

管電圧과 照射野 및 被写體의 變化에 따른 線量分布

東南保健專門大學 放射線科

李相奭 · 朴成玉

Abstract

Dosimetry according to the X-ray Tube Voltage, Radiation Field and the Object Thickness

Sang Suk Lee, Sung Ock Park

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

We studied about dosimetry according to the X-ray tube voltage, radiation field, object thickness and obtained results as follow.

1. Secondary ray involving rate in the penetrated radiation increased proportion to the tube voltage, but its rate is more larger at the small radiation fields. than large fields.
2. Secondary ray involving rate in the penetrated radiation increased at thick object and large exposure fields. But saturated phenomenon appeared at limited field.
3. Secondary involving rate of acryl phantom is more top place than water, paraffin and aluminum phantom.

目 次

- I. 緒 論
- II. 實驗材料 및 方法
- III. 結 果
- IV. 考 察

V. 結 論 參考文獻

I. 緒 論

X線이 人體에 照射되면 그 곳에서 吸收와 散亂의

두가지 변화가 발생된다¹⁾).

照射되는 部位의 各部分은 吸收가 均等하지 못하므로 人體를 透過한 X線은 吸收되는 程度에 따라 強度의 差가 생긴다. 이 差異가 X線사진의 影像을 만들게 된다^{1, 2)}. 物質內에서 吸收는 原子番號가 클수록, 밀도가 클수록, 그리고 物質의 두께가 클수록 증가되고 波長이 길수록 增加된다. 이때 必然的으로 同 伴되는 것이 그 物體內에서의 散亂線發生이다.

이 散亂線은 方向性이 없으므로 X線影像에 作用하여 對照度는 勿論 鮮銳度를 低下시키는 要因이 된다^{2, 3)}.

필름에 到達되는 一次線 및 散亂線은 管電壓과 照射野, 被寫體의 두께 그리고 撮影距離에 따라 다르게 된다²⁾. X線管電壓이 增加하면 線質의 硬度는 增加되고 X線透過率은 좋아지나 對照度는 低下되고 管電壓이 低下되면 透過力을 低下되나 對照度는 增加된다⁴⁾. 또한 照射野가 增加되면 散亂線의 分布가 增加되어 患者에 對한 피폭線量의 增加는 勿論 X線寫眞의 質을 低下시키게 된다.

著者는 被寫體의 種類와 두께 그리고 管電壓의 變化에 따라서 透過後의 線量分布에 對한 實驗을 한 바 있어 報告하는 바이다.

II. 實驗材料 및 方法

I. 實驗材料

- 가. X線發生裝置 : Siemens 500 mA, 150 kVp
- 나. Pocket dosimeter & Charger : Model 99 Ohio
- 다. Phantom : Acryl L 30cm × W 30cm × d 5 ~ 20cm
Paraffin L 30cm × W 30cm, 두께 5 ~ 20cm
Aluminum 板 L 30cm × W 30cm
두께 0.2 ~ 0.8cm
물 L 30cm × W 30cm, 두께 5 ~ 20cm
- 라. Pb 板 : 직경 5cm, 두께 5mm.

II. 實驗方法

一次線量測定을 그림 1 과 같이, X線管으로부터 100 cm 距離에 Pocket dosimeter 를 놓고 照射野를 25 cm² 되게 固定한 後, 被寫體를 X線管으로부터 距離

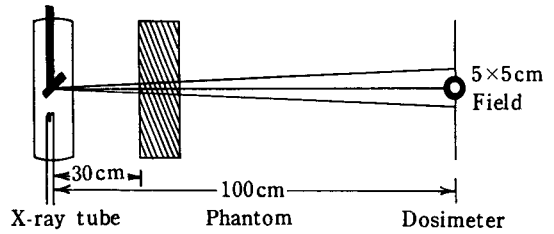


Fig. 1. 一次線測定法

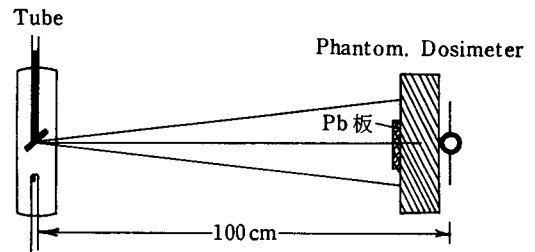


Fig. 2. 散亂線 測定法

30cm 되는 곳에 各種 吸收體를 두께를 달리 해서 測定했다.

Acryl, Paraffin, 물 phantom 은 그 두께를 5cm, 10 cm, 15cm, 20cm 로, Aluminum 은 2mm, 4mm, 6mm 8mm 를 使用했다. 이때의 X線管電壓은 60kVp, 80 kVp, 100kVp, 120kVp 로 各各 變化시켜 照射하였다.

散亂線 測定을 하기위해 그림 2와 같이 直徑 5cm, 두께 5mm 의 鉛板을 被寫體의 前面 中央에 附着하고 直後面에 Dosimeter 를 設置한 後 照射野를 50cm², 100cm², 200cm², 400cm², 600cm², 900cm² 로 變化시켜 一次線量을 測定했던 撮影條件으로 照射시켰다. 이때 撮影距離는 100cm 로 固定했다.

III. 結 果

그림 3은 管電壓의 變化에 따른 照射野別 散亂線 含有率을 나타낸 것으로써 모든 被寫體에서 管電壓의 增加에 따라 散亂線 發生量은 增加하고 있다.

被寫體 Acryl 두께 5cm 의 경우 50cm² 의 照射野에서는 60kVp 일때 10% 이고, 120kVp 일때는 18% 의 散亂線 含有率을 나타내고 400cm² 에서 60kVp 일때는 33%, 120kVp 에서는 54% 를 나타냈으며 900 cm² 에서 60kVp 47%, 120kVp 63% 를 나타내고

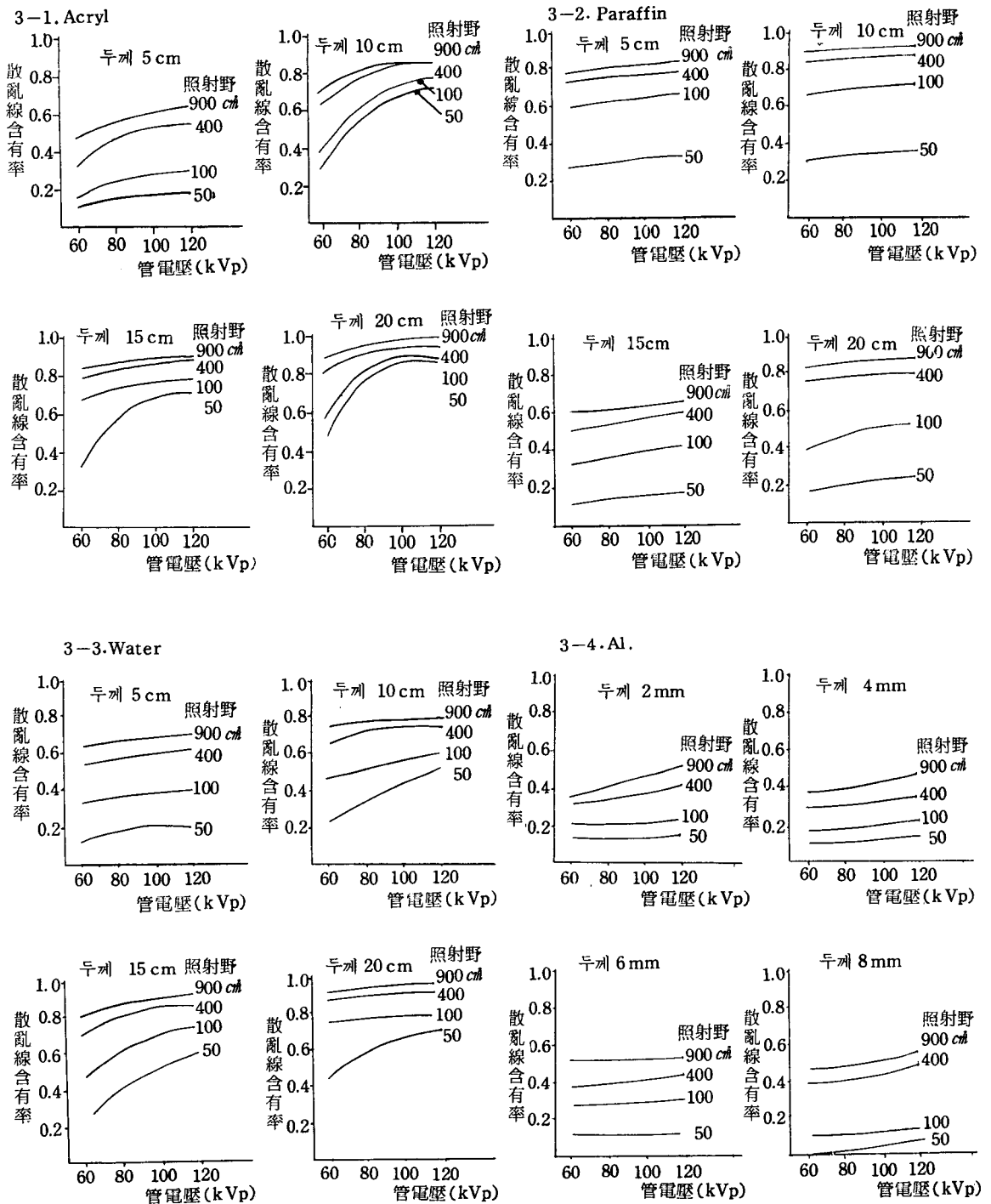


Fig. 3. 管電壓 變化에 따른 散亂線含有率

있어 管電壓 增加에 따른 散亂線의 增加는 勿論 넓은 照射野에서는 管電壓에 依한 散亂線發生量의 增加率 이 더 크게 나타났다.

Acryl 10cm 두께에서 50cm²의 照射野에서 60kVp 일때 31%, 120kVp에서 72%로 5cm 두께에서 보다 管電壓에 依한 散亂線發生率이 뚜렷하게 增加되고 있다. 400cm²의 照射野에서는 60kVp 일때 63%, 120kVp 일때 85%의 散亂線을 含有하고 있고 900cm²의 경우 60kVp 일때 71%, 120kVp 일때 85%로 나타났다. 15cm의 두께에서 照射野 400cm²와 900cm²의 照射野에서 管電壓에 따른 散亂線 함유율의 增加率이 감소되어 직선으로 나타나 있으나 50cm²의 작은 照射野에서는 增加率이 커지고 있다. 被寫體의 두께 20cm의 경우 50cm²에서는 60kVp와 120kVp의 경우 散亂線 含有率의 差異는 36%로 나타나 있으나 900cm²의 경우에는 11%의 差를 나타내고 있다.

被寫體 Paraffin 5cm 두께에서는 50cm²의 照射野 일때 60kVp에서 12%, 120kVp에서 18%의 散亂線 含有率을 나타내고 100cm²에서는 32%와 41%의 산란선을 含有하고 있으며 照射野 400cm²에서 60kVp에서 51%, 120kVp 일때 60%의 散亂線含有率을 나타내었다. 900cm²의 경우에는 60kVp 일때 60%, 120kVp 일때 66%를 나타냈다.

두께 20cm Paraffin의 被寫體에서 照射野 50cm², 관전압 60kVp 일때 31%의 散亂線이 發生되었고 900cm²의 照射野에서는 60kVp 일때 89%, 120kVp에서는 92%가 發生하고 있지만 그 增加率은 아주 적어 직선으로 나타나고 있다.

물 phantom의 散亂線含有率은 50cm² 일때 5cm의 두께에서는 60kVp 일때 12%, 120kVp 일때 20%로 나타나는데 20cm 두께 일때는 60kVp에서 44%, 120kVp에서는 69%의 散亂線含有率을 나타내고 있다. 그러나 900cm²의 照射野에서 5cm의 被寫體 두께 일때 60kVp는 62%, 120kVp는 69%의 산란선 發生率을, 10cm 두께에서 60kVp 일때 73%, 120kVp 일때 78%의 散亂線發生率을 나타내고 있다. 20cm의 두께에서 60kVp는 90%, 120kVp는 94%의 散亂線을 含有하고 있다.

Al phantom에서 2mm의 두께에서 50cm²와 100cm²에서는 직선으로 나타나 50cm²의 60kVp 일때 13%, 120kVp 일때 18%로 나타나 있으며 100cm²의 照射野에서 60kVp 일때 20%, 120kVp 일때 23%로 나타나 있다. 400cm²의 경우 60kVp에서는 31%의 산란선 發生을, 120kVp 일 때는 42%의 散亂線分布를

보여 50cm²와 100cm²에서 散亂線이 增加되고 있다.

Al 8mm 두께일때 400cm²와 900cm²의 照射野 일 때는 2mm 두께에서 보다는 증가되어 60kVp에서 38%의 散亂線量을, 400cm²에서, 900cm²에서는 47%의 散亂線含有率을 보이고 120kVp 일때 400cm²에서는 48%, 900cm²에서는 56%의 散亂線含有率을 나타내었다. 그러나 100kVp까지는 60kVp부터 그 增加率 이 심하지 않지만 100kVp 以上부터는 400cm² 일때 40%에서 48%로, 900cm²에서 52%에서 56%로 나타나 있다. 50cm²와 100cm²의 照射野에서는 散亂線含有率이 減少되어 나타났다. Al phantom에서는 두께에 따른 散亂線含有率의 增加度가 큰 差異를 보이지 않으나 照射野가 큰 것일수록 散亂線發生率이 커지고 있다.

그림 4는 照射野變動에 따라 各 管電壓에 依해 發生되는 散亂線含有率을 나타낸 것으로, 아크릴 두께 5cm 일때 照射野 50cm²에서는 各 管電壓에 따른 散亂線發生率의 差가 900cm²에서 보다 좁아져 있고 60kVp의 境遇는 照射野가 클수록 그 散亂線含有量이 增加되고 있다. 10cm의 두께에서 50cm²의 照射野에서 管電壓 變化에 따라 散亂線含有率의 差가 크게 나타나고 400cm²부터는 散亂線의 發生이 飽和狀態가 나타나고 있다.

20cm의 被寫體 두께에서는 200cm²의 照射野에서 散亂線含有率의 飽和를 나타냈다.

被寫體를 Paraffin으로 使用했을 때 두께 5cm에서, 照射野 600cm² 일때 60kVp는 57%, 80kVp는 59%, 100kVp는 60.8%, 120kVp는 62%를 各各 나타내었으며 900cm²의 照射野에서는 60kVp 일때 60%, 80kVp는 62%, 100kVp는 63.8%, 그리고 120kVp는 66%의 散亂線含有率을 나타내어 그 增加率이 매우 적게 나타났다. 두께 10cm까지 照射野 600cm²에서부터 散亂線增加率이 飽和狀態로 나타나 있으며 두께 15cm 일때는 400cm²의 照射野에서 20cm 두께에서는 200cm²의 照射野에서 各各 散亂線發生率의 飽和를 나타내기 시작했다.

물 phantom 두께 10cm의 境遇 400cm²에서 20cm 두께에서는 200cm²의 照射野에서부터 散亂線含有率의 飽和를 나타내고 있다.

Al phantom 2mm 두께의 境遇 60kVp 일때는 管電壓에 依해 散亂線發生率이 50cm²의 照射野에서 12%, 900cm²에서 34%로 나타났으며, 80kVp 일때 50cm²는 13%, 900cm²는 60%의 散亂線含有率을 나타냈다. 8mm 일때 60kVp에서 50cm²는 1%에서 900cm²에

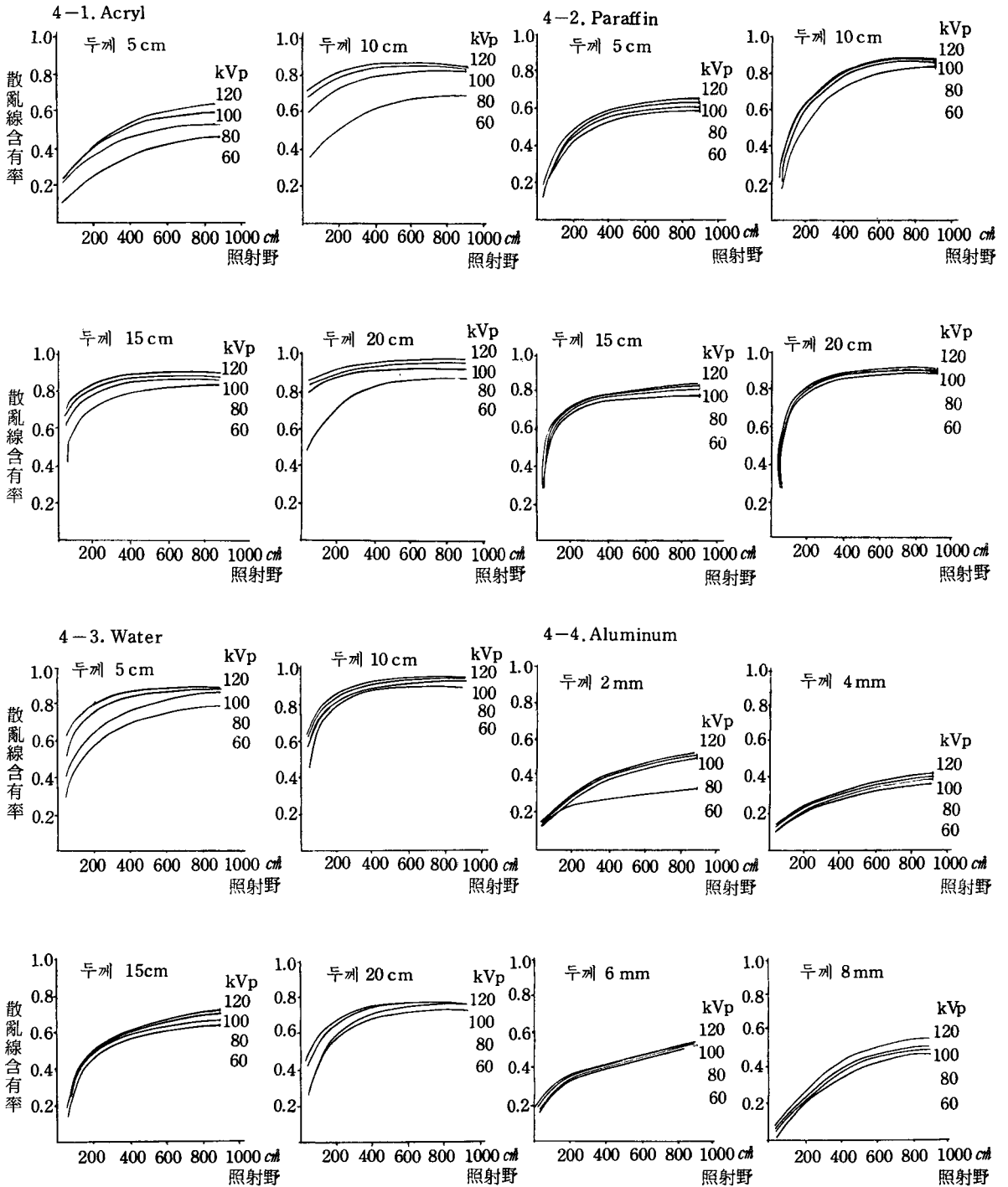


Fig. 4. 照射野 變化에 따른 散亂線含有率

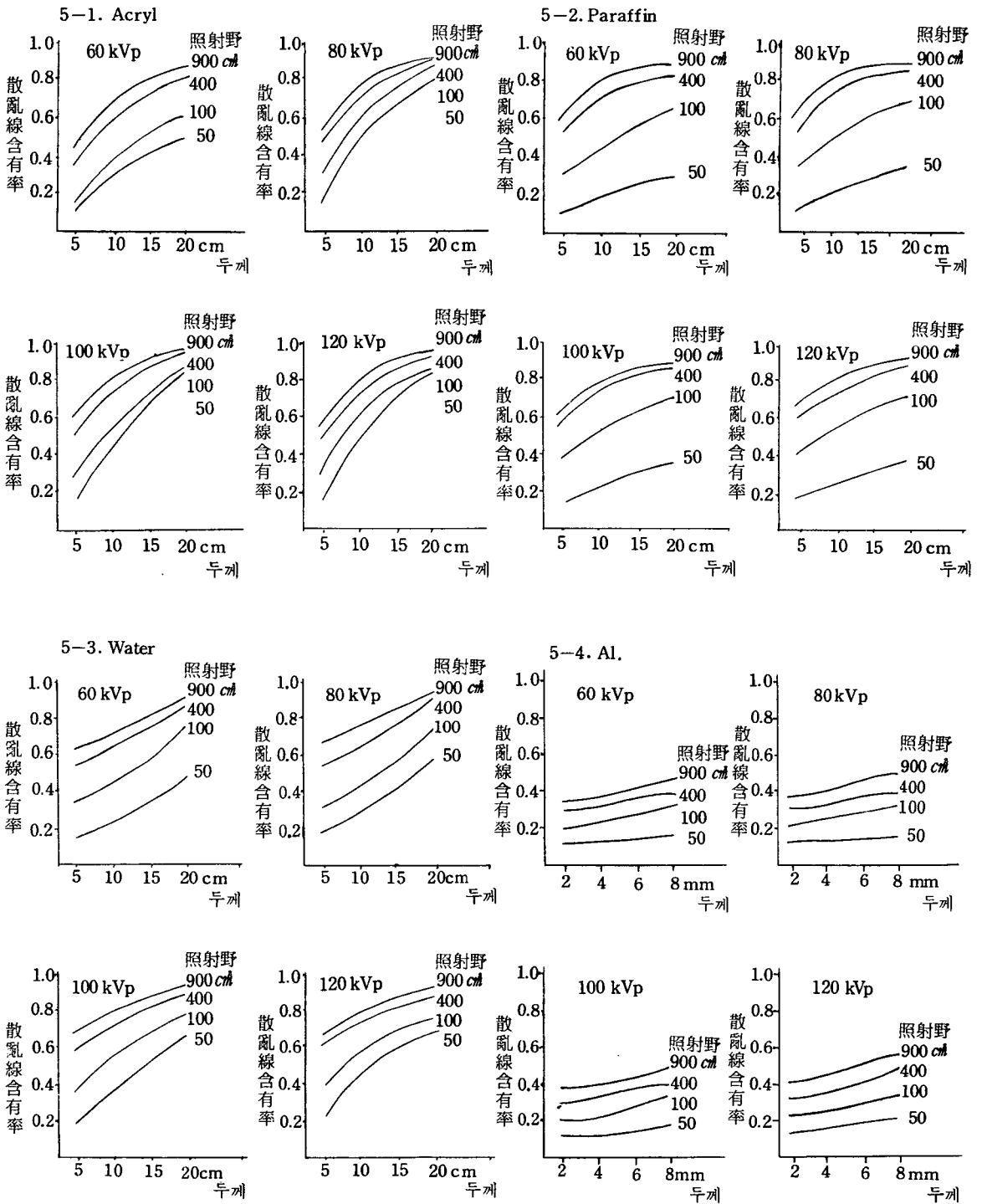


Fig. 5. 피사체 두께의 변화에 따른 散亂線含有率

서 47%로 나타났고 80kVp에서는 50cm²에서 5%와 900cm²에서 49%로 나타났고, 120kVp 일때는 50cm²에서 7%, 900cm²에서 55%로 나타나 照射野의 증가와 管電壓의 증가에 따라서 散亂線發生도 증가되어 나타났으며 Acryl, Water, Paraffin에서처럼 散亂線의 飽和狀態를 심하게 나타내지 않았다.

그림 5는 피사체 두께에 따라서 各 照射野의 크기別 散亂線의 分布를 나타낸 것이다.

Acryl에서는 照射野 50cm²에서 60kVp 일때 5cm 두께는 10%, 20cm 두께는 50%의 散亂線含有率을 나타냈고 120kVp는 5cm 두께에서 14%, 20cm 두께에서 83%의 높은 散亂線發生率을 보였다.

Paraffin의 散亂線含有率을 보면 照射野 900cm²에서 60kVp의 管電壓을 利用할 때 두께 5cm에서는 60%의, 20cm에서는 89%의 각각 산란선을 發生하였고 그 含有率의 차는 29%를 나타냈다. 80kVp의 管電壓에서 5cm는 62%, 20cm는 90%로 그 差異는 28%, 120kVp 일때 5cm는 66%, 20cm는 92%로 그 差가 26%로 감소되고 있다.

물 phantom에서 60kVp 일때 照射野 900cm²는 5cm 두께에서 62%, 10cm 두께에서 70%, 20cm는 90%의 散亂線含有率을 나타냈다. 120kVp에서는 照射野 900cm² 일때 5cm 두께는 69%, 10cm는 72%, 20cm는 94%의 산란선 함유율을 보이고 있다.

Al板은 두께와 照射野를 變化함에 따라 50cm²에서는 增加率이 뚜렷하게 나타나고 있지 않지만 900cm²의 넓은 照射野에서는 60kVp 일때 2mm 두께는 35% 4mm 두께는 36%, 8mm 두께는 48%로 나타났으며, 80kVp 일때 2mm에서 37%, 4mm는 40% 8mm에서는 50%의 散亂線含有率을 나타냈다.

120kVp의 管電壓에서 2mm의 Al 두께 일때는 41%, 4mm는 45%, 8mm는 56%로 나타나 照射野에 따라 增加되고 있다.

IV. 考 察

X線이 被寫體를 通過할 때 物質內에서의 吸收는 그 物質의 密度, 原子番號, 그리고 두께에 따라 달라진다¹⁾. 一定한 物質에서는 X線의 質에 따라서 吸收가 다르게 된다. 人體의 各 組織中에서 X線吸收率을 보면 물 1000, 지방 533, 폐 864, 骨 5000, 혈청 1027, 간 1075, 그리고 空氣는 1로 되었다¹⁾. 이 상대적 吸收치가 많은 것은 X線의 吸收가 많기 때문에 一定한 濃度를 내기위해 吸收率이 적은 것은 큰 것보다 X

線 照射條件을 增加해야만 한다. 즉 肺의 撮影과 骨의 撮影에 있어서 그 吸收率은 骨이 상당히 크므로 同一한 照射條件일 경우 필름에 도달되는 X線量은 肺의 경우보다 骨은 많이 減少된다. 本 實驗에서도 Al의 境遇는 Acryl 보다 상대적 吸收量이 많으므로 一定한 條件에서 필름에 도달되는 線量은 Acryl에서 더 높게 나타났다.

實際로 X線影像을 만드는 線量이나 影像에 作用되는 散亂線은 入射되는 X線에너지, 照射野의 面積과 형태 그리고 檢査物質의 두께, 密度 등이다. X線影像에 作用되는 散亂光子는 入射中心線과 작은 角度일 때의 것으로 높은 energy일 때 發生된다²⁾. 散亂線은 組織內의 作用點과 X線像과의 사이에서 濾過된다. 本 實驗에서도 120kVp 일때는 60kVp 보다 film에 도달되는 透過X線의 散亂線含有率이 컸다. 물 phantom 10cm의 境遇에 60kVp에서 散亂線含有率은 50%, 120kVp 일때는 86%를 나타내고 있다.

이것을 照射野別로 보면 커질수록 散亂線의 含有率은 增加되고 있으나 一定한 照射野까지는 넓을수록 增加率이 크게 나타나 있으나 그 이상부터는 散亂線含有率의 飽和를 나타낸다. 물 10cm 두께의 境遇 400cm²의 照射野까지 100kVp 일때 50cm²에서 44% 인데 63%로 增加되었으나 그 이상을 보면 400cm² 63%에서 900cm² 77%의 散亂線 分布를 보이며 그 增加率이 큰 조사야에서 감소되고 있다.

피사체의 두께별로 보면 acryl phantom을 照射野 50cm² 그리고 80kVp로 照射했을 때 5cm에서 16%, 20cm에서 80%의 散亂線含有率을 보이고 있어 두께의 증가에 따라 散亂線 發生率이 增加하고 있다.

物質別의 散亂線含有率을 보면 작은 照射野面積에서는 큰 面積에서 보다 넓은 分布를 보이고 있어 Al은 120kVp 일때 10% 程度, Paraffin 20%, 물 60% 그리고 Acryl은 80%를 나타내고 있다. 이것은 物體透過後 線量中 散亂線含有率을 나타낸다.

V. 結 論

管電壓에 따라 被寫體의 두께와 照射野面積을 變化시켜 物質透過의 線量分布를 實驗을 통해 아래와 같은 結論을 얻었다.

1. 物質透過後의 線量中 散亂線含有率은 管電壓의 增加에 따라서 늘어나고 있으나 照射面積이 적은 곳에서는 管電壓에 따라 散亂線 增加率이 컸다.

2. 被寫體의 두께가 增加되고 照射野의 面積이 클

수록 散亂線含有率은 높지만 一定한 面積以上에서는 그 增加率이 飽和를 나타내고 있다. 그 飽和狀態는 두께가 클수록 적은 照射野面積에서 나타났다.

3. 實驗物質中 필름에 도달되는 散亂線含有率이 제일 많은 것이 Acryl, Water, Paraffin, Aluminum 순서로 나타났다.

4. 照射野의 面積이 큰 것에서는 散亂線含有率의 差異는 減少되었다.

参考文献

1. 許 俊: X線技術原論, 高文社, 122 - 142, 1978
2. 許 俊: 放射線画像情報技術, 新光出版社, 106 - 173, 1979
3. D. Noreen Chesney, Muriel O Chesney: X-ray Equipment for Student Radiographers, Scientific Publications, 282 - 283, 1969.
4. U. S. Army: Military Roentgenology TM 8-280, 85 - 112, 1967