

차나무 추출물을 이용한 골프장의 지렁이 샘플링과 종류 조사

하종원 · 홍용¹ · 이상명² · 추호렬³ · 김진호⁴ · 이동운*

경북대학교 생물응용학과, ¹전북대학교 농생물학과, ²국립산림과학원 남부산림연구소

³경상대학교 응용생물환경학과, 농업과학연구원, ⁴경북대학교 생태환경시스템학부

Sampling of Earthworm Using Tea Tree (*Camellia sinensis*) Extract and Occurrence of Earthworm in Turfgrass of Golf Courses

Jong Won Ha, Yong Hong¹, Sang Myeong Lee², Ho Yul Choo³, Jin Ho Kim⁴, and Dong Woon Lee*

Department of Applied Biology, Kyungpook National University, Sangju, Gyeongbuk, Korea

¹Department of Agricultural Biology, Chonbuk National University, Junju, Chonbuk, Korea

²Korea Forestry Research Institute, Nambu Forestry Research Center, Jinju, Gyeongnam, Korea

³Department of Applied Biology, Institute of Agriculture and Life Sciences,
Gyeongsang National University, Jinju, Gyeongnam, Korea

⁴School of Ecological and Environmental System, Kyungpook National University, Sangju, Gyeongbuk, Korea

ABSTRACT. Effective sampling method and distribution of earthworms in turfgrasses of golf courses were investigated at 10 Korean golf clubs. Tea tree extract was highly effective in extracting *Eisenia andrei* compared with mustard oil or formalin. 1000-fold diluent of tea tree extract (4 L/m²) was more effective than 500- and 2000-fold. Sampling efficacy of earthworm increased as soil depth decreased. Additional watering after treatment of tea tree extract did not significantly influence the sampling of earthworms. Eight earthworm species in 4 genera were collected from turfgrasses of 10 golf courses with 4 L of 1000-fold diluent of tea tree extract (15% tea saponin)/m². Among, dominant earthworm was *Amyntas heteropodus* and collected 147 individuals from 6 golf clubs. Thirteen *Drawida japonica* was collected from 3 golf clubs and *A. hilgendorfi* and *A. hupeiensis* were collected from 2 golf clubs. *A. hupeiensis* was not collected with 1000-fold diluent of tea tree extract (15% tea saponin)/m².

Key words: *Amyntas heteropodus*, Earthworm, Golf courses, Tea tree extract, Turfgrass

서 론

골프장은 잔디가 주요 구성요소이다. 따라서 1년 내내 집약적으로 관리되고 있다. 그 외 조경수와 자연림이 공간을 함께 차지함으로써 일반 농경지와는 판이한 생물상을 보이고 있다. 특히, 굼벵이와 같이 잔디의 뿌리를 먹이로 하는 토양서식 해충들과 유기질화 된 환경 등으로 인하여 지렁이도 지역이나 개장년도, 관리방법 등에 따라 차이는 있지만 발생이 많은 편이다(Choo 등, 1998, 2000; Lee 등, 2010). 지렁이는 빙하 또는 사막 등과 같은 극한 지역을 제외하고는 각종 생태환경에 적응하여 서식하고 있다. 그리고 토양의 형성과 물리성 개선, 유기물 분해, 산소공급, 양분의 순환, 배수 촉진 등 이로울 점이 많다. 뿐

만 아니라 산성토양의 개량이나 토양 내 질소와 탄소의 재순환에도 기여하여 생태계의 건전성을 높이고 있다(Darwin, 1881; Lee, 1985; Edwards, 1988).

골프장에서 지렁이의 역할은 양면성을 보인다. 즉, 잔디의 관리 시 발생하는 예지물이나 생육 중에 고사되는 잔디 잔존물들의 누적으로 발생하는 북더기잔디층(thatch)의 분해를 촉진시켜 유기물 함량을 높이거나 답압을 완화시켜 토양 물리성을 개선 시켜주는 긍정적인 효과가 있는가 하면(Baker, 1981; Arnold 와 Potter, 1987; Potter 등, 1990a) 지렁이의 분변토는 공의 흐름을 방해하거나 정상적인 샷에 지장을 초래한다(Potter 등, 2010). 또한 장마철에 형성된 분변토는 골퍼들에 의한 답압의 결과로 오히려 수분의 이동을 방해하며 지나치게 많은 지렁이의 출현은 골퍼들의 혐오 대상이 되고 있다(Lee 등, 2010). 또한 잡초들의 생육처로 제공되기도 한다(Kirby와 Baker, 1995).

이와 같이 골프장에서 지렁이의 역할이 직·간접적으로 다양함에도 불구하고 북더기 잔디 분해에 미치는 지

*Corresponding author; Tel: +82-54-530-1212

E-mail : whitegrub@knu.ac.kr

Received : Nov. 8, 2010, Revised : Nov. 20, 2010, Accepted : Dec. 7, 2010

령이의 역할(Potter 등, 1990a), 살충제나 관리방법에 따른 지렁이의 밀도 변화(Arnold 와 Potter, 1987; Potter 등, 1990b, 1994), 식물 추출물을 이용한 방제(Potter 등, 2010) 등 제한적인 연구가 이루어져 왔다. 우리나라에서는 Lee 등(2010)의 개체수에 바탕을 둔 발생생태 연구만 있다. 특히, 골프장 잔디에 발생하는 지렁이의 종류에 대한 연구는 거의 없는 실정이며 농생태계 내의 지렁이에 관한 제한적 연구가 있다(Hong과 Kim, 2007a, 2007b, 2009).

한편, 지렁이의 조사방법으로는 비록 노동력이 많이 들지만 땅을 파서 직접 조사하는 방법과(Butt, 2000), mustard와 formalin 등으로 자극을 가하여 지상부로 탈출하게 하여 잡는 방법(Raw, 1959; Chan 과 Munro, 2001), 토양에 전류를 흘려서 지렁이를 탈출시키는 방법(Weyers 등, 2008) 등이 있다. 그러나 골프장은 일반 농경지나 산림과 달리 땅을 파서 조사하는 것은 바람직하지 않은 경우가 많다. 따라서 골프장의 잔디나 골프장 내 기타 지역에 발생하는 지렁이를 조사하기 위해서는 골퍼들의 경기에 지장을 초래하지 않으면서도 짧은 시간 내에 쉽게 조사할 수 있는 방법의 개발이 필요하다. 따라서 본 연구는 기존의 지렁이 탈출에 이용되는 formalin이나 mustard 외에 안전성이 높은 차나무 추출물을 이용하여 탈출제로서의 효과를 검정함과 동시에 골프장 잔디밭에 발생하는 지렁이의 종류를 알아보기 위하여 수행하였다.

재료 및 방법

처리 물질 별 잔디 뗏장 내 지렁이 탈출 효과 조사

지하부에 서식하는 지렁이의 지상부 탈출을 유도하는 물질을 알아보기 위하여 경기도 파주의 서원밸리골프장에서 2010년 8월 11일 실험을 수행하였다. 우선 토양층이 5 cm 정도로 붙어 있는 들잔디(*Zoysia japonica*) 뗏장을 30×30 cm 크기로 잘랐다. 잘라 낸 뗏장은 예초기를 이용하여 예고를 2 cm로 맞춘 다음 지렁이가 들어 갈 수 없는 딱딱한 지면에 1 m 간격으로 무작위로 배열하였다. 여기에 붉은줄지렁이(*Eisenia andrei*)를 낚시용품점에서 구입하여 건강한 개체 10마리씩을 방사하였다. 방사 한 시간 후 지렁이가 잔디 뗏장 속으로 완전히 들어간 것을 확인하고는 탈출유도 물질들을 처리하였다. 실험에 이용된 탈출유도 물질들은 지렁이 조사에 일반적으로 이용되는 0.04% formaldehyde 용액(Raw, 1959)과 지렁이에 독성이 높으면서 추출제로 이용되는 mustard 유래물질(Gunn, 1992; Butt, 2000; Lee 등, 2010) 중 mustard oil, 지렁이에 독성이 높은 차나무(*Camellia sinensis*) 열매 추출물(Lee 등, 2010) 그리고 골프장에서 관행적으로 사용하는 계면활성제를 이용하였다. Mustard oil은 allyl isothiocynate 3% 함량의 oil

을 이용하였고, 차나무추출물은 tea saponin 15% 함량의 oil을 이용하였는데 (주)KCP로부터 공급받아 이용하였으며 가정용 계면활성제는 11% 함량의 부라보(애경산업)를 이용하였다. 공시재료는 37% formalin 100배액, 87% mustard oil 100배액과 1000배액, 15% tea saponin 1000배액과 500배액 및 11% 계면활성제 500배액을 m²당 4 L씩 가정용 물뿌리개로 처리하였다. 무처리구는 물만 m²당 4 L를 처리하였다. 조사는 처리 후 잔디 뗏장으로 부터 지상부로 탈출하는 지렁이를 핀셋으로 잡아내면서 수를 조사하였는데 30분과 60분까지 탈출한 수를 조사하였다.

차나무추출물 농도별 잔디 뗏장 내 지렁이 탈출 효과 조사

처리 물질 별 잔디 뗏장 내 지렁이 탈출 효과 실험결과, 500배에 비하여 1000배액에서 효과가 높았던 차나무추출물의 1000배액과 2000배액에서 지렁이 탈출효과 실험을 추가로 수행하였다. 실험은 처리 물질별 잔디 뗏장 내 지렁이 탈출 효과 실험과 동일한 방법으로 수행하였는데, 15% tea saponin을 함유하고 있는 차나무추출물 1000배액과 2000배액 및 11% 계면활성제 250배액을 m²당 4 L씩 가정용 물뿌리개를 이용하여 처리하였다. 무처리구는 물만 m²당 4 L씩 처리하였다. 조사는 처리 후 10분과 30분에 잔디 표면으로 기어 나오는 지렁이의 수를 조사하였다.

지렁이 서식 깊이별 차나무 추출물의 잔디 뗏장 내 지렁이 탈출 효과 조사

토양 내에 지렁이가 서식하는 깊이는 지렁이의 종류나 토양의 물리 화학적 조건에 따라 차이가 있다(Elsenhauer 등, 2008). 따라서 효과가 높았던 차나무추출물을 이용하여 깊이별 탈출효과를 조사하였다. 실험은 합천 아텔스코트골프장 페어웨이에서 식재된 들잔디를 이용하였다. 직경 11 cm 홀커트로 2.7 cm 예고의 페어웨이 잔디를 깊이 10 cm 까지 떠낸 후 실험실로 가져와 12 cm 길이의 PVC 파이프(직경 11 cm)로 수행하였다. 지렁이의 분포 깊이는 3 cm와 5 cm, 10 cm로 설정하였다. 3 cm 처리는 PVC 파이프의 아랫부분에 아텔스코트골프장 페어웨이 토양을 채운 후 PVC파이프 내경 크기로 자른 방충망을 넣은 다음 붉은줄지렁이 10마리를 방사하고는 동일한 흙을 1 cm 높이로 채웠다. 여기에 홀커트로 채취한 뗏장에서 2 cm 깊이의 흙만 남긴 채 나머지 흙은 제거한 후 지렁이 위에 조심스럽게 덮었다. 5 cm와 10 cm 처리도 동일한 방법으로 지렁이 처리 위치의 토양층의 깊이가 5 cm와 10 cm 가 되게 하였다. 그리고 15% tea saponin 500배액을 m²당 4 L량으로 소형 물뿌리개를 이용하여 처리하였다. 한 개의 PVC파이프 column을 한 반복으로 하여 3반복 처리하였고, 조사는 처리 직후부터 1시간동안 잔디 위로 탈출하는

지렁이를 핀셋으로 잡아내면서 조사하였다.

차나무추출물 처리 후 관수량별 잔디 뗏장 내 지렁이 탈출 효과 조사

차나무추출물 처리 후 추가적인 관수 유무에 따라 토양 내 서식하는 지렁이의 탈출에 차이가 있는지를 알아보기 위하여 지렁이 서식 깊이별 차나무추출물의 잔디 뗏장 내 지렁이 탈출 효과 조사와 동일한 방법으로 실험을 수행하였다. 지렁이의 서식 깊이는 10 cm로 고정하였으며 차나무추출물 500배액을 m²당 4 L량으로 소형 물뿌리개를 이용하여 처리한 후 추가로 당 2 L, 4 L, 8 L를 관수하였다. 대조구에는 추가적인 관수를 하지 않았으며 한 개의 PVC 파이프 column을 한 반복으로 3반복 처리하였고, 처리 직후부터 1시간동안 잔디 위로 탈출하는 지렁이를 핀셋으로 잡아내면서 조사하였다.

차나무추출물을 이용한 골프장 서식 지렁이 조사

골프장에 서식하는 지렁이의 종류를 알아보기 위하여 9월 중순부터 10월 초순까지 중부지방 5곳, 남부지방 3곳, 제주지역 2곳의 골프장에서 조사를 수행하였다. 중부지역은 경기도 파주의 서원밸리골프장과 서서울골프장, 안성의 안성베네스트골프장과 가평의 가평베네스트골프장, 광주광역시 이스트밸리골프장에서 조사를 하였으며, 남부지역은 경남 합천의 아델스코트골프장과 진주의 진주골프장, 부산의 동래베네스트골프장에서 조사를 하였다. 제주지역은 제주시의 오라골프장과 서귀포시의 중문골프장에서 조사를 하였다. 각 골프장에서의 조사는 지렁이 분변토의 배출이 많거나 이동이 많은 지점을 임의로 선택하여 1 m² 크기로 조사구를 설정한 후 15% tea saponin이 함유된 차나무추출물 500배액을 m²당 4 L씩 처리하였는데 오라골프장에서는 적합한 곳이 없어 코스에 활동 중인 두 개체를 채집하였다. 동래베네스트골프장과 아델스코트골프장, 진주골프장, 안성베네스트골프장 및 중문골프장에서는 조사구역을 설정한 후 삽으로 1200 cm² 내에 서식하는 지렁이를 사전 조사한 후 서식이 확인된 곳을 중심으로 처리하였다. 안성베네스트골프장에서는 1차 차나무추출물 관수처리 30분후까지 표면으로 탈출하는 개체가 없어 동일 농도로 m²당 4 L씩 다시 처리하였다. 채집된 지렁이는 75% 에탄올로 죽인 뒤 10% 포르말린 용액에 고정하였고, 실험실로 가져와 5% 포르말린 용액에 옮긴 다음 밀봉된 용기에 보관하였다.

지렁이의 분류 · 동정

종의 동정은 저장낭(spermathecal pore)의 수와 위치, 수컷 생식공(male pore)의 형태, 생식돌기(genital marking)의

위치와 모양, 저장낭(spermathecae)의 형태 등의 형질을 이용하였고, Song and Paik (1969), Hong (2000) 등의 문헌을 참고하였다.

통계처리

처리 물질별, 차나무추출물의 농도별, 지렁이 서식 깊이별 차나무추출물 및 차나무추출물 처리 후 관수량별 잔디 뗏장 내 지렁이 탈출 효과 조사 결과는 arcsinv√ 변환하여 Duncan's multiple range test로 처리평균간 차이를 분산분석 하였으며(PROC ANOVA), 표기는 변환전의 평균값±표준편차로 나타내었다(Cho, 2006).

결 과

처리 물질별 잔디 뗏장 내 지렁이 탈출 효과

뗏장 내에 서식하는 지렁이의 탈출량은 처리 물질에 따라 차이가 있었다(30분 후: $df=9, 18, F=107.75, P<0.0001$, 60분 후: $df=9, 18, F=85.31, P<0.0001$). 차나무추출물 1000배액 처리에서는 30분 후 투입한 붉은줄지렁이는 모두가 뗏장 밖으로 탈출하였으며, formalin 처리에서는 60%가 탈출하였고, 60분 후에는 formalin 처리구에서 92.5%의 지렁이가 탈출하였다(Fig. 1). 반면 가정용 주방세제 500배 처리구와 무처리구에서는 뗏장으로부터 탈출하는 지렁이가 없었다. 차나무추출물 500배 처리에서는 60분 후에도 45%의 지렁이만 탈출하였다.

차나무추출물 농도별 잔디 뗏장 내 지렁이 탈출 효과

차나무추출물의 농도별 지렁이 탈출 효과를 알아보기 위하여 1000배와 2000배 농도를 처리한 결과, 2000배액에 비하여 1000배액에서의 탈출 효과가 높았다(30분후: $df=6, 9$,

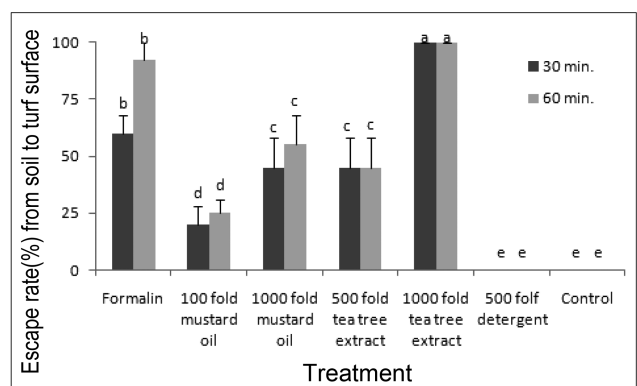


Fig. 1. Emerging rate of earthworm, *Eisenia andrei*. The same lowercase letter over the bars in each treatment indicated that there is no significant difference among means (Duncan's multiple range test, $P<0.05$).

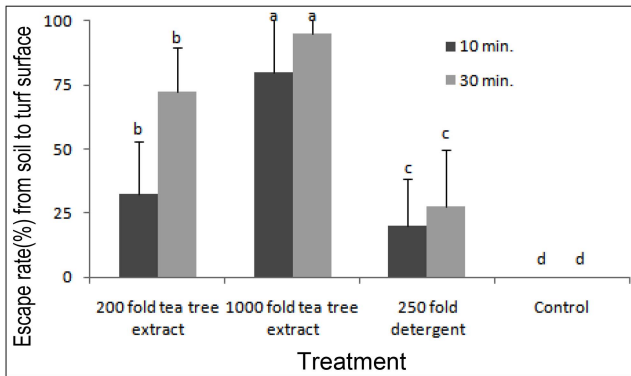


Fig. 2. Effect of tea tree extract on emerging of earthworm, *Eisenia andrei*. The same lowercase letter over the bars in each treatment indicated that there is no significant difference among means(Duncan's multiple range test, $P<0.05$).

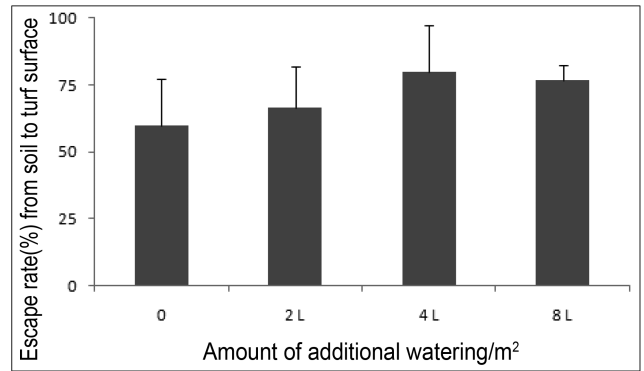


Fig. 3. Effect of additional watering after tea tree extract treatment on emerging of earthworm.

$F=5.42$, $P<0.0124$, 60분 후: $df=6, 9$, $F=13.3$, $P<0.0005$) (Fig. 2).

지렁이 서식 깊이별 차나무추출물의 잔디 뗏장 내 지렁이 탈출 효과

지렁이의 토양 서식 깊이별 차나무추출물의 지렁이 탈출 효과에서는 10 cm 깊이에서는 63.3%의 지렁이만 잔디 뗏장 밖으로 탈출하였고, 3 cm와 5 cm 깊이에서는 각각 96.7%와 100%가 탈출하였지만 통계적 유의성은 없었다 ($df=4, 4$, $F=4.94$, $P<0.0755$).

차나무추출물 처리 후 관수량별 잔디 뗏장 내 지렁이 탈출 효과

차나무추출물 처리 후 추가적인 관수량에 따른 지렁이 탈출효과 실험에서는 무관수에 비하여 추가적으로 관수한 곳에서 탈출율이 높았으나 통계적 유의성은 없었다(Fig. 3).

골프장 서식 지렁이 조사

차나무추출물을 이용하여 골프장 잔디에 서식하고 있는 지렁이의 밀도와 종류를 조사한 결과 조사한 골프장에 따라 차이가 있었다. 조사한 골프장들 중 지렁이 밀도는 동래베네스트골프장이 21마리/m²로 가장 많았고, 중문골프장이 1.3마리/m²로 가장 적었다(Table 1). 조사지역 내에서는 4속 8종의 지렁이가 동정되었는데, 변이성지렁이(*Amyntas heteropodus*)가 동래베네스트골프장을 비롯한 6개 골프장 잔디에서 확인 되었고, 염주위지렁이(*Drawida japonica*)는 서서울골프장과 중문골프장, 이스트밸리골프장에서 확인 되었다. 반면, 안장띠나시지렁이(*Bimastos parvus*)와 색다른지렁이(*Amyntas corticis*)는 서서울골프장과 진주골프장에서만 채집되었다. 차나무추출물을 처리하기 전 지렁이

개체수를 조사한 진주골프장, 아텔스코트골프장, 안성베네스트골프장, 동래베네스트골프장 중 동래베네스트골프장에서는 처리 전 뗏지렁이(*Amyntas hupeiensis*)가 채집 되었으나 차나무추출물 처리 후에는 채집이 되지 않았다 (Table 1).

고찰

실험에 이용한 지렁이 탈출제 중 차나무 추출물의 효과가 가장 높게 나타났다. 특히, 차나무 추출물은 처리 직후부터 토양 내의 붉은줄지렁이가 잔디 위로 탈출하기 시작하여 30분 만에 모든 지렁이가 탈출하였다. 반면, 발암을 유발하기 때문에 기피하는 방법이지만 지렁이 탈출제로 흔히 이용해 오던 포르말린(Raw, 1959; Butt, 2000) 처리구에서는 처리 60분 후 92.5%의 지렁이만 탈출함으로써 차나무 추출물이 효과적으로 짧은 시간 내에 골프장의 지렁이 모니터링에 이용할 수 있을 것으로 기대되었다. 한편, mustard는 *Anisochaetae* sp.지렁이에 대하여 포르말린 처리 보다는 우수한 탈출 효과가 있으며(Chan과 Munro, 2001). Butt(2000)도 포르말린에 비하여 지렁이 탈출 효과가 높다고 하였다. 그러나 본 실험에서는 1000배액 처리에서 60분 후에 55%의 붉은줄지렁이만 잔디 밖으로 탈출하였다. 또한 mustard oil 100배액 처리구에서는 약해로 인하여 잔디가 마르는 피해가 있었다(Fig. 4). 뿐만 아니라 mustard oil은 눈을 자극하여 눈물이나 콧물이 흐르게 하는 단점이 있어 실험을 수행하는데 적합하지 못하였다. 차나무 추출물이나 mustard oil은 희석배수가 높을수록 지렁이의 탈출율이 높게 나타났다. Chan 과 Munro (2001)의 실험에서도 동일한 결과를 보였다. 지렁이는 성체와 미성체간에 화학물질의 유해물질에 대한 감수성에서 차이가 있어 유해물질의 양이 증가할 경우 미성체는 반응력이 상실되어 탈

Table 1. Species and density of earthworm in Korean golf courses (From September to October, 2010).

Golf club	Earthworm	Number of earthworm				Mean no. of earthworm (m ²)±SD
		Hand digging (0.16 m ²)		Tea tree extract* (m ²)		
		Clitellate	Aclitellate	Ciltellate	Aclitellate	
Adelscott	<i>Amyntas heteropodus</i>	13	13	13	27	13.3±10.2
	<i>Amyntas</i> sp.	1	0	1	0	
Anseong Benest	<i>Amyntas hilgendorfi</i>	22	0	14	2	5.5±1.3
	<i>Amyntas</i> sp.	0	0	1	0	
	<i>Amyntas agrestis</i>	0	0	0	3	
Chinju	<i>Amyntas corticis</i>	0	0	4	0	2.3±1.3
	<i>Amyntas</i> sp.	0	1	0	2	
	<i>Amyntas hupeiensis</i>	7	0	0	0	
Dongrae Benest	<i>Amyntas heteropodus</i>	0	0	29	46	21.0±8.9
	<i>Aporrectodea</i> sp.	0	17	0	4	
	<i>Amyntas</i> sp.	2	4	0	0	
East valley	<i>Amyntas heteropodus</i>	-	-	11	5	10.7±2.9
	<i>Aporrectodea</i> sp.	-	-	0	10	
	<i>Drawida japonica</i>	-	-	2	0	
Gapyeong Benest	<i>Amyntas heteropodus</i>	-	-	2	14	9.3±2.5
	<i>Aporrectodea</i> sp.	-	-	0	11	
Jungmun	<i>Amyntas heteropodus</i>	-	-	0	1	1.3±2.5
	<i>Drawida japonica</i>	-	-	3	1	
Ora	<i>Amyntas hupeiensis</i>	1	0	-	-	-
	<i>Aporrectodea tuberculata</i>	1	0	-	-	
	<i>Amyntas hilgendorfi</i>	-	-	1	0	
Seoseoul	<i>Aporrectodea</i> sp.	-	-	0	1	5.0±3.5
	<i>Bimastos parvus</i>	-	-	5	1	
	<i>Drawida japonica</i>	-	-	0	7	
Seowon valley	<i>Amyntas heteropodus</i>	-	-	8	1	2.7±0.6

Some earthworms were not identified because of cut body at the time sampling.

* Treated with 1000-fold tea tree extract(4 L/m²).

출을 할 수 없다. 따라서 일정 농도 이상에서는 오히려 탈출율이 감소하는 편이다(Daniel 등, 1992). 한편, 차나무추출물 2000배와 1000배 처리 중 1000배 처리에서 검출율이 높게 나타나 1000배 처리가 적절한 농도인 것으로 판단되었다.

지렁이의 토양 내 서식 깊이는 지렁이의 종류에 따라 차이가 있다. 지표면과 연결된 터널을 형성하면서 표층 가까이에서 사는 지렁이들과는 달리 깊은 곳에 터널을 형성하여 서식하는 지렁이들은 물질의 효과가 제한적이다(Chan과 Munro, 2001). 골프장에서 서식 깊이별 지렁이 종류를

조사한 연구는 없다. 본 조사에서 서식 깊이별로 확인한 일부 골프장 잔디에서는 10 cm 이내에 지렁이들이 주로 분포하고 있었다(Fig. 5). 따라서 지렁이의 서식 깊이에 따른 차나무 추출물의 효과를 알아보기 위하여 실험한 결과, 5 cm 깊이까지는 96.7%의 지렁이가 탈출하였으나 10 cm 깊이에서는 63.3%만 탈출하였다. 한편, 10 cm 깊이의 붉은줄지렁이를 대상으로 차나무 추출물 처리 후 추가 관수에 의한 지렁이 탈출효과를 알아보기 위하여 실험한 결과는 추가 관수가 탈출율을 약간 증가시킨 것으로 나타났다. 실험의 결과는 서식 깊이에 따라 지렁이의 탈출에 차이가 나타



Fig. 4. Phytotoxicity of 100-fold mustard oil treatment.



Fig. 5. Distribution of earthworm in turfgrass of Dongrae Benest golf club.

날 수 있기 때문에 이를 향상시키기 위해서는 추가적인 관수가 필요함을 보이고 있다. 골프장은 건설된 지역이나 코스 내의 위치에 따라 토양의 이화학성에서 차이를 보이거나 물리성에 차이가 있다(Choi 등, 1993; Lee, 1994). 또한 복더기잔디의 축적량이나 잔디의 예고에 따라라도 살포된 물이 토양 내에 서식하는 소동물에 도달하는 것에서 차이가 있다(Lee 등, 2006a, 2006b). 따라서 지렁이 탈출에 차나무 추출물을 이용할 경우 처리량이나 추가적인 관수량 결정은 골프장의 특성에 맞추어야 할 것으로 생각된다.

골프장에 서식하는 지렁이 밀도는 조사 골프장 별로 차이를 보였다. 이는 골프장의 조성년도 차이에 따른 유기물 집적량의 차이, 농약의 살포 횟수, 살포 농약의 종류, 주변 식생의 종류 등에 의한 것으로 생각된다. Lee 등(2010)에 의하면 지렁이의 밀도는 동일 골프장에서도 시공 년도가 빠를수록 밀도가 높았고, fairway에 비하여 rough

지역이 높았다. 이와 같은 지렁이의 서식과 분포에 미치는 요인들에 관한 연구들은 따로 수행할 필요가 있을 것으로 생각된다.

우리나라 골프장 잔디에서 수집된 지렁이는 4속 8종이었는데, 변이성지렁이(*A. heteropodus*)가 10개 조사골프장 중 6곳에서 확인되었으며 개체수도 147개체로 가장 많았다. 우리나라의 농생태계에서 조사된 지렁이 중 우점하는 지렁이들은 발지렁이(*Amyntas agrestis*)가 20.9%, 참지렁이(*A. koreanus*) 20.3%, 변이성지렁이 15.4%로 이들이 56.7%를 차지한다는 보고가 있고(Hong and Kim, 2007a) 선유도 농생태계 조사에서는 변이성지렁이가 29.8%를 차지하여 우점종이었다(Hong and Kim, 2009). Hong and Kim(2009)은 변이성지렁이가 농생태계에 광범위하게 서식하고 있으며 특정 지역에서의 출현빈도가 증가하는 양상을 띠고 있다고 하였다. 골프장 잔디에서도 본 종이 우점하고 있었는데 이는 골프장의 잔디에도 서식하기에 적합한 종이었기 때문으로 생각된다. 한편, 농생태계의 우점종인 발지렁이는 진주골프장에서 3개체만 채집되었다. 발지렁이는 대형종으로 우리나라 농생태계의 우점종이다. 그러나 시설 오이 재배지에서는 관찰되지 않았던(Hong and Kim, 2007b), 점과 본 조사에서 그 서식처와 개체수가 적었던 점으로 미루어 볼 때, 발생태계가 아닌 곳에서는 제한적인 것으로 생각된다.

염주위지렁이는 국내에 기록된 9종의 염주위지렁이(*Drawida*)속 지렁이들 중 현재까지 유일하게 농생태계에서만 보고 되는 종으로 아시아 농생태계에서 광범위하게 보고되는 종이다(Hong and Kim, 2007a, 2007b). 본 조사에서는 13개체가 제주도와 중부의 세 골프장에서 채집되어 농생태계에서의 분포상과 유사한 경향을 보였다.

안성베네스트골프장에서는 외무늬지렁이(*A. hilgendorfi*)가 채집되었으나 차나무 추출물 1차 처리시에는 잔디 밖으로 탈출하지 않았지만 추가로 4 L/m²양으로 추출물을 처리하였을 때 잔디 밖으로 탈출하였다. 토성에 의한 차나무 추출물의 토양 내 이동이 이루어지지 않아서 잔디 밖으로 탈출하지 못한 것인지 아니면 생태나 형태적 차이에 의하여 탈출이 안 된 것인지는 확인하지 못하였다.

골프장의 코스에 서식하는 지렁이와 주변 자연림에 서식하는 지렁이의 종류는 다를 수 있으며 경우에 따라서는 두 서식처간에 이주나 격리가 일어날 수도 있다. 본 연구는 골프장 잔디에 서식하는 지렁이의 종류에 관하여만 조사를 하였으나 앞으로는 골프장에서 지렁이의 이동과 군집 형성, 잔디 관리 조건이나 골프장의 토양조건 등에 따른 지렁이 발생에 관한 연구도 수행되어야 할 것으로 생각된다.

요 약

골프장 잔디에서 효과적으로 지렁이를 추출하는 방법과 골프장의 잔디에 서식하는 지렁이의 종류를 알아보기 위하여 연구를 수행한 결과, 차나무추출물이 mustard oil이나 formalin에 비하여 붉은줄지렁이(*Eisenia andrei*)의 추출에 효과가 있었다. 그리고 차나무추출물 1000배 처리가 (4 L/m²)가 500배와 2000배 처리에 비하여 효과가 높았다. 토양 내 서식 깊이가 얕을수록 추출효과가 높았다. 그러나 차나무추출물 처리 후 추가적인 관수는 추출에 크게 영향을 미치지 않았다. 우리나라 10개 골프장에는 4속 8종의 지렁이가 분포하고 있었다. 그 중 변이성지렁이(*Amyntas heteropodus*)가 6개 골프장에서 147개체가 채집되어 우점종이었으며 염주위지렁이(*Drawida japonica*)가 3개 골프장에서 13개체가 채집되었고, 외무늬지렁이(*A. hilgendorfi*)와 똥지렁이(*A. hupeiensis*)가 2개 골프장에서 채집되었다. 차나무추출물로는 똥지렁이가 탈출되지 않았다.

주요어: 골프장, 잔디, 지렁이, 차나무 추출물, 변이성지렁이

감사의 글

본 연구의 지렁이 추출제와 관련된 부분은 2011년도 경북대학교 학술연구비에 의하여 연구되었음. 골프장 현지 조사에 도움을 주신 골프장 관계자분들께 감사하며 실내 실험에 도움을 준 박효진, 이채민, 전미니 학생에게도 감사한다.

참고문헌

1. Arnold, T. B., and D. A. Potter. 1987. Impact of a highmaintenance lawn-care program on nontarget invertebrates in Kentucky bluegrass turf. *Environ. Entomol.* 16:100-105.
2. Baker, S. W. 1981. The effect of earthworm activity on the drainage characteristics of winter sports pitches. *J. Sports Turf Res. Inst.* 57:9-23.
3. Butt, K. R. 2000. Earthworms of the Malham Tarn Estate (Yorkshire Dales national park). *Field Studies* 9:701-710.
4. Chan, K. Y., and K. Munro. 2001. Evaluating mustard extracts for earthworm sampling. *Pedobiologia* 45:272-278.
5. Cho, I. H. 2006. Practice and application of SAS. Sungandang Pub. Co. Seoul. p.665.
6. Choi, B. J., J. S. Shim, Y. H. Ju and B. N. You. 1993. Physicochemical characteristics of soil profile of four golf courses in Kyonggi province. *Kor. Turfgrass Sci.* 7:55-60.
7. Choo, H. Y., D. W. Lee, S. M. Lee, T. W. Kweon, Y. T. Sung and P. Y. Cho. 2006. White grubs in turfgrass of golf courses and their seasonal density. *Kor. Turfgrass Sci.* 12:225-236.
8. Choo, H. Y., D. W. Lee, S. M. Lee, T. W. Lee, W. G. Choi, Y. K. Chung and Y. T. Sung. 2000. Turfgrass insect pests and natural enemies in golf courses. *Korean J. Appl. Entomol.* 39:171-179.
9. Daniel, O., P. Jager, G. Cuendet and M. Bieri. 1992. Sampling of *Lumbricus terrestris* (Oligochaeta, Lumbricidae). *Pedobiologia* 36:213-220.
10. Darwin, C. 1881. The formation of vegetable mould through the action of worms. Murray, London.
11. Edwards, C.A. 1988. Breakdown of animal, vegetable, and industrial organic wastes by earthworms, p. 21-31. In: C.A. Edwards and E.F. Neuhauser (eds.), *Earthworms in waste and environmental management*. SPB, Hague.
12. Eisenhauer, N., D. Straube and S. Scheu. 2008. Efficiency of two widespread non-destructive extraction methods under dry soil conditions for different ecological earthworm groups. *European Journal of Soil Biology* 44:141-145.
13. Gunn, A. 1992. The use of mustard to estimate earthworm populations. *Pedobiologia* 36: 65-67.
14. Hong, Y. 2000. Taxonomic review of the family Lumbricidae (Oligochaeta) in Korea. *Korean J. Syst. Zool.* 16:1-13.
15. Hong, Y., and T. H. Kim. 2007a. Occurrence of earthworm in agro-ecosystem. *Korean J. Environ. Biol.* 25:88-93.
16. Hong, Y., and T. H. Kim. 2007b. The earthworm composition in plastic greenhouse bed for cucumber cultivation. *Korean J. Environ. Biol.* 25:100-106.
17. Hong, Y., and T. H. Kim. 2009. The earthworm composition in agroecosystem of Sunyu Island, Korea. *Korean J. Environ. Biol.* 27:135-139.
18. Kirby, E. C., and S. W. Baker. 1995. Earthworm populations, casting and control in sports turf areas: a review. *J. Sports Turf Res. Inst.* 71:84-98.
19. Lee, D. W., W. G. Choi, S. M. Lee, H. Y. Choo and T. W. Kweon. 2006a. Effect of turfgrass height and aeration on pathogenicity of entomopathogenic nematodes to white grubs in golf courses. *Kor. J. Appl. Entomol.* 45:67-74.
20. Lee, D. W., W. G. Choi, S. M. Lee, H. H. Kim and H. Y. Choo. 2006b. Effect of soil moisture and irrigation on pathogenicity of entomopathogenic nematodes. *Kor. J. Agri. and For. Meteorol.* 8:77-85.
21. Lee, D. W., Y. Hong, Y. H. Jung, S. H. Choi, H. Y. Choi and J. S. Yun. 2010. Occurrence of earthworm and effect of plant extracts on earthworm in golf courses. *Kor. Turfgrass Sci.* 24:1-8.
22. Lee, I. S. 1994. Chemical characteristics of golf course soils in Kyunggi province. *Kor. Turfgrass Sci.* 8:25-28.
23. Lee, K. E. 1985. Earthworm; their ecology and relationships

- with soils and land use. Academic Press, New York. p. 411.
24. Potter, D. A., A. J. Powell and M. S. Smith. 1990a. Degradation of turfgrass thatch by earthworms (Oligochaeta: Lumbricidae) and other soil invertebrates. *J. Econ. Entomol.* 83:205-211.
25. Potter, D. A., M. C. Buxton, C. T. Redmond, C. G. Patterson, and A. J. Powell. 1990b. Toxicity of pesticides to earthworms (Oligochaeta: Lumbricidae) and effect on thatch degradation in Kentucky bluegrass turf. *J. Econ. Entomol.* 83:2362-2369.
26. Potter, D. A., P. G. Spicer, C. T. Redmond, A. J. Powell. 1994. Toxicity of pesticides to earthworms in Kentucky bluegrass turf. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 52:176-181.
27. Potter, D. A., C. T. Redmond, K. M. Meepagala and D. W. Williams. 2010. Managing earthworm casts (Oligochaeta: Lumbricidae) in turfgrass using a natural byproduct of tea oil (*Camellia* sp.) manufacture. *Pest Manag Sci.* 66: 439-446.
28. Raw, F. 1959. Estimating earthworm populations by using formalin. *Nature.* 184:1661-1662.
29. Song, M. J., and K. Y. Paik. 1969. Preliminary survey of the earthworms from Dagelet Isl., Korea. *Korean J. Zool.* 13:101-111.
30. Weyers, S. L., H. H. Schomberg, P. F. Hendrix, K. A. Spokas and D. M. Endale. 2008. Construction of an electrical device for sampling earthworm populations in the field. *Appl. Engineering and Agricultural.* 24:391-397.