種まき競争デイジーワールドモデル

A Seed Size/Number trade-off Daisyworld model.

瀬戸 繭美[1]
Mayumi Seto[1]

[1] 東京農工大学院・農
[1] Faculty of Agri., TUAT

【緒言】

地球の状態は生物が存在する場合としない場合とでどのように異なるのか。この問いに対して Lovelock は、地球が動的なシステムであるにも関わらず様々な環境条件(気温、pH、塩分など)に恒常性が見られる点に着目し、「生物は地球の環境を動的平衡状態に導く存在である」という解答を提示した。しかしながら、生物が存在することで系が恒常的になるメカニズムは未だ謎に包まれている。本研究では、生物による環境条件のフィードバック調節を取り扱う代表的な抽象モデルであった Daisyworld model (Watoson & Lovelock, 1983)に対して、生物 ・ 資源間の相互作用に着目した「種まき競争 Daisyworld model (Seto & Akagi, in press)」を提唱し、環境条件 - 生物 ・ 資源の相互作用がフィードバック調節を駆動している可能性を示す。

【Daisyworld model】

Daisyworld model は生物と環境条件の相互作用によるフィードバック調節を説明しようとした最初のモデルである。Watoson & Lovelock は ” 生物 ” と ” 環境条件 ” という抽象的な概念を ” 白と黒のデイジー ” と ” 気温 ” に還元する事によって、系の気温の物理的な上昇に対するデイジーの影響を検証した。デイジーはアルベドの効果によって気温を上げる効果(黒)と下げる効果(白)を持ち、気温が低い時に黒いデイジーが、高い時に白いデイジーが繁殖するならば、気温が恒常的に保たれる。つまり生物の形質(デイジーの花の色)が(i) 環境条件 A(気温)に対して異なる影響を与え、 (ii) 同じ環境条件 A に対する適応度に差を与える、ならば生物と環境条件間にフィードバック調節が生じる。しかしながら、実際の地球上にはそのような形質を有する生物の具体例は存在しない。

【種まき競争 Daisyworld model】

本研究では Daisyworld model に ” 資源 ” という概念を導入した「種まき競争 Daisyworld model」を構築し、これを検証した。「種まき競争 Daisyworld model」は Daisyworld model に対し、白と黒のデイジーが(i)気温に対して増加率が等しく、(ii)資源に対して増加率が異なる。生物が資源を巡って競争する際に資源の利用の仕方を変える(異なる増加率を有する)ことは実証的・理論的に支持されており(Glover, 1997)、現実的である。本モデルにおける ” 資源 ” は ” 惑星の裸地 ” であり、資源に対する増加率の差は 2 種のデイジーが異なる ” 種まき戦略 ” を用いて競争することによってもたらされる。

このモデルをシミュレーションしたところ、デイジーの個体群は気温を変化させながら共存点へと収束し、共存点に収束することによって気温に恒常性がもたらされることが明らかになった。よって本モデルでは、デイジーと資源の相互作用を考慮すると、競争種の共存によって気温が自動的に調節される可能性があることが明らかにされた。また、気温に影響を与えないデイジーを想定し、この 2 種を競争させた場合は従来の見解通り 1 つの資源に対する 2 種の生物の安定な共存は生じないため(Steart & Levin, 1973)、本モデルは生物が環境条件に影響を与えることで共存を可能にしていることを明らかにした初めてのモデルでもある。

【結論】

「種まき競争 Daisyworld model」は、生物と環境条件の相互作用と生物と資源の相互作用を考慮することにより、生物間の競争と共存によって環境条件に対してフィードバック調節が生じる可能性を明らかにした、Biotic Independent Regulation model(BIR model)の 1 つである。生物と資源の相互作用を考慮したフィードバックモデルを初めて提唱した Akagi (in press)のモデルでは、「生物が時間的に資源の利用を変動しながら環境条件に影響を与える場合フィードバック調節が生じる」ことが提唱されたが、「種まき競争 Daisyworld model」からは「生物における資源の利用にトレードオフの関係が存在すればフィードバック調節が生じる」ことが示唆された。

【引用文献】

Akagi, T. Artificial Life, in press.
Glover, J. P. (1997) RESOURCE COMPETITION.
Seto, M. & Akagi, T. J. theor. Biol., in press.
Stewart, F. M. & Levin, B. R. (1973) Am. Nat. 107, 171-198.
Watson, A. J. & Lovelock, J. E. (1983). Tellus 35B, 284-289.