

# 기후변화협약에 대처하는 원자력에너지

이 용 수

동아일보 편집위원

**기**후변화협약 제1차 조약국 회의는 95년 3월 베를린에서, 제2차 회의는 96년 7월 본에서 열려 경제협력개발기구(OECD) 가입국과 동구권 국가들이 온실 가스의 방출량을 2000년까지 90년대의 수준으로 동결하는 데 의견을 모았다.

오는 12월 1일부터 일본의 교토(京都)에서 열리는 기후변화협약 3차 회의에서는 2010년까지 선진국의 이산화탄소 감축 목표를 새로 정하고 이를 실현하기 위한 구체적인 정책 수단을 설정하며, 특히 한국 등 OECD 신규 가입국과 개도국들에 대한 규제 원칙을 공식화하는 문제가 가장 중요한 과제로 부상하고 있다.

우리 나라는 에너지 다소비의 산업 구조를 가지고 있어 '앞으로 이산화탄소 배출량을 줄여 나가기 위해 노력한다'는 결의문 발표 정도로 이 협약에 대처한다는 입장이다.

한국은 늦어도 구체적인 감축 목표를 내년까지는 제시할 것으로 보인다. 왜냐하면 98년 12월까지 선진국

가 리스트 개정이 있기 때문이다.

현재는 미국과 유럽의 감축 목표량이 중요한 대상이 되고 있다.

이 조약은 92년에 채택돼 현재 166개국이 가입하고 있으며, 우리나라는 93년 12월에 가입, 94년 3월부터 내용을 적용받기 시작하였다.

기후변화협약은 최근 1백년 동안 지구 평균 온도가 0.5°C 상승하였으며 과거 2만년 동안 4°C 상승한 것과 비교할 때 분명한 위험 징후가 지구를 엄습하고 있다는 위기감에서 비롯되었다.

그러나 한편으로는 2차 산업 혁명으로 뒤늦게 공업화를 시작한 개발도상국과 이미 에너지 효율을 극대화한 선진국간의 치열한 자국 이기주의의 산물이라는 주장도 있기는 하다.

이런 선진국과 개도국의 주장을 완충하기 위해 특별 의무제가 마련되었다.

즉 개도국의 환경 문제를 해결하기 위해서는 친환경 기술과 재정을 지원해야 하며 이런 특별 의무를 진 나라는 35개국으로 돼 있다.

## 지구 온난화

기후변화협약에 온 세계가 관심을 가지게 된 것은, 현재 지구는 계속 더워지고 있으며, 그것은 인류가 지구에 쏟아붓고 있는 온실 가스 때문이란 사실을 인정하고 이 온실 가스를 줄이기 위한 노력의 일환이다.

대류권은 대기권의 가장 아래에 지표면과 맞닿고 있는 기층으로, 우리들이 숨쉬는 공간이자 또한 기후 현상과 기상 현상이 나타나는 곳이다.

저 높은 하늘 쪽이 전부 공기로 차 있는 것은 아니다. 그 폭은 불과 20km 이내의 얇은 공간이다.

그 좁은 공간에 이산화탄소 등 온실 가스가 채워짐으로써 이 가스들이 마치 온실의 유리와 같은 역할을 해 지구를 덥히고 있다. 오늘날 이런 과학적인 사실은 의심없는 사실로 확인되고 있다.

중요한 온실 가스는 이산화탄소·아질산염화불화탄소·수증기 등이며, 이 중 이산화탄소는 지구 온난화 현상에 주도적으로 작용하여 지구 온

난화의 주범이 되고 있다.

지구 온난화를 예견한 사람은 스웨덴의 화학자 아레니우스다. 그는 1906년에 발간한 「개발 도상의 세계 (Worlds in the Making)」에서 “대기 중에 이산화탄소의 비율이 증가하면 그 결과 우리들은 보다 온화한 기후를 누릴 수 있을 것이고, 특히 지구의 한대 지방에서는 이러한 효과가 매우 바람직한 방향으로 나타날 것이다”고 했다.

이산화탄소의 증가를 가장 실감있게 연구한 학자는 데이브 킬링이다.

그가 이산화탄소의 지구적 변화를 연구하기 시작한 것은 54년 4월 캘리포니아공과대학에서 일 자리를 잡으면서부터다.

자신이 정확하게 대기 중의 이산화탄소의 양을 잴 기구를 만들고 이것을 이용하여 자기 집 지붕 위, 요세미티 국립 공원, 빅서강, 캐스케이드 산맥, 하와이의 마우나 로아산 꼭대기, 캐나다의 북쪽 지방에서 이산화탄소의 농도를 잰 결과, 어디서든 오후 2~3시경의 농도는 315ppm이었다.

1년 후에는 그 양이 1ppm이 늘어난 것을 확인하였다. 그리고 88년에는 350ppm으로 다시 경충 뛰었다.

처음 10여년 동안 그는 매년 1ppm 비율로 이산화탄소가 증가하고 있다고 생각하였으나, 그 이후는 매년 1.5ppm의 비율로 더욱 빠르게 상승하고 있음을 확인하였다.

그가 연구한 이산화탄소의 증가 곡

선을 킬링 곡선(Keeling's Curve)이라고 한다.

이제 킬링 곡선은 지구 과학자들에게 거의 신앙처럼 받아들여지고 있다. 그것은 온실 효과의 중요성을 단적으로 나타내 주고 있으며 또한 범지구적 변화의 핵심적인 상징이 되고 있다.

킬링을 포함한 과학자들은 남극의 보스토크기지에서 채집한 얼음의 시료를 통해 산업화 시기의 이산화탄소의 농도가 260~280ppm이었던 사실을 확인하고 있다.

아산화질소( $N_2O$ )도 지구 온난화에 크게 기여하고 있다.

아산화질소는 10년마다 2배씩 증가하고 있다. 이것도 지구 교란의 서곡으로 60년대부터 시작되었다.

현재 매년 500만톤 이상이 지구로 방출되고 그 중 4분의 1은 생물권에 의해 자연적으로 형성되는 것이다.

아산화질소는 두 개의 질소 원자와 1개의 산소 원자로 되어 있다.

이 기체 1분자의 온실 효과는 이산화탄소 분자 250개에 비견된다고 과학자들은 말한다.

그 농도는 100만분의 1이라든가, 10억분의 1이라는 아주 작은 존재에 불과하다. 그러나 그 미미한 존재들이 지구에 엄청난 영향을 미친다는 것은 사뭇 놀랍기만 하다. 앞으로 이들 기체가 지구에 영향을 미칠 것은 분명하다.

금성의 대기 온도는 450°C 정도

다. 이것이 태양에서 가깝기 때문으로 생각하는 것은 곤란하다.

지구와 비슷한 거리에 있는 금성에서의 대기권의 탄소량은 지구보다 350배나 된다.

지구가 15°C의 온화한 기온을 유지하는 것은 바로 외계를 둘러 싸고 있는 온실 효과 때문이다.

화석 연료의 사용에서 비롯되는 산성비의 피해는 또 얼마나 많은가.

#### 지구온난화에 대응하는 과학기술

현재 부분적으로 이용되고 있는 대체 에너지들은 태양열 및 빛, 풍력, 바이오매스, 조력, 지열, 연료 전지 등이다.

태양열은 가장 보편적인 대체 에너지다.

미국 서부의 모하비 사막에 있는 세계 최대의 태양열 발전소인 솔라2는 2천여개의 거울로 햇빛을 686m 높이의 탑 꼭대기에 모은 566°C의 열을 이용하여 발전한다.

STEC(Solar Thermal Electric Conversion)이란 이 방법은 일반적으로 1MW의 출력 규모에서 1ha, 원전 1기의 발전량과 맞먹는 100MW를 내기 위해서는 100ha의 땅이 소요된다.

일조 시간과 일조량도 문제가 된다. 조건이 좋아도 거울의 집열 효율 기술 등이 결코 경제적이지 못하다.

또 다른 태양열을 이용하는 방법인

OTEC(Ocean Thermal Electric Conversion)은 바닷물의 높은 표면 온도(여름에는 약 25°C)와 심해의 낮은 온도(약 5°C)의 해수의 온도차를 이용하여 에너지를 생산하는 방법이다.

일본에서는 50kW짜리의 시스템을 설계하였지만 실제 출력은 1/3에 불과했다. 그리고 자체 에너지 소모도 30~40%나 되었다.

우리 나라의 경우 여름의 바다 표면 온도는 25°C 정도이나 겨울에는 15°C 미만이다.

최근에는 우주에 위성을 띄워 태양 에너지를 전기로 만들자는 구상도 있다.

우주는 지구보다 10배나 에너지가 강력하고 또 거의 영원하기 때문에 거기서 전기를 얻어 마이크로파로 지구로 송신하자는 구상이다.

이를 위해 미 항공우주국(NASA)은 68년 이 계획을 구상하였으나 중단하였고, 80년대 들어 일본이 「SPS 2000」이란 이름으로 위성 설계를 만들고 지상 1,100km에 축구장의 9배 크기의 240톤의 위성을 올린다는 계획을 발표한 적이 있다.

바이오매스는 생물 자원에서 얻는 에너지다. 일부 국가에서 이용하고 있으나 일반적으로 에너지 1을 투입하면 1.2~1.5 정도가 나오는 것으로 계산하고 있다.

넓은 면적에 작물을 심어야 하고 이를 에너지화하기 위해서는 다시 적

잖은 에너지가 소요된다. 그러기 위해서는 들어가는 에너지를 어떻게 줄이느냐가 과제이다.

풍력이나 조력은 부분적으로 이용되고 있는 에너지원이지만 아직 많은 기술 개발의 여지가 많고 지역적 편차가 크다. 지열도 마찬가지이다.

그외 화학 에너지라 할 수 있는 수소와 연료 전지가 시험적으로 이용되고 있으나 여전히 특수 목적이나 시험적인 범주를 크게 벗어나지 못하고 있는 실정이다.

그러나 이런 시스템을 사용할 수 없거나 계획할 필요가 없다는 것은 결코 아니다.

기술이 보완되고 경제성을 확보하는 것이 중요한 요건이다.

기술의 발달은 그 가능성을 언제나 유보해 두고 있다. 다만 현실적으로 문제가 되고 있는 화석 연료의 사용에 따른 문제를 커버해 줄 정도가 되지 못한다는 데 문제가 있다.

**현대의 에너지 문제에 대안이 될 수 있는 원자력**

원자력이 현실적으로 현재의 에너지 문제를 해결하면서 아울러 지구 온난화 방지에 기여할 수 있다는 점은 부정하기 어렵다.

그리고 어느 과학 기술 발전이 그러하듯이 장점과 단점은 늘 있기 마련이며, 그 편익의 분석이 바로 인간이 결정할 수 있는 실질적인 요소인 것이다.

물론 원자력도 석유나 석탄처럼 궁극의 에너지원이 될 수 없을런지 모른다.

꿈의 에너지인 핵융합 에너지도 현재 미국·유럽·일본 등에서 활발한 연구를 하고 있다.

지난 93년 크리스마스를 전후하여 미국의 프린스턴대학 플라즈마물리학연구소는 1억7백만W의 에너지를 투입하여 3천3백만W의 핵융합 에너지를 얻는 데 성공, 실용화를 생각보다 앞당길런지 모른다.

원자력의 장점은 우리의 형편에서 다음과 같은 이점을 가지고 있다.

- ① 환경 친화적 에너지
- ② 지식 집약 에너지
- ③ 에너지 정책의 현실적 대안

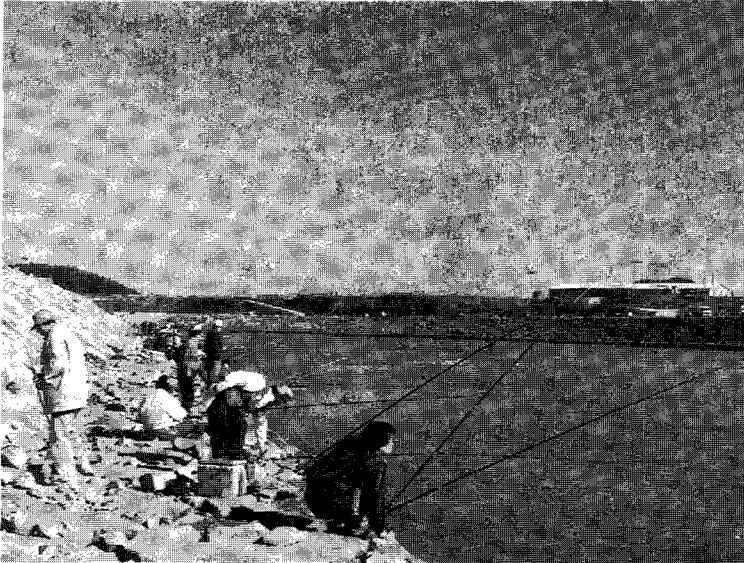
그러나 이런 장점 외에도 오늘날 원자력 발전을 답갈지 않게 보는 몇 가지 시각이 있다.

그것은 원자력발전소가 폭발하리라는 가정, 원전 운전 때 따른 온배수의 문제, 방사성 폐기물의 처리로 요약될 수 있다.

**1. 원자력발전소가 폭발할 것이라는 가정**

이 폭발이란 개념에는 원자 폭탄처럼 핵분열에 의한 것으로 생각하기 쉬우나, 기본적으로 원전에 사용되는 핵물질은 폭탄에 사용되는 것과는 다르다.

즉 폭탄에는 99%로 농축된 우라늄이나 플루토늄을 사용하나, 원전에



영광 원전 배수로 뉴시대회. 원전 온배수로 인한 환경의 변화가 인간 생활에 어떤 영향을 미칠지에 대해서는 계속적인 추적 조사가 필요하다.

서는 3.2%의 농축 우라늄이나 천연 우라늄을 사용한다.

또 설계상 5중의 안전 장치로 돼 있고 그외 비상 노심 냉각 장치 등 안전 장치가 돼 있다.

오히려 폭발보다는 원자로에 문제가 생겼을 경우 노심이 녹아 내릴 수 있다. 그 최악의 현장을 TMI 사고에서 확인하였다.

MIT의 노만 라스무센 교수는 100개의 원전이 운전되다가 그 중 1기라도 사고가 나서 반경 40km 이내에서는 1천5백명 가운데 단 한 명이라도 죽을 확률을 50억분의 1로 계산했다. 이는 별뿔에 맞아 죽을 확률과 같다.

미국에서 해마다 자동차 사고로 죽을 확률은 3천명 중 1명이다. 산이나

다리에서 떨어져 죽을 확률은 100만명 중 1명, 비행기 사고로 죽을 확률은 10만명 중 1명이다.

원전 건설이 1기당 1조5천억원 가량으로 비싸게 먹히는 것은 바로 그 안전성을 확보하기 위한 것이다. 그러나 인재에 의한 사고도 무시할 수 없다.

## 2. 원전 운전에 따른 환경 영향

원전 운전에서 나오는 온배수의 문제는 환경에 직접적으로 영향을 미치는 요소다.

100만kW에서 쏟아내는 온배수는 초당 70톤 정도이다. 이 온배수의 온도는 7°C 정도에 이른다.

온배수구에서 1km 이내에서는 3~5°C의 온도차를 보이고 있다는

연구 결과가 있다.

그러나 해류에 따라 온배수의 영향 지역은 더 넓어질 수 있다.

생물은 좋아하는 적수온이 있다. 환경의 변화에 따라 바다의 생태 구조가 달라질 수 있다.

이런 환경의 변화가 인간 생활에 어떤 영향을 미칠지에 대해서는 계속적인 추적 조사가 필요하다.

## 3. 방사성 폐기물의 처리

방사성 폐기물이란 방사성 물질, 혹은 그에 의해 오염된 물질로서 폐기의 대상이 되는 물질을 말한다.

방사선은 오늘날 발달된 과학 기술로도 완전히 없앨 수 없기 때문에 골칫거리다.

방사선은 물로 씻거나 불로 태워도 없어지지 않기 때문에 일반 쓰레기처럼 아무 곳이나 버릴 수 없다.

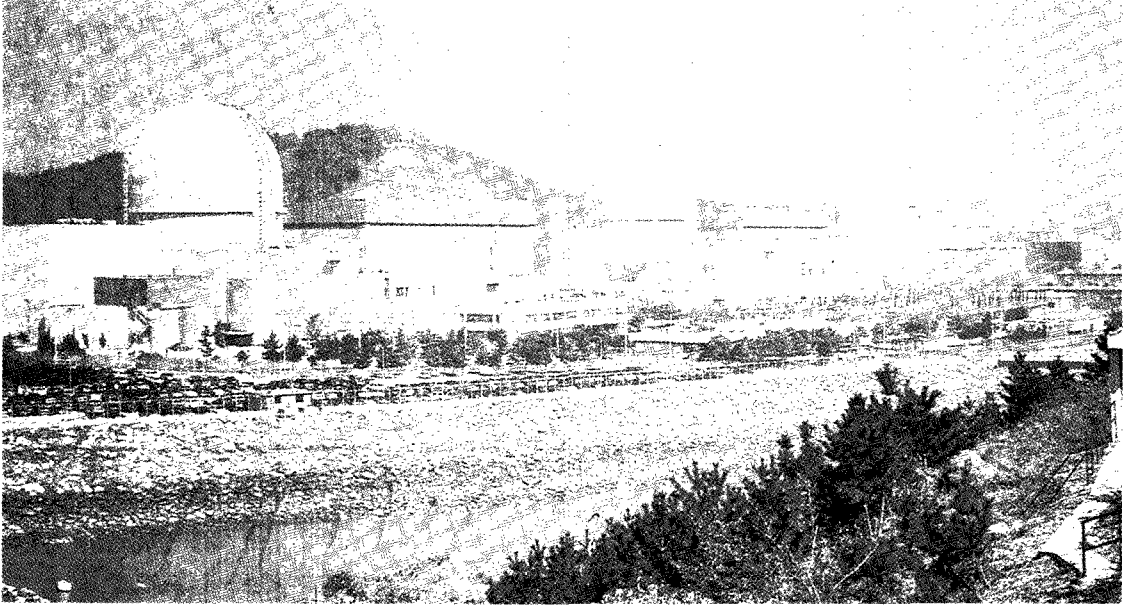
특정한 지역에 모아 안전하게 관리하면서 방사능이 스스로 없어지게 해야 한다.

원자력이 무서운 것은 방사선 때문이다. 그것은 보이지도 않고 만져지도 않으며 태워도 없어지지 않기 때문이다.

보이지 않은 것에 대한 두려움이 원자력의 두려움에 대한 근거를 이루고 있다.

그러나 인간은 태고적부터, 어머니 뱃속에서부터 방사선에 익숙해져 살고 있다.

한국인들이 받는 방사선의 양은 연



영광 원자력발전소. 원자력은 현실적으로 현재의 에너지 문제를 해결하면서 아울러 지구 온난화 방지에 크게 기여하고 있다.

간 200mrem인데 이것은 가슴 X선을 두 번 찍을 때 받는 양과 같다.

고준위 방사성 폐기물은 시간당 2,000mrem 이상을 내는 방사성 물질로, 주로 사용후 핵연료를 말한다.

현재는 재처리를 통해 이 방사성 폐기물 자원을 다시 이용하려는 연구가 활발하다.

소멸 처리를 위한 연구도 진행중이다. 재처리를 하고 남은 찌꺼기를 영구 처분하기 위한 유리 고화 기술이 개발돼 있으나 아직 실용화되지 못하고 있다.

중저준위 방사성 폐기물은 발전소에서 사용하고 남은 옷가지·형집·결레 등 직접 핵분열에 가담하지 않

은 물질을 말한다.

이들 물질은 2차적으로 방사선의 영향을 받았기에 약한 방사능을 띤다.

시간당 200mrem 이하를 내는 방사성 물질을 저준위 방사성 물질로 국제방사선방호위원회(ICRP)는 구분하고 있다.

여기에 많이 들어있는 원소는 세슘·스트론튬 등으로 이들 원소의 반감기가 30년, 28.1년이기 때문에 대개 100년이면 거의 방사능을 잃게 된다.

이를 영구 처분하기 위해서는 폐기물을 고화시켜 방사능이 외부로 누출되는 것을 막고 이를 다시 지하에 처

분하는 방법을 쓰고 있다.

일본·프랑스·영국 등에서는 이미 이 기술로 대부분의 중저준위 방사성 폐기물을 크게 힘들이지 않고 영구 처분하고 있다.

지하에 콘크리트 아파트를 만들고 여기에 고화 처리된 폐기물을 차곡차곡 쌓은 다음 흙으로 덮어 처리한다.

고화 처리된 방사성 폐기물에서 나오는 방사능은 거의 자연 방사능 수준이다.

이러한 방사성 폐기물의 처리법은 방사선의 존재를 아는 한, 인간이 이를 다룰 수 있는 능력이 있음을 암시하고 있다. ☻