

국내 원전의 방사성유출물 배출 현황 및 경향 분석

우주희, 정승영

한국원자력안전기술원, 대전광역시 유성구 구성동 19번지

woozoo78@kins.re.kr

1. 서론

원자력시설에서 발생하는 유출물은 발생원 또는 물리적 상태에 따라 액체유출물(Liquid Effluent)과 기체유출물(Gaseous Effluent)로 구분 한다. 현재 국내 원전에서에서는 시설운영 중에 발생하는 액체방사성폐기물을 처리하기 위해 증발기, 이온교환기 등을 사용하고 있으며 입자성 물질을 제거하기 위한 전처리 설비로서 필터(NF, MF) 및 역삼투압기(RO) 등이 사용되고 있다. 또한 배출 전에 시료 채취 및 분석하여 방사능농도를 측정하고 배출여부를 결정한 뒤 배출시 방사능연속감시기로 감시하면서 바다로 액체유출물이 희석·배출된다. 기체방사성폐기물은 기체감쇠탱크에 일정기간 동안 압축저장한 후 여과하는 방법(고리1발, 울진1발) 또는 활성탄 지연대(고리2발, 울진2,3발 영광, 월성)를 사용하여 방사능 농도를 저감시킨 후 방사능연속감시기로 감시하면서 대기 중으로 기체유출물을 배출한다.

한국원자력안전기술원은 원자력법 제103조(보고)에 따라 각 원전의 액체 및 기체 유출물 발생 및 배출현황 등 방사선안전관리에 관한 사항을 매분기별로 보고받고 있다. 따라서 원전의 운영과정에서 발생하는 액체 및 기체상 방사성물질의 환경배출량을 비교하여 최근 5년간 원전부지별 방사성유출물의 환경 배출 현황 및 경향을 분석하였다.

2. 본론

액체유출물에 존재하는 방사성물질은 그 특성에 따라 핵분열 및 방사화생성물, 용존(불활성)기체(Noble Gas), 전알파 방사능, 삼중수소(H-3)의 4개 핵종(군)으로 구분하고, 기체유출물의 경우에는 불활성기체(Noble Gas), 입자(Particulate) 및 옥소(Iodine), 전알파 방사능, H-3 등으로 구분하였다. 그림1에서는 방사성유출물중 삼중수소를 제외한 나머지 핵종(군)에 대하여 방사성물질의 환경배출량을 비교하였다.

액체유출물의 경우 삼중수소와 핵분열 및 방사화생성물이 액체유출물을 통해 배출된 방사성물질의 대부분을 차지하는데, 영광원전의 액체유출물은 타발전소와 비교하여 비교적 높은 배출량을 기록하였다. 이를 분석하기 위하여 각 원전의 액체폐기물 처리설비에 대하여 검토한 결과, 대부분의 발전소는 액체폐기물처리를 위해 증발기를 이용하는 반면에 영광3발에서는 2006년까지 원심분리기(전처리) 및 이온교환설비(LRDPS)를 이용하여 액체폐기물을 처리하여 온 것으로 확인되었으며, 이를 개선하고자 영광3발의 전처리 설비를 마이크로필터(MF) 및 역삼투압기(RO)로 신규 교체 하여 입자물질의 제거 성능을 강화하였다. 따라서 2007년 영광3발의 유출물 배출 현황을 검토한 결과 설비개선 효과 의해 배출량이 타 발전소와 비슷한 수준으로 저감화 한 것으로 분석되었다. 울진원전의 액체유출물 경향은 울진3발전소의 상업운전개시 이후 액체유출물의 환경배출량이 증가한 것으로 확인되었다. 이는 울진3발전소의 액체폐기물처리설비가 영광3발과 동일한 액체폐기물 원심분리기(전처리) 및 이온교환설비를 이용하여 액체폐기물을 처리하여 온 것으로 확인되었으며 이를 울진3발은 입자성물질의 제거성능 향상을 위해 전처리 설비를 신규로 교체 중에 있는 것으로 확인되었다. 따라서 향후 배출량 저감화 하는 변화가 있을 것으로 판단된다.

기체유출물의 경우 삼중수소와 불활성기체(주요핵종 Xe-133, Ar-41 등)가 기체상 방사성물질의 대부분을 차지하는데, 중수형 원자로인 월성원전에서는 환경으로 배출되는 삼중수소 및 불활성기체가 타발전소에 비하여 비교적 높은 경향을 나타냈다. 이와 관련하여 월성원전에서는 2008년 1월부터 TRF(삼중수소제거설비)설비를 가동 중이며 향후 삼중수소의 배출량이 저감화 하는 변화

가 있을 것으로 판단된다. 영광원전의 기체유출물은 2007년에 환경배출량이 전년도에 비해 높은 수치를 기록하였는데, 이는 불활성기체 농도 증가에 의한 것으로 확인되었다. 불활성기체의 농도 증가 원인을 분석한 결과 이는 영광5호기의 핵연료 손상에 의해서 발생한 것으로 판단된다. 한편, 울진원전의 기체유출물은 2004년 이후 계속적으로 감소추세를 나타내며, 고리원전의 경우 기체유출물 환경배출량이 호기수 대비 다소 높은 경향을 보이고 있다.

그림은 2003~2007년 기간 동안 국내 원전에서 환경으로 배출된 방사성유출물의 배출방사능 추이를 보여주고 있다.

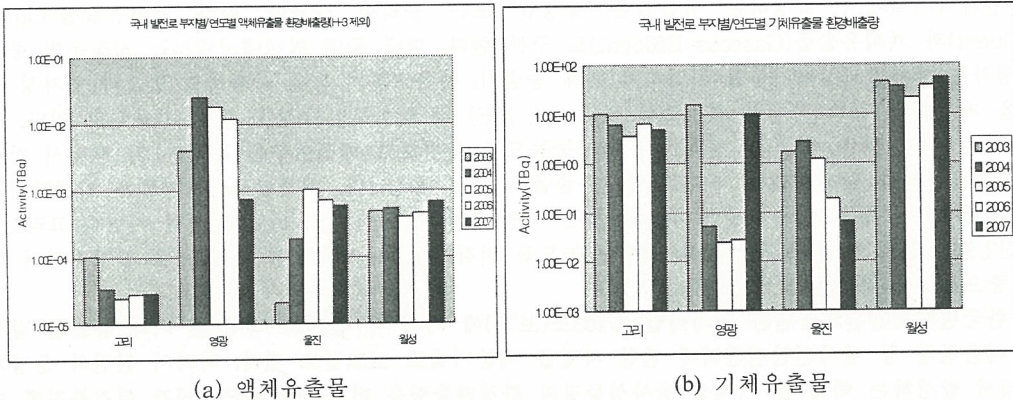


그림1. 국내 발전로 부지별/연도별 방사성유출물 환경배출량(삼중수소 제외)

3. 결론

최근 5년간 국내 원전의 액체 및 기체상 방사성물질 환경배출량 자료를 수집하여 연도별 변화추이와 배출현황에 관한 주요 원인 및 특징을 분석하였다. 그 결과, 영광원전에서는 액체유출물 처리설비의 전처리설비개선을 통해 환경으로 배출되는 유출물의 방사능 농도가 저감화 하고 있는 것으로 확인되었으며, 울진에서도 유사한 방법으로 액체폐기물처리설비 개선이 진행 중에 있는 것으로 파악되었다. 기체유출물 배출에 있어서 월성원전에서는 전반적으로 높은 수치를 나타내고 있으나 향후 TRF 가동에 의해 유출물의 방사능을 저감화 할 수 있을 것으로 판단된다. 영광원전에서의 기체유출물 환경배출량 증가원인을 파악한 결과 영광5호기의 핵연료손상이 기인 한 것으로 확인되었다. 이 이외에도 동 기간 중 유의할 만한 수준의 방사선학적 영향을 유발한 사고 및 사건·고장 현황을 분석한 결과, 전체적인 유출경향과는 직접적인 관계가 없음을 확인하였다. 원전에서 환경으로 배출되는 방사성유출물의 감시와 관리에 대한 국민의 관심이 지속적으로 증대되는 현 시점에서, 원전의 유출물에 대한 분석결과가 향후 원자력시설의 운영 및 유출물 관리에 도움될 것으로 기대하며, 원전에 대한 국민의 불안감을 불식시키고 원전의 유출물 관리에 대한 대국민의 신뢰도 향상에 기여할 수 있을 것으로 판단된다.