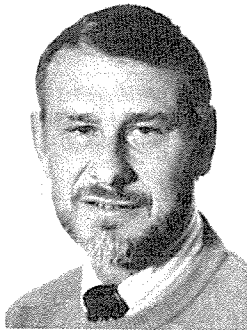


에너지와 환경



Mr. 라르스 E. 올슨
(Swedish Meteorological
and Hydrological Institute)

◇이 논문은 지난 3월 13~14일 2일간 주한 스웨덴대사관 주최로 대한생명빌딩에서 개최된 「에너지 절약에 관한 심포지움」에서 발표된 것이다. (편집자)

인간은 에너지를 필요로 한다. 가정용, 산업용, 난방 및 조리, 식량이나 제품의 생산을 위해, 운송을 위해, 그리고 여타의 많은 목적에 에너지는 필요하다.

인류는 또한 깨끗한 주거환경을 필요로 한다. 인류의 건강과 생존, 그리고 여타의 모든 인류의 활동을 위해서는 깨끗한 주거환경이 반드시 수반되어야 한다. 환경오염이나 인위적인 환경 변화는 식량생산 그리고 다른 경제계의 생산을 (장기, 단기적 관점에서 보아 양자 모두 필요하다) 위해 유지되어야 하는 기저환경에 심각한 영향력을 미쳐 이들의 생산을 감소시킬 수 있다. 이러한 이유로 인류는 그들의 다른 투자영역을 보호하기 위해 환경보호에 투자하여야만 한다.

에너지 분야는 ●화석연료와 같은 에너지 기반의 개척과 추출 ●에너지 가공 ●에너지 전환, ●에너지 운송 ●소비 ●폐기물 처리 등과 같은 활동들을 통하여 환경에 영향을 미칠 수 있다.

그러나 충분한 에너지 공급과 수용 가능한 환경상태간에 반드시 갈등을 빚어야 할 필요는 없다. 물론 이에선 작동시스템을 위한 적절한 계획의 수립을 가능하게 해주는 자원이 필요하다. 이러한 작동시스템은 작업환경을 포함한 환경영역에서의 완전한 사이클을 고려하여 만들어진 것이다. 또한 적절한 시스템, 여러 다양한 목적을 위한 많은 다양한 시스템을 선택하기 이전에 먼저 이익, 손해, 비용에 관한 심사숙고가 있어야 하며 이러한 심사숙고는 가능한한 에너지절약을 염두에 두어 이루어져야 한다.

에너지 시스템에 관한 결정은 비교적 복잡할 수도 있으나, 세계 여러나라가 보여준 바 경험에 비추어 아직 필요한 것이다. 불확실한 면모는 3개의 주요 분야에서 나온다. 하나는 현 에너지 체제에 의해 나타나는 가능하지만 알려지지 않은 경과된 환경피해 효과라는 과학적인 불확실성이다. 다른 하나는 확실한 발전을 기할 수 있는 기술개발, 예를 들어 연소나 배기, 세척법의 발달이다. 세번째는 에너지 수요에 따른, 그리고 여러종류의 연료의 사용용이와 가격에 따

른 경제발달의 요소이다.

특정 에너지 체제나 에너지공장의 적정 작동 기능을 유지시키기 위해 (사고나 특정 공해요소의 최고 적정선과 최고 공기포위 집중도의 요소를 고려할 경우) 특별한 안전정비와 통계 프로그램을 필요하다. 이러한 프로그램들은 그 책임을 맡은 각 환경보호 책임당국의 결정으로 인해 의무적이긴 하지만 스웨덴의 경우와 같이 그 공장에 의해 운영되거나 실제로 자기 책임의 개념 하에서 운영될 수 있다. 어떤 경우에 있어서도 이 프로그램들은 공해요인 집중도의 측정과 피해자들에 대한 피해 농도를 측정한다. 신기술로 대체시킬 때 우리는 첫째 현상태에 관한 파악을 그 기반으로 하여 미래의 환경상태의 개선을 결정내려야 될 것이다.

이 논문은 오직 에너지 발전단계의 특정 공해 요소들만을 다루게 될 것이다. 더불어, 기상학과 공해분산모델 등은 환경 피해 평가의 주요 특정 도구로 강조될 것이다.

◇연료의 공해 - 지역난방

에너지와 환경의 주요 갈등은 연료, 즉 화석 연료, 신탄, 또는 전기나 열상 에너지를 위해 사용되는 다른 지역적으로 가능한 물리적 재료에 연관되어 있다. 공기의 연소는 어떤 형태의 공해를 나타나게 한다. 탄산가스, CO₂와 다른 가스는 세계 환경에 영향을 미치게 된다. 유황과 질산가스 그 자체나 그것들의 화학적 반응 후의 상태는 지역적 공해문제로 야기될 수 있다. 이러한 화학적 요소들은 산성비와 산성적 건조 기후로서 넓은 지역에 영향을 미칠 수 있다. 호수나 작은 수로의 토양 산성화는 토양과 지역적 환경이 한국과 유사하며 환경이 특히 산성화되기 쉬운 예를 들면 스웨덴과 같은 나라들에게 심각한 문제로 대두되고 있다.

산성화의 다른 면모는 건물, 자동차 등에서 발생하는 부식작용이다. 질산은 photochemical 산소를 형성시키며, 이 요소는 산성비와 함께 산림과 특정 농작물을 부식시킨다고 알려져 있

다. 지역적으로 볼 때 산소는 시야거리를 축소시키면 인체의 건강에 피해를 입힐 수 있다. 유독금속과 같은 다양한 화학적 요소의 분배는 환경에 심각한 영향을 미칠 수 있다.

건물난방은 다음과 같은 사실을 충분히 고려한 후 실행되어야 한다. 주거 혹은 “독립된 난방” 예를 들어 각 가정의 독립된 연료원은 대체적으로 석유나 석탄이다. 이러한 사실은 또한 작은 다 분포의 공해요인, “지역요인”이라 불리는 요인들이 있다는 것을 의미한다. 이 각의 요인은 공해 부담에 큰 영향이 없지만, 한 지역, 1 × 1 or 5 × 5 km²내의 ‘작은 굴뚝’들의 전부는 SO₂, NO_x, 금속, particulates 등의 상당한 양을 배출할 것이다. 각 가정의 배출통제나 세척기계의 설치는 물론 너무 비 경제적이다.

지역난방은 이러한 “독립된 난방”에 나타나는 환경문제들을 제거할 수 있다. 공해요인은 여러 가지 방법으로 제거될 수 있다. 다양한 연료원이나 그 질 뿐 아니라, 적용될 수 없는 경우도 있지만, 더 효율적인 연소작용, 그리고 거기에 따른 열 생산의 효율성, 예를 들어 연료필요의 감소들(즉 공해의 감소)이 성취될 수 있다. 큰 단위에 있어서는 분배통제의 배기세척이 더 용이하고 경제적이다. 굴뚝위치, 높이와 형태가 같은 건물의 디자인 또한 지역적 공해의 축소라는 전제에서 볼 때 완벽하게 활용할 수 있다.

스웨덴은 지역난방 사용의 경험이 많다. 지역난방의 도입을 1975년과 1982년 사이에 배로



증가했으며, 1982년에는 작은 상가들을 포함한 가정용 에너지소비의 약 15%를 담당했다. 물론 이 비율은 도시 지역에서는 더 높아 어떤 도시에는 50%까지 이른다. 1970년에서 1983년 사이에 스웨덴은 SO₂ 분배를 Ca 1,000,000톤으로 부터 70%가 줄어든 Ca 300,000톤으로 감소시켰다. 이 감소의 원인은 지역난방 체제의 확대에 대부분 이루어진 것이다.

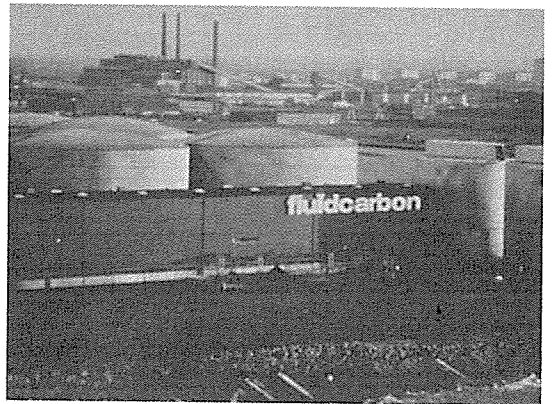
환경보존투자의 실질적인 손익비율은 물론 작성하기 어려운 자료이나 이에 대한 연구가 몇 번 시도되었으며 몇몇의 보고서도 제시된 바 있다. OECD(Organization for Economic Co-Operation and Development)은 여러번 이 주제에 관해 발표한 바가 있다.

공해에 의해 나타나는 직접적 피해는 매년 미화 수억달러로 나타나게 된다. 1970년대에 페인트, 세척, 부식에 든 비용은 영국화폐로 44억 8천만 파운드(1970기준)로 추정되었으며, 건강진료, 요양, 노동손실 등에 의한 간접비용은 당시에 75억 파운드로 추정되었다. 미국에서는 질산 공해만의 피해는 1968년에 1.6억 미국달러로 추정되었고 외의 3분의 1이 건강피해로 추정되었다.

OECD에 의한 보고연구자료는 1981년에 SO₂의 통제의 손익을 추정하려 했던 시도를 보여주고 있으며, 이 한정되었지만 잘 정리된 보고서의 결론에서 SO₂ 분배를 1977년 수준의 3분의 2로 낮추는 통제기술을 도입하는 데 드는 증액비용은 모든 24개 OPEC회원 국가의 국민 일인당 매년 12달러라고 밝혀졌다. 이는 1부터 6까지의 손익비율을 가져다 줄 정도로 경제적으로 긍정적인 결과를 초래하게 된다고 추정되었다. 그러나 산림의 산성화의 피해요인에 대한 최근의 연구결과는 포함되지 않았기 때문에 실질적으로 환경보존투자에서 얻은 이익이 더 많으리라고 예상된다.

◇공해 기상학

“위로 올라가는 것은 반드시 아래로 떨어지게



된다.” 공해 요인들이 굴뚝에서 나오면 환경요인에 의해 결정형태가 달라진다. 이러한 공해요인들은 바람에 휘날리고 대기 변동에 의해 흩어지며 태양열에 의해 변화되면서 비에 의해 땅에서 씻겨 나갈 수 있다. 결국에는 가스 결정체, 분무기 형태로 지표에 떨어지거나 깔리게 된다. 공해 기상학은 대기중에 발생하는 공해요인의 현상을 연구하는 학문이다.

환경은 복잡 다변화하는 체제이며 기상학은 이러한 환경과 그 현상을 다루는 학문인 것이다. 기상예보는 일반대중이 가장 흔히 접할 수 있는 기상학의 연구분야이다. 공해 기상학이란 환경에 있는 공해요소와 그 의존부문의 기상학적 영향의 연구이다.

공해요소의 영향은 시간과 공간적인 범위의 측면에서 이루어진다. 예를 들어 냄새란 약 몇 분동안 특정장소에서 나도 피해를 입히며 기후에 미치는 CO₂의 영향은 장기간동안 광범위한 지역으로 뻗을 수 있다. 물론 이러한 넓은 시간과 공간 범위에는 상이한 접근법이 사용되어야만 하나 실제로 사용되는 방법은 환경의 문리학과 화학을 지배하는 기본법칙에 의존하게 된다.

지역난방의 환경적 영향의 가장 우선적인 관심사는 “지역과 도시”난방이다. 복잡한 지형을 지닌 서울과 다른 한국도시는 또한 복잡한 분산요인을 지니고 있어 도시와 지방단위의 문제들이 그 초점이 될 것이다. 그러나 산성화의 지역적, 국가적 차원의 영향과 같은 문제들도 간과해서는 안된다. 이러한 영향은 그 고장의 조건

보다는 특정 분배물의 총합과 현존하는 기상학에 의존한다.

◇환경영향 평가

공해영향평가는 다음과 같은 단계를 포함한다.

- 발사 그 발사의 변화, 예를 들어 SO₂, H₂S, NO_x 등의 미점자,
- 분산패턴의 평가, 예를 들어 적절한 공해 분산모델과 투입 정보를 사용하여,
- 공해 기상학에 관한 완벽한 '지식'을 통한 객관적인 평가와 그 결과의 객관적 분석,
- 다양한 오염요인들의 추정된, 그리고 계산된 집중도의 영향에 대한 평가,
- 중요한 영향을 최소화시킬 수 있는 대안의 설정.

지역난방의 경우 첫 단계는 그 설계조건에 의존되어 있다. 예를 들어 난방될 지역, 연료 사용현황, 변동사항 그리고 이 변동사항이 그 고장의 분산 기상학에 미칠 영향뿐 아니라, 그 지역의 공해 요인에 관한 전망의 대안들도 중요하다. 다량 소규모의 요인들로부터, 위에서 지적되었듯이 지역적 요인들로부터 하나 또는 지역난방체제의 공장과 연관되어 있는 몇개의 요인들로 변화시키는 것이 그 지역의 공해 집중도를 변동시킬 것이다.

이 변화는 공해 분산모델을 사용하여 조사되어야 한다.

◇공해분산모델

공해 분산 모델을 이용한 조사에 필요한 투입 요인은 물리지리적 요인에 관한 정보인 방사자료와 기상학적 자료이다. 기상학적 자료중 매시간 또는 3 시간 간격의 객관자료는 인근 기상대로부터 구할 수 있으며 고공기상자료는 그 지역의 고공 기상대로부터 구할 수 있다. 만일 구할 수 있다면, 지역적으로 더욱 구체적인 기상학적 자료는 객관적 평가의 직접 투입요인으로

서 이용되거나 또는 주된 관심지역에 적용할 수 있는 자료로 사용될 수 있다. 서울의 기상학적 자료는 한국 천문학회협회를 통하여 구할 수 있다.

특정영향연구를 위해서는 그 주위에 예민지를 선정할 수 있다. 이러한 자리는 학교, 병원 또는 주택지역들의 근방이 좋으며 이 모델은 이러한 자리의 통계적 분산 추정치를 나타낼 수 있으며 시간당 SO₂의 99%이나 95%인 일간 최고 추정치 또는 월 평균 등이 당시에 필요한 법칙에 따라 계산되기 위해 추출될 수 있다. 지역난방도입의 여러 대안들의 지역적 영향을 비교해 보기 위해 유사분산 선을 지닌 지도가 그려질 수 있다. 모의 모델의 장점은 연관변화에 따른 변동사항의 추정 가능성에 있다. 즉 굴뚝의 위치나 높이 변화의 영향, 방사 양과 상이한 공장 작업에 따른 방사순서의 변화, 그리고 한 지역에 전 책임량에 비한 특정 요인의 영향 등이 측정 가능하다.

공기수준이 측정되었으며 자료가 용이한 경우 모델 결과를 실험하고 증명해 볼 수 있다. 서울의 경우 공기자료는 실험과 측정을 위해서는 가능할 수도 있다. 이 모델이 적절한 절대적 집중도와 분산치를 나타낼 경우 이는 그 추정 공해 요인과 지역에 적용될 공기 기준과 동일하게 적용될 수 있다. 공기 수준추정 분야에는 국제적으로 계속적인 연구와 발달이 이루어지고 있으며, 이는 사용되는 기준의 변화를 야기하게 된다.

더우기 특정 공해요인의 영향은 그 지역적 조건에 즉, 그 지역의 공해요인에 대한 감수도에 의해 좌우된다. 그러므로 다양한 유형의작물들이 다양한 공해요인에 다소 민감하며 석회석 지역은 산화 침전에 대해 특정 반응을 보인다. 이러한 면모도 환경영향 평가에 고려되어야 한다.

(문제 3의 해답)

다만 자매관계이다. 같은 해 1월과 12월에 태어났을 뿐이다.