原 著

Enhanced Dynamic Wedgeを用いた不整形照射野における
ファントム散乱係数の検討

佐藤智春・石田寿城・佐々木美和・大塚次男

国立病院機構東京医療センター放射線科

論文受付
2004年8月16日論文受理
2004年11月15日

Code No. 852

緒 言

近年、コンピュータ制御されたコリメータ駆動により、ウェッジフィルタを用いたときと同様のくさび状線量分布が得られるシステムが考案された¹⁾。本システムは、ダイナミックウェッジ(dynamic wedge, 以下DW)²⁾としてVARIAN社のリニアックに組み込まれた。その後、ウェッジ角度の種類が増え、照射野の設定が柔軟になったエンハンスドダイナミックウェッジ(enhanced dynamic wedge, 以下EDW)が開発された。DWおよびEDWは、ウェッジフィルタのように線束内に挿入することにより生ずるビーム特性値の変化がな

く³⁻⁶⁾、また潜在的に存在する落下の危険性もない^{5, 6)}ため非常に有効なシステムである。DWおよびEDWは照射中にコリメータが移動するため、照射野サイズがリアルタイムで変化する。したがってDWおよびEDWを用いた場合、Khanら⁷⁾によって提唱された散乱係数がオープン照射野とは異なることが予想される。本研究の目的は、EDWを用いた場合においても全散乱係数(S_{cp})をコリメータ散乱係数(S_c)とファントム散乱係数(S_p)に分離することが可能であるか、さらにEDWを用いた不整形照射野の S_p がEDWなしの不整形照射野と同じ扱いができるかを検討することである。

Examination of Phantom Scatter Factors in Irregular Fields with Enhanced Dynamic Wedge

TOMOHARU SATO, TOSHIHIRO ISHIDA, MIWA SASAKI, and TSUGIO OOTSUKA

Department of Radiology, National Hospital Organization Tokyo Medical Center

Received Aug. 16, 2004; Revision accepted Nov. 15, 2004; Code No. 852

Summary

Use of an enhanced dynamic wedge (EDW) changes the size of the irradiation field in real time because of the shift of the flexible aperture during irradiation. Therefore, when EDW is used, it is speculated that the scatter factors proposed by Khan *et al.* may differ from that obtained in an open irradiation field. The aim of the present study was to investigate whether the total scatter factors (S_{cp}) can also be separated into the collimator scatter factors (S_c) and phantom scatter factors (S_p) when using EDW, and whether S_p in an irregular irradiation field using EDW and one without the use of EDW can likewise be handled. Results indicated that the values of S_{cp} and S_c in a square or rectangular irradiation field using EDW tended to differ from those in an open irradiation field, whereas S_p was almost the same, with a slight variation of about 0.5 %, indicating that S_{cp} could be separated into S_c and S_p . However, for an irregular irradiation field, the variations in S_p exceeded 1 % in some cases irrespective of the use or non-use of EDW. Depending on the size and geometry of the irradiation field, it was within the range of the degree of uncertainty of 2.5 % in the evaluation of output radiation dosage, which was described in AAPM Report 13. Therefore, the theory proposed by Khan *et al.* was found to be valid also for an irregular irradiation field using EDW, which could be handled in the same manner as in the irregular irradiation field without using EDW.

Key words: Enhanced dynamic wedge, Dynamic wedge, Phantom scatter factor, Irregular field, Dosimetry

別刷資料請求先: 〒152-8902 東京都目黒区東が丘2-5-1
国立病院機構東京医療センター放射線科 佐藤智春 宛

1. 使用機器および方法

1-1 使用機器

マルチリーフコリメータ (multileaf collimator, MLC) を搭載したVARIAN社Clinac600C, 6MVのX線を用いた。EDWはオープン照射野の線量が付加されず、可動コリメータの位置とMU値を規定するテーブルであるGSTT (golden segmented treatment table)^{6, 8)}のみに制御されているEDW60°を用いた。測定器は電離箱PTW社30001 (以下30001) (0.6cm³) と電位計NE社IONEX DOSEMASTER2590A (以下DOSEMASTER) を用いた。電離箱線量計のヒステリシス現象の影響⁹⁾を考慮して、測定を開始する前に5Gy以上の事前曝射を行った。S_{cp}の測定には固体ファントムRMI社Solid Water457 (以下Solid Water) を用いた。S_cは佐藤ら¹⁰⁾によると6MVのX線についてミニファントムとビルドアップキャップは0.2%以内で一致しており、ビルドアップキャップの測定値に混入電子の影響は認められなかった。また、外径についてミニファントムよりも6MVのビルドアップキャップの方が小さく、より小さい照射野の測定が可能であることからビルドアップキャップを用いてS_cを測定した。

1-2 方法

1-2-1 EDWとオープン照射野における正方形照射野のS_{cp}, S_c, S_pの比較

電離箱30001, 電位計DOSEMASTER, 固体ファントムSolid Waterを用いて線源チェンバ間距離 (source chamber distance, SCD) 100cm, 測定深10cm, 照射野の1辺が4cm～30cmの正方形照射野について、EDW60°とオープン照射野におけるS_{cp}を測定した。ただし、照射野の1辺が20cmより大きい照射野は非対称照射野である。電離箱30001にビルドアップキャップを装着しS_{cp}と同様の照射野について、EDW60°とオープン照射野におけるS_cを測定した。S_{cp}をS_cで除してEDW60°とオープン照射野におけるS_pを求めた。

1-2-2 EDWとオープン照射野における矩形照射野のS_{cp}, S_c, S_pの比較

SCD100cm, 測定深10cm, ウェッジ傾斜方向の照射野幅を4cm～30cmに設定し、非ウェッジ傾斜方向10cm一定とした照射野について、1-2-1と同様の測定機材によりEDW60°とオープン照射野におけるS_{cp}およびS_cを測定した。ただし、照射野の1辺が20cmより大きい照射野は非対称照射野である。S_{cp}をS_cで除してEDW60°とオープン照射野におけるS_pを求めた。

1-2-3 不整形照射野でのEDW有無によるS_{cp}, S_c, S_pの比較

EDWの出力は可動コリメータがビーム中心軸上を通過するまでのコリメータの各位置における非対称照

射野の出力の総和である¹¹⁾。したがって、ウェッジ傾斜方向に対してビーム中心軸を基準に形状が非対称な不整形照射野の場合、ウェッジの傾斜をかける方向によってS_{cp}およびS_pが異なることが予想される。そこで対照として以下の実験を行った。ウェッジ傾斜方向に対してX軸を境に照射野の形状が非対称な照射野モデルを作成した。この照射野モデルについて、1-2-1と同様の測定機材によりウェッジの傾斜をかける方向を変えたY1INとY2OUTで表示される2種類のEDW60°とEDWなしの照射野についてビーム中心軸上でS_{cp}およびS_cを測定しS_pを求めた。なお、Y1IN, Y2OUTはX軸に対して垂直に、そして相対する方向にウェッジの傾斜が設定される。

また、臨床の場でMLCにより作成された不整形照射野35例について、1-2-1と同様の測定機材によりEDW60°とEDWなしの照射野についてビーム中心軸上でS_{cp}およびS_cを測定し、S_pを求めた。

2. 結果

2-1 EDWとオープン照射野における正方形照射野のS_{cp}, S_c, S_pの比較

Fig. 1にEDW60°とオープン照射野における正方形照射野のS_{cp}, S_c, S_pを示す。S_{cp}について照射野サイズが大きくなるほどEDW60°におけるS_{cp}は減少した。また、照射野の1辺が20cmよりも大きくなるとS_{cp}は若干増加し、照射野の1辺が30cmのS_{cp}は20cmのときよりも3.0%大きかった。オープン照射野の場合、照射野サイズが大きくなるほどS_{cp}は増加した (Fig. 1(a))。S_cについてもS_{cp}と同様に照射野サイズが大きくなるほどEDW60°におけるS_cは減少した。照射野の1辺が20cmよりも大きくなるとS_cは若干増加し、照射野の1辺が30cmのS_cは20cmのときよりも0.8%大きかった。オープン照射野の場合、照射野サイズが大きくなるほどS_cは増加した (Fig. 1(b))。また、S_pについてEDW60°とオープン照射野ともに照射野サイズが大きくなるほどS_pは大きくなり、両者は最大0.6%の相違でほぼ一致した (Fig. 1(c))。

2-2 EDWとオープン照射野における矩形照射野のS_{cp}, S_c, S_pの比較

EDW60°とオープン照射野における矩形照射野のS_{cp}, S_c, S_pは、正方形照射野のときと同様の傾向を示した (Fig. 2(a)～(c))。また、S_pについてEDW60°とオープン照射野は最大0.5%の相違でほぼ一致した。

2-3 不整形照射野でのEDW有無によるS_{cp}, S_c, S_pの比較

Fig. 3に、実験に用いた照射野の外形とウェッジの

Fig. 1 (a) Total scatter factors for square fields from 60°EDW and open fields. S_{cp} is total scatter factors.
 (b) Collimator scatter factors for square fields from 60°EDW and open fields. S_c is collimator scatter factors.
 (c) Phantom scatter factors for square fields from 60°EDW and open fields. S_p is phantom scatter factors. Note that field sizes larger than 20 cm×20 cm are asymmetric fields.

Fig. 2 (a) Total scatter factors versus upper jaw size(cm) for rectangular fields from 60°EDW and open fields, for which lower jaw size is fixed at 10 cm. S_{cp} is total scatter factors.
 (b) Collimator scatter factors versus upper jaw size(cm) for rectangular fields from 60°EDW and open fields, for which lower jaw size is fixed at 10 cm. S_c is collimator scatter factors.
 (c) Phantom scatter factors versus upper jaw size(cm) for rectangular fields from 60°EDW and open fields, for which lower jaw size is fixed at 10 cm. S_p is phantom scatter factors. Note that upper jaw sizes larger than 20 cm are asymmetric fields.

傾斜方向を変えたY1INとY2OUTで表示される2種類のEDW60°およびEDWなしの照射野におけるビーム中心軸上の S_{cp} , S_c , S_p を示す。ウェッジの傾斜方向を変えた2種類のEDW60°について S_c はほぼ一致した。一方, S_{cp} と S_p はウェッジの傾斜方向であるY2OUTの方がY1INよりも大きくなった。また, 各々のEDW60°における S_p の相違は, EDWなしの照射野の S_p を基準とするとY1IN, Y2OUTについて各々-1.4%, 1.1%となり符号が逆になった。

臨床の場でMLCにより作成された不整形照射野35例について, EDW60°とEDWなしの照射野におけるビーム中心軸上の S_p の相違は, 最小値-1.1%, 最大値1.2%, 平均値0.1%, 中央値0.1%, 標準偏差0.6となった(Fig. 4)。またFig. 5に, これら不整形照射野35例のEDW60°とEDWなしの照射野における S_p の相違とウェッジ傾斜方向である上絞りサイズの関係を示す。Fig. 5から S_p の相違について上絞りサイズが10cm以下では-0.4%~0.1%, 10cm~20cmでは-0.7%~0.6%, 20cmを超えると-1.1%~1.2%となった。つまり, 上絞りサイズが大きいほどEDW60°とEDWなしの不整形照射野における相違は大きくなり, 上絞りサイズが20cmを超えるとその相違は明らかであった。

3. 考 察

3-1 EDWとオープン照射野における正方形照射野の S_{cp} , S_c , S_p の比較

照射野サイズが大きくなるほどEDW60°における

S_{cp} , S_c は小さくなり, オープン照射野の S_{cp} , S_c は大きくなった。このように, EDW60°の出力がオープン照射野の出力変化にみられる一般的な傾向と異なっている^{6, 8, 11)}のは以下の要因による。EDWを制御しているGSTTは, すべての照射野について可動絞りである上絞りの最終停止位置で再度標準化することで設定した線量の投与が行われる。よって, 照射野サイズが大きいほど出力を表すビーム中心軸を通過するまでの累積MU値は小さくなるため S_{cp} , S_c は減少した。また, 照射野の1辺が20cmよりも大きい非対称照射野において照射野サイズが大きくなると S_{cp} , S_c は若干増加した。照射野の1辺が20cm以上の場合, 上絞りの最終停止位置が同じであるため, ビーム中心軸までの累積MU値が同じ値となりEDWによる出力の変化はない。しかし, 照射野サイズが大きくなったことによる散乱線の増加が出力に含まれるため, オープン照射野の場合と同様に S_{cp} , S_c は若干の増加傾向を示した。

EDW60°とオープン照射野の S_{cp} と S_c は異なる傾向を示したが, S_p は一致した。このことからEDWにおける可動絞りの動きは S_c に影響を与えるが, S_p には無関係であることが分かった。つまり照射野サイズがリアルタイムで変化するEDWの場合でも照射ヘッドからの散乱の量は S_c によって表現される。一方, ファントム内での散乱の量を表している S_p はEDWの S_{cp} , S_c とは傾向が異なりオープン照射野と一致することから, リアルタイムで変化する照射野サイズに対して独立である。したがって, EDWを用いた正方形照射野にお

Fig. 3 Configuration of field model for an asymmetric field on the basis of the X-axis to wedge inclination direction. S_{cp} , S_c and S_p measured the changes the inclination direction of EDW to this field, and the difference of S_p for EDW field and non-wedge field. S_{cp} is total scatter factors. S_c is collimator scatter factors. S_p is phantom scatter factors. Difference (%) = $(S_p(\text{EDW})/S_p(\text{NON}) \times 100 - 100)$. $S_p(\text{EDW})$ is S_p for 60° EDW. $S_p(\text{NON})$ is S_p for non-wedge field.

Fig. 4 Frequency of difference in phantom scatter factors for 60° EDW and non-wedge field from 35 examples of irregular fields used in clinical study. S_p is phantom scatter factors. Difference (%) = $S_p(\text{EDW})/S_p(\text{NON}) \times 100 - 100$. $S_p(\text{EDW})$ is S_p for 60° EDW. $S_p(\text{NON})$ is S_p for non-wedge field.

Fig. 5 Difference in phantom scatter factors for 60° EDW and non-wedge field versus upper jaw size (cm) from irregular fields. S_p is phantom scatter factors. Difference (%) = $S_p(\text{EDW})/S_p(\text{NON}) \times 100 - 100$. $S_p(\text{EDW})$ is S_p for 60° EDW. $S_p(\text{NON})$ is S_p for non-wedge field.

いて S_{cp} を S_c と S_p に分離することが可能であり、Khanらの理論が成り立つことが証明された。

3-2 EDWとオープン照射野における矩形照射野の S_{cp} 、 S_c 、 S_p の比較

EDW60°とオープン照射野における矩形照射野の S_{cp} 、 S_c 、 S_p は、正方形照射野のときと同様の傾向を示した。矩形照射野においてもウェッジ傾斜方向の照射野の1辺が20cmまでは可動絞りである上絞りの最終停止位置によって決定される累積MU値によって S_{cp} 、 S_c は変化した。そしてウェッジ傾斜方向の照射野の1辺が20cmよりも大きい非対称照射野では、EDWによる出力変化はなく照射野サイズが大きくなることによる散乱線の増加が出力に含まれ、オープン照射野と同様な傾向を示した。また、矩形照射野についてもEDW60°とオープン照射野の S_p はほぼ一致した。よって、正方形照射野と同様にEDWにおける可動絞りの動きは S_c に影響を与えるが S_p とは独立しており、 S_{cp} を S_c と S_p に分離することが可能である。したがって、矩形照射野のEDWにおいてもKhanらの理論が成り立つことが証明された。

3-3 不整形照射野でのEDW有無による S_{cp} 、 S_c 、 S_p の比較

2-1と2-2の結果から、EDWを用いた正方形および矩形照射野においてKhanらの理論が成り立ち、またEDWとオープン照射野の S_p がほぼ一致することが分かった。2-3では、コリメータの開度が同じでもMLCや鉛ブロックなどで形成される照射野の形状によって S_p が異なる不整形照射野の散乱係数について検討し

た、EDWの出力は可動コリメータがビーム中心軸を通過するまでのコリメータの各位置における非対称照射野の出力の総和である¹¹⁾。つまり、コリメータの開度が同じでもウェッジ傾斜方向に対してビーム中心軸を基準に非対称性が強い照射野の場合、ビーム中心軸上におけるEDWの S_p はEDWなしの照射野と異なることが予想される。そこでFig. 3のようなX軸を境に極端に非対称な形状の照射野モデルを作成し、ウェッジの傾斜方向を変えて S_{cp} 、 S_c 、 S_p を求めた。ウェッジの傾斜方向を変えた2種類のEDW60°について S_c はほぼ一致した。このことから、EDWを用いた不整形照射野についてビーム中心軸上における S_c はEDWなしの照射野の出力変化にみられる一般的な傾向と同様、MLCなどによる最終的な照射野の形状に影響を受けないことが分かった。一方、 S_{cp} と S_p はウェッジの傾斜方向を表すY2OUTの方がY1INよりも大きくなった。この場合、Y1INおよびY2OUTは上絞りの最終停止位置によって決まる累積MU値は等しい。しかし、両者は可動コリメータがビーム中心軸を通過するまでのコリメータの各位置における照射野サイズの相違から生じるファントム中での出力の総和が異なる。つまり、コリメータがビーム中心軸を通過するまでの各位置における照射野面積の総和が大きいY2OUTの方がY1INよりもファントム内での散乱線の量が大きく、このことが S_p の相違に反映され S_{cp} に影響した。

臨床の場でMLCにより作成された不整形照射野35例について、上絞りサイズが大きいほどビーム中心軸上でのEDW60°とEDWなしの照射野における S_p の相違は大きくなった。ここでもFig. 3の照射野モデルと同様のことがいえる。つまり、上絞りのサイズが大き

Fig. 6 Difference in phantom scatter factors for 60°EDW and non-wedge field, and time in configured irregular fields. S_p is phantom scatter factors. Difference (%) = $S_p(\text{EDW})/S_p(\text{NON}) \times 100 - 100$. $S_p(\text{EDW})$ is S_p for 60°EDW. $S_p(\text{NON})$ is S_p for non-wedge field.

かつウェッジ傾斜方向に対してビーム中心軸を基準に非対称性が強い照射野の場合、EDW60°とEDWなしの照射野における S_p の相違は大きくなる。Fig. 6に S_p の相違が最大値、最小値および相違が0%付近の照射野の形状を示す。明らかに相違が最大値、最小値を示した照射野はウェッジ傾斜方向である上絞りサイズが大きくかつビーム中心軸を基準に非対称性が強い照射野であった。一方、相違が0%付近を示した照射野は上絞りサイズが小さくビーム中心軸に対して比較的対称性が良好な照射野であった。また、臨床の場でMLCにより作成された不整形照射野35例について、上絞りサイズが20cmを超えるとその相違は明らかであった。これは、当院で実務に用いられているMLC照射野の特徴として、上絞りが20cmくらいまではX軸を境に比較対称な形状の照射野が多く、20cmを超えると傍大動脈リンパ節の照射野などのようにX軸を境に非対称な形状の照射野が多くなる。その傾向がFig. 5に現れた。このように照射野サイズと形状によってはEDW60°とEDWなしの照射野における S_p の相違が1%を超える場合があったが、AAPM Report 13⁽¹²⁾の出力線量評価の不確定度2.5%の範囲内であり問題ないと考ええる。

従来のウェッジフィルタを用いていたころは、ウェッジ傾斜方向の絞りサイズが10cm以下の照射野がほとんどであった。しかし、EDWの導入により照射野サイズおよび設定角度に関する利用範囲の拡大により、ウェッジ傾斜方向の絞りサイズが20cmを超える場合もあり得る。しかし、そのような不整形照射野においてもビーム中心軸上でのEDW60°とEDWなしの

照射野における S_p の相違は1%程度であり、Khanらの理論が成り立つことが証明された。したがって、EDWを用いた不整形照射野はEDWなしの不整形照射野と同様の扱いが可能である。

4. 結 語

正方形および矩形照射野においてEDWの S_{cp} 、 S_c は、オープン照射野の出力変化にみられる一般的な傾向と異なっていたが S_p はほぼ一致した。したがって、EDWを用いた正方形照射野および矩形照射野において S_{cp} を S_c と S_p に分離することが可能であり、Khanらの理論が成り立つことが証明された。

不整形照射野について、ウェッジ傾斜方向である上絞りサイズが大きくかつビーム中心軸を基準に非対称性が強い照射野ほどビーム中心軸上でのEDW有無による S_p の相違は大きくなり1%を超える場合があった。しかし、AAPM Report 13⁽¹²⁾の出力線量評価の不確定度2.5%の範囲内であり問題ないと考ええる。よって、EDWを用いた不整形照射野においても S_{cp} を S_c と S_p に分離して取り扱うことが可能でありKhanらの理論が成り立つ。つまり、EDWを用いた不整形照射野における S_c はMLCに対して独立でありオープン照射野に依存する。一方、 S_p はMLCなどにより形成される最終的な照射野形状に依存し、これにはEDWの傾斜方向の影響が含まれる。

本文の要旨は日本放射線技術学会第60回総会学術大会(2004年4月、横浜)において発表した。

参考文献

- 1) Kijewski PK, Chin LM, and Bjarngard BE: Wedge shaped dose distributions by computer-controlled collimator motion. Med Phys, 5 (5), 426-429, (1978).
- 2) Leavitt DD, Martin M, Moeller JH, et al.: Dynamic wedge field techniques through computer-controlled collimator motion and dose delivery. Med Phys, 17 (1), 87-91, (1990).
- 3) Klein EE, Low AD, Meigooni AS, et al.: Dosimetry and clinical implementation for dynamic wedge. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 31 (3), 583-592, (1995).
- 4) Bidmead AM, Garton AJ, and Childs PJ: Beam data measurements for dynamic wedges on Varian 600C (6MV) and 2100C (6 and 10MV) linear accelerators. Phys Med Biol, 40 (3), 393-411, (1995).
- 5) 保科正夫: Dynamic wedgeの評価と応用の可能性について. 放射線治療分科会誌, 13 (2), 12-17, (1999).
- 6) 館岡邦彦: Dynamic wedgeの評価と応用の可能性について. 放射線治療分科会誌, 13 (2), 23-30, (1999).
- 7) Khan FM, Sewchand W, Lee J, et al.: Revision of tissue-maximum ratio and scatter-maximum ratio concepts for cobalt 60 and higher energy x-ray beams. Med Phys, 7, 230-237, (1980).
- 8) Liu C, Li Z, and Palta JR: Characterizing output for the Varian enhanced dynamic wedge field. Med Phys, 25 (1), 64-70, (1998).
- 9) 保科正夫, 小川仁司, 笹森浩司, 他: 放射線治療ビームにおける電離箱線量計のヒステリシス現象. 日放技学誌, 56 (11), 1348-1356, (2000).
- 10) 佐藤智春, 石田寿城, 萬 篤憲, 他: ミニファントムおよびビルドアップキャップによるヘッド散乱係数の評価. 日放腫会誌, 15 (4), 263-269, (2003).
- 11) 館岡邦彦: 第54回総会学術大会シンポジウム II, 放射線治療における出力測定の物理的問題, ダイナミックウェッジの出力測定. 日放技学誌, 55 (3), 251-256, (1999).
- 12) American Association of Physicists in Medicine Radiation Therapy Committee Task Group 24: Physical aspects of quality assurance in radiation therapy. AAPM Report No.13, AAPM. New York, (1984).

図表の説明

- Fig. 1 (a) EDW60°とオープン照射野における正方形照射野の全散乱係数
(b) EDW60°とオープン照射野における正方形照射野のコリメータ散乱係数
(c) EDW60°とオープン照射野における正方形照射野のファントム散乱係数. ただし, 20cm×20cmよりも大きい照射野は非対称照射野である.
- Fig. 2 (a) 下絞りサイズ10cm一定にしたときのEDW60°とオープン照射野における矩形照射野の全散乱係数
(b) 下絞りサイズ10cm一定にしたときのEDW60°とオープン照射野における矩形照射野のコリメータ散乱係数
(c) 下絞りサイズ10cm一定にしたときのEDW60°とオープン照射野における矩形照射野のファントム散乱係数. ただし, 上絞りサイズが20cmよりも大きい照射野は非対称照射野である.
- Fig. 3 ウェッジ傾斜方向に対して, X軸を境に照射野の形状が非対称な照射野モデルの外形. この照射野に対してEDWの方向を変えて測定した S_{cp} , S_c , S_p およびEDWとEDWなしの照射野における S_p の相違. 相違(%)= $S_p(EDW)/S_p(NON) \times 100 - 100$. $S_p(EDW)$ はEDW60°における S_p である. $S_p(NON)$ はEDWなしの照射野における S_p である.
- Fig. 4 臨床で用いられた不整形照射野35例について, EDW60°とEDWなしの照射野におけるファントム散乱係数の相違の度数. 相違(%)= $S_p(EDW)/S_p(NON) \times 100 - 100$. $S_p(EDW)$ はEDW60°における S_p である. $S_p(NON)$ はEDWなしの照射野における S_p である.
- Fig. 5 不整形照射野についてEDW60°とEDWなしの照射野におけるファントム散乱係数の相違と上絞りサイズの関係. 相違(%)= $S_p(EDW)/S_p(NON) \times 100 - 100$. $S_p(EDW)$ はEDW60°における S_p である. $S_p(NON)$ はEDWなしの照射野における S_p である.
- Fig. 6 EDW60°とEDWなしの照射野におけるファントム散乱係数の相違と各不整形照射野の形状. 相違(%)= $S_p(EDW)/S_p(NON) \times 100 - 100$. $S_p(EDW)$ はEDW60°における S_p である. $S_p(NON)$ はEDWなしの照射野における S_p である.