

## タイワンツマグロヨコバイの個体群動態に及ぼす アタマアブの寄生の効果

鈴木 芳人<sup>1)</sup>・I Nyoman RAGA・Silvia NURUSANTI<sup>2)</sup>・I Ketut Rawa WIDRAWAN<sup>2)</sup>  
(インドネシア農業省食用作物保護局・<sup>2)</sup>バリ第7作物保護センター)

**Effects of pipunculid parasitism on the population dynamics of the green rice leafhopper, *Nephrotettix virescens* DISTANT.** Yoshito SUZUKI, I Nyoman RAGA, Silvia NURUSANTI<sup>2)</sup> and I Ketut Rawa WIDRAWAN<sup>1)</sup> (Directorate of Food Crop Protection, P. O. Box 8136, Jakarta, Indonesia. <sup>2)</sup>Crop Protection Center VII, P. O. Box 88, Denpasar, Bali, Indonesia)

The effect of pipunculid parasitism on the population dynamics of the green rice leafhopper, *Nephrotettix virescens* was studied in asynchronous rice planting areas of Central Java and Bali, Indonesia. The parasitism rate of *N. virescens* adults was higher in migrant-producing, 1st and 2nd generations in paddy fields than in the other generations which were mainly composed of immigrants from outside. These included populations obtained in seed beds, paddy fields of 1-4 weeks after transplanting and ratoon fields of 1-4 weeks after harvest. Since the parasitism occurs mainly in the nymphal stages, the above results indicate a suppression of migratory activities of parasitized *N. virescens*. The parasitism rate of 1st generation adults was related positively with the adult density and negatively with the percentage of mature females among parasite-free females. The effects of a higher emigration rate of healthy adults on the parasitism rate of resident populations were analyzed with mathematical models. The results showed that the role of pipunculid parasitism as a factor stabilizing or destabilizing population fluctuations of *N. virescens* is quite limited.

タイワンツマグロヨコバイは南・東南アジアの重要な稲の複合フィルス病であるツングロ病の主要な媒介昆虫である。本種の幼虫期と成虫期の寄生性天敵としてはカマバチ類、ネジレバネ類、アタマアブ類などが知られている。このうち前2者の寄生率はきわめて低く (PEÑA and SHEPARD, 1986; 鈴木ら, 未発表), タイワンツマグロヨコバイ個体群の制御要因としての役割は無視できると考えられるのに対し、アタマアブ類はしばしば80%を越える高い寄生率を示すことが知られている (PEÑA and SHEPARD, 1986; WIDRAWAN et al., 1992)。しかし、アタマアブ類がタイワンツマグロヨコバイの個体群動態に及ぼす影響はこれまでほとんど調べられてこなかった。著者らは、インドネシアのツングロ病常発地においてアタマアブのタイワンツマグロヨコバイに対する働きを調査したのでその結果を報告する。

本研究は国際協力事業団のインドネシア作物保護強化

1) 現在 九州農業試験場

計画のもとで実施された。本論に先立ち、調査に協力された同国農業省の第七作物保護センターとジャチサリ発生予察センターのツングロ病・ツマグロヨコバイ研究グループの方々、および、考察について助言をいただいた広島大学医学部の梯正之博士に厚くお礼申しあげる。

### 材 料 と 方 法

#### 1. 調査方法

ツングロ病が常発する水稻の周年非同期栽培地帯で実施した、下記の2組の調査で得られたツマグロヨコバイ成虫を実態顕微鏡下で解剖し、アタマアブ幼虫による被寄生率と雌の成熟卵の有無を調べた。

##### 1) すくい取り法による調査

1987年2月(雨季)に中部ジャワ州の計6県29地点で様々な生育段階の稲についてすくい取り法によって採集した。採集には42cm径の捕虫網を用い、本田では1圃場当たり25回振り、苗代では10回振りとし、1振りで約1m

をすぐった。稻のステージは農家から聞き取り調査した。

## 2) ファームコップ法による調査

1988年9月から1990年3月まで、バリ州バドン県において約1か月ずつ移植日の異なる農家圃場を計17枚借り上げ、本田移植から収穫4週後まで1週間間隔で吸引捕虫機ファームコップ (CARIÑO et al., 1979) を使って採集した。各調査日とも、ランダムに抽出した4株を1単位とする20区画、計80株にプラスティック製ケージをかぶせ、ケージ内の全個体を採集した。圃場の肥培管理は当地の慣行に従い、殺虫剤は使用しなかった。

## 2. ツマグロヨコバイの世代区分

VALLE et al. (1986) が測定したタイワンツマグロヨコバイの発育有効積算温度と本田第1世代成虫の平均発生ピーク時期に基づいて、本田で採集した成虫の世代を久野 (1968) の方法に準じて次の3世代に区分した：

移植後1～4週：本田侵入世代

移植後5～8週：本田第1世代

移植後9～12週：本田第2世代

また、中部ジャワ州の播種から本田移植までの日数は通常21日、バリ州の調査圃場の収穫4週後の2番芽は発芽後約24日であり、これらの期間はともにタイワンツマグロヨコバイの1世代経過に要する日数に満たない。したがって、苗代と収穫後1～4週に採集された成虫はそれぞれ他の圃場から侵入した同一世代の個体群とみなし、前者を苗代世代、後者を2番芽世代として一括して扱った。

## 結果

### 1. 世代別平均被寄生率の比較

すくい取り法では被寄生個体と健全個体の捕獲率が異なり、被寄生率が過大推定される (ASTIKA et al. 印刷中) ので、中部ジャワ州のすくい取り調査結果とバリ州ファームコップの調査結果を別個に解析した。

すくい取り法によって得たタイワンツマグロヨコバイの平均被寄生率は、本田侵入世代と苗代世代では本田第1世代と第2世代より有意に低く、苗代世代で最低であった (Fig. 1)。ファームコップ法で調査した17圃場の各世代の平均被寄生率は、中部ジャワ州のすくい取り調査結果と同様に、本田第1、2世代では本田侵入世代より有意に高かった (Fig. 2)。2番芽世代の平均被寄生率は、各圃場とも成虫密度が低く寄生率の変動が大きかったために他の3世代と有意差はなかったが、本田第1、2世代より低い傾向があった (Fig. 2)。

## 2. 被寄生率とタイワンツマグロヨコバイ密度の関係

アタマアブの寄生率のタイワンツマグロヨコバイ密度

に対する依存性の有無を検討するため、寄生率指数（寄生を受けなかった個体の割合の逆数の対数値）の、タイワンツマグロヨコバイ密度指数（株当たり平均密度の対数値）に対する回帰を調べた。この分析には、中部ジャワ州の結果に関しては調査地点数が多かった本田第1世代について、バリ州の結果に関しては平均密度が高く他の2世代より信頼度の高い被寄生率の推定値が得られた本田侵入世代と本田第1世代について行った。その結果、本田侵入世代には両者の間に有意な相関はみられなかった (Fig. 3) が、本田第1世代については中部ジャワ州・バリ州とともに回帰是有意であり、被寄生率が密度に依存して高まる傾向のあることが明らかとなった (Figs. 4 & 5)。

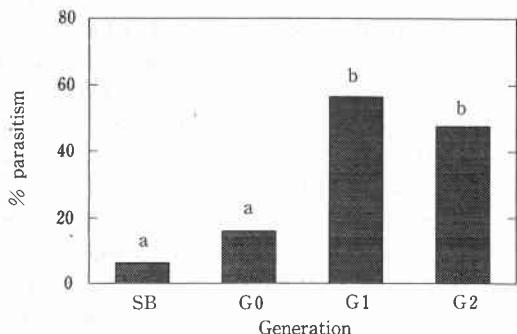


Fig. 1. Comparison of pipunculid parasitism among different generations of *N. viridescens* adults obtained by a sweep net in Central Java, Indonesia in Feb. 1987. SB: seed bed generation, G0: immigrant generation, G1: first generation, G2: second generation. Means with the same letter are not significantly different at  $p=0.05$  by Sheffe's multi range test with arcsin-transformed values.

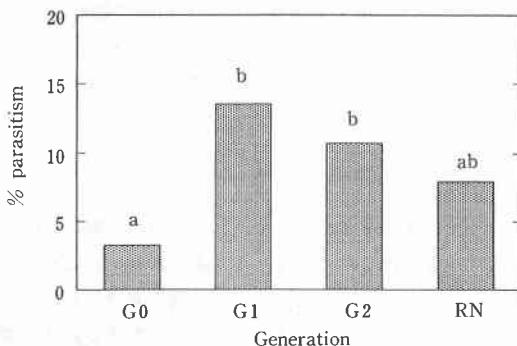


Fig. 2. Comparison of pipunculid parasitism among different generations of *N. viridescens* adults obtained by a Farmcop suction sampler in Bali. RN: ratoon generation. See Fig. 1 for explanation of other symbols.

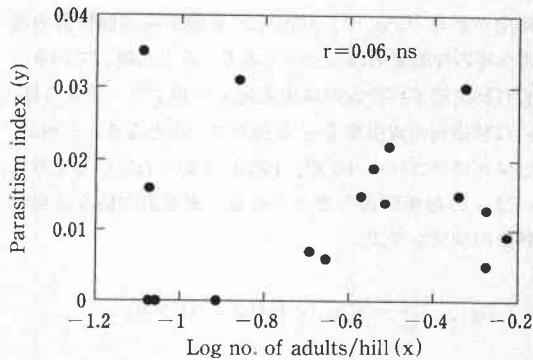


Fig. 3. Regression of parasitism index on adult density/hill in the immigrant generation of *N. virescens* in Bali. Parasitism index: log (total no. of adults/no. of parasite-free adults).

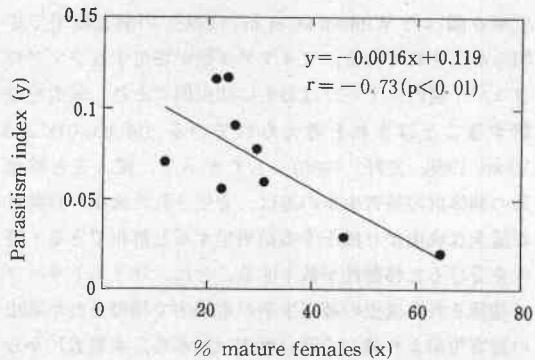


Fig. 6. Regression of parasitism index and percentage of mature females in the first generation adults of *N. virescens*. See Fig. 3 for explanation.

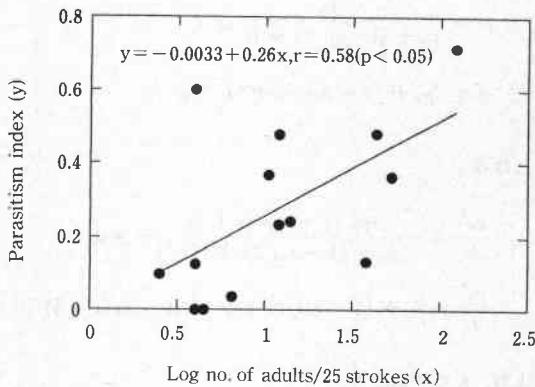


Fig. 4. Regression of parasitism index on the no. of adults caught by 25 strokes of sweeping in the first generation of *N. virescens* in Central Java in Feb. 1987. See Fig. 3 for explanation.

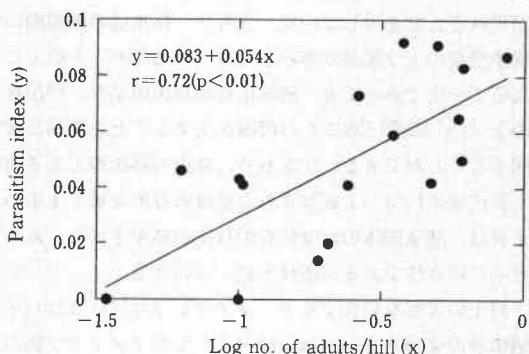


Fig. 5. Regression of parasitism index on adult density/hill in the first generation of *N. virescens* in Bali. See Fig. 3 for explanation.

### 3. 成熟雌率と被寄生率の関係

タイワンツマグロヨコバイの羽化した圃場に対する定着性の指標として、採集した雌成虫に占める成熟卵を持つ個体の割合（成熟雌率）を調査した。しかし、アタマアブに寄生された雌成虫のうち成熟卵をもつ個体はわずかに0.8%しかなく、寄生が卵巣発育に影響すると考えられたので、被寄生個体を除いて成熟雌率を計算した。

本田第1世代に雌成虫が40頭以上採集されたバリ州の9圃場について、同世代の成熟雌率と雌の寄生率指数を比較した結果、成熟雌率が高い圃場ほど被寄生率が低下する傾向が見出された（Fig. 6）。

### 考 察

アタマアブによるタイワンツマグロヨコバイの被寄生率はしばしば高率に達することが知られているが、それらはいずれも、被寄生率が過大評価されるくらい取り法（ASTIKA et al. 印刷中）に基づいて測定された値である。被寄生率を偏りなく推定できるファームコップ法を用いたバリ州における調査結果では、平均被寄生率は最高の第1世代においても13.1%と低かった。日本のツマグロヨコバイに関しても、吸引捕虫機では44.0%以下の低い被寄生率しか観察されていない（久野、1968；法橋、1972）。吸引捕虫機に基づく被寄生率の測定例が少ないため即断はできないが、ツマグロヨコバイ属に対するアタマアブ類の寄生率は従来考えられていたよりも低水準であると推測される。

おもに侵入個体群によって構成される苗代世代、本田侵入世代および2番芽世代の被寄生率が、成虫の移出源

となる本田第1, 2世代 (WIDIARTA, et al., 1990) に比べて低い (Figs. 1 & 2) ことは、パリ州で雨季と乾季にすくい取り法によってタイワンツマグロヨコバイの被寄生率を調べた WIDRAWAN et al. (1992) の調査結果でも明らかにされている。アタマアブ類が寄生するツマグロヨコバイ属のステージはおもに幼虫期であり、成虫を攻撃することはまれと考えられている (MORAKOTE and YANO, 1988; 矢野, 1986)。したがって、侵入先と移出源の個体群の被寄生率の差は、寄生された成虫の移動性が健全な成虫より低下する結果生ずると解釈できる。寄生を受けると移動性が低下することは、ライトラップで捕獲された成虫の被寄生率が水田中で捕獲された成虫の被寄生率より著しく低い事実 (鈴木ら, 未発表) からも裏付けられる。すなわち、成虫の移出源となる本田第1, 2世代成虫の移出前の被寄生率は、ファームコップ法に基づく被寄生率の推定値よりも一層低いと推定される。

WIDRAWAN et al. (1992) はタイワンツマグロヨコバイの本田第1世代成虫について、その密度とアタマアブによる被寄生率の間に正の有意な相関があることを報告している。本研究の結果からも、同世代の密度の空間的および時間的変動に対して、被寄生率が密度依存的に上昇することが明らかとなった。しかし、圃場で観察されるのは一部の成虫が移出した後の被寄生率と密度であるので、この結果からアタマアブの働きに密度依存性があると結論づけることはできない。そこで、被寄生個体と健全個体の移出率の変動が、圃場に残留する個体群の被寄生率と密度の関係に及ぼす影響について以下に考察する。

圃場に残留する個体群の被寄生率  $p'$  と密度  $x'$  はそれぞれ

$$p' = \frac{p(1-am)}{p(1-am) + (1-p)(1-m)}$$

$$x' = \{p(1-am) + (1-p)(1-m)\}x$$

と表せる。ここで、

$p$  : 移出前の個体群の寄生率,

$x$  : 移出前の個体群の密度,

$m$  : 被寄生個体の移出率 ( $0 \leq m \leq 1$ ),

$a$  : 被寄生個体の移出率に対する健全個体の移出率の比 ( $0 \leq a \leq 1$ ),

である。

$$\frac{\partial p'}{\partial m} = \frac{p(1-p)(1-a)}{\{p(1-am) + (1-p)(1-m)\}^2} \geq 0$$

より、圃場に残留する個体群の寄生率は健全個体の移出率  $m$  の増加関数である。成熟雌率が低く、成虫の移出率が高いと推定される圃場では実際に被寄生率が高まる傾向があり (Fig. 6), 移出率の変動が残留個体群の被寄生率の変動要因のひとつであることを示唆している。もし移出率が移出前の成虫密度  $x$  と独立で一定ならば、 $p'$  は移出後の成虫密度  $x'$  と独立で一定となる。しかし、ツマグロヨコバイ (久野, 1968) で知られているように、 $m$  は  $x$  の増加関数と考えられる。密度依存的な成虫の移出の効果を次式,

$$\log \frac{1}{1-m} = b \log (x+1), \quad (b > 0)$$

で表し、簡単のため被寄生個体は移出しない ( $a=0$ ) と仮定すると、 $p=p_0$  で一定のとき、移出後の被寄生率  $p'$  と密度  $x'$  は、

$$p' = \frac{p_0}{p_0 + (1-p_0)(x+1)^{-b}},$$

$$x' = [p_0 + (1-p_0)(x+1)^{-b}]x$$

となる。

$$\frac{dp'}{dx} = \frac{bp_0(1-p_0)(x+1)}{\{p_0 + (1-p_0)(x+1)^{-b}\}^2} \geq 0,$$

$$\frac{dx'}{dx} = p_0 + (1-p_0)(x+1)^{-b} [1 - bx(x+1)^{-1}]$$

より、 $b \leq 1$  のとき、

$$\frac{dp'}{dx'} = \frac{dp'}{dx} / \frac{dx'}{dx} \geq 0$$

となる。この結果は、比較的弱い密度依存的移出がおこる場合には、 $x$  と  $p$  の全領域で  $p'$  と  $x'$  の間に正の相関が現れるることを示している。さらに、移出前の圃場間の成虫密度の上下関係が移出後も保たれる限り、 $p$  が  $x$  によらず一定であっても、密度依存的移出の結果、移出後の  $p'$  と  $x'$  の間に常に正の相関が生ずることを容易に証明することができる。すなわち、成虫の移出源となる第1世代成虫について観察された密度依存的な被寄生率の上昇は、健全個体の密度依存的移出の結果生ずる、みかけ上の依存性である可能性が高いといえる。

以上の考察を総合すると、タイワンツマグロヨコバイ個体群の変動あるいは調節要因としてのアタマアブ類の寄生の効果はきわめて限られていると結論される。