

장영기¹⁾, 조정두²⁾, 김동영, 조규탁

¹⁾수원대학교 환경공학과, ²⁾인천발전연구원, 서울대학교 환경대학원 박사과정

1. 서론

대기질을 효율적으로 관리하기 위해서는 무엇보다도 정확한 배출자료체계(Emission Inventory System)가 구축되어야 한다. 그러나 현재 우리나라의 경우 점오염원에 대해서는 배출업소실태가 조사되고 있으나, 면오염원과 이동오염원의 경우에는 조사방법 조차도 제대로 확립되어 있지 못한 실정이다. 면오염원이나 이동오염원의 경우, 점오염원과 달리 공간특성을 배출특성과 연계하여 배출모형을 구축하여야 효율적으로 배출량을 산정할 수 있다. 이에 본 연구에서는 이동오염원 중에서 자동차, 철도, 선박, 항공기 등을 대상으로 배출량 산정방법을 고찰하고 행정구역별 격자별 배출량을 산출하였으며, 배출량 산정과정에서 GIS 공간분석 기능을 이용한 공간정보관리 자동화 방안을 모색하였다.

2. 연구방법

배출자료는 자료의 시공간 해상도가 높아야 하는데, 특히 대기질 모형의 입력자료로 이용하려면 격자별 배출량이 산출되어야 한다. 이에 본 연구에서는 Arc/Info GIS package를 이용하여 산정과정을 자동화함으로써 산정과정의 효율성을 제고하고, 자료의 갱신 및 수정이 용이하도록 하였다. 본 연구에서 이용한 배출원별 배출량 산정과정은 다음과 같다.

2.1 자동차

- (1) 광역자치단체 단위로 차종별 평균주행거리 및 등록대수자료를 조사하여 차종별 총평균주행거리를 산정한다.
- (2) 할당지수를 산출하기 위해 도로망의 전산자료를 구축한다.
도로종류(고속국도, 국도, 지방도, 지방도, 시군구도) 및 차선 정보를 관련지도 기준으로 Arc/Info를 이용하여 데이터베이스로 구축한다.
- (3) 도로망 DB를 이용하여 행정구역 단위의 도로종류별 차선길이를 산정하고 그 비율에 따라서 차종별 총주행거리를 나누어 줌으로써 도로별 차종별 주행거리를 구한다. 여기에 배출계수를 곱하여 행정구역단위의 도로종류별 오염물질별 차종별 배출량을 산출한다.
- (4) 도로망 DB를 이용하여 격자별로 도로종류별 차선길이를 산정하고 그 비율에 따라서 차종별 총주행거리를 배분하여 격자단위의 도로종류별 차종별 주행거리를 산출한다. 여기에 배출계수를 곱하여 격자단위의 오염물질별 배출량을 산출한다.

2.2 철도

철도차량 중에서 디젤을 연료로 이용하는 동력차만을 대상으로 하여 배출량을 산정하였다.

- (1) 통계자료를 조사하여 노선별 열차종별 연료종류 및 연료사용량을 조사한다.
- (2) 할당지수를 산출하기 위해 철도망 전산자료를 구축한다.
전산자료에는 노선, 구간별 열차종류별 운행횟수가 데이터베이스로 구축된다(Arc/Info 이용).
- (3) 노선별 연료사용량은 열차종별 『운행횟수 × 구간길이』의 비율에 따라서 배분된다. 여기에 배출계수를 곱하여 노선별 구간별 배출량을 산출한다.
- (4) 철도망 DB를 이용하여 행정구역단위로 각 구간의 길이를 산출하여 그 비율에 따라서 노선별 구간별 배출량을 배분하여 행정구역단위의 오염물질별 배출량을 산출한다.
- (5) 철도망 DB를 이용하여 격자단위로 각 구간의 길이를 산출하여 그 비율에 따라서 노선별 구간별 배출량을 배분하여 격자단위의 배출량을 산정한다.

2.3 항공기

항공기에 의한 오염물질의 배출은 공항의 위치와 항공기의 운항현황에 의해 결정된다. 항공기에 의한 오염물질 배출특성은 항공기의 이륙전완속, 이륙, 상승, 착륙접근, 착륙후 완속 등의 운항모드에 따라 크게 달라지므로 이를 고려하여 배출량을 정확하게 산정할 수 있다. 그러나 우리나라의 경우 모든 항공기의 이착륙 운항모드 자료가 파악되지 않아서, 본 연구에서는 기종별 이착륙 1회당 평균오염배출량을 추정하고, 여기에 항공기 기종별 이착륙 횟수를 곱하여 배출량을 산출하였다. 배출량 산정과정은 다음과 같다.

- (1) 통계자료를 조사하여 공항별 기종별 이착륙 횟수를 조사한다.
- (2) 공항 관련자료를 전산화한다.

전산화자료에는 공항위치, 활주로 위치, 방향, 길이 등이 데이터베이스로 구축된다(Arc/Info 이용).

- (3) 기종별 이착륙 횟수에 배출계수를 곱하여 공항별 오염물질별 총배출량을 산정한다.
- (4) 총배출량은 혼합고와 활주로 방향을 고려하여 해당 격자에 균등한 비율로 배분하였다.

2.4 선박

상업용 선박의 경우, 배출량을 산정하는 방법은 연료 판매 자료를 이용하는 방법과 선박의 운항자료를 이용하는 방법이 있는데, 본 연구에서는 연료판매량 자료를 이용하여 배출량을 산정하였다. 산정과정은 다음과 같다.

- (1) 통계자료를 이용하여 연료사용량(잔사유, 증류유), 항구별 선박 크기별 입출항 현황을 조사한다.
- (2) 선박의 크기와 입출항자료에 기초하여 항구별 연료종류별 사용량을 산정한다. 연료 배분시 홀수(吃水)를 고려하여 증류유와 잔사유를 할당한다. 할당된 연료 중에서 증류유는 75%, 잔사유는 25%가 항구에서 사용된다고 가정한다(EPA, 1981).
- (3) 항구 관련자료를 전산화한다.

전산화자료에는 항구의 위치, 항만의 형태 등이 데이터베이스로 구축된다(Arc/Info 이용).

- (4) 할당된 연료사용량에 연료종류별 배출계수를 곱하여 항구별 배출량을 산정한다.
- (5) 할당된 연료는 항만의 해안선으로부터 2km 이내에서 모두 소비되는 것으로 가정하고 격자망을 구성한 후 해당격자에 균등하게 배분하여 격자별 배출량을 산출하였다.

모든 배출원에 대해서 격자의 크기는 1km × 1km으로 하였고, 각 배출원의 공간정보는 Arc/Info GIS package안에서 자동화하여 통합관리할 수 있도록 하였다. 또한 행정구역 및 격자망도 함께 자동화하여 이후 자료관리 및 갱신이 용이하도록 하였다.

3. 결과 및 고찰

산정결과는 표 1 및 그림 1과 같으며, 연구과정을 통해서 다음의 사항이 보완되어야 함을 알 수 있었다.

- (1) 이동오염원 배출자료는 각 정부기관 즉 에너지, 산업, 인구, 교통, 건설 등 다양한 분야의 기존 자료에 의존할 수밖에 없다. 따라서 이동오염원 배출자료, 더 나아가 점오염원과 면오염원까지도 통합된 대기 오염 배출자료가 효율적으로 구축되고 이용되기 위해서는 정부 각 부문의 기존자료체계의 검토 및 개선이 필요하다.
- (2) 배출계수의 산출 및 검토 작업이 지속적으로 이루어져야 한다.
- (3) 배출량 산정시 다양한 형태의 공간정보와 데이터베이스가 사용되고 있는데, 이러한 자료를 더 효율적으로 활용하기 위해서는 공간자료의 구축, 배포, 활용 등에 있어서 표준화가 이루어져야 한다.

Table 1. The Estimates of Mobile Source Emission of Seoul, Incheon and Kyoungki
(Unit : ton/year)

Region	Sources	SO ₂	NO ₂	CO	TSP
Seoul	Total	7,898.2	108,336.6	238,873.9	17,049.8
	Automobile	7,824.1	103,272.9	233,999.8	15,564.2
	Train	74.0	478.8	174.1	32.6
	Aircraft	0.1	4,584.9	4,700.0	1,453.0
	Vessel	0.0	0.0	0.0	0.0
Inchon	Total	16,537.3	34,543.8	58,652.7	5,276.7
	Automobile	1,837.0	31,210.3	57,647.4	4,901.9
	Train	3.0	19.4	7.1	1.3
	Aircraft	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vessel	14,697.3	3,314.1	998.3	373.5
Kyoungki	Total	10,162.6	92,305.2	165,972.4	14,713.9
	Automobile	5,832.5	88,614.8	164,655.4	14,433.0
	Train	346.4	2,241.2	815.0	152.8
	Aircraft	0.0	0.0	0.0	0.0
	Vessel	3,983.8	1,449.2	502.0	128.1

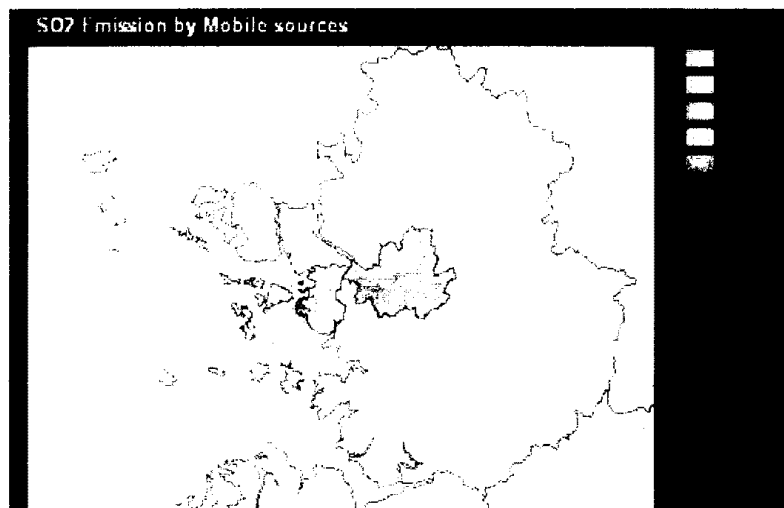


Figure 1. The Distribution of SO₂ Emission by Mobile Sources

참고문헌

- 상영기, 김동영, 조규탁, 면 및 이동오염원 대기오염배출량 산정지침에 관한 연구, 환경부, 1995
 한국대기보전학회, 서해안권역내 발전소 입지에정지역 주변의 대기오염원 조사, 한국전력공사, 1997. 8