

卒業論文要旨

捕食者はどれくらい多くの餌種と共存できるか?: 数理モデルによる理論的考察
How Many Preys Could a Predator Coexist with?: Theoretical Consideration with a Mathematical Model

木村俊彦

広島大学理学部数学科

Toshihiko KIMURA

Department of Mathematics, Faculty of Science,

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

食物網のなかでの相互作用には、直接効果と間接効果の2種類が存在する。直接効果には、競争、捕食、共生などがある。一方、ある種が他者に及ぼす影響が第三種を介して生じると考えられる場合を間接効果という。Holt (1977, 1984) は、餌2種と捕食者1種の系における餌種間の負の間接効果を見かけの競争 (apparent competition) と呼んだ。

本研究では、次の Lotka-Volterra 型捕食者 - 被食者モデルを考える：

$$\begin{cases} \frac{dP}{dt} &= -\delta P + \sum_{i=1}^n c_i b_{i0} H_i P \\ \frac{dH_i}{dt} &= (r_i - b_{ii} H_i) H_i - b_{i0} H_i P \quad (i = 1, 2, \dots, n). \end{cases} \quad (1)$$

P は捕食者の個体群密度、 H_i は餌種 i の個体群密度、 δ は捕食者の自然死亡率、 r_i は餌種 i の内的自然増加率、 c_i は餌種 i の捕食についてのエネルギー変換係数、 b_{i0} は餌種 i の捕食係数、 b_{ii} は餌種 i の種内密度効果係数を表す。

解析の結果、系 (1) の共存平衡点は存在すれば大域的に安定であること、餌 n 種と捕食者が共存している系で、いずれかの餌が削除された場合、残りの餌種と捕食者が共存するか、もしくは、捕食者が絶滅するかの、いずれかの平衡状態にのみ遷移し得ることが示された。さらに、餌 n 種と捕食者が共存している系に、十分に捕食されにくい新しい餌種が侵入すると、見かけの競争により既存餌種の絶滅が起こりうることを示された。

As the interaction in food web, we can consider the *direct* effect and the *indirect* one. Direct effect includes the competition, the predation and the symbiosis. Indirect effect is defined as an effect on a species from another which has no direct interaction with the former. The indirect effect could occur through interactions with the other species in the same food web. *Apparent competition* is defined by Holt (1977, 1984) as a negative indirect effect between two preys which have a common predator and have no direct interaction between them.

In this work, we consider the Lotka-Volterra prey-predator system (1). P is the population density of predator, H_i is that of prey i , δ the natural death rate of predator, r_i the intrinsic growth rate of prey i , b_{i0} the predation coefficient for prey i , b_{ii} the intra-specific density effect for prey i , c_i the energy conversion coefficient for the predation to prey i .

Our analysis shows that the equilibrium state with predator and n preys is globally stable whenever it exists. If a prey is deleted from the equilibrium state with predator and n preys, the system alternatively transits to the equilibrium state with predator and $n - 1$ preys or that with $n - 1$ preys and predator's extinction. Moreover, if a new prey species which has a sufficiently low predation coefficient invades the system at an equilibrium state, then some preys' extinction could occur by the apparent competition effect.