

中国ジャポニカ水稻のセジロウンカ抵抗性

国際農林水産業研究センター生産利用部 **そう ざい 川 一 成**

1980～90年代、中国における水稻の反収は、インディカ型ハイブリッド水稻の急速な普及によって顕著に増加した。しかし、ウンカの寄主植物として著しく好適なハイブリッド水稻の栽培地域で、セジロウンカが多発し始めた(胡ら, 1992)。ハイブリッド水稻で多発したセジロウンカは、南西モンスーンに運ばれ華中東部にも多数飛来し、ジャポニカ水稻の重要な生育初期害虫になった。セジロウンカが多発化によって慣行化した殺虫剤散布は、本種やメイチュウ類に各種の殺虫剤に対する抵抗性を発達させ、トビイロウンカ等の誘導多発(リサーチェンス)の原因にもなっている。生態系保全型の害虫管理技術の必要性が指摘されている今日、中国水稻に既存する虫害抵抗性の活用は、有力な代替技術と考えられている。

本稿では、1997(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」の一課題として、中国水稻研究所で実施中の共同研究項目「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」の中から、中国産ジャポニカ水稻のセジロウンカ抵抗性に関する研究を紹介する。

I ジャポニカ型中国水稻‘春江06’

‘春江06’は1980年代後半に浙江省嘉興市農業科学院でトビイロウンカ抵抗性ジャポニカ品種として育種された‘秀水620’をベースに(高ら, 1990)、1994年に中国水稻研究所で半矮性、多収、良質、病害抵抗性の晩稲ジャポニカ品種として育種された。1996年に同研究所に開設したウンカ用予察水田で、標準品種として無防除栽培した‘春江06’で、セジロウンカの発生が極めて少ないことを見だし、ジャポニカ水稻のセジロウンカ抵抗性を研究するための品種として取り上げた。

‘春江06’の中間母本である‘秀水620’には、日本イネの‘金南風’(中国名:‘農墾57’), ‘世界’(中国名:‘農墾58’)と浙江省の在来粳イネの‘老虎稻’との交配系統に、IR26とIR28からトビイロウンカ抵抗性が、日本イネ

の‘中新120’と‘神楽糰’から、それぞれ白葉枯病といもち病に対する抵抗性が導入されている。さらにイタリアの大粒系品種バリラ(倍利拉, Balilla)も交配されている。‘春江06’はジャポニカ品種として育成されたが、日印交雑による複雑な遺伝的背景をもっている。

II ‘春江06’のセジロウンカ抵抗性の発現

1 セジロウンカ飛来虫に対する抗寄生性

中国水稻研究所がある浙江省富陽市(北緯30度, 東経130度)は亜熱帯北縁に位置し、イネを加害するウンカは、梅雨前線が長江付近に北上停滞する6～7月に、華南の水稻二期作地帯の早稲から、前線低気圧暖域の南西風に運ばれ波状的に飛来侵入する。その飛来状況は九州と同様である。このため、ウンカの飛来盛期である6月中下旬に移植される一期作水稻で、ウンカの発生と被害が顕在する。‘春江06’を移植した水田では、飛来侵入したセジロウンカの雌成虫の定着密度が低く、多飛来時にも株当たり1頭を超えることはない(図-1)。これは雌成虫の非選好性に起因することが、選好性試験によって確認されており、圃場における‘春江06’のセジロウンカ抵抗性の最も直接的な原因になっている。

2 セジロウンカの吸汁反応

ウンカは寄主植物の師管から吸汁する特異な摂食習性をもっており、師管吸汁を介して寄主植物を選択する。そして、ウンカに対するイネの品種抵抗性の多くは、吸

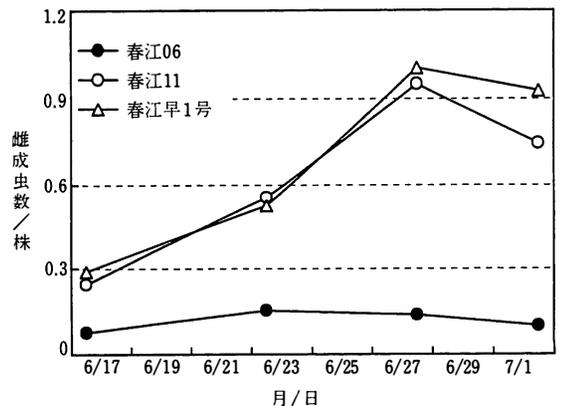


図-1 1997年中国水稻研究所の予察水田で栽培された中国産ジャポニカ3品種上におけるセジロウンカ飛来雌成虫の密度推移

Resistance of Chinese *Japonica* Rice to the Whitebacked Planthopper. By Kazushige SOGAWA

(キーワード: セジロウンカ, 中国水稻, 品種抵抗性, 吸汁阻害型抵抗性, 殺卵型抵抗性)

汁阻害によって発現することが知られている。

感受性品種を吸汁するセジロウカ雌成虫は、1日に約20mgの甘露を排出するが、‘春江06’上では吸汁が強く抑制され、甘露の平均排出量は5mg以下に減少する。電氣的に記録された吸汁波形は、ウンカの口針が吸汁部位である師管に到達しているが、持続的吸汁が行われていないこと示した。この師管吸汁の抑制が、飛来虫に対する抗寄生性の主要因と考えられた。

3 セジロウカの蔵卵と産卵

‘春江06’での吸汁抑制は、飛来虫の非選好性の原因になったが、幼虫の発育や成虫の生存に致命的な影響を与える抗生性要因にはならない。しかし、羽化直後の雌成虫を‘春江06’で飼育した場合、蔵卵が遅れ、産卵数が減少した。‘春江06’で雌成虫1頭が産む総卵数は20~60個で、感受性品種に産まれる総卵数の約3分の1に減少した。吸汁抑制による卵巢の不十分な発育が、産卵数減少の原因と考えられた。また、あらかじめ十分に蔵卵した雌成虫に産卵させた場合にも、‘春江06’では産卵回数が減少し、日当たり産卵数が感受性品種での産卵数の約60%に減少することから、産卵行動を抑制する

要因の関与も考えられた。さらに、‘春江06’では、ふ化幼虫数が少なく、1雌成虫当たりの平均総ふ化幼虫数は、わずか7.3±8.4頭で、感受性品種の10分の1に過ぎず、‘春江06’に産下された卵の高い死亡率が示唆された(図-2)。

4 葉鞘変色と殺卵作用

感受性品種に産まれた卵は、28°C前後の適温下で、2日後に黄斑が生じ始め、3日後には黄斑期の卵が最多となると同時に、眼点が現れ始め、4~5日後に大部分の生育卵は眼点期に達する。しかし、‘春江06’では産卵2日以後、正常な発育卵の他に、白色不透明に変性した死卵(白変卵)や黄褐変した死卵(褐変卵)が60~80%の高率で出現する(図-3)。

セジロウカ雌成虫は、イネ葉鞘中肋付近の葉脈間から産卵管を挿入し、破生通気腔内に産卵する。‘春江06’では、産卵1日後、卵を産み込まれた約80%の葉鞘の破生通気腔周辺が液浸状態となり、産卵部位に液浸斑を形成する。その過程でセジロウカ卵は、速やかに殺卵される。3日以後、液浸部分のネクロシスが顕著に進行する。産卵部位の液浸化と褐変の程度に、明確な品種間

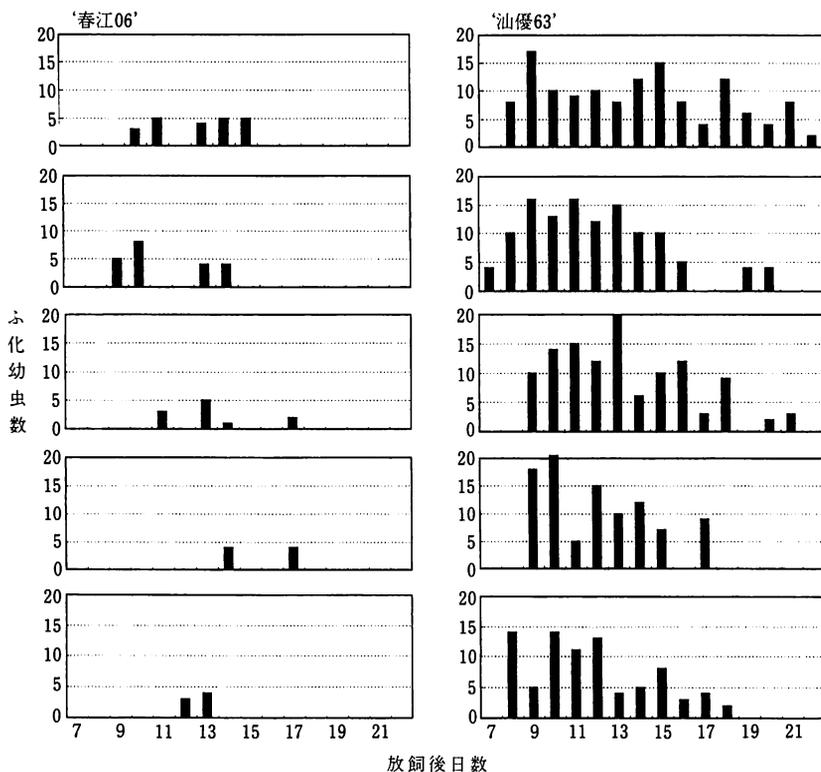


図-2 分けつ初期の‘春江06’(左)と感受性対照品種‘汕優63’(右)で、羽化直後から個体飼育したセジロウカ長翅型雌成虫各5頭が産した次世代幼虫の日別ふ化虫数の推移
横軸は羽化成虫放飼後の日数を示す。

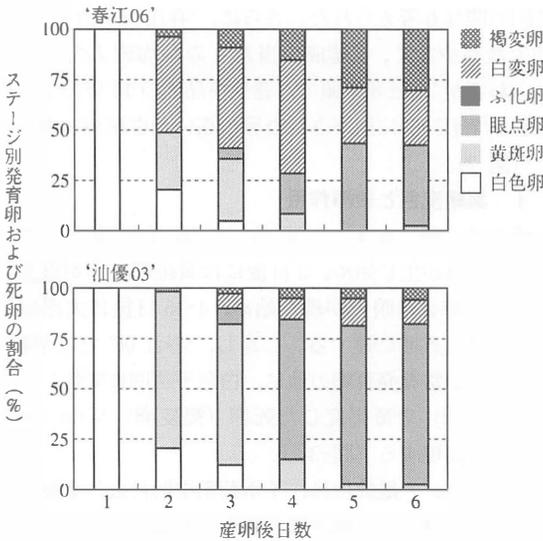


図-3 分げつ初期の‘春江06’(上)と感受性対照品種‘汕優63’(下)に産下されたセジロウンカ卵の胚子発育状態の比較
縦軸は胚子発育段階を異にする卵および死卵の百分率を示す。

差異があり、一般にインディカ品種では液浸化は起こらず、産卵傷がわずかに黄褐変するのみである。そしてセジロウンカ卵はほとんど死亡しない。

III ‘春江06’のセジロウンカ抵抗性機作

セジロウンカに対する‘春江06’の高度な圃場抵抗性の第一段階は、飛来成虫の非選好性によって発現している。増殖源となる飛来雌成虫の低い定着密度は、その後の個体群増殖を決定的に抑制している。飛来虫の非選好性行動は、ウンカの寄主選好過程に作用する‘春江06’の吸汁抑制要因に原因することが示唆された。

セジロウンカ抵抗性遺伝子をもつ既知のインディカ品種は、ウンカの吸汁を阻害抑制することで抗寄生性や抗生性を発現する (HEINRICH and RAPUSAS, 1983; KHAN and SAXENA, 1984; SAXENA and KHAN, 1984)。セジロウンカに対するこのような‘吸汁阻害型抵抗性’は、パキスタン等の南アジア北部の在来インディカ水稻に偏在する形質である。同様な抵抗性形質は、ジャポニカ水稻から報告されていない。したがって、‘春江06’の吸汁阻害型抵抗性は、育成過程で交雑されたインディカ品種に由来する可能性が高いといえる。

セジロウンカを‘春江06’で強制飼育した場合、吸汁抑制は幼成虫の生存発育に直接致命的に作用しないが、次世代のふ化幼虫数が極端に減少する。これには二つの異なる抗生作用が関わっている。一つは雌成虫に対する

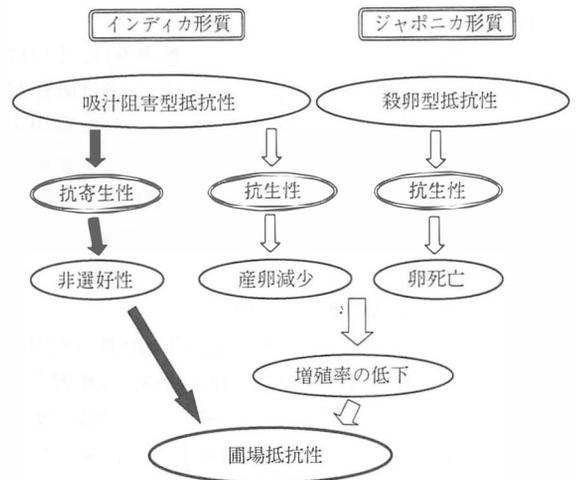


図-4 ‘春江06’のセジロウンカ抵抗性機作

吸汁抑制の結果、産卵数が減少すること、他の一つは、産まれた卵が産卵部位の病変により高率に死亡するためである。後者の卵の生理的死亡は、日本産ジャポニカ品種に普遍的に認められる一種の誘導抵抗性である。イネの被産卵組織に液浸状病変が生じる過程で、殺卵活性を有する安息香酸ベンジルが生成され、産下卵が高率に死亡する (SUZUKI et al., 1996; SEINO et al., 1996; 鈴木, 1996)。ジャポニカ品種に特異なこの現象は、日印交雑イネでセジロウンカが異常多発する原因を究明する中で発見された (寒川, 1991)。「春江06」では、「殺卵型抵抗性」がインディカ品種との交雑によって失われることなく保持されていた。この殺卵型抵抗性は、「春江06」に低密度ながら発生する個体群の増殖を制御する第2の抵抗性要因として機能していると考えられる。「春江06」は、吸汁阻害型抵抗性と殺卵型抵抗性の二重のメカニズムによって、セジロウンカに対する高度で安定した抵抗性を発現しているといえる (寒川ら, 1999) (図-4)。

IV セジロウンカ抵抗性形質の分布

中国水稻研究で有望な中間母本として育種に利用されている中国水稻のセジロウンカ抵抗性を簡易個体検定するために、分げつ初期のイネの葉鞘上部にパラフィルム小袋で蔵卵したセジロウンカ雌成虫を1頭ずつ封じ、1昼夜吸汁産卵させた後、吸汁阻害型抵抗性の有無は、パラフィルム小袋内に分泌された甘露の重量から、また殺卵型抵抗性は産卵6日後の卵死亡率から判定した。その結果、ジャポニカ35品種中、4品種(11%)が吸汁阻害型抵抗性を、11品種(30%)が殺卵型抵抗性をもっていた。しかし、両抵抗性形質を兼備する品種は、「春

江06'以外に見いだせなかった。日本イネはセジロウンカ卵に対する殺卵作用を普遍的にもっているが、吸汁阻害型抵抗性は全くもっておらず、セジロウンカ抵抗性に関して、日中のジャポニカ品種に大きな差異が伺えた。中国産ジャポニカ品種での殺卵抵抗性の欠落と吸汁阻害型抵抗性の付与は、IR品種等高収量インディカ品種との積極的な交雑育種の所産と推察された。なお、中国産インディカ51品種中に吸汁阻害型抵抗性をもつ品種は含まれておらず、また殺卵型抵抗性についても、2品種が弱い殺卵作用を示したに過ぎなかった。

V セジロウンカ抵抗性形質の遺伝性

'春江06'が保持する吸汁阻害型抵抗性と殺卵型抵抗性の遺伝性を予備的に検討するため、'春江06'と感受性インディカ品種であるTN1を正逆交雑して得られたF2イネを用いて、両抵抗性形質の有無を簡易個体検定し、表現型の分離比を調査した。その結果、F2イネの吸汁阻害型抵抗性は、二つの独立した優性遺伝子、殺卵型抵抗性は一つの劣性遺伝子の支配を受けていることが示唆された。両抵抗性形質を組み合わせた四つの表現型は45:15:3:1に分離し、約70%のF2イネは、セジロウンカの吸汁を抑制するが、殺卵作用を欠き、セジロウンカ抵抗性インディカ品種と同様な表現型を示した。ジャポニカ品種由来の殺卵型抵抗性が劣性遺伝することは、インディカ品種との交雑によって、本形質が失われやすい事実と関係がありそうである。しかし、本調査に供試したF2イネは、高い不稔性を示す日印交雑F1イネから得られており、高不稔率による抵抗性形質の分離比のゆがみと、他種により稔実した種子の混入の可能性を排除した再検討が必要かもしれない。

おわりに

かつて、東南アジア各地でIR品種を中核とする高収量パッケージ技術を普及する過程で、トビイロウンカが

大発生し、「緑の革命」を脅かす重大な害虫となった。その反省から、熱帯水田生態系では、FAOやIRRIの普及プロジェクトを通して、在来天敵の保護と水田生物多様性の保全を重視したIPMの重要性が広く認識されるようになってきている。

ハイブリッド水稻の開発実用化は、中国稲作の「緑の革命」と評価されている。ハイブリッド水稻の普及は、1980年代の中国の米増産に明らかに貢献した。しかし、米生産が自給可能な水準に達した現在、ハイブリッド水稻の過度な病虫害感受性は、新たな問題を提起している。ハイブリッド水稻上で多発するセジロウンカは、発生源のみならず飛来侵入地帯において、水田初期の殺虫剤散布を慣行化した。農業等の販売収益に依存する作物保護ステーションの活動が殺虫剤使用を加速している。このような状況の中で、中国政府は、昨年に続き日本政府に、農業、肥料等の購入資金となる巨額の「食料増産援助、2KR」を要求している。

中国東部のジャポニカ水田生態系に飛来侵入するセジロウンカの被害を回避する上で、中国産ジャポニカ水稻に既存するセジロウンカ抵抗性の活用は、殺虫剤使用による環境負荷を軽減し、生態系の天敵機能と協調しつつ害虫を持続的に管理する実用性の高い代替技術となるはずである。

引用文献

- 1) 高 春先ら(1990): 中国水稻科学 4(4): 175~180.
- 2) 胡 国文ら(1992): 植物防疫 46(5): 219~222.
- 3) HEINRICHS, E. A. and H. R. RAPUSAS(1983): Environ. Entomol. 12: 1793~1797.
- 4) KHAN, Z. R. and R. C. SAXENA(1984): J. Econ. Entomol. 77: 1479~1482.
- 5) SAXENA, R. C. and Z. R. KHAN(1984): Crop Sci. 24: 1204~1206.
- 6) SEINO, Y. et al. (1996): Appl. Entomol. Zool. 31: 467~473.
- 7) 寒川一成(1991): 九農研 53: 92.
- 8) ———ら(1999): 九病虫研会報 45: 45~53.
- 9) 鈴木芳人(1996): 九農研 58: 109.
- 10) Suzuki, Y. et al. (1996): Appl. Entomol. Zool. 31: 111~118.