



인류의 문명은 에너지의 개발과 이용에 의하여 시작되었다고 해도 과언이 아닐것이다. 인간이 불을 처음 발견하여 도구로 사용하면서 생활을 보다 편리하게 영위하게 되었고 만물의 d영장으로 그 존재를 유지하여 왔다.

18세기에 이르러 산업혁명을 계기로 인간생활에는 큰 변화가 일어나게 되었고 그러한 변화의 선두에는 항상 에너지원의 변화가 뒤따랐다. 따라서 산업이 발달하고 인구가 급증하면서 에너지에 대한 수요 역시 증가하게 되었다.

그러나 우리가 오늘날 가장 보편적으로 사용하는 에너지, 즉 화석에너지(석탄, 석유, 천연가스등)는 유한성과 환경오염 유발이라는 중대한 문제점을 안고 있다.

조사에 따르면 앞으로 석유는 40여년, 석탄은 약 200년, 그리고 천연가스는 60년 후에는 모두 고갈될 것이라는 예측이 보고 되고 있다. 현재 53억의 세계 인구는 2010년에는 72억으로 약 1.4배 증가 될 것이며 세계인구의 3/4을 차지하는 개발도상국에서는 인구급증과 인구 1인당 에너지 수요증가율이 선진국보다 훨씬 높이 상승하고 있고 에너지 소비 역시 화석에너지에 집중될 것 이라는 예견 때문에 필연적으로 국제적 에너지 수급문제가 심각하게 대두되고 급기야는 국제간의 분쟁, 나아가서는 치열한 전쟁까지도 불사하게 된 것이다.

**1) 화석연료의 사용에 따른 환경오염**

사람은 음식을 먹지 않고는 30-40일, 물을 마시지 않고

는 3-5일 정도를 견딜 수 있지만 공기를 마시지 않고는 단 5분도 살 수 없는 것이다. 보통 사람은 1일 1.5 Kg의 음식물과 약 2l의 물을 필요로 하고 공기는 약 13,000~15,000 L 정도를 호흡한다. 공기는 우리에게 없어서는 안 되는 중요한 물질로 대부분은 질소(78%)와 산소(21%)로 이루어진 무색, 무미, 무취의 기체인 것이다. 이러한 공기가 석탄, 석유등의 사용과 자동차 배기가스등에서 나오는 가스상의 물질로 오염되고 있으며 서울 등 대도시의 경우 대기오염의 80% 이상이 자동차의 배출가스에 기인되고 있다. 난방 등 화석연료의 사용으로 배출된 황산화물이나 질소산화물 등은 스모그의 형태로 즉시 우리인체에 영향을 미치고 있는 것이다. 대표적인 예가 런던형 스모그와 LA형 스모그 이다.

스모그(Smog)란 연기(Smoke)와 안개(Fog)의 합성어로 자동차나 산업체 및 가정의 굴뚝에서 나오는 매연이 안개와 섞여있는 상태로 잘 알려진 바와 같이 런던형 스모그와 LA형 스모그(광화학스모그)로 구분된다.

런던형 스모그는 공장의 매연, 가정용 난방의 배기가스가 주 원인으로 석탄의 연소를 통하여 매연, 아황산가스, 일산화탄소 등이 안개와 합쳐져 형성되고 주로 밤에 발생하며 허파와 기도에 손상을 주어 호흡기질환을 일으킨다.

반면 LA형 스모그는 자동차의 배기가스가 주요인으로 이산화질소와 탄화수소 등이 대기 중에 농축되었다가 태양 광선중의 자외선과 화학반응을 일으키면서 산화력이

큰 옥시던트를 2차적으로 생성함에 기인하는 것으로 주로 낮에 발생 하며 이 현상이 일어나면 인체에는 눈과 목의 점막을 자극하고 심한 경우 호흡기 질환을 유발하기도 하며 생태계에는 식물의 성장을 방해하여 산림을 황폐화시킨다.

우리나라의 경우는 런던형과 LA형 스모그의 혼합형태로 나타나고 있으며 이러한 스모그를 방지하기 위해서는 황(S)성분이 적은 청정연료 (LNG, LPG 등)사용이 확대되고 자동차의 배출가스 감소에 적극 노력해야 할 것이다.

또한 스모그 외에도 배출되는 아황산가스와 이산화질소로 인하여 하늘에서는 강한 산성비가 내리고 있다. 일반적으로 빗물의 산도(pH)는 대기가 깨끗한 지역에서는 pH 5.6 ~ 6.5 의 약산성이나 대기오염이 심각한 지역에서는 pH 5.6 이하의 강산성을 띠우게 되고 이를 산성비라고 한다. 우리나라 서울의 경우도 pH 5.0 이하의 강한 산성비가 발생되고 있는 것이다. 산성비로 인한 피해는 생태계에 심각한 영향을 초래한다. 산림이 황폐하게 되고 토양의 오염, 하천, 호수의 어류도 피해를 입게 되고 금속, 철제, 콘크리트나 건축구조물 고고학적 유물까지도 부식시켜 경제적, 문화적 손실도 초래하게 된다. 이를 방지하려면 산성비의 원인이 되는 황산화물과 질소산화물을 최소화해야 할 것이다. 가장 큰 요인이 되고 있는 자동차 배기 가스를 감소시키기 위해 저공해연료의 사용과 메타놀, 태양열, 전기 등 저공해 자동차의 개발이 요구되며 산업체에서는 배출되는 오염물질을 줄이기 위해 청정연료로 사용을 대체하고 자체공정과 설비의 개선을 통한 에너지의 효율을 높일수 있도록 기술개발에 대한 투자를 아끼지 말아야 할 것이다.

대기오염의 심각성은 스모그, 산성비 외에도 오존의 발생이 있다.

환경에 영향을 미치는 오존은 성층권의 오존과 대기에 존재하는 오존으로 대별 된다. 성층권의 오존은 태양광선 속에 존재하는 짧은 파장의 자외선을 대부분 흡수, 차단

하는 여과장치로서 생명체를 보호하고 지구의 온도를 적절히 조절해주는 중요한 기능을 하고 있다. 그러나 대기 중의 오존은 자동차 배기가스에 포함된 탄화수소와 이산화질소 등의 화학물질이 햇빛과 광화학반응을 일으켜 생성되는 것으로 기온이 상승하고 태양광선이 강하며 바람이 없는 여름철에 자주 발생한다. 대기 중 오존오염에 의한 인체피해는 0.1~0.3 ppm 농도에서 1시간동안 노출되면 호흡기 자극, 기침, 눈물 등이 난다. 0.3~0.5 ppm에서 2시간 동안 노출되면 운동 중 폐기능이 저하되며 0.5 ppm 이상에서 6시간동안 노출되면 마른기침이 나고 가슴이 답답한 증상이 나타난다. 따라서 오존주의보가(0.12ppm 이상) 발령되면 시민들은 불필요한 자동차 운행을 자제하고 노약자나 어린이들은 바깥출입을 삼가야 한다.

앞에서도 언급하였듯이 성층권의 오존은 지상에서 15Km~35Km의 상공에 고농도로 존재, 층을 형성하여 자외선을 차단하는 등 생물체의 보호에 없어서는 안될 중요한 역할을 하고 있다. 이러한 성층권의 오존층은 냉장고, 에어컨, 등의 냉매, 드라이클리닝의 용제, 스프레이와 같은 분사체등에 이용되는 프레온가스(염화불화탄소)나 소화기에 사용되는 할론(Hallon)가스 등에 의해 파괴되고 특히 프레온가스는 성층권에 올라가면 오존을 파괴하면서 최고 300년 까지 머무를 수 있는 것으로 알려지고 있다. 미국 항공우주국(NASA)에 의하면 남극대륙의 오존층이 약 절반가량 파괴되었고 그 넓이는 남한면적의 약 323 배에 이른다고 한다. 오존층이 파괴되면 지표면 까지 도달하는 강한 자외선이 많아지므로 피부암의 발생율이 증가하고 백내장 등의 안질환을 유발 시킬 수 있다. 따라서 오존층을 보호하기 위해서는 프레온가스의 사용을 줄이고 대체물질을 개발해야 할 것이다. 국제적으로 1987년 몬트리올 의정서에 따라 프레온가스의 사용이 2000년부터 전면 금지되고 우리나라도 비엔나협약과 몬트리올 의정서에 가입하여 프레온가스 감축계획에 적극 참여하고 있으며 대체물질 개발에 많은 노력을 기울이고 있다.



다음으로 심각한 환경오염이 지구 온난화 현상이다.

지구는 일정온도를 유지하기 위하여 지구의 열을 우주 공간으로 방출해야 되는데 대기 중의 이산화탄소, 메탄, 오존, 이산화질소, 수증기 등의 가스가 대기중으로 방출되는 복사에너지를 흡수하여 다시 지표면으로 배출함으로써 대기온도가 상승하는 현상을 “지구온난화(Global Warming)” 라고 한다.

이러한 현상은 집을 따듯하게 하고 공장을 돌리는 에너지를 만들기 위해 석유, 석탄 등의 화석연료를 태울 때 발생하는 이산화탄소(탄산가스)가 대기권으로 배출되어 마치 온실의 비닐막과 같은 두꺼운 막을 형성하여 지구의 온도를 상승시키는 것이다.

지구 온난화에 가장 큰 영향을 주는 물질이 이산화탄소이며 다음으로 프레온(CFCs)가스, 메탄, 오존, 이산화질소 등의 순이다. 이러한 온실가스의 증가는 산업혁명이후 석탄, 석유의 증가와 농업, 목축산업에서 배출되는 메탄가스 그리고 과학문명의 산물인 냉장고, 에어컨 등에 사용되는 프레온가스 같은 합성물질이 다량 사용됨으로서 급격히 증가되었다. 지구온난화에 따른 피해는 극지방의 빙산이 녹아 해수면의 높이가 점차 높아지고 낮은 곳에 위치한 도시나 섬들이 침수되며 농경지의 감소, 해안선의 변화 등 수자원 관리의 문제점과 이상기후에 의한 생태계의 변화를 초래한다.

이런 추세가 100년간 지속된다면 지구의 평균기온은 2.5-5.5°C 정도 상승하고 해수면이 높아져 10억 이상의 환경난민이 발생할 수도 있다는 예측이 보고 되고, 엘리노와 라니냐 같은 기상이변 그리고 최근 발생한 유럽지역의 홍수, 미국의 허리케인 발생빈도 증가등도 지구 온난화 영향의 가능성을 무시할 수 없다는 조심스런 의견이 대두되고 있다. 이렇듯 화석연료의 사용증가에 따라 대기가 오염되고 산성비, 지구온난화 등의 환경문제가 유발됨에 따라 지금까지의 에너지 정책에 대한 전반적인 수정이 불가피 하게 되었다. 특히 주요 대기오염원인 황산화물, 질

소산화물, 분진, 탄화수소, 일산화탄소 등에 대한 대책들은 이미 기술적으로 상당히 실용화되어 효과를 나타내고 있다. 그러나 1992년 리우 회의에서 온실가스에 대한 배출 규제 움직임이 활발히 진행되면서 이를 반영하여 각국은 다양한 대책을 서두르고 있다. 따라서 현시점에서 우리도 지속가능한 성장의 개념속에서 경제(Economy) 에너지(Energy)· 환경(Environment)의 (3E) 정책의 조화를 살리면서 국제환경 규제에도 어긋나지 않는 환경친화적 에너지정책을 개편해 나아가야 할 것이다.

이상에서 언급하였듯이 산업혁명이 시작된지 약 200여년 남짓 되었지만 이미 우리가 가진 에너지자원의 거의 대부분을 고갈시켰다. 100년 정도 지나면 모든 에너지가 고갈상태에 이르게 될 심각한 상황에서도 에너지에 대한 수요는 감소하기는커녕 더욱 증가하고 이 결과는 지구전체의 환경문제를 유발하게 될 것은 자명한 일이다. 따라서 세계 각국은 얼마 남지 않은 자원과 심각한 환경오염에 대비하여 새로운 대체에너지의 개발에 많은 노력을 기울이고 있다.

## 2) 대체에너지의 개발

대체에너지란 국가별로 그 정의가 상이하지만 넓은 의미로는 석유 이외의 석탄, 원자력, 천연가스 및 신 재생에너지 등 석유가 아닌 모든 에너지원이라 정의하며 좁게는 신 재생에너지만을 의미하기도 한다.

우리나라에서는 대체에너지를 대체에너지 개발 및 이용·보급촉진법 제 2조에 석유,석탄, 원자력, 천연가스가 아닌 에너지로서 태양에너지, 바이오에너지, 풍력, 소수력, 연료전지, 석탄액화 및 가스화, 해양에너지, 폐기물에너지, 기타 대통령령으로 정하는 에너지 (석탄혼합연료, 지열,수소)등으로 정의하고 있다.

우리나라의 경우 에너지의 96%이상을 수입에 의존하고 있어 고갈성자원의 소멸에 대비한 대체에너지의 개발 문제는 어느 나라보다도 관심과 노력을 기울여야 할 문제

이기에 몇 가지 대체에너지에 대하여 언급하고자 한다.

**천연가스** 는 화석연료 중 환경오염 유발물질의 발생이 거의 없는 고효율 에너지로서 매장량도 비교적 풍부하기는 하나 역시 유한한 에너지원으로 영구적 대체에너지가 될 수는 없다.

**원자력에너지** 는 소량의 라듐이나 우라늄 등에서 다량의 에너지를 값싸게 만들 수 있고 안정적으로 공급이 가능하며 환경오염 물질을 배출하지도 않아 이상적인 대체에너지라고 생각되나 원자력 발전의 폐기물 방사능 누출위험과 영구적으로 안전한 폐기물 처리시설에 드는 비용이 막대하기 때문에 선진국에서는 상당히 신중을 기하고 있다. 체르노빌의 원자력 사고와 NIMBY 현상 역시 원자력의 개발과 활용에 큰 걸림돌로 작용하고 있다.

**태양에너지** 는 태양에서 나오는 거의 무한정한 에너지로서 환경오염 발생이 없는 이상적인 에너지이다. 그러나 태양에너지는 대기권을 통과하면서 반사됨에 따라 많은 열손실을 가져와 지구 표면에 도달하는 에너지를 효율적으로 이용하려면 에너지를 수집, 전환, 저장하여 사용하는 시설과 기술에 많은 비용이 들게 된다. 태양에너지를 이용한 태양로, 태양력발전, 태양열난방 등이 일부 활용되고 있다.

**수소에너지** 는 지구상에 풍부하게 분포된 수소를 이용하거나 물을 전기분해 하여서도 쉽게 얻을 수 있는 에너지원이다. 그러나 지구상에 존재하는 다량의 수소를 경제적으로 제조하는 기술이 아직 개발되지 않고 있다. 다만 물의 전기분해에 의해 얻어지는 수소는 화학연료, 우주선 로켓트용 연료 등 특수 분야에 한정적으로 사용되며 환경오염물질의 발생이 없는 무한한 자원으로서 화석연료 고갈시 대체에너지로 활용될 가능성이 가장 큰 물질이다.

**풍력에너지** 는 공기의 흐름이 갖는 운동에너지를 회전자가 기계적 에너지로 전환하고 이를 다시 전기로 변환하여 이용되는 것으로 바람의 방향과 속도가 시간에 따라 변하기 때문에 지속적으로 전기를 얻기가 힘들지만 선진국에서는 거의 실용화 단계에 있다고 한다.

**바이오에너지** 는 동·식물로부터 나오는 유기물에 생물공학적인 방법을 응용하여 얻은 연료용 알코올이나 메탄가스 혹은 수소와 같은 재생성 무공해 에너지를 말한다. 알코올에 비하여 바이오 가스와 불리는 메탄가스의 발효기술은 아직 미흡하며 바이오 에너지 기술 분야는 우수균주의 개발과 배양기술의 축적이 핵심적인 과제가 되고 있다.

최근에는 바이오매스 자원의 이용이 급속히 보급되고 있다. 폐기물성 바이오매스 자원은 재활용 되거나 에너지로 재순환되는 경우 환경오염을 막고 화석연료와는 달리 대기 중의 이산화탄소를 증가시키지 않고 순환하기 때문이다. 그러나 단점은 에너지의 밀도가 낮아 채집에 많은 비용과 노력이 소요되며 자원의 종류가 다양하여 이용기술이나 기기의 다양성도 요구되며 또한 취급도 불편하다는 점이다.

지금까지 화석연료의 사용에 따른 환경오염 문제와 유한성 그리고 이러한 문제를 해결하기 위하여 대체에너지원으로 사용가능한 에너지들을 제시하여 보았다. 만약 우리가 기대하는 유용한 대체에너지가 개발되고 상용화가 이루어진다면 우리인간은 앞으로 몇 세기 동안은 에너지 고갈과 환경오염이라는 문제로부터 자유로울 수 있을 것이다. 우리는 확실한 대체에너지가 개발되어 활용되기까지 현재 우리에게 주어진 에너지원을 절약하고 잘 활용함으로써 지구환경 보전에 최선을 다 해야 할 것이다. 그 길만이 우리 인류가 모두 함께 살아갈 수 있는 길이며 후손들에게 물려줄 수 있는 미래인 것이다.

