ASTI MARKET INSIGHT 2022-074

ASTI MARKET INSIGHT

방사선 개인 선량계

방사선 작업자의 안전을 지켜주는 최고의 장치



데이터분석본부 대구경북지원 선임연구원 신종원 Tel: 053-601-5206 e-mail: jwshin@kisti.re.kr

KEY FINDING

- 1. 개인 선량계는 방사선 작업종사자의 안전과 생명을 보호할 수 있는 최소한의 안전장치이며, 우리니라는 검출부와 판독부가 분리된 수동형 선량계를 법정 선량계로 인정하여 사용하고 있다.
- 2. 방사선 검출 및 모니터링 장치의 대부분을 차지하는 개인 선량계의 세계 시장규모는 2021년 10억9,560만 달러에서 연평균 7.7 %의 성장으로 2026년 세계시장의 67 %인 15억8,600만 달러가 될 것으로 전망된다.
- 3. 우리나라는 2021년 832만 달러에서 연평균 7.3 %의 성장을 통해 2026년 1,186만 달러의 시장규모를 가질 것으로 전망된다. 우리나라는 방사선 검사 및 치료를 위한 의료 헬스케어와 방사선을 이용한 다양한 산업 수요의 증가로 관련 시장이 지속적으로 성장할 것으로 판단된다.
- 4. 아시아·태평양 시장은 2021년 1억9,880만 달러의 규모에서 연평균 9.3 %의 높은 성장으로 2026년 세계 개인 선량계 시장의 24 %인 3억1,360만 달러에 달할 것으로 전망되며, 중국, 일본, 인도의 개인 선량계 시장이 아시아·태평양 지역 개인 선량계 시장의 83 %를 차지하고 있다.
- 5. 미국과 일본의 제품이 선량계와 관련된 방사선 검출 및 모니터링 세계 시장의 71 %를 점유하고 있는 가운데 우리나라의 경우 관련 제품을 개발하고 판매하는 기업은 소수에 불과하고 대부분의 선량계를 수입에 의존하고 있다.
- 6. 현재까지 가격이 저렴한 수동형 선량계가 법정 선량계로 인정받아 국내 시장의 대부분을 차지하고 있지만, 디지털 센서의 지속적인 발달과 모바일과의 연동, 작업자의 방사선 피폭 실시간 모니터링을 통한 체계적인 방사선 관리를 위해서는 능동형 선량계가 필요하며, 향후 관련 시장이 지속적으로 성장할 전망이다.

1) 시장의 개요

방사선 측정이 가능한 방사선 검출기로는 개인의 방사선 피폭 정도

를 측정할 수 있는 개인용 피폭선량 검출기와 공기 중 방사선의 세기와 오염을 간단하게 측정할 수 있는 GM(Geiger-Muller) 계수관 등이 있다. 특히 개인의 안전을 위해 착용하는 개인 선량계는 방사선 작

업종사자의 최소한의 안전을 담보하는 장치로서 상당히 많이 지급되 기 때문에 높은 정확도, 착용 편리성, 가격 이점 등의 요건이 충족되 어야 한다. 현재 사용중인 개인 선량계로는 필름 뱃지, 열형광 선량 계(Thermoluminescence Dosimeter, TLD), 광여기형광 선량계 (Optically Stimulated Luminescence Dosimeter, OSD). 포켓 선 량계, 능동형 전자 선량계 등이 있다. 이러한 개인 선량계 중에서 방사 선 관리 규제기관에서 높은 신뢰도와 안정성을 바탕으로 인정하는 선 량계를 '공식 선량계' 또는 '법정 선량계'로 정의하며, 개인 선량계의 경우 필름 뱃지, 열형광 선량계, 유리 선량계의 수동형 개인선량계를 '법정 선량계'로 규정하고 있다¹⁾. 디지털로 방사선량 수치를 표시하거 나 알림 등의 경고를 제공하는 능동형 개인 선량계는 '법정 선량계'로 규정하지 않고 있지만, 고준위 방사선 작업자의 안전을 위해서는 수동 형과 능동형 개인 선량계 모두의 동시 착용을 권고하고 있다. 능동형 개인 선량계의 경우, 측정값이 공식 데이터로 활용될 수는 없지만 법정 선량계의 분실 또는 훼손 등으로 판독이 불가능할 때 검토과정을 거쳐 능동형 개인 선량계의 측정값을 공식적으로 인정하기도 한다. 또한 능 동형 개인 선량계는 실시간으로 방사선 수치가 표기되고, 일정 수준 이 상의 방사선량이 검출되면 알림음 등을 제공할 수 있어 방사선 방호복 의 선량 표기, 방사능 물질 운반에 따른 방사능 유출의 실시간 감지 등 다양한 분야에서 활용이 가능한 장점 때문에 최근에는 수동형 개인 선 량계에 비해 가격이 높은데도 불구하고 주목받고 있다.

표 1 개인 선량계의 종류



2) 관련 정책 및 제도

우리나라는 「원자력안전법 시행규칙」 제2조 제3호 및 제122조에 따라 '개인 피폭 방사선량의 평가 및 관리에 관한 규정'을 제정하여 운영 중이다. 이 규정에 따르면 개인선량계는 감광 또는 흑화작용 등 화학작용을 이용한 선량계, 형광 또는 섬광 등 여기 작용을 이용한 선량계, 분자구조 결함 등 결함 유발을 이용한 선량계만을 법정 선량 계로 규정하고 있기 때문에 열형광 선량계와 같은 수동형 선량계만 법정 선량계로 공식 인정받고 사용할 수 있다.

반면에 영국, 스위스 및 일본 등에서는 방사선 작업종사자의 피폭 을 평가하기 위한 법정 선량계로서 수동형 선량계뿐만 아니라 능동 형 선량계도 사용할 수 있다. 영국의 경우 이미 1996년부터 관련 능 동형 전자 선량계를 원전에 도입하였으며, 2010년에는 19 개 원전 에서 관련 선량계를 법정선량계로 활용하여 작업자의 피폭 여부를 기록하고 있다.

스위스와 스웨덴 또한 2003년 능동형 선량계를 법정 선량계로 승인 하여 현재에도 원전에서 작업자의 피폭 여부를 기록 및 관리 중이다.

일본은 1993년에 필름 뱃지와 전자 선량계 데이터의 정합성 평가 연구를 통하여 2001년부터 능동형 전자 선량계를 법정 선량계로 규 정하여 사용 중이다. 이 외에 독일은 2007년부터 능동형 선량계를 법정 선량계로 인정받기 위하여 다양한 성능 시험을 진행 중이다.

우리나라에서 능동형 선량계는 법정 선량계를 보조하는 수단이지 만, 원자력진흥종합계획과 방사선진흥계획을 통하여 국제 경쟁력을 갖는 실시간 첨단 계측기 원천기술 개발을 추진하고 있다.

3) 시장 동향 및 전망

시장규모 및 전망

2021년 방사선 검출 및 모니터링의 세계 시장규모는 약 16억 6,150만 달러에서 연평균 7.3 % 성장해 2026년 23억6,310만 달러 가 될 것으로 전망된다. 이는 원자력발전소 이외에도 자동차, 우주·항 공, 의료산업, 금속야금, 비파괴 분석, 광산 등 다양한 산업 분야에서

1) 수동형 개인 선량계는 작업자가 착용한 선량계를 일정 주기로 회수하여 선량 평가 담당자가 방사선 피폭 유무를 별도의 판독기를 통하여 판독하여 기록

방사선 물질이나 방사선 발생장치의 수요가 증가할 것으로 예측되기 때문이다.

방사선 검출 및 모니터링 시장은 크게 개인 선량계, 지역 환경 모 니터링, 환경 방사선 감시 모니터링, 방사능 물질 모니터링 등으 로 구분된다. 여기서 2021년 개인 선량계의 세계 시장규모는 10억 9,560만 달러로 전체 시장의 66 %를 차지하고 있으며, 연평균 7.7 %로 성장하여 2026년 15억8,600만 달러로 세계 시장의 67 %를 차지할 것이다. 2021년 TLD. OSD 등과 같은 수동형 선량계는 8 억7.860만 달러로 전체 개인 선량계 시장의 80 %를 차지하였으며 2026년까지 연평균 7.9 %의 성장으로 12억8,720만 달러의 규모 를 가질 것으로 전망된다. 2021년 능동형 선량계인 전자 선량계는 2억1,700만 달러의 규모에서 2026년까지 연평균 6.6 %의 성장을 통하여 전체 개인 선량계 시장의 약 19 %인 2억9,880만 달러의 시 장을 형성할 것으로 전망된다.

우리나라의 개인 선량계 시장규모는 2021년 832만 달러에서 연평 균 7.3 %로 성장해 2026년 1,186만 달러가 되어 아시아·태평양 지 역 개인 선량계 시장의 약 3 %를 차지할 것으로 전망된다. 우리나라 의 능동형 선량계 시장은 2021년 164만 달러의 시장에서 연평균 6.4 %의 성장을 통해 2026년 224만 달러의 시장을 형성할 것으로 전망 된다. 우리나라는 최근까지 탈원전 정책으로 원전과 관련한 개인 선량 계의 수요는 다소 적을 것으로 판단되며, 능동형 선량계 또한 현재까 지 법정 선량계가 아닌 보조 선량계로 사용하고 있기 때문에 관련 시 장이 적은 것으로 판단된다. 그러나 우리나라는 방사선 검사 및 치료 등 의료 헬스케어 병원과 관련 병원 종사자가 지속적으로 증가하고 방 사선을 이용한 다양한 산업 수요도 증가하면서 관련 시장이 지속적으 로 성장할 것으로 판단된다.

세계 및 국내 개인 선령	냥계 시장 규모 및 전망
---------------	---------------

丑2

(단위: 백만달러, %)

	구분	2021	2022	2023	2024	2025	2026	CAGR('21~'26)
Hall	수동형 선량계	878.6	948	1,022.9	1,103.7	1,190.9	1,287.2	7.90
세계	능동형 선량계	217	231.3	246.6	262.9	280.2	298.8	6.60
	계	1095.6	1,180.0	1,270.8	1,368.7	1,474.1	1,586.0	7.70
국내	수동형 선량계	6.68	6.68	6.68	6.68	6.68	9.62	7.80
	능동형 선량계	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	2.24	6.40
	계	8.32	8.32	8.32	8.32	8.32	11.86	7.30

출처: MARKETSANDMARKETS(2021). Radiation detection monitering & safety market. KISTI 재구성

지역별로 개인 선량계 시장을 살펴보면, 2021년 북미 시장이 4억 8.280만 달러로 전체 개인 선량계 시장의 약 44 %를 차지하였으며 연평균 7.9 %로 성장하여 2026년 6억9,500만 달러가 될 것으로 전 망된다. 북미 지역의 수동형 선량계 시장은 2021년 3억8,720만 달러 에서 연평균 7.8 %의 성장을 통하여 2026년 북미 지역 개인 선량계 시장의 81 %인 5억6.410만 달러의 규모를 형성할 것으로 전망된다.

아시아태평양 시장은 2021년 1억9,880만 달러에서 연평균 9.3 %의 높은 성장을 통해 2026년 세계 개인 선량계 시장의 24 %인 3 억1,360만 달러의 규모를 가질 것으로 전망된다. 아시아·태평양 지 역의 능동형 선량계 시장은 2021년 4,910만 달러에서 연평균 8.2

%의 성장을 통하여 2026년 능동형 개인선량계 전체 시장의 24 % 인 7.280만 달러의 시장을 형성할 것으로 전망된다. 아시아·태평양 지역은 방사선 안전에 대한 국민의 안전 인식 증가, 헬스케어를 위한 병원 증가, 방사선 진단 및 치료율 증가와 원자력발전소 신설에 따른 작업자의 안전 보호와 원전 인근 주민의 안전을 위한 개인 선량계 보 급 정책 등이 관련 시장을 견인하는 요인으로 분석된다. 특히 중국. 일본, 인도의 개인 선량계 시장은 아시아태평양 지역 시장의 83 %를 차지하고 있으며, 제3국의 에너지 수요를 위한 원전 정책과 더불어 관련 시장 또한 꾸준히 성장 중이다.

02

표 3 지역별 개인 선량계 시장 규모 및 전망

(단위: 백만달러, %)

구분		2021	2022	2023	2024	2025	2026	CAGR('21~'26)
수동형 선량계	북미	387.2	417.4	449.9	485.1	522.9	564.1	7.80
	유럽	234.7	250.9	268.2	286.7	306.5	326.9	6.90
	아시아태평양	198.8	217.7	238.4	261.0	285.8	313.6	9.50
	기타	57.9	62.1	66.8	71.7	77.0	82.6	7.40
	합계	878.6	948.2	1023.3	1104.5	1192.2	1287.2	7.90
능동형 선량계	북미	95.6	101.8	108.4	115.5	122.9	130.9	6.50
	유럽	58.0	61.1	64.6	68.1	71.8	75.9	5.50
	아시아태평양	49.1	53.1	57.5	62.2	67.3	72.8	8.20
	기타	14.3	15.2	16.1	17.1	18.1	19.2	6.10
	합계	217.0	231.3	246.6	262.9	280.3	298.8	6.60
합계		1095.6	1,180.0	1,270.8	1,368.7	1,474.1	1,586.0	7.70

출처: MARKETSANDMARKETS(2021), Indoor Farming Technology Market., KISTI 재구성

경쟁현황

개인 선량계를 개발하거나 판매하는 기업은 많지 않기 때문에 개 인 선량계에 적용된 기술인 방사선 검출 및 모니터링 기술과 관련이 있는 기업을 대상으로 경쟁 현황을 분석하였다.

방사선 검출 및 모니터링의 세계 시장은 미국 써모피셔사이언 티픽(Thermo Fisher Scientific), 미리온테크놀로지스(Mirion Technologies), 포티브(Fortive), 아메텍(Ametek)과 일본 후지전자 (Fuji Electric) 제품이 전체 시장의 71 %를 점유하고 있다

써모피셔사이언티픽은 세계 방사선 검출 및 모니터링 시장의 선두 업체로 다양한 휴대용 방사선 검출기, 개인 선량계 및 통합 방사선 감 시 시스템을 제공하고 있다. 2018년에 출시된 EPD TruDose 전자 선량계는 실시간 초정밀 선량 측정이 가능해 방사선 피폭에 따른 작 업장 중단의 위험을 낮추고 방사선 피폭을 대비하는 다양한 경보 패 키지를 탑재하고 있다.

미리온테크놀로지스는 직원 피폭 감시 및 접근 제어 시스템, 방사 선 검출기 등을 판매하고 있다. 2020년에는 방사선 검출 및 감시, 방 사선 안전과 관련된 5 개 기업을 인수하여 국방, 의료 및 원자력 산업 까지 적용범위를 확대하고 있다.

포티브는 고급의료솔루션(Advanced Healthcare Solutions) 브 랜드를 통하여 방사선 검출, 모니터링 및 관련 안전 시장을 위한 제품 을 판매하고 있다. 특히 북미, 아시아·태평양, 유럽, 중남미 등 50여 개 국가에서 의료, 산업 및 에너지, 군수 분야에 이르기까지 다양한 방사선 관련 현장 솔루션을 제공하고 있다.

아메텍은 ORTEC이라는 브랜드를 통해 핵 및 방사선 측정 장치를 원자력 시설, 연구소, 의료기관 등에 제공하고 있으며, 방사선 검출과 모니터링을 위한 핵심소재인 섬광 검출기 분야에서 두각을 나타내고 있다.

우리나라는 개인 선량계의 대부분을 수입에 의존하고 있으며, 소 수의 기업만이 방사선 검출 및 모니터링 제품을 판매하고 있지만, 방 사선 검출에 사용되는 섬광 소재는 수입에 의존하고 있다.

국내에서 방사선 검출 및 모니터링 제품을 개발 및 판매하는 주요 기업으로는 에스에프테크놀러지가 실시간 개인 선량 기록 및 개별 작 업자에 대한 지속적인 초과 선량과 모니터링을 위한 자동 선량 모니 터링 시스템을 2002년 국산화하였다. 특히 개인 선량계는 컴팩트한 사이즈와 피폭 선량의 직접 판독이 가능한 디스플레이와 알람 경고 시스템을 갖추고 있으며, 자동 선량 모니터링 시스템은 고리, 울진, 월성, 영광의 4 개 원자력발전소에 공급되었다.

㈜에프티랩(FTLab)은 PDP. 스마트폰 패널 등에 사용되는 고정밀 측정 연구장비를 전문으로 제조하는 기업으로 후쿠시마 원전사고 후 2011년 스마트폰과 연동되는 휴대용 방사능 선량계인 "스마트 가이 거"를 개발하였다. 초기 모델은 어른의 손가락 한 마디 정도 크기이 며, 가격이 저렴하고 오차범위 또한 5 % 이내로 높은 편이다.

㈜일진라드는 1987년에 창업하여 일반 사업체, 원자력 발전소, 병 원, 학교, 연구기관 등에서의 개인 선량계를 판매하고 있다. 1996년

에 국내 최초로 국산 휴대용 방사선 계측기(EX-SMART)를 개발하 였으며, 개발된 방사선 계측기는 방사선 측정에 따라 검출음, 경고 등 사용자에게 필요한 알람 경보 시스템을 제공한다.

㈜오르비텍은 1991년에 설립되어 2010년 코스닥에 상장한 회사 로서 방사선 및 방사능 측정이 동시에 가능한 Radico SCM 모델을 개발하였다. 현재는 방사선만 측정하는 Radico 브랜드 제품만을 주 력으로 판매하고 있다.

표 4 국내 방사선 선량계 및 모니터링 관련 제품

에스에프 테크놀러지

• 자동선량 모니터링 시스템



• 스마트 가이거





• EX-SMART • REX-PRIME



• 휴대용 방사선 측정기



원자력 발전소



(주)**오르비텍**

Radico



출처 : 업체 홈페이지, KISTI 재구성

4) 분석자 인사이트

개인이 착용하는 개인 선량계는 다양한 방사선으로부터 작업자 를 보호할 수 있는 최소한의 안전장치이다. 현재 우리나라에서 법정 선량계로 사용되는 개인 선량계는 수동형 선량계로 TLD, OSD, 필 름 뱃지 등이 있지만, 그 중에서 TLD가 가장 많이 사용되고 있다. 수 동형 선량계는 검출부와 판독부가 분리되어 있으며, 방사선 작업자 의 작업환경에 따라 1개월~3개월을 주기로 수거하여 작업자의 방사 선 피폭 여부를 판독기 보유 기관에서 확인함으로써 작업자의 방사

선 피폭 여부를 객관적으로 검증한다. 능동형 선량계는 방사선의 세 기와 피폭량을 디스플레이를 통하여 직접 표시하고, 작업자의 안전 을 위해 다양한 경보음을 제공하는 기능을 가지고 있기 때문에 수동 형 선량계에 비하여 방사선에 대한 직접적인 모니터링과 대비가 가 능한 장점이 있다. 그러나 능동형 선량계는 빛에너지를 전기에너지 로 변환하는 포토다이오드를 통해 방사선을 검출하고, 검출된 방사 선의 세기를 전자회로를 통하여 주변의 자연 방사선량과 비교한 후 수치로 표시하기 때문에 수동형 선량계에 비해 데이터의 조작이 쉽 다는 단점을 가지고 있다. 또한 능동형 선량계에 사용되는 방사선 검

04 05

방사선 개인 선량계 | ASTI MARKET INSIGHT 2022-074

서는 수동형 선량계에 사용되는 유·무기 섬광 소재에 비하여 민감도 가 낮기 때문에 현재 일부 국가에서만 법정 선량계로 인정받고 있다. 그러나 최근들어 방사선을 이용한 의료서비스, 신약 개발, 비파괴 분 석 등 다양한 분야에서 방사선의 사용이 증가하면서 수동형 선량계 로는 작업자의 방사선 피폭 여부에 대한 실시간 모니터링이 불가능 해 작업자의 안전에 대한 실시간 대응이 어려운 것으로 밝혀지면서 방사선을 실시간 모니터링할 수 있는 선량계에 대한 관심이 높아졌 다. 또한 능동형 선량계 센서의 방사선 민감도 문제를 해결하기 위하 여 새로운 소재들이 개발되고 있어 능동형 선량계 또한 수동형 선량 계와 유사한 방사선 모니터링이 가능해졌다. 하지만 능동형 선량계 의 핵심기술인 고민감도를 갖춘 센서는 대부분 수입에 의존하고 있 기 때문에 이에 대한 보완이 필요하다.

국내 개인 선량계 시장규모는 크지 않지만 헬스케어 시장의 증가 와 방사선의 활용 확대에 따라 향후 점진적으로 확대될 예정이므로 방사선으로부터 작업자의 안전을 담보하는 선량계는 더욱 중요해질 것이다. 현재까지 가격이 저렴한 수동형 선량계가 법정 선량계로 인 정받아 국내 시장의 대부분을 차지하고 있지만, 디지털 센서의 지속 적인 발달과 모바일과의 연동, 작업자의 방사선 피폭 실시간 모니터 링을 통한 체계적인 방사선 관리를 위해서는 능동형 선량계가 필요 하다. 따라서 방사선의 실시간 모니터링에 관심 있는 기업은 방사선 선량계의 사업화와 관련된 촉진요인과 저해요인, 그리고 기회와 위 협을 고려한 전략 수립에 대해서 고찰해야 할 것이다.₫∧sт출 센

그림 1 방사선 선량계의 사업화를 위한 고려 요인

촉진 요인

- 방사선에 노출되기 쉬운 작업자의 안전에 대한 인식 변화.
- PET/CT 등 방사선 의료기기의 증가
- 암 발병률 증가에 따른 핵의학 및 방사선 요법 사용 증가

저해 요인

- 원자력 에너지의 재생 가능한 에너지로 대체
- 탈원전 정책

기회

- 방사선 검출 기술의 발전
- 에너지 수요를 충족하기 위한 개발도상국의 원자력에 대한 관심

위협

- 방사선 검출 민감도 향상에 따른 높은 제조 비용
- 방사선 관련 숙련된 전문 인력 부족

ASTI MARKET INSIGHT



본원 (우)34141 대전광역시 유성구 대학로 245 한국과학기술정보연구원 **T.** 042) 869-1004,1237 **F.** 042) 869-1091

분원 (우)02456 서울특별시 동대문구 회기로 66 한국과학기술정보연구원

T. 02)3299–6114 **F.** 02)3299–6244

