アオモンイトトンボの頻度依存選択に関する エージェントベースドモデル	犬塚・武藤研究室	知能系
	No. 24115126	藤野 準平

1　はじめに

地球上に生きる生物は同じ種内であっても色や形が違うなど様々な多様性を有している。多様性は環境への適応度を高め、絶滅リスクを低下させるなどと考えられている。多様性を維持する機構として「頻度依存選択」が挙げられる。アオモンイトトンボには集団の中で少数派の遺伝子を持つ個体が有利になる負の頻度依存選択の働きが確認されている。

従来研究ではアオモンイトトンボの負の頻度依存選択の数理モデル化やエージェントベースドモデル化が行われてきたが、負の頻度依存選択が起きる要因やその影響については考察されていない。そのため、本研究ではエージェントベースドモデルを用いてそれらについて考察した。

2　アオモンイトトンボに関する従来研究 [1]

2.1　生態

アオモンイトトンボはオスの成体は全身緑色だが、メスの成体には全身が茶色の個体（Gynomorph）と全身が緑色の個体（Andromorph）が存在する。オスは 1 日のはじめに交尾したメスの色を記憶し、その日が終わるまでその色のメスとしか交尾を行わない。メスは一度の交尾で生涯産卵するために必要な精子を得られるが、オスは精子を保有しているメスとも交尾を試みる。交尾の時間中はオスに拘束されるためメスは産卵をするための時間が奪われてしまう。このようなオスとメスの利害の不一致をハラスメントと呼ぶ。

2.2　数理モデル・エージェントベースドモデル

高橋らは、得られたデータを元に数理モデルを制作し、現実のアオモンイトトンボの個体群動態を再現する実験を行った。また、数理モデルでの動作を検証するためにエージェントベースドモデルを制作し実験を行っている。しかし、これらの実験では、負の頻度依存選択の発生要因やそれらの与える影響についての考察は行われていない。

3　提案手法

本研究では負の頻度依存選択に関してオスがメスを嗜好する影響とハラスメントによる拘束時間の影響、また個体数による影響が重要であると考え、それらを観測するために高橋らのモデルを簡単化したエージェントベースドモデルを作成する。

3.1　エージェントの定義

エージェントは先天的な「性別」と「色の遺伝子」と、成体か否かを示す「状態」を持つ。オスのみ好みのメスの色を「嗜好」として持ち、メスは最後に交尾を行ったオスの色の遺伝子を保持する「タンク」を持ち、どちらも後天的に変化する。

3.2　エージェントの行動

エージェントは図 1 に示すように一生を過ごす。オスはメスをフィールドからランダムに探索し嗜好に合致するメスならば交尾をする。嗜好を持たないオスであれば発見したメスと交尾を行い、相手の色を嗜好として持つ。交尾には拘束時間が生じる。また、嗜好保持期間を超えると嗜好を失う。

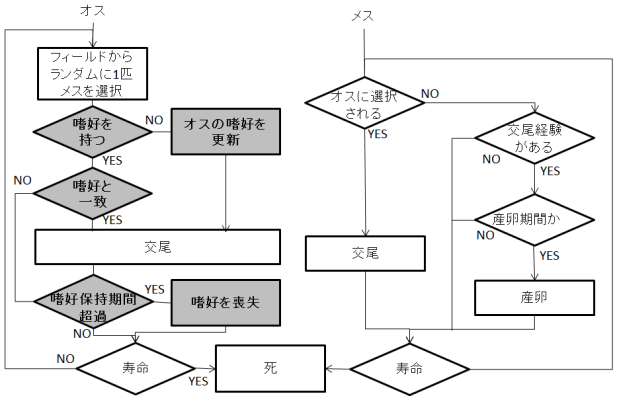

図 1: 成体エージェントのフローチャート

4　実験と考察

提案モデルを用いて嗜好保持期間、交尾の拘束時間、個体数をそれぞれ変化させた実験を行った。

嗜好保持期間に関する実験（図 2）では嗜好を持つ場合にのみ負の頻度依存選択が見られた。

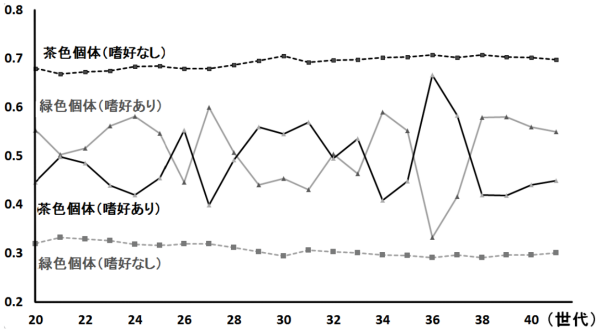

図 2: 各形質のメスの個体数割合の推移（安定時）

交尾の拘束時間に関する実験では、拘束時間がある実験では拘束時間が長くなるほど負の頻度依存選択が強くなることがわかった。また、拘束時間がないものでは負の頻度依存選択は見られなかった。

個体数に関する実験では密度に関係なく個体数を上昇させると各形質のメスの個体数推移の振動幅が小さくなるという実際のアオモンイトトンボの推移と同じような結果が観測できた。

5　まとめ

本研究では、負の頻度依存選択の発生メカニズムを解明することを目的としたアオモンイトトンボのエージェントベースドモデルを提案し、アオモンイトトンボの長時間に及ぶ交尾とオスがメスの色を嗜好することが負の頻度依存選択に影響を及ぼしていることを明らかにした。

参考文献

[1] Takahashi, Y., et al. ; Evolution of increased phenotypic diversity enhances population performance by reducing sexual harassment in damselflies, Nature Communications, 5:pp.44–68, 2014.

[2] 藤野準平, 武藤敦子, 加藤昇平, 森山甲一, 犬塚信博. アオモンイトトンボの頻度依存選択に関するエージェントベースドモデル. 情報処理学会第 78 回全国大会,6H-05,2016.(発表予定)