

전력사업과 환경보전기술희

홍 욱 희

한국전력공사 기술연구원 책임연구원

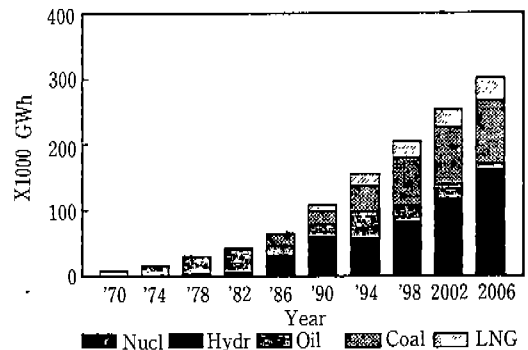
1. 머리말

전기는 현대 생활에 있어서 필수불가결한 요소이며 산업발전과 경제개발을 위한 원동력이다. 우리나라의 전기에너지 생산량은 그림 1에서와 같이 지난 20여년 동안 매우 빠른 속도로 증가하여 왔지만, 1990년 현재 인구 1인당 연간 전기사용량은 2,512kWh로 미국의 11,933kWh, 일본의 6,967kWh, 독일의 6,885kWh 등 선진국들에 비교할 때 매우 적은 형편이며 우리의 경쟁상대국인 대만의 4,085kWh에 비해서도 크게 낮은 수준인 것이 사실이다.

따라서 현재 우리나라의 국가경제적 수준에 비해서 결코 많이 사용한다고 할 수 없는 전기에너지는 앞으로 국민소득의 증가에 힘입어 폭발적으로 증가할 전망이다. 바, 정부와 한국전력공사는 이러한 잠재적 전력 수요에 부응하기 위해서 야심적인 전원개발 계획을 수립하고 있다(그림 1 참조).

그러나 이처럼 야심적인 전원개발계획에도 불구하고 그 추진에는 커다란 복병이 잠복하고 있는데, 그것은 발전소에서 배출하는 각종 환경오

염물질들을 문제 삼아 발전소의 건설을 반대하는 지역주민들의 주장이 점점 더 높아지고 있는 국내적 상황과, 지구환경 보전을 빌미로 국제적으로 오염물질의 배출을 규제하고자 하는 각종 협약이 발효되고 있는 국제적 상황으로 요약될 수 있다. 따라서 20세기의 앞으로 남은 기간과 21세기의 처음 10년 동안 우리나라는 이제까지 경험하지 못했던 국내외적인 각종 환경 규제와 제한을 극복해야 함과 동시에, 이런 어려운 사정 속



<그림 1> 우리나라의 연간 발전량 증가 추이 (1970~2006)

에서 증가일로에 있는 전력수요를 무난히 해결해야만 한다는 어려운 입장에 놓이게 되었다. 필경 이러한 시대적 상황을 제대로 헤쳐나가지 못한다면 우리 국가가 요구하는 전기에너지의 원활한 공급에 지장이 초래됨은 물론, 나아가서 온 국민이 바라마지 않는 복지사회의 건설도 그만큼 지연될 것이 자명하다.

따라서 본고에서는 우리 전력산업계가 당면하고 있는 환경보전에의 사회적 압력과 국내외적인 환경규제의 상황을 조망하면서, 원활한 전기에너지의 수급을 위해서 요구되는 환경보전 기술의 개발 현황과 앞으로의 개발 전망을 살펴보는 데 역점을 두어 기술하였다. 이러한 환경보전 기술 분야에서의 획기적인 기술개발과 적용이 없이는 향후 전원개발계획의 원만한 추진은 기대하기가 대단히 어려울 것으로 전망된다고 하겠다.

2. 전력사업에서의 환경 문제 유형과 실태

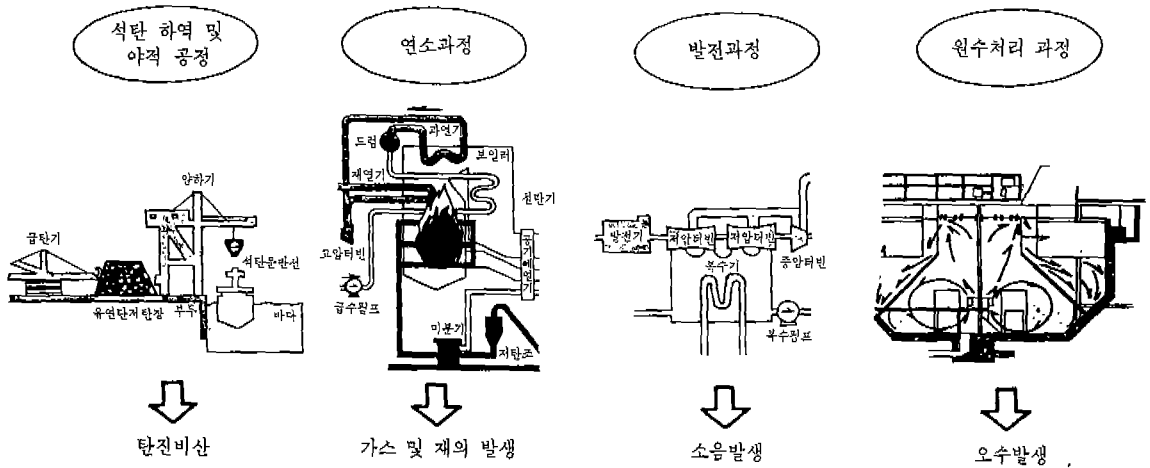
전력사업에서 야기되는 환경 문제는 크게 국내 환경 문제와 국제 환경 문제로 구분할 수 있는데, 전자에 속하는 환경 문제에는 주로 개별 발전소에 국한되는 국지적인 대기오염 문제와 온배수 방출 문제 등이 포함되며 후자에 속하는 환경 문제에는 기후협약에 따른 이산화탄소 배출 억제와 같이 전체 발전소 건설 및 운영에 관계되는 문제들이 포함된다. 선진국 전력회사들은 지난 1970년대와 '80년대를 거치면서 그들의 국내환경 문제를 대부분 해결하였으며, 그 결과 '90년대 들어서서는 느긋하게 범지구적 환경 문제에 대처하는 여유를 보일 수 있게 되었다. 이에 반해서 우리나라 전력산업계는 아직도 국지적인 대기오염 문제와 같은 국내적 환경문제의 해결에 매달리고 있는 형편에 있기 때문에 앞으로 '90년대 후반에 이르러 본격적으로 국제적 환경규제가 발효되면 국내 문제와 국제 문제를 동시에 해결해야만 하는 실상가상의 어려움에 직면할 것으로 예상된다.

가. 국내의 당면 환경문제

전력사업이 당면하고 있는 국내의 환경문제들은 발전소나 기타 전력시설의 인접지역에서 야기되는 환경문제들을 의미한다. 과거 '80년대 초반까지는 발전소 주변에서 환경문제로 인한 민원이 발생하면 먼저 그 피해 원인을 조사하고 그 결과에 의거해서 일정한 액수의 보상금을 치름으로써 문제를 가라앉힐 수 있었다. 그러나 '90년대에 이르러서는 발전소의 규모가 대단위화함에 따라 환경 피해를 호소하는 민원의 규모도 훨씬 커졌기 때문에 이제는 단순히 보상금을 지불하는 차원에서 환경문제를 해결하기는 대단히 어려워졌다.

이처럼 기존 발전소들에서 발생하는 민원문제를 명쾌하게 해결하지 못하게 됨에 따라 '90년대에 들어서는 신규 발전소 건설입지를 확보하기가 대단히 어렵게 되었다. 즉 언론에 발전소 주변의 환경오염 문제가 크게 부각됨으로 해서 일반국민들이 발전소를 실제보다 과장된 심각한 환경오염 원인으로 인식하게 되었던 것이다. 그 결과 신규 발전소 건설이 계획된 지역에서는 어디를 막론하고 발전소 건설을 반대하는 주민들의 목소리가 높아지게 되었다. 따라서 가동중 발전소 주변에서 발생하는 환경 문제를 최소화하고자 하는 노력은 비단 기존 발전소의 운영에만 도움이 되는 것이 아니라 신규발전소 건설 입지를 확보하는 데에도 절대적으로 필요하다는 점을 직시해야만 한다.

화력발전소는 막대한 양의 화석연료를 사용하고 그 부산물로 각종 대기오염물질과 온배수, 석탄회 등을 방출한다(그림 2 참조). 국내 유연탄발전소의 표준 보일러로 취급되는 500MW급 보일러 1기를 가동하는 데에는 대략 1일 4000ton의 연료가 사용되는데 여기에서 발생하는 오염물질의 양은 대기중으로 방출되는 아황산가스가 1일 20ton, 바다로 방출되는 온배수가 172만ton 규모에 달한다. 아황산가스는 육상의 식물과 농작물에 피해를 주고 온배수는 해양생물과 양식수산물



<그림 2> 화력발전소의 환경오염물질 배출원

에 악영향을 미친다. 원자력발전소는 화력발전소 처럼 대기오염물질을 방출하지는 않지만 단위 전력생산량당 배출하는 온배수량은 화력발전소의 두 배에 달한다. 이와 같은 이유에서 온배수 문제는 화력발전소보다 원자력발전소에서 더욱 심각해지고 있는 양상을 보인다.

대기오염이나 온배수 문제처럼 그 정도가 심각한 것은 아니지만 화력발전소의 석탄야적장에서 날리는 석탄가루, 회처리장에서 날리는 석탄회 문제도 폭발 잠재력이 높은 환경문제로 부각되고 있으며, 특히 최근에는 서울 근교의 신규 LNG 발전소들에 있어서 소음의 확산이 심각한 환경 문제로 대두되고 있다.

(1) 대기오염

한천은 과거 10여년 동안 영동화력을 비롯한 여러 발전소들에서 대기오염으로 인한 농작물 피해 발생으로 수차 인근 주민들의 민원을 경험한 바 있다. 최근에는 그 발생 빈도가 감소 추세에 있으나 피해보상 액수는 오히려 급증하는 형편이다. 그런데 앞으로는 발전소의 대용량화에 따른 오염물질 배출 급증과 주민들의 환경의식 고양

추세로 인해서 대기오염에 대한 민원이 더욱 증가할 것으로 예상된다.

한편 준법적 차원에 있어서는, 1993년 현재 한전이 운영하는 모든 화력발전소들은 대기오염 물질 배출에 있어서 법적 규제 농도를 준수하고 있다. 그러나 표 1에서 보는 바와 같이 현재보다 배출 규제가 강화되는 1995년에는 일부 발전소에서 배출규제치를 만족시키기가 어려워질 것으로 예상되는데, 특히 분진의 배출농도가 규제치를 상회할 것으로 우려된다. 보일러에서 배출되는 배기가스에서 황성분을 제거하는 시설인 배연탈황설비(FGD: Flue Gas Desulfurization System)가 시급하게 설치되지 않으면 1999년에는 모든 화력발전소가 아황산가스 배출규제치를 상회할 것으로 예상된다.

(2) 온배수 방출과 해양오염

화력, 원자력 발전소 등에서 배출하는 온배수가 발전소 인근 양식장에 피해를 준다는 민원은 일찍부터 있어 왔으며, 특히 발전소가 대규모화되기 시작한 '80년대 후반부터는 그 민원의 규모가 발전소에 따라서 수십억원대에 달할 정도로

<표 1> 화력발전소별 대기오염물질 배출 현황과 배출 기준

발전소	구분	아황산가스(ppm)				질소산화물(ppm)				분진(mg/m ³)			
		배출농도	규제농도			배출농도	규제농도			배출농도	규제농도		
			현재	1995	1999		현재	1995	1999		현재	1995	1999
무연탄	부산# 1,2	921	1650	1650	270	130	350	350	350	85	250	100	50
	영월	1450				227				102			
	영동	1240				194				158			
	군산	845	1200	1200	270	133				55			
	서천	704				248				76			
유연탄	삼천포	446	700	700	270	282	350	350	350	70	250	100	50
	보령	493				228				180			
	호남	282				359				83			
중유	서울# 5	120	1200	540	270	125	250	250	250	40	100	60	40
	울산	666	850							23			
	영남	686	850			271				14			
	여수	713	1200			222				27			
	부산# 3,4	93	1200	1200						32			
	제주	676	1200			100				51			
	남제주	751	1200			184				40			
	북제주	675	1200							35			
가스	서울# 4	-	1200	540	270	200	400	400	400	40	100	60	40
	인천	-(185)	1200			160				25	100	60	40
	평택	-(330)	1200			140				29			

주: ()는 가스 중유 혼소시 배출농도

1. 규제농도는 대기환경보전법 시행규칙 제 8 조
2. 서울지역은 규제치와는 별도로 청정연료 사용지역으로 고시하여 규제
3. 울산은 특별대책지역으로 특별허용기준이 고시된 지역임.

심각해지고 있다.

온배수 방출에 대한 법적 규제는 현재 「배출온

<표 2> 국내 주요 화력, 원자력 발전소의 냉각수 배출 수온 현황

발전소명	출구 온도 (°C)				온도차 (ΔT °C)			
	봄	여름	가을	겨울	봄	여름	가을	겨울
서울 화력	22.3	34.0	25.4	15.8	9.5	9.3	8.2	9.0
보령 화력	22.5	29.3	27.6	19.5	9.7	7.5	8.6	11.3
서천 화력	27.5	32.9	34.0	23.2	17.6	9.5	12.7	16.8
호남 화력	22.1	32.1	30.4	18.0	8.9	8.5	9.4	9.1
여수 화력	24.2	28.0	25.1	17.8	10.8	8.2	9.4	11.8
삼천포화력	20.7	30.5	27.8	15.7	7.3	7.5	7.0	7.2
부산 화력	23.6	29.2	27.8	22.6	8.2	7.9	7.5	10.9
영동 화력	24.1	32.0	32.4	26.2	13.8	11.8	12.7	13.2
울산 화력	21.9	28.1	29.1	20.7	9.2	9.6	7.9	9.0
고리원자력	22.2	28.8	23.4	21.9	7.2	9.2	7.2	9.0
울진원자력	20.0	27.0	26.0	17.1	6.0	6.0	7.0	6.7
영광원자력	23.8	37.0	25.5	19.5	11.3	9.0	10.5	12.7
월성원자력	26.4	27.0	28.9	24.9	10.7	11.2	12.5	12.8

도 40°C 이하)로 느슨한 상태에 있기 때문에 규제치의 준수가 그리 어렵지 않다. 그러나 향후 선진국의 일반적 규제치인 「온배수 배출 온도와 해양의 수온차 ΔT 5°C 이내」로 규제될 경우에는 우리 나라의 모든 발전소들이 매우 어려운 상황을 맞게 될 것으로 예상된다.

한편 화력발전소가 대용량화되면서 액체연료의 수송량도 급증하고 있다. 이에 따라서 발전소 인근 해역에서의 유류 유출 가능성이 높아지고 있으며, 또한 발전소에서 배출되는 각종 폐수들에 의한 해양오염의 가능성도 높아질 것으로 예상된다.

앞으로는 해양자원의 고갈이 촉진되어 발전소 주변지역에서의 연안양식업이 보다 증가할 것으로 예상된다. 이런 모든 사정을 감안할 때 온배수 방출로 인한 민원 발생은 '90년대 후반부터 급

증할 것으로 예상되며 특히 신규 원자력발전소 건설 추진을 저해하는 가장 중요한 요인이 될 것으로 전망된다.

(3) 비산탄진과 석탄회, 기타 폐기물 문제

우리나라의 모든 화력발전소에서 배출되는 석탄회의 양은 1993년 현재 연간 300만톤에 달하는데 2000년에 이르면 그 양이 540만톤으로 증가할 전망이다(표 3 참조). 그런데 이제까지는 생성된 석탄회의 대부분을 발전소 인근 지역에 조성한 회처리장에 방치하는 것으로 충분했지만, 최근에는 회처리장 확보난이 심화되고 있으며 회처리장에 저장된 석탄회의 일부가 인근 농경지로 유출되는 등 회처리장 관리 문제가 발전소의 심각한 현안문제로 등장하고 있다. 또한 일부 발전소들에 있어서는 회처리장에서 발생하는 비산분진이 발전소 인근 지역의 주민 생활에 지장을 초래하여 민원이 유발되는 사례도 나타나고 있다. 토지가격의 인상으로 신규 화력발전소 건설부지에 대규모 회처리장을 건설하기가 어렵게 된 것도 석탄회에 대한 재고려가 필요한 이유로 등장하고

있다.

그런데 선진국들에 비교하면 현재 우리나라의 석탄회 활용률은 매우 낮은 형편이다(표 4 참조). 석탄회 재활용은 비단 골치아픈 환경오염물을 제거하는 목적에서 뿐만 아니라 자원재활용이라는 측면에서도 한전이 반드시 적극적으로 검토해야 할 과제로 생각된다. 한편 중유를 원료로 사용하는 발전소에서는 석탄회보다 처리가 훨씬 곤란한 중유회가 발생하는데 그 양은 얼마되지 않지만 강한 독성을 지니기 때문에 전용 소각로를 설치하여 자가처리해야 할 것이다(표 3).

(4) 소음 및 기타 환경 문제

화력발전소의 소음, 진동 문제는 그동안 우리나라에서는 별로 중요한 환경문제로 부각되지 못했으나 '90년대에는 LNG 발전소의 일부가 인구 밀집 지역에 위치하게 되어 이로 인한 민원발생이 있을 것으로 예상된다. 특히 LNG 발전소는 냉각탑을 운영하기 때문에 냉각탑에서 발생하는 증기로 인한 국지적인 안개발생, 도로 결빙 등의 환경문제를 초래할 가능성도 높다고 하겠다.

수력발전소는 최근 수자원의 수질오염이 심화되면서 발전용 댐호의 수질오염 문제가 심각하게 부각되고 있다. 또 화력, 원자력 발전소들에 발전용수를 공급하는 일부 용수원 댐호들에서도 최근에는 호수 부영양화가 심화되어 발전소의 용수 관리에 지장이 초래되고 있는 바, 이러한 추세는 앞으로 더욱 심화될 것으로 예상된다. 필경 '90년대에는 발전용수의 원수 수질악화 뿐만 아니라 용수의 부족 현상도 초래될 것이므로 일부 발전소들에서는 갈수기중에 용수 공급에 어려움을 겪는 사례가 발생할 수 있을 것으로 전망된다.

<표 3> 화력발전소 폐기물 배출 현황

구 분	연 간 발 생 량			
	1992	1994	2001	
석탄회	무연탄(천톤)	948	1,200	670
	유연탄(천톤)	920	1,800	4,730
소 계	1,868	3,000	5,400	
중 유 회 (톤)	5,272	7,440	6,760	

<표 4> 세계 각국의 석탄회 활용 현황 비교

국 가 명	한 국	일 본	미 국	유 럽	프 랑 스
활용률(%)	11	41	24	46	53
활용분야	벽돌(50%) 레이콘(44%) 기와(6%)	시멘트(69%) 골재, 벽돌(11%) 도로용(7%)	시멘트, 콘크리트(45%) 성토재(15%) 도로용(5%)	도로용(34%) 골재, 벽돌(19%) 성토재(11%)	시멘트(38%) 도로용(29%) 콘크리트(12%)

나. 국제적 당면 환경 문제

'90년대에 들어서 크게 부각되고 있는 지구온난화, 산성비 등과 같은 범지구적 환경문제들은 그

속성상 개별 발전소의 건설과 가동에 영향을 미치는 것이 아니라 우리나라 전체의 전원개발 계획 추진에 영향을 미치게 된다.

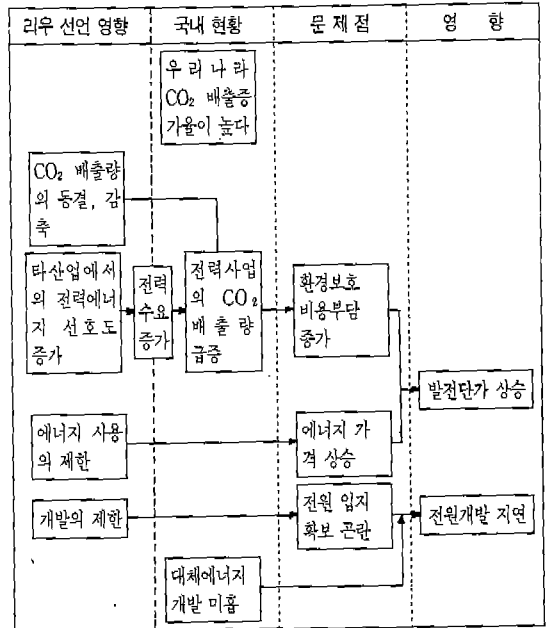
기후협약이나 산성우 방지 협약과 같은 주요 국제협약들은 각국의 화석연료 사용제한을 주요 목표로 하고 있는데, 이같은 협약이 발효되면 우선적으로 전력사업에 그 쿼터가 할당되어 발전소 건설에 지장을 초래할 것이 분명하다. 따라서 우리나라와 같이 에너지 사용 증가율이 높고, 전기 에너지 사용 증가율 또한 매우 높은 나라로서는 이런 국제협약이 발효될 경우 특히 전력산업에 있어서 선진국 전력산업계가 입는 피해와는 비교할 수 없을 정도로 심각한 피해를 입게 될 것으로 예상된다. 이런 점에서 사전에 철저한 대응책을 강구해야 할 필요가 있다고 하겠다.

(1) 지구온난화

지구온난화는 대기중에 포함된 이산화탄소 농도가 화석연료 사용 증가에 힘입어 지구 평균기온이 급증하는 현상으로 알려져 있다. 대기중의 이산화탄소 농도는 지난 세기까지는 315ppm에서 최근에는 350ppm으로 증가했으며, 앞으로 획기적인 대책의 시행이 없으면 21세기 중반에는 400ppm을 훨씬 초과할 것으로 전망된다. 이산화탄소 농도 증가에 따른 기온 상승에 대한 예측은 학자들에 따라서 그 변화폭이 크지만, 대략 서기 2030년에 이르면 현재보다 연평균 기온으로 따져서 0.4~1.0°C 정도 상승할 것이라는 전망이 우세하다.

기후협약은 이러한 지구온난화의 방지를 위해서 에너지 절약과 화석연료 사용 제한을 꾀함으로써 대기권으로의 이산화탄소 방출을 억제하는 것을 목표로 한다. 우리나라는 1992년 리우에서 개최된 환경정상회담에서 기후협약에 서명한 바 있으므로 1990년대 중반에 이 협약이 본격적으로 발효되면 전원개발계획을 전면적으로 재검토해야 할 형편에 처해있다고 하겠다. 기후협약의 발효

<표 5> 기후 협약의 발효가 우리나라 전력산업에 미칠 수 있는 영향 분석

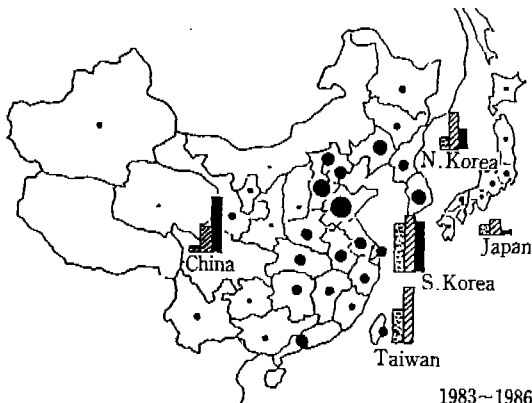


가 우리나라 전력산업에 미칠 수 있는 영향은 표 5와 같다.

(2) 산성우

지구온난화가 대표적인 범지구적 환경문제에 해당한다면 산성우는 지역환경 문제의 대표격이라고 할 수 있다. 산성우의 주된 원인은 화석연료의 연소시에 발생하는 아황산가스(SO₂)와 질소산화물(NO_x) 등이 바람에 실려 먼 거리를 이동한 후에 빗물에 섞여 땅에 떨어지면서 빗물의 산도(pH)가 증가되는 현상이다. 산성우에 의한 피해로는 삼림의 고사, 철근콘크리트와 대리석 구조물의 부식 촉진, 토양의 황폐화, 인체 건강에의 악영향 등이 있지만 특히 삼림에 미치는 피해가 중요하게 취급된다.

산성우 문제는 오염 발생원 주변에서 발생하는 국내적인 문제인 동시에 다른 한편으로는 동아시아



1983~1986

Annual SO₂ Emission
 ● mil. ton
 ▨ 10ton/km²
 ▩ 20kg/person
 ■ 2% of primary energy consumption
 0 1 2

<그림 3> 동아시아의 국가별 아황산가스 배출량 비교

아 지역의 한국, 일본, 중국, 대만, 몽골, 독립국가연합 등이 관련되는 지역 환경 문제로 이해되어야 하는데, 우리나라는 지리적 위치상 중국으로부터는 산성우 피해를 입고 있는 반면 일본에는 산성우 피해를 가하는 이중적인 위치에 있다(그림 3 참조).

그런데 우리나라에서는 아직 중국으로부터 우리나라에 미치는 산성우 피해에 대하여 정량적인 분석을 하지 못하고 있지만, 일본은 우리나라 및 중국으로부터의 피해를 정량평가하고 있는 단계에 있으므로 조만간 산성우 문제를 중요한 지역적 환경문제로 제기할 가능성이 높다. 과거 북유럽에서는 산성우 피해를 주장하는 스칸디나비아 반도국가들이 아황산가스의 주요 배출원인 영국과 독일 등에 대하여 보상을 요구함과 동시에 아황산가스 배출저감 조치를 강력히 요구한 바 있으며, 북아메리카에서는 캐나다와 미국 사이에서 비슷한 국가적 분쟁이 있었다.

이러한 외국에서의 예를 고려할 때 '90년대 후반 경에는 동아시아 지역에서도 산성우 방지에 대한 국제적인 논의가 있을 것으로 전망되는데,

우리나라는 국가의 경제력에 비하여 아황산가스의 배출이 매우 높기 때문에 그 규제가 반드시 뒤따를 것으로 예상된다. 그럴 경우 석탄 화력발전소들에서는 아황산가스의 배출저감을 위해서 배연탈황 시설 설치를 서둘러야만 하는데, 그 건설 비용이 발전소 총건설비의 20% 이상을 차지하기 때문에 막대한 예산의 염출이 문제로 제기될 것이며 따라서 전원개발계획의 불가피한 수정도 예상할 수 있다.

(3) 생물다양성, 해양오염, 기타

생물다양성 보전 협약 역시 리우회담에서 제안되었는데, 이 협약의 골자는 생물종의 보호를 위해서 각국이 대규모적인 국토 개발을 자제하고 자연환경을 가능한 한 보전하자는 데에 있다. 따라서 금년부터 이 협약이 정식 발효되면 우리나라에서도 장기적으로는 자연 환경의 훼손이 극도로 제약받게 되어 전원입지 선정이 더욱 어려워질 것으로 예상된다.

특히 이 협약이 발효되면 발전소 건설 허가를 얻는데 요구되는 환경영향평가서의 작성이 매우 어려워질 것으로 전망된다. 그리고 극단의 경우 어떤 한 종의 사소한 희귀생물종 보호를 위해서 기예정된 전원 입지가 취소되거나, 건설이 중단되는 경우도 예상할 수 있다.

또 해양오염을 규제하는 국제협약이 강화되면 전력산업 부문에 있어서는 향후 발전 연료의 수송, 관리 등에 대한 감시 강화가 요청되고, 특히 유류의 해상수송시 유출사고에 대한 대비책 수립이 필요하게 된다. 발전소 주변 해역에서 온배수 및 기타 해양오염 물질 방출에 대한 규제조치가 강화됨으로 해서 신규발전소 입지 선정은 더욱 어려워질 전망이다.

3. 환경보전 기술의 유형과 개발 현황

전력산업에서 요구되는 환경보전 기술의 특징

은 그것이 고도의 과학성을 요구하는 첨단기술이 아니라 이미 선진국들에서 실용화된 중급기술이라는 점이다. 따라서 현재 한전 기술연구원에서 추진되고 있는 연구개발 노력도 독자적인 기술의 개발보다는 이미 선진국에서 실용화된 기술을 국내 발전소의 실정에 맞게 국산화하는 데에 모아지고 있다.

앞에서 논의된 바 있듯이 발전소의 가동에는 막대한 양의 대기 및 수질오염물질이 배출되기 때문에 주요 오염물질들에 대하여 그것들을 효율적으로 저감시킬 수 있는 기술의 개발이 우선적으로 요구된다. 즉 발전소 주변에서의 대기오염 피해 발생을 예방하고 국제적인 산성우 분쟁에 휘말리는 사태를 미연에 방지하기 위해서는 화력 발전소 연돌에서 배출되는 아황산가스와 질소산화물 등을 효율적으로 제거할 수 있는 탈황탈질 기술의 개발이 시급하다. 또 향후 기후협약의 본격적 발효에 대비하기 위해서 발전소에서 방출되는 이산화탄소의 분리회수를 위한 기술의 개발도 필요한데, 이와 동시에 같은 양의 이산화탄소를 배출하면서 더 많은 전기를 생산할 수 있는 신발전 기술의 개발도 요청된다. 따라서 신발전 기술도 크게는 환경보전 기술의 범주에 든다고 할 수 있다. 발전소에서 배출되는 석탄회와 같은 폐기물을 이용하는 기술도 환경보전 기술의 일부이다.

한편, 이러한 오염물질 배출 억제 기술의 적용에도 불구하고 마량의 오염물질은 어쩔 수 없이 발전소 구내를 빠져나갈 수 밖에 없다. 따라서 이처럼 불가피하게 배출되는 오염물질에 대해서는 그것이 주변 환경에 어떤 영향을 미치는지를 항상 감시해야만 하고, 또 이러한 환경감시의 결과 특정 오염물질이 주변 환경에 악영향을 미치는 것으로 밝혀졌다면 그 영향을 최소화할 수 있는 방안을 찾아야만 하는데 이러한 관련기술들을

통틀어서 환경관리 기술이라고 부를 수 있다.

가. 오염물질 배출 억제 기술

(1) 탈황탈질 기술

배연탈황기술(FGD)은 선진국에서 과거 '60년대부터 실용화된 방법이며 습식탈황법(Wet Limestone Scrubber Process)을 비롯하여 습식 재생탈황법, 건식탈황법 등이 화력발전소들에 적용되고 있다. 한전은 '90년대 중반부터 건설되는 석탄화력 발전소에 배연탈황설비를 설치할 예정으로 있으며 이에 대한 연구를 G7 기술의 일환으로 추진하고 있다.

우리나라 화력발전소에 탈황설비를 설치하는데 있어서는 아황산가스의 제거뿐만 아니라 2000년대에 본격적으로 규제가 강화될 것으로 예상되는 질소산화물(NO_x) 및 기타 오염물질들을 동시에 제거할 수 있는 신기술에 대한 검토가 요구된다. 또 그 공정은 가용 토지가 제한되어 있고 토지가격이 매우 높은 우리나라의 실정이 감안된 설비이어야만 하며, 조속한 시일내에 완전 국산화할 수 있는 공정을 채용하는 설비가 선정되어야만 한다. 따라서 한전 기술연구원은 고효율 배연탈황시설의 개발 및 국산화를 '90년대 환경관리 기술 개발의 최대 목표사업으로 추진하고 있는데, 특히 신규 발전소에 도입될 배연탈황시설의 표준 설계를 조속한 시일 내에 완료하는 것이 당면과제로 잡혀져 있다.

최근 미국, 러시아, 일본 등을 비롯한 선진국들에서는 발전소 배연가스 중에서 아황산가스와 질소산화물을 동시에 제거할 수 있는 공정의 상업화가 추진되고 있다. 이 공정은 배연가스중의 유황산화물(SO_x)과 질소산화물(NO_x) 농도에 따라서 적당량의 암모니아를 첨가한 다음 반응기에 도입하여 전자빔을 주사함으로써 극히 짧은 시간 내에 산화과정을 통해서 황산암모늄과 질산암모늄의 입자로 만들어 오염물질을 제거하는 방법이

다. 이 방식은 단일설비내에서 황산화물과 질소산화물을 동시에 처리할 수 있고, 장치가 비교적 간단하며 처리 효율이 높고, 부산물을 농업용 비료로 활용할 수 있다는 등의 많은 장점을 지니고 있으므로 앞으로 우리나라에서도 본격적으로 연구될 전망이다.

(2) 분진제거 기술

현재 우리나라 화력발전소에 설치되어 있는 대부분의 전기집진기들은 배연 온도가 150°C 정도에서 가동되도록 설계되어 있는데, 이 온도 영역에서는 제거하고자 하는 먼지의 고유 전기저항값이 미리 정해진 범위 바깥에 놓여질 경우 암모니아나 황산 등을 주입해야만 집진 성능의 향상을 도모할 수 있다. 그런데 석탄의 종류에 따라서는 이러한 방법으로도 집진 효율을 증가시키기 어려운 경우가 발생하기 때문에 먼지가 일정한 전기저항값을 갖는 350°C 정도의 영역에서 가동되는 전기집진기가 최근 도입되는 추세에 있다. 우리나라에서도 보령화력발전소를 필두로 여러 발전소들에서 고온 집진기의 도입을 서두르고 있기 때문에 이 장비의 국산화를 위해서 관련기술의 개발을 서둘러야 할 것이다.

(3) 이산화탄소 분리회수 기술

'90년대 중반경부터 본격적으로 규제가 시작될 것으로 예상되는 기후협약의 발효에 대비하여 선진국 전력산업계는 다양한 이산화탄소 배출저감 전략을 수립하고 있다. 이러한 전략에는 발전연료의 다양화와 대체에너지의 사용 증대, 에너지 효율이 높은 신발전기술의 도입, 전기 수요 부문에서의 절전 추진 등이 포함되는데, 특히 화력발전소에서 배출되는 이산화탄소를 직접 제거할 수 있는 공정의 개발도 최근 연구되고 있다.

발전소 연돌에서의 이산화탄소 분리회수 연구는 특히 일본 전력회사들이 야심적으로 추진하고

있는데, 이 공정은 앞에서의 배연탈황공정과 유사하게 이산화탄소를 흡수할 수 있는 용액 속에 연기를 통과시킴으로써 연기 속 이산화탄소의 80~90%를 제거하도록 설계된다. 이렇게 분리회수된 이산화탄소는 지하폐광이나 심해저에 저장하도록 계획되어 있지만 그 실용성에 대한 평가는 아직 이른 형편이다.

우리나라에서는 G7 프로젝트의 일환으로 이산화탄소 분리회수 연구가 범국가적인 사업으로 추진되고 있는데, 특히 한전 기술연구원에서는 금년부터 발전소 배연가스 속의 이산화탄소 분리회수에 대한 연구가 본격화될 전망이다.

(4) 발전소 배출 폐기물, 폐열 이용 기술

발전소에서 배출되는 석탄회와 온배수 폐열 등을 효과적으로 이용하는 일은 비단환경보전의 차원에서 뿐만 아니라 자원의 재활용 측면에서도 매우 중요하다.

석탄화력 발전소에서 배출되는 석탄회는 국내에서는 이제까지 그 처리 비율이 매우 낮은 형편이기 때문에 앞으로는 선진국 수준까지 높은 비율로 다양하게 재활용할 필요가 있다. 석탄회의 재활용 방안으로는 시멘트 혼화제로 사용, 인공물재 및 기와, 세라믹 제품 등 건축분야에서의 이용, 토목 분야에서 아스팔트 충전제와 성토제로서의 이용, 농수산 분야에서 비료 및 인공어초 생산에의 이용 등이 있는데, 아직까지는 경제성이 확보된 제조 공정을 개발하지 못한 것이 석탄회 재활용의 장애로 걸려 있다. 따라서 경제성을 갖는 석탄회 재활용 기술의 개발이 현재 매우 시급한 형편인 바, 이런 연구개발 사업은 한전 단독으로 추진하는 것보다는 산학연이 함께 참여하는 연구개발 형태가 보다 효과적이라고 생각된다.

화력, 원자력발전소에서 배출되는 온배수의 폐열을 지역 난방이나 온실 운영에 이용하거나 또는 직접 온배수 속에서 수산생물을 인공양식하는

연구도 중요하다. 우리나라에서는 현재 보령화력과 영동화력 등 일부 발전소에서 온배수를 이용하는 어류양식에 성공하고 있지만, 가까운 일본만 하더라도 온배수 양식사업이 지역주민들의 적극적인 참여하에 활발히 추진되고 있고 미국에서도 발전소 양식사업이 기업화에 성공하고 있다. 온배수를 이용한 온실 운영 연구는 일본과 북유럽 국가들에서 활발히 추진되고 있어서 그 전망이 밝은데 우리나라에서도 앞으로 본격적으로 연구해야 할 필요가 있다고 판단된다.

나. 발전소 주변환경 관리 기술

(1) 대기오염관리 기술

발전소 가동중에 어쩔 수 없이 외부로 배출되는 오염물질들에 대해서는 그 감시를 철저히 하여 환경에 미치는 악영향을 최소화하여야 한다. 이런 점에서 화석연료를 사용하는 화력발전소들에서 배출되는 대기오염물질이 특히 문제가 되는데, 우리나라 발전소들은 아직까지 배연탈황설비를 갖추지 못한 형편이기 때문에 발전소 주변의 대기오염도에 대한 엄격한 감시가 필요하다고 하겠다.

발전소 대기오염 관리 기술은 크게 오염물질 분석 기술, 오염물질 확산예측 기술, 생태계에 미치는 영향평가 기술 등으로 구분할 수 있다. 먼저, 오염물질 분석 기술은 대기중에 포함된 아황산가스, 먼지, 질소산화물 등과 같은 주요 대기오염물질 뿐만 아니라 탄화수소류, 오존, 광화학적 반응물질 등 미량의 대기오염물질 분석까지를 포함하는데 우리나라에서는 이러한 분석기술이 아직 열악하여 앞으로 본격적인 기술 개발이 요청된다. 오염물질 확산예측 기술은 발전소에서 배출된 오염물질이 기상과 기후의 변화에 따라서 어떤 방향으로 확산되어 갈 것인지를 예측하는 기술을 의미하며, 생태계 영향평가 기술은 발전소 주변의 생태계와 농작물에 미칠 수 있는 대기

오염물질의 영향을 정량평가할 수 있는 기술로서 연구자의 오랜 경험을 필요로 하는 중요한 기술이다.

최근에는 발전소 주변의 환경감시를 위해서 대기오염자동측정망(TMS)의 설치를 서두르고 있는데, 한편에서는 올해부터 보령화력발전소를 대상으로 이 설비를 설치할 예정에 있다. 오염물질 확산예측 기술과 생태계 영향평가 기술은 한전 기술연구원에서 기술을 축적하고 있는데, 발전소 대기오염물질 방출이 지역적 산성우 현상에 미치는 영향평가와 같은 장기적 연구는 아직 본격적으로 수행되지 못하고 있는 실정이다.

(2) 온배수 관리 기술

화력, 원자력 발전소들에서 배출되는 온배수가 주변 해양생태계에 미치는 영향은 일찍부터 알려져 있지만, 그 영향을 정량적으로 분석하는 일은 오랜 경험을 축적한 전문가에 의해서만 수행될 수 있다. 이와 함께, 발전소에서 방출된 온배수가 바다에서 어떻게 확산되는지를 예측할 수 있는 기술도 우리나라 전력산업계가 반드시 확보해야만 하는 중요한 기술이다. 특히 우리나라는 일본과 마찬가지로 해안선을 끼고 대부분의 발전소가 위치하고 있기 때문에 온배수가 인근 해역의 수산물 양식에 심각한 영향을 미칠 수 있다. 과거 '70년대와 '80년대에 일본의 전력산업계는 온배수 관리 기술의 확보에 많은 노력을 투여했던 결과 이제는 지역 어민들과 발전소가 협력하여 온배수 양식사업을 활발히 펼치는 체제를 구축하고 있다. 우리나라 전력산업계도 이러한 일본의 예를 본받아서 온배수 관리 기술의 개발에 주력해야 할 것으로 기대된다.

(3) 환경영향평가 기술

환경영향평가는 신규 발전소의 건설 허가를 획득하기 위하여 반드시 수행해야 하는 연구사업이

다. 따라서 이 사업은 발전소의 입지 선정시 발전소 건설 및 가동시에 예상되는 제반 환경문제의 종류와 정도를 나열하고 이를 저감시키기 위한 최선의 대안을 제공하는 것을 그 목표로 한다. 환경영향평가가 성실히 수행되면 발전소의 건설 및 가동중에 발생하는 대부분의 환경문제를 사전에 예방할 수 있는 것은 물론이지만, 만약 이 평가가 제대로 수행되지 못하면 향후 발전소가 가동될 때 인근 주민들의 민원을 유발할 가능성이 높아질 것이다. 어떤 한 발전소에서 민원 발생은 이제 그것으로 끝나지 않고 다른 발전소의 건설 및 가동에도 지장을 초래할 수 있기 때문에 결국은 전력산업 전반에 악영향을 미칠 수 있다. 그러나 환경영향평가를 효과적으로 수행하기 위해서는 오랜 기간 많은 인력과 경비가 소요되는 철저한 환경조사와 이 분야에 경험을 풍부하게 축적한 전문가의 지식이 요구되기 때문에 관련기술의 개발이 그리 쉬운 일은 아니다.

현재의 전원개발 계획에 의하면 우리나라는 향후 20년 이내에 기존 시설만큼의 신규 발전소를 건설하도록 되어 있는데, 앞으로 실시되는 환경영향평가는 과거의 환경영향평가보다 훨씬 더 우월한 기술로 실시되어야만 주민들의 공감을 얻을 수 있을 것이다. 특히 발전소 관련 환경영향평가에서 요구되는 대기오염물질 및 온배수 확산범위 예측 기술, 온배수 취배수구 최적위치 선정 및 설계 기술, 육상생태계 및 해양생태계 조사 기술 등 몇가지 핵심기술의 자립화는 '90년대에 중점적으로 추진되어야 할 것이다.

4. 2000년대를 대비하는 환경기술 개발 전략

본고에서는 최근 나날이 가중되고 있는 국내의 적인 환경규제의 압력 속에서 우리나라 전력산업계가 당면하고 있는 환경보전 기술 개발의 중요성을 강조하였다.

앞으로 몇 년 남지 않은 서기 2000년대에 이르면 지금처럼 아황산가스를 마구 방출하고 온배수

를 다량 방출하는 발전소들은 어쩌면 가동을 중단해야만 할지도 모른다. 나아가서 새로 건설되는 발전소들에 완벽한 공해방지 설비가 설치되지 않으면 신규 발전소 건설은 아예 불가능하게 될 수도 있다. 또, 만약 지구온난화가 심화되어 전 세계적으로 이산화탄소 방출에 대한 규제가 가해진다면 현재 계획된 야심적인 전원개발계획의 상당부분을 수정할 수 밖에 없는 처지에 놓이게 될지도 모른다.

환경보전 기술의 개발은 이처럼 2000년대 우리나라 전력산업의 향방을 결정지을 수 있는 중대한 사안에 해당되지만, 다른 한편으로는 신기술의 개발이 매우 더디고 또 일단 기술이 개발된 이후에도 그 기술의 적용에 엄청난 설치비와 가동비가 요구되는 분야이기도 하다. 따라서 충분한 경제성을 갖는 우리나라 고유의 환경보전 기술 개발이 절실히 요청되는데, 이러한 기술 개발은 어느 한 기관의 노력만으로는 절대 불가능하다고 생각된다.

더욱이 앞에서 설명한 바와 같이 환경보전 기술은 어느 한가지 분야의 기술만이 아닌, 공학과 자연과학 기술 전반에 걸쳐서 제반 기술이 요구되는 분야이다. 이런 점에서 우리나라 전력산업의 미래가 걸려 있는 종합적인 환경보전 기술의 개발을 위해서 명실공히 산학연이 함께 참여하는 범국가적인 노력이 절실히 요구된다고 보이며, 바로 이런 노력의 경주에 전력산업계의 전폭적인 지원이 기대된다고 하겠다.

무릇 환경보전은 전력산업의 발전을 위해서 뿐만 아니라 우리나라 국토를 보전하고, 나아가서 오염되지 않은 지구를 후세대에게 물려주기 위해서 필수적으로 요구되는 인류 생존을 위한 기술 (Technology for Human Survival)임이 분명하다. 따라서 이런 환경보전 기술의 개발을 위하여 한전을 비롯한 우리나라 전력산업계가 합심협력으로 노력하여야 하며, 이러한 노력이 있을 때에만 비로소 우리나라의 야심적인 전원개발계획이 무난히 달성될 수 있다고 하겠다.