

Weed & Turfgrass Science was renamed from both formerly Korean Journal of Weed Science from Volume 32 (3), 2012, and formerly Korean Journal of Turfgrass Science from Volume 25 (1), 2011 and Asian Journal of Turfgrass Science from Volume 26 (2), 2012 which were launched by The Korean Society of Weed Science and The Turfgrass Society of Korea founded in 1981 and 1987, respectively.

한국의 잔디해충 연구사

추호렬¹ · 이동운^{2*}

¹경상대학교 식물의학과, ²경북대학교 생태과학과

Research Review on Turfgrass Insect Pests in Korea

Ho Yul Choo¹ and Dong Woon Lee^{2*}

¹Department of Plant Medicine, Gyeongsang National University, Jinju, Gyeongnam 52828, Korea

²Major of Applied Biology, School of Ecological Environment and Tourism, Kyungpook National University, Sangju, Gyeongbuk 37224, Korea

ABSTRACT. Insect pests have been one of the main constraints affecting turf sod cultivation areas, playgrounds, parks, golf courses, airports and other related recreational grounds. However, turfgrass research has been very limited and confined within a limited period of time compared to other branches of crop science in Korea. This review was surveyed from all papers in KCI (Korea Citation Index), SCI (Scientific Citation Index) and SCIE (SCI Expanded) journals related to turfgrass research in Korea. Fifty two papers concerning turfgrass insect pest in Korea have hitherto been published in 8 different scientific journals since 1990. Thirty three papers (63.5% of total) were published in Weed and Turfgrass Science. The main topics of focus were divided into two parts; ecological study and control of insect pests. Before the 1990 decade, there were no scientific papers published in relation to turfgrass insect pest science. However, during the 1990, 2000 and 2010 decades, 9, 10 and 14 papers were published respectively in Weed and Turfgrass Science. From 1997, about 2 papers were published per year in the scientific journals. Thirty three insect pest species belonging to 13 families in 6 orders, one Eriophyidae mite, *Aceria zoysia* and one Armadillidae sowbug, *Armadillidium vulgare*, have hitherto been listed as turfgrass arthropod pests in Korea. Fifty percent of turfgrass insect pest papers published were focused on white grub, *Adoretus tenuimaculatus*, *Popillia quadrigutta* and earthworm research in Korea.

Key words: Golf courses, Insect pest, Korea, Turfgrass, White grub

Received on February 21, 2017; Revised on March 14, 2017; Accepted on May 30, 2017

*Corresponding author: Phone) +82-54-530-1212, Fax) +82-54-530-1218; E-mail) whitegrub@knu.ac.kr

© 2017 The Korean Society of Weed Science and The Turfgrass Society of Korea

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서 론

잔디는 사람들에게 직간접적 혜택을 부여하고 있는 유용한 지피식물로 물과 바람에 의한 토양침식을 방지하고, 도심지의 유거수의 정화와 토양 내 유기물 증가를 통한 토양 개선, 대기 질 개선과 온도 상승 억제, 눈부심이나 소음 감소와 같은 거주지역 생활환경 개선에 크게 기여하고 있다. 아울러 공원이나 골프장, 경기장 등에 사용되어 사람들에게 여가생활의 질적 향상과 경기력 향상에 도움이 되고 있으며 도심에 녹지공간을 제공하여 야생동물의 좋은 서식처가 되고 있다(Potter, 1998). 아울러 잔디는 산업적으로도 큰 기여를 하고 있는데 미국의 경우 잔디관련산업의 경제

적 영향이 매년 750억\$ 정도로 추산되고 있으며 전체 잔디관련산업의 44.6%가 골프장 관련 산업이 차지하고 있다(Haydu et al., 2008; Gelernter, 2012). 영국의 경우 골프산업이 영국산업에 기여하는 바가 33억 6천파운드로 평가되고 있다(Sports marketing surveys Inc, 2014). 우리나라에서는 Lee et al. (2001)이 잔디산업의 규모를 년 7천 5백억원 정도로 추산하였는데 2001년에 비하여 2011년에 잔디 생산면적이 17.8% 증가된 것(Bae et al., 2013)이나 골프장 수의 증가가 지속되고 있는 점을 감안하면 국내의 잔디산업 규모는 과거에 비해 크게 증가되었을 것이다.

잔디가 갖는 이러한 직간접적 혜택과 산업적 중요성에 비하여 우리나라에서 잔디에 관한 연구는 다른 작물들에

비하여 상대적으로 규모가 적고, 역사가 짧은 편이다. 우리나라에서 잔디에 관한 연구는 60년대 초반부터 이루어져 (Hyun et al., 2012) 전문학술지에 게재된 잔디관련 연구논문은 1968년에 한국원예학회지와 한국작물학회지에 실린 것이 최초이다(Cho and Kim, 1968; Yu and Youm, 1968). 한국잔디를 중심으로 한 잔디연구는 1980년대부터 본격화되었는데 (Hyun et al., 2012) 이러한 학문적 변화 요구에 의해 1987년 한국잔디학회지가 발간되었다.

한편 잔디에 관련된 연구분야는 잔디의 생리, 생태 및, 유전, 육종학적 연구와 같은 식물학적 분야와 토양과 기후를 다루는 환경학적 분야, 잔디의 재배와 시비, 병, 해충, 잡초, 생장조절제 및 조성과 관련된 재배학적 연구분야로 대별할 수 있는데(Hyun et al., 2012) 잔디해충분야도 잔디 관리에 있어 중요한 부분의 하나이다.

식물에 피해를 주는 해충은 모든 작물이나 식물의 생산성이나 생장을 저해하는 중요 요인의 하나로 잔디에서도 다양한 해충들이 발생하여 잔디생장을 저해하거나 죽게 하고, 운동장이나 골프장과 같이 잔디의 균일성 유지가 필요한 곳에서는 균일성을 떨어트리는 피해를 유발하기도 하며, 개미나 벌과 같은 사람을 직접 공격하는 해충들이 잔디에서 식하면서 사람들에게 직접적 위협요소가 되기도 한다(Potter, 1998). 따라서 이러한 피해와 위험성 때문에 잔디에 발생하는 다양한 해충들에 대한 방제방법의 강구가 필연적으로 이루어지게 되는데 특히 화학농약을 기반으로 한 방제가 주류를 이루면서 효과적인 방제제의 개발과 이들 화학방제제의 부작용들에 의한 부정적 영향에 의해 화학방제제의 사용을 줄이면서 효과적으로 잔디해충을 관리할 수 있는 연구들이 파생적으로 이루어지고 있다(Held and Potter, 2012).

우리나라에서 잔디해충에 대한 연구는 잔디에 대한 일반적인 연구와 마찬가지로 식량작물 위주의 연구가 주류를 이루었던 1980년대까지는 암흑기였다. 본 논문은 1987년 잔디학회지가 발간된 지 30주년을 맞이하여 우리나라의 잔디해충 연구사를 정리하고자 작성하였다.

잔디해충과 연구사 정리 대상 자료들은 한국연구재단의 한국학술지인용색인 등재후보지 이상의 전문 학술지에 발표된 논문들을 대상으로 조사하였는데 해충과 관련된 연구는 한국응용곤충학회에서 발간되는 한국응용곤충학회지와 한국곤충학회에서 발간되는 한국곤충학회지 및 두 학회의 영문지에서 주로 다루고 있으며 해충방제와 관련된 부분은 농약과학회지에서도 일부 다루어지고 있다. 따라서 이들 학회지들에 실린 잔디해충 관련 논문들과 잔디해충 관련 연구가 수록된 기타 학술지 및 Weed and Turfgrass Science에 실린 각 학술지 발간 이후의 전체 논문들을 분석하여 우리나라 잔디해충 연구의 과거와 현재의 변화를 살펴보고자 한다.

우리나라 잔디해충 연구사

잔디해충 관련 연구논문을 통해 우리나라 잔디해충 연구사를 알아보기 위하여 한국응용곤충학회지와 한국곤충학회지, 농업생명과학연구, 한국농림기상학회지, 농약과학회지, Journal of Asia-Pacific Entomology, Entomological Research, Weed & Turfgrass Science를 대상으로 잔디나 잔디해충과 관련된 검색어를 통해 잔디해충 논문을 탐색하였다. 아울러 개인적으로 알고 있는 Biocontrol과 Biological Control, Journal of Economic Entomology에 실린 잔디해충 관련 논문들을 탐색하여 연도 별로 잔디해충 관련 논문을 정리하였다. 아울러 경북대학교 도서관의 논문탐색 시스템 (<http://kudos.knu.ac.kr>)을 통해 잔디해충이나 잔디관련 검색어를 통해 상기에 언급된 학술지 이외에 게재된 잔디해충 관련 논문들을 탐색하였다.

잔디해충과 관련된 검색어로 검색된 우리나라 최초의 논문은 1990년 한국잔디학회지에 게재된 ‘잔디 초지의 쥐불이 인접한 논외 절지동물군집의 동태에 미치는 영향’ (Lee and Chang, 1990)이었으나 이 논문은 잔디해충과 직접 관련이 없는 논문으로 실제적인 잔디 해충 논문은 1994년에 잔디학회지에 게재된 ‘국내 골프장의 한국잔디에 잔디꼭지벌레 발생’ (Shim and Kim, 1994)이었다. 이후 1997년부터는 년 평균 2편 이상의 잔디해충 관련 논문들이 주요 학술지에 게재되어 2016년까지 52편의 논문들이 게재되었는데 2002년에 가장 많은 6편의 논문이 게재되었다(Fig. 1).

잔디해충 관련 논문들은 9개의 학술지에 게재되었는데 Weed & Turfgrass Science가 33편으로 전체 논문의 63.5%를 차지하였고, 다음이 한국응용곤충학회에서 발간되는 한국응용곤충학회지가 10편으로 19.2%를 차지하였다(Fig. 2).

한국응용곤충학회지는 1962년부터 발간되었는데 잔디해충과 관련된 논문은 1997년에 ‘주둥무늬차색풍뎅이의 기주식물과 기주선호도’라는 논문이 처음 게재되었다(Lee et al., 1997a). 이후 잔디해충의 전반적인 조사를 수행한 결과 최초의 논문인 ‘골프장 잔디 해충과 천적의 종류’라는 제목의 논문이 2000년에 게재(Choo et al., 2000)된 후 2006년까지 7편의 잔디해충 관련 논문이 한국응용곤충학회지에 게재되었다(Choi et al., 2001; Lee et al., 2002a, 2002c; Kang et al., 2004; Lee et al., 2005a, 2005b, 2006).

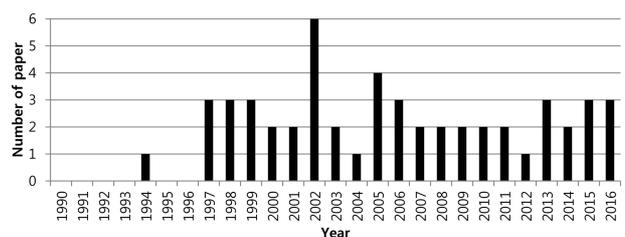


Fig. 1. Number of turfgrass insect pest research papers published in scientific journal in Korea.

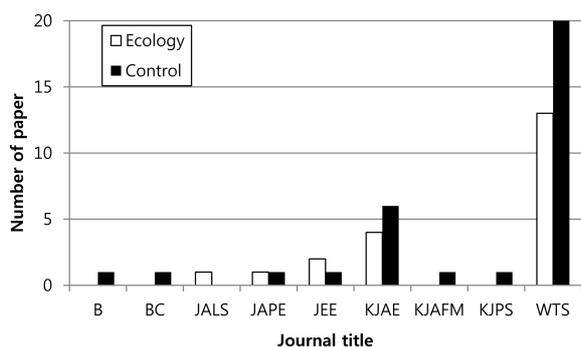


Fig. 2. Number of turfgrass insect pest research papers depending on research part and journal names in Korea. B: Biocontrol; BC: Biological control; JALS: Journal of agriculture & Life Science; JAPE: Journal of Asia-Pacific Entomology; JEE: Journal of Economic Entomology; KJAE: Korean Journal of Applied Entomology; KJAFM: Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology; KJPS: The Korean Journal of Pesticide Science; WTS: Weed and Turfgrass Science.

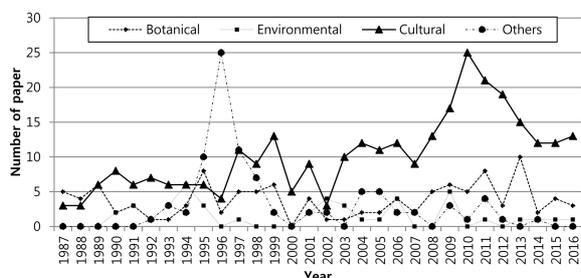


Fig. 3. Number of papers published in Weed and Turfgrass Science depending on turfgrass research subject.

한편 2016년도까지 우리나라의 잔디해충 분야와 관계된 논문들의 연구분야는 해충의 생태관련 논문이 21편, 방제 관련 논문이 31편으로 방제분야의 논문이 19%가량 많았다 (Fig. 2). 생태관련 논문은 ‘잔디깎지벌레 발생보고’ 논문 (Shim and Kim, 1994)이 최초였으며 방제와 관련된 논문은 ‘곤충병원성곰팡이를 이용한 잔디해충 방제’(Lee et al., 1997b)논문이 최초였다.

잔디해충 관련 논문들이 가장 많이 게재된 Weed & Turfgrass Science의 1987년부터 2016년까지 전체 발간 논문(잡초학회지와 통합된 이후는 잔디연구 관련 부분만 선택적으로 선택)들을 대상으로 Hyun et al. (2012)의 잔디연구 분류기준에 따라 식물학적 분야와 환경적분야, 재배적 분야 및 이들 세 부류에 해당하지 않는 기타분야로 구분하여 전체 논문 편수를 조사한 결과 전체 552편의 논문들 중 재배분야가 306편으로 55.4%를 차지하였고, 식물분야 113편, 환경분야 44편, 기타분야 89편으로 조사되었는데 이들 논문의 연도 별 논문 편수는 Fig. 3과 같았다.

잔디해충 분야가 포함된 재배분야 논문들은 전체적으로 꾸준히 증가하는 경향을 보였는데 2010년을 전후한 5년동

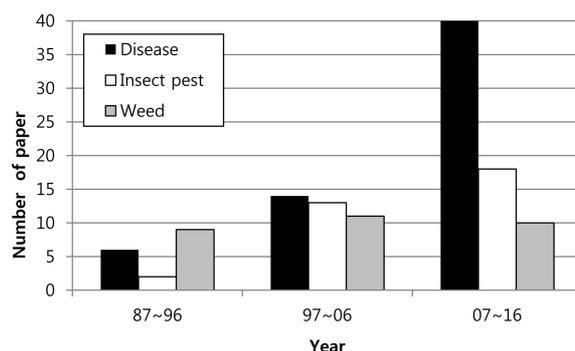


Fig. 4. Number of turfgrass insect pest papers published in Weed and Turfgrass Science based on a 10 year interval from 1st year of publication.

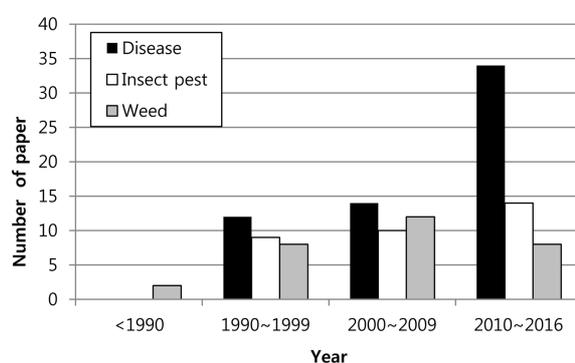


Fig. 5. Number of turfgrass insect pest papers published in Weed and Turfgrass Science from 1990 to 2016.

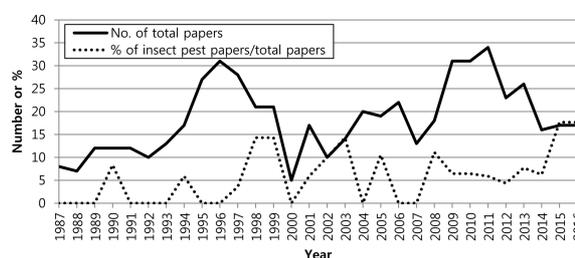


Fig. 6. Rate of turfgrass insect pest paper publication in Weed and Turfgrass Science in relation to the total number of research papers published.

안 다른 기간에 비하여 많은 논문이 게재되었다.

잔디학회지의 발간을 기점으로 10년 단위로 잔디병과 해충, 잡초 분야의 게재 논문 편수를 조사한 결과는 Fig. 4와 같았다.

잔디병 분야는 논문 편수의 증가가 현저하였으나 잔디해충분야 논문은 1996년까지는 2편에 불과하였으며 이후에는 1997년부터 2006년 사이에는 13편, 2007년부터 2016년까지는 18편으로 약간 증가하였다(Fig. 4).

잔디학회지에 실린 잔디병과 해충, 잡초 분야의 논문들을 1990년 이전과 이후 10년 단위로 실린 논문의 수를 조사한 결과는 Fig. 5와 같았다.

1990년 이전 학회지에서는 잔디병과 해충 분야의 논문이 없었으며 잔디병 분야 논문들의 게재가 2010년 이후 급증하는 양상을 보였으나 잔디해충과 관련된 논문은 1990년대부터 약간 증가하였으나 잔디 병 분야와 같은 증가세는 보이지 않았다(Fig. 5).

Weed & Turfgrass Science(잔디학회지)에 실린 전체 논문과 잔디해충 논문 편수가 차지하는 비율을 연도 별로 조사한 결과는 Fig. 6과 같았다.

잔디학회지에는 실제적으로 잔디해충과 관련된 논문이 1994년 게재(Shim and Kim, 1994) 된 이후 1997년부터 2016년까지 잔디해충 관련 논문들이 2000년과 2004년, 2006, 2007년을 제외하고 매년 꾸준히 게재되고 있는데 전체

논문의 6%정도가 잔디해충 분야였다(Fig. 6).

이러한 결과는 Hyun et al. (2012)이 한국잔디류의 연구동향 분석에서 우리나라 잔디학 관련 주요 학술지에 게재된 논문들 중 해충과 관련된 논문 비율이 5.4%라고 한 것보다 많은 것이었다.

2000년대에는 풍뎡이 위주의 잔디해충 생태연구와 곤충병원성선충을 이용한 잔디해충 방제에 관한 연구들이 주류를 이루었는데 2010년 이후에는 참콩풍뎡이(*Popillia flavosellata*)나 주황긴다리풍뎡이(*Ectinohoplia rufipes*)와 같은 풍뎡이류 생태연구(Kim et al., 2011a; 2013) 뿐만 아니라 잔디혹응애(*Aceria zoysia*)나 잔디비단벌레(*Aphanisticus congener*)의 생태에 관한 연구(Park et al., 2012; Kang et al.,

Table 1. List of insect pests from turfgrasses in Korea.

Class/Order	Family	Species	Host species ^w	Relative frequency ^x	Associated turfgrass part ^y	Damaged type ^z	Reference
Orthoptera	Gryllotalpidae	<i>Gryllotalpa orientalis</i>	Ap, Zj	C, O or R	R	I or D	Choo et al., 2000
Homoptera	Coccidae	<i>Margarodes</i> sp.	Zj	R	R	D	Choo et al., 2000
	Pseudococcidae	<i>Balanococcus takahashii</i>	Zj	R	L	D	Choo et al., 2000
		<i>Antonina graminis</i>	Zj	R	L, S	D	Shim and Kim, 1994
	Diaspididae	<i>Aspidiella phragmitis</i>	Zj	R	L	D	Choo et al., 2000
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Ectinohoplia rufipes</i>	Zj	C, O or R	R	D	Choo et al., 2000
		<i>Hoplia communis</i>	Zj	R	R	D	Choo et al., 2000
		<i>Apogonia amida</i>	Zj	R	R	D	Choo et al., 2000
		<i>Holotrichia kiotoensis</i>	Zj	R	R	D	Choo et al., 2000
		<i>Holotrichia morosa</i>	Pp	R	R	D	Lee et al., 2014
		<i>Adoretus tenuimaculatus</i>	Ap, Lp, Pp	O or R	R	D	Choo et al., 2000
		<i>Anomala albopilosa</i>	Zj	R	R	D	Choo et al., 2000
		<i>A. rufocuprea</i>	Zj	R	R	D	Choo et al., 2000
		<i>Psammodyus</i> sp.	Zm	O or R	R	D	Choo et al., 2000
		<i>Exomala orientalis</i>	Ap, Zj, Zm	C, O or R	R	D	Choo et al., 2000
		<i>Maladera castanea</i>	Zj, Zm	R	R	D	Choo et al., 2000
		<i>M. orientalis</i>	Zj	R	R	D	Choo et al., 2000
		<i>Phyllopertha diversa</i>	Zj	R	R	D	Choo et al., 2000
		<i>Popillia quadriguttata</i>	Zj, Zm	O or R	R	D	Choo et al., 2000, Lee et al., 2003
		<i>Popillia flavosellata</i>	Zj	R	R	D	Kim et al., 2011a
	Elateridae	<i>Melanotus</i> sp.	Zj	R	R, S	D	Choo et al., 2000
	Buprestidae	<i>Aphanisticus congener</i>	Cd, Zj, Zm, Zmt, Zs	R	L	D	Kang et al., 2016
	Dryophthoridae	<i>Sphenophorus venatus vestitus</i>	Zj	C	L, S, R	D	Yang et al., 2009

Table 1. List of insect pests from turfgrasses in Korea (continued).

Class/Order	Family	Species	Host species ^w	Relative frequency ^x	Associated turfgrass part ^y	Damaged type ^z	Reference
Diptera							
	Tipulidae	<i>Tipula</i> sp.	Ap, Lp	O or R	R	D	Choo et al., 2000
	Chloropidae	<i>Chlorops serenus</i>	Zj	R	L, S	D	Kim et al., 1997 ^v
Lepidoptera							
	Crambidae	<i>Crambus</i> sp.	Zj	O	L, S	D	Choo et al., 2000
	Noctuidae	<i>Agrotis ipsilon</i>	Ap, Lp, Zj	O	L, S	D	Choo et al., 2000
		<i>Agrotis segetum</i>	Ap, Lp, Zj	O	L, S	D	Choo et al., 2000
		<i>Spodoptera depravata</i>	Ap, Lp, Zj	O or R	L, S	D	Choo et al., 2000
		<i>Pseudaletia separata</i>	Fa, Ps	O or R	L, S	D	Jung et al., 2013
Hymenoptera							
	Formicidae	<i>Camponotus japonicus</i>	Zj	R	R, S	D or I	Choo et al., 2000
		<i>Formica japonica</i>	Zj	R	R, S	D or I	Choo et al., 2000
		<i>Lasius japonicus</i>	Zj	R	R, S	D or I	Choo et al., 2000
Isoptera							
	Armadillidae	<i>Armadillidium vulgare</i>	Ap	R	-	I	Choo et al., 2000
Arachnida							
	Eriophyidae	<i>Aceria (Eriophyes) zoysiae</i>	Zj, Zm	C, R	L	D	Choo et al., 2000

^vScientifically unrecorded in turfgrass however personally found in one turfgrass of golf course in Korea.

^zSD: directly damaged; I: indirectly damaged.

^yL: leaf; S: sheath; R: root.

^xR: rare (collected from one site); O: occasional (collected from several sites); C: common (collected from many sites).

^wAp: *Agrostis capillaris*; Cd: *Cynodon dactylon*; Fa: *Festuca arundinacea*; Lp: *Lolium perenne*; Pp: *Poa pratensis*; Zj: *Zoysia japonica*; Zm: *Z. matrella*; Zmt: *Z. macrostachya*; Zs: *Z. sinica*.

2016)들이 이루어졌고, 특히 지렁이의 생태와 방제에 관한 연구(Ha et al., 2010; Lee et al., 2010; Shin et al., 2015; 2016a; 2016b)들이 활발히 진행되었다. 아울러 나방류 해충의 생태와 방제에 관한 연구(Kim et al., 2011b; Jung et al., 2013; Lee and Potter, 2013; 2014)들도 이전에 비하여 활발히 수행되었으며 곤충병원성선충을 이용한 생물적 방제(Jung et al., 2013; Lee and Potte)뿐만 아니라 식물정유를 이용한 잔디해충 방제(Lee et al., 2010, 2015; Lee and Potter, 2013)에 관한 연구들이 다수 수행되어 이전과 다른 경향을 보였다.

우리나라 주요 잔디해충

우리나라에 기록된 잔디해충은 거미강의 응애류 1목 1과 1종과 갑각강의 1목 1과 1종을 포함하여 8목 15과 35종이 기록되어 있다(Table 1). 이들 중 대부분의 해충은 Choo et al. (2000)의 연구에 의해 밝혀진 것으로 Kim et al. (1997)이 잔디-수목 병해충 도감을 통해 응애를 포함하여 17종의 해충을 제시하고 있으나 공식적인 피해보고 없이 일본 자

료를 중심으로 번역, 기술한 것이 대부분으로서 국내 발생 여부와 발생시기 등에 일부 차이가 있다.

우리나라에서 잔디 해충에 관한 연구는 전술한 바와 같이 잔디꼭지벌레에 의한 잔디 피해 논문(Shim and Kim, 1994)이 처음으로 보고되었으며, 잔디 해충에 관한 체계적 연구 결과는 Choo et al. (2000)에 의해서 6목 10과 28종의 해충이 목록화 되었고, 이 연구에 잔디혹응애와 고구마뿌리혹선충 (*Meloidogyne incognita*)도 잔디에 피해를 주는 응애와 선충으로 기록되었다. 또한 딱정벌레목의 풍뎅이류가 미동정 1종을 포함하여 14종이 잔디 해충으로 기재되어 골프장 잔디의 가장 중요 해충군으로 간주되었다. 이후 Lee et al. (2014)은 우리나라 잔디 재배지에서 해충 6목 7과 12종과 잔디혹응애 1종을 잔디해충으로 기록하였다. 잔디를 가해하는 새로운 해충이나 잔디들 중 새로운 기주 잔디 종에 대한 논문들은 간헐적으로 발표되고 있는데 Choo et al. (2000)의 잔디해충 목록 결과 이후 6편 정도가 발표되었다(Lee et al., 2003; Yang et al., 2009; Kim et al., 2011a; Park et al., 2012; Jung et al., 2013; Kang et al., 2016).

Table 2. Turfgrass insect pests listed in different scientific papers from 1987-2016.

Scientific or English name	Number of papers
<i>Aceria zoysiae</i>	1
<i>Adoretus tenuimaculatus</i>	6
<i>Agrotis ipsilon</i>	2
Ant	1
<i>Antonina graminis</i>	1
<i>Aphanisticus congener</i>	1
Earthworm	5
<i>Ectinohoplia rufipes</i>	4
<i>Exomala orientalis</i>	5
Insect species	4
Nematode	2
<i>Popillia flavosellata</i>	1
<i>Popillia quadriguttata</i>	5
<i>Promachus yesonicus</i>	1
<i>Pseudaletia separata</i>	1
<i>Sphenophorus venatus vestitus</i>	1
<i>Spodoptera depravata</i>	1
Whitegrub	10

Papers were listed from all papers in KCI (Korea Citation Index), SCI (Scientific Citation Index) and SCIE (SCI Expanded) journals related to turfgrass research in Korea.

우리나라에서 연구되어 발표된 52편의 잔디해충 관련 논문들의 잔디해충 별 발표 논문 편수는 Table 2와 같이 풍뎡이류의 유충인 굽벙이에 관한 내용이 10편으로 가장 많고, 주둥무늬차색풍뎡이에 관한 논문이 6편, 녹색콩풍뎡이(*Popillia quadriguttata*)에 관한 논문과 지렁이에 관한 논문이 각각 5편씩으로 이들 네 분야가 전체의 50%를 차지하였다.

굽벙이는 잔디에서 가장 문제시 되는 해충이기 때문에 이들에 관한 연구는 골프장에 발생하는 주요 굽벙이류의 종류와 특징에 대한 정보를 제공하여 골프장 관리자들이 실제적으로 굽벙이를 구별할 수 있게 하는 연구 논문이 세 편이 있으며(Choo et al., 1998; 1999; Yang, 2005) 나머지는 굽벙이가 잔디에 실제적 피해를 주는 가장 중요한 지하부 해충이기 때문에 방제와 관련된 논문들이었다.

주둥무늬차색풍뎡이는 1990년대 초반 많은 골프장에서 공통적으로 문제가 된다고 하여 여러 풍뎡이류들 중 이 종에 대한 연구가 처음 수행되었는데 대부분의 산림에서 보편적으로 발생하는 해충이었기 때문에 대부분 산지에 조성되어 있는 우리나라의 골프장의 특성상 많은 골프장에서 가장 쉽게 눈에 띄고, 각종 활엽 조경수에 대한 피해가 컸기 때문에 일반 코스관리자들이 대표적인 문제해충으로

인식하였을 것이다. 따라서 초기의 연구는 이 종의 기주식물 및 기주범위와 관련된 섭식생태에 중점적인 연구가 수행되었고(Lee et al., 1997a; 1998; 2000), 골프장에서 분포와 생활사에 관한 연구가 부차적으로 수행되었으며(Lee et al., 1999; Lee and Choo, 2007) 방제연구도 수행되었다(Lee et al., 2002c).

등얼룩풍뎡이(*Blitopertha=Exomala orientalis*)는 우리나라 골프장 잔디의 주요 우점 피해 해충으로서 미국에서도 대표적인 잔디해충으로 인식되고 있다(Potter, 1998). 1990년도 중반부터 이 종에 대한 연구가 우리나라에서 본격화되었는데 골프장에서의 발생생태와 방제에 관한 종합적 연구가 수행되어 우리나라 학술지뿐만 아니라 외국 학술지에도 연구결과들이 게재되었다(Lee et al., 2002b; 2002d; Choo et al., 2002).

녹색콩풍뎡이는 과거 왜콩풍뎡이(*Popillia japonica*)로 잘못 알고 있던 잔디 해충으로 성충의 섭식생태(Lee et al., 2002a)와 유충에 의한 잔디 피해 연구(Lee et al., 2003)가 수행된 뒤 골프장에서 생활사에 관한 연구가 수행(Lee et al., 2007)되어 근연종으로서 미국에서 주로 피해를 주고 있는 왜콩풍뎡이와의 생태비교가 이루어졌다.

1990년대 중반부터 골프장에서는 과도한 지렁이의 발생과 분변토 발생으로 인하여 코스관리 실무자들에 큰 문제였는데 이러한 골프장에서 지렁이 발생과 관련된 연구는 2000년대 후반부터 본격화되어 지렁이 종류조사(Ha et al., 2010; Shin et al., 2016a)와 과도한 분변토 발생을 억제하기 위한 다양한 방법에 관한 연구들이 수행되었다(Lee et al., 2010; Shin et al., 2016b).

한국잔디학회지가 발간된 지는 30년이 지났지만 잔디해충과 관련된 연구는 1994년 이후 20여년의 길지 않은 역사를 가지고 있다. 35종의 목록화된 잔디해충들 중 비교적 개별 종에 대한 구체적인 생태나 방제연구가 수행된 종은 4-5종에 지나지 않는다. 비식량 작물인 잔디가 가지고 있는 제한점이 있기는 하지만 지구온난화나 기후변화로 인한 생태계 변화나 각종 자연재해의 증가와 같은 것을 잔디식재 증대 등을 통해 간접적으로 억제 또는 완화시킬 수 있는 점이나 생활수준의 향상으로 인해 쾌적한 주거공간 확보의 수요 증가로 인해 잔디의 식재가 생활공간에 확충될 수 있는 가능성 증가 등을 고려한다면 잔디해충에 대한 지속적인 연구가 수행되어야 할 것이다. 아울러 생활주변에 상존하고 있는 비식량 작물이고, 지피식물이기 때문에 환경친화적 잔디해충 관리에 대한 연구도 지속적으로 수행되어야 할 것이다. 또한 잔디가 식재되어 있는 공원이나 골프장이 단순한 휴식과 경기를 위한 장소로서의 기능뿐만 아니라 도시화되고 파편화되는 자연생태계의 생물다양성 확충장소로서의 기능에 대한 관심도 증가되고 있는데

이러한 측면에서 생물다양성 확충을 위한 곤충에 대한 연구도 필요할 것으로 생각된다.

요 약

해충은 잔디재배지나 운동장이나 공원, 골프장, 공항 등의 잔디에 피해를 주는 주요 원인의 하나이다. 우리나라에서 잔디해충에 관한 연구는 다른 작물분야에 비하여 적고, 역사도 짧다. 본 총설은 우리나라에서 잔디해충분야에 대한 연구들이 발표된 한국연구재단 등재후보지 이상의 학술논문들을 대상으로 조사하였다. 현재까지 52편의 잔디해충 분야 논문이 8개의 전문학술지에 게재되었다. 전체의 63.5%인 33편의 논문이 Weed and Turfgrass Science에 게재되었다. 잔디 해충분야 연구 주제는 해충의 생태적 연구와 방제연구로 크게 대별된다. 1990년대 이전에는 잔디해충 관련 논문이 없었으나 1990년대에 9편, 2000년대에 10편, 2010년 이후 14편의 논문이 학술지에 게재되어 1997년 이후 년 평균 2편의 논문이 학술지에 게재되고 있다. 6목 13과 33종의 해충과 잔디혹응애(*Aceria zoysia*), 쥐며느리(*Armadillidium vulgare*)가 우리나라에서 잔디 피해 절지동물로 기록되어 있다. 굼벵이와 주둥무늬차색풍뎡이(*Adoretus tenuimaculatus*), 녹색콩풍뎡이(*Popillia quadrigutta*), 지렁이 관련 논문이 전체 잔디해충 관련 논문의 50%를 차지하고 있다.

주요어: 골프장, 해충, 한국, 잔디, 굼벵이

References

- Bae, E.J., Lee, G.S., Kim, D.S., Han, E.H., Lee, S.M., et al. 2013. Sod production and current status of cultivation management in Korea. Weed Turf. Sci. 2:95-99. (In Korean)
- Cho, C.Y. and Kim, B.K. 1968. Studies on the method for promoting the germination of sod seed. Korean J. Crop Sci. 4:125-129. (In Korean)
- Choi, W.G., Lee, D.W., Choo, H.Y., Chung, J.M., Lee, S.M., et al. 2001. Host plants of *Ectinohoplia rufipes* (Coleoptera: Scarabaeidae) in golf courses and effect of damaged leaves on the attraction of adults. Korean J. Appl. Entomol. 40:31-40. (In Korean)
- Choo, H.Y., Lee, D.W., Lee, S.M., Lee, T.W., Choi, W.G., et al. 2000. Turfgrass insect pests and natural enemies in golf courses. Korean J. Appl. Entomol. 39:225-236. (In Korean)
- Choo, H.Y., Lee, D.W., Lee, S.M., Kwon, T.W., Sung, Y.T., et al. 1998. White grubs in turfgrasses of golf courses and their seasonal density. Kor. Turfgrass Sci. 12:225-236. (In Korean)
- Choo, H.Y., Lee, D.W., Park, J.W. and Lee, J.W. 1999. Comparison of four major scarab beetles, *Ectinohoplia rufipes*, *Adoretus tenuimaculatus*, *Exomala orientalis* and *Popillia quadriguttata* in golf courses. Kor. Turfgrass Sci. 13:101-112. (In Korean)
- Choo, H.Y., Lee, D.W., Park, J.W., Kaya, H.K., Lee, S.M., et al. 2002. Life history and spatial distribution of oriental beetle (Coleoptera: scarabaeidae) in golf courses in Korea. J. Econ. Entomol. 95:72-80.
- Gelernter, W. 2012. Insect pests of turfgrass: management challenges in a changing environment, pp2-8. In: Brandenburg, R.L. and Freeman, C.P. (Eds.). Handbook of turfgrass insects. 2nd ed. The Entomological Society of America, Lanham, MD, USA.
- Ha, J.W., Hong, Y., Lee, S.M., Choo, H.Y., Kim, J.H., et al. 2010. Sampling of earthworm using tea tree (*Camellia sinensis*) extract and occurrence of earthworm in turfgrass of golf courses. Kor. Turfgrass Sci. 24:191-198. (In Korean)
- Haydu, J.J., Hodges, A.W. and Hall, C.R. 2008. Estimating the economic impact of the U.S. golf courses industry: challenges and solutions. HortScience 43:759-763.
- Held, D.W. and Potter, D.A. 2012. Prospects for managing turfgrass pests with reduced chemical inputs. Annu. Rev. Entomol. 57:329-354.
- Hyun, Y.H., Choi, B.J., Kim, Y.J. and Joo, Y.K. 2012. Analysis of research trend on zoysiagrass (*Zoysia* spp.). Asian J. Turfgrass Sci. 26:89-95. (In Korean)
- Jung, Y.H., Kim, J.J., You, E.J., Lee, C.M., Choo, H.Y., et al. 2013. Evaluation of entomopathogenic nematodes against armyworm, *Pseudaletia separate* on tall fescue, *Festuca arundinacea*. Weed Turf. Sci. 2:312-317. (In Korean)
- Kang, B.H., Kabir, M.F., Bae, E.J., Lee, G.S., Jeon, B.D., et al. 2016. Damage report on a newly recorded coleopteran pest, *Aphanisticus congener* (Coleoptera: Buprestidae) from turfgrass in Korea. Weed Turf. Sci. 5:274-279.
- Kang, Y.J., Lee, D.W., Choo, H.Y., Lee, S.M., Kweon, T.W., et al. 2004. Biological control of *Spodoptera depravata* (Butler)(Lepidoptera: Noctuidae) using entomopathogenic nematodes. Korean J. Appl. Entomol. 43:61-70. (In Korean)
- Kim, H.J., Shim, G.Y. and Yang, S.W. 1997. Compendium of turfgrass and tree diseases and insects with color plates. Korea Turfgrass Research Institute. Seoul, Korea. (In Korean)
- Kim, J.J., Choo, H.Y., Jung, Y.H., Lee, S.M., Park, J.J., et al. 2013. Life history and population dynamics of *Ectinohoplia rufipes* (Coleoptera: Scarabaeidae) on Korean golf courses. J. Asia-Pacific Entomol. 2013:379-384.
- Kim, J.J., Jang, B.K., Lee, S.M., Choo, H.Y., Zhu, M., et al. 2011a. Investigation of host plants and seasonal occurrence of *Popillia*

- flavosellata* (Coleoptera: Rutelidae) in golf courses. Asian J. Turfgrass Sci. 25:22-29. (In Korean)
- Kim, J.J., Lee, S.J., Jung, Y.H., Lee, S.M., Choo, H.Y., et al. 2011b. Moth (Lepidoptera) fauna of golf courses in Jinju, Gyeongsangnamdo, Korea. Asian J. Turfgrass Sci. 25:30-42. (In Korean)
- Lee, C.M., Kwon, O.G., Lee, K.S., Lee, S.M., Choi, S.H., et al. 2014. Insect pests in turf sod production areas in Korea. Weed Turf. Sci. 3:114-120. (In Korean)
- Lee, D.G., Jung, Y.H., Choi, D.H., Choi, S.H., Choo, H.Y., et al. 2015. Insecticidal activity of essential oils against whitegrub. Weed Turf. Sci. 4:129-134. (In Korean)
- Lee, D.W. and Choo, H.Y. 2007. Ecological study of chestnut brown chafer, *Adoretus tenuimaculatus* (Coleoptera: Rutelidae). J. Agriculture & Life Sci. 41:9-15. (In Korean)
- Lee, D.W. and Potter, D.A. 2013. Effect of essential oils and paraffin oil on black cutworm, *Arotis ipsilon* (Lepidoptera: Noctuidae). Weed Turf. Sci. 2:62-69. (In Korean)
- Lee, D.W. and Potter, D.A. 2015. Biological control of the black cutworm, *Agrotis ipsilon* (Lepidoptera: Noctuidae) with the Korean entomopathogenic nematode, *Steinernema carpocapsae* GSN1 strain (Rhabditida: Steinernematidae) in turfgrass. Weed Turf. Sci. 4:58-64. (In Korean)
- Lee, D.W., Choi, W.G., Lee, S.M., Choo, H.Y. and Kweon, T.W. 2006. Effect of turfgrass height and aeration on pathogenicity of entomopathogenic nematodes to whitegrubs in golf courses. Korean J. Appl. Entomol. 45:67-74. (In Korean)
- Lee, D.W., Choo, H.Y., Chung, J.M., Lee, S.M. and Sagong, Y.B. 2002a. Host plants of *Popillia quadriguttata* (Coleoptera: Scarabaeidae). Korean J. Appl. Entomol. 41:15-19. (In Korean)
- Lee, D.W., Choo, H.Y., Chung, J.M., Lee, S.M., Huh, J., et al. 1998. Vegetation of golf courses and local difference of feeding host plant to *Adoretus tenuimaculatus* Waterhouse (Coleoptera, Scarabaeidae). Kor. Turfgrass Sci. 12:1-16. (In Korean)
- Lee, D.W., Choo, H.Y., Chung, J.M., Lee, S.M., Lee, T.W., et al. 1997a. Host plant and preference of brown chafer, *Adoretus tenuimaculatus* Waterhouse (Coleoptera: Scarabaeidae). Korean J. Appl. Entomol. 36:156-165. (In Korean)
- Lee, D.W., Choo, H.Y., Kaya, H.K., Lee, S.M., Smitley, D.R., et al. 2002b. Laboratory and field evaluation of Korean entomopathogenic nematode isolates against the oriental beetle *Exomala orientalis* (Coleoptera: Scarabaeidae). J. Econ. Entomol. 95:918-926.
- Lee, D.W., Choo, H.Y., Lee, S.M. and Lee, Y.H. 2000. Effect of light, temperature and nitrogen fertilization and damaged leaf on the feeding of chestnut brown chafer, *Adoretus tenuimaculatus* (Coleoptera: Scarabaeidae). Kor. Turfgrass Sci. 13:159-170. (In Korean)
- Lee, D.W., Choo, H.Y., Lee, T.W., Park, J.W. and Kweon, T.W. 1999. Spatial and temporal distribution of chestnut brown chafer, *Adoretus tenuimaculatus* (Coleoptera: Scarabaeidae) in golf courses. Kor. Turfgrass Sci. 13:113-124. (In Korean)
- Lee, D.W., Choo, H.Y., Shin, H.G., Choi, B.G. and Lee, G.S. 2003. Chemical control of *Popillia quadriguttata* (Coleoptera: scarabaeidae) and damage of *Zoysia matrella* and newly recorded host plants in golf courses. Kor. Turfgrass Sci. 17:35-44. (In Korean)
- Lee, D.W., Choo, H.Y., Shin, O.J., Yun, J.S. and Kim, Y.S. 2002c. Damage of perennial ryegrass, *Lolium perenne* by chestnut brown chafer, *Adoretus tenuimaculatus* (Coleoptera: Scarabaeidae) and biological control with Korean isolate of entomopathogenic nematodes. Korean J. Appl. Entomol. 41:217-223. (In Korean)
- Lee, D.W., Choo, H.Y., Smitley, D.R., Lee, S.M., Shin, H.K., et al. 2007. Distribution and adult activity of *Popillia quadriguttata* (Coleoptera: Scarabaeidae) on golf courses in Korea. J. Econ. Entomol. 100:103-109.
- Lee, D.W., Hong, Y., Jung, Y.H., Choi, S.H., Choo, H.Y., et al. 2010. Occurrence of earthworm and effect of plant extracts on earthworm in golf courses. Kor. Turfgrass Sci. 24:1-8. (In Korean)
- Lee, D.W., Lyu, D.P., Choo, H.Y., Kim, H.H., Kweon, T.W., et al. 2005a. Feeding preference of foraging ants on insect cadavers killed by entomopathogenic nematode and symbiotic bacteria in golf courses. Korean J. Appl. Entomol. 44:21-30. (In Korean)
- Lee, D.W., Shin, C.C., Kweon, T.W., Choo, H.Y. and Lee, S.M. 2002d. Sampling and distribution of *Exomala orientalis* (Coleoptera: Scarabaeidae) larvae, in golf courses. Kor. Turfgrass Sci. 16:97-106. (In Korean)
- Lee, H.S. and Chang, N.K. 1990. Effects of winter fire on arthropoda communities of rice fields near *Zoysia japonica* grasslands. Kor. Turfgrass Sci. 4:101-118. (In Korean)
- Lee, J.P., Kim, S.J., Seo, H.Y., Lee, S.J., Jeong, J.I., et al. 2001. Contribution of turfgrass industry to the economy in Florida state and present and future of Korean turfgrass industry. Kor. Turfgrass Sci. 15:187-198. (In Korean)
- Lee, K.S., Lee, D.W., Kim, H.H., Lee, S.M., Choo, H.Y., et al. 2005b. Pathogenicity of entomopathogenic nematodes to *Popillia quadriguttata* (Coleoptera: Scarabaeidae) adult. Korean J. Appl. Entomol. 44:145-150. (In Korean)
- Lee, S.M., Lee, D.W., Choo, H.Y., Moon, I.S. and Lee, T.W. 1997b. Pathogenicities of entomopathogenic fungus, *Metarizium anisopliae* J-22 against turfgrass and some agro-forest insect pests. Kor. Turfgrass Sci. 11:185-191. (In Korean)
- Park, D.S., Lee, J.H., Cho, M.R., Kim, Y.S., Kim, K.D., et al. 2012. Damage of zoysiagrass by zoysiagrass mite, *Aceria zoysiae* in Korean golf courses. Weed Turf. Sci. 1:76-79. (In Korean)

- Potter, D. A. 1998. Destructive turfgrass insects biology, diagnosis, and control. Ann Arbor Press, Inc. Chelsea, Michigan, USA.
- Shim, G.Y. and Kim, I.S. 1994. Occurrence of scale of zoysiagrass (*Zoysia japonica*) in golf courses in Korea. Kor. Turfgrass Sci. 8:101-103. (In Korean)
- Shin, C.C., Hong, Y. and Lee, D.W. 2016a. Earthworm composition and seasonal population structure in different Korean golf courses. Weed Turf. Sci. 5:35-41. (In Korean)
- Shin, C.C., Kim, J.K., Choi, S.H., Jeon, B.D. and Lee, D.W. 2016b. Management of earthworm casts using pesticides and tea tree (*Camellia oleifera*) extracts in turfgrass of golf courses. Weed Turf. Sci. 5:155-164. (In Korean)
- Shin, C.C., Kim, J.K., Hong, Y., Kim, Y.S., Kim, J.H., et al. 2015. Seasonal earthworm casting activity on Korean golf courses. Weed Turf. Sci. 4:368-375. (In Korean)
- Sports marketing surveys INC. 2014. The economic impact of golf on the economy of England. Sports marketing surveys INC. Wisley, Surrey, UK.
- Yang, S.W. 2005. Major scarab beetles in golf courses and their control. Kor. Turfgrass Sci. 19:191-193. (In Korean)
- Yang, S.W., Shim, G.Y., Kim, J.H., Hong, K.J., et al. 2009. Exotic pest, hunting billbug, *Sphenophorus venatus vestitus* Chittenden (Coleoptera: Dryophthoridae) in Korea. Kor. Turfgrass Sci. 23:265-270. (In Korean)
- Yu, T.Y. and Youm, D.Y. 1968. The effect of pre-wintering application of urea on regeneration and seed production of *Zoysia japonica* Stend. Horticulture, Environment and Biotechnology 4:59-65. (In Korean)