

## Rhizoctonia solani에 의한 결구상추 밀둥썩음병(Bottom rot)의 발생과 병원성

김현주 · 박종영 · 백정우 · 이진우 · 정순재 · 문병주\*

동아대학교 생명자원과학대학

Received July 24, 2004 / Accepted August 11, 2004

### Occurrence of Bottom Rot of Crisphead Lettuce Caused by *Rhizoctonia solani* and Its Pathogenicity.

Hyun-Ju Kim, Jong-Young Park, Jung-Woo Back, Jin-Woo Lee, Soon-Je Jung and Byung-Ju Moon\*. Faculty of Natural Resources and Life Science, Dong-A University, Busan 604-714, Korea – This study was investigate the occurrence of bottom rot caused by *Rhizoctonia solani* at the crisphead lettuce fields in Uiryong-gun, Gyeongsangnam-do from November to December in 2003. Incidence of bottom rot on crisphead lettuce was up to 5.3% at the six plastic houses. A total of 30 isolates of *R. solani* were obtained from diseased leaves of plants and were tested by artificial inoculation to the host. Among them, PY-1 isolate was selected showing highly virulent on the whole plant and was identified as *R. solani* AG1 (IB) based on the anastomosis test, morphological and cultural characteristics. Symptoms of bottom rot by PY-1 isolate produced small dark brown, depressed and elliptical spots on the lower part of leaves in the early stage as same as at the fields, were enlarged onto the upper part of leaves later, and the infected plant wilted and ultimately died in the end. For the pathogenicity test, triturated mycelia-inoculum ( $A_{550}=1.0$ ) of PY-1 isolate was selected the most effective inoculum showing disease incidence of 51.1% for the mycelial inoculation at pot assay. Otherwise, WSRP media-inoculum (wheat brane : sawdust : rice brane : PDB media=30 g : 10 g : 10 g : 100 ml, w/w/w/v) of PY-1 isolate was effectual inoculum showing disease incidence of 61.6% for soil inoculation at the plastic house. Also, in selection of density and amount of inoculum, most suitable density of triturated mycelia-inoculum and amount of WSRP media-inoculum were determined as  $A_{550}=1.0$  and 40 ml, respectively. This is the first report on the pathogenicity test using by WSRP media-inoculum of *R. solani* PY-1 isolate for the bottom rot of crisphead lettuce.

**Key words** – Crisphead lettuce, Bottom rot, *Rhizoctonia solani*, Pathogenicity

상추의 식물학적 5품종 군에 속하는 결구상추(*Lactuca sativa* L. var. *capitata* L., crisphead lettuce)는 잎상추(*Lactuca sativa* L. var. *crispa* L., leaf lettuce)와 함께 대표적인 국화과 채소 작물로서 한국에서는 양상추 혹은 통상추라고 부르며, 해방 이후 미군에 의해 들여와 재배되기 시작하였다. 봄, 여름, 가을, 겨울 사계절 주년재배로 이 중 70%가 여름철 고랭지 지역인 평창, 횡성, 태백, 정선 등지에서 생산되며, 겨울 시설재배에서는 경남 의령, 진주, 하동, 김해, 전남 광주 일원 등지에서 주로 생산되고 있다. 생산량은 92년부터 꾸준히 증가해 오다가 99년부터 4배 이상 증가하여 2001년도에는 전국재배면적과 생산량이 각각 673ha와 22,226톤이었다[5].

하지만, 시설재배를 통한 연작과 하우스내의 다습조건으로 인해 토양병해인 밀둥썩음병(bottom rot)과 균핵병(sclerotinia rot)이 발생하여 매년 결구상추 농가에 큰 경제적 어려움을 야기하고 있다[16]. 특히, 경상남도 결구상추 재배지역인 의령군과 하동군의 시설재배지에서는 늦가을에서 봄까지 땅가에 접한 아래의 밀둥부위에 수침상 원형 내지 타원형의 암갈색 점무늬의 병반이 생기고, 습도가 높아짐에 따라 점차

병반이 크게 확대되고 매우 빠른 속도로 주변의 잎으로 진전되면서 감염된 아래쪽 잎은 안쪽까지 병이 확대되어 결국 포기 전체가 말라 죽는 밀둥썩음병 증상이 발생하고 있다.

밀둥썩음병원균인 *Rhizoctonia solani* Kuhn (완전세대; *Thanatephorus cucumeris* (Frank) DONK)는 전세계적으로 폭넓은 기주를 가지고 있는 다범성균으로서, 국내에서도 광범위한 기주를 침해하는 토양 전염성균으로 많은 연구들이 보고되어 있다[1-3,7,9-12,14,20]. 이 병원균에 의해 발생되는 주요 작물병으로서는 밀둥썩음병 이외에도 모잘록병(damping off), 뿌리썩음병(root rot), 줄기썩음병(basal stem rot), 줄기궤양병(stem canker) 등이 있고, 때로는 작물의 수확 후 저장 중 부패를 유발하거나 지표면에서 가까운 잎의 마름병 또는 점무늬병을 유발시키기도 한다[10]. 본 병원균은 토양전염성이 강하고 습한 토양에서 잘 발생하며[2,3,19,20], 생육초기에는 본 군에 의한 감염으로부터 다소 벗어날 수는 있으나, 1차적으로 감염되면 2차적으로 균핵병이나 쟁빛곰팡이병의 발생을 유도하여 그 피해가 확산된다. 본 군에 의한 결구상추의 피해는 국내 및 국외에서도 연구가 매우 적고 병해의 진단과 방제가 매우 까다로우며, 현재까지 전세계적으로 등록된 화학농약 조차 품목고시된 바가 없다. 따라서, 본 연구에서는 경상남도 의령군 부림면 신반리의 결구상추 재배지에 발생

\*Corresponding author

Tel : +82-51-200-7554, Fax : +82-51-200-6993  
E-mail : bjmoon@daunet.donga.ac.kr

한 밀둥썩음병의 발생 상황을 조사하고, 병원균을 분리, 동정한 후 생물학적 방제 실험을 위한 효과적인 접종원과 접종원 처리농도의 선발로 생물학적 방제 실험을 위한 기초자료로 활용코자 하였다.

## 재료 및 방법

### 공시 품종

경상남도 의령군 부림면 신반리의 결구상추 농가에서는 주로 봄과 가을철에 20일에서 25일마다 결구상추 종자를 파종하고, 25일된 유묘를 플라스틱 하우스에 정식하여 50일 내지 60일 후에 수확하고 있다. 겨울철에는 파종 40-45일 후에 하우스에 정식하고 80~90일 후에 수확하고 있는데, 품종은 샤크라멘트(상품명: 세레나)를 사용하고 있다. 본 연구에서도 경종은 위의 농가관행 시설재배에 준하였으며, 품종도 샤크라멘트를 공시하였다. 다만, 여름철에는 엠파이어(상품명: 유레이크) 품종을 사용하였다.

### 발병율 조사

2003년 10월 초순부터 2004년 2월 중순까지 경상남도 의령군 부림면 신반리의 결구상추 재배 농가에 밀둥썩음병이 발생하여 이들의 병징을 수시로 관찰하였다. 밀둥썩음병 발병율은 2003년 9월 정식한지 50일된 결구상추 재배 플라스틱 하우스 6동을 1하우스당 5 구역(구역 당 300×300 cm)으로 임의 선정하고, 총 조사 주수(6동×100주×5구역)에 대한 이병주수를 조사하여 이병주율로 환산하였다.

### 병원균 분리 및 선발

경상남도 의령군 부림면 신반리의 결구상추 재배 단지에 밀둥이 물러지면서 암갈색의 병반을 형성하는 등 밀둥썩음병 증상을 보이는 결구상추를 채집하고, 아랫잎 밀둥부위를 1 cm<sup>2</sup>가 되도록 잘라 5.25% sodium hypochlorite에 약 1분간 표면살균 후 살균수에 3회 세척하고 감자한천배지(Potato dextrose agar, PDA) 및 Streptomycin이 50 µg/ml이 첨가된 물한천배지(Water agar, WA)배지에 치상하여 25°C, 암조건 하에서 7일간 배양하여 순수 분리하였다.

분리된 30 균주를 각각 PDA배지에서 3일간 배양(25°C)한 후 이들의 5 mm 균사절편을 결구상추의 윗잎과 아래잎 밀둥부위에 부착하고 2일간 생육상내(25°C, 상대습도 90%)에 보관한 다음 플라스틱 하우스로 옮겨 7일 후에 병원성을 검정하였다. 이들 중 병원성이 가장 강한 균주를 선발하여 이하의 모든 실험에 공시하였다.

### 병원균의 동정

병원성이 가장 강한 것으로 확인된 공시병원균 PY-1 균주(Table 2)를 먼저 WA 또는 PDA 평판배지에 이식하고, 25°C에 2주간 배양 후 광학현미경으로 균사의 형태적인 특성을

관찰하였다. 또한, 균사체의 핵 관찰을 위해서는 공시병원균을 Potato sucrose agar(PSA)배지에서 1~3일간 배양(25°C)하고 절취한 5 mm의 균사 절편을 멸균 슬라이드 글라스 위에 치상한 다음 25°C 습실에서 1~2일간 배양한 후 HCl-Giemsa로 염색하여 균사세포 내의 핵 수를 조사하였다[17]. 또한, 균사융합균 조사는 영남농업과학연구소로부터 분양받은 AG1, AG2, AG4, 2핵 *Rhizoctonia* spp. 등의 표준균주를 공시병원균 PY-1 균주와 함께 셀로판지로 덮은 물한천평판 배지에 2~3 cm 거리를 두고 치상하여 25°C 배양기에서 1~2일간 대치배양하여 균사 접촉부위를 광학현미경(Leitz, Germany, ×400)하에서 균사융합 여부를 관찰하였다[17,18]. 이 때, AG1의 배양형(subgroup) 동정을 위해, PY-1 균주를 2~3주간 WA배지상에서 배양한 후 광학현미경(×100)에서 균핵의 크기 및 형태를 조사하여 IA와 IB로 분류하였다[12, 18,21].

### 병원균의 생육온도 조사

균사생육에 미치는 온도의 영향을 조사하기 위해, 공시병원균 PY-1 균주를 PDA 평판배지에 이식하고 각각 다른 온도(10, 15, 20, 25, 30, 35°C)에서 2일간 배양 후 균총 직경을 조사하였다.

### 병원균의 병원성 검정

공시병원균 PY-1 균주의 효과적인 병원성 검정을 위해 각기 다른 접종원을 준비하여 결구상추에 처리하고 이들의 발병도를 조사하여 가장 적합한 접종원의 종류와 처리 농도를 선발하였다. 먼저, 균사조각 부유액(triturated mycelia-inoculum)을 접종원으로 이용하였는데, PDA배지에 전배양한 PY-1 균주를 Yeast extract glucose broth 배지(YGB, glucose 15.0 g, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 5.20 g, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 43.18 g, NH<sub>4</sub>Cl 0.54 g, yeast extract 0.50 g, MgSO<sub>4</sub> 0.12 g, distilled water 1 L)에 6일간 진탕배양(150 rpm, 25°C)한 후 균사를 걸러내어 탈이온수로 5회 정도 세척하였다. 이를 블랜더(Waring, USA)로 15초간 균사를 절단한 후, 그 농도를 A<sub>550</sub> = 0.6, 0.8, 1.0 이 되도록 buffered water (pH 7.0)로 조정한 것을 접종원으로 이용하였다. 다음은 WRSP배지 접종원을 이용하였는데, 3000 ml용 삼각플라스크에 WRSP배지(밀기울 : 미강 : 톱밥 : PDB배지 = 30 g : 10 g : 10 g : 100 ml, w/w/w/v)를 잘 혼합하여 고압살균(121°C, 20분)하였다. 여기에 PY-1 병원균의 균사 절편(9 mm)을 10개 이식한 후 25°C의 항온기에 3주간 배양하여 흰색의 균사가 삼각플라스크내에 완전히 퍼지면 살균수 1 l를 첨가하여 블랜더로 15초간 갈아 접종원으로 이용하였다. 이때, 균사조각 부유액 접종원은 포트 재배한 30일된 결구상추 전면에 주당 40 ml를 농도별로 분무 살포하였으며, WRSP배지 접종원은 포트내 토양 800 g 당 20, 30, 40 ml의 처리량별로 토양 표면과 아랫잎 밀둥부위에 도말 접종하였

다. 접종원별로 접종한 결구상추를 생육상(25°C, 상대습도 90%)에 보관하면서 매일 발병도를 조사하였다. 이때, 각 처리구는 포트당 1주식 3포트, 3반복으로 3회 조사되었으며 이를 평균하여 주당 발병도로 표시하였다. 발병도(%)는 농약 등록시험 기준과 방법에 따라 병반면적율을 조사하여 다음과 같이 발병도로 환산하였다[13].

$$\text{발병도}(\%) = \frac{(\text{발병수} \times \text{계수})}{4 \times \text{엽수}} \times 100$$

계수: 0 - 발병무, 1 - 병반면적율 1~5%, 2 - 병반면적율 5.1~20%, 3 - 병반면적율 20.1~40%, 4 - 병반면적율 40% 이상

## 결 과

### 밀등썩음병 발생 및 병징

2003년 10월과 11월경 경상남도 의령군 부림면 신반리의 결구상추 재배 플라스틱 하우스 6동에 발생한 밀등썩음병의 발병율을 조사한 결과, 평균 이병주율은 5.3%이었다(Table 1, Fig. 1A). 밀등썩음병의 병징은 발병 초기에 아랫잎 밀등부위에 수침상의 원형 내지 타원형의 담갈색 또는 갈색 점무늬가 나타나고, 진전되면 윗잎쪽으로 부병반이 부정형으로 크게 확대되어 결국 잎이 무르게 썩고 누렇게 변하며 종이처럼 말라 죽는 증상이 관찰되었다(Fig. 1B, 1C). 한편, 밀등썩음병의 발생으로 2차적으로 균핵병과 잿빛곰팡이병이 유발되어 작물에 큰 피해를 주었는데, 기온이 다소 높고 비가 많이 오는 장마철이나 가을비가 계속되는 시기에 수확기가 가까워지면서 병반이 확대되고 그 표면에 검고 편평한 균핵이 발생하는 등 그 피해 정도가 심각해졌다.

### 병원균 분리 및 선발

병든 결구상추의 아랫잎 밀등부위에서 분리된 30 균주를 결구상추의 윗잎과 아랫잎에 각각 접종하여 병원성을 검정

Table 1. Incidence of bottom rot on crisphead-lettuce fields caused by *Rhizoctonia* sp. at Gyungsangnam-do on November in 2003

Plastic houses <sup>a</sup>	Disease incidence (%) <sup>b</sup>
I	0.004
II	6.6
III	6.8
IV	8.5
V	8.0
VI	2.1
Average	5.3

<sup>a</sup>Plastic houses were selected randomly.

<sup>b</sup>Disease incidence (%) was made by estimating the number of plant infected by *Rhizoctonia* spp.

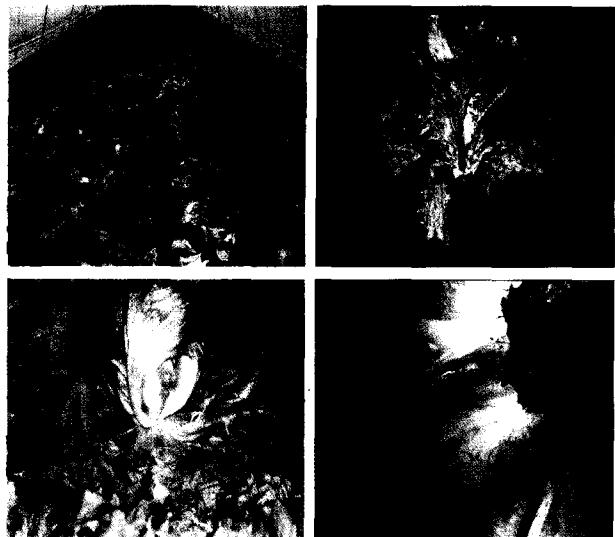


Fig. 1. Occurrence of bottom rot on crisphead lettuce, caused by *Rhizoctonia* sp. at fields in 2003.

A: Infected crisphead lettuce in the fields eventually died, B: Infected lower leaves of crisphead lettuce at early-heading stage, C: Infected bottom lesion of crisphead lettuce at mature stage, and D: Typical symptoms induced by artificial inoculation of *Rhizoctonia solani* PY-1 isolate.

한 결과, 대부분의 균주가 윗잎보다는 아랫잎에서 강한 병원성을 보였으며, 윗잎과 아랫잎에서 모두 병원성이 강한 PY-1 균주를 공시 병원균으로 최종 선발하였다(Table 2, Fig. 2D).

### 병원균의 동정

공시 병원균 PY-1 균주는 PDA배지 상에서 균사가 짙은 갈색으로 뒤덮혔으며 불규칙한 구형의 균핵이 생성되었으나, 분생포자는 생성되지 않았다(Fig. 2), 형태학적으로 주축

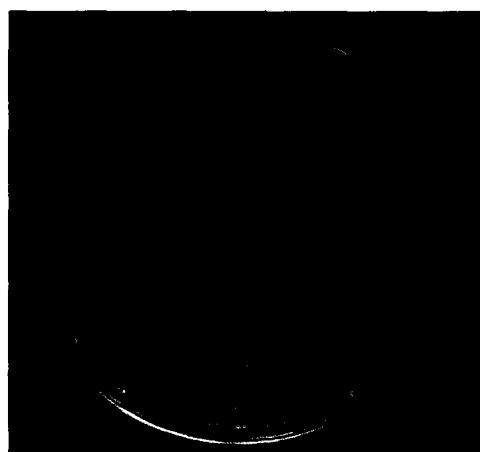


Fig. 2. Cultural characteristics of *Rhizoctonia solani* PY-1 (AG1-JB) isolate for 5 days on potato dextrose agar media at 25°C.

Table 2. Pathogenicity of *Rhizoctonia* sp. isolates from diseased leaves of crisphead lettuce by artificial inoculation to crisphead lettuce in plastic house

Isolate	Pathogenicity <sup>a</sup>	
	Upper leaves	Lower leaves
PY-1	+++	+++
PY-2	++	+++
PY-3	++	+++
PY-4	++	+
PY-5	++	+++
PY-6	++	+++
PY-7	++	+++
PY-8	+	++
PY-9	++	++
PY-10	++	+++
PY-11	++	++
PY-12	++	+++
PY-13	++	+++
PY-14	++	+++
PY-15	+	+++
PY-16	+	++
PY-17	++	+++
PY-18	++	+++
PY-19	++	+++
PY-20	++	+++
PY-21	+	+
PY-22	++	+++
PY-23	++	+++
PY-24	++	+++
PY-25	++	+++
PY-26	++	+++
PY-27	+	+++
PY-28	++	+++
PY-29	++	+++
PY-30	++	+++
Control	-	-

<sup>a</sup>++, very strongly pathogenic; ++, strongly pathogenic; +, weekly pathogenic; -, non pathogenic.

균사는 폭이 넓고 측지균사는 분지점에서 가늘고 갈록하였으며, 이로부터 가까운 곳에 격막이 생기고 오래된 균사는 직각으로 분지되는 특징을 보였다(Fig. 3A). 또한 pseudohypha도 관찰되었으며(Fig. 3C), 균사체의 핵은 다핵성이었다. 이상의 결과로 보아 PY-1 균주는 *Rhizoctonia solani*로 동정되었으며, PY-1 균주와 공시 표준균주와의 균사융합 여부를 관찰한 결과, AG1 군과 불완전 융합하는 것이 관찰되어 PY-1 균주는 AG1 군에 속하는 것으로 확인되었다(Fig. 3B). 또한, AG1의 배양형 동정에서는 균사의 색 변화가 밝은 갈색에서 짙은 갈색으로 변하며, 균핵은 불규칙한 구형으로 산만하게 퍼져 자라거나 배지 중앙에 모여 형성되고, 균핵 크기는 보통 0.4-1.3 mm으로서 Parmenter 등[12,14,20]에 따라, 최종적

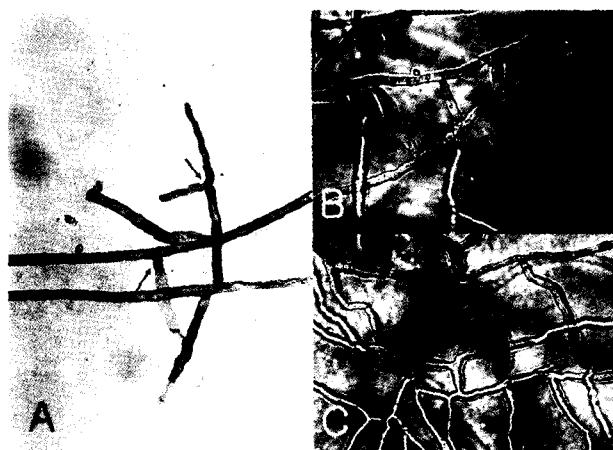


Fig. 3. The branching near the distal septum of cells in young vegetative hyphae (A), hypal anastomosis between PY-1 isolate from infected crisphead lettuce and *Rhizoctonia solani* AG1 (B) and pseudohyphae of PY-1 isolate (C).

으로 균사융합군·배양형은 *R. solani* AG1(B)로 동정되었다 (Fig. 2, 3A, 3B, 3C).

#### 균사생육온도 조사

공시 병원균 *R. solani* PY-1의 균사 생육은 20°C부터 잘 생육하여 25~30°C에서 가장 양호하였다. 반면, 35°C에서는 생육이 매우 저조하였으며, 10~15°C에서는 균사가 거의 생장하지 못하였다(Fig 4). 균핵 생성은 20~30°C 범위에서 관찰되었으나, 35°C에서는 생성되지 않았다. 따라서, 균사생육 최적온도는 25~30°C로 확인되었다.

#### 병원균의 병원성 검정

*R. solani* PY-1 균주의 접종원으로서 균사조각 부유액과

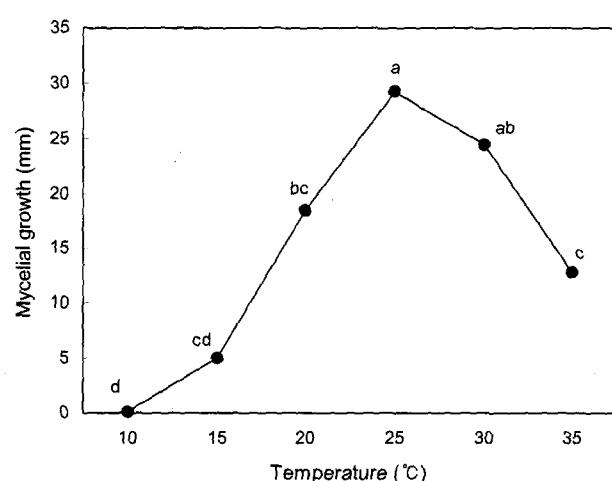


Fig. 4. Effect of temperature on the mycelial growth of *Rhizoctonia solani* PY-1 (AG1-IB) isolate on Potato dextrose agar medium for 2 days.

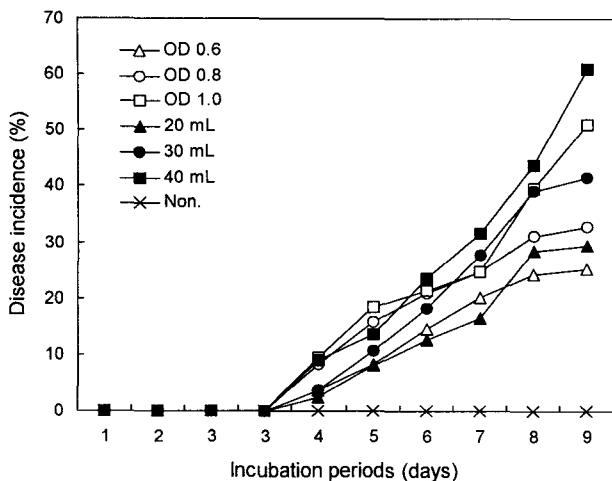


Fig. 5. Selection of effective inoculum of *Rhizoctonia solani* PY-1 isolate for the pathogenicity on crisphead lettuce at pots in a growth chamber.

Disease incidence (%) was made by estimating the percent (%) of infected leaf area on each plant by *R. solani* PY-1 isolate.

$A_{50}$  = 0.6 (—△—), 0.8 (—○—) and 1.0 (—□—) of triturred mycelia-inoculum; 20 ml (—▲—), 30 ml (—●—), and 40 ml (—■—) of WRSP inoculum; —×—, non-treatment.

WRSP배지를 각각 포트내 결구상추와 토양표면 및 아랫잎 밑동에 병원성 검정을 위한 가장 효과적인 접종원과 접종원 처리 농도를 선발하였다. 그 결과, 50%의 발병을 나타내는 ED<sub>50</sub>값에 가까운 접종원의 접종 처리농도는 WRSP배지 접종원에서는 40 ml 처리시 평균 주당 61.6%, 군사조각 부유액 접종원은  $A_{50}=1.0$  처리시 평균 주당 51.1%이었다. 따라서, 양 접종원의 효과는 유사한 것으로 확인되었으나 결국, 병원성 검정 방법이 용이하면서도 효율적인 군사조각 부유액 접종원은 생육상내 포트 검정용으로 선발하였고, 부생적 작생을 위한 플라스틱 하우스내 토경재배 검정용으로는 WRSP배지 접종원을 선발하였다(Fig 5).

## 고 찰

결구상추에서의 일반적인 밀등썩음병 증상은 감염초기에 밀등부위에 원형 내지 타원형의 암갈색 점무늬가 생기고, 진전되면 윗 잎으로 병반이 부정형으로 크게 확대되어 올라가면서 아래부위는 암갈색으로 변하여 썩고 결국 잎은 흑색으로 변하여 종이처럼 말라죽는다[1]. 본 연구의 공시 병원균인 *R. solani* PY-1 군주 역시 결구상추에 병원성 검정을 실시한 결과, 자연발병한 밀등썩음병과 동일한 증상을 보여 기준의 보고와 일치하였다. 그러나, 실제 농가에서 자연발병한 밀등썩음병의 발병률 조사에서 6동 플라스틱 하우스의 평균 이병주율은 5.3%이었으나, 이 중 I, VI 하우스가 평균 이병주율

에 비해 매우 낮았는데, 이는 하우스 위치, 토양 상태, 하우스 관리 등의 차이 때문인 것으로 생각된다. 또한, 국화과 작물인 결구상추와 상추의 밀등썩음병은 각각 생육초기에서 후기까지 발생하는 반면[10], 심자화과의 배추에서는 생육중기부터 후기까지 밀등이 썩는 증상으로 나타난다고 하였는데 [8], 본 연구에서도 역시 결구상추의 생육초기와 수확전의 성체 식물에서 모두 병원균을 분리할 수 있었다.

지금까지 세계적으로 보고된 *R. solani*의 군사용합군은 총 12개군인데, 국내에서는 현재까지 AG1에서 AG6 및 AG2-2 등 총 7개군이 존재하며, AG1의 배양형은 다시 IA, IB, IC로, AG2-2의 배양형은 IIIB와 IV로 분류된다[10]. 결구상추 밀등썩음병을 유발하는 *R. solani*의 군사용합군·배양형은 1994년 김 등[12]에 의해 AG1 (IB)과 AG4가 처음 보고되었고, 그 이후 조 등[1]은 이를 군사용합군과 배양형 외에 AG2-1가 분포한다고 보고하였다. 본 연구에서도 역시 결구상추 밀등썩음병에 관여하는 군사용합군은 AG1 (IB)로 동정되어 이들과 일치하였다. 한편, 결구상추와 유사 품종인 상추에 발생하는 밀등썩음병은 네덜란드와 영국에서는 AG1, AG2, AG4로 보고[4]된 이후, 미국에서 1992년 Herr [6]에 의해 AG2-1, AG1 (IB), AG1 (IC), AG4, AG5 및 2핵 *Rhizoctonia* spp. 등이 보고되었고, 최근 독일에서는 AG1 (IB)에 의해 주로 발생됨을 보고하고 있다[4].

AG1의 배양형(subgroup) 동정에 대해 김 등[9,10,11,19]은 배양형 IA의 군사는 매우 밝은 갈색에서 짙은 갈색으로 변하고, 군핵은 PDA 배지상에 흩어져 있거나 배지 바깥쪽으로 형성되며 구형이나 불규칙한 군핵의 크기는 0.6-6.0 mm였으며, IB는 밝은 갈색에서 회갈색으로 변하며 군핵은 산만하거나 배지에 응집하여 형성하고 구형 또는 불규칙한 군핵으로 크기는 0.6-5.8 mm라고 보고하였다. 따라서, 본 공시 병원균 PY-1 군주의 군사용합군 AG1의 배양형은 이들의 보고에 따라 IB로 동정되었다.

지금까지 국내외적으로 결구상추 밀등썩음병의 발생에 관한 연구 결과는 매우 미흡한데, 국내에서는 김 등[9,10,11]에 의해 '작물 라이족토니아병 진단 및 방제', '화훼병해원색도감' 및 '72종 기주작물에 대한 *R. solani*의 군사용합군 및 배양형별 병원성 조사'로 *R. solani*의 군사용합군과 배양형 그리고 병원성에 관해 총괄적으로 기술하였다. 그러나, 결구상추 발생 상황에 대해서는 보고한 바가 없어 본 연구에서는 경남 지역에 자연발생한 결구상추 밀등썩음병의 발생을 처음으로 보고하고 병원균의 군사용합군과 배양형을 밝혔다.

본 병원균의 군사생육 최적온도는 25~30°C로 비교적 고온에서 잘 생육하였는데, 이는 발병시기가 주로 늦봄과 초가을과 관련이 있을 것으로 판단되며, 온난하고 다습조건인 기후와 남부지방에서 병 발생율이 높을 것으로 예측된다. 또한, PDA 배지상에서 군핵의 형성은 20~30°C 범위에서 관찰되었으나, 35°C에서는 생성되지 않았는데, Grosch 등[4]은 30와

35°C에서 균핵이 생성되지 않았다는 보고와는 다소 차이가 있었다.

한편, 병원성 검정을 위한 접종원을 김 등[9]은 PDB배지 100 ml에 쌀겨 30 g을 혼합한 PDRC배지를 균사접종원을 사용하였으며, 이 등[14]은 텁밥+쌀겨+증류수를 각각 5:5:2로 혼합한 배지를 이용하였고, 심 등[17]은 sand-oatmeal 배양기(모래 300 g, oatmeal 20 g, DW 76 ml)에 이식하여 이를 21 일 간 배양 후 접종원으로 사용하였다. 이는 *R. solani*의 병원성 검정을 위한 접종원 선발에 어려움이 많음을 시사하고 있다. 본 연구에서는 Yeast extract glucose broth 배지에 진탕 배양 후 균사를 절단하여 제조한 균사조각 부유액을 접종원으로 이용하였는데, 이는 병원성 검정이 매우 용이하면서도 효율적이므로 생육상내 풋트 검정에 효과적이었고, WRSP배지 접종원 즉 밀기울+미강+톱밥+PDB배지를 이용한 접종원은 토양내 부생적 착생을 위한 플라스틱 하우스내 토경재배 검정을 위해서 효과적일 것으로 판단되며, 이는 결구상추용 접종원으로 처음 보고하는 바이다.

현재까지 *R. solani*에 의한 병방제 화학농약으로는 벼 잎접무늬마름병에 대한 것은 많이 품목고시되어 있으나, 이외 작물에 대한 것은 몇 종류 밖에 고시되어 있지 않고, 결구상추 밀등썩음병 방제용 화학농약은 품목고시된 바가 없으므로 농민들은 화학적 방제제 뿐만 아니라 생물학적 방제제에 대한 기대와 방제대책을 절실히 요구하고 있다. 하지만, 국내외에 결구상추 밀등썩음병에 관련된 생물학적 방제를 위한 연구가 매우 미흡하고, 미생물 제제의 개발 연구 또한 전무하여 결구상추에 발생하는 밀등썩음병을 방제하고 농가의 수익을 극대화하기 위하여 지속적인 연구가 이루어져야 할 것으로 사료되는 바이다.

## 요 약

2003년 11월 경상남도 부림면 신반리의 결구상추 재배 플라스틱 하우스내에서 늦가을부터 밀등썩음병이 발생하여 수확기인 11월에 평균 5.3%의 발병률이 조사되었다. 이는 비교적 낮은 수치이나, 2차적으로 균핵병과 갯빛곰팡이병이 유발되어 큰 경제적 피해를 야기하였다. 이때의 병정은 아랫잎의 밀등부위에 수침상의 원형 내지 타원형의 담갈색 또는 갈색 점무늬가 나타나고 진전되면 윗잎쪽으로 병반이 부정형으로 크게 확대되어 결국 잎이 무르게 썩고 누렇게 변하며 종이처럼 말라죽는 증상이 관찰되었다. 이에, 밀등썩음병이 발생한 지역의 병든 식물체와 토양으로부터 병원균을 분리하였으며 이 중 병원성이 가장 강한 PY-1 균주가 *Rhizoctonia solani* AG1 (IB)로 동정되었다. 균사생육 최적온도는 25~30°C였으며, 병원성 검정을 위해 가장 효과적인 접종원으로 검정 방법이 용이하면서도 효율적인 균사조각 부유액 접종원을 생육상내 풋트 검정용으로 선발하였고, 토양내 부생적 착생을 위한

플라스틱 하우스내 토경 재배 검정용으로는 WRSP배지 접종원을 선발하였다. 또한, 선발된 각 접종원의 최적 처리농도 및 처리량에서는 각각 균사조각 부유액 접종원의 경우, 평균 주당 51.1%의 발병도를 보인  $A_{550} = 1.0$  농도를 가장 적합한 처리 농도로 선발하였으며, WRSP배지 접종원의 처리량 비교에서는 평균 주당 61.6%의 발병도를 보인 40 ml를 최적 처리량으로 선발하였다.

## 감사의 글

이 논문은 2002년 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음(KRF-2002-037-F00001).

## 참 고 문 헌

- Cho, W. D., W. G. Kim, H. J. Jee, H. S. Choi, S. D. Lee and Y. C. Choi, 1997. *Compendium of vegetable disease with color plates*. pp. 18-447. Division of Pathology, Department of Crop Protection, National Agricultural Science and Technology Institute, Suwon, Korea.
- Galindo, J. J., G. S. Abawi and H. D. Thurston. 1982. Variability among isolates of *Rhizoctonia solani* associated with snap bean hypocotyls and soils in New York. *Plant Dis.* **66**, 390-394.
- Gonzalez, L. C. and J. H. Owen. 1963. Soil rot of tomato caused by *Rhizoctonia solani*. *Phytopathology* **53**, 82-85.
- Grosch, R., J. H. M. Schneider and A. Kofoet. 2004. Characterization of *Rhizoctonia solani* anastomosis groups causing bottom rot in field-grown lettuce in Germany. *European Journal of Plant pathology* **110**, 53-62.
- Gyeongnam Agricultural Research & Extension Services. 2001. <http://www.knrd.go.kr/ares/market/m119.htm>. Agricultural Information. Production & Distribution industry.
- Herr, L. J. 1992. Characteristic of *Rhizoctonia* isolates associated with bottom rot of lettuce in organic soils in Ohio. *Phytopathology* **82**, 1046-1050.
- Holmes, T. D. and J. Knapman. 1963. Bottom rot of lettuce and its control. *Plant Pathol.* **14**, 147-148.
- Kang, S. W. and H. K. Kim. 1986. Incidence and control of bottom rot of chinese cabbage caused by *Rhizoctonia solani* Kuhn. *Korean J. Plant Pathol.* **2(3)**, 193-198.
- Kim, W. G. 1996. Pathogenicity of Anastomosis groups and cultural types of *Rhizoctonia solani* on crops. *Korean J. Plant Pathol.* **12(1)**, 21-32.
- Kim, W. G., W. D. Cho and H. Y. Ryu. 1995. *Diagnosis and control of Rhizoctonia diseases on crops*. pp.13-167, Division of Pathology, Department of Crop Protection, National Agricultural Science and Technology Institute, Suwon, Korea.
- Kim, W. G., W. D. Cho and Y. H. Lee. 1993. Anastomosis groups and pathogenicity of *Rhizoctonia solani* isolates from chiness cabbage. *Korean J. Plant Pathol.* **9(3)**, 200-205.
- Kim, W. G., W. D. Cho and Y. H. Lee. 1994. Anastomosis

- groups and cultural characteristics of *Rhizoctonia solani* isolates from crops in korea. *Korean J. of Mycology* **22**(4), 309-324.
13. Korean Agricultural Chemical Industrial Association. 2001. A statute book to be connected with chemicals.
  14. Lee, K. Y., H. J. Kang, K. H. Youn, K. S. Ahn, K. B. Min and B. G. Park. 1998. Rhizoctonia black stem rot of saururi herba caused by *Rhizoctonia solani*. *Korean J. Plant Pathol.* **14**(2), 184-185.
  15. Parmeter, J. R., Jr., Sherwood, R. T., and Platt, W. D. 1969. Anastomosis grouping among isolates of *Thanatephorus cucumeris*. *Phytopathology* **59**, 1270-1278.
  16. Rural Development Administration. 1996. <http://www.rda.go.kr/> Agricultural overview. Anual report.
  17. Shim, G. Y. and H. K. Kim. 1995. Identification and pathogenicity of *Rhizoctonia* spp. isolated from turfgrasses in golf courses in Korea. *Kor. Turfgrass Sci.* **9**(3), 235-252.
  18. Sneh, B., L. Burpee and A. Ogoshi. 1991. pp. 1-133, A. *Identification of Rhizoctonia species*. APS Press. The American Phytopath. Soc., St. Paul. Minnesota, USA.
  19. Wareeing, P. W. 1987. *Studies on Rhizoctonia solani causing bottom rot of lettuce*. pp.1-134. Thesis for doctor of philosophy. The University of Hull. Wetherby West Yorkshire, Unite Kingdom.
  20. Wareeing, P. W., Z. N. Wang, J. R. Coley-Smith and T. M. Javes. 1986. Fungal pathogens in rotted basal leaves of lettuce in Humberside and Lancashire with particular reference to *Rhizoctonia solani*. *Plant Pathol.* **35**, 390-395.
  21. Yang, X. B., J. P. Snow and G. T. Jr. Berggren. 1988. Survey of reproductive forms of *Rhizoctonia solani*, anastomosis group 1, intraspecific groups IA and IB. *Mycological research* **93**, 429-434.