

과제구분	기본연구	수행시기		전반기	
연구과제 및 세부과제명		연구분야	수행기간	연구실	책임자
친환경 안전농산물 생산기술 개발		작물보호	'10~'12	농업기술원 환경농업연구과	홍순성
잔디 병해충 친환경 종합관리 기술 개발		작물보호	'10~'12	농업기술원 환경농업연구과	홍순성
색인용어	기상, 잔디, 병해충, 발생예측, 방제				

## ABSTRACT

This study was conducted to survey and control the disease and insect of turf grass in the golf course from 2010 to 2012. *Bacillus* GG290 against dollar spot have control value over 73% but, it was not enough to test the efficacy because of low incidence of the disease. *Bacillus* GG290 also have good control value 82.2% in 2010, 81.8% in 2011 indicating that control agent against *Rhizoctonia* blight. Control efficacy of two microbial agents, Spinosad and *B. t.* subsp. *aizawai* showed only 30.5%, 13.3%, respectively against *Blitopertha orientalis* compared to imidacloprid, 100 % value. First occurrence of *Blitopertha orientalis* was predicted from May, 1 reaching to 130 addition value of average temperature over 13°C. The peak season of *Blitopertha orientalis* was late of June in Hwasung, early of July in Yangju and mid of July in Hongcheon reaching to 400 to 550 value of average temperature over 13°C.

**Key words :** Disease and Insect, turf grass, *Rhizoctonia* blight, *Blitopertha orientalis*

### 1. 연구목표

골프장에서 주로 식재되어 있는 잔디는 난지형 잔디인 들잔디와 한지형 잔디인 캔터키블로그래스, 크리핑벤트그래스 등이 있다. 들잔디는 우리나라 자생종으로 들녘이나, 공원, 골프장 및 학교운동장에서 주로 사용되고 있는데 학교 운동장의 경우 들잔디가 99.3% 식재 되어있고(Lee et al., 2001), 골프장은 80% 이상 들잔디로 구성되어 있으며 뗏장잔디를 생산하는 농가도 95.7%가 들잔디이다(Choi and Yang, 2006). 내한성이 강한 캔터키블로그래스와 크리핑벤트그래스는 골프장의 그린 주변과 홀주변

에 식재되어 있으며, 잔디 예초후 품질은 좋으나 병해충 발생이 많아 농약살포가 많다. 잔디병 중 *Sclerotinia homoeocarpa* F.T. Bennett에 의한 동전마름병은 한국을 포함한 전 세계 온대성 기후대의 한지형 잔디가 식재되고 있는 골프장에서 가장 일반적으로 발생되어 문제가 되는 병 중 하나이다(Chang et al., 2011; Smith et al., 1989). 동전마름병은 골프장에서 넓은 면적에 걸쳐 식물체에 대형패치를 형성시켜 고사시키지는 않지만 퍼팅의 질을 저하시키거나 미관을 떨어뜨려 관리에 어려움을 겪고 있으며(Couch, 1995), 또한 가장 넓은 기주범위를 보이고 있다. 특히 크리핑벤트 그래스(*Agrostis stolonifera* L.)가 식재되어 있는 퍼팅 그린에서 문제가 되고 있다(Smith et al., 1989). 병 발생은 늦은 봄부터 시작하여 병 발생조건이 양호할 경우 늦은 가을까지 지속된다. 발병에 좋은 환경조건은 습하고 온난한 기후로 18~30℃, 85% 이상의 습도이다. 난지형 잔디인 들잔디에 발생하는 갈색잎마름병은 *Rhizoctonia solani* AG2-2(IV)의 병원균에 의해 발생하며 녹색이 시작되고 끝나가는 봄, 가을철에 피해가 심하여 골프장잔디 관리에 많은 비용이 들고 있다(Shim et al., 1994; Shim and Kim, 1995). 갈색잎마름병은 토양전염성병으로 발병은 잔디 지제부의 줄기에 주로 병원균이 침입하여 감염 부위를 중심으로 30cm 내외의 소형병반에서 10m의 대형병반을 형성하고, 감염부위의 잔디는 황화되어 고사한다(Shim et al., 1994). 풍뎅이류는 유충과 성충 모두 골프장의 잔디와 수목을 가해하고 있으며 유충은 잔디의 뿌리를 가해하여 생육을 저해시키고 고사시킨다(추 등 1998). 성충은 잔디를 직접 가해하지는 않지만 조경수를 비롯한 각종 수목의 잎과 꽃을 가해하면서 피해를 주고 있다(이 등, 1998). 우리나라 골프장에 발생하고 있는 주요 풍뎅이는 8속 12종으로 일반적으로 등얼룩풍뎅이, 주둥무늬차색풍뎅이가 광범위하게 분포하고 있으며 등얼룩풍뎅이 유충의 밀도가 높은 골프장에서는 잔디 피해가 심한 편이다(추 등, 1998). 따라서 본 연구는 골프장에 발생하는 병해충을 조사하고 친환경적으로 방제할 수 있는 기술을 개발하고자 수행하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 가. 잔디 병해충 방제용 친환경 자재 선발

골프장 잔디에서 문제가 되고 있는 주요 병해충에 대한 친환경 방제법을 개발하기 위해 한지형 잔디에서 발생이 많은 동전마름병에 대하여 농업기술원에서 선발한 *Bacillus* GG290을 강원도 홍천 비발디골프장에서 2010년에 현지 시험하였다. 시험구는 가로 2m, 세로 2m로 하여 난괴법 3반복으로 배치하여 무처리를 대조로 하였으며, 미생물은 동전마름병 발생이 보이는 시기인 5월 13일과 5월 23일, 6월 2일 3회에 걸쳐 m<sup>2</sup>당 1ℓ 기준으로 관주처리하였다. 처리방법은 *Bacillus* GG290균주를 TSB배지에

서 3일간 배양하여 처리농도를  $10^8$ cfu/ml을 맞추고 100배 희석하였다. 방제효과는 최종 미생물 처리 15일후 6월 17일에 구당(4m<sup>2</sup>) 병반수를 조사하여 방제가를 산정하였다. 난지형 잔디에서 문제가 되고 있는 갈색잎마름병에 대한 미생물의 방제효과는 동일한 골프장에서 2010년과 2011년 가을에 시험을 실시하였으며 2010년에는 *Bacillus* GG290 등 2종의 미생물을 바실러스서브틸리스KBC1010(미생물제 대조), 헥사코나졸유제(화학농약 대조)를 공시하여 시험하였다. 시험구는 구당 4m<sup>2</sup>로 하여 난피법 3반으로 배치하였으며, 처리시기는 9월 12일, 9월 17일, 9월 24일 3회로 동전마름병과 같은 방법으로 배양한 균주를 100배 희석하여 살포하고, 미생물제 대조약제는 200배, 화학농약 대조약제는 2,000배 희석하여 살포하였다. 병조사는 1회 살포전에 병반가장자리에 잔디용 희색페인트로 표시하고 최종약제 처리 일주일 후 9월 30일에 병반이 진행한 거리를 측정하여 병반진행거리를 조사하였다. 2011년은 농업기술원에서 선발한 *Bacillus* GG290을 단독으로 동일한 골프장에서 시험을 실시하였고 처리시기는 9월 1일, 9월 8일, 9월 15일, 9월 22일 4회 처리하고 병 발생 조사는 10월 1일에 하였다. 잔디에서 주요 문제 해충인 등얼룩풍뎡이 유충의 친환경적 방제 약제 선발을 위하여 농업기술원내 난지형 잔디(품종 : 들잔디) 시험포장에서 2011년에 실시하였다. 시판 약제 중 미생물에서 추출 정제한 스피노사드액상수화제, 비티아이자이입상수화제를 화학농약인 이미다클로프리드액상수화제를 대조로 하였으며 시험구 면적은 가로 3m, 세로 2m로 하여 난피법 3반복으로 배치하였다. 처리시기는 등얼룩풍뎡이 성충 발생 최성기 14일 이후부터 하였으며 7월 8일, 7월 18일, 7월 29일로 3회 처리하고 처리 약량은 희석한 농약을 m<sup>2</sup>당 2ℓ로 물조리개를 이용하여 관주처리하였다. 유충 밀도 조사는 최종약제 처리 20일 후인 10월 19일에 하였으며 반복별로 1m×1m내에 있는 잔디 뿌리를 헤쳐 토양 속에 있는 유충 수를 조사하였다.

#### 나. 등얼룩풍뎡이 성충의 발생시기 예측

골프장에서 잔디 뿌리를 가해하여 심각한 피해를 주고 있는 등얼룩풍뎡이 성충의 발생시기를 추정하기 위하여 경기도 화성시 농업기술원 잔디밭, 양주시의 레이크우드 골프장, 강원도 홍천군의 비발디골프장에서 2011년부터 2012년까지 시험을 하였다. 기상 자료는 농업기술원은 CR10X, 양주, 홍천 골프장은 STL데이터로거를 설치하여 3월 1일부터 온도, 강수량 등을 무선모뎀을 통하여 수집하였으며 성충밀도 조사는 5월 1일부터 성페로몬트랩을 이용하여 지역당 3지역 3개소 9개를 설치하고 등얼룩풍뎡이 성충 수집은 농업기술원에서는 매일, 양주와 홍천지역은 1주일 간격으로 수집하여 채집 밀도를 계수하였다. 성충 발생시기 추정은 MS Excel 프로그램을 이용하여 성충발생량과 일자를 배치 비교하면서 최적 온도 적산값을 구하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 가. 잔디 병해충 방제용 친환경 자재 선발

*Bacillus* GG290은 농업기술원에서 자체 개발한 미생물로서 곰팡이가 일으키는 병에 효과가 높다. 따라서 골프장 한지형 잔디인 크리핑벤트그래스에서 문제가 심각한 병해인 동전마름병과 난지형 들잔디에 발생이 많은 갈색잎마름병에 대해 효과를 검정하기 위하여 시험을 실시하였다. 동전잎마름병에서는 표 1과 같이 *Bacillus* GG290의 방제가가 73%로서 우수하였지만 발생량이 낮아 충분한 약효를 검토할 수 없었다. 갈색잎마름병은 2010년 시험에서 표 2와 같이 *Bacillus* GG290이 방제가 82.2%로서 다른 미생물제에 비해 월등한 방제효과를 보였으며 화학농약인 헥사코나졸유제의 방제가 87.5%와 대등한 효과를 보였다. 2011년 시험에서도 표 3과 같이 *Bacillus* GG290 미생물제의 방제가는 81.8%로서 2010년 방제가와 비슷하여 잔디 갈색잎마름병 친환경방제제로 활용 가능성이 높았다.

표 1. *Bacillus* GG290 처리 후 동전마름병 방제 효과

처 리 내 용	병 만 수(개/4m <sup>2</sup> )			평 균 (DMRT0.05)	방제가 (%)
	1반복	2반복	3반복		
<i>Bacillus</i> GG290	3	5	0	2.7 a	73.0
무처리	22	7	1	10.0 a	

C. V(%) -----124.0

※ 처리시기 : 3회(5월 13일, 5월 23일, 6월 2일), 병 조사 : 6월 17일

표 2. *Bacillus* GG290 처리 후 갈색잎마름병 방제 효과(2010년)

처리내용	병반 진행거리(cm)			평 균 (DMRT0.05)	방제가
	1반복	2반복	3반복		
GG209	18	18	19	18.3 b	51.5
GG290	5	11	4	6.7 a	82.2
바실러스서브틸리스KBC1010 (미생물제 대조)	37	33	30	33.3 c	11.7
헥사코나졸유제 (화학농약 대조)	4	6	4	4.7 a	87.5
무 처 리	38	40	35	37.7 c	-

C. V(%) ----- 13.1

※ 처리시기 : 3회(9월 12일, 9월 17일, 9월 24일), 병 조사 : 9월 30일

표 3. *Bacillus* GG290 처리 후 갈색잎마름병 방제 효과(2011년)

처 리 내 용	병반진행거리(cm)				방제가 (%)
	1반복	2반복	3반복	평균 (DMRT0.05)	
<i>Bacillus</i> GG290	10	10	10	10.0 a	81.8
무처리	70	47	48	55.0 b	-

C. V.(%) ----- 28.3

※ 처리시기 : 4회 (9월 1일, 9월 8일, 9월 15일, 9월 22일), 병 조사 : 10월 1일

등얼룩풍뎡이 유충에 대한 친환경제제 선발은 표 4와 같이 미생물 추출제 스피노사드액상수화제, 비티아이자이입상수화제가 방제가 30.5%, 13.3%로서 화학대조약제인 이미다클로프리트드액상수화제의 방제가 100%에 미치지 못하였다. 방제효과가 낮은 원인은 이들 미생물 추출제 모두 피부 접촉독으로 해충을 사멸시키기 때문에 지상에서 서식하고 있는 유충은 충분한 약액이 묻어 방제효과를 낼 수 있지만, 토양관주로는 약액이 충분히 토양 속 깊이 내려가지 못하므로 토양 5cm 이하에 살고 있는 굼벵이 유충에 대한 방제효과가 낮았던 것으로 생각된다.

#### 나. 등얼룩풍뎡이 성충의 발생시기 예측

잔디 뿌리에 발생하는 굼벵이류 유충은 잔디가 말라죽거나 생육이 불량해지기 전까지는 발생 확인이 어렵기 때문에 유충을 조사하기 위해서는 잔디를 일부러 파헤쳐야 하는 단점이 있다. 따라서 유충에 대한 방제적기를 놓쳐 제대로 방제가 안되는 경우가 많아 이를 해결하고자 성충에 발생 최성기를 추정하고 이에 따른 유충의 발생기를 예측하여 방제를 하는 것이 최선이라 생각된다.

표 4. 주요 친환경자재의 등얼룩풍뎡이 유충 방제 효과

시 험 약 제	유충 채집량(마리/m <sup>2</sup> )				방제가 (%)
	1반복	2반복	3반복	평균 (DMRT0.05)	
스피노사드 액상수화제	56	12	57	41.7 ab	30.5
비티아이자이 입상수화제	60	64	32	52.0 b	13.3
이미다클로프리트드 액상수화제(대조)	0	0	0	0 a	100
무 방 제	48	100	32	60.0 b	-

C. V.(%) ----- 61.4

※ 처리시기 : 3회(7월 8일, 7월 18일, 7월 29일), 유충 조사 : 10월 19일

2011년부터 2012년까지 화성, 양주, 홍천 지역의 잔디밭 및 골프장에서 기상관측을 하고 성페로몬 트랩을 이용하여 성충 채집량을 조사하여 상관분석을 한 결과, 일 평균기온 누적시간이 가장 영향이 깊었고 등얼룩풍뎀이의 최초 채집시기는 그림 1과 같이 5월 1일부터 일 평균기온 13°C 이상 적산온도 130°C이 되는 시기로 예측되었다.

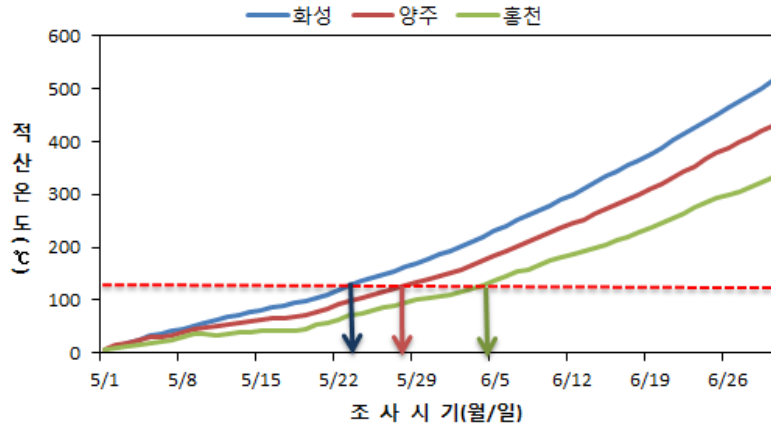


그림 1. 평균기온 적산온도에 의한 등얼룩풍뎀이 최초발생시기 예측

발생 최성기는 5월 1일부터 일 평균기온 13°C 이상 적산온도 400~550°C일 때였으며 지역별로는 화성지역은 6월 하순, 양주지역은 7월 초순, 홍천지역은 7월 중순이었다(그림 2). 등얼룩풍뎀이 유충방제 적기는 발생최성기 2~4주후 성충이 알을 까고 깨어나 유충이 1~2령충이 될 때 이미다클로프리트 액상수화제 등을 관주하면 방제가 가능할 것으로 생각된다.

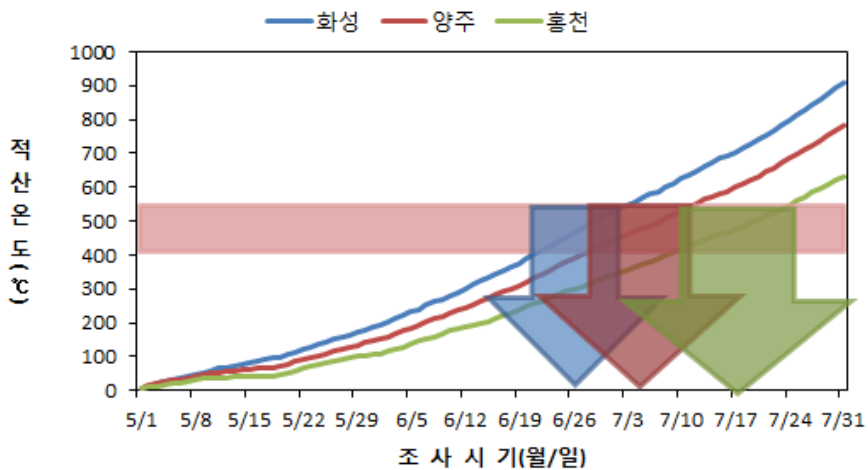


그림 2. 평균기온 적산값에 의한 등얼룩풍뎀이 발생최성기 예측

#### 4. 적 요

2010년부터 2012년까지 3년간 골프장에서 발생하고 있는 주요 병해충의 친환경 방제기술을 개발하기 위하여 수행한 연구결과는 다음과 같다.

- 가. *Bacillus* GG290의 동전잎마름병 방제효과는 방제가 73%로서 우수하였으나 발생량이 적어 충분한 약효를 검토할 수 없었다.
- 나. *Bacillus* GG290의 갈색잎마름병 방제효과는 2010년에는 방제가 82.2%, 2011년에는 방제가 81.8%로서 친환경방제제로 활용 가능성이 높았다.
- 다. 미생물 추출제 스피노사드액상수화제, 비티아이자이입상수화제가 등얼룩풍뎡이 유충에 대해 방제가 30.5%, 13.3%로서 화학대조약제인 이미다클로프리드액상수화제의 방제가 100%에는 미치지 못하였다
- 라. 등얼룩풍뎡이의 최초 채집시기 예측은 5월 1일부터 일 평균기온 13℃이상 적산온도 130℃이 되는 시기로 예측되었다.
- 마. 발생 최성기는 5월 1일부터 일 평균기온 13℃이상 적산온도 400~550℃일 때였으며 지역별로는 화성지역은 6월 하순, 양주지역은 7월 초순, 홍천지역은 7월 중순이었다.

#### 5. 인용문헌

- 이동운, 추호렬, 정재민, 이상명, 이태우, 박영도. 1997. 주둥무늬차색풍뎡이의 기주식물과 기주선호도. Korean J. Appl. Entomol. 36(2):156:165.
- 추호렬, 이동훈, 이상명, 권태웅, 성영탁, 조팔용. 1998. 골프장 코스내 잔디 가해 굼벵이 종류와 계절별 밀도. 한국잔디학회지 12(3):225-236
- Chang, S.W., T.H. Chang, J.K. Hong, J.H. Park, and S.W Jung.2011. Vegetative compatibility grouping of *Sclerotinia homoeocarpa* isolates infecting turfgrass in South Korea. Asian J. Turfgrass Sci. 25(2):171-176.
- Choi, J. S. and G. M. Yang. 2006. Sod productin in South Korea. Kor. Turfgrass Sci. 20:237~251.
- Couch, H.B. 1995. Diseases of turfgrasses, 3rd ed. Krieger Publishing Co., Malabar, FL.
- 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)
- Shim, G.Y., J.W. Kim and H.K. Kim. 1994. Occurrence of *Rhizoctonia* blight of zoysiagrasses in golf courses in Korea. Korean J. Plant Pathol. 10: 54-60.

Smith, J.D., N. Jackson, A.R. and Woolhouse. 1989. Fungal diseases of amenity turf grasses. E and F. N. Spon, New York.

## 6. 연구결과 활용제목

- *Bacillus* GG290 특허등록 및 기술이전(특허등록)
- 평균기온 적산값을 이용한 한국잔디 등열룩풍뎡이 유충 방제적기(영농활용)

## 7. 연구원 편성

세부과제	구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도
						'10~'12
잔디 병해충 친환경 종합관리 기술 개발	책임자	농업기술원 환경농업연구과	농업연구관	홍순성	세부과제 총괄	'10~'12
	공동연구자	"	농업연구사	이현주	미생물배양	'10~'12
		"	"	이영수	해충조사	'10~'12
		"	농업연구관	김순재	시험추진	'10~'12