

## PA17) 대구와 추풍령의 도시화에 따른 야간냉각을 비교 연구

박명희\*, 김해동, 이부용<sup>1</sup>

계명대학교 환경방재시스템학과, <sup>1</sup>대구가톨릭대학교 환경과학과

### 1. 서 론

특정 지역으로 인구가 집중되어 도시적 특성을 확대해 나가는 것을 도시화라고 한다. 이러한 도시화 과정에서 나타나는 가장 뚜렷한 기후현상의 변화가 기온상승이다. 어느 지역에 도시가 발달하게 되면, 도시지역의 기온이 그 도시주변에 위치한 교외지역에 비하여 온도가 높게 형성되는 것을 확인할 수 있다. 이러한 현상을 도시열섬(Heat Island)이라고 부른다. 그리고 도심과 교외간의 온도 차이를 도시열섬 강도(Heat Island Intensity)라고 한다. 도시열섬 강도는 도시화가 진척될수록 커지는 것이 일반적인 현상이다.

도시열섬현상은 도시의 건설을 위하여 자연환경을 인공구조물로 변화시킨 결과의 총체적 반영이라고 말할 수 있다. 도시열섬 형성에 가장 중요한 원인은, 도시에 건설되는 인공구조물에 있다. 녹지와 물이 있는 자연 상태의 토지에 아스팔트나 콘크리트 구조물을 건설하면, 자연 상태 그대로 있는 토지와는 상이한 기후가 나타나게 된다.

포장된 지표면이나 벽면은 낮 동안에 받아들인 열을 축적하여 해가 진후에 대기 중으로 방출은 능력이 자연 상태의 토지에 비하여 월등한 것이다. 뿐만 아니라 도시에서는 여름철 야간에도 기온이 25℃를 상회하는 경우가 많이 발생하는데, 이러한 기후조건을 열대야일이라고 한다.

도시와 교외간의 가장 큰 기후차이는 이와 같은 야간열대야의 출현 빈도 차에 있다고 말할 수 있다.

또한 도시열섬의 원인으로 에너지 소비에 의한 인공열 발생이 주목된 것은 G. S. Eaton이 런던의 인공열을 연료소비량에 따라 산정하여 지표면 열수지에 적용한 결과 연평균 기온에 있어 약 1.4℃의 기온상승을 가져왔다고 보고된 이후부터이다. 이후 도시의 인공열에 대해 태양열과의 양적인 비교와 교외지역과의 비교에 관한 연구가 많이 수행되었다.

도시열섬 강도는 따뜻한 계절보다는 추운 계절에 보다 크게 나타난다. 그리고 도심에서 방출되는 인공열의 크기는 태양복사에너지의 그것에 비하여서도 무시할 수 없을 만큼 크게 평가되어, 도시열섬 형성 원인의 일부가 인공열에 기인한다는 것을 추론할 수 있다. 그러나 여름철의 인공열은 겨울철에 비하여 훨씬 적기 때문에 하계의 도시열섬 형성은 태양복사에너지의 흡수의 탓으로 돌려야 한다.

이러한 배경으로 본 연구에서는 도시화에 따른 야간의 냉각을 평가하기 위하여 대구(도심)와 추풍령(교외)의 여름철과 겨울철의 기상자료를 활용하여 야간의 고온현상을 평가하였다.

## 2. 분석자료 및 연구방법

기상청에서 관측한 대구와 추풍령의 겨울철(2005년 12월~2006년 2월)과 여름철(2006년 6월~8월) 시간대별 일 최고기온, 일 최저기온, 일 평균기온과 풍속자료를 사용하였다. 추풍령은 대구에 인접해 있으면서 도시화의 영향을 상대적으로 매우 적게 받은 지역이다.

대구와 추풍령의 겨울철과 여름철을 대상으로 일 최고기온과 다음날의 일 최저기온간의 차이가 10℃이상인 날(Fig. 1)을 선정하고, 그 중에서 운량이 30%이하인 맑은 날(Fig. 2)을 선정하여 분석하였다. 분석방법은 선정일을 대상으로 도심과 교외지역 야간(익일 18시~다음날 06시까지)의 기온 냉각율을 조사하였다. 또한 풍속이 기온변화에 미치는 영향도 분석하여 제시하였다.

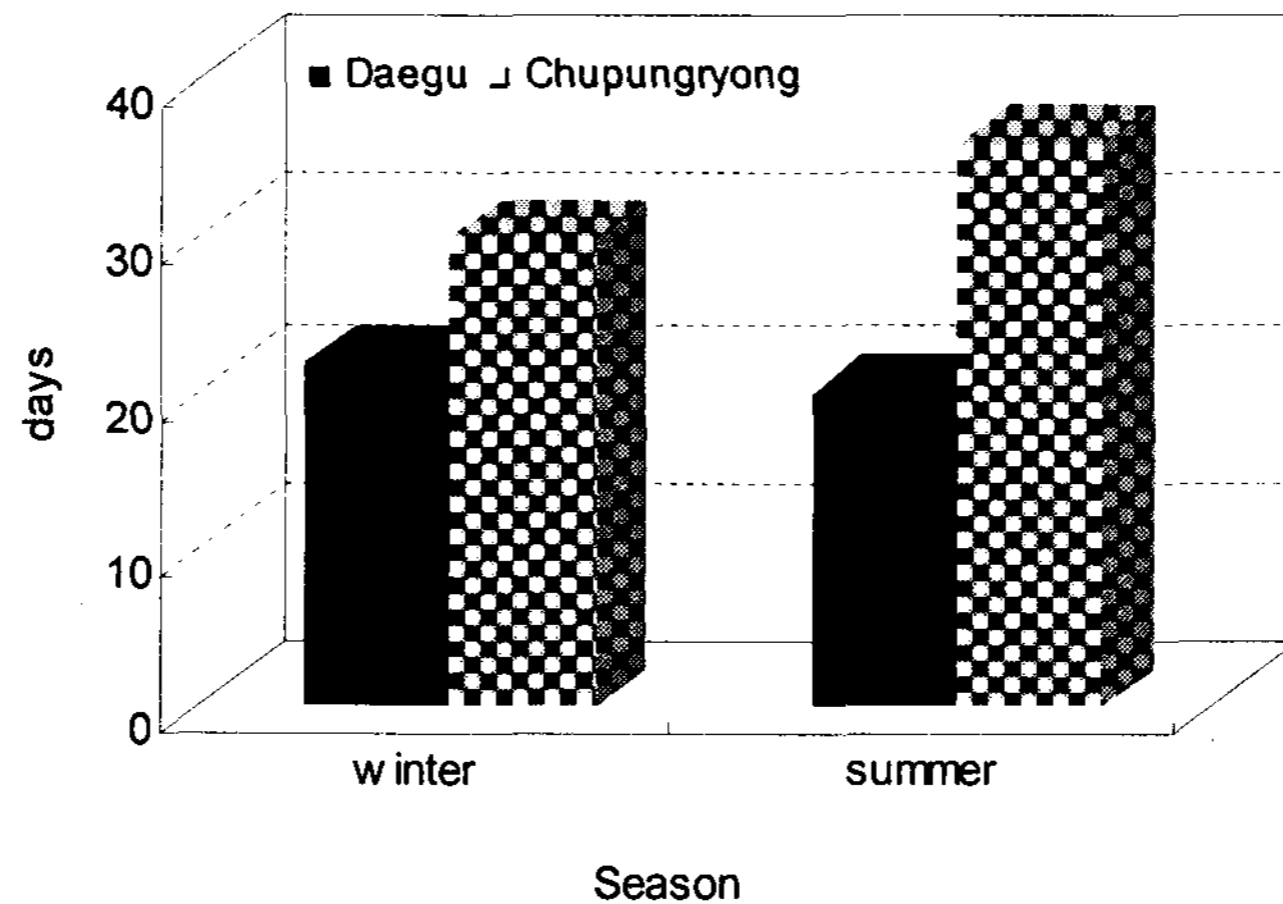


Fig. 1. 일 최고기온과 일 최저기온의 차가 10℃이상인 날

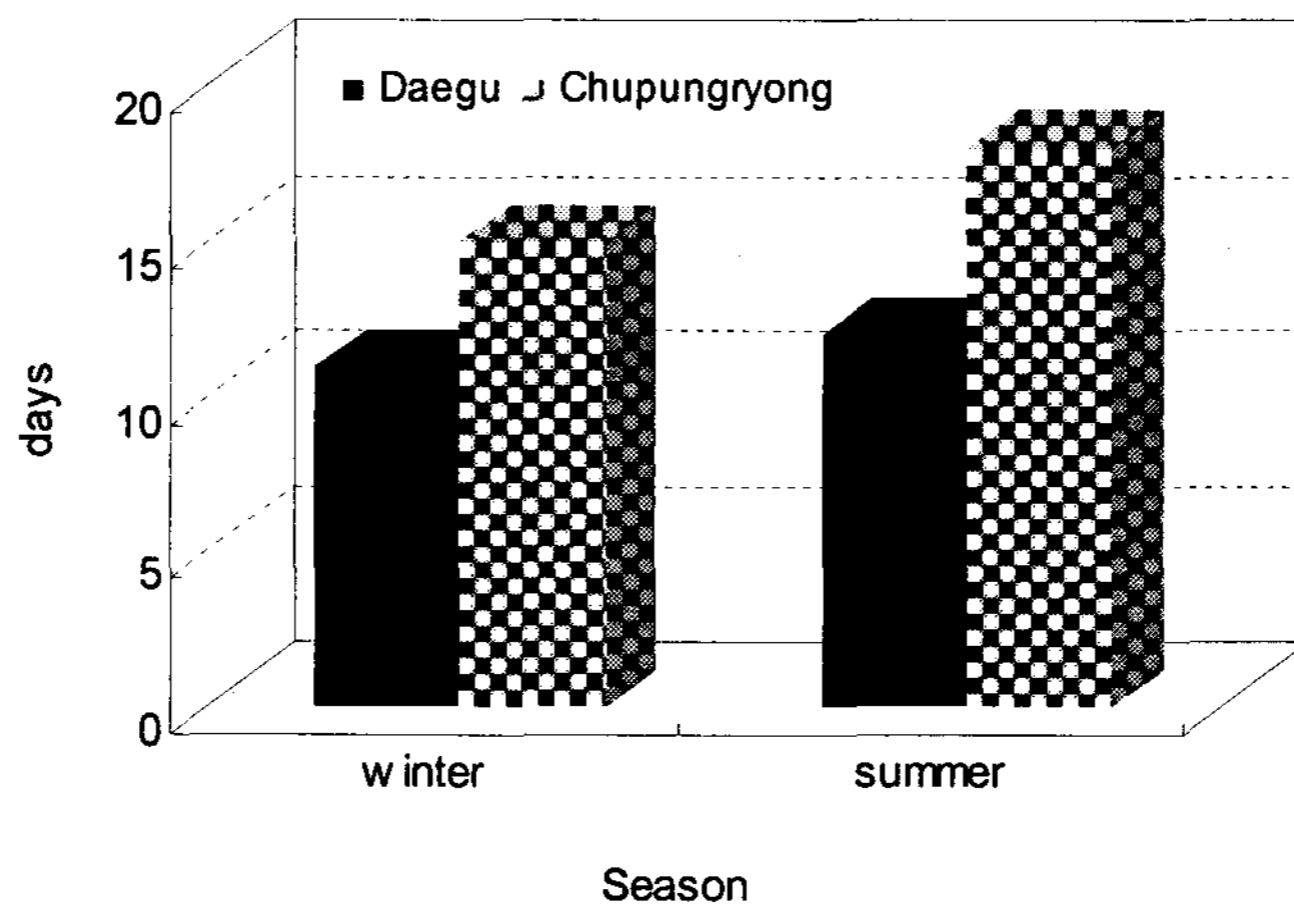


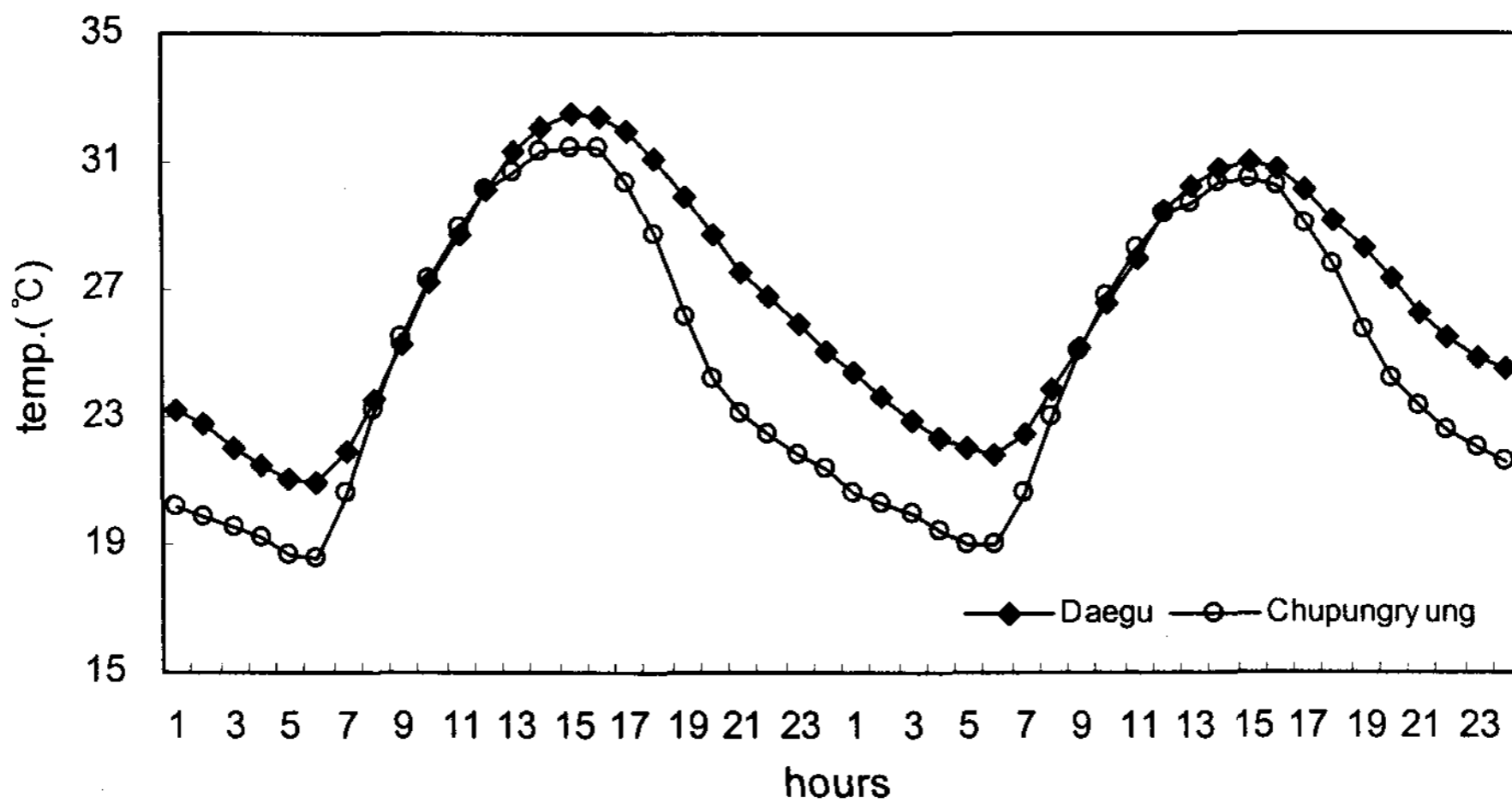
Fig. 2. 일 최고기온과 일 최저기온의 차가 10℃이상인 날 중 운량이 30%이하인 날

### 3. 연구결과 및 고찰

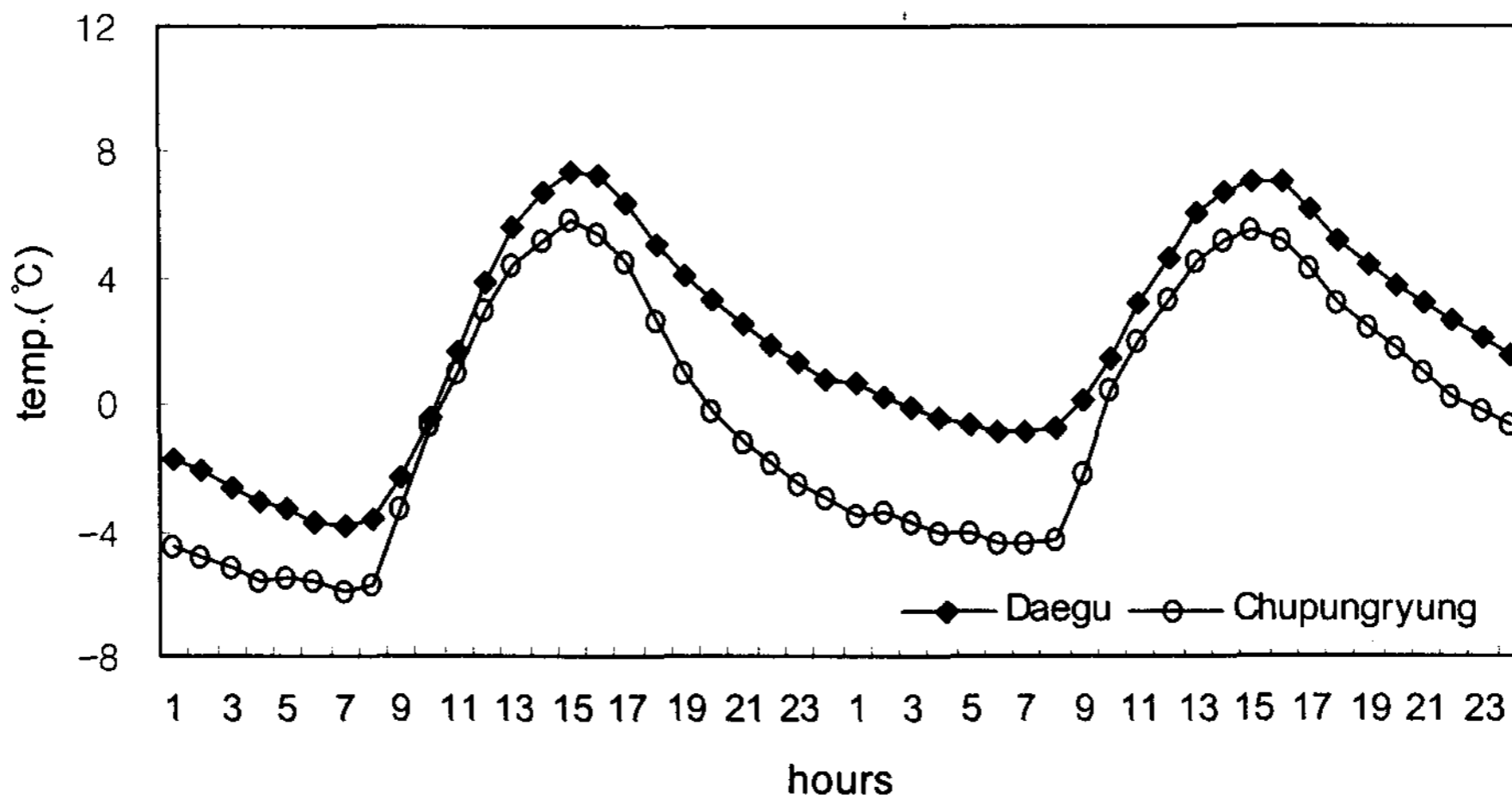
#### 3.1. 기온의 일변화

분석 대상일(운량이 30%이하인 날)의 당일과 다음날의 시간대별 기온변화를 평균하여 Fig. 3에 제시하였다.

Fig. 3은 대구와 추풍령의 여름철과 겨울철 기온변화를 제시하였는데, 두 지역 모두 야간에 기온이 하강하는 것을 뚜렷하게 볼 수 있고, 00시 이후에 기온의 하강이 저하되는 특징을 보였다. 또한 교외지역인 추풍령에 비해 많은 도시구조물의 열저장 효과로 인한 대구가 낮은 하강 폭을 보이고 있음을 알 수 있다.



(a) summer



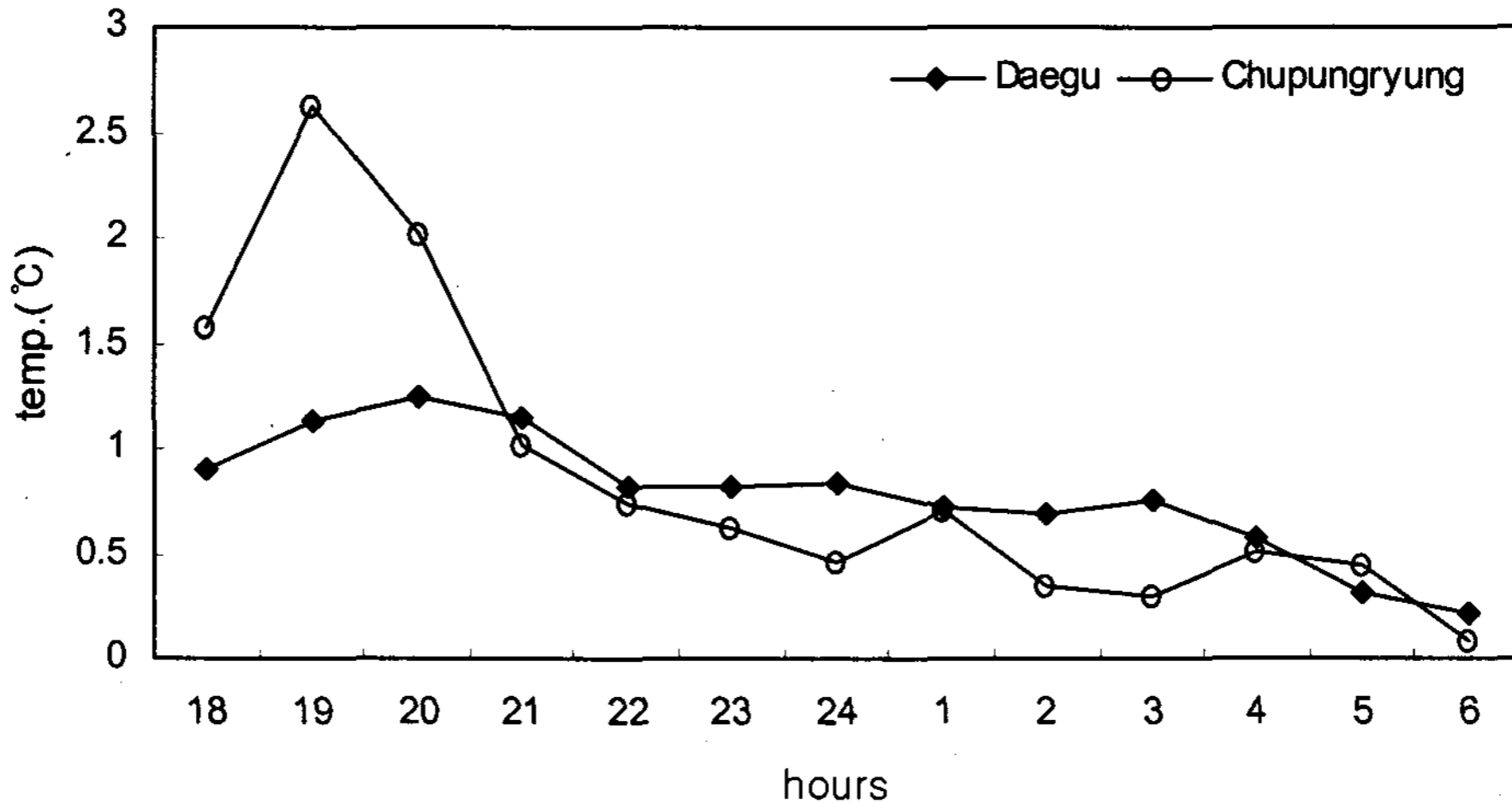
(b) winter

Fig. 3. 대구와 추풍령의 시간대별 기온변화

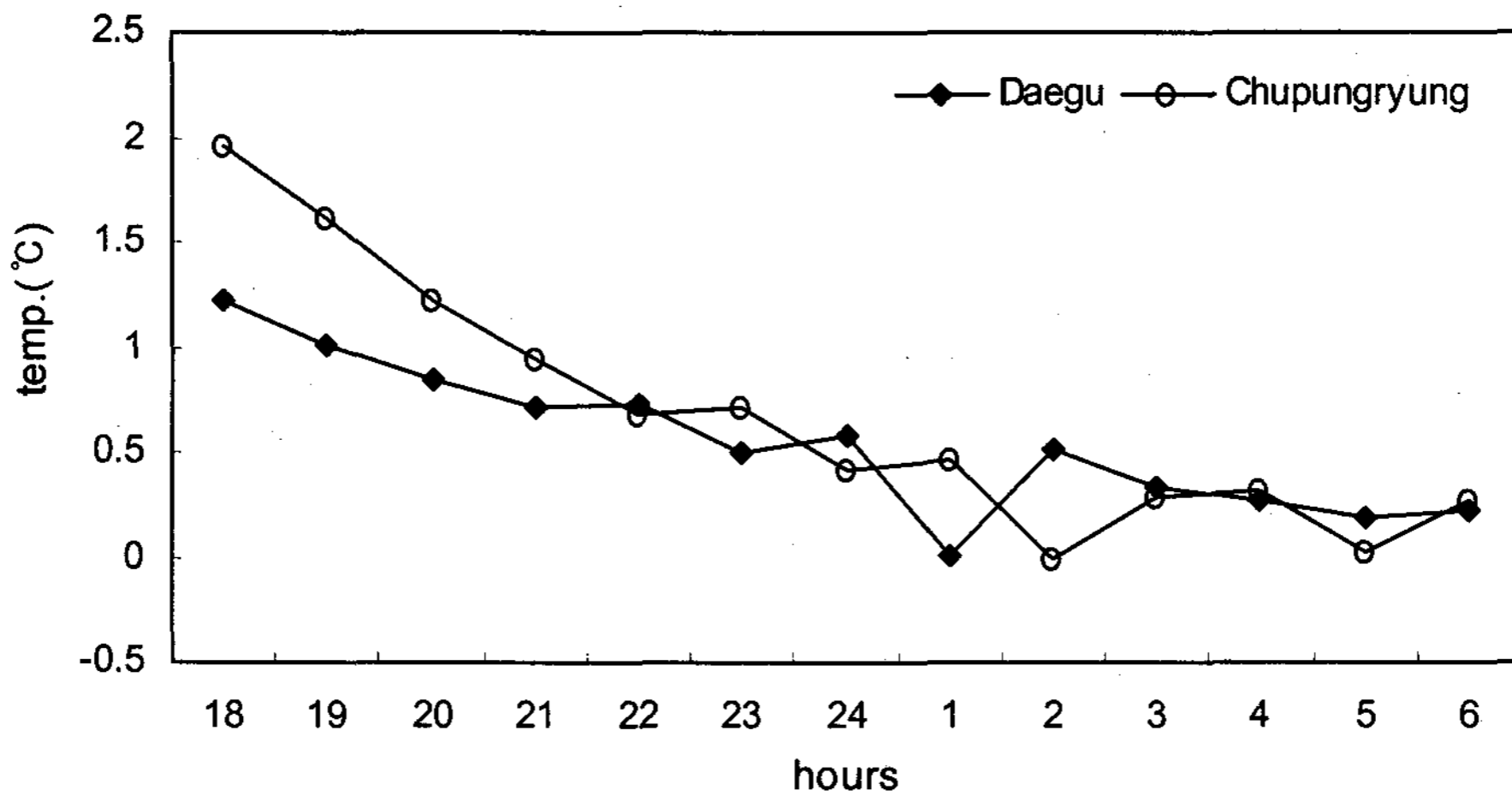
#### 3.2. 냉각율과 풍속

Fig. 4는 분석 대상일의 18시(당일)~06시(다음날)까지의 냉각율을 제시하였다. 냉각율은

18시~00시까지는 높고 00시~06시는 낮음을 알 수 있다. 또한 Fig. 4(a)의 여름철 냉각율의 경우 추풍령은 최고값이 약 2.7°C(19시), 최저값은 약 0.07°C(06시), 그 차는 2°C 이상을 보였다. 대구의 최고값은 약 1.25°C(20시), 최저값은 약 0.21°C(06시)로 그 차는 약 1°C로 추풍령에 비해 낮은 냉각율을 보였다. Fig. 4(b)의 겨울철 냉각율의 경우도 여름철과 마찬가지로 추풍령이 대구에 비해 높은 냉각율을 보였다.



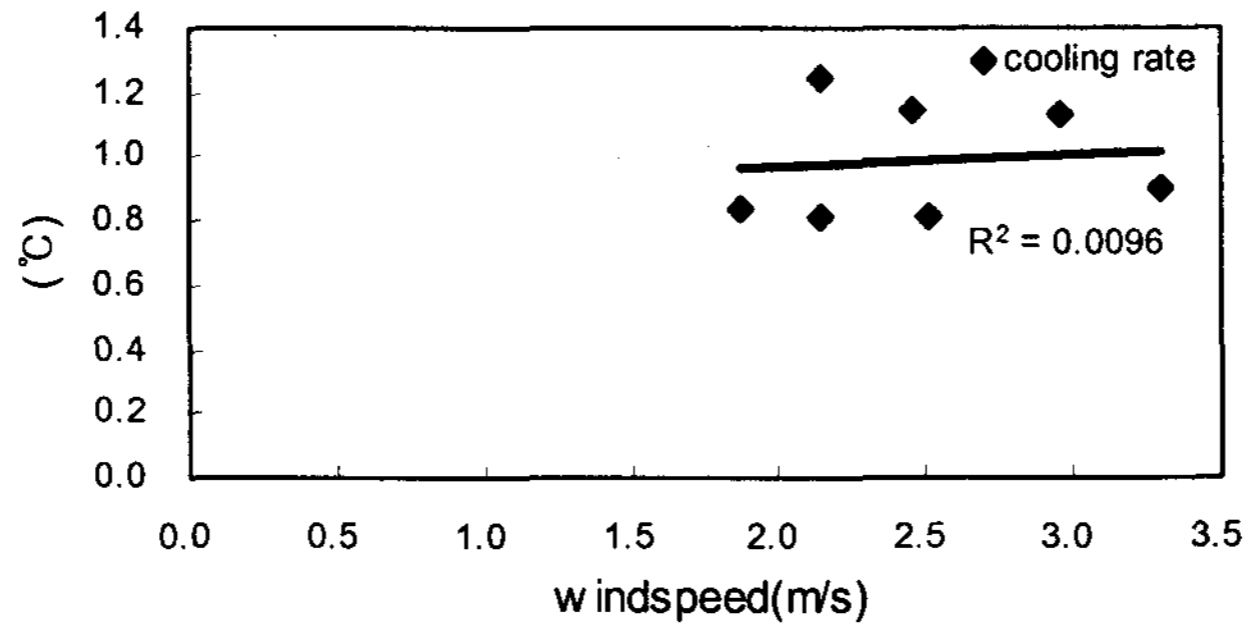
(a) summer



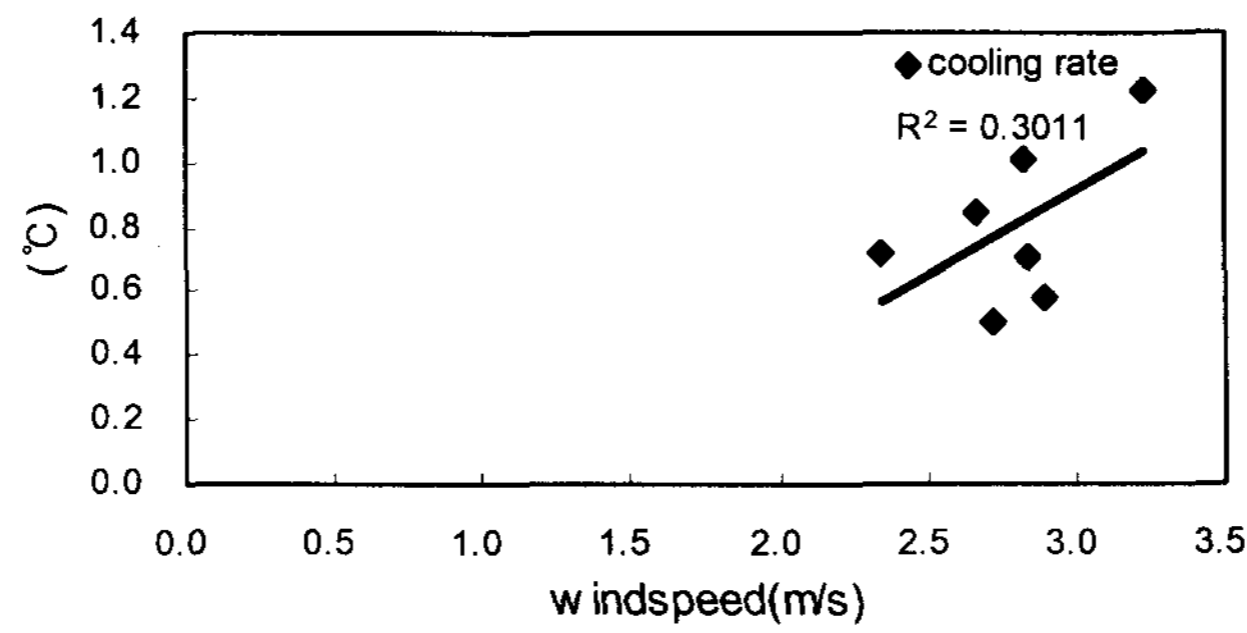
(b) winter

Fig. 4. 대구와 추풍령의 18시~06시의 시간대별 냉각율 변화

Fig. 5~6은 대구와 추풍령의 분석 대상일의 18시부터 00시까지의 냉각율과 그 사이의 평균풍속의 관계를 나타내었다. 연속적으로 기온이 내려가는 시간은 바람이 강하게 나타났다. 두 지점 계절에 상관없이 냉각율은 풍속에 비례하는 경향을 나타내었다. 이는 지표와 건물의 영향에 대한 현열수송이 바람에 의해 촉진된 것으로 판단된다.

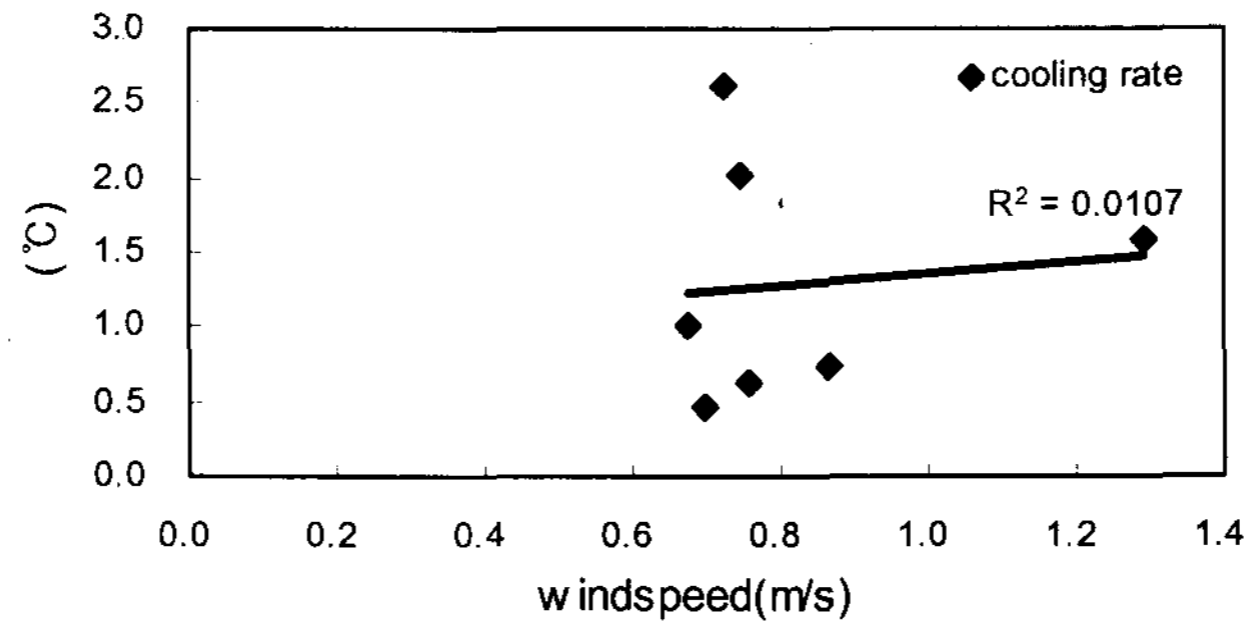


(a) Daegu

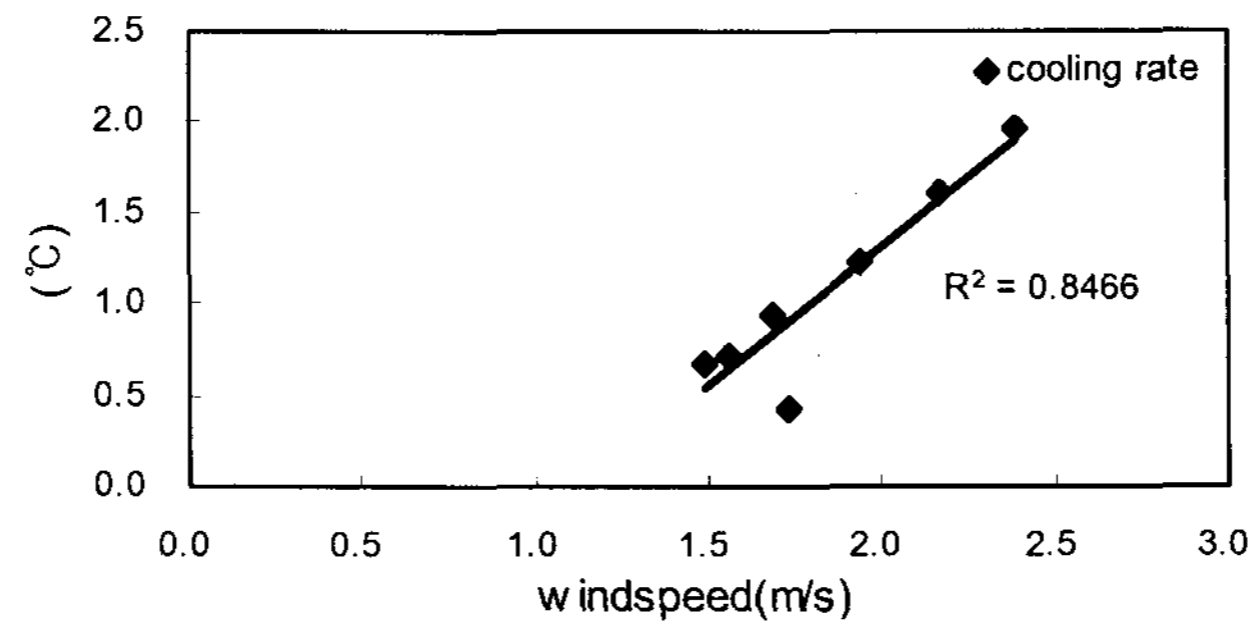


(b) Chupungryung

Fig. 5. 여름철의 대구와 추풍령의 18시~00시까지의 냉각율과 평균풍속의 관계



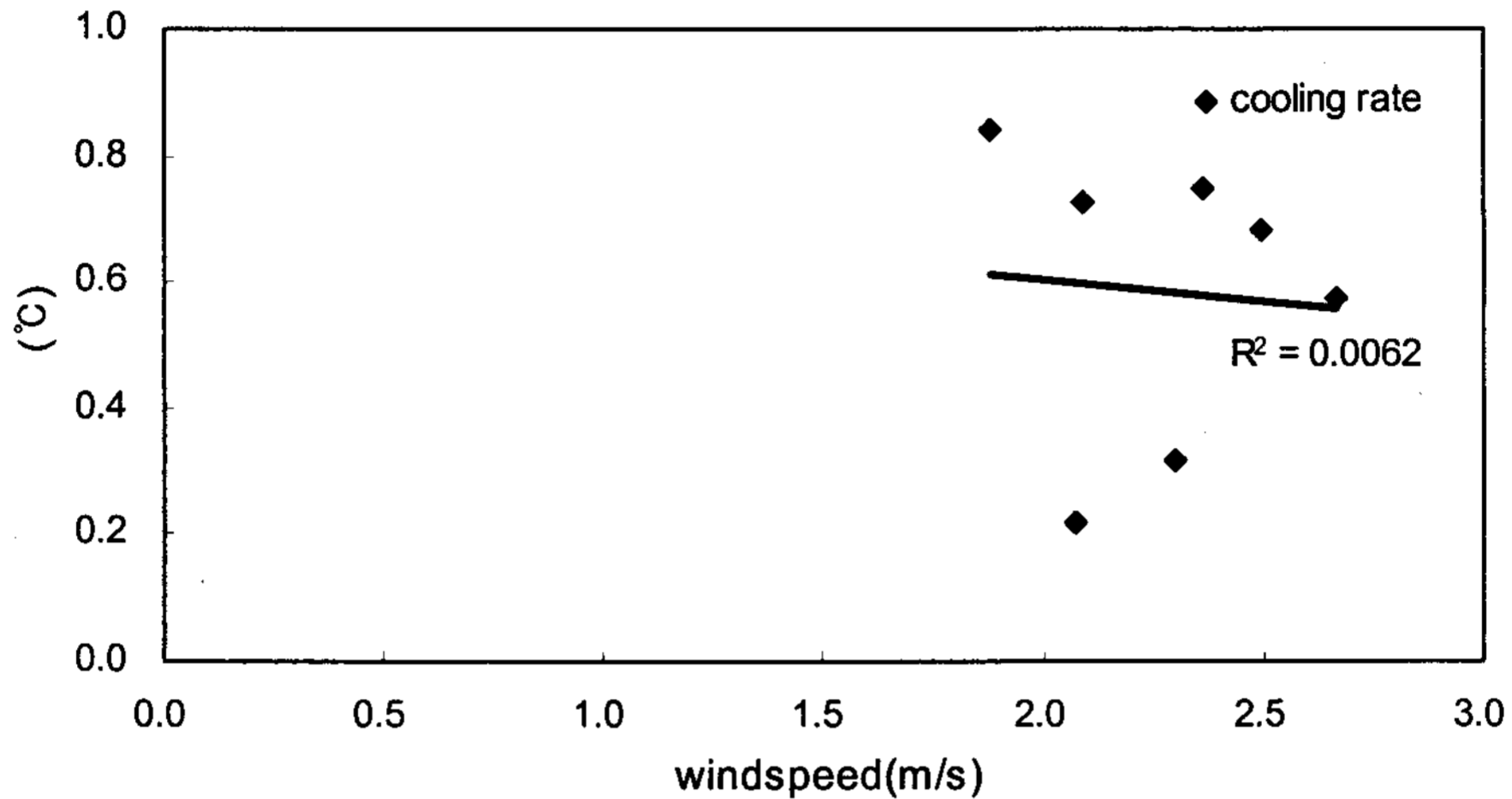
(a) Daegu



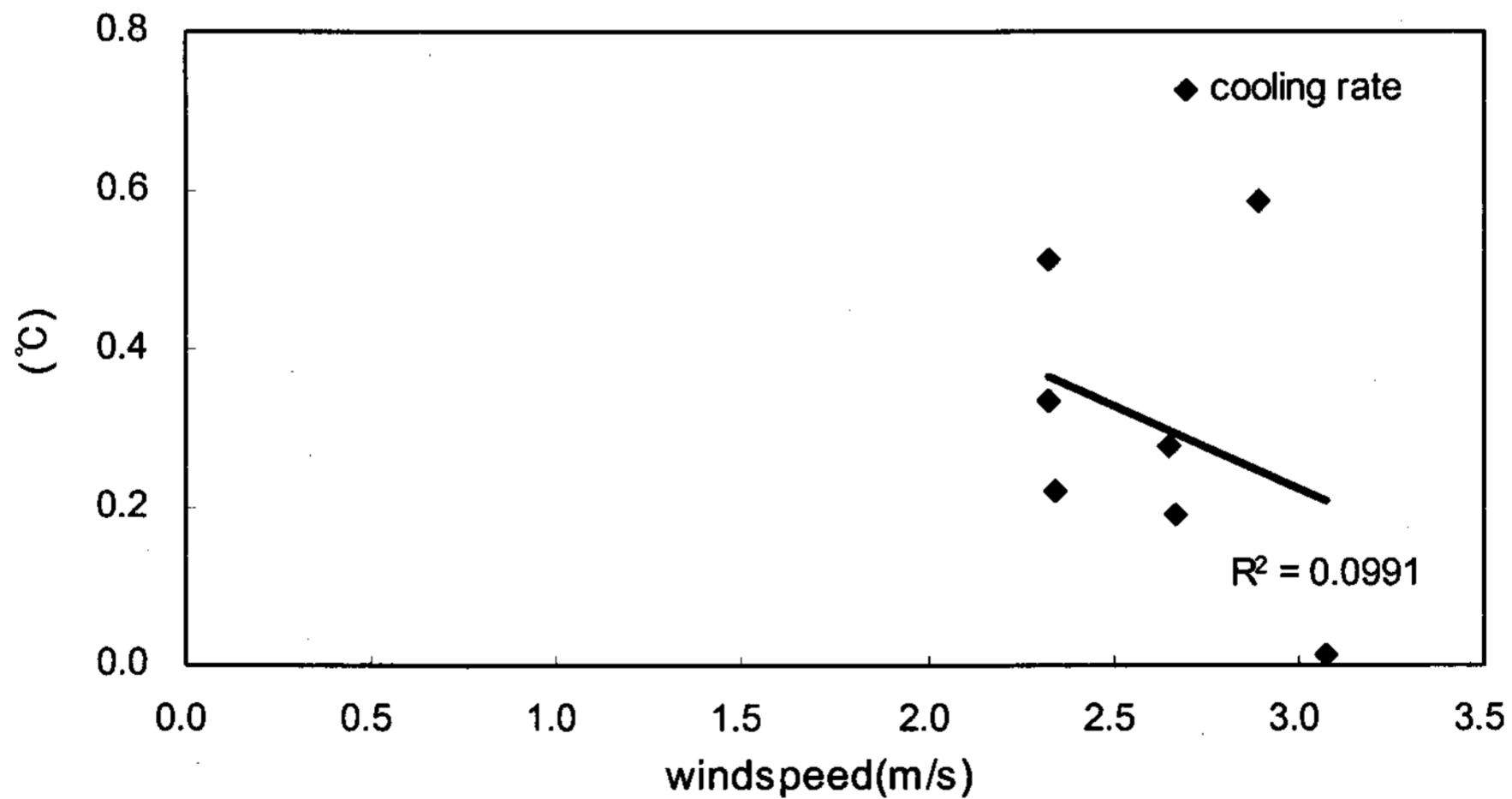
(b) Chupungryung

Fig. 6. 겨울철의 대구와 추풍령의 18시~00시까지의 냉각율과 평균풍속의 관계

Fig. 7~8은 대구와 추풍령의 분석 대상일의 00시부터 06시까지에 대해 냉각율과 평균풍속의 관계를 제시하였다. 전체적으로 풍속이 증가함에 따라 냉각율이 감소하는 경향을 나타내었다. 또한 여름철의 경우는 대구가 추풍령에 비해 풍속은 강한테 비해 낮은 냉각율을 보였다.

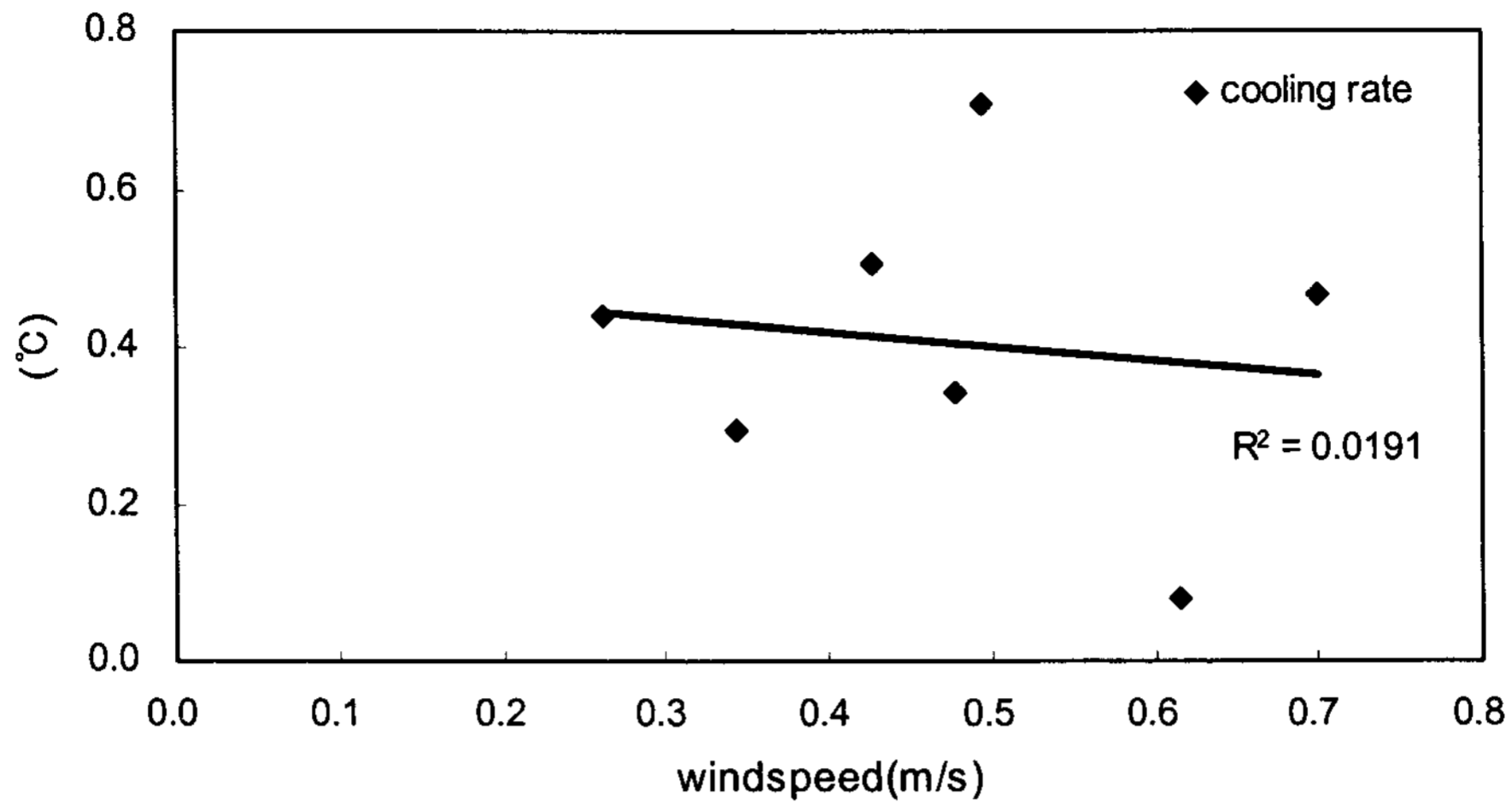


(a) Daegu

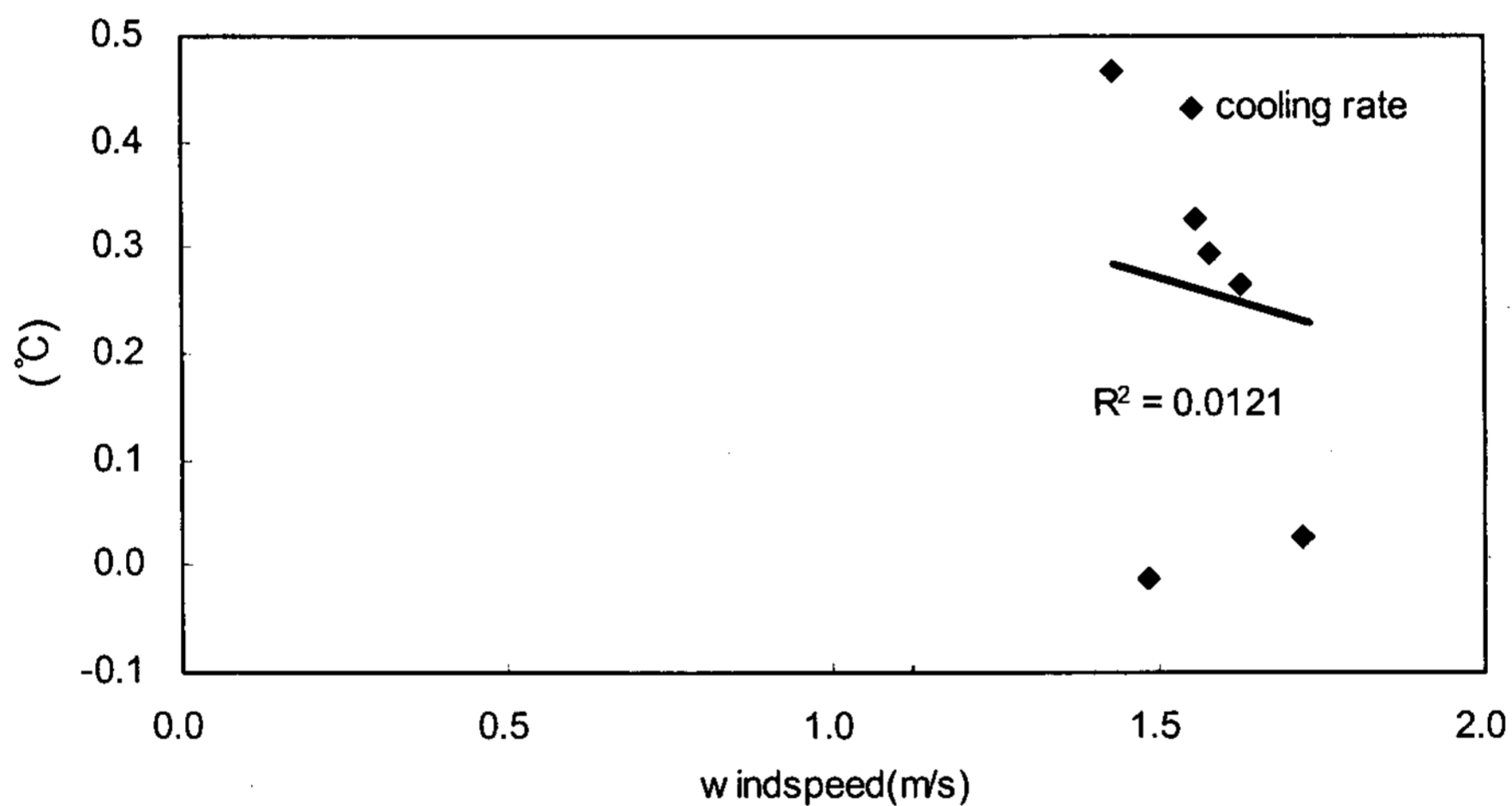


(b) Chupungryung

Fig. 7. 여름철의 대구와 추풍령의 00시~06시까지의 냉각율과 평균풍속의 관계



(a) Daegu



(b) Chupungryung

Fig. 8. 겨울철의 대구와 추풍령의 00시~06시까지의 냉각율과 평균풍속의 관계

#### 4. 요약

대구와 추풍령의 겨울철(2005년 12월~2006년 2월)과 여름철(2006년 6월~8월) 시간대별 일 최고기온, 일 최저기온, 일 평균기온과 풍속자료를 사용하였다. 추풍령은 대구에 인접해 있으면서 도시화의 영향을 상대적으로 매우 적게 받은 지역이다.

대상일은 대구와 추풍령의 겨울철과 여름철을 대상으로 일 최고기온과 다음날의 일 최저기온간의 차이가 10°C 이상인 날을 선정하고, 그 중에서 운량이 30%이하인 맑은 날을 선정하였다.

그리고 선정일을 대상으로 도심과 교외지역 야간(익일 18시~다음날 06시까지)의 기온 냉각율을 조사한 결과는 다음과 같다.

기온하강은 두 지점 모두 풍속의 영향을 받음을 알 수 있었고, 또한 도시구조물이 많은

대구(도심)의 경우는 풍속이 강하더라도 건물에 의한 축열과 복사냉각의 억제에 기인하는 것으로 판단된다. 00시까지는 풍속과 냉각율이 비례하며 현열수송으로 냉각되고, 그 이후부터 일출까지는 풍속과 냉각율이 반비례하여 현열수송에 의한 가열의 경향을 확인할 수 있었다.

## 사 사

이 논문은 2006년도 정부(과학기술부)의 재원으로 한국과학재단(과제번호 R01-2006-000-10104-0)의 지원을 받아 수행된 연구입니다. 재정지원을 해 주신 한국과학재단 및 기타 관계자 여러분에게 깊은 감사를 드립니다.

## 참 고 문 헌

- 김해동, 박명희, 송경숙, 2004, 냉난방도일을 이용한 우리나라 주요도시의 도시승온화 현상 특성분석, 한국환경과학회지 13(3), pp 189-196.
- 한영호, 김보현, 이동인, 1993, 부산지역 도심지의 열섬현상과 기온변화에 관한 연구, 한국기상학회지 29(3), pp. 205-216.
- Kim, K.H., B.J.Kim, J.H.Oh, W.T.Kwon and H.J. Baik, 2000 : Detection of urbanization effect in the air temperature change of Korea, J. Korean Meteor. Soc., 36, pp 19-526. (韓國語英文要旨付).
- Kim, Y.H. and J.J. Baik, 2002 : Maximum Urban Heat Island Intensity in Seoul, J.Appl. Meteor. 41, pp 651-659.