

搾取型競争下にある消費者2種系への新しい資源導入の影響に関する数理的研究

A Mathematical Study for The Effect of Secondary Resource
Introduced into Two Consumer System under Exploitative Competition

* 宗田一男・** 瀬野裕美

* 広島大学理学部数学科, ** 広島大学大学院理学研究科数理分子生命理学専攻

*Kazuo MUNEDA and **Hiromi SENO

*Department of Mathematics, Faculty of Science

**Department of Mathematical and Life Sciences, Graduate School of Science
Hiroshima University, Kagamiyama 1-3-1, Higashi-hiroshima 739-8526 JAPAN

seno@math.sci.hiroshima-u.ac.jp

本研究では、共通の資源を巡る搾取型競争下にある消費者2種系を考え、消費者の一方が競争の効果により絶滅する状況の下で、別種の資源を系に導入するとき、消費者2種が共存できる可能性について、導入した資源と既存の資源の質に関する差違に着目した数理的研究を行う。考察の対象となるモデルは、Lotka-Volterra型競争系に、MacArthurの数理モデリングの考えを用いて、資源の持つ質の分布の効果を導入した、以下のような数理モデルである：

$$\begin{aligned}\frac{dN_1(t)}{dt} &= \{\Phi_1[u_1] - \Phi_1[u_1^2]N_1(t) - \Phi_1[u_1u_2]N_2(t)\} N_1(t); \\ \frac{dN_2(t)}{dt} &= \{\Phi_2[u_2] - \Phi_2[u_1u_2]N_1(t) - \Phi_2[u_2^2]N_2(t)\} N_2(t).\end{aligned}$$

ただし、ここで次の表記を用いた：

$$\Phi_i[f] = c_{i1} \int_{-\infty}^{+\infty} f(x)K_1(x)dx + c_{i2} \int_{-\infty}^{+\infty} f(x)K_2(x)dx.$$

$N_i(t)$ は、時刻 t における消費者 i の個体群サイズ、 $u_i(x)$ は質 x の資源に対する利用関数、 $K_i(x)$ は、質 $[x, x + dx]$ をもつ資源 i の環境容量を表す。 c_{ij} は、消費者 i が資源 j を利用することによって得られるエネルギーを繁殖に転換する効率を表す。本研究では、消費者の利用関数と資源の環境容量が共に正規分布で与えられる数理モデルを解析した。資源が1種の場合について、一方の消費者が絶滅する条件を求め、その条件下で、別種の資源が導入された場合を考える。消費者の資源利用に関する特異性が強い場合と弱い場合のそれぞれについて、資源2種の類似度と2消費者の共存性の関係について検討した。

We consider the possibility of the coexistence of two consumers with the introduction of a secondary resource under the condition that one of consumers goes extinct while another persists due to the exploitative competition for only one common resource. Especially we focus the difference of two resources in quality, and consider what quality of the secondary resource could establish the coexistence of competing two consumers. Making use of MacArthur's modeling, we analyze the population dynamics given by the above system with respect to the condition for the coexistence. $N_i(t)$ is the population size of consumer i at time t , $u_i(x)$ the utility function for quality x , $K_i(x)dx$ the carrying capacity of resource i for quality $[x, x + dx]$, c_{ij} the conversion coefficient for the consumption into the reproduction. We consider the case when the utility function u_i and the carrying capacity function K_i are given as some normal distributions. At first, we get the condition that one of consumers goes extinct and another survives if available resource is unique. Under such condition, we analyze the effect of introduction of a secondary resource. As for the relation between the coexistence of two consumers and the qualitative similarity of two resources, we especially consider the case when the variance of utility function is rather small, that is, the consumers are of the specialist type, and the case when the variance is rather large, that is, the consumers are of the generalist type.