

クロマツ2年生苗畑における マツノシンクイムシ被害穂の分布解析

松 井 均
神奈川大学附属高等学校

Analysis of spatial patterns of shoots killed by shoot borers in the two-year-old pine field

Hitoshi MATSUI
KANAGAWA UNIVERSITY HIGH SCHOOL

はじめに

茨城県鹿島地方では、生花・門松用として畑に栽培されているクロマツが多くみられる。このクロマツ苗畑には害虫としてマツノシンクイムシ類が発生する。このマツノシンクイムシ類に被害された新梢(被害穂)の分布を調べることは、この害虫の被害を防ぐうえでも重要と考えられる。また、分布解析法が比較的簡便であれば、高校選択生物・生物集団の実習にも適用できると考えられるので、できるだけわかりやすく解析を行ってみた。

調査地および方法

調査地は茨城県鹿島郡鹿島町宮中にあるクロマツ苗畑である。そこではマツ苗畑の植栽が春(3月)か秋に行われる。用いられる苗は当年苗とよばれ、3月植栽のときは前年に発芽したマツ、秋の場合には同じ年に発芽したマツである。植栽方法は、ヘラでマツの根を土中におしこむ方法で、うね幅1mに10cm間隔に植栽される。そして、1.5m程度に成長すると、秋に収穫され出荷されるが、成育が悪いと1~2年収穫を遅らせることもある。通常植栽後2年半程度で収穫される。なお、月1回程度の農薬が散布されるのが普通である。

調査は2年生苗畑(樹高60~90cm程度)内に10×10mの調査区を設け、その中を1/4×1/4mの枠に分け、枠ごとの被害穂の数を数え、方眼紙に記録し

た。調査は1984年11月に行った。

分布型の解析は、グラフから分布様式などの情報を読みとれる利点をもつ \bar{m} -m法¹⁾を用いた。 \bar{m} とはLLOYD⁵⁾が提案した平均こみあい度であり、 m は平均密度である。 \bar{m} は次の式で求められる。

$$\bar{m} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i (x_i - 1)}{\sum_{i=1}^n x_i}$$

(ただし、 x_i は*i*番目の枠にいる個体数、 n は総枠数)

このままでは扱いづらい面もあるが、巖²⁾は次のように求め方を示した。例えば第1図のように20個体が合計20の枠に分布しているとき、第1列左から2番目の枠(2匹個体がいる)では、1,1、右端の枠(1匹個体がいる)では0となる。

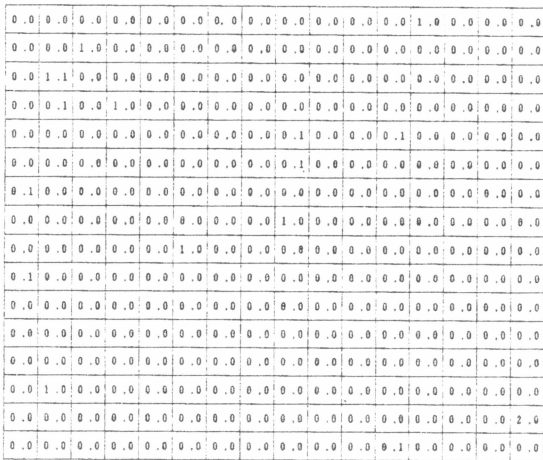
第1図(巖²⁾より) すなわち、2匹の個体ABがいるとすると、AにとってはBが他個体、BにとってはAが他個体となり、他個体数は1,1となる。同様に第2列左端では2,2,2となる。これを各枠で求め合計して総個体数20でわると \bar{m} が求められる(0の枠は関係しない)。具体的に示すと次のようになる。

$$\begin{aligned} \bar{m} &= \{(1+1) + 0 + (2+2+2) + (1+1) \\ &\quad + (0) + (0) + (2+2+2) + (0) \\ &\quad + (3+3+3+3) + (1+1)\} \div 20 = 1.5 \\ m &= 20 \div 20 = 1 \end{aligned}$$

0	2	0	0	1
3	0	2	0	1
0	0	1	3	0
1	4	0	0	2

このようにして求められた \bar{m}^* と m との間に $\bar{m}^* = \alpha + \beta m$ という直線回帰が一般になりつつ¹⁾、 α (\bar{m}^* 軸すなわち y における切片)が無限小の密度に対する枠個体当たり平均個体数を示し、 β (角度)は個体あるいは個体のグループの分布様式を規定し、平均密度に対応した空間のあり方を示し、密度-集合度係数という¹⁾。さらに、この方法は同一調査地内での枠の大きさを変えることによっても分布様式を解析でき、また、 ρ 指数を併用することによりコロニー構造の有無、1コロニーの占める面積やその変異、コロニー内での個体の分布や1コロニー自体の分布様式などの知見が得られる³⁾。また、この方法は2種間についても応用でき、2種間の \bar{m}^* などを求めることにより、2種間の分布重なり度、相対的な重なり度、分布様式など種間の相互関係も解析できる⁴⁾。ここでは、 ρ 指数や2種間の関係を解析する γ 指数、 ω 指数についても求めてみた。なお、これらの指数の求め方の詳細はIwao^{3,4)}を参照下さい。

結果と考察



第2図 マツノシクイムシ被害穂の分布
左：春害 右：夏～秋害

調査結果を第2図に示した。数字は1/4×1/4m枠内にみられた被害穂の数で、左は春害、右は夏～秋害である。全体的に被害穂密度は小さかった。これは農薬散布による防除結果と考えられた。

まず、総被害穂数(春害+夏～秋害)の分布型の解析を行った。第2図の枠の大きさを2倍、4倍、8

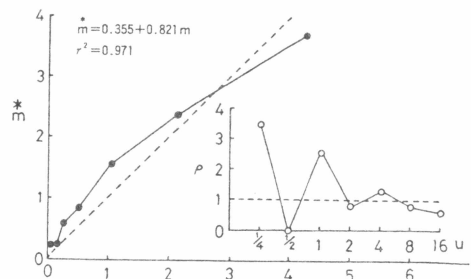
倍、16倍、32倍、64倍と大きくし、それぞれの枠の大きさで \bar{m}^* と m を求め、枠ごとの \bar{m}^* を用いて ρ 指数を求めた(第1表)。 \bar{m}^* と m ($n=7$)より直線回帰をパーソナルコンピュータで計算したところ、

第1表 被害穂全体の m 、 \bar{m}^* 、 ρ 指数

枠の大きさ (m ²)	m	\bar{m}^*	ρ 指数
1/4	0.0664	0.235	3.54
1/2	0.133	0.235	0
1	0.266	0.588	2.65
2	0.531	0.824	0.890
4	1.06	1.53	1.33
8	2.13	2.35	0.766
16	4.25	3.65	0.613
32	8.50	8.24	—

注)
$$\rho = \frac{\bar{m}_i^* - \bar{m}_{i-1}^*}{m_i - m_{i-1}} \quad (i = 1, 2, 3 \dots)$$

$\bar{m}^* = 0.355 + 0.821m$ ($r^2 = 0.971$)という結果が得られた。 $\bar{m}^* - m$ 法では $\alpha = 0$ のときは各個体が独立分布、正の集合性があると $\alpha > 0$ 、負の集合性(さけあい)があるときには $-1 < \alpha < 0$ となり、 β はランダム分布(ポアソン分布)のときには1、一様分布では $0 \leq \beta < 1$ 、集中分布では $\beta > 1$ となる(ただし、完全一様分布においては $m \geq 1$ で $\beta \equiv 1$)²⁾。これから総被害穂の分布には弱い集合性がみられるものの全体としては一様に分布していると考えられる。しかし、この結果を図に表わしたところ(第3図)、枠が小さいときには集中分布となり、 \bar{m}^* が示



第3図 マツノシクイムシ被害穂の分布解析——被害穂全体の分布解析

- m : 枠当たりの被害穂の平均密度
- \bar{m}^* : 枠当たりの被害穂の平均こみあい度
- u : 枠の大きさ, $u = 1 : 1 \text{ m}^2$

した理論分布のうち、一定平均値のコロニーの I_0 一定の集中分布となり、枠が大きいと、理論分布に適用するものがなく、 β から一様に分布しているが、 α からは被害穂は基本的に正の集合性をもつと判定された。このように枠の大きさにより分布型が変化する例は知られている^{1,6)}が、いずれもよく直線回帰上にのる。これはみかけ上の分布の変化にかかわらず、分布の機構自体には密度による本質的变化は起っていないことを示唆すると考えられている²⁾。

さらに、詳しい分布型をみるために ρ 指数の変化をみてみた(第1表, 第3図)。IWAO³⁾の理論分布から、コロニーが一様に分布し、コロニー内での個体はランダム分布をしている型が最も近いと推定された。このことは、前述の結果とは基本的に矛盾しないと考えられた。すなわち、コロニーとは個体が集中していることであり、大きい枠からみれば、それが一様に分布していることになるからである。

次に、春害と夏～秋害の両者の関係を解析した(第4図)。春害(X)の分布は $\bar{m}_x = 0.165 + 0.537 m_x$

($r^2 = 0.976$)、夏～秋害(Y)では $\bar{m}_y = 0.350 + 0.642 m_y$ ($r^2 = 0.658$)となった。春害は $\alpha = 0$ 、 $0 \leq \beta < 1$ で、各被害穂が独立に、そして一様に分布していると推定された。夏～秋害では $\alpha > 0$ から集合性が、 β から一様分布が推定された。両者の関係を γ 指数と ω 指数でみると、枠の大きさが $1/4 - 1 m^2$ のときは互いに独立に、 $4 \sim 16 m^2$ のときは互いに重なりあっていた。この結果からまだ被害の発生していない苗畑に、あまり飛翔能力のないマツノシンクイムシ類(主にマツツアカシムシ *Fvetria cristata* WALSINGHAM)の雌成虫がそれぞれ独立に畑にとびこみ産卵し春害を生じさせ、春害被害穂から羽化した次世代雌が、春害の周辺に産卵し、次の夏～秋害を生じさせる、という被害発生機構が考えられた。

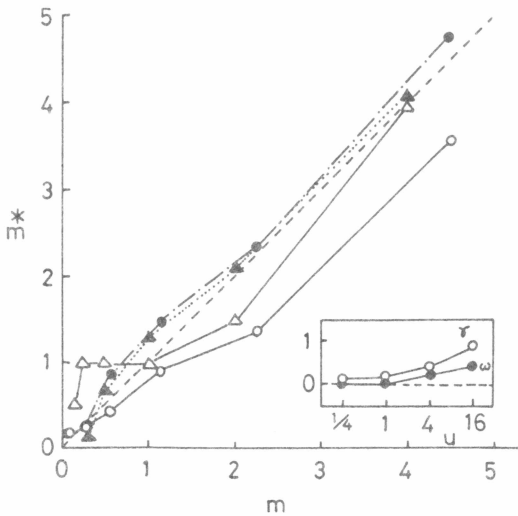
ここで行った解析方法とくに2種間の関係を求める方法を高校の授業でとり入れることは非常に難しいと思われるが、最初に用いた $\bar{m} - m$ 法は比較的容易に実習可能と考えられる。 \bar{m} と m 計算は方法で述べたように足し算と割り算ができれば求められ、グラフも描けるからである。ただ、直線回帰式を求めたり、 r^2 を求めるのが難しいが、関数電卓やパーソナルコンピュータを用いれば簡単に導きだせる。また、とくに回帰式を求めなくても、グラフを描けば、対象とした生物(植物でも昆虫でもよい)の分布が集中か否か、ランダムか一様か、などは一目でわかるので回帰式まで求めなくても実習(分布の様式を調べること)の目的は充分達成できると考えられた。

摘 要

茨城県鹿島地方にあるクロマツ2年生苗畑に発生するマツノシンクイムシ被害穂の分布型を $\bar{m} - m$ 法で解析した。

その結果、被害は小さい集団が一様に分布する様式で発生した。春害と夏～秋害との関係は、 $1 \times 1 m$ 内では独立で、それ以上大きい枠では重なりあっていた。これらの結果はマツノシンクイムシ類の被害発生経過を反映しているものと推定された。

ここに用いた $\bar{m} - m$ 法が選択生物・生物集団の実習として導入可能かどうかについてもふれた。



第4図 マツノシンクイムシ被害穂の分布解析——
 春害と夏～秋害との関係の解析
 ○ $\bar{m}_x - m_x$ (春害)
 △ $\bar{m}_y - m_y$ (夏～秋害)
 ● $\bar{m}_{yx} - m_x$ (春害に対する夏～秋害の平均こみあい度と春害の平均密度)
 ▲ $\bar{m}_{xy} - m_y$ (夏～秋害に対する春害の平均こみあい度と夏～秋害の平均密度)

引用文献

- 1) IWAO, S. 1968. A new regression method for analyzing the aggregation pattern in animal populations. *Res. Popul. Ecol.* 10: 1-20.
- 2) 巖 俊一. 1969. 分布集中度の回帰分析法, 個体群生態学会会報 16: 1-16.
- 3) IWAO, S. 1972. Application of the \bar{m}^* - m method to the analysis of spatial patterns by changing the quadrat size. *Res. Popul. Ecol.* 14: 91-128.
- 4) IWAO, S. 1977. Analysis of spatial association between two species based on the inter-species mean crowding. *Res. Popul. Ecol.* 18: 243-260.
- 5) LLOYD, M. 1967. 'Mean crowding'. *J. anim. Ecol.* 13: 1-27.
- 6) 松井 均. 1985. マツ保安林における食害昆虫類に関する研究—マツノシンクイムシ類とマツケムシの生態及び加害の調査—, 清真学園紀要 1: 63-91.