

令和 5 年 6 月 30 日現在

機関番号：32639

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20K06078

研究課題名（和文）単独性ハナバチは採餌エネルギーコストを予測するか？ 採餌生態に応じた燃料調節

研究課題名（英文）Fuel adjustment in solitary bees

研究代表者

原野 健一（HARANO, KEN-ICHI）

玉川大学・学術研究所・教授

研究者番号：80459297

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,100,000円

研究成果の概要（和文）：本課題では、トゲアシヒメハナバチの採餌特性と燃料調節について、主に以下の点を明らかにした。1）本種雌はカントウタンポポを主な餌植物としている。2）本種雌は、カントウタンポポを開花直後から訪花し、昼前まで花粉を採集する。3）カントウタンポポは早朝の花蜜分泌量が少なく、本種雌は、早朝の採餌では花からの燃料補給が困難である。4）本種雌は、採餌期間の後半に集めた花蜜を全て花粉団子作成に使うのではなく、一部を蜜胃内に保持している。5）本種雌は、前日に採餌した花蜜を燃料として保持することで、花蜜分泌のほとんどない早朝のカントウタンポポから花粉を採餌することを可能にしている。

研究成果の学術的意義や社会的意義

巣内に貯蜜を持たない単独性ハナバチでは、社会性ハナバチのワーカーで知られているような貯蜜を積載することによる燃料調節は不可能であるため、燃料調節に関する研究は行われてこなかった。本課題は単独性ハナバチが吐き戻し量を変えることで燃料調節を行っていることを示し、多様な単独性ハナバチでの燃料調節についての研究の端緒を拓いた。

また、本課題で明らかになったトゲアシヒメハナバチの採餌生態は、その餌植物であり、おそらく送粉を担っているカントウタンポポの保全を考える際には重要な情報となるはずである。

研究成果の概要（英文）：On the foraging characteristics and fuel adjustment in *Andrena taraxaci orienticola* females, this study revealed that: 1) they exploit Japanese dandelion *Taraxacum platycarpum* as a main food plant. 2) They start to visit *T. platycarpum* flowers just after their opening and end before noon. 3) They seemingly encounter a difficulty on fueling from flowers early in the morning because *T. platycarpum* hardly secrete nectar in this period of day. 4) They do not use all nectar collected in the day for larval provisioning but keep some in their crop at the end of day. 5) These results suggest that *A. t. orienticola* females keep a portion of nectar collected in the previous day as fuel to sustain pollen foraging in the next morning when they could hardly fuel themselves from *T. platycarpum* flowers.

研究分野：行動生物学

キーワード：採餌

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

ハナバチの飛翔燃料は、蜜胃(そ嚢)中の花蜜に含まれる糖であり、この燃料を使い切ると短時間で活動不能になったり、餓死してしまう。しかし、飢餓のリスクを低下させるため多量の蜜を蜜胃に保持しておけば、その蜜の重量が飛行エネルギーコストを増加させ、採餌効率を低下させる。そのため、ミツバチやハリナシバチなど社会性ハナバチでは、採餌蜂がそれぞれの採餌条件によって、巣から持ち出す燃料用の蜜を調節することが知られていた。この調節は、これらの社会性ハナバチのコロニーが貯蜜を大量に持つために可能になることであり、巣に貯蜜を持たない単独性ハナバチでは一見不可能であるように思われた。しかし、単独性ハナバチが出巣する時にもつ蜜の量を詳しく調べた研究はそれまでになく、詳細は不明であった。

2. 研究の目的

単独性のハナバチがどのようにして、燃料の保持と運搬コストの削減という、相対する問題を解決しているのかを明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

単独性ハナバチの雌は、採集した花蜜を巣で吐き戻して採集した花粉と混ぜ、幼虫に与える花粉団子を作製する。このときに、花蜜の一部を蜜胃に残して、それを次の採餌の燃料としているはずである。その際に、蜜胃に残しておく蜜量を変えて燃料調節を行っている可能性が考えられた。花蜜を提供していない花から花粉を採集する場合には、花蜜を摂取して燃料補給をすることができないため、より多くの花蜜を蜜胃に残存させて出巣するという仮説を、単独性ハナバチであるトゲアシヒメハナバチ *Andrena taraxaci orienticola* (以下、「トゲアシ」とする)を用いて検証した。

(1) トゲアシ雌の餌植物は、集団営巣地近辺のルートセンサスにより特定した。

(2) トゲアシ雌の採餌の時間的パターンは、巣穴への出入りと餌植物上での観察数を記録することで明らかにした。

(3) 主要な餌植物はカントウタンポポであることが判明したが、小花の花蜜分泌量が少なすぎて定量できなかったため、各花頭から10小花をサンプリングして実体顕微鏡で観察し、花蜜が確認できた小花の割合を花蜜分泌活性の指標とした。この指標をもちいて、時刻による花蜜分泌量の変化を調べた。

(4) トゲアシ雌の花蜜採集量は、帰巣した個体を捕獲し、麻酔後に腹部を圧迫して蜜胃内容を吐き出させ、これをキャピラリーで採取して定量した。

(5) トゲアシ雌が出巣時に蜜胃に保持している花蜜(出巣時積載蜜)量は、出巣個体を捕獲し、(4)と同様の方法で定量した。

(6) 早朝の出巣時に燃料となる花蜜を保持していることの意義を調べるため、花蜜を保持していないトゲアシ雌を捕獲し、これに糖液を与えて、または与えずに夕方にも巣に戻した。そして、翌朝最初の採餌の結果を調べ、糖液給餌の影響について検証した。トゲアシ雌は、巣内に貯蜜をもたないため、翌日最初の採餌では、給餌を受けた個体は受けなかった個体よりも、より多くの花蜜を持って出巣すると期待される。

4. 研究成果

(1) トゲアシは、カントウタンポポ *Taraxacum platycarpum*、セイヨウタンポポ *T. officinale*、ノゲシ *Sonchus oleraceus*、オオジシバリ *Ixeris japoica* のキク科4種を訪花することを確認した。もっとも頻度が高かったのがカントウタンポポへの訪花で、全訪花の約85%を占めていた。

(2) トゲアシ雌は、採餌を午前8-11時の間に行い、平均18.4分の飛行を1日に平均4.7回繰り返すことを明らかにした。ほとんどの採餌飛行で花粉を採集して持ち帰ることも示した。また、カントウタンポポを開花直後から訪花するが、開花してから時間がたった花はあまり訪れないことがわかった。

(3) カントウタンポポの花蜜分泌活性は早朝に低く、開花直後にはほとんど花蜜を持っていないことを明らかにした。花蜜分泌活性は時刻とともに上昇し、昼に最大になることがわかった。

(4) トゲアシ雌の花蜜採集量は、カントウタンポポの花蜜分泌量を反映し、早朝にはゼロに近いが時間とともに増加し、採餌が終了する昼前に最大となることを確認した。

(5) トゲアシ雌の出巣時積載蜜量は、時刻と負の相関を示した。また、1日の最初の出巣時に積載している蜜の量はそれ以降の出巣時の積載量よりも有意に多く、本種雌が前日に採餌し

た花蜜を蜜胃に残存させ、それを翌日最初の採餌飛行の燃料としていることが示唆された。

(6) 出巣時積載蜜量を低く抑えることを目的とし、前日に花蜜も糖液も摂取させなかったトゲアシ雌は、糖液を摂取させた雌と比較して、早朝に行われた最初の採餌飛行で花粉を持ち帰る確率が有意に低かった。この結果は、早朝の花粉採餌を成功させるためには、出巣時に十分な量の蜜を持っている必要があることを示唆した。

(7) 上記の結果から、トゲアシ雌は、前日に採餌した花蜜の一部を花粉団子作成に使わずに燃料として蜜胃に保持することで、カントウタンポポが花蜜を提供していない早朝にも採餌飛行を行い、花粉を採集することを可能にしていると考えられた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Ken-ichi Harano	4. 巻 28
2. 論文標題 Foraging characteristics of a solitary bee, <i>Andrena taraxaci orienticola</i>	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Tamagawa University Research Review	6. 最初と最後の頁 11-20
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.15045/00001754	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 原野健一
2. 発表標題 トゲアシヒメハナバチの採餌と燃料調節：追加報告
3. 学会等名 関東昆虫学研究会第5回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 原野健一
2. 発表標題 単独性ハナバチが採餌で直面する問題
3. 学会等名 第11回ミツバチシンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Harano, K
2. 発表標題 The significance of carrying nectar fuel for foraging in a solitary bee <i>Andrena taraxaci orienticola</i>
3. 学会等名 The 44th Annual Meeting of the Japanese Society for Comparative Physiology and Biochemistry
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 原野健一
2. 発表標題 ツツハナバチ属の繁殖行動に関する研究(予報)
3. 学会等名 関東昆虫学研究会第6回大会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 原野健一	4. 発行年 2023年
2. 出版社 公益社団法人学術・文化・産業ネットワーク多摩	5. 総ページ数 35
3. 書名 多摩・島しょ百科全書 自然科学 多摩地域に生息するハナバチの多様性	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関