

건축물 옥상공간의 이용활성화 방안 연구

— 서울시 사례를 중심으로

A Study for the Building Rooftop Utilization

— Focusing on the Rooftop Space in Seoul

고영호 Ko, Youngho

조상규 Cho, Sang Kyu

(a u r i

AURI-정책-2015-7

건축물 옥상공간의 이용활성화 방안 연구

- 서울시 사례를 중심으로

A Study for the Building Rooftop Utilization

- Focusing on the Building Rooftop in Seoul

지은이: 고영호, 조상규

펴낸곳: 건축도시공간연구소

출판등록: 제569-3850000251002008000005호

인쇄: 2015년 12월 14일, 발행: 2015년 12월 18일

주소: 세종특별자치시 절재로 194, 701호

전화: 044-417-9600, 팩스: 044-417-9608

<http://www.auri.re.kr>

가격: 9,000원, ISBN: 979-11-5659-055-2

* 이 연구보고서의 내용은 건축도시공간연구소의 자체 연구물로서
정부의 정책이나 견해와 다를 수 있습니다.

연구진

▮ 연구책임 고영호 부연구위원

▮ 연구진 조상규 연구위원

▮ 연구보조원 임정언

▮ 연구심의위원 유광흠 선임연구위원
 김상호 선임연구위원
 성종상 서울대학교 환경대학원 환경조경학과 부교수
 이병연 충북대학교 건축학과 조교수
 한병용 서울시청 주택건축국 건축기획과 과장

▮ 연구자문위원 권오현 (주)이든스토리 대표이사
 김유식 서울시청 주택건축국 건축기획과 건축계획팀 팀장
 김철민 (주)한국도시녹화 대표
 윤혁경 에이앤유건축사사무소 대표
 조일희 (주)이든스토리 총괄이사

결론 및 정책제언

○ 개요

- 건축물 옥상공간 이용활성화를 위한 방안 제언을 위해 관련 법, 제도를 검토하여 개선점을 도출하였으며, 옥상녹화 및 태양광발전 시설의 조성·설치 유형과 사례를 검토·분류하고, 서울시 건축물 중 옥상녹화와 태양광발전이 가용한 대상을 추출하여 서울시 내 공간적 분포현황 파악 및 밀도를 분석
- 옥상녹화 및 태양광발전 활성화를 위해서는 개별 건축물의 특성을 고려한 조성 기준 마련과 도시규모의 조성을 규정하는 방안이 요구되며 태양광발전 설비의 시설성격을 명확하게 규정해야 할 필요
- 서울시 옥상녹화 가용 건축물은 총 25만여 동(중랑구, 관악구, 은평구 등에 밀집 분포)으로 서울시 전체 건축물의 약 40%를 차지하며 약 27km²(성북구, 강서구, 양천구 등에 밀집 분포)의 옥상녹화면적 제공
- 서울시 옥상 태양광발전 가용 건축물은 총 4만 7천여 동(은평구, 관악구, 마포구 등에 밀집 분포)으로 서울시 전체 건축물의 약 7%를 차지하고 이들의 태양광발전 잠재량은 약 316MW(양천구, 은평구, 마포구 등에 밀집 분포)

○ 정책제언

- 옥상공간 활용이 가능한 건축물의 특성과 지역 내 분포현황을 파악하여 옥상공간 이용활성과 지원의 명확한 공간적 목표와 방향을 설정할 필요
- 옥상공간 활용 의무화를 위해 「건축법 시행령」 및 지자체 관련 건축조례, 건축위원회 심의기준의 규정을 보완 및 신설하도록 유도
- 옥상 태양광발전 설비의 시설유형과 설치행위를 「건축법」, 「주택법」에 명시하여 공동주택 등의 옥상에 설치되는 태양광발전 설비를 “건축설비”로 해석하고 이를 설치하는 행위는 “설비보강”으로 해석하도록 규정 보완 유도

○ 기대효과

- 개별 건축물 단위로 적용해 온 기존 옥상녹화 및 태양광발전 지원 관련 법, 제도의 대상을 지역 내 가용 건축물들의 분포현황과 밀도를 바탕으로 설정한 면적차원의 지역지원으로 확대 적용
- 옥상공간 활용 지원의 명확한 공간적 대상과 방향 설정 및 시설유형 규정으로 옥상녹화 및 태양광발전 가용 건축물의 밀도 순서에 따라 우선지원 대상 및 지역 선정

연구요약

제1장 서론

도심지역 건축물 옥상공간에 녹지를 조성하고 태양광발전 설비시설을 설치하는 등 옥상공간의 다양한 활용은 도심지역 고밀도 건축행위에 따른 가용 토지면적의 부족으로 인한 필연적 공간이용 사례이다. 2012년부터 시행되어 온 “서울시 원전하나줄이기 종합대책”은 건축물 옥상공간을 태양광 발전시설 설치를 통해 신재생에너지 생산 공간으로 집중 활용하는 정책분야를 포함하고 있을 정도이다. 옥상녹화의 경우에도 「건축법」과 여러 관련 법규를 통해 옥상녹화에 대해 정의하고 서울시를 포함한 여러 지자체의 조례를 통해 건축물 옥상녹화를 지원하기 위한 근거를 제시하고 있다. 기존 연구에서도 옥상녹화 및 태양광 발전시설의 효과를 환경, 사회, 경제적 부문으로 대분하여 분석한 결과를 발표하고 도심지 건축물 옥상공간 활용에 대한 지원을 요구하고 있다.

이에 본 연구는 건축물 옥상공간 이용활성화를 위한 기존의 법적, 제도적 지원의 보다 효율적이고 효과적인 결과를 위한 방안을 제시하기 위해 지자체가 뚜렷한 공간적 목표대상을 설정하고 해당 지역의 옥상공간 이용활성화율을 높이는 방식을 제안하고자 한다. 이를 위해 옥상녹화와 태양광 발전시설을 중심으로 관련 법, 제도를 검토하였고 적용 사례와 유형을 정리하였으며 서울시를 대상으로 옥상녹화 및 태양광 발전시설이 가용한 건축물의 특성과 분포 현황을 분석하였다.

제2장 옥상녹화 및 태양광발전 관련 법·제도 검토

옥상녹화와 태양광 발전시설을 중심으로 관련 법, 제도를 검토하였다. 옥상녹화의 경우 직접적으로는 「건축법」과 「주택법」에, 간접적으로는 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」에 시행과 지원의 근거를 가지며, 서울특별시 등 주요 광역지자체를 중심으로 조례가 제정되어 있다. 옥상녹화와 관련한 법, 제도적 개선점으로는 옥상녹화의 도시적·집단적 효과 증진을 위한 도시 규모의 법규의 필요성과 건축물의 특성과 현황을 고려한 기준이 요구되고 있다.

옥상 태양광 발전시설의 경우 산업통상자원부의 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」을 통해 각종 규정과 지원의 근거가 마련되어 있으며 실제적 시행은 국토교통부의 태양광 설비에 관한 규정에 따라 시행되고 있는 실정이다. 옥상 태양광 발전시설과 관련한 법, 제도적 개선점으로는 건축물 옥상에 설치되는 태양광발전 설비시설의 명확한 법적 규정이 필요하다는 것과 건축물 옥상부 태양광발전 설비시설 설치행위에 대한 명확한 법적 규정이 요구되고 있다.

제3장 건축물 옥상공간의 이용 유형 및 사례

옥상녹화와 태양광 발전시설이 갖는 환경적, 경제적, 사회적 효과를 정리하고 각각의 옥상공간 이용의 유형을 사례 검토를 통해 분류·정리하였다. 옥상녹화는 도시열섬 현상 완화와 도시 홍수예방 등의 환경적 효과와 건축물 냉난방 에너지 절감 및 내구성 향상 등의 경제적 효과를 가지며 휴식공간과 환경교육 장소 제공의 사회적 효과가 있는 것으로 정리되었다. 옥상녹화의 유형을 관리 요구의 집중성과 녹화시스템의 하중에 따라 저관리·경량형, 관리·중량형, 혼합형으로 대분하여 각 유형의 특성과 사례를 정리하였다.

옥상 태양광 발전시설 설치의 경우 온실가스 감축의 환경적 효과와 관련 산업의 동시성장 및 건축물 관리비용 절감의 경제적 효과, 정부의 신재생

에너지 사업 기반 구축 등의 사회적 효과로 대분하여 정리하였다. 옥상 태양광 발전시설의 유형을 지붕 특성에 따라 평지붕형과 경사지붕형으로 나누어 설비시설의 특성과 사례를 정리하였다. 또한 건축물 옥상에 태양광 발전시설과 녹화시설을 혼합하여 설치하는 경우의 효과와 사례를 검토·정리하였다.

제4장 서울시 건축물 옥상공간 특성 분석

서울시의 옥상녹화 조성 및 옥상부 태양광 발전시설 설치가 가능한 건축물의 분포현황 및 분포밀도 분석을 실시하였다. 분석을 위한 자료로는 국토교통부의 건축물대장과 안전행정부의 도로명주소 사업 기반 새주소 도로명 수치지도를 사용하였다. 분포밀도를 분석하고 지도로 표현하기 위해 ArcMap을 활용하였다.

분석결과, 서울시의 옥상녹화 가용 건축물은 약 25만여 동으로 서울시 전체 건축물의 약 40%를 차지하며, 가용 건축물의 옥상녹화 가용 면적의 합은 약 27km²이며 서울시 전체 건축물 옥상면적의 21%를 차지하는 것으로 분석되었다. 서울시 옥상녹화 가용 건축물은 중랑구, 관악구, 은평구 등에 많이 위치하며 옥상녹화 가용 건축물의 옥상면적은 성북구, 강서구, 양천구 등에 크게 분포하는 것으로 나타났다. 건축물의 용도별 옥상녹화 가용 면적이 차이를 보인다는 가정으로 분석한 결과, 옥상녹화 가용 건축물은 주거시설이 가장 높은 비율(약 24만 동 - 96.84%)을 차지하는 것으로 분석되었다. 옥상녹화 가용 주거용 건축물의 최다 분포지역은 중랑구(약 1만 5천 동)이고, 옥상녹화 가용 옥상면적은 성북구(약 1.7km²)에 최대로 분포하는 것으로 분석되었다.

서울시의 옥상 태양광발전 설비시설 설치 가용 건축물은 약 4만 7천여 동으로 서울시 전체 건축물의 약 7%를 차지하며, 가용 건축물의 옥상공간 가용 면적 기준 태양광발전 잠재량은 약 316MW로 이는 연간 약 98만여 톤의 CO₂ 배출 감축량 또는 30년 생 소나무 약 1억 5천여 그루를 심는 효과의 잠재력을 지닌 것으로 분석되었다. 옥상 태양광발전 설비시설 설치 가용 건축물은 은평구, 관악

구, 마포구 등에 많이 위치하고 있으며, 옥상 태양광발전 잠재량은 양천구, 은평구, 마포구 순으로 높게 나타났다. 건축물 용도별 옥상 태양광 가용 건축물을 분류한 결과, 주거용 건축물이 가장 많은 것(약 3만 5천 동 - 74.61%)으로 나타났다. 옥상 태양광발전 가용 주거용 건축물은 은평구(약 3천여 동)에 최다 분포하고 있으며, 옥상 태양광발전 잠재량 최대 분포지역은 양천구(약 35MW)로 분석되었다.

제5장 건축물 옥상공간 이용활성화를 위한 법·제도 개선방안

본 연구에서 검토한 옥상녹화와 옥상 태양광 발전시설을 중심으로 건축물 옥상공간 이용활성화를 위한 세 가지의 관련 법, 제도 개선방안을 제안하였다.

첫째, 옥상공간 이용활성화 방식의 개선을 제안하였다. 즉, 옥상공간 활용이 가능한 건축물의 특성과 지역 분포현황 파악을 통한 명확한 옥상공간 활용 지원 대상 및 이용활성화 목표 설정이 필요함을 제안하였다. 지자체는 옥상부 녹화 조성 및 태양광발전 설비시설 설치가 가능한 건축물의 분포현황을 선제적으로 파악하고 개별·집합 건축물 특성을 반영한 옥상공간 이용방안을 마련하여 옥상공간 이용활성화 정책·지원의 명확한 공간적 목표와 방향을 설정할 수 있도록 유도해야 함을 제안하였다.

둘째, 기존 건축물의 옥상녹화 및 태양광발전 등의 지속적인 보급·확산과 함께 신축 건축물의 옥상공간 활용 의무화를 위해 「건축법 시행령」 및 지자체 관련 건축조례, 건축위원회 심의기준의 규정을 보완하고 신설하는 것을 제안하였다.

셋째, 옥상부 태양광발전 설비시설의 명확한 성격 규정을 제안하였다. 즉, 옥상공간 활용과 신재생에너지 생산·활용을 위해 옥상에 설치되는 태양광발전 설비시설을 건축설비로 「건축법」에서 규정하고, 해당 설치행위는 설비 보강 또는 설비 증설인 것으로 「주택법」에서 규정하며 「주택법 시행령」에 설비 보강 또는 설비 증설인 경우의 행위허가 항목을 추가하는 것을 제안하였다.

주제어 : 옥상공간 이용활성화, 옥상녹화, 옥상 태양광발전

차 례

제1장 서론	1
1. 연구의 배경 및 목적	1
1) 연구의 배경	
2) 연구의 목적	
2. 연구의 주요내용 및 방법	4
1) 연구의 주요내용	
2) 연구의 방법	
3) 연구의 범위	
3. 선행연구 현황 및 본 연구와의 차별성	7
제2장 옥상녹화 및 태양광발전 관련 법·제도 검토	9
1. 옥상녹화 관련 법·제도 검토	9
1) 옥상녹화 관련 법·제도	
2) 옥상녹화 관련 법·제도적 개선 요구사항	
2. 옥상 태양광발전 관련 법·제도 검토	13
1) 옥상 태양광발전 관련 법·제도	
2) 옥상 태양광발전 시설 관련 법·제도적 개선 요구사항	

제3장 건축물 옥상공간의 이용 유형 및 사례17

1. 옥상녹화의 효과 및 조성 유형17
 - 1) 옥상녹화의 효과
 - 2) 옥상녹화의 유형 및 사례
2. 옥상 태양광발전시설의 효과 및 설치 유형27
 - 1) 옥상 태양광발전의 효과
 - 2) 옥상 태양광발전의 유형 및 사례
3. 옥상녹화와 태양광발전 복합사용 효과 및 유형33
 - 1) 옥상녹화와 옥상 태양광발전의 복합설치 효과
 - 2) 옥상녹화와 옥상 태양광발전의 복합설치 유형 및 사례
4. 건축물 옥상공간 이용 유형별 장단점 종합35

제4장 서울시 건축물 옥상공간 특성 분석37

1. 옥상녹화 가용 서울시 건축물 특성 분석37
 - 1) 분석방법
 - 2) 분석결과
2. 옥상 태양광발전 가용 서울시 건축물 특성 분석51
 - 1) 분석방법
 - 2) 분석결과
3. 옥상공간 녹화 및 태양광발전 복합사용 가능한 서울시 건축물 분포지역 도출63

제5장 건축물 옥상공간 이용활성화를 위한 법·제도 개선방안65

1. 옥상공간 이용활성화 방식 개선65
2. 옥상공간 활용 의무화를 위한 규정 보완 및 신설66
3. 옥상부 태양광발전 설비시설의 성격 규정67

참고문헌71

SUMMARY75

표차례

[표 1-1] 건축물 옥상공간 이용활성화 관련 선행연구	7
[표 2-1] 옥상녹화 관련 법의 구분	10
[표 2-2] 태양광발전 관련 한국에너지관리공단 신재생에너지센터 추진 사업 개요	13
[표 3-1] 공동주택 옥상에 태양광발전 시설 설치로 인한 CO ₂ 배출 감축량 계산	27
[표 3-2] 건축물 옥상공간 이용 유형별 장단점 종합	35
[표 4-1] 건축물 용도별 녹화가능 옥상면적 산출비율	40
[표 4-2] 서울시 구별 옥상녹화 가용 건축물 수	41
[표 4-3] 서울시 구별 옥상녹화 가용 옥상면적	42
[표 4-4] 서울시 구별 옥상녹화 가용 건축물 용도별 분포	45
[표 4-5] 서울시 구별 건축물 옥상녹화 가용 옥상면적 용도별 분포	46
[표 4-6] 건축물 용도별 단위 평면적당 설치용량	52
[표 4-7] 서울시 구별 옥상 태양광발전 가용 건축물 수	53
[표 4-8] 서울시 구별 옥상 태양광발전 잠재량	54
[표 4-9] 서울시 구별 옥상 태양광발전 가용 건축물 용도별 분포	57
[표 4-10] 서울시 구별 옥상 태양광발전 가용 건축물의 태양광발전 잠재량 용도별 분포	58

그림차례

[그림 3-1] 저관리 · 경량형 옥상녹화 사례 - 캐나다 밴쿠버의 Public Library	20
[그림 3-2] 저관리 · 경량형 옥상녹화 사례 - 미국 워싱턴의 Bastille Cafe and Bar	21
[그림 3-3] 관리 · 중량형 옥상녹화 사례 - 일본 후쿠오카의 아크로스	22
[그림 3-4] 관리 · 중량형 옥상녹화 사례 - 강동구 보건소	23
[그림 3-5] 관리 · 중량형 옥상녹화 사례 - 미국 뉴욕의 Eagle Street Rooftop Farm	23
[그림 3-6] 혼합형 옥상녹화 사례 - 한국유네스코회관 옥상정원	24
[그림 3-7] 혼합형 옥상녹화 사례 - 롯데문화센터 옥상정원	25
[그림 3-8] 혼합형 옥상녹화 사례 - 일본 도쿄의 오바루 가든	26
[그림 3-9] 혼합형 옥상녹화 사례 - 일본 도쿄의 우편선 빌딩	26
[그림 3-10] 평지붕형 태양광발전 사례 - 호주 애들레이드 태양광 시스템	30
[그림 3-11] 평지붕형 태양광발전 사례 - 호주 멜버른의 픽셀빌딩	31
[그림 3-12] 경사지붕형 태양광발전 사례 - 독일 프라이부르크	32
[그림 3-13] 경사지붕형 태양광발전 사례 - 독일 보봉	32
[그림 3-14] 경량형 옥상녹화와 태양광발전 사례 - 스위스 바젤의 Exhibition Hall	34
[그림 3-15] 경량형 옥상녹화와 태양광발전 사례 - 미국 덴버의 EPA Region 8 Headquarters	35
[그림 4-1] 서울시 옥상녹화 가용 건축물 분포	43
[그림 4-2] 서울시 구별 옥상녹화 가능 건축물	44
[그림 4-3] 중랑구 옥상녹화 가용 건축물 분포	44
[그림 4-4] 서울시 구별 옥상녹화 가용 건축물 옥상면적	44
[그림 4-5] 성북구 옥상녹화 가용 건축물 분포	44
[그림 4-6] 서울시 옥상녹화 가용 건축물 분포 밀도	47
[그림 4-7] 서울시 옥상녹화 가용 건축물 분포 밀도 상위 50%	48
[그림 4-8] 서울시 옥상녹화 가용 건축물 옥상면적 분포 밀도	49

[그림 4-9] 서울시 옥상녹화 가용 건축물 옥상면적 분포 밀도 상위 50%	50
[그림 4-10] 서울시 옥상 태양광발전 가용 건축물 분포	55
[그림 4-11] 서울시 구별 옥상 태양광발전 가용 건축물	56
[그림 4-12] 은평구 옥상 태양광발전 가용 건축물 분포	56
[그림 4-13] 서울시 구별 옥상 태양광발전 가용 건축물의 태양광발전 잠재량	56
[그림 4-14] 양천구 옥상 태양광발전 가용 건축물 분포	56
[그림 4-15] 서울시 옥상 태양광발전 가용 건축물 분포 밀도	59
[그림 4-16] 서울시 옥상 태양광발전 가용 건축물 분포 밀도 상위 50%	60
[그림 4-17] 서울시 옥상 태양광발전 가용 건축물 태양광발전 잠재량 분포 밀도	61
[그림 4-18] 서울시 옥상 태양광발전 가용 건축물 태양광발전 잠재량 분포 밀도 상위 70%	62
[그림 4-19] 서울시 옥상녹화 및 옥상 태양광발전 복합 가용 건축물 분포 밀도	63
[그림 4-20] 서울시 옥상녹화 및 옥상 태양광발전 복합 가용 녹화면적 및 발전잠재량 분포 밀도	64

제1장 서론

1. 연구의 배경 및 목적
2. 연구의 주요내용 및 방법
3. 선행연구 현황 및 본 연구와의 차별성

1. 연구의 배경 및 목적

1) 연구의 배경

- 도심지의 고밀도 건축행위로 인한 가용 토지면적 부족 문제에 대응하여 건축물 옥상을 다양한 용도(텃밭, 정원, 태양광 발전 등)로 활용하는 사례와 이를 장려하기 위한 공공의 지원이 지속됨
 - 도심지 건축물 옥상은 기존 또는 신축되는 건축물이 차지하는 건축면적을 해당 건축물의 용도와는 다른 부가적 시설의 설치 및 활용 가능한 공간
 - 건축물 옥상공간을 휴게시설, 정원시설, 또는 텃밭 등의 용도로 이용하거나 태양광 발전설비를 설치하여 신재생에너지 생산을 위한 공간으로 활용하는 사례가 증가하고 있음
 - 국내 일부 및 해외의 경우 건축물 옥상을 극장, 공원, 체육시설 등의 다양한 문화, 레저를 위한 공간으로 활용하며 도시민 삶의 질 증대와 도심지역 환경 개선을 위한 노력으로 이어지고 있음
 - 서울시 등 광역지자체를 중심으로 건축물 옥상공간 이용활성화를 위한 규정 제시와 사업 지원을 진행하고 있음

□ 「서울시 원전하나줄이기 종합대책」에서의 서울시 건축물 옥상공간 활용

- “신재생에너지 생산 확대” 를 「서울시 원전하나줄이기 종합대책」(2012.4)의 6대 정책¹⁾의 첫 번째 분야로 설정하고 2014년까지 공공청사, 학교, 주택, 업무용 건물 등의 옥상과 지붕에 70MW의 태양광 발전시설을 설치
- 「서울시 원전하나줄이기 종합대책」 1단계 목표 “2014년까지 200만 TOE(Ton of Oil Equivalent) 절감” 의 조기 달성 및 2단계 목표 “에너지살림 도시, 서울” 설정(2014.8)을 통해 신재생에너지 생산을 위한 건축물 옥상공간의 집중 활용

□ 옥상녹화 및 태양광발전 등 건축물 옥상공간 이용활성화를 위한 현행 법령 및 규정

- 「건축법」, 「주택법」, 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」
 - 옥상녹화, 친환경주택 조성에 관한 규정 포함
- 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」
 - 신재생에너지 설비 설치 지원에 관한 규정 포함
- 「서울특별시 건축조례」, 「서울특별시 건축물 심의기준」, 「서울특별시 도시녹화 등에 관한 조례」, 「서울특별시 도시농업의 육성 및 지원에 관한 조례」, 「서울특별시 기후변화기금의 설치 및 운영에 관한 조례」 등
 - 옥상녹화(텃밭) 및 태양광 발전시설 설치의 권장 및 지원에 관한 규정 포함

1) 「서울시 원전하나줄이기 종합대책」 6대 정책 :

1. 신재생에너지 생산 확대, 2. 건물부문 에너지 효율화, 3. 친환경 고효율 수송시스템 구축, 4. 에너지산업 일자리 창출, 5. 에너지 저소비형 도시 공간 구조로 개편, 6. 시민 주도의 에너지 저소비 실천 문화 창출

- 옥상녹화 및 태양광발전으로 대변되는 건축물 옥상공간의 이용 및 활용 관련 정책과 지원의 효율성 제고를 위한 법·제도 현황 및 사례 검토, 지자체의 건축물 특성을 반영한 이용활성화 방안의 차별화 및 관련 법·제도의 개선방안 연구 필요
 - 옥상녹화 및 태양광 발전시설 설치 지원을 위한 현행 규정에 대한 검토 및 관련 문헌, 전문가 및 사업자의 자문 등을 활용한 법·제도적 문제점 검토 필요
 - 건축주 주도의 옥상녹화 또는 태양광 발전시설 설치 지원 신청 및 허가에 앞서 중앙정부 및 지자체 주도의 구체적 건축물 옥상공간 이용활성화 방안 마련과 지역단위의 건축물 옥상공간 이용 및 활용 유형 제시 필요
 - 특히, 건축물 옥상공간 이용활성화를 위한 지역별 구체적 방안 마련과 지자체의 건축물 옥상공간 특성과 현황 파악 및 이를 통한 지자체별 건축물 옥상공간 이용활성화 정책과 지원의 효율성 제고 필요

2) 연구의 목적

- 본 연구는 서울시 사례를 중심으로 건축물 옥상공간의 특성을 고려한 옥상녹화, 태양광 발전시설 설치 지원 근거 제시 및 관련 법, 제도의 개선점 도출, 개선안 제시를 통해 건축물 옥상공간의 이용활성화를 위한 정책과 지원의 효율성을 제고하는 것을 목적으로 함

2. 연구의 주요내용 및 방법

1) 연구의 주요내용

□ 건축물 옥상공간 이용활성화를 위한 관련 법, 제도 분석

- 건축물 옥상녹화 및 태양광 발전시설 관련 법, 제도 분석
 - 건축물 옥상녹화와 태양광 발전시설을 규정하고 지원하는 기존 법, 제도를 분석하고 개선점을 도출

□ 건축물 옥상공간 이용 유형 및 사례 분석

- 건축물 옥상녹화 사례 조사 · 분석
 - 건축물 옥상녹화의 효과를 경제적, 사회적, 환경적 관점으로 검토하고 국내외 사례를 검토하여 유형을 분류 및 정리
- 건축물 옥상 태양광발전 시설 설치 사례 조사 · 분석
 - 건축물 옥상 태양광 발전시설 설치의 효과를 경제적, 사회적, 환경적 관점으로 검토하고 국내외 사례를 검토하여 유형을 분류 및 정리

□ 서울시의 옥상녹화 및 태양광발전 가용 건축물 분석

- 서울시 옥상녹화 조성 가능 건축물 분류 및 분포 특성 분석
 - 서울시에 옥상녹화 조성이 가능한 건축물을 분류하고 옥상녹화 조성 가능 면적을 분석
 - 서울시의 옥상녹화 조성 가능 건축물의 특성 및 옥상면적 기준 건축물 옥상녹화 가용 건축물의 분포 현황 분석
- 서울시 옥상 태양광 발전시설 설치 가능 건축물 분류 및 분포 특성 분석
 - 서울시에 옥상 태양광 발전시설 설치가 가능한 건축물을 분류하고 태양광발전 잠재용량을 분석

4 건축물 옥상공간의 이용활성화 방안 연구

- 서울시의 옥상 태양광발전 시설 설치 가능 건축물의 특성 및 발전 잠재용량 기준 건축물 옥상 태양광발전 가용 건축물의 분포 현황 분석

2) 연구의 방법

□ 문헌조사

- 옥상녹화 및 옥상 태양광발전 시설 등 건축물 옥상공간 이용 관련 기사 및 학·협회 논의내용
- 건축물 옥상녹화 및 옥상 태양광발전 시설 설치, 사례, 제도 등 관련한 각종 연구보고서

□ 서울시 건축물 옥상공간 특성 조사

- 옥상녹화 가능 서울시 건축물 분석 및 건축물 옥상공간의 특성 분석
- 옥상 태양광발전 설치 가능 서울시 건축물 분석 및 건축물 옥상공간의 특성 분석
- 옥상녹화 조성 가능 서울시 건축물 밀집지역 분석 및 설치가능 옥상면적 기준 서울시 건축물 옥상녹화 유도지역 도출
- 옥상 태양광발전 시설 설치 가능 서울시 건축물 밀집지역 분석 및 설치가능 옥상면적, 설치용량 기준 서울시 건축물 옥상 태양광발전 시설 설치 유도지역 도출

□ 관련자 인터뷰 조사

- 옥상녹화 및 태양광발전 시설 사업자, 관련 부처 공무원, 관련 분야 연구자 등을 대상으로 관련 제도의 문제점 도출 및 개선방안에 대한 의견 조사

3) 연구의 범위

□ 분석 대상의 공간적 범위

- 서울특별시 건축물 및 건축물 옥상공간

□ 분석 대상의 시간적 범위

- 옥상녹화 조성 가능 건축물 : 최근 30년 이내 사용승인 건축물
- 옥상 태양광발전 시설 설치 가능 건축물 : 최근 10년 이내 사용승인 건축물

□ 검토 및 제도개선의 내용적 범위

- 중앙정부 및 지자체의 옥상녹화 및 옥상 태양광발전 시설 설치와 관련된 법, 제도, 정책에 대한 검토 및 개선안 제시

3. 선행연구 현황 및 본 연구와의 차별성

- 옥상녹화 및 옥상 태양광 발전시설의 사례 관련 연구에서는 공동주택 및 공공건축물 등에 적용된 사례 검토와 옥상녹화 및 옥상 태양광 발전시설의 유형 및 효과에 대한 분석에 초점을 두고 이루어져 왔으며, 이의 성과로 옥상녹화의 경우 관리요구도와 건축물에 미치는 하중을 기준으로 하는 옥상녹화의 유형분류법이 보편화되어 각 연구에 적용되고 있음
- 옥상 태양광 발전시설에 관한 연구에서는 태양광 발전시설 설치를 통한 건축물의 전기료 절감 계산 및 발전효율 상승을 위한 옥상녹화의 혼합 시스템조성 방법 및 타당성 분석 등 건축설비에 대한 분석에 초점을 두고 이루어져 왔음
- 선행연구에서는 건축물 옥상공간 이용활성화를 위해 옥상녹화의 적용 유형에 따른 건축물의 일반적 특성(신축 또는 기존 건축물, 건축물 구조적 옥상녹화 조성의 쉬움 또는 어려움 등)을 분류하여 활성화 방안을 제시하고 있으며, 옥상 태양광 발전시설의 경우 태양광 발전시설의 용량(저용량 또는 대용량 발전시설)을 분류하고 발전시설의 설치방법 및 주의점에 대한 지침 마련 등 활성화 방안을 제시하고 있음
- 본 연구는 효율적 옥상공간 이용활성화 방안 제시를 위해 서울시 내 옥상녹화와 태양광 발전시설 가용 건축물의 특성을 기반으로 분포현황과 분포밀도를 분석함을 통해 서울시의 옥상녹화 및 태양광 발전시설 설치 활성화를 위한 구체적 공간적 적용대상의 설정과 관련 법, 제도 개선방안을 마련한다는 점에서 선행연구와 차별성이 있음

[표 1-1] 건축물 옥상공간 이용활성화 관련 선행연구

연구목적	연구방법	연구내용
<ul style="list-style-type: none"> - 공동주택의 옥상텃밭을 적용한 옥상녹화 활성화 방안에 관한 연구 - 이정민 외(2011), 한국건설관리학회 - 연구목적 : 국내 공동주택 옥상녹화 비활성화의 원인 분석 및 옥상텃밭 활성화 방안 제시 	<ul style="list-style-type: none"> - 전문가 면담 및 현장답사 통한 기존 옥상녹화사례 조사 - 관련 문헌조사 - 관련 사례 LCC분석 	<ul style="list-style-type: none"> - 옥상녹화의 개념 및 한계점 정리 - 옥상텃밭 임대를 통한 한계 대응책 제시 - 건축물 에너지 사용 · 탄소배출 · 우수유출 감소 등 옥상텃밭의 효과 정리 - 옥상텃밭의 경제적 타당성 분석

연구목적	연구방법	연구내용
<ul style="list-style-type: none"> - 기후변화에 따른 도시열섬현상 특성 변화와 도시설계적 대안 모색에 관한 기초연구 - 김용진 외(2011), 한국도시설계학회 - 연구목적 : 맑은 날과 흐린 날의 서울 도시열섬현상 요인 파악 및 저감 방안 도출 	<ul style="list-style-type: none"> - 관련 선행연구 고찰 - 도시열섬현상이 나타난 서울시 자동기상관측 지점의 도심열섬계수 회귀분석 	<ul style="list-style-type: none"> - 맑은 날의 도시열섬현상 요인 - 흐린 날의 도시열섬현상 요인 - 신도시설계 방안 : 녹지네트워크(바람길)조성 - 기존 도시 방안 : 옥상 정원, 벽면 녹화, 주차장 녹화
<ul style="list-style-type: none"> - 도시 주거밀집지역에서 옥상정원 실태와 개선방안에 관한 연구(서울시 광진구를 사례로) - 황량 외(2012), 한국주거학회 - 연구목적 : 도시 주거지역 옥상정원 이용·관리의 문제점 파악 및 개선방안 도출 	<ul style="list-style-type: none"> - 관련 선행연구 고찰 - 서울시 광진구 주거지역 옥상정원 이용현황 및 이용자 인식도 조사 - 조사결과 교차분석 	<ul style="list-style-type: none"> - 옥상정원 이용실태(유형, 식종, 현황) - 옥상정원에 대한 설문조사 결과 - 옥상정원 효율적 활용·관리 부족
<ul style="list-style-type: none"> - 옥상녹화가 태양광발전 효율에 미치는 영향에 관한 연구 - 박선호 외(2011), 한국생태환경건축학회 - 연구목적 : 옥상녹화에 의한 PV 패널(실리콘계 태양광 발전의 주요 구성목록)의 발전 효율 향상 여부 검토 	<ul style="list-style-type: none"> - 관련 선행연구 고찰 - 대전 연구시설 옥상면에 녹화/비녹화 구별 설치한 상부에 PV 패널 설치 및 실험 	<ul style="list-style-type: none"> - PV 패널은 일사량이 일정할 때 온도가 높을수록 발전효율이 저하됨 - 옥상녹화에 의한 표면온도 저감 효과가 큼 - 옥상녹화에 의한 PV 패널 후면의 온도 저감 효과가 있음 - PV 패널 표면온도 저감효과는 일몰 전까지만 반영되어 실제적 효과는 감소할 것으로 판단됨
<ul style="list-style-type: none"> - 한국과 중국의 옥상녹화 제도 비교연구 - 조홍하 외(2011), 한국조경학회 - 연구목적 : 한국과 중국의 옥상녹화 관련 법률을 분석하여 법규 및 지원제도의 문제점 파악 및 보완점 검토 	<ul style="list-style-type: none"> - 한국의 건설교통부, 환경부, 서울시 및 해당 지자체 법규, 시행규칙, 조례 조사 · 분석 - 중국의 법률대전, 해당 도시 법규, 시행규칙, 지원제도 조사 · 분석 	<ul style="list-style-type: none"> - 한국 옥상녹화 지원사업과 지원절차 - 한 · 중 옥상녹화 조성 지자체별 지원제도, 옥상녹화 조경면적 산정방법, 인공지반녹화 관련 법규 및 지침 비교 분석 - 한국 옥상녹화 관련 법규 개선방안(하중/점검·보수/방수·방근 검사)

제2장 옥상녹화 및 태양광발전 관련 법·제도 검토

1. 옥상녹화 관련 법·제도 검토
2. 옥상 태양광발전 관련 법·제도 검토

1. 옥상녹화 관련 법·제도 검토

1) 옥상녹화 관련 법·제도

- 옥상녹화 관련 제도는 「건축법」, 「주택법」, 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」에 근거하며, 광역자치체 중심으로 관련 조례 마련
 - 「건축법」, 「주택법」은 옥상녹화 및 친환경주택 조성에 관한 규정 포함
 - 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」은 도시계획시설, 토지이용계획 등 옥상녹화 적용 가능 공간에 관한 규정 포함²⁾
- 「건축법」 제42조(대지의 조경) 및 「건축법」 근거 "조경기준" 및 "조경설계기준"을 통한 직접적인 옥상녹화 활성화 지원
 - 면적 200㎡이상의 대지에 건축하는 경우 조경 의무조성 및 의무 조경면적 비율 통한 옥상조경면적 규정

2) 박종훈 외(2011), 「국내 옥상녹화와 관련한 국내외 법·제도 사례 및 개선방향 분석」, 한국인간 식물환경학회.

- 옥상조경 및 인공지반조경 면적의 산정방식, 식재의 선정 및 토심, 구조적 안전, 관수 및 배수, 방수 및 방근, 유지관리, 자원방안 등을 제시

[표 2-1] 옥상녹화 관련 법의 구분

구분	관련 법	비고
건축물 녹화 관련 법규	건축법 제42조 및 시행령	
	건축법 근거 조경기준	인공지반녹화 규정
	건축법 근거 조경설계기준	건축물 녹화 설계기준
지자체 옥상녹화 지원 관련 조례	건축물 옥상관련 지원에 관한 조례	서울시
기타	건축물 녹화 기본계획 수립 매뉴얼	국토부

※ 김현수(2014), 「인공지반 녹화설계, 시공, 유지관리, 가치평가 기준개발 필요」 참고 재정리

□ 다수의 지자체는 권장 및 지원 조례 마련을 통해 옥상녹화 활성화 노력

- 서울특별시 : 도시녹화 등에 관한 조례, 도시농업의 육성 및 지원에 관한 조례, 기후변화기금의 설치 및 운영에 관한 조례
- 경기도 : 녹지보전 조례
- 안산시 : 녹화추진 및 가로수에 관한 조례
- 부산광역시 : 녹지 보전 및 녹화 추진에 관한 조례
- 부산광역시 서구 : 옥상녹화 등 권장 및 지원 조례
- 대전광역시 : 도시녹화 등에 관한 조례
- 대전광역시 서구 : 건축물 옥상녹화 지원에 관한 조례 등

□ 옥상녹화 지원에 관한 서울특별시 건축조례

- 서울특별시 조례에서의 옥상녹화 지원에 관한 내용은 독립된 옥상녹화 규정으로 독립시키지 않고 다른 도시녹화사업과 함께 고려되도록 유도
- 「건축법」에 근거를 두는 「서울특별시 건축조례」 및 「도시공원 및 녹지 등에 관한 법률」에 근거를 두는 「서울특별시 도시녹화 등에 관한 조례」
- 「서울특별시 건축조례」
 - 옥상조경의 토심에 관한 규정
- 「서울특별시 도시녹화 등에 관한 조례」
 - 옥상녹화시 지원금의 보조와 무료설계 제공
 - 민간 또는 공공건축물 소유자에게 옥상녹화 사업비 일부 보조금 지급 가능

□ 옥상녹화 활성화를 위한 서울특별시 옥상녹화 사업³⁾

- 서울시는 녹색서울시민위원회와 함께 “10만 녹색지붕만들기” 사업을 추진하여 약 130개소(2000~2007)의 공공 및 민간건축물에 옥상녹화를 조성
- “서울시 옥상공원화” 사업은 일반인의 접근성 및 이용활성화를 고려한 공공·다중이용 건물 및 주변 공원녹지 부족 지역의 건물을 우선적으로 사업 대상으로 선정하고 건축물 구조안전진단 비용 부담 및 자본보조 등의 지원을 통해 661개소(2002~2013)의 옥상공원을 조성

3) 서울연구원(2015), 「민간건축물의 옥상녹화 지원사업」, 서울정책아카이브.

2) 옥상녹화 관련 법·제도적 개선 요구사항

옥상녹화사업 지원과 관련한 법규 및 지자체 조례의 주된 내용은 건축법 관련 인허가 시 의무조정면적 산정기준에 관한 것이 대부분이며 관계 법령상 옥상공간 활용을 의무화하는 규정이 부재한 실정

□ 개별 건축물 특성을 고려한 설치기준 및 도시 규모의 설치규정 필요⁴⁾

- 도시개발 정비사업, 지구단위사업 등의 개발 행위에 적용하는 생태면적률 산출에서 사용하는 인공화 지역(옥상녹화) 공간유형별 면적과 가중치는 건축물의 구조와 지붕유형 및 건축물 용도를 고려하지 못 함
- 옥상녹화의 법적 제도화는 건축물 단위의 적용인데 반해, 옥상녹화의 도시적·집단적 효과를 증진하기 위한 도시 규모의 옥상녹화 규정 법률 필요

□ 건축물의 기능 및 용도 등을 다각적으로 고려하는 옥상녹화 설계기준 필요⁵⁾

- 건축물의 장소성, 기능성, 용도별 등의 분류에 근거한 녹화방향 및 유형을 제시하고 녹화 식재기법, 에너지기법, 물순환체계 연계기준을 고려하는 등의 다각적 옥상녹화 설계기준 요구

□ 신재생에너지 생산 및 보급의 확대와 함께 옥상녹화 설치 의무화 필요⁶⁾

- 고밀 개발된 도심의 건축물 옥상공간은 도심홍수 방재, 생물다양성 증진, 열섬현상 완화, 생활녹지 확충 등의 기능적 공간으로 활용 가능
- 신재생에너지 생산 및 보급의 확대와 함께 옥상녹화 설치 의무화를 통해 도시민의 환경 및 에너지 문제를 개선할 필요
- 건축물 옥상공간에서 태양광발전과 옥상녹화가 조화를 이루기 위해 태양광발전시설 설치 가이드라인을 강화하고 옥상녹화 의무비율을 확보하는 등의 제도적 뒷받침 필요

4) 박종훈 외(2011), 「국내 옥상녹화와 관련한 국내외 법·제도 사례 및 개선방향 분석」, 한국인간식물환경학회.

5) 이애란(2014), 「인공지반녹화 설계기준에 대한 연구」, 한국인공지반녹화협회

6) 김철민(2015), 「서울시 옥상녹화와 태양광 에너지 정책방향 토론회」, <http://blog.naver.com/queen23c/220257593276> (`15.11.15)

2. 옥상 태양광발전 관련 법·제도 검토

1) 옥상 태양광발전 관련 법·제도

- 태양광발전을 포함한 신재생에너지 보급과 관련된 주무부처는 「산업통상자원부」이며 실행은 「한국에너지공단(구 에너지관리공단)」에서 진행
 - 한국에너지공단은 신·재생에너지센터를 두고 신·재생에너지 보급을 위한 지원 사업을 추진
- 태양광발전 시설 설치와 관련된 제도적 부분으로는 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법(신재생에너지법)」을 근간으로 하는 관련 법령과 제도가 있음
- 태양광 발전시설 설치에 국가는 보급정책에 영향을 많이 받고 있는 실정이며, 산업통상자원부의 보급 활성화 정책에 따라 실제로 태양광발전 시설을 설치하기 위해서는 국토교통부의 태양광 설비에 관한 규정을 준수해야 함

[표 2-2] 태양광발전 관련 한국에너지관리공단 신재생에너지센터 추진 사업 개요

보급 사업 종류	내용	근거법
주택지원	태양광, 태양열 등의 신재생에너지원을 주택에 설치할 경우 설치비의 일부를 정부가 보조지원	신재생에너지설비의 지원 등에 관한 규정 제21조
건물지원	신재생에너지 설비에 대하여 설치비의 일정부분을 정부에서 무상 보조·지원함으로써, 새로이 개발된 신재생에너지 기술의 상용화를 유도하고 상용화된 기술에 대하여 보급활성화를 통한 신재생에너지 시장창출과 확대를 유도	<ul style="list-style-type: none"> • 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 제 27조 • 신재생에너지 설비의 지원 등에 관한 규정 제24조
지역지원	지역특성에 맞는 환경친화적 신재생에너지 보급을 통하여 에너지 수급여건 개선	<ul style="list-style-type: none"> • 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 제

보급 사업 종류	내용	근거법
	및 지역경제 발전을 도모하고자 지방자치단체에서 추진하는 신재생에너지지 설치 사업을 지원	27조 • 신재생에너지설비의 지원 등에 관한 규정 • 신재생에너지설비의 지원 등에 관한 지침
융·복합지원	신재생에너지 원융합과 구역복합 등을 만족하는 성과 통합형 지원 사업으로, 태양광, 풍력 등 상호보완이 가능한 에너지원 설비를 특정 지역의 주택·공공·상업건물 등에 설치하여 전기와 열을 공급하는 사업	• 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 제 27조 • 신재생에너지 설비의 지원 등에 관한 규정 제35조
금융지원	신재생에너지를 설치하여 이용하고자 하는 자와 신재생에너지 설비를 생산하는 제조업체를 대상으로 장기저리의 금융지원을 통해 신재생에너지설비 보급과 관련 산업을 육성하는 제도	신재생에너지설비의 지원 등에 관한 규정
태양광 대여사업	정부보조금, 소비자의 초기투자비 부담 없이 대여사업자가 설치·운영·관리까지 책임지는 민간주도 보급 및 육성을 위한 사업	신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 제27조
설치의무화	공공기관이 신축·증축 또는 개축하는 연면적 1,000㎡이상의 건축물에 대하여 예상 에너지사용량의 공급 의무비율 이상을 신재생에너지로 공급토록 의무화하는 제도	• 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 제 12조 및 제15조 • 신재생에너지 설비의 지원 등에 관한 규정 제44조
친환경 에너지타운	소각장, 매립장 등 기피시설에 친환경에너지 생산시설을 설치함으로써 환경과 에너지 문제를 동시에 해결하고 지역 주민들에게 전기를 생산·판매하여 실질적인 혜택이 돌아가도록 하는 사업	-

※ 한국에너지관리공단 신재생에너지센터(<http://www.knrec.or.kr/knrec/>)의 사업안내 - 신·재생에너지 보급 페이지의 내용 직접인용

- 신재생에너지 생산 및 활용의 활성화를 위한 태양광발전 관련 정책은 발전차액지원제도(2002 - 2011)에서 신재생에너지 의무할당제(2012 이후)로 변환 및 적용 중⁷⁾⁸⁾
 - 발전차액제도(FIT : Feed in Tariff) : 태양광 등 신재생에너지 시장의 초기 확산을 주도하기 위해 태양광 등의 발전으로 생산한 전력의 거래가격이 정부 고시 기준가격보다 낮은 경우, 기준가격과 전력거래가와와의 차액을 지원해 주는 방식
 - 신재생에너지 의무할당제(RPS : Renewable Portfolio Standard) : 국내 총 발전량의 일정비율을 발전사업자 등의 공급의무자가 일정 기간 내에 채우도록 하고 의무 불이행시 벌금을 부과하는 방식으로 태양광 등의 발전으로 인한 전력의 가격을 시장 원리에 따라 결정하는 방식

2) 옥상 태양광발전 시설 관련 법·제도적 개선 요구사항⁹⁾

- 건축물 옥상에 설치하는 태양광발전 설비시설에 관한 법령의 명확한 규정 필요
 - 태양광발전 설비를 공동주택 옥상공간에 설치하는 경우, 해당 시설을 “공작물”로 해석하는 것과 “건축설비”로 해석하는 것의 적용 법률 및 태양광발전 설비 설치를 위한 필요 행정절차의 차이가 큰 것으로 검토됨
 - 또한 건축물 옥상에 설치된 태양광발전 설비를 통해 생산된 전력의 사용처가 자가용인 경우에는 “건축설비”로 해석하고, 판매용인 경우에는 “공작물” 또는 “건축물”로 해석하는 사례 발생
- 건축물 옥상에 태양광발전 설비시설이 설치되는 행위의 건축유형에 관한 법령의 명확한 규정 필요
 - 태양광발전 설비시설을 공동주택에 설치하는 행위는 기본적으로 「주택법」의 영향을 받음

7) 이민식(2009), 「FIT와 RPS제도 비교와 시사점」, 산은경제연구소.

8) 안혜영(2010), 「2012년 RPS제도 도입이 국내 태양광 발전 산업에 미치는 영향」, 하나금융경영연구소.

9) 전문가 자문회의 결과를 종합하여 정리

- 「주택법」에는 공동주택에 태양광발전 설비시설이 설치되는 행위에 관한 명확한 규정이 없어 이를 「건축법」 상의 “증축”에 해당하는 건축행위로 해석하고 공동주택 복리시설의 “증축” 행위에 의한 「주택법」 제42조(공동주택의 관리), 「주택법 시행령」 제47조(행위허가 등의 기준 등) 및 별표3(공동주택의 행위허가 또는 신고의 기준) 적용 사례 발생

제3장 건축물 옥상공간의 이용 유형 및 사례

1. 옥상녹화의 효과 및 조성 유형
2. 옥상 태양광발전시설의 효과 및 설치 유형
3. 옥상녹화와 태양광발전의 복합사용 효과 및 유형

1. 옥상녹화의 효과 및 조성 유형

1) 옥상녹화의 효과

□ 환경적 효과¹⁰⁾

- 도시열섬 현상 완화
 - 녹화가 조성된 건축물 옥상공간은 비녹화 옥상공간에 비해 4~5℃ 정도의 낮은 미기후 형성¹¹⁾과 이에 따른 적은 일교차로 도시열섬 현상을 완화
- 도시 홍수예방 및 강우 시 수질정화
 - 잔디 · 수목은 콘크리트 · 아스팔트 대비 우수 유출 계수¹²⁾가 작으며, 실제 10cm 토심의 옥상녹화의 경우 토양층의 흡수력과 증발

10) 박은진 외(2010), 「도시열섬 완화를 위한 옥상녹화 활성화 방안」, 경기개발연구원. 참고하여 옥상녹화의 환경적, 경제적, 사회적 효과 내용을 재정리 함

11) 김석택(2010), 「도심옥상녹화를 통한 온실가스 저감방안」, 울산발전연구원.

12) 우수 유출 계수 : 0.05~0.25(잔디 · 수목), 0.8~0.95(콘크리트 · 아스팔트)

량에 의해 강우량 70% 내외 우수 유출 저감 효과¹³⁾가 있어 이를 통한 도시 홍수예방

- 대기정화
 - 녹화에 식재된 식물과 토양에 의한 대기 중 이산화탄소¹⁴⁾, 질소화합물, 벤젠, 분진 등의 중금속 흡수 및 산소 방출을 통해 온실가스 저감 및 공기정화
- 강우 시 수질정화
 - 옥상녹화의 토양층을 통해 우수를 여과 후 유출하여 수질정화
- 소음경감
 - 옥상녹화 토양에 의한 소음흡수¹⁵⁾를 통해 도시소음 경감
- 도시경관 향상
 - 건축물 옥상의 유휴공간을 녹화하여 건물 외관 향상 및 휴식·녹지 공간 창조함으로서 건물의 외관 및 도시의 경관 향상
- 생태계 복원
 - 도심지 녹지 네트워크를 형성함으로써 식물·곤충의 서식지 제공 및 조류의 징검다리 공간 제공

□ 경제적 효과

- 건축물의 냉난방 에너지 저감
 - 녹화된 옥상표면은 비녹화 옥상표면에 비해 열전도율이 낮아 옥상 녹화된 건축물의 냉난방 에너지 절약¹⁶⁾에 효과적

13) 환경부(1998), 「생태도시 조성 기반기술개발사업II」, 환경부.

14) 녹화면적당(m²) 3.55kg의 이산화탄소 흡수 가능(이정민 외(2011), 「공동주택의 옥상텃밭을 적용한 옥상녹화 활성화 방안」에 관한 연구, 한국건설관리학회.)

15) 20cm 토심깊이 기준 46dB 소음경감 효과(서울특별시(2000), 「건물옥상녹화 학술용역」, 서울특별시.)

16) 1일 에너지 소비량 비교 : 콘크리트 주택의 경우 1.59(kW/일) 대비 옥상녹화 주택은 1.38(kW/일)로 9.8%의 에너지 소비율 저감(이정민 외(2011), 「공동주택의 옥상텃밭을 적용한 옥상녹화 활성화 방안」에 관한 연구, 한국건설관리학회.)

- 건축물의 내구성 향상
 - 녹화된 옥상의 토양층이 외부 유해환경(산성비 및 자외선, 큰 일교차 및 계절간 기온차 등)으로부터 옥상표면의 콘크리트를 보호하여 노화 방지
- 건물 지가 상승
 - 옥상녹화로서 조성된 쾌적한 환경과 건축물의 경관 및 이미지 상승을 통해 건축물 및 지가의 상승

□ 사회적 효과

- 휴식공간 제공
 - 시민과 건물 이용자에게 대화, 산책 및 운동, 휴식, 경관 감상 등의 행위¹⁷⁾를 위한 공간을 제공
- 환경교육 장소 제공
 - 학교와 유치원 등의 교육기관과 공공기관의 건축물 옥상에 녹화를 조성하여 도심지 속 환경교육을 위한 공간을 제공

17) 서울시 건물용도별 옥상녹화공간의 이용행위는 공공건물-대화(21.6%) 및 흡연(20.5%), 교육연구건물-흡연(26.1%) 및 산책·운동(14.8%), 의료건물-대화(23.1%) 및 휴식(15.4%), 판매건물-대화(29.2%) 및 산책·운동(11.1%)로 나타남(김은진 외(2014), 「건물용도별 옥상공간의 이용행태 분석」, 한국조경학회.)

2) 옥상녹화의 유형 및 사례

□ 저관리 · 경량형 유형¹⁸⁾

- 20cm 이하의 토심(주로 인공경량토양 사용)
- 건물하중 및 건축물의 구조적 제약이 있는 건물에 적합하며, 유지관리가 어려운 기존 건축물의 옥상에 주로 활용
- 극한 입지조건을 극복 가능하고 높은 자생력을 지닌 지피식물¹⁹⁾ 식재가 적합

□ 저관리 · 경량형 사례

- 일반형 옥상녹화 : VANCOUVER PUBLIC LIBRARY, 캐나다 밴쿠버²⁰⁾
 - 밴쿠버 공공 도서관 7층에 있는 2,400m² 면적의 옥상녹화
 - 야채쓰레기, 모래, 경석으로 구성된 경량토양에 나무와 다양한 벼과식물을 식재
 - 일반인의 접근은 통제되어 있으며 주변의 오피스 타워에서 조망 가능



[그림 3-1] 저관리 · 경량형 옥상녹화 사례 - 캐나다 밴쿠버의 Public Library
(사진출처 : <http://www.greenroofs.com/projects/pview.php?id=29> ('15.11.15))

18) 서울특별시(2007), 「건축물 옥상녹화 시스템 유형 결정과 관리 매뉴얼」과 서울특별시(2013), 「옥상녹화시스템 설계 및 설계도서 작성지침」의 옥상녹화 유형구분 내용을 인용하여 재정리

19) 이끼류, 다육식물, 초본류 및 화본류

20) Steven P., Monica K.(2010), 「Design Guidelines for Green Roofs」, Ontario Association of Architects,

- 텃밭형 옥상녹화 : Bastille Cafe and Bar, Seattle, 미국 워싱턴²¹⁾
 - 1927년에 지어진 1층 레스토랑 건물로 옥상면적은 418㎡이고, 그 중 텃밭면적은 69㎡ 정도임
 - 텃밭은 2009년에 조성되었으며 나무와 플라스틱을 이용한 플랜트 형태
 - 옥상텃밭의 접근은 레스토랑 직원과 가드너가 가능하며 일반인의 접근은 제한되어 있음
 - 텃밭의 수확물은 레스토랑의 요리재료로 사용



[그림 3-2] 저관리·경량형 옥상녹화 사례 - 미국 워싱턴의 Bastille Cafe and Bar
(사진출처 : <http://www.komonews.com/seattlerefined/eat-drink/Urban-Farming-Bastille-272955861.html> ('15.11.15))

□ 관리·중량형 유형

- 20cm 이상의 토심 요구
- 건물하중 및 건축물의 구조적 문제가 없는 건축물 옥상에 적용 가능하며 신축건축물에 적합
- 정기적 관수와 영양공급 등의 관리가 필수인 옥상녹화 유형으로 지피식물과 관목을 중심으로 일부 교목을 활용하는 등의 다층구조의 식재 가능하여 적정 시설과 혼합 조성함으로써 일반 녹지와 유사하게 조성 가능

21) Benjamin E.(2010), 「Rooftop to Tabletop」, University of Washington.

□ 관리 · 종량형 사례

- 일반형 옥상녹화 : 후쿠오카 아크로스(ACROS), 일본²²⁾
 - 1994년에 준공된 후쿠오카 아크로스 빌딩은 마치 식물원처럼 건물 전체를 녹화
 - 13만6천여㎡ 규모의 부지에 지상14층, 지하4층, 높이60m, 1만6백여㎡의 건축면적 및 9만7천여㎡의 연면적
 - 각 테라스의 폭은 6m이며 경량토양을 50cm의 두께로 포설
 - 다양한 식종(총 75종 3만 7천여 그루)의 나무를 식재

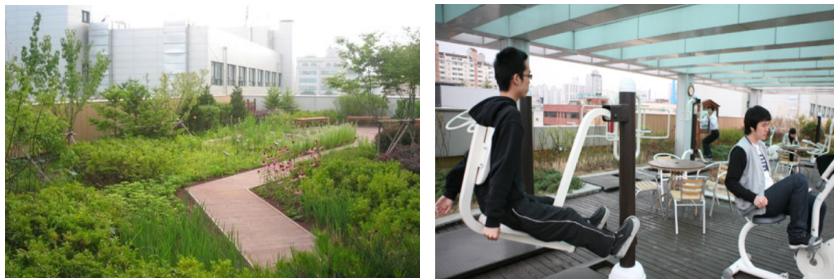


[그림 3-3] 관리 · 종량형 옥상녹화 사례 - 일본 후쿠오카의 아크로스
(사진출처 : <http://samsungblueprint.tistory.com/661> ('15.11.15))

- 정원형 옥상녹화 : 강동구 보건소²³⁾
 - 2008년 생태교육장을 이용목적으로 645㎡ 면적의 정원형 옥상녹화
 - 수목 2,579주, 초화류 3,960본의 식재와 목재 데크로 만든 산책로, 인공연못, 휴게공간(그늘막 1개, 의자 2개), 체육시설 등의 시설물 설치

22) 김원주 외(2008), 「에너지 절감을 위한 옥상녹화의 활성화 방안과 모니터링」, 서울연구원.

23) 김규상(2010), 「도심 초등학교 생태체험 교육장 설치방안에 관한 연구」, 한국공간디자인학회



[그림 3-4] 관리·중량형 옥상녹화 사례 - 강동구 보건소

(사진출처 : https://www.lafent.com/inews/news_view_print.html?news_id=40249 ('15.11.15))

- 텃밭형 옥상녹화 : Eagle Street Rooftop Farm, Brooklyn, 미국 뉴욕²⁴⁾
 - 1935년에 건립된 2층의 저층 공장 건물로 이전에는 빵 공장으로 사용
 - 2009년에 557㎡의 옥상전체를 텃밭으로 조성
 - 건물의 기존 구조를 최대한 유지하여 옥상텃밭을 설치함을 통해 에너지 절감 효과
 - 옥상으로의 접근이 가능하며 자원 봉사자, 고객 등의 잦은 방문



[그림 3-5] 관리·중량형 옥상녹화 사례 - 미국 뉴욕의 Eagle Street Rooftop Farm

(사진출처 : <http://brooklynbrewery.com/blog/events/seedtock-eagle-street-rooftop-farm-july-9/> ('15.11.15))

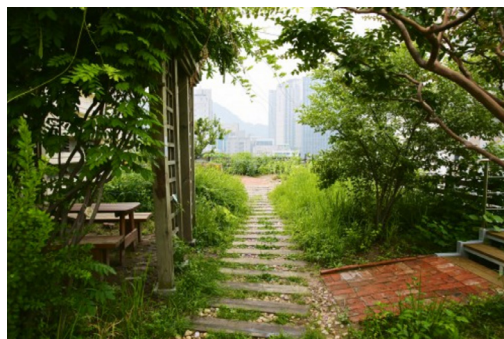
24) Benjamin E.(2010), 「Rooftop to Tabletop」, University of Washington.

□ 혼합(저관리 · 경량형과 관리 · 중량형의 혼합) 유형

- 이용요구는 높으나 관리·중량형 옥상녹화 조성이 어려운 건축물에 적합
- 지피식물과 키 작은 관목위주의 식재로 관수 및 영양공급 등의 관리 요구조건이 비교적 낮음
- 옥상녹화 조성을 위한 노력은 중량형 옥상녹화에 비해 적으며 유지관리의 범위도 축소하여 진행 가능

□ 혼합형(저관리 · 경량형과 관리 · 중량형의 혼합) 사례

- 정원형 옥상녹화 : 한국유네스코회관, 한국²⁵⁾
 - 11층 높이의 교육기관으로 2002년 서울시 옥상공원화 사업의 지원을 통해 총 608㎡의 혼합형 옥상정원 조성
 - 현재 유네스코회관 옥상정원은 내부의 방침에 따라 개방하지 않으며, 무관리·무관수 및 우수만에 의해 녹화를 유지
 - 교목과 초본을 적절히 혼합 식재하고 습지를 조성하여 생태적인 기능을 강화하였으나, 10년이 지난 현재 수목의 생장으로 인한 하중증가와 건축물 구조안전 위협에 따른 관리방안 마련 필요



[그림 3-6] 혼합형 옥상녹화 사례 - 한국유네스코회관 옥상정원

(사진출처 : https://www.unesco.or.kr/news_center/sub_01_view.asp?articleid=3578&cate=C ('15.11.15))

25) 서울특별시(2010), 「서울시 옥상공원 시민참여 모니터링 결과보고서」, 서울특별시.

- 정원형 옥상녹화 : 롯데문화센터, 한국²⁶⁾
 - 2005년 서울시 옥상공원화 사업을 통해 조성된 혼합형 옥상공원
 - 총 4층 규모의 사무용 건물이며, 백화점 및 문화센터 이용자는 옥상공원을 경험 가능



[그림 3-7] 혼합형 옥상녹화 사례 - 롯데문화센터 옥상정원
(사진출처 : 서울특별시(2010), 「서울시 옥상공원 시민참여 모니터링 결과보고서, 서울특별시, p.58)

- 정원형 옥상녹화 : THE CENTER TOKYO 오바루 가든, 일본 도쿄²⁷⁾
 - 도쿄도 신주쿠구에 위치한 도심 타워 맨션 내의 주차장동 옥상에 설치된 1,340㎡의 거주자 전용 옥상정원
 - 키즈 가든과 파티 가든으로 구분되어 있고 가든 내에 설치된 클럽 하우스에는 키즈 룸과 키친 스튜디오가 설치되어 육아나 거주자의 교류 장소로서 활발히 활용
 - 경량토양을 이용해 교목의 뿌리받침 깊이를 확보하고 인공지반 지하 지지대를 통해 풍압에 대비
 - 각 식물의 특성별로 유지관리를 실시하는 등 수준 높은 녹화기술을 바탕으로 양질의 옥상정원을 관리

26) 서울특별시(2010), 「서울시 옥상공원 시민참여 모니터링 결과보고서」, 서울특별시.

27) 한규희(2010), 「일본 옥상녹화 사례」, ECO-LAC 조경생태시공 vol.58, 환경과조경.



[그림 3-8] 혼합형 옥상녹화 사례 - 일본 도쿄의 오바루 가든
(사진출처 : http://www.lafent.com/board/board3.html?m=13020103&bmode=view&w_id=44473 ('15.11.15))

- 정원형 옥상녹화 : 우편선 빌딩, 일본 도쿄²⁸⁾
 - 우편선 빌딩 옥상정원(그린 테크)은 기존 시설의 16층 옥상을 여객선 이미지로 리모델링한 옥상정원
 - 옥상녹화의 실현을 위해 보호 콘크리트의 철거와 시설 기기의 이동으로 $200\text{kg}/\text{m}^2$ 의 적재 하중을 확보하였고, 청소용 곤돌라 레일 내에 세덤 혼식으로 컨테이너 녹화를 실시
 - 12종류의 덩굴식물로 다채로운 철제 루버를 녹화하여 녹지량이 풍부한 옥상녹화를 실현하였고, 누수 방지를 위해 배수 패널을 조합하여 방수 대책을 실시
 - 기존 건축물이고 고층이라는 제약 조건하에서 녹지의 양을 확보함과 동시에 허브나 과수 등의 재배를 통해 이용자들의 활동을 유도



[그림 3-9] 혼합형 옥상녹화 사례 - 일본 도쿄의 우편선 빌딩
(사진출처 : http://www.lafent.com/board/board3.html?m=13020103&bmode=view&w_id=44473 ('15.11.15))

28) 한규희(2010), 「일본 옥상녹화 사례」, ECO-LAC 조경생태시공 vol.58, 환경과조경.

2. 옥상 태양광발전시설의 효과 및 설치 유형

1) 옥상 태양광발전의 효과

□ 환경적 효과

- 온실가스 감축
 - 건축물 옥상부에 태양광발전 시설 설치시 전력수요의 상당 부분을 충당함으로써 온실가스 감축에 기여
 - 예를 들어 공동주택 단지 옥상공간에 총 100kW 용량의 태양광발전 시설을 설치했을 때 대체에너지사용으로 인해 감축되는 CO₂량은 30년생 소나무 약 8천여 그루가 흡수하는 CO₂량과 같을 정도로 태양광발전 시설 설치의 큰 환경적 효과

[표 3-1] 공동주택 옥상에 태양광발전 시설 설치로 인한 CO₂ 배출 감축량 계산

	설치용량 (kW)	연간 발전량(kWh)	CO ₂ 감축량(kg)	30년생 소나무가 흡수하는 CO ₂ (그루)
수식		×3.5시간×365일	÷0.412	÷6.6
공동주택 옥상설치	100	127,750	52,633	7974.7

* 자료 : 국립산림과학원(2013), 「주요 산림수종의 표준 탄소흡수량」의 자료를 통해 계산하였음

□ 경제적, 산업적 효과

- 관련 산업의 동시성장 및 지역경제 활성화
 - 태양광발전은 소재가 되는 폴리실리콘 및 태양전지 등의 원료에서부터 작동과 설치를 위한 인버터, 전기제어, 전자재 등의 시스템 설치까지 여러 산업이 복합되어 있으므로 인해 관련 산업들의 집적화와 시너지 효과를 통한 관련 산업들의 동시성장과 부가가치 창출에 크게 기여함²⁹⁾

29) 산업자원부(2007), 「신재생에너지 R&D 전략 2030 [태양광]», 산업자원부.

- 실제로 태양광발전산업은 우리나라 녹색성장의 견인축으로서 2013년 기준 우리나라 기업들이 신재생에너지 생산 분야³⁰⁾에 투자한 총 2조 1,080억 원 중 87%에 달하는 총 1조 8,340억 원이 태양광발전 산업에 투자됨³¹⁾
- 건축물 관리비용 절감³²⁾
 - 옥상부 태양광발전 시설에서 생산되는 전력은 건축물의 승강기, 지하주차장, 조명 등에 사용됨으로서 관리비 절감에 기여
 - 옥상부에 설치된 태양광발전 패널이 지붕 역할을 하여 여름철 건축물 실내온도 상승을 방어 및 냉방 비용 절감에 기여
- 에너지 선순환 시스템 구축³³⁾
 - 건축물 옥상에 설치된 태양광발전 시설에서 생산된 전력을 판매하여 발생한 이익의 일정부분을 에너지 빈곤층에 지원 및 건립에 재투자하여 에너지 복지문제 해결에 기여

□ 사회적 효과

- 정부의 신재생에너지 사업의 기반 구축
 - 건축물 옥상에 설치된 태양광발전은 가정에 설치된 신재생에너지 원을 통해 생산된 전력을 지능형전력망을 통해 사고팔 수 있도록 하는 스마트 그리드 사업의 기반을 구축하는 역할로 작용
- 환경교육 및 에너지절약 문화 확산³⁴⁾
 - 학교 옥상에 설치한 태양광발전 시설을 친환경에너지의 필요성과 작동원 등에 대한 교육자원으로 활용하고 태양광발전 시설 설치과

30) 신재생에너지 생산 분야 : 태양광, 풍력, 바이오, 태양열, 지열, 연료전지

31) 한국에너지관리공단 신재생에너지센터 신재생에너지정책실(2013), “신재생에너지코리아-전문정보-통계DB-산업통계-투자금액현황”자료, [https://www.renewableenergy.or.kr/spc/stats/indust/selectIndust.do?searchSttstcsSeCode=NR0153&searchStartYear=&searchEndYear=\(`15,11,18\)](https://www.renewableenergy.or.kr/spc/stats/indust/selectIndust.do?searchSttstcsSeCode=NR0153&searchStartYear=&searchEndYear=(`15,11,18))

32) 김광원 외(2014), 「태양광발전시스템이 적용된 그린홈의 경제성 평가에 관한 연구」, 대한건축학회.

33) 시정일보(2015.9.16.), “도봉구 학교옥상에 ‘협동조합 발전소’”

34) 클라우드산업연구소(2014.10.21.), “친환경 교육과 지역사회에 기여하는 태양광발전설비 클라우드펀딩”

정에 지역주민의 참여를 유도하여 에너지 절약 문화의 확산에 기여

- 친환경 이미지 창출³⁵⁾
 - 건축물 옥상공간의 태양광발전 시설 설치를 통해 기업, 도시, 지역의 친환경 이미지 창출에 기여
- 사회경제적 취약계층 복지 증진³⁶⁾
 - 임대아파트 태양광 보급의 지속적 확대를 통해 저소득층 및 소외계층의 에너지 관련 지출비용 절감에 기여
- 일자리 창출³⁷⁾
 - 태양광발전 시설 설치 및 유지관리와 관련한 신규 일자리 창출

2) 옥상 태양광발전의 유형 및 사례

□ 평지붕형

- 건축물 평지붕 위에 콘크리트 기초를 세우고 태양광발전 패널을 일정 경사 각도를 주어 설치하는 방식³⁸⁾
 - 태양광발전 패널의 앞쪽 경사부분에는 레일을 설치하고 뒤쪽 경사부분에는 고정나사와 지지대를 설치하고 전용 받침대를 설치
 - 콘크리트 기초와 고정나사는 건축물 옥상부의 풍압과 적설량을 고려하여 설치

35) 한국일보(2014.9.30.), “친환경이 곧 경쟁력...비용 절감하고 기업 이미지도 개선”

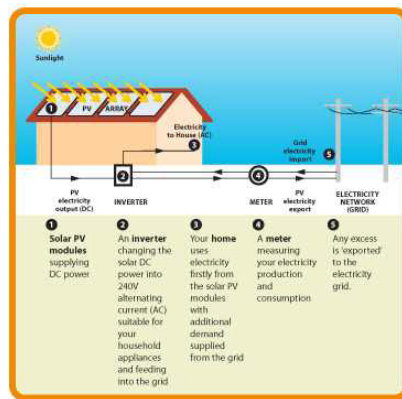
36) 조선비즈(2014.3.4.), “서울시, 올해 임대아파트에 80kW규모 태양광설비 설치”

37) 김수진(2004), 「재생에너지의 고용효과 분석 : 풍력과 태양광 발전을 중심으로」, 서울대학교.

38) 김영철(2007), 「태양광발전 시스템의 설치방법과 건물외피의 부하 저감효과 평가」, 한국과학기술정보연구원.

□ 평지붕형 사례

- 애들레이드 태양광 시스템, 호주³⁹⁾
 - 애들레이드 시는 호주의 태양의 도시로 선정될 만큼 태양광 및 태양열을 이용한 신재생에너지의 생산과 활용에 노력을 기울임
 - 태양광 및 태양열 이용 시스템을 가용 건축물과 시설에 적극적으로 적용하여 연간 3만 톤의 온실가스 배출저감 및 1인당 200 호주달러(U\$ 200)의 에너지비용 절감을 실현



[그림 3-10] 평지붕형 태양광발전 사례 - 호주 애들레이드 태양광 시스템
(사진출처 : 정한도(2012), 「대전형 녹색도시 구축을 위한 기초연구」, 대전발전연구원, p.14~15)

- Grocon 픽셀빌딩, 멜버른, 호주⁴⁰⁾
 - 탄소 중립형(Carbon Neutral)건물로서 시설에 사용되는 모든 전력은 옥상에 설치된 태양광과 풍력발전기로 생산하며, 사용 후 잔여 전력은 전력망에 비축
 - 옥상에 설치된 태양광패널은 비고정형으로 5분 간격으로 태양광 최대 흡수 각도로 패널이 자동으로 움직여 고정형 태양광패널 대비 40~45%의 발전효율 향상

39) 정한도(2012), 「대전형 녹색도시 구축을 위한 기초연구」, 대전발전연구원.

40) Green Report(2011), 「100% 에너지 자급을 달성한 그린 빌딩」, GREEN REPORT.



[그림 3-11] 평지붕형 태양광발전 사례 - 호주 멜버른의 픽셀빌딩
(사진출처 : Green Report(2011), 「100% 에너지를 달성한 그린 빌딩」,
GREEN REPORT., p.6)

□ 경사지붕형

- 건축물 지붕의 경사면에 앵커와 태양광발전 패널 고정용 랙을 연결하고 전용 받침대를 통해 지붕 경사면과 평행⁴¹⁾하게 태양광발전 패널을 설치하는 방식⁴²⁾

□ 경사지붕형 사례

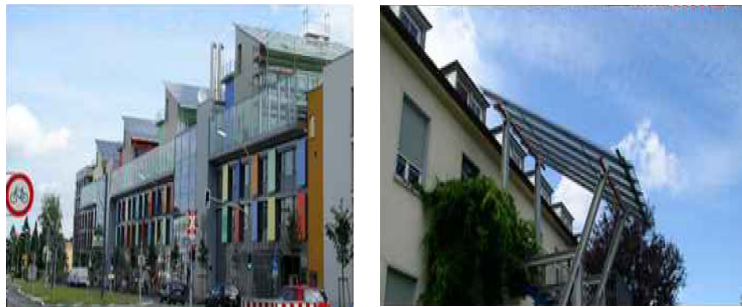
- 쉬레부르크(Schlieburg), 독일 프라이부르크
 - 150세대의 태양광발전 시설 적용 연립주택을 조성하고 화석연료 사용 억제 및 신재생에너지 활용을 통한 에너지 자립 추구⁴³⁾
 - 지역의 70개 학교 중 35개의 학교 건축물에 태양광발전 패널, 태양열 온수시스템을 설치⁴⁴⁾

41) 태양광패널은 경사 지붕면에 평행이 되도록 설치하는 것을 원칙으로 최대 5°의 오차범위 내에서 설치(서울특별시(2014), 「건축물 태양광 발전시설 설치 가이드라인」, 서울특별시.)

42) 김영철(2007), 「태양광발전 시스템의 설치방법과 건물외피의 부하 저감효과 평가」, 한국과학기술정보연구원.

43) 정한도(2012), 「대전형 녹색도시 구축을 위한 기초연구」, 대전발전연구원.

44) 에너지경제연구원(2015), 「에너지포커스 2015 가을호」, 에너지경제연구원.



[그림 3-12] 경사지붕형 태양광발전 사례 - 독일 프라이부르크
(사진출처 : 정환도(2012), 「대전형 녹색도시 구축을 위한 기초연구」,
대전발전연구원., p.7)

- 솔라하우스, 독일 보봉(Vauban)⁴⁵⁾
 - 프라이부르크와 같이 ‘솔라하우스(Solar House)’ 정책을 바탕으로 태양광 연립주택을 건설
 - 지붕에 설치된 태양광발전 패널을 통해 생산된 전력을 판매하여 ‘잉여 에너지 주택(Surplus-energyhouse)’을 조성
 - 태양광발전 패널의 충분한 일조량과 일조권 확보를 위해 건물의 최대 높이는 5층 규모의 15m 이내로 제한



[그림 3-13] 경사지붕형 태양광발전 사례 - 독일 보봉
(사진출처 : <http://www.choispace.com/contents/post.asp?fn=3C90704996113195dbd9ae94b3f844ad09771dd02235>
(`15.11.13))

45) 공간전달연구소, <http://www.choispace.com/contents/search.htm?pg=1&p=1&str=%uBCF4%uBD09>
(`15.11.13)

3. 옥상녹화와 태양광발전 복합사용 효과 및 유형

1) 옥상녹화와 옥상 태양광발전의 복합설치 효과⁴⁶⁾

- 옥상녹화를 통한 태양광발전 패널 주위의 온도저감 및 발전효율 저하극복
 - 발전 과정에서 발생하는 패널 모듈 자체의 발열과 여름철 건축물 옥상부의 높은 기온으로 태양광발전 효율이 저하⁴⁷⁾
 - 옥상녹화와와의 복합 설치 경우, 증산 및 식생효과로 지붕 표면과 상부의 기온 저하⁴⁸⁾로 태양광발전 패널 모듈의 냉각을 가속화하고 태양광발전 효율의 저하를 극복
- 건축물 손상 최소화
 - 평지붕 옥상에 고정형 태양광발전 시설을 설치하면 지붕표면에 구멍을 뚫고 볼트를 심게 되어 지붕의 손상과 누수 및 단열기능 약화 등에 영향
 - 옥상녹화와와의 복합 설치 경우, 녹화시설의 구조물에 태양광발전 시설을 고정하여 지붕표면의 손상을 방지 가능
 - 또한 태양광발전 패널이 방풍막으로 작용하여 건축물 옥상부의 갑작스런 돌풍에 의한 녹화지의 파손을 방어

2) 옥상녹화와 옥상 태양광발전의 복합설치 유형 및 사례

□ 옥상녹화와 옥상 태양광발전 시설 복합형

- 옥상녹화와 옥상 태양광발전 시설과의 복합 설치는 세덤류의 경량형 옥상녹화와 평지붕 고정식 태양광발전 시설의 복합 유형이 다수⁴⁹⁾

46) 김지수, 이응직(2010), 「PV발전과 옥상녹화의 복합적용 사례연구」, 한국태양에너지학회.

47) 태양광발전 모듈 온도의 1℃ 상승은 약 0.5%의 발전효율을 저하

48) 녹화가 조성된 건축물 옥상공간은 비녹화 옥상공간에 비해 4~5℃ 정도 낮은 미기후 형성

49) 김지수, 이응직(2010), 「PV발전과 옥상녹화의 복합적용 사례연구」, 한국태양에너지학회.

□ 옥상녹화와 옥상 태양광발전 시설 복합형 사례⁵⁰⁾

- Exhibition Hall, 스위스 바젤
 - 전시회장 지붕에 16,000m² 면적의 경량형 옥상녹화 및 녹화지 위 1,850m² 면적의 태양광발전 패널 어레이를 설치
 - 식재식물의 최대 높이는 7cm까지 성장 가능하며 태양광발전 패널은 1열로 배열
 - 강풍으로 인한 식재식물의 손상을 태양광발전 패널이 막아주고 식재식물은 패널의 냉각을 돕는 형태로 구성



[그림 3-14] 경량형 옥상녹화와 태양광발전 사례 - 스위스 바젤의 Exhibition Hall
(사진출처: <http://jim-labbe.travellerspoint.com/16/> ('15.11.18))

- EPA Region 8 Headquarters, 미국 덴버
 - 펜트하우스 옥상부에 20,000m² 면적의 경량형 옥상녹화를 실시하고 건물의 미관을 고려하여 4배열식 48개의 태양광발전 패널 설치

50) 김지수, 이응직(2010), 「PV발전과 옥상녹화의 복합적용 사례연구」, 한국태양에너지학회.



[그림 3-15] 경량형 옥상녹화와 태양광발전 사례 - 미국 덴버의 EPA Region 8 Headquarters
 (사진출처 : <http://prologue.blog.naver.com/PostView.nhn?blogId=joycg&logNo=130104809104&parentCategoryNo=&categoryNo=&viewDate=&isShowPopularPosts=false&from=postList> ('15.11.18))

4. 건축물 옥상공간 이용 유형별 장단점 종합

- 건축물 옥상공간 이용의 대표적 유형인 옥상녹화, 태양광발전 및 옥상녹화와 태양광발전의 복합에 관한 사례를 건축시공의 관점에서 종합 정리

[표 3-2] 건축물 옥상공간 이용 유형별 장단점 종합

유형	특징	장점	단점
옥상녹화 관리·중량형	<ul style="list-style-type: none"> • 주요시설: 정원 및 휴게공간, 텃밭조성 • 형태: 평탄형 • 적용: 신축건물 • 건물용도: 학교 및 공공기관 등 관공서 • 특징: 이용과 관리가 전제가 되는 녹화시스템 • 지피식물, 관목, 교목 활용 다층 구조의 식재 • 관수, 시비 등의 관리가 필수적 • 구조적 문제가 없는 곳에 적용 	<ul style="list-style-type: none"> • 식물과 서식지의 다양성 • 우수한 단열효과 • 경관적으로 우수함 • 다양한 용도로 활용가능 • 에너지 효율과 물 보유 능력 높음 	<ul style="list-style-type: none"> • 하중에 대한 부담으로 지붕에 무리 • 관개 및 배수 시스템 필요 • 높은 설치비용 및 유지·보수 비용
옥상녹화 저관리·경량형	<ul style="list-style-type: none"> • 주요시설: 일반녹화(잔디) • 형태: 평탄형, 경사형 • 적용: 기존건물 • 건물용도: 상업용, 업무용 • 특징: 지피식물을 주로 식재, 생태적 녹화시스템 • 최소의 관리(관수, 시비 등) 요구 	<ul style="list-style-type: none"> • 지붕 보강 불필요 • 넓은 지역에 적합 • 0~30°의 경사지에 적합 • 유자보수 용이 • 배수·관개 시스템 관리 용이 	<ul style="list-style-type: none"> • 에너지 효율과 물 보유 능력 낮음 • 식물의 종류 제한적 • 휴양 등의 다른 용도로의 이용 제한

유형		특징	장점	단점
		<ul style="list-style-type: none"> 주로 인공경량토양 사용 기존 건축물의 옥상이나 지붕에 주로 활용 	<ul style="list-style-type: none"> 개조식 건물에 적합 설치비용 저렴 	<ul style="list-style-type: none"> 한 겨울에 경관적 가치가 적음
	혼합형	<ul style="list-style-type: none"> 주요시설: 정원 및 휴게공간, 텃밭조성 적용: 신축건물 건물용도: 상업용 건물, 학교 및 공공기관 등 관공서 특징: 옥상녹화 이용에 대한 높은 요구 대비 관리·종량형 녹화시스템 도입이 어려운 공간에 적합 10~30cm 내외의 토심 지피식물과 작은 관목 위주로 식재 저관리 지향 	<ul style="list-style-type: none"> 다양한 용도로 활용가능 기존 건물에서 종량형의 효과 요구 시 적합 	-
태양광발전	평지붕형 (독립형)	<ul style="list-style-type: none"> 콘크리트 기초, 레일, 지지대, 받침대 등 태양광 패널에 적정 각도를 설정하기 위한 부가 설비 시설의 설치 요구 높음 	<ul style="list-style-type: none"> 기존 건물의 평지붕, 완경사가 있는 지붕, 외벽 등에 적용할 수 있는 방법 PV모듈을 최적의 경사각이나 방향을 유지하도록 설치유리 전기효율 측면유리 	<ul style="list-style-type: none"> 지붕의 손상으로 누수와 단열에 악영향 건물과의 시각적 부조화 건물에 부가적으로 설치된 구조물로 추가비용 요구
	경사지붕형 (부착형)	<ul style="list-style-type: none"> 경사지붕의 면하여 앵커 및 고정 장치 설치 등 평지붕형 대비 부가 설비시설 설치 요구 낮음 	<ul style="list-style-type: none"> PV패널 설치가 비교적 용이 PV모듈이 건물외피에 근접하여 설치로 건물이 주는 시각적 효과 유리 기존 건물의 지붕이나 외벽에 결합 부재를 적용하여 설치용이 	<ul style="list-style-type: none"> 설치에 따른 건물외피 부재의 절약을 기대하기는 어려움 통풍이 다소 불리 PV모듈 설치시 배열에 대한 충분한 고려
옥상녹화 + 태양광발전	경량형 옥상녹화 + 태양광발전	<ul style="list-style-type: none"> 주요시설: 일반녹화(세덤류) 적용: 신축·기존건물 형태 : 평탄형, 완경사형 건물용도: 공항, 전시장 등의 대형 공공건물 특징: 공간에 대한 이용정도는 낮으나 관리가 용이 	<ul style="list-style-type: none"> 지붕 표면 손상 없이 사용 가능 강풍으로 인한 녹화지의 파손 방지(PV시스템의 방풍재 역할) PV단독 설치보다 전기 생산량 증가 	<ul style="list-style-type: none"> 건물과의 부조화로 인한 시각적 저해

제4장 서울시 건축물 옥상공간 특성 분석

1. 옥상녹화 가용 서울시 건축물 특성 분석
2. 옥상 태양광발전 가용 서울시 건축물 특성 분석

1. 옥상녹화 가용 서울시 건축물 특성 분석

1) 분석방법

- 준비단계 : 건축물대장 및 새주소 도로명 수치지도 활용
 - 국토교통부 세움터에서 제공(2015.11. 기준)하는 서울특별시 25개 구의 건축물대장을 내려받기 하여 건축물 선별작업을 준비
 - 옥상녹화 가용 건축물로 선별되고 유형별로 분류된 건축물을 ArcMap을 활용한 공간분포 분석을 위해 안전행정부 새주소 도로명 수치지도 활용
- 1단계 : 건축물 노후도를 고려한 옥상녹화 가용 건축물 선별
 - 옥상녹화 조성에 의해 건축 구조물에 미치는 하중을 고려할 필요⁵¹⁾
 - 경량형, 중량형, 혼합형의 녹화 유형별 옥상녹화시스템 조성을 위해 요구되는 하중은 건축 구조물에 고정하중으로 적용

51) 서울특별시(2013), 「옥상녹화시스템 설계 및 설계도서 작성지침」, 서울특별시.

- 옥상녹화 유형별 녹화공간을 이용하는 사람의 하중에 대한 활하중 고려 필요
- 노후 건축물의 경우 허용응력의 감소에 따른 옥상녹화 조성의 제약이 큼
- 이에 본 연구는 서울시의 옥상녹화 설치 가능 건축물 대상에서 노후 건축물을 제외
 - 서울시 건축물대장의 사용승인일 기준 1986년 이후(최근 30년 이내)의 사용승인을 얻은 건축물에 한정하여 옥상녹화 가용 건축물 목록을 작성

□ 2단계 : 녹화 용이성을 고려한 옥상녹화 가용 건축물 지붕형태 선별

- 경사지붕의 옥상녹화는 평지붕 대비 보다 많은 사항을 고려할 필요⁵²⁾
 - 지붕의 경사율이 높아질수록 해당 옥상부에 조성된 녹화지의 배수 속도도 빨라짐
 - 5% 이상의 경사 지붕에 옥상녹화를 조성할 경우 토심층의 저수 및 배수, 식생의 건조 등에 대한 고려가 필요
 - 지붕의 경사도가 증가할수록 녹화 조성 시설 및 토심층의 미끄럼과 밀림을 방지하기 위한 조치가 필요하며 45°이상의 경사지붕은 옥상녹화 조성 불가
- 옥상녹화 조성이 가장 용이한 평지붕을 선별하여 서울시의 옥상녹화 가용 건축물을 선정
 - 1단계(건물 노후도 검토)를 통해 선별된 건축물의 건축물대장 상 ‘지붕형태’와 ‘기타지붕’ 정보를 검토하여 옥상녹화 조성의 제약이 많거나 불가능한 지붕을 가진 건축물을 제외
 - 즉, 1996년 이후 사용승인을 득하였으며 평지붕 종류를 갖는 건축물의 목록 작성

52) 서울특별시(2013), 「옥상녹화시스템 설계 및 설계도서 작성지침」, 서울특별시.

□ 3단계 : 옥상녹화의 활용과 효과를 고려한 옥상녹화 가용 건축물 용도 선별

- 건축물의 용도별로 차이를 보이는 옥상공간 이용자 특성 및 조성 목적을 고려할 필요
 - 건축물 용도별로 옥상공간 동반자 수, 아동동반 유무, 체류시간, 주요 이용행위 및 공간이용 목적의 차이가 큼⁵³⁾
 - 건축물 용도별로 주요 옥상구조물이 다르게 설치되어 녹화 가용 옥상면적의 차이를 고려할 필요⁵⁴⁾
- 옥상녹화 가능 건축물의 용도를 구분하기 위해 주거시설(부여코드 - R), 교육시설(부여코드 - E), 공공시설(부여코드 - P), 의료시설(부여코드 - M), 업무시설(부여코드 - B), 상업시설(부여코드 - C)로 대분하고 주거시설과 교육시설은 건축물의 높이와 면적의 차이를 고려하여 세분
- 주거시설의 세분
 - 1-3층 높이의 단독주택, 다가구 주택(부여코드 - R01)
 - 5층 이하 아파트, 연립주택, 다세대 주택(부여코드 - R02)
 - 6층 이상 아파트(부여코드 - R03)
- 교육시설의 세분
 - 취학전교육시설 : 어린이집, 유치원, 보육시설(부여코드 - E01)
 - 초 · 중 · 고등학교(부여코드 - E02)
 - 대학 및 연구시설 : 대학교, 전문대학교, 연구시설(부여코드 - E03)

53) 김은진 외(2014), 「건물용도별 옥상공간의 이용행태 분석」, 한국조경학회.

54) 박은진 외(2010), 「도시열섬 완화를 위한 옥상녹화 활성화 방안」, 경기개발연구원.

□ 4단계 : 옥상녹화 가능 건축물 옥상면적⁵⁵⁾의 용도별 산출

- 용도별로 분류된 옥상녹화 가능 건축물의 옥상면적에 용도별 옥상면적 산출 비율을 곱하여 용도별 녹화 가능 옥상면적 산출

[표 4-1] 건축물 용도별 녹화가능 옥상면적 산출비율

구분	코드	용도	녹화가능 옥상면적 비율(%)
주거	R01	단독주택, 다가구주택	70.6
	R02	아파트, 연립, 다세대주택(5층 이하)	69.7
	R03	아파트(6층 이상)	59.3
교육	E01	취학 전 교육시설	70.7
	E02	초 · 중 · 고등학교	61.2
	E03	대학 및 연구시설	65.8
공공	P	공공시설	67.2
의료	M	병원	66.5
업무	B	업무용 건물	72.1
상업	C	백화점, 대형마트, 시장	69.4

※ 박은진 외(2010), 「도시열섬 완화를 위한 옥상녹화 활성화 방안」, 경기개발연구원.
p.99 <표 4-6> 직접인용

□ 5단계 : 옥상녹화 가능 건축물의 공간정보화 및 공간통계 분석

- 옥상녹화 가능 건축물의 공간정보화를 위해 인천행정부의 도로명주소 사업기반 서울시 공간정보자료에 서울시 옥상녹화 가능 건축물 목록을 매칭
 - 건축물관리대장 고유번호를 기준으로 서울시 도로명주소 공간자료와 서울시 옥상녹화 가능 건축물 목록 매칭
- 서울시 옥상녹화 가능 건축물의 공간분포 현황 및 분포 밀도 분석
 - ArcMap의 공간통계분석 도구를 활용한 공간분포 현황 및 분포 밀도 분석

55) 건축물 옥상면적은 건축물대장의 건축면적으로 간주하여 산출함

2) 분석결과

- 서울시 옥상녹화 가용 건축물 수는 총 250,633동이며 서울시 전체 건축물 수⁵⁶⁾의 39.2%를 차지
- 서울시 옥상녹화 가용 건축물 옥상면적의 합은 총 27,062,591.6㎡이며 서울시 전체 건축물 옥상면적⁵⁷⁾ 총 합의 21%를 차지

[표 4-2] 서울시 구별 옥상녹화 가용 건축물 수

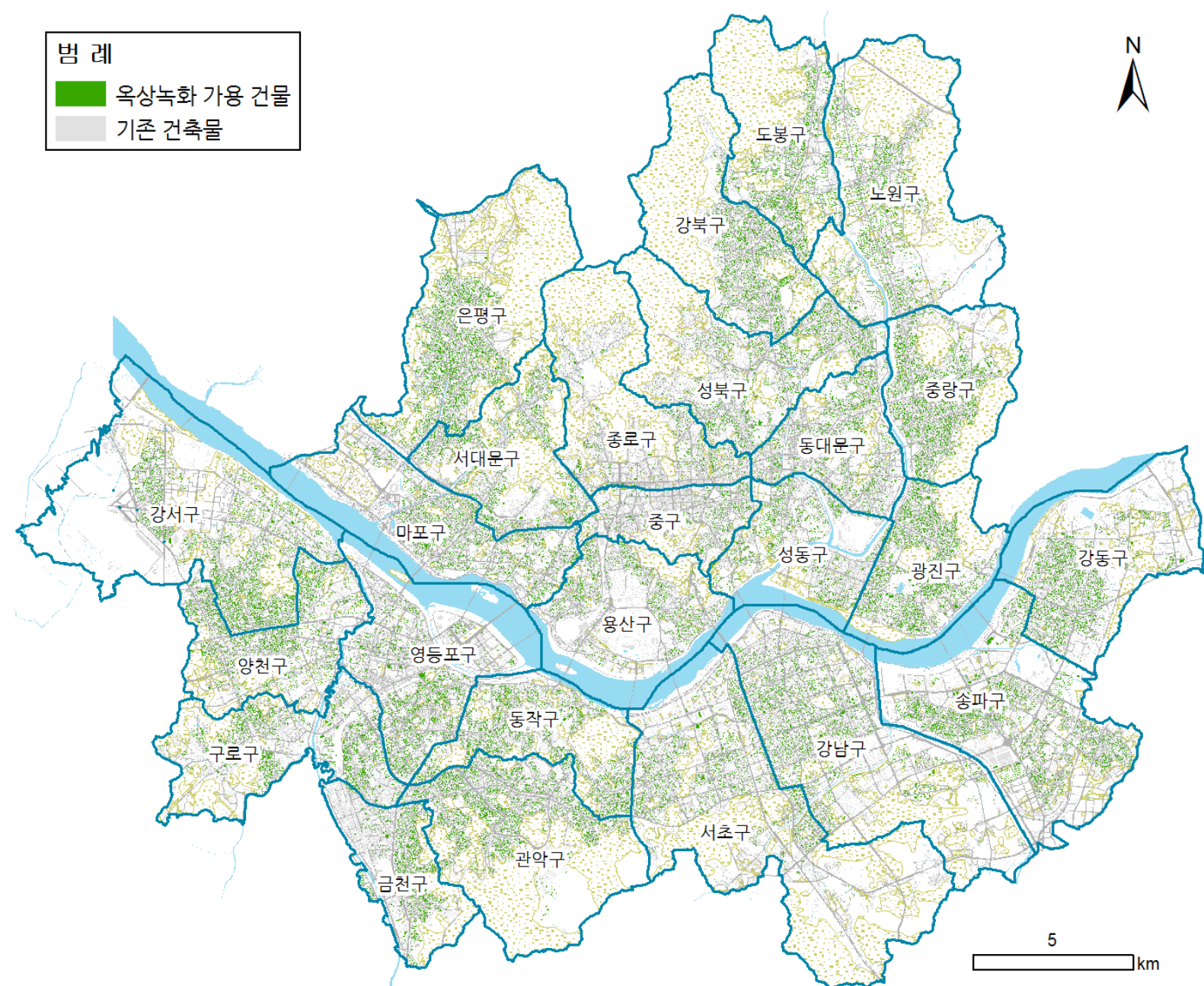
구분	기존 건축물(동)	옥상녹화 가용(동)	지역 내 대비(%)	시 전체 대비(%)
서울시	640,070	250,633	39.2	100
강남구	24,338	7,250	29.8	2.89
강동구	21,046	10,587	50.3	4.22
강북구	27,967	11,676	41.7	4.66
강서구	26,334	12,347	46.9	4.93
관악구	33,759	15,740	46.6	6.28
광진구	26,044	15,099	58.0	6.02
구로구	23,383	9,784	41.8	3.90
금천구	16,059	6,929	43.1	2.76
노원구	14,262	5,816	40.8	2.32
도봉구	15,914	7,929	49.8	3.16
동대문구	32,191	9,933	30.9	3.96
동작구	28,516	11,055	38.8	4.41
마포구	28,339	11,461	40.4	4.57
서대문구	25,971	9,458	36.4	3.77
서초구	18,974	5,734	30.2	2.29
성동구	19,734	8,601	43.6	3.43
성북구	39,496	12,660	32.1	5.05
송파구	24,934	12,281	49.3	4.90
양천구	20,187	9,839	48.7	3.93
영등포구	31,105	11,218	36.1	4.48
용산구	26,309	7,313	27.8	2.92
은평구	36,051	15,484	43.0	6.18
종로구	27,525	3,843	14.0	1.53
중구	22,052	2,794	12.7	1.11
중랑구	29,580	15,802	53.4	6.30

56) 국토교통부 세움터 제공 건축물대장 기준(2015년 11월)

57) 건축물대장에서 건축면적 누락의 경우, 건축물대장상 확인가능한 지역 내 건축물면적의 합과 안행부 도로명주소 소치지도상 동일 건축물면적의 합 비율을 산출, 활용하여 지역 내 총 건축면적을 산출함

[표 4-3] 서울시 구별 옥상녹화 가용 옥상면적

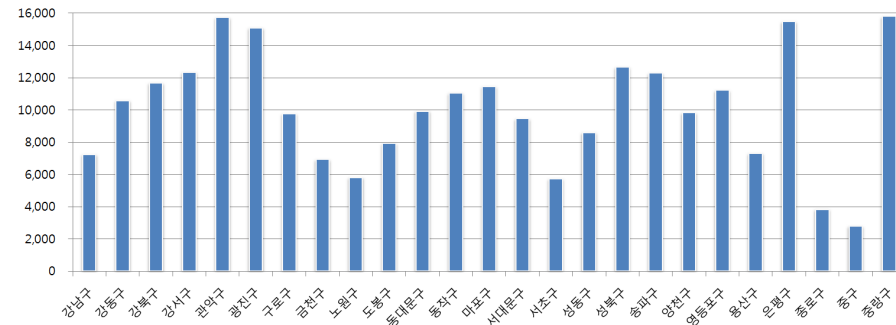
구분	기존 건축물(㎡)	옥상녹화 가용(㎡)	지역 내 대비(%)	시 전체 대비(%)
서울시	128,782,129.4	27,062,591.6	21.0	100
강남구	7,254,685.4	1,592,782	22.0	5.89
강동구	3,667,038.9	959,723	26.2	3.55
강북구	3,492,264.1	936,888	26.8	3.46
강서구	6,888,962.2	1,712,755	24.9	6.33
관악구	5,017,955.1	1,348,003	26.9	4.98
광진구	4,083,045.6	1,393,916	34.1	5.15
구로구	4,243,528.5	935,197	22.0	3.46
금천구	3,747,326.5	563,685	15.0	2.08
노원구	3,681,365.6	908,394	24.7	3.36
도봉구	3,347,017.5	1,032,091	30.8	3.81
동대문구	4,426,752.3	752,232	17.0	2.78
동작구	4,122,458.4	1,023,777	24.8	3.78
마포구	4,263,758.8	1,030,093	24.2	3.81
서대문구	4,671,392.8	1,023,734	21.9	3.78
서초구	5,462,053.2	915,195	16.8	3.38
성동구	3,997,410.0	779,928	19.5	2.88
성북구	7,056,032.3	1,902,045	27.0	7.03
송파구	19,310,068.8	1,599,460	8.3	5.91
양천구	4,597,674.6	1,611,963	35.1	5.96
영등포구	4,791,997.1	929,207	19.4	3.43
용산구	4,280,477.6	616,092	14.4	2.28
은평구	5,059,424.5	1,396,835	27.6	5.16
종로구	4,245,901.3	470,227	11.1	1.74
중구	2,893,238.0	298,085	10.3	1.10
중랑구	4,180,300.4	1,330,283	31.8	4.92



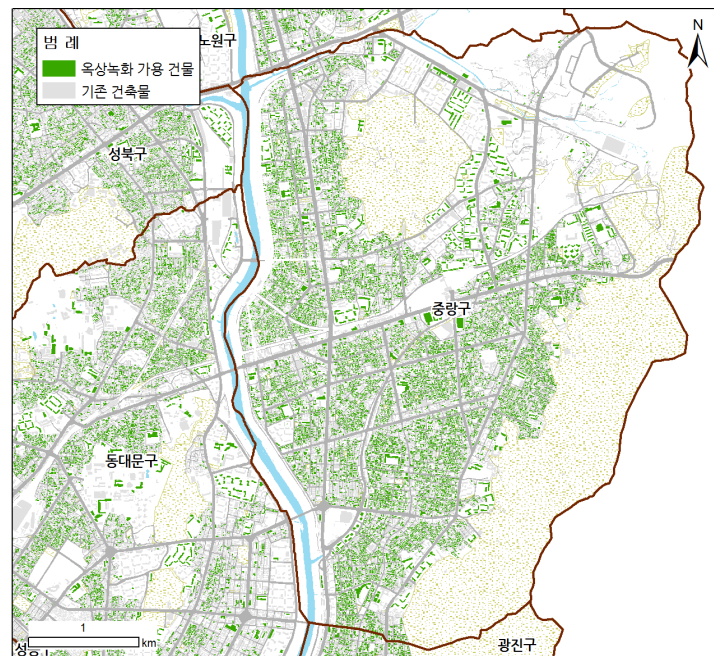
[그림 4-1] 서울시 옥상녹화 가용 건축물 분포

□ 서울시 옥상녹화 가용 건축물은 중랑구 - 관악구 - 은평구 순으로 분포

- 서울시의 옥상녹화 가용 건축물 중 중랑구에 위치한 옥상녹화 가용 건축물은 15,802동(6.3%), 관악구 15,740동(6.28%), 은평구 15,484동(6.18%)



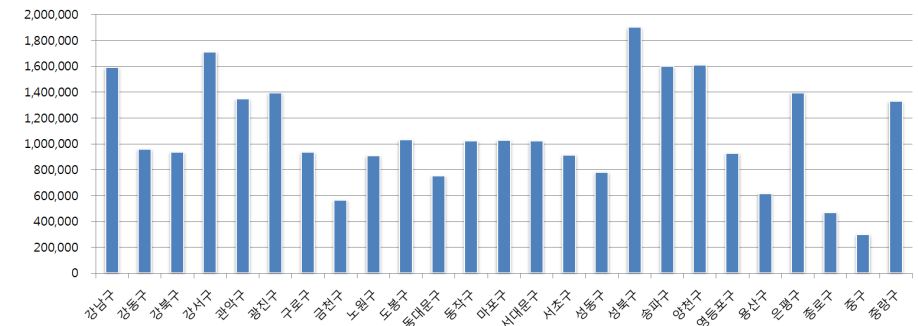
[그림 4-2] 서울시 구별 옥상녹화 가능 건축물 (단위 : 동)



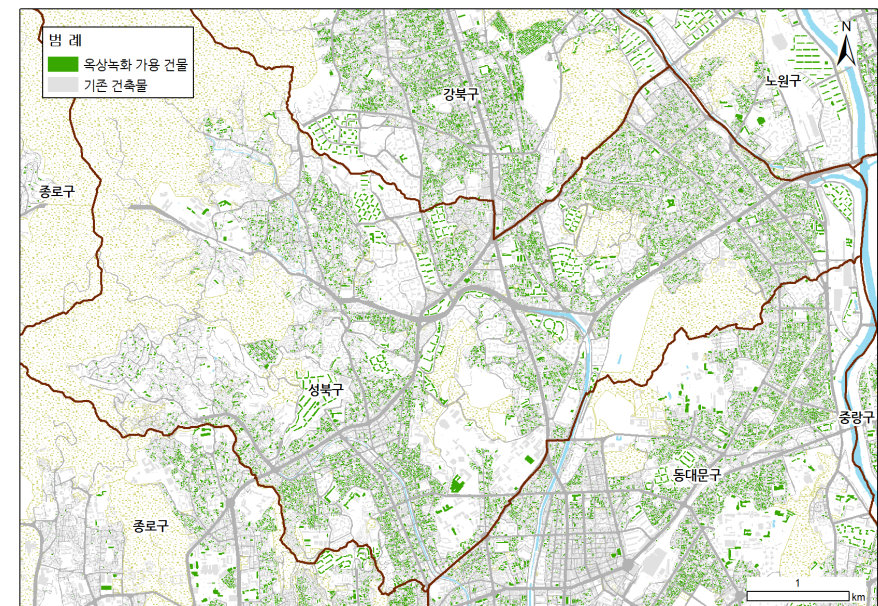
[그림 4-3] 중랑구 옥상녹화 가용 건축물 분포

□ 서울시 건축물 옥상녹화 가용 옥상면적은 성북구 - 강서구 - 양천구 순으로 분포

- 성북구에 위치한 건축물 옥상녹화 가용 면적은 1,902,045㎡로서 서울시 건축물 옥상녹화 총 가용 면적의 7.03%가 성북구에 분포하며 강서구는 1,712,755㎡(6.33%), 양천구는 1,611,963㎡(5.96%) 순으로 분포



[그림 4-4] 서울시 구별 옥상녹화 가용 건축물 옥상면적 (단위 : ㎡)



[그림 4-5] 성북구 옥상녹화 가용 건축물 분포

□ 건축물 용도별 서울시 옥상녹화 가용 건축물은 주거 - 업무 - 교육시설 순으로 분포

- 서울시 옥상녹화 가용 건축물 중 주거용 건축물은 총 242,702동(96.84%), 업무용 4,158동(1.66%), 교육용 2,831동(1.13%)

□ 서울시 옥상녹화 가용 주거용 건축물의 최다 분포지역은 중랑구(15,588동)

[표 4-4] 서울시 구별 옥상녹화 가용 건축물 용도별 분포

구분	용도별 옥상녹화 가용 건축물 수 (동)						
	전체	주거	교육	공공	의료	업무	상업
서울시	250,633	242,702	2,831	337	256	4,158	349
강남구	7,250	6,105	123	29	30	933	30
강동구	10,587	10,314	127	16	14	96	20
강북구	11,676	11,535	76	6	8	43	8
강서구	12,347	12,005	150	12	16	148	16
관악구	15,740	15,434	132	9	0	157	8
광진구	15,099	14,809	137	11	3	129	10
구로구	9,784	9,508	113	11	6	122	24
금천구	6,929	6,753	91	4	6	46	29
노원구	5,816	5,493	193	22	12	65	31
도봉구	7,929	7,760	89	13	11	46	10
동대문구	9,933	9,669	107	9	17	124	7
동작구	11,055	10,870	105	12	10	50	8
마포구	11,461	11,053	80	24	3	297	4
서대문구	9,458	9,246	119	17	3	66	7
서초구	5,734	5,085	68	8	11	546	16
성동구	8,601	8,369	94	20	5	109	4
성북구	12,660	12,440	143	9	11	53	4
송파구	12,281	11,777	164	20	22	266	32
양천구	9,839	9,592	120	22	10	87	8
영등포구	11,218	10,851	82	8	14	247	16
용산구	7,313	7,084	97	13	3	110	6
은평구	15,484	15,155	210	11	14	85	9
종로구	3,843	3,628	61	9	13	124	8
중구	2,794	2,579	26	5	4	159	21
중랑구	15,802	15,588	124	17	10	50	13

□ 건축물 용도별 서울시 건축물 옥상녹화 가용 옥상면적 분포는 주거 - 교육 - 업무시설 순으로 분포

- 서울시 건축물 옥상녹화 가용 옥상면적 중 주거용 건축물의 총 옥상면적은 23,071,161.9㎡(85.25%), 교육용 1,593,308.1㎡(5.89%), 업무용 379,993.6㎡(1.4%)

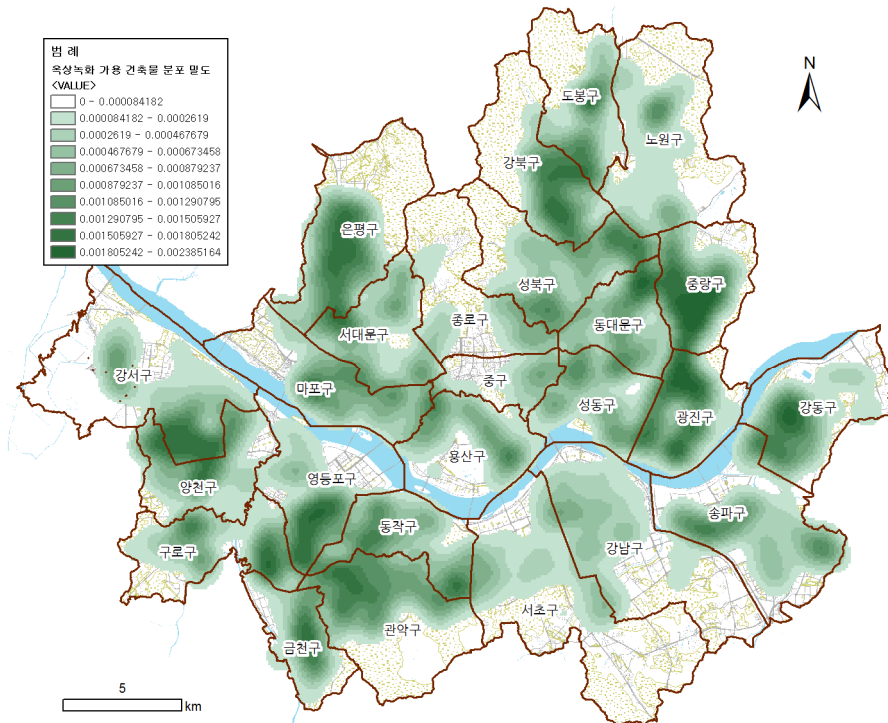
□ 서울시 주거용 건축물 옥상녹화 가용 옥상면적 최대 분포지역은 성북구 (1,702,332.9㎡)

[표 4-5] 서울시 구별 건축물 옥상녹화 가용 옥상면적 용도별 분포

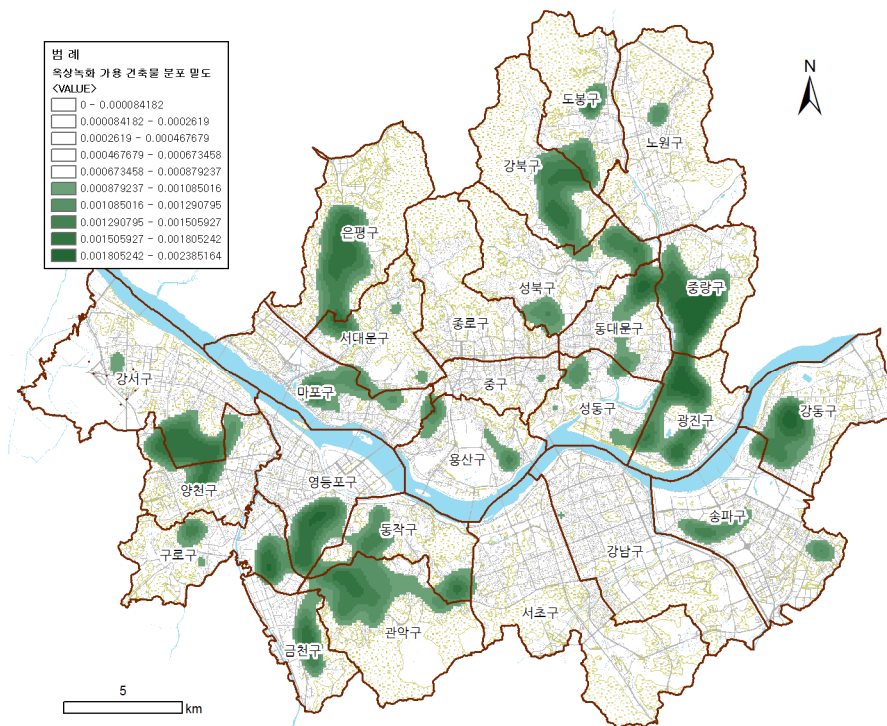
구분	용도별 녹화 가용 옥상면적 (㎡)						
	전체	주거	교육	공공	의료	업무	상업
서울시	27,062,592	23,071,162	1,593,308	7,278	12,519	379,994	29,718
강남구	1,592,782	1,068,861	94,413	3,299	9,907	43,608	7,413
강동구	959,723	840,616	54,881	781	1,955	14,610	24,269
강북구	936,888	863,193	32,081	2,638	7,682	46,220	37,446
강서구	1,712,755	1,543,488	75,281	1,494	0	25,513	4,455
관악구	1,348,003	1,231,917	84,625	1,729	1,640	39,993	33,786
광진구	1,393,916	1,247,253	69,515	1,311	1,714	52,669	47,893
구로구	935,197	755,685	75,925	419	1,728	20,658	24,786
금천구	563,685	471,518	44,577	3,705	6,264	24,565	28,551
노원구	908,394	712,522	132,786	2,352	3,500	18,088	7,358
도봉구	1,032,091	945,182	55,611	1,288	12,100	36,483	6,024
동대문구	752,232	628,547	67,790	1,407	15,467	23,830	7,776
동작구	1,023,777	912,880	62,417	4,625	764	129,967	1,514
마포구	1,030,093	852,755	40,468	4,445	586	23,014	9,595
서대문구	1,023,734	919,205	66,889	10,963	4,557	198,820	22,217
서초구	915,195	629,472	49,166	9,748	719	45,038	3,991
성동구	779,928	652,998	67,433	49,943	3,143	12,211	1,746
성북구	1,902,045	1,702,333	132,669	4,736	23,893	85,172	45,785
송파구	1,599,460	1,342,453	97,421	3,581	10,657	42,379	10,037
양천구	1,611,963	1,504,607	40,703	3,308	6,077	128,244	57,530
영등포구	929,207	698,633	35,416	1,910	1,013	50,157	3,933
용산구	616,092	517,841	41,237	1,220	9,293	19,838	961
은평구	1,396,835	1,294,161	71,362	554	25,919	67,993	6,325
종로구	470,227	337,646	31,790	539	1,934	86,059	21,706
중구	298,085	180,259	7,588	5,177	12,109	18,578	16,018
종랑구	1,330,283	1,217,137	61,265	128,448	175,138	1,633,702	460,833

□ 서울시 옥상녹화 가용 건축물 분포 밀도 분석

- 옥상녹화 가용 건축물은 강북구, 중랑구, 광진구, 관악구 등에 밀도 높게 분포



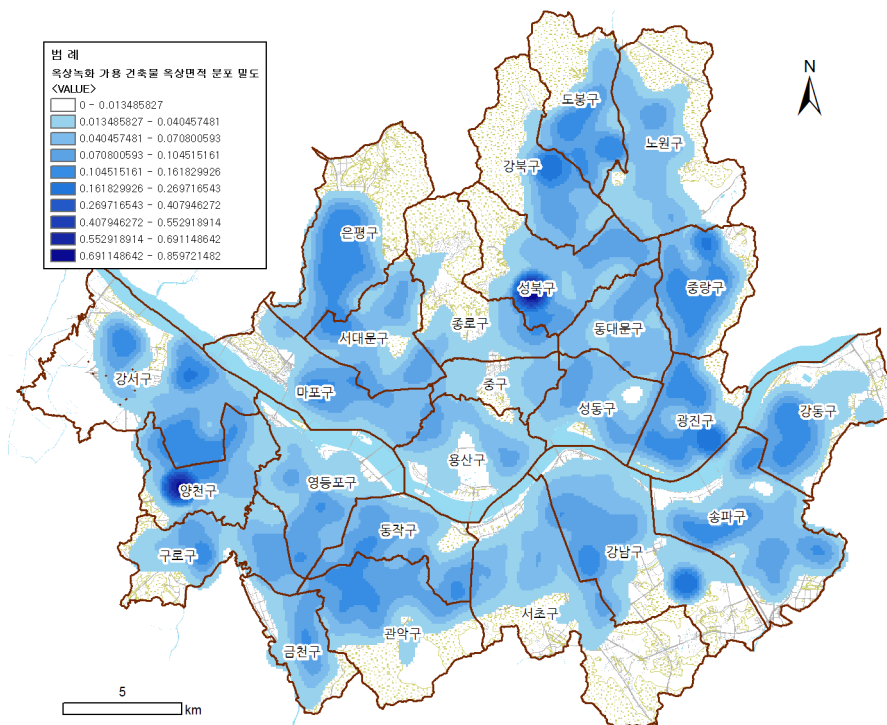
[그림 4-6] 서울시 옥상녹화 가용 건축물 분포 밀도
(Kernel Density : 947m Search Radius(default) – Natural Breaks)



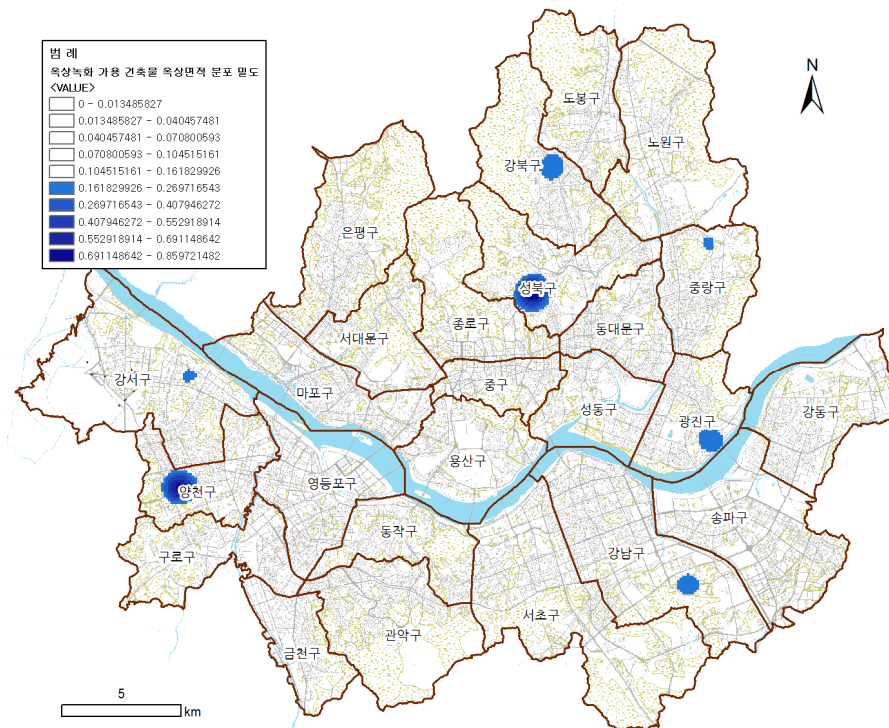
[그림 4-7] 서울시 옥상녹화 가용 건축물 분포 밀도 상위 50%
(Kernel Density : 947m Search Radius(default) - Natural Breaks)

□ 서울시 옥상녹화 가용 건축물의 옥상면적 분포 밀도 분석

- 옥상녹화 가용 건축물의 옥상면적은 성북구, 양천구, 강북구, 광진구 등에 밀도 높게 분포



[그림 4-8] 서울시 옥상녹화 가용 건축물 옥상면적 분포 밀도
(Kernel Density : 947m Search Radius(default) - Natural Breaks)



[그림 4-9] 서울시 옥상녹화 가용 건축물 옥상면적 분포 밀도 상위 50%
(Kernel Density : 947m Search Radius(default) - Natural Breaks)

2. 옥상 태양광발전 가용 서울시 건축물 특성 분석

1) 분석방법

□ 준비단계 : 건축물대장 및 새주소 도로명 수치지도 활용

- 국토교통부 세움터에서 제공(2015.11. 기준)하는 서울특별시 25개 구의 건축물대장을 내려받기 하여 건축물 선별작업을 준비
- 옥상 태양광발전 가용 건축물로 선별되고 유형별로 분류된 건축물의 ArcMap 활용 공간분포 분석을 위해 안전행정부 새주소 도로명 수치지도 사용

□ 1단계 : 건축물 노후도를 고려한 옥상 태양광발전 가용 건축물 선별

- 태양광발전 시설 설치에 의한 하중 증가와 발전시설 설치 후 20년 이상 지속적 운영 상황을 고려할 필요⁵⁸⁾
- 이에 본 연구는 서울시의 옥상 태양광 설치 가능 건축물 대상에서 20년 이후 노후 건축물로 간주되는 건축물을 제외
 - 서울시 건축물대장 기준 2006년 이후(최근 10년 이내)의 사용승인을 얻은 건축물에 한정하여 옥상 태양광발전 가용 건축물 목록을 작성

□ 2단계 : 옥상 태양광발전 가용 건축물 구조 및 지붕형태 선별

- 현실적으로 건축물 옥상 또는 지붕부에 태양광발전 시설 설치가 이루어지지 않고 있는 한옥, 한식목구조, 일반목구조 + 기와지붕, 슬레이트지붕 종류⁵⁹⁾의 건축물을 건축물대장에서 선별하여 제외

□ 3단계 : 건축물 용도별 옥상 태양광발전 설치용량의 차이를 고려한 건축물 용도 구분

- 국내 태양광발전 시설업체의 설치사례를 바탕으로 건축물 용도 구분방식⁶⁰⁾을 적용하여

58) 지식경제부(2011), 「태양광발전 보급잠재량 조사를 통한 확대기반 조성에 관한 보고서」, 지식경제부.

59) 전문가 자문회의 결과

60) 지식경제부(2011), 「태양광발전 보급잠재량 조사를 통한 확대기반 조성에 관한 보고서」, 지식경제부.

건축물대장의 주용도코드 및 기타용도 기준 옥상 태양광발전 가용 건축물 용도를 분류

- 주거시설, 상업시설, 공업시설, 서비스시설, 공공시설, 문화·교육시설

□ 4단계 : 옥상 태양광발전 가용 건축물 옥상면적 산출

- 태양광발전 시설은 평지붕과 경사지붕 등 대다수 지붕유형의 건축물 옥상부에 설치 가능하나, 건축물대장과 도로명주소 수치지도 등 본 연구에서 활용 가능한 자료를 통해서는 경사지붕 및 박공지붕 등의 실제 설치면적을 산출할 수 없는 한계가 존재
- 이에 본 연구는 한식목구조, 기와지붕 등의 태양광발전 시설을 옥상공간에 설치할 수 없는 경우를 제외하고 모든 건축물의 지붕을 평지붕으로 간주하고 옥상면적⁶¹⁾을 산출

□ 5단계 : 옥상 태양광발전 가용 건축물의 태양광발전 시설 설치용량의 용도별 산출

- 용도별로 분류된 옥상 태양광발전 가용 건축물의 옥상면적에 용도별 태양광발전 시설 설치용량 비율을 곱하여 용도별 옥상 태양광발전 시설 설치용량 산출

[표 4-6] 건축물 용도별 단위 평면적당 설치용량 (단위 : kW/10m²)

구분	주거	상업	공업	서비스	공공	문화교육
평면적당 (10m ² 당) 설치용량	0.250	0.272	0.300	0.272	0.200	0.286

※ 지식경제부(2011), 「태양광발전 보급잠재량 조사를 통한 확대기반 조성에 관한 보고서」, 지식경제부. p.124 <표 4-8> 직접인용

□ 6단계 : 옥상 태양광발전 가용 건축물 공간정보화 및 공간통계 분석

- 옥상 태양광발전 가용 건축물의 공간정보화를 위해 안전행정부의 도로명주소 사업기반 서울시 수치지도에 서울시 옥상 태양광 가용 건축물 목록을 매칭
 - 건축물관리대장 고유번호를 기준으로 매칭
- ArcMap 활용 서울시 옥상 태양광발전 가용 건축물의 공간분포 현황 및 분포 밀도 분석

61) 건축물 옥상면적은 건축물대장의 건축면적을 사용하였으며, 건축물대장 상 건축면적 기입이 누락된 경우에는 도로명주소 수치지도를 통해 산출된 건축물 평면적 평균과 건축물대장의 건축면적 평균을 비교하고 보정계수를 곱하여 건축면적을 산출함

2) 분석결과

- 서울시 옥상 태양광발전 가용 건축물 수는 총 46,895동이며 서울시 전체 건축물의 7.3%를 차지
- 서울시 옥상 태양광발전 가용 건축물의 태양광발전 잠재량⁶²⁾은 316MW⁶³⁾
 - 이로 인한 CO₂ 배출 감축 잠재량은 연간 980,755톤⁶⁴⁾
 - 이는 30년생 소나무 148,599,234그루⁶⁵⁾를 심는 효과

[표 4-7] 서울시 구별 옥상 태양광발전 가용 건축물 수

구분	기존 건축물(동)	옥상태양광발전 가용(동)	지역 내 대비(%)	시 전체 대비(%)
서울시	640,070	46,895	7.33	100
강남구	24,338	1,755	7.21	3.74
강동구	21,046	2,119	10.07	4.52
강북구	27,967	1,983	7.09	4.23
강서구	26,334	2,748	10.44	5.86
관악구	33,759	3,421	10.13	7.30
광진구	26,044	2,229	8.56	4.75
구로구	23,383	2,139	9.15	4.56
금천구	16,059	1,266	7.88	2.70
노원구	14,262	1,185	8.31	2.53
도봉구	15,914	1,235	7.76	2.63
동대문구	32,191	1,306	4.06	2.78
동작구	28,516	2,363	8.29	5.04
마포구	28,339	2,978	10.51	6.35
서대문구	25,971	1,639	6.31	3.50
서초구	18,974	1,115	5.88	2.38
성동구	19,734	1,048	5.31	2.23
성북구	39,496	1,895	4.80	4.04
송파구	24,934	2,590	10.39	5.52
양천구	20,187	1,601	7.93	3.41
영등포구	31,105	1,614	5.19	3.44
용산구	26,309	1,641	6.24	3.50
은평구	36,051	3,651	10.13	7.79
종로구	27,525	860	3.12	1.83
중구	22,052	535	2.43	1.14
중랑구	29,580	1,979	6.69	4.22

62) 본 연구에서 기술한 제한적 조건에 따라 계산된 태양광발전 잠재량임

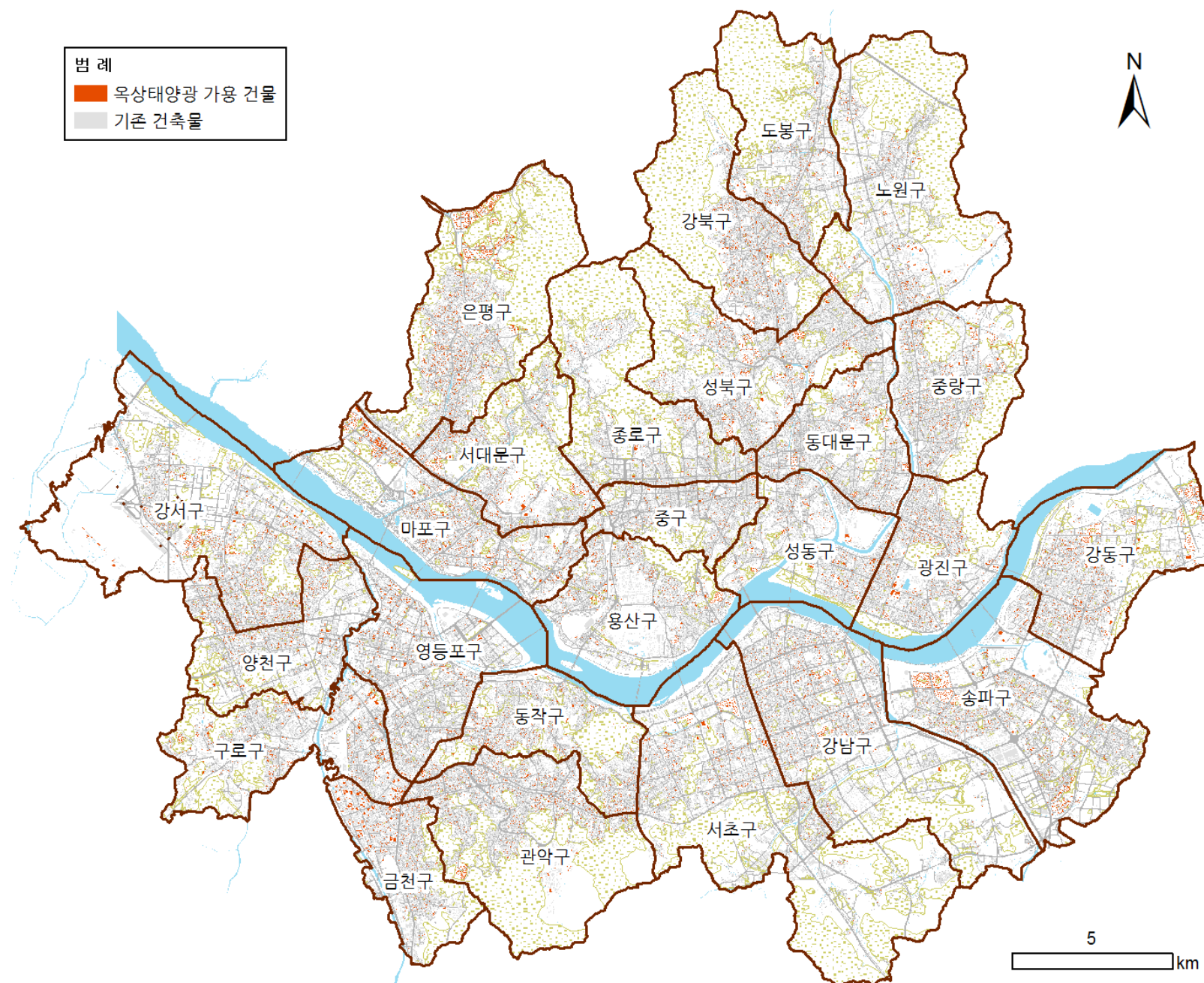
63) 고리 원자력발전 1호기의 설비용량은 587MW (자료 : 위키백과)

64) 1일 3.5시간씩 1년간 발전한다는 가정으로, 연간 CO₂ 배출 감축량 = 설치용량(kW) × 3.5 × 365 ÷ 0.412

65) 30년생 소나무가 흡수하는 CO₂(그루) = CO₂ 배출 감축량 ÷ 6.6 (국립산림과학원, 2013)

[표 4-8] 서울시 구별 옥상 태양광발전 잠재량

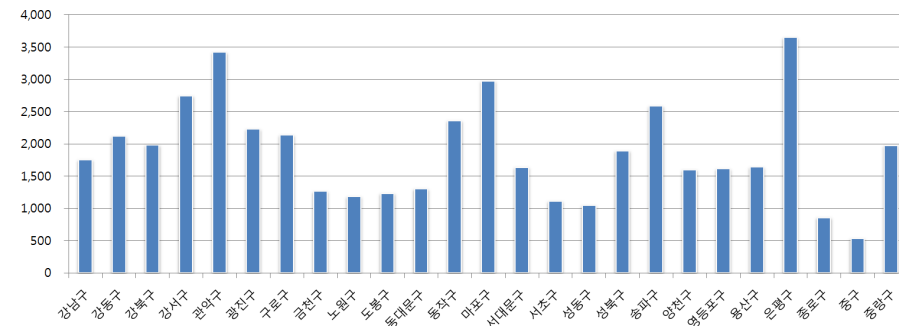
구분	태양광발전 잠재량(kW)	잠재량 분포 비율(%)
서울시	316,298	100
강남구	13,002	4.11
강동구	13,894	4.39
강북구	9,058	2.86
강서구	17,209	5.44
관악구	14,053	4.44
광진구	10,731	3.39
구로구	12,563	3.97
금천구	11,603	3.67
노원구	7,500	2.37
도봉구	5,742	1.82
동대문구	9,294	2.94
동작구	10,698	3.38
마포구	22,068	6.98
서대문구	11,678	3.69
서초구	9,632	3.05
성동구	9,100	2.88
성북구	12,549	3.97
송파구	16,107	5.09
양천구	35,348	11.18
영등포구	10,839	3.43
용산구	10,073	3.18
은평구	22,337	7.06
종로구	6,478	2.05
중구	5,038	1.59
중랑구	9,703	3.07



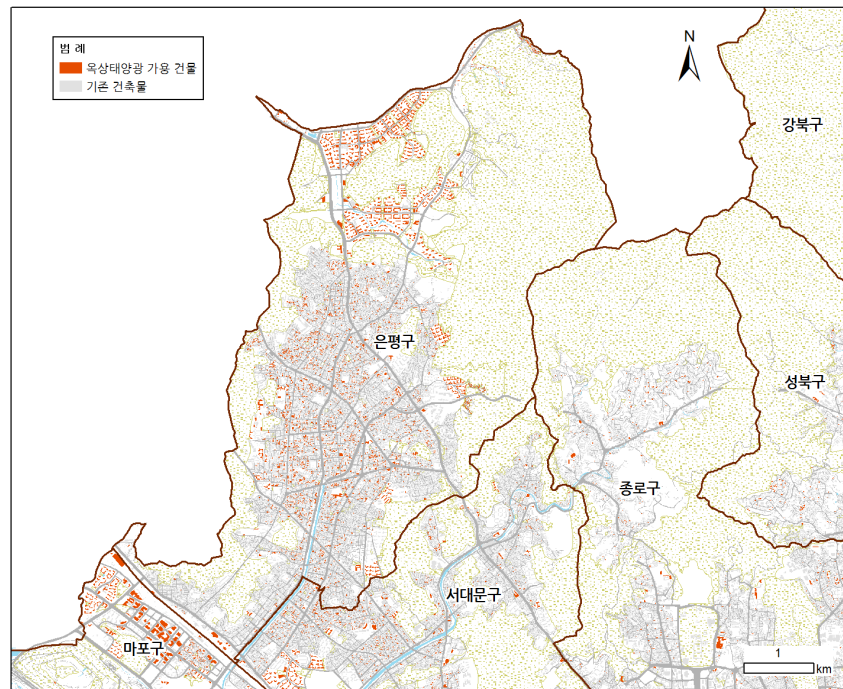
[그림 4-10] 서울시 옥상 태양광발전 가용 건축물 분포

□ 서울시 옥상 태양광발전 가용 건축물은 은평구 - 관악구 - 마포구 순으로 분포

- 서울시의 옥상 태양광발전 가용 건축물 중 은평구에 위치한 옥상 태양광 가용 건축물은 3,651동 (7.79%), 관악구 3,421동(7.3%), 마포구 2,978동(6.35%)



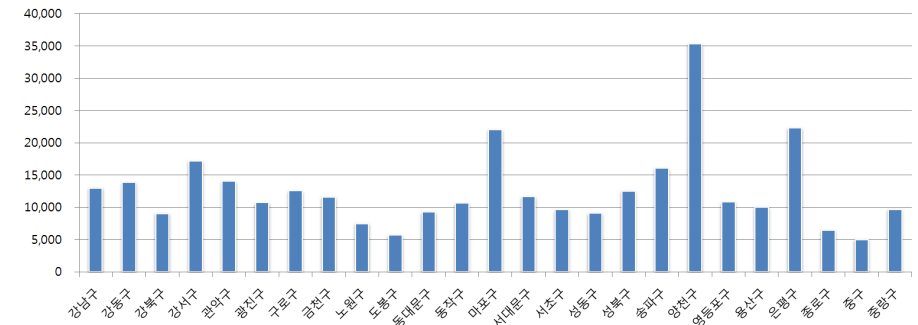
[그림 4-11] 서울시 구별 옥상 태양광발전 가용 건축물 (단위 : 동)



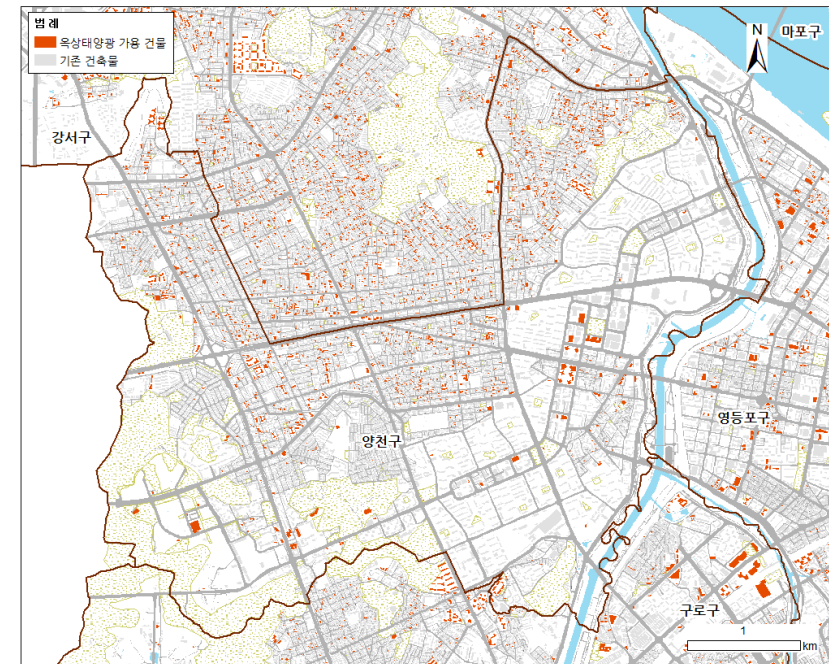
[그림 4-12] 은평구 옥상 태양광발전 가용 건축물 분포

□ 서울시 옥상 태양광발전 가용 건축물의 태양광발전 잠재량은 양천구 - 은평구 - 마포구 순으로 분포

- 양천구에 위치한 옥상 태양광발전 가용 건축물의 태양광발전 잠재량은 35,348kW로서 이는 서울시 옥상 태양광발전 총 잠재량의 11.18%에 해당하며 은평구는 22,337kW(7.06%), 마포구는 22,068kW(6.98%) 순으로 분포



[그림 4-13] 서울시 구별 옥상 태양광발전 가용 건축물의 태양광발전 잠재량 (단위 : kW)



[그림 4-14] 양천구 옥상 태양광발전 가용 건축물 분포

□ 건축물 용도별 서울시 옥상 태양광 가용 건축물은 주거 - 서비스 - 상업시설 순으로 분포

- 서울시 옥상 태양광발전 가용 건축물 중 주거용 건축물은 총 34,987동 (74.61%), 서비스용 건축물 5,561동(11.86%), 상업용 건축물 3,120동(6.65%)

□ 서울시 옥상 태양광발전 가용 주거용 건축물의 최다 분포지역은 은평구 (3,168동)

[표 4-9] 서울시 구별 옥상 태양광발전 가용 건축물 용도별 분포

구분	용도별 옥상 태양광발전 가용 건축물 수 (동)						
	전체	주거	상업	공업	서비스	공공	문화교육
서울시	46,895	34,987	3,120	791	5,561	78	2,358
강남구	1,755	837	444	15	379	3	77
강동구	2,119	1,786	93	26	100	2	112
강북구	1,983	1,605	81	11	197	3	86
강서구	2,748	2,112	166	75	236	4	155
관악구	3,421	2,265	150	12	841	0	153
광진구	2,229	1,929	77	9	129	5	80
구로구	2,139	1,690	160	43	165	5	76
금천구	1,266	859	67	117	152	4	67
노원구	1,185	803	64	31	141	3	143
도봉구	1,235	986	59	27	96	2	65
동대문구	1,306	836	116	19	241	0	94
동작구	2,363	2,002	93	4	165	2	97
마포구	2,978	2,125	260	34	429	8	122
서대문구	1,639	1,322	79	11	94	7	126
서초구	1,115	732	140	31	158	6	48
성동구	1,048	679	95	102	99	2	71
성북구	1,895	1,293	92	12	379	2	117
송파구	2,590	2,164	121	40	137	3	125
양천구	1,601	1,367	58	23	89	1	63
영등포구	1,614	1,013	197	52	281	4	67
용산구	1,641	1,111	107	9	333	2	79
은평구	3,651	3,168	124	18	201	4	136
종로구	860	492	88	12	174	4	90
중구	535	204	113	19	170	0	29
중랑구	1,979	1,607	76	39	175	2	80

□ 서울시 옥상 태양광발전 가용 건축물의 용도별 태양광발전 잠재량은 주거 - 문화·교육 - 상업 순으로 분포

- 서울시 건축물 옥상 태양광발전 가용 건축물의 총 태양광발전 잠재량 중 주거용 건축물의 총 태양광발전 잠재량은 181,244kW(57.3%), 문화·교육용 건축물 51,507kW(16.28%), 상업용 건축물 45,683kW(14.44%)

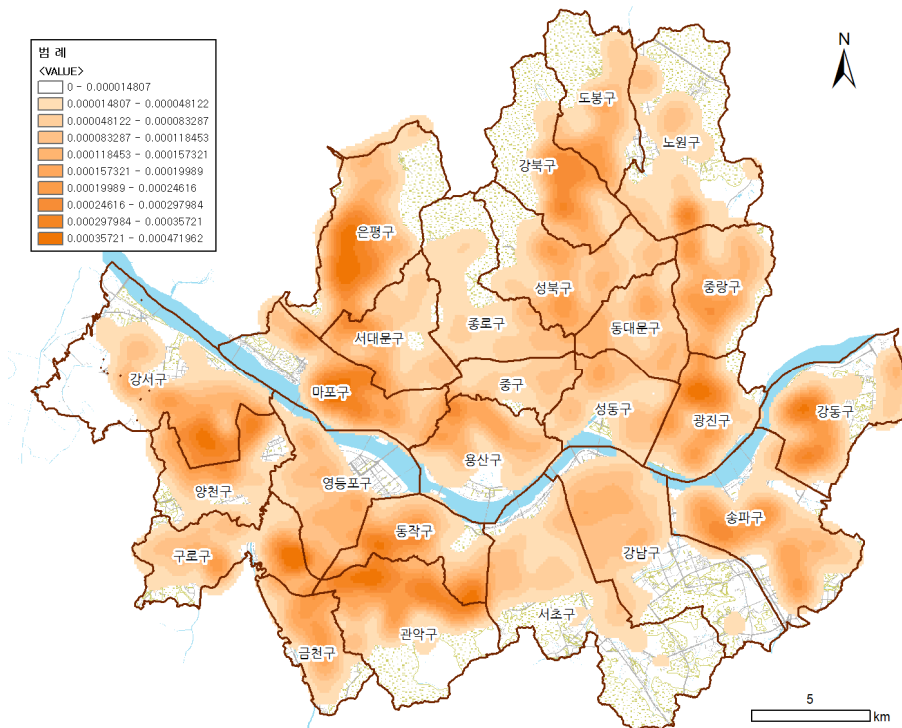
□ 서울시 주거용 건축물 옥상 태양광발전 잠재량 최대 분포지역은 양천구(32,657kW)

[표 4-10] 서울시 구별 옥상 태양광발전 가용 건축물의 태양광발전 잠재량 용도별 분포

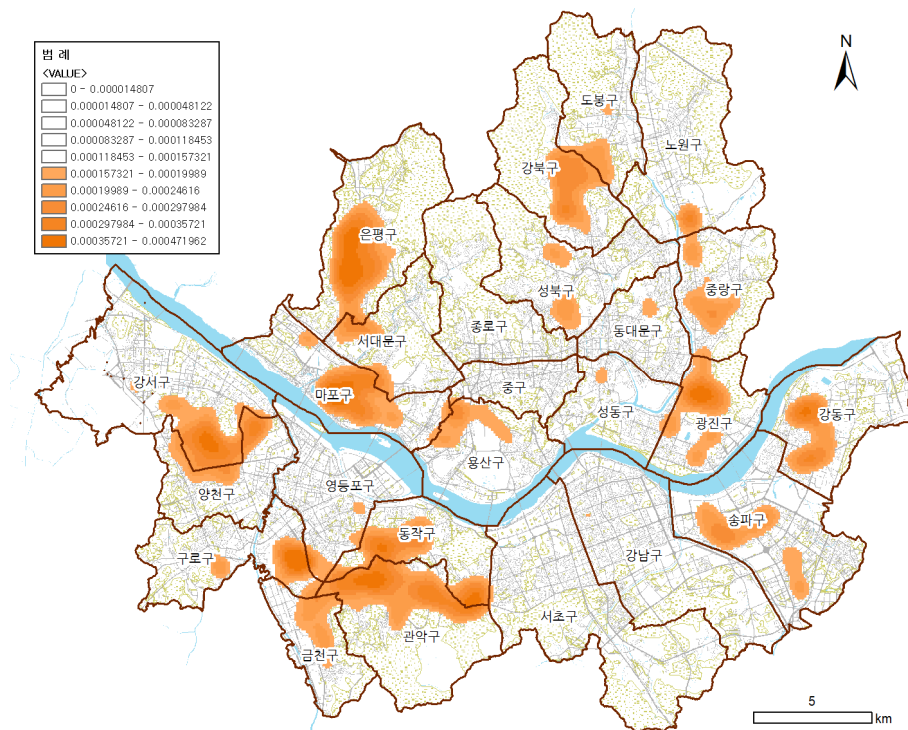
구분	용도별 옥상 태양광발전 가용 건축물 태양광발전 잠재량 (kW)						
	전체	주거	상업	공업	서비스	공공	문화교육
서울시	316,298	181,244	45,683	15,041	22,113	709	51,507
강남구	13,002	5,415	4,445	207	1,892	4	1,040
강동구	13,894	9,152	1,405	231	453	6	2,646
강북구	9,058	5,857	686	255	764	27	1,468
강서구	17,209	9,404	2,721	1,176	1,197	15	2,696
관악구	14,053	7,252	1,041	128	2,616	0	3,015
광진구	10,731	6,671	1,700	202	584	35	1,540
구로구	12,563	6,249	2,678	1,115	827	20	1,674
금천구	11,603	3,275	1,590	5,279	650	57	753
노원구	7,500	2,870	443	183	585	14	3,405
도봉구	5,742	3,580	552	238	457	12	904
동대문구	9,294	4,182	1,923	169	840	0	2,181
동작구	10,698	7,370	746	49	610	11	1,912
마포구	22,068	8,892	7,200	1,037	1,975	53	2,913
서대문구	11,678	6,027	1,397	38	317	101	3,798
서초구	9,632	5,026	2,069	240	824	137	1,336
성동구	9,100	3,017	2,119	1,879	388	40	1,658
성북구	12,549	7,242	980	57	1,153	4	3,114
송파구	16,107	10,168	1,661	249	625	7	3,397
양천구	35,348	32,657	860	168	407	25	1,230
영등포구	10,839	3,556	3,322	1,251	1,303	21	1,387
용산구	10,073	6,178	1,174	60	962	12	1,686
은평구	22,337	17,327	1,278	233	718	54	2,728
종로구	6,478	2,598	970	31	551	42	2,285
중구	5,038	1,343	1,971	248	713	0	762
중랑구	9,703	5,939	754	319	701	12	1,978

□ 서울시 옥상 태양광발전 가용 건축물 분포 밀도 분석

- 옥상 태양광발전 가용 건축물은 은평구, 마포구, 관악구, 강북구, 강서구, 강동구, 광진구, 동작구 등에 밀도 높게 분포



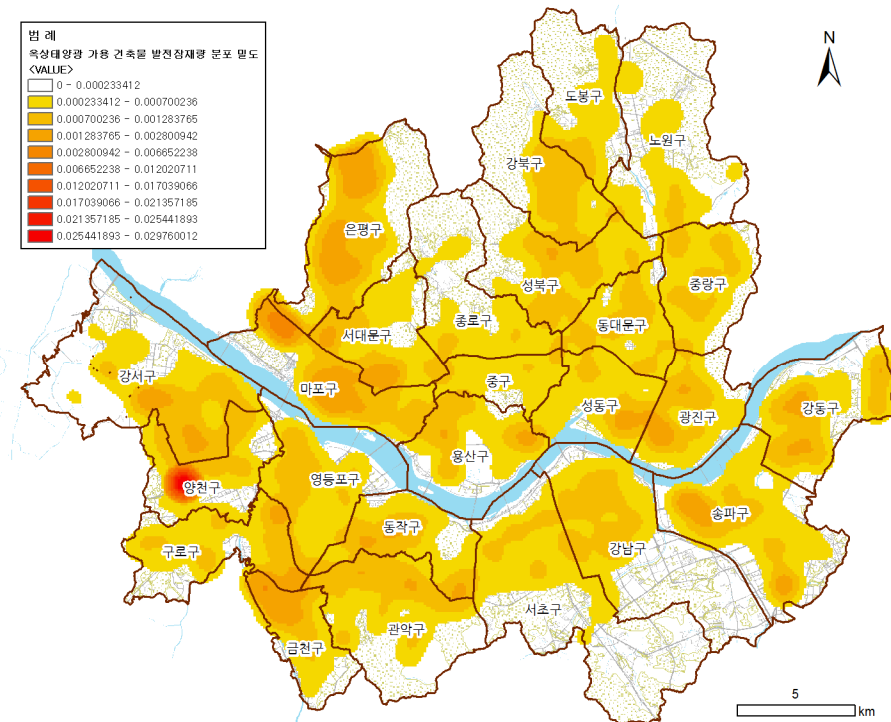
[그림 4-15] 서울시 옥상 태양광발전 가용 건축물 분포 밀도
(Kernel Density : 937m Search Radius(default) - Natural Breaks)



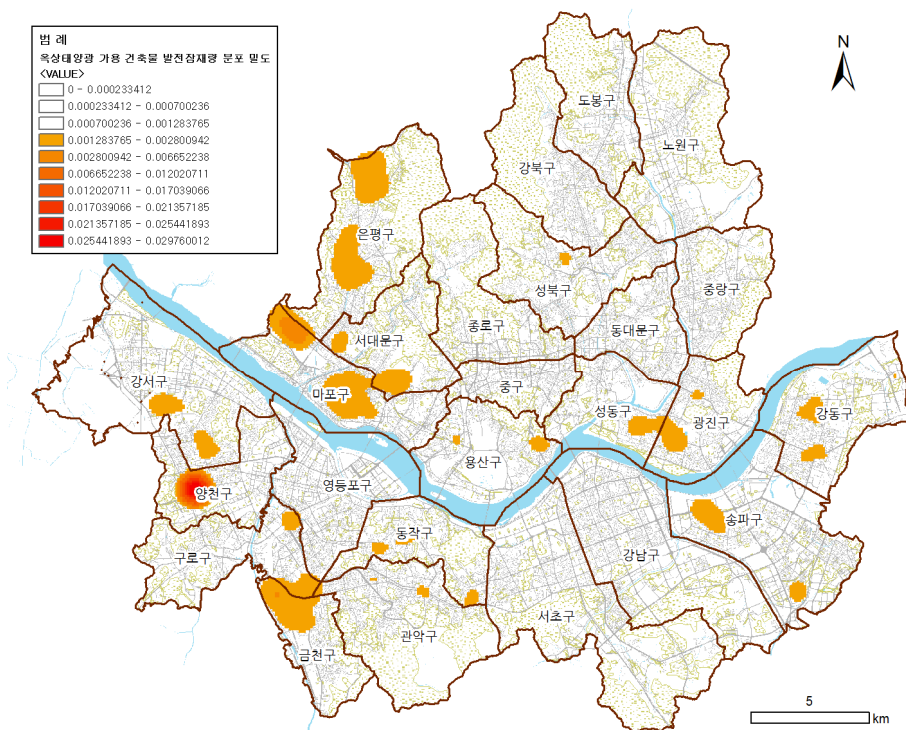
[그림 4-16] 서울시 옥상 태양광발전 가용 건축물 분포 밀도 상위 50%
 (Kernel Density : 937m Search Radius(default) - Natural Breaks)

□ 서울시 옥상 태양광발전 가용 건축물의 태양광발전 잠재량 분포 밀도 분석

- 옥상 태양광발전 가용 건축물의 태양광발전 잠재량은 양천구, 마포구, 금천구, 은평구 등에 밀도 높게 분포



[그림 4-17] 서울시 옥상 태양광발전 가용 건축물 태양광발전 잠재량 분포 밀도
 (Kernel Density : 937m Search Radius(default) - Natural Breaks)

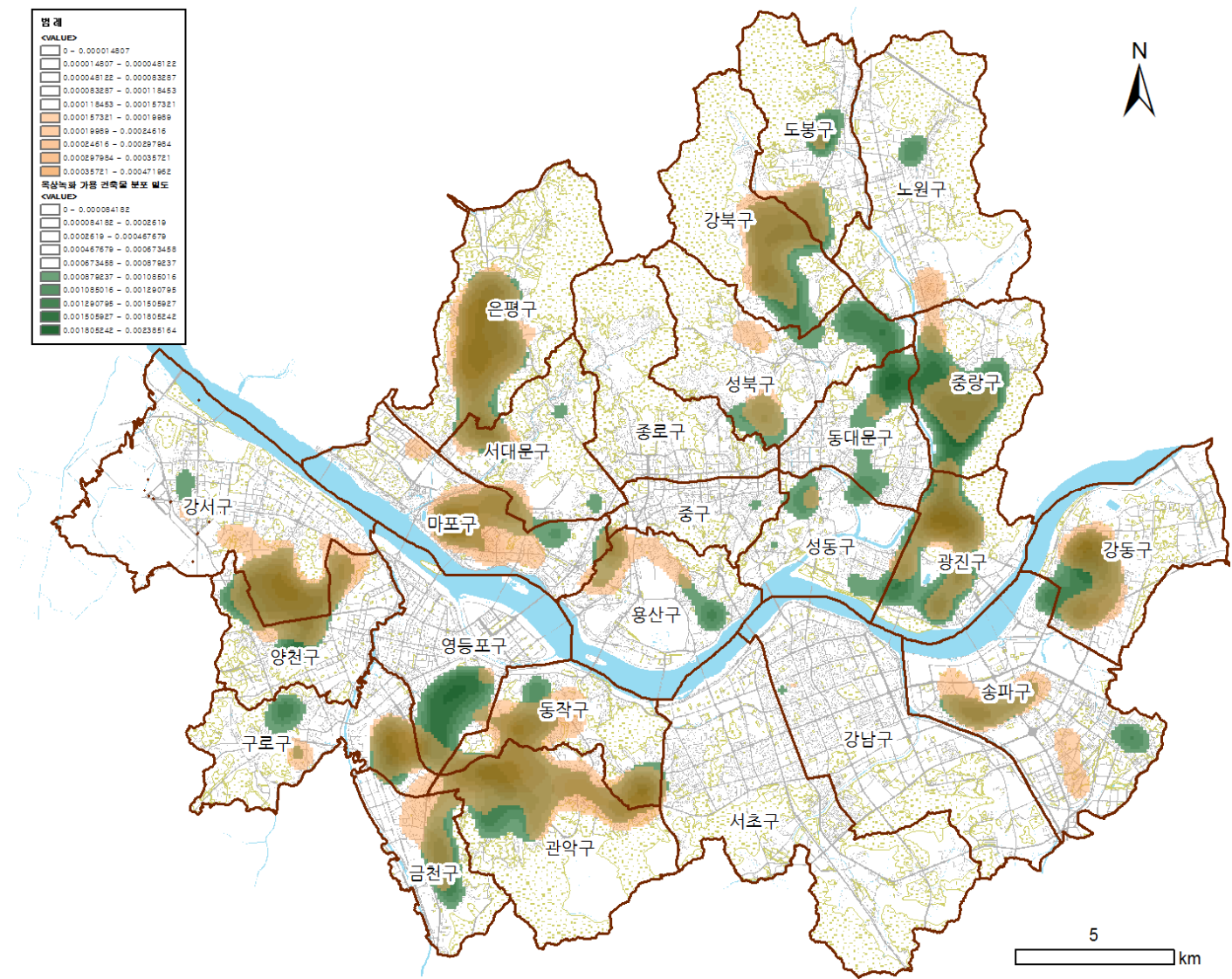


[그림 4-18] 서울시 옥상 태양광발전 가용 건축물 태양광발전 잠재량 분포 밀도 상위 70%
(Kernel Density : 937m Search Radius(default) - Natural Breaks)

3. 옥상공간 녹화 및 태양광발전 복합사용 가능한 서울시 건축물 분포지역 도출

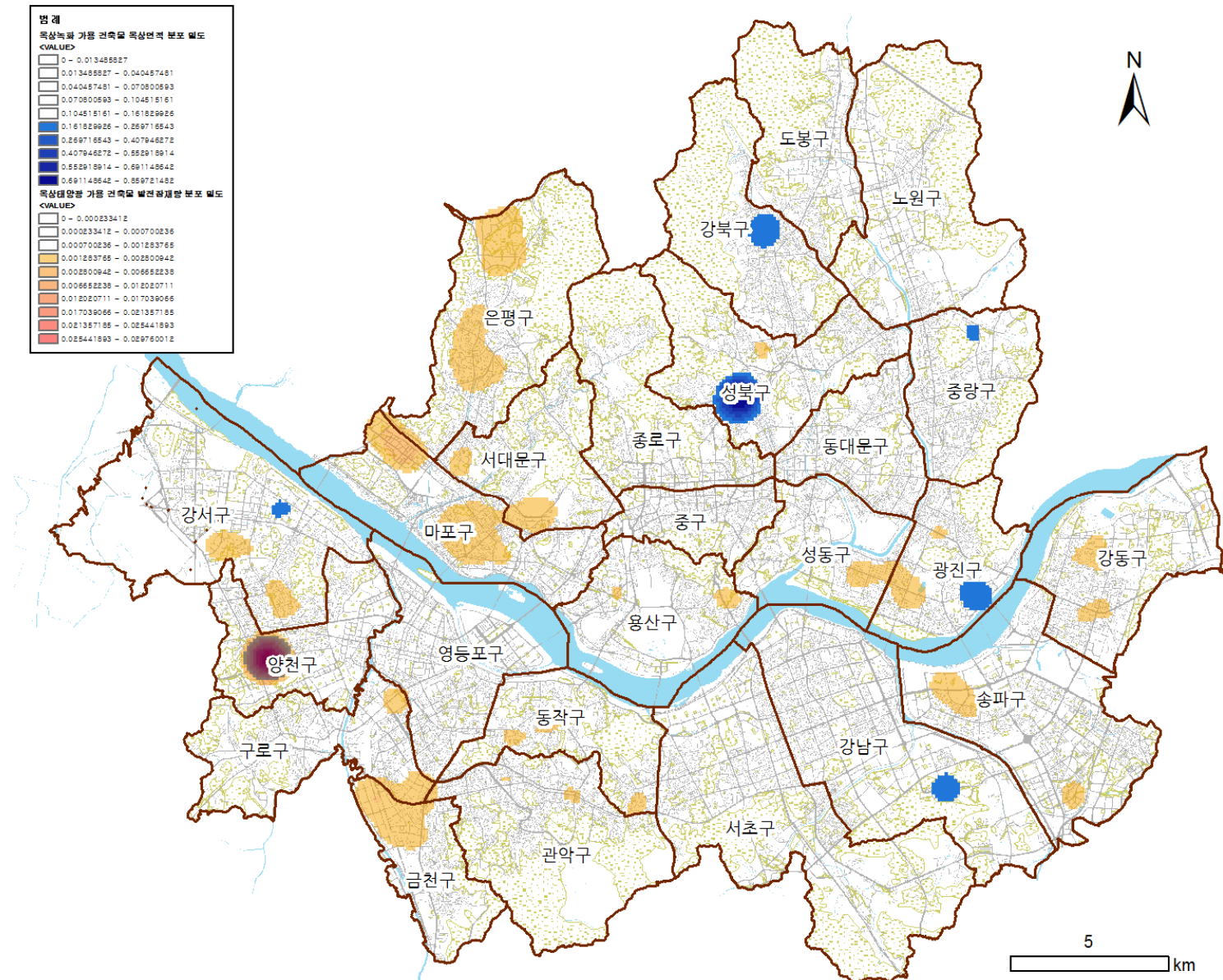
□ 서울시 옥상녹화 및 옥상 태양광발전 복합 가용 건축물 분포 밀도

- 옥상녹화 및 옥상 태양광발전 복합 가용 건축물은 은평구, 강북구, 중랑구, 광진구, 강동구, 관악구, 동작구, 강서구 등에 밀도 높게 혼합 분포



□ 서울시 옥상녹화 및 옥상 태양광발전 복합 가용 건축물 분포 밀도

- 옥상녹화 및 옥상 태양광발전 복합 가용 녹화면적과 발전잠재량은 양천구에 밀도 높게 혼합 분포



[그림 4-20] 서울시 옥상녹화 및 옥상 태양광발전 복합 가용 녹화면적 및 발전잠재량 분포 밀도

제5장 건축물 옥상공간 이용활성화를 위한 법·제도 개선방안

1. 옥상공간 이용활성화 방식 개선
2. 옥상공간 활용 의무화를 위한 규정 보완 및 신설
3. 옥상부 태양광발전 설비시설의 성격 규정

1. 옥상공간 이용활성화 방식 개선

- 옥상공간 활용이 가능한 건축물의 특성과 지역 분포현황 파악을 통한 명확한 옥상공간 활용 지원 대상 및 이용활성화 목표 설정 유도
 - 기존 옥상녹화 유도 및 태양광발전 설비설치 지원과 관련된 법·제도 검토 결과, 일률적인 법·제도를 통한 점(點)단위 건축물 대상 옥상공간 이용·활용 지원 보다는 옥상녹화 및 태양광발전 설비 설치 유도지역 선정을 통한 해당 지역 내 개별 및 집합 건축물 특성에 부합하는 면(面)단위의 옥상공간 활용 방안 마련을 유도
 - 유도 및 지원 관련 법·제도 적용의 대상이 되며 옥상녹화 및 태양광발전 설치가 가능한 건축물의 특성 및 지역 내 분포 현황에 대한 파악이 부족하며 이로 인한 건축도시공간적 적용 목표의 선정이 급선무
 - 개선방안
 - 지자체는 지역 내 옥상부 녹화 조성 및 태양광발전 설비시설 설치가 가능한 구조와 지붕유형을 갖는 건축물의 총 동 수 및 분포현황을 선제적으로 파악함을 통해 가용 건축물이 밀집된 지역을 유도지역으로 선정하고

- 유도지역 내 건축물 옥상공간에 적용 가능한 이용유형들을 검토하고 개별 또는 집합 건축물별 특성에 가장 적합한 옥상공간 이용 방안을 마련함을 통해 옥상공간 이용활성화의 명확한 공간적 목표와 방향을 설정할 수 있도록 유도
- 중앙정부는 지자체로 하여금 옥상녹화 또는 옥상 태양광발전 설비 설치 유도지역을 선정하여 도시공간적 옥상공간 활용의 목표를 수립하도록 유도하고 지역 내 건축물 특성을 고려한 옥상공간 기본 계획을 수립할 수 있도록 지원

2. 옥상공간 활용 의무화를 위한 규정 보완 및 신설

□ 기존 건축물의 옥상녹화 및 태양광발전 설비시설 보급·확산을 위한 지속적 지원사업과 함께 신축 건축물에 대한 건축법령, 조례, 건축심의기준 개정을 통한 옥상공간 활용 의무화 추진 필요

- 옥상공간 활용 의무화 규정 신설을 위한 「건축법 시행령」 제40조 보완 필요

「건축법 시행령」 제40조(옥상광장 등의 설치)	
현재	개정(안)
⑤ (없음)	⑤ 옥상의 활용가능 면적이 300제곱미터 이상인 건축물은 2항부터 4항까지 정한 피난, 대피를 위한 공간 이외의 옥상공간에 조경, 텃밭, 휴게, 공연, 운동, 태양광발전 등의 시설을 해당 지방자치단체의 조례로 정하는 기준에 따라 설치하여야 한다.

- 옥상녹화 설치가능 대상 확대 및 조경면적 인정기준 완화를 위한 지자체 관련 건축조례 개정 필요

「서울특별시 건축 조례」 제25조(식재 등 조경기준)	
현재	개정(안)
② 제1항에도 불구하고, 공동주택 등 <u>대지면적 5천 제곱미터 이상인</u> 건축물로서 공동으로 이용하는 텃밭은 그 <u>면적의 2분의 1</u> 을 조경시설 면적에 산입할 수 있다.	② 제1항에도 불구하고, 공동주택 등 <u>대지면적 1천 제곱미터 이상인</u> 건축물로서 공동으로 이용하는 텃밭은 그 <u>면적의 3분의 2</u> 를 조경시설 면적에 산입할 수 있다.

- 옥상공간 활용이 가능한 건축구조에 대한 사전검토 의무화를 위한 「건축법 시행령」 제5조의 5(지방건축위원회)에 따른 지자체 건축심의기준 보완 필요

지자체 건축위원회 심의기준(안)

제 00조(옥상공간의 활용)

옥상의 사용가능 면적이 300제곱미터 이상인 옥상공간에는 준공 이후에 조경, 텃밭, 태양광발전, 휴게, 공연, 운동 등 시설의 설치가 가능하도록 구조, 방수 등의 계획을 하여야 하며, 옥상공간 활용계획안을 제시한다.

3. 옥상부 태양광발전 설비시설의 성격 규정

- 옥상공간 활용과 신재생에너지 생산·활용을 위해 옥상에 설치되는 태양광발전 설비시설의 시설유형과 설치행위의 「건축법」, 「주택법」, 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」에 명확한 법적 규정 마련 유도

- 옥상에 설치되는 태양광발전 설비시설의 성격이 법령을 통해 명확하게 규정되지 않음으로 기존에는 태양광발전 설비시설과 관련하여 국토교통부가 지자체로 발송하는 공문 또는 지침을 통해 설비시설의 성격이 규정되어 온 실정
- 국토교통부 내에서도 국토도시실과 주택토지실간 설비시설 성격의 해석에 차이를 보이는 등 건축물 옥상에 설치되는 태양광발전 설비시설의 명확한 성격 규정이 시급한 상황
- 건축물 옥상에 설치하는 태양광 발전시설은 건축물에 사용되는 에너지를 공급하는 시설이기 때문에 건축설비로 그 성격을 규정해야 할 것이며, 공동주택 옥상에 설치되는 태양광 발전시설은 주택법에서 정한 별도의 행위허가 없이도 설치가 가능토록 유도할 필요
- 건축설비로서 공동주택 옥상에 설치되는 태양광 발전시설은 건축물이나 공작물을 추가로 건축하는 행위가 아니므로 해당 건축물의 증축으로 보기보다는 “설비 보강” 또는 “설비 증설”로 규정할 필요
- 그럼에도 태양광 발전시설 자체의 하중 또는 풍하중에 의한 건축물의 안전에 미칠 영향과 공동주택 단지의 미관 등을 감안하여 전문가의 검토와 공동주택 입주자들 간의 이해관계가 상반될 가능성을 고려하여 입주민들의 동의를 요구하는 행위허가는 필요한 절차

- “건축물”과 “건축설비”에 대한 정의는 「건축법」 제2조(정의)에서 제공하고, 건축물의 예외적인 공작물에 대한 정의는 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제51조(개발행위허가의 대상)에 있으나, 「주택법」에는 태양광발전 설비 시설 및 시설설치에 관한 규정이 없는 실정
- 개선방안
 - 옥상에 설치되는 태양광발전 설비시설 중에서 해당 건축물의 발전 시설로 사용하는 경우는 건축설비로 볼 수 있기 때문에 국토교통부는 「건축법」 제2조(정의) 제1항 제4호 ‘건축설비’ 규정을 보완할 필요

「건축법」 제2조(정의) 제1항

① 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.

현재	개정(안)
4. "건축설비"란 건축물에 설치하는 전기·전화 설비, 초고속 정보통신 설비, 지능형 홈네트워크 설비, 가스·급수·배수(配水)·배수(排水)·환기·난방·소화(消火)·배연(排煙) 및 오물처리의 설비, 굴뚝, 승강기, 피뢰침, 국기 게양대, 공동 시청 안테나, 유선방송 수신시설, 우편함, 저수조(貯水槽), 방범시설, 그 밖에 국토교통부령으로 정하는 설비를 말한다.	4. "건축설비"란 건축물에 설치하는 전기·전화 설비, 초고속 정보통신 설비, 지능형 홈네트워크 설비, 가스·급수·배수(配水)·배수(排水)·환기·난방·소화(消火)·배연(排煙) 및 오물처리의 설비, 굴뚝, 승강기, 피뢰침, 국기 게양대, 공동 시청 안테나, 유선방송 수신시설, 우편함, 저수조(貯水槽), 방범시설, <u>자가용 태양광 발전설비</u> , 그 밖에 국토교통부령으로 정하는 설비를 말한다.

※ 해당 건축물에 사용하는 발전시설이 아닌 판매용 태양광 발전시설까지 건축설비의 범주에 포함시키는 것은 건축법 목적과 다르기 때문에 자가용 태양광 발전설비로 한정

- 태양광발전 설비시설을 사업승인 당시에 설치하는 경우를 제외하고, 기존 건축물 옥상에 태양광발전 설비시설을 설치하는 행위를 “설비보강” 또는 “설비증설”로 「주택법」 제42조(공동주택의 관리 등) 제2항 규정을 보완할 필요

「주택법」 제42조(공동주택의 관리 등) 제2항

② 공동주택의 입주자·사용자 또는 관리주체가 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 행위를 하려는 경우에는 허가 또는 신고와 관련된 면적, 세대수 또는 입주자 등의 동의 비율에 관하여 대통령령으로 정하는 기준 및 절차 등에 따라 시장·군수·구청장의 허가를 받거나 신고를 하여야 한다.

현재	개정(안)
5. (없음)	5. 공동주택에 태양광발전 설비시설 등 신재생에너지 생산·활용을 위한 설비를 보강 또는 증설하는 행위

- 또한, 「주택법」을 운용함에 있어 기존 건축물에 추가로 설치하는 경우 건축물의 미관이나 경과, 구조안전 등에 미치는 영향 등을 감안하여 공동주택 구성원들의 동의가 전제될 필요에 따라 「주택법 시행령」 - [별표3]“공동주택의 행위허가 또는 신고의 기준”에 ‘설비보강’ 또는 ‘설비증설’에 따른 행위허가 항목을 추가할 필요

「주택법 시행령」 - [별표3] 공동주택의 행위허가 또는 신고의 기준

구분		허가기준	신고기준
(추가) 8. 설비 보강·증설	공동주택	당해 동의 입주자 3분의 2 이상의 동의를 얻은 때	-
	입주자 공유가 아닌 복리시설	위치 및 규모가 종전의 건축물의 범위안인 때	-
	부대시설 및 입주자 공유인 복리시설	전체 입주자 3분의 2 이상의 동의를 얻은 때	-

참고문헌

- 공간전달연구소, 「친환경 도시의 꽃 - Vauban」, <http://www.choispace.com/contents/search.htm?pg=1&p=1&str=%uBCF4%uBD09> (‘15.11.13)
- 국립산림과학원(2013), 「주요 산림수종의 표준 탄소흡수량」, 국립산림과학원.
- 김광원 외(2014), 「태양광발전시스템이 적용된 그린홈의 경제성 평가에 관한 연구」, 대한건축학회.
- 김규상(2010), 「도심 초등학교 생태체험 교육장 설치방안에 관한 연구」, 한국공간디자인학회
- 김석택(2010), 「도심옥상녹화를 통한 온실가스 저감방안」, 울산발전연구원.
- 김수진(2004), 「재생에너지의 고용효과 분석 : 풍력과 태양광 발전을 중심으로」, 서울대학교.
- 김영철(2007), 「태양광발전 시스템의 설치방법과 건물외피의 부하 저감효과 평가」, 한국과학기술정보연구원.
- 김은진 외(2014), 「건물용도별 옥상공간의 이용행태 분석」, 한국조경학회.
- 김원주 외(2008), 「에너지 절감을 위한 옥상녹화의 활성화 방안과 모니터링」, 서울연구원.
- 김지수, 이응직(2010), 「PV발전과 옥상녹화의 복합적용 사례연구」, 한국태양에너지학회.
- 김철민(2015), 「서울시 옥상녹화와 태양광 에너지 정책방향 토론회」, <http://blog.naver.com/queen23c/220257593276> (‘15.11.15)
- 김현수(2014), 「인공지반 녹화설계, 시공, 유지관리, 가치평가 기준개발 필요」, 한국인공지반녹화협회.

박은진 외(2010), 「도시열섬 완화를 위한 옥상녹화 활성화 방안」, 경기개발연구원.

박종훈 외(2011), 「국내 옥상녹화와 관련한 국내외 법·제도 사례 및 개선방향 분석」, 한국인간식물환경학회.

산업자원부(2007), 「신재생에너지 R&D 전략 2030 [태양광]」, 산업자원부.

서울연구원(2015), 「민간건축물의 옥상녹화 지원사업」, 서울정책아카이브.

서울특별시(2000), 「건물옥상녹화 학술용역」, 서울특별시.

서울특별시(2007), 「건축물 옥상녹화 시스템 유형 결정과 관리 매뉴얼」, 서울특별시.

서울특별시(2010), 「서울시 옥상공원 시민참여 모니터링 결과보고서」, 서울특별시.

서울특별시(2013), 「옥상녹화시스템 설계 및 설계도서 작성지침」, 서울특별시.

서울특별시(2014), 「건축물 태양광 발전시설 설치 가이드라인」, 서울특별시.

시정일보(2015.9.16.), “도봉구 학교옥상에 ‘협동조합 발전소’”

안혜영(2010), 「2012년 RPS제도 도입이 국내 태양광 발전 산업에 미치는 영향」, 하나금융경영연구소.

이민식(2009), 「FIT와 RPS제도 비교와 시사점」, 산은경제연구소.

이애란(2014), 「인공지반녹화 설계기준에 대한 연구」, 한국인공지반녹화협회.

이정민 외(2011), 「공동주택의 옥상텃밭을 적용한 옥상녹화 활성화 방안」에 관한 연구, 한국건설관리학회.

에너지경제연구원(2015), 「에너지포커스 2015 가을호」, 에너지경제연구원.

정환도(2012), 「대전형 녹색도시 구축을 위한 기초연구」, 대전발전연구원.

조선비즈(2014.3.4.), “서울시, 올해 임대아파트에 80kW규모 태양광설비 설치”

지식경제부(2011), 「태양광발전 보급잠재량 조사를 통한 확대기반 조성에 관한 보고서」, 지식경제부.

클라우드산업연구소(2014.10.21.), “친환경 교육과 지역사회에 기여하는 태양광발전 설비 클라우드펀딩”

한국일보(2014.9.30.), “친환경이 곧 경쟁력...비용 절감하고 기업 이미지도 개선”

한국에너지관리공단 신재생에너지센터 신재생에너지정책실(2013), “신재생에너지코리아 - 전문 정보 - 통계 DB - 산업 통계 - 투자 금액 현황” 자료,
[https://www.renewableenergy.or.kr/spc/stats/indust/selectIndust.do?searchSttstcsSeCode=NR0153&searchStartYear=&searchEndYear=\(`15,11,18\)](https://www.renewableenergy.or.kr/spc/stats/indust/selectIndust.do?searchSttstcsSeCode=NR0153&searchStartYear=&searchEndYear=(`15,11,18))

- 한규희(2010), 「일본 옥상녹화 사례」, ECO-LAC 조경생태시공 vol.58, 환경과조경.
- 환경부(1998), 「생태도시 조성 기반기술개발사업II」, 환경부.
- Benjamin E.(2010), 「Rooftop to Tabletop」, University of Washington.
- Green Report(2011), 「100% 에너지 자급을 달성한 그린 빌딩」, GREEN REPORT.
- Steven P., Monica K.(2010), 「Design Guidelines for Green Roofs」, Ontario Association of Architects.

A Study on the Building Rooftop Utilization - Focusing on the Building Rooftop in Seoul

Ko, Youngho
Cho, Sang Kyu

Various urban projects to develop and install vegetable gardens, community parks, or solar PV(photovoltaic) systems on a building rooftop are an inevitable observation in a city fully developed so being lack of available land area for other spatial uses. Seoul, S. Korea, is a representative city in terms of promoting building rooftop spaces for solar PV and green rooftop systems.

This study aims to propose the improvement of legislation and policy that relates to the promotion of rooftop solar PV and green rooftop system. For this, current legislation and policy are examined. The types and cases of rooftop PV and greening systems are reviewed as well. Focusing on the buildings in Seoul, this study also analyzed the characteristics of individual building to examine the distribution of buildings which are available for solar PV and green rooftop system.

The result of legislation and policy review represents that application of the legislation and policy is limited to individual building, and that it would be necessary to consider city scale application of the legislation and policy to promote regional rooftop utilization effects. The results of building characteristic analysis and spatial distribution examination, this study shows total number of buildings that are available

for rooftop solar PV and green rooftop systems with pinpointing specific areas where those buildings are mostly located.

For the improvement of legislation and policy this study propose to specificize the spatial target and direction of institutional support for effective promotion of building rooftop utilization by examining building characteristics and rooftop applicability. This study also suggests for clarifying the category of rooftop solar PV facility and its installation practice in current legislation such as 「Building Act」 and 「Housing Act」.

Keywords : Building Rooftop Utilization, Rooftop Solar PV System, Green Rooftop System