

국내 골프장 한국잔디의 라이족토니아마름병 발생

심규열* · 김진원 · 김희규¹

한국잔디연구소, ¹경상대학교 농과대학 농생물학과

Occurrence of Rhizoctonia Blight of Zoysiagrasses in Golf Courses in Korea

Gyu Yul Shim*, Jin Won Kim and Hee Kyu Kim¹

Korea Turfgrass Research Institute, 8th Fl. Hanwon B/D 1449-12, Seocho-Dong,
Seocho-Gu, Seoul 137-070, Korea

¹Department of Agricultural Biology, College of Agriculture, Gyeongsang National
University, Chinju 660-701, Korea

ABSTRACT: Incidence of Rhizoctonia blight ranged from 22.2% to 100% in the golf courses at six geographical locations in Korea from 1989 to 1993. Rhizoctonia blight occurred more severely in southern area than in northern area. Fifty seven isolates of *Rhizoctonia solani* obtained from diseased parts of zoysiagrasses were grouped to AG2-2 by anastomosis test. Pathogenicity tests revealed that this pathogen was strongly pathogenic to Korean lawngrasses (*Zoysia japonica*, *Z. matrella*, *Z. tenuifolia*), but not pathogenic to creeping bentgrass (*Agrostis palustris*), bermudagrass (*Cynodon dactylon*), Kentucky bluegrass (*Poa pratensis*), perennial ryegrass (*Lolium perenne*), and creeping red fescue (*Festuca rubra subsp. rubra* L.). The isolation frequency of *R. solani* AG2-2 from sheaths of the infected plants was the highest by 91.67%, and that from stolons and roots was 11.13% and 5.63% respectively. The pathogen was not isolated from the leaves. Population density of *R. solani* in the lawn of large circular patch was highest on surface soils down to 1 cm deep with the value of 4.9×10^4 (CFU/g soil), but below 1 cm population density decreased sharply down to $0.8 \sim 9.8 \times 10^3$ (CFU/g soil). Horizontal distribution of propagules in turfgrass soil was higher in the margin than in center of patch, where the number of propagules was similar to these of healthy looking soils close to the margin of diseased patch. The meteorological factors influencing the outbreak of the disease were temperature, the number of rainy days and precipitation. Optimum temperature for disease development of Rhizoctonia blight in field was 20~22°C, and that for hyphal growth of *R. solani* AG2-2 *in vitro* was 25~30°C. In Pusan area, Rhizoctonia blight first occurred in late April and rapidly developed in late June. The disease slightly decreased during July to August and developed again in late September in 1993. The monthly disease progress in Pusan area was similar to that in Kyeonggi province.

Key words: *Rhizoctonia solani* AG2-2, Rhizoctonia blight, Population density, Meteorological factors

Rhizoctonia spp.에 의해서 발생하는 잔디병은 미국에서 1920년부터 브라운패치(brown patch)라는 단일 이름으로 통용되어 왔으나 다양한 병징의 발현에 따라 병명에 혼동을 일으켜(2), 1984년 미국식물병리학회(APS)에서 *Rhizoctonia solani*에 의한 것을 Rhizoctonia blight(brown patch), *Rhizoctonia cerealis*에 의한 것을 Yellow patch(cool season brown patch)로,

*Rhizoctonia zea*에 의한 것을 Rhizoctonia leaf and sheath spot으로 구체화하여 명명하였다(1). 국내에서도 *Rhizoctonia solani* AG-1(IB), *Rhizoctonia solani* AG2-2에 의한 벤투그라스 및 한국잔디의 마름증상을 라이족토니아마름병으로 보고한 바 있다(4,7). 그러나 발생생태 등에 관한 연구결과는 거의 없어 본 병해의 효율적인 방제가 이루어지지 않고 있는 실정이다. 본 연구는 최근 국내골프장의 티, 페어웨이에 조성된 한국잔디밭에서 원형 마름증상의 발생으로 심각한

*Corresponding author.

피해를 입고 있어, 이러한 증상의 정확한 발생원인을 구명하기 위하여 병반에서 병원균을 분리, 동정하고, 병원균의 침입부위 및 토양중의 분포밀도를 조사하였으며, 1993년 3월부터 10월까지 부산지역과 경기 지역의 발병상황과 온도, 강우 등 기상요인을 조사하여 발병에 미치는 몇가지 요인을 분석하였다.

재료 및 방법

발병상황 조사. 1989년부터 1993년까지 전국골프장을 대상으로 라이족토니아마름병의 발생율을 지역별로 조사하였으며, 1993년 3월부터 10월말까지 부산지역의 동래골프장과 경기지역의 한양골프장을 대상으로 시기별로 발병율을 조사하여 기상상황과 비교분석하였다. 발병율은 라이족토니아마름병의 피해면적율로 조사하였다.

병원균의 분리 및 동정. 전국 34개 골프장의 잔디밭에서 원형의 마름증상을 보이는 병반지의 가장 자리에서 황갈색으로 고사한 병든 한국잔디를 채취하여 70% ethanol용액에서 30초간, 1% 차아염소산나트륨용액에서 1분간 표면살균하고, 살균수로 씻은 후 2% 물한천배지에 치상하여 25°C의 항온기에서 배양하였다. 배양 1~2일 후 자란 *Rhizoctonia* 균사를 potato dextrose agar(Difco)에 이식하여 25°C에서 5일간 배양하여 Parmeter와 Whitney(13)의 분류방법에 따라 형태적, 배양적 특성을 조사하였다. 균사융합군 검정은 농업기술연구소 병리과로부터 분양받은 *Rhizoctonia solani* AG2-2 표준균주와 분리된 모든 *Rhizoctonia* 균을 대치배양하여 Parmeter 등(12)의 방법에 따라 균사융합여부를 확인하였다.

병원성검정. 공시초종은 한국잔디류인 *Zoysia japonica*, *Z. matrella*, *Z. tenuifolia*와 creeping bentgrass (*Agrostis palustris*), bermudagrass(*Cynodon dactylon*), Kentucky bluegrass(*Poa pratensis*), perennial ryegrass (*Lolium prene*), creeping red fescue(*Festuca rubra* subsp. *rubra* L.)을 사용하였다. 각각의 공시초종은 40×24cm의 사각포트에 포장에서 재배되고 있던 잔디밭장을 이식하여 20~30°C의 온실에서 30일 동안 활착시킨후 병원성검정에 사용하였다. 공시균주는 한양골프장과 동래골프장으로부터 분리한 L-1, L-4 균주를 사용하였다. 접종원은 1,000 ml 삼각플라스크에 모래 380g, oatmeal 20g을 넣어 혼합하고, 증류수 76 ml를 넣어 1일간격으로 2회 연속 살균한 sand-oatmeal배양기에 PDA에서 5일간 배양된 병원균의 균총을 코르크보아로 잘라 5개씩 이식하여 25°C 항온기에서 21일간 배양후 병원성검정에 사용하였다. 제

조된 접종원은 40×24cm의 사각포트에 재배된 잔디에 각각 70g씩 접종하고, 상대습도 95%, 온도 25~30°C의 growth chamber에서 발병을 유도하였다. 병원성은 잔디의 잎이 황갈색으로 마르는 정도를 0~100%까지를 5단계로 나누어 접종 30일후에 조사하였다.

병원균의 분포밀도 조사. 잔디부위별 병원균의 분리빈도를 조사하기 위하여 경기지역 한성골프장의 잔디밭에 발생된 원형병반부위의 잔디를 20cm의 홀카터(hole cutter)로 채취하여 물로 흙을 씻어낸 다음 100개의 개체를 선택하여 각각 잔디를 뿌리, 포복경, 잎집, 잎으로 구분하여 자르고, 70% ethanol과 1% 차아염소산나트륨용액으로 표면살균하여 *Rhizoctonia* 선택배지(8)에 치상하여 25°C 항온기에서 3일 배양후 생성된 *Rhizoctonia solani* 균총을 현미경으로 확인, 조사하였다. 토심별 병원균의 분포밀도를 조사하기 위하여 경기지역에 있는 한성골프장에서 원형마름증상의 병반 가장자리를 직경 20cm 크기의 홀카터(hole cutter)로 5점 채취하여 0~6cm의 흙기둥을 1cm 간격으로 잘라 풍건하고, 2mm체로 고른후 각각 10g씩 채취하여 90ml의 살균수에 희석하였다. 10배 희석법으로 10⁻⁴까지 희석하고 *Pythium*을 억제하기 위하여 fosetyl-AI를 첨가한 Ko와 Hora(8)의 *Rhizoctonia* 선택배지에 0.2ml의 토양원탁액을 취하여 도말하고 25°C에서 1~2일 배양후 형성된 균총을 현미경으로 *Rhizoctonia solani* 균총임을 확인하고 균총수를 조사하였다. 잔디밭 원형병반지의 부위별 병원균의 분포밀도를 조사하기 위하여 병반의 중심으로부터 30cm 간격으로 표면~3cm 층의 토양을 채취하여 앞에서 서술한 방법으로 *Rhizoctonia solani*의 분포밀도를 조사하였다.

결 과

발병상황. 1989년부터 1993년까지 전국골프장을 대상으로 라이족토니아마름병의 발생율을 지역별로 조사한 결과, 제주지역은 4개골프장 모두 발생되어 100%의 발생율을 보였으며, 영남·호남지역은 18개골프장중 73.3%, 경기·강원지역이 29.3%, 충청지역이 22.2%의 발생을 보여 제주지역을 비롯한 남부지방이 높은 발병율을 나타냈다. 1993년 현재 전국골프장 총 89개중 34개골프장에서 발생하여 38.2%의 발생율을 나타내고 있다(Table 1).

병징 및 동정. 병징은 발병초기에 잔디잎이 황갈색으로 나타나며 시일이 경과하면서 발병지는 전형적인 원형의 마름현상으로 변한다. 원형병반지 중심

Table 1. Incidence of *Rhizoctonia* blight caused by *Rhizoctonia solani* AG2-2 in golf courses in Korea from 1989 to 1993

Province	No. of golf courses		Rate of infection(%)
	Investigated	Infected	
Cheju	4	4	100
Yeongnam.Honam	18	11	73.3
Chungcheng	9	2	22.2
Kyeonggi.Kangwon	58	17	29.3
Total	89	34	38.2

부의 오래된 병든 잔디잎은 회백색으로 변하고 병반 가장자리의 진전부위는 황갈색으로 변하며 잎집은 쉽게 뽑힌다. 뽑힌 잎집의 지체부표면에는 갈색의 *Rhizoctonia* 균사매트가 형성되어 있었다(Fig. 1). 전국 골프장의 한국잔디로부터 57개의 *Rhizoctonia* 균주를 분리하여 배양특성 및 균사융합반응을 조사한 결과 균사 직경이 7.5~10.0 μm 로서 갈색을 띠며 감자한 천배지에서 균핵을 전혀 형성하지 않았으며 표준균주 *Rhizoctonia solani* AG2-2와 공시균주 모두 균사 융합반응을 보였다. 이상의 결과로 한국잔디의 원형

병반지로부터 분리한 균을 *Rhizoctonia solani* AG2-2 로 동정하였다.

병원성검정. 잔디초종별 병원성은 한국잔디류인 *Zoysia japonica*, *Z. matrella*, *Z. tenuifolia*에 강하게 나타났으며, 이들중 *Z. japonica*가 가장 이병성으로 나타났다. 반면에 서양잔디류인 creeping bentgrass (*Agrostis palustris*), bermudagrass(*Cynodon dactylon*), Kentucky bluegrass(*Poa pratensis*), perennial ryegrass (*Lolium prene*), creeping red fescue(*Festuca rubra* subsp. *rubra* L.)에는 전혀 병원성이 나타나지 않았다 (Table 2). 병징은 병원균 접종 20일 후부터 잎선단부가 황갈색을 띠며 고사하기 시작하였고, 시간이 경과함에 따라 회백색으로 변하고 잎집이 쉽게 뽑혔다.

병원균의 침입부위 및 토양중 분포밀도. 잔디 부위별 *R. solani* AG2-2의 분리 빈도는 이병개체의 경우, 잎집에서 91.67%로 가장 높게 나타났으며 포북경에서 11.13%, 뿌리에서 5.63%였으나 잎에서는 전혀 분리되지 않았다. 원형발병지내 건전개체의 경우에는 잎집에서 32.23%, 포북경에서 8.47%의 분리 빈도를 나타냈으며 잎 및 뿌리에서는 전혀 분리되지

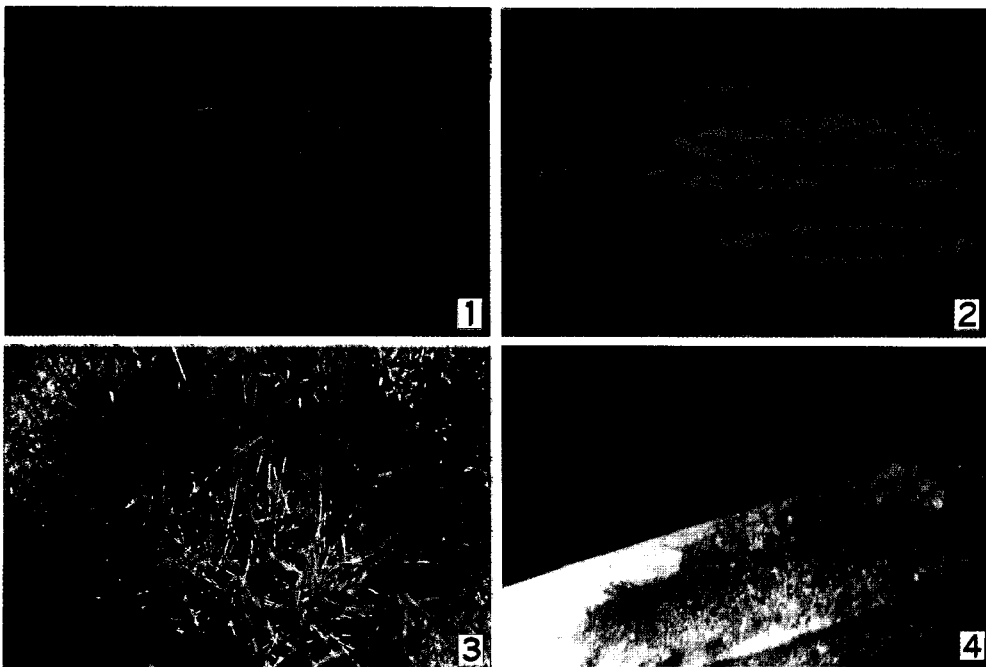


Fig. 1. *Rhizoctonia* blight of zoysiagrasses caused by *Rhizoctonia solani* AG2-2 in the golf courses. 1, circular patches on *Zoysia matrella* planted in the fairway; 2, large circular patches on *Zoysia japonica* planted in the rough area; 3, yellowish brown discoloration of zoysiagrass at the initial stage of blight development; 4, the mycelial mat of *Rhizoctonia solani* AG2-2 on the sheath of zoysiagrass

Table 2. Pathogenicity of *Rhizoctonia solani* AG2-2 by artificial inoculation to turfgrasses

Host	Common name of hosts	Virulence
<i>Zoysia japonica</i>	Zoysiagrass	4.5 ^a
<i>Zoysia matrella</i>	Zoysiagrass	4.0
<i>Zoysia tenuifolia</i>	Zoysiagrass	4.0
<i>Cynodon dactylon</i>	Bermudagrass	0
<i>Agrostis palustris</i>	Creeping bentgrass	0
<i>Poa pratensis</i>	Kentucky bluegrass	0
<i>Lolium preenne</i>	Ryegrass	0
<i>Festuca rubra</i>	Creeping red fescue	0

^a Pathogenicity was evaluated by severity of blight symptoms. Disease rating was made 30 days after inoculation. Range of blight symptoms: 0, no incidence; 1, trace~10%; 2, 11~30%; 3, 31~70%; 4, 71~100%.

Table 3. Isolation frequency of *Rhizoctonia solani* AG2-2 from different parts of zoysiagrass plants

Plant part	Isolation frequency of <i>Rhizoctonia solani</i> AG2-2 (%)	
	Diseased plant	Healthy plant
Leaf	0c ^x	0b
Stem	91.67a	32.23a
Stolon	11.13b	8.47b
Root	5.63bc	0b

^x Number within a column followed by different letters are significantly different (p=0.05) according to Duncan's multiple range test.

Table 4. Vertical distribution of *Rhizoctonia solani* in the field where *Rhizoctonia* blight occurred

Depth from soil surface(cm)	Density of <i>Rhizoctonia solani</i> propagules (×100CFU ^y /g soil)
0~1	491.67a ^y
1~2	98.33b
2~3	52.50b
3~4	48.33b
4~5	33.33b
5~6	8.33b

^y CFU: colony forming unit

^y Number within a column followed by different letters are significantly different (p=0.05) according to Duncan's multiple range test.

않았다(Table 3). 원형발병지의 토심별 *R. solani*의 밀도는 잔디의 마른잎이 쌓여서 형성된 대취층(thatch layer)인 표면~1 cm에서 4.9×10^4 (CFU/g 토양)으로 가장 높았으며 1~6 cm에는 $0.8 \sim 9.8 \times 10^3$

Table 5. Horizontal distribution of *Rhizoctonia solani* from surfaces of circular patch of *Rhizoctonia* blight in field

Radius from center of patch (cm)	Collected site	Density of <i>Rhizoctonia solani</i> propagules (×1000CFU ^y /g soil)
0	Center	3.70b ^y
30	Inside	4.50b
60	Margin	7.98a
90	Adjoining periphery	4.33b
140	Outside	3.23b
190	Outside	3.17b

^x CFU: colony forming unit

^y Number within a column followed by different letters are significantly different (p=0.05) according to Duncan's multiple range test.

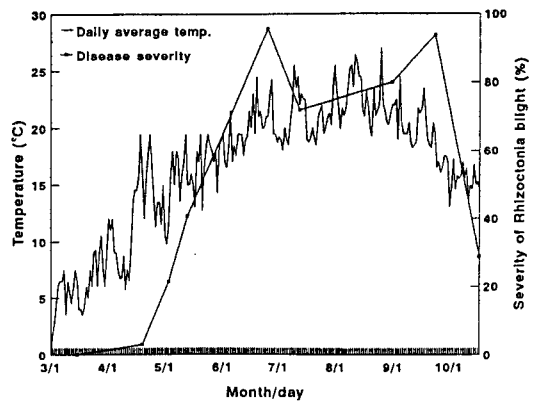


Fig. 2. Relationship between daily average temperature and severity of *Rhizoctonia* blight caused by *R. solani* AG2-2 in Pusan in period March to October, 1993.

(CFU/g 토양)으로 토심이 깊어질수록 떨어지는 경향이였다(Table 4). 원형발병지의 부위에 따른 토양중 병원균의 밀도분포 조사를 위하여 병반의 중심, 가장자리, 바깥쪽의 건전 잔디토양으로 구분하여 조사한 결과, 병반의 가장자리에서 7.98×10^3 (CFU/g 토양)으로 가장 높게 나타났으며 병반중심의 토양과 병반외곽의 건전한 부분의 토양에서는 $3.1 \sim 4.5 \times 10^3$ (CFU/g 토양)으로 거의 비슷하게 나타났다(Table 5).

발병에 미치는 기상요인. 1993년 3월부터 10월까지 부산지역의 동래골프장에서의 라이족토니아마름병의 발병율과 일일평균기온, 강우일수, 강우량을 조사하여 비교 분석하였다. 발병은 4월 20일경부터 시작하여 점차 증가하여 6월말경에 99.8%로 가장 높은 발병율을 나타냈으며, 7월초순부터 8월말경의

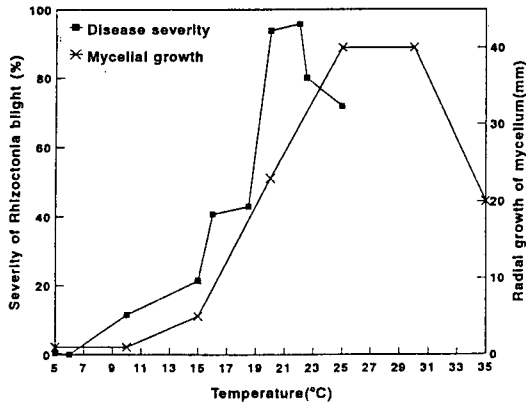


Fig. 3. Severity of Rhizoctonia blight in the field and mycelial growth of *R. solani* AG2-2 on PDA at the different temperature.

Table 6. Relationship between weather condition and severity of Rhizoctonia blight caused by *Rhizoctonia solani* AG2-2 from March to September 1993 in Pusan

Months	Weather condition(days)			Accumulated precipitation (mm)	Disease severity (%)
	Fine	Cloudy	Rainy		
March	20	5	5	37.4	0
April	24	5	1	28.7	2.89
May	21	2	8	136.7	42.45
June	16	4	10	238.6	99.87
July	14	4	13	279.6	74.83
August	12	4	15	680.5	83.41
September	18	7	5	38.0	97.66
October	19	5	0	0	28.80

고온기에는 다소 떨어지는 경향이며, 9월말경에 다시 증가하여 98%의 발병율을 나타내었다. 그리고 10월 말경에는 28%로 급격히 감소하는 것으로 나타났다. 발병율과 일일평균기온을 비교하여 보면 발병은 온도의 변화와 밀접한 관계를 보였으며 일일평균기온이 20°C 전후일때 높은 발생을 보였다(Fig. 2). 포장 상태에서의 발병온도와 실내에서의 균사생육온도를 비교해 본 결과, 발병최적온도는 20~22°C이었으며 균사생육최적온도는 25~30°C로서 약 5~8°C 차이가 나는 것으로 나타났다(Fig. 3). 강우일수 및 강우량과 발병율을 비교해 보면, 월 강우일수가 10일 이상이고 강우량이 월 200 mm 이상인 달에 70% 이상의 높은 발병율을 보였다(Table 6). 부산지역과 경기지역간의 1993년도의 발병경향을 비교해 보면, 전반적인 발생 양상은 비슷하였으며, 최초 발병일은 부산지역이 4월 20일경이었고 경기지역은 5월 20일경으로 부산지역

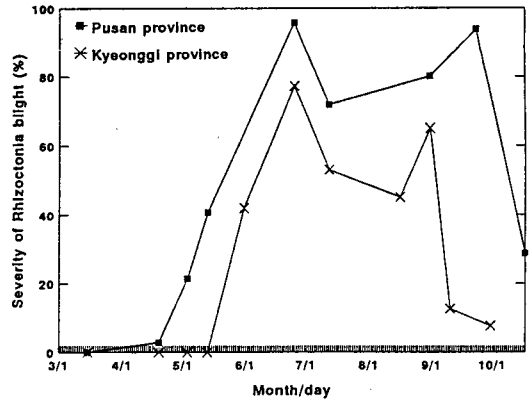


Fig. 4. Rhizoctonia blight progress in Pusan and Kyeonggi province from March to October, 1993.

이 경기지역보다 약 30일 정도 빠른 것으로 나타났다. 발병최성기는 두 지역 모두 6월말부터 시작하여 부산지역은 9월말까지, 경기지역은 9월초순까지로서 부산지역이 약 20일 정도 긴 것으로 나타났다. 총 발병기간은 부산지역이 경기지역 보다 약 50일 정도 긴 것으로 나타났다(Fig. 4).

고 찰

본 연구에서는 골프장에 발생된 한국잔디밭의 원형마름증상으로부터 병원균을 분리·동정한 결과, *Rhizoctonia solani* AG2-2로 동정하였으며 Kim 등(7)이 야구장을 대상으로 조사한 결과와 동일하였으므로 골프장의 한국잔디에 발생하는 대형원형의 마름증상을 라이족토니아마름병으로 명명하는 것이 바람직한 것으로 생각된다. Hurd 등(3)은 *Rhizoctonia solani* AG2-2는 Saint Augustinegrass에 brown patch증상을 일으키며, *Festuca arundinacea*, *Lolium perenne*에는 입고증상을 일으켰으나 *Poa pratensis*, *P. trivialis* 및 *Agrostis palustris*에는 병원성이 없는 것으로 보고하였고, Kim 등(7)은 zoysiagrass에는 강한 병원성을 보였으나 벨트그라스에는 병원성이 약한 것으로 보고하였다. 본 연구에서는 이 균이 한국잔디류인 *Zoysia japonica*, *Z. matrella*, *Z. tenuifolia*에는 강한 병원성을 나타냈으며, *Z. japonica*가 가장 이병성으로 나타났다. 반면에 서양잔디류인 creeping bentgrass (*Agrostis palustris*), bermudagrass(*Cynodon dactylon*), kentucky bluegrass(*Poa pratensis*), perennial ryegrass (*Lolium perenne*), creeping red fescue(*Festuca rubra* subsp. *rubra* L.)에는 전혀 병원성이 나타나지 않았다.

이 결과로 보아 *R. solani* AG2-2는 한국잔디류에 특이적인 병원성을 가지는 것으로 생각되며 zoysiagrass 종간에 병원성의 차이가 나는 것은 이들의 생태적 특성에 기인된 것으로 생각되는데 이에 대해서는 앞으로 연구할 과제라 생각된다.

1989년부터 1993년까지 각 지역별로 본 병해의 발생율을 조사한 결과, 제주지역이 100%, 영호남지역이 73.3%, 경기.강원지역이 32.6%, 충청지역이 16.7%로 나타나 제주지역을 비롯한 남부지방에서 특히 문제가 되고 있는 것으로 나타났다. 이는 남부지역이 북부지역보다 연중 발병기간이 50일 정도 길기 때문으로 생각된다(Fig. 3).

*R. solani*의 잔디부위별 분리빈도 및 병반토양의 토심별 분포밀도로 보아, 잎집은 병원균의 밀도가 가장 높은 대취층(토심 1cm)속에 묻혀 있고 특히 잎집의 지체부에서 병원균의 분리빈도가 높으므로 병원균의 침입은 주로 잎집을 통하여 이루어짐을 알 수 있다. 잔디밭 원형병반의 위치에 따른 토양중 병원균의 밀도 조사결과, 원형병반지 외곽의 건전한 부분의 토양에서도 3.17×10^3 (CFU/g 토양)의 밀도로 분리되는 것은 외곽의 건전한 잔디밭에도 이미 병원균이 감염, 진전되고 있으나 병징의 발현이 되지 않은 상태인 것으로 생각된다.

Kobayashi(5)는 일본 골프장의 *R. solani*에 의한 병은 봄에는 10.1~20.7°C, 가을에는 14.5~24.3°C에 많으며 포장발병최적온도는 20°C라고 하였다. 본 연구에서도 이와 유사하게 일일평균기온이 20°C 전후 일 때 높은 것으로 나타났으나 그 외에도 발병에 미치는 요인으로서 월 강우일수가 10일 이상이면서 강우량이 월 200 mm 이상되는 조건에서 높은 것으로 나타났다. Kobayashi(5)는 주로 봄, 가을에 발생한다고 하였으나 강우일수 및 강우량에 따라 여름에도 발생이 높게 나타날 수도 있음을 알 수 있다. 포장 상태에서의 발병온도와 실내에서의 균사생육온도를 비교해 본 결과, 발병최적온도는 20~22°C이었으며 균사생육최적온도는 25~30°C로서 약 5~8°C 차이가 나는 것으로 나타났는데 이는 zoysiagrass의 생육최적온도가 30°C이므로(6) 이 온도조건에서는 zoysiagrasses의 생육이 왕성하여 병반지의 회복이 빠르기 때문에 발병율이 상대적으로 낮은 것으로 생각된다. 부산지역과 경기지역간의 연간 발병경향을 비교해 보면, 전반적인 발생양상은 비슷하였으나 연중발병기간은 부산지역이 경기지역 보다 약 50일 정도 긴 것으로 나타났다. 따라서 지역간에 발병시점 및 발병시기가 다르므로 방제적기는 지역적인 기상상황을 고려하여 결정되어야 할 것이다.

요 약

1989년부터 1993년까지 국내 골프코스의 티, 페어 웨이에 조성된 한국잔디(*Zoysia japonica*)에 발생된 라이족토니아마름병의 발병율은 22.2%에서 100%로 나타났으며, 남부지역이 북부지역보다 상대적으로 높게 나타났다. 잔디밭 원형병반지의 마름증상을 보이는 잔디로부터 분리한 57개의 *Rhizoctonia solani*는 균사융합군 검정결과 모두 AG2-2군으로 동정되었다. 잔디초종별 병원성은 한국잔디인 *Zoysia japonica*, *Z. matrella*, *Z. tenuifolia*에 강하게 나타났으며 bermudagrass, bentgrass, kentucky bluegrass, ryegrass, fescue에는 병원성이 없었다. 잔디 부위별 *R. solani* AG2-2의 분리 빈도는 이병개체의 경우, 잎집에서 91.67%로 가장 높게 나타났으며 포복경에서 11.13%, 뿌리에서 5.63%였으나 잎에서는 전혀 분리되지 않았다. 발병지 토양의 토심별 *R. solani*의 밀도는 잔디의 마른잎이 쌓여서 형성된 대취층(thatch layer)인 지상부~1 cm에서는 4.9×10^4 (CFU/g 토양)으로 가장 높았고, 1~6 cm에는 $0.8 \sim 9.8 \times 10^3$ (CFU/g 토양)으로 토심이 깊어질수록 감소하는 경향이였다. 원형 발병지의 위치에 따른 토양내의 밀도분포는 병반의 가장자리에서 7.98×10^3 (CFU/g 토양)으로 가장 높게 나타났으며, 원형 병반지 중심의 토양과 병반외곽의 건전한 잔디가 있는 부분의 토양에서는 $3.1 \sim 4.5 \times 10^3$ (CFU/g 토양)으로 거의 비슷하게 나타났다. 발병에 관여하는 기상요인은 온도, 강우일수, 강우량 등으로서 포장 발병최적온도는 20~25°C이고 균사생육 최적온도는 25~30°C였으며, 월 강우일수가 10일이고 강우량이 월 200 mm 이상인 달에 높은 발병율을 보였다. 연중 발병기간은 부산지역이 경기지역 보다 약 50일 정도 긴 것으로 나타났다.

참고문헌

1. Couch, H. B. 1985. Common names for turfgrass diseases. In: *Common names for Plant Diseases*. ed. by J. D. Hansen. *Plant Dis.* 69: 649-676.
2. Couch, H. B., Lucas, L. T. and Haygood, R. A. 1990. The nature and control of Rhizoctonia blight. *Golf Course Manag.* 58: 49-58.
3. Hurd, B. and Grisham, M. P. 1983. *Rhizoctonia* spp. associated with brown patch of Stain Augustinegrass. *Phytopathology* 73: 1661-1665.
4. 정영륜, 김홍태, 김태준, 조광연. 1991. 한국잔디(*Zoysia japonica*)와 bentgrass에서 분리된 *Rhizoctonia* spp.의 배양적특성과 병원성. *한식병지.* 7: 230-235.

5. Kobayashi, K. 1989. Zoysiagrass diseases of Large patch and Spring dead spot caused by *Rhizoctonia*. *Proceedings of the sixth international turfgrass research conference* by H. Takatoh, ed. pp.345-347.
6. 김성태, 김인섭, 김진원, 김호준, 심규열, 양승원, 이정재, 함선규. 1992. Golf장 관리의 기본과 실제. 한국잔디연구소. 80p.
7. Kim, W. G., Shim, G. Y., Cho, W. D. and Lee, Y. H. 1991. Anastomosis groups and pathogenicity of *Rhizoctonia solani* isolates causing Rhizoctonia blight of turfgrasses. *Korean J. Plant Pathol.* 7:257-259.
8. Ko, W. H. and Hora., F. K. 1971. A selective medium for the quantitative determination of *Rhizoctonia solani* in soil. *Phytopathology* 61:707-710.
9. Martin, S. B., and Lucas L. T. 1984. Characterization and pathogenicity of *Rhizoctonia* spp. and binucleate *Rhizoctonia*-like fungi from turfgrass in North Carolina. *Phytopathology* 74:170-175.
10. Ogoshi, A. 1976. Studies on the grouping of *Rhizoctonia solani* Kuhn with hyphal anastomosis and on the perfect stage of groups. *Bull. Natl. Inst. Agric. Sci. C.* 30:1-63.
11. Oniki, M., Kobayashi, K., Araki, T. and Ogoshi, A. 1986. A new disease of turfgrass caused by binucleate *Rhizoctonia* AG-Q. *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 52:850-853.
12. Parmeter, J. R., Jr., Sherwood, R. t. and Platt, W. D. 1969. Anastomosis grouping among isolates of *Thanatephorus cucumeris*. *Phytopathology* 59:1270-1278.
13. Parmeter, J. R., Jr. and Whitney, H. S. 1970. Taxonomy and nomenclature of the imperfect state. In : *Rhizoctonia solani, Biology and pathology.* ed. by Parmeter, J. R., Jr. pp.7-19. Univ. of California Press, Berkeley, Los Angeles and London.
14. Sneh, B., Burpee, L. and Ogoshi, A. 1991. *Identification of Rhizoctonia Species.* The Amer. Phytopath. Soc. Pr. pp.39-42.
15. Smiley, R. W., Dernoeden, P. H. and Clark, B. B. 1992. *Compendium of Turfgrass Diseases.* 2th edition. The Amer. Phytopath. Soc., St. Paul, Minnesota, USA. pp.46-50.