

기장 해수담수화 시설 공급 음용수에 대한 방사선 안전성 평가

이갑복*, 양양희, 김정미

한국수력원자력(주) 중앙연구원, 대전광역시 유성구 유성대로 1312번길 70 (장동 25-1)

*gblee5421@khnp.co.kr

1. 서론

부산시 상수도 사업본부는 고리원전으로부터 남쪽 약 11km 떨어진 부산시 기장군에 해수담수화 시설을 2014년에 준공하였으며, 한국원자력연구원, 미국위생재단(National Sanitation Foundation) 등의 수질검사 결과 '방사성물질 불검출' 및 'NSF 수질기준 통과'라는 결론을 얻었다. 그럼에도 불구하고 고리원전으로부터 배출되는 방사성물질에 오염될 것을 우려하는 이해당사자의 문제제기로 상업운전이 지연되고 있다[1].

본 연구에서는 해수담수화 시설에서 공급되는 음용수를 섭취할 경우 주민이 받게 될 방사선량을 예측하여, 이해당사자의 의견 차이를 해소하는데 도움을 주고자 한다.

고리원전으로부터 배출된 방사성물질은 일차적으로 해수순환에 따라 희석 및 확산된다. 따라서 삼차원 해양확산모델을 이용하여 해수중 농도를 평가하고, 이를 토대로 주민의 방사선량을 계산하여, 일반인에 대한 선량한도와 비교하였다.

2. 평가방법 및 입력자료

2.1 해양확산 모델링 체계 및 입력자료

본 연구에서 사용된 해양확산모델은 3단계로 나누어 모델링하였는데(Fig. 1), 동해 전체의 해수순환을 모의하는 동해광역 모델과 원전 반경 80 km 영역의 중간역 모델은 RIAMOM 모델을 사용하였으며, 고리원전 인근 15 km 영역에 대한 협역 수치모델은 EFDC 모델을 사용하였다[2]. 모델링에는 2010년에 관측된 해양자료가 사용되었다.

2.1 방사선량 평가모델 및 입력자료

해수담수화 시설로부터 공급되는 물을 음용수로 사용하였을 때 주민이 받는 선량은 다음과 같이 계산된다.

$$D_a^{Ing} = U_a \sum_i C_i D_{ai}^{Ing} \quad (1)$$

여기서,

D_a^{Ing} : 음용수 섭취에 의한 유효선량(Sv/yr)

C_{ip} : 음용수 중 방사성물질의 농도(Bq/L)

U_a : 음용수 섭취량(L/yr)

D_{ai}^{Inh} : 방사성물질 i 의 (70세까지의) 예탁 유효선량환산인자(Sv/Bq)



Fig. 1. Flowchart of Aquatic Dispersion Evaluation of Radioactive Effluents.

음용수 중의 방사성물질의 농도는 원전으로부터의 배출량을 희석수량과 2.1절에 기술된 해양확산 모델로 구한 해양희석인자를 이용하여 계산된다. 방사성물질 배출량은 한수원에서 매년 발간하는 '원자력발전소 주변 환경방사선 조사보고서'에 제시된 고리1호기 ~ 신고리2호기의 최근 10년간 (2004년 ~ 2013년) 배출실적 중 핵종별 연간 최대 배출량을 조합하여 해당 핵종의 예상배출량으로 설정하였으며, 희석수량은 최종안전성분석보고서(FSAR)에 제시된 값을 평균하여 사용하였다.

음용수 섭취량은 미국 NRC Regulatory Guide 1.109[3]에 제시된 소아 및 성인의 연간 최대 섭취량 510L/yr, 730L/yr를 각각 적용하였다. 그리고 선량환산인자는 ICRP-72[4]에 제시된 값을 사용하였다.

보수적인 관점에서 방사성물질이 배수구로부터 담수화 시설까지 이동하는 동안 방사능붕괴는 일어나지 않는다고 가정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 해양확산 평가결과

고리원전이 있는 동해남부 해역의 전반적인 해류 특성은 동한난류의 영향으로 북향하는 흐름특성을 보인다. 따라서 고리원전에서 배출되는 액체 방사성배출물은 남쪽 보다는 북쪽으로 확산되는 추세를 보이기 때문에, 고리원전 남쪽에 위치한 해수담수화 시설에 대한 고리원전의 영향은 상대적으로 적게 받을 것으로 예상된다. 동한난류가 상대적으로 약하게 나타나는 겨울철의 해수순환을 Fig. 2에 제시하였다.

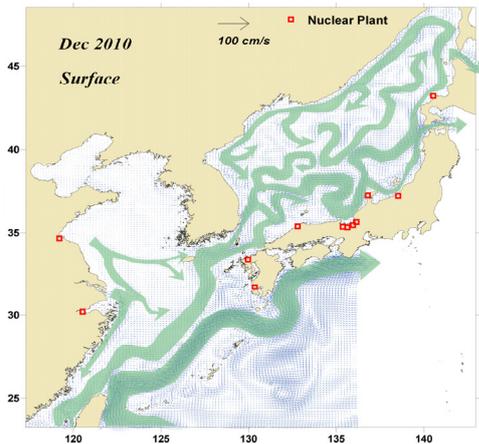


Fig. 2. Current Circulation of East Sea in Wintertimw(2010. 12).

표층에서의 해양확산 분포도 중 겨울철에 대한 결과를 Fig. 3에 제시하였다. 고리원전을 중심으로 연안을 따라 남북으로 확산되는 양상으로 보이고 있다. 방사성물질의 희석배수를 나타내는 해양희석 인자는 해수담수화 시설이 있는 배수구로부터 남쪽 10 km 거리에서 연평균 145로 산정되었다.

3.2 주민 방사선량 평가결과

주민이 해수담수화 시설로부터 공급받은 음용수를 연간 지속적으로 섭취하였다고 가정하였을 때, 소아 및 성인에 대한 유효선량이 각각 9.05×10^{-6} mSv/yr, 5.78×10^{-6} mSv/yr로 나타났다. 이 수치는 주민에 대한 선량을 이론적으로 계산한 값으로, 주민이 실제 받는 양에 비해 보다 보수적으로 평가된 값이다.

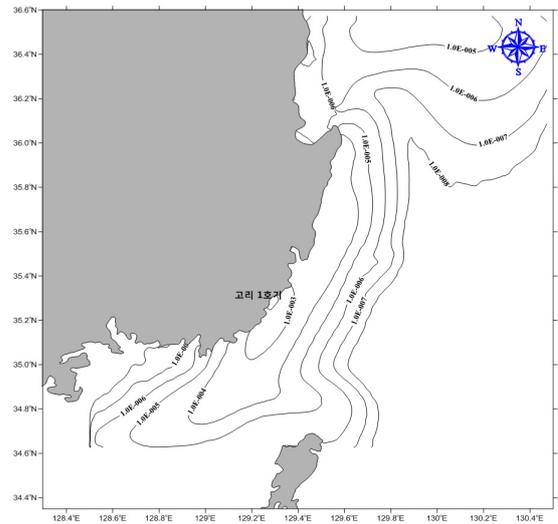


Fig. 3. Aquatic Dispersion Modeling Result around Kori Site in Wintertime(2010년 12월).

4. 결론

삼차원 해양확산모델을 이용하여 평가한 결과, 고리원전으로부터 배출된 방사성물질은 남쪽 해역에 위치하고 있는 기장군 해수담수화 시설에 약 100배 이상 희석된 상태로 도달된다.

최대 피폭 연령군인 소아가 담수화 시설로부터 공급되는 물만 음용한다고 가정하였을 때, 연간 받을 수 있는 선량 9.05×10^{-6} mSv/yr은 일반인에 대한 선량 한도 1 mSv/yr의 0.0009%에 불과하기 때문에 담수화 시설에서 제공되는 물을 식수로 섭취하더라도 주민의 방사선 안전에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

5. 참고문헌

- [1] 연합뉴스, "2000억원 짜리 부산 해수담수화 시설 언제쯤 정상가동", 2015.07.12. 기사.
- [2] 한전전력연구원, "원전 액체 방사성 유출물 해양확산 평가기술 개발 최종보고서," 산업자원부, R-2004-A-064, 2006.
- [3] US NRC, "Calculation of Annual Doses to Man from Routine Releases of Reactor Effluents for the Purpose of Evaluating Compliance with 10CFR Part 50 Appendix I", Rev. 1, Regulatory Guide 1.109, 1977.
- [4] ICRP, "Age-dependent doses to members of the public from intake of radionuclides", ICRP-72, 1996.