

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.

골프장에서 차나무류 추출물과 화학 방제제를 이용한 지렁이 분변토 발생 관리

신종창^{1,2} · 김종경³ · 최성환⁴ · 전병덕⁵ · 이동운^{2*}

¹삼성물산(주) 식물환경연구소, ²경북대학교 생태과학과, ³동래베네스트골프장,

⁴경북대학교 생태환경연구소, ⁵수성대학교 생활체육레저과

Management of Earthworm Casts using Pesticides and Tea Tree (*Camellia oleifera*) Extracts in Turfgrass of Golf Courses

Chong Chang Shin^{1,2}, Jong Kyung Kim³, Sung Hwan Choi⁴, Byungduk Jeon⁵, and Dong Woon Lee^{2*}

¹Plant Environment R&D Center, Samsung C&T, Gunpo, 15877, Korea

²Department of Ecological Science, Kyungpook National University, Sangju, 37224, Korea

³Dongrae Benest Golf Club, Samsung C&T, Busan, 46212, Korea

⁴Ecological and Environmental Research Institute, Kyungpook National University, Sangju, 37224, Korea

⁵Department of Physical Education Leisure, Suseong College, Daegu, 42078, Korea

ABSTRACT. Earthworm cast is a harmful factor which reduces the uniformity of management of turfgrass and play quality in golf courses and playground. This research was conducted to carry out the efficacy of some pesticide (bifenthrin GR + clothianidin GR, ethoprophos GR, imidacloprid SC, picoxystrobin WG, thiophanate-methyl WP) and tea tree (*Camellia oleifera*) extracts against reducing earthworm cast in golf courses. All tested materials were acted reducing earthworm cast, thiophanate-methyl among them showed the highest effect reducing earthworm casts in golf courses. Tea tree extracts was occurred similar efficacy among tested chemical pesticides. However, pellet type byproduct of tea seed extract and liquid formulation of tea tree extract were better than granule formulation of them. Byproduct of tea seed and tea tree extract can be used for alternative biological management material for reducing earthworm cast in heavily casting occurrence area.

Key words: Biological management, Earthworm control, Tea tree, Thiophanate-methyl

Received on February 12, 2016; Revised on February 29, 2016; Accepted on March 7, 2016

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

© 2016 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

지렁이는 토양의 구조를 개선시키고, 유기물화를 촉진시켜 비옥도를 증진시키며 이로 인하여 식물 성장을 조장하는 유용한 동물이다(Edwards and Bohlen, 1996). 자연 생태계 내에서의 유용성뿐만 아니라 농업생태계에서도 지렁이는 농작물의 생산성을 높이고, 방목지의 목초 생산을 증대시키거나 토양 해충 방제용으로 사용한 농약의 토양 내

이동을 조장하는 부수적인 효과도 보여주고 있으며(Curry et al., 2008; Edward, 1988; Stockdill, 1966) 목초지뿐만 아니라 골프장 잔디에서도 북더기잔디(thatch)의 분해에 기여하고 있다(Potter et al., 1990).

하지만 과도한 지렁이의 발생은 때로 문제가 되기도 하는데 골프장이나 경기장의 경우 지렁이가 내어 놓는 과도한 분변토로 인하여 경기에 지장을 주기도 하며 잔디의 균일한 관리에도 제한 요소가 되고 있다(Bartlett et al., 2008;

Kirby and Baker, 1995; Potter, 1998). 또한 골프장에서는 지렁이를 먹이로 하는 야생동물들이 잔디를 파 헤치는 피해를 일으키기도 하는데 우리나라에서는 까치나 멧돼지에 의한 피해들이 일어나고 있다. 또한 공항에서는 지렁이를 잡아먹기 위하여 몰려드는 새들이 항공기와 충돌 사고를 일으키는 경우도 발생하고 있다(Seamans et al., 2015).

농경지의 경우는 화학비료와 농약의 빈번한 사용, 경운과 멀칭 등 토양 생태계의 교란이 빈번하게 일어남으로 인하여 지렁이의 밀도가 낮은 편이나(Hong and Kim, 2007a, 2007b, 2009) 골프장의 경우 잔디가 영년생으로 자라고 있고, 깎기작업으로 발생하는 많은 예지물들이 유기물로 존속되고 있어 지렁이의 먹이원이 풍부하며, chlordane과 같은 광범위한 독성을 가진 토양 살충제 등의 사용이 금지되면서 지렁이의 밀도는 증가하고 있다(Lee et al., 2010; Potter et al., 2010; Redmond et al., 2014). 따라서 지렁이 자체는 유용한 동물이지만 지렁이의 과도한 밀도 증가로 인하여 분변토의 다발생으로 인한 경기력 저하나 포식 동물들의 출현으로 인한 2차 적인 피해가 나타나는 경우는 적절한 밀도를 유지하게 하기 위한 관리가 필요하다. 그러나 경기장이나 골프장에서 지렁이 방제용으로 등록되어 있는 방제제는 우리나라를 비롯하여 미국, 유럽에도 없는 실정이다(KCPA, 2015; Potter et al., 2010). 따라서 잔디에 사용할 수 있는 방제제로 등록되어 있는 약제들 중에 지렁이에 독성이 강한 약제들을 사용하거나 차나무(*Camellia* sp.) 유래 추출물이나 생산물과 같은 식물유래 방제제의 적용, zeolite와 같은 광물질 처리 등과 같은 연구들이 수행된 바 있다(Backman et al., 2001; Potter et al., 2010, 2011, Seamans et al., 2015; Williamson, 2004; Williamson and Hong, 2005).

우리나라 골프장에서도 지렁이와 이들이 분비하는 분변토 문제는 골프장에서 상존하고 있는데(Ha et al., 2010; Lee et al., 2010, Shin et al., 2015) 방제와 관련 된 연구는 식물체 추출물이 지렁이에 미치는 영향에 관련 된 연구만이 수행된 바 있다(Ha et al., 2010; Lee et al., 2010). 따라서 본 연구는 골프장에서 과도하게 발생하여 문제시 되고 있는 지렁이 분변토를 줄일 수 방법을 강구하고자 골프장 잔디에 등록되

어 있는 방제제들과 지렁이 표본 추출에 활용하였던 차나무(*Camellia oleifera*) 추출물을 이용하여 골프장에서 현장 실험을 수행하였다.

재료 및 방법

실험골프장

지렁이분변토 발생 억제실험을 수행하기 위하여 중부권에 위치한 안양컨트리클럽과 남부권에 위치한 동래베네스트골프장 및 보라컨트리클럽에서 실시하였다.

경기도 군포의 안양컨트리클럽은 페어웨이와 러프는 중지(hybrid zoysiagrass)로 구성되어 있으며 페어웨이 예지는 주당 1~3회 실시하며 예고는 17~21 mm로 관리하고, 러프는 40 mm 예고로 주 1~2회 예지하였다. 예지물은 송풍기(PRO FORCE, TORO, 미국)를 이용하여 페어웨이 외곽으로 처리하며 별도의 수거 작업은 실시하지 않았다. 토양 pH는 6.7~6.8로 약산성, 유기물 함량은 3.68~4.02% (Table 1)로 다소 높은 수준이었다.

부산광역시 금정구에 위치한 동래베네스트골프클럽은 페어웨이는 금잔디(*Z. matrella*)로 구성되어 있고, 러프는 중지로 구성되어 있으며 페어웨이 예지는 주당 1~3회 실시하고, 예고는 13~21 mm로 관리하고, 러프는 35~40 mm로 주 1회 예지하였다. 예지물은 송풍기(PRO FORCE, TORO, 미국)를 이용하여 페어웨이 외곽으로 처리하며 별도의 수거 작업은 시행하지 않았다. 토양 pH는 6.6~6.7로 약산성, 유기물 함량은 3.65~4.09% (Table 1)였다. 울산광역시 울주군에 위치한 보라컨트리클럽은 페어웨이와 러프 모두 중지로 구성되어 있으며 페어웨이 예지는 주당 2회 내외로 실시하고, 예고는 20 mm로 관리하고, 러프는 45 mm로 주 1회 예지하였다. 예지물은 가을철에는 수거하지 않았다. 토양 pH는 6.5로 약산성, 유기물 함량은 1.76% (Table 1)였다.

지렁이 분변토 억제 시험 방제물질

지렁이 분변토 억제 실험은 화학방제제와 차나무에서 추출한 tea powder-saponin 추출물을 액상과 입상으로 제형

Table 1. Chemical and physical properties of experimental sites.

Experimental site	pH	EC (mS cm ⁻¹)	OM (%)	CEC (me 100 g ⁻¹)	Apparent density (g cm ⁻³)	Particle Density (g cm ⁻³)	Percentage of void (%)	Water permeability (mm h ⁻¹)
No 9 hole in Anyang CC	6.7	0.13	3.68	10.3	1.1	2.9	62.0	176
No 14 hole in Anyang CC	6.8	0.27	4.02	10.3	1.0	2.4	57.0	177
No 1 hole in Dongrae Benest GC	6.6	0.42	3.65	10.5	1.1	2.5	55.7	369
No 18 hole in Dongrae Benest GC	6.7	0.37	4.09	10.3	1.0	2.5	61.5	283
No 1 hole in Bora CC	6.5	0.26	1.76	3.3	1.25	2.72	54.2	34.1

Table 2. List of used agent and their chemical class, active ingredient and recommendation rate in controlled tests of earthworm cast.

Used agents	Chemical class	Active ingredient (%)	Recommendation rate (fold)
Tea tree extract GR	-	No information	4.5 kg 10a ⁻¹ in vegetable
Tea tree extract SL	-	“	(500) in vegetable
Byproduct of tea seed extract pellet	-	“	No information
Ethoprophos GR	Organophosphate	5	6 kg 10 a ⁻¹ in turfgrass
Thiophanate-methyl WP	Carbamate	70	13 g 20 L ⁻¹ in turfgrass
Clothianidin GR	Neonicotinoid	1.8	3 kg 10 a ⁻¹ in lily
Bifenthrin GR	Pyrethroid	0.2	6 kg 10 a ⁻¹ in turfgrass
Imidacloprid SC	Neonicotinoid	8	20 g 20 L ⁻¹ in turfgrass
Picoxystrobin WG	Strobilurin	25	10 g 20 L ⁻¹ in cucumber

GR: granule; SC: suspension concentration; SL: soluble concentration; WG: water dispersible granule; WP: wettable powder.

화 한 제품과 차나무 종자 추출물의 잔재물을 펠렛형으로 성형한 것(Table 2)을 이용하여 2014년부터 2015년까지 분변토가 많이 발생하는 골프장 코스의 페어웨이와 러프를 선정하여 수행하였다. 차나무 추출물 액상 제품은 친환경 유기농자재로 등록되어 있는 (주)KCP의 ‘달처리’를 사용하였으며 입상 제품은 친환경 유기농자재로 등록되어 있는 (주)KCP의 ‘달용이’를 시중 농약사에서 구입하여 이용하였고, 펠렛형 차나무 종자추출 부산물은 Shanghai Y&H International (China)로부터 수입하여 사용하였다. 실험에 사용한 화학 방제제들은 시중 농약사에서 구입하여 사용하였다.

야외실험

야외실험은 방제제의 종류와 함량을 달리하여 5차례 수행하였는데 1차 실험은 2014년 5월 17일 동래베네스토폴프장 1번홀에서 수행하였다. 차나무 추출물 액상과 입상, thiophanate methyl 수화제와 ethoprophos 입제를 처리하였는데 2.5×5 m의 시험구를 분변토의 발생이 많은 지점의 페어웨이에 설정한 다음 각 시험구에 직경 85 cm 홀라후프를 임의의 지점에 던져 지렁이 분변토의 수를 조사하였다. 각 구마다 세 곳의 겹치지 않는 지점에 홀라후프를 던져 분변토 수를 조사하였으며 한 홀라후프 내 분변토 수를 한 반복으로 3반복 조사하였다.

실험 약제의 처리는 차나무 추출물 액상의 경우 물 25 L에 약제 50 ml를 희석(500배)하여 처리구별로 25 L씩 물뿌리개로 처리하였다. 차나무 추출물 입제와 ethoprophos 입제는 각 처리구별로 75 g을 각 시험구에 고르게 뿌렸다. Thiophanate methyl 수화제는 1,000배로 희석하여 처리구별로 25 L를 물뿌리개로 처리하였다. 입제 처리구는 처리 후 스프링클러를 이용하여 10분간 관수를 실시하였다. 조

사는 처리 7일과 30일 후 각 처리구별로 사전 분변토 조사와 동일 한 방법으로 홀라후프를 이용하여 각 처리구 세 지점에서 지렁이 분변토 수를 조사하였는데 분변토 조사 후 빗자루를 이용하여 분변토를 제거하였다. 무처리구는 스프링클러로 물만 10분간 관수 하였다. 처리 당일 이후에는 처리구에 다른 약제를 살포하지 않았으며 관수는 스프링클러 시스템을 이용하여 동일한 조건으로 관수하였다.

2차 실험은 6월 17일 안양컨트리클럽 14번홀에서 수행하였다. Ethoprophos 입제와 thiophanate-methyl 수화제, bifenthrin 0.2% 입제와 clothianidin 1.8% 입제 혼용, 차나무 추출물 액상과 입상 처리를 하였다. 처리 방법은 1차 실험과 동일하게 하였으며 bifenthrin 0.2% 입제는 m²당 3 g, clothianidin 1.8% 입제는 m²당 6 g 약량으로 혼용 처리하였다. 약제처리 20일 후 효과를 조사하였다.

3차 실험은 안양골프장 9번홀 페어웨이에서 8월 5일 수행하였다. 처리는 ethoprophos 입제와 thiophanate-methyl 수화제 imadacloprid 액상 수화제를 처리하였는데 각각 권장량과 권장량의 2배량 농도로 구분하여 처리하였다. 시험구의 선정과 처리방법은 1차 실험과 동일하게 하였다. Ethoprophos 입제는 12.5 m²의 시험구에 각각 75 g, 150 g을 고르게 살포하였고, thiophanate-methyl 수화제는 물 12.5 L에 약제를 500배, 250배로 희석하여 처리하였다. Imidacloprid 액상 수화제는 물 12.5 L에 약제를 각각 1,000배, 500배로 희석하여 처리하였다.

4차 실험은 안양골프장 9번홀 페어웨이에서 9월 16일 수행하였다. 처리는 ethoprophos 입제 배량과 thiophanate-methyl 수화제 권장량, imadacloprid 액상 수화제 배량, 차나무 추출물 입상 권장량 및 picoxystrobin 입상수화제 기준량과 배량을 처리하였다. picoxystrobin 입상수화제는 지

령이에 대한 독성이 높은 것으로 알려져 있어 새로이 추가하여 실험하였으며 이외의 처리는 기존 실험에서 효과가 높은 약량을 선택하여 처리하였다. 시험구는 2 m² 크기로 설정하였으며 처리전과 7일과 21일차에 각 시험구에 발생한 지렁이 분변토의 수를 조사하였다. 한 개의 시험구를 한 반복으로 3반복 수행하였다. 차나무 추출물 입상과 ethoprophos 입제는 처리구별로 12 g처리후 스프링클러를 활용하여 10분간 관수를 시행하였다. Thiophanate-methyl 수화제와 imidacloprid 액상 수화제는 250배로 희석하여 2 L를 처리하였다. Picoxystrobin은 500배와 250배액으로 각각 2 L를 각 시험구에 살포하였다.

5차 실험은 울산시 울주군에 위치한 보라골프장 William course 1번홀 러프지역에서 11월 3일 수행하였다. 지렁이 분변토 발생이 많은 곳에 1 m² 크기의 시험구를 설정한 다음 차나무 추출물과 펠릿 형태로 가공한 차나무 종자 추출 부산물의 효과를 비교하였다. 처리는 차나무 추출물 액상은 500배와 250배로 m²당 2 L를 물뿌리개를 이용하여 살포하였고, 차나무 추출물 입상은 m²당 10 g과 20 g을 시험구 전면에 고루 살포하였다. 펠릿 형태로 가공한 차나무 종자 추출 부산물은 m²당 20 g과 40 g을 시험구 전면에 고루 살포하였으며 ethoprophos 입제는 m²당 9 g을 처리하였다. 입상 및 펠릿 제형 처리구는 살포 후 물뿌리개를 이용하여 물을 m²당 2 L씩 살포하였다. 처리전과 처리 10, 15, 28일 후 각 처리구의 지렁이 분변토 수를 조사하였는데 3반복 처리하였다. 무처리구는 물만 m²당 2 L씩 살포하였고, 처리 후 시험구에는 다른 방제제의 사용 없이 사람들의 출입을 차단시키면서 예고나 인공 강수 없이 방치하였다.

통계분석

각각의 조사자료는 무처리구의 분변토 증감율과 처리구의 분변토 증감소율을 구한 뒤 보정 분변토 감소율 $\{[(\text{처리구 분변토 증감율}-\text{무처리구 분변토 증감율})/(\text{100}-\text{무처리구 분변토 증감율})]\times 100\}$ 을 구하여 처리 평균간 차이를 SNK test ($P<0.05$)로 분산분석 하였다(PROC ANOVA, SAS 9.3 user's guide, 2011).

결 과

1차 실험 결과 처리 7일 후에는 thiophanate-methyl 수화제의 분변토 감소 효과가 가장 높았으며($df=3,8$, $F=13.83$, $P=0.0016$) 처리 30일 후에도 thiophanate-methyl 수화제의 효과가 가장 높았으나 ethoprophos와 차나무 추출물 처리구에서도 95% 이상의 분변토 감소율을 보여 보정감소율은 처리 방제제간 통계적 차이가 없었다($df=3,8$, $F=0.98$, $P=0.4491$) (Fig. 1).

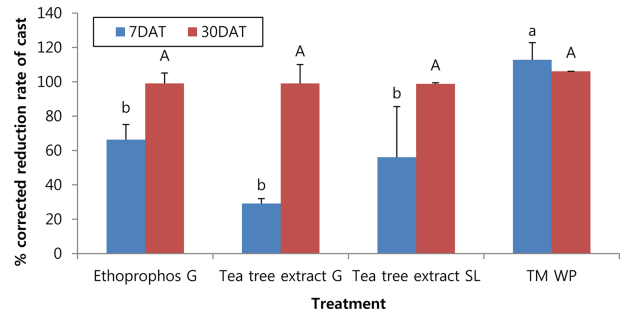


Fig. 1. Corrected reduction rate of earthworm cast treated with pesticide and tea tree extract in 1st hole in Dongrae Benest Golf Club. The same lowercase and uppercase letter over the bars in each day after treatment (DAT) indicated not significant difference among means (Student-Newman-Keuls test, $P<0.05$). Treatment was conducted on May 7, 2014. G: granule; SL: soluble concentration; TM WP: thiophanate-methyl wettable powder.

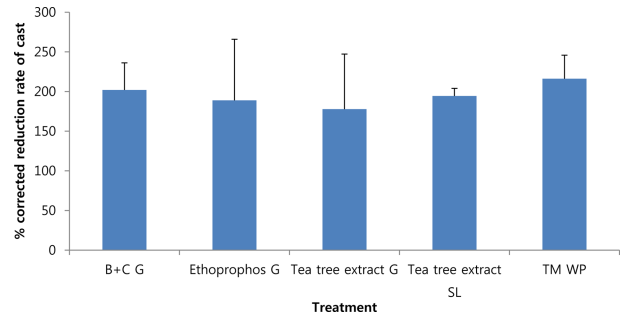


Fig. 2. Corrected reduction rate of earthworm cast treated with pesticide and tea tree extract in 14th hole in Anyang Country Club. The bars in each treatment were standard deviation. Treatment was conducted on June 17, 2014. B + C: bifenthrin + clothianidine; G: granule; SL: soluble concentration; TM WP: thiophanate-methyl wettable powder.

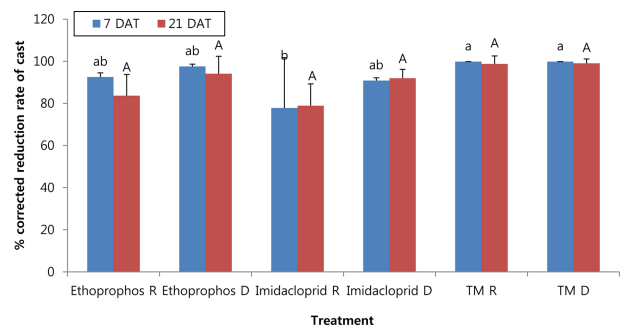


Fig. 3. Corrected reduction rate of earthworm cast treated with pesticide and tea tree extract in 9th hole in Anyang Country Club. The same lowercase and uppercase letter over the bars in each day after treatment (DAT) indicated that there is no significant difference among means (Student-Newman-Keuls test, $P<0.05$). Treatment was conducted on August 5, 2014. R: recommendation rate; D: double rate; TM: thiophanate-methyl.

안양골프장에서 수행한 2차 실험에서도 1차 실험과 동일하게 모든 방제제 처리에서 무처리에 비하여 유의한 분변

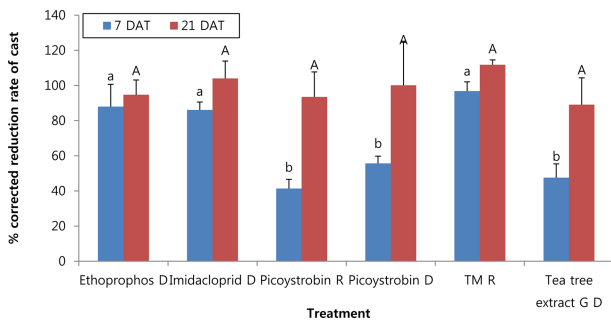


Fig. 4. Corrected reduction rate of earthworm cast treated with pesticide and tea tree extract in 9th hole in Anyang Country Club. The same lowercase and uppercase letter over the bars in each day after treatment (DAT) indicated that there is no significant difference among means (Student-Newman-Keuls test, $P < 0.05$). Treatment was conducted on October 16, 2014. R: recommendation rate; D: double rate; TM: thiophanate-methyl; G: granule.

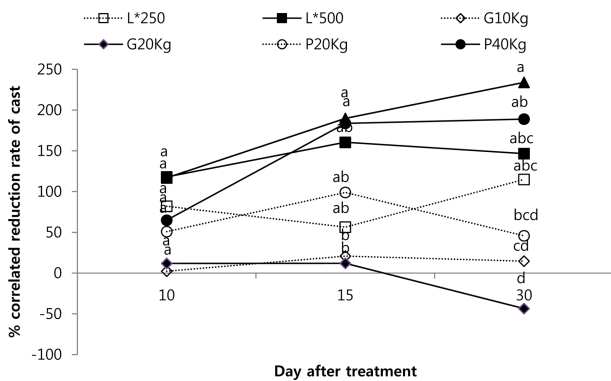


Fig. 5. Corrected reduction rate of earthworm cast treated with different type of tea tree extract and pellet type byproduct of tea seed extract in 1st hole of William course in Bora Country Club. The same lowercase letter over the each symbol in each day after treatment (DAT) indicated not significant difference among means (Student-Newman-Keuls test, $P < 0.05$). Treatment was conducted at November 3, 2015. Treatment data was 3, November. L*250 and 500: treated with 250 or 500 fold liquid formulation of tea tree extract respectively; G10 and 20 kg: treated with 10 or 20 kg 10 a^{-1} granule formulation of tea tree extract respectively; P20 and 40 kg: treated with 20 or 40 kg 10 a^{-1} pallet formulation of byproduct of tea seed extract respectively; G: granule.

토 발생 억제 효과를 보였는데($df=5,12, F=7.28, P=0.0024$) 방제제 간에는 thiophanate-methyl 수화제 처리구의 분변토 감소 효과가 가장 높았으나 통계적 차이는 없었다($df=4,10, F=0.24, P=0.9038$) (Fig. 2).

약량별에 따른 분변토 억제효과를 알아보기 위하여 안양골프장에서 여름철에 실험을 수행한 결과 처리 7일후에는 thiophanate-methyl 수화제 처리가 권장량과 2배량에서 분변토 감소효과의 차이를 보이지 않았으나 ethoprophos와 imidacloprid 처리구에서는 권장량에 비하여 2배량 처리에

서 분변토 감소 효과가 높았으나 통계적 차이는 보이지 않았고($df=5,12, F=4.19, P=0.0195$), 21일차에도 약량과 방제제간 분변토 발생 억제율에 통계적 차이를 보이지 않았다($df=5,12, F=2.16, P=0.127$) (Fig. 3).

Picoxystrobin 처리도 권장량에 비하여 배량 처리시 분변토 발생 억제 효과가 높았으나 처리 후 7일째에는 다른 처리에 비하여 분변토 발생 억제 효과가 낮았다($df=5,12, F=31.31, P < 0.0001$) (Fig. 4).

차나무 추출물 제제의 제형과 펠릿 형태로 가공한 차나무 종자 추출 부산물의 분변토 억제 효과를 실험한 결과 펠릿형 부산물과 액상형 제형이 입상형 제형에 비하여 처리 10일($df=6,14, F=2.95, P=0.0499$), 15일($df=6,14, F=5.0, P=0.0062$), 30일후($df=6,14, F=7.13, P=0.0012$) 모두에서 지렁이 분변토 발생 억제효과가 높았다(Fig. 5).

고 찰

실험에 사용한 모든 방제제와 차나무 유래 물질들은 지렁이 분변토 발생 억제효과를 보였다. 처리시기별에 따라 분변토 발생 억제율에 차이는 있었지만 공통적으로 thiophanate-methyl 수화제 처리에서 가장 우수한 분변토 억제율을 보였다. Carbaryl이나 benomyl, carbendazim, thiabendazole과 같은 살균제들도 잔디에서 지렁이 분변토 발생 억제 효과가 높은 것으로 알려져 있으나(Kirby and Baker, 1995) 이들 살균제들은 우리나라에서 잔디에서는 사용할 수 없는 작물보호제(KCPA, 2015)여서 잔디에서 사용이 가능하면서도 분변토 억제 효과가 있는 것으로 알려져 있는 thiophanate methyl을 사용하였는데 우리나라에서는 잔디의 갈색잎마름병 방제용으로 등록되어 있다(KCPA, 2015). 따라서 갈색잎마름병이 발생하여 매년 지속적으로 살균제를 사용할 경우 저항성이 문제가 되지 않는 범위 내에서 thiophanate methyl 사용 시 지렁이 분변토 문제를 감소시킬 수 있을 것이다. Thiophanate methyl은 사과과원에 처리 시 표면가까이 서식하는 이슬지렁이(*Lumbricus terrestris*)의 감소효과가 높은 것으로 보고하였고(Stringer and Wright, 1973), Williamson and Hong (2005)은 위스콘신의 한지형 골프장에서 분변토 감소효과가 높음을 보고하였는데 난지형 잔디인 한국잔디류(*Zoysiagrass*)에서도 지렁이 분변토 억제 효과가 높음을 확인 할 수 있었다.

지렁이는 다양한 종류가 서식처에 따라 상이하게 서식하고 있다. 우리나라 농생태계에서는 밭지렁이(*Amyntas agrestis*)와 참지렁이(*A. koreanus*)가 우점종이었지만(Hong and Kim., 2007a) 선유도 농생태계조사에서는 변이성지렁이(*A. heteropodus*)가 우점종이었고(Hong and Kim, 2009), 전북 부안의 뽕나무 밭에서는 변이성지렁이와 장미줄지렁이

이(*Aporrectodea caliginosa*)가 우점종이었으며(Hong, 2014) 우리나라 골프장에서는 변이성지렁이가 10개 조사골프장들 중 6곳에서 채집되어 우점종이었으나 골프장에 따라 차이가 있었다(Ha et al., 2010). Redmond et al. (2014)에 의하면 Kentucky주의 골프장 별에 따라 발생하는 지렁이의 종류와 조성에 차이를 보였다. 실험을 수행한 동래베네스트골프장은 장미줄지렁이(*Apprectodea caliginosa*)가 우점종이고, 안양골프장은 *Amyntas carnosus*종이 우점종으로 두 골프장의 우점종은 달랐으나(unpublished data) 이 두 골프장 모두에서 분변토 억제 효과가 나타나 우리나라 골프장에서 우점하고 있는 *Amyntas* 속과 *Apprectodea* 속 지렁이(Ha et al., 2010)의 분변토 억제에 널리 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

비토착종 지렁이들은 낙엽분해나 토양 변화를 통해 산림 토양의 특성을 변화시키거나 토양의 지화학적 변화에 영향을 미쳐 산림생태계에 악영향을 초래하고 있는데(Bohlen et al., 2004a, 2004b) Redmond et al. (2014)에 의하면 켄터키주 6개 골프장에서 채집된 7종의 지렁이들 중 6종이 외래종으로 이들이 분변토 발생 문제를 일으키는 주요종이었다. 우리나라 골프장에서 채집된 지렁이들도 비고유종이 우점하고 있어(Ha et al., 2010; Hong and Kim, 2007b) 향후 이러한 관점에서 지렁이 관리의 필요성도 있을 것으로 판단된다.

Tea powder-saponin 제제들은 thiophanate methyl에 비하여 지렁이 분변토 억제 효과가 다소 낮게 나타나기도 하였으나 전체적으로 실용적인 방제효과를 보였다. 차나무 추출물은 지렁이에 대한 독성이 높은 것으로 알려져 있는데(Lee et al., 2010) 미국 켄터키주의 크리핑벤트그라스(*Agrostis stolonifera*)로 조성된 그린에서 차나무 종자 조추출물의 펠렛 처리를 통해 한 달 이상 *Apprectodea*속 지렁이에 대한 분변토 억제 효과가 있는 것으로 보고된 바 있다(Potter et al., 2011). 본 실험에서는 사용의 편의성을 고려하여 주로 액상과 입상형의 차나무 추출물 제품을 이용하였는데 입상형의 효과가 낮게 나타났으며 펠렛 형태로 가공한 차나무 종자 추출 부산물이 다른 제형에 비하여 상대적으로 분변토 억제 효과가 높은 것으로 나타나 향후 펠렛을 이용한 실용적 제형화가 필요할 것으로 생각된다. 또한 우리나라에 재배되고 있는 소엽종 관목성 차나무류인 차나무(*Camellia sinensis*) 종자의 정유도 지렁이에 대한 방제효과가 있었는데(unpublished data) 이들 종자의 활용도 고려해 볼 만한 것으로 생각된다. 한편 차나무 유래물질은 토양 내 다른 지표적 생물들인 응애나 톱토기 등 토양동물의 밀도 감소를 유발하지 않으며(Potter et al., 2010) 차나무 종자박 펠렛(tea-seed cake pellet) 처리에 의해 죽은 지렁이를 섭취한 *Larus delawarensis* 갈매기에도 영향을 미치지 않아(Seamans

et al., 2015) 다른 화학적 방제제에 비하여 생태계에 안전한 편이다. 따라서 외래종 지렁이에 의해 다발생되어 골프장이나 잔디 운동장의 경기력 저하와 관리 균일성을 저해하는 분변토 발생을 억제 시키기 위하여 이러한 식물체 유래 물질을 적극 활용할 필요가 있을 것으로 판단된다.

요 약

지렁이 분변토는 골프장이나 경기장에서 경기력 저하와 잔디 관리의 균일성을 떨어트리는 위해요소이다. 본 연구는 골프장에서 지렁이 분변토 감소를 목적으로 화학적 방제제(bifenthrin GR+clothianidin GR, ethoprophos GR, imidacloprid SC, picoxystrobin WG, thiophanate-methyl WP)와 차나무(*Camellia oleifera*) 추출물의 효과를 골프장에서 조사하였다. 모든 처리에서 지렁이 분변토 수가 감소하였으며 thiophanate-methyl WP의 지렁이 분변토 발생 억제효과가 가장 높았다. 차나무 추출물 처리도 지렁이 분변토 발생 효과를 보였는데 펠렛형 차나무 종자추출 부산물과 차나무 추출물 액상제형이 차나무 추출물 입상제형에 비하여 효과가 높았으며, 차나무 추출물이나 부산물 처리가 분변토 관리의 대안이 될 수 있을 것으로 판단된다.

주요어: 생물적 방제, 지렁이 방제, 차나무 종자 부산물, thiophanate-methyl

Acknowledgements

We appreciate for technical assistance of superintendents in each golf courses and Kweon, O.H., Shin, J.H., Lee, G.Y., Jung, M.G. and Faisal MD. Kabir in turfgrass insect pest and nematode laboratory in Kyungpook National University.

References

- Bartlett, M., James, I., Harris, J. and Ritz, K. 2008. Earthworm community structure on five English golf courses. *Appl. Soil Ecol.* 39:336-341.
- Bckman, P.A., Miltner, E.D., Stahnke, G.K. and Cook, T.W. 2001. Effects of cultural practices on earthworm casting on golf course fairway. *Int. Turfgrass Soc. Res. J.* 9:823-827.
- Bohlen, P.J., Groffman, P.M., Fahey, T.J., Fisk, M.C., et al. 2004a. Ecosystem consequences of exotic earthworm invasion of north temperature forests. *Ecosystems* 7:1-12.
- Bohlen, P.J., Scheu, S., Hale, C.M., McLean, M.A., et al. 2004b. Non-native invasive earthworms as agents of change in northern temperature forests. *Frontiers in Ecology and the Environment*

- 2:427-435.
- Curry, J.P., Doherty, P., Purvis, G. and Schmidt, O. 2008. Relationships between earthworm populations and management intensity in cattle-grazed pastures in Ireland. *Appl. Soil. Ecol.* 39:58-64.
- Edwards, C.A. 1988. Breakdown of animal, vegetable, and industrial organic wastes by earthworms. pp. 21-31. In *Earthworms in waste and environmental management* (Edwards C.A. and Neuhauser, E.F. Eds.). SPB, Hague, Netherlands.
- Edwards, C.A. and Bohlen, P.J. 1996. *Biology and Ecology of Earthworm*, 3rd edition, Chapman and Hall, London, UK.
- 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(2):191-198. (In Korean)
- Hong, Y. 2014. Distribution of Southern earthworm race in mulberry tree cultivation area. *Korean J. Environ. Biol.* 32:263-269. (In Korean)
- Hong, Y. and Kim, T.H. 2007a. Occurrence of earthworm in agroecosystem. *Korean J. Environ. Biol.* 25:88-93. (In Korean)
- Hong, Y. and Kim, T.H. 2007b. The earthworm composition in plastic greenhouse bed for cucumber cultivation. *Korean J. Environ. Biol.* 25:100-106. (In Korean)
- Hong, Y. and Kim, T.H. 2009. The earthworm composition in agroecosystem of Sunyu Island, Korea. *Korean J. Environ. Biol.* 27:135-139. (In Korean)
- Kirby, E.C. and Baker, S.W. 1995. Earthworm populations, casting and control in sports turf areas: a review. *J. Sports Turf Res. Inst.* 71:84-98.
- Korea Crop Protection Association (KCPA). 2015. 2015 pesticide manual. Korea Crop Protection Association. Seoul, Korea. (In Korean)
- 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):1-8. (In Korean)
- Potter, D. A. 1998. *Destructive turfgrass insects biology, diagnosis, and control*. Ann Arbor Press, Inc. Michigan, USA.
- Potter, D.A., Buxton, M.C., Redmond, C.T., and Powell, A.J. 1990. Toxicity of pesticides to earthworms and effect on thatch degradation in Kentucky bluegrass turf. *J. Economic Entomology* 83(6):2362-2369.
- Potter, D.A., Redmond, C.T., Meepagala, K.M. and Williams, D.W. 2010. Managing earthworm casts (Oligochaeta: Lumbricidae) in turfgrass using a natural byproduct of tea oil (*Camellia* sp.) manufacture. *Pest Manag. Sci.* 66:439-446.
- Potter, D.A., Redmond, C.T. and Williams, D.W. 2011. The worm turns: earthworm cast reduction on golf courses. *GCM.* September. pp. 86-96.
- Redmond, C.T., Kesheimer, A. and Potter, D.A. 2014. Earthworm community composition, seasonal population structure, and casting activity on Kentucky golf courses. *Appl. Soil Ecol.* 75:116-123.
- SAS/STAT® 9.3 user's guide. 2011. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Seamans, T.W., Blackwell, B.F., Bernhardt, G.E. and Potter, D.A. 2015. Assessing chemical control of earthworms at airports. *Wildlife Society Bulletin* 39:434-442.
- 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)
- Stockdill, S.M.J. 1966. The effect of earthworms on pastures. *Proc. New Zealand Ecol. Soc.* 13:68-75.
- Stringer, A. and Wright, M.A. 1973. The effect of benomyl and some related compounds on *Lumbricus terrestris* and other earthworms. *Pestic. Sci.* 4:165-170.
- Williamson, R.C. 2004. Managing earthworm castings. *GCM.* May. pp. 93-95.
- Williamson, R.C. and Hong, S.C. 2005. Alternative, non-pesticide management of earthworm casts in golf courses turf. *Int. Turfgrass Soc. Res. J.* 10:797-802.