

乳房温存療法におけるいくつかの照射法の検討 —ファントム実験による線量分布の比較—

淡河 悦代

SELECTED RADIOTHERAPEUTIC PLANNING AND DOSIMETRY FOR CONSERVATIVE TREATMENT OF EARLY BREAST CANCER. — EVALUATION AND ANALYSIS FOR THE DOSE DISTRIBUTION MAPS ON PHANTOM —

Etsuyo OGOH

(Received 6 January 1997, accepted 7 August 1997)

Abstract: It is important for radiotherapy in breast conservative treatment to equalize dose distribution for a conserved breast, as well as to reduce radiation dose for the ipsilateral lung and contralateral breast. To obtain the optimal method of radiotherapy, I carried out an experimental study using an original hand-made phantom which was made from Mix-Dp and cork. In these experiments, I evaluated relative dose using the film dosimetry method and absolute dose using TLD, with three methods as a function of wedge filter angle; opposed pair method, non-opposed pair method, and half-field block method. As a result, we concluded that a non-opposed pair method with a 15-degree wedge filter seems to be optimal for the 4MV-Xray Linac in our institute.

Key words: Breast conservative treatment, Early breast cancer, Radiotherapy, TLD, Phantom

はじめに

乳房温存療法とは、基本的には早期乳癌に対し行われるもので、乳房内腫瘍切除術（縮小手術）および患側腋窩郭清術に放射線治療を併用する治療法である¹⁾。この治療法は近年、欧米においては一般的な治療法として受け入れられている²⁾。わが国においては、1989年4月より厚生省助成「乳がんの乳房温存療法の検討」班が発足し、その成果が発表される³⁾とともに、「乳房温存療法における放射線治療のガイドライン」による研究もなされ⁴⁾、近年は益々増加傾向にある。残存乳房に対する放射線治療（切線照射）を行うにあたり留意する点は、患側乳房内の線量分布をできる限り均等にし、患側肺への線量を軽減させ、対側乳房内への被曝線量を軽減させることである。今

回ファントム実験を行うことにより、相対的・絶対的線量を測定評価し、乳房温存療法における放射線照射法を比較検討したので報告する。

方 法

(1) ファントム作成

ファントム作成に関しては、乳房温存療法を行なった実際の症例の中から比較的平均的な乳房を選び、そのCT画像を参考にファントムを作成した。CTは横河製ProSeed撮影装置を使用し1cmスライスで撮影し、その各々のスライス面から体輪郭と肺・縦隔の輪郭を形取った。ファントムの乳房、胸壁及び縦隔には厚さ1cmのMix-DP（密度 約1.0g/cm³）を用い、肺野には厚さ1cmのコルク（密度 約0.3g/cm³）を使用し、乳頭部を通るスライス面より頭側へ5スライス

(5cm), 足側へ5スライス(5cm)の合計10スライス(10cm)を作成して積層にして使用した。尚ファントム作成上、肋骨・胸骨の挿入が困難であったため、CT画像を参考にその位置を推定して種々の評価を行なった。

(2) 照射方法

検討した症例の照射野は 7×21 cm, Gantryの角度は60度・240度であった。またBornsteinら⁹⁾により定義されている照射野後縁中点より乳房側にむかう照射野後縁と垂直方向での肺野の厚さであるCLD (Central Lung Distance) を用いると、その大きさは1.5cmであった。

シミュレーター装置は東芝製LX-8万能形シミュレーターを、放射線は放射線治療装置三菱医療用リニアックML-6M形からの4MVX線を使用した。リニアックの出力の安定のためには、定期的に校正を行ったJARP型線量計をもとに、その日の気圧、温度を補正し、出力の計算を行い照射を行っている。リニアックの出力精度(日変動)は0.3%以内であった。照射線量は、STD法にて1回照射を200cGyとした。

照射方法についてはFig. 1に示す通り3通りの方法が報告されている⁶⁾。対向する照射野を180度回転させただけのOpposed pair法、対向する2つの照射野の縁(体幹側)を互いに1つの平面に合わせるNon-opposed pair法、鉛ブロックを用い、照射野の半分を遮蔽することにより2つの照射野の縁(体幹側)を互いに1つの平面に合わせるHalf-field block法である。今回の実験では、これら3つの方法を検討することにした。遮蔽体としては7cm厚の鉛ブロックを使用した。また、各々の照射法にWedge Filter (以下WF) 無し・15度・30度を組み合わせ、合計9通りの方法について検討した。

(3) 線量測定法

線量は、ビーム中心軸上の体軸に垂直なスライス面(中心面:乳頭部を通る面)で評価した。まず、フィルム法にて各照射法における患側乳房の線量分布および相対線量を測定し、以下3項目について検討した。(1)各照射法の線量分

布(2)各照射法における最高線量から各線量レベルまでの積算された面積(例えば、最高線量~100%, 最高線量~90%, 最高線量~80%)(3)各照射法における肺野部分の各線量レベルでの面積。

フィルムはKodak Diagnostic Film X-OMAT.Vを使用し、中心面とその1つ頭側の面の間にフィルムをはさみ照射した。次にそのフィルムをSAKURA ISODENSITY RECORDER PDI-10を使用し測定した。自動現像機はKonica X-RAY FILM PROCESSOR KX-130を使用した。黒化度校正曲線の精度は0.3~0.8%で、日変動は0.7%以下であった。

次に線量測定用TLD (Thermoluminescent dosimetry) 素子(KYOKKO TLD TLD素子MBO-S)およびTLD熱蛍光線量計(極光 1200型)を用い、患側乳房と健側乳房について絶対

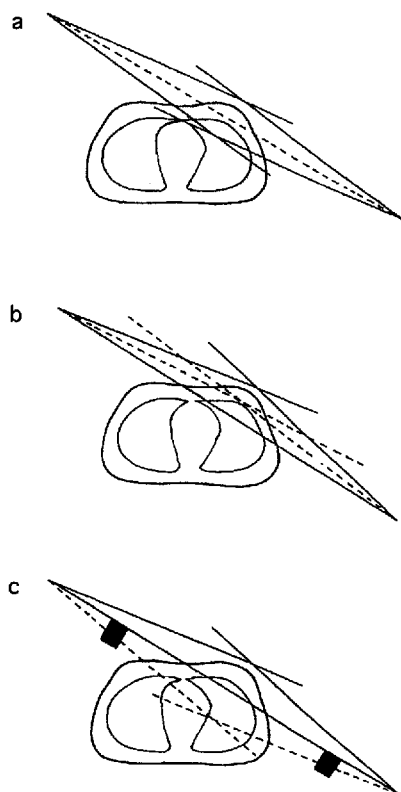


Fig. 1 Three methods of radiotherapy combined with wedge filter (a)Opposed pair method (b)Non-opposed pair method (c)Half-field block method

線量を測定した。TLD素子は熱処理後、照射野の $10 \times 10 \text{ cm}$ にて 200 cGy を照射し、測定を5回行いその平均値を基に校正定数を算出したが、その変動係数は $1.6 \sim 3.7\%$ の範囲であった。ファントム内に径 2.5 mm の穴を開け、各々の穴にTLD素子をファントム面に垂直に挿入し照射した。測定部位は患側乳房では次の8カ所 (Fig. 2a) である—①中心点 (isocenter) ②乳頭直下 (表面より 5 mm の部分) ③肋骨部 (Mix-DPとコルクの間) ④乳腺内 (正中点Aと患側中腋窩点Bを結ぶ線に平行な①を通る線上CDで①とCの $1/2$ の点) ⑤乳腺内 (正中点Aと中腋窩点Bを結ぶ線に平行な①を通る線上CDで①とDの $1/2$ の点) ⑥肺野内 ⑦傍胸骨部 (A表面より 5 mm の点) ⑧中腋窩部 (B表面より 5 mm の点)。健側では Fig. 2bの如く、次の5カ所を測定した—①乳腺内 (正中Eと健側中腋窩点Fを結ぶ線の $1/2$ より垂線をたて胸壁表面Gと肋骨部④の $1/2$ の点) ②乳腺内 (EFの $1/2$ の点とGを結ぶ線の $1/2$ の点を通り、EFに平行な線上の正中側の点) ③乳腺内

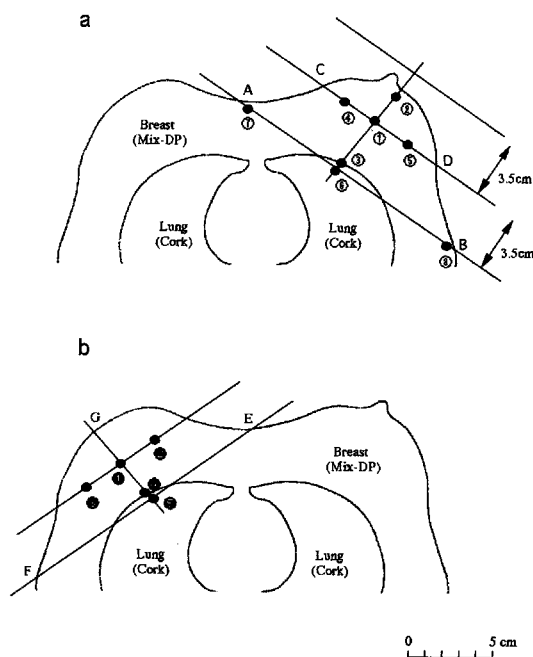


Fig. 2 TLD hole-locations of our original hand-made phantom. We obtained the dosimetric results by using a TLD, which were inserted into those holes. (a)conserved breast side (b)contralateral breast side

(EFの $1/2$ の点とGを結ぶ線の $1/2$ の点を通り、EFに平行な線上の腋窩側の点) ④肋骨部 (Mix-DPとコルクの間) ⑤肺野内。

結 果

(1) 相対線量 (フィルム法)

フィルム法で得られたX線写真 (Fig. 3) を各々の照射法について比較するとOpposed pair法ではわずかにX線の広がり認め、Non-opposed pair法では肺野部へのX線の広がり認

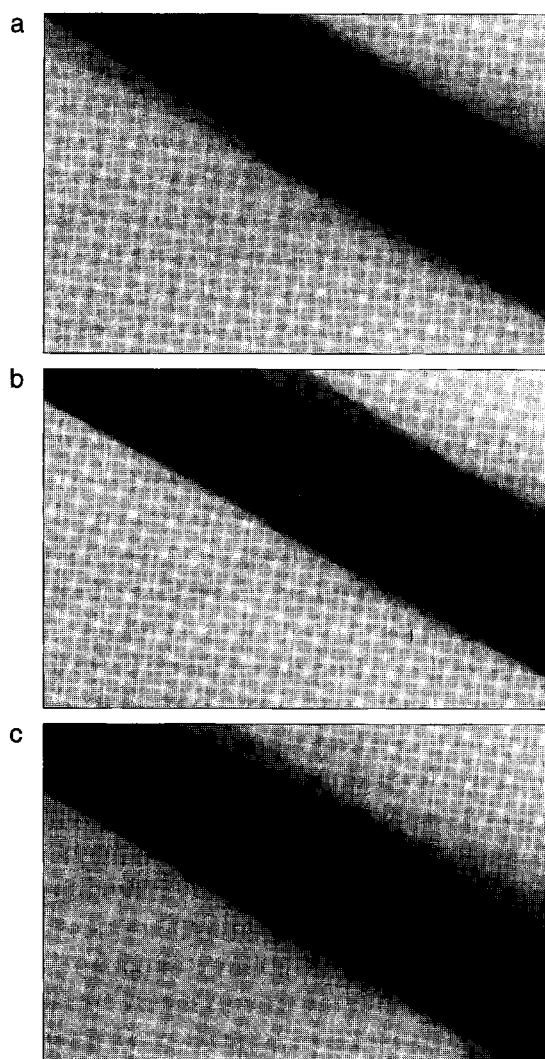


Fig. 3 Photographs of film dosimetry for 4MV X-Ray (a)Opposed pair method (b)Non-opposed pair method (c)Half-field block method

められず、Half-field block法では肺野部へのX線の広がりや軽減されるが、blockに使用した鉛を透過する少量のX線を認める。

各照射法におけるWF別の乳房内線量分布 (Fig. 4) およびその最高線量より各線量レベルまでの積算された面積をFig. 5に示す。ファントム上の照射面積は56.5cm²であり、この面積値でのグラフのY軸を100%に規格化して示した。また本実験における最高線量値は105%であった。尚、Fig. 5のグラフの縦軸100%が56.5cm²であるにもかかわらず、80%以上の線量領域でもその面積が100%にならないのは、表面のビル

ドアップ領域があるためと思われた。

Opposed pair法 (Fig. 4a・Fig. 5a) : 70~105%の線量領域においてはWFの使用による差はほとんど見られず、80%以上の線量領域においてはWFが厚くなる程、面積も大きくなり、特にWF30度では100~105%の線量領域が大きくなっている。分布面からみてWFを使用した方が100%の線量領域が乳房内に均等に広がっている。

Non-opposed pair法 (Fig. 4b・Fig. 5b) : 95%以上の線量領域ではWF30度が大きく、WF15度、無しの順になっているが、105~101%の過線量の領域ではWF30度が大きく、WF15度が小さい

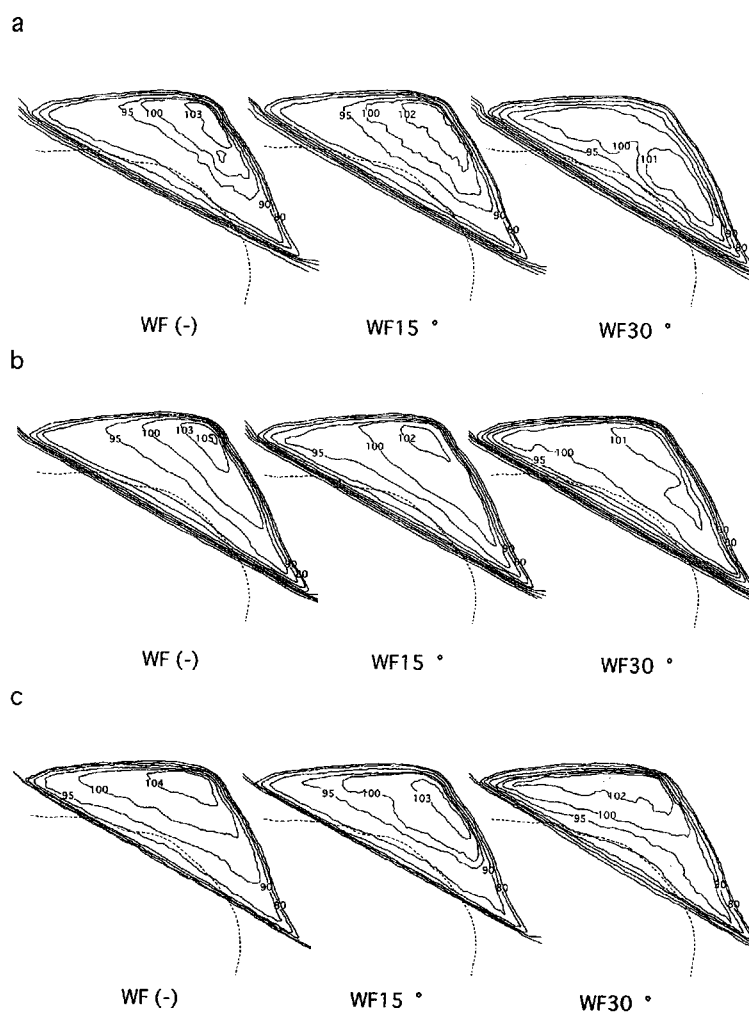


Fig. 4 The dose distribution obtained from film dosimetry (a)Opposed pair method (b)Non-opposed pair method (c)Half-field block method

傾向にあった。これより目標とする100%の線量領域が大きいのはWF15度ということがわかった。分布図からはやはりWFを使用した方が乳腺内分布は均等になっており、特にWF無しでは乳頭側に過線量領域がみられた。

Half-field block法 (Fig. 4c・Fig. 5c)：WF30度と無しにおいては面積に大きな差はみられなかった。WF15度を使用した方が全般的に小さい傾向にあった。また前者2法と同様にWFの使用により乳房内分布は均一化されていることがわかるが、WFの使用にかかわらず乳房内の均等性に大差は見られなかった。乳頭付近は102～

104%の線量領域であり、比較的高い線量分布がみられた。

各照射法における肺野の各線量での面積の結果をFig. 6に示す。90～95%の線量領域にみられるのは、Opposed pair法とNon-opposed pair法のWF30度であった。30～90%の線量領域においてはOpposed pair法とNon-opposed pair法ではほとんど差はなかったが、Non-opposed pair法の方が小さい傾向にあった。Half-field block法は40%以下と90～95%の線量領域には分布せず、肺野面の広がりは一少なかったが、面積の値は全体的に大きい傾向（特に70～80%の線量領域）にあ

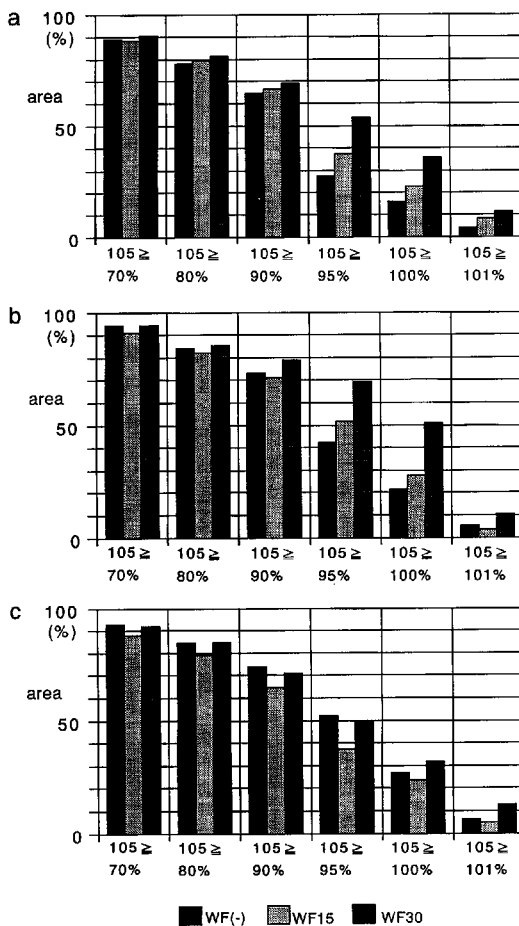


Fig. 5 Relative area from a certain dose level to maximum dose level for a conserved breast (a)Opposed pair method (b)Non-opposed pair method (c)Half-field block method

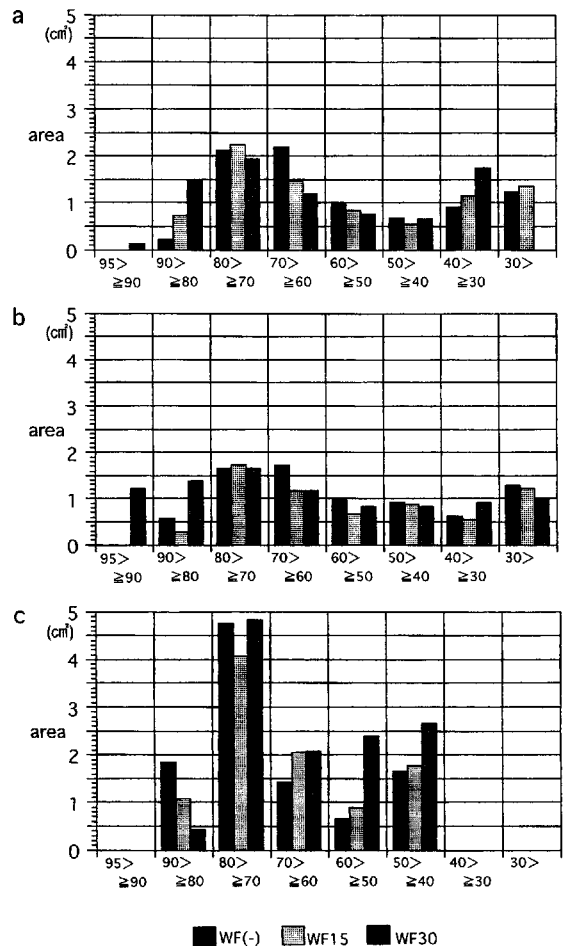


Fig. 6 The area for each dose level on the lung in the conserved breast side (a)Opposed pair method (b)Non-opposed pair method (c)Half-field block method

った。以上のことより肺野に関してはNon-opposed pair法が比較的良好と思われた。

(2) 絶対線量 (TLD素子による測定)

まず患側乳房内の線量測定を行なった。9通りの方法を比較する上で実際の各測定値をFig. 2aのファントム内の測定部位における中心点①を100%として計算し、%表示の下段にGy表示を記載している (Table 1)。各々の番号はFig. 2aの番号を示している。番号1～5の乳房内では、いずれの場合も80～100%の範囲にあった。その中で乳頭付近 (測定点2) ではWFのある方が100%以上の領域を回避する傾向にあった。肋骨部分 (測定点3) では3者ともWF無しが低い傾向にあり、照射法別ではNon-opposed pair法がいずれも80%領域台であった。乳房内の測定点4・5ではOpposed pair法のWFを使用したものの、Half-field block法のWF30度が比較的高い値を呈し、Non-opposed pair法に関してはWFの使用による大きな差はみられなかった。肺野内の線量 (測定点6) は、Opposed pair法の方がHalf-field block法・Non-opposed pair法よりもやや高い傾向にあった。以上より乳房内線量が比較的

均一であり、肋骨部の線量が低い傾向にあり、患側肺野の線量が低い傾向にある方法はNon-opposed pair法であることが推測された。

次にWF別の健側乳房に関する情報を知る上で、上記の比較的良好と思われるNon-opposed pair法を用い (Table 2)、健側乳房の線量を測定し、患側乳房の中心点を100%とした時の線量として計算した。いずれの部位においてもその値は4%以下であったが、WFが薄い程、健側乳房内線量は少ない傾向にあった。以上のことを考慮するとNon-opposed pair法の中ではWF15度が適当ということになる。

考 察

Fletcher⁷⁾らやDenhan⁸⁾らは放射線治療線量50Gyにて乳癌の顕微鏡的病巣の制御は90%以上可能であるといっている。また、Fisher⁹⁾らの報告でもN(-)群の8年局所再発率はLumpectomyのみの群 (非照射群) が37%に対し、Lumpectomy+照射群が12%であった。またN(+)群の場合Lumpectomy+化学療法の群 (非照射群) が43%に対し、Lumpectomy+化学療法+照射群が6%であった。以上の報告からみても温存術に放射線治療を加え

Table 1 The measured doses by the TLD method in the conserved breast side.

*	Opposed pair method			Non-opposed pair method			Half-Field Block method		
	WF(-)	WF15 °	WF30 °	WF(-)	WF15 °	WF30 °	WF(-)	WF15 °	WF30 °
1	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
	198.3±6.1 cGy	203.9±6.2 cGy	198.1±6.0 cGy	191.5±5.8 cGy	191.5±5.8 cGy	190.3±5.8 cGy	191.7±5.8 cGy	191.0±5.8 cGy	162.9±4.9 cGy
2	109.9±3.7 %	101.5±3.7 %	100.3±3.7 %	105.2±3.7 %	109.5±3.7 %	98.4±3.7 %	113.8±3.7 %	99.7±3.7 %	101.7±3.7 %
	218.0±8.2 cGy	207.2±7.8 cGy	198.8±7.4 cGy	201.6±7.5 cGy	209.9±7.8 cGy	187.5±7.0 cGy	218.2±8.1 cGy	190.5±7.1 cGy	165.8±6.2 cGy
3	86.7±3.5 %	90.5±3.5 %	90.6±3.5 %	81.7±3.5 %	86.2±3.4 %	86.1±3.4 %	79.2±3.4 %	86.2±3.4 %	98.1±3.4 %
	172.0±6.0 cGy	184.6±6.4 cGy	179.6±6.2 cGy	156.5±5.4 cGy	165.2±5.7 cGy	163.9±5.7 cGy	152.0±5.3 cGy	164.8±5.7 cGy	159.8±5.5 cGy
4	97.6±3.8 %	97.0±3.8 %	93.2±3.8 %	87.1±3.8 %	90.5±3.8 %	89.0±3.8 %	87.2±3.8 %	88.4±3.8 %	102.9±3.8 %
	193.6±7.4 cGy	197.9±7.6 cGy	184.8±7.1 cGy	166.8±6.4 cGy	173.0±6.6 cGy	169.5±6.5 cGy	157.3±6.4 cGy	169.7±6.5 cGy	167.7±6.4 cGy
5	95.2±5.2 %	101.2±5.2 %	103.1±5.2 %	98.6±5.2 %	95.1±5.2 %	95.1±5.2 %	98.0±5.2 %	91.0±5.2 %	110.1±5.2 %
	188.9±9.8 cGy	206.5±10.7 cGy	204.2±10.6 cGy	189.0±9.8 cGy	182.2±9.4 cGy	181.1±9.4 cGy	188.0±9.7 cGy	173.9±9.0 cGy	179.5±9.3 cGy
6	23.9±2.7 %	29.9±2.7 %	27.1±2.7 %	11.6±2.7 %	13.5±2.7 %	17.8±2.7 %	16.0±2.7 %	18.7±2.7 %	17.8±2.7 %
	47.4±1.3 cGy	61.2±1.7 cGy	53.9±1.4 cGy	22.3±0.6 cGy	25.9±0.7 cGy	33.8±0.9 cGy	30.7±0.8 cGy	35.8±0.9 cGy	29.0±0.7 cGy
7	6.9±3.3 %	9.9±3.3 %	9.5±3.3 %	5.8±3.3 %	6.7±3.3 %	6.9±3.3 %	6.1±3.3 %	7.5±3.3 %	9.2±3.3 %
	13.7±0.5 cGy	20.3±0.6 cGy	19.0±0.6 cGy	11.1±0.3 cGy	12.8±0.4 cGy	13.1±0.4 cGy	11.7±0.3 cGy	14.4±0.4 cGy	15.0±0.4 cGy
8	27.6±2.7 %	35.5±2.7 %	32.5±2.7 %	11.2±2.7 %	18.0±2.7 %	12.7±2.7 %	10.6±2.7 %	13.4±2.7 %	17.4±2.7 %
	54.8±1.5 cGy	72.6±1.9 cGy	64.5±1.7 cGy	21.6±0.5 cGy	34.5±0.9 cGy	24.3±0.6 cGy	20.3±0.5 cGy	25.7±0.6 cGy	28.4±0.7 cGy

* Point of Fig. 2a

た方法は乳房内再発の減少に有効であることがわかる。したがって温存術後の放射線治療は重要視されるべきであり、当施設においても照射を加えた乳房温存療法をすすめている。しかし、その一方で副作用を最小限にすることは大きな課題である。

当院では、1992年1月から乳房温存療法を開始し、1996年7月までに約60例に対して本療法を行った。当初Opposed pair法で行なっていたが、85%の患者で肺への影響がみられたため¹⁰⁾、今回の実験を行い改善すべき点を検討した。フィルム法における濃度と線量は、(1)エネルギー依存性 (2)フィルム処理条件 (3)照射野の大きさに関係するが、注意深く校正することでTLDと一致するといわれている¹¹⁾。実験を行なうにあたり、フィルム法を用いた相対的線量とTLD素子を用いた絶対線量を使用し検討した。それら種々の誤差は、前述のごとく、リニアックの出力精度 (日内変動0.3%以内)、自動現像機の問題、またフィルムの黒化度校正曲線 (日内変動係数 0.7%) 等であり、TLD素子の変動係数は1.6~3.7%の範囲にあり許容範囲内と考えられる。

照射方法に関しては各施設様々な研究がなされている。福岡¹²⁾からはリニアック6MV-X線によるOpen-field法でWF無しが良いとしており、今城⁹⁾からはリニアック4MV-X線によるHalf-field block法WF無しが最も良いと報告している。今回の実験結果では、まず患側の乳房内線量について考えると乳

房内の線量の均等性からはOpposed pair法、Non-opposed pair法の方がHalf-field block法より比較的良好であり、かつWFを使用した方が乳頭部領域の過線量の改善につながった。ICRUレポート50¹³⁾によるとtarget volume内の線量誤差を+7%~-5%以内とすべきだと述べている。またhot spotとは、PTV (Planning target volume) の外で100%以上の領域で、かつ最小径15mmを越えるものとしている。今回の実験の場合、腫瘍は摘出されているためGTV (Gross tumor volume) は無いものとなり、CTV (Clinical target volume) は腫瘍床となる。臨床的にはPTVは乳腺全体であり、ICRUのhot spotをそのまま応用することはできないが、乳腺内で100%以上の部分は注意すべきであると考えられる。TLD素子の測定も参考にすると100%以上の部分はWFを使用しないと乳頭部領域に生じ、WFが厚くなるとOpposed pair法、Non-opposed pair法では乳房外側に生じ、Half-field block法では乳房正中側に生じることがわかった。

患側肺野への線量を比較するとNon-opposed pair法、Half-field block法の方がOpposed pair法より低かった。健側乳房内の線量についてはWFは薄い方が良好であった。患側乳房内線量分布や患側肺野への線量を総合的に考慮すると日本人の平均的乳房においてはNon-opposed pair法WF15度が良好と思われた。現在、私共の施設では照射野の内側縁を正中線に、外側縁を中腋窩線に、上縁を鎖骨骨頭下縁 (症例によっては骨頭上縁になる場合もある)、下縁をinframammary foldより2cm下方に設定して治療を行なっている。前述のNon-opposed pair法を採用しているので、Gantry角を58~67度の間に設定し、対向する照射野の後縁 (体幹側) が1つの面に重なるように角度を調節している。STD (source tumor distance)=S, field width (X軸)=Xとする時、 $\tan \theta = X/2/S$ となり、 $\theta = \tan^{-1}(X/2/S)$ となる。よって2 θ だけlateral tangentを開くことにしている。STD=100cmとした時の θ 値を求め、同時にコリメーターも微調節した。実際の臨床上はX=6~8cmの時2 θ =4度、X=9~11cmの時2 θ =5度として計算している。またCLDは2.5cm以下 (症例によっては3cmになることもあるが、これ以上にはならないようにしている) とし、乳頭

Table 2 The measured doses by the TLD method in the contralateral breast side. Relative doses, compared to the central point in the conserved breast (Fig. 2a-①) assumed as 100%, are showed.

* 1 2 3 4 5	WF(-)	WF15 °	WF30 °
1	1.5 ± 0.05 % 2.8 ± 0.10 cGy	2.2 ± 0.08 % 4.2 ± 0.15 cGy	2.7 ± 0.10 % 5.2 ± 0.20 cGy
2	1.4 ± 0.04 % 2.7 ± 0.08 cGy	2.4 ± 0.07 % 4.5 ± 0.13 cGy	2.8 ± 0.08 % 5.3 ± 0.16 cGy
3	1.4 ± 0.04 % 2.7 ± 0.09 cGy	2.1 ± 0.07 % 4.0 ± 0.14 cGy	2.5 ± 0.08 % 4.9 ± 0.17 cGy
4	0.9 ± 0.02 % 1.8 ± 0.04 cGy	1.7 ± 0.04 % 3.2 ± 0.08 cGy	1.9 ± 0.05 % 3.7 ± 0.10 cGy
5	2.2 ± 0.08 % 4.3 ± 0.16 cGy	2.7 ± 0.10 % 6.6 ± 0.20 cGy	3.5 ± 0.13 % 7.5 ± 0.25 cGy

* Point of Fig. 2a

と照射野前縁との間は1~1.5cmになるように設定している。

Non-opposed pair法は別名 Co-planner法・Isocentric treatment technique・Dorsal beam edge alignment¹⁴⁾・Additional gantry rotation法¹⁵⁾と呼ばれている。この方法は最近多くの施設で行なわれており、Half-field block法に比べ、対側乳房への被曝も2/3程度に軽減することができる¹⁴⁾といわれている。しかし最近ではコリメータを非対称に制御できる装置も開発されており、これらを用いるとHalf-field block法とNon-opposed pair法の差はほとんどなくなると考えられるが、実際の臨床においては、今後さらなる検討が必要と思われる。また、乳房内の線量のばらつきを最小限にするためにWFを用いるが、乳房の小さい人（日本人の平均）では15度を用い、乳房の大きい人では30度を用いると良い¹⁴⁾といわれている。

乳房温存療法では長期の生存を考慮しなければならない。したがって正常組織への障害・影響および散乱線による二次発癌の可能性を忘れてはならない。伊藤ら¹⁶⁾は4MV-X線による漏洩線量と散乱線量による肺線量は、標的に50Gy照射した場合、患側の肺全体に約2Gy、健側の肺全体に約0.5Gyの線量を与えることになるとし、これにICRPのリスク係数を適用すると患側の肺で1.7%、健側の肺で0.4%、合計2%の二次発癌の確率となると報告した。今回の実験ではNon-opposed pair法の場合、Fig. 2bの乳房内測定点1の値（Table. 2の番号1）を参考にすると患側乳房の中心点に50Gy照射した時、WF無しで0.65~0.75Gy、WF15度で1.0~1.2Gy、WF30度で1.3~1.5Gyの線量がかかることになる。よって健側乳房における二次発癌のリスクは、WF無しで0.13~0.15%、WF15度で0.20~0.24%、WF30度で0.26~0.30%と評価された。またこの場合WFの利用による散乱線は0.3~0.45Gyの増加があり、0.06~0.09%の二次発癌のリスクが増加するが、乳房内の線量分布が均等になる利益と比較すると充分に小さなリスクの増加と考えられる。

Fraassら¹⁷⁾は対側乳房線量が標的線量の4~7%であり、その70%はmedial tangentに由来しているといっているが、我々の実験では対側乳房線量は1.3~3.0%と低い値を呈した。また、対側乳房線

量を減少させるための因子は、(1)Half-blockの使用を避けること (2)照射野のdeep edgeを一致させること (3)WFは角度の小さいものを選ぶこと (4)WFはlateral tangentのみとした方がよいこと (5)medial tangentから照射する場合対側乳房を2.5cmの鉛で遮蔽すること。 (6)medial tangentのコリメーターの開きを制限することといわれている¹⁵⁾。私達の施設では今のところWFはlateral tangentとmedial tangentの両方に使用しているが、この点については今後さらに実験をすすめていきたいと思っている。

まとめ

患側乳房内の線量分布の均等性、患側肺野にかかる線量および健側乳房内への線量を考慮するとNon-opposed pair法でWedge Filter 15度を使用することが4MV-X線を用いる当施設においては他の方法より良好と思われた。

（本論文の要旨は第55回放射線医学会総会において発表した）

稿を終えるにあたり、御指導、御校閲を戴いた久留米大学医学部放射線医学講座 早瀬尚文教授に感謝いたします。なお本研究当初より直接御指導いただいた鬼塚昌彦助教授および放射線治療センター 中野英雄先生、杉田正博先生、御協力いただいた放射線医学教室の諸先生方と放射線技師の方々に心より御礼申しあげます。

文 献

- 1) 小林直哉, 桑田康典, 柏原瑩爾, 他: 乳房温存療法の経験, 癌の臨床 40(9): 1009-1014, 1994.
- 2) Veronesi, U., Banfi, A., Del Vecchio, M., et al.: Comparison of Halsted Mastectomy with Quadrantectomy, Axillary Dissection, and Radiotherapy in Early Breast Cancer Long Term Results. *Eur. J. Cancer Clin. Oncol.* 22: 1085-1089, 1986.
- 3) 霞 富士男, 三浦重人, 小山博記, 他: 乳房温存療法の意味するもの. 臨外 47(2): 251-257, 1992.
- 4) 山下 孝, 関口健次, 広川 裕, 他: 乳房温存療法における放射線治療ガイドライン. 癌の臨床 40(8): 912-917, 1994.
- 5) Bornstein, B.A., Cheng, C.W., Rhodes, L.M., et al.: Can Simulation measurements be used to predict the irradiated lung volume in the tangential fields in patients treated for breast cancer? *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* 18: 181-187, 1989.

- 6) 今城吉成, 平塚純一, 成廣直正, 他: 早期乳癌に対する乳房温存療法の経験. 日癌治 27(5): 857-864, 1992.
- 7) Flecher, G.H.: History of irradiation in the primary management of apparently regionally confined breast cancer. *Int.J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* 11: 2133-2142, 1985.
- 8) Denhan, J.W.: The radiation dose-response relationship for control of primary breast cancer. *Radiation Oncol.* 7: 107-123, 1986.
- 9) Fisher, B., Redmond, C., Posson, R., et al.: Eight-year results of a randomized clinical trial comparing total mastectomy and lumpectomy with or without irradiation in the treatment of breast cancer. *N. Engl. J. Med.* 320: 822-828, 1989.
- 10) 淡河悦代, 藤本公則, 目野茂宣, 他: 乳房温存術後切線照射による肺野への影響—CTにおける検討—. 第4回 日本乳癌学会総会 抄録集: 93, 1996.
- 11) 平林久枝: 放射線治療領域におけるフィルム線量測定法の有効利用と問題点. 日放技学誌 51(1): 48-61, 1995.
- 12) 福富幸美, 川上壽昭, 藤井 崇, 他: 乳房温存療法における照射法の検討. 愛媛医学 13: 454-461, 1994.
- 13) ICRU Report 50: Prescribing, Recording, and Reporting Photon Beam therapy, International Commission on Radiation Units and Measurements. Washington, D.C., 1993
- 14) 松原 升, 保科正夫: 乳癌の乳房温存療法における放射線治療技術. 臨放 38: 211-220, 1993.
- 15) 伊藤 彬, 都丸禎三: 「乳癌の温存療法における照射技術改良と骨転移後の照射療法」—乳癌の温存療法における照射技術改良—2. 線量分布の評価法. 日放腫会誌 3: 227-232, 1991.
- 16) Fraass, B.A., Roberson, P.L., Lichter, A.S., et al.: Dose to the contralateral breast due to primary breast irradiation. *Int.J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* 11: 485-497, 1985.

要旨: 乳房温存療法の放射線治療(切線照射)を行なうにあたり患側乳房内の線量分布を可及的に均等にし, 患側肺への線量を軽減させ, 対側乳房内への被曝線量を軽減させるために理想的な照射法を検討した. ファントム実験はフィルム法を用い相対的線量を, TLD素子を用い絶対線量を測定評価した. 3通りの照射法(Opposed pair法・Non-opposed pair法・Half-field block法)にWedge Filter 無し・15度・30度を組み合わせ合計9通りの方法について検討した. フィルム法では患側乳房内線量分布および各線量レベルまでの積算された面積・各線量レベルでの面積から各照射法の比較を行った. また, ファントムに患側乳房に8カ所, 健側乳房に5カ所の穴を開けTLD素子を用いて線量測定を行い各照射法を比較した. 患側乳房内線量の均等性を保ち, 患側肺線量と対側乳房内線量の軽減させるためには, リニアック4MVX線を使用する私たちの施設ではNon-opposed pair法Wedge Filter 15度が良好であるという結果を得た.