

卒業論文要旨

競争系におけるキーストーン種の存在性に関する数理モデルによる理論研究
Theoretical consideration on the existence of keystone species in a competition system:
Analysis of a mathematical model

久保田 聡

広島大学理学部数学科

Satoshi KUBOTA

Department of Mathematics, Faculty of Science,

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

複数の競争種が共存している系からの 1 種の削除による系の状態遷移について考える。競争種の削除によって系のバランスが崩れ、派生的な更なる種の絶滅が起こる可能性がある。そのような種の副次絶滅 (secondary extinction) が起こるか否かは、削除される種に依存して決まると考えられ、副次絶滅につながる性質をもつ種をキーストーン種と呼ぶ。本研究では、次の Lotka-Volterra 型 N 種競争系を考察する ($i = 1, 2, \dots, N$):

$$\frac{dn_i}{dt} = \left(\epsilon_i - \sigma_i \alpha_i n_i - \sum_{j=1, j \neq i}^N \sigma_i \beta_j n_j \right) n_i. \quad (1)$$

n_i は種 i の個体群密度, α_i は同種に及ぼす競争効果の強さ, β_j は種 j が他種に及ぼす競争効果の強さ, σ_i は競争効果に対する種 i の感受性を表す。この系の共存平衡点の存在性と安定性に関しては, Shigesada ら (1984) による研究がある。

本研究では, 安定共存平衡点にある系から 1 種を削除した場合に副次絶滅が生起する条件について検討した。全ての種において, 同種に及ぼす競争効果が他種に及ぼす競争効果よりも強い場合には, どの種を削除しても副次絶滅は起こらない。副次絶滅が起こりうるのは, ある 1 種のみについて他種に及ぼす競争効果が同種に及ぼす競争効果よりも強く, 他の種については同種に及ぼす競争効果が他種に及ぼす競争効果よりも強い場合に限る。そして, 同種に及ぼす競争効果と他種に及ぼす競争効果の強さが同程度である種や競争による影響を受けにくい種が副次絶滅をより生起させ易いことが示された。

In this work, we consider the Lotka-Volterra multi-species competition system (1), focusing on the state transition after deleting a species in it. n_i is the population density of species i , α_i an intrinsic factor of intraspecific competition, β_j an intrinsic factor of the interspecific competition, and σ_i a factor of the defensive ability of i th species against the competition effect. Shigesada *et al.* (1984) studied the existence and the stability of the equilibrium state of (1). After a species deletion in the system, the *Secondary extinction* of another species could occur due to the collapse of balance among competing species. The occurrence of secondary extinction depends on which species is deleted. We may call the species which deletion causes the secondary extinction the “keystone species”.

In this work, we consider with what condition the secondary extinction occurs after the deletion of a species in the system at the coexistent equilibrium state. If the intraspecific competition effect is stronger than the interspecific one for every species, any species deletion does not cause the secondary extinction. If only a certain species has the interspecific competition effect stronger than the intraspecific one, the secondary extinction could occur. We find that the deletion of a species with the intraspecific competition effect compatible to the interspecific one or a species affected less by the competition effect is more likely to cause the secondary extinction.