

複数のブルードから構成される被食者を伴う離散型個体群動態モデル

A Discrete Population Dynamics Model with Some Different Broods of Prey

志波（松本）翔

広島大学理学部数学科

Shou (MATSUMOTO) SIBA

Department of Mathematics, Faculty of Science, Hiroshima University

Kagamiyama 1-3-1, Higashi-hiroshima, 739-8526 JAPAN

In this work, we constructed and analysed a discrete prey–predator population dynamics model (1) with some different broods of prey. We focus the indirect interaction between preys due to predation, which could make some broods go extinct and the others coexist with the predator. Prey has n year life history, in which it can make the reproduction only at the last year as the adult. The prey subpopulation whose adults appear at the $j+ln$ th year is called “brood j ” ($j = 0, 1, \dots, n-1; l = 0, 1, 2, \dots$), and its population dynamics is characterized by the sequence $\{A_{j,l} | l = 0, 1, 2, \dots\}$ of the prey adult subpopulation $A_{j,l}$ just before the predation season in the $j + ln$ th year. $P_{j,l}$ is the predator population at the $j + ln$ th year. The probability that the prey can escape from the predation is given by $Q(P_{j,l})$ which is monotonically decreasing in terms of $P_{j,l}$. σ is the predator’s annual survival rate until the next predation season, r the predator’s reproduction coefficient, α the prey is annual survival rate, ρ the prey’s intrinsic reproduction rate, and θ the density effect coefficient which determines the prey’s net reproduction rate. Our mathematical analysis shows that there are some cases that only some of broods can coexist with the predator. At such coexistent state, not only periodical but also chaotic oscillation can appear.

本研究では、複数の broods から構成される被食者の成体個体群サイズ変動に着目した離散型個体群動態モデルを構築し、解析した。特に、捕食者の捕食による間接的な相互作用によって、いくつかの broods が絶滅し、生残する broods と捕食者が共存する平衡状態の出現性に焦点をおいた。被食者の生活史の長さを n 年とし、被食者は生活史の最終年のみ成体として繁殖できるとする。 $j + ln$ 年目 ($j = 0, 1, \dots, n-1; l = 0, 1, 2, \dots$) に成体が出現する被食者構成部分個体群を brood j と呼ぶ。Brood j の個体群サイズ動態は、 $j + ln$ 年目の捕食シーズン直前における被食者成体個体群サイズ $A_{j,l}$ の系列 $\{A_{j,l} | l = 0, 1, 2, \dots\}$ によって特徴づけられる。本研究で考察した被食者–捕食者系個体群サイズ動態モデルは次のものである：

$$\begin{aligned} P_{j,l} &= \sigma P_{j-1,l} + r\{1 - Q(P_{j-1,l})\}A_{j-1,l} & (j = 1, 2, \dots, n-1) \\ P_{0,l+1} &= \sigma P_{n-1,l} + r\{1 - Q(P_{n-1,l})\}A_{n-1,l} \\ A_{j,l+1} &= \alpha^n \frac{\rho Q(P_{j,l})A_{j,l}}{1 + \theta Q(P_{j,l})A_{j,l}} & (j = 0, 1, \dots, n-1). \end{aligned} \tag{1}$$

$P_{j,l}$ は $j + ln$ 年目の捕食シーズン直前における捕食者個体群サイズを表す。 $Q(P_{j,l})$ は $j + ln$ 年目において、被食者個体が捕食者の捕食から免れる確率 ($0 \leq Q(P_{j,l}) \leq 1$) を表し、捕食者個体群サイズ $P_{j,l}$ について単調減少な関数とする。 σ (正定数 < 1) は翌年の捕食シーズンまでの捕食者個体あたり生残率、 r (正定数) は捕食者の繁殖係数、 α (正定数 < 1) は被食者幼体の一年あたりの生存率、 ρ (正定数) は、被食者個体群の内的自然増加率、 θ (正定数) は被食者個体あたりの正味の繁殖率を定める密度効果係数である。数値計算も用いた解析の結果、いくつかの broods のみと捕食者とが共存する定常状態に収束する場合が出現し得、周期的な平衡状態のみならず、カオス的な動的平衡状態も現れうることが示された。