

PA32) 대구지역에서 배출된 1998년과 2004년의 대기오염물질배출량 비교 연구

박명희*, 박민수, 김해동
계명대학교 환경방재시스템학과

1. 서 론

현대사회는 산업의 발달과 도시의 광역화 및 자동차 대수의 증가 등으로 대기오염이 심각한 사회문제로 대두됨에 따라 쾌적한 대기환경을 유지하기 위한 국민들의 욕구가 날로 증가되고 있으며 그 원인 물질도 다양해지고 있다. 이러한 도시지역의 대기오염현상은 그 지역의 인구분포, 토지이용현황, 교통현황, 산업 활동의 종류 및 규모 등과 같은 시·공간적 특성과 밀접한 관계를 갖는다.

대기오염현상을 정확히 평가하고 효과적인 대기오염관리 정책을 수립하기 위해서는 대기오염발생에 원인이 되는 각종 배출원에 대한 정확하고 신뢰성 있는 정보가 필요하다. 뿐만 아니라 정확히 산출된 대기오염물질배출량의 변화경향 조사를 통해 오염원별 배출량을 줄이는 개선방안을 모색하지 않고서는 삶의 질을 높이는 어렵다.

이러한 배경으로 본 연구에서는 대구지역을 대상으로 1998년과 2004년의 대기오염물질배출량을 비교함으로써 오염물질별 배출변화 경향을 제시하였다.

2. 대상지역 및 연구방법

2.1. 대상지역

분석된 영역은 Fig. 1에 제시된 바와 같이, 동경 128°21'~128°46' 북위 35°36'~36°01'으로 동서36km, 남북 27km의 영역이다.

대구시의 기후와 자연환경은 다른 지역에 비해 특색이 많다. 대구시 북쪽에는 팔공산 등 높은 산줄기가 여러 곳으로 뻗어 병풍처럼 둘러싸여 있고, 남쪽에도 비슬산 줄기와 여러 개의 높은 봉우리가 존재하며, 남서방면에는 와룡산이 위치하고, 그 사이를 금호강과 신천이 흐르고 있는 분지 지형이다. 이러한 이유로 대구는 기온의 일교차가 크고, 강수량이 다른 지역에 비해 적은 내륙분지형 기후를 나타낸다.

2.2. 연구방법

1998년의 대기오염물질배출량은 대구 지역을 나타낸 1:25000의 지도를 이용하여 TM (Transverse Mercator) 좌표에 따라 1km×1km의 격자로 나누어 각 격자 내에 존재하는 점·선·면 오염원을 대상으로 배출되는 아황산가스(SO_2), 일산화탄소(CO), 질소산화물(NO_x), 미세먼지($PM-10$)의 배출량을 산정하였다. 사용된 자료는 대구시의 통계연보, 교통조사자료집, 건설교통부의 도로별 통계연보 등이다. 배출계수는 국립환경과학원에서 제공하는 자료를 활용하였다. 배출량 산정방법은 면 오염원은 식(1~2), 선 오염원은 식(3), 점오염원은 식(4)을 이용하였다.

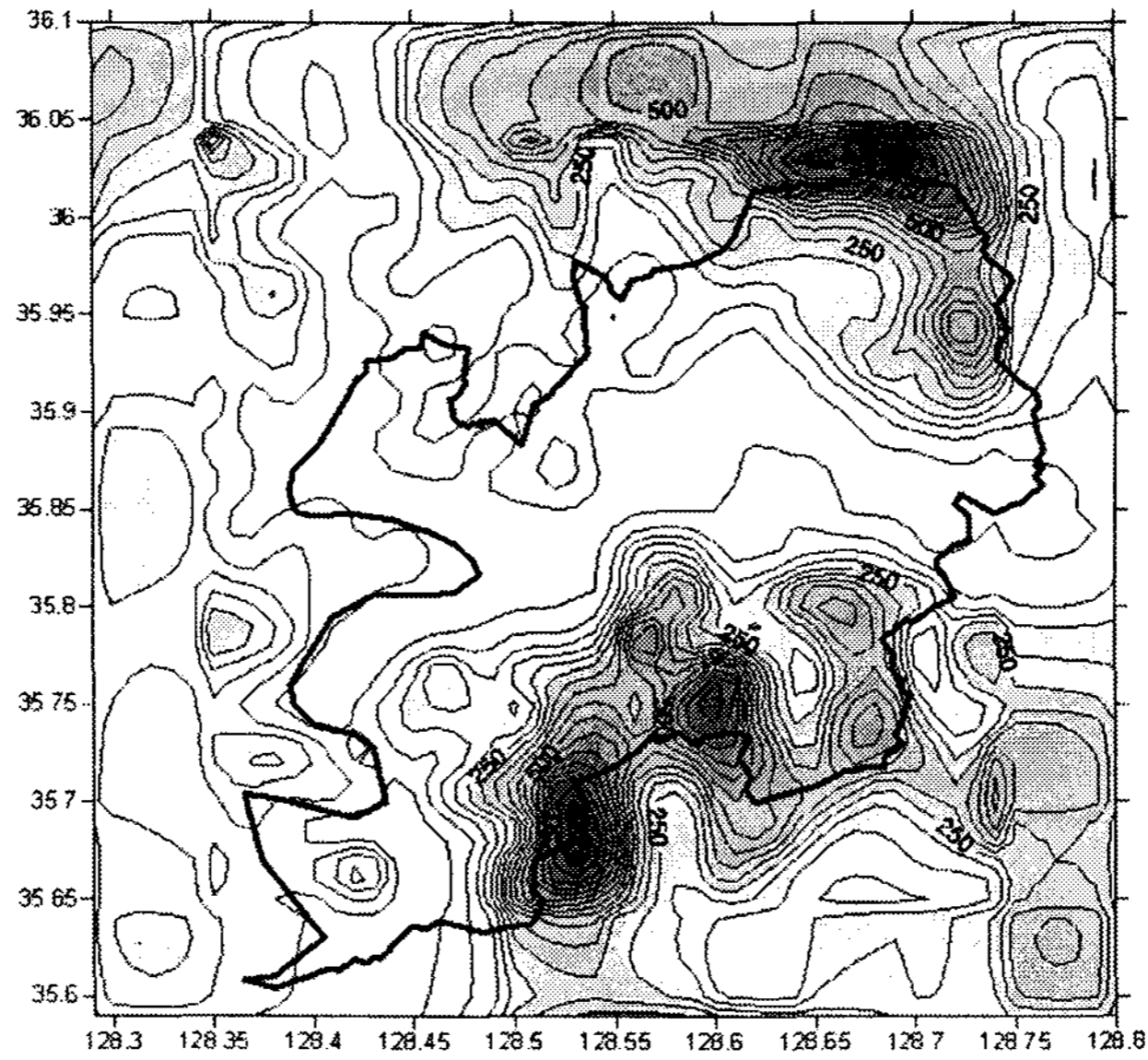


Fig. 1. Topography of Daegu.

$$QG = N_g \times \sum_{n=1} (FC_g^n \times EF_g^n) \quad (1)$$

- QG : Emission rate of grid (g/s)
 N : The factor household number of grid
 FC : Annual fuel consumption each household
 EF : Emission factor
 n : A fuel type

$$N_g = MH_g \times \frac{TH}{TMH} \quad (2)$$

- MHg : Household number of grid

$$QG = \sum_{k=1}^j (Len \times TQ_k \times EF_k) \quad (3)$$

- QG : A daily emission rate of grid (g/day)
 Len : Length of load in grid (km)
 k : Various kind of vehicles
 TQ : A traffic in grid
 EF : Emission factor

$$Q = FC \times EF \quad (4)$$

- Q : Emission rate of pollutants
 FC : Annual fuel consumption
 EF : Emission factor

2005년 대기오염물질배출량은 국립환경과학원에서 제공한 대기오염물질 배출량(질소산화물(SO_x), 일산화탄소(CO), 질소산화물(NO_x), 미세먼지($PM-10$)) 자료를 이용하여 나타내었다. 배출량 산정 방법은 점 오염원과 면 오염원은 식(5), 선 오염원은 식(7~8)을 이용한 것으로 국립환경과학원 대기오염물질배출량(<http://airemiss.nier.go.kr/>) 홈페이지에 제시된 식을 참고로 작성하였다.

$$\text{배출량(M/T)} = \text{배출계수(M/원단위)} * \text{활동도(원단위/T)} * [1 - \text{방지효율}] \quad (5)$$

M : 중량(일반적으로 kg 이용)

T : 시간(일반적으로 연간 이용)

선오염원의 경우는 엔진가열배출, 엔진미가열배출 및 증발배출로 구분되며 각각에 대하여 별도의 배출량 평가방법을 적용하였다. 엔진가열배출량 산정식은 다음과 같다.

$$\text{배출량(kg/year)} = \sum[\text{배출계수(kg/km; 차종, 연료, 속도)} * \text{주행거리(km/year; 차종, 도로)} * \text{차량대수(차종)}] \quad (6)$$

차종별 배출계수는 속도에 대한 함수식으로 표현된다. 주행거리(VKT; Vehicle Kilometer Traveled)는 차종별로 일정기간 동안의 운행거리를 나타낸다.

엔진미가열배출량(자동차 냉각수 온도가 $70^{\circ}C$ 이하인 조건에서 추가적으로 배출되는 오염물질량) 산정식은 다음과 같다.

$$E_{\text{cold, i, j}} = \beta_j \cdot m_j \cdot e_{\text{hot}} \cdot (e_{\text{cold}}/e_{\text{hot}} - 1) \quad (7)$$

$E_{\text{cold, i, j}}$: cold-start 배출량

β_j : cold 엔진 또는 촉매 light-off 이하 온도 상태의 주행거리 비율

m_j : 총 주행거리

$e_{\text{cold}}/e_{\text{hot}}$: cold/hot 배출량 비율

1998년과 2004년의 대기오염물질배출량 비교를 위하여 2004년의 황산화물(SO_x) 배출량을 이용하여 아황산가스(SO_2)의 배출량을 산정하였다. 방법은 일반적으로 연료의 연소 시 대기중으로 배출되는 황산화물(SO_x) 중 아황산가스(SO_2)가 차지하는 95% 비율을 적용하여 산정하였다.

3. 연구결과

3.1. 연간 총 대기오염물질배출량

연간 대기오염물질별 배출량은 Fig. 2에 비교하여 제시하였다. 일산화탄소(CO)의 배출량은 1998년에 비해 2004년에 약 0.06% 감소하였고 질소산화물(NO_x)은 약 50% 증가하였으며, 아황산가스(SO_2)는 약 30% 감소, $PM-10$ 은 약 376% 증가하였다. SO_2 는 저황유 공급정책과 청정연료의 사용으로 인해 감소하였으며, NO_x 와 $PM-10$ 차량대수의 증가와 인구의 증가, 총에너지 수요의 증가가 원인으로 판단된다.

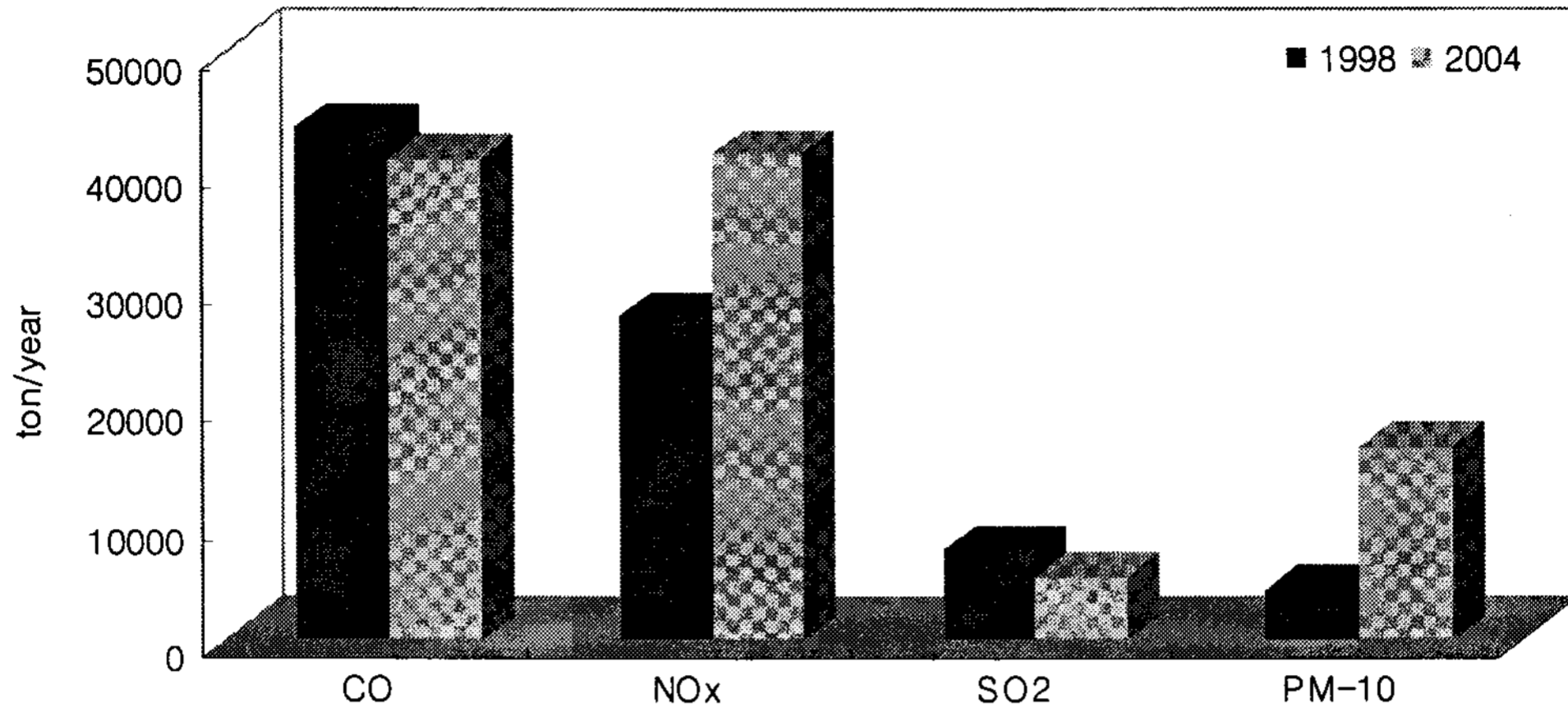


Fig. 2. Total emission for each air pollutants in Daegu.

3.2. 오염원별 대기오염물질배출량

1998년과 2004년의 오염원별 대기오염물질배출량을 비교하여 Fig. 3에 제시하였다. 1998년의 대기오염물질배출량은 점 오염원이 약 7,388ton/year, 면 오염원은 약 9,691ton/year, 선 오염원은 약 66,312ton/year으로 선 오염원이 가장 많이 배출되었으며 전체 배출량의 약 75%를 차지함을 알 수 있었다. 2004년의 대기오염물질배출량은 점 오염원이 약 7,707ton/year, 면 오염원은 약 10,731ton/year, 선 오염원은 약 85,876ton/year으로 1998년과 마찬가지로 선 오염원이 가장 많이 배출되었으며 전체 배출량의 약 82%를 차지함을 알 수 있었다. 2004년에 경우 1998년에 비해 모든 오염원에서의 배출량증가를 확인 할 수 있었다. 또한 선 오염원에서 약 1.3배로 가장 뚜렷한 증가를 나타내었다. 이는 차량대수의 증가와 인구의 증가, 총에너지 수요의 증가가 원인으로 판단된다.

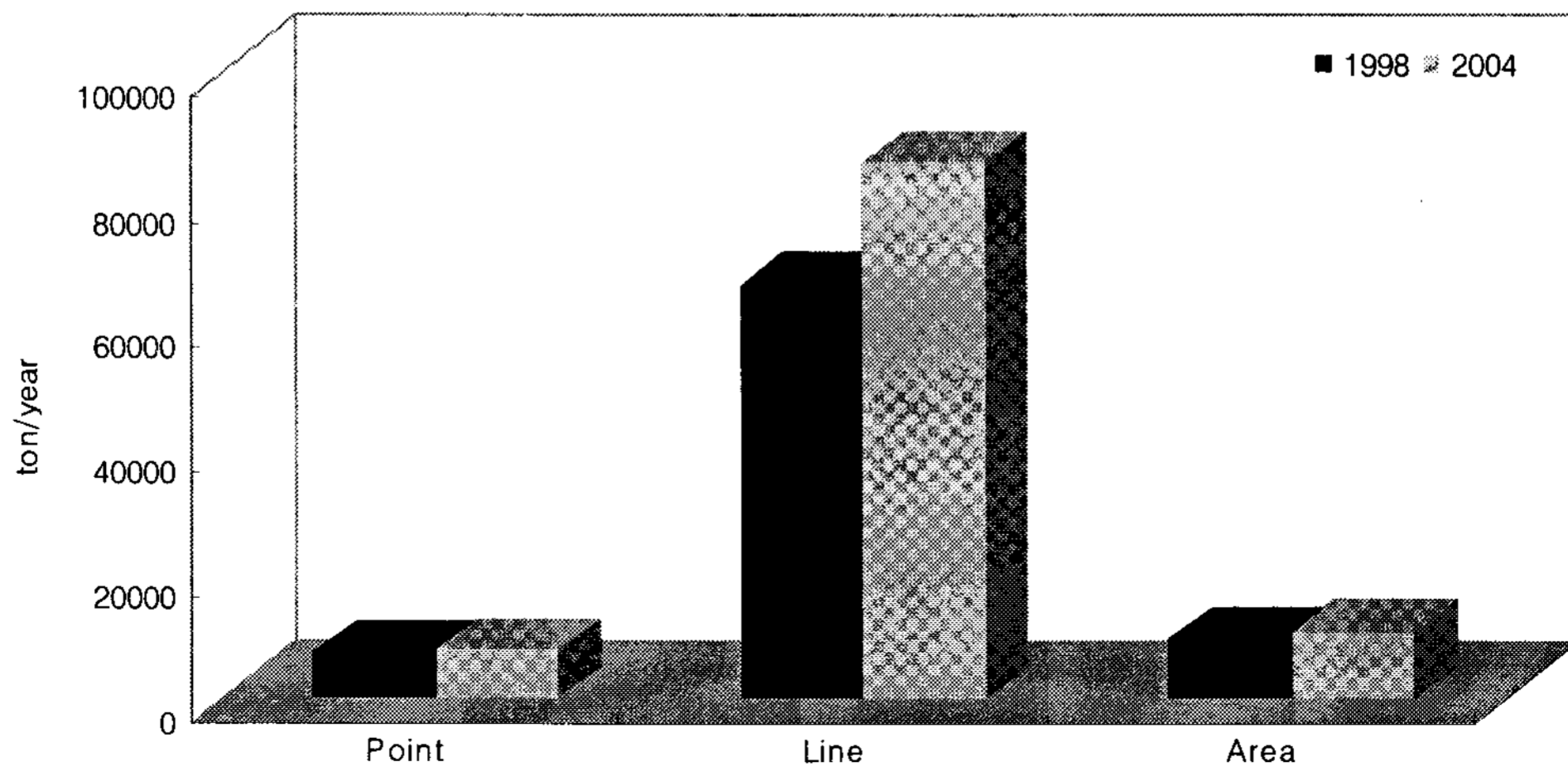


Fig. 3. Total emission for each sources in Daegu.

4. 요약

본 연구에서는 1998년과 2004년의 대기오염물질배출량 분포를 비교하여 제시하였다. 결과는 아래와 같다. 첫 번째 오염물질별 배출량을 살펴보면 2004년이 1998년에 비해 질소산화물(NO_x)과 미세먼지(PM-10)은 증가하였고, 일산화탄소(CO)와 아황산가스(SO_2)는 감소하였다. 두 번째 오염원별 배출량을 살펴보면 1998년과 2004년 모두 모든 오염원에서 증가하는 경향을 보였으나 선 오염원의 배출량이 가장 뚜렷한 증가를 나타내었다. 이는 SO_2 는 저황유 공급정책과 청정연료의 사용으로 인해 감소하였으며, NO_x 와 PM-10 차량대수의 증가와 인구의 증가, 총에너지 수요의 증가가 원인으로 판단된다.

사 사

이 연구는 2006년도 정부(과학기술부)의 재원으로 한국과학재단(과제번호 R01-2006-000-10104-0)의 지원을 받아 수행된 연구입니다. 재정지원을 해 주신 한국과학재단 및 기타 관계자 여러분에게 깊은 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

- 국립환경연구원, 2000, 대기오염물질 배출량1999, 환경부-국립환경연구원.
- 국립환경연구원, 2002, 도시지역 대기질 관리를 위한 대기환경용량 산정연구(II), 국립환경연구원보. 24. pp 227-241.
- 국립환경연구원, 2003, 대기보전 정책수립 지원시스템, pp 437.
- 대구광역시, 1999, 대구환경백서, pp 213-303.
- 대구광역시, 2005, 대구환경백서, pp 222-312.
- 대구광역시, 2003, 대기환경규제지역지정에 따른 대기개선실천계획보고서, pp 87-225.
- 조억수, 1993, 선 오염원에 의한 대기오염물질배출량 산정에 관한 연구, 서울대학교 환경대학원, 석사학위논문, pp 17-19.
- 한국환경정책·평가연구원, 2002, 환경영향의 합리적 예측평가를 위한 기법연구, pp 583.