

K-BIOTA를 이용한 신고리 5,6호기 해양 생태계 선량평가

전인*, 임광묵, 최용호, 금동권, 김병호

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 989번길 111

*ijun@kaeri.re.kr

1. 서론

원자력을 이용하면서 발생하는 방사선으로부터의 환경 방호는 유엔환경회의(UNCED)의 브라질 리오 선언 이후 국제적으로 많은 관심을 받고 있다. 또한, 국제방사선방호위원회(ICRP, International Commission on Radiological Protection)는 환경 방호를 위한 기본 배경 및 방향과 참조동식물 개념을 적용한 선량평가 및 피폭 상황에 따른 적용 방법 등을 publication 을 통해 제시하였다. 이러한 이유로 국제원자력기구(IAEA)는 국제 학술회의를 통하여 주민에 대한 일반적인 선량평가 방법론을 개정하고 계획 피폭시 야생 동식물의 방사선 영향 평가를 포함할 예정이다.

이러한 국제적 환경의 변화에 따라 우리나라에서도 일반 환경의 야생 동식물에 대한 선량평가뿐만 아니라 원자력시설 주변의 야생동식물에 대한 선량평가가 필요한 시점이 되었고 이를 수행할 수 있는 코드(K-BIOTA)를 개발하였다[1].

원자력 시설 주변의 야생 동식물에 대한 선량평가를 위해서는 시설 주변에 서식하고 있는 동, 식물과 동,식물이 자라고 있는 자연 환경에 대한 방사능 측정자료가 필요하다. 이에 본 논문에서는 신고리 5,6호기 부지의 방사선환경영향평가서[2]에 수록된 각종 자료와 국내에서 개발된 선량평가 코드 K-BIOTA를 이용하여 신고리 5,6호기 주변 해양 생태계에 대한 선량평가를 수행하여 그 결과를 살펴보고자 한다.

2. 본론

K-BIOTA 뿐만 아니라 미국의 RESRAD-Biota 코드, EU의 ERICA 코드 모두 3단계로 구성된 단계적 평가 방법론을 도입하고 있다. Level 1, 2 단계에서 보수적 방법으로 평가를 수행하고 정한 기준을 만족하지 못하면 level 3 단계의 보다 세밀한 부지 특성적 평가를 수행하는 것이다. 본 논문에서는 부지의 위해도 보다 K-BIOTA 코드의 선량평가 결과를 기술하고자 level 1과 2의 평가를 생략하고 level 3 평가 결과를 기술하고자 한다.

2.1 Level 1 평가

Level 1 평가는 일반적으로 스크리닝 단계 평가로 측정 또는 계산된 환경매체 방사능 농도 준위가 야

생 생태계에 방사선 위험을 주는지 여부를 일차적으로 판단하기 위한 과정이다. 측정된 환경매체 농도를 이용하여 RQ_{level1} 값을 계산하고 그 값이 1보다 작으면 평가에 포함된 어떤 동식물도 스크리닝 기준 선량률을 초과할 확률이 매우 낮으므로 방사선적 위험은 무시할 수 있다고 판단할 수 있으며 평가를 종료하고, 그 값이 1보다 크면 평가에 포함된 동식물 중 적어도 하나 이상이 스크리닝 기준선량률을 초과할 확률이 매우 크므로 level 2의 평가를 진행한다.

2.2 Level 2 평가

Level 2 평가는 부지특성적 스크리닝 평가로 level 1 평가에서 위험지표(RQ_{level1}) 값이 1보다 클 때 수행한다. 이 단계의 평가는 보다 현실적인 평가를 위해 적용 동식물에 대한 부지 특성적 CR이나 Kd 값을 적용할 수 있다. 그러나 개별 동식물에 대한 평가나 선량환산인자 변화는 고려하지 않는다.

2.3 Level 3 평가

Level 3 평가는 level 2의 평가에서 $RQ_{level 2}$ 값이 1을 초과할 때 부지특성적 데이터를 고려하여 보다 상세한 평가를 하는 단계이다. 이 단계에서는 스크리닝 평가와 달리 개별적인 동,식물에 대해 선량평가를 할 수 있으며 입력인자의 값을 사용자 임의대로 수정할 수 있다. 각 level에 대한 자세한 수식 및 과정은 참고문헌[1]에 기술되어 있다.

2.4 입력인자

입력인자의 종류는 평가대상 지역의 야생 동물과 핵종 및 각종 파라미터가 있다. 우선 평가대상 부지의 해양 환경에서 잡히는 대표 어종으로 Table 1과 같이 선택하였고 평가에 필요한 핵종 및 파라미터는 Table 2에 기술하였다.

Table 1. Marine samples to assessment[2]

Sample	a(cm)	b(cm)	c(cm)
General Fish	2.0	15	5.0
Alaska Pollack	4.0	60	7.0
Saury	2.0	25	2.0
Squid	6.0	20	6.0
Shrimp	1.5	16	2.0
Rock Fish	4.0	40	8.0
Anchovy	1.0	10	1.0

Table 2. Input parameters to assessment

Rad.	Rad. Conc.[2]		Kd[3,4]	CR[3,4]
	BqL ⁻¹	BqKg ⁻¹		
	Water	Sedi.		
^{110m} Ag	6.54x10 ⁻⁵	2.10x10 ⁻¹	1.00x10 ⁴	2.40x10 ⁴
⁵⁸ Co	6.28x10 ⁻⁴	2.15x10 ⁻¹	3.00x10 ⁵	7.80x10 ⁴
⁶⁰ Co	5.64x10 ⁻⁴	3.13x10 ⁻¹	3.00x10 ⁵	7.80x10 ⁴
¹³⁴ Cs	7.23x10 ⁻⁴	1.86x10 ⁻¹	4.00x10 ³	1.80x10 ³
¹³⁷ Cs	2.73x10 ⁻³	1.40x10 ⁰	4.00x10 ³	1.80x10 ³
¹³¹ I	1.76x10 ⁻³	5.35x10 ⁻¹	7.00x10 ¹	3.10x10 ³
⁵⁴ Mn	9.22x10 ⁻⁴	2.22x10 ⁻¹	2.00x10 ⁶	5.00x10 ⁴
⁹⁵ Nb	1.14x10 ⁻³	2.91x10 ⁻¹	8.00x10 ⁵	1.00x10 ²
⁹⁰ Sr	1.90x10 ⁻³	1.46x10 ⁰	8.00x10 ⁰	1.60x10 ³
⁵⁹ Fe	1.92x10 ⁻³	5.82x10 ⁻¹	3.00x10 ⁸	7.00x10 ³
⁶⁵ Zn	2.19x10 ⁻³	5.15x10 ⁻¹	2.00x10 ⁶	3.80x10 ⁴
⁹⁵ Zr	2.21x10 ⁻³	4.51x10 ⁻¹	2.00x10 ⁶	2.00x10 ²
¹⁴⁰ Ba	4.01x10 ⁻³	1.41x10 ⁰	2.00x10 ³	8.80x10 ²

2.5 결과 및 고찰

평가결과 외부선량률(External dose rate)은 불락의 ⁵⁹Fe 선량률이 1.208E-06 μGy/h로 가장 높았고 멸치의 ⁹⁰Sr이 9.833E-09 μGy/h로 가장 낮음을 보였고 이외의 다른 핵종 및 어류의 선량률은 이 범위 안에 분포하였다. 평가에 포함된 모든 핵종을 누적한 전체 외부 선량률은 명태가 최고 6.075E-06 μGy/h 이었고 멸치가 최저 6.654E-06 μGy/h 이었다 [Fig. 1].

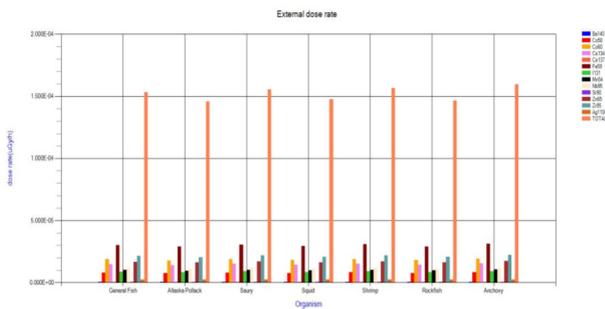


Fig. 1. External Dose Rate.

내부선량률(Internal dose rate)은 멸치의 ⁵⁹Fe 선량률이 1.013E-03 μGy/h로 가장 높았고 역시 멸치의 ^{110m}Ag이 9.833E-05 μGy/h로 가장 낮음을 보였고 이외의 다른 핵종 및 어류의 선량률은 이 범위 안에 분포하였다. 평가에 포함된 모든 핵종을 누적한 전체 내부 선량률은 멸치가 최고 1.012E-02 μGy/h 이었고 명태가 최저 2.123E-02 μGy/h 이었다 [Fig. 2].

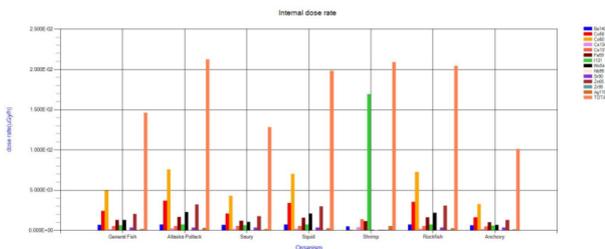


Fig. 2. Internal Dose Rate

내부와 외부의 선량률을 합친 전체선량률(Total

dose rate)도 가장 높은 선량률을 보인 어류는 멸치였으며 그 값은 1.012 μGy/h 이었고, 가장 낮은 선량률을 보인 어류로 명태로 그 값은 2.124E-02 μGy/h이었다 [Fig. 3].

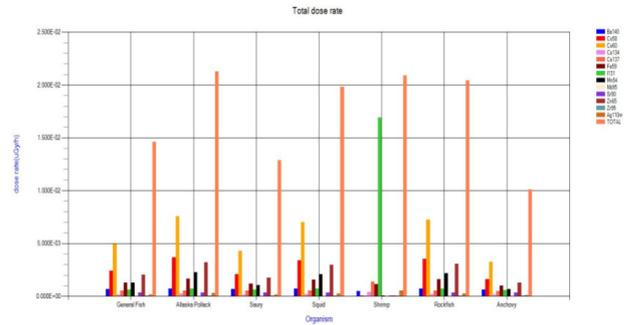


Fig. 3. Total Dose Rate.

3. 결론

우리나라에서 개발한 국내 고유의 한국형야생동물 선량평가 코드인 K-BIOTA를 이용하여 국내에 건설 예정인 발전소 부지 주변의 해양 생태계에 대한 선량평가를 수행하였다. 평가를 위한 데이터는 건설 부지의 방사선환경영향평가서에 근거한 자료와 IAEA에서 발행한 TRS 472의 parameter를 근거로 수행하였고 그 결과 신고리 5&6호기 부지 주변 해양생태계에 대한 total dose rate는 screening level인 10 μGy/h 이하였고 이결과는 국내 원자력 시설의 야생 환경에 대한 선량평가를 우리 고유의 환경에 맞도록 개발된 K-BIOTA를 이용할 수 있음을 보였다. 이는 국제방사선방호위원회의 최신 권고 ICRP 103 제8장의 기본 원칙을 바탕으로 ICRP 108(참조동물개념)에서 제시하는 방법론을 적용하여 국내 원자력 시설 주변 야생 참조동, 식물의 선량평가를 수행할 수 있음을 의미한다.

4. 참고문헌

- [1] D.K. Keum, I. Jun, B.H. Kim, K.M. Lim, and Y.H. Choi, Graded wildlife dose assessment technology, KAERI/TR-5909/2015., KAERI, 2015.
- [2] KHNP, 신고리 원자력5,6호기 건설사업 방사선 환경영향평가서(초안), 한국수력원자력주식회사, 2011.
- [3] IAEA, Handbook of parameter values for the prediction of radionuclide transfer to wildlife, TRS 479, IAEA, Vienna, 2014.
- [4] IAEA, Sediment distribution coefficients and concentration factors for biota in the marine environment, TRS 422, IAEA, Vienna, 2004.