

### 3B1) 도시지역 대기질 관리를 위한 대기환경용량 산정 기법

## Methodology of Atmospheric Environmental Critical Loads for the Management of Urban air quality

김정수 · 박일수 · 이석조 · 김민석 · 김록호 · 유철

국립환경연구원 대기연구부

#### 1. 서론

본 연구에서의 대기환경용량(Atmospheric Environmental Critical Loads, 이하 CL 이라 약칭함)이란 "어떤 지역의 대기질에 어느 일정수준 이상의 피해를 주지 않고 그 수준을 유지할 수 있는 정도의 대기오염물질의 부하량"으로 정하였다(김정수 등, 2001).

환경용량을 파악하는 것은 현재의 환경질의 수준을 가능하고 개선해야 할 양 및 위치 등에 대한 구체적인 정보를 제공하게 되는 체계적인 접근 방법이라 할 수 있다. 그러나 이와 관련된 국내외의 적용 사례가 거의 없는 실정이다. 캐나다의 연구(Chul-Un Ro & Robert Vet, 1999)에서는 호소수의 산성화 방지 대책으로서, 95%의 호소수가 pH 6.0 이하가 되지 않기 위한 황산염의 wet deposition 양을 CL로 정하여 조사한 바 있고, 태국(Towprayoon et al., 2001)에서는 수년전 경제난국시 황화합물의 변화가 자연환경의 부식 등과 연관지어 CL에 미치는 영향 연구에 적용하였다. 본 연구에서는 대기환경용량산정에 대한 방법론을 제시하고자 하였으며, 향후 이와 관련된 다양한 연구가 이루어지기를 기대한다.

#### 2. 연구 방법

##### 2.1 접근 방법

대기환경용량을 산정하기 위해서는 우선 대상물질을 선정하여야 하고 달성하고자 하는 수준의 목표농도를 설정하여야 한다. 대기환경기준은 정부 등 행정기관이 달성하고자 하는 정책목표의 개념이 강한 경우에 적절하고 보다 개선할 필요가 있는 경우에는 환경기준의 80% 수준, 또는 1/2, 1/3 수준 따위의 그 지역에 적합한 새로운 기준을 정할 수 있다. 즉, 전체 대기환경에서의 총 대기환경용량( $CL_{total}$ )은 각 오염물질의 환경용량의 합( $CL_p$ )으로 나타낼 수 있을 것이다.

$$CL_{total} = \sum CL_p \quad (1)$$

여기서 중요한 사실은 대기 중 농도만으로는 환경기준 초과여부만을 알 수 있을 뿐 CL을 알 수 없다는 점이다. 즉, 그 지역의 CL 기준치(예를 들어, 환경기준)를 만족할 수 있는 배출량을 구하여야 한다. 이는 대기질 개선을 위한 관리대상은 농도가 아닌 배출량이어야 하기 때문이다. 따라서 어떤 물질의 농도가 기준치를 초과하고 있고, 이를 배출량의 형태로 변형하면 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$\text{Exceedance}(C) = \text{Situation}(C) - CL(C) \quad (2)$$

$$\text{Exceedance}(E) = \text{Situation}(E) - CL(E) \quad (3)$$

여기에서  $CL(E)$ 는 배출 후  $CL(C)$ 가 되는 최대 배출량을 의미하며 배출 후 확산·이동 및 화학과정을 거치기 때문에 서로 비선형 관계이므로 수치모델 등을 이용한 접근이 필요하다.

또한 대기오염물질은 다양한 배출원에서 방출되므로 각 배출원의 파악이 필요하다. 외부 유입 분보다는 자체 배출원의 관리가 우선 이루어져야 하고, 자연 배출원보다 인위적인 활동에 의한 배출량을 감축하는 것이 효과적이다. 인위적인 배출원 중에서는 가정난방과 같이 불특정 다수인 소형 배출원보다는 배출특성이 명확하고 개선 정책의 적용이 용이한 대형 배출시설을 주요 대상으로 하고, 대형시설 중에서도 업종별로 배출 저감시 충족도 및 경제성, 기술적 난이도 등을 검토하여 유리한 분야부터 검토하는 것이 바람직하다. 모델링을 통하여 대기환경용량을 산정할 경우에 모든 배출시설을 동시에 입력하여 계산하게 되면 업종별/업소별 특징을 구분하기 곤란해진다. 따라서 이와 같은 문제점을 해결하기 위해서

는 다음과 같은 방법을 사용하여야 할 것이다.

첫째, 대상지역에 대하여 대권역, 중권역, 소권역 등으로 구분하여 구역별 특성을 고려한다.

둘째, 배출시설의 규모별로 산정함으로써 대형시설에 대한 기여도를 명확히 한다.

셋째, 배출시설의 활동특성이 유사한 업종별로 산정하여 대기정책 적용의 효율을 높인다.

## 2. 2 모델링 방법

환경용량 산정을 위한 모델링은 오염농도를 알고 배출량을 추정해야 하는 일종의 역모델링의 기법이므로 배출량 입력의 경우의 수는 사실상 무한히 많다. 따라서 본 연구에서는 방법론을 중심으로 검토하기 위한 것이므로 기술적인 입력자료 준비와 모델링 자체의 계산 시간을 줄이기 위하여 간단히 도시지역용 가우시안 모델을 활용하였다. 대상물질은  $\text{NO}_2$  와  $\text{PM}_{10}$ 으로 하였고 2000년의 수도권지역 배출량자료(환경부, 2002)를 이용하였다. 예비모델링으로서 수도권지역의 기상조건을 고정시키고 일정한 지역에서 고르게 배출되는 경우 배출량과 농도간의 관계를 파악하여 기초자료로 활용하였다. 다음 단계로써 수도권지역의  $1\text{km} \times 1\text{km}$  간격의 면오염원자료와 지점별 점오염원자료를 입력하여 모델링을 수행한 후 목표농도를 초과하는 지점 부근의 고배출량을 삭감하면서 반복적으로 모델링을 하여 목표 수준을 달성할 수 있는 적정 배출량을 도출하고자 하였다.

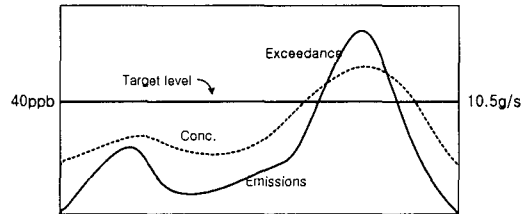


Fig. 1. Basic estimation scheme for critical loads

## 3. 결과 및 고찰

목표 대기질 수준을 달성하는데 필요한 적정 대기오염 배출량을 도출하기 위한 대기환경용량 산정 방법론에 대하여 검토하였다. 확보된 격자별 배출량을 이용하여 모델링을 수행한 후 목표 기준치를 초과하는 지점의 배출량을 삭감한 후 모델링을 반복하여 달성 여부를 반복 확인하였다. 모델링은 업종별로 구분하여 실시함으로써 업종별 기여율과 삭감 우선순위를 판단할 수 있도록 하여야 하며, 대상지역을 소분류까지 구분하여 고배출지역과 청정지역간의 배출 허용량을 차별화 하여야 한다는 기본 골격하에 수행하였다. 수도권지역의 토지이용에 따른 소구역별 한계배출량을 가정하여 계산한 예비 연구결과 연간 환경기준치의 80%수준을 달성하기 위하여  $\text{NO}_2$  는 291,983ton/y를,  $\text{PM}_{10}$ 은 81,262ton/y만을 배출해야 하는 것으로 추정되었다. 이 결과로 수도권지역은 면오염원(특히 자동차)에 의해 일정수준 이상의 오염도를 유지하게 되고 대형배출시설에 의한 배출 국지적인 오염도가 최고 농도를 결정하게 됨을 의미함. 따라서 전반적인 대기질 개선을 위해서는 자동차를 중심으로 면오염원 관리를 해야하고, 고농도 개선을 위해서는 점오염원 관리가 중요함을 의미한다. 또한 배출총량도 중요하지만 배출원의 재배치를 통해 고농도 발생 다발지역에 대한 관리도 한 방법이 될 수 있음을 시사한다.

## 참고 문헌

- 김정수, 박일수, 정일록, 김상균, 김병곤, 유철, 김록호(2001) 도시지역 대기질 관리를 위한 대기환경용량 산정연구(I) : NIER No. 2001-15-607
- 환경부(2002) 대기오염물질 배출량, 대기보전정책지원시스템
- Ro Chul-Un and Robert Vet,(1999) Acid wet deposition and critical loads in eastern Canada. proceedings of fifth international joint seminar on regional deposition processes in the atmosphere, 12~16 October, 1999, Seoul, Korea, 227~234
- Towpryoon, S., J. Milindalekha, and V.N. Bashkin, (2001) The impact of economic crisis on the exceedance of sulfur critical loads in Thailand, proceedings of 7th international joint seminar on the regional deposition processes in the atmosphere, November 20-22, 2001, Tsukuba, Japan. 58~65