

γ線 (Ir-192)이 鉛箔 두께의 增減에 따른 필름感度效果

東南保健專門大學 放射線科

朱光泰

Abstract

A Study on Film Sensitive Effect Influenced by γ-ray (Ir-192) Depending on Thickness of Lead Foil

Gwang Tae Joo

Dept. of Radiology, Dong Nam Junior Health College, Kyung Ki-Do, Korea

When the γ -ray of average energy 375KeV emitted by Ir-192 is exposed to each film through lead foil with various thickness, the film sensitivity will be different according to the thickness of lead foil and film type.

The results on the study, different density and sensitive ratio appeared depending on exposed time and film type, but was made on the following common points.

1. The effect of film sensitivity by the front lead foil showed rapid increase up to the thickness of more or less 0.03mm, and the thicker lead foil was decreased more in the thickness of about 0.05~0.09 mm.

2. The effect of film sensitivity by the back lead foil was increased up to around of 0.03~0.08mm thickness, the maximum sensitivity was obtained in the thickness of more than 0.03~0.08 mm without any change in the above effect.

3. The sensitivity of front lead foil was higher than that of back lead foil in thin lead foil with about 0.127mm thickness, but the sensitivity of back lead foil was higher than that of front lead foil when thickness became thicker.

目 次

- I. 緒 論
- II. 實驗器材 및 方法
- III. 實驗結果 및 考按

IV. 結 論

參考文獻

I 緒 論

放射線透過寫眞技術에서 필름의 感度を 增加시키기

爲하여 一般的으로 增感紙가 使用되고 있다. 增感紙의 種類는 螢光物質에서 發光되는 螢光이 필름에 利用되는 螢光增感紙와 金屬物質과 螢光物質의 二層을 한組로 組合하여 金屬에서 放出되는 二次電子와 螢光物質에서 放出되는 螢光을 利用하는 金屬螢光增感紙로 크게 大別된다 1,2,3,4,5,8).

著者는 一般的으로 많이 쓰여지는 鉛箔增感紙의 特性을 檢討하기 爲하여 Ir-192 放射性同位元素²⁾에서 放出되는 平均 375KeV의 γ 線이 鉛箔두께의 變化에 따라 일어나는 필름感度效果를 實驗하고 다음과 같은 成績을 얻었기에 報告하는 바이다.

II. 實驗器材 및 方法

1. 實驗器材

線 源 : Ir-192 放射性同位元素

Focus Size : 2 mm × 2 mm

γ 線照射裝置 : Gamma Thirty-Five SA (USA)

濃 度 計 : Sakura Densitometer PAD-81

鉛 箔 : Antimony 3% 含有, 密度 : 10.5 g/cm³

두께 : 0.02 mm, 0.03 mm, 0.1 mm, 0.127 mm.

Film : Fuji # 100

Kodak - AA

Fuji - RX

2. 實驗方法

鉛箔두께에 따른 增感度를 測定하기 爲하여 넓이를 2.5 cm, 두께 0.02 mm ~ 2.4 mm까지의 鉛箔을 階段式으로 하여 同一한 Cassette에 挿入시킨후 被射體는 使用하지 않고 Ir-192 3 Ci로 線源필름間 距離를 50 cm에서 露光시켰으며 前面鉛箔增感紙의 感光度와 後面鉛箔增感紙의 感光度를 測定하기 爲하여 前記 階段式의 鉛箔을 附着시키고 8分과 16分으로 露光시켰다. 또한 필름種類에 따라 變化되는 感度を 알기 爲하여 Fuji # 100, Kodak - AA 및 Fuji - RX를 使用하였다.

III. 實驗結果 및 考按

鉛箔두께에 따른 增感效果를 알기 爲하여 鉛箔없이 露光시킨 것으로 부터 0.01 mm 및 0.02 mm 間隔으로

0.1 mm의 두께로 하고, 그 이상에서는 0.127 mm 間隔으로 0.635 mm까지의 鉛箔을 使用하였으며, 그것보다 두꺼운 鉛箔의 感度を 알기 爲하여 1.27 mm, 1.9 mm 및 2.54 mm 두께를 限界로 하여 露光시킨 結果는 Fig. 1과 같다.

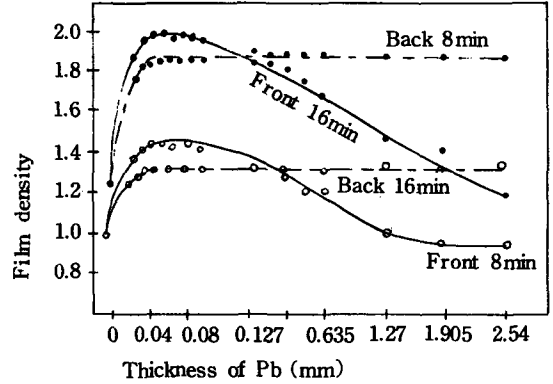


Fig. 1-A-(a) Film density curve of Fuji # 100 by the lead thickness.

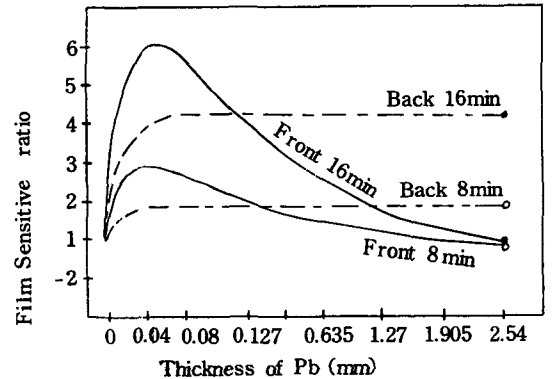


Fig. 1-A-(b) Film sensitive ratio curve of Fuji # 100 by the lead thickness.

前面增感紙의 增感效果는 Fuji # 100 使用時 16分 露光에서 鉛箔이 없을 境遇에 寫眞濃도가 1.22 인데 對하여 0.02 mm에서는 1.88, 0.03 mm에서는 1.97, 0.05 mm前後에서는 1.98을 나타냈으며 0.08 mm부터는 濃도가 減少되고 있으며 0.127 mm程度에서는 後面增感

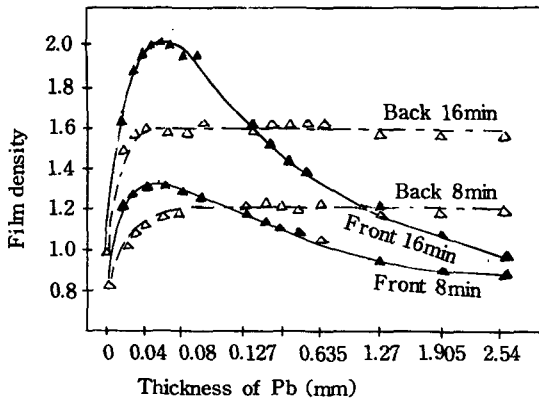


Fig. 1-B-(a) Film density curve of Kodak-AA by the lead thickness.

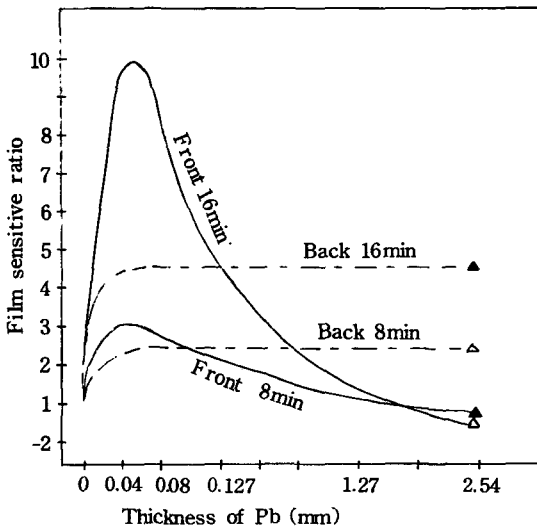


Fig. 2-B-(b) Film Sensitive ratio curve of Kodak-AA by the lead thickness.

紙의 濃度와 비슷한 1.84를 나타내면서 2.0mm 前後에서는 寫眞濃度의 增感效果가 없는 1.22程度를 나타내고 있다. Kodak-AA 및 Fuji-RX에서는 鉛箔두께에 따른 寫眞濃度差와 感度比에는 差異가 있으나 Fuji # 100과 비슷한 形態의 曲線을 나타내고 있다. 感度比는 Film 種類와 露光量 變化에 따른 感度를 比較하기 爲하여 鉛箔을 使用하지 않았을때의 寫眞濃度를 1

로 기준할때 이에 對한 寫眞濃度의 比로서 Fig.1-A-(a) B-(a), C-(a)와 같다.

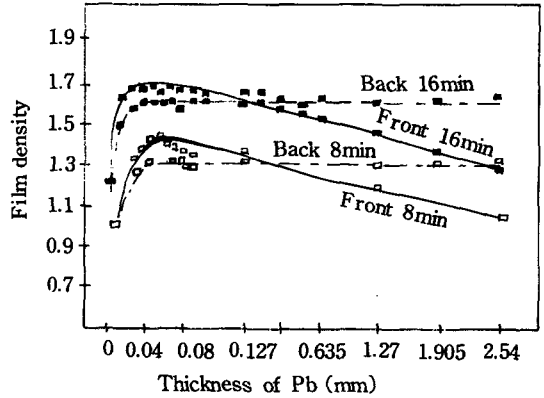


Fig. 1-C-(a) Film density curve of Fuji-RX according to the lead thickness.

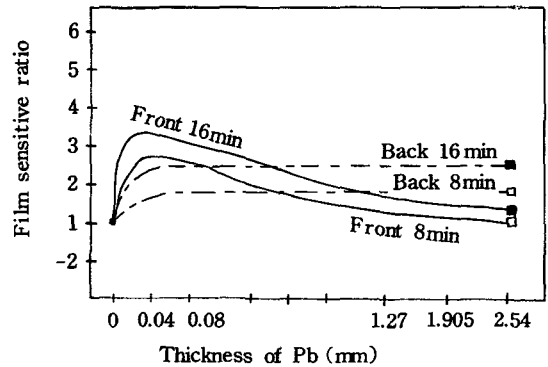


Fig. 1-C-(b) Film sensitive ratio curve of Fuji-RX according to the lead thickness.

375 KeV의 γ 선이 鉛箔과의 相互作用時 光電效果의 現象이 가장 크며 다음 Compton效果가 주로 일어나고 全吸收係數도 他元素에 비하여 상당히 높은 반면 二次電子와 二次 γ 線의 表面放出로 直接 一次 γ 線 Energy가 필름에 吸收되는 것보다 더 많은 에너지를 吸收하므로 寫眞濃度를 增加시킬 수 있다 (4,5,6,7,8).

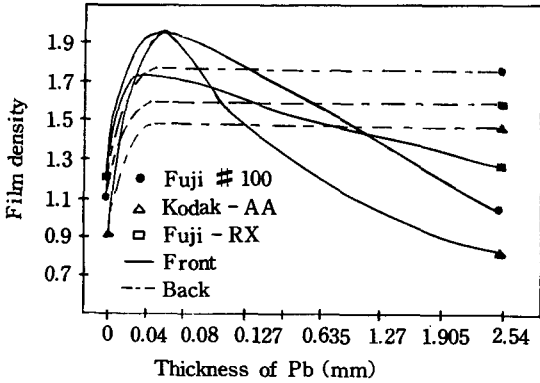


Fig. 2-A Comparative curve of density according to the film type. (Exposed by 16min.)

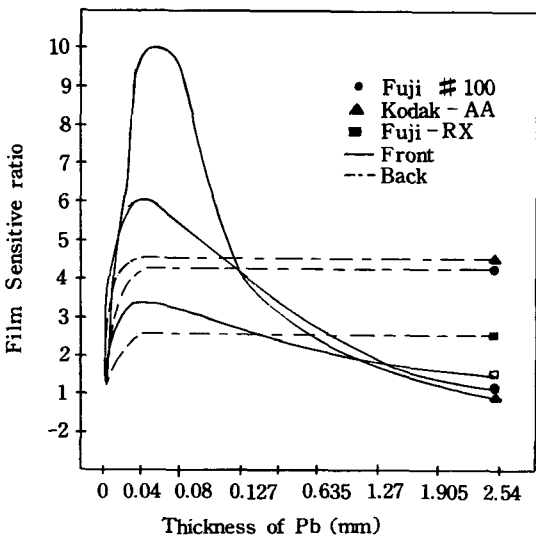


Fig. 2-B Comparative curve of sensitive ratio by the film type. (Exposed by 16 min.)

그러나 前面鉛箔增感紙가 너무 얇거나 두꺼우면 最大의 感度を 얻기가 힘들다. 너무 얇은 곳에서는 二次電子의 放出率이 적어지고 너무 두꺼운 곳에서는 $I = Bloe^{-\mu x}$ 式에 따라 鉛箔內에서 에너지가 減殺되므로 필름을 感光시키는 二次電子의 轉換率은 적어진다^{4,6,7,8}. 感度の 變化를 알기 爲한 本實驗結果 Fig. 1-A에 나

타난것과 같이 0.02 mm 내지 1.27 mm에서 상당한 寫眞濃度 및 感度比가 增加했으며 더 두꺼워짐에 따라 感度は 減少되어 1.5~2.54 mm 程度에서는 感度比가 그를 나타내어 感度の 增加가 없었다. 後面鉛箔增感紙의 增感效果는 Fuji # 100의 16分 露出時 鉛箔이 없을 때의 濃도가 1.22 인데 對하여 0.02 mm에서는 1.76, 0.03 mm에서는 1.81, 및 0.04 mm 부터는 1.8 내지 1.86 를 나타낸 후 더 두꺼워짐에 따라 寫眞濃도에 別變化가 없이 飽和值를 나타내고 있다. Kodak - AA 와 Fuji - RX에서도 역시 두께에 따른 寫眞濃度 및 感度比에는 差異가 있으나 曲線變化의 形態는 類似함을 나타내고 있다. 이와같이 後面鉛箔을 使用함으로써 필름感度は 增大되고 있으며 0.03 mm 내지 0.06 mm 부터는 最大感度を 나타내어 飽和值를 이루고 있어 鉛箔의 두께가 一定值두께 以上일 境遇는 필름表面에 放出되는 二次電子는 두께에 關係없이 一定함을 나타내고 있다. 前後面鉛箔增感紙의 感度を 16分 露出에서 比較할때 Fuji # 100과 Kodak - AA는 0.127 mm, Fuji - RX는 0.24 mm 前後까지, 8分 露出에서는 Fuji # 100은 0.381 mm, Kodak - AA는 0.1 mm 및 Fuji - RX는 0.254 mm 前後까지에서 前面이 後面보다 感도가 높으며 그 以上の 두께에서는 後面이 前面보다 感도가 좋았다. 露出量을 變化할때 濃度 및 感度比 曲線의 變動을 알고자 16分과 8分으로 露出시킨 結果 鉛箔을 使用하지 않았을때의 寫眞濃度差 및 感度比의 差보다 상당히 큰을 나타내고 있으며 感도가 높은 두께의 部分일수록 濃度差 또는 感度比가 커지고 Fuji # 100과 Kodak - AA에서는 最高感도가 鉛箔의 얇은 곳으로 移動하고 曲線도 緩慢하여짐을 나타내고 있다. 그러나 Fuji - RX는 露出量變動에 따라 變化가 없음이 나타났다. Fuji # 100과 Kodak - AA는 工業用에 使用되는 필름이며 Fuji - RX는 醫療用으로서 그 特性이 工業用은 寫眞濃도가 대략 0.8~1.0 부터 큰 傾斜를 이루어 足部가 되며 醫療用은 0.5~0.7 前後부터 工業用보다는 적은 傾斜를 가지고 足部를 이룬다^{1,3,4,6}. 本實驗結果에서도 같은 傾向을 나타내고 있으며 Fig. 3과 같이 露出量 變化에 따른 感度比가 工業用에서는 크고 曲線의 形態도 變하나 醫療用에서는 感度比가 工業用보다 적고 曲線의 形態가 類似함을 나타내고 있다.

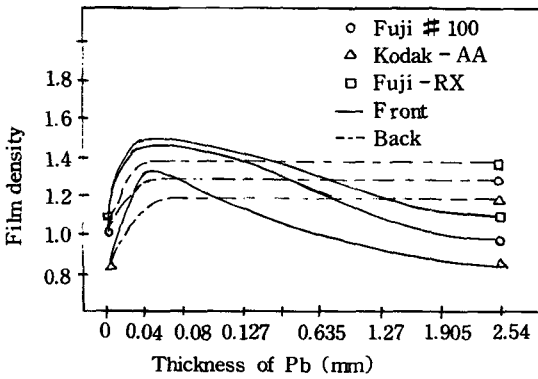


Fig. 3-A. Comparative curve of density by the film type. (Exposed by 8min.)

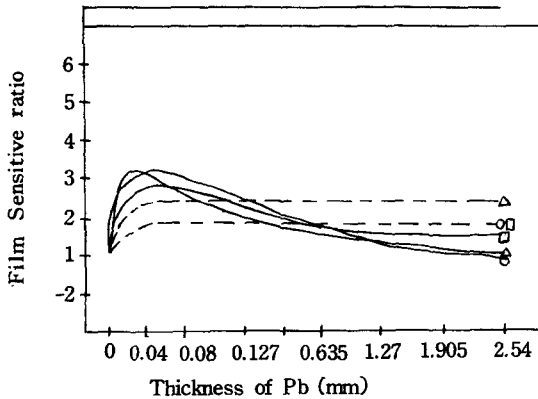


Fig. 3-B. Comparative curve of sensitive ratio by the film type. (Exposed by 8 min)

V 結 論

著者は放射性同位元素 Ir-192에서放出되는平均 375 KeV의 γ 線이鉛箔增感紙의 두께變動에 따라 일어나는增感效果를各 필름에 對하여實驗한結果 필름

種類와露出量變化에 따라各各 다른濃度 및感度比를 나타냈으나 다음과 같은共通點의結論을 얻었다.

1. 前面增感紙가 필름感度に 미치는 効果는 두께가 약 0.03 mm 前後까지는 두께에 따라서急速한增加를 나타내고約 0.05 ~ 0.09 mm 程度의 두께에서는鉛箔의 두께가 두꺼워질수록減少되었다.

2. 後面增感은鉛箔의 두께가約 0.03 ~ 0.08 mm 까지는急速한增加를 나타내어 그 두께가 더 두꺼워져도別變動없이最大感度值를 이루었다.

3. 約 0.127 mm 前後의 얇은鉛箔에서는前面이後面보다感도가 높았으며 두께가 두꺼워짐에 따라後面增感紙가前面增感紙보다感度は 좋다.

參 考 文 獻

1. 日本非破壞檢査協會編：非破壞檢査便覽，日刊工業新聞社，139~154, 1967.
2. Robert C. Mc Master : Nondestructive Testing Handbook Vol 1, The American Society for Non-destructive Testing Inc., Sec 15-(16~17), 16-(13~25), 1977.
3. 重松友道：放射線工學，電氣學會，398~409, 1971.
4. 許 俊：放射線寫真技術，新光出版社，18~36, 186~193, 1976.
5. 許 俊：放射線画像情報技術，新光出版社，50~93, 1979.
6. Irving Kaplan : Nuclear Physics, Addison-Wesley Publishing Company, 127~131, 395~441, 1969.
7. Ralph E. Lapp. & Howard L. Andrews : Nuclear Radiation Physics, Prentice-Hall, Inc., 233 ~ 250, 1972.
8. Grant Venn & Russell S Poor : Industrial Radiography, US Atomic Energy Commission, US Government printing Office, 25~30, 91~95, 1968.