

지구 환경과 원사력

양 창 국
대한전기협회 전무이사

1. 머리말

우리가 사는 지구는 직경이 약 12,700km, 무게가 약 6억조 톤(5.98×10^{23} 톤)인 球形으로 그 위에 약 60억명의 인구가 살고 있다.

지구의 나이는 약 46억년으로 그 동안 수많은 생물이 생존경쟁을 벌이며 부침을 거듭하여, 현재 동물 약 100만종, 식물 약 30만종이 서식하고 있다. 지구에서 생명을 유지하는 동식물의 주에너지원은 태양이다. 태양의 빛을 받아 식물들이 탄소동화 작용을 하여 만들어낸 영양소를 먹이 사슬에 따라 서로 먹고 먹히며 생을 유지하고 있다. 자연환경의 변화에 따라 적응하지 못하는 종은 지상에서 사라지고 자연환경의 변화에 보다 잘 적응하는 종은 번창하고 있다.

지금까지 지상에 서식하는 종들은 그들의 생활에 편리하도록 자연 환경을 바꾼다든지 자연을 정복한다든지 하는 행동은 생각할 수도 없었고, 자연에 순종하며 자연과 조화를 이루며 살아왔다. 그러나 인류가 지상에 군림하기 시작하면서부터 자연과 생물간에 순종하던 패턴이 바뀌기 시작하였다. 인류는 땅으로부터 해방된 두 손을 이용하여 도구를 만들어 자연을

개척하기 시작하였으며, 불을 발견하고 에너지를 다루는 방법을 익히기며 문명을 일구었다. 인류는 지상에 생존했던 종 중에서 유일하게 자연을 그들의 생활에 편리하도록 맞추어 가는 기술을 개발하여 갔다. 농토를 개간하여 필요한 음식물을 스스로 생산하고, 공장을 건설하여 그들이 필요로 하는 도구와 화합물을 생산하여 생활을 편리하게 하였다.

18세기 산업 혁명 후 200년 동안에 인류는 선사시대 이후부터 산업혁명 때까지 인류가 사용했던 것보다 더 많은 에너지를 사용하며, 자연을 개조하여 인류의 입맛에 맞도록 변형시키며 문명 생활을 즐기고 있다.

지구는 자연변화와 먹이사슬에 따라 성체를 거듭하는 생물을 먹여 살리며, 지구 환경을 스스로 지키며 자정(自淨)해 왔으나 인간의 분수에 넘치는 향락으로 빚어지는 자연파괴는 지구 자정의 한도를 넘어 엄청난 생태계의 파괴로 이어지고 있다.

땅은 수은, 카드뮴, 납 등 중금속에 오염되어 중병을 앓고 있으며, 산림은 남벌과 개간으로 점점 그 면적이 줄어들 뿐만 아니라 산성화로 황폐화하고, 물은 인간의 남용과 마구 버린 오폐수로 오염되어 물 부족

국가가 늘고 있다. 지구 온난화도 인간의 지구환경 파괴의 부산물로 그 위험이 서서히 우리에게 다가오고 있다.

2. 지구 온난화 현상

정부간 기후변화 패널(IPCC)은 지난 100년 동안 탄산가스 배출량이 30% 가량 늘고 지구 온도가 평균 약 0.3~0.6℃ 상승한 것으로 발표하고 있다. 지구 온도 변화를 100~200년간 짧은 기간 동안 관측하고 그 원인을 온난화 가스 때문이라고 결론짓는 것은 시기상조라고 주장하는 학자도 있었으나, 1990년대 후반에 들어서면서 대부분의 학자들은 지구 온도가 높아지는 것은 지구 온난화 가스 때문이라는데 의견을 같이하고 있다.

지구 온난화를 유발하는 가스로는 탄산가스, 메탄, 질소가스 등 여러 기체가 있는데 그중 탄산가스가 50% 이상 영향을 주고 있다.

1800년 280ppm이던 공기 중 탄산가스 농도는 화석연료의 사용이 증가됨에 따라 계속적으로 늘어나 1990년대 말에는 370ppm 수준까지 증가하였다. 세계에너지회의(World Energy Council) 예측에 의하면 경제 성장률, 에너지 정책 등에 따라 2100년 탄산가스 농도가 450~750ppm으로 증가할 것으로 예측하고 있다. 표준 성장의 경우 2100년에 공기 중 탄산가스 농도는 600ppm으로 늘어나고 지구 온도는 약 2.5℃ 높아지며 그에 따라 양극에 있는 얼음이 녹아 해수면이 50cm 정도 높아질 것으로 예측하고 있다. 해수면이 1m 높아지면 해안선은 약 100m까지 침수된다고 알려져 있으며, 해수면이 높아지면 일부 섬과 저지대 해안선이 침수될 것이므로, 인구는 계속 늘어나고 인간이 살 수 있는 땅은 상대적으로 줄어들어 식량난 등 문제가 더욱 심각해질 전망이다.

세계에서 탄산가스를 가장 많이 배출하는 나라는 미국이다. 세계인구의 약 4%를 차지하는 미국은 세계 에너지의 약 25%를 사용하고 있으며, 전세계 탄산가스 배출량의 약 22.4%를 배출하고 있다. 표 1에서 보는 바와 같이 1990년을 기준으로 할 때 미국인 1인당 배출하는 탄산가스 양은 우리 나라 1인당 배출량의 약 3.3배 수준이다.

〈표 1〉 1인당 탄산가스 배출량 (1990년)

(단위 : 톤/인)

한국	미국	캐나다	독일	영국	일본
1.53	5.45	4.46	3.56	2.80	2.34

월드 원치 자료에 의하면 온실가스 배출이 2배 증가할 때 미국의 연간 경제적 손실액은 약 580억불이 된다. 그 내용은 표 2에서 보여주는 바와 같이 이상 기온에 의한 피해, 온도 상승에 따른 냉방 수요 증가에 의한 전력비 추가부담, 산림 및 목재 생산 감소 등이다.

〈표 2〉 온실가스 2배 증가시 미국의 연간 경제적 손실

내 용	손실규모(억불)
고온 및 가뭄으로 인한 농업 피해	180
에어컨 전력 소비	110
해수면 상승	70
물 공급 부족	70
대기 오염 증가	40
삼림 및 목재 생산 감소	30
축종 및 산불 피해 등	80
계	580

지구 온난화로 인류에게 닥쳐올 재앙을 막기 위하여 선진국 주도로 기후변화협약을 추진하여 1992년 5월 리우 지구환경개발 정상회의에서 협약을 체결하였으며, 1997년 교토 의정서를 체결하고 구체적인 실천 방안을 마련하였다.

교토 의정서의 내용을 보면 EU와 미국을 비롯한 선진 38개국은 각 국가별로 탄산가스, 메탄, 대체 프레온 가스 등 온실가스의 구체적인 감축 목표를 설정하고 2008년에서 2012년 사이에 그 목표를 달성하는 것이다. 감축 목표는 법적 구속력을 가지며, 배출권은 거래 가능하다. 표 3에 교토 의정서를 요약하였으며, 표 4는 각국의 구체적인 온실가스 감축목표를 수록하였다.

〈표 3〉 교토 의정서 요약

<ul style="list-style-type: none"> • 목표 연도 : 2008~2012년 • 감축대상 및 기준연도 : 이산화탄소, 메탄, 질소 화합물 - '90년 기준 대체 프레온 가스 3종 - 1995년 기준 • 순배출량 : 순배출량 방식, 배출권 거래 제도 도입 • 유럽 연합 공동 삭감 방식 인정 • 그린 기금 설치 • 감축 목표는 법적 구속력을 가짐

〈표 4〉 온실 가스 배출 감축률

감축률(%)	국 가 명
8	EU, 스위스, 불가리아, 체코, 모나코, 루마니아
7	미국
6	일본, 캐나다, 헝가리, 폴란드
5	크로아티아
0	러시아, 뉴질랜드, 우크라이나
+ 1	노르웨이
+ 8	호주
+10	아이슬란드

3. 지구 온난화와 원자력

지구 온난화 가스 배출을 줄이기 위한 대책으로는 화석연료의 사용을 억제하고, 태양, 풍력 등 청정에너지를 개발하고, 삼림 파괴를 막아 탄산가스를 식물이 흡수하도록 하며, 에너지 소비가 적은 신기술을

개발하는 등 여러 가지가 논의되고 있으나 아직 현실적인 대안이 되지 못하고 있다.

대용량으로 실용화된 에너지원 중 하나인 원자력은 온실 가스를 가장 적게 방출하는 에너지원으로 온실가스 배출을 줄일 수 있는 현실적인 방법의 하나이다. 핵연료는 원자로에서 핵분열을 할 때 탄산가스나 질소 화합물 등 온실가스를 거의 발생하지 않는다. 표 5에서 보는 바와 같이 1kWh의 전력을 생산할 때 원자력은 8g의 탄산가스를 방출하는데 이는 석탄 발전의 2.7%, 석유발전의 3.9% 수준에 불과하다. 원자력발전에서 발생하는 온실가스도 원자로에서 핵연료가 연소하면서 발생하는 것이 아니라 원자력 발전소를 운영하기 위하여 필요한 기자재를 수송한다는 지, 디젤발전기를 가동하는 등 부수적으로 수행하는 업무에서 배출되는 것이다.

〈표 5〉 발전연료별 CO₂ 발생량 비교

(단위 g/kWh)					
석탄	석유	가스	원자력	조력	지열
295	204	181	8	35	11

우리 나라는 1998년 말 현재 14기의 원자력발전소를 운영하고 있으며, 그에 따라 우리 나라 탄산가스 방출량을 약 20% 줄일 수 있었다.

100만kW 석탄 발전소를 운영하는 데는 연간 약 260만톤의 석탄이 연료로 소요되며, 연소 후 약 180만톤의 탄소, 약 4만 4천 톤의 아황산 가스, 2만 2천톤의 질소 화합물, 32만 톤의 재와 약 400톤의 유해 금속이 남는다. 같은 용량의 원자력발전소를 운영할 경우에는 연간 약 25톤의 연료가 소요되며, 연소 후 사용 후 핵연료 25톤과 약 200드럼의 중저준위 방사성 폐기물이 발생한다. 25톤의 사용 후 핵연료를 재처리하고 사용 후 핵연료 속에 들어있던 고준위 방사성

폐기물을 유리화할 경우 약 2.9m³ 유리화 고준위 방사성폐기물이 발생한다. 방사성폐기물은 장기간 관리하여야 하는 문제점이 있지만 현재 그 처분기술이 개발되어 있어 그 처분에 기술적인 문제점이 없다. 원자력은 온실가스 배출이 거의 없을 뿐만 아니라 환경을 오염시키는 SO_x, NO_x 등 배출도 없다.

4. 원자력 전망

1998년 원자력은 세계 1차 에너지의 약 5.5%를, 전기 에너지의 17%를 공급하였다.

원자력발전소는 석탄 발전소와 경제성 측면에서 경쟁력이 있으며, 위에서 기술한 바와 같이 환경에 유리하나 초기 투자비가 크고, 건설기간이 길며, 국민 수용성이 떨어져 21세기 초반에 원자력의 에너지원으로서 역할은 1990년대와 비교하여 크게 늘어나지는 않을 것으로 예측된다.

세계에너지회의 자료에 의하면 각국의 에너지 정책에 따라 원자력 발전량은 1990년 대비 2020년에는 29%~129%, 2050년에는 16%~640%까지 신장할 것으로 예측하고 있다. 그러나 현재 미국 및 서구에서 신규원전의 수주를 당분간 기대할 수 없고, 원전을 추진하는 극동 3국과 동구 제국의 건설 계획을 볼 때 2000년대 초반 세계에너지 기구가 예측한 최저치 29%를 초과하여 성장할 것인지 주목된다. 표 6은 세계 에너지 기구에서 발표한 에너지원별 수요전망이다.

〈표 6〉 1차 에너지원별 수요전망(Gtoe)

구 분	1990	2020	2050
석 탄	2.18	2.28 ~ 4.31	1.47 ~ 7.83
석 유	3.06	3.02 ~ 4.66	2.62 ~ 7.90
천연 가스	1.68	2.96 ~ 3.62	3.34 ~ 4.54
원자력	0.45	0.58 ~ 1.03	0.52 ~ 2.90
재생 에너지	1.60	2.29 ~ 3.31	4.42 ~ 7.35
합 계	8.98	11.43 ~ 15.38	14.25 ~ 24.84

5. 맺는말

지구환경을 보존하여 우리가 살아갈 지구를 지키면서 풍요로운 문명생활을 계속 영위하기 위하여 보다 환경 친화적인 에너지원 개발과 사용이 필수적이다.

원자력은 현재 실용화되어 대용량으로 사용할 수 있는 다른 에너지원에 비교할 때 CO_x, SO_x, NO_x 등을 배출하지 않으며, 폐기물 발생량도 훨씬 적어 환경친화적인 에너지이다. 또한 화석연료에 탄소세 등이 부과될 경우 원자력의 경제성도 상대적으로 좋아질 것이다.

그러나 원자력은 그 안전성에 대하여 여전히 국민의 신뢰성을 확보하지 못하고 있으며, 핵확산에 대한 우려도 불식시키지 못하고 있다. 또한 기술적으로는 실용화가 입증되었지만 방사성 폐기물 처리 처분에 대한 국민의 수용성도 떨어진다. 이와 같은 현안의 지속적인 해결 노력의 강도에 따라 21세기 원자력의 앞날이 결정될 것이며, 원자력이 지구 환경 보전에 기여할 수 있을 것이다. ■

〈참고 문헌〉

1. Global Energy Perspectives, IIASA/WEC, 1998
2. The Global Nuclear Market, UI, 1998
3. 모문집, 한국 원자력산업회의/원자력학회 연차대회, 1999. 4. 7~4. 9