The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	X線学的肺機能についての研究 : 乳癌術後照射による肺機能の変化
Author(s)	田岡, 忠弘
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1965, 24(12), p. 1242-1254
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/18154
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

特別掲載

X線学的肺機能についての研究
乳癌術後照射による肺機能の変化

徳島大学医学部放射線医学教室（主任　河村文夫教授）
田　岡　忠　弘

（昭和40年1月25日受付）

Roentogenological studies on the plumonary function.
On the plumonary function of the postoperative irradiation on the breast cancer

Tadahiro Taoka
(Department of Medical Radiology, School of Medicine, Tokushima University, Tokushima)
(Director; Professor, Fumio Kawamura)

This paper deals with the regional pulumonary function of the patients who had breast cancer operated before irradiation by means of the densoplanigraphy. The results obtained as follows;

1. The regional pulmonary function during and soon after irradiation was not changed by the densoplanigraphy.

2. On the patients over 2 months after irradiation, the pulmonary function was reduced at the irradiated portion of the lung and on the patients over 6 months after the irradiation, the function was more reduced than the above cases. The changes on the patients over 6 months after the exposure might be caused by cicatrization and the changes was not restrable.

緒　言

胸部における放射線治療は，肺癌に対しては早期手術療法と共に有力なる手段であるが，照射による肺障害として照射肺臓炎，照射肺線維症などが必発し[1)~5)]，治療上に多くの制限を与えていることが報告されている[6)].

乳癌手術後照射においても可成の頻度で照射肺臓炎或いは照射肺線維症の発生が報告されている．しかしこの発生に要する線量とか，発生までの期間等の発生因子については明らかでない．この点について肺機能の面より追求を試みた．

肺機能の検査法[7)8)]は近年著しい発展を示しているが，多くは高価な計測器や高度に習熟した手技を必要し，特殊検査法として限られた症例しか実施し得ないのが現状である．

X線学的肺機能検査法はHurtado[9)]以来X線写眞から全肺容量を，あるいは左右分割肺活量を求める方法が試みられたが，これらはいずれも正常人にあてはまるが病的な場合にはあてはまらず，臨床的には応用し得ないと云われている．河村[10)]，三浦[11)]らは水フアントームを使用して肺野のCinedensographyによる検査法が臨床的に実用し得るこることを報告し，その後星野[12)]らはX線テレビを用いBrown管上の肺野輝度の変化により，戸塚[14)]らはX線走査キモグラムを応用して肺機能検査を試み，いずれも臨床的に応用出来ることを確め，更に部分的肺機能もうかがう事が出来ると云う．

本報においては，水フアントームを用いたX線学的肺機能検査法により，乳癌術後照射による肺

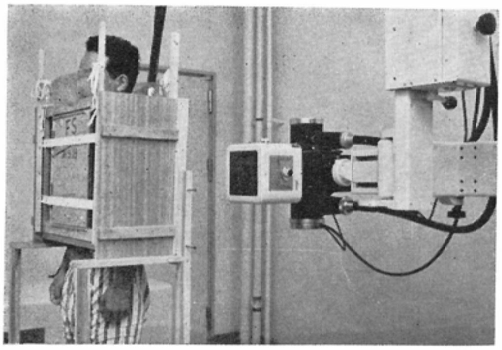


Fig. 1 The method of roentgenographing of the chest

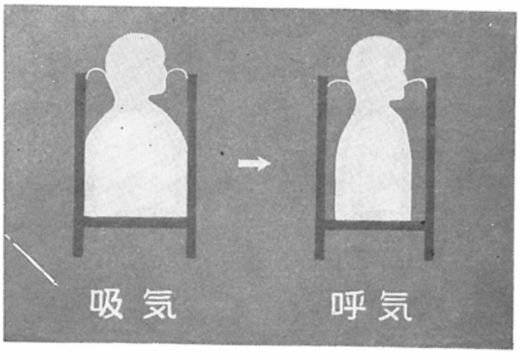


Fig. 2 Schematic presentation of the appartus used for exposure

機能の変化を照射前より経時的に測定し，照射後の肺機能低下の発生因子について検討を加えた．

測定方法

X線学的肺機能検査法は水ファントーム法[10]によつた．被検者を水ファントーム枠内に立たせ，胸廓の前後に温水を充たしたビニール袋を置き，これを二枚の平行プラスチック板の間に狭む（Fig. 1）．呼吸運動により肺が拡張収縮を繰り返し，胸廓の厚さが変化するにつれて，水の層の厚さが変化する．そして呼吸による肺の容積の変化を水の厚さの変化に置き換えることが出来る．Fig. 2 に示す如く，吸気時には水の層はうすくなり，X線の透過量は増加する逆に呼気時には水の層が厚くなり，X線の透過量が減少する．こうしてX線量と黒化度の間に直線的関係の成立するフイルムの使用条件[11]（黒化度 0.4乃至 1.8）となる様

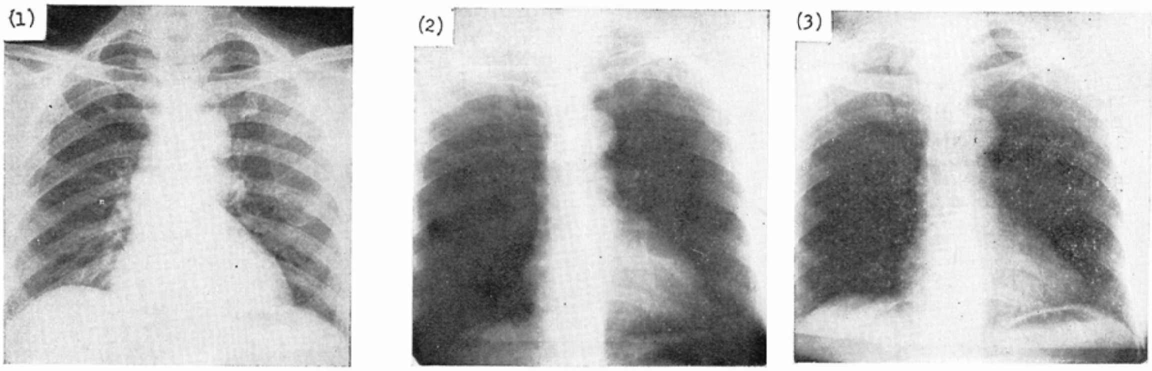
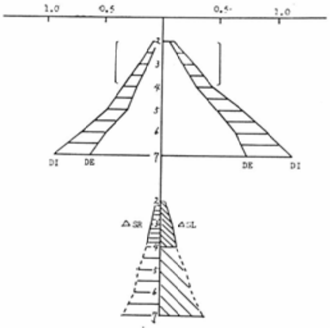
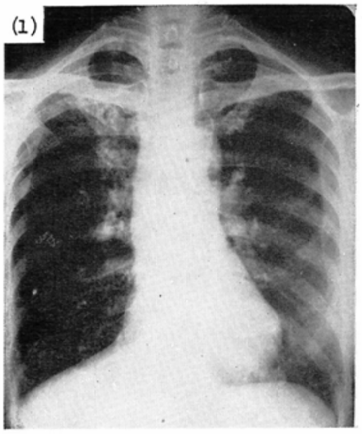
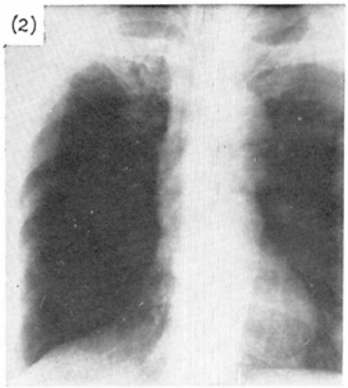


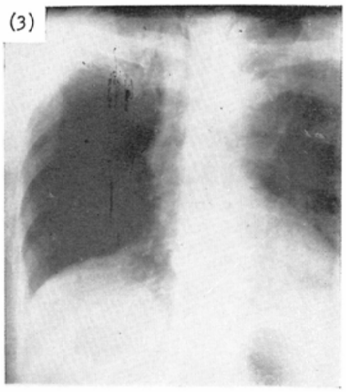
Fig.3 M.T. 43 Female
normal case
1) Routine chest film
Densograms
2) at the maximal inspiration
3) at the maximal expiration

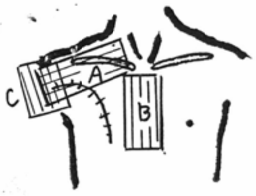


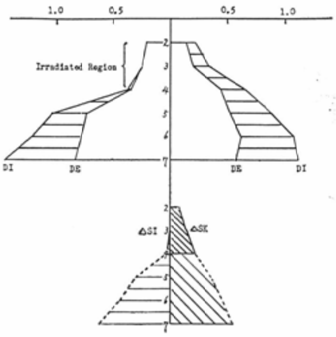
$$\frac{\Delta SR \times AR}{\Delta SL \times AL} = \frac{VCR}{VCL} = 0.85$$









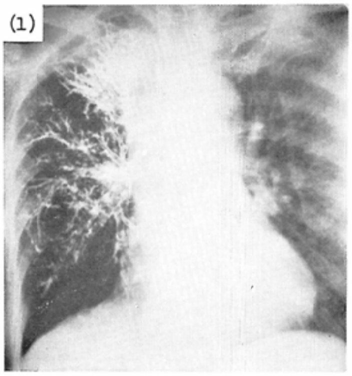


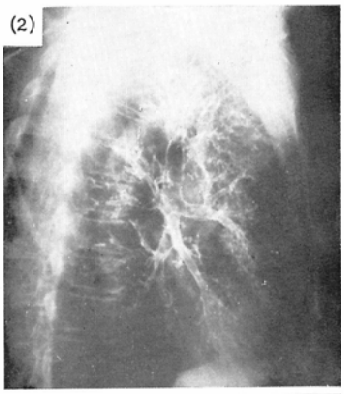
$$\frac{\Delta SI \times AI}{\Delta SK \times AK} = \frac{VC\,I}{VC\,K} = 0.03$$

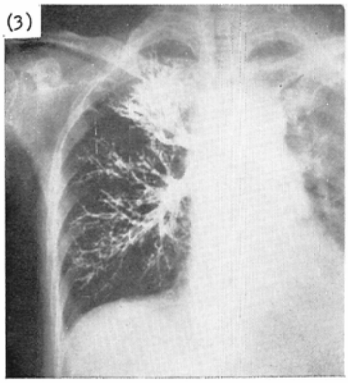
Fig.4 K.I. 55 Female

1) Routine chest film
   Densograms at 1.7 years after irradiation
2) at the maximal inspiration
3) at the maximal expiration

Area	Tumor Dose
A: 15 10cm	3500 r
B: 10 14cm	3500 r
C: 10 10cm	4000 r







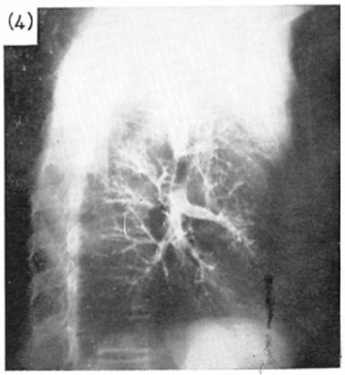


Fig.5
Broncho grams of Fig.4
1) 2). at the maximal inspiration
3) 4). at the maximal expiration

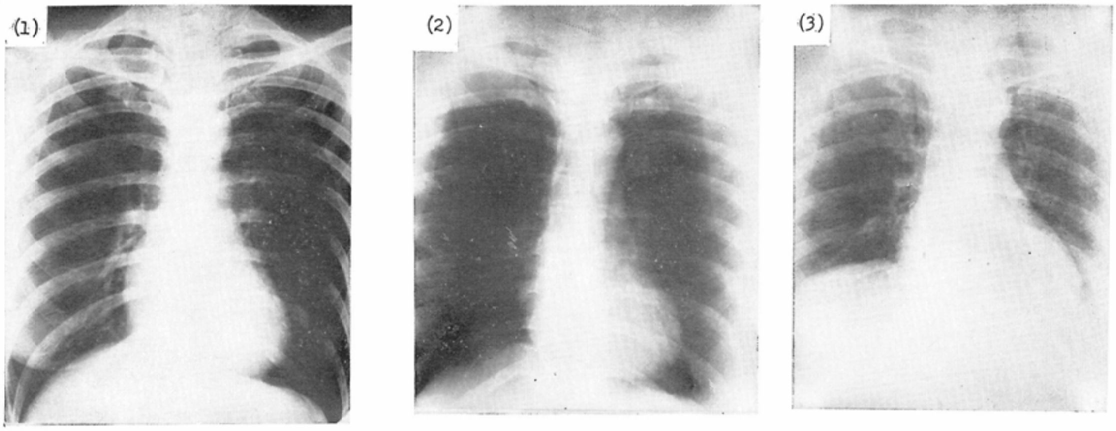
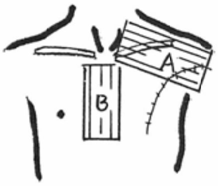
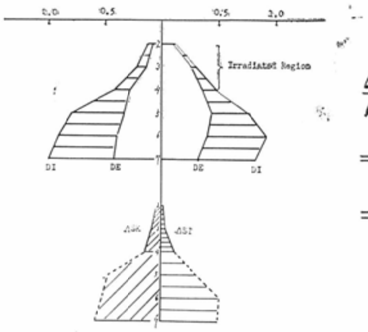


Fig.6 M.S. 51 Female

1) Routine chest film
   Densograms at 2 months
   after irradiation
2) at the maximal inspiration
3) at the maximal expiration

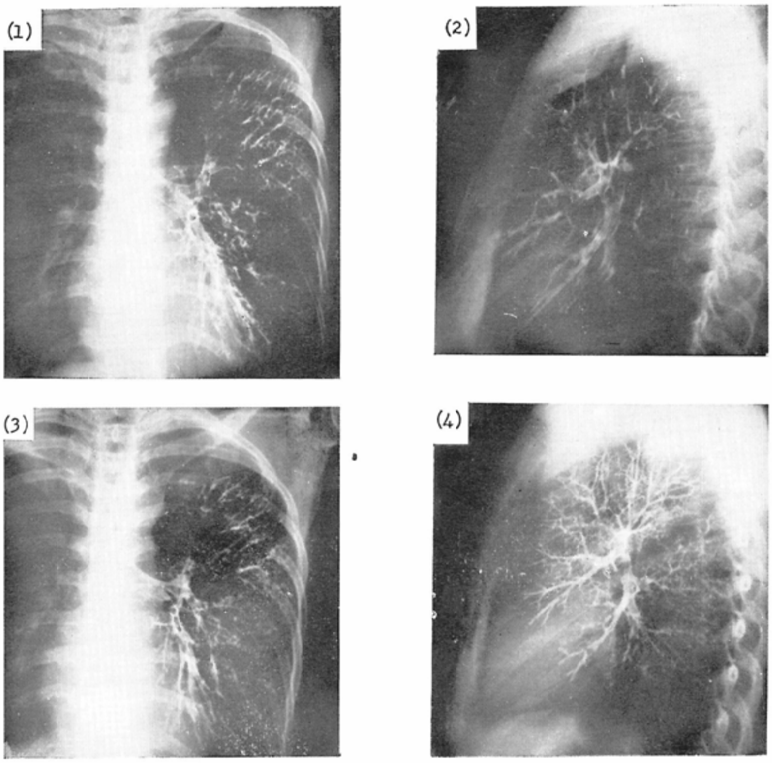


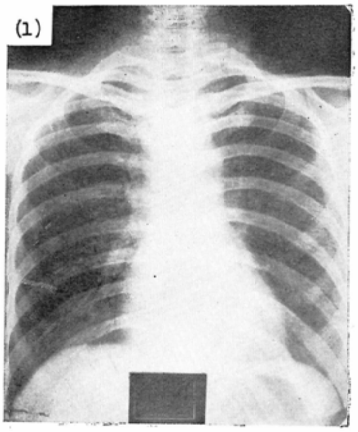
	Area	Tumor Dose
A:	17 6 cm	4000 r
B:	5 11cm	4000 r

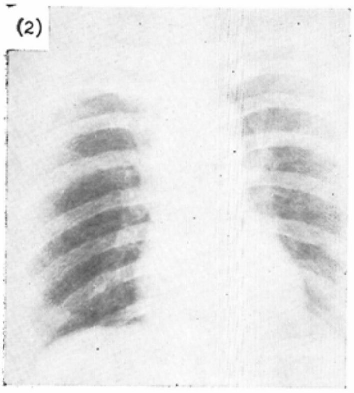


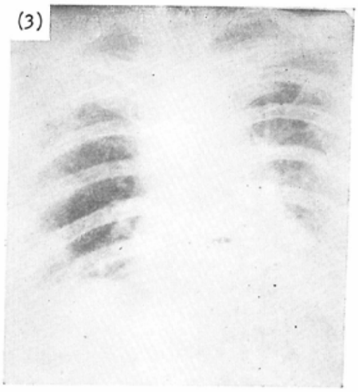
$$\frac{\Delta SI \times AI}{\Delta SK \times AK} = \frac{VCI}{VCK} = 0.70$$

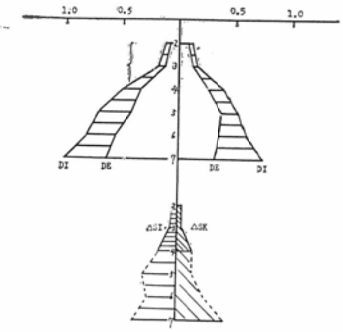
Fig.7
Broncho grams of Fig.6
1) 2). at the maximal
       inspiration
3) 4). at the maximal
       expiration





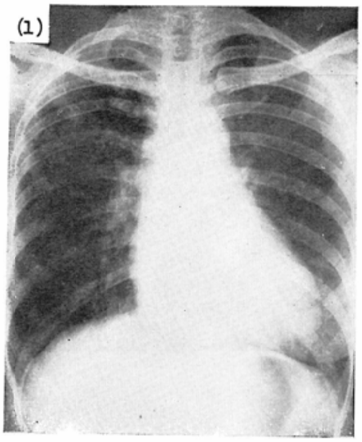


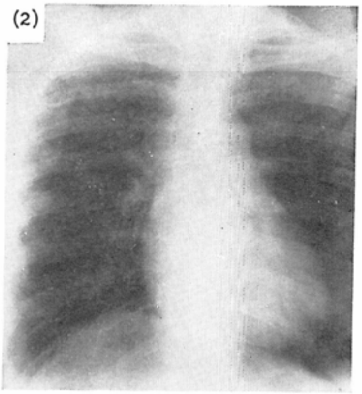


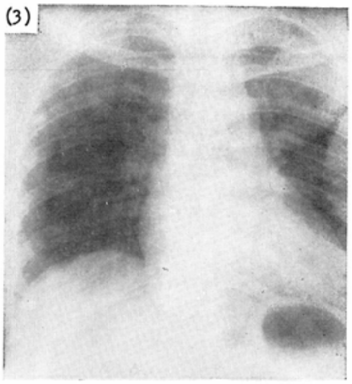


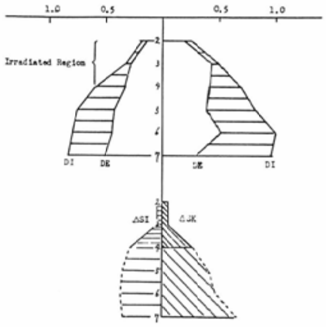
$$\frac{\Delta SI \times AI}{\Delta SK \times AK} = \frac{VC\,I}{VC\,K} = 1.18$$

Fig.8 S.O. 41 Female
non-inadiated case
1) Routine chest film
Densograms at 3 months after operation
2) at the maximal inspiration
3) at the maximal expiration







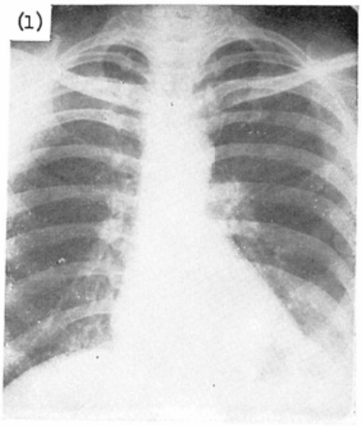


$$\frac{\Delta SI \times AI}{\Delta SK \times AK} = \frac{VC\,I}{VC\,K} = 0.87$$

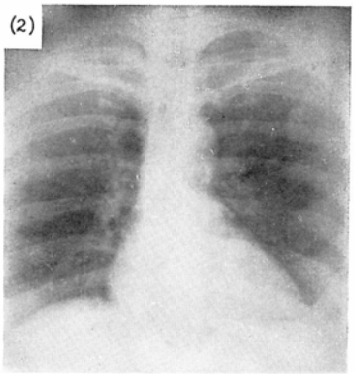
Fig.9 K.A. 43 Female

1) Routine chest film
Densograms during irradiation
2) at the maximal inspiration
3) at the maximal expiration

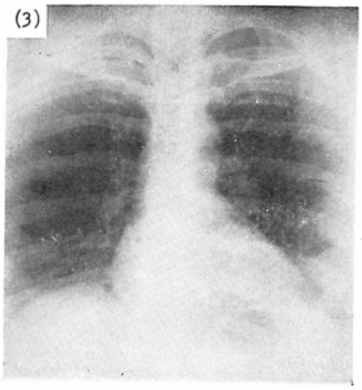
(1)



(2)



(3)



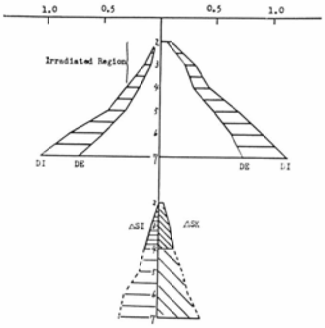
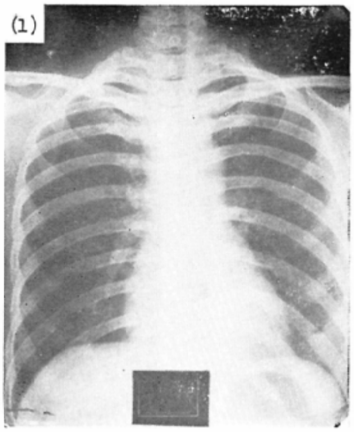


Fig. 10 A.Y. 40 Female

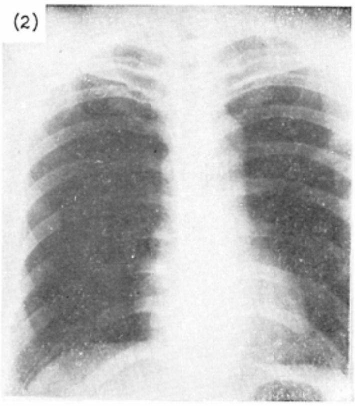
1) Routine chest film
   Densograms at 1 day
   after irradiation
2) at the maximal inspiration
3) at the maximal expiration

$$\frac{\Delta SI \times AI}{\Delta SK \times AK} = \frac{VcI}{VcK} = 0.70$$

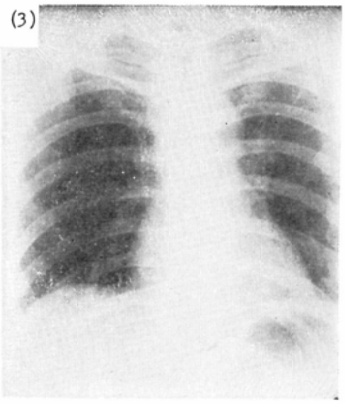
(1)



(2)



(3)



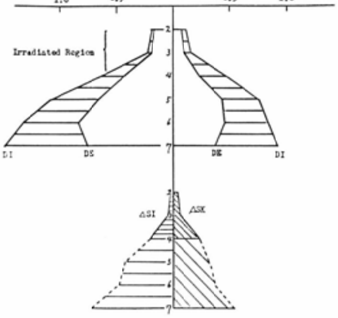
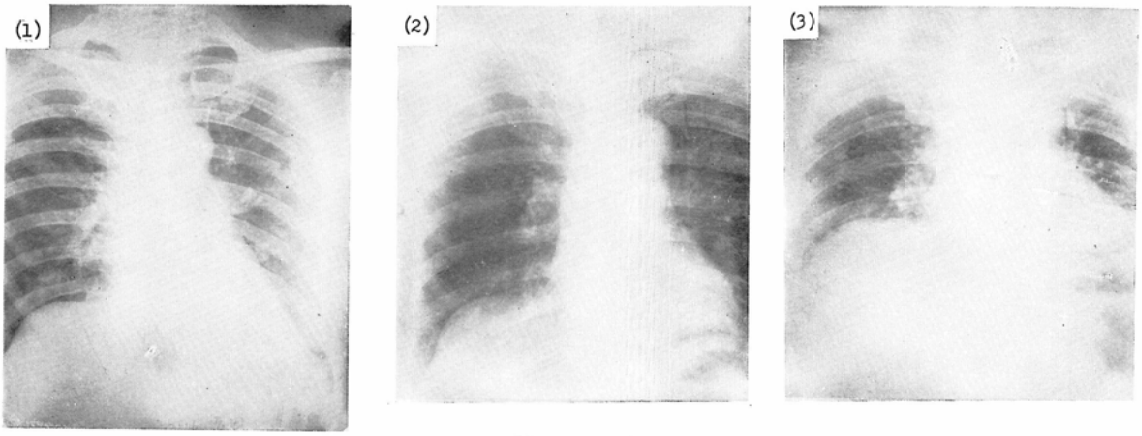


Fig.11 S.O. 41 Female

1) Routino chest film
   Densograms at 2 months
   after irradiation
2) at the maximal inspiration
3) at the maximal cxpiration

$$\frac{\Delta SI \times AI}{\Delta SK \times AK} = \frac{VcI}{VcK} = 0.75$$



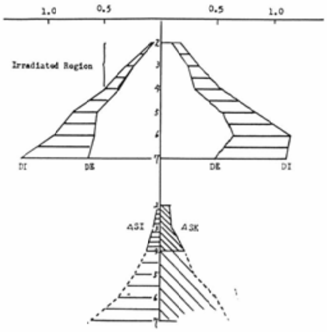
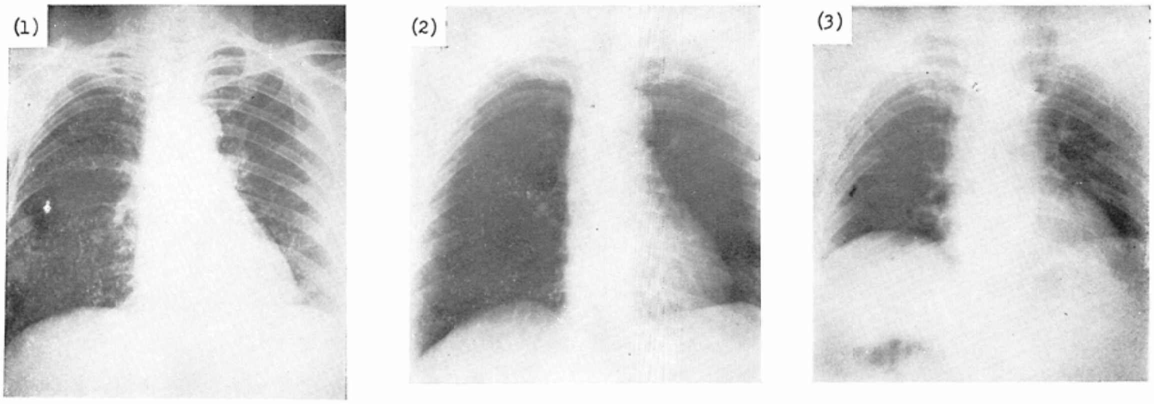


Fig.12 M.N. 45 Female

1) Routine chest film
   Densograms at 4 months
   after irradiation
2) at the maximal inspiration
3) at the maximal expiration

$$\frac{\Delta SI \times AI}{\Delta SK \times AK} = \frac{VC\,I}{VC\,K} = 0.48$$



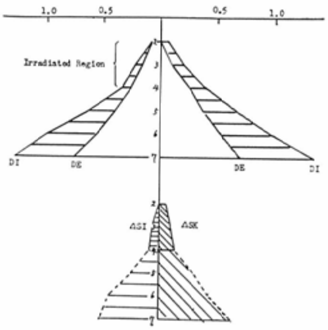


Fig.13 I.S. 44 Female

1) Routine chest film
   Densograms at 6 months
   after irradiation
2) at the maximal inspiration
3) at the maximal expiration

$$\frac{\Delta SI \times AI}{\Delta SK \times AK} = \frac{VC\,I}{VC\,K} = 0.43$$

な露出を与えればこのX線の透過量の変化は，フイルム上の肺野各部の濃度変化となる．これを黒化度計を用いて測定すれば，肺野各部の含気量の変化を知り，肺機能をうかがう事が出来る．

深吸気時及び深呼気時撮影の二枚のフイルムで，左右各肺野後方肋間の黒化度から，基礎黒化度を差し引いた値を，それぞれ吸気濃度，呼気濃度とし，又吸気濃度と呼気濃度の差を濃度差とする．

先ず横軸に黒化度をとり，縦軸に各後方肋間部をとる．そして縦軸の両側に左右各肺野の吸気濃度及び呼気濃度をとり，それぞれ線で結び左右各肺野の吸気濃度曲線（ＤＩ）及び呼気濃度曲線（ＤＥ）を描く．すると２本の曲線（ＤＩ，ＤＥ）に囲まれる部分は濃度差（ΔS）となる．こうして濃度差をグラフに表わし，局所の面積を乗じ，左右各々を比較することによつて，部分的肺機能の変化を推測した．肺面積は普通吸気時撮影のX線フイルムで測定した．

照射方法

当科における乳癌手術後患者の照射方法は通常次の如くである．（Fig. 4, Fig.6）

鎖骨上下窩及び腋窩を含む15×10cm^2 の照射野をとり，腋窩部は更に後方より10×10cm^2 の照射野で不足線量を追加した．胸骨部は通常７×12 cm^2 の照射野をとつた．１回照射線量は 200r（皮膚面における空中線量）で鎖骨上下窩は主として ^{60}Co を用い，胸骨部はX線（200ＫＶ，ＨＶＬ２mmCu）又は ^{60}Co を用いた．皮膚線源間距離は通常50cmである．

病巣部の深さは通常鎖骨上下窩では３cm，腋窩では５cm，胸骨部では３cmとして計算した．病巣線量は腫瘤を認めない場合には3500r乃至5000r，腫瘤を認めた場合には6000r 程度を照射した．手術野は照射せず，再発を見た場合には Ra 針を挿入又は剔出術を行つている．

正常人における肺機能

症例　M.T.　43才　女　(Fig. 3)

生来健康で既往歴に特記すべき事はない．現在も何等胸部に関する自覚症なし，普通写眞の上でも全く異常を認めない．

部分的肺機能検査結果では鎖骨上下窩に相当する肺野（L_2～L_4 及び R_2～R_4）の左右濃度差比 ΔSR/ΔSL は0.80，その面積比 AR/AL は1.06と測定され，その換気量比 VCR/VCL は

$$\frac{\Delta SR \times AR}{\Delta SL \times AL} = \frac{VCR}{VCL} = 0.85$$

と計算される．正常人では一般にこの比は1.20乃至0.80で，本症例は正常範囲であつた．

乳癌術後照射例における肺機能

症例　K.I.　55才　女　会社員（Fig. 4,5）

現症：２年前右乳房に小豆大の腫瘤を触知したが，自発痛や圧痛はなく放置していた．入院前腫瘤は増大し，軽度の牽引感を覚えたので外科を受診，右乳癌と診断され入院した．

入院時所見にて右乳房下外側に拇指頭大の腫瘤を認めるが，右腋窩及び鎖骨上下窩にはリンパ節を触れない．

手術及びその後の経過

右乳房切除術並びに右腋窩リンパ節廓清術をうけた．腫瘤は病理組織学的に腺癌と診断されたが，腋窩リンパ節等えの転移は認められていなかつた．

術後49日目から ^{60}Co 照射が行なわれ，図の如く右鎖骨上下窩に対しては右腋窩も含めて30日間に病巣量3500r（以下病巣量），縦隔洞にも30日間に3500r を照射し，更に腋窩に対しては背側より照射を追加して，合計38日間に4000r の照射を行つた．右鎖骨上下窩に対する照射は，深部７cmで約2200r となり，右肺尖及び上肺野は中心において平均2200r 照射された計算となる．右腋窩及び縦隔洞リンパ腺に対する照射は，出来るだけ肺野をさけ，手術野に対する胸壁照射は行わなかつた．

照射終了後，咳嗽，胸痛，微熱，倦怠感等の愁訴はみられなかつた．

６ケ月後のX線像では照射部位に一致して肺紋理集束による直線状の索状影を認め，肺線維症を疑わしめた．この陰影は其後変化せず３年に及んでいる．

照射終了後１年９ケ月で照射野の肺機能を測定した．

肺活量は1850ccで標準値2550cc（海老名氏式）の73%に相当し，軽度の減少を認めた．

水ファントーム法による Densogram では，正常人の左右肺尖及び上肺野濃度差の比は，おゝむね 0.8から 1.2であるが，本例の右肺尖及び上肺野濃度差（照射部）⊿SI と左肺対応部濃度差⊿SK の比は0.03と正常に比べ非常に小さな値を示した．その面積比 AI/AK は1.04と測定され，したがつて換気量の比 VCI/VCK は

$$\frac{\Delta SI\times AI}{\Delta SK\times AK}=\frac{VCI}{VCK}=0.03$$

と計算される．照射部分の換気量は対側に比し非常に少い．しかし被照射部の深呼気時濃度は対側肺の対応健康部の値よりも大きく，残気量はむしろ増加し肺気腫性の変化をおこしていると考えられた．

本症例における気管支造影像（Fig. 5）では，右上葉枝に著明なる拡張と集束像を認めた．深吸呼気により気管枝腔の拡張収縮はみられず，気管枝樹の拡がりも認められない．

胸部X線写眞上明らかに肺線維症を認めるものでは，部分的肺機能検査法でも局所の肺機能低下を認め，この本態は肺の瘢痕性変化によるものと考えられるが，これは気管支造影像の所見と一致していることが確められた．

症例　M.S.　51才　女　家婦　（Fig. 6,7）

現症：3年前左乳房上外側に豌豆大の腫瘤を触知し，試験切除の結果，慢性乳腺炎と云われた．その後1年後に試験切除の手術創に一致して再び腫瘤を生じ，漸次増大の傾向を示し自発痛あり，腫瘍剔出術を受け病理組織学的に腺癌と診断され直ちに外科に入院した．

入院所見にて左乳房は右乳房に比し，幾分萎縮挙上し，左乳房上外方に約7cmの手術創がみられるが，腫瘤は触知されない．左腋窩及び鎖骨上下窩のリンパ節も触れない．

手術及びその後の経過

前回の手術創瘢痕及び左乳房と共に，大胸筋を広汎に切除し，同時に左腋窩リンパ腺の廓清術を行つた．術後1ヶ月目から ^{60}Co 照射が行なわれ，図の如く左鎖骨上下窩と左腋窩を含めて28日間に，それぞれ病巣量4000r 及び3000r を，縦隔洞には29日間に4000r の照射を行つた．左鎖骨上下窩に対する照射は，必然的に左肺尖及び上肺野も照射し，その線量は肺野の中心で2500r と計算される．縦隔洞に対する照射は肺野を避け，手術野に対する胸壁照射は行なわなかつた．照射中及び終了後も食思不振，軽度の倦怠感を訴えたが，咳嗽，胸痛，微熱等の愁訴はみられなかつた．

照射終了2ヶ月後のX線像では，左肺野が全体に明るい他には一見何等の変化も認められない．

照射終了2ヶ月で照射野の肺機能を測定した．肺活量は2050ccで標準値2710cc（海老名氏式）の76%に相当し，軽度の減少を認めた．照射部と対側肺対応健康部の濃度差比 ⊿SI/⊿SK は0.65，その面積比AI/AK は0.97と測定され，したがってその換気量比 VCI/VCK は

$$\frac{\Delta SI\times AI}{\Delta SK\times AK}=\frac{VCI}{VCK}=0.63$$

と計算される．被照射部の換気量は対側に比し軽度の減少を示す．被照射部の深呼気時濃度は対側肺の対応健康部よりも大きく，残気量は増加して肺気腫性の変化をおこしていると考えられた．

本症例における気管支造影像（Fig. 7）では，B_{1+2} が全く運動せず，B_3 の動きも微弱であり造影剤の進展は不良である．これは部分的肺機能検査法による肺機能低下の所見と，よく一致し普通写眞の上では一見著変を認められないものでも，水ファントーム法によれば肺機能の低下を知ることが出来ることを示している．

乳癌手術後未照射例における肺機能

症例　S.O.　41才　女　（Fig. 8）

3ヶ月前，右慢性乳腺炎及び悪性変化の疑で右乳房切除術及び腋窩リンパ節廓清術を受けたが，切除乳腺には病理組織学的に悪性の所見は認められず放射線治療は受けていない．術後右上肢に運動制限あり，前方及び側方に90°以上挙上することが出来ない．水ファントーム法による両側肺尖及び上肺野の濃度差比⊿SI/⊿SKは1.20で，これは正常範囲の上限であつた．又その面積比 AI/AK は0.94で術側はわずかに小さかつた．その換気量の比 VCI/VCK は

$$\frac{\Delta SI\times AI}{\Delta SK\times AK}=\frac{VCI}{VCK}=1.11$$

となり，術側肺尖及び上肺野に換気量の低下は認

Table 1. The pulmonary function of the postoperative breast cancer patients.
(non-irradiation and within a month after irradiation)

Case	Times	Tumor dose	Lung dose	⊿SI/⊿SK	$\frac{⊿SI \times AI}{⊿SK \times AK}$	Degree of dysfunction
M. S.	6 m. after operat.	non-irrad.	……	1.14	1.10	−
S. O.	3 m. after operat.	〃	……	1.20	1.11	−
N. B.	1 m. after operat.	〃	……	1.11	0.98	−
M. T.	〃	〃	……	0.83	0.83	−
K. A.	during irrad	3500 r/23 (γ)	2500 r	0.90	0.87	−
Y. D.	〃	3000 r/20 (X)	1900 r	0.75	0.78	−
K. H.	〃	2700 r/18 (X)	1700 r	0.81	0.83	−
A. Y.	1 d. after irrad.	3900 r/25 (X)	2800 r	0.74	0.70	+
K. Y.	〃	4000 r/27 (X)	2500 r	0.73	0.77	−
T. K.	1 w. after irrad.	5500 r/38 (X)	3500 r	0.65	0.62	+
J. T.	1 m. after irrad.	4000 r/30 (γ)	2500 r	0.78	0.78	−

Abbreviations : 卌 ; 0—0.25, ⧺ ; 0.26—0.50, + ; 0.51—0.75, − ; 0.76—.
m. ; month, d ; day, w. ; week.

められなかつた．

乳癌根治手術後放射線治療を受けていないものの肺尖及び上肺野の部分的肺機能検査結果（Tabld 1）では，術後6ヶ月に及ぶもいずれも正常範囲であつた．乳癌根治手術後には軽度の上肢運動制限が必発するが，それによる肺尖及び上肺野の肺機能低下は認められない．

乳癌手術後照射中の肺機能

症例 K.A. 43才 女 (Fig. 9)

右乳癌根治手術後，放射線治療中である．普通写眞においては照射部に変化を認めない．右鎖骨上下窩及び縦隔洞には23日間に3500r． 右腋窩には2900r 照射されており，右肺尖及び上肺野は中心で2500r 照射されている．照射部 (R_2〜R_4) と対側肺の対応健康部 (L_2〜L_4) の濃度差比⊿SI/⊿SK は0.90，面積比 AI/AK は0.96と測定され，したがつてその換気量の比 VCI/VCK は

$$\frac{⊿SI \times AI}{⊿SK \times AK}=\frac{VCI}{VCK}=0.87$$

と計算され，左右略々等しい．

照射中のものでは（Table 1），いずれも肺機能は正常範囲であつた．

乳癌手術後照射終了1月以内の肺機能

症例 A.Y. 40才 女 (Fig. 10)

右乳癌根治手術後，放射線治療終了1日目に測定した．普通写眞においては照射部に変化を認めない．右鎖骨上下窩及び縦隔洞には25日間に3900r，右腋窩には32日間に4000r照射され，右肺尖及び上肺野は中心で2800r 照射された計算となる．照射部 (R_2〜R_4) と対側肺の対応健康部 (L_2〜L_4) の濃度差比 ⊿SI/⊿SK は0.74，その面積比AI/AK は0.95と測定され，したがつてその換気量の比 VCI/VCK は

$$\frac{⊿SI \times AI}{⊿SK \times AK}=\frac{VCI}{VCK}=0.70$$

と計算され，照射部には軽度の換気量減少を認めた．

照射後1ヶ月以内のものの部分的肺機能検査結果（Table 1）では，照射部換気量は正常範囲の下限乃至軽度の減少が認められた．

乳癌手術後照射終了後1〜6月以内における肺機能

症例 S.O. 41才 女 (Fig. 11)

右乳癌根治手術をうけ，放射線治療終了2ヶ月後である．普通写眞では変化を認めない．右鎖骨上下窩及び右腋窩をふくめて28日間にそれぞれ4200r及び3600r を，縦隔洞には28日間に4200r 照射し，右肺尖及び上肺野は中心で3100r 照射されている．照射部 (R_2〜R_4) と対側肺の対応健康部 (L_2〜L_4) の濃度差比 ⊿SI/⊿SK は0.79，面積比 AI/AK は0.95と測定され，したがつてその換気量比 VCI/VCK は

Table 2. The pulmonary function of the breast cancer patients from 1 to 6 months after postoperative irradiation.

Case	Times	Tumor dose/Days	Lung dose	ΔSI/ΔSK	$\frac{\Delta SI \times AI}{\Delta SK \times AK}$	Degree of dysfunction
T. K.	1 month	5500 r/ 38 (X)	3500 r	0.72	0.68	+
K. S.	2 months	4000 r/ 28 (X)	2500 r	0.84	0.81	—
K. H.	2 months	4000 r/ 27 (X)	2500 r	0.21	0.28	卄
M. S.	2 months	4100 r/ 28 (X)	2500 r	0.65	0.70	+
S. O.	2 months	4200 r/ 28 (γ)	3100 r	0.79	0.75	+
T. T.	3 months	3600 r/ 25 (X)	2300 r	0.44	0.48	卄
M. N.	4 months	4000 r/ 29 (γ)	3000 r	0.50	0.48	卄

Abbreviations : 卌 ; 0 —0.25, 卄 ; 0.26—0.50, + ; 0.51—0.75, — ; 0.76—

Table 3. The pulmonary function of the postoperative breast cancer patients from 1 to 6 months after irradiation.

Case	Times	Tumor Dose/Days	Lung dose	ΔSI/ΔSK	$\frac{\Delta SI \times AI}{\Delta SK \times AK}$	Degree of dysfunction
H. S.	6 months	3900 r/ 35 (X)	2400 r	0.69	0.66	+
I. S.	6 months	4000 r/ 34 (X)	2500 r	0.50	0.48	卄
T. N.	6 months	4000 r/ 57 (X)	2500 r	0.40	0.40	卄
M. I.	7 months	2800 r/ 63 (X)	1800 r	0.38	0.41	卄
O. S.	8 months	4000 r/ 37 (X)	2500 r	0.54	0.49	卄
H. O.	19 months	4000 r/ 44 (γ)	2600 r	0.06	0.06	卌
S. K.	20 months	3700 r/ 41 (γ)	2400 r	0.11	0.09	卌
T. I.	20 months	4000 r/ 38 (γ)	2600 r	0.50	0.50	卌
K. I.	21 months	3500 r/ 30 (X)	2200 r	0.03	0.03	卄
S. H.	21 months	4800 r/ 51 (γ)	3200 r	0.11	0.11	卌
T. N.	24 months	4300 r/ 39 (γ)	2800 r	0.22	0.25	卌
U. O.	46 months	4800 r/ 54 (γ)	3200 r	0.24	0.21	卌

Abbreviations : 卌 ; 0 —0.25, 卄 ; 0.26—0.50, + ; 0.51—0.75, — ; 0.76—

$$\frac{\Delta SI \times AI}{\Delta SK \times AK} = \frac{VCI}{VCK} = 0.75$$

と計算され，照射部に軽度の換気量減少を認めた．

症例 M.N. 45才 女 (Fig. 12)

右乳癌根治手術をうけ，放射線治療終了4ヶ月後である．普通写眞には変化を認められない．右鎖骨上下窩及び縦隔洞には29日間にそれぞれ4000r，右腋窩には35日間4000r 照射し，右肺尖及び上肺野は中心で3000r 照射されている．照射部（R_2～R_4）と対側肺の対応健康部（L_2～L_4）の濃度差比 ΔSI/ΔSK は0.50，その面積比 AI/AK は0.96と測定され，したがつてその換気量比 VCI/VCK は

$$\frac{\Delta SI \times AI}{\Delta SK \times AK} = \frac{VCI}{VCK} = 0.48$$

と計算された．照射中には中等度の換気量減少が認められた．

照射終了後1～6ヶ月以内のものにおける部分的肺機能検査結果（Table 2）では，2ヶ月で軽度の肺機能低下を認め，それ以上経過したものでは可成の低下が認められた．

乳癌手術後照射終了6ヶ月以上の肺機能

症例 I.S. 44才 女 (Fig. 13)

右乳癌根治手術をうけ，放射線治療終了6ヶ月後である．普通写眞では変化を認めない．右鎖骨上下窩及び縦隔洞には29日間にそれぞれ 4000r，右腋窩には35日間に4000r 照射し，右肺尖及び上肺野は中心で3000r 照射されている．照射部（R_2～R_4）と対側肺の対応健康部（L_2～L_4）の濃度差比 ΔSI/ΔSK は0.45，その面積比 AI/AK は0.95と測定され，したがつてその換気量比 VCI/VCK

は

$$\frac{\varDelta SI \times AI}{\varDelta SK \times AK} = \frac{VCI}{VCK} = 0.43$$

と計算された．照射部には明らかな換気量の減少が認められた．

照射終了後6ヶ月以上経過したものの部分的肺機能検査結果（Table 3）では，照射部に明らかな換気量の減少が見られ，約4年経過したものでも同様であつた．

考　按

以上の結果を要約すると照射中の症例には肺機能低下を認めず，2～6ヶ月経過したものでは例外なく照射部に肺機能低下が認められ，6ヶ月以上経過したものでは変化が固定していた．しかも照射されていない症例では，肺機能の低下をみないことから，これは照射による変化と考えられる．この変化は被照射部の換気量減少であり，出現経過よりみて，照射による肺組織瘢痕化によるものと考えられる．

肺に放射線を照射したときの変化として，照射肺臓炎 Radiation Pneumonitis，あるいは照射肺線維症Radiation lung fibrosis が知られている．Grover[14] はこれを Roentgen Pleuropneumonitis とよび，Hines[15] は深部治療後に惹起さる肺の線維症について，又，Desjandins[16] は照射の心肺に対する作用について記載し，その後 Engelstad[17] 及び Warren は肺に対する照射の影響を実験病理学的に研究している．中原[18]は肺内深部線量が2000～3000r に達すると比較的高率に放射性肺炎が発生するとし，立野[19] は4000～5000r，照射期間平均21週間で発生をみたと述べ，又梅垣[20]は1月に2000r 程度以下では殆ど本症の発生をみない，2000r を超えると，可成の率にX線像上に変化を認めると述べている．

昭和36年4月以降，当科に於て乳癌術後放射線治療を行つた患者の内27名について照射後の影響を観察した．照射野は病側鎖骨上下窩及び腋窩，縦隔洞におき，それぞれリンパ節に対して4週間乃至6週間で4000～4500r を照射した．このうち鎖骨上下窩に対する照射は必然的に肺尖及び上肺野に中心で2500～3000r の照射を与えることとなる．治療後咳嗽，胸痛，発熱等の自覚症状を来たしたものはほとんどなかつた．X線像の上で照射部位に限局して明らかに不均等な斑点状又は線状影等を認めたものは27名中4名にすぎず，他の症例は3年後でも普通写眞の上では一見変化を認めなかつた．

深吸気及び深呼気の状態を水フアントームにより同一の厚さとし，肺内換気量の変化を水の厚さの変化に置換し，フイルム上の濃度差から換気量の変化を推測し，障害の有無を調べた．

その結果照射中及び照射直後には換気量の減少をみないが，照射終了2ヶ月より局所の換気量減少が推測され，6ヶ月以上経過したものでは対側肺の対応健康部に比し著明な換気量減少が推測された．吉村[21]によれば照射肺臓炎は33例中17例（51.5%），中山[22]によれば30例中2例（7%）と，その発生頻度は非常に低い値を示しているが，これは乳癌術後照射の場合は，照射野が肺の辺縁部に位置するため自覚症状が少く，且つ普通写眞の上では変化が認め難いためと考えられる．水フアントーム法によれば全症例に例外なく照射後2ヶ月後より照射部位に限局して換気量の減少が推測され，これはくり返し検するも回復を認めず不可逆的な障害が存在していると考えられる．

中山[22]はX線照射例には照射性肺臓炎の発生をみず，^{60}Co照射例のみに認めたと述べているが，本症例群ではX線照射例，^{60}Co 照射例共に変化は等しく両者に差を認めなかつた．本症の肺機能については吉村[21] は患側肺内ガス混合の異常を認めたのみで，換気機能障害は認められなかつたとしているが，これは肺全体に対する機能検査であり，片側の肺尖及びその附近に限局する局所性の換気量減少を推測することは困難なためと思われる．亘野[23]は全肺容量の減少，換気障害，血管の絶対面積および伸展性の減少に伴う静脈血の動脈血化の低下，肺性高血圧及びこれに起因する肺性心又は循環不全等を認め，中山[22]は肺活量及び換気予備率の減少と患側肺活量の減少を認めているが，部分的肺機能については論ぜられていない．この点水フアントーム法は簡便で且つ部分的

肺機能をうかがう点に照射後の影響を知る優れた方法であつた.

水ファントーム法による部分的肺機能検査では何れも照射中には肺機能低下を認めず，照射後2ヶ月から肺機能低下が認められ6ヶ月以降になるとそれが固定することから考えて，これは照射による肺組織瘢痕化によるもので，照射後におこる一般的変化と考えられる.

岡[24]は照射後の障害影の本質は線維性無気肺であるとし，失われた肺容積の量を現わし得れば損失の比較を行う場合に便宜であると述べているが，本法こそこの要求に応えるものと思われる．更に我々の照射法では肺機能の低下は深吸気濃度と深呼気濃度の差の減少として現われ，照射部呼気濃度は対側健康部と比較して一般に減少していない．したがつて深呼気時の残気量は減少せず，肺機能低下の本質は照射局所の肺気腫性変化と換気量の減少である.

結　語

水ファントームを用いたX線学的肺機能測定法により，乳癌術後照射による部分的肺機能を測定した.

1. 乳癌手術後照射されていないものには肺機能の変化を認められない.

2. 乳癌手術後照射中及び直後には肺機能の低下を認められない.

3. 照射終了後2ヶ月以上経過したものでは例外なく照射部に一致して局所肺機能低下が認められる˙ 照射後6ヶ月後以上経過せるものでは高度な肺機能低下を認め，これは回復せず，照射による肺組織の瘢痕化によるものと考えられる.

本論文の要旨は，昭和38年9月，第111回徳島医学会及び昭和38年11月，第3回日本医学放射線学会西日本部会に於て発表した.

稿を終えるにあたり，終始御懇篤なる御指導御校閲をいただきましいた恩師，河村文夫教授に厚くお礼申し上げます.

又温温い御援助を惜しまれなかつた三浦孝文博士及び医局諸兄に深甚なる謝意を表します.

文　献

1) Mc Dntosh, H.C. and Spitz, S.: Am. J, Roentgenol. 41, 605 (1939).
2) Warren, S. and Spencer, I.: Am. J. Roentgenol. 43, 682 (1940).
3) Freid, J.R. and Goldberg, H.: Am. Roentgenol. 43, 877 (1940).
4) Borgstrom, K.E. and Gynning, I.: Acta Radiol, 47, 281 (1957).
5) 梅垣：放射線医学，808, 医学書院 (1959).
6) 金上，馬場，尾形，菊池：日本胸部臨床，21, 683 (1962).
7) 中村，滝島：肺機能とその臨床，文光堂 (1960).
8) 百瀬：綜合臨床，13, 877 (1964).
9) Hurtado, A. and Fray, W.W.: J. Clin. Dnvest. 12, 807 (1933).
10) 河村：日医放学会誌，21, 300 (1961).
11) 三浦：日医放学会誌，22, 250 (1962).
12) 星野，磯部：日医放学会誌，23, 1234 (1964).
13) 戸塚，溝上：臨床放射線，7, 642 (1962).
14) Grover, T.A.: Am. J. Roentgenol. 10, 471 (1923).
15) Hines, L.E.: J.A.M.A. 79, 720 (1922).
16) Desjandins, A.V.: Am. J. Roentgenol. 28, 701 (1923).
17) Engelstad, R.B.: Acta radiol. 18, 32 (1937).
18) 中原，藤井，林，高橋，池田，服部，松本：綜合医学，16, 1037 (1959).
19) 立野：臨床放射線，5, 27 (1960).
20) 梅垣：放射線医学，406, 医学書院 (1959).
21) 吉村，佐藤，牧田：日結，18, 99 (1959).
22) 中山，福原，平野，今：日内学会誌，49, 304 (1960).
23) 亘理：医学の歩み，32, 423 (1960).
24) 岡：臨床放射線，6, 15 (1961).