

日本に飛来するトビイロウンカの抵抗性品種加害性の近年における状態

田中 幸一
(農業環境技術研究所)

Recent Status in Virulence to Resistant Rice Varieties of Brown Planthopper *Nilaparvata lugens* Immigrating into Japan

Koichi TANAKA¹

Abstract

Virulence of the brown planthopper *Nilaparvata lugens* that immigrated into Japan in 1991, 1992, 1995 and 1996 was examined on four *indica* rice varieties, IR26 (carrying a resistance gene *Bph-1*), Mudgo (*Bph-1*), ASD7 (*bph-2*) and Babawee (*bph-4*) and on two *japonica* rice lines, Saikai 190 (*Bph-1*) and Norin PL10 (*Bph-3*). The planthoppers were reared on a susceptible *japonica* rice variety Reiho, and the newly-emerging brachypterous females were released on 5- to 7-week-old test rice plants at tillering stage. I defined the females whose abdomina became swollen within five days after releasing or those which have survived for five days as virulent individuals. The 1995- and 1996-populations of *N. lugens* had higher proportions of virulent females on the *Bph-1*-carrying rice varieties, 54-79% on IR26, 39-66% on Mudgo and 95% on Saikai 190, than the 1991- and 1992-populations. However, all the tested populations had still low proportions of virulent females on the rice varieties carrying *bph-2*, *Bph-3*, or *bph-4*, especially those carrying *Bph-3* or *bph-4*. These results show that virulence to *Bph-1* in the *N. lugens* populations immigrating into Japan has become stronger after 1988-1990 in which change of the virulence was first found, and suggest that the resistance of *Bph-1* has been broken down for this *N. lugens* population.

抵抗性品種を用いた害虫防除法は、環境に対する負荷がなく、防除のための労力やコストがきわめて小さいという点で優れており、さまざまな作物において抵抗性品種の育成と活用が図られている。抵抗性品種を利用するうえで最も大きな問題は、害虫の中に抵抗性に適応したバイオタイプが現れ、抵抗性が崩壊してしまうことである。このようなバイオタイプの出現は多くの作物で報告されており（寒川, 1983a, 1983b; Diehl and Bush, 1984）、トビイロウンカ *Nilaparvata lugens* とイネの関係もその一例としてよく知られている。抵抗性品種を育成し利用するためには、害虫の野外個体群において、抵抗性品種に対する加害性やバイオタイプがどのような状態にあるのか、常に監視して

おく必要がある。

アジアに分布するトビイロウンカは、抵抗性品種に対する加害性によって3つの個体群に分けられる（田中, 1999）。フィリピン、インドネシア、ベトナム南部、ソロモン諸島などを含む東南アジアのトビイロウンカ個体群は、1970年代以降抵抗性品種の普及とともに劇的にバイオタイプが変化し、現在は抵抗性遺伝子 *Bph-1* と *bph-2* に対し加害性を持っている。一方、インド、スリランカなどの南アジアの個体群は、東南アジアで抵抗性品種が普及する以前から、すでに *Bph-1* と *bph-2* に対する加害性を獲得していた。東アジアの個体群は、ベトナム北部から中国最南部にかけて周年発生地があるが、春・夏にはこの地域から北方へ移動

¹ Address: National Institute of Agro-Environmental Sciences, 3-1-1 Kannondai, Tsukuba 305-8604, Japan
1999年4月23日受領

し、梅雨の頃その一部が日本へも飛来するような広域を移動するのが特徴である (Kisimoto and Sogawa, 1995)。日本に飛来するトビイロウンカは、1988～1990年に *Bph-1* を持つ品種に対し加害性を示すように変化した (寒川, 1992)。同様の変化が、ベトナム北部、中国、韓国でも同じ時期に起こっており、この現象は日本に飛来するトビイロウンカの飛来源を推定する根拠の一つとなった (寒川, 1992)。この時点で、*Bph-1* に対する加害性の変化は、日本型イネ (*japonica*) の中間母本において顕著にみられ、実験室の検定で検出されただけでなく、実験圃場においても被害が生じた。しかし、IR26 など強い抵抗性を持つ品種に対しては、加害性はそれほど強くなつてはいなかった。その後この加害性の変化がさらに進行したのか、それとも同じレベルに留まっているのかは、重要な問題であるにもかかわらず、それに関する報告はない。そこで、1990年以降に日本に飛来したトビイロウンカ個体群について、代表的な4つの抵抗性遺伝子をそれぞれ持つ品種に対する加害性の検定を行った。

抵抗性品種に対するトビイロウンカの加害性は、遺伝的にはポリジーン系に支配されているが、表現型としては連続的な変量とはならず、抵抗性品種をほとんど吸汁できないか、よく吸汁できるかという2つのグループに分かれる (Tanaka, 1999)。したがって、ウンカ個体群の中で抵抗性品種を吸汁できる個体の割合が重要であり、加害性検定では、よく吸汁できるかできないかが判定できればよい。これまで、トビイロウンカ1個体ごとの抵抗性品種加害性やバイオタイプの検定には、パラフィルムサシェを用いた甘露排出量の測定 (Pathak et al., 1982; 寒川, 1992) がおもに使われてきた。甘露排出量を精密に測定することは、上記のような2つのグループに分けるためには労力がかかりすぎる。しかも、各グループ内の甘露排出量の変異は加害性の強さの変異を必ずしも反映していない (Tanaka, 1999)。検定するイネ品種やウンカ個体群によっては、加害性個体の頻度が非常に低い場合もあることが予想されるので、多数の個体を検定することが重要である。そのため、できるだけ簡便な検定法が望ましい。Tanaka (1999) は、そのための簡便法を考案したが、本研究ではその方法にさらに改良を加えた方法を用いて検定を行った。

材料および方法

1. トビイロウンカ

加害性検定に用いたトビイロウンカは、1991年および1992年、1995年、1996年に日本に飛来した系統であ

る。各年の9月に、熊本県菊池郡西合志町にある殺虫剤を散布していない水田において、感受性イネ品種であるレイホウから成虫を採集した。雌雄とも採集し、雌個体が約300頭になるようにした。この時期の成虫は、飛来後2～3世代目のものであるため、近親個体の採集をできるだけ避けるため、複数の水田より、そして水田内においても離れたイネ株から採集を行った。ウンカは、実験室において気温25℃、日長16L:8Dの条件で、レイホウの芽出し苗を与えて累代飼育した。

2. 加害性検定法

トビイロウンカの短翅雌において、羽化後2日間充分に吸汁した個体は腹部が大きく膨らむが、ほとんど吸汁できない個体は腹部がへこんだままであることから、ウンカを検定するイネに放飼し2日後に腹部の肥大程度を観察することによって、加害性の検定を行うことができる (Tanaka, 1999)。しかし、両者の中間的な個体があり、中間的な個体に対しては観察者によって判定が異なる可能性がある。そこで、判定をより明確にするために、抵抗性品種をよく吸汁できない雌は、放飼後4日以内にほとんどの個体が死亡する (Tanaka, 1999) ことから、次のような改良を加えた。すなわちウンカを放飼後5日間飼育し、その間に腹部が充分肥大するか、または5日間生存した個体を加害できる個体とした。

検定に用いたイネ品種は、Mudgo および IR26、中間母本西海190号 (以上は抵抗性遺伝子 *Bph-1* を保有)、ASD7 (*bph-2* 保有)、中間母本農10号 (*Bph-3* 保有)、Babawee (*bph-4* 保有) である。2つの中間母本は日本型イネ (*japonica*) であり、他の品種はインド型イネ (*indica*) である。イネは、約200mlのプラスチックカップに3粒播種し、5～7週後に分けつ期のものを用いた。3本の主茎それぞれ長さ約15cmだけ残して他の部分はすべて切り落とし、これに透明プラスチックの円筒 (直径5cm、高さ20cm) を被せ、円筒上部の開口部はテトロンゴースで覆った。この中に、羽化後24時間以内のトビイロウンカ短翅雌を10頭放した。観察は2～5日後に毎日行い、腹部が充分肥大した個体は計数後取り除き、腹部肥大個体および5日後まで生存した個体を加害できる個体とした。各ウンカ系統、各イネ品種について100頭の雌を用いて検定を行った。

結果および考察

トビイロウンカ4系統において、各検定品種に対して加害性を示した個体の割合を Table 1 に示した。抵抗性遺伝子 *Bph-1* を持つ品種に対する加害性個体の割合は、1991、1992年採集系統では、イネ品種によって

Table 1. Percentages of virulent females of the *Nilaparvata lugens* populations, which immigrated in Japan in four years, on the rice varieties carrying resistance genes

Variety	Resistance gene	Year			
		1991	1992	1995	1996
Mudgo	<i>Bph-1</i>	11	16	66	39
IR26	<i>Bph-1</i>	25	38	79	54
Saikai 190	<i>Bph-1</i>	73	82	95	— ^{a)}
ASD7	<i>bph-2</i>	9	14	13	13
Norin PL10	<i>Bph-3</i>	7	9	12	8
Babawee	<i>bph-4</i>	8	5	4	7

A hundred females were tested for each rice variety and each *N. lugens* population.

a) The 1996-population was not tested on Saikai 190.

大きな違いがあった。加害性個体の割合は、Mudgo に対してはまだ低かったが、IR26 に対してはやや高くなっており、西海190号に対しては約70%の個体が加害性を示すようになっていた。1995、1996年採集系統では、*Bph-1* を持つ品種に対する加害性個体の割合は、いずれの品種に対しても1991、1992年より増加しており、Mudgo に対しては50%前後、IR26 に対しては50%以上に達し、西海190号に対してはほとんどの個体が加害性を示した。1990年以前の飛来系統については本研究と同一の方法で検定を行った報告はないが、寒川 (1992) の示した甘露排出量の頻度分布図から日当たり10mg以上の甘露を排出した個体を加害できる個体とみなすと、IR26 に対する加害性個体の割合は1987年採集系統では13%、1990年系統では28%であった。このように、日本に飛来するトビイロウンカの *Bph-1* を持つ品種に対する加害性個体の割合は、1990年以降さらに増加したことが明らかになった。1990~1992年のように、ウンカ個体群に加害性の変化が現れる初期の段階において、Mudgo など強い抵抗性を持つ品種ではその変化が十分検出できなかったが、中程度の抵抗性を持つ品種では顕著な変化がみられた。トビイロウンカの抵抗性品種加害性の検定には、強い抵抗性を持つ品種が通常用いられている。しかし、加害性の変化を早期に発見するためには、抵抗性の弱い品種も併せて用いることが望ましいであろう。*Bph-1* に対する加害性の変化が、東アジア個体群の分布地域の中でどの地域の栽培品種の変化と関係があるのか解析されていない。これを解析することによって、今後抵抗性品種を有効に利用し、バイオタイプの発達を遅らせる方策を立てるうえで、重要な示唆を得られると考えられる。抵抗性遺伝子 *bph-2*, *Bph-3*, *bph-4* を持ついずれの

品種に対しても、1991年から1996年の間で、加害性個体の割合に顕著な変化はみられなかった。しかし、割合の高さには品種間でやや違いがあった。*Bph-3* および *bph-4* をそれぞれ持つ農10号および Babawee に対しては、加害性個体の割合が10%以下の場合が多かったが、*bph-2* を持つ ASD7 に対しては、ほとんどの系統で10%以上の個体が加害性を示した。抵抗性品種普及以前において個体群中の加害性個体の割合が高ければ、抵抗性品種が普及し始める初期において、抵抗性品種上で生き残る個体数が次世代を残せる程度に多くなるため、速やかにバイオタイプの発達が生じる可能性がある。事実、実験室において抵抗性品種を用いて1991年系統を選抜したところ、ASD7 に対しては比較的容易に選抜できたが、農10号および Babawee では容易に選抜できなかった (田中、未発表)。ベトナム北部では、*bph-2* を導入した品種が一部ですでに栽培されている (鈴木・和田, 1994)。ASD7 に対する加害性個体の割合が比較的高いのは、ベトナム北部においてこれらの抵抗性品種を栽培する以前より加害性個体の割合が増加したためか、あるいは元々 *bph-2* に適応した個体の頻度が高いためか明らかではない。いずれにしても、本種東アジア個体群の周年発生地における栽培品種は、本個体群の遺伝的構成に大きな影響を及ぼすと考えられ、今後 *bph-2* に対する加害性個体の頻度が増加することが懸念される。

ウンカ個体群中の加害性個体の割合がどのくらいに達すると、抵抗性が有効ではないのか、あるいはウンカの被害が生じるのか明らかではない。しかし、加害性個体の割合が50%を越えるような状態になれば、抵抗性品種にもウンカの被害が生じる可能性が高いと推測される。したがって、*Bph-1* を単独で導入した品種

を育成しても、もはや抵抗性品種として利用価値は低いであろう。また、前述したように *bph-2* に対する加害性も近い将来増加する恐れがある。これらのことを考慮すると、日本を含めて本種東アジア個体群が分布する地域では、今後の抵抗性品種の育種において、*Bph-1* および *bph-2* 以外の抵抗性遺伝子、すなわち *Bph-3*, *bph-4*, *bph-8*, *Bph-9* (*bph-5*, *Bph-6*, *bph-7* は南アジア個体群だけに抵抗性を示す) および野生イネ由来の遺伝子 (Ishii et al., 1994 など) の導入、あるいは複数遺伝子の導入を進めるべきであると考えられる。

引用文献

- Diehl, S. R. and G. L. Bush (1984) *Annu. Rev. Entomol.* 29: 471-504.
- Ishii, T. et al. (1994) *Genome* 37: 217-221.
- Kisimoto, R. and K. Sogawa (1995) *Insect Migration: Tracking Resources through Space and Time* (ed. by V. A. Drake and A. G. Gatehouse), Cambridge University Press, Cambridge. pp. 67-91.
- Pathak, P. K. et al. (1982) *J. Econ. Entomol.* 75: 194-195.
- 寒川一成 (1983a) *植物防疫* 37: 7-10.
- 寒川一成 (1983b) *植物防疫* 37: 63-68.
- 寒川一成 (1992) *九病虫研究会報* 38: 63-68.
- 鈴木芳人・和田 節 (1994) *植物防疫* 48: 165-168.
- 田中幸一 (1999) *環境変動と生物集団* (河野昭一・井村 治編). 海游舎, 東京, pp. 168-187.
- Tanaka, K. (1999) *Entomol. Exp. Appl.* 90: 279-287.