

# 옥상녹화의 녹화유형별 기온저감효과 및 시민의식 분석

## A Study on the Analysis of Temperature Reduction Effect by the Types and Public Awareness of the Green Roof

이춘우\*

김수봉\*\*

문혜식\*\*\*

전은정\*\*\*\*

Lee, Chun-Woo Kim, Soo-Bong Moon, Hye-Shick Jeon, Eun-Jeong

### Abstract

Recently, concerns about conserving proper size of urban green spaces and accessibility are increasing, regarding it as a solution to diverse urban environmental problems including pollution, ecosystem deterioration, urban climate change. Artificial ground greening such as green roofs is regarded as the only alternative that can conserve green spaces which are impossible to be secured on the ground. However, green roofs are not popularized yet and levels are very low in provincial cities despite of related technology development and support systems of related agencies. Based on the background, this study tries to present a theoretical basis of methods for green roofs, conducting green roof simulations and collecting ideas about problems and improving measures from green roof users. Finally, it aims to offer base data which help establish policy direction for activation of green roof technology.

As a result of a simulation for verifying temperature reduction effect, it was possible to affirm effect of a plot that green roofs applied. Especially, it was revealed that a green roof method using ground covers such as mixed planting was the most effective way to reduce temperature.

Activation methods for green roofs based on this study are as follows: First, it is a priority to readjust systems related to green roofs. Second, citizens' active and voluntary participation must be attained. Third, it is required to establish detailed promotion procedures which aim at actual conduct and to maintain an expert department which is able to manage and control the establishment. After conduct, continuous aftercare stages are also needed.

주요어 : 옥상녹화, 기온저감, 인식

Keywords : green roof, Temperature Reduction, Awareness

### 1. 서론

최근 도시의 수직적 수평적 확장으로 인하여 한정된 도시 공간에서의 녹지는 서서히 줄어들고 도심에서 건물이 차지하는 면적은 점차 늘어가고 있다. 또한 도시로의 인구집중으로 인해 도시 내의 토지부족 및 기온상승을 불러왔고, 고밀화를 통한 토지이용의 극대화가 추진되어 잔여공간이 줄어들게 되었다(장중근, 2004).

또 현재 많은 도시지역에서 나타나고 있는 도시 대기악화 및 도시열섬 현상은 도시화 과정에서 나타난 대표적인 환경문제로서, 이 문제를 해결하기 위해 선진 각국은 국가차원에서 노력을 하고 있으며 국내에서도 쾌적한 도시환경창출을 위해 다양한 분야에서 노력하고 있다(김수봉, 2006). 도시환경문제로 발생된 비정상적인 도시생태계와 도시 미기후를 개선하기 위해서는 작은 면적의 녹지라도 조금씩 확보해 나가는 것이 시급한 실정이다. 따라서 옥상녹화 등과 같은 인공지반녹화는 지상에서 확보하기 불가능한 녹지량을 충분히 보상할 수 있는 유일한 대안으로 여겨지고 있다(김수봉, 2007).

현재 옥상녹화 등 인공지반 녹화와 관련한 많은 연구들이 환경부, 한국건설기술연구원, 한국주택공사, 서울특별시, 옥상녹화연구회, 인공지반녹화협회, 관련업체 등에 의해서 등에 의해서 다각적으로 진행되어 왔으며,

일부 분야에서는 상당한 기술의 진보가 이루어졌다고 할 수 있다.

서울시의 경우에는 2002년부터 소수의 옥상녹화사례가 있었으나 2007년부터는 서울시 10만녹색지붕만들기 사업으로 확대하여 본격적인 확대 단계에 들어섰으며, 경기도에서는 2005년과 2006년을 거치면서 28개소의 조성사례가 있고 2007년에는 경기녹지재단을 통해 사업을 적극 추진하고 있는 상황이다. 한편 인천광역시도 2006년에 구월초등학교를 시작으로 2007년에는 7개소의 옥상녹화사업을 실시하였거나 추진중에 있다(권전오, 김용훈, 2007).

대구광역시의 경우 지난 2000년 12월, 국제에너지기구(IEA)에서 열린 제 6차 기후변화협약 워크샵에서 전 세계 12개 솔라시티 중 하나로 선정되었다. 이에 대구시는 열섬효과와 방지, 공기오염개선 등 환경적인 효과가 있는 옥상녹화 사업의 중요성을 인지하여 96년도부터 지속적으로 추진하는 사업으로 지금까지 10가구에 옥상녹화 사업을 지원, 시행한바 있다(김기형, 2008). 또 2007년 조경관리조례를 개정함으로써 녹화지원 범위를 담장 헬기에서 담장허물기 및 옥상녹화로 확대하고 차량등록사업소와 수성구청별관에 옥상녹화 시범사업을 실시 추진 중이다.

그러나 관련 분야의 기술적 발전과 관련 기관의 지원제도의 마련에도 불구하고 아직까지는 지방도시에서는 대중화되지 못한 것이 사실이며 녹화수준도 매우 낮은 실정이다. 도시의 과밀화에 따른 녹지부족 현상은 서울시의 상황과 다를 바 없으나 다양한 식물을 이용하여 녹화효과를 극대화하는 것보다는 조경면적의 확보를 위한 편법으로 활용되는 사례가 많다(박기원, 2006).

\* 정회원(주저자), 계명대학교 대학원 환경과학과 석사

\*\* 정회원(교신저자), 계명대학교 에너지환경계획학과 부교수

\*\*\* 정회원, 계명대학교 대학원 환경과학과 박사과정

\*\*\*\* 정회원, 계명대학교 대학원 환경과학과 박사수료

본 연구는 이러한 배경을 바탕으로 대구광역시 옥상녹화 활성화 방안의 이론적 근거를 제시하고 옥상녹화에 대한 시민들의 의견을 수렴하여 옥상녹화 활성화를 위한 정책방향 수립의 기초자료의 활용을 목표로 한다.

## II. 연구방법

### 1. 옥상녹화 모의실험

#### 1) 실험구 조성 및 방법

본 연구의 옥상녹화 모의실험을 위하여 1m \* 1m \* 1m 규격의 건물모형 6개를 제작하였다. 모형은 실제 건물과 유사한 재료(콘크리트, 벽돌)를 이용하여 제작하여야 하나 경제성 및 이동성에 있어서 제한적이기 때문에 50mm 샌드위치판넬을 이용하여 제작하였으며 6개의 동일한 재료·규격의 모형으로 모형 내부온도를 비교하였다.

본 모의실험은 2007년 7월~10월 약 4개월 동안 계명대학교 환경대학(오산관) 건물 4층 옥상에 실험구를 설치하고, 실험구 옥상에 식물을 식재를 하였으며 월요일에서 금요일까지 하루 4번씩 주5회 실험구 내부의 온도를 측정하였다.

#### 2) 실험 변수

본 연구에서 <그림1>과 같이 실험구 6개를 건물 4층 옥상에 설치하여 식재 패턴 및 옥상환경에 따른 실험구 내부 온도를 측정하고자 하였다. 본 실험에서의 옥상녹화 변수는 <표 1>에서 보는 것과 같이 잔디, 옥상녹화 미실시, 플랜트(화분) 녹화, 쇠석깔기, 혼합초, 녹색페인트 도색의 여섯가지로 설정하였다.

표 1. 옥상녹화 모의실험 변수

변 수	비 고	
N1	잔 디	국내 옥상녹화의 열 특성 연구에 가장 많이 사용된 식물
N2	무 식 생	옥상녹화 미실시
N3	플랜트(화분) 녹화	옥상녹화를 실시하였을 경우 관·교목을 대신하여 화분으로 식재를
N4	쇠석깔기	투수율과 공극률의 차이로 인한 온도 변화 측정
N5	혼합초	잔디 및 지표식물
N6	녹색페인트 도색	알베도의 차이에 따른 온도 변화 측정



그림 1. 유형별 옥상환경 조성

## 2. 시민의식조사

### 1) 조사방법

본 연구의 조사방법은 설문지법으로 하였고, 조사대상자는 대구광역시에 거주하는 시민으로 정하였으며, 조사기간은 2007년 10월 한 달간 수행하였다. 우선, 설문지 작성에 앞서 옥상녹화에 대한 기존의 관련 문헌과 연구 자료를 수집하고, 전문가 면담을 실시하였으며, 2007년 7월과 8월 두 달간 고층건물 및 가정주택 등 대구시 옥상녹화 사례지를 방문하였다. 설문지는 400부 배부하여 전부 회수하였으며 회수된 설문조사는 편집과 코딩과정을 거친 후 400명 중에서 질문에 대하여 응답의 누락, 이중응답, 부수질문에 불확실한 응답 등 25명을 불성실 응답자로 간주하여 분석에서 제외시키고, 375명에 대하여 SPSS 통계프로그램을 이용하여 빈도 분석과 교차분석을 실시하였다.

### 2) 연구도구

본 조사에 사용된 연구도구를 구성하고 있는 문항별 내용은 <표 1>과 같다.

표 2. 설문지의 구체적 내용

범주	구체적 내용
사회경제적 배경	성별, 연령, 학력, 직업, 소득, 주거형태
옥상녹화에 대한 인식	지식, 관심, 규모, 유형, 개인적 만족도, 사회적 효과
옥상 및 옥상녹화 이용실태	옥상녹화 여부, 옥상녹화 이용여부, 규모, 이용빈도, 이용이유, 유형, 식재형태, 문제점
옥상녹화의 개선방향	옥상녹화 의지, 활성화 안 되는 이유, 우선 시행 장소, 지원할 경우 옥상녹화 의지, 희망하는 지원형태, 원하는 재로지원형태, 본인 부담금액, 문제점, 옥상녹화형태, 식재형태

## III. 결과 및 고찰

### 1. 옥상녹화 모의실험 결과

본 실험의 결과에 사용된 데이터는 2007년 7월 2일부터 10월 19일까지 약 4개월 동안 월요일에서 금요일까지 주5회 측정된 온도데이터 중에서 장마 및 태풍등 기상악화로 인한 오차 데이터를 제외한 45일간의 실험 데이터를 가지고 분석하였다.

그리고 최초 6개의 실험구를 설치하여 실험 데이터를 측정하였으나 N6(녹색페인트 도색) 실험구의 데이터는 실험모형의 재료로 사용된 샌드위치판넬의 특성과 페인트 색의 잘못된 선택으로 인해서 데이터의 오차발생으로 분석결과에서 제외하였다.

실험결과 온도가 가장 높게 나타난 옥상녹화를 미실시한 축소모형의 최고 평균온도가 31.9°C이였으며, 최저 평균온도는 27.9°C로 나타났다. 반면 온도가 가장 낮게 나타난 혼합초를 식재한 축소모형의 최고 평균온도는 30.1°C이었고 최저 평균온도는 26.1°C이었다. 평균 온도가 가장 높게 나타났던 옥상녹화를 미실시한 축소모형과 혼합초를 식재한 축소모형의 일일 평균 온도를 비교한 결과 1.6°C의 온도 차이를 보였다.

또 축소모형에 식물을 식재하지 않은 옥상녹화 미실시 모형과 쇠석을 깔았던 모형의 온도를 비교하였을 경우 옥상에 옥상녹화를 미실시한 축소모형의 온도가 쇠석을 깔은 축소모형보다 높게 나타났다. 그리고 옥상에 유형별로 식물을 식재한 축소모형의 온도를 비교하였을 경우 혼합초를 식재한 축소모형의 온도가 가장 낮게 나타났으며, 플랜트(화분)로 식재했던 축소모형의 온도가 가장 높게 나타났었다. 따라서 옥상녹화시 혼합초등의 지피식물을 이용한 녹화방법이 기온저감에 가장 효과적이라는 것을

확인할 수 있었다. 따라서 지피식물을 이용한 옥상녹화를 장려한다면 옥상녹화로 인한 건물내 온도저감효과를 증대시킬 수 있을 것으로 생각된다.

본 실험을 통하여 옥상녹화시 여름철 건물 내부 온도를 1~2℃가량 저감할 수 있을 것으로 나타났다. 이는 오승환(2006)의 저관리 경량형 옥상녹화의 온도저감효과 분석연구와 박찬필, 고천수문(2004)의 옥상녹화에 따른 콘크리트 건축물의 열환경 개선효과연구에서도 옥상녹화에 따른 온도저감 효과의 결과를 확인할 수 있다.

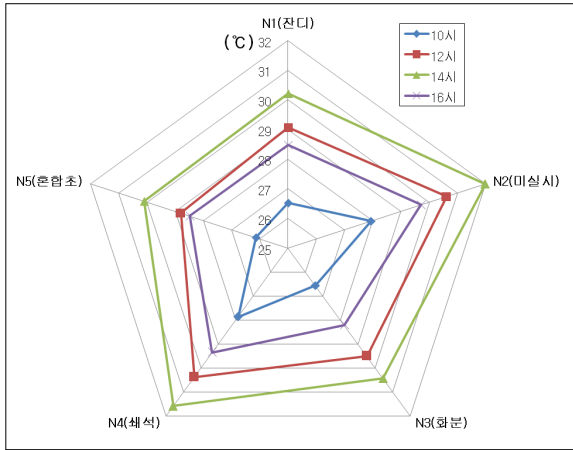


그림 2. 시간별 평균 온도변화(°C)

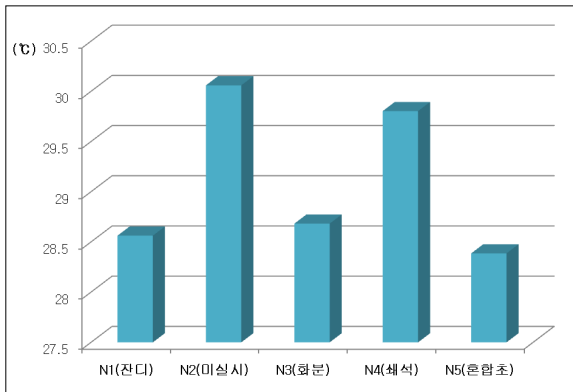


그림 3. 옥상환경에 따른 일일 평균온도(°C)

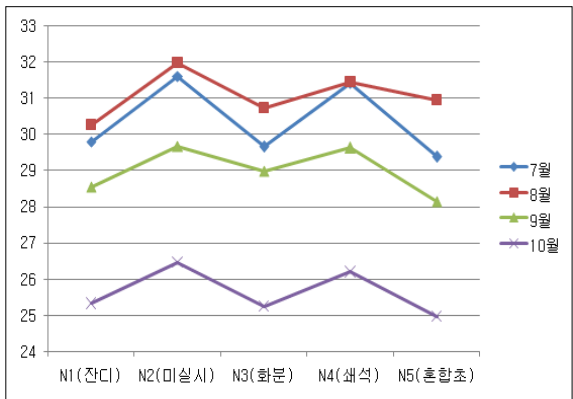


그림 4. 옥상환경에 따른 월별 평균온도 변화

## 2. 시민의식 조사 결과

### 1) 옥상녹화에 대한 인식

#### (1) 옥상녹화에 대한 지식, 관심

옥상녹화에 대한 시민들의 지식과 관심 수준은 <표 3>와 같다.

표 3. 옥상녹화에 대한 시민들의 지식과 관심 수준

관심 지식	매우 많다	관심 있다	보통 이다	관심 없다	전체	x <sup>2</sup> (Prob)
안다	37 15.2%	72 29.6%	98 40.3%	36 14.8%	243 65.2	
모른다	3 2.3%	3 2.3%	53 40.8%	71 54.6%	130 34.8	
전체	40 10.7%	75 20.1%	151 40.5%	107 28.7%	373 100%	

#### (2) 옥상녹화의 규모와 형태

옥상녹화의 규모와 형태에 대한 시민들의 인식은 <표 4>과 같다.

표 4. 옥상녹화의 규모와 형태에 대한 시민들의 인식

	규모	명	%
규모	옥상면적 전체	39	10.4
	옥상면적 반 이상	122	32.6
	옥상면적 삼분의 일	88	23.5
	규모에 상관없다	125	33.4
형태	수목 식재와 휴게공간 조성	215	57.6
	화단(꽃, 채소류) 조성	101	27.1
	잔디 식재	30	8.0
	화분으로 조성	27	7.2

#### (3) 옥상녹화의 개인적 만족감

옥상녹화를 통한 시민들의 개인적 만족감은 <표 5>와 같이 나타났다.

표 5. 옥상녹화를 통한 개인적 만족감

구분	명	%
식물의 성장을 통한 교육적 효과	39	10.4
채소류 재배를 통한 수확의 기쁨	50	13.4
여가선용을 통한 스트레스 해소	119	31.8
식물의 공기 정화를 통한 상쾌함	121	32.4
시각적(미적) 만족감	45	12.0
합계	374	100.0

## 2) 옥상녹화의 이용실태에 조사결과

### (1) 옥상녹화지 이용실태

옥상녹화 이용실태에 대한 설문결과는 <표 6>와 같다.

표 6. 옥상녹화 이용실태

구분	명	%	
옥상녹화 여부	가정	78	20.8
	직장	68	18.1
	없다	234	62.4
옥상녹화 장소 방문여부	있다	152	41.1
	없다	218	58.9
	합계	370	100.0

### (2) 옥상녹화 장소의 형태

옥상녹화 장소의 형태에 대한 결과는 <표 7><그림 5>와 같다.

표 7. 옥상녹화 장소 형태

구 분	명	%	순위
화분을 이용	39	29.3	2
텃밭 및 화단	30	22.6	3
잔디(지피식물)	3	2.3	
수목식재 및 휴게공간조성	61	45.9	1
합계	133	100.0	

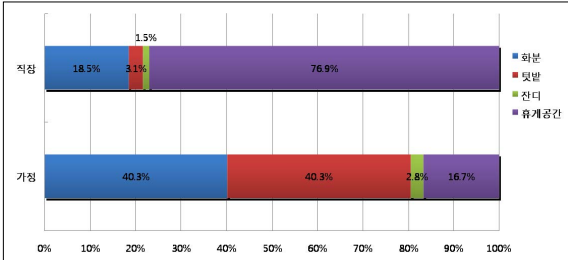


그림 5. 가정과 직장의 옥상녹화 형태

(3) 옥상녹화 장소의 식재 종류

옥상녹화 장소의 식재 종류에 대한 설문결과는 <표 8><그림 6>과 같이 나타났다.

표 8. 옥상녹화 장소의 식재 종류

구 분	명	%
화초류(야생화)	44	32.4
채소류	44	32.4
지피식물	35	25.7
관·교목류	54	39.7
과실수(석류나무, 대추나무 등)	14	10.3
기타	4	2.9
합계	195	143.4

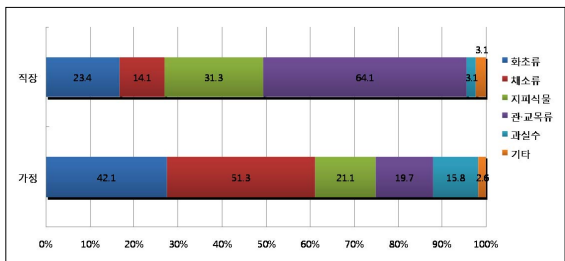


그림 6. 가정과 직장의 식재 종류

(4) 자신의 옥상녹화 장소 문제점

자신의 옥상녹화 장소 문제점에 대해 묻는 설문결과는 <표 9>과 같이 나타났다.

표 9. 옥상녹화 문제점

구 분	명	%
하중문제	30	22.6
방수문제	30	22.6
나뭇잎 등 쓰레기 처리문제	30	22.6
식물 등 녹지의 확충	17	12.8
휴게 공간(벤치, 파고라)의 정비	21	15.8
기타 시설물(조명, 쓰레기통)등의 개선	3	2.3
기타	2	1.5
합계	133	100.0

3) 옥상녹화의 개선방향에 대한 인식

(1) 시민들의 옥상녹화에 대한 의지

시민들의 옥상녹화에 대한 의지에 대한 설문결과는 <표 10>와 같다.

표 10. 대구시민의 옥상녹화 의지

구 분	명	%	
본인 부담시	있다	275	73.7
	없다	98	26.3
	합계	373	100.0
지원있을 시	있다	310	83.3
	없다	62	16.7
	합계	372	100.0

(2) 옥상녹화가 잘 이루어지지 않는 이유

옥상녹화가 잘 이루어지지 않는 이유에 대한 설문결과는 <표 11><그림 7>과 같이 나타났다.

표 11. 옥상녹화 제한사유

구 분	명	%
시민들의 관심 부족	88	23.7
비용과다	82	22.1
건물의 여건부족	98	26.4
시의 홍보부족	15	4.0
관리 및 위생문제	57	15.4
필요성을 느끼지 못함	30	8.1
기타	1	.3
합계	371	100.0

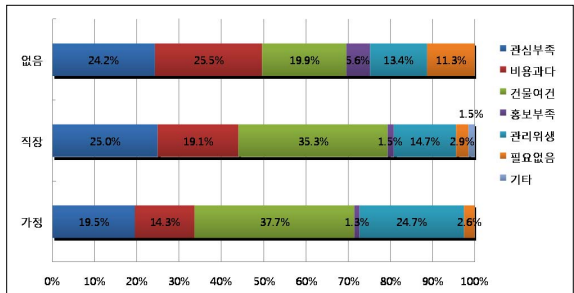


그림 7. 이용자 형태별 옥상녹화 제한사유

(3) 옥상녹화를 가장 먼저 시행해야 하는 장소

옥상녹화를 가장 먼저 시행해야 하는 장소에 대한 설문결과는 <표 12>과 같이 나타났다.

표 12. 옥상녹화 우선 시행 대상지

구 분	명	%
관공서 및 학교	189	50.9
대규모 상업시설	46	12.4
기차역 및 버스터미널	32	8.6
의료시설	42	11.3
개인주택	48	12.9
일반빌딩	12	3.2
기타	2	0.5
합계	371	100.0

(4) 옥상녹화 시 지자체의 지원형태

옥상녹화 시 지자체의 지원형태에 대한 설문결과는 <표 13><표 14>와 같이 나타났다.

표 13. 지자체 지원형태에 대한 의견

구 분	명	%
옥상녹화 재료 지원	153	41.6
보조금지원	144	39.1
설계지원	25	6.8
용자금 지원	8	2.2
관리정보 제공 지원	33	9.0
기타	5	1.4
합계	368	100.0

표 14. 재료지원 형태에 대한 의견

구 분	명	%
완벽한 방수 작업	181	49.6
식재를 위한 토양지원	63	17.3
다양한 옥상녹화 식물지원	111	30.4
기타	10	2.7
합계	365	100.0

4) 시민의식 조사 결과 소결

옥상녹화에 대한 대구시민들의 인식과 이용실태를 조사결과를 종합하면 다음과 같다.

첫째, 옥상녹화에 대한 활성화를 위해서는 시민들을 대상으로 옥상녹화를 알리는 홍보활동을 우선적으로 실시하여야 한다.

둘째, 옥상녹화 이용자들이 하중문제, 방수문제, 쓰레기처리 문제를 공통적으로 인식하고 있으므로 이에 대한 해결 방안 마련과 기술 및 관리정보 제공이 옥상녹화사업 활성화를 위해서 요구된다.

셋째, 공공기관 또는 공공건물에 시범적으로 옥상녹화를 조성하고, 개인 주택의 경우 희망자 신청을 받아서 우선적으로 옥상녹화를 조성하여야 할 것이다.

넷째, 시민들이 옥상녹화의 가장 기본적인 사항인 재료문제와 비용문제를 가장 중요하게 생각하므로 옥상녹화 활성화를 위해서 지원체계에 관한 법적·제도적 준비가 필요하다.

IV. 결론

현재 도시공간의 변화 양상을 살펴보면, 대형 건물의 증가, 지하철의 개발, 고가 도로 및 지하 공간 개발 등 인공구조물이 점점 증가하고 있는 추세에 있으며, 그것도 점차 대형화·다양화되어가고 있는 실정이다. 이러한 개발 형태는 자연녹지의 감소와 주택·공장·도로 등 아스팔트와 콘크리트로 인한 불투수면적의 증가로 도시의 열섬현상은 물론 지구 온난화를 가중시키기 마련이며, 이것은 인간생활로 이어지게 되고, 생활환경의 질을 열악하게 만들으로써 결국 인간의 삶의 질까지 저하시키는 원인으로 작용하게 된다.

현재 옥상녹화 등 인공지반 녹화와 관련한 많은 연구들이 환경부, 한국건설기술연구원, 한국주택공사, 서울특별시, 옥상녹화연구회, 인공지반녹화협회, 관련업체 등에 의해서 등에 의해서 다각적으로 진행 되어 왔으며, 일부 분야에서는 상당한 기술의 진보가 이루어졌다고 할 수 있다. 그러나 관련 분야의 기술적 발전과 관련 기관의 지원제도의 마련에도 불구하고 아직까지는 지방도시에서는 대중화되지 못한 것이 사실이며 녹화수준도 매우 낮은 실정이다.

본 연구는 이러한 배경을 바탕으로 옥상녹화 활성화 방안의 이론적 근거를 제시하고 옥상녹화 이용자들을 대상으로 문제점과 개선방안에 대한 의견을 수렴하여 옥상녹화 활성화를 위한 정책방향 수립의 기초자료의

활용을 목표로 하고 있으며, 이를 위해 옥상녹화 모의실험과 대구시민을 대상으로 옥상녹화에 대한 인식과 이용실태를 조사하였다.

옥상녹화의 온도저감 효과를 알아보기 위한 모의실험에서 옥상녹화를 실시한 실험구에서 온도저감 효과를 확인할 수 있었다. 옥상녹화시 옥상에 녹화를 하였을 경우 건물내 온도저감 효과가 나타났으며, 이중에 혼합초등의 지피식물을 이용한 녹화방법이 기온저감에 가장 효과적이라는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 옥상녹화는 미기후완화, 온도저감과 함께 열유량을 낮추어주는 단열재의 역할을 함으로써 건물내부의 온도까지 낮추어 줄 수 있으며 이것은 단위 건물의 에너지 소비감소로 이어질 수 있을 것으로 판단되며, 옥상녹화시 여름철 건물 내부 온도를 1~2℃가량 저감할 수 있을 것으로 나타났다. 그리고 지피식물을 이용한 옥상녹화를 장려한다면 옥상녹화로 인한 온도저감효과를 증대시킬 수 있을 것이다.

옥상녹화에 대한 대구시민들의 인식과 이용실태를 조사결과를 종합하여 옥상녹화의 활성화 방안을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 옥상녹화를 활성화하기 위해서 가장 정비되어야 할 사항으로 먼저 옥상녹화 관련제도의 정비를 들 수 있다. 이를 위해 옥상녹화시 건물의 규모와 용도에 따라 다양하게 적용될 수 있도록 고려하여야 하며, 공공건축물의 경우 옥상 규모가 크고 옥상녹화 규모가 넓으며 다양하고 많은 시민들이 이용할 수 있다는 장점이 있어 옥상녹화에 따른 파급효과가 클 것으로 판단이 되어 옥상녹화 지원에 대한 명확한 규정을 정하고 옥상녹화 실험 결과 건물의 온도저감에 가장 효과적인 것으로 확인된 지피식물의 지원을 통하여 옥상의 규모가 넓은 공공건물의 녹화면적을 높일 수 있을 것이다. 그리고 가정주택의 옥상녹화는 우선 텃밭의 조성을 통하여 시민들의 옥상녹화 참여를 유도하고 화분 및 플랜트형태의 옥상녹화 지원과 옥상녹화시 누수문제를 예방할 수 있는 방수에 관한 기술적 지원 또한 있어야 할 것이다.

둘째, 옥상녹화의 활성화를 위해서는 시민의 적극적이고 자발적인 참여가 이루어져야 한다. 이를 위해서 시민참여 유도를 위한 시범사업 실시 및 다양한 매체를 통한 효과적인 홍보가 필요하다.

셋째, 옥상녹화를 시행할 수 있는 구체화된 옥상녹화 추진절차의 정비와 이를 관리 감독할 수 있는 전문부서의 정비 그리고 옥상녹화 시행 후 지속적인 사후관리가 필요하다.

참고문헌

1. 권전오, 김용훈(2007), 생태도시 조성을 위한 옥상녹화 활성화방안, 인천발전연구원.
2. 김기형(2008), 대도시의 옥상조경실태와 개선방안에 관한 연구, 영남대학교 대학원 석사논문.
3. 김수봉(2006), 대구시 대기환경 개선을 위한 녹지축 구축 및 옥상녹화사업 활성화 방안 연구, 대구지역환경기술개발센터.
4. 김수봉(2007) 대구지역 대기환경 개선을 위한 인공지반 및 옥상녹화의 도시환경 개선효과에 대한 정량적 평가에 관한 연구, 대구지역환경기술개발센터.
5. 박기원(2006) 옥상녹화의 개선방안에 관한 연구, 공국대학교 대학원 석사논문.
6. 박찬필, 고천수문(古川修文)(2004), 옥상녹화에 따른 콘크리트 건축물의 열환경 개선효과, 한국환경복원녹화기술학회지, Vol.7, No.1, 1-9.
7. 오승환(2006), 지관리 경량형 옥사녹화의 온도저감효과 분석, 서울대학교 석사학위논문.
8. 장중근(2004), 도심의 공원녹지 확충을 위한 옥상녹화의 환경 및 경제적 효과 분석, 계명대학교 석사학위논문.