

## *Sclerotinia homoeocarpa*에 의한 잔디동전마름병 (Dollar spot)의 약제 저항성균 발생 및 방제

심규열\* · 민규영<sup>1</sup> · 신현동<sup>2</sup> · 이현주<sup>3</sup>

한국잔디연구소, <sup>1</sup>관악컨트리클럽 코스관리과, <sup>2</sup>고려대학교 농생물학과, <sup>3</sup>식물검역소 부산지소

### Occurrence of Chemical Resistance and Control of Dollar Spot Caused by *Sclerotinia homoeocarpa* in Turfgrass of Golf Course

Shim Gyu Yul · Min Gyu Young<sup>1</sup> · Shin Hyeun Dong<sup>2</sup> · Lee Hyun-Ju<sup>3</sup>

Korea Turfgrass Research Institute, Seoul 135-010, Korea

<sup>1</sup>Kwanak Country Club, Yongin 449-900, Korea

<sup>2</sup>Korea University, Seoul 136-701, Korea

<sup>3</sup>National Plant Quarantine Service Busan Branch Office, Busan 600-010, Korea

#### ABSTRACT

Antifungal activity of 20 chemicals registered to turfgrass diseases was evaluated. Among the chemicals, iprodione, benomyl, iprodione + thiram, penycuron + tebuconazole, hexaconazole, and iprodione + thiophanate-methyl exhibited high antifungal activity to the dollar spot fungus. All isolates were greatly inhibited by the chemicals at the concentration over 32 ppm( $\mu\text{g/ml}$ ). However, sensitivity of the isolates to chemicals was varied at the lower concentration as 8 and 16 ppm as follows. The isolate originated from Ora golf course was resistant to iprodione and iprodione + thiophanate methyl, Gonjiam isolate to iprodion, Youngpyung isolate to iprodione + thiram, and Dogo isolate to iprodione + thiram, penycuron + tebuconazole, and tebuconazole. It was found from this study that the varied chemical resistance among the isolates was positively related to the application time of the chemical in the golf course. Consequently, when a chemical was applied more often times than the others to the golf course, the fungal isolates originated from the field showed higher resistance to the former chemical.

Effects of the chemicals on control of the dollar spot was evaluated in the field. All tested chemicals revealed over 70% disease control efficacy, however, mepronil + propiconazole was the best showing 83% control efficacy and followed by fenarimo, iprodione, terbuconazole, thiram, and thiophanate-methyl.

**Key words:** *Sclerotinia homoeocarpa*, chemical, chemical resistance

\*corresponding author. Tel : 02-3446-1741

E-mail : Shimgy@kornet.net

## 서 론

*Sclerotinia*에 의한 동전마름병(dollar spot)은 세계적으로 널리 발생되고 있으며 특히 북아메리카, 중앙아메리카, 뉴질랜드, 일본, 영국 그리고 유럽대륙에서 주요 병해로 알려져 있다. 영국에서는 red fescue에 거의 한정하여 발생되는 것으로 보고되어 있으나(Smith, 1955), 다른 지역에서는 잔디로 사용되고 있는 거의 모든 초종에서 발병하는 것으로 알려져 있다(Reilly, 1969; Bosewinkel, 1977; Hosotsuji, 1977). 이 병은 미국의 태평양 북서지역과 캐나다 서부를 제외하고 북미 대륙에서 발생하는 잔디병 중에서 가장 문제되는 병 중의 하나이다.

심 등(2000)은 우리나라의 전국 골프장을 대상으로 동전 크기의 마름증상으로부터 병원균을 분리, 동정하여 *Sclerotinia homoeocarpa*에 의한 동전마름병의 발생과 발생생태를 보고하였으며, 전국적으로 발생됨을 확인하였다. 이러한 빠른 확산의 원인은 국내에 한지형 잔디로 조성된 골프장이 증가하였기 때문이라고 하였다.

우리나라 골프장의 잔디병해 방제는 주로 농약에 의하여 이루어지고 있다. 현재 국내에 잔디용으로 등록되어 있는 살균제는 44개 품목인데 브라운패취(brown patch), 라지패취(large patch), 피시움블라이트(pythium blight), 탄저병(anthracnose), 녹병(rust)에만 적용되어 있다(농약공업협회, 1999). 이 외의 다른 병해 방

제에는 적용약제가 없어 기 등록된 약제를 사용하는 경우가 있으나 약효나 약해, 그리고 사용 약량 및 사용횟수 등에 대한 연구를 거치지 않아 적용에 많은 어려움이 있는 실정이다. 외국의 경우 동전마름병의 방제약제로 triadimefon, anilazine, propiconazole, cyproconazole, thiophanate-methyl, benomyl, iprodione, fenarimol, chlorotharonyl 등이 보고되어 있으며, 약효를 상승시키기 위하여 triadimefon + propiconazole, triadimefon + chlorotharonyl, triadimefon + iprodione, triadimefon + vinclozoline, triadimefon + anilazine의 혼합 조합이 효과가 좋은 것으로 보고되어 있다(Couch and Smith, 1989).

동전마름병은 농약에 대한 저항성 균주의 유발이 쉬운 병해로 알려져 있다. 특히 anilazine, iprodione, benzimidazole(benomyl, thiophanate-methyl), sterol 생합성 저해제(triadimefon, propiconazole, fenarimol)에 대한 저항성 균주의 출현에 대한 보고가 많다(Massie et al., 1968; Cole et al., 1974; Warren et al., 1974, 1977; Detweiler et al., 1983).

따라서 본 연구에서는 동전마름병(Dollar spot)의 효과적인 방제약제를 선별하기 위하여 실내시험에서 병원균에 대한 항균효과 검정을 하였으며, 항균력이 우수한 약제를 대상으로 포장상태에서 방제시험을 실시하였다. 또한 전국골프장으로부터 분리한 동전마름병 병원균(*Sclero-*

**Table 1.** Isolates of *Sclerotinia homoeocarpa* from turfgrass in golf courses

Isolates	Golf course	Province	Month isolated	Site	Host
OR-3	Ora	Cheju	May	Green	Creeping bentgrass
TI-2	Tain	Chenbuk	May	Green	Creeping bentgrass
CJ-6	Chungju	Chungbuk	May	Green	Creeping bentgrass
PD-2	Paradais	Cheju	May	Fairway	Kentucky bluegrass
GJA-1	Gonjiam	Kyeonggi	Jun	Fairway	Kentucky bluegrass
YP-1	Yungpyung	Kangwon	Jul	Fairway	Kentucky bluegrass
DG-4	Dogo	Chungnam	Oct	Fairway	Zoysiagrass

*inia homoeocarpa*)을 대상으로 약제에 대한 저항성 균주의 발생을 조사하였다.

### 재료 및 방법

#### 살균제의 항균효과 및 약제 저항성 균주 검정

공시병원균에 대한 방제약제를 선발하기 위하여 1998년 현재 국내에 잔디용으로 품목등록되어 있는 20개의 농약을 선정하여 공시약제로 사

용하였다(Table 2). 1차 선발시험은 공시약제의 처리농도를 품목등록된 추천농도로 하였다. 항균력 검정은 감자한천배지 중앙에 병원균을 접종한 후 살균한 페이퍼디스크(paper disk)에 각각 침지시킨 후 4대칭으로 처리하고 27℃ 항온기에 3일 배양시킨 후 병원균의 균사생장 정도를 측정하여 억제효과가 비교적 강하게 나타나는 8개 약제를 선발하였다. 2차 시험으로 선발한 8개 약제의 공시균주에 대한 적정 억제농도 및 이들 약제에 대한 내성정도를 확인하기 위하여 공시약제의 농도를 8, 16, 32, 160ppm 농도로 감자한천배지에 조제한 후 배지의 중앙에 각각의 공시균주를 치상하여 27℃에서 1주일간 배양한 후 균사생육 정도를 조사하였다.

공시균주의 약제에 대한 저항성 유발과 공시병원균을 분리한 대상 골프장의 농약 사용량과 농약종류와의 연관성을 비교, 분석하기 위하여 1998년도에 사용한 농약의 종류와 농약 사용량을 조사하였다(Table 3).

#### 방제효과

포장상태에서 동전마름병 방제효과를 검정하기 위하여 실내시험에서 선발한 Iprodione, Mep-ronil + Propiconazole, Terbuconazole, Thio-phanate-methyl, Thiram, Fenarimol을 공시하여 크리핑베트그래스로 조성된 잔디밭에서 실시하였으며(Table 4), 시험구 배치는 완전임의배치법 3반복으로 하였으며 구당 면적은 4m<sup>2</sup>였다. 발병은 인공접종으로 유도하였다. 접종원은 모래

**Table 2.** List of fungicides tested for the control of dollar spot *in vivo*

Common name	A.I.* (%)	Dilution fold
Iprodione	50.0	1,000
Benomyl	50.0	1,000
Fosetyl-Al	80.0	500
Mepronil	75.0	1,000
Toclofos-methyl	50.0	500
Iprodion + thiram	55.0	500
Pencycuron + Terbuconazole	25.0	1,500
Triforine	17.0	1,000
Terbuconazole	25.0	2,000
Hexaconazole	2.0	2,000
Propamocarb hydrochloride	66.5	500
Etridiazole	25.0	2,000
Hymexazol + Metalaxyl	34.0	500
Triadimefon	5.0	500
Iprodione + Thiophanate-methyl	70.0	1,000
Mepronil + propiconazole	54.0	500
Toclofos-methyl	50.0	500
Imibenconazole	15.0	2,000
Metalaxyl	25.0	2,000

\*A.I.: Active ingredient

**Table 3.** Amount of agrochemicals used in golf courses in 1998

Agrochemicals	Amount of agrochemicals used (kg)			
	Ora	Dogo	Gongiam	Yongpyung
Iprodione	0	10.0	159.5	46.0
Thiophanate-methyl	795.0	11.0	0	49.8
Tebuconazole	104.0	20.8	0	0
Mepronil	0	0	0.5	48.5
Thiram	747.5	0	0	0

**Table 4.** List of fungicides tested for the control of dollar spot *in vitro*

Common name	A.I* (%)	Application dose(g/l)
Iprodione WP	50	1.0
Mepronil+propiconazole WP	54+4	2.0
Tebuconazole WP	25	0.5
Thiophanate-methyl WP	70	0.65
Thiram WP	80	2.0
Fenarimol SC	12.5	1.0

\*A.I.: Active ingredient

: 오토밀 : 물 = 400 : 20 : 80의 비율로 혼합하여 배양기를 제조하고 병원균을 접종하여 27℃에서 10일간 배양하여 제조하였다. 병원균의 접종은 시험구당 직경 10mm의 코르크보아로 12개의 구멍을 뚫어 접종하였다. 접종 10일 후 발병을 확인하고 공시 약제를 10일 간격으로 2회 처리하였다. 발병률은 약제처리 1주일 후에 발생한 동전마름병의 병반수를 조사하여 Duncan's multiple range test로 처리 간의 약효를 비교, 분석하였다.

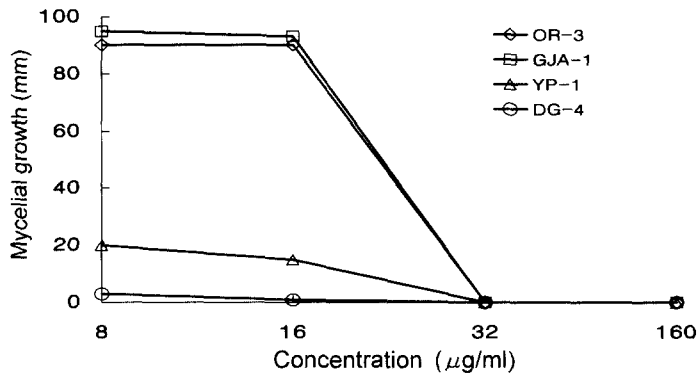
## 결과 및 고찰

### 살균제의 항균효과 및 내성 검정

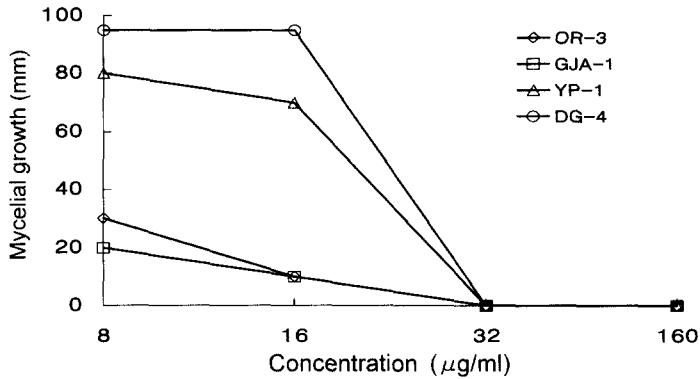
동전마름병원균(*S. homoeocarpa*)에 방제효과가 우수한 약제를 선별하기 위하여 현재 잔디용으로 등록되어 있는 20개의 약제를 대상으로 항균효과 검정시험을 배양기상에서 실시하였다. 그 결과 특히 항균효과가 우수한 iprodione, benomyl, iprodione+thiram, pencycuron+tebuconazole, tebuconazole, mepronil+propiconazole, hexaconazole, iprodione+thiophanate-methyl을 선별하여 농도에 따른 병원균의 성장억제시험과 포장에서의 방제시험에 공시하였다.

이상에서 선발된 8개의 약제를 대상으로 농도

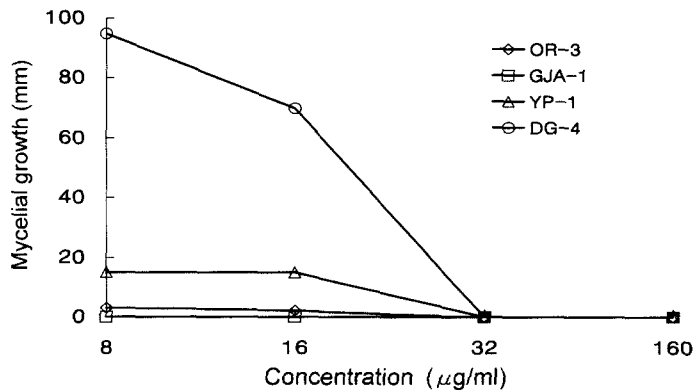
에 따른 *S. homoeocarpa*의 균사생장 정도를 조사하였다. 이들 공시 약제들의 항균력은 농약에 따라, 균주에 따라 큰 차이를 나타내었는데 공시약제 모두 32ppm 이상의 농도에서는 강한 항균력을 보였으나 그 이하의 농도에서는 다양한 반응을 보였다. 오라골프장으로부터 분리한 균주(OR-3)의 경우 iprodione과 iprodione+thiophanate methyl에 대하여 8, 16ppm에서 저항성이었고, 곤지암골프장 균주(GJA-1)는 iprodione에 대하여, 용평골프장 균주(YP-1)는 iprodione+thiram에 대하여, 도고골프장 균주(DG-4)는 iprodione+thiram, pencycuron+tebuconazole, tebuconazole에 대하여 저항성이었다(Fig. 1~Fig. 7). 이상의 결과에서 보면 iprodione과 tebuconazole이 포함된 농약에 주로 저항성이 나타남을 알 수 있다. 이러한 현상은 골프장마다 농약 사용량이나 사용방법이 다르기 때문에 특정농약을 많이 사용하거나 연용하여 저항성 균이 출현할 것으로 추정된다. 특히 iprodione과 tebuconazole이 포함된 농약은 브라운패취나 라지패취병에 등록되어 있기 때문에 동전마름병 방제 외에도 이러한 병해방제를 위하여 상용되고 있기 때문에 이 약제에 대한 저항성 균이 출현할 가능성이 매우 높다고 할 수 있다. 이러한 결과를 대상 골프장의 농약 종류 및 농약 사용량과 비교 분석하여 보면 곤지암골프장의 경우 iprodione에 대하여 저항성이 나타났는데 농약 사용량을 보면 iprodione을 약 160kg 사용하여 다른 약제에 비하여 많이 사용한 것으로 조사되었다. 도고골프장의 경우 tebuconazole에 대하여 저항성이 나타났는데 다른 약제에 비하여 본 약제의 사용량이 많은 것으로 조사되었다(Table 3). 외국의 경우에도 동전마름병은 농약에 대한 저항성 균주의 유발이 쉬운 병해로 알려져 있다. 특히 anilazine, iprodione, benzimidazole(benomyl, thiophanate-methyl), sterol 생합성 저해제(triade-



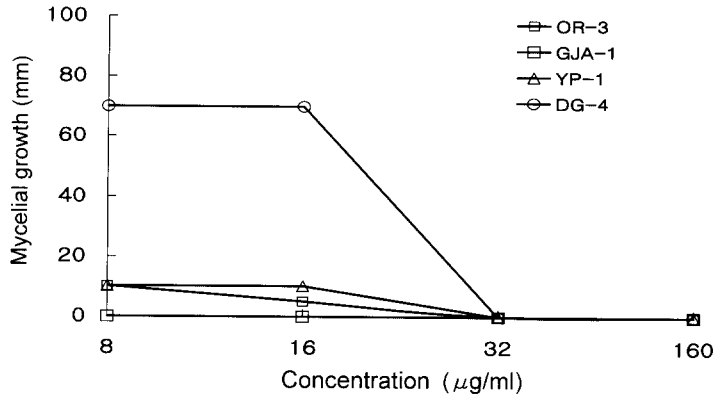
**Fig. 1.** Effect of iprodione on the mycelial growth of *Sclerotinia homoeocarpa* isolated from 4 different golf courses on potato dextrose agar. The diameter of colony was measured 4 days after incubation at different concentration of iprodione.



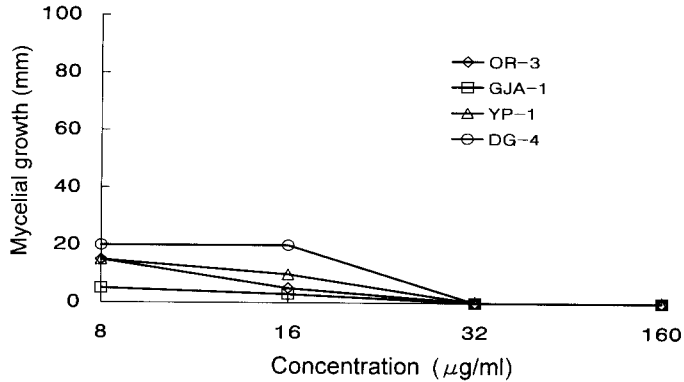
**Fig. 2.** Effect of iprodione+thiram on the mycelial growth of *Sclerotinia homoeocarpa* isolated from 4 different golf courses on potato dextrose agar. The diameter of colony was measured 4 days after incubation at different concentration of iprodione+thiram.



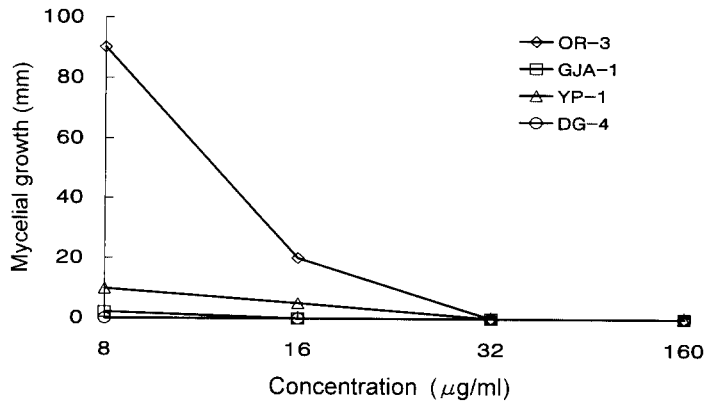
**Fig. 3.** Effect of penicycuron+terbuconazole on the mycelial growth of *Sclerotinia homoeocarpa* isolated from 4 different golf courses on potato dextrose agar. The diameter of colony was measured 4 days after incubation at different concentration of penicycuron+terbuconazole.



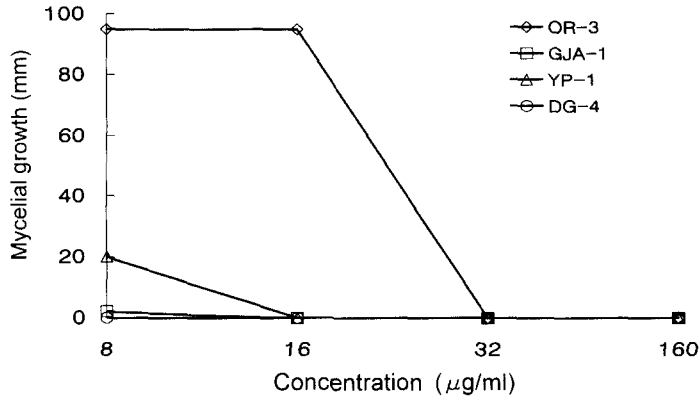
**Fig. 4.** Effect of terbuconazole on the mycelial growth of *Sclerotinia homoeocarpa* isolated from 4 different golf courses on potato dextrose agar. The diameter of colony was measured 4 days after incubation at different concentration of terbuconazole.



**Fig. 5.** Effect of meronil+propiconazole on the mycelial growth of *Sclerotinia homoeocarpa* isolated from 4 different golf courses on potato dextrose agar. The diameter of colony was measured 4 days after incubation at different concentration of meronil+propiconazole.



**Fig. 6.** Effect of hexaconazole on the mycelial growth of *Sclerotinia homoeocarpa* isolated from 4 different golf courses on potato dextrose agar. The diameter of colony was measured 4 days after incubation at different concentration of hexaconazole.



**Fig. 7.** Effect of iprodione+thiophanate on the mycelial growth of *Sclerotinia homoeocarpa* isolated from 4 different golf courses on potato dextrose agar. The diameter of colony was measured 4 days after incubation at different concentration of iprodione+thiophanate.

mefon, propiconazole, fenarimol)에 대한 저항성 균주의 출현에 대한 보고가 많다(Massie et al., 1968; Cole et al., 1974; Warren et al., 1974, 1977; Detweiler et al., 1983).

### 방제효과

실내에서 항균효과가 우수한 약제를 선발하여 포장상태에서 동전마름병의 방제효과를 검정하였다. 공시한 약제 모두 70% 이상의 방제효과를 보였다. 특히 Mepronil+Propiconazole이 방제가 83.0%로 가장 좋았고 Fenarimol과 Iprodione이 78.7%과 76.6%였고 Terbuconazole, Thiram이 73.4%, Thiophanate-methyl이 72.3%의 방제효과를 보였다(Table 5).

우리나라 골프장의 잔디병해 방제는 주로 농약에 의하여 이루어지고 있다. 현재 국내에 잔디용으로 등록되어 있는 살균제는 44개 품목인데 브라운패취(brown patch), 라지패취(large patch), 피시움블라이트(pythium blight), 탄저병(anthracnose), 녹병(rust)에만 적용되어 있다(농약공업협회, 1999). 이 외의 다른 병해 방제에는 적용약제가 없어 기 등록된 약제를 사용

하는 경우가 있으나 약효나 약해, 그리고 사용 약량 및 사용횟수 등에 대한 연구를 거치지 않아 적용에 많은 어려움이 있는 실정이다. 외국의 경우 동전마름병의 방제약제로 triadimefon, anilazine, propiconazole, cyproconazole, thiophanate-methyl, benomyl, iprodione, fenarimol, chlorotharionil 등이 보고되어 있으며, 약효를 상승시키기 위하여 triadimefon + propiconazole, triadimefon + chlorotharionil, triadimefon + iprodione, triadimefon + vinclo-

**Table 5.** Control efficacy of fungicide on dollar spot in field

Fungicide	No. of dollar spot	Control efficacy (%) <sup>y</sup>
Iprodione	22.0 a <sup>x</sup>	76.6
Mepronil+Propiconazole	16.0 a	83.0
Terbuconazole	24.7 a	73.4
Thiophanate-methyl	26.0 a	72.3
Thiram	24.7 a	73.4
Fenarimol	19.7 a	78.7
Untreated	94.0 b	-

<sup>x</sup>Number within a column followed by different letters is significantly different(p = 0.05) according to Duncan's multiple range test.

<sup>y</sup>Control efficacy(%) =  $\frac{\text{Untreated} - \text{Treatment}}{\text{Untreated}} \times 100$

zoline, triadimefon + anilazine의 혼합조합이 효과가 좋은 것으로 보고되어 있다(Couch and Smith, 1989).

## 요 약

잔디용으로 등록된 20개 농약을 대상으로 동전마름병원균에 대한 항균효과를 검정한 결과, iprodione, benomyl, iprodione + thiram, penycuron + tebuconazole, tebuconazole, mepyril + propiconazole, hexaconazole, iprodione + thiophanate-methyl이 높은 항균력을 나타냈다. 이들 약제들의 항균력은 농약에 따라, 균주에 따라 큰 차이를 나타내었는데 공시약제 모두 32ppm 이상의 농도에서는 강한 항균력을 보였으나 그 이하의 농도에서는 다양한 반응을 보였다. 오라골프장으로부터 분리한 균주(OR-3)의 경우 iprodione과 iprodione + thiophanate methyl에 대하여 8, 16ppm에서 저항성이었고, 곤지암골프장 균주(GJA-1)는 iprodione에 대하여, 용평골프장 균주(YP-1)는 iprodione + thiram에 대하여, 도고골프장 균주(DG-4)는 iprodione + thiram, penycuron + tebuconazole, tebuconazole에 대하여 저항성이었다. 각 골프장의 농약 사용 실적과 비교한 결과, 특정 농약의 사용량이 많을수록 저항성인 것으로 나타났다.

포장상태에서 동전마름병의 방제효과를 검정한 결과, 공시약제 모두 70% 이상의 방제효과를 보였는데 특히 Mepronil + Propiconazole이 방제가 83.0%로 가장 좋았고, Fenarimol과 Iprodione이 각각 78.7%와 76.6%였고 Terbuconazole, Thiram이 73.4%, Thiophanate-

methyl이 72.3%의 방제효과를 보였다.

## 참고문헌

1. Bosewinkel, H. J. 1977. New plant disease records in New Zealand: records in the period 1969-76. N. Z. J. Agric. Res. 20:583-589.
2. Couch, H. B. and B. D. Smith. 1989. Results of 1989 Virginia Tech Turfgrass Disease Control Trials. Ann. Rept. Turfgrass Pathology Lab., Virginia Tech, Blacksburg, VA. 81 p.
3. Hosotsuji, T. 1977. Control of Diseases, Insect Pests and Weeds of Turf. Japan Pesticide Information Leaflet No. 33.
4. Massie, L. B. H. Cole, Jr. and J. Duich. 1968. Pathogen variation in relation to disease severity and control of Sclerotinia dollar spot of turfgrass by fungicides. Phytopathology 58:1616-1619.
5. 농약공업협회. 1999. 농약사용지침서.
6. Reilly, D. 1969. Control of dollar spot disease on turf in New South Wales with the systemic fungicide benomyl. J. Sports Turf Res. Inst. 45:63-66.
7. 삼규열, 민규열, 신현동, 이현주. 2000. 한국골프장에서 Sclerotinia homoeocarpa에 의한 잔디동전마름병의 발생. 한국잔디학회지 14(1):241-250.
8. Smith, J. D. 1955. Fungi and turf diseases. (5). Dollar spot disease. J. Sports Turf. Res. Inst. 9:35-59.