



Title	乳腺撮影に関する研究 第3篇 基礎的研究ならびに乳癌における石灰沈着の特殊性に関して
Author(s)	秋貞, 雅祥; 渡辺, 広行; 幾瀬, 純一
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1966, 26(4), p. 399-418
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/15484
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

乳腺撮影に関する研究 (第3篇)
—基礎的研究ならびに乳癌における石灰
沈着の特殊性に関して—

東京大学医学部放射線医学教室 (主任 宮川正教授)

秋 貞 雅 祥

東芝玉川工場

渡 辺 広 行, 幾 瀬 純 一

Mammography (Part 3)—its fundamental studies and the significance of the
microcalcifications of breast carcinoma—

by

Masayoshi Akisada

Department of Radiology, Faculty of Medicine, University of Tokyo

(Director: Prof. Tadashi Miyakawa)

Hiroyuki Watanabe and Junichi Ikuse

Toshiba, Tamagawa Fac.

A series of fundamental studies for optimal mammographic technique (1-7) and for roentgenographic characteristics of intramammary calcifications of the breast carcinoma (8-9) were carried out.

1. The half value layer (H.V.L.) measurements were plotted in Fig. 1 using two different tubes, one with glass window and other with beryllium (Be.) window, at 25, 30 and 40 kVp.

The H.V.L. at 25 kVp was 5.3 mm with glass window tube and 1.0 mm with Be window tube, on the other hand, at 50 kVp using conventional X-ray apparatus with no external filter, H.V.L. was 17 mm thick acrylite. To produce the same film density, the skin dose with glass required tube weighed about ten times more than required skin dose with Be. window tube and the quality of radiation became almost same when acrylite was 30 mm in thickness under the exposure factors of 30 kVp. F.F.D. 40 cm. (Fig. 2, 3). From the above results, at the present time, Be. window tube seems to offer no substantial advantage over glass window tube for clinical mammography.

2. Depth dose curves at 30 kVp with Be. window tube showed the H.V.L. of various absorbers, as follows, 1.0 mm thick water, 1.1 mm acrylite, 4.8 mm ethyl alcohol and 5.8 mm in olive oil. (Fig. 4) (Photograph 2).

3. When the depth and the diameter of the holes of the acrylic Burger's phantom filled with water, ethyl alcohol and olive oil respectively, were varied in fine steps from 0.5 to 7.5 mm, the numbers of these perceptible liquid columns became gradually decreased as kVp was increased (Photograph 1, Fig. 5) At the same kVp, the minimum size of the ethyl alcohol column was usually smaller than the minimum

the size of water column both in thickness and in diameter and the difference of the perceptible minimum between size water and alcohol column became larger as kVp was increased. (Fig. 6)

4. As for the thickness in mm. (d) of acrylic phantom, the kVp (V) required to produce a given film density ($S=0.90$) can be obtained by the following equations which were determined experimentally.

$$V^{2.41}=42.9 \text{ d in 300 mAs}$$

$$V^{2.20}=25.4 \text{ d in 225 mAs}$$

and

$$V^{2.23}=39.7 \text{ d in 100 mAs}$$

In 225 mAs, each centimeter of firm breast thickness requires an increase of 2 kVp. (Fig. 7. Fig. 8).

5. In the same way, the mAs (mAs) can be predicted from (d) experimentally

$$d^{2.82}=47.8 \text{ mAs at 20 kVp}$$

$$d^{1.95}=2.18 \text{ mAs at 30 kVp}$$

$$d^{1.40}=8.9 \text{ mAs at 40 kVp}$$

$$d^{0.93}=3.3 \text{ mAs at 60 kVp}$$

and

$$d^{0.91}=4.7 \text{ mAs at 80 kVp}$$

Thus, at 30 kVp each centimeter in firm breast thickness requires an increase of 35-percent mAs (Fig. 7. Fig. 9).

6. The relationship between scatter ratio and kVp indicated that the former was increased as the latter was increased within the range of 20 to 40 kVp.

For example, at 20 kVp, at 30 kVp and at 40 kVp, the ratio of forward scatter to total exit dose emitted by acrylite of 30 mm thick was 16%, 20% and 25% respectively. (Fig. 11)

7. The surface dose and exit dose were shown in Table 1. In traversing 5 cm of acrylite on single exposure, the ratio between skin dose and exit dose was 80:1 under 28 kVp, 150 mA, 1.5 sec. and 34:1 under 30 kVp, 150 mA, 2.0 sec.

For the same soft radiography in the pelvic region as the surface dose was under 7 mR, the gonad dose was negligible owing to its soft quality.

For chest radiography using conventional X-ray apparatus, the skin dose in the pelvic region was 2.9 mR under the following exposure factors, 57 kVp, F.F.D. 180 cm, and 3.0 mAs. (Table 1).

8. By observing mammograms of about 1,200 patients, the frequency of calcifications in the tumor shadows of 115 breast carcinomas was 39.7% and this number was significantly higher than benign diseases; that is, 13.5% in 530 mastopathies, 4.9% in 203 fibroadenomas, and 8.7% in 211 other benign diseases including normal groups.

At the same time, almost all of the cancerous calcifications were fine, punctate in nature. The frequency of calcifications outside the tumor areas of carcinomas was 6.9% and this number was not higher than benign diseases, that is, 5.3% in mastopathies, 5.9% in fibroadenomas and 7.3% in other benign diseases including normal groups.

The frequency of calcifications relatively few in number and large in size was 6.5% in carcinomas and this number was not significantly higher than benign diseases, that is, 3.9% in mastopathies, 1.0% in

fibroadenomas and other benign diseases including normal groups. (Table. 2)

Radiographs were made of paraffin tissue blocks representing 17 breast carcinomas, 24 mastopathies, 17 fibroadenomas and 13 other benign diseases.

The incidence of fine, punctate calcifications was 82.0% in breast carcinomas.

This number was significantly higher than benign diseases, that is, 41.5% in mastopathies, 35.4% in fibroadenomas and 30.0% in benign diseases.

There was no calcification in any metastatic involvement of lymph nodes of breast carcinomas. (Table. 3) The frequency of microcalcifications of the malignant tumors, that is, of 5-esophagus, 7 stomach, 5-rectum, 5-pancrea, 2-liver, 5-lung, 4-uterus and 2-leucemia, was 28.6% on an average and this number was not higher than the 22.9% of the tissues out side of the tissues of the above same tumor groups. On the other hand, microcalcifications were observed in only 15.1% of the metastasized lymph nodes. (Table. 4)

The roentgenographic patterns of microcalcifications of paraffin tissue blocks were demonstrated. (Photograph. 3,4), The chemical analysis showed the calcereous deposits were composed of calcium salts.

17 microcalcifications of paraffin tissue blocks were measured microscopically ranging from 0.12 mm to 3.18mm in size. (Table. 5, Photograph. 5, Fig. 12)

Microcalcifications less than 0.5 mm in size became imperceptible as the breast was increased in size and kVp was increased. when the paraffin tissue blocks was embedded in acrylite. (Fig. 13)

Therefore, the breast should be compressed flatly and be radiographed with lower kVp technique in order to demonstrate the microcalcifications more clearly.

Numbers of 20 calcifications perceptible paraffin tissue blocks were decreased linearly on the diagram relating acrylic thickness to the logarithm of numbers of perceptible calcifications as the thickness of acrylite was increased. (Fig. 14)

Contrary to the above, a slightly larger calcifications were well visualized even in the dense breast in 80 kVp radiography.

目 次

第Ⅰ章 緒 論	の相互関係, (実験条件, 結果ならびに考按)
第Ⅱ章 全章に共通した実験方法	第Ⅵ章 フィルム側散乱線 (実験方法, 結果ならびに考按)
第Ⅲ章 A) アクリライトの吸収曲線 (ガラス窓管球とベリウム (Be.) 窓管球X線の比較)	第Ⅶ章 被曝線量 (実験方法, 結果ならびに考按)
B) アクリライトによる表面線量と射出線量との関係 (ガラス窓及び Be 窓管球X線の比較)	第Ⅷ章 乳癌の石灰沈着像に関して,
C) 水, アクリライト, エチールアルコール, 及びオリーブ油の Be.窓管球X線による吸収 (実験方法, ならびに結果),	A) “マ” による石灰沈着の頻度
D) 考按	B) 乳腺疾患のパラフィンブロック標本の石灰沈着の頻度
第Ⅳ章 Burger 氏ファントムによるオリーブ油エチールアルコール, 及び水柱の識別限界 (実験方法, 結果ならびに考按)	C) 乳腺組織以外の悪性腫瘍のパラフィンブロック標本の石灰沈着の頻度
第Ⅴ章 同一黒化度を得るに要するアクリライトの厚み (mm), 管電圧 (kVp), 線量 (mAs) 間	D) 石灰沈着様物質の化学的分析
	E) 石灰沈着の識別限界 (実験方法ならびに結果)
	F) 第Ⅷ章の考按
	第Ⅸ章 全章を通じての考按
	第Ⅹ章 結 論

第XI章 文 献

第I章 緒 論

軟X線撮影診断は被写体による吸収が大であり、尙被検者の被曝線量の問題がクローズアップされて来るにつれその応用範囲に限界はあるものの、乳腺撮影（マンモグラフィ、"マ"と略す）を始め各部位の軟部組織診断には欠くべからざる診断法の1つであろう。

軟部組織の構成成分は相互間のX線吸収係数の差が少く、このため低電圧を用ひねばならず、工業用フィルムを使用し乍らコントラストの大きな、解像力のよい、而も被曝線量のより少ないX線像を得るためには上記の諸条件を適当に組み合わせてよりよい条件を求める必要がある。

而るにこの方面の基礎的研究は比較的乏しい。著者はその臨床的研究のかたわら下記の如き一連の実験を行った。

第II章 全章に共通した実験方法

電圧20~40kVpの軟X線撮影専用装置として試作したX線管はガラス及びベリウム(Be.)窓の2種である。即ちガラス窓X線管は東芝DRX-20形回転陽極(軟)X線管(単相全波整流方式、最大使用定格50kVp, 300mA, 1秒)でガラス管壁及び油層は両者を含めて0.8mmAl. 当量でそれ以外のフィルターを有せず、焦点1mm×1mm及び2mm×2mmであるが実験には1mm×1mmのみを用いた。

Be. 窓管球は東芝M5148X固定陽極X線管、焦点0.5mm×0.5mm, Be. 窓1mm, 単相全波整流方式、最大使用定格50kVp, 5mA, 連続使用可能である。

Conventional X-ray 装置として東芝KXO-15形(東芝DRX-91A形回転陽極、焦点1mm×1mm, ガラス窓、全波整流方式)を使用した。

線量計はSiemens 軟線用 Universal dosimeter E 3R8-1247 で軟線用 Chamber はE-2495-291形で全波整流50KV以下(X線に対しては誤差±2%以下で線量依存性がない。その有効計は10mmφであり、Conventional X-ray 用 Chamber はE-18-001 R06-008を使用した。

乳腺を構成する軟部組織のうち腺等價物質とし

てアクリライト(Acrylite)を、脂肪にはオリーブ油を用いた。

フィルムは工業用フィルム, Sakura RR typeを用い現像はコニードールによる規定現像を行った。

X線フィルムカセットは0.1mm厚みの遮光紙製袋を用い増感紙は使用しない。

個々の項目についての実験条件は別記の如くである。

第III章

A) アクリライトの吸収曲線(ガラス窓管球とBe. 窓管球X線の比較)

1) 実験方法

軟X線装置としてのガラス窓、及びBe. 窓管球の電圧25KV, 30kVp, 40kVpにおいてアクリル板20×20cm²の厚みを5mmから50mm迄漸増した場合F.F.D. 40cm照射野20cmφのときのX線減衰曲線をSiemens製Universal Dosimeterを用いて求めた。

2) 実験結果

図①はアクリライトの厚み(mm)と遊過率Exit dose ratio(%)との関係である。図②は図①より求めたアクリライトの厚みと半價層との関係である。即ち横軸厚みのアクリライトを通過した時の

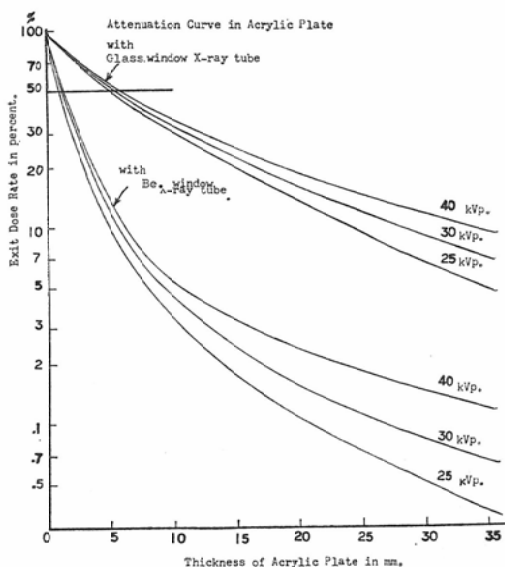


Fig. 1

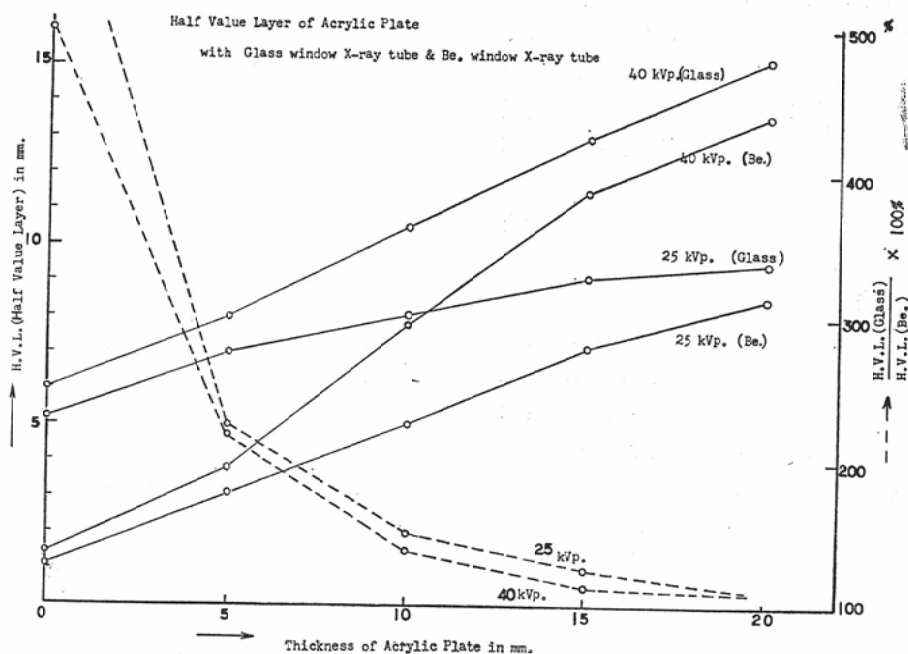


Fig. 2

線量の半減するアクリルライトの厚みを左縦軸に、右縦軸には各アクリライトの厚みにおける25 kVp~40kVp のガラス窓、Be 窓における半価層 (mm) の比 (%) を示す。

即ちガラス窓及び Be 窓の40kVp における第1半価層は各々6 mm、及び 1.2mmであり両者の比は 500%である。25kVp においてはガラス窓及び Be. 窓の半価層は各々 5.3mm及び 1.0mmで、そ

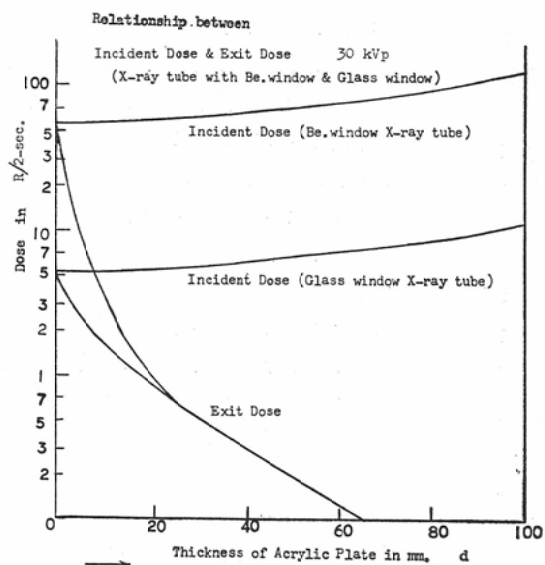
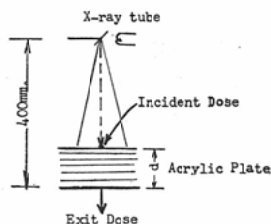


Fig. 3



の比は 530%である。即ち図②で見る如くアクリライトの厚みを増すにつれガラス窓と Be. 窓による線質の差は急激に減少し約30mmで殆んど両者の差はなくなる。因みに Conventional X-ray 装置でフィルターなく、50kVp のアクリライトの第1半價層は17mmである。

B) アクリライトによる表面線量と射出線量との関係 (ガラス窓及び Be. 窓管球 X 線の比較)

1) 実験方法

アクリライト厚みを 0~50mm 迄漸増した場合の表面線量及び射出線量 (R/2sec) を求めた。電圧は30kVp で管電流と線量計の読みが直接関係にあることを確認した上 5mA で実験を行い 150mA に換算した。

即ちこの実験は若年者乳腺の 1 回撮影時 (30kVp, F.F.D. 40cm, 150mA, 2 秒) の皮膚及び射出線量に相当する。

2) 実験結果

図③に示す如く今30mm厚みのアクリライト通過後のガラス窓及び Be. 窓管球の射出線量が等しい時の表面線量は Be. 窓の場合はガラス窓の約10倍の線量を必要とすることになる。

C) 水、アクリライト、エチルアルコール及びオリーブ油の Be. 窓管球 X 線による吸収

1) 実験方法

厚さ 1mm で側方及び底面を張つた 10cm×10cm×10cm の直方体のアクリライト容器にアクリライト板、水、エチルアルコール、オリーブ油を満した場合の Be. 窓管球の30kVp における吸収曲線を求めた。尚線量計の上に 1mm 厚みのアクリライトを重ねた時の射出線量値を 100% としてゐる。

2) 実験結果

Be. 窓管球30kVp 吸収係数はオリーブ油、エチルアルコール、アクリライト、及び水の順に増しその半價層は図④より各々 5.8mm, 4.8mm, 1.1mm, 及び 1.0mm である。即ちオリーブ油とアクリライトの半價層の比は約 5 : 1 である。

水とアクリライトの吸収係数の差の比較は後述の第IV章、写真② (Fig. 4 の実験より求めた) に於ても示された様に水の方が稍大である。

D) 考按

Absorption-Curve of Soft tissue equivalent materials
(X-ray tube voltage, 30 kVp.)

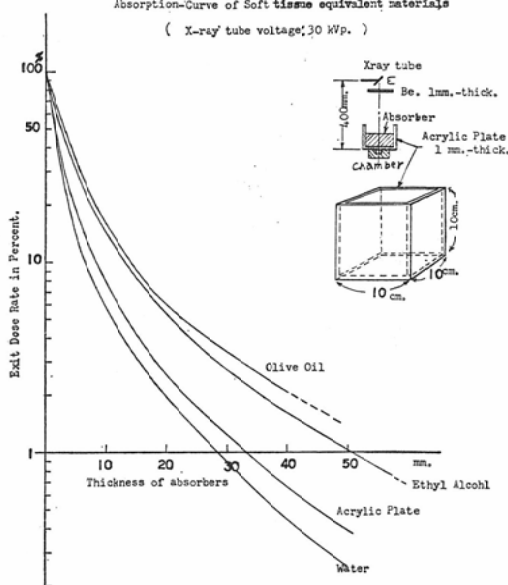


Fig. 4

乳腺組織を構成してゐる腺組織及び脂肪の 2 大成分間のコントラストをあげるために軟 X 線が必要であることは論をまたないが Be. 窓管球と硝子窓管球の腺質は実験 A.B. からアクリライトの厚み約 3cm 以上の場合には射出線質に関しては差が認められぬことが、更に実験 C からオリーブ油とアクリライト間に 30kVp に於て半價層 (mm) が約 5 : 1 であることがわかつた。

実験 B に関しては実際の “マ” に於ては軟部組織の厚みが 3cm 以下と云うことは考え難い。皮膚被曝線の点から “マ” に Be. 窓を使用する必要はないとの結論を得た。

管球構造上からも Be. 窓管球はガラス窓に比し真空中に堪え難く (文1), Siler 等 (文2) もボラロイドの様な高感度で更に解像力の高いフィルムの開発が可能ならばともかくとして Be. 窓管球の線質は軟線にすぎその使用の必要性を認めていない。

第IV章 Burger 氏ファントムによるオリーブ油、エチルアルコール及び水柱の識別限界

1) 実験方法

アクリライト板中の水、エチルアルコール、オリーブ油柱の識別限界を見るため写真①の如き厚

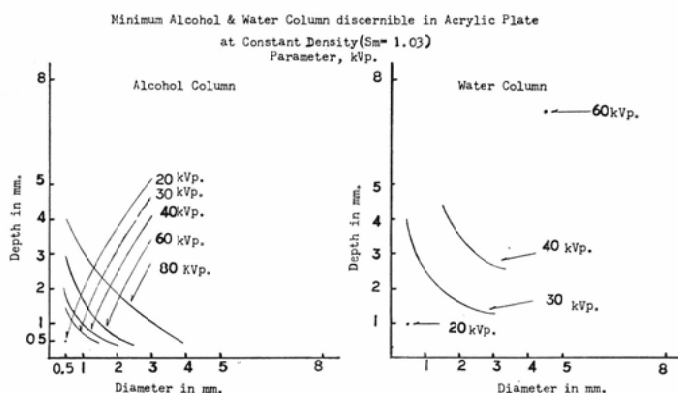


Fig. 5

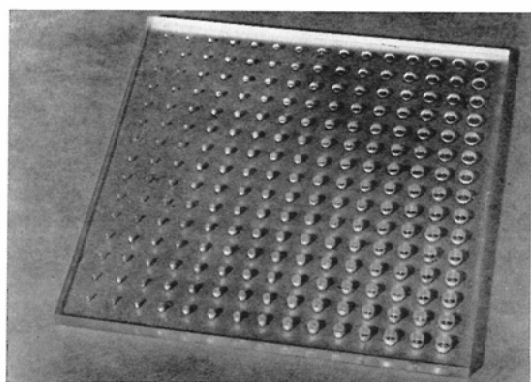


写真1 Burger's phantom

さ10mmアクリライト (20cm×20cm) の縦方向に直径 0.5mmから15mm間隔に 0.5mm増しに最大直径 7.5mm迄, 一方横方向には深さを前と同様に 0.5mmから 7.5mm迄増した合計 225ヶの穴を穿ち上記液体を満し表面張力による凹凸を避ける意味で液体を僅に overflow させた。

尙X線束中心がファントムの最少径, 最浅の穴に一致する様に, 更にフィルムの黒化度は最少径, 最浅部の孔の周辺で最少0.95, 最高1.21平均1.03になる様に20, 30, 40, 60, 80kVp で撮影した。Burger 氏ファントム表面からフィルム面迄は40mmのアクリライト, F.F.D. 40cmであり, 液柱の識別限界はシャウカステン上のフィルムを明視距離で判定した結果を平均した。

2) 実験結果

水及びエチルアルコール柱の Burger 氏ファントム中の識別限界値は電圧をパラメーターに

した場合, 電圧の上昇につれ深さ及び直径の何れにおいても低下する。(図5)

この図から明らかな如く深さ及び直径の関係は $y=x$ に関して対称に近くなる。

電圧と認知しうる最少直径の関係は水柱に比しアルコール柱がより認知され易く, オリーブ油柱はアルコールより更に認められ易い。

水柱とアルコール柱との関係は図6に見る様に電圧上昇につれ両者の識別限界は差が開いて行く。

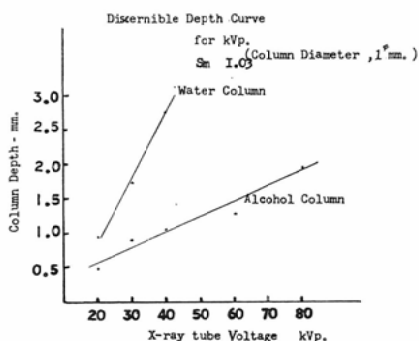


Fig. 6

既述の如くアルコールはアクリライトに比しX線吸収が稍弱く, 是に反し水はアクリライトより吸収大であることは写真②でも明らかである。即ち軟部X線撮影に低電圧撮影の必要であることが示された。

3) 考按

上記の実験より“マ”による微細な病変は低電圧程, 識別能が上昇し水(実効厚子番号 7.4, 比

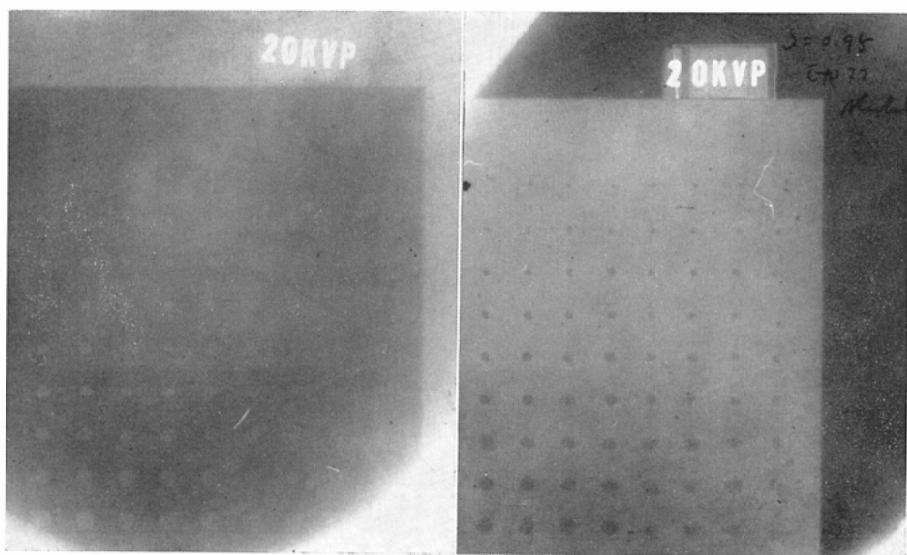


写真2 Water column in Burger's phantom of acrylite, Density 0.95 (20 kVp)

Alcohol column in Burger's phantom of acrylite, Density 0.95 (20 kVp)

重1.00) 及びアクリライト ($C_5H_8O_2$, 比重1.19) と略類似した軟部組織等價物質相互間でも電圧の上昇につれその識別限界の差が開大して行く。これにはX線吸収係数の他に後述の散乱線も影響することと思はれる。

Burger 氏ファントームの実験からは液柱の深さ (X線吸収) と直径の識別限界能は同一の態度をとつた。

この感知し得る厚さ又は直径が小さい程診断病巣の発見に有利で一般に乳癌の最少病巣発見限界は5mmと云われ著者の例でも6mmであつたが腺組織が退縮し脂肪組織の多い中年以後の乳房では診断が容易であり若年者の繊維腺腫 (そのX線減弱は正常腺組織と略等しい) はその半数が Seidel 法を行はないと腫瘍陰影が認められず見落し率が多くなる。(文18)

中村等 (文3) によれば孔径5mmφで25kVpでの牛脂柱、及び空気柱の限界は各々約0.7mm、及び、0.4mm厚みとなしている。

図5及び図6より、認める必要のあるものゝ大きさが決れば、必要な管電圧が求められる筈である。

第V章 同一黒化度を得るに要するアクリライトの厚み (mm.) 管電圧 (KVp),

線量 (mAs) 間の相互関係

1) 実験方法

5cm×9.5cmのアクリライトを20mm, 40mm, 及び60mmの厚みに重ね軟X線装置で20kVp~50kVp, 更に Conventional X-ray 装置を使用して80kVp迄電圧を変更してアクリル板下のフィルムが同一黒化平均 $S_m=0.90$ を得る様に線量を3.3mAsから2175mAs迄変更した。

F.F.D は40cmと一定にしフィルム黒化度はアクリライト板左上角より5mm下, 5mm内側の定点 a_0 点に於て日本光電式 DM-2 型黒化度計, 測定孔直径1mmで測定した。

2) 実験結果

アクリライト厚みを20, 40, 60mmと変化した時のkVpとmAsとの関係は図7に示す如くである。

a) この図より mAs をパラメーターにした時のkVpとアクリライト厚みmmの関係は図8に示す如くである。即ち a_0 点の黒化度0.90の場合1) 300mAs, 2) 225mAs, 及び3) 100mAsのときのkVp (V) とアクリライト厚みmm (d) との関係は各々

$$1) \text{ kVp}^{2.41} = 42.9d$$

$$2) \text{ kVp}^{2.20} = 25.4d$$

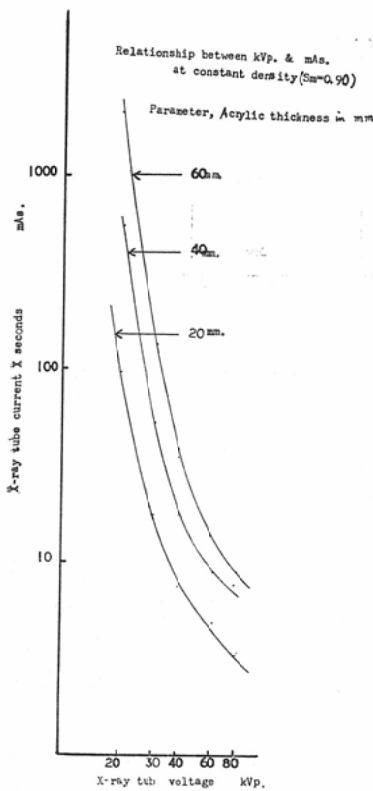


Fig. 7

Relationship between kVp & acrylic thickness
at constant density
 $S_m = 0.90$
parameter, mAs

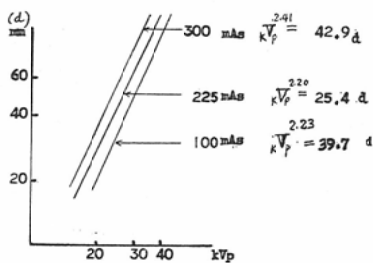


Fig. 8

及び

3) $kVp^{2.23} = 39.7d$

と両 log 図表で略平行した直線を得る。

今脂肪の少ない処女乳房で 225mAs の線量を必要とするとき厚さ 5cm に比して 6cm 厚みの乳房の場合は $V^{2.20} = 25.4d$ 式より黒化度 0.90 に必要な

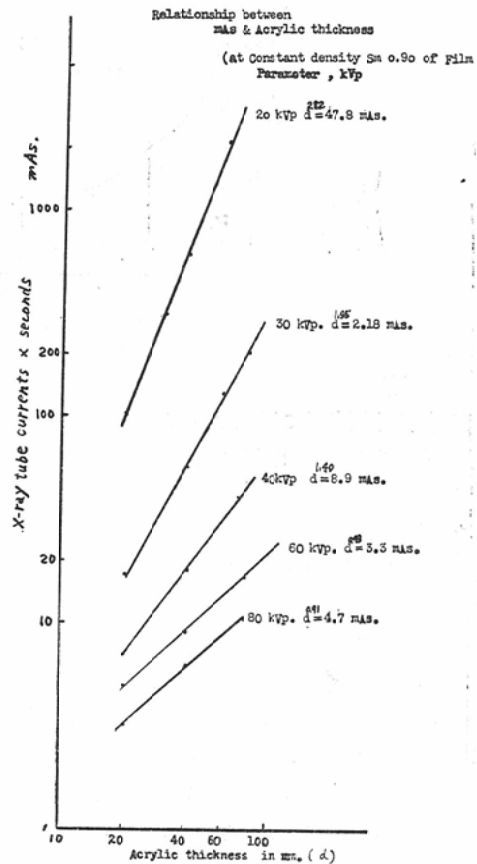


Fig. 9

電圧は約 2kVp 上昇すればよいことがわかる。

b) 更に図 9 は電圧をパラメーターとして 20kVp~80kVp 迄変化した時同一黒化 0.90 を得るに要する mAs とアクリライト厚み(mm)との関係で

20kVp のとき $d^{2.82} = 47.8mAs$

30kVp のとき $d^{1.95} = 2.18mAs$

40kVp のとき $d^{1.40} = 8.9mAs$

60kVp のとき $d^{0.93} = 3.3mAs$

及び

80kVp のとき $d^{0.91} = 4.7mAs$

なる実験式が求められる。

即ち 30kVp ($d^{1.95} = 2.18mAs$) の場合アクリライト 5cm のときの黒化度 0.90 を要する mAs に対し厚さが 6cm になると mAs は約 35% 増しの線量を必要とすることになる。

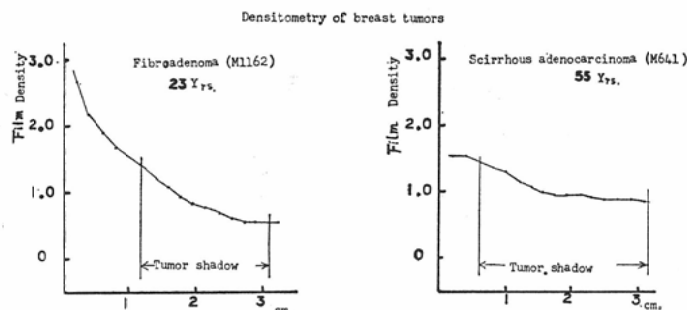


Fig. 10

3) 考按

X線写真を適正に黒化するX線量Eと管電圧kVp, 管電流 mAsの間には

$$E = kV^p \cdot mAs$$

なる関係がありpの値はConventional X-ray 場合3~5の値をとり一定しない。正確なpの値を求めるには試験露出が必要となる。kVpとmAsとの関係は“マ”に於てはEgan (文4)によれば20~30kVp領域では2KV上昇することによりmAsは1.5倍になると云ひ、中村等(文3)によれば $KV^{2.6} = 7250R/min$ なる式を求めてゐる。因みに実験は(図10)に見る如く腫瘍部の黒化度が略1.0になる様に行つてゐる。

a)

一方軟部組織の露出条件の補正には経験的に“拇指の法則”と云うものがある(文2, 文5)

即ち厚さ1cm増すごとに2KVpを上昇する法則である。著者の $kVp^{2.20} = 25.4d$ 式よりも既述の如く同一の結果を得た。但し乳房は脂肪の占める比率が極めて大でその故にこそ“マ”の意義があるわけであるが著者の実験はアクリライトについてであり生体にあてはめるならば授乳期や若年者の主として腺組織からなる乳房について適用されるべきものである。

中村等(文3)によれば脂肪のX線吸収は黒化度1.0を得るに必要なmAsは被写体10cmではKVの5.6乗に逆比例すると云い中年以後の脂肪の多い乳房の場合は当然厚みによる電圧補正は著者のアクリライトによる実験の結果より少くてすむわけでMemorial hospital方式(文2)によれば厚み1cmの増減につき1KVpを増減している。

若者は頻雑さを避けるため経験上より若年者、未婚者に対しては30kVp、それ以外は28kVpときめ、次に述べる如く主としてmAsを適宜変更することになっている。

b)

同一黒化度を得るに要するアクリライト厚みmmとmAsとの関係はkVpをパラメーターにした場合軟部組織の場合前述高橋(文5)によれば1cm増加によりmAsを25%増加すればよいと云う。著者の結果は上述の条件で35%増しでこの差は脂肪を含んだ組織とアクリライトのみの実験に由来すると考えられる。Memorial hospital方式では600mAsで一定しているがEganは若干ではあるが上下方向撮影に比し側方向でmAsを増加している。

a) 及び b)

是を要するに軟部組織の場合kVp, mAs, 距離(焦点フィルム間及び焦点被写体間距離)濾過板等の組合せを種々変更することにより一定フィルム黒化度を得ようとすることは実際問題上重要である。“マ”に於ては各著者でそれぞれ独自のmAs, kVp, F.F.D.の関係をを用いている。

軟部組織の厚みから上記諸条件間の相関を求めようとしたMelot(文6)は生体の場合、組織の生物学的状態特に水分の量により上記諸条件の組合せが影響されること大のため一定の法則を得ることが困難との結論を得ている。

更に特記すべきことはb)に関して低電圧領域に於ては空間電荷現象(space charge effect)のためセットしたmAsが予定量出ないことがあり線量のみを変える方式はこの点注意する必要がある。

ろう。

第VI章 フィルム側散乱線

1) 実験方法

フィルム側散乱線 (I_s) の総射出線量 ($I_d + I_s$) に対する比率をみるため下記の如き実験を行った。

焦点と Chamber 間距離 130cm, Chamber 上 40cm×40cm のアクリライトを 5mm から 30mm 迄の種々の厚みに重ねた場合の前方散乱 (I_s) を含む総射出線量 ($I_s + I_d$) を測定した。

一方 (I_s) を含まない直接射出線量 (I_d) の測定はアクリライトを次第に管球に近づけ焦点から 6cm の位置におき Chamber 上の照射線束が直径 5cm になる様な 4mm 径の小孔のあいた厚さ 1mm の鉛板をアクリライトの上に置きアクリライトの厚みは上記の様に变化せしめた。

この実験においての前方散乱線の総射出線量に対する比率は次の如く規約した。

$$\frac{(I_s + I_d) - I_d}{I_d + I_s} = \frac{I_s}{I_d + I_s} (\%)$$

管電圧は 20, 30 及び 40kVp について検索した。

2) 実験結果

$\frac{I_s}{I_d + I_s} (\%)$ は 20~40kVp の軟 X 線領域に於ては管電圧の上昇につれ上昇した。(図 11)

即ちアクリライト 30mm, 20kVp で 16%, 40kVp で 25% と増加し, 5mm 厚みのアクリライトでは 20

kVp で 6%, 40kVp で 9% に増加し, 30kVp, 30mm アクリライトのときは 20% に及んでいる。

3) 考按

前方散乱は X 線フィルムに直接散乱かぶりとしてあらはれるため写真コントラストの低下を来す。工業用フィルムを使用し微細な病変 (特に後述の microcalcification を現出せしめる場合) を知るためこの散乱線の意味は重要である。

散乱線の測定は診断用 X 線領域については治療用の様に X 線質, 線束ファントム, 測定方法等についての統一がないため各人各様の結果を得て一定していない。Conventional X-ray, 高压領域の報告 (文 7) (文 8) (文 9) (文 10) は扱おき軟 X 線領域に於ける前方散乱線の報告は乏しい。

Seemann (文 11) によれば bioplastic synthetic resin (軟部組織等價物質としての) は 35kVp, 2mmAl. フィルターで吸収係数は水より僅に小さいが上記 Wilsey の方法によるフィルム面の散乱線の総射出線量に対する比率は 25~45kVp に於ては電圧の上昇ならびに resin の厚みを増すにつれ著者の結果と同様な結果を得ている。

この障害となる散乱線 (フィルムのコントラストを低下させる意味での) を減少させるために 1) 照射野をしぼる, 2) 被写体を圧迫して薄くする, 即ち “マ” 技術上の 1) spot film (文 12) や 2) Seidel

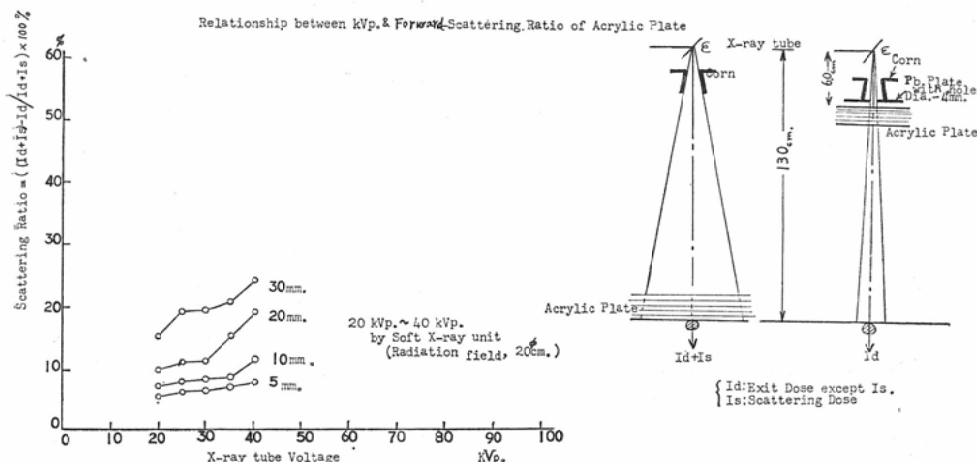


Fig. 11

氏法(文13)等の方法を用いる他に30kVp, 30mm厚みアクリライトの場合約20%に及ぶ前方散乱線を防ぐためグリッドを使用する試みも考えられている(文12)

第VII章 被曝線量

1) 実験方法

20cm×20cmの厚み50mmアクリライト焦点線量計間距離40cmに固定した場合アクリライト直上及び直下の線量計の読み、即ち表面線量及び射出線量を求めた。硝子窓管球28kVp, 150mA, 1.5秒, F.F.D. 40cmは中年以降の女性の、30kVp, 150mA, 2.0秒, F.F.D 40cmは、若年者の比較的大きい乳房の“マ”の条件を各々代表している。


尙坐位における恥骨高の表面線量の測定は焦点一乳房上縁間距離35cm, 乳房の厚み50mm(アクリライトで代用), 乳房下縁一恥骨高表面間距離25cmと假定し, 28kVp, 150mA, 1.5秒曝射時の線量を測定した。

胸部撮影時の恥骨部表面線量は 57kVp, 焦点chamber間距離 180cm, 30mA, 0.1秒で測定しこの場合は E-18-001 R06-008 の Conventional X-ray 用 chamber を使用した。

2) 実験結果

(表1)に示す様に中年以降の“マ”の撮影条件に於ての1回曝射時の表面線量は 4.7R/1.5秒, 射出線量は60mR/1.5秒でありexit dose ratio は $1/80$ である。

Table. 1 Patient Dosage (phantom experiment)

Skin Dose	28kVp 30kVp	40cm. 40cm.	150mA. 150mA.	4.7 R/1.5 sec. 6.5 R/2.0 sec.
Exit Dose	28kVp 30kVp	40cm. 40cm.	150mA. 150mA.	60 mR/1.5 sec. 190 mR/2.0 sec.
Skin Dose on Pelvic region	28kVp (35+5+25)cm. 150 mA.			7 mR/1.5 sec.
Chest radiography Skin Dose on Pelvic region	57kVp	180cm.	30mA.	2.9 mR/0.1 sec.

若年者の“マ”撮影条件では表面線量 6.5R/2.0秒, であり射出線量 190mR/2.0秒で exit dose ratio は $1/34$ である。

坐位の状態で恥骨高での1回曝射量は50mmア

クリライト通過後焦点線量計間距離。(35+5+25)cm=(65cm)では7mR/1.5秒である, 但し実際の“マ”ではMelco紙カセットの裏の鉛箔, 撮影台が介在してゐるわけで線量は著明に減少する。胸部X線撮影時の骨盤部の表面線量 2.9mR/0.1秒に比し“マ”の場合はその軟線の故に生殖腺における被曝線量は殆んど無視して差支へないと思われる。

3) 考按

Egan(文4)によれば乳房皮膚被曝線量は1回曝射につき上下撮影方向で 2.0~5.2rads, 側方向撮影で 2.4~6.5rads, 腋窩撮影法で 5.4~10.0rads と云い Stanton(文12)は3~7R, 後述の Sherman(文14)の10R以上, Wolfe(文15)によれば Egan方式で上下及び側方向撮影で皮膚線量3.19rads 及び3.04rads, 射出線量 150mR 及び 175mR, であり, 射出比は各々 $1/21$ 及び $1/18$ となる。

是に比し胸部撮影条件での皮膚線量は Egan(文4)の6mR, Gonad dose は宮川他(文16)の7.95±19.7mrem, 或いは0.02~3.0mR(文17), 又は1mR以下(文12)であると言う。

実際問題として“マ”の皮膚被曝線量は無視し得ず, 出来得る限りの軽減をはかるべく努力すべきであるが Gonad dose に関しては問題にするには足るまい。

第VIII章 乳癌の石灰沈着像に関して

A) “マ”による石灰沈着の頻度

昭和38年1月から5月迄東芝 KX0-8 特型, (焦点1mm×1mm, 26-35kVp, 150mA, 0.2~2.0秒フィルターなし, 焦点フィルム間距離40cm, 工業用フィルム Fuji 100又は Sakura RR, Melco紙カセット, 上下及び内外側方向, ならびに腋窩の3撮影をした場合の“マ”上の総数は1259人に及ぶ。(文18)

このうち“マ”上石灰沈着の有無を確認し得た1059人の中で石灰沈着陽性群微細型(fine punctate calcification)と粗大不整型(gross bizarre calcification)に分類し更に石灰沈着が腫瘍内か, 腫瘍と無関係の部位であるかにつき分類した。

即ち(表2)に見る如く乳癌の石灰沈着の頻度

Table 2 Frequencies of microcalcifications by mammography (%)

diseases		patients with calcifications	fine punctate calcifications	gross bizarre calcifications
Carcinoma 115 pts.	in the tumor	39.7%	= 33.2%	+ 6.5%
	out side of tumor	6.9%	3.5%	3.4%
Mastopathy 530 pts.	in the tumor	13.5%	9.6%	3.9%
	out side of tumor	5.3%	3.0%	2.3%
Fibroadenoma 203 pts.	in the tumor	4.9%	3.9%	1.0%
	out side of tumor	5.9%	3.0%	2.9%
Other benign diseases 211 pts. (including normal groups)	in the tumor	8.7%	3.9%	4.8%
	out side of tumor	7.3%	2.4%	4.9%

は乳腺症、繊維腺腫、その他の良性疾患に比し有意に高率に、而も殆どは腫瘍内に認められる。尙全石灰沈着の82.6%は微細型である。乳腺症に於ても軽度乍ら微細型が多く、其の他の良性疾患に於ては相対的に粗大型が増加している。

腫瘍と無関係な部位の石灰沈着群は当然のこと乍ら各種疾患群に差異が認められない。

B) 乳腺疾患のパラフィンブロック標本の石灰沈着の頻度

切り台木よりはらずし標本を傷つけない程度に可及的に薄くしたパラフィンブロックを上記“マ”専用装置を用いて下記の条件で撮影した。

23~25kVp, 150mA, 0.5~0.6秒, F.F.D. 50cm, 工業用Sakuraフィルムを黒紙に包み稍角度を変えた2方向撮影を行い同一部位に同様な石灰沈着像を認めた場合を陽性とした。同一症例で数

ケの標本がある場合その1ケでも陽性であれば陽性例とした。但しこの標本は1)の“マ”の症例とはすべてが同一の症例ではない。

その結果は(表3)に示す様に乳癌17人中82.0%は乳腺症、繊維腺腫、其の他の良性疾患群に比し明らかに高率である。その他の良性疾患はEpitheliosis in terminal duct of lobule, accessory breast, mastitis necroticans, intradermal cyst, gynecomastia, lactation breast, blood infiltration である。

尙パラフィンブロックの個数についての陽性率は乳癌は91ケ中50.5%, 乳腺症28ケ中25.7%, 繊維腺腫34ケ中23.5%, 其の他の良性疾患30ケ中26.5%で人数における陽性率程ではないが矢張り癌に高率である。

尙乳癌の腋窩リンパ節について転移の有無に無関係に全7ケのうち陽性例は1例も認められない。

写真(3) はパラフィンブロックにおける乳癌(Ca.)及び乳腺症(MP), 女性乳房, 繊維腺腫, 及び血性浸潤(bloody infiltration)の諸石灰沈着像のパターンを示した。即ち乳癌に於ても比較的粗大なものから微細な種々の形がある。 “マ”上の石灰沈着パターンは既に報告した(文19)。

C) 乳腺組織以外の悪性腫瘍のパラフィンブ

Table 3 Frequencies of microcalcifications concerned with paraffin tissue blocks by soft radiography: breast lesions. (%)

diseases	percentages
Carcinoma 17 pts.	82.0%
Mastopathy 24 pts.	41.5%
Fibroadenoma 17 pts.	35.4%
Other benign diseases 13 pts.	30.0%

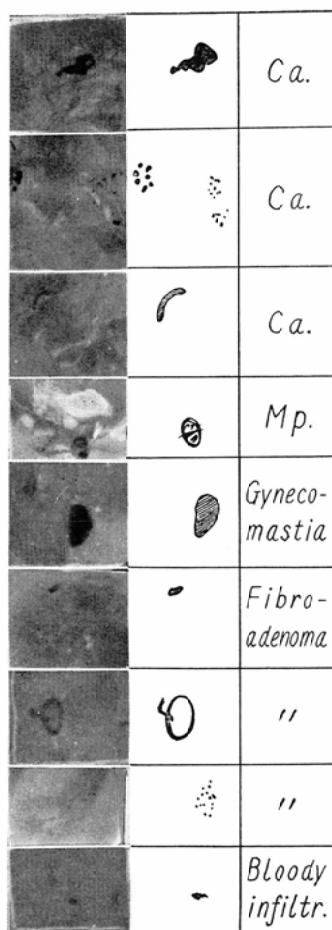


写真3 Roentgenographical patterns of calcareous deposits concerned with paraffin tissue blocks by soft radiography: breast lesions.

ック標本の石灰沈着の頻度(表4)。

食道5人, 胃7人, 直腸5人, 脾5人, 肝2人, 肺5人, 子宮4人, の癌及び白血病2人の総数35人の悪性腫瘍患者の腫瘍部35ヶ及び非腫瘍部35ヶ, ならびに転移リンパ節33人, 42ヶについての陽性率は腫瘍部平均28.6%, 非腫瘍部22.9%及び転移リンパ節33人中15.1%(転移リンパ総数42ヶ中11.9%)で転移リンパ節の陽性率が低く腫瘍部及び非腫瘍部間に大差を認めない。写真(4)に肺癌直腸の癌及び非腫瘍部, 及び白血病の非腫瘍部の石灰沈着パターンを示した。

D) 石灰沈着様物質の化学的分析

Table 4 Frequencies of microcalcifications concerned with paraffin tissue blocks by soft radiography (%) malignant tumors of various organs except breast

organs	primary tumor	tissue out side of tumor	metastasized lymph nodes
esophagus	20.0%(5)	0.0%(5)	0.0%(5)
stomach	14.3 (7)	12.5 (8)	16.7 (6)
rectum	20.0 (5)	33.3 (3)	33.3 (3)
pancreas	0.0 (5)	0.0 (5)	0.0 (5)
liver	0.0 (2)	50.0 (2)	0.0 (2)
lung	80.0 (5)	40.0 (5)	40.0 (5)
uterus	50.0 (4)	40.0 (5)	20.0 (5)
leucemia	50.0 (2)	50.0 (2)	0.0 (2)
average	28.6 (35)	22.9 (35)	15.1 (33)

* parenthesis indicates the number of patients

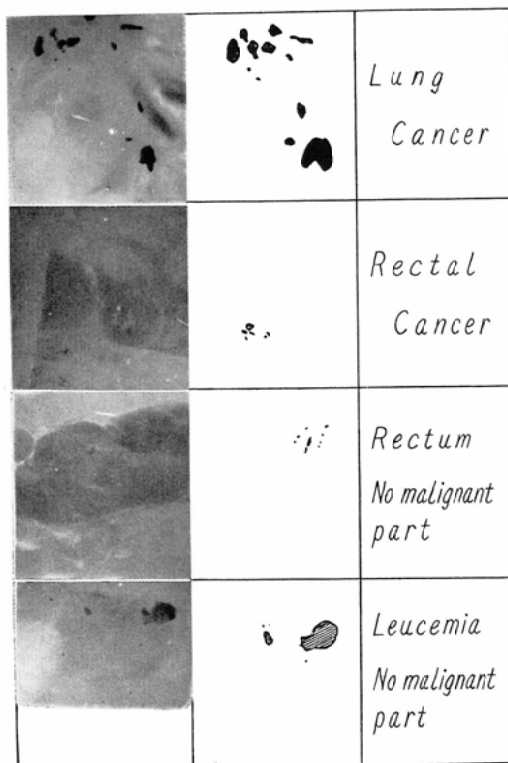


写真4 Roentgenographical patterns of calcareous deposits concerned with paraffin tissue blocks by soft radiography: malignant tumors of various organs except breast

石灰沈着像がカルシウム化合物であるか否かを決定するため原子吸光法を行いカルシウム化合物

であることを確認した。即ち軟X線像上石灰沈着様像の認められる部分のパラフィンブロック標本を加熱融解后キシロール、ついでアルコールを加えパラフィン及びキシロールを完全に標本から除去后アルコールを蒸発せしめた乳腺組織をホモゲナイズし 10,000 ppm の EDTA 液を加え上清を 420m μ 焰光比色計にかけカルシウム化合物であることを確認した。

E) 石灰沈着の識別限界

1) 実験方法

microcalcification の識別限界をみる意味で粗大、稍粗大、微少の各大きさの混在しているパラフィンブロックの2標本を選びアクリル板の厚みを増して行きその可視限界を求めた。

撮影条件は第V章に示す如くパラフィンブロックをアクリライトの上に置いた場合、下においた場合、ならびにサンドウィッチ式に真中に挿入した場合、アクリライトの厚みは20, 40, 60mmに、KVは20, 30, 40kVp に変え第V章1) に述べた a_0 点のフィルム黒化度0.91~0.94平均0.93 (Sm) になる様に曝射した。尚標本の位置がアクリライトの上、中間及び下にあつても a_0 点のフィルム

黒化度には差が認められないことが判明したので以下の結果は上記3者の平均値をとった。

標本A advanced medullary carcinoma metastasized to axillary nodes 60才、標本の平均の厚み 3.8mm,

標本B adenocarcinoma 90才、標本の平均の

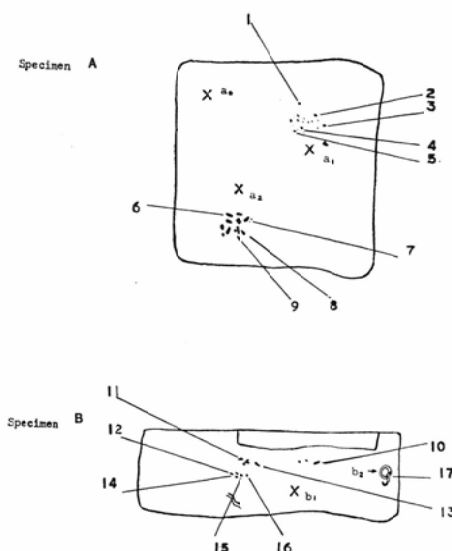


Fig. 12

Table 5 Sizes of calcifications in paraffin tissue blocks A&B

calcification	Group of calcifications	Ordinate in mm.	Abscissa in mm.	Ordinate \times Abscissa in mm ² .
No. 1	a_1	0.14	0.12	0.017
2	"	0.21	0.22	0.046
3	"	0.16	0.14	0.023
4	"	0.20	0.13	0.026
5	"	0.29	0.21	0.061
6	a_2	0.35	0.46	0.16
7	"	0.34	0.44	0.15
8	"	0.50	0.25	0.13
9	"	0.31	0.21	0.065
10	b_1	0.36	0.34	0.12
11	"	0.16	0.53	0.085
12	"	0.14	0.23	0.032
13	"	0.44	0.35	0.15
14	"	0.17	0.48	0.082
15	"	0.21	0.14	0.029
16	"	0.20	0.17	0.034
17	b_2	3.18	2.12	6.74

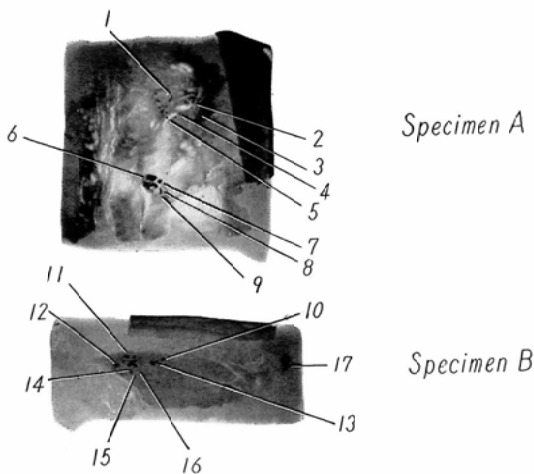


写真5 Minute, punctate calcifications concerned with paraffin block specimeus by soft radiography breast cancers.

厚み 4.7mm,

標本 A.B のみ (アクリライトを重ねない) の

軟X線像の microcalcification を図(12)写真(5), 表(5)の如く a_1a_2, b_1 及び No.17 の1ケのみの b_2 群に4分しその一部の17ケは東京光学, O精型密投影機 TP 55-B 型で直交する最大径(mm)を測定した。

即ち a_1 群は極めて微細でその5ケ (No.1~5) 大きさを実測し, a_2 群は a_1 群に比し稍大きく濃度も濃く総数14ケを数え得, その4ケ (No.6~9) を実測した。

b_1 群はより厚い乳腺組織中のもので周囲の平均黒化度は0.77と稍低値である。石灰沈着そのものもその大きさは種々で a_1a_2 の混合型と考えられる。肉眼で認めうる総数は20ケでありその7ケ (No.10~No.16) につき実測し, b_2 は“9”型の粗大な石灰沈着で a_1, a_2, b_1 群が乳癌に特有な minute, punctate, uncountable calcification を代表するのに比し良性乳腺疾患に認められる所謂 gross bizarre calcification を代表すると考えられる。

The minimum sizes of microcalcifications that escape visibility

Sm 0.93

No.	size	group	p.b.s. only			p.b.s. within 20 mm thick acrylite			p.b.s. within 40 mm thick acrylite			p.b.s. within 60 mm thick acrylite		
			kVp			kVp			kVp			kVp		
			20	30	40	20	30	40	20	30	40	20	30	40
IV	6.74 = 3.18 x 2.12	b 2												
9	0.65 = 0.31 x 0.21	a 2												
6	0.16 = 0.35 x 0.46	" "												
13	0.15 = 0.44 x 0.35	b 1												
7	0.15 = 0.34 x 0.44	a 2												
8	0.13 = 0.50 x 0.25	" "												
10	0.12 = 0.36 x 0.34	b 1												
11	0.085 = 0.16 x 0.53	" "												
14	0.082 = 0.17 x 0.48	" "												
5	0.061 = 0.29 x 0.21	a 1											+	
2	0.046 = 0.21 x 0.22	" "												+
16	0.034 = 0.20 x 0.17	b 1												
12	0.032 = 0.14 x 0.23	" "						+						
15	0.029 = 0.21 x 0.14	" "					+							
4	0.026 = 0.20 x 0.13	a 1												
3	0.023 = 0.16 x 0.14	" "												
I	0.017 = 0.14 x 0.12	" "												

* p.b.s. ; paraffin block specimens

■+ ; discernible calcareous deposits

□ ; not discernible

Fig. 13

石灰沈着像の識別限界はシャウカステンで明視距離において（裸眼）5回測定を行いその平均値をとった。

2) 実験結果

a_1, a_2, b_1, b_2 各群の石灰沈着群の大きさを実測した No. 1~17の17ヶにつき kVp, アクリライト厚みを各々変更した場合の識別限界を図(13)に示す。図12石灰沈着の配列は縦横の積の大きい順に列べたものである。標本のみの時を基準としてアクリライト20mmで No.12 ($0.23\text{mm} \times 0.14\text{mm}$) は20kVp で既に認められず、40mm厚みでは No.2 ($0.21 \times 0.22\text{mm}$) が、60mm厚みでは40kVp においては No.11 ($0.16\text{mm} \times 0.53\text{mm}$) が認められない。No.10 ($0.36\text{mm} \times 0.34\text{mm}$) 以上の大きさになるとアクリライト60mm以下では上記の電圧には無関係にすべて認められる。即ち No.10以下の極めて微細な石灰沈着はアクリライトの厚み, kVp の上昇により識別されにくくなる。

尙本邦婦人の場合乳房の厚みは“マ”撮影時には6cm内外と考えてよいであろう。

大きさを測定した7ヶを含む b_1 群の標本のみの軟X線像で認められた石灰沈着総数20ヶがアクリライトの厚みと電圧を変更した時に識別しうる個数は図(14)に示した。

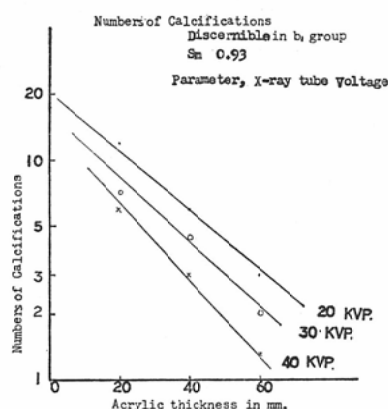


Fig. 14

即ちアクリライトの厚みが増すにつれ、且つ kVp が上昇するにつれ識別限界が低下することがわかる。

以上の結果からアクリライト60mm, 30kVp の

とき（若年者乃至、妊娠、授乳乳房の“マ”の条件に近い）の microcalcification は約 0.5mm 以下の場合には“マ”上からは見落される可能性があることがわかる。

F. 第VIII章 の考按

“マ”の石灰沈着の重要性については Leborgne (文20) 以下の業績があり第1篇で(文18)既に詳細に述べた。

X線吸収の強い微細な石灰沈着の軟部組織中の識別限界はその組織等価物質を作製する上に技術上の難点がある。微細石灰等価のものとしてアルミニウムの細粉が用いられ(文12) 著者も最初アルミニウムの実験を行つたがその大きさの理由で中止した。1)の“マ”で乳癌病巣内に特異的に高率に発見され、而も他臓器の悪性腫瘍はコントロールと大差なく且つ転移リンパ節には低率であることは興味あることと思はれ乳腺独自の特殊性に関係あることと思はれその原因は今後の研究を必要とする。

1)の“マ”上と2)のパラフィンブロック上の石灰沈着の頻度の差は（同一サンプルの比較ではないが周囲軟部組織による吸収散乱作用によるためである。

岩井(文21)によれば猿大脳血管中のバリウムゾル注入後のスライスについての電圧と現出能との関係は15kVp と40kVp 以上とでは見かけ上のコントラスト及び現出能は低下し45kVp と120kVp との間に差を認めていない。当然のことながらスライス管球間に水槽を入れると現出能は低下する。既に第四章の Burger 氏ファントム実験でも述べた如く低電圧程現出能はよくなる。こゝに述べた実験はアクリライトの実験で実際には脂肪組織の関与が極めて大であるため microcalcification 識別限界は 0.5mm より小さいものが見え得るであろう。

実際に“マ”で微細な石灰沈着を認めるためにはルーベを使用することも多く稍露出過度でスポットライトで見る方がよい(文22)

現在著者の使用している Melco 紙カセットは厚紙の台紙の裏に鉛薄層が張つてあり微細な石灰

沈着像と見誤り易い。この点からも“マ”専用のフィルムカセットの改良が望まれる。

第IX章 全章を通しての考按

軟部組織のX線撮像法、所謂 soft radiography は Salomon (文23) の切除乳腺についての報告や、Révész (文24) の皮膚及び皮下組織の報告以后主として四肢(文25) 乳腺(文4) (文28) についての研究が多い。

乳房は皮膚、0.5～2.5cm厚みの皮下組織、腺組織の表面を蔽う表在性ならびに深在性筋膜(superficial and deep layer of superficial fascia, anterior and posterior breast capsule), これと皮膚との間で皮下組織中を走る繊維性の Cooper 氏靱帯、導管、腺組織、腺組織内を走る梁柱、動静脈及び“マ”がその存在の故に応用されている脂肪組織より構成されている。

Zuppinger (文26) から引用した“マ”に關する諸組織の光電吸収係数は30kVpにおいて脂肪 1.135～1.37¹⁸, 筋肉 2.57¹⁸, 血液 2.61¹⁸, 乳腺(老人) 1.93¹⁸, 膿 2.67¹⁸, 結合組織 2.37¹⁸ (ならびに直腸癌においては2.67¹⁸) と低電圧領域に於ては明らかに脂肪と他軟部組織においては吸収係数が異なる。尙3cm厚みのハムを用いた Frantzell (文25) の実験によれば、30, 40及び80kVpでの撮影時の脂肪及び筋肉の黒化度差は各々0.82, 0.65及び0.35である。

この様に軟部組織撮影に於ける脂肪の占める意義は極めて大である。

一方組織等價物質(文27)として腺組織に水(7.4, 及び1.000) plexiglass, (6.5, 及び1.200) (文12), アクリライト(比重1.19, C₅H₈O₂)を, 脂肪組織にはオリーブ油(5.8, 及び0.915)を, カルシウム塩(16.6, 及び3.000)にはアルミニウム(13.0及び2.700) (括弧内は各々実効原子番号及び比重)を用いているが著者は腺組織にアクリライト(C₅H₈O₂, 比重1.19) 脂肪組織にオリーブ油を用いたがカルシウム塩は識別限界を求める実験に於てはその微細さを必要とする故にアルミニウムが用いられないため microcalcification を有する乳癌組織のパラフィンブロック標本自体を用いた。既述のようにアクリライト

を腺組織等價物質とした場合は脂肪組織の少い若年者乃至授乳乳房を対象とすることになる。

“マ”の場合次の各項について検討する必要がある。即ち1)低電圧2)十分な線量3)コリメーションをよくして散乱線を減少せしめる。4)鮮鋭度をあげるため工業用の超微粒子フィルムを使用し原則として増感紙は使用しない。以上の諸点を考慮することによりコントラスト, 鮮鋭度ともに満足すべき結果を得るべきで電圧, 線量, 焦点の大きさ, 焦点フィルム間距離, フィルムの種類等に関して種々な報告がある。

Egan (文4) と Gershon-Cohen (文28) の比較をみても前者はより低電圧(22～28kVp), F.F.D. の増加(30～40インチ) 工業用M型フィルムを使用し, 1800mAs の大線量を曝射するのに比し, 后者は25～30kVp, 18インチ, non-screen 型フィルムで 100～350mAs で撮影している。

この他に 0.5mmアルミフィルターで皮膚線量を減少せしめ而もコントラスト低下は僅かで, 解像力不変であるとする Memorial hospital 方式や現像時間を5分から10分にしたり(文2), アルコール, 又は鮎油を Breast immersion technique (文29) (文14) に用いたり, 又はツープスで乳房を圧迫する方法増感紙を使用したり(文30) 感度の異なる2枚のフィルムを使用したり, 同一フィルム間のアルミ薄層をおく Double Film Technique を適宜駆使して線量減少に役立たせる方法, 拡大撮影(文31) spot radiography (文12) 各種フィルムの検討等各人各様の研究が進められている。

Sherman (文14) によれば, 26～30kVp, 工業用M型フィルム使用の場合1回曝射時の皮膚被曝線量は10R以上になり最低3回曝射が必要であり是にスポット其の他の特殊撮影を追加すれば50R以上になることも起り得るとなし, 当然のこと乍ら乳癌発生頻度の極めて高い米国に於ても現在の趨勢はコントラストや鮮鋭度の低下を問題とするよりも被曝線量をより減少させる撮影方法に向いつゝありこの点から“マ”による乳癌の集団検診の意義に疑義を差しはさむ向きもあると云う。

尙撮影時の位置ぎめは胸部撮影に比較し可成り長時間を要し而も乳腺の発育が欧米に比し比較的

貧弱な本邦婦人の場合撮影に難澁を感じることもあり、著者はこれを簡易化するため穴あき寝台に腹臥位で乳房を懸垂し直交する2方向撮影ならびに拡大撮影の可能な装置を考案使用している。

第X章 結 論

軟X線専用装置により次の結果を得た。即ち、

1) ガラス窓及び Be. 窓管球X線のアクリライトの半價層は40kVp に於ては6mm 及び 1.2mm であり、25kVp に於ては 5.3mm 及び 1.0mm である。

アクリライトの厚み30mm以上に於てはガラス窓及び Be. 窓による線質の差は認められなくなる。尚30mmアクリライト透過後の両者の射出線量が等しい時の表面線量は Be. 窓ではガラス窓の約10倍の線量を必要とする。

即ち“マ”では被写体の厚さが通常3cm以上であるので Be. 窓管球を使用する必要は認められない。

2) Be 窓管球30kVp のオリーブ油、エチルアルコール、アクリライト及び水の半價層は各々 5.8mm, 4.8mm, 1.1mm, 及び 1.0mm である。

3) アクリライトの Burger 氏ファントームの(最少)識別限界は同一電圧ではオリーブ油、エチルアルコール、水の順に低下して行く。電圧の上昇によつてアルコール及び水の識別限界は低下し両者の差は益々大になつて行く。

4) 225mAs, フィルム黒化度0.90になる曝射条件ではアクリライトの厚みd(mm)と管電圧 kVp との関係 $kVp^{2.20}=25.4d$ である。

即ちアクリライト厚み10mmの増減で2kVp の電圧を増減すればよい。

5) 30kVp, フィルム黒化度0.90になる曝射条件ではアクリライトの厚みd(mm)と mAs との関係は、 $d^{1.95}=2.18mAs$ である。

即ち厚み10mm増減につき mAs は35%増減すればよい。

6) 前方散乱線の総射出線量に対する比率は20~40kVp 領域で管電圧の上昇につれ増加する。

即ち30kVp, 厚み30mmアクリライトのとき20%に及ぶ。

7) 中年以後の“マ”条件での皮膚線量、射出

線量及び射出比(exit dose ratio)は1回曝射で各々 4.7R, 60mR 及び $1/80$ であり、若年者の条件の場合は各々, 6.5R, 190mR, 及び $1/84$ である。

坐位恥骨高での表面線量は7mR 以下であり又 Gonad dose は無視し得る。

8) “マ”による乳癌の石灰沈着は39.7%に及び他の乳腺良性疾患のそれに比し有意に高率で而もその82.6%は微細な石灰沈着像, (fine punctate calcification) である。パラフィンブロック標本軟X線撮影法による石灰沈着像は乳癌では82.0%であり他の良性疾患に比し、且つ又、乳腺以外の他臓器の悪性腫瘍に比しても有意に高率であり、転移リンパ節についての陽性率は低い。

尚石灰沈着像の化学成分はカルシウム塩であつた。

9) 0.5mm以下の微細な石灰沈着は乳房の厚みや電圧がまずにつれ“マ”では認められない可能性がありこのために乳房を圧迫し、より低電圧で撮影することが望ましい。

本論文の要旨は第24回日本医学放射線学会(東京)、第178回医学放射線学会関東支部会、及び第三回ならびに四回乳癌研究会において発表した。

稿を終るに当り御指導、御校閲を戴いた宮川正教授、田坂皓助教授ならびに実験の便宜をはからつて戴いた癌研病理管野晴夫博士武蔵野日赤病理陳維嘉博士ならびに教室技師各位に感謝の意を表明します。

文 献

- 1) 土屋他, 日医放誌, 20, 424, 1960.
- 2) Siler V.M. et al.: Amer. J. Roentogenol. 91, 910, 1964.
- 3) 中村他, 日医放誌, 20, 2759, 1961.
- 4) Egan, R.L.: in "Mammography"; Charles C Thomas publishers, Springfield, Illinois, U.S.A., 1964.
- 5) 高橋, "X線撮影と検査の手びき" 南山堂, 東京, 1961.
- 6) Melot, G., J. Belge de Radiologie, Brussels 30, 281, 1947. Cited by Excerpta Medica Radiol. 2 (1275), 1948.
- 7) Wilsey R.B.: Amer. J. Roentgenol. 8, 328, 1921.
- 8) 青木, 日医放誌, 12, 9, 1956.
- 9) 菅原, 中村, "X線撮影と散乱線" 東京, 1963.
- 10) Nahon, J.R.: Radiology 69, 255, 1957.
- 11) Seemann, H.E. & G. Lubberts in "physical

- considerations in soft tissue radiography”
Kodak Publ. 40 (182), 20, 1964.
- 12) Stanton, L. et al.: Radiology, 81, 1, 1963.
 - 13) Seidel, K.: Fortschr. a.d. Geb. der Röntgenstrahlen 101, 656, 1965.
 - 14) Sherman, R.S. et al.: In “An examination of mammographic techniques” Radiol. Society of North America, Chicago, III, Nov, 26—Dec 1, 1961.
 - 15) Wolfe, J.N.: Radiology, 83, 244, 1964.
 - 16) 宮川他, 日医放誌, 21, 609, 1961.
 - 17) 亘理, 小児科臨床, 15, 992, 1962より引用.
 - 18) 秋貞, 日医放誌, 26, 29, 1966.
 - 19) 秋貞, 臨床放射線, 印刷中, 1966.
 - 20) Leborgne, R.: Obst. y. Gynec. latino-Am., Cited by “Mammography” by Egan. 2, 551, 1944.
 - 21) 岩井, 日医放誌, 20, 2620, 1960.
 - 22) Gershon-Cohen, J. et al.: In “Mammography”; Some Remarks on Techniques in Radiol. Clin. North America. 389, 1965.
 - 23) Salomon, A.: Arch. Klin, Chir, 101, 573, 1913.
 - 24) Révész, V.: Fortschr. a.d. Geb. der Röntgenstrahlen 20, 543, 1930.
 - 25) Frantzell, A.: In “Soft tissue radiography”, Acta Radiol. Suppl. 85, Stockholm. 1951.
 - 26) Zuppinger, A.: Fortschr. a.d. Geb. der Röntgenstrahlen Ergänzungsband 48. Georg Thieme, Leipzig 1935, Cited by Amer. J. Roentgenol. 50, 366, 1943.
 - 27) 川島, 日医放誌, 20, 2460, 1961.
 - 28) Gershon-Cohen, J. & H. Ingleby: Comparative Anatomy, Pathology and Roentgenology of the breast. Philadelphia, University of Pennsylvania Press, 1960.
 - 29) Dobretsberger, W.: In “X-ray Bull”. 1962, 12—15, Isodensography, its use in radiological study of breast.
 - 30) Keats, T.E. et al.: Amer. J. Roentgenol. 90, 359, 1963.