

대도시 외곽지역 논경작지의 토지이용 및 피복변화에 따른 온도변화모형 연구

기경석* · 이경재**

*서울시립대학교 대학원 조경학과 · **서울시립대학교 조경학과

I. 연구배경 및 목적

1970년대 이후 급격하게 진행되어 온 도시화로 도심은 외곽지역과 다른 특유의 기후를 형성하고 있다. 도심기온이 주변 지역보다 높게 나타나는 열섬(heat island) 현상은 도시의 성격, 기하학적 배열 등과 관계가 깊고 같은 도시 내에서도 지역적으로 기온이 다르게 나타난다(조은주, 1996).

도심지 주변 논경작지는 식량생산 역할 이외에 홍수 조절, 대기 정화, 여름철 대기냉각 효과 등 환경 보전 기능을 하고 있어 자연생태계와 도시생태계를 조화롭게 유지시켜주는 중요한 교량 역할을 하고 있다(현병근 등, 2003). 또한 농경지는 연중 기온 상승을 억제시켜 $-1.0^{\circ}\text{C} \sim -4.0^{\circ}\text{C}$ 의 기온 저감 효과가 있으며(都市環境學, 2003) 여름철 증발산되는 수분의 기화잠열이 주위 열을 빼앗아가기 때문에 시가지 지역과 인접해 있는 논은 도시 미기후 측면에서 중요한 냉섬 역할을 하고 있다(박인환 등, 2000). 그러나 최근 대도시 외곽지역의 논경작지는 개발압력으로 급속히 줄어들고 있는 상태이다(건설교통부, 2005).

따라서 본 연구는 논경작지의 개발로 인한 도시기온 변화량을 파악하여 도시외곽지역 논경작지 보존과 향후 논경작지의 택지개발시 온도상승을 줄일 수 있는 방안의 기초자료로 활용하는데 목적이 있다.

II. 연구내용 및 방법

1. 연구내용

연구대상지는 논경작지가 넓게 분포하면서, 최근 시

가지 지역으로 급격하게 변화하고 있는 인천광역시 부평구와 부천시 전체를 대상으로 하였으며 면적은 85 km^2 이었다. 기존 논경작지를 중심으로 개발 전·후 위성영상자료(1989~2000년)를 이용하여 토지피복변화유형별 지표면 온도 변화량을 분석하였다. 도시기온변화 영향요인으로 건폐율, 녹지율, 불투수포장율, 용적율을 선정하였으며 온도 변화량과의 상관분석 및 회귀분석을 통해 논경작지 토지피복 변화에 따른 온도변화 모형을 구축하였다. 세부 연구내용은 표 1과 같다.

2. 조사분석방법

인천시 부평구와 부천시의 개발 전·후 토지피복 변화 분석은 1989년 5월 17일(Landsat TM)과 2000년 5월 7일(Landsat ETM+) 위성영상을 산림, 초지 및 식재지, 논경작지, 나지, 시가지 지역으로 구분하여 분석하였다. 토지피복 변화 유형별 지표면 온도변화 현황은 1989년 5월 17일과 2000년 5월 7일 위성영상의 지표면 온도를 산출하여 그 차를 구하였다.

논경작지 토지이용 변화에 따른 온도변화 영향요인 분석을 위해 논경작지 변화지역 내에 세부 연구대상지를 선정하였다. 연구대상지는 위성영상의 해상도를 고려하여 대면적의 토지이용블록을 선정하였으며 그 중 블록 내 토지이용 형태가 동등한 곳을 선정하였다. 또한 외부 기온상승 또는 기온저감 영향요인이 없는 곳으로 설정하여 외부로부터 온도변화 영향을 최소화하고자 하였다.

세부 연구대상지는 총 55개소 선정하였으며 공동주택지 23개소, 상업업무시설지 2개소, 교육시설지 14개소, 공공용도지 2개소, 근린공원 9개소, 대조구(한강) 5개소이다. 한강은 위성영상의 기상조건 및 촬영일수 차

표 1. 연구항목 및 세부 연구내용

연구항목	세부 연구내용
위성영상자료 수집	• 1989년 5월 17일(Landsat TM), 2000년 5월 7일(Landsat ETM+)
토지피복 변화분석	• 논경작지 개발 전·후 토지피복유형 분류 및 변화 분석: 1989~2000년
지표면 온도 변화분석	• 논경작지 개발 전·후 지표면 온도 추출 및 온도변화분석: 1989~2000년
토지피복 변화유형별 도시기온 변화분석	• 토지피복변화 유형별 기온변화 분석: 총 25개 변화유형 분석 • 논경작지 토지이용 변화유형별 지표면 온도변화 분석
도시기온변화 영향요인 분석	• 세부 연구대상지별 블록별 평균 지표면 온도 산출 • 도시기온변화 영향요인 분석: 건폐율, 녹지율, 불투수포장율, 용적율 • 도시기온 변화 영향요인 선정과 지표면 온도 변화량간 상관관계 분석
토지이용변화에 따른 도시기온 변화모형 구축	• 논경작지 토지이용변화에 따른 도시기온 변화모형 구축 • 도시기온 변화모형을 이용한 온도변화량 산출

이로 인한 기온변화량 보정을 위해 방화대교와 가양대교 사이에 200m×200m 블록 5개소를 설정하였다.

도시기온 변화 영향요인으로 선정된 건폐율, 녹지율, 불투수포장율, 용적율은 블록내 토지피복 및 이용형태에 따라 면적비율을 분석하였으며 온도변화량과 도시기온 변화 영향요인간 상관분석 및 회귀분석을 통해 논경작지 토지 피복 변화에 따른 온도 변화 모형을 도출하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 토지피복변화에 따른 도시기온변화

1) 토지피복 변화

연구대상지 내 토지피복 형태가 변화한 지역은 연구대상지 전체면적 85km²중 총 37.33%, 유지지역은 62.67%이었으며 논경작지가 다른 유형으로 바뀐 것이 전체의 19.44%로 대부분의 토지피복 변화가 기존 논경작지에서 이루어진 것으로 분석되었다. 논경작지 변화유형 중 시가화 지역으로의 변화는 9.85%로 25개 세부변화유형 중 가장 큰 비율을 나타내었으며 기존 인천시 부평구와 부천시 중앙에 넓게 분포하고 있던 논경작지 대부분이 신도시 건설로 인해 시가화 지역과 개발 중인 나지로 변한 것으로 분석되었다.

2) 도시기온 변화

위성영상에 의한 온도분석 결과 전체 평균 지표면 온도 변화량은 -1.8534℃이며, 최소 -16.3497℃에서 최대

+7.2951℃까지 변화하였다. 지표면 온도가 높아진 주요 유형은 논경작지에서 나지로 변화된 유형(+1.4939℃), 논경작지에서 시가화 지역으로 변화된 유형(0.9356℃)이었으며 지표면 온도가 낮아진 주요 유형은 논경작지 유지지역으로 지표면 온도 변화량은 평균 -2.9649℃이었다.

2. 논경작지 토지이용변화에 따른 도시기온변화 영향요인

세부 연구대상지 블록별 평균 지표면 온도차를 분석한 결과 1989년 세부 연구대상지는 논경작지였기 때문에 19~20℃ 사이의 균일한 온도분포를 나타낸 반면 시가화 지역으로 변한 2000년 블록별 지표면 온도는 19.1~23.9℃로 온도 편차가 크고 분포가 다양하였다. 두 영상의 촬영시기 및 기상차이에 의한 온도차를 보정하기 위해 대조구로 설정한 한강의 온도차(-0.7225℃)로 기온차를 보정한 결과 1989년에서 2000년간 토지이용변화에 따른 지표면 온도 변화량은 근린공원: +1.6697℃, 공동주택지: +2.5503℃, 공공용도지: +2.9479℃, 상업업무시설지: +3.0385℃, 교육시설지: +3.1803℃ 순으로 나타났다.

논경작지 토지이용변화에 따른 온도변화 원인분석을 위해 세부연구대상지 블록별 건폐율, 녹지율, 불투수포장율, 용적율과 지표면 온도변화량과의 상관관계 분석 결과 녹지율과의 상관계수는 -0.662로 강한 음의 상관관계를 보였으며 건폐율, 불투수포장율, 용적율은 지표면 온도 변화량과 상관계수가 +0.231, +0.226, +0.123으로 통계적 유의성이 인정되지 않았다.

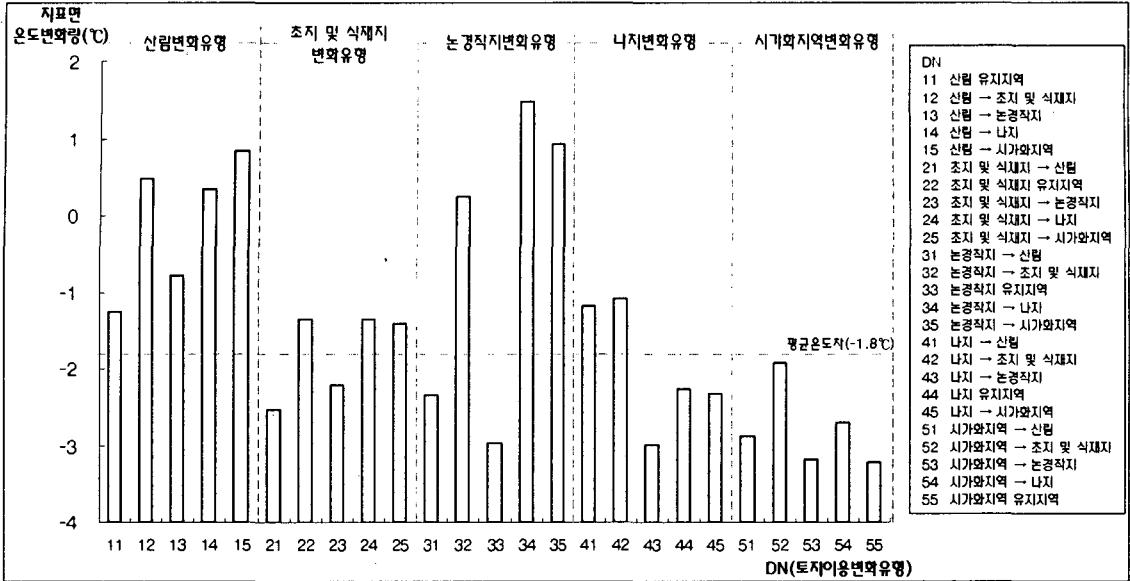


그림 1. 인천광역시 부평구와 부천시 개발 전·후(1989~2000년) 토지피복변화 유형별 지표면 온도변화량 그래프

3. 논경작지 토지이용 변화에 따른 도시기온 변화모형

논경작지 토지이용 변화에 따른 지표면 온도변화 모형을 구축하기 위해 도시기온 변화 영향요인을 독립변수로 하고 지표면 온도 변화량을 종속변수로 한 회귀분석을 실시하였다. 단계선택법에 의한 회귀분석을 실시한 결과 녹지율과 불투수포장율을 독립변수로 한 회귀식이 선정되었으며(표 2) 도시기온변화량과 녹지율 및 불투수포장율간 도시기온 변화 모형은 식 (1)과 같다.

$$Y1 = 2.840 - 0.045 \times X1 + 0.029 \times X2 \quad \text{식 (1)}$$

* Y1: 지표면 온도변화량(°C), X1: 녹지율(%), X2: 불투수포장율(%)

** 독립변수 : 녹지율, 불투수포장율

IV. 결론

본 회귀식에 의하면 기존 논경작지에서 시가화 지역으로 변화할 경우 녹지율 및 불투수포장율이 0%라 가정할 때 +2,840°C의 온도상승이 예상되며 녹지율이 10%증가할 때마다 +2,840°C에서 -0.45°C만큼 온도저감 효과가 있고 불투수포장율이 10% 증가할 때마다 0.29°C의 온도상승 효과가 있는 것으로 분석되었다. 또한 기존 논경작지에서 시가화 지역으로 개발할 때 65% 이상의

표 2. 단계선택법에 의한 도시기온 변화모형 요약

모형	R	R ²	추정값의 표준오차
1	.622(a*)	.387	.9094749
2	.687(b*)	.472	.8530843
3	.815(c*)	.664	.6879825

*a 예측값: (상수), 녹지율

*b 예측값: (상수), 녹지율, 불투수포장율

*c 예측값: (상수), 녹지율, 불투수포장율, 건폐율 *종속변수: 지표면 온도변화량

녹지율을 확보해야만 +1°C 이하로 온도 상승을 최소화할 수 있으며 시가화 지역 내 불투수포장비율 증가에 따른 도시기온 상승을 고려하여 그에 상응하는 녹지의 확보가 필요한 것으로 판단되었다.

인용문헌

1. 건설교통부(2005) 2005년도 국토의 계획 및 이용에 관한 연차 보고서.
2. 박인환, 장갑수, 김종용, 박종화, 서동조(2000) 대도시에 있어 냉섬의 유형별 온도 완화 효과. 한국조경학회지 28(1): 11-18.
3. 조은주(1996) 토지이용변화에 따른 지표온도 분포 및 그 변화에 관한 연구-서울시를 중심으로-. 이화여자대학교 대학원 석사학위논문.
4. 현병근, 김무성, 엄기철, 강기경, 윤희배, 서명철(2003) 발농사의 여름철 기후순화기능에 대한 경제적 가치. 한국토양비료학회지 36(6): 423-428.
5. 都市環境學教材編集委員會編(2003) 都市環境學.