

증감지에 의한 직접촬영기술은 현재까지도 이어지고 있으며, X선 장치를 비롯한 관련 기기의 개발과 함께 사진화질을 향상시키는데 크게 기여하고 있다. 그 후 증감지의 종류는 다양화 되어가고 있으며, 특히, 1970년대에는 환자에 대한 조사선량 경감과 사진의 화질을 향상시키기 위하여 증감지와 필름을 개량하는 연구가 시작되었다.

1972년에 C.B. Stewart 등은 희토류 형광체를 증감지에 응용하여 직접촬영에 실용화하게 되었다. X선용 희토류 형광체 증감지는  $\text{CaWO}_4$  증감지에 비하여 고가이지만 높은 발광효율이 있어 증감지의 특성을 비약적으로 높일 수 있었으며, 특히 환자의 X선 조사선량 경감과 양질의 의료 영상정보 전달에 크게 기여하였고, 단시간 촬영, 소초점 X선관의 이용과 희토류 증감지/ortho film system의 개량 등으로 사진 화질이 더욱 향상되고 있다. 현재 각급 의료 기관에서 사용되고 있는 증감지의 종류는 전 세계 유명회사에서 판매되고 있는 것만도 27종에 달하고 있다. 이렇게 다양한 증감지가 개발되어 이용되고 있으나 실제 임상 응용에서 화질을 향상시키고 조사선량 경감에 대응하기 위해서는 촬영목적에 따르는 증감지를 선정해야 하며, 이에 대한 보고는 많지만 증감지를 사용했을 때 X선 발생장치에서 발생된 X선 에너지가 효율적으로 이용되는가를 결정하기 위한 연구가 많이 되어 있지 않기 때문에, 본 연구에서는  $\text{CaWO}_4$  증감지(W),  $\text{BaFCl}:\text{Eu}$  증감지(Ba)와 희토류 증감지인  $\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Tb}(\text{Gd})$ 를 사용해서 연속 X선 에너지 변화에 따른 형광체의 X선흡수계수( $\mu$ ), 흡수효율( $\eta_a$ ), 흡수에너지비(R)를 구하여 진단방사선 영역에서 증감지의 유효이용에 대하여 연구하였다.

**실험 방법 :**

증감지의 특성을 구하기 위해 증감지는  $\text{CaWO}_4$ (W),  $\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Tb}(\text{Gd})$ ,  $\text{BaFCl}:\text{Eu}(\text{Ba})$ 를 사용하였고, 피사체의 두께를 변화시키기 위해서는 인체조직 등가물질인 두께 2~10cm의 acryl phantom을 사용하였으며, 조영제를 사용했을 때 증감지 물성을 알기 위해 바륨 제제 T 제약 120(w/v%)을  $1\text{cc}/\text{cm}^2$  사용하였다. 관전압(kVp)은 50~120kVp를 조사하였다. 측정에 사용된 기기는 X선 발생장치(DRF-150-500), X선 에너지의 체현성을 감시하기 위해 관전압·관전류계인 Dynalyzer III high voltage unit (Radical Co. USA), 조사선량을 측정하기 위해서는 PMX-III(RTI, Serial No. 1058)가 사용되고, 증감지의 두께를 측정하기 위해 SEM(JEOL JDM 5400)을 사용하였다.

진단방사선 영역에서 증감지의 특성을 얻기 위한 흡수계수( $\mu$ ), 흡수효율( $\eta_a$ ), 흡수에너지비(R)는 각각 식 (1), (2), (3)에 의해서 산출되었다.

$$\text{흡수계수}(\mu) = \frac{-\ln \frac{I}{I_0}}{d} \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{흡수효율}(\eta_a) = \frac{\text{증감지에 흡수된 X선 에너지}}{\text{증감지에 입사하는 X선 에너지}} \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{흡수에너지비}(R) = \frac{\text{얇은 피사체를 투과한 증감지의 X선 흡수에너지}}{\text{두꺼운 피사체를 투과한 증감지의 X선 흡수에너지}} \dots\dots (3)$$

**결과 및 결론 :**

진단방사선 영역에서 증감지의 유효이용을 알아보기 위해서 X선흡수계수( $\mu$ ), 흡수효율( $\eta_a$ ), 흡수에너지비(R)를 구하고, 이에 따른 X선 영상에 미치는 영향을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다. X선흡수계수( $\mu$ )는 증감지 사용 유무와 관계없이 Gd에서 크게 나타났고, 두께와 kVp 증가에 따라 그 값이 감소하며, phantom의 두께에 따라 Ba은 70~90kVp, Gd은 80~100kVp부근에서 불연속점이 나타나, 희토류 증감지를 이용한 촬영에서 사용되는 최대에너지(kVp) 범위는 80~100kVp가

적절하다고 사료된다. 형광체의 흡수와 관련된 흡수효율( $\eta_a$ )은 Gd에서 가장 크고, 조영제 사용시 그 차이가 더욱 뚜렷해졌다. 또한 영상의 Contrast에 대응하는 흡수에너지비(R)는 증감지가 없을 때 W에서 비교적 크며, 증감지가 있을 때는 Gd이 크게 나타났고, 입사에너지가 클수록 흡수에너지비(R)는 작게 나타났다. 이러한 증감지 특성 때문에 일반 촬영에서는  $\text{CaWO}_4$  증감지 사용이 가능하나, 위·혈관 조영촬영에서는 희토류증감지 이용이 더욱 더 유용함을 알 수 있었다.

**25)  $\text{CaSO}_4:\text{Tb}$  TLD의 제작과 특성에 관한 연구**

대구보건대학 방사선과  
박명환

**목 적 :**

일반적으로 열형광체의 모체가 동일한 경우라도 활성체의 종류와 농도 그리고 첨가하는 방법에 따라 열형광감도 및 물리적 특성이 크게 차이가 있다. 따라서 희토류 원소인 Tb를 활성화한 고감도 유리캡슐형  $\text{CaSO}_4:\text{Tb}$  TLD를 제작하여 첨가하는 Tb의 활성체 농도와 소성 조건에 따른 최적 조건을 구하고, 또한 glow곡선으로부터 초기 상승법, peak형상법, 가운올법 등의 각 peak의 감쇠율을 조사한다.

**대상 및 방법 :**

$\text{CaSO}_4:\text{Tb}$  TLD의 최적 제작 조건은 Tb를 0.1~2.0mol%의 농도로 변화시키면서 황산중류장치로 증류한 후 공기 중에서 400~900°C로 변화시키며, 2시간 동안 소성하여 결정하였다. 또한 실험상의 편리를 위해 모세관을 이용한 유리캡슐형  $\text{CaSO}_4:\text{Tb}$  TLD 소자를 제작하여 사용하였으며, 제작한 TLD의 물리적 특성을 구하기 위해서는 6MV X선 발생용 선형가속기로 X-선을 조사한 후 TLD 판독장치로 glow곡선을 측정하고, 측정된 glow곡선 data를 ASCII 형태로 TLD 판독장치에서 PC로 전송하여 분석 및 트랩 매개변수 측정에 사용하였다.

**결 과 :**

$\text{CaSO}_4:\text{Tb}$  TLD는 활성체 Tb의 농도가 1.0mol%, 공기 중에서 600°C, 2시간 동안 열처리하였을 때 최대의 열형광 강도를 나타내었다. 그리고 X선을 조사한 후 4°C/sec의 가운올로 측정하였을 때 glow 곡선은 85.0°C, 167.8°C, 257.8°C 근처에 형성된 3개의 glow peak로 구성되어 있었고, thermal bleaching법에 의한 실험적인 방법으로 각 glow peak를 분리하여 측정할 수 있었다. 각 glow peak를 초기 상승법, peak형상법, 가운올법으로 분석하여 활성화에너지, 진동수인자 및 발광차수를 구하였는데, glow peak I, II 및 III의 활성화에너지는 0.70, 0.87, 1.03eV이고, 진동수인자는  $1.76 \times 10^9$ ,  $1.74 \times 10^9$ ,  $9.77 \times 10^8 \text{ s}^{-1}$ , 발광차수는 1.12, 1.46, 1.34이었다.

**결 론 :**

제작한  $\text{CaSO}_4:\text{Tb}$  TLD의 특성으로 보아 각 의료기관 및 산업체 분야의 TLD를 이용한 선량 평가에 활용이 가능할 뿐 만 아니라, 열형광선량계의 국산화 개발 촉진, 새로운 고감도의 열형광 물질의 개발, TLD를 이용한 선량 측정법의 확립 및 계측 정밀도 향상, 열형광 현상을 이용한 물성연구의 활성화, 열형광 mechanism 연구의 기초자료 제공, 비선형 glow 곡선 fitting 방법의 확립, 방사선 관련 시설 등에서의 선량 측정시의 응용에 기대된다.