

# 어류의 방사성동위원소 전이계수 측정을 위한 장기 실험결과에 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 그런 환경은 궁극적으로 인간에게도 영향을 끼친다. 그러므로, 지금까지 진행해 왔던 인간 중심의 방사선 방호는 점차 환경 전체의 방사선 방호 개념으로 바뀌어져가고 있다. 하지만, 다양한 생태계를 대상으로 방사선 방호를 위한 실험은 인간의 생활방호를 위해 진행한 실험에 비해 그리 활발하지는 않았으나, 최근에는 국제 원자력기구나 ICRP등에서도 관심을 가지고 진행하고 있어 많은 사람들의 관심이 증가하고 있는 추세이다[1]. 따라서, 본 논문에서는 어류를 장기간 동안 사육하면서 방사성동위원소의 흡수 결과를 분석하고 장기 실험에 의한 전이계수를 측정하고자 한다.

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

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

이와 같은 식을 기본으로 하여 본 실험 방법에서는 수중동물에 대한 CR계수 측정을 위하여 기초 단계로서 여러 가지 동물 중 실험이 가능한 수중동물(어류-버들치[3,4])의 CR 계수 측정을 위한 장기적인 실험적 방법에 대해 고찰 하고자 한다.

## 재료 및 방법

어류를 사육하는 수족관에 방사성동위원소를 혼합하여 약 4개월간 사육하면서 수족관의 물에서 어류로 방사성동위원소가 전이되는 과정을 측정하였다. 개략적인 실험 과정은 그림 1)과 같은데 구체적인 실험 방법으로는 가로 45 cm, 세로 85 cm, 높이 50 cm의 수족관을 아크릴로 제작하여 실험을 하였다. 수족관에 처리한 동위원소의 종류는  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{85}\text{Sr}$  및  $^{65}\text{Zn}$ 을 각각 0.02  $\mu\text{Ci/L}$ , 0.1  $\mu\text{Ci/L}$ , 0.02  $\mu\text{Ci/L}$ 를 물과 혼합하였다[5]. 어류는 약 60마리를 입수하였으나 초기 질병 발생으로 당초 5~6개월의 기간을 실험할 예정이었으나 폐사하면서 4개월 정도로 기간이 줄었고 관련 sample의 양도 상대적으로 감소하였다. 자연 환경의 먹이를 대신하여 인공사료로서 과립 형태의 사료를 아침, 저녁으로 하루에 2번 물고기가 2분 안에 먹어 찌꺼기가 남지 않도록 조절하여 투여하였다. 기타의 사육 조건은 원활한 산소 공급을 위하여 2개의 저면 여과기와 1개의 측면 여과기를 가동하였다. 어류의 시

료 채취는 한 달 간격으로 총 4회 채취하였고 1회에 4-5마리로 전체 무게가 30~45 g 내외가 되도록 어류의 수를 조절하였고 어류 채취와 동시에 수족관내 물의 온도와 pH를 측정하고 물 10 ml를 취하여 방사성 동위원소를 계측하였다.

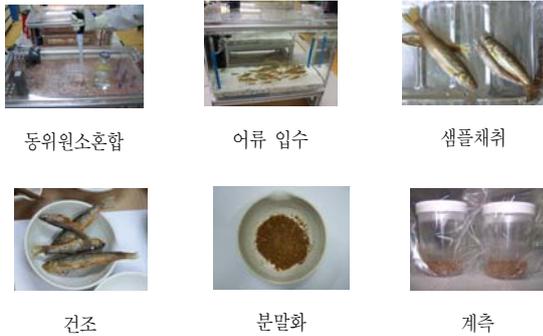


그림 1) 실험 단계별 사진

## 결과 및 고찰

어류 CR계수 측정을 위한 sample 주기는 어류 입수 후 매 1개월마다 sample을 하였고 동시에 수족관의 온도와 pH의 농도도 같이 측정하였다. 측정된 수족관의 온도는 외부온도와 같아서 최저 10.1 °C(1월) ~ 18.3 °C(10월)의 분포를 보였고 pH는 7.1 ~ 7.8의 분포를 보였으며 수조관 물의 방사성 동위원소 농도는  $^{137}\text{Cs}$ 이 (0.11 ~ 0.34) Bq/10ml,  $^{85}\text{Sr}$ 은 (2.22 ~ 2.64) Bq/10ml,  $^{65}\text{Zn}$ 는 (0.02 ~ 0.10) Bq/10 ml로 계측 되었다. 어류에 대한 분석 결과는  $^{137}\text{Cs}$ 이 (0.1395 ~ 0.3103) Bq/g fresh,  $^{85}\text{Sr}$ 는 (20.26 ~ 24.92) Bq/g fresh,  $^{65}\text{Zn}$ 는 (1.60 ~ 4.72) Bq/g fresh 로 계측 되었다[그림 2].

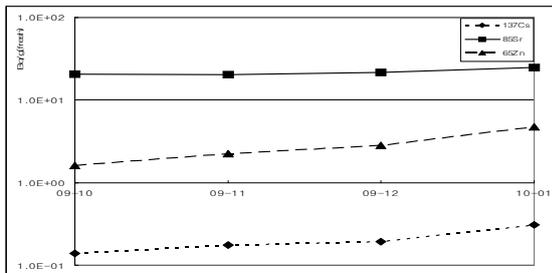


그림 2 어류의 방사성동위원소 분석결과

분석 결과를 바탕으로 계산된 어류의 CR 계수는  $^{137}\text{Cs}$ 이 (0.67 ~ 1.49) Lkg<sup>-1</sup>,  $^{85}\text{Sr}$ 는 (8.29 ~ 9.95) Lkg<sup>-1</sup>,  $^{65}\text{Zn}$ 는 (21.49 ~ 61.23) Lkg<sup>-1</sup> 로 측정 되었다.

## 결론

이상의 방법을 통해 우리나라 고유 어종인 버들치를 장기간 사육하면서 어류에 대한 방사성 동위원소의 전이계수를 구하기 위한 실험 결과를 기술하였다. 대부분의 동, 식물 관련 실험이 갖는 문제점이지만 특히 동물은 서식 조건의 충족이 실험의 성공을 좌우한다. 이번 실험에서는 초기에 많은 어류가 폐사하여 성공적인 실험 결과를 얻지 못하였다. 다만, 실험 결과는 지난번 단기 실험의 최종일 샘플 결과[5]와 이번 장기 실험의 최초 샘플 분석 결과가 비슷한 경향을 보임으로써 실험이 일관성이 있음을 얻는 소득이 있었다. 하지만, 보다 정확한 결과를 도출하기 위하여 어류의 서식 환경은 최대한 자연 상태를 유지하면서 성장단계별로 선별하여 정확한 실험결과를 도출할 필요가 있다고 사료 된다.

## 참고 문헌

1. 전인 외, 우리나라의 육상생태계 동식물에 대한 의 부흡수선량, 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 참조 동식물, 방사선방어학회 춘계학술대회, (2008)
5. 전인 외, 수중동물의 전이계수 측정을 위한 실험적 방법에 대한 고찰, 방사선방어학회 추계학술대회, (2009)

감사의 글

본 연구는 교육과학기술부의 중장기 과제로 수행되었습니다.