

複数回交尾戦略の適応性に関する数理的考察

A Mathematical Consideration on The Optimality of Multiple Mating Strategy

*瀬野裕美^{a1}・井上宏樹^b

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

*Hiromi SENO^{a1} and Hiroki INOUE^b

^a Department of Mathematical and Life Sciences, Graduate School of Science,

^b Department of Mathematics, Faculty of Science, Hiroshima University

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

Multiple (polyandrous) mating has been mostly discussed from the viewpoint of genetic aspect to avoid some unfavorable gene combinations, though it remains unclear why some females mate with multiple males [1, 2, 3]. In contrast, from a simple viewpoint of the reproductive success maximization, we consider here the optimality of multiple mating in a finite length of reproduction season, making use of a simple and general mathematical model. Let E be the total energy to be invested by a reproductive female for mating(s) and reproduction in the reproduction season, θ_i be the investment ratio of the energy to the i th mating and reproduction, p_i be the survival probability of offsprings born at the i th reproduction, σ_i be the survival probability of the reproductive female after the i th mating and reproduction until the $i + 1$ th.

We consider the expected reproductive success per reproductive female over the reproduction season as the fitness, making use of the above-mentioned general factors. Comparing the expected reproductive success of the multiple mating strategy to that of the single mating strategy in which the female invests all energy to the first mating and reproduction and ignores the chance to another mating in the rest of reproduction season, we discuss the condition with which the multiple mating strategy makes the reproductive success larger than the single mating strategy does. Then, under such a condition, we calculate the maximum of fitness in terms of the strategic parameters $\{\theta_i\}$. Lastly we will show a condition that the multiple mating strategy is better than the single mating strategy, and try to discuss its biological meanings.

生物は、それぞれの種ごとに個々の繁殖期間を持っているが、繁殖期間内に複数回の交尾・繁殖をする生物は多く知られている。たとえば、カサゴ目フサカサゴ科のカサゴ *Sebastiscus marmoratus* の繁殖生態は、卵胎生と呼ばれ、子(卵または稚魚)を雌の腹の中で、ある程度成長させてから産み落とすものであるが、約半年にもわたる長い繁殖期間中で、個々の雌個体が1~3回の交尾・繁殖を行う[4]。複数回の交尾・繁殖を行うことは、これまで、血縁度の高い個体との交雑による劣性遺伝子の発現を避けるという遺伝的理由で議論されることが多かった[1, 2, 3]が、未だ十分に理解されているわけではなく、急激な環境の変化や捕食者の集中による稚魚の全滅を防ぎ、子孫を残す可能性を高めるというリスク回避型の繁殖戦略と考えることもできる。雌個体にとって、繁殖期における全交尾・繁殖から期待される繁殖成功度を最大にするための最適な交尾・繁殖回数、各交尾・繁殖行動へのエネルギー配分はいかなるものであろうか。本研究では、この問題を理論的に考察する基本的な数理モデルを一般的な設定で構成し、考察する。

E を、ある繁殖期において、雌個体が交尾・繁殖行動へ投資できるエネルギー総量であるとする。 θ_i を i 回目の交尾・繁殖行動へのエネルギー投資率(割合)、 p_i を i 回目の交尾・繁殖行動によって生まれた子の生残確率、 σ_i を i 回目の交尾・繁殖行動後の雌個体の次の交尾・繁殖行動の機会までの生存確率として、これらの因子によって、複数回交尾戦略を採る雌個体の繁殖期全体における期待繁殖成功度(= fitness; 適応度)を数理モデルとして構成し、一回交尾戦略(=最初の交尾・繁殖行動の機会において全てのエネルギーを投資する戦略)の場合と比較し、複数回交尾戦略がより適応的であるための必要条件を求める。さらに、その条件の下で、期待繁殖成功度を最大にする戦略パラメータ値 $\{\theta_i\}$ について考察し、複数回交尾戦略が適応的な戦略として現れうる条件を導き、その生物学的な意味について試論を行う。

参考文献

- [1] Hosken, D.J. and Stockley, P., 2003. Benefits of polyandry: A life history perspective, *Evol. Biol.*, **33**: 173-194.
- [2] Hosken, D.J. and Tregenza, T., 2006. Evolution: Inbreeding, multiple mating and embryonic aid, *Current Biology*, **16**: R202-R203.
- [3] Jennions, M.D. and Petrie, M., 2000. Why do females mate multiply? a review of the genetic benefits, *Biol. Rev. Camb. Philos. Soc.*, **75**: 21-64.
- [4] 矢富洋道, 宮川友則, 秋葉正史, 2005. 静岡県清水港に棲息するカサゴ *Sebastiscus marmoratus* の生態的特性と遺伝的特性, 「海 — 自然と文化」東海大学紀要海洋学部, **3**(2): 21-28.

¹seno @ math.sci.hiroshima-u.ac.jp