

ハネケナガツヤコバチのヤノネカイガラムシに対する探索行動と産卵行動：4. 寄生蜂の葉上滞在時間と被寄生寄主数におよぼす寄主密度の影響

梶田, 泰司
九州大学農学部生物的防除研究施設天敵増殖学部門

<https://doi.org/10.15017/23237>

出版情報：九州大学農学部学藝雑誌. 31 (4), pp.151-157, 1977-03. 九州大学農学部
バージョン：
権利関係：

ハネケナガツヤコバチのヤノネカイガラムシに 対する探索行動と産卵行動

4. 寄生蜂の葉上滞在時間と被寄生寄主数に およぼす寄主密度の影響*

梶 田 泰 司

九州大学農学部生物的防除研究施設天敵増殖学部門
(1976年11月16日受理)

Searching and Ovipositing Behaviour of *Aspidiotiphagus citrinus* (Craw), a Parasite of the Arrowhead Scale, *Unaspis yanonensis* (Kuwana)

4. Effect of Host Density on the Time Spent by the Parasite on a Citrus Leaf and the Number of Hosts Parasitized

HIROSHI KAJITA

Institute of Biological Control, Faculty of Agriculture,
Kyushu University, Fukuoka 812

はじめに

これまでの調査により、ハネケナガツヤコバチ *Aspidiotiphagus citrinus* (Craw) の探索行動は寄主ヤノネカイガラムシ *Unaspis yanonensis* (Kuwana) の葉上分布様式や葉の部位の影響をうけ(梶田, 1976; 神田・梶田, 1976), 産卵行動は介殼の構造の影響をうけることが明らかにされた(梶田, 1976)。しかし、ヤノネカイガラムシ雌雄のいずれがこの寄生蜂により寄生をうけ易いかはまだ明らかにされていない。そこで、本報ではヤノネカイガラムシの雌または雄のいずれか一方がいろいろな密度で定着しているミカン葉上にハネケナガツヤコバチを1頭放し、雌はどのような密度で雄よりも寄生をうけ易いかといった点を明確にしようとした。

本文に入るに先立ち、懇篤な指導と校閲の労をとられた九州大学農学部村上陽三助教授に心からお礼申し上げます。また、寄主と寄生蜂の採集に援助を与えられた鹿児島県果樹試験場河野通昭技師に対し感謝の意を表する。

材料と方法

供試のハネケナガツヤコバチは1973年10月に鹿児島県垂水市において採集した後、九州大学生物環境調節研究センターにおいてアカマルカイガラムシ *Aonidiella aurantii* (Maskell) を寄主として増殖したものである。実験には羽化後1日目の寄生蜂を使用した。寄主のヤノネカイガラムシは1975年7~9月に福岡市東区箱崎の九州大学農学部構内に植えられている無防除のウンシュウミカン樹から葉に定着しているままの状態で採集した。葉の裏面に所定数の1令中期幼虫の雌または雄のいずれか一方だけを残し、その他のカイガラムシはすべて除去した。このさい、除去するカイガラムシ数はできるだけ少くした。雌の密度区は5, 10, 15, 20 および 30 頭とし、雄はこれらの密度区のほかにさらに40頭区を設けた。雌はおもに主脈に定着しており、雄は葉脈と葉脈との間にひとつのコロニーを形成していた。実体顕微鏡下に1枚の葉を寄主の定着している裏面を上にしておき、その中央部に寄生蜂を1頭放した。寄生蜂を放してから寄生蜂

* 本研究は文部省科学研究費総合A「昆虫行動の多面的解析」によつた。

が飛びたつか、葉柄の最先端に到達するまでの時間を測定した。またその寄生蜂が葉上滞在中に発見した寄主数、産卵管を挿入した寄主数および被寄生寄主数を調べた。寄生の有無は寄主を解剖して確認した。実験は約 25°C の恒温室において各密度区につき 5 回ずつ行った。

結 果

1. 寄生蜂の葉上滞時間

ミカン葉におけるハネケナガツヤコバチの滞在時間が、ヤノネカイガラムシの葉あたり密度によりどのように変化するかを寄主の雌雄別に示したのが Fig. 1 である。今回の調査では各密度区における数値はすべて 5 回調査の平均値で示した。寄生蜂は寄主の定着していない葉には約 7 分間滞在した。雌の定着している葉における寄生蜂の滞在時間は低密度では密度のわずかな増加で急激に増大したが、高密度になると増加の割合が低下した。一方、雄の定着している葉においては低密度では比較的ゆるやかに増大し、中間の密度で急激に増大し、高密度では再びゆるやかな増大を示した。寄生蜂は雄の定着している葉よりも雌の定着している葉に長時間滞在する傾向を示した。なお、葉上滞在中寄生蜂は探索行動と産卵行動にほとんどすべての時間を費やし、体の清掃や休息に時間を費やすことはまれであつた。

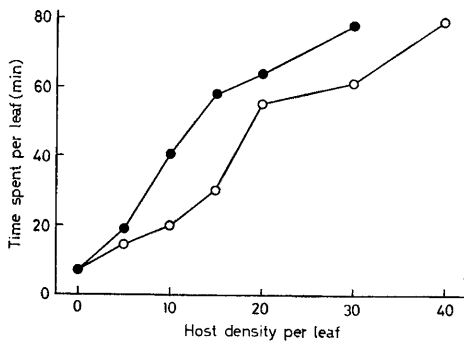


Fig. 1. Relationship between host density per leaf and time spent by the parasite on the leaf infested with females (●) and males (○).

2. 寄生蜂に発見された寄主数

ここで発見された寄主というのは、寄生蜂が触角で接触した寄主のことであり、触角が雄寄主の介殻上に分泌されている毛状物質に接触した場合も含めた。

Fig. 2 はハネケナガツヤコバチが葉上滞在中に発見した寄主数が寄主密度によりどのように変化するかを

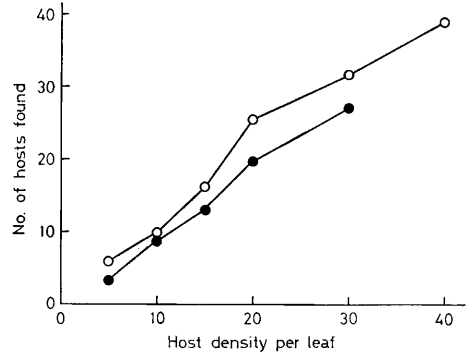


Fig. 2. Relationship between host density per leaf and number of hosts found by the parasite. Symbols are the same as Fig. 1.

寄主の雌雄別に示したものである。発見された寄主数の寄主密度に対する変化の傾向は Fig. 1 に示した滞在時間の変化に雌雄ともに似ていたが、雄の方が雌よりも多かつた点異なる。

3. 寄生蜂の産卵管挿入率と産卵成功率

産卵管挿入率というのは、ハネケナガツヤコバチが葉上滞在中に発見した寄主のうち産卵管を挿入した寄主の割合を百分率で示したものであり、産卵成功率というのは産卵管を挿入した寄主のうちで産卵した寄主の割合を百分率で示したものである。なお、今回の産卵成功率の算出法は本研究第 3 報 (梶田, 1977) における算出法と異なる。産卵管挿入率は Fig. 3 に示すように雌雄とも寄主密度の影響をうけていないようであるが、雌に対する産卵管挿入率と雄に対するそれとの間には大きな差がみられた。すなわち雄寄主に対するよりも雌寄主に対して著しく高い挿入率を示した。Fig. 4 は産卵成功率を示したものであるが、この場合も雌雄いずれの寄主に対しても寄主密度の影響を

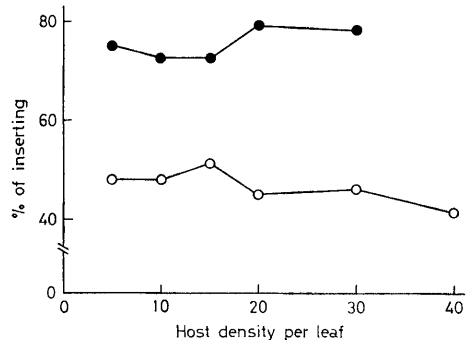


Fig. 3. Relationship between host density per leaf and rate of insertings with ovipositor to host-findings by the parasite. Symbols are the same as Fig. 1.

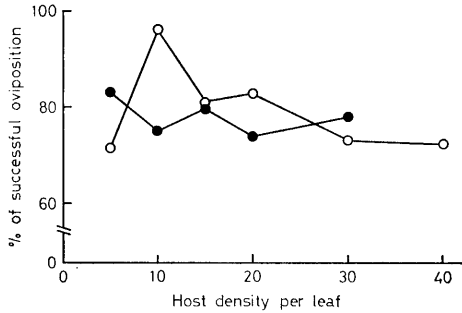


Fig. 4. Relationship between host density per leaf and rate of successful ovipositions to insertings with ovipositor by the parasite. Symbols are the same as Fig. 1.

とندوقけていないようであり、また雌雄間には大きな差がみられなかった。

4. 被寄生寄主数

寄主密度に対する被寄生寄主数の変化は Fig. 5 に示すとおりである。低密度における被寄生寄主数は雌雄ほぼ同じ割合で密度の増加とともに次第に増加した。雌の被寄生寄主数は高密度でも低密度のときと同じ割合で増加したが、雄の被寄生寄主数は高密度では増加の割合が低下した。ハネケナガツヤコバチは単寄生性であるので、1寄主に2卵以上産下された場合には過寄生になる。今回の調査では1寄主あたりの最高産下卵数は2個であったが、過寄生は雄寄主では極めて少なく、雌寄主では密度が増加するにつれて多くなった。全データによる1寄主あたりの平均産下卵数は雌が1.1個であり、雄は1.0個であった。供試寄生蜂の最高産卵数は雌寄主に対しては22個であり、雄寄主に対しては17個であった。

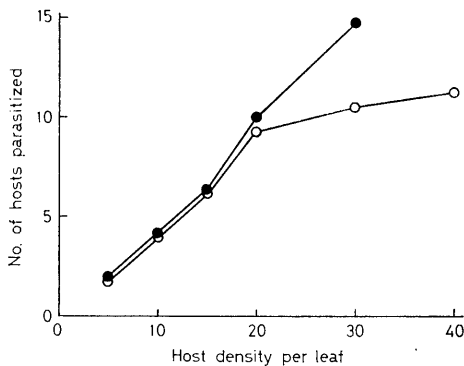


Fig. 5. Relationship between host density per leaf and number of hosts parasitized by the parasite. Symbols are the same as Fig. 1.

5. 寄生率

雌雄の寄主に対する寄生率が寄主密度によりどのように変化するかは Fig. 6 に示すとおりである。雌に対する寄生率は葉あたり20頭の寄主密度までは密度の増加にともない次第に上昇し、それ以上の密度では横ばいの傾向がみられた。一方、雄に対する寄生率は20頭の密度までは上昇する傾向がみられたが、それよりも高密度になると明らかに低下した。低密度における雌に対する寄生率は雄に対するそれよりもわずかに高いだけであつたが、高密度になると明らかに雌雄間の差が増大した。

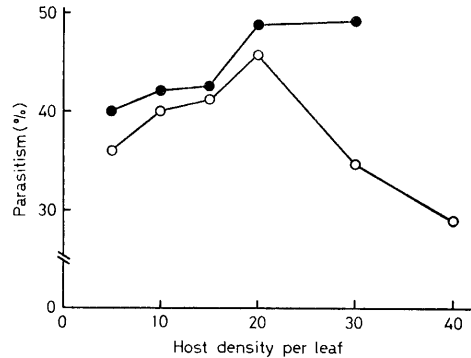


Fig. 6. Relationship between host density per leaf and percentage parasitism by the parasite. Symbols are the same as Fig. 1.

考 察

Laing (1937) は産卵行動前にはほぼ直線的に歩行するヨトウタマゴバチ *Trichogramma evanescens* Westwood が産卵行動後に蛇行するように歩行することを明らかにした。それ以来、このように産卵行動の前後で歩行様式を変化させる寄生蜂は寄主の少ないところよりも多いところに長時間滞在し、寄主の多いところで寄生率が高くなることが期待されている (Hassell, 1971)。ハネケナガツヤコバチは産卵行動前後で歩行様式を変化させるばかりでなく、産卵行動後には歩行速度を低下させることが知られている (梶田, 1976; 神田・梶田, 1977)。今回の調査では、ハネケナガツヤコバチはヤノネカイガラムシの少ない葉よりも多い葉に長時間滞在し、雌に対する寄生率は寄主の多い葉ほど高くなる傾向が認められた。しかし、雄に対する寄生率はある程度以上寄主の多い葉で低下した。ここでは、雌と雄に対する探索行動についておもに検討したい。

寄主密度と寄生蜂の滞在時間との関係を扱った研究

は少ない。Hassell (1971) はヒメバチの1種 *Nemeritis canescens* (Gravenhorst) の相互干渉の研究のなかで、いろいろな寄主密度の容器を並べたケージのなかに寄生蜂を1頭放し、ある寄主密度の容器に滞在する時間を全密度区の容器に滞在した時間の合計に対する割合で示している。それによると、滞在時間の割合は低密度ではあまり増加しないが、高密度になると急激に増大している。ハネケナガツヤコバチの葉上滞在時間はこれと趣を異にし、高密度ではあまり増大しなかつた。供試前のハネケナガツヤコバチは卵巣内に約40個の卵をもっているものと推定される(梶田, 1972)。この卵巣卵数と産卵数との間には雌寄主の高密度の葉においても約20個の差があり、卵巣内の卵が完全に産みつくされたとは考え難い。*N. canescens* の卵巣卵数はハネケナガツヤコバチのその約2倍であることから(Hassell, 1971)、ハネケナガツヤコバチの単位時間あたりの産下卵数が少ないことが高密度の葉における滞在時間の増加の割合を低下させた一因となっているのではないと思われる。

葉上滞在中のハネケナガツヤコバチはほとんどすべての時間を探索行動と産卵行動に費やしたが、これは産卵未経験で多くの卵をもっている寄生蜂が実験に供されたためと思われる。このような場合、寄生蜂が探索行動に費やした時間は滞在時間から産卵行動に費やした時間を差引くことによつて推定することが可能であろう。前報(梶田, 1977)において、約30°Cにおける1令後期幼虫雄に対する産卵行動時間は約25°Cにおける1令中期幼虫雄に対する産卵行動時間とはほぼ等しく、また産卵行動時間は産卵を重ねてもほとんど変化しないことが明らかにされている。そこで、今回の調査結果に前報の約30°Cにおける1令後期幼虫の雌と雄とを触角で叩く時間(寄生蜂が寄主を発見した場合)、産卵行動時間(産卵に成功した場合)およびみかけの産卵行動時間(産卵に失敗した場合)を代入して、産卵行動に費やされた時間を推定した。Fig. 7 Aは滞在時間から、このようにして産卵行動時間の推定値を差引いた値を探索行動時間として示したものである。雌の定着している葉における探索行動時間は低密度では密度の増加とともに増大したが、高密度になるとほとんど変化しなかつた。一方、雄の定着している葉における探索行動時間は低密度ではあまり増大しなかつたが、中間の密度で急激に増大し、高密度になつても幾分増大する傾向がみられた。

つぎに、探索効率の一指標として1分間の探索行動において発見された寄主数を推定したのが Fig. 7 B

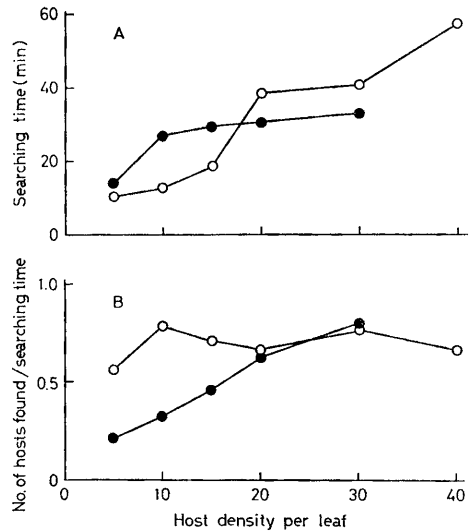


Fig. 7. Relationship between host density per leaf and calculated searching time (A) and number of hosts found per minute (B). Symbols are the same as Fig. 1.

である。雌の定着している葉における単位時間あたりの発見寄主数は密度の増加にともない次第に増大したが、雄の定着している葉における単位時間あたりの発見寄主数は密度の影響をほとんど受けず、ほぼ一定の値を示した。

ハネケナガツヤコバチの産卵行動はヤノネカイガラムシの介殻の厚さや雄の背面に分泌されている毛状物質や綿状物質により阻害される(梶田, 1977)。今回の調査において、雄寄主に対する産卵管挿入率が雌寄主に対するよりも低かつた原因は雄寄主の背面に毛状物質が分泌されていたためと考えられる。また、産卵成功率が相当高率になつたのは介殻の比較的薄い、1令中期幼虫を寄主として使用したためと考えられる。

オンシツコナジラミの寄生蜂 *Encarsia formosa* Gahan は寄主を均一に並べた場合よりもコロニー状に並べた場合の方が多くの寄主に寄生する(Burnett, 1958)。これは寄生蜂がコロニーに出合つたさい、そのコロニーを構成している数頭の寄主に遭遇するためらしい。また Laing (1938) によると、ヨトウタマゴバチの単位時間あたりの発見寄主数は寄主の隣接個体間距離の増加にともない急激に減少する。これらの報告と今回の調査結果とを照合すると、ハネケナガツヤコバチが単位時間あたりに発見した雄の頭数が雌のそれよりも多く、しかもほぼ一定の値を示したのは、雄の密度の変化にもかかわらず、わずか約0.5 mmの隣接個体間距離でコロニーを形成して定着しているこ

と(梶田, 1976)と関連性があるものと考えられる。この寄生蜂の歩行速度(神田・梶田, 1977)からみると、コロニー内における寄主間の移動にはせいぜい数秒しか要しないであろう。それにもかかわらず、単位時間あたりの発見寄主数が割合に少なく推定されたのは、寄生蜂が雄のコロニー外を密度に応じて相当広範囲にわたり探索したことを示唆する。一方、雌の隣接個体間距離は密度の増加にともない双曲線を描いて減少し(梶田, 1976)、寄生蜂は雌の主要な定着部位となっている主脈に沿って直線的に歩行する傾向が強い(神田・梶田, 1977)。これらのことから、雌の定着している葉における寄生蜂は密度の増加につれて急激に主脈に沿って直線的に歩行する傾向を強め、高密度になると主脈以外の部位をほとんど探索しなかつたものと考えられる。

ヨトウタマゴバチは触角と産卵管とで既寄生寄主を識別するといわれる(Salt, 1937)。この寄生蜂は既寄生寄主に遭遇した場合には、産卵行動後のように蛇行するような歩行様式ではなく、直線的な歩行様式を示す(Laing, 1938)。ハネケナガツヤコバチの既寄生寄主識別能力についてはこれを示唆する報告があるが(梶田, 1976; 神田・梶田, 1977)、詳細は不明である。しかし、1寄主あたりの産下卵数が2個以下であつたこと、主脈において同じ部位を往復しながら未探索の部位を探索したこと(梶田, 1976)、さらに図表には示さなかつたが雄のコロニーを2回以上訪問した場合にはほとんど産卵行動を示さなかつたことから、ハネケナガツヤコバチは不完全ではあるが既寄生寄主を識別する能力をもっているものと思われる。ところで、ヨトウタマゴバチの触角による既寄生寄主識別は寄主に観点をのいた場合のことで、すでに探索した部位の識別と同じ機構によるのではないかといわれる(Salt, 1937)。ハネケナガツヤコバチの識別能力についても、寄生をうけた寄主を識別するか、探索した葉の部位や寄主を識別するかを今後明確にする必要がある。

寄主密度に対する被寄生寄主数の変化がシグモイド型になる例はあまり知られていない。キョウヤドリコバチ *Nasonia vitripennis* Walker は羽化後しばらくの間寄主を発見しないと卵吸収を引起すことから、低密度における被寄生寄主数はあまり増加しないと考えられている(Varley and Edwards, 1957)。ハネケナガツヤコバチは羽化後3日目まで寄主を与えないと卵吸収を引起すが(梶田, 1972)、供試の寄生蜂は羽化後1日目の個体であり卵吸収の影響はない

ものと考えられる。Takahashi (1968) はスジマダラメイガの寄生蜂 *Nemeritis canescens* (Gravenhorst) の機能の反応がシグモイド型になることを報告している。この寄生蜂の探索行動は寄主の臭いや寄主の生息していた食物に刺激されているといわれる。ハネケナガツヤコバチの探索行動も寄主の臭いに刺激されていると考えられており(神田・梶田, 1977)、比較的低密度の範囲内でみる限りでは高い密度で探索行動は活発になつた。しかし、ハネケナガツヤコバチを腰高シャーレに収容して機能の反応を調べた結果(梶田, 未発表)、被寄生寄主数は飽和型の反応となつた。これらのことから、機能の反応がシグモイド型になるのは今回の調査のように寄生蜂が開放的な条件下におかれた場合であると考えられる。この点で、野外における雌に対する寄生率が密度の増加にともない上昇する傾向を示すこと(Murakami *et al.*, 1974)は興味がある。しかし、野外で雌に対する寄生率が上昇するのは極めて低い密度の場合であり、葉あたり10頭以上の密度になると明らかに低下しはじめる。この10頭という密度は今回の調査では寄生率が上昇する途上にある密度であるが、この違いは野外では雌と雄とが同じ葉に定着している場合があること、寄主は葉の表面と裏面の両方に定着している場合があること、葉を訪れる寄生蜂は1頭に限らないことなどによるであろう。いずれにしても、雌に対する寄生率が雌に対するよりも高いことは野外調査と一致している。

以上のように今回の調査では、ハネケナガツヤコバチによるヤノネカイガラムシの寄生率が寄主の葉上分布様式と介殻の構造の影響をうけるというMurakami *et al.* (1972)の指摘を支持する結果がえられた。ヤノネカイガラムシの有力な天敵が発見されていない現状では、ハネケナガツヤコバチの雌に対する寄生率が雄に対するよりも高いという点を活用して積極的な利用方法を考案し、その実用化の可能性を検討することは無意味ではないであろう。Murakami *et al.* (1974)の提案している代替寄主の供給はその一法であるが、その場合には代替寄主とヤノネカイガラムシとの間の寄生蜂の移動が重要な問題となる。今後は1枚の葉を離れた寄生蜂がどのようにして他の葉や他の樹へ移動するかといった点を究明してゆく必要がある。

摘 要

ヤノネカイガラムシの雌と雄のいずれがハネケナガツヤコバチにより寄生をうけ易いかを明らかにするため、1令中期幼虫の雌または雄のいずれか一方がいる

異なる密度で定着しているミカン葉上に羽化後1日目の寄生蜂を1頭放し、探索行動と産卵行動を詳細に調べた。実験は約25°Cの恒温室において各密度区につき5回ずつ繰返した。

1. 寄生蜂の葉上滞在時間は葉あたり密度の増加にともない幾分シグモイド型を描いて増大した。寄生蜂は雄の定着している葉よりも雌の定着している葉に長時間滞在した。

2. 寄生蜂に発見された寄主数は密度の増加にともない次第に増加したが、高密度ではあまり増加しなかった。寄生蜂は雌よりも雄を多く発見した。

3. 産卵試行率と産卵成功率は密度の影響をほとんどうけなかった。産卵試行率は雌の方が雄よりも明らかに高く、産卵成功率は雌雄間に大きな差がみられなかった。

4. 被寄生寄主数は密度の増加にともない幾分シグモイド型を描いて増加した。雌の被寄生寄主数は低密度では雄よりもわずかしか多くなかったが、高密度では雌の方が明らかに多かつた。

5. 雌に対する寄生率は密度の増加にともない上昇する傾向を示したが、雄に対する寄生率は中間の密度まで上昇し、高密度では低下した。雌に対する寄生率はすべての密度で雄に対するよりも高かつた。

文 献

- Burnett, T. 1958 Effect of host distribution on the reproduction of *Encarsia formosa* Gahan (Hymenoptera: Chalcidoidea). *Can. Ent.*, **90**: 179-191
- Hassell, M. P. 1971 Mutual interference between searching insect parasites. *J. Anim. Ecol.*, **40**: 473-486
- 梶田泰司 1972 ハネケナガツヤコバチの卵巣卵数と産卵数に及ぼす日令効果。応動昆, **16**: 202-204
- 梶田泰司 1976 ハネケナガツヤコバチのヤノネカイガラムシに対する探索行動と産卵行動. 1. 寄主の葉上分布様式と寄生蜂の探索行動. 九大農学芸誌, **31**: 113-117
- 梶田泰司 1977 ハネケナガツヤコバチのヤノネカイガラムシに対する探索行動と産卵行動. 3. 寄生蜂の産卵行動におよぼす介殻の構造の影響. 九大農学芸誌, **31**: 125-131
- 神田健一・梶田泰司 1977 ハネケナガツヤコバチのヤノネカイガラムシに対する探索行動と産卵行動. 2. 寄生蜂の探索行動におよぼす葉の部位の影響. 九大農学芸誌, **31**: 119-124
- Laing, J. 1937 Host-finding by insect parasites. I. Observations on the finding of hosts by *Alysia manducator*, *Mormoniella vitripennis* and *Trichogramma evanescens*. *J. Anim. Ecol.*, **6**: 298-317
- Laing, J. 1938 Host-finding by insect parasites. II. The chance of *Trichogramma evanescens* finding its hosts. *J. Exp. Biol.*, **15**: 281-302
- Murakami, Y., H. Uematsu, S. Ohga and H. Kajita 1972 Parasites of *Unaspis yanonensis* in Japan. *Mushi*, **46**: 45-52
- Murakami, Y., M. Kohno and M. Nagahama 1974 Seasonal sequence of parasitism of *Unaspis yanonensis* (Kuwana) (Homoptera: Diaspididae). *Appl. Ent. Zool.*, **9**: 87-94
- Salt, G. 1937 The sense used by *Trichogramma* to distinguish between parasitized and unparasitized hosts. *Proc. R. Soc. London, Ser. B*, **122**: 57-75
- Takahashi, F. 1968 Functional response to host density in a parasitic wasp with reference to population regulation. *Res. Popul. Ecol.*, **10**: 54-68
- Varley, G. C. and R. L. Edwards 1957 The bearing of parasite behaviour on the dynamics of insect host and parasite populations. *J. Anim. Ecol.*, **26**: 471-477

Summary

The present paper concerns mainly with effect of the density of *Unaspis yanonensis* (Kuwana) on searching by *Aspidiotiphagus citrinus* (Craw). By liberating a single female parasite against either female or male larvae of host at the first instar settled on a citrus leaf at different densities, the author examined the time spent by the parasite on the leaf and the number of hosts found and parasitized. Each experiment was repeated five times at the temperature of 25°C. Most of female hosts settled on the central vein of the leaf whereas male hosts settled a colony in the interveinal area. Parasites used in this experiment were two days old.

The time spent by the parasite on a leaf and the number of hosts found and parasitized were dependent upon host densities. These responses to host densities were

slightly sigmoid in form. But there were differences in response curves between female and male host. An analysis indicated that the number of female hosts found per unit time increased with increase of the host density, while the number of male hosts found per unit time was almost same through host densities. The number of hosts found by the parasite was higher in male hosts than in female hosts. But the number of hosts parasitized by the parasite was lower in male hosts than in female hosts because oviposition by the parasite in male hosts was sometimes disturbed by their excretion of threads. Thus the percent parasitism of the female host increased as the host density increased, and it was higher than that of male hosts.