

동해 해수중 인공방사능의 시·공간적 변동

최석원 · 임성아 · 채정석
한국원자력안전기술원 생활환경방사능평가실
E-mail: k166csw@kins.re.kr

중심어 (keyword) : 동해, 해수, 인공방사능, 변동

서론

동해는 최대수심이 약 3700 m에 이르는 지중해적 성격을 지닌 북서태평양의 부속해이고 수심이 150 m 이내인 얇은 해협으로 둘러 쌓여있다. 이러한 해저의 지형적 특성으로 고온 고염의 쓰시마 난류수의 영향권인 수심 200~300 m 까지의 표층수와 그 이심의 심층수에 해당하는 동해 고유수로 크게 구분할 수 있다. 심층수의 상층부는 시베리아 대륙 연안측과 41°N 이북의 한류역의 외양역에서 생성되어 형성된다 (Senju and Sudo (1993), Choi et al. (1994)).

해양에서 인공방사능의 주요 공급원은 주로 대기 핵실험과 태평양에서 핵실험, 1993년도 공개된 러시아 핵폐기물 투기, 1986년 체르노빌 사고이다. 해역에서 핵실험, 방사능 사고에 의한 방사능오염을 평가하는데 중요한 핵종으로 장반감기 핵종인 ^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{239+240}\text{Pu}$ 을 이용한다. 동해의 중층은 겨울철 표층해수의 냉각으로 표층해수가 중층으로 전달되어 이들 핵종의 방사능 농도가 높다. 다양한 인공방사능의 공급원과 중층이 인공방사능이 높은 동해는 이웃 북서태평양과는 인공방사능의 변동이 다른 경향을 나타낸다. 동해에서 방사능오염 사고로부터 그 영향을 정확히 평가하기 위해서는 그 해역에서 인공방사능의 변동에 대한 정확한 정보의 확보가 필요하다.

본 연구에서는 일본 해상보안청에서 지난 14년 (1994~2007년) 동안 동해 해수에서 조사한 ^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{239+240}\text{Pu}$ 의 자료를 이용하여 이들 핵종에서 시간적 변동 및 공간적 변동의 특성을 조사하였다.

재료 및 방법

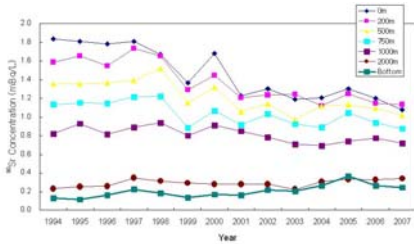
해수 중의 방사능 농도는 동해 8정점과 북서태평양에서 24~43°N, 130~138°E 사이에서 매년 수행한 자료이다. 해수는 표층, 200 m, 500 m, 750m, 1000 m, 2000 m, 해저위 50m 위 수층에서 채수하였다. ^{137}Cs 은 AMP 침전을 통한 화학분리로 수행하였다. 분리후 침전을 저준위알파베타 계측기로 계측하였다. ^{90}Sr 은 $\text{Sr}(\text{Ca})\text{C}_2\text{O}_4$ 침전을 만든후 이를 이온수지를 이용하여 처리하였고 이트리움옥살레이트 침전을 가스비례계수기를 Y을 계측하여 ^{90}Sr 의 농도를 계산하였다. Pu은 Pu 추적자를 첨가한 후 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 로 공침하고 이온교환수지를 이용해 Pu을 순수분리해 낸 후 알파베타계측기를 이용하여 $^{239+240}\text{Pu}$ 의 방사능 농도를 분석하였다.

결과 및 고찰

동해 8개점에서 지난 14년동안 해수중 ^{137}Cs , ^{90}Sr 및 $^{239+240}\text{Pu}$ 의 방사능의 시간적 및 공간적 특성을 분석하였다.

8개 정점의 ^{137}Cs , ^{90}Sr 및 $^{239+240}\text{Pu}$ 의 방사능 농도를 연도별로 보면 ^{137}Cs 과 ^{90}Sr 의 방사능 농도는 시간이 경과할수록 이들의 750 m 상층의 방사능농도는 낮아지고 표층과 저층의 농도차가 작아짐을 알 수 있다. $^{239+240}\text{Pu}$ 의 방사능 농도는 1990년대 700 m 수심에서 최대를 보였으나 2000년대 들어서는 1000 m 수

심에서 최대를 보여 시간이 경과할수록 최대수심이 변함을 알 수 있다. 연도별 ^{137}Cs , ^{90}Sr 및 $^{239+240}\text{Pu}$ 의 방사능 농도를 각 지점별로 평균한 농도를 수심별로 이들의 방사능농도의 변동을 조사하였다. 이들 핵종은 전정점에서 수심별로 방사능농도가 거의 일정하였다.

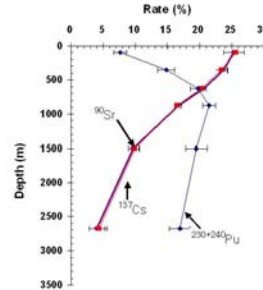


<연도별 수심별 ^{90}Sr 의 농도의 변화>

각 지점별 자료를 평균한 동해의 수심별 방사능 농도의 변동을 일본 동쪽 인근인 북서태평양에서 조사한 자료를 수심별로 평균한 자료와 비교하였다. 상층 500 m 까지는 이들의 농도는 동해와 북서태평양이 거의 일치하나 이들 이심부터는 동해에서 이들의 농도가 북서태평양 각 수층에서의 방사능농도보다 높았다. 이는 시베리아 연안과 41°N 이북의 한류역의 외양역에서 겨울철 해수면의 냉각에 의해 표층 아래로 전달되어 생성된 동해고유수와 관련이 있는 것으로 판단된다. 수심별로 저장된 방사능농도를 조사하기 위해 각 수층별로 단위 수심당 방사능 농도를 구하고 이들을 전체 수층에 대한 각 수층의 방사능 농도 비를 조사하였다. 각 수층의 방사능 농도의 Inventory를 단위수심당 평균한 방사능농도로 나타내고 이들을 전 수층에 대한 비율을 조사하였다. ^{137}Cs , ^{90}Sr 의 방사능농도는 각 수층에서 최대 0.4 % 이내에서 거의 동일하였다. ^{137}Cs , ^{90}Sr 은 해수중에서 거동이 일치함을 알 수 있다. 북서태평양에서 단위수심당 수층별로 저장된 방사능 농도의 비율은 동해에서 이들에 비해 750 m 상층부에서 높고 이들 이심에서는 낮았다. 동해는 북서태평양에 비해 750 m 이심에 저장된 방사능 농도의 준위가 높은 것이 원인이다.

^{137}Cs , ^{90}Sr 및 $^{239+240}\text{Pu}$ 의 방사능 농도의 시간적 및 공간적 유사성을 조사하기위하여 이들 핵종을 연도별, 지점별, 수심별로 자료를 정리하였다. 핵종별로

8개 정점의 수심별 자료를 연도별로 나열하여 연도별로 상관계수를 조사하였다.



<전체 수층에 대한 각층의 농도비>

^{137}Cs , ^{90}Sr 의 방사능 농도는 연도별로 평균이 0.95, 0.91 로 상관이 높고, $^{239+240}\text{Pu}$ 의 방사능 농도는 연도별로 평균적으로 0.77 정도 였다. 또한, ^{137}Cs , ^{90}Sr 및 $^{239+240}\text{Pu}$ 의 방사능 농도의 지점간 유사성을 보면, 각 핵종의 상관계수가 0.93, 0.81, 0.77 였다. 따라서 ^{137}Cs , ^{90}Sr 및 $^{239+240}\text{Pu}$ 의 방사능 농도는 연도별, 정점간의 변동 양상이 유사하다는 것을 알 수 있다. 수심별 각 핵종의 유사성을 보면, ^{137}Cs 의 방사능농도는 표층에서 수심 1000 m 까지 층간의 상관계수가 0.73 이상이었고, ^{90}Sr 의 방사능 농도는 표층에서 수심 750 m 층까지 상관이 0.47~0.68였다. 반면, $^{239+240}\text{Pu}$ 의 방사능 농도는 표층과 200 m 층간 유사성이 있는 것을 제외하고 그 이외의 층간에는 유사성이 없었다.

결론

본 연구에서는 동해에서 해수를 대상으로 ^{137}Cs , $^{239+240}\text{Pu}$, ^{90}Sr 의 방사능 농도 및 저장된 방사능농도를 조사하였고 750 m 이심에서 ^{137}Cs , ^{90}Sr 방사능농도가 높은 것은 동해고유수의 영향인 것으로 추정된다. 전 수심에 저장된 방사능농도와 수층별로 저장된 방사능 농도로부터 ^{137}Cs , ^{90}Sr 은 해수중에서 거동이 일치함을 알 수 있다. 또한 ^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{239+240}\text{Pu}$ 의 방사능 농도는 연도별, 정점간의 변동 양상이 유사하다는 것을 알 수 있다. 표층의 ^{137}Cs , ^{90}Sr 방사능 농도는 각각 1000 m, 750 m 까지 이들의 방사능 농도와 유사성이 있음을 알 수 있다.