

新しい物質循環-生物-環境調節モデル (一つのBIRモデル)

A Novel Self-Regulation Model Consisting of Resource Circulation and Biota Selection (A BIR model).

赤木 右[1]

Tasuku Akagi[1]

[1] 東京農工大学・共生科学技術・物質循環

[1] Environ. Sci. Biosphere, Tokyo Univ. Agricul. & Technol.

<http://www.tuat.ac.jp/~akagilab/>

【はじめに】

今まで報告されている生物による環境調節を扱ったモデルの多くは、調節する環境が生物の資源に直結していた(デペンデントな調節モデルと呼ぶ)。例えば、二酸化炭素の濃度(ひいては温度)を調節する生物は二酸化炭素を資源とする光合成生物であった。

ある環境条件がありこれに影響を及ぼす生物が進化した場合、直接に生物の資源でなくとも、ある望ましい影響をもたらす生物のみを選択するメカニズム(インデペンデントな調節モデル, Biotic Independent Regulation, BIRモデル)を探った。温度の様な生物にとって資源にならない物理条件を調節の可否を検討するためには、インデペンデントな調節モデルの検討が不可欠である。

生態学の基礎理論は、ある環境条件に影響を及ぼす生物が進化した場合、ある望ましい影響(全生物相の最適適応条件に近づく)をもたらす生物のみを選択する理論を持ち合わせていない。(ある生物が望ましい環境をもたらした場合、その環境をそれ以外の生物も享受しうるため、選択圧が働かない。)それを可能にする一つの効果は局所効果である。自分自身が望ましい影響を最も享受しやすくする効果であり、Watson & LovelockのDaisy worldモデルはこれを用いている。この効果が働いている具体例を現実の世界で探すことは困難で、そのため現実的な有効性が疑問視されていた。

本研究では、局所効果を導入せずとも、ある環境条件に影響を及ぼす生物が進化した場合、ある望ましい影響をもたらす生物のみを選択することのできるシンプルな一つのモデルを提案する(Akagi, in press)

【モデル】

一つの資源(栄養)を巡って成長する二種の同等の生産者(P1, P2)について植物プランクトンの成長式に準じたものを組み入れ、消費者(C)を介して閉鎖系で資源を循環させたものと、ある一定の速度で資源の供給がある開放系を検討した。ここで環境に対し、P1はその個体数に応じて、温度を下げ、P2は温度を上げる作用をすると仮定した。P1とP2は環境条件に対しては同一な適応をする。

二種の同等の生産者は時間的に異なるフェーズで振動する成長度を賦与した。

計算は速度式を環境条件が安定になるまで繰り返した。

【モデルの現実との対応】

自然の系は閉鎖系と開放系の間にあるといえる。そのため二種の異なる系を検討した。モデルでは二種の植物プランクトンを導入した。一般に植物プランクトンは他の二種類以上の栄養分の割合で、時間的に異なる成長度を示すことが知られている。一つの資源に対してはあたかも成長度が異なる位相で振動しているように振る舞う。

【結果】

パラメーターの多少の変化に依存せず、かなりのrobustnessで、系は常に望ましい条件をもたらす(最大適応温度に近づく)種を選択した。そのため、系の安定条件は生物の最大適応条件に明らかに近づいた。また、この効果は、温度と資源とは独立しているため、“インデペンデントな調節”効果を持つと言える。さらに系の関数を吟味した結果、Pに生産者以外の成長式を当てはめると、調節効果を失うこと、半飽和定数を考慮したより現実的な生産者の成長式を導入すると調節効果が増加すること、さらに消費者はどのような式でも資源を循環させることができさえすればよいことが分かった。

【示唆】

本計算結果は現在の地球の生命系が生物を選択することによって恒常性をもたらす能力を有していることを示唆している。さらに、Seto and Akagi (in press)で導入したトレード・オフを導入することでインデペンデントな調節機能をもたらされることも分かった。

Akagi, T. Maintenance of environmental homeostasis by biota, selected non-locally by circulation and fluctuation mechanisms., *Artificial Life*, in press.

Seto, M, and Akagi, T. Daisyworld Inhabited with daisies Incorporating a seed size/number trade-off: The mechanism of negative feedback on selection from a standpoint of the competition theory. *Jour. Theol. Biol.*, in press.

Watson, A. J., Lovelock, J. E. (1983). Biological homeostasis of the global environment: the parable of Daisyworld. *Tellus* 35B, 284-289.