

## 薬剤耐性イネいもち病菌に関する研究 第9報 IBP 耐性菌の気温に起因する分布変動について

飯島章彦・寺沢 租

Akihiko IJIMA and Mitsugi TERASAWA: Studies on drug-resistant strains of rice blast fungus, *Pyricularia oryzae* Cavara 9. Population shift of IBP-resistant strains with temperature

薬剤耐性菌の分布を支配する要因として薬剤による選択淘汰圧の有無、およびその程度他に、耐性菌と感性菌の個有する病原力や環境適応能の差異を挙げることができる。このうち、薬剤の淘汰圧に起因する分布変動については多くの報告があるが、後者の要因によって分布変動を検討した事例は少ない。

筆者らは長野県中西部に位置する南安曇郡内において、IBP耐性菌の年次、年内変動の調査を行ってきたが、葉いもち発生期の耐性菌率は前年度の穂いもち発生期のそれより低下する場合の多いことを認めたため、この分布変動の原因を明らかにする目的で試験を実施した。通常、穂いもち発生期から翌年の葉いもちの初発期までは、いもち病防除薬剤の散布は行われなことから、この間の分布変動は耐性菌と感性菌の生存適性の差に起因するものと考えられた。一般に葉いもちの発生初期の気温は低いことから、低温下での活動力が耐性菌は感性菌に比べ劣るのではないかと考え、温度に対する両者の感応性について検討し、2, 3の知見を得たので報告する。

報告にあたり、供試菌の採集、分与に御協力いただいた南安曇農業改良普及所、同病害虫防除所、クミアイ化学工業株式会社の関係各位、および福井県農業試験場川久保幸雄氏に感謝の意を表する。

### 試験方法

#### 1 南安曇郡内の耐性菌分布調査

同郡穂高町有明(水稲作付面積800ha)、同穂高(410ha)および豊科町高家(430ha)の3地区において30~40haに1筆の割合で標本採集圃場を選定し、圃場内なるべく離れた数ヶ所から罹病標本を採集した。1979年は穂いもち(9月3日)、1980年は葉いもち(7月21日)穂いもち(9月17日)、1981年は葉いもち(7月14日)、穂いもち(9月10日)の5回、原則として毎回同一圃場から標本を採集した。耐性検定は常法によりイネ生葉煎汁寒天培地上におけるMIC値を求めて行った。

#### 2 IBP 感受性と温度感応性との相互関係

供試菌株として1980年には穂高町有明採集の136菌株、1981年には同地区の水田30aから採集した252菌株と南安曇郡内の4地域から採集した155株に他県で採集分離された菌株を用いた。

供試菌は5日間見里培地で前培養し、菌そう周辺部を径4mmのコルクボーラーで打ち抜いた含菌ディスクを、別に用意した同培地上に静置して、8~36°Cの異なる温度下で培養し、5~6日後に菌そう直径を計測した。この結果に基づき、低温または高温域での菌糸生育の良否をもって第1表に示すような便宜的な温度感応タイプに類別し、この温度感応タイプとIBP感受性との関係について検討した。

第1表 温度感応タイプの便宜的分類

温度感応タイプ	菌糸生育の良否	
	低温域(16°C以下)	高温域(32°C以上)
A	○	○
B	△	△
C	○	△
D	△	○

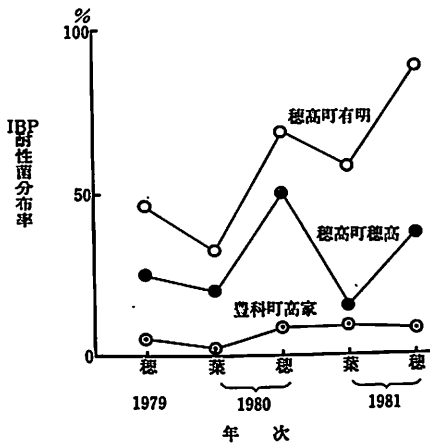
○: 生育良好, △: 生育劣る

#### 3 温度感応タイプを異にする菌株のイネ侵害力の比較

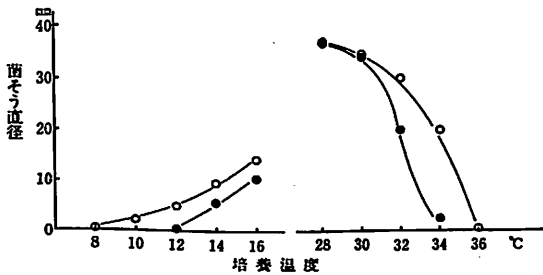
上記の試験によって温度感応タイプが明らかになった感性菌株と耐性菌株の種々の組み合わせを用い、14, 18, 22, 26, 33°Cの温度下でイネ幼苗(6~7葉期)に孢子を等量混合して接種を行い、発病した病斑中に占める耐性菌由来の病斑の割合を調査した。

### 結果

南安曇郡内3地区のIBP耐性菌分布の推移を第1図に示した。穂高町有明と穂高では葉いもち発生期の耐性菌率は前年度の穂いもち発生期のそれより低く、鋸歯状の分布変動を示した。一方、豊科町高家では耐性菌分布率が低いため即断しがたいが、このような鋸歯状の分布変動は認められなかった。



第1図 南安曇郡における IBP 耐性菌分布の年次年内変動



第2図 温度感応タイプ別の各培養温度下における菌そう生育状況 (1981)

○ : Aタイプ(65株平均), ● : Bタイプ(184株平均)

次に、菌株を低温域 (8~16°C) および高温域 (32~36°C) での菌糸生育の良否から便宜的に第1表のように4種に類別し、それぞれのタイプにA~Dの記号を付した。鋸歯状分布変動を示した有明地区から採集分離した菌株のタイプは低温域、高温域のいずれにおいても良好な菌糸生育を示すAタイプと、両温度域でAタイプより生育の劣るBタイプの2つに大別された (第2表)。両タイプ菌株の菌糸生育状況を第2図に示したが、Bタイプの菌株群はAタイプのそれらに比べ、10~16°C、32~34°C付近での菌糸生育が著しく劣った。なお、1980年の調査結果では、いもち病菌の菌糸生育適温付近の22~30°Cでは両者の菌糸生育量には差が認められていない。

温度感応タイプとIBP感受性の関係を第2表に示した。感性菌 (MIC25ppm) ではAタイプに属するものが圧倒的に多く、一方、耐性菌 (MIC100ppm) ではBタイプに属する菌株が大部分を占めた。また、感受性がこれらの中間に位置する MIC50ppm のやや弱い耐性菌で

第2表 供試菌株の示す温度感応タイプとIBP感受性の相互関係 (穂高町有明採集菌株1980, 81年合計)

IBP感受性 (MIC ppm)	供試菌株数	温度感応タイプ					備考
		A	B	C	D	?	
25	89	93.3%	5.6%	0%	1.1%	0%	感性菌
50	68	44.1	54.4	0	0	1.5	耐性菌 (分布少ない)
100	229	9.2	89.1	0.4	0.4	0.9	耐性菌 (分布多い)

第3表 南安曇郡内4地区から採集した菌株の温度感応性

標本採集地区	IBP感受性 (MIC ppm)	供試菌株数	温度感応タイプ			
			A	B	C	D
有明	25	5	60.0%	0%	0%	40.0%
	50	4	100	0	0	0
	100	30	20.0	73.3	3.3	3.3
高家	25	37	67.6	13.5	0	18.9
	50	0	0	0	0	0
	100	6	33.3	50.0	0	16.7
温	25	31	77.4	0	0	22.6
	50	1	100	0	0	0
	100	4	50.0	50.0	0	0
梓	25	25	76.0	0	0	24.0
	50	5	80.0	0	0	20.0
	100	7	71.4	14.3	0	14.3

高家、温、梓は有明からそれぞれ10~15km離れている。

第4表 全国採集菌株の温度感応性 (標本採集県名と該当菌株数)

IBP感受性 (ppm)	温度感応タイプ		
	A	B	D
25	秋田4, 宮城1, 山形1	佐賀1 (計1)	
	富山4, 福井26, 兵庫4		
	岡山1 (計41)		
50	秋田1, 山形1, 福島1		
	福井10, 岡山3, 佐賀2		
	(計18)		
100	秋田12, 宮城1, 福井4	富山3 (計3)	福井1, 広島1
	岡山2 (計19)		(計2)
	200	宮城2 (計2)	

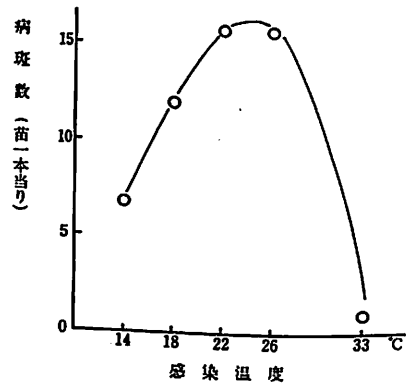
Cタイプの該当菌はなかった

は、両タイプがほぼ同率で混在した。

いままで述べてきた供試菌株は、有明地区という比較的狭い範囲から採集したものであったことから、より広範な地域から採集した菌株について同様の性質を示すか否かを検討したところ、第3表に示すように有明地区から10~15km離れた、高家、温、梓の3つの地区の採集菌株では、供試菌株数が少なかったためか、温度感応性とIBP感受性の間の関係は判然としなかった。他県から分離された菌株でもAタイプに類似した反応を示した

ものが多く、温度感応性とIBP感受性との間の特異な関係は認められなかった(第4表)。

次に、鋸歯状の分布変動を示した有明地区で分離されたAタイプ(感性菌の大部分が属する)とBタイプ(耐性菌の大部分が属する)の菌株を用い、接種時の温度が両タイプの菌株の侵害行動に与える影響を知るため、14, 18, 22, 26, 33°Cで両タイプの胞子の等量混合接種を行った。接種による幼苗の発病状況は第3図のとおりで、発現病斑は22~26°Cで最も多く、18または14°Cと低温になるに従って少くなり、33°Cの高温下では極めて少かった。このような発病状況のもとで、Aタイプ(感性菌)とBタイプ(耐性菌)の混合組み合わせ(第5表のNo. 1~6)接種では、22~26°Cの感染温度下での接種に比



第3図 感染温度と発病との関係

第5表 異なる感染温度下で耐性菌と感性菌の等量混合接種により形成された病斑から分離される耐性菌の割合

組み合わせ方法	No.	菌 株		耐性菌の分離率(%) <sup>1)</sup>					同左指数(26°Cを100とする)				
		感性菌	耐性菌	14°C	18°C	22°C	26°C	33°C	14°C	18°C	22°C	26°C	33°C
I	1	S1-1	W3-1	46 (118)	41 (120)	61 (119)	59 (120)	57 (85)	78	69	103	100	97
	2	"	W3-2	38 (60)	45 (60)	58 (60)	58 (59)	47 (58)	66	78	100	100	81
	3	S20-3	W3-1	40 (60)	50 (60)	55 (60)	53 (60)	48 (58)	75	94	104	100	91
	4	"	W3-2	38 (60)	27 (52)	50 (60)	53 (60)	30 (54)	72	51	94	100	57
	5	S8-4	W3-1	25 (60)	28 (60)	37 (60)	45 (56)	43 (37)	56	62	82	100	96
	6	"	W3-2	24 (58)	25 (59)	22 (59)	36 (55)	29 (28)	67	69	61	100	81
		平 均			35	36	47	51	42	69	71	91	100
II	7	S1-1	S4-1	65 (60)	58 (60)	62 (60)	70 (60)	72 (43)	93	83	89	100	103
	8	S20-3	"	57 (60)	63 (60)	72 (60)	75 (60)	54 (13)	76	84	96	100	72
	9	S8-4	"	53 (59)	50 (60)	54 (57)	46 (56)	47 (38)	115	109	117	100	102
		平 均			58	57	63	64	58	95	92	101	100

1) I: Aタイプの感性菌とBタイプの耐性菌の組み合わせ。  
II: Aタイプの感性菌と耐性菌同士の組み合わせ。  
2) 耐性菌の分離率の( )内は調査菌株数。

べ、適温外、特に14~18°Cの低温下の接種でBタイプの菌株による感染率が低い傾向にあった。一方、Aタイプに類別される感性菌および耐性菌同士(No. 7~9)を用いた場合には、この傾向は認められず、両者による感染率は温度によって変わることはなかった。

考 察

南安曇郡内のIBP耐性菌分布の年次・年内変動は、第1図のような鋸歯状となることを認めた。各年次の葉いもち発生期から穂いもち発生期にかけての耐性菌分布率の上昇は、既報<sup>2)</sup>のとおり有機リン剤の使用量が多いことから薬剤の淘汰が加わった結果とみることが出来る。一方、穂いもち発生期から翌年の葉いもち発生期にかけては薬剤散布は行われない期間であることから、この期間の耐性菌分布率の大幅な減少は耐性菌と感性菌の生存能力の差に起因するものと考えられた。

通常、葉いもちの初発に必要な菌の感染温度は最低気

温が16~17°C以上とされている<sup>4,6)</sup>。また、葉いもち発生予測モデル「BLASTAM」による長野県下の初感染日の気温は、1985年の調査結果によれば葉面湿潤時間中の平均気温が17~19°Cであった(未発表)。これらのことから、例年の初感染は比較的低い温度下で行われていることが推測される。初発病斑はその後の葉いもち蔓延の伝染源となり、病勢の進展に最も大きな影響を与えているため、初発病斑形成時の耐性菌と感性菌の競合はその後の耐性菌分布率を左右する点で大きな意味をもつものと考えられる。そこで、耐性菌と感性菌の温度、特に低温に対する感応性に差があるのではないかと考え、比較検討した。

温度によるいもち病菌の分布支配を説明しようとする試みは八重樫<sup>7)</sup>がレースについて行っている。同氏らはレース間に適温範囲の広狭を認め、特に低温側に適温範囲の広いレースは優勢化する可能性のあることを示唆している。また、小西<sup>8)</sup>は高温側における菌糸生育量に

よって3つの温度感応タイプに分け得ること、菌株には好低温性、好高温性の存在することを報告している。本試験で供試した菌株の温度感応タイプは第1表に示す4つに大別され、適温範囲の広さや好低温性、好高温性に菌株間差が認められた。第1図において鋸歯状の分布変動を示した穂高町から採集した感性菌の大部分は温度適応幅の広いAタイプに、耐性菌は狭いBタイプに属し、Bタイプの菌株はAタイプの菌株に比較して、低温域(14~18°C)、高温域(33°C)で温度の影響を強く受け、これらの温度域でBタイプ菌株を接種した場合のイネ苗の感染率は低く、特に低温域でこの傾向が顕著であった。以上のことは、耐性菌は感性菌に比較して温度に対する適応幅が狭いことを意味しており、いもち病菌の活動適温外の不良温度環境下では、耐性菌は感性菌に比べ劣勢な活動を余蘊なくされることを示唆するものと考えられる。このことから、穂高町での葉いもち初期の耐性菌分布率減少の要因は、低温時における耐性菌の活動力が感性菌に比べて劣るために起ったものと推察される。

一方、穂高町以外の地域から採集された菌株では温度感応タイプとIBP感受性との間には特異な関係が認められなかった。このことから、温度感応性の差異に基づく耐性菌の分布変動は普遍的に認められる現象ではなく、南安曇地方の一部で起った特異事例といえるかも知れない。なぜこのような現象がこの地域にみられたかについては全く不明であるが、耐性発達の過程を知る上で興味深い事例である。

本報告では耐性菌の分布支配要因として温度をとり上げたが、この他にも種々の環境要因や個々の病原力の差によって耐性菌分布は支配されているものと考えられる。筆者<sup>2)</sup>はいもち病菌の活動適温である25~28°Cで耐性菌と感性菌の混合継代接種試験を行い、継代接種を繰り返すと耐性菌の分離率低下が起ることを観察しているが、これなどは温度以外の支配要因が関与している一例と考えられる。今後、耐性菌と感性菌の競合能力についての検討を行い、耐性菌の分布変動機構を解明する必要があると考えられる。

## 摘 要

1 南安曇郡穂高町でIBP耐性菌の年次、年内変動を調査したところ、葉いもち発生期の耐性菌率は前年の

穂いもち発生期のそれより低下することを認めた。

2 同地域から採集したいもち病菌を異なる温度の下で培養したところ、低温(16°C以下)および高温(32°C以上)で菌糸生育の良好なタイプ(A)と劣悪なタイプ(B)に類別された。

3 Aタイプには感性菌が、Bタイプには耐性菌が圧倒的に多く、温度感応性とIBP感受性との間に特異な関係が認められた。

4 Bタイプの菌はAタイプの菌に対し、低温(14~18°C)と高温(33°C)下でのイネ体侵害能力が劣った。このことはIBP耐性菌は感性菌に比べ上記の温度下では侵害能力が劣ることを意味する。

5 通常葉いもち初発期の感染温度は比較的低い(16~19°C)ことが多いため、この時期においては感性菌が優勢になるものと考えられ、このことが葉いもちの耐性菌率が前年の穂いもちの耐性菌率より低下する一因であると考えられた。

6 南安曇郡内の他の町村や他県から採集した菌株では、温度感応タイプとIBP感受性の間には一定の関係を認め難く、温度感応性に起因する耐性菌の分布変動は局地的な現象と考えられた。

## 引用文献

- 1) 深見順一・上杉康彦・石塚皓造編(1983) 薬剤抵抗性。180~243, ソフトサイエンス社, 東京, 412pp.
- 2) 飯島章彦・寺沢 租・安坂茂芳(1981) 薬剤耐性イネいもち病菌に関する研究 第1報 長野県におけるIBP耐性菌の分布。北陸病虫研報 29: 68~71.
- 3) 飯島章彦(1985) 薬剤耐性イネいもち病菌に関する研究 第5報 IBP耐性菌と感性菌の混合継代接種における耐性菌分離率の変化。関東病虫研報 32: 印刷中.
- 4) 小林次郎(1984) 発生初期における葉いもちの疫学的研究。秋田農試研究報告 第26号: 1~84.
- 5) 小西全太郎(1932) 稻熱病菌における生理学的分化現象の研究。日植病報 2: 466~468.
- 6) 佐々木次雄・加藤隆(1971) 本田における葉いもち蔓延開始期の気象条件。北日本病虫研報 22: 1~5.
- 7) 八重樫博志・柳田 駿策(1972) いもち病菌のレース分布支配要因の解析 第1報 菌糸生育温度の菌株間差異。北日本病虫研報 23: 39~44. (1985年8月30日受領)