

수중동물의 전이계수 측정을 위한 실험적 방법에 대한 고찰

전인 · 임광목 · 박두원 · 최용호 · 금동권
한국원자력연구원
E-mail: ijun@kaeri.re.kr

중심어 (keyword) : 전이계수, 수중동물, 방사성 동위원소

서론

원자력을 이용하면서 발생하는 방사성 물질로 인해 우리 주변의 생태계가 영향을 받으면 궁극적으로 인간도 간접적으로 영향을 받게 된다. 이러한 방사선에 의한 여러 가지 영향중 방사선 방호를 위한 대부분의 연구는 최근까지는 인간을 중심으로 연구해 왔다. 그러나 생태계에 영향을 준 방사성 물질은 섭취 경로에 따라 결국 인간에게 흡수 되므로 방사성 물질이 생태계에 미치는 영향은 국제 원자력기구나 ICRP등에서도 관심을 가지고 진행하고 있는 분야 중 하나이다. 이러한 생태계 중에서 농작물에 의한 흡수, 억제 및 전이 효과에 대한 연구는 활발한 편이고 많은 연구 결과들이 발표 되었다. 그렇지만 여러 가지 동물의 CR(Concentration Ratio)에 관한 연구 역시 농작물에 대한 연구 못지않게 중요한 요소임을 분명하다[1].

수중 동물에 대한 CR 계수와 분포계수는 다음의 식과 같이 정의된다[2].

$$CR_{j,i} = \frac{C_{j,i}}{C_i^{aq}} \quad (1)$$

$$K_{di} = \frac{C_i^{sed}}{C_i^{aq}} \quad (2)$$

여기서, $CR_{j,i}$ 는 i 핵종에 대한 j 유기체의 전이계수이고, (단위 1 kg^{-1}) $C_{j,i}$ 는 i 핵종에 대한 j 유기체 전체의 방사성 농도(단위 Bq kg^{-1} , fresh weight)를 의미 한다. C_i^{aq} 는 i 핵종의 수중 농도를 나타내며(단위

Bq l^{-1}) C_i^{sed} 는 침전물의 i 핵종 농도(단위 Bq kg^{-1})를, K_{di} 는 i 핵종의 분포계수를 의미한다.

이와 같은 식을 기본으로 하여 본 실험 방법에서는 동물에 대한 CR계수 측정을 위하여 기초 단계로서 여러 가지 동물 중 실험이 가능한 수중동물(어류)의 CR 계수 측정을 위한 실험적 방법에 대해 고찰 하고자 한다.

재료 및 방법

농작물이 아닌 동물 중에서 여러 가지 실험 대상이 있지만 아직 초보단계인 동물 실험을 위하여 우리나라의 대표 종을 선택할 필요가 있다. 이에 수중동물의 CR계수 측정을 위한 실험을 위하여 비교적 사육이 용이하고 널리 분포한 버들치[3],[4]를 수족관에 사육하면서 방사선 동위원소를 수족관에 혼합하여 수족관의 물에서 어류로 방사성동위원소가 전이되는 과정을 측정하였다. 개략적인 실험 과정은 그림 1)과 같은테 구체적인 실험 방법으로는 가로 45 cm, 세로 85 cm, 높이 50 cm의 수족관을 아크릴로 3 개를 제작하여 2 반복 실험을 하였고 1개는 동위원소를 혼합하지 않고 사육하여 동위원소를 혼합한 어류와 동일하게 사육하고 분석하였다. 수족관에 처리한 동위원소의 종류는 ^{137}Cs , ^{85}Sr 및 ^{65}Zn 을 각각 0.02 $\mu\text{Ci/L}$, 0.1 $\mu\text{Ci/L}$, 0.02 $\mu\text{Ci/L}$ 를 물과 혼합하였다. 어류는 수족관 당 60 마리씩 비교적 크기가 골고루 분포하도록 구분하여 사육하였고 자연 환경의 먹이를 대신하여 인공사료로서 과립 형태의 사료를 아침, 저녁으로 하루에 2번 물고기가 2분 안에 먹어 찌꺼기가 남지 않도록 조절하

여 투여하였다. 기타의 사육 조건은 원활한 산소 공급을 위하여 2개의 저면 여과기와 1개의 측면 여과기를 가동하였다. 어류의 사료 채취는 초기에는 비교적 자주하였고 중기, 말기로 갈수록 채취 간격을 좀 더 길게 하였고 1회에 4~5마리로 전체 무게가 25~35 g 내외가 되도록 어류의 수를 조절하였고 어류 채취와 동시에 수족관내 물의 온도와 pH를 측정하고 물 10 ml를 취하여 방사성동위원소를 계측하였다.

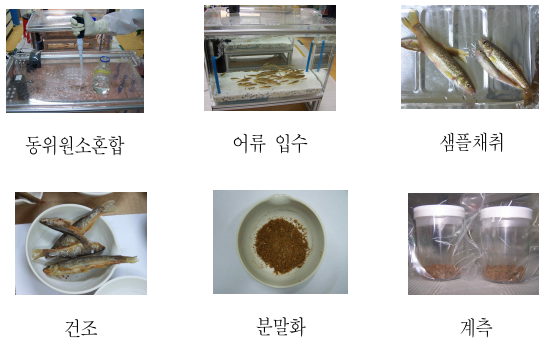


그림 1) 실험 단계별 사진

결과 및 고찰

어류 CR계수 측정을 위한 sample 주기는 어류 입수 후 1일, 2일, 3일, 5일, 8일, 13일, 18일, 22일 및 29일차에 sample을 하였고 동시에 수족관의 온도와 pH의 농도도 같이 측정하였다. 수족관의 온도는 외부온도와 같아서 최저 19.5 °C(5월) ~ 26 °C(6월)의 분포를 보였고 pH는 6.9 ~ 8.0의 분포를 보였으며 수조관 물의 방사성 동위원소 농도는 ^{137}Cs 이 (5.8 ~ 0.7) Bq/10ml, ^{85}Sr 은 (30.5 ~ 11.8) Bq/10ml, ^{65}Zn 는 (2.1 ~ 0.1) Bq/10 ml로 계측 되었다. 어류에 대한 분석 결과는 ^{137}Cs 이 (0.0499 ~ 0.3206) Bq/g fresh, ^{85}Sr 는 (1.0377 ~ 16.1485) Bq/g fresh, ^{65}Zn 는 (0.0923 ~ 0.9823) Bq/g fresh 로 계측 되었다.

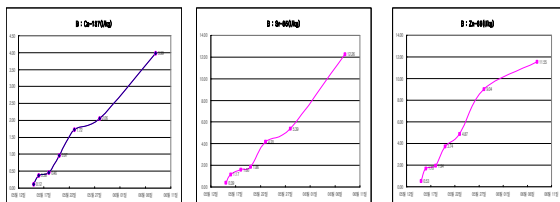


그림 2 각 동위원소의 CR 계수

따라서 어류에 대한 CR 계수는 그림 2에 나타난 바와 같이 시간 간격에 따라 ^{137}Cs 이 (0.085 ~ 3.988) Lkg⁻¹, ^{85}Sr 는 (0.348 ~ 13.906) Lkg⁻¹, ^{65}Zn 는 (0.474 ~ 13.089) Lkg⁻¹ 로 측정 되었다.

결론

이상의 방법을 통해 우리나라 고유 어종인 버들치를 이용하여 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 버들치는 비교적 생육조건이 까다롭지 않아 이번 실험의 대상 수중동물로 선정하였다. 실험 결과, 그림 2에 나타난 바와 같이 세 가지 방사성 동위원소 모두 성장 단계별로 수족관내 물의 농도에 접근해 가는 경향을 나타냈다. 하지만, 보다 정확한 결과를 도출하기 위하여 어류를 성장단계별로 선별하여 재 실험을 할 필요가 있다고 사료 된다.

참고 문헌

1. 전인 외, 우리나라의 육상생태계 동식물에 대한 외부흡수선량, 방사선방어학회 춘계학술대회, (2009)
2. A. Hosseini 외, Transfer of radionuclides in aquatic ecosystems - Default concentration ratios for aquatic biota in the Erica Tool, JER 99 (2008) 1408-1429
3. 전인 외, 비 인간종 선량 평가를 위한 우리나라와 처분장 주변 동식물의 생태계 현황에 대한 고찰, 방사성폐기물학회 추계학술대회, (2008)
4. 금동권 외, 비인간종 선량평가를 위한 한국형 참조동식물, 방사선방어학회 춘계학술대회, (2008)

감사의 글

본 연구는 교육과학기술부의 중장기 과제로 수행되었습니다.