

GIS를 활용한 부산지역의 해안·강변지역 열섬특성 분석

Analysis of Heat Island Characteristics of Coast and Riverside Area Using GIS in Busan

송상철* · 강인준** · 손명찬*** · 한기봉****

Song, Sang Cheol · Kang, In Joon · Son, Myung Chan · Han, Ki Bong

要 旨

주거, 상업, 공공시설용지 등의 토지개발은 시외지역에 비하여 도심지역의 온도가 상승하는 원인이 되어왔다. 따라서 본 연구에서는 강변지역과 해안지역을 중심으로 연구지역을 선정하여 토지이용 및 기후변화에 따른 온도변화를 분석하였고, 또한 지형적 특징과 온도변화와의 상관관계를 알아보았다. 2003년에 비해 2007년 기온은 1.80℃ 증가하였고, 풍속은 0.24m/s 감소하였다. 또한 시가지 지역은 3.27% 증가하였고, 산림지역은 2.54% 감소하였다. 상관관계를 비교 분석한 결과 강변지역은 초지와 나지가, 해안지역은 산림과 초지에서 지형인자와 기후인자간의 상관성이 비교적 높게 나타났다. 이러한 연구결과는 지역 특성에 따라 열섬현상 문제에 대한 방안을 제시, 예측 등의 기초자료로 활용될 것으로 기대된다.

핵심용어 : GIS, 열섬현상, 기후인자

Abstract

Development of housing, industrial and public lands has been a cause to increase a temperature of a city higher than that of a rural area. Knowing that, the research analyzed temperature changes in a riverside district and a coastal area depending on the land usage and climate change in the areas. Add to this, the study examined a correlation between topographic characteristics and temperature changes. According to the results, the temperature was increased by 1.80℃ in 2007 comparing to 2003 while the wind velocity was reduced by 0.24m/s. In addition, a more number of areas were designated as build-up areas which, in return, decreased the forested land. The analysis on the correlation reported that the riverside district has more of grassland and bare land while the coastal area has more of wooded land and grassland. The study is expected to be used as fundamental data for research on heat island effect which would be different by each regional characteristic as it proposes measures to solve the heat island effect

Keywords : GIS, Heat Island, Climatic Factor

1. 서 론

급격한 산업화의 영향으로 기후 및 대기오염과 같은 환경문제가 대두되고 있다. 이러한 환경문제는 도시 열섬 현상을 일으키고 있으며, 사람들의 쾌적한 삶을 방해할 뿐만 아니라 사회적 비용이 발생 되고 있다.

주거, 상업, 공공시설용지들의 토지 개발 때문에 도시 녹지면적이 급격히 감소하였고, 이러한 녹지 면적의 감소는 에너지 흐름의 변화를 야기시켰으며 결국 주변

교외지역과는 다른 도시 특유의 기후를 형성하게 되었다. 도시라는 한정된 지역 안에 인구와 산업화의 집중으로 인한 국지적인 에너지 흐름의 변화와 더불어 인구 증가, 녹지감소 등으로 도시 열섬 현상은 더욱더 가속화되고 있다.

1.1 연구동향

국내 동향을 살펴보면 열섬에 관한 연구는 크게 열섬 특성에 관한 연구와 열섬 완화에 관한 연구로 나뉜다.

2012년 8월 29일 접수, 2012년 12월 12일 수정, 2013년 3월 4일 채택

* 부산대학교 사회환경시스템공학과 석사과정(Civil Eng, Pusan National University, song5849@pusan.ac.kr)

** 교신저자·부산대학교 사회환경시스템공학과 교수(Corresponding Author, Civil Eng, Pusan National University, ijkgang@pusan.ac.kr)

*** 부산대학교 사회환경시스템공학과 석사과정(Civil Eng, Pusan National University, smcbbm@naver.com)

**** 부산대학교 지형정보협동과정 박사수료(Dept. of GIS, Pusan National University, irstm1@pusan.ac.kr)

열섬 강도 특성에 관한 연구로는 각 기상 조건에 따른 서울의 열섬 강도를 정량화하여 열섬 강도를 예측하는 서울 도시 열섬의 공간 분포 및 열섬 강도 특성(김유진, 2012)이 있으며 도시공간을 고려한 야간시간대의 열섬 특성분석(송봉근 등, 2012), 또한, 기온, 인구, 위성영상을 활용하여 토지 피복 분류별 변화를 분석하고 토지 피복변화가 지표온도 변화에 미친 영향을 제시한 위성영상을 이용한 토지 피복과 지표온도 변화의 관계(김대영, 2011)등의 연구가 있다.

열섬 완화에 관한 연구로는 도시 열섬 현상과 산림과의 관계를 알고자 계량 경제적 접근을 통한 도시림의 도시열섬 완화 효과 분석(김동현 등, 2011)에 관한 연구가 있으며, 또한 도시 열섬 완화를 위한 옥상녹화 활성화 방안(박은진 등, 2010), 열섬현상 완화를 위한 주거지 공간 위계별 설계요소 도출(배용규, 2011)등의 연구가 있다.

국외 동향으로 가까운 일본의 경우 도시 온난화의 심각성을 파악하고 열섬 현상 대책 가이드라인을 작성(2004)하고, 일본 열섬현상의 완화를 위한 건축물 종합 환경성능 평가 시스템 개발(2005), 열섬 완화 시스템 개발(2007)등의 연구가 이루어지고 있다.

유럽은 도시를 중심으로 상승하고 있는 기온에 대한 현상파악과 대처가 필요하다고 생각하여 “Future Cities” 프로젝트(2009)를 지원하였고, 네덜란드에서는 자전거를, 그리스에서는 지상시스템과 공중 수송 시스템을 이용하여 도시 열섬현상을 연구가 시행되고 있다.

1.2 연구목적

본 연구의 목적은 국내 가장 큰 항구 도시로서 남쪽은 바다에 면하고, 서쪽은 강을 끼고 있는 지형적 특색을 가지는 부산의 열섬현상의 원인이 되는 요소인 기후자료와 토지피복자료를 이용하여 강을 따라 형성된 강변 지역과 해안가를 따라 발달된 해안지역의 열섬현상의 특성을 알아보는 것이다.

이는 지역 특성에 따른 열섬현상 문제에 대한 방안을 제시, 예측 등의 기초자료를 얻을 수 있을 것이다.

2. 연구대상지 및 자료

2.1 연구대상지

부산지역의 지형적 특징은 한반도 남단에 위치하여 고도 500m내외의 구릉성 산지가 분포하고 있다. 해안은 산지의 형태에 의한 리아스식 해안을 이루고 있다. 강서구 지역은 하구 일대의 발달로 삼각주에 의한 평야지대를 이루고 있다. 이러한 지형적 특색에 따라 도심

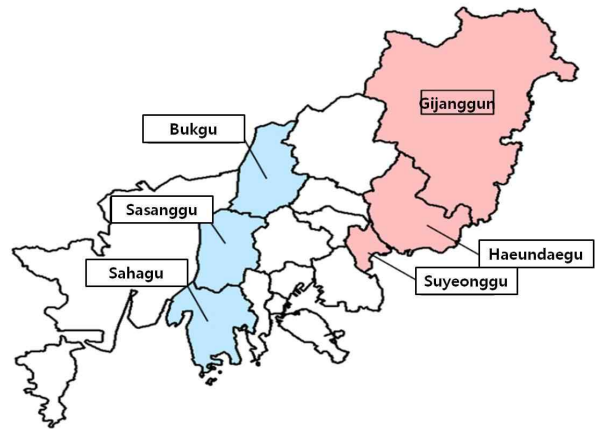


Figure 1. Study area

지는 금정산맥과 금련 산맥의 영향으로 남북으로 길게 형성되어 있으며, 낙동강과 해안을 따라 분포되어 있다.

연구지역은 Figure 1과 같이, 낙동강과 바다를 중심으로 북구, 사상구, 사하구지역과 기장군, 해운대구, 수영구지역으로 각각선정 하였다.

기후적 특징은 온대기후 지역으로 바다가 있어 전형적인 온화한 해양성기후를 나타낸다. 연평균기온은 14.4℃이며, 연강수량은 1,491.5mm 정도이다. 바람은 겨울에 북서풍, 여름에 남서풍이 심하며, 연중 바람이 많은 것이 특색이다.

2.2 연구자료

2.2.1 자동기상관측자료

자동기상관측장비(AWS)는 컴퓨터를 통해 자동으로 기상관측이 가능하게 하는 장비이다. 1995년부터는 전국 400여 지점에 설치되어 기상을 관측하고 있다. AWS에서 수집된 자료는 종합 자기기록의 실시간 영상 표출로 일변화 경향 감시 및 분석이 가능하며, 소규모 돌발

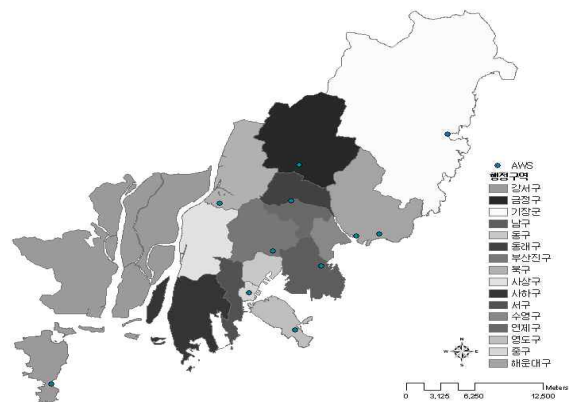


Figure 2. AWS Location

성 기상을 연속 감시하여 방재기상지원 능력을 향상시키고, 국지적 상세 예보 모델의 개발, 운용과 연구 분야에서 필요로 하는 기초자료를 확보하는데 사용된다. Figure 2는 부산시에 설치된 AWS의 위치를 나타낸 것이다.

본 연구에서는 2003년과 2007년의 기온과 풍속자료를 평균한 값을 사용하였다.

2.2.2 토지피복자료

토지피복지도는 위성사진을 주된 자료로 사용하여 지표면의 자연 상태를 분석·표시한 지도이다. 토지피복지도는 국토공간의 피복 상태를 표현하므로 피복변화의 시계열분석이 가능하며, 국토의 공간구조의 실태를 파악하고 변환추이를 용이하고 신속하게 할 수 있으며, 환경 분야에서는 지역·유역·권역별 오염 부하량과 환경용량 산출 등에 활용된다.

본 연구에서는 03년과 07년 토지피복지도를 환경부의 토지피복지도 제작 지침에 따라 시가화건조지역, 농업지역, 산림지역, 초지, 습지, 나지, 수역의 총 7개 항목으로 나누었다. 분류된 토지피복지도를 이용하여 항목별 시계열 분석을 실시하였다. 환경부에서 제시한 분류 항목은 Table 1과 같다.

Table 1. Land cover classification

large scale classification	medium scale classification
Build-up area	residential area
	manufacturing area
	commercial area
	leisure area
	traffic area
	public facilities area
Agriculture	rice paddy
	farm
	cultivation
	orchard
	etc
Forest	broad-leaved forest
	coniferous forests
	mixed stand forest
Grassland	natural grassland
	golf links
	etc
Wetland	inland wetlands
	coastal wetlands
Arid ground	mining area
	etc
Waters	inland waters
	seawater

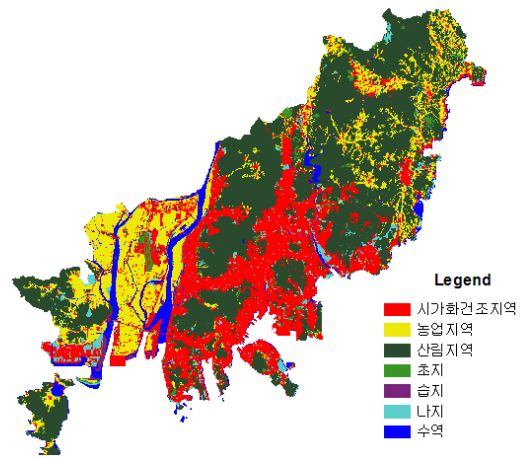


Figure 3. Land cover map in 2003

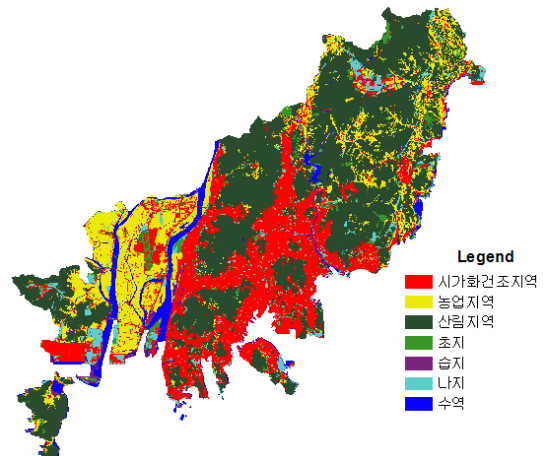


Figure 4. Land cover map in 2007

2003년과 2007년의 토지피복을 알아보기 위하여 환경부에서 제시하고 있는 토지피복분류에 따라 토지피복분류를 실시하였다. Figure 3과 Figure 4는 2003년도와 2007년의 토지피복지도이다.

3. 연구방법

3.1 연구흐름

열섬현상을 분석하기 위해 본 연구에서는 부산시에 위치하는 11개 지점의 AWS(Automatic Weather System)의 기온자료와 풍속자료를 이용하여 연도별 분포도 생성을 위해 IDW(Inverse Distance Weighted)보간법을 사용했다. 그리고 토지피복도를 23개 항목에서 7개 항목으로 재분류하여 분석하였다. 마지막으로 구별로 2003년, 2007년의 변화량을 요소로 상관분석을 실시하여 기온 상승에 영향을 준 요소를 파악하였다. Figure 5는 연구 흐름도를 나타낸다.

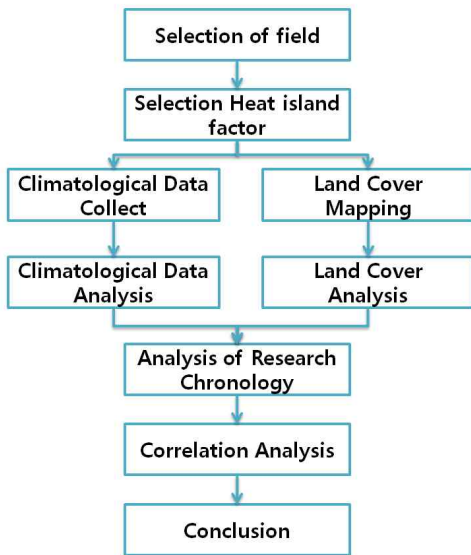


Figure 5. Flow chart

3.2 기상자료공간보간

공간 통계 자료가 필요할 때, 좋은 방법은 모든 지점

에서 필요로 하는 자료를 획득하는 것이다. 그러나 비용과 시간문제로 인하여 모든 지점에서 원하는 값을 얻는 것은 현실적으로 불가능하다. 따라서 많은 경우 특정지점을 선정하여 관측 값을 얻은 후 이를 이용하여 미관측 지점의 값을 예측하는 방법이 사용되며, 이러한 작업과정에 공간 보간법이 이용된다. 대표적인 공간보간법으로는 IDW, 스플라인(Spline), 크리깅(Kriging)등이 있다.

IDW보간법의 기본 가정은 공간적으로 인접한 지점 사이의 값은 공통된 위치요인으로 인하여 유사성을 갖게 되는 반면에 두 지점 사이의 거리가 증가할수록 이러한 유사성은 상대적으로 감소하게 된다는 것에 기초한다. 또한 샘플이 적어도 효과가 높은 장점을 가지고 있다.

기온과 풍속분석을 하기에 앞서 부산 전 지역의 기온 및 풍속을 알기 위하여 11개의 지역에 설치되어있는 AWS장비에서 얻은 측정데이터를 이용하여 IDW보간법을 실시하였다. Figure 6은 보간법을 실시한 기온 및 풍속분포도이다.

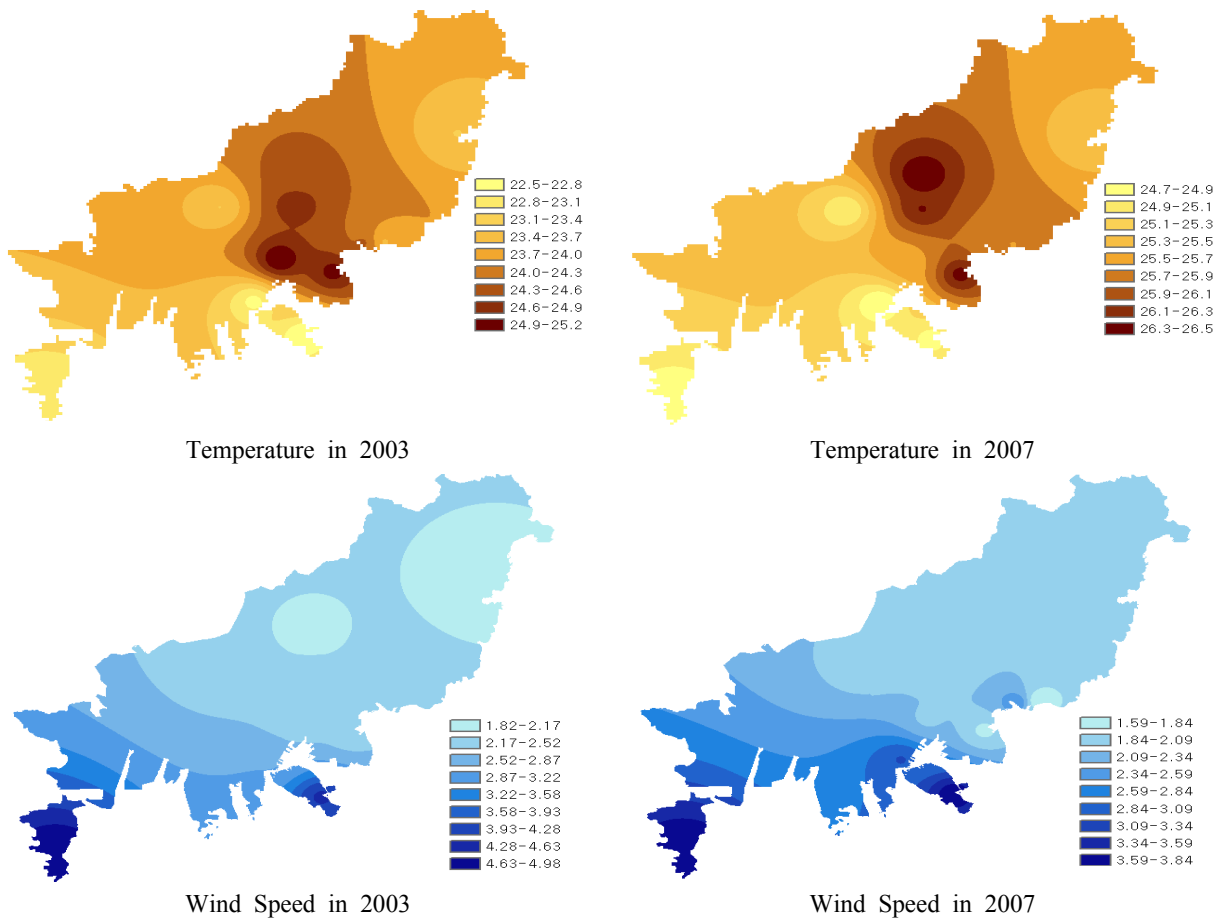


Figure 6. Distribution Map of temperature and wind speed

4. 결과 및 고찰

4.1 기상자료분석

4.1.1 기온분석

보간법을 실시하여 얻은 기온변화는 Figure 7과 같다. 기온 변화를 살펴보면 대체적으로 상승하는 경향을 보인다. 03년에는 수영구가 24.31℃로 기온이 가장 높게 나타났고 사하구가 23.38℃로 기온이 가장 낮게 나타났다. 그리고 07년도도 마찬가지로 수영구가 25.91℃로 기온이 높게 나타났으며 사하구는 25.22℃로 기온이 가장 낮게 나타났다. 전체적으로 03년도 기온에 비해 07년도 기온이 약1~2℃ 상승했으며, 해안지역(기장, 해운대구, 수영구)이 강변 지역(북구, 사상구, 사하구)보다 평균 기온이 높았다.

4.1.2 풍속 분석

Figure 8은 AWS자료를 보간 하여 얻은 풍속 변화량이다.

풍속 변화를 살펴보면 전 지역의 풍속이 소폭 감소하였다. 2003년의 경우 사하구가 2.92m/s로 풍속이 가장

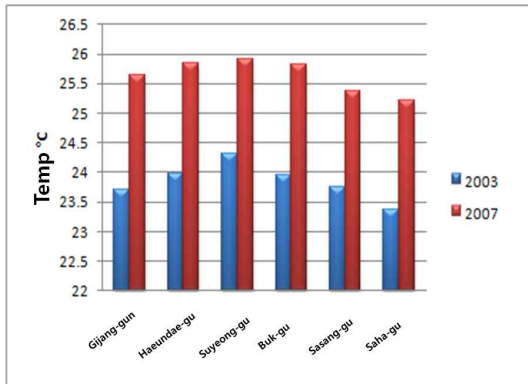


Figure 7. Climate change

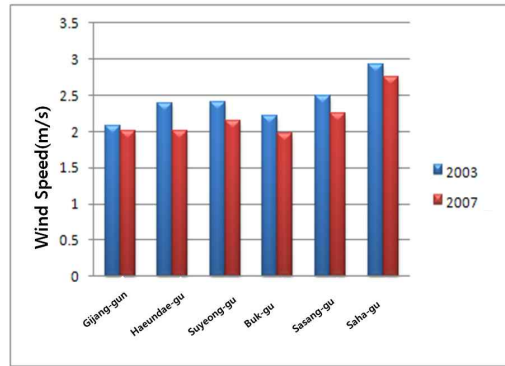


Figure 8. Wind speed change

강하였으며, 기장지역이 2.08m/s로 가장 약한 것으로 나타났다. 2007년 역시 사하구가 3.85m/s로 풍속이 강하였고, 북구가 1.78m/s로 가장 약한 것으로 나타났다. 평균 풍속은 해안지역보다 강변 지역이 더 높게 나타났다.

4.2 토지피복변화분석

Table 2는 2003, 2007년의 토지피복지도의 변화량을 나타낸다. 항목별로 비교해보면 2003년에 비해 2007년에는 시가화건조지역은 29.33% 에서 31.73% 로 2.40% 증가 했다. 시가화건조지역의 증가로 인하여 농업지역, 산림지역의 감소폭이 크게 나타났다.

Table 2. Comparison of land Coverage

land Coverage	2003(%)	2007(%)
Build-up area	29.33	31.73
Agriculture	12.70	11.18
Forest	46.95	45.17
Grassland	1.50	1.90
Wetland	0.45	0.59
Arid ground	2.74	3.39
Waters	6.33	6.04

Table 3. Elementary change in a riverside district and a coastal area

Division	Administrative district	build-up area (%)	agriculture (%)	forest (%)	grassland (%)	wetland (%)	arid ground (%)	waters (%)	temperature (°C)	wind speed (m/sec)
River	Buk-gu	2.07	-0.53	-1.58	-0.07	0.22	0.03	-0.13	1.87	-0.25
	Sasang-gu	4.17	-2.72	-2.88	1.21	0.11	0.41	-0.33	1.62	-0.24
	Saha-gu	4.45	-1.69	-3.03	0.25	-0.04	0.11	-0.05	1.84	-0.17
	average	3.56	-1.65	-2.50	0.46	0.10	0.18	-0.17	1.78	-0.22
Shore	Gijang-gun	0.66	-2.06	-1.17	0.67	0.03	2.06	-0.19	1.94	-0.07
	Suyeong-gu	3.92	0.00	-2.30	-0.04	0.49	-0.87	-1.21	1.6	-0.27
	Haeundae-gu	3.76	-1.16	-1.36	0.62	0.40	-1.46	-0.79	1.87	-0.38
	average	2.78	-1.07	-1.61	0.42	0.31	-0.09	-0.73	1.80	-0.24

Table 4. Correlation coefficient

Division		Build-up area	Agriculture	Forest	Grassland	Wetland	arid ground	waters	temperature	wind speed
River	Temperature Pearson Correlation coefficient	-.502	.901	.514	-.991	.022	-.996	.924	1	.294
	P value	.665	.285	.657	.084	.986	.058	.249		.810
	N	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Shore	Temperature Pearson Correlation coefficient	-.691	-.968	.999	.991	-.787	.533	.909	1	..21
	P value	.514	.162	.025	.085	.424	.642	.273		.769
	N	3	3	3	3	3	3	3	3	3

Table 3은 2003년, 2007년의 항목 별 변화량을 나타내는 표이다. 먼저 기후인자(기온, 풍속)를 살펴보면 기온은 강변 지역이 1.78°C가 증가 하였으며, 그중 북구가 1.94°C로 가장 크게 증가하였다. 해안지역은 평균 기온이 1.80°C 증가 하였으며, 기장군이 1.94°C로 가장 큰 증가 폭을 보였다. 평균기온의 증가는 여름철을 대상으로 하여 다소 높게 나타났다.

풍속은 강변 지역과 해안지역이 각각 -0.22m/s, -0.24m/s로 감소하였으며, 북구와 해운대구가 -0.22m/s, -0.38m/s로 가장 큰 감소폭을 보였다.

토지이용변화량을 살펴보면 강변 지역의 경우 시가지, 초지, 습지, 나지가 각각 3.56%, 0.46%, 0.10%, 0.18%로 증가 하였으며, 농업, 산림, 수역지역은 -1.65%, -2.50%, -0.17% 감소하였다.

해안지역은 시가지, 초지, 습지가 각각 2.78%, 0.42%, 0.31% 증가 하였으며, 농업, 산림, 나지, 수역이 -1.07%, -1.61%, -0.09%, -0.73% 감소함을 보였다.

4.3 상관분석

상관관계분석이란, 모든 사상에서 상관되는 인자가 서로 어떠한 관련성을 가지고 있으며, 그 관련성이 어느 정도인지를 수치적으로 조사하여 분석하는 것을 말한다. 이때의 상관계수는 +1 혹은 -1에 가깝게 나타난다. +1일 경우 정(正), -1일 경우 부(負)의 선형관계가 있다고 한다. 이에 비해 한 변수의 값의 변화로부터 다른 변수의 값의 변화 방향을 예측할 수 없는 경우가 있는데 이 경우, 두 변수들 간에는 관계가 전혀 없거나 거의 없다고 할 수 있으며 이때의 상관계수는 0이다.

Table 4는 강변 지역(북구, 사상구, 사하구)과 해안지역(기장군, 수영구, 해운대구)을 토지이용변화량과 풍속변화량이 기온에 미치는 영향에 대해 상관분석을 실시한 표이다.

상관계수를 살펴보면 강변 지역의 경우에는 초지(-0.991)와 나지(-0.996)가 부의 선형관계가 있음을 알

수가 있었다.

해안지역을 살펴보면 산림(0.999)과 초지(0.991)가 정의 선형 관계를 띠고 있다.

이와 같이 강변 지역과 해안지역의 지역적 특색에 따라 열섬에 영향을 주는 인자가 다를 수 있다.

5. 결 론

본 연구에서는 강과 바다지역의 지역특성에 따라 열섬현상에 영향을 미치는 인자를 알아 보기위해 2003년, 2007년의 기후자료와 토지피복도를 이용하여 GIS 분석을 실시하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 연도별 기온과 풍속의 변화를 살펴보면 지역에 상관없이 기온은 2003년에 비해 2007년이 평균 1.80°C 증가하였고, 풍속은 반대로 0.24m/s 감소하였다. 기온은 수영구가 가장 높았으며, 풍속은 사하구가 강하게 나타났다.

둘째, 2003년과 2007년의 토지이용을 살펴보면 시가지지역은 3.27% 증가하였고 농업지역 0.88%, 산림지역 2.54% 등 감소하였다.

셋째, 기온과 상관계수가 높은 인자로는 강을 끼고 있는 지역의 경우에는 초지와 나지가 -0.991, -0.996으로 가장 높게 나타났으며, 바다지역의 경우에는 산림과 초지의 상관계수가 0.999, 0.991으로 높게 나타났다.

앞으로 열섬현상에 영향을 주는 인자들을 추가하고, 또한 정확한 분석을 위하여 샘플수를 늘려 보다 심층적인 연구가 지속되어야 한다.

감사의 글

이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(201006132770003)의 지원으로 연구되었습니다.

참고문헌

1. Bae Wiingkyoo, Song Doosam, 2011, Urban design elements for the mitigation of urban heat island effect according to urban spatial hierarchy, Architectural Institute of Korea collection of dissertations, Architectural Institute of Korea, Vol. 27, No. 6, pp.195-204.
2. Kim Donghyeon, Kim Euigyeong, Yang Junseok, Kim Hyeongeun, Shin Haejin, 2011, An econometric analysis of mitigating urban heat island effect with urban forest, KOREAN FORESTRY SOCIETY , Vol.100, No.1, pp.79-87.
3. Kim Daeyoung, 2011, The relationship of change of land cover and land surface temperature using satellite images in Incheon, The Korean Association of Professional Geographers, Vol. 45, No. 3, pp. 493-501.
4. Kim Yoojin, 2012, A study on the distribution and intensity of urban heat island in Seoul, Master, Konkuk University.
5. Park Eunjin, Kang Gyuyi, Nam Mia, 2010, Green roof strategy for mitigating the urban heat island effect, gteonggi research institute, Vol.2010, No.10, pp. 1-172.
6. Song Bonggeun, Park Kyunghun, 2012, Analysis of heat island characteristics considering urban space at nighttime, The Korean Association of Geographic information studies, Vol. 15, No. 1, pp.133-143.