

## アジア各国のイネ白葉枯病菌レースと品種抵抗性\*

### (1) フィリピン

堀野 修\*\*

Osamu HORINO\*\* : Races of *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* in Asia and their virulence against rice varieties\* (1) The Philippines

イネ白葉枯病は日本だけでなく、広く世界の稲作国に発生するイネの重要病害であり、特にアジア各国においてその被害が大きい。日本における本病の防除はこれまで抵抗性品種の栽培、耕種法の改善、農薬散布などによって行われてきた。これら防除手段のうち、農薬散布による方法はいもち病、紋枯病の場合と異なり、的確な防除薬剤がないので効果的でなく、抵抗性品種の利用による防除が最も効果的な手段と考えられている。

本病抵抗性品種はこれまで日本及びフィリピンの国際稲研究所（以後 IRRI と略す）を初めとする各国の研究機関で多数育成され、我が国並びに東南アジア各国においてこれら抵抗性品種の果してきた役割は大きい。しかしながら、日本では既に1957年に福岡県で栽培された抵抗性品種、アサカゼが罹病化<sup>9)</sup>、またフィリピンでは1972年にそれまで強度の抵抗性を示していた IR20 がイザベラ州で発病したと報じられており<sup>7)</sup>、更にインドネシアのジャバ島でも1980年に抵抗性品種、IR36 の罹病化が確認されている<sup>9)</sup>。以上の事例から明らかなように、本病原細菌には品種に対する寄生性の異なるレースの存在が知られている。しかしこれまでアジア各国における白葉枯病菌の病原性を同一判別品種によって直接比較検定された報告はほとんど見られない。

筆者は白葉枯病菌の病原性分化とイネ品種の抵抗性との関係を明らかにするため、1980年、1981年の2カ年にわたり、延べ8カ月の間、IRRI、インドネシア中央農業研究所、バングラデシュ稲研究所へ熱帯農業研究センターから派遣された。本稿では、この間に得られた実験結果を中心にして述べるが、1981年4月に国際稲研究会議で発表されたアジア数カ国の本病原細菌レースと品種抵抗性に関する研究成果<sup>11)</sup>も付け加えて、総説的に紹介する。なお、日本の白葉枯病菌レースについては既に詳しく報告されているので<sup>3,5)</sup>、ここでは省略したい。

国際レース判別体系の確立に関する熱研と IRRI との共同研究の経緯

白葉枯病に対するイネ品種の抵抗性の遺伝子分析は1961年に日本で初めて報告され<sup>12)</sup>、以後現在までに日本の研究者によって4個 ( $Xa-1^{10)$ ,  $Xa-2^{10)$ ,  $Xa-w^{11)$ ,  $Xa-kg^{11)$ ) の主働抵抗性遺伝子が見出されている。一方、IRRI においても、日本の研究とは独立に1972年以降 *indica* 稲の抵抗性の遺伝子分析が始められ、現在までに5個 ( $Xa-4^{11)$ ,  $xa-5^{11)$ ,  $Xa-6^{11)$ ,  $Xa-7^{11)$ ,  $xa-8^{11)$ ) の抵抗性遺伝子が報告されている。このように、日本と IRRI でそれぞれ数個の抵抗性遺伝子が見出された結果、イネ品種と白葉枯病菌との相互関係に基づくレース及び品種群の分類に関する研究が進められ、Table 1 に示した判別体系が双方で独自に確立された。しかし IRRI と日本の両判別体系に共通の判別品種が含まれていないため、フィリピン、日本両国産の白葉枯病菌の病原性、また双方で見出された遺伝子の異同については全く不明であった。

このような状況のもとに、IRRI では、アジア各国における白葉枯病菌の病原性分化とイネ品種の抵抗性との関係を明らかにするため、国際共同研究を企画し、1977年から発足させた。参加国と機関は IRRI、バングラデシュ、インドネシア、インド、タイ、韓国、マレーシア、ネパール、中国及び日本の熱帯農業研究センターである。なお、このプロジェクトの研究目的として以下の4項目が挙げられている。1) 国際判別品種の確立 2) 病原細菌の病原性分化の研究 3) 抵抗性遺伝子の同定 4) 異なる抵抗性遺伝子を持つ中間母本の育成。

またこの共同研究の最終的なねらいは、白葉枯病抵抗性遺伝子を異にする同質遺伝子系統を育成して国際判別品種として利用するとともに、各国の育種計画の遺伝子源としても役立つようということである。

フィリピン産白葉枯病菌レースと品種抵抗性

フィリピン産白葉枯病菌をイネ品種に対する病原力および病原性の差異により類別しようとする最初の試みは1965年に Goto<sup>3)</sup> により行われた。彼はフィリピンで採

\* 本稿は昭和56年10月5日、第11回植物細菌病研究会において講演した内容を要約したものである。

\*\* 北陸農業試験場環境部 Environment Division, Hokuriku National Agricultural Experiment Station, Inada, Joetsu, Niigata 943-01

集した76菌株を品種 BPI76 に接種して、菌株間に明らかな病原力の量的差異を見出し、供試菌を病原力の差によって四つの group に分類した。しかしながら、彼は菌株間には品種に対する特異的、または質的な病原性の違いを見出さなかった。また Wakimoto<sup>11)</sup> は1967年、フィリピン、インド及び日本の白葉枯病菌、21菌株の *indica* 稻、108品種に対する病原力を検定した結果、Goto<sup>9)</sup> と同様に菌株間に明らかな病原力の量的差異を認めたが、供試菌株と品種との間には明瞭な反応の特異性を見出さなかった。

一方、1976年以降 IRRI で行われてきた研究では、フィリピン産白葉枯病菌の中に病原性の異なるレースの存在を認める報告がみられるようになった。Reddy and Ou<sup>12)</sup> は品種と菌株間に有意な交互作用が認められたことから、菌株間に質的な病原性の差があることを示唆し、Mew and Vera Cruz<sup>10)</sup> も、最近フィリピン産の

本病原細菌の中に病原性の異なるレースの存在を確認している。

筆者はフィリピン及び日本産の白葉枯病菌レースの病原性を直接比較するため、IRRI と日本の両判別品種と双方の各レースを代表する菌株との相互反応を検討した<sup>9)</sup>。IRRI と日本の判別品種、各5品種にそれぞれフィリピン及び日本の九つのレースの代表菌株を接種し、その結果を Table 1 に示した。なお、IRRI はフィリピンの I~IV 群菌を類別する判別品種として、すべてのレースに感受性の IR8、I 群菌にだけ抵抗性で II, III, IV 群菌に感受性の IR20 (抵抗性遺伝子 *Xa-4*)、II 群菌だけに抵抗性で I, III, IV 群菌に感受性の Cas 209 (抵抗性遺伝子：未同定)、IV 群菌だけに感受性で I, II, III 群菌に抵抗性の IR1545-339 (以後 IR1545 と省略する。抵抗性遺伝子：*xa-5*)、I~IV 群菌のすべてに抵抗性を示す DV85 (抵抗性遺伝子：*xa-5*, *Xa-7*) の5品種を

Table 1. Interaction between Philippine and Japanese groups of *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* and differential rice varieties of IRRI and Japan<sup>1)</sup> (Horino *et al.* 1981)

Differential variety	Gene for resistance	Philippine group <sup>2)</sup>				Japanese group <sup>3)</sup>				
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	V
IRRI differential										
IR8	Unknown	S	S	S	S	S	R	R	S	R
IR20	<i>Xa-4</i>	R	S	S	MR	R	S	S	S	R
Cas 209	Unknown	S	R	S	S	S	S	S	S	S
IR1545-339	<i>xa-5</i>	R	R	R	S	R	R	R	R	R
DV85	<i>xa-5</i> , <i>Xa-7</i>	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Japanese differential										
Kinmaze	None	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Kogyoku	<i>Xa-1</i> , <i>Xa-kg</i>	S	S	S	S	R	S	S	S	R
Te-tep	<i>Xa-1</i> , <i>Xa-2</i>	S	S	S	S	R	R	S	S	R
Wase Aikoku 3	<i>Xa-w</i>	R	R	R	R	R	R	R	S	S
Java 14	<i>Xa-1</i> , <i>Xa-w</i> , <i>Xa-kg</i>	R	R	R	R	R	R	R	S	R

1) Inoculated by double needle-prick method at heading stage.

2) PXO61, PXO86, PXO79, and PXO71 were used as bacterial strains of groups I, II, III, and IV, respectively.

3) T7174, T7147, T7133, H75373, and H75304 were used as bacterial strains of groups I, II, III, IV, and V, respectively.

採用している。

Table 1 に示したフィリピン産白葉枯病菌 I~IV 群菌に対する IRRI 判別品種の反応、および日本産白葉枯病菌 I~V 群菌に対する日本判別品種の反応は既に報告されている結果<sup>10)</sup>と一致した。日本判別品種のうち、金南風、黄玉 (抵抗性遺伝子：*Xa-1*, *Xa-kg*) Te-tep (抵抗性遺伝子：*Xa-1*, *Xa-2*) はフィリピンのすべてのレースに感受性反応を示したが、早稲愛国3号 (抵抗性遺伝子：*Xa-w*) と Java 14 (抵抗性遺伝子：*Xa-1*, *Xa-w*, *Xa-kg*) はフィリピンのすべてのレースに抵抗性反応を示した。他方、IRRI 判別品種のうち、フィリピンのすべてのレースに感受性の IR8 は日本の II, III, V 群菌に抵抗性であったが、フィリピンの II 群菌に抵抗

性の Cas 209 は日本の I~V 群菌のすべてに感受性であった。また、IR20 は日本の I, V 群菌に抵抗性、IR1545 と DV85 は日本の I~V 群菌のすべてに抵抗性であった。

フィリピン及び日本の各レースに対する IRRI と日本の両判別品種の間に共通の反応型を示す品種がないことから (Table 1), 抵抗性遺伝子型は品種ごとに異なると推定される。すなわち、これまで日本で見出された抵抗性遺伝子 (*Xa-1*, *Xa-2*, *Xa-w*, *Xa-kg*) と IRRI で見出された抵抗性遺伝子のうち、*Xa-4*, *xa-5*, *Xa-7* との間同一の遺伝子はなく、いずれも相異なる遺伝子であることがほぼ確実となった。また Table 1 の結果から、フィリピン、日本両国に分布している各レースの病

Table 2. Reaction of different Japanese varietal group rices to Philippine and Japanese groups of *X. campestris* pv. *oryzae*<sup>1)</sup>

Variety	Origin	Philippine group <sup>2)</sup>				Japanese group <sup>3)</sup>					Varietal group in Japan <sup>3)</sup>
		PX061	PX086	PX079	PX071	T7174	T7147	T7133	H75373	H75304	
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	V	
Sachikaze	Japan	6.6	6.7	6.8	7.0	S	S	S	S	S	Kinmaze
Koshihikari	Japan	6.1	6.2	6.6	6.9	S	S	S	S	S	Kinmaze
Kuju	Japan	6.9	6.3	6.2	6.7	S	S	S	S	S	Kinmaze
Gohyakumangoku	Japan	6.3	4.6	5.0	5.7	S	S	S	S	S	Kinmaze
Koshijiwase	Japan	6.9	6.5	6.9	6.9	S	S	S	S	S	Kinmaze
Koshihomare	Japan	6.7	4.9	6.1	6.3	S	S	S	S	S	Kinmaze
Todorokiwase	Japan	6.3	6.5	6.9	6.3	S	S	S	S	S	Kinmaze
Koshiyutaka	Japan	6.5	4.1	4.9	6.1	S	S	S	S	S	Kinmaze
Jukkoku	Japan	6.4	5.0	5.7	7.0	S	S	S	S	S	Kinmaze
Nipponbare	Japan	4.7	3.8	3.7	5.9	S	S	S	S	S	Kinmaze
Tokai 28	Japan	7.0	5.2	5.5	6.9	R	R	S	S	R	Kogyoku
Pi 1	Japan	6.1	5.2	5.8	5.9	R	R	S	S	R	Kogyoku
Asakaze	Japan	5.0	5.5	5.2	6.9	R	R	S	S	R	Kogyoku
Toboshi	Japan	7.0	6.1	6.6	6.9	R	R	S	S	R	Kogyoku
Hoyoku	Japan	6.5	6.8	7.0	7.0	R	R	S	S	R	Kogyoku
70X-37	Japan	2.0	5.5	5.4	4.5	R	R	S	S	R	Kogyoku
Asominori	Japan	3.8	3.7	3.9	3.8	R	R	S	S	R	Kogyoku
Zensho 26	Japan	5.3	5.3	4.8	5.1	R	S	S	S	R	Kogyoku
Tadukan	Phil.	6.6	5.1	6.1	6.9	R	R	S	S	R	Rantai Emas
Sensho	Japan	5.7	6.5	6.7	6.8	R	R	S	S	R	Rantai Emas
Kan, nonsen	Japan	5.1	4.3	5.1	6.7	R	R	S	S	R	Rantai Emas
Tokushudaisuito	Indo-China	5.1	5.7	5.5	6.7	R	R	S	S	R	Rantai Emas
Zenith	USA	3.5	3.1	1.4	2.3	R	R	S	S	R	Rantai Emas
Ou 244	Japan	5.1	5.4	4.5	5.7	R	R	S	S	R	Rantai Emas
Nigeria.	Sri Lanka	1.1	3.7	4.4	3.4	R	R	S	S	R	Rantai Emas
Rantai Emas 2	Indonesia	5.1	5.7	6.1	6.0	R	R	S	S	R	Rantai Emas
54BC-68	Japan	5.2	4.8	5.7	6.0	R	R	S	S	R	Rantai Emas
Shin 2	Japan	4.9	3.5	3.1	4.7	R	R	R	S	S	Wase Aikoku
TKM 6	Indonesia	1.5	5.1	4.0	3.9	R	R	R	S	S	Wase Aikoku
Nagomasari	Japan	1.7	1.2	0.9	1.8	R	R	R	S	S	Wase Aikoku
Ortiglia	?	1.3	0.8	1.2	1.0	R	R	R	S	S	Wase Aikoku
Chukei 314	Japan	1.7	0.4	0.2	1.0	R	R	R	S	S	Wase Aikoku
Kuntulan	Indonesia	1.9	1.2	1.0	1.3	R	R	R	S	S	Wase Aikoku
Nakashin 120	Japan	1.4	1.7	1.6	3.5	R	R	R	S	S	Wase Aikoku
Lead Rice	Burma	4.0	5.1	4.3	5.7	R	R	R	S	S	Wase Aikoku
Chugoku 45	Japan	1.5	1.3	1.6	1.6	R	R	R	S	S	Wase Aikoku
70X-46	Japan	0.8	0.9	0.9	0.5	R	R	R	S	S	Wase Aikoku
Cempo Selak	Indonesia	1.6	1.2	2.6	3.1	R	R	R	S	S	Wase Aikoku
Zenith G713	?	1.8	2.0	2.0	1.8	R	R	R	S	R	Java
Himekei 16	Japan	0.7	0.9	0.5	0.7	R	R	R	S	R	Java
Amareriyo	?	2.5	2.8	3.2	2.3	R	R	R	S	R	Java
Jamica	?	2.0	1.6	1.7	1.8	R	R	R	S	R	Java

1) Inoculated at the reproductive stage. R=resistant, S=susceptible.  
 2) Data recorded in the Philippines based on the Japanese scoring system of 0 to 7, where 0=complete resistance and 7=complete susceptibility.  
 3) Data recorded in Japan.

原性は互いに相異なると推察される。

次に日本の各品種群に属することが既に明らかにされているイネ42品種について、フィリピン産白葉枯病菌のI~IV群菌に対する反応を検定し、その結果を Table 2 に示した。

供試した金南風群10品種はフィリピンのすべてのレースに感受性であった。黄玉群8品種については、70X-37のI群菌に対する抵抗性反応を除いて、すべてのレースに感受性であった。Rantai Emas 群の9品種については、Zenith のIII群菌、及び Nigeria のI群菌に対する抵抗性反応を除いてフィリピンのすべてのレースに感受性であった。

一方、早稲愛国群の11品種については、ナゴマサリ、Ortiglia, 中系 314, Kuntulan, 中国45号及び70X-46の6品種はフィリピンのすべてのレースに抵抗性であったが、新2号と Lead Rice はすべてのレースに感受

性反応を示した。Java 群の4品種については、Zenith G713, 姫系16号, Jamica がすべてのレースに抵抗性反応を示したが、Amareriyo は感受性であった。

以上のように、日本の早稲愛国群と Java 群品種の中には、フィリピンのすべてのレースに抵抗性反応を示した品種がいくつか見出されたので、IRRI ではこれら数品種の抵抗性遺伝子の利用を前提として、各レースに対する抵抗性の遺伝様式の解明のため、遺伝子分析に着手している。

引用文献

1) Ezuka, A., Horino, O., Toriyama, K., Shinoda, H. and Morinaka, T. (1975) Inheritance of rice variety Wase Aikoku 3 to *Xanthomonas oryzae*. Bull. Tokai-Kinki Natl. Agric. Exp. Stn. : 27 : 1~19. 2) Goto, M. (1965) Resis-

- tance of rice varieties and species of wild rice to bacterial leaf blight and bacterial leaf streak diseases. *Philippine Agric.* 48 : 329~338.
- 3) 堀野修(1978)最近の日本におけるイネ白葉枯病菌菌系の分布. *日植病報* 44 : 297~304. 4) Horino, O., Mew, T. W., Khush, G. S. and Ezuka, A. (1981) Comparison of two differential systems for distinguishing pathogenic groups of *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*. *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 47 : 1~14. 5) 堀野修 (1981) 1977年, 1979年の日本におけるイネ白葉枯病菌菌系の分布. *日植病報* 47 : 50~57. 6) Horino, O., Siwi, B. H., Miah, S. A. and Mew, T. W. Virulence of *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* in Bangladesh and Indonesia (unpublished). 7) International Rice Research Institute (1975) *In* IRRI Annual Report for 1974. pp. 184~185. 8) 久原重松・関谷直正・田上義也 (1958) 抵抗性品種の集団栽培地域に激発した稲白葉枯病の病原菌について(講要). *日植病報* 23 : 9. 9) Librojo, V., Kauffman, H. E. and Khush, G. S. (1976) Genetic analysis of bacterial blight resistance in four varieties of rice. *SABRAO J.* 8 : 105~110. 10) Mew, T. W. and Vera Cruz C. M. (1979) Variability of *Xanthomonas oryzae* : Specificity in infection of rice differentials. *Phytopathology* 69 : 152~155. 11) Mew, T. W., Wu, S. Z. and Horino, O. (1981) Pathotypes of *Xanthomonas oryzae* in Asia. *In* Proceeding of the 1981 International Rice Research Conference. pp. 1~11. 12) 西村米八 (1961) 水稻および大麦における相互転座の研究. *農技研報* D9 : 171~235. 13) Ogawa, T., Morinaka, T., Fujii, K. and Kimura, T. (1978) Inheritance of resistance of rice varieties Kogyoku and Java 14 to bacterial group V of *Xanthomonas oryzae*. *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 44 : 137~141. 14) Olufowote, J. O., Khush, G. S. and Kauffman, H. E. (1977) Inheritance of bacterial blight resistance in rice. *Phytopathology* 67 : 772~775. 15) Reddy, O. R. and Ou, S. H. (1976) Pathogenic variability in *Xanthomonas oryzae*. *Phytopathology* 66 : 906~909. 16) 坂口進 (1967) イネ白葉枯病耐病性の連鎖分析. *農技研報* D16 : 1~18. 17) Sidhu, G. S. and Khush, G. S. (1978) Dominance reversal of a bacterial blight resistance gene in some rice varieties. *Phytopathology* 68 : 461~463. 18) Sidhu, G. S., Khush, G. S. and Mew, T. W. (1978) Genetic analysis of bacterial blight resistance in 74 varieties of rice, *Oryza sativa* L. *Theor. Appl. Genet.* 53 : 105~111. 19) Wakimoto, S. (1967) Strains of *Xanthomonas oryzae* in Asia and their virulence against rice varieties. *Proceeding of A Symposium on Tropical Agriculture Researchers.* Ministry of Agriculture and Forestry, Tokyo, pp. 19~24.

(1981年9月3日受領)