

平成 21 年 5 月 15 日現在

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2007-2008

課題番号：19570010

研究課題名（和文）アリ-アブラムシ共生関係のレベルがアブラムシの飛翔能力に及ぼす影響について

研究課題名（英文）Effects of degree of ant - aphid mutualism on flight capability of aphids

研究代表者

八尾 泉 (YAO IZUMI)

北海道大学・低温科学研究所・研究員

研究者番号：70374204

研究成果の概要：カシワの葉にコロニーを形成する *Tuberculatus* 属アブラムシにはアリ共生型種 *T. quercicola* と非共生型 *T. japonicus*, *T. paiki* が知られており，これらの種の成虫は全て翅を持つ有翅虫となる。野外において，この3種の飛翔の程度をトラップ設置により調査した。その結果，捕獲数の大部分が2種の非共生型で，アリ共生型はほとんど捕獲されなかった。アリ共生型アブラムシは翅があっても，ほとんど飛翔していないことが明らかになった。さらに野外で飼育した *T. quercicola* と *T. paiki* の形態測定の結果，アリ共生型の *T. quercicola* は太めの体型をしており，絶対値としての子供の数は多いものの，その割合は非共生型の *T. paiki* に比べて低かった。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	2,500,000	750,000	3,250,000
2008年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,000,000	900,000	3,900,000

研究分野：生物学

科研費の分科・細目：基礎生物学・生態・環境

キーワード：アブラムシ・アリ共生・飛翔・トラップ・カシワ・*Tuberculatus* 属

1. 研究開始当初の背景

(1) 共生はそこに関わる種が互いに利益を与え合う関係である。その反面，共生相手がない分布域では生息できないという共生関係の制約も存在する。

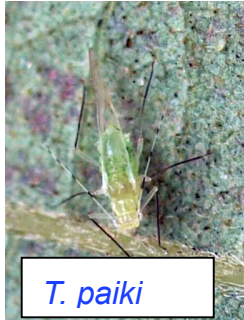
(2) 共生関係にある生物は，移動・分散に制約が生じている可能性がある。

(3) アリ-アブラムシ共生関係において，アリ共生型アブラムシの移動・分散の制約に着目した研究は皆無であった。

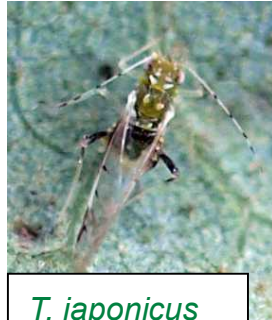
(4) 本研究の材料である *Tuberculatus* 属は，主にコナラ属樹木（カシワ，ミズナラ，コナラ等）の葉上にコロニーを形成するアブラムシで，成虫はすべて有翅虫となる。ここでは主にカシワで観察されるアリ共生型の *T. quercicola*，アリ非共生型の *T. paiki* と *T. japonicus* に着目した（図1）。この3種は同一のカシワに同時期に観察されるので，比較対象として適している。



T. quercicola



T. paiki



T. japonicus

(図1) *Tuberculatus* 属アブラムシ

(5) アリ共生・非共生型アブラムシの集団遺伝構造を調べた先行研究において、アリ共生型アブラムシの遺伝子座の多くがホモ接合を示し、集団内での同系交配が示唆されている。

(6) 翅を持つにもかかわらず、アリ共生型アブラムシは飛翔せず、その結果として同系内交配がすすんだのではないかと予想される。

2. 研究の目的

(1) 翅を持つアリ共生型アブラムシは、野外において実際に飛翔しているのかを検証する。

(2) 飛翔と非飛翔では、形態的にも差があると考えられる。そこで、アリ共生型アブラムシ *T. quercicola* と非共生型 *T. paiki* の形態測定を行う。

3. 研究の方法

(1) 野外に高さ約 1.2m の園芸用支柱と透明の梱包用テープ 6 枚を使用した粘着トラップ (図 2) を 10 ヲ所設置し、*Tuberculatus* 属のアリ共生型・非共生型アブラムシを捕獲した。さらにトラップ近傍の 5 本のカシワを選び、合計 100 ヲ所のシュートを定点とし、葉に形成されたコロニー内の有翅虫数も調査した。調査は、6・10 月末まで 1 週間ごとに行い、各種のトラップ捕獲数との比率を比較した。

(2) 野外のカシワの葉上で、共生・非共生型アブラムシを袋がけにより飼育し、最終齢幼虫 (4 齢、無翅虫) と成虫 (有翅虫) を定

期にサンプリングし、実体顕微鏡下で形態測定と解剖を行った。



(図 2) トラップ

4. 研究成果

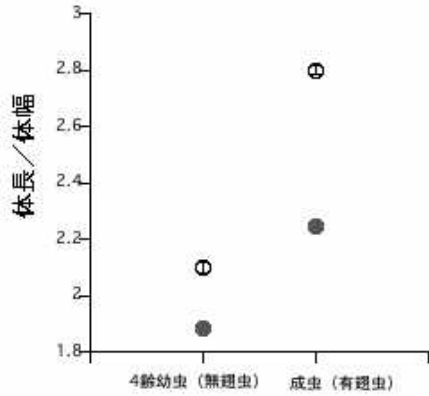
(1) 6-10 月までの調査の結果、トラップ捕獲数の大部分がアリ非共生型で、共生型アブラムシはほとんど捕獲されなかった (表 1)。近傍の木内の個体数は、*T. quercicola* と *T. paiki* で大きな差はなかった (表 1)。比率の同等性の検定の結果、両者には高度な有意差が見られた。このことから、アリ共生型アブラムシは翅を持つにも関わらず、ほとんど飛んでいないことが明らかになった。この結果は、共生アリによってアブラムシの移動分散が制限されているという最初の報告である。

(表 1) トラップ個体数と定点観察個体数

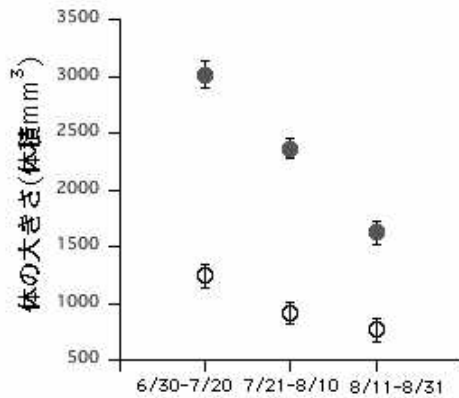
種名	アリ共生	近傍の木内で観察されたアブラムシ		χ^2	P
		数(有翅虫)	トラップ捕獲数		
<i>T. quercicola</i>	共生	1342	8		
<i>T. japonicus</i>	非共生	200	52	293.6	<0.001
<i>T. paiki</i>	非共生	1315	137	122.3	<0.001

(検定は、*T. quercicola* と *T. japonicus*, *T. quercicola* と *T. paiki* の組み合わせで、比率の同一性の検定を行った。P 値は Bonferroni 多重比較補正を行った)

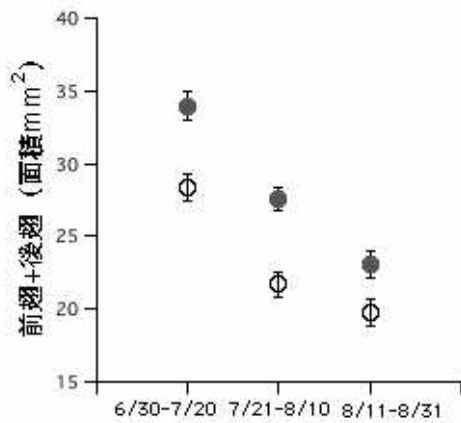
(2) 形態測定の結果、両種共に 4 齢幼虫から成虫に成長する時に、体が長細くなるが、その傾向は非共生型で顕著であった (図 3)。非共生型は絶対値としての体サイズと翅サイズが共生型より小さいが (図 4, 5), 体サイズとの相対比としては翅が大きいことが明らかになった (図 6)。また非共生型は、腹内の成熟胚子 (子供) 数も少ないが、その数は成虫時には著しく増加することが



(図 3)

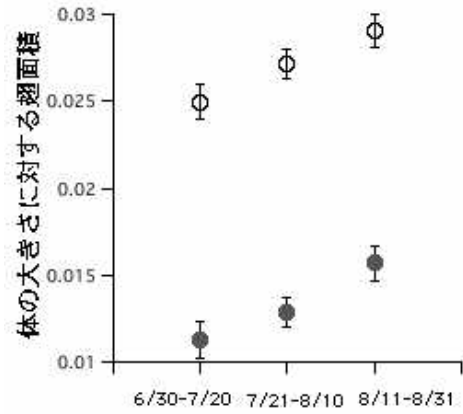


(図 4)

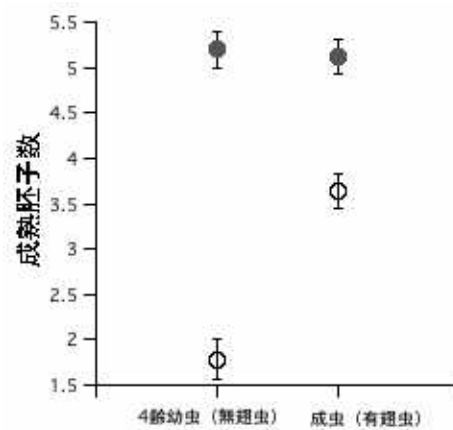


(図 5)

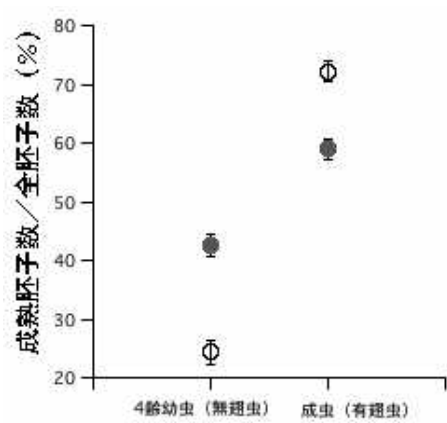
(いずれの図も ● はアリ共生型 *T. quercicola*, ○ はアリ非共生型 *T. paiki* の平均値と標準誤差を示す)



(図 6)



(図 7)



(図 8)

(いずれの図も ● はアリ共生型 *T. quercicola*, ○ はアリ非共生型 *T. paiki* の平均値と標準誤差を示す)

分かった (図 7)。成虫になった時点では、全胚子数に対する成熟胚子数の割合は逆転し、共生型のそれに比べて高かった (図 8)。

上記の結果をまとめると、アリ共生型アブラムシはほとんど飛翔しておらず、その体型も太めになっており、飛翔には不向きと思われる。そして残せる子供の絶対数は多いが、その成熟速度は相対的に遅いと言える。アリ共生型アブラムシは飛ぶためのエネルギーを子供の生産数増加に割り当てるのが可能になったと示唆される。しかしながら、アリに与える甘露の生産にコストがかかるために、子供が成熟するためには時間がかかり、そのため有翅虫になっても、その割合が低くなっていると考えられる。対照的に、アリ非共生型アブラムシは、頻繁に木と木の間を飛んでおり、その体型も飛翔に特化した、小さく且つほっそりとした形態を進化させたことを示唆している。胚子数は少ないが、成虫時には 70% 近く成熟しており、分散した先ですぐに子供を産み、そしてまた飛んでいくという戦略を採っていると考えられる。これは対捕食者戦略として適応的であると言える。

今後の展望として、アリ共生型アブラムシの飛翔能力を生理学的や解剖学的に検証することが挙げられる。飛翔には、飛翔筋とそこに動員される脂質エネルギーが必要である。これらを定量化し、非共生型と比較することが重要であろう。アリ共生・非共生型で有意な差がない場合は、アリ共生型アブラムシは飛ぶ能力を有しているが、アリによって飛翔を妨げられていることが示唆される。

また、本研究で行った形態測定を同属の他種にも拡張し、系統情報を考慮したアリ共生型アブラムシの進化についてもアプローチする予定である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 3 件)

① 八尾 泉 (2009) アリと共生するアブラムシの生態と進化. *生物科学* 61 (in press) 査読有り

② Yao I and Akimoto S (2009) Seasonal changes in the genetic structure of an aphid-ant mutualism as revealed using microsatellite analysis of the aphid *Tuberculatus quercicola* and the ant *Formica yessensis*. *Journal of Insect Science* 9: 09. 査読有り

③ Tatsuta H, Yao I and Tanaka Y (2009) Isolation of eight microsatellite markers from

Moina macrocopa for assessing cryptic genetic structure in the wild. *Molecular Ecology Resources* 9: 904-906. 査読有り

[学会発表] (計 3 件)

① 「アリ共生型アブラムシは翅があっても飛んでない」八尾 泉, 第53回日本応用動物昆虫学会 (2009. 3. 28 北海道大学)

② 「アリ共生型アブラムシは、翅があっても飛んでないのか？」八尾 泉, 第68回日本昆虫学会 (2008. 9. 15 香川大学)

③ 「アリとの共生レベルが強いアブラムシの遺伝子多様度は低い」八尾 泉, 第67回日本昆虫学会 (2007. 9. 17 神戸大学)

[その他]

ホームページ

<http://insect3.agr.hokudai.ac.jp/%7EYao/index.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

八尾 泉 (YAO IZUMI)

北海道大学・低温科学研究所・研究員

研究者番号：70374204