

5章 くさび係数の取扱い

くさび係数の変化因子として挙げられるものは、

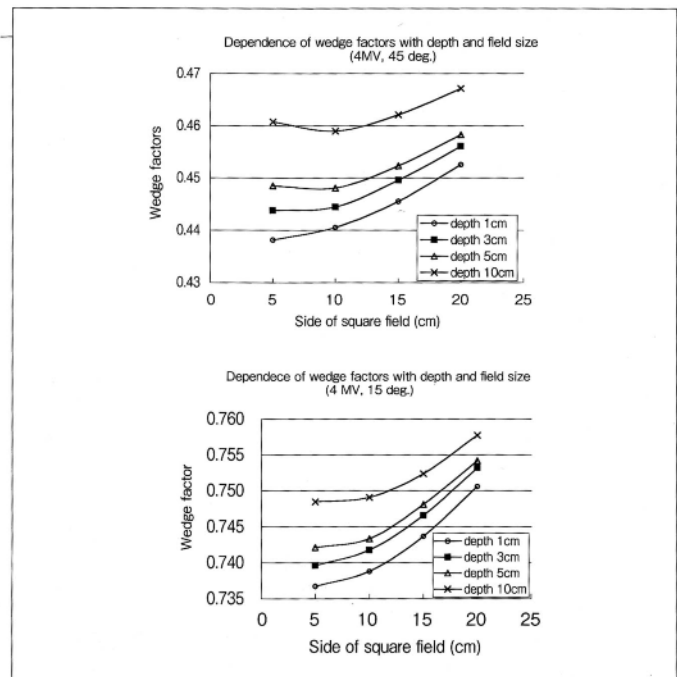
1. フィルタの種類 (素材・くさび角度・フィルタ形状)
2. 治療評価点深度
3. 照射野サイズ
4. 計算点軸外補正 (軸外によりくさびフィルタ厚さが変化する)

IEC および JIS の規格でくさび係数は、深さ 10cm におけるオープン照射野とくさび照射野の線量比率で定義されているが、照射条件により誤差が大きくなる可能性があるので注意したい、この傾向は X 線エネルギーが低いほど・ウェッジ角度が大きなウェッジフィルタほど、より著明となる。

右図は「放射線治療技術の標準」P-164 に示されたものである。

右上図

45° と 15° の物理的くさびフィルタ 4MV X 線 (Clinac 2100C Varian 社) の照射野サイズと深さに対する、くさび係数の変化を示すグラフ。



右下表

物理的くさびフィルタ 4MV X 線 (Clinac 2100C Varian 社) の照射野サイズと深さに対する、くさび係数の変化。

IEC の WF の定義である

照射野: 10cm × 10cm

深さ: 10cm での くさび係数を 1.000 として相対的くさび係数値を示している。

くさび角度 60° 深さ 1cm 照射野 5cm × 5cm では 0.9437 という大きな変化を示している。

side of sq. field	60deg.				45deg.			
	depth (cm)				depth (cm)			
	1	3	5	10	1	3	5	10
5cm	0.9437	0.9579	0.9694	0.9999	0.9547	0.9669	0.9771	1.0039
10cm	0.9519	0.9624	0.9714	1.0000	0.9599	0.9683	0.9762	1.0000
15cm	0.9668	0.9778	0.9858	1.0131	0.9707	0.9795	0.9855	1.0068
20cm	-	-	-	-	0.9859	0.9936	0.9985	1.0177
side of sq. field	30deg.				15deg.			
	depth (cm)				depth (cm)			
	1	3	5	10	1	3	5	10
5cm	0.9701	0.9786	0.9830	0.9974	0.9835	0.9873	0.9906	0.9991
10cm	0.9772	0.9824	0.9868	1.0000	0.9862	0.9902	0.9923	1.0000
15cm	0.9900	0.9958	0.9990	1.0103	0.9928	0.9966	0.9987	1.0044
20cm	1.0068	1.0116	1.0144	1.0245	1.0020	1.0055	1.0068	1.0115

これらの変化を考慮するには

1. くさびフィルタごとの TMR と Sc
2. 線量評価点でのくさび係数 (各くさび係数を、深さと照射野の変化に対応した関数にする)

ここでは 2. の方法について一例を説明する

*資料の Excel ファイル [MU 検証テキスト資料 処理まえデータのワークシート] “WF 算出サンプル”参照

ここで行う作業は TMR 算出の入れ子方式と同様である。内容が似通っているので簡単に説明をする。詳細は2章(TMR 回帰式作成)を参考にしながら作業を進めていただきたい。

くさびフィルタ使用時の出力変化を測定点と照射野サイズを変えて測定、右図のような表を完成させる。

このサンプルは Varian 社 Clinac 2100C 4MV X 線によるもので、この装置は MLC の下にくさびフィルタが装着されるタイプであり、補正の対象となる照射野形状は Sp や TMR と同じ、ファントムに投影される大きさとなるので、くさび係数の評価も TMR と同様に等価円形照射野の半径と深さを利用して、入れ子形式の近似多項式を作成する。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	施設名	○×○×	病院							
2	装置名	Varian Clinac 2100c								
3	エネルギー	10MV								
4										
5		W45° くさび係数								
6	等価正方形照射野の1辺	5	10	15	20					
7	等価円形照射野の半径	2.8055	5.611	8.4165	11.222					
8		1	0.4382	0.4406	0.4455	0.4525				1
9		3	0.4438	0.4444	0.4496	0.4560				3
10	深さ (cm)	5	0.4485	0.4481	0.4523	0.4583			深さ (cm)	5
11		10	0.4607	0.4590	0.4621	0.4671				10
12		15	0.4729	0.4699	0.4719	0.4759				15
13										
14		回帰結果								
15	等価正方形照射野の1辺	5	10	15	20					
16	等価円形照射野の半径	2.8055	5.611	8.4165	11.222					
17		1								
18		3								
19	深さ (cm)	5								
20		10								
21		15								
22										
23										

まず等価円形照射野の半径と、深さ1cmのWF値を選択して散布図のグラフを作成。

グラフエリア選択後、右クリックから“近似曲線の追加”を選択、多項式近似で2次の指数を選択、計算式の表示が指数で6桁になるように設定する。

グラフの深さを変化させて各深さの近似式を作成、対応する深さを表示している数値の横にコピーする。

2	装置名	Varian Clinac 2100c								
3	エネルギー	10MV								
4										
5		W45° くさび係数								
6	等価正方形照射野の1辺	5	10	15	20					
7	等価円形照射野の半径	2.8055	5.611	8.4165	11.222					
8		1	0.4382	0.4406	0.4455	0.4525				1
9		3	0.4438	0.4444	0.4496	0.4560				3
10	深さ (cm)	5	0.4485	0.4481	0.4523	0.4583			深さ (cm)	5
11		10	0.4607	0.4590	0.4621	0.4671				10
12		15	0.4729	0.4699	0.4719	0.4759				15
13										
14		回帰結果								
15	等価正方形照射野の1辺	5	10	15	20					
16	等価円形照射野の半径	2.8055	5.611	8.4165	11.222					
17		1								
18		3								
19	深さ (cm)	5								
20		10								
21		15								
22										
23										
24										
25										
26										

1	$y = 1.461091E-04x^2 - 3.457494E-04x + 4.380000E-01$
3	$y = 1.842245E-04x^2 - 1.094279E-03x + 4.452500E-01$
5	$y = 2.032822E-04x^2 - 1.653894E-03x + 4.514000E-01$
10	$y = 2.128111E-04x^2 - 2.190340E-03x + 4.650250E-01$
15	$y = 2.223399E-04x^2 - 2.726787E-03x + 4.786500E-01$

各深さの近似多項式を選択後、データバーから区切り位置を選ぶ。

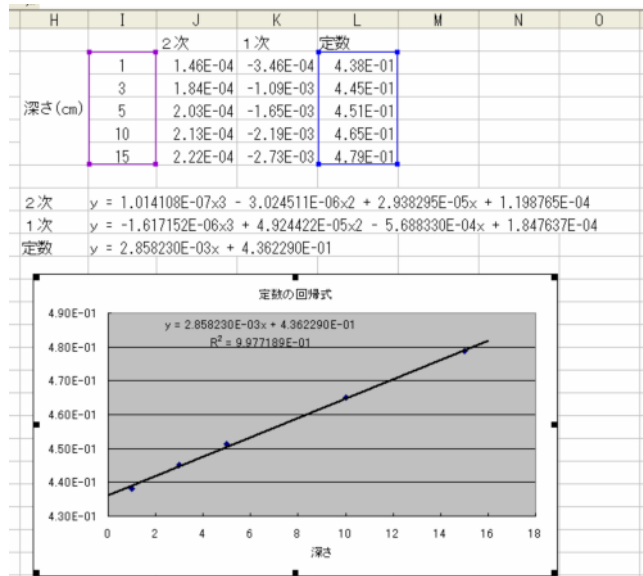
7	等価円形照射野の半径	2.8055	5.611	8.4165	11.222					
8		1	0.4382	0.4406	0.4455	0.4525			1	$y = 1.461091E-04x^2 - 3.457494E-04x + 4.380000E-01$
9		3	0.4438	0.4444	0.4496	0.4560			3	$y = 1.842245E-04x^2 - 1.094279E-03x + 4.452500E-01$
10	深さ (cm)	5	0.4485	0.4481	0.4523	0.4583			5	$y = 2.032822E-04x^2 - 1.653894E-03x + 4.514000E-01$
11		10	0.4607	0.4590	0.4621	0.4671			10	$y = 2.128111E-04x^2 - 2.190340E-03x + 4.650250E-01$
12		15	0.4729	0.4699	0.4719	0.4759			15	$y = 2.223399E-04x^2 - 2.726787E-03x + 4.786500E-01$
13										

3次 2次 1次 定数 に分割する。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
3	エネルギー	10MV														
4																
5		W4.5° くさび係数														
6	等価正方形照射野の1辺	5	10	15	20											
7	等価正方形照射野の半径	2.8055	5.611	8.4165	11.222				2次	1次	定数					
8		1	0.4382	0.4406	0.4455	0.4525			1	1.46E-04	-3.46E-04	4.38E-01				
9		3	0.4438	0.4444	0.4496	0.4560			3	1.84E-04	-1.09E-03	4.45E-01				
10	深さ (cm)	5	0.4485	0.4481	0.4523	0.4583		深さ (cm)	5	2.03E-04	-1.65E-03	4.51E-01				
11		10	0.4607	0.4590	0.4621	0.4671			10	2.13E-04	-2.19E-03	4.65E-01				
12		15	0.4729	0.4699	0.4719	0.4759			15	2.22E-04	-2.73E-03	4.79E-01				
13																

次に深さと次数および定数のグラフを作成し、それぞれの近似式を作成、それぞれをワークシート上にコピーしておく。

ここでは2次と1次は3次の多項式近似を、定数は線形近似を選択した。



回帰結果を表示するセルに入れ子形式の回帰式を入力し、回帰結果を評価する。

具体的には半径=2.8055cm 深さ=1cm に対応するセル C17 に下記の式を入力して最後に y を削除する。

$$y = (0.0000001014108 * \$B17^3 - 0.000003024511 * \$B17^2 + 0.00002938295 * \$B17 + 0.0001198765) * C\$16^2 + (-0.000001617152 * \$B17^3 + 0.00004924422 * \$B17^2 - 0.000568833 * \$B17 + 0.0001847637) * C\$16 + (0.00285823 * \$B17 + 0.436229)$$

回帰結果と基データとの誤差を確認する。

このくさび係数を求める回帰多項式を利用して、くさび係数を計算させるための、ワークシートを作成する。

	A	B	C	D	E	F	G
1	施設名	○×○×	病院				
2	施設名	Varian Clinac 2100c					
3	エネルギー	10MV					
4							
5		W4.5° くさび係数					
6	等価正方形照射野の1辺	5	10	15	20		
7	等価正方形照射野の半径	2.8055	5.611	8.4165	11.222		
8		1	0.4382	0.4406	0.4455	0.4525	
9		3	0.4438	0.4444	0.4496	0.4560	
10	深さ (cm)	5	0.4485	0.4481	0.4523	0.4583	
11		10	0.4607	0.4590	0.4621	0.4671	
12		15	0.4729	0.4699	0.4719	0.4759	
13							
14		回帰結果					
15	等価正方形照射野の1辺	5	10	15	20		
16	等価正方形照射野の半径	2.8055	5.611	8.4165	11.222		
17		1	y=(0.0000001014108	0.4418	0.4486	0.4537	
18		3	0.4431	0.4443	0.4484	0.4553	
19	深さ (cm)	5	0.4476	0.4478	0.4512	0.4579	
20		10	0.4603	0.4592	0.4614	0.4669	
21		15	0.4732	0.4708	0.4719	0.4785	
22							
23		回帰結果					
24	等価正方形照射野の1辺	5	10	15	20		
25	等価正方形照射野の半径	2.8055	5.611	8.4165	11.222		
26		1	#VALUE!	-0.2739	-0.2518	-0.2741	
27		3	0.1577	0.0258	0.2757	0.1481	
28	深さ (cm)	5	0.2117	0.0692	0.2348	0.0883	
29		10	0.0817	-0.0399	0.1595	0.0329	
30		15	-0.0647	-0.1936	-0.0029	-0.1299	
31							
32							