

# FUJI 稀土類增感紙와 整色性필름에 關한 檢討

高麗大學校 保健專門大學 放射線科

許 俊 · 金昌均 · 姜弘錫\* · 李善淑 · 李寅子

## Fuji Green Emitting Screens and Ortho Type X-ray Film

Joon Huh, Chang Kyun Kim, Hong Seok Kang\*, Sun Sook Lee, In Ja Lee

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

### I. 서 론

Buchanan<sup>1)</sup>에 의해서 1972년 처음으로 희토류증감지와 정색성 필름이 임상에 응용된 이후, 구미 각국을 비롯한 선진국에서 그 보급은 급격한 증가를 보이고 있다.

그간에 우리나라에서도 많은 보고<sup>2-4)</sup>가 있어 화질의 대폭적인 향상과 피폭선량 경감 등의 우수성이 인정되고 있으나, 그 가격이 고가인 까닭에 보급이 어려운 실정에 있었다. 그러나 가까운 시기에 일반화될 것으로 사료되어, 저자들은 희토류 증감지인 Fuji Grenex G4와 G8(이하 G4와 G8로 함) 그리고 Fuji RXOG type의 정색성 필름(이하 OG로 함)에 대해서 그 사진 특성과 현상 특성등을 실험을 통해서 CaWO<sub>4</sub> 증감지와 비교 검토하고 그 결과를 보고하는 바이다.

### II. 실험기재 및 방법

#### 1) 실험기재

- X-선 발생장치: Toshiba KB-15
- 자동 현상기: Sakura New QX 1200
- 형광량계: Yokogawa type 2141 Model F- II, ALCO electric Co., LTD
- 감 광 계: Quali Trol - II sensitometer, Nuclear Associates
- 증 감 지: Fuji Grenex G4, G8, Kyokko LH- II

필 림 : Fuji RXO-G, RX

피 사 체 : Acryl plate 30 cm × 30 cm × 1 cm, 20매

#### 2) 실험방법

형광량과 흑화도의 관계를 알기 위해 노출시간을 0.01~1.22 sec로 변화시켜가며 측정거리 100 cm, 관전류 50mA, 관전압 60, 80, 100Kvp에서 형광량을 측정하고, 또한 증감지별 사진특성을 알기 위해 같은 조건으로 G4, G8 두 종류의 희토류 증감지와 OG film, CaWO<sub>4</sub> 증감지인 LH-II와 RX film을 연결하여 각각 계단 노광시켜 특성곡선을 작성 하였다.

피사체 두께가 증가됨에 따라 투과 선량이 감약되는 것을 보기 위해 위와 동일한 거리와 관전압에서 acryl 피사체의 두께를 0~20 cm 까지 변화시켜가며 F/mAs을 측정하였다. 이때 관전류는 60 kVp에서 10 mAs, 80 kVp에서 5mAs, 100 kVp에서 2 mAs를 사용하고, 형광량계 검출부의 증감지는 위의 세 종류를 각각 부착 시켰다.

또한 이 실험에 사용된 두 종류 X-선 film의 특성을 알기 위해 sensitometer로 노광하고, 자동 현상기의 온도를 30~37.5°C로 변화시키고 현상하여 작성한 특성곡선상에서 비감도, 대조도, fog를 비교하였다.

### III. 실험결과

#### 1) 증감지와 발생 형광량

\* 仁川看護保健專門大學 放射線科

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

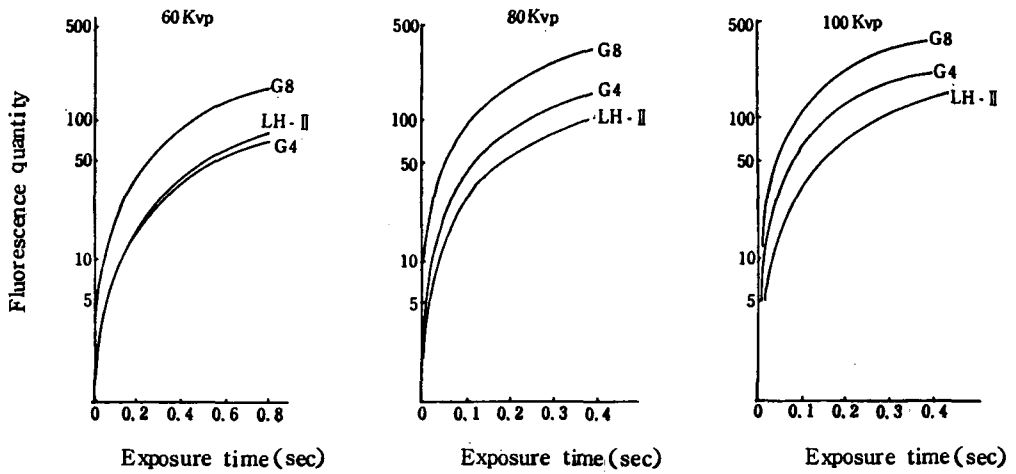


Fig 1-A. Fluorescence quantity for various intensifying screen and tube voltages.

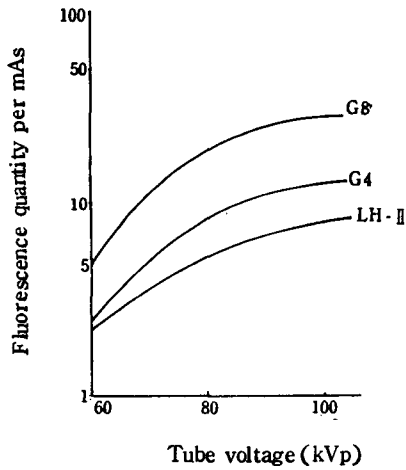


Fig 1-B. Fluorescence quantity per milliamperescond for various intensifying screen and tube voltages.

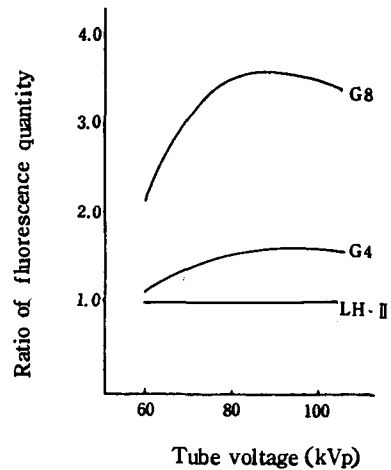


Fig 1-C. Ratio of fluorescence quantity for various intensifying screen and tube voltages

그림 1-A에서와 같이 각 관전압에서 증감지 종류 별로 semilog paper에 작성한 곡선상에서 노광시간이 증가함에 따라 형광량이 증가되고 있다.

또한 여기에서 노광시간변화 6회에 대하여 F/mAs의 평균치를 산출하여보면 그림 1-B에서와같이 G8, G4, LH-II 증감지를 각각 사용할 때 관전압 60 kVp에서 4.7, 2.4, 2.2, 80Kvp에서 19.5, 8.6, 5.5, 100 Kvp에서 29.1, 13.8, 8.3으로서, LH-II 증감지에 비해 최토류증감지인 G4는 그림 1-C에서와같이 관전

압 60~100 Kvp에서 1.1~1.7배, G8은 2.1~ 3.6 배정도로 발광율이 증가되고 있다.

(2) 형광량과 흑화도

그림 2-A는 형광량과 흑화도의 관계를 나타낸 것으로 semilog paper에 형광량을 횡축에 대수치로 잡고, 종축에 흑화도를 표시하여 Graph를 작성하면 특성곡선의 형태로 형광량의 증가에 따라 흑화도가 증가되고 있다.

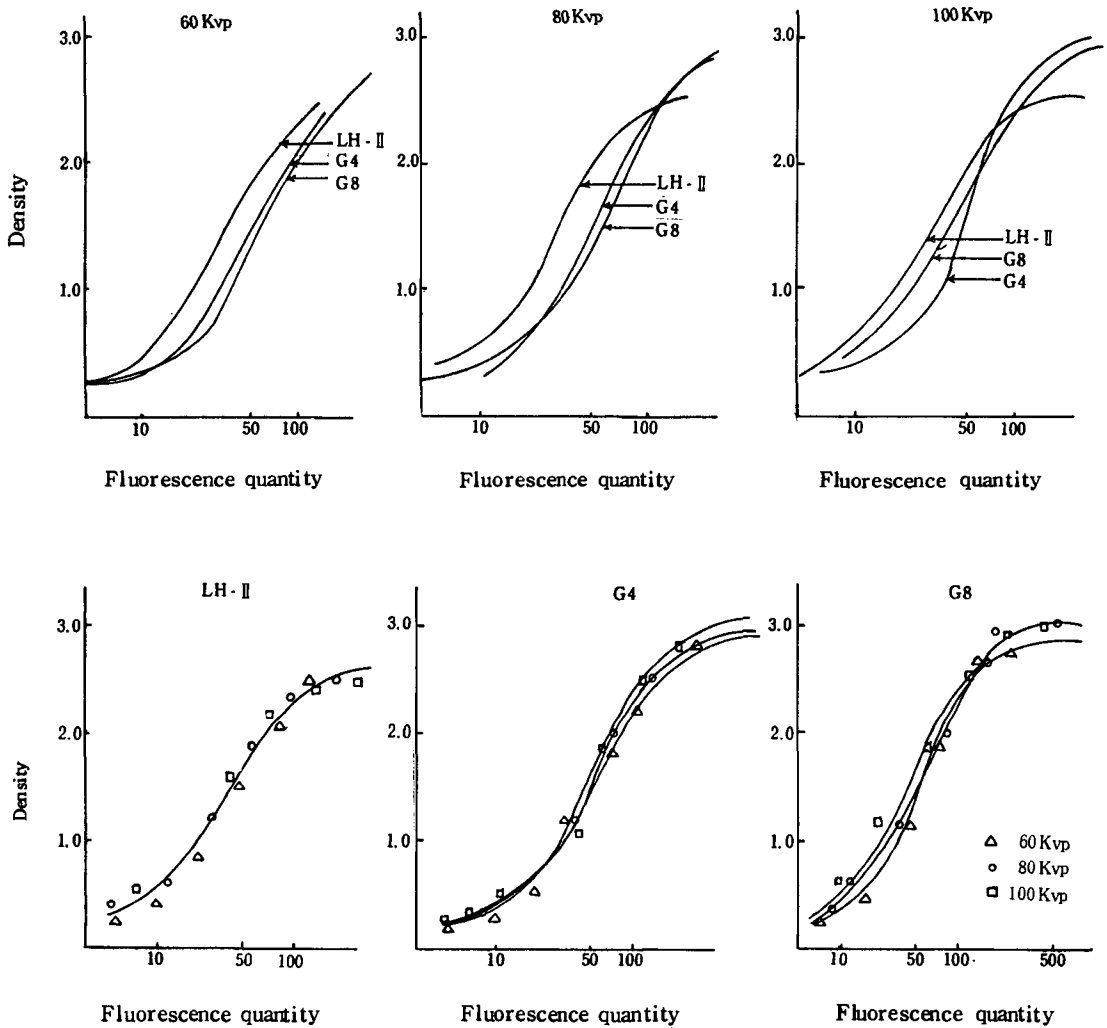


Fig 2. Relationships photographic density and fluorescence quantity for difference tube voltages

이때 흑화도 1.0 + fog에 필요한 형광량은 관전압 60~100Kvp에서 증감지 종류에 따라 23~44 정도가 되고 있으며, LH-II 증감지의 수치가 가장 작고, G4와 G8 증감지는 별 차이가 없으나 G4가 약간 작은 것으로 나타나고 있다.

또한 이것을 그림 2-B와같이 각 증감지에서 관전압 별로 비교하면, LH-II 증감지에서는 관전압에 따르는 오차가 거의 없어 관전압과 상관 없이 형광량이 일정하면 동일한 흑화도를 나타내며 G4와 G8 증감지에서는 관전압에 따라 동일한 흑화도를 내기위한 형광량

의 수치에 약간의 오차가 발생되고 있다.

### 3) 증감지와 사진특성

그림 3-A, B에 나타난 바와 같이 LH-II 증감지에 RX film을 사용한 사진감도를 100으로 기준할 때 OG film에 G4와 G8 증감지를 사용한 것의 비감도는 관전압 60Kvp에서 69, 132이고, 80Kvp에서 95, 191, 100Kvp에서 112와 263이 되고 있어, 희토류 증감지와 정색성 film을 연결한 것은 60~100Kvp의 관전압 범위에서 관전압 상승에 따라 비감도가 상승되고

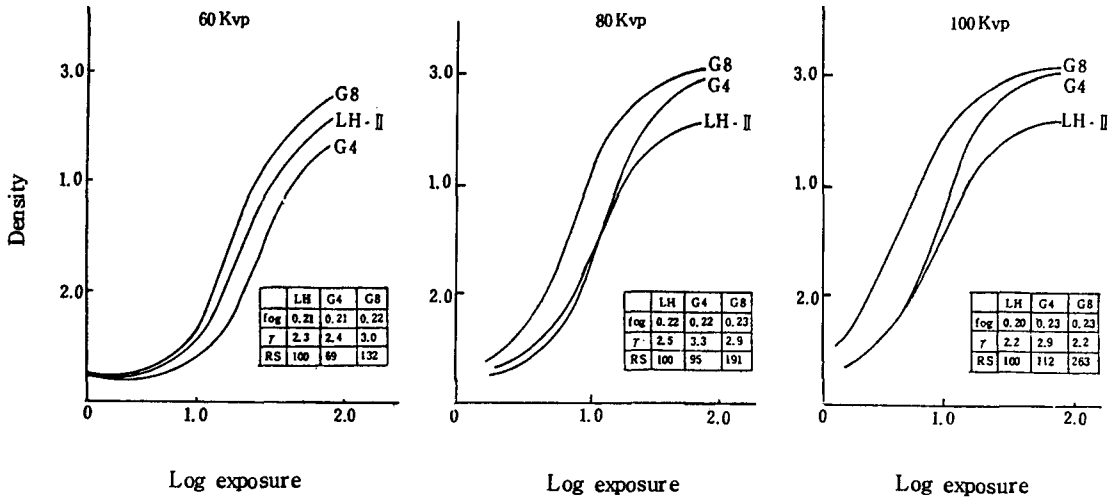


Fig 3-A. Characteristic curves for various intensifying screens

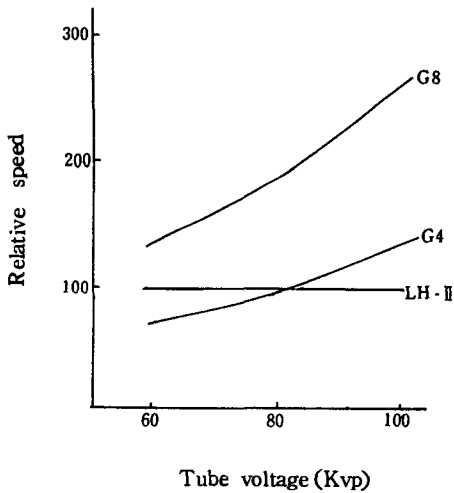


Fig 3-B. Relative speed for various intensifying screen and tube voltages

있으며, G8 증감지는 우수한 감도를 나타내어 LH-II에 비해 1.3 ~ 2.63 배의 감도상승을 보이고 있다.

사진의  $\gamma$ 치를 비교하여 보면, 희토류 증감지인 G4, G8이 LH-II에 비해 대체적으로 높은치를 나타내고 있어서 사진의 대조도가 우수한 것을 알 수 있으나, fog의 수치는 희토류 증감지에서 약간 상승되고 있다.

#### 4) 피사체에 의한 감약

그림 4에 나타난 바와같이 semilog paper 상에서 피

사체 두께 증가에 따라 F/mAs가 감약되고 있다. 그 감약율은 각 관전압에서 증감지 종류와 상관없이 거의 평행을 이루고 있어 차이가 별로 없음을 나타내며, 그치는 acryl 피사체 두께 1 cm 증가당 감약율이 60Kvp에서 26%, 80Kvp에서 24%, 100Kvp에서 21% 정도로 관전압 증가에 따라 감약율의 둔화를 보이고 있다.

#### 5) 필름의 특성

일반 X선용인 RX와 정색성인 OG의 두 종류 film의 특성을 비교한 결과는 그림 5와 같다.

비감도는 현상온도 35°C 일때의 RX film 감도를 기준으로 할때 현상온도 30~37.5°C 사이에서 RX film은 40~190으로 현상온도 상승에 따라 증가되고 있으며, OG film은 30~75 정도로서 RX film에 비해 낮은치를 나타내고 있다.

필름대조도는 같은 온도 범위에서 RX film이 1.74~2.00 사이에서 변동되고 있으며 OG film은 2.00~2.50 정도로서 RX에 비해 우수한 것으로 나타났다.

fog는 동일한 온도 범위일때 RX film에서 0.18~0.59로 현상온도 상승에 따라 증가하나, OG film은 0.21~0.31로 증가하여 RX film에 비해 현상온도 변화에 대한 안정성이 큰 것으로 나타나고 있다.

## IV. 고 안

최근 의료피폭선량에 대한 인식이 점점 높아져 감에

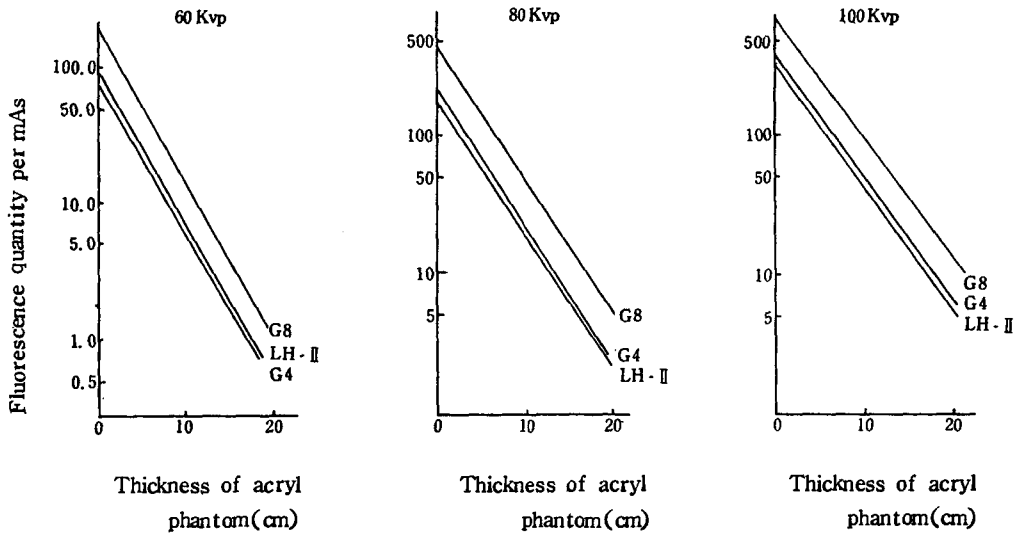


Fig 4. Relationships between fluorescence quantity for various intensifying screen and acrylic phantom

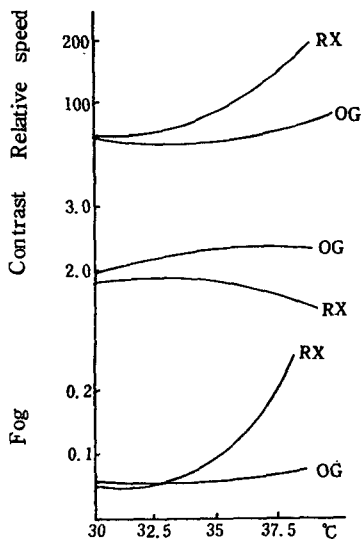


Fig 5. Development temperature characteristics

따라 X 선사진의 고감도화가 더욱 요구되고 있다. 이에 화질을 유지하면서 감도를 향상시키는 문제에 있어서 종전의  $\text{CaWO}_4$  증감지의 개발은 거의 한계점에 도달하고 따라서 새로운 형광체로서 희토류 증감지가 등장한 것은 이미 10여년이 경과 되었다.

이 희토류 형광체는 주지된 바와 같이 X-선의 흡수가 크고 가시광선으로 변환되는 효율이 높아서 중간감도의  $\text{CaWO}_4$  증감지와 비교할 경우 화질을 유지하는 범위내에서 2~5 배의 감도를 가지게 되고<sup>5)</sup>, 許 등<sup>4)</sup>에 의해서도 흥부촬영시 약 3~8 배의 사진감도를 가지는 것으로 보고되어 있다.

본 실험에서는 피사체없이 판전압 60~100Kvp범위에서 희토류 증감지(G8)와 고감도의  $\text{CaWO}_4$  증감지(LH-II)를 비교하여 증감지 자체의 발광율은 2.1~3.6배 증가되고, 이에 film을 연결시킨 사진의 감도는 1.32~2.63 배 향상되는것을 보았다.

여기에서 형광량계에 검출된 발광량의 판전압에 대한 응답특성은 판전압 60~100Kvp 범위에서 LH-II를 기준할 때 G8은 판전압 80Kvp에서 3.6 배라는 최대의 감도차를 나타내고 100Kvp에서는 오히려 약간 저하되고 있어서 희토류 증감지가 약 80Kvp 정도의 판전압에서 최대의 감도를 나타낸다고 하는것과 일치되고 있다<sup>6)</sup>.

또한 위의 결과에서 증감지 자체의 발광율에 비해 film을 연결시켰을 때의 사진감도가 저하되고 있는것은 정색성 film인 OG가 RX에 비해 현상온도 30~37.5°C의 범위에서 40~75%로 감도가 저하되고 있기 때문인 것으로 사료된다.

그러나 본 실험결과 정색성 film인 OG는 그 대조도가 우수하고 fog치도 위의 동일한 현상온도의 범위

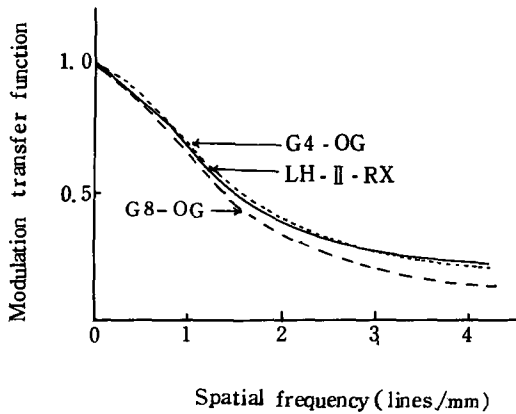


Fig 6. Response Curve

에서 현상온도가 상승할 때 RX에서는 0.41이 증가되는데 반해 OG는 0.1이 증가되어 현상온도변화에 대한 안정성이 우수한 것등의 장점이 발견되어 적절하게 이용하면 많은 효과를 얻을 것으로 기대된다. OG는 미립자 film으로 녹색발광의 회토류 증감지와 연결 시키므로서 진단정보가 풍부한 고감도, 고대조도의 화상을 낼 수 있다. 특히 임상성을 향상시키기 위해 형광체층이 두꺼운 고감도 증감지나 저감도의 X선필름을 연결시킴으로써 종전까지 불가능하다고 생각되던 X선사진 system의 고감도화를 실현하게 되었다.<sup>7,8,9)</sup>

기위한 형광량을 측정하였다.

그 결과 흑화도 1.0 + fog를 내는데 필요한 형광량은 증감지에 따라 23~44 정도로 나타나고 있어서許 등<sup>10)</sup>이 보고한 흑화도 1.50에 필요한 형광량이 31~35 정도라고 한것과 비슷한 치를 보이고 있으며, 판전압 의존성은 泉 등<sup>11)</sup>에 의하면 회토류 증감지에서는 선질의존성이 없다고 보고되어 있으나 본 실험에서는 LH-II에 비해 판전압 변화에 따른 형광량의 오차가 회토류 증감지에서 더 많아지고 있음을 나타내었다.

피사체 두께 증가에 따라 선량이 감약되는 양상은 일반 증감지와 회토류 증감지 간에 상이점이 발견되지 않고 있어 사용상 별 문제점이 없을 것으로 사료된다.

회토류 고감도계는 선예도를 유지하면서 고감도의 특징을 살리는 촬영법으로서 연속 촬영에 응용된다.

심장혈관조영과 같은 고속도 연속촬영에서는 조영제의 운동에 의한 불선예도를 단시간 촬영으로 보상할 수 있으며, 장치부하의 저감으로 단시간내에 촬영매수를 증가시키며 반복사용이 가능하고, 화질향상을 위해 소초점화를 시킬 수 있다. 이러한 것은 모두 고감도화에 따라 가능한 요인들이다. 본 실험에 사용된 Grenex System의 응용은 표1에서와 같다.

피사체의 대조도가 크고 미세한 부분의 진단이 요구되는 혈관 조영촬영이나 흉부나 골의 조영촬영에는 G4가 적당하며, G8은 확대촬영이나 생식선체통의 촬영에 바람직하다고 사료된다.

표 1. SCREEN AND FILM SYSTEM APPLICATIONS

Screen/ Film system	Relative speeds	Extremities	Chest	Lumbar vertebrae & digestive organs	Urinary organs, angiography & magnification	◎ Excellent ○ Good	
						Pregnant women or infant	Tomography
Fine grain rare-earth phosphor screen/RXO-G	100	◎	◎				
Fuji G-4 Screen/RXO-G	200		◎	○	○		◎
Fuji G-8 Screen/RXO-G	400		○	◎	◎	◎	○

한편 회토류계는 그림 2와같이 저농도부에서의 대조도가 좋고 극히 우수한 선예도를 가지고 있어서 고감도 film을 사용한 regular계에 비교하면 풍부한 정보량을 포함한 화상을 묘사할 능력을 가지고 있다.(그림 6 참조)

증감지에서 발광되는 형광량은 사진 흑화에 직접적으로 기여하고 있다. 따라서 본 실험에서는 선량제어를 겸한 흑화도 조절의 목적으로 일정한 흑화도를 내

## V. 결 론

회토류 증감지와 정색성 필름에 대한 실험에서 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

1. 증감지 종류별로 발생되는 형광량은 판전압 60~100 Kvp 범위에서 CaWO<sub>4</sub> 증감지인 LH-II에 비해 회토류 증감지인 G4는 1.1~1.7배, G8은 2.1~

3.6 배로 발광율이 증가되고 있다.

2. 흑화도 1.0 + fog 를 내기위해 필요한 형광량은 증감지 종류에 따라 23~44 정도가 되며, 동일한 흑화도를 내기위한 관전압에 대한 안정성은 LH-II가 가장 컸으며 희토류 증감지에서는 다소 저하되고 있다.

3. 증감지 종류별 사진특성에서 비감도는 희토류 증감지가 관전압이 증가됨에 따라 일반 증감지에 비해 상승되고 있으며, 사진 대조도는 희토류 증감지가 우수하나 fog는 약간 증가하고 있다.

4. 피사체에 의한 감약율은 증감지 종류별로 차이가 발견되지 않았다.

5. 증감지와는 별개로 film 자체의 특성을 보면, 정색성 film인 OG가 일반 X선용인 RX에 비해 대조도가 향상되고, 현상온도변화에 대한 fog의 안정성이 큰 것으로 나타나고 있다.

(끝으로, 본 실험을 완성하는데 있어서 실험재료를 제공 후원해주신 新起社 李炳源사장에게 심심한 사의를 표한다).

#### 參考文獻

1. Buchanan, R. A., Finkelstein, S. I. and Wickersheim, K. A. : X-ray exposure reduction using rare earth oxysulfide intensifying screens, Radiology, 105 : 185~190, 1972.
2. 許 俊·金昌均: 稀土類系 増感紙에 關한 研究, 韓放技研誌, 1 (1): 15, 1978.
3. 許 俊: 稀土類 増感紙와 필름에 對한 評價, 韓放技研誌, 4 (1): 3, 1981.
4. 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 關한 檢討, 韓放技研誌, 4 (1): 23, 1981.
5. Stewart C. Busshong: Radiologic Science for technologists, The C. V. Mosby Co., 223, 1980.
6. Edward E. Christensen, Thomas S. Curry, James E. Dowdey: An Introduction to the Physics of Diagnostic Radiology, Lea & Febiger, 123, 1978.
7. 許 俊: 放射線畫像情報技術, 新光出版社, 102~105, 1979.
8. 內田勝·山下一世·稻津博: 畫像工學, 通商産業社, 175~178, 1979.
9. 內田勝·金森仁志·稻津博: 放射線畫像情報工學, 通商産業研究社, 241~304, 1980.
10. 許 俊·金昌均·姜弘錫: 형광광과 필름 黑化도에 關한 檢討, 醫學技術論集, 11 (1): 28, 1980.
11. 泉和幸·船稿正夫·島崎俊朗·三原一博·藤野辰雄·安部勝人: 稀土類螢光體 増感紙システムの 管電壓變化に對する X線センチメートル, 日本放射線技術學會雜誌, 39 (4): 551, 1983.