

부산지역 시정의 변화와 특성 분석

김유근 · 문윤섭 · 배주현^{*1} · 전병일²

부산대학교 대기과학과, ¹부산대학교 환경시스템, ²신라대학교 환경학과

1. 서론

최근 들어 대도시를 중심으로 악화되어 가는 대기오염의 심각성으로는 주민들의 건강문제, 건축물의 부식 등에 미치는 영향이 점점 그 정도를 심화시키고 있다. 천천히 감지하게되는 건강상의 문제 등과는 달리 눈에 띄게 나빠지고 있는 시정감소 현상은 일상생활에서 쉽게 감지될 수 있는 형태의 오염지수라고 볼 수 있다. 실제 미국에서는 시정지수(dv)를 사용하여 haze의 정도를 쉽게 인지하는 방법을 사용하기도 한다.

시정장애의 원인으로는 입자상 물질과 가스분자의 빛의 산란과 흡수이고, 상대습도는 그 자체가 원인은 아니지만 상대습도가 높을 경우에는 입자들, 특히 황산염의 입자들이 수분을 누적하여 빛을 산란시킬 수 있는 효과적인 크기가 된다.

지금까지 시정추이에 관한 연구는 각 지역의 장기간 시정경향 분석 및 대기오염물질과의 상관 분석이 여러 방향으로 이루어져 왔다. NPS(National Park Service, 1994)와 William c. Malm등(1994)에 의해 미국 시정의 장기간과 계절적 변화가 분석되었고, CAPITA(Center for Air Pollution Impact and Trend Analysis)에서는 미국의 1960년에서 1992년까지 4계절의 시정경향지도를 작성하여, 지역적·계절적인 시정변화를 동시에 파악할 수 있게 하였다. 그리고 Kikuo Okada등에 의해서는 일본 나고야의 시정경향을 살펴본 바가 있다.

서울의 경우는 박세욱 등(1994)에 의해 1980년에서 1993년까지의 시정 경향을 살펴 본 바가 있으며, 정용승 등(1994)에 의해 대구와 예천의 시정 변화를 연구한 바가 있다. 정재섭 등(1994)은 1981년에서 1992년까지 12년간의 수도권 중심으로 타 지방도시들의 시정 경향과 비교 분석하였고 대기오염자료를 이용하여 계절별로 다중회귀분석 하였다. 하지만 아직 부산지역의 시정 추이에 관한 연구는 주로 수도권 지역과의 비교분석의 일부분으로 연구되어지거나 단기간의 시정 추이에 대한 단순 변수 분석에 불과하였다.

본 연구에서는 1965년부터 1996년까지 부산시 중구 대청동 소재 부산 기상청에서 목측으로 관측한 부산의 시정을 분석하여 장기간의 경향을 파악하고, 변

화추이를 분석하며, 전국시정분포를 통해 부산의 시정악화 정도를 살폈다. 또한 기상요소와 대기오염요소와의 상관성을 분석하여, 이러한 변화 추이와 특성이 스모그 현상을 야기하는 사실과 어떠한 관련성이 있는지를 조사해 보고자 한다.

2. 자료 처리 방법

본 연구에 사용되어진 자료로는 1965년부터 1997년까지의 부산지방 기상자료와 1994년부터 1997년 7월까지의 광복동에 위치한 대기오염 자동관측치값을 사용하였다. 전국 연무(haze)지도 작성을 위해서는 기상연구소에서 제공한 1994년부터 1996년까지의 전국 시정자료와 강수량자료를 이용하였다.

먼저, 부산의 장기간 시정변화를 분석하기 위해 33년간의 시정자료를 비와 눈이 온 날의 자료를 다 포함한 상태에서 결측치값 처리 후, 분석이 이루어졌다. 두번째로 순수 haze로 인한 시정악화를 살펴보기 위해 작성된 시정지도에 사용한 자료는 전국 시정자료에서 강수일을 다 빼고 결측치값과 최소·대 한계치를 넘기는 오류데이터를 필터링한 후, 94년 12월부터 95년 2월까지를 95년 겨울로, 95년 3월에서 5월까지를 봄, 95년 6월에서 8월까지를 여름으로 두고, 95년 9월에서 11월까지를 가을로 그룹을 형성하여 계절별·시간별 전국 경향을 정밀히 분석했으며, 96년 4계절 또한 95년과 마찬가지로 잡았다. 시간대는 6시간 간격으로 관측이 이루어진 지역을 기준으로, 0300 LST, 0900 LST, 1500 LST, 2100 LST의 4경우를 각각 살펴보았으나 대체로 시간대마다의 계절적·공간적 경향은 비슷하기에 연무성이 가장 심한 0900 LST의 변화를 집중 분석하였다. Fig. 1은 1996년 4계절의 오전 9시대 시정지도를 작성한 것이다.

마지막으로 부산지역 시정악화의 원인 분석을 위해 1994년부터 1997년까지의 온도, 습도, 풍향, 풍속 등의 기상자료와 CO, O₃, SO₂, NO₂, TSP의 대기오염 자료를 사용하여 그 상관성을 분석하였으며, 사례 연구를 위해서는 시정이 5km 미만을 나타냈던 악시정일을 1996년 6월 15일과 16일로, 20km이상의 호시정일을 보였던 1996년 7월 7일과 8일을 선정하여 이 두 case에 따른 원인들을 집중적으로 분석하였다.

3. 결론

부산시정 악화에 영향을 끼치는 요인을 찾기 위해 여러 방향으로 연구가 이루어 졌고, 그 결과는 아래와 같다.

1) 65년에서 72년까지는 시정이 거의 18km정도로 일정하다가 73년에 최대 피크값이 나타났다. 93년까지 서서히 감소하는 추세를 보였지만, 그 이후는 다시 회복되었고 97년에 다시 급격히 감소했다.

2) 오전 9시와 오후 6시의 시정 그룹별 빈도수를 살펴본 바에 의하면, 오후

6시대의 경향으로 15km이하의 시정 빈도값이 80년 후반부터 높아짐을 살펴 볼 수 있었다.

3) 95년과 96년의 겨울, 봄, 여름, 가을의 0900 LST 시정 분포를 살펴본 결과, 96년의 시정 분포들이 95년에 비해 각 계절별로 향상된 것을 볼 수 있으며, 계절적으로는 겨울에 비해 여름 시정의 악화가 더 심했다.

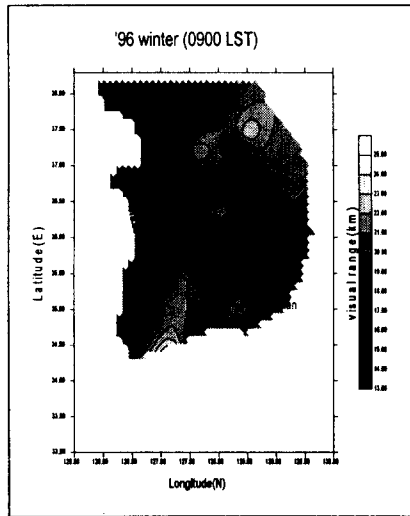
4) 대기오염물질과의 상관성을 분석한 결과, 부산시정의 악화에 영향을 주는 물질은 TSP와 NO₂이며, 이로 유추하건대 부산지역의 시정장애 현상의 주원인물질은 NO₂ 배출로 인한 질산염 등과 같은 입자에 의한 것임을 알 수 있다.

5) 기온과 풍향, 풍속, 습도가 시정과의 시계열 변화로 일정한 패턴이 계속되었다. 기온의 시계열 변화에서 시정과의 역상관을 볼 수 있고, 습도의 일변화 패턴과 시정의 경향이 음의 상관을 뚜렷이 나타냈으며, 풍속과는 양의 상관이었다. 그리고 풍향의 경우에 북서풍일 때 호시정을 남동풍이 불 때는 저시정을 보이는 특성을 보인다.

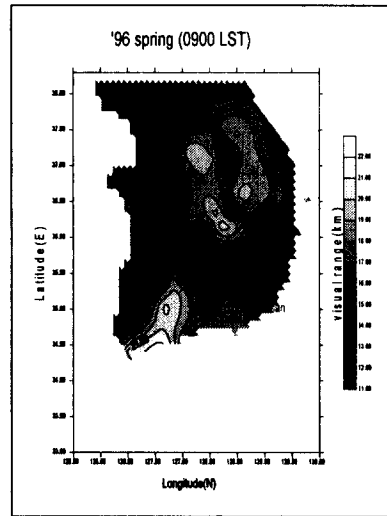
6) case 비교 결과, 악시정 case의 상대습도는 호시정의 경우보다 16.25%나 높았고, TSP가 88.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, SO₂가 8.3ppb, NO₂가 8.69ppb, O₃가 7.88ppb 높게 나타났다. 기상요소로는 풍속이 1.21 m/s정도로 약한 풍속을 보였다.

4. 참고문헌

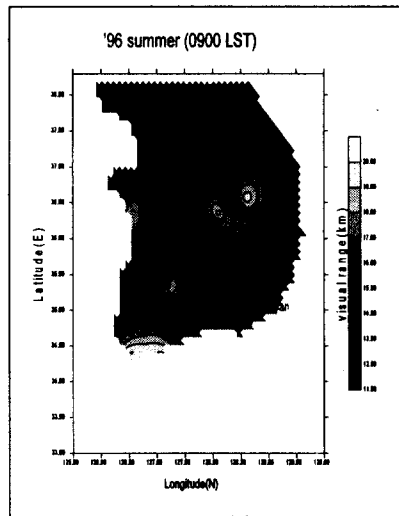
- Kikuo okada and Kenji Isono, 1982, Trends in Visibility in the Urban Atmosphere, Journal of Meteorological Society of Japan, 60.4, 777~786
- NPS VISIBILITY PROGRAM, 1994, Visibility Protection, IMPROVE Newsletter vol.3 No. 4
- Rudolf B.Husar, Joseph B. Elkin, William E. Wilson, U.S. Visibility Trends, 1960-1992, CAPITA
- William C. Malm et al., 1994, Spatial and seasonal trend in particle concentration and optical extinction in the United States, Journal of Geophysical Research, 99.D1, 1347~1370
- 이영옥, 정용승, 1994, 대구의 저시정과 대기오염에 관하여 : I. 시정감소, 한국기상학회지, 30.1, 21~26
- 박세옥, 백남준, 김용표, 문길주, 김영성, 1994, 1980-1993년 기간의 서울의 시정추이, 대기보전학회지, 10.3, 203~208
- 정용승, 김태군, 정재섭, 1992, 도시의 대기오염과 시정감소에 관하여, 한국 대기보전학회지, 8.1, 1~6



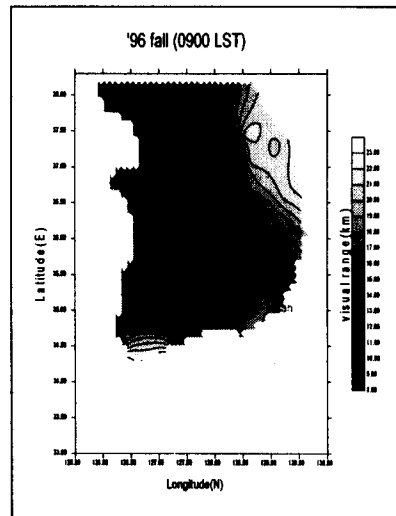
(a)



(b)



(c)



(d)

Fig. 1. The distribution of average visibility(km) for the period of (a)winter (b)spring (c)summer (d)fall at 0900 LST in 1996