

生物学での確率現象：野生生物の絶滅リスクと発ガンプロセスを例として

巖佐 庸

九州大学大学院理学研究院

Yoh IWASA

Department of Biology, Faculty of Science, Kyushu University, Fukuoka 812-8581, JAPAN
yiwasscb @ mbox.nc.kyushu-u.ac.jp

確率過程の数学の研究は、元をたどると生物学の現象に基づいて発案されたものが多い。また、生物でのプロセスが、細胞や個体を単位にするダイナミックスとして表されるとき、その数は物理学におけるような膨大な数ではないために、確率性を無視することができない。

本セッションでは、最初に確率モデルと決定論モデルとの違いについて説明するために、ソースの集団から新たな生息地に侵入した生物がそこで定着してある程度の数に達するまでの待ち時間を例にとって話した。同じモデルは、幹細胞集団に希な突然変異が生じて、突然変異細胞数がある値を超えるまでの待ち時間と同じ問題である。

決定論的な取り扱いをした場合には、確率論的な取り扱いにくらべて数桁もの過小評価をする（あげた数値例では 100 倍以上）ことを示し、確率的な挙動が重要な状況で決定論モデルを用いることが危険であることを示した。

資料として取り上げた論文は、生物学における確率モデルのわかりやすい例として、まず野外生物集団が絶滅するリスクを求めるやり方についての総説である。ここでは野外集団の絶滅に関する議論の紹介したあと、野外の生物集団が絶滅するまでの平均時間を基準にして環境中の化学物質の毒性（生態リスク）を測定する手法について議論されている。さらにセグロカモメ集団に対する DDT の絶滅リスクを推定したところ、北アメリカで DDT の使用が禁止された時点においては、生息地面積が 30% 程度縮小することと同等のリスクをもたらしていたことを示した。

次に、私たちの体で生涯を通じて分裂し続ける幹細胞に突然変異が蓄積しそれが広がって発ガンに至るプロセスを取り上げた。突然変異が集団に現れてもとのタイプに置き換わることが多数回繰り返されることで次第に生物の性質が変化する「進化」の過程を理解するためには集団遺伝学が発達している。発ガンのプロセスを理解するためには集団遺伝学と基本的には同じ数学が役立つ。とくに染色体不安定が発ガンに先立って生じること、上皮組織のコンパートメント構造が発ガンリスクを下げている効果を示し、白血病の発症と特効薬による抑制、突然変異による振り返りを論じた。

これらはともに出生死亡過程と呼ばれる確率過程に基づいている。これらのモデルは生態学や進化生物学の基本的プロセスを理解する上に欠くべからざるものになっている。また、一見すると非常に異なる生物現象が、共通した数理モデルによって扱われる。

参考文献

- [1] 巖佐 庸, 箱山 洋, 中丸麻由子, 2002. 第 2-2 章 生物集団の絶滅リスク. In: 『生態系とシミュレーション』(楠田哲也・巖佐庸共編), 朝倉書店, pp.31-45.
- [2] 巖佐 庸, 2008. 『生命の数理』, 共立出版, 第 10 章 発癌プロセス, pp.189-211.
- [3] Iwasa, Y., Michor, F. and Nowak, M.A., 2004. Stochastic tunnels in evolutionary dynamics. *Genetics*, **166**: 1571-1579.