

## 한지형 잔디의 설부소립균핵병 방제를 위한 살균제 평가

장태현\* · 이승준

경북대학교 생태환경대학 생태환경시스템학부

## Evaluation of Fungicides for Control of Gray Snow Mold Caused by *Typhula incarnata* on Cool Season Turfgrass

Taehyun Chang\* and Seung Jun Lee

Division of Ecology & Environmental System, College of Ecology & Environmental Sciences, Kyungpook National University, Sangju-city, Gyeongsang Buk-Do, 742-711, South Korea

**ABSTRACT.** Commercial formulation of fungicides was studied in the golf course for evaluation against *Typhula incarnata* causal agents of gray snow mold. Efficacies of fungicides application, fungicide mixture, fungicides applied method (irrigation and spray) and fungicides applied time (early fall and late fall) were evaluated for their influence on the chemical control of gray snow mold of turfgrass during the winter season in Yongpyeong golf course, Korea. Unsprayed control has significantly more disease severity than three fungicides (azoxystrobin, propiconazole, and tebuconazole) were applied to field plots. Effect of three fungicides was over 80% with control value for controlling gray snow mold on Kentucky bluegrass and creeping bentgrass species. Effect of fungicide mixture with different family groups had an over 93% control value of gray snow mold on Kentucky bluegrass species. It was not significantly difference in fungicidal effect according to applied method (irrigation and spray) with azoxystrobin on Kentucky bluegrass and creeping bentgrass species. Effect of fungicides applied time was a significantly difference on disease control by tebuconazole early fall spray.

**Key words:** Control value, Fungicide, Gray snow mold

### 서 론

잔디는 경제적으로 중요한 식물이지만 계절별로 발생하는 병에 의해 큰 피해를 받고 있다. 한지형 잔디에 겨울철에 발생하는 대표적인 병인 *Typhula* spp.에 의한 병인 *Typhula bight*는 적설기 동안 적설 아래서 *Typhula incarnata* Lasch ex Fr와 *Typhula ishikariensis* S. Imai에 의해 발생하여 눈이 녹은 후 피해가 나타난다(Smith and Reiter, 1976; Simith et al., 1989). 이들 병원균에 의해 발생하는 설부병은 경제적으로 중요한 병으로 전 세계적으로 북반구에 위치한 국가인 미국(Steve, 1999; Stienstra, 1980; Gould et al., 1977), 캐나다(Dahl, 1934; Hsiang et al., 1999), 유럽(Simith et al., 1989)등의 골프장에서 매년 큰 피해를 주고 있다(Smith and Reiter, 1976; Simith et al., 1989).

우리나라에 발생하는 설부소립균핵병(설부병: gray snow mold)은 주로 *Typhula incarnata*에 의해 발병이 되고 있으며, *Typhula ishikariensis*에 의한 주된 발병은 아직 보고가 되지 않았다(Lee and Kim, 1992). 이 병원균은 저온에서 잘 자라는 균류로서 적설아래의 낮은 온도에서 균사가 자라서 휴면기인 잔디를 공격한다.

*Typhula* spp.에 의한 병은 gray snow mold, snow scald, speckled snow mold 및 *Typhula bight*으로 구분하고 있는데, gray snow mold은 *T. incarnata*에 의한 병명으로 국내에서 설부병이며, *T. ishikariensis*에 의한 병명은 speckled snow mold이며, 주로 이들 두 종의 병원균에 의해 발생하는 병은 *Typhula bight*로 부르지만, 발병 증상은 구별하기는 어렵다. *T. ishikariensis*에 의한 병은 주로 적설기간이 100일 이상인 조건에서 발생 하고(Dahl, 1934; Hsiang et al., 1999), *T. incarnata*에 의한 병은 적설이 없는 곳에서도 발병하지만 보통 65일 이상의 적설이 유지되었을 때 많이 발생한다(Smith and Reiter, 1976).

병원균인 *Typhula* spp.는 균핵과 균사로서 토양이나 잔

\*Corresponding author; Tel: +82-54-530-1204

E-mail : thchang@knu.ac.kr

Received : June 11, 2012, Revised : June 27, 2012, Accepted : July 06, 2012

디 뗏취층(thatch)에서 살아남는다(Smith and Reiter, 1976). 균핵은 봄, 여름 및 가을 동안 휴면상태로 있다가 보통 적설아래서 균핵에서 발아한 균사가 주요 전염원이 된다(Hsiang et al., 1999). 균사는 잎의 기공이나 상처를 통해서 침입을 하지만(Burpee and Goultry, 1984), *T. incarnata* 균사는 뿌리에 감염을 한다(Hsiang et al., 1999). 이병은 눈이 녹는 봄철에 심각하게 발생한다(Smiley, 1983), 그러나 *Typhula* blight 피해는 일반적으로 눈이 많고 겨울이 긴 북반구에서는 가을철 동안의 눈의 깊이, 적설기간, 접염원의 능력 및 우점성에 따라 차이를 보이는데(Smith and Reiter, 1976), 특별히 *Typhula* spp.의 우점성은 계절에 따라서 변한다(Smith et al., 1989). *T. incarnata*에 의한 발병 증상은 이른 봄에 눈이 녹은 후에 나타나는데, 작은 원형이나 부정형의 패취가 나타나며, 수침상의 증상과 밀집색갈이나 흰 회색을 나타내고 패취의 크기는 직경 2-10 cm에 이른다. 패취는 적설아래서 크기가 증가하여 아주 크게 되고, 균사는 흰색이나 흰 회색으로 잔디 잎 표면을 덮고 있다(Smith and Reiter, 1976).

이병의 방제는 발병을 줄이는 관리적인 측면에서 경종적인 방법과 직접 병원균의 밀도를 줄여 발병을 억제하는 화학 농약을 사용하는 방법이 있다. 경종적인 관리방법은 과다한 질소사용을 줄이고, 균형시비를 하며, bentgrass 종은 질산칼슘이 설부병을 줄일 수 있다고 한다(Tyson, 1936). 설부병은 겨울철 장애인 건조, 동해, 서리해, 적설기간과 적설량에 따라서 피해율이 좌우된다(Smith and Reiter, 1976). 그러므로 대부분의 설부병이 발생이 심한 유럽이나 미국의 경우는 살균제에 의존하고 있으며, 발병 피해를 줄이기 위하여 당해 늦은 가을철에 눈이 오기 전에 살균제를 살포하고 있다(Vargas et al., 1972; Chang et al., 2011).

설부병을 방제하기 위해 사용하는 살균제는 보호살균제와 침투성 살균제인 quintozone, chlorothalonil, iprodione, chloroneb, propiconazole, benomyl, triadimefon, vinclozolin, azoxystrobin, flutolanil, fenarimol, tebuconazole, cyproconazole 및 thiram 등을 사용하고 있다(Burpee, 1994; Smith et al., 1989; Stienstra, 1980; Chang et al., 2011). 이들 살균제는 미국이나 캐나다에서 설부병 예방을 위하여 눈 오기 전에 1회 살포를 하며, 노즐타입이나 살포 약 량에 따른 약효에 대한 보고도 있다(Matsumoto and Sato, 1982); Chang et al., 2011).

국내도 여름철 잔디병 방제와 설부병 방제를 위한 농약은 propiconazole, azoxystrobin 및 tebuconazole 등을 비롯하여 10종의 설부병 방제농약으로 등록이 되어 있다. Propiconazole은 탄저병, 라이족토니아마름병과 동전마름병을 동시에 방제하는 약제로 등록이 되어 있고, tebuconazole은 설부병, 녹병, 탄저병, 라이족토니아마름병, 갈색잎마름병 및 동전마름병에 등록이 되어 있고, azoxystrobin은 설부병, 갈색잎마름병, 라이족토니아마름병, 피시움마름병, 누른잎마름병, 탄저병에 등록이 되어 있다(<http://www.koreacpa.org>). 이들 약제들은 용평 골프장에서 여름철 병 방제를 위하여 늦은 봄부터 늦여름까지 여러 번 살포하고 있다.

본 연구는 여름철에 빈번히 사용하는 tebuconazole, propiconazole 및 azoxystrobin에 대한 겨울철 설부병 방제 효과를 검증하기 위하여 살포시기, 살포횟수 및 살포방법에 따른 설부병의 방제효과를 조사하여 실제 골프장관리 에 기초적인 자료로 활용하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 잔디 및 시험구 배치

본 시험을 위한 장소는 강원도 대관령면에 소재한 20년 된 용평골프장에서 실시하였다. 잔디는 골프장 건설때부터 전체에 한지형잔디로 식재되어 있었으며, 잔디의 종류는 페어웨이와 러프는 Kentucky bluegrass으로 식재가 되어 있다. 잔디의 관리는 관행관리에 의하여 관리를 하고 있다. 이 지역은 12월 이전에 눈이 내려 겨울내 녹지 않아 적설기간이 최소 60일 이상 지속이 되어 매년 설부병의 피해가 나타나는 골프장이다(Lee and Kim, 1992).

시험은 Kentucky bluegrass 종이 식재된 페어웨이와 그린용 잔디로 creeping bentgrass 종을 조성하고 있는 너서리 지역에서 실시하였다. 시험구의 배치는 매년 설부병이 심하게 발생하는 7번홀 중간부분 페어웨이 인접한 러프에 서지역에 페어웨이와 평행하게 배치하였고, creeping bentgrass 종은 너서리에서 관리하고 있는 지역에서 실시하였다. 모든 시험의 시험구의 크기는 2 m×2 m로 임의배치법에 의한 4반복으로 설계되었다.

### 단용 살균제의 효과

하절기 병 방제를 위해 가장 많이 사용하는 약제에 대

**Table 1.** List of fungicides used in this study.

| Common Name   | Trade Name and Rates                             | Mode of action                | Fungicide group (Family) |
|---------------|--|-------------------------------|--------------------------|
| Propiconazole | Banner-25% (1 L/m <sup>2</sup> -1,000 L/10a)     | Sterol biosynthesis inhibitor | Triazole                 |
| Azoxystrobin  | Heritage - 20% (1 L/m <sup>2</sup> -1,000 L/10a) | Respiration inhibitor         | Strobilurin              |
| Tebuconazole  | Horicure-25% (1 L/m <sup>2</sup> -1,000 L/10a)   | Sterol biosynthesis inhibitor | Triazole                 |

한 설부병의 방제 효과를 조사하기 위하여 3종의 공시약제로 tebuconazole 유제(25%), propiconazole 액상수화제(20%) 및 azoxystrobin 액상수화제(20%)를 사용하였다. 약제 대한 정보와 사용량은 Table 1과 같다. 살포농도는 tebuconazole 유제(25%)는 3,000배액(6.7 g/20 L), propiconazole 액상수화제(20%)는 2,000배액(10 g/20 L), azoxystrobin 액상수화제(20%) 2,000배액(10 g/20 L)으로 살포 약량은 1 L/m<sup>2</sup> 이었다. 약제 살포 시기는 적설직전인 11월 11일과 11월 22일에 농약사용 방법에 준하여 물 조리개를 사용하여 관주처리 하였다. 발병조사는 2012년 4월 6일에 Fig. 1에 증상을 전체면적에 대한 발병 면적의 %로 조사하였다.

#### 혼용 살균제의 효과

공시약제의 혼용 살포에 의한 설부병에 대한 방제효과를 조사하기 위하여 공시약제를 권장 살포 농도보다 2배 높은 농도로 주성분이 서로 다른 두 약제를 혼용하여 살포하였다. 처리구는 azoxystrobin 액상수화제(20%) 4,000배액(5 g/20 L)+tebuconazole 유제(25%) 6,000배액(3.8 g/20 L), azoxystrobin 액상수화제(20%) 4,000배액(5 g/20 L)+propiconazole 액상수화제(20%) 4,000배액(5 g/20 L), 및 propiconazole 액상수화제(20%) 4,000배액(5 g/20 L)+tebuconazole 유제(25%) 6,000배액(3.8 g/20 L)으로 하였다. 약제 살포 시기는 적설직전인 11월 11일과 11월 22일에 2회 살포하였다. 발병조사는 2012년 4월 6일에 조사하였다.

#### 살포방법에 따른 약제 효과

공시약제 대한 살포방법에 따른 약제 효과를 조사하기 위하여 관주처리와 경엽처리로 구분하여 살포하였다. 관주처리는 구멍이 적은 물 조리개를 처리하였고, 경엽살포는 수동식 등짐분무기를 이용하여 살포하였다. 공시약제는 azoxystrobin 액상수화제(20%) 2,000배액(10 g/20 L)으로 사용하였다 살포는 2012년 11월 11일과 11월 22일에 살포하였다. 발병조사는 2012년 4월 6일에 조사하였다.

#### 살포 시기별 약제 효과

가을철 약제 살포 일자 별 1회 살포로 의한 설부병 방제효과에 미치는 영향을 조사하기 위하여 이른 살포는 적설전인 2012년 11월 11일에 1회 살포 하였으며, 늦은 살포는 11월 22일에 1회 살포하였다. 시험 잔디 종류는 Kentucky bluegrass종에서만 실시하였다. 공시약제는 tebuconazole 유제(25%)의 와 azoxystrobin 액상수화제(20%)를 사용하였다. 발병조사는 2012년 4월 6일에 조사하였다.

#### 통계 분석

통계분석은 SAS (Statistical Analysis System, JUMP 6.0, 2006) 프로그램을 이용하였다. 데이터 전체 분석은 Fit Y by X 모델에서 평균 값에 대한 Fit 모델 과 평균값에 대한 ANOVA 분석에 의한 All pairs Student's t의 평균값을 비교분석을 하였다. Fit Y by X와 ANOVA 분석은 ANOVA의 평균값, ANOVA의 평균변이 분석을 값과 그룹 간의 평균값을 비교하여 사용하였으며, 그 결과는 비교간에 원형태로 나타내었다. Fit 모델과 전체모델은 변이분석과 효과분석으로 분석하였다.

## 결과 및 고찰

#### 단용 살균제의 효과

설부병 방제 효과를 조사하기 위하여 늦은 봄부터 잔디 병 방제를 위하여 골프장에서 많이 사용하는 3종의 농약에 대한 설부병 방제효과를 조사한 결과는 Table 2과 같다. 3종의 공시 약제는 Kentucky bluegrass 종과 creeping bentgrass에서 적설 전 2회 살포 후 설부병 방제효과를 조사한 결과, Kentucky bluegrass 종에서는 80% 이상의 방제효과를 보였고, creeping bentgrass종에서는 95%이상의 방제효과를 보였다. 약제간에는 두 종류의 잔디에서 유의성의 차이는 없었다. 시험에 미치는 요인을 분산분석의 결과는 Table 3과 같다. 무처리와 약제처리간에는 유의성이 있었으나, 잔디의 종류 간에는 유의성이 없어 잔디 종류

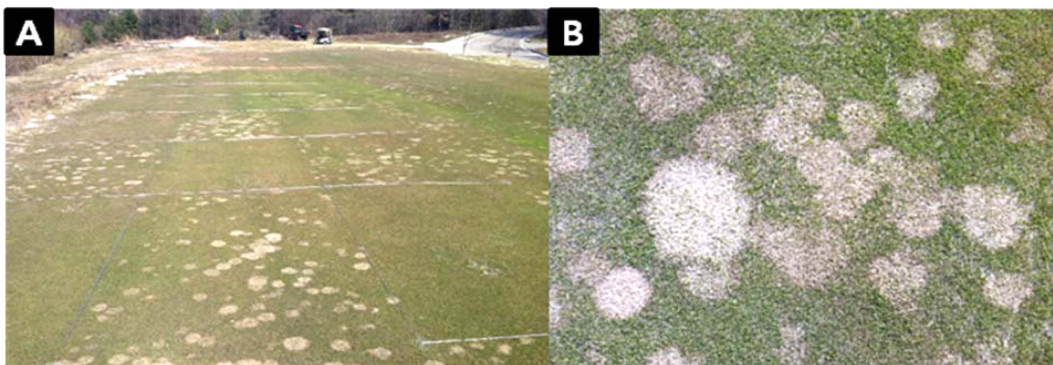


Fig. 1. Field trails (A) and symptom of gray snow mold (B) on April in golf course.

**Table 2.** Efficacies of chemical control of gray snow mold on three species at golf courses.

| Species            | Treatment               | Rate                        | Disease damage (%) <sup>x</sup> |       |       |                      | Control value (%) |
|--------------------|-------------------------|-----------------------------|---------------------------------|-------|-------|----------------------|-------------------|
|                    |                         |                             | Rep.1                           | Rep.2 | Rep.3 | Mean±SD <sup>z</sup> |                   |
| Kentucky bluegrass |                         |                             |                                 |       |       |                      |                   |
|                    | Azoxystrobin            | 0.1 g a.i. /m <sup>2</sup>  | 9                               | 7     | 5.5   | 7.17±5.14b           | 88.1±5.21a        |
|                    | Tebuconazole            | 0.08 g a.i. /m <sup>2</sup> | 3                               | 17.5  | 15.5  | 12.00±7.32b          | 80.0±6.14a        |
|                    | Propiconazole           | 0.1 g a.i. /m <sup>2</sup>  | 10                              | 15.5  | 7.5   | 11.0±8.16b           | 81.7±4.38a        |
|                    | Nontreated <sup>y</sup> |                             | 45                              | 65    | 70    | 60.0±12.21a          | -                 |
| Creeping bentgrass |                         |                             |                                 |       |       |                      |                   |
|                    | Azoxystrobin            | 0.1 g a.i. /m <sup>2</sup>  | 2.7                             | 1.7   | 1.5   | 1.97±0.42b           | 96.5±0.44a        |
|                    | Tebuconazole            | 0.08 g a.i. /m <sup>2</sup> | 2.0                             | 2.5   | 0.7   | 1.73±0.28b           | 96.9±0.31a        |
|                    | Propiconazole           | 0.1 g a.i. /m <sup>2</sup>  | 0.7                             | 1.5   | 2.6   | 1.60±0.34b           | 97.2±0.17a        |
|                    | Nontreated <sup>y</sup> |                             | 65                              | 55    | 50    | 56.67±6.67a          |                   |

<sup>x</sup> Disease damage (%) was least square means of diseased area in microplots and rated on April 06, 2012.

<sup>y</sup> Nothing was applied on the turfgrass for the nontreated (water was applied).

<sup>z</sup> Within columns, Values followed by the same letters are not significantly difference according to comparisons all pairs using ANOVA ( $P = 0.05$ ).

Fungicides application was made on two times (Nov. 11, 2011 and Nov. 22, 2012).

Disease rate was made on April 06, 2012.

Spray volume was applied with l/m<sup>2</sup>.

에 따라서 약제 효과에 미치는 요인은 없었고, 잔디와 약제간 상호작용에도 유의성이 나타나지 않아서 약제효과에는 어떤 요인도 작용하지 않은 것을 볼 수 있었다.

설부병 방제를 위해 사용한 3종의 공시약제의 작용 기작은 지상부 침투성 살균제이다. propiconazole과 tebuconazole은 triazole계 살균제로 sterol 생합성 저해제이고, azoxystrobin은 strobilurin계로 호흡저해제이다(Table 1). 이들 살균제는 장기간 사용하면 대상 병원균에 따라 약제에 대한 저항성을 유발하게 됨으로 방제효과가 낮아지는 약제들이다(Burpee, 1994; Smith et al., 1989). 이중 tebuconazole은 미국에서는 설부병에 등록이 되어 있으나 국내에는 아직 미등록

약제이다. 이 3종의 약제는 용평 골프장에서 여름철 병 방제를 위하여 년 4회 이상 사용하는 약제로 겨울철 설부병 방제에도 효과가 있는지 검정하고자 수행하게 되었다. 설부병 방제용 공시 약제들은 미국에서도 오랜 전부터 등록이 되어 많이 사용하는 대표적인 약제이지만(Chang et al., 2011), 사용상에서 한국과는 차이를 보인다. 미국의 경우 설부병이 심하게 발생하는 지역은 적설기간이 길고 병원균의 밀도가 높아 매년 큰 피해를 보임으로서 설부병을 방제용으로 사용할 경우 여름철보다 5배 높은 농도로 사용을 권장하고, 적설 전 1회 살포를 권장하지만, 우리나라는 여름철 병 방제농도와 동일한 약제농도로 사용되 적

**Table 3.** Analysis of variance of chemical control effect and application method at golf course in field trail.

| Source   | Df <sup>x</sup> | Sum of Squares | F value | P value |
|--|-----------------|----------------|---------|---------|
| Chemical control effect  |                 |                |         |         |
| Treatment (fungicide) <sup>y</sup>                               | 2               | 13660.38       | 33.34   | <0.0001 |
| Turfgrass species <sup>c</sup>                                   | 1               | 156.06         | 1.14    | 0.3032  |
| Fungicide × Turfgrass species                                    | 4               | 673.18         | 1.64    | 0.2246  |
| Error  | 23              |                |         |         |
| Chemical application method                                      |                 |                |         |         |
| Application method <sup>z</sup>                                  | 1               | 21978.25       | 776.16  | <0.0001 |
| Turfgrass species <sup>c</sup>                                   | 1               | 102.13         | 1.88    | 0.0917  |
| Application method <sup>z</sup> × Turfgrass species <sup>c</sup> | 2               | 62.58          | 2.80    | 0.0717  |
| Error  | 10              |                |         |         |

<sup>x</sup> Degree of freedom.  $P = 0.05$ : Significant at the 0.05 level.

<sup>y</sup> Fungicide : Azoxystrobin, Tebuconazole, Propiconazole.

<sup>z</sup> Application method: Irrigation, spray.

설 전 3회 관주처리를 권장하고 있다(http://www.koreacpa.org). 그러나 본 시험에서는 적설 전 3회 살포가 현실적으로 적용하기 너무 많은 횟수임으로 11월에 2회 살포를 하였지만, creeping bentgrass 중에서는 95% 이상 설부병을 방제하는 효과가 있었다. 하지만 Kentucky bluegrass 중에서는 방제효과가 80%로 낮게 나타난 것은 시험구가 잔디를 깎는 예고 높이가 높아 병원균이 발병을 일으키기 쉬운 습도유지와 병원균의 밀도와 깊은 관련성이 있을 것으로 생각된다(Chang et al., 2011). 미국중서부의 위스콘신과 미네소타 주는 추위와 많은 적설로 인하여 여러 병원균에 의한 설부병이 나타남으로 약제의 사용 효과가 상대적으로 낮게 나타남으로 약제의 가격이 낮은 PCNB 같은 농약을 주로 많이 사용 한다(Chang et al., 2011).

Chang et al. (2011)은 azoxystrobin을 가을철에 1회 살포로 90%이상 방제 효과를 보였으나, 설부병을 방제하는 효과는 propiconazole이 가장 높았다고 한다. 미국 뉴욕에서 bluegrass 중에서 *T. incarnate* 방제에서 chlorothalonil, iprodione and triadimefon 이 가장효과적으로 방제하는 것으로 나타났으며(Mueller et al., 2002), New Hampshire 지역에서도 iprodione과 triadimefon (Nutter et al., 1979), chlorothalonil, iprodione 및 triadimefon (Smiley and Craven, 1980) 가 gray snow mold (*Typhula* spp.) 방제에 우수한 효과를 보였다. 또한 설부병 방제에서는 우점종 병원균에 따라 방제효과에 차이를 보였다. *T. Ishikariensis* 가 우점종이 되어 발병을 일으킬 경우 *T. incarnata*에서 보다 병 방제 효과가 낮았다고 한다(Steve, 1999).

#### 혼용 살균제의 효과

설부병을 방제하기 위하여 3종의 공시 약제를 혼용하여 살포한 결과는 Table 4와 같다.

약제혼용은 단용 살포 농도의 반 량을 넣어서 2종씩 혼용하여 Kentucky bluegrass 중에 11월 11일과 22일에 두

번 살포한 결과, 설부병 방제효과가 93% 이상이였다. 혼용 약제간에는 통계적인 유의성이 없었다.

약제 혼용시험은 두 약제간의 상승 효과를 검증하기 위해서 실시한 결과, 각각의 약제의 량을 반으로 줄여 사용하여도 azoxystrobin + propiconazole, azoxystrobin + tebuconazole 및 propiconazole + tebuconazole 혼용살포가 설부병 방제효과에서 각각 농약을 단용으로 살포하는 것보다 높아 지속적인 연구가 필요할 것으로 생각한다. 현재 3종의 농약에 대하여 혼용하여 약효를 검증한 보고서는 없다. 각각 약제를 기준 사용하는 량보다 적은 량을 사용하여 높은 방제효과를 거둘 수 있다면 빈번한 약제사용에 대한 저항성의 발현문제를 줄일 수 있을 뿐 만 아니라 환경적인 측면에서도 좋을 것으로 생각된다.

Gould et al. (1977)는 *Typhula* blight 방제를 위해서 농약의 살포는 이른 가을철, 늦가을 및 봄철 살포로도 병을 방제 할 수 있으며, benomyl + chlorothalonil의 혼합제, benomyl + chlorothalonil + mancozeb의 혼합제 및 thiophanate methyl + chloroneb 혼합제가 효과가 있다고 하였다.

#### 살포 방법에 따른 효과

공시약제의 약제의 살포방법에 대한 약효의 차이를 조사한 결과 Table 5와 같다. Azoxystrobin을 경엽에 분무살포와 물 조리개를 이용한 관주살포를 2회 실시하였으나 약제 효과에는 통계적인 유의성의 차이가 없었다.

본 시험에서 두 종류의 잔디를 사용하여 시험한 결과에 대한 분산 분석을 한 결과(Table 3), 공시약제에 대한 약효는 처리와 무처리간에 유의성이 나타났고, 잔디의 종류에는 유의성이 없어 잔디의 종류가 약효에 영향을 미치지 않았으며, 살포방법과 잔디의 종류와의 상호관계에서 유의성이 없어 약제효과가 잔디종류에 따라 영향을 미치지 않은 것으로 나타났다. 이는 약제에 대한 약효는 병원균의 종류와 밀도에 따라서 영향을 미친다는 것을 알 수 있

**Table 4.** Efficacies of chemical mixture for control of gray snow mold on Kentucky bluegrass species at golf course.

| Species | Treatment                    | Rate                             | Disease damage (%) <sup>x</sup> |       |       |                      |                   |
|---------|------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|-------|-------|----------------------|-------------------|
|         |                              |                                  | Rep.1                           | Rep.2 | Rep.3 | Mean±SD <sup>z</sup> | Control value (%) |
|         | Azoxystrobin + Propiconazole | 0.05+0.05 g a.i. /m <sup>2</sup> | 8.5                             | 3     | 1.5   | 4.33±3.56b           | 93.8±7.5a         |
|         | Azoxystrobin + Tebuconazole  | 0.05+0.04 g a.i. /m <sup>2</sup> | 3                               | 6.5   | 1.7   | 3.73±3.06b           | 94.6±3.5a         |
|         | Propiconazole + Tebuconazole | 0.05+0.04 g a.i. /m <sup>2</sup> | 1                               | 5.5   | 1.5   | 2.67±2.89b           | 96.2±3.9a         |
|         | Nontreated <sup>y</sup>      |                                  | 65                              | 75    | 60    | 69.67±5.67a          | -                 |

<sup>x</sup> Disease damage (%) was least square means of diseased area in microplots and rated on April 06,2012.

<sup>y</sup> Nothing was applied on the turfgrass for the nontreated (water was applied).

<sup>z</sup> Within columns, Values followed by the same letters are not significantly difference according to comparisons all pairs using ANOVA ( $P = 0.05$ ).

Fungicides application was made on two times (Nov. 11, 2011 and Nov. 22, 2012).

Disease rate was made on April 06, 2012.

**Table 5.** Efficacies of Azoxystrobin chemical application method of gray snow mold on three species at golf course.

| Species            | Treatment               | Rate                       | Application Method | Disease damage (%) <sup>x</sup> |       |       |                      |                   |
|--------------------|-------------------------|----------------------------|--------------------|---------------------------------|-------|-------|----------------------|-------------------|
|                    |                         |                            |                    | Rep.1                           | Rep.2 | Rep.3 | Mean±SD <sup>z</sup> | Control value (%) |
| Kentucky bluegrass |                         |                            |                    |                                 |       |       |                      |                   |
|                    | Azoxystrobin            | 0.1 g a.i. /m <sup>2</sup> | Irrigation         | 3                               | 1.5   | 2.7   | 1.95±1.15b           | 97.2±1.4a         |
|                    |                         | 0.1 g a.i. /m <sup>2</sup> | Spray              | 8.5                             | 1.5   | 1     | 3.67±4.52b           | 94.8±6.3a         |
|                    | Nontreated <sup>y</sup> | -                          | -                  | 65.5                            | 70    | 75    | 70.17±2.89a          |                   |
| Creeping bentgrass |                         |                            |                    |                                 |       |       |                      |                   |
|                    | Azoxystrobin            | 0.1 g a.i. /m <sup>2</sup> | Irrigation         | 3                               | 5.5   | 2.7   | 3.73±1.89a           | 93.9±2.19a        |
|                    |                         | 0.1 g a.i. /m <sup>2</sup> | Spray              | 4                               | 3.5   | 6.5   | 4.7±1.12a            | 92.3±1.89a        |
|                    | Nontreated <sup>y</sup> | -                          | -                  | 63                              | 65    | 55    | 61.0±7.73a           |                   |

<sup>x</sup> Disease damage (%) was least square means of diseased area in microplots.

<sup>y</sup> Nothing was applied on the turfgrass for the nontreated (water was applied).

<sup>z</sup> Within columns, values followed by the same letters are not significantly difference according to comparisons all pairs using ANOVA ( $P = 0.05$ ).

Fungicides application was made on two times (Nov. 11, 2011 and Nov. 22, 2012).

Disease rate was made on April 06, 2012.

었다(Chang et al., 2011).

미국에서 겨울철 병 방제를 위해 약제를 살포하는 방법에서 관주 살포 방식은 없다. 살포기계에 의한 경엽살포로 살포를 함으로 본 시험에서와 같이 관주처리와 경엽처리에 대한 시험이 수행되지 않고 노즐타입에 의한 약제효과에 대한 시험을 수행하고 있다 Chang et al., (2011). 그러나 본 시험은 국내 겨울 병 방제를 위한 약제 살포방법은 관주처리를 하도록 농약사용 방법을 제시하고 있어, 관주처리와 경엽살포에 대한 효과를 검정한 결과 효과에 차이가 없음으로 경엽살포를 제안하고자 한다. Chang et al., (2011)은 노즐 타입이 서로 다른 6종의 노즐을 사용하여 잔디 경엽에 분무살포를 하였으나 *Typhula* blight 방제에서 효과에 차이가 볼 수 없었지만, Teejet (flat fan) 노즐

이나 Raindrop (whirl chamber) 노즐을 사용한 처리구에서 방제효과가 높은 경향을 보고했다. 이에 앞서 여름철 병 방제를 위한 노즐 시험에서 Couch (1985)은, 동전마름병 방제를 위한 노즐종류에 대한 효과를 시험한 결과, Teejet (flat fan) 이나 Raindrop (whirl chamber) 노즐이 다른 노즐보다는 통계적으로 우수한 방제효과를 보였다고 한다.

#### 살포시기 별 효과

공시약제인 azoxystrobin과 tebuconazole을 적설전인 11월 중순과 하순에 각각 1회 관주처리 하고 약효를 조사한 결과는 Table 6과 같다. 약제의 살포시기에 따른 설부병 방제 효과에서 약제간에 차이를 보였지만, 살포시기별로 통계적인 유의성의 차이가 있었다. Tebuconazole은 이른

**Table 6.** Efficacies of chemical application time for control of gray snow mold on Kentucky bluegrass before snow fall and cover.

| Species | Treatment               | Rate                       | Application time | Disease damage (%) <sup>x</sup> |       |       |                      |                   |
|---------|-------------------------|----------------------------|------------------|---------------------------------|-------|-------|----------------------|-------------------|
|         |                         |                            |                  | Rep.1                           | Rep.2 | Rep.3 | Mean±SD <sup>z</sup> | Control value (%) |
|         | Azoxystrobin            | 0.1 g a.i. /m <sup>2</sup> | Early            | 15                              | 10    | 7     | 10.66±4.62b          | 84.70±7.5b        |
|         | Tebuconazole            | 0.08 a.i /m <sup>2</sup>   | Early            | 2                               | 4.5   | 3.5   | 3.00±1.58c           | 95.70±0.9a        |
|         | Azoxystrobin            | 0.1 g a.i. /m <sup>2</sup> | Late             | 10                              | 15    | 15    | 13.33±2.89bc         | 80.87±3.8b        |
|         | Tebuconazole            | 0.08 a.i /m <sup>2</sup>   | Late             | 15                              | 20    | 17    | 17.33±5.29b          | 75.13±8.5b        |
|         | Nontreated <sup>y</sup> | -                          | -                | 67                              | 67    | 75    | 69.67±2.67a          |                   |

<sup>x</sup> Disease damage (%) was least square means of diseased area in microplots and rated on April 06,2012.

<sup>y</sup> Nothing was applied on the turfgrass for the nontreated (water was applied).

<sup>z</sup> Values followed by the same letters are not significantly difference according to comparisons all pairs using ANOVA ( $P = 0.05$ ).

Early application was made on Nov. 11, 2011.

Late application was made on Nov. 22, 2011.

가을에 살포한 처리구가 늦게 살포한 처리구보다 병 방제 효과가 높았다. 하지만 azoxystrobin 처리구에서는 유의성의 차이가 없었다.

국내 설부병은 주로 한 종류의 병원균에 의해서 발병을 함으로 약제 방제의 효과가 높은 것을 볼 수 있다. 1회 살포로서도 80% 이상 방제효과를 보임으로서 약제 종류에 따라서는 차이는 있지만, 두 약제 모두 적설직전 살포시기는 11월 중순 살포가 하순 살포보다 방제 효과가 높은 경향과 유의성의 차이를 보이는 것은 설부병원균이 감염 전 병원균의 밀도를 낮추는데 효과적이 아닌가 생각한다 (자료미제출).

미국은 지역적으로 *Typhula blight* 병의 발생에 많은 변수가 작용한다(Smiley, 1983). 적설기간이 길고 적설량이 많으며, 병원균의 종류가 다양하여 살포시기와 적설기간은 설부병 발달에 중요하다(Smiley, 1983). Chang et al. (2011) 연구에 의하면 적설 30일전 에 살포와 적설직전인 늦가을에 의한 통계적인 유의성의 차이를 찾지 못하였다고 한다. 미국 위스콘신 *Typhula blight* 방제는 어렵다고 한다. 방제 성공은 병원균의 우점종, 전염원의 밀도, 적설 기간 및 잔디의 종류에 달려 있다고 한다(Chang et al., 2011). 어느 해에는 몇몇 농약들이 효과가 있었으나, 어느 해에는 그 농약들이 효과가 없을 때도 있기 때문이다. 왜냐하면 이들 농약들은 모든 *Typhula* spp. 을 방제할 수 없으므로 우점 하는 병원균의 종류에 따라서 약제의 효과가 다르기 때문이라고 한다(Chang et al., 2011). 적설 전에 약제를 살포할 경우 설부 병원균이 잔디로 감염되는 것을 보호해준다고 한다(Smiley, 1983), 하지만 병원균의 밀도가 높거나 적설기간이 3개월 이상이 될 경우 병 방제 효과가 낮아지는 것을 볼 수 있다고 한다

본시험 결과로 볼 때 우리나라 설부병은 미국의 설부병 방제율 보다 높은 것은 *T. incarnata*에 의해서 발병하기 때문이면, *T. incarnata*는 대부분의 약제에 대하여 민감하게 작용하기 때문에 가을철 적설직전에 농약을 살포할 경우 방제효과가 우수하므로, 농약사용 지침서에 의하여 3회 관주처리를 하지 않고, 1-2회 경엽처리로서도 설부병 방제 효과가 우수하다는 것을 제시하고자 한다.

## 요 약

*Typhula incarnata*에 의한 설부병 방제를 위한 살균제의 효과를 골프코스에서 평가하였다. 살균제의 살포효과, 살균제의 혼용효과, 살균제의 살포방법에 의한 효과 및 살포시기에 의한 설부병의 방제효과에 미치는 영향을 용평골프장에서 평가하였다. 무처리구는 3종의 살균제처리구보다 병 피해가 더욱 심각하였다. 3종의 살균제(Azoxystrobin,

propiconazole, tebuconazole)는 Kentucky bluegrass 종과 creeping bentgrass 종의 잔디에서 80% 이상의 설부병을 방제하는 효과가 있었다. 2종 이상의 혼용살포에 의한 설부병의 방제효과는 Kentucky bluegrass 종에서 93% 이상 방제효과가 있었다. Azoxystrobin 살균제를 관주와 경엽살포에 대한 설부병 방제 효과는 2종의 잔디에서 모두 유의성의 차이가 없었다. 살균제 살포시기에 따른 설부병 방제 효과는 tebuconazole 살포구에서 유의성 있었다. 이른 가을에 살포하는 것이 더 효과적이었다.

**주요어:** 방제가, 설부병, 살균제

## References

- Burpee, L.L. 1994. Interactions among low-temperature – tolerant fungi: prelude to biological control. *Can. Plant Pathology* 16:247-250.
- Burpee, L.L. and L.G. Goulety. 1984. Evaluation of fungicides for control of pink and gray snow mold on creeping bentgrass. *Turfgrass Res., Ann Rept. Ont. Agric. Coll., Univ. Guelph* pp. 6-7.
- Chang, T.H., S.W. Chang, and G. Jung. 2011. Evaluation of fungicides, nozzle type, and spray volume on control of *Typhula blight* on cool season turfgrass. *Asian J. Turfgrass Sci.* 25(2):160-170.
- Couch, H.B. 1985. Turfgrass fungicides : dilution rates, nozzle size, nozzle pressure and disease control. *Golf course management* 52(8):73-80.
- Dahl, A.S. 1934. Snow mold of turfgrasses as caused by *Fusarium nivale*. *Phytopathology* 24:197-214.
- Gould, C.J., R.L. Goes, R.D. Ensign, and A.G. Law. 1977. Snow mold control on turf grass with fungicides in the Pacific Northwest. Pullman, Wash. State Univ., Coll. Agric. Res. Center 849:1-7.
- Hsiang, T., N. Matsumoto, and S.M. Millett, 1999. Biology and management of *Typhula* snow mold of turfgrass. *Plant Dis.* 83:788-798.
- 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 incarnate* isolated from diseased turfgrass of snow mold disease. *Korean J. Plant Pathol.* 8(2):101-106. (in Korean)
- Matsumoto, N. and T. Sato. 1982. The competitive saprophytic abilities of *Typhula. Incarnata* and *T. ishikariensis*. *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 48:419-424.
- Mueller, D.S., A.E. Dorrance, R.C. Derksen, E. Ozkan, C.R. Grau, J.M. Gaska, G.C. Hartman, C.A. Bradley, and W.L. Pedersen.

2002. Efficacy of fungicides on *Sclerotinia sclerotiorum* and their potential for control of Sclerotinia stem rot on soybean. *Plant Dis.* 86:26-31
- Nutter, F.W., C.W. Warren, A.R. Gottlieb, and S. Justus. 1979. Chemical control of fusarium and typhula snow molds. *Fungicide and Nematicide Tests* 34:138.
- Smiley, R.W. and M.M. Craven. 1980. Comparisons of fungicides for controlling snow molds, 1979. *Fungicide and Nematicide Tests* 35:155-156.
- Smiley, R.W. 1983. Compendium of turfgrass diseases. American Phytopathological Society St. Paul, MN. p. 102.
- Smith, J.D. and W.W. Reiter. 1976. Snow mold control in bentgrass turf with fungicide 1975. *Can. Plant Dis. Surv.* 56:104-108.
- Smith, J.D., N. Jackson, and A.R. Woolhouse. 1989. Fungal diseases of amenity turfgrasses. E. & F. N. Spon, New York, USA. p. 75-89.
- Steve, M. 1999. Distribution, biological and molecular characterization, and aggressiveness of Typhula snow molds of Wisconsin golf course. Degree of PhD, Univ. of Wisconsin - Madison.
- Stienstra, W.C. 1980. Snow molds on Minnesota golf greens. In *Proc. 3rd Int. Turfgrass Res. Conf.* (Ed, J.M. Beard), Am. Soc. Agron., Crop Sci. Soc. Am., Soil Sci. Soc. Am. and Int. Turfgrass Soc. 271-274.
- Tyson, J. 1936. Snow mold injury to bentgrasses. *Quart. Bull. Mich. Agr. Exp. Sta.* 19:87-93.
- Vargas, J.M., J.B. Jr, Beard, and K.T. Payne. 1972. Comparative incidence of Typhula blight and Fusarium patch on 56 Kentucky bluegrass cultivars. *Plant Dis. Rep.* 56:32-34.