

(리)
(포)
(트)

도열병균의 병원성은
어떻게 변하고
있는가?

'81년 이후 KJ레이스 분포율 다시 높아져



농업기술연구소 병리과장
농학박사 이 은 중

쌀을 주곡으로 하고 있는 우리나라는 벼 도열병 방제를 위해 저항성품종 및 우수약제의 개발 또는 경종법개선등 많은 연구를 하고 있으나 아직도 도열병은 벼농사에 있어 무서운 병해로 꼽히고 있다. 그 이유중의 하나는 도열병균도 적자생존의 원칙을 따라 변하고 있음을 지적하지 않을 수 없다. 과연 도열병균의 병원성은 어떻게 변하고 있는지 알아 본다
(편집자註)

왜 문제병해로 남아있는가?

벼에 발생하는 병해종류를 전세계적으로 보면 100여종에 달하지만 우리나라에서만 발생하는 병해는 40여종인데 이중에서 매년 발생하여 문제가 되는 병해는 10여종 된다. 도열병은 이

들 10대 병해 중에서도 가장 막심한 피해를 주는 것으로 다수확의 제한 요인으로 알려져왔다. 따라서 각국의 많은 전문가들에 의하여 그동안 많은 연구를 하여 왔지만 여전히 문제시되는 병해로 남아있는 이유는 무엇일까 그 이유는 여러가지가 있겠으나

다음과 같은 원인을 생각하여 볼 수 있다. 첫째는 저항성 품종 육성기간이 예전보다 많이 단축되었으나 그에 따른 병원균의 병원성 문화가 그보다 더 빠르다. 둘째는 현재까지 전세계적으로 완전 저항성 품종은 알려진 바 없다. 따라서 어느지역 또는 어느 일정기간 동안의 한정된 저항성만을 기대할 수 밖에 없다. 셋째는 인간의 식생활 향상으로 양보다는 질을 선호하게 되어 병해 저항성 인자의 집적이 더욱 어렵게 되었다. 넷째로 다수확 재배를 권장하고 있는 우리나라와 같은 여건하에서는 자연히 병원균 밀도를 증가시켜주고 기주체의 발병 소인을 높여주기 때문에 항상 도열병 격발의 위험성을 안고있다.

한품종의 저항성 수명은 2~3년

벼도열병은 농사직설(鄭招: 1429)에서도 그 기록을 볼 수 있듯이 오래 전부터 이 병의 발생 다가가 수도작의 풍흉을 좌우할 정도로 문제가 되는 병해이나 최근에 이 도열병이 대발생하여 가장 문제가 심각했던 해는 1978년으로 다수계품종의 도열병 격발로 아직도 그 당시 피해 상황을 우리는 생생하게 기억할 수

있다. 그 외에도 피해면적은 많지 않았지만 품종에 따라서는 농가 포장에서 재배한지 일년도 채 못되어 도열병에 이병화되는 경우도 많았다. 그러나 일반적으로 평균해 보면 한 저항성 품종의 수명은 2~3년 정도이다. 따라서 새로운 품종이 도입되거나 새로이 재배되면 도열병균도 이 자연계에 살아남기 위해서라기 보다는 살기 위해서 계속해서 도전하기 때문에 어떤 저항성 품종이라도 언젠가는 이병화가 될 것이라는 이론도 비약은 아닐 것이다. 그러므로 본 편에서는 지난날의 도열병균 레이스 분화에 따른 수도 저항성 품종의 이병화 발자취와 그에 따른 연구 결과를 종합 분석하여 보고자 한다.

도열병균의 레이스 분화

일반적으로 도열병을 일으키는 병원균은 한가지 종류로 다 똑같이 생각되나 동일 작물 내에서도 여러가지 품종이 있듯이 특정한 식물 또는 품종에 따라서 기생성 및 생리적 성질이 다른 것이 있다. 이것을 병원균의 생리적분화(生理的分化)라고 한다. 병원균의 생리적 분화에 관한 연구는 독일의 Erickson(1894)

이 맥류 녹병균을 기주 범위가 다른 6개의 분화형으로 나누는 것이 최초이며 그 후 Stakman(1915)이 줄기 녹병균을 가지고 병원균내 분화형 또는 변종 중에서 기주의 품종에 대한 기생성이 다른 것을 밝혀냈는데 일명 생태형, 생리적품종, 생리형 레이스 및 생태형이라 부른다. 다시말해서 생리형이란 유전적으로 균 일한 최종적인 생물 단위라고 할 수 있다.

판별품종수 따라 레이스 종류 달라

이와같은 생리형을 유별하기 위하여 초기의 학자들은 배양기상의 특성, 섬유소 분해능력의 차이, 독소 생성량 등으로 판별하려고 시도 하였으나 생리형 간에 큰 차이를 인정할 수 없어 결국은 품종별 병원성에 따라 나누게 되었다. 따라서 레이스를 판별하기 위하여는 특정 품종을 선발하여 판별품종으로 사용하는데 레이스의 종류는 판별품종의 수가 많으면 많을수록 세분되어 늘어날 수 있는 것으로 세계적으로 공통된 판별품종을 사용하는 것 보다는 자국에 알맞는 판별품종을 선발하여 쓰는 것이 타당하다고 생각된다. 왜냐하면 각국 별로 재배되고 있는

품종이 다르고 그에 따라 분포하는 레이스의 종류도 달라지기 때문이다.

국제 판별기준 품종은 8개

도열병균의 레이스판별은 1922년 일본의 佐佐木가 최초로 시도한 이래 각국 별로 일본, 대만, 인도, 필리핀 등 많은 나라에서 자국에 알맞는 판별품종을 선발하여 실시하고 8개의 국제 판별품종이 선발되어 필요에 따라 이용되고 있다. 우리나라에서도 80년 까지는 일본구 판별 품종에 의한 레이스 판별을 큰 무리없이 해왔으나 다수계품종이 보급되면서 다양해진 우리나라의 도열병균 레이스를 판별하기 위하여 한국 고유의 판별품종 체계를 확립하여 86년 현재까지 18종의 레이스가 판별 보고되었다.

<표 1>

국내, 현재 18종의 레이스 보고

이와 같이 세균이나 바이러스 또는 다른 곰팡이병에 비하여도 열병균의 레이스 분화가 다양한데 그 생성 원인으로 다음과 같은 것을 생각할 수 있다.

첫째는 자연계에서는 물론 일어날 수 있고 인공 배지 상에서 인위적으로 조작이 가능한 돌연

(표 1) 도열병균 레이스별 판별품종에 대한 반응

판별품종	KJ	KJ	KJ	KJ	KJ	KJ	KJ	KI	KI	KI	KI	KI	KI	KI	KI	KI	KI	KI	KI
	101	105	107	201	203	301	401	1117	305	307	313	315	315a	315b	401	405	413	309	
Tetep	R	R	R	R	R	R	R	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
태백	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
통일	R	R	R	R	R	R	R	R	S	S	S	S	S	S	S	R	R	R	S
유신	R	R	R	R	R	R	R	R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
관동51	S	S	S	R	R	R	R	S	S	S	R	R	R	R	S	S	R	R	
농백	S	R	R	S	S	R	R	R	R	R	R	R	R	R	S	R	R	S	
진홍	S	S	R	S	R	S	R	S	S	R	S	R	R	R	S	S	S	S	
낙동	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	
참고 예외	영풍	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	S	S	R	R	R	R
	가야	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	S	R	R	R	R	R

변이(Mutation), 둘째는 균사의 융합으로 인하여 한개의 세포내에 유전적으로 다른 핵을 갖는 이형다핵성(Heterocaryosis), 셋째는 준유성생식(Parasexuality)인데 이는 유성세대가 없는 불완전균의 영양 균사에서 마치 유성 생식과 같은 유전적인 재조합이 일어나 양친과 다른 새로운 생리형이 출현하는 현상을 말한다. 넷째는 현재까지 도열병의 경우 가장 희박한 변이 기작으로써 교잡(Hybridization)에 의한 방법인데 이를 증명하기 위하여 몇개국에서 그 가능성을 시도해 봤으나 어느 한 나라 안에서는 유성 생식에 의한 변이 가능성은 아주 희박하고 원연인 경우 또는 기주가 다른 균계 간

에는 유성세대 형성 비율이 높게 나타나며 우리나라의 경우 타국에 비교하여 레이스 양상이 현저히 다름에도 불구하고 벼에서 분리한 수백균주간 대치배양을 해보았으나 아직 한 조합에서도 완전세대 형성은 성공시키지 못했다.

레이스간 우점도도 항상 변해

따라서 도열병균의 변이는 앞서 설명한 3가지 방법에 의해 이루어질 것으로 생각된다. 그리고 이미 존재하는 레이스 그룹간의 경쟁에 의해서 우점 균계와 비우점 균계로 나누어지는데 병원균과 기주간 상호작용과 균계간 결합에 의해서 어떤 레이스가 아

주 미비하게 존재해 오다가 그에 맞는 품종 보급이 늘어났을 때 그 친화성도 높아져 급속한 증식으로 다시 우점 레이스로 바뀌어지는 현상도 볼 수 있다.

레이스 분포와 년차변동

1978년 다수계품종에 도열병이 대 발생하기 전까지는 주로 일반계품종을 재배하여 왔기 때문에 일본구 판별품종을 그대로 이용하여도 우리나라 도열병균 레이스 판별에 큰 무리가 없었다.

다수계품종과 함께 분화 가속

그러나 다수계품종이 이병화되면서 부터 일반계품종 침해 레이스와는 판이하게 다른 성질을 갖는 균계의 분포가 증가하여 일본 판별품종을 사용할 수 없게 되어서 수개년의 연구 결과를 토대로 하여 Tetep, 태백벼, 통일, 유신, 관동51호, 농백, 진홍, 낙동등 8품종을 한국 고유 판별품종으로 선발하였다. 앞의 4개 품종(Indica)에 병원성을 나타내는 것을 KI, 뒤의 4품종(Japonica)에만 병원성이 있는 것을 KJ레이스 그룹으로 유별하여 년차별 레이스 분포 변

동을 70년도 초 일반계품종만을 재배했을 당시에는 KJ레이스만 분리 되었지만 다수계품종 재배면적이 증가됨에 따라 1976년 전북 진안에서 이들 다수계품종을 침해할 수 있는 변이균인 KI레이스 균이 발생하기 시작하여 급속한 증가를 보여 1980년까지는 그림1에서 보는 바와같이 KI레이스균의 분포 비율이 높았다.

다수계품종 감소되자 KJ비율 높아져

그러나 1978년 도열병 격발 이후 다수계품종 재배면적이 감소되어 1981년 부터는 다시 KJ레이스균의 분포 비율이 높아져서 1986년에는 76.2%를 점유하고 있다. 이와같이 레이스의 분포 비율은 재배되는 품종에 따라서 크게 좌우되는 것이다.

단일 품종 재배율이 30%넘으면 도열병 대발생의 가능성 매우 커

각 레이스별 분리 빈도를 살펴보면 표2에서와 같이 재배되는 품종의 유전적 배경이 다양해짐에 따라 도열병균 레이스 종류도 다양해져 해가 거듭됨에 따라 레이스의 종류가 많아지는 경향을 보이고 있다. 레이스별로 분리 빈도를 보면 KJ레이스 그룹내에서는 단연 레이

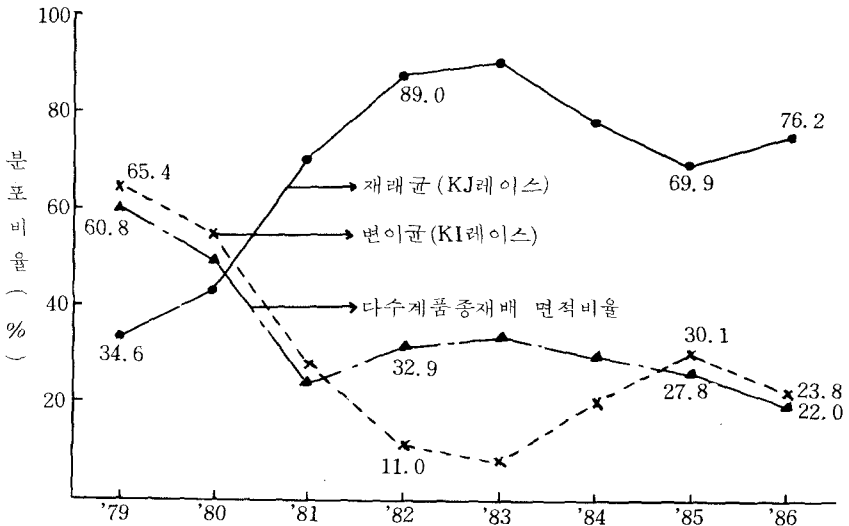


그림 1. 년도별 도열병균 레이스의 분포변동

스 KJ-301과 KJ-401이 우점종으로 81년 이래 계속하여 많이 분리 되었으며, KI레이스 그룹내에서는 81년에 레이스 KI-315가 우점 레이스였으나 그 후에는 레이스 KI-315b의 분리 빈도가 높았다. 이는 이 레이스가 침해할 수 있는 품종인 영풍, 가야, 삼강 품종 등의 재배면적 비율이 늘어난 것이 원인이라 생각된다. 그리고 특히 전체적으로 우점종인 레이스 KJ-301, KJ-401의 분리 빈도가 기타 레이스보다 많이 분리된 것도 이들 레이스가 침해할 수 있는 품종 (낙동, 후청)의 재배면적 증가

에 기인한 것이다. 따라서 단일 품종의 재배면적 비율이 30% 이상이 되면 도열병 대발생의 위험 수준에 와 있다고 보아 그 이상의 수준이 넘지 않도록 재배면적 비율 조정 및 유전적 배경이 다른 다양한 품종이 재배되도록 권장할 필요가 있다 (표 2).

레이스와 품종 저항성

병은 기주와 병원균 상호작용에 의해서 일어나는 것으로 기주가 가지고 있는 품종의 저항성은 크게 두가지 종류로 대별

☆ 도열병균의 병원성은 어떻게 변하고 있는가? ☆

〈표 2〉 도열병균레이스의 년차별변동

레이스	레이스 분리비율(%)						주 분리 품종
	'81	'82	'83	'84	'85	'86	
KJ- 101	1.3	2.1	1.4	1.9	2.4	2.3	오대, 백암
KJ- 105	12.1	14.8	19.0	16.2	7.2	8.0	봉광, 상풍
KJ- 107			0.7	0.2	2.4	2.3	낙동, 동진
KJ- 201	7.2	5.1	9.1	10.6	12.8	15.3	농백, 북광
KJ- 203		2.5	0.1			1.9	북광
KJ- 301	46.6	34.0	34.9	29.0	29.6	30.5	추청, 낙동
KJ- 401	4.0	30.5	26.1	20.3	15.5	16.0	낙동
KI- 1117			0.1		4.2	1.1	봉광, 상풍
KI- 305		0.3		0.2	0.3		영풍
KI- 307	8.7	4.1	1.8	2.3	1.8		남풍, 밀양23
KI- 313	19.1	0.3	0.4		3.2	6.5	서남
KI- 315		2.1	2.6	0.9	0.6		남풍, 밀양23
KI- 315a			0.4	0.3	2.7	3.1	가야, 영풍
KI- 315b			2.1	14.2	12.8	11.4	영풍, 삼강, 풍산등
KI- 401					1.2		대청
KI- 405		0.4		0.2		0.5	오대
KI- 413	1.0	3.8	1.3	3.7	2.7		밀양23
KI- 309					0.6	0.8	천마
계	8	12	14	13	16	13	

할 수 있다.

진성, 병원균 접종해도 병반없어

하나는 기주체에 병원균을 접종을 해도 한개의 이병성 병반도 나타나지 않는 경우에 이를 진성저항성, 수직저항성, 질적인 저항성 또는 레이스 특이적 저항성이라고 연구자의 견해에 따라 정의해 왔다.

부분, 상대적으로 적게 발병돼

다른 하나는 병에 걸리기는 하더라도 상대적으로 적게 걸리는 저항성을 일컬어 포장저항성, 수평저항성, 부분저항성, 양적저항성, 비특이적 저항성 등으로 구분하여 학자에 따라 다르게 정의하고 있으나 약간의 차이는 있지만 근본적인 내용이나 현상은 비슷한 의미를 지니고 있다

고 생각한다.

진성 저항성은 수명이 짧아

현재까지의 육종은 주로 앞의 진성저항성 쪽으로 치우쳐 육종해온 것이 사실인데 이것은 진성저항성은 보통 1~3개의 주동 유전자에 의하여 유전되므로 많은 수의 미동유전자가 관여하는 포장 저항성 쪽보다 육종하기가

쉽고 농민들이 병반 하나도 없이 깨끗한 진성저항성 쪽을 선호하기 때문이다. 그러나 문제는 이런 진성저항성 품종들의 대부분이 표3에서 보는 바와같이 보급한지 1년도 못가서 병에 걸리게 되고 평균 수명이 2~3년 밖에 안되며 일단 이병화가 되면 기존 일반 품종 보다도 심한 피해를 입게 된다는 것이다.

〈표3〉 도열병균 레이스(RACE) 출현과 저항성품종의 이병화

구분	보급연도	이병화연도	저항성지속기간	침해 레이스
관옥	1966	1969	4	KJ-101, KJ-105
통일	1972	1976	5	KI-315, KI-307
유신	1976	1976	1	KI-413
노풍	1976	1976	1	KI-315, KI-307
진주	1980	1980	1	KJ-301
영풍	1981	1983	1	KI-315b
풍산	1982	1983	2	KI-315a
서남	1983	1985	3	KI-401, KI-313
천마	1985	1985	1	KI-309, KJ-201

우리나라에서 통일계 품종이 1971년도 보급되기 시작하여 '76년에 침해 레이스가 발생하기 시작하여 1978년 도열병이 격발한 것은 비교적 오랫동안 저항성을 유지한 편인데 이는 통일계품종이 과거 재배해 오던 일본형 품종과는 저항성 배경이 판이하게 다르며 이들 품종들의 육성 과정의 태반을 필리핀이라는 외국

에서 경과하였기 때문에 도열병균이 변이를 일으키는데 시간이 걸렸을 것이라 추측된다.

태백벼, KJ·KI 모두에 저항성

우리나라의 장려 및 준장려품종에 대하여 K레이스 그룹(7종)과 KI레이스 그룹(11종)을 나누어 접종하여 저항성 검정을 실시한 결과 표4에서와 같이 태

〈표 4〉 도열병에 대한 품종저항성

KJ-레이스 KI-레이스	강 강	강 약	약 강	약 약
장 려	태백벼	서광벼 가야벼 삼강벼 중원벼 칠성벼	관악벼 봉광벼 오대벼 운봉벼	농 백 소백벼 백암벼 기호벼 나동벼 도봉벼 추청벼 상풍벼 동진벼 천마벼 영덕벼 관 금 농립내호
준 장 려		풍산벼 신광벼 용문벼 칭청벼 한강찰	남풍벼 원풍벼 장성벼 백양벼 백운찰	송전벼 대성벼 섬진벼 남양벼 대청벼 설악벼 영산벼 신선찰 대창벼 치악벼 봉광벼 여명벼 서남벼 광명벼

백벼를 제외하고는 양 그룹의 레이스에 모두 저항성인 품종이 없으며 16개 품종은 양 그룹 레이스에 대하여 모두 이병성 반응을 보이고 있다. 태백벼의 교배모본은 이병성 반응을 보이는 데도 이 품종이 아직까지 저항성을 유지하고 있는 원인은 확실하게 밝혀져 있지는 않으나 아마도 상호보족유전인자의 효과에 의한 것이 아닌가 생각된다.

저항성 품종을 재배하는 것이 도열병 방제로서는 가장 편리하고 확실한 것은 누구나 아는 사실이다. 그러나 현재까지 진성 저항성 위주의 육종사업을 추진

해 오므로서 농가 포장에 신품종을 보급한지 2~3년이 채 못되어 이병화되어 문제를 야기시키고 있으며 아직 완전 무결한 저항성 품종을 찾지 못하고 있는 현실이며 그 가능성도 희박하다. 따라서 새로운 레이스 분화를 추적하여 발생 예찰에 이용할 수 있는 방법과 레이스 비특이적 저항성에 관한 연구를 강화하는 한편 현재로서는 저항성 품종 안배, 보급과 균형 시비등과 함께 적절한 화학적 방제로 병원균의 밀도를 조절하는 이른바 종합적 병해충 관리 체제를 확립하여야 할 것이다.