

대기 방사능 자동감시망 운영을 위한 경보치 설정에 관한 연구

황영목 · 박창수 · 신형기
한국원자력안전기술원
E-mail: s136hym@kins.re.kr

중심어 (keyword) : 방사능 핵종, 대기부유진, 방사능 농도, 대기 방사능 연속감시기,

서론

최근의 북한 핵실험 및 방사능테러와 같은 새로운 유형의 위협에 대비하기 위해서 보다 효율적인 방사능방재체제 구축의 필요성이 점차 높아져 가고 있다. 국내에서는 방재대피조치를 수행할 수 있도록 전국 38개소에 환경방사능 준위 감시망을 설치하여 운영 중이며, 12개의 지방측정소에서는 시료를 채취하여 환경 방사능의 변동추이를 주기적으로 감시하고 있다.

하지만, 기존의 환경 방사능 감시체계는 방사능의 측정 및 분석을 수행하기 위하여 많은 시간과 과정이 수반되기 때문에 방사능사고를 조기에 탐지할 수 없는 단점이 있다. 따라서 이와 같은 단점을 보완하기 위하여 환경 방사능의 측정과 분석을 자동화할 수 있는 대기 방사능 연속감시기를 도입하였다. 본 감시기는 평상시 대기부유진 중의 전알파 방사능농도 및 전 베타 방사능농도를 연속적으로 감시하고 있기 때문에 자연 방사능농도의 변화뿐만 아니라 인공 방사능농도 변화에 대한 감시가 가능하다. 따라서 방사능테러 및 방사능 재해로부터 발생할 수 있는 피폭사고를 조기에 탐지할 수 있는 장점을 지니고 있다. '09년 현재, 한국원자력안전기술원에서는 서울을 비롯한 전국 총 6개 지역에 감시기를 설치하여 운영 중이며 국내 여건에 적합한 대기 방사능 자동감시망으로 구축하기 위해서 자연 및 인공방사성 핵종의 변화에 따른 일반인의 보호조치 발령 및 감시기 운영을 위한 경보치의 설정이 필요하다.

대상 및 방법

대기 방사능 연속감시기는 검출효율이 서로 다른 2개의 섬광검출기를 이용하여 필터에 잔존하는 부유진의 방사선을 계측하는 것으로, 자연백그라운드보상법(Natural Background Compensation Method)을 이용하여 전 알파와 베타에 대한 대기 중의 방사능 농도를 실시간으로 감시한다.

대기 방사능 연속감시기에서 감시하는 알파 및 베타선은 비(比)전리능이 크기 때문에 외부에서의 차단은 비교적 용이한 편이나, 인체내부로의 흡입 및 음식물의 섭취로 인한 방사선 피폭이 발생할 경우, 단위거리당 에너지 전달률이 크기 때문에 인체의 특정세포에 영향을 집중시켜 심각한 영향을 초래하게 된다. 따라서 방사능 위험으로부터 인체를 방어하고 국내여건에 적합한 대기 방사능 자동 감시망의 운영을 위하여 방사성 핵종의 흡입 또는 섭취에 관한 교육과학기술부고시 제2008-31호("방사선방호 등에 관한 기준 고시")의 연간섭취한도 및 유도공기중농도를 적용하였다. 새롭게 제안하고자 하는 자동 감시망의 경보치(안)은 일반인을 대상으로 하기 때문에 선량한도로는 1mSv/yr를 적용하였으며, 방사성 핵종별 선량환산계수는 IAEA의 Safety Series 115(1996)에 제시된 일반인의 계수값을 적용하였다. 또한 일반인의 활동시간 및 호흡률 차이를 고려하기 위하여 작업종사자의 호흡률(1.2 m³/hr) 및 작업시간(2,000 hr/yr)에 대하여 3 배수의 가중치를 적용하였다.

인체의 내부피폭을 유발할 수 있으며 인공적인 요

인으로부터 발생가능한 방사성 핵종으로는 국내 원자력발전소에서 배출되는 기체폐기물의 미립자를 조사 대상으로 선정하였다. 원전시설에서의 인공 방사성 핵종을 조사하기 위하여 최근 5년간의 원자력발전소 주변 환경방사능 조사 및 평가보고서((주)한국수력원자력, '03~'07년 연보)를 활용하였다.

결과 및 고찰

원자력발전소 주변 환경방사능 조사 및 평가보고서에 따르면 ^{60}Co , ^{58}Co 및 ^{51}Cr 등이 주요 방사능 핵종으로 배출되는데, 배출되는 빈도수에 따라 환경에 미치는 영향이 다르기 때문에 빈도수에 따른 핵종별 가중치를 적용하였다. 그림 1은 최근 5년간 국내 원전에서 기체폐기물의 미립자형태로 배출되는 방사성 핵종에 관한 것으로, 빈도수를 고려하여 2번 이상 배출되었던 11가지 핵종을 조사대상으로 선택하였다.

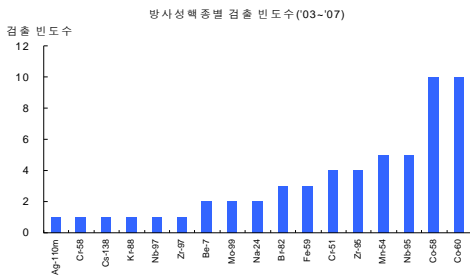


그림 1. 최근 5년간 국내 원자력발전소에서의 기체 폐기물 미립자 핵종별 배출 빈도수

대기 방사능 연속감시기 경보 설정치를 유도하기 위한 핵종별 평균 유도공기중농도(DAC)는 다음과 같이 도출하였다.

$$\overline{DAC} = \frac{1}{\sum \frac{1}{a_i} W_i} \quad \text{식(1)}$$

여기서, i 는 핵종, W_i 는 배출 빈도수를 고려한 가중치이며 a_i 는 핵종별 유도공기중농도에 해당한다. 식(1)은 감시기 경보 설정치를 보수적으로 정하기 위하여 핵종별 유도공기중농도(a_i)에 대한 낮은 농도값에 가중치를 부여하여 유도한 결과로서, 총 11가지 핵종에 대한 평균 유도공기중농도는 8.22 Bq/m^3 이었다. 또한 해당 설정치(안)에 대한 비교분석을 위하여 동일한 핵

종에 대한 교과부고시 제2008-31호의 별표3의 5란¹⁾에 제시된 농도값을 이용하였으며 이를 식(1)에 대입하였을 경우, 평균농도는 24.10 Bq/m^3 이었다. 이를 반영하여 감시기의 계측치에 대한 원인분석 및 조사를 실시하는 '주의'단계로는 8 Bq/m^3 를, 일반인의 보호조치를 발령하기 위한 '경보'기준으로는 24 Bq/m^3 를 경보기준(안)으로 제안하고자 한다.

표 1. 대기 방사능 연속감시기 경보 설정치 비교
(단위: Bq/m^3)

국가 \ 단계	관심	주의	경보
스위스 ²⁾	26	5	30
한국	25	8	24

결론

방사능 물질의 이용증대에 따른 방사능 사고 및 방사능테러와 같은 재해 위협 요소로부터 국민의 안전한 생활과 재산을 보호하기 위하여 원전시설 주변과 인구밀집지역에서의 방사능 재해를 조기에 탐지할 수 있는 대기 방사능 연속감시기를 도입하였다. 자동감시망의 원활한 운영을 위하여 감시기의 경보 설정치를 제안하였으며, 국내 통계자료를 보완하고 다양한 외국의 사례분석을 통한 비교·검증으로 경보 설정치(안)을 개선할 예정이다.

참고 문헌

1. 국내/외 방사능 연속 모니터링 기술연구, 한국원자력안전기술원, KINS/RR-495, (2007).
2. 방사선 비상시 주민보호조치 대응기술 개발, 한국원자력안전기술원, KINS/RR-311, (2005).
3. 원자력발전소 주변 환경방사능 조사 및 평가보고서, (주)한국수력원자력, (2003~2007).
4. Safety Series 115, IAEA, (1996).

1) 흡입에 대한 배기중의 배출관리기준

2) 국내/외 방사능 연속 모니터링 기술연구, 한국원자력안전기술원, KINS/RR-495, (2007)