

벼 품종 및 지역에 따른 도열병균 레이스 분리와 도열병 발병정도와의 관계

심홍식* · 예완해 · 유병주 · 명인식 · 홍성기 · 이승돈¹

국립농업과학원 농산물안전성부 작물보호과, ¹농촌진흥청 연구정책국 연구운영과

Pathogenic Races of *Pyricularia oryzae* Isolated from Various Rice Cultivars on the Blast Nursery and Paddy Field in Different Locations

Hongsik Shim*, Wan-Hae Yeh, Boung-Joo Yoo, Inn-Shik Myung, Sung-Kee Hong and Seungdon Lee¹

Crop Protection Division, National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, Suwon 441-707, Korea

¹Coordination Division, Research Policy Bureau, Rural Development Administration, Suwon 441-707, Korea

(Received on August 27, 2012; Revised on November 30, 2012; Accepted on December 7, 2012)

This study was conducted to investigate the association of race distribution of *Pyricularia oryzae* with rice cultivar and location. Races present in a given location were different in cultivars, and the races from a given cultivars were different by location. For precise study of race distribution, it needs to identify isolates by considering cultivation ratio and collection area. There are great differences between the resistant degree in the upland blast nursery and on the resistant degree of the leaf blast and panical blast in the paddy field. The number of virulent races in a rice cultivar was not related with the resistant degree in blast nursery or in paddy field.

Keywords : *Pyricularia oryzae*, Race, Rice blast

서 론

벼 도열병은 육묘단계부터 최고 분얼기까지 잎을 침해하고, 출수기 이후에는 이삭마디, 이삭목, 이삭가지 및 벼알까지 벼의 전 생육기간 동안 벼를 침해하여 쌀 생산에 가장 큰 피해를 주는 장애 요인 중의 하나이다(Kim, 1994; Shim 등, 2005). 특히 우리나라에서 벼 출수기 동안의 잦은 강우는 식물체의 광합성 저해에 의한 벼 조직의 경화 지연으로 병원균 침입가능 기간의 연장과 감수성화, 식물체 습윤시간 증가에 의한 포자형성과 이탈, 침입 소요시간의 증대 등 도열병 감염에 최상의 조건이 갖추어져 이삭도열병에 의한 막대한 피해를 경험해 왔다(Kim, 1994; Lee 등, 1975; Yeh 등, 1989; Shim 등, 2003). 더욱이 최근에는 우리나라 벼 품종의 육종방향이 내재해 안정성보다는 밥맛이 좋은 양질미 위주의 품종 육성으로 도열병

에 대한 저항성 측면에서 취약한 수준에 있는 경우가 많다(Kim 등, 1991). 도열병 방제의 가장 경제적이고 바람직한 방법 중의 하나는 저항성 품종의 이용이라 할 수 있다. 그러나 저항성 품종의 이용은 매년 특정 품종만이 대면적에 재배됨으로써 병원균 변이에 의한 저항성 약화로 인하여 저항성품종의 이용을 어렵게 만들고 있다. 품종의 저항성은 침해레이스의 분화와 분포밀도 및 병원력 정도에 따라서 달라진다(Yaegashi와 Kobayashi, 1976).

도열병균은 한 작기 동안에도 8-11회의 감염 cycle을 가졌기 때문에 병원성변이를 일으킬 수 있는 가능성이 다른 병에 비하여 매우 높으므로 저항성이었던 재배품종이 감수성이 되어 피해를 주는 빈도가 높다고 할 수 있다(Kim, 1994). 도열병균의 병원성변이에 대하여는 Sasaki (1922)가 도열병균에 병원성을 달리하는 계통이 있음을 보고한 이래 많은 연구자들에 의하여 도열병균 레이스에 관한 연구가 이루어져 왔다(Lee 등, 1975, 1987; Ryu 등, 1987; Yaegashi와 Kobayashi, 1976; Han 등, 2001).

도열병균 레이스의 지역적 분포를 지배하는 요인에 대

*Corresponding author

Phone) +82-31-290-0420, Fax) +82-31-290-0406

Email) hsshim@korea.kr

하여는 많은 보고가 있는데, 그 가운데 Yaegashi와 Kobayashi (1976)가 지적인 저항성 유전인자를 갖는 품종의 재배면적과 이들 품종에서의 레이스 경합 또는 증식의 정도와 품종과 레이스간의 상호작용 등이 유력시 되고 있다.

본 연구에서는 2010-2011년도에 전국 각지의 벼 주요 재배지역에 국립식량과학원 주관으로 설치된 벼 도열병 발못자리 검정포장에서 도열병에 감수성인 화성벼, 흑남벼 그리고 화영벼를 선택하여 발병정도 조사와 감수성 병반으로부터 도열병균을 분리, 레이스를 동정하고 포장에서의 잎도열병과 이삭도열병 발생량을 조사하여 이들 상호간에 어떤 관계가 있는지를 구명하기 위하여 시험을 수행하였다.

재료 및 방법

도열병 검정 발못자리 설치 및 조사. 도열병 검정용 발못자리는 국립식량과학원 주관으로 이천, 철원, 제천, 예산, 남원, 익산, 상주, 영덕, 밀양 등 9개 지역에 국제 벼 도열병 발못자리 조사기준(Ra 등, 1993)에 의하여 설치되었으며, 시비량은 기비로 10a당 질소 12 kg, 인산 8 kg, 칼리 12 kg을 사용하고, 추비는 파종 후 15일에 질소 12 kg을 사용하였다. 파종은 6월 하순부터 7월 상순에 하였으며, 파종 30일에 IRBN 조사기준(IRTP, 1988)에 의하여 병반면적률을 조사하였다.

본답에서의 도열병 검정포장 설치 및 조사. 도열병 검정용 본답 포장은 발못자리가 설치된 이천 등 9개 지역에 설치되고, 농촌진흥청 벼 표준 재배법에 의하여 재배하되, 10a당 질소를 22 kg으로 증시하였으며, 시험 품종당 3줄씩 이양하고 품종간과 가장자리에 각각 1줄씩과 3줄씩 그 지역의 감수성 품종을 식재하였으며, 잎도열병 조사는 발병 최성기에 병반면적률을 1회 조사하였으며,

이삭도열병은 출수 후 35일에 병든이삭률을 조사하였다.

병든 식물체 채집 및 단포자 분리. 도열병에 대한 피해는 잎도열병 보다도 이삭도열병에 의한 피해가 크고 균을 분리하기도 용이하나 이삭도열병 발병이 불균일하여 병든 식물체 채집이 어려워 지역간 품종간 병든 식물체 채집이 용이한 국립식량과학원의 전국 도열병 검정용 발못자리 검정포장에서 화성벼, 흑남벼, 화영벼에 발병된 감수성 병반으로부터 도열병균 단포자를 분리하여 레이스를 검정하였다. 도열병 병반은 물한천 배지에 치상하여 26°C 항온기에서 1일간 습실처리하여 포자형성을 유도하였다. 단포자 분리를 위하여 40배 해부현미경으로 검경하여 병반에서 형성된 포자를 백금이 문혀서 물한천 배지에 흘뿌려서 26°C 항온기에서 3일간 배양하였다. 배양하여 자란 단포자 균사는 40배 해부현미경하에서 균사 끝을 잘라내어 감자한천사면배지(PDA) 시험관에 옮겨 순수 분리하였다(Yeh, 1986).

판별품종 육묘. Lee 등(1987)의 방법에 따라 Tetep, 태백, 통일, 유신, 관동 51, 농백, 낙동, 진흥 등 8개 판별품종 각각의 벼 종자를 발아시켜 15 × 5 × 10 cm의 플라스틱 포트에 5립씩 파종하였다. 상토는 논흙을 사용하였으며, 시비수준(Ryu 등, 1987)은 기비로 포트당 유안 0.5 g, 용성인비 0.5 g, 염화加里 0.2 g을 사용하였고, 온실에서 3-4엽기까지 육묘하여 접종에 사용하였으며, 접종 7일전에 유안 0.5% 수용액을 추비로 주었다.

분생포자 형성. 도열병균의 접종원 배양은 PDA에서 10일 정도 자란 도열병균 균총 절편을 2 ml의 살균 증류수에 떼어 넣고, 살균된 봉을 이용하여 균사절편을 마쇄하여 균사현탁액을 조제하였다. 포자형성 배지인 RPA(Rice Polish Agar) (Yeh, 1986)를 petri dish(직경 9 cm, 깊이 4 cm)에 50 ml씩 분주하여 굳힌 다음, 균사현탁액을 접종하여 26°C 항온기내에서 7일간 배양하였다. 균사가 petri

Table 1. Reaction of differential cultivars to pathogenic race of *Pyricularia oryzae*

| Cultivar | Reaction of differential cultivars to <i>Pyricularia oryzae</i> ^a | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|--|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | KI-1113 | KI-1115 | KI-1117 | KI-113 | KI-197 | KI-257 | KI-305 | KI-309 | KI-313 | KI-315 | KI-409 | KI-413 | KI-415 | KJ-101 | KJ-103 | KJ-105 | KJ-107 | KJ-201 | KJ-301 | KJ-401 |
| Tetep | S | S | S | S | S | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R |
| Taebaeg-byeo | R | R | R | S | R | S | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R |
| Tongil | R | R | R | S | R | R | S | S | S | S | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R |
| Yushin | R | R | R | S | S | R | S | S | S | S | S | S | S | R | R | R | R | R | R | R |
| Kanto 51 | S | S | S | R | S | R | S | R | R | R | R | R | R | S | S | S | S | R | R | R |
| Nongbaeg | S | S | R | R | S | S | R | S | R | R | S | R | R | S | S | R | R | S | R | R |
| Jinheung | S | R | S | S | S | S | S | S | S | R | S | S | R | S | R | S | R | S | S | R |
| Nagdong-byeo | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S |

^aR: Resistant, S: Susceptible.

dish에서 충분히 자란 후 살균된 고무 브러쉬를 이용하여 기중 균사를 제거하고, petri dish 뚜껑을 열어 형광등 50 cm 하단에 치상, 3일간 빛을 조사하여 분생포자를 형성시켰다(Ryu 등, 1987). 도열병균 접종원 준비는 RPA 배지에 Tween-20 5,000배액을 붓고, 살균된 고무 브러쉬를 이용하여 형성된 분생포자를 긁어내어 포자현탁액을 만들고, 광학현미경 100배 시야당 약 20-30개 정도로 조정하였다.

병원균 접종 및 레이스 판별. 접종은 진공 컴프레서(compressor)를 장착한 스프레이로 풋트당 포자현탁액을 약 25 ml씩 판별 품종의 상위 앞에서 물방울이 흘러내리기 직전까지 충분히 분무 접종하였다. 접종된 식물체는 26°C 습실상에 24시간 보관 후 온실로 옮겨 발병을 유도하였고, 접종 후 7일에 발병조사를 하였다. 발병조사는 접종당시 최상위 잎에 형성된 병반을 Bandong과 Ou(1966)의 조사기준에 따라 발병지수 0-5로 조사하였으며, Lee 등(1987)이 제안한 레이스 판별법(Table 1)에 따라 동정하였다.

결과 및 고찰

벼 도열병균을 분리하여 레이스를 동정한 결과, 화성벼는 이천 등 7개 지역에서 KI-1113 등 15개 레이스가 동정되었으며, 흑남벼는 철원 등 5개 지역에서 KI-1113 등

12개 레이스가 동정되었고, 화영벼는 이천 등 4개 지역에서 KI-257 등 7개 레이스가 동정되었다.

화성벼에서 분리한 균주는 76개 균주 중 KI 그룹 레이스는 37.9%로 나타났고, KJ 그룹 레이스는 62.1%이었다(Table 2). KJ-201은 이천 등 7개 지역 중 5개 지역에서 가장 높은 빈도로 분리되었으며, KI-409는 상주와 밀양에서, KI-415는 예산과 밀양에서 KJ-301은 철원과 예산에서 분리되었다. 그러나 KI-1113 등 11개 레이스는 단지 1개 지역에서만 분리되었다.

이천지역의 화성벼에서 분리한 균주는 KJ-201과 KJ-105 레이스가 동정되었으며, KJ-201이 80.0%로 우점레이스로 나타났다. 이천지역에서는 타지역에 비하여 비교적 레이스 조성이 단순하여 KJ 레이스군만 동정되었으며, 발못자리검정(Table 3)에서 화성벼는 병반면적률 75% 이상인 지수 9로 나타났으며, 본답 포장검정(Table 4)에서 잎도열병의 병반면적률은 0.39%, 이삭도열병의 병든이삭률은 4.3%로 나타났다.

익산지역의 화성벼에서는 오직 KJ-201만이 동정되어 병원성 레이스가 7개 지역 중 가장 단순함을 알 수 있었으며, 발못자리검정에서 8(병반면적률 51-75% 이하), 본답검정에서 잎도열병은 병반면적률 0.2%, 이삭도열병은 병든이삭률 18.7%로 나타났는데, 이는 KJ-201이 화성벼 침입시 여타 레이스와 경합이 없어 병든이삭률이 높게 나

Table 2. Identification of *Pyricularia oryzae* race isolated from Hwaseongbyeon

| Sampling location | Percentage of pathogenic race | | | | | | | | | | | | | | | Ratio KI group: KJ group |
|-------------------|-------------------------------|------|-----|------|------|------|------|------|------|-----|------|-----|-------|-----|---------|--------------------------------|
| | KI- | | | | | | | | | KJ- | | | | | | |
| | 1113 | 1117 | 305 | 313 | 315 | 409 | 413 | 415 | 101 | 103 | 105 | 107 | 201 | 301 | 401 | |
| Icheon | | | | | | | | | | | 20.0 | | 80.0 | | | 0:100 |
| Cheolwon | | 16.7 | | | | | | | | | | | | | 83.3 | 16.7:83.3 |
| Yesan | | | 7.7 | 61.5 | 7.7 | | | 7.7 | | | | | | | 7.7 7.7 | 84.6:15.4 |
| Namwon | 8.3 | | | | | | | | 33.3 | 8.3 | | 8.3 | 41.7 | | | 8.3:91.7 |
| Iksan | | | | | | | | | | | | | 100.0 | | | 0:100 |
| Sangju | | | | | | 66.7 | | | | | | | 33.3 | | | 66.7:33.3 |
| Milyang | | | | | | 33.3 | 44.4 | 11.1 | | | | | 11.1 | | | 88.9:11.1 |
| Total | | | | | 37.9 | | | | | | | | 62.1 | | | |

Table 3. Degree of diseased leaf area (%) on blast nursery in 2010 and 2011

| Cultivar | Location tested | | | | | | | | |
|---------------|-----------------|----------|---------|-------|--------|---------|--------|-----------|-------|
| | Icheon | Cheolwon | Jecheon | Iksan | Namwon | Milyang | Sangju | Yeongdeok | Yesan |
| Hwaseongbyeon | 9* | 8 | 7 | 8 | 5 | 7 | 3 | 5 | 7 |
| Hwayeongbyeon | 2 | 4 | 4 | 4 | 3 | 5 | 3 | 4 | 8 |
| Hugnambyeon | 9 | 8 | 7 | 8 | 9 | 6 | 9 | 7 | 8 |

*1: Brown spot, 2: Pinhead size brown spot, 3: Not susceptible lesion, but sporulation in lesion, 4: Less than 2% diseased leaf area (DLA), 5: Less than 10% DLA, 6: Less than 25% DLA, 7: Less than 50% DLA, 8: Less than 75% DLA, 9: More than 75% DLA.

탄난 것으로 추정되며(Yaegashi와 Kobayashi, 1976), KJ-201 레이스에 취약한 품종이 대면적으로 재배되어 2011년과 같은 환경조건이 갖추어 진다면 이삭도열병 병든이삭률이 높을 수 있는 가능성도 배제할 수 없다.

철원지역의 화성벼에서 분리한 균주는 KJ-301과 KI-1117 레이스로 동정되었으며, KJ-301이 83.3%로 우점레이스로 나타났다. 철원지역에서는 이천지역과 같은 경향으로 타지역에 비하여 레이스 조성이 비교적 단순하나 KI 그룹인 KI-1117 레이스가 16.7% 분리된 것이 특이한 현상이라 할 수 있다. 발못자리 검정에서 8(병반면적률 51-75%)로 나타나 화성벼와 같은 도열병 저항성 유전자를 지닌 품종의 재배시 적어도 KJ-301에 의하여 감수성이 될 가능성이 높다고 하겠다(Han 등, 2001; Yoshino, 1979).

예산, 상주 그리고 밀양에서는 현재 통일계 품종이 재배되지 않고 있음에도 불구하고 전향에서 언급한 이천, 철원, 남원, 익산과는 다르게 KI 그룹 레이스가 각각 84.6%, 66.7%, 88.9%로 나타나 현재 이 지역에 재배되고 있는 품종들의 교배모본이 Indica 품종이 다수 사용되었음을 시사하고 있으며, 같은 품종임에도 그 지역의 레이스분포에 따라 침해레이스 그룹간에도 현저한 차이가 있음을 보여 주었다.

예산의 화성벼에서 분리한 균주는 KI-313 등 총 6개 레이스로 동정되어 가장 많은 종류의 레이스가 분리되었다. 그 중 우점레이스는 KI-313으로 61.5%이었으며, KI-305 등 여타 5개 레이스는 각각 1개 균주씩 분리되었다.

밀양의 화성벼에서 분리한 균주는 KI-409 등 4개 레이스가 동정되었으며, KI-그룹인 KI-409 등 3개 레이스가 88.9%이었으며, KJ 그룹은 KJ-201이 11.1%이었다. 예산과 밀양의 발못자리 검정에서는 7(병반면적률 26-50% 미만)로 나타났으나, 본답에서는 잎도열병과 이삭도열병이 거의 발병되지 않은 것은 조기이앙에 의한 도체의 성숙(Yeh와 Bonman, 1986; Yeh, 1986; Yeh 등, 1989; Han 등, 1997; Ou, 1985; Yoshino, 1979), 재배방법의 개선 등에 의한 회피일 가능성도 배제 할 수 없으며, 도열병에 대한 다양한 저항성 유전자를 가진 품종육성 보급의 효과에 기

인한 것으로 추정되어 추후 충분한 검토가 요망된다.

흑남벼에서 분리한 53개 균주를 동정한 결과 KI 그룹이 39.6%이었으며, KJ 그룹이 60.4%였다(Table 5).

흑남벼에서는 KJ-201이 5개 지역 중 철원 등 4개 지역에서 가장 높은 빈도로 분리되었으며, 다음으로는 KJ-101이 제천 등 3개 지역에서, KI-1117과 KI-409는 제천과 영덕에서만 동정되었다. 그러나 KI-1113, KI-1115, KI-197, KI-313, KI-413, KJ-105, KJ-301, KJ-401은 오직 1개 지역에서만 분리동정되었다.

철원지역에서는 KJ-301과 KJ-201의 2개 레이스가 동정되었으며 KI군은 동정되지 않았다. 흑남벼에서 분리된 레이스 중 84.6%가 KJ-301로 동정되었는데, 화성벼(Table 2)에서 KJ-301이 83.3%로 우점레이스로 나타난 것으로 보아 철원지역에서는 KJ-301이 우점레이스로 존재함을 확인할 수 있었다. 이는 철원지역에서는 KJ-301에 감수성 품종이 다년간 대면적으로 재배되었을 것으로 추정된다. 발못자리 검정(Table 3)에서 8로 나타난 품종이 KJ-301에 의하여 감수성이 되었을 것으로 추정되어 철원지역에서는 KJ-301에 저항성인 품종을 재배하면 도열병에 의한 감수성화를 지연(Han 등, 1997)시킬 수 있으리라 추정된다.

제천 지역에서는 KI-1117, KI-197, KI-409 그리고 KJ-101 등 4개 레이스가 동정되어 4개 레이스가 고르게 분포되었으나, 특이한 것은 KI 그룹이 75.0%로 동정되었다. 제천지역에서 흑남벼의 도열병에 대한 발못자리 검정에서 7(Table 3), 본답 검정(Table 4) 잎도열병의 병반면적률 0.5%, 이삭도열병의 병든이삭률은 10.4%로 어느 레이스가 이삭도열병 감염에 높게 기여하였는지 추정이 어려운 상황이다.

예산지역에서는 KJ-101 등 총 5개 레이스가, 동정되어 화성벼에서와 같이 여타지역에 비하여 가장 다양한 종류의 레이스가 동정되었다. KJ-101 레이스가 45.5%로 동정되었으며, 다음으로는 KI-313 레이스가 27.3%로 동정되었다. KI-413 등 여타 3개 레이스는 각각 9.1%씩 동정되었다. 발못자리 검정에서는 8이었으나, 본답 검정에서 화

Table 4. Percentage of diseased leaf and panicle blast caused by *Pyricularia oryzae* in paddy field in 2011

| Cultivar | Diseased part | Icheon | Jecheon | Iksan | Milyang | Yesan |
|--------------|---------------|--------|---------|-------|---------|-------|
| Hwaseongbyeo | Leaf | 0.39 | 0.30 | 0.20 | 0.00 | 0.00 |
| | Panicle | 4.30 | 3.00 | 18.70 | 0.00 | 0.00 |
| Hwayeongbyeo | Leaf | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 0.00 |
| | Panicle | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Hugnambyeo | Leaf | 33.33 | 0.50 | 0.50 | 0.00 | 0.00 |
| | Panicle | 16.00 | 10.40 | 5.30 | 0.00 | 0.00 |

Table 5. Identification of *Pyricularia oryzae* race isolated from Heugnambyeo

| Location sampled | Ratio of pathogenic race | | | | | | | | | | | Ratio KI group: KJ group | |
|------------------|--------------------------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|--------------------------------|-----------|
| | KI- | | | | | | | KJ- | | | | | |
| | 1113 | 1115 | 1117 | 197 | 313 | 409 | 413 | 101 | 105 | 201 | 301 | | 401 |
| Cheolwon | | | | | | | | | | 15.4 | 84.6 | | 0:100 |
| Jecheon | | | 25.0 | 25.0 | | 25.0 | | 25.0 | | | | | 75.0:25.0 |
| Yesan | | | | | 27.3 | | 9.1 | 45.5 | | 9.1 | | 9.1 | 36.4:63.6 |
| Namwon | 41.7 | 8.3 | | | | | | 41.7 | | 8.3 | | | 50.0:50.0 |
| Yeongdeok | | | 44.4 | | | 11.1 | | | 11.1 | 33.3 | | | 55.6:44.4 |
| Total | | | | 39.6 | | | | | | | 60.4 | | |

Table 6. Identification of *Pyricularia oryzae* race isolated from hwayeongbyeo

| Sampling location | Percentage of pathogenic race | | | | | | | Ratio KI group: KJ group |
|-------------------|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|--------------------------------|
| | KI- | | | | KJ- | | | |
| | 257 | 309 | 409 | 413 | 415 | 201 | 301 | |
| Icheon | | 20.0 | 60.0 | | | 20.0 | | 80.0:20.0 |
| Yesan | | | 10.0 | 60.0 | 10.0 | | 20.0 | 80.0:20.0 |
| Sangju | 11.1 | | 44.4 | | | 44.4 | | 55.6:44.4 |
| Milyang | | | 40.0 | 40.0 | 20.0 | | | 100:0 |
| Total | | | 79.5 | | | | 20.5 | |

성벼처럼 발병이 되지 않은 것은 같은 품종이 같은 시기에 검정되었음에도 불구하고 발 상태에서 자라는 유묘기의 저항성과 관개수가 있는 논 상태에서 자라는 성체기의 저항성(Yoshino, 1979)이 현저하게 차이가 있음을 분명하게 보여 준 실례로 생각된다.

화성벼에서는 이천 등 4개 지역에서 39개 균주를 분리 동정한 결과, 화성벼와 흑남벼에서와는 달리 KI 레이스군이 79.5%로 우점이었으며, KJ 레이스군이 20.5%이었다(Table 6).

화성벼는 지역에 관계없이 KI군이 우점으로 나타났는데, 이는 레이스 분포조사에서는 동정균을 어느 품종의 병반에서 분리하느냐가 중요함을 시사하는 것으로 나타났다(Han 등, 1997). KI-409는 4개 지역 모두에서 분리동정되었고, KI-413과 KI-415는 예산과 밀양에서 분리동정되었으며, KJ-201은 이천과 상주에서 분리동정되었다. 그러나 KI-257, KI-309 및 KJ-301은 1개 지역에서만 분리동정되었다.

예산에서는 KI-413 등 총 4개 레이스가 분리동정되었는데, 그 중 우점레이스는 KI-413이 60.0%로 분리동정되었고, KJ-301이 20.0%로 분리동정되었으며, KI-409와 KI-415가 각각 10.0%씩 분리동정되었다. 또한 벼 도열병 발못자리 검정(Table 3)에서 8로 감수성이었으나, 본답 검정(Table 4)에서는 잎도열병이나 이삭도열병은 전혀 발병되

지 않아 화성벼의 성체저항성의 발현(Yeh, 1986; Yeh 등, 1989; Yoshino 1979)에 의한 것인지 아니면 잎도열병과 이삭도열병 감염시 발병조건이 성립되지 않아 회피(Kim, 1994)에 의한 무발병인지는 추후 검토가 요망된다.

이천, 상주, 밀양에서 분리한 균주는 KI-409 등 3개 레이스가 동정되었으며, KI-409가 각각 60.0%, 44.4%, 40.0%로 우점레이스로 나타났다. 벼 도열병 발못자리 검정에서도 이천, 상주, 밀양은 각각 2, 3, 5로 나타났으며, 본답 포장검정에서도 이천과 밀양에서 잎도열병의 병반면적률이 각각 0.03%와 0.02% 발병되었을 뿐이어서, 이들 지역에서는 적어도 화성벼가 이러한 레이스에 대하여 포장에서는 저항성반응을 나타내는 경우라 할 수 있겠다.

충남 예산지역에서 화성벼, 흑남벼, 화성벼에서 도열병균의 레이스 분리비율을 조사한 결과(Table 7), 화성벼에서 분리한 균주는 KI-313 등 6개 레이스, 화성벼에서 분리한 균주는 KI-413 등 4개 레이스, 흑남벼에서 분리한 균주는 KJ-101 등 5개 레이스가 동정되었다. 이 가운데 우점레이스로 화성벼는 KI-313이 61.5%, 화성벼는 KI-413이 60.0%, 흑남벼는 KJ-101이 45.5%였다. KI 그룹과 KJ 그룹간의 비율도 화성벼는 85:15, 화성벼는 80:20, 흑남벼는 36:64로 나타나 같은 지역에서 화성벼와 화성벼는 흑남벼에 비하여 확연한 차이가 있음을 나타내고 있었다.

이상의 결과로 본다면 도열병균 분리균주가 동일품종

Table 7. Comparison of pathogenic race ratio among three cultivars in Yesan area

| Cultivar | Pathogenic race identified | | | | | | | | | | | |
|--------------|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|--------|--------|--------|--------|----------|
| | KI-305 | KI-313 | KI-315 | KI-409 | KI-413 | KI-415 | KI-total | KJ-101 | KJ-201 | KJ-301 | KJ-401 | KJ-total |
| Hwaseongbyeo | 7.7 | 61.5 | 7.7 | | | 7.7 | 84.6 | | | 7.7 | 7.7 | 15.4 |
| Hwayeongbyeo | | | | 10.0 | 60.0 | 10.0 | 80.0 | | | 20.0 | | 20.0 |
| Hugnambyeo | | 27.3 | | | 9.1 | | 36.4 | 45.5 | 9.1 | | 9.1 | 63.7 |

이라도 채집지역이 상이하거나, 채집지역이 동일하여도 분리품종이 상이하면 레이스 종류와 비율에 있어서 큰 차이가 있기 때문에 벼 도열병균의 레이스 분포비율이나 분포변동 조사를 위하여 도열병균 채집지역의 객관적인 선정과 재배품종의 정확한 비율에 의하여 도열병균을 분리 동정하여야 할 것으로 사료된다.

식물체의 저항성측면에서도 발못자리 상태에서 도열병균에 대한 유묘기의 저항성도와 답수 상태인 본답 생체기의 잎도열병과 이삭도열병 발병정도와의 일치하지 않아 저항성 자료의 객관화를 위해서는 좀 더 명료하고 과학적인 저항성 검정법이 확립되어야 할 것이다.

요 약

벼 도열병균의 레이스분리 비율이 분리품종과 지역간에 어떤 차이가 있는지를 구명하기 위하여 시험을 수행하였다. 벼 도열병균의 레이스 분포는 채집지역이 동일하여도 분리품종이 상이하거나, 품종이 동일하여도 채집지역이 상이하면 레이스 종류와 비율에 있어서 큰 차이가 있었다. 정확한 레이스 조사를 위해서는 도열병균 채집지역의 객관적인 선정과 재배품종의 면적비율에 의하여 도열병균을 분리 동정하여야 할 것으로 생각된다. 식물체의 저항성측면에서 도열병균에 대한 유묘기 발못자리상태에서의 저항성 정도와 생체기 본답상태에서의 잎도열병과 이삭도열병 발병정도와의 일치하지 않았다. 벼 품종에 대한 도열병균 침해 레이스의 수와 포장에서 발못자리 검정의 저항성 정도와 본답상태의 잎도열병과 이삭도열병 발병정도와의 일정한 관계가 없었다.

References

Bandong, J. M. and Ou, S. H. 1966. The physiologic races of *Pyricularia oryzae* Cav. in the Philippines. *Philip. Agric.* 49: 655-667.

Han, S. S., Ra, D. S., Choi, S. H. and Kim, C. K. 1997. Population dynamics of *Pyricularia grisea* during leaf and panicle blast stage in the same field. *Korean J. Plant Pathol.* 13: 408-415.

Han, S. S., Ryu, J. D., Shim, H. S., Lee, S. W., Hong, Y. K. and

Cha, K. H. 2001. Breakdown of resistance of rice cultivars by new race KI-1117 and race distribution of blast fungus during 1999-2000 in Korea. *Res. Plant Dis.* 7: 86-92. (In Korean)

International Rice Testing Program. 1988. *Standard Evaluation System for Rice*, 3rd eds. International Rice Research Institute, Manila, The Philippines. 54 pp.

Kim, C. K. 1994. Blast management in high input, high yield potential, temperature rice ecosystems, rice blast disease. IRRI and CAB international walling ford UK. pp. 451-463.

Kim, C. K., Ryu, J. D., Ra, D. S. and Lee, E. J. 1991. Blast reaction of high quality rice cultivars in Korea. *Korean J. Plant Pathol.* 7: 61-64. (In Korean)

Lee, E. J., Joo, W. J. and Chung, B. J. 1975. Identification and annual change of *Pyricularia oryzae* in Korea. *Korean J. Plant Prot.* 14: 199-204.

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. RDA (P. M&U)* 29: 206-213. (In Korean)

Ou, S. H. 1985. Rice disease. 2th ed. IRRI, LosBanos, Laguna, Philippines. 380 pp.

Ra, D. S., Ryu, J. D. and Han, S. S. 1993. Improvement of rice blast control by cultivation of selected cultivars with partial resistance. *Korean J. Plant Pathol.* 9: 206-212. (In Korean)

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 1978-1985 in Korea. *Korean J. Plant Pathol.* 3: 174-179. (In Korean)

Sasaki, R. 1922. Existence of strain of rice blast fungus. *J. Plant Prot. Tokyo* 9: 631-644. (In Japanese)

Shim, H. S., Kim, Y. K., Han, S. S. and Sung, J. M. 2003. Assessments of rice yield loss according to infection time of neck blast. *Res. Plant Dis.* 9: 68-71. (In Korean)

Shim, H. S., Hong, S. J., Yeh, W. H., Han, S. S. and Sung, J. M. 2005. Damage analysis of rice panicle blast on disease occurrence time and severity. *Plant Pathol. J.* 21: 87-92.

Yaegashi, H. and Kobayashi, T. 1976. Factors affecting the racial distribution of *Pyricularia oryzae* II. Comparison of multiplication of race C-1 and C-3 on rice varieties with Kanto 51 type resistance. *Ann. Phytopath. Soc. Jpn.* 42: 272-278. (In Japanese)

Yeh, W. H. 1986. Assessment of testing methods on partial resistance to rice blast caused by *Pyricularia oryzae* Cavara in six rice cultivars. Ph.D. thesis. Kyungpook National University,

- Daegu, Korea. (In Korean)
- Yeh, W. H. and Bonman, J. M. 1986. Assessment of partial resistance to *Pyricularia oryzae* in six rice cultivars. *Plant Pathol.* 35: 319–323.
- Yeh, W. H., Bonman, J. M. and Lee, E. J. 1989. Effect of temperature, leaf wetness duration, and leaf age on partial resistance to rice blast. *J. Plant Prot. Tropics* 6: 223–230.
- Yoshino, R. 1979. Ecological studies on the penetration of rice blast fungus, *Pyricularia oryzae*, into leaf epidermal cell. *Bull. Hokuriku Natl. Agric. Exp. Stn.* 22: 163–221.