

シン・100 日後に死ぬ閃光のマルハナバチ♂

宮城 桃子 (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】

マルハナバチは半倍数性の真社会性昆虫であり、一年性のコロニーを形成する。半倍数性とは、受精卵からメスが、未受精卵からオスが発生する性決定様式のことであり、社会性とは、女王のような繁殖カーストや、ワーカーのような不妊カーストといった生殖分業が集団内でなされている性質のことである。ハミルトンの血縁選択説とフィッシャーの性比理論に基づいた性比モデル (TRIVERS & HARE, 1976) において、このような半倍数性社会性昆虫の次世代への投資比率は1:3 (=♂:♀) に均衡すると予測されているが、マルハナバチの実際の投資比率は1:1 から1:3程度であり、オスに偏っていることが知られている。

このような偏りを説明する要因の一つに、オス生産をメインに行うコロニーの存在がある。一般的なマルハナバチのコロニー (図1a) では、春から夏にかけて女王がワーカーを生産したのち、秋に女王が全ての新女王と大半のオスを産む。この時、未受精卵を産卵できるはずのワーカー由来のオスが少ないのは、女王がワーカーの産卵を抑制しているためである。このようなコロニーでは、次世代への投資は新女王に偏っている。しかし、何らかの理由で女王が弱っていたり、生殖虫を生産する前に死亡していたりするコロニー (図1b) では、ワーカーがオスを生産し始める。このようなコロニーの投資比率は、自然とオスに偏ることになる。

本研究では、このようにオス生産メインのコロニー戦略をとった女王の遺伝子が世代を超えて集団にどの程度広まり、伝えられるのかをシミュレーションにより検証し、評価する。そして、従来「役立たず」であると考えられてきたマルハナバチのオスという性を、繁殖の観点から再評価していく。

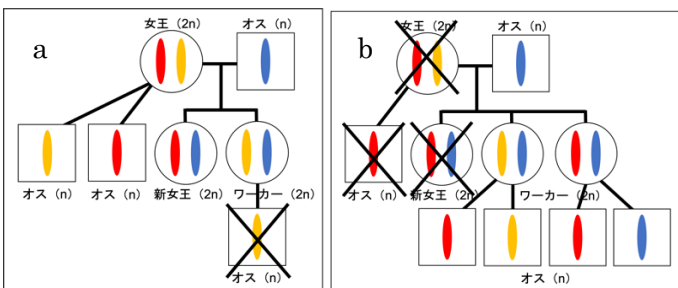


図1: 半倍数性の遺伝様式と2種のコロニーの構成

【方法】

A まず、Unity 上でマルハナバチの生活史を簡略化して再現するようなシミュレーションを実装した。(図3) マルハナバチの生活史は以下の通りである。

1. 秋、新女王とオスが生産される。(t 世代目)
2. 異なるコロニー出身の新女王とオスが交尾する。
3. 新女王が冬眠し、それ以外の個体が死滅する。
4. 翌年春、新女王がコロニーを設立する。
一部の女王は秋までに死亡する。
5. 秋、新女王とオスが生産される。(t+1 世代目)



図2

マルハナバチの女王、オス、コロニーを右図2のような物体に置き換え、生活上の出来事を以下のようなイベン

トに置き換えた。ただし、女王が生殖虫を生産する前に死ぬイベントを「death event」としている。

1. 女王とオスが生成される。(t 世代目)
 2. 女王とオスが衝突し、女王とオスの遺伝子を持つコロニーが生成される。
 3. death event が発生するコロニーが任意の確率 (=女王の死亡率) のもとランダムで選ばれ、選ばれたコロニーが赤色に変化する。
 4. 赤くならなかったコロニーから、遺伝子1か2を持つオスと、遺伝子1か2と3を持つ女王が生成される。赤くなったコロニーから、遺伝子1~3のどれかを持つオスを生成される。この時遺伝子が選ばれる比率は1:1:2である。(t+1 世代目)
- 以上のサイクルを20世代繰り返し、各遺伝子が親コロニーのdeath event に遭遇した回数を記録した。

B 次に、対照実験として、女王が生殖虫を生産する前に死ぬことがない以下のようなシミュレーションを行った。

1. 女王とオスが生成される。(t 世代目)
2. 女王とオスが衝突し、女王とオスの遺伝子を持つコロニーが生成される。
3. 女王の死亡率と同確率のもとランダムにコロニーが選ばれ、コロニーの持つ遺伝子にサンプルラベルがつけられる。
4. 遺伝子1か2を持つオスと、遺伝子1か2と3を持つ女王が生成される。(t+1 世代目)

こちらも以上のサイクルを20世代繰り返し、各遺伝子にサンプルラベルが付けられた回数を記録した。

CA, B それぞれのデータを基にヒストグラムを作成し、比較した。

【結果・考察】

詳細な結果については、発表会にて報告予定である。A の試行と B の試行で death event に遭遇した回数に有意に差がないことが示された場合、女王が生殖虫を生産する前に死ぬというイベントは次世代への女王の遺伝子の伝わりやすさに大きく影響しないことが示唆される。一方、A の試行で B の試行よりも遺伝子が death event により多く遭遇していた場合、このイベントに遭遇した遺伝子が集団内により多く残っていることになる。したがって、death event の結果オスだけを生産するコロニーが発生する集団では、death event を経験した女王の遺伝子は次世代により伝わりやすくなることが示唆される。この結果が得られた場合、オスは女王にとって繁殖戦略上価値のある性と言えるのではないかと。ただし、この結果は女王の死亡率に左右される可能性がある。



図4: 作成途中のシミュレーション