

도열병균 새로운 레이스 KI-1117a에 의한 저항성 품종의 이병화 및 레이스 분포변동 (1999~2000)

한성숙* · 류재당 · 심홍식 · 이세원 · 홍연규¹ · 차광홍²

농업과학기술원 식물병리과, ¹영남농업시험장 식물환경과, ²전남농업기술원 식물환경연구과

Breakdown of Resistance of Rice Cultivars by New Race KI-1117a and Race Distribution of Rice Blast Fungus During 1999~2000 in Korea

Seong-Sook Han*, Jae Dang Ryu, Hong-Sik Shim, Se-Won Lee, Yeon-Kyu Hong¹ and Kwang-Hong Cha²

Plant Pathology Division, National Institute of Agricultural Sciences & Technology, Suwon 441-707, Korea

¹Division of Plant Environment, National Younngnam Agricultural Experiment Station, Milyang 627-130, Korea

²Jeonnam Agricultural Research & Extension Services, Naju 520-715, Korea

(Received on June 20, 2001)

This experiment was carried out to analyze the recent epidemic of rice blast in southern provinces of Korea in 1999 and 2000. Incidences of leaf blast and panicle blast in these years were 1.5 and 2.9 times greater than those in 1998, respectively. Cultivation areas of rice cultivars, Daesan, Ilmi and Dongan bred from Milyang 95 as a recurrent parent increased over the country from 11% in 1998 to 38.4% in 2000, which were grown in more than 85% of total paddy fields in Jeonnam province. Predominant race populations of *Pyricularia grisea* in the farmers' fields had been changed from KJ-301 to KI-1117 in 1999 and KI-1113 and KJ-105 in 2000. Distribution ratio of the KI-1117 race in 1998 in the southern provinces was 1.7%, but increased to 30% in 1999. Although the cultivars Daesan, Ilmi and Dongan have shown wide spectrum of resistance to many races including KJ-301, they were susceptible to such races as KI-1117, KI-1113 and, KJ-105. These three races could be further classified into two sub-races, KI-1117 and KI-1117a, KI-1113 and KI-1113a, and KJ-105 and KJ-105a based on virulence to Daesan. The newly classified races, KI-1113a, KI-1117a, and KJ-105a were also pathogenic to Ilmi and Dongan. This indicates that rice blast epidemic in southern provinces in 1999 and 2000 resulted from the breakdown of the resistance of Daesan, Ilmi and Dongan by the rapid increase of virulent races KI-1117, KI-1113, KJ-105 and their new sub-races.

Keywords : break-down of resistance, Daesanbyeo, *Pyricularia grisea*, race KI-1117a

도열병균의 레이스 분화 연구는 1922년 일본에서 최초로 보고(Sasaki, 1922)된 이래 수많은 논문을 통하여 발표되어 왔다(Bandong and Ou, 1966; Han, 1995; Iwata 등, 1970; 横尾 등, 1978). 국내에서도 1962년부터 현재까지 레이스 판별에 대하여 약 17편의 논문이 발표되었다(Ahn and Jung, 1962; Han, 1995; Han 등, 1994; Han 등, 1995; Han 등, 1998; Kang and Kim, 1994; 李와 松本, 1966; Lee, 1972; Lee 등, 1975; Ryu 등, 1987; 山田과 李, 1978). 도열병균의 병원성 변이는 여러 학자들에 의해 다르게 설명되지만(Bandong and Ou, 1966; Han 등, 1998; Iwata 등,

1970; 山田과 李, 1978), 매년 새로운 레이스가 출현할 때마다 그 원인을 단적으로 말하기는 어렵다. 도열병균 레이스 연구는 레이스의 분류, 병원성 및 지역적 분포정도를 잘 파악하여 품종의 저항성을 지속적으로 안정화시키는 데 그 목적을 두고 있다.

유전적 배경이 비슷한 품종을 대면적에 재배하였을 경우 소수의 레이스 집단이 급격히 증가하거나 새로운 레이스 출현으로 병이 다발생하여 저항성이 무너졌던 사례는 1977~1978년도의 통일계 품종(山田과 Lee, 1978), 1980년도 진주벼(Ryu 등, 1987), 1983~1984년도 영풍벼, 풍산벼(Ryu 등, 1987), 1987년도의 천마벼, 서남벼(Han, 1995), 1993년도 양질다수미 품종으로 급속히 보급되었던 일품벼, 진미벼(Han 등, 1998) 등에서 찾아볼 수 있다. 이러한 사례는 빈번히 일어나며 통계적으로 보면 보급된 지

*Corresponding author

Phone) +82-31-290-0563, Fax) +82-31-290-0453

E-mail) sshan@rda.go.kr

2-3년 만에 저항성이 붕괴되는 것으로 보고되고 있으며, 최근에 와서도 같은 현상이 반복되고 있다. 전남·북 지방에서는 약 15년간 도열병에 대한 피해를 크게 받지 않았으나, 1998년도에 도복이 문제되었던 동진벼를 대신하여 단간 양질미의 특성을 가진 대산벼 등이 대면적에 재배되기 시작한 이래 1999년 가을에 이삭도열병이 대발생하였다.

일반적으로 도열병에 대한 방제 방법으로 가장 경제적이며 환경보호 측면에서도 권장되고 있는 방법이 저항성 품종을 이용하는 것이다(Ahn and Seshu, 1991; Johnson, 1984). 그러나, 저항성 품종의 붕괴는 도열병으로 인한 경제적 손실뿐 아니라 저항성 품종을 육성하는데 소요된 시간과 노력, 투자비용 등 이중으로 손해가 아닐 수 없다. 최근에는 전남·북 뿐 아니라 전국적으로 도열병에 대한 피해가 늘어나는 추세에 있으며, 기상상태는 예년과 아주 다른 형태를 보이고 있어 병의 발생과 밀접한 관련성을 보이고 있다. 또한 품종적 측면에서 보면 최근 5년간 재배되고 있는 품종에서 도복 및 수발아로 인한 수확량 감소와 미질이 떨어지는 현상을 보였는데(오 등, 1987), 육종 목표가 양질미, 다수확, 내도복성 등의 복잡한 유전형질을 한꺼번에 보유한 개체를 추구하는 경향이였다. 그러나 이러한 조건을 모두 만족시킬 수 있는 품종은 아주 드물지만 밀양95호는 직파용이면서 단간, 내도복 등의 형질을 보유하고 후대전이가 용이한 품종으로 인정되어 교배 모본으로 광범위하게 사용되어 최근 대산벼를 비롯한(여 등, 1997) 12개의 품종이 육성 보급되었는데, 남부지방에 이들 품종의 재배면적이 크게 늘고 이에 따라 병발생이 급격히 증가하기 시작했다. 따라서 밀양95호를 교배 모본으로 한 대산벼 등의 품종에 대한 도열병 저항성 정도와 이러한 품종을 재배하고 있는 지역으로부터 분리한 도열병균의 레이스 분화 및 분포에 관한 연구결과를 보고함으로써 최근에 우리나라 남부지방에서 발생하고 있는 저항성 품종들의 저항성 역전현상의 원인을 밝히고자 한다.

재료 및 방법

이병물 채집 및 도열병균 단포자 분리. 농업과학기술원 식물병리과에서 1999년부터 2000년도까지 전국의 농가포장 및 도열병 검정용 발못자리로부터 수집된 벼 잎, 이삭목의 도열병 이병물로부터 1,156 균주를 분리하여 레이스를 검정하였다. 도열병 병반은 물한천(WA)배지, 26°C 항온기에서 1~2일간 습식처리하여 포자형성을 유도하였다. 단포자 분리를 위하여 20배 실체현미경 하에서 포자가 형성된 병반으로부터 가는 백금선 ring을 이용하여 포

자를 채취한 후 물한천 배지에 산포시키고 3일간 26°C 항온기에서 배양하였다. 배양하여 자란 균사 침단을 50배 해부현미경 하에서 채취한 후 감자한천사면배지(PDA) tube에 옮겨 순수 분리하였다.

판별품종 육묘. 이 등(1987)의 방법에 따라 Tetep 등 8개 한국판별품종과 대산벼와 일미벼를 참고품종으로 사용하여 레이스를 검정하였다. 각각의 벼 종자는 15×8×15 cm의 플라스틱 포트에 미리 밭아서 5립씩 파종하였다. 비료수준은 유안-중과석-염화가리를 0.5 g-0.5 g-0.2 g 씩 액비로 시비하여 온실에서 약 20일간 3~4엽기까지 육묘하였다. 접종 7일전에 유안 0.5% 수용액을 추비로 주었다.

분생포자 형성. 병원균 포자현탁액을 준비하기 위해 포자형성 배지인 쌀겨배지(rice polish agar :쌀겨 20 g, 설탕 20 g, 한천 20 g, 증류수 1 l)를 약 40 ml씩 직경 9 cm 사래에 분주하여 균한 다음, PDA에서 10일 정도 자란 균총 절편을 2 ml의 살균증류수에 떼어 넣었다. 살균된 붓을 이용하여 균사절편을 마쇄한 후 현탁액을 쌀겨배지에 접종하여 26°C 항온기내에서 7일간 배양하였다. 균사가 사래에 가득 자라게 한 후, 살균된 고무 부러쉬를 이용하여 기중 균사를 제거하고 사래 뚜껑을 열어 형광등 50 cm 하단에 치상, 3일간 계속 빛을 조사하여 분생포자를 형성시켰다. 접종원 준비는 쌀겨배지에 형성된 분생포자를 Tween 20 5,000배액을 부어 고무 부러쉬를 이용하여 긁어낸 후, 포자현탁액을 만들어 광학현미경 100배 시야 당 20~50개로 조절하여 만들었다.

병원균 접종 및 레이스 판별. 접종은 진공 콤퓨레샤를 이용한 스프레이로 포트 당 약 25 ml씩 판별품종의 잎이 흠뻑 젖을 정도로 분무 접종하였다. 접종된 벼는 바로 26°C 포화습도 접종상에 넣어 24시간 처리하고 온실에 옮겨 7일간 정치하여 발병시켰다.

발병조사는 최상위 벼잎에 형성된 병반수를 Bandong and Ou(1996)의 조사기준에 따라 발병지수 0~5로 조사하였으며, 이 등(1987)이 제안한 레이스 판별법에 따라 분류하였다. 병반수에 의한 저항성 및 감수성 판정은 병반형 및 수를 고려하여 IRRI 진성저항성 검정 기준에 의거하여 결정하였으며, 새로운 레이스를 동정하기 위하여 참고품종인 대산벼와 일미벼의 반응을 함께 분석하였다. 또한 레이스 분포 상황을 주요 품종의 재배 면적과 비교하여 도별로 분석하였다.

주요 품종에 대한 병원성 검정. 현재 재배되고 있는 주요 품종들의 이병화 가능성 분석은 농과원 식물병리과에 보관중인 최근 우점 레이스 및 새로운 레이스 8 균주를 이용하여 대산벼, 동안벼, 일미벼 등 밀양95호를 모본으로 가진 12개 품종(Table 1)에 대하여 저항성 검정을

Table 1. Commercial rice cultivars widely grown in southern provinces and their pedigree

Year ^a	Cultivars and Lines	Pedigree
1994	Hwanambyeo (Milyang115)	Milyang95/Tamjin
1996	Ilmibyeo (Milyang115)	M96//Milyang95/Seomjin
1997	Donganbyeo (Iri418) Daesanbyeo (Milyang142)	Milyang95/SR119-12-1-5 Milyang95/S 366
1998	Nampyeongbyeo (Iri416) Namgangbyeo (Milyang126)	Iri390/Milyang95 Milyang95//Iri380/Milyang95
1999	Dongjinchalbyeo (Iksan425) Hoanbyeo (Iksan420) Hwabongbyeo (Milyang138) Nonghobyeo (Milyang 49) Weonhwangbyeo (Youngduk22)	Milyang95//SR1155-4-2/Toyoshiki Kanto 149/Milyang 95 Milyang95/Aichi65//Milyang95/Milyang90 Milyang95 mutant Milyang96//Iri390/Milyang95
2000	Sujinbyeo (Milyang115)	Milyang95//Milyang96/ Milyang106

^aYear of leading cultivar.

실시하였다. 특히 KJ-105, KI-1113 레이스는 균주간 병원력에 차이가 있을 것을 감안하여 각 레이스 당 2개 균주씩을 사용하여 대산벼 등 12품종의 저항성을 분석하였다. 검정 방법은 판별품종에 의한 레이스 검정 방법과 동일하게 사용하였으며, 각 품종별 레이스 반응을 병반형과 수에 의하여 저항성과 감수성으로 나누어 분류하였다.

전국 도열병 발병 조사. 1999년도 전남지역에 재배되었던 대산벼, 동안벼, 일미벼 등에서 잎도열병 및 이삭도열병의 발생이 극심하였고, 2000년도에는 밀양95호를 모본으로 한 양질다수 내도복 형질을 가진 품종의 재배 면적이 확대됨에 따라 전남지역뿐 아니라 전국 8개도 44개 시·군을 대상으로 잎도열병 및 이삭도열병 발생 조사를 1999~2000년에 걸쳐 실시하였다. 조사기준은 잎도열병 및 이삭도열병 모두 필지당 20주씩을 조사하여 각각 병반면적을 및 이병수율로 산출하였다(농촌진흥청 작물피해조사

기준).

품종의 교배모본은 농촌진흥청 발행 농작물 직무육성 신품종선정위원회 결과 1994~2000년도 발행분을 이용하였으며, 품종의 재배면적 비율은 각도농업기술원 기술보급국 및 농진청 기술보급국 자료를 참조하였다.

결과 및 고찰

주요품종의 재배면적 비율 및 도열병 발생 정도. Table 1에서 보는바와 같이 1994년 이후 우리나라의 주요 재배 품종 중 밀양95호를 모본으로 한 품종의 재배면적 비율은 1998년에는 전국 평균 11.0%였으나 1999년도에는 약 30%, 2000년도에는 38.4%에 달하였다. 만식재배용 다수확 양질미는 주로 남부 평야지에서 많이 재배하고 있으며, 전남, 전북, 충남지역의 도별 재배면적은 1999년도보

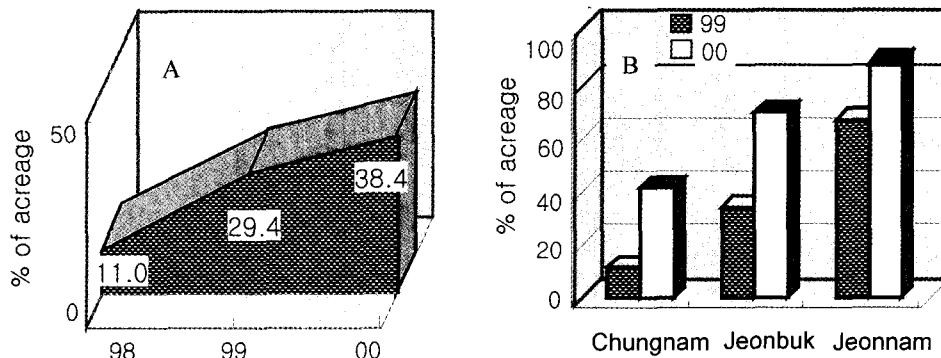


Fig. 1. Planting area of rice cultivars, Daesan, Ilmi, and Donganbyeo over the country (A) and southern provinces (B) since 1998.

Table 2. Disease incidence of leaf and panicle blast in southern provinces since 1998

Area	Leaf blast (%) ^a			Panicle blast (%) ^b		
	1998	1999	2000	1998	1999	2000
Chungnam	0.62	0.48	1.60	0.70	0.50	4.20
Jeonbuk	0.38	0.53	1.15	3.00	2.20	1.70
Jeonnam	0.16	0.59	0.67	0.40	4.30	0.80
Gyeongnam	0.11	0.10	0.30	0.02	2.60	1.60
Mean	0.30	0.30	0.60	0.80	2.40	2.10

^aPercentage of lesion area.

^bPercentage of diseased panicles.

다 2000년도에 상당히 늘어난 것으로 조사되었다(Fig. 1). 2000년도의 재배면적 비율은 전남>전북>충남 순으로 86%, 64%, 37%의 면적 비율을 보여 남부평야지의 벼 품종의 유전적 배경이 단순화됨을 알 수 있었다.

전국 44개 시·군의 잎도열병 및 이삭도열병의 발생정도를 조사한 결과(Table 2), 1998년도에 비하여 '99년도 이삭도열병은 3배, '00년도 잎도열병은 2배의 병발생 정도를 보였다. 특히 이삭도열병은 '99년도 전남에서, 2000년도의 충남에서 병 발생이 4.2% 이상의 발병율을 보여 수확량에 많은 영향을 주었을 것으로 생각된다.

도열병 발생에 가장 중요한 요인은 품종 뿐 아니라 기상조건, 토양비료 성분(작물의 영양상태, 특히 질소과다)인데 '99년도의 남부지역의 잎도열병 및 이삭도열병의 대발생은 잦은 강우 및 저온으로 도열병균 포자형성 및 활동에 좋은 조건을 유지하였으며, 대신벼 등이 엽색이 옅고 키가 작은 특성에도 불구하고 표준시비량의 약 3~4배에 달하는 비료를 시용한 곳이 많았고, 8.18~31일까지 13

일간 연속강우로 적기 방제활동을 하지 않은 이유도 있었다. 반면에 경기, 강원, 충북지역은 6, 7월 고온건조로 포자형성에 불리하였으며 잎도열병 발생이 극미한 관계로 조생종 목도열병 발생이 저조하였고, 만생종 전염원 역할이 미흡하여 병 발생이 낮았던 것으로 생각된다. 2000년도에는 남부지방의 잎 및 이삭도열병 발생이 낮았고 충북부 지방에 많았다. 충남 등 중부지방에서도 대신, 일미벼가 재배되었지만 방제활동이 미약했던 지역은 60~90%의 이병수율을 보이는 곳도 있었다. 그러나 남부지방에서는 적기방제 및 표준시비에 대한 홍보로 인하여 병발생이 적었던 것으로 판단된다. 따라서 품종의 유전형이 바뀌지 않는 한 적극적인 방제활동과 표준시비 준수 등의 경종적 방제 방법을 채택해야 할 것이다.

전국 도열병균 레이스 분포 분석. 1999~2000년도에 수집한 도열병균 1,156균주를 Tetep 등 8개의 판별품종과 대신벼, 동안벼 등 2개의 참고품종에 집중한 결과를 Table 3과 같이 분석하였다. 이 등(1987)에 의하여 제안된 한국

Table 3. Distribution of races of *Pyricularia grisea* in provinces of Korea during 1999~2000

Province	KI-										KJ-								Others	Total
	197	1101	1113	1117	1117a	1119	1121	401	405	409	101	105	107	201	203	301	401			
Gyeonggi	13 ^a		59	7	11		3	4	4	3	20	40	1	11	1	17	3		197	
Gangweon	5		13	5			1	7		4	13	9		18	1	20	3		99	
Chungbuk	2	1	4		2					1	4	7		2		3	4	KI-209	30	
Chungnam			5	6	2					3	5	15		11	1	3	1	and 13 races,	52	
Gyeongbuk	5		27	10	23			1	5	1	16	21		5		2	3	KJ-102 and	119	
Gyeongnam	1		2	9	5		2	2	5	3	13	1	13		12	3	5 races	71		
Jeonbuk	11	1	25	76	2	1	1	2	3	10	40	73	3	41		4		293		
Jeonnam	1	7	13	115	18	4				1	5	54	1	5		12	4	240		
Total	38	9	148	228	63	5	5	16	14	28	106	232	6	106	3	73	21	55	1,156	
Ratio (%)	3.3	0.8	12.8	19.7	5.4	0.4	0.4	1.4	1.2	2.4	9.2	20.1	0.5	9.2	0.3	6.3	1.8	4.8	100	
	47.8										47.4									

^aNo. of isolates identified and tested by virulence on Korean differential varieties (Tetep, Taebaegbyeon, Tongil, Yushin, Kanto 51, Nongbaeg, Jinheung and Nagdongbyeon).

판별품종은 Tetep 등 8개 판별품종인데, 이 판별품종들의 반응만으로는 구별할 수 없는 균주가 출현할 경우가 있다. 이때마다 판별품종을 새로이 바꾼다면 균의 레이스 분포분석을 이해하는데 혼란을 유기하며, 경제적 시간적으로도 손해가 아닐 수 없다. 따라서, 8개의 판별품종에서는 같은 레이스로 동정되지만 그 시기에 재배되고 있는 주요 품종에서의 반응이 다를 경우에 a, b등의 sub-races로 명명하는데, 이는 1983년에 출현한 KI-315a, b를 구분키 위하여 가야며, 영풍벼를 참고품종으로 사용한 예를 들 수 있다(Ryu 등, 1987). 1999~2000년도의 주요 분포 레이스는 KI-1117a, KJ-105 등 9개 레이스로 90.2%를 차지하고 있으며, 이 중 KI-1113, KI-1117, KI-1117a, KJ-105의 4개 레이스가 58.0%를 차지하고 있어(Table 3), 1980년대 또는 1990년대 전반기의 20~30개의 레이스가 공존하던 경우에 비하면 균의 병원성이 상당히 단순화되었음을 알 수 있었다(Han 등, 1994).

또한 KI-100군(KI-1101, KI-1113, KI-1117a, KI-1119, KI-1121, KI-197) 레이스나 KJ-100군(KJ-101, KJ-105, KJ-107) 레이스는 Tetep 또는 관동51호를 침해하는 레이스로서 72.6%의 분포를 보였으므로 품종육종시 Tetep이나 관동 51호(Pi-K)가 가지고 있는 저항성 유전자를 도입하는 것을 지양해야 될 것이다. 1980년 이후, 현 판별시스템을 사용한 이래 진흥과 낙동을 침해하며 병원력이 비교적 약한 KJ-301 레이스가 주로 우점으로 분포하였으나(Han, 1995; Han 등, 1994; Han 등, 1995), 1995년도에는 KI-409 레이스가 저항성 유전자인 *BL1*, *BL7*(20)을 보유한 고도양질미인 일품, 진미, 상주벼 등의 품종을 침해하면서 일

시적으로 많은 분포를 보였고(Han 등, 1998), 1998년도에는 경기, 충청 지역의 충청벼 선호도에 따라 KJ-301 레이스는 다시 30%이상의 높은 비율을 나타내었다. 그러나, 1999년도에 KJ-301은 6.3%의 분포로 급격한 감소를 보인 반면, 상대적으로 KI-1113, KI-1117, KI-1117a 레이스의 분포가 30~40%로 증가되는 현상을 보였다(Table 3). 특히, 전남북 지역에서는 이들 3개 레이스의 분포비율이 60~70%로 분석되었는데, 이는 대산벼나 일품벼 등 밀양 95호 모본 품종의 재배면적 비율과 일치하는 경향으로 나타났다. 따라서, 일반적으로 알려진 바와 같이 레이스 분포변동은 품종의 저항성 유전자형에 큰 영향을 받는 것으로 분석되었다.

품종 저항성 검정. 1999~2000년도에 분포하는 새로운 레이스 및 기존의 주요 레이스에 대한 주요품종의 저항성 정도를 검정하고 비교, 검토하였다. 특히 남부지방에 분포비율이 높은 레이스 KI-1113, KI-1117, KJ-105의 경우에는 1999년도 이전에 분리한 균주와 1999~2000년도에 분리한 균주간 참고 품종에 대한 저항성 정도가 다른 것으로 조사되어 두 균주씩을 집중하였다. 레이스 KI-1113은 판별품종 상에서 91-076 균주를 집중하였을 때 Tetep, Kanto 51, 농백, 진흥, 낙동에 병원성이 있으면서 주요재배 품종 중 대산벼 등 대부분의 품종을 침해하지 못하였으며, 2000년도에 분리한 00-024 균주를 집중하였을 때에는 호안, 농호, 수진벼를 제외하고는 모두 이병성을 보이고 있었다(Table 4). KI-1117의 경우에도 두 균주 모두 판별품종상에서 같은 반응을 보였으나 주요 재배품종에서 대산벼를 제외하고는 모두 이병성으로 나타났다. 그러

Table 4. Reaction of major commercial cultivars to new and major races of *Pyricularia grisea* during 1999~2000

Variety	Reaction to races and isolates ^a									
	KI-1113		KI-1117	KI-1117a	KI-409	KJ-101	KJ-105		KJ-201	KJ-301
	91-076 ^b	00-024	86-228	99-141	97-213	90-059	91-033	00-302	90-089	97-057
Daesanbyeo ^c	R ^c	S	R	S	R	S	R	S	R	R
Donganbyeo	R	S	S	S	R	S	S	S	R	R
Ilmibyeyo	R	S	S	S	S	S	S	S	R	R
Nampyengbyeo	R	S	S	S	R	S	R	S	R	R
Namgangbyeo	R	S	S	S	S	S	S	S	S	R
Dongjinchalbyeo	R	S	S	S	R	S	S	S	R	R
Hoanbyeo	R	R	S	S	R	S	R	S	R	R
Hwabongbyeo	R	S	S	S	R	S	S	S	R	R
Nonghobyeyo	R	R	S	S	R	S	R	S	R	S
Milyang95	R	S	S	S	R	S	S	S	R	R
Sujinbyeo	R	R	S	S	R	S	R	S	R	R

^aKI-1117a is a new race and others are major races collected during 1990~2000.

^bNames of isolates which were identified in the previous years.

^cCommercial cultivars bred from Milyang95, which have been widely grown in southern provinces.

^dR: Resistant (0~3 degrees of disease level according to IRRI standadiation), S: Susceptible (4~5 degrees of disease level).

Table 5. Pathogenicity of new and major races of *Pyricularia grisea* collected during 1999~2000 on Korean blast differential varieties and a new referential variety, Daesanbyeo

Variety	Reaction to races ^a					
	KI-1113	KI-1113a	KI-1117	KI-1117a	KJ-105	KJ-105a
Tetep ^b	S	S	S	S	R	R
Taebaegbyeo	R	R	R	R	R	R
Tongil	R	R	R	R	R	R
Yushin	R	R	R	R	R	R
Kanto51	S	S	S	S	S	S
Nongbaeg	S	S	R	R	R	R
Jinheung	S	S	S	S	S	S
Nagdongbyeo	S	S	S	S	S	S
Daesanbyeo	R	S	R	S	R	S
Ratio (%) in total races	1.2	11.6	19.7	5.4	9.2	10.9
58.0						

^aKI-1117a (1999), KI-1113a (2000) and KJ-105a (2000) are new races, and KI-1117, KI-1113 and KJ-105 are major races during 1999 and 2000. ^bDaesanbyeo is a new referential variety to classify KI-1113, KI-1117 and KJ-105 into sub-races. Others are Korean blast differential varieties.

나, 작년도에 분리한 99-141 균주를 접종하였을 때는 대산벼를 포함한 모든 품종에서 이병성 반응을 보였다. 또한 KJ-105의 경우에도 91-033을 접종하였을 때는 2000년도에 분리한 균주(00-302) 판별품종 상에서의 반응이 같았지만 참고 품종에서 모두 저항성을 보이고 있었다. 따라서 세 개 레이스가 가진 공통적인 특성이 대산벼 침해 여부로 나눌 수 있어 대산벼 만을 참고품종으로 하여 레이스를 나누고자 한다(Table 5). 즉, KI-1113 레이스의 경우 대산벼를 침해하는 균주의 경우에는 KI-1113a로 하고, KJ-105의 경우 대산벼를 침해하는 균주를 KJ-105a로 하고자 한다(Table 5).

Table 4의 86-228 및 91-033 균주에 대한 참고품종의 저항성 반응을 보면 대산벼가 다른 밀양95호를 가진 품종들과는 다른 저항성 유전자를 보유하고 있거나 또는 저항성 유전자를 많이 가지고 있는 것으로 나타났으며, 기존부터 계속적으로 분포되어 오던 균주에 대하여는 대부분 저항성 반응을 보이고 있었다. 그러나 새로운 레이스 KI-1113a, KI-1117a, KJ-105a에 대하여는 이병성 반응을 보이는 것으로 나타나 앞으로 재배품종이 바뀌지 않는 한 이들의 균계 분포는 계속 늘어날 것으로 전망된다. 또한 KI-1113, KI-1117, KJ-105 레이스는 공통적으로 관동 51호, 농백, 낙동을 침해하는 레이스이며 KI-1117과 KJ-105의 경우에는 Tetep의 병반이 중도저항성이나 중도 이병성으로의 판정여부에 따라 KI-1117나 KJ-105로 구분되는데 애매한 병반형이 많아서 레이스를 정확하게 판별하는데 어려움이 많은 것으로 나타났다. 이는 판별품종이 최근 분포하는 균주에 대하여 뚜렷한 병반형을 보이지 않고 변별력이 떨어지는 것으로 해석될 수 있다. 아울러 참

고품종인 대산벼에 전형적인 이병성 병반을 형성하는 것은 KI-1113a나 KJ-105a로 명명하여 예전의 KI-1113과 KJ-105 레이스와는 다른 레이스로 명명하였다. 지금의 판별 품종으로는 구분이 안 되는 균주는 병원형 뿐 아니라 균의 유전적 구조 등 다른 특성검정을 재검토해야 할 것으로 생각된다.

균의 병원성 변이에 대한 원인은 여러가지를 언급하고 있지만 엄밀히 말하면 자연계에 항상 존재하던 병원균이 연구자들에 의해 제대로 표식되지 않다가 친화성 기주가 많아지고 집단이 크기가 커지면서 비로소 피해가 발견되고 새로운 병원형이 출현했다고 보고되는 지도 모른다. 그러나 판별품종에 의한 병원균의 병원형을 나누는 것은 일부의 특성만을 구분할 뿐이지 균이 가지고 있는 비병원성 유전자에 대한 기주의 저항성원과의 친화성 정도별로 모두 구분하기는 어렵다. 그리고 판별품종은 저항성 유전자를 해석할 수 있는 것으로 구성되어야 하며 균의 group에 맞추어 판별품종 system을 구성해야 할 것으로 생각된다. 현 판별품종은 저항성 유전자가 2개인지 3개인지 혹은 어떤 것인지를 알 수 없으므로 균 집단을 구별하는데 적당치 않은 것으로 나타났다. Table 4에서 보는 바와 같이 품종을 한 두개만 더 늘리면 자꾸 다른 병원형으로 구분되고 있으며 같은 레이스라도 접종 균주에 따라 대상품종에 따라 많은 분화를 보이고 있다. 또한 현재는 Japonica 품종만을 농가에서 재배하고 있는 실정이지만 판별품종에는 Indica와 통일형 품종이 50%로 구성되어 있어 육성품종의 교배모본에 통일형 line이 아주 적은 부분의 유전자만이라도 발견되어도 KI-race는 심한 분화를 보임으로써 레이스 분포 구성의 신뢰성이 떨어지는 것

을 알 수 있다. 이러한 현재의 레이스 분류 체계하에서는 저항성 품종을 육성하는데 많은 오류를 범할 수 있다. 품종 육성 시 몇 개의 주동유전자를 보강하여 이를 침해하는 레이스가 출현하여 저항성을 붕괴시키는 위험보다는 미동유전자를 도입하여 품종의 내구성을 증진시키는 것이 병 방제를 가장 효과적으로 할 수 있는 방법이지만, 우선 우리가 시급히 해야 할 일은 판별품종을 재구성하는 일이며, 이를 위하여 도열병 저항성 유전자 중 단인자 저항성 품종을 확보하는 일도 아울러 시도해야 할 것이다.

요 약

최근(1999~2000년도) 남부지방에서 벼도열병이 심하게 발생한 원인을 분석한 결과, 잎도열병과 이삭도열병의 발병정도는 1998년에 비해 각각 1.5, 2.9배 증가되었다. 이 시기는 밀양95호를 모본으로 육성된 대산, 동안, 일미벼의 재배면적 비율이 전국평균 11%(1998)에서 38.4%(2000)로 급격히 증가되었으며, 특히 전남지역에서는 2000년도 벼재배면적의 85%이상을 차지하였다. 농가포장의 도열병균 레이스 분포는 1998년의 우점레이스 KJ-301이 1999~2000년도에는 KI-1117, KI-1113, KJ-105 레이스로 바뀌었으며, 남부지방에서의 세 레이스 분포비율은 1998년 1.7%에서 1999년에는 30%로 증가되었다. 대산, 동안, 일미벼는 기존의 주요 레이스에 대하여 저항성이었으나, KI-1117등 3개 레이스에 대해서는 균주에 따라 이병성과 저항성 반응을 나타내고 있었다. 따라서, 대산벼를 참고품종으로 하여 저항성 반응을 보이는 균주는 기존의 KI-1117, KI-1113, KJ-105로 분류하였으며, 이병성 반응을 보이는 균주는 새로운 레이스인 KI-1117a, KI-1113a, KJ-105a로 명명하였다. 따라서, 최근 남부지방의 도열병 격발은 KI-1117a, KI-1113a, KJ-105a 레이스의 급격한 증가에 따른 대산벼 등 밀양95호 모본 품종의 이병화에 의한 것이었다.

참고문헌

- Ahn, C. J. and Chung, H. S. 1962. Studies on the physiologic races of rice blast fungus, *Pyricularia oryzae* in Korea. *Seoul Natl Univ. J. Biol. and Agric. Series B.* 11: 77-83.
- Ahn, S. W. and Seshu, D. V. 1991. Blast reaction of durably resistance rice cultivar in multiflication trials. *Phytopathology* 81: 1150(Abstr.).
- Bandong, J. M. and Ou, S. H. 1966. The physiologic races of *Pyricularia oryzae* Cav. in the Philippines. *Philipp. Agric.* 49: 655-667.
- Han, S. S. 1995. Transition of rice blast fungus (*Pyricularia grisea*) races in relation to differential varieties in Korea. *Plant Dis. Agric.* 1: 9-17.
- Han, S. S., Ryu, J. D. and Ra, D. S. 1994. Resional and annual fluctuation of race distribution of rice blast fungus (*Pyricularia grisea* Sacc.) during 1986-1992 in Korea. *Korean J. Plant Pathol.* 10: 25-28.
- Han, S. S., Ra, D. S. and Kim, C. K. 1995. Incidence of panicleblast, distribution of race and pathogenicity of new races of *Pyricularia grisea* during 1993-1994. *Korean J. Plant Pathol.* 11: 238-244.
- Han, S. S., Choi, S. H., Ra, D. S. and Eun, M. Y. 1998. Analysis of rapid increase of rice blast fungus race KI-409 in Korea. *Korean J. Plant Pathol.* 14: 705-709.
- Iwata, K., Yaoita, T. and Endo, K. 1970. Severe outbreak in the highly resistant rice varieties with the genes of Chinese varieties and its factors in Niigata Prefecture. *Proc. Assoc. Pl. Prot. Hokuriku.* No. 18: 21-28.
- Johnson, R. 1984. A critical analysis of durable resistance. *Annu. Rev. Phytopathol.* 22: 309-330.
- Kang, S. W. and Kim, H. K. 1994. Factors affecting unusually severe outbreak of rice blast in Gyeongnam province in 1993. *Korean J. Plant Pathol.* 10: 78-82.
- 李始鐘, 松本省平. 1966. 1962-1966年韓國産いもち病菌raceについて. *日本病報* 3.32: 40-45.
- Lee, E. J., Ryu, J. D., Yeh, W. H., Han S. S. and Lee, Y. H. 1987. Proposal of a new method for differentiating pathogenic races of *Pyricularia oryzae* Cavara in Korea. *Res. Rept. R.D.A. (P.M. & U)* 29: 206-213.
- Lee, E. J. 1972. Epidemic outbreak of blast disease in the resistant variety of rice, "Kwanok". *Korean J. Plant Prot.* 11: 41-43.
- Lee E. J., Joo, W. J. and Chung, B. J. 1975. Identification and annual change of races of *Pyricularia oryzae* in Korea. *Korean J. Plant Prot.* 14: 199-204.
- 오세현, 김창영, 김철현, 김소년, 이주열. 1987. 벼 수발아가 품질과 생산성에 미치는 영향. *농사시험연구논문집. 농촌진흥청* 29: 68-73.
- Ryu, J. D., Yeh, W. H., Han, S. S., Lee, Y. H. and Lee, E. J. 1987. Regional and annual fluctuation of races of *Pyricularia oryzae* during 1977-1985 in Korea. *Korean J. Plant Pathol.* 3: 174-179.
- Sasaki, R. 1922. Existence of strains in rice blast fungus (I). *J. Plant Prot. Tokyo* 9: 631-644.
- 山田昌雄, 李銀鍾. 1978. 韓國における統一系イネ品種のいもち病罹病化. *植物防疫* 32: 14-19.
- 여운상, 임상규, 김호영, 황홍구, 양세준, 오병근, 박노봉, 김순철, 오윤진. 1997. 벼 직파재배 적응 양질 내면식 다수성 신품종 대산벼. *농촌진흥청 식량작물연구논문집* 39: 85-93
- 横尾政雄, 菊池文雄, 藤卷 宏, 永井卑太郎. 1978. イネの日印交雑から育成したいもち病抵抗性の新系統BL1-BL7. *日本育種學雜誌* 28: 359-385.