

# 稀土類 增感紙와 필름에 對한 評價

高麗大學校 保健專門大學 放射線科

許 俊

## Evaluation of Rare Earth Screen/Film Combination

Joon Huh

Dept. of Radiotechnology, Junior College of Public Health  
and Medical Technology, Korea University

### I. 緒 論

최근에 들어서 의료진단의 고도화, X선사진촬영법의 다양화와 고도화는 X선사진 시스템에 대해 보다 큰 感度和 보다 큰 정보량을 요구하게 되었다

이에 수반하여 X선피폭선량경감에 대해서는 의료계 뿐만 아니라 사회적인 의식이 높아짐에 따라 X선사진계의 高感度化에 대한 요구가 있게 되었다

이러한 동향과 요구에 대해서는 증감지와 필름의 感度향상, 적정한 사진 처리기술등의 受像記錄系에 관한 문제, 촬영거리, 선질의 선택, 선추의 크기 등 많은 方策이 있으나<sup>1)</sup>이중에서 현재 사용되고 있는 色增感이 없는 할로겐화은과 텅스텐칼슘系로서는 거의 한계에 왔다고 할 수 있어 畫質과 感度の 관계를 대목적으로 향상시키는 것이 곤란해졌음이 명백하게 되었다<sup>2,3)</sup>

이에 대처해서 개발된 것이 稀土類增感紙와 整色性 필름으로 Buchanan이 1972년에 임상에 응용한 이후 그 보급은 급격한 증가를 보이고 있으며 우리나라에서도 근간 많이 사용되리라 사료된다<sup>4,5)</sup>

이에 저자는 그간의 임상 실험결과를 토대로하여 稀土類增感紙와 이에 따르는 필름에 대해서 그 특성을 평가하는 바이다

### II. 增感紙와 필름

피폭선량을 경감하기 위한 대책은 여러가지 있으나

증감지의 高感度化는 가장 매력적인 수단이라 하겠다. 증감지의  $CaWO_4$  증감지는 感度を 높이면 鮮銳度의 저하에 따라 화질의 劣化가 있는것이 보통이다. 이에 따라 화질의 향상과 피폭의 低減이라는 현재로서는 상반되는 문제해결을 위해서 稀土類增感紙가 개발된 것이다 (표 1 참조)

稀土類增感紙에 사용되고 있는 螢光體는 Y系(이트륨) La系(란타넘), Gd系(가돌리늄)로서 이것은 Color TV의 螢光體로 이미 사용되고 있으며 이 특징으로서 는,

1) 螢光의 발생 구조는 그림 1과 같으나<sup>6)</sup> 稀土類螢光體는 일반螢光體에 비해서 X선 또는 전자선의 자극으로 생기는 勵起상태가 외부의 熱的攪亂상태의 영향을 잘 받지않으므로 發光효율이 높다

2) 螢光體의 구성원소는 원자번호가 높아서 X선의 흡수가  $CaWO_4$  螢光體의 3~5%에 비해 13~18%가 되어 發光효율이 높다

3)  $CaWO_4$  螢光體의 發光스펙트럼은  $4,300\text{\AA}$ 에 피크를 가지고  $3,500\sim 5,000\text{\AA}$ 의 청색영역에 연속 스펙트럼을 가지고 있으나 稀土類螢光體는 특히  $5,400\text{\AA}$ 의 녹색영역을 중심으로 강한 선스펙트럼을 發光하므로 綠感色性이 되고 따라서 整色性필름이 사용된다

稀土類增感紙는 感도가 높으므로 환자의 피폭선량을 低減시키는데 기여하고 있으나 X선사진의 畫質을 유지시킨다는 점에서는 부족되는 부분이 많이 있어 앞으로 개

Table 1. Comparison of speed and sharpness of various intensifying screens

Type of screen	Shap type		Par speed type		High speed type		Ultra-high speed type	
	LF-II	FS	LT-II	MS	LH-II	HS	G4	G8
Phosphor	CaWo <sub>4</sub>		CaWo <sub>4</sub>		CaWo <sub>4</sub>		Gd <sub>2</sub> O <sub>2</sub> S: Tb	
Intensifying factor	45~55	45~55	72~88	72~88	108~132	108~132	230~280	450~55
Sensitivity (%)	100	100	160	160	240	240	500	1,000
Resolving power (lines/mm)	14~16	10~12	9~10	8	7~8	6	8	6
Phosphor particle size	4	5	6	7	8	10	6	8
Sharpness (ratio)	115	100	96~102	85	92	60	85	60

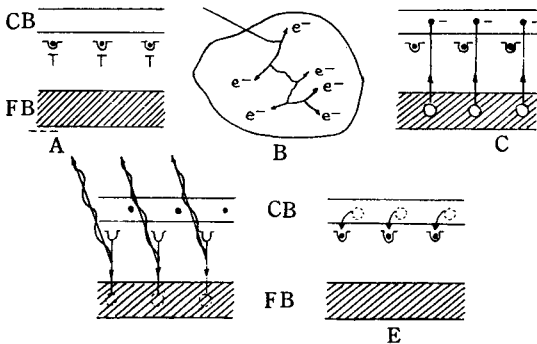


Fig.1. -Fluorescence -immediate emission. A, The original state of the material. B, Each X-ray photon produces many electrons. C, Electrons lifted to the conduction band and holes produced in the filled band. D, The holes filled from the traps and visible photons emitted. E, Electrons from CB refill the traps and restore the original situation.

발시킬 문제점으로 남아 있으며 또 한편으로는 그 가격이 高價인 까닭에 보급에 많은 차질을 주고 있는 형편에 있다 이와같은 稀土類增感紙는 표 2와 같이 많은 종류가 판매되고 있다 7)

稀土類增感紙는 高感度증감지의 특징을 살리고 임상진단에 필요한 畫質을 나타낼 수 있도록 발전하고 있다 진단을 붙이는데 필요한 X선사진의 畫質이라 함은 질병이 있는 부분의 특징을 충분히 묘사할 수 있는 畫質을 말하며 그것은 器官이나 검사법에 따라 필요조건이 틀리게 된다 더욱 일반검사 또는 정밀검사 등에 따라서 僞陰性이 작고 感도가 높은 검사법을 택할 것인가 혹은 僞陰性이 작고 특이도가 높은 검사법을 택하는가 하는데 따라 틀린다 8)

그 예로서 폐의 X선진단에서 肺胞性과 間質性의 병변을 大別할 경우에 肺胞性 병변에서는 폐암이나 삼출성 결핵에서 나타나는 細葉性 浸潤性음영과 같이 윤곽이 선

Table 2. Type of intensifying screen

	Maker	System	Screen		Film	
			Phosphor	Type	Regular	Ortho
U. S. A	Kodak	Lanex	La <sub>2</sub> O <sub>2</sub> S: Tb Gd <sub>2</sub> O <sub>2</sub> S: Tb	Regular	G	○
	3M	Trimax	Gd <sub>2</sub> O <sub>2</sub> S: Tb La <sub>2</sub> O <sub>2</sub> S: Tb	Alpha4, Alpha 8	—	XD, XM
	U. S. Radium	Rarex	Gd <sub>2</sub> O <sub>2</sub> S: Tb Y <sub>2</sub> O <sub>2</sub> S: Tb Y <sub>2</sub> O <sub>2</sub> S: Tb	BGD, BGM, BGH	—	○
				BM	○	—
	Du Pont	Cronex	BaFCl: Eu	Quanta II	Cronex 7	—
West Germany	Cawo	SE	LaOBr: Tb	SE2, SE4, SE6	○	—
Belgium	Agfa-Gevaert	MR	LaOBr: Tb	MR200, MR400, MR600	○	—
Japan	Fuji-Kyokko	Crenex	Gd <sub>2</sub> O <sub>2</sub> S: Tb	G-4, G-8,		RXO
	Toshiba	L Series	(Y, Gd) <sub>2</sub> O <sub>2</sub> S: Tb	LD, LM, LU	○	
	Toshiba-Sakura	Hi-Ortho	Gd <sub>2</sub> O <sub>2</sub> S: Tb	GTS, GTH	—	QSO

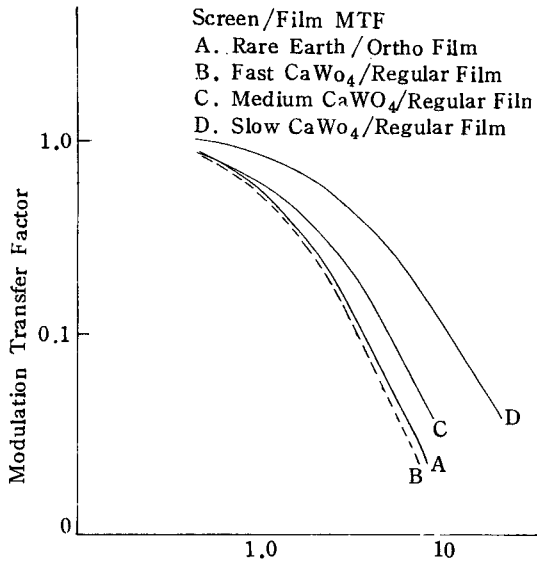


Fig.2. Modulation transfer function curves of various screen-film combinations tested

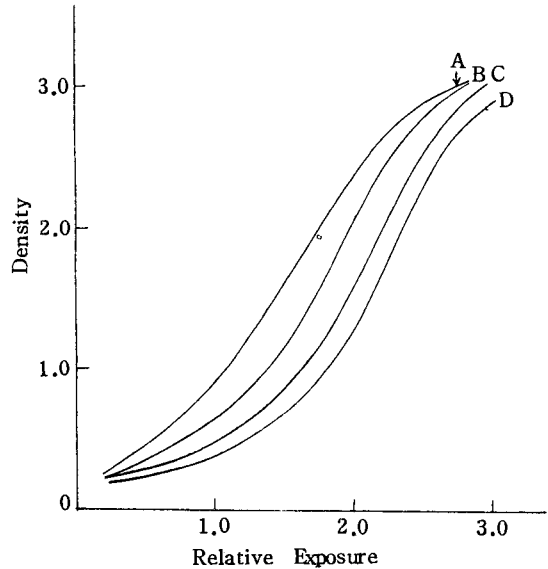


Fig.3. Characteristic curves of screen-film combinations tested

명치못하고 연한 點과 斑狀 음영이 있으며 이때에 흐리고 연한 點狀 음영을 묘사시킬 필요가 있어 해상력을 유지시키면서 필름·증감지系の 입상성이 좋아야 한다<sup>1)</sup>

間質性병변에서는 膠原病 (diffuse collagen disease)의 線維症이나 間質性肺線維症 등에도 나타나는 毛髮狀陰影, 間質性肺水腫, 암성임파관증 등과 小葉中隔의 線狀陰影, 慢性閉塞性肺疾患등에 나타나는 기관지나 細기관지의 軌道狀이나 小葉中隔의 線狀음영, 혈행성 播種이나 塵肺등의 間質의 미세결절의 중복에 따라 생기는 粟粒性음영을 제외하고 기타는 모두 線狀, 網狀의 음영이 나타나는 것이 중요하며 필름·증감지系の 해상력이 좋을 것이 필요하다

즉 上記와 같이 폐의 X선사진에서는 저농도에서 저대조도의 點狀음영을 발견하기 쉽고 입상성이 나타나지 않으며 또한 저대조도의 線狀음영을 나타나게 할 수 있는 것이 좋다. 또한 담낭조영 등에서는 鮮銳도보다는 저대조도로서 판별이 좋은 필름·증감지가 필요하다

高感度の 필름, 증감지系の 실태는 현재 사용되고 있는 증감지와 필름의 연결에서는 조성으로 분류하면 亞鉛族알카리土類螢光體증감지 (청색發光)와 regular emulsion film, 稀土類螢光體증감지 (녹색發光)와 ortho emulsion film이 있으며 이 중간에 청색發光의  $Y_2O_3S : Tb$ 와 녹색형광의  $Gd_2O_3S : Tb$ 의 혼합고용체의 증감지와 regular 또는 ortho emulsion film의 조립이 있다

또한 성능을 중심으로 한 조립에서는 sharpness 를

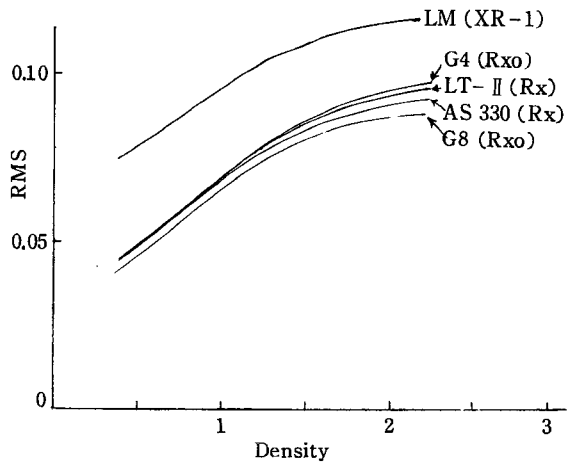


Fig.4. RMS (root mean square) curves of various screen-film combination tested

중점으로 하는 高鮮銳度增感紙와 高感도 필름, 粒狀性을 중시한 高感도증감지와 低感도微粒子필름의 조립이 있다<sup>9)</sup> 이와같은 조립의 鮮銳도를 판별하는 지표로서 MTF (그림 2 참조)가 있으며 感도를 지표로 하는 것에는 특성곡선<sup>10)</sup>(그림 3 참조)이 있다 粒狀性을 지표로 하는 것에는 RMS를 측정 비교할 수 있다 (그림 4 참조).

일반적으로 感도와 鮮銳도는 逆相關의 관계가 있다. 즉 鮮銳도와 mottle 과는 逆相關이다. 표 3은 각종 증감지와 필름을 연결시키고 관전압에 따라 변화되는 粒

Table 3. Granularity

KV	MS/RP	Lanex/OGI	Titan/RP	G8/RXO
50	0.070	0.065	0.075	0.080
80	0.065	0.070	0.075	0.085
110	0.070	0.070	0.075	0.085

狀性を 나타낸 것이다. 鮮銳度を 좋게 하면 粒狀性が 저하되고 粒狀性を 좋게 하면 鮮銳度は 低下된다. 따라서 진단목적에 따라 필름 증감지를 선택할 필요가 있다. X선흡수 一發光効率は quanta mottle 의 발생에 관계가 있으며 이것은 또한 螢光體의 구성에 따른다. 만일 鮮銳도와 粒狀性が 동일한 조합이라면 高感度の system 을 사용할 것이며, 感도가 높으면 환자피폭이 低減되는 동시에 폭사시간이 단축되어 단시간 폭사에 따라 움직이는 기관에 생기는 暈像을 감소시킬 수 있으며 또한 용량이

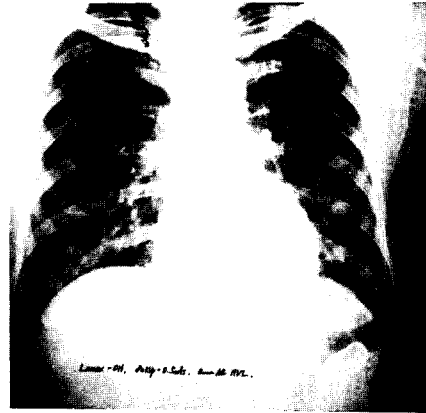
작은 소초점 X선관을 이용할 수 있게되어 半影量을 減少시킬 수 있는 장점이 있다.<sup>1)</sup>

그에로서  $\text{CaWO}_4$  표준증감지에 高感度 regular film과  $\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S} : \text{Tb}$  증감지에 ortho film을 사용한 확대 촬영을 비교할 경우 稀土類增感紙에서는 저대조도로 약간 暈像의 주변이 나타나고 粒狀影은 暈去되기 쉽게 된다.

線狀影에서는 약간의 粒狀이 나타나고, 해상력의 저하보다는 상승이 있어 폐야의 촬영에는 약간 문제가 있으나 혈관조영, 기관지조영등 조영제를 사용하여 管狀 구조를 묘사하는 데는 지장이 없으며 感度の 상승에 따라 폭사시간이 단축되어 운동에 따르는 暈像을 低減시킬 수 있게 된다. 그림 5의 사진은 稀土類增感紙와  $\text{CaWO}_4$  증감지 즉 표준감도증감지 + Rx, Lanex + OH, Grenex + OH로 조립시키고 촬영한 흉부상으로서 별지



MS+ RX, 80 kv, 4.5mAs



Lanex+OH, 80kv, 0.5 mAs



Grenex+OH, 120kv, 1.5mAs, Grid 8:1

Fig.5. Comparison of chest radiographs taken with 3-phase generator at 3mm Al HVL and 90 second processing film

장이 없이 잘 나타나고 있다

稀土類増感紙를 응용할 수 있는 被檢體의 범위는 확대되고 있으나 이것은 극히 단시간복사에 따르는 휘도 응답의 저하와 감도, 粒狀性 등에서는 전압 의존성이 높아 사용하는데 주의를 요한다 그러나 산란선의 영향은 1 차선에 대한 산란선의 흡수율을 비교할 때 稀土類増感紙가  $\text{CaWO}_4$  증감지보다 좋은 결과를 나타내고 있다 더우기 稀土類増感紙는 그 층을 얇게 제작할 수 있으므로 단층촬영과 같이 斜入射되는 촬영에는 적합하다고 할 수 있다<sup>10)</sup> 또한 단층촬영에서는 피복시간이 低減되는 점으로 보아 다층증감지에 더욱 유리하다 즉 發光效率이 높고 흡수계수가 커서 螢光體의 두께를 얇게 할 수 있는 稀土類増感紙는 다층증감지를 만들기가 쉽다 특히 확대 단층촬영에서는 얇은층의 다층단층촬영을 할 수 있는 점과 斜入射에 따르는 暈像을 감소시키는 점, 미소초점의 X선관 사용에 따르는 용량부족을 보상한다는 점에서 매우 유용하다

### Ⅲ. 稀土類増感紙의 長短点

희토류원소를 쓴 증감지와 이 發光에 적합한 필름의 사용은 앞으로 증가될 것으로 사료되며 그 장점은 다음과 같다

1. 종래의 피복선량감방법 즉 고관전압촬영, 여파관 삽입촬영, 증감현상등에서  $1/2 \sim 1/3$ 의 선량 저하 효과가 있는데 대해서 稀土類増感紙와 이에 적합한 필름을 사용함으로써  $1/10$  이상으로 많은 피복경감이 가능하게 되어, 유전유의 선량, 백혈병유의 선량의 저하에 크게 기여할 수 있게 되었다

2. 感도가 좋아지는 까닭에 동일 흑화도를 내기 위해서 촬영시간은 단시간으로 가능하며 호흡에 따르는 움직임, 心搏에 따르는 움직임, 유동등에 따르는 운동학적 불선에도를 방지할 수 있어 보다 선명한 사진을 나타나게 할 수 있다

3. 촬영조건이 작아지는 관계로 소초점의 X선관을 사용할 수 있어 기하학적 불선에도를 감소시킬 수 있으며 이에 따라 확대 촬영에 그 효과를 나타낼 수 있다

4. 저부하촬영에 따라 장치의 수명이 길어지며 또한 소용량 X선 장치로 촬영이 가능하게 되었다

5. 感도가 빨라짐에 따라 상대적 산란선 함유량을 감소시킬 수 있다

이에 반해 다음과 같은 결점도 있다

1. 선에도가 저하된다

2. X선 量子 mottle, 증감지 구조 mottle, 필름 입

상성악화에 따르는 X선 사진 mottle의 저하가 있다

3. X선 흡수 發光의 전압 의존성이 크게 된다

4. 필름 베이스 농도가 높다

5. 증감지의 녹색 발광에 적합한 필름이 쓰여지는 관계로 중견의 안전등을 쓸 수 없어 암실 작업이 번잡하게 된다

6. 자동노출 제어기를 쓰고 촬영할 경우에 희토류 증감지를 쓰면 단시간 응답이 되어 신뢰성이 충분치 못하며 흑화도의 차이가 크게 될 수 있다

7. X선 발생 장치, 자동현상기, 격자등의 부속 장치의 엄밀한 조정과 관리 및 제어가 요구된다

8. X선 흡수 發光의 피사체 두께에 따르는 의존성이 크게 된다

9. 그 가격이 매우 高價이다

### 參 考 文 獻

1. 許 俊: 放射線画像情報技術, 新光出版社, pp. 95~105, 1979.
2. Edward E. Christensen, Thomas S. Curry, James E. Dowdey: An Introduction to the Physics of Diagnostic Radiology, Lea & Febiger, pp. 148~150, 1978.
3. 許 俊, 金昌均, 姜弘錫: 胸部 X線檢査에 있어서 被曝線量の 輕減에 對한 檢討, 韓放技研誌, 2(1), pp. 15~22, 1979.
4. Buchanan, R. A., Finkelstein, S. L., and Wickesheim, K. A.: X-ray exposure reduction using rare earth oxysulfide intensifying screens, Radiology, 105:185~190, 1972.
5. John E. Cullinan, Angeline M. Cullinan: Illustrated Guide to X-ray Technics, J. B. Lippincott Company, pp. 61~73, 1980.
6. W. J. Meredith, J. B. Massey: Fundamental Physics of Radiology, Bristol: John Wright & Sons LTD., pp. 182~203, 1972.
7. 日向浩, 田中孝, 大越幸和: 稀土類増感紙による患者被曝輕減, サワラ X레이 写真研究, 118, pp. 8~10, 1976.
8. 佐久間貞行: Screen Film System, 放醫研シンポジウムシリーズ, pp. 125~147, 1979.
9. Marilyn H. Sackett: Speed ahead-rare earth imaging systems, Radiologic Technology, 48(5), pp. 537~543, 1977.
10. 許 俊: 放射線画像技術實驗, 大學書林, pp. 219~227, 1980.