

# AHP를 활용한 방사선작업종사자 안전관리의 상대적 중요도 분석

김 근 우\*  
김 선 경\*\*

## 국문요약

본 연구는 AHP 기법을 활용하여 방사선작업종사자 안전강화 방안의 우선순위를 결정하고자 하였다. 분석기준 설정을 위해 하이비(Harvey)의 3E를 활용하여 교육·홍보, 환경·기술, 규제·단속 측면을 상위기준으로 설정하고, 방사선안전 제도 검토 및 선행연구에서 방사선안전 항목을 검토하여 각각의 하위 항목들로 구성하였다.

상위항목 분석 결과 환경·기술, 교육·홍보, 규제·단속 분야 순으로 환경·기술 분야가 가장 높게 나타났다. 전체 항목 중요도 분석결과 상위 3개 항목은 발주자의 안전조치 의무 이행, 방사선 작업 시 적절한 차폐체 사용, 분야별 방사선안전교육 개발 순으로 나타났으며, 하위 3개 항목은 기본교육 강화, 방사선안전관리 지침 마련, 법규 위반 처벌 강화 및 포상금 지급 순으로 나타났다. 설문에 참여한 응답자들은 법규 위반에 따른 처벌강화나 안전관리 지침을 마련하는 규제·단속 측면 보다는 발주자의 안전한 작업환경 제공 의무 이행이나 방사선 작업 시 적절한 차폐체를 사용하는 환경·기술 측면이 방사선작업종사자의 안전을 강화하는데 중요한 것으로 판단했다.

이에, 향후 방사선작업종사자의 안전을 강화하기 위한 정책적 시사점은 다음과 같다. 첫째, 규제·단속 측면보다는 환경·기술 측면에 주안점을 주고 추진해 나가야 한다. 둘째, 발주자의 안전조치 의무가 성실히 이행될 수 있도록 체계적인 연구가 필요하다. 셋째, 주요 작업 별 피폭방사선량 측정결과를 분석한 방사선차폐체 이용매뉴얼을 마련하고 현장에 적용해야 한다. 넷째, 분야별 방사선안전교육 개발을 추진하여 교육에 직접 활용해야 할 것이다.

주제어: 방사선작업종사자, 방사선안전, 상대적 중요도, 하이비(Harvey) 3E, AHP 분석

## I. 서론

그동안 다양한 의료기관이나 생물학적 연구 혹은 산업적 측면의 필요성으로 인해 우리사회에서 원자력과 방사선이 활용되어 오고 있었으나, 그러한 효용 이면에 인체에 미치는 부정적 영향에 대한 논란이 끊임없이 제기되어 왔다. 더불어 경제적·사회적 전 분야에서 방사선 활용의 우려도 지속적으로 나타나고 있는 실정이다.

\* 주저자

\*\* 교신저자

이러한 측면에서 그동안 우리 정부는 방사선 분야의 안전강화에 대한 제도적 강화를 시도하면서 방사선의 안전관리를 위한 정책적 고안을 모색해오고 있다. 방사선 안전 제도의 경우 1958년 원자력법 이후 안전규제를 분야별로 별도 관리하기 위해 2011년 원자력안전법으로 제정되었다. 특히 지난 2011년~2012년 방사선작업종사자 3인의 과피폭 사망사건은 원자력안전의 제도적 강화를 시도하게 되는 전환점이 되었으며, 이 시기부터 특히 방사선의 작업종사자들을 위한 제도적 강화와 정책적 고안의 필요성이 요구되고 있다.

이와 관련하여 국내·외 연구를 살펴보면 다양한 분야의 방사선작업종사들의 노출실태 조사와 이를 보완하기 위한 방안을 모색해온 연구들이 있다. 먼저 방사선작업종사자의 피폭 현황과 실태 조사(김욱, 2014; 임창선 외, 2009; 이미현 외, 2014) 등이 이루어졌다. 한편 분야별로는 간호사나 치과위생사, 수술실, 외과의사 등 의료분야(장미야, 2018; 박민경, 2017; 김봉희 외, 2017; 박철구 외, 2017; Ronald M. Yang 외, 2002), 방사선학이나 핵의학과, 교육용 치과엑스선 등 실습교육현장(길종원 외 2014; 임창선 외, 2009), PET, PET CT 방사선종사자나 F-18 FDG 이용하는 소동물 영상 획득실험 취급자, 사용후핵연료 운반 작업자 등 다양한 분야 작업장(박훈희 외, 2012; 김익수, 2016) 등으로 구분하여 살펴볼 수 있다.

그러나 기존의 논의들은 방사선안전의 개념적 수준에 대한 학술적 접근 논의가 부재하여 방사선안전 분야에 있어서 이론적인 심층성이 요구되는 바, 먼저 방사선안전의 개념적 범위나 관점을 어떻게 바라보아야 하는지의 기초적인 연구 접근이 필요하다. 또한, 분야별 관리 방안들의 전체적이고 통합적인 정책적 접근 논의가 필요하다. 즉, 방사선 관련 지속적인 전문성강화를 위한 교육의 필요성을 논의한 J. Damilakis 외(2013), 조직의 안전문화 조성의 중요성을 제시한 T. Coldwell 외(2015) 등 정책적인 문제 인식을 갖는 연구가 있으나, 기존 논의를 토대로 통합적 관점에서 상대적 중요성이나 우선순위를 고려한 논의는 드물다.

이에 본 연구에서는 방사선안전에 대한 개념적인 접근을 시도하는 한편 그동안 정책의 상대적 중요도를 도출하는데 유용한 계층화 의사결정방법(Analytic Hierarchy Process, 이하 AHP)을 통해 정책의 상대적 중요도를 파악하여 방사선작업종사자들을 위한 안전관리를 모색해보고자 한다. 이를 통해 향후 관련 기관에서 정책적 방향을 고려하는데 기초 연구로 활용되는 것을 목적으로 한다.

## II. 이론적 배경 및 선행연구 고찰

### 1. 방사선안전의 개념 및 중요성

그간 국내외 방사선안전 연구나 원자력안전법 등 관련 제도를 살펴보면 방사선안전의 개념을 명확하게 제시하고 있지 않는 실정이다. 이에, 본 연구에서는 방사선안전관리자가 수행하는 업무를 방사선안전으로 정의하고자 한다. 왜냐하면, 원자력안전법 제53조의2를 보면 허가사용자 및 신고사용자는 방사선안전관리에 관한 업무를 수행하기 위하여 방사선안전관리자를 선임하도록

규정하고 있고 방사선안전관리자가 수행해야 하는 방사선안전에 관한 업무란 안전관리규정 및 기술기준의 준수여부 점검과 방사선작업종사자 또는 방사선관리구역에 출입하는 자에 대한 방사선장해방지조치로 정의하고 있기 때문이다.

이 관점에서 방사선안전의 개념은 방사선안전 조직·기능에 관한 사항, 방사성물질의 구매·사용·판매, 방사성폐기물 관리, 방사선 측정, 방사선안전 장비 관리, 방사선 피폭선량 평가, 개인선량계 관리, 교육·훈련, 방사선 관련 기록 비치, 위험시 조치, 방사선원 도난분실 조치, 사고 예방에 관한 사항, 방사성물질 시설 및 사용 등에 따른 안전기준 준수, 건강진단·피폭관리 등 방사선장해방지 조치를 말한다. 더 자세히 살펴보면 <표 1>과 같다.

**<표 1> 안전관리규정·기술기준·방사선장해방지조치 세부 내용**

구분	세부 내용
안전관리규정 (원자력안전법 제53조제3항 및 같은법 시행규칙 제58조제5항)	1. 방사성동위원소등 또는 방사성동위원소에 의하여 오염된 물질을 취급하는 조직 및 그 기능에 관한 사항 2. 방사성동위원소등의 구매·사용 및 판매에 관한 사항 3. 방사성동위원소 또는 방사성동위원소에 의하여 오염된 물질의 분배·보관·운반·처리·배출·저장·자체처분 및 인도에 관한 사항 4. 방사선량률·피폭방사선량 및 방사성물질 또는 그에 의하여 오염된 물질에 따른 오염상황의 측정 및 그 측정결과의 기록과 보존에 관한 사항 5. 방사선안전관리 장비의 보관·관리 및 교정에 관한 사항 6. 방사선작업종사자 및 수시출입자에 대한 피폭방사선량의 평가 및 개인선량계의 관리에 관한 사항 7. 방사선작업종사자 및 수시출입자의 방사선장해발생을 방지하기 위하여 필요한 교육훈련에 관한 사항 8. 방사선장해 발생 여부를 발견하기 위하여 필요한 조치에 관한 사항 9. 방사선장해를 받았거나 받을 우려가 있는 사람에 대하여 필요한 보건상 조치에 관한 사항 10. 법 제58조에 따른 기록과 그 비치에 관한 사항 11. 위험 시 조치에 관한 사항 12. 방사성동위원소등의 분실·도난 등 사고 시의 조치 및 사고예방에 관한 사항 13. 방사선안전관리자의 권한·책임 및 직무수행에 관한 사항 14. 그 밖에 방사선장해의 방어에 필요한 사항
기술기준 (원자력안전법 제59조제1항)	1. 방사성동위원소 또는 그에 따라 오염된 물질이나 방사선발생장치의 생산시설·사용시설등의 위치·구조 및 설비 2. 방사성동위원소 또는 그에 따라 오염된 물질이나 방사선발생장치의 사업소 안에서의 생산·사용·분배·저장·운반·보관·처리 및 배출 3. 방사성동위원소등의 이동사용 및 판매
방사선장해방지조치 (원자력안전법 제91조제1항)	1. 방사선량 및 방사성오염의 측정 2. 건강진단 3. 피폭관리 4. 방사성물질의 방출량 및 피폭방사선량을 가능한 한 합리적으로 낮게 유지하기 위하여 필요한 조치

방사선이 인체에 피폭되면 방사선이 세포에 이상 반응을 일으켜 암, 백혈병, 사망 등 피폭받은 사람에게 미치는 영향 뿐 아니라 유전자 돌연변이 등 후대에 까지 영향을 일으킬 수 있으므로, 방사선을 안전하게 관리하는 것은 방사선을 이용하여 경제적 이득을 얻는 것보다 우선해야 할 것이다. 방사선이 인체에 미치는 영향의 대표적인 사례는 <표 2>와 같다.

〈표 2〉 신체적 영향과 유전적 영향의 구분

구분		증상
신체적 영향	급성영향	조혈조직 손상(골수 사망), 소화기 손상(위장관 사망), 일반적인 장애(중추신경 사망), 탈모, 불임, 궤양, 수포, 홍반, 백혈구 감소 등
	만성영향	악성종양(백혈병, 골육종, 갑상선암, 유방암, 폐암, 피부암) 및 백내장, 재생불량성 빈혈, 노화 촉진, 수명단축, 국소적 영향
유전적 영향	유전자돌연변이	우성, 열성
	염색체 이상	염색체 구조변화, 염색체 변화

자료: 한국원자력안전재단. (2019). 신규 방사선작업종사자를 위한 방사선안전 기본교육 일반분야

한편 방사선으로 인한 경제적·사회적 측면의 중요성도 살펴볼 수 있다. 2018년 라돈침대 사건을 사례로서 주간조선(2018)에 따르면 2018년 1월 한 주부가 휴대용 라돈 측정기를 우연히 침대 위에 올려놓으니 휴대용 라돈 측정기가 요란한 소리를 내기 시작했다고 한다. 이에 주부는 기계 고장을 의심하였고, 결국 해당 업체가 정밀측정 한 결과 침대 위에서 기준치를 초과하는 라돈이 검출됐다고 한다. 부부가 이 사실을 SBS에 제보하면서 기사화가 되었고 기사가 나간 이후 한 인터넷쇼핑몰에서는 라돈측정기 판매량 및 대여가 지난달 비교해 40배 폭증하기도 했다고 한다. 라돈 침대는 제2의 가슴기살균제 사태로 불리며 집단소송으로 번지고 있고 1600명을 넘는 사람이 참여한 상태라고 한다. 더불어, 화학물질에 대한 공포증을 의미하는 ‘케모포비아’ 현상도 심해지고 있다고 주장하고 있다.

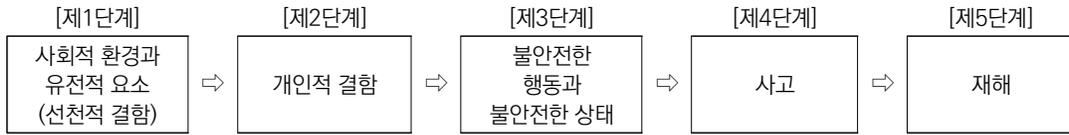
소비자의 피해와는 별도로 해당 침대 제조사는 2019년 3월 1일부로 해당 공장을 폐쇄하게 되었으며 이에 따라 해당 공장에서 수행하여 왔던 매트리스의 제작, 교환 업무 일체를 중단하게 되었다. 이렇듯 방사선이 제대로 관리되지 않을 경우 인체에 미치는 영향과 경제적인 영향 등이 복합적으로 발생할 수 있으며 소비자 뿐 아니라 제조사도 업장 폐쇄 등의 피해를 볼 수 있다는 사실을 확인할 수 있었으며, 방사선을 안전하게 관리하지 못할 경우 다양한 사회적 문제가 발생할 수 있으므로 방사선안전의 중요성을 인식하고 방사선안전 정책은 중요하게 다뤄져야 할 것이다.

## 2. 방사선 안전강화 접근 방법과 제도 분석

### 1) 방사선 안전강화 접근 방법

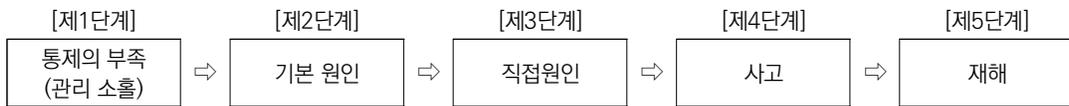
재해원인 분석기법으로 원인조사를 수행하는 안전공학적 접근방법의 토대를 이루는 것 중 대표적으로 하인리히의 도미노 이론과 벅드의 신도미노 이론이 있다(이재혁, 2020). 하인리히의 ‘도미노이론’은 재해 발생원인을 도미노의 쓰러짐에 비유하여 원인부터 결과까지 5단계로 분류하여 연쇄성을 나타내었다. 개인적 결함으로 인해 작업장의 불안정한 상태와 불안정한 행동으로 사고가 발생하여 재해를 입게 된다는 것이다. 이러한 사고요인들은 불안정한 행동이나 불안정한 상태 중 하나라도 제거하면 사고를 예방할 수 있다는 이론이다(홍하나, 2017).

〈그림 1〉 하인리히의 도미노이론



버드의 '신 도미노 이론'은 산업현장에 직접 적용하기에 어려움이 있는 하인리히의 이론을 새롭게 해석하여 제어부족, 기본원인 관리에 대한 경영자의 책임을 강조하였다(홍하나, 2017).

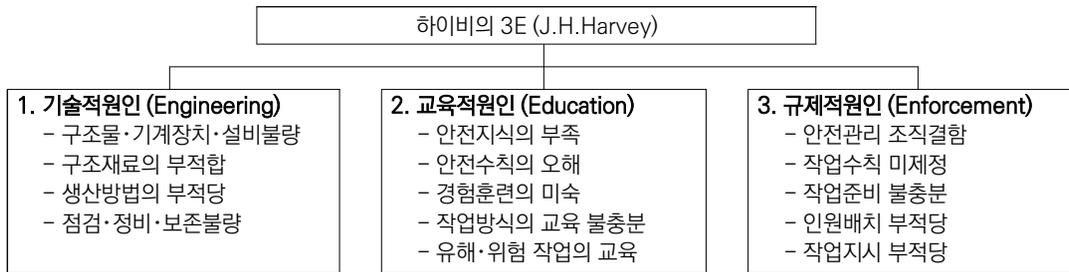
〈그림 2〉 버드의 신도미노이론



도미노이론과 신도미노이론은 변인들의 연쇄적 영향력을 살펴보는데 적합한 이론으로서 도미노이론은 작업자 개인적 결함에 따른 신도미노이론은 경영자의 관리적 측면 제어부족에 따른 재해발생원인을 규명하는데 유용한 이론이다. 다만, 본 연구는 각각의 연구방법에 따라 방사선작업종사자의 안전강화 방안을 분석했고 도출된 결과들은 우선순위 없이 다양한 대안을 제시한 연구들이 대부분이었던 선행연구의 한계를 보완하기 위해 그리고 방사선안전에 관한 전반적인 문제들의 정책적 우선순위 도출이 필요하다는 인식하에 연구를 진행하고 있다. 이 관점에서 볼 때 하이비의 3E는 정책의 우선순위를 분석하는데 유용한 방법론이다.

하이비는 사고방지 대책으로서 3E(Engineering, Education, Enforcement)를 제안하였으며, 기존의 연구들에서도 이 접근관점을 많이 활용해오고 있다. 3E는 각각은 기술적 대책, 교육적 대책 및 관리적 대책을 의미한다. 안전사고의 예방은 3E를 모두 활용함으로써 효율적인 안전관리가 가능하다. 이를 통해 사고방지대책은 아래 [그림 3]과 같이 나눌 수 있으며 3E는 재해원인을 기술적, 교육적, 관리적으로 대책을 제시함으로써 주변환경의 불안정한 상태까지 함께 고려하여 재해예방을 위해 좀 더 거시적 관점을 가지는 방법이다(이재혁, 2020).

〈그림 3〉 하이비의 재해발생원인(3E)<sup>1)</sup>



## 2) 방사선안전 제도

방사선안전 제도와 관련하여 먼저 1958년 원자력의 이용과 이에 따른 안전관리를 규정하기 위해 원자력법(1958.3.11., 법률 제483호)이 제정되었다. 이후, 원자력의 이용(진흥)과 안전규제가 혼재되어 있는 원자력법의 기능을 보완하기 위해 방사선안전 제도와 같은 안전규제 분야를 별도로 분리하여 원자력안전법(2011.7.25., 법률 제10911호)이 제정되었고 이에 따라 원자력법은 그 효력을 상실하게 되었다. 이는 원자력안전법은 원자력의 연구·개발·생산·이용에 따른 안전관리에 관한 사항을 규정하여 방사선에 의한 재해의 방지와 공공의 안전을 도모하기 위함을 목적으로 하기 때문이다(원자력안전법 제1조).

이후 2012년 방사선안전 제도는 방사선이용기관인 A업체의 방사선작업종사자 3인의 방사선 과피폭 사망사건(2011년 9월, 2012년 3월, 2012년 5월)을 계기로 강화되었다. 제8회 원자력안전위원회 제4호 안전을 보면, A업체는 법정선량계 미착용 등 종사자 보호조치 미이행으로 2010년 12월 업무정지를 받은 바 있으며, 이로 인해 3명의 종사자가 과피폭으로 사망하였음에도 불구하고 안전관리규정 위반을 반복하였고 또한 특별점검에서 원자력안전법 제59조제3항을 위반하여 허가취소 사유에 해당되며, 위법의 중대성이나 재해의 심각성, 위반행위의 반복성 등을 감안할 때 허가취소가 불가피했다고 판단하였다. 이에, 2012년 10월 29일에 개최된 제8회 원자력안전위원회에서는 A업체에 대한 방사선원 이동사용 허가취소를 의결하였다(자료: 제8회 원자력안전위원회 제4호 안전, A업체 방사선원 이동사용 허가취소처분(안)).

금번 A업체 종사자 과피폭 사망사건 이후 정부에서는 교육훈련 강화, 작업장 안전성 강화, 안전관리자 선임 의무화 등 특히 종사자 안전을 강화하기 위해 다음과 같이 제도를 개선하였다. 첫째, 교육·훈련 강화 측면이다. 이는 방사선작업종사자에 대한 교육 및 면허 소지자에 대한 보수교육을 사업자의 자율교육에서 전문기관에 의한 교육으로 전환하는 한편, 방사선작업종사자 교육은 기본교육과 직장교육으로 구분하되 기본교육에 대해서는 교육계획을 사전에 수립하도록 하고 교육생에 대한 평가를 도입하였다(원자력안전법 시행령 제148조, 제148조의2 및 제148조의3)(2013.8.16. 시행).

둘째, 작업장 안전성 강화 측면으로, 방사선투과검사 작업장에 대한 안전성을 확보하기 위하여

1) 이재혁. (2020). 건설현장 비계 관련작업에서의 추락재해 예방에 관한 연구. 부경대학교 산업대학원 석사학위논문.

사전에 작업장 단위로 개설 또는 변경 신고를 하도록 하였다(원자력안전법 시행규칙 제64조)(2014.1.1. 시행). 셋째, 방사선안전관리자 선임 및 발주자의 안전한 작업환경 제공 의무화 측면으로 방사선을 안전하게 관리하고 사고를 미연에 방지하기 위하여 방사선안전관리자를 두도록 하고, 방사선투과검사를 의뢰한 발주자가 안전한 작업환경을 제공하도록 하였다(원자력안전법 제53조의2 및 제59조의2)(2014.11.22. 시행).

넷째, 과징금 및 과태료 부과 상한액 증액 측면으로 방사선이용기관에 대해 현행 5천만원 이하인 과징금 부과 상한액을 5억 이하로 증액하고, 현행 300만원 이하인 과태료 부과 상한액을 3천만원 이하로 증액하였다(원자력안전법 제57조 및 제119조)(2014.11.22. 시행). 마지막으로 원자력안전법 위반행위 신고자 포상금 지급 측면으로 원자력안전법 위반행위를 신고한 자에게 포상금을 지급하고, 신고자에 대하여는 형벌 등을 감면할 수 있도록 하였다(원자력안전법 제110조의2 및 제110조의3)(2014.11.22. 시행).

위와 같이 강화된 방사선안전 제도에서 새롭게 제시되고 있는 방안들을 살펴보면 앞선 하이비의 3E 관점에 부합된 내용들이 반영되고 있음을 알 수 있으며, 따라서 본 연구의 최종목표인 방사선작업종사자 안전강화 방안의 우선순위 결정을 위한 평가기준을 설정하는데 변인으로 고려할 필요가 있다.

### 3. 선행연구 고찰

장미야(2018)는 한국 간호사들의 직업적 방사선 노출실태를 조사하였는데 우리나라 방사선 관계종사자 간호사는 타 국가나 직군에 비해 많은 방사선 피폭을 받은 것은 아니었으나, 연령, 중계시술 여부, 핵의학 검사여부, 환자와의 떨어진 정도, 환자를 붙잡고 작업하는 정도는 간호사의 방사선 선량을 설명하는 중요한 변수였다고 기술하고 있으며, 간호사를 위한 방사선 교육을 개발하고 방사선 작업특성에 따른 방어행위를 지속적으로 연구하여 방사선 작업 안전성을 개선하려는 노력을 지속적으로 해야 한다고 주장했다.

김욱(2014)은 원자력안전법에 관한 방사선작업종사자의 현황조사와 분석을 하였는데 개봉동위원소를 사용하는 작업자와 종사자교육을 받은 횟수가 많은 종사자의 수준이 매우 높게 나타났으며 산업체 관련 종사자는 지식도와 안전관리 태도 모두 낮은 수준의 결과를 나타냈음을 확인하였고 산업체 관련 종사자가 방사선작업자의 많은 부분을 차지함을 볼 때 산업체 종사자들을 위한 특화된 교육이 필요함을 주장했다. 또한, 방사선 업무 경력이 많을수록 지식 정도 점수가 높았던 것에 반해 안전관리 태도는 6~10년 경력자가 가장 낮은 점수를 나타낸 결과에 대해서는 경력자별 학력 또는 직군에 대한 세밀한 분석을 통해 정확한 요인을 파악하고 그에 따른 적절한 방안에 대해 고민해야 한다고 주장하였다.

길종원 외(2014)는 방사선(학)과 실습교육에서 X선 피폭 감소를 위한 운영방법에 대한 연구를 하였는데 방사선량을 고려한 실습방법은 재학생의 피폭선량을 평준화 시켜주며, 실습인원이 증가할수록 개인피폭선량은 감소하였으며, 방사선(학)과 실습교육에서 발생하는 재학생 방사선 피폭

은 실습 운영방법의 최적화를 통해 크게 감소하였으며, 본 연구에서 제시한 교육과정을 반영한 실습교육이 이루어진다면, 재학생의 피폭선량 측면에서 안전하고 효과적인 실습교육에 큰 도움이 될 것이라고 주장하였다.

권다영 외 4인(2018)은 방사선투과검사작업장 위험성 평가를 위한 방사선 위해도 지수 모델 주요인자 선정에 관한 연구를 하였는데 방사선작업종사자 및 방사선작업장의 위험성은 주로 피폭선량 값으로 평가되고 있지만, 방사선작업장은 사용하는 방사선 및 작업환경이 상이하다고 기술하고 있다. 특히, 방사선투과검사작업장은 작업대상물, 차폐체 사용가능 유무 등에 따라 작업환경이 다양하므로 효율적인 방사선 방호를 위해서는 여러 가지 인자들을 검토하는 것이 필요하므로 전문가 및 조장 방사선작업종사자들 대상으로 설문조사를 수행하였으며, 그 결과, 방사선원, 방사선 피폭선량, 작업장 관리현황, 판독특이성, 정기검사현황이 주요인자로 선정되었으며 선정된 주요인자를 바탕으로 하여 방사선투과검사작업장 위해도 지수 모델 개발이 가능할 것으로 판단된다고 주장하고 있다.

신경욱 외 8인(2016)은 사용후핵연료 운반시 방사선피폭 저감을 위한 방사선안전관리 방안을 연구하였는데 국내 사용후핵연료 운반 등 관련 작업은 향후 계속 증가할 것으로 예상되므로, 운반 작업 시 방사선작업종사자의 피폭방사선량 저감은 방사선안전관리에서 매우 중요한 사항으로 간주하고 해당 논문은 경수로의 사용후핵연료 운반시 피폭방사선량 결과를 토대로 한 피폭방사선량 저감을 위한 차폐에 관한 내용으로 향후 주요작업별 피폭방사선량에 결과에 따른 차폐방법과 방사선 종류별 에너지준위에 따른 최적의 차폐체 두께 및 재료를 선정하고 제시함으로써 피폭방사선량 저감에 기여하고자 한다고 주장하고 있다.

김봉희 외 1인(2017)은 수술실 종사자의 방사선 노출에 대한 방사선 방어관련 지식, 인식도, 자기효능감 및 수행도에 관한 연구를 하였는데, 연구결과는 다음과 같다. 첫째, 본 연구대상자의 방사선 방어행위에 대한 인식도에 비해 수행도는 낮게 나타났다. 둘째, 본 연구대상자 중 직군별 특성에 따른 항목을 비교분석하였을 때 지식과 수행은 통계적으로 유의하였으나 인식 및 자기효능감은 통계적으로 유의하지 않았다. 셋째, 수술실 종사자의 방사선 방어에 대한 지식과 방사선 방어행위에 대한 인식도 및 수행도, 자기효능감 간의 상관관계를 분석한 결과, 수술실 종사자의 방사선 방어행위에 대한 인식도는 높았으나 수행도가 낮은 것으로 나타났으며, 방사선 방어에 대한 지식 향상이 방사선 방어행위에 대한 인식도와 수행도를 높인다고 할 수 있으므로, 추후 방사선 방어관련 교육 강화를 통해 방사선 방어에 대한 지식을 향상시켜 방사선 방어행위의 수행도를 증진시키는 것이 방사선 안전관리 행위수준 향상의 중요한 부분이며 이를 위해 방사선 방어 관련 교육프로그램을 개발하여 그 효과를 평가할 것을 제언하였다.

박철구 외 2인(2017)은 의료기관 방사선작업종사자들의 방사선/능 방어에 대한 인식도 및 수행도 분석(부산지역 의료기관을 중심으로) 연구를 하였는데 의료기관에서 근무하는 방사선작업종사자들의 평소 업무에 있어서 방사선 안전관리 인식도와 수행도를 분석한 결과, 인식척도가 높을수록 수행척도도 높은 것으로 나타났으며, 수행도를 높이기 위해서는 방사선 안전관리의 높은 인식이 따라서 동반되어야 하며 방사선 안전관리에 대한 수행도를 높이기 위해 효과적인 방사선 방어

교육 프로그램이 필요하며 정규교육에서부터 방사선작업현장까지 실질적으로 적용할 수 있는 실무형 방사선안전관리 교육 프로그램 및 관리지침을 마련할 필요가 있는 것으로 판단된다고 주장하고 있다.

박민경 외 1인(2017)은 치과위생사 대상으로 방사선안전관리의 조직 연관성 분석 연구를 하였는데 방사선안전관리에 대한 행위는 조직 관련 정도가 높을수록 방사선안전관리에 대한 행위수준이 높은 것으로 나타났으므로 이러한 연구 결과를 바탕으로 방사선안전관리에 대한 체계적인 관리는 직접적으로 노출에 관여하는 조직에서 관심을 가지고 교육이 이루어져야 한다고 주장하고 있다.

임창선 외 1인(2009)은 핵의학과에서 방사선 피폭관리 실태에 대한 조사 연구를 하였는데 의료기관 핵의학과에서는 비밀봉선원을 이용하여 검사를 하기 때문에 환자이외에 작업종사자, 보호자 및 제3자에게 영향을 줄 수 있는 피폭가능성도 많으며, 본 연구결과 의료기관 핵의학과 내에서 방사선작업종사자에 대한 피폭측정 및 평가는 철저하게 이루어지고 있었으나 작업종사자의 연간 피폭선량의 72.5%가 일반인의 연간 유효선량한도인 1 mSv를 초과하였으며, 피폭선량이 많게는 11배 이상인 경우도 있었다. 따라서, 작업종사자 개인별 핵의학진료건 수 조절, 업무 순환 교대 등 피폭을 낮추기 위한 방안을 마련하여야 하며 특정작업종사자에게 상대적으로 과다한 선량이 집중되지 않도록 관리에 적정을 기하여야 할 것을 주장하고 있다.

박훈희 외 5인(2012)은 PET, PET CT 방사선 종사자의 피폭 관련요인을 연구하였는데 방사선 종사자의 피폭선량과 관련된 지식수준, 인식수준, 행태수준별 요인중에서 인식수준과 행태수준의 인자에서 방사선 종사자의 피폭선량을 낮추는 것이 유의한 의미가 있었고 전체모형에서 방사선 종사자의 피폭선량에 관련된 요인으로 분배 시 자동분배기 사용 여부, 방사선 노출감소 노력, 환자 접촉 시 피폭 불안감, 이동 시 보호 장구 착용, 주사 시 보호 장구 착용 여부였고, 위의 순서로 방사선 종사자의 피폭선량에 대한 영향력이 컸으며, PET, PET/CT 방사선 종사자는 가급적 자동분배기를 사용하고, 방사선 노출을 감소하려는 노력을 적극적으로 하며, 환자 접촉 시 보다 방사선 피폭에 대해 경각심을 가지고 일을 한다면, 업무 상 불가피하게 발생하는 방사선 피폭의 저감에 도움이 될 것이라고 주장하고 있다.

김익수(2016)는 F-18 FDG를 이용하는 소동물의 영상획득 실험에서 취급자의 방사선피폭에 대한 안전성을 확인해 보기 위하여 실시하였는데, F-18 FDG 취급자의 연간 방사선피폭선량은 2012년 0.94mSv, 2013년 2.26mSv, 2014년 1.35mSv 로서 F-18을 제외한 기존 개봉 RI 취급자의 연간 방사선피폭선량인 2012년 0.043mSv, 2013년 0.040mSv, 2014년 0.048mSv에 비해 확연하게 높은 선량을 나타내었고, F-18 FDG 취급자의 2015년 7월 13일 부터 9월 15일까지 약 2개월 동안(총 19회의 F-18 FDG 반입) 방사선피폭선량 측정 결과 가슴부위의 피폭선량은 1.26mSv, 왼쪽 손목은 4.8mSv, 오른쪽 손목은 6.3mSv 로서 F-18 FDG를 제외한 기존 개봉RI 사용자의 피폭선량 보다 확연히 증가된 피폭선량이 측정됨을 확인하여 F-18 FDG를 사용하는 것처럼 교육·연구 환경에서 기존 개봉RI 이외 물질의 사용 등 변화된 환경이 발생 하고 있는 만큼 해당 취급자의 방사선피폭요인을 확인하여 안전관리에 더욱 관심을 가지고 피폭을 저감화 할 수 있도록 최선을 다해야 함을

주장했다.

이미현 외 3인(2014)은 교육용 치과 엑스선 발생장치에 대한 방사선 안전 관리 실태 조사를 연구하였는데 본 연구는 방사선 관련 전문 지식의 체계적 확립과 국내·외 방사선 안전 관리 체계를 포괄적으로 이해할 수 있는 제도화된 개선책 마련이 시급하다 판단하였으며 교육용 치과 엑스선 발생장치의 안전한 이용 기반을 확립하기 위한 전문화 교육 및 국제적 방사선 안전 관리 체계에 능동적으로 참여할 수 있는 방사선 안전 관리 지침서를 개발하여야 한다고 생각되며 방사선 피폭에 의한 장애로부터 방사선 작업종사자와 교육 기관의 실습생을 보호하고 방사선 방호의 최적화를 이행하는데 필요한 조직 및 시설, 장비 등을 구비하고 방사선을 안전하게 이용할 수 있도록 관리 해야 할 것을 주장하고 있다.

J. Damilakis 외 2인(2013)은 의료와 관련된 방사선방호의 지속적인 전문성을 개발하고 모든 의료인에 대해 제공되어야 하며, 방사선 방호 교육과 관련된 요건과 의료 전문가에 대한 방사선방호 교육이 필요하다고 주장하고 있다. Ronald M. Yang 외 2인(2002)은 방사선차폐체는 외과의사의 방사선 피폭을 줄이기 위한 한 단계로 사용할 수 있으며, 선량 최소화 영상 프로토콜 및 노출을 줄이도록 최적화된 장비의 적용과 같은 방법도 전문의와 환자 모두에게 안전한 환경을 조성하는 데 중요한 척도라고 주장하고 있다.

T. Coldwell 외 8인(2015)은 모든 조직의 안전 문화는 효과적인 서비스 제공과 높은 성능 표준을 위한 분위기를 조성하는 데 중요한 역할을 하며, 안전성을 문화적 수준에 포함시킴으로써 조직은 이해 당사자들의 태도와 행동에 영향을 미칠 수 있으므로 이를 달성하기 위해서는 기관장과 개인의 지속적인 약속이 필요하다고 주장하고 있다. 방사선작업종사자 안전강화 방안에 관한 선행연구의 내용을 정리한 것은 <표 3>과 같다.

〈표 3〉 선행연구 검토에 따른 방사선작업종사자 안전강화 세부방안

세부방안	선행연구	장미야	김옥	길종원 외	김익수	권다영 외	신경옥 외	김봉희 외	박철구 외	박민경 외	임창선 외	박훈희 외	이미현 외	J. Damilakis 외	R. M. Yang 외	T. Coldwell 외
방사선작업 특성별 방어행위 연구		●			●									●		
분야별 방사선안전교육 개발		●	●					●	●				●	●		
방사선량을 고려한 실습방법 채택				●												
실습인원 수 증가				●												
방사선작업 대상물 고려						●										
적절한 차폐체 사용						●	●								●	
방사선작업장 관리 강화						●										
규제기관의 정기검사 강화						●										
방사선안전관리 지침 마련									●				●			
방사선안전관리 조직 강화										●			●			●
종사자 개인별 작업량 조정											●					
업무 순환 교대근무 채택											●					
방사선피폭 감소 장비 사용												●	●			
작업시 보호장구 착용												●				

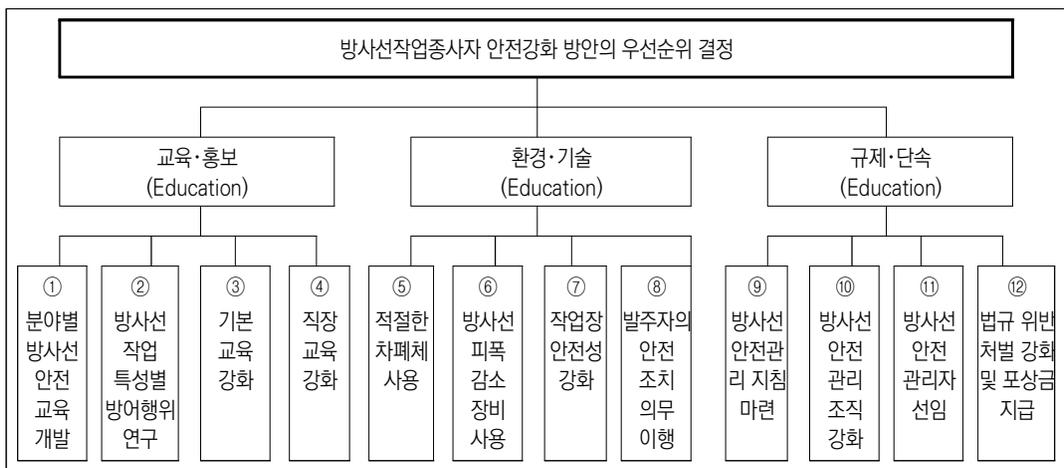
선행연구에서는 다양한 안전강화 방안을 제시하고 있는데 본 연구에서는 선행연구에서 두 번 이상 제시된 방안들은 안전강화 방안으로 적합하다고 판단하고 이를 중심으로 방사선작업종사자 안전강화 방안을 검토했다.

### Ⅲ. 분석의 틀

#### 1. 계층구조모형 설정

본 연구의 최종목표인 방사선작업종사자 안전강화 방안의 우선순위 결정에 필요한 평가기준 설정을 위해 하이비의 3E 기법에 근거하여 A업체 방사선작업종사자 사망 이후 강화된 방사선안전 제도와 선행연구에서 두 번 이상 제시된 안전강화 방안들을 검토하여 다음 [그림 4]와 같이 계층모형을 도출하였다. 즉 상위항목은 교육·홍보, 환경·기술, 규제·단속의 3개 기준으로 분류하고 하위 항목은 각 4개씩, 총 12개의 항목으로 구성하였으며, 하위항목을 이루고 있는 12개의 요소는 교육·연구·의료·산업 등 전 분야에서 공통적으로 적용되고 있는 사항이다. 강화된 안전 제도는 현재에도 원자력안전법에서 규정되고 사업자는 이를 이행해야 할 의무이며, 선행연구에서 제시한 사항은 안전교육, 방어행위 연구, 피폭저감화 장비 사용 등으로 방사선안전과 관련하여 필수적인 요소이므로 현재에도 유의미한 대책이라고 볼 수 있다. 한편 본 연구에 적용한 안전강화 방안의 항목별 내용은 <표 4>와 같다.

<그림 4> 방사선작업종사자 안전강화 방안 계층구조모형



〈표 4〉 방사선작업종사자 안전강화 방안 항목별 내용

상위항목	하위항목	내용
Education (교육·홍보)	분야별 방사선 안전교육 개발	방사선 이용 분야별로 종사자의 안전을 강화할 수 있는 특화된 교육프로그램 개발
	방사선작업 특성별 방어행위 연구	업종 및 취급선원 등에 따라 달라질 수 있는 방사선작업 특성을 고려하여 방사선을 방어할 수 있는 연구 추진
	기본교육 강화	원자력안전위원회가 지정 기관에서 실시하는 기본교육의 품질을 제고하고, 교육 주기 단축 및 교육시간 확대
	직장교육 강화	사업자가 자체 실시하는 직장교육의 품질을 제고하고, 종사자가 안전수칙을 적극 이행하도록 자율적 내부교육 강화
Engineering (환경·기술)	적절한 차폐체 사용	방사선피폭을 저감하기 위해 주요 작업 별 피폭방사선량 측정 결과를 분석한 차폐 방법 마련 및 현장 적용
	방사선피폭 감소 장비 사용	방사선원과 인체와의 거리유지 또는 노출시간을 줄이기 위한 원격조작장치·자동 분배기·집게 등 피폭저감장비 사용
	작업장 안전성 강화	방사선작업장 사전신고제를 도입하여 작업장의 안전성을 작업수행 이전에 검증 받고 작업이 진행되도록 조치
	발주자의 안전조치 의무 이행	발주자는 종사자가 과도한 방사선에 노출되지 않도록 전용작업장, 차폐물 등 안전한 작업환경의 제공을 의무화
Enforcement (규제·단속)	방사선안전관리 지침 마련	사업장에서 사용하는 선원특성·작업방법 등을 고려한실무형 방사선안전관리 지침 마련
	방사선안전관리 조직 강화	방사선안전관리는 조직 관련 정도가 높을수록 행위수준이 높으므로 방사선안전관리 조직·인력·예산 등 강화
	방사선안전관리자 선임	기술기준 준수여부 및 장애방지 조치, 사업주에 대한 안전관리 조치 권고 등을 위한 방사선안전관리자 선임
	법규 위반 처벌 강화 및 포상금 지급	사업장의 안전법규 이행 제고를 위해 과태료 및 과징금을 상향하고 위반행위 신고자에 대해 포상금 지급

## 2. 조사방법

본 연구는 현장에서 방사선작업을 수행하고 있는 방사선작업종사자를 대상으로 하고 선행연구와 최근 강화된 방사선안전 제도를 통해 안전강화 방안을 AHP 기법을 통해 조사하고 분석한다. AHP 기법은 일반적으로 그 분야 전문가를 대상으로 설문을 실시하므로 본 연구에서도 설문의 대상은 일반인이 아닌 방사선안전과 전문가를 대상으로 실시하였다. 원자력안전법 제106조(교육훈련)에 따른 법정교육을 이수하고 현장에서 방사선작업을 수행하고 있는 방사선작업종사자, 원자력안전법 제84조(면허 등)에 따라 방사선안전과 관련한 면허를 취득하고 현장에서 안전관리 업무를 수행하는 방사선안전관리자, 방사선안전 관련 제도를 마련하고 원자력안전법을 집행하는 공무원 및 규제기관 종사자와 방사선안전 분야 전문가 총 30명을 방문조사 및 이메일 회신 방식으로 실시(설문기간: '21.8.24~9.8)하였고, 조사결과 일관성비율이 0.2를 벗어나는 5개 설문은 제외하고 총 25부를 AHP 기법을 사용하여 분석하였다.

〈그림 5〉 설문문항 예시

(설문 1) 방사선작업종사자 안전강화를 위한 방안의 주항목(3E) 중 어느 것이 더 중요하다고 생각하십니까?																		
평가항목	← 강하게 더 중요								같다	강하게 더 중요 →								평가항목
Education (교육·홍보)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Engineering (환경·기술)
Education (교육·홍보)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Enforcement (규제·단속)
Engineering (환경·기술)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Enforcement (규제·단속)

### 3. 자료 분석방법

본 연구에서는 실증적인 분석을 통한 우선순위를 도출하기 위해 AHP 기법을 사용하였다. AHP 기법은 상위항목과 하위항목의 상대적 가중치와 대안을 쌍대비교를 통해 측정하는 방법 중 하나이다. 본 설문문의 구성은 3×3 Matrix 1개와 4×4 Matrix 3개로서 총 4개의 쌍대비교 행렬로 구성되어 우선순위를 평가한다. 설문 응답자의 일관성비율(CR) 값은 일반적으로 0.1 이하가 되어야 판단의 일관성이 확보되고, 각 기준별 가중치가 의미 있는 것으로 판단한다(민경일, 2021). 그러나, 일부 연구에서는 설문 문항의 특성상 일관성비율을 0.2까지 허용하는 경우도 있다(송경준, 2010; 임동환 외, 2020; 최금화·권혁인, 2019). 이에, 본 연구에서는 일관성 비율 기준 0.2 이내인 경우도 일관성이 있다고 판단하고 이를 만족하는 25부를 AHP 기법을 활용하여 분석하였다.

## IV. 연구결과

### 1. 조사대상자의 인구 통계적 특성

방사선작업종사자 안전강화 방안의 우선순위 분석을 위해 방사선작업종사자, 방사선안전관리자, 규제기관 공무원, 방사선분야 전문가 등 30명을 설문대상으로 하여 일관성비율(CR)이 0.2 이상인 사람을 제외한 25명을 분석하였고, 응답자의 인구통계학적 특성은 〈표 5〉와 같다.

〈표 5〉 응답자의 인구통계학적 특성

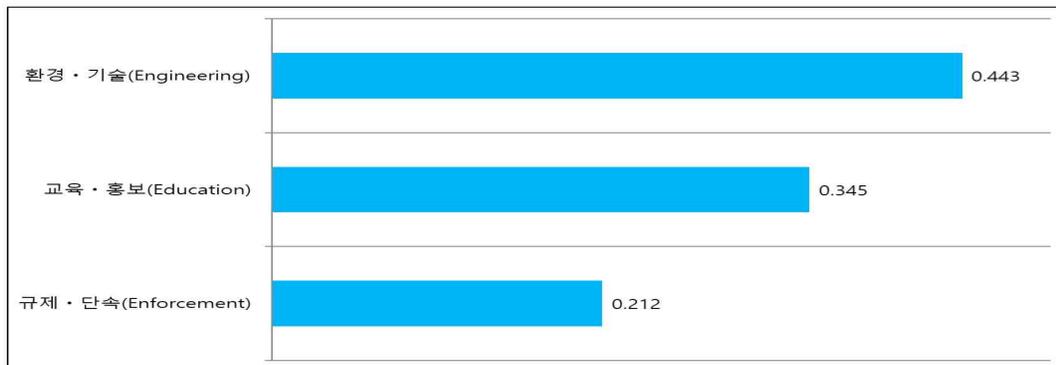
구분		빈도	비율(%)	구분		빈도	비율(%)
성별	남성	20	80	직업	규제기관	6	24
	여성	5	20		안전관리자	8	32
	계	25	100		작업종사자	9	36
연령	20대	4	16		전문가	2	8
	30대	8	32		계	25	100
	40대	8	32	경력	3년 미만	5	20
	50대	5	20		3년~5년	0	0
	계	25	100		5년~10년	5	20
	학력	대졸	13		52	10년~15년	5
석사졸업		11	44		15년 이상	10	40
박사졸업		1	4	계	25	100	
분야 <sup>2)</sup>		계	25	100	교육·연구	13	52
		교육·연구	13	52	산업	4	16
	산업	4	16	전분야	8	32	
	전분야	8	32	계	25	100	

## 2. 방사선작업종사자 안전강화 방안 우선순위 선정

### 1) 상위항목 중요도 분석결과

방사선작업종사자 안전강화 방안의 상대적 중요성과 우선순위를 평가하기 위해 AHP 분석결과를 살펴보면 〈그림 6〉과 같다. 총 3개의 안전강화 방안은 환경·기술(Engineering) 측면이 가장 중요한 방안으로 나타났다. 그 다음으로는 교육·홍보(Education), 규제·단속(Enforcement) 순으로 나타났다. 제도 개선이나 단속의 방법보다는 작업장 안전성을 개선하고 방사선작업종사자에 대한 교육을 강화하는 것이 상대적으로 더 중요한 것으로 나타났다.

〈그림 6〉 상위항목 상대적 중요도 및 우선순위 산정 결과 (일관성 비율: 0.0807)



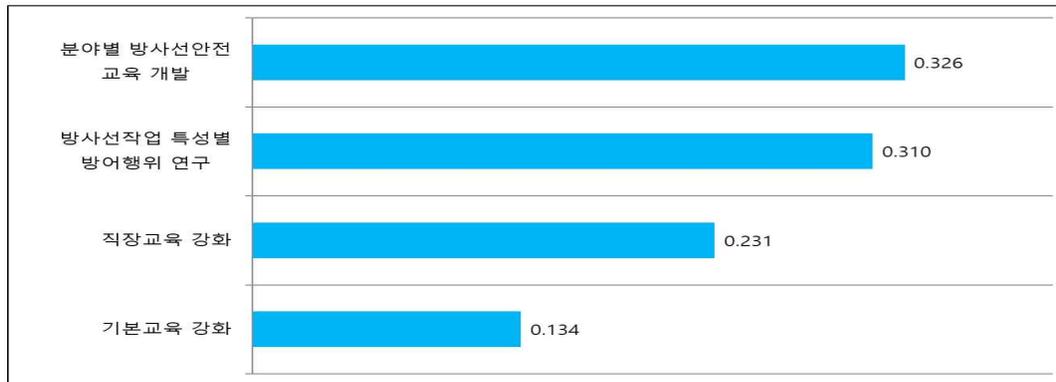
2) 설문 참여 인원은 교육·연구분야(산업체에서 사용하는 방사성동위원소, 방사선발생장치 사용), 산업체, 공무원 및 규제기관, 방사선안전교육 교수로서 전 산업분야를 포괄할 수 있는 전문가 pool임

## 2) 하위항목 중요도 분석결과

### (1) 교육·홍보(Education) 측면

교육·홍보(Education) 측면에서 상대적 중요도는 방사선안전교육 개발(0.326), 방사선작업 특성별 방어행위 연구(0.310), 직장교육 강화(0.231), 기본교육 강화(0.134) 순으로 나타났다(그림 7 참조). 방사선작업종사자 안전을 강화하기 위해서는 방사선 이용 분야별 특화된 안전교육 프로그램 개발과 방사선작업별 방어행위 연구를 추진하는 것이 현장에서 실제적으로 교육을 실시하는 것보다 중요한 것으로 나타났다.

〈그림 7〉 교육·홍보 측면 상대적 중요도 및 우선순위 산정 결과 (일관성 비율: 0.0648)



### (2) 환경·기술(Engineering) 측면

환경·기술(Engineering) 측면에서 상대적 중요도는 발주자의 안전조치 의무 이행(0.281), 적절한 차폐체 사용(0.257), 방사선피폭 감소 장비 사용(0.242), 작업장 안전성 강화(0.220) 순으로 나타났다(그림 8 참조). 방사선작업종사자 안전을 강화하기 위해서는 안전한 작업환경을 제공할 의무가 있는 발주자의 안전조치 이행이라는 안전강화 기반이 작업 중 차폐체를 사용함으로써 안전을 강화하는 것보다 중요한 것으로 나타났다.

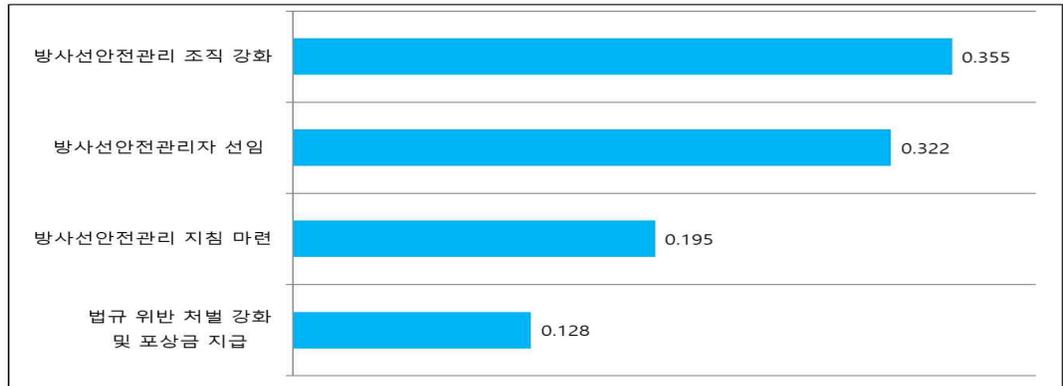
〈그림 8〉 환경·기술 측면 상대적 중요도 및 우선순위 산정 결과 (일관성 비율: 0.0625)



(3) 규제·단속(Enforcement) 측면

규제·단속(Enforcement) 측면에서 상대적 중요도는 방사선안전관리 조직 강화(0.355), 방사선 안전관리자 선임(0.322), 방사선안전관리 지침 마련(0.195), 법규 위반 처벌 강화 및 포상금 지급 (0.128) 순으로 나타났다(그림 9 참조). 방사선작업종사자 안전을 강화하기 위해서는 방사선안전 관리 조직을 갖추는 것이 법규 위반에 따른 처벌을 강화하는 것보다 중요한 것으로 나타났다.

〈그림 9〉 규제·단속 측면 상대적 중요도 및 우선순위 산정 결과 (일관성 비율: 0.0856)



3) 전체항목 중요도 분석결과 요약

최종적으로 방사선작업종사자 안전강화 방안에 대한 상위항목과 하위항목을 모두 고려하여 도출된 종합가중치 결과는 <표 6>과 같다. 종합가중치는 상위항목의 가중치와 하위항목의 가중치의 곱으로 도출하였다. 발주자의 안전조치 의무 이행이 0.125로 1위, 방사선 작업 시 적절한 차폐체 사용이 0.114로 2위, 분야별 방사선안전교육 개발이 0.112로 3위, 방사선작업 특성별 방어행위 연구와 방사선피폭 감소 장비 사용이 0.107로 공동 4위, 작업장 안전성 강화가 0.098로 6위, 직장교

육 강화가 0.080로 7위, 방사선안전관리 조직 강화가 0.075로 8위, 방사선안전관리자 선임이 0.068로 9위, 기본교육 강화가 0.046로 10위, 방사선안전관리 지침 마련이 0.041로 11위, 법규 위반 처벌 강화 및 포상금 지급이 0.027로 12위 순위로 나타났다. 설문에 참여한 작업종사자, 안전관리자 및 규제기관의 공무원 등은 법규위반에 따른 처벌강화나 안전관리 지침을 마련하는 것보다는 발주자의 안전한 작업환경 제공 의무 이행이나 방사선 작업 시 적절한 차폐체를 사용하는 것이 방사선작업종사자의 안전을 강화하는데 중요하다고 판단했다.

〈표 6〉 방사선작업종사자 안전강화 방안 우선순위 평가결과

상위항목	가중치	하위항목	가중치	종합가중치	순위
교육·홍보 (Education)	0.345	분야별 방사선안전교육 개발	0.326	0.112	3
		방사선작업 특성별 방어행위 연구	0.310	0.107	4
		기본교육 강화	0.134	0.046	10
		직장교육 강화	0.231	0.080	7
환경·기술 (Engineering)	0.443	적절한 차폐체 사용	0.257	0.114	2
		방사선피폭 감소 장비 사용	0.242	0.107	4
		작업장 안전성 강화	0.220	0.098	6
		발주자의 안전조치 의무 이행	0.281	0.125	1
규제·단속 (Enforcement)	0.212	방사선안전관리 지침 마련	0.195	0.041	11
		방사선안전관리 조직 강화	0.355	0.075	8
		방사선안전관리자 선임	0.322	0.068	9
		법규 위반 처벌 강화 및 포상금 지급	0.128	0.027	12

## V. 결론

본 연구는 그동안 방사선작업종사자 안전관리를 위한 분야별 논의가 있어왔음에도 학술적으로 방사선안전에 대한 기본적인 개념적 논의가 부재한 상황에서 먼저 이에 대한 접근을 시도해보는 한편 정책적 관점에서 종합적이고 통합적인 논의를 모색해보고자 하였다. 이를 위하여 하이비의 3E 관점을 토대로 분석 프레임을 도출하고, 관련 제도 검토 및 선행연구를 조사하여 각 관점의 하위항목을 구성하여 이를 토대로 정책의 상대적 우선순위 분석을 시도하였다.

그 결과 방사선작업종사자의 안전관리를 위한 정책에서 가장 우선적으로 고려해야 할 방향은 환경·기술(Engineering) 분야로 나타났다. 특히 이 부분에서 발주자의 안전조치 의무 이행을 위한 논의가 가장 중요한 것임을 알 수 있었다. 실제로 원자력안전법 제59조2(발주자의 안전조치 의무)에서 발주자의 작업환경을 위한 의무사항을 규정하고 있다. 다만, 실제 발주자가 이 규정을 명확히 이행해 나가기 위해서는 구체적인 이행 매뉴얼 수준의 장치가 필요하기 때문에 향후 환경·기술(Engineering)의 범주에서 구체적인 발주자 안전조치 의무 이행 매뉴얼의 마련이 조속히 필요하

다고 판단할 수 있다.

한편, 환경·기술(Engineering) 분야에서 적절한 차폐제 사용이 그 다음 중요 정책 요소로 나타났다. 앞서 살펴본 바와 같이 관련 선행연구들(정교성 외, 2020; 장동근 외, 2018; 구분열 외, 2018)에서 몇몇 분야의 기술적 측면에 대해 접근해 보고 있다. 관련 연구들을 토대로 향후 전 분야에서 적용할 수 있는 방사선차폐 방안 마련이 모색되어야 할 것이다.

환경·기술(Engineering) 분야 다음으로 중요한 분야는 교육·홍보(Education)이다. 즉 지금까지 비교적 용이한 정책수단으로 활용되어왔던 규제·단속(Enforcement)은 상대적으로 중요한 방향이 아니라는 것에 주목해 볼 필요가 있다. 특히, J. Damilakis 외(2013)는 의료분야 방사선작업종사자의 교육·홍보(Education)에 대한 중요성을 밝히고 있는 바, 모든 분야별 각각의 특성에 맞는 교육을 개발하고 이를 현장에서 직접 활용가능한 수준의 홍보 노력을 함께 병행하는 방안이 필요하다. 이는 T. Coldwell 외(2015)가 조직의 안전 문화와 확립은 조직의 효과성 향상과 연관이 있음을 제시한 바와 같이 안전교육의 확립과 확산을 통한 조직의 안전문화를 구축해 나갈 필요가 있다.

본 연구는 기존 연구들을 토대로 하여 방사선안전의 개념적 정의가 필요하다는 인식 하에 이에 대한 논의를 촉발함으로써 학술적 의미를 갖는다. 한편 기존의 관련 논의가 미흡한 상황에서 방사선작업종사자에 초점을 두고 안전관리 방안의 상대적 우선순위를 분석해 봄으로써 향후 정책 방향의 토대를 제공하고 있다는 점에서 의미가 있다. 이에 본 연구에서 제시하고 있는 정책 제언 중 현장에서 요구되는 구체적 수준의 실행 방안에 대한 향후 추가적인 연구가 이루어져야 할 것이다.

## 참고문헌

- 구분열·김가중 (2018). 이동형 X선 발생장치의 2차 방사선 차폐를 위한 선속조절기 개발 연구. 「방사선 기술과학」, 41(5), 397-403
- 권다영·한지영·배유정·김병수·김용민 (2018). 방사선투과검사작업장 위험성 평가를 위한 방사선 위험도 지수 모델 주요인자 선정에 관한 연구. 「한국방사선학회논문지」, 12(4), 459-466
- 길종원·박정호·김용권 (2014). 방사선(학)과 실습교육에서 X선 피폭 감소를 위한 운영방법에 대한 연구. 「전자공학회 논문지」, 51(12), 174-179
- 김봉희·김효진 (2017). 수술실 종사자의 방사선 노출에 대한 방사선 방어관련지식, 인식도, 자기 효능감 및 수행도에 관한 연구. 「한국산학기술학회논문지」, 18(5), 343-354
- 김욱 (2014). 원자력안전법에 관한 방사선작업종사자의 현황조사와 분석. 동신대학교 대학원 석사학위논문
- 김익수 (2016). F-18 FDG를 이용하는 소동물의 영상 획득 실험에서 취급자의 방사선피폭선량. 남부대학교 일반대학원 석사학위논문
- 민경일 (2021). 고령보행자 교통사고 감소 방안의 우선순위에 관한 연구 - 대전광역시를 중심으로. 충남대학교 행정대학원 석사학위논문
- 박민경·최화영 (2017). 치과위생사 대상으로 방사선안전관리의 조직 연관성 분석. Asia-pacific

Journal of Multimedia Services Convergent with Art, Humanities, and Sociology, 7(2), 555-563

- 박철구·황철환·김동현 (2017). 의료기관 방사선작업종사자들의 방사선/능 방어에 대한 인식도 및 수행도 분석 (부산지역 의료기관을 중심으로). 「방사선기술과학」, 40(1), 101-108
- 박훈희·이정배·정필균·이종두·원종욱·노재훈 (2012). PET, PET CT 방사선 종사자의 피폭 관련 요인. 「대한직업환경의학회지」, 24(1), 86-95
- 송경준 (2010). AHP 기법을 이용한 개인정보영향평가 점검항목별 가중치 산정에 관한 연구. 동국대학교 국제정보대학원 석사학위논문
- 신경욱·채경선·박병목·한재현·최관석·박유근·김동률·한경호·정도영 (2016). 사용후핵연료 운반시 방사선피폭저감을 위한 방사선안전관리 방안. 한국방사성폐기물학회 추계학술대회 논문요약집, 517-518
- 원자력안전위원회 (2012). 제8회 원자력안전위원회 제4호 안전, 방사선원 이동사용 허가취소처분(안)
- 이미현·유윤식·이재승·임인철 (2014). 교육용 치과 엑스선 발생장치에 대한 방사선안전관리 실태 조사. J. Korean Soc. Radiol, 8(7), 467-477
- 이재혁 (2020). 건설현장 비계 관련작업에서의 추락재해 예방에 관한 연구. 부경대학교 산업대학원 석사학위논문
- 임동완·윤성일·문광민 (2020). 문재인 정부의 재정분권 정책 관련 논점 검토와 세부 실행과제의 우선순위 분석 AHP 기법의 적용. 「한국사회와 행정연구」, 30(4), 105-134
- 임창선·김세현 (2009). 핵의학과에서 방사선 피폭관리 실태에 대한 조사 연구. 「한국산학기술학회 논문지」, 10(7), 1760-1765
- 장동근·김규형·박철우 (2018). 의료 방사선사용에 따른 납과 텅스텐의 차폐효과 분석, 「한국방사선 학회논문지」, 12(2), 173-178
- 장미야 (2018). 한국 간호사들의 직업적 방사선 노출실태. 고려대학교 보건대학원 석사학위논문
- 정교성·이진우·이상봉·이현진·최대성·김종일 (2020). 전자선 선형가속장치 사용시설 방사선차폐 평가. 「방사선산업학회지」, 14(3), 247-254
- 주간조선 (2018). '라돈' 침대 제2의 가슴기 사태로?. 통권 제2508호(2018.5.21.), 38-40
- 최금화·권혁인 (2019). AHP분석을 통한 문화·예술 기반 도시재생 중요요인 도출에 관한 연구. 「인천 학연구」, 31, 81-119
- 한국원자력안전재단 (2019). 신규 방사선작업종사자를 위한 방사선안전 기본교육 일반분야.
- 홍하나 (2017). 소규모 건설현장의 떨어짐 재해 감소방안에 관한 연구. 경기대학교 건설·산업대학원 석사학위논문
- J. Damilakis, G. Paulo, S. Christofides (2013). A Study with European Professional Societies on Medical Radiation Protection Education and Training. Medical Physics International Journal, 123-128
- Ronald M. Yang, Thomas Morgan, Gary C. Bellman (2002). Radiation protection during percutaneous nephrolithotomy: A new urologic surgery radiation shield. Journal of Endourology, 16(10), 727-731

T Coldwell, P Cole, C Edwards, J Makepeace, C Murdock, H Odams, R Whitcher, S Willis, L Yates (2015). The advantages of creating a positive radiation safety culture in the higher education and research sectors. *Journal of Radiological Protection*, 35, 917-933

---

김근우(金根佑): 충남대학교 행정대학원에서 석사학위(방사선작업종사자 안전강화 방안의 우선순위 결정, 2022)를 취득하고 현재 원자력안전위원회(사무관)에 재직 중이다. 방사선작업종사자 보호 정책, 방사선안전 교육·훈련 및 발주자 규제 등에 관심을 갖고 있다.(olseven@naver.com)

김선경(金善璟): 현재 충남대학교 행정학부 교수로 재직 중이며, 관심분야는 정보정책, 도시관리 분야 등이다. 주요 저서로는 정보통신기술과 행정(2014), 최근 관련 연구로는 “AHP를 활용한 고령보행자 교통사고 감소 요인의 우선순위 분석: 대전광역시를 중심으로(2021)”, “개인정보 규제수준과 데이터 결합이 빅데이터 활용에 미치는 영향(2020)”, “빅데이터 활용에 영향을 미치는 개인정보 규제요인과 데이터 결합요인의 탐색(2020)”, “Q방법론을 활용한 시민성 인식유형 연구(2020)”, 등이 있다.(kimsk@cnu.ac.kr)

### Abstract

## Analysis of the Relative Importance of Safety Management of Radiation Workers using AHP

Kim, Keun-woo

Kim, Sun-kyung

This study has attempted to determine the priority of strengthen safety factors for radiation workers using AHP technique. In order to set the analysis criteria, the radiation safety system strengthened after the workers death from company A and radiation safety items presented in previous studies were classified into upper class items in terms of education, promotion, environment, technology, regulation, and crackdown using Harvey's 3E.

As a result of the analysis of the upper class items, the environment and technology sectors were the highest in the order of environment, technology, education, public relations, and regulation and crackdown. As a result of the analysis of the importance of all items, the top three ranked items were in the order of fulfilling the obligations of safety measures, using appropriate shields for radiation work, and development of radiation safety education. The bottom three ranked items were in order of reinforcement of basic education, providing guideline for radiation safety management, intensification of punishment and providing reward. Respondents who participated in the survey dicided that aspect of environment and technology using appropriate shields during radiation work or fulfilling the obligation to provide a safe working environment is more important to strengthen the safety of workers rather than the aspect of regulation and crackdown.

Accordingly, the policy implications for strengthening the safety of radiation workers in the future are as follows. First, it is necessary to focus on environmental and technological aspects rather than regulatory and crackdown aspects. Second, systematic research is needed so that the obligation of safety measures of the person placing an order can be faithfully fulfilled. Third, it is necessary to prepare a radiation shielding manual that analyzes the measurement results of exposure dose for major work and apply it to the site. Fourth, it is necessary to promote the development of radiation safety education for each field and use it directly for education.

Key Words: Radiation worker, Radiation safety, Relative Importance, Harvey's 3E, AHP

