

ミミズたちはどう生きるか

佐久間 陽平（筑波大学 生物学類）

指導教員：徳永 幸彦（筑波大学 生命環境系）

【背景・目的】

陸棲ミミズ類は土壌生態系を代表する生物である。同時的雌雄同体であることがわかっているが生殖方式については未解明な部分が多い。

同時的雌雄同体の成体は雌雄両方の生殖器官をもつが繁殖は二個体で有性生殖を行い、単為生殖や自家受精を行わないことが一般に知られている。ツリミミズ科のシマミミズ(*Eisenia fetida* 以下 Ef)、アンドレツリミミズ(*E.andrei* 以下 Ea)はどちらも同時的雌雄同体動物であるが通常の二個体での交尾に加えて一個体だけでの繁殖が報告されている[1]。2 種は生息地が重なる地域もあり、実験条件下で交雑も確認されておりそれらの子孫には不完全ながら妊性が見られる[2]。また交雑種はアンドレツリミミズに近い特徴をもっていた。

本研究では 2 種にみられる一個体での繁殖が生態学的にどのような意味をもつのか飼育観察に基づいた遺伝学的なモデルにより考察した。2 種がどのような繁殖戦略を用いているのかを明らかにすることを目的とした。

【方法】

2 種の飼育観察に戻った遺伝学的モデルの作成とそれに基づく R でのシミュレーションを行った。

はじめにモデル作成のために繁殖方法及び 2 種の生態について整理する。Ef、Ea の繁殖方法には一個体だけでの繁殖(以下、自家受精と仮定する)、と種内(種間)交尾があり繁殖方法は個体ごとにそれぞれの戦略に基づき決められるものとする。交雑種が実験条件下で確認されたことから他個体が Ef、Ea のどちらなのかは判別ができていないものとする。以上の仮定のもとパラメータを次のように設定した。

N_t	時間 t における全個体数
F_t, A_t	時間 t における Ef, Ea の個体数
X_f, X_a	Ea, Ef の交尾を選択する割合(繁殖戦略)
M_f, M_a	Ea, Ef の種内交尾による産卵数
S_f, S_a	Ea, Ef の自家受精による産卵数
H_f, H_a	Ea, Ef の種間交尾による産卵数

これらのパラメータを用いて Ef, Ea それぞれの一個体が一度の交尾によって残す卵の数 R は次のように表すことができる。

$$R_f = (1 - X_f)S_f + X_f \left(\frac{F_t X_f}{F_t X_f + A_t X_a} M_f + \frac{A_t X_a}{F_t X_f + A_t X_a} H_f \right)$$

$$R_a = (1 - X_a)S_a + X_a \left(\frac{F_t X_f}{F_t X_f + A_t X_a} H_f + \frac{A_t X_a}{F_t X_f + A_t X_a} M_a \right)$$

これらに環境収容力による密度効果を加え、世代ごとの個体数の関係性を R を用いて次のように表すことができる。

$$F_{t+1} = F_t + F_t(R_f - 1) \left(1 - \frac{N_t}{K} \right) \dots (1)$$

$$A_{t+1} = A_t + A_t(R_a - 1) \left(1 - \frac{N_t}{K} \right) \dots (2)$$

(1),(2) をもとに R を用いて他の個体群から個体に移入しない場合と個体に移入する場合にわけてシミュレーションを行った。繁殖戦略はその条件下で最適なものに毎世代、変更するものとし交雑について Ef は子孫を残さず、Ea のみ子孫を残すものとした。

【結果】

個体群の平衡条件は次のようになる。

$$R_f = R_a = 1 \dots (3) \quad \text{または} \quad N_t = K$$

(3)の値は観察されているミミズの繁殖成績の範疇で取りうる値であった。ただし安定性解析の結果、2 種が安定して共存することはなくどちらか一種のみになるとわかった。図 1 より平衡点からどちらかにずれるとそちら側に傾くことがわかる。

R によるシミュレーションでは移入しない場合には最終的にどちらか一方の種が残った。移入する場合には F_0 が A_0 に対して十分大きい場合に Ea:Ef の割合が安定した。そのとき、 X_f は 1、 X_a は 0 の値で安定した。つまり Ef は自家受精を行わず交尾のみを行い反対に Ea は交尾を行わず自家受精のみを行うようになった。

【考察】

平衡条件の結果と R によるシミュレーションの結果より Ea と Ef の 2 種が閉鎖的な条件で共存しつづけることは難しいと考えられる。ただし移入を含めたシミュレーションでは一定の比で安定したことから 2 種の生息地の境界では Ea が自家受精のみの繁殖戦略を取り交雑を避けることによって共存することが考えられる。これは割合が低い Ea が交雑を避け、自家受精を選択するために生じている。自家受精について異なる報告[1][2]は実験に用いた個体の生息環境で 2 種の比率が異なるためであると推察できる。

【参考文献】

- [1]Domínguez,J., et al.(2003). *Pedobiologia*,47,530-534.
[2]Plytycz,B., et al.(2018). *PLOS ONE*,Sep 21;13(9):e0204469.

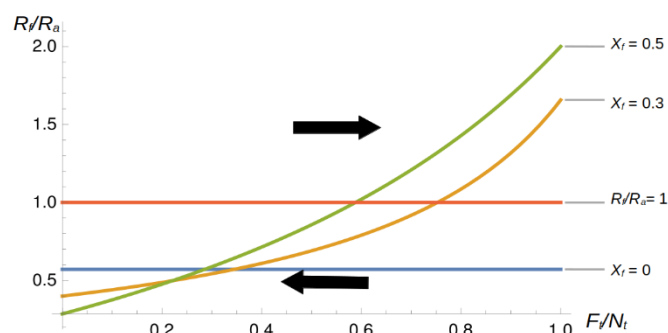


図 1 R_f/R_a と F_t の割合の関係性