

## 섬광체 옆표면처리가 감마카메라 영상에 미치는 효과

○김중호\*\*\*, 최 용\*, 오차환\*\*\*, 김준영\*, 이만영\*\*\*, 김상은\*, 최연성\*, 주권식\*\*, 김병태\*  
 삼성서울병원 핵의학과\*, 삼성생명과학연구소 임상의학연구센터\*  
 명지대학교 물리학과\*\*, 한양대학교 물리학과\*\*\*

## Effects of Scintillation Crystal Surface Treatments on Gamma Camera Imaging

○J. H. Kim\*\*\*, Y. Choi\*, C. H. Oh\*\*\*, J. Y. Kim\*, M. Y. Lee\*\*\*,  
 S. E. Kim\*, Y. S. Choc\*, K. S. Joo\*\*, B-T. Kim\*  
 Department of Nuclear Medicine, Samsung Medical Center\*  
 Samsung Biomedical Research Institute, Clinical Research Center\*  
 Department of Physics, Myongji University\*\*  
 Department of Physics, Hanyang University\*\*\*

### ABSTRACT

We investigated the effects of scintillation crystal surface treatment on gamma camera imaging. The NaI(Tl) and CsI(Tl) (20 mm (dia.) × 10 mm (thick) plate) scintillators were chosen for this study. Two different surface treatments, white and black reflectors, were applied to NaI(Tl) and CsI(Tl). The optical properties of generated scintillation light were evaluated using Monte Carlo simulation and position sensitive photo multiplier tube (PSPMT). We measured sensitivity, energy resolution and spatial resolution of a gamma camera system with the scintillators coupled to a PSPMT. Based on the results, we concluded that the careful consideration of surface treatments of the scintillator was necessary in order to develop the gamma camera having good sensitivity and spatial resolution.

### I. 서론

인체내에 주입한 방사성 동위원소에서 방출되는  $\gamma$ -선을 검출하여 생체내 생물학적 현상규명이나 질병진단을 할 수 있는 감마카메라는 현재 국내외 종합병원에 널리 사용되고 있는 의료용 진단 영상기기 중 하나이다.

일반적으로 감마카메라 검출기로 사용되고 있는 섬광체는 입사된  $\gamma$ -선에 대하여 비례적으로 섬광을 발생시키므로 발생한 섬광의 개수를 손실 없이 광전자증배관내의 광음극에서 검출하여 전기신호로 전환하는 것은  $\gamma$ -선에 대한 정보를 보다 정확하게 얻는 것이 된다. 또한 전환된 전기신호를 측정하여 카메라 영상을 획득할 경우, 검출된 섬광의 개수는 따라 시스템 계수율, 에너지 분해능, 위치 분해능 등 감마카메라 특성에 영향을 미치게 된다. 따라서 섬광체내에서 발생하는 여러 가지 광학적 현상은 감마카메라 시스템 구축을 위하여 반드시 고려하여야 하며, 특히 검출되는 섬광의 개수와 밀접한 관계가 있는 섬광체 면의 표면처리에 대한 검토는 고계

수율·고해상도 감마카메라 개발을 위해 필수적으로 고찰해야 할 것으로 생각한다.

이 연구에서는 감마카메라를 개발하는데 핵심기술 부분인 검출기 제작 시에 고려되어야 하는 섬광체의 옆표면처리가 완성된 감마카메라의 몇 가지 특성에 미치는 영향에 대하여 몬테카를로 시뮬레이션과 실제 측정을 통하여 비교 고찰하고자 한다.

### II. 재료 및 방법

NaI(Tl)와 CsI(Tl)섬광체의 크기는 직경이 20 mm 이고, 두께가 10 mm이며, 0.5 mm 두께의 알루미늄으로 밀봉되었다. 또한 이들은 조해성(NaI(Tl): 매우 강함, CsI(Tl): 약함)을 가지고 있어 이를 방지하기 위해 결정의 밑면을 유리창(두께 6 mm)으로 밀봉하였다. 두 종류의 섬광체에 대한 옆표면처리 효과들을 고찰하기 위해 각 섬광체 옆면을 반사체와 흡수체로 처리하여 컴퓨터 시뮬레이션과 실제 특성변화 측정을 함께 수행하였다.

#### 1. 몬테카를로 시뮬레이션

섬광체 윗면( $\gamma$ -선 입사면)은 광자 손실을 방지하기 위해 반사체처리를 하였고, 섬광체와 광전자증배관이 광학적으로 결합되어 있는 아랫면은 광학적 광택처리 하였다. 섬광체 옆표면은 2종류의 섬광체에 대하여 각각 반사체(반사율 98%)와 흡수체(반사율 2%)처리로 선정하였으며, Tc-99m 140 keV  $\gamma$ -선이 섬광체 중앙부분에서 1회 검출되었다고 가정하였다. 시뮬레이션을 통하여 각 섬광체에 대한 영상은 획득하였으며, 섬광체내에서 발생한 섬광이 광전자증배관에서 검출되었을 때 섬광체 옆표면처리 효과와 섬광의 퍼짐 정도를 얻어 1차원 프로파일을 고찰하였다.

#### 2. 감마카메라 특성 측정

Tc-99m 점선원(300  $\mu$ Ci)을 이용하여 4개 섬광체(NaI(Tl)-반사체처리, NaI(Tl)-흡수체처리, CsI(Tl)-반사체처리, CsI(Tl)-흡수체처리)를 위치민감형 광전자증배관에 교체 결합하여 플리드 영상과 계수율, 에너지분해능 그리고 위치분해능을 측정하였다.

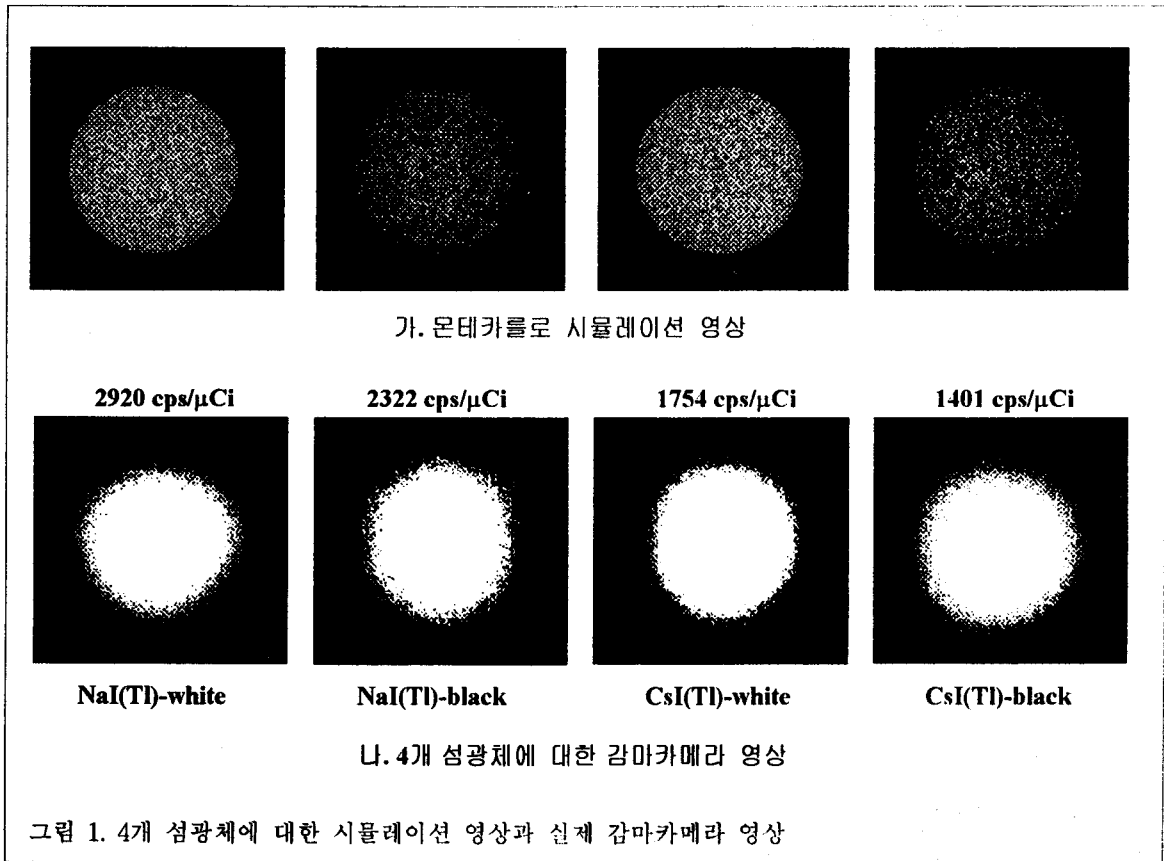


그림 1. 4개 섬광체에 대한 시뮬레이션 영상과 실제 감마카메라 영상

표 1. 몬테카를로 시뮬레이션 결과

	NaI(Tl) (White)	NaI(Tl) (Black)	CsI(Tl) (White)	CsI(Tl) (Black)
	Number of photons			
Photons counted	8751	1922	5497	1194
Bulk absorbed	1917	440	1116	282
Surface absorbed	1089	9399	663	5804

### III. 결 과

시뮬레이션 결과 계수율은 NaI(Tl)-반사체, CsI(Tl)-반사체, NaI(Tl)-흡수체, CsI(Tl)-흡수체 순으로 나타났으며(표1) 획득한 플러드 영상을 통해서도 구분할 수 있었다. 실제 측정결과, 획득한 플러드 영상에서 계수율은 그림 1에 나타난것처럼 NaI(Tl)-반사체, NaI(Tl)-흡수체, CsI(Tl)-반사체, CsI(Tl)-흡수체 순이었다. 위치분해능은 NaI(Tl)-반사체 5.17 mm FWHM, NaI(Tl)-흡수체 4.54 mm FWHM, CsI(Tl)-반사체 6.99 mm FWHM, CsI(Tl)-흡수체 6.31 mm FWHM으로 측정되었다. Tc-99m 140 keV에 대한 에너지 분해능은 NaI(Tl)-반사체 12.5% FWHM, NaI(Tl)-흡수체 23.5% FWHM, CsI(Tl)-반사체 20.5% FWHM, CsI(Tl)-흡수체 33.3% FWHM으로 계산되었다.

### IV. 고찰 및 결론

이 연구에서는 감마카메라 시스템에 사용되는 섬광체의 옆표면처리가 카메라의 주요 특성에 직접적인 영향을 미친다는 것을 시뮬레이션과 실제 측정을 통하여 확인할 수 있었으며, 두 방법이 매우 유사한 결과를 보여주었다. 결론적으로 이 연구결과에 의하면 섬광체와 광전자증배관, 그리고 Tc-99m 선원을 이용하여 영상회득을 목적으로 하는 감마카메라 제작에는 NaI(Tl)섬광체가 적합하며 계수율과 해상력을 고려하여 섬광체 옆표면처리를 적절히 선택해야 한다는 것을 증명하였다.

### V. 참고문헌

1. 김종호, 최 용, 김준영, 임기천, 김상은, 최연성, 주관식, 김병태, "소형 감마카메라 제작에 사용되는 NaI(Tl)-광전자증배관 검출기의 민감도와 위치분해능 특성 연구를 위한 몬테카를로 시뮬레이션", 의학물리, Vol. 8, pp. 67-76, 1997
2. I. Holl, E. Lorenz, G. Mageras, "A measurement of the light yield of common inorganic scintillators", IEEE Trans. Nucl. Sci., Vol 35, pp. 105-107, 1988
3. 김종호, 최 용, 권홍성, 김희중, 김상은, 최연성, 이경한, 김문희, 주관식, 김병태, "NaI(Tl)섬광결정과 위치민감형 광전자증배관을 이용한 유방암 진단용 소형 감마카메라 개발", 대한핵의학회지, Vol. 32, pp. 314-322, 1998

본 연구는 1997년도 선도기술(G7) 의료공학기술 개발사업과 삼성전자 부설 삼성생명과학연구소 연구비의 보조로 이루어졌음.