한 국 태 양 에 너 지 학 회
VOL. 29, NO. 1, 2009. 4. 10 대구 EXCO
춘계학술발표대회 논문집

건물군 조건이 도시 열환경에 미치는 영향에 관한 정량적 검토

여인애*, 카마타 요코**, 이정재***, 윤성환****

*부산대학교 대학원 건축공학과(iayeo@pusan.ac.kr)
**부산대학교 생산기술연구소(okamatan@hotmail.com)
***동아대학교 건축학부(jjyee@dau.ac.kr)
****부산대학교 건축학부(yoon@pusan.ac.kr)

Quantitative Study on the Effect of the Building Composition on the Urban Thermal Environment

Yeo, In-Ae*, Kamata Yoko**, Yee, Jurng-Jae***, Yoon, Seong-Hwan****

*Dept. of Architectural Eng., Pusan National University(iayeo@pusan.ac.kr),
**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, Urban Climate Simulation was performed by 3-Dimensional Urban Canopy Model. The characteristics of urban climate was analyzed combining artificial land coverage, building size, heat production from the air conditioning and topographic conditions as physical variables which affects urban climate characteristics. The results are as follows. (1)The aspects of the urban climatal change is derived to be related to the combination of the building coverage ratio, building height and shading area. (2)Whole heat generation was influenced by the convective sensible heat at the lower building height and by the artificial heat generation at the higher one over 20-story building influence to some extent of the building coverage ratio. The effect of the altitude is not more considerable than the other variables as below 1℃ of the air temperature.

Keywords : 저탄소녹색성장(Low Carbon, Green Growth), 도시기후(Urban Climate), 도시열섬현상(Urban Heat Island), UCSS(Urban Climate Simulation System), 도시캐노피모델(Urban Canopy Model),

1. 서 론

기후변화에 대응한 국제사회의 협약이 국가차원의 다각적인 참여를 유도하는 가운데 우리나라에서도 '저탄소 녹생성장' 패러다임을 도시공간 개발에 반영하려는 노력이 진행

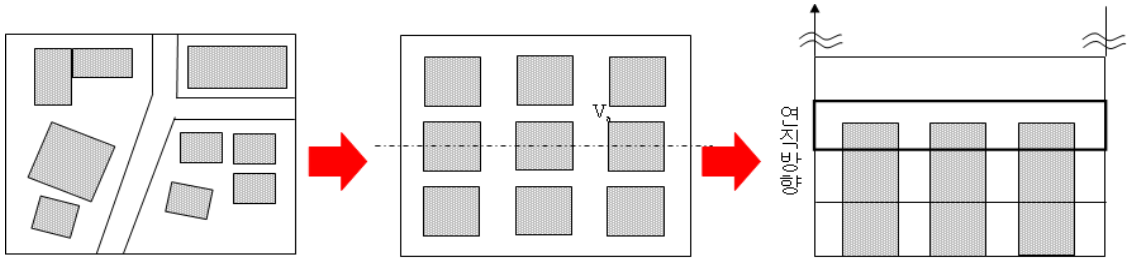

그림 1. UCSS의 계산원리

중이다. 현대인의 주 생활무대인 도시에서 인간의 쾌적하고 안전한 삶을 영위할 수 있는 공간을 조성하기 위해서는 지구온난화의 주축을 이루는 도시고온화 현상에 대한 정량적인 예측 평가기술과 함께 도시계획·운영 단계에서 현실적인 기온저감 대책을 확보하는 것이 절실히 요구된다.

그 방법에 있어 도시 열환경 특성에 대한 정량적인 DB가 확보된다면 도시기후의 현상파악 및 분석이 가능할 뿐 아니라 건축·도시계획 시 도시기후 관점에서 친환경수법의 적용을 지원하는 자료로 사용될 수 있다. 이를 위해 방대한 스케일의 도시구조를 수치모델화 하고, 도시기후에 유의한 영향을 미치는 도시구조의 변수를 실측데이터를 근거로 한 입력조건으로 다수의 케이스에 대한 계산을 실시하여 그 결과를 DB화하는 것이 필요하다.

이에 본 연구에서는 건물군 스케일에서 건조환경의 영향을 반영할 수 있는 3차원 도시캐노피 모델을 소개하고 도시기후현상의 특징을 결정짓는 유의한 변수인 인공피복, 건물군 정보를 입력조건으로 도시기후 시뮬레이션을 실시하여, 도시기후의 특성을 정량적으로 예측·평가하고자 한다.

2. 도시기후시뮬레이션시스템 개요

본 연구에서 사용한 UCSS(Urban Climate Simulation System, 이하 UCSS)는 도시기후 시뮬레이션 프로그램을 도시 GIS와 함께 시스템화한 것으로, 건조환경이 반영된 도시기후를 모사하는데 유효한 시스템이다. UCSS는 도시기후모델이면서 건물의 단열상태, 구조, 공조시스템 등의 건축적 요소들을 입력조건으로 반영하고 있다는 점이 가장 큰 특징이다.

UCSS의 계산원리는 그림 1과 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[1]. 각 격자의 입력조건으로 기상조건과 도시 공간정보인 GIS 데이터로부터 추출한 건물군 정보, 토지피복, 지형조건이 설정된다. 이 조건들과 고정 파라미터로 입력된 토지피복상태, 건물재료, 식생 등의 피복면 알베도 값이 계산되면 도시의 기온, 풍향, 풍속 등과 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.

UCSS는 이미 일본에서 시뮬레이션 결과치

1) 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, 2004, 586, p.45-51.

와 실측치의 비교를 통해 타당성이 검증된 바 있고 실측치와 시뮬레이션 결과치의 기온차는 1℃ 이내이므로 이후의 고찰에는 문제가 없는 것으로 간주한다.

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 기상조건을 반영하는 8월3일(Julian Day 216일)을 기준으로 5시부터 43시간동안의 계산을 실시하였고 지표면의 경계조건을 구체화하는데 필요한 지형과 토지피복상태는 인공포장면, 토양, 수목, 수면으로 분류하였다.

3.2 케이스의 설정

본 시뮬레이션 케이스의 설정은 도시 인공피복지에서의 건물조성과 도시열환경 변화의 관계를 정량적으로 도출할 것을 목적으로 하였다. 시가화 건조지가 대부분인 도시의 피복특성을 반영하여 건물의 존재유무, 메쉬내 건물 밀도 증가가 도시기후에 미치는 영향을 비교하기 위해 건폐율을 0%, 10%, 30%로 설정하였다. 또한 도시건물의 고층화 경향을 반영하기 위해 건물층수를 2층, 5층, 20층으로 변화시켰다. 도시의 지리적 구조를 반영하는 표고는 0m, 기온체감률을 반영할 수 있는 100m로 설정하였다.

3.3 시뮬레이션 입력조건

UCSS의 입력변수는 토지피복 면적률(나지, 수면, 수목, 인공피복), 건물규모(건폐율, 건물폭, 건물높이), 건물구조, 건물재료, 건물용도, 건물에 적용되는 공조기의 종류, 옥상 및 벽면 녹화율, 표고정보 등을 포함한다. 3.2절에서 설정한 케이스 조합 변수 이외의 기타 조건은 고정값으로 그 값은 표 1과 같다.

표 1. 입력조건

입력변수	설정조건
건물폭 (m)	15
건물재료	콘크리트 내단열
건물용도	오피스
공조기 종류	공랭식 HP
실내설정온도(℃)	27.0
수목높이(m)	6

4. 시뮬레이션 결과

본 장은 기온의 수치 예측결과와 도시기온을 형성하는 열발생 요소를 건폐율과 건물층고 변화의 관점에서 분석하였다.

4.1 도시의 기온

그림 2는 도시공간의 건폐율을 각각 10%, 30%로 조성하고 건물층수를 2, 5, 20층으로 변화시켰을 때의 기온의 일변동을 나타낸 시계열그래프이다. 인공피복지에 건물이 조성되지 않은 경우에 비해 건물이 조성된 경우

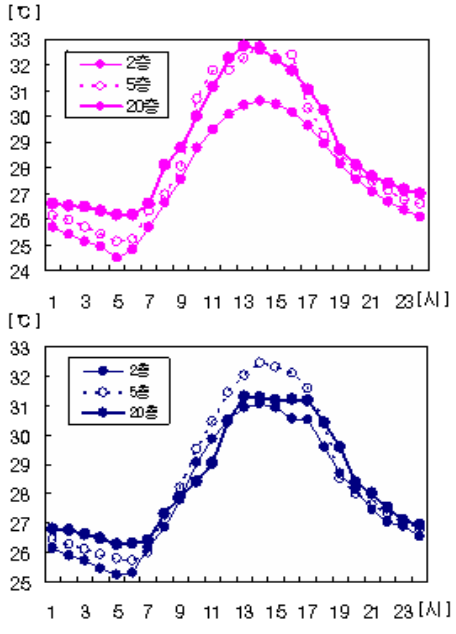

그림 2. 도시 기온의 일변동(건폐율 10%-상, 건폐율 30%-하)

표 2. 건물군 규모에 따른 열발생량 변동범위

		대류현열 [W/㎡]		증발잠열 [W/㎡]		인공현열 [W/㎡]		인공잠열 [W/㎡]	
		건폐율 10%	건폐율 30%	건폐율 10%	건폐율 30%	건폐율 10%	건폐율 30%	건폐율 10%	건폐율 30%
표고 0m	최대	403	368	21	62	17	50	0	0
	2층 평균	135	121	7	21	7	21	0	-1
	최소	-4	-4	0	0	0	1	-1	-2
	최대	354	298	20	60	41	123	2	6
	5층 평균	119	105	7	20	17	51	0	1
	최소	-4	-6	0	0	1	2	-1	-3
	최대	267	155	20	66	162	487	22	67
	20층 평균	96	64	7	21	68	203	6	19
	최소	-19	-12	0	0	3	8	-3	-10

기온은 일반적으로 0.2℃~1.6℃가량 상승하는 것으로 나타났다. 기온의 변화양상은 건폐율과 건물층고의 조합에 따라 다르게 나타나며 건물층고가 2층에서 5층으로 증가하는 경우의 기온변동이 최고 2.1℃로 두드러지게 나타남이 정량적으로 확인되었다.

4.2 도시의 열발생량

그림 3은 전체 열발생량(대류현열+인공배열) 최대 시각인 14시를 기준으로 토지피복별 건폐율 증가에 따른 각 열발생량의 합계를 그래프로 나타낸 것이다. 인공피복지에서 전체 열발생량은 400W/㎡으로 대류현열에 의한 것이 대부분이지만 건폐율 증가하고 건물이 고층화될수록 대류현열량의 감소분에 공조기기의 인공배열량 증가분이 전체 열발생량을 증가시킨다. 건폐율과 층고의 증가는 주로 인공배열량을 증가시키는 원인이 되고 이는 전체 열발생량의 증가와 함께 도시기온을 상승시키는 주 원인이 되는 것으로 파악된다. 이상의 결과로부터 도시공간 계획이 도시기후의 관점에서 효과를 거두기 위해서는 적정 건폐율과 층수의 조합을 도출하는 것이 필요하다고 판단된다.

5. 결론

본 연구에서는 3차원 도시기후시뮬레이션 시스템인 UCSS를 활용하여 도시기후 시뮬레이션을 실시하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

(1) 도시기후의 변화양상은 건폐율과 건물층수 조합은 일영면적과 관련된 것으로 나타났다. 도시기후 측면에서는 건물층고의 변화에 따라 2층에서 5층으로 변할 때 최고기온이 2.1℃ 증가함이 확인되었다.
(2) 건물군의 열발생량 측면에 있어 전체 열발생량은 일정건폐율이 확보되면 층고가 낮을수록 대류현열 발생에 의한 것이, 층고가 높을수록 인공배열에 의한 영향이 큰 것으로 나타났다.

후 기

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

참 고 문 헌

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關する數値シミュレーシヨン-逗子市におけるケーススタデイ-, 日本建築學會環境系論文集, Vol.577, 2004.