韓國環境復元綠化技術學會誌 8(6) : 45～58(2005)
J. Korean Env. Res. & Reveg. Tech. 8(6) : 45～58(2005)

옥상녹화 조성지역의 현황평가 및 이용객 만족도 연구*

이동근[1] · 윤소원[2] · 오승환[3] · 장성완[4]

[1] 서울대학교 조경 · 지역시스템공학부 · [2] 서울대학교 농업생명과학연구원
[3] 서울대학교 대학원 석사과정 · [4] 에코앤바이오 (주)

The Evaluation of Present Condition and Visitors Satisfaction of Rooftop Greening*

Lee, Dong-Kun[1] · Yoon, So-Won[2] · Oh, Seung-Hwan[3] and Jang, Seong-Wan[4]

[1] Department of Landscape Architecture, Seoul National University,
[2] Research Institute for Agriculture and Life Science, Seoul National University,
[3] Graduate School, Seoul National University, [4] Eco & Bio Corporation.

ABSTRACT

The objective of this study is to the integrated evaluation of the present condition and satisfaction of visitors of rooftop greening area using quantitative and qualitative method. The thirteen green roofs were selected to investigate environmental variables as like building structure, soil, water, atmosphere and climate environment and questionnaire survey for investigate the satisfaction of visitors was conducted.

The results of this study are as follows : remove of the hazardous inflow of species, install rain water recycling facility, install outdoor unit of air condition where not to affect plants in green roof, install safety facilities in the case of making resting place, plant variable vegetation and so on. The result of questionnaire survey are that visitors want to make more comfortable resting space. The more bigger the resting space and privacy, the more satisfaction of visitor became high. In conclusion, green roofs implementation should be considered reduction of temperature and delay of runoff, insulation effect and ecological restoration as well as rooftop greening is focused on the development of resting space nowadays.

Key Words : *Rooftop greening, Seoul, Pusan, Questionnaire Survey, Present Condition Evaluation.*

---

* 본 연구는 2005년도 차세대 핵심환경기술개발사업의 연구비 지원에 의해 수행되었음.
Corresponding author : Yoon, So-Won, Research Institute for Agriculture and Life Science, Seoul National University, Tel : +82-2-880-4885, E-mail : swyoun@dreamwiz.com

I. 서 론

도시 환경오염의 악화에 따라 옥상녹화는 도시내 녹지 보완, 도시열섬현상 완화, 우수유출완화를 위한 중요한 대안으로 인식되고 있으며 그에 대한 연구가 지속적으로 진행되고 있다. 즉, 옥상녹화를 통한 생태계 재생 및 복원 효과 및 동물종 서식처 기능, 생물다양성 증가 기능에 관한 연구(Cravens, 2004; Moyer, 2005; Lund holm, 2005; Coffman & Davis, 2005), 온도저감 및 도시열섬완화 효과, 온도 시뮬레이션, 열 유동량에 관한 연구(Theodosiou, 2003; Papadakis et al., 2001; Niachou et al, 2001; Wong et al, 2003; Moyer, 2005; Miler & Liptan, 2005; Liu & Minor, 2005; Yok Tan & Sia, 2005; Connelly & Liu, 2005), 우수유출완화효과에 관한 연구(Johnston et al, 2004; Lando, 2004; Moran, 2004; Mentens et al, 2005; Miler & Liptan, 2005; Lundberg, 2004; Connelly & Liu, 2005), 옥상녹화에 대한 주민 인식 및 요구에 관한 연구(Belinda Yuen & Wong Nyuk Hien, 2004) 등이 이루어지고 있다.

그리고 옥상녹화를 체계적으로 실시하려고 하는 움직임도 최근 높아지고 있다. 서울시는 2002년 1월 5일 서울특별시의회에서 의결된 서울특별시녹지보전및녹화추진에관한조례에 따라 옥상녹화시 지원을 50%까지 해주고 있는데 그 결과 2005년 기준으로 249개소 69,184㎡의 옥상녹화 면적 중 82%에 해당하는 201개소가 2002년 이후에 조성되었다(서울시 주요시정 보도자료, 2005).

또한, 서울시는 쾌적한 도시생활환경을 만들기 위해 옥상녹화 등을 유도하는 생태면적율을 도시계획 조례 개정을 통해 추진하려고 계획하고 있다. 그러나 아직까지 우리나라의 경우는 옥상녹화면적의 일부분을 지상녹지면적으로 산입하여 줌으로 인해 오히려 옥상녹화가 지상녹화면적의 확보를 줄이고 그 부족분을 채워주는 역할로 악용되고 있는 문제점이 아직까지 한계점으로 지적되고 있다(이은희, 2004).

우리나라에서는 앞에서 서술한 바와 같이 옥상녹화가 일부 실시되고 있으나 외국에 비해 아직 초기 단계이기 때문에 조성과 함께 조성 후 변화에 관한 모니터링이 실시되어 향후 조성될 옥상녹화에 기초자료로 사용되도록 하여야 하나 지속적으로 모니터링을 실시하는 곳은 서울시청 초록뜰과 유네스코 회관 작은 누리 등 몇 군데 되지 않는다.

따라서 본 연구의 목적은 기 조성된 옥상녹화 조성지역의 환경현황 및 이용객의 만족도를 평가함으로써 향후 적절한 옥상녹화 조성방향 설정에 기초 자료로 사용하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상지

본 연구의 조사분석 대상은 기 조성된 옥상녹화 지역 중 대표적인 녹화지역을 분석대상으로 하였다. 대상지역은 지역별로 기후환경과 건축환경등이 다르다는 전제하에 중부지역의 서울시와 남부지역의 부산시에 위치한 옥상녹화지역을 선정하였다. 선정시에는 옥상녹화 유형인 경량형[1], 혼합형[2], 중량형[3]((사)인공지반녹화협회, 2003) 등의 형태에 따라 옥상녹화의 조성 상태가 달라지며 주변토지이용에 따라 옥상녹화의 효과가 틀려질 것으로 예상된다. 이에 따라 위치, 형태, 토지이용을 고려하여 지역적으로 고른 분포를 이루도록 하여 13곳을 선정하였다.

2. 연구 내용 및 방법

조사내용 중 일반현황조사 및 세부현황조사는

1) 경량형 : 토양심도 10cm이내. 무관수, 무관리. 이끼류, 세덤, 잔디, 허브식물 식재.
2) 혼합형 : 토양심도 10~30cm정도. 저관리(관수, 제초). 잔디, 세덤, 초본류, 관목 식재.
3) 중량형 : 토양심도 10~50cm정도. 집약적 관리(관수, 제초, 시비 등). 잔디, 세덤, 초본류, 관목, 교목 식재.

표 1. 옥상녹화 조사 대상지.

장소 이름	위 치	형 태	주변토지이용	조성년도
서울시청 서소문 별관	서울시 중구	경량형	상업	2001
인공폭포 관리사무소	서울시 은평구	경량형	녹지	1998
고려대 법대 신관	서울시 성북구	혼합형	녹지	2005
안성기계공구상가	서울시 구로구	혼합형	공업	2002
샛강생태공원 방문자센터	서울시 영등포구	경량형	녹지	2000
벧엘유치원	서울시 성동구	중량형	주택	2002
유네스코회관	서울시 중구	중량형	상업	2002
현대고등학교	서울시 강남구	혼합형	주택	2004
세광교회	서울시 송파구	혼합형	주택	2003
종로엠학원	서울시 양천구	혼합형	상업	2003
동래구 복산동사무소	부산시 동래구	혼합형	주택	2001
부산시 북구청	부산시 북구	혼합형	상업	2002
부산대 부설어린이집	부산시 금정구	중량형	주택	2002

관련문헌 및 전문가 설문지를 통해 중요 항목을 도출해 내었다. 또한 현황조사에서 도출이 어려운 항목은 설문지조사를 통하여 실시하였으며 세부현황에 대한 이용객의 만족도를 조사하였다. 일반현황조사는 대상지의 조성일자, 위치, 목적, 주변토지이용, 녹화높이, 식재밀도 등이 포함된다. 세부현황조사는 기후환경, 건축 및 구조환경, 토양환경, 자연환경, 수환경, 대기환경, 경제적

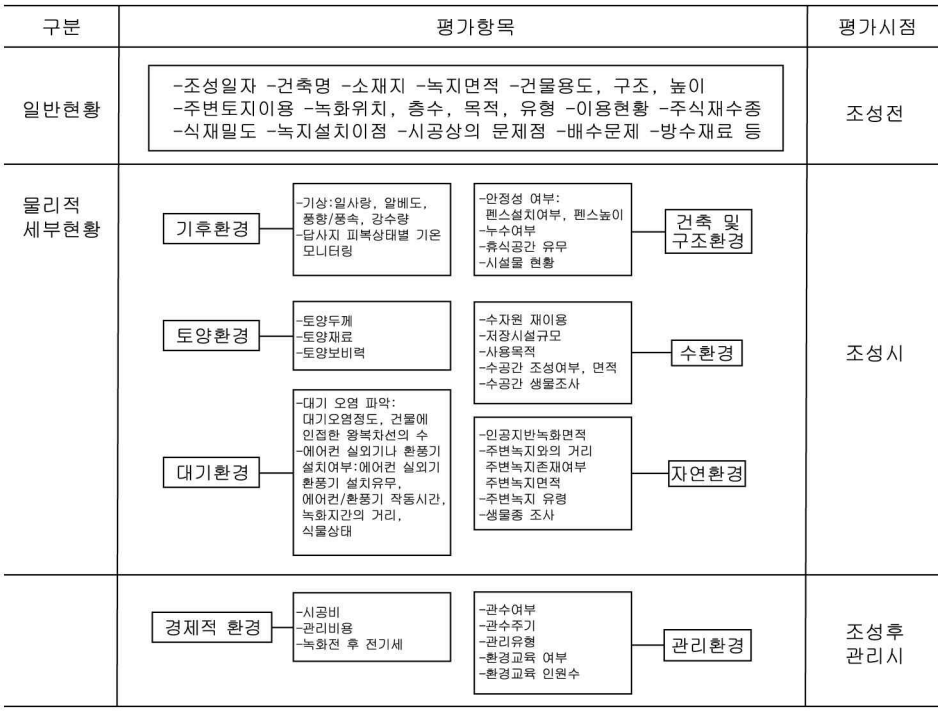

그림 1. 현황조사 구조도.

그림 2. WS-16 설치모습.

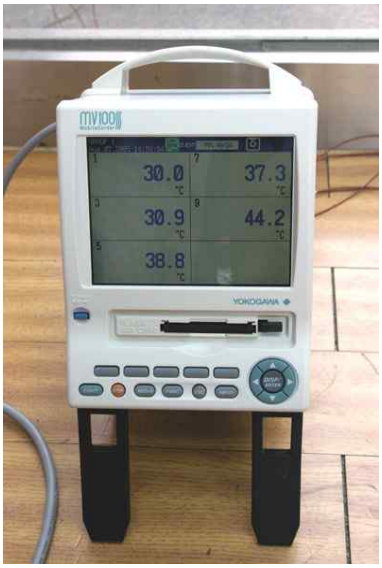

그림 3. MV112 설치모습.

환경을 조사하였다(그림 1).

물리적 세부현황 평가항목은 크게 기후환경, 건축 및 구조환경, 토양환경, 수환경, 대기환경, 자연환경, 경제적 환경으로 구분하였다. 이러한 평가항목은 조성전, 조성시, 조성후 평가항목으로 구분하였다. 조성시 평가항목은 기후환경, 토양, 건축 및 구조, 수환경, 대기, 자연환경이, 조성 후 평가항목에는 경제적 환경 및 관리환경이 포함된다.

대상지의 기후환경과 온도 데이터는 기상측정장치(WS-16)(그림 2)를 사용하여 온·습도, 풍향, 풍속, 강수량, 일사량, 알베도를 측정하였다. 또한 온도측정기(MV112)(그림 3)로 잔디, 초화류, 세덤류, 관목류, 교목류의 토양 표면, 토양 속의 온도와 이동로 침목, 데크, 점토벽돌, 콘크리트, 펜스, 철제구조물, 퍼골라, 실외기 앞, 그늘유무에 따른 온도 등 옥상녹화를 구성하는 각각의 구성물질의 표면온도를 측정하여 데이터를 수집하였다. 답사지의 식물종 조사는 조사자들이 직접 육안으로 관찰하여 야장에 시설물과 경계, 수종을 기입하였다. 주변 상황과 녹화지내의 식재종과 유입종 구조 등은 디지털 사진으로 기록하였다.

야장 목록 중 건축 및 구조환경, 토양환경, 수환경, 대기환경, 자연환경은 답사시 조사자의 관찰에 의해 자료를 구축하였고 그 이외의 자료는 관리자와의 면담에 의해 작성하였다.

기간은 8월 2일부터 9월 10일에 걸쳐서 실시하였으며, 10시부터 15시까지 기상과 온도를 측정하였고 야장작성과 촬영, 이용객 설문조사를 병행하였다. 설문조사 방식은 옥상녹화지를 방문한 이용객을 대상으로 일대일 인터뷰 형식을 취하였다. 설문지는 옥상녹화에 대한 일반적 인식도 및 만족도로 구성되어 있으며, 5단계 리커드 척도로 만족도를 평가하였다.

설문조사는 각각의 대상지에서 실행하였으나 설문지 유의성을 검증할 수 있도록 설문 대상자가 20명을 넘는 대상지는 고려대 법대 신관, 복산동사무소, 부산 북구청, 종로엠학원으로 본 연구에서는 이 4지역을 대상으로 빈도, 분산, 회귀분석을 실시하였고 경량, 중량, 혼합형별 만족도 평가를 실시하였다. 설문지 분석은 SPSS 12.0을 사용하였다.

표 2. 일반 현황평가.

장소 이름	녹지면적	건물용도	녹화목적/이용현황	녹화유형	지주설치	시공상의 문제점
서울시청 서소문 별관	300㎡	관공서	환경교육, 휴식공간	경량형	-	하중문제
구파발역 인공폭포 관리사무소	40㎡	관공서	인공지반녹화 홍보/미이용	경량형	-	-
고려대 법대 신관	562㎡	교육용	휴식공간	혼합형	삼발이, 연결형지주	시공비문제
안성기계공구상가	1806㎡	상업용	휴식공간	혼합형	-	하중문제
샛강생태공원 방문자센터	141㎡	관공서	인공지반녹화 홍보/미이용	경량형	-	-
벧엘유치원	433㎡	교육용	환경교육, 휴식공간	중량형	삼각지주	-
유네스코회관	628㎡	상업용	환경교육	중량형	삼발이지주	방수문제
현대고등학교	1500㎡	교육용	미관향상/공원	혼합형	-	시공비문제
세광교회	200㎡	교 회	휴식공간	혼합형	-	방수문제
종로엠학원	700㎡	교육용	휴식공간	혼합형	일각, 연결형, 삼각지주	-
동래구 복산동사무소	80㎡	관공서	미기후 완화/미이용	혼합형	-	-
부산시 북구청	172㎡	관공서	휴식공간	혼합형	이각지주	방수문제
부산대 부설어린이집	344㎡	교육용	환경교육	중량형	삼발이, 연결형지주	-

III. 결과 및 고찰

1. 옥상녹화의 일반현황평가

녹화목적은 휴식공간과 환경교육을 위하여 조성한 경우가 대부분이었다. 동래구 복산동사무소처럼 미기후완화용으로 녹화된 곳도 있었다. 건물의 용도는 각각 관공서가 38.5%, 교육시설이 38.5%로 현재까지는 일반 상업공간에 조성되기보다는 지자체의 관공서와 교육기관을 위주로 조성되고 있는 것을 알 수 있었다. 그러므로 향후에는 녹지가 부족한 공업지역과 상업지역에도 보다 적극적인 옥상녹화의 도입과 홍보가 이루어져야 할 필요성이 있는 것으로 사료된다. 건물구조는 목조인 여의도 샛강 생태공원 방문자센터를 제외하고는 모든 건물이 철근콘크리트 구조였다. 목조건물이라도 단층의 건물이라면 하중의 문제가 없는 경량형 옥상녹화를 통해 옥상녹화의 시공상의 문제점을 해결할 수 있을 것으로 보여 진다. 또한 시공상의 문제점으로는 대부분 없다고 답하였으나 문제점이 있는 경우 방수문제, 하중과 시공비 문제 등이 있었다.

2. 옥상녹화의 세부현황평가

1) 건축 및 구조환경

구파발역 인공폭포 관리사무소와 여의도 샛강 생태공원 방문자센터는 이용할 수 없는 곳에 조성이 되어 있기 때문에 펜스가 필요치 않았으나 다른 곳은 펜스 설치 필요가 없을 정도 외벽이 펜스를 설치한 곳만큼 높았다. 안성기계공구상가의 펜스는 1m로 가장 낮았지만 펜스와 외벽이 1m 정도 떨어져 있어 안정성에는 문제가 없었다. 부산대 부설어린이집은 펜스의 높이가 1.6m로 가장 높았으며 일반적으로 1.4m의 높이를 보였다. 조사결과 대부분의 옥상녹화가 이용객을 대상으로 개방되어 있으므로 안전에 각별한 주의를 해야할 것으로 조사되었다.

표 3. 건축 및 구조환경 조사표.

장소 이름	펜스높이	시설물 현황
서울시청 서소문 별관	1.35m	데크 산책로
구파발역 인공폭포 관리사무소	-	식재지역
고려대 법대 신관	1.1m	퍼골라 2개소, 벤치 15개, 휴지통 2개, 조명시설 5개, 소화기 4개, CCTV 2개, 스프링쿨러
안성기계공구상가	1m	퍼골라 2개소, 벤치 16개, 휴지통 8개, 조명시설, 커피자판기 1개
샛강생태공원 방문자센터	-	식재지역
벧엘유치원	1.5m	퍼골라 1개소, 벤치 8개, 조명시설 18개, 우수저장탱크 1개, 수돗가
유네스코회관	1.4m	퍼골라 1개소, 벤치 6개
현대고등학교	-	데크 산책로
세광교회	1.4m	퍼골라 1개소, 벤치 5개, 태양열조명 2개, 인조석FRP 1개, 플라스틱테이블 2개, 플라스틱의자 7개
종로엠학원	1.5m	퍼골라 3개소, 벤치 6개소, 조명시설 3개, 스피커 2개, CCTV 2개
동래구 복산동사무소	-	식재지역
부산시 북구청	-	퍼골라 2개소, 벤치 6개, 휴지통 2개, 스피커 2개-음악방송용
부산대 부설어린이집	1.6m	반원형 퍼골라 벤치 1개소

조사지역 중 3지역을 제외한 모든 지역에 휴식공간이 조성되어 있었다. 휴식공간에는 퍼골라 1~3개소, 벤치 5~16개가 설치되어 있었다. 특히 고려대학교 법대 신관에는 소화기 4개, CCTV 2개, 비상벨 2개가 설치되어 있고, 부산 북구청 별관에는 음악방송용 스피커 2개가 설치되어 있다. 종로엠학원에는 스피커 2개와 CCTV 2개가 설치되어 있었다. 고려대학교의 안전을 고려한 시설물 배치와 부산 북구청의 이용객을 고려한 음악방송용 스피커는 옥상녹화의 휴식공간으로서의 기능을 강조하는 시설물이라 할 수 있다.

2) 토양환경

경량형의 토양 두께는 약 10cm정도였고 혼합형의 토양 두께는 10~20cm 정도였으며 중량형의 토양은 10cm~50cm정도였다. 혼합형과 중량형이라도 잔디나 초화류 세덤을 심은 곳은 토양 두께가 대부분 10cm 이하였다. 경량형은 토양으로 주로 화산석을 사용하고 있다. 혼합형은 펄라이트와 화산석 멀칭을 주로 사용하고 있었다. 중량형은 주로 펄라이트를 밑에 깔고 그 위에 화산석이나 부식토 내지 일반 흙을 부설하여 사용하고 있었다. 대다수의 옥상에서 펄라이트를 많이 사용하고 있으나 식물에게 필요한 영양분의 공급이 원활하지 않고 바람에 의해 유실되는 등 펄라이트가 가지는 단점을 보완할 수 있는 다양한 토양을 개발하고 적절하게 사용하는 것이 필요한 것으로 분석되었다.

3) 수환경

수자원의 재이용은 벧엘유치원, 유네스코회관, 부산대 부설어린이집에서만 찾아 볼 수 있었다. 벧엘유치원에는 우수저장탱크 1개소가 있었으며 관수와 유치원생 교육용으로 사용하고 있다. 부산대 부설어린이집에도 벧엘유치원과 마찬가지로 우수저장탱크 1개소가 있으며 관수와 유치원생 교육용으로 사용하고 있었다. 유네스코회관에서는 1000리터 정도의 수자원재이용시설이 있었

표 4. 토양환경 조사표.

장소 이름	토양두께	토양재료	관수주기
서울시청 서소문 별관	10cm	펄라이트+화산석	무관수
구파발역 인공폭포 관리사무소	약 15cm	화산석	무관수
고려대 법대 신관	25~30cm	인공경량토+화산석멀칭	하루 2번(8시반, 17시반)
안성기계공구상가	약 10cm	펄라이트+화산석	여름(매일), 겨울(무관수)
샛강생태공원 방문자센터	약 10cm	화산석	무관수
벧엘유치원	10~40cm	펄라이트+일반토양(사질)	주 1회
유네스코회관	평균 40cm	펄라이트	월 9회 이상
현대고등학교	10~20cm	펄라이트+화산석	월 1~4회
세광교회	10~20cm	작은자갈+부식토	월 4~8회
종로엠학원	약 10cm	펄라이트+나무껍질멀칭	주 1~2회
동래구 복산동사무소	5~20cm	일반토양	수동관수
부산시 북구청	10~20cm	일반토양	한달에 1~2회
부산대 부설어린이집	10~20cm	펄라이트+일반토양	주 1~2회

는데 관수, 습지보충수, 환경교육용으로 사용하고 있었다. 옥상녹화 만으로도 우수유출량을 줄여주는 효과를 가져오지만 우수저장탱크를 만들어 관수나 습지보충수로 사용하는 것은 우수유출뿐만 아니라 우수재이용을 통한 물절약효과도 얻을 수 있으므로 옥상녹화시 권장할 만한 시설물이라 하겠다.

수공간은 서울시청 서소문 별관에 약 7㎡ 크기의 수공간 2개소, 고려대학교 법대 신관에 3㎡ 크기의 기둥벽천 1개소, 벧엘유치원에 약 30㎡ 크기의 습지, 유네스코회관에 약 20㎡ 크기의 습지, 부산대 부설어린이집에 약 30㎡의 습지, 종로엠학원에 약 9㎡의 연못 1개소가 조성되어 있었다. 옥상녹화시 습지를 설치하면 다양한 동·

표 5. 수환경 조사표.

장소 이름	수자원이용시설	수공간
서울시청 서소문 별관	-	약 8㎡ 2개소
구파발역 인공폭포 관리사무소	-	-
고려대 법대 신관	-	3㎡
안성기계공구상가	-	-
샛강생태공원 방문자센터	-	-
벧엘유치원	우수저장탱크 1개소(관수, 교육용)	약 40㎡(습지)
유네스코회관	우수저장탱크 1개소(관수, 숩지보충수, 환경교육용)	약 20㎡
현대고등학교	-	-
세광교회	-	-
종로엠학원	-	9㎡
동래구 복산동사무소	-	-
부산시 북구청	-	-
부산대 부설어린이집	우수저장탱크 1개소(관수, 교육용)	약 40㎡(습지)

표 6. 대기환경 조사표.

장소 이름	건물에 인접한 왕복 차선의 수	에어컨 실외기 작동시간/ 녹화지와의 거리	환풍기 작동시간/ 녹화지와의 거리
서울시청 서소문 별관	일방통행 1차선	9~18시/0m	9~18시/0m
구파발역 인공폭포 관리사무소	왕복 6차선	12~15시/0m	-
고려대 법대 신관	왕복 2차선	-	-
안성기계공구상가	왕복 6차선	-	-
샛강생태공원 방문자센터	왕복 3차선	-	-
벧엘유치원	왕복 2차선	-	-
유네스코회관	일방통행 1차선	10~18시/수직 3.5m	-
현대고등학교	왕복 6차선	10~15시/약 수직 4m	-
세광교회	왕복 4차선	-/0m	-
종로엠학원	왕복 8차선	-	-/5m
동래구 복산동사무소	왕복 2차선 교차로	-/1m	-
부산시 북구청	왕복 2차선	-	-
부산대 부설어린이집	왕복 2차선	-/0m	-/0m

식물종이 서식할 수 있는 비오톱으로서의 기능을 강화할 수 있으며 이를 통한 교육효과도 높일 것으로 사료되었다.

4) 대기환경

에어컨이 설치되어 있는 곳의 에어컨 작동시간은 일반적으로 9시에서 18시 사이였고 대부분 실외기와 녹화공간의 구분이 없고 직접 접촉하는 경우가 대부분이었다. 에어컨 실외기에 의해 영향을 받는 식물의 상태는 보통 불량하여 고사식물이 많거나 다른 곳보다 피도가 낮게 나타났다. 환풍기는 서울시청 서소문 별관과 부산대 부설어린이집에 설치되어 있었으며 사용시간은 9시에서 18시 사이였고 환풍기에 녹화공간이 직접 노출되어 있었다. 환풍기의 영향을 받는 식물은 양호한 상태인 것으로 나타났다.

에어컨 실외기는 모든 곳에서 식물에 부정적인 영향을 주고 있었기 때문에 옥상녹화시 에어컨 실외기를 녹화지와 멀리 위치하게 하거나 실외기에서 나오는 바람의 방향을 녹화지 쪽으로 향하지 않게 처리할 필요가 있는 것으로 분석되었다. 환풍기는 식물에 적은 영향을 끼치지만 에어컨 실외기와 마찬가지로 녹화지 쪽으로 바람의 방향이 향하지 않게 조절하는 것이 필요하다고 분석되었다.

5) 자연환경

식재종으로 경량형은 주로 세덤, 잔디, 초화류를 많이 사용하고 있었으며 혼합형은 세덤, 잔디, 초화류 외에 연산홍, 회양목, 사철나무, 배롱나무, 광나무, 조팝나무, 피라칸사 등의 관목을 사용하고 있었고 중량형은 그 외에도 석류, 단풍나무, 자귀나무, 백목련, 중국단풍 등의 교목을 추가적으로 식재하였다. 유입종으로는 사초과, 벼과의 초본류가 많았으며 바랭이, 방동사니, 수크렁, 강아지풀, 달맞이꽃, 돌콩, 차풀, 망초, 괭이밥 등의 종이 많이 발견되었다. 유입종 중 교 · 관목류로는 가중나무, 오동나무, 느티나무 등이 발견되었다. 생장 속도가 빠른 돌콩, 괭이밥 등의 유입종은 기존의 식생을 덮어버려 관리를 해 줄 필요가 있었다.

유네스코의 경우 이입식물의 귀화종 모니터링 결과 국화가가 18종, 벼과, 마디풀과, 각 6종, 콩과 4종, 바늘꽃과 3종, 나머지14과는 각 1종씩 총

56종으로 나타났다. 대상지의 총 귀화율은 66%이며 전이공간은 75%, 완충공간은 63%, 핵심공간은 76%로 나타났다. 귀화종의 대부분이 초본류인데 이는 식물의 성장이 기존 토지에 비해 상대적으로 불리한 환경이라 볼 수 있다. 또한 이용자의 출입이 적은 핵심공간이 76%의 높은 귀화율을 보이는 것은 상대적으로 이입종의 수가 26종으로 다른 공간보다 적기 때문이다(김현규 등, 2005).

주변녹지에 있어 서울시청 서소문 별관은 20m 이내에 공원녹지인 덕수궁이, 구파발역 인공폭포 관리사무소는 1m 이내에 산림인 북한산자락이, 고려대학교 법대 신관은 30m 이내에 산림인 개운산이, 여의도 샛강생태공원 방문자센터는 1~2m 이내에 공원녹지인 생태공원이, 벧엘유치원은 10m 이내에 산림이, 부산대 부설어린이집은 100m 이내에 산림인 금정산과 학교녹지인 부산대가 위치해 있었다. 옥상녹화는 이런 주변의 녹지들과 연계되어 징검다리(Stepping Stone)의 역할을 할 수 있을 것으로 기대되었다.

6) 사회·경제적 환경

벧엘유치원의 80만원/월 관리비를 제외한 모든 곳에서 특별히 관리를 위해 사용하는 금액은 없는 것으로 나타났다. 혼합형과 중량형 조성지는 대부분이 집약적 관리로서 관수와 시비를 모두 실시하고 있었다.

서울시청 서소문 별관은 년간 500명, 벧엘유치원은 유치원생을 상대로 년간 300명, 유네스코회관은 년간 400명이 방문하고 환경교육을 받고 있었다. 옥상녹화지에서의 환경교육 실시는 자연을 접하기 힘든 도시민들에게 가까운 곳에 조성된 옥상녹화를 통하여 자연을 보고 느낌으로써 자연에 대한 소중함을 일깨워 줄 수 있는 방법일 수 있다.

7) 기후환경

관목토양속과 세덤토양속은 항상 일반기온과 다른 모든 측정기온보다 낮았다. 토양표면이 거의 항상 토양속보다 높은 온도를 보였으며 옥상녹화 구성 요소 중 금속과 침목, 콘크리트 옥상표면이 점토벽돌과 같은 다른 구성 요소보다 일반적으로 높은 온도를 보였다.

측정 요소별로 온도적 특성이 가장 잘 측정된 안성기계공구상가와 여의도 샛강생태공원 방문자센터의 측정치를 위주로 하여 기후환경 조사 및 분석결과를 예시하면 다음(그림 4, 5)와 같다.

안성기계공구상가 '하늘뜰'의 데이터를 분석해 보면 낮 12시를 기점으로 일반기온보다 잔디토양표면과 잔디토양속 온도는 더 높았으며 10시부터 15시까지 관목토양표면과 관목토양속은 일반기온보다 항상 낮았고 잔디가 심어진 곳의 5cm 그리고 관목이 심어진 곳의 20cm내외의 토양 깊이의 차이와 식생에 의한 음지와 양지의 차이에 의해 온도의 차이가 났다. 토양의 깊이가 깊을수록 그리고 양지보다 음지에서 온도의 변화폭이 작게 나타났으며 토양의 온도를 제외한 이동로침목, 퍼골라 밑 데크, 콘크리트바닥, 점토벽돌은 일반기온과 비교했을 때 퍼골라의 그늘에 들어가 있는 데크의 기온이 항상 일반기온보다 낮게 나타났고 침목의 온도가 항상 제일 높게 나타났다. 모두 양지에 있었던 침목, 콘크리트바닥, 점토벽돌은 일반기온보다 온도가 항상 높게 나타났으며 점토벽돌이 그 중에서 가장 낮은 온도를 보여주었다.

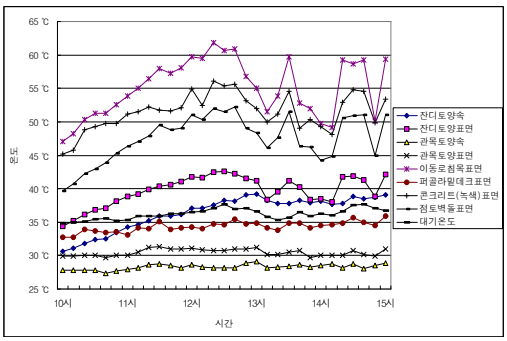

그림 4. 안성기계공구상가 '하늘뜰' 온도 비교표.

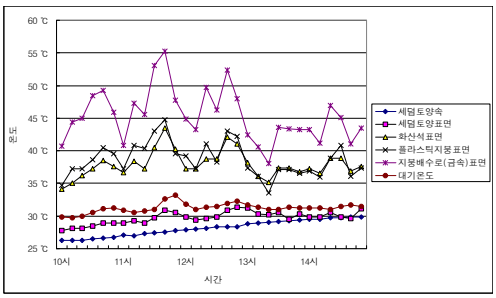

그림 5. 여의도 샛강생태공원 온도비교표.

결과적으로 옥상에 조성된 토양과 식생에 의해 확실한 온도 저감효과를 가져올 수 있으며 토양의 깊이와 식생의 다양성에 따라 더욱 높은 온도 저감효과를 기대할 수 있는 것으로 분석되었다.

여의도 샛강생태공원 방문자센터의 데이터를 분석해 보면 세덤토양표면과 세덤토양속 온도는 대기온도보다 항상 낮게 나타났다. 지붕배수로의 금속표면이 가장 높게 나타났으며 그다음으로 플라스틱지붕표면, 화산석표면의 순으로 온도가 높았다. 검은 화산석 표면온도는 대기온도보다 항상 높았으며 플라스틱지붕표면과 비슷한 온도를 나타내었다. 화산석 부설만으로는 온도 저감효과를 가져올 수 없으나 식생에 돌나물, 기린초 등의 식생에 따라 온도저감효과를 가져올 수 있었다.

3. 이용객 설문조사에 기초한 세부환경평가

1) 이용현황 일반평가

방문이유는 휴식을 위함이라는 대답이 가장 많았으며, 녹화지를 알게 된 이유는 본 건물을 사용하고 있기 때문이라는 대답이 가장 많았다. 녹화지와 집과의 거리는 도보로 이용할 수 있는 정도라는 대답이 가장 많았으며, 이용시간은 대부분 오후였다. 방문횟수는 대부분 다섯 번 이상이 넘었으며, 동반자로는 직장동료가 가장 많았다. 다른 옥상녹화지 방문 경험은 거의 없는 것으로 나타났다.

2) 대상지 개선 요구 분석

앞으로 조성될 옥상녹화지에 대한 개선점에 관한 설문에서 1순위로 고려해야할 개선점만을 추출하여 빈도분석을 실시하였다. 고려대 법대 신관 40%, 복산동사무소 65%, 부산 북구청 62.1%, 종로엠학원 52.4%가 모두 휴게공간의 조성을 가장 원하였다. 그 다음으로는 고려대 법대 신관 35%, 복산동사무소 20%, 부산 북구청 24.1%, 종로엠학원 9.5%로 녹지공간의 확보의 개선을 원하고 있었다. 기타 개선점으로 조성 후 홍보, 대기오염 완화를 위한 조성, 도시열섬현상 완화를 위한 조성, 프라이버시 문제 해결 등이 있었다(표 7).

표 7. 개선 요구 빈도분석.

	휴게공간의 조성	녹지공간 확보
고려대 법대 신관	40%	35%
복산동사무소	65%	20%
부산 북구청	62.1%	24.1%
종로엠학원	52.4%	9.5%

표 8. 옥상녹화지 만족도평가항목 분산분석.

항 목	평 균 값				분산분석			
	북구청	복산동	고려대	종로엠	제곱합	자유도	F	유의확률
옥상녹화 만족도	67.24	65.00	82.50	77.38	4427.237	3	6.998	0.001
휴게공간의 적절성	68.10	57.50	78.75	78.57	6275.640	3	7.001	0.001
주변 경관과의 조화성	61.21	58.75	77.50	69.04	4556.428	3	6.670	0.001
프라이버시 문제해결	50.86	56.25	66.25	55.95	2828.099	3	3.320	0.024
옥상녹화지로의 접근성	66.37	55.00	57.50	73.80	4636.323	3	4.178	0.008

표 9. 회귀분석 결과표.

고려대 법대 신관			부산 북구청			복산동사무소			종로엠학원		
문항 내용	회귀 계수	표준 편차	문항 내용	회귀 계수	표준 편차	문항 내용	회귀 계수	표준 편차	문항 내용	회귀 계수	표준 편차
적절한 식재*	0.219	21.267	휴게공간***	0.642	16.224	휴게공간**	0.481	21.612	적절한 식재*	-0.414	17.508
단열재 역할***	-0.358	26.251	주변경관과의 조화*	-0.311	15.791	도시내 녹지 보완**	-0.540	17.158	도시열섬 현상완화**	0.796	18.500
프라이버시 문제해결**	0.370	16.770	우수유출량 저감**	0.297	18.150	도시열섬현상 완화**	0.428	18.978	단열재 역할***	-0.972	18.257
접근성***	0.332	24.468				프라이버시 문제 해결***	0.537	17.908	접근성***	0.523	12.440
R^2=0.6059			R^2=0.5530			R^2=0.7652			R^2=0.569		

*** : 0.01에서 유의, ** : 0.05에서 유의, * : 0.1에서 유의

3) 대상지 만족도 평가

분산분석 결과 유의수준 1% 이내에서 옥상녹화 만족도, 휴게공간 적절성, 주변 경관과의 조화, 옥상녹화지로의 접근성의 항목이 네 지역 간에 유의한 것으로 분석되었다. 유의수준 5%이내에서 프라이버시 문제해결의 항목이 네 집단간에 유의한 것으로 분석되었다.

옥상녹화 만족도, 휴게공간의 적절성, 주변 경관과의 조화성, 프라이버시 문제해결의 네 항목에서 모두 고려대 법대 신관의 만족도 평균이 가장 높게 나타났다. 그 이유로 고려대 법대 신관의 옥상녹화지는 유럽풍의 신축 건물에 깨끗하고 정돈된 휴식공간을 갖춘 곳이기 때문인 것으로 사료되었다. 옥상녹화지로의 접근성 항목에 있어서는 종로엠학원이 가장 높은 만족도를 보였는데 그 이유는 그 곳에 근무하는 교사 및 학생들의 휴식공간의 장소로서 활용이 잘 되고 있기 때문인 것으로 판단되었다(표 8).

4) 대상지 만족도 영향 평가

휴게공간, 적절한 식재, 주변 경관과의 조화, 대기오염 저감효과, 환경교육의 장소, 녹지보완, 도시열섬현상완화, 우수유출량저감, 단열재 역할, 프라이버시 문제해결, 접근성이 옥상녹화지 만족도에 미치는 영향관계를 알아보기 위해 11가지를 독립변수로 하고 옥상녹화지 만족도를 종속변수로 하여 회귀분석을 실시하였다(표 9).

이용객들은 자신에게 바로 영향을 미치고 있는 휴게공간역할, 프라이버시 문제해결, 접근성에 만족 한 사람들이 녹화지의 만족도를 높게 평가하는 것으로 판단되며, 옥상녹화의 효과로 가장 잘 알려진 도시열섬현상 완화효과는 녹화지의 전체 만족도를 높게 평가하는데 정(+)의 영향을 미치고 있는 것으로 판단된다. 단열재역할이나 도시내 녹지보완과 같은 옥상녹화의 역할에 대하여 잘 알지 못하거나 자신과 직접 관련이 없는 항목의 만족도는 녹화지의 만족도에 부(-)의 영향을 미치는 것으로 판단된다.

5) 서울지역 경량, 중량, 혼합형간 만족도 평가

옥상녹화 종류별로 만족도가 차이가 나는지를 알아보기 위해 옥상녹화 경량형(인동폭포 관리소), 중량형(벧엘유치원, 유네스코회관), 혼합형(고려대 법대 신관, 안성기계공구상가, 현대고등학교, 세광교회, 종로엠학원)으로 구분하여 대기오염 완화정도, 도시녹지 보완, 도시열섬현상 완화효과, 우수유출량 저감효과, 단열재 역할에 관해 분산분석을 실시하였다(표 10). 그 결과 유의

표 10. 서울지역 경량, 중량, 혼합형간 만족도 평가항목 분산분석.

항 목	평 균 값			분산분석			
	경량형	중량형	혼합형	제곱합	자유도	F	유의확률
환경교육 장소로서의 적절성	60.0	81.0	58.7	7841.235	2	9.350	0.001

수준 1% 이내에 환경교육 장소로서의 적절성에 대한 항목만이 서울의 경량, 중량, 혼합형 옥상녹화지 간에 유의한 것으로 분석되었다. 중량형은 81.0으로 경량형의 60.0과 혼합형의 58.7보다 매우 높게 나타났다. 잔디, 세덤, 초본류, 관목, 교목 등 다양한 식물종으로 조성되어있는 중량형인 유네스코회관과 벧엘유치원은 이미 환경교육을 실시하고 있는 곳이기 때문에 환경교육의 장소로서의 적절성이 가장 높게 나타난 것으로 판단되었다. 경량형은 혼합형보다 높았지만 큰 차이가 나타나지는 않았다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 기 조성된 옥상녹화조성지역을 대상으로 일반적인 옥상녹화 현황 및 세부환경으로 구분하여 현황조사 및 설문지 조사분석을 실시함으로서 정량적, 정성적 방법을 사용하여 기 조성된 옥상녹화지역의 문제점 및 현황을 종합평가하고자 하였다.

결론적으로 현황조사결과 초기 식재종의 유지를 위해서는 유해한 유입종의 제거와 관수와 시비를 위한 체계적인 관리가 필요하며 에어컨 실외기는 녹화지에 영향을 주지 않는 곳에 설치하는 것이 요구되었다. 옥상녹화 조성시 휴게공간이 마련된 경우 안전을 위한 펜스, 소화기 등의 안전시설 설비가 필요하다. 기후환경 완화부분에서는 옥상녹화의 토양과 식생은 옥상온도를 상당부분 저감시켜주고 있었으나 5cm이내의 토양 깊이와 잔디 식생은 큰 온도저감 효과를 보여주지 못했기 때문에 온도저감 효과를 극대화시키기 위해서는 10cm 이상의 토심 확보와 잔디, 세덤, 관목, 교목류 등의 다양한 식생의 조성이 요구되었다.

만족도 조사 분석 결과 조사 대상지 대부분에 휴게공간이 존재 했으나 이용객들은 좀더 나은 휴게공간 조성을 원하고 있었으며 휴게공간이 잘 조성되어 있는 곳일수록 전체적인 만족도가 높게 나왔다. 일반적으로 휴게공간, 프라이버시, 접근성에 대한 만족도 평가가 옥상녹화의 전체적인 만족도를 평가하는데 영향을 미치고 있었으며 결론적으로 이용객들은 옥상녹화의 미기후완화효과, 단열효과, 우수유출량저감효과 등 환경개선효과에 관해서는 일반적으로 낮은 점수를 주고 있어 이에 대한 개인적인 관심도가 떨어지는 것으로 분석되어 향후 옥상녹화의 공적인 환경개선효과의 홍보를 더욱 강화하여 옥상녹화가 개인에게 영향을 주는 효과뿐만 아니라 공공의 재산으로서 미치는 환경개선효과가 크다는 것을 알릴 필요가 있는 것으로 분석되었다.

이에 따라 현재의 옥상녹화는 휴게공간을 위해 조성되고 있는 것이 대부분이나 향후 옥상녹화 조성시 온도저감효과, 우수유출량저감효과, 단열재효과 등의 효율성 증가 등 녹화목적에 따른 옥상녹화지 조성을 다르게 해야할 것으로 판단되었다. 옥상녹화 조성시 토양은 하중의 문제로 인해 두께 10~50cm정도로 조성하므로 충분한 식재기반을 조성하기 위해 향후 토양의 보비력 증가와 유지를 위한 기술적인 연구가 필요할 것으로 판단되며 일정면적의 장마철 집중호우시 도시내 우수유출량을 줄여주고 건조기에 관수로 이용할 수 있는 수자원재이용시설의 설치가 필요할 것으로 판단되었다.

본 연구는 전국 몇 백개소 중 13개소의 옥상녹화를 대상으로 하였으므로 연구의 결과가 우리나라 전체의 옥상녹화 현황을 대표한다고 할 수 없

으나 우리나라의 대표적인 대도시인 서울특별시와 부산광역시의 옥상녹화 13지역을 대상으로 현황조사와 만족도평가를 병행하여 유형별, 지역별, 비교조사·분석하였다는 것에 의의가 있다고 할 수 있다. 향후 관련 연구에서는 대상지역을 다양하게 하여 옥상녹화 조성후 단기, 장기적으로 각 평가항목별로 좀더 세부적인 모니터링을 실시하고자 한다.

인 용 문 헌

김현규·노태성·신승훈. 2005. 옥상녹화 후 모니터링을 통한 식물상의 변화에 관한 연구. 한국생태환경건축학회 학술발표대회 논문집. 통권8호 : 55-62.

이은희. 2004. 국내의 옥상녹화 연구동향 분석. 한국환경복원녹화기술학회지. 7(4) : 44-51.

(사)인공지반녹화협회. 2003. 인공지반녹화 아카데미 교재 : 8-10.

서울시 주요시정 보도자료(2005. 10. 12.) 서울시청 홈페이지.

Amy Moran et al.. 2004. A north crolina field study to evaluate runoff quantity, runoff quality, and plant growth. Green Roof Conference.

Belinda Yuen., and Wong Nyuk Hien. 2004. Resident perceptions and expectations of rooftop gardens in Singapore. Landscape and Urban Planning.

Chris Johnston et al.. 2004. Vancouver public library green roof monitoring project. Green Roof Conference.

G. Papadakis., P. Tsamis and S. Kyritsis. 2001. An experimental investigation of the effect of shading with plants for solar control of buildings. Energy and Building 33 : 831-836.

Jeremy Lundholm. 2005. A habitat template approach to green building surfaces. Green Roof Conference.

Karen Liu and John Minor. 2005. Performance evaluation of an extensive green roof feasibility study. summary. Green Roof Conference.

Karen Moyer. 2005. Waterloo green roof feasibility study. summary. Green Roof Conference.

Logan L. Cravens. 2004. Sokol blosser barrel aging cellar : green roofs and leed buildings in the rural context. Green Roof Conference.

Louise Lundberg. 2004. Swedish Research and its Links to Policy Development. Green Roof Conference.

Maureen Connelly and Karen Liu. 2005. Green roof research in british columbia- an overview. Green Roof Conference.

Jeroen Mentens., Dirk Raes and Martin hermy. 2005. Green roofs as a tool for solving the rainwater runoff problem in the urbanized 21st century? Landscape and Urban Planning.

N. H. Wong., D. K. W Cheong., H. Yan., J. Soh., C. L. Ong and A. Sia. 2003. The effects of rooftop garden on energy consumption of a commercial building in Singapore. Energy and Building 35 : 354-364.

Nyuk Hien Wong., Yu Chen., Chui Leng Ong and Angelia Sia. 2003. Investigation of thermal benefits of rooftop garden in the tropical environment. Energy and Building 38 : 261-270.

Niachou et al. 2001. Analysis of the green roof thermal properties and investigation of its energy performance. Energy and Building 33 : 719-729.

Pat Lando. 2004. Test plots for a light weight, low-cost, vegetative roof in commercial applications. Green Roof Conference.

Puay Yok Tan and Angelia Sia. 2005. A pilot green roof research project in singapore.

Green Roof Conference.

Reid R. Coffman and Graham Davis. 2005. Insect and avian fauna presence on ford assembly plant eco roof. Green Roof Conference.

Terry Miler and Tom Liptan. 2005. Update on portland's integrated cost analysis for wide-spread green implementation. executive summary. Green Roof Conference.

Theodore G. Theodosiou. 2003. Summer period analysis of the performance of a planted roof as a passive cooling technique. Energy and Building 33 : 909-917.

接受 2005年 10月 1日