



환경을 고려한 에너지이용 기술현황 및 전망



손재익 / 한국에너지기술연구소
에너지환경연구부장

서론

최근 CFC에 의한 오존층 파괴, 대기중의 이산화탄소의 농도 증가로 인해 발생하는 지구의 온실효과와 기상이변, SOx, NOx 등의 배출에 의한 산성비 등이 국제문제로 부각되면서 환경보호 문제는 이제 국내 뿐만 아니라, 범세계적인 차원에서 대책을 강구하지 않으면 지구의 환경문제 해결이 어렵게 될 시점에 이르렀다. 환경문제중 환경의 산성화에 대해서는 1979년 스톡홀름회의에서 SOx, NOx 등 국제적으로 이동가능성이 있는 오염물질들을 억제하기 위해 유럽 주요국가간에 조약이 체결되는 등 탈황, 탈질설비 및 배출기준의 강화로 해결대책을 세워 수행하고 있고 CFC에 의한 오존층 파괴 문제도 선진각국에서 CFC를 대체할 물질개발이 완료단계에 있어 '90년대 중반부터는 대체가 시작되어 2000년대에는 개발도상국들에게 까지 CFC의 사용을 일정량으로 규제시키고 대체물의 사용을 강요할 것으로 예상되고 있다.

이와같은 관점에서 볼때 21세기에 가장 논란이 되고 해결이 어려운 문제는 화석연료의 연소시 발

생되는 이산화탄소에 의한 지구의 온실효과 문제라 할수있다. 최근까지 지구의 온난화 현상에 대해서는 명확한 결론이 나지 않은 상태지만 대기중에 이산화탄소의 증가로 인한 온실효과 문제는 전세계적인 주요 관심사가 되어 국가간에 의한 해결을 위한 활발한 움직임이 일고 있는 추세에 있다.

현재 이산화탄소의 방출량을 억제하기 위해 논의되고 있는 주요 사항은 원자력의 이용확대방안과 태양열등의 신·재생에너지의 이용확대등인데 원자력은 아직까지도 안전성문제와 핵폐기물의 처리 문제등으로 이용확대에 제약이 있고 태양열의 이용 등과 같은 신·재생에너지는 아직까지 경제성등에 문제가 있어 이산화탄소에 의한 지구의 온난화 문제는 해결이 용이하지 않은 문제라 할수있다. 우리나라가 처한 에너지문제의 특수성이나 세계적인 환경보호압력 증가등의 추세로 보아 21세기에는 국내의 에너지수급에 있어 환경문제는 가장 중요한 제약요인으로 등장할 것으로 예상되고 있어 이제 환경문제의 해결없이는 안정적인 에너지원의 확보 및 이용이 어렵게 될 것이기 때문에 환경문제와 에너지원의 안정적인 공급은 상호 보완적인 관계에서

환경문제의 해결없이는 안정적인
에너지원의 확보 및 이용이 어렵게 될
것이기 때문에 환경문제와 에너지원의
안정적인 공급은 상호 보완적인
관계에서 검토되어야...

검토되어야 할 것이다.

에너지 · 환경기술의 현황 및 전망

에너지원의 안정적인 공급을 위해서 화석연료의 연소시 생성되는 SO_x, NO_x, 분진등의 환경오염물질들에 대해서는 현재의 저감기술등에 의해서 저감이 가능하나 CO₂의 방출에 의한 온실효과 문제는 21세기에도 계속 논란의 대상이 될 것으로 예상되고 있다. 오늘날 에너지원의 안정적인 공급을 위해 우리가 시도할수 있는 SO_x, NO_x, 분진등에 대한 해결방안은 화석연료의 전처리에 의해서나 연소중 방출되는 비가스의 후처리 기술을 이용해서 오염물을 제거시키는 방안이 고려될 수있고 탄산가스의 배출저감을 위해서는 원자력의 안정성 제고와 핵폐기물의 영구적 처리방법등의 개발을 통해 원자력의 이용확대나 천연가스처럼 화석연료에 비해 탄산가스의 상대적 농도가 적은 연료의 이용을 확대하는 방안들이 고려될 수 있을 것으로 판단된다. 이산화탄소의 억제를 위한 이와같은 방법들도 근원적인 접근 시도방법은 되지 못하고 있어 상온 핵융합등과 같은 획기적인 신에너지원의 개발없이는 화석연료 연소시 배출되는 이산화탄소의 양을 줄일 수 있는 방안에는 한계성이 있을 수 밖에 없을 것이다.

21세기 초까지 여러가지 환경오염물질들의 방출을 억제하는 획기적인 신에너지원의 기술이 실용화되지 못할 것이란 전제에서 국내의 안정적인 에너지 공급시스템의 구축을 위해서는 다음과 같은 방안들이 고려될 수 있을 것이다.

화석연료의 안정적인 공급시스템을 위해서는 저유황이나 저질소 성분의 연료사용이 가장 바람직하나 이중 저유황 원유나 유연탄은 매장량에 비해서 분포가 제한되어 있어 장기적인 관점에서 볼때 공

급의 안전성이 확실하지 않고 세계시장에서 저유황 원유나 유연탄에 대한 프리미엄도 증가될 가능성이 높아 문제점이 있다. 저질의 무연탄을 제외하고는 에너지원이 없는 국내의 실정에서 볼때 앞으로 예상되는 에너지파동 등의 문제를 극복하고 안정적인 에너지 공급시스템 구축을 위해서는 환경문제의 해결을 통한 에너지원의 다변화가 절대적으로 필요하다고 할 수 있다. 이를 위해서는 저유황 벙커-C유나 액화천연가스등과 같은 청정연료는 수도권을 중심으로한 오염이 심각한 대도시 주변에 우선적으로 사용하고 환경오염이 심하지 않은 지역에서는 산업이나 발전용으로 고유황 연료를 사용한 후 SO_x나 NO_x를 방지할 수 있는 환경오염 방지설비를 갖추어서 처리하는 것이 환경규제치의 강화에 따른 안정적인 에너지원의 확보에 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

대규모의 산업용 보일러나 화력발전소에서 배출되는 분진은 현재의 분진제거기술로도 규제치를 만족시킬 수 있을 것으로 예상되어 회재를 처리할 수 있는 회처리장만 확보된다면 어려움은 없을 것이다. 연소시 배출되는 이산화탄소는 21세기에 대두될 또다른 주요 오염물중에 하나로 간주될 가능성이 높아 앞으로의 에너지정책에 중요한 영향을 미칠 수도 있을 것으로 예상된다. 연소시 대기상으로 방출되는 이산화탄소의 농도증가에 따른 온실효과 방지를 위해서는 이산화탄소의 방출이 없는 원자력의 이용확대가 권장될 수도 있으나 국내의 경우 좁은 국토면적과 안전상의 문제점 및 핵폐기물의 처리문제등이 완전히 해결되지 않은 상태에서는 화석연료에 대한 원자력의 이용확대에도 문제점은 여전히 남아 있다고 할 수 있다. 안정적인 신 · 재생에너지의 이용확대, 에너지 절약이나 에너지효율 향상등을 통해 연료의 사용을 줄일 수 있는 방안들도

적극적으로 검토되어야 할 것이다.

중점 에너지 · 환경기술의 연구개발 전망

○ 에너지절약기술

1973년 석유파동 이래 세계의 선진각국들은 에너지 절약에 상당한 노력을 기울여 높은 에너지 절감 효율을 달성하였다. 몇년전부터 부각되기 시작한 에너지의 과다 사용으로 인한 지구환경문제가 점점 심각하게 논의되고 있는 추세는 에너지절약에 대한 요청을 더 한층 하고 있다. 장래에너지 절약의 가능성에 대해서 몇가지 검토가 흥미있는 것은 미국 Brookhaven National Laboratory의 보고이다. 이 보고서에는 미국의 각 분야에서 기술적인 면에서 에너지효율향상의 가능성이 검토되어 그 결과가 아래의 표에서와 같이 정리되어 있다.

이 표는 수요분야별로 2050년까지 에너지의 절약이 어느정도까지 가능한지를 추정해서 요약하였다. 이 표로부터 알 수 있듯이 분야에 따라 절약이 다소 차이가 있으나 2050년을 전향해 볼 때 아직 60%라는 엄청난 에너지절약의 가능성이 남아 있다고 할 수 있다. 이것은 매우 희망적인 추정인데 주의해야 할것은 미국은 우리나라와 에너지여건이 비슷한 일본에 비해 에너지 이용효율이 나쁘고 GNP당 에너지소비가 높다는 점이다. 따라서 이 숫자가 우리나라에 그대로 적용된다고 볼 수 없지만 아직 선진국을 포함한 각국에서 에너지절약의 가능성이 상당히 남아있다는 것은 사실일 것이다. 석탄이나 천연가스를 이용하는 화력발전소의 경우

복합 cycle을 이용하면 효율은 크게 향상될 가능성이 있고, 석탄의 고효율 가스화 기술이 추진된다면 에너지절약효과는 더욱 증대될 것이다. 에너지절약 기술의 개발은 경제적인 의미로나 지구환경문제의 입장에서 보나 최대의 중점항목으로 역점을 두어 연구개발을 추진하는 것이 필요하다.

○ 청정에너지시스템을 위한 제반기술

현재 전세계적인 관심사가 된 SOx나 NOx 등으로 인한 산성비, CFC로 인한 오존층 파괴, 이산화탄소나 메탄등으로 인한 지구의 온난화등의 지구규모 환경문제가 지구보호의 차원에서 전세계에 중대한 영향을 미칠 문제로써 널리 관심을 모으고 있다. 이와 같은 환경문제의 주된 원인은 대부분의 학자들이 인정하듯이 에너지시스템에서의 화석연료의 사용으로 이것을 어떻게 저감하면서 사회경제 활동을 최대한으로 유지해 나가느냐하는 것이 연구자들의 책무라 할 수 있다. 화석연료연소시 배출되는 SOx나 NOx 등은 선진각국에서 개발되어 화력발전소 등의 대형설비등에 SOx나 NOx등의 저감을 위해 사용되어온 공정들 중에서 가장 경제적이고 신뢰성이 있는 공정을 택하여 사용하면 될 것으로 판단된다. 그러나 화석연료에서 발생하는 이산화탄소는 연료의 종류에 따라 어느정도의 차이는 있으나 이산화탄소의 제거는 종래의 공해물질 제거의 개념과는 다른 대응이 필요하다. 이를 위해서는 에너지시스템 전체에 대한 효율향상 뿐만아니라 핵열이나 태양에너지의 새로운 경제적 이용형태 예를 들면 배가스에서 회수한 이산화탄소를 메탄올화해

BNL 절약에너지 시나리오

민 생 부 문			산 업 부 문			운 수 부 문		
난 방	71%	열전열 기기효율향상	Process Heat	70%	열절연 기기효율향상	승용차	66%	연비향상 13.6mpg-40
공 조	72%	-				항공기	60%	개선
급 탕	26%	열기효율향상	전동력	33%	기기 system 효율향상	트 렉	30%	연비향상
조 명	50%	기기효율향상 방식변화						

서 이용하는 방안을 생각할 수 있다. 또한 화력발전소등의 다형보일러에 있어서는 이산화탄소의 용제에 의한 흡착회수와 심해 방출등의 가능성등도 검토할 필요가 있다.

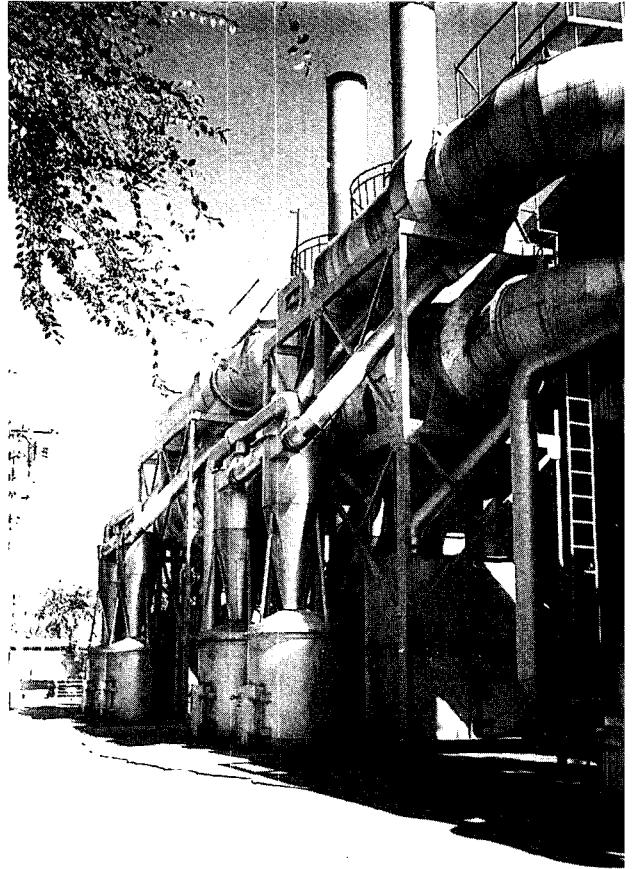
보다 장기적인 관점에서 분산형이 자연에너지를 가능한한 많이 이용하고 화석연료에의 의존이 적은 에너지시스템에 대한 탐구가 기본적으로 중요과제일 것이다. 이에 관한 것으로 고려할 수 있는 것은 우주발전, 핵융합, 고온암체등의 비화석연료 에너지원의 개발도 가능하고 서독의 W.Haefel 등이 주장하는 통합형 에너지-시스템의 개념도 충분히 검토할만하다.

이 통합형 에너지시스템은 모든 화석연료를 일단 일산화탄소와 수소로 전환시켜 하든가 또는 이것을 전력이나 메탄올로 전환시켜 이용하는 것으로 이미 동구권의 공업입지때 에너지 공급방식으로 검토되고 있다고 한다. 이와같은 방식은 모두 에너지를 처리하기 쉬운 형태로 가공한 후에 사용하는 방법으로 태양열이나 핵열과 같이 그대로 이용할 수 없는 에너지를 종래형 에너지원과 조합하여 효율적으로 이용할 가능성이 있다. 어찌되었건 환경에의 영향이 최소가 되는 에너지시스템의 구축을 목표로 한다.

○에너지저장기술

현재 에너지저장설비로 이용되고 있는 것은 전력의 경우 2차 전지와 양수발전, 열의 경우 수축열장치 정도로 가격이나 에너지저장밀도면에서 꽤 문제가 있다. 그러나 만약 저렴한 에너지저장장치가 개발되면 에너지의 이용효율은 여러형태로 크게 향상할 것이다.

예를들면 열병합발전의 경우 국내에서 아직 발전총량이 낮은 이유중 하나는 설비비가 아직은 비싸다는 점이고 보다 큰 이유는 열수요와 전력수요의 시간 패턴이 다르기 때문에 양 수요를 똑같이 만족시키는 에너지공급시스템의 별도의 에너지를 사용하지 않는한 실현하기가 어렵기 때문이다. 그러나 만일 전력과 열을 만나절대치 하루정도 저렴하고 고효율로 저장할 수 있는 장치가 존재한다면 열병합발전은 비약적으로 확대될 수 있을 것이



다. 현재 서독의 경우 국토가 비교적 한냉이고 지역열 공급방식의 시스템이 일찍부터 보급되어 열병합발전은 전전력설비의 4분의 1 가까운 용량을 가지고 있다.

장래 오염이 없는 무진장한 에너지원으로 기대되고 있는 태양에너지의 이용에 있어서도 에너지저장기술은 중요한 역할을 할 것이다. 태양에너지의 커다란 단점은 시간변동이 크고 불확정하다는 것이며 태양에너지만으로는 독립전원이 어렵고 이대로는 아무리 가격이 내린다해도 현재의 수력발전과 비슷한 상황이 될 것이다. 그러나 저렴하고 에너지밀도가 높은 전력저장장치가 개발되면 가정이나 업무용 빌딩에서는 옥상들을 이용한 태양광발전이 실

현가능하며 공급원과 수요기기와의 거리근접으로 송배전설비도 대폭 절감할 수 있는 이점이 있다.

이와같은 우수한 에너지저장장치의 개발은 장기적으로 매우 중요하며 에너지시스템의 구성과 운용에 혁명적인 변화를 초래할 가능성을 가진 기술이라 할 수 있다. 현재 연구가 진행되고 있는 2차전지, 초전도 전력저장, 잠열축열등의 기술뿐만 아니라 적극적으로 새로운 저장기술의 개발에 노력해야 할 것이다.

○ 에너지안전기술

문명의 발달과 더불어 인간의 에너지소비수준은 크게 향상되었지만 그것이 한편으로는 여러가지 안전상의 문제를 일으키고 있음을 우리는 보아왔다. 소련의 체르노빌 원자력발전소 사건은 이와같은 좋은 예중에 하나라고 할 수 있다. 이 뿐만아니라 에너지를 취급하는 기기와 수송매체는 거대화되어 일단 사고가 일어났을때 방출되는 에너지의 확장으로 인해 사고의 피해범위가 엄청나게 증대되는 것은 피할 수 없게 되었다. 이와같은 사고를 막을 노력을 지속해왔지만 앞으로도 이를 위한 기술의 개발 문제에 한층역점을 두어야 할 것이다. 소프트웨어 측면에서는 기술평가(Technology Accessment)기법이나 인간공학적인 입장에서 관리기법의 개발이 필요하며 하드웨어 측면에서는 자기제어성(self control)을 갖춘 기기나 시스템의 개발추진등이 더욱 필요해 질 것이다.

○ 에너지서비스의 다양화 및 고도화기술

최근에 에너지시스템의 변화중 하나는 정보통신기술의 진전과 더불어 종래에 없던 새로운 형태의 서비스가 나오기 시작했다는 점이다. 이것은 소득의 증대와 함께 수요가의 요구가 다양화, 고도화한 점, 정보통신기술의 발전으로 기기나 시스템에 있어서 비교적 싼가격으로 치밀한 운영이 가능하게 되었기 때문이다. 국내의 경우 에너지의 소비증가율이 경제성장률보다 훨씬 빨리 증가되고 있으나 전세계적으로 지구환경문제가 확대됨에 따라 에너지의 신장율은 과거와 같이 높게 유지하기가 어렵게 될 것이다. 이와같은 상황에서는 양적으로

너지서비스보다는 질과 종류로써의 에너지서비스가 수요가에게 있어서도 또는 그 부가가치성으로 보더라도 에너지의 공급자에게 중요하게 될 것이다. 전력로드의 매니지먼트 하나만 보더라도 국내에서는 심야전력요금할인제 정도가 도입되고 있으나 영국에서는 가정에서도 계절별 요금이 도입되어 있고 미국에서는 냉난방에 까지 직접 부하제어방식을 도입하려고 하는 움직임을 많이 볼 수 있다. 또한 가정수요가에의 서비스도 향후 큰 문제가 될 것이다. 가전기기의 대형화, 다양화와 함께 종래와 다른 또는 고도화된 배전방식이 필요하게 될 것이다. 이와같은 새로운 에너지서비스는 단순히 에너지량의 확대에 의한다고 하기보다는 그 질과 내용이 있어 종래와 다른 것으로 새로운 효용을 수요가에게 제공하는 것이라 할 수 있다. 이와같은 면은 에너지효율을 향상시키기 위한 노력이며 에너지절약측면과 목적에 있어서는 조금도 모순되지 않는다고 할 수 있다.

결 언

다가오는 21세기에는 자동화된 고도산업사회화 추세에 따라 보다 많은 에너지를 사용하게 될 것이다. 또한 파괴되는 지구환경보호를 위해 현재보다 강화된 환경기준을 설정할 것임은 주지의 사실이다. 에너지와 환경이 갖는 상충된 점을 보완 지구환경을 보호하고 증가되는 에너지를 확보하기 위해서 각국은 상호간 공동대처방안을 강구하게 될 것이며 이러한 국제사회에서 땀땀이 공존하기 위해서는 필수적으로 요구되는 것이 에너지·환경부문의 연구·개발이다. 한정된 자원을 가진 우리나라는 한정된 자원이거나 효율적으로 활용할 수 있는 기술을 터득하지 않으면 안된다. 또한 대부분의 에너지를 수입에 의존하고 있는 우리나라는 외화절감 차원에서 이의 효율적인 활용에 최대의 노력을 다해야 할 것이며 새로운 에너지원의 개발에도 주력해야 할 것이다.