

非對稱 필름-스크린 시스템에 관한 檢討

東亞엑스線機械 放射線技術研究所

許俊 · 金正敏 · 李善淑 · 李寅子

高麗大學校 併設 保健專門大學 放射線科

崔 鍾 學

新丘專門大學 放射線科

金 性 洙

Abstract

Evaluation of Asymmetric Film-Screen System

Joon Huh, Jung Min Kim, Sun Sook Lee, In Ja Lee

*¹⁾Jong Hak Choi, *²⁾Sung Soo Kim

Dong A X-ray Co., Ltd. Institute of Radiological Technology

*¹⁾Dept. of Radiotechnology, Junior College of Allied Health Science, Korea University

*²⁾Dept. of Radiotechnology, Shin Gu Junior College

Asymmetric system have been introduced in these years by KODAK company named of Insight system for the purpose of improve the chest image.

We have had a problem of chest radiology that it is very difficult to visualize the lung field and mediastinal region at one shot.

That's why we are the RT using the technique of high voltage hard quality radiography in chest radiography. Also it is known the c-type wide latitude film can lift up the density of mediastinal structures.

Authors investigated the photographic characteristics and physical structure of Insight system.

Method

1. Investigated the structure of Emulsion layer.

Calculated the particle size of Insight system using SEM(Scanning Electron Microscope).

2. Photographic characteristics has been compared the Insight system with the ortho KM/MG combination in 60~120kV range.

Results

1. The particle size of backside film were investigated about 2 times larger that of front side film.

2. The front and backscreen's thickness ratio was detected 1 : 3.87, that the backscreen's thickness was thicker than frontscreen.

3. At the view point of photographic characteristics the frontside of insight system make up the contrast, backside make up the density at low exposure region.

I. 緒 論

X선 정보를 하드카피로 묘사하기 위해서 증감지와 필름은 정보의 수광체와 기록체로서 차지하는 비중은 막중하여 그 발전과정은 X선 발견보다도 오랜 역사를 가지고 있다. 증감지와 필름은 그간에 많이 개량되어 X선 진단 부분에서 절대적인 위치를 차지하면서 발전하고 있다. 특히, 피폭선량 경감을 목적으로 회도류계 증감지가 1972년에 개발됨으로 현재의 고감도, 고화질의 화상을 묘사하는 ortho system은 획기적으로 발전하였다.

그간에 고감도를 지향하는 제 1 기로부터 미립자 지향기, 선예도 지향기를 거쳐서 제 4 기의 고선예도·촬영 부위별 지향기, 제 5 기의 초고속처리 지향기까지 발전되어 널리 이용되고 있다^{1,2)}.

이와같이 급변하는 중에 이번에 Kodak사에서 비대칭 감광유체를 도포한 필름과 비대칭 증감지가 개발되어 폐야부의 정보와 증격부 정보의 기록성이 향상될 수 있게 되었다³⁾.

금번 저자들은 Kodak사에서 개발한 비대칭 증감재료인 Kodak insight imaging system을 사용하여 그 특성에 관해서 기초적인 실험을 하였기에 그 내용을 보고하는 바이다.

II. 實驗機器 및 材料

- 1) 전자현미경 : ISI-SX-30E, Akashi Co.
JEOL
- 2) Ion Coater : IB·3, Eiko Co.
- 3) X선 발생장치 : Philips Super 80cp
- 4) 자동현상기 : Konica SR 501(45sec, 37°C)
- 5) 농도계 : Konica PDA-81
- 6) 증감지 : Kodak Insight, Konica KM
- 7) 필름 : Kodak Insight, Konica MG-SR
- 8) 흡수체 : Acryl 8cm

III. 實驗方法

1. 전자 현미경적 관찰

1) Insight 필름

Insight 필름의 전·후면 입자의 크기를 알아보기 위해 필름의 전·후면 유체를 분리하여 sample을 만들었다. 유체의 입자의 크기와 모양을 Scanning Electron Microscope(JEOL)로 관찰한 후에 촬영 하였다.

2) Insight 증감지

Insight 증감지의 형광체 층의 두께 및 입자의 크기를 관찰하기 위해 증감지 전·후면을 각각 액체 질소에 담가 냉각시킨 후에 순간적으로 힘을 가하여 부러뜨렸다. Sample의 단면을 등근 쇠판에 수직으로 세운 다음 Ion coater (IB·3, Eiko Co.)에 0.2 torr, 5mA, 3분간 Gold coating시킨 후 Scanning Electron Microscope (ISI-SX-30E, Akashi Co.)로 형광체 층의 두께와 분포 상태 및 형광체 입자의 모양과 크기를 관찰 후 촬영하였다.

2. X선 촬영에 따른 사진학적 특성

비대칭 구조인 Insight system의 특성을 알아보기 위해 임상에서 사용 중인 ortho type 증감지 필름 시스템인 KM/MG와 비교 실험 하였다.

KM 증감지와 Insight 증감지를 폭 1 cm, 길이 30 cm로 잘라 간격을 0.5 cm씩 띄워 한 카세트에 넣었다. 필름은 Konica MG와 Insight 필름을 사용하였다.

노광은 거리 변경법으로 하였으며, 오차를 줄이기 위해서 log Ex=0.1의 간격으로 노출하였고, 흡수체는 8 cm acryl phantom을 사용 하였다.

이때, X선 촬영장치는 Philips super 80cp를 사용 하였고, 자동현상기는 Konica SR 501 (45sec, 37°C)를 사용하였다.

같은 방법으로 전면 증감지와 후면 증감지에 서도 실험하여 증감지 전·후면에 대한 사진학적 특성을 파악하였다.

관전압 60, 80, 100, 120kV에서 촬영을 하여 관전압에 대한 특성도 알아보았다. 현상이 끝난 필름의 농도를 농도계(Konica PDA-81)로 측정된 후에 특성곡선을 작성하여 각 그 특성치를 구하였다.

IV. 實驗結果

1. 전자 현미경으로 관찰한 Insight system

1) 필름 입자의 성상

전자현미경으로 필름의 입자를 관찰한 결과는 Table 1과 같다. 필름의 전면 유제 입자의 크기는 1.8~2.0 μm 정도이며, 필름의 후면 유제 입자의 크기는 3.9~4.0 μm 정도로 필름의 후면 유제 입자의 크기가 필름의 전면 유제 입자에 비해 2 배 정도 크다.

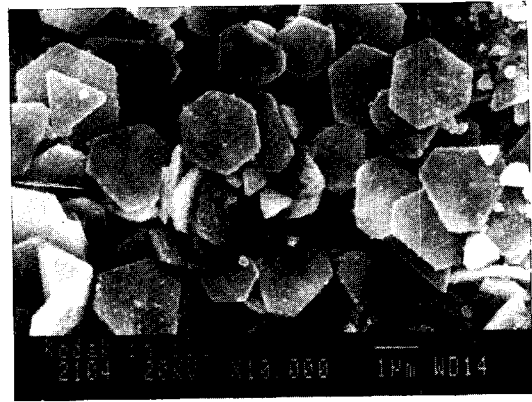
또, 유제 입자의 분포는 전면 유제는 입자 크기가 거의 같아서 고르며, 후면 유제는 입자 크기의 분포가 크고 작은 것의 차이가 매우 컸다(Fig. 1).

Table 1. Particle size of insight film in scanning electron microscope

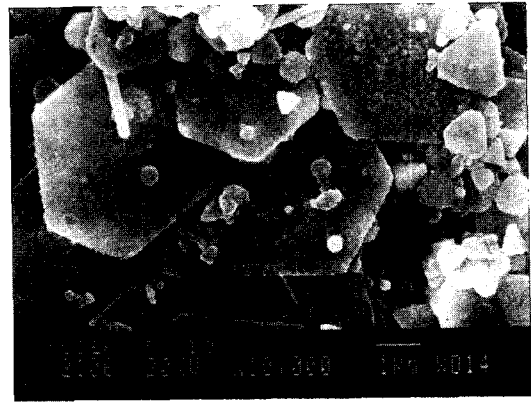
Insight Film	Front	Back
Particle size(μm)	1.8~2.0	3.9~4.0

2) 증감지 형광체층의 관찰 효과

전자 현미경으로 증감지의 형광체층을 관찰한 결과는 Table 2와 같다. 형광체층의 두께는 전면 증감지가 76.3 μm 이고, 후면 증감지가 294.6 μm 로 후면 증감지의 형광체층 두께가 전면 증감지에 비해 3.87배로 두꺼웠다.



(a) Front of film



(b) Back of film

Fig. 1. SEM photomicrographs of Insight Film

(a) Shapes and size of particles in Front emulsion of film(20kV, x10,000 magnification)

(b) Shapes and size of particles in Back emulsion of film(20kV, x10,000 magnification)

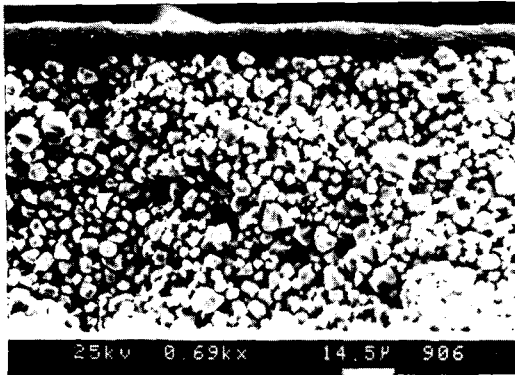
형광체 입자의 크기는 2~8 μm 정도로 전·후면 증감지에서 큰 차이가 없었다.

또, 형광체 입자의 분포 상태는 전·후면 증감지 모두 큰 입자와 작은 입자가 혼합된 균일층으로 되어 있었다(Fig. 2).

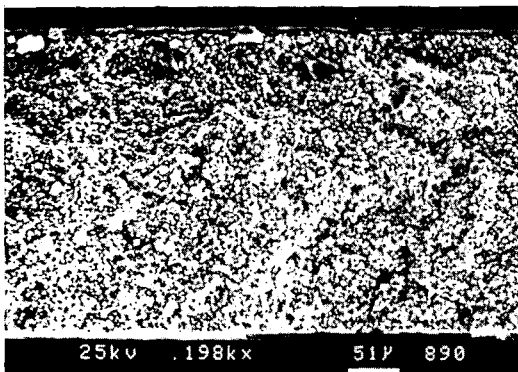
형광체 입자의 모양은 다른 ortho type 증감지와 같이 면을 많이 가지고 있는 둥근 모양이었다(Fig. 3).

Table 2. Phosphor structure of insight screen in scanning electron microscope

Thickness of phosphor layer(μm)		Size of phosphor particles(μm)	
Front	Back	Front	Back
76.3	294.6	2~8	2~8



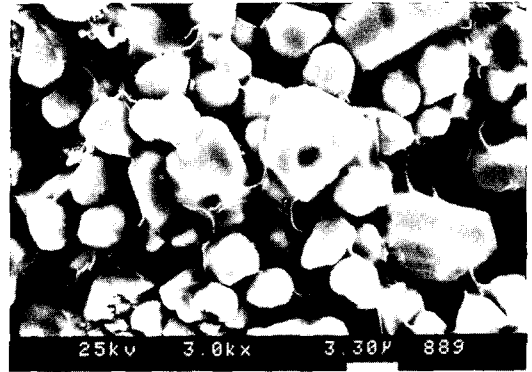
(a) Front screen



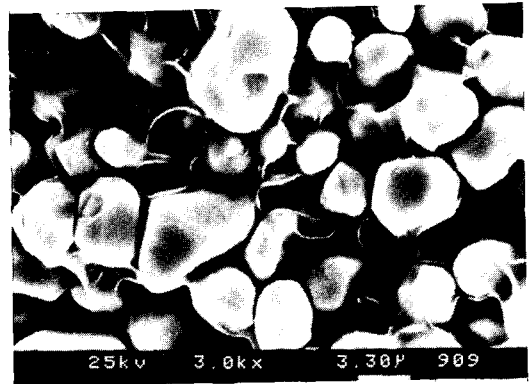
(b) Back screen

Fig. 2. SEM photomicrographs of Insight Screen

- (a) Even dispersion morphology and thickness of phosphor layer of Insight Front screen.(25kV, x690 magnification)
- (b) Even dispersion morphology and thickness of phosphor layer of Insight Back screen.(25kV, x198 magnification)



(a) Front screen



(b) Back screen

Fig. 3. SEM photomicrographs of Insight Screen

- (a) Shapes of phosphor particles of front screen(25kV, x3000 magnification)
- (b) Shapes of phosphor particles of Back screen(25kV, x3000 magnification)

2. Insight 증감지-필름 system의 사진학적 특성

1) Insight system과 ortho system의 비교

Insight system의 특성을 현재 임상에서 사용 중인 KM/MG와 비교해 본 결과는 Table 3과 같았다.

관전압 80kV시 fog치는 ortho system에 비해 insight system이 약간 높게 나타났으며, 비감

도도 ortho system을 100으로 할 때 insight system은 121로 약간 높았다. 그러나 contrast는 ortho system이 3.36이었고, insight system은 3.00으로 약간 떨어졌다(Table 3).

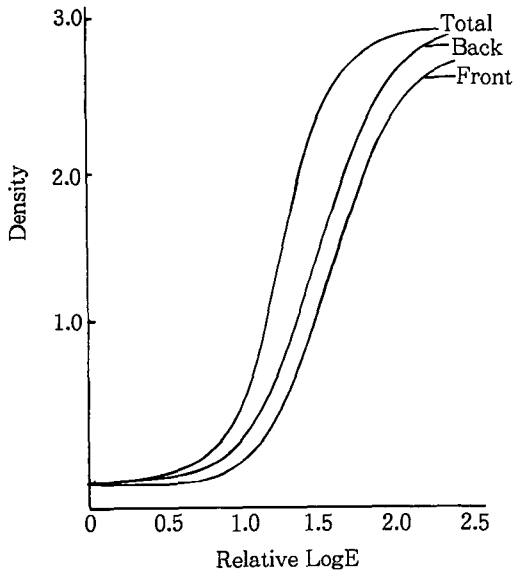
KM/MG와 insight/insight의 특성곡선 비교는 Fig. 4와 같았고, 또한 KM/MG의 특성곡선을 보면 양면 증감지에 비해 전면, 후면 증감지는 감도에 차이가 있고, contrast는 차이가 없었다.

그러나 insight system의 특성곡선을 보면 양면 증감지에 비해 전면 증감지는 contrast가

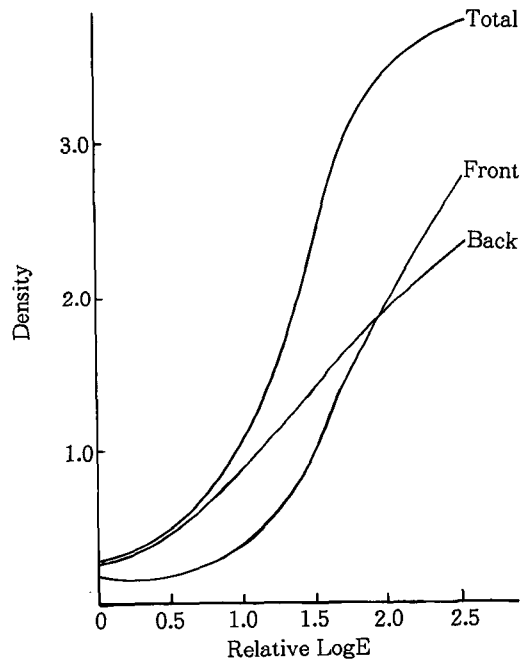
높고 후면 증감지는 낮은 농도영역의 감도를 형성시켜 주고 있어 KM/MG와 차이가 컸다 (Fig. 4).

Table 3. Comparison of insight system and ortho system

Characteristics systems	Fog	Relative speed (D=1.0+Fog)	Contrast
KM/MG	0.15	100	3.36
Insight/Insight	0.18	121	3.00



(a) KM/MG system



(b) Insight system

Fig. 4. Characteristic curves of ortho system(KM/MG) and Insight system with 8cm Acryl at 80kV

2) Insight 필름과 MG 필름의 특성 비교

동일 증감지를 사용하고 Insight 필름과 MG 필름을 비교해 본 결과는 Table 4와 같다. MG 필름에 비해 Insight 필름이 후면 증감지의 감도가 매우 저하되지만 KM 증감지에 Insight

필름 사용시와는 큰 차이가 나타나지 않았다. 그러나 contrast는 MG 필름에서는 전면과 후면 증감지의 큰 차이가 없으나, Insight 필름에서는 후면 필름에 비해 전면 필름이 매우 큰 것을 알 수 있다(Table 4).

Table 4. Characteristics of Insight film and MG film

Characteristics Films	Relative speed			Contrast		
	Total	Front	Back	Total	Front	Back
KM/MG	100 (100)	100 (49)	100 (68)	3.36	2.80	2.60
KM/Insight	93 (100)	115 (66)	33 (51)	3.10	2.20	1.00

() : Relative speed about total Film

3) Insight 증감지와 KM 증감지의 특성 비교

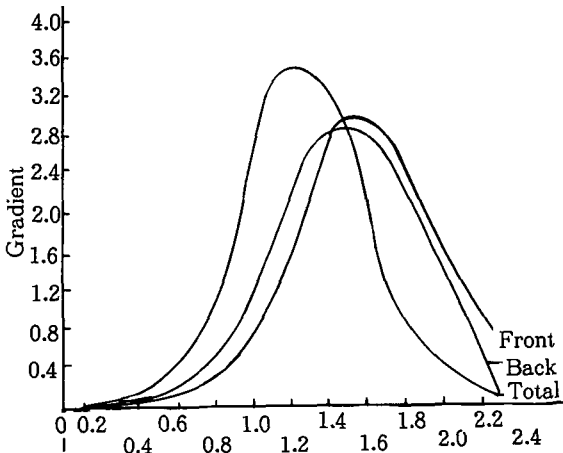
동일 필름 사용시 두 종류의 증감지를 비교 해 본 결과는 Table 5와 같다. KM 증감지에 비해 Insight 증감지의 감도는 166으로 증가되며, 전면 증감지는 87로 떨어지고 후면 증감지는 186으로 증가되었다. 또 KM/MG의 전·후면 증감지 감도비는 1 : 1.45이지만, Insight/MG의 전·후면 증감지의 감도비는 1 : 2.96으로 전·후면 증감지의 감도차가 큼을 알 수 있

다. 그리고 Insight 증감지의 Contrast는 전면과 후면 증감지에 차이가 없었다. 이때 노광량에 대한 증감지/필름의 계조도 분포는 Fig. 5와 같다. KM/MG System의 계조도는 전면 및 후면 증감지가 차이가 없으나 Insight system의 전면 및 후면 증감지의 계조도는 차이가 크다. 후면 증감지는 낮은 노광영역(log 0.5~1.0)에서 크고, 전면 증감지는 노광량이 많을 때(log 1.5~2.5) 크게 나타났다(Fig. 5).

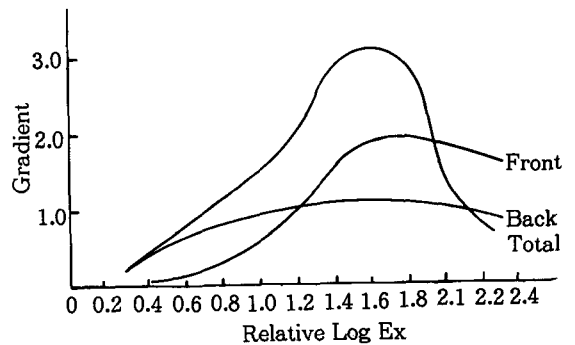
Table 5. Characteristics of insight screen and KM screen

Characteristics Screens	Relative speed			Contrast		
	Total	Front	Back	Total	Front	Back
KM/MG	100 (100)	100 (49)	100 (68)	3.36	2.80	2.60
Insight/MG	166 (100)	87 (25)	186 (74)	3.60	2.70	2.70

() : Relative speed about total screen



(a) KM/MG system



(b) Insight system

Fig. 5. Gradient Curves of ortho system(KM/MG) and Insight system with 8cm Acryl phantom at 80kV.

4) Insight system의 관전압에 따른 사진학적 특성 변화

Insight system의 관전압에 따른 영향을 보면 Fog는 kV가 증가하면 약간 증가되었으며 감도는 80kV를 1로 할 때 60kV에서는 0.095이며, 100kV에서는 3.34, 120kV에서는 7.14배가 된다. 따라서 60kV에서는 심하게 감도가 저하되

며 100, 120kV에서는 감도비의 증가가 둔화되고 있다.

Contrast도 역시 양면과 전면, 후면 증감지가 모두 80kV에서 가장 크게 나타났다. 또 전면 증감지와 후면 증감지의 감도비는 1:4 전후로 나타났다(Table 6).

Table 6. Characteristics of insight system in accordance of tube voltage.

kV	Characteristics	Fog	Relative speed			Contrast			Relative speed ratio	
			Total	Front	Back	Total	Front	Back	F/B	
60		0.18	100 (9.5)	16	65	1.33	1.68	0.78	1	4.1
80		0.18	100 (100)	19	74	3.00	1.96	1.00	1	3.9
100		0.19	100 (334)	19	81	2.50	1.65	0.90	1	4.3
120		0.20	100 (714)	18	83	2.40	1.75	0.90	1	4.6

() : Relative speed of total screen-film about 80 kV

V. 考 察

흉부 정면 X선촬영에서 폐문 및 종격부의 묘사능을 개선할 목적으로 지금까지 고관전압 촬영이나 보상 필터, 관용도가 큰 필름, 감도 보상증감지가 이용되어 왔다⁴⁻⁵⁾. 이에 대해서 필름의 유제를 각기 전·후면별로 특성을 틀리게 하고 유제 특성에 적합한 전면과 후면으로 이루어진 비대칭 시스템을 선택할 수 있는 새로운 Insight system이 Kodak사에서 개발되었다³⁾.

비대칭 필름·스크린 시스템에서 전면 유제의 특성은 2종류의 유제를 혼합하여 제조된 고(高)대조도의 G유제이고, 후면 유제의 특성은 3종류의 유제를 혼합하여 제조한 저(低)대조도의 C유제가 도포되어 있다³⁾.

본 실험에서 비대칭 필름의 유제 입자를 전자현미경으로 관찰한 결과, 전면 유제의 구성

은 비교적 단순한데 비해서, 후면 유제의 구성은 약간 복잡하고 입자의 크기는 전면에 비해서 약 2배 정도 크며 입자 분포는 다양했다.

비대칭 스크린으로 전면 증감지의 형광체는 일반 회도류 형광체와 같이 球形에 가까웠으며 그 크기는 전·후면 증감지가 별로 차이가 없으며, 초고선예도형인 FG-3이나 KF 증감지와 거의 같다⁶⁾. 형광체층 두께는 전·후면 증감지의 차이가 컸다. 전면 증감지는 FG-3, KF 증감지와 같으나 후면 증감지는 약 300 μm 정도로써 초고감도형인 HR-12나 HR-16 증감지에 해당되고 있었다⁷⁾.

Insight 필름은 감도 및 제조도가 증감지의 선택과 필름의 삽입 방향에 따라 변화되고, 특히 제조도의 변화는 심하여 double gamma가 된다⁸⁾.

본 실험 결과에서도 일반적으로 많이 사용되는 MG 필름에 비해서 후면 유제만 노광시킴

경우에 대조도는 1/2.6로 감소되고 있었다. 그러나 Insight 증감지와 MG 필름을 연결 시키고 촬영 할 경우에 전·후면 증감지에 따르는 감도는 변화 되었으나, 대조도에는 아무런 변화가 없었다. 증감지가 대조도에 미치는 영향에 대해서 鈴木⁹⁾은 X선 영역에서 흡수단의 영향이 작은 형광체를 전면 증감지에 쓰면 대조도는 높아지고 후면 증감지에서는 전면 증감지의 X선 흡수에 따라 생긴 선질변화가 대조도에 영향을 미친다고 보고 했으나, 그 정도는 비교적 작았다.

이번 실험에서 전면 증감지의 영향은 고농도부로 감에 따라 대조도가 증가되고, 저농도부에서는 후면 유제가 미치는 영향이 증대되어 대조도는 떨어져서 증감지에 의한 차이는 작아졌다. Insight 증감지는 농도에 따라 감도비를 변화시키므로서 저농도 영역에서 우수한 묘사능을 유지하면서 중간농도와 고농도 영역에서도 묘출능을 향상 시키고 있다¹⁰⁾.

관전압에 따르는 특성은 고관전압에서 묘사능의 향상을 볼 수 없었으며, 관전압 100kV와 120kV에서 대조도의 차이도 별로 없어 반드시 고관전압을 선택 할 필요는 없다고 하였다¹¹⁾. 관전압 80~100kV에서도 저대조도 영역의 묘출능은 향상되어 동시에 증전의 고관전압 촬영에 따르는 폐야의 묘사능도 좋아질 것으로 사료된다.

VI. 결 론

일반적으로 사용 중인 ortho 증감지-필름 system과 비대칭 구조인 insight 증감지-필름 system을 전자 현미경적으로 관찰하고 X선에 대한 사진학적 특성을 실험한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) Insight 필름의 전면과 후면 유제의 입자의 크기는 2배 정도로 필름의 후면 유제 입자가 컸다.
- 2) Insight system의 전면과 후면 증감지 형광체 층의 두께비는 1 : 3.87로 후면 증감

지가 두껍다.

- 3) Insight system의 특성은 전면 필름에서 contrast를 형성시켜 주며, 후면 증감지에서는 낮은 노광영역에서의 감도를 형성해 준다.
- 4) Contrast는 80~100kV 관전압 범위에서 가장 크며, 전면과 후면 증감지의 감도비는 약 1 : 4이다.

(본 연구를 완성할 수 있도록 협조해 주신 한국화학연구소 강태성 박사와 KIST의 김창홍, 변중홍 박사를 위시하여 고체 화학 연구실의 여러분, 자료를 제공해주신 대화기기의 맹순호실장께 깊은 감사를 드린다.)

참 고 문 헌

1. 許俊 : 稀土類増感紙와 필름에 對한 評價, 韓放技學誌, 4(1) : 3~7, 1981.
2. 허준 : 필름·증감지계의 현황과 미래, 韓放技學誌, 13(2) : 69~75, 1990.
3. 黑瀬幸三郎 : 非相稱フィルム/スクリーンシステムの開發 日本放射線技術學會雜誌, 48(2) : 271, 1992.
4. 許俊·俞炳憲·秋成實 : 胸部X線撮影時附加濾過使用에 따른 線量과 線質에 關한 研究, 韓放技學誌, 10(1) : 13~23, 1987.
5. 船橋正夫·三原一博·島崎俊郎·安部勝人·泉和幸 : 胸部用スクリーンフィルムシステムの評價 日本放射線技術學會雜誌, 14(10) : 1472~1480, 1988.
6. 鈴木尙生·清水悅雄·鈴木優二郎·西村芳貢 : 稀土類増感紙-1-稀土類螢光體Dグリーン發光増感紙-極光 X-RAY, No. 25, 1~34, 1986.
7. 이인자·허준 : CaWO₄와 Gd₂O₃:Tb 증감지의 형광체 형태와 사진감도 특성에 관한 연구, 韓放技學誌, Vol. 16, No.16 掲載豫定.
8. 松田雅之·松下淳一·佐木義久外 9名 : 非相稱感材システムの検討(第1報), 日本放射線技術學會雜誌, 48(2) : 272, 1992.

9. 鈴木優二郎・青木雄二：非對稱システムにおける増感紙の考案 日本放射線技術學會雜誌, 48(8)：1151, 1992.
10. 山田正孝・村上康則・濱田智廣・高木青也・望月祐次・山内徹：非相稱感材システムの諸特性(第1報 各種スクリーンとの組み合わせについて), 日本放射線技術學會雜誌, 49(2)：191, 1993.
11. 松井久男-藤原將洋・野瀬一弘外 6名：非相稱感材システムを用いた胸部眞の検討, 日本放射線技術學會雜誌, 48(8)：1152, 1992.