

# 広葉樹林の保育

## — その考え方 —

菊 沢 喜 八 郎

### は じ め に

北海道には、山火事のあとに成立した広葉樹二次林をはじめとして、広葉樹林が多い。広葉樹は、従来は雑木とよばれ、針葉樹の人工林への林種転換の対象とされてきたものが多い。しかし現在成立している広葉樹林を皆伐して、針葉樹の人工一斉林にきりかえたとしても、主伐までにはなお数十年の年数を要するわけであり、しかもその間にはさまざまな保育作業が必要であるとともに、気象害などの諸被害に対する心配もたちきれない。それならばむしろ、現在成立している広葉樹林をたくみに保育して、数十年後に優良大径材を生産する方がずっと有望な事業であると考えられる。なぜならば、現在の広葉樹林は成立以来すでに数十年を経過しているわけであるから、新しく苗木を植えるのとはその出発点において異なっており、保育の面でもつる切りを含めた保育間伐を行ってやるだけですみ、また多樹種を混交した林分があるから、病虫害等の諸被害にも強いと考えられるからである。

保育の技術を確立するためには、まず予備的な知識として、北海道における広葉樹林とその構成樹種のあらまし、林分の蓄積や葉量、生長量などのあらまし、また生長量が林齢や間伐などの影響でどのように変化するかについての法則性などを知っておかなければならない。このような基礎知識をもとに、保育間伐の方法を定量的および定性的両面から検討する必要があるであろう。この稿では以上の線に沿って、Ⅰ広葉樹林の概要と生長量などについての法則性、Ⅱ保育に関する量的な法則性、Ⅲ保育の定性的な問題—選木の実際—について述べる。なお、各樹種の特長などについては稿をあらためて述べることにしたい。

### Ⅰ 広葉樹林の生長量

#### 北海道の広葉樹林

北海道の気候や立地に適応した安定した林相（極相林）は、道南ではブナ林であるが、中北部では針広混交林であるとされている。針広混交林とはエゾマツ、トドマツなどの針葉樹とミズナラ、ハリギリ、カツラ、シナノキ、イタヤカエデなどの広葉樹とが混交した林分である。このような林分が山火事や伐採など人為の影響をうけると、そのあとには広葉樹の二次林が成立することが多い。山火事跡には、シラカンバ、ダケカンバ、ウダイカンバ等からなるカンバ

林が成立する。焼けかたが弱い場合には樹皮の厚いナラ類が残り、ミズナラやイタヤカエデなどとカンバ類との混交林が成立する場合もある。一方、針広混交林から、針葉樹や優良広葉樹がぬき伐りされた林分には、ミズナラ、イタヤカエデなどを主とし、その他に伐根から萌芽更新したシナノキ、ホオノキ、ハリギリなどをまじえた多樹種よりなる混交林が成立することが多い。この他にもハルニレ、ヤチダモなどを主とした平地林、ドロノキ、ヤナギなどを主とした河畔林、根萌芽によるヤマナラシ林など多様な林分がある。

これらの樹種のうち、北海道内での蓄積の多いのはナラ類、カンバ類である。したがってきわめて大まかに分類するならば、二次林は、ミズナラを主としイタヤカエデその他多くの樹種を混交するミズナラ林と、カンバ類を主とするカンバ林の二つに類型化できる。これに道南のブナ林をも加えるならば、北海道の広葉樹林は、大まかにはブナ林、ナラ林、カンバ林の三つに分けられる。このうちブナ林は極相林、他は二次林である。そのなかでもカンバ林は山火事跡などに即座に成立する林分であるのに対して、ナラ林は針広混交林とも樹種構成が似ており比較的安定した林分であると考えられる。

### 広葉樹林の葉量

落葉広葉樹林の葉量は、ヘクタール当り3.0トンが平均であるとされている。この値はトドマツなどの常緑針葉樹林やあるいは常緑広葉樹林などに比べてかなり少ない。常緑樹林は2年分以上の葉を保有しているのがふつうだから葉量はかなり多く、常緑広葉樹林で平均8.6トン、常緑針葉樹林で16.0トンとされている。葉の生産能率は葉量が多いほど低下するので、常緑樹林の生産量は落葉樹林の2～3倍である。

落葉広葉樹林であれば、どのようなタイプの林分であってもほぼ同様の葉量を保有しているものと考えてよいであろうか。この点に関して従来の資料を検討してみたところ、林分タイプによっていくらか葉量の異なることがわかった(表-1)。表に見られるように、平均値ではカンバ林が約2トン、ナラ林が約3トン、ブナ林では3トン以上となっている。また、最小値最大値ともにカンバ林-ナラ林-ブナ林の順になっていて、一つの傾向と見ることができる。つまり、落葉広葉樹林の葉量は、陽樹のカンバ林で最小であり、いくらか耐陰性のあるナラ林ではそれよりも大きく、極相のブナ林で最大となっている。

### 広葉樹林の生長量

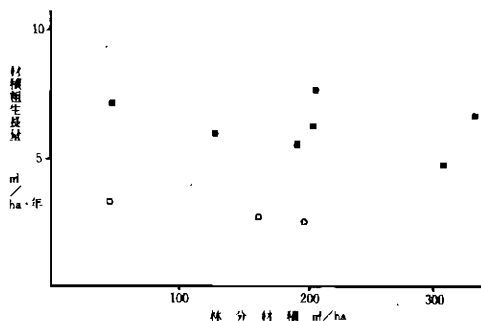
林分葉量のちがいは生長量のちがいとしてあらわれてくるのではないだろうか。ここでは、私達が設定している固定生長量試験地の成績をカンバ林とミズナラ林とについて比較してみた。

表-1 広葉樹林の葉量(トン/ha)

	最小値	平均値	最大値
カンバ林	0.7	2.0	3.8
ナラ林	0.9	2.9	5.3
ブナ林	2.1	3.5	6.7

※只木(1966)に北海道の資料をつけ加えて作成した。

年平均の幹材積粗生長量を、その林分の材積に対してプロットしたのが図-1である。図-1にみられるように、ミズナラ林とカンパ林とでその粗生長量にはちがいがあがあるようである。カンパ林の粗生長量は $3\text{m}^3$ （ヘクタール・年）であるのに対し、ミズナラ林では $5\sim 7\text{m}^3$ である。また、二つの林分タイプともに、比較的広い範囲の林分材積に対して、生長量はほぼ一定の値を保っているものといえる。たとえばミズナラ林では、林分材積 $60\text{m}^3$ の若い林分でも、 $300\text{m}^3$ を越す林分でも、その生長量はほぼ同一レベルにあるものと考えられる。このような生長量と林分材積あるいは林齢との関係については、次の節でなお検討してみたい。



■ミズナラ林 □カンパ林  
図-1 林分材積粗生産量

### 林齢と生長量

生産量が林齢とともにどのように変るかにについては二つの考えかたがある。

林冠が閉鎖してしまうと、一つの林分での林分葉量は長期間にわたってほぼ一定の値を保つものと考えられている。これに対し、幹や枝などの非同化部分の重さは林齢とともに増加する。それに比例して、幹や枝の呼吸消費量も林齢とともに増加する。したがって、それらの差額である純生産量は林齢とともに減少する（図-2 参照）。

純生産量は林齢が増しても変化しないという考えかたもある。幹や枝の重量が増大しても林分当りの非同化部分の表面積は増加しない。呼吸量は重量でなく表面積に比例するのであるから、非同化部の呼吸消費量はほぼ一定の値を保つと考えられる。この考えかたによれば、林分の純生産量は林齢にかかわらずほぼ一定の値を保つことになる（図-3）。

長期にわたる観察資料がすくないので、二つの考えかたのどちらが正しいかは断定できない。しかし図-1で見るとは、材積粗

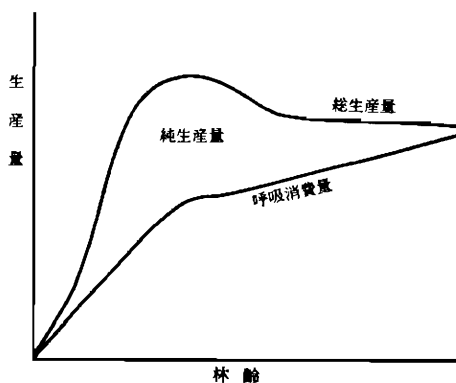


図-2 林齢の増加にともなう、生産量の変化の模式図（吉良，四宇井1967より）

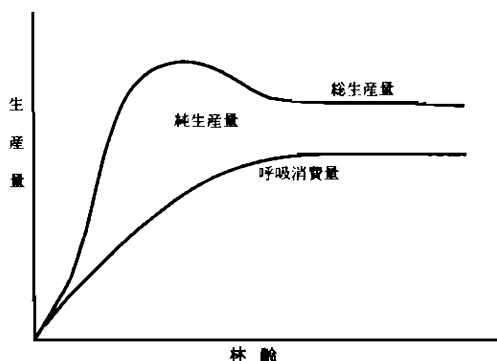


図-3 林齢の増加にともなう、生産量の変化の模式図（大島 1974による）

生長量（純生産量のうち幹に配分される量）は、かなり広い範囲の林分材積に対してほぼ一定の値を保つと考えてよいようだ。

### 生産量

単位時間（1年間としよう）に単位面積（ヘクタール）当りの林分によって作り出された有機物質の総量を総生産量とっている。総生産量から呼吸消費量を差し引いたものが純生産量である。純生産量とは1年間に作り出された幹、枝、根、葉の総量である。このうち幹だけをとり出すと幹の粗生長量となる。粗生長量から枯損量を差し引いたものを純生長量とよぶ。純生長量は1年間に幹材積がどれだけ増加したかを示すものであり、負の値をとることもある。

### 間伐による生長量の変化

間伐を行うと林分葉量は減少するから、粗生長量もまた減少するはずである。しかしかなり強度の間伐を行って林冠を破壊しないかぎり、目立った生長量の減少はないものとされている。図-4はヨーロッパのブナ林における間伐後の材積と粗生長量の関係を、いずれも間伐前の値に対するパーセントで示したものである。これによると間伐率40%以下（残存率60%以上）では、粗生長量には変化がなく、40%をこえるといくらか低下することがわかる。それでも60%以上の強度の間伐を行わないかぎり、大きくは減少しないようである。これは、間伐後は光がよく射入するために残存木の同化量が増すことや、根の競争が緩和されるためと考えられている。

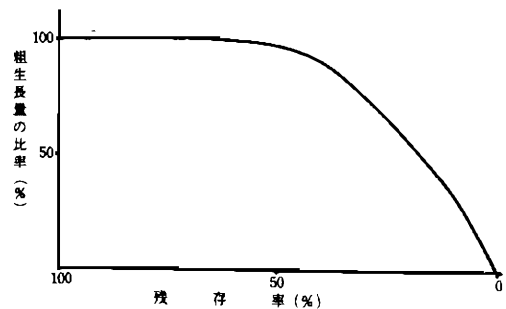


図-4 間伐にともなう生長量の変化  
(メラー 1944より)

間伐を行うと、林木相互間の競争を緩和することができるので、自然枯損は減少するものと考えられる。したがって、粗生長量が一定ならば、間伐を行った方が純生長量は増加する可能性がある。日高地方で行った間伐試験では、粗生長量は無間伐区でも間伐区でも6~7 m<sup>3</sup> (平均6.8 m<sup>3</sup>) /ha・年であり、ほぼ同一のレベルにあるものと考えられたが、純生長量は無間伐区で4.8 m<sup>3</sup>、間伐区で6~7 m<sup>3</sup>となり、間伐区の方が多くなった。これは、無間伐区では2 m<sup>3</sup>程度の枯損があったのに対し、間伐区では枯損がすくなかったためである。

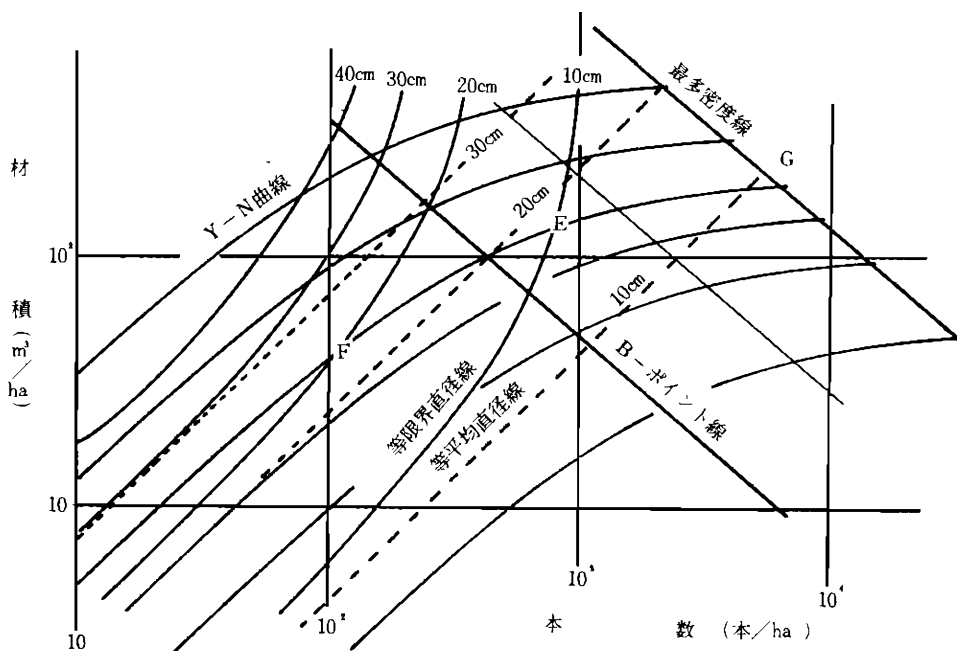
## II 収量-密度図とその使いかた

ここではまず、林分の本数、材積、胸高直径の間に成立する量的な法則性をしらべる。この

ような法則性を図にあらわしたものが「収量—密度図」である。収量—密度図を利用し、Iで述べた生長量に関する基礎的事実を基にして、保育を行う際の量的側面について考えることにしたい。

### 収量—密度図

天然生広葉樹林において、林分の本数、材積、胸高直径等の関係を、両対数グラフに示したものが収量—密度図である。図—5はミズナラ林の収量—密度図を示している。図—5にY—N曲線として示された飽和型の曲線は、一つの林分において大径木から順に積算していった積算材積（Y）と積算本数（N）との関係を示している。Y、Nの計算のしかたとY—N曲線の実例を、胆振地方のミズナラ林の資料を用いて表—2と図—6に示した。図—6のA点は、この林分で胸高直径20cm以上の木の積算材積と積算本数とを示している。つまりこの林分には胸高直径20cm以上の木が12本あり、その材積は約2.7m<sup>3</sup>である。同様にC点は胸高直径10cmの点を示している。胸高直径10cm以上の木は約1,000本あり、その材積は約80m<sup>3</sup>であると読みとることができる。D点は胸高直径4cmの点である。この林分では4cm以上の木が調査対象となっているので、曲線はD点で終わっている。つまりD点は林分材積と林分本数を示しているわけだ。しかし林分本数といっても、この林分にはこれだけの本数の木しかないというわけではない。なぜなら、4cm以下の細い木まで対象にして測定すれば、もっと本数は増えるはずだからである。従来、天然生広葉樹林では、このように調査のしかたによって——つまり直径何cm以上の



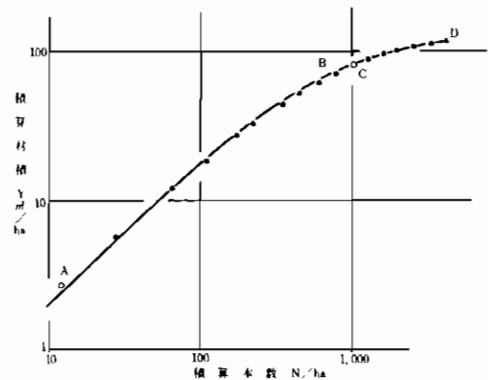
図—5 ミズナラ林の収量—密度図

表一 2 積算材積と積算本数の計算の実例

A 胸高 直径 cm	B 直径階毎の 本 数	C 単 木 材 積 m <sup>3</sup>	D(B×C) 直径階毎の 材 積 m <sup>3</sup>	E Y Σ D m <sup>3</sup>	F N Σ B
21	4	0. 245	0. 98	0. 98	4
20	8	0. 211	1. 69	2. 67	12
19	16	0. 188	3. 01	5. 84	28
18	36	0. 168	6. 06	11. 9	64
17	44	0. 150	6. 60	18. 5	108
16	64	0. 130	8. 30	26. 8	172
15	52	0. 113	5. 90	32. 7	224
14	120	0. 0958	11. 5	44. 2	344
13	104	0. 0760	7. 90	52. 2	448
12	152	0. 0632	9. 60	61. 8	600
11	180	0. 0511	9. 20	71. 0	780
10	248	0. 0407	10. 1	81. 1	1, 028
9	244	0. 0316	7. 70	88. 8	1, 272
8	344	0. 0221	7. 60	96. 4	1, 616
7	344	0. 0163	5. 60	102. 0	1, 960
6	560	0. 0105	5. 90	107. 9	2, 520
5	784	0. 00739	5. 80	113. 7	3, 304
4	944	0. 00402	3. 80	117. 5	4, 248

木を対象とするかによって——その「本数」  
 が変わるのが常であった。しかしここで用いた  
 ような「大きい木から順に積算する」とい  
 う方式を用いるならば、どのような直径階（こ  
 れを限界直径とよぶことにしよう）までの資  
 料であっても、統一的にとらえることができ  
 るという利点がある。

なお、図一6のB点はB-ポイントとよば  
 れ、Y-N曲線の位置を決定する重要な点で  
 ある。



図一 6 積算材積と積算本数の関係  
 (表一2の資料を両対数グラフにプ  
 ロットしたもの)  
 曲線はY-N曲線である。

### Y-N曲線とB-ポイント

図-6に示した曲線は次式で与えられる。

$$\frac{1}{Y} = \frac{B}{N} + A \quad (1)$$

この曲線をY-N曲線とよぶ。図-6に示すように現実の林分の各点は必ずしもこの曲線にぴったりと当てはまるわけではないが、大まかにはこの曲線で近似できる。この曲線は、(1)式の定数A、Bの値が変わっても、両対数グラフ上では形が変わらず、その位置が平行移動するだけである。したがってこの曲線の形をプラスチック板に写しとってくり抜いた定規を作っておけば、どのような位置の点にも曲線を当てはめることができる。これが篠崎氏らによって開発されたC-D定規である(図参照)。

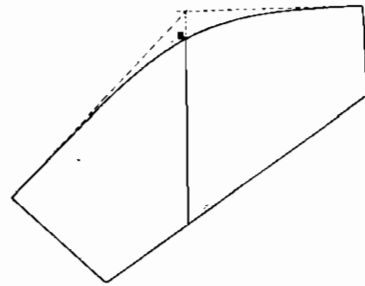
図に示すように、C-D定規は二つの漸近線(図中に点線で示してある)をもつ飽和型の曲線である。図中のB点は、たて座標が飽和最大値の半分の値を、横座標が二つの漸近線の交点となるような特殊な点でありB-ポイントと呼ばれる。この点の座標がわかれば

(1) 式の定数 A、Bの値を決定することができる。

具体的には、この定規を図-6のように打たれた各点にあてはめるわけである。もっともうまく当てはまった位置に定規を置き、そのB-ポイントのたて座標( $Y_B$ )と横座標( $N_B$ )とをよみとる。(1) 式の定数A、Bは、

$$A = \frac{1}{2Y_B} \quad B = \frac{N_B}{2Y_B} \quad (2)$$

で与えられる。



C-D定規の図  
B点はB-ポイント  
点線は2つの漸近線を示している。

### 収量-密度図の構成

様々の大きさの林分でY-N曲線を描き、それらの相互関係を示したものが図-5の収量-密度図なのである。それぞれのY-N曲線の相互関係は、図中のB-ポイント線で示される。Y-N曲線のB-ポイントは、その林分の本数、材積および個体材積の分布のしかたに応じて様々な点を取り得るが、一斉林ではB-ポイント線上に位置するものと考えられている。

### B-ポイントとB-ポイント線

同じ林分材積をもち、個体材積の分布状態のちがう2つの林分(I、II)を考えてみる。Iは個体間の大きさのちがいが少なく最大個体の材積は小さい林分であり、IIは最大個体の材積はIよりも大きく個体間の大小差が大きい林分であるとしよう。2つの林分でY-

N曲線を描くと、本数(N=1)の軸との交点は最大個体の個体材積を表わすから、ⅡがⅠより上にくる。したがって2つのY-N曲線とそのB-ポイントの位置関係は図に示すようになる。この図から、個体間の大小差の少ない林分ほど、したがって一斉林的な林分であるほど、そのB-ポイントは図上で右側に来るものといえる。逆にいえば、個体の大小差が大きくなると、そのB-ポイントは左側へ移動するわけである。

様々な林分でY-N曲線を描き、そのB-ポイントの位置を図上でプロットして、それらの最外側(もっとも右側)に引いた線がB-ポイント線である。したがってこの線は、一斉林におけるY-N曲線相互の位置関係を示しているものとみることができる。

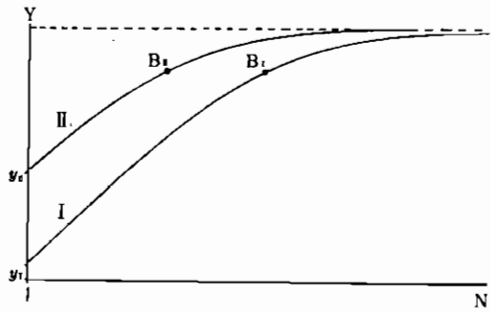
図-5のB-ポイント線は次式で与えられる。

$$Y_B = K \cdot N_B^{-h} \quad (3)$$

$$K = 15,900 \quad h = 0.835$$

(2) 式を代入して、A、Bを用いて表わすと、

$$B = (2K)^{1/h} \quad A^{1+h/h} \quad (4)$$



林分材積はほぼ同じだが、B-ポイントの位置の異なる2つの林分(Ⅰ、Ⅱ)のY-N曲線の模式図

B-ポイントの位置は、林分Ⅰ(B<sub>I</sub>)が林分Ⅱ(B<sub>Ⅱ</sub>)よりも右側にある。N=1の軸とY-N曲線との切片は、最大の個体の材積を表わしているが、これは林分Ⅱ(y<sub>Ⅱ</sub>)の方が林分Ⅰ(y<sub>Ⅰ</sub>)よりも大である。このことから、林分Ⅰの方が個体間の大小差の小さい林分といえる。

各Y-N曲線上の等しい限界直径の点を結んだ線が等限界直径線である。これは図-5にみられるような曲線となる。また、平均直径の等しい点を結んだ線が等平均直径線である。これは図-5では勾配45°の点線で示されている。

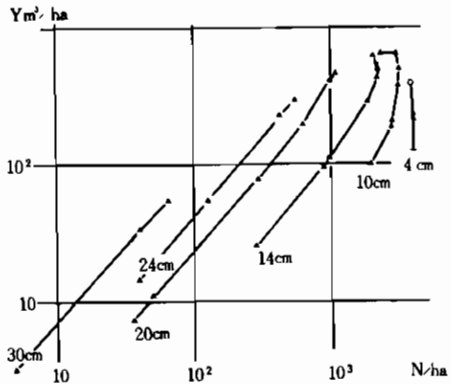
### 等限界直径線

人工林のように当初成立していた立木だけを考えると、等限界直径線は次のように動くものと思われる。仮に10cmの等限界直径線について考えてみよう。林齢の若いうちは、胸高直径10cmを越える木の本数はまだ少ない。林分の生長にともなって、10cmを越える木がどんどん増えてくる。この段階では、等限界直径線は右上方向へほぼ直線的に移動する。10cmに進級する木が少なくなってくると、線はほぼ真上方向へ移動する。やがて、進級木よりも枯損木の方が多くなると、線は左上方向へ移動する。すなわち、等限界直径線は右上→真上→左上へ移動するような双曲線となるはずである。図に示したトドマツ人



### トドマツ人工林における等限界直径点の移動経路

○はそれ以降の時点での消失を示す。



工林の例では、ほぼこの想定が確かめられている。常に若木が補充されているような天然生林を考えると、そこでは等限界直径線の左上方向への移動は著しくないかもしれない。

図一五に示した等限界直径線は、Y-N曲線の定数A、Bを用いて次のように表わされる。

$$\left. \begin{aligned} N(D_i) &= B^{\frac{1}{2}} A^{-1} \{W(D_i)^{-\frac{1}{2}} - B^{\frac{1}{2}}\} \\ Y(D_i) &= B^{\frac{1}{2}} A^{-1} \{B^{\frac{1}{2}} - W(D_i)^{\frac{1}{2}}\} \end{aligned} \right\} (5)$$

ただし  $D_i$  は限界直径、 $W(D_i)$  はその限界直径を有する木の単木材積、 $N(D_i)$ 、 $Y(D_i)$  はその限界直径点のN座標とY座標である。

天然生広葉樹林では、先にのべたように測定限界のとりかたによってその「本数」が異なってくる。したがって人工一斉林のような意味での「最多密度曲線」は存在しない。図一五にはB-ポイント線に平行に最多密度曲線を引いてある。これは胸高直径1cm程度以上の木を対象とした場合の、最多密度のめやすを表わす線である。B-ポイント線に平行なもう1本の線は平均管理曲線である。主林木の本数はこの線に沿って管理されている例が多いようである。

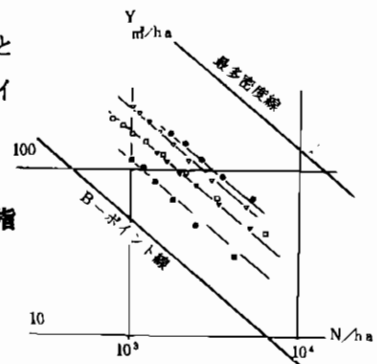
### 平均管理曲線

図にみられるように、北海道の広葉樹林の収穫表からとった主林木の本数-材積の値は、最多密度曲線とB-ポイント線に平行に並ぶ例が多い。

#### 収穫表からとった本数-材積の関係

B-ポイント線に平行に林分密度管理の指針が与えられている例が多い。

- ミズナラ林 (野幌)
- ▽シナノキ林 (野幌)
- イタヤ林 (札幌)
- ▼ミズナラ林 (札幌)
- カシワ林 (十勝)



### 収量-密度図のみかた

収量-密度図を利用すると、様々な林分における本数、材積、胸高直径、平均胸高直径間の関係を定量的に把握することができる。たとえば、図一五のE点はある林分におけるY-N曲線と10cmの等限界直径線との交点である。この林分には、胸高直径10cm以上の木の本数は800

本あり、その材積は約 150 m<sup>3</sup>であるとよみとることができる。またこの Y-N 曲線を左側へとたどると、20cm の等限界直径線との交点 (F) に達する。この林分には 20cm 以上の木は約 120 本あり、その材積は約 50 m<sup>3</sup>である。また逆に、この曲線を右側へとたどると、最多密度曲線との交点 (G) に達する。この林分の本数 (直径 1 cm 以上のもの) は約 6,000 本、その材積は約 200 m<sup>3</sup>である。また平均直径は約 9 cm である。

### 収量-密度図の利用 — 間伐後の収量予測 —

保育伐 (間伐) の方式としては、各直径階から同じ比率で伐採することとする。これは小径の庇圧木を間引くだけでなく、上層木であってもあばれ木や形質の悪いものを取り除き、上層林冠における競争を緩和するためである。また、各直径階から間伐すれば、本数間伐率も材積間伐率も同じになるので取り扱いに便利である。ただ実際にはあまり小さな木を伐採する必要はない。小径木は伐採対象としなくとも、伐倒、搬出の際の支障木としてかなりの数が間引かれるのがふつうである。

図-7 には間伐にともなう Y-N 曲線の移動を示した。0 時点は間伐前、1 時点は間伐後、2 時点は間伐してから一定年数の経過後を表わしている。間伐前の林分本数は  $N_0$ 、材積は  $Y_0$ 、また Y-N 曲線の B-ポイントの N 座標値は  $N_{0B}$ 、Y 座標値は  $Y_{0B}$  である。間伐後の本数は  $N_1$ 、材積は  $Y_1$ 、また B-ポイントは  $(N_{1B}, Y_{1B})$  で示される。2 時点では、それらはそれぞれ  $(N_2, Y_2)$ 、 $(N_{2B}, Y_{2B})$  で示される。間伐率と年間林分生長量

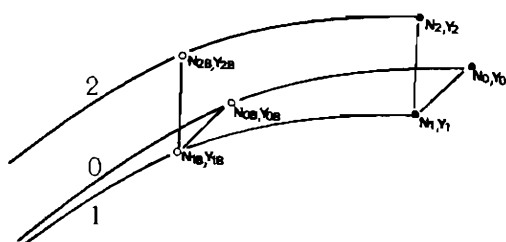


図-7 間伐による Y-N 曲線の移動を示す模式図

0 : 間伐前 1 : 間伐後

2 : 一定期間後

および初期値 (0 時点の値) が与えられれば、1 および 2 時点の値は前の値を用いて計算することが可能である。つまり 0 → 1 → 2 の順番にちく次計算することができるわけである。また 2 時点を新たな出発点 (0) とおいて再び間伐することを想定できるから、このような手続きを何度かくり返せば、主伐時における収量予測が可能となる。また、2 時点における各限界直径点の値は、Y-N 曲線の係数 A、B を用いて計算により求めることができる。

#### ちく次計算の方式

間伐前の林分で、積算材積と積算本数を計算し (表-2 参照)、図-6 のようにプロットする。これに Y-N 曲線をあてはめ、その B-ポイントの座標  $(N_{0B}, Y_{0B})$  を読みとる。Y-N 曲線とその定数値は次式で与えられる。

$$\frac{1}{Y_0} = \frac{B_0}{N_0} + A_0 \quad (6)$$

$$\begin{aligned} A_0 &= \frac{1}{2 Y_{0B}} \\ B_0 &= A_0 \cdot N_{0B} \end{aligned} \quad (7)$$

間伐率を  $r$  とすると、間伐後の諸量は

$$\begin{aligned} N_1 &= (1-r) N_0 \\ Y_1 &= (1-r) Y_0 \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} N_{1B} &= (1-r) N_{0B} \\ Y_{1B} &= (1-r) Y_{0B} \end{aligned} \quad (9)$$

$$\frac{B_1}{A_1} = A_1 \times N_{1B} = \frac{(1-r) N_{0B}}{2 (1-r) Y_{0B}} \quad (10)$$

$$= B_0$$

$$A_1 = \frac{1}{2 (1-r) Y_{0B}}$$

となる。(8)~(10)式から明らかなように、1時点の値はすべて0時点の値から計算できる。

間伐を行ってから一定期間後を2時点とする。この期間内の林分生長量を  $G$  とし、期間内の枯損は無視できるものとする。

$$N_2 = N_1 \quad (11)$$

$$Y_2 = Y_1 + G \quad (12)$$

$$N_{2B} = N_{1B} \quad (13)$$

$$Y_{2B} = \frac{1}{2} (Y_1 + G) \left( \frac{N_{1B}}{N_1} + 1 \right) \quad (14)$$

$$\left( Y_{2B} = \frac{1}{2 A_2} \text{ の } A_2 \text{ に 次式の } A_2 \text{ を代入して求めた} \right)$$

$$A_2 = \frac{1}{(Y_1 + G) \left( \frac{N_{1B}}{N_1} + 1 \right)} \quad (15)$$

$$\left( \frac{1}{Y_2} = \frac{B_2}{N_2} + A_2 \text{ の } B_2 \text{ に } B_2 = A_2 \cdot N_{2B} \text{ を代入する。} \right)$$

$$\frac{1}{Y_2} = A_2 \left( \frac{N_{2B}}{N_2} + 1 \right)$$

この式の  $N_2$ ,  $N_{2B}$ ,  $Y_2$  に (11), (13), (12) を代入して整理すると (15) を得る。

$$B_2 = A_2 \cdot N_2 B$$

$$= \frac{N_1 B}{(Y_1 + G) \left( \frac{N_1 B}{N_1} + 1 \right)} \quad (16)$$

(11) ~ (16) 式より、2 時点の値は 1 時点の値から計算できることがわかる。  
2 時点における限界直径点は、(15)(16)式のA<sub>2</sub>, B<sub>2</sub>を(5)式のA, Bに代入して求める。

以上のような過程を何度か繰り返すことによって、一定期間後の収穫量の予測を行うことができる。図-8には、N<sub>0</sub>=14,000, Y<sub>0</sub>=100 という若い林分に、5 年間隔で 5 回の間伐を行い、平均管理曲線に達した後は 10 年間隔で 2 回の間伐を行う場合の想定図を示した。このような保育を行った場合の、50 年後の予想収穫量を、無間伐のままで放置した場合と比較して表-3 に示した。表にみられるように、主伐本数・材積ともに無間伐区の方が大きいけれども、40cm 以上の大径木では本数・材積ともに間伐区の方が大となっている。また主間伐合計量と比較すると、間伐区の方が無間伐区よりも大きくなる。この結果は、間伐によって、利用径級以上の大径木の収穫量を大きくしうること、また放置すれば枯損する木を利用しうることを示している。

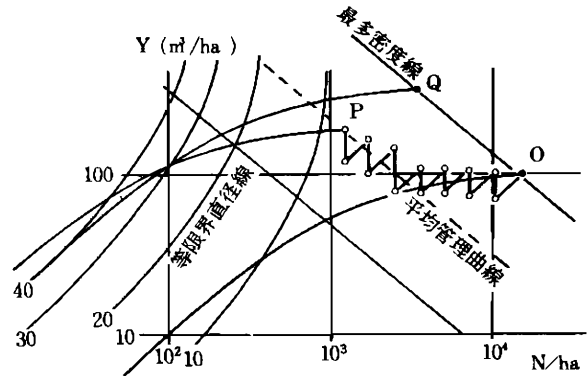


図-8 模型的な間伐径路図

O 点にはじまり何度かの間伐をくりかえして P 点に至る。この間に無間伐区では O 点から Q 点に達している。

この間に無間伐区では O 点から Q 点に達している。この間に無間伐区では O 点から Q 点に達している。この間に無間伐区では O 点から Q 点に達している。

表-3 間伐モデルの収穫予想表

		直 径				階	計	
		40cm	30cm	20cm	10cm			
無間伐モデル	主伐量	本数/ha	23	90	196	700	2361	3370
		材積m³/ha	35	91	89	85	40	340
間伐モデル	主伐量	本数/ha	27	41	90	322	720	1200
		材積m³/ha	49	42	41	39	16	187
間伐量	本数/ha	2	21	98	951	12328	13400	
	材積m³/ha	3	20	41	103	87	254	
主間伐合計	本数/ha	29	62	188	1273	13048	14600	
	材積m³/ha	52	62	82	142	103	441	

### 計算の実例

$$N_0 = 14,000 \quad Y_0 = 100 \quad (\text{既知})$$

$$N_{0B} = 990 \quad (\text{読みとりによって求める})$$

$$Y_{0B} = 50 \quad (\quad \quad \quad)$$

$$A_0 = 1/100 = 0.01$$

$$B_0 = 0.01 \times 990 = 9.90$$

間伐率を30%とする。  $1 - r = 1 - 0.3 = 0.7$

$$N_1 = 0.7 \times 14,000 = 10,200$$

$$Y_1 = 0.7 \times 100 = 70$$

$$N_{1B} = 0.7 \times 990 = 695$$

$$Y_{1B} = 0.7 \times 50 = 35$$

$$A_1 = 1 \div (2 \times 35) = 0.0143$$

$$B_1 = B_0 = 9.90$$

年間林分生長量を  $6.8 \text{ m}^3$  とする。間断年数を5年とすると

$$G = 5 \times 6.8 = 34$$

$$N_2 = N_1 = 10,200$$

$$Y_2 = 10 + 34 = 104$$

$$N_{2B} = N_{1B} = 695$$

$$A_2 = \frac{1}{104 \cdot \left( \frac{695}{10,200} + 1 \right)} = 0.009$$

$$B_2 = 0.009 \times 695 = 6.26$$

$$Y_{2B} = 1 \div 0.009 = 55.5$$

次に、 $A_2$ 、 $B_2$ と(5)式を用いて、10cmの等限界直径点を計算してみよう。

$W(D_{10}) = 0.0605 \text{ m}^3$  であるとして計算する。

$$\begin{aligned} N(D_{10}) &= 6.26^{\frac{1}{2}} \cdot 0.009^{-1} \{ 0.0605^{-\frac{1}{2}} - 6.26^{\frac{1}{2}} \} \\ &= 435 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y(D_{10}) &= 6.26^{\frac{1}{2}} \cdot 0.009^{-1} \{ 6.26^{-\frac{1}{2}} - 0.0605^{\frac{1}{2}} \} \\ &= 43 \end{aligned}$$

### Ⅲ 選木の実際

間伐量がきまったならば、実際に伐る木を決定する。伐採木を現場において選定する作業が選木である。選木の実際は、それぞれの林分によって変わるものと思われるので、ここではごく一般的な注意を列挙しておこう。

#### 伐る木・残す木

樹勢と樹形を見て、良い木を残し悪い木を伐ればよい。現在、北海道の各所にみられる山火再生林では、山火事跡にほぼ一斉に成立したような例が多く、径級に幅があっても年輪数はほぼ同じであることが多い。このような林分では、中・下層木を保育することにあまり希望がもてない。上層の優勢で通直な木を残し、残す木のじゃまになる木を伐ればよい。

樹形については、樹冠の大きさ・形、枝下高（4 m以上通直で枝がないこと）をめやすとして判断する。樹冠が小さいか、またはゆがんでいても、周囲の木を除くことによって正常に回復する可能性があるかどうか判断の必要がある。上層に達していない木であっても、樹冠が円形で幹が通直であれば保残してもよい。現在の姿だけでなく、数十年先を頭に描く必要があるわけだ。逆に樹勢は良くても、樹形の悪い暴れ木は早目に伐った方がよい。

#### 立て木と副木

天然生林では、各樹木はかたまって成立していることが多く、人工林のように規則的に並んでいることはない。間伐によって規則的な配置に変えるのは困難であるし、また意味があるとも思えない。むしろ立て木と副木とを組にした、小さな「かたまり」を単位として残す木をきめていった方がよい。

立て木は将来の主伐木として残す木であり、副木は立て木の周囲に配置して立て木を守る木である。副木の役割は：立て木の幹に直射日光の当たるのを防ぎ、それによって気象害や萌芽枝の発生をおさえる：樹群として成立することにより風倒をさける、などである。副木となる樹種は、ハクウンボク、サワシバ、ハウチワカエデ、などの中層木であるが、ミズナラ、シナノキ、ホオノキなどのような上層樹種の若木であってもよい。この場合には、副木のなかから将来の立て木として生長するものも出てくるかもしれない。

#### 立て木の本数

図-5の収量-密度図中に示した等限界直径線から明らかなように、ある直径階以上の木の本数は、林分の生長とともにいくらかでも増加するものではなくて、頭打ち状態となる。このことから、主伐時の立て木本数の最大値についてのめやすを得ることができる。目標径級を40cmとするとこの数は約150本、30cmで約200本、20cmで約400本と考えられる。これ以上の本数を、一時に収穫することはおそらく不可能であると思われる。何度かの間伐を通じて、最終的にはこの目標本数の前後になるように、本数管理を行っていけばよい。実際には、副木の数をも合わせて、図-5の収量-密度図中の平均管理曲線に沿った本数管理を行っていけばよいであろう。

## 樹種

現在、有用広葉樹とされている樹種には、ミズナラ、ハリギリ、カツラ、アサダ、ヤチダモ、ウダイカンパ、イヌエンジュ、シナノキなどがある。その他の樹種に区分されるイタヤカエデ、エゾヤマザクラ、アズキナシ、シラカンパなども決して「無用」な樹種とは考えられない。将来の需要動向がどのように変るか予測は困難なので、形質のよい木は有用であるかどうかを問わず、積極的に保育すればよい。

樹種によっては、初期生長はよいが寿命の短いものと、生長は遅くても寿命の長いものがある。伐期齢を比較的長くとする場合には、寿命の短いものは早期に間伐の対象にすべきであろう。寿命の短いとされているものには、バッコヤナギ、シラカンパ、ヤマナラシ、ケヤマハンノキなどがあり、これらの寿命はおおむね 100 年以下と考えられる。

## 保育の開始時期

北海道には、60～70年生くらいの山火再生林が多い。上に述べた選木も、このような林分を頭においてのものである。ここでは、それにとらわれず、かなり一般的に保育開始時期について考えてみたい。

広葉樹は成立初期には密立させて、樹形を通直に保ち、また枯れ上がりを促がして枝下高を高くしなければならない。成立初期には 1㎡ 当り数本から数十本、ha 当りでは数万本から数十万本が密立するのがふつうであり、これ以下の密度の林分では通直な材の生産は望めない。広葉樹の初期生長は速く、このように高密度であれば、急速に樹冠が閉鎖する。やがて下枝が枯れ上がりはじめる。枝下高は少なくとも 4 m 以上を必要としたから、このことから保育開始時期を想定することができる。樹種によってもちがうが、これは林齢 20～30 年、樹高 8～12 m の林分と想定される。図一 7 の保育モデルに用いた 100 m<sup>2</sup>、14,000 本の林分は、ほぼその平均的な例である。この林齢を過ぎたならば、できるだけ早期に保育した方が、保育の効果は高くなり、また伐期を早めることもできるものと考えられる。ただしこのような林分を放置したからといって「手遅れ」になるわけではない。多くの林分では多樹種が混交しており、また個体に大小差があるため共倒れになることは少なく、樹種の寿命に近づかないかぎり手遅れということとは考える必要がないようである。

なお以上の論議では、収穫量の比較などの便宜のために「主伐」という用語を用いたが、収穫は必ずしも皆伐によって行う必要はない。むしろ利用径級以上に達した木は択伐方式によって収穫の保続をはかるのが望ましいと考えられる。この点に関してはなお今後の検討材料としておきたい。

## ま と め

北海道の広葉樹林はブナ林、ミズナラ林、カンバ林の 3 つに類型化できる。

林冠が閉鎖した後は、林分粗生長量は林分タイプ毎にかなり長期間にわたって一定であると

考えられる。またきわめて強度の間伐によって林冠を破壊しないかぎり、間伐によっても林分生長量は変化しない。

林分の本数、材積、胸高直径間の関係は、収量—密度図によって表わすことができる。収量—密度図と、上で述べた生長量はほぼ一定であるとの事実とを利用して、間伐を行った場合の収穫予測を行うことができる。密度管理のめやすは平均管理曲線によって示される。伐期に残すべき目標径級以上の立て木の最大数のめやすは、等限界直径線から知ることができる。

保育は、樹種にはあまりこだわらず、上層の優勢で形質の良い木と副木とを組にして残し、不良木を伐ればよい。

### 主 文 献

- 穂積和夫他 1968：林分状態をなす樹木個体重の頻度分布の解析 I. 分布密度函数を求める新しい一つの方法ならびに巾乗型分布 (英文) 日生態誌 18：10—20  
菊沢喜八郎 1978 北海道における天然生広葉樹林の収量—密度図. 日林誌60：56—63  
篠崎吉郎・吉良竜夫 1961：C—D定規, その理論と応用 (英文) 大阪市大生物雑誌 (J. Biol. Osaka City Univ. )12：69—82.

(造 林 科)

### 〈ミズナラ林〉

ミズナラの他にシナノキ、ホオノキ、ハリギリ、イタヤカエデなどが混交しているのがふつうである。私達にはもっとも身近な、したしみやすい林である。 (造林科 菊沢喜八郎)

