

# Co-60 감마선에 대한 개인용컴퓨터를 이용한 선량분포 계산 Calculation of Dose Distribution for Co-60 Gamma rays by personal Computer

원자력병원

유대현 · 지영훈

방사선 치료시 조사시간을 결정해야 하며 이러한 조사시간을 계산하는 방법은 다음 세가지로 들 수 있다.

1. 실제 조사조건 하에서의 선량측정
2. 기하학적 근사법 계산
3. 치료 계획용 컴퓨터에 의한 방법

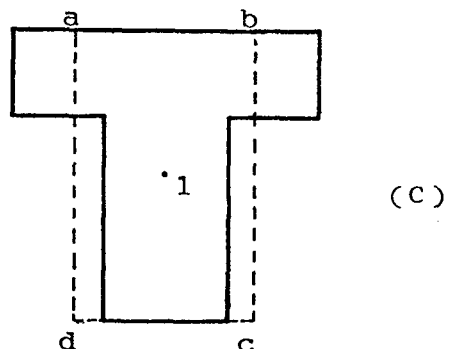
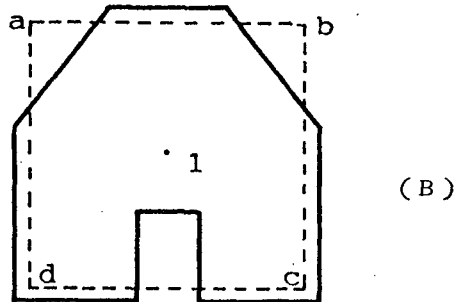
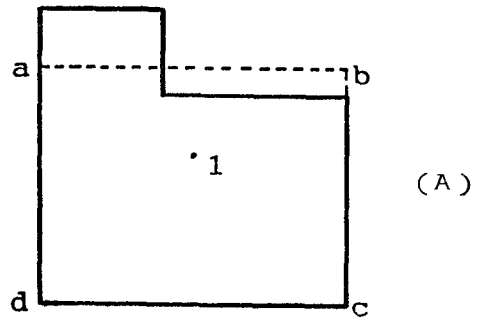
실제 조사조건 하에서의 선량측정은 많은 시간을 필요로 하며 기하학적 조사법에 의한 선량 계산은 오차가 크다는 단점이 있어 근래에는 치료 계획용 컴퓨터에 의한 계산방법이 상용되고 있다.

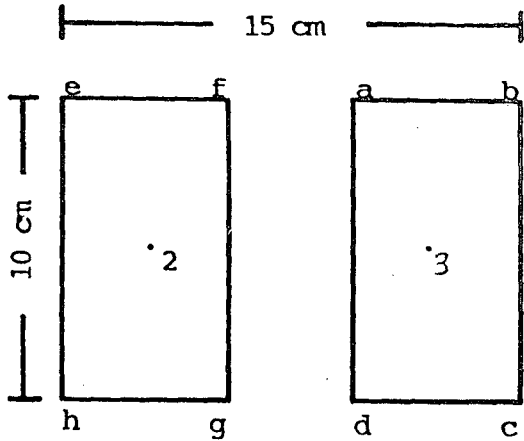
이러한 컴퓨터의 계산방법으로는 Clarkson 원리를 이용하고 있다. 이것의 단점으로는 신속 정확한 반면 가격이 비싸다는 단점을 갖고 있다. 또한 Soft Ware에 이상이 생길 경우에는 Program에 접근하기가 어려워진다. 따라서 여기서는 최근 쉽게 접근할 수 있는 Personal Computer를 이용하며 이러한 방법을 해결해 보고자 하였다.

실험 Field size는  $10 \times 10 \text{ cm}^2$ ,  $15 \times 15 \text{ cm}^2$ ,  $20 \times 20 \text{ cm}^2$ 의 정사각형  $10 \times 10 \text{ cm}^2$ 의 L자형, 역Y자형, T자형, Field와 Cervix Cancer 치료시 B-point의  $15 \times 10 \text{ cm}^2$ 의 분리형,  $20 \times 20 \text{ cm}^2$  Mantle 형 Field를 대상으로 각각의 Field에 대한 Personal Computer에 의한 계산치와 기하학적 근사법에 의한 계산치와 치료계획용 Computer에 의한 수치를 비교하여 보았다.

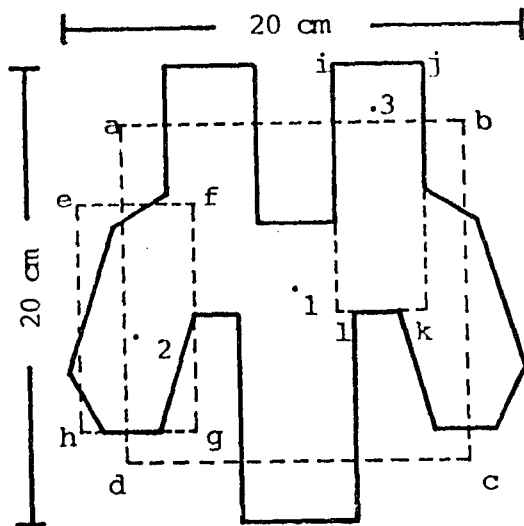
이 그림은 Irregular Field를 나타낸 것으로 점선으로 나타낸 부분은 그 Field에 있어서의 (실선) 기하학적 근사법으로 계산하기 위한 Effective Field를 나타냈다.

예를 들면 Fig.1의 "E" Field에서 Point 1에 대한 effective field는 abcd, Point 2에 대한 effective field는 efgh, Point 3에 대한 effective field는 ijkl로 나타낸 것이다.





(D)



(E)

Fig.1. Models of irregularly shaped fields, Rectangles shown by dashed lines represent approximate equivalent field. (A) L shaped field, 1:abcd, (B) inverted Y shaped field, 1:abcd, (C) T shaped field, 1:abcd, (D) split field, 1:abcd, 2:efgh, (E) mantle field, 1:abcd, 2:efgh, 3:ijkl.

여기에 사용된 Personal Computer는 main body C.P.U 그림과 같은 memory device hard disk driver C.R.T mon-

itor printer 로 구성되어 있다.

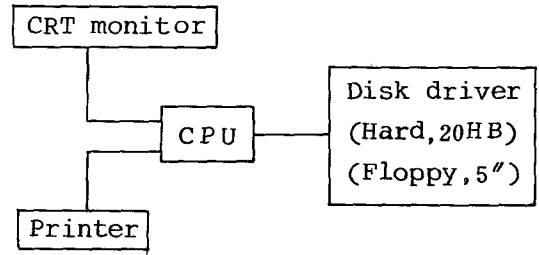


Fig. Block diagram of the personal computer

Personal Computer로 선량을 계산코져 Clarkson원리를 이용하였으며 이것을 식으로 나타내면  $TAR = TAR_0 + SAR$

$TAR_0$  : 0(zero)Field에 대한 TAR

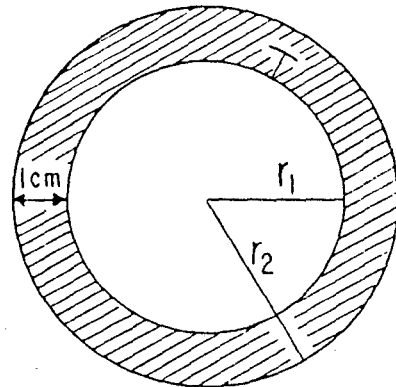


Fig.3. Derivation of the  $SAR_{Ai}$  vs  $r$  Curves. Here the added scatter from the shaped annulus will be  $SAR = SAR(d, r_2) - SAR(d, r_1)$

여기에서 SAR를 계산하기 위하여 다음과 같은 방법을 사용하였다.

Fig3에서 반지름이  $r_0$  인 원으로부터 폭이 일정한 연속된 고리로 원의 면적을 분할하였다고 가정하고 그림에서 원형 조사면에 대한 SAR table을 이용 반지름  $r_2$ 의 SAR값에서  $r_1$  일때의 SAR 값이 뺀것인 고리모양의 SAR 값이 되고

이것을 다시 고리의 면적으로 나눈 값이 단위 면적당 SAR 값이 된다.

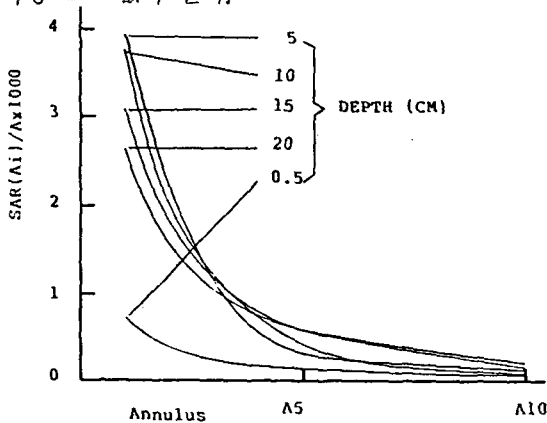


Fig. The variation of  $SAR(A_i)/A$  for 1 cm-annulus from the  $r_0 = 1\text{ cm}$ . Where  $r_0$  is radius from the axis

이 그림은 고리의 폭을 1 cm로 하였을 경우 depth 0.5 cm, 5 cm, 10 cm, 15 cm, 20 cm에서의 단위 면적당 SAR의 기여분을 나타낸 것이다. 그림에서 보면 중심에서 약 3 cm 정도까지는 Depth 5 cm까지는 SAR이 급속히 증가하다가 이후부터 서서히 감소되는 것을 알 수 있다.

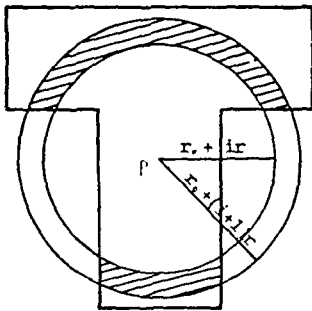


Fig. 2. Modified scatter technique for the shaded part of annulus ( $A_i$ ) in T shaped field. The scatter contribution from the annulus is  $SAR(A_i) = SAR[r_0 + (i+1)r] - SAR[r_0 + ir]$ . The net scatter contribution from the shaded part is  $\Delta SAR(A_i) = SAR(A_i) \times \Delta S_i / S_i$

이 그림은 T자형 Field에 있어서 빗금친 부분의 SAR을 합하여 전체 T자형 Field의 SAR 기여분을 계산한 것이다.

이러한 방법에 의해 TAR 및 %DD를 Personal Computer로 계산하였다.

이러한 P.C에 의한 계산결과와 각 방법에 의한 수치와의 결과는 다음과 같다.

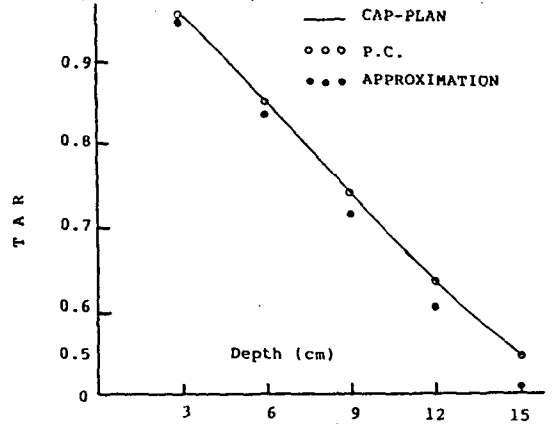


Fig. Calculated TARs for Co-60 mantle fields at 80 cm SSD (Axis point)

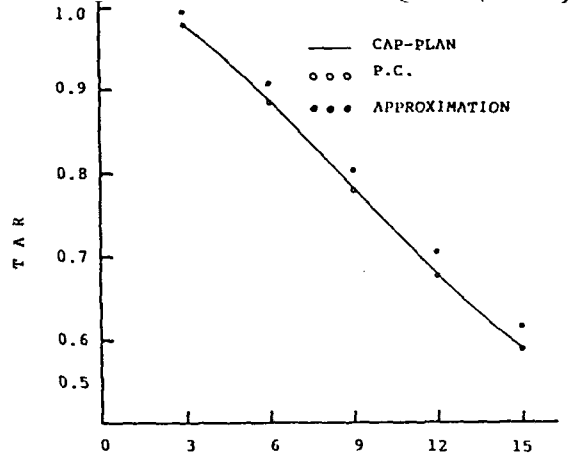


Fig. Calculated TARs for Co-60 mantle fields at 80 cm SSD (Off-axis point 2).

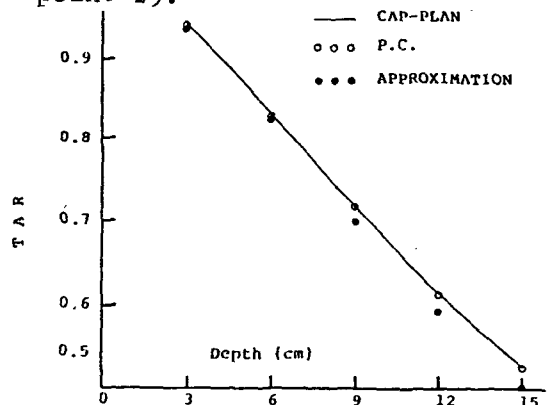


Fig. Calculated TARs for Co-60 mantle fields at 80 cm SSD (Off-axis point 3).

TABLE 1. Comparison personal computer calculated and published values of depth dose and back scatter in water for 10×10, 15×15 and 20×20 cm<sup>2</sup> Co-60 fields at 80 cm SSD (Axis point). The percentage deviation of the calculated values from the published data is also given

Field size	10×10 cm <sup>2</sup>		15×15 cm <sup>2</sup>		20×20 cm <sup>2</sup>	
	P.C. (Pub.)	% devi	P.C. (Pub.)	% devi	P.C. (Pub.)	% devi
BSF	1.035(1.035)	0.0	1.051(1.051)	0.0	1.064(1.063)	0.1
Depth (cm)						
0	100. (100.)	0.0	100. (100.)	0.0	100. (100.)	0.0
1	98.1(98.2)	-0.1	98.3 (98.4)	-0.1	98.4 (98.4)	0.0
2	93.5(93.3)	0.2	94.0 (93.9)	0.1	94.2 (94.0)	0.2
3	88.3(88.3)	0.0	89.2 (89.3)	-0.1	89.6 (89.6)	0.0
4	83.5(83.4)	0.1	84.7 (84.7)	0.0	85.2 (85.2)	0.0
5	78.6(78.5)	0.1	80.1 (80.1)	0.0	80.8 (80.8)	0.0
6	73.7(73.6)	0.1	75.4 (75.4)	0.0	76.4 (76.4)	0.0
7	68.8(68.8)	0.0	71.0 (70.8)	0.3	72.3 (72.1)	0.3
8	64.3(64.1)	0.3	66.6 (66.5)	0.2	68.0 (68.0)	0.0
9	59.8(59.7)	0.2	62.4 (62.3)	0.2	64.1 (64.0)	0.2
10	55.7(55.6)	0.2	58.5 (58.4)	0.2	60.2 (60.2)	0.0
11	51.9(51.7)	0.4	54.7 (54.7)	0.0	56.5 (56.6)	-0.2
12	48.2(48.1)	0.2	51.2 (51.2)	0.0	53.2 (53.2)	0.0
13	44.9(44.8)	0.2	48.0 (47.9)	0.2	50.0 (50.0)	0.0
14	41.8(41.8)	0.0	44.9 (44.9)	0.0	47.0 (47.0)	0.0
15	38.9(38.9)	0.0	42.1 (42.0)	0.2	44.2 (44.2)	0.0
16	36.2(36.2)	0.0	39.3 (39.3)	0.0	41.5 (41.5)	0.0
17	33.7(33.7)	0.0	36.8 (36.8)	0.0	39.0 (39.0)	0.0
18	31.4(31.4)	0.0	34.5 (34.5)	0.0	36.7 (36.7)	0.0
19	29.3(29.2)	0.3	32.4 (32.3)	0.3	34.6 (34.6)	0.0
20	27.2(27.2)	0.0	30.3 (30.3)	0.0	32.5 (32.6)	-0.3

TABLE 2. Comparison of calculated values of TARs in water for 10×10 cm<sup>2</sup> Co-60 L, T and inverted Y fields at 80 cm SSD (Axis point)

Field type	Depth (cm)	CAP - PLAN Computer	Personal Computer	% devi	Approximate	% devi
L	3	0.961	0.960	-0.1	0.964	0.3
	6	0.853	0.853	0.0	0.860	0.8
	9	0.738	0.738	0.0	0.743	0.7
	12	0.631	0.631	0.0	0.638	1.1
	15	0.541	0.541	0.0	0.546	0.9
T	3	0.943	0.943	0.0	0.953	1.1
	6	0.829	0.829	0.0	0.843	1.7
	9	0.711	0.711	0.0	0.724	1.8
	12	0.603	0.603	0.0	0.617	2.3
	15	0.513	0.513	0.0	0.525	2.3
inverted Y	3	0.963	0.962	-0.1	0.965	0.2
	6	0.856	0.856	0.0	0.861	0.6
	9	0.741	0.741	0.0	0.744	0.4
	12	0.634	0.635	0.2	0.639	0.8
	15	0.544	0.544	0.0	0.548	0.7

TABLE 3. Comparison of calculated values of TARs in water for 15×10cm<sup>2</sup> Co-60 split field at 80cm SSD (Off-axis point)

Depth (cm)	CAP-PLAN Computer	Personal Computer	% devi	Approximate	% devi
3	0.955	0.955	0.0	0.950	-0.5
6	0.846	0.846	0.0	0.839	-0.8
9	0.730	0.729	-0.1	0.719	-1.5
12	0.623	0.621	-0.3	0.610	-2.1
15	0.533	0.530	-0.6	0.518	-2.8

TABLE 4. Comparison of calculated values of TARs in water for 20×20cm<sup>2</sup> Co-60 mantle field at 80cm SSD.

Point	Depth (cm)	CAP-PLAN Computer	Personal Computer	% devi	Approximate	% devi
1	3	0.984	0.983	-0.1	0.999	1.5
	6	0.887	0.885	-0.2	0.907	2.3
	9	0.782	0.780	-0.3	0.803	2.7
	12	0.681	0.679	-0.3	0.706	3.7
	15	0.594	0.592	-0.3	0.619	4.2
2	3	0.960	0.959	-0.1	0.949	-1.1
	6	0.853	0.852	-0.1	0.835	-2.1
	9	0.741	0.740	-0.1	0.714	-3.6
	12	0.637	0.637	0.0	0.606	-4.9
	15	0.549	0.549	0.0	0.512	-6.7
3	3	0.945	0.944	-0.1	0.940	-0.5
	6	0.832	0.831	-0.0	0.825	-0.8
	9	0.719	0.719	0.0	0.702	-2.4
	12	0.615	0.614	-0.2	0.594	-3.4
	15	0.528	0.527	-0.2	0.501	-5.1

이러한 모든 결과에 대한 비교로서 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, Personal Computer에 의한 계산과 기존 치료 계획용 Computer에 의한 계산치의 차이는 거의 일치하였다.

둘째, 근사법에 의한 계산과 치료 계획용 Computer에 의한 계산의 차는 최대 6.7%의 오차를 나타냈다.

셋째, Personal Computer에 의한 계산과 치료 계획용 Computer에 의한 계산의 소요시간은 근사법에 의한 소요시간 보다 월등히 신속하였다. 이러한 결론들을 종합하여 본다면 치료 계획용 Computer의 대용으로 부정형 조사야의 선량 계산에 Personal Computer를 이용한다면 충분한 결과를 얻을 수 있다고 본다.