

Polygonal Model Analysis on Occupational Exposure Record of Radiation Workers by Work Field

Je-Wan Park, Ji-Young Han, Yong-Min Kim*

Department of Radiological Science, Daegu Catholic University of Daegu

Received: April 17, 2023. Revised: April 27, 2023. Accepted: April 30, 2023.

ABSTRACT

Since the radiological risk is different depending on the working environment, protection measures and policies must be developed through analysis of the field area environment. Evaluating the characteristics of the field area that uses radiation should be conducted through comparative analysis with other industries, not just the numerical value of the field area. In this study, evaluation factors were derived from exposure records by the department to compare radiation occupational exposure records by sector. And then, we developed a polygonal model for comparative analysis and applied them to eight work fields through ten evaluation factors. Based on the occupational exposure record in 2020, a polygonal model was applied to compare and evaluate the characteristics of the radiation work area. Through this, the usefulness of the polygonal model was confirmed, and protection policy measures for the industry were proposed.

Keywords: Radiation Work Field, Occupational Dose Record, Polygonal model, Radiation Workers, Comparative Analysis

I. INTRODUCTION

방사선종사자의 방사선방호에 대한 관심도는 후쿠시마 사고 및 국내 방사선 이용 업종의 사건·사고가 이슈화되면서 방사선에 대한 국민적 관심 및 염려와 더불어 증가하고 있다. 각 소관 부처(보건복지부, 농림축산식품부, 원자력안전위원회)는 국내 방사선 취급 관련 작업을 수행하는 종사자의 소속 업무에 따라 의료법, 수의사법, 원자력안전법에 근거하여 방사선방호 기록(피폭선량, 건강진단, 교육훈련)을 수집하고 있다¹⁻³⁾.

각 부처들은 질병관리청, 농림축산검역본부, 한 국원자력안전재단을 통해 수집된 방호기록을 바탕으로 매년 통계 분석자료를 보고서로 발간하고 있다. 이러한 분석자료는 집단선량, 종사자수, 평균피폭선량, 구간별피폭선량을 바탕으로 부처별 특성에 따라 업종별(원자력안전위원회-원자력발전소, 의료,

비과과, 생산판매, 공공, 일반산업체, 교육, 연구, 군사 등 9개 업종), 직종별(질병관리청-의사, 영상의학과 전문의, 치과의사, 치과위생사, 방사선사, 간호사, 간호조무사, 업무보조원 등, 농림축산검역본부-수의사, 방사선사, 수의간호사, 기타 등), 의료기관별, 지역별, 연령별, 성별 등으로 분류하여 분석이 수행되고 있다.

이러한 분석도 충분히 의미가 있지만 방사선피폭 기록 분석을 통해 방호 수단과 정책을 개발하기 위해서는 업종에 따른 작업 환경을 분석해야 한다. 작업환경에 따라 방사선학적 위험성이 상이하므로 방사선 분야에서의 위험성을 평가하고 이와 관련된 방호 정책을 수립하기 위해서는 업종 간 피폭 기록 비교 분석을 통해 업종의 특성을 파악해야 한다. 국내의 경우 소관부처에 따라 방사선관계종사와 방사선작업종사로 기록들이 분산되어 관리되고 있어 업종별 특성 비교 분석이 잘 수행되지 않고 있다.

* Corresponding Author: Yong-Min Kim E-mail: ymkim17@cu.ac.kr Tel: +82-53-850-2522
Address: Daegu Catholic University, Hayang-Ro 13-13, Hayang-Eup, Gyeongsan-si, Gyeongbuk, Rep.of Korea 38430

본 연구는 방사선방호기록 활용과 업종별 특성 도출을 위해 수집된 방호기록과 방호기록으로부터의 추가 분석 인자를 도출하고자 한다. 이를 통해, 업종별 방사선 피폭 기록 비교 분석을 위한 다각형 모델을 개발하고 적용하여 업종별 특성을 파악하고자 하였다.

II. MATERIAL AND METHODS

질병관리청 피폭선량관리센터, 농림축산검역본부 동물약품관리과, 원자력안전위원회 한국원자력안전재단¹⁴⁾에서는 매년 소관업무에 해당하는 의료기관 방사선관계종사자, 동물병원 방사선 발생장치 방사선관계종사자, 그 외 모든 방사성동위원소 및 방사선발생장치 생산, 판매, 사용, 이동사용 방사선 작업종사자들에 대하여 업종별 종사자 수, 피폭선량 현황, 구간별 방사선작업종사자 선량분포, 관독 특이자 발생현황 등에 대한 통계자료를 제공하고 있다. 본 연구는 이러한 통계자료를 바탕으로 업종별 비교 평가에 사용할 수 있는 인자를 추가적으로 도출하였다.

기본 통계자료를 바탕으로 도출된 인자들 및 도출 이유는 아래와 같다.

1.1. 집단 선량

집단선량이 높다는 것은 해당 업종에서 방사선 관련 작업이 많다는 것을 의미하여 방사선학적 위험성이 높다고 볼 수 있다.

1.2. 총 기관수

총 기관수가 많다는 것은 방사선원이 여러 곳에서 사용되고 있으며 관리되어야 하는 방사선원이 많은 것으로 볼 수 있다.

1.3. 총 방사선 관계 및 작업종사자 수

방사선종사자가 많다는 것은 방사선원을 다루는 종사자가 많다는 것이며 국가에서 관리되어야 하는 검진, 교육 기록이 많으며 피폭 사고의 발생 가능성이 높다고 볼 수 있다.

1.4. 기관당 평균 방사선종사자 수

기관당 종사자수가 많다는 것은 대형기관임을

의미하고 그에 따른 방사선학적 위험성이 크다고 볼 수 있다. 반대로 기관당 종사자수가 적은 것은 소규모 업체임을 의미한다. 소규모의 특성으로 인해 방사선작업 관리가 부실할 수 있음을 의미하며 적은 방사선종사자 수로 인해 업무량이 과다할 가능성이 있다고도 볼 수 있다.

1.5. 평균 피폭선량

대표적인 피폭분석 기록으로 피폭선량이 높다는 것은 작업환경 상 방사선학적 위험이 높음을 의미한다.

1.6. 0.1 mSv (기록 준위) 이상 평균 피폭선량

평균 피폭선량은 총 종사자 수로 나눔으로 인해 실제 종사하지 않은 사람들이 많은 경우 평균선량이 낮게 나타나게 된다. 따라서 실제 종사하는 사람들의 평균 피폭선량을 보는 것도 필요하다. 많은 나라에서 기록 준위 이상의 피폭을 가지고 평균 피폭량을 분석하고 있다.

1.7. 총 방사선종사자 수 대비 0.1 mSv (기록 준위) 이상 방사선종사자 비율

기록준위 이상 종사자 수는 실제 작업에 참여하는 사람을 뜻하며 비율이 높을수록 방사선 피폭 가능 환경에서 근무하는 방사선 종사자가 많음을 의미하며 이는 방사선학적 위험성이 높다고 볼 수 있다.

1.8. 1 mSv 이상 평균 피폭선량

1 mSv는 일반인 선량한도로 많은 나라에서 감시 구역의 경계로 사용하고 있다. 일반인 선량한도를 넘는 작업자는 상대적으로 피폭이 많은 고 방사선 작업을 수행하고 있다고 볼 수 있다. 이러한 작업자들의 피폭선량과 비율은 위험성의 평가 인자로 활용될 수 있다.

1.9. 총 방사선 종사자 수 대비 1 mSv (일반인 선량 한도) 이상 방사선 종사자 비율

1 mSv 이상 피폭되는 종사자 수는 방사선량률이 높은 환경에서 작업에 참여하는 사람을 의미할 수 있으며 비율이 높을수록 방사선학적 위험성이 높다고 볼 수 있다.

1.10. 판독 특이차 수

법적 선량한도를 초과하였거나, 피폭선량 관리 미흡(선량계 분실 등) 등이 원인이므로 관리를 더 중점적으로 해야 하는 업종으로 분류될 수 있고 작업환경의 방사선학적 위험성이 높다고 볼 수 있다.

위 10가지 평가 인자에 대하여 업종별 비교 분석을 통해 업종의 특성을 파악하고자 하였다. 국내에서는 적용되고 있는 업종의 분류는 의료기관 진단(질병관리청), 동물병원(농림축산검역본부), 그리고 원자력발전, 의료(진단제외), 비파괴, 생산/판매, 일반산업체, 교육, 연구, 공공, 군사의 9개 분야로 적용되고 있다. 이 중 교육, 연구, 공공, 군사 분야의 경우 피폭선량은 낮고 종사자 수는 많은 형태로 되어 있으며 상대적으로 비율이 낮아 평가에 그대로 적용하기는 적절하지 않다. 따라서 본 연구는 교육/연구/공공/군사 분야는 통합하여 의료(진단), 수의학(진단), 원자력발전, 비파괴, 의료(진단제외), 생산/판매, 일반산업체, 교육/연구/공공/군사 분야의 8개 업종으로 비교를 수행하였다.

III. RESULT

1. 다각형 모델의 개발 및 적용

본 연구는 모든 방사선이용분야에 적용가능한 인자를 활용하여 특성 평가 모델을 제시하고자 하였다. 부처별 피폭선량분석보고서 내 피폭선량 및 기타 통계자료(방사선작업종사자 수, 기관 수 등)를 활용할 수 있는 방법으로 다각형 모델을 선정하고 이를 통해 업종 비교 분석을 수행하고자 하였다.

다각형 모델은 다양한 분야에서 적용되고 있으며 직관적으로 여러 인자를 파악할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 대표적인 사례로는 국가들의 핵무기 관련 위험을 평가하는 핵위협구상(Nuclear Threat Initiative, NTI)^[7,8]의 핵물질 안전지수(NTI 지수)나 비파괴검사의 위험성을 파악하기 위한 IAEA^[9] Working Group on Industrial Radiography (WGIR)의 Road Map에 활용된 다각형 모델이 있었다. 국내 방사선 분야에서도 비파괴 분야 작업장 분석에 사용되었으며 한국원자력안전재단의 피폭 기록 분석보고서에서도 활용되고 있다^[6,10-11].

앞서 도출된 10가지 평가 인자에 대하여 다각형 모델을 적용하고자 하였다. 그러나 10가지 평가 인자들의 단위와 범위가 모두 달라 다각형 모델에 적용할 때에는 그에 따른 수정이 필요하다. 본 연구는 분야별 방사선피폭 기록의 특성을 비교하고자 하였으므로 업종별 다각형 위험성 평가 모델은 해당 연도의 각 인자별 수치 중 최댓값을 기준으로 백분위하여 해당 인자의 점수(수치)를 제시하고 방사형 모델로 시각화함으로써 업종별 방사선피폭 기록 특성을 파악하고자 하였다. 각 인자별 수치 중 최댓값을 기준으로 백분위하는 방법은 아래의 식과 같으며 2020년 집단선량에 대해 백분위한 계산은 Table 1과 같다(예시에서 당해연도 집단선량의 최댓값은 의료분야 진단용으로 39,500 man Sv임)

$$\text{평가 인자 백분위화} = \frac{\text{해당 업종의 값}}{\text{해당 평가인자의 당해년도 최댓값}} \times 100 \quad (1)$$

Table 1. Evaluation factor percentile method for radiation utilization areas (2020)

Sectors	Collective dose (man Sv)	Percentile value
Medical (diagnostic)	39,500	100.0
Veterinary (diagnostic)	171	0.4
Nuclear power plant	8,729	22.1
Non-destructive test	3,074	7.8
Medical (excluding diagnosis)	2,466	6.2
Production/Sales	792	2.0
General Industry	112	0.3
Others (Education, Research, Public, Military)	451	1.1

2. 2020년 업종별 피폭 기록 다각형 모델 적용

본 연구는 업종별 다각형 모델 비교 분석을 위해 Excel Macro를 이용하여 다각형 모델 비교 프로그램을 개발하고 적용하였다. Fig. 1에 제시된 프로그램을 통해 각 부처별 발간된 피폭 기록(집단선량, 종사자수, 구간별 피폭선량 분포, 기관수 등)을 입력하면 자동적으로 백분위화된 점수를 도출할 수 있다.

특성 평가 인자	원자력발전소 분야	단위
1) 집단선량	8,729	man·mSv
2) 기관수	14	개
3) 종사자수	16,852	명
4) 기관당 평균종사자수	1,203.71	명
5) 평균선량	0.52	mSv
6) 0.1 mSv(기록준위) 초과 평균 피폭선량	1.78	mSv
7) 0.1 mSv(기록준위) 초과 종사자 비율	29.18	%
8) 1 mSv(일반인 선량한도) 초과 평균 피폭선량	3.58	mSv
9) 1 mSv(일반인 선량한도) 초과 종사자 비율	12.63	%
10) 판독특이자 발생 수	0	명
6-1) 0.1 mSv 초과 피폭자 수	4,917	명
6-2) 0.1 mSv 이하 피폭자수	11,935	명
7-1) 1 mSv 초과 피폭자 수	2,128	명
7-2) 0.1 - 1 mSv 피폭자 수	2,789	명
7-3) 0.1 - 1 mSv 평균피폭선량	0.40	mSv

Fig. 1. Polygonal characteristic analysis model data input sheet of nuclear power plant sector.

2020년	특성 평가 인자	원자력발전소 분야	비파괴 분야	의료 분야	생산/판매 분야	일반산업체 분야	기타(교육, 연구, 공공, 군사) 분야	진단 분야	동물 분야
	집단선량	22.1	7.8	6.2	2.0	0.3	1.1	100.0	0.4
	기관수	0.0	0.1	0.4	1.0	1.4	0.7	100.0	10.3
	종사자수	17.2	5.3	6.6	4.1	6.4	8.3	100.0	0.6
	기관당 평균종사자수	100.0	8.3	3.1	0.8	0.9	2.3	0.2	0.0
	평균 피폭선량	87.9	100.0	64.9	33.3	3.0	9.4	68.5	50.9
	0.1 mSv(기록준위) 초과 평균 피폭선량	100.0	75.7	71.3	70.4	18.2	27.4	64.1	54.6
	0.1 mSv(기록준위) 초과 종사자 비율	66.5	100.0	68.9	35.9	12.5	25.9	80.9	70.5
	1 mSv(일반인 선량한도) 초과 평균 피폭선량	77.6	77.3	67.1	81.4	62.6	43.7	88.0	100.0
	1 mSv(일반인 선량한도) 초과 종사자 비율	92.5	100.0	75.4	32.0	0.8	8.4	57.4	34.7
	판독특이자 수	0.0	1.8	2.0	0.9	1.4	1.4	100.0	1.2

원자력 분야 특성 평가 비파괴 분야 특성 평가 의료 분야 특성 평가 진단 분야 특성 평가 4 차년도 분야별 분석

생산/판매 분야 특성 평가 일반산업체 분야 특성 평가 기타 분야 특성 평가 동물 분야 특성 평가 DELETE CHART

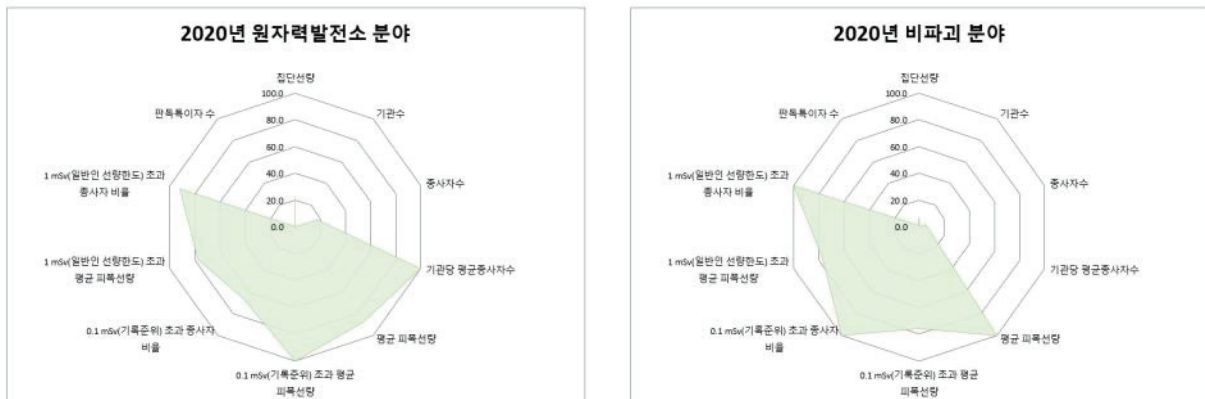


Fig. 2. Polygonal characteristic analysis model output sheet.

Table 2. Percentile score by sectors and evaluation factor (2020)

Sectors/Factors	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
Medical (diagnostic)	100	100	100	0	69	64	81	88	57	100
Veterinary (diagnostic)	0	10	1	0	51	55	71	100	35	1
Nuclear power plant	22	0	17	100	88	100	67	78	93	0
Non-destructive test	8	0	5	8	100	76	100	77	100	2
Medical (excluding diagnosis)	6	0	7	3	65	71	69	67	75	2
Production / Sales	2	1	4	1	33	70	36	81	32	1
General industry	0	1	6	1	3	18	13	63	1	1
Others (Education, Research, Public, Military)	1	1	8	2	9	27	26	44	8	1

Facotr: ① Collective dose, ② Number of institutions, ③ Number of radiation worker, ④ Average number of radiation workers per institution, ⑤ Average occupational exposure dose, ⑥ Average exposure dose of workers exposed to more than 0.1 mSv (record level), ⑦ Ratio of radiation workers with 0.1 mSv (record level) or higher to the total number of radiation workers, ⑧ Average exposure dose of workers exposed to more than 1 mSv (public dose limit), ⑨ Ratio of radiation workers with 1 mSv (public dose limi) or higher to the total number of radiation workers, ⑩ Number of workers with personnel dosimetry problem

2020년 8개 업종에 대한 백분위 점수는 Table 2와 같다. 이 자료를 바탕으로 Excel Macro 기능을 통해 8개 업종에 대한 다각형 모델을 적용한 결과는 Fig. 2와 같은 형태로 계산되어 나타난다.

백분위화된 점수를 사용하게 되면 업종 대비 상대적 파악이 가능하다. 다만 Table 2와 같은 형태는 개별적으로 하나의 평가 인자를 보는 것은 좋지만 직관적으로 업종의 전체적인 특성을 파악하기 어렵다는 단점이 존재한다. 본 연구는 직관적으로 업종 피폭 특성을 파악할 수 있도록 다각형 모델을 Fig. 2와 같이 Excel 프로그램을 활용하였다. 다각형 모델을 적용한 업종별 평가 결과는 Fig. 3과 같다.

다각형 모델의 적용을 통해 상대적으로 업종의 특성을 비교할 수 있다. 의료기관 진단 분야는 우리나라 피폭의 2/3를 차지하고 있어 집단선량, 기관수, 종사자수가 모두 높은 것을 알 수 있다. 또한 판독특이자가 압도적으로 높은 것을 알 수 있어 의료기관에서의 선량계 관리가 좀 더 이루어져야 할 것으로 판단된다. 그러나 기관 당 등록된 평균 관계종사자수는 매우 적은 것으로 나타나 소규모 의료기관에서의 종사자 관리를 위한 정책 개발도 고려되어야 할 것으로 판단된다.

동물병원 소속의 방사선관계종사자의 경우 1 mSv 이상 피폭 받은 사람들의 평균이 8개 업종 중

가장 높게 나타났다. 이는 일부 종사자들에게 업무 등이 집중되었거나 피폭이 많이 발생했음을 의미한다. 동물병원에 대한 고피폭 종사자들에 대한 관리를 고려할 필요가 있다.

원자력발전소의 경우는 의료분야를 제외하고 가장 큰 집단선량을 나타낸다. 특히 원자력발전소는 대형 시설로 기관 당 등록되어 있는 종사자수가 압도적으로 높다. 자체 판독이 이루어지고 있어 판독 특이자 발생하지 않는 점도 고려를 해야 한다. 기록 준위 이상 피폭된 사람들의 평균 피폭량이 가장 높은 것을 볼 때 전반적으로 높은 방사선량률의 작업 환경을 가진 업종으로 볼 수 있다.

비과피 분야의 경우 평균선량이 가장 높은 업종에 해당한다. 또한 종사자의 대부분이 방사선작업에 종사함을 종사자 비율을 비교를 통해 알 수 있다. 상대적으로 기관당 종사자의 수도 원전을 제외하면 가장 높게 나타나므로 비과피 분야의 경우 평균선량 관리에 대한 방안을 고려해야 한다.

진단을 제외한 의료 분야의 경우 평균 피폭선량이 높은 편에 해당하며 기록준위 및 1 mSv 이상의 평균 피폭선량도 높은 편으로 나타난다. 핵의학과 중양학에 대해 별도의 관리를 통해 선량관리를 할 필요성이 있다.

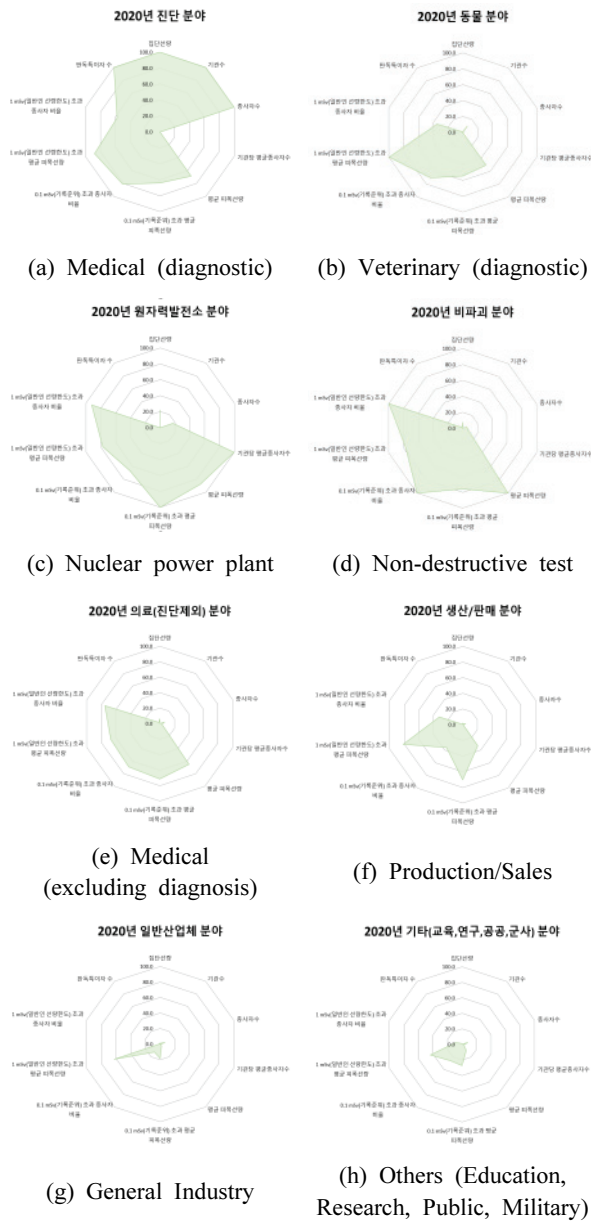


Fig. 3. Result of applying the percentile polygon model by sectors (2020).

생산/판매와 일반산업체는 다소 유사한 결과를 나타낸다. 진단 분야의 압도적 기관수로 인해 기관수는 낮게 나타났으나 다른 분야에 비해 많은 업체가 등록되어 있음을 확인할 수 있다. 또한 0.1 mSv 및 1 mSv 이상 받은 사람들에 대한 평균 피폭선량이 높게 나타나고 상대적으로 이렇게 피폭 받은 사람들의 비율은 낮게 나타난다는 점을 고려해야 한다. 이는 피폭 구간이 다른 업종에 비해 소수의 작업자가 고피폭 업무를 수행하고 있다고 볼 수 있다.

기타 분야는 전체적으로 큰 특성이 나타나지 않는다. 일반산업체 대외 평균 피폭선량이 높기는 하나 대체적으로 교육/연구/공공/군사 분야에서의 피폭량은 낮게 유지됨을 알 수 있다. 산업체와 더불어 기록준위 이상 및 1 mSv 이상 피폭되는 종사자의 비율이 낮게 나타나고 있어 많은 종사자들이 피폭을 거의 받지 않는 업무에 종사하고 있는 것으로 파악할 수 있다.

IV. DISCUSSION

방사형 척도 모델은 각 인자별로 직관적으로 볼 수 있어 업종별 특징을 파악하기 쉬우며 다른 업종과의 비교 분석도 용이하다. 본 연구는 기존 방사선종사자 피폭 기록과 피폭 구간 분포 등의 자료를 이용하여 방사선 작업 환경을 분석할 수 있는 인자를 추가로 제시한 후 방사형 모델에 적용하였다. 이러한 인자들은 절댓값으로 파악하는 것보다는 상대적으로 볼 필요가 있다. 이를 위해 방사형 척도 모델은 절댓값이 아니라 당해 연도의 최댓값으로 백분위화하여 나타낼 수 있도록 구성하고 각 업종에 대한 특성을 분석하였다.

백분위화할 경우 정량적으로 점수 도출이 가능해 피폭 선량 저감 방향 수립이나 정책 등에 활용이 가능하여 작업 환경 특성에 맞는 방호 조치 적용이 가능하다. 다만 백분위화할 경우 어느 특정 업종의 값이 너무 큰 경우 다른 업종들의 값이 너무 작아져 큰 업종을 제외한 다른 업종과의 비교가 힘든 단점도 존재한다. 이러한 인자들에 대해서는 가중치 등을 적용하거나 인자들의 적정성에 따라 변경도 고려해야 할 것으로 판단된다. 또한 본 연구는 2020년 기록만을 가지고 판단한 것으로 특정한 해에 사고 등으로 판독특이자가 많게 나오게 되면 전체적으로 그래프 모습이 왜곡될 수도 있어 이에 대한 고려도 필요하다.

V. CONCLUSION

방사선 방호 조치나 정책은 방사선 작업환경에 따라 개발되어야 한다. 방사선 작업 환경은 절댓값으로 평가하는 것보다는 다른 방사선작업 환경과의 비교를 통해 특성을 파악하는 것이 필요하다.

국내에서는 진단용 방사선발생장치의 경우 질병관리청과 농림축산검역본부에 의해 방사선관계종사자 관리가 이루어지고 있으며 그 외의 경우에는 원자력안전위원회를 통해 방사선작업종사자로 관리가 이루어지고 있어 전체적인 종사자의 방사선피폭에 대한 비교 분석은 수행되지 못하고 있다. 본 연구는 진단용 방사선발생장치를 포함하여 국내 방사선 관련 모든 업종을 상대적으로 비교 분석하고자 하였다.

이를 위해 각 부처별 종사자 피폭보고서로부터 집단선량, 평균선량, 종사자수, 기관수, 관독특이자수 등과 더불어 기록분포 자료를 이용하여 10가지 인자들을 도출하였다. 2020년 방사선 관련 8개 업종(의료진단, 동물진단, 원자력발전소, 비파괴, 의료(진단제외), 생산/판매, 일반사업체, 기타(교육/연구/공공/군사)에 대하여 당해연도 최댓값을 기반으로 백분위화하여 각 인자에 대해 상대평가를 수행하였다. 상대평가한 결과를 직관적으로 평가할 수 있는 다각형 모델을 개발하고 이를 Excel Macro에 적용하여 결과를 도출하였다.

다각형 모델은 직관적으로 업종의 특성을 다른 업종과의 비교를 통해 상대적으로 파악하는데 유용성이 있었다. 이러한 다각형 모델의 장점은 업종 특성에 맞는 방호 정책 방안 개발에 활용되어 방사선 안전 신뢰도 구축에 기여할 수 있을 것으로 기대된다. 향후에는 항공승무원에 대한 자료를 보강하여 비교 평가하고 동일 업종 내 연도별 분석, 또는 기타업종 내 교육-연구-공공-군사 세부비교 등에 적용한다면 활용도를 더 높일 수 있을 것으로 기대된다.

Acknowledgement

본 연구는 2021년 대구가톨릭대학교 교내연구비의 지원에 의해 수행되었다.

Reference

[1] MOHW (Ministry of Health and Welfare), "Regulations on safety management of diagnostic radiation generators", 2021.

[2] MAFRA (Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs), "Regulations on safety management of radiation generators for animal diagnosis", 2020.

[3] NSSC(Nuclear Safety and Security Commission), "Enforcement Rules of the Nuclear Safety Act", 2021.

[4] NDA(National Dose Registry) and KDCA(Korea Disease Control and Prevention Agency), "2020 Report Occupational Radiation Exposure in Diagnostic Radiology", 2021.

[5] APQA(Animal and Plant Quarantine Agency), Nuclear Safety), "Current Status of Radiation Generator Management in Veterinary Hospitals and Annual Report on Individual Occupational Exposure Doses(2020)", 2021.

[6] KOFONS(Korea Foundation of Nuclear Safety) and NSSC(Nuclear Safety and Security Commission), "2020 Occupational Exposure Dose Analysis Report", 2021.

[7] NTI(Nuclear Threat Initiative), "NTI Nuclear Materials Security Index(Building a Framework for Assurance, Accountability, and Action, Second Edition)", 2014.

[8] <http://www.nti.org>

[9] IAEA(International Atomic Energy Agency), "The Information System on Occupational Exposure in Medicine, Industry and Research (ISEMIR): Industrial Radiography", IAEA-TECDOC-1747, 2014.

[10] Y, J. Bae, B. S. Kim, D. Y. Gwon, Y. M. Kim, "Multidimensional Model for Assessing Risks from Occupational Radiation Exposure of Workers", Journal of the Korean Society of Radiology, Vol. 11, No. 7, pp. 554-564, 2017. <https://doi.org/10.7742/jksr.2017.11.7.555>

[11] D. Y. Gwon, J. Y. Han, Y. J. Bae, B. S. Kim, Y. M. Kim, "A Study on the Selection of the Main Factors of Radiation Risk Index Model for assessing risk in Nondestructive Test workplace", Journal of the Korean Society of Radiology, Vol. 12, No. 4, pp. 449-455, 2018. <https://doi.org/10.7742/jksr.2018.12.4.459>

업종별 방사선작업종사자 피폭 기록 다각형 모델 분석 연구

박제완, 한지영, 김용민*

대구가톨릭대학교 방사선학과

요 약

작업환경에 따라 방사선학적 위험성이 상이하므로 해당 업종 환경에 대한 분석을 통해 방호 수단과 정책을 개발해야 한다. 방사선을 이용하는 업종 분야에서의 특성을 평가하는 것은 해당 업종의 수치만을 보는 것이 아니라 다른 업종과의 비교 분석을 통해 수행되어야 한다. 본 연구는 업종별 방사선 피폭 기록 비교를 위해 부처별 종사자 피폭 기록으로부터 평가 인자를 도출하고 이를 상대적으로 평가할 수 있는 다각형 모델을 개발하여 8개 방사선 이용 업종에 대해 적용하였다. 2020년 방사선 피폭 기록을 바탕으로 다각형 모델을 적용하여 방사선 업종의 피폭 기록을 기반으로 특성을 비교 평가하였다. 이를 통해 다각형 모델의 유용성을 확인하였으며 업종에 대한 방호 정책 방안을 제안하였다.

중심단어: 방사선 이용 분야, 방사선 피폭 기록, 다각형 모델, 방사선관계/작업종사자, 상대평가

연구자 정보 이력

	성명	소속	직위
(제1저자)	박제완	대구가톨릭대학교 방사선학과	연구원
(공동저자)	한지영	대구가톨릭대학교 방사선학과	연구원
(교신저자)	김용민	대구가톨릭대학교 방사선학과	교수