

イネ白葉枯病菌のレース分布

野田 孝人

Takahito NODA:

Current studies on pathogenicity of *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* strains

イネ白葉枯病はいもち病、紋枯病などと同様に世界の稲作国に広く分布している重要なイネ病害の一つで、特にアジア各国においてその被害が大きい。我が国では1800年代末期から九州地方を中心にその発生が確認され、西南暖地におけるイネの重要病害として警戒されるようになった。その後、次第に発生地域が北上して北陸、東北地方にまで広がり、1962年には北海道でもその発生が確認された。しかし、近年は全国的に少発生年が続いており、台風などによる集中豪雨の影響で局地的に多発することはあるが、一般には発生が散見される程度で推移している。北陸地方においても、かつては多肥料栽培などの影響で多発する年もあったが、最近ではほとんど大きな被害の報告はない。

本病は風雨や灌漑水によって運ばれた病原細菌 (*Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*) が水孔や傷口からイネ体に侵入し、導管組織に達して増殖するために起こる。そのため、台風などによる暴風雨や洪水の後では大規模に発生することが多い。被害程度は本病が発生する生育時期の違いによって異なるが、出穂期以前に多発した場合30%以上の減収に達することもある。また、主に東南アジアで幼苗期に発生する萎凋症 (Kresiek) の場合は収穫皆無になることも珍しくない。

本病には確実に防除できる薬剤がないため、防除手段としては抵抗性品種を利用するのが最も効果的である。しかし、1957年に本病の抵抗性イネ品種として栽培され

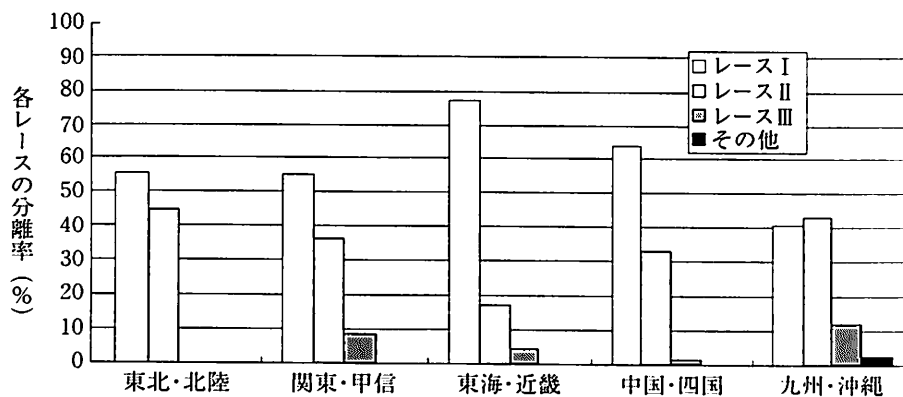
ていたアサカゼが福岡県で激発し、その被害葉から分離した病原菌株の病原性がこれまでに確認されているものと異なることが九州農試の久原ら⁴⁾によって実験的に証明された。さらに、菌株の病原性が品種との組み合わせによって逆転する現象がインドネシアの菌株を使用した山元ら¹¹⁾の実験で初めて明らかにされた。これらの発見によって、イネ白葉枯病菌にはイネ品種に対して病原性が異なるグループ (レース) が存在し、抵抗性品種を導入して本病を防除しようとする場合には、前もって現地に分布している菌株の病原性を検定して有効な抵抗性遺伝子を明らかにすることが重要であると認識されるようになった。その後も菌株の病原性とイネ品種の抵抗性との相互関係について多くの研究が行われ¹⁾、現在、我が国では第1表に示したように数種類の判別品種に対する病原性の有無によって、イネ白葉枯病菌をⅠ～Ⅶの7つのレースに類別する判別体系が確立されている (レースⅥは国内では確認されていない)。

このような判別体系が整理されていく過渡期の1973年から隔年で、北陸地方を中心とした全国的なレース分布調査が堀野によって開始された^{2,3)}。この調査は1991年まで継続して行われたが、その間、地域的なレース分布特性、年次変動などの実態解明の他、新しい反応を示すレースの発見やそれに対する抵抗性遺伝子などが明らかにされた。国内におけるレース分布を見ると (第1図)、東北・北陸地域ではレースⅠとⅡだけが分離され

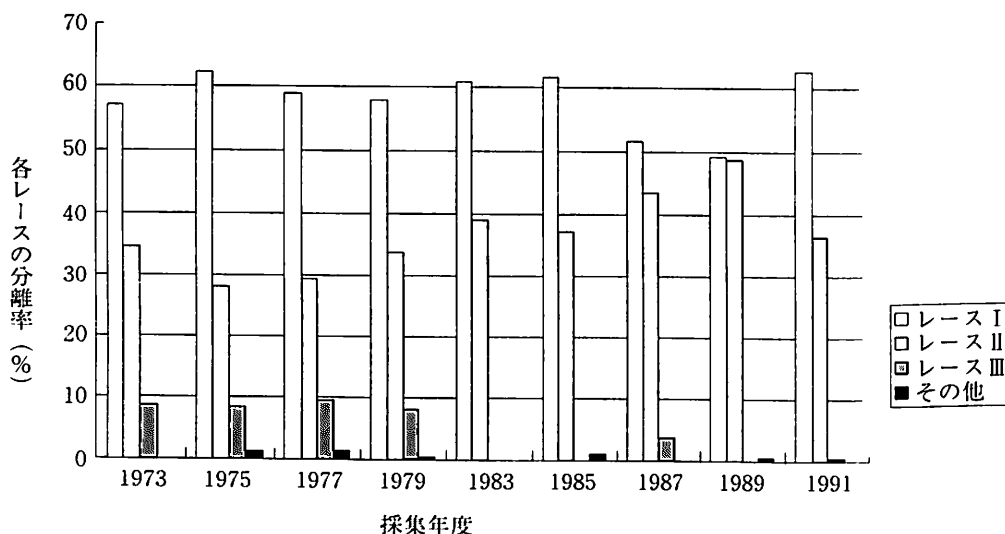
第1表 国内におけるイネ白葉枯病菌レースと判別品種との相互関係

品種群	代表的品種	各レースの反応						
		Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅵ	Ⅶ
金南風群	十石, 農林37号	○	○	○	○	○	○	○
黄玉群	全勝17号, 農林27号	●	○	○	○	●	●	○
Rantai Emas群	Rantai Emas 2, Te-tep	●	●	○	○	●	○	●
早稲愛国群	早稲愛国3号, 中国45号	●	●	●	○	○	●	○
Java群	Java14, 姫系16号	●	●	●	○	●	●	○
Elwee群	Elwee, Dickweel	○	●	●	○	●	-	-
Heen Dikwee群	Heen Dikweel, M104	○	●	●	○	○	-	-

注) ○: 病原性, ●: 非病原性, -: 未検定。



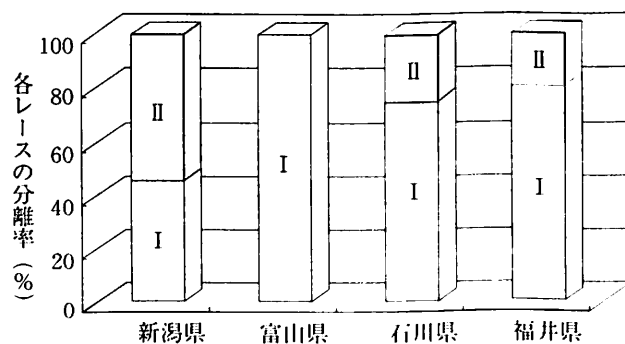
第1図 イネ白葉枯病菌レースの全国分布 (1973~1991)



第2図 レース分布の年次推移

たのに対し、関東・甲信，東海・近畿および中国・四国地域ではレース I～Ⅲが分離され，九州・沖縄地域ではレース I～ⅤのほかレースⅦも確認された⁶⁾。つまり，北日本地域と比較して多発地帯である南西部地域においてより多様なレースが分布していることが分かった。

レース分布の年次変動を見ると（第2図），1979年以前にはレース I が約60%，レース II が約30%，レース III が10%弱でほぼ一定の値を示していた。ところが，1983年以降は1987年を除いてレース III が全く分離されなくなってしまった。もとより，この調査は国内におけるレース分布の実態の大枠を把握することを目的として行われたものであり，採集地点を厳密に選定した上での精密調査ではない。しかし，九州・沖縄地域で分離されていた比較的病原性範囲の広いレース III が突然分離されなくなったのには調査精度の問題以外にも理由がありそうである。イネ白葉枯病の発生面積は戦後急激に拡大し1965年には50万ヘクタールに達したが，その後減少傾向をたどり1980年以降は10万ヘクタールを割り込み，1990



第3図 北陸4県のイネ白葉枯病菌レース分布 (1973~1991年)

年には1.8万ヘクタールにまで減少した。この発生面積の減少が各レースの分布頻度の変化と何らかの関連がありそうである。

北陸4県のレース分布を見ると（第3図），1973年から1991年にかけて，レース I 及び II だけが分離され，それ以外のレースの分布は確認されていない。しかも，特

筆すべきは富山県ではレース I だけしか分離されなかったことである。筆者は1992以降、各県におけるレースの分布調査を行っていないので断定はできないが、近年、本病の発生が少なく、また、レース分布の変動要因の一つと考えられる栽培品種の変化も少ないため、このレース分布傾向は現在でも大きく変化していないのではないかと想像される。

上述したように、近年、日本では本病の発生量が激減している。その主な理由として、①農業基盤の拡充・整備による浸冠水の減少、②用水路の改修によるサヤヌカグサ、マコモなどの宿主雑草の減少、③機械移植栽培の普及による苗代感染の減少、④適肥栽培などの栽培管理技術の改善、⑤抵抗性品種の普及、などを上げることができる。ただ、依然として台風などによる暴風雨や洪水の後では、局地的な大発生がしばしば観察されるほか、関東地方で縞葉枯病防除のために導入したイネ品種「むさしこがね」に白葉枯病が多発した経験は記憶に新しく、今後とも十分な警戒が必要な病害であることに変わりはない。

一方、国内の発生量の減少とは逆に、熱帯・亜熱帯地域では今なお白葉枯病がイネ栽培における重要病害として位置づけられている。一般に、高温多湿な熱帯・亜熱帯の自然環境は病害虫の発生・増殖に好適であるが、特にイネ白葉枯病の場合はその傾向が顕著で、東南アジア各国に大きな被害をもたらしてきた。

1960年に米の増産を目指して国際稲研究所 (IRRI) がフィリピンに設立された。1960年代後半からそこで開発された生育期間が短く、短幹で多げつの多収型改良品種が、抵抗性の検定が不十分なまま急速に普及していった。それは同時に、在来稲を従来の粗放的な方法で栽培

する伝統的稲作から、化学肥料や薬剤を多投して多収を目指す集約的稲作に変貌したことを意味しており、病害虫の突発的な異常発生を助長することにも繋がっていった。当然、白葉枯病もその例外ではなかった。当時、緑の革命ともてはやされたイネ品種「IR8」を利用したインドの緊急食料増産計画が各地で失敗したのも本病の激発が原因であった。

これまでも述べてきたように、本病の最も効果的な防除方法は抵抗性品種の利用であるが、白葉枯病菌はイネ品種に対する病原性が複雑に分化しており、国や地域でレース特性も異なる。そこで、1984年から日本とIRRIとの共同研究が開始され、この共同研究によって白葉枯病抵抗性遺伝子を異にする準同質遺伝子系統 (near-isogenic lines) が育成され、白葉枯病菌の病原性分化とイネ品種との関係を共通的な基盤のもとに明らかにすることが可能になった^{9,10)}。

それまで、病原菌株のレース検定は各国で独自に判別品種を選定して実施していたが、現在では育成された準同質系統が国際判別品種として認知され世界の統一基準となっている。第2表に東南アジア産菌株の病原性検定結果の一部を記載したが^{8,12)}、すべての判別品種に非病原性の菌株 (判別品種以外の品種には病原性を示す) から、すべての判別品種に病原性を示す菌株まで、極めて多様な菌株が分布していることが分かる。一般に、本病の多発地帯には病原性範囲が広く、また、多様な病原性を示す菌株が分布していることが多い⁵⁻⁷⁾。

現在、野生稲の *Oryza Longistaminata* から発見された抵抗性遺伝子 (Xa-21) が注目されており、この遺伝子に対して病原性を示す菌株は極めて少なく有望な抵抗性遺伝資源として評価が高い。しかし、驚くべきことに日

第2表 国際判別品種に対するアジア産イネ白葉枯病菌株の病原性

品種名	抵抗性 遺伝子	菌株名と採集国						
		CN9703	H75304	IN8482	VN9744	NP8311	PX099	BD8421
		China	Japan	Indonesia	Vietnam	Nepal	Philippines	Bangladesh
IR24	Xa-16	●	○	○	○	○	○	○
IR-BB1	Xa-1	●	●	○	○	○	○	○
IR-BB2	Xa-2	●	●	●	○	○	○	○
IR-BB3	Xa-3	●	○	○	●	○	○	○
IR-BB4	Xa-4	●	●	●	○	○	○	○
IR-BB5	Xa-5	●	●	●	●	●	○	○
IR-BB7	Xa-7	●	●	●	●	○	○	○
IR-BB8	Xa-8	●	●	●	○	●	○	○
IR-BB10	Xa-10	●	○	○	●	○	○	○
IR-BB11	Xa-11	●	●	●	○	●	○	○
IR-BB13	Xa-13	●	●	●	○	○	○	○
IR-BB14	Xa-14	●	○	●	○	○	○	○
IR-BB21	Xa-21	●	●	●	●	●	●	○

注) ○：病原性、●：非病原性 IR24はXa-18、BB1はXa-12をそれぞれ併せ持つ

本国内における分離菌株の約40%を占める(第2図)レースⅡには抵抗性を発揮しないことが分かった。日本に分布する菌株は東南アジア産菌株と比較して決して強いわけではないので、このことは白葉枯病菌の病原性の多様性を物語る好例である。

白葉枯病菌の病原性に関するDNAレベルでの研究が1980年代後半から始まり、現在でも特定のプローブを用いたRFLPパターンの相違や、各種の遺伝子操作によって病原性とDNAとの関連を検出する試みが続けられている。一方、イネ白葉枯病菌の病原性発現機構やイネ品種の抵抗性発現機構に関しては未解明の部分も多く残されており、病原性と抵抗性に関する生理生化学的な研究の発展にも期待したい。

参 考 文 献

- 1) Ezuka, A. and Horino, O. (1978) Host-parasite relationship in bacterial leaf blight of rice caused by *Xanthomonas oryzae*. Rev. Plant Prot. Res. 11: 93~118.
- 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) 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.
- 5) Noda, T., Horino, O. & Ohuchi, A. (1990) : Variability of pathogenicity in races of *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* in Japan. JARQ 23: 182~189.
- 6) 野田孝人・堀野 修・大内 昭 (1987) 国内におけるイネ白葉枯病レースの分布. 北陸病害虫研報 35: 7~13.
- 7) Noda, T. et al. (1996) : Geographical distribution of pathogenic races of *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* in Japan in 1991 and 1993. Ann. Phytopathol. Soc. Jpn. 62: 483~489.
- 8) Noda, T. et al. (1996) : Pathogenic races of *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* in South and East Asia. JIRCAS J. 3: 9~15.
- 9) Ogawa, T. (1993) : Methods and strategy for monitoring race distribution and identification of resistance genes to bacterial leaf blight (*Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*) in rice. JARQ 27: 71~80.
- 10) Ogawa, T. et al. (1991) : Breeding of near-isogenic lines of rice with single genes for resistance to bacterial blight pathogen (*Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*). Japan J. Breed. 41: 523~529.
- 11) 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.
- 12) Yamamoto, T. & Ogawa, T. (1988) : The distribution of *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* races in tropical Asian countries. In Abstract of 5th Int. Congr. Plant Pathol. 257.