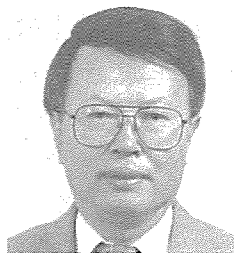


# 원자로와 당구장

원자로에는 왜 중수가 쓰여지는가 원자력발전은 핵연쇄반응의 원리에서 비롯된 것인데 반응에서 생겨나는 중성자가 너무 빨리 움직여 이 중성자의 속도를 줄이기 위해 쓰는 것이 중수이다. 당구장에서 흰 공으로 빨간 공을 정면에서 때리면 흰 공은 그 자리에 서고 빨간 공은 앞으로 나간다. 바로 이런 원리를 이용해 감속재로 중수를 쓰는 것이다.



金濟琬  
(과학문화진흥회 회장)

지난 10월에 국정감사가 있었다. 국정감사에서 집중적으로 추궁받은 것이 울진 원자로에서 중수가 유출되어 이를 복구하던 기술자들이 '괴폭' 당한 사건이었다. 원자로에 왜 중수가 쓰여지는지 궁금하게 여기는 분들이 많을 것으로 생각되어 알아보기로 한다.

원래 원자로의 발상은 '리오 지랄드'라는 헝가리 물리학자로부터 시작되었다. 전하는 바에 의하면 지랄드박사가 런던의 어느 거리에서 신호등을 기다리고 있는 동안에 영감처럼 떠오른 생각은 이러했다는 것이다. 얼마 전에 '오토 하안'이 발견한 핵반응이 생각났다. 우리놈 동위원소인  $^{238}\text{U}$ 에 중성자  $n$ 을 때리면 잠시동안  $^{239}\text{U}$ 의 여기상태가 되었다가  $^{90}\text{Kr} + ^{64}\text{Ba} + 3n$ 로 변하는 반응이다.

이 반응에서 많은 핵에너지가 나오는 것도 확인된 상태이었다. 새로 생성된 3개의 중성자가 다시  $^{238}\text{U}$ 의 연료봉을 때리면 3건의 핵반응이 일어나고 이것이 또다시 9건을 만들고, 이렇게 하여 핵반응은 기하급수로 붙어 나고 핵에너지 방출은 급격히 증가하는 '연쇄반응'의 영감을 얻은 것이다. 미국으로 건너간 지랄드박사는 시카고대학의 '페르미' 교수와 팀이 되어 인류 최초의 '연쇄반응'을 실제로 입증했고, 오늘날의 원자력 발전을 가능케한 발판을 만들어낸 것이다.

그런데 이러한 연쇄반응을 일으키려면 반응에서 생겨나는 중성자가 너무 빨리 움직여서는 안된다. 핵반응은 중성자가  $^{238}\text{U}$ 에 포획되어  $^{239}\text{U}$ 를 만들어야 하는데, 너무 빨리 움직이는 중성자는  $^{238}\text{U}$ 에 잡히지 않고 그냥 지나가 버리기 때문이다.

그런데 반응에서 나오는 3개의 중성자 속

도가 너무 빨라서 이를 줄이지 않고는  $^{238}\text{U}$ 에 포획될 수 없다는 것이 지랄드와 페르미 교수의 고민이었다. 어떤 물질을 쓰면 빠르게 움직이는 중성자의 속도를 효과적으로 줄일 수 있을까? 대답은 의외로 쉬운 곳에 있다. 다름아닌 당구장을 찾아본 사람이라면 누구나 알 수 있을 정도로 자명한 것이다. 즉 이야기는 이러하다. 흰 당구공으로 다른 빨간 당구공을 맞추어 휘어지게 하여 또다른 당구공을 맞추게 된다. 그런데 잘못하여 당구공이 정면으로 충돌하면 때린 당구공은 그 자리에 서고, 맞은 당구공은 때린 당구공의 에너지를 그대로 물려받아서 같은 속도로 쏠살같이 굴러간다.

즉 충돌하는 표적 물체가 때린 물체와 무게(질량)가 같으면 완전 감속이 가능한 것이다. 충돌하는 표적 물체의 질량이 크면 어떨까? 역시 당구장에서 그 예를 볼 수 있다. 당구대 가장자리인 쿠션에 맞은 당구공은 속도의 크기를 거의 유지하면서 튕겨나온다. 당구대는 공보다 훨씬 무겁기 때문이다. 또 표적의 질량이 아주 적으면 트럭과 사람의 충돌처럼 표적만 튕겨나지 트럭이야 끄덕도 하지 않는다.

이렇게 생각해 볼 때, 가장 좋은 감속재는 중성자와 무게가 같은 중성자 물질이다. 중성자로만 된 물질은 없기에 중성자 하나와 양성자 하나가 묶여서 이룬 중수소를 이용하는 중수를 쓰는 것이다. 그러나 중수는 값이 비싼 까닭에 물을 쓰는 원자로가 많다. 물은  $\text{H}_2\text{O}$ 이어서  $\text{H}_2$ 는 두개의 양성자를 가지고 있으며, 이는 중성자와 거의 같은 질량을 가진 까닭이다. ①