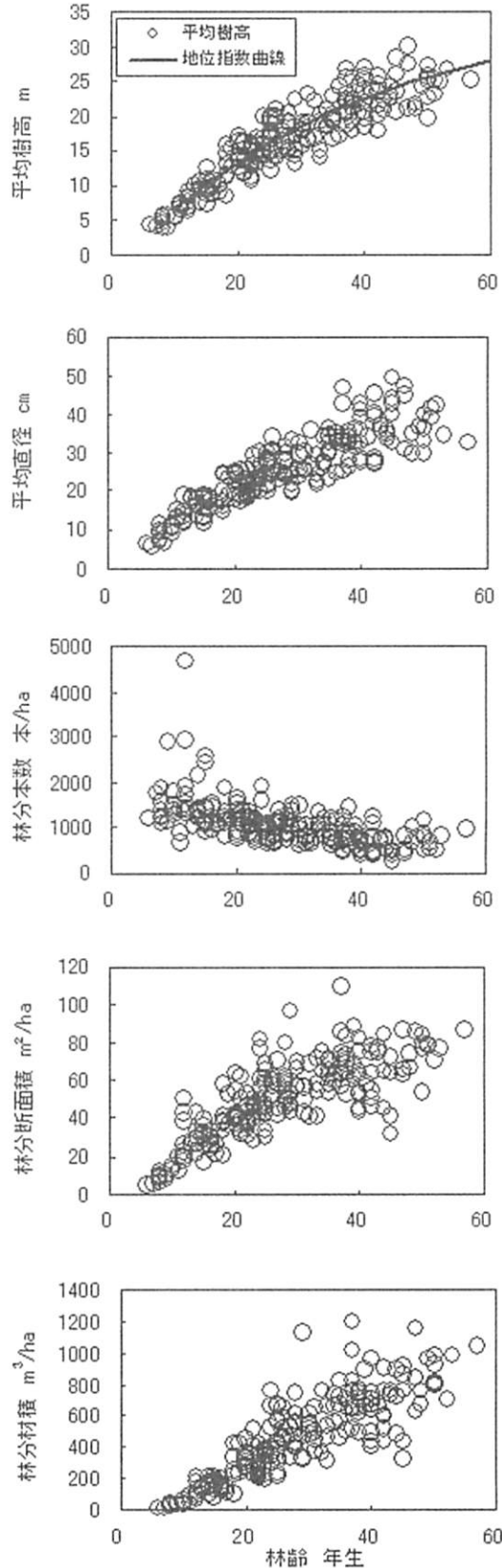


図-2 調査地の概要

を $f(t)$ 、比例定数を $\gamma$ と表すことにすれば、以下の確率微分方程式で表現される。

$$\frac{dx(t)}{dt} = (D'(t)/(D(t)-C(t)))x(t) - D'(t)C(t)/(D(t)-C(t)) + \gamma D'(t)f(t) \quad (1)$$

「シルブの森」では、この成長モデルを離散型のモデルに直すことによって任意の期間の直径遷移確率行列を求め、直径成長量を直径階別に予測している（田中,1992,1995,1996；田中・嘉戸,2001）。

### 3. 資料と方法

「シルブの森」を利用するには、樹種・品種や地域毎に、地位指数曲線、定期直径成長量および平均直径成長曲線などの成長パラメータを求める必要がある。

地位指数曲線は毎木調査資料の林齢と平均樹高の関係にMitscherlich成長曲線を当てはめて求めた。ここで用いた毎木調査資料とは、ボカスギの林分収穫表調製（富山県林業試験場,1965）に使用された104林分、冠雪害調査に使われた氷見市39林分（嘉戸ら,1992）と小矢部市24林分（嘉戸・図子,2006）、生育に関わる立地要因の解析に用いられた氷見市24林分（図子,2001）、酸性雨影響調査地（安田・高橋,未発表）5林分および成長量調査地13林分の合計209林分から収集されたものである。これらの調査林分の概要を図-2に示した。林齢は6~57年生、林分本数は275~4,676本/ha、林分材積は14~1,196 $\text{m}^3$ /ha、林分断面積は4~110 $\text{m}^2$ /ha、平均樹高は4~30m、平均直径は6~49cmであった。

定期直径成長の成長パラメータを砺波市庄広谷の52年生林分における樹幹解析資料を用いて求めた。

平均林分断面積と林分本数の間に成立する競争密度効果の逆数式を地位指数曲線の解析に使用した合計209林分の毎木調査資料に適用し、平均直径成長曲線を求めるのに必要な最大林分断面積を算出した。

また、ボカスギ林分における「シルブの森」の予測精度を検討するため、氷見市中田、同市小滝、小矢部市内山および射水市立神の酸性雨影響調査の固定試験地4林分における毎木調査資料を用いた（安田・高橋,未発表）。なお、この資料は5年毎に測定されており、中田では19から34年生までの15年間、同小滝では23から33年生までの10年間、内山では20~30年までの

10年間、立神では18から28年生までの10年間の記録がある。

## 4. 結果と考察

### 4.1 地位指数曲線

「シルブの森」では、平均樹高 $H$ の成長を次式のMitscherlich成長曲線で表し、地位指数曲線として用いられている。

$$H(t) = M_H(1 - L_H \cdot \exp(-k_H \cdot t)) \quad (2)$$

ここで、 $M_H$ 、 $L_H$ 、 $k_H$ はパラメータである。

毎木調査資料の林齢と平均樹高の関係に（2）式をDemingの最小二乗法を用いて当てはめて、成長パラメータを求めた（図-2上段）。その結果、 $M_H$ 、 $L_H$ および $k_H$ の3つのパラメータはそれぞれ、33.2、1.069、0.0282となった。通常、地位指数曲線はパラメータ $L_H$ 、 $k_H$ を樹種毎に固定し、 $M_H$ を変化させて作成されている（田中,1996）。そこで、パラメータ $L_H$ および $k_H$ をそれぞれ1.069、0.0282とし、 $M_H$ を地位によって変化させることにした。

### 4.2 定期直径成長量と期首直径の関係

先にも述べたように、このシステム収穫表では、各直径階の直径成長量の予測に定期直径成長量と期首直径の関係を利用している。図-3は

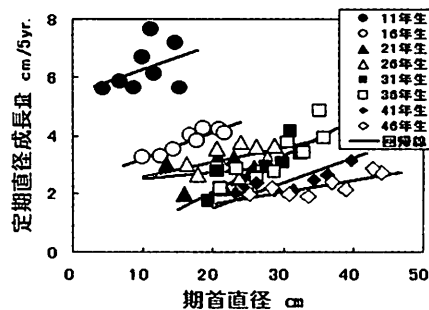


図-3 期首直径と定期直径成長量の関係（砺波市庄広谷）

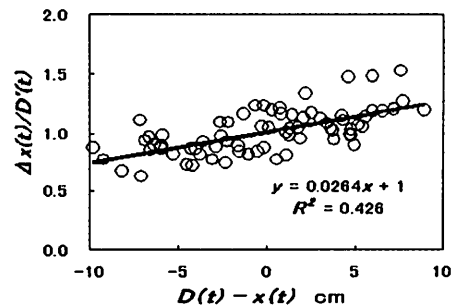


図-4 期首直径 $x(t)$ と平均期首直径 $D(t)$ の差と定期直径成長量 $\Delta x(t)$ の平均定期直径成長量 $D'(t)$ に対する比の関係（砺波市庄広谷）

砺波市庄広谷における期首直径と5年間の定期直径成長量の関係を示したものである。この結果によると、①バラツキはあるものの期首直径と定期直径成長量の間には正の相関があり、②定期成長量の平均値は高齢になるに従い小さくなる傾向がみられた。このような傾向はヒノキ林(田中ら, 1955), タテヤマスギ(嘉戸・田中, 2009) およびカワイダニスギ(嘉戸ら, 2008) などでも認められている。

期首直径と定期成長量の回帰直線のx切片であるC(t)は期首直径の平均値D(t)に伴って直線的に増加し、その傾きは1に近い傾向がスギ林やヒノキ林で観察されている(Tanaka, 1986; 田中ら, 1995; 嘉戸・田中, 1995; 嘉戸ら, 2008)。そこで、次のような関係を仮定した。ただし、kは定数である。

$$C(t) = D(t) - k \quad (3)$$

次に、(1)式の両辺をD'(t)で割り、(3)式を代入すると

$$1/D'(t) \cdot dx(t)/dt = 1/k(x(t) - D(t)) + 1 + \gamma \cdot f(t) \quad (4)$$

となる。(4)式は、各立木の直径成長量の平均直径成長量に対する比が各立木の直径と平均直径との差の1次式として表せることを示している。しかも、その傾きは1/kであり、Y切片は1である。なお、 $\gamma \cdot f(t)$ はランダムな誤差変動であるので、平均は0と見なせるものである。

図-4は砺波市庄広谷の樹幹解析の資料に(4)式をあてはめたものである。ここでは、年次変動を除去するために、5年間の定期成長量を用いた。この図から、供試木の直径とそれらの平均直径の差と各供試木の平均直径成長量に対する比との間に1次式が成り立つことがわかる。そして、図中の1次式の傾きは0.0264であったことから、 $\kappa$ は37.9と推測された。この値はタテヤマスギの17.0に比べて大きい。この結果からボカスギの方がタテヤマスギよりも、期首直径による定期成長量の変動が小さいといえる。これはタテヤマスギが実生により繁殖させた品種であるのに対し、ボカスギは挿し木によって繁殖させた品種であるために、直径の個体変動が小さくなったことが考えられる。

### 4.3 最大林分断面積

平均樹高Hにおける平均断面積gと林分本数pの競争密度効果の逆数式は、次式で表現されて

いる。

$$1/g = p/\lambda_H + \alpha_H/\lambda_H \quad (5)$$

ここで、 $\lambda_H$ は平均樹高Hにおける最大林分断面積で、 $\alpha_H$ は平均樹高の関数である。(5)式の $1/\lambda_H$ と $\alpha_H/\lambda_H$ を樹高の関数とするため、次式で表わすことにした。

$$1/\lambda_H = a_1 \cdot H^{a_2} \quad (6)$$

$$\alpha_H/\lambda_H = b_1 \cdot H^{b_2} \quad (7)$$

209林分の毎木調査資料をDemingの最小二乗法を用いて(5)式に当てはめて、(6)式と(7)式の $a_1, a_2, b_1, b_2$ の係数を算出した。その結果、 $a_1 = 0.04952, a_2 = -0.6517, b_1 = 2754, b_2 = -1.970$ となり、 $\alpha_H$ および $\lambda_H$ と平均樹高Hの関係が次式で示された。

$$\alpha_H = b_1/a_1 \cdot H^{b_2 - a_2} = 55614H^{-1.3184} \quad (8)$$

$$\lambda_H = 1/(a_1 \cdot H^{a_2}) = 1/(0.04952H^{-0.6517}) = 20.19H^{0.6517} \quad (9)$$

つぎに、(9)式の平均樹高に(2)式の地位指数曲線を用いることにより、(10)式に示

表-1 時間の関数とした最大林分断面積 $\lambda(t)$ の平行根のMitscherlich成長曲線への交換法

林分	① 平均 樹高	② $\lambda_H$	③ $\lambda_H$ の 平方根	④ $\lambda_H$ の 平方根	⑤ $\lambda_H$ と $\lambda(t)$ の 偏差平方
10	5.9	64	8.0	8.2	0.019
15	9.2	86	9.2	9.2	0.006
20	12.0	102	10.1	10.0	0.012
25	14.4	115	10.7	10.6	0.006
30	16.6	126	11.2	11.2	0.001
35	18.4	135	11.6	11.6	0.000
40	20.0	142	11.9	12.0	0.001
45	21.4	149	12.2	12.2	0.003
50	22.8	154	12.4	12.5	0.004
55	23.8	159	12.6	12.7	0.004
60	24.6	163	12.8	12.8	0.003
65	25.4	166	12.9	12.9	0.002
70	26.0	169	13.0	13.0	0.001
75	26.6	171	13.1	13.1	0.000
80	27.2	174	13.2	13.2	0.000
85	27.6	175	13.2	13.2	0.001
90	28.0	177	13.3	13.3	0.002
95	28.3	178	13.4	13.3	0.004
100	28.6	180	13.4	13.3	0.006
算出式	(2)式	(9)式	(10)式		
M	30.58		13.45		
L	1.069		0.600		
k	0.0282		0.0423		

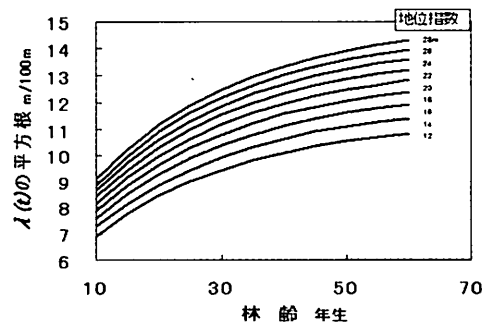


図-5 最大林分断面積 $\lambda(t)$ の平行根の成長曲線と地位の関係

す最大林分断面面積の平方根を時間の関数としたMitscherlich成長曲線に変換した。

$$\sqrt{\lambda(t)} = M_{\lambda}(1 - L_{\lambda} \cdot \exp(-k_{\lambda} \cdot t)) \quad (10)$$

その手順を地位指数20の場合を例として表-1に示した。①まず(2)式の地位指数曲線の $L_H$ を1.069,  $k_H$ を0.0282として, 地位指数の成長パラメータ $M_H$ を算出した。その結果,  $M_H$ は30.58であった。この地位指数曲線を使って林齢10から100年生までの平均樹高を5年毎に求めた。②これらの平均樹高を(9)式に代入して, 林齢10から100年生までの平均樹高の関数とした $\lambda_H$ を5年毎に算出した。③さらに $\lambda_H$ の平方根を求めた。④ $\lambda_H$ の平方根と林齢の関係にMitscherlich成長曲線を当てはめて, 時間の関数とした $\lambda(t)$ の平方根のMitscherlich成長曲線の成長パラメータ $M_{\lambda}$ ,  $L_{\lambda}$ ,  $k_{\lambda}$ を求めた。⑤これらのパラメータは $\lambda_H$ の平方根と $\lambda(t)$ の平方根の偏差平方和が最小になる場合の値から算出した。この結果から,  $M_{\lambda} = 13.45$ ,  $L_{\lambda} = 0.600$ ,  $k_{\lambda} = 0.0423$ が得られた。

以上のような計算を地位指数12~28mについて2m毎に行なって, それぞれの成長曲線を求めた(図-5)。こうして求めた成長曲線のパラメータ $M_{\lambda}$ ,  $L_{\lambda}$ ,  $k_{\lambda}$ と地位指数 $SI$ との関係を図-6に示した。これらの図から明らかなように, 成長パラメータ $M_{\lambda}$ は地位が高くなるのに伴って直線的に増える傾向を示した。一方,  $L_{\lambda}$ と $k_{\lambda}$ の成長パラメータは地位に関係なく一定で, それぞれの値は0.600と0.0423であった。したがって, 最大林分断面面積 $\lambda(t)$ の平方根の成長曲線は上限値を表す $M_{\lambda}$ だけが地位によって変化するといえる。そこで, 「シルブの森」では $M_{\lambda}$ の地位指数による変化を(11)式で近似することとした。

$$M_{\lambda} = 0.224SI + 8.86 \quad (r^2 = 0.994) \quad (11)$$

一方,  $L_{\lambda}$ と $k_{\lambda}$ の成長パラメータは地位によって変化しないものとして, それぞれ0.600と0.0423を採用した。

#### 4.4 平均直径の成長曲線

林齢 $t$ における最大林分断面面積 $\lambda(t)$  ( $\text{cm}^2/\text{ha}$ )と平均直径 $D(t)$  ( $\text{cm}$ )の関係は(5)式より次式で示される。

$$\lambda(t) = (D(t))^2 \cdot \pi / 40000 \cdot (p + a_H) \quad (12)$$

この式から, 平均直径は最大林分断面面積の平方根の一次式で表される。

$$D(t) = 112.87 / \sqrt{(p + a_H)} \cdot \sqrt{\lambda(t)} \quad (13)$$

「シルブの森」では, 平均直径の成長モデルが(13)式の最大林分断面面積の平方根に(10)式を代入した式で表現されている(田中, 1991, 1995)。

$$D(t) = 1 / \sqrt{(p + qa)} \cdot MD(1 - LD \cdot \exp(-k_D \cdot t)) \quad (14)$$

ここで,  $MD$ ,  $LD$ ,  $k_D$ は成長パラメータで,  $p$ は林分本数,  $q$ は間伐のたびに变化する補正項,  $a$ は平均樹高の関数である(田中, 1991)。この成長モデルではMitscherlich成長曲線の上限值のみが林分本数の影響を受けると仮定している。

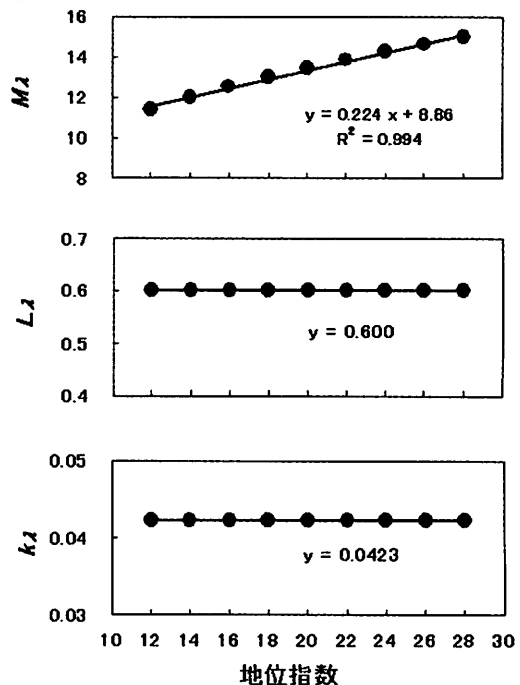


図-6 成長パラメータ $M_{\lambda}$ ,  $L_{\lambda}$ , および $k_{\lambda}$ と地位指数の関係

表-2 総量と平均値の予測値および実測値

調査地	林齢 年生	林分 本数 本/ha	林分 材積 $\text{m}^3/\text{ha}$	林分 断面 面積 $\text{m}^2/\text{ha}$	平均 樹高 m	平均 直径 cm
氷見市	19	1,050	331	48.9	13.9	24.1
	34	1,050	842	81.8	21.8	31.0
中田	34	1,050	910	89.0	21.9	32.6
	23	1,190	343	46.4	14.9	21.9
小滝	33	780	449	50.2	18.9	28.4
	33	780	507	52.7	20.3	29.2
小矢部市	20	680	273	34.9	14.7	25.2
	30	680	510	54.1	20.0	31.6
	30	680	541	57.0	20.5	32.5
射水市	18	1,320	191	31.1	11.1	18.8
	28	1,220	379	47.6	15.7	21.8
立神	28	1,220	408	50.6	15.9	22.5

本研究では、補正項 $q$ が一定の傾向で変化しているものと仮定して、 $qa$ と平均樹高の関係を(8)式で近似した。また、平均直径の成長曲線の(14)式のパラメータ $L_D$ ,  $k_D$ は、(10)式のパラメータ $L_\lambda$ ,  $k_\lambda$ と同じなので、これらを用いた。

つぎに、(14)式を(15)式のようなMitscherlich成長曲線に変形し、毎木調査で得られた平均直径、林分本数および平均樹高から推定された $qa$ などを代入して $M_D$ を最小二乗法で求めた。

$$D(t)\sqrt{p+qa} = M_D(1-L_D \cdot \exp(-k_D \cdot t)) \quad (15)$$

つぎに、 $M_D$ も地位指数 $SI$ によって変動するとして、 $M_D = a \cdot SI + b$ を仮定し、 $a$ と $b$ を最小二乗法で推定した。その結果、(16)式が得られた。

$$M_D = 22.7SI + 1039 \quad (16)$$

#### 4.5 成長予測精度

本報で求めた成長パラメータを用いて約50年生までのボカスギ林にも対応したExcel版の「シルブの森」を調製した。つぎに、氷見市中田、同市小滝、小矢部市内山および射水市立神の酸性雨影響調査の固定試験地4林分における直径階別密度の実測値と「シルブの森」によるその予測値を比較した。氷見市中田では19年生の資料を用いて15年後の成育状態を、その他の3林分については18~23年生の資料を用いて10年後の成育状態を予測した。表-2には平均値と総量の実測値と予測値を、図-7には直径階別密度分布の実測値と予測値を示した。なお、冠雪害で折損した林木および自然枯死木を間伐木とみなして計算した。

平均値と総量の中で実測値と予測値の差異が最も小さかったのは平均樹高で0.3~7.2%であり、ついで平均直径の2.7~5.1%、林分断面積の5.0~8.8%であった。これに比べると林分材積の差異は大きく、最大12.9%であった。これらの実測値と予測値の差異はこれまで求めたタテヤマスギ(嘉戸・田中, 2009)やカワイダニスギ(嘉戸ら, 2008)に比べて大きかった。

直径階別密度分布についてみると、実測値と予測値が類似する傾向が各調査地において認められた。ただし、コルモゴロフ・スミルノフ検定を行って、実測値と予測値の直径分布間に差があるか否かについて検討したところ、いずれ

の調査地においても有意確率が1%より小さかったことから、実測値と予測値の直径分布に有意な差異があったと判断された。これらのことから、今回調製した「シルブの森」を用いると15年後の直径分布が予測できるものの、実測値と予測値が統計的にみても差異がないというほどの高い精度ではなかったといえる。

#### 5. おわりに

樹幹解析資料や毎木調査資料を用いて成長パラメータを推定し、約50年生までのボカスギ林に対応できるシステム収穫表「シルブの森」を調製した。このシステムを用いると10~15年後の平均樹高、平均直径および断面積が9%以下

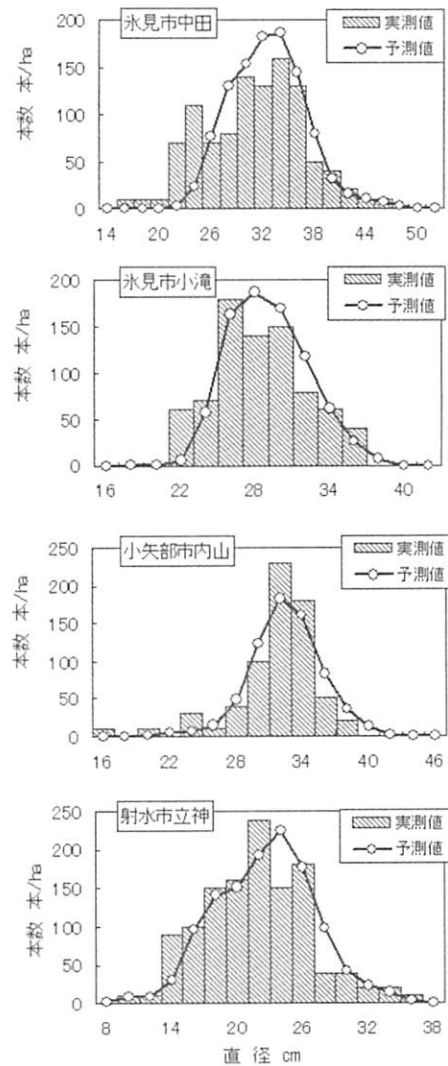


図-7 直径階別本数分布の実測値と予測値の比較

で、林分材積が13%以下の精度で予測された。ただし、直径階別本数分布の実測値と予測値の間には統計的に有意な差異が認められ、予測精度をさらに高める必要があることがわかった。そのためには、調査林分を増やすとともに、地位指数曲線や平均直径成長曲線などの成長パラメータの推定法を改良することも必要と考えられた。

本報告書のとりまとめにあたり大学共同利用機関法人統計数理研究所教授吉本敦博士より有益な助言をいただいた。また当森林研究所の安田洋氏、高橋由佳氏からは酸性雨影響調査の固定試験地における毎木調査資料を頂戴した。これらの方々に心から感謝を申しあげる。

### 引用文献

- 安藤 貴 (1968) 密度管理.246pp, 農林出版, 東京.
- 嘉戸昭夫 (2009) ボカスギとタテヤマスギの若齢林における冠雪害に対する林分本数の影響. 富山県農林水産総合技術センター森林研究所研報1: 32-43
- 嘉戸昭夫・中谷 浩・平 英彰 (1992) ボカスギ林の冠雪害と林木および地形要因の関係. 日林誌74: 301-307
- 嘉戸昭夫・田中和博 (1997) ボカスギの樹幹解析資料から推定したシステム収穫表の成長パラメータ. 中部森林研究45: 43-46
- 嘉戸昭夫・田中和博 (2009) タテヤマスギ林におけるシステム収穫表の成長パラメータ. 富山県農林水産総合技術センター森林研究所研報1: 44-51
- 嘉戸昭夫・図子光太郎 (2006) 富山県のスギ林における冠雪害と地形要因の関係. 森林資源管理と数理モデルVol.6: 77-88
- 嘉戸昭夫・図子光太郎・田中和博 (2008) カワイダニスギ林におけるシステム収穫表の成長パラメータ. 富山県林技セ研報21: 9-16
- 平 英彰・嘉戸昭夫 (1993) ボカスギ林業. 林業技術621: 12-16
- Tanaka,K. (1986) A stochastic model of diameter growth in an even-aged pure forest stand. J. Jan. For. Soc.68: 226-236
- 田中和博 (1991a) 各成長段階における最大林分断面積の推定. 森林計画誌16: 99-124
- 田中和博 (1991b) 森林の成長モデル. 森林科学3: 28-31
- 田中和博 (1992) 林分表予測システムの開発 (システム収穫表. 138pp, 木平勇吉代表, 文部省科学研究費総合 (A) 研究成果報告書, 東京農工大学) : 125-132
- 田中和博 (1995) 林分表と樹高曲線から将来の林分表と樹高曲線を予測するシステム (システム収穫表プログラム.198pp,木平勇吉代表, 文部省科学研究費総合 (B) 研究成果報告書, 東京農工大学) : 22-32
- 田中和博 (1996) 森林計画学入門. 192pp,森林計画学出版局, 東京
- 田中和博・嘉戸昭夫 (2001) 富山県システム収穫表Excel版の開発. 日林学術講112: 149
- 富山県林業試験場 (1965) 富山県主要樹種林分収穫表. 33pp, 富山県林業試験場
- 図子光太郎 (2001) 水見丘陵におけるスギの生育と主要な立地要因との関係. 富山県林技セ研報14: 79-87

### Summary

The system yield table "Silv-no-mori" is a growth model to predict the future diameter distribution and the tree height-diameter curve based on the current diameter distribution and the tree height-diameter curve. The growth parameters used in "Silv-no-mori" were re-estimated from the field data (stand age, stand density, basal area, average diameter and average tree height) of 209 study plots and the stem analysis data for Boka-sugi (a clone name of *Cryptomeria japonica* D.Don). The resultant system yield table was adjusted for the growth of forest stands with the age of 10 to 50 years-old. The adjustment was completed as follows.

①The Mitscherlich curve was applied to the relation of the average tree height and the stand age, and this curve was adopted as the site index curve.

②The reciprocal equation of the competition density effect was applied to the relations between

the average basal area and the stand density with the average tree height, and the coefficients of the equation was found.

③The diameter increment in each diameter class was predicted by using the relations between the diameter of the beginning of the period and 5 year diameter increment.

④From these coefficients, the relational expression between the maximum stand basal area and the average tree height was provided.

⑤We converted the relational expression into the time-dependent Mitcherlich function for the square root of the maximum stand basal area by using the Mitcherlich function for the site index curve.

⑥Finally, the average DBH was shown by the linear function of the square root of the maximum stand basal area, and the average DBH growth curve was presumed as a function of time by the Mitcherlich function.

⑦The predicted values were checked to the actual growth data by incorporating the above results into "Silv-no-mori" growth model, and the results were shown to be acceptable growth prediction in our four study plots.