

# 배출량 분포에 따른 대구시 일산화탄소 측정망 위치의 적절성 평가

## Assessment of the Locations for Carbon Monoxide Monitoring Stations in Daegu according to Emission Distribution

김 효 정\*      조 완 근\*\*  
Hyo Jeong Kim      Wan Kuen Jo

**요 약** 대구지역은 주위가 산으로 둘러싸인 분지형 도시이기 때문에 대기 환경 쾌적성이 타 도시 보다 낮은 편이다. 따라서 본 연구에서는 대구지역 자동대기오염측정소의 위치를 일산화탄소(CO) 배출량 분포에 기초하여 CO를 체계적으로 관리하기 위한 적합한 장소에 대해 조사하였다. 이를 위하여 현재 대구지역 CO 관리정책 수립에 기초자료를 제공하는 자동대기측정소의 위치 적절성에 대하여 평가하였다. 대구시 수치지도와 환경부에서 제공하는 CAPSS(대기정책지원시스템; Clean Air Policy Support System) 자료를 활용하여 배출량 지도를 작성하였다. 도로, 아파트, 공장, 소각장 4가지로 구분하여 배출량을 입력한 뒤 법정동별 평균 배출량을 산출하였다. CO 배출지역을 고 배출량 지역과 저 배출량 지역 10단계로 구분하고 현재 측정소가 어느 단계에 해당하는지 조사하였다. 결과적으로, 저 배출량 지역 보다는 CO 고 배출량 지역에 해당하는 측정소가 부족한 것으로 나타났다. 특히, 1999년부터 2007년까지 공통적으로 추가 설치가 필요하다고 나온 국우동 외 6곳에 CO 측정망이 설치된다면 보다 다양한 기초 자료의 제공으로 체계적인 CO 관리가 가능할 것으로 판단된다.

**키워드** : 일산화탄소, 공간분석, 대기측정소, 배출량지도

**Abstract** Air quality in Daegu area is lower compared to many other cities, since Daegu is a basin surrounded by mountains. Accordingly, the present study investigated the location of carbon monoxide(CO) monitoring stations for systematic CO pollution management on the basis of the CO emission distribution in Daegu area. In order to achieve this purpose, the location of CO monitoring stations, which can be used for the establishment of CO management, were assessed. Emission map in Daegu area was prepared using numerical map and Clean Air Policy Support System(CAPSS) data supplied by the Ministry of Environment. Average emissions were estimated by dividing emission sources into four subgroups(roadway, apartment, industry, and municipal incineration facility) according to legal division. The CO emission intensities were subdivided into 10, which a high number represents a high emission intensity, and the current monitoring stations were evaluated for the determination of their steps in CO emission intensities. As a result, additional installation of monitoring stations were suggested for the high CO emission areas rather than the low CO emission areas. A systematic CO management strategy would be established by the supplying various principle CO data when the CO monitoring stations are additionally installed at Kukwudong and other six sites on the basis of analyses of data obtained from 1999 to 2007.

**Keywords** : CO, Spatial Analysis, Air-quality Monitoring Station, Emission Map

† 이 논문은 공간정보 전문인력 양성사업의 지원을 받아 수행된 연구임.

\* 경북대학교 공간정보학과 hhhjeong@knu.ac.kr

\*\* 경북대학교 공간정보학과/환경공학과 교수 wkjo@knu.ac.kr(교신저자)

## 1. 서론

경상 지방의 내륙 중심 도시인 대구는 남쪽과 북쪽으로 앞산과 팔공산이 위치하고 동서로도 해발고도가 수백m에 이르는 산으로 에워싸여 있는 분지형 도시로 예로부터 대표적인 대륙성 기후이고, 다른 지방에 비하여 매우 덥고 강수량이 적은 편이다[14]. 이러한 지리적 특성으로 인하여 연중 바람이 약하고 기온의 연교차가 크며 대기질이 낮아 다른 도시에 비해 환경쾌적성이 낮은 것으로 알려져 있다[9]. 뿐만 아니라 지형적인 요인 때문에 대기오염물질의 확산이 원활하지 않아 대기질 관리가 어려운 실정이다[12]. 특히, 다양한 업종의 중소기업이 모여 형성된 성서공단과 서대구공단 및 염색공단 등 산단 지역이 도심 내에 자리 잡고 주거지역과 인접하고 있는 지점이 많아 겨울철의 경우 주풍향인 북서풍을 통해 북서지역에 위치한 공단에서 배출한 오염물질이 도심지로 유입되어 지역 주민의 건강을 해칠 우려가 있다[17, 27].

공중보건 등을 위한 대기질 개선대책을 수립하기 위해 우선적으로 대기질을 올바르게 평가할 필요가 있다. 그러기 위해선 대기오염 자동측정망에 의한 대기오염의 상시 측정이 이루어져야 하며, 이를 통해 대기질을 제대로 평가하고 주요 배출원이 대기오염에 미치는 영향을 조사 및 감시할 수 있는 정보 체계를 구축해야한다. 환경실태 파악에 대한 필요성 증가에 따라 과거 국내외적으로 대기관리를 위한 연구가 활발하였으며, 국내에서는 GIS를 이용하여 상시 자동대기측정망 기반의 시스템 개발 및 센서 네트워크 기반의 모니터링 시스템 연구가 진행된 바 있다[19, 22]. 현재는, 지역의 대기오염현황을 파악하고 관리하기 위한 근거자료로 대부분 국가나 지방자치단체에서 운영하는 자동측정망의 자료에 의존하고 있으나 기존의 대기오염 자동측정망은 배치상의 문제점들이 자주 지적받아왔다[18, 26]. 따라서 대기 오염현황을 정확히 파악하고 보다 효율적으로 관리하기 위하여 대기오염측정망의 확충이 요구되며 기존 측정망에 대한 검토와 함께 새로이 신설될 측정소의 적정배치를 위하여 이에 대한 연구가 절실히 요구되는 시점이다[24]. 대기오염 측정망은 지역의 대기오염에 대한 실질적 정보를 제공해 주며, 이를 규제하고 제어하는 지침을 제공하는 주요한 역할을 하기 때문에 어떤 위치에서 얼마

나 정확한 자료를 측정할 수 있는지, 개별 측정소들이 그 주변지역을 대표하는지, 측정망이 전체 대기관리이라는 목적에 맞는 자료를 생성하는 위치에 있는지 등을 고려하여 설치해야 한다[4, 21].

최근에 들어 환경 친화적이고 지속발전 가능한 도시로 성장시키기 위하여 도심지역의 대기환경 개선의 일환으로 지리정보시스템(GIS)을 이용한 도시공간구조와 대기질 사이에 관계조사를 위한 연구들이 시도되고 있다[6, 7]. 국내의 경우, 통계적 방법을 이용한 측정소의 대표성 검토 및 보완 방법을 제시한 연구[21]가 수행된 바 있으며, 도시대기 측정망 자료에 대해 군집분석을 이용하여 지역 내의 다른 특성을 가지는 측정소들을 분류하였으며 지역적인 특성을 파악한 연구[5]가 수행된 바 있다. 대기환경보전법에 따르면 자동대기측정망 설치 기준은 크게 4가지로 나뉘며 본 논문에서는 그 밖에 기준으로 오염물질의 배출량에 초점을 맞춰 적정측정 위치를 선정하였다. 대기오염배출량은 대기오염농도와 양의 상관도를 나타내고 있어[10] 대기오염농도 관리를 위해서는 배출량에 대한 연구도 필수적이다[25]. 더불어 지형조건과 배출특성에 따라 지상오염도가 다르게 나타나기 때문에[15] 대기분야에 GIS 기법을 적용하여 적절한 측정망 위치 선정이 필요하다.

본 논문은 대구시 수치지형도에 배출량 자료를 속성값으로 넣어 배출량별 다양성을 평가하고 부족한 단계에 해당하는 지역을 추천하였다. 이를 통해 도시지역의 대기오염도에 대한 대표성 확보, 대기오염 측정망 자료의 활용, 대기오염 측정망의 확충, 위치 선정 및 위치 이동, 그리고 대기오염물질 저감 대책 및 정책 수립 등을 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것이며 [23] 이로 인해 일괄적인 대기오염물질 관리가 아닌 지형의 특성에 따라 CO를 보다 효율적으로 관리할 수 있을 것으로 기대된다.

## 2. 연구방법

본 연구의 흐름은 Fig. 1에 나타내었다. 대기오염 분야에 GIS를 활용한 것으로 CO의 배출량 자료와 1:5000 대구시 수치지도를 결합시켜 대구시 대기오염 배출량 지도를 작성한 후, 이 자료를 바탕으로 대구시 법정동별 CO의 배출량 평균을 산정하여 Natural Breaks(Jenks)를 통해 10단계로 구분하여

현재 설치된 대기오염측정망의 위치가 다양하게 분포되어 있는지 평가하였다. 대구시 대기 측정소의 위치는 대구시 보건환경연구원에서 제공하는 경위도좌표를 이용해 입력하였으며(Table 1) 지도에 나타내면 Fig. 2와 같다.

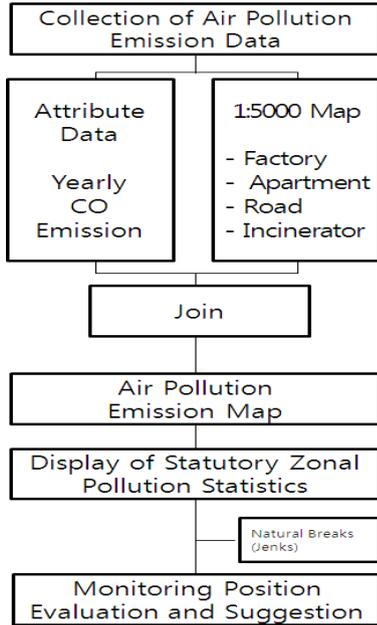


Fig. 1. Flow chart of the study

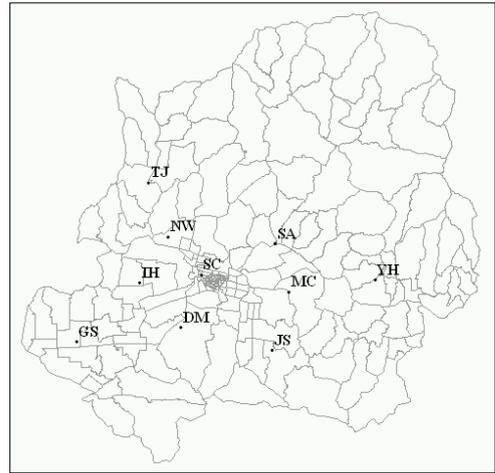


Fig. 2. Air quality monitoring station in Daegu

### 2.1. 배출량 지도 활용자료

GIS 시스템을 구성하는 자료는 크게 공간자료와 속성자료로 구분된다. 속성자료로 환경부에서 제공하는 CAPSS(대기정책지원시스템; Clean Air Policy Support System; 이하 CAPSS)의 연간 배출량을 사용하였다. 배출량은 배출원 대분류로 에너지 산업 연소, 비산업 연소, 제조업 연소, 생산공정, 도로이동오염원, 비도로이동 오염원, 폐기물 처리로 나뉘져 있으며 이를 다시 산업, 주거, 도로, 소각 4가지로 나눴다(Table 2). 그 외 포함되지 않은 항목은

Table 1. Geographical attribute of air quality monitoring station

| Monitoring station | Position                            | Longitude<br>(° ' ") | Latitude<br>(° ' ") |
|--------------------|-------------------------------------|----------------------|---------------------|
| SC                 | Suchang Elementary School           | 128 35 10.00         | 35 52 15.00         |
| IH                 | Jungni Elementary School            | 128 32 49.00         | 35 51 59.00         |
| DM                 | Seongmyeong Elementary School       | 128 34 24.00         | 35 50 33.00         |
| NW                 | Samnyeong Elementary School         | 128 33 54.00         | 35 53 28.00         |
| SA                 | Sinam5-dong District Office         | 128 38 00.16         | 35 53 15.65         |
| MC                 | Dongwon Elementary School           | 128 38 32.00         | 35 51 43.00         |
| JS                 | Daegu Regional Environment Office   | 128 37 53.95         | 35 49 49.32         |
| GS                 | Korea Textile & Fashion Polytechnic | 128 30 24.00         | 35 50 04.00         |
| YH                 | Anil Elementary School              | 128 41 50.00         | 35 52 06.00         |
| TJ                 | Taeam Elementary School             | 128 33 08.00         | 35 55 13.00         |

※ SC\* : Suchang-dong , IH\* : Ihyeon-dong, DM\* : Daemyeong-dong, NW\* : Nowon-dong , SA\* : Sinam-dong, MC\* : Manchon-dong, JS\* : Jisan-dong, GS\* : Galsan-dong, YH\* : Yulha-dong, TJ\* : Taejeon-dong

Table 2. Reclassification of air pollution emission data and Contribution rates

| source category<br>(CAPSS)           | Contribution rates (%) |      |      |      |      |      |       |       |      | reclassification<br>for Emission map |
|--------------------------------------|------------------------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|--------------------------------------|
|                                      | 1999                   | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005  | 2006  | 2007 |                                      |
| Combustion in energy production      | 0.37                   | 0.35 | 0.35 | 0.39 | 0.35 | 0.36 | 0.35  | 0.30  | 0.36 | -                                    |
| Combustion in manufacturing industry | 1.85                   | 1.60 | 1.90 | 1.66 | 1.36 | 0.76 | 1.22  | 0.89  | 0.78 | Factory                              |
| Production process                   | 0.00                   | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00  | 0.00  | 0.00 |                                      |
| Non industrial combustion            | 5.75                   | 5.01 | 5.02 | 5.65 | 5.97 | 7.37 | 12.16 | 13.24 | 13.5 | Apartment                            |
| Road transportation                  | 89.1                   | 89.0 | 87.6 | 87.0 | 85.7 | 86.2 | 79.4  | 79.7  | 77.6 | Road                                 |
| Waste disposal                       | 0.27                   | 0.22 | 0.26 | 0.27 | 0.23 | 0.19 | 0.20  | 0.16  | 0.23 | Incinerator                          |
| Non-road transportation              | 2.67                   | 3.84 | 4.91 | 5.04 | 6.42 | 5.10 | 6.67  | 5.75  | 6.74 | -                                    |
| Others                               | 0.00                   | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00  | 0.01  | 0.78 |                                      |

그 값이 전체 배출량에서 차지하는 %가 작아 제외하였다. 각 항목별 구별 총 배출량을 합하여 산업은 구별 총 산업 배출량을 해당지역 공장 총 면적으로 나눈 뒤 각 공장별 면적에 비례하여 입력, 주거는 주거 배출량을 합한 뒤 이를 세대 수로 나누고 다시 아파트 층수를 곱하여 산정하였다. 도로는 구별 배출량을 구별 총 도로 길이로 나누고 각 도로별 길이를 다시 곱하여 산출하였다.

공간자료는 대구광역시 법정동 지도와 1:5000 수치지도를 사용하여 속성자료와 통합하여 배출량 지도를 작성하였다. DXF(Drawing Exchange Format) 형식의 파일로 제공된 수치지도를 GIS 툴인 ArcGIS 9.3.1을 이용해 산업을 대표하여 공장(Layer 표준코드, 4311), 주거를 대표하여 아파트(Layer 표준코드, 4115), 도로는 시도(Layer 표준코드, 3115) 레이어를 추출하였다. 그러나 속성자료에서 제공하는 도로배출량은 소로까지 포함하고 있지 않아 대구시에서 통행량 조사가 이뤄지는 도로만을 다시 추출하였다. 소각은 대형소각장인 성서 소각장 경위도 좌표(35° 50' 13" N, 128° 30' 41" E)를 활용해 입력하였다. 대구시에 공장과 아파트, 도로, 소각장 분포 현황은 Fig. 3과 같다.

2.2. 측정소 위치평가

대구시 CO 배출량 지도가 작성이 되면 zonal statistics를 통해서 법정동별 평균 대기오염도를 구

하고 이를 Natural Breaks(Jenks)에 기초해 10단계로 나눴다. 각 단계마다 기존의 측정망이 설치되어 있는지를 파악하고 미 설치시 해당 단계에 속하는 법정동을 추천지로 제안하였다. 연구 대상지는 대구시로 하되 달성군은 제외하였다. 지역 대기오염측정소에서 측정된 자료는 대기오염관련 정책을 결정하는 기초자료 활용되고 있기 때문에 측정소가 다양한 배출량을 대표할수록 풍부한 기초자료를 제공할 수 있다. 따라서 지역 대기오염측정소의 배치 다양성을 평가하기 위해 법정동별(대구시 달성군 제외, 195곳) zonal statistics에 기초한 배출량을 산출하고 그 후, 등급 내 데이터의 동질성을 최대화하고 그룹 간 이질성을 최대화하여 그룹 내의 데이터 값을 통계적으로 최소한의 변화를 가져오며[3] 대기환경분야에서도 자주 활용하는[1] Natural Breaks (Jenks) 방식에 의거해 10단계로 구분하였다. 분류등급의 수는 지도학에서 일반적으로 사용하는 기준인 식(1)[2]에 기초하여 사례 수에 법정동 수를 대입하여 나온 값과 현재 설치된 측정망의 수, 식별의 용이성 등을 고려하여 10단계로 산정하였다. 이를 바탕으로 기존에 설치된 측정소가 대표하는 배출량을 단계를 찾고 부족한 단계가 있다면 그 단계에 해당하는 지역을 측정소 추가 설치 지역으로 제안하였다.

$$k = 5 \times \log N \tag{1}$$

(k:등급 수, N:사례 수)

### 3. 연구결과 및 고찰

#### 3.1. CO 배출량 분포

연도별 CAPSS 자료를 기초로 하여 대구시 CO 배출량을 지도로 가시화하면 Fig. 4와 같다. 색이 짙을수록 배출량이 많으며 색이 옅을수록 배출량이 적은 지역이다. 전반적으로 북서, 북동, 남서, 남동쪽에 배출량이 많은 것을 알 수 있는데 대구를 시외와 연결시켜주는 고속도로가 위치한 지역으로 Table 2에 나타난 것과 같이 고속도로를 이용하는 차량의 이동에서 기인한 것으로 판단된다. 과거에는 CO가 특히 겨울철에 연탄의 연소 시에 많이 발생하였으나 선진국의 대도시에서는 주로 자동차가 CO의 주 배출원이다[20]. 대구의 CO 배출현황은, 1999년 기준으로 연간 104,554톤이 배출되는 것으로 추정되고 있는데 이 중에서 차량에 기인하는 비율이 약 95%에 이르고 있다[11]. 김해시를 대상으로

대기오염물질배출량을 산정한 선행연구[16]에서도 자동차에 의한 선 오염원의 비중이 다른 오염원에 비하여 월등히 큼을 지적하였다. 그로 인해 북서, 북동, 남서, 남동쪽에 시외로 나가는 대로가 설치되어 중부내륙고속도로 및 경부고속도로와 북구의 호국로, 칠곡로, 동구의 팔공로, 안심로, 달서구의 월배로, 상화로, 달구벌대로 등이 주요하게 영향을 미쳤을 것으로 판단된다. 연도별로 경향을 살펴보면 2007년 수성구 지역을 중심으로 CO의 배출량이 다소 증가한 것으로 나타났다. 이 역시 수성구의 차량 배출량이 많기 때문으로 판단된다[13]. 그 밖에 수성구 과동을 비롯한 북구 도남동, 동구의 신무동, 능성동, 매여동, 수성구 옥수동 등 대구시의 쪽에 위치한 곳은 팔공산, 앞산 외 용암산, 능천산, 무학산, 와룡산 등 산이 있는 지역이라 CO 배출량이 극미하였다. 달서구 대천동은 성서공단 3단지가 위치하고 있으나 공장에서 CO를 배출하는 양이 적어

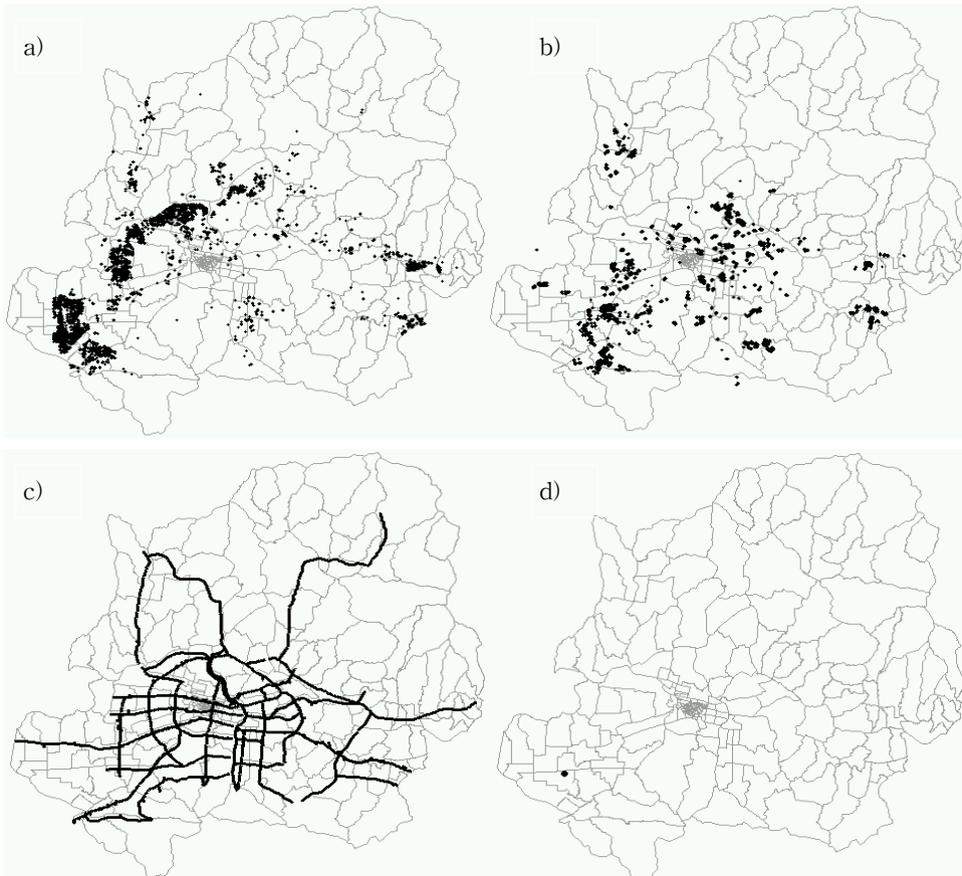


Fig. 3. Factory(a), Apartment(b), Road(c) and Incinerator(d) in Daegu

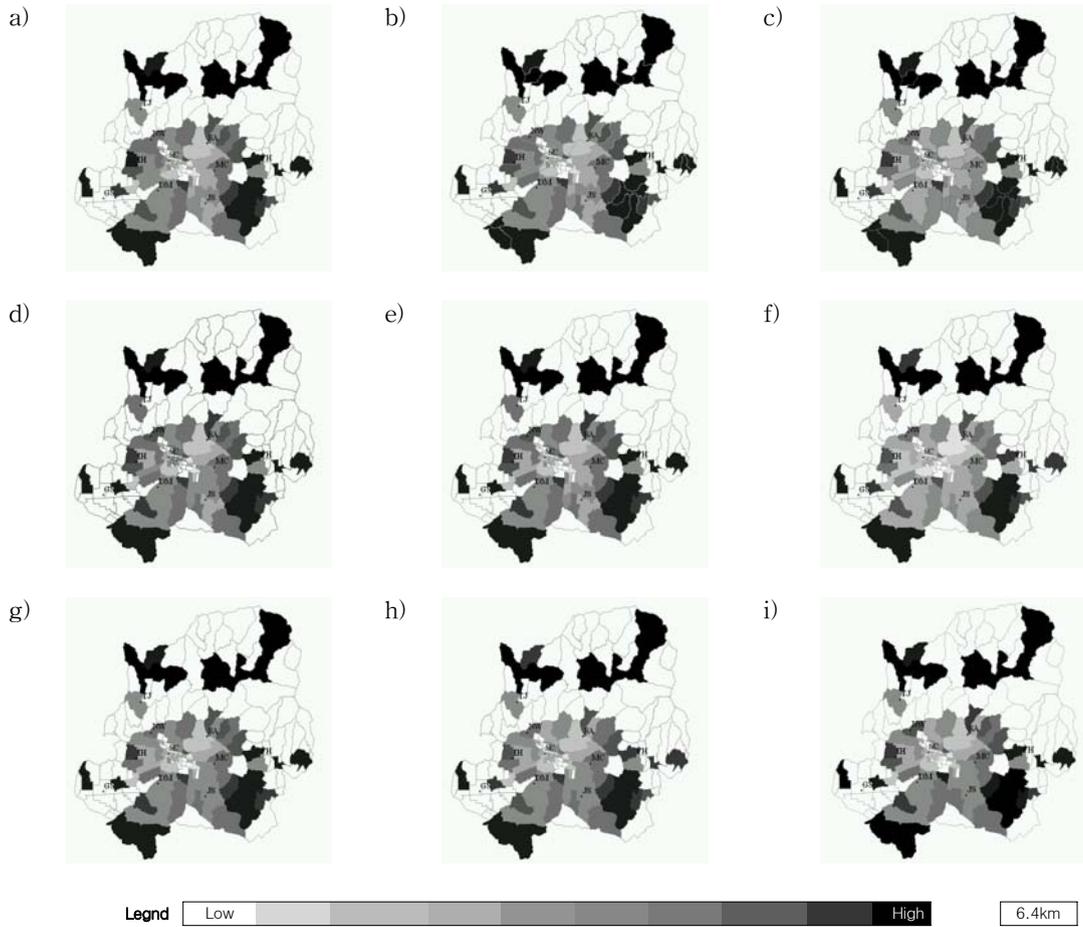


Fig. 4. Yearly CO Emissions. (a)1999, (b)2000, (c)2001, (d)2002, (d)2003, (f)2004, (g)2005, (h)2006, (i)2007

청정한 편에 속하였다. 시외에서 시내로 들어갈수록 CO 배출량이 증가하였으나 가장 중심지에는 오히려 배출량이 적은 형태를 나타내고 있었다. CO의

배출은 거의 대부분이 차량에 기인하며 차량의 운행여건에 따라서 CO 농도가 매우 가변적이라는 것을 알 수 있다[11].

Table 3. Evaluation of monitoring station position based by yearly CO emissions

|              | 1999    | 2000    | 2001    | 2002    | 2003    | 2004    | 2005    | 2006    | 2007    | average |
|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| DM           | 5       | 5       | 4       | 5       | 5       | 4       | 5       | 5       | 5       | 4.78    |
| GS           | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 1       | 1.00    |
| IH           | 9       | 8       | 8       | 8       | 8       | 7       | 8       | 7       | 8       | 7.89    |
| JS           | 4       | 4       | 4       | 4       | 4       | 4       | 5       | 5       | 5       | 4.33    |
| MC           | 6       | 6       | 5       | 6       | 6       | 5       | 6       | 6       | 6       | 5.78    |
| NW           | 6       | 6       | 6       | 7       | 7       | 6       | 6       | 6       | 7       | 6.33    |
| SA           | 3       | 3       | 3       | 3       | 3       | 2       | 3       | 3       | 3       | 2.89    |
| SC           | 5       | 4       | 4       | 4       | 4       | 3       | 4       | 4       | 4       | 4.00    |
| TJ           | 5       | 5       | 5       | 6       | 6       | 4       | 5       | 5       | 5       | 5.11    |
| YH           | 5       | 5       | 5       | 5       | 5       | 4       | 5       | 5       | 5       | 4.89    |
| Max (ton/yr) | 444,845 | 471,180 | 433,753 | 388,888 | 411,131 | 457,590 | 394,434 | 445,726 | 366,999 | 423,838 |

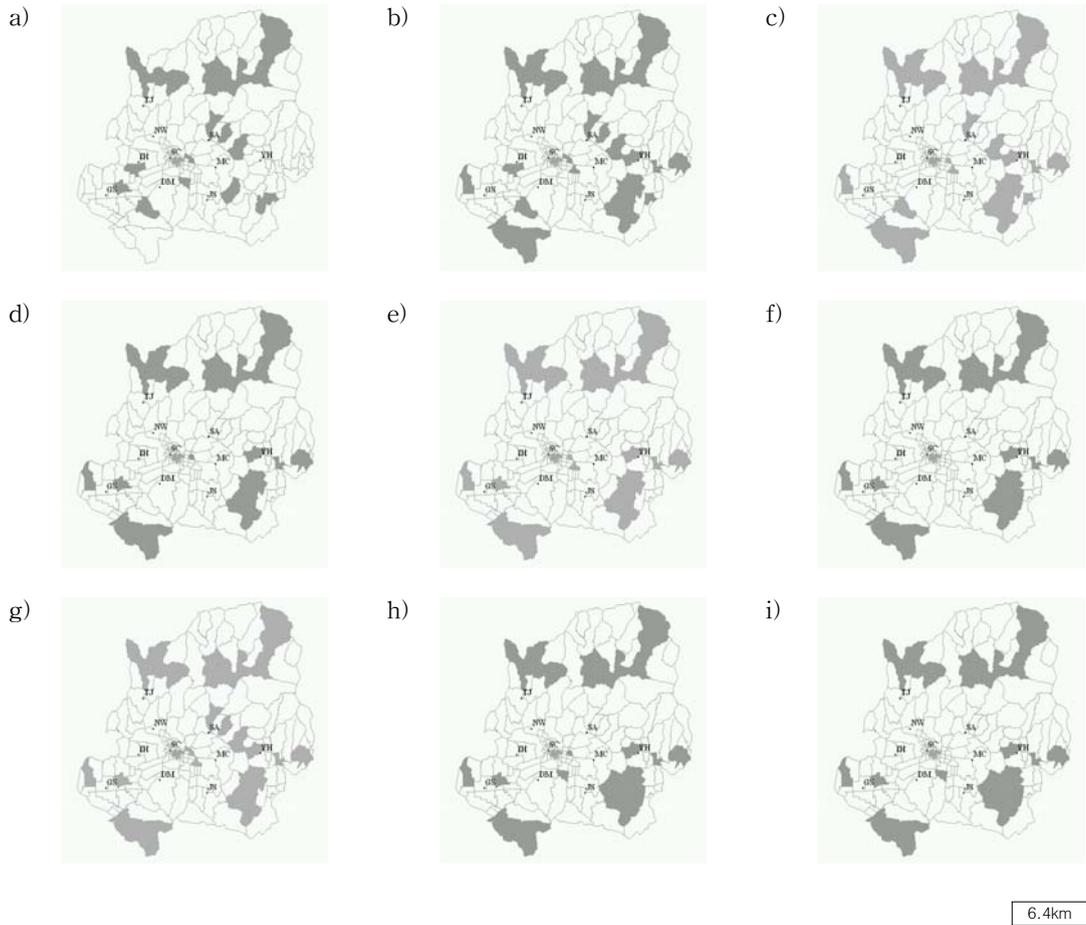


Fig. 5. Suggestion of additional installation area of the monitoring station by CO emissions. (a)1999, (b)2000, (c)2001, (d)2002, (d)2003, (f)2004, (g)2005, (h)2006, (i)2007.

### 3.2. 추가설치 적정지점 선정

본 논문은 대구시 CO 배출량을 바탕으로 GIS를 이용하여 배출량 지도를 작성하였다. 배출량이 높은 지역이 대체로 대기오염 농도도 높은 점을 고려하여[10] 대기측정소의 위치를 평가하였다. 측정소가 다양한 농도를 대표할 때 더 좋은 기초자료를 제공할 수 있기 때문에 Natural Breaks(Jenks)에 따라 10단계로 나눠서 평가하고 Table 3에 제시하였다. 1단계가 가장 낮은 농도이며 10단계가 가장 높은 단계이다. 갈산동 측정소는 9년 내내 가장 낮은 CO를 배출하는 지역을 대표하고 있었고 신암동 측정소는 두 번째로 저 배출량 지역을 대표하였다. 반면 이현동 측정소는 고 배출량 지역을 대표하고 있었는데 이는 고속도로와 접하여 남대구IC, 서대구IC,

성서IC가 위치해 있기 때문으로 판단된다[15]. 법정동 중 최고 배출량을 나타낸 해는 2000년도이며 2007년도에 배출량이 가장 적었으며 전반적으로 해마다 감소하는 추세를 나타내고 있었다.

Table 3에 의거하여 현재 측정소를 평가한 결과 매해마다 공통적으로 고 배출량 지역에 측정소가 부족한 것으로 나타났다. 추가 설치가 가능하다면 고 배출량 지역에 설치를 추천하며 그림으로 나타내면 Fig. 5와 같다. 각 지도에 표시된 법정동을 Table 4에 기재하였다. 해마다 평균 20개의 법정동이 후보지로 추천되었으며 매년마다 공통적으로 추천된 지역은 Fig. 6에 나타난 바와 같이 국우동, 도학동, 미대동, 백안동, 읍내동, 지묘동, 학정동이 있었다. 주로 시외지역이었으며 일부 지역은 현재 측정소가 설치되어 있는 법정동에 바로 인접해 있었다.

Table 4. Suggestion of additional installation area of the monitoring station by CO emissions.

| year        | Suggestion of additional installation area          |                                    |                                    |                             |                           |                              |                               |                              |                    |  |
|-------------|---|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|---------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|--------------------|--|
| 1999        | Baegan Gugu Nobyeon                                 | Bangchon Hakjeong Sinmae           | Bullo Icheon Songhyeon             | Chilseong Icheon            | 1-ga Ipseok               | Dohak Janggi                 | Dongin 3-ga Jimyo             | Jungni                       | Eumnae Midae       |  |
| 2000        | Baegan Dongho Hakjeong Siji                         | Bangchon Dongho Hosan Sinmae       | Bullo Dongin 3-ga Ipseok Songhyeon | Chilseong Jimyo             | 1-ga Jinchon Suseong 4-ga | Daegok Eumnae Jungni         | Daeheung Gacheon Midae Yeonho | Daerim Goejeon Sabok Yonggye | Dohak Gugu Samdeok |  |
| 2001        | Baegan Dongin 3-ga Jimyo Suseong 4-ga               | Bangchon Jinchon                   | Bullo Dowon Midae Yeonho           | Daegok Eumnae Sabok Yonggye | Daeheung Gacheon Samdeok  | Daerim Goejeon Siji          | Dohak Gugu Sinmae             | Dongho Hakjeong Songhyeon    | Dongho Hosan       |  |
| 2002        | Baegan Dowon Jinchon                                | Daegok Eumnae Midae                | Daeheung Gacheon Sabok             | Daerim Goejeon Samdeok      | Dohak Gugu Siji           | Dongho Hakjeong Yeonho       | Dongho Hosan Yonggye          | Dongin 3-ga Janggi           | Jimyo              |  |
| 2003        | Baegan Dowon Jinchon                                | Daegok Eumnae Midae                | Daeheung Gacheon Sabok             | Daerim Goejeon Samdeok      | Dohak Gugu Siji           | Dongho Hakjeong Suseong 4-ga | Dongho Hosan Yeonho           | Dongin 3-ga Janggi           | Jimyo Yonggye      |  |
| 2004        | Baegan Gacheon Nobyeon                              | Daegok Goejeon Sabok               | Daeheung Gugu Samdeok              | Daerim Hakjeong Siji        | Dohak Hosan Yeonho        | Dongho Janggi Yonggye        | Dongho Jimyo                  | Dowon Jinchon                | Eumnae Midae       |  |
| 2005        | Baegan Dongho Hakjeong Siji                         | Bangchon Dongho Hosan Suseong 4-ga | Bullo Dongin 3-ga Ipseok Yeonho    | Chilseong Janggi            | 1-ga Dowon Jimyo Yonggye  | Daegok Eumnae Jinchon        | Daeheung Gacheon Midae        | Daerim Goejeon Sabok         | Dohak Gugu Samdeok |  |
| 2006        | Baegan Dowon Janggi Yonggye                         | Daegok Eumnae Jimyo                | Daeheung Gacheon Jinchon           | Daerim Goejeon Midae        | Dohak Gugu Nobyeon        | Dongho Hakjeong Sabok        | Dongho Hosan Samdeok          | Dongin 3-ga Icheon Siji      | Icheon Yeonho      |  |
| 2007        | Baegan Gacheon Jinchon                              | Daegok Goejeon Midae               | Daeheung Gugu Nobyeon              | Daerim Hakjeong Sabok       | Dohak Hosan Samdeok       | Dongho Icheon Siji           | Dongho Icheon Yeonho          | Dowon Janggi Yonggye         | Eumnae Jimyo       |  |
| common area | Baegan, Dohak, Eumnae, Gugu, Hakjeong, Jimyo, Midae |                                    |                                    |                             |                           |                              |                               |                              |                    |  |

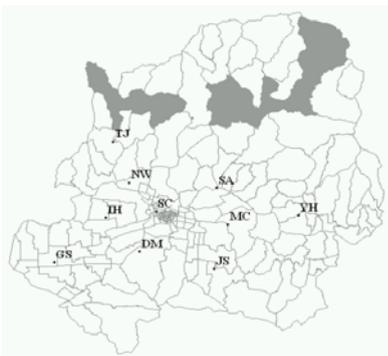


Fig. 6. Suggestion of additional installation area of the monitoring station

#### 4. 결론

오염현황을 체계적으로 관리하기 위해서는 배출원과 배출오염농도의 공간분포 등 오염관련를 GIS 기반의 자료로 제작하는 연구는 반드시 필요하다 [8]. 본 연구는 대기환경 분야에 GIS를 활용하여 CO 대기오염 배출량 지도를 작성하고 CO 관리에 효율적인 기초자료를 제공할 수 있도록 지역 대기 측정망의 위치를 평가해 보았다. 기존의 측정소 설치기준인 인구비례에 의한 방법, TM좌표에 의한 방법, 중심점에 의한 동심원을 이용하는 방법, 대상 지역의 오염정도에 따라 공식을 이용하는 방법 외

배출량을 사용하여 자동대기오염측정소의 위치를 평가하였다. 그 결과 대구시에서 운영 중인 대기오염측정소는 주로 저 배출량 지역과 중 배출량 지역을 대표하고 있었으며 평균적으로 가장 높은 단계가 6, 7단계에 머물렀다. 따라서 CO 고 배출량 지역에 측정소 추가설치가 필요하다고 판단되었다. 1999년부터 9년간 자료를 바탕으로 공통적으로 추가설치가 필요한 지역으로 선정된 국우동, 도학동, 미대동, 백안동, 읍내동, 지묘동, 학정동 등에 측정망이 추가로 설치된다면 고 배출량 지역의 측정소 부족을 충족시켜 줄 것이라 기대된다. 본 연구에서는 구별 총합 배출량을 4가지로 나누어 입력을 하였으나 구별 총합 데이터가 아닌 동별, 혹은 건물별, 도로별 배출량을 산정하여 좀 더 세밀화 된 배출량 지도를 작성한다면 보다 정확도가 높은 결과를 가져올 수 있을 것이며, CO 외에도 SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM-10, VOC 등 다른 물질에 대해서도 측정소의 위치에 관한 연구가 수반된다면 대기질 평가에 알맞은 기초자료를 제공해 줄 수 있을 것이다.

**참 고 문 헌**

[ 1 ] Bin Zoua, J. Gaines Wilsonc, F. Benjamin Zhand, Yongnian Zenga, 2009, "Spatially differentiated and source-specific population exposure to ambient urban air pollution," Atmospheric Environment, vol. 43, no. 26, pp. 3981 - 3988.

[ 2 ] Brooks, C.E.D., and N.Carruthers, 1953, "Handbook of Statistical Methods in Meteorlogy," London, H.M.S.O., p. 96.

[ 3 ] ESRI, 2007, "Natural breaks," <http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2>

[ 4 ] Handscombe, C.M. and D.M. Elsom, 1982, "Rationalisation of the national survey of air pollution monitoring network of the United Kingdom using spatial correlation analysis: A case-study of the greater London area," Atmospheric Environment, vol. 16, no. 5, pp. 1061-1070.

[ 5 ] Han, J.H., M.H. Lee, and Y.S. Ghim, 2008, "Cluster analysis of PM10 concentrations from urban air monitoring network in Korea during 2000 to 2005," Journal of Korean Society for

Atmospheric Environment, vol. 24, no. 3, pp.300-309.

[ 6 ] Lin, M.D. and Lin, Y.C., 2002, "The application of GIS to air quality analysis in Taichung City, Taiwan, ROC," Environment Modelling & Software, vol.17, pp. 11-19.

[ 7 ] Marquez, L.O. and Smith, N.C., 1999, "A framework for linking urban form and air quality," Environment Modelling & Software, vol. 14, pp. 541-548.

[ 8 ] 김종호, 김미숙, 곽병규, 박현수, 이선우, 이운기, 이준희, 백선호, 이종협, 2007, "GIS를 응용한 배출량 자료 관리 및 격자형 환경거동모델과의 연계 연구," 환경공동학술대회.

[ 9 ] 김해동, 2003, "대구의 장기적 도시기후 변동에 관한 연구," 한국환경과학회지, 제12권, 제7호.

[ 10 ] 김해동, 최근식, 2010, "대구지역 대기환경용량 산정에 관한 연구," 계명대학교 낙동강환경원, 환경과학논집, 제14권, 제1호, pp. 331-344.

[ 11 ] 대구광역시, 2002, "2002 환경백서."

[ 12 ] 대구광역시, 2010, "2010 환경백서; 대구의 환경."

[ 13 ] 도상현, 2010, "CALPUFF 대기 확산 모델을 이용한 대구 지역 대기질 및 건강 위해도 평가," 계명대학교 박사학위논문.

[ 14 ] 박명희, 김해동, 홍정혜, 2003, "대구시 대기오염 물질 배출량 산정에 관한 연구," 한국환경과학회지. 제12권, 제1호, pp. 23-34.

[ 15 ] 박민수, 김해동, 2006, "대구시 대기오염출량규제 실시를 위한 기초자료로서의 대기오염물질배출량의 공간분포 특성," 환경과학논비, 제11권, 제1호, pp. 51-60.

[ 16 ] 박종길, 김종필, 김지형, 1998, "김해시 대기오염 물질 배출량 산정," 한국환경과학회 학술발표.

[ 17 ] 서광교, 2009, "대구지역의 유해성 대기오염물질 농도 분포 특성," 석사학위논문, 영남대학교.

[ 18 ] 서울시정개발연구원, 1994, "대기질 측정방법의 효율화 방안에 관한 연구"

[ 19 ] 송종석, 정영진, 2006, "실외 센서네트워크 기반 대기오염 방제 시스템", 한국공간정보시스템학회 학술회의 논문집.

[ 20 ] 안원식, 김해동, 2003, "대구시 동성로의 이동차량에 대한 CO의 대기환경적 영향 평가," 환경과학논집, 제8권, 제1호, pp. 91-99.

- [21] 우정현, 김선태, 김정옥, 1997, “수동측정기에 의한 대기오염 자동측정망의 지역대표성 조사 및 보완방안에 대한 기초연구,” 한국대기환경학회지, 제13권, 제6호.
- [22] 이봉규, 1999, “초고속통신망하에서의 GIS를 이용한 대기 측정 시스템에 관한 연구,” 한국공간정보시스템학회 논문지, 제1권, 1호, pp. 85-92.
- [23] 주재희, 황인조, 2011, “도시대기측정망 자료를 이용한 대구지역 대기오염물질의 공간분포에 관한 연구,” 한국대기환경학회지, 제27권, 제5호, pp. 545-557.
- [24] 최병길, 김중식, 라영우, 이철준, 2004, “GIS를 이용한 대기오염측정망의 적정성 분석,” 한국지형공간정보학회 추계학술대회논문집.
- [25] 최진무, 1998, “GIS를 이용한 대기오염 배출량 분포도의 정확도 향상에 관한 연구” 한국GIS학회지, 제6권, 제1호, pp.65-76.
- [26] 환경과 공해연구회, 1990, “서울시 대기오염자동측정망의 현황 및 문제점에 관한 조사연구,” 환경과 공해 연구회.
- [27] 황윤정, 이순진, 도화석, 이윤기, 손태정, 권택규, 박회옥, 김종우, 2009, “2008년 대구지역의 대기질 및 기상요인 특성 평가,” 한국대기환경학회 학술대회논문집.



김 효 정

2009년 경북대학교 공학사  
2012년 경북대학교 대학원 공학석사  
관심분야는 eco gis, LBS



조 완 근

1990년 Rutgers-The state University of New Jersey 공학박사  
2007년~현재 경북지역환경기술개발센터, 평가위원  
1996년~현재 경북대학교 공간정보학과/환경공학과 교수  
관심분야는 대기 gis, 대기보간법

논문접수 : 2012.01.26

수 정 일 : 2012.03.14

심사완료 : 2012.04.23