

지렁이 이식기술 현장 적용사례

최훈근* / 지렁이와 숲생태교육협동조합 대표

연구 필요성

찰스 다윈의 ‘지렁이의 활동과 분변토의 형성(The formation of vegetable mould through the action of worms)’에 따르면 약 4,050㎡(1225평, 1에이커)의 농경지에 25,000~53,000마리의 지렁이가 서식하면서 연간 10~18t의 흙을 섭취, 배설하여 흙을 순환시키고 영양분을 공급한다. 우리나라 옛말에도 ‘지렁이가 많은 땅은 농사가 잘된다’는 말이 있다. 지렁이가 농업활동에 도움이 된다는 사실은 동서고금을 막론하고 입증되었지만 최근 우리나라 농경지에서 지렁이를 발견하는 일이 드문 것이 현실이다.

현재의 영농방법은 과거와는 달리 매우 집약적이고 기계화되어 있다. 작물성장과 수확량 증가에 필요한 양분을 공급하기 위한 화학비료, 작물의 병충해와 잡초제거를 위한 화학물질(농약)의 사용이 일반적이다. 이러한 관행농법은 토양(흙)의 질을 훼손하고 미생물 개체 수를 줄여 점점 황폐화시킨다. 미봉책으로 각 지자체 농업기술센터에서는 미생물제제를 만들어 무상으로 농업인들에게 공급하기도 한다.

흙 속에 미생물이 줄어들고 지렁이가 사라지면 다음에 무엇이 사라질지, 화학비료

* 최훈근: 지렁이를 농업에 이용하고 환경을 보전하는 연구를 천직으로 알고 사는 지렁이 연구자다. 현재 고양시 주교동 텃밭에서 ‘지렁이와 숲생태교육협동조합’과 ‘지렁이농업연구소’를 운영하면서 지렁이에 대한 연구, 교육 및 보급운동을 하고 있다.

와 농약으로 재배한 작물을 먹고 살아가는 사람들은 과연 안전할지 우려된다. 농작물을 잘 가꾸기 위해서는 먼저 흙이 살아있어야 한다. 지렁이가 살지 못하는 환경은 흙도 건강하다고 볼 수 없으며, 지속적인 농업활동도 위협을 받는다.

10여 년 전, 흙 속에 지렁이가 거의 없던 경작지에 화학비료와 농약 사용을 최소화하고 퇴비를 많이 사용하였더니 약 5년이 지나서 지렁이가 나타나기 시작했다. 다른 농경지도 동일한 방법으로 지렁이가 잘 살 수 있는 환경까지 조성하였더니 3년 후에 지렁이가 관찰되었다.

따라서 본 연구는 경험적인 사례를 바탕으로 농경지에서 사라진 지렁이가 살 수 있도록 하는 ‘지렁이 이식기술’을 연구한다. 지렁이가 땅속에서 굴을 파고 경운하면서 흙이 살아나고, 생태계가 제 기능을 하는 토양환경을 만들고자 한다.

연구 방법 및 내용

지렁이 이식과 관련된 자료는 국내·외 문헌 및 경험을 바탕으로 정리하여 실험에 앞서 참고하였다. 실험은 야생지렁이 2종(회색지렁이 *Aporrectodea caliginosa*, 이슬지렁이 *Lumbricus terrestris*)을 포획하고 시험포장 농경지에 이식, 사육, 정착하는 단계로 진행하였다.

1. 선행연구 조사¹⁾

가. 지렁이 이식 사례

1) 뉴질랜드

1949년 뉴질랜드 농업연구소에 따르면 뉴질랜드의 한 농민이 자신의 농경지에 뗏장으로 떠서 지렁이를 이식한 결과, 목초(쥐보리)를 방치한 땅보다 20배나 더 수확했다고 한다. 이러한 생산량 증가 덕분에 농민은 양 사육두수를 2배로 늘렸고, 양털을 1.8t이나 더 얻을 수 있었다고 한다.

1) 연구자의 저서 ‘흙 속의 보물 지렁이’(2015)를 요약하여 작성하였다.

뉴질랜드의 농부들은 편리하고 효율적으로 지렁이를 농경지에 이식하기 위해 가로·세로 20cm, 깊이 5~7.5cm의 뗏장을 뜨는 기계를 개발하여 사용한 결과, 지렁이가 완전히 정착하는 데 6~7년이 걸렸다.

2) 호주

호주 아델라이드(Adelaide)에 있는 농업연구소는 지렁이 이식에 대한 연구를 가장 활발히 하는 곳으로, 지렁이 사육장을 만들어 활용하고 있다. 먼저 지렁이를 이식할 지역에 10m 간격으로 구획을 표시하고, 구멍을 30cm 깊이로 판다. 구멍에 지렁이나 지렁이알을 넣은 뒤 흙을 덮으면 지렁이가 점차 주변으로 이동하면서 번식한다.

3) 네덜란드

네덜란드는 국토의 4분의 1이 해면보다 낮은 나라로 간척과 농지개량 사업이 활발한데, 에이셀 호(Ijssel Lake) 안의 간척지를 안정화하는 데에 약 50~100년의 기간이 걸린다고 예측했다. 간척 후에 땅을 살펴보니 지렁이가 없고 작물도 잘 자라지 않았다. 네덜란드 정부는 1965~1969년에 지렁이를 이식하는 캠페인을 벌였고 2~4년 뒤 조사하니 토양이 떼알구조로 변하는 등 지렁이를 이식하지 않은 곳보다 농경지 개선 효과가 75%나 향상되어 작물 수확이 가능하게 되었다.

4) 영국

영국에서는 1970년 무렵 여러 종류의 지렁이를 혼합하여 일정 구획에 이식하는 실험을 통하여 지렁이가 수확량을 증가시키고 초지를 개선한다는 사실을 밝혔다. 구획된 토양에 지렁이를 이식한 뒤 플라스틱판을 덮어 지렁이가 땅을 파기 쉽게 한 결과, 보리의 이삭 수가 늘어나고 뿌리가 깊게 내리며 이삭 한 알의 무게가 증가하고 잎의 양과 크기가 증가했다고 한다.

5) 미국

미국 인디애나와 일리노이주에서 농민들은 자신의 농경지에 지렁이를 이식했다. 흐린 날을 잡아 지렁이를 이식하고, 9~12m 간격으로 덮개를 덮어 4~5마리 넣는

방법과 9m 간격으로 구멍을 파고 지렁이 한 움큼을 넣는 방법을 사용했다. 두 가지 방법 모두 지렁이가 정착하고 개체 수가 증가하기까지 5년 이상 걸리는 것으로 밝혀졌다.

나. 지렁이 이식 방법

1960~1980년 중반까지 지렁이가 잘 살며 번식하도록 농경지에 유기물을 많이 넣거나, 농경지를 중화시키고 물리적으로 개선하는 방법 등을 통해 주변의 지렁이가 자연스럽게 들어와 정착하고 증식하도록 하는 단순한 방법이 세계적인 추세였다.

나아가 사육한 지렁이를 필요한 곳에 이식하는 방법으로 발전했는데, 세 가지 방법이 많이 활용되고 있다. 초기에는 주변 지렁이를 잡아다 농경지에 흩뿌리는 방법(broadcast)과 지렁이가 사는 곳의 흙을 뗏장(turfs)으로 떼서 농경지에 옮기는 방법이 널리 이용되었고, 이후 지렁이 이식세트(EIU: Earthworm Inoculation Unit)가 영국에서 개발, 보급되고 있다.

1) 뿌리기 방법(broadcast)

땅속 깊이 굴을 파고 사는 특성을 가진 지렁이(*Lumbricus terrestris*, *Aporrectodea longa*)를 잡아다 농경지에 뿌려 새 굴을 파고 환경에서 정착하도록 하는 것이다. 짧은 시간 안에 농경지에 지렁이를 많이 이식할 수 있다는 장점이 있는 반면, 지렁이를 잡는 과정에서 지렁이와 채집 지역에 피해를 주는 단점이 있다. 가장 쉽고 간단하지만 이식한 지렁이의 정착률은 낮다.

2) 뗏장 이식방법(turfs)

크기가 작고 지표면에 서식하는 지렁이(*Aporrectodea caliginosa*(Savigny), *Allolobophora chlorotica*(green worm))가 많이 사는 들판에서 뗏장을 떼다 농경지에 이식하는 방법이다. 뗏장에 지렁이의 성체와 유체, 알 등이 골고루 분포하고 있어 잘 정착하는 장점이 있지만, 노동력이 많이 들고 뗏장 작업을 한 곳이 훼손된다는 단점이 있다.

3) 지렁이 이식세트 방법(EIU: Earthworm Inoculation Unit)

전통적인 흙뿌리기와 뗏장 이식방법은 시간이 오래 걸리고 정착률이 낮다는 단점이 있어 이를 개선하고자 개발한 방법이다(Butt, 1993). 적절한 환경조건을 유지한 이식세트에 지렁이를 일정 기간 사육하고 지렁이 성체와 유체, 알이 골고루 포함된 이식세트를 농경지에 넣는 방법이다. 지렁이는 방사형으로 뿔어나가면서 정착하는데, 기간은 지렁이를 개체 수와 농경지의 특성에 따라 다르나 일반적으로는 5~10년 정도 걸린다고 추정한다.

2. 연구 설계

가. 시험포장 준비

야생지렁이가 서식하고 살아갈 수 있도록 농경지의 토양환경을 조성하고 필요한 먹이를 제공하는 과정이다.

- 1) 시험포장 농경지(약 150㎡) 준비
- 2) 시험포장 농경지 오염물질(농약 및 제초제) 제거를 위한 침적과 수세
- 3) 유기성물질 농경지 공급(볏짚, 낙엽, 우분, 마분, 깻묵 등 10kg/㎡),
유기물발효조건 유지(적정온도, 공기공급 및 토양수분 함수율 등)

나. 지렁이 포획

지렁이(회색지렁이+천연야행성지렁이)를 잡는 과정으로 농경지 및 숲에서 서식하는 토종지렁이를 포획한다.

다. 지렁이 이식

포획한 지렁이를 준비된 시험포장에 이식한다. 지렁이 이식 방법은 실용화하기 가장 편리한 뿌리기 방법을 적용하여 이식(10마리/㎡)하고 사육환경조건을 관리했다.

연구 결과

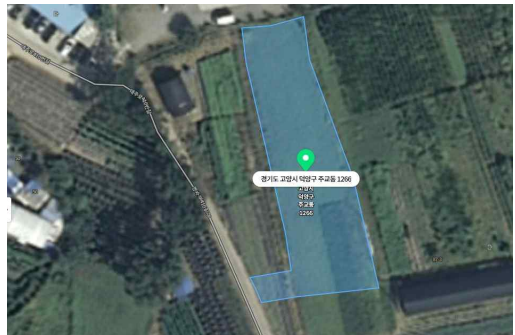
1. 지렁이 이식 준비

가. 농경지 선정과 준비

시험포장이 있는 고양시 덕양구 주교동 1266번지는 2017년에 50~70cm 정도 복토한 밭으로 총면적 1,320㎡(약 400평)이다. 농경지 내부에 야생지렁이를 이식하는 비교군 150㎡(A)와 지렁이를 투입하지 않고 자연상태로 유지하는 대조군 30㎡(B)를 설정하였다. 비교군과 대조군은 약 60m 거리에 있어 실험결과 비교를 통해 이식차이를 파악하고 효과를 정확히 분석할 수 있게 했다.



전경



위성지도



비교군



대조군

[그림 1] 시험포장

나. 침적과 수세작업

두 시험포장에 지하수 물을 2~3일간 채워놓고 배수시키는 작업을 3회 실시하여 농경지에 함유되어 있을 농약 등 해로운 물질을 제거하였다.



[그림 2] 비교군(좌)과 대조군(우) 시험포장 수세작업

다. 유기성 물질 공급

두 시험포장에 지렁이의 먹이가 되는 유기물을 공급하였으며, 투입량은 <표 1>과 같다.

<표 1> 유기물 종류와 투입량

유기물 종류	(단위: kg/180㎡)					
	볏짚	낙엽	우분	마분	깻묵	농업부산물
투입량(kg)	50	20	2,500	100	100	50
㎡당 투입량(kg) ¹	0.3	0,1	13.9	0.6	0.6	0.3

주1: 시험포장(A, B) 면적 180㎡에 투입한 유기물을 1㎡당 넣은 양으로 환산한 수치임



[그림 3] 비교군(좌), 대조군(우) 유기성 물질 피복

라. 유기물 발효조건 유지

시험포장(A)의 적정 유기물 발효조건을 유지하기 위한 작업은 다음과 같다.

- 1) 수분유지: 점적호수를 설치하여 농경지 내부의 수분을 적정하게 관리하였다.
- 2) 온도유지: 부직포나 차광막을 덮어 여름철 온도를 낮게 유지하였다.
- 3) 공기유지: 수시로 시험포장(A, B)을 뒤집어 공기가 유입될 수 있도록 했다.



점적호수 설치



부직포 덮기

[그림 4] 유기물 발효

마. 지렁이 포획

지렁이를 이식하기 위하여 주변의 농경지, 숲 등에서 포획을 하였다. 지렁이가 동

면하기 전에 10회 이상 실시하여, 약 1,500마리를 포획했다.



[그림 5] 지렁이 포획

바. 지렁이 이식과 관찰

포획한 지렁이를 이식하기 전에 시험포장(A)의 토양을 조사하여 이식한 지렁이가 잘 살 수 있는 조건인지 조사하였다. 항목은 토양의 수소이온농도(pH), 전기전도도(EC), 산화환원전위(Eh) 및 함수율을 조사하였으며, 지렁이 서식에 문제없는 것으로 나타났다.

〈표 2〉 시험포장 (A, B) 토양 성상 측정결과

분석항목	측정값	적정기준
pH ¹	5.6~7.1	중성토양 5.0~8.5
전기전도도(EC) ²	7,500~9,000mhos/cm	10,000mhos/cm이하
산화환원전위(Eh) ³	2~5mV	mV +(양)값
함수율(%)	50~65	60

주1: 토양 pH는 주로 유기물과 양이온의 형태 및 그 양에 의해 조절되며, 다량의 유기물은 유기산을 형성하여 토양의 산도를 높임

주2: 토양 용액 중에 녹아있는 모든 이온의 양과 관련된다. 시설재배지와 같이 비료가 많이 집적된 곳은 전기전도도가 높게 나타남

주3: 토양의 pH, 무기물, 유기물, 배수조건, 온도 및 식물의 종류에 따라 변화하며, 통기성과 배수조건이 불량한 토양은 산화능력이 떨어져 Eh가 낮아짐

토양 성상 분석결과에 따라 야생지렁이를 포획하는 대로 즉시 시험포장(A)에 <표 3>과 같이 2018년 5~8월 10회에 걸쳐 하였고, 총 1,550마리를 이식했다.

<표 3> 지렁이 이식일 및 이식 개체 수

이식일	이식 개체 수(마리)
5월 30일	120
6월 7일	200
6월 14일	150
6월 27일	140
6월 30일	180
7월 7일	300
7월 12일	130
7월 25일	80
7월 30일	120
8월 7일	130
총계	1,550



이식 직후



정착한 지렁이

[그림 6] 지렁이 이식

2. 지렁이 이식 결과

가. 지렁이 초기 정착

시험포장(A)에 지렁이를 이식한 후 주기적으로 물을 공급하여 적절한 수분을 유지하면서 지렁이 상태를 육안으로 관찰하였다. 시험포장(A)에 먹이와 습도 등 서식하기에 적합한 환경조건을 조성하였으므로 지렁이가 정착하여 살면서 증식하여 외부 지역으로 이동할 것으로 예상하였으나 결과는 달랐다.

지렁이는 이식장소 근처에서 7일 정도는 이동하지 않으나 시간이 경과하면서 주변으로 점차 이동하여 시험포장(A)의 지렁이 개체 수가 줄어들었다. 그러나 이동 개체 수와 이동 거리를 파악하는 것은 어렵는데 지렁이는 땅 속에서 이동하며, 지표면 이동은 태양이 없는 야간이나 우천 시에만 이루어진다. 이동을 직접 관찰하지 못하였지만 간접적으로 주변의 토양에서 지렁이가 배설한 분변토를 파악하거나 토양 외부에 노출되어 죽은 것을 확인하여 지렁이가 서식하는 것을 추정할 수 있다.



초기 정착



주변토양 이동 후 사체

[그림 7] 지렁이 초기 정착

특이사항은 2017년 시험포장(A)을 복토한 후 두더지가 없었는데 지렁이를 이식하고 2~3개월이 지난 후 주변에 두더지와 땅강아지가 출현하여 지렁이를 잡아먹는 현상이 발생했다.



주변 토양



주변 농경지 지렁이 분변

[그림 8] 지렁이 이동 후 흔적

나. 지렁이 최종 정착

1) 정착 개체 수

지렁이가 시험포장(A)에서 이동하는 현상을 목격하지는 못했지만 주변 토양 농경지에 지렁이 분변(똥)이 산발적으로 생겨나는 것으로 일부는 이동한 것으로 판단된다. 남은 지렁이는 시험포장에 정착하여 살고 있는데 이는 작물을 심기 위하여 땅을 팠을 때 남은 개체 수로 확인할 수 있다.

그러나 얼마만큼의 개체 수가 남아있는지 정확하게 확인하기가 쉽지 않았다. 개략적인 지렁이 개체 수를 파악하기 위하여 시험포장(A, B)이 있는 농경지 1,320㎡ (약 400평)를 대상으로 조사하여 보았다. 2019년 9월 20일, 지렁이를 이식한지 약 15개월 정도기간이 경과하였으며, 날이 추워져 지렁이가 땅속 깊이 들어가기 전에 조사하였다. 농경지 전체를 확인하기 어려워 지렁이 분변토가 많이 관찰되는 지역 5곳의 흙을 삽으로 30cm 정도로 파서 관찰되는 지렁이 개체 수를 조사하였다.

조사결과 이식지점인 시험포장(A)에 지렁이가 집중적으로 서식하는 것이 아니라 일부만 정착하고 대부분 지렁이는 농경지 전체에 걸쳐 이동하여 정착하는 것으로 나타났다. 또한 지렁이 개체 수는 농경지 특성에 따라 많은 차이를 보였다. 지하수 수도가 있는 지역, 농경지 중 도랑이 있는 지역, 빗물이 고이거나 습한 저습지와 저지대 등에 지렁이가 많이 정착했다. 지렁이의 생태 특성상 피부호흡을 하므로 항상 수분이 유지되어야 하며, 이는 지렁이가 농경지에 정착하는 데 가장 중요한 요인이

라고 판단한다. 지렁이를 이식할 농경지는 60~80% 정도의 수분으로 관리해주는 것이 바람직하다.

〈표 4〉 지렁이 정착현황 조사

(단위: 마리)

구분	시험포장(A)	대조군(B)	지하수도 근처	저습지	저지대
개체 수	2	1	6	8	5
지렁이 구성비 ¹	성체 1 준성체 1	성체 1	성체 4 준성체 2	성체 5 준성체 2 유체 1	성체 5
지렁이 출현율(%) ²	40	20	120	160	100
조사지점 특성	지렁이 이식 지점	대조군 포장	지하수 수도 주변	저지대 빗물고임	저지대 도랑주변

주1: 지렁이 개체의 성체, 중간 및 새끼 지렁이를 육안으로 구분하여 표시함

주2: 땅을 삽으로 5회 파서 나타나는 지렁이의 출현 비율을 의미함. 160%는 삽으로 1번 팔 때 마다 지렁이가 1.6마리 나타나는 것을 의미함

땅속에 사는 지렁이 개체 수를 파악하기는 쉽지 않은 일이지만 〈표 4〉에서 조사한 결과를 바탕으로 농경지 1,000㎡에 대하여 개체 수를 추정하여 보면 〈표 5〉와 같이 나타난다.

〈표 5〉 1,000㎡당 지렁이 개체 수 추정치

(단위: 마리)

구분	시험포장(A)	대조군(B)	지하수 수도근처	저습지	저지대
개체 수 ¹	2	1	6	8	5
추정개체 수 ²	4,444	2,222	13,332	17,776	11,110

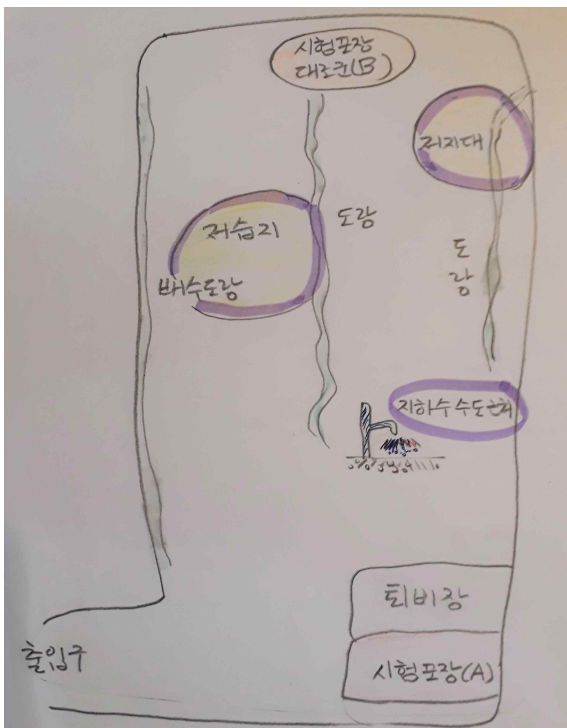
주1: 4,500cm² (=0.45m²)에서 조사된 개체 수

주2: 삽으로 땅을 1회 파면 표면적은 약 30cm²×30cm²=900cm² 이므로 5회 땅을 판 면적은 4,500cm² (0.45m²)임. 지렁이 개체 수를 바탕으로 전체면적 1,000㎡(약 300평)에 대해 계측함

2) 지렁이 서식지 이동

시험포장 대조군(B)에서 지렁이가 발견된 것은 성과이다. 이식지점에서 이동한 것이든 아니든 지렁이가 살 수 있는 조건을 만들어 놓았더니 개체 수는 적었지만 1년 만에 지렁이가 서식하였다. 지렁이의 이동 경로를 추정하여 보면 일차적으로 시험포장(A)에 이식한 지렁이는 10m 지점의 가까운 지하수 수도근처에 정착하고 이들 중 일부는 지하수 배수도랑을 타고 30~50m 떨어진 저습지 및 저지대 지역으로 이동하였으며 최종적으로는 60m 지점의 시험포장 대조군(B) 근처까지 이동한 것으로 추정된다.

이는 지렁이를 이식하여 지렁이가 살 수 있는 환경을 유지한다면 지렁이가 이동하고 정착하면서 농경지에 뿌리를 내릴 수 있다는 것을 입증한 결과라고 생각된다. 지하수 수도근처, 저습지 및 저지대에서는 다른 지역보다 지렁이 개체 수가 많이 관찰되는 점을 고려할 때 이러한 점을 뒷받침하고 있다.



[그림 9] 지렁이 이동 경로 및 개체 수 조사지점(연구자 작성)

한편 지렁이의 구성 상태를 보면 성체 지렁이뿐만 아니라 중간 및 어린 지렁이까지 관찰된다. 이러한 점은 매우 중요한 의미가 있다고 볼 수 있는데 지렁이가 이동만 하였다면 성체만 발견되어야 하지만 중간이나 어린 지렁이가 발견된 점으로 미루어보아 지렁이가 정착하여 번식을 하는 증거다. 즉 시험포장(A)에 이식한 지렁이가 농경지 전체로 확산하면서 정착되는 과정이라고 추정할 수 있다.



유체



준성체



성체

[그림 10] 크기별 지렁이

조사대상 농경지(고양시 덕양구 주교동 1266번지)와 접해있는 주변 농경지들은 관행농업으로 작물을 재배하므로 지렁이가 주변 농경지로 이동하였다 하여도 살 수 없는 조건이다. 따라서 조사대상 지역에서 제외하였으며, 주변지역이 농약을 사용하지 않는 지역이라면 지렁이의 이동방향이 이식지점에서 북쪽방향만 아니라 다양하게 나타났을 것으로 예상된다.

3) 지렁이 서식지 분포형태

지렁이가 어떠한 분포로 땅속에서 서식하는지 확인하기 위해 지렁이의 특성²⁾으로 상태를 추정하여 보았다. [그림 11]은 저지대 및 지하수 수도가 근처의 지렁이 동 분포상태를 표시한 것이다.

2) 지렁이는 서식하고 있는 굴 입구에 똥을 배설한다.



[그림 11] 지렁이 분변 분포도

지렁이가 정착하는 모습은 농경지 전체에 균등하게 분포하여 자리를 잡는 것이 아니라 농경지에서 살기에 적합한 장소에 여럿이 모여서 집단형태의 군집을 이루는 특성이 관찰되었다.

이러한 현상은 지렁이를 포획하기 위하여 여러 장소를 현장 조사 하였을 때도 나타난 현상인데 이러한 점을 통하여 지렁이를 농경지에 이식하여도 살기에 적합한 지역에 지렁이가 모여서 집단으로 정착하며 군집을 이루는 지렁이의 특성을 알게 되었다.

한편 작물을 키우고 경운을 하는 농경지에도 수확할 때 보면 종종 지렁이를 보게 된다. 그러나 경운 때문인지 저습지, 저지대 및 지하수 수도가 근처보다 지렁이 개체 수가 적게 나타나는 경향을 보였다. 특이한 점은 일반 농경지에서는 작물의 종류와 상관없이 지렁이가 흙 속에서 발견되었으나 토란을 심은 농경지에서는 유독 토란의 무성한 뿌리 안에서 지렁이가 서식하는 것으로 나타났다.

결론

흙을 살리는 지렁이가 농경지에서 사라지고 현재는 거의 없는 실정이다. 이러한 현상을 개선하고자 숲이나 농경지에 서식하는 지렁이를 포획하여 시험포장에 약 1,500마리를 이식하고 잘 살 수 있는지 약 18개월에 걸쳐 가능성을 조사하였다.

야생지렁이를 이식한 후 약 15개월이 지나면 살기에 적합한 농경지의 저습지나

저지대 등으로 이동하여 집단으로 군집을 이루고 정착하는 것으로 나타났다. 군집을 이룬 곳에서는 성체, 준성체 및 유체 등 구성이 다양하게 관찰되었고, 작물 재배지에서는 이보다 적은 개체 수가 관찰되었다.

이러한 현장실험 연구 결과로부터 농경지에서 지렁이를 효과적으로 이식하기 위해서는 지렁이 서식처를 마련해야 한다. 농경지 또는 도랑이나 습지에 작은(15㎡정도) 지렁이 서식처(가칭 ‘지렁이 둥벙’)를 만들어 주고 지렁이를 이식하면 지렁이 생존율도 높아지고 주변으로 지렁이가 이동하여 흙을 살리는데 도움이 될 것이다.

한편 지렁이가 정착하는 것에 비례하여 천적인 땅강아지, 방아깨비, 두더지, 개구리, 두꺼비, 도마뱀 및 뱀의 출현이 목격되어 생태계의 복원에도 도움이 되었다.

본 연구에서는 규명하지 못하였지만 농경지에 지렁이가 정착하면 어떻게 농경지의 흙을 좋게 하는지, 흙의 구조와 이화학적 특성은 어떻게 변화되는지 그리고 이러한 영향이 재배작물에 미치는 영향은 무엇인지 등 지렁이의 농업적 역할에 대한 후속 연구를 진행하여 지속적이고도 친환경적인 농업활동이 가능한 방법을 제시하고자 한다.

참고문헌

- 찰스 로버트 다윈. 2014. 『The Formation Of Vegetable Mould Through The Action Of Worms With Observations On Their Habits』. 최훈근, 지만지출판사.
- 최훈근. 2015. 『흙 속의 보물 지렁이』. 들녘.
- K.R. Butt, J. Frederickson, R.M. Morris. 1995. “An earthworm cultivation and soil inoculation technique for land restoration” 『Ecological Engineering』 4(1): 1-9.
- K.R. Butt, J. Frederickson, R.M. Morris. 1997. “The earthworm inoculation unit technique: an integrated system for cultivation and soil-inoculation of earthworms”. 『Soil Biology and Biochemistry』 29(3): 251-257.
- USDA. 2001. “Agricultural Management Effects on Earthworm Population”. Technical Note No. 11.