

捕食者による共存の安定化

松下通紀*

Stable Coexistence due to Predator

Michinori MATSUSHITA

ABSTRACT

The competitive exclusion principle is established, whereby two species competing for the same limited resources cannot in general coexist. This paper deals with a three-species system consisting of two competing species and the predator of the surviving one of the two competing species. The coexistence of the three species is ascertained by means of stability analysis of the equilibrium point of the governing differential equations.

KEY WORDS : Competitive Exclusion Principle, Predator, Stable Coexistence

1. はじめに

食料や営巣場所など生存や繁殖に必要な資源を同じくする種は、必要な資源を奪い合うことになり、共存しにくいと考えられる。このことは、競争 (competition) とよばれ古くから多くの生態学者によって主張されてきたことであるが、ロトカ - ボルテラ競争系の理論が出てから後に、ガウゼはゾウリムシやイーストを用いた詳細な実験によって、理論の示すこの排他性の予測を確かめることに成功した。その後、この主張は「ガウゼの競争排除則」とよばれている。¹⁾ 本研究は、互いに競争関係にあって共存できない2種の系に、第3の種として競争に勝ち残る強者を捕食する種が加わった、3種の共存の可能性が予想される系の数理モデルを構成し、その挙動を調べようとするものである。

2. ロトカ - ボルテラ競争系

次の方程式系は競争関係にある2種の動態を表すモデルで、ロトカ - ボルテラ競争系とよばれる。^{1),2)}

$$\frac{dx}{dt} = r_1 x \left(1 - \frac{x + ay}{K_1} \right) \quad (1a)$$

$$\frac{dy}{dt} = r_2 y \left(1 - \frac{bx + y}{K_2} \right) \quad (1b)$$

ここで x, y は2種の個体数で時間 t の関数であり、その他の文字は正の定数である。 r_1, r_2 は内的自然増殖率で、種内競争、種間競争ともに存在せず指数増殖する場合の増殖率である。 K_1, K_2 は種内競争のみが存在してロジスティック増殖する場合の平衡点を表す環境容量である。 a, b は種間競争における、他種の1個体の影響を同種の1個体分の影響に換算する係数である。この系の漸近的挙動はアイソクライン法と平衡点の安定性解析によって調べられる。^{2),3)} その結果は環境容量 K_1, K_2 と種間競争を種内競争に換算する係数 a, b の間の関係によって表1のようにまとめられる。²⁾ (a), (b) の場合には共存平衡点は存在せず x または y のみが生存する平衡点が安定となる。(c) の場合には安定な共存平衡点が存在する。(d) の場合には共存平衡点は存在するが不安定で、一種のみの生存する平衡点が安定となる。どちらの種が生き残るかは初期条件

(a)	$K_1 > aK_2$	$bK_1 > K_2$	x が勝ち残る
(b)	$K_1 < aK_2$	$bK_1 < K_2$	y が勝ち残る
(c)	$K_1 > aK_2$	$bK_1 < K_2$	共存
(d)	$K_1 < aK_2$	$bK_1 > K_2$	x または y が勝ち残る

表1 ロトカ - ボルテラ競争系の最終状態

*機械工学科

