

골프장 잔디 해충과 천적의 종류

Turfgrass Insect Pests and Natural Enemies in Golf Courses

추호렬 · 이동운 · 이상명¹ · 이태우² · 최우근³ · 정영기⁴ · 성영탁⁵Ho Yul Choo, Dong Woon Lee, Sang Myeong Lee¹, Tae Woo Lee²,
Woo Geun Choi³, Young Ki Chung⁴ and Young Tak Sung⁵

Abstract - Turfgrass insect pests and natural enemies for biological control were investigated to develop pest management effectively in golf courses at several golf clubs. Twenty eight insect pest species of 10 families in 6 orders were collected from golf courses. The zoysiagrass mite, *Eriophyes zoysiae* and root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* were also collected from zoysiagrass. White grubs of several scarab beetles and cutworms (*Agrotis* spp.) damaged seriously at most surveyed golf clubs. In addition, bluegrass webworm (*Crambus* sp.), Japanese lawngrass cutworm (*Spodoptera depravata*), scale insects, *Tipula* sp., and ants (*Camponitus japonicus*, *Formica japonica*, and *Lasius japonicus*) damaged turfgrasses directly or indirectly in golf courses.

The entomopathogenic nematodes, *Heterorhabditis* spp., *Steinernema glaseri*, and *S. longicaudum*, entomopathogenic fungi, *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*, and milky disease, *Paenibacillus popilliae* were isolated from white grubs or turfgrass soil as microbial control agents. Besides, dipteran predators, *Cophinopoda chinensis*, *Philonicus albiceps*, and *Promachus yesonicus* and hymenopteran parasitoid, *Tiphia* sp. were also collected. The *P. yesonicus* was the most active in golf courses. The root-knot nematode, *M. incognita* was found from *Zoysia japonica*, *Z. matrella*, and *Cynodon dactylon*.

Key Words - Turfgrass insect pests, Biological control, Golf courses, Natural enemies, Entomopathogenic nematodes, Entomopathogenic fungi, Milky disease, Asilid fly, Tiphid wasp

초 록 - 우리 나라 골프장의 잔디 가해 해충과 천적에 관한 조사에서 잔디를 가해하는 해충은 6목 10과 28종이 확인되었고, 잔디혹응애(*Eriophyidae zoysiae*)와 고구마뿌리혹선충(*Meloidogyne incognita*)도 피해를 주고 있었다. 풍뎅이 유충인 굼벵이는 전 조사 골프장의 모든 코스에서 피해를 주고 있었으며, 검거세미나방이나 거세미나방도 많은 피해를 주고 있었다. 그리고 포충나방류(*Crambus* sp.)와 각지벌레류, 각다귀(*Tipula* sp.)도 잔디에 피해를 주고 있었다. 반면, 일본왕개미(*Camponitus japonicus*), 곰개미(*Formica japonica*), 고동털개미(*Lasius japonicus*)는 직접적인 잔디 피해보다는 간접적인 피해가 많았다. 즉, 잔디나 골프장 군데군데에 집을 만들거나 골퍼들에게 피해를 주고 있었다. 잔디 해충의 천적으로는 곤충병원성 선충과 곤충병원성 곰팡이 및 유화병균 등의 곤충 병원미생물과 파리매와 같은 포식성 천적류, 그리고 굼벵이벌 등과 같은 기생성 곤충

경상대학교 농과대학 농생물학과, 경남 진주, 660-701 (Department of Agricultural Biology, College of Agriculture, Gyeongsang National University, Chinju, Gyeongnam, 660-701, Republic of Korea)

¹ 임업연구원 남부임업시험장, 경남 진주, 660-300 (Nambu Forestry Experiment Station, Forestry Research Institute, Chinju, Gyeongnam, 660-300, Republic of Korea)

² 동래베네스트골프장, 부산 금정, 609-380 (Dongrae Benest Golf Club, Gumjung, Pusan Metropolitan City, 609-380, Republic of Korea)

³ 울산칸트리클럽, 울산 울주, 689-870 (Ulsan Country Club, Uljugu, Ulsan Metropolitan City, 689-870, Republic of Korea)

⁴ 용원컨트리클럽, 경남 진해, 645-510 (Yongwon Country Club, Chinhae, Gyeongnam, 645-510, Republic of Korea)

⁵ 대구컨트리클럽, 경북 경산, 712-714 (Daegu Country Club, Gyeongsan, Gyeongbook, 712-714, Republic of Korea)

류가 채집되었다. 병원성 선충으로는 Heterorhabditidae과의 *Heterorhabditis* sp.와 Steinernematidae과의 *Steinernema glaseri*와 *S. longicaudum*이 굼벵이와 잔디밭에서 발견되었다. 특히, 경산의 대구골프장에서 발견된 *Heterorhabditis* sp.는 등얼룩풍뎠이와 주둥무늬차색풍뎠이 유충에서 분리되었는데 병원성이 매우 뛰어났다. 병원성 곰팡이는 *Beauveria bassiana*와 *Metarhizium anisopliae*가 등얼룩풍뎠이에서 확인되었다. 그리고 유화병 (milky disease)을 일으키는 *Paenibacillus popilliae*가 주둥무늬차색풍뎠이 (*Adoretus tenuimaculatus*)와 등얼룩풍뎠이 (*Exomala orientalis*), 주황진다리풍뎠이 (*Ectinohoplia rufipes*), 녹색풍뎠이 (*Popillia quadriguttata*)에서 발견되었다. 관찰된 파리매 3종 중 파리매 (*Promachus yesonicus*)의 활동이 가장 활발하였다. 굼벵이벌 (*Tiphia* sp.)은 주둥무늬차색풍뎠이와 등얼룩풍뎠이의 유충에서 확인되었는데 발견된 개체수는 많지 않았다. 식물 기생선충으로는 고구마뿌리혹선충이 들잔디 (*Zoysia japonica*)와 금잔디 (*Z. matrella*), 버뮤다그라스 (*Cynodon dactylon*)에서 발견되었다.

검색어 - 잔디해충, 생물적 방제, 골프장, 천적, 곤충병원성 선충, 곤충병원성 곰팡이, 유화병, 파리매, 굼벵이벌

잔디는 물이나 바람에 의한 토양의 침식억제, 공기와 수질의 정화, 소음이나 반사광의 흡수, 토양의 개선과 회복, 대기온도의 온화, 육체적·정신적 건강증진 등 유익한 점이 많다 (Potter, 1998). 그 외에도 정원이나 공원에 조성된 잔디는 미적인 가치를 생산하기도 하며, 축구장 등과 같은 야외 스포츠 경기장에서는 선수들의 부상을 예방하여 준다. 그리고 우리 나라에서는 예로부터 묘역에 잔디를 이용하여 왔다 (Kim, 1991). 이와 같은 다양한 기능으로 인하여 잔디는 공원이나 공장, 학교, 주택, 아파트, 콘도 등의 녹화와 축구장, 골프장 등에 많이 이용되고 있다. 특히, 골프장에서는 잔디가 주요 구성요소이다. 따라서 잔디에 관련된 경제 활동 규모가 증대하여 미국에서만 1988년 기준으로 250억 달러나 되었다 (Gibb and Buhler, 1988). 우리 나라에서도 잔디산업은 계속 증가하고 있다. 한편, 경제상황의 호전과 레포츠에 대한 관심의 증가는 골프에도 영향을 미쳐 골퍼인구가 매년 증가추세에 있다. 그리하여 골프장 이용객이 1988년 8,472,000명이나 되었으며 골프장수도 증가하여 2000년 1월 기준으로 140개소가 운영 중에 있다 (Ahn, 2000).

그러나 잔디를 유지하고 관리하는 것은 쉬운 일이 아니다. 특히, 골프장은 기존의 주변 분포 식물과 식재한 조경수, 주 요소인 잔디, 기타 잡초 등 복잡한 식물 생태계를 이루고 있으면서 수많은 종류의 해충이 발생할 수 있는 이상적인 환경을 제공하고 있기 때문에 (Choo et al., 1998; Lee et al., 1999), 잔디관리에 막대한 경비가 들고 있다. 실제로 골프장에는 다양한 해충들의 발생과 함께 풍뎠이의 성충과 유충에 의한 피해가 심하고 빈번하게 나타나고 있는 실정이다 (Lee et al., 1997, 1999; Choo et al., 1998, 1999). 또한 거세미나방 (*Agrotis* spp.)이나 깍지벌레, 매미충, 각다귀, 잔디바구미, 벼룩잎벌레, 굴파리, 땅강아지, 개미, 말벌 등도 직접·간접으로 피해를 주고 있다 (Tashiro, 1987; Leslie,

1994; Potter, 1998). 뿐만 아니라 해충의 발생은 가지나 두더지 등에 의한 이차적인 피해까지도 유발하고 있다 (Lee et al., 1997; Potter, 1998). 따라서 골프장 해충의 과학적인 관리를 위하여서는 발생해충에 관한 체계적인 조사가 필요하지만 우리 나라에서는 일부 해충에 관한 조사만 이루어져 있을 뿐이다.

한편, 골프장 해충의 방제는 주로 화학 농약에만 의존하고 있다. 골프장에 사용할 수 있도록 우리 나라에서 고시된 살충제는 현재 13종이나 되며 (Anonymous, 2000), 계속 증가될 전망이다. 그러나 농약만에 의한 방제는 환경오염과 건강에 대한 우려를 자아내기도 하고, 해충에 따라서는 효과가 약하거나 없기도 하다. 더욱이 우리 나라 골프장의 입지적 조건, 즉, 상수원이나 수려한 삼림, 도시주변의 청정지역은 생물적 방제법과 같은 농약에 대체할 수 있는 환경친화적 방법의 개발을 필요로 하고 있다. 골프장에는 복잡한 생태계만큼이나 우수하고 중요한 생물적 방제 인자가 많이 분포하고 있을 가능성이 높다. 그럼에도 불구하고 곤충병원성 선충을 제외하고는 기타의 생물적 방제 인자와 생물농약으로서의 평가 및 활용 가능성에 대하여는 조사된 것이 별로 없다. 골프장의 해충을 효과적이면서 환경친화적으로 관리하기 위하여서는 발생해충의 종류를 파악함과 동시에 생태를 밝히는 한편, 천적들도 탐색할 필요가 있고, 탐색된 천적 중 우수한 인자는 효과적으로 활용할 수 있는 방법을 개발하여야 한다. 또한 상품화할 수 있는 인자는 지속적인 연구를 통하여 대량생산할 수 있는 기초도 마련하여야 한다.

따라서 본 연구는 골프장 해충의 과학적이고 환경친화적인 관리를 위한 기초를 마련하기 위하여 골프장에 발생하는 잔디 해충의 종류와 천적들을 탐색하고자 실시하였다.

재료 및 방법

골프장 해충조사

골프장에 발생하는 해충의 종류를 알아보기 위하여 대부분 경남 사천의 공군골프장, 진주의 진주골프장, 진해 용원골프장, 양산 통도골프장, 경북 경산의 대구골프장, 부산의 동래골프장에서 직접관찰법으로 조사하였으며, 경기도와 충남, 전남, 전북, 울산, 제주도에 있는 다수의 골프장에서도 수시로 방문하여 조사하였다. 코스내의 잔디와 관련한 해충은 잔디를 가해하는 직접해충과 잔디에는 직접적으로 피해를 주지 않았지만 경기 진행이나 기타 방해가 되는 간접 해충으로 구분하여 조사하였다. 한편, 잔디에 직접 피해를 주는 해충들은 지상부 해충과 지하부 해충으로 나누었다. 지상부 해충은 특정 구역을 설정하지 않고 임의로 골프장 전체에서 조사하면서 피해 유무를 함께 기록하였으며, 응애류는 해부현미경에서 피해를 확인한 후 슬라이드 표본을 만들어 광학현미경에서 검경, 동정하였다. 지하부 해충 중 잔디에 가장 피해를 많이 주는 굼벵이류는 다음과 같이 조사하였다. 7개도와 2개 광역시의 17개 골프장에서 굼벵이의 종류를 조사하였는데, 조사는 굼벵이 월동기인 12월부터 이듬해 4월까지와 활동기인 6~9월로 구분하여 예년에 굼벵이 피해가 심하였던 tee, fairway, green에서 실시하였다. 굼벵이 채집은 Pedigo and Buntin (1994)의 방법에 따라 삼으로 30×30 cm 크기의 잔디를 들어낸 뒤, 그 속에 있던 풍뎅이와 굼벵이를 직경 9 cm×높이 9 cm 크기의 플라스틱용기에 토양과 함께 넣어 실험실로 가져와 해부현미경으로 검경, 동정하였다. 샘플링은 조사지 별로 5개 지점에서 실시하였다. 또한 잔디에 기생하는 식물기생성 선충도 조사하였는데, 대구골프장과 동래골프장, 부산골프장, 울산골프장, 용원골프장에서 토양 시료와 잔디를 채취하여 조사하였다. 즉, 뿌리혹선충에 감염된 잔디의 뿌리와 뿌리 주위의 흙을 실험실로 가져와 뿌리는 해부하여 뿌리혹선충의 암컷을 꺼집어 내어 perineal pattern 표본을 만들어 동정하였으며, 토양 속에 있던 선충은 Combined screening-funnel technique로 분리하여 Seinhorst's rapid glycerin method로 고정된 후 파라핀 봉입법으로 표본을 만들어 검경, 동정하였다 (Zuckerman *et al.*, 1990).

잔디 해충의 천적조사

골프장 해충의 천적 조사도 각 골프장에서 해충 조사와 함께 실시하였다. 포식성 천적은 포충망을 이용하여 채집하였으며, 기생성 천적은 기생하고 있던 기주나 치사충에서 직접 채집하였다. 그리고 토양으로부터는 꿀벌부채명나방 (*Galleria mellonella*) 노숙유충을

미기로 하여 곤충 병원미생물을 분리하였다. 분리된 병원미생물들은 다시 꿀벌부채명나방 노숙유충을 이용하여 병원성을 확인하였다. 곤충병원성 곰팡이는 PDA배지 (Potato dextrose agar 39 g+살균수 1 l)에서, 병원성 세균은 NA배지 (Beef extract 3 g+peptone 5 g+agar 15 g+살균수 1 l)를 이용하여 증식하였다. 한편, 곤충병원성 선충은 꿀벌부채명나방 노숙유충을 이용하여 증식시킨 뒤 White trap으로 수확하고는 필요한 실험에 사용하였다 (Wooding and Kaya, 1988).

고정 조사구에서의 토양 서식성 잔디 해충과 천적의 밀도 조사

토양 서식성 잔디 해충과 천적의 종류 및 밀도 변동 상황을 굼벵이의 피해 발생기인 8월부터 경남 진해의 용원골프장, 경북 경산의 대구골프장에서 100 m² 크기의 고정 조사구를 설정해 놓고 조사 때마다 임의로 각각 30×30 cm² 크기로 6개 지점을 택하여 삼으로 잔디를 들어낸 후, 그 속에 있던 해충과 천적의 밀도 등을 조사하였다. 조사는 약 2개월 단위로 수행하였다.

결과 및 고찰

골프장 해충

골프장 해충의 과학적이고 환경친화적 관리를 위한 기초를 마련하기 위하여 조사한 우리나라 골프장 잔디 해충류와 천적류에서 잔디에 직접 피해를 주는 주요 해충으로는 곤충류가 6목 10과 28종이었으며 응애류가 1종, 선충류가 1종이었다 (Table 1). 잔디밤나방 (*Spodoptera depravata*)과 잔디포충나방 (*Crambus* sp.), 거세미나방류 (*Agrotis* spp.) 등의 나방류와 등얼룩풍뎅이 (*Exomala orientalis*)를 비롯한 많은 종류의 풍뎅이가 자주 발견되었으며, 나방류중에는 거세미나방류의 피해가 심한 편이었다. 특히, 그린에서는 거세미나방 (*A. segetum*)에 의한 피해가 심하였다. 그 외 땅강아지 (*Gryllotalpha orientalis*), 잔디각지벌레 (*Aspidiella phragmitis*), 각다귀 (*Tipula* sp.) 등이 빈번히 또는 드물게 채집이 되었다. 제주도에서는 조사된 전 골프장에서 땅강아지가 가장 중요한 해충이었는데, 서양 잔디로 골프장을 주로 조성하였기 때문으로 생각된다 (unpublished observation). 정량적인 분석이 어려웠지만 내륙지방의 그린에서는 각다귀 번데기가 다소 높은 밀도로 자주 목격되기도 하여 주의를 요하는 해충이었다. 한편, 일본왕개미 (*Camponotus japonicus*), 곰개미 (*Formica japonica*), 고동털개미 (*Lasius japonicus*)들이 골프장내의 잔디와 토양에 집을 지어 배회하면서 잔디에 피해를 주거나 골퍼들을 무는 피해를 주기도 하였다. 개미들은 피해를 주기도 하지만 거세미나방

Table 1. List of insect pests of turfgrass in golf courses

Family	Species	Host species*	Month collected	Relative frequency**	Associated turfgrass part***	Damaged type****	Collected site
Insecta							
Orthoptera							
Gryllotalpidae	<i>Gryllotalpa orientalis</i>	Ap, Zj	Mar.-Nov.	C, O or R	R	I or D	Ara, Crown, Jungmun, Ulsan
Homoptera							
Pseudococcidae	<i>Balanococcus takahashii</i>		Aug.	R	L	D	Yongwon
Diaspididae	<i>Aspidiella phragmitis</i>	Zj		R	L	D	Tongdo
Coccidae	<i>Margarodes</i> sp.	Zj	Sep.	R	R	D	Yongwon
Coleoptera							
Scarabaeidae							
	<i>Ectinohoplia rufipes</i>	Zj	Jun.-Apr.	C, O or R	R	D	Anyang, Ulsan, Yongwon
	<i>Hoplia communis</i>	Zj	Mar.	R	R	D	Daegu
	<i>Apogonia amida</i>	Zj	Mar.	R	R	D	Yongwon
	<i>Holotrichia kiotoensis</i>	Zj	Nov.-Mar.	R	R	D	Ara, Chinju, Iri, Yongwon
	<i>Adoretus tenuimaculatus</i>	Ap, Lp	May-Aug.	O or R	R	D	Chinju
	<i>Anomala albopilosa</i>	Zj	Nov.	R	R	D	Ora, Seungju
	<i>A. rufocuprea</i>	Zj	Mar.	R	R	D	Kwanak
	<i>Psammodius</i> sp.	Zm	May-Aug.	O or R	R	D	Anyang
	<i>Exomala orientalis</i>	Ap, Zj, Zm	Jul.-Apr.	C, O or R	R	D	Anyang, Chinju, Daegu, Dongrae, Iri, Tongdo, Ulsan, Yongwon
	<i>Maladera castanea</i>	Zj, Zm	Sep.-Apr.	R	R	D	Chinju, Dongrae, Seungju, Tongdo, Yongwon
	<i>M. orientalis</i>	Zj	Nov.	R	R	D	Club 900, Dongrae, Seungju, Yongwon
	<i>Phyllopertha diversa</i>	Zj	Apr.	R	R	D	Daegu, Dongrae, Tongdo
	<i>Popillia quadriguttata</i>	Zj	Jul.-Apr.	O or R	R	D	Anyang Benest, Jungmun, Iri, Sacheon, Yongwon
	<i>Unidentified species</i>	Zj	Nov.	R	R	D	Chinju, Club 900, Tongdo, Ulsan
Elateridae							
	<i>Melanotus</i> sp.	Zj	Jun., Dec.	R	R, S	D	Anyang, Jungmun
Diptera							
Tipulida							
	<i>Tipula</i> sp.	Ap, Lp	Jul.-Aug.	O or R	R	D	Chinju, Dongrae, Sacheon, Ulsan, Yongwon
Lepidoptera							
Pyralidae							
	<i>Crambus</i> sp.	Zj	Jun.-Sep.	O	L, S	D	Dongrae, Ulsan, Yongwon
Noctuidae							
	<i>Agrotis ipsilon</i>	Ap, Lp, Zj	May-Oct.	O	L, S	D	All sites
	<i>Agrotis segetum</i>	Ap, Lp, Zj	May-Oct.	O	L, S	D	All sites
	<i>Spodoptera depravata</i>	Ap, Lp, Zj	Aug.-Oct.	O or R	L, S	D	Dongrae
Hymenoptera							
Formicidae							
	<i>Camponotus japonicus</i>	Zj	May	R	R, S	D or I	Kwanak
	<i>Formica japonica</i>	Zj	May	R	R, S	D or I	Tongdo
	<i>Lasius japonicus</i>	Zj	May	R	R, S	D or I	Tongdo
Crustacea							
Isoptera							
Armadillidae							
	<i>Armadillidium vulgare</i>	Ap	Apr.-Oct.	R	-	I	All sites
Arachnida							
Acarinae							
Eriophyidae							
	<i>Eriophyes zoysiae</i>	Zj, Zm	Jul.-Oct.	R	L	D	Anyang, Seven Hills
Nematoda							
Heteroderidae							
	<i>Meloidogyne incognita</i>	Cd, Zj, Zm	Apr.-Oct.	C, O or R	R	D	Daegu, Dongrae, Pusan, Ulsan, Yongwon

*Ap: *Agrostis capillaris*, Cd: *Cynodon dactylon*, Lp: *Lolium perenne*, Pp: *Poa pratensis*, Zj: *Zoysis japonica*, Zm: *Z. matrella*.

**R: rare (collected from one site), O: occasional (collected from several sites), C: common (collected from many sites).

L: leaf, S: sheath, R: root. *D: directly damaged, I: indirectly damaged.

알이나 유충들을 포식하는 이로운 점도 있기도 하다 (Smitley *et al.*, 1998., López and Potter, 2000). 그리고 경기도 안성의 세븐힐스골프장과 군포의 안양골프장에서는 러프부분의 들잔디에서 잔디혹응애 (*Eriophyes zoysiae*)가 확인되었다. 잔디혹응애는 잔디의 잎을 한쪽으로부터 한바퀴 정도 말고는 그 속에서 흡즙하면서 잔디잎이 하얗게 고사되는 피해를 주기도 하였다. 한편, 잔디 뿌리에서는 식물기생성 선충인 고구마 뿌리혹선충이 대구, 동래, 용원, 울산, 부산골프장에서 피해를 많이 주고 있었다. 뿌리혹선충의 피해가 확인된 잔디는 황화현상이 나타났었고, 일부는 고사되는 피해를 보였다. 그리고 봄철, 잔디가 뿌리의 기능을 제대로 하지 못하여 생육장애를 받는 것이 확인되었다. 중요 해충 중 거세미나방은 성충과 유충이 야간에만 활동을 하는 관제로 발생 예찰이 어렵기 때문에 발생 소장에 대한 정밀한 관찰이 요구되었다. 그리하여 년 중 발생 시기를 자료화하여 적기에 방제 계획을 수립하는 것이 바람직 할 것으로 생각된다. 정확한 발생시 기만 예측하면 골프장에 고시된 살충제로도 방제를 쉽게 할 수 있었다. 또한 거세미나방 유충이 탈출한 자리에는 주둥무늬차색풍뎡이 성충의 잠입이 많이 목격되어 (Lee *et al.*, 1999) 거세미나방 유충을 조기에 방제하지 못하면 피해공이 풍뎡이 산란장소로 제공됨으로서 굼벵이 피해도 부수적으로 받을 수 있는 이중의 피해를 입을 것으로 생각된다. 특히, 그린은 잔디 밀도가 높아 풍뎡이의 잠입이 용이하지 않았는데도 불구하고, 거세미나방의 유충밀도가 높으면 산란을 위한 풍뎡이의 잠입이 용이한 것으로 관찰되었다. 곤충은 아니지만 골퍼들에게 역겨움을 주는 쥐며느리도 종종 발견되었다. 그리고 그린에 많이 발생하였을 때는 경기의 흐름에 장애를 주고 있었다. 잔디 해충 중 넓은 지역적 분포와 함께 그 피해가 컸던 것은 굼벵이였다. 7개도와 2개 광역시의 17개 골프장에서 굼벵이의 종류를 알아본 결과, 모두 14종의 굼벵이가 분포하고 있음이 확인되었다. 그 중 9속 13종은 동정이 되었고, 1종은 동정이 되지 않았다. 종이 확인된 것은 주둥무늬차색풍뎡이 (*Adoretus tenuimaculatus*), 등얼룩풍뎡이 (*Exomala orientalis*), 오리나무풍뎡이 (*Anomala rufocuprea*), 청동풍뎡이 (*Anomala albopilosa*), 근산감자풍뎡이 (*Apogonia amida*), 주황긴다리풍뎡이 (*Ectinohoplia rufipes*), 검정풍뎡이 (*Holotrichia kiotoensis*), 대구긴다리풍뎡이 (*Hoplia communis*), 밤색우단풍뎡이 (*Maladera castanea*), 애우단풍뎡이 (*Maladera orientalis*), 연다색풍뎡이 (*Phyllopertha diversa*)와 녹색콩풍뎡이 (*Popillia quadriguttata*), 모래풍뎡이류 (*Psammotus* sp.)였다. Choo *et al.* (1998, 1999)과 Lee *et al.* (1997a, 1999)은 이미 우리나라의 여러 골프장에서 13종의 굼벵이를 발견한 바 있으나 모래풍뎡이는 그 작은 크기에

의하여 간과된 해충으로 이번 조사에서 처음으로 안양베네스트골프장의 페어웨이에서 발견되었다. 한편, 우리 나라 들잔디에서 고구마뿌리혹선충이 최초로 기록된 후 (Choo *et al.*, 1998) 계속적으로 여러 골프장에서 피해를 받고 있었고 뾰족한 방제법이 없어 그 피해가 확산되고 있었다. 최초 피해가 확인된 대구골프장에서는 티나 페어웨이, 러프 등 전지역에서 고구마 뿌리혹선충에 의하여 광범위한 감염이 확인 되었고, 기타 발견 골프장에서도 같은 부분에서 많은 피해가 나타나고 있었다. 피해 잔디는 들잔디 (*Z. japonica*)가 대부분이었고, 금잔디 (*Z. matrella*)와 켄터키블루그라스 (*Cynodon dactylon*)도 피해를 받고 있었다. 우리나라의 골프장에 많이 심겨져 있는 난지형 잔디에서 피해가 많이 나타나고 있고 뿌리혹 선충의 기주범위가 넓은 것으로 미루어 볼 때, 앞으로 우리나라 대부분의 골프장에서 문제가 될 수 있는 중요 해충의 하나가 될 것으로 생각된다. 또한 우리나라에 분포하고 있는 뿌리혹선충 중 당근뿌리혹선충 (*M. hapla*)과 땅콩뿌리혹선충 (*M. arenaria*)도 금잔디 (*Z. matrella*)에서 기록되어 있는 것으로 볼 때 (McGlohon *et al.*, 1961), 우리나라의 골프장에도 분포하고 있을 것으로 추측되어 주의를 요할 필요가 있다고 생각되며, 특히, 당근 뿌리혹선충은 그 분포특성으로 미루어 볼 때 중부 이북의 골프장에서는 주의를 갖고 관찰함과 동시에 잔디 조성 시 전전 잔디를 구입하여 사용함으로써 미리 예방할 필요가 있을 것으로 생각된다.

골프장 잔디해충의 천적

골프장에서 조사된 잔디해충의 천적류는 Table 2와 같다. 포식성 천적과 기생성 천적 및 곤충 병원미생물이 발견되었는데, 일반적으로 풍뎡이와 그들의 유충에서 많이 발견되었다. 포식성 천적으로는 파리매와 왕 파리매 (*Cophinopoda chinensis*), 쥐색파리매 (*Philoniscus albiceps*)가 채집되었는데, 3종 모두 주둥무늬차색 풍뎡이와 등얼룩풍뎡이, 녹색풍뎡이 성충을 포식하는 것이 관찰되었다. 이들 파리매는 활동이 왕성하였고, 풍뎡이 등 먹이가 풍부한 모든 조사 골프장에서 발견되었다. 특히, 풍뎡이 성충의 밀도가 높아짐에 따라 이들의 개체수도 많아지는 것이 목격되었다 (unpublished observation). 파리매 유충도 굼벵이와 함께 서식하고 있었다. 그러나 풍뎡이 밀도에 비하여 파리매의 개체수가 적어 방제에 활용하는 것은 어려울 것으로 생각되었으나, Wei *et al.* (1995)은 파리매 (*Promachus yesonicus*) 유충 밀도가 2마리/5 m²인 경우 굼벵이의 생존율이 대조구에 비하여 38.3%로 감소한다고 하여 보다 정밀한 조사가 요구되었다. 기생성 천적 곤충으로는 주둥무늬차색풍뎡이 유충에서 굼벵이벌이 각 조사 골프장에서 발견되었는데, 기생율은 그다지 높지

Table 2. List of natural enemies from turfgrass insect pests

Natural enemy	Species	Host insect	Relative	Host stage**	Month	Collected site collected
Bacteria						
	<i>Paenibacillus popilliae</i>	<i>Adoretus tenuimaculatus</i>	R	L	Aug.	Daegu
		<i>Exomala orientalis</i>	R or O	L	Jul.- Aug.	Anyang, Daegu, Dongrae
		<i>Ectinohoplia rufipes</i>	R	L	Aug.-Apr.	Yongwon
		<i>Popillia quadriguttata</i>	R	L	Nov.	Anyang
Fungi						
	<i>Beauveria bassiana</i>	<i>E. orientalis</i>	R	L	Oct.	Dongrae
	<i>Metarhizium anisopliae</i>	<i>E. orientalis</i>	R	L	Oct.	Dongrae
Nematode						
	<i>Heterorhabditis</i> sp. 1	Field (<i>Zoysia japonica</i>)	R	L	Jun.	Jungmun
	<i>Heterorhabditis</i> sp. 2	<i>E. orientalis</i>	O or C	L	Jun.-Oct.	Daegu
		<i>A. tenuimaculatus</i>	R	L	Jun.	Daegu
	<i>Steinernema glaseri</i>	<i>E. orientalis</i>	R or O	L	Oct.	Dongrae
	<i>S. longicaudum</i>	Field (<i>Zoysia japonica</i>)	R	-	May	Gongju
Insect						
Diptera						
Asilidae						
	<i>Cophinopoda chinensis</i>	<i>A. tenuimaculatus</i>	R	A	May-Oct.	Yongwon
		<i>E. orientalis</i>	R or O	A	May-Oct.	Yongwon
		<i>P. quadriguttata</i>	O	A	May-Oct.	Yongwon
	<i>Philonicus albiceps</i>	<i>A. tenuimaculatus</i>	R or O	A	May-Oct.	Yongwon
		<i>E. orientalis</i>	R or O	A	May-Oct.	Yongwon
		<i>P. quadriguttata</i>	R or O	A	May-Oct.	Yongwon
	<i>Promachus yesonicus</i>	<i>A. tenuimaculatus</i>	O	A	May-Oct.	Yongwon
		<i>E. orientalis</i>	O	A	May-Oct.	Anyang, Dongrae, Yongwon
		<i>Ectinohoplia rufipes</i>	O	A	May-Oct.	Yongwon
		<i>P. quadriguttata</i>	O	A	May-Oct.	Anyang, Yongwon
Hymenoptera						
Tiphiidae						
	<i>Tiphia</i> sp.	<i>A. tenuimaculatus</i>	R	L	Aug.	Yongwon
		<i>E. orientalis</i>	R	L	Aug.	Anyang

*R: rare (collected from one site), O: occasional (collected from several sites), C: common (collected from many sites).

**A: adult, L: larva.

않았다. 그러나 *Tiphia popilliavara* 굼벵이벌은 약 20%의 굼벵이를 야외에서 억제한다고 하여 (Machida and Akiyama, 1930) 굼벵이벌을 이용한 방제도 고려해 볼직 하다. 그 외 병원미생물로 곤충병원성 선충과 곤충병원성 곰팡이 및 세균이 발견되었다. 곤충병원성 선충으로는 등얼룩풍뎡이에서 *Heterorhabditidae*과의 *Heterorhabditis* spp.가 제주 중문골프장과 경북 경산의 대구골프장에서 채집되었다. 대구골프장에서 발견된 *Heterorhabditis* sp.는 주둥무늬차색풍뎡이 유충에도 감염된 것이 확인되었고, 대구골프장의 *Heterorhabditis* sp. 자연발생지에서의 굼벵이 감염율은 시간이 경과함에 따라 매우 높았다 (Table 3). 제주 중문골

프장에서 발견된 *Heterorhabditis* sp.도 주둥무늬차색풍뎡이 3령충에 매우 효과가 있음이 실내 실험에서 확인되었다 (unpublished observation). 부산 동래골프장에서는 선충인 *S. glaseri*가 등얼룩풍뎡이 유충에서 발견되었고, 곤충병원성곰팡이인 *M. anisopliae*와 *B. bassiana*도 등얼룩풍뎡이 유충에서 발견되었다. 곤충병원성 곰팡이는 일반 농경지나 산림에 광범위하게 분포하고 있다 (Lee et al., 1996). 그리고 이들을 등얼룩풍뎡이 유충 방제에 응용한 결과 긍정적인 결과를 얻기도 하였다 (Lee et al., 1997a, b). 그리고 주둥무늬차색풍뎡이와 등얼룩풍뎡이, 주황긴다리풍뎡이, 녹색풍뎡이의 많은 유충들이 유화병균 (milky disease)인 *Paeni-*

bacillus popilliae (Pbp)세균에 감염되어 있었다. 그리고 세균이 발견된 동일 골프장에서는 매년 Pbp에 감염된 등얼룩풍뎡이가 채집되어 장기간 지속되는 것으로 확인되었다 (unpublished observation). 부산 동래골프장 6번 back tee에서 Pbp에 감염된 유충수를 조사한 결과, 4.4%의 유충이 감염되어 있었다. Pbp는 왜콩풍뎡이 등 많은 종류의 굼벵이에 효과적인 천적으로 알려져 있고 (Kaya *et al.*, 1993), 이미 미국에서는 상품화되어 이용되고 있다 (Potter, 1998). 골프장에서의 Pbp 분포는 국지적이었는데, 감염된 굼벵이가 있는 곳에서는 주변에도 많은 유충들이 감염되어 있는 것을 알 수 있었다. Pbp는 병원성이 늦게 나타나는 단점을 가지고 있는데 Pbp에 감염된 굼벵이에 곤충병원성 선충을 처리 할 경우 두 병원 미생물의 협력작용으로 상승 효과가 있다 (Thurston *et al.*, 1993, 1994; Choo unpublished). 따라서 병원성 발현을 높일 수 있는 방법 개발이 요구된다. 그리고 국내에서는 아직까지 유화병균에 대한 자료가 거의 없는 실정임으로 우리나라 골프장 생태계에 정착되어 있는 천적의 활용이라는 측면에서 활발한 연구가 있어야 할 것으로 생각된다.

고정 조사지에서의 토양 서식성 잔디해충과 천적의 밀도

진해 용원골프장과 경산 대구 골프장의 굼벵이 밀

도가 높았던 지점 한 곳을 선정하여 10×10 m의 고정 조사지로 정하고 해충과 천적의 종류와 밀도를 주기적으로 조사하였다. Table 3은 대구골프장에서 조사한 결과로 8월 1일 조사시 등얼룩풍뎡이의 밀도가 53마리, 주둥무늬차색풍뎡이가 0.3마리였다. 천적은 곤충병원성 선충인 *Heterorhabditis* sp. 1종이 등얼룩풍뎡이 유충에서 발견되었는데, 기생된 굼벵이의 수는 0.9마리였다. 그리고 유화병균이 주둥무늬차색풍뎡이 유충에서 발견되었다. 9월과 11월 조사 때에는 주둥무늬차색풍뎡이는 발견되지 않았고 등얼룩풍뎡이 유충만이 발견되었는데, 12월 19일의 조사에서 살아 있는 등얼룩풍뎡이 유충은 발견되지 않았다. 흥미로웠던 것은 곤충병원성 선충에 감염된 등얼룩풍뎡이 유충의 수가 7월 10일에는 4.3마리이었지만 11월 11일에는 16마리로 그 수가 증가하였고, 12월 19일의 조사에서는 살아 있는 등얼룩풍뎡이 유충이 전혀 발견되지 않으면서 선충 감염 유충수만 0.3마리 발견되었는데 이는 곤충병원성 선충의 감염에 의한 치사체의 분해 결과로 추정된다. 따라서 곤충병원성 선충이 일반 골프장에 분포하기만 하면 굼벵이를 방제할 수 있는 가장 우수한 생물적 방제 인자로 생각되었다. 곤충병원성 선충은 지속성이 뛰어나기 때문에 굼벵이 방제를 위하여 실제로 골프장에 처리한 후 밀도를 유지할 수 있는 방법을 강구하면 좋을 것 같다. 용원골프장 고정

Table 3. Population change of turfgrass insect pest related to natural enemies in Daegu golf club

Species	Mean ± SD			
	Aug. 1	Sep. 10	Nov. 11	Dec. 19
Insect pest				
<i>Exomala orientalis</i>	53±4.7	17.3±13.6	0.3±0.2	0
<i>Adoretus tenuimaculatus</i>	0.3±0.2	0	0	0
Natural enemies				
<i>Bacillus popilliae</i> *	0.3±0.3	0	0	0
<i>Heterorhabditis</i> sp.**	0.9±0.5	4.3±2.9	16.0±3.2	0.3±0.2

*Infected *A. tenuimaculatus* larva. **Infected *A. orientalis* larva.

Table 4. Population change of turfgrass insect pest in Yongwon golf club

Date	Mean ± SD				
	Aug. 5	Sep. 5	Oct. 31	Nov. 11	Dec. 22
<i>Exomala orientalis</i>	24.6±4.8	11.2±4.2	10.6±1.6	4.8±0.9	4.3±0.5
<i>Adoretus tenuimaculatus</i>	0	13.2±4.4	0	0	0
<i>Popillia quadriguttata</i>	0	0.4±0.2	0	0	0
<i>Maladera orientalis</i>	0.2±0.2	0	0	0	0
<i>Margarodes</i> sp.	0	0.4±0.2	0	0	0
<i>Crambus</i> sp.	0.4±0.2	0	0	0	0
<i>Spodoptera depravata</i>	0.4±0.2	0	0	0	0
<i>Agrotis segetum</i>	0	0	0.4±0.2	0	0

*Yongwon golf club was not collected natural enemies in collecting site.

조사지에서의 해충과 천적의 밀도는 Table 4와 같다. 앞의 골프장과는 달리 많은 종류의 잔디 해충이 발견되었지만 상대적으로 천적의 발견수는 적었다. 오직 세 종류의 파리매만이 발견되었다. 채집된 해충은 풍뎅이류가 4종, 나방류가 3종이었고, 풍뎅이 중 동얼룩 풍뎅이의 밀도가 8월 5일 24.6마리로서 가장 높았다. 나방류로는 거세미나방과 검거세미나방, 포충나방이었다. 골프장에 따라 해충과 천적류에 차이를 보이는 것은 골프장의 주변환경과 년수, 토양 및 기후 조건의 차이에 기인한 것으로 생각된다. 또한 동일한 골프장이라 하더라도 코스에 따라 해충과 천적류 발생의 차이가 있다(Lee *et al.*, 1999. unpublished). 따라서 해충의 합리적이고 효율적인 방제를 위하여는 해충과 천적류의 지속적이고 자세한 모니터링이 있어야 할 것이며 이를 통하여 방제 일정과 방법을 강구하는 것이 바람직 할 것으로 생각된다.

사 사

본 연구를 위하여 많은 수고를 아끼지 않으신 조사 골프장의 코스관리 관계자 분들에게 감사를 드리며, 아울러 야외 조사를 도와준 정혜진, 이승욱, 정옥련, 윤희숙에게도 감사드립니다. 본 연구는 1997년도 한국 학술진흥재단의 자유공모과제와 BK지원사업에 의하여 연구된 일부임.

인 용 문 헌

- Ahn, D.H. 2000. Prospect and state of golf courses industry. pp. 47-59. in Seminar of golf courses management at 2000, eds. by Golf Courses Superintendents Association of Korea and KTRI. pp.176. Cheonan Sangrok Resort.
- Anonymous. 2000. Agrochemical yearbook. Agricultural Chemical Industrial Association. pp. 823. Daehansangsa. Seoul.
- Choo, H.Y., D.W. Lee, H.H. Kim, J.W. Park, Y.T. Sung and Y.K. Chung. 1998a. A newly recorded turfgrass pest, *Meloidogyne incognita*, in Korean golf courses. Kor. Turfgrass Sci. 12(2): 107~112.
- Choo, H.Y., D.W. Lee, S.M. Lee, T.W. Kweon, Y.T. Sung, and P. Y. Cho. 1998b. White grubs in turfgrass of golf courses and their seasonal density. Kor. Turfgrass Sci., 12(3): 225~236.
- Choo, H.Y., D.W. Lee, J.W. Park and J.W. Lee. 1999. Comparison of four major Scarab beetles, *Exomala orientalis*, *Ectinohoplia rufipes*, *Adoretus tenuimaculatus*, *Exomala orientalis* and *Popillia quadriguttata* in golf courses. Kor. Turfgrass Sci., 13(2): 101~112.
- Gibb, T.J. and W. Buhler. 1995. Status of turfgrass insect and mite pests in the United States, in Handbook of turfgrass insect pests (eds Brandenburg, R.L. and Villani, M.G.) ESA Publications Department, pp. 7~8. Lanham, MD.
- Kaya, H.K., M.G. Klein and T.M. Burlando. 1993. Impact of *Bacillus popilliae*, *Rickettsiella popilliae* and entomopathogenic nematodes on a population of the scarabaeid, *Cyclocephala hirta*. Biocontrol. Sci. Technol. 3: 443~453.
- Kim, H.K. 1991. Turfgrass. pp. 545. Sunjinmunhwasa. Seoul.
- Lee, D.W., H.Y. Choo, J.M. Chung, S.M. Lee, T.W. Lee and Y.D. Park. 1997. Host plants and preference of brown chafer, *Adoretus tenuimaculatus* Waterhouse (Coleoptera: Scarabaeidae). Korean J. Appl. Entomol. 36(2): 156~165.
- Lee, D.W., H.Y. Choo, T.W. Lee, J.W. Park and T.W. Kweon. 1999. Spatial and temporal distribution of chestnut brown chafer, *Adoretus tenuimaculatus* (Coleoptera: Scarabaeidae) in golf courses. Kor. Turfgrass Sci. 13(2): 113~124.
- Lee, S.M., D.W. Lee and H.Y. Choo. 1996. Isolation of entomopathogenic nematodes and entomopathogenic fungi in the Southern parts of Korea. FRI. J. For. Sci. 53: 110~116.
- Lee, S.M., D.W. Lee, H.Y. Choo, I.S. Mun and T.W. Lee. 1997a. Pathogenicities of entomopathogenic fungus, *Metarhizium anisopliae* J-22 against turfgrass and some agro-forest insect pests. Kor. Turfgrass Sci. 11(3): 185~191.
- Lee, S.M., D.W. Lee, H.Y. Choo and J.W. Park. 1997b. Pathogenicities of *Beauveria bassiana* GY1-17 against some agro-forest insect pests. Korean J. Appl. Entomol. 36(4): 351~356.
- Leslie, A.R. 1994. Handbook of integrated pest management for turf and ornamentals. pp. 660. Lewis Publishers. Boca Raton.
- López, R. and D.A. Potter. 2000. Ant predation on eggs and larvae of the black cutworm (Lepidoptera: Noctuidae) and Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) in turfgrass. Environ. Entomol. 29(1): 116~125.
- Machida, K. and T. Akiyama. 1930. Insect pest in Chosun. pp. 195-202. Samjung. Pusan.
- McGlohon, N.E., J.N. Sasser and R.T. Sherwood. 1961. Investigations of plant-parasitic nematodes associated with forage crops in North Carolina. 148: 1~39. Tech. Bull. N. Carol. agric. Exp. Stn.
- Pedigo, L.P. and G.D. Buntin. 1994. Handbook of sampling methods for Arthropods in agriculture. pp. 706. CRC press. Boca Raton.
- Potter, D.A. 1998. Destructive turfgrass insects: Biology, diagnosis, and control. pp. 344. Ann Arbor Press. Michigan.
- Smitley, D.R., T.W. Davis and N.L. Rothwell. 1998. Spatial distribution of *Ataenius spretulus*, *Aphodius granarius* (Coleoptera: Scarabaeidae), and predaceous insect across golf courses fairways and roughs. Environ. Entomol. 27(6): 1336~1349.

- Tashiro, H. 1987. Turfgrass insects of the United states and Canada. pp. 391. Cornell University Press. Ithaca.
- Thurston, G.S., H.K. Kaya and R. Gaugler. 1994. Characterizing the enhanced susceptibility of milky disease-infected scarabaeid grubs to entomopathogenic nematodes. *Biological Control* 4: 67~73.
- Thurston, G.S., H.K. Kaya, T.M. Burlando and E. Harrison. 1993. Milky disease bacterium as a stress or to increase susceptibility of scarabaeid larvae to an entomopathogenic nematode. *Journal of Invertebrate Pathology* 61: 167~172.
- Wei, X., Xu, X. and C.J. Deloach. 1995. Biological control of whitegrubs (Coleoptera: Scarabaeidae) by larvae of *Promachus yesonicus* (Diptera: Asilidae) in China. *Biological Control* 5: 290~296.
- Wooding, J.S. and H.K. Kaya. 1988. Steinernematid and heterorhabditid nematodes: A handbook of biology and techniques. pp. 29. Arkansas Agric. Exp. Stn., Southern Coop. Ser. Bull. 331. AR.
- Zuckerman, B.M., W.F. Mai and L.R. Krusberg. 1990. Plant nematology laboratory manual. pp. 252. The University of Massachusetts Agricultural Experiment Station Amherst. Massachusetts.

(2000년 9월 14일 접수, 2000년 10월 4일 수리)