

生息地破壊による絶滅の格子モデリング：空間パターンと生物移動の影響

中桐 斉之* 向坂 幸雄**

兵庫県立大学環境人間学部環境人間学科*

中村学園大学短期大学部幼児保育学科**

1. はじめに

環境は人間による開発など様々な要因によって変化しており、生物種の絶滅を引き起こす要因の一つとなっている。近年、環境破壊の問題とくに、生物種の絶滅の主要な原因の一つとして挙げられているものに生息地破壊の問題がある[1].

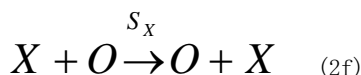
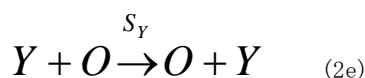
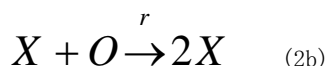
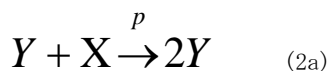
現在までに、多くの研究者が種の絶滅の原因についての研究を行ってきた。しかし、多くの場合、特定の種における絶滅の要因を決定するまでには至っていない。これは、生物種の絶滅と生息地破壊の因果関係が非常に複雑な関係にあることを意味している[2].

本報告では、生息地が破壊されたときの影響について、生息地の空間パターンの影響に焦点をあて、2種の生物の存在する格子モデルを用いて解析を行った。格子モデルをはじめとする従来のモデルによる生息地破壊の研究では、生物の移動・移住が考慮されていなかった。そこで、本研究では、移動を考慮した生息地破壊が個体群動態に与える影響について解析を行うこととした。

2. モデルとシミュレーション方法

モデル生態系として、餌と捕食者の2種の存在する二次元格子系を考える。それぞれの種は、二次元の格子上に存在し、それぞれの格子点が、種Xによって占領されたサイトである場合Xとする。また、0は空き地を表わすとする。

そして、次の相互作用を仮定する。



上記の相互作用は、それぞれ、捕食者の捕食(p)、餌の増殖(r)、餌と捕食者の死亡(m_X or m_Y)を表わしている。

S_X, S_Y は移動率を示し、出生・捕食・死亡プロセス1回に対する移動比率を表している。ここで(2e)(2f)は、それぞれ格子上にあるYと隣り合うO、Xと隣り合うOを入れ替えることにより、移動を実現している。

この格子上に、破壊地を密度Dによって配置する。この際、生息地を連続に破壊する「連続破壊モデル」とランダムに破壊する「ランダム破壊モデル」の2つを用いた。

ランダム破壊の際、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となる。

このモデルにおいて、平均場近似による解析と、モンテカルロシミュレーションによって摂動実験を行った。ここでは格子 Lotka-Volterraモデルを用いる。

D=0において、系の密度が定常状態を取るとする。このとき、時間 t=0 においてDを0でない値までジャンプさせ、種1~nの個体数密度を記録した。格子モデルにおける時間発展は以下の方法を用いた。

- (1) $L \times L$ の二次元正方格子を用意し、1格子点につき1種ずつ等確率で配置する。ここで、格子は周期境界条件を用いた。
- (2) 各々の反応につき次の2つのプロセスを行

The lattice modelling of species extinction by habitat destruction : the effects of spatial pattern and species migration

* Nariyuki Nakagiri, School of Human Science and Environment, University of Hyogo

**Yukio, Sakisaka, Nakamura Gakuen Junior College

う。

(i) まず、反応(2a)と(2b)を実行する。1つの格子点を任意に選び、次にその最近接格子点のうちの1つを選ぶ。この選択された2点が X_1 と X_0 であり、かつ、2点間に壁がない場合、 X_0 を確率 r によって X_1 に変える。また、選択された2点が X_i ($i=2, 3, \dots, n$)と X_{i+1} ($i=3, 4, \dots, n$)である場合、壁の有無に関係なく X を Y に変える。

(ii) 次に、(2c)の反応を実行する。任意の格子点を1つ選びそれが X (または Y)で占められる場合、確率 m_X (または m_Y)で0に変える。

(3) 格子点の総数($N \times N$)回にステップ(2)を繰り返し、1モンテカルロステップ(MCS)とする。本研究では $N=100$ とした。

(4) (3)を2000MCS繰り返す。

ここで、格子は周期境界条件とした。

3. 結果と考察

破壊地密度 D と捕食者(Y)の密度の関係を表したものを図1に示す。

連続破壊とランダム破壊の比較から、ランダム破壊においては、絶滅が起こるが、連続破壊においては、 D が1になるまで絶滅が起こらないことが分かった。

また、図1より、移動がない場合における捕食者の絶滅が起こる破壊地密度を基準とすると、餌のみが移動する場合と餌・捕食者の両方が移動する場合では、絶滅は起こりにくくなっていることがわかる。

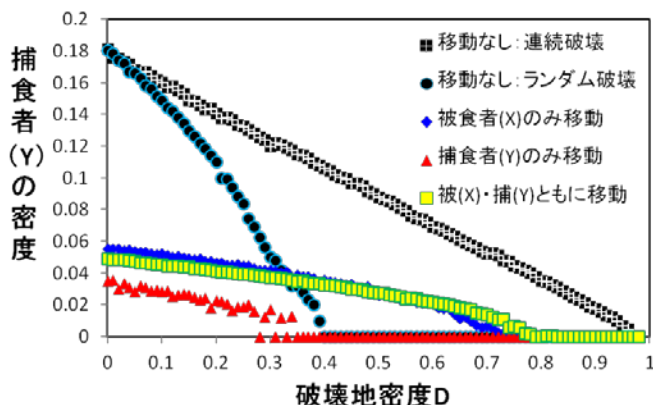


図1. 破壊地密度 D と捕食者(Y)の密度の関係

これは、餌の移動によって、被食者の密集化

が起こりにくくなるため、餌が増殖しやすくなるためだと考えられる。

しかし、捕食者のみ移動する場合においては、絶滅が起こりやすくなっていることが分かった。

これは、捕食者の移動が起こると、絶滅点は早まり、被食者が増殖するよりも早く捕食が行われてしまう。そのため、限られた生息地では、破壊地密度が大きくなるにつれ分断化が起こるため、その結果、餌がいなくなってしまう、捕食者の絶滅が早まったと考えられる。

また、すべての場合において、移動がない場合と比べて、個体群密度が減少していることが分かった。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 24700228 の助成を受けたものです。

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] Nakagiri, N. and Tainaka, K., Indirect effects of habitat destruction in model ecosystems. Eco. Mod., 174, pp.103-114 (2005).