

原子力發電의 功過와 當面課題



金 鍾 哲

〈韓國電力公社 月城原子力本部 本部長〉

I. 國內 原子力 도입배경 및 建設연혁

우리나라에서 원자력발전의 도입을 진지하게 생각하게 된 것은 1962년 부터이다.

당시 우리나라는 경제적으로 어려운 시기였고 1인당 국민소득이 88불, 발전 시설용량은 44만kW에 불과하였다. 그러나 의욕적인 경제 발전계획을 추진하고 있던 우리나라로서는 에너지공급 확보가 무엇보다 중요하고 자체 에너지 자원이 빈약한 우리의 실정으로는 원자력발전의 적극적인 이용 밖에는 길이 없다고 판단하게 되었다.

1962년 11월 원자력(院)은 원자력발전 대책 위원회를 설치하여 국내 에너지수급 전망 및 원자력발전 투입시기 예상, 세계의 에너지사정 및 원자력발전 기술개발 현황조사, 원자력발전 부지에 대한 예비조사 등을 계획성있게 추진하도록 하였다.

1965년에는 대통령 직속기관인 경제과학심의회가 에너지수급계획을 검토하면서 원자력발전 도입이 구체화되었다. 1965년 7월 경제과학심의회는 10년후인 1975년경에는 원자력발전이

필요하게 될 것이라고 예측하기에 이르렀다.

원자력발전소의 단위용량에 대해서는 몇차례의 수정을 거듭하였는데 1965년 당시 우리나라의 발전시설용량은 60만kW로서 단위용량을 20만kW로 정하면서도 너무 큰 규모라고 여겼으나 연평균 시설용량 증가율이 20%를 상회하고 있었고 1967년 10월에는 한국전력의 전원개발계획이 수정되면서 1976년의 최대 전력수요가 470만kW로 전망됨에 따라 이를 토대로 50만kW급 원자력발전소 2기를 건설하는 기본계획이 확정되었다.

경제성 평가에 있어서는 BWR과 PWR爐형의 50만kW급 시설용량에 대하여 화력과 비교 검토되었는데 건설 및 발전단가는 원자력 207불/kW 및 6.66Mills/kWh, 화력 128불/kW 및 6.83mills/kWh로서 원자력이 유리한 것으로 평가되었다.

爐형으로서는 세계적으로 상업발전용 원자로로 실증되고 있던 미국의 경수로(BWR 및 PWR), 영국의 가스냉각로(GCR), 캐나다의 중수로(PHWR) 등이 유망한 것으로 평가되었다.

한편 발전소 부지선정의 원칙은 냉각수, 증장비 운송 등을 고려하여 임해지역으로 하되 가상의 적으로부터의 보호라는 차원에서 36도 이남의 부지를 선정하게 되었고 서해안 후보지는 대체적으로 지반이 약하고 간만의 차이가 심할뿐 아니라 흙탕물 때문에 순위가 낮게 평가되었으므로, 제1발전소의 부지로는 최종적으로 경남 동래군 장안면 길천리(고리)가 선정되었다.

사업추진 방식으로는 발전소 착공부터 준공까지의 모든 책임을 주계약자가 지는 일괄발주 방식(TURN-KEY)으로 수행키로 하였다.

고리1호기 주계약자 선정을 위해 원자력발전소 건설경험이 풍부한 외국업체를 대상으로 국제 입찰을 실시하여 1970년 미국의 웨스팅하우스사와 60만kW급 경수로(PWR) 공급계약을 체결, 1970년 9월에 착공하여 1978년 4월에 준공함으로써 우리나라는 세계에서 21번째의 원자력발전소 보유국이 되었다.

1970년대에 들어와서 경제발전으로 우리나라의 평균 전력수요는 약 17%의 증가율을 보였고 에너지 수요의 약 54%를 중동지역에 의존하고 있는 상황에서 석유가격은 계속 상승하였으므로 지속적인 경제발전을 위해서는 저렴하고 안정된 에너지원의 확보가 시급한 문제로 대두되었다.

정부는 캐나다 원자력공사가 개발한 가압중수로형 발전소(CANDU형)의 도입 타당성을 검토하기 위해 1973년 6월 조사단을 구성하여 캐나다에 파견하였으며 조사단의 도입건의에 따라 CANDU형 발전소의 기술적, 경제적 평가를 구체화하였다. 그러나 그해 10월에 우려하던 석유파동이 중동전쟁으로 인해 너무나 빨리 현실화 되었다. 1972년 배럴당 3.0달러 미만 이던 석유가격은 1974년 11.2달러로 급등하였으며 그나마도 비싼 원유를 확보하는데 많은 어려움을 겪게 되면서 원자력발전의 경제성, 에너지원의 다변화 등의 장점이 크게 부각되었다.

1973년 가을의 석유파동은 우리나라뿐만 아니라 세계의 에너지수급과 그에 대한 인식에

큰 변화를 가져왔다. 즉, 석유에너지는 그 부존량에 한계가 있을 뿐만아니라 중동지역의 정치적 불안정은 상당기간동안 변화를 기대할 수 없고, 팽배한 자원 내셔널리즘과 남북문제 등 세계의 정치, 경제문제가 복잡하게 얽혀 불확실성을 더해주고 있었다.

이와같은 세계에너지 정세에 대응하기 위하여 미국, 일본 및 구주의 주요에너지 소비국들은 거의 모두가 수입에너지의 불의의 공급삭감 또는 중단의 가능성을 배제하려는 외교, 군사적인 노력과 함께 그와 같은 사태가 다시 일어날 경우에도 국가경제 및 국민생활에서 입게될 피해와 영향을 최소한으로 줄이기 위한 국가안보적 장기계획과 정책을 수립하고 있었다. 미국이 1974년말에 국가계획으로 확정된 바 있는 프로젝트 인디펜던스 계획, 구주의 신에너지 계획과 일본의 장기 종합에너지정책 등이 그것이다.

이들 주요 에너지 소비국들의 새로운 에너지 정책에 나타난 공통점을 살펴보면, 국가에너지 공급을 증가시켜 에너지의 수입의존도를 줄이고, 에너지 자급도의 향상과 에너지 수입이 불가피한 나라는 수입에너지의 탈석유화 즉, 원자력, 유연탄, LNG 등 수입에너지의 다변화로 요약할 수 있었다.

특히 각국의 1차에너지 중에서 원자력에너지 공급비중의 추정치를 보면 일본은 1972년 현재의 0.6%에서 1985년에는 9.6%로, 미국은 0.8%에서 12.1~14%로 그리고 프랑스는 1973년의 1.7%에서 1985년에는 무려 25%의 점유율로 석유 다음가는 주요에너지원으로 원자력을 계획하고 있었다.

세계 에너지 정세의 급변에 대비하지 못했던 우리나라는 대체가능한 국내 자원이 있는 다른 나라에 비해 큰 타격을 받게 되었고, 이를 교훈으로 앞으로의 석유대체에너지에 대해 심각하게 논의하였다. 새로운 획기적인 대체에너지원의 개발이 실현되지 않는 한 에너지위기는 장기화될 것이며 강대국들의 석유 쟁탈전의 틈바구니 속에서 우리나라와 같은 약소국들은 돈을 주고도 원유를 살 수 없다는 최악의 사태까지

도 상정하였다. 이렇듯 에너지 문제를 국가와 민족의 존립 문제와 연결시키는 시각이 지배적이며 이에따라 원자력발전정책이 국민적 합의로 자연스럽게 형성되어 갔다.

캐나다의 CANDU형 원자로 도입을 추진하던 중 1차 석유파동을 겪은 우리나라는 서둘러 1975년 1월 캐나다 원자력공사와 월성원자력 1호기 공급계약을 체결하였다. 이때의 시대적 상황은 경수로의 핵연료인 농축우라늄도 석유

와 마찬가지로 결정적인 시기에는 자원 내셔널리즘으로 공급이 불안해질 가능성을 완전히 배제할 수 없었으므로 고도의 기술과 자본을 필요로 하는 핵연료의 농축없이 국산화가 용이한 자연우라늄을 핵연료로 사용하는 CANDU형 발전로의 유리점이 크게 작용하였다.

고리 2호기는 고리 1호기의 경험활용과 공사비절감 등을 고려하여 미국의 웨스팅하우스사와 1974년 10월 건설공급계약을 체결하였으나

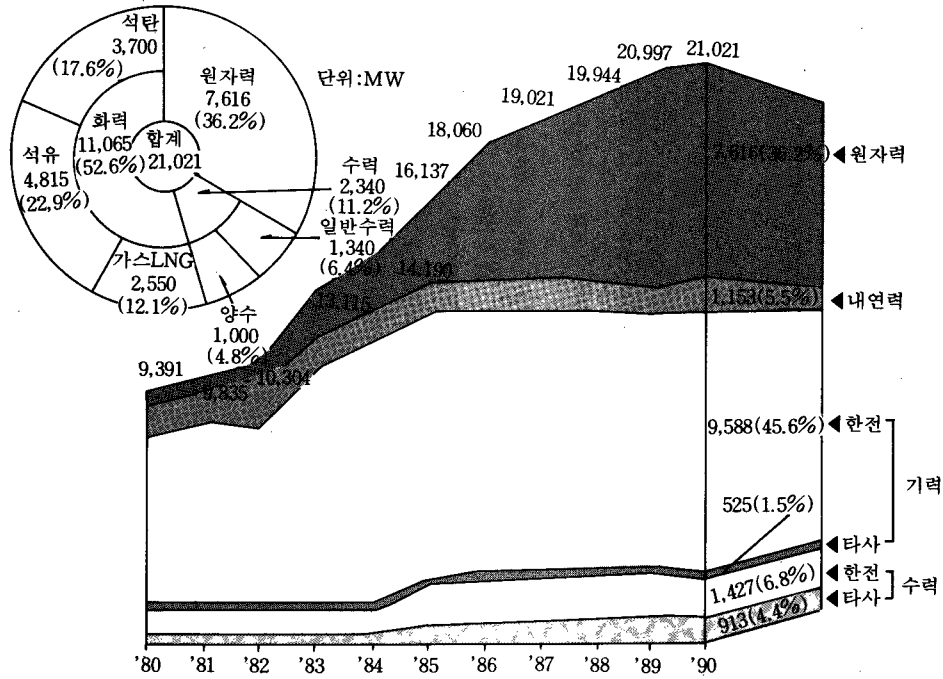
<표1> 우리나라 원자력발전소 현황

호기	부지	노형	출력 (MWe)	발전방식	주기기 NSSS	공급자 T/G	기술용역	비고
고리 1	경남 고리	PWR	587	일괄발주	W	GEC	GILBERT	운전중
고리 2	경남 고리	PWR	650	일괄발주	W	GEC	GILBERT	운전중
월성 1	경북 월성	PHWR	678.7	일괄발주	AECL	HPL/CAP	AECL	운전중
고리 3,4	경남 고리	PWR	950×2	분할발주	W	GEC	BECHTEL	운전중
영광 1,2	전남 영광	PWR	950×2	분할발주	W	W	BECHTEL	운전중
울진 1,2	경북 울진	PWR	950×2	분할발주	FRA	ALS	FRA/ALS	운전중
영광 3,4	전남 영광	PWR	1000×2	분할발주	한중/원자력(연)CE	한중/GE	한기/S&L	건설중
월성 2	경북 월성	PHWR	700	분할발주	AECL	한중/GE	AECL/한기	건설중

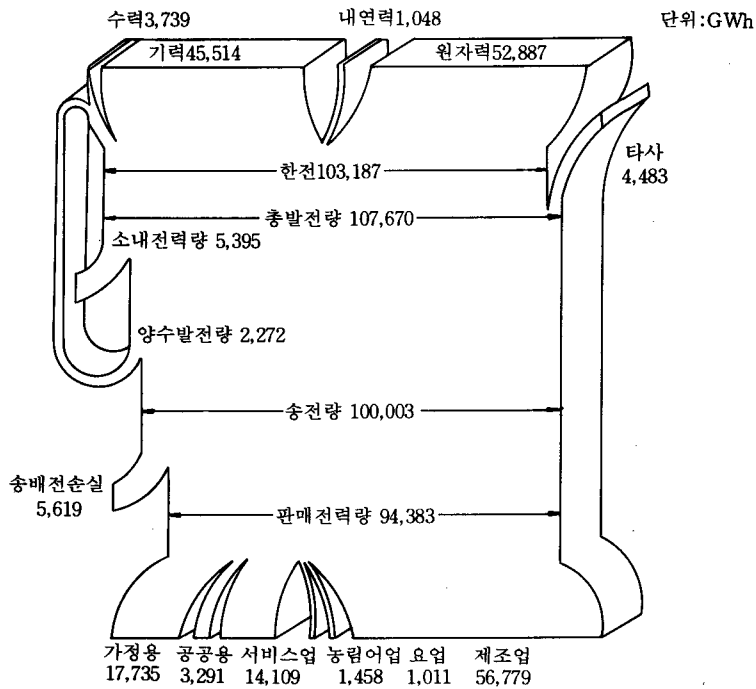
<표2> 호기별 주요 건설공정 현황

주요공정	고리 1호기		고리 2호기		월성 1호기		고리 3호기		고리 4호기		영광 1호기		영광 2호기		울진 1호기		울진 2호기		영광 3호기		영광 4호기		
	호기	호기	호기	호기	호기	호기	호기	호기	호기	호기	호기	호기	호기	호기	호기	호기	호기	호기	호기	호기	호기	호기	
NSSS 공급계약	70.6.24	76.11.14	75.1.22	78.4.3	78.4.3	79.10.11	79.10.11	81.11.7	80.11.7	87.4.9	87.4.9												
T/G 공급계약	턴키	턴키	턴키	78.5.1	78.5.1	79.10.11	79.10.11	82.2.15	82.2.15	87.4.9	87.4.9												
A/E 용역계약	턴키	턴키	턴키	78.5.1	78.5.1	79.12.19	79.12.19	81.12.30	81.12.30	87.4.9	87.4.9												
부지 경지착수	70.9.25	-	76.11.17	78.2.11	78.2.11	80.3.5	80.3.5	81.1.12	81.1.12	88.9.1	88.9.1												
기초 굴착공사	71.11.15	77.3.1	77.5.3	79.4.9	79.4.9	80.12.9	80.12.9	82.3.5	82.3.5	89.6.1	89.6.1												
원자로 건물 기초 착공	72.8.1	77.12.23	77.10.30	79.10.1	79.10.1	81.6.4	81.12.1	82.1.26	83.7.5	89.12.23	90.5.26												
원자로 설치 착수	74.10.25	80.12.18	79.11.15	81.12.14	80.4.1	83.5.3	84.2.18	85.6.1	86.3.21														
증기발전기 설치 착수	74.11.29	80.12.15	80.1.20	81.12.14	82.7.12	83.7.5	84.3.6	85.6.16	86.2.15														
터빈 설치 착수	75.6.15	81.3.8	81.3.30	82.3.26	82.7.12	83.9.1	84.8.1	86.3.24	86.12.1														
적남용기누설시험완료	76.11.10	82.11.7	82.7.31	84.5.21	82.9.27	85.8.1	86.4.29	87.5.31	88.6.26														
핵연료장전완료	77.4.26	83.2.26	82.8.20	84.10.4	85.2.17	85.12.27	86.9.19	87.12.28	89.1.5														
초임계도달	77.6.19	83.4.9	82.11.21	85.1.1	85.10.26	86.1.31	86.10.15	88.2.25	89.2.25														
계통병입	77.6.30	83.4.22	82.12.31	85.1.22	95.11.15	86.3.5	86.11.11	88.4.7	87.4.14														
상업운전개시	78.4.29	83.7.25	83.4.22	85.9.30	86.4.29	86.8.25	87.6.10	88.9.10	89.9.30														

<그림 1> 발전설비 현황



<그림 2> 90년도 전력수급 종합도



차관획득의 실패로 계획효력이 상실되어 수차례에 걸친 협상 진통끝에 1976년 11월에야 웨스팅 하우스사와 재계약에 서명하였다.

월성 1호기와 고리 2호기는 고리1호기와 같이 주계약자 일괄발주방식(TURN-KEY)으로 계약하여 사업관리, 설계, 기자재구매, 시공 및 시운전 등 사업전반을 주계약자 책임하에 건설하였다.

월성 1호기의 경우는 국내인력이 실제로 시운전을 담당하고 캐나다측은 한국인이 올바르게 일을 수행하고 있는지 감독하는 정도의 기술자립 측면에서 진일보된 형태로 사업이 추진되었지만 주계약자 일괄발주방식의 사업추진에 따라 우리가 참여할 수 있는 분야는 주로 부지 조성 및 건설관리, 노무인력의 공급 등으로 제한되었다.

이에 따라 고리 3,4호기부터 올진 1,2호기까지는 분해발주방식(NON-TURN-KEY)을 채택함으로써 우리가 직접 사업관리를 담당, 국내업체의 참여폭을 확대하고 효율적인 비용관리, 품질보증, 기자재 국산화율의 제고를 통하여 기술축진 등을 할 수 있게 되었으며 또한 한 부지에 동일한 발전호기 2기씩을 약 1년의 시차를 두고 건설하여 사업비용의 절감을 꾀하였다.

또한 1987년 4월 계약체결된 영광원자력 3,4호기는 원자력기술 자립추진을 위한 역할분담에 따라 국내업체를 분야별 주계약자로 하는 국내주도의 사업으로 추진함으로써 원전 건설의 기술자립 기반을 구축, 후속기부터는 자력으로 원자력발전소를 건설한다는 목표를 추진 중에 있다.

현재까지 완공된 고리 1호기 부터 올진2호기까지의 총 9기의 시설용량은 761만6천kW로써 우리나라는 세계 제10위의 원자력발전설비를 갖추게 되었다.

이러한 원자력발전설비는 1990년 12월말 현재 우리나라 총 발전시설용량 2천102만kW중 36.2%를 차지하고 있으며 발전전력량으로는 1990년 전력생산량 1천76억7천만kW중 49.1%인 528억8천100만kWh를 공급하였다.

II. 원자력 발전의 공과

우리나라의 원자력발전은 1978년 4월 고리1호기가 상업운전을 개시한 이래 원자력발전사업의 지속적인 추진으로 90년말 현재 모두 9기, 시설용량 7,616MW의 원전이 가동중이며 그동안 눈부시게 발전한 국가 경제성장의 밑거름이 되어왔다.

그러나 80년대 후반부터 일기 시작한 반원전 운동은 급기야 새로운 원전입지확보는 물론 기존 발전소의 운영에도 적지않게 지장을 초래하고 있으며 90년 11월에는 원전에서 발생하는 방사성폐기물 중간저장시설 설치문제로 안면도에서 주민들의 소요사태가 발생하여 과학기술 처장관이 교체되고 시설계획이 중단되기도 하였다.

원전을 둘러싼 이와같은 사회적환경의 변화는 적극적인 원자력발전의 추진을 어렵게 하였으며 '88올림픽 이후 전문기관의 예측을 벗어난 전력수요 급증현상과 맞물려 최근에는 전력설비 예비율이 2~4%로 위험한 수준으로 떨어지고 있다.

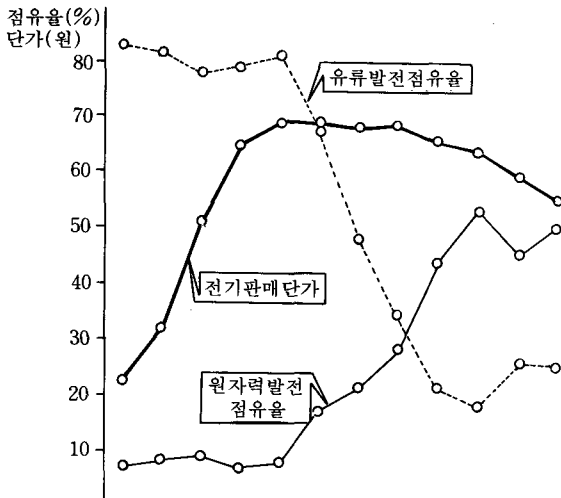
이러한 시점에서 그동안 원자력발전이 우리 사회와 경제에 미친 영향을 냉정히 살펴보고자 한다.

우리사회 깊숙히 파고든 병리현상의 하나인 흑백논리는 양측은 물론 중간자를 모두 피해자로 만들뿐이다. 맹목적인 원전 추진과 극단적인 반원전운동은 우리국민 모두를 피해자로 만드는 백해무익한 흑백논리에 지나지 않는다.

석유위기의 극복

1973년 겨울을 앞두고 겪은 1차 석유파동을 전환점으로 우리나라는 에너지산업의 탈석유화 정책을 국책으로 삼고 석탄발전과 원자력발전을 적극 추진하였다. 그러나 건설기간이 7~9년이 소요되는 원전의 특성으로 업컨데 덮친격으로 1979년에 들이닥친 2차 석유파동도 우리나라는 거의 대응책이 없는 상태에서 맞이하여 국민경제는 큰 주름살을 짓게 되었다.

이와동시에 석유생산량이 소비량을 초과하는



년도	'78	'79	'80	'81	'82	'83	'84	'85	'86	'87	'88	'89
원자력발전점유율	7.4	8.9	9.3	7.2	8.8	18.3	21.9	28.9	43.8	53.1	46.9	50.1
유류발전점유율	83.9	81.1	78.7	79.8	80.5	67.3	48.7	34.4	21.8	18.2	25.7	25.2
전기판매단가	22.38	32.17	50.88	64.31	69.87	67.71	67.42	67.92	65.51	63.48	59.49	55.43

주) 유류발전량에는 LNG발전량 포함이며, 실적소비열량을 기준산출함.
자료 : 한전 경영통계(1990년도판)

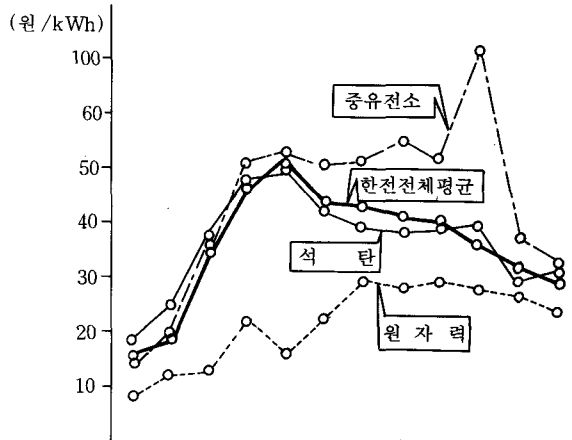
〈그림3〉 원자력발전 점유율과 전기판매단가

현상으로 이어지면서 어제까지 공급자가 지배하던 시장구조는 수요자가 지배하는 시장으로 바뀌어졌다. 결국 88~89년 석유가격은 다시 한자리 숫자로까지 인하되었으며 최근에는 다시 상승하여, 배럴당 18달러 정도에서 안정되고 있다.

국산품의 국제경쟁력 제고

그동안 꾸준히 추진해온 원자력발전 비중증대 정책 등이 실효를 거두어 우리나라의 전력요금에 경쟁국에 비해 상대적으로 크게 싸졌으며 우리나라 상품의 경쟁력 제고에 일익을 담당하고 있다.

'80년대 초반 세계적으로 경제가 가장 활발히 성장하던 지역이 아시아의 동쪽이었다. 일본이 미국을 넘보고 있었고 우리나라와 대만, 홍콩, 싱가포르 등 소위 네마리의 용이 세계의



년도	'78	'79	'80	'81	'82	'83	'84	'85	'86	'87	'88	'89
원자력	7.69	12.13	13.04	22.48	15.28	22.76	29.65	27.27	29.41	27.41	26.63	23.62
석탄	18.54	24.74	37.50	47.88	49.44	41.48	39.08	38.00	38.52	39.96	29.90	30.99
중유전소	14.03	19.89	37.39	50.23	52.44	50.01	51.19	54.25	51.29	112.40	37.54	32.82
한전전체평균	14.63	19.83	34.95	47.30	49.74	43.93	43.46	40.87	38.67	36.50	31.15	29.36

주) 본 자료는 회계연도별 결산서를 기준으로 단순산출한 것이므로 원별 경제성 비교, 또는 해외자료와 비교시는 별도 기준에 의한 원가와 비교하여야 함.

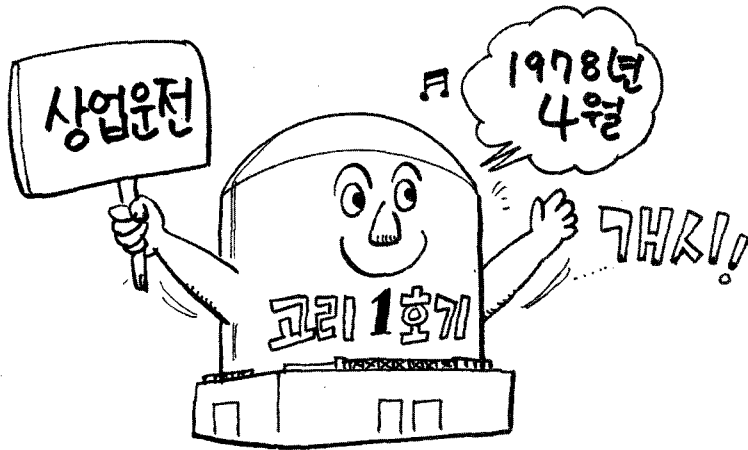
자료 : 한전 경영통계(1990년도판)

〈그림4〉 발전원별 발전원가

시장을 휘저으며 앞서거나 뒤서거나 일본을 쫓아가고 있었다.

이런한때 국회가 개회되면 한국전력측이 제일 먼저 준비하는 답변이 “전기요금이 외국에 대하여 비싼 이유, 특히 경쟁국인 대만이나 홍콩 일본에 비하여 비싸기 때문에 상품의 수출 단가가 높은데 대한 대책은 무엇인가”에 대한 것이었다. 그러나 지금은 사정이 달라졌다. 주요 경쟁국인 대만의 경우는 비교적 수력이에너지 자원이 풍부하여 발전원가가 구조적으로 낮게 유지되므로 우리의 전력요금 체제와 직접 비교하는 데에는 우리가 불리한 점이 없지않지만 대만의 전력요금이 4%정도 높게 유지되고 있다. 우리와 에너지 수급사정이 비슷한 일본은 우리나라보다 전력요금이 무려 2배정도 비싸다.

이제 전력요금이 경쟁국에 비해 너무 싸다는



〈표3〉 전기요금 국제 비교 (단위 : 원 /kWh)

종 별	한 국	대 만	일 본	영 국	미 국	
					전 국	뉴저지주
주 택 용	66.55	60.31	112.40	70.16	50.90	84.34
업 무 용	79.91	66.91	113.91	57.24	47.91	73.26
산 업 용	45.68 (100)	50.39 (110)	73.78 (162)	52.10 (114)	32.35 (71)	63.32 (136)
농 사 용	31.26	-	63.07	-	-	-
가 로 등	49.03	-	52.21	51.88	-	113.56
총 합	53.31 (100)	54.87 (103)	90.45 (170)	60.74 (114)	43.29 (81)	73.46 (138)
기준년도	'90	'89	'89	'88	'88	'88

※ 관출, '89.12월말 기준

지적도 있다. 최근의 전력난과 신규발전소 건설재원 염출대책을 놓고 한국전력은 국회에서 “적정 전력요금 산정방안”에 답변을 준비해야 할 형편이다.

국내산업의 발전

석유 및 석탄발전은 유한한 부존자원을 고갈만 시키는 소비지향적 산업인데 반해, 원자력 발전은 생산지향적 산업이다. 고속증식로는 우라늄-238을 플루토늄-239로 전환시켜 우라늄의 활용도를 60배 정도 증가시킨다. 또한 인류 모두의 꿈의 에너지인 핵융합에너지는 원자력발전 기술의 연장선상에 있다.

원자력발전 산업은 대중의 건강과 재산을 보호하기 위한 고도의 안전성이 유지되어야 한다는 이유때문에 국내외를 막론하고 태동기부터 고도의 기술집약적 성격을 지니고 있었으며 타

산업계에 비해 설계개선과 신기술의 응용이 매우 활발히 진행되어 왔다.

우리나라는 원자력발전이라는 첨단기술 산업에서 외국에 뒤지지 않기위해 부단한 노력으로 기술자립과 기자재 국산화 범위를 넓혀왔으며 국내 산업발전에 상당한 영향을 미쳤다.

첫째, 초기에는 원자력발전소를 외국의 주기 기공급자의 책임하에 건설하는 방식을 취했으나 영광 3,4호기에서는 한국전력기술주식회사를 엔지니어링 주계약자로 선정하고 외국 A/E회사를 하청계약자로 설계 엔지니어링을 주도하고 있다. 건설 및 시공부문도 국내업체가 주계약자로 책임시공하는데까지 성장하였다.

둘째, 기자재 국산화는 고리1호기의 8%에서 시작하여 울진 1,2호기에서는 40%, 영광 3,4호기에서는 74%까지 성장하였다.

국내 원전중 가장 늦게 1986년말 기준으로 제작완료된 울진 1,2호기를 기준하여 볼 때 핵중기 공급계통(NSSS)부분에서는 원자로 내부 구조물 제어봉 구동장치, 냉각수펌프 및 제어장치를, 터빈/발전기 부분에서는 로터, 어셈블리, 여과기 및 제어장치를 제외한 전품목에 대하여 부분적인 국산화 내지는 완전 국산화를 달성함으로써 외형상 획기적인 발전을 하였다. 그러나 1987년 4월 발주된 영광 3,4호기에서는 미리 설정된 국산화 대상품목 및 품목별 국산화 제작범위에 따라 외국업체와 계약을 체결함으로써 질·량의 양면에서 국산화의 내실화를

〈표4〉 원자력 발전소별 국산화율

분 야	고 리	고 리	월 성	고 리	영 광	울 진	영 광	기술자립 목 표 (95년도)	
	1호기	2호기	1호기	3,4호기	1,2호기	1,2호기	3,4호기		
설 계	원자로 설비	0	0	0	0	0	50	98	
	핵 연 료	0	0	0	0	0	50	100	
	플랜트종합설계	5	5	17	37	44	46	75	
기 자 제	원자로 설비	-	-	-	9.8	18.9	-	63.1	87
	터빈 발전기	-	-	-	10.5	30.0	-	94.0	98
	보조기기	-	-	-	33.2	42.1	-	74.5	82
	총 합	8	12.8	13.9	29.4	34.8	40.2	74.0	-
핵 연 료 제 작		0	0	0	0	0	74.0	100	

〈표5〉 호기별 참여현황

기기명	품목명	영광1,2	울진1,2	영광3,4
핵중기공급 계통	원자로	×	제작(반제품도입)	제작
	증기·발생기	제작(반제품도입)	제작(반제품도입)	제작
	가압기	제작(반제품도입)	제작(반제품도입)	제작
	주냉각수배관	×	제작(반제품도입)	제작
	원자로 내부구조물	×	×	×
	제어봉구동장치	×	×	×
	냉각수펌프	×	×	×
	제어장치	×	×	×
	용기/탱크	제작 및 일부설계	제작 및 일부설계	설계 및 제작
열교환기	제작 및 일부설계	제작 및 일부설계	설계 및 제작	
터빈/발전기	터빈케이싱	제작(L,P)	제작(H,P 및 L,P)	제작(H,P 및 L,P)
	터빈다이아프램	×	제작(반제품도입)	제작
	회전자축	×	제작	제작
	로터어셈블리	×	×	제작
	스테이터 프레임	제작	제작(조립포함)	제작(조립포함)
	습분분리 재열기	제작	제작	제작
	여기기(Eallatn)	×	×	×
	전기제장	×	×	×
보조기기	응축기(Condenser)	제작	제작	설계 및 제작
	급수가열기	제작	제작	설계 및 제작
	격납용기	설계 및 제작	설계 및 제작	설계 및 제작
	SLP	설계 및 제작	설계 및 제작	설계 및 제작

도모할 수 있도록 하였으며 선행호기와는 달리 소재에서부터 완제품까지 품질보증 및 납기준수에 대한 책임을 국내업체가 지게됨으로써 국내업체가 명실상부한 주기기 공급자로서의 경험을 축적할 수 있게 되었다.

셋째, 원전을 건설, 운전하는 나라마다 방사

선장해로부터 공공의 안전과 환경을 보전하고 발전소의 신뢰성을 향상시키고 설계, 제작, 건설 및 운전단계별로 다각적인 안전조치를 취하고 있으며 그중 시험 및 검사는 가장 기본적인 필수적인 사항이다. 우리나라의 원전에 대한 시험 및 검사체제는 제작, 시공, 운전단계에



서의 각 공정을 대상으로 제작자 및 시공업체의 자체시험과 검사, 원자로의 설치, 운영자로서의 사업주 검사, 공공의 안전을 도모하기 위한 공인검사 및 정부규제 검사로 크게 구분되어 일정한 자질을 갖춘 검사자에 의하여 실시된다. 1971년 고리원자력 1호기가 착공된 당시 시험 및 검사업무는 우리에게 매우 생소한 것이었으나 그동안 11기의 원전을 건설 시운전하는 동안 경험과 기술을 축적하게 되었으며 제도적인 측면에서도 기본적인 체계를 갖추게 되었다.

기술적인 측면에서도 상당한 진전을 이룩하였으며 특수 공적인 비파괴검사 분야는 국내 자격도 허용할 정도로 보편화 되었으며 국내의 모든 산업에 활용하고 있다.

넷째, 품질보증제도의 정착이다. 1970년 고리1호기가 계약되면서 QA 개념이 도입된 이래 원전설계, 기기제작, 건설 및 시공에 참여한 국내 모든 업체에까지 확산되어 우리나라 제품의 품질향상에 크게 기여하였다. 품질보증이란 제품 또는 설비가 만족하게 가동될 수 있음이 입증되도록 적절한 신뢰성을 부여하기 위한 계획적이고 체계적인 행위로 정의되며, 이것을 원전에 연결시키면 각 계통과 설비의 기능이 양호한 상태로 유지하여 안전운전을 계속함으로써 원전의 신뢰성을 확보하기 위한 일체의 행위로 규정할 수 있다.

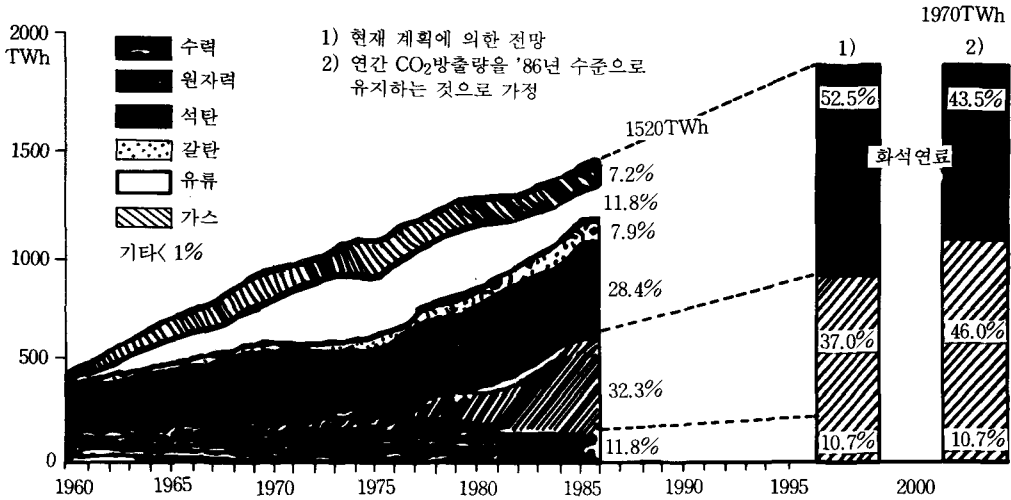
환경 보전

88년 6월 27일 캐나다에서 개최된 유엔 환경 기구회의는 지구의 대기는 인간의 화석연료의 무분별한 사용으로 인하여 전례없는 비율로 변화하고 있으며 이러한 변화는 국제간의 안전을 위협할 뿐 아니라 이미 지구상의 많은 지역에서 우려할만한 결과가 나타나고 있다고 경고하고 있다.

이 회의는 또 대기는 오염으로 19세기중 지구의 기온은 전세계적으로 평균 0.7℃정도로 높아졌으나 21세기에 이르면 1.5℃~4℃로 높아지고, 다른 지역보다 고위도지역의 기온이 2배정도 더 상승하는데 이로인해 양 극지의 빙산이 녹아 해수위가 1.5m정도 높아져 해안지역과 섬의 농경지와 촌락을 범람하게되며, 강우량의 분포와 대기 및 해수의 순환과정을 변화시켜 열대성 태풍의 빈도가 잦아지고 그 행로가 바뀔뿐아니라 삼림의 황폐화와 경작지 감소로 지구의 사막화가 진행된다고 밝히고 있다.

또 오존층의 파괴로 자외선 피폭이 증가되어 피부암과 백내장 및 망막장애를 유발시키며 생물 및 생태계에도 심각한 영향을 끼칠것으로 예고하고 있는데 영국의 남극 탐험대는 남극상공 12~24km의 오존층이 77년부터 84년 사이에 40%이상 감소되었음을 증언하고 있다.

이와함께 휘발성 탄화수소와 황산화물의 증



〈그림5〉 EC12의 전력생산 전망

기는 생태계를 산성화하고 산성비를 통하여 호수, 토양, 산림, 동식물, 건물과 구조물에까지 심각한 영향을 끼치게 되며 농산물의 급격한 감소는 앞으로의 식량수요를 감당하기가 어렵게 될 것이라고 경고하고 있다.

이 회의는 결론적으로 “2025년까지 CO₂방출량을 88년 현재의 20%수준으로 줄이기 위해 각국의 새로운 에너지 자원의 개발과 공해가 없는 원자력발전의 이용확대에 노력해야 한다”고 선언하였다.

최근 선진국들은 화석연료의 사용을 줄이기 위한 많은 노력을 경주하면서 연탄을 주난방연료로 사용하는 우리나라에 이의 대체 압력을 가하고 있다. 미국은 미국시장에 자동차를 판매하는 자동차 제작회사에게 92년까지 비화석연료사용 자동차 개발을 의무화시켰고, 유럽공동체(EC12)는 현재 평균 30%정도인 원자력발전 비중을 대기중 CO₂ 농도에 따라 37~46%까지 높일 계획이다.

안전적 측면

원자력은 농축우라늄 1g을 가지고도 석유 9드럼, 석탄 3톤에 맞먹는 에너지를 얻을 수 있을 뿐만 아니라 1회 장전으로 1년 이상 발전하

기 때문에 연료수송이 용이하고 비축효과가 크다. 만일 유사시 외국으로부터 연료공급이 중단되는 어려운 상황이 닥치더라도 상당기간 자력으로 버틸 수 있는 안보상의 장점을 가지고 있다.

원자력에너지는 준국산에너지이다. 이는 발전기 기자재의 국산화 정도가 영광 3,4호기의 경우 약 74%에 이르고 있는데 앞으로는 더욱 높아질 전망이고 국내 원전에서 사용되는 핵연료는 모두 국내에서 성형가공된 국산핵연료를 사용하고 있기 때문이다.

고급 기술인력 양성 및 활용

원자력발전은 특히 원자력기초기술 및 사업기술연구개발 분야의 고급 기술인력을 양산하고 활용시키는데 크게 기여하고 있다.

원자력에너지, 핵연료, 원자력안전기술, 방사성폐기물 처분기술 및 방사선이용기술개발 등 원자력에 관한 연구개발을 종합적으로 수행하고 있는 한국원자력연구소(KAERI), 최근 독립하여 원자력 안전규제 및 기술기준 개발연구를 수행하는 한국원자력안전기술원(KINS), 원자력발전소 설계기술 자립에서 큰진전을 이루고, 해외진출을 도모하고 있는 한국전력기술

주식회사(KOPEC), 원자력발전소의 건설 및 운영을 성공적으로 이끌어 오고 있는 한국전력공사(KEPCO), 핵연료 제조 기술자립 및 생산 공급을 담당하는 한국핵연료주식회사(KNFC), 1990년 6월 현재 원자력분야에서만 95명의 박사, 245명의 석사를 배출하였거나 배출과정에 있는 한국과학기술원(KAIST), 원자력의 평화적 이용과 산업화 추진을 위해 원자력 산업계가 중심으로 설립되어 이번 WORKSHOP을 주관하고 있는 한국원자력산업회의(KAIF) 등에서 수많은 고급인력이 종사하고 있으며 이러한 무형자산은 원자력발전사업이 가져온 그 무엇보다도 바꿀 수 없는 커다란 소득이 아닐 수 없다.

-주요 원자력 관계기관 및 단체-

연구 개발	원자력 사업	학계 및 단체
한국원자력연구소 └ 원자력병원	한국전력공사 한국중공업(주) 한국핵연료(주)	한국과학기술원 대학교 한국원자력산업회의 한국원자력학회
한국원자력안전기술원 한국동력자원연구소	지역난방공사	
에너지경제연구소 한국전력기술(주)		

원자력발전과 안전성

원자력발전과 연관된 유일한 부정적인 요소는 안전성 문제이다.

우리나라가 탈석유화 대체에너지 수단으로 원자력에너지를 적극적으로 추진중이던 1979년 3월 미국 펜실바니아주 소재 트리마일 아일랜드(TMI)2호기에서 일련의 기계적 고장과 운전원의 거둬된 판단착오에 의한 실수가 겹쳐 가상 사고로만 여겼던 노심용융사고가 실제로 일어났다.

또한 1986년 4월에는 소련 체르노빌 원전에서 증기압력과 수소폭발로 원자로가 폭발되어 31명이 사망하는 인명피해와 34억달러 정도의 경제적 손실을 초래하였으며 대기로 확산된 방사성물질로 인해 스웨덴 등 이웃나라에서는 한때 우유나 채소 등 농작물을 폐기하는 사태가

발생하였다.

이와같이 원자력에너지의 양대 본산이라고 할 수 있는 미국과 소련에서 커다란 사고가 발생하여 전세계인에게 큰 충격을 주었다. 이 두 사고는 세계적으로 원자력발전의 안전성과 신뢰도에 대한 사회적 인식을 바꿔놓았을 뿐만 아니라 반원전운동이 크게 일어나는 결과를 빚었다.

우리나라는 80년대 후반부터 사회의 민주화 바람을 타고 반원전운동이 태동하였으며 TMI와 체르노빌 원전사고와 국내에서 발생한 고리 원전의 폐기물 매립사건, 영광원전의 무늬아 및 대두아 사건 등 일련의 안전성 시비가 일어나면서 방송 및 언론기관인 원자력발전의 부정적인 측면만을 경쟁적으로 과장보도함으로써 원자력발전에 대한 부정적인 이미지가 일반국민에 크게 어필되었다.

원자력발전의 안전성이 그만큼 빌미를 준 것도 사실이다.

사실 모든 문명의 이기는 다소간 위험요소를 안고 있다. 또, 새롭게 등장한 문명은 처음에는 그 위험요소가 커보이므로 사회적 인식의 저항을 받는다. 그러나 역사는 결국 처음에 저항을 받던 문명이 인류의 발전에 이바지하여 왔음을 가르쳐주고 있다.

최근 세계적으로 원전의 안전성 및 필요성에 대한 인식이 긍정적으로 바뀌고있다. TMI와 체르노빌 원전 사고후 안전성도 크게 강화되었다.

미국 제일의 신문인 뉴욕타임즈가 1989년 12월 8일자 신문에서 원자력발전소의 부활을 요구하는 장문의 사설을 실은바 있으며 일본에서도 요미우리 신문이 1990년 1월 1일자 연두사설에서 원자력발전의 필요성과 중요성을 논하였다. 미국 TRENT대학 총장인 KENNETH HARE박사 등 많은 학자와 전문가들은 “원자력발전은 공해가 없으나 재래식 화력발전은 지구환경을 해치고 있다. 반원전운동은 대부분 감정적으로 행동하고 있다”고 밝히고 있다.

Ⅲ. 원자력발전의 당면과제

마지막으로 당면과제라 할까, 고민이라고 해야 할까, 우리나라의 원자력발전이 해결해야 할 몇가지 사항을 제시하고자 한다.

안정적인 전력공급 확보

우리나라의 전력소비 증가율은 88올림픽을 전후하여 확산된 과소비 풍조가 겹쳐 연평균 15%에 가까운 높은 증가추세가 계속되고 있다.

이렇게 전력소비가 예상외로 급격히 늘어남에 따라 83년 이후 계속 30%를 웃돌던 전력공급 예비율이 90년에는 8.3%로 떨어지고 금년 여름철에는 장기 휴지 발전소의 재가동, 민간 보유 열병합 자가발전기 활용 등의 가능한 모든 방법을 동원하여 공급능력을 최대한 확충하더라도 공급예비율이 4.5%에 불과하여 적정수준인 15%에 크게 밀릴것으로 예상되고 있어 대형발전소 등 돌발사태가 발생할 경우에는 전력공급에 차질이 우려될 정도로 수급사정이 어려워지고 있는 실정이다.

우리나라의 주전력원인 원자력발전은 이용률 증대와 불시정지 감소를 위해 온갖 노력을 경주하고 있으나 이용률증대 측면에서는 목표이상의 좋은 실적을 보이고 있으나 불시정지는 기대와는 달리 아직도 크게 개선되지 못하고 있다.

불시정지 문제는 안전성 보다는 안정성에 해당되는 문제이지만 시급히 해결해야 할 문제이다.

원전의 안전관리

80년대말 이 땅에 원자력발전의 안전성에 대한 국민의 의혹이 증대되자 원자력안전에 대한 정부 주무기관인 과학기술처의 규제 및 감독활동이 크게 강화되었다. 1990년 2월에는 원자력안전규제 업무를 수행하는 한국원자력안전기술원이 원자력연구소로부터 분리되어 원자력의 생산 및 이용에 따른 방사선 재해로부터 국민을 보호하고 공공의 안전과 환경보전에 이바

지할 목적으로 독립기관으로 설립되었다.

또한 원전운영자의 자발적인 안전성확보 노력이 크게 개선되었다.

발전소 원자력안전위원회의 활동강화, 자체 점검 및 검사강화, 절차서개발 및 설비개발 및 설비개선 등이 그것이다.

원전의 안전성에는 아무런 문제점이 없다.

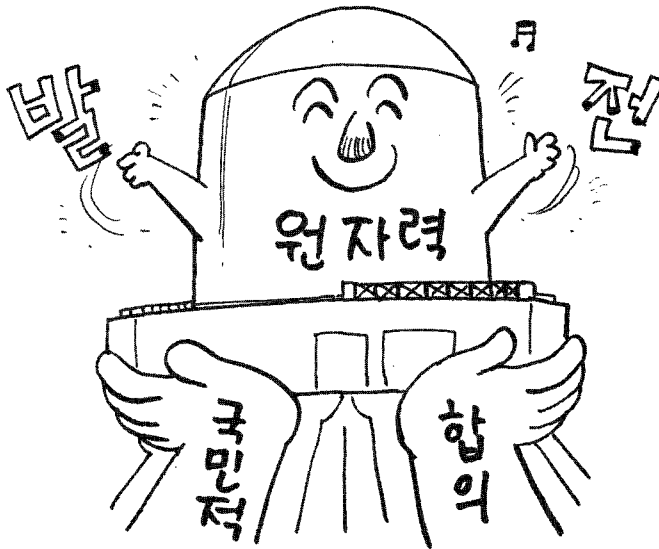
아직도 해마다 정기적으로 실시되는 정기검사 등 국내외 전문기관의 각종 검사를 통하여 지식 및 권고사항이 나오지만 모두 본질적인 문제가 아닌 지역적인 문제에 지나지 않는다.

문제가 있다면 규제상의 문제이다.

첫째, 우리나라의 원전은 소방법, 환경보전법, 민방위법 등 일반 법규외에 전기사업법과 원자력법의 규제를 받는다. 전기사업법과 원자력법은 상호보완적인 점도 있지만 중복되고 상충되는 내용이 많다. 예를 들자면 발전소 정지가 필요한 정기검사는 전기사업법에 의하면 12±2개월 또는 24±2개월인데 원자력법에서는 15개월내에 받도록 되어있어 서로 맞지 않는다. 원전이 두가지 법 적용을 받는 나라는 세계에서 우리나라 뿐이다. 사실 이 정도는 약과이다. 규제기관에서 들고 나오는 규정은 주로 미국의 10CFR, Reg. Guide, ASME 등이다. 캐나다에서 설계한 월성원전이나 프랑스에서 설계한 울진원전에 대해서 까지도 미국규정을 적용시키는 경우도 많다.

둘째, 원전의 안전성규제부처(과학기술처)와 예산 및 조직, 인력의 통제를 담당하는 정부행정부처(동력자원부)가 달라 손발이 맞지 않는 문제이다. 예를들자면 최근 원전 안전관리 업무가 크게 늘어났으나 그 업무를 효과적으로 수행할 수 있는 원전 운영조직과 인력은 전혀 늘어나고 있지않다. 이는 한국전력의 조직과 인력이 동력자원부의 통제를 받고 있기 때문이다. 한국전력과 동력자원부 그리고 과학기술처는 삼인사각 경기를 하고 있다.

셋째, 우리나라의 원전이 적용되는 기술수준이 제정되어 있지않고 외국의 기술기준을 원용하고 있는 점이다. 예를 들자면 미국의 ANS, ANSI, ASTM, AWS, IEEE, NEMA,



NFPA 등과 프랑스의 AFNOR, 캐나다의 CSA 등이 그것이다. 기술기준이 너무 많고 외국의 것이라 전문기관과 업무수행부서에서 이들 기준의 내용을 모르는 경우도 많다. 규제기관에서는 이러한 기술기준에 어긋난다고 규제하는데 급급하지만 말고 시급히 국내기술기준, 즉 KNS(KOREA NUCLEAR STANDARD)를 제정하여야 할 것이다.

넷째, 규제 철학 문제이다.

미국의 원전 규제기관인 USNRC에서 새로운 규정을 제정하기 무섭게 주위 형편을 가리지 않고 이를 국내 원전에 적용시키고 있다. 우리나라의 규제기관인 캐나다와 프랑스 규제기관의 자세를 유의할 필요가 있다. 예를 들자면 프랑스에서는 미국규정이 새로 제정되어 나오면 이를 최소 5년간은 신중히 검토한 후 적용한다. 지나친 규제의 예는 많다. 규정이 바뀌었다고 해서 10년전에 건설한 원전을 해체해서 새로 지을 수는 없지 않는가?

최근 갑자기 이루어진 지나친 규제 강화로 많은 원전 종사자들의 사기가 저하되고 있고 발전소 현장근무를 기피하고 있는 등 문제가 야기되고 있다.

IV. 맺는 말

원자력발전사업은 국민적 합의없이 성공할

수 없다.

미국은 1980년대 들어와 국민적 합의의 도출에 실패하였고 원자력발전 사업은 크게 침체되어 전력부족 사태는 물론 산업이 전반적으로 침체되는 결과를 빚었다.

우리나라는 1970년대 자연스레 형성된 에너지 산업의 탈석유화 정책에 대한 국민적 합의에 힘입어 원자력발전 사업이 활성화되고 세계 10위의 원전 보유국으로 성장하였다.

그러나 1980년대말부터 불어온 미국식 반원전운동과 원전규제활동으로 국민적 합의는 깨어지고 원자력건설 사업이 크게 위축되는 상황으로까지 발전하고 있다. 오늘날 우리가 처한 전력예비율 부족도 거슬러 올라가면 원자력건설 사업의 위축과 크게 관계하고 있다고 보여진다.

원전 안전성에 대한 신뢰회복은 이제는 한국 전력 혼자 힘으로는 불가능하게 되었다.

모든 국민과 언론은 더 이상 굴절된 시각으로 원자력발전을 바라보지 말고 그동안 원자력발전이 쌓아온 공과를 냉철히 저울질하여 추가 삼간을 태우는 일이 없도록 해야할 것이다.

최근 국내는 물론 세계적으로도 원자력발전의 필요성 및 안전성에 대한 국민적 합의의 바람이 서서히 다시 불고 있는 것이 여간 다행한 일이 아니다.