D-9

# 창원지역에서의 대기오염물질 배출량 산정과 대기질 현황에 관한 연구

김유근, 문윤섭, 박상철[1], 황미경*
부산대학교 대기과학과, 낙동강 환경관리청[1]

## 1. 서론

산업·경제의 발달로 도시의 급속한 성장 및 인구의 집중화, 에너지 사용량의 증가, 각종 산업시설 및 자동차의 급증 등으로 인하여 도시내 대기오염 물질은 나날이 늘어나고 있는 실정이며 특히 창원지역은 경상남도의 주요 관공서가 위치해 있고 창원국가산업단지가 조성·확장되어왔다. 따라서 인구의 증가, 산업시설의 증가와 비례하여 교통량도 함께 늘어났다. 앞으로도 도시화가 촉진될 것으로 예상되며 이에 따라 대기오염물질 배출량이 증가되어 대기질이 나빠질 것으로 예상된다. 본 연구에서는 창원지역에서의 대기오염물질 배출량을 산정하고 이에 따른 대기질 현황에 관하여 연구해 보고자 한다.

연구대상지역인 창원은 연안지역에 위치하고 500여m이상의 산으로 둘러 쌓여 있는 분지지형이다. 그 형태는 북서-남동 방향으로 긴 타원형의 모양으로 되어있으며 창원 분지지형에서 개방되어 있는 곳은 팔용산과 천주산 사이 및 팔용산과 장보산 사이의 계곡뿐이다. 이 계곡이 외부와의 공기 유통로 역할을 하고 있는 실정이다. 그리고 창원대로가 시가지 중심을 북서-남동 방향으로 가로지르고 있는 가운데, 창원대로를 경계로 남서쪽 지역은 공업지역이고, 북동쪽 지역은 주거지역으로 되어 있으며, 공업지역과 주거지역 사이는 녹지지역으로 되어있다.

## 2. 연구자료

### 2.1 지형자료

모델링 대상지역을 1km의 TM좌표로 세분화 한 후 각 점의 위치를 명시하고, 이 격자점에서의 고도를 지형자료로 이용하였다.

### 2.2 기상 자료

기상자료는 풍향, 풍속, 온도, 안정도, 교외, 도시 혼합고 등으로 구성되어 있다. 기상자료는 마산지역의 AWS자료와 혼합고를 이용하여 마산지역의 대기안정도를 산정하였으며 분석방법은 PASQUIL-TURNER 방법을 이용하였다. 대기 혼합고는 마산지역의 춘계 전형적인 날을 선택해 Air-sonde 3시간 관측치를 시간별 값으로 환산하였다.

| observation time | mixing height(m) < 97. 5. 17~ 18 > |
|---|---|
| 12:00 | 1200 |
| 15:00 | 1450 |
| 18:00 | 1250 |
| 21:00 | 30 |
| 00:00 | 80 |
| 03:00 | 150 |
| 06:00 | 85 |
| 09:00 | 400 |

Table 1. 마산지역의 관측 혼합고

2.3 배출원 자료

창원지역을 TM좌표 1Km×1Km의 격자망으로 구분하고, 각 격자내에서 존재하는 산업체, 교통수단 및 주택등의 오염원에서 사용하는 연료량을 파악한 다음 배출계수를 적용하여 대기오염물질 배출량을 산출하였다. 배출량 산정대상 대기오염물질은 아황산가스($SO_2$), 이산화질소($NO_2$), 일산화탄소(CO)등 3개 항목으로 하였다.

## 3. 결과 및 토의

3.1 배출량 산정 결과 분석

창원지역에서 연간 배출되는 오염물질량은 아황산가스($SO_2$)는 3,287톤, 질소산화물($NO_2$) 5,706톤, 일산화탄소(CO) 10,057톤이 배출되고 있는데 아황산가스($SO_2$)는 산업계오염원에서 배출되는 양이 전체의 60.2%로 대부분을 차지하고 질소산화물($NO_2$)과 일산화탄소(CO)는 이동오염원에서 전체배출량의 각각 65.5%와 91.0%로 대부분을 차지하고 있었다. 창원지역의 각 지점에서 연간 배출되는 대기오염물질량은 fig. 1과 같다. 도시 전체적인 면에서 볼 때 창원대로 및 중앙로 주변에서 배출량이 높은 것으로 조사되었는데 이것은 자동차의 배기가스의 영향으로 사료된다. 그리고 반림동 부근에서 배출량이 높은 원인은 현대아파트 및 현대산업아파트에서 난방연료로 중유를 다량 사용하기 때문인 것으로 예측되며, 팔용동 북서쪽지점에서 배출량이 높은 원인은 이 곳에 도금 및 열처리 업종이 많이 입주해 있기 때문인 것으로 판단된다.

3.2 대기질 특성 분석

연평균 변화추세는 Table 2에서 보듯이 $SO_2$는 감소추세가 확연한 반면 CO는 뚜렷한 변화가 없고 $NO_2$는 약간 증가하고 있는 추세이다. $NO_2$의 증가추세는 생활수준 향상에 따른 자동차수의 증가로 자동차 배기가스 배출량 급증에 의한 것으로 사료된다. 하지만 Table 3의 환경기준치 초과횟수를 살펴보면 1998년 1월부터 1999년 12월까지의 2년 동안의 웅남동, 명서동 및 가음정동 등 3개 지점 모두에서 TSP, $SO_2$, CO 및 $NO_2$은 환경기준치를 초과하지 않아 전반적으로 양호한 것으로 나타났다.

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 11 | 17 | 4 | 0 | | | | | | | | | |
| 23 | 46 | 19 | 31 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| 3 | 231 | 8 | 12 | 28 | 9 | 19 | 7 | 7 | 2 | 0 | | | |
| | 0 | 673 | 14 | 41 | 44 | 37 | 616 | 18 | 0 | 0 | 0 | | |
| | | 0 | 5 | 45 | 17 | 30 | 57 | 49 | 12 | 0 | 0 | | |
| | | 0 | 24 | 171 | 28 | 15 | 70 | 39 | 35 | 0 | 0 | | |
| | | 16 | 41 | 104 | 54 | 38 | 39 | 38 | 39 | 6 | 1 | | |
| | | 14 | 18 | 0 | 30 | 16 | 31 | 34 | 50 | 10 | 0 | 0 | 0 |
| | | 3 | 10 | 7 | 0 | 1 | 10 | 68 | 20 | 20 | 5 | 0 | 0 |
| | | | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 16 | 5 | 3 | 3 | 0 |
| | | | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |

(a) $SO_2$ (ton/year)

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 35 | 43 | 11 | 0 | | | | | | | | | |
| 77 | 145 | 66 | 90 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| 14 | 238 | 32 | 30 | 67 | 12 | 58 | 18 | 8 | 3 | 0 | | | |
| | 0 | 381 | 60 | 81 | 119 | 98 | 363 | 60 | 1 | 0 | 0 | | |
| | | 0 | 23 | 133 | 58 | 73 | 103 | 189 | 39 | 0 | 0 | | |
| | | 0 | 68 | 336 | 120 | 49 | 199 | 112 | 90 | 0 | 0 | | |
| | | 68 | 61 | 123 | 184 | 114 | 120 | 91 | 91 | 23 | 1 | | |
| | | 22 | 30 | 0 | 36 | 72 | 114 | 125 | 94 | 35 | 0 | 0 | 0 |
| | | 3 | 33 | 30 | 0 | 0 | 45 | 172 | 49 | 71 | 22 | 0 | 0 |
| | | | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 4 | 67 | 16 | 8 | 15 | 0 |
| | | | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |

(b) $NO_2$ (ton/year)

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 76 | 81 | 20 | 0 | | | | | | | | | |
| 170 | 322 | 149 | 191 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| 33 | 303 | 74 | 58 | 124 | 8 | 117 | 32 | 4 | 2 | 0 | | | |
| | 0 | 215 | 146 | 134 | 246 | 202 | 216 | 219 | 0 | 0 | 0 | | |
| | | 0 | 55 | 298 | 131 | 156 | 161 | 419 | 86 | 0 | 0 | | |
| | | 0 | 121 | 231 | 278 | 111 | 399 | 229 | 166 | 0 | 0 | | |
| | | 165 | 115 | 205 | 225 | 251 | 263 | 187 | 182 | 55 | 0 | | |
| | | 39 | 55 | 0 | 60 | 168 | 266 | 291 | 188 | 83 | 0 | 0 | 0 |
| | | 2 | 74 | 73 | 0 | 0 | 108 | 383 | 105 | 166 | 55 | 0 | 0 |
| | | | 0 | 22 | 0 | 0 | 0 | 3 | 164 | 35 | 18 | 36 | 0 |
| | | | 0 | 73 | 0 | 0 | 0 | 0 | 44 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |

(c) CO (ton/year)

fig. 1. 창원지역의 격자망별 대기오염 배출량

그러나 $O_3$는 가음정동 및 웅남동에서 환경기준을 초과하였는데 초과현황을 자세히 살펴보면, 1시간환경기준을 초과한 경우는 총 9회로서 5월중에 4회 6월중에 5회 발생하였고, 8시간환경기준을 초과한 경우는 총 32회로서 5월중에 11회 6월중에 19회 9월중에 2회 발생하였다.

| 구분 | $SO_2$(ppb) | $NO_2$(ppb) | CO(10ppb) |
|---|---|---|---|
| 1991년 | 25 | 18 | 90 |
| 1992년 | 29 | 22 | 80 |
| 1993년 | 17 | 23 | 100 |
| 1994년 | 16 | 19 | 80 |
| 1995년 | 14 | 21 | 90 |
| 1996년 | 13 | 24 | 70 |
| 1997년 | 9 | 27 | 80 |
| 1998년 | 9 | 19 | 80 |

Table 2. 창원지역의 연도별 대기질 변화추세(웅남동 및 명서동의 평균치임)

| 구분 | TSP | $SO_2$ | | $NO_2$ | | $O_3$ | | CO | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 중기 | 단기 | 중기 | 단기 | 중기 | 단기 | 중기 | 단기 | 중기 |
| 98년 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 10 | 0 | 0 |
| 99년 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 22 | 0 | 0 |
| 계 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 32 | 0 | 0 |

(a) 전체 현황(횟수)

| 구분 | 계 | | 웅남동 | | 명서동 | | 가음정동 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 단기 | 중기 | 단기 | 중기 | 단기 | 중기 | 단기 | 중기 |
| 98년 | 4 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 10 |
| 99년 | 5 | 22 | 1 | 13 | - | - | 4 | 9 |
| 계 | 9 | 32 | 1 | 13 | - | - | 8 | 19 |

(b) 오존의 환경기준 초과현황(횟수)

Table 3. 창원지역 대기환경기준 초과현황(1998~1999)

참고문헌


김유근, 이화운, 문윤섭, 김해동, 원경미, 정우식, 오인보, 1997, 마산연안지역의 국지풍 순환 및 대기오염물질 확산에 관한 연구, 환경연구소 제15권 31-48

김유근, 이화운, 문윤섭, 오인보, 1999, 연안지역에서 ISCST3를 이용한 거대점오염원의 추정, 환경과학회 1999년 학술발표회 초록집 46-47

김유근, 이화운, 전병일, 방종선, 1996, 부산지역에서의 오염물 배출량 산정에 관한 연구, 한국대기보전학회지, 12권 361-367

창원시, 창원시통계연보, 1998

환경부, 대기오염자동망 측정기상자료, 1998

낙동강환경관리청, 배출업소현황, 1999.1

창원시, 아파트 관리현황, 1999.6

창원시차량등록사업소, 자동차등록현황, 1999.6

U.S. Environment Protection Agency, 1999, User's Guide for the Industrial Source Complex(ISCST3) dispersion models volum II,-Discription of model algorithms