

## < 지렁이의 생태와 토양에 미치는 영향 >

별내 초등학교 부설 영재학급	별내초	5학년	5-1반 김 주 영, 5-2반 강 범 수 5-7반 김 철 환
--------------------	-----	-----	--------------------------------------

### 1. 연구 동기

지렁이가 토양을 비옥하게 하고, 쓰레기를 줄인다는 내용을 TV에서 본 적이 있다. 집에선 계절마다 화분에 화학비료를 주는데, 지렁이를 키우면 지렁이의 분비물이 천연 비료가 되어 비료가 필요 없다고 했다. 어떻게 지렁이가 그런 일을 할 수 있는지 지렁이를 직접 키우며 여러 가지 실험·관찰을 통하여 지렁이의 생태와 지렁이가 토양에 미치는 영향을 확인하고자 한다.

### 2. 연구 주제

「지렁이가 토양에 미치는 영향을 알아보자」

- 지렁이는 먹이를 얼마나 잘 먹을까?
- 분변토는 배양토보다 식물을 잘 키울 수 있을까?
- 지렁이는 흙을 얼마나 좋게 변화 시킬 수 있을까?

### 3. 연구 방법

- (1)지렁이의 생태 조사와 먹이에 관한 실험 관찰
- (2)분변토와 배양토에 식물 키우기
- (3)지렁이 사육 전 후의 토양 성분변화와 급이된 먹이에 따른 토양 성분 변화 분석  
⇒남양주 농업 기술 센터에 토양성분 분석 의뢰
- (4)여러가지 유기 농법을 통하여 수질, 토양 등 환경을 정화하는 생물들 조사하기

### 4. 연구 내용

#### (1)지렁이의 생태조사와 먹이 습관

##### 1)지렁이 생태조사

##### ① 문헌조사

몸이 가늘고 길며 여러 개의 고리모양의 마디로 되어 있다. 머리 쪽에 흰색의 환대가 있다.

몸 색깔은 갈색이고 배 부분은 흐린 갈색으로 살고 있는 흙의 색깔과 비슷하다.

미끈미끈한 점액으로 젖어 있는 축축한 피부를 통해 피부호흡을 하며 끈적거리며 차갑다

한 마리의 지렁이 속에 암컷과 수컷의 기능을 동시에 지니고 있지만(자웅동체) 수정은 다른 지렁이와의 정자 교환을 통해 이루어지며 알을 낳는다. 하나의 알에서 2~3마리 정도의 지렁이가 나오고 3개월쯤 되면 환대가 생기며 어른 지렁이가 된다.

흙을 먹어 그 속의 유기물을 섭취하는데 창자에 석회선이라는 기관이 있어 질산, 인산 등을 분해하여 똥으로 내보낸다. 이 똥은 박테리아나 곰팡이의 번식에 작용하여 땅을 중화시켜 흙을 기름지게 함으로써 유기농법에서 비료로 사용된다. 지렁이는 흙 속에 구멍을 뚫어 식물 뿌리의 호흡을 도와 잘자라게 한다. 지렁이는 약재로도 쓰이며 화장품이나 비누 등의 원료로도 사용되고 있다.

② 답사 : 지렁이 연구소 방문-2010년 5월 23일-고양시 화정동에 위치한 ‘지와인’

교육장과 생태 체험장이 갖춰져 있었으며 지렁이 박사1호이신 최 훈근 소장님을 만날 수 있었다. 교육장에서 지렁이에 관한 애니메이션과 슬라이드를 보면서 지렁이의 생태에 대해 설명을 들었고 평소 궁금했던 점, 프로젝트 활동에 필요한 교육 자료들을 소장님과의 질문 답변 속에서 얻게 되었다. 생태 체험장에서는 지렁이들이 흙에 구멍을 송송 뚫어놓은 것도 동글동글한 분변토가 수북이 쌓여 있는 것도 볼 수 있었다. 지렁이는 자기 몸의 20배를 들 수 있고 자기 몸무게만큼 음식을 먹을 수 있다고 한다. 지렁이가 최고의 지구 수호자임을 알려 주신 소장님을 통해 그 조그만 존재의 소중함을 깨닫게 되었다. 우리는 연구소에서 지렁이를 분변토와 함께 분양받아왔고, 5월25일 보고 배운대로 사육통을 만들고 식물을 심었다. 먹이 실험은 지렁이들이 일정시간 새 환경에 적응 할 수 있게 일주일 정도 후에 시작하기로 했다.



2)지렁이 먹이에 관한 실험 관찰

①실험준비

같은 크기의 뚜껑이 있는 스티로폼 상자 3개를 지렁이 사육통으로 사용한다.

바닥에는 물이 빠질 구멍을 뚫고 위에는 지렁이가 숨을 쉴 수 있는 구멍을 내어 준 뒤 해충이 침입하지 않도록 모기장을 쳐준다. 같은 양의 분변토와 지렁이를 각각의 사육통에 넣고 각기 다른 여러 종류의 먹이를 준다. 일정기간 동안 줄어드는 먹이의 양을 조사, 잘 먹는 먹이와 먹지 않은 먹이의 차이를 분석한다. ②먹이의 급이와 먹이 처리기간 경과 관찰

★첫 번째 실험 - 6월 2일 급이

					
육류 (익힌 돼지고기) 채소 (양상추, 참외껍질)		음식쓰레기(이유식, 햄, 라면)		생활쓰레기(티백, 계란껍질, 신문지, 스티로폼)	
관찰일자 먹이종류	먹이를 소비한 기간 (100%기준)				관찰시 특이사항
	6월5일	6월 9일	6월 12일	6월 16일	

익힌 돼지고기					<p>보라톡톡이 발견-지렁이가 음식물을 섭취하기 좋게 분해 하는 역할                  흰색이 주로 보이지만 육류 등 동물성 음식물에서 <b>주황색 보라톡톡이</b> 관찰됨.  <b>한무더기의 지렁이 알</b> 동지발견-지렁이 알이 맞을까?</p>
양상추					
참외껍질					
이유식					
햄					
라면					
티백					
신문지					
계란껍질					
스티로폼					

★두 번째 실험 - 6월 19일 급이 (땅강아지 소탕 작전 - 지렁이 사육통 재 정비 한 후 급이)

					
음식쓰레기(상추, 사과껍질, 익힌 돼지고기, 참외껍질)		인스턴트음식(햄 2조각, 라면, 이유식)		생활쓰레기(계란껍질, 스티로폼, 티백, 신문지)	
관찰일자	먹이를 소비한 기간 (100%기준)				관찰시 특이사항
먹이종류	6월23일	6월26일	6월30일	7월3일	
상추 2장					
사과껍질					
익힌 돼지고기					
참외껍질					
햄 2조각					
라면					
이유식					
계란껍질					
스티로폼					
티백					
신문지					

첫번째 실험에서 발견된 한무더기의 알은 땅강아지의 알로 판명됨. 이유식은 알갱이(옥수수,콩)로 인해 처리기간 다소 길어짐. 티백은 껍질만 관찰된 날짜를 처리기간으로 기록함. 종이는 큰 변화는 없지만 크기감소 계란껍질과 스티로폼 변화없음

★세 번째 실험 - 7월 3일 급이



다이어트식 (호박, 토마토, 익힌 닭고기, 오이)		인스턴트음식 (캔 참치, 스테이크, 고구마, 치즈)				생활쓰레기(기존의 계란껍질과 스티로폼, 옥수수 속, 보리차 티백)
관찰일자	먹이를 소비한 기간 (100%기준)				관찰시 특이사항	
먹이종류	7월7일	7월10일	7월14일	7월21일		
호박					스테이크 조각은 조금, 옥수수 속대는 길이만 약간 줄어든 채로 네 번째 급이까지 남아 있었음. 속대 가운데 부분에서 지렁이가 많이 관찰됨. 딱딱한 것보다 부드러운 것을 먼저 먹어치움. 딱딱한 고구마나 호박같은 경우 가운데 부분부터 분해가 일어나 구멍이 뚫린 도넛 모양이 관찰됨.	
토마토						
익힌 닭고기						
오이						
캔 참치						
스테이크1조각						
고구마 2조각						
치즈 1장						
계란껍질						
스티로폼						
옥수수 속	.....	.....	.....	.....		
보리차 티백						




★네 번째 실험 - 7월 21일 급이

					
생 (감자, 브로콜리) 익힌 (감자, 브로콜리)		생(콩치, 돼지고기) 익힌(콩치, 돼지고기)		생활쓰레기(기존의 계란껍질과 스티로폼, 옥수수 속, 보리차 티백)	
관찰일자	먹이를 소비한 기간 (100%기준)				관찰시 특이사항
먹이종류	7월27일	7월30일	8월3일	8월10일	
감자					
익힌 감자					
브로콜리					
익힌 브로콜리					
콩치					
익힌 콩치					
돼지고기					
익힌 돼지고기					
계란껍질					
스티로폼					
옥수수 속	.....	.....	.....	.....	
보리차 티백					

채소의 경우 익힌 것을 더 빨리 먹었고 동물성 음식은 생것을 먼저 먹음. 익힌 콩치는 푸른 곰팡이가 생기고 다음 급이까지 형태를 알아볼 수 있었음. 옥수수 속대 처음 길이보다 절반 정도로 줄어듦. 가운데 부분에서 지렁이 많이 관찰됨. 계속 먹는 걸로 관찰 마감.				
▶계란껍질,스티로폼 변화없음				



★다섯 번째 실험 - 8월 10일 급이

								
건과일류 (건포도, 건대추, 건자두, 귤감)		견과류 (해바라기씨, 피호두, 피땅콩, 아몬드)		향이 강한 채소류 생(마늘, 생강, 양파) 익힌(마늘, 생강, 양파)				
관찰일자	먹이를 소비한 기간 (100%기준)							관찰시 특이사항
먹이종류	8.13	8.18	8.21	8.25	8.29	9. 1	9. 4	
건포도	<div></div>							
건대추	<div></div>							
건 자두	<div></div>							
귤감	<div></div>							
해바라기 씨	<div></div>							
피 호두	<div></div>							
피 땅콩	<div></div>							
아몬드	<div></div>							
마늘	<div></div>							
익힌 마늘	<div></div>							
생강	<div></div>							
익힌 생강	<div></div>							
양파	<div></div>							
익힌 양파	<div></div>							

(2)분변토와 배양토에서 식물 키우기( 5월 25일~9월 1일 )

- 관찰 시작 : 5월 25일 - 같은 화분에 같은 양의 분변토와 배양토를 넣고 토마토 모종을 심음
- 관찰 초반 (1개월 정도) : 비슷한 성장을 보임
- 관찰 후반 : 분변토의 토마토는 꾸준한 성장과 열매 맺을 꽃을 피웠다  
배양토의 토마토는 성장이나 열매 맺음이 더뎠으며 꽃은 피지만 열매를 맺지 못하고 시들었다
- 관찰 마감 : 9월 1일 - 배양토의 토마토는 시들기 시작했고  
분변토의 토마토는 계속 꽃도 피우고 다양한 크기의 열매를 19개 정도 맺고 있다.

7월 30일 배양토의 열매	8월 18일 분변토(왼쪽)와 배양토(오른쪽)의 열매	9월 1일 분변토의 열매
		

※보고서 작성중인 10월 말인 현재에도 분변토의 토마토는 계속 열매가 익어가고 있다.

### (3)지렁이 사육 전 후의 토양 성분변화와 급이된 먹이에 따른 토양 성분 변화 분석

•실험준비 : 9월4일 아파트 화단에서 흙을 채취(채취후 10월 13일까지 실험)

①기준토양 - 실험 전의 토양

②비교토양① - 음식물 쓰레기로 지렁이 사육한 토양 : 두번의 먹이 급이

③비교토양② - 생활 쓰레기로 지렁이 사육한 토양 : 한번의 급이로 경과 관찰

•토양분석을 위한 흙 채취 : 10월13일 각각의 흙은 봉투에 담아 연구 기관에 보낼 준비를 함

•토양분석을 위해 10월21일 남양주 농업기술센터 친환경 분석실에 분석의뢰

### (4) 여러 가지 유기농법과 환경을 정화하는 생물들 조사

종 류		효 과
1	우렁이농법	우렁이가 제초역할을 하여 제초제 사용량 절감, 농가 부소득 창출
2	오리농법	잡초제거 역할, 버물바구미 제거, 배설물은 유기질의 비료로 사용, 농가 부소득 창출
3	유산균농법	유기질 비료를 조기 분해하여 식물 뿌리 둘레에 미생물을 증식시켜 토양의 환경 개선, 병충해 예방, 수확량증가-채소, 과수 재배농가 사용
4	키토산농법	우수한 항균력, 염류장해 억제, 토양의 물리적 성질 개량, 면역 기능 강화, 세포의 합성 촉진기능우수-당도증대, 착과율 및 저장력증대, 수량증대효과
5	생물활성수 농법	가축의 오줌및 발효 퇴비를 부엽토와 함께 처리하여 박테리아와 미네랄로 활성시킨 생물 활성수를 사용
6	쌀겨농법	쌀겨 압착하여 작은 덩어리로 사용-미생물 증식, 잡초억제, 비료효과 장기간 유지기능
7	참게농법	참게가 해충과 잡초를 먹음-제초제 역할, 병해충방제
8	새우농법	긴꼬리 투구새우와 풍년새우 방사하여 잡초 제거 효과
9	스테비아 농법	스테비아 추출물을 미생물로 발효하여 만든 농축엑기스나 분말 사용-식물의 잎과 토양에 살포 (※스테비아-국화과 다년류 허브식물로 설탕당도의 200배)
10	EM농법	자연계에 존재하는 광합성 세균류, 유산균류, 호모균류등 여러 생물을 복합시켜 배양한 미생물을 이용한 농법
11	숯을이용한 환경농법	숯의 당공성을 이용하여 병해충을 방제하는데 이용하는 환경농법.
12	흙살림순환 농법	음식물찌꺼기→닭의 사료→닭의 배설물을 지렁이가 이용→비료역할→작물에 영양분 공급 의 과정으로 흙 살림을 순환시키는 농법
13	그린음악 농법	음악의 파장을 이용하여 실물의 세포벽을 울려줌으로써 세포질을 자극하는 효과를 이용하는 농법

## 5. 결론

## (1) 지렁이 먹이에 관한 실험결과

살아있는 식물의 뿌리를 상하지는 않게 하는 등 생명을 알아보는 것 같다.

채소류의 먹이는 먹는 속도가 매우 빨랐으며 다음으로는 밥 등 곡물류, 생선이나 육류도 먹지만 먹기 위해 분해 되는 과정에서 악취도 많이 나고 시간도 오래 걸렸다.

기름이 많은 견과류 종류의 음식은 분해되는 중에 곰팡이가 많이 생기지렁이는 잡식을 하고, 익힌 것과 날것을 가리지 않고 먹는 특성을 가지고 있으나 기도 하였다.

음식물 쓰레기를 먹이로 먹는 중에는 알과 새끼 지렁이도 많이 보이는 것으로 보아 활발한 번식도 하고 있는 것으로 확인되었다.

## (2) 분변토와 배양토에 심은 식물 관찰결과

실험초반 비슷한 성장을 보이던 식물이 실험 후반에 갈수록 분변토의 식물이 건강하고 많은 열매를 맺은 것을 확인 할 수 있었다.(처음 배양토에는 식물을 위한 적당한 양분이 있었는데 식물이 자라면서 양분이 모두 소진되어 더 이상 식물에 좋은 영향을 주지 못한 것 같다.)

분변토 화분의 식물이 색이나 열매 맺음, 그리고 주변 환경에도 더욱 잘 적응하며 잘 자라는 것을 확인할 수 있었다.

이것으로 분변토가 식물에 좋은 영향을 끼치는 토양임을 확인 할 수 있었다.

## (3) 먹이에 따른 토양의 변화

구분	산도 (1:5)	유기물 (g/kg)	유효인산 (mg/kg)	치환성 양이온(cmol +/kg)			전기 전도도 (ds/m)	양분 보존능 (cmol +/kg)
				칼륨	칼슘	마그네슘		
적정범위	6.0~6.5	20~30	350~450	0.7~0.8	5.0~6.0	1.5~2.0	0.0~2.0	
기준토양	6.1	57	136	0.54	11.3	4.0	1.4	21.1
비교토①	6.4	57	396	1.24	8.7	4.5	6.0	17.7
비교토②	6.4	56	208	0.73	9.2	4.4	3.8	17.9

분석 결과 비교	비료 추천량(496㎡/kg-밀거름기준)				비료 사용 예시			
	요소	용성인비	염화칼리	소석회	복합비료 (실면적당kg) (세가지 함께 사용)			유기질비료 (실면적당 칼리기준)
	(유안)	(용과린)	(황산칼리)	(석회고토)	복합 비료	요소	용성 인비	칼리(20kg/1포)
기준 토양	11 (25)	54 (54)	8 (10)	66 (74)	20.0	7.2	46.8	16.7
비교 토①	11 (25)	35 (35)	4 (5)	33 (37)	10.2	9.3	31.2	8.5
비교 토②	11 (25)	48 (48)	7 (9)	33 (37)	17.2	7.8	42.5	14.3

▶결과 분석 :① 실험 조건 선정에 오류가 있어 실험 후 분석을 통한 뚜렷한 토양 변화나 결과치에 만족치 못한 결과를 얻음.

(음식물 급이시 이미 음식물 속에 포함된 유기물,염류등을 고려하지 않음)

② 토양에 작물을 심을 경우 비료 추천 량이나 비료 사용 예시를 보면 대조군에 비해 실험군, 즉 지렁이를 사육한 토양에서 비료 사용 절감 효과를 적게나마 볼수 있음.

③ 이로 인해 지렁이가 토양을 좋게 변화 시킬 뿐 아니라 지렁이의 분변토는 유기질로 작물 재배에 좋은 영양분이 된다는 사실을 알게 됨..

## 6. 연구 소감

### ●지렁이는...

지렁이는 뭐든지 잘 먹는다.

그렇지만 토양에 뿌리를 내리고 자라는 식물들은 양분을 주며 더 좋은 결실을 맺을 수 있도록 돕는다. 지렁이는 최고의 환경 파수꾼이다.

### ●아쉬운 점은...

실험 관찰에 있어서 대조군과 실험군의 기준 선정이 얼마나 중요한가를 절실히 깨달았다.

이 기준 선정이 잘못되어 우리는 프로젝트의 핵심 주제에 대한 뚜렷한 결과를 얻지 못했다

그렇지만 이번 실험을 통하여 우리가 이미 알고 있는 결과에 대해 직접 그 결과를 사실로 확인 할 수 있어 그나마 다행이다.

한 번 더 실험을 한다면 토양 변화가 뚜렷한 만족스런 결과를 얻을 수 있을 것 같다.

### ●더 알고 싶은점은...

지렁이 분변토에 대해서 - 어떤 성분들이 있을까?

먹이에 따라 성분 변화가 있을까?

어떤 성분이 토양에 좋고 식물에 좋을까?

## 7. 참고 문헌

### < 도서 >

지렁이, 소리 없이 땅을 일구는 일꾼-Amy Stuart

앗! Start 14. 꿈틀꿈틀 벌레, 징글징글 곤충-Nick Arnold

주니어라이브러리 24. 동물도감-장평애, 김용란

열려라! 지렁이나라-최훈근

꾸물 꼬물 지렁이를 키워 봐-손호경