2008

에너지 절감을 위한 옥상녹화의 활성화 방안과 모니터링

Plans to Encourage Green Roofs for Energy Saving and Monitoring Thereof

김 원 주 · 조 용 모

서울시정개발연구원
Seoul Development Institute

시 정 연
2008-PR-47

에너지 절감을 위한 옥상녹화의 활성화 방안과 모니터링

Plans to Encourage Green Roofs for Energy Saving and Monitoring Thereof

2008

서울시정개발연구원
Seoul Development Institute

연 구 진

연구책임	김 원 주	• 도시기반연구본부 부연구위원
연 구 원	조 용 모	• 도시기반연구본부 선임연구위원
	남 미 아	• 도시기반연구본부 연구원
	신 상 희	• 도시기반연구본부 연구원
	고 병 조	• 경영관리팀

이 보고서의 내용은 연구진의 견해로서
서울특별시의 정책과는 다를 수도 있습니다.

요약 및 정책건의

Ⅰ. 연구의 배경

1. 연구의 배경 및 목적

○ 도시는 인간활동의 중심지로서 급속한 개발과 확대로 인한 자연녹지의 감소와 늘어나는 주택, 공장, 도로 등으로 인한 불투수면적의 증가로 도시열섬화, 하천유지용수 고갈, 도시홍수 증가, 지하수 고갈 등의 도시환경문제가 심각해지고 있음.

○ 특히 온실효과로 인해 연평균 기온이 0.5~1.5℃ 증가하고 있으며, 열섬효과는 도시의 기온을 더 높이고 있음. 서울시의 경우, 건축물에서 소비하는 에너지의 비중이 가장 높아 건축물의 온도 관리 및 에너지 관리가 필요한 시점임.

○ 옥상녹화사업은 서울시의 부족한 녹지를 확보하는 데 일조하여 환경문제 대처에 기여할 수 있을 뿐 아니라, 건축물의 에너지절감에도 활용될 수 있음.

○ 이 연구는 최근 세계적으로 주목받고 있는 기후온난화와 에너지 가격폭등에 따른 에너지 절감효과를 높이고, 도시내 녹화공간의 활용측면에서의 옥상녹화를 실제적으로 시공하고 모니터링함으로써, 그 활성화 방안을 살펴보는 데에 목적이 있음.

2. 연구의 방법

○ 기존 문헌조사 연구와 법제도 고찰, 국내외 사례 연구를 실시하였으며, 특히 옥상녹화의 모니터링에 대한 사항은 기존 옥상녹화 사례의 모니터링 조사와 더불어 서울시정개발연구원의 옥상공간 4개소에 별개의 특징을 갖

는 「옥상정원」을 설치한 후, 여러 가지 변화양상을 분석하였음.

○ 온도 모니터링은 온도 데이터로거를 이용하여 대기온도, 토양표면온도, 토양내면온도, 아스팔트 온도 등 4개로 나누어 시간 단위로 자동측정을 하였음. 또한 적외선 카메라의 열에너지 분포를 통해 온도분포를 조사하였음.

○ 빗물유출 저감효과는 근무여건에 따라 강우 시의 효과 측정이 제한될 수 있어, 인위적인 용수 주입을 바탕으로 유출률 저감효과 등을 제시하였음.

○ 옥상녹화를 이용한 농작물 재배에 있어서는 텃밭에서 수확되는 작물의 양을 측정하여 분석하였음.

Ⅱ. 주요 연구결과

1. 옥상녹화 국외사례

1) 일본 도쿄도의 옥상녹화

○ 일본의 도쿄도는 공원과 도로 등 공공시설에 대해 식재와 보수 포장 등 열섬대책을 추진해 왔으며, 2001년부터 자연보호조례에 따라 1천㎡ 이상의 대지에 건물을 신축, 증축, 개축할 경우, 지상과 옥상의 일정비율을 녹화하도록 의무화하고 있음.

○ 또한 열섬대책의 정비지침을 마련하여 2003년부터 시행 중임. 이 지침은 개발사업으로 정비되는 건물 중 연면적이 1만㎡ 이상인 경우와 토지구획정리사업과 관련되어 매각되는 보류지에 건물을 지을 경우 적용됨.

○ 일본의 옥상녹화 사례지로 후쿠오카 아크로스, 하루미 아일랜드 토리톤스 퀘어, 도쿄도 미나토쿠 록본기(六本木)힐즈, 스미다구청을 살펴봄.

<표 1> 일본 옥상녹화 사례지

구 분	옥상녹화 조성 내용
후쿠오카 아크로스	◦ 동백나무, 쥐똥나무, 맥문동, 수국, 병꽃나무, 산수유, 회양목, 사철나무, 단풍나무 등 75종 3만7천여 그루의 나무를 심어 도시 건축물 위에 숲을 가꾼 사례로 손꼽힘. ◦ 지상 14층, 지하 4층으로 높이가 60m에 이르는 13만 6천여㎡ 부지에 건축면적이 1만 6백여㎡, 연면적은 9만 7천여㎡에 이름.
하루미 아일랜드 토리톤스퀘어	◦ 상업시설로서의 업그레이드를 목적으로 옥상면적 2만 167㎡ 중 2,731㎡에 녹화가 실행됨. 완성 후 일상의 유지관리・운영을 통한 녹지의 재정비가 실시되어 이전보다 녹음이 풍부한 도시경관을 형성하고 있음 ◦ 화단의 유지관리로는 설계단계에서 다종류의 지피류를 랜덤 형상으로 식재하는 방법을 사용하여 복잡한 화단에서 필요한 식재를 바꾸는 등의 관리를 최소화함. ◦ 녹음에 관련된 가이드투어의 실행과 관리업무를 일중에 실시하여 이용자와의 커뮤니케이션의 장소로 조성함으로써, 내방객이 녹음을 가깝게 느끼고 즐길 수 있게 하는 등 녹화의 보급 활동의 하나로서 운영이 실시됨.
도쿄도 미나토쿠 록본기(六本木)힐즈	◦ 약 1,300평의 정원으로 첨단옥상녹화시설에 농촌풍경의 논과 밭을 조성하여 농작물을 재배할 수 있으며, 벚나무 사이의 작은 오솔길과 작은 물고기들이 생활하는 연못 등 예전의 그리운 농촌풍경을 즐길 수 있도록 조성됨.
스미다구청	◦ 옥상녹화 면적은 약 700㎡이며, 세덤을 이용한 경량형에서부터 관목을 적용한 중량형까지 다양하게 조성되어 있음. ◦ 스미다구는 일본에서도 빗물을 모아 재활용하는 시스템이 가장 잘 구축되어 있는 지역으로 도시 곳곳에 크고 작은 빗물 저장 탱크가 설치되어 있으며, 각 가정에도 지붕 처마 밑에 저장탱크가 보급되어 있음.

2) 미국 주요도시의 옥상녹화

○ 미국은 시카고, 뉴욕, 보스턴 등 여러 시에서 옥상녹화 확대를 위해 활발한 활동을 하고 있음.

○ 뉴욕시에서는 빌딩 옥상을 녹화하거나 빗물의 흡수를 도와주도록 자갈을 설치하는 소유주나 개발자에게 세금감면 혜택을 주고 있음.

○ 보스턴의 경우, 옥상에 커뮤니티 가든을 조성하여 녹지를 확보할 뿐만 아니라, 지역주민에게 토지를 분양하여 각종 채소와 식물을 재배하는 도시농업 공간으로 활용함.

<표 2> 미국 옥상녹화 사례지

구 분	옥상녹화 조성 내용
The Kaiser Center	◦ 샌프란시스코와 인접한 오클랜드 시에 위치하며, 카이저 가문의 28층 건물전면 4층의 주차장 상부에 조성되었음. ◦ 현재 42년의 연혁을 자랑하는 이 정원은 미국 옥상정원의 현대적 효시로 그 후 수많은 정원이 이곳에서 영감을 얻어 건설되었음.
The Fairmont Hotel	◦ 샌프란시스코의 명물인 고전적 호텔의 이미지를 살려 정형식 빅토리아 정원이 현대적 감각으로 재현됨. ◦ 잔디와 초화류와 색자갈이 둥근 분수를 에워싸며, 거대한 카나리아 야자가 식재됨. 야자수가 식수대가 아닌 지면에서 자라는 것처럼 보이고, 공간을 넓히기 위해 아래층 천장에 거대한 플랜트 박스를 매다는 방식을 취함.

3) 영국 런던시의 옥상녹화

○ 최근 영국 런던시는 건물 설계 시 옥상에 녹색지붕(Green Roofing)을 조성할 것을 시민들에게 장려하고 있음.

<표 3> 영국 옥상녹화 사례지

구 분	옥상녹화 조성 내용
The Radisson Hotel & New Providence Wharf	◦ 전체 녹지 조성면적은 418㎡로 2006년 6월에 완공됨. 이곳은 곤충을 먹이로 하는 조류가 서식할 수 있도록 하기 위해 자연적으로 식재를 하였으며, 수공간을 조성함. ◦ 옥상녹화에 관심을 가지고 생물서식처 조성의 필요성이 중요했던 런던에서 첫 번째로 녹화 및 기능을 가진 혼합형 녹색지붕으로 계획한 사례임.
Bishops Square, Spitalfields	◦ 이곳의 옥상녹화 면적은 2,500㎡로 3개의 테라스로 되어 있음. ◦ 직원들에게는 쾌적함을 제공하고 건물은 매력적이고 아름답게 녹화하였고 곤충 및 조류의 서식처로도 활용되어 생태계 증진에도 기여함.

2. 서울시정개발연구원 옥상정원을 통한 에너지 절감효과

○ 옥상녹화를 한 건축물은 여름철에는 토양 및 식물을 통해 건축물의 온도를 낮추어 주고, 겨울철에는 대기온도보다 높게 건물 온도를 유지시켜 주는 등 콘크리트 옥상에 비해 난방의 효과가 뛰어나 에너지 절감에 효과가 있는 것으로 나타남.

○ 또한 사례연구을 통해 살펴본 결과 옥상녹화시스템 적용 세대가 12~15%의 에너지소비 절감을 하는 것을 알 수 있었으며, 특히 외기온도가 35℃ 이상 상승할 경우 에너지소비가 17% 절감됨을 확인할 수 있었음.

○ 온도 측정결과에서는 토양표면은 최소 22.1℃에서 최고 37.4℃로 15.3℃ 차이가 나는 반면, 비녹화 표면은 최소 20.5℃에서 최고 67.2℃로 46.7℃ 차이를 보임.

○ 또한 관목과 초화류의 온도차이 등을 살펴보면, 식물을 조밀하게 식재할수록 녹음과 증산작용, 광합성 작용에 의해 더 뛰어난 온도저감 효과를 볼 수 있음.

○ 녹화가 된 옥상은 비녹화 옥상에 비해 열전도율이 낮아 외기온도가 전달되는 데 시간이 오래 걸려 건축물내 온도변화가 적으며, 이로 인해 건축물의 냉·난방 에너지 절약에 효과가 있을 것으로 판단됨.

○ 적외선카메라를 이용한 온도측정 결과에서도 비녹화지 옥상의 경우 여름 한낮 온도가 70.9℃에 달했으나, 식물이 식재된 옥상정원은 잔디식재지 30.3℃, 관목식재지 28℃로 비녹화지 옥상에 비해 온도가 1/2 이하 수준으로 낮게 측정됨.

○ 특히 초화류를 식재한 곳의 온도는 37℃인 반면 관목을 식재한 곳의 온도는 30℃로 나타나 에너지절감을 위한 옥상녹화를 위해서는 초화류보다 관목이 더 효과적임을 알 수 있음.

○ 한편 옥상녹화는 강우 시 유입된 물의 유출을 지연시키는 효과가 있으나, 미미한 것으로 분석됨. 토심과 식재식물에 따라 다소 차이는 있겠지만 옥상녹화만으로 도시홍수를 저감하는 효과를 보기는 어렵다고 판단됨.

○ 옥상텃밭에 재배한 작물은 비교적 많은 양을 수확할 수 있었으나, 고도의 관리가 요구되고 옥상환경 특성상 작물의 질이 떨어지는 단점이 있음.

○ 옥상녹화공간에서의 작물생육과 수확은 생태교육, 건강한 식물 공급 등의 여러 가지 장점이 있음. 그러나 수확한 작물의 질이 떨어지고 관리에 소

요되는 비용이 많기 때문에, 상업용 건물이나 공공기관 등에서보다는 작물 생육담당자가 있는 민간 건축물의 경우나 교육기관, 기업형으로 할 경우를 제외하고는 옥상 텃밭은 신중하게 조성할 필요가 있음.

3. 에너지 절감을 위한 옥상녹화 활성화 방안

○ 옥상녹화 지원에 대한 명확한 규정을 정하여 신축하는 관공서나 학교, 병원 등의 건축물을 우선적으로 옥상녹화 시범사업 대상지로 정하는 것을 확대해 나갈 필요가 있음.

○ 부산광역시 서구의 경우 「옥상녹화 권장 및 지원조례」에서 주거용 건축물의 경우 옥상면적의 30%, 그 외 용도일 경우에는 옥상면적의 20%를 녹화하도록 규정하고 있음. 서울시도 건축물 신축 시 옥상면적의 일정비율 녹화를 의무화하는 조례를 추진할 필요가 있음.

○ 향후 옥상녹화 활성화를 위해 기존의 건축물에도 신축건물과 마찬가지로 인센티브 혜택을 확대하고, 준공된 지 10년 이상이 된 건축물이라도 안전진단 시스템을 통해 안전한 건물로 확인된 경우에는 옥상녹화 시공이 가능하도록 제도를 정비하고 지원해야 함.

○ 옥상녹화를 시행할 수 있는 구체화된 옥상녹화 추진절차의 정비와 이를 관리 감독할 수 있는 전문부서의 정비는 물론, 옥상녹화 시행 후 지속적인 사후관리가 될 수 있도록 하는 것이 필요함.

Ⅲ. 정책건의

1. 서울시 옥상녹화 지원대상지의 모니터링 실시

○ 서울시에서 그동안 지속적으로 약 50%의 지원금을 받은 공공건축물과 민간건축물의 옥상녹화 사업성과를 평가하고 개선하기 위해서 온도 및 에너지

측면에서의 효과 측정, 이용자 만족도 및 요구도 평가, 우수유출 효과, 타 용도 이용공간과의 비교 검증 등과 같은 모니터링을 실시할 필요가 있음.

○ 옥상녹화시설 설치 후 관리부실로 흉물스럽게 변하는 사례가 종종 있으므로, 서울시도 조성에만 목표를 둘 것이 아니라, 조성 후 관리에 초점을 맞추어야 함. 이를 통해서 개선 사항을 파악하고 서울시 지원사업의 방향성을 찾아냄으로써 옥상녹화 사업과 연계하여 벽면녹화 및 외부공간 조경에 있어서의 지원제도를 개선해 나가야 할 것임.

○ 신규건축물에만 인센티브를 적용하는 현행 제도를 개선하여, 기존건축물이라도 빗물 흡수를 도와주도록 자갈을 설치하는 건물 소유주에게 세금감면 혜택 등의 적극적인 인센티브 제공으로 옥상녹화 활성화에 앞장서야 함.

2. 옥상녹화 시 녹지공간 확대를 위한 제도 개선

○ 현행 국토해양부의 「조경기준」에 있어서 옥상녹화 시 녹지공간은 1/2 이상, 자연지반율은 10% 이상을 제시하고 있음. 그런데 실제 시공 시에는 시공회사의 이윤구추로 인해 시설물 설치와 포장공간이 과도하게 설계되고 시공되는 측면이 많음

○ 기후변화에 대응하고 에너지를 절감하며, 쾌적한 공간을 형성하기 위해서는 녹지공간을 확대할 필요가 있음. 이를 위해서는 서울시 자체적으로 지원하는 사업에 대해서는 일정기준의 녹화율을 제시하고 시공업자로 하여금 설계에 반영토록 유도해야 할 것임.

3. 옥상녹화 공사의 제품개발에 대한 투자와 연구

○ 옥상녹화가 국내에 도입된 이후에도 독일과 일본 등 외국의 제품을 그대로 차용해 오고, 국내에 맞는 수종 및 제품개발이 미비함.

○ 이를 개선하기 위해서는 연구지원과 개발이 지속적으로 이루어져야 하며,

서울시청도 각 업체의 제품들과 시공현장에 맞는 방법들을 소개하고 보급하려는 노력이 필요함.

4. 작물 재배공간으로의 활용을 위한 방안 마련

○ 도시민에게 있어서 건강한 먹을거리의 보급은 매우 중요한 문제임. 또한 최근 웰빙 열풍과 맞물려서 여가활동으로 텃밭 경작을 하고 싶어하는 사람들에게 이 공간을 마련해 주는 것도 시에서 적극 지원해야 할 부분임.

○ 현재 서울그린트러스트를 중심으로 시행되는 포트형 작물재배를 옥상공간 안에서 시행하고 활용할 수 있도록 한다면, 고비용의 시설설치비 없이도 옥상을 녹화할 수 있고 여가공간으로도 잘 활용할 수 있을 것임.

○ 포트형 농작물 경작을 하고자 하는 옥상공간의 경우 방수 및 방근에 대한 고려를 하지 않아도 되므로 건물 안전검사 부분도 달리 접근할 수 있음. 도시농업의 활성화가 옥상공간 안에서 이루어질 수 있도록 지원하는 방안이 필요함.

5. 지원을 넘어 참여를 유도하는 정책으로 변모

○ 서울시가 옥상녹화하고자 하는 대상자에게 그 비용을 지원하는 것도 한계가 있음. 오히려 제도적으로 점차 의무화하도록 하고, 시민들의 자발적인 참여를 유도하면서, 정보 및 기술을 전수하는 방향으로 나아가야 할 것임.

○ 일본은 2001년부터 자연보호조례에 따라 1천㎡ 이상의 대지에 건물을 신축, 증축, 개축할 경우, 지상과 옥상의 일정비율을 녹화하도록 의무화하고 있음. 또한 경량이면서 저렴한 비용으로 관리할 수 있는 옥상녹화 기술을 개발하여 확대 보급하기 위해 건축물의 옥상녹화가 도시 열섬현상 완화에 어느 정도 효과가 있는지 측정 실험을 시행하고 있음.

○ 이와 같은 사례를 참고로 하여 개발자, 시민들의 적극적인 참여가 이루어질 때, 서울시가 현재보다 더 녹지가 많고 살기 좋은 도시로 변모해 나갈 것임.

목 차

제1장 연구의 개요 ····· 3
제1절 연구 배경 및 목적 ····· 3
제2절 연구방법 ····· 4

제2장 옥상녹화의 현황 및 관련제도 ····· 9
제1절 옥상녹화의 개요 ····· 9
1. 옥상녹화의 개념 ····· 9
2. 옥상녹화의 구성요소 ····· 9
3. 옥상녹화의 기능 및 효과 ····· 11
4. 옥상녹화시스템의 유형구분 ····· 14
제2절 옥상녹화 제도 및 지원현황 ····· 17
1. 국내 옥상녹화관련제도 분석 ····· 17
2. 서울시 옥상녹화 ····· 22
제3절 옥상녹화 공간에의 도시농업 도입 ····· 30
1. 도시농업의 정의 ····· 30
2. 옥상녹화공간에 도시농업의 도입 필요성 ····· 31
3. 옥상녹화공간을 이용한 도시농업의 효과 ····· 32

제3장 옥상녹화 국외 사례 ····· 37
제1절 일본 도쿄도의 옥상녹화 ····· 37
1. 옥상녹화 관련 제도 ····· 37
2. 옥상녹화 사례지 ····· 38

제2절 미국 주요도시의 옥상녹화 ····· 42
1. 옥상녹화 관련 제도 ····· 42
2. 옥상녹화 사례지 ····· 42
제3절 영국 런던시의 옥상녹화 ····· 44
1. 옥상녹화 관련 제도 ····· 44
2. 옥상녹화 사례지 ····· 45
제4절 시사점 ····· 46
1. 옥상정원에 도시농업을 도입하고 테마가 있는 정원으로 조성 ····· 46
2. 유지관리 운영을 통한 녹지의 재정비 ····· 46
3. 인센티브 확대를 통한 옥상녹화 활성화 ····· 47

제4장 옥상녹화 효과분석을 위한 시설설치 ····· 51
제1절 기본방향 ····· 51
제2절 옥상녹화시설설치 ····· 51
1. Central Garden ····· 52
2. Secret Garden ····· 54
3. Sky Garden Ⅰ ····· 56
4. Sky GardenⅡ ····· 58
제3절 시공 시 발생한 문제점 ····· 60
1. 방수계획 ····· 60
2. 실외기 차폐벽 설치 ····· 61
3. 방수턱 설치 ····· 61
4. 관수계획 수립 ····· 62
5. 화산석 멀칭 ····· 62
6. 인공연못 조성 ····· 63

제5장 옥상녹화시스템 효과분석을 위한 모니터링 및 활성화 방안 ····· 67
제1절 시정개발연구원 옥상정원의 모니터링 ····· 67
1. 모니터링 방법 ····· 67
2. 모니터링 결과 ····· 69
제2절 옥상녹화 활성화 방안 ····· 85
1. 공공건축물을 중심으로 옥상녹화 확대 ····· 85
2. 신규건축물 옥상녹화 의무화 ····· 85
3. 기존 건축물 옥상녹화 지원 확대방안 ····· 87
4. 철저한 사후관리를 통한 옥상녹화 유지관리 ····· 87

제6장 결론 및 정책건의 ····· 91
제1절 결론 ····· 91
1. 옥상녹화를 통해 에너지 절감 효과 ····· 91
2. 지속적 관리를 통한 작물 생육 유도 필요 ····· 92
제2절 정책건의 ····· 92
1. 서울시 옥상녹화 지원대상지의 모니터링 실시 ····· 92
2. 옥상녹화 시 녹지공간 확대를 위한 제도 개선 ····· 93
3. 옥상녹화 공사의 제품개발에 대한 투자와 연구 ····· 93
4. 작물 재배공간으로의 활용을 위한 방안 마련 ····· 94
5. 지원을 넘어 참여를 유도하는 정책으로 변모 ····· 94

참고문헌 ····· 97
부　　록 ····· 103
영문요약 ····· 117

표 목 차

<표 2-1> 옥상녹화시스템 구성요소의 기능 ····· 10
<표 2-2> 옥상녹화를 통한 경제적 효과 ····· 11
<표 2-3> 옥상녹화를 통한 사회적 효과 ····· 12
<표 2-4> 옥상녹화를 통한 환경적 효과 ····· 13
<표 2-5> 옥상녹화의 효과 ····· 13
<표 2-6> 옥상녹화의 유형구분 ····· 15
<표 2-7> 옥상녹화 시스템 하중에 따른 유형구분 ····· 15
<표 2-8> 국토해양부 고시 조경기준에 명시된 옥상조경 관련내용 ····· 18
<표 2-9> 옥상녹화 지원관련제도의 현황 및 문제점 ····· 20
<표 2-10> 건축물 유형별 비용지원 및 인센티브 지원내용 ····· 21
<표 2-11> 옥상녹화관련 지방자치단체별 조례 ····· 22
<표 4-1> 대상지별 시공현황 ····· 52
<표 5-1> 일일 옥상정원 온도변화 ····· 70
<표 5-2> 옥상정원 월별 온도변화 ····· 71
<표 5-3> 4월 옥상정원 온도변화 ····· 72
<표 5-4> 5월 옥상정원 온도변화 ····· 73
<표 5-5> 6월 옥상정원 온도변화 ····· 74
<표 5-6> 7월 옥상정원 온도변화 ····· 75
<표 5-7> 8월 옥상정원 온도변화 ····· 76
<표 5-8> 9월 옥상정원 온도변화 ····· 77
<표 5-9> 10월 옥상정원 온도변화 ····· 78
<표 5-10> 서울시정개발연구원 옥상정원 우수유출 실험 결과 ····· 84
<표 5-11> 2020년 서울도시기본계획 복지환경계획지표 신축예정 건축물수 ····· 86

그림목차

<그림 1-1> 연구수행 모식도 ····· 5
<그림 2-1> 옥상녹화시스템 구성요소(기존건축물 적용 시) ····· 10
<그림 2-2> 연도별 서울시 옥상녹화 지원현황 ····· 23
<그림 2-3> 서울시 옥상녹화 유형별 현황 ····· 24
<그림 2-4> 서울시 옥상녹화 규모별 현황 ····· 25
<그림 2-5> 일산 롯데백화점 옥상정원 모습 ····· 27
<그림 2-6> 서대문구청 옥상정원 모습 ····· 28
<그림 2-7> 서울시 중구보건소 옥상정원 모습 ····· 29
<그림 2-8> 한국화학시험연구소 옥상정원 모습 ····· 30
<그림 2-9> 도시농업의 정의 ····· 31
<그림 2-10> 옥상텃밭 조성 전·후 모습 ····· 34
<그림 3-1> 후쿠오카 ACROS 옥상녹화 모습 ····· 38
<그림 3-2> 중앙구 하루미 아일랜드 토리톤스퀘어 옥상녹화 ····· 39
<그림 3-3> 미나토쿠 록본기(六本木)힐즈 옥상녹화 ····· 40
<그림 3-4> 스미다구청 옥상녹화 모습 ····· 41
<그림 3-5> 미국의 The Kaiser Center 옥상정원 모습 ····· 43
<그림 3-6> The Fairmont Hotel ····· 44
<그림 3-7> The Radisson Hotel & New Providence Wharf 옥상정원 모습 ·· 45
<그림 3-8> Bishops Square 옥상정원 모습 ····· 46
<그림 4-1> Central Garden 설계개념 및 내용 ····· 52
<그림 4-2> Central Garden 옥상정원 시설설치 과정 ····· 53
<그림 4-3> Central Garden 옥상정원 시설설치 전·후 모습 ····· 54
<그림 4-4> Secret Garden 설계개념 및 내용 ····· 54

<그림 4-5> Central Garden 옥상정원 시설설치 과정 ····· 55
<그림 4-6> Central Garden 옥상정원 시설설치 전・후 모습 ····· 56
<그림 4-7> Sky Garden Ⅰ 설계개념 및 내용 ····· 56
<그림 4-8> Sky Garden Ⅰ 옥상정원 시설설치 과정 ····· 57
<그림 4-9> Sky Garden Ⅰ 옥상정원 시설설치 전・후 모습 ····· 57
<그림 4-10> Sky GardenⅡ 설계개념 및 내용 ····· 58
<그림 4-11> Sky GardenⅡ 옥상정원 시설설치 과정 ····· 59
<그림 4-12> Sky GardenⅡ 옥상정원 시설설치 전・후 모습 ····· 59
<그림 4-13> 방수시트시공(좌) 담수시험(우) ····· 60
<그림 4-14> 실외기 차폐벽 설치(좌) 및 방수턱 설치(우) ····· 62
<그림 4-15> 점적관수관 설치(좌) 수도 및 자동급수설비(우) ····· 62
<그림 5-1> 디지털 온도계(Em5b) 설치 ····· 67
<그림 5-2> 옥상농장 조성모습 및 수확량 측정기기 ····· 68
<그림 5-3> 옥상정원 일일 온도변화 ····· 70
<그림 5-4> 옥상정원 월별 온도변화 ····· 72
<그림 5-5> 옥상정원 4월 온도변화 ····· 73
<그림 5-6> 옥상정원 5월 온도변화 ····· 74
<그림 5-7> 옥상정원 6월 온도변화 ····· 75
<그림 5-8> 옥상정원 7월 온도변화 ····· 76
<그림 5-9> 옥상정원 8월 온도변화 ····· 77
<그림 5-10> 옥상정원 9월 온도변화 ····· 78
<그림 5-11> 옥상정원 10월 온도변화 ····· 79
<그림 5-12> 냉방에너지 소비량 ····· 80
<그림 5-13> 콘크리트 옥상과 녹화된 옥상에서의 에너지 수지 비교 ····· 81
<그림 5-14> 녹화지와 비녹화지 비교 ····· 82
<그림 5-15> 관목 및 초화류 식재에 따른 옥상온도 비교 ····· 83
<그림 5-16> 옥상정원 텃밭 작물모습 ····· 85
<그림 5-17> 서울시 옥상공원화 사업의 절차 개선안 ····· 88

제1장 연구의 개요

제1절 연구 배경 및 목적

제2절 연구 방법

제1장 연구의 개요

제1절 연구 배경 및 목적

도시는 인간활동의 중심지로서 급속한 개발과 확대로 인한 자연녹지의 감소와 늘어나는 주택, 공장, 도로 등으로 인한 불투수면적의 증가로 도시 열섬화, 하천유지용수 고갈, 도시홍수 증가, 지하수 고갈 등의 도시환경문제가 심각해지고 있다.

특히 온실효과로 인해 연평균 기온이 0.5~1.5℃ 증가하고 있으며, 열섬효과는 도시의 기온을 더욱 높이고 있다. 또한 건축물의 에너지 사용도 이와 비례하여 늘어나고 있다. 게다가 최근 석유가격의 폭등으로 인해 에너지 비용이 크게 증가하고 있다.

따라서 기후온난화와 열섬효과에 따른 도시의 기온상승과 에너지 가격 폭등에 따른 에너지 효율 향상 방안 등이 모색되고 있다. 특히 서울시의 경우, 건축물에서 소비하는 에너지의 비중이 가장 높아 건축물의 온도상승 관리 및 에너지 관리가 필요한 시점이다.

옥상녹화사업은 서울시의 부족한 녹지를 확보하는데 일조하여 환경문제 대처에 기여할 수 있을 뿐만 아니라, 건축물의 에너지사용 절감에도 활용될 수 있다. 옥상녹화는 미기상적 측면에 있어 건축물 내부의 온도를 줄여 줄 수 있는 하나의 기술로서, 열 유동량을 낮추어 건물의 에너지 사용량을 줄여 주는 효과와 빗물 유출률을 저감하는 효과 등이 있다. 서울시도 이를 위하여 '서울시의 10만녹색지붕만들기' 사업을 지속적으로 추진해 오고 있다.

따라서 이 연구는 최근 세계적으로 주목받고 있는 기후온난화와 에너지 가격 폭등에 따른 에너지 절감효과를 높이고 도시내 녹화공간의 활용측면에서의

옥상녹화를 실제적으로 시공하고 모니터링함으로써, 그 활성화 방안을 살펴보는 데에 목적이 있다.

제2절 연구방법

연구 방법으로 기존 문헌조사 연구와 법제도 고찰, 국내외 사례 연구를 실시하였다. 특히 옥상녹화 모니터링의 일환으로 기존 옥상녹화 사례의 모니터링 조사와 더불어 서울시정개발연구원의 옥상공간 4개소에 별개의 특징을 갖는 「옥상정원」을 설치한 후, 여러 가지 변화양상을 분석하였다. 이를 바탕으로 옥상녹화 활성화 방안을 제시하였다.

온도 모니터링은 온도 데이터로거를 이용하여 대기온도, 토양표면온도, 토양내면온도, 아스팔트 온도 등 4개로 나누어 시간 단위로 자동측정을 하였다. 또한 적외선 카메라의 열에너지 분포를 통해 온도분포를 조사하였다. 빗물유출 저감효과는 강우량에 따른 유출저감효과를 분석하였다. 다만 근무여건에 따라 강우 시의 효과 측정이 제한될 수 있어 인위적인 용수 주입을 바탕으로 유출률 저감효과 등을 제시하였다.

옥상녹화를 이용한 농작물 재배에 있어서는 텃밭에서 수확되는 작물의 양을 측정하여 분석하였다. 연구수행 수행모식도는 <그림 1-1>과 같다.

연구 목적

- 녹지확보 및 에너지절감을 위한 옥상녹화 시설설치
- 서울시 옥상녹화 사업의 활성화 방안 제시

⇩

옥상녹화의 개요

- 옥상녹화의 개요
  - 정의
  - 구성요소
  - 기능 및 효과
  - 유형별 시스템
- 옥상녹화 관련제도
  - 국내외 옥상녹화 제도
  - 서울시 옥상녹화 지원현황
- 옥상 도시농업
  - 정의
  - 필요성 및 효과

⇩

국내·외 사례조사

- 국내사례
- 국외사례(일본, 미국, 영국)

⇩

옥상녹화시스템 시설설치

- **실증시설의 콘셉트선정 및 설계방향**
- 공간별 시설설치 현황

⇩

에너지절감을 위한 옥상녹화 모니터링 및 활성화 방안

- 옥상녹화 효과 모니터링
  - 온도저감효과, 작물수확량 측정, 우수유출 저감효과
- 활성화 방안 제시
  - 법제도적 개선방안
  - 효율적인 유지관리방안
  - 서울시 옥상녹화 활성화 방안

<그림 1-1> 연구수행 모식도

제2장 옥상녹화의 현황 및 관련제도

제1절 옥상녹화의 개요

제2절 옥상녹화 제도 및 지원현황

제3절 옥상녹화 공간에의 도시농업 도입

제2장 옥상녹화의 현황 및 관련제도

제1절 옥상녹화의 개요

1. 옥상녹화의 개념

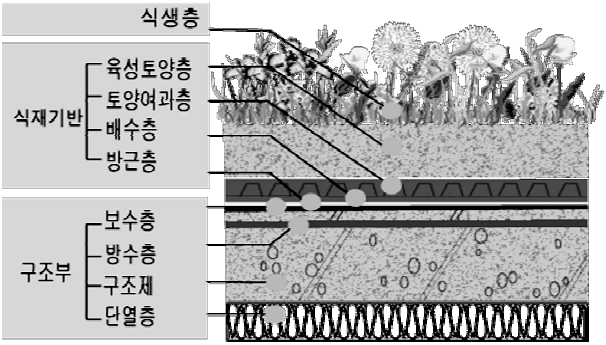
최근 들어 대도시를 중심으로 도시녹화사업을 적극적으로 전개하고 도시녹지 보전에 역점을 두고 있으나, 녹화가 가능한 토지 확보가 어려운 실정이다. 특히 녹지가 절대적으로 부족한 도심부의 경우, 녹화 가용지가 있다하더라도 토지매입에 고비용이 들기 때문에, 토지를 다목적으로 쓸 수밖에 없는 실정이다. 이러한 상황에서 도시 내 녹지를 확보하기 위한 대안 중 한 가지가 건축물의 상부에 녹화를 하는 옥상녹화이다.

옥상녹화는 넓은 의미에서 인공지반 위에 설치된 녹화 모두를 뜻하지만, 좁은 의미에서는 건축물 상부 또는 중간층의 노출된 공간으로 사람의 출입 및 이용이 가능한 부분의 녹화를 말한다. 여기서 인공지반이란 자연지반과는 공간적으로 분리된 상태에서 인위적으로 조성된 인공구조물로 별도의 조치가 없이는 생물이 서식할 수 없는 공간을 말한다.

이러한 옥상녹화는 도심지역의 부족한 녹지공간을 확보하고 도시환경에 자연적인 요소를 도입함으로써 생물이 서식할 수 있는 공간을 마련해 주고, 도시미관을 증진시키며 여가공간을 확보해 주는 등 다양한 기능과 역할을 한다.

2. 옥상녹화의 구성요소

옥상녹화에 따른 식재기반과 방수층 등은 건물의 외피를 보호하고 건축으로 인해 파괴된 생태계(특히 토양생태계)를 복원하여 자연의 순환기능을 되찾게 하는 한편 생물의 서식기반을 제공한다. <그림 2-1>에는 옥상녹화시스템을 구성하는 요소들을 나타내었다.



<그림 2-1> 옥상녹화시스템 구성요소(기존건축물 적용 시)

옥상녹화시스템은 건축물 또는 구조물의 외피, 식재기반, 식생층으로 구성되며, 건축물의 외피는 단열층, 구조제, 방수층, 보수층으로, 식재기반은 방근층, 배수층, 토양여과층, 육성토양층으로 이루어진다. <표 2-1>에는 옥상녹화 시스템 구성요소 및 그 기능을 나타내었다.

<표 2-1> 옥상녹화시스템 구성요소의 기능

구 분	구성요소	기능 및 내용
건축물 외피	구조 안전진단	◦ 인공지반으로서의 옥상녹화시스템을 지지하는 기능 ◦ 옥상녹화시스템 적용의 전제 ◦ 구조물의 허용능력 현장조사
	방수층	◦ 옥상녹화시스템의 수분이 구조체로 전달되는 것을 차단 ◦ 구조물의 내구성에 가장 중요한 영향을 미침. ◦ 구조진단과 함께 반드시 검토해야 할 전제조건 ◦ 옥상녹화 특유의 안전한 방수소재, 공법이 요구됨.
식재 기반	방근층	◦ 식물뿌리로부터 방수층과 구조물을 보호하는 기능 ◦ 시공 시 기계적, 물리적 충격으로부터 방수층 보호
	배수층	◦ 자체의 공극량에 따라 과포화수를 수용하여 옥상배수로로 배출하는 기능 ◦ 저수기능을 하고 뿌리생장이 가능한 공간을 증대시킴. ◦ 하부에 놓인 구성층을 보호하는 기능 ◦ 시공후 하자발생이 가장 많은 부분으로 신중하게 설계
	토양여과층	◦ 식재기반층의 미세한 토양과 생육토양이 배수층으로 침전되어 배수층의 투수성을 약화시키는 것을 방지 ◦ 안전하고 내구성이 높은 소재요구

<표 계속> 옥상녹화시스템 구성요소의 기능

구 분	구성요소	기능 및 내용
식재 기반	육성토양층	◦ 식물의 지속적 생장을 좌우하는 가장 중요한 하부기반 ◦ 녹화시스템 중량의 대부분을 차지하므로 경량이 요구됨. ◦ 토심이 작은 경우→인공경량토양, 토심이 큰 경우→자연토양을 중심으로 육성토양층 구성
식생층	식생층	◦ 녹화시스템의 최상부 구성요소로 토양층을 피복하는 기능 ◦ 유지관리프로그램, 토양층의 두께, 토양특성을 종합적으로 고려하여 식재소재 선택

자료 : 서울특별시(2007) 재구성

3. 옥상녹화의 기능 및 효과

1) 경제적 효과

옥상녹화를 하면 토양층으로 인해 건축물의 방수층이 보호되고 산성비와 자외선으로 인한 콘크리트의 노화가 방지되어 건축물의 내구성을 향상시키는 효과를 얻을 수 있다. 또한 일사 차단효과와 더불어 식생부분의 증발산 작용에 의한 잠열효과 및 토양층이 지닌 물리적인 단열 성능이 복합되어 기존 옥상에 비해 열전도율이 낮아지게 됨으로써 건축물 냉·난방 에너지 절약에 상당한 효과를 가져 올 수 있다.

뿐만 아니라 지상의무 조경면적의 대체를 통해 도시에서의 녹지공간 확보 및 환경·경관의 질을 높일 수 있으며, 옥상녹화가 잘 된 건물은 녹지의 쾌적함

<표 2-2> 옥상녹화를 통한 경제적 효과

효 과	내 용
건축물 보호	◦ 산성비, 자외선 등에 의한 방수층과 벽면 열화현상 경감 ◦ 온도변화에 따른 손상예방 및 내구성 향상
에너지 비용절감	◦ 건축물의 단열효과 증진 ◦ 냉·난방을 위한 에너지 비용절감
지상의무 조경면적 대체	◦ 도심부 지상조경면적을 확보하는데 비용이 많이 소요되며, 일부지역에서는 확보가 거의 불가능함. 이러한 경우 지상의무 조경면적을 대체함으로써 경제적인 효과 달성
건축물 임대료 수입 증대	◦ 옥상녹화로 인한 쾌적한 환경조성으로 건물의 가치 증대 ◦ 지방자치단체 세입증대 및 인접지역 활성화 촉진

으로 인해 건물의 가치가 그만큼 높아지고 임대료 수입이 증대된다.

2) 사회적 효과

옥상녹화는 불량경관을 노출시켰던 건물옥상을 녹화를 통해 건물 외관을 향상시키고 차폐시킴으로써 푸른 공간을 창출하여 도시경관 향상 효과를 가져 온다. 또한 버려진 옥상을 휴식공간이나 레크리에이션 및 교육·문화공간, 각종 채소나 과일을 재배하는 도시농업 장소로 활용할 수 있어 새로운 공간 창출이 가능하고 사람들에게는 정신적인 편안함을 주어 궁극적으로는 주거환경의 쾌적성이 높아진다.

<표 2-3> 옥상녹화를 통한 사회적 효과

구 분	효 과
도시경관의 향상	◦ 불량경관을 노출시켰던 건물옥상에 녹화를 통한 도시경관 향상
도시민의 휴식공간 제공	◦ 도시의 복잡한 환경으로부터 격리된 공간을 제공 ◦ 쾌적한 녹지를 통한 건물 이용자들에게 휴식공간 제공
시민환경 교육	◦ 복원된 생태계를 활용한 환경교육의 장 제공

3) 환경적 효과

옥상녹화는 도시환경에 녹지를 제공함으로써 생물서식공간을 확보하고 도시생태계를 복원하는 효과를 얻을 수 있다. 도시화가 진행됨에 따라 지표면이 콘크리트나 아스팔트 등의 불투수성 재료로 포장되어 지하로 침투하는 우수량이 감소하고 하수도로 직접 유입되는 우수량은 증가하여 도시홍수가 발생하게 되었다. 그러나 옥상녹화는 불투수성 면적을 저감하면서 녹지가 우수를 일시저장함으로써 우수유출 저감을 통한 도시홍수예방에 효과가 있다.

또한 옥상녹화의 토양층은 소리파장을 흡수하여 분쇄시킴으로써 소음을 경감시키며, 자동차 배기가스와 먼지 등 공기 중의 더러운 미세 분진이 섞인 초기우수를 토양층을 통해 여과시켜 수질오염의 문제를 경감시킬 수 있다. 뿐만 아

니라 이산화탄소, 아황산가스, 질소화합물, 벤젠, 분진 등과 중금속을 흡수하고 산소를 방출하여 대기 정화 효과를 지니며, 녹지에 따른 일사의 반사 및 증발산 작용이 도시 열섬현상을 완화시키는 작용을 한다.

<표 2-4> 옥상녹화를 통한 환경적 효과

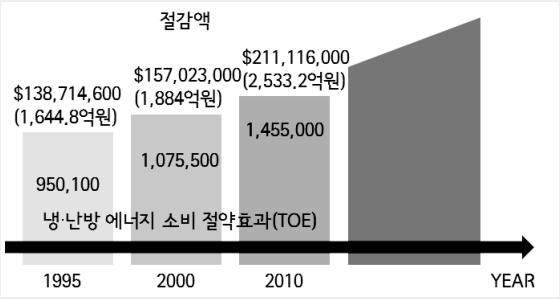
효 과	내 용
도시생태계 복원	◦ 인공지반녹화로 생물서식공간을 조성함으로써 녹지와 생태계 복원 ◦ 조류나 곤충의 서식지가 되고 야생동물 이동통로의 역할 담당
기후 조절	◦ 도시 열섬현상 완화 및 대지 습도조절 효과 ◦ 인공지반 녹지가 우수를 일시 저장함으로써 도시홍수 예방
환경오염 방지	◦ 이산화탄소, 아황산가스 등 대기오염물질을 흡수 ◦ 녹화식물을 통한 산소공급으로 대기오염 완화
에너지 절약	◦ 옥상녹화의 토양층을 통한 단열효과 ◦ 에너지소비 감소 ◦ 대기오염물질 배출 저감
소음 감소	◦ 토양층은 소리의 파장을 흡수하여 분쇄시킴으로써 소음을 감소시킴. (예) 20㎝의 토양층은 46dB의 소음을 감소시킴)

이처럼 옥상녹화는 도시 환경문제를 종합적으로 해결해 주는 효과를 가지고 있으며, 옥상녹화의 효과는 <표 2-5>와 같이 정리할 수 있다.

<표 2-5> 옥상녹화의 효과

환경적 효과	환경 오염 저감	◦ CO_2, NO_2, SO_2, 등의 흡수 및 산소 방출 ◦ 오염 물질 흡착 ◦ 우수 정화 작용	직접적인 효과
	도시생태계 복원	◦ 토양 생태계 보전 ◦ 새나 곤충의 서식지, 먹이제공 ◦ 새와 곤충의 이동로 형성, 휴식 거점의 창출	
	기후 조절	◦ 온도, 습도 조절, 기온상승 억제 ◦ 반사방지, 방풍효과 ◦ 우수 일시 저장으로 도시 홍수 예방	
생태·심리적 효과	◦ 장식, 외관의 미화 및 경관 향상 ◦ 피로감의 회복 및 안락감 조성 ◦ 화초재배, 채소 수확과 같은 다양한 취미생활 확보 ◦ 차폐, 은폐, 차음 효과		

<표 계속> 옥상녹화의 효과

경제적 효과	◦ 건축물의 단열효과 ◦ 냉・난방의 절감 → CO_2 발생 억제 [옥상녹화에 대한 건물 냉・난방 에너지 절약효과 기대치]  ◦ TOE 에너지 가격 환산기준 1TOE - $146(1barrel = $20 기준) ◦ 국내전체 건물 옥상을 30% 녹화할 경우	직접적인 효과
환경저부하형 지역 구현	◦ 지역의 대기 정화 효과 ◦ 도시 및 지역기후의 개선 효과(열섬현상의 경감, 과잉건조의 방지) ◦ 자원 절약효과(에너지부하절감을 통해 자원절약형 사회 창출)	지속가능한 지역구현 효과
순환형 도시 및 지역 구현	◦ 우수유출의 완화효과	
자연공생형 도시 및 지역 구현	◦ 지역의 자연성 향상효과 ◦ 지역미관 향상효과 ◦ 도심 및 지역의 어메니티 증진(심리적 안정감, 정서함양) ◦ 여가 공간의 창출	

자료 : 서울특별시(2007)

4. 옥상녹화시스템의 유형구분

일반적으로 옥상녹화의 유형은 저관리 경량형, 관리 중량형, 혼합형 등 3가지로 나뉜다. 이러한 세 가지 유형은 <표 2-6>과 같이 유지관리, 적용방식, 적용대상물, 기울기 등에 따라 구분되며, 또한 옥상녹화에 의한 무게를 건축물이 얼마나 견딜 수 있는지에 따라 <표 2-7>과 같이 구분된다.

<표 2-6> 옥상녹화의 유형구분

구분	내용	저관리 경량형	관리 중량형	혼합형
유지관리	저관리	●		○
	관리		●	●
적용방식	전면녹화	●	●	●
	부분녹화	○	○	○
적용대상건물	신축건물	●	●	●
	기존건물	●	○	○
건물경사유무	평탄형	●	●	●
	경사형	●		
단열위치	내단열			
	외단열	●	●	●
토양의 하중	경량	●		○
	중량		●	●
토심	20㎝ 이하	●		
	20㎝ 이상		●	●
식생의 종류	잔디		●	○
	세덤속	●	●	●
	지피식물	●	●	●
	관목・저목		●	●
	교목		●	○

자료 : 박기원(2005)

<표 2-7> 옥상녹화 시스템 하중에 따른 유형구분

구분	내용
중량형 녹화	녹화 하중(D.L.) – 300kgh/㎡ 추가, 사람 하중(L.L) – 200kgf/㎡
경량형 녹화	녹화 하중(D.L.) – 120kgh/㎡ 추가, 사람 하중(L.L) – 100kgf/㎡
혼합형 녹화	녹화 하중(D.L.) – 200kgh/㎡ 추가, 사람 하중(L.L) – 200kgf/㎡

1) 저관리 경량형 옥상녹화

저관리 경량형 옥상녹화는 토심 20㎝ 이하 녹화시스템으로 식생이 자연상태와 유사하게 조성된다. 따라서 대부분 자생적으로 유지되면서 생육하는데, 극한

적 입지조건에 잘 적응하고 높은 자생력을 갖춘 식물이 적합하다. 토양을 피복하는 지피형 식생은 이끼류, 다육질식물, 초본류 및 화본류로 구성된다. 이 유형은 관수, 예초, 시비 등 관리 요구를 최소화하며 인공경량토양을 주로 사용하는데, 구조적인 제약이 있는 곳이나 유지관리가 어려운 기존의 건축물 옥상 또는 지붕에 주로 활용된다.

2) 관리 중량형 옥상녹화

관리 중량형 옥상녹화는 토심 20㎝ 이상 녹화시스템으로 다년초와 수목류를 비롯한 지피류와 일부 교목류의 식재에 적합하다. 이 유형은 식생의 높이나 종류를 다양하게 할 수 있으며, 이용 및 조성 다양성을 고려하여 적합한 시설을 갖출 경우 일반 녹지와 유사하게 만들 수 있다. 주로 신축건물과 구조적인 문제가 없는 옥상에 적용하는데 관수, 시비, 전정 등 이용요구에 부합되는 관리가 필수적이다.

3) 혼합형 녹화

혼합형 녹화는 저관리 경량형과 관리 중량형 시스템의 혼합형으로 일반적으로 화본류와 다년초 및 수목을 이용한 녹화유형이다. 이 유형은 이용요구는 높으나 관리 중량형 시스템 도입이 어려운 공간에 적합하며, 토심은 10~30㎝ 내외이다. 또한 지피식물과 키작은 관목위주로 식재를 하며, 토양조성뿐만 아니라 관수 및 영양공급 면에서 요구조건이 비교적 적은 편이다. 특히 조성을 위해 투입되는 노력은 중량형 녹화보다 더 적고 유지관리는 축소된 범위 내에서 이루어진다.

제2절 옥상녹화 제도 및 지원현황

1. 국내 옥상녹화관련제도 분석

1) 옥상녹화 관련법규 및 조례 변천사

건축물 주변의 식재는 1970년대에 제정된 건축법 제 32조 '대지안의 조경'에서 기본 기준을 설정하고 있으며, 실제 적용에 따른 세부 기준은 시·군·구의 지방자치단체 조례에서 옥상녹화의 토심, 식재구성, 조경면적을 중심으로 설정되어 있다. 이후 1995년 환경부가 전국 그린네트워크화 구상안을 통해 사람과 자연이 함께 어우러질 수 있도록 한 자연만들기를 추진하면서, 점(point)의 요소에서 옥상녹화를 제안함에 따라 서울시, 부천시, 수원시, 성남시 등의 지자체에서 도시녹지 확보, 생활환경개선 등을 목적으로 옥상녹화를 추진하는 계획 및 시공 사례가 나타나기 시작하였다(서울시, 2003).

2000년에는 건설교통부고시(2000-159호)에 의해 옥상조경면적의 산정, 식재, 구조안전, 식재토심, 관수 및 배수, 방수 및 관리 등에 관한 조경기준이 마련되어 옥상녹화에 대한 체계적인 법적 근거를 갖게 되었다. 또한 이 고시는 2009년 1월 국토해양부에서 개정되어 제2009-35호로 발표되었다. 이것은 기존의 건축법 제42조제2항의 조경기준 규정에 의하여 그동안 지방자치단체별 건축조례에서 다루던 사항들을 국토해양부의 고시로 발표한 것으로, 기존의 건축조례에서 다루던 내용을 대체하고 있다.

2002년에는 「서울특별시녹지보전및녹화추진에관한조례」 제35조에 옥상녹화 등에 대한 지원조항이 신설되어 제도적 근거를 마련하였다가, 2007년 12월 「서울특별시도시녹화등에관한조례 부칙」에 의거하여 폐지되었다. 현재는 「서울특별시도시녹화등에관한조례」에서 「도시공원 및 녹지 등에 관한 법률」 및 같은 법 시행령에서 위임한 사항 및 그 시행에 관하여 필요한 사항을 규정하고 있다.

2) 국내 옥상녹화 관련 법규의 현황

옥상녹화와 관련된 현행 법규는 2009년 1월 국토해양부에서 개정된 고시 제 2009-35호로, 여기에서 「조경기준」에 대해 가장 상세히 기술하고 있다. '조경기준'에는 정의, 옥상조경 면적의 산정, 옥상 및 인공지반의 식재, 구조적인 안전, 식재토심, 관수 및 배수, 방수, 방근, 유지관리, 옥상조경의 지원 등에 관한 내용이 명시되어 있다. 여기서 식재면적은 1/2 이상이어야 하며, 자연지반률은 10% 이상으로 하도록 하고 있으며, 옥상녹화 시공이전에 건물에 대한 안전진단을 우선적으로 실시하도록 하고 있다. 또한 관수, 배수, 방수, 방근을 하여 건물에 손상이 없도록 하고, 식물의 생육을 돕도록 할 것을 요구하고 있다(<표 2-8>).

<표 2-8> 국토해양부 고시 조경기준에 명시된 옥상조경 관련내용

법 조항	내 용
제1조 (목적)	이 기준은 건축법(이하 "법"이라 한다) 제42조제2항의 규정에서 위임된 사항과 그 시행에 필요한 사항을 규정함을 목적으로 한다.
제4조 (조경면적의 산정)	조경면적은 식재된 부분의 면적과 조경시설공간의 면적을 합한 면적으로 산정하며 다음 각 호의 기준에 적합하게 배치하여야 한다. 1. 식재면적은 당해 지방자치단체의 조례에서 정하는 조경면적(이하 "조경의무면적"이라 한다)의 100분의 50 이상(이하 "식재의무면적"이라 한다)이어야 한다. 2. 하나의 식재면적은 한 변의 길이가 1미터 이상으로서 1제곱미터 이상이어야 한다. 3. 하나의 조경시설공간의 면적은 10제곱미터 이상이어야 한다.
제5조 (조경면적의 배치)	① 대지면적 중 조경의무면적의 10퍼센트 이상에 해당하는 면적은 자연지반이어야 하며, 그 표면을 토양이나 식재된 토양 또는 투수성 포장구조로 하여야 한다. 다만, 법 제5조제1항의 허가권자(이하 "허가권자"라 한다)가 자연지반에 설치할 수 없다고 인정하는 경우에는 그러하지 아니하다.
제5조 (조경면적의 배치)	② 대지의 인근에 보행자전용도로·광장·공원 등의 시설이 있는 경우에는 조경면적을 이러한 시설과 연계되도록 배치하여야 한다. ③ 너비 20미터 이상의 도로에 접하고 2,000제곱미터 이상인 대지 안에 설치하는 조경은 조경의무면적의 20퍼센트 이상을 가로변에 연접하게 설치하여야 한다. 다만, 도시설계 등 계획적인 개발계획이 수립된 구역은 그에 따르며, 허가권자가 가로변에 연접하여 설치하는 것이 불가능하다고 인정하는 경우에는 그러하지 아니하다.
제12조 (옥상조경 면적의 산정)	옥상조경의 면적은 다음 각 호의 기준에 따라 산정한다. 1. 지표면에서 2미터 이상의 건축물이나 구조물의 옥상에 식재 및 조경시설을 설치한 부분의 면적. 다만, 초화류와 지피식물로만 식재된 면적은 그 식재면적의 2분의 1에 해당하는 면적

<표 계속> 국토해양부 고시 조경기준에 명시된 옥상조경 관련내용

법 조항	내 용
제12조 (옥상조경 면적의 산정)	2. 지표면에서 2미터 이상의 건축물이나 구조물의 벽면을 식물로 피복한 경우, 피복면적의 2분의 1에 해당하는 면적. 다만, 피복면적을 산정하기 곤란한 경우에는 근원경 4센티미터 이상의 수목에 대해서만 식재수목 1주당 0.1제곱미터로 산정하되, 벽면녹화면적은 식재의무면적의 100분의 10을 초과하여 산정하지 않는다. 3. 건축물이나 구조물의 옥상에 교목이 식재된 경우에는 식재된 교목 수량의 1.5배를 식재한 것으로 산정한다.
제13조 (옥상 및 인공 지반의 식재)	옥상 및 인공지반에는 고열, 바람, 건조 및 일시적 과습 등의 열악한 환경에서도 건강하게 자랄 수 있는 식물종을 선정하여야 하므로 관련 전문가의 자문을 구하여 해당 토심에 적합한 식물종을 식재하여야 한다.
제14조 (구조적인 안전)	① 인공지반조경(옥상조경을 포함한다)을 하는 지반은 수목·토양 및 배수시설 등이 건축물의 구조에 지장이 없도록 설치하여야 한다. ② 기존건축물에 옥상조경 또는 인공지반조경을 하는 경우 건축사 또는 건축구조기술사로부터 건축물 또는 구조물이 안전한지 여부를 확인받아야 한다.
제15조 (식재토심)	① 옥상조경 및 인공지반 조경의 식재 토심은 배수층의 두께를 제외한 다음 각 호의 기준에 의한 두께로 하여야 한다. 1. 초화류 및 지피식물 : 15센티미터 이상(인공토양 사용 시 10센티미터 이상) 2. 소관목 : 30센티미터 이상(인공토양 사용 시 20센티미터 이상) 3. 대관목 : 45센티미터 이상(인공토양 사용 시 30센티미터 이상) 4. 교목 : 70센티미터 이상(인공토양 사용 시 60센티미터 이상) ② 새로운 녹화공법이 개발되어 토양 소재나 관수 방법 등이 제1항의 식재토심 규정과 맞지 않다고 조경기술사 등 관련 전문가의 검토의견이 제시될 경우 제1항의 식재토심 규정을 적용하지 아니할 수 있다.
제16조 (관수 및 배수)	옥상조경 및 인공지반 조경에는 수목의 정상적인 생육을 위하여 건축물이나 구조물의 하부시설에 영향을 주지 아니하도록 관수 및 배수시설을 설치하여야 한다.
제17조 (방수 및 방근)	옥상 및 인공지반의 조경에는 방수조치를 하여야 하며, 식물의 뿌리가 건축물이나 구조물에 침입하지 않도록 하여야 한다.
제18조 (유지관리)	옥상조경지역에는 이용자의 안전을 위하여 다음 각 호의 기준에 적합한 구조물을 설치하여 관리하여야 한다. 1. 높이 1.2미터 이상의 난간 등에 안전구조물을 설치하여야 한다. 2. 수목은 바람에 넘어지지 않도록 지지대를 설치하여야 한다. 3. 안전시설은 정기적으로 점검하고, 유지관리하여야 한다. 4. 식재된 수목의 생육을 위하여 필요한 가지치기, 비료주기 및 물주기 등의 유지관리를 하여야 한다
제19조 (옥상조경의지원)	국토해양부장관 또는 지방자치단체의 장은 옥상·발코니·측벽 등 건축물녹화를 촉진하기 위하여 건물녹화 설계기준 및 권장설계도서를 작성·보급할 수 있다.

옥상녹화의 지원과 관련되는 제도를 살펴보면, 현행제도는 건축물을 신축하는 경우에만 인센티브가 제공되기 때문에, 기존 건축물의 옥상녹화를 유도할 수

있는 방안은 없다. 그러나 신축 건축물에 적용되는 현재의 인센티브는 그동안 여러 측면에서 지적되어 온 바와 같이, 옥상녹화를 조경면적으로 인정하게 됨으로써, 오히려 지상부의 조경면적이 감소되는 결과를 가져올 우려가 있다.

이러한 현상은 특히 일반 임대용 건축물이 많이 입지하는 상업지역 안에서 대지면적을 조금이라도 더 활용하기 위한 수단으로 이용되어, 결국 지표면의 조경면적을 줄이는 결과를 초래하고 있는 실정이다.

이와 같이 현행 법령에서 옥상녹화를 보급하기 위해 시행되고 있는 지원방안은 조경면적의 산정밖에 없는 실정이다. <표 2-9>에는 옥상녹화 지원관련제도의 현황 및 문제점을 나타내었다.

<표 2-9> 옥상녹화 지원관련제도의 현황 및 문제점

구분	기존 건축물	신축 건축물
현행제도	◦ 서울시・인천시 녹지보전 및 녹화 추진에 관한 조례 : 예산범위 내에서 보조금 지급 ◦ 부산광역시 서구 : 옥상녹화재료 지원	◦ 건축법 시행령 기준 : 전체조경면적의 1/2까지 산정 옥상조경면적의 2/3를 산정 경량형은 면적의 50%만 산정
문제점	◦ 상위법 관련 규정 미흡으로 다양한 지원 방안 미약	◦ 지상조경면적의 감소 ◦ 화분(Plant Box)형 부분녹화로 옥상녹화효과 감소

자료 : 서울특별시(2003)

옥상녹화의 지원대상은 녹화가능면적이 165㎡(50평) 이상인 기존 민간 건물로, 최대 지원 옥상녹화 면적은 661㎡(200평)로 제한된다. 또한 준공된지 10년 이내의 건축물만 신청이 가능하며, 신축 중인 건물은 지원 대상에서 제외되고, 구조 안전진단이 필요 없는 경우에는 우선 지원을 한다.

기존 건축물에 옥상녹화를 할 경우, 인센티브 혜택이 주어지지 않는 대신 건축물 진단비용 및 방수비, 재료비, 시공비 등의 비용을 지원해 주며, 신축건축물의 경우에는 인센티브 혜택을 받고, 비용지원에 있어서는 일반주택과 공공건축물에 한해 재료비만을 지원받는다(<표 2-10>).

<표 2-10> 건축물 유형별 비용지원 및 인센티브 지원내용

	건축물 유형	인센티브		비용 지원내용			비고
		조경면적 용적률	세제 혜택	진단	방수	시스템	
기존	단독주택			●	●	●	재료비, 시공비 지원
	공동주택			●	●	●	〃
	공공건축물			●	●	●	〃
	일반건축물			●	●	●	〃
신축	단독주택		○			○	재료비 지원
	공동주택	●					
	공공건축물		○			○	재료비 지원
	일반건축물	●	○				

자료 : 서울특별시(2000)

3) 지방자치단체 조례

옥상녹화 지원과 관련한 지방자치단체의 조례를 살펴보면, 높이 2m 미만의 옥외 부분에 대하여는 전체면적을 조경면적으로 인정해 준다. 또한 필로티, 기타 이와 유사한 구조부분으로 공중통행에 전용부분의 조경면적은 서울특별시의 경우 1/2, 대전, 광주, 부산, 울산시의 경우는 2/3를 조경면적으로 산정해 준다. 당해 대지조경면적 기준에서는 서울특별시의 경우 1/3, 기타 시의 경우 1/2까지 산입이 가능하다.

서울, 부산, 울산의 경우 옥상녹화에 대한 지원 기준이 조례로 마련되어 있으나, 대전이나 광주의 경우 구청장 및 사업 주체가 요구하는 사업에 대하여 꽃, 나무 등 조경 소재와 재정적 지원을 할 수 있는 포괄적 조항이 있다(<표 2-11>).

<표 2-11> 옥상녹화관련 지방자치단체별 조례

인정기준 / 구분	조경면적 산정방법		옥상녹화 지원 등에 관한 관계법령
	높이 2m 미만 옥외 부분	조경공간확보 및 옥상조경 식수기준	
서울	전면적	◦ 필로티 기타 이와 유사한 구조부분으로 공중통행에 전용부분의 조경면적은 1/2를 조경면적으로 산정, 당해 대지조경면적 기준의 1/3까지 산입	『서울특별시녹지보전및녹화추진에관한조례』 제35조(옥상녹화 등에 대한 지원) 시장은....옥상녹화....등을 하고자 할 경우....보조금을 지원할 수 있다.
대전	전면적	◦ 필로티 기타 이와 유사한 구조부분으로 공중통행에 전용부분의 조경면적은 2/3를 조경면적으로 산정, 당해 대지조경면적 기준의 1/2까지 산입	『대전광역시조경시설관리조례』 제10조(녹화지원) 시장은...공익적 기능 증대에 기여한다고 판단되는 경우 나무・꽃 등 조경소재의 일부를 지원할 수 있다. 2. 구청장, 사업주체가 요청하는 녹화사업
광주	전면적	◦ 필로티 기타 이와 유사한 구조부분으로 공중통행에 전용부분의 조경면적은 2/3를 조경면적으로 산정, 당해 대지조경면적 기준의 1/2까지 산입	『광주광역시녹지보전및녹화추진에관한조례』 제22조(녹화지원) 3. 구청장, 사업주체가 요청하는 녹화사업
부산	전면적	◦ 필로티 기타 이와 유사한 구조부분으로 공중통행에 전용부분의 조경면적은 2/3를 조경면적으로 산정, 당해 대지조경면적 기준의 1/2까지 산입	『부산광역시녹지보전및녹화추진에관한조례』 제23조 (옥상녹화의 지원) ① 시장은...옥상녹화를 하고자 할 경우...보조금을 지원할 수 있다.
울산	전면적	◦ 필로티 기타 이와 유사한 구조부분으로 공중통행에 전용부분의 조경면적은 2/3를 조경면적으로 산정, 당해 대지조경면적 기준의 1/2까지 산입	『울산광역시도시녹화및조경시설관리조례』 제14조(녹화지원) ① 관리청은...도시녹화와 경관향상에 도움이 된다고 인정되는 경우에는 사업비일부를...지원할 수 있다. 4. 민간 또는 공공건물의 소유자가 건물옥상, 창문선단, 건물의 벽면녹화 등을 하고자 할 경우

2. 서울시 옥상녹화[1)]

1) 옥상녹화 지원 현황

서울시는 '생활권녹지 10만평 확충' 등과 관련하여 자치구별로 옥상녹화를 진행하거나, 완료한 곳을 2005년에 전수 조사하였다. 이를 통해 서울시 건축물 옥상녹화 현황에 대한 전반적인 기초자료를 확보하였으며, 옥상녹화 조성의 추세 및 선호경향 등을 분석하였다. 옥상녹화 지원현황은 서울시 내부자료(2009)

1) 서울특별시(2006) 하늘로 날아오른 정원 중 일부 발췌함.

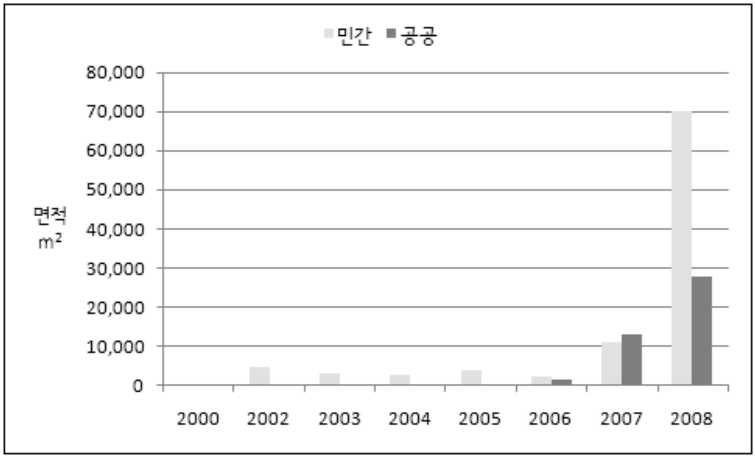
를 이용하여 정리하였다.

조사결과 옥상녹화 조성지는 총 249개소(69,184㎡)로 시 지원 30개소(11,445㎡), 공공기관조성 50개소(13,762㎡), 민간자체조성 169개소(43,977㎡)로 파악되었다.

(1) 연도별 현황

1974년 용산구 한남동에 소재하는 순천향대학병원이 옥상정원을 조성한 것을 시작으로 옥상녹화 조성지는 해마다 늘어나는 추세이다.

서울시 옥상녹화지원사업은 2000년 공공건축물을 시작으로 민간건축물로 확대되었다. 2008년 민간건축물 옥상녹화는 총 69,883㎡, 공공건축물 옥상녹화는 27,626㎡로 꾸준히 증가하는 추세이다(<그림 2-2>).



<그림 2-2> 연도별 서울시 옥상녹화 지원현황

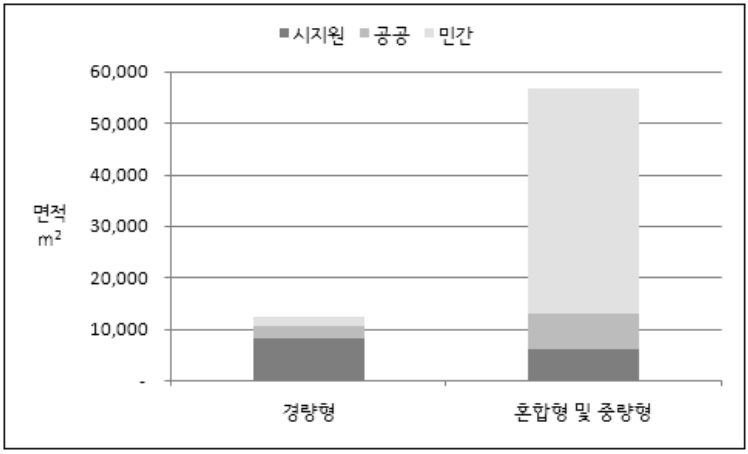
(2) 지역별 현황

옥상녹화 비율은 양천구(11.9%), 광진구(8.8%), 중구(6.9%), 강서구(6.2%), 마

포구(5.4%)의 순으로 높게 나타난 반면, 강북구(0.2%), 금천구(0.8%), 동작구(1.3%), 관악구(1.4%), 성북구(2.0%)의 순으로 낮게 나타났다.

(3) 유형별 현황

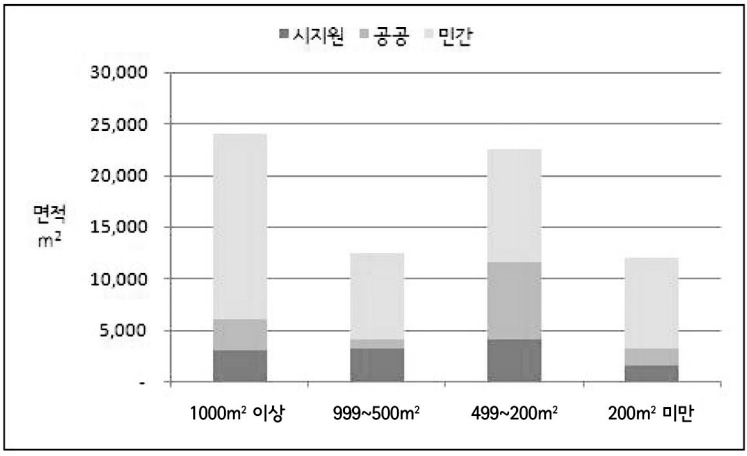
옥상녹화 유형분류 결과 <그림 2-3>과 같이 경량형이 44개소(12,490㎡), 혼합형 및 중량형이 205개소(56,775㎡)이며, 두 유형의 면적 비율은 각각 전체의 12%, 88%로 나타났다. 서울시 지원 녹화지에서는 경량형이 52%로 혼합형보다 높았다. 민간자체조성지의 경우에는 경량형이 9%로 교목식재와 파고라, 휴게시설물 등의 설치가 가능한 혼합형 및 중량형에 대한 선호도가 높았다.



<그림 2-3> 서울시 옥상녹화 유형별 현황

(4) 규모별 현황

규모별 현황을 살펴보면, <그림 2-4>와 같이 옥상녹화면적 1,000㎡ 이상으로 상위 7%에 해당하는 17개소의 녹화면적은 전체의 34%를 차지하나, 녹화면적이 200㎡ 이하로 하위 57%에 해당하는 143개소의 녹화면적은 전체의 16%에 그쳐 생활권녹지면적을 확충하기에는 기능이 미약한 것을 알 수 있다.



<그림 2-4> 서울시 옥상녹화 규모별 현황

2) 지원형태별 옥상녹화 현황의 특징

(1) 교육시설 옥상녹화 이용패턴

학교 및 유치원에서는 생태교육의 장으로, 상업업무 빌딩 및 병원 등에서는 휴게시설로 이용한다.

교육을 위한 식재보다 관목 및 초화류의 식재량이 많으며 벤치, 목재데크 등의 휴게시설물을 설치한 곳이 많다. 2개소는 총 지원면적의 25%를 차지하는 반면, 200㎡ 이하의 9개소는 전체 지원면적의 9%에 그친다.

(2) 공공기관 옥상녹화 현황의 특징

동사무소, 구청 등 민원업무가 많고 시민의 휴식처로의 활용도가 높은 곳을 중심으로 최근 3년간 옥상정원에 대한 관심도가 높아지면서 조성이 활발히 이루어지고 있다. 옥상녹화지가 3개소 이상인 8개구에 49개소 중 35개소가 위치한 반면, 6개구는 전무한 상태이다.

(3) 민간자체조성 옥상녹화 현황의 특징

민간건축물의 경우 상업업무용 빌딩과 일반주택 등 건물유형에 따라 옥상녹화면적의 격차가 매우 크게 나타났다. 옥상녹화면적이 1,000㎡ 이상인 12개소는 녹화면적비율이 39%로 매우 높게 나타난 반면, 소규모 조성지인 200㎡ 미만인 지역은 전체의 66%에 해당하는 112개소임에도 불구하고 녹화면적비율은 18%에 그쳤다.

자치구별로는 양천구와 광진구가 각각 34개소, 27개소로 옥상녹화율이 매우 높게 나타났으며 성북구, 강북구, 영등포구, 관악구는 녹화 조성지가 없어 민간건축주의 옥상녹화에 대한 인식이 미흡한 것으로 드러났다.

3) 옥상녹화 조성 사례지

(1) 일산 롯데백화점

명칭	옥상생태공원	준공연도	2006년
지원처	경기녹지재단	면적	1,987㎡
위치	경기도 고양시 일산구 장항동 784번지 롯데백화점 10층		

경기도 고양시 일산 롯데백화점 10층 옥상에 마련된 자연생태공원은 경기녹지재단의 지원을 받아 2006년에 조성되었다. 이 공원은 인근에 위치한 정발산과 호수공원을 이어주는 생태연결축의 역할을 한다. 일산의 중심상업지역인 정발산역에 위치하고, 특히 롯데백화점이라는 상업건물의 특성을 고려하여 조성된 이 공원은 이용자 휴게공간과 생태공간으로 나누어진다.

옥상생태공원으로 들어가는 진입부 우측에 5m 높이의 기계실이 있고 위압감을 주는 직선형의 긴 진입로가 형성되어 있다.

이러한 불리한 여건을 완화하고자 좌우측에 화단을 조성하고 아치형의 관문을 설치하여, 이용자의 시선을 전면 직선으로 유도하였다. 긴 진입로를 벗어나면

나타나는 Amenity Garden에는 인위적인 라인의 플랜터가 조성되어 있다. 이용자들이 담소와 휴식을 취하는 공간으로 중앙의 원형 플랜터, 점토벽돌 바닥포장, 벤치 등의 정형적인 모습을 보여준다.

휴게공간에서 생태공간으로 들어가는 경계에는 개구리 형태로 구멍을 낸 출입문이 놓여 있어서 새로운 공간의 시작을 알린다. 생태공간에는 일반적인 옥상정원에서는 찾아보기 힘든 30평이나 되는 큰 규모의 습지가 조성되어 있어, 이용자 동선을 걷는 내내 옥상이라는 것이 전혀 느껴지지 않도록 되어 있다. 또한 목재 브리지를 습지 위로 놓아 습지의 식물들을 관찰할 수 있도록 하였으며, 작은 계류도 만들었다. 더불어 경량토와 함께 인근의 흙을 사용하여 시공함으로써 지역생태에 대한 배려를 하였으며, 18종의 교관목과 52종의 초화류가 심어져 있다(환경과 조경, 2006).

<그림 2-5> 일산 롯데백화점 옥상정원 모습

(2) 서대문구청 옥상

명칭	서대문구청 옥상정원	준공연도	2009년
지원처	서대문구청	면적	693㎡
위치	서울시 서대문구 연희로 165		

서울시 서대문구청 옥상은 녹화를 통해 회색빛 콘크리트 바닥에서 녹음이 푸르른 도심속 숲으로 변모하여, 이곳을 찾는 주민들에게 큰 호응을 얻고 있다. 총 693㎡ 면적에 교목, 사철나무, 초화류 등을 식재하였고, 중앙에 S자형 길을 내서 여유로운 분위기를 조성했다. 옥상 한쪽에는 조그마한 인공호수를 만들고 호수안에 분수대를 설치하였다. 곳곳에 벤치와 여러 가지 모형물을 놓아 전통 시골풍의 모습을 재현하였다.

사진출처 : http://www.asiae.co.kr/news/view

<그림 2-6> 서대문구청 옥상정원 모습

(3) 서울시 중구 보건소

명칭	중구 보건소 옥상녹화	준공연도	2006년
지원처	서울시	면적	153.2㎡
위치	서울시 중구 보건소길 14		

서울시 중구 보건소 옥상정원은 시의 지원을 받아 2006년 조성된 것으로서 관리 중량형 녹화지이다. 옥상정원 가장자리에 관목과 파골라, 그리고 그 주변에는 잔디와 야생화, 수공간 등을 조성하여, 이곳을 방문한 시민들에게 편안한 휴식처를 제공한다.

전반적으로 잔디와 초화류의 식재가 많은 편이며, 경계부에 관목을 심고, 파골라와 쉼터를 조성하였다. 주변에 고층건물이 없으므로 조망을 고려하여 아교목의 식재를 지양하였고, 에어컨 실외기를 차폐하기 위해 목재발을 설치하여 깔끔하게 마무리하였다. 탁 트인 조망을 갖추고 있어 옥상정원과 잘 어울릴 수 있다는 장점을 가지는 장소이다.

사진출처 : http://www.biotope.co.kr

<그림 2-7> 서울시 중구보건소 옥상정원 모습

(4) 한국화학시험연구소

명칭	한국화학시험연구소 옥상	준공연도	2003년
지원처	한국화학시험연구원	면적	603㎡
위치	서울시 영등포구 영등포동 8가 88-2		

한국화학시험연구소는 건물 내 별도의 휴게공간이 마련되어 있지 않아 이용자들의 불편함이 있던 곳이다. 이같은 문제를 해결하기 위해 휴게공간을 겸한

옥상공원을 조성하였다. 소규모 휴게공간을 중심으로 정적인 공간과 보행 및 산책을 할 수 있는 동적인 공간 등 크게 2개로 나뉜다.

정적인 공간은 이용자의 출입이 빈번한 공간으로 데크 및 벤치, 파골라, 캐노피 등을 설치해 이용자에게 편의를 주었으며, 동적인 공간에는 지압로와 산책로를 마련하였다.

시설물과 동선 주변으로 계절감을 느낄 수 있는 유실수를 식재했으며 억새, 애기원추리, 두메부추 등의 생물이 서식할 수 있게 하여 한강과 연계된 생태적 통로 역할을 한다.

<그림 2-8> 한국화학시험연구소 옥상정원 모습

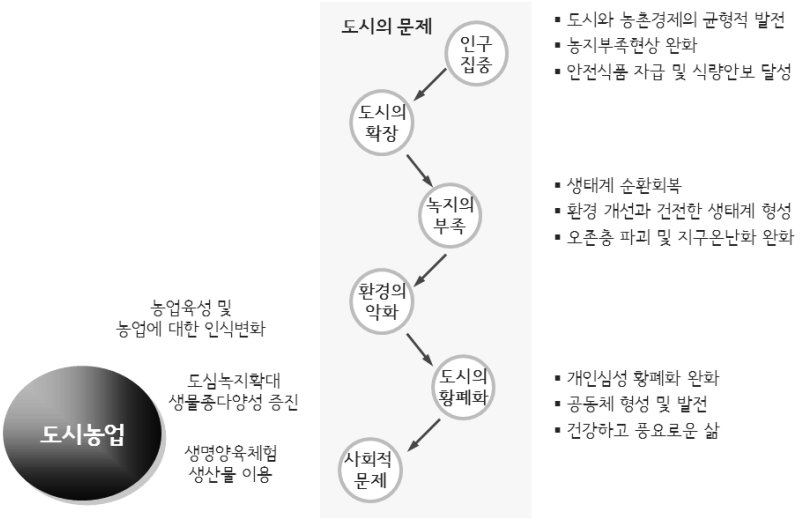
제3절 옥상녹화 공간에의 도시농업 도입

1. 도시농업의 정의

도시농업은 도시의 다양한 공간을 활용해 생물다양성 보전, 기후순화, 대기순화, 토양보전, 경관보전, 문화, 정서함양, 여가지원, 교육, 복지 등의 다원적 가치를 도시에서 실현함으로써 도시와 농업의 지속가능한 발전을 만들어 내는 것이다.

외국의 도시농업은 일본의 시민농원, 영국의 Allotment, 독일의 Kleingarten, 쿠바 아바나의 도시농업, 캐나다의 Community Garden 등 다양한 형태로 존재하며 매우 활발한 활동이 이루어지고 있다.

아직 우리나라에서는 도시농업에 대한 인식의 수준이 낮고, 인천도시농업네트워크 등 도시농업을 활용한 다양한 활동들이 이제 막 펼쳐지기 시작하였다. 일반적인 주말농장의 형태와 함께 화분에 흙을 담아 작물을 키우는 것, 도시의 자투리공간을 활용한 텃밭 등의 형태로 많이 존재한다. 외국과 달리 무단점유형식의 도시농업이 많은 것이 특징이다.



<그림 2-9> 도시농업의 정의

2. 옥상녹화공간에 도시농업의 도입 필요성

도시농업이 21세기 큰 과제인 기후변화와 초고령화 사회 문제를 해결하기 위한 대안으로 떠오르고 있다.

농촌과 분리돼 불균형하게 발전하고 있는 도시환경은 생물, 대기, 토양의 환

경 보존과 문화, 정서, 여가, 교육, 먹을거리의 안전성 등 농업이 갖고 있는 다원적 기능을 잃어버림으로써 지속가능한 도시 발전과 도시민의 삶을 위협하고 있다.

옥상 도시농업은 도심 내 공간 활용과 도시민의 텃밭 이용을 위해 옥상녹화공간의 일부 지역에 농업공간을 조성하여 작물을 재배할 수 있게 하는 대안이 될 수 있다. 또한 녹지의 감소로 인한 환경오염과 열섬현상, 여가공간 부족과 공동체문화의 파괴로 도시가 위기에 직면하고 있는 현실에서 도시를 지속가능한 도시로 거듭나게 하기 위해 도시농업의 필요성이 증대되고 있다.

3. 옥상녹화공간을 이용한 도시농업의 효과

1) 식량공급 기능

많은 환경호르몬과 농약 등으로 인해 먹을거리에 대한 안전이 위협받고 있다. 이 때문에, 도시민은 안전한 먹을거리를 찾아, 농촌까지 가서 직접 사오기도 하지만, 한편에서는 가능하면 스스로 경작해서 먹고 싶어 하는 사람들이 늘고 있다. 좁은 도시공간에는 경작할 공간이 부족하기 때문에, 옥상공간에 포트형으로 채소를 키우거나, 텃밭을 조성하여 작물을 키울 수 밖에 없다. 이렇게 하면 한 가족이 먹기에 충분한 채소가 생산될 수 있기 때문에 안전성과 자족성의 측면에서 도시농업은 매우 가능성이 높다고 할 수 있다. 21세기 들어 국제 곡물가격이 꾸준하게 상승하면서 식량의 무기화 우려도 점차 높아지고 있어, 도시농업의 안정적인 먹을거리 공급 기능은 중요하다고 할 수 있다.

2) 에너지 절약

학교와 같은 건물의 옥상을 농업공간화했을 때, 단열효과를 통해 냉·난방비는 16.6% 절약하는 것으로 보고된다. 30℃를 넘는 여름에 옥상 콘크리트 표면은 50℃에 육박하며, 그 밑 부분은 40도에 이른다. 여기에 식물을 심고 가꾸어

활용한다면, 옥상표면의 온도는 26~27℃로 떨어진다. 이밖에도 산성비, 자외선 등으로부터 건축물을 보호해 지붕 방수층의 기대 수명을 40년 가까이 연장시키는 효과가 있다.

3) 대기정화 및 홍수예방

도시농업은 대기를 정화시키는 기능을 한다. 특히 회색빛 콘크리트 도시에서 도시농업은 녹지를 확보함으로써 오염된 대기를 분산, 희석시켜 정화시켜 준다. 아울러 농업은 생태계 유지기능을 포함하고 있다. 생물 다양성 보존에 대한 인식이 점차 높아지고 있는 가운데 생태계 유지는 농촌뿐만 아니라 도심 속에서도 인간의 지속적인 생존을 위한 필수 요소다. 옥상 100㎡를 녹화했을 때, 매년 2㎏의 오염물질 저감효과와 성인 2명이 호흡하는 데 필요한 산소가 생산된다. 아울러 도시기온을 5℃ 낮추는 등 도심 열섬화 현상을 완화시킨다. 또한 옥상 100㎡를 깊이 10㎝로 녹화했을 때 200ℓ 정도의 빗물 저장이 가능해 홍수예방의 효과도 있다.

4) 정서순화 기능

도시농업은 사람의 정서 순화에도 큰 기능을 한다. 인간의 심리상태를 안정시키고 생활의 여유를 갖게 하는 것은 개인과 사회를 위해 반드시 필요하다. 특히 도시에 거주하는 노인들에게는 소일거리를 제공하여, 작물을 키우면서 정서도 함양하고, 육체의 치유공간으로도 활용될 수 있다. 이밖에도 어린이와 청소년들에게 생태계를 직접 보고 체험하게 함으로써 환경 교육의 장으로도 활용될 수 있다. 특히 유치원이나 학교의 옥상공간에 다양한 작물을 재배하여 관찰하고 생태계를 이해할 수 있는 학습도구로 이용한다면, 자라나는 세대에게 유익한 공간이 될 것이다.

5) 경제적 기능

도시농업을 경제적 측면에서 접근해 보면, 자원순환의 효과가 있다. 폐열을 이용할 수 있고, 음식물 쓰레기를 퇴비로 만들어 쓸 수 있으며, 빗물과 하수를 재활용할 수 있다. 심지어 사람의 소변과 대변까지도 거름으로 만들어 사용하기도 한다.

도시 안에서 발생하는 폐열을 이용한 도시농업 활동은 다양한 형태로 나타난다. 이미 1970년대 캐나다에서는 핵발전소의 폐열을 이용해 온실을 덥히고 양어(물고기를 인공적으로 키우는 일)를 통해 산업과정에서 배출되는 열을 직접 식량생산에 연결시켰다. 또한 도시농업은 가정에서 배출되는 많은 양의 음식물 쓰레기를 자체적으로 퇴비화해 거름으로 이용할 수 있게 한다.

6) 생태계 유지

또한 도시농업은 도시생태계를 유지·보존하는 역할을 한다. 공한지 상태에서보다 표토 유실을 줄이고, 도시 내에서 물 순환에 도움을 주며, 공한지가 쓰레기 무단투기장화되는 것을 방지해 토양오염을 예방하는 역할을 한다. 또 대기순환과 미세 기후 조절을 통해 도시생태계의 순환에 순기능적 역할을 하는가 하면, 여러 곤충들을 볼 수 있게 하는 등, 도시에 자연생태계의 요소를 끌어들이는 중요한 역할을 한다.

a. 옥상텃밭 조성 전　　b. 옥상텃밭 조성 후

<그림 2-10> 옥상텃밭 조성 전·후 모습

제3장 옥상녹화 국외사례

제1절 일본 도쿄도의 옥상녹화
제2절 미국 주요도시의 옥상녹화
제3절 영국 런던시의 옥상녹화
제4절 시사점

제3장 옥상녹화 국외 사례

제1절 일본 도쿄도의 옥상녹화

1. 옥상녹화 관련 제도

일본의 도쿄도는 공원과 도로 등 공공시설에 대해 식재와 보수 포장 등 열섬 대책을 추진해 왔으며, 2001년부터 자연보호조례에 따라 1천㎡ 이상의 대지에 건물을 신축, 증축, 개축할 경우, 지상과 옥상의 일정비율을 녹화하도록 의무화하고 있다.

또한 열섬대책의 정비지침을 마련하여 2003년부터 시행 중이다. 이 지침은 개발사업으로 정비되는 건물 중 연면적이 1만㎡ 이상인 경우와 토지구획정리사업과 관련되어 매각되는 보류지에 건물을 지을 경우 적용된다. 정비지침으로 에어컨 등에서 나오는 인공배열의 삭감, 건물의 단열성 향상, 옥상녹화, 대지녹화 등 4개 분야의 기준을 정하였다. 옥상과 대지녹화의 경우, 옥상은 면적의 60% 이상, 부지의 45% 이상에 식재하거나 연못을 조성해야 한다.

또한 건축물의 옥상녹화가 도시 열섬현상을 완화시키는데 얼마나 효과가 있는지 정량적인 측정 실험을 시행하고 있다. 이 실험은 경량이면서 저렴한 비용으로 관리할 수 있는 옥상녹화 기술을 개발하여 확대·보급하기 위한 것으로 도쿄도 환경국 환경과학연구소, 산업노동국 시험장, 건설국 토목기술연구소 등 3개 부서에서 공동으로 수행하고 있다.

이와 같이 일본은 도시녹지 확보 및 에너지 절감을 위해 옥상녹화 의무화를 조례로 정하고 관련된 기술개발을 위해 노력하고 있다.

2. 옥상녹화 사례지

일본의 옥상녹화 사례지로 후쿠오카 아크로스, 하루미 아일랜드 토리톤스퀘어, 도쿄도 미나토쿠 록본기(六本木) 힐즈, 스미다구청을 살펴보았다.

1) 후쿠오카 아크로스

명칭	ACROS	준공연도	1994년
위치	일본 구슈 후쿠오카현 위치		

후쿠오카 시청 인근에는 마치 식물원처럼 건물 자체가 녹음으로 뒤덮여 있는 '후쿠오카 아크로스' 빌딩이 있다. 이 녹색빌딩에는 동백나무, 쥐똥나무, 맥문동, 수국, 병꽃나무, 산수유, 회양목, 사철나무, 단풍나무 등 75종 3만7천여 그루의 나무가 심어져 있어 도시 건축물 위에 숲을 가꾼 사례로 손꼽힌다. 빌딩 자체가 숲인 이 건물은 인근 텐진중앙공원과 연결돼 국제·문화·정보의 교류거점으로 자리 매김하고 있다.

13만 6천여㎡ 부지에 지상 14층, 지하 4층, 높이 60m로 건축된 이 빌딩은 건축면적이 1만 6백여㎡, 연면적은 9만 7천여㎡에 달한다. 또한 각 테라스의 폭은 6미터이고 경량토양이 50㎝의 두께로 포설되어 있다.

<그림 3-1> 후쿠오카 ACROS 옥상녹화 모습

2) 하루미 아일랜드 토리톤스퀘어

명칭	하루미 아일랜드 토리톤스퀘어 옥상	준공연도	1990년
위치	도쿄도 중앙구 하루미 아일랜드 토리톤스퀘어		

하루미 아일랜드 토리톤스퀘어는 하루미 쪼메지구 제1종 시가지재개발사업으로 관민의 공동개발과 토지의 고도이용을 통해 매력있는 복합도시를 실현한 프로젝트이다. 상업시설로 업그레이드를 하기 위해 옥상면적 20,167㎡ 중 2,731㎡에 대한 녹화가 이루어졌다.

옥상녹화시설 완성 후 일상의 유지관리·운영을 통한 녹지의 재정비를 실시하여 이전보다 녹음이 풍부한 도시경관을 형성하였다. 화단의 유지관리를 위해 설계단계에서부터 다종류의 지피류를 랜덤 형상으로 식재하는 방법을 사용하여 복잡한 화단에서 필요한 식재를 바꾸는 등과 같은 관리를 최소화시켰다. 그리고 녹음에 관련된 가이드투어의 실행과 관리업무를 일중에 실시하여 이용자와의 커뮤니케이션 장소로 조성함으로써, 내방객에게 녹음을 가깝게 느끼고 즐길 수 있게 하는 등 녹화를 보급하는 활동의 하나로서 운영되고 있다.

<그림 3-2> 중앙구 하루미 아일랜드 토리톤스퀘어 옥상녹화

3) 도쿄도 미나토쿠 록본기(六本木)힐즈

명칭	록본기힐즈 옥상정원	준공연도	2003년
위치	도쿄 록본기역 록본기힐즈		

도쿄도 록본기힐즈의 옥상정원은 거주민과 지역내 유료관광객을 위해 조성되었다. 약 1,300평의 정원으로 첨단옥상녹화시설에 농촌풍경의 논과 밭을 조성하여 농작물을 재배할 수 있도록 하였으며, 벚나무 사이의 작은 오솔길과 작은 물고기들이 생활하는 연못 등을 만들어 예전의 그리운 농촌풍경을 즐길 수 있도록 하였다.

옥상부 전체가 평균토양 깊이 1m의 거대한 플랜터로 구성되어 있으나, 지진흡수를 위해 옥상녹화부와 건물 본체를 분리시켜, 지진발생 시 건물의 변형을 최소화할 수 있다.

사진출처 : 조경생태시공 ECO-LAC, 2004

<그림 3-3> 미나토쿠 록본기(六本木)힐즈 옥상녹화

4) 스미다구청 옥상녹화 및 벽면녹화

명칭	스미다구청 옥상	준공연도	1999년
위치	일본 도쿄도 아즈마바시 1-23-20		

스미다구(墨田區)는 주거 · 상업 · 공업이 혼재된 지역 특성 때문에, 녹지가 적어, 구(區) 차원에서 녹지면적의 증가를 위해 옥상녹화에 많은 관심을 갖고, 10년 전부터 주민들을 대상으로 한 옥상녹화 강습회와 펨플릿 배부 등을 통해 옥상녹화를 적극적으로 추진해 왔다(조경생태시공 ECO-LAC, 2004).

스미다구청 옥상녹화 면적은 약 700㎡이며, 세덤을 이용한 경량형에서부터 관목을 적용한 중량형까지 다양하게 조성되어 있다. 특히 스미다구는 일본에서도 빗물을 모아 재활용하는 시스템이 가장 잘 구축되어 있는 지역으로 도시 곳곳에 크고 작은 빗물 저장 탱크가 설치되어 있으며, 각 가정에도 지붕 처마 밑에 저장탱크가 보급되어 있다. 저장된 물은 개인 정원과 건물 녹화지에 활용될 뿐만 아니라, 시에서 관리하는 녹지에도 상당량의 관수를 공급하고 있다.

옥상바닥재는 빗물이 투수될 수 있도록 틈이 조성되어 있고 바닥재 자체가 저수공간을 확보할 수 있도록 만들어져 있어 저장된 물을 끌어올려 수생식물에 공급할 수 있다.

<그림 3-4> 스미다구청 옥상녹화 모습

제2절 미국 주요도시의 옥상녹화

1. 옥상녹화 관련 제도

미국은 시카고, 뉴욕, 보스턴 등 여러 시에서 옥상녹화 확대를 위해 활발한 활동을 하고 있다. 특히 시카고시는 주거와 상업건물에 옥상녹화를 할 경우 5천 달러까지 지원하고 인센티브도 준다.

뉴욕시는 빌딩 옥상을 녹화하거나 빗물의 흡수를 도와주도록 자갈을 설치하는 소유주나 개발자에게 세금감면 혜택을 주고 있다.

또한 보스턴의 경우, 옥상에 커뮤니티 가든을 조성하여 녹지를 확보할 뿐만 아니라, 지역주민에게 토지를 분양하여 각종 채소와 식물을 재배하는 도시농업 공간으로 활용하도록 하고 있다.

2. 옥상녹화 사례지

미국의 옥상녹화 사례지로 Kaiser Center, Fairmont Hotel을 살펴보았다.

1) The Kaiser Center

명칭	The Kaiser Center	준공연도	1960년
위치	Oakland, California		

미국에서 가장 유명한 옥상정원 가운데 하나인 카이저센터는 오스먼슨과 스테일리에 의해 설계되고, 1960년에 준공돼 일반인에게 개방되었다.

샌프란시스코와 인접한 오클랜드시에 위치하며, 카이저 가문의 28층 건물전면 4층의 주차장 상부에 조성되었다. 현재 42년의 연혁을 자랑하는 이 정원은 미국 옥상정원의 현대적 효시로 그 후 수많은 정원이 이곳에서 영감을 얻어 건설되었다.

하중을 구조적으로 해결하기 위해 대교목을 마운딩하여 하부 기둥 위에 배치하는 테크닉을 선보였다. 고층건물의 옥상정원은 이용자 외에는 시각적으로 노출되지 않는 것이 보통이나, 카이저센터와 같은 건물 구조에서는 인접하는 고층 건물로부터 조감하는 시각구조를 형성한다.

정원의 평면은 호안 미로나 벌 막스를 연상시키는 부드러운 곡선의 연속으로 이루어져 있다. 정원의 대규모 면적(1.2ha, 3천6백여평)에 걸맞게 잔디와 포장면 및 연못 등의 규모도 커서 작은 도면을 확대한 것과 같은 인상을 준다.

<그림 3-5> 미국의 The Kaiser Center 옥상정원 모습

2) The Fairmont Hotel(San Francisco, California)

명칭	The Fairmont Hotel	준공연도	1962년
위치	The Fairmont Hotel, San Francisco, California		

1906년 빅토리아 스타일로 개장한 훼어먼트 호텔은 같은 해의 샌프란시스코 대지진에서 살아남은 유서깊은 호텔이다. 1962년에 이르러 대대적인 개조작업을 했으며, 이때 로렌스 헬프린에 의해 정원이 설계되었다.

샌프란시스코의 명물인 고전적 호텔의 이미지를 살려 정형식 빅토리아 정원을 현대적 감각으로 재현하였다. 잔디와 초화류와 색자갈이 둥근 분수를 에워싸며, 거대한 카나리아 야자가 식재되었다. 야자수가 식수대가 아닌 지면에서 자라

는 것처럼 보이고, 공간을 넓히기 위해 아래층 천장에 거대한 플랜트 박스를 매다는 방식을 취했다.

개조 작업 시 24층의 신관이 곁에 세워졌으므로 투숙객이 정원으로 곧장 나가 산책을 하거나, 객실에서 정원을 내려다 볼 수 있게 되었다.

<그림 3-6> The Fairmont Hotel

제3절 영국 런던시의 옥상녹화2)

1. 옥상녹화 관련 제도

최근 영국 런던시는 건물 설계 시 옥상에 녹색지붕(Gerrn Roofing)을 조성할 것을 시민들에게 장려하고 있다. 건물의 지붕은 가장 큰 잠재력을 가지고 있지만 사용되지 않는 공간으로 기후변화 경감, 친환경적인 도시환경 조성, 건물외관 미화, 지속가능한 도시배수 실현 등 다방면에서 도움이 될 것으로 기대되는 공간이다.

2) Greater London Authority City Hal(2008), Living Roofs and Walls Technical Report : Supporting London Plan Policy

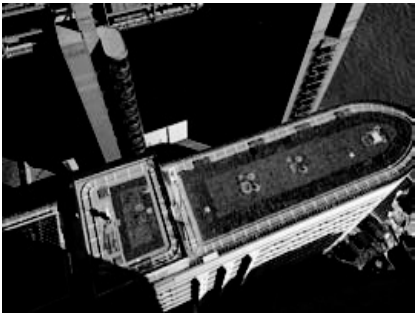
2. 옥상녹화 사례지

1) The Radisson Hotel & New Providence Wharf

The Radisson Hotel의 전체 녹지 조성면적은 418㎡로 2006년 6월에 완공되었다. 이곳은 곤충을 먹이로 하는 조류가 서식할 수 있도록 하기 위해 자연적으로 식재를 하였으며, 수공간을 조성하였다. 미관을 고려하여 아래서부터 위로 바라봤을 때의 디자인을 특별하게 하였다.

New Providence Wharf는 지붕이 특정한 적재화물을 운반하도록 설계되었다. 옥상녹화와 생물서식처 조성이 필요했던 런던에서 첫 번째로 녹화 및 기능을 가진 혼합형 녹색지붕으로 계획한 사례이다.

a. The Radisson Hote



b. New Providence Wharf

<그림 3-7> The Radisson Hotel & New Providence Wharf 옥상정원 모습

2) Bishops Square, Spitalfields

이곳의 옥상녹화 면적은 2,500㎡로 3개의 테라스로 되어 있다. 고객들의 방문이 잦았던 옥상공간에는 인접한 사무실의 테라스에 서 있을 때, 런던 지평선까지 고려하여 경관적으로 뛰어나게 디자인하였다. 직원들에게는 쾌적함을 제공하고 건물은 매력적이고 아름답게 녹화하였다. 또한 곤충 및 조류의 서식처로도 활용되어 생태계 증진에도 기여하였다.

<그림 3-8> Bishops Square 옥상정원 모습

제4절 시사점

1. 옥상정원에 도시농업을 도입하고 테마가 있는 정원으로 조성

일본은 2001년부터 자연보호조례에 따라 1천㎡ 이상의 대지에 건물을 신축, 증축, 개축할 경우 지상과 옥상의 일정비율을 녹화하도록 의무화하고 있다. 또한 경량이면서 저렴한 비용으로 관리할 수 있는 옥상녹화 기술을 개발하여 확대 보급하기 위해 건축물의 옥상녹화가 도시 열섬현상 완화에 어느 정도 효과가 있는지 측정 실험을 시행하고 있다.

또한 도시농업과 접목하여 일본 록본기힐즈의 옥상정원에는 면적 1,300평에 논과 밭을 조성하여 농작물을 재배할 수 있도록 하였으며, “그리운 농촌풍경”이라는 테마를 부여하여 옥상정원을 특색 있게 공간으로 만들었다. 현재 우리나라에도 다양한 옥상녹화 기법이 도입되고 있지만, 록본기힐즈의 도시농업 사례 및 테마공원 조성 기법은 우리나라에서도 참고할만한 사항이다.

2. 유지관리 운영을 통한 녹지의 재정비

도쿄도 중앙구 하루미 아일랜드 토리톤스퀘어는 옥상녹화시설 완공 후 수년

이 경과하였지만, 일상의 유지관리·운영을 통해 녹지의 재정비를 실시하여 이전보다 녹음이 풍부한 도시경관을 형성하고 있다.

옥상녹화시설 설치 후 관리부실로 흉물스럽게 변하는 사례가 종종 있기 때문에, 서울시도 조성에만 목표를 둘 것이 아니라, 조성 후 관리에도 초점을 맞출 필요가 있다.

3. 인센티브 확대를 통한 옥상녹화 활성화

시카고시는 주거와 상업건물에 옥상녹화를 할 경우, 5천달러까지 지원하고 인센티브도 준다. 또한 옥상녹화를 하거나 빗물 흡수를 도와주도록 자갈을 설치하는 건물 소유주에게 세금감면 혜택 등 적극적인 인센티브 제공으로 옥상녹화 활성화에 앞장서고 있다.

우리나라는 기존 건축물에 옥상녹화를 할 경우, 인센티브의 혜택이 주어지지 않는 대신, 건축물 진단비용 및 방수비, 재료비, 시공비 등의 비용을 지원해 주며, 신축건축물의 경우에는 인센티브 혜택을 주고, 비용지원에 있어서는 일반주택과 공공건축물에 한해 재료비만을 지원받는다. 옥상녹화의 확대를 위해서는 인센티브 확대와 함께 기존 및 신축 건축물에도 지원을 확대하는 것이 필요하다.

제4장 옥상녹화 효과분석을 위한 시설설치

제1절 기본방향

제2절 옥상녹화 시설설치

제3절 시공 시 발생한 문제점

제4장 옥상녹화 효과분석을 위한 시설설치

제1절 기본방향

서울시정개발연구원의 옥상은 그동안 콘크리트 바닥으로 크게 이용되지 않는 공간이었다. 몇몇 직원들이 그저 바람을 쐬기 위해 오가는 정도였다. 또한 여름철 온도를 그대로 바닥이 받아서 건물내부로 전달하므로, 에너지측면에서 비효율적인 공간이었다.

이 공간을 녹화함으로써, 직원의 휴식공간으로 활용하면서, 에너지 절감효과를 얻어내고자 하였다. 또한 공간별로 특화하여 각각의 공간에 특징을 부여하고, 이용패턴을 고려하여 설계 및 시공하였다. 이후에 모니터링을 통하여 효과를 측정하였다.

제2절 옥상녹화시설설치

서울시정개발연구원 옥상정원은 총 4개소이며, 유휴공간인 옥상을 활용하여 원내외 구성원들이 자연과 더불어 근무할 수 있는 휴게공간으로 조성되었다. 또한 옥상녹화를 통하여 에너지 절감 정도를 관찰하기 위한 온도 모니터링 기기를 시설공사 때 설치하였으며, 회양목, 영산홍, 맥문동 등 약 60여종의 식물을 식재하였는데, 그 목록은 부록 <표 1>에 나타내었다. 전체 조성면적은 566.99㎡이며, 시스템 설치는 2008년 12월 5일에 시작하여 2009년 3월 15일에 완공시켰다.

<표 4-1> 대상지별 시공현황

대 상 지	면 적	설 계	방 수	방 근	저배수 시스템	식재& 시설물	건설지 작 성	비 고
총 4개소	566.99㎡							
3층 중회의실 상부옥상	149.09㎡	○	X	○	○	○	○	방수완료
4층 425호 앞 목재데크	90.32㎡	○	○	○	○	○	○	-
5층 SDI라운지	167.37㎡	○	○	○	○	○	○	-
5층 옥상	160.21㎡	○	○	○	○	○	○	-

1. Central Garden

1) 설계방향 및 내용

Central Garden은 연구원 3층 중회의실 상부에 위치하며, 주변의 우면산 경

Central Garden	
개 요	◦ 면적 : 149.09㎡ ◦ 옥상내 실외기가 노출되어 있어 차폐가 요구됨. ◦ 기존난간 높이 1.1m로 보강이 필요함. ◦ 문턱 5㎝로 우수 시 역류 고려 ◦ 기존휴게시설 : 테이블세트, 등의자, 휴지통 ◦ 방수공사 완료, 방근공사 요망
설계 개념	◦ 주로 연구원들의 휴게공간으로 이용되는 옥상 ◦ 출입구 가까이 파고라를 설치하여 직원들의 이용을 활성화함. ◦ 우면산이 보이는 경관을 해치지 않도록 친자연 소재를 이용하고 따뜻한 분위기를 연출함.
옥상녹화 유형	◦ 중량형 옥상녹화
종합계획도	

<그림 4-1> Central Garden 설계개념 및 내용

관과 어울릴 수 있도록 고려하여 식재계획을 세웠다. 특히 이곳은 연구원들의 접근이 용이하고 직원들의 출입이 잦은 곳으로 벤치나 파골라 같은 휴게시설을 설치하여 쉴 수 있는 공간으로 설계하였다. Central Garden의 설계개념 및 내용은 <그림 4-1>과 같다.

2) 옥상정원시스템 시설설치

Central Garden 옥상정원시스템 시설설치는 이미 방수공사가 완료되어 있어 방수처리를 생략하였으며, 높이가 1.1m인 기존 난간은 안전을 위하여 보강작업을 실시하였다. 작업 순서는 방근시트깔기 → 데크설치 → 조적작업 → 배수판깔기 → 난간보완 → 식물식재 → 시설물설치 순이며, <그림 4-2, 3>에 시설설치 모습과 시공 전 · 후 모습을 나타내었다.

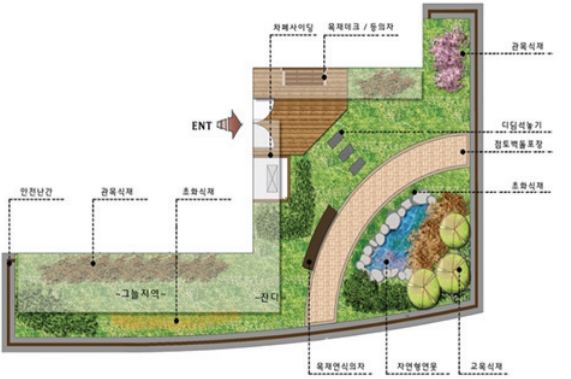
<그림 4-2> Central Garden 옥상정원 시설설치 과정

<그림 4-3> Central Garden 옥상정원 시설설치 전・후 모습

2. Secret Garden

1) 설계방향 및 내용

Secret Garden은 연구원 4층 여성휴게실 옆에 위치하며, 소규모로 휴식이나

Secret Garden	
개 요	◦ 면적 : 90.32㎡ ◦ 옥상내 실외기가 노출되어 있어 차폐가 요구됨. ◦ 기존난간 높이 1.1m로 보강이 필요함. ◦ 기존데크 철거 ◦ 기존휴게시설 : 등의자, 평의자, 휴지통 ◦ 방수, 방근공사 요망
설계 개념	◦ 자연형 연못조성 및 친수공간을 조성함. ◦ 연못주위에는 자생종의 초화류를 위주로 식재하여 생물서식지로 활용 ◦ 휴게용 벤치를 설치하여 좁은 공간이지만 휴게시설로도 활용
옥상녹화 유형	◦ 중량형 옥상녹화
종합계획도	

<그림 4-4> Secret Garden 설계개념 및 내용

모임장소로 이용될 수 있다. 자연형 연못을 통해 친수공간을 조성하고 연못 주위에 자생 초화류를 식재하여 생물서식처를 만들었다. Secret Garden의 설계개념 및 내용은 <그림 4-4>와 같다.

2) 옥상정원시스템 시설 설치

Secret Garden 옥상정원은 기존의 목재데크가 노후화하여 데크철거작업을 우선 실시하였다. 옥상녹화시스템 시설설치는 방수공사 → 방근시트깔기 → 데크설치 → 조적작업 → 배수판깔기 → 난간보완 → 식물식재 → 시설물설치 순으로 진행되었다. 또한 높이가 1.1m인 기존 난간은 안전을 위하여 보강작업을 실시하였으며, 노출되어 있는 실외기는 차폐하여 미관을 개선하였다. <그림 4-5, 6>에는 시설설치 모습과 시공 전·후 모습을 나타내었다.

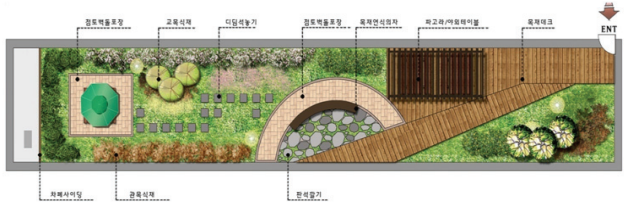
<그림 4-5> Central Garden 옥상정원 시설설치 과정

<그림 4-6> Central Garden 옥상정원 시설설치 전·후 모습

3. Sky Garden Ⅰ

1) 설계방향 및 내용

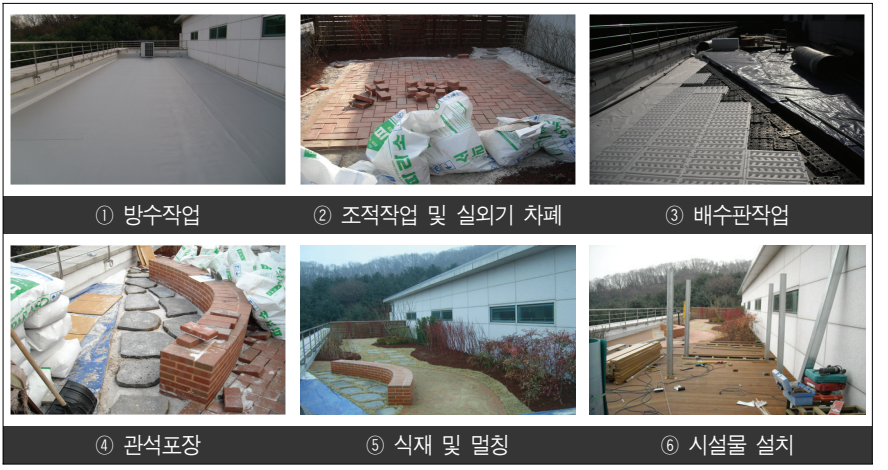
Sky Garden Ⅰ은 연구원 5층 산학연지원센타 옆에 위치하며, 접근이 용이하여 직원들의 이용이 활발한 장소이다. 따라서 휴게시설과 식재공간을 적절하게 배치하여 휴게공간형 옥상정원으로 조성하였다. 출입구 가까이 휴게시설을 설치하여 이용 효율성을 높이고 산책공간을 두어 가볍게 휴식할 수 있도록 설계하였다. Sky Garden Ⅰ의 설계개념 및 내용은 <그림 4-7>과 같다.

Sky Garden Ⅰ	
개 요	◦ 면적 : 167.37㎡ ◦ 옥상내 실외기가 노출되어 있어 차폐가 요구됨. ◦ 기존휴게시설 : 야외테이블세트, 휴지통 ◦ 방수, 방근공사 요망
설계 개념	◦ 연구원들의 이용이 활발한 공간으로 휴게시설과 식재공간을 적절하게 배치 ◦ 출입구 가까이 휴게시설을 설치하여 이용에 효율성을 높이고, 산책공간을 두어 가볍게 걷고 휴식할 수 있는 공간이 되도록 조성
옥상녹화 유형	◦ 중량형 옥상녹화
종합계획도	

<그림 4-7> Sky Garden Ⅰ 설계개념 및 내용

2) 옥상정원시스템 시설 설치

Sky Garden Ⅰ 옥상정원시스템 시설설치는 방수공사 → 방근시트깔기 → 데크설치 → 조적작업 → 배수판깔기 → 난간보완 → 식물식재 → 시설물설치 순으로 진행되었다. 노출되어 있는 실외기는 차폐하여 미관을 개선하였으며, 산책로 조성을 위해 관석을 포장하였다. <그림 4-8, 9>에는 시설설치 모습과 시공 전·후 모습을 나타내었다.



<그림 4-8> Sky Garden Ⅰ 옥상정원 시설설치 과정

<그림 4-9> Sky Garden Ⅰ 옥상정원 시설설치 전·후 모습

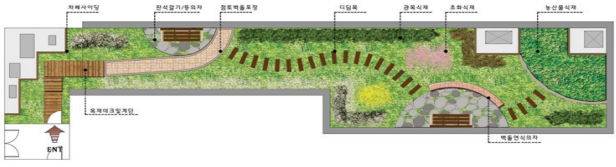
4. Sky Garden II

1) 설계방향 및 내용

Sky Garden II는 연구원 5층에 위치하며 다른 옥상정원들에 비해 접근이 용이하지 않고, 자주 이용되지 않아, 도시농업 및 에너지절감효과 실험을 위한 옥상정원으로 조성하였다.

직원들이 상추와 쑥갓 같은 채소를 직접 재배하여 먹을 수 있도록 작은 텃밭을 조성하였으며, 온도모니터링이 가능하도록 디지털온도계를 설치하였다.

등의자 및 벽돌연식의자 등 시설물을 설치하여 가벼운 휴식을 취할 수 있도록 하였다. Sky Garden II의 설계개념 및 내용은 <그림 4-10>과 같다.

Sky Garden II	
개 요	◦ 면적 : 160.21㎡ ◦ 옥상내 실외기가 노출되어 있어 차폐가 요구됨. ◦ 출입구쪽 높은턱으로 계단설치 요망 ◦ 방수, 방근공사 요망
설계 개념	◦ 다른 정원들보다 이용률이 저조할 것으로 예상되지만 도시농업 및 온도측정 등의 모니터링이 이루어질 공간으로 실용적으로 조성함. ◦ 높은 턱을 처리하기 위하여 목재계단을 설치함.
옥상녹화 유형	◦ 중량형 옥상녹화
종합계획도	

<그림 4-10> Sky Garden II 설계개념 및 내용

2) 옥상정원시스템 시설 설치

Sky Garden II 옥상정원시스템 시설설치는 방수공사 → 방근시트깔기 → 데크설치 → 조적작업 → 배수판깔기 → 난간보완 → 식물식재 → 시설물설치 순으로 진

행되었다. 노출되어 있는 실외기는 차폐하여 미관을 개선하였으며, 출입구쪽 높은 턱으로 인해 접근이 어려워 계단을 설치하였다. <그림 4-11~12>에는 시설설치 모습과 시공 전·후 모습을 나타내었다.

<그림 4-11> Sky GardenⅡ 옥상정원 시설설치 과정

<그림 4-12> Sky GardenⅡ 옥상정원 시설설치 전·후 모습

제3절 시공 시 발생한 문제점

옥상정원을 조성하는데 최우선 고려사항은 대상지의 안전성 확보를 위해 구조진단을 하여 시스템 유형을 결정한 후 계획을 수립 및 설계를 하여 시행하는 것이다. 따라서 서울시정개발연구원 옥상정원은 복합형 옥상녹화시스템을 적용하여 설계를 하였으며, 주요 공정별로 고려해야할 사항은 다음과 같다.

1. 방수계획

옥상녹화 대상지의 방수는 근본적으로 기존 방수가 되어 있는 장소에 추가 방수 및 방근 설비를 하여야 한다. 그렇지 않으면 시간이 지남에 따라 누수가 발생해도 이를 알 수 없기 때문에, 공사 초기 완벽한 시공이 매우 중요하다. 아무리 좋은 공법도 시공을 잘못하면 하자발생을 막을 수 없고, 옥상녹화의 경우, 누수발생 시 보수가 매우 어렵기 때문이다.

옥상정원은 PVC 방수 · 방근 시트 방식을 적용하였으며, 이 방식은 시공이 용이하고 공기가 단축되는 장점이 있지만, 기존 건축물과 시트사이의 온도차에 의한 결로 발생과 설치 후 공정에 의한 표면손상의 우려가 있어, 각별한 공정 관리가 필요하다는 단점도 있다.

노출형 PVC 시트는 아스팔트 도막방수와 같은 보호 몰탈층이 없어 내구성과 노출부분의 피로현상 발생 등 신뢰도가 떨어지는 것이 사실이다.

<그림 4-13> 방수시트시공(좌) 담수시험(우)

계획수립 시 현장 사정상 부득이하게 PVC방수·방근 시트를 적용해야 한다면, 시트 위 목재 데크나 무거운 구조물이 설치되는 경우, 접촉면 파손으로 인한 누수를 방지하기 위해 보호용 부직포를 사용해야 하고, 이후 공정 진행 시 작업자에 의한 파손방지를 위해 보양이 필요하다. 그러나 실제 작업을 진행하다 보면, 작업 이해관계가 달라 관리가 쉽지 않은 문제가 발생한다.

따라서 전체에 부직포를 사용하거나 부직포 설치가 필요 없는 일체형 방수·방근시트(부직포가 달린)를 적용하는 것이 바람직하다.

또한 방수공사 후 담수시험은 필수적이다. 실제로 연구원 옥상정원 4개 대상지 중 1개소에서 담수시험 후 누수가 발견되어 보완한 후 시공하였다. 이때 유의할 점은 옥상은 바람의 영향을 많이 받기 때문에, 바람에 의한 건조인지, 누수로 인한 담수량이 감소인지, 정확한 측정을 위해 배수구(홈통) 건조상태 확인도 병행해야 한다.

2. 실외기 차폐벽 설치

실외기 차폐벽은 근본적인 용도인 냉·난방기 작동 부하에 영향을 미치지 않도록 최소 간격과 환기용 틀 간격 등을 고려해야 한다. 고장나면 유지보수가 가능하도록 문을 설치하는 것이 좋으며, 정원에 어울리도록 외관을 고려하는 것도 필요하다.

3. 방수턱 설치

연구원 대상지 대다수의 파라펫이 조적 미장벽체이고 부분적으로 화강석벽체로 구성되어 있어 석재나 동질의 벽면처리는 커튼월바가 PVC 방수시트와 만나는 경계면이 된다. 알루미늄 재질의 커튼월바와 PVC재질의 방수시트의 접합의 문제가 생겨 커튼월바에 PVC방수시트를 고정시킨 후, 방수턱을 설치해 건조구간을 형성하였다. 이는 동일한 문제 발생 시 누수 위험도 없고, 점검이 용이해 권장할만한 처리방법이다.

<그림 4-14> 실외기 차폐벽 설치(좌) 및 방수턱 설치(우)

4. 관수계획 수립

옥상정원에는 점적 관수방식을 채택하였고, 일정 시간마다 자동급수하는 설비를 설치하여 관리의 편의를 도모하였다.

토심이 깊은 지역이나 조경석재 위의 식재물에는 자동급수의 효과가 미비한 것을 감안하여, 스프링클러를 부분적으로 설치하였고, 대상지마다 1개소씩 수도를 설치하여 필요 시 인력관수도 가능하도록 하였다.

<그림 4-15> 점적관수관 설치(좌) 수도 및 자동급수설비(우)

5. 화산석 멀칭

현재 인공경량토를 사용한 옥상녹화지역에 마감방법으로 잔디식재나 자연토양을 덮는 방법과 Bark(나무껍질)를 사용, 화산석 멀칭을 한다.

화산석 멀칭은 인공경량토가 건조 시 바람에 날리는 현상을 방지해 주고, 보수성과 시공이 편리한 특성을 가지고 있어, 최적의 표면 마감재이다.

그러나 관리를 위한 이식이나 새로운 수종 식재작업 시 인공토양과 화산석이 섞여 지저분해지는 단점이 있다.

6. 인공연못 조성

인공연못 조성 시 가장 고려해야 할 사항은 대상지에 적합한 모습을 갖추는 것과 더불어 관리가 용이하도록 식재 수종과 급·배수 방식을 선택하는 것이다. 연구원 인공연못 대상지는 바람이 잦고 수심이 낮아 2~3일이면 물이 말라 바닥까지 드러나는 문제점이 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 연못에 인공급수와 오버플로어 발생 시 배수설비를 갖췄음에도 불구하고, 관리가 쉽지 않다. 따라서 지속적인 관리로 보완을 해주어야 하며, 추후 인공연못 조성 시 면밀한 검토가 선행되어야 한다.

제5장 옥상녹화시스템 효과분석을 위한 모니터링 및 활성화방안

제1절 서울시정개발연구원 옥상정원의 모니터링

제2절 옥상녹화 활성화 방안

제5장 옥상녹화시스템 효과분석을 위한 모니터링 및 활성화 방안

제1절 서울시정개발연구원 옥상정원의 모니터링

1. 모니터링 방법

1) 온도 측정

옥상정원 온도 측정은 디지털 온도계(Em5b)를 이용하였으며, 옥상녹화를 하지 않은 지역과 녹지로 피복된 지역 간의 비교를 위해 대기온도, 토양내면온도, 토양표면온도, 비녹화 표면온도로 나누어 측정하였다(<그림 5-1>). 측정주기는 1시간 간격으로 자동측정 되도록 설정하였으며, 하루 동안 대상지의 최고온도 및 최저온도를 측정하였다.

<그림 5-1> 디지털 온도계(Em5b) 설치

2) 적외선카메라에 의한 열환경 측정

적외선카메라인 ThermaCAM™E45를 이용하여 비녹화지와 녹화지의 온도를 비교할 수 있도록 건물, 포장도로, 토양, 녹지 등을 담을 수 있는 구역을 택하여 4월과 7월 두 번에 걸쳐 측정하였다. 하루 중 기온이 높은 1시~2시 사이에 측정

하였으며, 사진에 나타나는 색깔로 온도를 구분하여 분석하였다.

3) 우수유출 저감효과 측정

우수유출의 측정은 집중강우 시, 옥상녹화지에서 우수를 흡수하여 하천으로 모이는 속도를 느리게 하여 어느 정도의 홍수조절 효과를 볼 수 있는지를 알아보기 위한 것이다.

옥상녹화지의 우수유출 저감효과 측정 대상지는 4곳으로 관수 밸브를 열어 물을 유입시킨 후 배출구로 빠져 나가기까지의 시간측정 및 미터기를 이용한 유입유량을 측정하였다.

4) 도시농업 작물수확량 측정

옥상정원의 작물수확량을 측정하기 위해 2009년 4월 17일 상추, 쑥갓, 토마토를 식재하였다. 세 가지 작물 모두 포트로 식재하였으며, 상추는 53포트, 쑥갓은 56포트, 토마토는 54포트를 초기에 심었다. 이후 재배작물들은 관수 및 잡초제거 등과 같은 관리를 하였으며, 수확 시 CAS전자저울로 무게를 달아 수확량을 측정 · 기록하였다(<그림 5-2>).

a. 수확량 측정 기기

b. 적외선카메라(ThermaCAM™E45)

<그림 5-2> 옥상농장 조성모습 및 수확량 측정기기

2. 모니터링 결과

1) 온도 모니터링

(1) 일일 온도 데이터 분석

옥상정원의 온도변화를 알아보기 위해 디지털 온도계(Em5b)를 이용하여 온도를 측정하였으며, 기준일은 비녹화표면(콘크리트)온도가 가장 높았던 7월 8일로 선정하였다. <그림 5-3>은 하루 동안의 옥상정원 온도변화를 나타낸 것이다.

토양표면과 비녹화지 온도를 비교해보면 토양표면은 최소 22.1℃에서 최고 37.4℃로 15.3℃ 차이가 나는 반면, 비녹화 표면은 최소 20.5℃에서 최고 67.2℃로 46.7℃ 차이가 났다. 토양내면온도는 26.3℃ 정도로 큰 변화 없이 유지되고 있으며, 토양표면온도에 비해 낮게 나타났다.

오후 7시에는 토양표면과 비녹화지의 온도가 각각 28.3℃, 30.6℃로 거의 비슷하게 조사되었다. 해뜨기 전인 자정에서 오전 6시까지는 비녹화지가 토양표면에 비해 온도가 낮았으나, 오전 7시를 기점으로 온도가 상승하여 오후 1시에는 67.2℃에 달했다.

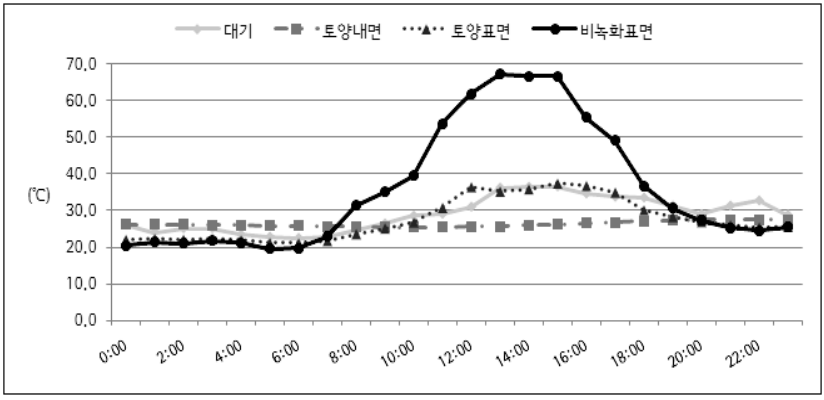
또한 다시 해가 지는 시점인 오후 6시를 기준으로 급속하게 온도가 하강하는 것으로 나타났다. 식물이 식재된 토양표면과 비녹화지의 최고 온도차이는 32℃로 매우 크며, 콘크리트 옥상은 급속하게 온도가 상승했다가 급속하게 냉각되는 것을 알 수 있다.

녹화가 된 옥상은 비녹화 옥상에 비해 열전도율이 낮아 외기온도가 전달되는데 시간이 오래 걸려 온도변화가 적기 때문에 건축물 냉·난방 에너지 절약에 효과를 기대할 수 있다.

<표 5-1> 일일 옥상정원 온도변화

(단위 : ℃)

시간	대기	토양 내면	토양 표면 A	비녹 화지 B	온도차 B-A	시간	대기	토양 내면	토양 표면 A	비녹 화지 B	온도차 B-A
0 : 00	26.1	26.2	22.1	20.5	-1.6	12 : 00	30.9	25.5	36.5	61.9	25.4
1 : 00	24.1	26.2	22.3	21.4	-0.9	13 : 00	36.2	25.7	35.2	67.2	32.0
2 : 00	25.1	26.1	22.2	21.0	-1.2	14 : 00	36.4	25.9	35.9	66.7	30.8
3 : 00	25.1	26.0	22.3	21.8	-0.5	15 : 00	36.5	26.2	37.4	66.6	29.2
4 : 00	23.4	25.9	22.9	21.1	-0.8	16 : 00	34.6	26.8	36.8	55.4	18.7
5 : 00	22.8	25.8	21.2	19.6	-1.6	17 : 00	33.7	27.1	35.0	49.1	14.2
6 : 00	22.4	25.8	21.1	19.7	-1.4	18 : 00	33.5	27.3	30.1	36.7	6.6
7 : 00	22.8	25.7	21.7	22.8	1.1	19 : 00	31.3	27.5	28.3	30.6	2.3
8 : 00	24.5	25.6	23.6	31.3	7.7	20 : 00	28.9	27.5	27.0	27.3	0.3
9 : 00	26.4	25.5	25.2	35.1	10.0	21 : 00	31.3	27.5	26.0	25.3	-0.8
10 : 00	28.5	25.5	26.8	39.4	12.6	22 : 00	32.7	27.6	25.4	24.5	-0.8
11 : 00	29.0	25.5	30.8	53.7	22.9	23 : 00	28.7	27.5	25.7	25.4	-0.3



<그림 5-3> 옥상정원 일일 온도변화

(2) 월별 옥상정원 온도변화

일일 데이터 분석의 경우 해당일의 날씨 등의 요인으로 데이터의 신뢰성이 떨어질 수 있으므로, 월간 데이터를 이용하여 신뢰성을 높이고자 하였다. 월별

온도모니터링은 4월 18일부터 10월 31일까지 측정하였다. 옥상정원 온도변화를 살펴보기 위해 대기온도, 토양표면온도, 토양내면온도, 비녹화지 대조구인 콘크리트 옥상온도 등을 1시간 단위로 측정하였으며, 월별 평균을 내어 사용하였다.

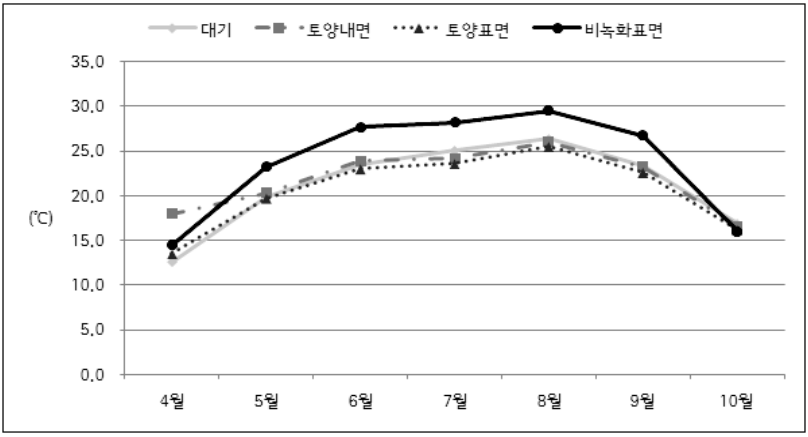
맑고 기온이 높게 올라간 날에는 콘크리트 바닥표면의 온도가 다른 측정온도보다 항상 높게 나타났다. 실험구의 토양표면온도 및 대기온도는 매월 거의 비슷한 수준을 보였으며, 토양내면온도가 가장 낮게 나타났다.

월별 온도변화는 <표 5-2>, <그림 5-4>와 같다. 대기온도는 8월이 평균 26.4℃로 가장 높았고, 토양내면온도는 8월이 평균 26.0℃로 다소 높았으며, 4월에서 9월까지 대체적으로 일정하게 22℃ 정도를 유지하였다. 옥상녹화의 효과를 확인할 수 있는 토양표면과 비녹화지 온도를 비교해보면, 토양표면온도가 비녹화지보다 낮게 나타났다.

4월에는 토양표면과 비녹화지 온도가 1.0℃밖에 차이가 나지 않았으나, 기온이 올라가는 6월부터 9월까지는 최대 4.7℃까지 차이가 났다.

<표 5-2> 옥상정원 월별 온도변화

	대기(℃)	토양내면(℃)	토양표면(℃)	비녹화지(℃)	토양표면과 비녹화지 온도차(℃)
4월	12.6	18.0	13.5	14.5	1.0
5월	19.8	20.3	19.7	23.2	3.5
6월	23.5	23.9	23.0	27.7	4.7
7월	25.1	24.2	23.6	28.2	4.6
8월	26.4	26.0	25.5	29.5	4.0
9월	23.3	23.2	22.6	26.7	4.1
10월	16.9	16.6	16.2	16.0	0.2



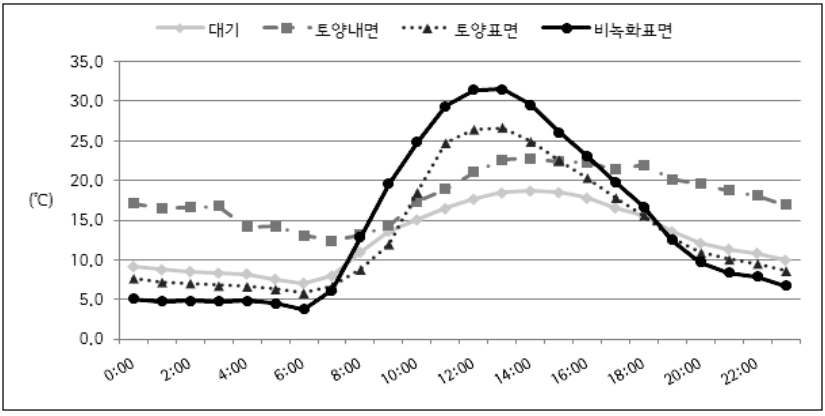
<그림 5-4> 옥상정원 월별 온도변화

<표 5-3>과 <그림 5-5>에는 4월 옥상정원의 온도변화를 나타냈다. 4월 토양내면온도는 평균 18.0℃로 대기온도인 12.6℃에 비해 높게 나타났다. 토양표면온도는 오전 6시에 5.9℃로 최저였으며, 오후 1시에는 26.7℃로 최고치를 나타내었다.

<표 5-3> 4월 옥상정원 온도변화

(단위 : ℃)

시간	대기	토양 내면	토양 표면 A	비녹 화지 B	온도차 B-A	시간	대기	토양 내면	토양 표면 A	비녹 화지 B	온도차 B-A
0 : 00	9.2	17.1	7.7	5.1	-2.6	12 : 00	17.7	21.1	26.4	31.5	5.1
1 : 00	8.8	16.5	7.2	4.8	-2.5	13 : 00	18.5	22.6	26.7	31.5	4.8
2 : 00	8.6	16.7	7.1	4.8	-2.3	14 : 00	18.7	22.8	24.9	29.5	4.6
3 : 00	8.4	16.8	6.8	4.7	-2.1	15 : 00	18.5	22.4	22.6	26.1	3.5
4 : 00	8.3	14.1	6.7	4.8	-1.9	16 : 00	17.8	22.3	20.3	23.2	2.8
5 : 00	7.6	14.2	6.4	4.5	-1.8	17 : 00	16.6	21.4	17.8	19.8	2.0
6 : 00	7.1	13.0	5.9	3.7	-2.1	18 : 00	15.6	21.9	15.6	16.7	1.1
7 : 00	8.0	12.4	6.7	6.1	-0.6	19 : 00	13.6	20.2	12.8	12.5	-0.3
8 : 00	11.0	13.2	8.8	12.9	4.0	20 : 00	12.1	19.6	10.9	9.7	-1.2
9 : 00	13.7	14.3	12.0	19.6	7.6	21 : 00	11.4	18.7	10.1	8.4	-1.7
10 : 00	15.1	17.3	18.5	24.8	6.3	22 : 00	10.9	18.1	9.6	7.9	-1.7
11 : 00	16.5	18.9	24.7	29.4	4.7	23 : 00	10.0	17.0	8.7	6.7	-2.0



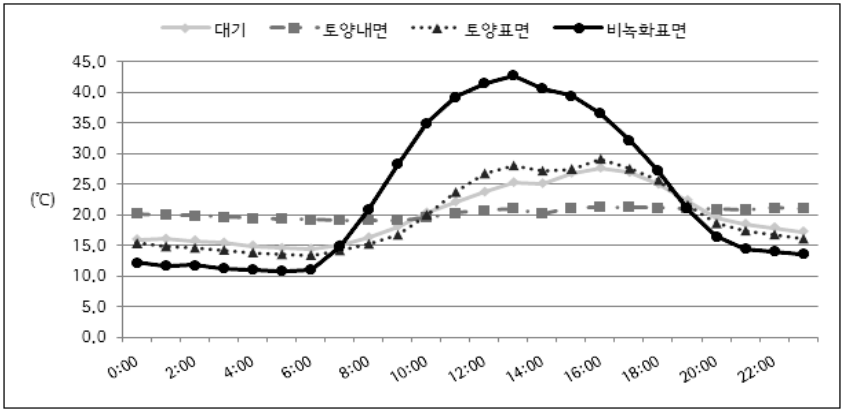
<그림 5-5> 옥상정원 4월 온도변화

<표 5-4>, <그림 5-6>에는 5월 옥상정원의 온도변화를 나타내었다. 5월 대기온도는 평균 19.8℃이며, 토양내면온도는 평균 20.3℃로 나타났다. 기온이 높이 올라가는 오후 1시 토양표면온도는 28.0℃인 반면 비녹화지 표면온도는 42.8℃로 14.8℃까지 차이가 났다. 비녹화지 표면온도는 6시 이후 급속도로 낮아지는데 이는 콘크리트 옥상이 쉽게 가열되었다가 쉽게 냉각되는 특성이 있기 때문이다.

<표 5-4> 5월 옥상정원 온도변화

(단위 : ℃)

시간	대기	토양 내면	토양 표면 A	비녹 화지 B	온도차 B-A	시간	대기	토양 내면	토양 표면 A	비녹 화지 B	온도차 B-A
0 : 00	15.9	20.2	15.4	12.2	-3.2	12 : 00	23.7	20.7	26.7	41.4	14.7
1 : 00	16.0	20.0	14.8	11.7	-3.1	13 : 00	25.2	21.0	28.0	42.8	14.8
2 : 00	15.8	19.8	14.6	11.7	-2.8	14 : 00	25.1	20.2	27.2	40.6	13.5
3 : 00	15.4	19.7	14.3	11.3	-3.0	15 : 00	26.8	21.1	27.5	39.4	11.9
4 : 00	14.9	19.5	13.9	11.0	-2.8	16 : 00	27.6	21.2	29.1	36.6	7.5
5 : 00	14.5	19.3	13.5	10.9	-2.7	17 : 00	26.9	21.3	27.5	32.2	4.7
6 : 00	14.4	19.2	13.4	11.0	-2.4	18 : 00	25.0	21.2	25.6	27.2	1.6
7 : 00	15.1	19.2	14.2	14.9	0.7	19 : 00	22.3	21.1	21.6	21.1	-0.6
8 : 00	16.3	19.2	15.3	20.9	5.7	20 : 00	19.6	20.9	18.6	16.5	-2.1
9 : 00	18.1	19.2	16.7	28.3	11.5	21 : 00	18.5	20.8	17.4	14.5	-2.9
10 : 00	20.3	19.5	20.0	35.0	15.0	22 : 00	17.9	21.2	16.8	14.1	-2.7
11 : 00	22.1	20.3	23.7	39.2	15.6	23 : 00	17.2	21.0	16.1	13.6	-2.5



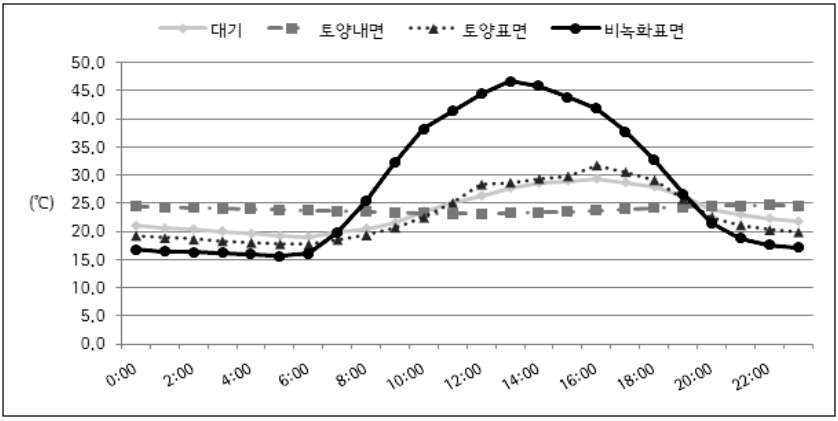
<그림 5-6> 옥상정원 5월 온도변화

<표 5-5>, <그림 5-7>에는 6월 옥상정원 온도변화를 나타내었다. 6월 대기 온도는 평균 23.5℃이며, 토양내면온도는 평균 23.9℃로 오전, 오후 거의 일정하게 유지되었다. 오후 1시 녹화지 토양표면온도는 28.7℃인 반면 비녹화지 표면온도는 46.6℃로 온도차가 무려 17.9℃까지 났다. 기온이 상승함에 따라 비녹화지의 온도상승이 뚜렷하게 나타남을 알 수 있다.

<표 5-5> 6월 옥상정원 온도변화

(단위 : ℃)

시간	대기	토양 내면	토양 표면 A	비녹 화지 B	온도차 B-A	시간	대기	토양 내면	토양 표면 A	비녹 화지 B	온도차 B-A
0 : 00	21.0	24.5	19.3	16.7	-2.6	12 : 00	26.3	23.2	28.3	44.5	16.2
1 : 00	20.5	24.4	18.9	16.4	-2.5	13 : 00	27.7	23.2	28.7	46.6	17.9
2 : 00	20.4	24.3	18.6	16.4	-2.3	14 : 00	28.6	23.4	29.3	45.9	16.6
3 : 00	20.0	24.1	18.3	16.2	-2.2	15 : 00	28.9	23.5	29.8	43.8	14.0
4 : 00	19.6	24.0	18.1	16.0	-2.1	16 : 00	29.3	23.7	31.7	41.9	10.1
5 : 00	19.2	23.9	17.8	15.7	-2.1	17 : 00	28.6	23.9	30.5	37.7	7.2
6 : 00	19.0	23.8	17.7	16.1	-1.6	18 : 00	27.9	24.2	29.1	32.7	3.6
7 : 00	19.9	23.7	18.6	19.9	1.3	19 : 00	26.3	24.4	25.8	26.7	0.9
8 : 00	20.5	23.5	19.4	25.5	6.1	20 : 00	23.9	24.5	22.6	21.5	-1.1
9 : 00	21.5	23.4	20.7	32.2	11.5	21 : 00	23.0	24.6	21.2	18.8	-2.3
10 : 00	23.5	23.3	22.5	38.2	15.8	22 : 00	22.3	24.6	20.4	17.6	-2.7
11 : 00	25.0	23.2	25.0	41.4	16.3	23 : 00	21.8	24.6	19.9	17.2	-2.7



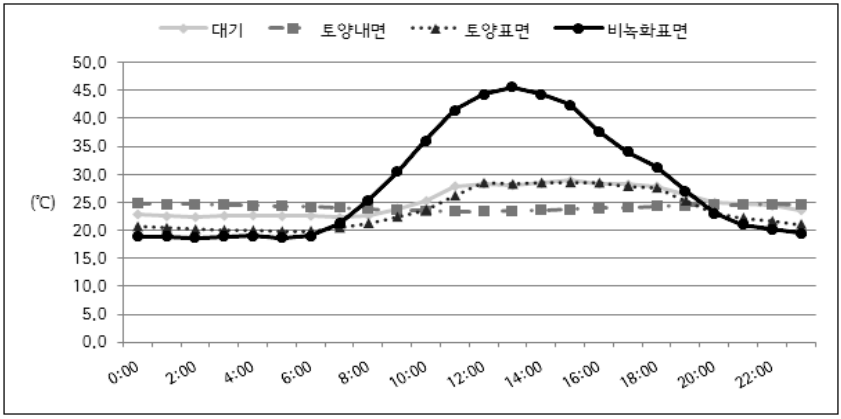
<그림 5-7> 옥상정원 6월 온도변화

<표 5-6>, <그림 5-8>에는 7월 옥상정원 온도변화를 나타내었다. 7월 대기 온도는 평균 25.1℃이며, 토양내면온도는 평균 24.2℃로 7월 내내 거의 일정했다. 하루 중 토양표면과 비녹화지 표면 최고온도는 각각 28.5℃, 45.6℃로 약 17.1℃의 차이가 났다.

<표 5-6> 7월 옥상정원 온도변화

(단위 : ℃)

시간	대기	토양 내면	토양 표면 A	비녹 화지 B	온도차 B-A	시간	대기	토양 내면	토양 표면 A	비녹 화지 B	온도차 B-A
0 : 00	22.9	24.8	20.6	18.9	-1.7	12 : 00	28.4	23.4	28.4	44.3	15.9
1 : 00	22.6	24.7	20.4	18.9	-1.5	13 : 00	28.1	23.5	28.2	45.6	17.4
2 : 00	22.4	24.7	20.2	18.7	-1.5	14 : 00	28.4	23.6	28.5	44.3	15.8
3 : 00	22.6	24.6	20.0	18.9	-1.2	15 : 00	28.9	23.8	28.5	42.4	13.9
4 : 00	22.7	24.5	20.0	19.1	-0.9	16 : 00	28.3	24.0	28.5	37.7	9.3
5 : 00	22.6	24.4	19.8	18.7	-1.1	17 : 00	28.2	24.1	27.9	34.0	6.1
6 : 00	22.6	24.3	19.9	19.0	-0.8	18 : 00	27.9	24.3	27.5	31.3	3.8
7 : 00	22.3	24.1	20.4	21.2	0.8	19 : 00	26.3	24.4	25.3	27.1	1.8
8 : 00	22.7	23.9	21.3	25.4	4.1	20 : 00	25.0	24.5	23.2	23.0	-0.1
9 : 00	23.9	23.6	22.4	30.4	8.1	21 : 00	24.8	24.6	22.2	21.0	-1.2
10 : 00	25.3	23.5	23.6	36.1	12.4	22 : 00	24.4	24.6	21.6	20.2	-1.4
11 : 00	27.9	23.4	26.1	41.4	15.3	23 : 00	23.6	24.6	21.1	19.4	-1.6



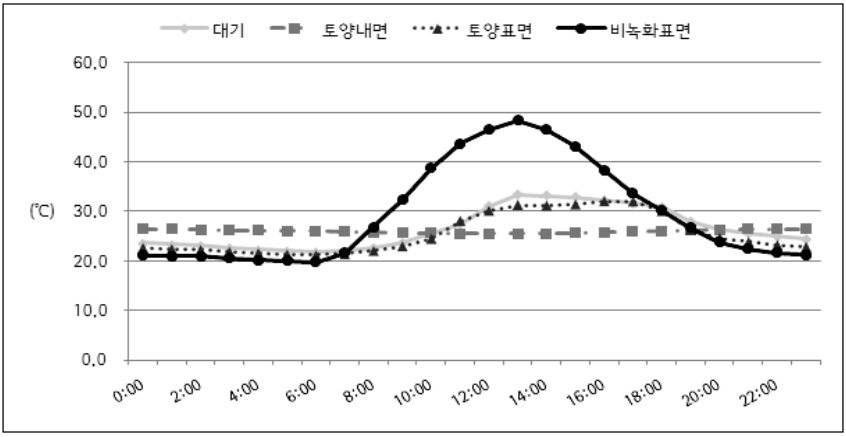
<그림 5-8> 옥상정원 7월 온도변화

<표 5-7>과 <그림 5-9>에는 8월 옥상정원 온도변화를 나타내었다. 8월 대기 온도는 평균 26.4℃로 7월에 비해 상승하였으며, 토양내면온도는 평균 26.0℃로 나타났다. 녹화지 토양표면온도는 오후 1시 31.3℃인 반면 비녹화지 표면온도는 48.3℃까지 상승하는 것을 알 수 있다.

<표 5-7> 8월 옥상정원 온도변화

(단위 : ℃)

시간	대기	토양 내면	토양 표면 A	비녹 화지 B	온도차 B-A	시간	대기	토양 내면	토양 표면 A	비녹 화지 B	온도차 B-A
0 : 00	23.6	26.4	26.4	21.1	-1.5	12 : 00	31.0	25.5	30.1	46.5	16.4
1 : 00	23.3	26.4	26.4	21.0	-1.4	13 : 00	33.3	25.5	31.3	48.3	17.1
2 : 00	23.1	26.3	26.3	20.9	-1.3	14 : 00	33.1	25.5	31.2	46.4	15.3
3 : 00	22.7	26.2	26.2	20.5	-1.4	15 : 00	32.8	25.6	31.4	43.1	11.8
4 : 00	22.3	26.2	26.2	20.1	-1.5	16 : 00	32.1	25.8	32.0	38.3	6.3
5 : 00	22.0	22.0	26.1	20.0	-1.4	17 : 00	31.6	25.9	31.9	33.6	1.7
6 : 00	21.8	21.8	26.0	19.8	-1.5	18 : 00	30.8	26.1	30.0	30.2	0.2
7 : 00	22.1	22.1	25.9	21.7	0.2	19 : 00	28.0	26.2	26.3	26.7	0.4
8 : 00	22.7	22.7	25.8	26.9	4.8	20 : 00	26.3	26.3	24.6	23.8	-0.8
9 : 00	23.7	23.7	25.7	32.4	9.3	21 : 00	25.6	26.4	23.8	22.4	-1.4
10 : 00	25.5	25.5	25.6	38.7	14.2	22 : 00	24.9	26.4	23.3	21.6	-1.6
11 : 00	27.5	27.5	25.5	43.7	15.6	23 : 00	24.4	26.4	22.9	21.2	-1.7



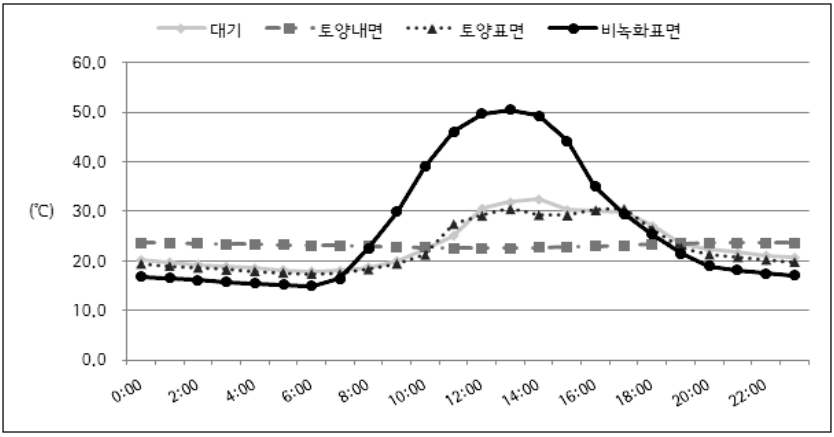
<그림 5-9> 옥상정원 8월 온도변화

<표 5-8>과 <그림 5-10>에는 9월 옥상정원의 온도변화를 나타내었다. 9월 대기온도는 평균 23.3℃로 전월에 비해 3.1℃ 감소하였으며, 토양내면온도도 평균 23.2℃로 낮아졌다. 녹화지 토양표면온도는 오후 1시 30.5℃인 반면, 비녹화지 표면온도는 50.5℃까지 올라가 20℃ 가깝게 차이가 나는 것으로 나타났다.

<표 5-8> 9월 옥상정원 온도변화

(단위 : ℃)

시간	대기	토양 내면	토양 표면 A	비녹 화지 B	온도차 B-A	시간	대기	토양 내면	토양 표면 A	비녹 화지 B	온도차 B-A
0 : 00	20.2	23.7	19.4	16.8	-2.6	12 : 00	30.6	22.5	29.2	49.7	20.5
1 : 00	19.7	23.6	19.0	16.5	-2.5	13 : 00	31.9	22.6	30.5	50.5	19.9
2 : 00	19.3	23.5	18.6	16.1	-2.5	14 : 00	32.5	22.7	29.3	49.2	19.9
3 : 00	18.8	23.4	18.2	15.7	-2.5	15 : 00	30.4	22.8	29.3	44.1	14.8
4 : 00	18.5	23.3	17.9	15.5	-2.4	16 : 00	30.2	23.0	30.4	35.0	4.7
5 : 00	18.2	23.2	17.6	15.3	-2.4	17 : 00	29.9	23.1	30.6	29.5	-1.1
6 : 00	17.9	23.1	17.4	14.9	-2.5	18 : 00	27.1	23.3	26.3	25.4	-1.0
7 : 00	18.0	23.0	17.4	16.4	-1.0	19 : 00	23.5	23.5	22.7	21.5	-1.2
8 : 00	18.7	22.9	18.3	22.6	4.3	20 : 00	22.3	23.6	21.3	19.0	-2.3
9 : 00	20.0	22.8	19.4	30.0	10.5	21 : 00	21.7	23.6	20.8	18.2	-2.6
10 : 00	22.5	22.7	21.2	39.0	17.8	22 : 00	21.1	23.7	20.2	17.5	-2.7
11 : 00	25.1	22.6	27.5	46.1	18.6	23 : 00	20.7	23.6	19.8	17.1	-2.7



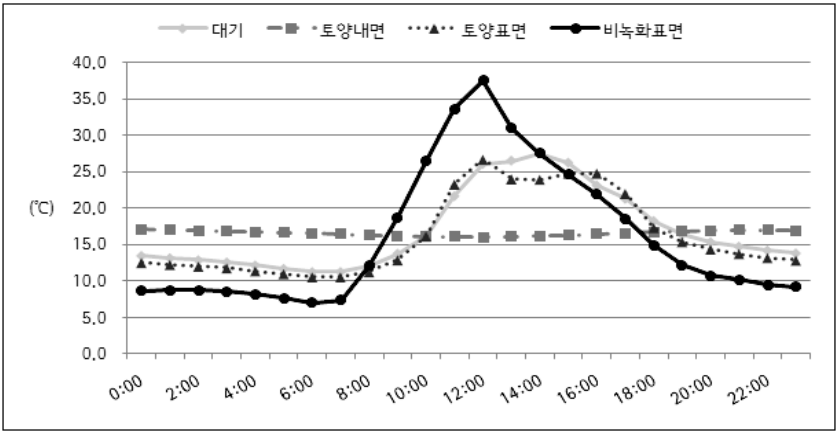
<그림 5-10> 옥상정원 9월 온도변화

<표 5-9>와 <그림 5-11>에는 9월 옥상정원 온도변화를 나타내었다. 10월 대기온도 및 토양내면 온도는 각각 평균 16.9℃, 16.6℃로 전월에 비해 크게 감소하였다. 하루 중 대기온도가 가장 높은 오후 2시 토양표면온도는 23.9℃인 반면, 비녹화지 표면온도는 27.5℃로 차이가 3.6℃밖에 나지 않았다.

<표 5-9> 10월 옥상정원 온도변화

(단위 : ℃)

시간	대기	토양 내면	토양 표면 A	비녹 화지 B	온도차 B-A	시간	대기	토양 내면	토양 표면 A	비녹 화지 B	온도차 B-A
0 : 00	13.4	17.1	12.5	8.7	-3.8	12 : 00	26.0	16.0	26.7	37.5	10.8
1 : 00	13.1	17.0	12.2	8.7	-3.5	13 : 00	26.4	16.0	24.0	31.0	7.0
2 : 00	12.9	16.9	12.0	8.7	-3.3	14 : 00	27.5	16.1	23.9	27.5	3.6
3 : 00	12.6	16.8	11.8	8.5	-3.3	15 : 00	26.2	16.3	24.8	24.6	-0.1
4 : 00	12.1	16.7	11.4	8.1	-3.2	16 : 00	23.1	16.4	24.8	21.9	-2.9
5 : 00	11.7	16.6	11.0	7.7	-3.3	17 : 00	21.2	16.6	22.0	18.5	-3.5
6 : 00	11.2	16.5	10.5	7.0	-3.6	18 : 00	18.2	16.7	17.3	14.9	-2.5
7 : 00	11.3	16.4	10.6	7.3	-3.2	19 : 00	16.3	16.8	15.4	12.2	-3.2
8 : 00	12.0	16.3	11.3	12.1	0.8	20 : 00	15.3	16.9	14.4	10.7	-3.7
9 : 00	13.8	16.2	12.9	18.7	5.8	21 : 00	14.7	17.0	13.8	10.2	-3.6
10 : 00	16.3	16.1	16.2	26.5	10.4	22 : 00	14.2	17.0	13.2	9.5	-3.7
11 : 00	21.6	16.0	23.3	33.6	10.3	23 : 00	13.8	16.9	12.9	9.2	-3.7



<그림 5-11> 옥상정원 10월 온도변화

(3) 옥상녹화 온도저감에 따른 건축물 에너지 절감

옥상녹화를 통한 온도저감에 관한 국내 연구에 따르면, 녹화지가 건물 내로 열의 유입을 막아 여름철에는 건물내 온도를 낮추고, 겨울철에는 온도를 높이게 되어 냉·난방비를 절감시킬 수 있다는 결론을 도출했다.

토양심도가 깊으면 깊을수록 우수를 함유할 수 있는 양이 많아져 여름철 장기간 비가 오지 않더라도 토양이 가지고 있던 수분이 증발되면서 온도를 지속적으로 저감시켜 줄 수 있기 때문에, 토양심도가 깊을수록 여름철 온도저감을 안정적으로 이끌어 낼 수 있다. 옥상녹화 밑의 건물 천장면은 일반옥상 밑의 건물 천장면보다 온도의 차이가 크지는 않았지만, 낮게 나타난 것은 옥상녹화에 따라 건물 내로 유입되는 열유량을 줄여 줄 수 있기 때문이다[3].

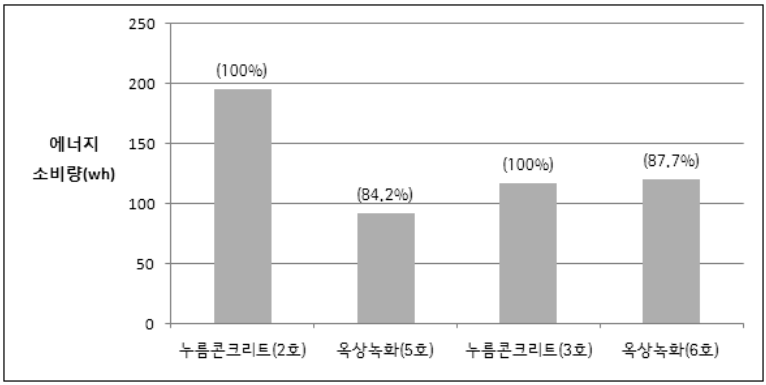
또 다른 연구에서는[4] 2000년 8월부터 9월까지 냉방기간 동안 충남 아산의 기숙사 실제 건물을 대상으로 옥상녹화시스템을 설치하여 동·하계 열특성을 분석하였는데, 옥상녹화시스템 적용 세대가 12~15%의 에너지 소비절감을 보였다.

---

3) 이동근 외(2005) 옥상녹화 조성에 따른 온도저감 효과에 관한 연구

4) 유대종(2007) 경량형 옥상녹화시스템의 냉방부하절감 효과에 관한 연구

특히 외기온도가 35℃ 이상 상승할 경우 17%의 에너지 소비절감을 확인할 수 있었다(<그림 5-12>).



<그림 5-12> 냉방에너지 소비량

국외 연구로는 베를린의 UFA Fabrik(생태문화마을) 실험 시설에서 옥상녹화의 효과를 측정한 연구가 있다. 저관리자연형 옥상녹화에서 여름철 동안 전체 태양복사 수지의 약 58%가 증발산에 의해 전환된 것을 알 수 있다(<그림 5-13>).

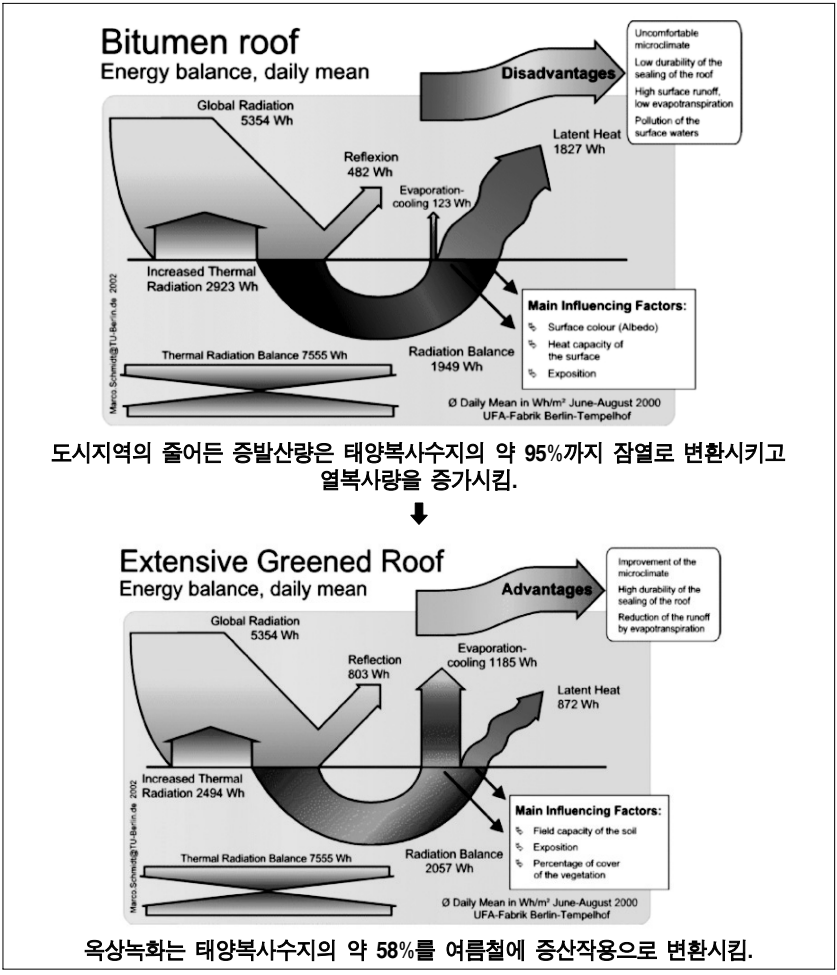
국내·외 사례와 같이 서울시정개발연구원 옥상정원 온도 모니터링 조사결과, 옥상녹화를 한 건축물은 여름철에는 토양 및 식물을 통해 건축물의 온도를 낮추어 주고, 겨울철에는 대기온도보다 높게 건물 온도를 유지시켜 주는 등 콘크리트 옥상에 비해 난방의 효과가 뛰어나 에너지 절감에 효과가 있는 것으로 나타났다.

이는 식물이 만드는 녹음과 증산작용, 광합성 작용에 의해 온도저감이 일어나고 토양수분의 증발에 의해 온도를 유지하여 옥상녹화지를 안정적으로 유지시키기 때문이다. 습윤한 토양은 하루 종일 옥상 표면온도를 추가적으로 감소시켜 한낮 동안 태양열을 차단하는 역할을 하게 된다.

비녹화표면이 쉽게 가열되고 냉각되는 것은 열전도율이 식물을 식재한 토양

보다 높기 때문이다. 식물은 일반 옥상면보다 태양열을 적게 복사하고 반사한다. 옥상녹화 시 토양만 부설해도 토양수분의 증발작용에 의해 온도가 저감되나 식생을 첨가하면 온도저감효과를 더 높일 수 있다.

따라서 옥상녹화 시 식물을 조밀하게 식재할수록 녹음과 증산작용, 광합성 작용에 의해 더 뛰어난 온도저감 효과를 볼 수 있다.

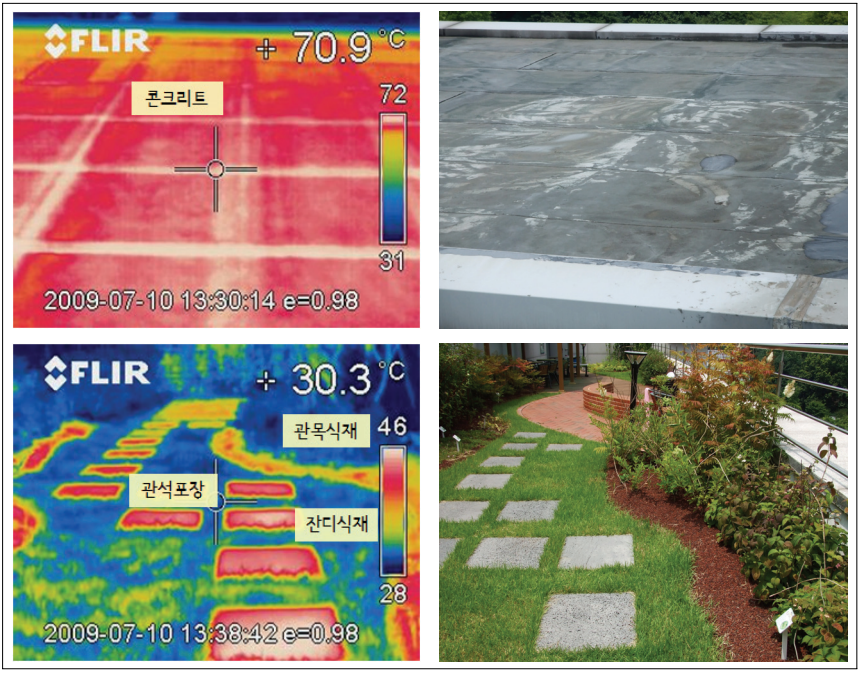


자료 : Köhler, Schmidt(2002)

<그림 5-13> 콘크리트 옥상과 녹화된 옥상에서의 에너지 수지 비교

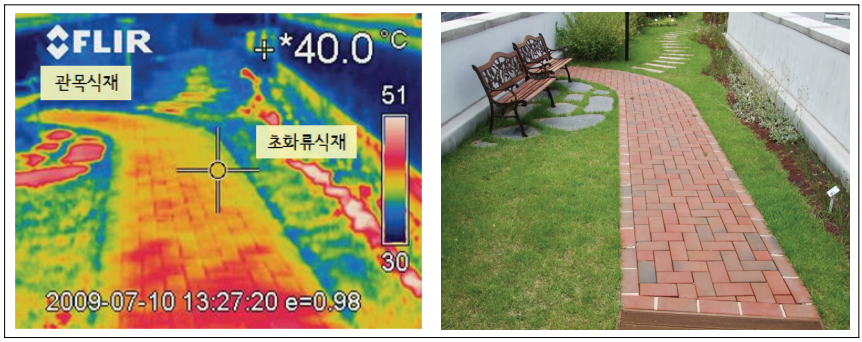
2) 적외선카메라 온도측정

적외선카메라를 이용한 온도측정은 온도차가 극명하게 나타나는 7월 오후 1~2시 사이에 실시하였다. <그림 5-14>에는 옥상정원의 적외선카메라 측정결과를 나타내었다. 녹화지와 비녹화지를 비교해본 결과, 옥상정원 옆 콘크리트 옥상의 경우 여름 한낮 온도가 70.9℃에 달했으나, 식물이 식재된 옥상정원의 경우 잔디식재지는 30.3℃, 관목식재지는 28℃로 두 배 이상 온도가 낮은 것으로 측정되었다.



<그림 5-14> 녹화지와 비녹화지 비교

특히 관목을 식재한 곳이 30℃인 반면, 초화류를 식재한 곳은 37℃ 정도로 같은 녹화지라도 차이가 났다. 에너지절감을 위한 옥상녹화를 위해서는 초화류보다 관목이 더 효과적임을 알 수 있다(<그림 5-15>).



<그림 5-15> 관목 및 초화류 식재에 따른 옥상온도 비교

3) 우수유출

도시화가 진행됨에 따라 지표면이 콘크리트나 아스팔트 등의 불투수성 재료로 포장되어 지하 침투수량은 감소하지만, 하수도로 직접 유입되는 유수량은 증가해 도시내 자연순환계에 심각한 불균형이 초래된다. 우수유출량의 증가는 도시홍수와 같은 큰 재해로 연결될 수 있다. 옥상녹화는 도시환경을 개선하고 조절하는 생태적인 기능과 온도저감이라는 직·간접적인 효과와 함께 건물의 고밀도와 불투수성 면적의 증가라는 두 가지 문제 모두를 해결할 수 있는 대안이라고 할 수 있다.

국내 옥상녹화 우수유출 저감효과에 관한 연구[5]를 살펴보면, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있다.

첫째, 옥상녹화는 우수유출 저감효과가 있는 것으로 나타났다. 또한 토심에 따른 옥상녹화의 형태 및 강우강도에 따라 저감효과의 차이가 있는 것으로 나타났다.

둘째, 옥상녹화는 우수유출 지연효과가 있는 것으로 나타났다. 이 효과는 우수유출 저감효과와 비슷한 경향을 보였다. 예를 들면 토심 10㎝의 옥상녹화는 하

5) 이동근 외(2006), "옥상녹화의 우수유출량 저감효과에 관한 연구－토심 및 식생 유무를 중심으로－", 「한국환경복원녹화기술학회지」.

루동안 6~17㎜ 이상의 우수유출을 저감하고 1~11시간의 우수유출을 지연할 수 있는 것으로 나타났다. 옥상녹화는 장마철을 제외한 우수에는 90% 이상의 우수유출 저감효과를 보여 옥상녹화만으로도 충분히 우수유출을 저감할 수 있는 것으로 판단된다. 비가 많이 오는 장마철에는 도시의 홍수조절이 용이하지 않지만 옥상녹화만으로도 도시홍수를 저감하는 효과는 어느 정도 있는 것으로 나타났다.

서울시정개발연구원 옥상정원의 우수유출 저감효과를 조사하기 위해 대상지 4곳의 관수 밸브를 열어 물을 유입시킨 후 배출구로 빠져 나가기까지의 시간을 측정하였으며, 미터기를 통해 유입된 물의 양을 함께 측정하였다.

<표 5-10>에는 옥상정원의 우수유출 실험 결과를 나타내었다. 측정 결과 중앙정원은 물이 유출되는 시간이 가장 오래 걸린 대상지로 총 27분이 소요되었으며, 유입된 물의 양은 3ton이었다. 하늘정원Ⅰ은 물이 유입된 후 유출되는 시간이 16분 걸렸으며, 총 1ton의 물이 유입되었다. 이로 볼 때, 다른 연구결과와는 달리, 옥상녹화공간이 실제적으로는 유입된 물의 유출을 지연시키는 효과가 미미한 것으로 나타났다.

<표 5-10> 서울시정개발연구원 옥상정원 우수유출 실험 결과

구 분	식재면적	측정전 수도계량기 값	측정후 수도계량기 값	소요시간
중앙정원	99.8	98ton	101ton	27분
비밀정원	71.9	17ton	17ton	18분
하늘정원Ⅰ	96	44ton	45ton	16분
하늘정원Ⅱ	125.8	32ton	32ton	15분

4) 작물 수확량

옥상정원의 작물수확량을 측정하기 위해 2009년 4월 17일 상추, 토마토 등을 식재하여 재배하였다. 포트로 식재한 재배작물들은 주 3일 지속적인 관수 및 잡초제거 등과 같은 관리를 해주었으며, 한 달후 재배한 작물을 수확하여 상추 652g, 토마토 327g을 얻었다.

<그림 5-16> 옥상정원 텃밭 작물모습

제2절 옥상녹화 활성화 방안

1. 공공건축물을 중심으로 옥상녹화 확대

현재 서울시 옥상공원화 사업의 지원대상은 녹화가능 면적이 99㎡ 이상인 건물, 이용자의 층이 다양하고 이용객 수가 많은 건물, 옥상공원으로 접근성이 양호한 건물 등이다. 옥상공원화 사업 대상지로 선정되는 건물은 환경학습 활용도가 높고, 공공 및 복지시설인 다중이용건물, 옥상공원의 홍보 및 파급효과가 큰 건물, 생태네트워크 연결을 위한 입지성이 좋은 건물 등이다.

건축물의 구조 안전진단을 마치고 대상지로 선정이 되면 설계비 및 공사비의 50%가 지원된다.

공공건축물의 경우, 옥상 규모가 크고 녹화 규모가 넓어 다양하고 많은 시민들이 이용할 수 있다는 장점이 있다. 따라서 옥상녹화 지원에 대한 명확한 규정을 정하여 신축하는 관공서나 학교, 병원 등의 건축물을 우선적으로 옥상녹화 시범사업 대상지로 정하는 것을 확대해 나갈 필요가 있다.

2. 신규건축물 옥상녹화 의무화

서울특별시는 건축물 옥상을 푸른정원으로 바꾸는 기존 옥상녹화 사업을 '10

만 녹색지붕 만들기'사업으로 확대하고, 바닥면적 330㎡ 이상인 건축물의 옥상을 녹화하면, 최대 50%의 용적률 인센티브를 준다. 특히 남산가시권역의 경우는 도심내부 녹화향상을 위해서 최대 70%의 용적률 인센티브를 제공한다.

시는 이를 위해 정비사업지구, 뉴타운, 지구단위계획 지역 건축물을 계획단계에서부터 옥상녹화를 시행하면 용적률 인센티브를 줄 계획이다. 그러나 이러한 방침은 일정면적 이상의 건축물 신축 시 권고사항으로 되어 있으며, 실질적으로 규제하는 법률은 없는 실정이다.

부산광역시 서구의 경우 「옥상녹화 권장 및 지원조례」에서 주거용 건축물의 경우 옥상면적의 30%, 그 외 용도일 경우에는 옥상면적의 20%를 녹화하도록 규정하고 있다. 따라서 서울시도 건축물 신축 시 옥상면적의 일정비율 녹화를 의무화하는 조례를 제정할 필요가 있다.

<표 5-11>에는 2020년 서울도시기본계획에 나와 있는 복지환경계획지표에서 제시하고 있는 신축예정 건축물수를 나타내었다. 이렇게 새로이 건설되는 건축물에 옥상녹화가 활성화될 수 있도록, 조례의 개정이 필요하다.

<표 5-11> 2020년 서울도시기본계획 복지환경계획지표 신축예정 건축물수

구 분			단위	2010년	2015년	2020년
교육	영아전담보육시설		개소	150	180	200
	방과후보육시설		개소	400	500	500
	초등학교	학교수	개소	548	550	495
	중학교	학교수	개소	350	352	346
	고등학교	학교수	개소	310	276	313
	공공도서관	구립도서관	개소	25	25	25
		작은 도서관	개소	25	50	28
사회복지	주간보호시설		개소	50	75	100
	단기보호시설		개소	30	40	50
	실비노인요양시설		개소	10	20	25
	장애인종합복지관		개소	25	25	25
	모자복지시설		개소	16	20	25
	자활후견기관		개소	40	45	50

<표 계속> 2020년 서울도시기본계획 복지환경계획지표 신축예정 건축물수

구 분		단위	2010년	2015년	2020년
사회복지	자립생활지원센터	개소	15	20	30
	직업재활시설	개소	80	90	100
의료	재활병원	개소	3	4	4
	정신보건센터	개소	25	25	25
문화체육	청소년수련관	개소	25	25	25
	청소년문화센터	개소	60	80	100
	구민회관	개소	25	25	25
	구민체육센터	개소	25	25	25
	문화예술회관	개소	25	25	25
	지방문화원	개소	25	25	25

자료 : http://www.seoul.go.kr(서울특별시 홈페이지 2020 서울도시기본계획)

3. 기존 건축물 옥상녹화 지원 확대방안

서울시는 기존에 지어진 건축물의 경우, 준공된 지 10년 이내의 건축물만 옥상녹화 사업 신청이 가능하며, 구조 안전진단이 필요 없는 경우, 우선지원을 하고 있다.

현재 기존 건축물에 옥상녹화를 할 경우, 인센티브 혜택이 주어지지 않는 대신 건축물 진단비용, 방수비, 재료비, 시공비 등의 비용을 지원해 준다. 하지만 향후 옥상녹화 활성화를 위해서는 기존의 건축물에도 신축건물과 마찬가지로 인센티브 혜택을 확대하고, 준공된 지 10년 이상이 된 건축물이라도 안전진단 시스템을 통해 안전한 건물로 확인될 경우에는 옥상녹화 시공이 가능하도록 제도를 정비하고 지원할 필요가 있다.

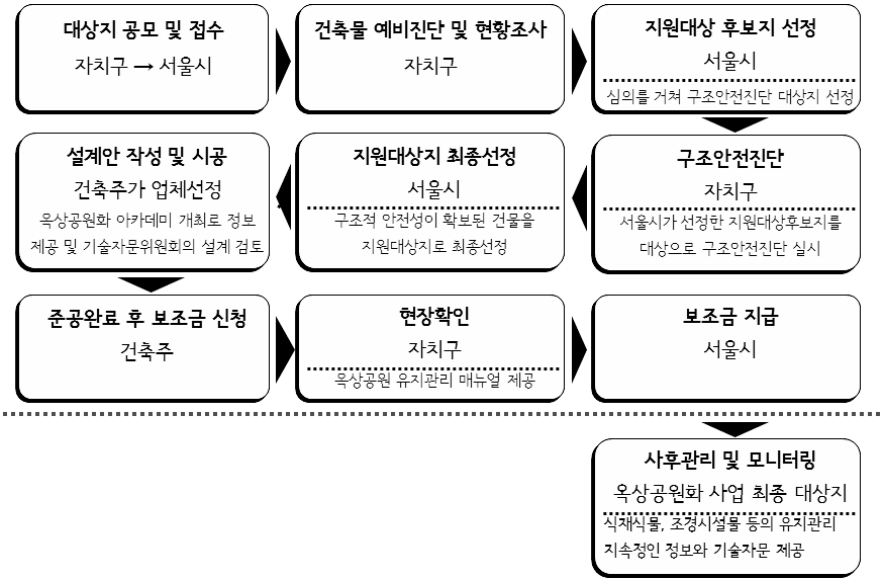
4. 철저한 사후관리를 통한 옥상녹화 유지관리

옥상녹화를 시행할 수 있는 구체화된 옥상녹화 추진절차의 정비와 이를 관리 감독할 수 있는 전문부서의 정비는 물론, 옥상녹화 시행 후 지속적인 사후관

리가 될 수 있도록 하는 것이 필요하다.

특히 민간 건축물의 경우 공공시설과 달리 옥상녹화시설 설치 후 관리부실로 방치된 사례가 많이 있다. 서울시에서 추진하고 있는 옥상공원화 사업 대상지는 조성 후 5년간 식재식물과 조경시설물을 유지할 의무가 있으며, 옥상공원화 아카데미 등을 통하여 지속적인 정보와 기술자문을 제공받을 수 있다.

이러한 서비스를 옥상녹화를 한 민간건축물에도 도입하여 유지관리를 강화하고, 사후관리에 대한 모니터링을 통해 일정기준으로 유지가 잘 되지 않는 대상지에 대해서는 인센티브 및 지원된 기금을 회수하는 등의 강력한 조치가 필요할 것이다. <그림 5-17>에는 사후 관리 및 모니터링이 추가된 서울시 옥상공원화사업의 절차 개선안을 나타내었다.



<그림 5-17> 서울시 옥상공원화 사업의 절차 개선안

제6장 결론 및 정책건의

제1절 결론

제2절 정책건의

제6장 결론 및 정책건의

제1절 결론

1. 옥상녹화를 통해 에너지 절감 효과

옥상녹화를 한 건축물은 여름철에는 토양 및 식물을 통해 건축물의 온도를 줄여 주고, 겨울철에는 대기온도보다 높게 건물 온도를 유지시켜 콘크리트 옥상에 비해 난방의 효과가 뛰어나 에너지 절감에 효과가 있는 것으로 나타났다.

또한 사례연구을 통해 살펴본 결과, 옥상녹화시스템 적용 세대가 12~15%의 에너지 소비절감을 하는 것을 알 수 있었으며, 특히 외기온도가 35℃ 이상 상승할 경우 에너지소비가 17% 절감됨을 확인할 수 있었다.

온도 측정결과에서는 토양표면은 최소 22.1℃에서 최고 37.4℃로 15.3℃ 차이가 나는 반면, 비녹화 표면은 최저 20.5℃에서 최고 67.2℃로 46.7℃ 차이를 보였다. 또한 관목과 초화류의 온도차이 등을 살펴보면, 식물을 조밀하게 식재할수록 녹음과 증산작용, 광합성 작용에 의해 더 뛰어난 온도저감 효과를 볼 수 있었다.

그리고 녹화가 된 옥상은 비녹화 옥상에 비해 열전도율이 낮아 외기온도가 전달되는데 시간이 오래 걸려 건축물 내 온도변화가 적으며, 이는 건축물 냉·난방 에너지 절약에 효과가 있을 것으로 판단된다.

적외선카메라를 이용한 온도측정 결과에서도 비녹화지 옥상의 경우 여름 한낮 온도가 70.9℃에 달했으나, 식물이 식재된 옥상정원은 잔디식재지 30.3℃, 관목식재지 28℃로 비녹화지 옥상에 비해 온도가 1/2 이하 수준으로 낮게 측정되었다. 특히 초화류를 식재한 곳의 온도는 37℃인 반면 관목을 식재한 곳의 온도는 30℃로 나타나 에너지절감을 위한 옥상녹화를 위해서는 초화류보다 관목이 더 효과적임을 알 수 있다.

2. 지속적 관리를 통한 작물 생육 유도 필요

한편 옥상녹화는 강우 시 유입된 물의 유출을 지연시키는 효과가 있으나, 미미한 것으로 분석되었다. 토심과 식재식물에 따라 다소 차이는 있겠지만 옥상녹화만으로 도시홍수를 저감하는 효과를 보기는 어렵다고 판단된다.

옥상텃밭에 재배한 작물은 비교적 많은 양을 수확할 수 있었으나, 고도의 관리가 요구되고 옥상환경 특성상 작물의 질이 떨어지는 단점이 있다.

옥상녹화공간에서의 작물생육과 수확은 생태교육, 건강한 식물 공급 등의 여러 가지 장점이 있다. 그러나 수확한 작물의 질이 떨어지고 관리에 소요되는 비용이 많기 때문에, 상업용 건물이나 공공기관 등에서보다는 작물 생육담당자가 있는 민간 건축물의 경우나 교육기관, 기업형으로 할 경우를 제외하고는 옥상텃밭은 신중하게 조성할 필요가 있다.

그리고 텃밭 형태보다는 유기물이 많이 함유된 포트형태로 상자에 농작물을 심어서 옥상공간에서 기르는 것이 생육환경상 적합할 것이다.

제2절 정책건의

1. 서울시 옥상녹화 지원대상지의 모니터링 실시

서울시에서 그동안 지속적으로 약 50%의 지원금을 받는 공공건축물과 민간건축물의 옥상녹화 사업성과를 평가하고 개선하기 위해서 온도 및 에너지 측면에서의 효과 측정, 이용자 만족도 및 요구도 평가, 우수유출 효과, 타 용도 이용공간과의 비교 검증 등과 같은 모니터링을 실시할 필요가 있다. 옥상녹화시설 설치 후 관리부실로 흉물스럽게 변하는 사례가 종종 있으므로, 서울시도 조성에만 목표를 둘 것이 아니라, 조성 후 관리에 초점을 맞출 필요가 있다.

이를 통해서 개선 사항을 파악하고 서울시 지원사업의 방향성을 찾아냄으로

써 옥상녹화 사업과 연계하여 벽면녹화 및 외부공간 조경에 있어서의 지원제도를 개선해 나가야 할 것이다.

그리고 신규건축물에만 인센티브를 적용하는 현행 제도를 개선하여, 기존건축물이라도 빗물 흡수를 도와주도록 자갈을 설치하는 건물 소유주에게 세금감면 혜택 등의 적극적인 인센티브 제공으로 옥상녹화 활성화에 앞장서야 할 것이다.

2. 옥상녹화 시 녹지공간 확대를 위한 제도 개선

현행 국토해양부의 「조경기준」에 있어서 옥상녹화 시 녹지공간은 1/2 이상, 자연지반율은 10% 이상을 제시하고 있다. 그런데 실제 시공 시에는 시공회사의 이윤추구로 인해 시설물 설치와 포장공간이 과도하게 설계되고 시공되는 측면이 많다. 기후변화에 대응하고 에너지를 절감하며, 쾌적한 공간을 형성하기 위해서는 녹지공간을 확대할 필요가 있다. 이를 위해서는 서울시 자체적으로 지원하는 사업에 대해서는 일정기준의 녹화율을 제시하고 시공업자로 하여금 설계에 반영토록 유도해야 할 것이다.

3. 옥상녹화 공사의 제품개발에 대한 투자와 연구

옥상녹화가 국내에 도입된 이후에도 독일과 일본 등 외국의 제품을 그대로 차용해 오고, 국내에 맞는 수종 및 제품개발이 미비하다. 특정 업체에 종속되다 보니, 시공단가가 높아지고 하자발생이 많다.

이를 개선하기 위해서는 연구지원과 개발이 지속적으로 이루어져야 하며, 서울시도 각 업체의 제품들과 시공현장에 맞는 방법들을 소개하고 보급하려는 노력이 필요하다.

4. 작물 재배공간으로의 활용을 위한 방안 마련

도시민에게 있어서 건강한 먹을거리의 보급은 매우 중요한 문제이다. 또한 최근 웰빙 열풍과 맞물려서 여가활동으로 텃밭 경작을 하고 싶어하는 사람들에게 이 공간을 마련해 주는 것도 시에서 적극 지원해야 할 부분이다.

일본 록본기힐즈의 옥상정원에도 면적 1,300평에 논과 밭을 조성하여 농작물을 재배할 수 있도록 하였으며, “그리운 농촌풍경”이라는 테마를 부여하여 옥상정원을 특색 있게 공간으로 만들었다. 록본기힐즈의 도시농업 사례 및 테마공원 조성 기법은 우리나라에서도 참고할 수 있는 사항이다.

현재 서울그린트러스트를 중심으로 시행되는 포트형 작물재배를 옥상공간 안에서 시행하고 활용할 수 있도록 한다면, 고비용의 시설설치비 없이도 옥상을 녹화할 수도 있고 여가공간으로도 잘 활용할 수 있을 것이다.

포트형 농작물 경작을 하고자 하는 옥상공원의 경우 방수 및 방근에 대한 고려를 하지 않아도 되므로 건물 안전검사부분도 달리 접근할 수 있을 것이다. 도시농업의 활성화가 옥상공간 안에서 이루어질 수 있도록 지원하는 방안이 필요하다.

5. 지원을 넘어 참여를 유도하는 정책으로 변모

서울시가 건물을 옥상녹화하고자 하는 대상자에게 그 비용을 지원하는 것도 한계가 있다. 오히려 제도적으로 점차 의무화하도록 하고, 시민들의 자발적인 참여를 유도하면서, 정보 및 기술을 전수하는 방향으로 나아가야 할 것이다. 일본은 2001년부터 자연보호조례에 따라 1천㎡ 이상의 대지에 건물을 신축, 증축, 개축할 경우 지상과 옥상의 일정비율을 녹화하도록 의무화하고 있다. 또한 경량이면서 저렴한 비용으로 관리할 수 있는 옥상녹화 기술을 개발하여 확대 보급하기 위해 건축물의 옥상녹화가 도시 열섬현상 완화에 어느 정도 효과가 있는지 측정 실험을 시행하고 있다. 이와 같은 사례를 참고로 하여 개발자, 시민들의 적극적인 참여가 이루어질 때, 서울시가 현재보다 더 녹지가 많고 살기 좋은 도시로 변모해 나갈 것이다.

참 고 문 헌

참고문헌

강규이 · 이은희, 2005, “관리조방적 옥상녹화에 적합한 자생초화류와 식재토양에 관한 연구”, 「한국환경복원녹화기술학회지」 제8권 4호.

강성호, 2003, “옥상녹화 식재기반구성에 따른 적재하중에 관한 연구”, 동아대학교 산업대학원 석사학위논문.

강재식 · 변혜선 · 김현수, 1998, “옥상녹화시스템의 열성능에 관한 연구”, 공기조화 냉동공학회 하계학술발표회 논문집, pp.702~707.

김일영, 2007, 「새로운 사회를 여는 연구원」 도시농업연구원.

김한, 2005, 「옥상녹화의 이용만족도 및 선호도에 관한 연구」, 상명대학교 대학원.

김현수 · 안태경 · 변혜선, 1996, 「Green Town 개발사업 I －연구개요 및 건축분야-」, 한국건설기술연구원.

김홍균, 2002, “도시환경의 새로운 가능성 모색을 위한 옥상조경 설계방안－조경 및 환경디자인의 오브제를 이용하여－”, 홍익대학교 건축도시대학원 석사학위논문.

대한주택건설협회, 2004, 월간 주택저널 190호, pp.31~51.

박기원, 2005, “옥상녹화의 개선방안에 관한 연구－울산광역시 사례를 중심으로”, 동국대학교 석사학위논문.

박현선, 2000, “초고층 주상복합 아파트에서의 옥상조경에 관한 연구－고층부의 공용공간 조성에 관하여－”, 홍익대학교 건축도시대학원 석사학위논문.

방광자, 2004, “인공지반 녹화의 활용화 방안”, 「대한지방행정공제회 도시문제」 39(425) : 55~73.

서울특별시, 2000, 건물옥상녹화 학술용역.

서울특별시, 2003,「초록뜰의 사계」, 서울특별시 환경국.

_____, 2004, “지방지치단체 조경관련 조례비교·분석을 통한 옥상녹화 보급 활성화에 관한 연구－서울특별시 옥상녹화 지원방안을 중심으로－”,「시정연구논총 서울터전」제10권 통권 제37호, pp.279~291.

_____, 2006,「하늘로 날아오른 정원」.

_____, 2007,「건축물 옥상녹화시스템 유형결정과 관리 매뉴얼」

유대종, 2007, “경량형 옥상녹화시스템의 냉방부하절감 효과에 관한 연구”, 중앙대학교 대학원 석사학위논문.

이규석, 1999, “건축물 옥상조경 관리방안에 관한 연구”, 한양대학교 석사학위논문.

임금성, 2000, “생태건축에서 옥상녹화의 설계 및 시공에 관한 연구”, 연세대학교 산업대학원 석사학위논문.

이기원, 2005, “옥상녹화의 개선방안에 관한 연구 : 울산광역시 사례를 중심으로”, 동국대학교 대학원 환경학과, p39-47.

이동근·오승환·윤소원·장성완, 2005, “옥상녹화조성에 따른 온도 저감효과에 관한 연구-서울대학교 실험구를 중심으로”,「한국환경복원녹화기술학회지」8(6) : 34-44.

이동근·오승환·윤소원·장성완, 2006, “옥상녹화의 우수유출량 저감효과에 관한 연구”,「한국환경복원녹화기술학회지」제9권 6호, pp.117~122.

이은희, 2004, “국내의 옥상녹화 연구 동향 분석”,「한국환경복원녹화기술학회지」, 제7권 4호, pp.41~51.

이춘우, 2008, “옥상녹화 활성화를 위한 녹화유형별 기온저감효과 및 시민의식 분석”, 계명대학교 대학원 석사학위논문.

장중근, 2004,「도심의 공원녹지 확충을 위한 옥상녹화의 환경 및 경제적 효과 분석」, 상명대학교 대학원, 21-28.

조경생태시공 ECO-LAC, 2004년 9월호

최병현, 2004, “녹화방식을 적용한 도심내 저층집합주택단지 계획에 관한 연구”, 홍익대학교 대학원 석사학위논문.

최성규, 2004, “국내 인공지반녹화용 식재기반층 기준설정에 관한 기초적 연구”, 한양대학교 환경대학원 석사학위논문.

최광빈, 2002, “옥상녹화 관련 조례제정에 따른 전망”, 월간「환경과 조경」제 168호, pp.107~109.

한국인공지반녹화협회, 2003,「건축물 옥상녹화 구조진단 및 모니터링에 따른 관리・조성방안－2003년 건축물 옥상녹화 추진현황 및 평가・관리 방안－」.

환경과조경, 2006, 8월호 통권 제220호

Greater London Authority City Hal, 2008, Living Roofs and Walls Technical Report : Supporting London Plan Policy

Köhler, M., Schmidt, M., 2002, Roof-greening, annual report(Jahrbuch Dachbegrünung), Thalacker, Braunschweig, pp.28 33 ISBN 3-87815-179-9.

Köhler, M., Schmidt, M., Grimme, F.W., Laar, M., Gusmão, F. 2001, Uarban Water Retention by Greened Roofs in Temperate and Tropical Climate. IFLA-Congress, Singapore

Heiko Diestel, Rainwater retention in building complexes, 2003, Plus 50 환경공생빌딩 건축기술 국제세미나.

http://cafe.naver.com/dosinongup(도시농업네트워크)

http://klafir.or.kr(한국지방자치단체국제화재단)

http://www.biotope.co.kr

www.inhabitat.com/2005/11/18/gotham-green-roofs

www.nytimes.com/2005/08/10/realestate/10green.html?pagewanted=all&oref=login

www.boston.com/realestate/articles /2005/07/ 13/rooted_in_the_community

www.lda.gov.uk/server/show/ onWeb oc.2505

www.planningresource.co.uk/bulletins/Planning-Resource-Daily-Bulletin/News/745658/ Panel-backs -roof-living-proposals

www.planetizen.com/news/item.php?id=14311

www.ura.gov.sg/pr /text/pr29.html

www.metro.tokyo.jp/INET/20080800.htm

www.tokyo-np.co.jp/00/tko/20060505/lcl____tko____000.shtml

www.metro.tokyo.jp /INET/ BOSHU/2006/05/22g5b100.htm

www.metro.tokyo.jp /INET/OSHIRASE /2003/08/20d8b100.htm

www.kankyo.metro.tokyo.jp/english/greenproject/index.html

일본경제신문, 2003. 5. 7

日本經濟新聞 2001. 8. 23

日本經濟新聞, 4. 11

日本經濟新聞, 2001.6.1

北京日報(북경일보), 2006. 3. 13

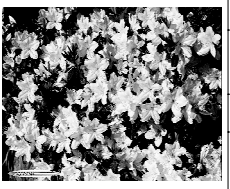
부 록

<표 1> 옥상정원 식재식물

선주목(주목과) Taxus cuspidata	
	◦ 특　징 : 관상용으로 심으며, 재목은 가구재로 이용함
	◦ 형　태 : 높이 20m로 가지가 사방으로 퍼지고 큰 가지와 원대는 홍갈색이며 껍질이 얇게 띠 모양으로 벗겨짐. 잎은 줄 모양으로 나선상으로 달림
	◦ 개화시기 : 꽃은 4월에 피며, 열매는 9~10월에 붉게 익음
	◦ 생육환경 : 고산 지대에서 자람
눈주목(주목과) Taxus cuspidata var. nana	
	◦ 특　징 : 정원이나 공원에 관상용으로 심음
	◦ 형　태 : 높이 1~2m로 나무껍질은 붉은빛을 띤 갈색이고 원줄기가 곧게 서지 않으며 밑동에서 줄기가 여러 개 나옴. 잎은 줄 모양이고 2줄로 돌려 나며 길이 15~20㎜, 너비 2~2.5㎜이며 겉면은 짙은 녹색이고 뒷면에는 연노랑빛 줄이 2개 있음
	◦ 개화시기 : 꽃은 암수딴그루로서 4월에 피며 열매는 9월에 익음
	◦ 생육환경 : 산중턱 능선에서 자람
배롱나무 (부처꽃과) Lagerstroemia indica	
	◦ 특　징 : 중국이 원산지이며 관상용으로 재배함
	◦ 형　태 : 높이 약 5m로 잎은 타원형이거나 달걀을 거꾸로 세워놓은 모양이며 길이 2.5~7㎝, 너비 2~3㎝임. 겉면에 윤이 나고 뒷면에는 잎맥에 털이 나며 가장자리가 밋밋함
	◦ 개화시기 : 꽃은 7~9월에 붉은색으로 피고 열매는 10월에 익음
	◦ 생육환경 : 해가 잘 들고 바람이 잘 통하는 곳에서 잘 자람
부처꽃(부처꽃과) Lythrum anceps	
	◦ 특　징 : 한방에서는 전초를 방광염 · 이뇨 · 지사제(止瀉劑) 등으로 사용함
	◦ 형　태 : 높이 1m 정도로서 곧게 자라며 가지가 많이 갈라짐. 잎은 마주나고 바소꼴이며 대가 거의 없고 원줄기와 더불어 털, 잎자루도 거의 없으며 가장자리가 밋밋함
	◦ 개화시기 : 꽃은 5~8월에 홍자색으로 핌
	◦ 생육환경 : 냇가, 초원 등의 습지에서 자람
회양목(회양목과) Buxus microphylla var. koreana	
	◦ 특　징 : 한방에서는 진해 · 진통 · 거풍 등에 이용하며 수 · 조각재 · 도장 · 지팡이로 이용함
	◦ 형　태 : 잎은 마주달리고 두꺼우며 타원형이고 끝이 둥글거나 오목함
	◦ 개화시기 : 꽃은 4~5월에 노란색으로 피고 열매는 6~7월에 갈색으로 익음
	◦ 생육환경 : 산지의 석회암지대에서 자람

수호초(회양목과) Pachysandra terminalis	
	◦ 특　징 : 일본이 원산지임
	◦ 형　태 : 높이 30㎝ 내외로 자람. 잎은 어긋나지만 윗부분에 모여 달리고 달걀을 거꾸로 세운듯한 모양이며 윗부분에 톱니가 있음
	◦ 개화시기 : 꽃은 4~5월에 피며 흰색임
	◦ 생육환경 : 나무 그늘에서 자람

영산홍(진달래과) Rhododendron indicum	
	◦ 특　징 : 한방과 민간에서 잎은 발진 · 강장 · 이뇨 · 건위 · 구토 등의 약재로 쓰임
	◦ 형　태 : 줄기는 높이 15~90㎝이며 가지는 잘 갈라져 잔가지가 많고 갈색 털이 있음. 잎은 어긋나지만 가지 끝에서는 모여 달리고 좁은 바소꼴임
	◦ 개화시기 : 꽃은 4~5월에 가지 끝에 홍자색으로 핌
	◦ 생육환경 : 온실 및 남부지방에서 많이 키움

백철쭉(진달래과) Rhododendron schlippenbachii Maxim. for. albiflorum	
	◦ 특　징 : 관상수 · 정원수 · 조각재로도 인기가 높음
	◦ 형　태 : 높이는 1~5m이다. 잎은 가지 끝에 4~5개씩 모여서 어긋나며 잎의 생김새는 거꿀달걀꼴(도란형)이나 넓은 거꿀달걀꼴
	◦ 개화시기 : 5월초에서 6월초에 많이 핌
	◦ 생육환경 : 해발고도 100~2000m의 고산지대에 서식하며, 습기가 많고 땅이 비옥한 숲속이나 능선 지역에서 많이 발견됨

해국(국화과) Aster spathulifolius	
	◦ 특　징 : 해변국이라고도 함
	◦ 형　태 : 줄기는 다소 목질화하고 가지가 많이 갈라지며 비스듬히 자라서 높이 30~60㎝로 되며 잎은 어긋나지만 달걀을 거꾸로 세운듯한 모양으로 밑에서는 모여나며 두꺼움
	◦ 개화시기 : 꽃은 7~11월에 피고 연한 보라빛 또는 흰색이며 열매는 11월에 성숙함
	◦ 생육환경 : 바닷가에서 자람

감국(국화과) Chrysanthemum indicum	
	◦ 특　징 : 꽃에 진한 향기가 있어 관상용으로도 가꿈
	◦ 형　태 : 풀 전체에 짧은 털이 나 있고 줄기의 높이는 60~90㎝이며 검은색으로 가늘고 길며 잎은 짙은 녹색이고 어긋나며 잎자루가 있고 달걀 모양인데 보통 깃꼴로 갈라지며 끝이 뾰족함
	◦ 개화시기 : 9~10월에 줄기 윗부분에 산방꼴로 두화(頭花)가 핌
	◦ 생육환경 : 주로 산에서 자람

구절초(국화과) Chrysanthemum zawadskii var. latilobum	
	◦ 특　징 : 한방과 민간에서는 꽃이 달린 풀 전체를 치료용으로 사용함.
	◦ 형　태 : 높이 50㎝ 정도로 땅속줄기가 옆으로 길게 뻗으면서 번식하고 모양이 산구절초와 비슷하며 뿌리에 달린 잎과 밑부분의 잎은 1회깃꼴로 갈라짐. 잎은 달걀 모양으로 밑부분이 편평하거나 심장 모양이며 윗부분 가장자리는 날개처럼 갈라짐
	◦ 개화시기 : 9~11월에 줄기 끝에 지름이 4~6㎝의 연한 홍색 또는 흰색 두상화가 한 송이씩 핌
	◦ 생육환경 : 산기슭 풀밭에서 자람
마가렛트(국화과) Chrysanthemum frutescens	
	◦ 특　징 : 관상용으로 화단에 심으며, 여러 가지 원예 품종이 있음
	◦ 형　태 : 높이는 60~100㎝이고 밑 부분은 나무처럼 목질이며 잎은 잘게 갈라짐
	◦ 개화시기 : 꽃은 여름에 핌
	◦ 생육환경 : 고온에서 잘 자람
스카이로켓향나무(향나무과) Juniperus scopulorum 'Skyrocket'	
	◦ 특　징 : 측백나무과로 직립성이며 실내조경, 가로수, 공원수 등으로 쓰임
	◦ 형　태 : 상록 교목으로 높이 25~50m, 지름 1m, 수형은 원추형이고, 수피는 녹회색임
	◦ 개화시기 : 다음해 10월에 성숙함
	◦ 생육환경 : 전국생육이 무난함
눈향나무(측백나무과) Juniperus chinensis var. sargentii	
	◦ 특　징 : 관상용으로 씀
	◦ 형　태 : 원줄기가 비스듬히 서거나 땅바닥으로 벋고 향나무와 비슷하나 옆으로 자라고 가지가 꾸불꾸불하며 잎은 어릴 때는 날카로운 바늘잎이지만 섬향나무처럼 찌르지 않으며 늙으면 비늘잎만으로 되는데, 맥보다 넓은 흰 줄이 2개 있고 뒷면은 푸른빛을 띤 녹색임
	◦ 개화시기 : 꽃은 5월에 피며 암수한그루임
	◦ 생육환경 : 높은 산의 바위틈에서 자람
박태기나무(콩과) Cercis chinensis	
	◦ 특　징 : 관상용으로 흔히 심음
	◦ 형　태 : 높이 3~5m로 자라고 가지는 흰빛이 돌며 잎은 길이 5~8㎝, 너비 4~8㎝로 어긋나고 심장형이며 밑에서 5개의 커다란 잎맥이 발달함. 잎면에 윤기가 있으며 가장자리는 밋밋함
	◦ 개화시기 : 꽃은 이른봄 잎이 피기 전에 핌
	◦ 생육환경 : 표고 400~800m 지역에서 자람

좀작살나무(마편초과) Callicarpa dichotoma	
	◦ 특　징 : 작살나무와 같으나 작기 때문에 좀작살나무라고 함
	◦ 형　태 : 높이 1.5m 내외이고 작은 가지는 사각형이며 성모(星毛 : 여러 갈래로 갈라져 별 모양의 털)가 있으며 잎은 마주달리고 달걀을 거꾸로 세운 모양 또는 달걀을 거꾸로 세운 모양의 긴 타원형임.
	◦ 개화시기 : 꽃은 8월에 피고 연한 자줏빛임
	◦ 생육환경 : 산지에서 자람
흰말채나무(층층나무과) Cornus alba	
	◦ 특　징 : 관상적 가치가 뛰어나 정원수로 심고, 나무껍질과 잎에 소염 · 지혈 작용이 있어서 한약재로도 씀
	◦ 형　태 : 높이 약 3m로 나무껍질은 붉은색이고 골속은 흰색이며 어린 가지에는 털이 없으며 잎은 마주나고 타원 모양이거나 달걀꼴 타원 모양으로서 길이 5~10㎝, 너비 3~4㎝임
	◦ 개화시기 : 꽃은 5~6월에 노랑빛을 띤 흰색으로 핌
	◦ 생육환경 : 산지 물가에서 자람
노랑말채나무(층층나무과) C. alba 'Aurea'	
	◦ 특　징 : 겨울에 가지가 노랗게 변함
	◦ 형　태 : 높이는 10m 정도로 나무껍질은 그물처럼 갈라지며 흑갈색이고 작은 가지에 털이 있으나 점차 없어지며 잎은 마주나며 넓은 달걀꼴 또는 긴둥근꼴이고 표면에 복모가 약간 있음
	◦ 개화시기 : 꽃은 6월에 피고 열매는 둥글며 9~10월에 달림
	◦ 생육환경 : 보습성과 내수성이 양호한 사질토질에서 잘 자람
기린초(돌나물과) Sedum kamtschaticum	
	◦ 특　징 : 연한 순은 식용함
	◦ 형　태 : 높이는 5~30㎝이며, 뿌리줄기는 매우 굵고 원줄기의 한군데에서 줄기가 뭉쳐나며 원기둥 모양임. 잎은 어긋나고 거꾸로 선 달걀 모양 또는 긴 타원 모양으로 톱니가 있으며 잎자루는 거의 없고 육질(肉質)임
	◦ 개화시기 : 6~7월에 노란꽃이 취산꽃차례[聚揀花序]로 꼭대기에 많이 핌
	◦ 생육환경 : 산지의 바위 곁에서 자람
노랑세덤(돌나물과) Sedum middendorffianum	
	◦ 특　징 : 북한에서는 '각시기린초', '애기꿩의비름'이라고도 함
	◦ 형　태 : 줄기는 더부룩하게 무더기로 뻗고 키는 20㎝임. 잎의 길이는 1.5~2㎝이고, 피침형으로 한 쪽에 2~3개의 톱니가 있으며 잎은 마주나고 거의 턱잎이 없고 어긋나기함
	◦ 개화시기 : 개화기는 6~8월로 노란 꽃이 취산꽃차례로 줄기의 맨 윗부분에 핌
	◦ 생육환경 : 해발 800m 이상의 높은 산에 강한 광선이 비추고 건조한 바위 위에 주로 얹혀서 자람

노랑꽃창포(붓꽃과) Iris pseudoacorus	
	◦특　징 : 유럽이 원산지임
	◦형　태 : 뿌리줄기는 짧고 수염뿌리는 황갈색임. 꽃줄기는 가지가 갈라지며 높이 60~100㎝이며 잎은 길이 약 1m이고, 너비 2~3㎝임
	◦개화시기 : 꽃은 5월에 노란색으로 핌
	◦생육환경 : 연목가에서 많이 자람
범부채(붓꽃과) Belamcanda chinensis	
	◦특　징 : 관상용으로 재배하며 뿌리줄기는 약으로 사용함
	◦형　태 : 높이 50~100㎝로 뿌리줄기를 옆으로 짧게 벋고 줄기는 곧게 서며 윗부분에서 가지를 내며 잎은 어긋나고 칼 모양이며 좌우로 납작하고 2줄로 늘어서고 잎 길이는 30~50㎝, 너비 2~4㎝임
	◦개화시기 : 꽃은 7~8월에 핌
	◦생육환경 : 산지와 바닷가에서 자람
맥문동(백합과) Liriope platyphylla	
	◦특　징 : 덩이뿌리를 소염 · 강장 · 진해 · 거담제 및 강심제로 사용함
	◦형　태 : 짧고 굵은 뿌리줄기에서 잎이 모여 나와서 포기를 형성하고, 흔히 뿌리 끝이 커져서 땅콩같이 됨
	◦개화시기 : 꽃은 5~6월에 피고 자줏빛임
	◦생육환경 : 그늘진 곳에서 자람
옥잠화(백합과) Hosta plantaginea	
	◦특　징 : 중국이 원산지이며 관상용으로 심음
	◦형　태 : 굵은 뿌리줄기에서 잎이 많이 총생하며 잎은 자루가 길고 달걀 모양의 원형이며 심장저로서 가장자리가 물결 모양이고 8~9쌍의 맥이 있음
	◦개화시기 : 꽃은 8~9월에 피고 흰색이며 향기가 있고 총상으로 달림
	◦생육환경 : 습기가 있는 토양이면 대부분 잘 자람
무스카리(백합과) Muscari armeniacum	
	◦특　징 : 지중해 지방 및 서남아시아에 40~50종이 분포함
	◦형　태 : 구근은 비늘줄기[鱗莖]로 작은 구형이며 구근의 크기는 작은 것이 4~5㎝, 큰 것은 10㎝ 정도 되는 것도 있음. 피막은 막질로 회갈색이며 잎은 구근으로부터 7~10장이 선형으로 자라고 안쪽으로 골이 져 있음
	◦개화시기 : 4~5월
	◦생육환경 : 햇볕이 잘 드는 곳에서 5~15℃의 온도에서 잘 자람

차이브(백합과) Allium Schoenoprasum	
	◦ 특　징 : 고기요리 · 생선요리 · 조개 · 수프 등 각종 요리의 향신료로 사용되는데, 톡 쏘는 향긋한 냄새가 식욕을 증진시키는 효과가 있음
	◦ 형　태 : 높이 20~30㎝로 매우 작으며, 생김새는 작은 파와 같고 잎도 매우 가늠
	◦ 개화시기 : 6월부터 분홍색 · 보라색 · 자주색의 작고 귀여운 꽃이 반원형에 가깝게 핌
	◦ 생육환경 : 햇빛이 비추는 곳에서 잘 자라지만 반그늘에서도 자람
참나리(백합과) Lilium tigrinum	
	◦ 특　징 : 관상용으로 재배하기도 함
	◦ 형　태 : 비늘줄기는 흰색이고 지름 5~8㎝의 둥근 모양이며 밑에서 뿌리가 나오며 줄기는 높이가 1~2m이고 검은빛이 도는 자주색 점이 빽빽이 있으며 어릴 때는 흰색의 거미줄 같은 털이 있음
	◦ 개화시기 : 꽃은 7~8월에 피고 노란빛이 도는 붉은색 바탕에 검은빛이 도는 자주색 점이 많음
	◦ 생육환경 : 산과 들에서 자람
가우라(바늘꽃과) Gaura lindheimeri	
	◦ 특　징 : 한방에서 사용
	◦ 형　태 : 높이 50~150㎝이며 줄기는 가늘고 철사모양이어서 아래로 휘어져 늘어지는 줄기가 많음
	◦ 개화시기 : 7~8월
	◦ 생육환경 : 물가나 습지에서 잘 자람
아로우(아로우카리아과) Araucaria hererophylla	
	◦ 특　징 : 목재는 건축 · 기구 및 공예용으로 사용되고 한국에서는 희귀수종임
	◦ 형　태 : 잎은 나선상으로 배열하고 딱딱하며 넓은 바소꼴 또는 줄모양임
	◦ 개화시기 : 5~9월이 생육기임
	◦ 생육환경 : 약한 습한 곳에서 잘 자람
키버들(버드나무과) Salix purpurea var. japonica	
	◦ 특　징 : 줄기는 바구니와 키 등의 공예품을 만드는 데 사용됨
	◦ 형　태 : 높이 2~3m로 줄기는 노란빛을 띤 갈색이고 가지를 길게 벋으며 겨울눈은 긴 타원형임. 잎은 어긋나거나 마주나며, 줄 모양 바소꼴로서 끝이 뾰족함
	◦ 개화시기 : 꽃은 암수딴그루이고 단성화로서 3월에 유이 꽃차례로 달림
	◦ 생육환경 : 들이나 물가에서 자람

개쉬땅나무(장미과) Sorbaria sorbifolia var. stellipila	
	◦ 특　징 : 관상용 외에 생울타리로 이용되고 어린 잎은 먹음
	◦ 형　태 : 높이는 2m 정도로 잎은 깃모양 겹잎으로 어긋남
	◦ 개화시기 : 6~7월
	◦ 생육환경 : 산기슭이나 골짜기의 습지에서 자람

황매화(장미과) Kerria japonica	
	◦ 특　징 : 야생하는 것은 볼 수 없고 관상용으로 흔히 심고 있음
	◦ 형　태 : 높이 2m 내외이고 무더기로 자람. 가지가 갈라지고 털이 없으며 잎은 어긋나고 긴 달걀 모양이며 가장자리에 겹톱니가 있고 길이 3~7㎝임
	◦ 개화시기 : 황색꽃이 4~5월에 잎과 같이 피고 가지 끝에 달림
	◦ 생육환경 : 습기가 있는 곳에서 잘 자람

덩굴장미(장미과) Rosa multiflora var. platyphylla	
	◦ 특　징 : 관상용이나 밀원식물로 심고 열매는 관절염이나 치통 등에 약용함
	◦ 형　태 : 길이는 5m 정도이고, 전체에 밑을 향한 가시가 드문드문 있음
	◦ 개화시기 : 꽃은 5~6월에 피며, 흔히 붉은색이지만 다른 여러 가지 색이 있음
	◦ 생육환경 : 집 울타리 주변에 많이 심음

황금조팝(장미과) Spiraea japonica Goldmound	
	◦ 특　징 : 한국, 일본, 중국에 분포하고 있음
	◦ 형　태 : 높이는 1m 정도로 가지는 능각이 있고 털이 없으며 자갈색이나, 어린 가지에는 연한 털이 있음. 잎은 노란색에서 연두색으로 짙어짐
	◦ 개화시기 : 5~8월
	◦ 생육환경 : 내한성임

좀조팝나무(장미과) Spiraea microgyna	
	◦ 특　징 : 관상용으로 심음
	◦ 형　태 : 잎은 타원형으로 밑과 끝은 날카롭고 뾰족하며 겹톱니가 있음
	◦ 개화시기 : 봄
	◦ 생육환경 : 산지에서 자람

섬초롱꽃(초롱꽃과) Campanula takesimana	
	◦ 특　징 : 한국특산종으로 울릉도에서 자람
	◦ 형　태 : 줄기는 곧게 서며 높이 30~90㎝로 흔히 자줏빛이 돌고 능선이 있으며 비교적 털이 적음
	◦ 개화시기 : 8월에 피고 연한 자줏빛 바탕에 짙은 점이 있음
	◦ 생육환경 : 바닷가 풀밭에서 자람
소나무(소나무과) **Pinus densiflora**	
	◦ 특　징 : 잎은 각기 · 소화불량 또는 강장제로, 꽃은 이질에, 송진은 고약의 원료 등에 약용으로 사용함
	◦ 형　태 : 줄기는 높이 35m, 지름 1.8m 정도이며 수피는 붉은빛을 띤 갈색이나 밑부분은 검은 갈색임. 바늘잎은 2개씩 뭉쳐나고 길이 8~9㎝, 너비 1.5㎜로 2년이 지나면 밑부분의 바늘잎이 떨어짐
	◦ 개화시기 : 5월
	◦ 생육환경 : 중국 북동부, 우수리, 일본에 분포하고 한국의 북부 고원지대를 제외한 전역에서 자라며 수직적으로는 1,600m 이하에 남
반송(소나무과) **Pinus densiflora for. multicaulis**	
	◦ 특　징 : 한국 전역에 분포하며 소나무가 자라는 곳이면 어디서나 볼 수 있음
	◦ 형　태 : 높이 2~5m, 잎은 바늘모양으로 2개씩 뭉쳐나며 길이 8~9㎝, 너비 1.5㎜로 줄기 밑부분에서 많은 줄기가 갈라져 우산모양으로 자라며, 잔뿌리가 많음
	◦ 개화시기 : 5월
	◦ 생육환경 : 직사광선이 있거나 반그늘의 높은 지대에서 잘 자람
남천(매지나무과) **Nandina domestica**	
	◦ 특　징 : 성숙한 열매를 남천실(南天實)이라 하며 해수 · 천식 · 백일해 · 간기능 장애 등에 약제로 사용함
	◦ 형　태 : 잎은 딱딱하고 톱니가 없으며 3회 깃꼴겹잎임. 또한 엽축(葉軸)에 마디가 있고 길이 30~50㎝로 작은 잎은 대가 없고 타원형의 바소꼴이며 끝이 뾰족함
	◦ 개화시기 : 6~7월
	◦ 생육환경 : 석회암지역에서 무성히 자람
낙상홍(감탕나무과) **Ilex serrata**	
	◦ 특　징 : 경기 지방에서는 관상용으로 심음
	◦ 형　태 : 잎은 어긋나고 타원형이며 길이 5~8㎝, 너비 2~4㎝로 잎 끝이 뾰족하고 가장자리에 잔 톱니가 있음
	◦ 개화시기 : 6월경 잎겨드랑이에 모여 달리며 연한 자줏빛임
	◦ 생육환경 : 건조하지 않은 토양에서 잘 자람

앵도나무(장미과) Prunus tomentosa	
	◦ 특　징 : 성숙한 열매는 날것으로 먹을 수 있을 뿐만 아니라 관상용으로도 가치가 있음
	◦ 형　태 : 높이는 3m에 달하고, 가지가 많이 갈라지며, 나무 껍질이 검은빛을 띤 갈색이고, 어린 가지에 털이 빽빽이 있음
	◦ 개화시기 : 꽃은 4월에 잎보다 먼저 또는 같이 피고 흰빛 또는 연한 붉은빛임
	◦ 생육환경 : 인가 주변의 산지에서 자람
작약(작약과) Paeonia lactiflora	
	◦ 특　징 : 꽃이 아름다워 원예용으로 쓰고 뿌리는 진통 · 복통 · 월경통 · 무월경 · 토혈 · 빈혈 · 타박상 등의 약재로 쓰임
	◦ 형　태 : 잎은 어긋나고 밑부분의 것은 작은 잎이 3장씩 두 번 나오는 겹잎이고 작은 잎은 바소꼴 또는 타원형이나 때로는 2~3개로 갈라짐
	◦ 개화시기 : 5~6월
	◦ 생육환경 : 산지에서 자람
할미꽃(미나리아재비과) Pulsatilla koreana	
	◦ 특　징 : 유독식물이지만 뿌리를 해열 · 수렴 · 소염 · 살균 등에 약용하거나 이질 등의 지사제로 사용하고 민간에서는 학질과 신경통에 쓰임
	◦ 형　태 : 잎은 잎자루가 길고 5개의 작은 잎으로 된 깃꼴겹잎이고 작은 잎은 길이 3~4㎝이며 3개로 깊게 갈라지고 꼭대기의 갈래조각은 너비 6~8㎜로 끝이 둔함
	◦ 개화시기 : 4월
	◦ 생육환경 : 산과 들판의 양지쪽에서 자람
우단동자(석죽과) Lychnis coronaria	
	◦ 특　징 : 유럽 남부와 서아시아가 원산지로서 주로 화단에 관상용으로 키움
	◦ 형　태 : 높이 30~70㎝로 전체에 흰 솜털이 빽빽이 나며 줄기는 곧게 서고 가지가 갈라짐. 잎은 마주달리고 긴 타원형이며 밑에는 잎자루가 있고 밋밋한 모양임
	◦ 개화시기 : 6~7월
	◦ 생육환경 : 내한성이 강함
수수꽃다리(물푸레나무과) Syringa dilatata	
	◦ 특　징 : 관상용으로 흔히 심으며 한국 특산종으로 황해도 이북에서 자람
	◦ 형　태 : 높이 2~3m로 수피는 회색이고 어린 가지는 갈색 또는 붉은빛을 띤 회색이며 잎은 마주나고 넓은 달걀 모양으로 가장자리가 밋밋하며 털이 없음
	◦ 개화시기 : 4~5월
	◦ 생육환경 : 석회암 지대에서 자람

화살나무(노박덩굴과) Euonymus alatus	
	◦ 특　징 : 어린 잎은 나물로 하고 가지의 날개를 귀전우(鬼剪羽)라고 하며 한방에서는 지혈 · 구어혈(驅瘀血) · 통경에 사용함
	◦ 형　태 : 높이는 3m에 달하고 잔가지에 2~4개의 날개가 있으며 잎은 마주달리고 짧은 잎자루가 있으며, 타원형 또는 달걀을 거꾸로 세운 모양으로 가장자리에 잔 톱니가 있고 털이 없음
	◦ 개화시기 : 5월
	◦ 생육환경 : 산야에서 흔히 자람
사철나무(노박덩굴과) Euonymus japonica	
	◦ 특　징 : 흔히 관상용이나 산울타리용으로 심으며 약재로도 씀
	◦ 형　태 : 높이 약 3m로 털이 없고 작은 가지는 녹색임. 잎은 마주나고 두꺼우며 타원형으로서 길이 3~7㎝, 너비 3~4㎝임
	◦ 개화시기 : 꽃은 6~7월에 연한 노란빛을 띤 녹색으로 핌
	◦ 생육환경 : 바닷가 산기슭의 반 그늘진 곳이나 인가 근처에서 자람
꽃댕강(인동과) Abelia	
	◦ 특　징 : 아벨리아속(屬) 식물의 총칭이며 중국산 댕강나무의 잡종인 꽃댕강나무(A. grandiflora)를 가리키기도 함
	◦ 형　태 : 높이 1~2m로 잎은 마주나고 달걀 모양이며 길이 2.5~4㎝이며 끝이 무디거나 뾰족하며 가장자리에 뭉툭한 톱니가 있음
	◦ 개화시기 : 6~11월
	◦ 생육환경 : 차가운 기온에서도 잘 자람
병꽃나무(인동과) Weigela subsessilis	
	◦ 특　징 : 한국 특산종으로 전역에 분포함
	◦ 형　태 : 높이 2~3m로 줄기는 연한 잿빛이지만 얼룩무늬가 있고 잎은 마주나고 잎자루는 거의 없으며 달걀을 거꾸로 세운 모양의 타원형 또는 넓은 달걀 모양으로 끝이 뾰족함
	◦ 개화시기 : 5월
	◦ 생육환경 : 주로 산지 숲 속에서 자람
꽃범의꼬리(꿀풀과) Physostegia virginiana	
	◦ 특　징 : 피소스테기아라고도 하며 북아메리카가 원산지임
	◦ 형　태 : 줄기는 사각형이고 높이 60~120㎝이며 뿌리줄기가 옆으로 벋으면서 줄기가 무더기로 나오며 잎은 마주나고 줄 모양의 바소꼴이며 가장자리에 톱니가 있음
	◦ 개화시기 : 7~9월
	◦ 생육환경 : 배수가 잘 되는 사질양토에서 잘 자라고 여름의 건조에 약함

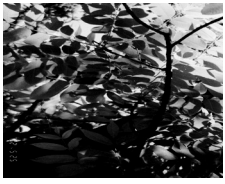
꿀풀(꿀풀과) Prunella vulgaris var. lilacina	
	◦ 특　징 : 생약 하고초(夏枯草)는 꽃이삭을 말린 것이며, 한방에서는 임질 · 결핵 · 종기 · 전신수종 · 연주창에 약으로 씀
	◦ 형　태 : 줄기는 네모지고 다소 뭉쳐나며 곧게 서고 높이가 30㎝ 정도이고, 밑 부분에서 기는 줄기가 나와 벋음. 잎은 마주나고 잎자루가 있으며 긴 달걀 모양 또는 긴 타원 모양의 바소꼴임
	◦ 개화시기 : 7~8월
	◦ 생육환경 : 산기슭의 볕이 잘 드는 풀밭에서 자람

아주가(꿀풀과) Ajuga reptans	
	◦ 특　징 : 대표적인 지피식물임
	◦ 형　태 : 잎은 길이 5~8㎝, 폭 3.5~4㎝ 정도의 넓은 타원형
	◦ 개화시기 : 5~6월
	◦ 생육환경 : 반그늘 또는 양지에서 자람

섬백리향(꿀풀과) Thymus quinquecostatus var. japonica	
	◦ 특　징 : 정원수로 심으며 줄기와 잎은 약재로 쓰며 한국 특산식물로서 경상북도 울릉군 나리동에 분포함
	◦ 형　태 : 높이 20~30㎝로 백리향보다 잎과 꽃이 큼. 가지를 많이 내며 땅 위로 벋으며 어린 나무는 포기 전체에 흰 털이 나고 향기가 강함. 잎은 마주나고 달걀꼴의 타원 모양이거나 넓은 달걀 모양
	◦ 개화시기 : 꽃은 6~7월에 연분홍색으로 핌
	◦ 생육환경 : 바닷가의 바위가 많은 곳에서 자람

물레나물(물레나물과) Hypericum ascyron	
	◦ 특　징 : 어린 순을 나물로 먹음
	◦ 형　태 : 줄기는 곧게 서고 네모지며 가지가 갈라지고 높이가 0.5~1m이며 윗부분은 녹색이고 밑 부분은 연한 갈색이며 목질임. 잎은 마주나고 길이 5~10㎝의 바소꼴이며 끝이 뾰족함.
	◦ 개화시기 : 6~8월
	◦ 생육환경 : 산기슭이나 볕이 잘 드는 물가에서 자람

수크령(화본과) Pennisetum alopecuroides	
	◦ 특　징 : 아시아의 온대에서 열대에 널리 분포함
	◦ 형　태 : 높이 30~80㎝이고 뿌리줄기에서 억센 뿌리가 사방으로 퍼지며 잎은 길이 30~60㎝, 너비 9~15㎜이며 털이 다소 있음
	◦ 개화시기 : 8~9월
	◦ 생육환경 : 양지쪽 길가에서 흔히 자람

잔디(화본과) Zoysia japonica Steud	
	◦ 특　징 : 조경의 목적으로 이용되는 피복성(被覆性) 식물임
	◦ 형　태 : 잎의 길이는 5~10㎝, 폭 2~5㎜로 편형하거나 아능로 말리며 어릴 때는 양면에 털이 있고 밑부분 엽초로 되며 엽초 가장자리에 털이 있음
	◦ 개화시기 : 5~6월
	◦ 생육환경 : 양지바른 산과 길가에서 흔히 자람
홍띠(화본과) Imperata cylindrica 'Rubra'	
	◦ 특　징 : 한방에서 뿌리줄기를 백모근(白茅根)이라는 약재로 쓰는데, 열을 내리고 소변을 잘 보게 하며 황달에 물을 넣고 달여서 복용함
	◦ 형　태 : 줄기는 높이가 30~80㎝이고 마디에 털이 있고 잎은 주로 뿌리에서 나오고 길이가 20~50㎝, 폭이 7~12㎜이며 끝이 뾰족하고 밑부분이 좁아져 줄기를 감싸는 잎집이 됨
	◦ 개화시기 : 5~6월
	◦ 생육환경 : 햇빛이 잘 드는 양지의 낮은 산과 초원에서 군생함
큰고랭이(사초과) Scirpus tabernaemontani	
	◦ 특　징 : 한방에서는 뿌리를 제외한 식물체 전체를 약재로 쓰는데, 전신부종과 소변을 잘 못 보는 증세에 효과가 있음
	◦ 형　태 : 줄기는 원기둥 모양이고 높이가 80~200㎝, 지름이 1~2㎝이고 짙은 녹색임. 잎집은 길이가 10~30㎝이고 끝이 비스듬히 잘리며 때로는 길이 10㎝의 잎몸이 달림
	◦ 개화시기 : 7~10월
	◦ 생육환경 : 연못이나 호수의 얕은 물 속에서 무리 지어 자람
가래나무(가래나무과) Juglans mandshurica	
	◦ 특　징 : 나무의 변재는 회백색, 심재는 회갈색으로 질이 치밀하고 질기며 뒤틀리지 않아 가구재 · 기계재 · 총대 · 조각재로 쓰임
	◦ 형　태 : 높이가 20m 정도이며 나무껍질은 암회색이며 세로로 터짐. 잎은 홀수깃꼴겹잎이고 작은 잎은 7~17개이며, 긴 타원형 또는 달걀 모양 타원형으로 길이 7~28㎝, 너비 10㎝ 정도임.
	◦ 개화시기 : 4월
	◦ 생육환경 : 산기슭의 양지쪽에서 자람

영문요약(Abstract)

Plans to Encourage Green Roofs for Energy Saving and Monitoring Thereof

Won-Joo Kim · Yong-Mo Cho · Mi-A Nam · Sang-Hee Shin

1. Background and purpose of the study

○ The city is the center of human activities and thus, environmental problems of the city are getting serious. Particularly, due to the green house effect, the average annual rate of temperature has increased by 0.5~1.5℃, and the energy usage of buildings has been increased proportionally to that. In the case of Seoul, it needs to regulate the temperature rise and the energy usage of buildings since Seoul shows the highest building energy consumption.

○ Green roofs business can be helpful to secure green spaces which Seoul lacks and therefore, it can contribute to solve environmental problems and can be used in the energy saving of buildings.

○ The study is purposed to maximize the energy saving effects, which recently draw global attention, against the global warming temperature and the energy price inflation; carry out the green roofs in view of making the best use of green spaces in the city and monitoring thereof; and therefore, find plans to encourage green roofs business.

2. Main results from the study

○ A rooftop afforested building reduces the temperature of the building with soils and plants in summer season and maintains the temperature of the building higher than the ambient temperature in winter season. Accordingly,

compare to a concrete rooftop, the afforested rooftop shows more effective heating and thus, it comes to effectively save energy.

○ From the result of temperature measurement, in the case of the soil surface, while the afforested surface shows the difference of 15.3℃ between the minimum temperature of 22.1℃ and the maximum temperature of 37.4℃, non-afforested surface shows the difference of 46.2℃ between the minimum temperature of 20.5℃ and the maximum temperature of 67.2℃.

○ From the result of temperature measurement by the infrared camera, in the case of the non-afforested rooftop, the midday summer temperature reached 70.9℃ but in the case of the afforested rooftop, the temperatures were measured as 30.3℃ in the lawn area and as 28℃ in the shrubbery area. Accordingly, the measured temperature in the afforested rooftop was more than twice lower than the one of the non-afforested rooftop.

○ On the other hand, the green roofs shows the effect to delay the outflow of the inflow water from rain though, the effect is insignificant.

○ Although we have a relatively good harvest from the rooftop garden, the intensive care is demanded and the quality of the crops tends to be lowered due to the characteristics of the rooftop environment.

3. Policy recommendation

1) Carrying out monitoring on the sites applied for the green roofs in Seoul.

○ It needs to carry out the monitoring on public buildings and commercial buildings which have been received government subsidies, approximately 50% of the costs, from Seoul in order to evaluate and improve the business results, i.e., effect measurement on temperature and energy; user evaluations on satisfaction and demand; effect of runoff; and compared testifying for spaces used on other purposes.

○ It needs to improve the current system which the incentive is given to newly constructed buildings only. More positive aid is required. For example, in the case of the existing buildings, if the owner installs gravels which help the suction of rainwater on the rooftop, a benefit like tax reduction should be given to the owner in order to encourage the green roofs.

2) Improvement on the system to expand green spaces for green roofs.

○ It needs to expand green spaces in order to deal with the climate change, save energy and make comfortable spaces. For this, a standard on the afforestation rate should be suggested for the businesses supported by Seoul and consequently, the standard should be reflected when designing buildings.

3) Product development and technical research for constructing green roofs.

○ It has been a while since the green roofs was introduced to our country though, the products for the green roofs are still borrowed from overseas such as Germany and Japan. The development for species of trees and products which fit domestic circumstances has been seldom conducted. Thus, research support and the product development should be continuously made. It is also required for the City Hall of Seoul to make efforts to introduce various products and different ways which fit different construction sites.

4) Arrangement to make the best use of spaces as the spaces for cultivating plants.

○ If the port type crop planting, currently led by Seoul Green Trust, can be carried out and used within rooftop spaces, the rooftops can be afforested without high cost of installation and used as leisure spaces.

5) Going toward the policy which draws voluntary participation beyond supporting.

○ There is a limit for Seoul to offer subsidies to all the applicants who wish to afforest rooftops. Accordingly, the green roofs should be gradually changed to a mandatory duty and should go the way of giving the information and the know-how, encouraging citizens to voluntarily participate in.

Table of Contents

Chapter Ⅰ Introduction

1. Background and Purpose of Study
2. Contents and Method

Chapter Ⅱ Status of Green Roofs and Related Systems

1. Introduction of Green Roofs
2. Green Roofs System and Support Status
3. Introduction of Urban Agriculture to Spaces of Green Roofs

Chapter Ⅲ Overseas Case Study on Green Roofs

1. Green Roofs in Tokyo, Japan
2. Green Roofs in Major Cities in the U.S.A.
3. Green Roofs in London, United Kingdom
4. Implications

Chapter Ⅳ Facility Installation for Effectiveness Analysis on Green Roofs

1. Basic Direction
2. Facility Installation for Green Roofs
3. Problems Occurred During Installation

Chapter Ⅴ Monitoring for Effectiveness Analysis on Green Roofs and Plans to Encourage Green Roofs

1. Monitoring on the Rooftop Garden of Seoul Development Institute
2. Plans to Encourage Green Roofs

Chapter Ⅵ Conclusion and Policy Recommendation

1. Conclusion
2. Policy Recommendation

References

Appendix

시정연 2008-PR-47

에너지 절감을 위한 옥상녹화의
활성화 방안과 모니터링

발 행 인 정 문 건
발 행 일 2008년 11월 21일
발 행 처 서울시정개발연구원
137-071 서울시 서초구 서초동 391번지
전화 (02)2149-1234 팩스 (02)2149-1025

본 출판물의 판권은 서울시정개발연구원에 속합니다.