

Study on the relationship between TL sensitivity and TL material LiF:Mg,Cu,Si powder particle size

Jong-sil Kim*, Ha-Seok Chai, Woo-Sik Hwang, Chan-Soo Moon, Young-Keun Jeong

ILJINRAD Co. Ltd., 36, Seonleung-ro 111-gil, Gangnam-gu, Seoul, Korea

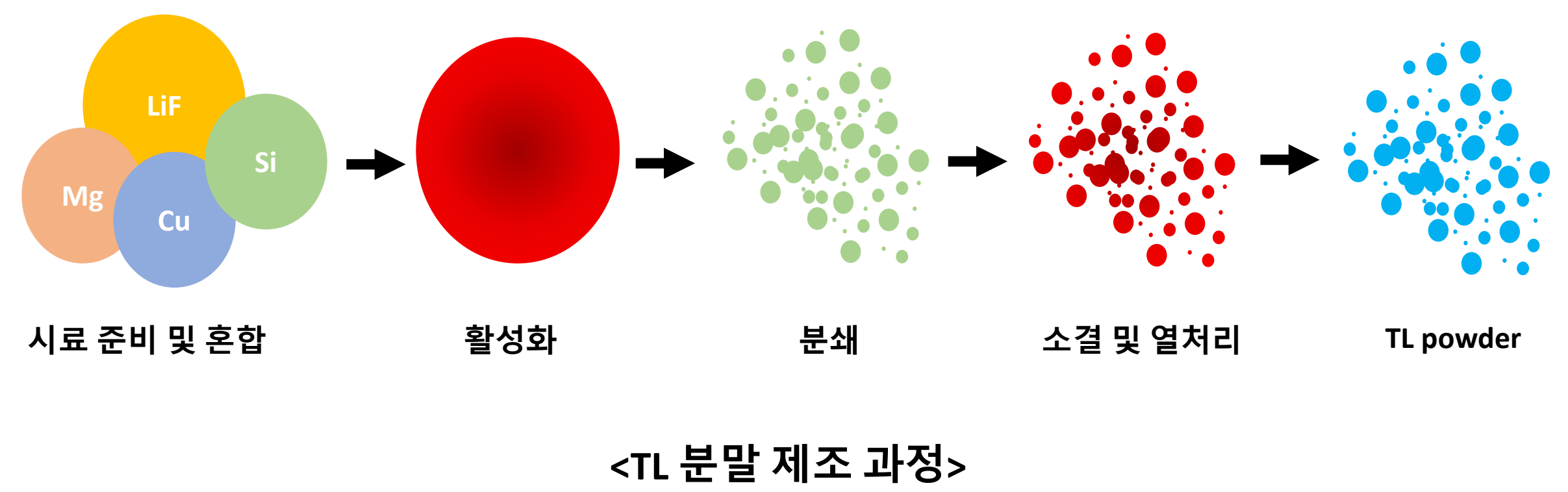
Corresponding author: hschaiu@naver.com

I. 서론

- ▶ 방사성동위원소 및 방사선 발생장치의 이용기술은 교육기관, 연구기관, 의료기관 및 산업일반에 전반적으로 퍼져 있어 이들에 의한 관계 종사자 및 작업종사자들의 피폭 사례들도 지속적으로 증가하고 있다. 이에 방사선 방호의 목적으로 피폭 방사선량을 측정하기 위한 다양한 방법 중 주로 열형광물질을 사용한 개인선량계를 지속적으로 사용하여 왔다.
- ▶ 열형광물질로 제작된 선량계는 대부분 chip 모양으로 성형하여 사용하고 있으며, 분말 상태의 선량계(분말 TL)로 사용하는 경우도 있다. 분말 형태의 선량계는 치료방사선 분야에서 방사선발생장치의 교정¹⁾과 환자의 표피선량을 분석할 때 그리고 방사선 beam 축의 끝부분에서 dose gradient를 측정할 때 사용하는 TL sheet에 분말 형태의 열형광 물질을 사용한 연구 사례도 있다²⁻³⁾. 이때에 사용한 주된 분말 TL은 LiF:Mg,Ti 물질이며, LiF:Mg,Cu,Si 를 사용한 경우는 chip 형 선량계를 분쇄하여 분말 TL을 제작한 것이다.
- ▶ 본 연구에서는 LiF:Mg,Cu,Si 로 직접 분말 TL을 제작하여 분말 크기에 따른 열형광 반응도를 측정하여 최적의 분말 TL 선량계를 제작하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

- 1 분말 상태의 원료 물질을 직접 소결하는 방법으로 TL 분말 제작
- 2 소결된 분말을 300°C/10 분, 260 °C/10분 2단계 열처리
- 3 열처리 완료한 TL 분말을 100, 140, 200 mesh 세가지 표준망체로 입자크기 150~106 μm, 106~75 μm, 75 μm 3 종류로 분류
- 4 분류 후 기준감마선장(Cs-137)에서 10 mGy의 방사선량 조사
- 5 Preheat 50°C, 가열률 15°C/sec, 판독온도 300°C, 시간 23초로 판독 (Harshaw 4500 Reader, 한국원자력연구원)
- 6 비교를 위하여 chip 형태의 TL 소자 준비(ø3.5 x 0.45 mm, 10.9 mg)하여 동일한 방사선량 조사



III. 결과 및 고찰

우선 지름 3.6mm, 두께 0.45 mm 및 평균질량 10.9 mg인 chip 형태의 TL 소자를 15개를 준비하여 기준 감마선장(Cs-137)에서 10mGy의 방사선량을 조사한 후 한국원자력연구원에 있는 판독장치 Harshaw 4500 로 측정된 결과 단위질량당 TL 반응도는 241.6 ± 16.6 nC/mg 로 나타났다. 분말형태의 열형광물질을 100, 140 및 200 mesh의 표준망체로 150~106 μm, 106~75μm 및 75 μm 이하의 입자크기 별로 분류한 후 동일한 기준감마선장(Cs-137)에서 10 mGy의 방사선량을 조사하여 판독장치 Harshaw 4500 로 입자 크기별로 각각 5회씩 측정된 결과를 표 1에 나타내었는데 평균 반응도(nC/mg)는 입자 크기 분포별로 각각 (331.7 ± 13.1), (470.3 ± 17.0) 및 (497.1 ± 11.3) nC/mg 이었다. 단위질량당 반응도는 그림 1에 보여준 것과같이 입자크기가 클수록 반응도가 높게 나타났다.

Table 1. The TL response per mass(nC/mg) of new LiF:Mg,Cu,Si vs powder size(mm)

Diameter	~ 75 μm			75 ~ 106 μm			106 ~ 150 μm		
	Response (nC)	Mass (mg)	Rate (nC)	Response (nC)	Mass (mg)	Rate (nC)	Response (nC)	Mass (mg)	Rate (nC)
1	4377.0	12.7	344.6	5141.0	10.8	476.0	6401.0	12.4	516.2
2	4371.0	12.9	338.8	5346.0	10.8	495.0	5461.0	11.2	487.6
3	4169.0	12.7	328.3	4788.0	10.6	451.7	5921.0	12.0	493.4
4	4235.0	12.6	336.1	5034.0	11.0	457.6	5922.0	11.9	497.6
5	4226.0	13.6	310.7	6359.0	13.5	471.0	6130.0	12.5	490.4
Mean	4275.6	12.9	331.7	5333.6	11.3	470.3	5967.0	12.0	497.1
S.D	93.3	0.4	13.1	607.5	1.2	17.0	344.6	0.5	11.3

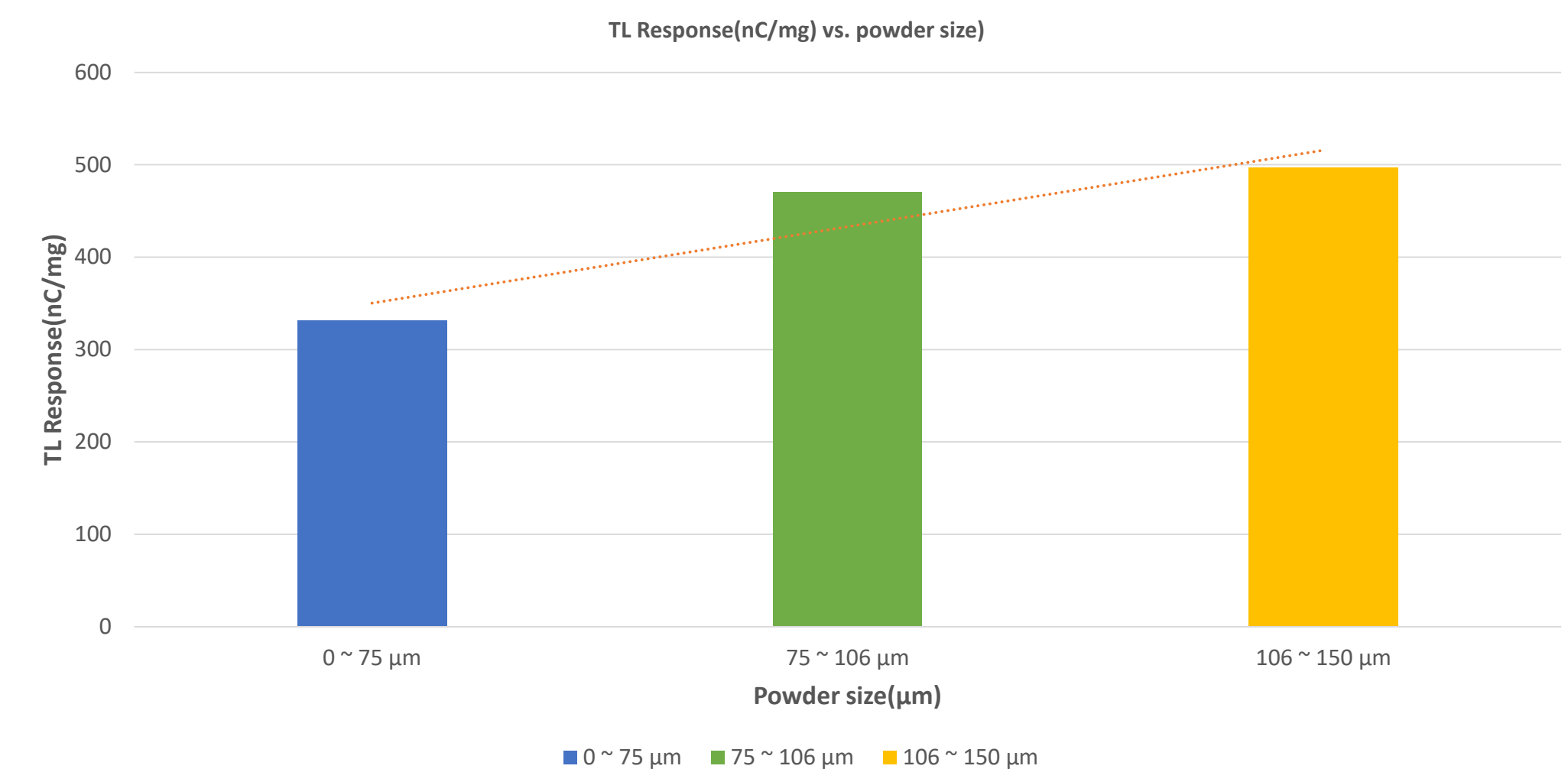


Fig 1. TL response(nC/mg) vs. powder size

IV. 결론

LiF를 원료 물질로 하는 분말형태의 고성능 열형광물질 LiF:Mg,Cu,Si 를 제조한 다음 분말 크기별로 열형광 반응도를 측정하여 chip 모양 열형광소자와 비교한 결과 분말 크기에 따라 최대 2배 이상 반응도가 높게 나타났다. 이로써 분말 형태의 열형광물질 LiF:Mg,Cu,Si는 방사선에 대한 선형성과 재사용성, 최저측정준위(LLD) 및 fading 등의 추후 연구를 통하여 분말 크기에 따라 환경선량 분석, 치료선량 측정 및 기타 여러 분야에 다양하게 응용될 수 있을 것이다.

V. 참고문헌

1. 오현진, 박기정, 임천일, 손혜경, 양현규, 식품의약품안전청연구보고서 제11권, 2007
2. A. Konnai, N. Ozasa, J.I. Lee, "A study on thermal degradation of LiF:Mg,Cu,P and LiF:Mg,Cu,Si" Radia. Meas. 45, 533-536, 2010
3. P. Rapley, Surface dose measurement using TLD powder extrapolation, Medical dosimetry 31(3), 209-215, 2006