

PA2 대구의 토지이용도변화에 의한 도시열섬포텐셜 변화특성

안지숙*, 김해동, 박명희, 구현숙
계명대학교 환경대학 환경학부

1. 서 론

쾌청한 여름철 주간에 위성이나 항공기로 관측된 열영상자료를 이용하여 인공구조물로 피복 되어있는 도심과 삼림과 수변 지대로 이루어진 지역의 지표면온도를 추정하여 보면 현저하게 대조적인 열적 분포를 확인할 수 있다. 수변지역, 삼림 및 논을 포함한 농경지의 표면온도는 기온과 거의 같거나 오히려 약간 낮다. 그러나 인구가 집중되어 있는 시가지와 개발이 진척되고 있는 교외의 단지를 살펴보면, 표면온도는 기온보다도 20℃ 이상이나 높게 형성되어 있음을 확인할 수 있다. 이러한 열영상 자료를 통하여, 도시를 덮고있는 아스팔트와 콘크리트의 인공구조물의 존재가 도시열섬의 형성과 밀접하게 연계되어 있다는 사실을 짐작할 수 있다.

지금까지의 도시개발은 기능성과 효율이 우선되어 왔다. 전 세계적으로 산업화 시대의 도시개발은 도시기후에 대한 배려가 이루어지지 못하였다. 오히려, 쾌적한 실내환경을 확보(냉난방으로 인한 과도한 인공열의 방출)하기 위해서 이를 외면해 왔다. 본 연구에서는, 대구의 최근 40년간에 이루어진 토지이용도의 변화를 조사하고, 위성원격탐사로 토지이용도에 따른 지표면온도의 대조적 분포를 정량적으로 가시화 하였다. 이를 바탕으로 토지이용도변화에 따른 열섬강도 포텐셜변화를 추정하였다.

2. 자료 및 방법

2.1. 자료

대구지역의 장기적 토지이용도 변화를 조사하기 위하여 연도별 지형도자료를 이용하였다. 그리고 토지이용도에 따른 지표면온도는 LANDSAT/TM 자료로부터 추정되었다. 주간에 지표면에서 대기중으로 운반되는 현열에 의한 열섬포텐셜추정을 위한 기온자료는 대구지역에 설치된 자동기상관측망의 기온자료를 이용하였다.

열섬포텐셜을 다음과 같은 방법으로 얻어졌다.

2.2. 방법론

지표와 대기간의 현열교환량으로 산정하는 열섬포텐셜(HIP; Heat Island Potential)은 도시의 기온에 대해서 도시구조의 동질성이 인정되는 지역이 갖는 잠재적인 지면온도와 의 차이로 표현한 지표이다.

주어진 지역의 지표에서 대기로 운반되는 단위시간, 단위면적당의 현열속(sensible heat flux)은, 다음 식으로 구할 수 있다.

$$Q = \frac{\int_{\text{전지표면}} \alpha_{cs} (T_s - (T_a + T_a')) dS}{Sd} \quad (1)$$

Q: 지표에서 대기로의 단위시간, 단위면적당의 현열속(W/m^2)

α_{cs} : 미세 영역에 있어서의 국소적 대류열전달율($W/(m^2K)$)

T_s : 미소면적의 지표면온도(K)

T_a : 도시 canopy 층내의 기온 평균치(K)

T_a' : 도시 canopy 층 내의 주어진 지점의 기온과 층내의 기온평균치와의 차이(K)

Sd : 대상영역의 수평면 투영면적(m^2)

위의 식으로 현열속을 구하기 위해서는, 대류열전달율 및 주어진 지역의 지표면온도와 기온과의 온도차를 구하여야 하는데, 계산을 단순화하기 위하여 다음과 같은 가정을 받아들인다.

①도시 canopy 층내 기온의 공간분포는, 관측 예에 의하면 일반적으로는 수 °C의 범위에 있다. 그러나, 표면온도분포는 수십도에 이른다. 이 때문에, 제1근사로, 도시 canopy 층내 기온의 공간분포는 없는 것으로 생각한다.

②열섬현상이 현저하게 되는 약풍조건 하에서는, 결과적으로 지표면에 있어서 대류열전달율의 공간분포는 작다. 이 때문에, 대류열전달율은 도시 canopy층의 상층풍의 함수로 주고, 그 공간분포는 고려하지 않는다.

이상을 근거로 하여, 다음 식으로 구해지는 값을 “도시의 전지표면으로부터의 대류열전달에 의한, 현열에 의한 열섬 포텐셜”이라고 정의한다. 이하에서는 HIP라고 표기한다.

$$HIP = \frac{\int_{\text{전지표면}} (T_s - T_a) dS}{Sd} \quad (2)$$

이 수식을 이용하여, 다양한 토지이용도에 따른 열섬포텐셜을 계산하였다.

3. 결과 및 고찰

Fig. 1에 대구지역의 장기적인 토지이용도 변화를 제시하였다. 인공구조물로 피복된 도시영역의 현저한 확장을 확인할 수 있다. 토지이용도 항목별 변화를 Table 1에 제시하였다.

Fig. 2에 2000년 4월 7일에 관측된 LANDSAT/TM으로 분석된 대구지역의 지표면온도를 나타내었다. 삼림지대인 앞산과 팔공산의 지표면 온도는 9~11°C의 분포를 보이고 있으며 농경지가 많이 분포해 있는 달성군 지역의 지표면온도는 대략 13°C를 나타내었다. 반면에 아스팔트와 콘크리트로 이루어진 대규모 아파트단지가 위치한 달서구와 대규모 산업단지가 위치한 성서공업단지지역의 지표면 온도는 삼림지대와 농경지에 9~14°C 높게 형성되어 있음을 확인할 수 있다. 그리고 이들 지역에 인접하여 관측된 자동기상관측망의 기온은 9~10°C로 확인되었다. 그래서 토지이용도별 열섬포텐셜을 계산함에 있어서, 기온은 6개 관측지점의 평균값인 15.3°C를 이용하였다.

Table 2에 위성자료로 얻어진 지표면온도와 주어진 시간대의 평균기온을 이용하여 구한 대구지역의 토지이용도별 열섬포텐셜을 나타내었다.

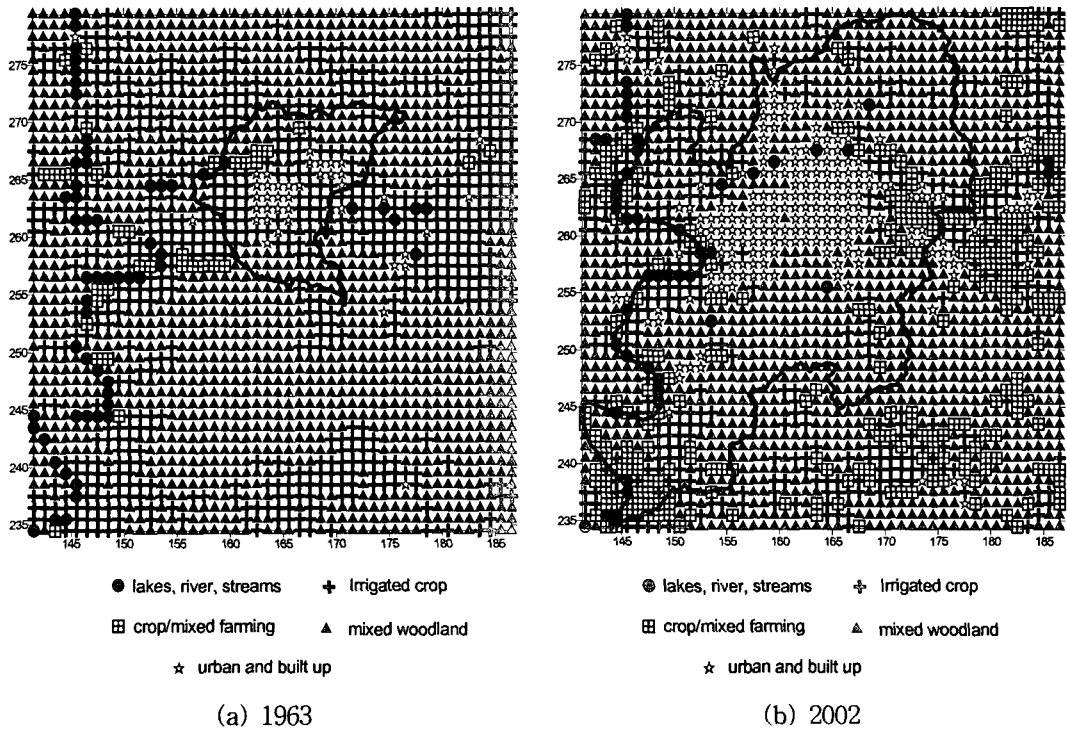
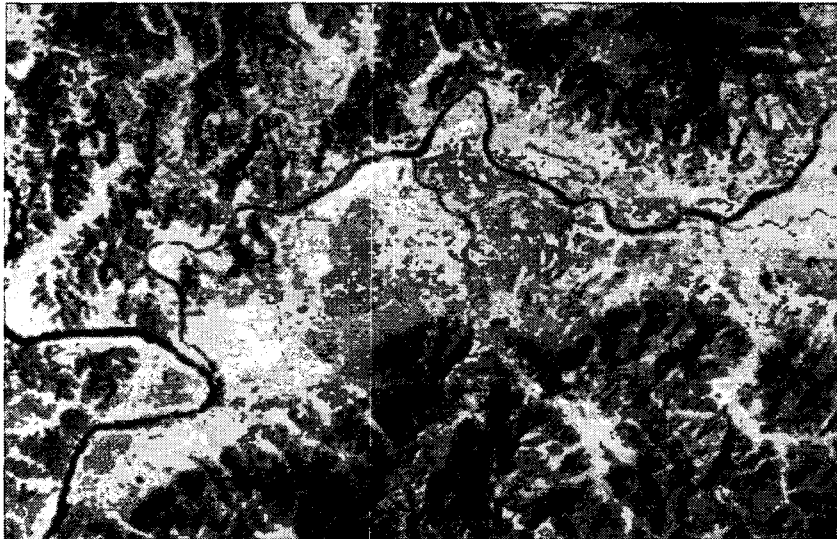


Fig 1. Land-use categories over the Daegu between 1963 and 2002.

Table 1. Land-use alteration during the 40 year period

	1963	2002
lakes, river, streams	2.8 (59) 100	2.3 (48) 81.4
mixed woodland	63.7 (1348) 100	59.1 (1251) 92.8
crop/mixed farming	1.6 (34) 100	12.1 (257) 755.9
Irrigated crop	29.9 (633) 100	16.1 (349) 55.1
urban and built up	2.0 (42) 100	10.0 (211) 502



10 13 16 19 21 24 27

Temperature color bar

Fig 2. Map of the surface temperature.

Table 2. Heat Island Potential of each area.

Area	Surface temperature(°C)	H P I(°C)
Mt. Ap	9	- 6. 3
Mt. Palgong	11	- 4. 3
Dalseoung (Irrigated crop)	13	- 2. 3
Dalseogu (urban and built up)	21	5. 7
Seoungseo Industrial complex	27	11. 7
AWS(Keimyung Univ.)	10	- 5. 3

4. 결 론

도시열섬화는 도시지역에서 이루어지는 인간활동에 수반된 인공열의 방출, 도시팽창에 따른 녹지와 수변지역의 감소에 따른 증발잠열의 감소 그리고 열저장 기능이 큰 아스팔트와 콘크리트 구조물에 의하여 심화되는 것으로 알려져 있다. 그 중에서도 인공구조물에 의한 효과가 가장 탁월한 것으로 알려져 있다. 이러한 배경에서 본 연구에서는 자연 녹지가 도시영역으로 변함으로써 유발되는 열섬포텐셜을 정량적으로 평가하여 보았다. 평가 시기가 늦봄의 오전임에도 불구하고, 도시화지역의 열섬포텐셜이 녹지지역에 비하여 11 °C, 농경지역에 비하여 8 °C나 높은 것을 확인할 수 있었다.

이러한 사실로부터, 적절한 녹지지역과 수변지역의 확보가 담보된 도시개발의 필요성을 확인할 수 있었다. 이와 관련된 최근의 수치실험 및 관측적 연구에 의하면, 도시지역

에서도 30% 이상의 녹지와 수변지역이 포함된 곳에서는 한낮의 기온이 교외지역에 비하여 그다지 높지 않다고 한다.

참 고 문 헌

Hoyano, A., 1994, 都市の熱を斬, 日本建築雑誌, 109, 12-13.

Hoyano, A. and A. Iino, 1994, Computer Simulation of Heat Island Potential with GIS data of Urban Form, Proceeding of the 11th PLEA(Passive and Low Energy Architecture) International Conference

Sugawara, H. and J. Kondo, 1995, Sensitivity test of urban surface temperature, Tenki, 42, 813-818.

日本土木研究所, 2004, 水と緑を活用した Heat Island 対策, 都市の熱問題, 9-11pp.