

原子力教育의 現況과 展望



장 명 진
교육부 장학편수실 교육연구관

경제가 성장하고 국민의 생활이 윤택해진다는 것은 곧 국가가 번영하고 발전한다는 말과 같다. 산업의 발달, 국민소득의 향상으로 에너지수요는 매년 증가하고 있는데, 이렇게 경제성장을 뒷받침하고 국민생활을 풍요롭게 하며 국가를 부강하게 하는 것은 바로 에너지의 힘이라 할 수 있다.

에너지공급의 주종을 이루는 석탄이나 석유자원은 점차 고갈될 것으로 예상되고 있을 뿐만 아니라, 석유의 경우 지역적으로 편재되어 있어 국제적인 분쟁이 일어날 경우 수급에 차질을 초래하는 경우가 있다. 대체에너지원으로 태양열, 풍력, 조력과 같은 자연에너지를 개발하기 위해 많은 연구가 추진되고 있으나 막대한 양의 에너지를 공급하기에는 한계가 있다.

92년도에는 에너지절약의 일환으로 여름철 전국의 공공기관, 청사의 냉방기 가동을 중단하는 등 에너지절약을 실천하였다. 이처럼 에너지수요는 국민소득의 향상, 가전제품의 보급, 산업시설의 확장 등으로 날로 늘어만 가는데 에너지공급은 석유, LNG, 원자력발전에만 의존하고 있다.

현재까지 실용화된 대체에너지원으로서 원자력발전은 소량의 연료로 막대한 에너지를 얻을 수 있을 뿐만 아니라 석유, 석탄과는 달리 아황산가스, 이산화탄소와 같은 환경오염물질의 배출이 없어 환경보전 차원에서도 지속적인 개발이 불가피한 실정이다.

원자력은 에너지, 농학, 의학, 공학, 기초과학 등 그 응용분야가 많으나 본란에서는 원자력의 에너지

자원으로서의 필요성, 방사성폐기물의 처리에 관하여 다루기로 하며, 학교교육에서 원자력교육의 필요성과 국민학교, 중고등학교에서 원자력관련 교육내용을 알아보고 향후 에너지교육의 방향, 문제점에 관하여 서술하고자 한다.

원자력교육의 필요성

1945년 8월 日本 히로시마에 엄청난 파괴력과 인명살상 능력을 지닌 원자폭탄의 투하로 제2차 세계대전이 종식되었다. 또 폭격 당시 방사선폭으로 거의 반세기가 지난 오늘에까지 원자병으로 신음하는 환자가 상당수에 이르고 있다. 이로 인하여 원자력하면 원자폭탄처럼 무서운 파괴력을 가진 것으로 지금까지 인식되어 왔으며, 방사선은 생태계를 파괴시키는 환경오염물질로 인식되고 있다. 미국의 아이젠하워 대통령은 『전쟁은 자살행위』라고 하며 원자력의 평화적 이용을 제안하였으며, 1957년 국제원자력기구가 창설되기도 하였다.

원자력의 평화적 이용은 원자로의 이용과 방사선 및 방사성동위원소의 이용으로 나뉘어진다. 원자로의 이용은 원자로에서 발생하는 열을 이용하여 전력을 생산하며, 방사성동위원소는 질병의 진단과 치료, 농작물의 품종개량, 식품보존, 비파괴검사 등 기초과학, 농학, 공학, 의학, 고고학 등 여러 분야에서 폭넓게 활용되고 있다.

원자력발전은 가장 이상적인 에너지원이라고는 할 수 없으나 오늘

날 에너지자원을 확보함에 있어서 가장 유리한 자원으로 알려져 있다.

〈표 1〉에서 보듯이 1991년도 한국전력공사의 전력설비용량과 발전량을 비교하면 원자력이 차지하는 비율이 설비용량에서는 36.1%이나 발전량은 47.5%로 발전량의 거의 절반을 원자력에 의존하고 있음을 알 수 있다.

한국원자력연구소는 석유매장량의 한계와 석유, 석탄 등 화석연료의 지나친 사용으로 인한 지구온실효과와 산성비 피해 등을 고려할 때 우리나라 에너지자원의 개발에는 원자력발전 밖에 없다고 전망하고 있다.

산업의 고도화, 국민소득의 증가, 대도시 빌딩의 신축, 가전제품의 보급, 철도의 전철화, 지하철 개통 등으로 전력소비는 계속 큰 폭으로 증가하고 있으며 90년도 경제성장률이 9%일 때 전력소비 증가는 14.9%로 전력은 우리 경제와 생활에 밀접한 관련이 있음을 입증해 주고 있다.

1986년 옛 소련의 체르노빌원자력발전소 사고 이후 일부 국가에서는 탈원자력정책이 추진되었으나 현실적으로 원자력을 대신할 만한

대안이 없어 원자력정책을 변경 혹은 재평가하여야 하는 실정에 놓여 있다.

원자력관련 교육현황

이 난에서는 국민학교, 중고등학교의 교과서, 교사용 지도서에 서술된 원자력 관련내용만 요약하였다.

1. 국민학교 원자력교육 내용

자연 교과서 에너지자원 단원에서 원자력에 관한 내용은 다음과 같다.

(1) 원자력에너지자원은 적은 양으로도 많은 에너지를 얻을 수 있다.

(2) 폐기물처리를 잘못하면 방사능에 의한 피해를 입게 된다.

교사용 지도서에서는 원자력, 수력, 풍력, 태양에너지 등 여러가지 에너지자원의 장점과 문제점을 비교하고 있다.

2. 중학교 원자력교육 내용

(1) 과학 교과서

이 교과서에서는 3가지를 서술하고 있다.

① 원자력발전은 방사능물질인 우라늄을 사용하고 있기 때문에 환

경오염문제가 따르고 있다.

② 우라늄은 매장량이 제한되어 있다.

③ 새로운 에너지자원은 핵융합 발전이다.

(2) 공업 교과서

이 교과서의 전기공업 단원 중 원자력발전 내용을 보면 다음과 같다.

① 핵분열로 발생하는 열에너지를 이용하여 전기생산

② 우라늄 1kg의 핵연료는 석탄 3,000톤과 석유 9,000드럼에 해당

③ 원자력발전 장치구조를 삽화로 설명

이 교과서의 환경보전 단원에서는 핵연료개발이 방사성물질 생성으로 환경오염을 유발시키고, 미래의 공업 부문에서는 앞으로 에너지공업은 핵융합기술의 발전을 추정하고 있다.

교사용 지도서에는 원자력발전에 대하여 핵반응과 연쇄반응, 핵반응과 에너지 생성, 원자로의 기본구성, 원자로의 종류, 원자력발전, 원자력발전의 장단점 등을 설명하고 있다.

3. 고등학교 원자력교육 내용

(1) 물 리

물리 교과서에는 원자핵에 관한 기초이론이 서술되어 있으며 그 내용은 다음과 같다.

① 원자핵의 구성

㉠ 원자핵의 구성입자

㉡ 중성자의 발견

㉢ 동위원소

② 원자핵의 변환과 방사능

㉣ 방사능

〈표 1〉 설비용량과 발전량의 비교(1991년)

구 분	설 비		발 전	
	용량(천kW)	비율(%)	발전량(백만kWh)	비율(%)
수 력	2,445	11.6	5,051	4.2
석 탄	3,700	17.5	23,221	19.6
유 류, 가 스	7,350	34.8	34,036	28.7
원 자 력	7,616	36.1	56,311	47.5
계	21,111	100.0	118,619	100.0

자료 : 한국전력공사 한국전력통계 1991

- ㉔ 방사성원소의 이용
- ㉕ 방사성원소의 붕괴
- ㉖ 원자핵의 인공변환
- ③ 핵에너지
- ㉗ 원자핵의 결합에너지
- ㉘ 질량과 에너지
- ㉙ 핵분열과 핵융합
- ㉚ 원자로
- (2) 지구과학

이 교과서의 지구자원 단원에서 핵연료 광물자원, 미래의 지구 단원에서 핵에너지에 관한 내용이 서술되어 있다.

(3) 공업

이 교과서 전기공업 단원에서 원자력발전소에 대하여 원자로의 원리, 원자력발전소의 특징 등에 대하여 서술되어 있는데 주요 내용은 다음과 같다.

- ① 원자로의 원리
 - ㉗ 핵연료
 - ㉘ 감속재
 - ㉙ 냉각재
 - ㉚ 반사재
 - ㉛ 차폐체
 - ㉜ 제어봉
 - ③ 원자력발전소의 특징
 - ㉗ 방사능에 의한 장해
 - ㉘ 핵연료처리에 특별한 설비 필요
 - ㉙ 연료의 하역, 저장을 위한 용기 불필요
 - ㉚ 핵연료의 안전관리에 유의하면 이상적인 에너지원
- 이 교과서 지도서에는 원자력발전과 화력발전을 시설투자비, 구조물비교, 용수오염, 안전성 등을 비교제시하고 있다. 특히 원자로 안전성 비교에는 원자로의 점검이나

보수, 원자로사고의 대비를 위한 격납용기의 필요성 등이 제시되고 있다.

(4) 공업화학

이 교과서는 공업계 고등학교 화학과 학생을 대상으로 편찬한 책이다. 원자력에 관한 내용은 다음과 같다.

- ① 방사성원소와 붕괴
- ㉗ 방사성원소
- ㉘ 방사성동위원소
- ② 원자력에너지 이용
- ㉗ 원자력
- ㉘ 방사성동위원소 이용
- ③ 방사성폐기물의 처리
- (5) 전력

이 교과서는 공업고등학교 전기과 학생들이 주로 사용하는 것으로 위에서 서술된 내용보다는 폭넓고 구체적으로 편찬한 교과서라고 할 수 있다.

- ① 원자력의 평화적 이용
- ② 원자력발전의 필요성
- ㉗ 에너지정책 측면에서 필요성
- ㉘ 경제성 측면에서 필요성
- ㉙ 국가안보 측면에서 필요성
- ㉚ 산업정책 측면에서 필요성
- ㉛ 공해 측면에서 필요성
- ③ 원자력발전에 관한 기본사항
- ㉗ 원자에너지
- ㉘ 발전용 원자로의 종류
- ④ 원자력발전의 안전성
- ㉗ 안전시스템
- ㉘ 방사선관리
- ㉙ 환경관리
- ㉚ 폐기물관리
- ⑤ 우리나라 원자력발전 현황
- ㉗ 설비와 발전량의 증가
- ㉘ 설비이용률

- ⑥ 원자력기술의 개발
- ㉗ 기술자립의 촉진
- ㉘ 원자력발전소의 표준화
- ㉙ 핵연료의 국산화
- ㉚ 새로운 원자로의 개발
- ㉛ 고속증식로의 연구
- ㉜ 핵융합원자로의 연구
- (6) 원자력에너지 학습지도 지침서

이 책은 89년 4월 한국원자력학회에서 편찬한 것으로 고등학교 교사들을 위한 학습지도 지침서이다. 이 책은 6개 단원으로 구성되어 있으며 내용은 다음과 같다.

- ① 원자의 세계
- ② 방사능이란 무엇이며, 어떻게 발생하는가
- ③ 주변의 방사선
- ④ 원자력에너지
- ⑤ 방사성폐기물의 취급
- ⑥ 미래의 원자력

원자력교육의 문제점

1 원자력교육 내용의 부족

학교급별, 교과목별, 원자력교육 관련내용을 조사하여 보았다. 국민학교에서 1과목(자연), 중학교에서 2과목(과학, 공업), 고등학교에서 5과목(물리, 지구과학, 공업, 공업화학, 전력) 등 모두 8개 교과서에서 다루어지고 있다.

국민학교, 중학교에서 에너지자원으로서 우라늄을 이용한 원자력발전만 간단히 소개되어 있다. 고등학교 물리 교과서에서 원자력에 대한 물리, 화학적인 기초이론이 서술되어 있으며 활용, 안전문제는 다루지 않았다.

교과서 편찬에서 학교급별, 학생의 수준, 발달단계 등을 고려하여 내용의 선정, 조직, 체계, 분량 등이 결정되므로 원자력 관련부분만 특별히 확대하여 다루기에는 매우 어려울 것으로 생각된다.

공업계 고등학교 전기계열 학생이 주로 사용하는 전력 교과서에는 원자력의 평화적 이용, 필요성, 기초이론, 안전성, 원자력기술의 개발 등 다양하게 편찬되어 있다. 이는 전기과 학생이 학교를 졸업하면 전기 관련직종에 종사하기 때문에 자세하게 다루었다고 하겠다. 그러나 고등학교 전체학생 215만여명 중 전기계열 학생은 92년도 기준으로 3만여명으로 1.4%만이 원자력에 관하여 상세하게 공부할 수 있는 기회가 제공되는 셈이다.

2. 교수, 학습자료 미비

원자력에 관한 교육자료는 위에서 서술한 교과서 내용 이외에 영상자료, 모형실험기구, 참고자료 등을 학교에서 갖추지 못하고 있는 실정이다. 원자력은 비가시적인 내용이므로 흥미있는 교수, 학습에 어려움이 따르고 있다.

3. 교사의 현장연수기회 부족

각급 학교 교사는 주기적으로 시도교육청 주관으로 재교육을 주로 방학때 실시하고 있다. 이 재교육 프로그램에 원자력부문의 집중적인 연수프로그램은 거의 없는 실정이다.

87년부터 한국전력공사 주관으로 전국 중고교 과학 담당교사를 대상으로 매년 1,000여명씩 3일간의 현

장연수를 실시해오고 있다. 6년 동안 6,000여명의 연수를 실시하였는데 이는 전국 중고등학교 과학, 기술, 실업, 가정 담당교사 5만여명 중 12%에 해당된다.

4. 원자력에 대한 홍보미흡

원자력하면 엄청난 파괴력과 살상능력을 가진 원자폭탄이나 생태계를 파괴시키는 방사선 등 무조건 위험한 것이라는 인식이 널리 확산되어 있다.

질병의 진단 및 치료, 품종개량, 비파괴검사, 지하수 개발 등 원자력이 기초과학, 농학, 공학, 의학 등 여러 분야에서 크게 기여하고 있지만, 언론기관 등에서 원자력발전소의 사고, 고장 및 피해에 초점을 두어 보도함으로써 원자력은 무섭고 두려운 존재로 인식되고 있다.

향후 원자력관련 교육방향

1. 개정될 교과서의 원자력 관련 내용 확대

92년도 교육부는 21세기를 대비하여 국민학교, 중학교, 고등학교 교육과정을 개정고시하였다.

21세기의 우리나라 사회는 정치적으로 민주화되고, 경제적으로 고도산업화되어 문화 및 복지수준이 높아지며, 통일의 여건이 성숙되어 이를 성취할 수 있는 전망이 밝을 것으로 기대된다.

교육부는 개정된 교육과정을 통하여 환경교육, 안전교육, 경제교육(에너지교육 포함), 통일교육, 진로교육, 근로정신함양교육 등 6가지

내용이 학교급별, 교과목별 관련단원에 포함되도록 추진하고 있다. 개정된 새 교육과정은 국민학교와 중학교는 95년도부터, 고등학교는 96년도부터 적용된다.

현행 교과서에는 8개 교과서에서 원자력에 관하여 다루었지만 새 교육과정에서는 13개 교과목에서 다루어질 것이다. 개정된 교육과정에서 학교급별, 교과목별 원자력 관련내용을 열거하면 <표 2>와 같다.

새로 편찬되는 교과서에서는 다음과 같은 내용이 다루어져야 할 것으로 생각된다.

(1) 원자력의 필요성

- ① 전력자원의 다원화 추진
- ② 에너지 해외의존도 축소
- ③ 발전원가의 저렴
- ④ 석탄, 석유의 사용으로 인한 대기오염의 방지

(2) 방사성폐기물 관리의 안전성

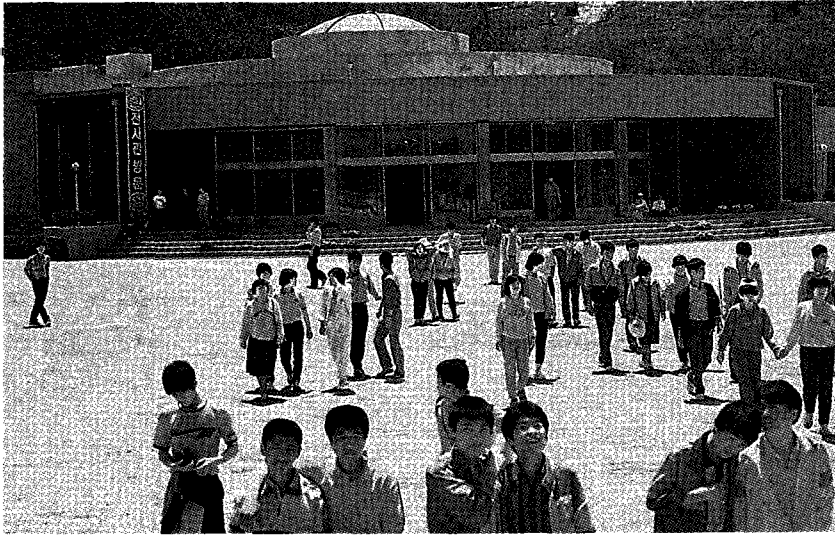
방사성폐기물 처리의 안전성

(3) 원자력의 평화적 이용

- ① 원자로 이용
- ② 방사선 및 방사성동위원소의 이용

2. 교수, 학습자료 개발

원자력에 관한 참고자료를 일선 학교 교사들이 수집하기는 매우 어렵다. 교사 및 학생이 직접 현장견학을 할 경우 가장 이상적인 교수, 학습효과를 얻을 수 있을 것이나 이는 행정상, 학교 여건상 불가능한 일이므로 원자력에 관한 영상자료의 보급이 학교의 여건상 적절한 방법으로 볼 수 있다. 또 원자력에 관한 올바른 이해를 유도할 수 있을 것이다.



〈표 2〉 새 교육과정에 원자력 관련내용

학교급별	과 목	영역(단원)	내 용
국민학교 중 학교	자연(6학년)	에너지	○에너지자원 ○에너지자원의 절약
	과학(3학년) 환경(선택)	일과 에너지 자연환경과 우리 생활 환경문제	○에너지의 이용 ○폐적한 환경 ○자원의 고갈과 그 대책
고등학교	공통과학	환 경	○방사능 ○방사능의 영향 및 이용
	물리 I	파동과 입자	○원자모형
	물리 II	파동과 입자	○원자모형, 원자핵
	화학 I	물질세계의 규칙성	○물질의 구성입자 ○원자의 모형
공업 계 고등학교	화학 II	원자구조와 주기율	○원자의 구성 ○원자모형과 전자배치
	지구과학 II	환경과 자원	○광물자원, 에너지자원
	환경과학	환경과 문제와 대책	○방사선의 발생과 영향 ○원자력에너지의 이용 ○방사성폐기물 문제의 예방과 대책
	공업화학	핵화학	○방사성원소 ○원자력에너지의 이용
공 업 계 고등학교	환경기술	환경오염의 측정	○방사성폐기물의 처리 ○수질, 대기, 토양, 해양오염 측정
	전 력	폐기물관리와 활용기술	○폐기물의 관리 및 회수 ○폐기물의 처리와 활용기술
		원자력발전	○원자력발전의 개요 ○원자력발전에 관한 기본사항 ○원자력발전의 안전성 ○원자력기술 개발 ○우리나라 원자력발전 현황

자료 : 1. 교육부 국민학교 교육과정(교육부고시 1992-16호 92. 9. 30)
 2. 교육부 중학교 교육과정(교육부고시 1992-11호 92. 6. 30)
 3. 교육부 고등학교 교육과정(교육부고시 1992-19호 92. 10. 30)

원자력에 관한 올바른 이해를 돕기 위해 각급 학교 과학실험실에 핵분열, 원자로, 방사성동위원소의 이용사례, 폐기물의 안전한 관리 등에 관한 모형, 실험기구, 자료 등도 보급되어야 하겠다.

3. 교사의 재교육기회 확대

원자력교육을 담당할 교사 전원에게 연차적으로 재교육을 실시하는 것이 가장 효과적인 학습효과를 기대할 수 있다. 천국의 국민학교, 중고교의 교사는 모두 약 33만여명이다. 전체교사에게 재교육이 바람직하나 연수비용, 연수장소 등 막대한 행정, 재정지원이 필요하므로 이는 매우 어려울 것이다.

그러나 국민학교 과학주임교사, 중고교의 과학, 물리, 화학, 생물, 지구과학, 가정, 기술, 전산, 실업 담당교사에게는 연도별 혹은 주기적인 재교육이 이루어져야 할 것이다.

4. 홍보교육

방사성물질은 취급을 잘못하면 심각한 환경오염을 유발하지만 철저한 안전관리와 사고를 대비한 안

전교육, 정확한 지식이 일반국민들에게도 홍보될 수 있다면 에너지자원 개발, 기초과학, 농학, 공학, 의학 등 여러 분야에서 활발한 연구가 이루어질 것이다.

학생들의 원자력교육 이외에 학부모 및 지역사회 주민에게도 영상자료, 강사초빙을 통하여 홍보하는 것이 원자력의 올바른 이해에 도움이 될 것이다. 학부모 및 지역사회 주민들에 대한 홍보내용은 다음 사항이 포함되어야 할 것이다.

- (1) 원자력발전소와 원자폭탄의 다른 점
- (2) 방사성물질의 관리실태
- (3) 원자력발전의 안전성 확보

- (4) 원자력발전의 필요성
- (5) 외국의 사례

맺는말

우리나라 국민학교, 중고등학교 원자력교육에 관하여 에너지자원, 원자력발전, 원자력안전성을 중심으로 현행 8개 교과서에서 다루어진 내용을 조사하였다.

대부분 교과서에서 우라늄의 핵분열로 발전하고, 방사성폐기물에 의한 환경오염이 심각한 공해문제를 야기시킬 수 있다고 서술되어 있다. 방사성폐기물의 안전관리부문은 대부분 다루지 않고 있다.

95~96년부터 적용되는 새 교육과정에서는 국민학교, 중학교 모두 13개 교과서에서 원자력관련 내용이 다루어질 것으로 보인다. 새로 편찬되는 교과서에서는 원자력에 관한 기초원리는 물론 의학, 농학, 공학 등 동위원소의 이용분야, 방사성폐기물의 안전관리 등에 대하여 구체적으로 다루어져야 할 것이다.

원자력에 관한 소기의 교육목표를 달성하기 위하여 교과서에서 원자력교육 내용 확대와 교수, 학습자료 개발, 지도교사의 주기적인 재교육이 함께 이루어져야 할 것이다. □

原子力用語解説

* 표준화(Standardization)

원전설계상의 표준화원전 건설에 있어 절차상의 복잡성, 불확실성 등 여러가지 문제점을 초기에 방지하고 원전의 안전성, 신뢰성 및 대중참여를 증진하고자 지난 82년부터 정부 및 관련기관의 주도하에 점진적으로 시행되고 있다. 국내 원전설계방향에 따르면 이 표준화개념을 도입한 영광 3, 4호기가 표준화설계의 참조발전소가 되고 영광 3, 4호기 건설로 도입되는 기술과 해외 신기술을 반영한 표준원전인 울진 3, 4호기는 향후 건설될 후속기의 모체인 참조발전소가 된다.

* 플루토늄 연소 원자로 설계계획

플루토늄을 연료로 하여 발전하는 독특한 방식의 원자로로 日本 정부(科學技術廳), 動力爐核燃料開發事業團이 공동으로 추진하고 있는 계획으로 근래 옛 소련의 핵무기 해체에서 나오는 잉여 플루토늄을 겨냥한 계획을 말한다.

* ASME Code(American Society of Mechanical Engineers Code)

미국기계학회에서 발행되고 있는 보일러 및 압력용기 등의 구조설계기준이다. 미국에서 원자로 압력용기, 배관 등을 만들 때 ASME Code에 따라 제조하는 것이 법으로 정해져 있다. 日本의 원자로설비 설계기준과 한국원자력안전기술원의 원자로시설의 품질보증계획 일반지침 공히 ASME Code를 참고로 하여 만들어졌다.

* 에너지원단위

제품 1개(또는 일정량)를 만드는데 투여되는 에너지량이다. 이를테면 제품 1천달러 어치 생산에 투입하는 에너지량을 표시할 때 한국 0.39TOE(석유환산표, 90년), 미국 0.43TOE, 日本 0.26TOE이다. 업종별로 에너지원은 다르며 이것으로 어느 업종이 에너지를 많이 쓰는지 알 수 있다.