

## クワコナカイガラヤドリバチの大量飼育における密度効果

梶田, 泰司  
九州大学農学部昆虫学教室

<https://doi.org/10.15017/23032>

---

出版情報：九州大学農学部学藝雑誌. 24 (2), pp.161-166, 1969-06. 九州大学農学部  
バージョン：  
権利関係：

## クワコナカイガラヤドリバチの大量飼育に おける密度効果\*

梶 田 泰 司

Studies on the utilization of natural enemies as "biotic insecticides." Density effect in the mass culture of *Pseudaphycus malinus* Gahan

Hiroshi Kajita

### はじめに

クワコナカイガラヤドリバチ *Pseudaphycus malinus* Gahan の大量飼育を行なう場合、ハチとクワコナカイガラムシ *Pseudococcus comstocki* (Kuwana) との数量的関係を明らかにしておくことは極めて重要であるが、従来の大敵の研究においてはこの種のは少ない。ここで究明しようとした増殖については個体群生態学の分野からいくつかの研究が発表されており、例えば、内田 (1950) によれば、増殖は産卵率、死亡率、性比、発育所要日数、寿命などと大きな関連性があるといわれる。そこで、ここでは放飼密度を異にした場合のクワコナカイガラヤドリバチの繁殖率、死亡率、性比、発育所要日数などを調査して、このハチの大量飼育における最適放飼密度を明らかにしようとした。

この報告を行なうにあたり、日頃御指導を賜わっている九州大学農学部安松京三教授、平嶋義宏助教授に心からお礼申し上げる。また、実験の遂行に御援助を頂いた武田薬品工業株式会社関係各位に感謝の意を表す。

### 実験方法

供試のクワコナカイガラムシおよびクワコナカイガラヤドリバチは 25°C の恒温室において 10 数世代飼育して来たものであり、実験は温度 25°C、湿度 60~80%、1 日あたりの照明時間 8.5 時間の条件下で行なつた。

第 1 実験では、黒皮系のカボチャに寄生している 1,000 頭の 3 令雌カイガラムシに対して雌のハチを約

25, 50, 100, 200, 400, 800 頭放して、寄生率、繁殖率、性比などを調べた。ハチの放飼方法はつぎのとおりである。予備実験によつて羽化開始後 48 時間以内羽化したハチの頭数および性比を調べ、本実験では所定数のハチが実験開始後 48 時間以内に羽化するだけのマミーの数を、ハチ成虫が通過出来る網袋に入れて、カイガラムシが潜息しているカボチャの上に置き、48 時間後に袋を容器から取り出した。容器は内径 24 cm、深さ 12 cm のプラスチック製の水槽を用いた。マミー形成後 2, 3 日目にマミーの数を調べた後、各放飼区から 10 個のマミーを選び出して 1 個ずつガラス管に入れ、羽化したハチの頭数、性比、蛹の死亡率および発育所要日数を調べた。実験は 5 回行なつた。また、これとは別に各放飼区から 50 個のマミーを選び出して 1 個ずつガラス管に入れ、羽化頭数と蛹の死亡率を調べた。

第 2 実験では、卵および幼虫期の死亡率を明らかにしようとした。ハチの放飼方法は第 1 実験と同じであり、被寄生カイガラムシの解剖は卵の場合はハチが 1 令になつた直後に、幼虫の場合はハチが前蛹になる直前に行なつた。調査は 25 頭放飼区では 10 頭ずつ 10 回、50 頭放飼区は 15 頭ずつ 8 回、100~800 頭放飼区では 20 頭ずつ 5 回行なつた。

### 実験結果

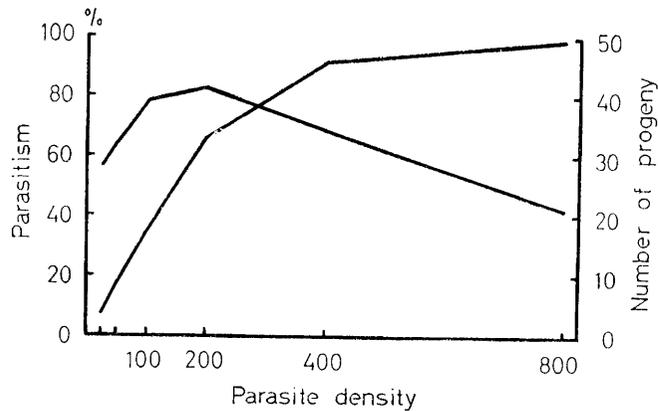
第 1 表に示したように、マミー 1 個あたりのハチの羽化頭数は 25 頭放飼区と 50 頭放飼区との間に大差はないが、100 頭以上の放飼区では放飼数の増大に伴つて増加した。しかし、その増加の割合は放飼数の増加に比例した一定の値を示さなかつた。50 個のマミーから羽化したハチの頭数の分散を Morishita (1959) の  $I_0$  を算出して比較したところ、100 頭および 200 頭

\* Contribution Ser. 2, No. 306. Entomological Laboratory, Kyushu University, Fukuoka.

第1表. 放飼数別に見たクワコナカイガラヤドリバチの1雌あたりの形成されたマミー数および1個のマミーから羽化した仔の数.

Number of mummies produced by a single female parasite and number of parasites that emerged from one mummy.

	Parasite density					
	25	50	100	200	400	800
No. of mummies produced by a single female parasite	2.6	3.6	3.5	3.4	2.3	1.3
No. of parasites emerged from one mummy	9.8	9.0	11.1	12.3	14.5	16.3



第1図. 放飼数別に見たクワコナカイガラヤドリバチの寄生率および繁殖率.  
Parasitism and number of progeny produced by a single female parasite at different parasite densities.

区は1で、他は1よりやや大きかった。

つきに、1雌あたりの形成されたマミー数を第1表から見ると、50頭放飼区が最も多く、400頭以上の放飼区では3個以下に減少して25頭放飼区より少なくなった。繁殖率は第1図に示したように、放飼したハチの増加に伴って増大して、200頭放飼区では最大になったが、400頭以上放飼すると減少した。また、寄

生率はハチの放飼数の増加につれて増大し、400頭放飼区では平均91.9%、800頭放飼区では平均98.8%になった(第1図)。

仔バチの性比は第2表に示したように、100頭放飼区で最も高く、その前後の放飼区はいずれも低かった。このハチは arrhenotokous parthenogenesis を行なうため、第2表および第3表からも解るように

第2表. 放飼数別に見たクワコナカイガラヤドリバチの発育所要日数、仔の性および前翅の長さ.

Number of days required from egg to adult, sex ratio and length of fore wing of the parasite at different parasite densities.

	Parasite density					
	25	50	100	200	400	800
No. of days required from egg to adult	19.6	19.5	20.0	19.5	20.0	19.4
sex ratio * (%)	61.0	66.6	70.1	69.7	66.0	58.1
Length of fore wing (mm)	0.77	0.78	0.77	0.78	0.77	0.75

\* 100 (Female/Male) %

第3表. 放飼数別に見たクワコナカイガラヤドリバチの雄のみが羽化したマミー数.

Number of mummies (per 50 mummies) that produced only adult males.

Parasite density	No. of mummies
25	7
50	3
100	2
200	0
400	0
800	0

低い放飼区における雄の増加は単為生殖によると考えられる。

*Trichogramma* では多寄生の度合が大きくなると、異常形態の仔が生ずるといわれるが(弥富, 1950), クワコナカイガラヤドリバチではそのような個体は全く見られなかつた。体長の指標としての前翅の長さは第2表に示したように 25~400 頭放飼区ではほとんど変わらないが, 800 頭放飼区では幾分か小さかつた。

ハチを放飼してから次世代のハチが羽化を開始するまでの日数は第2表に示したように, ハチの放飼数によつてほとんど変わらなかつた。もつとも, この実験ではハチが産卵を行なつた日は決め難いが, 各放飼区を通して大半のハチは放飼後2~3日目に死亡し, またハチの産卵期間は放飼数によつて大差ないと考えられたので, この場合の産卵日はハチの放飼日にした。

ハチの虫態別に見た死亡率は第4表に示したとおりである。卵期における死亡率は幼虫期におけるそれと同様に, いずれの放飼区においても2%以下であつた。蛹の死亡率を翅を伸したものとそうでないものとに分けて見ると, 翅を伸さない蛹の死亡率は100頭以上の放飼区では5~14%で, これは幼虫期における死亡率をはるかに上回るが, 翅を伸した蛹の死亡率は大部分の放飼区で翅を伸さないものより大きかつた。つまり, ハチは蛹化直後に死亡するよりはむしろ羽化直

前に死亡する方が多かつた。なお, 卵および幼虫期においては, 1寄主内の全個体が死亡することが多かつたが, 蛹では大抵の場合, 1寄主内のハチのうちの一部が死亡した。

### 考 察

ロジスチック理論を基にして提唱された藤田・内田(1952)の密度と繁殖率との関係を扱つた数式はゾウムシコガネコバチ *Neocatolaccus manezophagus* Ishii et Nagasawa\* (内田, 1944), ゴイムシアカタマゴバチ *Trichogramma japonicum* Ashmead (Kuno, 1962) などによく当てはまり, この場合ハチの繁殖率は密度の増加に伴つて減少するといわれるが, 今回供試のクワコナカイガラヤドリバチの繁殖率は前述の数式に適合しなかつた。しかし, それはこのハチの繁殖率が200頭放飼区で最も高くなつたことからすればむしろ当然かも知れない。一般に, 繁殖率の低下の主な原因には産卵行動の阻害と産卵数の減少が挙げられる。前者については, 交尾によつて初めて産卵が誘起されることが考えられるが, このハチの場合, 産卵は交尾の有無に関係なく行なわれ, しかも未交尾のハチの産卵数は交尾したもののそれと大差ないので, このハチの交尾と繁殖率とを結びつけることは出来ない。そこで, つぎに産卵行動と繁殖率との関係を明らかにするために, Nicholson (1933) の a の値を算出したところ, 400頭放飼区で最も大きくなつた。このような結果が得られた主な原因のひとつはハチの放飼方法にあるのではないかと考えられた。すなわち, 700頭の雌3令カイガラムシに対して, 放飼数を確める目的で一時的に麻酔した雌のハチを25, 50, 100, 200, 400頭放した予備実験における繁殖率は, 50頭放飼区でやや低下したが, 25~200頭放飼区では32~34頭で400頭放飼区で初めて23頭に低下した。実際に羽化したハチの頭数と性比を確認しなかつた本実験でも

第4表. 放飼数別に見たクワコナカイガラヤドリバチの卵, 幼虫および蛹の死亡率.

Mortality in the three developmental stages of the parasite at different parasite densities.

Developmental stage of the parasite	Parasite density					
	25	50	100	200	400	800
Egg	0	0.5	0.5	1.2	0.7	0.1
Larva	0.4	1.1	0.4	0.7	0.1	0.9
Pupa	6.1	8.9	20.7	17.2	17.0	18.6

\* この種は現在 *Anisopteromalus calandrae* (Howard) のシノニムとされている (立川哲三郎, 1966, 日本応用動物昆虫学会誌 10: 99).

所定数のハチが羽化したことも考えられるが、今回の放飼方法では、1個のマミーから羽化したハチの性比から解るように、使用するマミー数が少ないほど放飼したハチの数が不正確になる恐れがあった。この他に考えられることは、ある放飼区では産卵せずに容器に付着しているハチの割合が増加するのではないかということであるが、このことは放飼数の少ない区では重大な問題になる。例えば、内径 1 cm、長さ 8 cm の試験管に 3 令雌カイガラムシを 20 頭入れ、そこに 24 時間雌のハチを 5、10、20 および 40 頭放したところ、ハチの産卵数は 20 頭および 40 頭放飼区で大きく制限された。そこで、5 頭および 10 頭放した場合について実験を繰返した結果は第 5 表に示したように、産卵

第 5 表. クワコナカイガラヤドリバチの生息密度と産卵回数および産卵数との関係。

Oviposition behaviour of the parasite at different parasite densities.

	Parasite density	
	5	10
No. of oviposition behaviour	6.0	8.6*
No. of deposited eggs	24.2	28.0*

Note: Observation was made for an hour.

\*  $0.02 < p < 0.05$  (T-test of significance)

数および 1 時間内の産卵回数ともに 10 頭放した方が多かつた。いずれにしても、こうした疑問が残る限り、中間の放飼数のところで繁殖率が最大になるとは結論し難く、その原因の解明には更に詳細な資料の蓄積が必要であろう。なお、800 頭放飼区のような高い密度では、ハチの産卵行動が互に阻害されるばかりでなく、1 寄主内の産下卵数が増大するために死亡率が増大し、その結果として繁殖率は低下した。

1 寄主から羽化した次世代のハチの数は放飼したハチの増加に伴って多くなつたが、その分散は全般に集中的であつた。これは 1 雌あたりの形成されたマミー数からも解るように、ハチの放飼数が少ないと、1 頭のカイガラムシに 2 回以上産卵する確率は非常に小さいが、放飼数の増加につれて同一カイガラムシに 2 回以上産卵する確率が増大するために 1 寄主内のハチの頭数も全般的に多くなる。

未交尾のクワコナカイガラヤドリバチの仔はすべて雄になるため、交尾は大量飼育を行なう場合に重要な問題であるが、今回の実験ではハチの放飼数が少ない

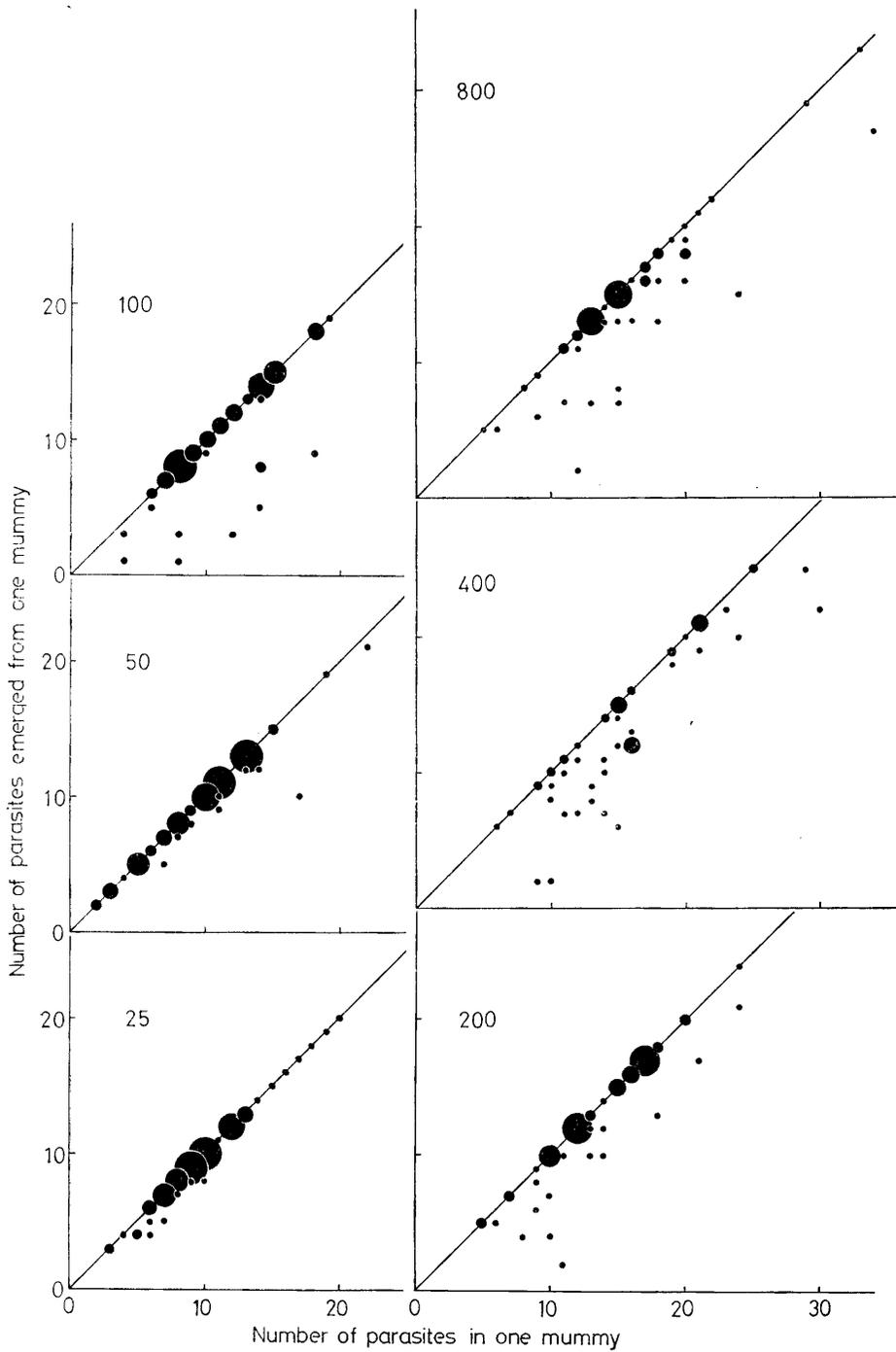
と、雄のみ羽化したマミーの数が多くなる傾向があつた(第 3 表)。このことはとりもなおさずハチの放飼数が少ないと交尾する機会が減少することを示唆している。一方、ハチの放飼数が多いところでも雄の割合が大きかつたが、この原因は 400 頭および 800 頭放飼区では雄のみが羽化したマミーが 1 個も見られなかつたことからすると、仮りに未交尾のハチが産卵してもその前後に交尾したハチが産卵するので、すべての卵が雄になる可能性は極めて少なく、また 1 寄主内のハチの頭数が多くなると死亡率が高くなるばかりでなく、雄よりも雌の死ごもり率が高くなることが挙げられる。

一般に、寄生蜂で最も死亡率の高い虫態は幼虫であると思われるが、クワコナカイガラヤドリバチでは蛹の死亡率が最も高かつた。そして、この場合、翅が伸展したものの死ごもりが目立つた。死亡率は飼育において最も重要な要因であるが、今回の実験では供試虫数の少ないこともあつて、ハチの放飼密度との間にはつきりした関係を見出すことが出来なかつた。しかし、低い放飼密度では放飼密度が大きくなるにつれて死亡率も増大する傾向があつたが、高い放飼密度における死亡率はほぼ一定していた。これは 100 頭放飼区で死亡率が異常に増大したためかも知れないが、第 2 図に示したように、各マミーについて見た死亡率も多寄生度が高くなると死亡率が大きくなるとは限らなかつた。すなわち、このハチの死亡は単に餌不足として安易に片付けられないものを含んでいる。

Miller (1964) によれば、*Drosophila* の生育期間は生息密度の違いによつて異なるが、クワコナカイガラヤドリバチではこのような結果は得られなかつた。なお、本実験では産卵日は判然としなないが、図示の結果を応用する場合には 1 日減じた方が妥当のようである。

体長の指標としての前翅の長さは 800 頭放飼区で幾分小さくなつた以外は差なかつたが、ハチの産卵数は体長そのものよりもむしろ生存日数との間にはつきりした関連性を持つているので、この場合 800 頭放飼以外では体長を重視する必要はない。

さて、以上のような結果から、クワコナカイガラヤドリバチの大量飼育を行なう際の密度の影響は寄生率、繁殖率、死亡率によく表われたといえるが、死亡率は高い放飼密度でも大差ないのでこの場合除外して、寄生率と繁殖率とを見ると、寄生率は放飼数が多くなるほど増大し、繁殖率は 200 頭放飼区で最も大きく、以下 100、400 頭区との順であつた。大量飼育では寄生



第2図. 放飼数別に見た1マミーあたりの生息数と死亡数との関係.

Relation between the number of dead parasites and the total number of parasites in one mummy at different parasite densities.

率が 100 多でない場合、寄生されたカイガラムシとそうでないものとを区別せねばならないので、寄生率は高いほど望ましいが、この場合繁殖率は極端に低いものであつてはならない。しかし、両者のピークは一致しないので、寄生率の方を重視すれば 400 頭の放飼が適当であると考えられる。この結果は田中・大城(1965)により発表された結果と非常によく一致している。

### 摘 要

本実験はクワコナカイガラヤドリバチの大量飼育における最適放飼密度を見出す目的で、1 個のカボチャ上に 3 令雌カイガラムシ 1000 頭に対して雌のハチを 25, 50, 100, 200, 400 および 800 頭放して、ハチの繁殖率、寄生率、死亡率、性比、発育所要日数および体長の指標としての前翅の長さを調査した。この結果、繁殖率と寄生率は、ハチの放飼数によつて特に大きく影響されることがわかり、雌バチの最適放飼数はカイガラムシ 1000 頭に対して雌 400 頭と判断された。

### 引用文献

- 弥富喜三 (1950) ズイムシアカタマゴバチの増殖におよぼす過寄生の影響。応動雑。16: 1-8.
- Kuno, E. (1962) The effect of population density on the reproduction of *Trichogramma japonicum* Ashmead (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Res. Popul. Ecol. 4: 47-59.
- Miller, R. S. (1964) Larval competition in *Drosophila melanogaster* and *D. simulans*. Ecology 45: 132-148.
- Morishita, M. (1959) Measuring of the dispersion of individuals and analysis of the distributional patterns. Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ. Ser. E. (Biol.) 2: 215-235.
- Nicholson, A. J. (1933) The balance of animal populations. J. Anim. Ecol. 2: 132-178.
- 田中 学・大城弘弘 (1965) クワコナカイガラムシ *Pseudococcus comstocki* (Kuwana) の天敵、クワコナカイガラヤドリバチ *Pseudaphycus malinus* Gahan の産卵効率および生産費について。九州病害虫研究会報 11: 58-59.
- 内田俊郎 (1944) 実験的棲息群内におけるアズキゾウムシとその寄生蜂の相互関係。I. 応昆。4: 117-128.
- 内田俊郎 (1950) 昆虫の実験個体群。生物の集団と環境。111 pp. とくに 10-23. 岩波書店, 東京。

### Summary

The density of *Pseudaphycus malinus* Gahan against a given number of host mealybugs, *Pseudococcus comstocki* (Kuwana) is one of the important factors to be considered in making the mass culture. By using the six different combinations, i. e. about 25, 50, 100, 200, 400 and 800 adult female parasites against 1000 individuals of the third instar host mealybugs reared on one pumpkin, the author examined the number of progeny produced by a single female parasite, parasitism, mortality, sex ratio, the number of days required for the parasite to develop from the egg to the adult stage and the body size of adult female parasites. The number of parasites liberated showed an apparent influence on the number of progeny and parasitism. But little influence was found on the mortality in the case of higher parasite densities. Although the parasitism at the density of 200 parasite was 65.9 percent, that at 400 and 800 parasites was more than 90 percent. The average number of progeny produced by a single female parasite was the greatest at the density of 200 parasites, and that at the density of 100 parasites and of 400 parasites decreased in this order. The density of 200 parasites, however, had one drawback in that the parasitism was low. Therefor, it seems more practical to liberate 400 female parasites against 1000 host mealybugs.