

診断用 X 線による空中線量の分布評価

八 木 一 夫* 高 山 輝 彦*

要 旨

診断用 X 線について86KVp-150mA-0.2sの照射条件で、チェンバータイプの線量計を用いて空中の照射野内線量を計測し線量分布曲線を作成した。焦点-照射野間距離は70cmから10cm間隔で100cmまで変化させた。全ての場合において、陽極側の空中線量は陰極側に比べて著明に減少し、距離100cmの場合には照射野中心より陽極側10cmの位置で約76%、15cmの位置で57%にまで減少した。最高線量域は中心より2~14cmだけ陰極側に寄った地点に分布した。これらの理由として陽極側ではターゲットによる2次吸収や、ターゲット内部の飛程距離が陰極側より長いので、ターゲットからの放射線が減少するためと思われた。それ故、陰極側の X 線の線質は、陰極側に比べて硬線質の X 線を含むと思われた。

KEY WORDS

Dose distribution of isodose curve on diagnostic X-rays, Chamber type dosemeter, Air dose, Anode side and cathode side.

はじめに

X 線撮影時において、低電圧や短時間撮影で露光不足を生じると、フィルム濃度が均一にならないことがある。それ故、線量が照射野内で均一分布しているかどうかは極めて重要であり、均一でない場合には補正する必要がある。ここでは照射野内における線量の分布について評価した。

装置と方法

1. 装置

使用した X 線発生装置は島津製 R-20型(最大管電圧150 KVp)であり、X 線検出器は直径 5 mm のニュークリアエントプライジズ社 (UK) 製の指頭型線量計 (IONEX 0.6cc, タイプ2500) である。

濃度計は小西六フィルム社製 PD-S-15型を、記録計はさくらマルチペンレコーダ R-51 KZ 型を用いた。フィルムはコニカニュー A (6 切り) を、増感紙は BF-III を使用した。

2. 実験方法

1) 撮影された X 線フィルムからの濃度測定

光学的照射野の中心と辺縁に、ハンダ線を十字とかぎ型にして置き、焦点-フィルム間距離を40cm、照射野の大きさ18*18cmとして、管電圧50KVp、管電流50mA、照射時間0.01sの条件で撮影した。この X 線フィルムの濃度を、X 線管軸に平行方向と垂直方向にわけてプロファイル曲線を作成した。

2) 空中線量の測定

大きさ40*40cm、厚さ1mmの厚紙に1cm間隔で各々目盛りを記入し、さらに5cmおきに正四角形の頂点を作図した(図1)。この用紙を同じ大きさで2cm厚のスポンジ板の上に置き、光学的照射野の中心点(以下中心点と略す)と厚紙の中心点を一致させた。X 線管球の焦点と中心点までの距離(Focus-field-distance, FFD)は100cmとし、厚紙の上に線量計を置いた。光学的照射野の中心を座標軸(0, 0)とし、X 線管軸と平行方向を X 軸、垂直方向を y 軸として各々2cm間隔で線量を測定した。また垂直方向の線量は、X=-8, -5, 2cmの線上で2cm間隔で各々20点について測定した。FFDは70, 80, 90, 100cmと変化させ、70と100cmの場合は四角形

* 金沢大学医療技術短期大学部・診療放射線技術学科

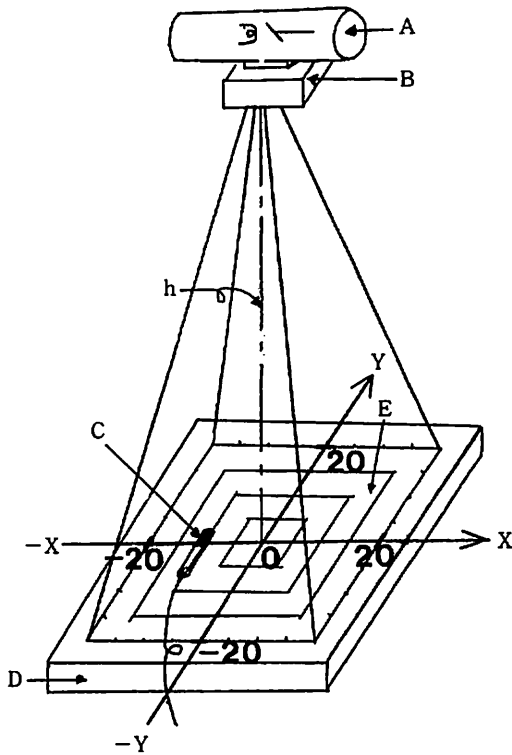


Fig. 1 Schematic illustration of the exposure field.
 A : X-ray tube B : Collimator C : Dosimeter
 D : Sponge rubber E : Optical film(exposure field)
 h : Focus-field-distance(FFD)
 X : Parallel to the axis of X-ray tube
 Y : Perpendicular to the axis of X-ray tube

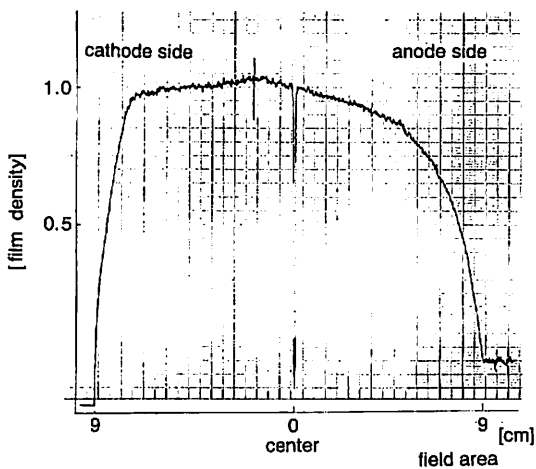


Fig. 2 The profile curve of film density ; X-X, FFD-40cm, 50KVp, 50mA, 0.01S.

の四隅について測定を追加した。照射野は距離100cmのとき41.0*39.5cmの大きさであった。光学的照射

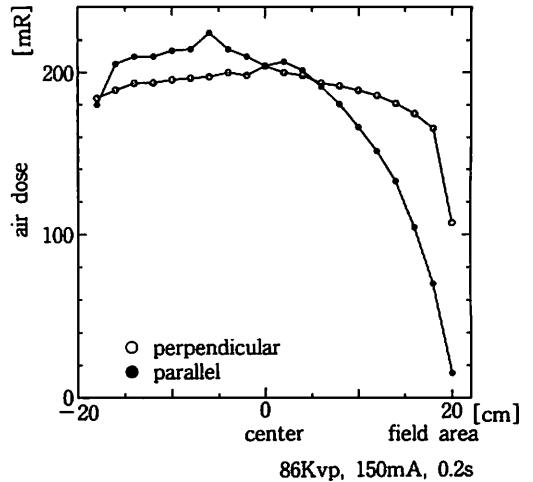


Fig. 3 Air dose on the exposure field. (parallel and perpendicular to the axis of X-ray tube)

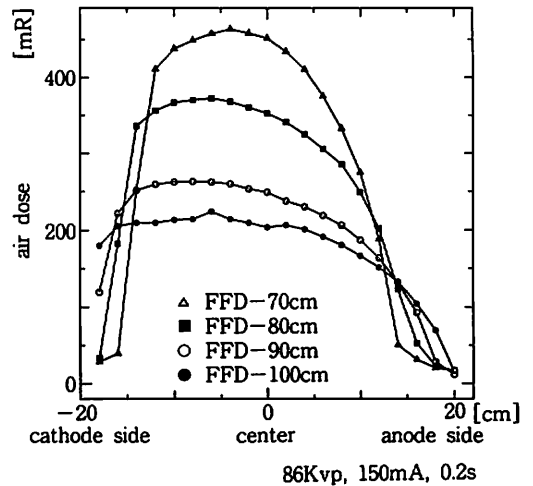


Fig. 4 Air dose on the exposure field at different FFD. (X-X axis.)

野と X 線照射野について、光学的照射野の中心点にハンダ線を置いて撮影し、両者の一致を確認した。照射条件は86KVp、管電流150mA、照射時間0.20Sとした。なお測定には後方散乱の影響をできるだけ少なくするため、スポンジ板の上に厚紙を置き空中線量を測定した。

実験結果

1. 撮影された X 線フィルムからの濃度測定

撮影されたフィルム濃度のプロファイル曲線において、管軸に平行方向では、陽極側が陰極側に比べて濃度の低下が著しいことを示した(図2)。一方、

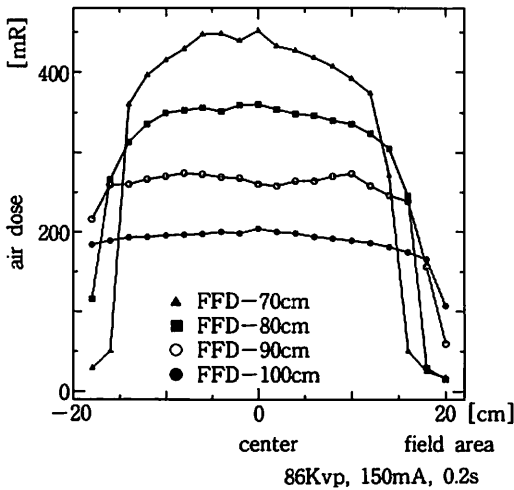


Fig. 5 Air dose on the exposure fields at different FFD. (Y-Y axis.)

管軸に垂直方向の濃度については大きな違いは示さなかった。

2. 照射野内空中線量の測定

FFDが100cmの場合には、線量の平坦域は管軸に平行方向で2～16cm、垂直方向で8～16cmの領域に分布した(図3)。最大線量は垂直方向では(0, -0)の位置で204mRであり、平行方向では(-6, 0)の位置で225mRであった。また図4, 5に示すようにFFDが90cmの場合には、平坦域は管軸に平行方向で-2～-12cm、垂直方向で12～16cmの領域に分布した。最大線量は垂直方向では(0, -8)の位置で274mRであり、平行方向では(-8, 0)の位置で263mRであった。FFDが80cmの場合には、平坦域は管軸に平行方向で-4～-12cm、垂直方向で10～10cmの領域に分布した。最大線量は垂直方向では(0, -6)の位置で356mRであり、平行方向では(-6, 0)の位置で372mRであった。FFDが70cmの場合には、平坦域は管軸に平行方向で-0～-8cm、垂直方向で6～-6cmの領域に分布した。最大線量は垂直方向では(0, -4)の位置で448mR、平行方向では(-4, 0)の位置で464mRであった。これらの結果を表1に示す。また距離100cmについて、X=-5, 0, 2の線上をY軸について2cm間隔で測定した場合の結果を図6に示す。陰極側の線量は陽極側に比べ増加を示した。

以上の結果よりFFDが100cmと70cmについて等線量曲線を作製した(図7, 8)。また表1より平行方向100cmの最大線量は225mRであり、70cmの最大線量は464mRであった。これらは距離の逆2乗の

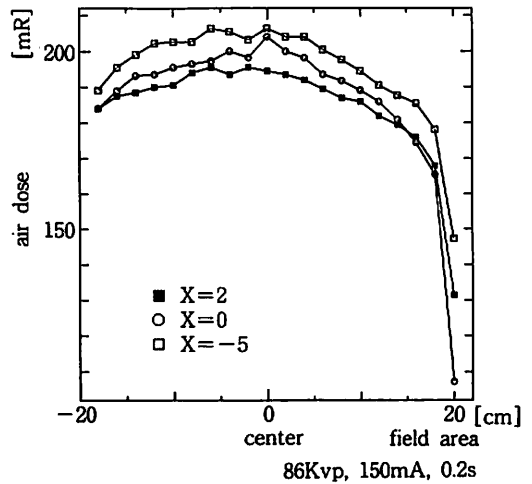


Fig. 6 Air dose on the exposure field at different at 2, 0, -5 of X.

Table. 1 Dose distribution of plateau area, maximum data and x, y axis.

FFD (cm)	plateau area		x,y axis and maximum data			
	parallel	perpendicular	para- (x, y)	dose (mR)	perp- (x, y)	dose (mR)
100	2～-16	8～-16	-6, 0	225	0, -0	204
90	-2～-12	-16～12	-8, 0	263	0, -8	274
80	-4～-12	10～10	-6, 0	372	0, -6	356
70	-0～-8	6～-6	-4, 0	464	0, -4	448

FFD ; focus filed distance, para-; parallel, perp- ; perpendicular.

法則

$$(100/70)^2 = 2.04$$

$$225\text{mR} * 2.04 = 459.2\text{mR}$$

となり実験値の464mR (70cm) とほぼ一致した。

考察

X線照射野内の線量分布について、X線フィルムの濃度による方法と線量計を用いて直接線量を測定する方法により検討した。得られたプロファイル曲線の傾向は良く一致した。すなわちいずれも陽極側で線量の著しい減少を示した。この現象はヒール効果と呼ばれ、管球の構造に起因するとされている。これまでX線のエネルギーによる違いを計算や測定値について検討した報告はあるが²¹⁾、しかしながら今回著者らが求めた様な照射野の不均一に注目し、照射野内の線量の違いを線量計によって直接値を測定

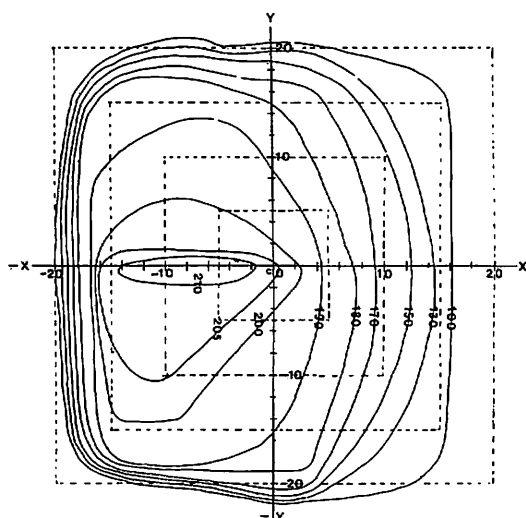


Fig. 7 Isodose curves on the exposure field. (FFD-100cm)

した報告は見られない。また診断領域 X 線による照射野内の線量について等線量曲線を作製したが、この様な診断域の X 線を対象とした照射野内の線量分布について検討されたものは著者らの調べた範囲内では認められなかった。

作製した100cmにおける等線量曲線(図7)で、照射野の大きさは実測で $41.5 \times 39.5\text{cm}^2$ となり、陰極側-20cm附近での等線量曲線の密度が濃く線量変化が激しいことを示した。これは照射野の辺縁を表したものである。また高線量域が陰極側に対して放射状の拡散分布として示された。さらに設定した $40 \times 40\text{cm}^2$ の照射野のうち最大線量の8割以下の線量は全体の約 $1/3.6 (570\text{cm}^2)$ の広さで示された。また最大線量領域の中心は、照射野中心より陰極側に約6cm偏位して認められた。一方、FFDが70cmの場合には $30.5 \times 30\text{cm}^2$ の大きさのうち最大線量の8割以下の線量は全体の $1/2.2 (410\text{cm}^2)$ で示された(図8)。また陰極側-15cm附近では等線量曲線の密度が濃く、線量変化が激しい結果が得られた。これは照射野の辺縁に相当した。さらに照射野外の-16cmの部位でも50mRの値が示された。これは漏洩線によると思われる、画質にも少なからず影響するため、今後詳細な検討が必要と思われる。一方、陽極側14cmでは50mR、陰極側14cmでは350mRであり、両者の線量は7倍の開きが示された。最大線量点は(-3, -2)の位置で示され、管軸に垂直方向でもマイナス側にずれていた。

以上これらの理由として、陽極側は X 線ターゲット

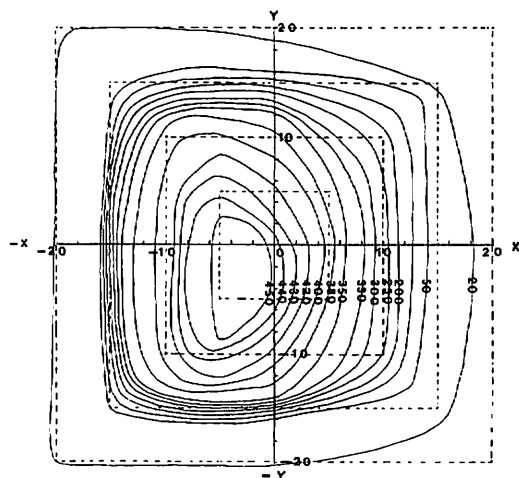


Fig. 8 Isodose curves on the exposure field. (FFD-70cm)

トからの放射線がターゲットによる2次吸収やターゲット内部での飛程距離が陰極側より長いことにより、減少の割合が大きくなることによると思われる。それ故、X線の線質は陰極側と比較して、硬線質のX線を多く含むと思われる。最大線量が中心点より、陰極側へと垂直方向で中心点より幾分偏位したのは、回転陽極の回転方向にモーメント力が加わったためと思われる。このほかにも照射野内の線量分布に影響する要因としては、陽極のターゲット角度と被写体の体表面の形状や被写体内部組織の構成、照射野の形状と大きさ、照射方向等、種々の要因が考えられる。

結 語

一般に撮影時には、照射野中心を X 線の進入点とみなして撮影されるが、今回得られた結果より最大線量は中心点より平行方向で陰極側かつ垂直方向で回転陽極側に幾分偏位していた。従って撮影の際には X 線管球の構造を考慮に入れて行う必要がある。

文 献

- 1) 日本放射性同位元素協会：アイソトープ手帳1991年版
- 2) 青柳泰司, 津田元久, 他著：放射線機器学, 日本放射線技術学会編1983年
- 3) 山田勝彦：X線診断領域における線量測定とその問題点。日本放射線技術学会 p 176-208. No. 3, vol. 30, 1974
- 4) 佐藤孝司：診断用 X 線管の管電圧, 管電流と波形による放射 X 線の特性変化。日本放射線技術学会。p 225-265. No. 3, vol. 30, 1974

Evaluation of dose distribution on air doses
at the exposure of diagnostic X-ray

Kazuo Yagi, Teruhiko Takayama

Summary

At 86KVp-150mA-0.2sec, air doses on diagnostic X-ray were measured using chamber type dosimeter. The focus-field-distance(FFD) was changed from 70 to 100cm with 10cm interval. Air doses at every FFD decreased markedly at the anode side, compared with the cathode side. In isodose curves, the maximum doses were shown at 2 to 14cm toward the cathode in the parallel direction, and at 3 to 4cm toward the rotating side in the perpendicular direction.