

Review on the Air Quality Modeling in Environmental Impact Assessments

김석철·이영수·이찬호

한국환경정책·평가연구원(KEI)

1. 머리말

1982년 국내에서 환경영향평가제도가 시행되기 시작한 이후 대기질 환경영향평가(이하 대기질평가로 약칭)를 위한 대기확산모델은 나름대로 꾸준히 발전해 왔고, 일관성 있는 대기질평가 수단으로서의 중요한 역할을 해왔지만, 한편으로는 천편일률적인 모델적용으로 인한 문제점이 지적되기도 하였다(장영기와 송동웅, 1996). 오염물질이 대기 중으로 퍼져나가는 데 큰 영향을 미치는 국지기상이나 사업입지의 지형적 특성, 혹은 사업으로 인한 대기질영향의 심각도 등을 적절히 고려하지 않은 채 획일적으로 모델링이 이루어질 때, 대기질평가는 부실할 수밖에 없다. 본 연구에서는 사업특성별로 대기확산모델의 사용현황을 조사하고, 모델사용의 각종 문제점들을 분석하고 개선방안을 모색하였다(김석철 등, 1998).

2. 사업별 모델적용 사례

본 연구에서는 두 가지 방법을 통하여 국내 환경영향평가지의 대기질 모델링의 현황을 조사하였다. 환경영향평가 용역업체를 대상으로 1990년 이후 시행된 환경영향평가 대상사업에 대하여 설문조사를 실시하였고, 동시에 최근('97.9~'98.5)에 작성된 대기질중점사업에 대한 환경영향평가를 직접 검토하였다. 설문조사는 환경부 및 지방환경청에 등록된 104개 용역업체를 대상으로 실시하였으며, 설문 내용은 해당 용역업체에서 평가사로 작성한 1990년 이후의 사업이름과 사업특성을 파악하는데 필요한 질문 그리고 단기 및 장기 모델에 대한 질의로 구성하였다. 조사대상기간은 평가서 작성년도를 기준으로 1990년 1월부터 설문조사를 완료한 1998년 4월에 해당한다. 총 64개 업체가 설문에 응했으며, 이 설문조사를 통하여 파악된 사업의 수는 679건이었다. 1990년 이후 1998년 11월까지 협의완료된 사업총수는 약 1300여건으로 설문 조사된 사업은 전체 사업의 52%에 해당한다. 설문조사만으로는 사업명, 적용모델 등의 전반적이고 피상적인 현황과외에는 불가능하므로 모델적용현황을 보다 심층적으로 분석하기 위하여 1997년 9월 KEI 설립 이후 1998년 5월 말까지 접수된 환경영향평가서 250여건 중에서 대기질영향이 큰 사업 30건에 대한 환경영향평가서를 별도로 검토하였다. 사업입지, 오염물질 배출량, 종류 및 주변지역 현황 등에 대한 직접적인 검토를 통하여 대기확산모델의 적용현황과 문제점을 자세히 분석하였다. 그림 1과 그림 2는 설문 조사된 사업 및 30여건의 대기질 중점사업에 대하여 단기모델의 적용현황을 나타낸 것이다. 사업에 있어서 대기질이 중요도와 무관하게 TEM이 절반이상의 사업에서 적용되고 있다. 그림 3은 사업별로 모델사용 빈도를 나타낸 것이다. 각 격자점 안에서 점의 개수는 표준화된 사용빈도에 해당한다. 여기에서 모델 적용은 사업의 종류와도 대체로 무관하게 이루어졌음을 볼 수 있다. 장기모델에 대한 조사결과도 단기모델의 경우와 유사한 양상을 보였다.

3. 대기확산모델 적용상의 문제점

모델사용현황 조사를 통해 나타난 국내 대기질평가 모델링의 특징은 모델의 선정 및 적용이 지극히 획일적으로 이루어진다는 점이다. 모든 경우에 적용할 수 있는 전천후 대기확산모델은 현재 없다. 여러 가지 다양한 모델이 사용되는 가장 큰 이유는 각 모델마다 적합한 경우가 다르기 때문이다. 그럼에도 불구하고 소수의 모델이 획일적으로 사용되어 왔다는 사실은 지금까지 이루어진 국내 대기질평가에 상당한 문제점이 있다는 것을 시사하고 있다. 획일적인 모델링으로 인한 심각한 문제점은 지형특성에 대한 고려가 불가능하다는 점이다. 우리 나라에서는 환경영향평가 대상사업지가 평탄한 지역보다는 지형 변화가 심한 곳이나 해안에 위치하는 경우가 많다. 또한 소각장과 같은 사업은 도시근교에 위치함으로써 빌딩근과 같은 인공구조물의 영향권에 위치하는 경우가 많다. 지형은 기류나 혼합고의 발달 등에 강

한 영향을 주기 때문에 대기중의 오염물질 확산은 지형에 매우 민감하게 영향을 받는다. 따라서 모델의 선택과 사용에 있어서 지형특성을 고려하는 것이 매우 중요하다. 특히, 국내의 경우 지형적인 영향이 큰 경우가 빈번함을 고려할 때 지형적인 영향을 제대로 고려하는 것이 대기질평가 모델링에 있어서 가장 중요한 관건 중의 하나라고 판단이 된다. 복잡지형이 대기오염물질의 확산에 미치는 영향은 지형에 따라 매우 다양하여 각 경우마다 독특한 특징이 있다. 따라서 복잡지형에서 발생하는 모든 확산현상을 유형화하여 분류하는 데는 한계가 있지만, 국내 대기질평가와 관련하여 대표적인 주요 현상들을 파악하고 분류하는 것은 필요한 작업이다. 특히 오염확산이 평탄지형 혹은 단순한 연기중심선 변형을 통한 가우시안 모델링 패턴을 크게 벗어나는 경우에는 복잡지형에 의한 영향이 반드시 고려되어야 한다. 복잡지형에서 발생하는 주요 현상으로 △연기충돌(plume impaction), △연기간힘(trapping), △빌딩 혹은 산지의 세류(down-wash), △연기침강(fumigation)을 들 수 있다. 특별히 대기질평가시에 이러한 현상들을 고려해야 하는 중요한 이유는 일단 발생할 경우 현재지 높은 지상농도영향이 수반되는 것이 일반적이기 때문이다.

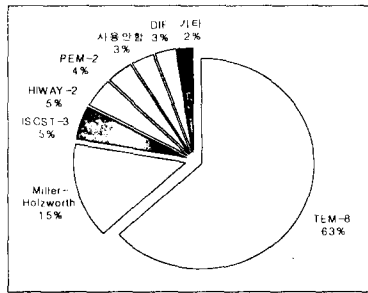


Fig. 1. Short-term model statistics

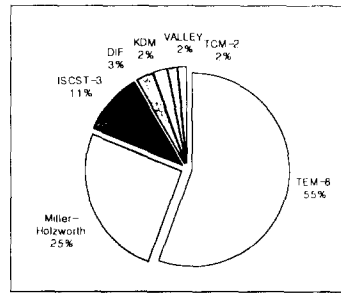


Fig. 2. Short-term model statistics
(from projects of significant air quality impact)

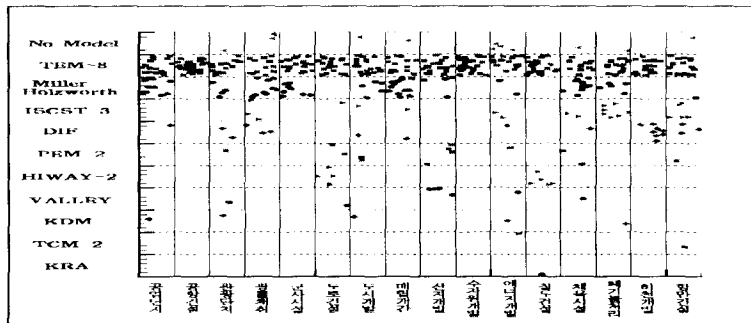


Fig. 3. Scatter diagram for the short-term model usage versus projects

4. 개선방안: 예비검토모델

그 중요성에도 불구하고 연기충돌, 간힘, 세류, 연기침강 등의 복잡지형의 영향을 정확하게 분석할 수 있는 대기질평가용 모델은 아직까지 없다. 이는 이러한 현상에 수반되는 난류 에디(eddy)의 운동을 완전하게 추적하기에는 수퍼컴이라 할지라도 그 계산역량이 턱없이 부족한 등 여기에는 쉽사리 극복할 수 없는 모델링 기술의 한계가 있기 때문이다. 한마디로, 현재의 기술로는 정확한 분석이나 예측을 하기에 현상이 너무나 복잡하다고 할 수 있겠다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 향후 국내뿐 아니라 국외의 장기적이고 지속적인 연구노력이 요구된다. 그러나 이러한 현상과 모델링 기술간의 현격한 괴리 외에도 우리나라에는 또한 모델링 수준의 낙후성으로 인한 문제가 있다. 현재의 국내 대기모델링 기법을 외국

과 비교할 때 아직까지도 상당한 정도의 수준 차이가 있는 것이 사실이다. 지금까지 대기확산 모델링에 이용된 여러 모델(특별히 수치모델) 가운데 국내에서 완전히 독자적으로 개발된 모델의 수가 매우 적다는 사실은 이 분야에 보다 많은 투자와 연구자의 분발을 요구하고 있다. 외국 모델을 국내 여건에 맞도록 적용하는 것은 오랜 개발기간과 비용을 부담하지 않고도 우수한 모델을 당장 활용할 수 있다는 장점이 있기 때문에, 앞으로도 외국 모델의 도입은 계속될 것으로 보인다. 그러나, 수치모델과 같은 정교한 예측도구를 충분히 활용하고 더 나은 형태로 개선하기 위해서는 국내에서도 독자적인 모델을 개발하는 것이 필요하다는 것은 제론의 여지가 없다. 자체적인 기술투자를 하지 않고 외부기술을 사오기만 하는 기업이 일정 수준 이상으로 성장하기 어려운 것처럼, 독자적인 모델개발 노력이 없이는 국내 대기모델링의 근본적인 발전은 기대하기 어렵다. 그러나, 이러한 독자적인 모델개발 노력은 짧은 기간 내에 뚜렷한 성과를 기대하기는 어려우며, 오히려 모델링 기반기술의 확립이라는 측면에서 연구소나 대학을 중심으로 장기적으로 추진되어야 할 것이다. 이에 반하여 국내 대기질평가의 현실은 연기총독, 간헐, 세류, 연기침강과 같은 복잡한 현상들에 대한 실제적인 답을 지금 필요로 하고 있다는데 당면한 어려움이 있다.

본 연구에서는 이러한 국내 대기질평가에 대한 당장의 개선방안으로 예비검토모델(screening model)을 제안한다. 복잡지형에서의 대기질 영향을 정확하게 예측 혹은 분석하는 것은 기술적으로 (불가능하지 않다면) 난해한 작업이며 상당한 비용이 요구되는 일이기도 하다. 따라서 모든 사업에 대해서 동일하게 심도 깊은 평가가 이루어져야 한다면 대기질평가는 대단히 비현실적인 것이 되고 말 것이다. 대기질평가의 깊이를 더하기 이전에 우선 간편일률적인 대기질 평가가 적절한 형태로 차등화되어야 한다. 이런 평가방식의 차등화에 대한 구분 기준은 사업이 대기질에 미치는 영향정도가 되어야 한다. 사업의 시행이 대기질에 미치는 영향정도를 먼저 간단한 형태로 예비 검토한 후, 대기질 영향이 심각할 것으로 판단되는 경우에 한해서 보다 세부적인 대기질평가를 시행하여야 한다. 이 경우 세부적인 대기질 평가는 각종 지형적 영향 등을 충분히 검토할 수 있도록 지금까지 획일적으로 이루어진 기준의 대기질평가보다 심도 깊게 진행되어야 할 것이다. 예비검토결과 대기질 영향이 중요하지 않은 사업에 대해서는 더 이상의 대기질평가를 하지 않음으로써 불필요한 평가기간을 단축시키고 평가경비 또한 절감할 수 있다. 예비검토모델(screening model)은 바로 이러한 예비 검토를 위해서 개발된 것으로, 평탄지형은 물론 정교한 분석이 매우 어려운 연기총독, 간헐, 세류, 연기침강 등에 적용 가능한 모델이 고안되어 외국에서는 현재 활용되고 있다(US EPA, 1992, 1995, 1996). 예비검토모델의 주목적은 사업시행으로 발생할 수 있는 최악의 대기질 영향을 간편한 방법으로 계산하는데 있다. 예비검토모델의 실용성은 최악의 영향을 간단한 과정을 거쳐 구할 수 있다는 점에 있다. 간편한 방법을 적용한 만큼 모델링 결과의 정확도는 낮으나, 예비검토모델을 통해 산출된 대기질농도는 과대 평가된 값으로 매우 보수적이기 때문에 예비검토모델에 의한 대기질 영향이 근소할 것으로 평가되었다면 더 이상의 정교한 대기질 평가는 불필요하다. 국내 적용을 위해 예비검토모델에 대한 모델링 전문가들의 검토가 요구된다.

참 고 문 헌

- 김석철, 이상돈, 이영수, 이찬호, 박영민, 최준규, 박석순, 김강주, 정경태, 정원무, 조홍연, 진재율, 채장원 (1998) 「사업특성별 환경영향평가를 위한 모델의 비교연구」, KEI 연구보고서 KEI/1998/RE-28
- 장영기, 송동웅 1995. 국내 대기오염모델링의 현황과 과제, 한국대기보전학회지, 제11권 제1호(1995), pp.1-14
- U.S. Environmental Protection Agency, 1992. Screening Procedures for Estimating the Air Quality Impact of Stationary Sources(Revised)(1992), US EPA Publication No. EPA-454/R-92-019 (NTIS No. PB 93-219095)
- U.S. Environmental Protection Agency, 1995. SCREEN3 Model User's Guide, EPA Publication No. EPA-454/B-95-004
- U.S. Environmental Protection Agency, 1996, Guideline on Air Quality Models(Rev.)(1996). EPA-450/2-78-027R