

## 中国稲「春江06」のセジロウンカ抵抗性の遺伝様式と 中国ジャポニカ稲における同抵抗性形質の分布\*

寒川 一成<sup>1)</sup>・劉 光傑<sup>2)</sup>・張 紅<sup>3)</sup>・朱 春剛<sup>4)</sup>・賀 俞青<sup>5)</sup>

(<sup>1)</sup> 国際農林水産業研究センター・<sup>2)</sup> 中国水稻研究所・<sup>3)</sup> 揚州大学・<sup>4)</sup> 南京農業大学・<sup>5)</sup> 江西農業大学)

**Mode of inheritance of whitebacked planthopper resistance in Chinese japonica rice "Chunjiang 06"**. Kazushige Sogawa <sup>1)</sup>, Liu Guangjie <sup>2)</sup>, Zhang Hong <sup>3)</sup>, Zhu Chungang <sup>4)</sup> and He Yuqing <sup>5)</sup>

(<sup>1)</sup> Japan International Research Center for Agricultural Sciences, Tsukuba, Ibaraki 305-8686, Japan.<sup>2)</sup> China National Rice Research Institute, Hangzhou 310006, China. <sup>3)</sup> Yangzhou University, Yangzhou 225009, China. <sup>4)</sup> Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China. <sup>5)</sup> Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China)

The mode of inheritance of whitebacked planthopper resistance in the rice variety CJ-06 was analyzed using two populations of F<sub>2</sub> progeny obtained from reciprocal crosses between CJ-06 and the susceptible *indica* TN1. Two resistance traits, sucking suppression and ovidical activity, were evaluated based, respectively, on the amount of honeydew excreted and egg mortality. The F<sub>2</sub> plants were segregated into 4 phenotypes, which were expressed by the combination of sucking suppression and ovidical activity. Their segregation ratios fitted statistically the theoretically expected ratio of 45 : 15 : 3 : 1, where sucking suppression and ovidical activity were assumed to be controlled, respectively, by 2 dominant and 1 recessive gene. Of 35 elite Chinese japonica varieties, 11 (about 30%) displayed ovidical resistance. In particular, Xiushui 115, Yenjing No. 2 and Bing 97-408-1 showed ovidical activity as strong as or stronger than that of CJ-06. WBPH females excreted very little honeydew on Xianghu 84, Xiaohuangzhong, Xiushui 04 and Yuenjing No. 2, indicating that these varieties had sucking-suppressive properties. No varieties displayed both ovidical and sucking-suppressive properties.

**Key words :** inheritance, japonica rice, *Sogatella furcifera* (Horvath), varietal resistance, whitebacked planthopper

中国の江南北部から長江以北の江淮平野は、ジャポニカ水稻の栽培地帯である。毎年6～7月の梅雨期に華南のインディカ水稻二期作地帯で発生したイネウンカが、南西気流に運ばれ飛来侵入し、ジャポニカ水稻を加害する(寒川ら, 1997)。浙江省嘉興市農業科学院で育成された丙系統のジャポニカ品種には、IR品種からトピイロウンカ抵抗性遺伝子 *Bphl* が導入されている(高春先ら, 1990)。丙系統「秀水620」を中間母本として、中国水稻

研究所で育成された「春江06」も *Bphl* を持つ多収晩生ジャポニカ品種である。寒川ら(1999)は、春江06がセジロウンカ, *Sogatella furcifera* (Horvath), に対して吸汁抑制と殺卵作用に起因する抗寄生性と抗生性によって、高度なセジロウンカ抵抗性をもつことを明らかにした。

本報では、春江06のセジロウンカ抵抗性形質の遺伝様式と、中国ジャポニカ水稻における同様なセジロウンカ抵抗性の有無を検討した結果について報告する。

### 材 料 と 方 法

#### 1. 抵抗性形質の遺伝分析

春江06, セジロウンカ感受性インディカ品種 TN1, および両品種を正逆交雑して得られた F<sub>2</sub> イネを供試し

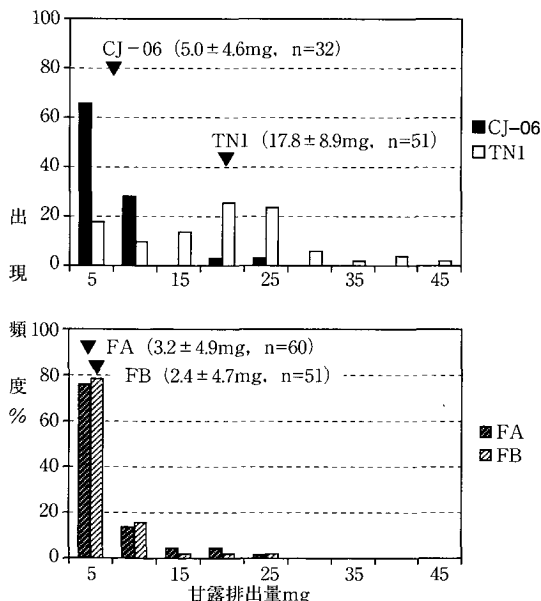
\*本研究は、平成9年に発足した日中共同研究プロジェクト「中国における主要食料資源の持続的生産及び高度利用技術の開発」の一環として、中国水稻研究所で実施中の日中共同研究項目「中国における移動性イネウンカ類の総合管理技術の開発」に関する成果の一部分である。

た。交雑 F1 イネは不稔性が強く、各穂に結実した F2 種子は少数であった。春江06を母本とする F2 イネを FA, TN1を母本とする F2 イネを FBと略記する。播種後約1ヶ月たった分けつ初期の春江06, TN1, FA および FB を、それぞれ、32, 51, 60および51個体供試した。

甘露排出量と卵死亡率から、セジロウカに対する吸汁抑制と殺卵作用の有無を検定するために、各供試イネの主稈の葉鞘上部に、パラフィルム小袋(2cm×3.5cm)を用いて、蔵卵雌成虫を1頭ずつ封じ、1日間吸汁、産卵させた。その間に小袋内に排出された甘露を化学天秤で秤量した。産卵6日後に産卵部位を実体顕微鏡下で解剖し、産卵数と卵死亡率を調べた。卵の生死は眼点の有無で判定した。

## 2. セジロウカ抵抗性検定

中国水稻研究所で育種素材に用いられている中国産ジャポニカ水稻35品種を供試した。プラスチックカップ(直径7cm, 高さ9.5cm)に1本植えた分けつ初期のイネを、各品種4~6本ずつ用い、パラフィルム小袋法で、セジロウカに対する吸汁抑制と殺卵作用を検定した。吸汁抑制の有無は甘露滴の多少から肉眼で判定した。産卵6日後の平均卵死亡率が、対照品種の TN1での卵死亡率よりも t-検定で有意に高い場合に、殺卵作用があると判定した。



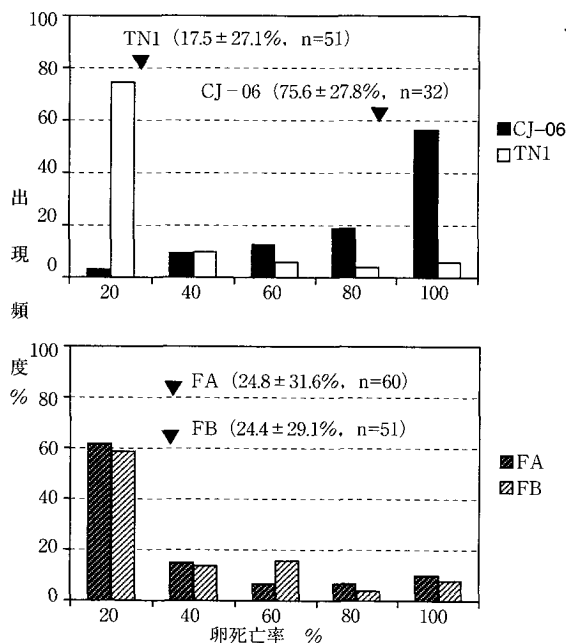
第1図 春江06とTN1(上)および交雑F2イネ(下)でセジロウカ雌成虫1頭が1日に排出した甘露量(mg)の頻度分布。図中の▼印は親本および交雑イネ集団の平均値を示す。

## 結 果

### 1. 抵抗性形質の発現と遺伝

**甘露排出量:** 雌成虫1頭が春江06上で1日に排出した甘露は $5.0 \pm 4.6$  mgであり、94%の個体の排出量が10 mg以下であった。一方、TN1上での平均排出量は $17.8 \pm 8.9$  mgで、80%の個体が10 mg以上の甘露を排出した。交雑FAおよびFBイネでは、それぞれ平均 $3.2 \pm 4.9$  mgおよび $2.4 \pm 4.7$  mgの甘露を排出し、それらの頻度分布型は、春江06の場合に類似した(第1図)。

**卵死亡率:** 春江06とTN1上に産卵されたセジロウカ卵の平均死亡率は、それぞれ $75.6 \pm 27.8\%$ と $17.5 \pm 27.1\%$ であった。正逆交雑FAおよびFBイネにおける平均卵死亡率は、それぞれ $24.8 \pm 31.6\%$ および $24.4 \pm 29.1\%$ であった。卵死亡率の分布頻度は、春江06では80~100%に、TN1と交雑F2イネでは0~20%に偏在した(第2図)。



第2図 春江06とTN1(上)および交雑F2イネ(下)でのセジロウカ卵の死亡率(%)の頻度分布。図中の▼印は親本および交雑イネの平均値を示す。

**抵抗性表現型の分離比:** 交雑F2イネのセジロウカに対する抵抗性形質の発現について、両親の平均値と分散をもとに、甘露排出量10 mgを基準に吸汁抑制の有無を、また卵死亡率45%を基準に殺卵作用の有無を判定した。交雑F2イネの吸汁抑制の有無については15:1に、

殺卵作用の有無については1:3に分離した(第1表)。また、交雑F2イネは、吸汁抑制と殺卵作用の組み合わせにより、①吸汁抑制・非殺卵、②吸汁抑制・殺卵、③吸汁促進・非殺卵、および④吸汁促進・殺卵の4表現型に分離した。交雑FAおよびFBイネの上記の4表現型の分離比は、それぞれ45.2:15.0:3.8:0.0および44.8:11.7:5.3:2.1であった。約70%のF2イネは、セジロウカ吸汁を抑制したが、殺卵作用を示さなかった。これらの分離比は、2つの優性吸汁抑制遺伝子、1つの劣性殺卵遺伝子を仮定した場合の4表現型の分離比45:15:3:1に適合した(第1表)。

第1表 F2イネのセジロウカ抵抗性表現型の分離

F2	吸汁抑制		$\chi^2$ (15:1)	P
	有	無		
FA	56	4	0.02	0.89
FB	45	6	2.65	0.10

F2	殺卵作用		$\chi^2$ (1:3)	P
	有	無		
FA	14	46	0.09	0.77
FB	11	40	0.32	0.57

F2	吸汁抑制/殺卵作用				$\chi^2$ (45:15:3:1)	P
	有/無	有/有	無/無	無/有		
FA	42	14	4	0	1.44	0.70
FB	36	9	4	2	3.65	0.30

## 2. 中国ジャポニカ水稻のセジロウカ抵抗性検定

中国ジャポニカ35品種中、11品種(約30%)に殺卵作

第2表 殺卵作用をもつ中国ジャポニカ品種

品 種 名	平均卵死亡率, % <sup>1)</sup>
秀水115	86.0**
塩粳2号	82.5**
丙97-408-1	80.0**
春江06	79.0**
南粳11号	78.8**
春江15	73.9**
竹杆青	72.2**
丙97-405	64.9**
南粳7号	55.8**
T42	53.2*
甬粳194	46.0*

<sup>1)</sup> TN1上の死亡率より、1%(\*\*)または5%(\*)水準で、有意に高かった品種。死亡率は逆正弦変換した後、t-検定に供した。

用が認められた(第2表)。特に、秀水115、塩粳2号、丙97-408-1および南粳11号は、春江06と同等以上の殺卵作用を持っていた。祥湖84、小黃種、秀水04、原粳2号上での甘露排出量は、著しく少なかった。

## 考 察

寒川ら(1999)は、多収晩生ジャポニカ品種として中国水稻研究所で育成された春江06が、吸汁抑制と殺卵作用によって、高度なセジロウカ抵抗性を示すことを明らかにした。春江06のセジロウカ抵抗性形質の遺伝様式を明らかにするために、春江06と吸汁抑制も殺卵作用も持たない感受性インディカ品種TN1を正逆交雑し、得られた2群のF2イネのセジロウカ抵抗性を個体検定した。その結果、2群のセジロウカ抵抗性に関する表現型の分離比は、相互に極めて近似しており、抵抗性が核内遺伝子の働きで発現していることを示した。F2イネの吸汁抑制と殺卵作用、および両形質を組み合わせた表現型の分離比から、吸汁抑制および殺卵作用の発現には、それぞれ独立に遺伝する優性2遺伝子および劣性1遺伝子の関与が示唆された。しかし、今回供試したF2種子は、日印交雑による強い不稔性を示したF1イネから採種しており、不稔性が抵抗性形質の見かけの分離比に及ぼす影響、および他殖による結実の可能性を検討する必要がある。

吸汁抑制型のセジロウカ抵抗性品種は、全てインディカ品種群から見だされており、その多くは優勢の単一主動遺伝子に支配されている(Khan and Saxena, 1985)。同様な質の抵抗性を備えたジャポニカ品種が報告されていないことから、春江06の吸汁抑制型抵抗性は、その育成過程で交配されたIR品種等のインディカ品種に由来する可能性が高い。春江06の中間母本の一つである秀水04も吸汁抑制を持つことが、今回の検定で明らかになった。

殺卵作用は日本産ジャポニカ品種から発見された(寒川, 1991; Suzuki et al., 1996; Seino et al., 1996; 鈴木, 1996)。セジロウカに対する殺卵型抵抗性は、卵のみに特異的に作用する誘導抵抗性であり、成虫や幼虫に対する抗寄生性や抗生性はない。ジャポニカ品種の殺卵型抵抗性は、インディカ品種との交雑によって容易に失われ、殺卵作用のない日印交雑系統が、セジロウカに対して'超感受性'になる現象が知られている(寒川, 1991)。この現象は、殺卵作用が劣性形質であることとも関係がありそうである。春江06の殺卵形質は、その素材となった中国在来のジャポニカ品種である老虎稻や日本から導入した農墾58(日本名, 世界)、農墾57(金南

風), 中新120, 神楽稲等から継承されたものであろう。

殺卵型抵抗性は日本のジャポニカ品種に認められる形質であるが(鈴木, 1996), 今回供試した中国産ジャポニカ35品種中24品種は殺卵作用を示さなかった。これは中国の改良ジャポニカ品種の多くが, 多収性や病虫害抵抗性等を付与するため, 育種過程でインディカ品種と交雑しており, ジャポニカ水稻が本来備えていたはずの殺卵型抵抗性が失われた結果と思われる。一方, その同じ過程で, ジャポニカ水稻が持っていなかったインディカ由来と思われる吸汁抑制型抵抗性を取り込んだ品種が, 春江06以外にも少数ながら存在した。中国のジャポニカ品種の改良過程で派生したセジロウカに対する感受性の変化は, ジャポニカ栽培地帯におけるセジロウカの発生動態を変化させた可能性がある。

今回の検定で, 吸汁抑制と殺卵作用を兼備した品種は, 春江06の他に検出できなかった。春江06は日印交雑育種の中で偶然生まれた希有なセジロウカ抵抗性ジャポニカ品種と言える。その抵抗性形質の遺伝分析と, その由来に関する詳細な家系分析は, 実用的なセジロウカ抵抗性ジャポニカ品種の育成に貴重な指針を与えるはずである。

#### 摘 要

春江06のセジロウカ抵抗性形質の遺伝様式を, 春江06とTN1の正逆交雑によって得られたF<sub>2</sub>イネを用いて調べた。交雑F<sub>2</sub>イネにおける抵抗性形質の分離比は, 2個の優性吸汁抑制遺伝子と, 1個の劣性殺卵遺伝子を仮定した場合の期待値に適合した。

中国産ジャポニカ水稻35品種中, 4品種に吸汁抑制型, 11品種に殺卵型セジロウカ抵抗性が認められた。しかし, 両抵抗性形質を兼備した品種は, 春江06の他に検出

できなかった。

#### 引用文献

- 高 春先・顧 秀慧・貝 亜維 (1990) 秀水620対褐稻虱抗生性的研究及其抗生評価. 中国水稻科学 4 (4): 75-180.
- Khan, Z. R. and R. C. Saxena (1985) A selected bibliography of the whitebacked planthopper *Sogatella furcifera* (Horvath) (Homoptera: Delphacidae). Insect. Sci. Appl. 6: 115-134.
- Seino, Y., Y. Suzuki, and K. Sogawa (1996) An ovicidal substance produced by rice plants in response to oviposition by the whitebacked planthopper, *Sogatella furcifera* (Horvath) (Homoptera: Delphacidae). Appl. Entomol. Zool. 31: 467-473.
- 寒川一成・高橋明彦・唐 健・朱 敏・胡 国文・清田 洋次 (1997) 1996年梅雨期におけるイネウカのカ中国浙江省富陽市への飛来状況. 九病虫研究会報 43: 77-81.
- 寒川一成・劉 光傑・滕 凱・林 慧芳・沈 麗麗 (1999) 中国産ジャポニカ水稻「春江06」のセジロウカ抵抗性機作. 九病虫研究会報 45: 45-53.
- 寒川一成 (1991) 日印交雑水稻にみられるセジロウカに対する超感受性現象について. 九農研 53: 92.
- 鈴木芳人 (1996) 九州北部における過去の水稲主要品種のセジロウカ殺卵反応. 九農研 58: 109.
- Suzuki, Y., K. Sogawa, and Y. Seino (1996) Ovicidal reaction of rice plants against the whitebacked planthopper, *Sogatella furcifera* Horvath (Homoptera: Delphacidae). Appl. Entomol. Zool. 31: 111-118.
- (2000年3月31日 受領)