

PA27) 하부 대류권에서 기상관측기기의 비교 관측을
 위한 마산지역 기후변화 특성에 대한 고찰

박종길, 정우식¹, 김석철^{1*}, 김신호²

인제대학교 환경공학부/대기환경정보연구센터,

¹대기환경정보공학과/대기환경정보연구센터,

²인제대학교 대기환경정보공학과/부산지방기상청 구덕산기상레
이더관측소

1. 서 론

최근에 발표된 기후변화에 대한 정부간 협의체(IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change) WG1(Working Group I, 2007) 평가보고서의 예측 시나리오에 의하면 화석연료에 의존하는 대량 소비형 사회가 계속될 경우, 전 지구 평균온도가 1980~1999년에 비하여 2090~2099년에는 최소 1.1°C, 최대 6.4°C 증가하고 이에 따라 대부분의 지역에서 더운 날과 열대야, 폭우 빈도, 강한 열대성 저기압, 해수면 상승 등이 증가할 것으로 전망하였다. 그리고 WG2(Working Group II, 2007) 평가보고서에서는 기후 변화가 자연계와 인간에게 미치는 영향과 이에 적응하기 위한 능력과 취약성을 다루고 있는데 여기에 의하면 아시아 지역에서는 히말라야 산의 빙하가 녹으며 홍수와 산사태 등의 재해가 증가할 것이며 대부분의 지역에서 수자원 부족 현상이 나타날 것으로 전망하고 있다.

우리나라는 박정임 등(2007)에 의하면 서울지역은 1991~2003년에 비하여 2032년 이후의 여름철 일평균 기온이 약 2~3°C 증가할 것으로 전망하였고, 권원태(2005)는 우리나라에서 근대적인 기상관측이 시작된 1904년부터 2000년까지의 평균 기온이 1.5°C 상승하였다고 하여, 이와같이 기후의 변화는 지표에 접촉하고 있는 대기에도 영향을 주어 같은 양상을 나타낸다.

국내에는 기상청이 2003년 문산을 시작으로 1300MHz영역의 windprofiler를 설치하여 2006년 현재 5개소(해남, 문산, 강릉, 군산, 마산)에서 고도 200~5000m 영역을 약 70m의 고도분해능으로 관측중이며 2007년까지 10개소로 확충할 계획이다. 기기 도입이후 windprofiler의 기기불량 등으로 인하여 시스템을 수리한 사례는 있었으나 기기 사용 시간과 운영 방법에 따라 발생할 수 있는 오차의 보정 사례는 전무한 실정이다.

이에 본 연구에서는 가장 최근에 설치된 마산기상대의 windprofiler 보정 알고리즘 개발을 위한 비교 관측을 위한 기본조사로서 마산지역의 지상 기후자료를 이용하여 지구온난화로 인한 변화를 과거의 변화를 통한 분석으로 앞으로의 추세를 알아보고자 한다. 이를 이용하여 마산 지역의 기후 특성을 규명, 향후 비교 관측 후 보정 알고리즘 개발시 참고자료로 활용하고자 한다.

2. 연구 자료 및 방법

본 연구에서는 마산지역의 기후 변화 현황을 분석하기 위하여 마산 기상대의 관측 개시 시점인 1985년부터 2005년까지의 기온, 습도, 강수량, 풍향 및 풍속 자료를 이용하였다. 마산 기상대는 기상 요소에 따라 관측 간격이 달라 기온과 습도는 1998년 3월까지 3시간 간격으로 관측되었으며 그 이후에는 1시간 간격으로 관측되었다. 바람 자료는 연구 기간 모두 1시간 간격으로 관측되었으며 강수량은 일총강수량 자료를 이용하여 분석하였다.

그리고 자료의 통계적 해석과 분석을 위하여 유효자료는 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.

Fig. 1은 1985년 7월 1일부터 2006년 12월 31일까지 마산기상대의 기상 관측자료 유효성 검증 결과로 관측 자료들은 연도별로 99.79~100%의 유효자료수를 나타내었으며 월별로도 98.8~100%를 나타내고 있어 기온, 상대습도, 바람 자료 모두 Larsen의 최소 자료수를 만족하고 있으므로 연구에 사용된 자료들은 통계적 의미를 가지고 있다고 볼 수 있다.

본 연구에서는 마산기상대의 관측 개시일이 1985년 7월이므로 이때부터 2005년까지의 기후평년값(Climatological normal)인 과거의 자료와 비교하기 위하여 최근 2001년부터 2005년까지의 자료를 이용하였다. 구분된 기간의 자료를 이용하여 기상 인자의 class별 발생 빈도 분석과 더불어 연변화 추이를 통하여 마산 지역의 기후 변화의 경향을 알아보하고자 한다.

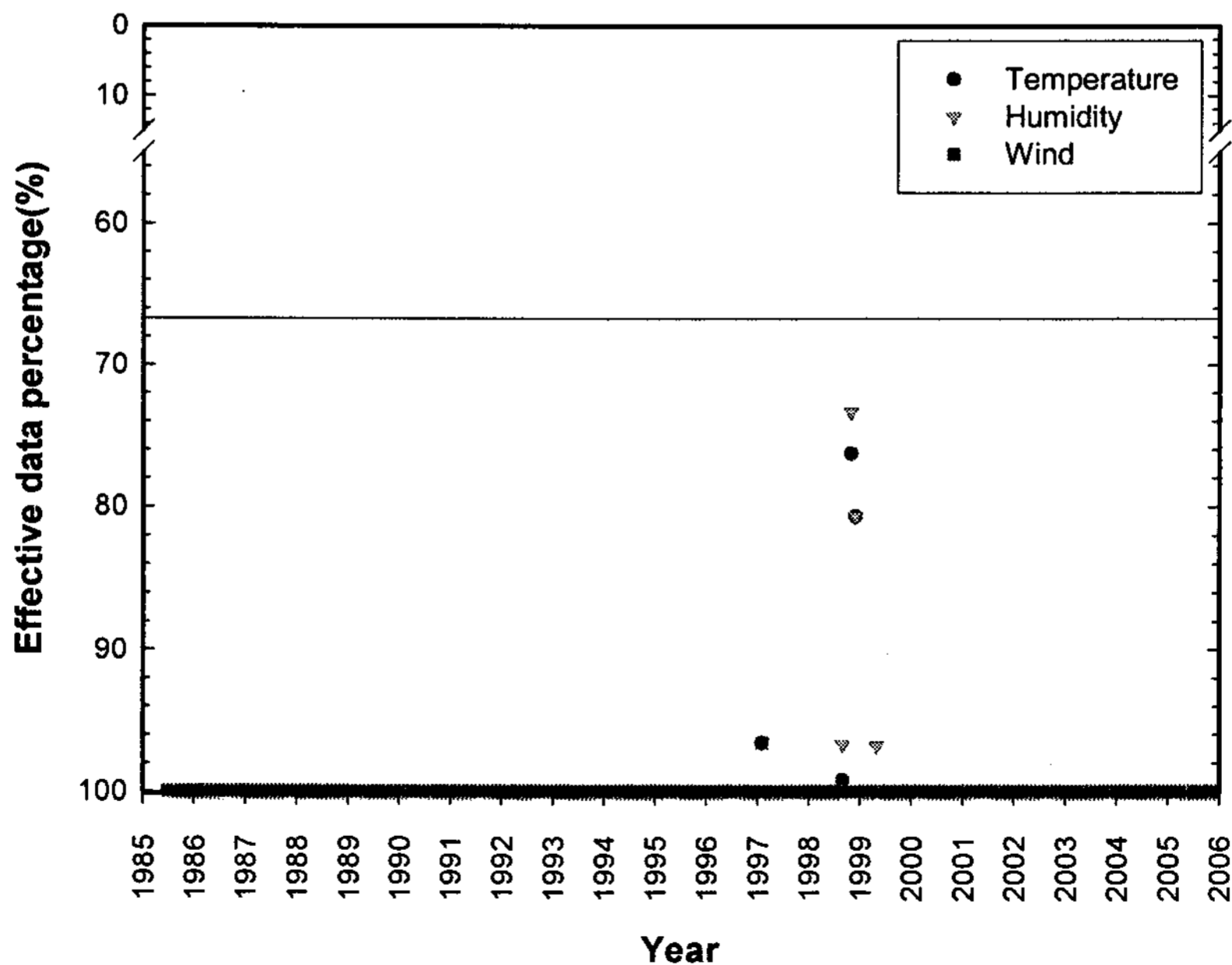


Fig. 1. The annual distribution of observed weather elements at Masan weather station from 1985 to 2005.

3. 결과 및 고찰

3.1. 기온의 class별 발생 빈도 특성

마산 지역의 기온 변화를 알아보기 위하여 평년값과 최근 5년간에 대한 일평균 기온의 Class별 발생 빈도를 살펴본 결과(Fig. 2 참조) 기상청(2006)과 같이 두 개의 peak가 나타나는 bi-modal 형태를 나타내고 있었으며, 최병철 등(2007)에서는 기후 변화로 인한 발생 빈도의 평균이 비선형적으로 반응하고 고온 또는 저온 방향으로 이동을 한다고 하였으나 마산지역의 경우 어느 방향으로의 이동은 나타나지 않았다. 그리고 서울의 경우 0℃와 20℃에서 peak를 나타내었지만 마산의 경우 5℃와 20℃에서 peak를 나타내었는데 이것은 지역적 차이로 인한 것으로 생각된다. 마산 지역의 일평균 기온 빈도는 최근 5년간은 평년값보다 5℃의 경우 약 1.04% 감소하였고 20℃의 경우 1.41% 증가한 것으로 나타나 상대적으로 저온 영역 온도의 빈도는 감소하고 고온 영역 온도의 빈도가 증가하여 최근 마산지역이 상당히 따뜻해졌음을 알 수 있다.

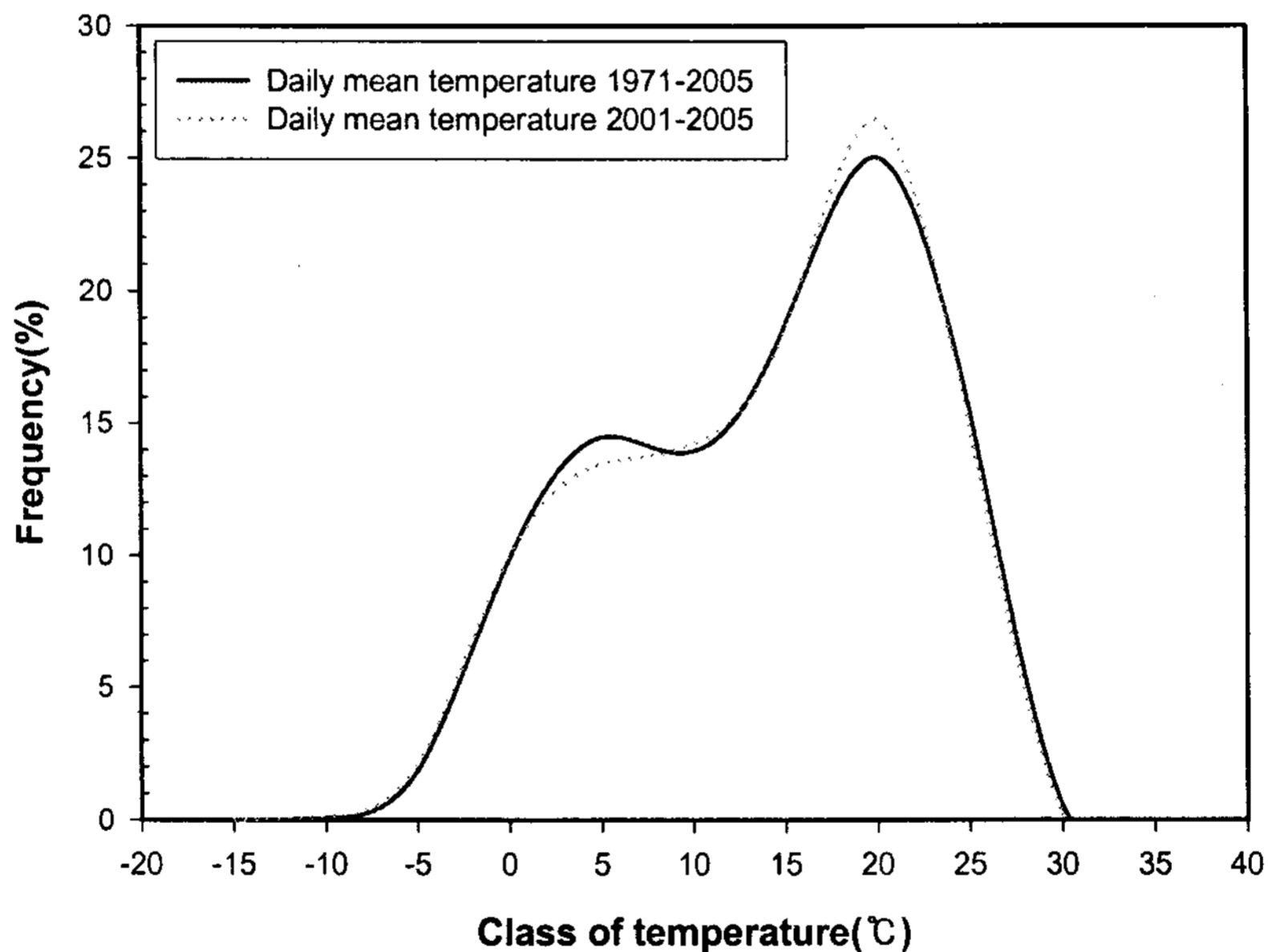


Fig. 2. The occurrence frequency distribution of daily mean temperature class at Masan.

3.2. 습도의 연별 경향 및 class별 발생 빈도 특성

습도 변화 경향은 1985년부터 연도별로 차이는 있으나 매년 감소하는 경향을 보이며 특히 1985~2005년까지의 평년치는 65.8%였으나 2001~2005년까지의 5년간 평균은 58.9%로 낮아져 마산 지역이 건조해졌다는 것을 알 수 있다. 이것은 허정도 외(2000)에 의하면 1985년부터 1993년까지 마산 남성동 구항 앞과 시마산의 서항 지역에 114,000평 규모의 매립공사가 진행되어 상업지역 및 주거지역과 해안도로가 건설되고 도시 공간이 변화하였다고 하였는데 이러한 도시화와 기온 상승 등으로 인하여 도시가 점차 건조해지고 있다고 볼 수 있다. 그리고 습도 30% 이하의 빈도는 2001년부터 2005년까지의 경우 1985년부터 2005년까지

보다 5.6%나 증가하였다.

3.3. 바람의 연별 경향 및 class별 발생 빈도 특성

풍향의 변화는 크게 나타나지 않으나 1985~2005년보다 2001~2005년의 경우 남남동풍(SSE)의 빈도수가 증가하고 있고 북북동풍(NNE)은 1985~2005년보다 2001~2005년에는 감소하였으며 특히 북서풍(NW)은 2001~2005년이 1985~2005년에 비하여 빈도수가 5.6%나 감소하였다.

연평균 풍속은 증가와 감소를 반복하고 있지만 1985~2005년에 비하면 2001~2005년의 경우 약 0.4m/s가 감소한 것으로 나타났다. 그리고 1985~2005년과 비교하여 2001~2005년은 상대적으로 강하다고 할 수 있는 5m/s 이상의 풍속 빈도는 약 11.8% 감소한 반면에 상대적으로 약한 바람인 3m/s 이하의 풍속 빈도는 약 12.1% 증가한 것으로 나타났다. 이것으로 마산지역은 평년에 비하여 최근 5년간 해풍의 빈도는 증가하였으나 풍속은 감소한 것으로 볼 수 있다.

3.4. 강수량의 연별 특성

1985~2005년까지 마산 지역의 강수일수는 연간 61~111일의 범위를 나타내고 있으며 1985년과 1994년을 제외하고 모든 해의 강수일수는 70일 이상으로 나타나고 있다. 연간 총 강수량은 814.2~2897.4mm로 년도 별로 편차가 크게 나타났으나 약한 증가현상을 보여주고 있다. 그리고 호우일수는 0~9일의 범위로 나타났고 강수강도는 9.9~30.5mm/day의 범위로 나타났으며 연강수량과 마찬가지로 약한 증가현상을 나타내었다.

4. 요약

최근에 설치된 마산기상대의 windprofiler의 기기보정을 위한 비교관측을 하기에 앞서 마산기상대의 기상 관측자료를 이용하여 마산지역의 기후 변화 현황을 알아보았다.

그 결과, 마산지역은 최근 5년간 평년에 비하여 건조해졌으나 연강수량과 강수강도는 약한 증가현상을 나타내었다. 그리고 20℃의 기온빈도가 증가하여 마산지역이 상당히 따뜻해진 것으로 나타났다. 마산연보(2006)에 의하면 마산시에는 자동차 등록 수는 매년 증가하여 2005년 현재 138,241대를 나타내어 도시화로 인한 인공열원이 증가하였다고 볼 수 있다. 그렇지만 인구는 1998년 435,343명을 최고치로 나타낸 이후 매년 감소하는 추세를 보이고 있으며 사업체수 역시 1995년 35,622개 이후 점차 감소하고 있는 추세이다. 더불어 도심지 공원은 2005년 현재 91개까지 증가하였으며 공원 총면적 또한 2001년 이후 계속 증가하고 있는 추세이다. 마산지역의 기온이 1985~2005년 평년치보다 최근 5년간 상당히 따뜻해졌지만 자동차로 인한 인공열원의 증가가 인구 및 사업체 감소, 도심지 공원수와 면적 및 해풍 빈도의 증가와 상쇄되어 도시화의 영향이 다소 약하게 나타났으나 지구온난화와 더불어 마산지역의 기온도 상승하고 있음을 알 수 있다. 향후 지구온난화에 대한 영향을 지속적으로 조사할 필요가 있을 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- 권원태, 2005, 기후변화의 과학적 현황과 전망, *한국기상학회지*, 41(2), 325-336.
- 기상청, 지상기상통계 업무편람, 2001, 기상청, 15-22.
- 마산시, 2006, 마산시 통계연보, 마산시.
- 박정임, 김명현, 하종식, 권원태, 부경은, 김호, 2007, 미래의 여름철 무더위로 인한 초과사망, *인제대학교 대기환경정보연구노트*, 5(1), 71-85.
- 최병철, 김규량, 김지영, 2007, 위기의 지구: 폭염, *푸른길*, 22-25.
- 최영은, 2002, 남부지방의 강수강도와 극값의 변화경향에 관한 연구, *환경영향평가*, 11(3), 189-203.
- 폭염특보에 관한 연구(I), 2006, 기상청, 4-5.
- 허정도, 이규성, 2000, 20세기 마산의 도시변천 과정에 관한 고찰, *한국건축역사학회 추계학술대회 논문집*, 58-67.
- IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007. Climate Change Impacts, Adaption and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 2007.
- IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007. The Physical Science Basis Summary for Policymakers. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 2007.
- Larsen, R.L., 1973, An air quality data analysis system for interrelating effects, standards and needed source reductions, *JAPCA*, 23, 933.
- Park, J.K. and K.H. Seok, 1998, The Statistical Approaches on the Change Point Problem of the precipitation in the Pusan Area, *J. of Environmental Sciences*, 7(1), 1-7.