

原子力産業과 産學協同

尹 鎔

〈培材高等學校 教師〉

I. 序 論

1958년 원자력의 평화적 이용을 위해 우리나라가 원자력법을 제정·공포한지 31년이 되었다. 불과 30여년만에 세계에서 21번째로 원자력 발전소를 보유하게 되었고, 그에 관계되는 원자력 산업도 급속히 성장되었다. 이러한 괄목한만한 발전은 그동안 원자력에 종사하는 전문인들과 그밖의 원자력에 관계되는 사람들의 부단한 노력의 결실이다.

현대인은 원자력의 혜택을 만끽하고 있으며, 원자력발전이나 원자력의 평화적 이용은 필연적이라고 인식하고 있다. 그러나 일본의 원폭투하에 대한 선입관과 간헐적으로 발생하는 원전의 사고 때문에 반핵운동이 반원전운동으로 번져가는 것은 실로 유감이다.

이러한 시점에서 우리 교사들이 할 일은 다음 세대들이 원자력에 대한 올바른 견해를 가지고 사회인이 될 수 있도록 지도하지 않으면 우리나라라는 경제면, 사회면, 국가안보면에서 대단한 어려움을 겪게 될 것이다. 특히, 우리 과학교사들이 원자력에 관한 바른 지식과 풍부한 지식을 갖추어야 학교 현장에서 효율적인 원자력에 대한 지도가 이루어지리라고 믿기 때문에 원자력에 대한 밝은 면을 중심으로 원자력과 산학협동에 대해서 알아보기로 한다.

II. 本 論

1. 原子力 開發의 歷史

미국 원자력위원회가 발간한 “The First Reactor” 라는 책자에 다음과 같은 내용의 글이 실려 있다.

1942년 12월 2일 인간은 처음으로 자율 지속적인 핵분열연쇄반응을 일으켰으며, 그것을 조절할 수 있었다. 그날 오후 늦게 시카고대학 운동 경기장 서쪽 스탠드 밑에서 한 팀의 과학자들은 과학에 새기원을 이루는 새로운 사실을 목격하였다.

시카고 시각으로 정확히 오후 3시 25분 과학자 조지·웨일은 실험장치에서 카드뮴제어봉을 들어 올렸다. 그의 이 행동에 의해서 인간은 원자의 에너지를 마음대로 조절할 수 있었다. 이 실험을 지켜본 사람들이 무슨 일이 일어났는가를 알게 되었을 때 그들의 얼굴에는 미소가 흘렀으며 조용한 박수소리가 주변으로 퍼졌다.

이 실험을 완성하게 한 사람은 1938년 초우라늄원소에 관한 연구의 공적으로 노벨상을 받은 이탈리아 출신의 엔리코·페르미였다.

그로부터 47년, 즉 50년도 채 못된 오늘날 현대인은 원자력발전의 혜택을 얼마나 많이 누리고 있는가!

2차 대전이 끝나자 미국 의회는 원자력법을

통과시켰으며, 이 법에 의해서 미국 원자력위원회(AEC)가 결성되었으며, 이 위원회는 초기의 모든 연구개발비를 미해군 잠수함을 추진시킬 수 있는 원자력추진기관의 연구에 투자하였다.

미해군 하이먼·릭오버 제독의 지휘아래 잠수함에 실용할 수 있는 원자력추진기관이 개발되었고, 그 결과로 1954년 사상 최초의 원자력잠수함 노틸러스호가 진수되었다.

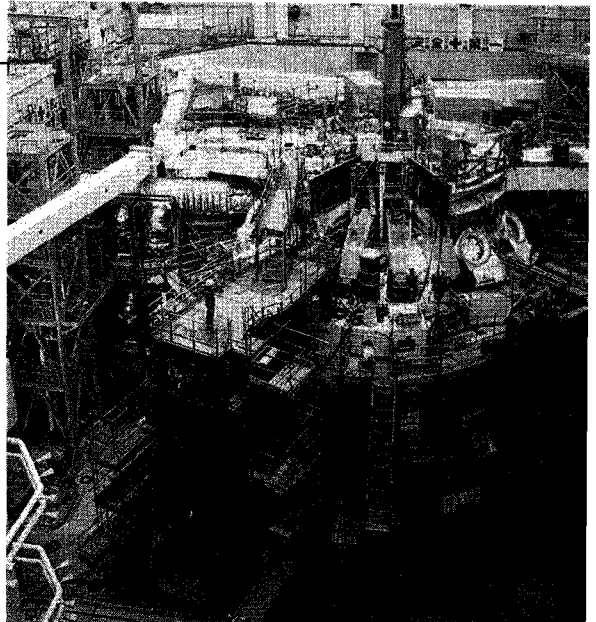
엔리코·페르미가 원자력에 관한 실험에 성공한 후, 12년이 지나서 그 실용화가 이루어진 것이다. 미해군의 원자력추진기관을 실은 잠수함이 개발된 것은 이 새로운 기술이 원자력을 이용한 상업적 전기 생산이 가능하다는 것을 입증해 준 것이다.

잠수함에서 사용한 원자력추진기관이 원자력발전소의 원자로와 기본원리가 같다는 사실이 중요한 것이다. 원자력발전이 상업적으로 실용화된 것은 1957년 펜실베이니아 피츠버그 근교에 세워진 시핑포트발전소의 60MW전기의 생산에서 부터였으며, 1969년 600MW의 전기를 생산해 낸 이스트 코릭발전소의 가동에서 경제적 이득이 있게 되었다.

1988년 12월말 현재 세계의 원자력발전소는 운전중인 것이 420기, 건설중인 것이 118기, 계획중인 것이 88기로 총 원자력발전소 수는 626기에 이르게 되었다.

미국이 상업발전을 시작한 20년 후인 1978년 4월 29일 고리원자력발전소를 준공함으로써 우리나라는 세계에서 21번째로 원자력발전소의 보유국이 되었으며, 현재는 8기의 가동으로 우리나라 전력수요의 약 50%를 담당하게 되었다. '89년 6월 현재의 통계자료에 의하면 일본이 가동중인 것이 39기, 영국이 41기인 것을 고려해 보면 우리의 고도 성장 추세로 보아 원자력발전소를 계속 건설해야 된다.

이러한 사실은 미국이나 일본의 개인당 전력소모량을 우리나라와 견주어 보면 긍정적인일



것이다. 미국은 10,000KWh, 일본은 5,000KWh인데, 한국은 1,525KWh에 불과하다. 더구나 1987~1991년까지 관계자들이 보는 견해로는 전력수요가 7%씩 증가할 것이라고 하므로 원자력발전소의 건설은 필수적이다.

2. 原子核融合發電

오늘날의 원자력발전은 핵분열에 의한 것이지만, 방사선의 오염문제와 폐기물의 처리문제가 남아 있으므로 이미 선진국에서는 핵융합발전의 연구개발에 착수하고 있다.

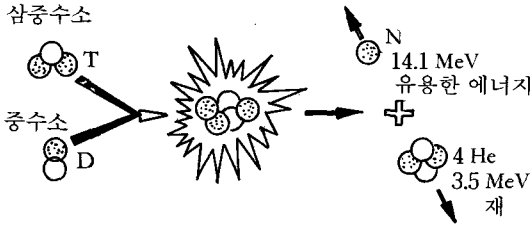
우리나라에서도 서울공대 핵공학과에서 SNUT-79 토카마크장치를 설치하고 핵융합로의 연구가 시작되고 있으므로 우리 과학교사들도 간단한 원리와 장점을 알아보는 것이 좋겠기에 간단히 소개하고자 한다.

(1) 核融合燃料

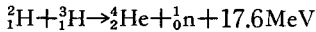
핵융합에 사용되는 연료는 중수소 ${}^2\text{H}$ 인데, 이 중수소는 바다물 속에 무진장한 양이 들어 있다. 바다물 속의 수소원자 6,700개 중에 중수소가 1개 포함되어 있다.

(2) 核融合

중수소 ${}^2\text{H}$, 삼중수소 ${}^3\text{H}$ 등의 가벼운 원자핵이 결합하여 더 무거운 원자핵을 이룰 때 감소된 질량이 에너지로 바뀐다.



〈그림 1〉 중수소와 삼중수소에 일어나는 핵융합반응



핵융합반응은 온도가 1억도(K) 이상에서 급속히 일어나는데, 이렇게 높은 온도에서 원자는 정상적인 상태로 존재할 수 없어서 원자내의 핵과 전자는 뚜렷한 경계없이 존재하게 된다. 이러한 상태를 플라즈마(Plasma)라고 하는데, 이 플라즈마 상태에서 가벼운 두 원자의 핵은 쉽게 결합할 수 있다.

핵융합반응로에서 핵융합을 시킬 때는 X선이나 레이저광선을 써서 작은 구 펠릿(Pellet) 속에 들어있는 연료를 작열시켜 태우면 된다.

그림 2에 나타낸 마이크로 밸룬(Micro balloons)이라는 장치는 최근에 고안한 새로운 장치인데, 아주 작은 속이 빈 유리구에 중수소와 삼중수소를 같은 비율로 섞어 넣고 고온에서 레이저광선을 쬐면 유리구 속의 기체와 유리구

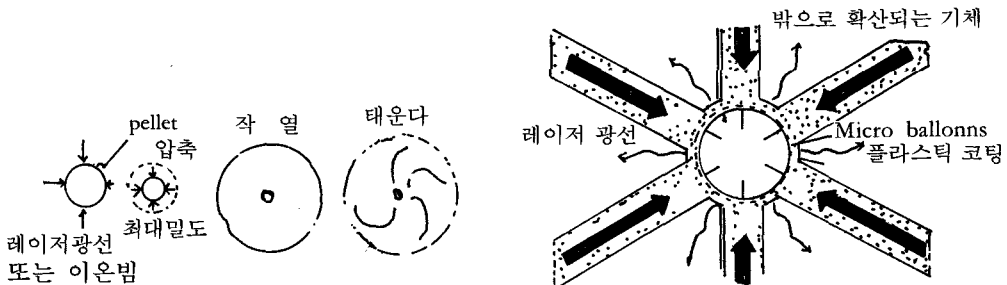
밖의 플라스틱을 통해서 밖으로 확산되면서 유리구와 연료를 압축시킨다. 이때 유리구의 중심부는 고체밀도의 약 천배 정도나 되는 큰 밀도가 되고 온도도 높아진다. 그 결과 10^{-9} 초 이내에 중수소와 삼중수가 핵융합을 이루게 된다.

핵융합에 의한 발전은 골치를 썩이는 핵폐기물이 없으며, 공포의 대상이 되는 방사선의 피해도 없다. 또한 연료도 바다물 속에 무한정 있기 때문에 원자력발전에서 얻어지는 이득을 핵융합 발전의 연구개발에 적극적으로 할당해야 한다.

3. 原子力教育

현재 원자력교육의 전문인 양성은 대학의 핵공학과에서 실시되고 있으며(서울대 핵공학과 정원 30명, 한양대 원자력공학과 정원 50명, 경희대 원자력공학과 60명), 한국동력자원연구소나 한국원자력연구소 등에서 맡고 있으므로 여기에서는 과학교사의 원자력교육에 대해 본인이 1988년 7월 11일부터 8월 5일까지 미국 펜실베니아주립대학교 원자핵공학과에서 원자력교육을 수료하였기에 그 내용을 간단히 소개하고자 한다.

과학교사를 위한 원자력교육에서 취급한 내용은 이론의 강의, 토론, 시범 및 실험이었다. 강의는 오전에 3시간 반, 실험은 오후에 3시간 반씩



〈그림 2〉 핵융합의 원리(마이크로 밸룬)

실시되었다.

강의시간에 다루었던 중요한 내용의 제목은 다음과 같다.

- 원자핵과학에 이용되는 수학
- 방사성물질의 취급과 건강문제
- 방사능과 원자핵모형
- 미국의 에너지자원 현황
- 원자핵반응
- 방사성 핵종의 수송이 환경에 미치는 영향
- 방사선과 방사성동위원소의 응용
- 고준위 폐기물의 처리법
- 방사성물질의 폐기와 지질
- 원자핵분열과 안전성
- 핵융합발전의 전망
- 미국 과학교사협회의회의 활동

원자력교육에서 다른 중요 실험내용의 제목은 다음과 같다.

- 가이거 물러 카운터의 사용법
- 방사성 핵종의 취급법
- 반감기의 측정
- 원자로의 시운전
- 방사선 측정과 오차
- 방사성동위원소를 이용한 추적실험
- 감마선 분광분석
- 중성자 방사선과 영상
- 물질과 방사선의 상호관계

현장교육 내용은 다음과 같다.

· 원자로와 감마선을 이용하여 고품질의 내구성 합판을 제조하는 공장인 Perma-Grain Wood Plastics 견학과 Three Miles Island 원자력발전소 견학이 실시되었다.

그밖에 교육 시작 2주 후에 중간고사와 4주 후에 종합시험이 있었다.

원자력교육 수강 중 실험장치가 두 사람에게 1대씩 준비되었고, 모든 실험 후에는 반드시 보고서를 제출해야 했으며, 담당교수는 다음 날 실험시간까지 채점 및 정답을 적어서 배부하

였고, 엄격한 평가를 하였다.

4. 原子力の 平和的 利用

1953년 12월 8일 미국의 아이젠하워 대통령은 유엔 총회에서 원자력의 평화적 이용을 제창하였다. 그 이후 세계 각국에서 원자로의 건설, 방사선 및 방사성동위원소를 이용한 여러가지 연구가 진행되었다. 원자력의 평화적 이용의 구체적인 예를 들면 다음과 같다.

(1) 원자로의 이용

- 산업 및 가정용 전기 생산
- 원자로의 열을 이용한 철의 제련 및 지역 난방
- 원자력잠수함, 항공모함의 제조
- 바다물에서 소금의 제조
- 바다물을 민물로 전환하여 관개용수로 사용

(2) 방사선 및 방사성동위원소의 이용

- 우주선 및 원자력전지(아폴로 12호)
- 쇄빙선 제조
- 심장이식 환자의 전지 제조
- Co-60을 이용한 암치료
- 1회용 주사기 및 수술기구 등의 멸균소독
- 공업제품의 정밀검사-비파괴 검사
- 고대 미술품의 감정 및 고고학 연구 (^{14}C)

- γ 선을 이용한 농작물의 품종개량
- Co-60을 이용한 감자, 양파의 발아 방지
- 시료 속의 미량 물질을 검출하는 화학분석
- 반도체 실리콘 결정 속의 인의 양 조절
- 지질 및 지하수 조사, 온천 개발
- 해저의 탐사
- 공해조사 및 범죄수사
- 합성수지 및 강화수지의 생산을 위한 화학반응 및 화학반응의 촉진
- 식품의 멸균 및 장기간 보존

방사선조사에 의한 식품의 처리방법은 다음과 같이 한다.

종이나 나무상자 또는 금속강통에 식품을 넣고 봉한 후에 방사선을 쬐는 밀폐된 방안에 넣는다. 일단 방이 밀봉되면 방사선(주로 γ 선)이 조사되는데 코발트-60이나 세슘-137의 관이 물 속에서 들어올려진다.

이때 식품은 일정량의 방사선을 흡수하는데, 방사선의 양은 대략 100,000rads가 가장 효과적으로 살균한다. 방사선을 조사시키는 방은 두께가 2m 정도되는 콘크리트 벽으로 싸여 있어 γ 선의 외부 누출을 막아준다.

5. 原子力과 關聯産業

원자력은 기계, 전기, 토목, 철강, 건축, 화학, 용접, 전자 등 산업 전 분야와 밀접한 관계가 있다. 원자력발전용 기자재는 고품위의 성능이어야 하기 때문에 제조과정에서부터 시공에 이르기까지 엄격한 품질보증을 받게 된다. 그 이유는 특히 고온, 고압, 습도, 지진, 마찰, 폭발, 진동, 방사선 등의 가혹한 조건에 견디어 내야 하므로 이러한 분야의 산업이 첨단과학으로 발전하게 된다.

또한 원자력산업에 쓰이는 기자재는 일정기간 동안 사고없이 기능을 수행해야 하고 연속적인 동작이 보장되어야 하므로, 특히 압력배관·펌프·밸브 등의 설계, 제작, 설치, 시험, 검사 등에 엄격한 기준이 적용된다. 따라서 미국기계학회(ASME) Code Section III에 포함된 기준을 따라야 하게 되어 있다.

국내에 최근에 있었던 이 분야에 대한 반가운 소식은 우리나라의 한국원자력연구소가 미국기계학회로부터 원전용 주기의 설계 및 제조, 기술, 품질, 보증능력 및 N-Stamp를 취득했다는

것이다.

또한 기초과학의 발전이 대학과 전문기관에서 이루어지게 되며, 특히 최근에 Mechatronic, Radiology 등의 생산업이 이루어질 전망이다. 더 나아가 Laser계통산업, 고온, 고압, 방사선, 지진 등에 대한 추적계측분석분야도 아울러 발전할 것이 기대된다.

III. 結 論

올진 2호기가 완전 가동되면 9백만배럴의 유류대체효과를 가져올 수 있듯이 원자력은 경제적이며, 장기적으로 에너지를 비축할 수 있으며, 오존층의 파괴나 산성비를 몰고 오는 환경오염 등이 없는 깨끗한 에너지이다.

영광 3,4호기의 건설로 1996년까지 원자력에 대한 기술자립을 95%까지 끌어올리려는 노력이 전문인과 관계인사 사이에 이루어지고 있다. 특히, 전문인의 인력수급계획을 보면 현재 13,800명에서 2000년에는 39,000명으로, 2030년에는 49,000명으로 끌어올릴 계획을 세워 놓고 있다.

원자력은 수준 높은 소수의 전문인에 의해 모든 과정이 수행되고 있기 때문에 원자력에 관한 확실한 지식이 없는 대중이나 학생들에게 우리 과학교사들이 바른 의식구조를 갖도록 지도할 필요가 있다.

또한 지속적이고 창의적인 원자력의 평화적 이용을 위한 연구와 개발을 통하여 안전성을 고도로 향상시키고, 전력단가를 더욱 낮추어 원자력이 우리에게 주는 혜택을 피부로 느끼게 해야 한다. 정부 역시 원자력의 평화적 이용을 적극 추진해 나갈 수 있도록 함으로써 원자력산업 수출에 앞장서야 한다.