

한국 연안 퇴적물에서 ^{137}Cs , ^{90}Sr 및 Pu 의 분포

최석원 · 진현국* · 김철수 · 노정환 · 김창규 · 노병환
한국원자력안전기술원 · *국립수산진흥원

서론

인공방사성 물질이 해양으로 유입되는 경로는 대기권 핵실험에 의한 낙진, 원자력 관계시설에서 액체 방사성물질의 유출, 방사성폐기물의 해양 투기 등이 있다. 현재 해양에서 검출되고 있는 인공방사성 핵종은 대부분이 과거의 핵폭발실험에 의해 해양으로 유입된 방사능 물질이 해양내에서 이동되어 검출되는 것으로 볼 수 있다. 이들 핵종 중에서 반감기가 긴 핵종(^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$)은 방사능 오염의 좋은 지표 일 뿐만 아니라 연안퇴적물의 거동과 분포를 이해하는데 유용하다.

본 연구에서는 한국 연안해역 15개 정점에서 퇴적물 중 ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{238}Pu 및 $^{239+240}\text{Pu}$ 의 방사능 농도, 범위 및 이들 핵종 간의 농도비를 조사하고 핵종과 퇴적물 특성간의 관계를 검토하고자 한다.

재료 및 방법

한국 연안해역 15개 정점에서 corer 를 이용하여 해저 퇴적물을 채취한 다음 선상으로 끌어올려 표층퇴적물을 취하였다. 채취한 표층 퇴적물의 깊이는 20 cm 내외이다. 퇴적물 시료는 24시간 동안 105°C에서 건조하고 2mm 체로 걸렀다. 입도 분석 및 감열감량은 해양환경공정시험방법(해양수산부, 1997)으로 수행하였다.

^{137}Cs 의 방사능농도는 1.22 MeV에서 1.69 keV의 피크 분해능을 가진 고순도게르마늄검출기 및 다중과고분석기를 이용하였으며, 662 keV의 γ 피이크를 이용하여 정량하였다.

안정 Sr 일정량을 화학 회수를 담체로 시료에 첨가하고 진한 염산을 이용하여 퇴적물 입자로부터 Sr을 추출 회수하고 Na_2CO_3 , $\text{Sr}(\text{Ca})\text{C}_2\text{O}_4$ 침전을 만든 뒤 이 침전에 발연질산을 넣어 용해도 차이를 이용하여 칼슘을 제거하였다. 14일 이상 방치하여 ^{90}Sr 과 ^{90}Y 의 방사평형이 되게 한 후 스트론튬 용액에 이트리움 담체를 넣고 수산화 이트리움 침전을 만들었다. 침전을 24mm 프란첵에 부착한 후 저준위 알파/베타 가스비례계수기로 측정하였다.

Pu 분석은 ^{242}Pu 추적자와 질산용액을 첨가한 뒤 가열판 위에서 Pu을 산 추출하였다. 추출액에 존재하는 Pu을 음이온 교환수지 방법으로 순수 분리한 다음 전기전착하여 α -Spectrometry를 이용하여 ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$ 을 정량하였다.

결과 및 요약

한국 주변 연안 15개 정점에서 퇴적물(0~20 cm)에서 ^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{239+240}\text{Pu}$ 의 농도와 농도비를 조사했다. ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{238}Pu 및 $^{239+240}\text{Pu}$ 의 평균 방사능 농도는 각각 $2.24 \pm 0.79 \text{ Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$, $0.24 \pm 0.08 \text{ Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$, $0.009 \pm 0.005 \text{ Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$ 및 $0.27 \pm 0.17 \text{ Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$ 이다. $^{137}\text{Cs}/^{90}\text{Sr}$, $^{239+240}\text{Pu}/^{137}\text{Cs}$ 및 $^{238}\text{Pu}/^{239+240}\text{Pu}$ 의 평균 농도비와 $^{239}\text{Pu}/^{240}\text{Pu}$ 의 평균 원자비는 각각 9.44 ± 3.71 , 0.123 ± 0.053 , 0.033 ± 0.016 및 0.218 ± 0.036 이다. 퇴적물에서 핵종의 농도 범위와 핵종간의 농도비는 그 동안 주변국가(NIRS, 1999; Zhu et al, 1991; Nakamura and Nagaya, 1990) 의 퇴적물에서 조사한 값과 비슷하였다. 또한, 한국 연안퇴적물에서 조사한 농도비(0.033 ± 0.017)와 원자비(0.218 ± 0.036)는 대기 낙진에 의한 $^{238}\text{Pu}/^{239+240}\text{Pu}$ 농도비(0.028) (Beks, 2000)와 $^{239}\text{Pu}/^{240}\text{Pu}$ 원자비(0.18) (Borretzen, 1995)와 거의 일치한다. 퇴적물에서 ^{137}Cs 과 $^{239+240}\text{Pu}$ 의 상관계수는 0.79 이다. ^{137}Cs 과 SOM, $^{239+240}\text{Pu}$ 과 SOM의 상관계수는 0.61, 0.67 이고 점토함량과 ^{137}Cs 및 $^{239+240}\text{Pu}$ 의 상관계수는 0.57 및 0.63이다. 따라서 ^{137}Cs 및 $^{239+240}\text{Pu}$ 의 농도는 점토함량과 유기물함량과 관련이 있음을 시사한다.

참고문헌

- Beks J. P., 2000, Storage and distribution of plutonium, ^{241}Am , ^{137}Cs , $^{210}\text{Pb}_{\text{xs}}$ in North Sea sediments, *Cont. Shelf Res.*, 20, 1941-1964.
- Borretzen P. E. , H. Fjellidal, H. Lien, D. H. Oughton and B. Salbu, 1995, Mobility of radionuclides in sediments from Abrosimov and Stepovogo Fjord, In: Stand P. and A. Cooke, editors. Environmental radioactivity in the Arctic. Oesteraas, Norway, 168-172.
- Nakamura K. and Y. Nagaya, 1990, Distribution of ^{137}Cs and $^{239+240}\text{Pu}$ in the sediment of the Seto inland sea, *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 138, 153-164.
- NIRS, 1999, Radioactivity survey data in Japan, NIRS-108.
- Zhu. H, S. Li, F. Wu, F. Sun, Q. Liu and W. Yang, 1991, Radioactivity in the coastal waters of the Bohai and Yellow Seas of China, *J. Environ. Radioactivity* 14, 193-209.
- 해양수산부, 1997, 해양환경공정시험방법.