

わが国へ飛来するトビイロウンカのバイオタイプ形質の変化とその飛来源地帯の推定

寒川 一成 (九州農業試験場)

A change in biotype property of brown planthopper populations immigrating into Japan and their probable source areas. Kazushige SOGAWA (Kyushu National Agricultural Experiment Station, Nishigoshi, Kumamoto 861-11)

A gradual but significant change in biotype property of the yearly immigrants of the brown planthopper (BPH) was observed during the period from 1987 to 1991 in Japan. Saikai-184, a breeding line of rice with the *Bph1* gene, was resistant to BPH immigrants in 1987, but became susceptible in 1990. Honeydew measurements with BCG-filter paper and parafilm sachet revealed that the BPH females immigrating in 1990 and 1991 excreted as much honeydew on Saikai-184 as on the susceptible variety Reihou. Also, the 1987 immigrants excreted little honeydew on IR26 with the *Bph1* gene, but the 1990-immigrants excreted considerable amounts of honeydew on it. The percentage of individual females which excreted more than 10 mg of honeydew per day was only 10% in the 1987-immigrants, whereas it was increased up to 30-40% in the 1990-immigrants. Both the 1987- and 1990-immigrants had little ability to feed on IR42 with the *bph2* gene. These findings indicate that the BPH immigrants into Japan are changing from biotype 1 to biotype 2. Similar biotype shifts have been reported correspondingly in south China and north Vietnam. This may indicate that south China and north Vietnam are the possible source areas for the overseas immigrants of BPH into Japan.

トビイロウンカはイネ単食性の昆虫であり、イネのトビイロウンカ抵抗性変異に対抗した多様な寄生性(加害性)変異を有し、両者間に密接な共進化のあとがうかがえる(SOGAWA, 1979)。このため熱帯アジアの周年発生地帯では、トビイロウンカが抵抗性水稻品種に対して、速やかに適応する現象が広く認められ、抵抗性品種を本種の防除に活用する上で、重要な問題になっている。抵抗性品種に対する加害性を異にするトビイロウンカ個体群を、一般にバイオタイプ(生物型)と称し、トビイロウンカ抵抗性遺伝子 *Bph1* および *bph2* を持つイネ品種を加害できる個体群を、それぞれバイオタイプ2およびバイオタイプ3、そして抵抗性品種を全く加害できない原個体群をバイオタイプ1と呼んでいる(寒川, 1980)。

本論文では、1987~1991年間に生じたトビイロウンカ飛来個体群のバイオタイプ形質の変化と、その変化から推定される飛来源地帯について報告する。

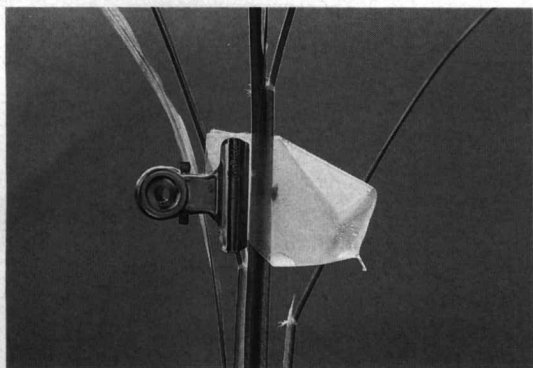
材 料 と 方 法

トビイロウンカ 1987, 1988, 1990, および1991年に、レイホウと西海184号を移植した九州農業試験場(福岡県筑後市)の無防除水田に飛来侵入し、その水田で増殖したトビイロウンカ個体群を供試した。

イネ品種 バイオタイプを検定するために、トビイロウンカ抵抗性優性遺伝子(*Bph1*)をもつIR26, 同劣性遺伝子(*bph2*)をもつIR42, および感受性品種、レイホウを判別品種として供試した。また、*Bph1* 遺伝子を導入した日本稲型育成系統、西海184号も供試した。

圃場調査 西海184号をレイホウとともに、九州農業試験場の調査水田(1区, 4 m×5 m)に6月中下旬に移植し、無防除で慣行栽培した。トビイロウンカ第2, 3世代中老齢幼虫個体群の発生最多時期に各区からランダムに5株抽出し、粘着板(25cm×10cm)を用いて株当りの払い落とし幼虫数を比較した。

バイオタイプ検定 判別品種上での甘露排出量を指標



第1図 イネ葉鞘部にクリップで装着したパラフィルムサッシェ。内部の液滴はウンカが排出した甘露。

とする以下の2方法で、バイオタイプ形質を検定した。

(1) BCG 濾紙法：判別品種の葉鞘下部に装着したプラスチックカップ（直径6 cm，高さ3.5cm）内に、5頭の特ビロウンカ雌成虫を入れ、カップ内を貫通している葉鞘を約1日間吸汁させ、カップ底面のプロモクレゾールグリーン（BCG，弱アルカリ性で黄色から青色に変化する pH 指示薬）を浸潤させた濾紙（東洋濾紙

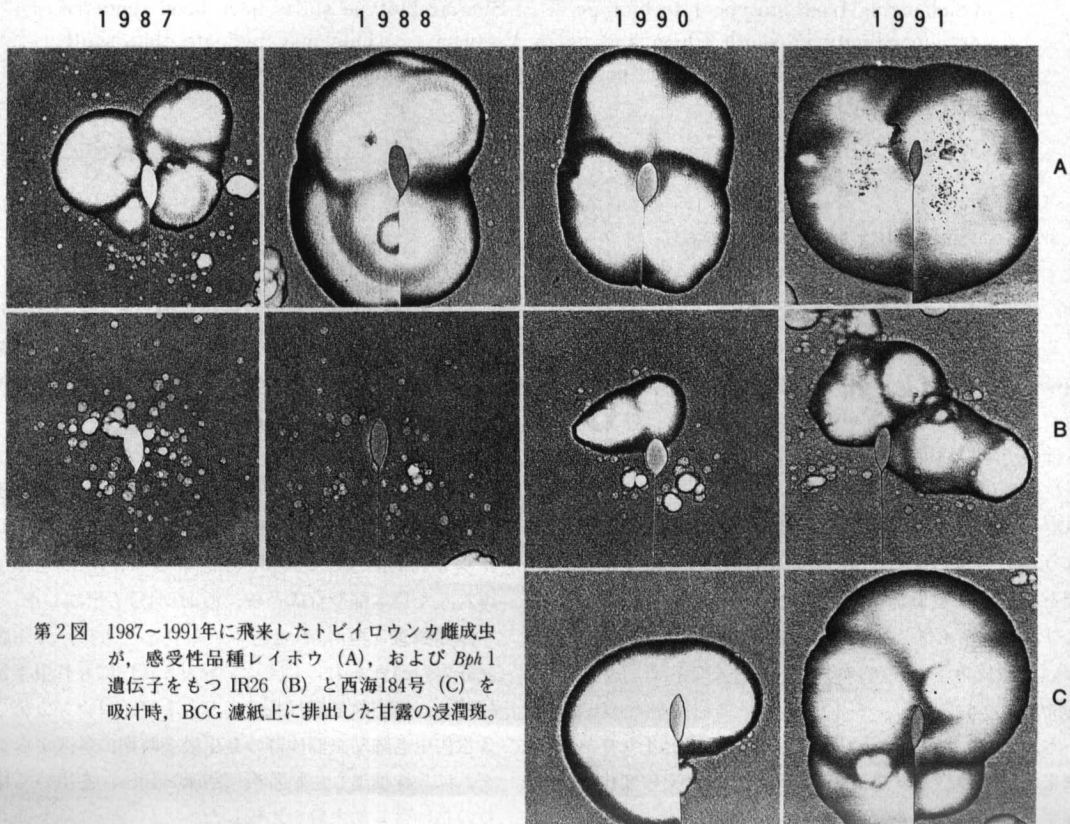
KK. 特注）上に排出される甘露による変色斑の大きさから、吸汁量を相対的に比較した。

(2) パラフィルムサッシェ法：分げつ初期の判別品種の葉鞘部に、パラフィルム製サッシェ（約2 cm×2 cm）をクリップで装着し（第1図）、雌成虫を1頭ずつ封入し、25℃の恒温室に1日静置、その間に排出された甘露の重量を測定した。1回の試験に約20頭のウンカを供試した。

結 果

1. トビイロウンカ抵抗性育成系統上での発生概況

1987年 7月第1半旬に株当たり約1頭侵入した飛来個体群が主要な増殖源となった。第2世代幼虫の最盛時期は8月第6半旬で、8月29日の株当たり平均払い落とし幼虫数はレイホウ区で158頭、西海184号区で21頭であった。第3世代幼虫密度は10月第3半旬にピークに達したが、第2世代雌成虫が高率に長翅型となり移出したため（寒川ら，1988），第3世代の幼虫密度は低下した。10月14日の払い落とし幼虫数は、レイホウ区で41頭、西海184号区で15頭であった。西海184号上での個体群増殖は明ら



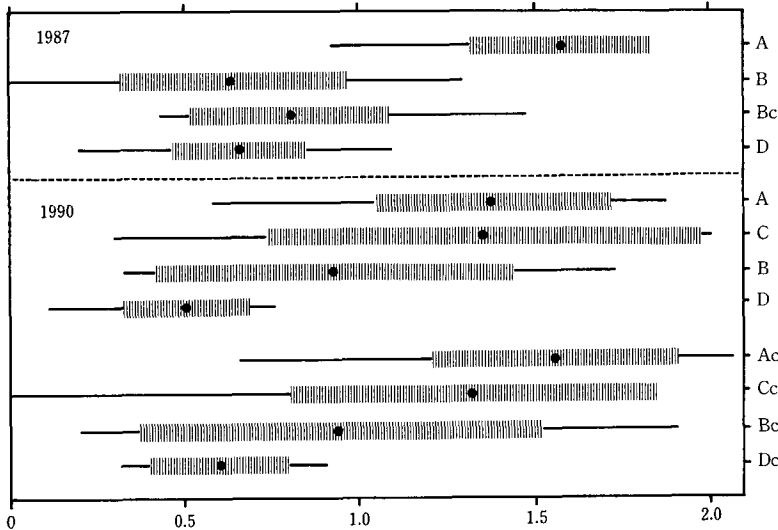
第2図 1987～1991年に飛来したトビイロウンカ雌成虫が、感受性品種レイホウ (A)，および *Bph 1* 遺伝子をもつ IR26 (B) と西海184号 (C) を吸汁時、BCG 濾紙上に排出した甘露の浸潤斑。

かに抑制されていた。

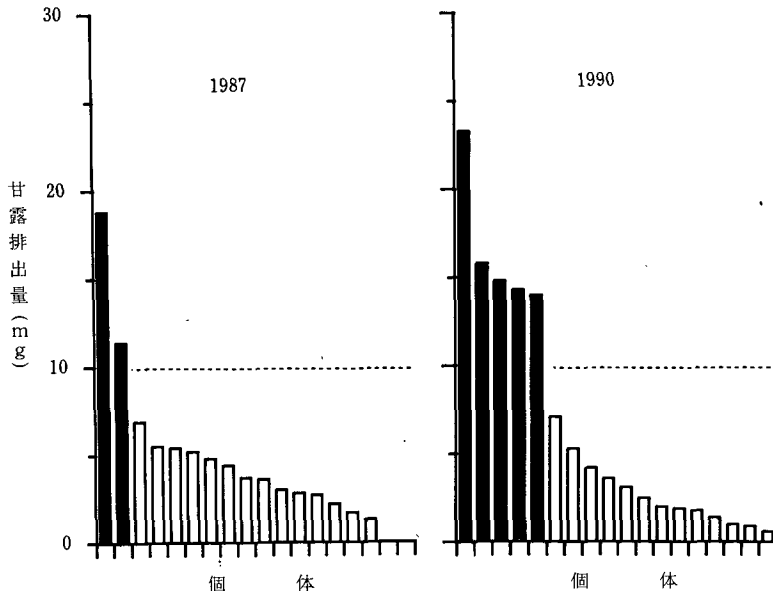
1990年 7月中旬に侵入した飛来個体群が主体となり、後代個体群が増殖した。9月第2～3半旬および10月第1半旬に、それぞれ第2および第3世代の幼虫個体群密度が最高となった。第2世代の株当たり平均払い落とし幼虫数はレイハウ区と西海184号区で有意差がなく、それぞれ、53頭と69頭であった。第3世代では、レイハウ区の

129頭に対して、西海184号区では有意に高くなり501頭となった。10月第2半旬に西海184号区が坪枯れを起こし、本系統上での個体群増殖の抑制は認められなかった。

1991年 7月上中旬に連続した飛来があり、100株当たり2～3頭の雌成虫が侵入定着した。第2および第3世代幼虫の最盛期は、それぞれ9月中旬および10月下旬であった。9月11日に調査した第2世代幼虫の株当たり平



第3図 1987年および1990年に飛来したトビイロウンカ雌成虫のレイハウ (A), *Bph1* 遺伝子をもつ IR26 (B) と西海184号 (C), および *bph2* 遺伝子をもつ IR42 (D) 上での甘露排出量の比較。品種記号に小文字のcを付けた供試個体群は、飛来後西海184号上で増殖した個体群からサンプリングした。黒丸は平均値、カラムは標準偏差、横棒はレンジを示す。



第4図 1987年および1990年に飛来したトビイロウンカ雌成虫の IR26 上での甘露排出量の個体変異。黒色のカラムは10mg以上の甘露を排出した個体を示す。

均払い落し数は、レイホウ区で18頭、西海184号で25頭であった。10月23日に調査した第3世代の幼虫密度は、レイホウ区と西海184号区ではほぼ等しく、平均払い落し数はそれぞれ171頭と173頭であった。

2. トビイロウンカ抵抗性品種上での甘露排出量の変化

1987年に飛来しレイホウ上で増殖した第3世代雌成虫は、レイホウ上で多量の甘露を排出したが、IR26上での排出量は著しく少量であることがBCG濾紙法およびパラフィルムサッシュェ法で明らかであった(第2, 3図)。しかし、IR26上で、大半の個体の日当たり排出量は5mg以下でほとんど吸汁していなかったが、約10%の個体が、10mg以上の甘露を排出した(第4図)。西海184号で増殖発生した雌成虫では、約20%の個体がIR26上で10mgの甘露を排出した。

1990年に飛来し、レイホウおよび西海184号で増殖した第2世代雌成虫はともに、レイホウのみならず西海184号上でも多量の甘露を排出し(第2図, 3図)、前者では約90%、後者では約80%の個体が10mg以上排出した。IR26上での甘露排出量の平均値はレイホウおよび西海184号上での値に比較して少量であったが(第2, 3図)、1987年の個体群の排出量の平均値よりも増加しており、30~60%の個体が10mg以上の甘露を排出した(第4図)。

一方、両年の個体群間に、IR42上での甘露排出量の変化は認められず、10mg以上排出する個体はほとんど検出されなかった(第3図)。

考 察

1. *Bph1* 遺伝子をもつ日本稲型育成系統に対するトビイロウンカの加害性の変化

わが国ではトビイロウンカ抵抗性日本稲中間母本の育成種が1968年から開始され、Mudgoの*Bph1* 遺伝子をホウヨク等の日本稲に導入した系統が育成された(金田ら, 1985)。1974~1975年に九州地域での圃場検定によって、これらの系統のトビイロウンカに対する抵抗性が証明されていた(西山ら, 1975; 深町, 1976)。同遺伝子をもつ西海165号、西海168号、関東PL4等は、1979年に飛来したトビイロウンカ個体群に対して実用的な抵抗性を示し(大矢・平尾, 1985)、1985~1986年の圃場検定においても同様に抵抗性を示していた(九州農試虫害第3研, 1986, 1987)。上記の事例は、*Bph1* 遺伝子をもつ日本稲型育成系統が、1986年以前のトビイロウンカ飛来個体群に対して抵抗性を発揮していたことを示している。そして、ほぼ同様な状態が1987年にも持続しており、同年に飛来したトビイロウンカ個体群の増殖は、TKM6に由来する*Bph1* 遺伝子を導入した西海184号上で明ら

かに抑制された。

しかし、1988年に福岡県で、*Bph1* 遺伝子を導入した育成系統、南海111号の坪枯れが報告されている(福岡県農総試, 1989)。また本調査でも1990年には、西海184号上のトビイロウンカ個体群密度は、後期にレイホウ上の密度よりも高くなり、坪枯れが発生した。1991年には、セジロウンカが異常多飛来したため、西海184号が分けつ期に半枯死状態となり、トビイロウンカの初期発生が抑制されたにもかかわらず、後期にはレイホウと同程度の密度に回復した。

以上の調査結果から、1987~1990年間にトビイロウンカ飛来個体群の*Bph1* 遺伝子をもつ日本稲型育成系統に対する加害性が強まったことが明らかであった。

2. 抵抗性品種上での甘露排出からみたバイオタイプ形質の変化

わが国に発生するトビイロウンカ個体群に*Bph1* および*Bph2* 遺伝子をもつ抵抗性品種で生存増殖可能な個体が、きわめて低い頻度で含まれており、それらを人為的に選抜することにより、品種抵抗性を打破する個体群を作出できることが以前から知られていた(伊藤・岸本, 1981)。日当たり10mg以上の甘露を排出し、*Bph1* 遺伝子をもつ抵抗性品種を加害できると考えられる雌成虫の割合が、1987年から1990年の間に、約10%から30~40%に増加していた。わが国と同様にトビイロウンカが毎年海外から飛来侵入する韓国においても、1983年に飛来した個体群には、*Bph1* を導入した日印交雑品種、Cheong-cheongbyeoを加害できる個体が13%含まれていたが(LEE, et al., 1983)、1985~1987年には、その割合が20~30%に増加した(PARK and SONG, 1988)。

1990年以降の飛来個体群中のIR26加害性個体の割合の上昇が、西海184号のトビイロウンカ抵抗性の崩壊をもたらしたと考えられ、わが国へ飛来侵入するトビイロウンカ個体群が、いわゆるバイオタイプ1からバイオタイプ2へと変遷しつつあることを示している。

3. バイオタイプ形質を指標としたトビイロウンカの発生飛来源の推定

わが国や韓国へ飛来侵入するトビイロウンカの直接の発生源である中国大陆で、1979~1980年に発生していた各地のトビイロウンカ個体群は、バイオタイプ1と検定されていた(WU et al., 1981)。また1981~1982年浙江省で、稔性回復系統として用いられたIR26由来の*Bph1* 遺伝子をもつトビイロウンカ抵抗性ハイブリッド品種の普及に関連して、トビイロウンカのバイオタイプの変化が再調査されたが、バイオタイプ1が優勢であると結論された(巫ら, 1983)。しかし抵抗性ハイブリッド

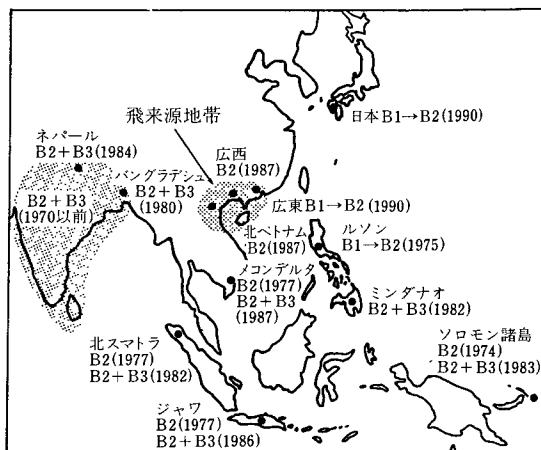
品種上でのトビイロウンカの生存率の上昇を、抵抗性崩壊の徴候として指摘されていた。その後、華南の広西地区では1987年に *Bph1* 遺伝子をもつハイブリッド品種のトビイロウンカ抵抗性が無力化し、バイオタイプ2の発生が示唆された(李ら, 1991)。華南および浙江省では、IR26 上でのトビイロウンカの生存率が1989~1990年に感受性品種、TN1 と同程度に高くなり、バイオタイプ2への変化が認められた(YU et al., 1991)。さらに1990年に調査された広東省のトビイロウンカ個体群は、IR26 への加害性の程度からバイオタイプ1とバイオタイプ2の混合個体群と見なされた(ZHANG et al., 1991)。これらの情報は、中国で1987~1990年にトビイロウンカのIR26 に対する加害性が強まり、バイオタイプ2へのシフトが進行していたことを示している。また、中国大陸南部に隣接するベトナム北部においても、1987~1988年に *Bph1* 遺伝子をもつ抵抗性 IR 品種に加害性を有するバイオタイプ2個体群が主体となった(ICH, 1991)。

一方、IR26 などのトビイロウンカ抵抗性品種が早くから普及されたフィリピンでは、バイオタイプ2への変遷が1975~1976年にすでに生じている(VARCA and FEUER, 1976)。

東南アジアのトビイロウンカ多発地帯においても、1975~1978年頃に、バイオタイプ1からバイオタイプ2へ変化した(寒川, 1983)。その後、IR36 などの *Bph2* 遺伝子をもつ抵抗性品種に切り替えられた結果、東南アジア各地ではバイオタイプ2とバイオタイプ3の加害性を合わせもつトビイロウンカ個体群が主体となっている(OKA and BAHAGIAWATI, 1984; SOGAWA et al., 1984, HO, 1985; MEDRANO and HEINRICHS, 1985; SOGAWA et al., 1987; HUYNH and NHUNG, 1988)。

バングラデシュとネパールを含む南アジアには、*Bph1* および *bph2* 遺伝子をもつ抵抗性品種を加害できるトビイロウンカ個体群が以前から分布している(SESU and KAUFFMAN, 1980; KABIR and ALAM, 1981; SHRESTHA, 1987)。

上記の知見から、わが国へ飛来するトビイロウンカ個体群に1987~1990年間に生じたバイオタイプ形質の変化と同様な変化が、中国南部およびベトナム北部でほぼ同時期に生じていたことが推察でき、これらの地域がわが国へ飛来するトビイロウンカの発生飛来源であることを示唆している(第5図)。今日、ベトナム南部、フィリピン、インドネシア、南アジアなどの熱帯アジア地域に発生しているトビイロウンカ個体群のバイオタイプ形質は、わが国へ飛来侵入する個体群のそれとは明らかに異なっており、これらの地域からの長距離移動の可能性は



第5図 アジア各地のトビイロウンカ個体群のバイオタイプ特性と、わが国へ飛来侵入する個体群のバイオタイプ形質との類似性から推定される飛来源地帯。B1=バイオタイプ1, B1→B2=バイオタイプ1からバイオタイプ2へ変化したつある個体群, B2=バイオタイプ2, B2+B3=バイオタイプ2とバイオタイプ3の加害性を合わせもつ個体群, インド亜大陸の点刻部分は抵抗性 IR 品種の普及以前から B2+B3 の加害性をもち個体群の分布域を示す。

低いと考えられた。

摘 要

(1) *Bph1* 遺伝子をもつトビイロウンカ抵抗性日本稲育成系統、西海184号の品種抵抗性が、1987~1990年間に崩壊した。

(2) トビイロウンカ飛来個体群中に占める IR26 (*Bph1* 遺伝子をもつ)に加害性を示す雌成虫の割合が、1987~1990年間に約10%から30~40%に増加し、バイオタイプ1からバイオタイプ2への変化が認められた。

(3) 同様なバイオタイプ形質を示すトビイロウンカ個体群が、中国南部とベトナム北部でほぼ同時期に発生しており、これらの地域がわが国へ飛来侵入するトビイロウンカ個体群の発生飛来源とみなされた。

謝 辞

西海184号の種子の供給と、育成系統の栽培水田での調査にご協力していただいた九州農業試験場水田利用部稲育種研究室に謝意を表します。

引 用 文 献

- 1) Ho, D. (1985) IRRN 10 (4) : 16-17. 2) 深町三朗, (1976) 九病虫研会報 22 : 102-103. 3) 福岡県農総試

- (1989) 単年度試験研究成績, 昭和63年度九州農業試験研究・計画概要集, 病害虫. 4) HUYNH, N. and NHUNG, H. (1988) *IRRN* 13 : 16. 5) ICH, B. V. (1991) *Proc. International Seminar on Migration and Dispersal of Agricultural Insects*, p. 183-204. 6) 伊藤清光・岸本良一 (1981) *農事試験報* 35 : 139-154. 7) KABIR, M. A. and ALAM, M. S. (1981) *IRRN* 6 (5) : 8-9. 8) 金田忠吉・根本博・池田良一・横尾政雄・小林陽 (1985) *農研センター研報* 5 : 93-103. 9) 九州農試虫害第3研 (1986) 単年度試験研究成績, 昭和60年度九州農業試験研究・計画概要集, 病害虫. 10) 九州農試虫害第3計 (1987) 単年度試験研究成績, 昭和61年度九州農業試験研究・計画概要集, 病害虫. 11) LEE, J., GOH, H., KIM, C. and PARK, J. (1983) *IRRN* 8 (5) : 15. 12) 李青・羅全昱・為素美・黃潤清・帥翹翔・黃輝曄 (1991) *廣西農業科学* 1991 (1) : 29-32. 13) MEDRANO, F. G. and HEINRICH, E. A. (1985) *IRRN* 10 (6) : 14. 14) 西山寿・平尾重太郎・岡田正憲 (1975) *九州農業研究* 37 : 56-57. 15) OKA, I. N. and BAHAGIAWATI, A. H. (1984) *Contr. Cent. Res. Inst. Food Crops Bogor*, 33 : 1-14. 16) 大矢慎吾・平尾重太郎 (1985) *九病虫研究会報* 31 : 89-93. 17) PARK, Y. and SONG, Y. (1988) *Kor. J. Appl. Ent.* 27 : 63-67. 18) SESHU, D. V. and KAUFFMAN, H. E. (1980) *IRRI Res. Paper Ser. No. 52*, 13pp. 19) SHRESTHA, G. L. (1987) *IRRN* 12 (3) : 34. 20) SOGAWA, K. (1979) *Nekken Shiryo No. 43*, *Trop. Agr. Res. Cent.* 24pp. 21) 寒川一成 (1980) *熱帯農研集報* 40 : 19-27. 22) 寒川一成 (1983) *植物防疫* 37 : 7-10. 23) SOGAWA, K., KILIN, D. and BHAGIAWATI, A. H. (1984) *IRRN* 9 (1) : 25. 24) SOGAWA, K., SOEKIRNO and RAKSADINATA, Y. (1987) *IRRN* 12 (6) : 29-30. 25) 寒川一成・平井剛夫・渡邊朋也 (1988) *植物防疫* 42 : 205-208. 26) VARCA, A. S. and FEUER, R. (1976) *Plant Prot. News* 5 (1) : 1-4. 27) WU, J., CHANG, L., QUI, X. and MO, M. (1981) *IRRN* 6 (4) : 8-9. 28) 巫国端, 陳福云, 陶林勇, 黃次佛, 馮炳灿 (1983) *昆虫学報* 26 : 154-160. 29) YU, X., WU, G. and TAO, T. (1991) *IRRN* 16 (3) : 26. 30) ZHANG, Y., TAN, Y. and PAN Y. (1991) *IRRN* 16 (5) : 22-23.

(1992年5月20日 受領)