

# 요약 및 정책건의

---

## I. 연구의 배경

### 1. 연구의 배경 및 목적

- 도시는 인간활동의 중심지로서 급속한 개발과 확대에 의한 자연녹지의 감소와 늘어나는 주택, 공장, 도로 등으로 인한 불투수면적의 증가로 도시 열섬화, 하천유지용수 고갈, 도시홍수 증가, 지하수 고갈 등의 도시환경문제가 심각해지고 있음.
- 특히 온실효과로 인해 연평균 기온이 0.5~1.5℃ 증가하고 있으며, 열섬효과를 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 토리톤스퀘어, 도쿄도 미나토쿠 록본기(六本木)힐즈, 스미다구청을 살펴봄.

<표 1> 일본 옥상녹화 사례지

| 구 분                 | 옥상녹화 조성 내용                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 후쿠오카 아크로스           | <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 동백나무, 쥐똥나무, 맥문동, 수국, 병꽃나무, 산수유, 회양목, 사철나무, 단풍나무 등 75종 3만7천여 그루의 나무를 심어 도시 건축물 위에 숲을 가꾼 사례로 손꼽힘.</li> <li>◦ 지상 14층, 지하 4층으로 높이가 60m에 이르는 13만 6천여㎡ 부지에 건축면적이 1만 6백여㎡, 연면적은 9만 7천여㎡에 이룸.</li> </ul>                                                                                                                                                          |
| 하루미 아일랜드 토리톤스퀘어     | <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 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</li> <li>◦ 화단의 유지관리로는 설계단계에서 다종류의 지피류를 랜덤 형상으로 식재하는 방법을 사용하여 복잡한 화단에서 필요한 식재를 바꾸는 등의 관리를 최소화함.</li> <li>◦ 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.</li> </ul> |
| 도쿄도 미나토쿠 록본기(六本木)힐즈 | <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 약 1,300평의 정원으로 첨단옥상녹화시설에 농촌풍경의 논과 밭을 조성하여 농작물을 재배할 수 있으며, 벚나무 사이의 작은 오솔길과 작은 물고기들이 생활하는 연못 등 예전의 그림온 농촌풍경을 즐길 수 있도록 조성됨.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                       |
| 스미다구청               | <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 옥상녹화 면적은 약 700㎡이며, 세덤을 이용한 경량형에서부터 관목을 적용한 중량형까지 다양하게 조성되어 있음.</li> <li>◦ 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.</li> </ul>                                                                                                                                                      |

## 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 도시 농업 공간으로 활용함.

<표 2> 미국 옥상녹화 사례지

| 구 분                | 옥상녹화 조성 내용                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| The Kaiser Center  | <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 샌프란시스코와 인접한 오클랜드 시에 위치하며, 카이저 가문의 28층 건물 전면 4층의 주차장 상부에 조성되었음.</li> <li>◦ 현재 42년의 연혁을 자랑하는 이 정원은 미국 옥상정원의 현대적 효시로 그 후 수많은 정원이 이곳에서 영감을 얻어 건설되었음.</li> </ul>                                         |
| The Fairmont Hotel | <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 샌프란시스코의 명물인 고전적 호텔의 이미지를 살려 정형식 빅토리아 정원이 현대적 감각으로 재현됨.</li> <li>◦ 잔디와 초화류와 색지갈이 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.</li> </ul> |

### 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 | <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 전체 녹지 조성면적은 418㎡로 2006년 6월에 완공됨. 이곳은 곤충을 먹이로 하는 조류가 서식할 수 있도록 하기 위해 자연적으로 식재를 하였으며, 수공간을 조성함.</li> <li>◦ 옥상녹화에 관심을 가지고 생물서식처 조성의 필요성이 중요했던 런던에서 첫 번째로 녹화 및 기능을 가진 혼합형 녹색지붕으로 계획한 사례임.</li> </ul> |
| Bishops Square, Spitalfields              | <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 이곳의 옥상녹화 면적은 2,500㎡로 3개의 테라스로 되어 있음.</li> <li>◦ 직원들에게는 쾌적함을 제공하고 건물은 매력적이고 아름답게 녹화하였고 곤충 및 조류의 서식처로도 활용되어 생태계 증진에도 기여함.</li> </ul>                                                               |

## 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 사례연구를 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 식재할 수록 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 민간 건축물의 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, 서울수도 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 보급 하려는 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.