

Risk Reduction을 위한 대기공학적 접근방향

서울시립대학교 환경공학부
김 신 도

1. 대기오염의 공학적 접근

대기오염의 공학적 접근은 대기오염물질의 오염도 저감 방법을 연구하는 분야로서, 대기오염물질의 발생을 억제하고 발생된 오염을 처리하는 기술과 장치를 개발하는 분야이다. 우리나라의 대기오염은 특히 대도시 및 공단지역에 대기오염물질을 배출하는 오염원(교통, 각종시설, 공장 등)이 집중되어 있는 형편이어서, 주된 오염원의 발생자체를 억제하는 청정기술의 개발이 집중적으로 필요한 특성을 갖고 있다.

대기오염이 우리에게 영향을 주기까지의 과정을 살펴보면, 먼저 각종 산업활동이나 일상 생활, 또는 이를 위하여 간접적으로 에너지를 사용하게 되고, 이에 따라 오염원(source)에서 대기오염물질이 배출된다. 따라서 자연에너지(태양열, 태양광, 조력, 지열, 풍력 등)의 이용, 에너지의 절약은 절약된 만큼 대기오염물질을 배출시키지 않으므로 대기오염을 방지하는 최선의 방법이며 항시 우선 검토되어야 한다. 그러나 현대인은 에너지의 공급없이 현재의 문명생활을 향유할 수 없으며, 아직까지는 대기오염물질을 배출하지 않는 완벽한 연소기술을 보유하지 못하여 불가피하게 대기오염물질이 배출된다. 따라서 이렇게 배출된 오염물질을 방지장치를 이용하여 오염물질을 제거하게 된다. 각종 대기오염물질의 특성에 따라 여러 가지의 대기오염방지장치가 선택되어 진다. 그러나 이것 역시 완전하게 제거할 수 없으므로 어느정도 대기로 방출하게 된다. 마지막으로 대기오염물질이 인간에게 피해가 되지 않도록 미기상을 이용하여 희석시키는 방법이 이용되고 있다. 또한 굴뚝의 조건이나 배출조건을 조정하기도 한다.

2. 대기오염과 위해도

위해도 감소(risk reduction)의 개념은 국내에서는 아직 생소하다. 그러나 환경공학기술이 왜 필요한지를 생각해 보면 간단하다. 위해도가 나타나고 이런 피해를 줄이는 방법은 의사 선생님들이 이미 병에 걸린 환자를 치료하는 것과 같다. 그러나 최근의 의학이 치료보다는 예방을 중시하고 있듯이 대기오염문제에서도 위해도가 나타나지 않도록 대기오염을 낮추야 하며, 이 책임은 공학하는 사람들이 적극적으로 분담해야 한다고 생각한다.

현대사회에서 필수적인 청정기술의 개발과 사회에 적용되기까지는 엄청난 비용이 요구되는데, 많은 비용을 지불하면서 환경오염의 처리에 몰두하는 까닭은 모두 인간과 생태계

의 안전을 보전하기 위해서이다. 따라서 위해도 감소는 오염물질의 건강 위해(health risk)에 대한 관리의 구체적인 실천방안으로 이해되어야 한다. 즉, 어디까지가 안전한가라는 물음에 과학적으로 대답해 나가는 과정이 위해성 평가이며, 안전(safety)에 대한 반대 개념인 위해의 측면에서 정량적으로 검토하는 과정인데, 평가된 결과는 사회가 허용할 수 있는 수준(모든 오염물질을 제로화시킬 수는 없기 때문)의 범위 내로 끌어내릴 수 있도록 관리되어야 한다. 또한 그 관리방안의 구체적인 방법론이 공학으로써 이것이 대기공학의 구체적 목표가 되는 것이다.

기준설정은 이러한 위해성, 기술력, 경제력 속에서 모두의 합의속에서 정해지고 관리되어야 하나 이제까지 우리는 외국의 수치에 의존하여 충분한 검토없이 수정 보완되어져서 기준치의 타당성에 대한 면밀한 재검토가 요망된다. 따라서 위해성평가와 위해도관리는 연결선 상에서 다루어져야 한다. 그러나 우리나라의 경우 학제간의 연구풍토 조성이 미숙하여 조화를 이루어 내지 못하고 있는 실정이다. 이러한 측면에서 위해도 저감을 위한 환경보건기술과 환경공학기술의 접목이라는 오늘 주제는 매우 의미가 있다고 하겠다.

3. 위해도에 대한 공학적 접근

가. 위해성 확인

이 분야에 대해서는 공학적인 접근이 가장 어려운 부분으로 지금까지도 외국의 자료에 의존하고 있다. 우선은 각국의 역학 정보 등을 최대한 이용하는 것이 바람직하다. 그러나 새로운 기술의 개발, 신소재 개발 등에서 위해성이 확인된 재료나 공정을 피하는 방법이 요구되며 이를 특히 청정기술(clean technology)이라고 한다.

나. 위해성 평가(환경노출평가)

위해성이 확인된 물질에 얼마만큼 노출되어 있는가를 기간별·농도별로 평가하여야 하며 이때에 정확한 측정과 분석기술(QA/QC)이 절대적으로 요구된다. 또한 이러한 노출 결과가 실제로 어떻게 영향을 미치는가를 연결시키는 Bio-marker에 대한 연구도 절실히 요구된다.

다. 위해도 결정(목표설정)

정책이나 실천을 위해서는 목표(goal)를 결정하고 그 방향으로 기술과 여건을 결집하여야 한다. 이 목표는 공학보다는 보건학적, 사회적인 측면에서 결정되는 경우가 많다. 때로는 불가능 할 수도 있다. 이럴때 합리적으로 서로의 양보를 과학적으로 이루어내야 한다.

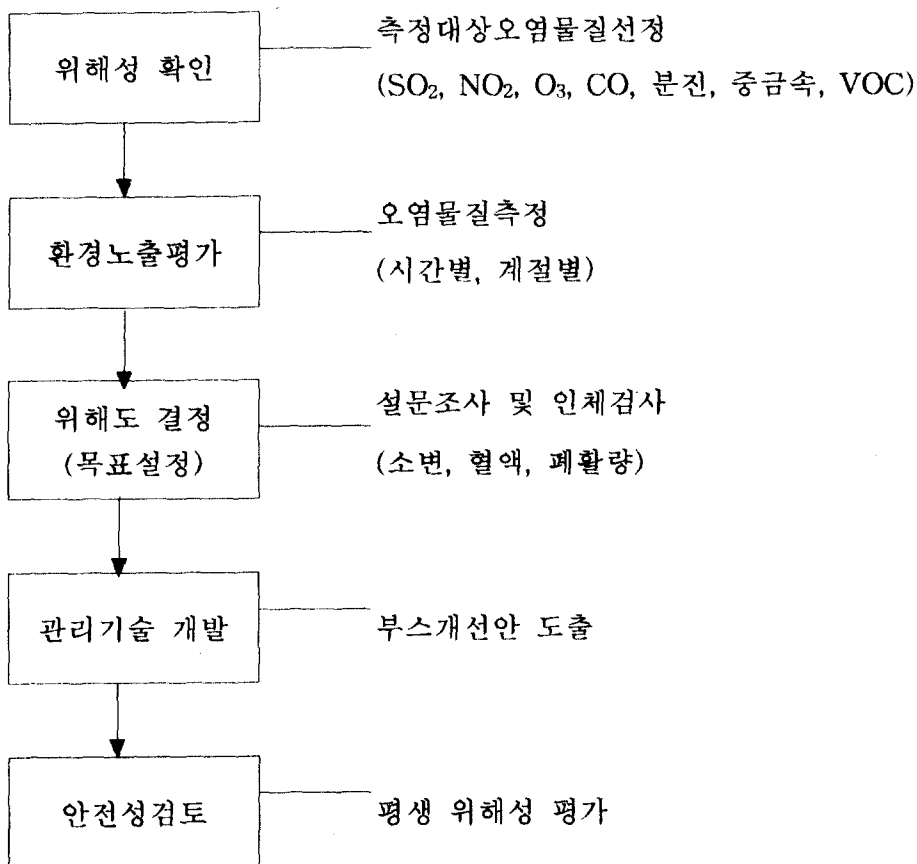
라. 위해성 관리 기술

목표가 설정되면 이를 실행하기 위하여 각 유해물질의 특성에 따라 배출저감기술과 처리기술의 개발이 필요하다. 최근에는 여기에 BACT, RACT 등의 개념이 도입되고 있다. 배출허용기준 만족의 피동적인 대응에서, 기술개발을 통한 능동적이고 적극적인 대응이 요구되고 있다. 이러한 능동적인 노력이 보상받지 못한다면 환경공학기술의 발전도 기대할 수 없다.

또한 사고 등으로 인한 긴급상황으로 충분한 처리가 부족한 때에는 경보, 예보 및 유출 사고 등을 대비한 교육, 훈련, 홍보도 병행되어야 피해를 최소화 할 수 있다.

4. 공학적 위해성 연구의 일례

현재 우리연구실에서는 “고속도로 요금소 근무자의 환경 개선 방안”이라는 연구를 통해 이를 적용하고 있다.



먼저 자동차와 도로변에서 문제될 수 있는 오염물질을 선정하였다(SO₂, NO₂, O₃, CO, PM-10, TSP, 중금속, PAHs 등)

두 번째로 이들 오염물질을 요금소와 그 근방까지 조사하여 환경을 파악하였다. 또한 근무자의 소변검사, 혈액검사, 폐활량검사를 통하여 실제로 받고 있는 영향과 계속 근무하였을 때를 기준으로 평생위해도를 검토하여 근무자들의 건강에 해를 주지 않는 수준을 위해 측면에서 예측하여 처리수준의 목표를 정한다.

세 번째로 부스의 개량, 공기정화시스템의 도입 등, 목표를 달성하기 위한 공학기술을 이용하여 부스를 디자인한다.

네 번째로 이러한 기술이 도입된 후의 저감된 상태에서의 영향을 평가하여 안전성을 확인한다.

5. 결론

이러한 연구는 근시안적으로 본다면 초기비용이 많이 들고 굳이 하지 않아도 되는 낭비라고 생각될 수 있다. 특히 비용을 지불해야 하는 입장에서는 더욱 그럴 수 있다. 그러나 장기적인 차원에서 보면 초기의 신중한 검토가 더욱 필요하다고 생각된다.

오늘날 시행되고 있는 많은 공학기술의 개발이 이러한 평가 없이 이루어지고 있다는 측면에서 그 효율성과 안전성이 우려된다.

그렇기에 환경보건기술과 공학적인 만남은 하루 빨리 이루어져야 하는 필연적인 과제일 수 밖에 없다고 생각된다.

참고문헌

1. 환경위해성평가 및 관리기술 - 대기오염물질의 위해성평가 및 관리기술. 연세대 환경 공해연구소/환경처 9-6-1, 제 2단계 2차년도 연차보고서, 1997
2. 김종석, 안승구. 중금속 위해성 평가에 관한 연구. 한국대기보전학회지 1992 ; 269-276
3. 신동천, 임영욱, 박성은 등. 교통혼잡지역의 대기부유분진중 유기혼합물에 의한 발암위해성평가. 한국대기보전학회지 1996 ; 12(5): 567-576
4. 환경위해성 관리를 위한 정책결정에 관한 국제세미나. 한양대학교 환경 및 산업의학연구소/국회환경포럼

5. Brown CC, Chu KC, 1983a. Approaches to epidemiologic analysis of prospective studies : example of lung cancer and exposure to arsenic. In: Risk assessment: proceedings of the SIMS conference on environmental epidemiology; June 28-July 2, 1982. Alta, UT: SIAM Publication
6. Enterline PE, Marsh GM. Mortality among workers exposed to arsenic and other substances in a copper smelter. *Am J Epidemiol* 1982; 116: 895-910
7. Frederica PP and Ahmed AK. Respirable particles US EPA 1974 office of air and waste management office of Air Quality Planning and Standard. Research Triangle Park, EPA-450/2-74-022. 1974P
8. IARC. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risk to humans. Tobacco smoking. Vol 38 Lyon, France
9. Sexton K, Callahan MA, Bryan EF, Saint CG, Wood WP. Informed decisions about protecting and promoting public health: Rationale for a National Human Exposure Assessment Survey. *J Expos Anal Environ Epidemiol* 1995; 5(3): 233-256
10. US EPA. Exposure factors handbook, Office of Health and Environmental Assessment. EPA/600/8-89/043. 1990
11. US EPA. Risk assessment guidance for superfund volume I : Human health evaluation manual (Part A). Office of Emergency and Remedial Response. EPA/540/1-89/002. 1989