

ORIGINAL ARTICLE

## 부산의 도시건조화 특성에 관한 연구

박명희, 이준수, 서영상, 한인성, 이해현, 김해동<sup>1)\*</sup>, 배현균<sup>1)</sup>

국립수산과학원 수산해양종합정보과, <sup>1)</sup>계명대학교 지구환경학과

## A study on the Characteristics of Urban Dryness in Busan

Myung-Hee Park, Joon-Soo Lee, Young-Sang Suh, In-Seong Han, Hye-Hyun Lee,  
Hae-Dong Kim<sup>1)\*</sup>, Hun-Kyun Bae<sup>1)</sup>

*Fishery and Ocen Information Division, National Fisheries Research and Development Institute, Busan 619-705, Korea*

<sup>1)</sup>*The Department of Global Environment, Keimyung University, Daegu 704-701, Korea*

### Abstract

It is well known that urban relative humidity has continuous decreasing trend owing to the influence of urbanization. The change of relative humidity is directly influenced by two factors, namely, temperature effect and water vapor effect in various urban effects.

In this study, the temperature and the water vapor effects on the relative humidity change were analyzed by using monthly mean relative humidities for a long period(1961~2013) in Busan and Daegu.

The major results obtained in this study can be summarized as follows. Firstly, the urban dryness was caused mainly by water vapor effect in summer. But, for the other seasons, the urban dryness is mainly due to the temperature effect. Secondly, the relative humidity in Busan is on the decrease until now. This phenomenon is similar to another Korean huge cities such as Seoul, Daejeon and Incheon.

**Key words** : Urban effect, Temperature effect, Water vapor effect, Urban dryness

### 1. 서론

도시의 환경쾌적성 확보를 위한 사회적 관심이 고조되면서 도시건조화의 문제는 체감온도, 건조주의보 등과 같은 생활지수로 일상생활에서 중요한 이슈가 되고 있다(Landsberg, 1981; Ko와 Lee, 2013). 전지구의 평균기온은 지난 133년(1880~2012년)간 0.85℃(0.65~1.06)℃ 상승하였고(Park 등, 2014), 우리나라의 서울과 인천, 강릉, 대구, 목포, 부산의 기온 상승률은 지난 100

년(1912~2008년)간 약 1.7℃로 전지구의 평균기온 상승률보다 2배 이상 높고, 그 중 약 20~30%는 도시화에 의한 것으로 평가되었다(NIMR, 2009). 이러한 도시화에 따른 추가적인 기온 상승은 도시의 상대습도 감소를 유발하여, 도시와 비도시 간의 상대습도에도 차이를 가져올 수 있다(Ko와 Lee, 2013).

이러한 도시의 상대습도 변화경향 분석은 도시기후 환경의 장기적 변화추이 특성을 파악하는 데에도 매우 효과적인 것으로 알려져 있다(Chandler, 1970; Lowry,

Received 28 August, 2014; Revised 8 October, 2014;

Accepted 11 November, 2014

\*Corresponding author : Hae-Dong Kim, The Department of Global Environment, Keimyung University, Daegu 704-701, Korea  
Phone: +82-53-580-5930  
E-mail: khd@kmu.ac.kr

© The Korean Environmental Sciences Society. All rights reserved.

© This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1977). 도시기후의 특성에 관한 이해는, 도시의 환경쾌적성을 확보하기 위한 환경 친화적 도시계획을 수립하기 위한 기초자료로서 중요한 역할을 한다. 도시에서의 대기질의 현황파악과 예측을 통한 효율적인 대기질 관리를 위해서도 도시기후에 관한 이해가 전제되어야 한다는 점에서 도시기후연구의 중요성을 찾을 수 있다 (Grefen와 Loebel, 1988; Park과 Kim, 2007).

도시기후의 변화를 파악하는 데에 가장 널리 이용되고 있는 기후요소는 도시기온(도시열섬)과 상대습도(도시건조화)인데, 이에 관해서는 오랜 기간에 걸쳐서 활발하게 이루어져 오고 있다(Park과 Kim, 2011). 도시건조화는 도시의 기온상승과 지표면으로부터의 증발산량 감소에 주로 기인한다. 지표면에서 대기로의 수증기 보급의 감소는 도시의 지표가 도시화로 인하여 포장되어 지표면이 증발의 기능을 잃게 되고 식생이 감소되어 증산효과도 감소되기 때문이다(Henry와 Dirks, 1985; Adebayo, 1991; Um 등, 1997; Park과 Kim, 2007).

지금까지 우리나라에서 수행된 도시건조화 연구는 주로 대도시를 대상으로 도시화에 따른 상대습도의 변화경향 분석이었다(Ko와 Lee, 2013). Song과 Min(1987)은 주요 도시들의 도시화에 따른 상대습도 변화경향을 분석하였고, Um 등(1997)은 서울을 대상으로 도시의 상대습도 변화를 도시 승온 효과와 수증기량 감소에 의한 효과로 나누어 분석하였다. Park 등(2012)은 부산과 목포를 비교하여, 도시와 비도시의 상대습도 변화를 분석하고 도시화 효과를 살펴보았다. Ko와 Lee(2013)는 한국의 도시 규모별 습도변화와 도시효과에 의한 기온상승이 상대습도에 미치는 영향을 분석하고 상대습도의 변화가 수증기량 변화에도 나타나는지를 규명하였다. Park과 Kim(2007)은 대구를 대상으로 추풍령과 비교하여 도시건조화 경향과 그 유형을 분석한 바 있다.

본 연구에서는 부산을 대상으로 상대습도의 계절별 변화경향 특성을 분석하여, 부산의 도시건조화 진행현황과 변화특성을 평가해 보고자 한다. 이를 위하여 부산의 도시건조화 원인을 계절별 기온효과와 수증기효과의 기여도 차이로 조사해 보았다. 이를 통해 부산의 도시건조화가 진행된 주요 원인이 계절별로 도시열섬효과와 포장화에 따른 증발효과의 감소효과 중에서 어느 것이 더 주도적인지를 파악하고자 하였다. 이를 통하여 부산의 도시건조화 완화를 위한 효과적인 대안을 찾아

보았다. 이러한 연구의 결과는 기후환경의 보전과 복원을 통한 도시의 환경쾌적성 창조를 위한 정책수립에 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

## 2. 연구자료 및 방법

### 2.1. 연구자료

본 연구에서는 기상청에서 관측한 부산과 대구의 지난 52년(1961-2013)간의 기온, 상대습도 및 기압자료를 사용하였다. 부산(해안지역)의 도시화 효과를 평가하기 위하여 지역적 특성이 다른 대구(내륙지역)를 비교지역으로 선정하여 같은 기간의 자료를 분석하였다.

그리고 분석결과를 일본의 주요도시를 대상으로 도시건조화 유형을 분석한 Kawamura와 Ono(1993)의 분석방법을 적용하여 1월(겨울), 4월(봄), 8월(여름) 및 10월(가을)을 대상으로 상대습도의 장기적인 변화경향을 조사하였다.

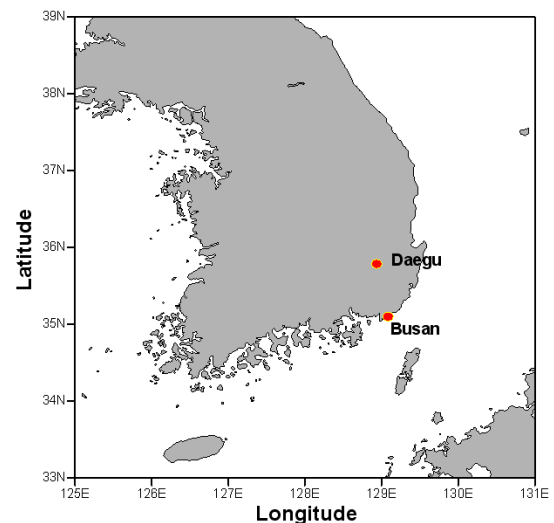


Fig. 1. Location of Busan and Daegu Metropolitan in the Korean Peninsula.

### 2.2. 연구방법

상대습도는 기온에 대한 포화수증기압과 대기의 중에 실제로 포함되어 있는 수증기가 나타내는 수증기압의 비로 결정된다. 도시의 기온이 상승되면 기온에 대한 포화수증기압이 증가하므로 분포 항이 커져 상대습도가 감소한다. 지표의 증발원이 감소하여도 증발산량이

줄어들어 대기 중 수증기량이 감소하는데, 이 경우에도 분자 항이 작아져서 상대습도가 감소될 수 있다.

따라서 상대습도의 감소원인은 도시의 특성에 따라서 상이하게 나타날 수 있다. 본 연구에서는 상대습도의 감소를 유발한 주요인에 따라서 도시건조화의 유형을 정의한다. 이 연구에 이용된 상대습도는 아래의 공식을 이용하여 산출하였다.

$$\text{상대습도}(RH) = \frac{\text{대기 중의 수증기압}(e)}{\text{기온에 대한 포화수증기압}(e_s)} \times 100 \quad (1)$$

식(1)의 분모 항에 있는 기온(°C)에 대한 포화 수증기압(es)의 계산은 Tetten(1923)의 공식을 이용하여 아래와 같이 계산된다.

$$\text{포화수증기압}(e_s) = 6.11 \times \exp\left(\frac{17.27 \times T_a}{T_a + 273.16 - 35.86}\right) \quad (2)$$

한편 식(1)의 분자 항에 있는, 실제로 대기 중에 존재하는 수증기가 나타내는 수증기압은 식(2)에서 구한 포화수증기압에 상대습도를 곱하여 식(3)과 같이 구한다.

$$\text{수증기압}(e) = \text{포화수증기압}(e_s) \times \text{상대습도}(RH) / 100 \quad (3)$$

도시건조화유형 분류 방법은 Kawamura와 Ono(1993)가 제시한 방법을 적용하였다. 그들의 방법을 따라서, 4계절의 대표치로는 4월(봄), 8월(여름), 10월(가을) 및 1월(겨울)을 선정하였다. 각 지역별 건조화 혹은 습윤화의 유형은 다음과 같이 10개의 유형으로 분류하였다.

건조화를 A형으로, 습윤화를 B형으로 분류하고 이것을 수증기압과 기온변화에 의해 나타날 수 있는 모든 경우를 다섯 개의 유형으로 분류하였다. 건조화를 나타내는 A형에서 A-1형은 지표의 포장화와 삼림의 감소로 증발산량이 줄어들어 수증기압이 감소하면 상대습도를 나타내는 분자는 작아지고 도시가 승온화 하여 기온이 상승할 때 분모의 값이 커지므로 두 가지 효과에 의해 상대습도가 감소하는 경우이다. A-2형은 도시의 승온화는 일어나지 않았으나 증발산량의 감소로 수증기압이 감소하여 도시가 건조화 되는 경우이다. A-3형은 수증기압이 감소하고, 기온은 하강하였으나 수증기압 감소효과가 커서 건조화가 일어나는 경우이다. A-4형은 수증기압의 변화는 없어 상대습도를 나타내는 분자 항은 일정하나 도시승온화에 의해 분모 항이 커지면서 상대습도가 감소하는 경우이다. A-5형은 수증기압이 증가하여 분자 값이 커지고 기온상승에 의해 분모 값도 커질 때 분모 값의 상승효과가 크므로 건조화가 일어나는 경우이다.

B 타입은 A 타입과 상반되는 경우로 습윤화를 나타내고 있다. B-1형은 수증기압은 증가하고, 기온은 하강하여 습도를 나타내는 분자 값은 증가하고 분모 값은 감소하여 습도가 높아지는 경우이다. B-2형은 수증기압은 증가하고 기온은 일정한 경우로 분모 값은 일정하나

**Table 1.** Pattern Classification of dryness or wetness

Type	Dryness	Type	Wetness
A-1	Decrease in water vapor pressure, Increase in temperature	B-1	Increase in water vapor pressure, Decrease in temperature
A-2	Decrease in water vapor pressure, No temperature change	B-2	Increase in water vapor pressure, No temperature change
A-3	Decrease in water vapor pressure > Decrease in temperature	B-3	Increase in water vapor pressure > Increase in temperature
A-4	No water vapor pressure change, Increase in temperature	B-4	No water vapor pressure change, Decrease in temperature
A-5	Increase in water vapor pressure < Increase in temperature	B-5	Decrease in water vapor pressure < Decrease in temperature

분자 값이 증가하여 습도가 높아지는 경우이다. B-3형은 수증기압이 증가하고, 기온도 상승하지만 수증기압 증가효과가 더 커서 습도가 높아지는 경우이다. B-4형은 수증기압이 일정하고 기온은 하강하였으나 기온 감소효과가 커서 습도가 높아지는 경우이다. B-5형은 수증기압이 감소하고 기온도 하강하였으나 기온 하강효과가 더 커서 습도가 높아진 경우이다.

### 3. 연구결과

#### 3.1. 도시건조화 경향

상대습도의 장기적 변화경향과 그것에 영향을 미치는 기온과 대기 중 수증기량의 변화경향을 분석하여 Fig. 2에 나타내었다. 상대습도(Fig. 2(a))는 두 지역에서 모두 지속적인 건조화 경향을 보였지만, 부산(약 -6.7%/52년)이 대구(약 -12.6%/52년)보다 연평균 상대습도의 감소가 훨씬 작았다. 이는 부산이 해안에 인접해 있어 바다에서 육상으로 유입되는 수증기의 영향이 크다는 사실에 기인하였을 것으로 판단된다.

건조화 경향에 영향을 미치는 기온상승과 대기 중 수증기량 감소효과 중에서 먼저 기온상승의 효과를 보기 위하여 부산과 대구의 장기적 기온변화경향을 조사해 보았다(Fig. 2(b)). 양 지역에서 모두 승온화 경향이 있었지만 해안에 인접한 부산의 기온상승 경향(약 1.3°C/52년)이 내륙에 위치한 대구의 기온상승 경향(약 2.0°C/52년)보다 낮게 나타났다. 따라서 두 지역 모두 기온상승효과가 상대습도의 감소에 크게 기여하였지만, 그 효과의 크기는 부산이 대구보다 작았다. 상대습도의 변화에 영향을 미치는 또 하나의 요인인 대기 중에 포함된 수증기량의 장기적 변화경향을 살펴보기 위하여 두 지역의 수증기압을 계산하였다(Fig. 2(c)). 수증기압의 변화 경향은 부산은 약 -0.3hPa/52년, 대구는 약 -0.7hPa/52년으로 평가되어 연평균 상대습도의 감소에 미치는 대기 중 수증기량 변화 효과는 두 지역보다 작았지만, 수증기량의 감소효과도 부산이 대구보다 작게 나타났다. 이러한 자료 분석을 통해서 두 지역의 도시건조화 현상은 대기 중 수증기량의 감소효과보다는 기온상승에 주로 기인하였다는 것을 알 수 있다.

#### 3.2. 계절별 도시건조화 특성

본 연구에서는 계절별 자료 분석 기간을 Kawamura

와 Ono(1993)를 따라서 겨울철, 봄철, 여름철 그리고 가을철의 대표로 1월, 4월, 8월 그리고 10월을 선정하여 분석하였다.

Fig. 3(a)에 부산과 대구의 겨울철(1월) 상대습도의 장기적 변화경향을 나타내었다. 겨울철 부산의 도시건조화는 지난 52년간 약 8.5%였다. 내륙에 위치한 대구는 지난 52년간 약 15.5%로 나타나서 해안에 위치한 부산의 도시건조화는 대구에 비해 약 1/2 수준이었다. 겨울철 두 지역의 도시건조화에 영향을 미친 기온과 수증기압의 변화를 Fig. 3(b)와 (c)에 각각 나타내었다. 겨울철 기온(Fig. 3(b))은 두 지역에서 모두 연평균 기온(Fig. 2(b))보다 상승경향이 높아서 부산에서 약 1.7°C/52년, 대구에서 약 2.7°C/52년으로 나타났다. 한편 수증기압(Fig. 3(c))의 장기적 변화경향은 지난 52년간에 부산에서는 약 0.2 hPa, 대구에서는 약 0.3 hPa로 평가되었다. 따라서 도시건조화에 영향을 미친 대기 중 수증기량의 감소효과(수증기압의 감소변화효과)는 기온상승효과에 비해서 현저히 작은 것으로 나타났다.

다음은 봄철(4월) 상대습도의 경년변화를 Fig. 4(a)에 나타내었다. 겨울(1월)에 비하여 상대습도의 감소경향이 약 30%이상 컸다. 봄철에도 부산(약 -11.3%/52년)의 도시건조화(상대습도 감소)가 대구(약 -19.5%/52년)보다 낮았다. 봄철 평균기온의 장기적 변화경향을 Fig. 4(b)에 나타내었다. 부산(약 1.3°C/52년)과 대구(약 2.1°C/52년)의 기온상승은 겨울철에 비해 약 0.6°C 정도 낮았지만, 두 지역에서 모두 뚜렷한 기온상승 경향을 볼 수 있다. 이렇게 봄철의 기온상승효과가 겨울보다 작았음에도 불구하고 도시건조화가 겨울철보다 훨씬 크게 나타났다는 사실은 두 지역 모두 봄철의 도시건조화 진척에는 도시기온 상승효과뿐만 아니라 대기 중 수증기량의 감소효과가 겨울보다 크게 나타난다는 것을 말한다. 이를 확인하기 위하여 Fig. 4(c)에 봄철 수증기압의 장기적 변화경향을 나타내었다. 예상대로 두 지역에서 모두 봄철에 수증기압이 지속적으로 감소하고 있음을 확인할 수 있었다. 부산은 1960년대에 약 9.9 hPa를 나타내었고, 2000년대에는 약 9.2 hPa로 약 0.7 hPa 정도 감소하였다. 대구는 1960년대에는 수증기압이 약 9.2 hPa이었지만 2000년대에는 약 7.7 hPa로 약 1.5 hPa 정도 감소하였다. 따라서 부산은 지난 52년 동안에 수증기압이 약 7% 감소하였고, 대구는 약 18% 감소하

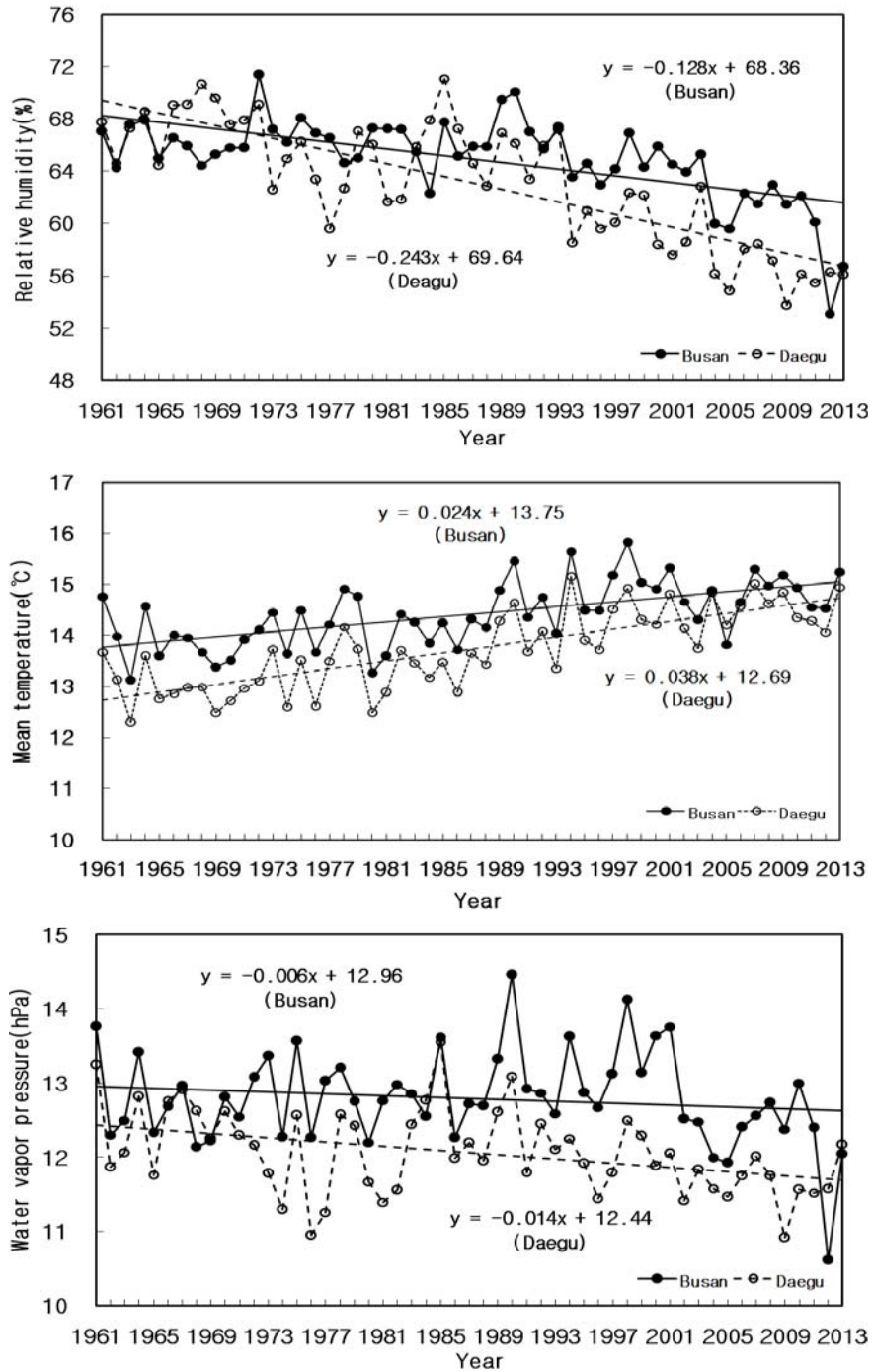


Fig. 2. The long-term variations of annual mean (a) Relative humidity, (b) Mean temperature and (c) Water vapor pressure in Busan and Daegu.

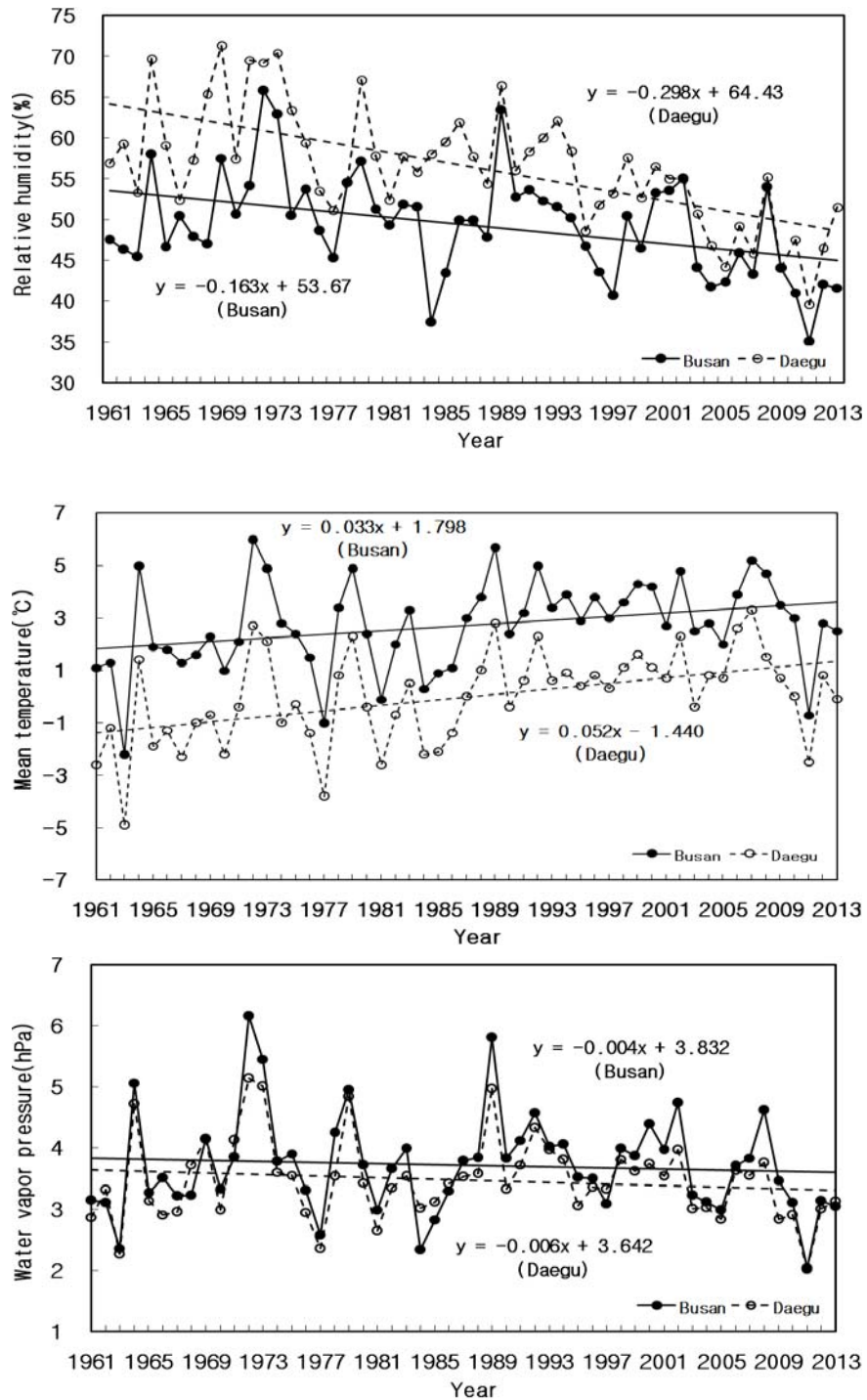


Fig. 3. The long-term variation of monthly mean (a) Relative humidity, (b) Mean temperature and (c) Water vapor pressure in Busan and Daegu for winter(January).

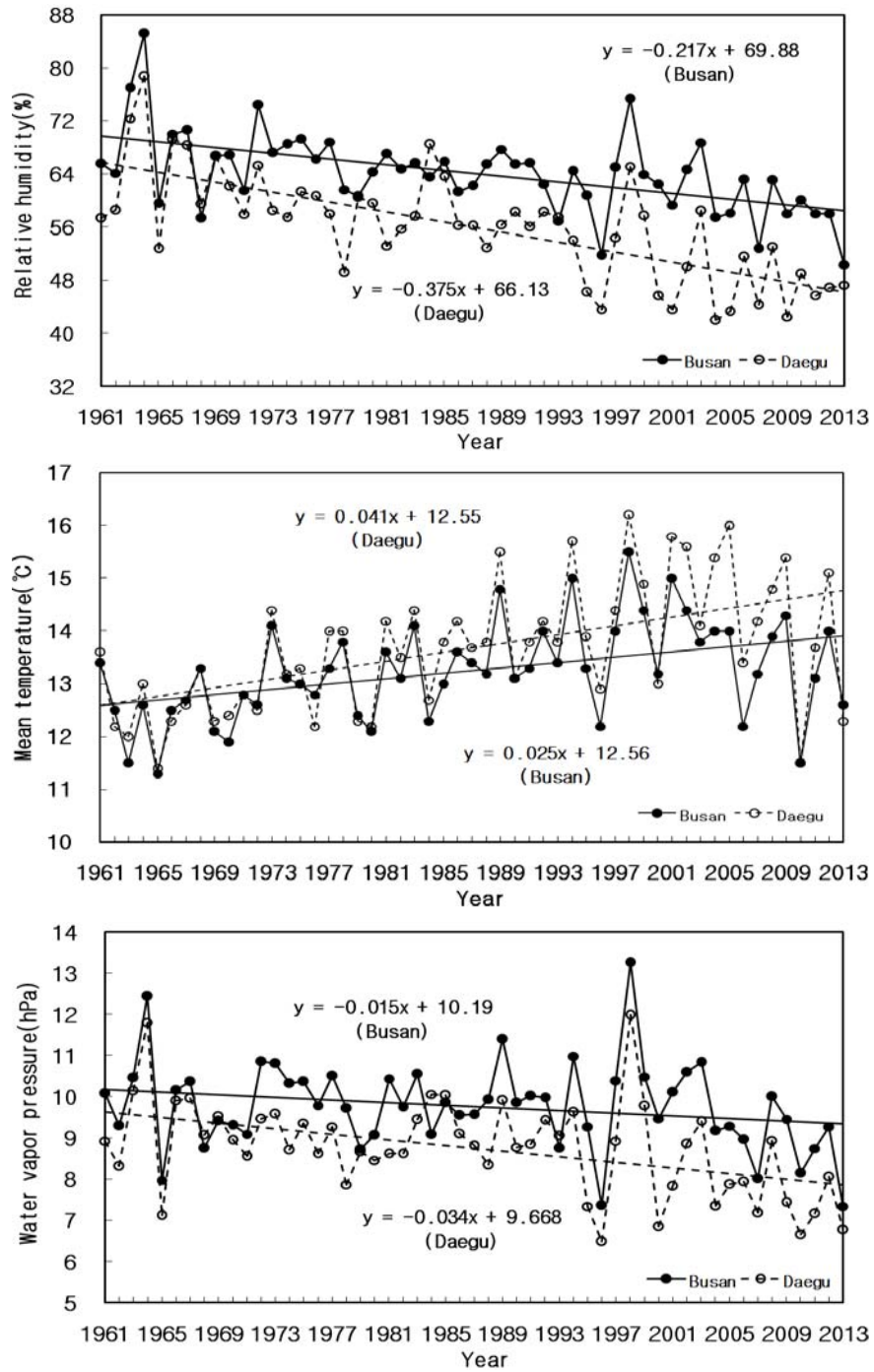


Fig. 4. The long-term variation of monthly mean (a) Relative humidity, (b) Mean temperature and (c) Water vapor pressure in Busan and Daegu for spring(April).



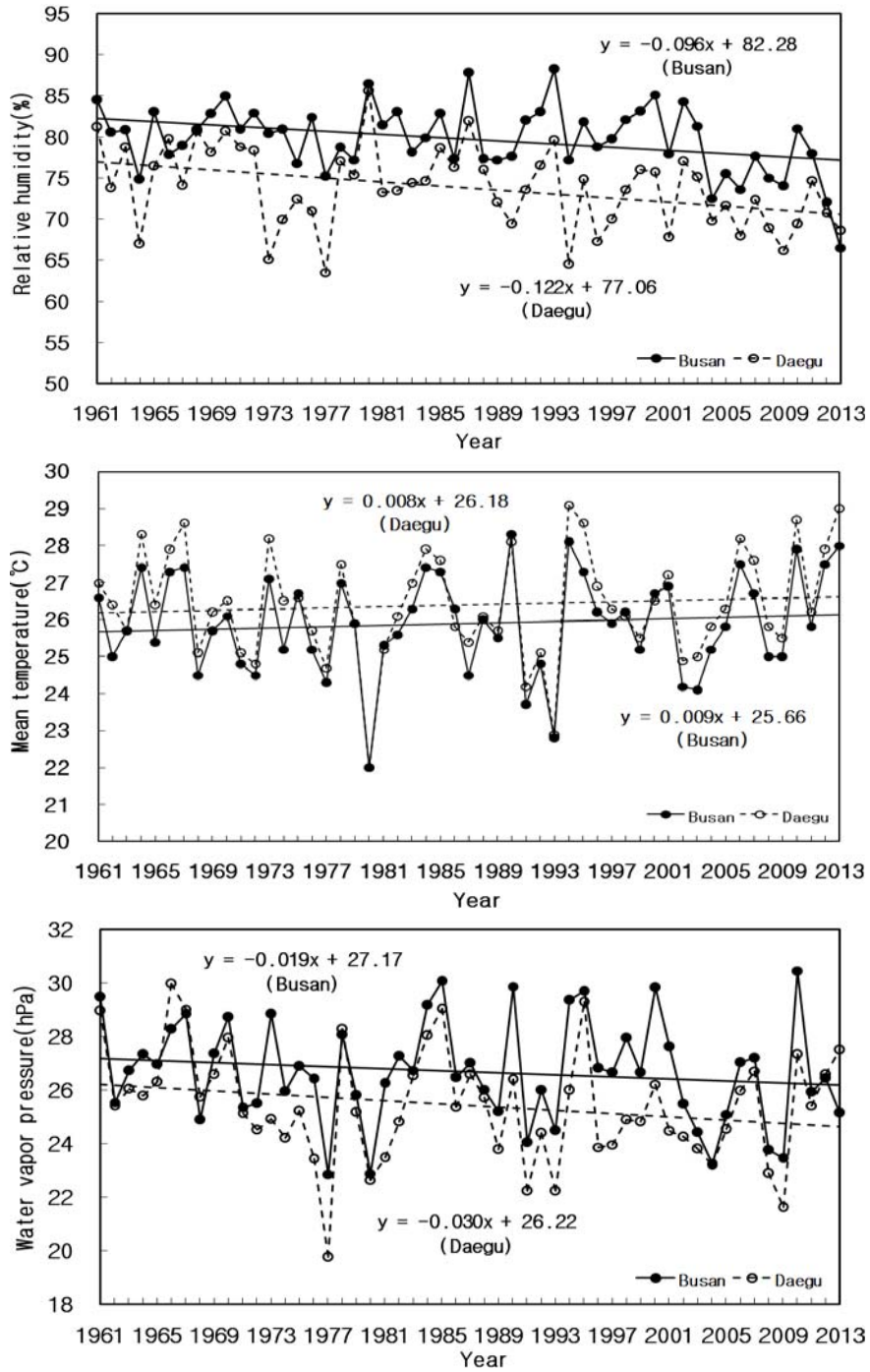


Fig. 5. The long-term variation of monthly mean (a) Relative humidity, (b) Mean temperature and (c) Water vapor pressure in Busan and Daegu for summer(August).



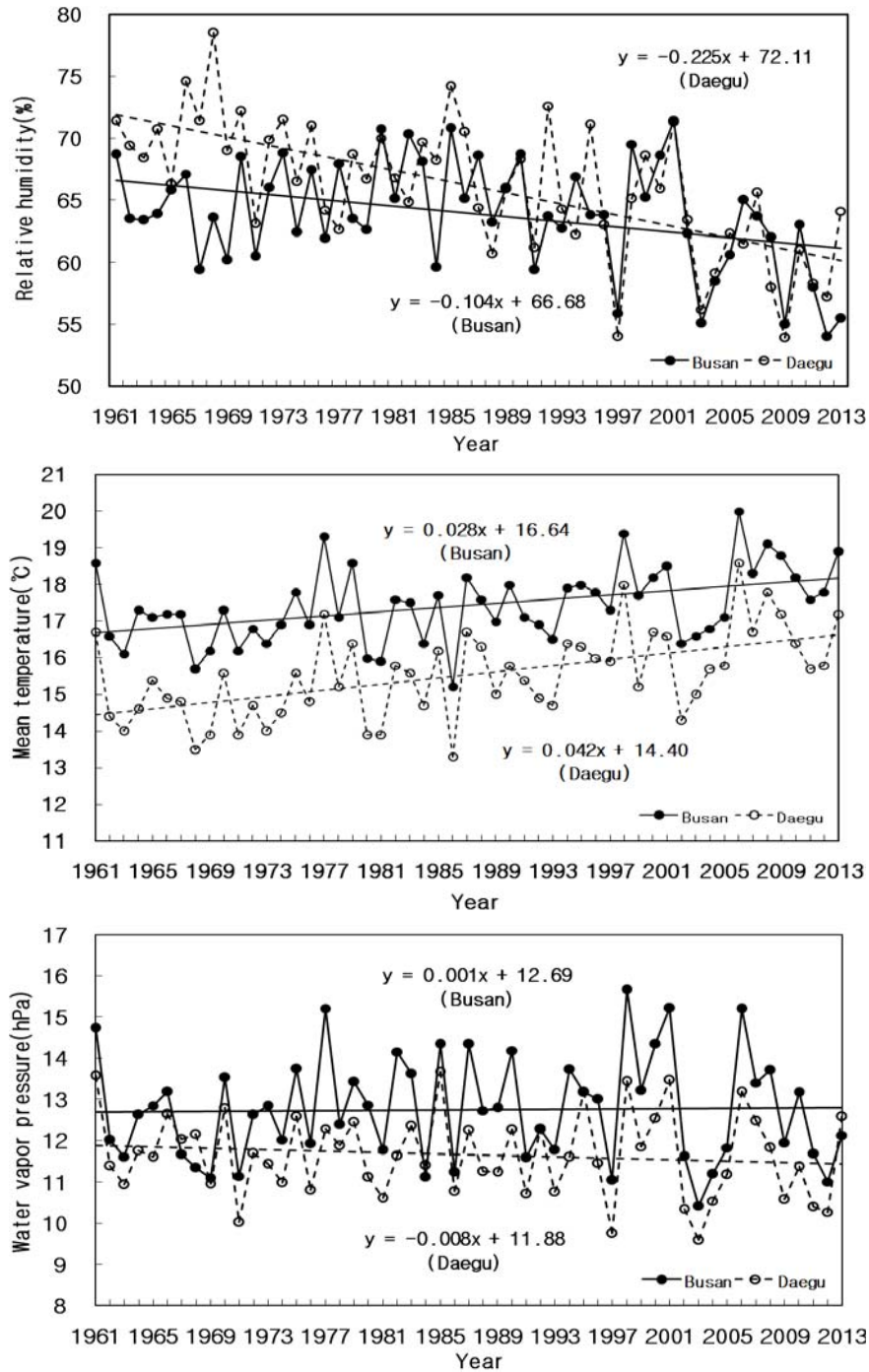


Fig. 6. The long-term variation of monthly mean (a) Relative humidity, (b) Mean temperature and (c) Water vapor pressure in Busan and Daegu for fall(October).

였다. 즉 봄철의 건조화는 기온상승뿐만 아니라 대기 중에 포함된 수증기량의 감소에도 기인하고 있음을 확인할 수 있었다.

여름철 상대습도의 경년변화와 그것에 영향을 미치는 기온과 수증기압의 장기적 변화경향을 Fig. 5에 나타내었다. 여름철 상대습도 장기변화경향(Fig. 5(a))은 봄철에 비하여 부산은 약 2배 이상, 대구는 약 3배 이상 작았다. 여름철(8월) 건조화에 미치는 기온과 수증기압의 기여를 평가하기 위하여 이들의 장기적 변화경향을 Fig. 5(b)와 (c)에 각각 나타내었다. 두 지역 모두 여름철의 기온변화 경향은 다른 계절에 비하여 약 3배 이상 작은 것을 볼 수 있다. 여름철에 도시의 기온상승효과가 작게 나타나는 것은 인공열 배출량이 겨울보다 적고, 지표면 가열의 효과가 활발하여 대류활동이 활발해져서 지상에서 배출된 열이 상층으로 쉽게 확산되기 때문이다(Harada, 1985; Kondo 등, 1989). 한편 수증기압은 두 지역에서 모두 감소폭이 크게 나타났다(27.3 hPa(1960년대) → 26.1 hPa(2000년대)). 그리고 부산의 대기 중 수증기량의 감소는 대구에 비하여 약 50% 수준이었다. 여름철에는 기온 상승효과가 작고 대기 중 수증기 감소효과도 작아서 도시건조화 경향이 작게 나타났는데, 도시건조화 진행속도를 낮춘 주요인은 다른 계절에 비하여 현저히 낮은 기온상승 효과에 있었다.

가을철(10월) 상대습도 장기변화와 그것에 영향을 미치는 기온과 수증기압의 변화경향을 Fig. 6에 각각 나타내었다. 부산의 건조화 경향은 여름보다는 컸지만 겨울과 봄철보다는 작은 것으로 평가되었다(봄철에 비하여 약 1/2). 부산의 도시건조화 경향은 대구에 비해 약 50% 수준으로 나타났다(Fig. 6(a)). 한편 기온변화 경향(Fig. 6(b))은 지난 52년간에 부산에서는 약 1.5°C로 나

타났는데, 이는 겨울과 봄보다는 작고 여름보다는 약 3배 이상 큰 값이다. 대구는 부산보다 기온상승속도가 약간 더 높게 나타났다. 가을철 수증기압의 장기변화는 Fig. 6(c)에 나타내었다. 대구의 대기 중 수증기량 감소 경향은 뚜렷하였지만 부산의 대기 중 수증기량에는 거의 변화가 없었던 것으로 조사되었다. 따라서 가을철 부산의 장기적 건조화현상은 기온상승에 기인한 것으로 판단된다.

### 3.3. 건조화 유형 분류

부산과 대구를 대상으로 지난 52년간(1961-2013)에 발생한 계절별 건조화 특성을 Kawamura와 Ono(1993)의 방법을 따라서 평가하여, 그 결과를 Table 2에 나타내었다. 부산과 대구는 봄철과 여름철에는 기온상승과 대기 중 수증기 감소효과가 동시에 진행되어 건조화가 지속적으로 발달해 왔다. 이와 같이 건조화에 기온상승과 수증기압 감소효과가 동시에 기여하는 경우를 A-1 유형이라고 정의한다. 또한 봄철에 비해 여름철의 연평균 기온상승 경향은 매우 작았다. 이는 지구온난화와 도시열섬화로 인한 기온상승은 하계보다 동계에 크게 나타난다는 국내외적 연구결과와도 일치하는 것이다.

가을철 부산은 수증기압의 변화경향은 보이지 않고 기온상승 경향만을 나타내었다. 반면 대구에서는 수증기압의 증가경향은 약간 나타내었으나, 이는 기온상승 경향에 비해서는 매우 낮았다.

겨울철 부산과 대구의 수증기압변화에서는 약간의 상승 경향을 나타낸 반면, 기온은 뚜렷한 상승 경향을 보였다. 이렇게 수증기압의 변화효과는 매우 작고, 기온상승에 따른 포화수증기압의 증가가 원인이 되어 상대습도가 감소하는 건조화유형을 A-5 유형이라고 한다.

Table 2. Classification of dryness patterns for Busan and Daegu

Season \ Region	Busan	Daegu
Spring	A-1	A-1
Summer	A-1	A-1
Fall	A-4	A-5
Winter	A-5	A-5

#### 4. 결론

본 연구는 부산의 도시건조화 경향과 그 유형을 분석하기 위하여 Kawamura와 Ono(1993)의 방법을 따라 분석하였다. 그 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

먼저 부산의 건조화 경향은 봄철에 가장 컸고, 이어서 겨울철과 가을철 순서이었으며 여름철의 도시건조화가 가장 작게 나타났다. 대구의 계절적 변화경향은 부산과 비슷하였으나, 건조화 속도는 훨씬 크게 나타났다.

부산의 봄철 도시건조화는 A-1 유형으로 평가되었는데, 이는 대기 중의 수증기량 감소와 기온상승의 효과가 동시에 영향을 크게 미치는 것이다. 그 결과로 부산의 봄철 도시건조화는 다른 계절에 비하여 2배 정도 크게 나타났다. 해안에 위치한 부산과 내륙에 위치한 대구의 도시화건조유형은 같은 A-1 유형을 나타내었고, 사계절 중에서 건조화경향이 가장 컸지만 상대습도의 감소폭은 부산이 대구보다 훨씬 작았다. 여름철 부산의 도시건조화는 주로 수증기압의 감소에 기인하였으며 상대습도의 감소폭은 다른 계절에 비하여 낮게 나타났다. 대구는 부산에 비해 수증기압의 감소경향이 더욱 뚜렷하였으나, 상대습도의 감소경향은 크게 차이를 나타내지 않았다. 여름철의 도시화 경향은 봄철과 같이 두 지역 모두 기온상승과 대기 중 수증기량 감소효과가 모두 나타나는 A-1 유형으로 분류되었다. 가을철에는 부산의 대기 중 수증기압의 변화가 매우 작았고, 기온의 상승 경향만 뚜렷하게 나타나서 A-4 유형을 보였다. 반면에 대구는 수증기압과 기온이 모두 상승 경향을 보였으나, 기온이 수증기압에 비해 뚜렷한 상승 경향을 나타내어 A-5 유형으로 분류되었다. 겨울철 부산의 도시건조화는 A-5 유형으로 평가되었는데, 이는 도시건조화에 미친 주요 원인이 기온상승에 기인하는 경우이다. 대구 역시 부산과 같이 A-5 유형을 나타내었다.

Kawamura와 Ono(1993)가 일본의 대도시에 대해서 도시건조화 유형을 제시한 결과에 의하면, 봄에는 A-1 유형(기온상승, 수증기압 감소), 여름에는 A-2 유형(수증기압 감소) 그리고 가을과 겨울에는 A-4 유형(기온상승)이었다. 부산의 도시건조화 유형은 일본의 여러 대도시에서 나타난 경향과 유사한 경향을 보였으나, 가을철에는 오히려 약간의 수증기압 증가경향을 보였다는 차이가 있었다.

도시건조화는 여름철 도시지역의 체감온도를 낮추어 주고, 한랭기(cold-climate season)에는 도시지역의 스모그 발생억제에 기여하는 등 도시환경에 긍정적인 역할을 하기도 한다. 그럼에도 도시건조화를 도시환경 악화의 증거로 주목하는 것은 이것이 도시의 승온화와 증발원의 감소 결과로 유발되어지기 때문이다(Park과 Kim, 2007).

일본을 포함한 선진국의 대규모 도시는 도시화의 둔화, 인간 활동에 수반되어 대기 중으로 배출되는 수증기량의 증가, 도로변 건물의 고층화로 형성된 도로협곡의 발달로 인한 수증기확산의 저하 등으로 도시건조화의 둔화 혹은 습윤화의 경향을 나타내고 있다고 한다(Deosthali, 2000; Choo, 2002; Park과 Kim, 2007). 이와는 달리 부산은 도시건조화가 지속되고 있는 것으로 나타났다. 이는 부산만의 문제가 아니라 우리나라의 대부분의 도시에 해당하는 것으로 보인다. 이는 우리나라의 도시들이 여전히 도시화의 영향을 강하게 받고 있음을 의미한다.

최근 지구온난화에 대한 적응전략의 하나로 도시열섬 완화대책 수립이 제시되고 있다. 우리나라의 도시는 선진국가의 도시들보다 도시화의 영향이 더욱 크게 지속되고 있는 것으로 평가되어, 향후 적극적인 도시승온화 저감노력이 요구된다. 이를 위해서는 도시녹화, 수변지대 확보, 인공열 저감 및 도시의 환기기능 확보 대책을 적극적으로 반영시키는 환경친화적 도시계획기법을 정책에 적극 반영해가야 할 것이다.

#### 감사의 글

본 연구는 국립수산과학원 첨단 해양탐사 시스템 활용 한반도 주변 해양변동 조사 및 운영(RP-2014-ME-041) 사업의 지원으로 수행되었습니다.

#### 참고문헌

- Chandler, T. J., 1970, Selected bibliography on urban climate, WMO, 383.  
 Choo, H. A., 2002, Study on the dryness patterns according to urban scales in Korea, Master, Keimyung university, Daegu.  
 Deosthali, V., 2000, Impact of rapid urban growth on heat

- and moisture islands in Pune city, India, *Atmos. Environment*, 34, 2745-2754.
- Grefen, K., Loebel, L., 1988, *Environmental Meteorology*, Kluwer Academic Publishers, Germany, 655.
- Hage, K. D., 1975, Urban-rural humidity differences, *J. Appli. Meteorol.*, 14, 1277-1283.
- Harada, A., 1985, *Air pollution and Climate change*, Tokyo Press, 222.
- Henry, J. A., Dirks, S. E., 1985, Urban and rural humidity distributions; Relationships to surface materials and land use, *J. Climatol.*, 5(1), 53-62.
- Kawamura, T., Ono, H., 1993, The urban dryness in Japan, Study group for climate impact and application Newsletter, 9, 39-42.
- Kondo, J., Kueagata, T. Haginoya, S., 1989, Heat budget analysis of nocturnal cooling and daytime heating in basin, *J. Atmos. Sci.*, 46, 2917-2933.
- Ko, M. C., Lee, S. H., 2013, A study on the change of humidity by city size in South Korea, *J. Korea Geogr. Soc.*, 48(1), 19-36.
- Landsberg, H. E., 1979, Atmospheric changes in a growing community (the Columbia, Maryland experience), *Urban Ecology*, 4, 53-81.
- Landsberg, H. E., 1981, *The urban climate*, International Geophysical Series 28, Academic Press: new York and London.
- Lowry, W. P., 1977, Empirical estimation of urban effects on climate: A problem analysis. *J. Appli. Meteorol.*, 16(2), 129-135.
- NIMR(National Institute of Meteorological Research), 2009, *Understanding climate change 2, Climate change in the Korean peninsula: the Present and future: Focused on research performance by National Institute of Meteorological Research*, Seoul.
- Omoto, K., 1993, The latest urban climate, Study group for climate impact and application Newsletter, 9, 1-4.
- Park, I. S., Jang, Y. W., Chung, K. W., Lee G. W., Owen, J. S. Kwon, W. T., Yun, W. T. 2014, In-depth review of IPCC 5th assessment report, *J. Korean Soci. Atmos. Env.*, 30(2), 188-200.
- Park, M. H., Kim, H. D., 2007, A study on the characteristics of urban dryness in Deagu, *J. Env. Sci. Int.*, 16(2), 171-178.
- Park, M. H., Kim, H. D., 2011, Evaluation of mitigation effect of Upo-swamp on the air temperature variation with nighttime cooling rate, *J. Env. Sci.*, 20(3), 309-319.
- Park, M. H., Lee, J. S., Ahn, J. S., Shu, Y. S., Han, I. S., Kim, H. D., 2012, Study on the climate change and the urbanization effect in Busan, *J. Env. Sci.*, 21(4), 401-409.
- Song, S. H., Min, K. D., 1987, On the variations of humidity due to urban effects at the major cities in Korea, *Proceedings of the Korean Earth Science Society Conferences*, 14-15.
- Um, H. H., Ha, K. J., Moon, S. E., 1997, The urban effect on the change of relative humidity in Seoul, *J. Korean Meteor. Soc.*, 127-135.