

第 62 回日本生態学会への 発表の報告

高 嶋 あやか

Ayaka TAKASHIMA

環境ソリューション工学専攻博士課程 2年

1. はじめに

これは日本生態学会において、“複雑食物網における栄養転換効率とは何か”という題目でポスター発表を行った際の報告である。この研究は博士課程に入学してから新しく始めたもので、この1年での成果をまとめ、論文執筆へ向けてアドバイスやコメントを他の研究者から得るために発表をした。

2. 発表の概要

2.1 食物網と食物網展開

食物網とは生態系のなかの生物種間の捕食被食関係をネットワークとして描いたものである。現実の生態系を調査してこれを描くと(図1)、多数の種(図1中の丸)が多数の関係(図1中の線)によって結ばれたとても複雑なネットワークが出来上がる。

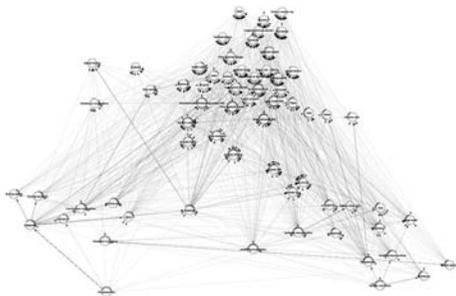


図1 North Sea の食物網

今回は実際の食物網として North Sea のデータを用いた。65の種またはグループが共食いを含めて907の捕食被食関係で結ばれている。生産者は植物プランクトンのみで、その他のフローの流入経路として、デトリタスが大きなウェイトを占めている。大きく複雑なネットワークなので図1を眺めてもその特徴を捉えることは難しい。そこで東の食物網展

開 (trophic unfolding) (Higashi et al. 1989) を利用して、生態的ピラミッドのような形に直すことにする。

ピラミッドのような形に直すためには食物網の中で雑食者の栄養段階をどう定義するかという問題を解決しなくてはならない。つまり植物を1段目とし、植食者を2段目とする場合、植物と植食者両方を食べる生物は何段目かという問題である。食物網展開ではこのような場合種を餌の割合で切り分けて2段目と3段目両方に配置する。

まず、食物網を行列 G で表す。 G の i 行 j 列目の要素 g_{ij} は捕食者 i の餌のうち、被食者 j が占める割合とする(図2左)。

この行列を k 乗すると、その i 行 j 列目の要素 g_{ij}^k は、種 i が得るフローのうち種 j から k ステップかかって届くエネルギーの割合を示す(図2中央)。光合成する生産者やデトリタス食者など食物網の外からエネルギーを得られる生物を基底種 r とする。栄養段階 k にいる種 i の受け取るエネルギーの割合は次の式で計算できる。

$$\sum_r g_{ir}^{k-1} \frac{f_{r0}}{T_r}$$

f_{r0} は基底種 r が食物網外から得るフローの量である。 T_r は種 r を通過するフローの総量である。種やフローはこの割合で各段階へ展開する。したがって、 k 段目の種 i が $k-1$ 段目の種 j から得るフローの量 f_{ij}^k は次のように表せる。

$$f_{ij}^k = f_{ij} \sum_r g_{ir}^{k-1} \frac{f_{r0}}{T_r}$$

f_{ij} は被食者 j から捕食者 i へのフローの量である。また k 段目の種 i のバイオマスは次のようになる。

$$B_i^k = B_i \sum_r g_{ir}^{k-1} \frac{f_{r0}}{T_r}$$

B_i は種 i のバイオマスである。

これを段階 k ごとに和を取ると一本の直鎖になり、生態的ピラミッドのように表すことができる(図2右)。

2.2 栄養転換効率

今回はこの展開されたネットワークの中で、生物から生物にどのようにエネルギーが受け渡されて行

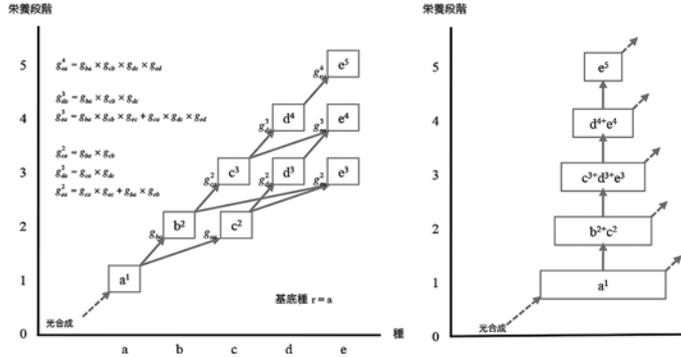
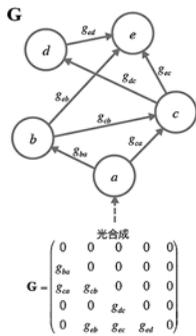


図2 食物網展開のイメージ

くのか、そこに何か法則はあるかということに着目した。種が光合成などで作るか、他の生物を捕食して得たエネルギーは、大部分は呼吸として消費され、あるいは自然死亡や捕食された場合の未消化物として食物網から失われる。得たエネルギーのうち一部が捕食によって上位段階の生物へ受け渡される。この受け渡されるエネルギーの割合を栄養転換効率とした。

今回の発表では2つの栄養転換効率を定義した。1つは展開した食物網から段階ごとに栄養転換効率 TE_k を定義した。

$$TE_k = \sum_i \left(\frac{\sum_h f_{hi}^{k+1}}{\sum_j (f_{ij}^k + f_{i0}^k)} \right)$$

j は種 i の被食者で、 h は種 i の捕食者である。

もう1つは種ごとに栄養転換効率 TE_i を定義した。

$$TE_i = \frac{\sum_h f_{hi}}{\sum_j (f_{ij} + f_{i0})}$$

また種の世界網内の位置を次のように定義した。

$$\sum_k (B_i^k \times k) / B_i$$

3. 結果と考察

結果は図3及び図4のようになった。種ごとの栄養位置や栄養段階が上がるにつれ栄養転換効率は下がっていくことがわかる。従来では栄養転換効率は系の中で一定とされてきたが、今回得られた結果が普遍的なものかどうかは、今後解析する食物網を増やして確かめる必要がある。

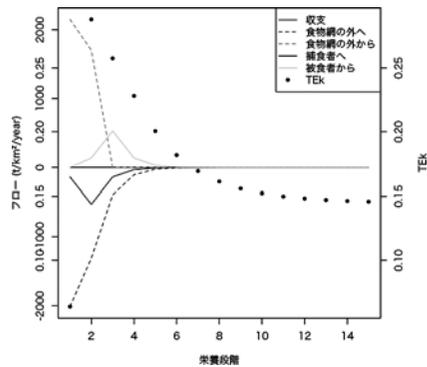


図3 栄養段階ごとのフローと栄養転換効率

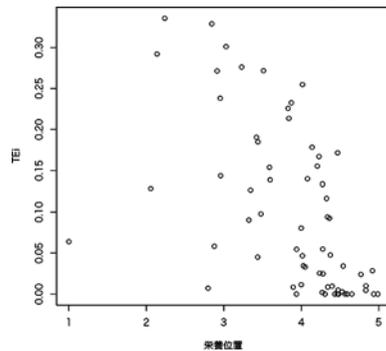


図4 種ごとの栄養転換効率

4. 得られた成果

ポスターでは時間をあまり気にせず議論ができるので、図4のバラツキがなぜ起きるかや追加すべき解析についての示唆が得られた。

引用文献

Higashi, M. et al. (1989) Journal of Theoretical Biology, 140, 243-261.