

유리선량계를 이용한 감마선조사장치의 공간선량분포 측정

박승우 · 정해조 · 김금배 · 이창열 · 손기홍 · 신상훈 · 이동한 · 최문식 · 지영훈
한국원자력의학원 방사선의학연구소 방사선치료의학물리연구팀
E-mail: jyh328@kirams.re.kr

중심어 (keyword) : 감마선조사장치, 선량분포 측정, 유리선량계

서론

감마선조사장치는 세포실험, 동물실험, 혈액방사선 조사, 선량측정 실험 및 교육 등에 널리 사용되고 있다. 한국원자력의학원(KIRAMS)에서는 대용량 (예, multiwell plate) 시료 측정이 가능한 Biobeam8000 (STS Steuerungstechnik & Strahlenschutz GmbH, Braunschweig, Germany, Cs137, 81.4 TBq) 감마선 조사장치를 도입하였다. 본 연구에서는 새로 도입한 Biobeam8000 감마선 조사장치를 이용한 시료를 위치시키는 금속 쉘터이너 내 공간선량분포를 측정하였다. 그리고 측정 결과를 바탕으로 세포실험에서 효율적이며 정확한 선량 전달을 위한 조사장치 사용을 위한 가이드라인을 제시한다.

재료 및 방법

선량측정은 유리선량계(GD-301 GRD, Asahi Techno Glass Corporation, Shizuoka, Japan)를 이용하였다. 유리선량계는 방사선에 조사된 유리소자가 자외선에 의한 여기로 주황색 형광을 발하는 현상 (Radio-Photo Luminescens: RPL)을 이용한 고체 선량계이며, 방사선조사로 생긴 RPL 중심은 판독조작 등으로 소멸되지 않으며 여러 번에 걸쳐 반복하여 판독할 수 있는 적산형 고체선량계이다[1]. 본 연구에 사용한 유리 선량계는 직경이 1.5 mm, 길이가 12 mm인 원통형이다. 측정범위는 10 uGy - 500 Gy 까지 넓은 선량영역에서의 측정이 가능하고 3% 이내

의 에너지 특성을 가지고 있으며, 5% 이내의 방향 특성을 나타낸다[2]. 유리선량계의 판독은 FGD-1000 판독기(Asahi Techno Glass Corporation, Shizuoka, Japan)를 사용하였다.

Biobeam8000 조사장치는 넓은 영역에 균일한 방사선 조사를 위해 Cs-137선원이 위아래 24 cm 범위를 일정한 주기로 왕복 이동한다. 또한 기존의 방사선조사기에서처럼 방사선 조사동안 시료를 넣는 컨테이너는 계속해서 360도 회전한다.

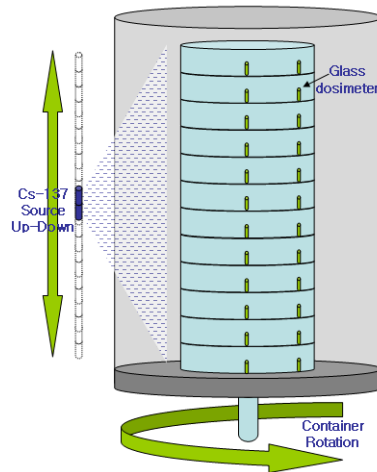


그림 1. Biobeam8000의 선원 조사 특성과 선량분포측정을 위한 유리선량계의 배치.

Biobeam8000 조사장치의 방사선량분포측정을 위하여 BB75-4(diameter: 190 mm, height: 240 mm, volume: 7.5 l) 금속 컨테이너를 사용하였다. 컨테이너 내에는 세포실험에 흔히 사용되는 플라스틱 재질의 배양용기(지름 90 mm, 높이 20 mm)를 이용한 실험을 가상하였다. 12개의 배양용기와 24개의 유리선량

계를 그림 1 에서와 같이 배열한 후 배양용기의 배지 (media)를 물로 채운 후 3분 동안 조사하였다.

결과 및 고찰

24개의 유리선량계에서 측정된 방사선량을 분포는 표 1과 같다. 최소 선량율은 컨테이너 가장 아래에 위치시킨 배양용기의 중심에서 3.52 Gy/min 으로 측정되었고, 최대 선량율은 컨테이너 중앙에 위치시킨 배양용기의 중심에서 45 mm 거리인 곳에서 4.29 Gy/min 으로 측정되었다.

표 1. 유리선량계 배치 지점별로 측정된 방사선량율.

Measurement Point (mm)	Radius 0 mm	Radius 45 mm
2 (lower)	3.52 Gy/min	3.65 Gy/min
22	3.69 Gy/min	3.84 Gy/min
42	3.79 Gy/min	3.95 Gy/min
62	3.87 Gy/min	4.05 Gy/min
82	4.06 Gy/min	4.10 Gy/min
102	4.11 Gy/min	4.29 Gy/min
122	3.94 Gy/min	4.11 Gy/min
142	4.00 Gy/min	4.05 Gy/min
162	3.92 Gy/min	4.08 Gy/min
182	3.78 Gy/min	3.94 Gy/min
202	3.82 Gy/min	3.97 Gy/min
222 (upper)	3.53 Gy/min	3.72 Gy/min

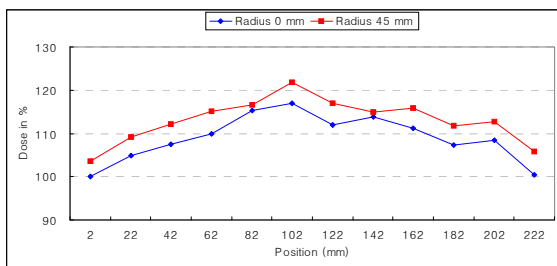


그림 2. 컨테이너내 선량균질성분포 비교를 위한 중심선 최소선량율 지점에 대한 백분율 그래프.

그림 2는 컨테이너내 선량의 균질성분포 비교를 위하여 최소선량율을 나타내는 컨테이너 가장 아래에 위치시킨 배양용기의 중심을 기준으로 백분율로 표시하였다. 배양용기의 배열조건(그림 1)에서 선량측정점 간의 최대 변위오차는 26%였다. 동일한 위치의 배양

용기 내 선량율 차이는 12개 배양용기 모두에서 5% 이내였다. 영역별 균질성은 컨테이너의 바닥을 기준으로 82 - 162 mm의 영역에서는 10% 이내, 42 - 202 mm의 영역에서는 15% 이내, 22 - 202 mm의 영역에서는 20%이내를 보였다.

결론

본 연구에서는 유리선량계를 이용하여 KIRAMS에서 최근 도입한 Biobeam8000 감마선 조사장치의 공간선량분포를 측정 하였다. 조사장치 내 선량의 균질성 측정결과 측정 컨테이너내의 중심축 중심점과 중심축 가장 아랫부분과는 최대 20% 이상의 오차를 보였다. 따라서, 효과적이고 정확한 방사선조사 실험을 위해서는 컨테이너 중심축을 기준으로 가장 아랫면과 윗면에서 각각 30 mm 이상의 위치에 측정시료를 위치시킬 필요성이 있는 것으로 생각된다.

본 연구에서는 생물학연구에 흔히 쓰이는 플라스틱 재질의 배양용기(90×20 mm)만을 대상으로 측정하였다. 매질에 따라 다양한 투과, 흡수, 산란이 나타나는 감마선의 특성을 고려한다면 추후 다양한 종류의 배양용기(petri dish, multiwell plate, bottle)를 대상으로 하는 공간선량평가가 필요할 것으로 사료된다.

감사의 글

이 논문은 교육과학기술부의 재원으로 시행하는 한국 과학재단의 방사선기술개발사업으로 지원받았습니다.

참고 문헌

1. Jeong-Eun Rah, Ju-Young Hong, Gwe-Ya Kim, Yon-Lae Kim, Dong-Oh Shin, Tae-Suk Suh, A comparison of the dosimetric characteristics of a glass rod dosimeter and a thermoluminescent dosimeter for mailed dosimeter, Radiation Measurements Vol.44, p.18, (2009)
2. Technical Report, Explanation Material of RPL Glass Dosimeter. Small Element System. Asahi Technv Glass Corporation, (2000)