

国内におけるイネ白葉枯病菌レースの分布

野田孝人・堀野 修*・大内 昭

Takahito NODA, Osamu HORINO* and Akira OHUCHI: A survey of geographical distribution of pathogenic races of *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* from Japan

Summary

In Japan, isolates of *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* have been divided into 5 groups by their virulence patterns to rice varieties and rice varieties have been also classified into 5 groups by their resistance patterns to bacterial isolates. A survey of geographical distribution of pathogenic groups of *X. campestris* pv. *oryzae* in Japan was conducted. The isolates collected from various localities of Japan in 1983 and 1985 were examined for the qualitative virulence to five differential rice varieties, Kinmaze, Kogyoku, Te-tep, Wase Aikoku 3 and Java 14. Of the 284 isolates tested, 173 were classified as bacterial group I, 109 were as group II and 2 were as a new pathogenic group. No isolate belonging to group III, IV and V was found in this test. Two isolates, H8581 and H8584 from Miyazaki Prefecture, were virulent to Te-tep and avirulent to Kinmaze, Kogyoku, Wase Aikoku 3 and Java 14, showing a new virulence pattern different from any of the already known bacterial groups. This new pathogenic group of *X. campestris* pv. *oryzae* will hereafter be called bacterial group VI. The present bacterial groups I and II could be divided into 5 groups respectively, by the difference in virulence to IRRI and Korean rice varieties, IR8, IR20, Palgwangbyeon (Suwoen 284), Milyang 42 and Tongil. From these results, it was pointed out that genetic and pathological approach to the use of horizontal resistance should be considered for reducing damage from the break down of vertical resistance by the variation in pathogenicity of the causal bacterium.

緒 言

イネ白葉枯病には、いもち病や紋枯病とは異なりいまだに的確な防除薬剤が見出されないため、抵抗性品種の栽培が本病防除にとって最も効率的な手段と考えられている。これまでに、多くの抵抗性品種が育成、栽培されてきたが、1950年代にそれまで本病に抵抗性とされてきた品種アサカゼが突然罹病化する現象が確認され¹⁾、本病原細菌の中にも品種に対する病原性の異なるレースが存在すると同時に、品種の抵抗性がレースの相違により容易に変動することが認識された。その後、白葉枯病菌レースの病原性と品種の抵抗性との相互関係について多くの研究が行われ、現在では本病原細菌をI群菌からVI群菌の6グループに、品種を金南風群など5品種群に類別する判別体系が確立されている^{4,6,12)}。イネ品種の抵抗

性は病原細菌の病原性によって大きく支配され、各地域に分布するレースの実態を把握することは抵抗性品種の育成や普及ばかりでなく、本病の発生予察にとってもきわめて重要な情報を提供するものと思われる。堀野^{2,3)}によって1973年以降、隔年ごとに全国的な白葉枯病菌レースの分布とその推移について調査が行われてきた。ここでは、その継続調査として1983年および1985年の両年に行った調査結果を中心に、これまでに得られた結果を取りまとめて報告する。

本試験を行うに当り、全国各地から白葉枯病罹病葉を採集し、送付して頂いた各都府県農業試験場、病害虫防除所および農業改良普及所の関係各位に深謝の意を表す。

実験材料および方法

イネ白葉枯病菌の分離：各地から送付された罹病葉を0.5×1 cmに切り取って、70%エタノールおよび0.1%塩化第2水銀の水溶液に順次浸漬して表面殺菌した後、

農林水産省北陸農業試験場 Hokuriku National Agricultural Experiment Station, Inada, Joetsu, Niigata 943-01

* 農林水産省東北農業試験場 Tohoku National Agricultural Experiment Station, Yotsuya, Omagari, Akita 014-01

滅菌水で十分に洗浄し乳鉢中で2mlの滅菌水とともに無菌的に磨砕した。この磨砕液を10倍ごとに段階希釈して、50°Cに保った熔融ジャガイモ半合成寒天培地（ジャガイモ 200g, ペプトン 5g, Ca(NO₃)₂・4H₂O 0.5g, Na₂HPO₄・12H₂O 2g, スクロース 15g, 寒天 15g, H₂O 1000ml, pH6.5-7.0)とともにシャーレに流し込み、単集落として病原細菌を分離した。分離した白葉枯病菌はジャガイモ半合成培地で増殖させた後、0.05%L-グルタミン酸ナトリウムを含む10%スキムミルク溶液に懸濁し、常法にしたがって凍結乾燥を行い冷蔵庫内に保存した。病原性検定に際しては、この凍結乾燥菌体をジャガイモ半合成培地で増殖させ滅菌蒸留水で10⁶~10⁷個/mlの濃度となるように調整した菌体懸濁液を供試した。

供試品種：判別品種には金南風群, 黄玉群, Rantai Emas 群, 早稲愛国群および Java 群の中から, 代表品種としてそれぞれ金南風, 黄玉, Te-tep, 中国45号および Java 14を選んで供試した。これらの判別品種を圃場に1株1本植えて慣行栽培し, 1菌株につき各品種3株, 1株5葉, 計15葉の止葉または次葉の中肋をはさんだ葉身中央部2カ所に5針接種を行った。以上の日本の判別体系におけるレース検定と同時に, IIRI 品種の IR 8, IR 20および韓国品種の統一, 密陽42号, 八光の計5品種に対する病原性検定も実施して, 日本産白葉枯病菌菌株の

第1表 イネ品種群とイネ白葉枯病菌レースとの相互関係

品種群	代表的品種	レース						
		I群菌	II群菌	III群菌	IV群菌	V群菌	VI群菌	VII群菌 ¹⁾
金南風群	コシヒカリ, 日本晴	S ¹⁾	S	S	S	S	S	S
黄玉群	レイホウ, あそみのり	R	S	S	S	R	R	S
Rantai Emas群	Tadukan, Te-tep	R	R	S	S	R	S	R
早稲愛国群	ゴマシラス, 中国45号	R	R	R	S	S	R	S
Java群	Java14, 姫米16号	R	R	R	S	R	R	S

1) S: 感受性, R: 抵抗性 2) 今回の調査で新たに判明したレース

第2表 日本国内におけるイネ白葉枯病菌レース分布の年次変動

採集年度	供試菌株数	I群菌	II群菌	III群菌	IV群菌	V群菌	VI群菌	VII群菌 ¹⁾
1973	128	57.0%	34.4%	8.6%	0%	0%	0%	0%
1975	299	62.2	28.1	8.4	1.0	0.3	0	0
1977	265	59.3	29.4	9.8	1.5	0	0	0
1979	188	58.0	33.5	8.0	0.5	0	0	0
1983	122	60.7	39.3	0	0	0	0	0
1985	162	61.9	38.1	0	0	0	0	0.7

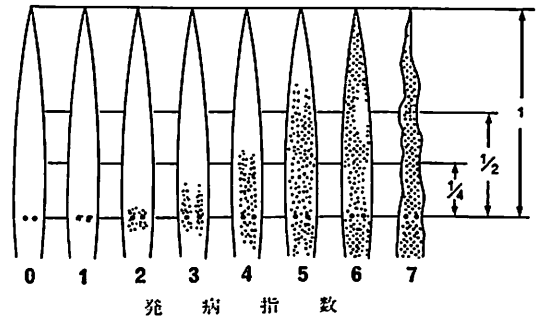
1) 今回の調査で新たに判明したレース

試験結果

全国各地で採集されたイネ白葉枯病罹病葉から1983年から1985年に122菌株, 1985年に162菌株, 計 284 菌株を分離した。

レース分化の様相を把握しようとした。

発病程度の調査方法：接種3週間後に Ezuka・Horino の基準¹⁾ (第1図) にしたがって発病指数を調査し, 平



第1図 葉身針接種によるイネ白葉枯病発病指数 (Ezuka and Horino)

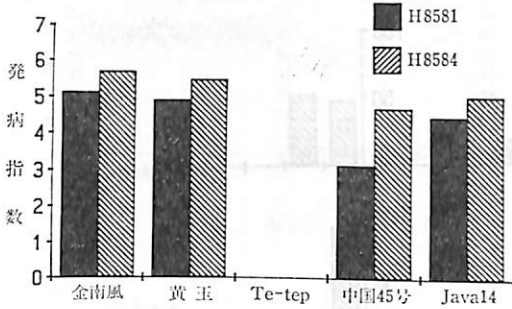
0: 無病徴。 1: 接種点の周辺がわずかに変色。
2: 15mm以下の病斑。 3: 接種点から上部1/4以下の病斑。
4: 接種点から上部1/4~1/2の病斑。 5: 接種点から上部1/2~1の病斑。 6: 接種点の上部にわずかな健全部が残存 7: 接種点の上部が全面的に枯死。

均発病指数が2.0以下を抵抗性, 2.1以上を感受性と判定した。なお, 第1表に現行の判別体系におけるレースの病原性と品種の抵抗性との相互関係を示した。

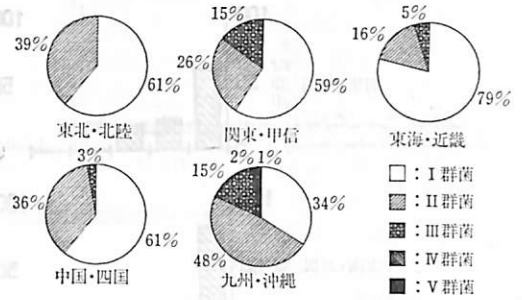
これらの各菌株について病原性検定を行った結果と, 1973年以降の結果^{2,3)}をとりまとめて第2表に示す。1973年から1979年までの既往の調査では I 群菌が約60%, II 群菌が約30%, III 群菌が約10%それぞれ分離され, 各レ

第3表 新レースⅦ群菌の来歴

菌株No.	採集地点	品種名	採集機関(採集者)
H8581	宮崎県小林市大字東方	ミナミニシキ	宮崎県病害虫防除所(恒吉隆氏)
H8584	宮崎県西諸県郡高原町	ミナミニシキ	宮崎県病害虫防除所(恒吉隆氏)



第2図 Ⅶ群菌2菌株の判別5品種に対する病原性



第3図 各地域におけるイネ白葉枯病菌レースの分布 (1973年～1985年)

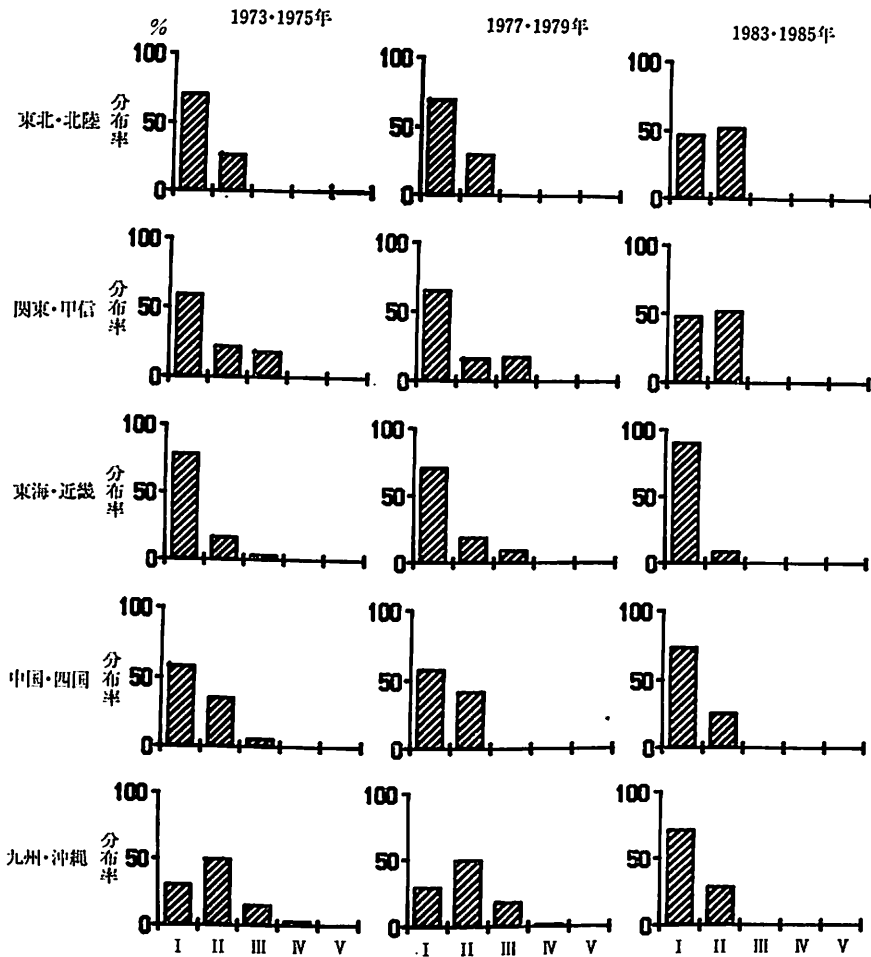
第4表 各都府県におけるイネ白葉枯病菌レースの分布 (1973年～1985年)

都府県名	I群菌	II群菌	III群菌	IV群菌	V群菌	VI群菌	都府県名	I群菌	II群菌	III群菌	IV群菌	V群菌	VI群菌
東北・北陸地方							滋賀県	47	6	—	—	—	—
青森県	6	2	—	—	—	—	京都府	14	2	1	—	—	—
秋田県	11	3	—	—	—	—	奈良県	16	—	—	—	—	—
岩手県	—	—	—	—	—	—	和歌山県	1	—	—	—	—	—
山形県	20	8	—	—	—	—	大阪府	8	2	—	—	—	—
宮城県	—	9	—	—	—	—	兵庫県	17	8	—	—	—	—
福島県	1	6	—	—	—	—	計	216	46	15	0	0	0
新潟県	58	58	—	—	—	—	中国・四国地方						
富山県	11	—	—	—	—	—	鳥取県	10	—	—	—	—	—
石川県	24	7	—	—	—	—	島根県	15	3	—	—	—	—
福井県	22	6	—	—	—	—	岡山県	2	8	1	—	—	—
計	153	99	0	0	0	0	広島県	26	13	—	—	—	—
関東・甲信地方							山口県	24	8	—	—	—	—
栃木県	13	6	—	—	—	—	香川県	2	12	—	—	—	—
群馬県	2	5	—	—	—	—	徳島県	11	1	1	—	—	—
茨城県	25	9	—	—	—	—	愛媛県	21	5	—	—	—	—
埼玉県	1	11	—	—	—	—	高知県	13	22	3	—	—	—
千葉県	1	2	—	—	—	—	計	124	75	5	0	0	0
東京都	—	5	—	—	—	—	九州・沖縄地方						
神奈川県	1	—	—	—	—	—	福岡県	6	10	—	—	—	—
山梨県	10	2	1	—	—	—	佐賀県	2	15	1	—	—	—
長野県	62	5	25	—	—	—	長崎県	11	14	7	3	—	—
計	115	45	26	0	0	0	熊本県	5	17	11	—	—	—
東海・近畿地方							大分県	20	18	—	—	—	—
静岡県	46	17	12	—	—	—	宮崎県	22	22	5	—	1	2
愛知県	14	4	1	—	—	—	鹿児島県	4	5	6	—	—	—
岐阜県	35	5	1	—	—	—	沖縄県	5	4	4	2	—	—
三重県	18	2	—	—	—	—	計	75	105	34	5	0	0

ース間の分布程度に大きな年次間の差異はなかった。しかし、1983年および1985年における今回の調査ではI群菌が約60%と一定の比率を示したが、II群菌が約40%も分離され、病原性範囲がより広いIII群菌をはじめIV群菌

およびV群菌は全く見出されなかった。

一方、1985年に宮崎県の罹病葉から分離された2菌株H8581およびH8584(第3表)は判別品種として用いた5品種のうち、Te-tepだけに病原性を示さず、金南風、



第4図 各地域におけるレース分布の年次変動

黄玉，早稲愛国3号およびJava14に病原性を示した（第2図）。この反応型は既往の判別体系におけるI群菌～VII群菌のいずれにも該当せず，新しい反応型と考えられるのでVII群菌と呼称するよう提案する（第1表）。

1973年から1985年にかけて，分離された白葉枯病菌レースの比率を地域別にとりまとめれば，第3図のように要約される。東北・北陸地域ではI群菌とII群菌が6：4の比率で分離され，これ以外のレースは分離されていない。関東・甲信，東海・近畿および中国・四国地域では分離比率が多少異なるものの，I，IIおよびIII群菌が分離されている。一方，九州・沖縄地域ではI～V群菌すべてが分離され，さらに本研究で初めて分離されたVII群菌2株も宮崎県の罹病葉に由来している。このように，北日本と比較して九州・沖縄地域では分布するレースに多様化が見出される。

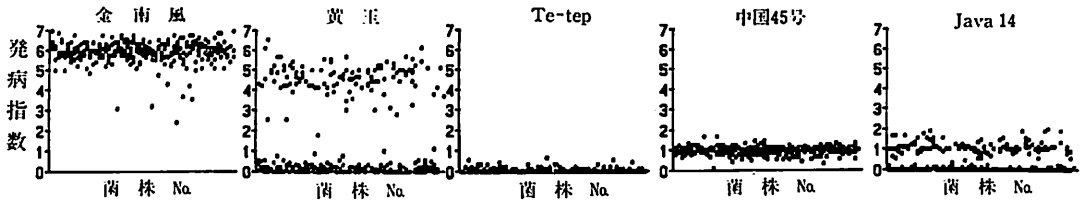
レース分布の年次変動を地域別に調べて見ると（第4

図），1973・75年と1977・79年の調査では各地域とも大きな変動は認められなかった。ところが，1983・85年の調査では九州のVII群菌を除き，いずれの地域でもI群菌とII群菌だけが分離され，その他のレースは分離されなかった。また，東北・北陸および関東・甲信地域ではII群菌の分離率がI群菌のそれを上回ったのに対して，その他の3地域ではI群菌の分離比率が著しく高い特徴を示した。

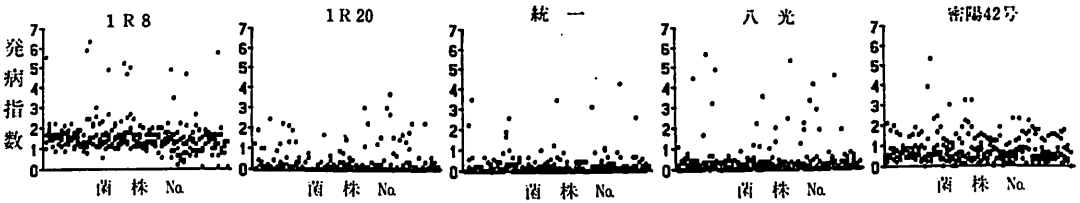
今回の調査で分離された284菌株のうち，VII群菌2菌株を除く282菌株を供試して，IRRIおよび韓国品種5品種に対する病原性検定を行い，日本の判別5品種に対する反応と比較した。日本の判別品種に対して供試282菌株は，親和性あるいは不親和性いずれかの明瞭な反応を示し，調査方法の項で述べた基準にしたがって容易にI群菌とII群菌とに類別することが出来た（第5図）。一方，IRRIおよび韓国品種に対する反応は不明確であり，

IR 8 に対しては供試菌株の大多数が発病指数 1.0 ~ 3.0 を示したのをはじめ、名品種とも発病指数が連続的に分布し (第 6 図), 発病指数 2.0 を境界として親和性と不親和性とを分ける従来の判定基準を適用することは困難と考えられた。そこで、この判定基準を多少変更し平均発

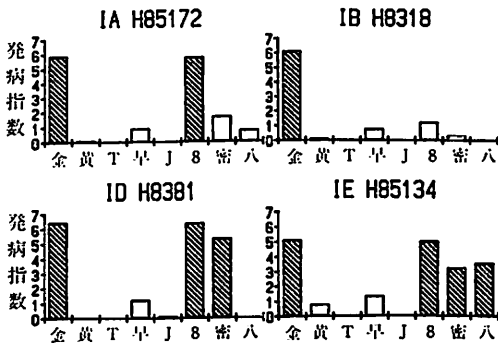
病指数 3.0 未満を抵抗性, 3.0 以上を感受性とし, IRRI および韓国品種によるレースの細類別を試みた。その結果, I 群菌 173 菌株は 4 グループ (第 5 表, 第 7 図) に, II 群菌 109 菌株は 5 グループ (第 6 表, 第 8 図) に細類別出来ることが判明した。



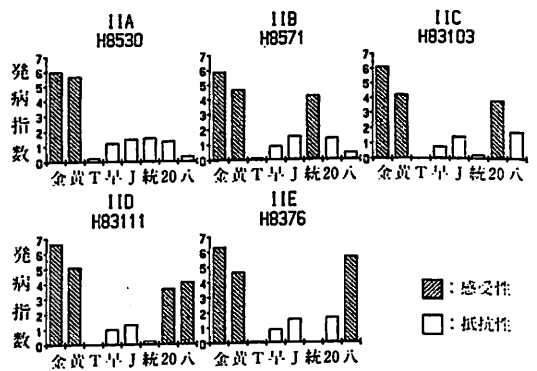
第 5 図 I および II 群菌 282 菌株の日本の判別品種 5 品種に対する病原性



第 6 図 I および II 群菌 282 菌株の韓国および IRRI 品種に対する病原性



第 7 図 IRRI および韓国品種に対する病原性発現の相違による I 群菌の細類別
 図: 感受性 □: 抵抗性
 品種名 金: 金南風, 黄: 黄玉, T: Te-tep, 早: 早稲愛国 3 号, J: Java 14, 8: IR 8, 密: 密陽 42 号, 八: 八光



第 8 図 IRRI および韓国品種に対する病原性発現の相違による II 群菌の細類別 品種名 統: 統一, 20: IR 20

第 5 表 IRRI 品種および韓国品種の反応に基づく I 群菌の細類別

レース	供 試 品 種				菌株数
	IR 8	統一	密陽42号	八光	
I 群菌 IA	S ¹⁾	— ²⁾	—	—	6
IB	—	—	—	—	162
IC	S	S	—	—	0
ID	S	—	S	—	4
IE	S	—	S	S	1

1) S: 感受性. 2) —: 抵抗性.

第 6 表 IRRI 品種および韓国品種の反応に基づく II 群菌の細類別

レース	供 試 品 種			菌株数
	統一	IR 20	八光	
II 群菌 II A	— ²⁾	—	—	95
II B	S ¹⁾	—	—	4
II C	—	S	—	1
II D	—	S	S	2
II E	—	—	S	7

1) S: 感受性. 2) —: 抵抗性.

考 察

1957年に福岡県大川市紅粉屋地区において、それまで白葉枯病に抵抗性とされていた品種アサカゼに本病が激発し⁷⁾、これを契機としてイネ品種と病原菌レースとの相互関係に関する研究が活発に行われるようになった。1969年、高坂⁸⁾は坂口ら⁹⁾と鷺尾ら¹¹⁾の報告を整理し、日本に分布する白葉枯病菌を第Ⅰ群菌、第Ⅱ群菌および第Ⅲ群菌の3菌系群(レース)に、イネ品種を金南風群、黄玉群、Rantai Emas群および早稲愛国群の4品種群に類別する判別体系を提案した。その後、1973年に Yamamoto et al.¹²⁾はそれまで日本には分布していなかった新しい2つのレースをインドネシアで見出し、ⅣおよびⅤ群菌と命名した。また、1978年には Horino and Hartini⁴⁾によって同じくインドネシアでⅥ群菌が発見された。その後の調査で、Ⅳ群菌とⅤ群菌はわが国にも分布していることが確認されている^{2,3,10)}。

堀野^{2,3)}によって1973年以降1979年まで隔年ごとに1979年まで全国的な白葉枯病菌レースの分布調査が行われ、地域別のレース分布状況や年次的なレース変動について検討がなされてきた。1983年および1985年にその継続調査を実施した結果、この2年のレース分布状況はこれまでの結果と大きく異なることが判明した。今回の調査で分離した284菌株のうち、宮崎県の罹病葉から得られたH8581およびH8584の2菌株は、供試した判別品種のうちRantai Emas群品種のTe-tepだけに病原性を示さず、既往の判別体系におけるⅠ群菌～Ⅵ群菌のいずれにも該当しない全く新しい反応型を示したので、Ⅶ群菌と呼称して他のレースと区別するよう提案した。現在、本レースに対するTe-tepの抵抗性遺伝子について検討中である。

一方、Ⅶ群菌2菌株を除く残りの282菌株はすべてⅠおよびⅡ群菌と判定され、これまで常に約10%分離されてきたⅢ群菌をはじめⅣおよびⅤ群菌は見出されなかった。その主な理由として、抵抗性品種の導入や稲作栽培形態の変化がまず考えられる。このほかに、調査を実施した1983年および1985年は白葉枯病の発生が少なかったために、分布レースの多様化が顕著であった九州・沖縄地域で採集された標本数が少なかったことが考えられる。これらの詳細については、今後さらに調査を継続して明らかにする必要がある。

既往の判別品種にIR8および統一を加えることによって、Ⅰ群菌はⅠA、ⅠBおよびⅠCの3グループに細類別されることが指摘^{5,6)}されてきたが、密陽42号および八光をさらに加えることによってⅠ群菌はⅠA～ⅠEの5グループに細類別されることが明らかとなった。また、

Ⅱ群菌の細類別についてはこれまで全く検討されていなかったが、統一、IR20および八光を判別品種に加えることにより、ⅡA～ⅡEの5グループに細類別されることが新たに判明した。

このように、新たな判別品種を加えて病原性検定を実施したり、より多くの菌株を供試して病原性検定を実施した場合、より多様なレースが識別されることは容易に推察され、白葉枯病菌の病原性分化が極めて複雑であることが想定される。本病原細菌の病原性変異やレース分布の支配要因を究明することは、本病の発生子察や防除にとってきわめて重要な情報を提供するが、一方、病原性の変異に対して影響を受けることの少ない量的抵抗性の導入を積極的に進めることがより重要と思われる。

摘 要

抵抗性品種を利用してイネ白葉枯病を防除するための基礎資料を得るため、1983年と1985年に分離した国内産284菌株の病原性を検定し、次の結果を得た。

1 分離284菌株はⅠ群菌が173菌株とⅡ群菌が109菌株とに類別され、残り2菌株は既往のいずれのレースにも該当しない新しい反応型を示した。なお、前回までの調査と異なりⅢ、ⅣおよびⅤ群菌は分離されなかった。

2 新しい反応型を示す2菌株H8581およびH8584は、Te-tepには病原性を示さず、金南風、黄玉、早稲愛国3号およびJala 14には明瞭な病原性を示した。そこで、この2菌株をⅦ群菌と呼称し、他のレースと区別するよう提案した。

3 IR8、統一、密陽42号および八光を判別品種として新たに加えると、Ⅰ群菌173菌株はⅠA、ⅠB、ⅠDおよびⅠEの4グループに細類別された。また、IR20、統一および八光を判別品種に加えると、Ⅱ群菌109菌株はⅡA～ⅡEの5グループに細類別されることが明らかとなった。

引用文献

- 1) Ezuka, A. and Horino, O. (1974) Classification of rice varieties and *Xanthomonas oryzae* strains on the basis of their differential interaction. Bull. Tokai-Kinki Natl. Agr. Exp. Stn. 27: 1~19.
- 2) 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.
- 3) 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.
- 4) Horino, O. and Hartini, R.H. (1978) Resistance of some rice varieties to bacterial leaf blight and a new pathogenic group of the causal bacterium, *Xanthomonas oryzae*. C

- ontr. Centr. Res. Inst. Agric. Bogor 44:1~17. 5) 堀野 修 (1984) 日本のイネ白葉枯病菌に対する韓国イネ品種 (統一, 密陽42号, 八光) の反応. 日植病報50: 142. 6) 高坂卓爾 (1969) イネ病害防除における抵抗性品種の利用. 農及園 44: 208~221. 7) 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. 日植病報 23: 9. 8) Ogawa, T. (1983) Pathogenic specialization in bacterial groups I and III of *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* in Japan. Ann. Phytopath. Soc. Japan 49: 69~72. 9) 坂口 進・諏訪隆之・中村伸夫 (1968) イネ栽培種および野生種のイネ白葉枯病耐病性. 農技研報 D18: 1~29. 10) 佐藤 徹・崔 庸哲・岩崎真人・後藤孝雄 (1976) イネ白葉枯病菌のⅣ群菌, Ⅴ群菌の長崎市および五ヶ瀬町における分布について. 日植病報 42: 358. 11) 鷺尾 養・仮谷 桂・鳥山国土 (1966) 稲白葉枯病抵抗性品種の育成に関する研究. 中国農試報 A 13: 55~85. 12) Yamamoto, T., Hartini, R. H., Muchamad, M., Nishizawa, T. and Tantera, D. M. (1977) Variation in pathogenicity of *Xanthomonas oryzae* (Uyeda et Ishiyama) Dowson and resistance of rice varieties to the pathogen. Contr. Centr. Res. Inst. Agric. Bogor 28: 1~22.

(1987年10月28日受領)
