

골프장에서 지렁이 조사

하종원, 홍용¹, 이상명², 추호렬³, 김진호⁴, 이동운

경북대학교 생물응용학과, ¹전북대학교 농생물학과, ²국립산림과학원 남부산림연구소, ³경상대학교
응용생물환경학과, 농업과학연구원, ⁴경북대학교 식물자원학과

Sampling 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, ⁴Department of Plant Resources, Kyungpook National University, Sangju, Gyeongbuk, Korea,

실험목적

지렁이는 토양 형성과 물리성 개선, 유기물 분해, 산소공급, 양분의 순환, 배수 촉진 등 이루은 점이 많다. 뿐만 아니라 산성토양의 개량이나 토양 내 질소와 탄소의 재순환에도 기여하여 생태계의 건전성을 높이고 있다(Darwin, 1881; Lee, 1985; Edwards, 1988).

골프장에서 지렁이의 역할은 양면적으로 잔디의 관리 시 발생하는 예지물이나 생육 중에 고사되는 잔디 잔존물들의 누적으로 발생하는 북더기잔디층(thatch)의 분해를 촉진시켜 유기물량을 높이거나 답압을 완화시켜 토양 물리성을 개선 시켜주는 긍정적인 효과가 있는가 하면(Baker, 1981; Arnold and Potter, 1987; Potter 등, 1990) 지렁이가 내어 놓는 분변토에 의해 공의 흐름을 방해하거나 정상적인 샷에 지장을 초래한다(Potter 등, 2010). 또한 장마철에 형성된 분변토는 골퍼들에 의한 답압의 결과로 오히려 수분의 이동에 장애를 받게 되며 지나치게 많은 지렁이의 출현은 골퍼들의 혐오 대상이 되고 있다(Lee 등, 2010). 그 외 잡초들의 생육처로도 제공되기도 한다(Kirby and Baker, 1995).

지렁이의 조사방법으로는 비록 노동력이 많이 들긴 하지만 땅을 파서 직접 조사하는 방법이 있고(Butt, 2000), mustard와 formalin 등으로 자극을 가하여 지상부로 탈출하게 하여 잡는 방법(Raw, 1959; Chan and 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 골프장에서 효율적으로 활용할 수 있는 지렁이 조사방법과 골프장 잔디밭에 발생하는 지렁이의 종류를 알아보기 위하여 수행하였다.

재료 및 방법

지하부에 서식하는 지렁이의 지상부 탈출을 유도하는 물질을 알아보기 위하여 경기도 파주의 서원벨리골프장에서 2010년 8월 11일 실험을 수행하였다. 우선 토양층이 5cm 정도로 붙어 있는 들잔디(*Zoysia japonica*) 뗏장을 30×30 cm 크기로 잘랐다. 잘라 낸 뗏장은 예초기를 이용하여 예고를 2 cm로 맞춘 다음 지렁이가 들어갈 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 isothiocyanate 3% 함량의 oil을 이용하였고, 차나무추출물은 tea saponin 15% 함량의 oil을 이용하였는데 (주)KCP로부터 공급받아 이용하였으며 가정용 계면활성제는 11% 함량의 부라보(애경산업)를 이용하였다. 처리는 37% formalin 100배액, 87% mustard oil 100배액과 1000배액, 15% tea saponin 1000배액과 500배액 및 11% 계면활성제 500배액을 m²당 4L씩 가정용 물뿌리개로 하였다. 무처리구는 물만 m²당 4L를 처리하였다. 조사는 처리 후 잔디 뗏장으로 부터 지상부로 탈출하는 지렁이를 핀셋으로 잡아내면서 수를 조사하였는데 30분과 60분까지 탈출한 수를 조사하였다.

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 4L씩 가정용 물뿌리개를 이용하여 처리하였다. 무처리구는 물만 m²당 4L씩 처리하였다. 조사는 처리 후 10분과 30분에 잔디 표면으로 기어 나오는 지렁이의 수로 결정하였다.

토양 내에 지렁이가 서식하는 깊이는 지렁이의 종류나 토양의 물리 화학적 조건에 따라 차이가 있다(Eisenhauer 등, 2008). 따라서 효과가 높았던 차나무추출물을 이용하여 깊이별 탈출효과를 조사하였다. 실험은 합천 아텔스코트골프장 페어웨이에 식재된 들잔디를 이용하였다. 직경 11 cm 홀커트로 2.7 cm 예고의 페어웨이 잔디를 깊이 10 cm까지 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 cm가 되게 하였다. 그리고 15% tea saponin 500배액을 m²당 4L량으로 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 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 4L량으로 소형 물뿌리개를 이용하여 처리한 후 추가로 m²당 2L, 4L, 8L를 관수하였다. 대조구에는 추가적인 관수를 하지 않았으며 한 개의 PVC파이프 column을 한 반복으로 3반복 처리하였고, 조사는 처리 직후부터 1시간동안 잔디 위로 탈출하는 지렁이를 핀셋으로 잡아내면서 조사하였다.

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 가평 베네스트골프장, 광주의 이스트밸리골프장에서 조사를 하였으며, 남부지역은 경남 합천의 아텔스코트골프장과 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 4L씩 처리하였는데 오라골프장에서는 적합한 곳이 없어 코스에 활동 중인 두 개체를 채집하였다. 동래베네스트골프장과 아텔스코트골프장, 진주골프장, 안성베네스트골프장 및 중문골프장에서는 조사구역을 설정한 후 삼으로 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.

채집된 지렁이의 종 동정은 저장낭구멍(spermathecal pore)의 수와 위치, 수컷 생식공(male pore)의 형태, 생식돌기(genital marking)의 위치와 모양, 저장낭(spermathecae)의 형태 등의 형질을 Song and Paik(1969), Hong (2000) 등의 문헌을 참고하였다.

결 과

뗏장 내에 서식하는 지렁이의 탈출량은 처리 물질에 따라 차이가 있었다. 차나무추출물 1000배액 처리에서는 30분 후 투입한 낚시지렁이 모두가 뗏장 밖으로 탈출하였으며, formalin 처리에서는 60%가 탈출하였고, 60분 후에는 formalin 처리구에서 92.5%의 지렁이가 탈출하였다.

차나무추출물의 농도별 지렁이 탈출 효과를 알아보기 위하여 1000배와 2000배 농도를 처리한 결과, 2000배액에 비하여 1000배액에서의 탈출 효과가 높았다.

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.

차나무추출물 처리 후 추가적인 관수량에 따른 지렁이 탈출효과 실험에서는 무관수에 비하여 추가적으로 관수를 한 곳에서 탈출율이 높았으나 통계적 유의성은 없었다.

차나무추출물을 이용하여 골프장 잔디에 서식하고 있는 지렁이의 밀도와 종류를 조사한 결과 조사한 골프장에 따라 차이가 있었다. 조사지역 내에서는 4속 8종의 지렁이가 동정되었는데, 변이성지렁이(*Amyntas heteropodus*)가 동래베네스트골프장을 비롯한 6개 골프장 잔디에서 확인되었고, 염주위지렁이(*Drawida japonica*)는 서서울골프장과 중문골프장, 이스트밸리골프장에서 확인되었다. 반면, 안장띠낚시지렁이(*Bimastos parvus*)와 색다른지렁이(*Amyntas corticis*)는 서서울골프장과 진주골프장에서만 채집되었다. 차나무추출물을 처리하기 전 지렁이 개체수를 조사한 진주골프장, 아텔스코트골프장, 안성베네스트골프장, 동래베네스트골프장 중 동래베네스트골프장에서는 처리 전 똥지렁이(*Amyntas hilgendorfi*)가 채집되었으나 차나무추출물 처리 후에는 채집이 되지 않았다.

참고문헌

- Arnold, T. B., and D. A. Potter. 1987. Impact of a high-maintenance lawn-care program on nontarget invertebrates in Kentucky bluegrass turf. *Environ. Entomol.* 16:100-105.
- 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.
- Butt, K. R. 2000. Earthworms of the Malham Tarn Estate (Yorkshire Dales national park). *Field Studies* 9:701-710.
- Chan, K. Y., and K. Munro. 2001. Evaluating mustard extracts for earthworm sampling. *Pedobiologia* 45: 272-278.
- Darwin, C. 1881. The formation of vegetable mould through the action of worms. Murray, London.
- 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.
- 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.
- Gunn, A. 1992. The use of mustard to estimate earthworm populations. *Pedobiologia* 36: 65-67.
- Hong, Y. 2000. Taxonomic review of the family Lumbricidae (Oligochaeta) in Korea. *Korean J. Syst. Zool.*, 16: 1-13.
- 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.
- 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.
- Lee, K. E. 1985. *Earthworm; their ecology and relationships with soils and land use*. Academic Press, New York. p.411.
- Potter, D. A., A. J. Powell and M. S. Smith. 1990. Degradation of turfgrass thatch by earthworms (Oligochaeta: Lumbricidae) and other soil invertebrates. *J. Econ. Entomol.* 83:205-211.
- 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.
- Raw, F. 1959. Estimating earthworm populations by using formalin. *Nature.* 184: 1661-1662.
- Song, M. J., and K. Y. Paik. 1969. Preliminary survey of the earthworms from Dagelet Isl., Korea. *Korean J. Zool.* 13: 101-111.
- 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.