

골프장의 난지형 잔디에 발생하는 *Large patch*의 발병 특성

우현녕¹ · 김기림¹ · 김혜진¹ · 정덕영^{1*}

¹충남대학교 농업생명과학대학 생물환경화학과

Characteristics of large patch occurrence at warm-season turfgrass in golf course

Hyun-Nyung Woo¹, Gi-Rim Kim¹, Hye-Jin Kim¹, Doug-Young Chung^{1*}

¹Dept. of Bio-environmental Chemistry, College of Agriculture and Life Sciences, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

Received on 11 May 2011, revised on 3 June 2011, accepted on 20 June 2011

Abstract : This investigation was conducted to develop an integrated disease management system against large patch disease occurred in a golf course. Large patch, brown patch, and Rhizoctonia blight sometimes are used interchangeably by turfgrass managers and researchers. Large patch disease of zoysiagrass is caused by a soilborne fungus called *Rhizoctonia solani*. Although this fungus is very similar to the one that causes brown patch disease of cool-season turfgrasses in mid-summer. Large patch development is favored by high thatch and soil moisture. Avoid overwatering the turfgrass, especially in the fall or early spring. Poorly-drained areas are very susceptible to injury from large patch and should be reconstructed (draining tiles, etc) to avoid soil saturation. However, control of yellow patch with fungicides is normally not recommended because the disease has only cosmetic effects and symptoms are usually very short-lived. Therefore, we reviewed the symptom of large patch to look for control method by soil management method.

Key words : Large patch, Warm-season Turfgrass, *Rhizoctonia solani*, Golf course

I. 서론

해를 거듭할수록 국내의 골프인구가 차츰 증가하고 있는 추세이다. 이에 따라 골프장 건설경기도 활발하여 2010년 현재 국내의 골프장 개수는 총 257개로 증가하고 있다(KTRI, 2010). 국내 골프장에서는 효과적인 잔디 조성을 위해 티잉그라운드에서 한지형 잔디를 사용하거나 과파종하여 한국잔디와 한지형 잔디를 이행하는 방법도 몇몇 골프장에서 시도되고 있다(KTRI, 2007). 이에 따라 잔디의 병해를 방지하기 위한 골프장에 따른 사용 농약의 종류 및 사용량이 상이하나 평균 ha당 사용량은 5.4 kg이었다(최고 14.3 kg/ha, 최저 0.1 kg/ha)(KTRI, 2007).

국내에서도 *Rhizoctonia solani* AG-1, *Rhizoctonia solani* AG-2-2에 의한 Bentgrass 및 한국잔디의 마름증상인 *Rhizoctonia* 마름병(Large patch)으로 보고한 바 있

다(Shim과 Kim, 1994). 국내의 골프장 그린에는 한지형 잔디인 Bentgrass, Fairway에는 난지형인 한국 잔디가 주로 식재되어 있는데 *Rhizoctonia solani*에 의한 피해가 나타나고 있다(KTRI, 2007).

최근 골프장에는 환경적 조건과 이용하는 이용자들의 답압 등으로 인해 Large patch의 병원균인 *Rhizoctonia solani* AG2-2는 Thatch layer에 서식하면서 잔디의 뿌리 또는 관부를 침입한다(KTRI, 2007). 한편 기주식물이 없어도 토양에서 부생적으로 서식하고, 강수량 증가, 배수 불량과 같은 발병 환경 조건에서는 병의 진전이 매우 급속도로 이루어지며(Jung 등, 2008), Large patch의 병원균에 감염되면 식물체내에 암모니아 축적되어 생장에 해를 미치는 등 방제에 대부분 차지하는 농약의 과다한 처리에도 불구하고 완전한 방제가 일어나지 않은 채 오히려 환경오염의 결과를 나타나게 된다.

따라서 본 조사를 통해 국내 골프장에 식재 되어 있는 난지형에서 발생하는 라지패취에 대한 병반과 병원균의 발

*Corresponding author: Tel: +82-42-821-6739

E-mail address: dychung@cnu.ac.kr

생 특성을 조사하여 현재 문제점으로 지적되고 있는 토양 관리를 통한 라지패취 병발생을 제어하는 기초 연구에 적용하고자 본 조사를 실시하였다.

II. 잔디종류와 Patch 발병 특성

1. 잔디종류

일반적으로 잔디는 원래 병에 대하여 강한 저항성을 가지지만 골프장에서 사용되는 잔디는 특수한 목적으로 재배 관리를 하는 경우이다. 따라서 기계적인 작업과 경기자에 의해서 밟기와 상처 등의 스트레스 받으므로 야생 잔디에 비하여 병에 대한 저항성이 매우 약하므로 여러 가지 병해가 발생 한다(Tani, 1986; Aaron와 Richard, 2005.). *Rhizoctonia*에 의해 발생하는 주요 잔디병해는 다양하게 나타나고 있다(Couch, 1985). 현재까지 알려진 잔디에 발생하는 병의 종류는 64 종에 달하며, 이에 관여하는 병원균은 90여 종이 있는 것으로 보고되어 있고, 이 중에서는 *Rhizoctonia solani*에 의한 병해가 가장 심한 것으로 알려

져 있다(KTRI, 2007).

잔디유형에 따른 골프장코스에 이용되는 잔디의 종류를 살펴보고 난지형 잔디는 온난 건조 습윤 지대에서 묘지, 골프장 페어웨이, 티에서 이용되고 한지형 잔디는 서늘한 환경조건에서 생육이 왕성하게 일어나고 골프장 그린, 러프 페어웨이에 이용된다(Table 1). 대부분 국내 골프장에서는 온난, 건조한 기후를 가지는 난지형 잔디로 되어있다 (Table 2).

2. Patch 발병 특성

Patch는 병이나 해충 등의 이유로 골프장 페어웨이 가운데 잔디가 잘 자라지 못한 부분을 가리킨다. 잔디가 휴면에 들어가는 늦은 가을과 휴면에서 깨어나는 이른 봄에 발생 되는 것이 가장 일반적이다. 그러나 한 여름에도 장마기, 습한 지역, 음지 등에서 발생되기도 한다(Smith, 1972; KTRI, 2007).

Shim과 Kim(1995)이 발표한 결과에 따르면 패취의 크기는 직경 약 60 cm에서부터 6 m에 이르기까지 매우 다양

Table 1. Types of grasses found in golf courses (Sejong, 2005; Namunet, 2010).

Grass type	Putting green	Tee, Fairway	Rough
Warm	버뮤다, 비로드, 금잔디	버뮤다그래스, 들잔디, 금잔디, 세인트 오커스틴	버뮤다그래스, 센티페데, 블루그라머, 들잔디, 세인트 오커스틴, 버팔로, 카페트, 바이하, 휘트, 러브,
Cold	크리핑, 벤투그래스, 애뉴얼블루	크리핑 벤투그래스, 추잉웬스큐, 레드웬스큐, 블루그래스, 켄터키 블루그래스, 퍼레니알 라이그래스, 코로니알 벤투그래스,	크리핑 벤투, 러브, 켄터키 블루, 퍼레니알라이, 추잉 웬스큐, 레드웬스큐, 쉘웬스큐, 하드웬스큐, 메도우웬스큐, 톨웬스큐

Table 2. Comparisons of grasses growing in warm and cold seasons (KTRI, 2007).

구분	환경조건	잔디종류	주요특징	이용
난지형	온난, 건조, 습윤 (27~35°C, 봄철 유리)	광엽형(5 mm이상)	토양적용성 및 내한성 우수	묘지, 경사면
		중엽형(3~4 mm)	줄기가 직립하여 질감이 우수	골프장 페어웨이
		세엽형(1~2 mm)	내한성, thatch가 많이 발생	골프장 티
		버뮤다그래스	내건성 및 생육속도가 우수	골프장
한지형	서늘한 환경 조건 생육 왕성(15~24°C, 초봄 초가을)	켄터키블루	품질, 건조하고 현상 우수	골프장
		페레니얼라이	발아, 생육속도, 질감 우수 내서성과 내답압성이 약함	골프장 러프 페어웨이
		벤투그래스	내마모성은 약한 편, 밀도와 균일성 우수	골프장 그린
		톨웬스큐	내답압성 및 내척박성에 매우 강함. 질감이 거침	경기장
		크리핑레드웬스큐	질감, 내건성, 내음성 우수 음지에서 생육 양호	골프장 러프 페어웨이
그리핑 벤투	잎 폭이 좁고 생육 속도 양호 다습에서 생육부진	골프장 그린, 티 페어웨이		

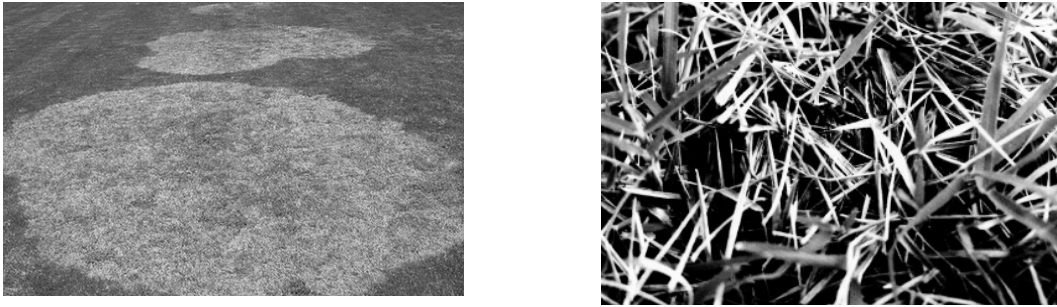


Fig. 1. Type of disease occurrence in large patch (Shim과 Kim, 1995).

하게 나타나며 잔디밭에 발생하는 패취병 중에서도 가장 크게 형성된다(Fig. 1). 가장자리가 밝은 오렌지색을 나타내는 원형 병반을 형성하고 초기에는 신초가 붉은 갈색으로 변하여 잘 뽑힌다. 줄기 표면에 갈색의 균사 매트가 형성되고 고사된 신초의 관부에는 짙은 갈색의 균사가 붙어 있다. 균사가 영양과 물의 상부 이동을 저해하여 잎이 오렌지색으로 변하면서 병세가 심한 잔디의 잎은 퇴색되어 벗겨져서 변한다. 발병에 좋은 환경조건이 지속되면 병세는 악화되어 점점 대형 patch가 형성된다(KTRI, 2007).

3. 발병환경

발병온도가 15~30°C로 병원균 번식과 식물의 생장에 직접적인 영향을 미친다(KTRI, 2007). 상대습도가 90%이상의 다습조건하에서 토양과 잎 Table면의 높은 습도는 곰팡이 균의 포자발아와 균사생장에서 필수적으로 발생되며 과습을 조장할 수 있는 요인으로는 잔디 밀도가 높을 때, 초장이 길 때, 공기 유통이 잘되지 않는 지역, 배수가 불량한 지역 등이 있다. 식물은 증산작용을 통해 온도를 발산시키는데 상대습도가 높으면 잎으로부터 물의 증산량이 감소되어 잔디표면의 온도는 높아지게 되어 기주의 병원균에 대한 내성은 떨어지고 고온성 병원균의 번식이 용이해져서 병 발생이 더욱 높아지게 된다(KTRI, 2007).

계절적으로 보면 5월초부터 발병이 시작되어 잦은 강우로 인한 과습 시 발생되는데 6월말부터 7월 중순의 장마기에 대 발생하고 8월 중순의 30°C이상의 고온 기에서 병원균의 활력이 떨어져 점차 감소하다가 강우가 시작되면 다시 재 발생하게 된다(KTRI, 2007).

균형적인 영양원의 공급은 잔디의 건전생장을 위하여 매우 중요하다. 영양의 불균형은 식물에 스트레스를 야기시키고 병에 대한 저항성을 감소시킨다. 시비량과 시비 시기

는 잔디 병 발생에 매우 중요한 영향을 미치는데 질소시비가 과다할 때 발병이 조장되는 병이다.

겨울 휴면으로부터 잔디의 새싹이 나오는 이른 봄에 질소 비료를 시비하는 것은 패치의 병 발생을 조장시키는 결과를 초래한다. 그러므로 병세가 멈춘 후 시비하여야 하며 시비 시기는 통상적으로 5월 중, 하순경이 좋으며 늦은 여름에는 속효성 질소의 사용을 피해야 한다(KTRI, 2007).

Thatch layer의 과다 축적으로 인한 토양층의 공기와 비료 이동의 저해로 과습 한 토양의 Large patch 병원균의 서식처가 되며 Thatch layer는 *Rhizoctonia* 병원균의 좋은 서식처가 되고 농약 침투를 저하시켜 약제방제를 어렵게 하고 있다(Shim, 1998).

4. 주 발병 병원

토양 서식 진균인 *Rhizoctonia*는 전 세계적으로 분포하여 있는 여러 작물에 피해를 주는 식물 병원균으로 대표적으로 Large patch(갈색 퍼짐병)의 병원균으로 알려져 있다. Sneh(1991)가 발표한 결과에 따르면 *Rhizoctonia*에 의한 식물병으로는 묘 잘록병, 뿌리 썩음병, 줄기 썩음병 혹은 줄기궤양병이 있으며 잎의 마름증상 혹은 반점 증상 등이 있다(Table 3). 이러한 증상을 일으키는 *Rhizoctonia*의 특성은 생장 속도가 매우 빠르고, 추운 환경에서도 균사체 혹은 균핵의 형태로 월동을 할 수 있다는 점이 있다(Couch, 1985). 그런데 Fig. 2에서 보는 바와 같이 *Rhizoctonia* 균 중 가장 잘 알려지고, 가장 연구가 많이 되어 진 속균은 *Rhizoctonia solani*이며(NIAST, 1995), 이 *Rhizoctonia solani*의 균사 융합균을 통하여 연구가 이루어지고 있는 실정이다. 따라서 기타 *Rhizoctonia* 균에 대한 특성 연구와 조사가 필요하다.

Large patch 병반 토양의 토심별 *Rhizoctonia solani*의

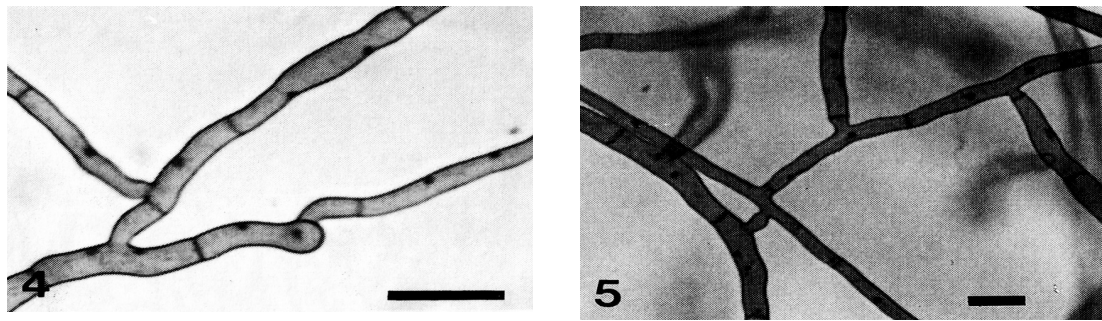


Fig. 2. Types of nuclei in fungal cell of Rhizoctonia) 1) *Rhizoctonia cerealis*; 2) *Rhizoctonia fumigata* (RDA, 1995).

Table 3. Major diseases occurring in grasses by *Rhizoctonia*.

병명	병원균	기주잔디
라이족토니아잎마름병(라지패취)	<i>Rhizoctonia solani</i> AG2-2 (IV)	Zoysiagrass
갈색잎마름병(브라운패취)	<i>Rhizoctonia solani</i> AG1-1A, AG1-1B, AG2-2 (III B), AG4	Bentgrass, Kentucky bluegrass, Perennialryegrass, Fescue
봄마름병(춘고병)	<i>Rhizoctonia cerealis</i>	Zoysiagrass
황색마름병(옐로우패취)	<i>Rhizoctonia cerealis</i>	Bentgrass
흰마름병(화이트패취)	<i>Rhizoctonia oryzae</i>	Bentgrass

Table 4. Distribution density of *Rhizoctonia solani* AG2-2 in soil depth for a large patch.

Soil depth (cm)	Rhizoctonia density (100 CFU g ⁻¹ 토양)
0 - 1	491.67
1 - 2	98.33
3 - 4	52.50
4 - 5	48.33
5 - 6	33.33
6 - 7	8.33

CFU: colony forming unit.

Table 5. Temperature ranges of fungal growth for *Rhizoctonia* (NIAST, 1995).

Rhizoctonia spp.	Growth temp. (°C)		
	Low	Intermediate	High
<i>R. cerealis</i>	2	23	31
<i>R. fumigata</i>	6	29~31	35
<i>R. oryzae</i>	10	31~33	41
<i>R. oryzae-sativae</i>	8	31~33	41
<i>R. solani</i> AG-1(IA)	10	26~30	35
<i>R. zeae</i>	10	31~33	41

밀도는(Table 4) Thatch층 표면 1 cm 이내 에서 4×10^4 cfu g⁻¹으로 가장 높았으며 1~6 cm에는 토심이 깊어질수록 떨어지는 경향이였다(Shim, 1994). 따라서 Large patch 병 방제는 Thatch층을 중심으로 한 병 방제 기술이 개발되어야 할 것으로 판단된다.

Rhizoctonia 속균의 발병 온도는 Table 5에서 보는 바와 같이 최저 1°C에서 최대 40°C의 범위를 보이고 있으며 Large patch의 주 발병원인 *Rhizoctonia solani* AG-1(IA)의 경우에는 26~30°C가 군사생육온도의 최적이다(NIAST, 1995).

*Rhizoctonia solani*에 비해서 기타 *Rhizoctonia* 균은 그 병징이나 병해가 많지 않지만 병해 중에서 매우 심하게 발생하고 있는 병으로는 잔디류 누른잎 마름병과 벼 갈색 균핵병이고, 발생이 매우 적은 병으로는 벼의 잎집 눈무늬병과 회색 균핵병, 벤투그라스 흰마름병, 옥수수 잎집 점무늬병이다. 일반적으로 기타 *Rhizoctonia* 균에 의한 병 발생은 *Rhizoctonia solani*에 의한 병 발생 보다 종류가 적고, 일부 작물을 제외하고는 발생률도 낮은 편이다 (NIAST, 1995).

Large patch의 *Rhizoctonia solani*

Large patch의 주요 병원균은 *Rhizoctonia solani* AG2-2(IV)이며 사탕무 근부병균계에 속한다. 균사의 최적 온도는 25~30°C, 발병온도는 15~30°C, 발병최적온도는 23°C 전후이다(KTRI, 2007). 토양 중 Thatch층에서 가장 높으며 잔디의 감염부위도 Thatch층에 묻혀 있는 지제 부줄기이다. *Rhizoctonia*균은 보통 토양내 혹은 병든 식물체에서 균사체 혹은 균핵의 형태로 월동 한다(KTRI, 2007). 이 균은 한번 토양에 정착하면 지속적으로 존재할 수 있는 성질을 가지고 있다. *Rhizoctonia*균은 빗물, 관수, 홍수, 기

타 농기구 등에 의해서 감염지역으로부터 건전한 지역으로 전파 된다(Shim et al., 1997).

대부분의 *Rhizoctonia* 균의 최적 온도는 25~30°C이며, 발병온도는 15~30°C, 발병최적온도는 23°C 전후이다. 일부 종은 35°C까지의 고온에서도 병을 잘 유발시킨다(KTRI, 2007). 일반적으로 *Rhizoctonia*병은 침수지역이나 건조한 지역의 토양에서 보다는 적당히 젖어 있는 토양에서 발생이 더 심하다(Shim,1995). 빨리 자라는 식물체는 생육 초기에 *Rhizoctonia* 균에 의한 감염으로부터 벗어날 수 있다(RDA, 1995). 하지만 일단 정착한 병원균은 거의 없어지지 않고 적당한 조건이 주어지면 언제든지 발병한다. *Rhizoctonia solani*는 습도가 높은 조건에서 드물게 토양 혹은 감염된 식물체의 잎이나 줄기에서 완전세대인 *Thanatephorus cucumeris*의 담자기와 담자포자(basidiospore)를 형성한다(Couch, 1985). Smiley(2005)에 따르면 식물체 상에서 형성된 완전세대의 모습은 흰 곰팡이가 자라는 모양으로 나타나며, 이곳에서 형성된 담자포자는 비산하여 식물체의 지상부에 부착한 다음, 발아하여 침입하기도 하는데, 일반적으로 병원학적으로는 그다지 큰 문제가 되지 않는다 하였다.

Table 6. Practical examples to control patch utilized in a golf course (Shim, 1995; Hwang, 1999).

IPM	방 법
경종적 방제	버티컬 모잉, 브러싱, 스위핑 매년 2회 이상 실시 대취 제거 시 병원균밀도 낮추고 서식처 제거, 대취층의 과다축적에 의한 농약 침투저해를 해결
화학적 방제	예방시약은 발병시기의 10일 전 실시 남부지역 4월 초순경 중부이북지역 4월 하순 1차 시약, 2차 시약 한달 후 실시 온도가 20~28°C, 장마 직후 방제 시약 처리
시비 관리	재배적인 방법, 토양개량, 이용자의 동선 조절 등 통하여 질소 사용 효과 증대, 생육 후반기에 질소를 적게 주면 봄에 bermudagrass의 색깔이 나쁨. 12월~3월 중 지하경에 있는 T N C의 함량이 감소.
살수	가을과 이른 봄에 잔디밭의 과다한 살수 피함 그린주위는 그린의 잦은 살수에 의하여 병 발생이 많아 수시로 예방시약

Table 7. esticides used in patch control in a golf course (Greencast, 2011_{a, b, c, d}).

구분	약효	사용적기
수 화 제	입상 포자발아 억제, 잎, 지제부, 뿌리 통해 침투 효과 가짐 저농도에서 고효율성, 40-60일간 잔효력	발생초기, 7일 간격 토양 관주
	액상 저항성이 생긴 병해를 방제 시 효과적	발생초기, 7일 간격 관주처리
유제	광범위 살균제, 침투 이행 효과	발병초, 7일간격

III. 방제법

잔디에서 *Large patch*는 사람의 질병 중 암과 같은 존재이다. 한 번 발병하면 치료적인 방제로는 효과를 기대할 수 없고 조직 내 병원균이 발생하여 조직이 파괴됨으로써 시간이 지남에 따라 병반이 급속도로 확산된다(Park, 2003). 주로 난지형 잔디인 한국잔디에서 봄, 가을에 발생되며 농약을 이용하여 병원균을 일시적으로 방제할 수 있지만 완전한 복구는 어렵다. 병원균이 환경조건이나 기계적 관리를 통해 병원균의 침입이 용이하며 다른 잔디에도 빠르게 전염되어 진다. 이로 인해 잔디밀도를 파괴될 경우 막대한 지장을 주게 되어 골프장 등의 방제대책이 필요해 심각한 손실을 입히고 있다.

Shim(1995)과 KTRI(2007)에서 연구한 결과를 살펴보면(Table 6) 국내 골프장의 잔디 병해 방제는 거의 전적으로 농약에 의존하고 있으며 Thatch가 과다하게 집적되어 병원균의 서식처가 되고 농약 침투를 저하 시켜 효과적인 방제가 어려운 실정이므로 종합적 방제가 필요하다고 보고하였다. 종합적병해충관리(IPM)토양의 Thatch를 버티컬 모잉 등을 이용하여 제거하는 경종적 방제나 살수, 시비관리, 화학적 방제에 따른 약제사용으로 많이 이용되고 있다.

화학적 방제약제로 농약 사용이 되는데(Greencast, 2011) 그 중 수화제와 유제로 할 경우 포자발아 억제, 병해를 방제, 광범위 살균제의 효과를 나타낸다(Table 7).

IV. 결론

지금까지 살펴본 바와 같이 이미 골프장에서는 많은 병해가 발생하는데 그 중 *Large patch*는 심각한 병해에 속한다. *Large patch*는 15-30°C로 다습한 상태의 조건하에 Thatch layer층에서 *Rhizoctonia solani*가 발생되면서 생기는 증상으로 줄기 표면에 갈색의 균사 매트가 형성되고 고사된 신초의 관부에는 짙은 갈색의 균사가 붙어 있고 균사가 영양과 물의 상부 이동을 저해하여 잎이 오렌지색으로 변하면서 병세가 심한 잔디의 잎은 퇴색되어 벵짚 색으로 변한다. 라지패취 발병 원인은 대부분 이용자의 답압과 과도한 살수와 환경적인 요소로 인해 발생 되는데 현재 방제법으로 대취 제거와 농약의 사용이 주로 이루어지고 있다. 그러나 농약의 잦은 사용으로 과도한 비용과 환경오염이 발생하는데 장기간으로 잔디를 관리하기 위해서는 많은

어려움을 가지고 완벽한 방제하는 어려움이 남아있다.

참고 문헌

- Aaron P, Richard L. 2005. *Turfgrass Disease Profiles*. Purdue University. BP-117-W.
- Couch HB. 1985. Common names for turfgrass disease. In *Common names for Plant Disease*. ed. by J.D. Hansen. Plant Dis. 69: 629-676.
- Greencast. 2011a. <http://www.greencast.co.kr/Heritage-Azoxystrobin WG>.
- Greencast. 2011b. <http://www.greencast.co.kr/Banner-Propiconazole EC>.
- Greencast. 2011c. <http://www.greencast.co.kr/Sentinel-Azoxystrobin WG>.
- Greencast. 2011d. <http://www.greencast.co.kr/Hound-Suspension Concentrates SC>.
- Hwang YS. 1999. Turfgrass management practices and the use of beneficial microorganisms to improve turfgrass quality and usability based on concept of integrated pest management. Ph.D. Thesis, Dankook University. Cheonan, Korea.
- Jung WC, Shin TS, Kim BS, Im JS, Lee JH, Kim JW. 2008. Efficacy of antagonistic bacteria for biological control of rhizoctonia blight (*Large patch*) on Zoysiagrass. *Research in Plant Disease* 14(4): 1-78.
- KTRI (Korea Turfgrass Research Institute). 2007. *Large patch Control of Large Patch*.
- Namunet. 2010. Kind of a typical golf course turf. http://www.namunet.co.kr/treeinfo/view.html?id=28&code=t_lawn.
- NIAS. 1995. *Diagnosis and Control of Rhizoctonia Diseases on Crops*. RDA, Suwon, Korea.
- Sejong. 2005. *Grass Type and Characteristics*. <http://www.sejongseed.co.kr/grass.htm>.
- Shim GY. 1998. The programs to reduct amount of used agrochemicals by biological control in golf courses in Korea. *Kor. Water Sci.* 6(3): 95-111.
- Shim GY, Kim HK, Bae DW, Lee JT, Lee HJ. 1997. Integrated control of large patch disease caused by *Rhizoctonia Solani* AG2-2 by using fertilizers, fungicides and antagonistic microbes on turfgrasses. *Kor. Turfgrass Sci.* 34(5): 173-183.
- Smith DL, Nathan RW. 1972. *Large patch (Zoysia Patch) of Warm-Season Turfgrasses*. Oklahoma state University. EPP-7324.
- Smiley RW, Dernoeden PH, Clarke BB. 2005. *Compendium of Turfgrass Diseases*. 3d ed. APS Press. St. Paul. MN.
- Sneh B, Burpee L, Ogoshi A. 1991. *Identification of Rhizoctonia Species*. The American Phytopathological Society. St. Paul, MN, USA.