

モデル生態系における最小存続可能個体数と絶滅

中桐 斉之* 向坂 幸雄**

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**

1. はじめに

現在、森林の伐採、外来種の捕食などにより多くの個体群が減少し、様々な絶滅を引き起こしている。こういった、環境の変化によって生物の個体数が減少していく際、個体数がある一定の値以上であると、その個体群が存続可能となるという、最小存続可能個体数という値がある。コンタクトプロセスをはじめとした、格子モデルによる生物の個体群動態の研究[1-2]では、最小存続可能個体数が考慮されていなかった。そこで、本研究では、最小損俗可能個体数を考慮した新しいモデルとして、生物が会って出生することに注目したモデルを構築し、生物の個体群動態を解析する。

具体的には、モデルの生物には雌雄の区別のない雌雄同体種とし、二次元の格子モデルを用いて、どのような個体群動態、空間パターンを示すのかシミュレーションによって解析を行った。

今回は1種系であるコンタクトプロセスにおいて、出生プロセスに変更を加えて発展させた1種系局所相互作用モデルを用いることとした。

2. モデル

モデル生態系として、1種の生物種の存在する二次元格子系を考える。生物種は、二次元の格子系上に存在し、それぞれの格子点が、生物種に

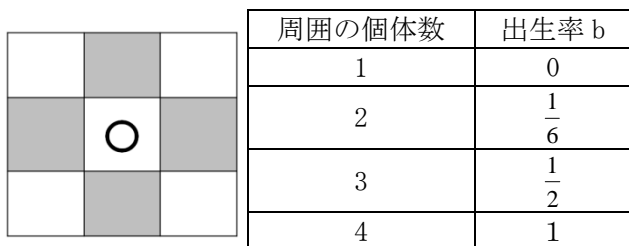
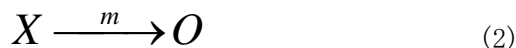
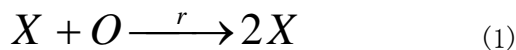


図 1. 生物の出生率. 空き地に生物出生する際、周囲4点の生物の個体数に依存して修正率が増加する

よって占められたサイトである場合 X とする。また、 O は空き地を表わすとする。そして、表1のように、次の相互作用を仮定する。



出生率 r は生物の個体数に依存する。(1)の反応では、出生率 r が、図1のように、空き地の周りの4点の生物の個体数に依存する ($r = ab$, a は定数) ことを表わしている。また、(2)の反応は、生物種の死亡が死亡率 m で起こることを表している。

3. シミュレーション方法

2次元格子系上に、一定の初期密度で生物を配置し、生物種が死亡と出生のプロセスを繰り返すこととした。

1. 死亡プロセス

ランダムに1点を選び、その点に生物が存在するならば一定の確率でその生物が死亡して空き地にする。

2. 出生プロセス

選んだ1点が空き地の場合、その点に隣接する4点に生物が2個体以上存在するとき一定の確率で生物が増殖する。この際、図1に示したように4点に存在する生物の数に比例して増殖率を決定することとした。

以上のプロセスを繰り返し、シミュレーションを行った。また、これに対して、空間の位置関係に依存せずに増殖が可能な大域相互作用モデルを導入して比較を行った。

4. 結果

生物の初期密度が変化したときに、生物種の密度の時間変化がどのようになるのかをプロットしたものを図2に示す。図2より、最小生存可能個体密度以下で絶滅するというアリー効果がみられた。

次に、様々な初期密度において、個体群の定

Minimum viable population and extinction in model ecosystems

Nariyuki Nakagiri* Yukio Sakisaka**

*School of Human Science and Environment, University of Hyogo

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

常密度がどのように変化するかをプロットした図を図3に示す。図3より、個体群は、その初期密度のわずかな違いで、絶滅と存続に分かれることがわかる。

図4に、空間パターンのスナップショットを示す。空間パターンの変化から、生物はある一定時間たつと大きなかたまり（クラスター）を形成し、クラスターは、一定以上大きくなることがわかる。さらに、クラスターは、そのサイズが小さなものから絶滅していくことがわかった。

これらのことより、初期配置の空間パターンが絶滅と存続の分岐に影響を与えていることがわかった。そこで、生物種の初期配置において、空間パターンを変化させてシミュレーション実験を行った。その結果、同じ初期密度であっても、空間パターンが異なると、個体群が存続する場合と絶滅する場合があるという結果が得られた。また、初期配置の際、生物種を大きなクラスターで配置するのではなく、ランダムに配置したところ、初期密度における絶滅点が存在し、最小存続可能個体数を得ることができた。発表では、この結果についても報告する。

5. おわりに

本研究では、コンタクトプロセスを発展させ、出会いの要素を含めた格子モデルを構築し、最小存続可能個体数を考慮したモデルを構築することができた。

このモデルにおいては、初期配置の生物の密度がある一定の値より小さくなると絶滅するというアリー効果を確認することができた。

また、この初期密度には、空間パターンが影響していることがわかった。

今回は、モデルの生態系である1種系モデルであるが、周囲の生物数に依存して増殖率が決

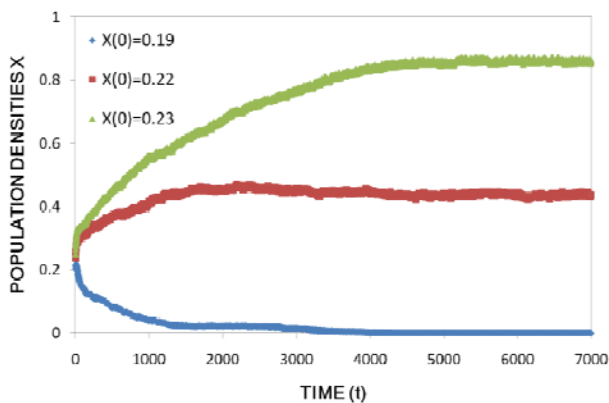


図2. 個体群密度の時間変化

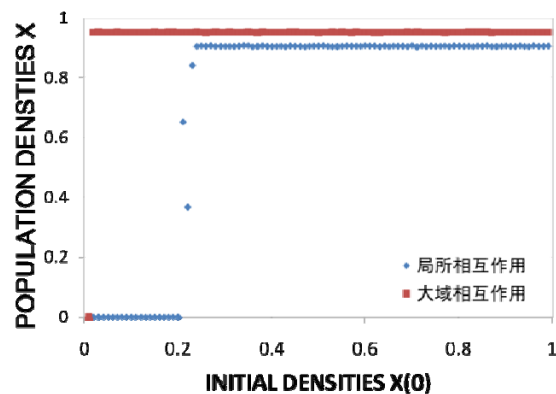


図3. 初期密度の変化による定常密度の変化

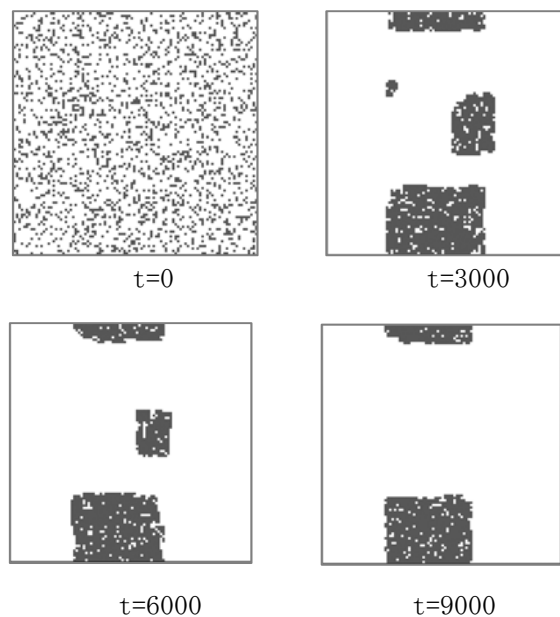


図4. 空間パターンの変化

定するようなモデルに応用可能であると考えられる。したがって、より現実の系に近い、複数種を含めたにおいても同様の結果が予測できる。そして、生物種が環境変化などによって、減少していく際は、ある一定の数以下になると、絶滅を引き起こすが、その個体数である最小存続可能個体数には、空間パターンが影響していることが示唆される。生物の保全などを考える際には、個体数だけでなく、その空間パターンも考慮する必要があると考えられる。

[1] Harris, T. E., Contact Interaction on a Lattice, Ann. Probab., Vol.2 pp.969-988 (1974).

[2] T. Tao, K. Tainaka and H. Nishimori, Contact percolation process: Contact Process on a Destructed Lattice, J. Phys. Soc. of Jpn., Vol.68, pp.326-329 (1999)