

## 골프장 잔디에 병을 일으키는 *Rhizoctonia*의 동정 및 병원성

沈揆烈·金喜圭\*

韓國 잔디研究所, 慶尙大學校 農科大學 農生物學科\*

### Identification and Pathogenicity of *Rhizoctonia* spp. isolated from Turfgrasses in Golf Courses in Korea

Shim, Gyu-Yul and Hee-Kyu Kim\*

Korea Turfgrass Research Institute,

\*Department of Agricultural Biology, College of Agriculture, Gyeongsang National University

#### ABSTRACT

Turfgrass *Rhizoctonia* blight is a severe disease in golf courses in Korea. Attempts were made in 1989 to 1994 to identify the *Rhizoctonia* species associated with turfgrass blights and also to examine their epidemiology.

A total of 120 *Rhizoctonia* isolates collected were identified as *R. solani* AG1, *R. solani* AG2-2, *R. cerealis*(AG-D) and *R. oryzae* from brown patch, large patch, yellow patch and white patch, respectively. *R. solani* AG1 was mostly associated with brown patch of cool-season grasses, and most frequently isolated in June through July and also in September. *R. solani* AG2-2 was isolated exclusively from zoysiagrasses from April to November, most frequently in June through July and October through November. *R. cerealis* was isolated frequently from both creeping bentgrass in March through April and in November, and zoysiagrass in April and July. Thermophilic *R. oryzae* was isolated only from creeping bentgrass in August, although with very low frequency.

*R. solani* AG2-2 was strongly pathogenic specifically to Korean lawngrasses(*Zoysia japonica*, *Z. matrella*, *Z. tenuifolia*), but non-pathogenic to creeping bentgrass(*Agrostis palustris*), bermudagrass(*Cynodon dactylon*), Kentucky bluegrass(*Poa pratensis*), perennial ryegrass(*Lolium preenne*), and creeping red fescue(*Festuca rubra* subsp. *rubra* L.). *R. cerealis* was strongly pathogenic to zoysiagrass and bentgrass only, but was isolate-specific i.e., from non-pathogenic to pathogenic, for other turfgrasses.

The mycelial growth was optimum at relatively high temperature ranges of 25~30°C for *R. solani* AG1, AG2-2 and *R. oryzae*, while the mycelial growth of *R. cerealis* was initiated at 5°C and almost ceased at or above 30°C.

**Key words:** *Rhizoctonia* species, *Rhizoctonia* blight, Pathogenicity, Mycelial growth

## 서 론

골프장에 조성된 잔디는 이용목적상 매우 섬세하게 관리되어야 하므로 빈번한 예초 및 토양갱신, 시비 등 집약적인 관리작업이 실시되며, 연중 경기자에 의한 답압에 의하여 많은 상처를 받는 등 매우 부적절한 인공환경 하에서 생육이 이루어지고 있다. 때문에 골프장에 조성된 잔디는 야생잔디에 비하여 병 저항성이 극히 저하되어 있으며 이러한 잔디밭에서는 여러 가지 병해가 발생된다.

Couch(1985)에 의하면 잔디에 발생하는 병의 종류는 약 64종에 달하며 이에 관여하는 병원균은 90여종이 있는 것으로 보고되고 있다. 이들중 *Rhizoctonia* spp.에 의해서 발생하는 잔디병은 *Rhizoctonia solani* AG1(IA)(Martin and Lucas, 1983)와 *Rhizoctonia solani* AG2-2(III B)(Hurd and Grisham, 1983)에 의한 brown patch, *Rhizoctonia solani* AG2-2(IV)(Oniki, et al., 1986)에 의한 large patch, *Rhizoctonia cerealis*(Burpee, 1980)에 의한 yellow patch, *Rhizoctonia zae*(Martin and Leucas, 1983)에 의한 *Rhizoctonia* sheath와 leaf spot, *Rhizoctonia oryzae*에 의한 white patch(Tanpo et al., 1990) 등이 외국에서 보고되어 있다. 우리나라에서도 *Rhizoctonia solani* AG1(IB)과 *Rhizoctonia solani* AG2-2에 의한 라이족토니아마름병(정 외, 1991; Kim et al., 1991; 심 외, 1994) 및 *R. cerealis*에 의한 yellow patch 등(Green et al., 1993)에 대한 보고가 있다. 이 미 국내에서 이루어진 결과들의 대부분은 *Rhizoctonia*의 발생에 관한 것으로서 매우 단편적이며 병명의 정립 및 병원학적 특성에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 아직 국내에서는 병명의 정립이 되어 있지 않아 외국명 그대로 사용되는 등 병명의 사용에 있어서 많은 혼돈이 발생하고 있는 실정이다.

본 연구는 1989년부터 1994년까지 전국 골프장을 대상으로 잔디에 병을 일으키는 *Rhizoctonia*를 분리·동정하고, 이들에 의한 병해의 병명을 정립하고 병원학적 특성을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 1. *Rhizoctonia* spp.의 분리빈도 및 발생조사

1989년부터 1994년까지 전국 골프장을 대상으로 잔디밭에 발생한 병반으로부터 *Rhizoctonia* spp.를 분리하여 Trypan blue용액으로 균의 세포를 염색시켜(Burpee et al., 1978) 핵수를 조사하여 다핵성 균주와 2핵성 균주로 구분하고 아래에 기술된 각각 병원균의 분리·동정 방법으로 종과 균사용합균을 확인하여 동정하고 병원균의 종별, 분리초종별 및 시기별로 구분하여 분리빈도를 조사하였다.

### 2. 배양적 특성 및 균사용합

#### 1) Large patch

전국 34개 골프장 잔디밭의 원형의 마름증상 가장자리에서 황갈색으로 고사한 병든 한국잔디를 채취하여 70% ethanol에서 30초간, 1% NaOCl용액으로 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(64)의 분류방법에 따라 형태적, 배양적 특성을 조사하였다. 균사융합군 검정은 농업과학기술원 병리과로부터 분양 받은 *Rhizoctonia solani* AG2-2 표준균주와 분리된 모든 *Rhizoctonia*균을 Parmeter 등(1969)의 방법에 따라 균사융합 여부를 확인하였다.

## 2) Yellow patch

봄철에 전국 골프장의 티, 페어웨이 및 그린 주변에 조성된 zoysiagrass의 병든 개체와 늦가을부터 초봄에 걸쳐 그린에 조성된 bentgrass와 페어웨이에 조성된 Kentucky bluegrass의 병든 개체를 채취하여 앞에서 기술한 large patch 분리방법과 같은 방법으로 병원균을 분리하였다. 형태적 특성은 분리된 균을 PDA에 이식하여 20°C에서 30일간 배양하여 균사의 형태, moniloid cell을 광학현미경으로 관찰하였으며, 균핵의 직경은 균주별로 20개씩 측정하였다. Trypan blue 용액으로 균의 세포를 염색시킨 다음 핵수를 조사하였다(Burpee *et al.*, 1978). 분리균들의 균사 융합 여부는 농업과학기술원 병리과에서 분양 받은 *Rhizoctonia* AG-D(벼에서 분리)를 표준으로 하여 관찰하였고, 분리균간의 균사융합 여부는 Kronland and Stanghellini(1988)의 방법에 따랐다.

## 3. 균사의 생육온도 조사

온도에 따른 균사생육을 조사하기 위하여 zoysiagrass로부터 분리한 *Rhizoctonia solani* AG2-2(Mn23), creeping bentgrass로부터 분리한 *R. solani* AG1(Mn4), zoysiagrass와 creeping bentgrass로부터 분리한 *R. cerealis* 및 *R. oryzae*를 공시하였다. 온도범위는 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35°C로 각각 나누어 PDA배지에서 3일간 배양시킨 후 균총의 성장을 조사하여 생육적응을 결정하였다.

## 4. 병원성 검정

### 1) Large patch

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 잔디뗏장을 이식하여 20~30°C의 온실에서 30일 동안 활착시킨 후 병원성 검정에 사용하였다. 공시균주는 한양골프장과 동래골프장으로부터 분리한 Mn23과 Mn25균주를 사용하였다. 접종원은 1일 간격으로 2회 연속 살균한 sand-oatmeal배양기(1,000ml 삼각플라스크에 모래 380g, oatmeal 20g을 넣어 혼합하고, 증류수 76ml 첨가)에 PDA에서 5일간 배양된 병원균의 균총을 코르크보아로 잘라 5개씩 이식하여 25°C 항온기에서 21일간 배양 후 병원성 검정에 사용하였다. 제조된 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 30일 후에 조사하였다.

### 2) Yellow patch

공시초종으로 한지형 잔디인 perennial ryegrass(*Lolium perenne*), tall fescue(*Festuca arundinacea*), chewings fescue(*F. rubra* var. *commutata*), Kentucky bluegrass(*Poa pratensis*), creeping bentgrass(*Agrostis palustris*)와 난지형 잔디인 bermudagrass(*Cynodon dactylon*), zoysiagrass(*Zoysia japonica*)를 사용하였다. 유기물 : 모래 : 질석을 1 : 2 : 2의 용적비율로 혼합한 상토를 8×16cm 4각포트에 넣고 종자를 파종하여 한지형 잔디는 광조건하에서 23°C, 암조건하에서 18°C의 변온에서 발아시킨 후 30일 동안 점차로 광조건하에서 18°C, 암조건하에서 13°C로 온도를 낮추며 생육시켰고, 난지형 잔디류는 광조건 하에서 25°C의 항온 하에서 발아시킨 후 30일 동안 점차로 광조건 하에서 20°C, 암조건 15°C로 낮추며 생육시켰다. 병원성 검정을 위하여 Bn42, Bn44, Bn48, Bn50, Bn56, Bn59, Bn81, Bn82 및 벼에서 분리한 *Rhizoctonia cerealis*를 공시하였다. 접종원은 large patch병원성 검정 시 사용한 방법으로 제조하여 PDA 배지에서 배양한 공시균주를 이식하여 25°C에서 10일간 증식시킨 다음 공시작물에 접종하고 상대습도를 95%로 유지시켰으며, 20일이 경과한 후에 병원성 정도를 0~100%까지를 5단계로 나누어 조사하였다.

## 結果 및 考察

### 1. *Rhizoctonia* spp. 의 배양적 특성, 균사융합 및 병징

대형 원형 마름증상을 보이는 한국잔디로부터 분리된 40개의 균주는 배양특성 및 균사융합반응을 조사한 결과, 균사 직경은 7.5~10.0 $\mu$ m이며 갈색을 띠고 균핵은 감자한천배지(PDA)에서 배양기의 표면에 부정형 혹은 매트형태(mat shape)로 함입되어 형성되며, 표준균주 *Rhizoctonia solani* AG2-2와 공시균주 모두 균사융합반응을 나타냈으며 각 균주간에도 균사융합반응을 나타냈다(Table 3). 병징은 발병초기에 잔디잎이 황갈색으로 나타나며 시일이 경과하면서 발병지는 직경 1~2m의 전형적인 대형 원형의 마름현상으로 변하였다. 원형 병반 중심부의 오래된 병든 잎은 회백색으로 변하고 병반 가장자리의 진전부위는 황갈색으로 변하며 잎집은 쉽게 뽑혔다. 뽑힌 잎집의 지체부 표면에는 갈색의 *Rhizoctonia* 균사매트가 형성되어 있었다(Plate I). Kim 등(1991)과 심(1994) 등은 *R. solani* AG1, AG2-2에 의한 잔디의 마름증상을 통합하여 라이족토니아마름병으로 명명한 바 있으나 AG1과 AG2-2는 외국에서 brown patch와 large patch로 각각 명명되어 있고, 본 연구의 결과에서도 기주 및 병징이 뚜렷이 구별되므로 구체화하여 명명하는 것이 타당성이 있다고 생각된다. 이상의 결과로 골프장의 페어웨이 zoysiagrass의 대형 원형마름증상으로부터 분리한 병원균은 *Rhizoctonia solani* AG2-2로 동정하고 병명을 갈색퍼짐병(large patch)으로 제안하고자 한다.

Zoysiagrass, bentgrass 및 Kentucky bluegrass에서 분리한 2핵성 *Rhizoctonia*균의 균사는 직경이 2.5~6.3(3.8) $\mu$ m 범위였으며 흰색을 띠었다. Moniloid cell의 크기는 5.8~12.5×15.0~37.  $\mu$ m였다. PDA 배지상에서 균총의 색은 연한 갈색을 나타냈으며, 균핵은 초기에는 흰색을 나타내다가 점차로 짙은 갈색으로 변했으며, 크기는 0.2~2.0mm 범위였다(Table 3). 분리된 균 모두가 표준균주로 사용한 *Rhizoctonia* AG-D와 균사융합 반응을 나타냈으며, 각 분리균간에도 균사융합 반응을 나타냈다. 이상의 결과를 Burpee(1) 연구 결과의 *R. cerealis*의 특성과 매우 유사하였다. 또한 최근의 연구결과에 의하면 2핵성 *Rhizoctonia*균은 균사융합형에 따라 Ceratobasidium Anastomosis Group (CGA) 1~7(Burpee *et al.*, 1980)로 혹은 Binucleate *Rhizoctonia* Anastomosis Groups(AG) A~Q(Oniki *et al.*, 1982, 1986)로 구분하고 있고, 이중 화분과 작물인 잔디류에 병원성을 나타내는 CAG-1과 AG-D는 동일한 균으로 보고된 바 있다(Burpee and

**Table 1.** List of *Rhizoctonia solani*, *Rhizoctonia oryzae* isolates from turfgrasses in 1989 to 1994 in several golf courses in Korea

Isolates	Species identified	Host plants	Geographic origins	Name of golf courses
Mn1	<i>Rhizoctonia solani</i> AG1	<i>Lolium perenne</i>	Kunpo	Anyang
Mn2	<i>Rhizoctonia solani</i> AG1	<i>Zoysia japonica</i>	Kunpo	Anyang
Mn3	<i>Rhizoctonia solani</i> AG1	<i>Agrostis palustris</i>	Kunpo	Anyang
Mn4	<i>Rhizoctonia solani</i> AG1	<i>Agrostis palustris</i>	Kunpo	Anyang
Mn5	<i>Rhizoctonia solani</i> AG2-2	<i>Zoysia japonica</i>	Kunpo	Anyang
Mn6	<i>Rhizoctonia solani</i> AG1	<i>Poa pratensis</i>	Kunpo	Anyang
Mn21	<i>Rhizoctonia solani</i> AG2-2	<i>Zoysia japonica</i>	Seongnam	New Seoul
Mn23	<i>Rhizoctonia solani</i> AG2-2	<i>Zoysia matrella</i>	Pusan	Dongrae
Mn24	<i>Rhizoctonia solani</i> AG2-2	<i>Zoysia japonica</i>	Yongin	Suwon
Mn25	<i>Rhizoctonia solani</i> AG2-2	<i>Zoysia japonica</i>	Yongin	Hanseong
Mn26	<i>Rhizoctonia solani</i> AG1	<i>Agrostis palustris</i>	Kunpo	Anyang
Mn27	<i>Rhizoctonia solani</i> AG2-2	<i>Zoysia japonica</i>	Seoul	Tuksem
Mn32	<i>Rhizoctonia solani</i> AG1	<i>Poa pratensis</i>	Jeju	Jungmun
Mn33	<i>Rhizoctonia solani</i> AG2-2	<i>Zoysia japonica</i>	Jeju	Jungmun
Mn34	<i>Rhizoctonia solani</i> AG2-2	<i>Zoysia matrella</i>	Jeju	Jungmun
Mn35	<i>Rhizoctonia solani</i> AG2-2	<i>Zoysia japonica</i>	Jeju	Ora
Mn36	<i>Rhizoctonia solani</i> AG2-2	<i>Zoysia japonica</i>	Jeju	Ora
Mn37	<i>Rhizoctonia solani</i> AG2-2	<i>Zoysia japonica</i>	Chenan	Dogo
Mn39	<i>Rhizoctonia solani</i> AG2-2	<i>Zoysia japonica</i>	Yongin	Kwanak
Mn40	<i>Rhizoctonia solani</i> AG2-2	<i>Zoysia japonica</i>	Koyang	Hanyang
Mn41	<i>Rhizoctonia solani</i> AG2-2	<i>Zoysia japonica</i>	Yongin	Suwon
Mn42	<i>Rhizoctonia solani</i> AG2-2	<i>Zoysia japonica</i>	Changwon	Changwon
Mn61	<i>Rhizoctonia solani</i> AG2-2	<i>Zoysia japonica</i>	Suwon	Taekyang
Mn63	<i>Rhizoctonia solani</i> AG2-2	<i>Zoysia japonica</i>	Yongin	Gold
Mn64	<i>Rhizoctonia solani</i> AG2-2	<i>Zoysia japonica</i>	Sokcho	Selak plaza
Mn65	<i>Rhizoctonia solani</i> AG2-2	<i>Zoysia japonica</i>	Hyanseong	Namsuwon
Mn71	<i>Rhizoctonia solani</i> AG1	<i>Poa pratensis</i>	Jeju	Jeju
Mn72	<i>Rhizoctonia solani</i> AG2-2	<i>Zoysia japonica</i>	Daegu	Daegu
Mn74	<i>Rhizoctonia oryzae</i>	<i>Agrostis palustris</i>	Kunpo	Anyang
Mn75	<i>Rhizoctonia solani</i> AG2-2	<i>Zoysia japonica</i>	Kyangju	Kwangju
Mn76	<i>Rhizoctonia solani</i> AG2-2	<i>Zoysia japonica</i>	Jinhae	Yongwon
Mn84	<i>Rhizoctonia solani</i> AG2-2	<i>Zoysia japonica</i>	Kyeongju	Bomun
Mn85	<i>Rhizoctonia solani</i> AG1	<i>Agrostis palustris</i>	Yongin	Kwanak
Mn90	<i>Rhizoctonia solani</i> AG2-2	<i>Zoysia japonica</i>	Koyang	New Korea
Mn91	<i>Rhizoctonia solani</i> AG1	<i>Agrostis palustris</i>	Namkyangju	-
Mn93	<i>Rhizoctonia oryzae</i>	<i>Agrostis palustris</i>	Nayangju	Capital
Mn94	<i>Rhizoctonia solani</i> AG2-2	<i>Zoysia japonica</i>	Jeju	Jeju
Mn105	<i>Rhizoctonia solani</i> AG2-2	<i>Zoysia japonica</i>	Kogseong	Kwangju

Martin, 1992; Kim *et al.*, 1991; Oniki *et al.*, 1982). 병징은 티, 페어웨이의 zoysiagrass에는 새싹이 나오는 시기인 4~5월에 직경 30~40cm 정도의 회색원형마름증상으로 나타났고, 감염된 새싹의 잎집에는 반점형의 병반이 나타나고 상위의 잎은 고사하였다. 그린의 bentgrass에는 11월

**Table 2.** List of binucleate *Rhizoctonia* isolates from turfgrasses in 1989 to 1994 in several golf courses in Korea

Isolates	Species identified	Host plants	Geographic origins	Name of golf courses
Bn42	<i>R. cerealis</i>	<i>Agrostis palustris</i> Huds	Koksung	Kwangju
Bn44	"	<i>Agrostis palustris</i> Huds.	Yongin	88
Bn48	"	<i>Agrostis palustris</i> Huds.	Kunpo	Anyang
Bn50	"	<i>Zoysia japonica</i> Steud.	Daejun	Yusung
Bn56	"	<i>Zoysia japonica</i> Steud.	Yongin	88
Bn59	"	<i>Zoysia japonica</i> Steud.	Kwangju	Newseoul
Bn81	"	<i>Agrostis palustris</i> H.	Inchon	Inchonkukje
Bn82	"	<i>Agrostis palustris</i> Huds.	Kunpo	Anyang
#83 <sup>a</sup>	<i>Rhizoctonia</i> AG-D	<i>Oryza sativa</i> L.		
Bn84	<i>R. cerealis</i>	<i>Agrostis palustris</i> Huds.	Daejun	Yusung
Bn85	"	<i>Agrostis palustris</i> Huds.	Chongju	Chongju
Bn86	"	<i>Poa pratensis</i> L.	Cheju	Cheju Chungmun
Bn118	"	<i>Poa pratensis</i> L.	Cheju	Chungmun
Bn119	"	<i>Agrostis palustris</i> Huds.	Kwangju	Namkwangju
Bn120	"	<i>Zoysia japonica</i> Steud.	Chunchon	Chunchon
Bn121	"	<i>Zoysia japonica</i> Steud.	Hwasung	Kwanak
Bn122	"	<i>Zoysia japonica</i> Steud.	Yongin	Suwon
Bn123	"	<i>Zoysia japonica</i> Steud.	Kunpo	Anyang
Bn124	"	<i>Zoysia japonica</i> Steud.	Yeoju	Yeoju
Bn125	"	<i>Zoysia japonica</i> Steud.	Koyang	Hanyang
Bn126	"	<i>Zoysia japonica</i> Steud.	Koksung	Kwangju
Bn127	"	<i>Zoysia japonica</i> Steud.	Daejun	Yusung
Bn128	"	<i>Zoysia japonica</i> Steud.	Hanam	Dongseoul
Bn129	"	<i>Zoysia japonica</i> Steud.	Ichun	Duckpyung
Bn130	"	<i>Zoysia japonica</i> Steud.	Iri	Iri
Bn131	"	<i>Zoysia japonica</i> Steud.	Kyeongsan	Daegu
Bn132	"	<i>Zoysia japonica</i> Steud.	Yongin	Nambu
Bn133	"	<i>Zoysia japonica</i> Steud.	Jungwon	Chungju

<sup>a</sup> Standard isolate from Plant Pathology Division, National Agricultural Science and Technology Institute, Suwon, Korea.

경과 3월경에 직경 30cm의 노란 원형고리모양의 마름증상이 발생하였고 점차 적갈색으로 변하면서 고사하였다(Plate II). Burpee 등(1980)은 *R. cerealis*에 의한 bentgrass의 마름증상을 yellow patch라 명명하였고 우리나라에서도 Kim 등(1991)은 누른잎마름병으로 명명한 바 있고, Kobayashi(1989)은 이른 봄 zoysiagrass에 발생할 경우 春枯病(spring dead spot)이라고 명명하였다. *R. cerealis*는 bentgrass외에 zoysiagrass에도 발병되며 병징이 bentgrass와 현저한 차이를 보이므로 각각 다른 이름으로 명명하는 것이 타당하리라 본다. 본 실험에서는 벼에서 분리된 AG-D(#83)와 공시균주간의 균사융합반응을 실시한 결과 모두 융합반응을 나타낸 것으로 보아 zoysiagrass, bentgrass 및 Kentucky bluegrass로부터 분리된 2핵성의 *Rhizoctonia* 균을 모두 *Rhizoctonia cerealis*로 동정하고 병명을 zoysiagrass에 나타나는 증상을 봄마름병으로, bentgrass에 나타나는 증상을 황색마름병(yellow patch)으로 제안하고자 한다.

**Table 3.** Comparison of morphological characteristics and type of hyphal anastomosis of *Rhizoctonia solani* AG2-2, *Rhizoctonia solani* AG1, *Rhizoctonia oryzae* and binucleate *Rhizoctonia* isolates obtained from several turfgrass

Characteristics	<i>R. solani</i> AG2-2	<i>R. solani</i> AG1	<i>R. oryzae</i>	Binucleate <i>Rhizoctonia</i>
Diameter of runner hyphae( $\mu\text{m}$ )	7.5~10.0	8.4~9.3	7.5~10.0	2.5~6.3(3.8)
Mycelial color	brown	brown	light yellow	White to buff
Size of monilioid cell( $\mu\text{m}$ )	-	-	-	5.5~12.5×12.5~37.5
Sclerotial size(mm)	irregular	0.3~5.0	0.2~0.5	0.2~2.0
Sclerotial color	brown	dark brown	pink~brown	White to brown
Optimum temperature( $^{\circ}\text{C}$ )	25~30	25~30	30	23
Radial growth rate(mm/day)				
in optimum temperature	8.2~10.0	-	-	4.3~6.8
Hyphal anastomosis with				
<i>Rhizoctonia solani</i> AG2-2 <sup>a</sup>	+	-	-	-
<i>Rhizoctonia solani</i> AG1 <sup>a</sup>	-	+	-	-
<i>Rhizoctonia</i> AG-D <sup>a</sup>	-	-	-	+

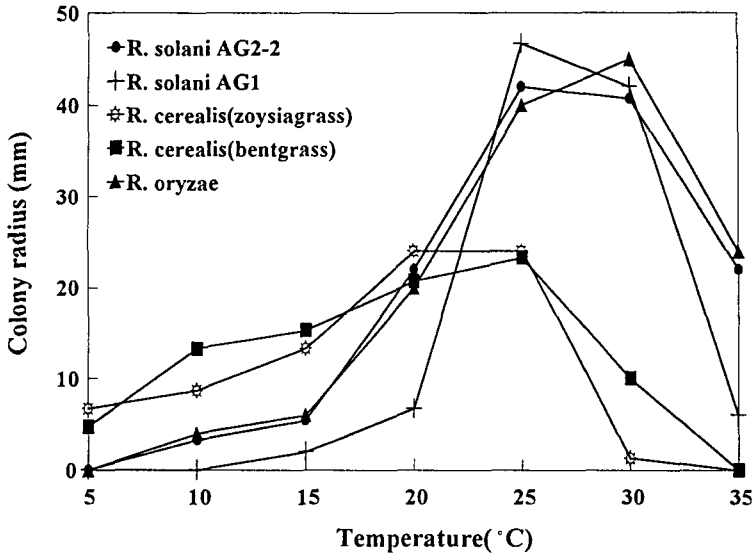
<sup>a</sup> Standard isolate from Plant Pathology Division, National Agricultural Science and Technology Institute, Suwon, Korea.

여름철 고온기에 갈색원형잎마름증상을 보이는 bentgrass, Kentucky bluegrass, perennial ryegrass로부터 분리한 균주는 *R. solani* AG1로 동정하였다. 균사의 직경은 8.4~9.3 $\mu\text{m}$ 이며 갈색을 띄었다. 균핵의 크기는 0.3~5mm이며 어두운 갈색을 띄었다. 분리된 균 모두가 표준균주로 사용한 *R. solani* AG1과 균사융합 반응을 나타내었다(Table 3). 병징은 그린의 bentgrass에서 30cm정도의 갈색원형잎마름증상을 나타낸다(Plate III). 따라서 *R. solani* AG1에 의한 한지형 잔디의 마름증상을 갈색마름병(brown patch)으로 제안한다.

30 $^{\circ}\text{C}$ 이상의 고온기에 bentgrass green의 흰색원형잎마름증상으로부터 분리한 균은 *R. oryzae*로 동정하였다. 균사는 폭이 7.5~10 $\mu\text{m}$ 이며 밝은 노랑색을 띄며 PDA에서 밝은 갈색의 균핵을 형성하였으며 크기는 0.2~0.5mm였다(Table 3). *R. oryzae*는 centifedgrass, St. Augustinegrass에 고온기에 잎마름 증상을 일으키며(Martin and Lucas, 1983), Tanpo 등(Tanpo *et al.*, 1990)은 bentgrass에 *R. oryzae*에 의하여 발생된 patch를 白葉腐病(white patch)이라 명명하였다. 본 연구에서는 *R. oryzae*에 의한 마름증상을 흰마름병(white patch)으로 제안한다(Plate IV).

## 2. 균사의 생육온도 조사

*R. solani* AG2-2는 10 $^{\circ}\text{C}$ 부터 균사생육이 시작되어 점차 증가하여 25~30 $^{\circ}\text{C}$ 에서 가장 높았다. *R. solani* AG1은 15 $^{\circ}\text{C}$ 부터 생육이 시작되어 *R. solani* AG2-2와 유사한 경향을 보였으나 35 $^{\circ}\text{C}$ 에서는 생육이 현저히 떨어졌다. 두 종간 생육을 비교해 보면 균사생육최적온도는 25~30 $^{\circ}\text{C}$ 로 같았으나 저온(10~20 $^{\circ}\text{C}$ )과 고온(35 $^{\circ}\text{C}$ )에서의 균사생장이 *R. solani* AG2-2가 *R. solani* AG1보다 높은 것으로 나타났다. *R. cerealis*는 zoysiagrass로부터 분리한 균주와 creeping bentgrass로부터 분리한 균주간에는 뚜렷한 차이가 없었으며, 모두 5 $^{\circ}\text{C}$ 부터 생육이 시작되어 20~25 $^{\circ}\text{C}$ 에서 가장 높았고 30 $^{\circ}\text{C}$ 이상에서는 생육이 거의 되지 않았다(Fig. 1). 균사생육최적온도는 23 $^{\circ}\text{C}$ 였다(Table 3). *R. solani*와 *R. cerealis*간의 온도에 따른 균사생육을 비교하여 보면 저온(5~15 $^{\circ}\text{C}$ )에



**Fig. 1.** Effect of incubation temperature on the mycelial growth of pathogens of large patch (*Rhizoctonia solani* AG2-2) from zoysiagrass, brown patch (*Rhizoctonia solani* AG1), white patch (*Rhizoctonia oryzae*) from bentgrass, and yellow patch (*Rhizoctonia cerealis*) from zoysiagrasses and bentgrass on potato dextrose agar. The radius of the colony was measured 3 days after incubation at different temperature respectively.

서는 *R. cerealis*가 좋았으며 고온(25~35°C)에서는 *R. solani*가 좋았다. Creeping bentgrass로부터 분리한 *R. oryzae*는 *R. solani* AG1과 AG2-2와 비슷한 균사생육을 보였으며 균사생육최적 온도는 30°C였다(Fig. 1).

*R. solani* AG1, *R. solani* AG2-2, *R. oryzae*는 모두 온도에 따른 균사생장이 유사했으며 특히 *R. oryzae*는 30~35°C의 고온에서도 비교적 생육이 좋았다. 이러한 결과는 병원균의 시기별 분리빈도 조사 결과와 일치하며 발병시기가 주로 고온 다습한 여름철인 것과 관련이 있다고 생각된다. *R. cerealis*의 온도별 균사생장은 분리초종, 분리균간에 유사한 성장형을 나타냈으며, 특히 20~25°C 범위에서 가장 좋았다.

이러한 결과로 보아 *R. cerealis*는 비교적 저온성이며, 이는 발병시기가 주로 초봄이나 늦가을인 것과 관련된다고 본다. 초종에 따라서 발생시기가 다소 차이가 있는 것은 초종의 생육시기와 관련이 있다고 생각되며, zoysiagrass에서 7월경에 발생한 엽교성 병반에서도 *R. cerealis*가 분리되는 것은 그 시기의 잦은 강우에 의한 온도의 저하 즉, 환경요인의 영향인 것으로 생각된다.

### 3. 병원성

*R. solani* AG2-2의 병원성은 한국잔디류인 *Zoysia japonica*, *Z. matrella*, *Z. tenuifolia*에 강하게 나타났으며, 이들중 *Z. japonica*가 가장 크게 나타났다(Table 4). 반면에 서양잔디류인 creeping bentgrass(*Agrostis palustris*), bermudagrass(*Cynodon dactylon*), Kentucky bluegrass(*Poa pratensis*), perennial ryegrass(*Lolium preenne*), creeping red fescue(*Festuca rubra* subsp. *rubra* L.)에는 전혀 병원성이 없었다.

Hurd and Grisham(1983)은 *R. solani* AG2-2는 Saint Augustinegrass에 brown patch증상



**Table 4.** Pathogenicity of *Rhizoctonia solani* AG2-2 to various species of turfgrasses in greenhouse pot tests

Turfgrass species	Common name	Severity of blight
<i>Zoysia japonica</i>	Zoysiagrass	4.5 <sup>a</sup>
<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>	Kentuckey bluegrass	0
<i>Lolium preenne</i>	Ryegrass	0
<i>Festuca rubra</i>	Creeping red fescue	0

<sup>a</sup> Pathogenicity was evaluated by severity of blight symptom. Reading was made by rating the symptom based on blighted leaf area in to five ranges of blight 30 days after inoculation : 0, 0% ; 1, trace~10% ; 2, 11~30% ; 3, 31~70% ; 4, 71~100%.

**Table 5.** Pathogenicity of *Rhizoctonia cerealis* isolates from bentgrass and zoysiagrass

Isolates	Isolation source	Virulence index						
		Warm-season grasses		Cool-season grasses				
		Zoy <sup>a</sup>	Brmu	Cr-bent	K-blu	T-fs	Ch-fs	Pn-ry
Bn42	Cr-bent	4 <sup>x</sup>	2	4	1	3	2	2
Bn42	"	3	2	3	2	2	2	2
Bn48	"	4	3	4	3	3	3	2
Bn81	"	4	2	2	0	1	0	0
Bn50	Zoy	2	1	3	1	0	0	0
Bn56	"	2	2	2	0	0	0	0
Bn59	"	3	2	3	1	0	0	0
<i>Rhizoctonia</i>								
AG-D	Rice	4	4	2	2	0	0	0

<sup>x</sup> Pathogenicity was evaluated by severity of blight symptom. Reading was made by rating the symptom based on blighted leaf area blighted into five ranges 20 days after inoculation : 0, 0% ; 1, trace~10% ; 2, 11~30% ; 3, 31~70% ; 4, 71~100%.

<sup>y</sup> Zoy, zoysiagrass(*Zoysia* spp.) ; Brmu, bermudagrass(*Cynodon dactylon*) ; Cr-bent, Creeping bentgrass(*A. palustris* Huds.) ; K-blu, Kentucky bluegrass(*P. pratensis* L.) ; T-fs, tall fescue(*Festuca arundinacea*) ; Ch-fs, chewing fescue(*Festuca rubra*) ; Pn-ry, Perennial ryegrass(*L. perenne* L.).

을 일으키며, *Festuca arundinacea*, *Lolium perenne*에는 입고증상을 일으켰으나 *Poa pratensis*, *P. trivialis* 및 *Agrostis palustris*에는 병원성이 없는 것으로 보고하였고, Kim 등(1991)은 zoysiagrass에는 강한 병원성을 보였으나 벤투그라스에는 병원성이 약한 것으로 보고하였다.

본 연구에서는 한국잔디류에만 강한 병원성을 나타냈으며 creeping bentgrass(*Agrostis palustris*), bermudagrass(*Cynodon dactylon*), Kentucky bluegrass(*Poa pratensis*), perennial ryegrass(*Lolium preenne*), creeping red fescue(*Festuca rubra* subsp. *rubra* L.)에는 전혀 병원성이 나타나지 않았다. 이러한 결과는 *R. solani* AG2-2가 한국잔디류에 특이적으로 병원성을 가지고 있기 때문인 것으로 생각되며 zoysiagrass 종간에 병원성의 차이가 나는 것은 이들의 생태적 특성에 기인된 것으로 생각되는데 이에 대해서는 앞으로 연구할 과제라 생각된다.

많은 연구자들(Green *et al.*, 1993; Kim *et al.*, 1991; Kobayashi, 1989; 심 등, 1994)은 AG2-2 (IV)가 zoysiagrass에 관여하는 것을 확인하였으며 Oniki 등(1986)은 이들에 의한 병을 large patch라고 명명하였고, Hurd 등(1983)이 보고한 AG2-2 (III B)에 의한 brown patch와는 다른 병해로 구별하였다.

*R. cerealis*의 병원성은 균주간에 다소 차이가 있었다. Zoysiagrass에서 분리한 균주의 경우 난지형 잔디인 zoysiagrass, bermudagrass와 한지형 잔디류인 creeping bentgrass와 Kentucky bluegrass에는 병원성이 인정되었지만, tall fescue, chewings fescue 및 ryegrass에서는 병원성이 없었다. 그러나 bentgrass로부터 분리한 균주 중 Bn81 균주를 제외한 모든 균주는 공시초종 모두에 병원성이 인정되었다(Table 5).

#### 4. *Rhizoctonia* spp. 의 분리빈도

1989년부터 1994년까지 전국 골프장의 잔디밭에 발생한 병반으로부터 총120 여개의 *Rhizoctonia* spp. 를 분리하여 동정하였다(Table 1, 2). 이들 중 *R. solani* AG1(brown patch)은 creeping bentgrass, zoysiagrass, Kentucky bluegrass, ryegrass로부터 각각 분리되었고 bentgrass에서 가장 많은 빈도를 보였다. *R. solani* AG2-2(large patch)는 zoysiagrass로부터 40개 균주가 분리되었으나 다른 초종에서는 전혀 분리되지 않았다.

*R. cerealis*는 creeping bentgrass, zoysiagrass로부터 각각 14, 35개 균주가 분리되었으며, *R. oryzae*는 creeping bentgrass로부터 2 균주가 분리되어 매우 낮은 발생을 보였고, 다른 초종에서는 전혀 분리되지 않았다(Table 6).

*Rhizoctonia* spp.의 분리빈도를 시기별로 분석해 보면 *R. solani* AG2-2는 4월부터 11월까지 지속적으로 분리되는데 특히 6월, 7월경과 10월, 11월경에 높은 분리빈도를 나타냈다. *R. solani* AG1은 creeping bentgrass에서 5월부터 10월까지 지속적으로 분리되는데 6월, 7월, 9월에 높게 나타났다. 다른 모든 초종에서도 6월, 7월에 대부분 분리되었다. *R. cerealis*는 zoysiagrass에서 4월과 7월경에 높게 나타났으며, 4월에는 줄기에 반점형의 병반이 주로 나타났으며 7월에는 장마기에 앞에만 병징이 나타났다. Creeping bentgrass에서는 3월, 4월과 11월에 분리되었다. *R. oryzae*는 creeping bentgrass에서 8월에 분리되었으며 분리빈도가 매우 낮았다(Table 6).

이러한 결과로 보아 우리나라 골프코스에 병을 일으키는 *Rhizoctonia* spp. 는 *R. solani* AG1 (brown patch)과 *R. solani* AG2-2(large patch), *R. cerealis*(yellow patch), *R. oryzae*(white patch) 등이었다. 외국의 경우에도 *R. solani* AG1, *R. solani* AG2-2, *R. cerealis*, *R. oryzae*, *R. zeae*가 많은 연구자들에 의하여 밝혀져 있고 이들에 의한 병해의 이름도 대부분 확립되어 있다 (Burton *et al.*, 1988; Martin and Lucas, 1983; Martin and Lucas, 1984; Oniki *et al.*, 1986; Tanpo *et al.*, 1990). 본 연구에서 확인된 *Rhizoctonia* spp. 도 외국의 보고와 대부분 일치하였으나 *R. zeae*에 의한 병해는 확인되지 않았다. 또한 외국의 경우에는 *R. solani* AG2-2에 의한 large patch의 피해에 대한 보고가 많지 않으나 일본과 우리나라에서는 이 병해가 특히 문제가 되고 있다. 이러한 현상은 *R. solani* AG2-2의 병원성이 한국잔디류에만 특이적이며, 우리나라를 비롯한 동남아시아지역에서 주로 이용되는 초종이기 때문인 것으로 생각된다.

초종과 시기별 병원균 분리빈도로 보아 *R. solani* AG2-2에 의한 large patch는 봄, 가을에 골프장의 페어웨이, 티잉그라운드 등에서 주로 발생되며, *R. solani* AG1과 *R. oryzae*는 bentgrass green에서 여름에 발생하는 고온성 병해이고, *R. cerealis*는 페어웨이와 티잉그라운드에서 식재된 zoysiagrass에서 봄에 발생되고 있으며 bentgrass green에서는 초겨울과 초봄에 나타나는 저온

**Table 6.** Seasonal isolate frequency of *Rhizoctonia* spp. zoysiagrasses, bentgrass, Kentucky bluegrass and perennial ryegrass in growing season of 1989 to 1994 in Korea

Isolation month	Isolate frequency of							
	<i>R. solani</i> AG2-2		<i>R. solani</i> AG1			<i>R. cerealis</i>		<i>R. oryzae</i>
	Zoy <sup>x</sup>	Zoy	Cr-bent	K-blu	Pn-ry	Zoy	Cr-bent	Cr-bent
March	— <sup>y</sup>	—	—	—	—	—	(57.1)	—
April	1( 2.5) <sup>z</sup>	—	—	—	—	18(51.4)	4(28.6)	—
May	3( 7.5)	—	1( 7.1)	—	—	2( 5.7)	—	—
June	7(17.5)	—	4(28.6)	2(50)	1(50.0)	2( 5.7)	—	—
July	12(30.0)	2(100)	3(21.4)	2(50)	1(50.0)	12(34.3)	—	—
August	1( 2.5)	—	1( 7.1)	—	—	1( 2.9)	—	2(100)
September	2( 5.0)	—	4(28.6)	—	—	—	—	—
October	9(22.5)	—	1( 7.1)	—	—	—	—	—
November	5(12.5)	—	—	—	—	—	2(14.3)	—
Total	40	2	14	4	2	35	14	2

<sup>x</sup> Zoy, zoysiagrass (*Zoysia* spp.) ; K-blu, Kentucky bluegrass (*P. pratensis* L.) ; Cr-bent, Creeping bentgrass (*A. palustris* Huds.) ; Pn-ry, Perennial ryegrass (*L. perenne* L.).

<sup>y</sup> not isolated

<sup>z</sup> The value within parenthesis indicates the percent of isolation frequency.

성 병해임을 알 수 있다(Table 6).

## 적 요

국내 골프장의 잔디에 *Rhizoctonia* 마름증상이 문제가 되고 있어 발병원인을 밝히고 병명을 정립하고자 1989년부터 1994년까지 이에 관여하는 병원균을 각각 분리, 동정하고, 병원성과 발병생태를 조사하였다.

전국 골프장으로부터 총 120여 개의 *Rhizoctonia* spp.를 분리하여 *R. solani* AG1에 의한 갈색마름병, *R. solani* AG2-2에 의한 갈색퍼짐병, *R. oryzae*에 의한 흰마름병, zoysiagrass의 경우 *R. cerealis*에 의한 황색마름병, bentgrass의 경우 *R. cerealis*에 의한 봄마름병으로 각각 동정하였다. *R. solani* AG2-2는 zoysiagrass에서만 분리되었으며 6~7월과 10~11월에 분리빈도가 높았다. *R. solani* AG1은 한지형 잔디에서 6~7월, 9월에 높은 분리빈도를 보였다. *R. cerealis* (AG-D)는 zoysiagrass와 bentgrass로부터 봄, 가을에 높은 분리빈도를 보였다. *R. oryzae*는 creeping bentgrass에서 고온기인 8월에만 분리되었다. *R. solani* AG1, *R. solani* AG2-2 및 *R. oryzae* 균사생육최적온도는 25~30°C범위로 비교적 고온성이며, *R. cerealis*는 5°C부터 생육이 되며 30°C이상에서는 생육이 거의 되지 않는 저온성이었다.

AG2-2는 한국잔디류(*Zoysia japonica*, *Z. matrella*, *Z. tenuifolia*)에 병원성이 특이적으로 강하였으나, Bermudagrass, Bentgrass, Kentucky bluegrass, Ryegrass, Fescue에는 병원성이 없었다. *R. cerealis*의 병원성 정도는 균주간에 다양하게 나타났으며 zoysiagrass와 bentgrass에 강하였다.

## 인용문헌

1. Burpee, L.L. 1980. *Rhizoctonia cerealis* causes yellow patch of turfgrasses. Plant Dis. 64 : 1114-1116.
2. Burpee, L., and Martin, B. 1992. Biology of *Rhizoctonia* species associated with turfgrasses. Plant Dis. 76 : 112-117.
3. Burpee, L.L., Sanders, P.L., Cole, H., Jr., and Kim, S. H. 1978. A staining technique for nuclei of *Rhizoctonia solani* and related fungi. Mycologia 70 : 1281-1283.
4. Burpee, L.L., Sanders, P. l., Cole, H., Jr., and Sherwood, R.T. 1980. Pathogenicity of *Ceratobasidium cornigerum* and related fungi representing five anastomosis groups. Phytopathology 70 : 843-846.
5. Burpee, L.L., Sanders, P.L., Cole, H., Jr., and Shewood, R.T. 1980. Anastomosis groups among isolates of *Ceratobasidium cornigerrum* and related fungi. Mycologia 62 : 689-701.
6. Burton, R.J., Coley-Smith, J.R., and Wareing, P.W. 1988. *Rhizoctonia oryzae* and *R. solani* associated with barley stunt disease in the United Kingdom. Trans. Br. Mycol. Soc. 91 : 409- 417.
7. 정영륜, 김홍태, 김태준, 조광연. 1991. 한국들잔디(Zoysiagrass)와 bentgrass 에서 분리된 *Rhizoctonia* spp. 의 배양적 특성과 병원성. 한식병지 7 : 230-235.
8. Couch, H.B. 1985. Common names for turfgrass diseases. In Common names for plant diseases. Plant Dis. 69 : 672-675.
9. Green II, D.E, Fry, J.D., Pair, J.C., and Tisserat, N. A. 1993. Pathogenicity of *Rhizoctonia solani* AG2-2 and *Ophiosphaerella herpotricha* on zoysiagrass. Plant Dis. 77 : 1040-1044.
10. Hurd, B., and Grisham, M.P. 1983. *Rhizoctonia* spp. associated with brown patch of St. Augustinegrass. Phytopathology 73 : 1661-1665.
11. 김진원, 심규열, 김호준, 이두형. 1992. 잔디의 잎마름증상(Yellow patch)을 일으키는 2핵성 *Rhizoctonia*의 동정 및 병원성. 한국잔디학회지 : 6(2) 99-112
12. Kim, W.G., Cho, W.D., and Lee, Y.H. 1991. Hyphal anastomosis and pathogenicity of *Rhizoctonia cerealis* isolate from four kinds hosts. Korean J. Plant Pathol. 7(4) : 52-54.
13. 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.
14. Kobayashi, K. 1989. Zoysiagrass diseases of large patch and spring dead spot caused by *Rhizoctonia*. Proceeding of the 6th Internation Turfgrass Conference. p. 345-347.
15. Kronland, W.C., and Stanghellini, M. E. 1988. Clean slide technique for the observation of anastomosis and nuclear condition of *Rhizoctonia solani*. Phytopathology 78 : 820-822.
16. Martin, S.B., and Lucas, L.T. 1983. Pathogenicity of *Rhizoctonia zae* to tall fescue and

- other turfgrasses. *Plant Dis.* 67 : 676-678.
17. Martin, S.B., and Lucas L.T. 1984. Characterization and pathogenicity of *Rhizoctonia* spp. and binucleate *Rhizoctonia*-like fungi from turfgrasses in North Carolina. *Phytopathology* 74 : 170-175.
  18. Oniki, M., Kobayashi, K., Araki, T., and Ogoshi, A. 1986. A new disease of turfgrass caused by binucleate *Rhizoctonia* AG-Q. *Ann. Phytopathol. Soc. Japan* 52 : 850-853.
  19. Oniki, M., Ogoshi, A., and Araki, T. 1982. 2核 *Rhizoctonia*의 菌絲融合群D群(ムキ類株腐病菌)의 完全世代形成. *Ann. Phytopathol. Soc. Japan* 48 : 357.
  20. Parmeter, J.R., Jr., Sherwood, R.T., and Platt, W.D. 1969. Anastomosis grouping among isolates of *Thanatephorus cucumeris*. *Phytopathology* 59 : 1270-1278.
  21. 심규열, 김진원, 김희규. 1994. 국내 골프장 한국잔디에 라이족토니아마름병 발생. *한식병지* 10(1) : 54-60.
  22. Tanpo, H., Tsukamoto, T., Tani, T., and Ogoshi, A. 1990. A new disease found in Japan on bentgrass turf caused by *Rhizoctonia oryzae*. *J. Japanese Society of Turfgrass Science* 18(2) : 7-14.

## EXPLANATION OF PLATES

Plate I. Large patch of zoysiagrasses caused by *Rhizoctonia solani* AG2-2 in the golf courses.

1, large patches on *Zoysia matrella* planted in the fairway ; 2, large patches on *Zoysia japonica* planted in the rough area ; 3, yellowish brown discoloration of zoysiagrass at the initial stage of blight development ; 4, circular patch on zoysiagrass at the middle stage of blight development ; 5, affected sheaths of zoysiagrass pulled from point of attachment where infection occur ; 6, the mycelial mat of *Rhizoctonia solani* AG2-2 on the sheath of zoysiagrass

Plate II. Yellow patch on creeping bentgrass and zoysiagrass caused by *Rhizoctonia cerealis* in the golf courses.

1, yellow patch on creeping bentgrass planted in the green ; 2, redish brown discoloration of creeping bentgrass at the later stage of blight development ; 3, spring dead spot on zoysiagrass planted in the teeing ground ; 4, sheath spot (stem lesions) of zoysiagrass in the spring ; 5, leaf blight of zoysiagrass in the summer with rainy season ; 6, leaf blight (leaf lesions) of zoysiagrass in the summer with rainy season

Plate III. Brown patch on creeping bentgrass caused by *Rhizoctonia solani* AG1 in the golf courses.

1, brown patch on bentgrass green mowed below 5mm plant hight ; 2, smoke ring on the bentgrass rough mowed above 20mm plant hight

Plate IV. 1, 2, white patches on the bentgrass green caused by *Rhizoctonia oryzae* in the middle summer

Plate V. Cultural and morphological characteristics of *Rhizoctonia* spp. associated with turfgrass diseases on potato dextrose agar.

1, colony of *Rhizoctonia solani* AG2-2 ; 2, colony of *Rhizoctonia solani* AG1 ; 3, colony of *Rhizoctonia cerealis* ; 4, colony of *Rhizoctonia oryzae* ; 5, sclerotia of *Rhizoctonia cerealis* ; 6, sclerotia of *Rhizoctonia oryzae* ; 7, hyphae of *Rhizoctonia solani* AG2-2 ; 8, hyphae of *Rhizoctonia oryzae* ; 9, nuclear in the hyphal cells of *Rhizoctonia cerealis* ; 10, anastomosis between isolates of *Rhizoctonia* spp.

Plate I.

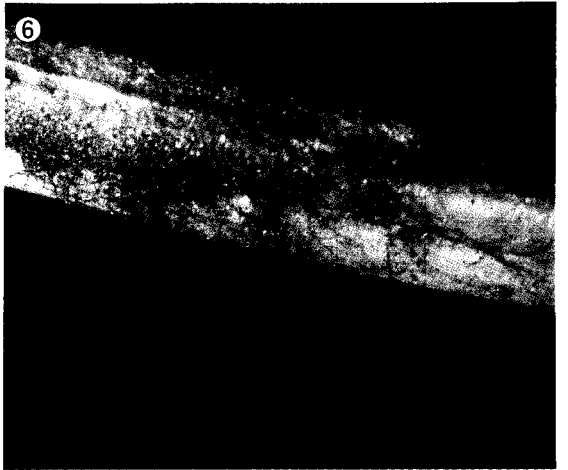
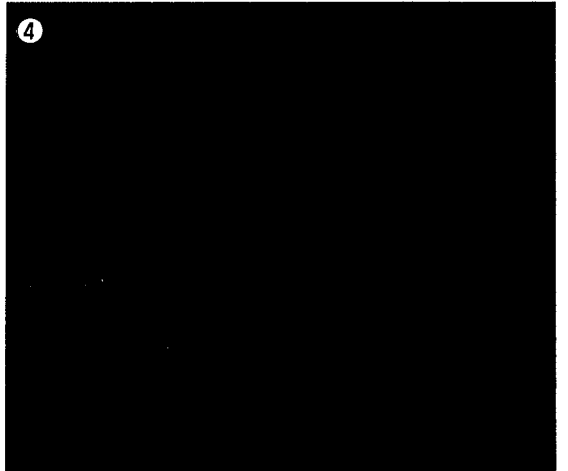
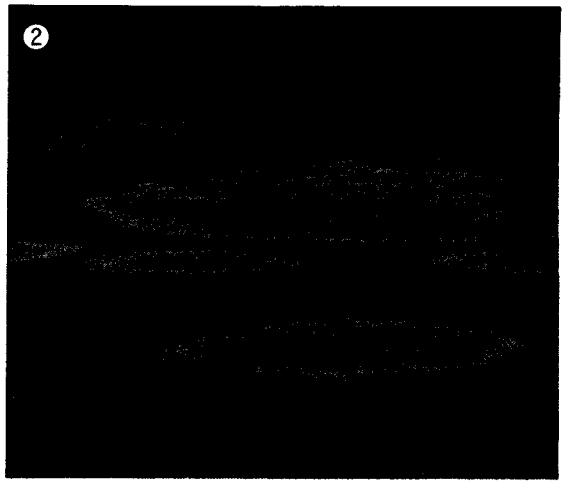
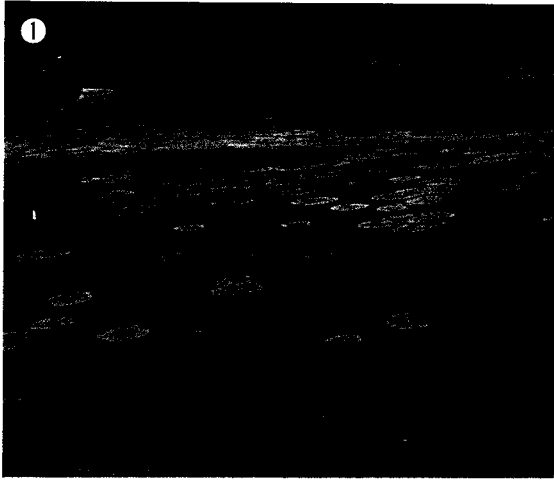


Plate II.

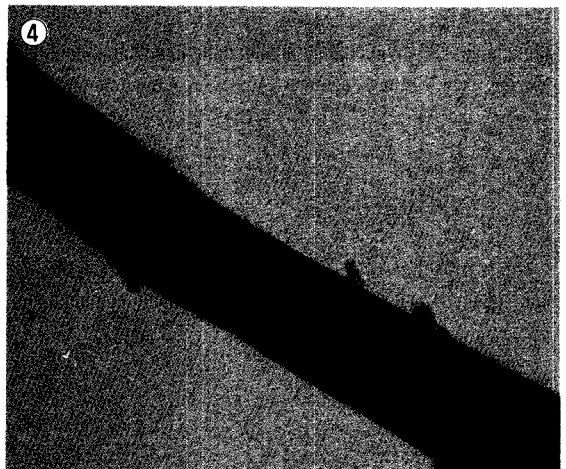
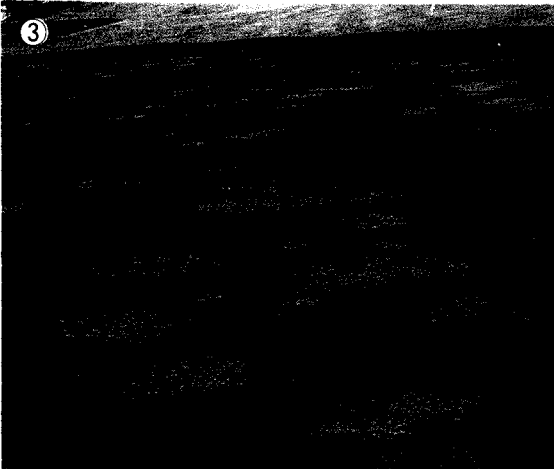
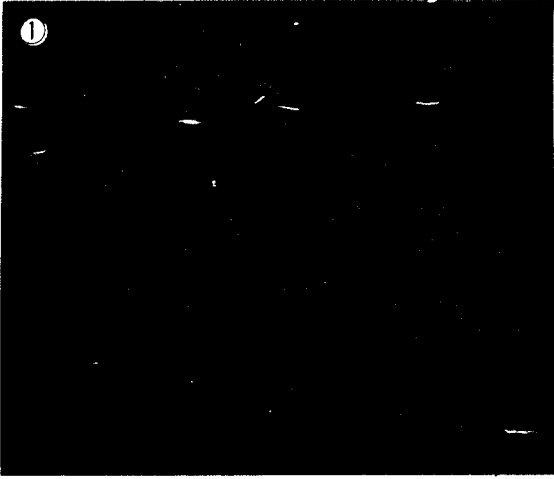




Plate III.

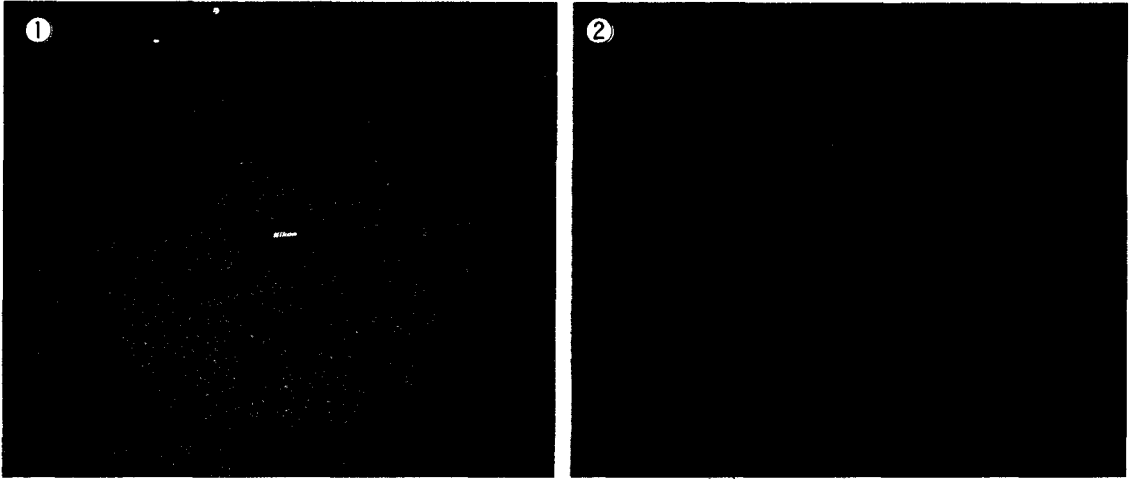


Plate IV.

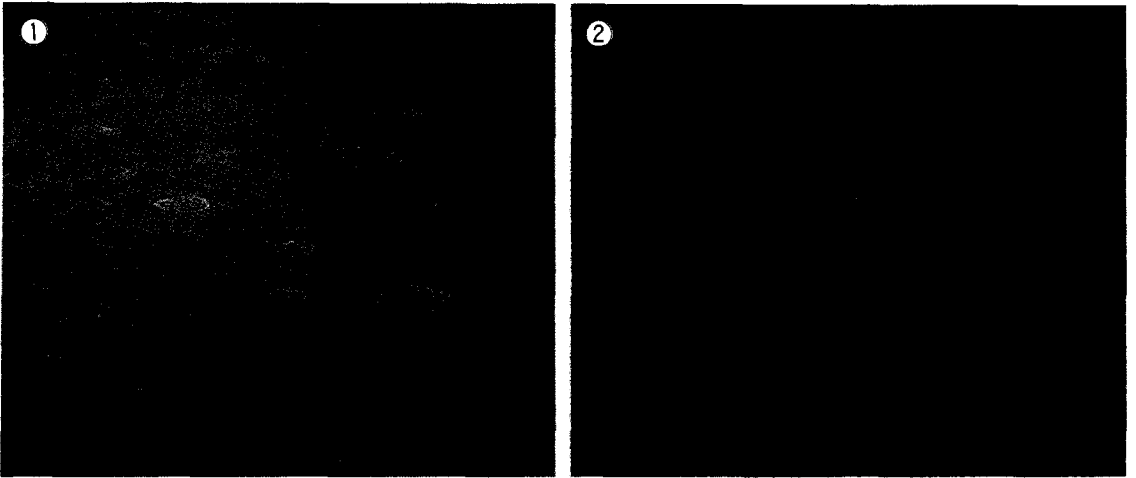


Plate V.

