

차세대에너지시스템 구축을 위한 친환경 도시계획 시나리오 검토

여인애*, 이정재**, 윤성환***

*부산대학교 대학원 건축공학과(iayeo@pusan.ac.kr), **동아대학교 건축학부(jjyee@dau.ac.kr),
***부산대학교 건축학부(yoon@pusan.ac.kr),

An Analysis of Examination of Eco-City Planning Scenario for Constructing Urban Integrated Energy System

Yeo, In-Ae*, Yee, Jung-Jae**, Yoon, Seong-Hwan***

*Dept. of Architectural Eng., Pusan National University(iayeo@pusan.ac.kr),
**Faculty of Architectural Design and Engineering, Dong-A University(jjyee@dau.ac.kr),
***School of Architecture, Pusan National University(yoon@pusan.ac.kr)

Abstract

This study aimed at framing alternative urban planning scenarios reflecting urban planning factors, performing urban climate simulation and evaluating eco-friendly and low energy characteristics of each scenario on the viewpoint of urban temperature and energy savings on the target of the coastal city including Haeundae District in Busan. The results are as follows. 1) The fact that urban higher temperature is approximately 2.5 times higher in the building constructed area than whole urban area was represented severe higher temperature phenomenon in the built-up area. Ground greening, water scenario and soil scenario could be expected peak air temperature alleviating effect in order. Especially water scenario had significant effect(maximum 2.5°C) on lowering of air temperature.

Keywords : 차세대에너지시스템(Urban Integrated Energy System), 친환경(Eco), 기존시나리오(BAU), 대안시나리오(Alternative Scenario), 도시계획(Urban Planning)

1. 서론

기후변화에 대응하기 위한 도시차원의 해결노력으로 국내에서도 ‘저탄소 녹색도시’ 패러다임이 대두한 가운데 “저탄소 녹색도시 조성을 위한 도시계획 수립지침”²⁾과 같은 제

도수립의 기반이 마련되고 있는 실정이다. 도시화로 인한 기후변화 현상은 도시구조가 형성되는 도시개발단계에서 필연적으로 결정된다고 할 수 있다. 따라서 도시기후는 도시계획단계에서 콤팩트형 도시창출을 위해 도시계획수법의 적용을 통한 디자인적 해결

방법을 모색하는 것이 첫 단계라 할 수 있다. 콤팩트형 도시계획을 위해서는 도시를 구성하는 물리적 도시계획요소들을 제어하는 방법을 들 수 있다. 콤팩트형 도시공간 창출을 위한 친환경·저에너지 도시계획수법 적용을 위해서는 도시기후 및 에너지 관점에서 유리한 도시계획요소별 최적조합이 정량적 근거로 뒷받침되어야 할 것이다.

따라서 본 연구에서는 친환경 건축·도시 설계수법을 검토할 수 있는 해안도시를 연구대상지로 설정하여 기존 도시계획정보를 반영한 기준시나리오(Business As Usual, 이하 BAU) 및 대안 시나리오를 설정하고 이에 따른 도시기후시물레이션 결과를 분석한다. 그 결과는 저탄소 녹색도시 조성을 위한 친환경 도시계획 시 도시고온화 완화의 관점에서 지침자료로 사용될 수 있는 정량적인 근거를 제시하는 것을 목표로 한다.

2. 친환경시나리오의 설정

2.1 연구대상 지역의 설정

본 연구에서는 부산광역시 해운대구 일대를 포함한 10 km × 11.6km 영역을 연구대상 지역으로 설정하였다. 본 지역은 도시의 자연발생적인 다이내믹한 지형을 바탕으로 시가화 지역, 해안 및 산림을 비롯한 다양한 토지피복특성이 나타나고 있으며, 다양한 건물 용도, 건물 구조가 도시구조에 반영되어 나타나는 지역으로 도시구조의 영향이 반영된 도시기후 현상을 평가하는데 있어 유리한 지역으로 판단되었다.

2.2 도시계획 시나리오의 설정

본 연구에서는 전형적인 도시환경에서 나타나는 여름철 도시고온화 및 에너지소비 과다 현상을 검토하기 위해 BAU를 설정하고 기온저감을 검토하기 위해 대안시나리오를 설정하였다.

표 1은 BAU 및 대안시나리오를 포함한 전

체 16개 시나리오별 명칭 및 특징을 나타낸 것으로 지표면 인공포장의 10, 30, 50, 70, 90%를 수목피복, 수면피복, 나지피복으로 치환한 것이다.

표1. 기준시나리오 및 대안시나리오의 설정

No.	Scenario Name	Sub Name	BAU		비고
			대용량목 면수	값	
00	기준 시나리오	BAU	-	-	연구대상도시 실제 토지피복, 건물정보, 27°C 공조
01	녹화 시나리오	GGround10S	지면수목 치환율	10%	인공피복면적을 수목피복으로 치환
02		GGround30S		30%	
03		GGround50S		50%	
04		GGround70S		70%	
05		GGround90S		90%	
06	생태피복 조성 시나리오	Water10S	수면면적 치환율	10%	인공피복면적을 수면피복으로 치환
07		Water30S		30%	
08		Water50S		50%	
09		Water70S		70%	
10		Water90S		90%	
11	나지 조성 시나리오	Soil10S	나지면적 치환율	10%	인공피복면적을 나지피복으로 치환
12		Soil30S		30%	
13		Soil50S		50%	
14		Soil70S		70%	
15		Soil90S		90%	

3. 도시기후시물레이션의 실시

3.1 UCSS의 소개

본 연구를 위해 사용된 기후모델은 도시기후시물레이션시스템인 UCSS로 이는 친환경 저에너지 도시 구축을 위하여 도시기후를 시물레이션하는 동시에 건물의 단열상태, 구조, 공조시스템 등의 건축적 요소들을 입력조건으로 반영하는 기후모델이다. 수치계산의 측면에서 UCSS의 큰 특징은 레벨 2.5의 3차원 대기난류모델과 도시캐노피모델 간 연성계산을 통해 도시열환경을 평가한다는 점이다.

3.2 초기조건 및 경계조건 설정

본 시물레이션 해석영역은 부산해운대구 일대를 포함한 10km × 11.6km의 영역을 바탕으로 상공 2km까지로 설정하였다. 상공 2km의 해석영역의 높이는 40개의 부등격자로, 지반깊이는 1.0m 까지 불균등 18분할되었다. 시물레이션 일시는 전형적인 청천일 하계기상조건을 반영하는 2004년 8월 4일로

선정하여 시물레이션 일자와 동일한 2004년 8월 4일의 해운대지역 AWS 관측치를 적용하였다.

표2. 시물레이션 초기조건

변수 항목	단위	값
대기압	hPa	1013.2
초기온위	°C	26.5
초기 수면온도	°C	23.5
초기 토양온도	°C	25.0
공기의 상대습도	%	98
지면의 상대습도	%	100
해석영역 상단의 풍향	°	70(ENE)
해석영역 상단의 풍속	m/s	2

시물레이션 시작시간 기준 초기조건은 일정한 값으로 표 3과 같이 설정되었다. 토지피복 특성은 수면, 수목, 나지, 인공피복으로 나뉘어 표 3과 같은 물성치로 설정된다. 표 4는 도시캐노피모델에서 실내열부하를 통해 공조에너지를 계산하게 될 건물입력조건을 나타낸 것이다.

표3. 토지피복 표면재료의 특징

변수 항목	단위	값
수목캐노피의 최대 일 표면 밀도		1.0
수목캐노피의 최대 (θ) 윗 표면 밀도		0.05
베타 파라미터		0.2
수목 알베도		0.2
수목 높이	m	6
지표의 구체적 열	(J/kg K)	1256
지표의 열확산율		3.44e-7
지표의 열방사율		0.92
토양의 반사율		0.2
토양 밀도		1500

표4. 건물입력조건

변수 항목	값
건물재료	콘크리트 내단열
건물용도	주택, 오피스, 상업
창면적비	0.2
창유리투과도	0.2
창의 열전도 계수	5.81
지붕 및 벽면 녹화율	0.0
지붕반사율	0.2(BAU), 0.8(녹화 시)
벽면반사율	0.2(BAU), 0.8(녹화 시)
공조기 종류	가정용 에어컨(45 KW미만)
공조기 설정온도(°C)	공랭식 HP(56 KW이상) 27.0

*공조매질은 국소매질로 가정

4. 친환경 도시계획 시나리오의 평가

4.1 시나리오별 기온변동 특성

본 절에서는 BAU의 도시고온화 정도를 검

토하고 대안시나리오에 대한 도시고온화 저감 정도를 살펴보았다.

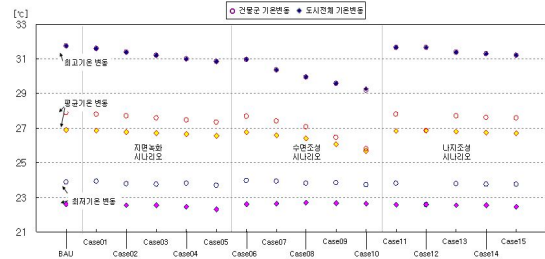


그림1. 시나리오별 기온 변동특성

그림 1은 연구대상도시 전체 및 건물군이 존재하는 메쉬의 시나리오별 기온발생 최고, 평균, 최저치를 나타낸 것이다. 시물레이션 실시일자인 2006년 8월 4일 기준시나리오인 BAU에서 전 시간대에 걸쳐 22.6°C~31.9°C에 범위 내에서 평균 26.6°C의 기온분포가 나타났다. BAU 시나리오에 대해 지면녹화 및 나지조성 시나리오에서는 BAU 대비 최고, 평균기온 변화가 모두 1°C 이내로 나타났다. 그러나 수면조성 시나리오의 경우 최고기온은 BAU 대비 최저 0.8°C~최대 2.5°C, 평균기온은 최저 0.1°C~최고 1.2°C의 기온저감효과가 두드러지게 나타났다. 수면조성 시나리오, 지면녹화 시나리오, 나지조성 시나리오 순으로 최고기온 감소효과를 얻을 수 있으며 특히 수면조성 시나리오는 최고기온 저감효과에 가장 유리한 것으로 도출되었다.

4.2 시나리오별 고온화 증감특성

그림 2는 연구대상도시의 기준시나리오인 BAU에 대한 고온화 비율을 주간 30°C 이상, 야간 25°C 이상의 고온화 비율로 나타낸 것으로 연구대상도시 전체와 건물군이 점유하고 있는 지역의 고온화 특성을 반영한다. 30°C 이상 기온은 도시전체보다 건물이 존재하는 지역의 평균 및 최고값이 약 2배 전후로 높게 나타났다. 야간 25°C 이상 기온 발생비율은 도시지역보다 건물이 존재하는 지역이 약 2.5 배 이상 높은 것으로 나타나 도시의 건물

환경에서의 야간 고온화 현상 또한 심각한 것으로 나타났다.

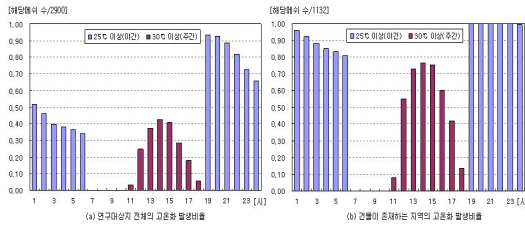
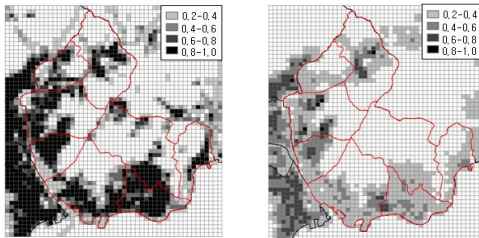


그림2. 연구대상도시 BAU의 일중 고온화 발생 비율변동



(a) 시가화면적률 (b) 건폐율

그림3. 연구대상지역의 도시구조 분포

그림 3은 도시구조분포와 도시기온형성 특성의 관계를 살펴보기 위해 연구대상도시 BAU 도시구조분포를 나타낸 것이며 그림 4는 일중 최고기온이 발생하는 14시 BAU 대비 대안시나리오 3케이스의 기온저감량 분포를 맵으로 나타낸 것이다. case 5인 수목조성 90% 시나리오에서는 해안선일대와 높은 건폐율 밀집지역 일대의 기온저감량이 최고 1℃를 넘어서는 것으로 나타났다. case 10인 수면면적 증가 시나리오는 도시기온저감효과가 가장 현저하게 나타나는 시나리오로 시가지 지역 대부분이 1℃에서 최고 6℃ 가량의 기온저감이 나타난다. case 15의 나지면적 증가시나리오 역시 건폐율이 조성된 지역을 중심으로 최고 0.6℃의 기온저감이 나타났다. 지면녹화 및 수면조성 시나리오에서는 이미 자연피복이 조성된 비시가화지역 특성을 띤 곳이라도 도시전체의 기온저감에 따른 냉기확산으로 인해 BAU 대비 기온이 저감되는 것으로 나타났다.

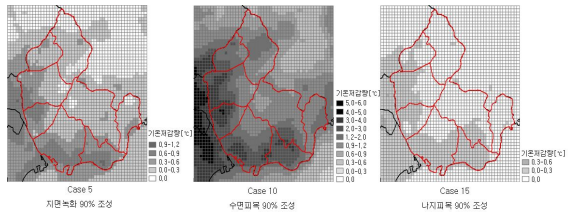


그림4. 연구대상지역의 기온저감량 분포

5. 결 론

본 연구는 부산광역시 해운대구 일대 해안역도시를 대상으로 도시계획요소를 반영한 대안시나리오를 설정하여 도시기후시뮬레이션을 실시하고 도시고온화를 평가하는 것을 목적으로 하였다. 본 연구를 바탕으로 도출된 결론은 다음과 같다.

- 1) 도시 주·야간의 고온화는 도시전체보다 건물이 존재하는 지역에서 약 2.5 배 이상 높은 것으로 나타나 도시의 건물환경에서의 고온화 현상이 심각한 것으로 나타났다.
- 2) 지면녹화, 수면조성, 나지면적 시나리오는 수면조성> 지면녹화> 나지면적 시나리오 순으로 최고기온 감소효과를 얻을 수 있으며 특히 수면조성 시나리오는 최고기온이 2.5℃까지 감소하는 등 기온저감효과가 큰 것으로 나타났다.

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