



### 2.2 Count rate 평가

선원으로부터 방출된 감마선은 대부분 CZT 결정에 도달하기 전에, 주변의 물과 CZT 결정을 둘러싸고 있는 납 및 텅스텐 차폐체와의 산란반응 등으로 인하여 감쇄된다. CZT 결정까지 도달하는 입자 수가 극히 적기 때문에 낮은 오차의 pulse height tally 계산을 수행하기 위하여 슬릿과 평행한 선상에 위치하여 있는 핵연료집합체 영역에서 매우 작은 각도로 방출된 입자만이 슬릿을 지나 CZT 결정에 도달한다고 가정하였다. 이를 검증하기 위하여 사용된 면선원을 mesh 형태로 분할하여 각 구역에서의 기여 정도를 평가하였고 이를 바탕으로 입자가 방출되는 영역과 방출각도를 제한하였으며 계산 후 보상해주었다. 또한 슬릿 내부 영역에 진입한 입자의 track 수를 기준으로 splitting 기술을 적용하였다. 검출기와 선원 사이의 거리가 40 cm일 때 텅스텐 블록의 길이를 변화시켜 가며 얻은 에너지 661 keV 근처 영역에서의 계수율을 Fig. 3에 나타내었다. 이 때 적용된 핵연료집합체의 activity는  $1.8 \times 10^{16} \gamma/s$  이다.

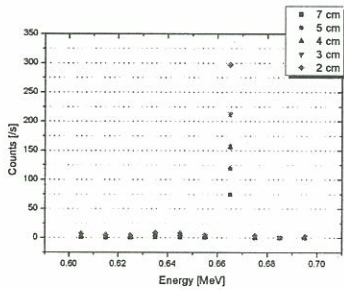


Fig. 3. Change of a count rate with respect to the change with a length of the tungsten block.

검출기와 핵연료집합체 사이의 거리를 변화시켜가며 얻은 계수율의 변화를 Fig. 4에 보였다.

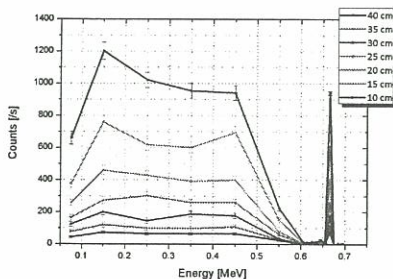


Fig. 4. Change of a count rate with respect to the change of the distance between the detector and the fuel assembly. (Burnup : 32000 MWD/MTU)

슬릿을 지나지 않고 차폐체를 직접 통과하여 결정까지 도달하는 감마선의 경우, detector tally card를 사용하여 CZT 결정 주변의 감마선 flux 도출 후 다시 동일한 환경 하에 있는 CZT 결정에 대한 pulse height tally를 계산하는 방식으로 평가하였다.

### 3. 결론

본 연구를 통하여 여러 연소도를 갖는 핵연료 집합체의 감마선 계수율을 예측할 수 있었으며 향후 수행될 수조 시설 내 사용후핵연료의 연소도 측정 실험에서의 알맞은 감마선 검출기 거리 및 차폐체의 형태 결정 시 활용될 것으로 기대된다. 또한 더 세부적으로 구현된 핵연료집합체에 대한 감마선 및 중성자 연소도 평가 시뮬레이션이 이루어질 계획이다.

### 4. 감사의 글

This work has been carried out under the nuclear R&D program of the Ministry of Education, Science and Technology (MEST) of Korea, and research project (2009T100100650) from KETEP, Ministry of Knowledge Economy. This work was also partly supported by the Korea Research Foundation Grant funded by the Korean Government(MOEHRD, Basic Research Promotion Fund) (KRF-2008-313-D01255).

### 5. 참고문헌

- [1] W. S. Charlton, D. Strohmeyer, A. Stafford, S. Saavedra, A. S. Hoover, C. Rudy, "The Use of Self-Induced XRF to Quantify the Pu Content in PWR Spent Nuclear Fuel," Proceedings of 31st Annual Meeting of European Safeguards R&D Association (2009).
- [2] D. T. Vo, "Comparison of portable detectors for uranium enrichment measurements," Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 276(3), (2008).