

## 2. スギ花粉対策試験

### (2) スギ花粉を減少させるための施業方法について

松尾健次

#### 〔目的〕

スギ花粉を減少させるためには、雄花の着く樹冠の総量を減少させていくことが考えられる。しかしながら、従来の間伐量や枝打では、スギ花粉を抑制する可能性が少なく、あっても一時的な効果に止まるとされている<sup>1)</sup>。また、極端な本数削減による樹冠の総量の減少は、主伐時の蓄積の減少にもつながり、林業として成立できなくなる。このようなことから、ここでは、スギ花粉の抑制とスギ人工林の施業管理とを両立させていく方法として、常に樹冠が閉鎖する以前の時点で、樹冠の総量を減少させるための間伐と枝打を繰り返し実施する施業方法について検討する。

#### 〔方法〕

雄花のほとんどは、日当たりの良い樹冠、いわゆる陽樹冠に着くとされている<sup>1)</sup>。このため、林分の陽樹冠の底面積や表面積について、図形を用いて考察するとともに、東京都林務課が既に作成している『スギ人工林収穫予想表』の地位3（地位：中に該当）、植栽本数3,000本の施業方法を改変しながら、常に樹冠が閉鎖している手入れ不足の林分に対しての花粉抑制の効果を試算した。

#### 〔結果〕

##### 1. 陽樹冠の底面積について

陽樹冠の底面積は、枝の成長に伴って隣接木の枝と接近して間隙がある限度以下になるか、接する状態になった時が最大となる<sup>2)</sup>。ここでは、隣接木と接する状態に達した時が樹冠が閉鎖した時と考えて、ha当たりの底面積を求めた。この時のha当たりの本数(N)は、林地に均一に配置されている状態として図形的にみると、図-1のように、樹冠は、枝張長(r)を半径とする正六角形の内接円として考えられる<sup>3)</sup>。つまり、正六角形が接する状態で配置されていることとなり、その時のNは、

$$N = 10,000 \div (2\sqrt{3} r^2) \quad \because \text{正六角形の面積} = 2\sqrt{3} r^2$$

この時のha当たりの底面積(G)は、

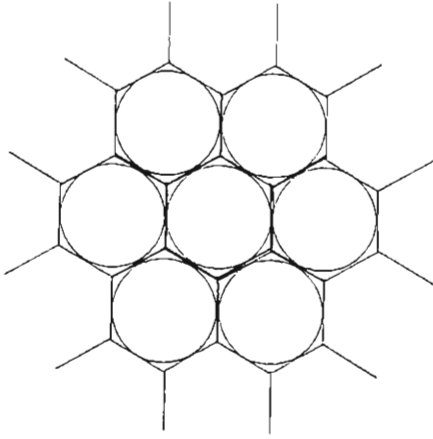
$$G = \pi r^2 N = 5,000 \pi \div \sqrt{3} = 9,069$$

となり、陽樹冠が接し合う最大の状態では、Nの大小やrの長短に関係無く9,069㎡で一定となる。なお、四角形の内接円として計算すると7,850㎡で一定となり、その分空隙が多くなる。現実の林分では、林齢40年生の閉鎖林分が、日の当たらない部分である陰樹冠も含めた樹冠底面積が14,902㎡となった例があり<sup>4)</sup>、また、林齢8年生で陽樹冠の底面積が10,000㎡に達した例がある<sup>5)</sup>。このことから、ここでの目的が、常に樹冠が閉鎖している林分と比較しての花粉抑制の効果を試算することから、空隙を少なく見て9,069㎡を上限とした。

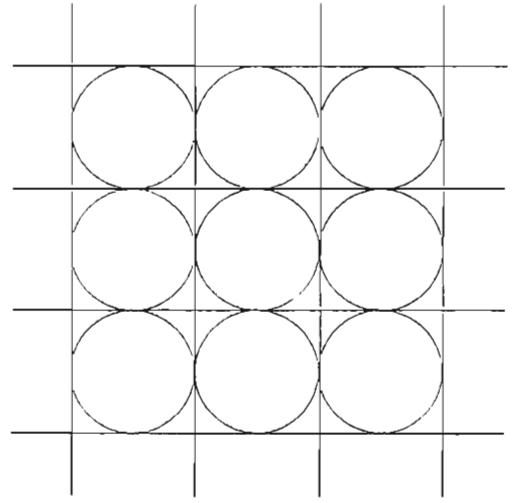
次に、この状態でのNとrとの関係を見ると、図-2のようになり、例えばrが1mでNが2,887本以上であると閉鎖状態に達していることになる。

##### 2. 陽樹冠表面積について

雄花が着く部位はほとんどが陽樹冠の枝先であることから、陽樹冠の表面積を削減する



正六角形での配置



正四角形での配置

図-1 陽樹冠の配置のモデル

単位 : m

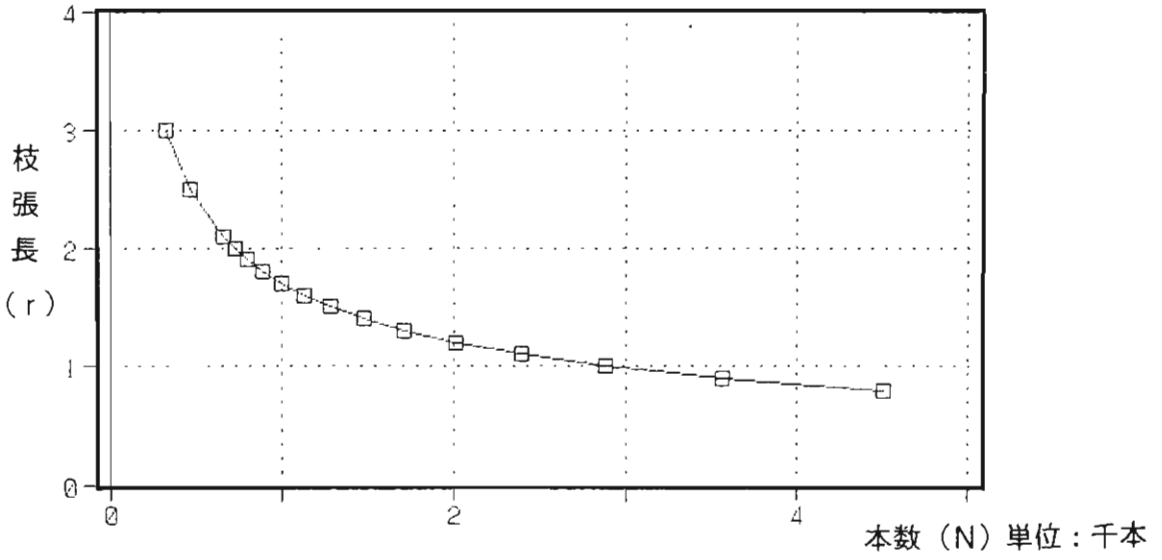
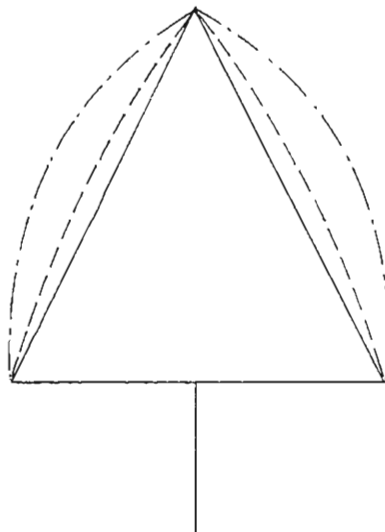


図-2 陽樹冠が閉鎖した状態での枝張長とha当たりの本数



— : 円錐体    ... : 放物線体    - - - : 半楕円体

図-3 陽樹冠の形状

ことが花粉の抑制につながる。陽樹冠の形状は、図-3のように、円錐体、放物線体、半楕円体等が考えられ、一般に幼齢林では円錐体で、林齢が増すにしたがって膨らみを持つ放物線体に変化していくとされている<sup>2)</sup>。さらに、陽樹冠表面積でみると、放物線体は、円錐体の1.2～1.3倍に達することとなる<sup>3)</sup>。したがって、高林齢までの陽樹冠表面積を円錐体で推定した場合には、しだいに値が過少になると予想される。しかし、林齢の増加に伴う放物線体への移行過程を把握することは困難であることから、ここでは、円錐体で推定することとした。

ha当たりの陽樹冠の表面積(S)を算出するには、陽樹冠長(H)とrから

$$S = N \pi r \sqrt{(H^2 + r^2)}$$

となる。ここでのHとrとの関係は、単木で考えると、成育している状況例えば林内と林縁あるいは孤立木では枝の成長が異なり、同じHでも林内木に比べて孤立木のrは大きくなる。また、林齢の増加に伴う放物線体への移行にともなって、円錐体と同一のrであっても、枝打によるHの減少に連動するrの減少幅は、円錐体の方が放物線体に比べて幾分大きくなる。しかしながら、林齢の増加やNとの関連のもとにHとrの関係を見出すことは複雑であるので、ここでは、簡略化して表-1から、N、rとH、及びN、Hとrの関係について、推定するモデル式を設定した。

図-4は、N、rからHを求める式と、図-2の陽樹冠で閉鎖した時のNとrの関係から、閉鎖時点の言い換えるなら林分での最大のSを求めた結果である。各因子の傾向をみると、r=0.8mでは、H=3.3m、N=4,510本でS=38,228m<sup>2</sup>であったが、r=2.0mではH=5.4m、N=722本でS=25,935m<sup>2</sup>となっており、Sはrの増加にともなって減少傾向を示している。これは、すでにha当たりのSは、樹高10m以上になると約25,000m<sup>2</sup>で一定になるとの測定結果があり<sup>6)</sup>、これとは異なる結果となった。この原因は、試算のモデルとして、常に均一に配置しかつ閉鎖状態にある林分を想定しており、計算上の最大面積を求めていることから、均一な配置とは言いがたい現実林分の測定結果よりも大きくなる。さらに、モデル式の設定に使用した資料が24林分と少なかつたため、各モデル式の精度が十分でないことが影響しているものと考えられる。図-5は、Nとrの関係を各モデル式から算出して図-2と比較したものである。閉鎖状態にあるNとrから①式によりHを求め、次いでこのHとNから②式でr\*を求めると、常にrがr\*を上回っている。施業方法を試算するには、枝打によるHとNからrを推定していくこととなることから、HとNから求めるr\*をrに近似させておく必要がある。このため、図-5のように、r\*を増加させるため、補正係数として各モデル式の常数に0.1～0.2付加した。なお、図-5でもわかるように、補正してもなお1,000本以下ではモデル式からの試算結果が下回っており、本数の減少にともなってその差は広がっている。したがって、1,000本以下での枝張長は、試算結果よりも大きくなるため、Sも増加するものと思われる。ただし、施業方法を試算する際には、各施業を計画する林齢段階での閉鎖時のSも、補正したモデル式から算出することから、施業方法の検討には支障がないと考える。

### 3. 施業方法の試算

スギ花粉を減少するためには、Sが小さくなることを重点とした施業を行うことになる。花粉の生産が本格化するのには、25年生以上とされていることから<sup>9)</sup>、少なくとも25年生以上については、重点的に間伐や枝打を繰り返し実施していく必要がある。この際、弱度の

表-2 地位3, 中庸仕立て林分の施業モデル

林令	樹高m	本数	枝張m	樹冠長m	枝打長m	枝下高m	G	S	S (閉鎖)	枝打回数	間伐回数
7	4	2800	1	4	1.2		8796	36268	37341	1	
		2800	0.8	2.8		1.2	5630	20492	37341		
10	5.8	2800	1	4.6	1.5		8796	41408	37341	2	
		2800	0.8	3.1		2.7	5630	22530	37341		
13	7.7	2800	1.1	5	2		10644	49537	37341	3	
		2800	0.8	3		4.7	5630	21849	37341		
17	9.8	2800	1.1	5.1	2		10644	50482	37341	4	
		2800	0.8	3.1		6.7	5630	22530	37341		
19	10.8	2800	1	4.1			8796	37122	37341	1	
		1941	1	4.1			6098	25734	34332		
20	11.3	1941	1.3	4.6	1.6	6.7	10305	37893	34332	5	
		1941	1.1	3		8.1	7378	21433	34332		
23	12.6	1941	1.3	4.5	1.5	8.1	10305	37131	34332	6	
		1941	1.1	3		9.6	7378	21433	34332		
25	13.4	1941	1.2	3.8		9.6	8781	29159	34332	2	
		1346	1.2	3.8		9.6	6089	20221	31327		
27	14.1	1346	1.5	4.5	1	9.6	9514	30087	31327	7	
		1346	1.3	3.5		10.6	7146	20524	31327		
30	15.1	1346	1.5	4.5	1	10.6	9514	30087	31327	8	
		1346	1.3	3.5		11.6	7146	20524	31327		
33	16.1	1346	1.5	4.5	1	11.6	9514	30087	31327	9	
		1346	1.3	3.5		12.6	7146	20524	31327		
37	17.2	1346	1.5	4.6		12.6	9514	30689	31327	3	
		933	1.5	4.6		12.6	6595	21273	28546		
40	17.9	933	1.7	5.3	1.5	12.6	8471	27734	28546	10	
		933	1.5	3.8		14.1	6595	17962	28546		
47	19.4	933	1.7	5.3	1.5	14.1	8471	27734	28546	11	
		933	1.5	3.8		15.6	6595	17962	28546		
56	20.9	933	1.7	5.3	1.5	15.6	8471	27734	28546	12	
		933	1.5	3.8		17.1	6595	17962	28546		
64	21.8	933	1.6	4.7		17.1	7504	23284	28546	4	
		647	1.6	4.7		17.1	5203	16146	26087		
75	22.8	647	1.9	5.7		17.1	7338	23204	26087		

G : 陽樹冠底面積 (m<sup>2</sup>)

S : 陽樹冠表面積 (m<sup>2</sup>)

単位 : 千m<sup>2</sup>

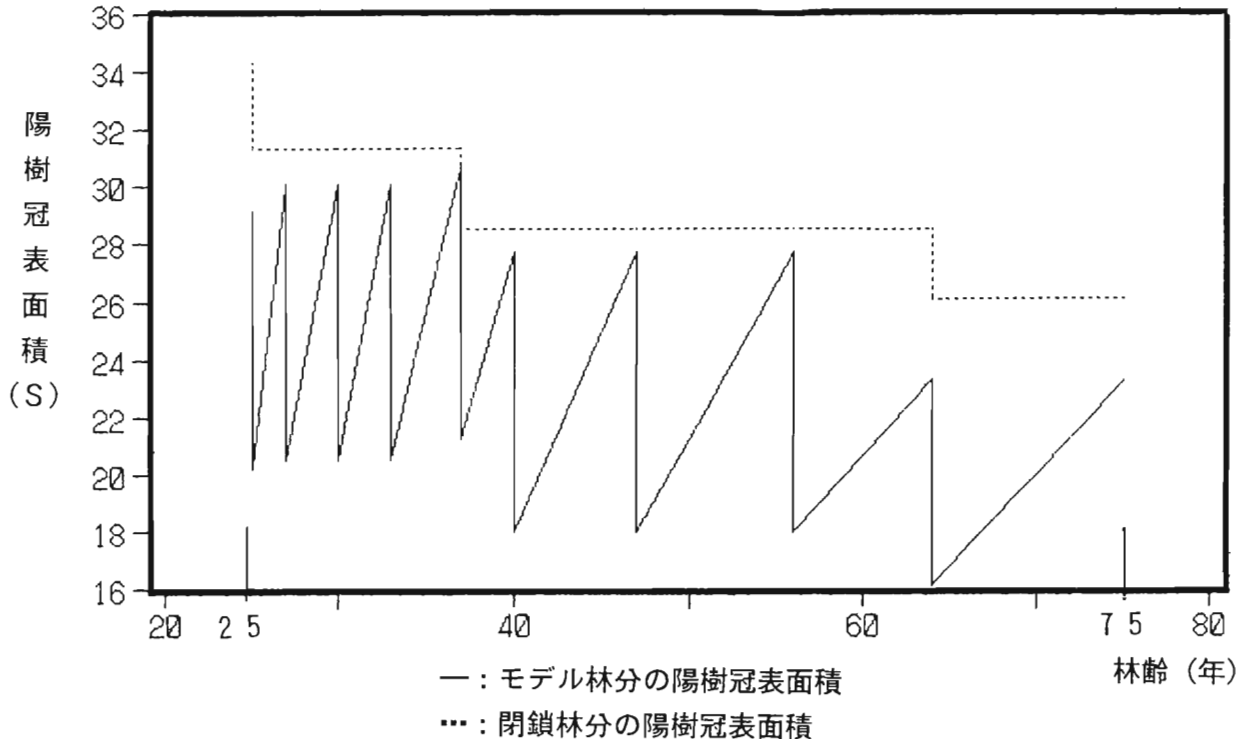


図-6 施業モデルの陽樹冠表面積の推移 (25~75年生)

間伐を繰り返すことは、間伐コストの面で困難と思われる。また、枝打が未実施の林分では、間伐後の残存木で陰樹冠に日が当たることにより陽樹冠に変わって、新たに花粉の生産に寄与することが考えられる。これらのことから、慣行の施業に比べて強度な間伐と枝打が求められる。

ここでは、東京都林務課作成の『スギ人工林収穫予想表』の地位3、植栽本数3,000本の施業方法（本数間伐率25%）を改変して、林分密度管理図の収量比数で0.8から0.7の間を管理していく中庸仕立て（本数間伐率30%）について試算した。試算に際しては、各林齢時のNとHから修正したモデル式で $r^*$ を求めて $S^*$ を算出するとともに、その時点での閉鎖林分のSを、Nから求めた $r$ と修正したモデル式からのHから算出して、 $S^*$ がSに近似する時を施業の時期とした。なお、間伐の時期は、『林分密度管理図』から決まるので、これとの調整を図りながら枝打の時期と枝打幅を設定して試算を繰り返した。その結果が表-2であり、主伐75年とした場合で間伐4回、枝打が12回必要となった。

図-6は、スギ花粉の生産が本格化するとされている25年から75年までの間の、枝打と間伐によるSの変動を示したものである。閉鎖した林分のSは、Nによって決定されることから、間伐の都度減少する階段状となっており、これとの差が枝打や間伐によるSの減少量、いにかえるならスギ花粉抑制の効果となる。今回の試算では、枝打の直後が32~35%、間伐の直後が31%の減少となった。また、25年から75年までの間の平均は23%の減少となった。なお、27年~33年の枝打3回を33年にまとめて3m枝打1回にすると、平均で20%の減少となり3ポイント低下した。さらに、40年~56年の枝打3回を、56年にまとめて4.5m枝打1回としても、なお平均で14%の減少となっており、枝打や間伐の実行が、程度の差はあるがスギ花粉の抑制に効果があると判断される。

#### 4. 現実林分と試算結果との差異について

ここでの試算は、立木の配置が常に均一であることを前提としている。しかし現実の林分は均一とは言いがたく、間隔が林分の平均よりも近接している部分も生じている。このため、試算と同じN, H,  $r$ であっても、近接している部分においては、閉鎖するはるか以前に枝が交差して陰樹冠を形成することとなり、結果として林分のSは、試算結果よりも小さくなる。さらに、閉鎖にいたるまでの期間も試算よりは長くなることから、試算とおなじ枝打と間伐を現実の林分で実施した場合は、試算結果以上の花粉抑制効果が得られると判断される。

いずれにしても、スギ花粉の抑制のためには、間伐や枝打による手遅れ林分の解消が重要であり、さらに、陽樹冠長を4m程度にする枝打と適切な間伐を実施して、常に閉鎖させないように管理していくことが求められる。

〔引用文献〕

- (1) 横山敏孝：アレルギー科 第1巻：247～253，1996
- (2) 梶原幹弘：日林誌 第57巻：425～431，1975
- (3) 梶原幹弘：日林誌 第55巻：316～319，1973
- (4) 松尾健次：都林試年報：7～8，1996
- (5) 梶原幹弘：日林誌 第58巻：433～440，1976
- (6) 梶原幹弘：日林誌 第59巻：233～240，1977

表-1 林分のデータ一覧

林分No	樹高(m)	枝張(m)	樹冠長(m)	備考
1	4.50	0.80	3.40	*1
2	8.50	0.80	3.60	*1
3	10.00	0.85	3.60	*1
4	14.50	0.95	3.70	*1
5	19.40	1.20	4.00	*1
6	10.80	0.80	3.40	*1
7	15.80	0.95	3.60	*1
8	13.80	0.90	3.60	*1
9	12.90	1.00	3.90	*1
10	18.30	1.15	5.10	*1
11	19.40	1.10	4.60	*1
12	18.90	1.15	4.30	*1
13	22.00	1.30	5.30	*1
14	18.50	1.15	4.10	*1
15	18.80	1.15	4.70	*1
16	7.70	0.90	5.20	*2
17	8.70	1.20	3.90	*2
18	8.50	1.00	4.30	*2
19	18.80	1.60	2.90	*2
20	17.90	1.95	3.50	*2
21	19.90	2.40	5.40	*2
22	17.00	1.84	5.18	*2
23	14.30	1.70	6.40	*2
24	18.90	2.20	4.90	*2
25	7.10	1.00	3.50	*2
26	17.50	1.80	7.10	*2
27	19.30	1.83	6.80	*3

\*1: 梶原幹弘: 日林誌 第58巻: 97~103, 1976

\*2: 松下正俊: 都研報: 1~3, 1991

\*3: 松尾健次: 都年報: 11~12, 1995

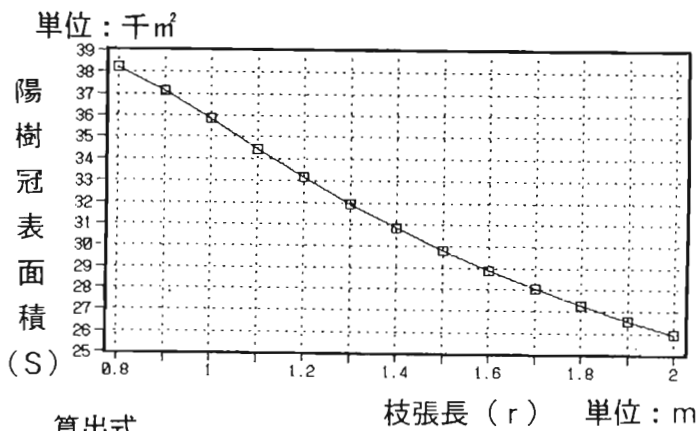
より引用

①式: 本数と枝張長から陽樹冠長を求める式

$$H = 3.2949 - 0.0002 \times N + 1.1040 \times r \quad R = 0.582$$

②式: 本数と陽樹冠長から枝張長を求める式

$$r = 1.1899 - 0.0003 \times N + 0.1243 \times H \quad R = 0.731$$



$$r = \sqrt{(9069 / \pi N)}$$

$$H = 3.2949 - 0.0002 \times N + 1.1040 \times r$$

$$S = N \pi r \sqrt{(H^2 + r^2)}$$

図-4 閉鎖状態での枝張長と陽樹冠表面積

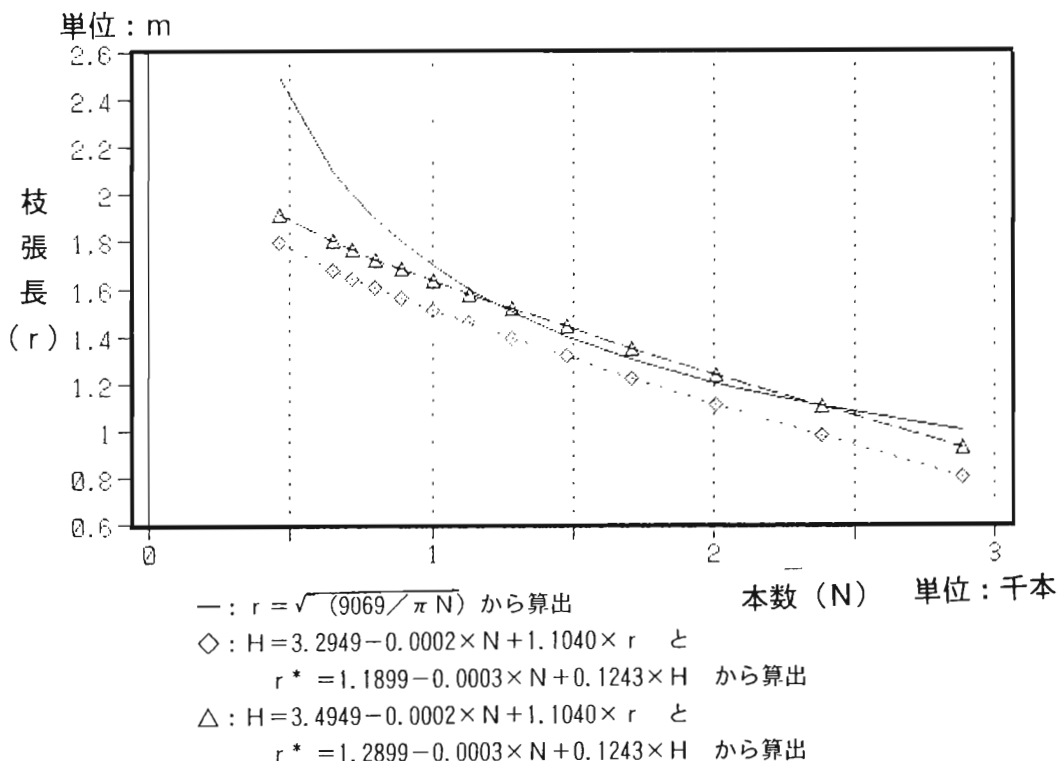


図-5 陽樹冠が閉鎖した状態での枝張長とha当たりの本数の推定