

방사선작업종사자의 피폭선량 관리체계 개발을 위한 타 국가의 관리현황 분석에 관한 연구

신성균[†], 최명수[†], 이승행[†], 최원철[†], 이상민[†], 김광표[†]
경희대학교 원자력공학과[†], 한국원자력안전기술원[†]
E-mail: kpkim@khu.ac.kr

중심어 (keyword) : 방사선작업종사자, 피폭선량, 피폭분석, 장애방어

서론

원자력 및 방사선의 이용분야가 의료, 교육, 연구, 산업체, 비파괴 분야 등으로 다양해지고 원자력분야의 방사선작업종사자가 연간 약 8% 정도로 지속적으로 증가하고 있으며 (한국원자력안전기술원 2008) 종사자의 집단선량도 증가하는 추세를 보이고 있다. 종사자의 피폭선량 저감화에 효과적인 국가적 차원의 방안을 마련하기 위해서는 방사선작업별 피폭선량 추이 분석을 통하여 분야별 피폭 원인을 파악하는 체계를 갖추는 것은 매우 중요하다.

방사선작업종사자의 피폭선량관리는 지금까지 작업종사자의 피폭선량을 단순 기록하는 소극적인 관리체계를 유지해 왔다. 최근에는 전문화된 피폭관리 정보 분석기술을 새롭게 도입하여 그 어느 때보다 적극적인 종사자 보호 및 규제합리화를 유도하려는 움직임이 일고 있다 (한국원자력안전기술원 2008). 하지만 작업종사자의 피폭선량 분석체계에 개선할 사항이 남아 있는 것으로 사료된다. 이러한 개선사항의 도출 및 향후 발전방향 모색의 일환으로 타 국가의 관리현황을 조사할 필요가 있다. 본 연구의 목적은 체계적이고 효과적인 방사선작업종사자 선량관리 체계의 마련을 위하여 (1) 국내외 작업종사자의 피폭선량 관리체계를 조사 비교, (2) 작업종사자의 피폭선량 비교, (3) 피폭선량 관리체계 발전방향 제시이다.

재료 및 방법

미국, 캐나다, 영국, 프랑스, 스위스 등의 방사선작업종사자의 피폭선량체계 및 피폭선량을 조사하였다. 이는 각국에서 매년 발간하는 보고서를 중심으로 이루어졌다. 조사 내용은 피폭선량의 관리기관, 선량기록시스템, 관리대상 작업종사자 수, 피폭선량 등이 있다 (표-1 참조).

위의 나라에서는 작업자들의 선량관리를 위해 작업자들을 방사선작업 및 피폭유형을 고려하여 직군별로 분류하여 관리하고 있다. 따라서 각국의 방사선작업종사자 작업 및 업무분류를 조사하였다.

마지막으로 각국의 방사선작업종사자의 피폭선량을 비교하였다. 우선적으로 작업종사자 1인당 연간 피폭선량을 비교하였다. 미국 및 스위스의 경우 집단선량만을 제시하고 있어,

집단선량을 작업자수로 나누어 개인 평균 피폭선량을 예측하였다. 피폭선량이 작업군에 따라 상이할 수 있으므로 좀 더 구체적인 비교를 위해 작업군에 따라 피폭선량을 비교하였다. 위의 조사내용을 바탕으로 국내 피폭선량관리체계 발전을 위한 방향을 제시하였다.

결과 및 고찰

표-1에 국내의 작업종사자의 피폭선량 관리체계를 요약하였다. 국내의 경우 한국방사선성동위원소협회에서 작업종사자의 선량한도 관리측면에서 피폭선량을 기록 관리하고 있다. 한국원자력안전기술원에서는 중앙정부 차원의 방사선작업종사자 방호기록의 종합 관리체제를 구축하고자 2002년 국가 방사선작업종사자안전관리센터를 발족하여 작업종사자 피폭선량을 분석하고 이를 바탕으로 매년 피폭방사선량 분석보고서를 발간하고 있다.

표-1. 방사선작업종사자의 피폭선량관리체계 현황.

| 국가 | 기관 | 종사자수 (천명) | 집단선량 (man·Sv) | 연평균 개인선량 (mSv) |
|-----|------|------------|---------------|----------------|
| 한국 | KINS | 32 (2008) | 29 | 0.91 |
| 미국 | NRC | 181 (2008) | 113 | 0.083 |
| | DOE | 83 (2008) | 6.9 | 0.62 |
| 캐나다 | HC | 153 (2007) | 51 | 0.33 |
| 영국 | HPA | 38 (2004) | 19 | 0.5 |
| 프랑스 | IRSN | 306 (2008) | 57 | 0.2 |
| 스위스 | FOPH | 74 (2008) | 5.5 | 0.075 |

미국의 경우 원자력규제위원회와 에너지국 두 기관으로 나누어 피폭선량 관리를 수행하고 있으며, 직접 종사자의 피폭선량시스템을 관리하고 있으나, 대학기관에 종사자의 피폭선량 분석에 대한 부분을 위탁하여 운영되는 체계를 가지고 있다. 이는 피폭선량 통계분석의 객관성과 투명성을 제고하기 위한 것으로 사료된다. 향후 이러한 접근방법을 국내에 도입하는 것을 고려할 필요가 있다. 또 다른 중요한 특징은 피폭선량에 대한 고찰 및 원인규명이다. 피폭선량 분석이 평균선량, 선량동향 등의 단순 통계 분석에 그치지 않고, 증가 혹은 감소하였다면 그에 대한 원인을 분석하여 제공하고 있다. 이러한 종합적인 선량관리체계는 국가 방사선방호 정책 수립 및 종사자의 안전관리 확보에 크게 기여할 것이다. 따라서 국내로 이러한 체계의 도입이 필요하다.

표-2는 각국의 피폭선량관리를 위한 작업자들의 직업 및 업무분류에 대해 요약한 것이다. 미국의 에너지국의 경우 사이트별 피폭선량을 제시하는 반면에, 대부분의 경우에 작업종사자를 산업별로 크게 대분류하고, 각각의 대분류 내에 직업별 소분류그룹으로 분류하고 있다. 캐나다의 경우 타 국가에 비해 작업종사자의 작업분류가 체계적이고 세부적으로 분류되어 있다. 이러한 세부적인 분류는 국가에서 방사선 방호에 대한 정책을 수립함에 있어 각 방사선작업종사자의 맞춤형으로 방사선 안전관리가 효과적으로 이루어 질 수 있도록 해준다. 따라서 국내에서도 이를 바탕으로 작업군 분류를 할 수 있을 것으로 사료된다. 이는 향후 국내는 물론 국제 피폭선량 데이터베이스와 연계하여 선량분석 및 평가기법의 공조 체계를 유지하고, 더 나아가 국제 피폭선량 데이터베이스에 필요한 피폭선량 분석체계를 선도할 수 있는 원동력이 될 것이다.

표-2. 피폭선량 관리를 위한 작업군 분류 현황

| 국가 | 대분류 작업군 (소분류 그룹 수) |
|---------|---|
| 한국 | 핵주거시설 (7), 의료사용 (6), 산업이용 (7), 군수산업 (2), 기타 (3) |
| UNSCEAR | 핵주거시설 (7), 의료사용 (5), 산업이용 (7), 천연자원 (5), 군수산업 (2), 기타 (3) |
| 미국 | NRC: 산업에서의 방사선 촬영, 제조업 및 유통업 관련, 사용 후 연료 저장, 핵주거시설, 원자력발전소, (기업 및 기관별 선량제시) 기관별 선량제시 (30기관) DOE: 관리직원(3), 산업분야와 연구기관(12), 의료 분야(18), 원자력발전소(14), 가속기(9), 우라늄 채광(14), 기타(1) |
| 캐나다 | 5개의 대분류 작업군에 따른 32개의 세부분류 |
| 영국 | 병원, 의료행위, 방사성 물질에 의한 의료 행위, 치과관련 행위, 대학연구, 원자력발전소와 ZWILAG, 산업분야, 공공기관분야, 기타 |
| 스위스 | |

그림-1은 국가별 방사선작업종사자의 1인당 연간 평균 선량을 나타낸 것이다. 평균선량은 0.075 - 0.91 mSv/year 정도로 각국의 선량한도(20 mSv/year)보다 크게 낮다. 결과만을 보았을 때 국내의 경우 타 국가에 비해 선량이 높게 보이나 이에 대한 해석에는 주의가 필요하다. 이는 피폭선량 시스템 상에 등록된 전체 작업자의 평균선량을 나타낸 것이다. 피폭선량은 직군에 따라 상이할 수 있으므로 작업자 구성원의 직군 인원에 따라 평균선량이 달라 질 수 있다. 또한 기록준위, 관독특이치 관리 등 피폭선량 관리에 있어서 각국이 운영하는 피폭관리의 제도적인 차이로 인하여 직접적으로 비교하기에는 어려운 부분이 있다. 본 논문에서는 제도의 차이로 인하여 발생하는 영향은 배제하고 피폭선량의 기록의 체계 및 직군분류에 대하여 비교가능한 부분에 대해서만 검토를 수행하였다.

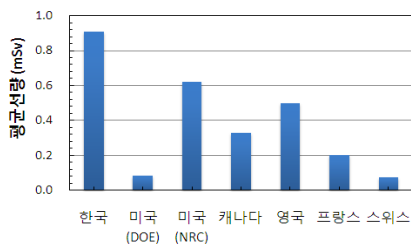


그림 1. 국가별 방사선작업종사자의 1인당 평균선량

그림-2는 직업군에 따른 평균선량을 비교한 것이다. 원자력 발전분야의 경우 국내작업자의 피폭선량은 타 국가와 비

슷한 수준이다. 의료분야의 경우 국내 및 영국의 경우 타 국가에 비해 선량이 높은 것으로 보이나, 이는 치과분야 작업자 때문이다. 치과분야 작업자는 피폭방사선량이 미비한 수준이다. 국내 통계에는 치과분야 작업자가 포함되지 않은 반면, 스위스 및 캐나다의 경우는 작업자의 상당부분이 치과분야 작업자이다.

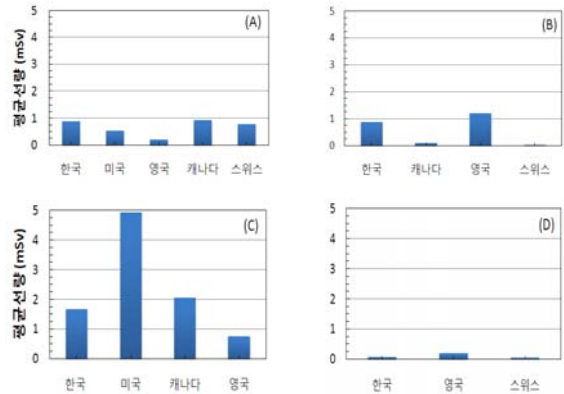


그림-2. 직업군에 따른 연간 평균피폭선량. (A) 원자력발전소, (B) 의료분야, (C) 방사선촬영분야, (D) 연구기관.

이를 바탕으로 표-1의 결과를 재해석하면 미국 에너지국 작업자는 대부분 연구기관에 종사하고 있어 평균선량이 타 국가에 비해 작다. 미국원자력규제위원회에 포함된 종사자의 경우 대부분(93%)이 원자력발전 산업에 종사하고 있어 피폭선량이 원자력발전 작업자의 평균 선량과 비슷하다. 스위스의 경우 상대적으로 적은 방사선량을 받는 의료분야 종사자가 전체 작업자의 73%를 차지하고 있어 작업자 평균선량이 작다. 국내의 경우 피폭선량이 가장 높은 그룹인 방사선 촬영관련 종사자가 전체작업자의 14%를 차지하고 있어 타 국가에 비해 상대적으로 작업자 평균선량이 크게 보이는 것이다.

결론

본 연구에서는 체계적이고 효과적인 방사선작업종사자 선량관리 체계의 마련을 위하여 국내의 피폭선량 관리체계를 조사 비교하였다. 국내의 경우 전문화된 피폭관리 정보 분석기술을 새롭게 도입하여 적극적인 종사자 피폭선량 관리를 수행하고 있다. 이에 그치지 않고 타국가의 장점을 바탕으로 피폭관리체계를 개선한다면 세계적인 수준의 피폭선량체계의 확보는 물론 더 나아가 국제 피폭선량 데이터베이스에 필요한 피폭선량 분석체계를 선도할 수 있을 것이다. 이러한 측면에서 향후 발전시킬 수 있는 사항에는 대학 등의 전문가가 포함된 선량통계 분석 체계의 개발, 작업군의 분류, 선량통계에 대한 구체적인 해석 등이 있다.

참고문헌

조대형, "2008년도 피폭방사선량 분석 보고서", 2009, 한국 원자력안전기술원.