



Title	胸部正面断層撮影用感度補償増感紙の試作
Author(s)	三宅, 浩
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1984, 44(6), p. 773-790
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/20741
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

胸部正面断層撮影用感度補償増感紙の試作

岐阜大学医学部放射線医学教室（主任：土井偉誉教授）

三 宅 浩

（昭和58年 7 月 6 日受付）

（昭和58年11月15日最終原稿受付）

A Sensitivity-Compensated Intensifying Screen for Chest Tomography with Simultaneous Demonstration of Lung Field, Hilum and Mediastinum

Hiroshi Miyake

Department of Radiology, Gifu University School of Medicine

(Director: Prof. Hidetaka Doi)

Research Code No. : 506.9

Key Words : Chest tomography, Sensitivity-compensated intensifying screen

At present, on the A-P view of the chest tomogram taken with a routine intensifying screen, it is almost impossible to read simultaneously both the lung field and the mediastinum. Basically, it is well known that the sensitivity of X-ray film is partly depending on the amount of fluorescent layer. From this fact, the intensifying screen which has different sensitivity in response to the lung field, the pulmonary hilum and the mediastinum, will provide an X-ray image visualized each field adequately on the same film. On the other hand, the granularity of X-ray film is in response to the size of fluorescent grain. Experimentally, there is no significant disturbance to interpretation of the film in respective regions when the grain size is less than 8μ in diameter. At the manufacturing, it became serious problem that a band like artificial shadow is easily appear at the boundary of the different sensitivity zone. Only one out of 9 samples was satisfied with a few artificial shadow and well balanced contrast of the respective regions.

As the result of clinical experience, in 81.2% of 138 cases applied this sensitivity-compensated intensifying screen, the lung field, hilum and mediastinum were visualized simultaneously with satisfactory contrast and sharpness. Artificial band like shadow which may disturb the interpretation occurred only in 4.4% of the films. Then, the effectiveness of this sensitivity-compensated intensifying screen is proved as high as 79.7% clinically. The cases with marked deformed thorax or distinguished obesity could not be applied. This screen may be useful to detect a small carcinoma superimposed at the central shadow of the chest which is easily overlooked from conventional tomograms.

目 次

第 I 章 緒 言

第 II 章 目 的

第 III 章 基礎的検討

第 1 項 感度補償増感紙の試作

- 1) 使用装置及び機器
- 2) 感度補償領域の検討
- 3) 感度補償領域における増感紙感度の設定
- 4) 感度補償増感紙の組成及び構造
- 5) 感度補償増感紙の物理的特性

第2項 臨床応用の検討

- 1) 普通増感紙と感度補償増感紙の比較
- 2) 感度補償増感紙使用例の検討
 - ① 肺野濃度の測定
 - ② 肺門部、縦隔部における補償の検討
 - ③ 人工陰影についての検討
 - ④ 臨床使用における有効性の検討

第3項 小括

第IV章 臨床症例

第V章 考 察

第VI章 結 語

第I章 結 言

胸部の正面断層撮影を施行する場合、肺野、肺門部、縦隔部はそれぞれX線吸収が極端に異なるため、目的部位に応じた撮影条件を選択する必要がある。例えば、肺野を適正条件にすると多くの場合、肺門部は条件不足となり読影困難な写真になる。日常臨床における胸部疾患は、肺癌に代表される如く、この三領域に相互に関連した異常影を呈するものが多い。胸部断層写真の読影は気管支系、肺血管系の正常構築像を縦隔部から肺門部、更に肺野にかけて詳細に分析し病変の局在、広がり、性状を解析し、またリンパ節腫大の有無等を正確に把握することが必要である。このため、肺門部を含む截断面の断層撮影を施行する際には、肺野、肺門部、縦隔部の三者が良好なコントラストで1枚のフィルム上に描出されることが望ましい。この観点から、胸部断層撮影用の感度補償増感紙を試作したので報告する。

第II章 目 的

X線吸収の低い肺野と極端に高い縦隔部と、その中間を示す肺門部の各領域別に感度を変化させた補償増感紙を作製するための基礎的検討と臨床応用への可能性につき検討する。このため下記5項目を具体的な研究目標とした。(1) 感度補償領域の形状、広さの決定および適正黒化度を得るための増感紙感度の設定、(2) 感度補償増感紙の組成、構造および物理的特性の検討、(3) 感度補償増感紙の臨床利用への移行、(4) 感度補償増感紙の補償効果の検討、(5) 感度補償増感紙の臨床使用における問題点。

第III章 基礎的検討

第1項 感度補償増感紙の試作

1) 使用装置及び機器

装置：島津製横形自動断層撮影台 HL-5

現像機：自動現像機 コダック RP X-OMAT

濃度計：サクラデンシトメーターPDA-11, サクラマイクロデンシトメーターPDM 5

ファントム：アルダーソン社製 Rando phantom, アクリル板300×300×10mm, 水ファントム300×300×800mm

テストチャート：矩形波チャート

増感紙：FS(極光), MS(極光), HS(極光), LM(東芝), 試作増感紙

フィルム：フジRX, さくらタイプA

2) 感度補償領域の検討

感度補償増感紙を試作するにあたり、胸郭を次の三つの領域に分割した。胸骨、胸椎と心大血管などの縦隔臓器が重畳する領域を縦隔部補償領域①、左右の気管支、肺動静脈が出入りする肺門部とこれに重なる心臓の一部を含め肺門部補償領域②、その他を肺野領域③とした。Fig. 1に示すごとく、増感紙の中央に縦隔部補償領域をとり、左右に三角形の肺門部補償領域を設定し、その外側を肺野領域とした。

次に、Fig. 2に示す如く計測点を設け、ほぼ正

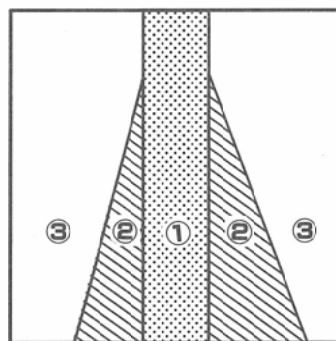


Fig. 1 Schematic diagram of sensitivity compensation in sensitivity-compensated intensifying screen.

Regions of sensitivity compensation.

① Region of mediastinum. ② Region of lung hilum. ③ Region of lung field.

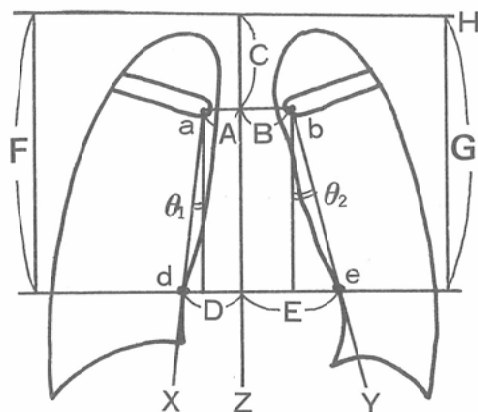


Fig. 2 Measurements of the plain chest X-ray film in erect position.

H: A horizontal line at the level of upper border of the first rib.

Points a and b: A plane of the sternoclavicular joint at the lower sternal end of the clavicle.

Z: A perpendicular line connecting spinous processes. X: A tangential line from point a to the right second arch. Y: A tangential line from point b to the left fourth arch. Point d: The point where X meets the right second arch. Point e: The point where Y meets the left fourth arch. A: The length of a perpendicular line from point a to Z. B: The length of a perpendicular line from point b to Z. C: The length of a perpendicular line from point a (or b) to H. D: The distance between point d to line Z. E: The distance between point e to line Z. F: The length of a perpendicular line from point d to H. G: The length of a perpendicular line from point e to H.

θ_1 : The angle formed by X and Z. θ_2 : The angle formed by Y and Z.

$$\tan \theta_1 = \frac{D-A}{F-C} \quad \tan \theta_2 = \frac{E-B}{G-C}$$

常と思われる胸部X線写真300例を実測し、各補償領域の幅、角度および長さを算出した(Fig. 3)。肺門部を含む断面における断層写真での測定は心陰影の大きさ、縦隔幅の測定が困難であるので、胸部単純立位正面像による測定を行った。

以上の結果より、感度補償増感紙の縦隔部補償領域の幅(A+B)を4.0cm、増感紙の上縁から肺門部補償領域の上縁までの長さ(C)を6.3cm、右および左の肺門部補償領域の角度(θ_1 , θ_2)を右18°, 左28°とした。

3) 感度補償領域における増感紙感度の設定

各補償領域における増感紙の感度を定めるため、日常診療にて撮影された適正濃度の胸部正面断層写真を目安として増感紙の感度を検討した。

まず、肺野を目的として撮影されているもの、肺門部主気管支、葉気管支、肺門部血管等の描出を目的として撮影されているもの、および気管とその周囲縦隔臓器の描出を目的として撮影されている断層写真のうち、目的とした部位、臓器が良好なコントラストで描出されているものを適正濃度の写真とし、それぞれ100例ずつ抽出した。この断層写真につき、肺野は肺血管影と重ならない部位、肺門部は主気管支および葉気管支の透亮像、縦隔部は気管の透亮像をデンストメーターにて測定し、その濃度をもって各領域の適正濃度とした。その結果、各領域における適正濃度は肺野1.2~1.7、主気管支および葉気管支0.5~1.2、気管0.4~0.6であった(Fig. 4)。

次に、使用フィルムと撮影条件を一定とし、すでに感度のわかっている普通の増感紙FS, MS, HS, LM(各々の感度は100, 160, 240, 400)を用い、各領域が適正濃度として描出される増感紙を検討した。肺野の被検体としてアルダーソン社のRando phantomを用い撮影条件を日常診療において肺野を目的として断層撮影を施行する標準的条件、即ち、70mA, 70kvp, 2θ (振角度)=50°および70mA, 75kvp, 2θ =50°の二種類を使用し断層撮影を行った。その結果、肺野の適正濃度(1.2~1.7)を得るには感度100の増感紙で充分であった。縦隔部の被検体としてRando phantomの縦隔部を気管の通る断面にて上記撮影条件を用い断層撮影したところ、感度100の増感紙で気管が明瞭に描出された。しかし、日常診療においては、この撮影条件で感度100の増感紙を用いた場合、気管の描出はほとんど得られない。この事実から、縦隔部の被検体としてRando phantomをそのまま用いるのは不適当であり、Rando phantomに1cm厚のアクリル板を順次重ね合わせ、気管が描出されなくなる厚さを検討した。その結果、4cm厚のアクリル板で気管は描出されなくなった。Rando phantomに4cm厚のアクリル板を重ねたものを

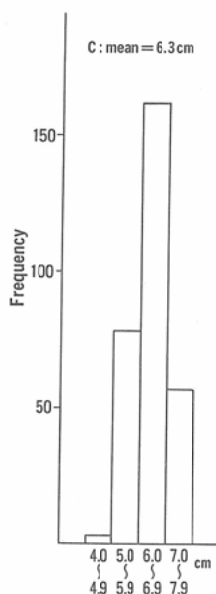


Fig. 3-a Distribution of the length of a perpendicular line from point a (or b) to H.

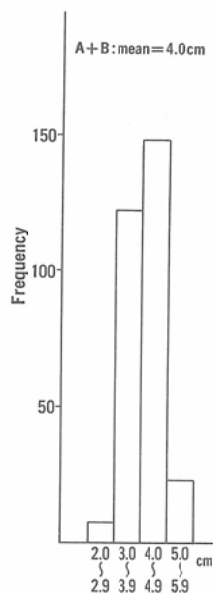


Fig. 3-b Distribution of the distance between point a to b.

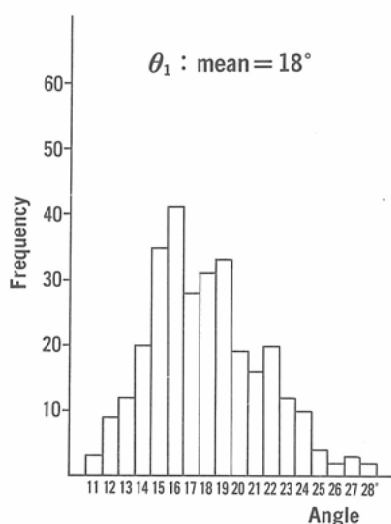


Fig. 3-c Distribution of θ_1 .

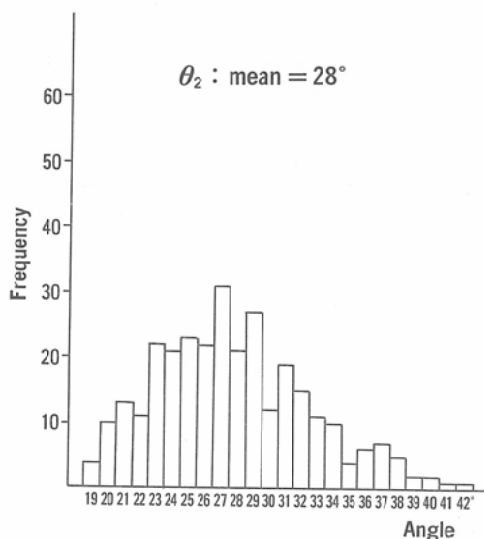


Fig. 3-d Distribution of θ_2 .

Fig. 3 Results of measurement on the plain chest X-ray films in erect position.

縦隔部の被検体とし、上記撮影条件にて増感紙の感度を調べた。その結果、気管の適正濃度(0.4~0.6)を得るには感度240の増感紙が必要となった。肺門部の被検体として Rando phantom を使用するには主気管支が単純化され、葉気管支が欠落しているので使用不可能であった。そこで、

日常診療において上記撮影条件でも、感度160の増感紙を用いて肺門部の断層撮影を施行した場合には、主気管支、葉気管支が比較的良好に描出されるという経験から肺門部の感度は160が適当であろうと推定した。

以上の結果から、感度補償領域における増感紙

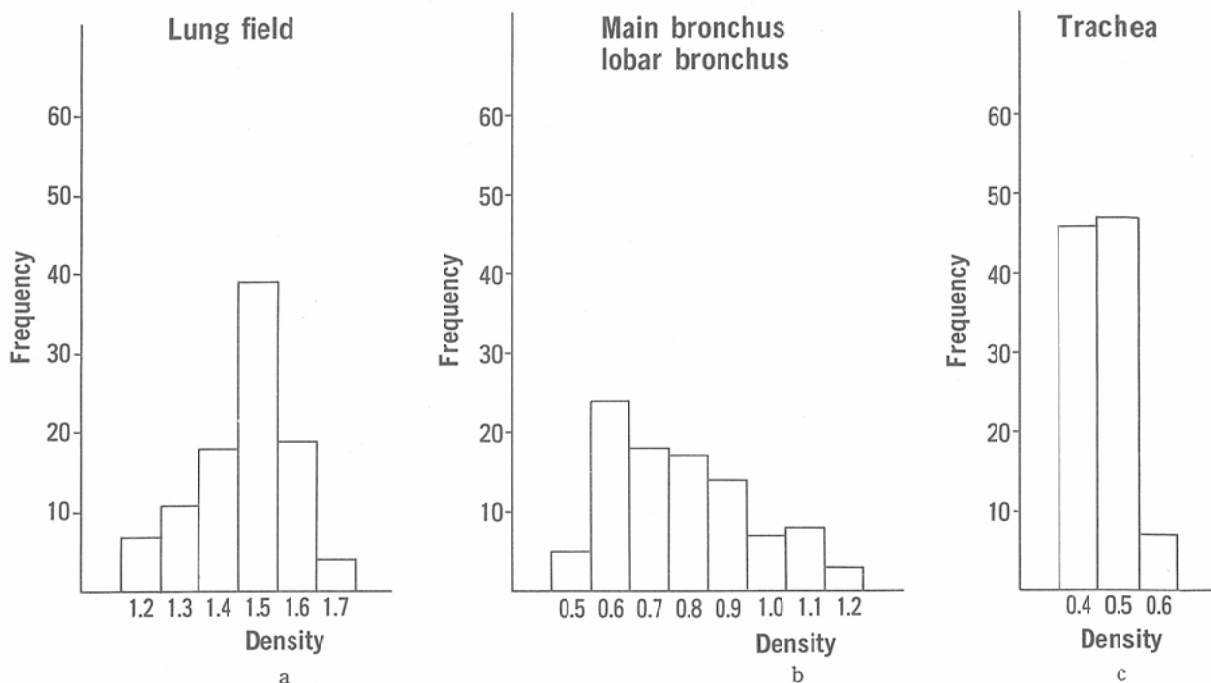


Fig. 4 Results of densitometric measurement of the lung field, proximal bronchus and trachea.

Fig. 4-a Distribution of the lung field density.

Fig. 4-b Distribution of the lobar and main bronchus density.

Fig. 4-c Distribution of the tracheal density.

感度を肺野100, 肺門部160, 縦隔部240と設定し, 化成オプトニクス株式会社の協力にて感度補償増感紙を試作した。

4) 感度補償増感紙の組成及び構造

増感紙の感度は蛍光体の発光効率, 蛍光体層の厚さ, 蛍光体層中の光吸収(蛍光体粒子の大きさ及び蛍光体層の着色など)および支持体の反射率が主に関係する¹⁾。さて, 増感紙の感度を部分的に変える場合, 蛍光体の発光効率の異った増感剤を

補償領域に応じて塗布する感度補償は塗布にムラを生じ技術的に困難であった。また, 支持体の反射率を部分的に変化させたり, 蛍光体層を部分的に着色する方法も試みたが, いずれも写真上感度変化の移行部に明瞭なスジ状の陰影(以下, 人工陰影と呼ぶ)が生じたため, 今回, 増感紙の感度を左右する因子のうち蛍光体層の厚さに変化をもたせ感度補償を行った。蛍光体粒子径からすれば, 一般に, 平均粒子径が大きいほど高感度が得られ

Table 1 Photographic sensitivity of sensitivity-compensated intensifying screen

Sample number	1		2		3		4		5		6		7		8		9	
Mediastinum	117	144	144	148	201	151	178	189	174	223	183	197	197	259	244	228	180	220
Lung hilum	105	130	119	123	161	121	129	137	157	201	133	143	118	155	166	155	131	160
Lung field	81	100	97	100	133	100	94	100	78	100	93	100	76	100	107	100	82	100
Screen FS	100	123	100	103	100	75	100	106	100	128	100	108	100	132	100	93	100	122

Note 1: Figure indicate relatives sensitivity against FS-sensitivity: 100 and sensitivity of compensation for the lung field: 100 (applied X-ray tube voltage of 80 Kvp and water phantom 8 cm).

Note 2: Mediastinum, lung hilum and lung field are sensitivity compensated regions.

るが、蛍光体層の薄い領域で写真の粒状性が悪化し高鮮鋭度も得られ難いといった画質の面から、平均粒子径 8μ 程度のものを使用することにした。蛍光体にはタングステン酸カルシウム (CaWO_4) 蛍光体を使用した。支持体は蛍光体層の塗布厚の関係から吸収支持体を使用した。

以上の材料および条件により、肺野、肺門部、縦隔部の三領域を補償できる増感紙9種類を作製した (Table 1)。試作当初の No. 1 から No. 6 までの感度補償増感紙は肺門部、縦隔部で十分な補償効果が得られなかったもので、順次改良を重ね No. 7 から No. 9 のごとく肺野に対し肺門部と縦隔部の補償効果を目的の $1:1.6:2.4$ に近づけることが出来た。しかし、この補償効果を得るため縦隔部を高感度にするとうとう感度補償の移行部に人工陰影を生ずる傾向があり、これ以上技術的に作製が困難であった。結局、撮影条件は多少高くなるが、各領域の感度比を $1:1.6:2.4$ に近づけ、且つ、移行部に人工陰影が出ない補償

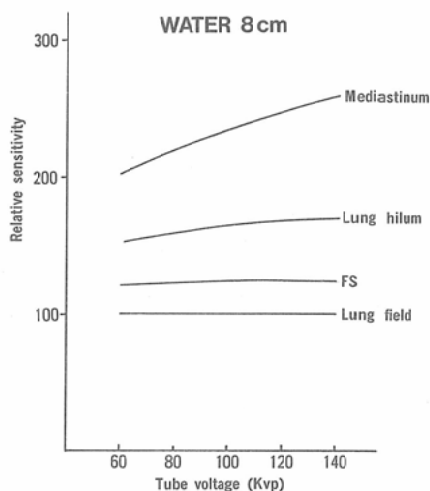


Fig. 5 Response of the tube voltage on sensitivity-compensated intensifying screen.

をするためには、感度を全体として80%程度にとさざるを得なかった。

5) 感度補償増感紙の物理的特性

No. 9 の感度補償増感紙の管電圧特性、鮮鋭度、

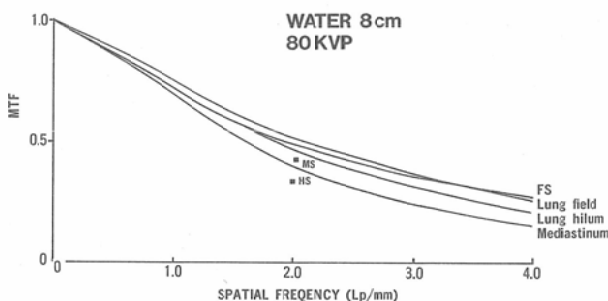


Fig. 6 Modulation transfer function curves of sensitivity-compensated intensifying screen.

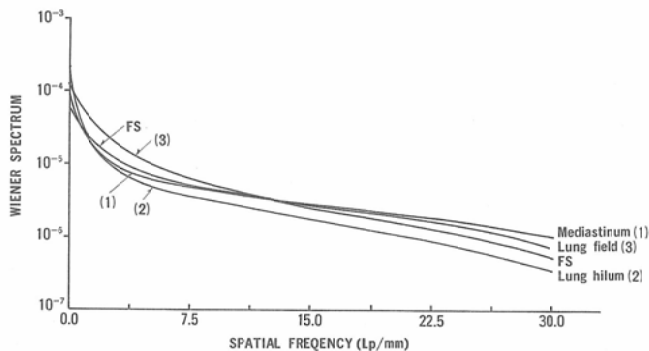


Fig. 7 Granularity (Wiener spectrum) of sensitivity-compensated intensifying screen.

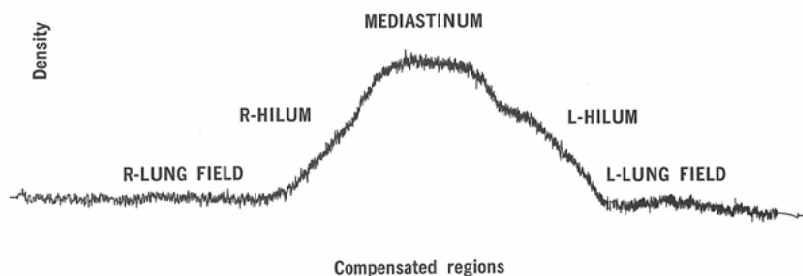


Fig. 8 Sensitivity compensation curve of sensitivity-compensated intensifying screen.

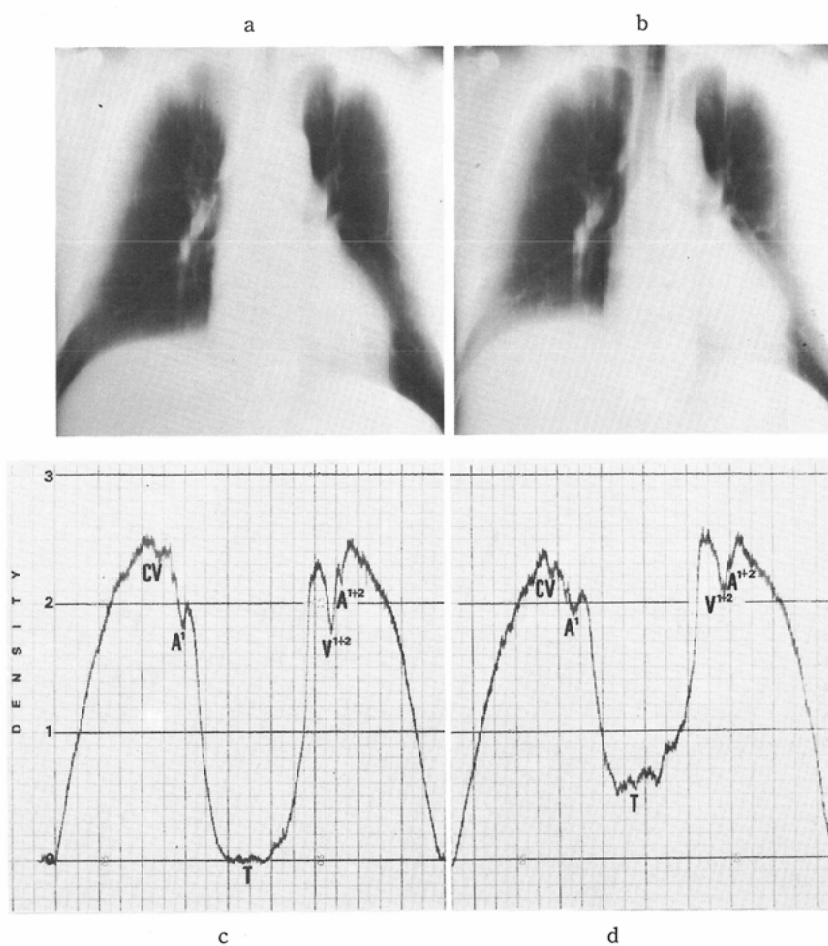


Fig. 9(a) Photograph shows an example of ordinary intensifying screen (FS).

(b) Photograph shows the result of sensitivity compensation on the same patient.

(c) The graph indicates the density distribution curve of photo (a).

(d) The graph indicates the density distribution curve of photo (b).

Note. CV : central vein. A¹, A¹⁺² : pulmonary artery. V¹⁺² : pulmonary vein. T : trachea.

粒状性について検討を加える。

Fig. 5は肺野領域を感度100とした時の管電圧特性で、80Kvpの管電圧で肺門部領域、縦隔部領域の感度はそれぞれ160, 220となる。

鮮鋭度はFig. 6に示す様に、空間周波数2.0 Lp/mmでは縦隔部領域がほぼMSに等しく、肺門部領域、肺野領域はともにFSに近い高鮮鋭度を示した。

Fig. 7に各補償領域における濃度1.0での粒状性を示す。胸部の微細診断を行なうに必要な空間

周波数0.5~7.5の低周波領域でみると、肺門部領域、縦隔部領域、肺野領域の順に粒状性は良い。FS増感紙の粒状性との比較では肺野領域の粒状性はFSより低下するが肺門部、縦隔部はFSより良好な粒状性を示した。

次に、この感度補償増感紙における各補償領域の感度変化の移行部を調べるため、均一な水ファントムを撮影したフィルムをマイクロデンシトメーターで走査した濃度分布曲線Fig. 8では、各補償領域の移行部は比較的なめらかな立ち上がり

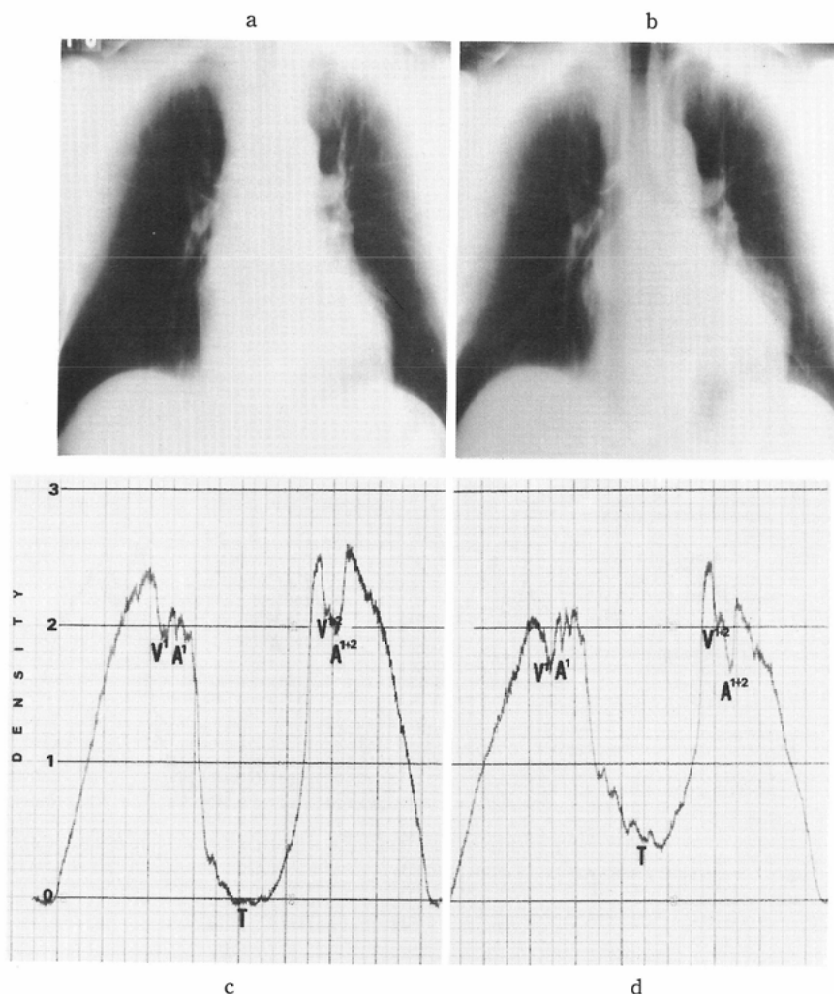


Fig. 10(a) Photograph shows an example of ordinary intensifying screen (FS).

(b) Photograph shows the result of sensitivity compensation on the same patient.

(c) The graph indicates the density distribution curve of photo (a).

(d) The graph indicates the density distribution curve of photo (b).

Note. A¹, A¹⁺²: pulmonary artery. V¹, V¹⁺²: pulmonary vein. T: trachea.

の曲線を呈していた。

第2項 臨床応用の検討

1) 普通増感紙と感度補償増感紙の比較

試作した感度補償増感紙が普通増感紙（以下、FS増感紙をさす）より描出能がすぐれ臨床的に使用可能であるか否かを検討するため、一般患者の協力を得て同一被写体で普通増感紙と感度補償増感紙を使用し、同一撮影条件にて比較した。ここに、代表的な2症例について、各々の断層像と濃度分布曲線をFig. 9およびFig. 10に示す。感度補償増感紙使用例（Fig. 9-b, Fig. 10-b）の方が普通増感紙使用例（Fig. 9-a, Fig. 10-a）に比し気管、気管支の描出が著明に改善されている。また同時に、肺野の血管影も普通増感紙と同様、明瞭に描出された。奇静脈の正切像の高さを通る線上でマイクロデンシトメーターにて走査した濃度分布曲線（Fig. 9-c, Fig. 9-d, Fig. 10-c, Fig. 10-d）の比較でも、それぞれ感度補償増感紙使用例で肺野の血管CV, A^1 , V^{1+2} , A^{1+2} 及び V^1 , A^1 , V^{1+2} , A^{1+2} の陰影を犠牲にすることなく、気管Tの濃度に明らかな改善を認めた。この結果、この感度補償増感紙が臨床に充分応用し得ると考え1980年5月から日常診療に使用した。

2) 感度補償増感紙使用例の検討

Table 2 Thoracic diseases in 153 patients examined with sensitivity-compensated intensifying screen

Lung cancer	38
Pulmonary tuberculosis	30
Metastatic lung tumor	25
Pneumonia	19
Bronchiectasis	13
Pulmonary sarcoidosis	6
Chronic bronchitis	5
Lung abscess	2
Malignant lymphoma	1
Pseudolymphoma	1
Lymphangitis carcinomatosa	1
Pneumoconiosis	1
Diffuse interstitial pneumonia	1
Diffuse panbronchitis	1
Scleroderma	1
Pleuritis	1
Others	7
Total	153

この感度補償増感紙を用いて断層撮影を施行した症例153例につき、①肺野が適正濃度（1.2～1.7）で撮影されたか、②肺野が適正濃度であったもののうち、肺門部、縦隔部の濃度補償が得られた率、③補償領域移行部の人工陰影の出現率、④感度補償増感紙の臨床の有効率を検討した。なお、撮影を施行した153例の内訳は肺癌38例、肺結核30例、転移性肺腫瘍25例、肺炎19例、気管支拡張症13例、サルコイドーシス6例などであった（Table 2）。

① 肺野濃度の測定

撮影施行症例153例につき、肺門部の深さの截断面での断層写真にて肺野の濃度を測定した。測定はサクラデンシトメーターを使用し、測定部位は右上肺野、右下肺野、左上肺野、左下肺野の4領域の中央で明らかに血管と判定出来る陰影と重ならない個所を選んだ。もし、測定領域に明らかに病変が存在する場合は、測定せずに、他の測定値のみで肺野濃度とした。4領域中1個所でも濃度が1.1以下であったものをA群、測定領域の濃度が

Table 3 Results of densitometric measurement of the lung field density on the tomograms using sensitivity-compensated intensifying screen

Group	Density	No. of cases	%
A	~1.1	2	1.3
B	1.2~1.7	138	90.2
C	1.8~	13	8.5
Total		153	100

Table 4 Degree of sensitivity compensation at the lung hilum and mediastinum using sensitivity-compensated intensifying screen. (Analysis of 138 cases)

	Distinct		Indistinct	
	No. of cases	(%)	No. of cases	(%)
Trachea	118	(85.5)	20	(14.5)
Bifurcation	116	(84.1)	22	(15.9)
Right main bronchus	131	(94.9)	7	(5.1)
Left main bronchus	112	(81.2)	26	(18.8)

すべて適正濃度 (1.2~1.7) の範囲であったものをB群, 1個所でも濃度が1.8以上であったものをC群とすると, A群は2例(1.3%), B群は138例(90.2%), C群は13例(8.5%)であった(Table 3).

この感度補償増感紙の試作目的が肺野と肺門部, 縦隔部を同時に描出し, しかも, 前述した人工陰影が出現しないことにあるので, 肺気腫の存在や撮影条件が適切でなかったA群, C群を検討対象から除外し, 肺野が適正濃度で撮影されたB群138例を対象として肺門部, 縦隔部の補償の程度と人工陰影の出現の程度につき以下検討した.

② 肺門部, 縦隔部における補償の検討

肺門部, 縦隔部の補償の程度をみるため, 上記138例を対象として気管, 気管分岐部, 右主気管支, 左主気管支の4領域の描出能を各領域別に最もよく描出されている截断面の断層写真で観察した. 気管, 気管支壁とその内腔に明瞭な濃度差を有し, 内腔が鮮明な透亮像として描出されたものを鮮明, それ以外を不鮮明とした.

その結果, 鮮明に描出された症例は気管118例(85.5%), 気管分岐部116例(84.1%), 右主気管支131例(94.9%), 左主気管支112例(81.2%)であった(Table 4). 気管, 気管分岐部, 右主気管支,

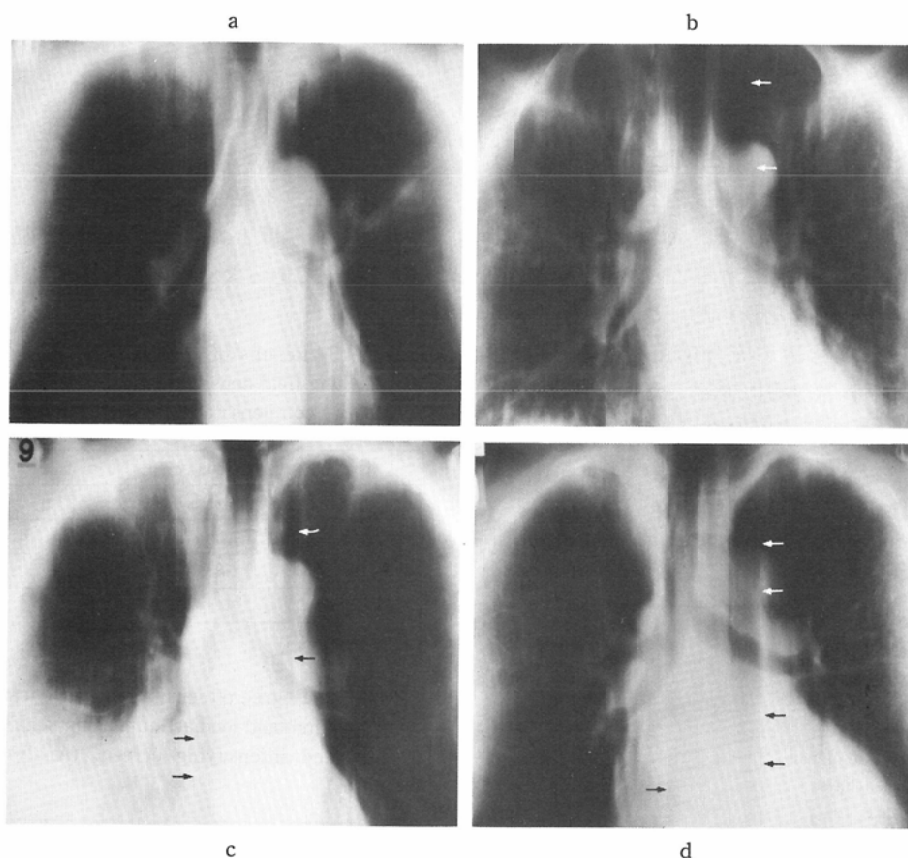


Fig. 11 Classification of artificial shadow due to sensitivity compensation.

Fig. 11-a (—) Artificial shadow is not present.

Fig. 11-b (±) Artificial shadow (arrow) is slight and does not disturb diagnostic efficiency.

Fig. 11-c (+) Artificial shadow (arrow) is fairly visible but does not disturb diagnostic efficiency.

Fig. 11-d (++) Artificial shadow (arrow) is distinct and disturbs diagnostic efficiency.

左主気管支がすべて鮮明に描出された症例は138例中112例(81.2%)で、これは最も描出不良であった左主気管支が鮮明に描出された症例は他の領域もすべて鮮明に描出される結果となった。左主気管支が他の領域に比し描出が不良であった理由は、前方に上行大動脈の一部および肺動脈本幹の一部、後方に下行大動脈が重なるなど、他の領域に比し大血管の重なりによる影響をより受けやすいためと思われる。

③ 人工陰影についての検討

この感度補償増感紙の使用により縦隔部領域の移行部に出現する人工陰影が写真読影に際して障害となるので、その出現程度と障害の程度につき検討した。対象は先に述べた肺野が適正濃度で撮影された138例で、人工陰影の出現程度に読影時の障害の程度を加味して Fig. 11 に示す。(一)を全く認めないもの (Fig. 11-a), (±) を僅かに認めるが読影上問題とならないもの (Fig. 11-b), (+) をかなり明瞭に認めるが読影上支障がないもの (Fig. 11-c), (++) を明らかに認め読影上障害となるもの (Fig. 11-d) とした。

その結果、(一) 群78例 (56.5%), (±) 群46例 (33.3%), (+) 群8例 (5.8%), (++) 群6例 (4.4%) であった (Table 5)。人工陰影を全く認めないか、認めても読影上支障がなかったものを合わせると138例中132例 (95.6%) であった。

④ 臨床使用における有効性の検討

肺門部、縦隔部における補償の程度と人工陰影の出現程度、読影時の障害の程度から、この感度補償増感紙の臨床使用における有効性を検討し

た。

肺野が適正濃度で撮影された138例のうち、肺門部、縦隔部の補償が充分であり、かつ人工陰影がないか、あっても読影上支障とならなかったものは110例 (79.7%)、補償は充分であったが人工陰影が読影上障害となったものは2例 (1.5%)、人工陰影は読影上障害とならなかったが補償が不充分であったものは22例 (15.9%)、人工陰影が読影上障害となり、かつ補償が不充分であったものは4例 (2.9%) であった (Table 6)。

一方、肺野濃度が1.1以下及び1.8以上の適正濃度範囲外で撮影された15例 (A群, C群) について肺門部、縦隔部の補償の程度と人工陰影の出現の程度、読影時の障害の程度をみると Table 7 のごとくであったが、撮影条件側にも検討すべき点があり補償増感紙の有効性について言及することは出来ない。

この感度補償増感紙の使用における無効例の多くは胸厚が大きく補償が不充分であると考えられ

Table 6 Relation between the effect of sensitivity compensation and the appearance of artificial shadow in the regions of lung hilum and mediastinum (138 cases with lung field density above 1.2 and below 1.7)

		Appearance of artificial shadow			
		-	±	+	#
Effect of sensitivity compensation in the regions of lung hilum and mediastinum	Complete	110 cases (79.7%)			2 (1.5)
	Incomplete	22 (15.9)			4 (2.9)

Table 7 Relation between the effect of sensitivity compensation and the appearance of artificial shadow in the regions of lung hilum and mediastinum (15 cases with lung field density below 1.1 or above 1.8)

		Appearance of artificial shadow			
		-	±	+	#
Effect of sensitivity compensation in the regions of lung hilum and mediastinum	Complete	9 cases (60%)			0 (0)
	Incomplete	5 (33.3)			1 (6.7)

Table 5 Grade of artificial shadow due to sensitivity compensation. (Analysis of 138 cases)

	Grade of artificial shadow	No. of cases	%
-	Artificial shadow is not present	78	56.5
±	Artificial shadow is slight and does not disturb diagnostic efficiency	46	33.3
+	Artificial shadow is fairly visible but does not disturb diagnostic efficiency	8	5.8
#	Artificial shadow is distinct and disturbs diagnostic efficiency	6	4.4

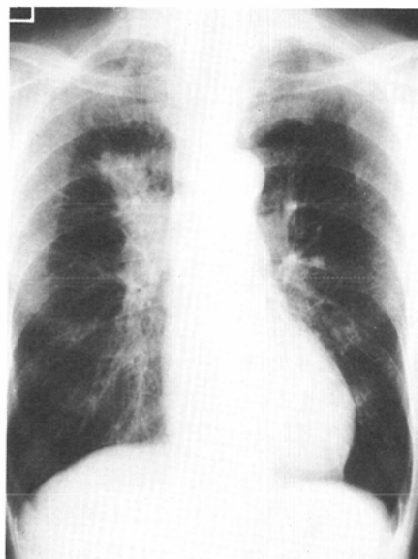
る症例であった。

第3項 小括

感度補償増感紙の試作と臨床応用の検討を行な

い次の結果を得た。

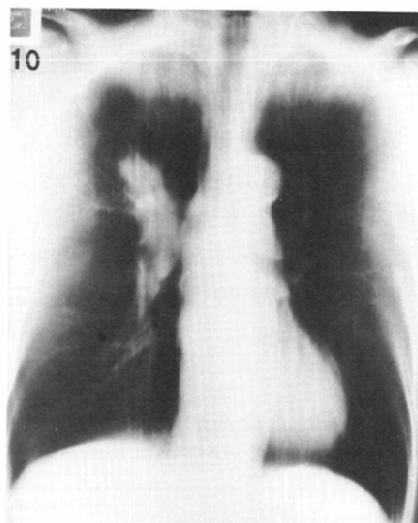
1. 感度補償領域の形状, 広さの決定および増感紙感度の設定を行ない, 蛍光体には平均粒子径 8



a



b



c

Fig. 12 Case 1. A 69 year old man, with epidermoid carcinoma of the lung.

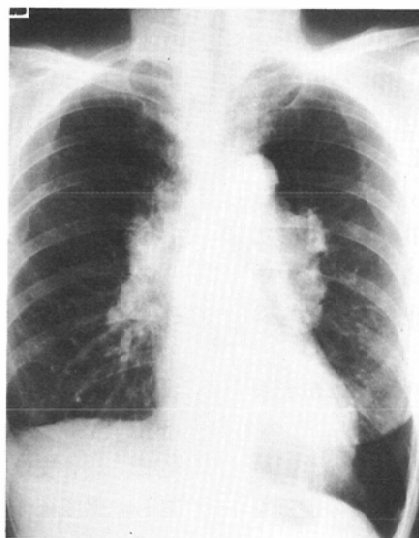
(a) A chest roentgenogram shows enlarged right hilum. (b) Chest tomogram using ordinary intensifying screen. Relation of right hilar mass and right upper bronchus does not visible. (c) Chest tomogram using sensitivity-compensated intensifying screen. Relation of right hilar mass and right upper bronchus are very well revealed and at the same time, subcarinal lymph node and right paratracheal lymph node swelling can be ruled out.

μ 程度のタングステン酸カルシウム (CaWO_4) を用い、増感剤の塗布厚を変化させることによって感度補償を行った。

2. 単純に縦隔部、肺門部の感度を高くして目標の感度比 1 : 1.6 : 2.4 を得ようとする、縦隔部の感度補償移行部に人工陰影を生じ、これは技術

的に解決が困難であった。そこで、撮影条件は多少高くなるが感度を全体的に80%程度におとすことによって目標の感度比に近づけることが出来た。

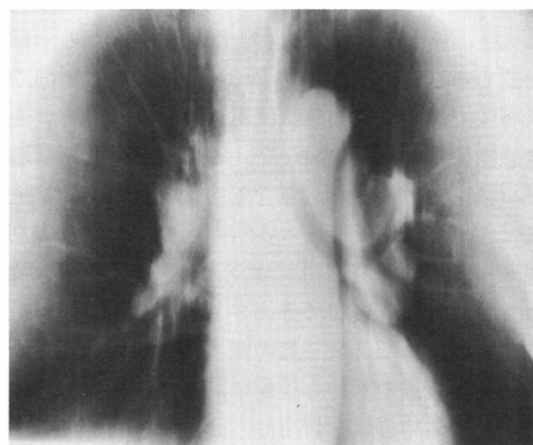
3. 試作した感度補償増感紙の鮮鋭度、粒状性は全体として胸部断層撮影に使用可能であった。



a



b



c

Fig. 13 Case 2. A 65 year old female, with pulmonary sarcoidosis. (a) A chest roentgenogram shows bilateral hilar lymphadenopathy. (b) Chest tomogram using ordinary intensifying screen. The bilateral hilar lymphadenopathy can be visible, but pulmonary vessels and bronchi are indistinct. (c) Chest tomogram using sensitivity-compensated intensifying screen. Relation of BHL and bronchi is clearly revealed and pulmonary vessels are shown on the same film.

4. 試作した感度補償増感紙の各補償領域の移行部は比較的なめらかな感度変化を示した。

5. 普通増感紙使用による断層写真との比較では、肺野の描出能を犠牲にすることなく気管、気管支の描出能に著しい改善を認め臨床的に使用可能であった。

6. この感度補償増感紙使用による断層写真の検討では、81.2%に肺門部、縦隔部の補償が充分で気管および主気管支の陰影を良好に描出できた。

7. この感度補償増感紙使用により読影上障害となった人工陰影の出現は、僅か4.4%であった。

8. 各領域の補償が充分にして、且つ人工陰影による読影上の支障を認めなかったもの、即ち、この感度補償増感紙における臨床的使用の有効率は79.7%であった。

9. この感度補償増感紙の無効例は胸厚が大きく感度補償が不十分な症例であった。

第IV章 臨床症例

この感度補償増感紙で撮影された若干の症例を呈示する。

症例1. 69歳、男性。

咳嗽を主訴として来院し、右肺門部扁平上皮癌と診断された。胸部単純写真にて右肺門部陰影の拡大と、それに連続して右上肺野に腫瘤状の陰影を認める (Fig. 12-a)。背面より10cmの截断面の断層像で感度補償増感紙使用 (Fig. 12-c) と普通増感紙使用 (Fig. 12-b) を比較すると感度補償増感紙使用の方が気管、気管支内腔の状態がよく把握でき、右上葉気管支の狭窄の程度が明瞭に識別出来る。また、左右主気管支下縁の気管支壁が2mm程度の厚みとして描出されており、これに接した気管分岐部リンパ節の腫大は否定出来る。一方、腫瘤辺縁の状態と腫瘤に関与する肺血管の走行も、普通増感紙を使用し、適正な肺野条件で撮影された Fig. 12-b の写真と同程度に微細変化を読みとることができる。

症例2. 65歳、女性。

住民検診にて異常影を指摘され、肺サルコイドーシスと診断された。胸部単純写真で両側肺門部にリンパ節腫大をみとめる (Fig. 13-a)。背面より

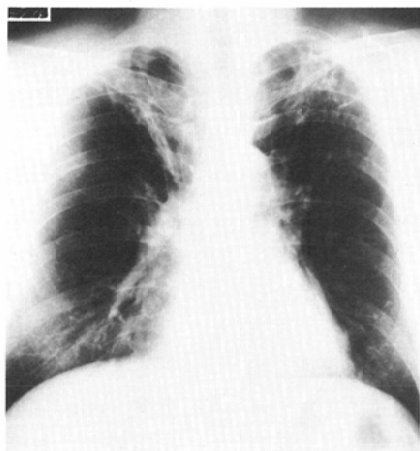
9cmの截断面において普通増感紙を使用し肺門部を目的として撮影した断層像 (Fig. 13-b) では、左右肺門部のリンパ節の腫大と気管支の状態は比較的良好に描出されているが、当然のことながら撮影条件が過度になり肺野血管の走行が識別困難である。これに対し、感度補償増感紙を使用した写真 (Fig. 13-c) では両側肺門部のリンパ節の腫大、さらに、このリンパ節と気管支の関係が明瞭に描出され、同時に肺門部血管および肺野血管の陰影も充分解析可能である。又気管壁の描出も良好で、これに接した左右の傍気管リンパ節の腫大が否定出来る。

症例3. 52歳、男性。

血痰を主訴として来院。胸部単純写真で両側上肺野に収縮機転を伴う結核性病変を認める (Fig. 14-a)。断層写真のうち、背面より10cmの截断面での断層像を比較すると、普通増感紙使用 (Fig. 14-b) では上肺野の描出は良好であるが、気管、気管支は殆んど描出されていない。これに対し、感度補償増感紙使用 (Fig. 14-c) では、上肺野の描出と同時に中樞側気管支における描出がはるかによく、レ線的には太い気管支内の病変が否定出来る。本症例は喀痰細胞診、気管支鏡検査でも腫瘍性病変がなく、陳旧性の結核病変による二次的な気管支拡張症のため血痰を生じたものと考えた。

第V章 考察

通常、胸部正面断層撮影により肺野病変の描出は比較的容易であるが、肺門部、縦隔部はその解剖学的な条件に加えて各臓器の重量のため充分なコントラストが得難い。また、これらの領域は管球焦点の移動によって生ずる暈像や障害陰影の影響を受けやすく²⁾³⁾、これらの部位における病変の描出は、はなはだ困難で日常臨床の場で苦慮することが多い。しかし、肺門部、縦隔部の各臓器の解剖学的位置関係を熟知しX線写真上良好なコントラストが得られれば、かなりの範囲に分析が可能となり得る⁴⁾⁵⁾。一般に胸部正面断層撮影を施行するには肺野と肺門部、縦隔部をわけて、それぞれに適した撮影条件で別々に撮影し、各々の所見を総合して病的陰影の分析ならびに進展範囲



a



b



c

Fig. 14 Case 3. A 52 year old man, with old pulmonary tuberculosis. (a) Plain chest X-ray PA view. (b) Chest tomogram using ordinary intensifying screen. The old pulmonary tuberculous lesions at the both upper lung fields are revealed. Trachea and proximal bronchi are not demonstrated. (c) Chest tomogram using sensitivity-compensated intensifying screen. The old pulmonary tuberculous lesions, trachea and proximal bronchi are revealed on the same film.

の決定を行っている。しかし、この方法では二度の操作が必要で手間もかかり被曝線量も多くなる。

胸部疾患の場合、肺野病変、肺門部病変あるいは縦隔部病変という言葉を使用することがある。しかし、あくまでこれは病変がどこにあるかによって便宜的に使用していることで、病変が一領

域のみにとどまる様な場合は別として、気管支系、肺血管系、リンパ系のいずれからみても縦隔部、肺門部、肺野は一連の連続性を相互に有しており別々に独立してその病態を論ずることは不適当な場合が多い。このような観点からすれば、これら三領域に関連した病態像を示す可能性のある疾患においては、肺門部を含む横断面の断層撮影を施行

する際には肺野、肺門部、縦隔部を別々に撮影する方法は適切とは言えない。

以上述べた種々の理由から、受光系である増感紙の感度を肺野、肺門部、縦隔部の各領域別に变化させ、それぞれの領域を良好なコントラストで1枚のフィルム上に描出できる感度補償増感紙を試作し検討した。文献的には補償の方法として、欧米ではGajewskiら(1970)⁶⁾、Edwardsら(1976)⁷⁾が補償フィルターを利用して撮影する方法を報告し、本邦においても中西ら(1978)⁸⁾、岡山ら(1979⁹⁾、1979¹⁰⁾が多重絞り前面にアルミニウム製の補償フィルターを装着して縦隔部を含む肺門部全域を適正な濃度で1枚のフィルム上に撮影する方法を考案し、臨床上非常に有用であったと述べている。また、岡山ら(1980)¹¹⁾はアルミニウムフィルターとは別に肺の縮小模型をアララダイトラビッドで作製し、中にコンラキシンLの希釈液を注入する方法で濃度補正をした軌道万能型補償フィルターにつき報告している。この様に、補償フィルターを利用した撮影方法の報告は多いが増感紙による感度補償は今回が初めてである。補償フィルターを用いる方法は手技が簡便で被曝線量も少なく縦隔部、肺門部の気管、気管支の状態およびこれらの領域における血管影もよく描出するが、撮影条件が比較的高圧となり肺野の描出には不利な点もある。肺野の描出をそのまま保ち肺門部、縦隔部を描出する方法として、今回増感紙による補償を検討した。

増感紙の感度を撮影部位に応じ段階的に变化させた感度補償増感紙は、従来から下肢の血管造影に使用されてきた。この感度補償増感紙は一方向にのみ感度を一律に変化させたもので¹⁾、60cm～90cmの距離で感度が1.5～1.6倍程度変化し距離に対する感度の変化率も非常に小さい。しかし、今回の肺門部や縦隔部における感度補償は補償領域の分布も一様ではなく、形状も複雑で、しかも距離的に数cmの狭い範囲で1.6倍、2.4倍の高感度比が必要であった。さらに、補償領域の移行部が極端なため人工陰影が生じ易く増感紙作製上困難な問題点が多かった。しかし、試作した感度補償増感紙の臨床応用の項で述べた如く、この人工

陰影が読影上障害となるのは、僅かの頻度であった。今後、感度補償移行部がよりスムーズでしかも高感度比が得られる技術面での開発が望まれる。

近年、医療機器の開発は目ざましくXerotomography, Computed Tomography(以下、CTと略す)の胸部疾患への応用に急速な発展がみられる。Xerotomographyの胸部疾患への応用についてはconventional tomographyにては描出が困難とされていた気管支壁そのものの厚みを辺縁増強効果(edge enhancement effect)により鮮明に描出可能で、気管支系に対する病態の把握が非常に容易であること、さらに、血管系に対しても周囲結合組織と区別され明瞭に識別可能であること、およびconventional tomographyにては描出困難であった傍気管リンパ節、ボタローリンパ節、気管気管支リンパ節等を良好に描出し得るなど縦隔部、肺門部に対する診断に有力であるとの報告が多くみられる^{12)～17)}。しかし、Xerotomographyはconventional tomographyに比し撮影電圧が高く管電流も多いため被曝線量は約7～10倍と高い欠点があり、ルーチン検査としての適応性には問題がある。

CTも今日、胸部疾患の診断に対する有力な検査方法として使用されている。CTは胸膜病変、胸膜下病変、縦隔部病変などの診断には欠くことの出来ない検査法であり、又肺野病変においても腫瘤内の石灰化および空洞の有無、無気肺中の腫瘤の存在、腫瘍の浸潤の態度等の検索に有用であるとの報告がみられる^{18)～24)}。しかし、現時点では、肺野病変、肺門部病変に関してはCTよりconventional tomographyがルーチン検査として重要であり、描出能からみてもCTに劣るものではない。また、肺門部リンパ節を描出する方法としては斜位断層撮影の応用も積極的に行なわれている²⁵⁾。

胸部疾患を画像診断の立場からみる場合、一つの検査方法が万能であるということは決してない。それぞれの病変の局在、広がり、性状に応じて、その特色を生かした検査方法こそが臨床の場で重要となる。今回試作した感度補償増感紙は

Xerotomography にみられる様な辺縁増強効果はないが、臨床応用の検討でも述べた如く約80%の高率で肺野陰影を犠牲にすることはなく縦隔内気管、肺門部気管支影を描出可能であり、又臨床症例で示した様に気管、気管支壁をもかなり明瞭に描出し肺野病変と肺門部病変、縦隔部病変の連続性をよく示現し、しかも従来の断層撮影法と同様ルーチンに使用出来る長所を有している。

近年、肺癌は急激な増加を示しており、その早期発見に種々の努力が払われている。しかし、中心型肺癌は胸部単純写真のみでは早期発見が困難であり、喀痰細胞診^{26)~28)36)}や気管支鏡検査^{29)~31)36)}に頼っているのが現状であるが、X線学的な早期発見の努力も種々行なわれている。例えば、河野ら(1980)³²⁾は肺癌集検用の間接断層撮影装置を試作し積極的に早期発見する方法を試み、曾根ら(1976)³³⁾は断層撮影時のX線管球の軌道、振角度、截断面間隔等についての検討を報告している。また、土屋ら(1980)³⁴⁾は気管支壁そのものの厚みを詳細に観察することによって、僅かな気管支壁内の病変や気管支壁に接した病変の診断がXerotomography では可能であると述べている。一般の断層撮影においても、中心型肺癌のうち、carcinoma in situ やほんの僅かな気管支壁肥厚を呈する病変は別として、かなりの距離に気管支壁の肥厚を伴ない得る小細胞癌や気管支内腔に病変を惹起し得る扁平上皮癌など³⁵⁾³⁶⁾は早期にX線学的に描出し得る可能性が充分あり、今回試作した感度補償増感紙はこの方面に利用価値を求めることも目標の一つである。なお、当然のことではあるが、胸郭変形や心臓肥大、縦隔偏位が強度にみられる症例では補償領域の設定から使用不可能であり、また極端に胸厚の大きな症例では感度補償が不十分となり使用できない。

第VI章 結 語

肺門部を含む截断面の正面断層撮影用感度補償増感紙を試作し、その基礎的検討と臨床応用の検討につき報告した。この補償増感紙は肺野、肺門部、縦隔部の既存構築像を良好なコントラストで1枚のフィルム上に描出することが可能であり、これらの領域にまたがる病変の関連性を良く描出

し、しかも従来の撮影方法を変える必要がなく使用も簡便である。

稿を終るに臨み、御指導と御校閲を賜りました岐阜大学医学部放射線医学教室、土井偉誉教授に深謝致します。また、本研究に御協力、御指導頂きました岐阜大学医学部中央放射線部、柴山鷹樹助教授、同医学部放射線医学教室、松井英介講師、同中央放射線部技局、武山明、小林博両氏、同技局員一同、また増感紙試作に多大な御尽力を頂いた化成オプトニクス株式会社、三浦典夫氏に感謝の意を表します。

本論文の要旨は、第36回日本胸部疾患学会東海地方会、第39回および第40回日本医学放射線学会総会において発表した。

文 献

- 1) 内田 勝, 金森仁志, 稲津 博: 放射線画像情報工学(II), 265—298, 通商産業研究社, 東京, 1980
- 2) 高橋信次, 佐久間貞行: X線撮影とX線検査, 442—473, 南山堂, 東京, 1972
- 3) 佐久間貞行, 宮田伸樹: 新しい断層撮影とよみ方, 127—130, 南山堂, 東京, 1976
- 4) 山下英秋: 肺門影のX線解剖, 臨放, 21: 929—931, 1976
- 5) Yamashita, H.: Roentgenologic Anatomy of the Lung. Igaku-shoin, Tokyo. New York, 1978
- 6) Gajewski, H., Klemencic, J. und Kraus, K.: Lungen-Hilus-Schichtaufnahmen mit Ausgleichsfilter. Radiologe, 10: 76—81, 1970
- 7) Edwards, F.H. and Pfeil, C.E.: Use of a Compensating Filter in Lung Hilus Tomography. Radiology, 121: 745—747, 1976
- 8) 中西 敬, 岡山昭雄, 山下英昭, 田中貞人, 藤川津義, 稲葉伸生, 藤井伸一, 横山 敬, 福山 勝, 沖田 功: 肺門部tomographyにおけるCompensating filterの使用経験. 断層研究会誌, 6(1): 45—47, 1978
- 9) 岡山昭雄, 中西 敬, 藤川津義, 稲葉伸生, 藤井伸一, 村上 烈, 田中貞人, 山下英昭, 山田典将, 横山 敬: 肺門部断層撮影における補償フィルタ. 日放技会誌, 34(5): 501—506, 1979
- 10) 岡山昭雄, 中西 敬, 藤川津義, 稲葉伸生, 藤井伸一, 村上 烈, 田中貞人, 山田典将, 山下英昭, 横山 敬: 胸部断層撮影における技術的考察. 富士X-レイ研究, 123: 55—59, 1979
- 11) 岡山昭雄, 中西 敬, 藤川津義, 藤井伸一, 稲葉伸生, 田中貞人, 山下英昭, 村上 烈, 山田典将, 横山 敬: 肺門部断層撮影における補償フィルタ, 多軌道断層撮影装置における補償. 日放技会誌, 36(1): 20—28, 1980
- 12) 土屋了介, 末舛恵一, 松山智治, 鈴木 明, 山田隆一, 西脇 裕, 天羽道男, 鈴木一成: ゼロトモ

- グラフィの肺疾患診断への応用—肺癌の診断, 特に縦隔リンパ節腫脹の読影について—, 日胸, 37(4): 267—274, 1978
- 13) 佐藤篤彦, 大島駿作, 浜川純一, 蔵岡信良, 田中龍蔵: ゼロトモグラフィによる肺癌診断の可能性, 日胸, 35(10): 747—751, 1976
 - 14) 西脇 裕: Xerotomogramによる早期肺癌へのアプローチ (1), 臨放, 24: 645—650, 1979
 - 15) 松本満臣, 境野宏治, 馬場 孝: Xerotomogramによる早期肺癌へのアプローチ (II), 臨放, 24: 651—655, 1979
 - 16) Ting, Y.M., Doust, B.D. and Chuang, V.P.: Xerotomographic diagnosis of central bronchogenic carcinoma. *Chest*, 67 (2): 172—175, 1975
 - 17) Chuang, V.P., Doust, B.D. and Ting, Y.M.: Xerotomography of the Mediastinum and tracheobronchial tree. *Radiology*, 111: 475—477, 1974
 - 18) 田坂 皓, 町田喜久雄, 赤沼篤夫, 板井悠二, 八代直文, 古井 滋, 町田 徹, 吉川宏起: コンピューター断層撮影の胸部疾患への応用, 日胸, 37(10): 757—769, 1978
 - 19) 田中 寛, 倉田昌彦, 室本 仁: 縦隔疾患のCT スキャン, 臨放, 24: 35—46, 1979
 - 20) 小室康男, 米田修一, 西島昭吾, 本間 威, 吉田清一, 鈴木文直, 山本 鼎, 砂倉瑞良: CTscanの胸膜病変への応用, 日胸, 39(6): 448—459, 1980
 - 21) 蜂屋順一, 是永建雄, 成松明子, 吉村克俊, 田坂皓: 胸部疾患のCT, 臨放, 22: 269—278, 1977
 - 22) 園山 明, 松田 一, 中村慎一郎, 宝来 威, 池上晴通, 松田 実, 鍋島秀雄, 土井 修: 肺癌診断へのCTの応用, 日胸, 39(8): 638—643, 1980
 - 23) Jost, R.G., Sagel, S.S., Stanley, R.J. and Levitt, R.G.: Computed tomography of the thorax. *Radiology*, 126: 125—136, 1978
 - 24) Mintzer, R.A., Malave, S.R., Neiman, H.L., Michaelis, L.L. and Vanecko, R.M.: Computed vs. conventional tomography in evaluation of primary and secondary pulmonary neoplasms. *Radiology*, 132: 653—659, 1979
 - 25) Mcleod, R.A., Brown, L.R., Miller, W.E. and Deremee R.A.: Evaluation of the pulmonary hila by tomography. *Radiological Clinics of North America*, 14: 51—84, 1976
 - 26) Takahashi, M.: Color atlas of cancer cytology. 267—334. Igaku-shoin, Tokyo. New York, 1981
 - 27) 沢村猷児, 古瀬清行, 横山邦彦, 河原正明, 渡辺幸司, 松田 実, 土井 修, 福岡正博, 楠 洋子, 宮本 武, 橋本武志, 玉井精雄, 高田 実, 根来俊雄, 於勢伝三, 岡崎正義, 岡田静雄, 赤土洋三, 野田 定, 川井一男, 宇野悠爾: 肺門部早期肺癌の発見方法の検討, 日胸, 36(9): 658—666, 1977
 - 28) 橋本武志, 沢村猷児, 古瀬清行, 岸田敏子, 寺本友昭, 楠 洋子, 福岡正博, 山本 暁: 集検における喀痰細胞診の陰路: 喀痰細胞診による肺癌の早期発見へのアプローチ, 肺癌, 21(1): 27—35, 1981
 - 29) 小野良祐, 池田茂人, 成毛韶夫, 雨宮隆太, 下里幸雄: 気管支ファイバースコープによる気管支壁の癌浸潤範囲決定に関する研究, 肺癌, 16(3): 193—206, 1976
 - 30) 雨宮隆太, 林 永信, 永井完治, 河内 堯, 早川和志, 吉本裕子, 滝沢延彦, 鈴木恵子: 気管支ファイバースコープ所見による早期癌および進行癌における局在の検討—特に血管所見を中心に—, 気管支, 2(2): 135—143, 1980
 - 31) 福岡正博, 玉井精雄, 高田 実, 根来俊一, 松井薫, 酒井直道, 大串文隆, 古瀬清行, 河原正明, 橋本武志, 沢村猷児: 早期肺癌及び進行肺癌の局在診断, 気管支, 2(2): 145—154, 1980
 - 32) 河野通雄, 佐古正雄, 坂本一夫, 横川修作, 高田佳木, 大林加代子, 平田勇三, 西脇行雄, 木村修治, 辛島 博: 肺癌 X線集検の為の間接断層撮影法に関する研究, 肺癌, 20(3): 243—249, 1980
 - 33) 曾根脩輔, 小竹 武, 東原恵郎, 森本静夫, 中西省三: 肺門部肺癌の単純像および断層像による解析 (1), 臨放, 21: 949—960, 1976
 - 34) 土屋了介, 江口研二, 森山紀之, 小野良祐, 宮沢直人: 肺癌における気管支病変の局在診断—CT, Xerotomography, BAGなどを用いての診断—, 気管支, 2(2): 169—173, 1980
 - 35) 下里幸雄, 雨宮隆太, 池田茂人, 成毛韶夫, 末舛恵一: 肺門部早期扁平上皮癌の肉眼所見について, 気管食道会報, 26(4): 174—182, 1975
 - 36) 池田茂人編: 肺門部早期肺癌図譜, 医学書院, 東京, 1976