

## E-GIS DB를 활용한 도시 고온화 영향인자 검토

김금지\*, 카마타 요코\*\*, 이정재\*\*\*, 윤성환\*\*\*\*

\*부산대학교 대학원 건축학과(keumjikim@gmail.com),  
\*\*부산대학교 생산기술연구소 전임연구원(okamatan@hotmail.com),  
\*\*\*동아대학교 건축학부(jjyee@dau.ac.kr)  
\*\*\*\*부산대학교 건축학부(yoon@pusan.ac.kr)

### Examination of Factors Influencing Urban Higher Temperature using E-GIS DB

Kim, Keum-Ji\*, Kamata, Yoko\*\*, Yee, Jung-Jae\*\*\*, Yoon, Seong-Hwan\*\*\*\*

\*Dept. of Architecture, Pusan National University(keumjikim@gmail.com),  
\*\* Research Institute of Industrial Technology, Pusan National University(okamatan@hotmail.com)  
\*\*\*Faculty of Architectural Design and Engineering, Dong-A University(jjyee@dau.ac.kr)  
\*\*\*\*School of Architecture, Pusan National University(yoon@pusan.ac.kr)

#### Abstract

---

In this study, we performed urban climate simulation how both the factor of environmental land and artificial factors influence on the formation of urban temperature. With deducing quantitative data, this study could get more accurate results of the urban temperature using urban climate simulation system. In the case of natural land cover, it appeared that there are effects on the lowering temperature and the lower temperature rate appeared in the water land cover on the whole. This is considered as temperature in water land was low because of the characteristics of water land having evaporation latent heat was high and convective sensible heat was low. In case of building which has building coverage ratio, 5% with 10 floors and building coverage ratio, 15 % with 6 floors, it appears that the temperature in the water land is 33.6°C. In case of building coverage ratio 5%, temperature dropped when buildings has more than 4 stories. This is regarded as the size of building is bigger, the temperature dropped in relatively because of the fluctuation of the rate of solar heat from the land. At the present time, the urban temperature are higher because of various artificial factors in the city. With these results, this study supposed to be a basies of the future studies for considering both the composition of building coverate ratio and floor plan.

Keywords : 환경지리정보(Environmental Geographic Information System), 고온화(Higher Temperature), 열환경(Thermal Environment), 민감도(Sensitivity), UCSS(Urban Climate Simulation System), 건폐율(Building Coverage Ratio)

---

#### 1. 서론

20세기 중반 이후에 산업화와 도시화가 급

속히 진행되고 그 결과 경제와 산업이 발전  
됨에 따라 도시에는 현대인들이 편안하고 안  
락한 생활을 영위할 수 있는 다양한 공간들

이 만들어지기 시작했다.

하지만 도시가 급속히 성장하면서 주거, 상업, 공공 시설 등의 인공 구조물들이 늘어나 녹지의 면적이 줄어들고 각종 인공열과 대기 오염 물질로 인해 도시 상공의 기온이 주변 지역보다 높아지는 열섬현상이 나타나게 되었다. 뿐만 아니라 현대인들의 건강에 직접적인 영향을 미치는 여러 가지 이상기후현상이 나타나기 시작하고 있다. 이러한 도시기후는 현대인들의 생존에 직접적인 영향을 미칠 만큼 커다란 문제로 대두되고 있고 나아가서는 전 지구적 환경문제로까지 확장되므로 도시기후를 완화 및 해소하는 것은 현재 당면한 중요한 과제이다. 이에 따라 도시의 고온화 문제를 완화 및 해소하는 것이 필요하며 이에 있어 건축 및 도시계획 단계부터의 해결방법이 필요하다고 할 수 있다.

그 해결방안에 있어 본 연구에서는 도시를 구성하는 다양한 변수들 중 도시기후에 영향을 미치는 요소들을 추출해 도시 구조 요소들을 조합한 다양한 케이스를 설정한다. 그리고 도시구조 변수와 기온의 민감도분석을 실시하여 궁극적으로는 친환경 도시를 지향하는 미래 도시 구현을 위해서 건축 및 도시계획적인 단계부터의 해결방법에 적절한 자료를 제공하는 것에 목적이 있다.

도시기후는 자연발생적 지형의 영향 이외에도 인공피복화, 건물규모, 건물에 채용되는 각종 기기들의 인공배열량 증가를 반영하는 것으로 도시기후현상은 이상과 같은 도시의 물리적 건조환경이 형성하는 복잡한 매커니즘의 결과라 할 수 있으며 이를 반영한 수치시물레이션의 실시가 유효한 방법이라고 할 수 있을 것이다.

이에 본 연구에서는 도시기후 시물레이션 시스템(Urban Climate Simulation System, 이하 UCSS)을 활용하여 도시에너지-열수지현상을 특징짓는 주요 변수인 건폐율과 용적률 그리고 수면, 나지, 수목의 토지피복을 입력조건으로 시물레이션을 실시하고 회귀분

석을 이용한 민감도 분석을 통해 각각의 도시기후의 특성을 정량적으로 예측·평가하고자 한다.

## 2. UCSS의 소개

UCSS는 도시기후 시물레이션 프로그램을 도시 GIS와 함께 시스템화한 것으로, 일본환경성 및 국토교통성 관련위원회에서 열섬억제 대책을 위해 활용하고 있다.<sup>1)</sup>

UCSS는 친환경 저에너지 도시 구축을 위하여 도시기후를 시물레이션하는 기후모델이면서 건물의 단열상태, 구조, 공조시스템 등의 건축적 요소들을 입력조건으로 반영하고 있다는 점이 가장 큰 특징이다.

UCSS의 계산원리는 그림1과 같이 도시를 격자로 나누고 각 격자에 도시 정보의 평균치를 집약하여 2,3차원적으로 평균화된 기하학적 도시블록과 시각별 태양의 위치로부터 일영율과 단파, 장파의 상호복사계산을 통해 열수지식을 푸는 것이다.<sup>2)</sup>

각 격자의 입력조건으로 AWS 기상데이터에 근거한 기상조건과 도시 공간정보인 GIS 데이터로부터 추출한 건물군 정보, 토지피복, 지형조건이 설정된다.

수치계산의 측면에서 UCSS의 큰 특징은 레벨 2.5의 3차원 대기난류모델과 도시캐노피 모델간의 연성계산을 통해 도시 열환경을 평가한다는 점이다. 도시캐노피모델에서는 건물 각 면 및 지표면 형상계수와 일영률의 상호방사계산을 통해 표면온도와 열발생량을 산출한다. 이 때 실내 설정조건에 의해 건물 외기로부터 관류열과 실내열부하 계산을 통해 공조에 의한 열발생량이 계산된다. 대

1) 尹聖院, 足永靖信. 地方沿岸都市における緑化による夏季熱環境緩和効果に関する数値シミュレーション-逗子市におけるケーススタディー-. 日本建築學會環境系論文集, 577, 2004

2) 足永靖信, ヴタンカ, 空間平均處理を施した3次元都市キャノピーモデルの開発-都市建築計劃における都市氣候豫測システム開發 その2. 日本建築學會計劃系論文集, 586, 2004

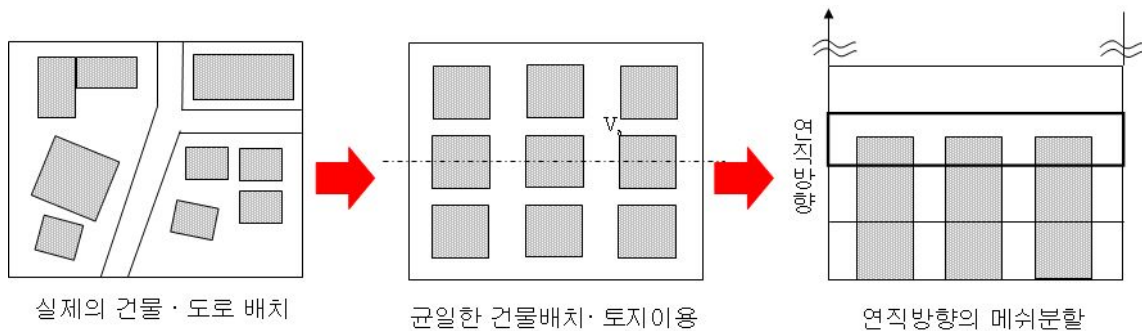


그림 1. UCSS 공간계산 개념

기난류모델에서는 운동방정식,  $k$  전송방정식,  $\epsilon$  전송방정식, 에너지전송방정식, 혼합비전송방정식, 연속방정식계를 사용한다. 이 때 도시캐노피모델에서 산출도나 현열 및 잠열 발생량과 대기난류모델간의 연성계산이 도시기후요소로 산출되는 값에 반영된다.

이 조건들과 고정 파라미터로 입력된 토지 피복상태, 건물재료, 식생 등의 피복면 알베도 값이 계산되면 도시의 기온, 풍향, 풍속등과 함께 전도, 대류, 복사, 방사의 결과로 다양한 열수지 값이 출력된다. 또한 건물공조 및 도로·교통 특성·자동차 배열 등의 정보를 입력할 경우 도시의 인공배열이 계산된다. 출력 항목은 기온, 습도, 풍속, 대류현열, 대류잠열, 인공현열, 인공잠열 등의 각종 열방사 수지를 포함한다.

UCSS 시뮬레이션 계산결과의 타당성은 연구사례를 통해 이미 검증된 바 있으며 시뮬레이션 계산값과 실측값과의 기온 차는 1°C 이내로 이후의 고찰을 진행하는데 무리가 없는 것으로 판단되었다.

### 3. 시뮬레이션의 개요

#### 3.1 초기 및 경계조건

본 연구에서 시뮬레이션 대상지는 북위 35.7도, 동경 139.7도를 중심으로 하였다. 해석메쉬의 크기는 1×1km, 계산영역의 높이는 2km로 43개의 부등격자로 분할되었다.

시뮬레이션 대상일은 전형적인 여름철 기

상조건을 반영하는 8월 3일(Julian Day 216 일)을 기준으로 5시부터 43시간동안의 계산을 실시하였고 지표면의 경계조건을 구체화하는데 필요한 지형과 토지 피복상태는 인공 포장면, 토양, 수목, 수면으로 분류하였다.

#### 3.2 케이스의 설정

본 시뮬레이션 케이스의 설정은 도시 구조요소의 변화에 따른 도시 열환경 변화의 관계를 정량적으로 도출할 것을 목적으로 하였다.

기온에 영향을 미치는 다양한 구성 요소를 지닌 도시의 특성을 반영하여 건물의 존재유무, 메쉬 내 건물 밀도 증가가 도시 열환경에 미치는 영향을 비교하기 위해 건폐율을 0%, 10%, 15%, 20%, 30%로 설정하였다. 그리고 도시건물의 고층화 경향을 반영하기 위해 건물층수를 2층, 4층, 6층, 10층, 20층으로 변화시켰다. 또한 다양한 토지 피복 특성을 고려해 콘크리트 포장면과 같은 인공피복과 수면, 나지, 수목의 자연피복으로 구성하여 각각의 비율을 0%, 25%, 50%, 75%, 100%로 시뮬레이션 케이스에 반영하였다. 도시의 지리적 구조를 반영하는 표고는 0m로 설정하였다.

#### 3.3 시뮬레이션 입력조건

UCSS의 입력변수는 건물규모(건폐율, 건물높이), 토지피복 면적률(수면, 나지, 수목, 인공피복), 건물구조, 건물재료, 건물용도, 건

물에 적용되는 공조기의 종류, 옥상 및 벽면 녹화율, 표고정보 등을 포함한다.

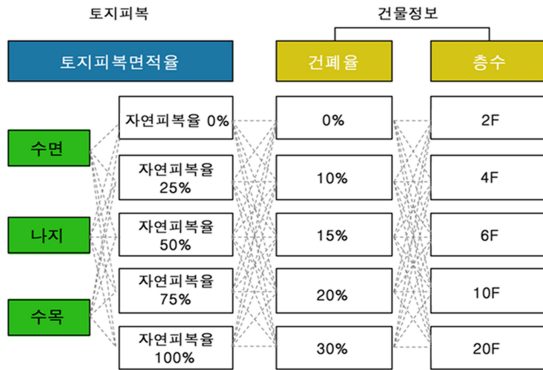


그림 2. 시뮬레이션 케이스의 조합

표 1. 초기입력조건

입력변수	설정조건
건물 폭(m)	15
건물 재료	RC 내단열
건물 용도	오피스
공조기 종류	공랭식 HP
수면온도(*)	25.5
수목높이(m)	6

#### 4. 민감도 분석

##### 4.1 토지피복의 영향

그림 3은 자연토지피복 중 수면, 나지, 수목을 대상으로 피복 면적율을 각각 0%, 25%, 50%, 75%, 100%로 변화시켰을 때의 기온을 나타낸 그래프로 각각의 토지피복의 영향은 다음과 같이 나타난다.

토지피복 중 수면피복으로 이루어진 경우

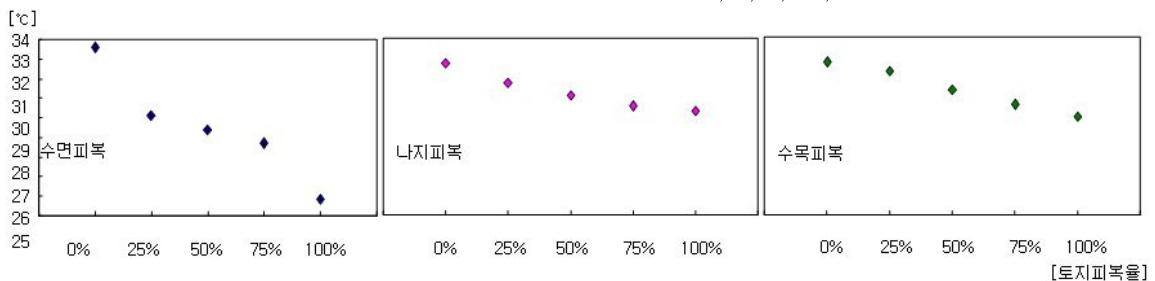


그림3. 토지피복분류에 따른 기온분포

피복율이 높아질수록 기온이 하강하는 것으로 나타났다. 피복율이 0%, 즉 전체가 인공 피복지로만 조성된 경우 기온은 33.6°C로 나타났다. 수면피복율을 25%, 50%, 75%, 100%로 변화시켰을 경우 기온은 각각 30.1°C에서 25.8°C로 나타났고, 전 케이스에서 기온이 약 4.3°C 하강하는 것으로 전체 케이스 중 가장 높은 기온저감율을 보였다.

나지피복의 경우 피복율이 0%에서 100%로 조성될 시 해당 기온은 33.6°C에서 30.9°C로 기온이 약 2.7°C 하강하며 이는 수면, 나지 수목 피복 중 가장 낮은 기온 저감율을 보였다.

수목으로 조성된 피복의 경우 피복율이 0%에서 100%로 변화될 시 그 기온은 33.6°C에서 30.5°C로 나지와 비슷한 수치인 약 2.9°C 가량 기온이 하강하였다.

수면, 나지, 수목 피복 모두 정도의 차이는 있으나 모두 피복율이 높아질수록 기온이 저감되었고, 그 중 수역의 저감율이 가장 크게 나타났다. 이는 함유량이 매우 큰 특징을 가진 수역지역의 토지특성 때문에 대류현열이 작고 증발잠열이 크게 나타나 다른 지역보다 기온이 낮게 나타나는 것으로 해석된다. 수목지역의 경우 수목의 증발산 효과와 증발잠열이 크기 때문에 나지보다 높은 기온저감율을 보인다.

##### 4.2 건폐율, 층수의 영향

그림 4는 건폐율과 층수조합에 따른 기온 분포를 나타낸 것이다. 건폐율을 고정시키고 층수가 2, 4, 6, 10, 20층으로 높아짐에 따라

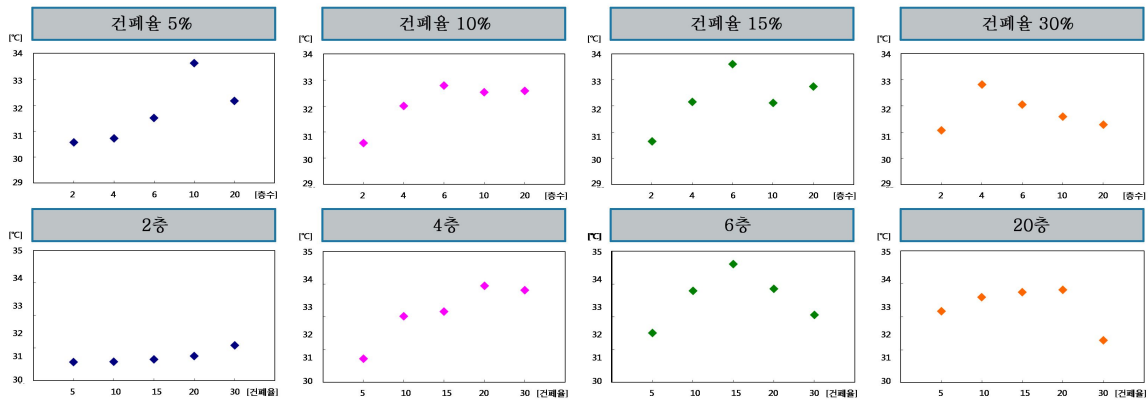


그림 4. 건폐율과 층수에 따른 기온분포

전체적인 기온상승경향이 확인되었다. 기온 변동율은 건폐율 5%에서 1.6℃, 건폐율 10%에서 2℃, 건폐율 15%에서 1.9℃, 건폐율 30%에서 0.2℃로 나타났다. 전체 케이스 중 가장 큰 온도차를 보인 건폐율이 10% 때였으며 가장 낮은 온도차를 보인 건폐율이 30%일 때로 나타났다. 건폐율이 30%일 경우 건물의 높이가 높아 질수록 기온이 상승하지만 최고온도 32.8℃를 나타내는 4층부터는 건물 높이가 높아질 수록 기온이 하강하는 것으로 나타났다.

건폐율 5%+10층에서의 최고온도는 33.6℃, 건폐율 10%+6층에서는 32.8℃, 건폐율 15%+6층에서는 33.6℃, 건폐율 30%+4층에서는 32.8℃로 최고기온을 기록한 각 층수보다 높은 층수의 경우에는 오히려 기온이 낮아지는 것을 알 수 있다.

건물의 층수별 기온 분포의 경우 2층 건물에서는 건폐율이 높아질수록 30.6℃에서 31.1℃로 약 0.5℃가량 기온 차가 나타나 전 케이스를 통틀어 최소의 변화율을 보였으며 5%에서 30%까지 유사한 온도 분포가 나타났다. 4층에서는 건폐율이 5%에서 30%까지 변화함에 따라 총 약 2.3℃의 가장 큰 기온상승률을 보이고 있다.

6층과 20층의 경우에는 각각 최고 온도를 나타내는 부분이 6층에서는 건폐율 15%일때

33.6℃, 20층에서는 건폐율 20%일때 32.8℃이며 이 범위를 지나게 되면 두 케이스 모두 기온이 하강하는 현상을 보인다.

이는 건물의 건폐율이 높고 층수가 높아지면서 지표면에 도달하는 일사량이 건물의 일영효과에 의해 감소하기 때문에 상대적으로 기온이 낮게 나타남을 알 수 있었다. 이러한 결과로부터 기온저감의 관점에서는 일정규모의 건폐율 조성 및 층수계획이 동시에 고려되어야 함을 도출할 수 있다.

## 5. 결론

본 연구에서는 수면, 수목, 나지인 자연토지피복 요소와 도시의 인공요소중 건물규모와 관련된 건폐율 및 층수가 도시의 기온 형성에 미치는 영향에 대한 도시기후시뮬레이션을 통해 정량적인 검토를 거쳤다. UCSS를 통해 보다 정량적 데이터를 도출하여 기온상승과 저감에 대한 보다 신뢰도 있는 결과치를 얻을 수 있었다.

자연토지피복의 경우 전체적으로 기온이 저감되는 효과가 있었고 그 중 수역의 경우 기온저감율이 제일 크게 나타났다. 이는 수역지역의 특성상 증발잠열량이 크고 대류현열이 적기 때문에 다른 지역보다 기온이 더 낮게 분포된 것으로 풀이된다. 건폐율 5%이

고 10층일 경우와 건폐율이 15%이고 6층일 경우 가장 높은 온도인 33.6℃가 나타났다. 그리고 건폐율 30% 케이스에서는 건물의 층수가 4층이상의 높이에서 기온이 모두 하강하는 것으로 나타났다. 이는 건물의 규모가 커지면 지표면에 도달하는 일사량이 건물의 일영효과에 의해 감소하므로 기온이 상대적으로 낮게 나타나는 것으로 여겨진다. 건물의 여러 가지 인공적인 요소에 의해 도시의 기온이 높아지는 현 상황에서 본 연구에서도 출된 자료들을 토대로 일정규모의 건폐율 조성과 층수계획이 함께 고려되는 계획을 하는데 있어 추후 진행될 연구에 바탕이 되는데 의의를 두고자 한다.

## 후 기

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

## 참고문헌

1. 尹聖皖, 足永靖信. 地方沿岸都市における緑化による夏季熱環境緩和効果に関する數値シミュレーション-逗子市におけるケーススタディー. 日本建築學會環境系論文集, 577, 2004
2. ヴタンカ, 足永靖信, 淺枝隆, 都市大氣境界層の亂流モデリング-都市建築計劃における都市氣候豫測システム開發 その1. 日本建築學會計劃系論文集, 536, 2000
3. 足永靖信, ヴタンカ, 空間平均處理を施した3次元都市キャンपीモデルの開發-都市建築計劃における都市氣候豫測システム開發 その2. 日本建築學會計劃系論文集, 586, 2004