

## 26. 空間分布集中性による昆虫個体数変動の安定化

農業環境技術研究所 環境管理部 計測情報科

## 要 約

数理モデルにより、昆虫の空間分布の集中性がその増殖率に与える影響を評価した。その結果、分布集中性は、多くの場合、昆虫の増殖率を低下させ、個体群の平衡密度レベルを低下させることが示唆された。また、分布集中性は個体群変動を安定化させる効果を持ちうることが示された。

## 背景・目的

昆虫の生息場所は、多くの場合パッチ状（島状）に分布しており、そしてそのパッチあたりの昆虫数もさまざまに異なっている。本研究では、このような分布集中性が昆虫の個体数レベルや個体群動態にどのような影響を与えているかを明らかにすることを目的とする。

## 内容及び特徴

- (1) モデルの構造：ある昆虫が $k$ 個の資源パッチから成る環境において生活しているとする。世代は不連続であり、それぞれの成虫はこれらのパッチのひとつに定着して増殖するものとする。ある世代において、第 $i$ 番目のパッチで増殖する成虫の数を $n_i$ とし、これらの成虫1匹が生む子供の数は $n_i$ の関数 $f(n_i)$ にしたがって決まるとする。また、そのパッチで生まれる子供の総数を $F(n_i) (= n_i f(n_i))$ と記し、 $n_i$ の空間的な平均値を $m$ 、 $n_i$ の空間的なバリエーションを $\text{var}(n_i)$ と表わす。昆虫の分布が一様な分布から少し集中したとき、全体の増殖率 $TRR$  (Total Reproductive Rate)はTaylor展開により次のように近似される。

$$TRR \approx f(m) + \text{var}(n_i) \left\{ \frac{F''(m)}{2m} \right\} \quad (1)$$

ここに $F''(m)$ は関数 $F(n)$ の $n=m$ における二階微分の値を示す。

- (2) モデルから得られる結論：分布集中性は、 $F(n)$ の形が凸型ならば増殖率を低下させ、 $F(n)$ の形が凹型ならば増殖率を増加させる。図1に示されるように、普通、個体群密度が高すぎない場合は $F(n)$ の形は凸型であることから、一般に分布集中性は個体群の増殖率を低下させることがわかる。また、 $F(n)$ の形によっては、分布集中性は個体数変動の安定性を高める場合のあることがわかる（図2参照）。

## 活用面と留意点

害虫が集中分布になりやすいような農業環境を作ることができれば、害虫の個体数を低密度に保つことが可能であることが示唆される。ただし、式(1)は分布集中性の程度が弱いときの近似式であるため、結論はあくまでも定性的なものであることに注意する必要がある。

## キーワード

空間分布集中性, 増殖率, 個体数変動

(山村光司)

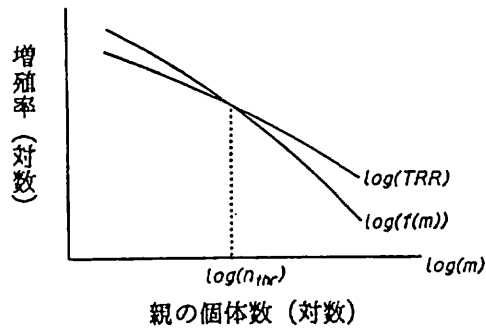
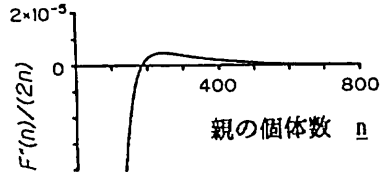
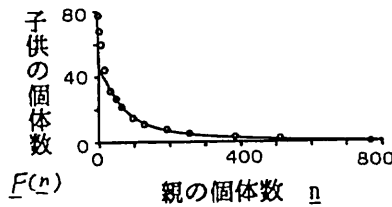


図1  $F(n)$  曲線（子供の個体数と親の個体数の関係）に見られる二つのパターン（Nicholson, 1954の2分類による。）

- a : 「共倒れ型（個体数が増すと共倒れを起こすタイプ：scramble-type competition）」（アズキゾウムシ, Utida, 1941 より). このとき,  $F(n)$  は凸型から凹型に変化するため, 分布集中性は図2に示されるような効果を持つことがわかる。
- b : 「せり合い型（個体数が増しても一定数の子供を残せるタイプ：contest-type competition）」（ヒラタムシの一種, Varley et. al., 1973より).  $F(n)$  は常に凸型であるため, 分布集中性は常に増殖率を低下させることがわかる。

a. アズキゾウムシ



b. ヒラタムシの一種

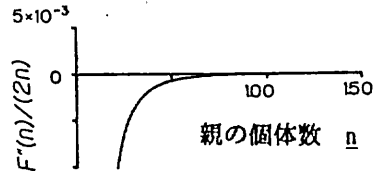
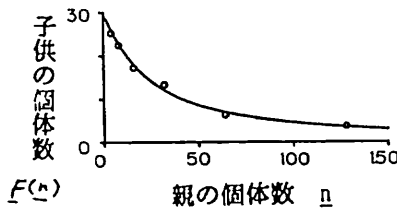


図2 「共倒れ型」の  $F(n)$  曲線における空間分布集中性の効果

$\log f(m)$  : 空間分布が集中していないときの増殖率（対数）。

$\log(TRR)$  : 空間分布が集中したときの増殖率（対数）。

ある臨界密度 ( $n_{cr}$ ) が存在し, 分布集中性は  $n_{cr}$  より低密度域では増殖率を低下させ,  $n_{cr}$  より高密度域では増殖率を増加させる。一般に曲線の傾きが小さいほど個体数変動は安定であるから, この図より, 分布集中性は少なくとも  $n_{cr}$  の近傍では個体数変動を安定化させることがわかる。