

林木の空間分布の研究 (I)*

人工一斉林における優勢木、劣勢木の分布

北元敏夫・四手井綱英

Studies on the Spatial Pattern in Forest Trees (I)

Distribution of Dominant and Suppressed Trees in Even-Aged Forest

Toshio KITAMOTO and Tsunahide SHIDEI

目 次

要 旨	152	結 果	155
はじめに	152	考 察	159
調査地と調査方法	153	引用文献	160
解析方法	153	Résumé	160

要 旨

一般に人工一斉林では、生長過程を通じて個体間に優劣の差が生じ、この差は時間の経過とともにますます大きくなる。従って生長初期の個体重等の頻度分布の正規型は、生長がすすむにつれてしだいにひずみを生じるようになる。この傾向は空間的には森林を構成する各個体の空間の占有方法の変化となってあらわれる。

そこで、幹又は茎の直径 (D)、樹高又は莖長 (H)、 D^2H および個体重 (W) 等の頻度分布から、各々の階級に属する個体の分布型を求め、森林の分散構造を解析し、これを定量化する必要がある。

本報告では、全体の集団を D によって、グループ A (平均値より大きい値をとる個体からなる) とグループ B (平均値より小さい値をとる個体からなる) の二つのグループに分けた。各グループに属する個体をそれぞれ、優勢木、劣勢木とみなし、これらの分布型を「平均こみあい度 (m^*) と平均密度 (m) の関係」を用いて、生長過程の一時点で、平面上で解析した。

ここでは、人工一斉林の観点から、30年生のヒノキ (*Chamaecyparis obtusa*) 人工林、15年生のクロマツ (*Pinus thunbergii*) の巣植、3年生のヤマハンノキ (*Alnus hirsuta var. sibirica*) および参考資料として、オオアワダチソウ (*Solidago serotina*) 群落において調査した。

m^* と m の関係を用いて解析すると、優勢木では、劣勢木にくらべて、個体間によりつよく負の集合性と、より一様な分布傾向がみられたのに対して、劣勢木では、個体間によりつよく正の集合性と、より集中的な分布傾向がみられ、両者の分布形態に相違が見出された。

は じ め に

人工一斉林では、生長過程を通じて、個体間に優劣の差を生じ、この差は時間の経過とともに

* Contributions from JIBP-PT No. 115

ますます大きくなり、生長初期の D , D^2H および W の頻度分布の正規型がひずみ、ついにはL型になる¹⁾。この経過は、空間的には、森林を構成する各個体の空間の占有方法の変化となってあらわれ、森林における各個体の空間的、量的なちらばり方が問題となる。森林全体としては、生長過程のある時点で、ある値の現存量を有するからには²⁾、逆にこの現存量が空間的、量的に森林を構成している各個体にどのような機構のもとに配分されているか検討する必要がある³⁾。

従来の研究では、個体の位置を問題にして、種の分布および分散構造を天然林で解析した研究は⁴⁾⁻⁶⁾、二、三あるが、人工林の分散構造については、研究されていないように思われる。

本報告では、4調査区について、全集団をDによって、便宜的に優勢個体と劣勢個体とに分け、それぞれの分布型を、生長過程のある時点で、平面上で、「 m^* と m の関係」⁷⁾⁻¹⁰⁾を用いて、順次株サイズを変化させ、それぞれに対応する m^*-m 関係の直線回帰から解析した。

なお、クロマツの巣植については、参考資料として、 I_s 法による解析を示した。

最後に、全体の内容について懇切な御批判と御助言をいただいた、京都大学農学部昆虫学研究室の巖俊一博士、および有益な御助言をいただいた同研究室の久野英二博士に厚くお礼申しあげます。またこの研究の当初から、共通の関心をもって暖い助言と示唆を与えてくださった京都大学農学部森林生態学研究室の皆様へ深く感謝する。

調査地と調査方法

人工一斉林の観点から、次の4地区について調べた。

1) 滋賀県蒲生郡日野の30年生ヒノキ (*Chamaecyparis obtusa*) の人工林

20 m×30 m の方形区をとり、217本の個体識別をし、胸高直径 (D , B , H) の測定とマッピングを行なった。平均 H 約 11 m, 平均 D, B, H , 約 12 cm の林分で、林冠が十分に閉鎖している状況であった。

2) 京都大学農学部附属演習林白浜試験地の15年生クロマツ (*Pinus thunbergii*) の巣植

4 m×8 m の方形区をとり、148本の個体識別をし、 H の10分の1の高さにおける幹直径 ($D_{0.1}$) の測定とマッピングを行なった。1巣あたり6本植、25巣の区で、平均 H 約 4 m, 平均 D, B, H , 約 3 cm の林分で、各巢間はまだ完全には閉鎖していない状況であった。

3) 京都大学農学部附属演習林本部苗畑の3年生のヤマハンノキ (*Alnus hirsuta var. sibirica*)

4 m×8 m の方形区をとり、332本の個体識別をし、地際直径 (D_0) の測定とマッピングを行なった。個体間を等間隔に約 20 cm, 約 50 cm に保って、列状に配置されたものである。

林冠は十分に閉鎖している状況であった。

4) 京都府八幡町淀川流域に生育するオオアワダチソウ (*Solidago serotina*) 群落

1 m×1 m の方形区を3プロットとり、合計523本の個体識別をし、 D_0 の測定とマッピングを行なった。平均 H 約 45 cm, 平均 D_0 約 0.5 cm の群落で、1971年6月2日に測定したもので、まだ枯死個体はあまりみられない状況であった。

解析方法

平均こみあい度 (mean crowding, m^*) は LLOYD (1967)¹¹⁾ によって提出された概念で、区画あたり個体あたり平均他個体数を示すパラメータで、

$$*m = \frac{\sum_{j=1}^q x_j(x_j-1)}{\sum_{j=1}^q x_j} = \frac{\sum_{j=1}^q x_j^2}{\sum_{j=1}^q x_j} - 1$$

で示される。

ただし, x_j : j 番目の区画にいる個体数

Q : 総区画数

巖(1698)⁷⁾は、これを発展させ、 m を横軸に、 $*m$ を縦軸にとって、両者の関係を種々の確率分布モデルや昆虫類の分布データにあてはめ、いずれの場合も直線的な回帰関係が成立することを見出した。

$$*m = \alpha + \beta m$$

α は $*m$ 軸における切片で、基本集合度示数とよばれ、個体間に集合性があったり、繁殖方法の結果としてコロニー状の構造をもつ場合に $\alpha > 0$ 、各個体が独立に分布する場合に $\alpha = 0$ 、個体間にさけあいがある場合に $-1 \leq \alpha < 0$ となる。

β は回帰係数で、密度—集合度係数とよばれ、個体あるいはコロニーが集中分布する場合に $\beta > 1$ 、ランダム分布する場合に $\beta = 1$ 、一様分布する場合に $1 < \beta \leq 0$ となる (ただし、完全一様分布では、 $m \geq 1$ の範囲で $\beta \doteq 1$)。

以上は、同一柵サイズあたりの分布について成立する関係であるが、一組の分布データについて順次柵サイズを変化させて、 $*m$ と m の関係をみる場合についても最近検討されている⁹⁾。この場合も、基本的な関係は上に述べたことと同じであるが、コロニー分布では、柵サイズがコロニーのサイズをこえるまでとこえてからでは、 $*m$ と m の関係がかわるので、全体としての $*m$ と m の関係は、変曲点をもつ曲線 (典型的には2本の直線) であらわされる。従って、前者すなわち、柵サイズ ≪ コロニーサイズの部分は、コロニー内での個体の分布様式、後者 (柵サイズ ≫ コロニーサイズ) は、コロニー自体の分布様式を反映することとなる。

柵サイズをかえた場合の $*m$ — m 関係は、必ずしも直線が期待されるわけではないが、直線回帰が得られた場合、これに上述の α, β を適用することが可能であり、同じ柵サイズで密度をかえた場合の関係と区別する意味で、一応、 $*m = \alpha' + \beta' m$ とあらわすことにする。

森下(1959)¹²⁾は、柵サイズを順次増していった時の I_s 指数から、分布構造を解析する方法を提案している。

$$I_s = Q \frac{\sum_{i=1}^q n_i(n_i-1)}{N(N-1)}$$

ただし, Q : 方形区数

$N = \sum n_i$ = 総個体数

$I_s > 1$: 集中分布 この場合, $F_0 = \frac{I_s(N-1) + q - N}{q-1}$ によって検定

$I_s = 1$: 機会分布

$I_s < 1$: 一様分布

$\frac{*m}{m} \approx I_s$ の関係からわかるように、両者は密接な関係にあり、第1図に示されるような関係がある。

I_s —柵サイズの曲線を用いると、コロニーの個体の分布様式やコロニーサイズについての知見がえられるが、コロニー自体の分布様式についての知見がえられない。また、 I_s 値はコロニーの分布密度で変化するから、幾組かの分布を比較する上では都合がわるい。

そこで、本報告では、主に、 $*m$ — m 関係を用いて解析することにした。

結 果

人工林では、苗木が人為的にほぼ一様に植栽されることが多いので、 \bar{m}^* - m 関係を求めるまでもないことになるが、植栽間隔は厳密には一定でなく、枠間に不平等に分布する結果になることが多い。また、ここで問題とする優勢木、劣勢木の分布と対照する意味でも、まず全木についての \bar{m}^* - m を求め、次に優勢木、劣勢木についてそれぞれ \bar{m}^* - m を計算した。

1) ヒノキの人工林

全個体 (217本), グループ A (117本) およびグループ B (100本) の個体について、 \bar{m}^* - m 関係は、それぞれ次のような直線に近似され、第2図に示した。

全 個 体 : $\bar{m}^* = -0.556 + 1.005 m$ (1)

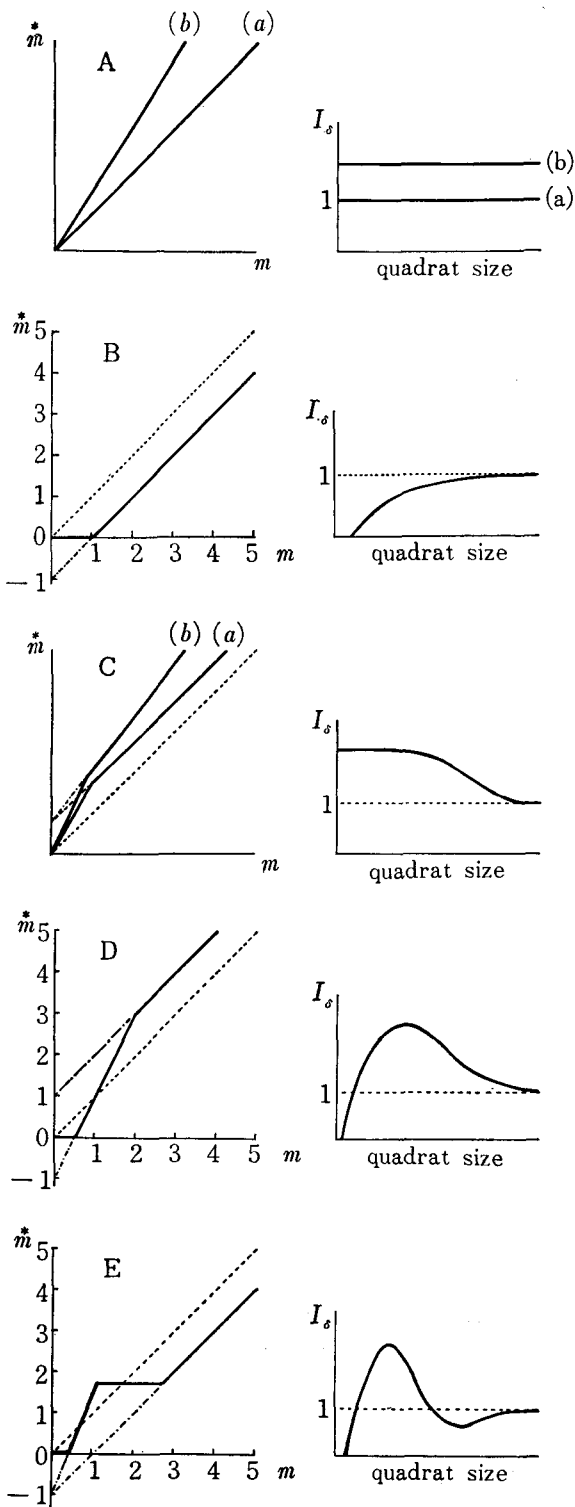
グループ A : $\bar{m}^* = -0.367 + 1.014 m$ (2)

グループ B : $\bar{m}^* = +0.099 + 1.127 m$ (3)

人工的に均一に植栽されたことから予期されることであるが、全個体については、(1)より、個体間に負の集合性がみられ、一様な分布傾向がみられた。 α' が-1にならないのは生長過程を通じて、数回間伐操作がなされたためと考えられる。グループ A の個体については、(2)より、全個体についての分布と同様に、個体間に負の集合性と、一様な分布傾向がみられた。グ

Fig. 1. Graphical comparison of the \bar{m}^* - m relation for the different quadrat sizes and the relation of I_o to quadrat size in various types of theoretical distribution.

A: Poisson series ((a), $\alpha' = 0, \beta' = 1$) and Aggregated distributions with a constant value of \bar{m}/m ((b), $\alpha' = 0, \beta' > 1$). B: Completely uniform distributions ($\alpha' = -1$ for $m \geq 1, \beta' = 1$). C: Aggregated distributions with colonies (Intra-colony distribution is at random. Colony distribution is at random (a) and contagious (b).). D: Aggregated distributions with colonies (Intra-colony distribution is uniform.). E: Aggregated distributions with colonies (Inter- or intra-colony distribution is uniform and the number of individuals per colony is constant).



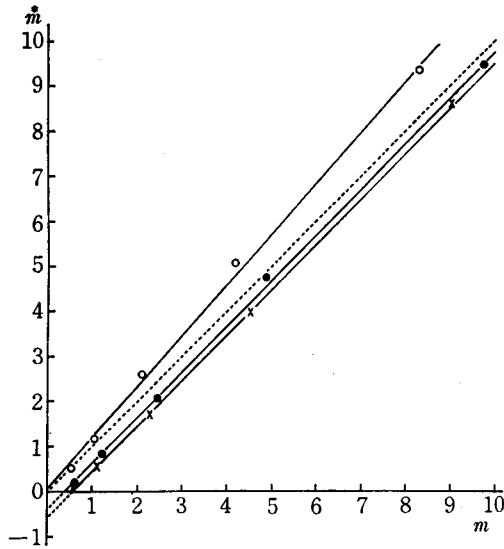


Fig. 2. The relation of mean crowding (\bar{m}^*) to mean density (m) for the distribution of the stand of *Chamaecyparis obtusa*.

- × total : $\bar{m}^* = -0.556 + 1.005m$ (1) $r^2 = 0.999$
 ● group A : $\bar{m}^* = -0.367 + 1.014m$ (2) $r^2 = 0.999$
 ○ group B : $\bar{m}^* = +0.059 + 1.127m$ (3) $r^2 = 0.799$

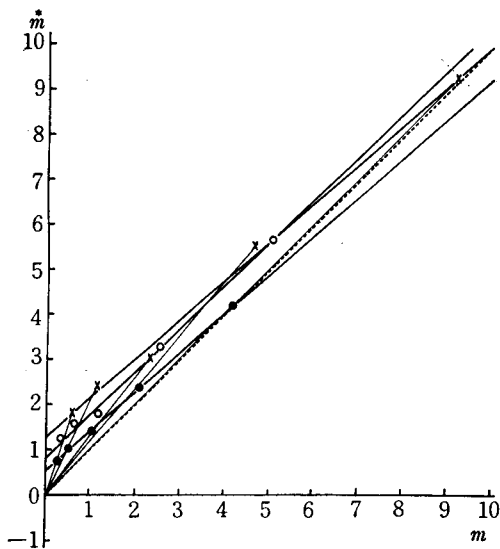


Fig. 3. The relation of mean crowding (\bar{m}^*) to mean density (m) for the distribution of the nest planting stand of *Pinus thunbergii*. The trees were initially planted in groups of 6 each.

- × total : $\bar{m}^* = +1.279 + 0.866m$ (4) $r^2 = 0.998$
 ● group A : $\bar{m}^* = +0.526 + 0.879m$ (5) $r^2 = 0.999$
 ○ group B : $\bar{m}^* = +0.816 + 0.960m$ (6) $r^2 = 0.994$

グループBの個体については、(3)より、 $\alpha' \approx 0$ であるが、 $\beta > 1$ で劣勢木が場所的に一定のかたよりをもって出現する傾向がうかがわれる。

2) クロマツの巣植

同様に、全個体 (148本)、グループA (67本) およびグループB (81本) の個体について、 $\bar{m}^* - m$ 関係は、それぞれ次のような直線に近似され、第3図に示した。

$$\text{全 個 体 : } \bar{m}^* = +1.279 + 0.866m \quad (4)$$

$$\text{グ ル ー プ A : } \bar{m}^* = +0.526 + 0.879m \quad (5)$$

$$\text{グ ル ー プ B : } \bar{m}^* = +0.816 + 0.960m \quad (6)$$

6個体よりなる巣 (25巣) が均一に植栽されたのだから、第1図Eの関係が期待されるわけだが、巣のうち一部 (2巣) の個体が枯死 (2本) したこと、および巣の分布が完全一様分布ではないので、全個体についての分布はややこれとは異なっている。(4)より、近似的に、 $\alpha' > 0$ 、 $\beta' < 1$ の直線にあてはまっているが、 $\beta' < 1$ は、典型的には第1図Eに示されるような分布パターンに近似的に直線にあてはめた結果であろうと思われる。

グループBの個体については、(6)より、 $\beta \approx 1$ であるから、各巣にほぼランダムに劣勢木が分布し、従って、グループBの個体の分布は、ほぼ全個体と同様のパターンを示している。

森下(1959)の I_0 -枠サイズ関係および集中度検定のための F_0 値を第1表にかかけ、第4図に示した。全個体、グループAおよびグループBの個体については、いずれの場合も集中的な分布傾向を示し、小集団からなっており、集団の内部の個体については、一様な分布形態をとっていると判定される。なお、第1表に示した集中的な値を示す I_0 値についてF検定すると、全個体およびグループAの個体については、一応有意な集中度が認められたが、グループBの個体については、あまり有意な集中度が認められなかった。

なお、各巣から枯死および劣勢木がランダムに生じているか否かは次のテストで方法で

きる。植栽時の巣あたり個体数の頻度分布について計算された平均こみあい度を m_0 、平均密度(巣

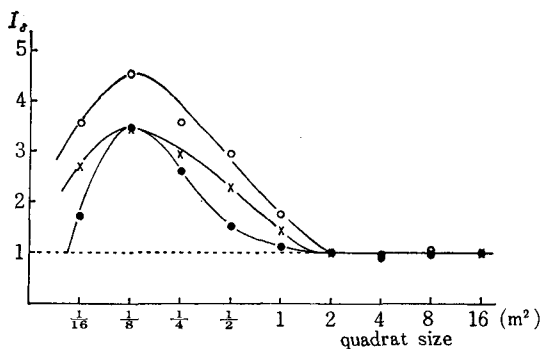


Fig. 4. I_{δ} -quadrat size relations for the distribution of the population used in Fig. 3.
 × total ● group A ○ group B

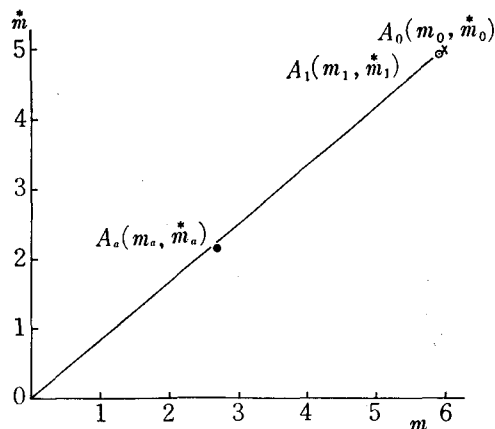


Fig. 5. The process of appearance of dead or suppressed trees per nest. If it acts randomly upon individuals in the initial population A_0 , both m_0 and \hat{m}_0 may decrease at the same rate (p), so that the experimental point A_1 (total) or A_a (group A) may occur along the line joining the point A_0 and the origin.

Table 1. The I_{δ} -values and Fo values for each quadrat size for the population used in Fig. 4. Using these Fo values, it is examined whether the distribution significantly departs from random expectation or not.

quadrat size (m ²)	I_{δ} (total)	Fo	I_{δ} (group A)	Fo	I_{δ} (group B)	Fo
1/16	2.706	1.196	1.737	1.038	3.556	1.160
1/8	3.412	1.555**	3.473	1.217	4.543	1.400*
1/4	2.942	1.895**	2.605	1.332*	3.556	1.641**
1/2	2.309	2.210**	1.520	1.216	2.963	1.988**
1	1.427	1.794**	1.086	1.071	1.753	1.763**
2	1.041		0.995		1.000	
4	0.932		0.868		0.982	
8	0.981		0.932		1.062	
16	0.973		1.027		1.017	

$$Fo = \frac{I_{\delta}(N-1) + q - N}{q - 1}$$

* significant at 5% level
 ** significant at 1% level

あたり平均個体数) を m_0 , 調査時点でのそれらを m_1, m_1 , 同じ時点でのグループ A のみについて計算した巣あたり個体数についてのそれらを m_a, m_a とする。もし、各巣においてランダムに一定確率 P で枯死あるいは劣勢木が出現すれば、 m_0 と \hat{m}_0 は $pm_0, p\hat{m}_0$ に変化する。すなわち、もし、死亡個体あるいは劣勢木が各巣からランダムに生じていれば、 \hat{m} を m に対してプロットした第 5 図で、点 (m_0, \hat{m}_0) と原点を結ぶ直線上を変化するはずである⁸⁾¹⁰⁾。いまの場合、巣あたり個体数は最初 6 本で一定だから、 $m_0=6, \hat{m}_0=5$ である。点 (m_1, \hat{m}_1) や点 (m_a, \hat{m}_a) は、(5.92, 4.93) および (2.68, 2.15) となり、近似的に (m_0, \hat{m}_0) と原点を結ぶ直線上にあるから、ほぼランダムに枯死および劣勢化が起っているとみなされる^(注)。しかし、2 本の枯死木については、主に植栽時の枯死によるものと思われる。

(注) この傾向は、同じ柢サイズについての変化をみたものであり、順次柢サイズを変化させて $\hat{m}-m$ 関係を求めた第 3 図についても、各柢サイズについてプロットした全個体とグループ A の個体の間に、同じような傾向がみられる。

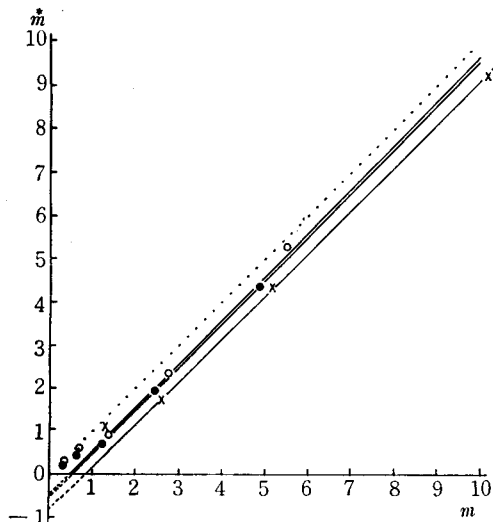


Fig. 6. The relation of mean crowding (\bar{m}^*) to mean density (m) for the distribution of stand of *Alnus hirsuta* var. *sibirica*.

- × total : $\bar{m}^* = -0.846 + 0.994m$ (7) $r^2 = 0.999$
 ● group A : $\bar{m}^* = -0.532 + 1.011m$ (8) $r^2 = 0.999$
 ○ group B : $\bar{m}^* = -0.439 + 1.013m$ (9) $r^2 = 0.999$

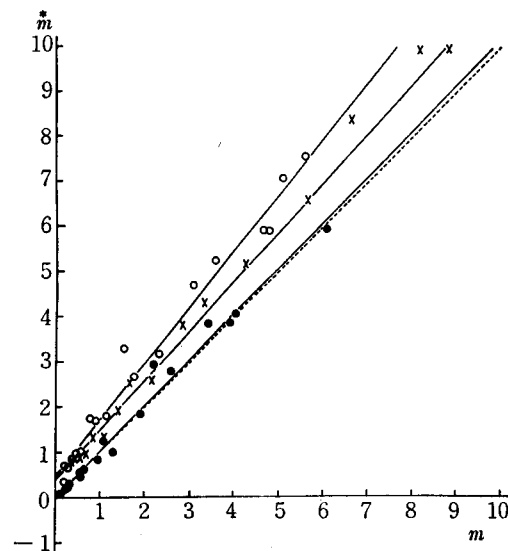


Fig. 7. The relation of mean crowding (\bar{m}^*) to mean density (m) for the distribution of *Silidago serotina* in a natural community.

- × total : $\bar{m}^* = +0.397 + 1.096m$ (10) $r^2 = 0.994$
 ● group A : $\bar{m}^* = -0.018 + 1.014m$ (11) $r^2 = 0.982$
 ○ group B : $\bar{m}^* = +0.476 + 1.244m$ (12) $r^2 = 0.980$

ランダムに分布し、劣勢個体がある間隙をうめるような形態をとって集中分布しているものと

3) ママハンノキ

同様に、全個体(332本)、グループA(156本)およびグループB(176本)の個体について、 \bar{m}^*-m 関係を計算した。この場合、完全一様分布(第1図B)に近いので、 $m > 1$ の範囲でやや点の配列が異なっており、この範囲を除いて回帰線を計算した。第6図に示した。

$$\text{全 個 体 : } \bar{m}^* = -0.846 + 0.994m \quad (7)$$

$$\text{グ ル ー プ A : } \bar{m}^* = -0.532 + 1.011m \quad (8)$$

$$\text{グ ル ー プ B : } \bar{m}^* = -0.489 + 1.913m \quad (9)$$

全個体については、(7)より、個体間に負の集合性がみられ、一様な分布傾向がみられた。このことは、巣植とはちがって、個体が非常に規則的に配置されたことによる。グループA、Bの個体については、(8)、(9)より、ともに個体間に負の集合性と、一様な分布傾向がみられた。グループAとグループBの個体間に、 α' 、 β' の値に差が認められるが、この差は微少で、サンプリングエラーや、完全一様分布からランダムに点をぬいてゆくと、 $\beta=1$ のままだが α は次第に-1に近づいてゆく。すなわち、密度によって α が影響されることから、両者の分布形態に差はないように思われる。

4) オオアワダチソウ

全個体(523本)、グループA(218本)およびグループB(283本)の個体については、各プロットにおいて、それぞれ \bar{m}^*-m 関係を計算し、3プロット合計して、回帰線を計算し、第7図に示した。

$$\text{全 個 体 : } \bar{m}^* = 0.397 + 1.096m \quad (10)$$

$$\text{グ ル ー プ A : } \bar{m}^* = -0.018 + 1.014m \quad (11)$$

$$\text{グ ル ー プ B : } \bar{m}^* = 0.476 + 1.244m \quad (12)$$

全個体については、(10)より、個体間に正の集合性と、集中的な分布傾向がみられた。グループAの個体については、(11)より、個体間に集合性はみられず、ランダムな分布傾向がみられた。グループBの個体については、(12)より、個体間に正の集合性と、集中的な分布傾向がみられた。すなわち、優勢個体が

われる。このことは、自然植生における個体分布のパターンを示すものとして興味深い。

考 察

1) 天然林と人工林の分散構造の相違

宮田ら⁵⁾(1963)がオヒルギ林の分散構造についておこなった研究では、樹令の比較的近い個体群が集中分布する傾向があり、幼樹は成樹の集団間の間隙を埋める形で分布していると判定している。太田ら⁶⁾(1969)がトドマツ天然林で調査したものでは、主要樹種すべてに集中的な分布傾向を見出している。

今回解析した4調査区について、グループAおよびグループBの個体の分散構造の相違を、一応、第8図に示すような一つのパターンに整理した。横軸 α' は、分布の基本単位が個体($-1 \leq \alpha' < 0$)であるか、コロニー($\alpha' > 0$)であるかを示し、縦軸 β' は、個体又はコロニーの分布が、一様の($\beta' < 1$)であるか、集中的($\beta' > 1$)であるかを示している。これから判断すると、全般的に、グループAの個体は、グループBの個体にくらべて、より一様な分布形態をとっているものと思われる。

以上のことから、オオアワダチソウ群落を天然林の参考としてあわせて考えると、天然林では、全個体については集中的な分布形態をとり、集団内部の個体については、優勢木(樹令の高い個体)は、より一様な分布形態をとり、劣勢木(稚樹を含めて)は、その間隙をうめあわせをするような形で、集中的な分布形態をとっているものと思われる。

これに対して人工一斉林では、人為的にほぼ一様に植栽されることが多いので、植栽時の様式の影響を受けながら、優勢木はより一様に分布し、劣勢木はより集中的に分布する傾向があり、このような可塑性をもって森林が形成されてゆくものと思われる。

2) 解析方法

人工一斉林では、一般に、平面上に均一に植栽されるので、植栽時および生長過程を通じて生じる枯死木を除けば、ほぼ、一様な分布形態が残る。人工一斉林におけるこのような、林木の定着的、一様な分布様式は、林木の生長によって、時間の経過とともに、森林を構成する各個体の空間的、量的な変化となってあらわれる。そこで、分布の集中度を用いて、森林の分散構造を定量的に表現することが出来れば、密度依存的な個体間の相互作用や光その他の環境要因の林木の生長への影響および森林の生産構造の機構がより明確に理解されるであろう。

本報告で用いた、 I_s 法および m^*-m 関係による解析の結果は、ほぼ同じ結果を得た。しかし、

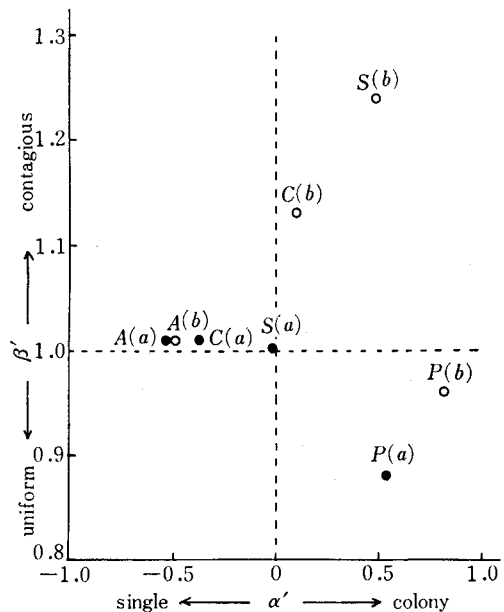


Fig. 8. Schematic representation of the difference of the distribution of individuals between group A and group B in terms of the values of α' and β' in all the 4 species.

C: *Chamaecyparis obtusa*

P: *Pinus thunbergii*

A: *Alnus hirsuta* var. *sibirica*

S: *Solidago serotina*

(a): group A

(b): group B

I_s 法は、ある面積内の個体の分布様相を判別する場合、いかなる分布型に対しても予見なしに適用でき、また I_s 値が平均値の影響をうけないという点でも⁷⁾¹³⁾、すぐれた解析法であるが、コロニー自体の分布様式についての情報がえられず、また、 I_s 値はコロニーの分布密度で変化するから幾組かの分布を比較する場合には、 m^*-m 関係の方が有効である。単に、 m^*-m 関係が、 I_s 法よりも与える情報が多いというだけでなく、 m^* それ自体が生態学的な意味をもっており、特に、定着的特性をもつ植物個体群に適用すれば、種子および稚樹の分布、草本群落や天然林における種の分布様式などがより明確に把握されるであろう。

ここでは、主として人工林において便宜的に全個体を D の平均値によって二つのグループに分け、各々のグループに属する個体をそれぞれ、優勢木、弱勢木とみなしたことに問題はあがるが、順次幹サイズを変化させた場合の m^*-m 関係を用いて解析すると、優勢木、弱勢木の分布形態に相違が見出された。

引用文献

- 1) Yoda, K., T. Kira and K. Hozumi: Intraspecific competition among higher plants. IX. Further analysis of the competitive interaction between adjacent individuals. J. Biol. Osaka City Univ. **8**, 161-178, (1957)
- 2) 四大学合同調査班：森林の生産力に関する研究 第Ⅲ報 スギ人工林の物質生産について 日林協育技研究会 (1966)
- 3) 北元敏夫：森林の分構造の解析 散京大農卒論・未発表
- 4) Ogawa, H., K. Yoda and T. Kira: A preliminary survey on the vegetation of Thailand. Nature & life in SE Asia **1**, 21-157, (1961)
- 5) 宮田逸夫・小谷信夫・小野勇一： I_s -法によるオヒルギ *Bruguiera conjugata* (L.) Merill の分散構造の解析 九州大学海外学術調査委員会学術報告 第1号, 43-48, (1963)
- 6) 太田嘉四夫, 五十嵐恒夫・藤原滉一郎：北海道の森林における主要樹木の時間的、空間的分布 その1 トドマツ天然林 (予報) 日本林学会北海道支部講演集 第18号, 45-48, (1969)
- 7) Iwao, S.: A new regression method for analyzing the aggregation pattern of animal populations. Res. Popul. Ecol. **10**, 1-20, (1968)
- 8) Iwao, S.: Analysis of contagiousness in the action of mortality factors on the western tent caterpillar population by using the m^*-m relationship. Res. Popul. Ecol. **12**, 100-110, (1970)
- 9) 巖俊一：日本応用動物昆虫学会大会講演, (1971)
- 10) Iwao, S. and E. Kuno: An approach to the analysis of aggregation pattern in biological populations. Statistical Ecology, Vol. I. Spatial Patterns and Statistical Distributions. Pennsylvania State Univ. Press, University Park and London.; 461-513, (1971)
- 11) LLOYD, Monte: 'Mean crowding'. J. Anim. Ecol. **36**, 1-30, (1967)
- 12) Morisita, M.: Measuring of the dispersion of individuals and analysis of the distributional patterns. Mem. Fac. Sci., Kyushu Univ., Ser. E(Biol.) **2**, 215-235, (1959)
- 13) 久野英二：水田における稲ウンカ、ヨコバイ類個体群の動態に関する研究九州農業試験場彙報 第14巻第21号, 31-246, (1958)

Résumé

In even-aged forest, the initial difference between dominant and suppressed trees tends to be exaggerated as time goes on, which results in change of the form of frequency distribution of plant weight from the symmetrical normal curve at early stage to the asymmetric types at later stage.

In relation to this, for a full understanding of the process of plant production in a forest, it is important to know how the dominant and the suppressed trees are spatially arranged in the forest community.

It can be done by dividing a population into several groups with regard to stem diameter (D), tree height (H), D^2H or the plant weight (W), and analyzing the spatial distribution of respective groups of trees.

In this paper, the population was divided into two groups according to D, such as group A (over mean value) and group B (under mean value), and the distributional pattern of trees of each group on two-dimensional space were analyzed at a given time by an analytic method based on the relation of 'mean crowding (\bar{m}^*) to mean density (m)' (Iwao, 1968).

The experiments were carried out in three kinds of artificial forest communities and one natural herbaceous community: 30-year-old stand of *Chamaecyparis obtusa* plantation forest, 15-year-old nest planting stand of *Pinus thunbergii*, 3-year-old stand of *Alnus hirsuta* var. *sibirica* and the natural herbaceous community of *Solidago serotina*.

For each case, m and \bar{m}^* were calculated for several different quadrat sizes and plotted on a graph.

Since the regression of \bar{m}^* on m was proved to be approximately linear in most cases, the analysis was made in terms of the values of the intercept (α') and the regression coefficient (β'). Here, α' indicates the basic components of distribution (single individual or colony) and β' suggests the pattern of distributions of such basic components.

It is found in all the 4 species that the distribution of the dominant trees was more regular than that of the suppressed trees.

The finding may have some general implications in relation to the mechanism of the production structure in even-aged forest community.