

ツマグロヨコバイの卵寄生蜂, *Gonatocerus cincticipitis* Sahad と *Paracentrobia andoi* (Ishii) の種間関係

I 寄主と寄生蜂の空間分布

三浦 一芸*・三浦 正**

Interspecies Association of *Gonatocerus cincticipitis* Sahad and *Paracentrobia andoi* (Ishii), Egg Parasitoids of the Green Rice Leafhopper, *Nephotettix cincticeps* Uhler
I. Spatial Distribution Patterns of Host and Two parasitoids

Kazuki MIURA and Tadashi MIURA

Two parasitoids, *Gonatocerus cincticipitis* and *Paracentrobia andoi*, parasitized on the green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps*, have been recognized to coexist fairly stable in the same paddy field. However, it has been known that no two species having the same niches can exist together owing to the competitive exclusion principle. Hence, authors investigated the spatial distribution patterns of host and two parasitoids and interspecies association between two parasitoids.

The distribution patterns, representing by host eggs and egg masses and parasitized eggs and egg masses in the paddy field, were analyzed by the m^*-m relationship proposed by Iwao (1968). Interspecies association was analyzed by the interspecies mean crowding and correlation index (γ) proposed by Iwao (1977).

The intraspecies m^*-m regression of host and two parasitoids indicated nearly the random distribution. The interspecies m^*-m revealed independent distribution of two parasitoids. Therefore, it was assumed that two parasitoids could be coexisted by this results.

緒 言

ツマグロヨコバイの卵寄生蜂, *Gonatocerus cincticipitis* (Hymenoptera : Mymaridae) と *Paracentrobia andoi* (Hym. : Trichogrammatidae) の水田における⁶⁾ 発生様相について三浦, Vungsilabutr⁹⁾ の報告がある。また同一水田における^{6,7)} 2種の寄生関係について若干の考察を三浦, 三浦⁵⁾ が報告した。現在までの調査からみてツ

マグロヨコバイの卵寄生蜂2種は水田内で比較的安定した共存関係をもっていると思われる。

¹⁰⁾ Gause は2種の要求するニッチが同位であり、直接的な競争者であるならば、1種は減びると述べた。もし2種が共存できるならば、水平的、垂直的な空間要求、時間的關係、必要資源の利用方法などに違いがなければならぬ。

本報告では、2種の寄生蜂が水田内の空間要求に差をもっているかどうかについての調査結果を述べる。

* 山口大学農学部害虫学研究室

** 昆虫管理学研究室

調査方法

1981年、7月上旬から10月上旬の期間、出雲市矢野町の水田において、毎月2回、20株のイネを刈取り、研究室に持ち帰ってツマグロヨコバイの卵塊の有無を検査した。卵塊の産付されている茎は切って管瓶に収め、寄生蜂の羽化をまった。(この管理法は Miura et al., に準じた。)

調査水田は農薬類を使用しない水田(品種、日本晴)で(以下A水田とする)、もう1枚の水田は一般慣行による農薬使用水田(品種、日本晴、8月7日、24日に殺虫剤散布)(以下B水田とする)で実施した。

結果と考察

ツマグロヨコバイの卵とその寄生蜂2種の空間分布を Iwao の m^* - m 分析法を用いて検討した。またこれから寄生蜂の行動についても若干の吟味をなした。

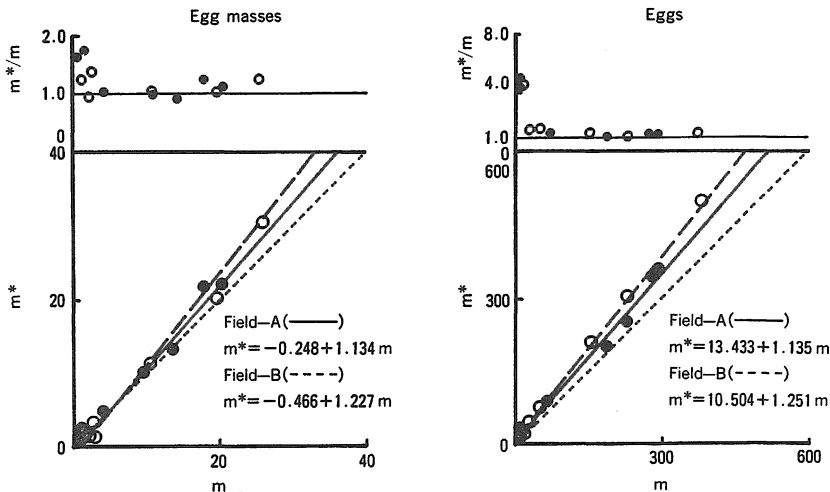


Fig. 1. Relationship between intraspecies mean crowding (m^*) and mean density (m) for the distribution of *Nephrotettix cincticeps* and ratio of mean crowding to mean density (m^*/m) of it.

The broken line indicates Poisson distribution. ● : The paddy field-A.
○ : The paddy field-B.

わかった。法橋は、 $\alpha > 0$ を予想して調査し、その結果、 $\alpha > 0$ となったことを報告した。このことは小無限の密度のとき、少なくともイネ1株に2卵塊以上が産みつけられていることになる。種の保存という観点からみれば、1株に多数の卵塊を産みつけられれば、天敵類に発見される機会も多くなり、以後の増殖に不利をまねくとも考えられる。実際に著者等が8年にもわたる調査では、水

Iwao は ³⁾Lloyd の平均こみあい度から回帰分析法を提唱した。平均こみあい度 m^* と平均値 m の間に直線関係があり ($m^* = \alpha + \beta m$)、これから分布型と行動様式が導かれるとした。

ここで α は基本集合度示数であり、 $\alpha < 0$ のとき負の集合性があり、 $\alpha = 0$ のときには単一の卵粒又は卵塊が分布の基本単位である。 $\alpha > 0$ のときコロニーが分布の基本単位であるとした。つまり $\alpha + 1$ は密度小無限のときのコロニー当り個体当りの平均個体数である。また β は、 $\beta > 1$ のとき集中分布を示し、 $\beta = 1$ のときランダム分布を示し、 β は密度一集合度係数と呼ばれる。

1. 寄主の空間分布

a) 卵塊単位でみた空間分布

A水田では、 $\alpha = -0.248$ 、B水田では、 $\alpha = -0.466$ であった。第1図。このことよりツマグロヨコバイの密度が小無限のときの卵塊は独立的に分布していることが

稲初期のツマグロヨコバイの低密度時には、株当り2卵塊以上発見される場合は極めて稀な場合である。古らの報告でもツマグロヨコバイ成虫が1匹というのが基本集合単位であり、幼虫では1齢期から3齢期までの個体の $\alpha + 1$ が約2匹ということから(若齢期の分散があまりないので)、法橋の九州における結果とは多少異なる。著者等は基本集合単位を密度小無限では1卵塊として考

える。

A水田では、 $\beta=1.134$, B水田では、 $\beta=1.227$ となり、弱度の集中分布を示している。相対的尺度として m^*/m 値を計算した、 m^*/m はランダム分布で1、集中分布では1より大、一様分布で1より小となる (Iwao³⁾、今回の調査においては、ツマグロヨコバイの卵塊密度の低い時期には m^*/m 値は1より大きくなるが、密度が高まると1に近づく、これはランダム分布に近づくことを示している。

b) 卵粒単位でみた空間分布

2種の寄生蜂の寄生は卵粒単位であるので、寄生蜂の行動を知るために卵粒単位の分布について吟味をした。

その結果、A水田では、 $\alpha=13,433$, B水田では、 $\alpha=10,504$ となった。このことからして、卵塊の分布は1卵塊が基本集合単位なので、1卵塊の卵粒がA水田では11.43, B水田では10.50卵が、密度小無限のときの卵塊サイズに当たると考えられる。

A水田における β は1.135, B水田が $\beta=1.251$ となった。この β 値は卵塊の場合とほぼ等しい。 m^*/m 値を求めると、A, B両水田とも同様な分布で、ランダム分布に近い数値を示した。

ツマグロヨコバイ成虫の産卵様式は、A, B両水田において差がなく、卵塊、卵粒の分布型には差がみられないといえるが、若干B水田の方が分布の集中傾向があった。一般的にツマグロヨコバイの産卵はランダムに近い行動様式をもっているといえる。B水田における分布の集中的傾向は農薬散布時の薬剤付着のむらから生じているかも知れない。

2. *P. andoi* の空間分布と行動

寄生蜂の分布ならびに行動についての統計量は、被寄生寄主の卵塊および卵粒から計算した。

a) 被寄生卵塊単位でみた蜂の空間分布と行動

A水田では、 $\alpha=0.116$, B水田では、 $\alpha=-0.351$ となり、基本集合単位は密度小無限では1卵塊、つまり独立分布をしていることがわかる。これはツマグロヨコバイの卵塊がイネ1株当たり1卵塊を基本集合単位としていることに起因するものと考えられる。第2図参照。

A水田では $\beta=1.171$ となり弱度の集中分布を示した。B水面では、 $\beta=1.574$ となりA水田よりも強度の集中分布がみられた。

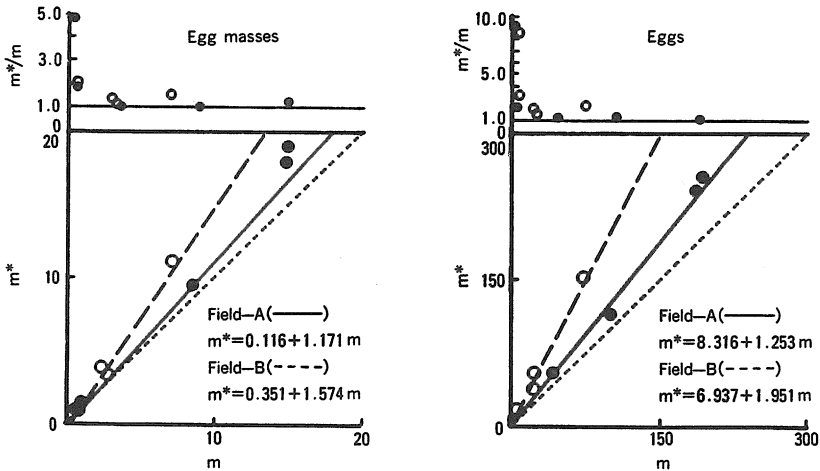


Fig. 2. Relationship between intraspecies mean crowding(m^*) and mean density(m) for distribution of *Paracentrobia andoi* and ratio of mean crowding to mean density(m^*/m) of it.

The broken line indicates Poisson distribution. ● : The paddy field-A. ○ : The paddy field-B.

相対的尺度 m^*/m 値をみると、ほぼランダム分布とみられる。このことからして、*P. andoi* の被寄生卵塊の分布はランダムに近い分布型をもっている。B水田に

おいては、低密度の時期に集中分布型を示し、密度の高まりにつれてランダム分布に移行していることがわかる。B水田(農薬散布)における分布型と人為的制御に

よるこれらの関係は稿を改めて報告する。

b) 被寄生卵粒単位でみた蜂の空間分布と行動

A水田では、 $\alpha=8.316$ 、B水田では、 $\alpha=6.937$ となった。密度小無限の時に1卵塊中の卵の7から8粒に寄生するということになる。

A水田では、 $\beta=1.253$ 、B水田では、 $\beta=1.951$ となり、B水田での集中度が高い。

3. *G. cincticipitis* の空間分布と行動

a) 被寄生卵塊単位でみた蜂の空間分布と行動

A水田では、 $\alpha=1.017$ 、これは密度小無限で2卵塊ということを示している。A水田においてはコロニー単位であることがわかる。B水田では、 $\alpha=-0.392$ となり、基本集合単位が1卵塊を示した。第3図。

A水田では、 $\beta=0.972$ となり、ほぼランダム分布とみられる。B水田では、 $\beta=1.261$ で弱度の集中分布であった。

m^*/m 値をみると、A、B両水田ともランダム分布に近いことがわかる。*P. andoi*と同様にB水田では $\alpha < 0, \beta > 1$ により、密度変化につれて、過大分散から過少分散に移行することがわかる。

b) 被寄生卵粒単位でみた蜂の空間分布と行動

A水田では、 $\alpha=14.346$ 、 $\beta=1.258$ 、B水田では、 $\alpha=5.132$ 、 $\beta=1.395$ となり、A水田よりもB水田の方が集中度が高くなった。

m^*/m 値をみると、A、B両水田ともランダム分布に近いことがわかる。

2種の寄生蜂の空間分布とその行動について比較してみると、両種ともB水田の方がより集中的であったが、これは寄主の分布に起因しているものと考えられる。これは薬剤散布の不均一による健全な寄主の分布型に依存した結果と考えられた。2種の寄生蜂の寄主探索行動は、A、B両水田ともランダムに近い行動様式をとっていることが理解された。

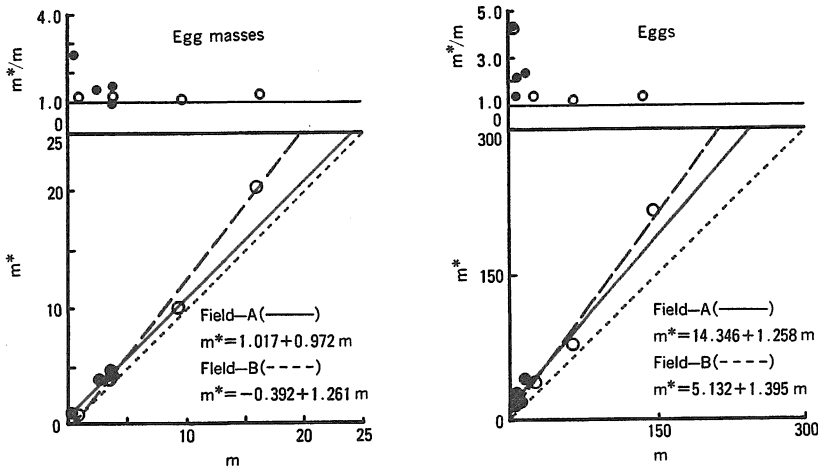


Fig. 3. Relationship between intraspecific mean crowding (m^*) and mean density (m) for distribution of *Gonatocerus cincticipitis* and ratio of mean crowding to mean density (m^*/m) of it. The broken line indicates Poisson distribution. ● : The paddy field-A. ○ : The paddy field-B.

4. 2種の寄生蜂の分布の重複

2種の寄生蜂の空間分布にどのような関連性があるかについて吟味をした。

Iwao⁴⁾の種間平均こみあい度と重複度示数として ω 示数を用いて分析した。

G. cincticipitis に対する *P. andoi* の種間平均こみあい度および *P. andoi* に対する *G. cincticipitis* のそれ

は、次式で表わされる。

$$m_{GP}^* = \frac{\sum_{j=1}^n x_{Gj} \cdot x_{Pj}}{\sum_{j=1}^n x_{Gj}}$$

$$m_{PG}^* = \frac{\sum_{j=1}^n x_{Gj} \cdot x_{Pj}}{\sum_{j=1}^n x_{Pj}}$$

ここで x_{Gj} と x_{Pj} はそれぞれ j 番目の株における、*G. cincticipitis* と *P. andoi* の個体数である。

m_{GP}^* は *G. cincticipitis* 1卵塊がイネ1株で平均何卵

塊の *P. andoi* にとり囲まれているかを示している。

m_{PG}^* はその逆を示している。

そこで、 m_P (*P. andoi* の平均卵塊密度) に対する m_{GP}^* の回帰をとり、 $\alpha=0, \beta=1$ の回帰直線の上に位置するか下に位置するかによって両種の分布の関連が判定できる。これを更に詳細に検討するために ω 示数も求めて検討した。

$$\omega(+)=\frac{r-r(ind)}{1-r(ind)} \quad (r \geq r(ind))$$

$$\omega(-)=\frac{r-r(ind)}{r(ind)} \quad (r \leq r(ind))$$

ここで、 r は、

$$r = \sqrt{\frac{m_{PG}^* \cdot m_{GP}^*}{(m_G^* + 1) \cdot (m_P^* + 1)}}$$

また、

$$r(ind) = \sqrt{\frac{m_G}{(m_G^* + 1)} \cdot \frac{m_P}{(m_P^* + 1)}}$$

である。 ω 示数は2種が独立に分布するときを基準にした相対的な重複度(分布相関)を表わす。ここで $0 < \omega \leq 1$ のとき重複し、 $\omega = 0$ のとき2種は独立分布を示す、 $-1 \leq \omega < 0$ のとき2種は排反する。この結果を第4、5図に示した。両種ともA、B水田の場合、回帰によくあてはまった。($r^2=0.9$)

この場合、A水田の *P. andoi* に若干のちがいがみら

れるが、 $\alpha \neq 0, \beta \neq 1$ にあてはまる。

このことからして、A、B水田における2種の寄生蜂はランダムに分布し、独立的にまじりあっていることがわかる。また ω 示数を見ると、A水田においてはどのような密度の場合でも0を上下しており、若干の重複と排反がみられるが、相対的には独立している。B水田においては低密度の場合に2種は排反し、高密度になるにつれて若干の重複がおこる傾向があるが、ほぼ独立とみて大きな誤りはないものと思う。

Gause の競争的排反の原理では、"生態的に等しい2種は共存できない。"という。この原理の解釈にあたっては、マクロ、ミクロ的な視点があり、実験的にも、制約空間、解放空間があるが、著者等の人工生態系(水田)の場合には、2種の寄生蜂は、マクロな空間分布の差、三浦^{6,7)}、個体群成長の季節的な差、三浦⁵⁾、ミクロな水田内の分布などによるニッチの差をもって共存可能な状態をつくり出しているものと思される。

今回は水田内というミクロな空間分布のちがいを検討した。A、B水田とも蜂の空間要求は独立的なものであり、若干の競争の場もあることが認められた。

A水田は無農薬、B水田は慣行防除がなされていたが2種の寄生蜂の空間分布には大差が認められなかった。

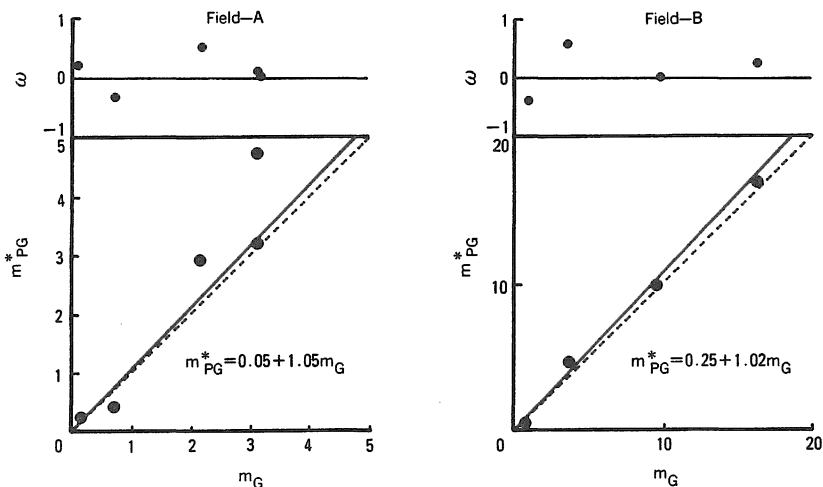


Fig. 4. Analysis of interspecies association of *Gonatocerus cincticipitis* and *Paracentrobia andoi*. m_{PG}^* (the mean crowding on *P. andoi* by *G. cincticipitis*) is plotted against m_G in the lower graph. Upper graph shows the change of ω index with m_G . The broken line shows that distributions of two species are independent.

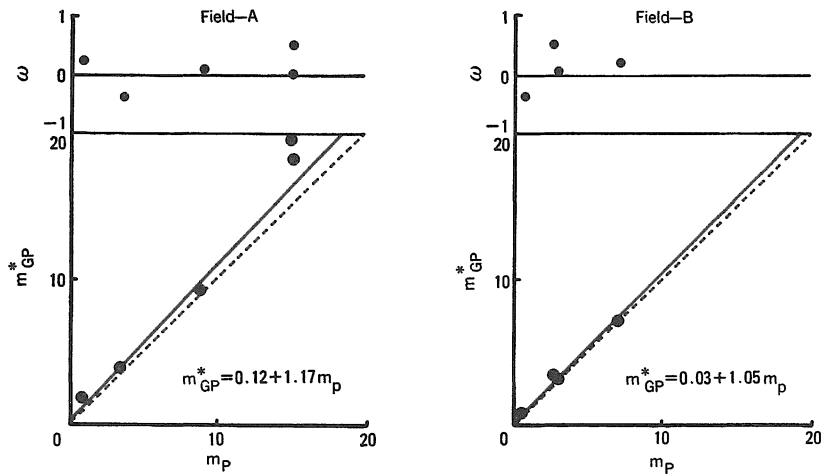


Fig. 5. Analysis of interspecies association of *Paracentrobia andoi* and *Gonatocerus cincticipitis*. m_{GP}^* (the mean crowding on *G. cincticipitis* by *P. andoi*) is plotted against m_P in the lower graph. Upper graph shows the change of ω index with m_P . The broken line shows that distributions of two species are independent.

摘 要

無農薬水田（A水田）と農薬散布水田（B水田）において、ツマグロヨコバイとその卵寄生蜂、*Gonatocerus cincticipitis* と *Paracentrobia andoi* の水田内における空間分布を調査した。

3種の個体群の空間分布はIwaoの平均こみあい度を用いて調査した。その結果、ツマグロヨコバイはランダムに近い分布型であった。基本集合単位はA、B水田とも1卵塊であった。2種の寄生蜂の空間分布もランダム分布に近い分布型であった。*P. andoi* はA、B両水田とも基本集合単位は1卵塊であった。しかし、*G. cincticipitis* の基本集合単位はA水田において2卵塊、B水田で1卵塊となり差があった。

2種の寄生蜂の空間分布の関連性をIwaoの種間平均こみあい度と重複度示数(ω)から分析した。その結果、2種の蜂の空間分布は、相対的に独立していた。

このことから2種の蜂は、ランダムに独立する空間分布をもつことにより共存が可能になっていると考えられた。

引用文献

1. 古 徳祥・伊藤喜昭：応動昆 **25**(4)：276-279, 1981.
2. 法橋信彦：九州農試報告 **16**：283-382, 1972.
3. Iwao, S. : Res. Popul. Ecol. **10** : 1-20, 1968.
4. Iwao, S. : Res. Popul. Ecol. **18** : 243-260, 1977.
5. 三浦一芸：応動昆中国 **26** : 22-27, 1984.
6. 三浦 正：島根大学農研報 **10** : 43-48, 1976.
7. 三浦 正：島根大学農研報 **10** : 49-55, 1976.
8. Miura, T., Y. Hirashima, M. T. Chûjô and Yau-i Chu : Esakia **11** : 29-51, 1978.
9. Vungsilabutr, P. : Esakia **11** : 29-51, 1978.
10. 吉田敏治：生存競争, 古今書院, 東京 : pp.180, 1967.