

PA18) 대구시 대기환경구조 특성에 관한 고찰

박종길, 박문기¹, 권기찬², 김석철^{3*}

인제대학교 환경공학부/대기환경정보연구센터,

¹대구한의대학교 보건환경학과, ²대구한의대학교 리조트개발학과,

³인제대학교 대기환경정보공학과/대기환경정보연구센터

1. 서 론

대도시의 대기는 여러 면에서 교외지역의 대기와는 매우 다르다. 높게 들어선 대형 건물 및 공장들은 지면을 거칠게 만들고, 자연적인 공기 순환이나 바람을 방해함으로써 도시내에 배출되어진 먼지, 아황산가스, 일산화탄소가스 등의 유해물질이 확산되거나 도심 밖으로의 순환을 차단하게 된다.

연구대상 지역인 대구광역시는 자연적·지형적·지리적 여건이 도시 내·외부 공기의 순환을 어렵게 하는 구조를 가져 바람이 약하거나 무풍이 지속될 경우 대기 오염은 더욱 심화될 수 있다. 이러한 문제점을 근본적으로 해결하기 위해 도심지구내의 도시대기환경구조를 조사하여 그 원인을 파악 하여야 하며, 도심내의 녹지 환경의 역할과 녹지 구축의 필요성이 제기되고 있다.

이에 본 연구에서는 대구광역시 대기환경에 대한 종관기상학적 특성을 파악하여 지상과 상층의 바람구조를 밝히고, 고농도 오염을 일으키는 기상학적 특성 및 대기구조를 알아보고자 한다. 아울러 도심 지구에 대한 전반적인 대기오염현황을 파악하여 보다 실질적으로 도움이 되는 대기오염환경의 완화에 유효한 녹지 환경의 공간적 특성을 파악하는데 기여하고자 한다.

2. 연구 자료 및 방법

연구 분석에 사용된 기상자료는 기상청에서 제공하는 대구기상대와 대구광역시 내에 산재한 4지점의 자동기상관측망 자료로 1991년부터 2006년까지 16년간의 자료를 사용하였다. 자동기상관측망은 1시간 간격으로 측정되어 있으나, 대구기상대는 기상요소에 따라 측정간격이 달라 기온과 습도는 1998년 3월까지 3시간 간격으로 측정되었고 그 이후에는 1시간 간격으로 측정되어 있다. 바람자료는 전 기간 동안 1시간 간격으로 측정되어 있다. 강수량은 일총강수량 자료로 1991년부터 2006년까지 16년간의 자료를 이용하였다.

대기오염물질 농도자료는 대구광역시내 위치한 9개의 환경부 대기측정소에 관측되어진 5개 대기환경기준물질(SO₂, NO₂, O₃, CO, PM₁₀)의 시간별 농도 자료를 사용하였는데, 사용기간은 기상자료와 같이 1991년부터 2006년까지 16년간의 대기오염농도자료를 사용하였다.

그리고 자료의 통계적 해석과 분석을 위해 유효자료를 선정해야 하므로 관측 자료에서 결측치와 이상치를 제거한 후 Larsen(1973)의 통계적 유효 자료 선정법에 의해 유효자료를

선정하였다. Larsen은 결측 자료 수가 전체 자료 집단의 1/3(33%) 미만 일 때, 즉 1일 평균치는 8시간, 1개월 평균치는 10일 미만일 때 유효하며, 그 이상일 때는 통계적 의미를 상실한다고 하였다.

기온의 경우 유효자료수는 연도별로 99.5~100%를 나타내었으며, 월별로는 99.7~100%의 유효자료수를 나타내었다. 상대습도의 경우도 연도별 유효자료수가 99.5~100%로 나타났으며 월별로도 99.6~100%의 유효자료수를 나타내었다. 바람 자료는 연도별로 99.5~100%의 유효자료수를 나타내었으며 월별로도 99.8~100%로 나타나 기온, 상대습도, 풍속 자료 모두 Larsen의 최소 자료수를 만족하고 있으므로 연구에 사용된 자료들은 통계적 의미를 가지고 있다고 볼 수 있다.

이에 비해 대기질 자료는 지점별로 관측기간이 모두 다르게 나타나 지점별 오염물질별 Larsen의 최소 자료수를 만족하는 기간만 통계분석에 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 기상환경 현황

연구기간동안 대구시 기온과 상대습도 및 풍속의 연평균 분포를 Table 3.1과 Fig. 3.1~3.3에 나타내었다. 평균 기온은 13.4~17.1°C 범위를 나타내었으며 16년간 연평균 기온은 14.45°C를 나타내었다. 대구지역의 최근 30년간(1976~2005년) 평균치 13.9°C보다는 0.55°C 상승하였으나, 본 연구기간동안 연도별로는 1998년에 17.1°C로 가장 높은 값을 나타내었을 뿐 연도별 큰 차는 없었다. 연도별 평균 최고기온의 경우 연평균 최고기온은 35.83°C를 기록하였으며 37°C를 초과한 해가 1992년, 1994년, 1995년, 1996년으로 나타나 체온보다도 높은 최고기온을 나타내었다. 우리나라 폭염의 기준인 30.90°C보다 높은 값을 나타내어 대구시의 경우 폭염에 의한 대비를 마련하여야 할 것으로 사료된다(기상청, 2006).

상대습도의 경우 54.9~66.8%의 범위를 나타내었으며 16년간 연평균 60.44%로 나타나 포화도가 약간 낮은 상태를 보여주고 있으며 해마다 급격히 감소하고 있다.

풍속의 경우 16년간 연평균 풍속이 2.56m/s로 나타났고 서북서풍이 가장 우세하며, 풍속은 1.5~3.3m/s 의 바람이 대부분이고 그 다음은 3.3~5.4m/s 의 다소 강한 바람이 주를 이루고 있었다.

연 총강수량은 연도별로 차이가 많으며 16년간의 연평균 총강수량은 1094.68mm로 나타났으며 1994년이 가장 적은 567.5mm를 기록하였고 2003년이 가장 많은 1749.9mm를 나타내었다.

3.2. 대기질 현황

대구광역시 SO₂ 농도의 연변화는 북구 노현동(NW)과 남구 대명동(DM) 지점은 1991년 이후 매년 아황산가스 농도가 감소하였으며, 1997년 이후 대기환경기준(연평균 0.02ppm 이하)의 50% 수준 미만으로 나타나고 있으며, 그 외 지점도 시기는 다르나 점차 감소하여 대기환경기준을 만족하고 있음을 알 수 있었다.

CO의 경우 대기환경기준은 8시간 평균값이 9ppm 이하이며 1시간 평균값이 25ppm 을 초과하여서는 않되는데 대구광역시 대기환경측정망 지점에서는 일산화탄소 농도의 환경기준

을 초과하는 지점은 없었다.

NO₂의 농도는 일산화탄소와 달리 지점에 따라 연평균 대기환경기준(0.03ppm 이하)을 초과하는 지점이 많았으며, 특히 서구 이현동(LH)과 북구 노현동(NW), 남구 대명동(DM) 지점은 초기에 환경기준을 초과하였으나 최근 농도가 줄어들고 있었다. 하지만 북구 태전동(TJ), 중구 수창동(SC) 지점은 최근에 대기환경기준을 초과하기도 하였다.

미세분진의 경우 최근에 관측이 이루어진 달성군 현풍면(HP)과 태전동(TJ) 그리고 동구 율하동(YH)을 제외하고 대기환경기준을 초과하여 이산화질소와 더불어 PM₁₀의 농도가 비교적 높게 나타나 자동차에 의한 이동오염원이 주요인으로 작용하고 있다고 사료된다.

O₃의 경우 대기환경기준은 8시간 평균농도가 0.06 ppm을 초과하여서는 안되며, 1시간 평균농도는 0.1ppm을 초과하여서는 안된다. 대구광역시 전지점에서 점차 농도가 증가하고 있는 추세이나 아직 대기환경기준을 초과하지는 않았다.

3.3. 고농도 오염일에 대한 대기구조

대구시에 나타난 고농도 오염일로 선정된 사례일은 2005년 7월 20일부터 22일까지로 오존농도와 미세분진의 농도가 환경기준을 초과한 날이었다. 이날의 기상개황은 7월 20일 0000UTC에는 대구시가 동해 북부상에 있는 저기압의 영향을 받고 있었으나 이 시간 이후 서해 중부 상에 중심을 두고 있는 고기압의 영향으로 대기는 점차 안정해지며 북서내지 북동풍이 약하게 부는 맑은 날씨였다. 그리고 상층 500hPa의 일기도에서도 북서내지 북동풍이 불고 있음을 확인 할 수 있었다. 오후가 되면 대기는 더욱 안정해져 산곡풍과 같은 국지풍이 발달하고 대기오염을 일으키기 좋은 기상조건을 갖추고 있다고 볼 수 있다.

7월 21일에는 서쪽에서 다가온 고기압의 세력이 확장되어 우리나라 전역이 고기압 지배하에 놓여 대기는 매우 안정하며 북서내지 북동풍이 약하게 부는 기상조건이며 대구시의 경우도 북동풍이 약하게 불고 있는 상황이었다. 지상 5.5km 인 500hPa의 일기도에서 고기압 영역 내에 한반도가 위치해 지상과 상층이 같은 대기 구조를 가지고 있음을 알 수 있었다. 이러한 날의 경우 풍속이 약해지면 고농도 대기오염을 야기할 수 있는 좋은 기상조건이 될 수 있다.

마지막 날인 7월 22일에는 동해상의 기압골의 영향으로 한반도를 지배하는 고기압 세력이 약해져 둘로 나누어 북동내지 북서풍이 약하게 불수 있으나 상층에서는 여전히 고기압의 영향하에 놓여 있으므로 상층에는 지상과 같이 북서내지 북동풍이 약하게 불고 있으나 대기가 안정해져 지상에서는 국지풍이 약하게 발생할 수 있으므로 여전히 고농도 대기오염의 가능성을 예견할 수 있다.

따라서 2004년 7월 20일부터 22일까지의 사례는 한반도를 지배하는 고기압의 영향으로 맑고 바람이 약하며, 풍계는 지상과 상층 모두가 북동내지 북서풍이 불고 있음을 알 수 있으며 오후에는 국지풍의 발생을 예견할 수 있으므로 고농도 대기오염 가능성이 큰 기상조건이었다.

4. 요약

대구시는 여름철을 제외하고 서북서풍내지 서풍으로 서풍계열의 바람이 우세하여 지리적

으로 서쪽에 위치한 공장지대와 신흥 부도심의 영향이 도심지 내부에 크게 나타날 수밖에 없는 그런 구조를 가지고 있으므로 도심내의 녹지공원 조성과 같은 오아시스 효과로 자연형 대기 순환 구조를 구축하지 않을 경우 환경오염과 지구온난화로 인한 심각한 피해가 초래할 수 있으므로 친환경도시를 위한 준비를 소홀히 해서는 않된다고 사료된다.

아울러 대구광역시의 연평균 대기오염물질의 농도는 PM₁₀, NO₂ 제외하고 환경기준을 초과한 것은 없으며, 주로 자동차와 주변 공장에 의한 오염원이 대부분임을 알 수 있었다. 또한 PM₁₀의 경우 대구시에 산재한 환경측정망 대부분의 지점에서 환경기준을 초과하고 있으므로 디젤 자동차 및 비산먼지 저감 등 미세분진에 대한 저감 대책을 신속히 마련하여야 한다고 생각한다.

그리고 대구시의 O₃과 PM₁₀의 고농도 현상은 고기압이 장시간 우리나라를 지배하면서 대기가 안정되고 바람이 약하여 국지풍의 발달이 용이할 경우 도심지내에 고농도 오염을 야기하고 있으며 지형적으로 도심의 오염물이 다른 지역으로 수송되거나 확산이 용이하지 않는 지형구조를 갖고 있으므로 도심을 흐르는 신천을 바람통로 이용하고 도심에 녹지공간 형성 및 도심지의 불투수성 지표면을 잔디 이식을 통한 자연형 도로로 바꾸어 줌으로서 도심내의 열 축적 현상을 줄이고 증발산을 도울 수 있는 cold island 역할을 증대시킬 수 있을 것이다.

이와 같은 사업은 풍속이 약하고 건조한 독일을 포함한 유럽의 내륙지방에서 활발하며 최근에는 해안에 있는 대도시에 저온의 해풍 또는 강바람을 도심에 유입시켜 도시열섬을 완화하고자 하는 시도가 일본을 포함한 아시아 국가에서 많은 관심을 가지고 있다(Ichinose, 1999, 2000; 김해동 외, 2002).

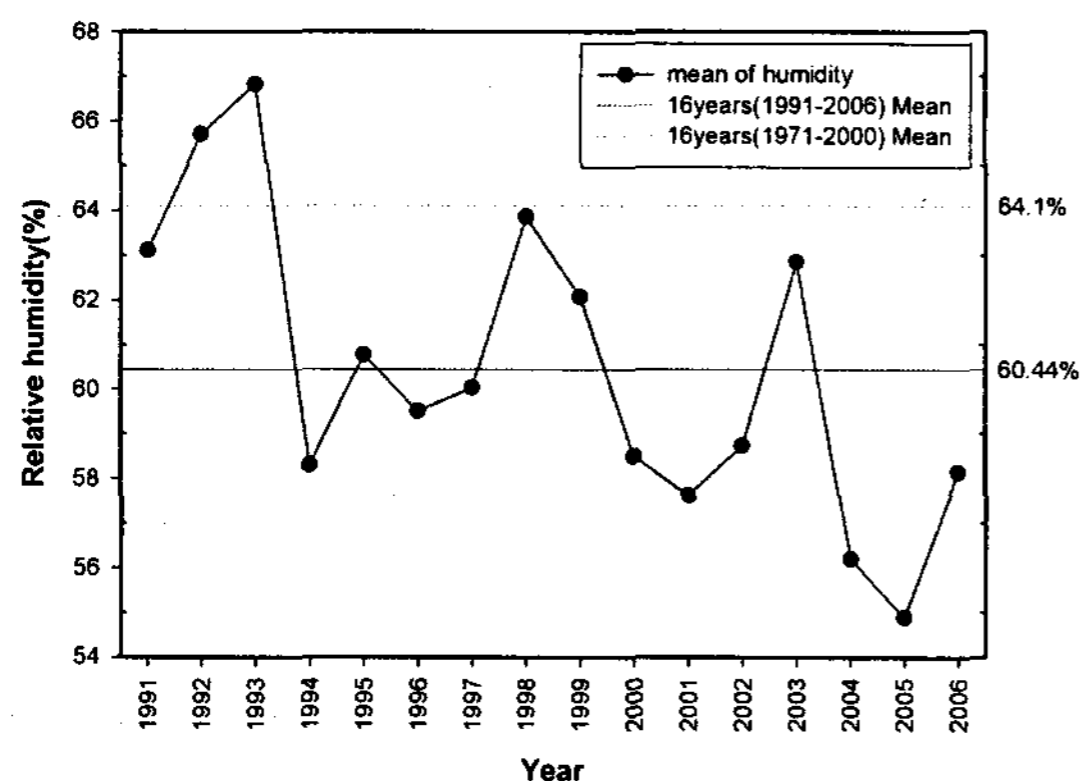


Fig. 1. The annual distribution of relative humidity at Daegu from 1991 to 2006.

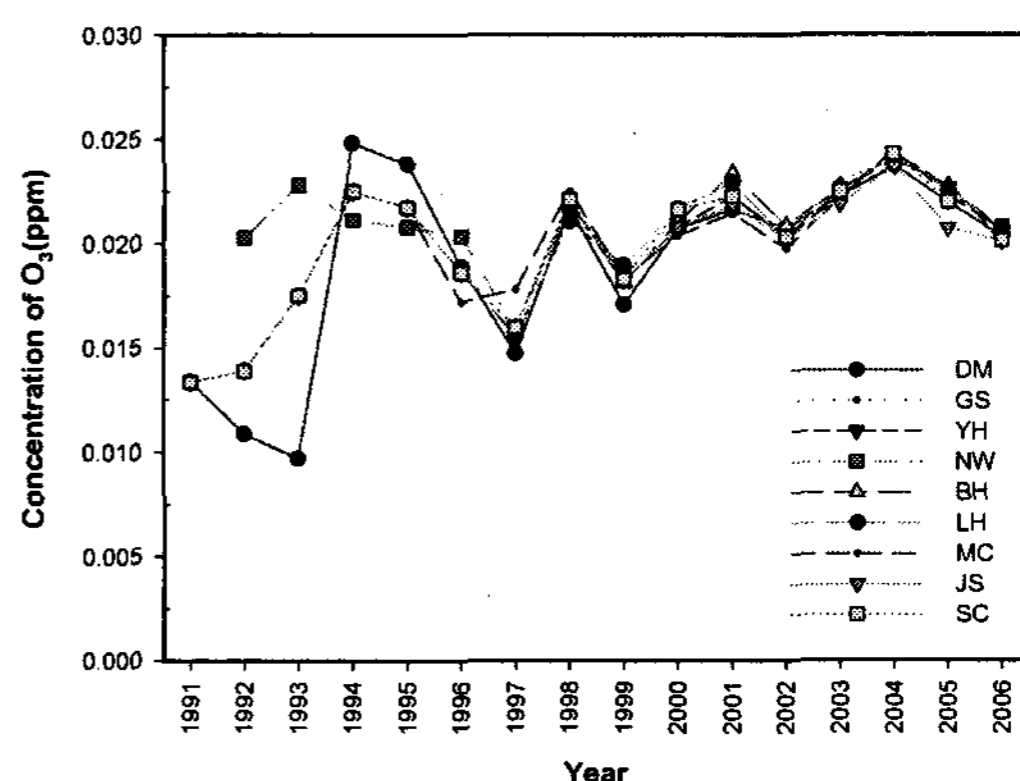


Fig. 2. The annual distribution of O₃ concentration at Daegu from 1991 to 2006.

감사의 글

본 연구는 대구지역환경기술개발센터의 지원으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- 기상청, 2006, 폭염특보에 관한 연구(I), 인제대학교 산학협력단 대기환경정보연구센터, 43-55.
- 김수봉, 김해동, 심근정, 박명희, 안지숙, 2001, 대구의 쾌적 환경도시 계획을 위한 기온변화 분석에 관한 연구(I) : 여름철 도시기온 변화분석을 중심으로, 대구지역환경기술개발센터, 15-34.
- 김해동, 홍성희, 김동길, 박명희, 안지숙, 김진일, 박미영, 2002, 대구의 쾌적 환경도시 계획을 위한 기온변화분석에 관한 연구(II) : 여름철 도시기온 변화분석을 중심으로, 대구 지역기술개발센터, 22-34.
- 박종길, 김종필, 김지형, 1999, 김해지방의 대기오염 특성, *한국환경과학회지*, 8(1), 33-43.
- 서기수, 윤일희, 안병호, 문영수, 1997, 국지기상 특성에 따른 군산, 대구 및 포항의 대기질의 일변화, *한국환경과학회지*, 6(6), 613-628.
- 송은영, 윤일희, 1996, 종관바람장에 따른 대구시의 계절별 대기질의 연변화, *한국환경과학회지*, 5(2), 113-130.
- 윤일희, 민경덕, 박동재, 1994, 대구상공에서의 대기오염물질 확산에 관한 연구, *한국환경과학회지*, 3(3), 241-252.
- 정응호, 김수봉, 최동식, 심근정, 권진오, 김종달, 2002, 대구지역 환경관리 체계구축을 위한 정책연구, 대구지역환경기술개발센터, 32-40.
- 조완근, 손상호, 1996, 인체 호흡영역에서의 대구시 대기질에 관한 연구, *한국환경과학회지*, 5(1), 7-14.
- Larsen, R.L., 1973, An air quality data analysis system for interrelating effects, standards and needed source reductions, *JAPCA*, 23, 933.