

Fuji 稀土類 增感紙와 整色性 필름에 關한 檢討

— 非整色性 필름系와의 比較 —

高麗大學校併設保健專門大學 放射線科

許 俊 · 金昌均 · 姜弘錫* · 李寅子

Evaluation of Fuji Rare Earth Screens and Ortho Type Films

— Compare with Regular Film System —

Joon Huh, Chang Kyun Kim, Hong Seok,* In Ja Lee

Dept. of Radiotechnology, Junior College of Public Health and

Medical Technology, Korea University, Seoul, Korea

차 례

- I. 서 론
- II. 실험방법
- III. 실험결과
- IV. 고 안
- V. 결 론
- 참고문헌

I. 서 론

1972년 R.A.Buchanan¹⁾이 희토류형광체를 증감지에 응용하는 논문을 발표한 이후 고감도, 고화질에 대한 연구개발이 진행되어 현재의 품질까지 개량되었으며 앞으로도 보다 더 좋은 향상을 위해서 연구는 계속될 것이다.

그간의 연구는 CaWO₄ 증감지와 regular type film system에 대해서 보다는 고감도와 고화질에 대해서

계속되어 왔으나 현재상황에서보다 대폭 성능을 향상시킬 수 없는 시점에 달하고 있어 희토류형광체가 X선 진단에 도입되게 되었다. 이에 대해서 Kodak의 Lanex system (1974)이 처음으로 제조·판매되기 시작하면서 X선기록계에 대한 고감도로 피폭선량의 대폭경감을 진전시키게 되었고, 미국을 위시한 선진 각국에서는 약 40%가 ortho化 되고 있다.²⁾ 그간 우리나라에서도 많은 보급을 위한 연구발표가 있었으나 아직 그 이용은 전혀 되고 있지 않은 실정이다.³⁻⁷⁾

저자는 희토류증감지 system의 이용을 촉진시키기 위해서 Fuji 녹색발광증감지 G4, G8과 각종 Fuji film에 대해서 기초실험을 하여 그 결과를 보고하는 바이다.

II. 실험 방법

의료용 X선에서 사용되고 있는 5종류의 증감지와 Fuji 社의 필름 6종을 선택하여 분광감도별로 15종

* 인천간호보건전문대학 방사선과,

Dept. of Radiotechnology, Incheon Junior Nursing College and Allied Health Sciences

류를 연결시키고 진단영역인 관전압 60~100 kVp에서 각각의 감도와 화질을 비교·검토하였다. 이때 선택한 증감지와 필름은 청색발광형광체의 Kyokko L-series screen LF, LT, LH와 비정색성 필름인 Fuji RX, RX-L, RX-G type, 또한 근래에 보급되고 있는 녹색발광의 회토류증감지 Fuji G4, G8과 이때 연결시킬 정색성 필름으로 Fuji RXO-L, RXO-G, RXO-H type을 사용했다.

각 종류별 감도측정시의 노광은 초점필름간 거리 200cm에서 시간변경법을 이용하였으며 각 관전압에서 적정한 감도측정곡선을 얻기 위해 부가여과판의 두께를 변경시켰다. 이때 사용된 부가여과판의 두께는 60 kVp와 80 kVp에서 4.0mmAl + 0.2mmCu, 100 kVp에서 4.0mmAl + 0.5mmCu이다. 그러나 G8증감지는 상대적으로 감도가 높아 sensitometry에 필요한 선량이 적어지므로 부가여과판의 두께를 다른 종류에 비하여 증가시켰다. 그 두께는 60 kVp에서 5.0mmAl, 80 kVp에서 5.0 mmAl + 0.5 mmCu, 100 kVp에서 9.0 mmAl + 0.9 mmCu이다.

작성된 감도측정곡선에서 각 종류별 상대감도와 흑화도별 계조도를 산출하고, 또한 관전압 80 kVp에서 각 흑화도를 낼 수 있는 노광조건을 찾아 Hawlet chart를 촬영하고 화질치를 비교·검토하였다.

이 실험에서 사용된 X선발생장치는 Toshiba DC-15KB, 500mA이고 현상기는 Sakura New QX 1200 90 초용이며, 화질치 측정을 위한 Hawlet chart는 NIKKO FINE IND. CO., LTD의 Model P-70이었다.

Ⅲ. 실험 결과

1. 상대감도

각 관전압에서 LT 증감지와 RX 필름을 연결시킨 것을 기준으로 하여 8 종류의 증감지-필름계의 감도를 상대적으로 비교한 결과 표 1과 그림 1에서와 같이 관전압 60 kVp에서 107~263, 80 kVp에서 141~355, 100 kVp에서 170~468이 되어 관전압 증가에 따라 각 증감지별 상대감도의 차가 커지고 있으며, 관전압 80 kVp 이하에서는 회토류증감지 G4와 RXO-G, RXO-L film을 사용했을 경우 LH 증감지에 비해 감도가 저하되고 있었다. 또한 필름별 감도는 RXO-G를 기준으로 할 때 RXO-L이 5~23%, RXO-H가

Table 1. Relative speed of various screen-film systems on each tube voltages

Tube voltage	Screen	Film	Relative speed	
60	LT	RX	100	
		G4	RXO-G	107
	G4	RXO-L	117	
		RXO-H	159	
		G8	RXO-G	186
			RXO-L	200
RXO-H	263			
80	LT	RX	100	
		G4	RXO-G	141
	G4	RXO-L	148	
		RXO-H	204	
		G8	RXO-G	235
			RXO-L	263
RXO-H	355			
100	LT	RX	100	
		G4	RXO-G	170
	G4	RXO-L	204	
		RXO-H	263	
		G8	RXO-G	302
			RXO-L	371
RXO-H	468			

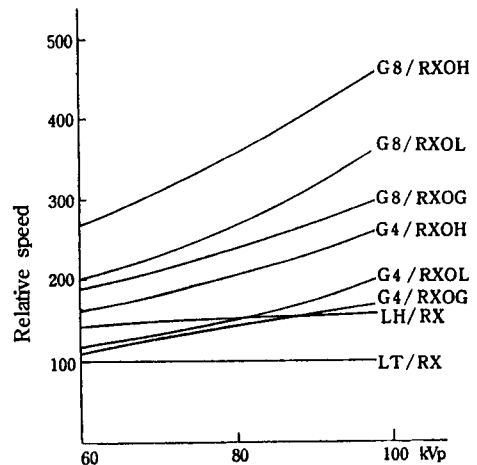


Fig.1. Relative speed by tube voltage with various screen-film systems

41~55% 높게 나타나고 있다.

2. 제조도

관전압 100 kVp에서 증감지별 각 필름의 제조도는 각 특성곡선상에서 흑화도 0.25에서 시작하여 0.25 간격으로 곡선의 전체범위에서 산출하여 그 변화를 그림 2에 나타내었다. LT 증감지에서의 제조도치는 RX-G 필름이 전범위에 걸쳐 상대적으로 가장 높은치를 보이며 최고치도 2.78로서 그치가 2.50인 RX 필름에 비해 크며 흑화도에 따르는 변화는 두 필름이 거의 비슷한 형태를 보인다. RX-L 필름은 가장 낮은 제조도를 보이며 최고치는 1.92로서 흑화도 1.5 정도에서부터 저하되고 있어 다른 종류의 필름에서보다 제조도의 최고치를 나타내는 직선부의 영역이 좁은 것으로 나타나고 있다.

회트류증감지인 G4와 G8에서는 LT 증감지에 비해 상대적으로 제조도의 치가 높고 그 변화가 더욱 심하며 최고치가 유지되는 범위도 좁아지고 있다. 최고치가 가장 큰 필름은 RXO-H, 다음이 RXO-G이며, RXO-L type은 가장 낮은치를 보인다. 그러나 흑화도 1.0 이하인 저농도영역에서의 제조도치는 RXO-H 필름이 가장 낮고, RXO-G와 RXO-L은 거의 비슷한 치로 나타나고 있다.

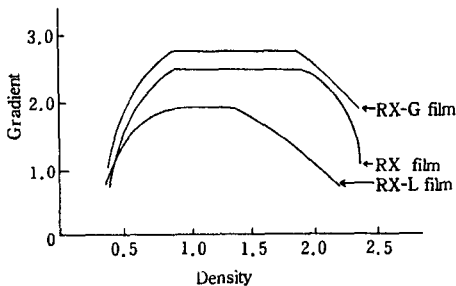


Fig.2. Gradient curves of LT screen on each films

3. 화 질

관전압 80 kVp에서 종류별 증감지-필름계의 기본 흑화도를 변화시켜가며 Hawlet chart를 촬영하고 5명의 관찰자가 시각적으로 측정된 화질치는 그림 3과 같다.

흑화도별 화질치를 표시하고 있는 그림 3-A에서 보면 흑화도 1.20~1.50에서 모두 가장 높은 화질치를 나타내며 그 수치는 종류별로 8.27~10.09 범위이다.

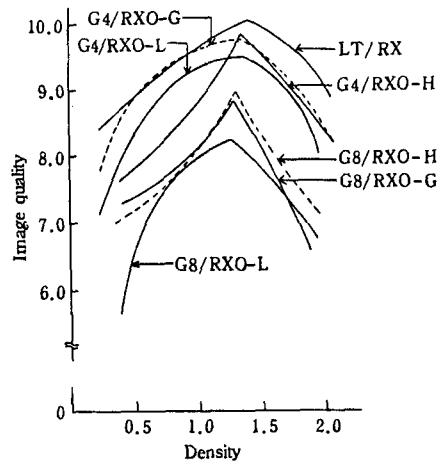


Fig. 3-A. Image quality by density with various screen-film systems

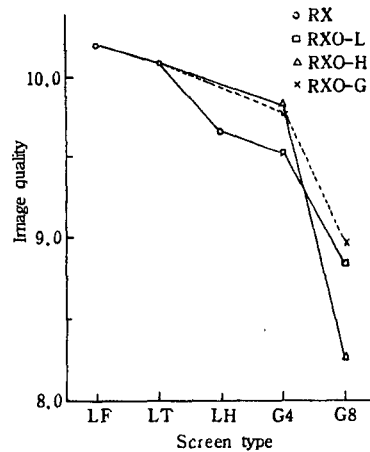


Fig. 3-B. Image quality by screens in the range of film density 1.28~1.43

또한 수치의 상대적 크기는 LT 증감지와 RX 필름 연결이 가장 높은치를 보이고 G4, G8 증감지의 순서로 작아지고 있으나 회트류증감지용 필름종류별로는 저농도부와 고농도부에서 그 순서가 일정치 않다. 그러나 공통적으로 가장 낮은치를 보이는 것은 저농도부에서 RXO-H 필름, 고농도부에서 RXO-L 필름이었다. 그림 3-B는 흑화도 범위 1.28~1.43에서 각종 증감지-필름별로 화질치를 비교한 것이다. 청색발광용 L-series 증감지에 RX 필름을 연결시킨 것과, 회트류증감지인 G4, G8에 3종류의 녹색감광성필름을 각각 연결시킨 것의 상대적인 화질치를 보면 LF, LT 증감지가 높은치를 보이고, G4 증감지는 연결시킨 필름

종류에 따라서 네증감지보다 우수한 성능을 나타낸다. 또한 G8 증감지는 모두 화질치가 떨어지고 있으며 RXO-H 필름을 연결시킨 경우에는 특히 심한 화질의 저하를 보인다.

IV. 고 안

Ortho 필름—증감지시스템은 CaWO_4 형광체에 비해 발광스펙트럼의 강도가 강하여 감도를 증대시킬 수 있으며, 이에 따라 형광체의 두께를 얇게 할 수 있으므로 선예도를 좋게 할 수 있다. 회토류 증감지에 연결되는 ortho 필름은 할로겐화은입자의 표면에 감광색소를 흡착시켜 할로겐화는 고유의 감색성보다 파장이 긴 녹·황색까지 감광이 되도록 광학증감을 한 것이다.⁷⁾

본 실험에서 사용한 회토류 증감지의 형광체는 $\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S:Tb}$ 으로 주발광은 540 nm 부근에 있다.

Fuji 社 필름에서는 1975년에 Grenex system을 발표하여 제조·판매하고 있다. G4와 G8형의 2종류 증감지에 ortho 필름인 RXO를 연결하여 CaWO_4 증감지인 F·S에 비해 5~10배의 감도를 내고 있으며 한편 입상성이 좋아서 G4 시스템의 경우에는 혈관조영과 일반촬영으로 사용되어 좋은 평가를 받고 있었다.

1979년과 1981년에 각각 G4와 G8 증감지는 New G4와 New G8로 개량되어 선예도와 입상성을 개선·향상시켰으며, 또한 ortho 필름 RXO는 RXO-H, RXO-G로 개량되어 감도는 250~500을 유지하면서 고화질화로 발전이 되었다.

1982년에 관용도가 큰 저감마형의 RXO-L 필름을 추가로 개발하면서 저피폭선량으로 고화질을 낼 수 있게 되어 적응부위가 증대, 발전하였다.²⁾

회토류증감지의 개발은 피폭선량을 경감시키는 감도 위주에서 고화질화로 방향이 변화되었으며, 촬영부위에 따라 감도와 선예도를 선택할 수 있고 입상성의 개선은 미립자시스템의 개발로 가능하게 되었다.

그림 4의 특성곡선에서 회토류증감지 RXO-L을 제외하고는 LT-II/RX에 비해서 고농도부까지 직선을 그리고 있으며 감도가 증가되고 있다. 그 비율은 관전압이 클수록 심했으며 감도가 높은 G8/RXO-H 연결에서는 LT/RX에 비해 약 5배로 증가되고 있었으며, 관전압 60kV에서 100kV로 높아지면서 약 1.8배가 증가되었다.

제조도폭선은 γ 치가 큰 CaWO_4 증감지에서는 RX-G, RX, RX-L의 순으로 필름특성에 따라 나타나

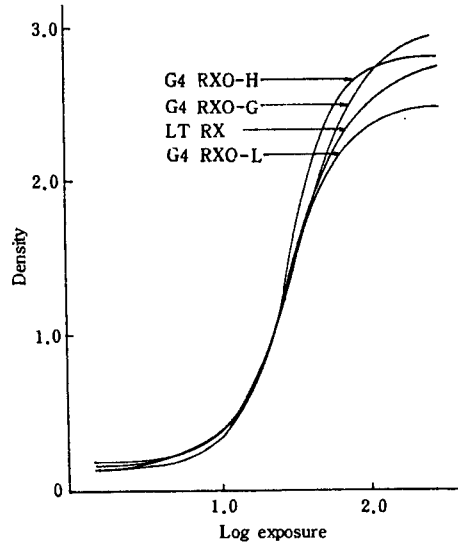


Fig. 4. Characteristic curves of various screen-film systems
(The exposure scale has been normalized at density 1.0 + fog for four curves)

고 있으나 회토류증감지에서는 고농도부에서 RXO-H가 높으나 저농도인 1.0 부근에서는 RXO-G가 높고 RXO-L은 관용도가 큰 필름으로서 CaWO_4 증감지와 같은 경향을 나타내고 있다. 회토류증감지는 고감도이면서 평균계조가 높아서 관용도의 개선을 기대하기 어려우므로 촬영조건설정에 주의가 필요하다. 결과적으로 방사선화질을 평가하는 방법은 M.T.F, Wiener spectrum 등 물리적 요인을 분석하는 방식이 있으나 실험기구 불비로 부득이 본 실험에서는 Hawlet chart 사진으로 화질차를 心理量으로 구하고 그치의 평균치로서 평가하였다. 그 결과 회토류증감지 시스템은 CaWO_4 증감지시스템에 미치지 못했으며, 필름연결에 따라 자기 다른 치를 보이고 있다.

G8/RXO-H 시스템에서는 8.27로 낮은치를 나타내고 있으나 이 필름을 G4 증감지에 연결시키면 9.84로 G4/RXO-G보다 좋은치를 나타내고 있다.

G8 증감지는 고감도가 되므로 quantum mottle 이 크게 작용하여 입상성이 나빠지며 화상치는 전체적으로 저하되고 있다. 이에 따라 피폭선량 경감을 목적으로 감도가 높은 회토류형증감지시스템을 이용할 경우 화상의 질 저하는 피할 수 없다.

증감지와 필름연결에서 감도를 높이기 위해서는 필름의 감도보다 증감지의 감도를 올리는 것이 입상성의 저하가 작다.^{8,9)} 즉, 저감도 미립자필름과 고감도 증감

지를 연결시키는 것이 화질적으로 바람직하다.

V. 결 론

회토류형광체의 특성을 고찰한 결과, 회토류형광체 증감지의 X선 사진 시스템은 화질치의 저하가 있어 고감도시스템으로 조영촬영, 태아촬영, 확대촬영등 피폭선량이 문제되는 한정된 부위에 사용할 것이며, 한편 X-ray quantum mottle이 크므로 心理的粒狀性을포함하여 진단목적에 대응되는 식별한도에 대한 검토가 필요하다.

회토류증감지시스템을 진단에 이용하기 위해서는 단지 선량의 경감에 치우치지 말고 소초점화 촬영거리의 연장, 촬영시간의 단축등의 촬영기술을 응용하는 것이 필요하다 하겠으며 앞으로 광범위한 활용이 기대된다.

[본 실험을 할 수 있게 재료를 제공해주신 新起社 李炳源 사장께 진심으로 사의를 표한다.]

참 고 문 헌

1. Buchanan, R.A, Frinkelstein, S.I. and Wickershein, K.A: X-ray exposure reduction using rare earth oxysulfide intensifying screens *Radiology*, 105, 185, 1972.

2. 小川敬壽: 最近の高畫質・低線量を可能にした稀土類増感紙システム, 日本放射線技師會雜誌, 30(10):69, 1983.
3. 許俊・金昌均: 稀土類系増感紙에 관한 研究, 韓放技學誌, 1(1):15, 1978.
4. 許俊: 稀土類増感紙와 필름에 對한 評價, 韓放技學誌, 4(1):3, 1981.
5. 許俊・金昌均・姜弘錫・李善淑・宋在寬・李相爽: 胸部X線撮影에 있어서 稀土類増感紙 使用에 따른 被曝線量輕減에 관한 檢討, 韓放技學誌, 4(1):23, 1981.
6. 許俊・金昌均・姜弘錫・李善淑・李寅子: Fuji 稀土類増感紙와 整色性 필름에 關한 檢討, 韓放技學誌, 7(1):71, 1984.
7. 許俊: 螢光増感紙, 京畿道放射線士會 放射線士補修教育講座, 1985.
8. 高野正雄・園田實・三浦典夫・四宮惠次: Radiographにおける GraininessとSharpnessの檢討, 日本放射線技術學會第29回總會抄錄集, 196, 1973.
9. 四宮惠次・三浦典夫・栗原克己・鈴木優二郎: 稀土類元素螢光體増感紙의 X線寫眞 시스템について(稀土類螢光體의基本特性と高感度システムの畫質要因), 日本放射線技術學會 第40回總會記念文獻集(第2卷), 210, 1984.