

# 各種 X線吸收體에 관한 實驗

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

## Abstract

### An Experimental Study on the Four Kinds of X ray Absorbers

Joon Huh, Chang Kyun Kim, Hong Seok Kang,\* In Ja Lee  
Dept. of Radiotechnology, Junior College of Public Health and  
Medical Technology, Korea University

We quantified the relationship of fluorescence depends upon the thickness of each absorber by the result of experiment which was practiced to know the relationship of x-ray absorption and photographic effect in the range of diagnostic energy about water, acrylic resin, aluminium and copper.

There was no great difference in the photographic effect between water and acryl because the absorption degree of the two was mostly equal.

But in case of aluminium and copper, it was opposite from the prior.

Therefore when we considered the photographic effect in the range of diagnostic energy, it was thought that water and acryl were proper as a absorbers, but not only copper but also aluminium was improper as a absorber.

## I. 서 론

X선 장치 및 감광재료의 발전에 따라 임상적인 사진효과를 구하기 위한 각종 측정 실험을 간편하게 실시하기 위해 피사체의 사용은 거의 일반화가 되어있다. 이러한 피사체물질로서 규격화된 것이 우리나라에서는 아직 없으나 진단영역에서 가장 일반적으로 사

용되는 것은 물이나 Mix-DP 또는 아크릴수지이며 알루미늄도 많이 쓰여지고 있다. 그러나 이러한 물질들 상호간의 X선에 대한 흡수나 사진효과관계, 진단용 에너지 범위 내에서의 대체 사용의 적합성 여부 등에 관해서는 간단하게 이용할 수 있는 자료가 그리 충분하지 못하다.

이에 따라 저자들은 물, 아크릴수지, 알루미늄, 구

\* 仁川看護保健專門大學 放射線科, Dept. of Radiotechnology, Incheon Junior Nursing College and Allied Health Science

리의 두께별 형광량의 변화에 의한 사진효과관계, 흡수비, 각 물질 투과후의 실효에너지의 변화 등을 측정, 검토함으로써 이러한 물질들 상호간의 정량화를 시도 하고 그 결과를 보고한다.

### II. 실험 기재

- X선 발생장치 : Toshiba DC-15 KB, 500 mA, 150 kVp
- 측정기 : 형광량계 Alco Electric Co. LTD, Model F-11
- 피사체 : 물 30cm×30cm, 두께 5, 10, 15, 20cm  
아크릴수지 30cm×30cm, 두께 5, 10, 15, 20cm  
알루미늄 10cm×10cm, 두께 0.1~53.0mm  
구리 10cm×10cm, 두께 0.05~2.40mm

### III. 실험 방법

각 물질간의 X선에 대한 흡수율을 비교하기 위한 실험 배치도는 그림 1 과 같다. 관전압은 80 kVp 로 고정시키고, X선관 초점과 측정기로 사용된 형광량계 검출부와의 거리를 100cm로 하였으며, 물질과 검출부는 36.5cm의 간격을 띄우고 검출부에서의 조사야의 크기는 6.5cm×6.5cm로 하였다.

비교물질로는 물, 아크릴수지, 알루미늄, 구리를 사용하였으며, 각 물질의 두께증가에 따르는 형광량의 감약곡선상에서 물을 기준으로 할 때 비교 물질의 흡수율을 산출하였다. 또한 각 물질 별로 비슷한 흡수

를 나타내는 두께에서의 알루미늄 반가층을 측정하였으며 실효에너지도 산출하였다.

### IV. 실험 결과

그림 2의 감약곡선에서 물을 기준으로 할 때의 각 물질별 흡수율비는 표 1과 같다. 물과 아크릴수지는 거의 같은 흡수율을 가지며, 물의 두께가 5~20cm로 변할 때 물의 흡수율을 1.0으로 기준하여 각 물질별 흡수비를 보면 알루미늄이 5.8~3.8, 구리는 147.1~82.6 으로서 두께 증가에 따라 흡수비가 감소되고 있다. 이것은 대수 그래프상에서 그림 3과 같다.

또한 사진흑화도 1.0 + fog 정도를 낼 때의 흡수비

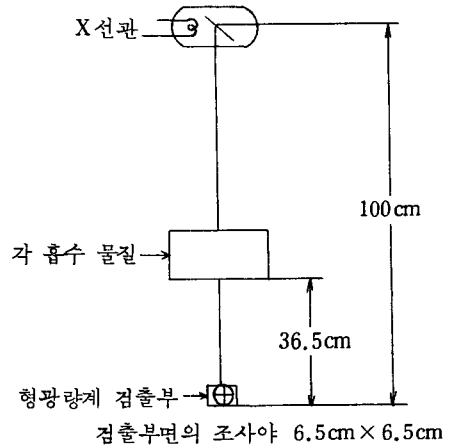


그림 1. 실험 배치도

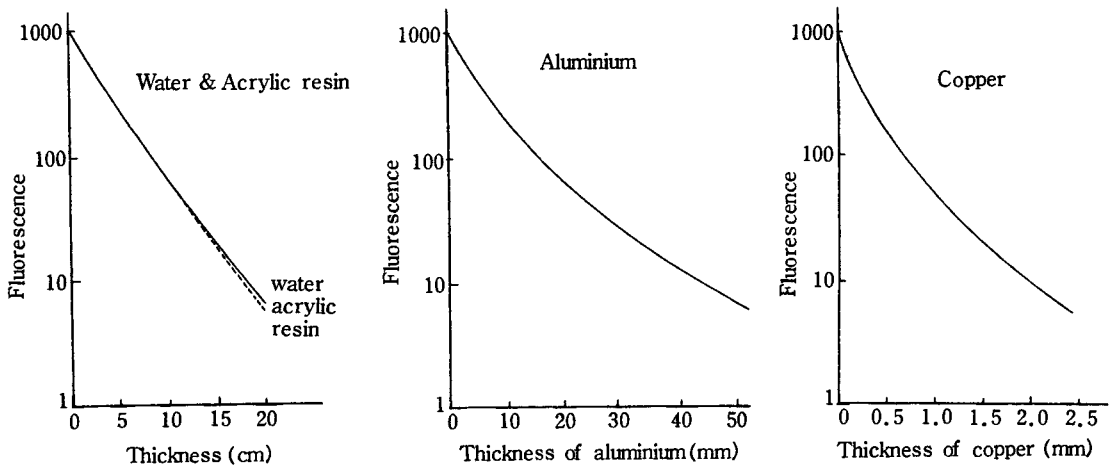


그림 2. 각 물질의 감약곡선

표 1. 동일한 흡수율을 가지는 각 물질별 두께와 흡수비

물		아크릴수지		알루미늄		구리	
두께 (cm)	흡수비	두께 (cm)	흡수비	두께 (cm)	흡수비	두께 (cm)	흡수비
5.0	1.0	5.0	1.0	0.87	5.8	0.034	147.1
10.0	1.0	10.0	1.0	1.97	5.1	0.086	116.3
15.0	1.0	15.0	1.0	3.45	4.4	0.154	97.4
20.0	1.0	20.0	1.0	5.30	3.8	0.242	82.6

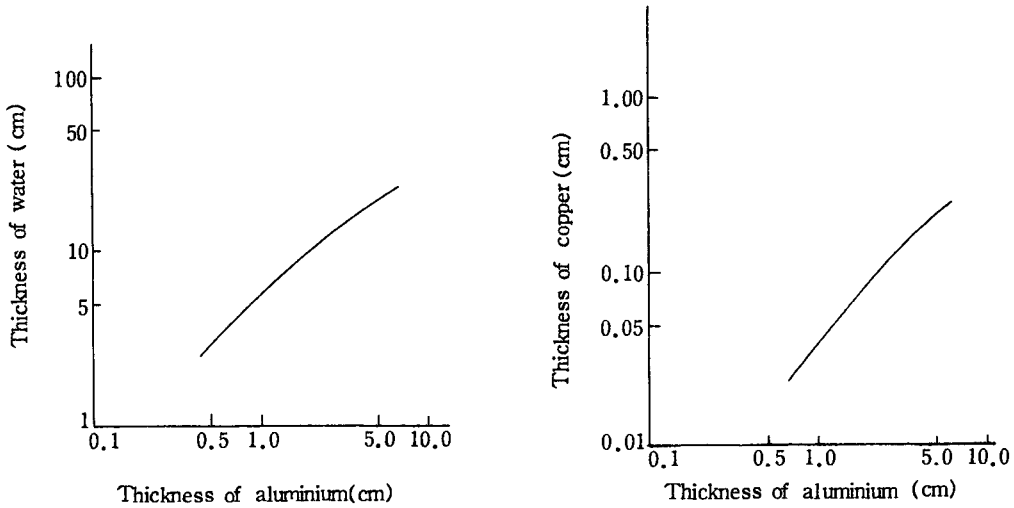


그림 3. 동일 흡수율을 가지는 물질별 상관관계 곡선

는 물을 기준으로 하여 알루미늄은 4.7배, 구리가 107배의 흡수율을 가진다. 이때 각 물질별로 측정된 반가층과 실효에너지는 표 2에 나타내고 있다.

물 5~20cm 투과 후의 반가층은 4.4~6.0 mmAl 실효에너지는 40~47 keV이며, 아크릴수지 5~20 cm에서는 4.0~5.8 mmAl 과 38~46 keV로서 물과 거의 비슷한 치를 보인다. 알루미늄 8.7~53.0 mm 투과 후의 반가층은 5.4~8.0 mmAl 이고, 실효에너지는 44~56 keV이며, 구리 0.34~2.42 mm 투과후에는 5.4~9.7 mmAl 과 44~64 keV로서 물질별 반가층과 실효에너지의 크기 순서는 구리, 알루미늄, 물, 아크릴수지가 되어 원자번호가 큰 물질일수록 증가되는 경향이다.

### V. 고 안

이 논문은 물과 아크릴 수지 및 알루미늄, 구리의 X선스펙트럼을 비교하고 물질 자체의 특성과 영향을

표 2. 동일한 흡수율을 가지는 각 물질별 반가층과 실효에너지

흡수물질	두께 (cm)	반가층 (mmAl)	실효에너지 (keV)
물	5.0	4.5	40
	10.0	5.2	43
	15.0	5.5	45
	20.0	6.1	47
아크릴수지	5.0	4.0	38
	10.0	4.5	40
	15.0	5.4	44
	20.0	5.8	46
알루미늄	0.87	5.4	44
	1.97	6.7	50
	3.45	7.0	51
	5.30	8.0	56
구리	0.035	5.4	44
	0.085	6.9	50
	0.155	8.2	57
	0.240	9.7	64

실험한 것으로 될 수 있는대로 산란선이 없는 상태에서 각기 두께에 따르는 투과율과 반가층을 측정하였다. 반가층 측정시에는 조사야와 X선관 여과판간 거리에 따르는 영향을 없애기 위해서 조사야는 검출부면에서 4cm×4cm로 하고 FFD는 50cm로 하는 것이 바람직하여 그에 따라 실시하였으며 실효에너지는 그림 4에 따라 산출하였다.<sup>2,3)</sup>

그 결과 흡수체와 형광량의 관계를 잘 이해할 수 있었으며, 물과 아크릴수지의 흡수 정도는 거의 같으나 흡수체의 두께가 10cm 이상으로 증가되면 아크릴수지의 감약곡선의 경사는 약간 급격하게 되는 경향이 있으며, 물에 비해서 아크릴수지의 반가층과 실효에너지도 약간 저하되고 있다.

A.N.S.I 표준 phantom, 증감지, 필름계의 감도측정용 흉부 phantom 으로서는 20mm 알루미늄 여과판이 사용되고 있으며, 이는 B.R.H(Bureau of Radiological Health) 표준선질인 관전압 80kV에서 6.9mm HVL이고<sup>2,4)</sup> 이 실험에서 흉부에 해당되는 물 10cm 두께는 알루미늄 19.7mm, 반가층은 6.7mm HVL로서 같은 수치를 나타내고 있다.

진단영역에서 X선의 흡수는 주로 광전효과와 Compton 효과가 되며 광전흡수는 원자번호의 3승에 비례하여 증대된다. 한편 Compton 산란은 원자번호에 관계없이 g 당의 전자수로 결정되며 이 총수가 흡수계수가 된다. 兩者의 비는 광자에너지에 따라 대폭 변화되며 흡수계수도 에너지에 따라 변화된다.

따라서 인체등가물질인 물이나 아크릴수지와 실효

원자번호가 다르면 그 흡수계수와 에너지도 변화되어 진단영역에서는 물보다 실효원자번호가 큰 물질일수록 에너지에 의한 흡수의 변화가 크게 된다.

이 실험에서 각 흡수체에 대해서 입사량의 50%를 흡수하는 각 물질의 두께는 그림 5와 같이 물과 아크릴수지는 2.4cm, 알루미늄은 3.5mm, 구리는 0.13mm로서 그 차이가 극심하였다. 이상의 결과로 보아 구리는 흡수체로서 보다는 Cu+Al 형태로 120kV~400kV 범위내에서 복합여과판으로 사용하는 것이 적합하다고 하겠으며, 알루미늄은 단순한 뼈의 흡수체로서 사진효과와 연결하는 데는 일반적으로 인체등가물질인 물, Mix-DP, 아크릴수지가 적당하다고 하겠다.

이 실험은 각 흡수물질에 대해서 산란선이 없는 상

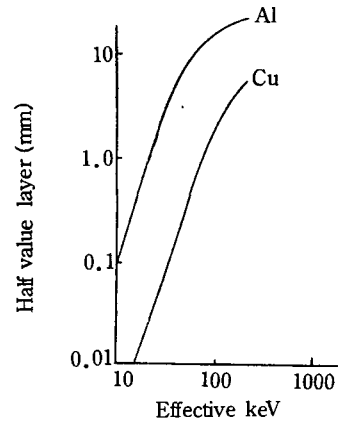


그림 4. 실효에너지와 물질별 반가층 두께 곡선

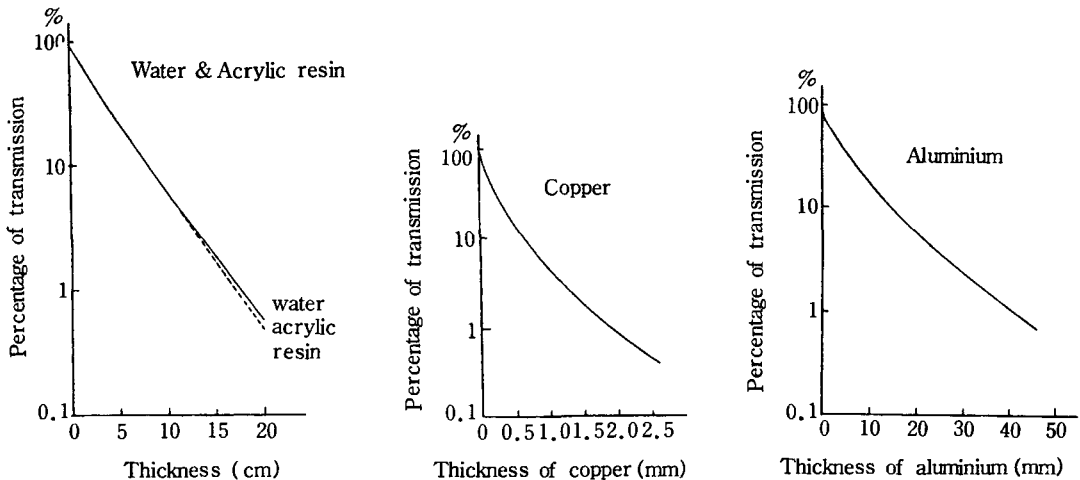


그림 5. 각 물질의 투과율 곡선

때에서 검토하였으나 앞으로 산란선을 포함한 사진효과  
 과의 실험이 필요하다고 하겠다. 즉, 흡수체와 검출  
 기를 밀착시킨 상태에서 조사야를 변화시키고 격자의  
 유무, 그리고 각 강도에서 물과 아크릴수지, 그리고  
 알루미늄을 개별적으로 비교하는데 그치지 않고 각 물  
 질을 적당히 조합시키고 비교하면 보다 상세하게 입  
 상에서 활용할 수 있으므로 X선촬영과 사진효과에 관  
 한 문제를 해결하는데 큰 도움이 될 것으로 사료된  
 다.

## VI. 결 론

진단용 X선에너지 범위에서 각종 실험을 위한 피  
 사체로서 많이 사용되는 물질인 물, 아크릴수지, 알루  
 미늄과 구리에 대해 그 흡수비와 물질투과 후의 실효  
 에너지 변화 등을 측정하여 정량화를 시도한 실험에서  
 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 물과 아크릴수지는 거의 비슷한 흡수를 가진다.
2. 두께 5~20cm의 물과 등가의 흡수를 가지는  
 알루미늄의 두께는 8.7~53mm, 구리의 두께는 0.34  
 ~2.42 mm 이다. 이에 따라 흡수비는 물을 1.0으로  
 기준할 때 알루미늄은 5.8~3.8, 구리는 147.1~  
 82.6이다.
3. 각 물질에서 등가의 흡수를 가지는 두께를 투  
 과한 후의 실효에너지는 구리가 가장 크고, 알루미늄,

물, 아크릴수지의 순서로 작아진다. 이때 물과 아크릴  
 수지의 실효에너지에 비해 구리나 알루미늄의 실효에  
 너지는 그 차가 커서 사진효과에 미치는 영향이 크게  
 될 것으로 보이므로 피사체로서 적합하지 못할 것으로  
 사료된다.

## 참 고 문 헌

1. 安部眞治, 青柳泰司: 診断領域における水 とアル  
 ミニウムのX線吸収と寫眞效果について, 日本放射  
 線技術會雜誌, 33(6), 38, 1986.
2. 岡島後三: 醫學放射線物理學, 南山堂, 1980.
3. 田中仁, 齋藤勲, 山本千秋, 山田勝彦: 醫用放射  
 線技術實驗, 共立出版株式會社, 418, 1978.
4. 小寺吉衛, 土井邦雄, 陳衡萍: シカゴ大學 におけ  
 る醫用畫像研究について, 増感紙フィルム系の 感  
 度とX線吸収特性, 日本放射線技術會雜誌, 41  
 (3), 516, 1985.
5. Arthur Ridgway, Walter Thuman; The Phy-  
 sics of Medical Radiography, Addison-Wes-  
 ley, 1968.
6. Michel M. Ter-Pogossian: The Physics As-  
 pects of Diagnostic Radiology, Hoeber Medi-  
 cal Division, 1969.