개선된 AtomCARE를 활용한 방사능재난시의 주민보호조치 전략

이영민*, 정승영, 이현하, 김완주
한국원자력안전기술원, 대전광역시 유성구 과학로 62
*k722lym@kins.re.kr

1. 서론

2011년 3월 후쿠시마 원전사고 시 일본은 주민보호조치를 위해 일본 원자력안전센터(Nuclear Safety Technology Center, NUSTEC)에서 운영하고 있는 SPEEDI 시스템(기상 예측자료 및 예상 선원항을 적용하여 선량평가를 수행하는 프로그램)의 선량평가 결과를 반영하여 주민보호조치를 실시하지 않고 전방위 20 km 이내의 주민에 대하여 소개지시를 내렸다. 주민보호조치 결정의 주체인 내각은 SPEEDI 결과에 대한 불확도(uncertainty)를 염려하여 이를 적용하지 않았으며, 이로 인해 후쿠시마 북서쪽의 오염지역을 통해 다수가 소개되기도 했다. 또한 20 km 이내 주민의 대규모 소개 과정에서 (방사선의 영향이 아닌 공중보건상 문제로 인해) 재해취약 계층의 사망자가 발생하였다. 우리나라는 후쿠시마 사고 교훈을 반영하고 효율적인 주민보호조치 실행을 위하여 방사선비상계획구역을 개선하고 AtomCARE(Atomic Computerized technical Advisory system for a Radiological Emergency) 내 세부 모듈의 개선 등을 수행하여 왔다. 이 논문에서는 방사능재난 시 개선된 AtomCARE 시스템을 활용하여 효율적인 주민보호조치를 수행할 수 있는 전략에 대해 논의하고자 한다.

2. 본론

2.1 사고시 예상선량평가 시스템 현황

세계각국은 기류분석 및 예상선량평가를 위해 기상자료와 선원항 평가자료를 이용한 확산모델링 시스템을 운영하고 있는데, 미국은 RASCAL 및 IXP, 유럽은 JRODOS, 프랑스는 C3X, 일본은 SPEEDI, 한국은 AtomCARE 시스템 내에 새로 구축된 ADAMO 모듈이 있다. 일본 방재당국 및 규제기관은 후쿠시마 사고 이후 사고 선원항과 기상예보자료의 불확도를 이유로 방사능재난 시 SPEEDI 시스템의 예측결과에 따라 주민보호조치 판단을 하는 것은 혼란을 가중시킬 것으로 판단하고 긴급 시 소개 및 일시이주 등의 보호조치 결정에 SPEEDI 예측결과를 사용하지 않는다고 결정했다[1]. 그러나 주민보호조치를 실행하는 지방정부는 예상선량평가 결과를 활용하여 방사성물질의 방출 전에 소개 지시 등 주민보호조치 결정을 할 것을 원자력규제위원회에 요청하였으며[2], 많은 국제 전문가들이 일본의 결정에 우려를 표명하고 있다.

2.2 후쿠시마 사고시 주민보호조치 결정의 한계점

일본의 주민보호조치 결정의 주체는 내각과 지자체이며 일본 원자력규제위원회는 ERSS (Emergency Response Support System)을 통해 사고관련 정보(안전변수 및 선원항)를 제공하고 선량평가는 원자력안전센터(NUSTEC)에서 SPEEDI를 이용하여 수행하여 이를 정부와 지자체 등에 제공한다. 후쿠시마 원전사고시 내각은 원전상황이 악화됨에 따라 기상자료를 바탕으로 예측된 선량결과를 반영하지 않고 전방위 20 km 이내의 주민들을 소개조치 함으로써 일부주민들은 후쿠시마 북서쪽의 오염구역을 통과하여 소개되었으며 재해취약계층에서 공중보건상의 문제로 사망자가 발생하였다. 우리나라는 IAEA 최신 기준 및 후쿠시마 교훈을 반영하여, 방사선에 의한 결정론적 영향을 방지하기 위한 예방적보호조치구역(PAZ, 3 ~ 5 km)과 확률론적 영향을 방지하기 위한 긴급보호조치계획구역(UPZ, 20 ~ 30 km)으로 구분하여 방사선비상계획구역을 개정하였다.

2.3 우리나라 주민보호조치 결정 절차

방사선비상계획구역의 개정에 따라 주민보호조치 전략을 다음과 같이 강화하였다. 적색비상 발령 직후 방사성물질이 방출되기 전에 예방적보호조치구역(PAZ)의 주민을 우선 소개하고, 이후 외부지역에 대하여 AtomCARE를 활용한 방사선피폭선량 예측결과 및 환경감시 결과를 이용하여 주민보호조치 결정기준에 해당하는 지역의 주민보호조치를 수행한다. 이는 방사성물질 방출 시점 예측 및 기류분석 자료의 불확실성을 고려할 때, 방사선에 의한 결정론적영향이 발생할 수 있는 원전 인접지역은 적색비상발령 후 즉시 소개를 실시하고, 그 외부지역은 예상선량평가의 불확도가 상대적으로 낮을 것

으로 판단되므로 선량예측을 통해 해당 주민보호조치를 실시하고 이후 환경감시 결과를 적용한다. 예상선량평가를 위하여 AtomCARE 시스템의 여러 모듈을 활용하여 발전소의 안전변수를 수집(SIDS), 사고상태의 평가를 통해 사고 선원항을 예측(STES)하고 기상예보자료를 활용하여 방사성물질의 확산을 모델링(ADAMO)하여 예상선량을 평가한다.

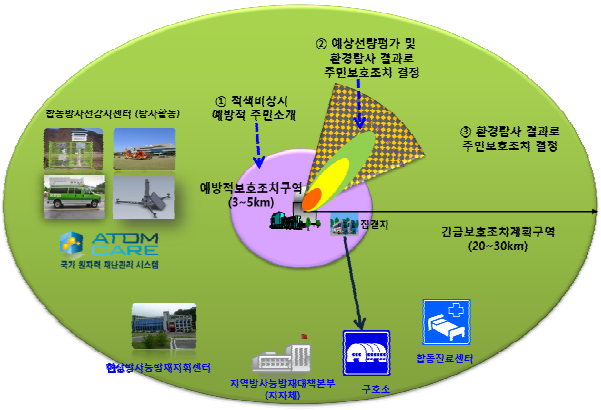

Fig. 1. Step of public protective actions.

후쿠시마 사고교훈을 반영하여 기상자료 및 안전변수 수신체계를 강화했으며 안전정보 수신이 불가할 경우를 대비하여 오프라인 선원항평가 시스템을 확보하였다. 또한 사고시 AtomCARE의 기류분석 및 예상선량평가 결과에 대한 신뢰도를 높이기 위해 2015년 원전주변지역의 상세평가 뿐만 아니라 전국토 범위의 선량평가가 가능한 ADAMO 모듈을 구축하는 등 주민보호조치 전략 수행을 위한 다양한 개선을 수행하였다.

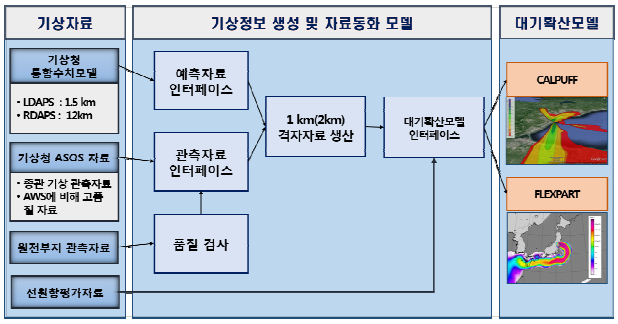

Fig. 2. Overview of ADAMO module.

그러나 주민보호조치 결정을 위한 선량평가의 정확도를 보다 개선하기 위해서는 발전소 상태에 기초하여 방사성물질의 방출시점 및 방출량 결정방법에 대한 기준을 마련하는 등 선원항 평가의 신뢰도를 높이기 위해 많은 논의가 필요 하다고 할 수 있다.

2.4 주민보호조치 분야 개선 방향

향후 효율적 주민보호조치의 결정을 위해 방사선비상시 주민보호조치 결정을 위한 기술지원시스템 AtomCARE의 지속적인 개선뿐만 아니라 선원항 평가의 정확도를 보완하는 것이 필요하다. 사고시 방사성물질의 방출 시점의 결정 문제가 주민보호조치 시점을 결정하는데 중요한 요인이 됨을 인식하고 발전소 상태를 기반으로 방출시점을 결정하기 위한 사전기준을 마련해야 한다. 방사성물질이 방출된 이후의 주민보호조치는 합동방사선감시센터의 환경탐사를 기본으로 이루어진다. 이를 위해 환경탐사를 위한 공중방사선 탐사, 차량을 이용한 방사선 탐사, 이동형방사선감시기 등의 환경감시 인프라가 확충되어야 하며 합동방사선감시센터의 위상강화를 통해 환경탐사요원의 역량강화 또한 지속적으로 이루어져야 한다. 또한, 후쿠시마사고의 교훈을 반영하여 관련 시스템의 개선뿐만 아니라 주민보호조치 결정권한을 가지고 있는 현장방사능방재지휘센터의 방재대책협의회의 주민보호조치 결정과정에 대한 훈련도 발전되어야 한다.

3. 결론

우리나라는 후쿠시마사고의 교훈을 반영하고 효율적으로 주민보호조치를 실행하기 위해 방사선비상계획구역을 개선했으며 방사능재난 시 방사선에 의한 결정론적 영향이 발생할 수 있는 예방적보호조치구역(PAZ)에 대한 예방적 소개를 기본으로 주민보호조치 절차를 개선했다. 예상선량평가 시스템은 선원항평가, 방사성물질의 방출시점, 기상예보자료 등을 기반으로 평가하게 되며, 예방적소개조치와 방사성물질 방출 후 환경탐사활동 사이의 시간적 간격을 보완하며, 예상선량평가의 중요도가 높은 긴급보호조치계획구역(UPZ)의 주민보호조치 여부를 확인하는데 중요한 역할을 담당할 수 있다.

4. 참고문헌

[1] 일본원자력규제위원회, "긴급시 신속 방사능 영향예측프로그램(SPEEDI)의 운용에 대해", 2014. 10. 8.

[2] 교도통신사, “일본, 규제위, SPEEDI “신뢰성 없다”...”폐해 많다 결론, 2016.3.16.