

確率格子モデルによる生息地破壊：絶滅と種数の関係

中桐 斉之* 向坂 幸雄** 吉村 仁*** 泰中 啓一***

兵庫県立大学環境人間学部* 茨城県立医療大学人間科学センター** 静岡大学創造科学技術大学院***

1 はじめに

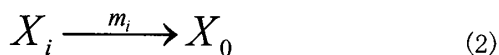
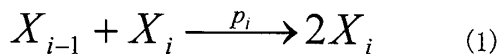
近年、環境破壊の問題が多く取り上げられている。なかでも、生息地破壊の問題は生物種絶滅の主要因の一つとして注目され、数多くの調査研究が行われてきた[1]。

現在までに、多くの研究者によって生物種の絶滅の原因について様々な研究が行われてきている。しかし、多くの場合、特定の種における絶滅の要因を決定するまでには至っていない。これは、生物種の絶滅と局所的な生息地の破壊の因果関係が非常に複雑な関係にあることを意味している。その絶滅の原因の解明を非常に困難にしているのは間接効果によるところが大きいであろう。そして、生息地破壊と絶滅の関係においても間接的な影響が無視できない[2]。

本報告では、生息地分断化（生息地破壊）によって及ぼされる影響について、その生態系を構成する種数の違いがどのような影響を及ぼしているのかに注目し、生息地として二次元格子系を生息地分断化としてパーコレーション[3]を用いた確率格子モデルにより、栄養段階が複数ある系について、系全体の種数の数を中心に解析を行った結果を報告する。

2 モデル

モデル生態系として、 n 種の存在する二次元格子系を考える。それぞれの種は、二次元の格子点上に存在し、それぞれの格子点が、種 1 によって占められたサイトである場合 X_1 とする。また、 X_0 は空き地を表わすとする。そして、図 1 のように、次の相互作用を仮定する。



Habitat destruction on stochastic lattice model: a relation between extinction and species number

Nariyuki Nakagiri* Yukio Sakisaka** Jin Yoshimura*** Kei-ichi Tainaka***

*School of Human Science and Environment, University of Hyogo

**Center for Humanities and Sciences, Ibaraki Prefectural University of Health Sciences

***Graduate School of Science and Technology, Shizuoka University

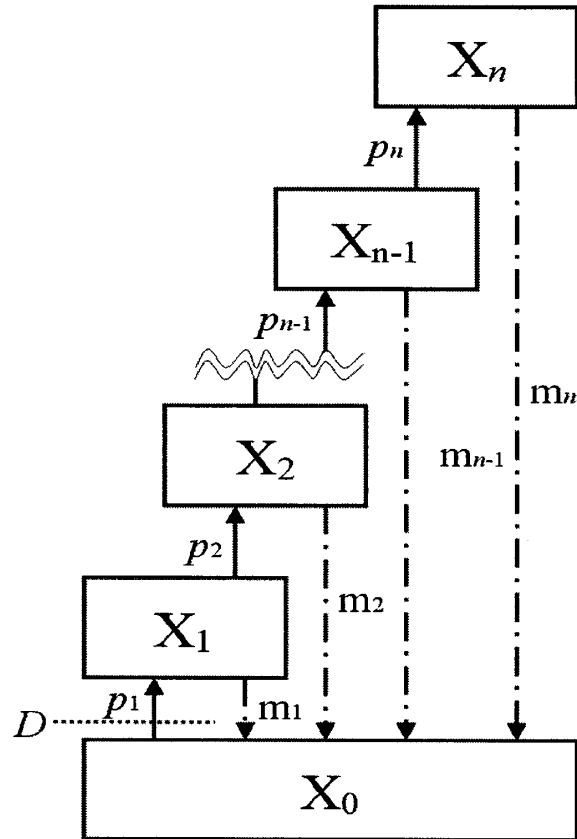


図 1. モデルの模式図

ここで、 i は 1 から n までの整数とする。(1)の反応は、種 i ($i=1 \sim n$) の増殖（捕食）が増殖（捕食）率 p_{i+1} で起こることを表わしている。また、(2)の反応は、種 i ($i=1 \sim n$) の死亡が死亡率 p_{i+1} で起こることを表わしている。

この格子に、生息地の分断化（破壊）を意味する壁を、隣接する格子点間に置く。簡単のため壁は確率 D でランダムに配置するとする。ゆえに D は生息地分断化の程度を示すパラメータとなる。ここで、増殖（捕食）(1)または死亡(2)は、隣接した 2 点間でのみ起こるものとし、壁は増殖 ((1)における $i=1$ のとき) のときのみを妨害するものとする。すなわち、生息地の破壊は、種 1 の増殖のみが妨害され、それ以外の種は直接影響を受けないとする。

D が非常に小さな値をとる場合、壁は格子の端から端まで繋がらないが、それに対して、 D が大きな値をとる場合、壁はほとんど繋がる。この

繋がり最大のサイズが系全体の大きさに達した時パーコレーション（浸透）を起こすことになる。

このモデルにおいて、平均場近似による数値解析と、モンテカルロシミュレーションによる攪乱実験を行った。これは、 $D=0$ において、系の密度が定常状態を取るとき、時間 $t=0$ において D を 0 でない値までジャンプさせる実験である。シミュレーション実験では、ジャンプさせた後の、種 1 ~ n の個体群密度を記録した。

また、このモデルにおいて、平均場近似による解析も行った。

3 結果

D が変化したときにそれぞれの種の密度がどのように変化したのかプロットしたものを図 2, 3 に示す。図 2 は n が奇数のときにおける結果で、図 3 は n が偶数のときにおける結果である。

図 2 において、種 1 (図上の \times) に着目すると、 D の増加に従って n が奇数のときは減少していることがわかる。これに対して、図 3 より D が増加するにつれて、種 1 の密度が増加していることがわかる。これは種 3 においても同様である。また、種 2 (図の $+$) と 4 (図の \square) に着目すると、 n が奇数のとき増加し、 n が偶数のとき減少するという逆のふるまいをすることが分かった。

以上より、生息地の分断化の程度 D の増加による影響は、系の種数 n に依存していることがわかる。 n が偶数のときと奇数のときで増減が逆転することがわかった。

4. おわりに

$n=1$ のときは、1 種系になる。このとき壁の影響は単純で、壁密度 D の増加に伴って X_1 の定常密度が減少するだけであった[3]。しかし本報告で取り扱った 2 種以上のモデルの個体群動態は、非常に複雑な振る舞いを示している。また、 D の増殖を妨げるという壁（生息地分断化）の影響は、モデル生態系においては、その種数 n のに依存していること、さらに、その種数 n が偶数か奇数かによって、増加と減少という対照的な振る舞いをとることがわかった。

生息地分断化の影響を考える際は、直接影響を受ける種だけでなく、その種の生息する場所での他の生物種に対する間接効果によって影響を受ける種が存在することを考慮する必要があると考えられる。

そして、その効果は種の関係や強さだけでなく生態系を構成する生態系全体を考慮しなけれ

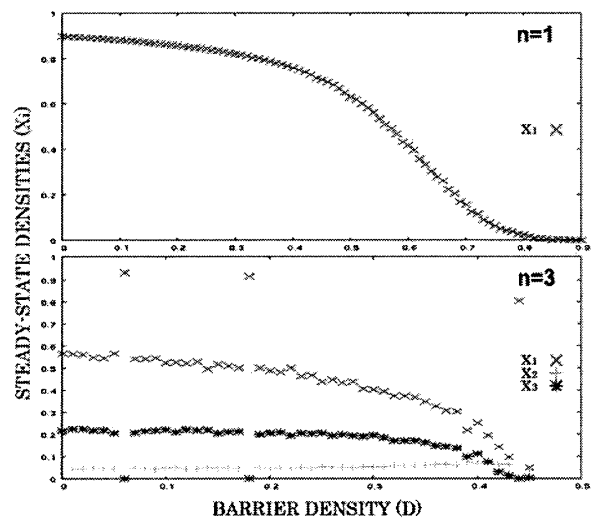


図 2. D の変化に対するそれぞれの種の個体群密度変化 (n が奇数のとき). \times :種 1, $+$:種 2, $*$:種 3

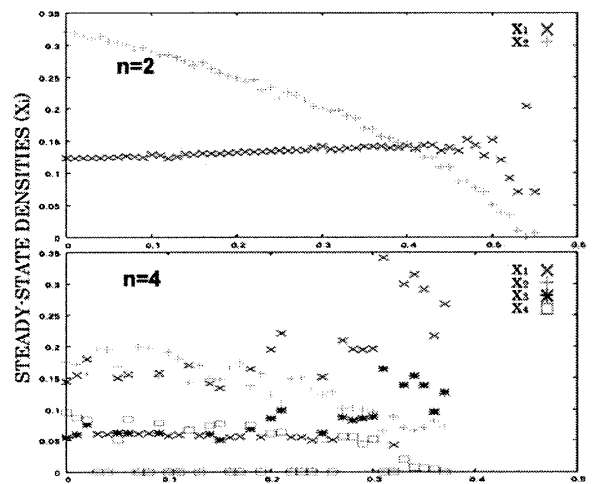


図 3. D の変化に対するそれぞれの種の個体群密度変化 (n が偶数のとき). \times :種 1, $+$:種 2, $*$:種 3, \square :種 4

ばならないことを示唆している。

参考文献

- [1] K.L. Ryall, L. Fahrig, Response of predators to loss and fragmentation of prey habitat: A review of theory, Ecology 87, pp.1086-1093 (2006)
- [2] N. Nakagiri, K. Tainaka, Indirect effects of habitat destruction in model ecosystems, Eco. Mod., Vol. 174, pp.103-114 (2005)
- [3] T. Tao, K. Tainaka and H. Nishimori, Contact percolation process: Contact Process on a Destroyed Lattice, J. Phys. Soc. of Jpn., Vol.68, pp.326-329 (1999)