

차세대에너지시스템 구축을 위한 도시기상조건 시계열분석

김상옥*, 한경민**, 이정재***, 윤성환****

*부산대학교 대학원 건축학과(mogy0486@nate.com)

**부산대학교 생산기술연구소(fem33@hanmail.net)

***동아대학교 건축학부(jjyee@dau.ac.kr)

****부산대학교 건축학부(yoon@pusan.ac.kr)

A Time Series Analysis on Urban Weather Conditions for Constructing Urban Integrated Energy System

Kim, Sang-Ok*, Han, Kyung-Min**, Yee, Jurng-Jae***, Yoon, Seong-Hwan****

*School of Architecture, Pusan National University(mogy0486@nate.com),

**Research Institute of Industrial Technology, Pusan National University(fem33@hanmail.net)

***Faculty of Architectural Design and Engineering, Dong-A University(jjyee@dau.ac.kr)

****School of Architecture, Pusan National University(yoon@pusan.ac.kr)

Abstract

This study was analysed influence of urban higher temperature in Busan about time series analysis of AWS data. The results are as follows. (1) The temperature of Busan show min 13.2 °C ~max 15.8 °C by 50 years, it is on the rise. (2) The seasonal adjustment series, summer appeared min 17.5 °C ~max 28.9 °C with primitive series similarly. The winter was min -11.4°C ~max 17.9°C, the minimum temperature was more lowly than primitive series and maximum temperature was more higher than primitive series. The results, seasonal adjustment series is guessed with influence difference urban structural element beside seasonal factor. (3) Regional analytical result, January appeared with range of min 28% ~max 196% of the seasonal factor and August appeared min 90% ~ max 106%. One of the case which is of 100% or more of the seasonal factor January 12nd~17th, August appears at the 15~17th.

Keywords : 도시고온화 현상(Urban Higher Temperature), 자동기상관측장치(Automatic Weather Station), 시계열분석(Time Series Analysis)

1. 서 론

1.1 연구의 목적과 방법

최근 도시는 과도한 인구집중과 도시의 물리적 구조의 변화로 도시고온화 현상이 일어

나고 있으며, 이러한 현상은 도시민들의 삶의 쾌적성을 저하시키는 원인이 되고 있다.

도시고온화 현상은 장기적으로 도심의 기온을 상승시켜 계절별로는 여름철에는 열대야현상, 겨울철에는 열섬현상이 두드러진다.

도시고온화 현상은 해안지역과 내륙지역의 특징에 따라 다르게 나타난다.

본 연구에서는 기온데이터의 시계열분석을 통해서 해안도시의 기온을 계절별·행정구역별로 분석하여 도시고온화 현상의 특징을 파악하고자 하며, 이에 도시고온화 현상에 영향을 미치는 시기와 지역을 분석하여 도시 기후 예측의 기초적 자료로 활용하고자 한다.

본 연구에서는 도시차원에서 해안지역과 내륙지역의 특성이 다양하게 나타나고 있는 부산광역시를 연구대상지로 선정하였다. 분석의 기초자료로 활용하기 위해 1998~2008년까지의 부산광역시 AWS(자동기상관측장비:Automatic Weather Station) 기상데이터를 수집하여 통계분석인 시계열분석을 실시하였다. 해안도시의 도시고온화 현상의 특징을 분석하는 것을 목적으로 하였다.

2. 연구대상지의 AWS 기상데이터 수집

2.1 연구대상지 선정

연구대상지역은 해안역 특성을 지닌 광역 도시권인 부산광역시로 선정하였다. 본 연구대상도시는 56km×31km의 범위를 바탕으로 전형적인 워터프런트지역을 포함, 내륙특성을 지닌 지역, 도시화의 진행정도의 차이가 존재하는 다양한 지역으로 구성되어 도시고온화 현상을 검토하기에 적합한 지역으로 판단된다.

2.2 연구대상지 기상관측자료

AWS 기상 관측지점은 도시차원의 기후현상 분석에 적합한 해상도로 설치되어 도시의 기후현상을 측정하게 된다. 자동기상관측장비(AWS)는 무인관측장비(AWS)와 유인관측장비(ASOS)로 분류할 수 있다. AWS는 기온, 풍향, 풍속, 강수량과 같은 기후요소를 관측하며, ASOS는 기압, 기온, 풍향, 풍속, 습도, 강수량(0.1mm, 0.5mm), 강수유무, 일

사량, 일조시간, 지면온도, 초상온도 11개 요소에 대해서는 자동 관측, 시정, 구름, 증발량, 지중온도 5개 요소에 대해서는 목적(目測) 및 수동관측을 실시한다.¹⁾



그림 1. AWS 측정데이터 지점 위치 표기

본 연구에서는 부산광역시 AWS 11개 지점의 1998년부터 2008년까지의 기상데이터를 수집하였다. 그림 1은 AWS 측정데이터 지점 위치를 맵으로 나타낸 것이며 부산(159)지점은 ASOS이고 나머지 10개 지점은 AWS이다.

3. 기상데이터의 시계열분석

본 연구에서는 시계열분석을 통해서 계절별·행정구역별로 계절요인을 추출하여 도시고온화 현상이 일어났을 것으로 예상되는 일수와 도시고온화의 영향력을 확인하고자 한다.

시계열분석은 분석대상이 되는 변수의 과거형태와 관측치에만 근거하여 미래예측을 하는 방법론이고 단기예측에 관해서는 회귀분석보다 정확성이 높은 것으로 알려져 있

1) 기상청 <http://web.kma.go.kr/>

다.2) 본 연구에서는 시계열분석 중 시계열분해법(time series decomposition method)을 사용하였다. 시계열분해법은 시계열자료의 변동에 영향을 주는 요인별로 분해하여 분석하는 것이다. 시계열자료에 영향을 주는 요인으로는 추세요인, 계절요인, 순환요인, 불규칙요인³⁾ 등이 있다. 그리고 이 요인들의 결합에 관한 모형으로서는 가법모형과 승법모형이 있다. 식 (1)은 가법모형(additive model)으로 실제의 현상을 각 변동요인의 합으로 간주한다. 식(2)는 승법모형(multiplicative model)으로 실제수요를 각 변동요인들의 곱으로 취급한다.⁴⁾

$$F_t = T + S + C + R \quad (1)$$

$$F_t = T \cdot S \cdot C \cdot R \quad (2)$$

F_t = t 시점의 실제수요

T = 추세요인

S = 계절요인

C = 순환요인

R = 불규칙요인

본 연구에서는 시계열분석에서 계절분해의 모형의 특성을 고려하고 각 요인이 비례적으로 증가하는 패턴을 보고 승법모형을 활용하였다. 중유럽의 극단적인 기온변화에 대한 시계열분석에 관한 연구(Jan Kysely, 2000)⁵⁾에서 기상변동에 대한 승법모형의 적용이 유

2) 서명을, 이종태, 계절상품 수요예측에 시계열의 계절 조정에 관한 연구, 한국경영과학회 추계학술발표논문집, 2002, p.162

3) 1. 추세요인: 10년이상 동일한 방향으로 상승 또는 하강하는 경향을 나타낸 장기적 변동요인

2. 계절요인: 일정한 기간동안 반복되는 기후, 온도, 생활 습관 등에 따라 나타나는 변동요인

3. 순환요인: 경제활동의 확장·수축의 과정을 반복하는 그 주기가 1년 이상으로 비교적 길고 누적적인, 주기적인 변동요인

4. 불규칙요인: 추세요인, 계절요인, 순환요인으로 설명이 되지 않는 요소로서 천재지변, 전쟁, 파업, 급격한 정책변화 등 사회적 변화에 의한 변동뿐 아니라 명절, 요일의 차이 등에 의한 변동요인

4) 1. 노형진, SPSS/Excel에 의한 재미있는 시계열분석, 효산, 2007, p71

2. 김수아, 한국 계절 시계열 자료의 분석에 관한 연구: X-12 ARIMA를 중심으로, 숙명여자대학교 일반대학원, 1998, p2~3

5) Jan Kysely, Changes In The Occurrence Of Extreme Temperature Events, Charls University, 2000

의하다는 것을 보여주고 있다.

4. 해안도시의 시계열분석을 통한 도시고온화 특성 분석

4.1 부산지점의 50년간 기온패턴 분석

부산지점은 부산시를 대표하는 기상데이터 지점으로 기상청에서 활용되고 있다. 50년간 부산지점의 기상데이터는 50년간의 측정자료를 보유하고 있다.

그림 2는 1961~2008년까지의 부산지점(ASOS)의 기온패턴을 분석한 그래프이다. 부산시의 기온은 약 50년간 최저 13.2℃~최고 15.8℃에서 변동하고 있으며 그림 2의 추세선으로부터 기울기가 0.0243으로 기온이 상승하였다는 것을 확인할 수 있다.

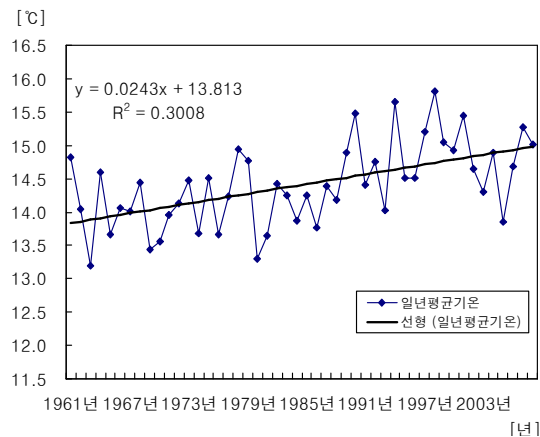
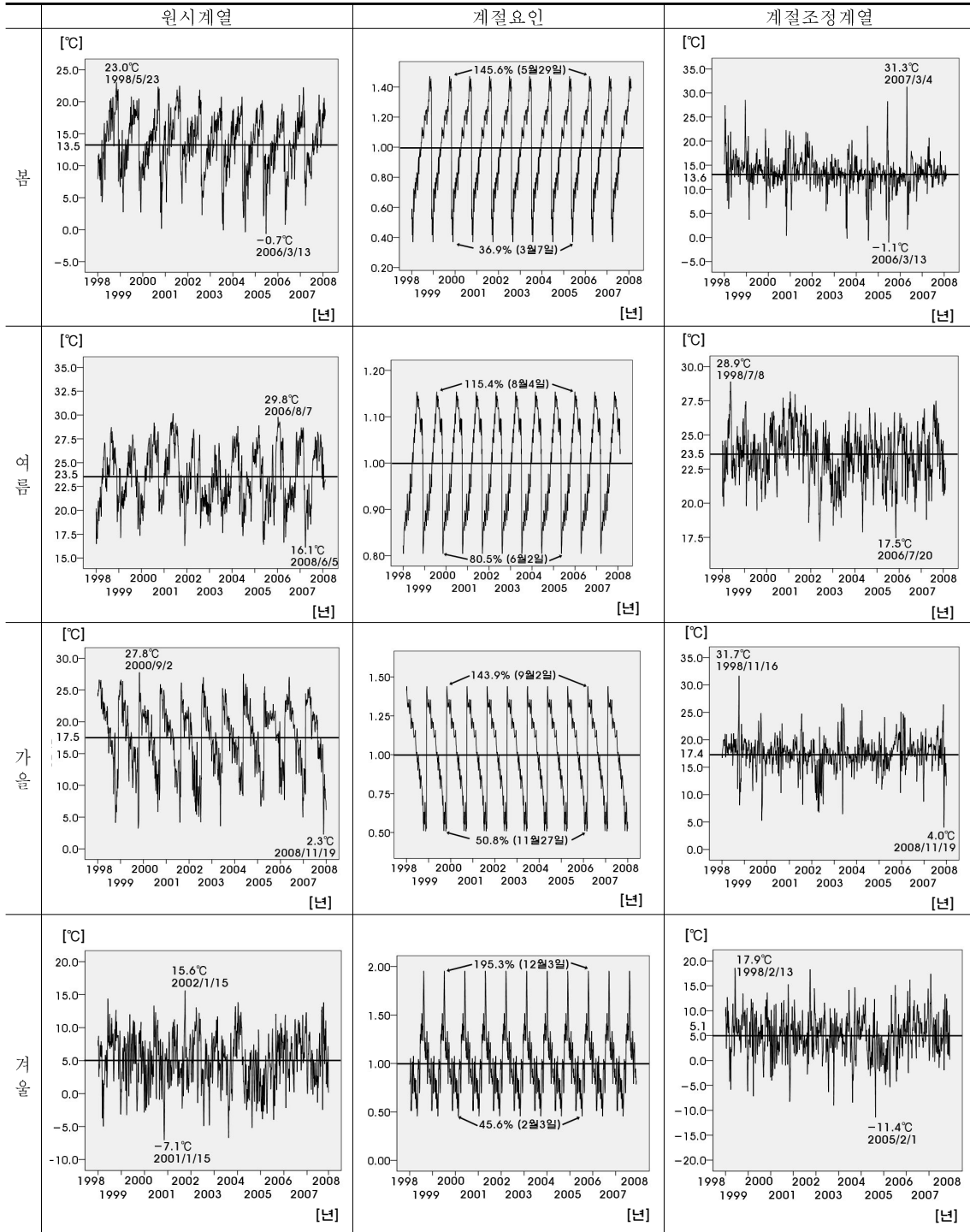


그림 2 부산지점의 50년간 기온 경년 변화

4.2 부산지점의 계절별 시계열분석

표 1은 1998~2008년까지 부산지점의 기상데이터를 계절별로 시계열분석 한 결과를 그래프로 작성한 것이다. 그래프는 원시계열, 계절조정계열, 계절요인으로 구성되어 있다. 원시계열은 기존데이터를 뜻하며 계절조정계열은 원시계열에서 계절요인을 제거한 그래프이고 계절요인은 일정한 기간동안 반복되는 기후, 온도, 생활 습관 등에 따라 나타

표 1 부산지점의 계절별 원시계열 · 계절조정계열 · 계절요인 변동



나는 변동요인을 의미한다.

본 연구에서 작성한 표 1의 원시계열에서는 봄에는 기온이 최저 -0.7°C ~최고 23.0°C ,

여름에는 최저 16.1°C ~최고 29.8°C , 가을에는 최저 2.3°C ~최고 27.8°C , 겨울에는 최저 -7.1°C ~ 15.6°C 로 나타났다.

표 1에 나타나 있는 계절요인 그래프에서는 봄에는 계절지수가 최저 36.9%(3월 7일), 최고 145.6%(5월 29일)로 나타나 계절지수의 최고 최저 차가 108.7%로 나타났다. 여름에는 계절지수가 최저 80.5%(6월 2일), 최고 115.4%로 전형적인 여름철의 기후인 8월 4일로 나타났다. 계절지수의 최고 최저 차는 34.9%로 나타났다. 가을에는 최저 50.8%(11월 27일)로 나타났고 최고 143.9%(9월 2일)로 나타났다. 계절지수의 최고 최저 차는 93.1%인 것으로 나타났다. 겨울 계절지수는 최저 45.6%(2월 3일), 최고 195.3%(12월 3일)로 나타났다. 계절지수의 차는 겨울이 149.7%, 봄이 108.7%, 가을이 93.1%, 여름이 34.9%로 나타났으며 겨울이 계절지수의 차가 149.7%로 계절요인의 영향력이 크게 미치고 여름이 34.9%로 다른 계절에 비해 계절요인이 적게 미치는 것을 알 수 있다.

원시계열에서 계절요인을 제거한 계절조정계열은 봄에는 최저 -1.1°C ~최고 31.3°C 로 원시계열보다 최저기온은 낮아지고 최고기온은 높아졌다. 여름에는 최저 17.5°C ~최고 28.9°C 로 원시계열과 비슷하게 나타났다. 가을에는 최저 4.0°C ~최대 31.7°C 로 원시계열보다 기온이 높게 나타났다 겨울에는 최저 -11.4°C ~최고 17.9°C 로 원시계열보다 최저기온은 낮고 최고기온은 높게 나타났다. 이 결과 계절조정계열은 원시계열보다 기온이 높은 경우는 계절요인외의 다른 도시구조요소를 비롯한 기타요인이 영향을 미쳤을 것으로 추측되며 이러한 요인은 도시고온화가 반영된 결과로 예측해 볼 수 있다.

4.3 행정구역별 1월, 8월의 시계열분석

1998~2008년의 부산시의 행정구역별로 1월과 8월의 계절요인을 분석하였다.

표 2은 1998~2008년 1월의 AWS 기상데이터를 행정구역별로 시계열분석을 한 결과값을 원시계열, 계절요인, 계절조정계열로 정리한 것이고, 표 3는 8월의 결과값을 정리한 것이다.

계절지수는 시계열 값이 계절적 요인에 의하여 추세로부터 변동하는 정도를 나타낸다. 계절지수가 100%인 것은 시계열값의 평균값을 의미한다. 계절지수가 100%이상인 경우는 기온이 높다는 것을 뜻하며 값이 클수록 계절요인의 작용이 크게 미침을 의미한다. 100%이하인 경우는 계절지수 평균값에 비교했을 때 기온이 낮다는 것을 의미한다.

1월에는 계절요인의 범위는 최저 28%~최고 196%로 나타났다. 최고 최저 차가 큰 것은 겨울철이 계절요인의 영향을 크게 받기 때문으로 볼 수 있다. 계절지수가 100%이상인 일수는 금정, 부산진, 동래, 대연이 15~17일로 높게 나타났고 수영만, 영도, 가덕도는 일수가 12~13일로 적게 나타났다. 금정, 부산진, 동래는 내륙지역이고 대륙성기후특성이 반영된 결과로 예측해 볼 수 있다. 대연은 해안지역이지만 매립지의 영향으로 인해 대륙성기후로 변화되어 높은 일수가 나온 것으로 예측된다. 그리고 수영만 영도, 가덕도는 해안지역이고 해안성기후의 영향으로 이러한 결과가 도출되었다고 예측된다.

8월에는 계절요인의 범위가 최저 90%~최고 106%로 나타났다. 계절지수가 100%이상인 일수는 11개 지점에서 15~17일로 거의 비슷하게 나타났다. 그리고 원시계열과 계절조정계열의 기온차도 거의 없는 것으로 나타났다. 이 결과 8월인 여름철은 계절요인의 영향력을 적게 받는 것으로 추측된다.

1월인 겨울철과 8월인 여름철을 비교한 결과 겨울철은 여름철에 비해 계절지수의 차가 크게 나타나고 계절지수의 100%이상일 때의 일수에서는 겨울철이 최고 최저 일수가 나타

나는 반면, 여름철은 거의 비슷하게 나타난다. 이 결과 겨울철은 지역별로 내륙지역과 해안지역의 기후적 특성이 뚜렷하게 나타나는 것을 볼 수 있지만, 여름철은 계절요인의 영향을 적게 받고 이러한 지역적 기후특성을 겨울보다 덜 반영된 것으로 예측된다.

표 2 1998~2008년의 행정구역별 시계열분석 결과(1월)

행정 구역별	원시계열		계절요인		계절조정 계열	
	최고 기온 [°C]	최저 기온 [°C]	Range [%] (최고~최저)	계절지수 100%이상 일 때의 일수(일)	최고 기온 [°C]	최저 기온 [°C]
부 산	15.6	-7.1	48~163	15	18.2	-7.3
가덕도	15.1	-5.0	58~151	13	16.7	-7.1
금 정	15.9	-7.5	43~196	17	17.3	-9.4
기 장	16.3	-7.0	28~174	16	26.2	-14.3
대 연	15.9	-7.6	48~154	16	17.7	-8.1
동 래	16.5	-7.8	65~152	15	16.9	-8.0
부산진	16.4	-6.7	39~157	16	21.4	-10.4
수영만	16.5	-5.8	69~143	12	17.2	-8.0
영 도	14.8	-7.6	58~143.1	13	15.8	-8.1
해운대	16.3	-6.1	60~142	16	16.7	-6.4

표 3 1998~2008년의 행정구역별 시계열분석 결과(8월)

행정 구역별	원시계열		계절요인		계절조정 계열	
	최고 기온 [°C]	최저 기온 [°C]	Range [%] (최고~최저)	계절지수 100%이상 일 때의 일수(일)	최고 기온 [°C]	최저 기온 [°C]
부 산	30.1	19.6	92.1~103.9	17	30.7	19.0
가덕도	29.4	19.7	98~103	16	29.5	19.4
금 정	31.2	20.0	90~106	16	31.4	19.6
기 장	30.4	19.4	92~106	15	30.9	18.7
대 연	31.5	20.6	92.1~104	16	31.2	20.0
동 래	32.1	19.8	90.5~105.3	16	32.1	19.1
부산진	31.2	19.9	91.2~104.7	17	31.4	20.1
북 구	29.4	19.9	90.4~105.5	17	29.2	18.8
수영만	31.8	20.4	92.~104.9	16	31.5	19.5
영 도	28.8	19.9	93.9~102.9	17	29.3	19.6
해운대	31.1	20.6	94.5~103.7	16	30.6	20.3

4. 결론

본 연구는 AWS 기상데이터의 시계열분석을 통해서 부산시의 도시고온화 현상의 영향을

을 보고자 하며, 그 결과는 다음과 같다.

(1) 부산시의 기온은 약 50년간 최저 13.2°C ~최고 15.8°C으로 나타나고 증가하는 추세에 있다.

(2) 계절조정계열은 여름에는 최저 17.5°C ~최고 28.9°C로 원시계열과 비슷하게 나타났다. 겨울에는 최저 -11.4°C ~최고 17.9°C로 원시계열보다 최저기온은 낮고 최고기온은 높게 나타났다. 이 결과 계절조정계열은 계절요인외의 다른 도시구조요소를 비롯한 기타요인이 영향을 미쳤을 것으로 추측된다.

(3) 지역적 분석 결과 1월은 계절요인의 범위가 최저 28~최고 196%로 나타났고, 8월은 범위가 최저 90~최고 106%로 나타났다. 계절요인의 100%이상인 경우의 일수는 1월이 12~17일, 8월이 15~17일로 나타난다.

후 기

본 연구는 국토해양부 첨단도시개발사업의 연구비 지원(07첨단도시A01)에 의해 수행되었음

참 고 문 헌

1. 김원경, MINITAB을 이용한 시계열분석의 이해, 교우사, 1999.
2. 노형진, SPSS/Excel에 의한 재미있는 시계열분석, 호산, 2007, p71
3. 장승민, 김성수, 최영찬, 김수강, 제주도 기온과 주변해역 해수면 온도와의 상관관계에 관한 연구, 한국해양학회지, 9권 1호, 2006.02.
4. 김수아, 한국 계절 시계열 자료의 분석에 관한 연구: X-12 ARIMA를 중심으로, 숙명여자대학교 일반대학원, 1998
5. 서명울, 이종태, 계절상품 수요예측에 시계열의 계절 조정에 관한 연구, 한국경영과학회 추계학술발표논문집, 2002, p.162
6. Jan Kysely, Changes In The Occurrence Of Extreme Temperature Events, Charls University, 2000