

# 학교건물에서의 외피녹화에 따른 에너지성능 평가에 관한 연구

석호태\*, 양정훈\*\*, 정재웅\*\*\*

\*영남대학교 건축학부(hotstone@ynu.ac.kr), \*\*영남대학교 건축학부(yangjh@ynu.ac.kr),  
\*\*\*영남대학교 대학원 건축학과(hamerdragon@hanmail.net)

## A Study on the Evaluation of Energy Performance According to Greenery Cover in Education Buildings

Seok, Ho-Tae\*, Yang, Jeong-Hoon\*\*, Jung, Jae-Woong\*\*\*

\*School of Architecture, Yeungnam University(hotstone@ynu.ac.kr),  
\*\*School of Architecture, Yeungnam University(yangjh@ynu.ac.kr),  
\*\*\*Dept. of Architecture, Graduate School, Yeungnam University(hamerdragon@hanmail.net)

### Abstract

The importance for energy consumptions has being emphasized because of problems of the energy and environment. Especially, education buildings among public buildings which have being emphasized the application of environment-friendly elements because of large energy consumptions. Accordingly, this study established parameters of green walls and green roofs which have ecological effects and energy savings. And then this study analyzed indoor thermal environments and energy consumptions due to green walls and green roofs through the energy simulation(Visual DOE 4.0) and the actual measurement.

Keywords : 벽면녹화(Green Walls), 옥상녹화(Green Roofs), 학교건물(Education Buildings),  
에너지성능(Energy Performance), Visual DOE

### 1. 서론

오늘날 전 세계는 에너지자원 고갈과 환경 오염 문제로 인해 많은 어려움을 겪고 있으며, 세계 각국에서는 그 중요성을 인식하여 에너지 절약을 위한 친환경적인 해결방안을 다양한 각도로 모색하고 있다.

국내에서도 최근 건국 60주년을 맞이하여 온실가스와 환경오염을 줄이고 녹색기술과 청정에너지개발을 위한 “저탄소 녹색성장”을 선포하여 친환경적 해결방안 모색을 더욱 각인 시켰다. 이러한 시대적 배경으로 볼 때 에너지 소비저감을 위한 친환경적 해결방안 모색의 노력은 반드시 필요할 것이며, 특히 총

투고일자 : 2008년 10월 22일, 심사일자 : 2008년 10월 27일, 게재확정일자 : 2008년 12월 12일,  
교신저자 : 정재웅(hamerdragon@hanmail.net)

에너지 사용량 중 약 30%의 높은 에너지 소비를 차지하는 건축물에서의 에너지 소비저감은 우선적으로 해결해야 할 과제일 것이다.

따라서 본 연구에서는 시대적 흐름과 일치하는 건축물에서의 에너지 소비저감을 위한 친환경적 해결방안의 일환으로 친환경 요소의 적용이 강조되고 있는 공공건물 중 많은 재실인원, 환기량, 조명부하로 인해 큰 에너지 소비가 이루어지고 있는 학교건물을 중심으로 벽면 및 옥상녹화의 적용유무에 따른 에너지 저감성능에 대해 비교·분석하고자 한다.

## 2. 외피녹화 적용 학교건물의 열환경 실측 및 분석

### 2.1 실측대상 학교건물의 개요

녹화 적용유무에 따른 열환경 비교를 위해 실제 벽면 및 옥상녹화가 양호하게 적용되어 있고, 남향의 방위를 가져 일사를 적절히 받아들여 열환경 차이를 효과적으로 비교할 수 있는 학교건물(대학교, 고등학교)을 선정하였다. 실측대상 학교의 개요는 표 1과 같다.

표 1. 실측대상 학교의 개요

구분	벽면녹화	옥상녹화
장소	Y대학교 자원대 제2실험동	M 고등학교
위치	경상북도 경산시 대동	대구광역시 북구 태전동
현장 사진		
방위	남향	남향

### 2.2 측정개요 및 측정기기

녹화 적용유무에 따른 열환경을 비교하기 위하여 동일 건물 내 방위, 실의 크기, 실의 배치, 창면적, 단열구조, 층수, 인동간격, 일조시간, 실내발열부하가 유사한 실을 선정하였다. 실외 기온은 측정기기를 이용하여 오전 9시부터 오후 6시까지 한 시간 단위로 측

정하였고, 표면온도는 벽면녹화의 경우 녹화 적용유무에 따라 2개실에 각각 실내벽면에 3지점, 실외 벽면에 1지점 총 8지점을 데이터계측장비와 열전대(K-type)를 이용하여 오전 9시부터 오후 6시까지 10분단위로 측정하였다. 이와 더불어 벽면녹화적용에 따른 가시적 차이를 보기위하여 적외선열화상 측정 시스템을 이용하여 촬영하였다.

옥상녹화의 경우, 녹화가 적용된 실외 옥상표면에 열전대를 부착하는 것이 다소 어려움이 있어 녹화가 적용된 실외 옥상표면과 미적용된 실외 옥상표면의 온도는 적외선열화상 측정결과를 사용하였고, 실내 천정표면 온도는 2개실에 각각 천정표면 3지점씩 총 6지점을 데이터계측장비와 열전대(K-type)를 이용하여 벽면녹화 측정과 동일시간, 동일간격으로 측정하였다.

측정기기는 표 2와 같고, 표 3은 실내·외 측정점을 나타낸다.

표 2. 측정기기

측정항목	측정기기
실외기온	· 디지털온습도 측정기 (CompuFlow 8612)
표면온도	· 적외선열화상 측정시스템 (TH5104R) · 데이터계측장비 (MDL-M5G) · 열전대 (K-type)

표 3. 실내·외 측정점

	실내 측정점	실외 측정점	
		벽면녹화 적용	벽면녹화 미적용
벽면 녹화			
옥상 녹화			

### 2.3 실측결과 및 분석

완벽하게 동일한 조건을 갖춘 실험 챔버를 이용한 측정이 아닌 실제건물을 대상으로 한 실측이므로, 실측환경상의 변수로 인해 실내 온·습도를 비교·분석하기는 신뢰성이 부족할 것으로 판단되어, 본 연구에서는 표면온도를 위주로 녹화에 따른 열환경을 비교·분석하였다.

#### (1) 벽면녹화에 따른 열환경 분석

데이터계측장비와 열전대(K-type)를 이용한 벽면녹화 적용유무에 따른 표면온도 측정결과는 그림 1과 같고, 적외선열화상 측정결과는 표 4와 같다.

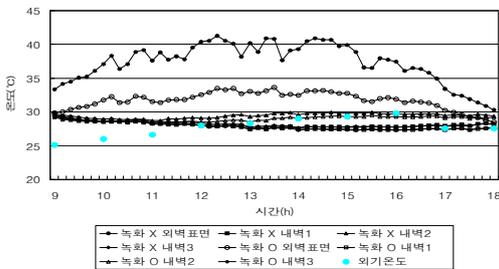


그림 1. 벽면녹화 적용유무에 따른 표면온도 비교

표 4. 벽면녹화 적용유무에 따른 적외선열화상 측정결과 (15:00)

구분	측정점	실제사진	벽면녹화 적용	벽면녹화 미적용
실외 벽면	④			
	②			

데이터계측장비와 열전대(K-type)를 이용한 측정결과는 그림 1에서 보는 것과 같이 외벽 표면온도의 경우 벽면녹화가 적용된 외벽 표면온도가 오전 9시부터 오후 6시까지 평균적으로 5°C 이상 낮은 것으로 나타났으며, 실내벽면의 경우는 작은 차이이지만 벽면 녹화를 적용함에 따라 오전 9시부터 오후 6시까지 평균적으로 0.5°C 정도 낮은 것으로 나타났다. 실내·외 벽면의 표면온도는 15:00

경이 온도차가 최대이며, 외벽 표면온도의 경우 7°C 정도의 차이, 실내벽면의 경우 0.7°C 정도의 차이를 보이는 것으로 나타났다.

적외선열화상 장치를 이용한 측정결과에서는 표 4에서 보는 것과 같이 15:00경 실내벽면의 표면온도가 가장 큰 차이를 보였으며, 외벽의 경우 8°C 정도의 차이를 보이고, 실내벽면의 경우 1.5°C 정도의 차이를 보이는 것으로 나타났다.

측정기기에 따른 차이는 보이나 벽면녹화 적용에 따라 외벽의 담쟁이덩굴로 인해 벽면에 도달하는 일사량이 줄어드는 것으로 판단된다. 이는 이차적으로 실내 열부하 저감에 효과가 있을 것으로 사료된다.

벽면녹화의 경우 실내벽면의 표면온도가 1°C 내외 정도의 차이밖에 보이지 않는 것은 실제건물의 경우 벽체 내에 단열재가 시공되어 있어 상대적으로 벽면녹화의 효과를 크게는 보지 못한 것으로 판단된다. 본 실험 건물에서도 외벽에 열저항 1.57m<sup>2</sup>K/W에 해당하는 난연성 스티로폼 50mm가 적용되어 벽면 녹화의 효과가 크지 않은 것으로 판단된다.

#### (2) 옥상녹화에 따른 열환경 분석

앞서 언급한 것과 같이 녹화가 적용된 실외 옥상표면의 경우 열전대부착의 어려움으로 인해 옥상 표면온도는 적외선열화상 측정결과를 사용하였다.

적외선열화상 측정을 통한 옥상녹화 적용유무에 따른 옥상 표면온도 결과는 표 5와 같고, 데이터계측장비와 열전대(K-type)를 통한 실내천정 표면온도 측정결과는 그림 2와 같다.

표 5. 옥상녹화 적용유무에 따른 적외선열화상 측정결과 (15:00)

구분	측정점	실제사진	적외선열화상 사진
옥상 녹화 표면	①		
	②		

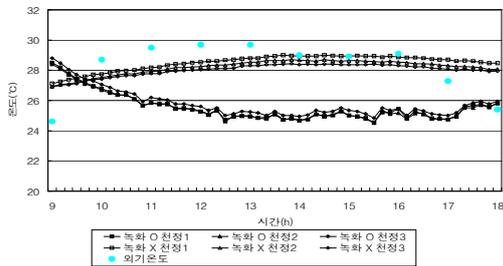


그림 2. 옥상녹화 적용유무에 따른 표면온도 비교

적외선열화상 측정을 통한 옥상 표면온도 결과는 표 5에서 보는 것과 같이 15:00경 가장 큰 차이를 보였으며, 옥상녹화가 적용된 토양표면이 적용되지 않은 옥상표면 보다 1.0°C 정도 낮은 것으로 나타났다. 데이터계측 장비와 열전대를 이용한 실내천정 표면온도 측정결과는 그림 2에서 보는 것과 같이 시간에 따라 온도차는 변화하지만 10시 이후부터 실내 천정 3지점에서 모두 옥상녹화가 적용된 천정의 표면온도가 적용되지 않은 천정의 표면온도보다 낮은 것으로 나타났다. 15:00경이 실내천정 온도차가 최대이며, 3.5°C 정도의 차이를 보이는 것으로 나타났다.

결과적으로, 옥상녹화도 일사차단과 열부하 저감에 효과가 있으며, 벽면녹화 적용보다는 저감효과가 더 큰 것으로 나타났다. 최근 남부지역의 학교건물이 일반적으로 옥상에 단열재 “나”등급 105mm가 적용된다는 것을 감안했을 때, 옥상녹화 적용시 실제 실내 열부하 저감효과는 더 클 것으로 판단된다.

이는 식물의 일사차단으로 인한 열 저감효과의 영향도 있으나, 이보다는 옥상녹화 층의 다양한 구성재료로 인한 단열효과의 영향이 더 크다고 판단된다.

### 3. 표준학교건물에서의 외피녹화 적용에 따른 에너지성능 분석

#### 3.1 시뮬레이션 모델링

실측을 통해 벽면 및 옥상녹화의 적용에

따른 실내 열부하 저감효과를 확인하였으며, 실측에서 다루지 못한 다양한 변수에 따른 녹화의 성능을 분석하기 위해 에너지해석프로그램(Visual DOE 4.0)을 이용하여 시물레이션을 하였다.

학교건물 모델링은 최근 준공된 학교건물의 조사를 통해 기준층 면적, 창면적비를 표준화하여 적용하였으며, 표준학교건물의 특성은 표 6과 같으며, 시물레이션에 적용된 표준학교건물의 평면 요약도는 그림 3과 같다.

표 6. 표준학교건물의 특성

위 치	대구광역시		
구 조	철근콘크리트조		
규 모	지하 1층, 지상 5층		
방 위	남향		
기준층 면적	2591m <sup>2</sup>		
층 고	3.6m		
개구부 규모	3×1.7m (18mm 복층유리)		
창면적비	약20%	동	약 14.7%
		서	약 22.0%
		남	약 22.7%
		북	약 17.9%

계단	화장실	교무실	계단	화장실	화장실	계단
복도						
교실 (10학급)						

그림 3. 시물레이션에 적용된 표준학교건물의 평면 요약도

시물레이션을 하는데 있어서 강당과 도서실이 위치한 양 측면부분은 면적이 큰데 반해, 재실 스케줄과 재실 인원 등이 규칙적이지 못하여 에너지시물레이션에 적용하는데 어려움이 있으며, 실제 학생들이 생활하는 곳은 교실부분이다. 따라서 녹화적용에 따른 학교건물의 에너지성능을 효과적으로 비교·분석하기 위해 교실이 포함된 일자형 평면부위만을 모델링 하였다.

시물레이션에 사용되는 건물의 구성재료는 도면을 바탕으로 실제 학교건물에서 적용되고 있는 재료로 구성하였으며, 각 물성치는 각종 자료를 참고하여 적용하였다. 구성재료

모델링 방법은 Visual DOE 4.0 에서 제공하는 열저항 값 적용 방법을 사용하였다.

건물을 구성하는 구성재료의 물성치는 표 7과 같다.

표 7. 구성재료의 물성치<sup>1)</sup>

구조체	재 료 명	두께 (mm)	열전도율 (W/mK)	R-values (m <sup>2</sup> K/W)
외벽	0.5B 점토벽돌	90	1.0	0.09
	단열재 ("나"등급)	60	0.04	1.50
	콘크리트	150	0.93	0.16
	모르타르	18	0.53	0.03
	페인트	2	0.26	0.01
내벽	페인트	2	0.26	0.01
	모르타르	18	0.53	0.03
	콘크리트	100	0.93	0.11
바닥	음이원 원목	15	0.14	0.11
	내수합판	12	0.14	0.09
	미충장선목	60	0.15	0.40
	P.E 필름	0.08	0.07	0.001
	콘크리트	150	0.93	0.16
지붕	누름콘크리트	100	0.93	0.11
	다층형복합방수	3	0.07	0.04
	콘크리트	150	0.93	0.16
	단열재 ("나"등급)	105	0.04	2.63
천정	무석면게텍스	6	0.43	0.01

최종 모델링한 표준학교건물의 모습은 그림 4와 같다.

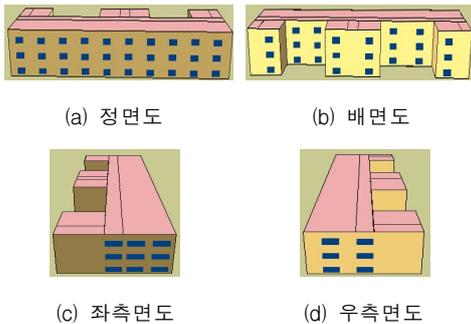


그림 4. 시뮬레이션 3D View

### 3.2 시뮬레이션 조건 및 변수

시뮬레이션의 조건은 대구 표준학교건물의 환경과 일치하도록 설정하였으며, 그에 따른 시뮬레이션 조건은 표 8과 같다.

표 8. 시뮬레이션 조건<sup>2)3)4)5)6)7)8)</sup>

기상 데이터	대구지역 기상데이터
공휴일	2008년 한국기준
스케줄	학교 스케줄
제설 밀도	2m <sup>2</sup> /Person (학급당 35명, 30학급)
조명 밀도	19W/m <sup>2</sup>
기기 밀도	5W/m <sup>2</sup>
침기	2 air-changes/hr
설정 온도	실내온도 26℃ (여름철)

시뮬레이션 변수로는 녹화적용범위, 녹화식물의 종류이며, 시뮬레이션에 적용할 녹화부분에 대해 계절에 따라 변화하는 값을 각각 적용하기는 Visual DOE 4.0에서 불가능하므로 데이터의 평균값을 적용하였다.

시뮬레이션에 적용된 녹화층의 입력조건과 녹화층의 단면은 표 9와 그림 5와 같으며, 시뮬레이션 Case별 내용은 표 10과 같다.

표 9. 시뮬레이션에 적용된 녹화층의 입력조건<sup>9)10)</sup>

구조체	재 료 명	두께 (mm)	열전도율 (W/mK)	R-values (m <sup>2</sup> K/W)
벽면 녹화	잔디	50	0.09	0.56
	토양	90	0.22	0.41
	부직포	3	0.07	0.04
옥상 녹화	잔디 (관목)	50(50)	0.09(0.031)	0.56(1.61)
	토양	90	0.22	0.41
	부직포	3	0.07	0.04
	배수층	50	0.36	0.14

- 2) 「건축물의에너지절약설계기준」, 건설교통부, 2008.1
- 3) 박창주, 이성, 「지열을 이용한 학교건물의 냉방부하 절감에 관한 연구」, 대한설비공학회, 2003
- 4) 「에너지 절약형건물의 성능인증기준·제도 및 보급촉진방안 연구」, 산업자원부, 2001.9
- 5) 윤용진, 박효순, 변운섭, 강호석, 「초등학교건물의 심야전기이용 축적 열식 난방기구 적용성 검토」, 대한건축학회, 1998.10
- 6) 조성우, 최정민, 이경희, 「학교교실의 실내열환경과 에너지 소비 예측에 관한 연구」, 대한건축학회, 2007.2
- 7) 「7차 교육과정 총론」, 교육인적자원부, 2007.2
- 8) ASHRAE, 「ASHRAE Handbook of Fundamentals」, 2005
- 9) N.H. Wong et al. 「The effects of rooftop garden on energy consumption of a commercial building in Singapore」, Energy and Buildings, 2002.5
- 10) SHIMIZU Takashi, YOSHINAGA Mika, AMANO Taishi and OKUMIYA Masaya 「Study on the Performance of Green Roof Part1 Simulation Study on the Effect of Lawn Planting Green Roof on Air-conditioning Load」, 일본건축학회, 2003.9

1) ASHRAE, 「ASHRAE Handbook of Fundamentals」, 2005

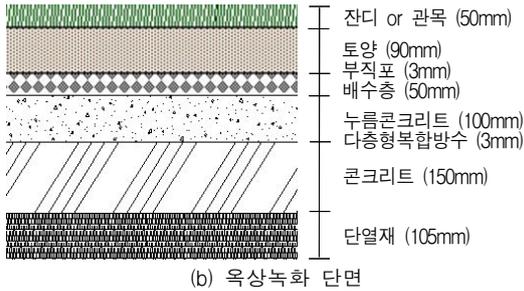
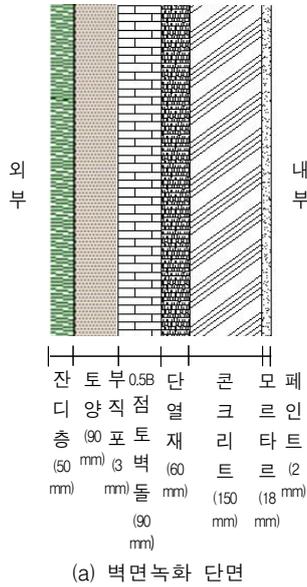


그림 5. 시뮬레이션에 적용된 녹화층의 단면

표 10. 시뮬레이션 Case

Case1	기본 모델 (녹화 미적용)
Case2	벽면녹화 적용
Case3	옥상녹화 적용(잔디)
Case4	벽면녹화 적용, 옥상녹화 적용(잔디)
Case5	옥상녹화 적용(관목)

### 3.3 시뮬레이션 결과 및 분석

시뮬레이션을 평가하는데 있어 녹화의 계절별 변화양상을 직접 반영하기는 불가능하며, 실내 에너지소비가 가장 많이 일어나는 공조공간은 교실공간이고, 실측에서도 최상층을 기준으로 실측하였다. 이를 종합해본 결과 녹화적용에 따른 학교건물 에너지성능의 가장 효과적인 비교·분석 방법으로 최상층 교실부분의 6, 7, 8월 냉방에너지를 기준으로 한

비교·분석 방법을 선택하였다. 녹화적용범위, 녹화식물에 따른 최상층 교실의 냉방에너지 비교는 그림 6, 7과 같고, 그에 따른 각 Case별 냉방에너지 저감율은 표 11과 같다.

이와 더불어 벽면 및 옥상녹화의 적용면적의 차이에 따른 변수를 배제한 냉방에너지 저감율의 절대적 비교를 위하여 Case2와 Case3을 비교하였으며, 그에 따른 단위면적당 냉방에너지 저감율은 표 12와 같다.

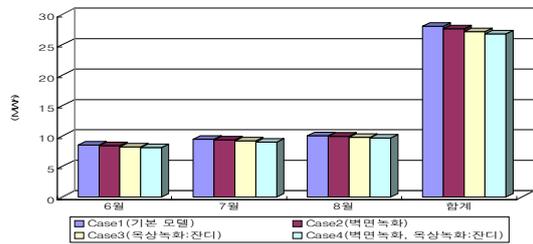


그림 6. 녹화적용범위에 따른 최상층 교실의 냉방에너지 비교

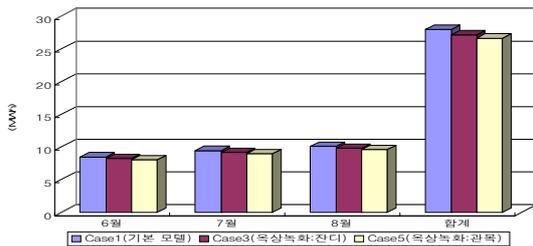


그림 7. 녹화식물에 따른 최상층 교실의 냉방에너지 비교

표 11. 최상층 교실의 각 Case별 냉방에너지 저감율

구 분	냉방에너지 (MWh)	저감율 (%)
Case1 (기본모델)	27.984	
Case2 (벽면녹화)	27.650	1.2
Case3 (옥상녹화 잔디)	27.107	3.1
Case4 (벽면녹화, 옥상녹화 잔디)	26.772	4.3
Case5 (옥상녹화 관목)	26.637	4.8

표 12. 단위면적당 냉방에너지 저감율

구 분	Case2 (벽면녹화)	Case3 (옥상녹화 잔디)
냉방에너지 저감율(%)	1.2	3.1
녹화적용면적(m <sup>2</sup> )	358.56	688.9
단위면적당 냉방에너지 저감율(%/100m <sup>2</sup> )	0.33	0.45

녹화적용범위에 따른 비교시(Case1~Case4) 옥상녹화 적용이 벽면녹화 적용보다 더 큰 냉방에너지 저감율을 보였으며, 두 가지 모두 적용한 경우 가장 큰 냉방에너지 저감율을 보이는 것으로 보아 녹화적용범위가 넓을수록 냉방에너지 저감효과는 더욱 크다는 것을 알 수 있다. 옥상녹화의 적용면적이 벽면녹화에 비해 넓기 때문인 것으로 보이나, 표 12를 통해 알 수 있듯이 단위면적당 냉방에너지 저감율의 절대적 비교 시에도 옥상녹화가 더 효과적인 것을 알 수 있어 실제 학교건물의 경우 최종적으로 옥상녹화가 효과적인 것을 알 수 있다. 이는 옥상녹화의 구성재료 증가로 인한 단열효과 증대에 의한 것으로 판단된다.

녹화식물에 따른 비교시(Case1, 3, 5) 식물의 열저항 값은 식물마다 틀리며 열저항 값이 큰 관목식물 적용시 잔디에 비해 냉방에너지 저감율이 더 큰 것을 확인할 수 있었다.

시뮬레이션 결과에서도 그렇듯 냉방에너지 저감은 녹화로 인한 단열효과가 가장 큰 요인으로 판단되었으며, 이에 주안점을 두고 시뮬레이션에 적용된 각 Case별 녹화를 단열재두께로 환산 했을시 단열재두께 어느 정도에 해당하는지 알아보고자 적용된 단열재와 각 Case별 녹화의 열저항값을 이용하여 환산해보았다. 그 결과는 표 13과 같다.

표 13. 각 Case별 녹화를 단열재두께로 환산한 값

구 분	단열재 (“나” 등급)
벽면녹화	40mm
옥상녹화 (잔디)	46mm
옥상녹화 (관목)	88mm

시뮬레이션에서 실제 벽면의 경우 60mm 단열재, 옥상의 경우 105mm 단열재가 적용되어 있으며, 이와 비교해 보았을 경우 녹화가 단열재로써의 상당한 역할을 한다고 판단된다.

#### 4. 결 론

실측과 시뮬레이션을 통해 벽면 및 옥상녹화에 따른 학교건물의 에너지성능에 대해 비교·분석한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

- (1) 실측을 통해 분석한 결과, 벽면녹화의 경우 실외 표면온도는 7~8℃ 정도의 차이, 실내 표면온도는 1℃ 내외의 차이를 나타내었다. 옥상녹화의 경우 실외 표면온도는 10℃ 정도의 차이, 실내 표면온도는 3.5℃ 정도의 차이를 나타내었다. 이는 일사차단과 단열의 효과로 인한 것으로 판단되며, 옥상녹화의 실내표면온도 저감이 더 큰 것은 옥상녹화의 구성재료 증가로 인한 단열효과 증대에 의한 것으로 판단된다.
- (2) 시뮬레이션을 통해 분석한 결과, 냉방에너지에 있어 벽면녹화의 경우 1.2%, 옥상녹화(잔디)의 경우 3.1%, 모두 적용한 경우 4.3% 저감율을 나타내었다. 옥상녹화에서 적용식물에 따른 비교시 잔디의 경우 3.1%, 관목식물의 경우 4.8% 저감율을 나타내었다. 따라서 열저항값이 큰 식물을 선택하여 옥상녹화로 넓은 면적에 적용하는 방법이 냉방에너지 저감의 최적방안이라고 판단된다.
- (3) 녹화로 인한 단열효과에 주안점을 두고 시뮬레이션에 적용된 각 Case별 녹화를 단열재 “나” 등급을 기준으로 환산했을 경우, 벽면녹화의 경우 40mm, 옥상녹화(잔디)의 경우 46mm, 옥상녹화(관목)의 경우 88mm로 녹화가 단열재로써의 상당한 역할을 한다고 판단된다.
- (4) 실측과 시뮬레이션을 통해 분석한 결과, 실제 학교건물에서의 녹화 적용으로 인해 실내 열환경 개선과 에너지 저감에 효과가 있으며, “생태적 측면, 도시 경관적 측면, 열섬현상 완화” 등 이차적 효과를 감안했을 때 학교건물에서의 벽면 및

옥상녹화적용에 따른 효과는 더욱 더 클 것이며, 그 필요성 또한 강조되어야 한다고 판단된다.

본 연구에 있어 실측과 동일한 조건으로 시뮬레이션을 수행하여 비교·분석하기에는 각 데이터의 선정 및 적용에 다소 어려움이 존재하였다. 향후 연구에서는 본 연구의 신뢰성을 높이기 위해 실측과 동일한 시뮬레이션 조건의 도출 및 적용을 통한 비교·분석의 연구가 진행되어야 할 것으로 판단된다.

### 후 기

이 논문 또는 저서는 2008년 교육과학기술부로부터 지원받아 수행된 연구임 (지역거점연구단육성사업/바이오하우징연구사업단)

이 논문은 2008년 바이오하우징연구소의 지원을 받아 수행된 연구임

### 참 고 문 헌

1. 건설교통부, 건축물의에너지절약설계기준, 2008.1.
2. 박효순, 홍성희, 김지연, 이상혁, 친환경 단열 외피기술 적용 건물의 에너지성능 및 특성 연구, 한국생태환경건축학회 학술발표대회 논문집, 7권, 1호, 2007.
3. 산업자원부, 에너지 절약형건물의 성능인증기준·제도 및 보급촉진방안 연구, 2001.9.
4. 정재웅, 석호태, 벽면 및 옥상녹화에 따른 학교건물의 에너지성능 평가에 관한 연구, 한국건축친환경설비학회 학술발표대회논문집, 2008.10.
5. 조성우, 최정민, 이경희, 학교교실의 실내열환경과 에너지 소비 예측에 관한 연구, 대한건축학회논문집 계획계, 23권, 2호, 2007.2.
6. ASHRAE, ASHRAE Handbook of Fundamentals, ASHRAE, 2005
7. N.H. Wong et al, The effects of rooftop garden on energy consumption of a commercial building in Singapore, Energy and Buildings, 2002.7.
8. SHIMIZU Takashi, YOSHINAGA Mika, AMANO Taishi and OKUMIYA Masaya, Study on the Performance of Green Roof Part1 Simulation Study on the Effect of Lawn Planting Green Roof on Air-conditioning Load, 일본건축학회대회학술강연경개집, 2003.9.