

주요 잔디류와 화본과 식량 밭작물의 황색마름병원균 및 설부소립균핵병원균에 대한 저항성 평가

장석원^{1,2*} · 장태현³ · 양근모⁴ · 최준수⁴ · 노용택^{1,2}

¹영동대학교 바이오지역혁신센터 및 ²의생명과학과, ³경북대학교 식물자원학과, ⁴단국대학교 녹지조경학과

Resistance Evaluation of Several Turfgrass Species and Graminious Crop Species against *Rhizoctonia cerealis* and *Typhula incarnata* under Controlled Conditions

Seog-Won Chang^{1,2*}, Tae Hyun Chang³, Geun-Mo Yang⁴, Joon-Soo Choi⁴, and Yong-Taek Rho^{1,2}

¹Bio-Regional Innovation Center and ²Department of Medical Life Science, Youngdong University, Youngdong, 370-701, Korea; ³Department of Plant Resources, Division of Ecology and Environment System, College of Ecology and Environmental Sciences, Kyungpook National University, Sangju-city 742-711, South Korea;

⁴Department of Landscape Architecture, College of Bio-Resources Science, Dankook University, Cheonan, 330-714, Korea

ABSTRACT. During 2008~2009 winter season, yellow patch and gray snow mold occurred on turfgrass plants in golf courses in Kangwon and Jeonbuk provinces, respectively. The fungi associated with the diseases were identified as *Rhizoctonia cerealis* Van der Hoeven and *Typhula incarnata* Lasch ex Fr., based on the morphological characteristics of hyphae and sclerotia. *R. cerealis* and *T. incarnata* were pathogenic to most turfgrass and crop species tested. *R. cerealis* infected crown, stem and leaf tissue of the host plants, and the symptom was light yellow circular patch. Individual infected leaf near the margin of patch developed red color first and finally turn brown. The symptoms caused by gray snow mold pathogen are water-soaked spots, and became a watery soft rot. Infection parts became yellow and then turned brown followed by death of the whole plant. White mycelia were developed on higher petioles, leaves, and on soil where these plant parts lay, and black sclerotia of variable size and shape formed in the mycelial mass. All isolates tested were pathogenic on most turfgrass and crop plants, and significantly different in aggressiveness. Disease severity increased with longer snow cover days on target plants, suggesting that disease severity was expressed over snow cover days. There were significant differences in disease severity among the graminious species, and among cultivars within each species, indicating varying levels of susceptibility to *R. cerealis* and *T. incarnata*.

Key words: Graminious crop, Resistance evaluation, *Rhizoctonia cerealis*, Snow mold, Turfgrass, *Typhula incarnata*, Yellow patch

서 론

잔디 등 화본과 식물에 황색마름병(Yellow patch)을 일으키는 병원균은 *Rhizoctonia cerealis* Van der Hoeven (teleomorph: *Ceratobasidium cereale* D. Murray & L.L. Burpee)으로 주로 토양과 맞닿아 있는 줄기나 잎을 통하여 발병하는 것으로 알려져 있다. 우리나라에서 황색마름병의 발병시기는 주로 늦가을부터 초봄이며, 초기에는 벤투그라스(*Agrostis* spp.) 그린의 경우 직경 20~50cm의 황

색의 원형으로 나타나고 진전되면 적갈색으로 변하고 심할 경우에는 고사한다(Shim 과 Kim, 1995). 병 발생이 주로 겨울에 이루어지기 때문에 예방위주로 약제가 살포되며 병 발생 후에 방제할 경우에는 잔디의 생육이 나쁜 시기이므로 병반은 다시 회복되지 않고 이듬해 봄까지 이어진다(Burpee, 1980; Burpee와 Martin, 1992; Smith 등, 1989).

설부갈색소립균핵병(gray snow mold)(이하 설부병)은 *Typhula incarnata* Lasch ex Fr.에 의해 발생되며 겨울철에 주로 추파 맥류나 사료작물 및 한지형 잔디류에 큰 피해를 주는 병으로 알려져 있다(Chang 등, 2006b; Iriki와 Kuwabara, 1992; Kim 등, 1992b; Smith 등, 1989). 우리나라에서는 1990년대 초부터 눈이 많은 지역에 위치한 골

*Corresponding author; Tel : +82-43-740-1591
E-mail : changsw@youngdong.ac.kr
Received : April 30, 2010, Revised : May 10, 2010, Accepted : May 15, 2010

프장에서 피해가 보고되었으며, 피해가 발생되면 병원균이 균핵을 형성하기 때문에 생존력이 강하여 해마다 만성적인 피해를 일으킨다(Kim 등, 2007; Lee와 Kim, 1992).

병징은 눈이 녹는 시기부터 보이기 시작하는데 병반은 직경 5 cm~1 m의 밝은 황색 혹은 회갈색으로 나타난다. 감염된 잔디 잎은 서로 엉켜서 매트화되고, 흰색 혹은 회갈색의 균사체들로 덮이기도 한다(Hsiang 등, 1999). 감염된 잎이나 줄기에는 작고 단단한 구형의 균핵이 형성된다. 균핵은 직경 0.2~5 mm 정도이며 성숙됨에 따라 흰색, 핑크색, 적갈색, 암갈색으로 변한다(Smith 등, 1989). 방제를 위해서 질소질 비료의 조절 등 경종적 방법과 생물학적 방제가 사용되지만, 주로 살균제를 가을에 예방적인 목적으로 사용하는 것이 효과적인 것으로 알려져 있고, 늦은 겨울이나 이른 봄에 치료적인 목적으로 사용할 경우에는 효과가 적다(Chang 등, 2009; Hsiang 등, 1999; Jung 등, 2007).

*T. incarnata*는 자연계에서 *Typhula* 속 중 가장 환경에 대한 적응력이 뛰어나고, 다른 설부병원균에 비하여 유성생식 능력이 활발한 것으로 알려져 있는데, 보통 활발한 유성생식은 무성생식보다 균의 변이 폭을 크게 유도한다(Chang 등, 2006b). 그러한 병원균 변이는 자연환경에 따라 매우 상이할 수 있으므로 식물의 병저항성 육종을 위해서는 다양한 지역 적응성 평가가 이루어져야 한다(Chang과 Jung, 2008; Iriki, 1991). 포장에서의 검정은 시간이 매우 길게 소요되며 연차간 및 지역간 변이가 심하고 공간과 노동력이 많이 소요된다는 단점이 있기 때문에 적절한 실내 검정 조건이 확립된다면 다양한 지역에서 분리한 병원균을 이용해 각 지역 간의 변이에 대한 결과를 예측할 수 있다(Bruehl, 1982; Chang 등, 2006a; Nakajima와 Abe, 1994). 또한 *T. incarnata*처럼 기주에 양적인 반응을 유도하는 병원균의 경우 실내검정이 매우 효과적일 수 있다(Chang 등, 2007). 본 연구에서는 경기도와 강원도 골프장

에서 발생한 황색마름병과 설부병 증상으로부터 병원균을 분리하였고 그 병원균에 대한 화분과 작물과 잔디의 실내 저항성 평가 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

시험균주 및 접종원 준비

본 연구에 사용된 시험균주는 2008년과 2009년 강원도와 전라북도 소재 골프장에서 분리한 황색마름병원균과 설부병원균(Table 1)으로 PDA (Potato Dextrose Agar) 배지에서 일정기간 키운 후 4±1°C가 유지되는 빛이 없는 냉장고에서 보관하면서 실험에 사용되었다. 접종원 제조방법은 Chang 등(2007)의 방법에 따라 수행되었다. PDA 배지에서 자란 활력이 양호한 균종의 가장자리 균사를 지름 5 mm의 크기로 잘라 PDB (Potato Dextrose Broth) 배지에 접종한 뒤 15±1°C 암상태에서 각각 1주(황색마름병원균)와 4주(설부병원균)간 배양하였다. 배양된 균사는 물기를 제거한 뒤 무게를 달고, 다시 멸균수를 넣어 마쇄하였다. 배양액은 균사 생체중 0.1 g·mL⁻¹로 희석한 다음 접종원으로 사용되었다.

기주식물 육묘

기주식물 중 화분과 작물은 밀(*Triticum aestivum* L.)(품종명: 알찬), 보리(*Hordeum vulgare* var. *hexastichon* (S.)Asch.)(품종명: 찹쌀, 태강), 호밀(*Secale cereale* L.)(품종명: 곡우), 귀리(*Avena sativa* L.)(품종명: 삼한), 툴웨스큐(*Festuca arundinacea* Schr.)(품종명: 파운), 오차드그래스(*Dactylis glomerata* L.)(품종명: 코디), 이탈리아라이그래스(*Lolium multiflorum* Lam.)(품종명: 코스피드)를 사용하였는데 농촌진흥청 작물과학원과 초지사료연구센터로부터 종자를 분양받아 사용되었다. 파종과 육묘 및 관리는 Kim 등(2003)의 방법에 준하여 수행 되었다. 종자

Table 1. List of plant pathogenic isolates used in this study.

No.	Isolate	Geographic origin (city, province)	Host	Scientific name	Disease name
1	YU-GB7R-4	Kosung, Gangwon	Perennial ryegrass	<i>Rhizoctonia cerealis</i>	Yellow patch
2	YU-GB9R-2	Kosung, Gangwon	Kentucky bluegrass	<i>R. cerealis</i>	Yellow patch
3	YU-GB9R-4	Kosung, Gangwon	Kentucky bluegrass	<i>R. cerealis</i>	Yellow patch
4	YU-P1F-2	Yangyang, Gangwon	Kentucky bluegrass	<i>R. cerealis</i>	Yellow patch
5	YU-P6F-3	Yangyang, Gangwon	Kentucky bluegrass	<i>R. cerealis</i>	Yellow patch
6	YU-MUC3-1	Muzu, Jeonbuk	Kentucky bluegrass	<i>Typhula incarnata</i>	Gray snow mold
7	YU-MU11T-1	Muzu, Jeonbuk	Creeping bentgrass	<i>T. incarnata</i>	Gray snow mold
8	YU-MU16G-1	Muzu, Jeonbuk	Creeping bentgrass	<i>T. incarnata</i>	Gray snow mold
9	YU-MU16R-1	Muzu, Jeonbuk	Kentucky bluegrass	<i>T. incarnata</i>	Gray snow mold

는 발아 후 무예취하고, 하루 16시간의 빛이 조사되며 23~28°C가 유지되는 풋트(5.3×5.3×5.1 cm)에서 재배하였고, 비료는 성분량으로 N-P-K(9-15-15 kg10a⁻¹)를 전량 기비로 사용하였다. 식물체의 경화는 아래의 잔디와 동일하게 처리하였다. 잔디는 골프장의 그린과 페어웨이에서 사용하는 크리핑벤트그래스(*Agrostis stolonifera* L.)(품종명: Penncross, Cranshaw, L-93), 켄터키블루그래스(*Poa pratensis* L.)(품종명: Midnight, Blue berry, Prosperity), 퍼래니얼라이그래스(*L. perenne* L.)(품종명: Eagle, Paragon GLR, Brightstar SLT) 및 한국잔디(*Zoysia* spp.)(품종명: 밀록, 세녹, 건우, 제니스, 들잔디, 금잔디 및 안양중지)를 시험 종으로 사용하였다. 한국잔디는 제니스를 제외한 모든 종(품종)을 포장에 재식되어 있는 멧장을 사용하였고, 나머지 종은 종자로 이용하였다. 잔디 육묘 및 관리는 Chang 등(2007)이 수행한 방법에 준하여 실시하였다. 잔디는 하루 16시간의 빛이 조사되며 23~28°C가 유지되는 온실에서 재배하였고, 과중 후 1주일부터는 매주 깎기를 통해서 관리를 하였다. 이때 시비는 액비(풋트 당 0.02-0.005- 0.02 g of N-P-K)를 발아후 4주부터 경화 2주전까지 2주간격으로 시비하였다. 성체가 되는 약 12주 뒤 식물체의 저온 및 병 저항성 획득을 위하여 저온 조건을 처리하였다 (Chang 등, 2007; Gaudet 등, 1999; Wang 등, 2005). 생육상은 10일동안 10°C/10시간 광조사, 7일동안 5°C/8시간 광조사, 7일동안 2°C/6시간 광조사하여 저온에 식물을 경화(hardening)시켰다.

황색마름병원균과 설부병원균의 화본과 식물에 대한 병원성 평가

시험 식물로 크리핑벤트그래스(품종명: Penncross), 켄터키블루그래스(품종명: Prosperity), 퍼래니얼라이그래스(품종명: Brightstar SLT), 한국잔디, 밀(품종명: 알찬) 및 보리(품종명: 찹쌀)를 평가하였다. 병원균 접종을 위한 균사현탁액은 위에 기술한 접종원 제조방법으로 준비하였다. 균사현탁액은 멸균피펫으로 1 ml을 취하여 각각의 풋트 중간에 접종하였다. 접종 후 식물체는 완전임의배치법으로 배치하여 플라스틱 컨테이너(46×32×17 cm, Komaz, Seoul, Korea)에 넣었다. 이때 컨테이너 바닥에 약 5 cm 정도로 젖은 육묘용 상토(1:1 soil:distilled water in volume)를 넣어 내부 습도가 유지되도록 하였다. 그리고 플라스틱 컨테이너는 생육상으로 옮겼다. 생육상의 조건은 20일동안 2°C/암상태, 7일동안 5°C(6시간 빛 조사/일), 10일동안 10°C(8시간 빛 조사/일)가 되도록 유지하였다. 모든 처리가 끝난 뒤 플라스틱 컨테이너를 20±3°C가 유지되는 온실로 옮겨 병 평가를 실시하였다. 본 시험은 2회 실시되었으며, 시험당 3반복으로 수행되었다.

눈 덮인 기간별 화본과 식물의 황색마름병원균과 설부병원균에 대한 반응

시험식물로 밀(품종명: 알찬), 보리(품종명: 찹쌀, 태강), 호밀(품종명: 곡우), 귀리(품종명: 삼한), 톨웨스큐(품종명: 파운), 오차드그래스(품종명: 코디), 이탈리아라이그래스(품종명: 코스피드), 크리핑벤트그래스(품종명: Penncross, Cranshaw, L-93), 켄터키블루그래스 (품종명: Midnight, Blue berry, Prosperity), 퍼래니얼라이그래스(품종명: Eagle, Paragon GLR, Brightstar SLT) 및 한국잔디(품종명: 밀록, 세녹, 건우, 제니스, 들잔디, 금잔디 및 안양중지)를 평가하였다. 생육상의 조건은 Chang 등(2007)과 Ergon과 Tronsmo 등(2006)의 선행연구를 참조하여 한반도 남부, 중부, 북부의 강설일수와 평균기온을 고려, 식물체가 눈 밑에 존재하는 일수를 가상으로 하여 20일, 30일, 40일 동안 2±1°C/암상태로 유지하는 3처리를 두었다. 식물체의 생육과 병 평가 후 회복조건 등은 위의 실험과 동일하게 처리하였다. 본 시험은 2회 실시되었으며, 시험당 3반복으로 수행되었다.

분리균주의 화본과 식물에 대한 병원력 변이 평가

시험식물로 밀(품종명: 알찬), 보리(품종명: 찹쌀, 태강), 호밀(품종명: 곡우), 귀리(품종명: 삼한), 톨웨스큐(품종명: 파운), 오차드그래스(품종명: 코디), 이탈리아라이그래스 (품종명: 코스피드), 크리핑벤트그래스(품종명: Penncross), 켄터키블루그래스 (품종명: Prosperity), 퍼래니얼라이그래스(품종명: Brightstar SLT) 및 한국잔디(품종명: 밀록, 세녹, 건우, 제니스, 들잔디, 금잔디 및 안양중지)를 평가하였다. 생육상의 조건은 Chang 등(2007) 및 Ergon과 Tronsmo 등(2006)의 방법에 준하여 습실기간을 품종간 차이가 뚜렷하였던 40일로 처리하였고 온도는 2±1°C/암상태로 유지하였다. 식물체의 생육과 병 평가 후 회복조건 등은 위의 실험과 동일하게 처리하였다. 본 시험은 2회 실시되었으며, 시험당 3반복으로 수행되었다.

결과분석

병 평가는 모든 처리가 끝난 뒤 온실로 옮겨 실시하였다. 병 평가는 잔디는 병반면적률, 기타 화본과 식물은 발병주율로 평가하였다. 모든 데이터는 SAS 프로그램(SAS 7.1, SAS Institute Inc., 1999)을 이용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

황색마름병원균과 설부병원균의 화본과 식물에 대한 병원성 평가 결과는 Table 2와 같다. 황색마름병원균과 설부병원균은 대부분의 잔디와 화본과 식물에 병을 유발하였다. 황색마름병 증상은 잔디에서 초기에 수침상으로 시작

Table 2. Responses of turfgrass and crop plants against *Rhizoctonia cerealis* and *Typhula incarnata* isolates under controlled conditions.

Species	Cultivar	Disease severity(%)							
		<i>Rhizoctonia cerealis</i> isolate				<i>Typhula incarnata</i> isolate			
		1 ^z	2	3	4	6	7	8	9
Turfgrass^y									
Creeping bentgrass	Penncross	9.2a ^w	19.2a	9.2a	10.8a	15.0a	14.2a	22.5a	39.2a
Zoysiagrass		0.0b	7.5b	5.8b	0.0b	10.8a	10.8ab	12.5b	17.5b
Perennial ryegrass	Brightstar SLT	9.2a	6.7b	8.3a	2.5b	7.0b	7.0b	15.8b	16.7b
Kentucky bluegrass	Prosperity	7.5a	7.0b	5.8b	2.5b	6.7b	7.5b	15.8b	17.5b
Crops^x									
Barley	Chapssal	7.5a	5.8a	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a	7.5a	5.0a
Wheat	Alchan	0.0b	0.0b	0.0a	0.0a	0.0a	0.0a	0.0b	4.2a

^z Each number is listed in Table 1. ^y Disease severity was based on percent area diseased. ^x Disease severity was based on percent of plants diseased. ^w Values in column with different letters show significant differences at $P = 0.05$ according to the Fisher's protected least significant difference (LSD) test.

하여 진전되면서 잎이 적갈색으로 고사하였다. 보리에서는 잎집에 얼룩 증상으로 시작되어 마름 증상으로 나타났다(Burpee, 1980; Smith 등, 1989). 설부병원균에 감염된 잔디와 화본과 작물은 초기에 잎과 줄기가 수침상으로 나타나고, 진전되면 잎은 서로 엉켜서 매트화되고 흰색 혹은 회갈색의 균사체들로 덮이기도 하였다. 감염된 잎이나 줄기에는 작고 단단한 구형의 균핵이 형성되었고, 성숙됨에 따라 흰색, 핑크색, 적갈색, 암갈색으로 변화하였다(Hsiang 등, 1999).

황색마름병원균은 균주별로 병원성에 차이를 보이는 것으로 나타났다(Table 2). 예를 들면, Isolate 2는 밀을 제외한 모든 식물에서 병을 일으켰으나, Isolate 4는 일부 잔디와 작물 중에 병을 일으키지 못하였다. 이러한 결과는 Burpee(1980)와 Kim 등(1992a)의 보고와 비슷하였다. 또한 대부분의 균주는 보리를 제외하고 밀에 병을 일으키지 못하였다. 그 결과는 Kim 등(1991)이 벼, 보리, 밀 등 화본과 작물에 잎집무늬마름병 증상을 유발한다는 보고에 비추어 볼 때 풋트 지표면에 접종한 균사가 초고가 높은 화본과 작물의 잎집에 이르기까지 시간을 요해 병 발생을 보이지 않았던 것으로 판단된다.

설부병원균도 균주에 따라 병원성에 차이가 큰 것으로 나타났다. Isolate 9는 다른 균주에 비해 병원성이 강하였고, 모든 화본과 식물에 병을 일으켰다. Chang 등(2007)이나 Smith(1981)도 병원균 균주간의 병원성 변이를 보고한 바 있다. 특이한 점은 모든 균주가 한국 잔디에 병을 유발하였는데, 아직까지 국내에서 한국 잔디 설부병이 발견되지 않았다는 점에서 주목할 만하다. Smith 등(1989)에 따르면 난지형 잔디는 한지형 잔디에 비해서 설부병에 강

한 것으로 알려져 있다. 하지만 *T. incarnata*가 화본과 식물에 대한 비특이적 병원균(perthophyte)이어서 부생성(saprophytic)과 병원성(pathogenic)을 동시에 갖는다는 점에서 추가 연구가 필요할 것으로 판단된다(Schneider와 Seaman, 1988).

습실 기간에 따른 잔디와 화본과 작물의 황색마름병원균과 설부병의 반응은 Table 3과 같다. 황색마름병원균과 설부병원균은 대부분의 잔디와 작물(품종)에 병을 일으켰다. 모든 중에서 습실 기간이 길어질수록 병 발생이 심해지는 경향이였다. 이러한 결과는 군사생장에 적당한 저온과 습도가 지속되었기 때문으로 판단되며 Jung 등(2007) 및 Kiyomoto와 Bruehl(1977)의 보고와 일치하였다. 식물종 중에는 크리핑벤트그래스에서 병 발생이 가장 심하였으며, 캔터키블루그래스와 퍼래니얼라이그래스는 비슷한 수준의 피해도를 보였다. 이러한 경향은 Chang 등(2007)의 보고와 유사한데, 크리핑벤트그래스 종이 다른 종보다 초고가 낮고 분지가 매우 활발해서 접종원의 진전에 유리하기 때문인 것으로 판단된다(Chang 등, 2007).

대부분의 식물 중에서 품종간에 큰 차이를 보이지 않았지만, 두 종의 병원균에 대하여 종별 품종간에도 병 피해도 차이를 보인 것으로 나타났다. 예를 들면 황색마름병원균에 대해 Midnight은 20%, Blue berry는 12.5%를 기록하였다. 특이한 것은 난지형 잔디 중 종자로 번식하는 Zenith의 설부병원균에 대한 반응이다. 모든 잔디 품종에서 병이 발생되지 않았지만 Zenith에서 병이 발생된 것은 식물체의 조건 차이에 의한 것으로 판단된다. Zenith는 파종 후 성체로 육묘하여 사용하였지만 노지에서 저항성 획득 기간이 길었던 뗏장을 사용한 다른 품종보다 병에 대

Table 3. Effect of snow cover days on disease development in turfgrass and crop plants with *Rhizoctonia cerealis* and *Typhula incarnata* isolates in the growth chamber.

Species	Cultivar	<i>Rhizoctonia cerealis</i> isolate 2 ^z			<i>Typhula incarnata</i> isolate 9 ^z		
		20	30	40	20	30	40
Turfgrass ^y							
Creeping bentgrass	L-93	4.2a ^w	13.3a	67.5a	15.8a	30.0b	80.0a
	Crenshaw	4.0a	12.3a	74.2a	16.7a	32.5b	80.8a
	Penncross	5.8a	14.2a	72.5a	20.0a	49.2a	89.2a
	LSD _{0.05}	2.3	3.5	6.7	5.2	7.4	10.3
Kentucky bluegrass	Midnight	5.0a	12.8a	20.0b	12.5ab	17.5c	36.7b
	Blue berry	3.3a	9.0a	12.5b	8.0b	15.8c	35.8b
	Prosperity	4.2a	9.8a	15.0b	10.0ab	17.5c	32.5b
	LSD _{0.05}	3.2	4.1	6.3	3.1	4.4	3.5
Perennial ryegrass	Eagle	4.2a	9.0a	15.0b	5.8b	15.0c	29.2b
	Paragon GLR	0.0b	9.8a	15.8b	4.2b	13.7c	33.3b
	Brightstar SLT	4.5a	10.7a	23.3b	3.3b	15.8c	33.3b
	LSD _{0.05}	2.1	3.4	8.2	3.2	4.9	5.1
Zoysiagrass	Milok	0.0b	0.0b	0.0c	0.0a	0.0a	0.0c
	Senok	0.0b	0.0b	0.0c	0.0a	0.0a	0.0c
	Kunwoo	0.0b	0.0b	0.0c	0.0a	0.0a	0.0c
	Zenith	5.3a	8.2a	15.3b	12.5ab	23.7c	32.7b
	Dlzandi	0.0b	0.0b	0.0c	0.0a	0.0a	0.0c
	Kumzandi	0.0b	0.0b	0.0c	0.0a	0.0a	0.0c
	Anyangzunggi	0.0b	0.0b	0.0c	0.0a	0.0a	0.0c
	LSD _{0.05}	2.3	3.1	5.2	4.3	6.8	8.4
Crop ^x							
Barley	Chapssal	6.3a	8.4a	10.6a	5.4a	10.2a	13.5a
Wheat	Alchan	0.0b	5.3a	8.6a	5.0a	8.4a	14.8a
	LSD _{0.05}	1.5	2.3	3.5	2.1	3.8	4.2

^z Isolate number is listed in Table 1. ^y Disease severity was based on percent area diseased. ^x Disease severity was based on percent of plants diseased. ^w Values in column with different letters show significant differences at $P = 0.05$ according to the Fisher's protected least significant difference (LSD) test.

한 저항성이 약했던 것으로 판단된다(Chang 등, 2006a).

분리된 황색마름병원균과 설부병원균의 잔디와 화본과 작물에 대한 병원성 평가에 대한 결과는 Table 4와 같다. 처리한 황색마름병원균은 대부분의 잔디와 화본과 식물체에 병을 일으켰다. 균주별 병원성의 차이를 보이는 것으로 나타났다. 예를 들면, 분리 균주 중에서 Isolate 4가 가장 병원성이 강한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 Kim 등(1992a)의 보고와 비슷하였으며, 설부병원균도 균주에 따라 병원성에 차이가 큰 것으로 나타났다. Isolate 8은 다른 균주에 비해 병원성이 강하였고 모든 화본과 식물에 병을 일으켰다. 이러한 경향은 Chang 등(2009)의 보고와 유사하였다. 아울러 본 연구에서 평가에 사용된 모든 잔디와 작물 중(품종)은 황색마름병원균과 설부병원균에 대하여 양적인

반응을 보였으며, 지역이나 분리 기주에 관계없이 병원균 균주간에도 양적인 차이를 나타냈다. 이러한 점은 향후 해당 잔디나 작물 중(품종)의 병 저항성 육종 과정에 응용이 가능할 것으로 보여진다. 특히, 실내나 포장 평가에서 제한된 병원균 균주를 사용해도 해당 잔디나 작물 중(품종)의 병 저항성을 예측 가능하다는 것을 의미한다.

요 약

2008~2009 겨울 동안 강원도와 전라북도 소재 골프장에서 분리한 황색마름병원균(*Rhizoctonia cerealis* Van der Hoeven)과 설부갈색소립균핵병원균(이하 설부병원균)(*Typhula incarnata* Lasch ex Fr.)에 대한 화본과 식물과 잔

Table 4. Disease severity of turfgrass plants inoculated with isolates of *Rhizoctonia cerealis* and *Typhula incarnata* in the growth chamber.

Species	Cultivar	Fungi								
		<i>Rhizoctonia cerealis</i>					<i>Typhula incarnata</i>			
		1 ^z	2	3	4	5	6	7	8	9
Turfgrass ^y										
Creeping bentgrass	Penncross	70.0a ^w	85.8a	85.0a	71.7b	67.5b	94.2a	68.3a	91.7a	99.2a
Zoysiagrass		58.3a	90.8a	92.5a	95.8a	88.3a	97.5a	74.2a	95.3a	99.2a
Perennial ryegrass	Brightstar SLT	55.8a	20.0b	19.2b	70.0b	56.7b	37.5b	20.8b	80.0ab	90.8a
Kentucky bluegrass	Prosperity	12.5b	23.3b	23.3b	84.2a	30.0c	25.0b	55.8a	69.2b	84.2a
Crop ^x										
Tall fescue	Poun	39.2a	78.3a	77.5a	74.2a	59.2a	20.0a	19.2a	95.8a	99.2a
Orchard grass	Cody	40.0a	66.7a	65.8a	71.7a	55.8a	19.2a	12.5a	48.3b	90.0a
Italian ryegrass	Cospid	39.2a	5.0b	4.2b	9.2b	5.8b	0.0c	0.0b	20.8c	36.7b
Barley	Chapssal	4.3b	7.9b	0.0b	4.2b	5.6b	0.0c	0.0b	5.8d	27.5b
Rye	Gokwoo	6.5b	8.3b	4.1b	5.4b	5.4b	7.5b	0.0b	5.8d	0.0c
Wheat	Alchan	6.2b	6.5b	3.5b	4.1b	5.2b	5.8b	0.0b	5.8d	0.0c
Barley	Taekwang	9.3b	7.2b	3.9b	3.1b	7.4b	7.5b	0.0b	7.5d	0.0c
Oat	Samhan	8.2b	6.5b	4.4b	3.0b	6.5b	10.8b	0.0b	6.7d	0.0c

^z Each number is listed in Table 1. ^y Disease severity was based on percent area diseased. ^x Disease severity was based on percent of plants diseased. ^w Values in column with different letters show significant differences at $P = 0.05$ according to the Fisher's protected least significant difference (LSD) test.

디 종(품종)의 저항성이 실내에서 평가되었다. 분리균주의 병원성 검정결과 대부분의 잔디와 화분과 식물에 병을 일으켰지만 균주간의 병원력 차이도 발견되었다. 황색마름 병균은 잔디의 지제부위를 통해 감염하여 연한 갈색의 원형 반점 증상을 보이다가 진전되면 적색을 띠다가 결국 진한 갈색의 증상으로 나타났다. 설부병 증상은 수침형 반점으로 시작해서 전체 식물체를 갈색으로 고사시켰는데, 대부분 감염부위에서 흰색의 균사체가 식물체와 토양을 뒤덮었고 진전되면 다양한 크기의 갈색과 검은색의 독특한 균핵을 형성하였다. 병 발생은 습실기간이 길어질수록 증가하는 경향이였다. 화분과 작물과 잔디의 종(품종)간에는 병원균의 병원력에 차이도 나타났으며 두 병원균에 대해 양적인 차이를 보였다.

주요어: 화분과작물, 저항성평가, *Rhizoctonia cerealis*, 설부병, 잔디, *Typhula incarnata*, Yellow patch

감사의 글

본 연구는 2008년 학술진흥재단 기초과제(과제번호 KRF-2008-313-C00854) 지원에 의해 수행되었습니다. 또한 산업자원부 지정 영동대학교 바이오지역혁신센터(Bio-RIC) 성과활용사업 지원에 의해 일부 수행되었습니다. 이에 감

사 드립니다. 또한 화분과 식물(작물) 종자를 분양해 주신 국립작물과학원과 초지사료연구센터에 감사 드립니다.

참고문헌

1. Bruehl, G.W. 1982. Developing wheat resistant to snow mold in Washington State. Plant Dis. 66:1090-1095.
2. Burpee, L. 1980. *Rhizoctonia cerealis* yellow patch of turfgrass. Plant Dis. 64:1114-1116.
3. Burpee, L. and B. Martin. 1992. Biology of *Rhizoctonia* species associated with turfgrasses. Plant Dis. 76:112-117.
4. Chang, S.W., T.H. Chang, R.A.B. Abler, and G. Jung. 2007. Variation in bentgrass susceptibility to *Typhula incarnata* and in isolate aggressiveness by geographic origin under controlled environment conditions. Plant Dis. 91:446-452.
5. Chang, S.W., T.H. Chang, B.J. Choi, J.H. Song, K.S. Park, and Y.T. Rho. 2009. Antagonistic effects of *Pseudomonas* spp. against turfgrass pathogenic soil fungi. Kor. Turfgrass Sci. 23:209-218.
6. Chang, S.W., T.H. Chang, L. Tredway, and G. Jung. 2006a. Aggressiveness of *Typhula ishikariensis* isolates to cultivars of bentgrass species (*Agrostis* spp.) under controlled environment conditions. Plant Dis. 90:951-956.
7. Chang, S.W. and G. Jung. 2008. The first linkage map of the

- plant-pathogenic basidiomycete *Typhula ishkariensis*. Genome 51:128-136.
8. Chang, S.W., E. Scheef, R.A.B. Abler, M.K. Clayton, P. Thomson, P. Johnson, and G. Jung. 2006b. Distribution of *Typhula* species and *T. ishkariensis* varieties in Wisconsin, Utah, Michigan and Minnesota states. *Phytopathology* 96:926-933.
 9. Ergon, A. and A.M. Tronsmo. 2006. Components of pink snow mould resistance in winter wheat are expressed prior to cold hardening and in detached leaves. *J. Phytopathology* 154:134-142.
 10. Gaudet, D.A., A. Laroche, and M. Yoshida, 1999. Low temperature-wheat-fungal interactions: A carbohydrate connection. *Physiol. Plant* 106:437-444.
 11. Hsiang, T., N. Matsumoto, and S.M. Millett, 1999. Biology and management of *Typhula* snow molds of turfgrass. *Plant Dis.* 86:788-798.
 12. Iriki, N. 1991. Minimum number of replications to estimate snow mold resistance of wheat under field condition. *Bull. Hokkaido Natl. Agric. Exp. Stn. Rep.* 156:91-162.
 13. Iriki, N. and T. Kuwabara. 1992. Field resistance of winter wheat varieties (*Triticum aestivum*) to *Typhula ishkariensis* biotype A, B or C in artificially infected plots. *Japanese J. of Breeding.* 42:843-852.
 14. Jung, G., S.W. Chang, and Y-K. Jo. 2007. A fresh look at fungicides for snow mold control. *Golf Course Management* 7:91-94.
 15. Kim, D.H., E.S. Kim, S.K. Kim, G.M. Shon, and G.W. Song. 2003. Practice in dual-purpose barley for forage and grain with early-sown barley having different winter habits. *Korean J. Crop Sci.* 48:495-500. (In Korean)
 16. Kim, J.H., G.Y. Shim, H.M. Lee, H.S. Moon, and Y.H. Kim. 2007. Identification and chemical control of gray snow molds caused by *Typhula* spp. on golf course in Korea. *Kor. Turfgrass Sci.* 21:147-154. (In Korean).
 17. Kim, J.W., K.Y. Shim, H.J. Kim, and D.H. Lee. 1992a. Identification and pathogenicity of binucleate *Rhizoctonia* isolates causing leaf blight (yellow patch) in turfgrass. *Kor. Turfgrass Sci.* 6:99-112. (In Korean).
 18. Kim, J.W., K.Y. Shim, and D.H. Lee. 1992b. Studies on the ecology of occurrence and identification of *Typhula* snow mold of gramineous plants. I. Several factors affecting growth of *Typhula incarnata*. *Korean Mycol.* 20:37-43. (In Korean).
 19. Kim, W.K., W.D. Cho, and Y.H. Lee. 1991. Hyphal anastomosis and pathogenicity of *Rhizoctonia cerealis* isolates from four kinds of hosts. *Korean J. Plant Pathol.* 7:52-54.
 20. Kiyomoto, R.K. and G.W. Bruehl. 1977. Carbohydrate accumulation and deletion by winter cereals differing in resistance to *Typhula idahoensis*. *Phytopathology* 67:206-211.
 21. Lee, D.H. and J.W. Kim. 1992. Identification and ecology of occurrence of *Typhula* snow mold of graminous plants. I. Characters and pathogenicity of *Typhula incarnata* isolated from diseased turfgrass of snow mold disease. *Korean J. Plant Pathol.* 8:101-106. (In Korean)
 22. Nakajima, T. and J. Abe. 1994. Development of resistance to *Microdochium nivale* in winter wheat during autumn and decline of the resistance under snow. *Can. J. Bot.* 82:211-215.
 23. SAS Institute Inc. 1999. SAS/STAT User's Guide, Version 7-1. SAS Institute, Cary, NC.
 24. Schneider, E.F. and W.L. Seaman. 1988. Saprophytic behaviour of three *Typhula* species on winter wheat substrates. *Can. J. Plant Pathol.* 10:289-296.
 25. Shim, G.Y. and H.K. Kim. 1995. Identification and pathogenicity of *Rhizoctonia* spp. isolated from turfgrass in golf courses in Korea. *Kor. Turfgrass Sci.* 9:235-252. (In Korean).
 26. Smith, J.D. 1981. Snow molds of winter cereals: Guide for diagnosis, culture and pathogenicity. *Can. J. Pathol.* 3:15-25.
 27. Smith, J.D., N. Jackson, and A.R. Woolhouse. 1989. Fungal diseases of amenity turf grasses. E and F. N. Spon, New York.
 28. Wang, J., M.D. Casler, J.C. Stier, J.S. Gregos, and S.M. Millet. 2005. Genotypic variations for snow mold reaction among creeping bentgrass clones. *Crop Sci.* 45:399-406.