

한선 프리미엄 리포트

Hansun Premium Report

주 제 : 핵무기의 과학 기술
발제자 : 문장렬 국방대학교 교수
일 시 : 2016년 3월 17일 오전 7시 30분
장 소 : 국회의원회관 제3세미나실

2,000원으로 내 마음같은 '정책후원' 하기

☒ 문자 한 통 #7079-4545

213회 정책세미나 주요 내용

< 요약 >

☞ 3월 17일 정책세미나에서는 국방대학교 문장렬 교수님을 연사로 핵무기의 과학 기술을 주제로 논의했습니다.

■ 원자의 결합 에너지는 가장 낮은 수소를 시작해 급상승해 철, 구리, 비소가 있는 부분까지 올라가고 이후 우라늄까지는 완만하게 이어진다. 우라늄이 분해되면서 철의 결합 수준까지로 가면서 발생하는 격차의 에너지(Yield from nuclear fission)가 발생한다. 반대로 수소는 융합되며 나오는 에너지(Yield from nuclear fusion)로 그 양이 우라늄보다 훨씬 크다. 수소폭탄이 원자폭탄보다 위력이 강한 이유다.

■ 인공분열은 핵폭탄에서 가장 중요한 개념이다. 인공분열시 중성자와 딸핵 세포가 나오는데, 중성자가 나오면서 옆에 있는 세포를 때리게 되어 분열이 기하급수적으로 늘어난다. 하지만 중성자는 원자 크기의 10^{-5} 정도로 핵이라는 '목표물'을 맞출 확률이 낮다는데 문제가 있다. 만약 맞춘다면 분열이 일어나고 무게가 가벼워진다. 그 가벼워지는 만큼 에너지로 전환이 된다. 아인슈타인 공식에 따르면 질량 1kg의 물질이 완전히 에너지로 변한다면 9경(1경은 1조

의 만 배)의 에너지가 발생한다. 핵폭탄이 재래식 폭탄보다 강력한 이유이다.

■ 임계질량이란 연쇄반응을 지속할 수 있는 최소량을 말한다. 임계질량을 만들기 위해 중성자들이 원자를 맞추는데 실패하면 다시 반사시키도록 구형(球形)으로 만들어 확률을 올리는 방안이 있다. 또는 밀도를 높여 원자 핵 사이의 거리를 좁게 만들어 확률을 올리는 방법도 있다.

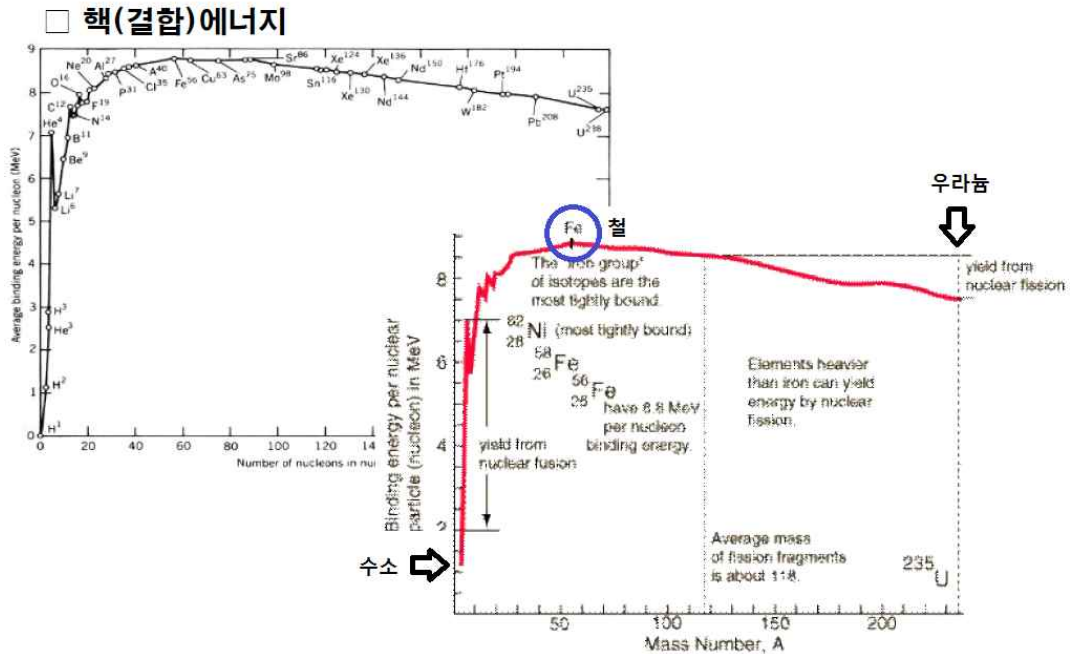
■ 천연상태의 순수 우라늄을 정제했을 때 0.7%의 우라늄²³⁵을 얻을 수 있다. 폭탄으로 만들기 위해서는 농축 과정이 필요한데 많은 시설이 필요하고 위험하며 비용도 많이 든다. 현재 북한이 이를 다 갖추고 있다. 원자력발전소에서는 3~5% 농축 우라늄을 이용하고, 폭탄으로 사용하려면 90% 이상을 농축시켜야 한다. 이 보다 적게 농축시키면 핵잠수함의 연료로 사용할 수 있다.

■ 우리 인류는 핵무기를 실전에서 사용한 적은 히로시마와 나가사키로 2번이다. 이때 사용된 폭발 원리는 조금 다르지만 공통된 원리는 임계질량에 못 미치게 만든 후 폭약을 터트려 임계질량으로 만들어 폭발을 시키는 방식이다.

■ 핵무기의 기본 원리는 ‘원자의 결합’

: 수소는 융합되면서 발생하는 에너지로 우라늄보다 훨씬 커

- 원자핵의 결합정도는 원자들마다 다르다. 수소(H) 원자의 경우는 원자핵이 1개이기 때문에 결합이 없다. 원자핵 속에 양성자가 늘어나고 또 중성자도 늘어나면서 결합 정도가 강해진다. ‘결합이 단단하다’라는 것은 그만큼 분리하는데 들어가는 힘도 커진다는 뜻이다.

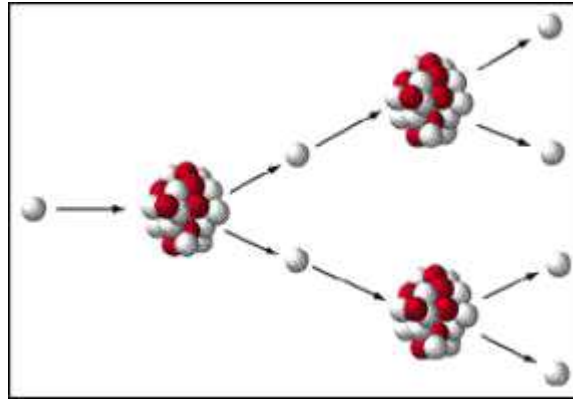


- 위 그래프는 원자들의 결합 정도를 나타낸 것으로 결합 에너지는 가장 낮은 수소를 시작해 급상승해 철, 구리, 비소가 있는 부분까지 올라가고 이후 우라늄까지는 완만하게 이어진다. 즉, 우라늄을 마지막으로 결합의 단단함 정도가 커지게 된다. 원자들이 결합정도가 가장 높은 철을 중심으로 왼쪽에 있는 것들은 핵이 결합되면서 더 안정적으로 되고 그 차이만큼의 에너지가 방출된다. 오른쪽은 분해되면서 안정적으로 되고 그 차이만큼 에너지가 방출된다. 위 그래프를 보면 우라늄이 분해되면서 철의 결합 수준까지로 가면서 발생하는 격차의 에너지(Yield from nuclear fission)가 발생한다. 수소는 융합되며 나오는 에너지(Yield from nuclear fusion)로 그 양이 우라늄보다 훨씬 크다. 결국 수소폭탄이 원자폭탄보다 위력이 강한 이유다.

■ 우라늄의 인공분열로 발생하는 에너지가 곧 핵무기의 폭발력

: 우라늄 농축은 위험한 작업과정과 많은 시설과 비용 필요

- 자연계에서 존재하는 가장 무거운 원소는 우라늄(U, Z=92)이다. 그 이상은 결합도가 불안정해지기 때문에 분열되어 안정적으로 돌아가려 한다. 이를 자발적 분열이라 한다. 한편 사람이 일으키는 인공분열도 있다. 인공분열을 일으키면 결과물로 폭탄과 전기가 나온다.



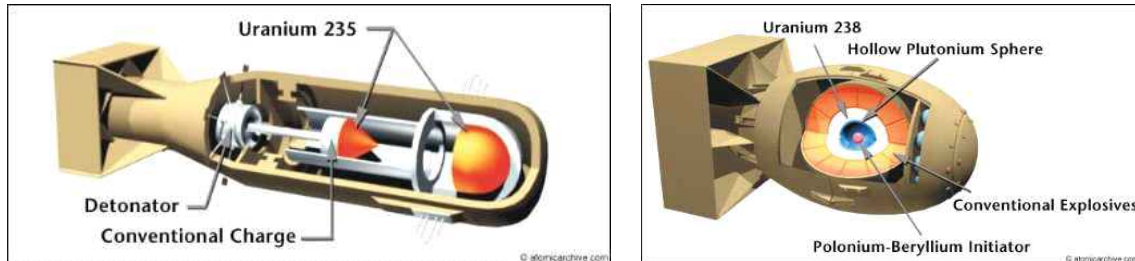
- 인공분열은 핵폭탄에서 가장 중요한 개념이다. 인공분열시 중성자와 딸핵 세포가 나오는데, 중성자가 나오면서 옆에 있는 세포를 때리게 되어 분열이 기하급수적으로 늘어난다. 우라늄²³⁵를 이렇게 분열시키면 엄청난 양의 에너지를 만들어낸다. 하지만 이때 방사능을 방출하기 때문에 위험하다. 중성자는 원자 크기의 10^{-5} 정도로 핵이라는 ‘목표물’을 맞출 확률이 낮은 문제가 있다.
- 만약 맞춘다면 분열이 일어나고 무게가 가벼워진다. 그 가벼워지는 만큼 에너지로 전환이 된다. 아인슈타인은 이 질량의 결손만큼의 차이가 운동에너지로 분열되며 열과 빛을 만들어낸다는 공식을 내놓았다. 공식에 따르면 질량 1kg의 물질이 완전히 에너지로 변환한다면 $1\text{kg} \times (3 \times 10^8 \text{m/s})^2 = 9 \times 10^{16} \text{J}$ 의 결과로 9경(1경은 1조의 만배)의 에너지가 발생한다. 핵폭탄이 재래식 폭탄보다 강력한 이유이다.
- 임계질량이란 연쇄반응을 지속할 수 있는 최소량을 말한다. 임계질량을 만들기 위해 중성자들이 원자를 맞추는데 실패하면 다시 반사시키도록 구형(球形)으로 만들어 확률을 올리는 방안이 있다. 또는 밀도를 높여 원자 핵 사이의 거리를 좁게 만들어 확률을 올리는 방법도 있다.
- 핵분열 물질은 대표적으로 우라늄²³⁵와 플루토늄²³⁹가 있다. 우라늄 동위원소 조성비에 따르면 우라늄은 우라늄²³⁵, 우라늄²³⁸ 등이 있다. 천연상태의 순수 우라늄을 정제했을 때 0.7%의 우라늄²³⁵을 얻을 수 있다. 양이 적기 때문에 모아서 폭탄을 만드는데 이 작업을 농축이라 한다. 농축하는 과정에서 시설이 많이 필요하고, 만드는데 위험하며, 비용도 많이 든다. 현재 북한이 이를 다 갖추고 있다.
- 우라늄²³⁵의 사용 비율을 보면 보통 원자력발전소에서 3~5%의 농축된 우라늄이 이용된다. 이를 폭탄으로 사용하려면 90%이상을 농축시켜야 하고 이를 좀 적게 농축시키면 핵잠수함의 연료로 사용할 수 있다.

■ 우라늄탄, 플루토늄탄, 그리고 수소폭탄의 원리

: 폭약을 터트려 임계질량에 도달시켜 폭발 시키는 방식

- 인류가 핵무기를 실전에서 사용한 적은 2발로 히로시마와 나가사키에서였다. 아래 왼쪽 그림인 히로시마 U탄을 보면 빨간색으로 된 것이 순도 90% 정도의 우라

늄²³⁵이다. 이 우라늄²³⁵를 각각 임계질량에 못 미치게 두 개로 나누어 포탄에 넣는다. 안에서 재래식 폭약을 터트려 두 개를 결합시켜 강력한 연쇄반응을 일으키게 해 폭발을 일으키는 원리다.



[왼쪽이 히로시마 U탄, 오른쪽이 나가사키 Pu탄]

- 오른쪽 그림은 나가사키 Pu탄으로 이것은 우라늄²³⁸ 밖에 일반 재래식 폭탄을 적절하게 결합시켜 동시에 폭탄이 터지게 하는 원리다. 폭발로 인한 충격파가 안으로 모이게 되면 플루토늄(그림의 파란색 부분)의 부피가 1/8로 압축되고, 임계질량에 도달하면 폭발이 된다.
- 수소폭탄의 핵융합원리는 중수소(중성자가 1개 더 있는 수소)와 삼중수소(중성자가 2개 더 있는 수소)를 통해 이루어진다. 고압과 고열(1억℃)로 인해 결합이 되고 연쇄반응을 통해 큰 에너지가 나온다. 이런 원리로 핵폭발이 진행된다. 북한의 4차 핵실험이 그들의 주장처럼 수소폭탄이 맞는다면 이 같은 작동원리를 따른 것이다.

213회 정책세미나 질의응답

질문1 우리나라가 핵을 만들시 소요시간과 어떤 규모와 위력을 만들 수 있는지?

답변 아직 우리나라에 우라늄 농축 시설이 없다. 현재부터 시작한다면 최소 몇 달에서 몇 년까지 많은 시간이 걸린다. 우리나라는 지금 어떠한 핵무기도 보유하고 있지 않다. 플루토늄은 많지만 또 추출할 수 있는 설비시설을 갖추고 있지 않다. 또 수 백 번의 고성능폭탄 실험과 실제 핵시험도 한두 번 정도 해야 한다. 오로지 우리나라 힘으로 핵을 만드는 것은 가능하지만 시설이 없기 때문에 만들 수 없다.

질문2 핵폭탄이 히로시마와 나가사키에 투하된 이후 어떤 발전이 있었는지? 북한이 핵을 보유하고 있으면 어떻게 우리나라가 대응할지?

답변 북핵에 대해서는 보안이 철저하기 때문에 자세한 것은 알지 못한다. 하지만 직관적으로 보면 좀 더 소형화되고 위력이 커졌을 것이다. 또 여러 운반수단으로 장착 가능할 것이다.

핵무기에 대항하는 무기는 많다. 우리나라에 핵이 떨어져도 그 피해가 일정부분에 한정되기 때문에 전면전을 통해 극복할 수 있다.

질문3 실제 북한이 갖고 있는 핵무기 발전 정도는 어느 수준인지?

답변 북한의 핵무기 수준에 대해서는 언론 보도 이상의 정보를 알지 못한다. 그러나 합리적 추론을 하자면 북한은 미사일에 장착할 정도의 소형화를 달성했을 것이라 본다. 하지만 완전한 수소폭탄은 아직 100% 가능하지 않을 것이라 생각된다.

질문4 우리나라 핵 정책의 방향성은 어떻게 되는 것이 좋은가?

답변 우리의 핵 정책은 평화를 위해 핵무기는 개발하지 않아야 한다. 우리는 핵무기를 보유하는 방향으로 하지 않고 평화적 협상을 하기 위해 노력해야 한다. 또 군사적으로 사전에 예방할 수 있는 수단을 발전시키는 것이 되어야 한다. 북한이 핵 개발을 한다고 똑같이 한국도 핵을 보유해서는 안 된다.

질문5 핵을 만드는 기술이 쉬워졌는데 인류멸망으로 가는 징후가 아닌가?

답변 앞서 발표에서 밝힌 쉬워졌다는 표현은 덜 복잡하다는 것을 뜻하는 것은 아니다. 재료를 구하기도 어렵고 시설들을 설치하는 것도 막대한 자본과 시간이 들어간다. 중급 국가에선 만들기 어렵다. 핵 전쟁은 인류멸망 시나리오 1순위이다. 하지만 인류멸망의 시나리오는 많고 오로지 핵으로 인해 멸망한다고 판단하기엔 시기상조이다.

질문6 핵무기가 공중에서 요격이 되면 어떻게 되는지?

답변 핵무기가 터짐과 동시에 안에 있는 우라늄이 결합이 되지 않으면 불발이 된

다. 요격으로 핵무기가 폭발하지 않을 것이라 생각된다. 미국의 경우 다층방어의 개념이 다 나와 있으며 참고하자면 적의 발사된 핵미사일 근처에 핵을 터트려 공중에서 터지게 만드는 방법도 있다.

※ 이 자료가 도움 되셨다면 수신번호 #7079-4545로 한 통 꼭~ 한선을 지지해주세요.
(한 통 2,000원)