

골드심 생태계 평가 모델 비교 검증 연구

이연명, 정중태

한국원자력연구원, 대전시 유성구 덕진동 150번지

ymlee@kaeri.re.kr

1. 서론

한국원자력연구원(KAERI)은 방사성폐기물처분장의 안전성 및 성능평가를 위해 처분장내 핵종 이동평가 모델 및 주변 생태계 피폭 선량 평가 모델을 지속적으로 개발하여 AMBER[1]와 GoldSim[2] 등 상용 프로그램 개발도구를 이용하여, 가상 입력 자료를 통한 템플릿 프로그램으로 개발해 오고 있다.[3,4] 이러한 템플릿 프로그램을 이용하면 부지 특성화에 따른 입력 자료를 통하여 실제 처분시스템에 대한 평가가 가능하게 된다. 2008년에 1차 공동연구로서 KAERI의 AMBER 및 GoldSim으로 개발된 생태계 모델과 템플릿 프로그램으로 일본의 원자력기구(JAEA)측의 AMBER모델과 상호 비교연구가 이루어진 이후, 2차 후속 공동연구로서 2009년에 양측의 GoldSim 생태 모델에 대하여 보다 심도 있는 비교 연구가 이행되었다. JAEA측도 그동안 주력 사용하던 AMBER 생태계 모델과 별도로 우리와 같이 GoldSim 생태모델을 자력 개발 확보하게 됨에 따라 양측의 GoldSim 생태계 모델에 대한 상호 비교연구를 수행하기로 하여 양측 모델에 대한 골드심 프로그램 구현에 따른 신뢰도를 확보하기 위한 목적으로 하는 정량적 평가에 따른 비교 검증 연구가 수행된 것이다. 이 연구를 통하여 수행된 비교 검증 결과의 일부를 제시한다.

2. 본론 및 토의

KAERI와 JAEA는 각각 자국의 평가 대상 환경을 유지하는데 따라 비교 검증연구가 상당 부분 제한되었던 1차 검증 연구[5] 때와는 달리, 2차년도에는 가능한 한 상호 동일한 입력 자료를 공동으로 사용함으로써 개발된 프로그램 템플릿의 직접적인 비교 검증이 가능하게 되었다. 그림 1은 비교에 사용된 우리측 GoldSim 평가 템플릿 중 생태계 구획모델을 보여주고 있다. 유사한 입력자료와 동일한 시나리오 및 지질-생태계 접점(GBI)의 동일한 설정을 통한 평가 수행으로 얻은 최종 비교연구, 즉 농축피폭집단과 민물어업집단, 그리고 해수어업집단에 대해 양 기관의 생태계 평가 모델에 의한 피폭 선량 평가를 수행하여 거의 동일하게 일치하는 비교결과를 그림 2~4에서와 같이 얻을 수 있었다. 이에 따라 전체 피폭집단에 대한 피폭경로 설정 및 평가 모델을 분석하고 입력자료에 대한 비교를 철저히 수행하여 각각의 기관의 모델을 점검하였으며 결과적으로 두 기관 모두 완전히 상호 검증이 된 GoldSim 생태모델을 확보하게 되는 성과를 얻을 수 있었다. Tc-99, Se-79, Cs-135, 그리고 Np-237에 대한 양 기관의 비교 계산 결과를 요약하여 표 1~2에 따로 보였다. 표 1에는 피폭 선량을, 표 2에는 주요 구획에서 대표값으로서의 Cs-135 핵종의 질량 유출률을 나타내었는데, 두 결과로부터 두 기관의 모델이 상호 상당히 일치하는 결과를 보이는 것을 알 수 있다. 한편 농축 피폭 집단의 최대 피폭 선량률은 다른 두경우의 피폭집단에 비해 높은 선량률을 보이고 있음을 알 수 있다. 비교를 위해 가정된 특정한 GBI를 통한 단위 핵종의 유출플럭스에 대한 농축피폭 집단에 대한 연간 피폭 선량률로서의 이 값은, 이 비교 연구를 위해 가정된 값을 사용하는 대신 향후 처분시스템이 개발되면서 부지특성조사 등을 통하여 측정된 실제 입력 자료를 사용하는 경우에 대해서, 처분 시스템에서의 생태계로의 핵종 유출에 대한 선량환산인자를 평가 도출하는데 이용될 수 있게 된다. 이러한 비교 검증연구를 통한 신뢰도 증진에 따라 KAERI

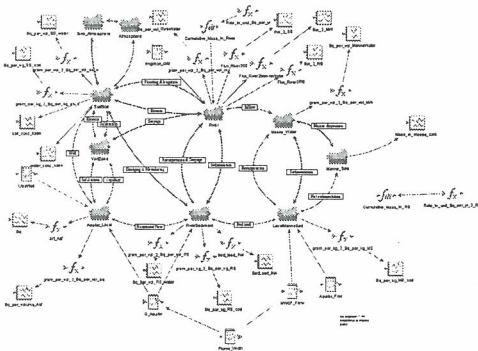


Fig. 1. A GoldSim model for biosphere assessment

에서 개발된 생태계 모델은 현재 건설중인 증거
 준위 처분장의 성능평가 등 실제 처분 시스템에
 대한 평가와 설계 등에 보다 신뢰도가 높게 활용
 할 수 있을 것으로 기대된다.

Table 1. Comparison of exposure rate

핵종	Np-237		Se-79		Cs-135		Tc-99	
	KAERI	JAEA	KAERI	JAEA	KAERI	JAEA	KAERI	JAEA
모넬	1.456E	1.299E	2.470E	2.683E	1.342E	1.142E	1.206	1.220E
농축피복집단	-11	-11	-12	-12	-13	-13	E-14	-14
민물어업집단	7.825E	7.612E	2.617E	2.615E	3.365E	2.886E	2.240	2.229E
해양어업집단	1.532E	1.501E	2.799E	2.796E	3.583E	3.527E	2.539	2.538E
	-13	-13	-14	-14	-16	-16	E-16	-16

Table 2. Maximum release rate of Cs-135 from each compartment [g/yr]

경로	KAERI	JAEA
inflow (River to Marine_water)	2.35E-08	2.35E-08
Bed load	9.74E-14	8.87E-14
Sedimentation(Marine_water to LocalMarineSed)	1.40E-12	1.40E-12
Resuspension(LocalMarineSed to Marine_water)	8.37E-13	8.33E-13
inflow (River to Marine_water)	2.35E-08	2.35E-08
Net sedimentation	6.54E-13	6.51E-13

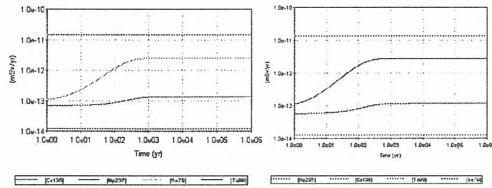


Fig. 2. Exposure dose rate to Farming exposure group (left: KAERI, right: JAEA)

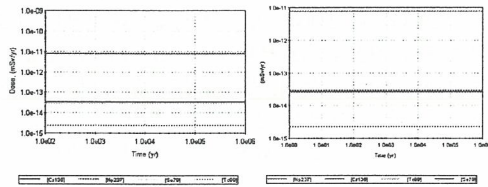


Fig. 3. Exposure dose rate to Freshwater exposure group (left: KAERI, right: JAEA)

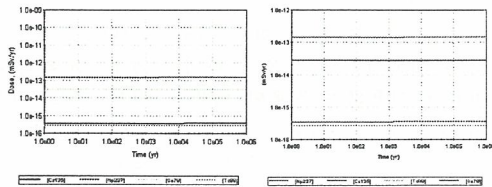


Fig. 4. Exposure dose rate to Marine water exposure group (left: KAERI, right: JAEA)

group (left: KAERI, right: JAEA)

3. 참고문헌

- [1] GoldSim Contaminant Transport Module, User's Guide, Version 4, GoldSim Technology Group, 2006.
- [2] AMBER 4.4 Reference Guide, Enviros, U.K., 2002.
- [3] Y.M. Lee et al., "Nuclide Release from an HLW Repository: Development of a Compartment Model," *Annals of Nuclear Energy*, 34, 782-791, 2007.
- [4] Y.M. Lee et al., "A GoldSim Model for the Safety Assessment of an HLW Repository," *Progress in Nuclear Energy*, 51, 746-759, 2009.
- [5] 1. Youn-Myoung Lee et al., "A Verification Study between KAERI's and JAERI's Biosphere Assessment Models," *Proceedings of 2008 Korean Radioactive Waste Society Spring Meeting*, May 15-22, 2008, Seoul National University, Seoul, Korea.