

지중동물의 방사성동위원소 전이계수 측정

전인, 임광목, 최용호, 금동권, 박두원

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 989번길 111

ijun@kaeri.re.kr

1. 서론

원자력 시설로부터 누출된 방사성 핵종은 우리 주변의 환경 생태계에 영향을 끼치고 이런 이유로 인하여 인간 중심의 방사선 방호는 점차 환경 전체의 방사선 방호 개념으로 바뀌어져가고 있다. 이러한 생태계 중에서 농작물에 의한 흡수, 억제 및 전이 효과에 대한 연구는 활발한 편이고 많은 연구 결과들이 발표되었다[1]. 그렇지만 여러 가지 동물의 전이계수와 관련된 연구는 농작물에 비하면 아직 초창기 이지만 동물의 근육이나 조개류의 노출에 의한 연구가 있었고, 어류는 무지개 송어의 조직에 대한 흡수 및 감소율 관련 연구도 진행 되었다[2]. 그러나, 대기 중으로 방출된 방사성 동위원소는 반감기에 의해 감소하지 않는 한 여러 가지 영향으로 인하여 토양이나 작물에 침적되고 이는 땅 속에서 생활하는 동물에게는 주 오염원이 되고 있다. 이에, 본 논문에서는 땅 속에서 생활하는 동물의 전이계수 측정 방법과 그 결과에 대해 고찰하고자 한다.

2. 재료 및 방법

2.1 실험동물

지구의 땅속에서 널리 서식하고 있는 지렁이는 땅속에 살고 있는 생물체 전체 무게의 약 80 %를 점유하고 있고 자연 생태계에서 환경생태학적으로 매우 중요한 역할을 수행하는 것으로 알려져 있다. 지구상에 지렁이가 출현한 연대는 약 5~6억 년 전 고생대로 추정되고 전 세계적으로 약 9,000여종이 서식하는 것으로 알려져 있다. 우리나라에는 다모강에 131종, 빈모강에 57종, 질강에 2종으로 모두 190여종이 서식하고 있는 것으로 밝혀졌다.

실험에 사용된 지렁이는 생후 3개월 정도 된 붉은줄지렁이로 학명은 *Eisenia andrei*이고 지렁이목, 남시지렁이과로 분류하며 크기는 약 4.8~9.5 cm이고 지름은 2.8~4.0 mm(10번째 마디), 2.6~3.5 mm(20번째 마디), 3.3~4.7 mm(환대)이고 등은 붉은 갈색, 배는 노란색을 띠고 있으며 마디 사이에 줄무늬가 없다. 마디 수는 75 ~ 80개

이고 우리나라 전역에 비교적 고르게 분포하고 있다

2.2 실험방법

지렁이의 전이계수 측정 실험을 위하여 가로 30 cm, 세로 60 cm, 높이 20 cm 크기의 사육 상자를 제작하여 실험에 사용하였다. 지렁이는 빛을 싫어하는 습성이 있어 사육 상자를 검은색 아크릴로 제작하여 빛을 차단할 수 있도록 하였다. 상자에 투입할 토양과 동위원소를 균일하게 혼합하기 위하여 먼저 500 g의 건조 토양을 곱게 만들어 동위원소와 함께 작은 반구형 혼합기로 섞고 이를 다시 V형 혼합기에서 사육토양 19.5 kg과 곱고루 혼합하였다. 실험기간 동안 오염되지 않은 먹이에 의해 방사능 농도가 희석되는 것을 방지하기 위하여 미리 지렁이의 먹이가 될 수 있는 유기질 퇴비를 4 kg씩 혼합하였고 실험기간 동안에는 먹이를 추가로 공급하지 않았다. 토양에 혼합한 동위원소는 ^{137}Cs 및 ^{60}Sr 을 9.25×10^6 Bq, ^{65}Zn 9.25×10^5 Bq를 처리 하였다. 상자 당 9 kg의 물을 토양과 혼합하여 야생의 지렁이 서식 조건과 같도록 수분을 유지하고 상자 당 1 kg씩 투입하여 실험을 진행하였다[그림 1].

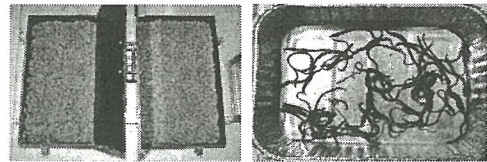


Fig. 1. 지렁이 사육 상자와 붉은줄지렁이

2.3 샘플 및 계측

지렁이 샘플 채취는 약 1주일 간격으로 총 6회 하였으며 회당 평균 약 50 g(약 400 마리)를 취하였고 지렁이 몸속에 있는 분변도 제거를 위하여 24시간 동안 토양이 없는 포획 상자에 보관하여 배설을 할 수 있도록 하였다. 건조된 지렁이의 방사능 농도 측정을 위하여 100 ml vial에 건조된 지렁이를 넣고 무게를 측정한 다음 질산을 시료

가 잠겨 용해 될 정도로 넣고 H₂O²를 떨어뜨려 용해시킨 후 감마 스펙트로메트리의 계측 효율을 일정하게 하기 위하여 증류수로 전체 무게가 40 g(40 ml)이 되도록 넣어 계측하였다

2.4 결과 및 해석

채내 토양을 배설 한 후의 지렁이 시료 무게는 평균 20~60 g 내외였고 건조 후 무게는 약 2.3~10 g 내외였다. 분석용 지렁이를 채취할 때 일정량의 토양을 같이 취하여 토양의 방사능 농도를 같이 계측하여 지렁이의 전이계수를 구하였다. 실험기간 동안 토양의 방사능 농도는 ⁶⁵Zn이 1.27 x 10⁶~2.55 x 10⁶ Bq/Kg, ¹³⁷Cs이 6.53 x 10⁷~1.21 x 10⁸ Bq/Kg, ⁸⁵Sr가 3.53 x 10⁷~7.09 x 10⁷ Bq/Kg으로 세 핵종 모두 변화의 폭이 크지 않고 거의 일정하게 유지되었다[표 1]. 지렁이의 방사능 농도는 ⁸⁵Sr가 3.40 x 10²~6.48 x 10² Bq/Kg, ⁶⁵Zn가 21.7~54.7 Bq/Kg, ¹³⁷Cs이 65.0~154 Bq/Kg였다[표 2]. 이를 토대로 계산한 지렁이의 CR계수는 그림 2에서 보여준다.

Day Rad	D7	D14	D22	D30	D43	D58
¹³⁷ Cs	6.53E+07	6.57E+07	1.21E+08	9.40E+07	9.82E+07	9.82E+07
⁸⁵ Sr	3.53E+07	3.76E+07	7.09E+07	5.40E+07	3.05E+07	5.69E+07
⁶⁵ Zn	1.27E+06	1.39E+06	2.55E+06	2.01E+06	2.03E+06	2.06E+06

Table 1. Radioactivity in Soil(Bq/Kg)

Day Rad	D7	D14	D22	D30	D43	D58
¹³⁷ Cs	9.24E+01	6.50E+01	1.54E+02	1.42E+02	1.44E+02	1.50E+02
⁸⁵ Sr	5.21E+02	3.40E+02	6.48E+02	4.24E+02	4.25E+02	5.43E+02
⁶⁵ Zn	2.17E+01	2.24E+01	5.15E+01	3.94E+01	4.72E+01	5.47E+01

Table 2. Radioactivity in Earthworm(Bq/Kg)

3. 결론

이상의 방법을 통해 우리나라에 널리 분포하고 있는 지렁이를 이용하여 지중동물의 방사성 동위원소의 전이계수를 구하기 위한 실험 결과를 기술하였다. 대부분의 동, 식물 관련 실험이 갖는 문제점이지만 특히 동물은 서식 조건의 충족이 실험의 성공을 좌우한다. 그런 면에서 지렁이는

비교적 생육조건이 까다롭지 않아 이번 실험대상 지중동물로 선정하였다. 실험 결과, 그림 2에 나타난 바와 같이 세 가지 방사성 동위원소 모두 CR 계수가 약간의 변화가 있지만 일정함을 보였다. 이는 지렁이가 흡수할 수 있는 일정양의 방사성 동위원소를 알 수 있고 그 값을 CR 계수로 선정하여 지중동물의 선량평가에 활용할 수 있을 것으로 사료 된다. 하지만, 생육조건, 토양의 농도, 지렁이의 크기에 따라 CR 계수는 달라질 것으로 생각되어 각 단계별로 보다 더 세밀한 실험이 필요할 것으로 사료된다.

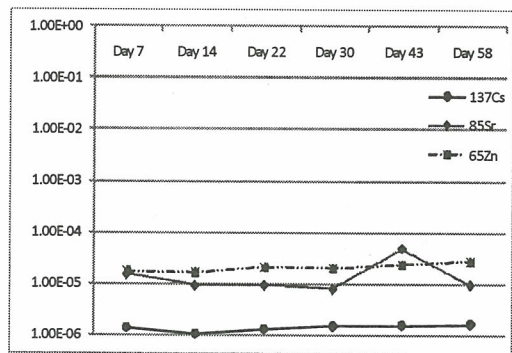


Fig. 2. Concentration Ratio for Earthworm

4. 감사의 글

본 연구는 교육과학기술부의 중장기과제로 수행되었습니다.

5. 참고문헌

[1] Y. H. Choi, K. M. Lim, H. J. Choi, G. S. Choi, H. S. Lee and C. W. Lee, "Plant uptake and downward migration of ⁸⁵Sr and ¹³⁷Cs after their deposition on to flooded rice fields : lysimeter experiments with and without the addition of KCl and lime," Journal of Environmental Radioactivity, 78, pp. 35-49, 2005.

[2] J. Garnier-Laplace, C. Adam, T. Lathuilliere, J. Baudin and M. Clabaut, "A simple fish physiological model for radioecologists exemplified for ⁵⁴Mn direct transfer and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* W.)," Journal of Environmental Radioactivity, 49, pp. 35-53, 2000.