

## 국산 열형광선량계(LiF:Mg,Cu,Si) IJn1110 을 사용한 베타선량 측정

채하석 · 박재덕 · 황우식 · 김종실

일진방사선엔지니어링(주)

E-mail: hschaiu@naver.com

중심어 : 열형광선량계, 베타선량, Kr-85

### 서 론

한국원자력연구원에서는 선량관독장치 및 개인선량계 등을 국산화하기 위하여 많은 연구를 수행하였는데 그 중 선량계 부분에서 고성능 열형광 소자를 개발하여 이 소자의 제조기술[발명명 : 방사선 계측용 LiF:Mg,Cu,Si 열발광 소자 및 그 제조방법(Thermoluminescent Detector of LiF Containing Mg, Cu and Si As Dopants and Method Thereof)]에 대하여 특허를 출원하여 특허등록을 취득하였다. 이에 당사는 특허 등록된 이 고성능 열형광소자의 제조기술을 한국원자력연구원으로부터 직접 이전받은 후 이 소자를 생산하여 국제 규격에 적합<sup>1)</sup>하게 열형광선량계를 제작 상용화하였고, 또한 모델명 IJn1110으로 법정선량계로 등록이 되었다.

이 열형광선량계는 엑스선, 감마선 및 베타선에 의한 피폭선량을 모두 측정할 수 있다. 엑스선 및 감마선 측정 가능여부를 시험하기 위하여 엑스선의 경우 NIST beam code, 감마선의 경우 Cs-137 선원을 사용하였고, 베타선의 경우는 Sr-90을 사용하였다. 이 열형광선량계는 Sr-90의 최대 베타에너지가 2.27 MeV이므로 쉽게 측정할 수 있으나, 저에너지를 가진 베타선의 경우 선량측정이 가능 여부의 필요성이 제기되었다. 본 연구에서는 저에너지 베타선의 선량측정 가능여부를 파악하기 위하여 동위원소 Kr-85를 사용하였다.

### 재료 및 방법

저에너지 베타선 측정을 위하여 사용한 동위원소는 Kr-85 로 반감기가 3915 일이고, 최대 방출에너지는 687 keV 이며, 고에너지 베타선 측정을 위하여 사용한 동위원소 Sr-90/Y-90 는 반감기 10523일, 최대 방출에너지 2.274 MeV 이다(그림 1 참조). 이 연구에서 사용한 동위원소 Kr-85 는 한국표준과학연구원 에서 보유하고 있는 선원으로 기준 선량율은 237.1 mGy/h(기준일 : 2010년 7월 19일) 이다. 이 Kr-85로 이루어진 방사선장에 열형광선량계 IJn1110을 선량 범위별로 각각 4개씩 배치하여 누적선량 1, 3, 5, 10 및 20 mSv 로 조사하였다. 한편 고에너지 베타선 측정을 위하여 사용한 동위원소 Sr-90/Y-90는 한국원자력연구원에서 보유하고 있는 선원으로, 이 방사선장에 열형광선량계 IJn1110을 선량 범위별로 각각 4개씩 배치하여 누적선량 1, 3, 5, 10, 30, 50 및 100 mSv 로 조사하였다.

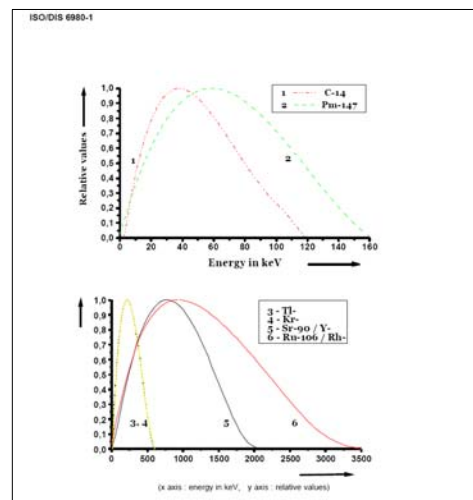


Fig. 1. Examples of beta particle spectra<sup>2)</sup>.

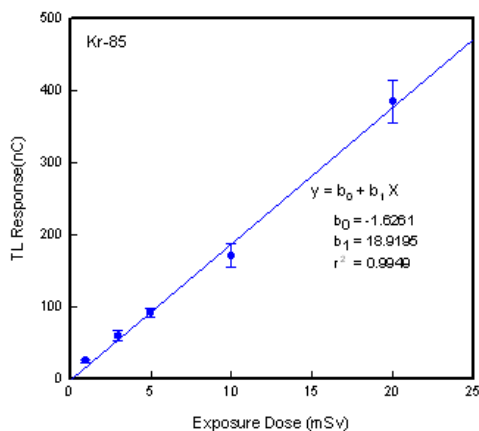
## 결과 및 고찰

저에너지 및 고에너지 베타 방사선장에 열형광선량계 IJn1110을 선량 범위별로 각각 4개씩 배치하여 누적선량별로 조사한 후 열형광 판독시스템 Harshaw 8800 plus 로 측정된 결과를 표1에 나타내었다. 표에 나타난 결과는 베타선에 조사한 선량계의 판독값은 고에너지 베타선 및 저에너지 베타선 선량에 비례하고 있음을 보여주고 있다.

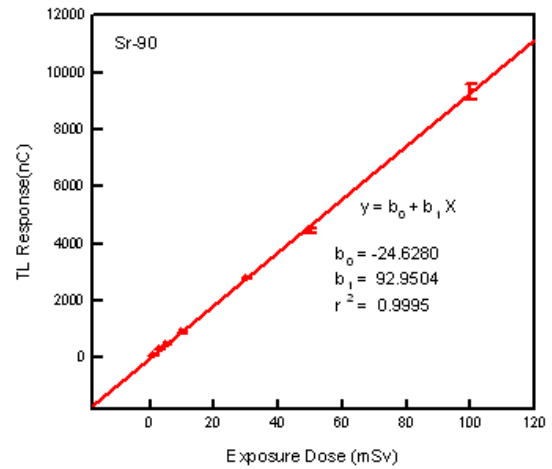
Table 1. The response of TL dosimeter, IJn1110, to exposure dose by Kr-85 and Sr-90/Y-90.

Isotope	Exposure dose(mSv)	Measurement value(nC)	Standard deviation
Kr-85	1	24.20	2.13
	3	58.79	7.01
	5	91.53	6.08
	10	170.41	16.74
	20	384.81	29.52
Sr-90/ Y-90	1	24.20	2.13
	3	58.79	7.01
	5	91.53	6.08
	10	170.41	16.74
	20	384.81	29.52

그림 2에 베타선의 조사선량에 대한 선량계의 판독값(감도)과의 관계가 선형적으로 잘 일치함을 보여 주고 있다.



(a)



(b)

Fig. 2. The TL Response(nC) to exposure dose (mSv) of Kr-85(a) and Sr-90/ Y-90(b).

## 결론

본 연구를 통하여 열형광선량계 IJn1110은 고에너지 베타 핵종 Sr-90/Y-90 뿐만 아니라 저에너지 베타핵종 Kr-85에 의한 선량을 측정할 수 있음을 보여주고 있다. 따라서 선량판독 알고리즘 개선을 하게 되면 베타핵종에 의한 피폭선량을 좀더 정확하게 평가할 수 있는 기틀을 마련하게 되었다.

## 참고 문헌

1. IEC 61066, Thermoluminescence dosimetry systems for personal and environmental monitoring (2006)
2. ISO/DIS 6980-1, Nuclear energy-Reference beta-particle radiations (2004)