

# 실질녹지율 추정을 위한 준공지구 녹지모니터링 연구

A Study on Spatial and Temporal Changes of  
Urban Green Spaces in New Town

윤은주

김미나



연구관리 2025-052호

## 실질녹지율 추정을 위한 준공지구 녹지모니터링 연구

---

지은이      윤은주, 김미나  
발행인      정창무  
발행처      한국토지주택공사 토지주택연구원  
주 소       (34047) 대전 유성구 엑스포로 539번길 99  
홈페이지   <http://lhri.lh.or.kr>

전화번호    042-866-8680

- 이 출판물은 우리 공사의 업무상 필요에 의하여 연구 검토한 기초자료로서 공사나 정부의 공식적인 견해와 관계가 없습니다.
- 우리 공사의 승인 없이 연구내용의 일부 또는 전부를 다른 목적으로 이용할 수 없습니다.

연구관리 2025-052

# 실질녹지율 추정을 위한 준공지구 녹지모니터링 연구

A Study on Spatial and Temporal Changes of Urban Green Spaces in New Town

윤은주·김미나

**LH** 토지주택연구원

## 참여연구진

### 연구책임

윤은주 LH 토지주택연구원 연구위원

### 연구진

김미나 LH 토지주택연구원 주임연구원

### 연구심의위원

윤정중 LH 토지주택연구원 선임연구위원(최종심 심의위원장)

이미홍 LH 토지주택연구원 실장(착수심 심의위원장)

이동화 서경대학교 교수

최정민 순천대학교 교수

최재혁 배재대학교 교수

정낙승 LH 도시경관처 팀장

조은성 LH 세종특별본부 팀장

조영태 LH 토지주택연구원 연구위원

### 위탁용역

(주)퍼픽셀 인공위성 영상 피복분류

### ■ 계획지표 대비 실제 녹지 조성규모 파악 필요

- 개발밀도 하향 추세에도 불구하고 개발사업에서의 공원녹지 확보기준은 지난 50년 동안 양적 확보 방식을 고수하고 있으며 계획지표의 지속적 증가 추세 (공원녹지율 1980년대 9% → 2000년대 30%)
- 생태면적률 등 환경법제의 강화로 공원녹지 외 기타녹지 조성 요구도 함께 증가하고 있어 이들의 규모 또한 상당한 수준이나 공원녹지율 산정에 포함되지 못하는 등 녹지 정책 대상에서 제외
- 공원녹지법상 1인당 공원녹지면적은 6m<sup>2</sup>/인 정도이지만, 최근 개발사업에서의 지표는 19m<sup>2</sup>/인에 달할 정도로 높으나, 산정근거는 없는 실정으로 과도한 양적지표는 분양가 상승을 유발한 뿐만 아니라 과도한 지표 충족을 위해 외곽 산지 위주의 녹지 확보 방식을 선택하게 되면서 오히려 공원서비스 기능 저하를 초래하는 한 원인으로 작용

### ■ 공원녹지의 이원적 기능 중 생태적 측면의 포괄적 공원녹지 정량화 필요

- 인구 등 적정 지표 산출근거가 명확한 다른 도시계획지표와는 달리, 공원녹지는 ① 생태적 기반에 대한 높은 요구도 뿐만 아니라 ② 생태적 기능과 이용적 기능 혼재 특징
- 최근의 공원녹지율 상향 추세는 생태적 측면을 강조한 정책으로 생태적 기능 수행 측면에서 보면, 공원녹지를 포괄적으로 정의하는 것이 타당하나, 제도는 여전히 도시계획시설 위주 운영
- 생태적 기능 측면에서는 법적지위나 소유 등에 대한 구분없이 전체 도시녹지를 포함할 수 있는 포괄적 범위 설정 필요

### ■ 해외 포괄적 녹지 정의와 수목캐노피 기반 지표 도입 경향

- 유럽연합의 경우, 2024년 자연복원법 제정으로 도시녹지 및 캐노피 순손실 금지를 법제화 하면서, 녹지유형에 대한 구분없이 모든 녹지와 수공간을 대상으로 정의하였

고, 방법론 측면에서는 코페르니쿠스 토지 모니터링 서비스를 활용한 인공위성 영상을 활용한 피복면적(Canopy Coverage) 기반 관리 방법 적용

- 미국의 경우, 개발사업에서의 공원녹지 확보는 ‘공공복지 및 접근성’ 측면에서 공원 조성 및 ‘환경기능’ 제고를 위한 수목의 양적지표로 ‘이용’측면과 ‘생태’적 기능 측면을 구분하여 적용
- 일본의 경우, 개발사업에서의 공원녹지확보율은 3% 이상이며, 사업유형과 면적에 따라 공원, 녹지, 광장 등 필수 시설의 설치기준을 명확히 하고 있음.  
기타, 도시계획적 측면에서 도시녹지의 배치와 유형을 결정하도록 ‘도시녹지법’이라는 별도의 법에 근거한 것이 특징인데 도시계획법과의 연동을 통해, 도시녹화지역(또는 구역) 지정, 우량녹지확보계획인정제도(2024년 11월 제정, 아자부다이힐즈, 아크힐즈 등 30% 이상의 녹피율을 확보한 재개발사업 추진) 등 민간 건축물 단위 녹지유형을 신설하고 녹피율 지표를 산정기준에 적용하는 등 지역여건에 맞는 유연한 녹지제도 운영
- 싱가포르의 경우, 개발사업에서의 녹지손실을 건물 상층부에 대체조성할 수 있도록 하는 LUSH 프로그램 도입.
- 녹지지표로는 유럽의 UTC(Urban tree cover), 싱가포르 GnPR(Green Plot Ratio), 일본 미도리율(みどり率)과 같이 캐노피 면적(식생투영면적)에 기반한 지표 개발 다수

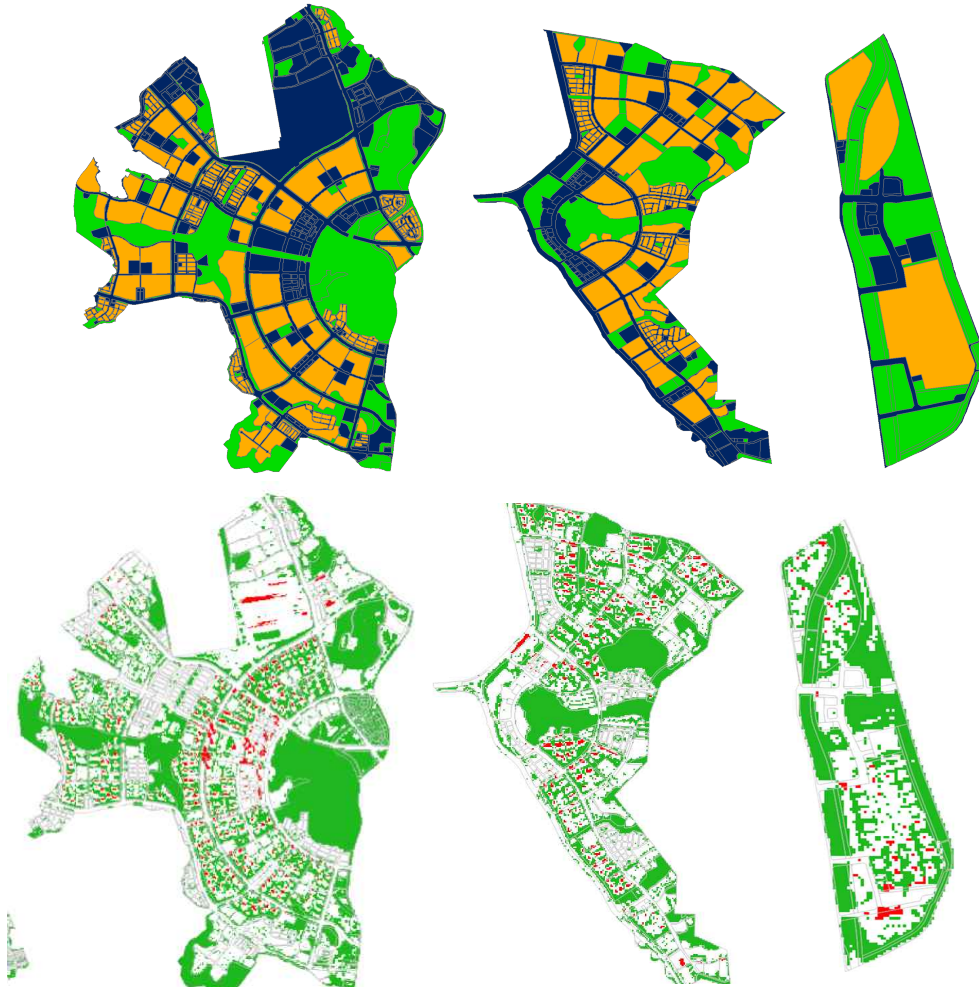
## ■ 계획지표 대비 실질녹지율 분석

- 1, 2기 신도시, 기타 개발사업지구로 구성된 총35개 사업지구를 대상으로 한 토지이용유형별 실질녹지율을 분석했으며 주요 쟁점별 결과를 정리하면 다음과 같음

### 1. 계획지표 대비 실제 녹지 조성 규모는 얼마인가?

- 35개 사업지구를 대상으로 분석한 결과, 평균 계획지표 22.0% 대비, 실질녹지율은 41.8%로서 19.8% 이상 높게 나타남
- 이를 1인당 공원녹지면적으로 환산하면 계획지표 적용시 17.2㎡/인 대비 실질녹지율 기준 23.8㎡/인으로 6.6㎡/인 높았으며, 해당 값은 WHO 권고기준(9.0㎡/인), 전국지표(15.7㎡/인), 수도권 정비계획상 지표(12.0㎡/인)보다 높은 수치임
- 개별법에서 정한 공원녹지율 기준과 비교해서도 실질녹지율 41.8%는 공원녹지법상

기준(6㎡/인 적용시)을 적용한 경우 12.0%, 개발법 기준을 적용한 기준 20.4%을 2배에서 3.4배 상회하는 수준임



좌: 동탄(계획 27.7% vs. 실질 45.0%), 중: 용인동백(계획 27.9% vs. 실질 43.2%), 우: 강일2(계획 29.0 vs. 실질 52.3)

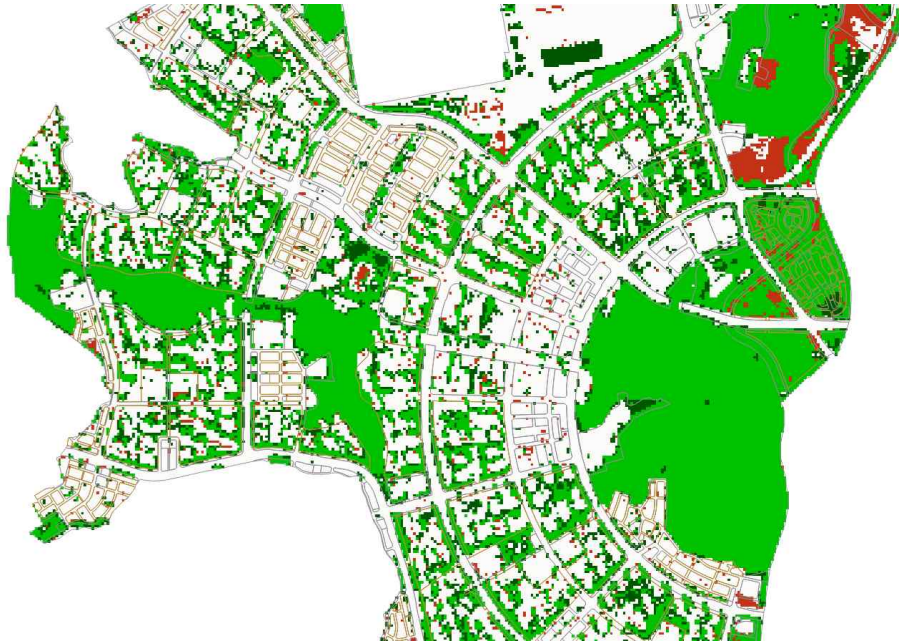
[그림 1] 유사한 계획지표 대비 실질녹지율 차이 예시

- 또한 개발사업 계획지표 vs. 실질녹지율간 비교를 통해 계획지표 대비 최대 19% 이상 많은 녹지가 조성되었다는 결과 외에도 계획지표가 평균 이상으로 높은 경우에 대한 분석 결과, 계획지표와 같은 수준의 실질녹지율 증가가 있다고는 할 수 없었음. 다만, 높은 계획지표 사례는 2기 신도시 등 최근에 조성된 지구가 대부분으로 녹지 성장이 진행중인 경우가 많아, 평균이상의 높은 계획지표 대비 실질녹지율 경향은 향후 추가분석이 필요할 것으로 판단됨

- 준공지구의 1인당 평균실질녹지면적의 경우, 23.8㎡/인으로 계획지표 17.2㎡/인 보다 높을 뿐만 아니라 WHO 권고기준(9.0㎡/인), 전국지표(15.7㎡/인), 수도권 정비계획기준(12.0㎡/인)을 상회하는 것으로 분석

## 2. 준공 이후 평균녹지증가율은 어느정도인가?

- 28개 사업지구 (2000년 이전 준공 제외)를 대상으로 분석한 결과, 2018년과 2023년 5년 동안 총 11.1%의 녹지량 증가가 나타나 연간 2.2% 증가하는 것으로 분석
- 세부적으로는 공원녹지의 경우, 5년동안 4.7% 증가한 반면, 공원녹지 외 기타녹지 증가율이 6.4% 에 달하며 이중 단지내녹지가 3.7%를 차지할 정도로 높은 비중



[그림 2] 녹지 외연부 확장 예시(동탄)

## 3. 경과기간별 실질녹지증가율 차이는?

- 18개 사업지구를 대상으로 준공 경과년수별 녹지증가율을 분석한 결과, 준공10년 내외는 연간 1.42% 증가했으며 준공 5년 내외에는 연간 2.58% 증가

## 4. 계획지표/신도시별 녹지구성비율은?

- 계획지표 20.0 미만인 경우, 공원녹지외 녹지가 전체녹지의 66%  
계획지표 20.0 이상인 경우, 공원녹지외 녹지가 전체녹지의 47%
- 1기 신도시의 경우, 공원녹지외 녹지가 전체녹지의 59.0%  
2기 신도시의 경우, 공원녹지외 녹지가 전체녹지의 40.2%

### 5. 사업규모별 녹지구성비율은?

- 사업지구면적 100만㎡ 미만인 경우, 공원녹지외 녹지가 전체녹지의 50.8%  
사업지구면적 100만㎡ 이상인 경우, 공원녹지가 전체녹지의 51.2% 이상

### 6. 평균 단지내녹지율과 연도별 증가율은?

- 810개 아파트단지를 대상으로 분석한 결과, 평균 단지내녹지율은 2018년 29.1%, 2023년 39.2%이며, 연간 2% 증가
- 세부적으로는 1기 신도시 40.8%, 2기 신도시 44.4%로서, 아파트단지의 40% 이상이 실질녹지로 구성



[그림 3] 분당 중앙공원 인근 공동주택단지내 녹지 현황

### 7. 경과년수별 녹지구성비율은?

- 준공시기별로 준공초기, 준공후10년, 준공후20년 등 3가지 유형으로 구분한 결과, 준공후 10년 경과시점에서 공원녹지 : 공원녹지외녹지(단지내녹지 등) = 1:1 비율  
그 이후에는 공원녹지의 녹지비중이 공원녹지를 추월하는 것으로 분석

## ■ 연구의 한계와 향후과제

- 본 연구를 통해 도출하고자 했던 것은 개발사업에서 제시된 계획지표가 실제 어느 정도의 녹지를 조성하는 효과가 있는지를 정량적으로 분석하고자 하는 것이었음
- 이러한 정량자료를 바탕으로 적정 계획지표를 제안하고자 하였으나, 사업특성(긴 사업기간이나 상이한 계획여건), 인공위성 영상 분석의 기술적 한계 등으로 적정 지표를 제시하는데에는 무리가 있었으나 향후 적정 계획지표를 제안하는데 정량자료로는 활용될 수 있을 것임
- 인공위성 영상 기반의 실질녹지율(녹피율) 분석은 도시내 녹지총량을 파악하는데에는 매우 유리한 수단이지만 촬영시기와 인공위성 영상 분류 방법에 따라 그 결과가 다를 수 있어, 연간 녹피율의 평균값을 구하거나, 영상 분석 횟수를 늘이는 등의 보완책이 필요하나, 본 연구에서는 9월 동일시기를 대상으로한 시계열 변화량에 기반한 녹피율 자료이기 때문에 단일시기 분석자료가 연간 녹피율을 대표할 수 있는가에 대해서는 추가 연구 필요.  
우리나라의 기후특성상 가을철 영상을 기반으로 한 것이 타당한 수법이라고는 생각되지만 결과값의 신뢰성 제고를 위해서는 사계절 녹피율 비교를 통해 9월 영상을 기반으로 한 녹피율의 대표성을 검증하는 연구가 후속으로 이루어질 필요가 있을 것임
- 또한, 본 연구에서 주로 다루고 있는 공원녹지외 녹지 중 대표적인 유형인 공동주택 단지내녹지의 경우, 공동주택 그림자로 인해 정확한 단지내녹지와 이용시설간 구분에 어려움이 있어, 전통적인 분류방법인 감독분류 외에 이러한 분류에 특화된 최신 분류 기법을 적용하는 등의 방법론 고도화도 필요할 것임
- 기타, 유관정책에서의 활용성 측면에서는 탄소중립 등 단위 수목 기반의 집계에 활용할 수 있도록 피복유형 분류체계의 정합성을 제고하고, 분석수단을 고도화하는 연구도 수행될 필요가 있음

---

# 차례 Contents

## 제1장 서론

1. 연구배경 및 목적	1
2. 연구내용 및 방법	6
3. 선행연구 검토	9

## 제2장 법제도 및 기술동향

1. 법제도	15
2. 영상분석 관련 기술 동향	22
3. 소결	25

## 제3장 해외 사례

1. 공원녹지 정책동향	27
2. 주요 국가(도시)별 녹지지표	42
3. 소결	46

## 제4장 준공지구별 녹지변화 모니터링

1. 자료 구축	49
2. 대상지 선정	58
3. 사업지구 현황	61
4. 사업지구 녹지 모니터링 결과	67
5. 소결	85

## 제5장 결론 및 향후과제

1. 주요 연구성과	89
2. 연구의 한계 및 향후과제	93

참고문헌	95
------	----

부록. 사업지구별 녹지현황	101
----------------	-----



## 표차례 List of Tables

[표 1-1] 도시 녹지 유형과 근거법 현황	3
[표 1-2] 분당 신도시를 대상으로한 토지이용유형별 녹지면적 변화	10
[표 1-3] 선행연구 및 시사점 정리	12
[표 2-1] 공원녹지 세부유형 및 설치기준	19
[표 2-2] 개발계획 규모별 도시공원 또는 녹지 등의 확보기준	20
[표 2-3] 변화탐지에 적용 가능한 주요 인공위성 영상	23
[표 3-1] EU 자연복원법 주요내용	28
[표 3-2] EU 도시숲 지수(EUBI)	29
[표 3-3] 일본 개발사업에서의 공원녹지,광장의 설치기준	38
[표 3-4] 일본 우량녹지확보계획인정제도(TSUNAG) 인증 사례	40
[표 3-5] 일본 도쿄도 녹피율과 미도리율	45
[표 3-6] 해외 주요 도시별 녹지지표 현황	46
[표 3-7] 국내외 주요 녹지지표 비교	48
[표 4-1] Sentinel-2A/B 위성영상 밴드 구성 및 공간해상도	49
[표 4-2] 토지피복지도 분류를 위해 사용한 영상자료 및 전처리 현황	51
[표 4-3] 토지피복지도 분류를 위한 훈련자료 및 검증자료 구축 현황	54
[표 4-4] 녹지면적 추출을 위한 토지피복분류 정확도 검증 결과	56
[표 4-5] 수도권 사업지구 자료 수집 현황	58
[표 4-6] 1기 신도시 분석대상 현황	62
[표 4-7] 2기 신도시 분석대상 현황	64
[표 4-8] 기타 분석대상 개발사업지구 현황	65
[표 4-9] 35개 사업지구 토지이용계획 유형별 계획지표 vs. 실질녹지율	69
[표 4-10] 35개 사업지구 토지이용계획 유형별 실질녹지율 상세 현황	72
[표 4-11] 사업유형별 계획지표 대비 실질녹지율 현황	74
[표 4-12] 사업시기-유형별 1인당 녹지면적 비교	74
[표 4-13] 개발사업 유형 및 면적별 도시공원 또는 녹지 확보기준	75

[표 4-14] 사업지구별 계획 및 근거법에 따른 공원녹지율 현황	75
[표 4-15] 실질녹지율 변화	78
[표 4-16] 준공후 경과기간별 실질녹지율 변화량 예시	79
[표 4-17] 계획지표 및 신도시유형별 평균 실질녹지율 비교	81
[표 4-18] 계획지표 30% 이상 지구의 실질녹지율	81
[표 4-19] 사업규모별 평균 실질녹지율 비교	82
[표 4-20] 공동주택단지의 평균 실질녹지율 변화	83

---

## 그림차례 List of Figures

[그림 1-1] 수도권 도시개발사업의 시기별 공원녹지율 변화	2
[그림 1-2] 센티널영상 범위(수도권)	7
[그림 2-1] Landsat을 활용한 수도권 피복변화	22
[그림 3-1] CLC 예시(2015-2019 피복변화)	28
[그림 3-2] 수목 및 지피류 UGF 산정 예시	30
[그림 3-3] PlaNYC 관련 주요 환경계획의 흐름도	32
[그림 3-4] 뉴욕 공원녹지 분포 및 수목캐노피 모니터링 지도	35
[그림 3-5] 일본 녹화지역 예시	39
[그림 3-6] 일본 아키히즈와 아자부다이힐즈 사례	39
[그림 3-7] 일본 우량녹지확보계획인정구역 지정 유형	40
[그림 3-8] 일본 미도리율지표	44
[그림 4-1] 수도권 Sentinel-2A/B 영상	50
[그림 4-2] 환경부 토지피복지도 전처리 과정	51
[그림 4-3] 인공위성 영상 전처리 과정 예시	52
[그림 4-4] RF 분류기법 흐름도 예시	53
[그림 4-5] 연도별 훈련자료 및 검증자료 분포도 예시	54
[그림 4-6] 녹지면적 추출을 위한 토지피복분류 흐름도	55
[그림 4-7] 촬영시기별 그림자 영향 예시	57
[그림 4-8] 녹지증감도 예시	57
[그림 4-9] 분석대상 사업지구 분포 현황	59
[그림 4-10] 연도별 영상 현황	60
[그림 4-11] 1기 신도시 토지이용현황	61
[그림 4-12] 2기 신도시 토지이용현황	63
[그림 4-13] 사업유형별토지이용별 실질녹지율	71
[그림 4-14] 준공시기별 토지이용유형별 실질녹지 구성비율	84
[그림 4-15] 실질녹지율 예시	85
[그림 4-16] 계획지표 대비 실질녹지율 차이 예시	86

[그림 4-17] 녹지 외연부 확장에 따른 실질녹지증가율 예시	87
[그림 4-18] 분당 중앙공원 인근 공동주택단지내 녹지 현황	88
[그림 5-1] 계획지표와 실질녹지율 비교	91

# 제1장 서론

## 1. 연구배경 및 목적

### 1.1 연구의 배경

#### 1) 인구사회적 여건변화에 따른 기반시설 계획방향 전환

##### ■ 인구감소에 따른 '성장'기반 지표에서 '효율' 중심의 도시계획지표 전환

- 기존 도시기본계획은 인구 증가를 전제로 토지이용 등 각종 지표를 산정했으나, 최근 인구감소기 진입에 따라 실제 인구추계에 맞춘 적정 규모 설정 및 집약형 도시구조로의 전환 추세
- 도시 내 공공시설 지표 통합, 공유 서비스 활용, 인접 지역 공동화 등 서비스의 유지 가능성과 접근성을 동시에 반영하는 평가기준을 도입했으며, 인구밀도 완화, 생활권별 인구·가구 기반 시설계획, 주택수요 예측방식 재조정, 계획인구 산정 시 통계청 인구 추계 반영 등이 이에 해당(국토교통부, 2019; 2021)

##### ■ 고도성장기에서 성숙기로 도시성장단계 변화

- 서울 등 수도권은 고도성장기를 지나 현재 성숙기에 접어들었는데, 고도성장기에 기반시설의 집중 공급이 이루어진 이후에도 현재까지 고도성장기의 양적 기준에 근거한 도시계획시설 공급방식이 적용 중으로 개선 필요(맹다미와 백세나, 2019)
- 공원녹지의 경우에도 2024년 도시계획현황 통계에 따르면 1인당 공원녹지면적이 16.9 m<sup>2</sup>/인(조성면적 기준)으로 공원녹지 관련 주요 계획지표인 6m<sup>2</sup>/인을 크게 상회함에 따라 양적확보에서 접근성 등 질적전환이 요구되는 시점임

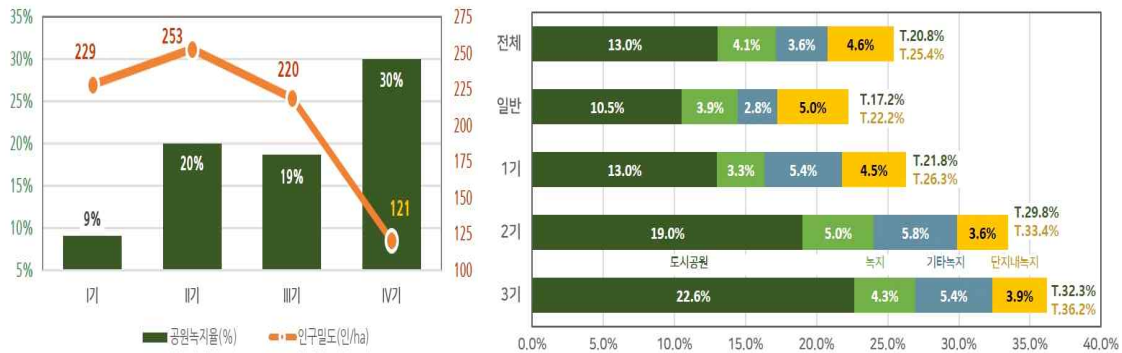
#### 2) 개발사업 관련 녹지 관련 법제도 현황과 문제점

##### ■ (사업여건) 개발사업에 대한 이원화된 법 적용과 지속적인 공원녹지율 기준 상향

- 도시공원 및 녹지 등에 관한 법률(이하 공원녹지법)과 환경영향평가법 등의 영향으로

인한 실제 조성해야하는 녹지 확보기준 상향 추세 가속

- (공원녹지율) 고도 성장기를 지나 안정기에 접어들면서 수도권 도시개발사업의 개발밀도는 하향 추세이나 공원녹지율은 지속적 증가 추세 (윤은주 외, 2023)
  - 개발사업에서 확보해야하는 공원녹지 규모가 1980년대 9% 수준에서 2000년대 30% 이상으로 증가했을 뿐만 아니라, 생태면적률 기준 강화에 따라 공원녹지(도시계획시설 결정)에 포함되지 않는 기타녹지면적(단지내녹지 등) 역시 개발사업지구의 약 4~5%에 해당할 정도로 증가
- (생태면적률) 법정기준은 30% 이나, 실제 40% 이상 조성이 필요한 경우가 대부분으로 이를 공원녹지율로 환산할 경우 약30~40%에 해당
  - 「환경영향평가법」 및 해당 지자체 「환경영향평가조례」에 따른 지자체별 환경영향평가 심의기준 중 생태면적률 기준을 준용해야 하는데, 대부분 40% 이상 조성 요구



[그림 1-1] 수도권 도시개발사업의 시기별 공원녹지율 변화(윤은주 외, 2023)

- (제도여건) 공원녹지 외 기타녹지의 경우, 조성면적 증가에도 불가하고 녹지정책 대상에서 제외
  - 개발사업 및 건축물별로 각각 별도의 생태면적률 기준을 적용받지만, 아파트 등 건축물 단위에서 조성되는 녹지는 전체 조성면적에서 제외
    - 공원녹지법 상 “공원녹지”는 시설녹지 외 식재공간(단지내녹지)까지 포함 가능하도록 명시되어 있으나 개발사업에서의 공원녹지율 등 녹지지표에는 반영 제외
  - 과도한 양적지표에 따른 분양가 상승 및 공원서비스 기능 저하
    - 분양가 상승 우려 관련, 공원녹지율 상한 규정 마련 권고 (국가권익위, 2010)
    - 과도한 지표상승은 도시 외곽 산지위주 확보 초래로 공원녹지 서비스 품질저하 우려

[표 1-1] 도시 녹지 유형과 근거법 현황 (윤은주 외, 2024)

소관부처	법적근거	유형	관리어부
국토부	공원녹지법	도시공원(생활권,주제), 녹지(완충경관연결)	○
	국토계획법	도시자연공원구역	○
	건축법	단지내녹지(대지의조경, 옥상/벽면녹화, 공개공지)	× (건축인허가 조건에 해당)
환경부	자연공원법	자연공원	○
산림청	수목원정원법	수목원, 정원	○
	도시숲법	도시숲, 가로수	△

■ (정책여건) 적정 녹지지표에 대한 산정근거 부재

- 공원녹지분야 정책지표로는 1인당 공원녹지면적, 공원녹지율 등이 있는데, 이중 도시계획시설로 결정된 공원녹지면적을 도시지역의 인구로 나눈값인 1인당 공원녹지면적이 주로 사용됨
- 1인당 공원녹지면적은 공원녹지법에서 정한 기준인 6m<sup>2</sup>/인 외에도 국토종합계획상 지표인 12.5m<sup>2</sup>/인<sup>1)</sup>, WHO 권고기준인 9m<sup>2</sup>/인 등 다양한데, 이들에 대한 산정근거나 적정성에 대한 논의가 이루어진 적은 거의 없으며, 각종 대규모 개발사업 계획 수립시 계획지표의 상향설정 경향이 현재까지 이어지면서, 이들 지표의 적정성이나 상한선에 대한 논의가 필요한 실정임
  - 국내 공원녹지 조성면적을 기준으로 1인당 공원녹지면적을 산정하면 약16.9m<sup>2</sup>/인으로 WHO 권고를 훨씬 상회할 정도로 높으며, 이들 외 기타녹지(단지내녹지, 가로녹지 등) 포함시 실제녹지율은 훨씬 높을 것으로 예상

3) 공원녹지 계획지표의 신뢰도

■ (산정기준) 소관법에 따라 상이한 공원녹지 정의

- 개발계획 수립과정에서 공원녹지율과 관련된 문제점으로는 높은 공원녹지율 지표 설정 경향 외에도 사업별로 상이한 공원녹지 세부 유형에 대한 규정을 들 수 있음
- 사업 소관법별로 공원녹지율 산정에 포함할 수 있는 세부유형을 다르게 규정하는 경우가 많은데, 일부 규정에서는 녹지와 관련성이 낮은 항목까지 포함함으로써 실제 녹지조성 규모가 계획지표에 크게 미치지 못한다는 우려를 들 수 있음

1) 제4차 국토종합계획에서 제시된 기준으로 2020년을 기점으로 하는 제5차 국토종합계획에서는 양적지표(12.5m<sup>2</sup>/인)를 삭제하고 질적지표로의 전환을 선언

- 예를들어, 공원녹지법에서는 ‘도시공원 및 녹지의 확보기준’을 명시한 반면, 혁신 도시법에서는 ‘공원녹지율’, 공공주택특별법에서는 ‘공원·녹지율’ 등으로 상이한 명칭을 사용할 뿐만 아니라, 세부 유형 역시, 각각 ‘도시공원과 녹지’, ‘공원과 녹지, 하천·저수지 등’, ‘공원, 녹지, 공공공지, 하천, 유수지, 저수지, 광장, 보행자전용도로 및 기타 식생공간 등’으로 다르게 규정하고 있음
- 공원녹지율이 생태적 기능 외에 이용적 기능까지 포함한 지표이기 때문에 현재 세부 유형 구분이 적절치 못한 것은 아니지만 생태적 기능 측면에서 녹지규모가 어느 정도 계획되어 있는지에 대한 정량적 근거는 마련할 필요가 있을 것임

#### ■ (현황진단) 계획지표 대비 녹지 증감현황 진단

- 공원녹지 계획지표의 적정성에 대한 논의에 앞서, 사업지구별로 계획지표 대비 실제 조성되는 녹지규모가 어느 정도인지에 대한 녹지 현황 진단이 필요하나 30%를 상회하는 녹지비중에도 불구하고 준공 이후 지자체로 이관되는 기반시설의 특성상, 그동안 준공지구에 대한 별도 모니터링 부재
- 녹지 조성규모에 대한 모니터링이 필요한 이유는 첫째, 계획지표 산정기준에 대한 문제제기에 대응하기 위한 정량적 근거가 필요하다는 점과 둘째, 살아있는 수목으로 구성된 대상지 특성상 관리상태에 따라 계획지표 이상으로 규모가 증가하거나 감소할 수 있다는 점으로 10년 또는 20년 등 목표연도의 녹지율이 조성당시와 크게 달라질 수 있다는 점 때문임
- 특히, 지속적인 공원녹지율 계획지표 상향 설정 문제와 관련하여, 준공 후 경과시기 별로 실제 녹지조성량이 어떻게 달라지는지를 분석할 필요가 있음

## 1.2 연구목적

- 본 연구는 지난 50년 동안 고수하던 양적지표 위주의 공원녹지 정책을 달라진 사회적 여건에 맞게 전환하고자 하는 연구의 세 번째 연구과제로서 첫 번째 연구에서는 사회적 여건변화에 따른 공원녹지 정책전환의 필요성과 방향을 제시하였으며, 두 번째 연구에서는 법제도적 측면에서의 한계와 제도개선안을 도출하였고, 이번 연구에서는 정책전환에 필요한 정량근거(특히, 생태적 측면) 마련을 주내용으로 함

- 인구 등 적정 지표 산출근거가 명확한 다른 도시계획지표와는 달리, 공원녹지는 ① 생태적 기반에 대한 높은 요구도 뿐만 아니라 ② 생태적 기능과 이용적 기능이 혼재된 개념으로 조성규모나 질적특성을 정량화하는데 어려움이 있는데, 각각의 기능별로 다시 정리하면 공원녹지의 ‘이용적’ 측면은 인구 등을 기준으로 적정지표에 대한 산술적 접근이 가능하나, ‘생태적’ 측면은 ① 적용범위(녹지 유형)에 대한 모호한 기준 ② 성장/소멸이 가능한 생태적 특징 등으로 적정지표 논의에 한계가 있어, 이번 연구에서는 생태적 측면에서의 정량화에 중점을 두었음
- 구체적으로는 1~2기 신도시 등 일정기간이 경과한 준공지구를 중심으로 인공위성 영상기반의 녹지변화 특성에 대한 시계열 분석을 통해 계획지표 대비 녹지증감 현황과 녹지 유형별 규모를 분석함으로써 기존 녹지율 적용의 효과와 문제점을 검토하고, 향후 녹지 지표 산정기준 개선의 기초자료로 활용코자 하는 것임
- 본 연구에서 다루고자 하는 녹지는 피복분류상 ‘녹지’로 구분되는 모든 식생지역을 말하는데, 세부적으로는 개발계획에서의 공원녹지 범주(도시공원, 녹지, 기타 공공공지 등), 공원녹지법상 시설 유형(도시공원과 녹지) 외에도 토지이용 유형별 녹지를 포함
- 구체적으로는 인공위성 영상 분류를 통해 도출한 결과이기 때문에 정확하게는 녹피율(또는 면적)<sup>2)</sup>을 말하는 것이지만 본 연구에서는 법정·비법정 녹지를 포괄한다는 의미에서 실질녹지율(또는 면적)으로 칭함
- 본 연구에서 주로 다루고자 하는 내용은 다음의 세 가지 유형으로 구분할 수 있음

■ 계획지표 대비 실제 녹지 조성 규모는 얼마인가?

사업 소관법별로 일부 차이는 있지만 공원녹지율은 도시공원이나 시설녹지 외에도 광장, 수공간 등을 포함하는 경우가 많아, 계획지표가 갖는 생태적 기능을 온전히 인정 받지 못하는 경우가 있는데, 계획지표별로 실제로 조성되는 녹지의 규모가 어느 정도인지를 파악함으로써 계획지표가 갖는 녹지조성 효과를 구체화하고자 함

■ 시계열 녹지성장 규모는 어느 정도인가?

살아있는 수목을 대상으로 하는 만큼 목표연도 기반의 지표 설정도 고려할 필요가 있는

2) 「공원녹지 기본계획 수립지침」에 따른 녹지지표의 한 유형으로 하늘에서 볼 때 나무와 풀 등 녹지로 피복된 면적(수관 투영면적)의 비율을 뜻함

바, 연간 녹지 성장량 등 정량자료를 구축하고자 함

■ 토지이용 유형별 실제 녹지조성규모는 어느 정도인가?

공원녹지 외 기타녹지의 규모를 분석함으로써 그동안 정책에서 소외되었던 기타녹지의 법적 지위와 체계적 관리방안 마련의 기초자료로 활용코자 함

## 2. 연구내용 및 방법

### 2.1 연구내용

○ 본 연구는 개발사업에서의 공원녹지 관련 계획지표가 실제 사업지구에서 어느 정도의 녹지조성 효과를 나타내는가와 준공 이후 시간 경과에 따라 녹지가 어느 정도 확장하는가에 대한 모니터링 연구로서 연구내용은 영상분석 기반 녹지모니터링 관련 이론 및 정책제도 고찰, 해외사례 분석, 공원녹지 관련 지표 고찰, 개발사업지구 공원녹지 지표 동향, 인공위성 영상을 활용한 사업지구별 녹지율 특성과 토지이용 유형별 녹지 비율 분석, 결과 활용 방안 등으로 구성

■ 인공위성 영상기반 녹지모니터링 이론과 기술 동향

- 인공위성 영상 유형 및 특성
- 식재공간 분류, 변화탐지 등 기술 동향

■ 공원녹지지표 관련 법제도 및 지표운영 현황

- 공원녹지법, 국토계획법, 건축법 등에 따른 공원녹지 관련 법정용어와 지표 현황
- 각종 개발사업 관련법에서의 공원녹지 확보 기준

■ 해외사례 분석

- 유럽연합, 영국, 미국, 일본, 싱가포르 등 주요 국가별 공원녹지 정책 동향
- 영상분류 기반의 녹지지표(녹피율, 수관투영면적) 현황과 모니터링 체계

■ 개발사업 현황분석

- (현황진단) 개발사업에서의 공원녹지율 현황 진단 및 계획적 특성 분석

- (대상지선정) 녹지모니터링 대상지 선정 (공원녹지율, 입지 및 규모 고려)

### ■ 개발사업 녹지변화 모니터링

- (자료구축) Sentinel-2 기반 연도별 인공위성 영상자료 및 토지이용계획도 수집
- (영상분석) 연도별 녹지현황 분석
- (결과도출) 연간 녹지율 변화량, 토지이용 유형별 녹지변화율 등 주요 정량자료 도출

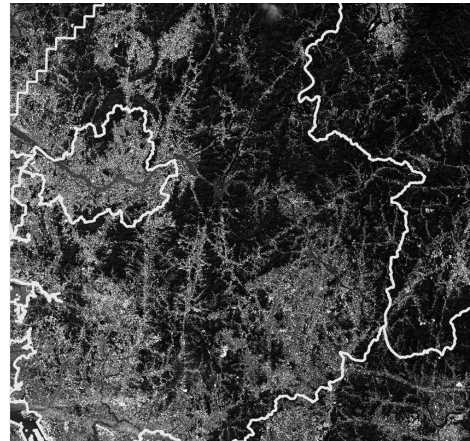
### ■ 결과활용방안

- (녹지진단) 주요 사업지구의 녹지의 양적 현황 진단
- (원단위산출) 평균 녹지증감규모 산출
- (활용방안) 확장성이 높은 녹지의 특성에 기인한 목표연도 기반 계획지표 산출 등 개발사업에서의 공원녹지 산정방식 개선을 위한 근거자료로 활용

## 2.2 연구범위

### ■ 공간적 범위

- 공원녹지율 기준 강화 경향이 뚜렷한 수도권 일대 개발사업 총 35개 지구(1, 2기 신도시, 기타 개발사업)를 대상으로 함. 단, 분석에 사용한 센티넬 인공위성 영상(Sentinel- 2A/B) 경계를 벗어나는 경기도 북부지역과 인천에 위치한 지구는 제외



[그림 1-2] 센티넬영상 범위(수도권)

### ■ 시간적 범위

- (분석영상 기준) 녹지분류에 사용한 센티넬 인공위성 영상 중 촬영상태가 양호한 2018년과 2023년을 대상으로 선정
  - 센티넬 인공위성 영상은 2016년부터 영상을 제공 중으로 이중 2017년부터 2024년까지

9월에 촬영된 영상자료를 검토한 결과, 영상상태가 양호한 2018년과 2023년 영상을 주요 분석대상으로 선정

- (대상지 선정 기준) 조성시기에 따른 조성녹지 특성을 분석하기 위해 준공시기를 기준으로 1990년대 후반(1기 신도시 등)부터 2023년 기준 준공한 사업지구를 주요 분석대상으로 함

단, 2기 신도시의 경우, 성남판교지구를 제외한 나머지 지구는 2024년 이후 준공이지만 도시공원이나 시설녹지 등 기반시설은 대부분 조성이 완료된 상태이기 때문에, 분석에 포함(미조성상태인 주택용지는 분석 제외)

## 2.3 연구방법

### ■ 문헌조사

- 이론 및 정책동향: 공원녹지법, 국토계획법, 환경영향평가법, 건축법 등 녹지지표 및 법정용어 관련 법제도 분석
- 인공위성 영상분석 기법: 피복분류 기법 및 정확도 분석, 변화탐지 등 분석 기법 분석
- 해외사례 조사: 인터넷, 선행연구 등을 통해 녹지지표 및 공원녹지의 적용범위 등 용어정의, 도시내 녹지확보 관련 법제도 동향 파악

### ■ 전문가자문

- 개발사업 토지이용계획 변화 경향 및 대상지 선정, 위성영상 기반 분석기법 등 기술동향, 적정 녹지지표 산정 관련 전문가 자문

### ■ 위탁용역

- 수도권 준공지구 영상자료 구축 및 영상 기반의 토지이용 유형별 시계열 녹지면적 추출

### ■ 공간분석 및 통계분석

- 공간자료의 시각화 및 분석은 QGIS 3.40(Quantum GIS, Open Source Geographic Information System)을 사용하였고, 토지이용유형별 녹지변화 차이 등 통계분석은 SPSS version 24(IBM Corp., Armonk, NY, USA)를 활용하여 직접 분석

### 3. 선행연구 검토

#### 3.1 관련 선행연구

##### 1) 정책 제도 연구 현황

###### ■ 공원녹지 용어정의와 적용범위 확대

- 현행 공원녹지지표의 한계를 지적하고 지표 개발의 필요성을 제시한 이상민 외(2018) 등의 연구뿐만 아니라 도시계획시설 외 녹지를 포함하는 “도시녹지” 법적 정의 신설(전재경, 2001), 공원녹지의 범위를 확대하고 질적기능을 강조한 그린인프라 기반의 지표 도입(송인주 외, 2021; 윤은주 외, 2021), 도시계획시설 외 녹지까지 포함하는 실질녹지 기반의 녹지지표(윤은주 외, 2024) 도입 등 공원녹지지표 개선의 필요성과 대안을 제시한 연구 다수
- 일본에서도 모든 식재공간 외에 광장, 수공간을 포함하는 미도리울(りょくりつ) 지표를 도입한 사례(윤은주 외, 2024)가 있으며, 기타 유럽 등에서도 기존의 open space, green space 보다 확장된 개념인 Urban green infrastructure (UGI), Urban Green and Blue Space(UGBS) 등 달라진 사회적 여건에 맞게 적용범위를 확장한 지표로 전환 중임(Russo & Cirella, 2018 ; UN Habitat, 2018)
- Swanwick et al(2003)도 도시공공녹지를 그린인프라, 도시숲, 기타 도시녹지로 구분하고 세부적으로 도시공원 및 녹지, 옥상녹화, 벽면녹화, 묘지, 도로변녹지, 도시농장, 식물원, 습지, 야외운동공간, 텃밭, 하천 및 하천둔치, 숲, 공공기관 외부공간, 학교운동장 등을 포함하는 것으로 규정

###### ■ 인공위성 영상분류 방식의 도시녹지 관리

- 싱가포르의 피복면적지표, 영국의 UGF 등 수목 투영면적 기반 지표 도입 사례 증가(윤은주 외, 2024)
- 미국 볼티모어시도 도시녹지 정책을 식재수량에서 식생 캐노피율 중심으로 전환하고, 캐노피율 목표를 현재 27.4%에서 2037년 40%로 상향 조정(Young, 2011)

###### ■ 개발사업 등에서의 공원녹지 조성규모 등

- 유영우와 조동범(2016)은 혁신도시 공원녹지계획의 특징과 도시 간 비교 연구를 통

해 혁신도시의 평균 공원녹지율은 25.8%로, 1기 신도시(21.5%)보다 높고 2기 신도시(31.9%)보다는 낮은 수준이었으며 1인당 공원녹지면적은 36.6㎡로, 과거 신도시에 비해 1.4~3배 수준으로 크게 증가함을 밝혀 신도시 개발 과정에서 공원녹지의 양적 확대가 이루어졌음을 분석

- 김한수 외(2022)는 경기도 내 아파트 단지내녹지면적이 총47.7km<sup>2</sup>로서, 경기도 전체 조성녹지의 23%를 차지할 정도도 규모가 큰 편으로 단지내녹지 관리를 위한 정책마련이 필요함을 주장하였으며 이윤주와 오충현(2021)은 아파트 녹지가 외부 녹지와 연결될 경우 활발한 식생 이입활동이 이루어지는 등 도시 차원의 녹지네트워크 계획에서 중요한 역할을 담당할 수 있음을 지적

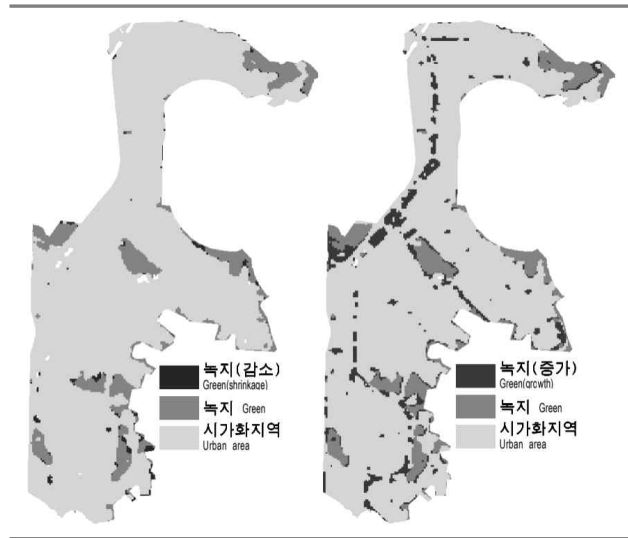
## 2) 분석방법론

### ■ 인공위성 기반 녹지변화

- 윤은주 외(2013)는 신도시 조성 이후 녹지의 양적질적 변화내용을 파악하기 위해 분당신도시를 대상으로 1996년과 2006년 인공위성영상 기반의 녹지면적과 식생활력 비교 한 결과 10년 동안 녹지면적이 60% 증가했으며, 토지이용유형에서는 특히 아파트단지 내 녹지의 증가량이 공원녹지에 이어 두 번째로 높았고, 식생활력도 양호한 것으로 나타나, 공원녹지 외 기타녹지에 대한 관리가 필요하다는 의견 제시  
다만, 이러한 결과는 해당 지역의 특수성에 기인한 결과일 수 있으므로 이를 일반화하기 위해서는 분석대상지의 확대한 연구 수행이 필요함을 지적

[표 1-2] 분당 신도시를 대상으로한 토지이용유형별 녹지면적 변화(윤은주 외, 2013)

구 분	녹지면적(천㎡)		
	1996년	2006년	변화량
합 계	2,046.3	3,270.9	1,224.6
아파트단지	15.8	46.9	31.1
단독주택지	31.4	19.6	-11.8
연립주택지	28.3	23.7	-4.6
상업업무	75.0	86.1	11.1
공공시설	80.8	105.0	24.2
공원녹지	1,639.8	2,125.0	485.2
도 로	62.2	221.3	159.1
하천변녹지	64.1	538.5	474.4
기 타	48.9	104.8	55.9



- 이소정(2021) 역시, 2000년~2020년 사이 MODIS EVI와 Landsat 위성자료를 활용하여 1기 신도시와 2기 신도시 녹지의 질적인 측면과 양적인 측면을 분석한 결과, 개발사업의 공원녹지 계획과 단지내녹지 조성으로 인해 상당한 녹지면적 증가가 있었음을 지적
- Chesapeake Tree Canopy Network(2018)은 고해상도 사진과 LiDAR 영상을 통한 UTC(Urban Tree Canopy) 분석 결과, 자연재해, 해충, 도시개발 등의 영향에도 불구하고 8년간 식생개노피가 약 1% 증가했으며, 특히 가로수에서 높은 증가율을 보였음을 언급하고, 토지이용 특성별 관리방안이 필요함을 지적

### ■ 인공위성 분석 방법론

- 문창순 외(2010)는 도시 내 녹지를 포괄하는 녹지율 지표의 산정방식을 모색하며, 위성영상과 토지피복도를 결합해 정확도를 높였고, 토지피복도 기반 산정이 위성영상 단독보다 실제 녹지 분포를 더 효과적임을 확인
- 김민아 외(2022)는 Sentinel-2 위성영상의 여름-겨울 토지피복분류 내용 비교를 통해, 겨울에는 그림자 비중이 커 산림 구분에 어려움이 있으며, 그림자가 수역으로 분류되는 오차가 발생함을 확인. 이는 고해상도 위성영상이 건물의 기울기와 그림자에 가려진 부분의 정보를 추출하는 데 한계가 있음을 시사

### ■ 대상지 선정기준

- Watson(1996)은 수목은 식재 후 뿌리가 제대로 활착하는 등 식재전의 성장수준을 회복하는데 5년 이상의 시간이 필요하는 결론을 제시하였고, 이옥하와 이경재(1999)는 식재 후 10년 정도 경과해야 수목의 활착이 끝나고 성장이 활발해짐을 지적함에 따라 식생활력 분석을 위한 대상지 선정시에는 준공시기 후 5~10년 경과한 지구를 선정할 필요가 있음을 지적(이소정, 2021)

### 3.2 선행연구와의 차별성

- 본 연구는 다수의 수도권 준공지구를 대상으로 인공위성 영상자료 기반의 시계열 녹지의 양적변화 분석을 통해, 계획지표가 시간경과에 따라 어느 정도 달라지는지를 대상지 특성별로 정량화하고자 하는 연구로서 선행연구들을 살펴보면 단일 지역을 대상으로 하였거나, 영상자료의 낮은 해상도로 인해 해당지역 전반에 걸친 양적 변화나 식생활력 지수 변화를 진단하는데 그쳐, 이들과는 차별성이 있음
- 특히, 녹지의 확장성을 고려하여, 목표연도 개념을 도입하고자 하는 점과 계획지표의 실효성을 검증한다는 점에서 연구의 의의가 있음
- 식생변화에 대한 연구 외에도 국내외 정책동향과 영상 분석기법 등은 연구방향 및 방법론 설정에 참고할 필요가 있어 관련연구를 선행연구 내용에 포함

[표 1-3] 선행연구 및 시사점 정리

구분	저자	선행연구명	시사점
정책 제도	전재경 (2001)	도시녹지 보전법제 정비방안 연구	- 녹지 관련 규정이 여러 법률에 분산되어 녹지관리에 비효율적임 - 도시계획시설 외 '사실상 녹지'를 포함한 '도시녹지' 법제화 필요
	윤은주 외 (2024)	실질녹지 기반의 녹지지표 전환 연구	- 공원녹지 정책 대상을 포괄적으로 정의한 가칭 실질녹지 개념 도입 제안 - 일본 미도리울, 싱가포르 피복면적지표, 영국 UGF 등 수목 투영면적 등에 기반한 지표 도입 필요성 언급
	Young (2011)	Planting the Living City	- 미국 볼티모어시는 도시녹지 정책을 식재수량에서 식생 캐노피울 방식으로 전환하고 캐노피울 목표를 40%로 상향 설정 이는 2037년까지 기준 27.4%에서 40%까지 확대할 수 있는 잠재력이 있다는 미국 산림청 연구에 근거
	유영우, 조동범 (2016)	혁신도시 공원녹지계획의 특징과 도시간 비교 연구	- 혁신도시의 평균 공원녹지율은 25.8%로, 1기 신도시(21.5%)보다 높고 2기 신도시(31.9%)보다는 낮은 수준 - 1인당 공원녹지면적은 36.6㎡로, 과거 신도시에 비해 1.4~3배 수준으로 크게 증가

구분	저자	선행연구명	시사점
	이윤주, 오충현 (2021)	건축시기와 입지환경에 따른 서울시 아파트단지 녹지의 식물 이입 특성	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 아파트 녹지는 도시 녹지 네트워크의 거점 역할을 할 수 있는 잠재력 보유. 특히, 근린공원과 연결하거나 도보권 내에 위치한 단지는 더 높은 식물 종다양성을 보임.</li> <li>- 아파트 녹지는 지속적 관리로 인해 시간 경과에 따른 식생 천이가 적지만, 외부 녹지와 연결될 경우 식생 이입이 활발</li> </ul>
	김한수 (2022)	경기도 공동주택단지 녹지관리 현황과 정책방향	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2020년 경기도 내 아파트 녹지면적은 47.7km<sup>2</sup>로, 전체 조성녹지의 23%를 차지</li> <li>- 최근 20년간 36km<sup>2</sup>의 아파트 녹지 신규조성. 특히 2000년 이후 지하주차장 확대 등으로 녹지면적이 급격히 증가</li> <li>- 최근 5년간 조성된 아파트 녹지만 해도 11.9km<sup>2</sup>에 달해 도시공원 증가 속도보다 아파트 녹지 증가 속도가 더 빠름</li> </ul>
	Chesapeake Tree Canopy Network (2018)	Baltimore : First urban tree canopy change analysis completed	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 고해상도 사진과 LiDAR 영상을 통한 UTC(Urban Tree Canopy) 분석 결과, 자연재해, 해충, 도시개발 등의 영향에도 불구하고 8년간(2007~2015) 식생캐노피 약1% 증가</li> <li>- 토지이용 특성별로 캐노피 증감내용 상이함에 따라 각각의 특성에 맞는 관리방안 마련이 필요함을 지적 (가로수에서 높은 증가율)</li> </ul>
	New York League of Conservation Voters (2022)	Something All Five Borough Presidents Agree On: The Million More Trees Initiative	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 뉴욕시 5개 자치구의 수목 약700만주 식재 현황을 분석한 결과, 수목 100만 주를 추가 식재한 경우, 캐노피율 8% 증가 (22%→30% 로 증가)</li> </ul>
	NYC (2021)	NYC Urban Forest Agenda	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Urban Forest 개념 도입(공원녹지 범위 확장) : 단순히 공원과 가로수를 넘어 공공 및 민간 영역에 존재하는 모든 나무, 자연림, 조경 공간, 그리고 이와 관련된 정책 및 관리 시스템을 포함</li> <li>- 2035년까지 도시내 식생캐노피율 목표를 최소 30% 이상으로 설정</li> <li>- 자연적 성장 및 복구로 캐노피율 약8% 증가(2010~2017)</li> <li>- 뉴욕 5개 자치구 내 약 700만 그루의 수목 식재. 100만 추가 식재 시 22%에서 30%로 증가 예상</li> </ul>
	RPA (2024)	Expanding NYC's Urban Forest	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 뉴욕시 Local Law 1065(23년 11월) 제정하고 후속조치로서 “도시녹지 종합계획(2024.07)” 수립하고 10년주기 갱신</li> <li>- ‘NYC Urban Forest Agenda’의 캐노피 30%를 목표로 함</li> <li>- 캐노피 피복의 변화에 영향을 미치는 요소를 조사하여 손실을 방지하고 성장을 촉진하기 위한 전략적 권장 사항 제공</li> <li>- 기존수목 보호 및 신규식재를 위한 홍보·교육 프로그램 개발</li> <li>- 캐노피 면적은 약 18,367ac(약 7,433ha)로 도시 총 면적의 약 10%(2017 기준)</li> <li>- 퀸즈가 총 237,974주로 가장 많고 맨해튼이 총 62,427로 가장 적음</li> <li>- 캐노피 변화 분석결과(2010~2017) 유지(64%), 증가(23%; 식재 또는 성장), 감소(13%, 고사 또는 질병)로 나타남</li> </ul>

구분	저자	선행연구명	시사점
분석 방법	이소정 (2021)	위성자료를 활용한 수도권 신도시와 주변 식생변화에 관한 연구	- 개발사업으로 인해 녹지의 훼손이 발생하였으나, 녹지조성 계획과 조경기준 식재로 인한 녹지의 양적증가 확인
	이옥하와 이경재(1999)	조경수목의 생육환경을 고려한 적정 식재간격의 연구	- 수목은 최소 5년 이상, 10년 정도 지나야 뿌리활착이 끝나고 성장이 활발해짐에 따라 식생활력 분석시에는 이를 고려하여 준공 후 5~10년 이상 경과한 지구 선정 필요
	윤은주 외 (2013)	분당 신도시의 녹지변화 경향 분석	- 분당신도시의 경우, 10년 동안 녹지면적이 60% 증가 - 토지이용유형 중 아파트단지내 녹지 증가량이 공원녹지에 이어 두 번째로 높게 나타났으며 식생활력도 양호한 것으로 분석
	문창순 외 (2010)	위성영상과 토지피복도를 활용한 녹피율 산정방법 연구	- 도시내 녹지를 포괄하는 녹지율 지표의 산정방식 모색
	김민아 외 (2022)	Sentinel-2 위성의 여름과 겨울 영상을 이용한 토지 피복 분류 비교분석	- 가로수 및 완충녹지로 인한 도시지역 초지비율 19% 이상 - 여름 vs. 겨울 토지피복분류 비교 결과, 무감독 분류시 겨울은 그림자의 비중이 크고 산림을 제대로 구분하지 못하며 그림자가 수역으로 분류되는 오차 발생(고해상도 위성영상이 건물의 기울기와 그림자에 의해 가려진 부분의 정보를 추출할 수 없는 한계)

# 제2장 법제도 및 기술동향

## 1. 법제도

### 1.1 공원녹지의 법적정의

- 녹지 모니터링에 앞서, 공원녹지에 대한 관련 법상의 용어정의와 개발사업에서의 확보기준, 주요 지표를 정리하면 다음과 같음

#### ■ 「공원녹지법」상 용어정의

- (공원녹지의 법적정의) “공원녹지”란 쾌적한 도시환경을 조성하고 시민의 휴식과 정서 함양에 이바지하는 다음 각 목의 공간 또는 시설을 말함(공원녹지법 제2조)
  - 도시공원, 녹지, 유원지, 공공공지(公共空地) 및 저수지
  - 나무, 잔디, 꽃, 지피식물(地被植物) 등의 식생이 자라는 공간
  - 그 밖에 국토교통부령으로 정하는 공간 또는 시설 :  
광장·보행자전용도로·하천 등 녹지가 조성된 공간 또는 시설  
옥상녹화·벽면녹화 등 특수한 공간에 식생을 조성하는 등의 녹화가 이루어진 공간 또는 시설  
그 밖에 쾌적한 도시환경을 조성하고 시민의 휴식과 정서함양에 기여하는 공간 또는 시설로서 그 보전을 위하여 관리할 필요성이 있다고 지자체장이 인정하는 녹지가 조성된 공간 또는 시설
- (도시공원의 법적정의) “도시공원”이란 도시지역에서 도시자연경관을 보호하고 시민의 건강·휴양 및 정서 생활을 향상시키는 데에 이바지하기 위하여 설치 또는 지정된 다음 각 목의 것을 말함(공원녹지법 제2조)
  - 「국토계획법」 제2조제6호나목에 따른 공원으로서는 같은 법 제30조에 따라 도시·군관리계획으로 결정된 공원
  - 「국토계획법」 제38조의2에 따라 도시·군관리계획으로 결정된 도시자연공원구역
- (녹지의 법적정의) “녹지”란 「국토계획법」 제2조제6호나목에 따른 녹지로서 도시지역에서 자연환경을 보전하거나 개선하고, 공해나 재해를 방지함으로써 도시경관

의 향상을 도모하기 위하여 같은 법 제30조에 따른 도시·군관리계획으로 결정된 것을 말함 (공원녹지법 제2조)

#### ■ 「국토계획법」 상 용어정의

- (공원녹지의 법적지위) 기반시설에 해당. 기반시설은 광장·공원·녹지 등 공간시설을 의미(국토계획법 제2조 및 동법 시행령 제2조)
- (한계) 국토계획법에 명시된 기반시설은 7개 유형으로 교통시설, 유통·공급시설, 공공·문화체육시설, 방재시설, 보건위생시설, 환경기초시설 등 대부분 기능에 기반한 용어이지만 공원녹지가 포함된 공간시설만 형태에 기반한 구분

#### ■ 공원녹지법상 용어정의의 특징과 한계

- (공원녹지) 공원녹지법상 “공원녹지”는 도시공원, 녹지, 유원지, 공공공지, 저수지, 광장·보행자도로·하천 등 녹지가 조성된 공간이나 시설 외에 식생이 자라는 모든 공간을 추가하는 등 쾌적한 도시환경 조성과 시민의 휴식과 정서 함양에 기여하는 시설로 매우 포괄적으로 정의
- (도시공원, 녹지) 국토계획법에 따른 도시·군계획시설로 결정된 공원이나 녹지로 정의하면서, “공원녹지”와는 법적 지위가 상이함

## 1.2 공원녹지 지표

### 1) 지표 현황

- 적정 녹지율 논의에 앞서 우리나라 공원녹지 관련 지표 현황을 살펴보면 다음과 같음

#### ■ 「공원녹지 기본계획 수립지침」 상 공원녹지 수요분석 지표

- (공원녹지 수요) 공원녹지의 수요는 표출된 수요, 잠재적 수요, 비교수요, 기준에 따른 수요 등에 의하여 분석하도록 명시(지침 4-5-1)  
세부적으로는 녹피율, 공원녹지율, 1인당 공원면적, 공원의 서비스 수준, 도시녹화율 등 5가지 유형으로 구분
- (한계) 공원녹지 수요 산정기준 모호

### ■ 녹피율 (지침 4-5-2, 5-1-3)

- 도시 전체의 면적에 대하여 하늘에서 볼 때 나무와 풀 등 녹지로 피복된 면적(수관 투영면적)의 비율로 정의. 현재의 녹피의 비율과 목표 연도에 달성할 녹피의 비율을 산정하여 도시 전체 및 계획구역별 식물피복지의 확보를 위한 지표로 설정
- 도시에서 식물피복지의 양을 평가하는 기준이 되며, 녹피율에는 공원 내에서 광장과 같이 녹지로 피복되지 않은 면적과 하천에서 수면의 면적이 포함되지 않는다는 점이 녹지율과이 차이점임
- (특징) 본 연구에서 산출한 **인공위성 영상 기반의 녹지면적과 같은 개념임**
- (산식)  $\text{녹피율}(\%) = \text{녹피면적}(\text{m}^2) / \text{도시지역 면적}(\text{m}^2) \times 100$

### ■ 공원녹지율 (지침 4-5-2, 5-1-3)

- **공원과 녹지면적의 크기를 평가하는 기준으로 도시 전체의 면적에 대한 공원과 녹지의 비율 및 시가화지역의 면적에 대한 공원과 녹지의 비율을 말함.** 지형이나 도시구조 등을 고려하여 현존 도시 전체에 대한 공원녹지율과 시가화지역의 공원녹지율을 파악하고, **공원녹지기본계획을 통하여 확보가 예상되는 목표연도의 공원녹지율을 산정하여 향후 목표연도까지 도시지역 전체 및 시가화지역의 공원녹지 확보를 위한 지표로 사용**
- (범위) 「국토계획법」 상 도시·군관리계획으로 결정된 도시공원과 녹지에 한함
- (산식) ①  $\text{도시전체공원녹지율}(\%) = \text{공원녹지면적}(\text{m}^2) / \text{도시지역 면적}(\text{m}^2) \times 100$   
②  $\text{시가화지역공원녹지율}(\%) = \text{공원녹지면적}(\text{m}^2) / \text{시가화지역면적}(\text{m}^2) \times 100$

### ■ 1인당 공원면적 (지침 4-5-2, 5-1-3)

- 도시 전체 및 계획단위(생활권)별 **공원면적 비율.** 현재의 1인당 공원면적과 **목표연도까지 확보할 수 있는 공원면적**을 산정하여 도시지역 전체 및 계획단위(생활권)별 **공원 확보를 위한 지표로 사용**
- (특징) 인구 기반 지표로서 지자체별 **공원녹지확보 현황을 진단하는 수단으로만 작동할 뿐 개발사업에서의 강제력 없음**
- (산식)  $\text{1인당 공원면적}(\text{m}^2) = \text{공원면적}(\text{m}^2) / \text{인구수}$

■ 공원의 서비스수준 지표 (지침 4-5-2, 5-1-3)

- 공원의 접근성, 분포 등을 평가하는 기준. 각 계획단위(생활권)별 계획연도에 달성할 공원서비스 수준을 지표로 설정

■ 도시녹화율 (지침 5-1-3)

- 도시지역 전체, 공공공익시설, 사유지 등의 녹화 현황과 계획연도의 목표량(도시녹화율)을 설정
- 녹지가 부족한 지역에 녹화를 유도하는 개념으로 지자체 공원녹지기본계획 내 운영 사례를 살펴보면 도시녹화사업, 옥상녹화, 담장개방사업, 아파트열린녹지 등 사유지 내 녹화사업을 집계하는 수단으로 활용
- (특징) 공간 단위의 녹지면적에 대한 지표라기 보다는 ‘녹화’사업과 같이 행위를 집계하는 성격의 지표임

2) 특징 및 한계

- 지표별로 적용범위가 상이한데, 대상범위별로 구분하면 녹피율이 가장 범위가 넓고, 공원녹지율(도시공원+녹지) > 1인당공원면적, 공원서비스(도시공원) > 도시녹화율(기타 녹지) 등으로 구분할 수 있음
- (한계) 공원녹지 수요 분석의 근거나 적정 규모에 대한 설정없이, 공원녹지와 관련된 지표유형을 나열하는데 그침  
또한 해당 지표가 도시의 생태적, 여가환경 측면 중 어떤 부분을 대표하는지가 모호하며 계획목표 역시 없는 상태로서 적정 정량목표가 어느 수준인지 또는 어떤 목적을 추구하는지에 대한 근거 미비

1.3 공원녹지 확보기준

- 개발사업에서의 공원녹지 확보기준은 공원녹지법에 근거하지만(시행규칙 별표 2), 공원녹지법은 상이한 적용대상에 대한 용어정의 문제 외에도 개발사업 소관법에서 정한 규정을 그대로 따르거나, 해당 법에서 정한 완화 규정을 용인하는 등 강제력이 있는 근거법이라고 하기에는 한계가 있음

## ■ 용어정의

- 공원녹지법에서는 ‘도시공원 또는 녹지’의 확보를 규정(시행규칙 제14조 등)
  - 공원녹지법상 ‘공원녹지’에 대한 법적 용어정의가 있으나(법 제2조), 개발사업과 관련해서는 ‘도시공원 또는 녹지’로 적용대상을 제한하여 표기
- 반면, 개발사업 소관법에서는 ‘공원·녹지’, ‘녹지’, ‘공공녹지’ 등으로 구분되며, 세부 시설 유형도 사업별로 상이하게 구성

[표 2-1] 공원녹지 세부유형 및 설치기준 (윤은주 외, 2024)

구분	용어정의 및 세부 유형
기업 도시	기업규제완화법 (용어정의) 공공녹지 기업도시계획기준 (용어정의) 공원녹지율 (기업도시법) (세부유형) 공원, 녹지, 공공공지, 하천, 우수지, 저수지, 기타 식생공간 등 (도시계획시설에 한함)
산업 단지	산업입지개발통합지침 (용어정의) 공공녹지, 녹지율 (산업입지법)
혁신 도시	혁신도시계획기준 (용어정의) 공원녹지율 (혁신도시법) (세부유형) 공원·녹지, 하천·저수지 등 (세부구성) 보전녹지와 이용녹지로 구분
공공 주택	공공주택업무처리지침 (용어정의) 공원·녹지율 (공공주택특별법) (세부유형) 공원, 녹지, 공공공지, 하천, 우수지, 저수지, 광장(일반광장, 경관광장), 보행자전용도로(폭10m 이상) 및 기타 식생공간 등

## ■ 개발사업 유형별 공원녹지 확보기준

- 개발사업에서의 공원녹지 확보기준은 공원녹지법(시행규칙 별표 2) 뿐만 아니라 개발사업 소관법에서도 별도 규정을 두고 있음
- 개발 소관법에서 별도의 확보규정을 두고 있는 경우는 산업단지(기업규제완화법), 공공주택(공공주택특별법), 혁신도시(혁신도시법), 기업도시(기업도시법) 등을 들 수 있음
- 공원녹지 확보기준은 사업지구면적에 따라 기준이 다를 뿐만 아니라 상주인구 또는 사업지구면적 중 공원녹지를 더 많이 조성할 수 있는 기준을 선택하게 하는 등 적정

녹지율에 기반하기 보다는 가급적 많은 공원녹지를 확보하는데 목적을 둔 방식으로 고도성장기에 적합한 방식으로 안정기에 접어든 최근 사회적 여건을 고려할 때 해당 기준의 적정성을 검토할 필요가 있음

[표 2-2] 개발계획 규모별 도시공원 또는 녹지 등의 확보기준(윤은주 외, 2024)

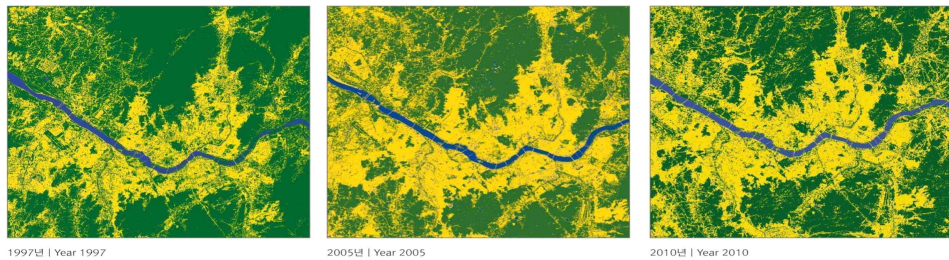
구분	도시공원 또는 녹지 확보기준	(사업지구 면적)
도시 개발	공원녹지법 상주인구 1인당 3㎡ 이상 또는 개발부지면적의 5% 이상 중 큰 면적	(1만~30만㎡ 미만)
	상주인구 1인당 6㎡ 이상 또는 개발부지면적의 9% 이상 중 큰 면적	(30만~100만㎡ 미만)
	상주인구 1인당 9㎡ 이상 또는 개발부지면적의 12% 이상 중 큰 면적	(100만㎡ 이상)
<b>도시개발법 • (완화) 결합개발시, 공원녹지법 확보비율의 15% 이내 완화</b>		
주택 건설, 대지 조성	공원녹지법 1세대당 3㎡ 이상 또는 개발부지면적의 5% 이상 중 큰 면적 (1천세대 이상 주택건설사업계획, 10만㎡ 이상 대지조성사업계획)	
	주택법	(별도 확보기준 없음)
정비 계획	공원녹지법 1세대당 2㎡ 이상 또는 개발부지면적의 5% 이상 중 큰 면적	(5만㎡ 이상)
	도시정비법	(별도 확보기준 없음)
산업 단지	공원녹지법 • 개발관련법에 위임(기업규제완화법 제21조에 따른 공공녹지확보기준 준용)	
	기업규제 완화법	5 ~7.5% 미만 (100만㎡ 미만)
		7.5~10% 미만 (100만~300만㎡ 미만)
		10~13% 미만 (300만㎡ 이상)
택지 개발	공원녹지법 상주인구 1인당 6㎡ 이상 또는 개발부지면적의 12% 이상 중 큰 면적	(10만~30만㎡ 미만)
	상주인구 1인당 7㎡ 이상 또는 개발부지면적의 15% 이상 중 큰 면적	(30만~100만㎡ 미만)
	상주인구 1인당 9㎡ 이상 또는 개발부지면적의 18% 이상 중 큰 면적	(100만~330만㎡ 미만)
	상주인구 1인당 12㎡ 이상 또는 개발부지면적의 20% 이상 중 큰 면적	(330만㎡ 이상)
	택지개발 촉진법	(별도 확보기준 없음)
유통 사업	공원녹지법 1인당 3㎡ 이상 (주거용도지역) • 산업입지개발지침에서 정한 공공녹지확보기준 적용(전체계획구역)	
	유통사업	(별도 확보기준 없음)

구분	도시공원 또는 녹지 확보기준	(사업지구 면적)
기타 개발	공원녹지법 상주인구 1인당 3㎡ 이상 (주거용도지역)	
	<p>공공주택 상주인구 1인당 6㎡ 이상 또는 주택지구면적의 12% 이상 중 큰 면적 (30만㎡ 미만)</p> <p>공원·녹지율 20% 이상</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (완화) 상주인구 1인당 6㎡ 이상 또는 주택지구면적의 12% 이상 중 큰 면적 (지구면적 30만㎡ 미만인 경우)</li> <li>• (완화) 주거취약계층용 공공주택사업은 공원녹지법 기준(1인당 3㎡) 적용</li> <li>• (완화) 철도, 유수지 포함 부지에서의 공공주택은 공원녹지법 기준(1인당 3㎡) 50% 완화</li> <li>• (면제) 장기임대주택만 1천세대 미만 건설시, 공원녹지율 미적용 (단일블럭, 면적 1만㎡ 미만인 경우)</li> </ul>	
	<p>혁신도시 저밀형(충북, 광주, 전남) : 공원녹지율 25~30% 이상</p> <p>중밀형(경북, 강원, 대구, 전북) : 공원녹지율 25% 이상</p> <p>고밀형(울산, 경남) : 공원녹지율 20% 이상</p>	
	기업도시 상주인구 1인당 12㎡ 이상 또는 부지면적의 20% 이상 중 큰 면적	

## 2. 영상분석 관련 기술 동향

### ■ 피복변화 탐지용 인공위성 유형 및 특징

- 1970년대 미국 우주항공국(NASA)의 Landsat 위성 영상이 만들어진 이후 지속적인 기술개발로 최근에는 Landsat 외에도 Sentinel-2, MODIS, SPOT, PlanetScope, WorldView 등 다양한 인공위성 영상이 활용 중인데, 이들의 특징을 정리하면 다음과 같음
- Landsat 시리즈 (Landsat 8, 9 등) : 공간해상도 30m, 재방문주기 16일로서 대규모 분석에 적합. 1972년부터 지속적으로 데이터를 수집하여 장기간 분석에 적합하고, 식생 분석을 위한 NDVI 및 EVI 계산과 열적외선 밴드를 통해 지표 온도 분석 가능. Google Earth Engine 등에서 무료 제공(USGS Landsat Missions 홈페이지)



[그림 2-1] Landsat을 활용한 수도권 피복변화(서울연구원 홈페이지)

- Sentinel-2 : 공간해상도 10m, 재방문주기 5일로서 Landsat 에 비해 고해상도로서 녹지변화와 토지피복 분류에 적합하며, Red Edge 밴드를 통해 식생 상태 분석이 가능하며, 무료 이용 가능(The European Space Agency 홈페이지)  
공간해상도, 재방문주기, 자료 접근성 측면에서 가장 양호한 편임
- MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) : 공간해상도 250m, 재방문주기 1일. 낮은 해상도로 인해 대륙 단위 분석에 적합(NASA MODIS 홈페이지)
- SPOT 시리즈 : 공간해상도 10m 이내, 재방문주기 1~3일의 고해상도 영상으로 도시와 녹지의 세부 분석 등 지역 분석에 적합하나, 상업용 유료 데이터임 (Airbus SPOT 홈페이지)
- PlanetScope : 공간해상도 3m, 재방문주기 1일로서 전세계 매일 촬영이 가능함에 따라 최신데이터 확보 장점. 소규모지역의 녹지 및 식생변화 탐지에 적합. 상업용

유료데이터로서 특정지역에 대한 높은 시간해상도가 장점(PlanetScope 홈페이지)

- WorldView 시리즈 (WorldView-2, 3, 4) : 공간해상도 1m 내외, 재방문주기 1~3일의 고해상도 영상으로 세부적인 도시 및 녹지변화 모니터링 가능, 식생활력이나 토지 이용패턴 분석에 사용, 단 높은 상업용 비용 단점(Maxar WorldView 홈페이지)

[표 2-3] 변화탐지에 적용 가능한 주요 인공위성 영상 (국토지리정보원, 2024)

위성(센서)	자료제공기간	공간해상도	재방문주기	밴드
Landsat	1972년 이후	30~100m	16일	11개 밴드
<b>Sentinel-2</b>	<b>2015년 이후</b>	<b>10~60m</b>	<b>5일</b>	<b>13개 밴드</b>
Modis	1999년 이후	250~1,000m	1~2일	36개 밴드
SPOT	1986년 이후	1.5~20m	7일	4~5개 밴드
PlanetScope	2016년 이후	3~4m	1일	4개 밴드
WorldView	2007년 이후	0.5m	1일	8개 밴드
Kompsat-3	2012년 이후	2.8m	28일	4개 밴드
Kompsat-3A	2015년 이후	2.8m	28일	4개 밴드

### ■ 위성영상 기반 토지피복 및 식생분류 기법

- 인공위성 영상 기반 피복 분류에 주로 사용되는 전통적인 기법으로는 감독분류와 비감독분류가 있고 최근에는 객체기반 분류나 딥러닝 기반 분류기법도 적용 중으로 그 내용을 정리하면 다음과 같음(김민주 외, 2023)
- 감독분류 (Supervised Classification) : 사용자가 사전에 정의한 훈련 데이터(레이블링된 샘플)를 기반으로 알고리즘이 픽셀을 분류하는 방법. 대표적인 기법으로는 통계적 확률 모델을 통해 각 클래스의 분포 가정 후 최대 확률로 분류하는 최대우도분류법 (Maximum Likelihood Classifier, MLC), 경계면을 최대화하여 분류하는 지원벡터머신(Support Vector Machine, SVM), 다수의 결정트리 앙상블 기법으로 비선형 분류가 강점인 랜덤 포레스트(Random Forest, RF)를 들 수 있음. 정확도가 높고, 해석 및 검증이 용이하다는 장점이 있으며, 정확한 훈련데이터가 필요하다는 점과 시간과 비용이 높다는 단점
- 비감독분류(Unsupervised Classification) : 사전 레이블 없이 데이터의 군집 패턴만으로 자동 분류하는 방법. 대표적인 기법으로는 데이터 포인트를 K개의 군집으로 나누는 간단한 군집 알고리즘인 K-평균 군집화 (K-Means Clustering), K-평균 향

상형, 군집 개수를 자동 조절할 수 있는 ISODATA(Iterative Self-Organizing Data Analysis Technique) 등이 있음. 훈련데이터 없이 분류가 가능함에 따라 초기 연구나 탐색적 분석에 장점이 있으나 분류 유형에 대한 명확한 해석이 어렵고 비교적 정확도가 낮다는 단점이 있음

- 객체기반 영상분석(Object-Based Image Analysis, OBIA) : 픽셀 단위가 아닌 의미 있는 객체(군집) 단위로 분류하는 방법으로 공간적, 분광적, 텍스처 특성을 모두 활용해 정확도가 높다는 장점이 있으며 고해상도 영상에 적합하며, 도시지역, 농업생태계 등 복잡환경 분석에 유리한 특징이 있음
- 딥러닝 기반 분류 : 합성곱 신경망(Convolutional neural network, CNN) 등 딥러닝 모델을 이용한 분류 방법으로 복잡한 패턴에 대한 인식이 가능하고, 높은 분류 정확도와 다양한 데이터에 적응이 가능하다는 장점이 있지만 대용량 학습데이터가 필요하고 높은 연산자원이 전제된다는 단점이 있음

### 3. 소결

- 공원녹지의 법적 용어정의와 관련지표를 분석한 결과, 다음과 같은 한계를 지적할 수 있음
  - 모호한 법적 용어정의
    - 공원녹지법상 ‘공원녹지’와 개발사업에서의 ‘공원녹지’간의 차이 (공원녹지법 ‘공원녹지’는 식생공간 전체를 대상으로하는 반면, 개발사업에서의 공원녹지는 사업별로서 상이하며, 대부분 도시계획시설 위주로 정의)
  - 법정시설 위주의 제도 운영
    - 도시계획시설로 결정된 도시공원과 녹지 위주의 정책 운영으로 비법정녹지에 대한 제도적 관리 기반 미비
  - 모호한 산정근거
    - 대부분의 도시계획지표가 인구를 기반으로 산정하거나 시설용량 등을 근거로 하는 점과 비교하면 개발사업에서의 공원녹지 확보기준도 적절한 근거가 필요하나, 공원녹지 확보기준의 경우, ‘1인당 기준 면적 또는 사업지구면적 대비 비율 중 큰 면적’과 같이 최대 녹지율 확보를 목표로 하고 있으며, 적정 공원녹지율에 대한 근거는 없는 실정임
    - 특히, ‘공원녹지’는 생태적 기능과 여가기능을 함께 수행하는 여가환경지표(도시군계획상 구분 기준에 근거한 구분)로서, 각각의 기능을 구분한 기준 등이 필요하나, 이를 구체화한 근거도 없는 실정으로 공원녹지 확보기준을 확보 목적에 맞게 구체화할 필요가 있음



# 제3장 해외사례

## 1. 공원녹지 정책동향

- 공원녹지 신규 조성을 위한 가용지 부족, 기 조성 공원녹지면적 증가에 따른 관리 부담, 기후위기 대응 문제 등이 제기되면서 유럽연합, 영국, 미국, 일본, 싱가포르 등 각국에서도 공원녹지 관련 정책제도를 개선하고 녹지지표를 고도화하는 중으로 이중 특징적인 내용을 정리하면 다음과 같음

### 1.1 유럽연합

- 유럽연합 자연복원법(EU Nature Restoration Law)
  - 유럽연합(EU)은 2024년 도시지역 내 녹지 및 수공간 그리고 녹지피복면적의 순손실 금지(No net loss of urban green and blue space and tree canopy cover)를 주 내용으로 하는 EU 자연복원법 제정. 기존에는 각국이 자율적으로 도시숲·캐노피 정책을 추진했으나, 해당 법 제정으로 모든 회원국에 2030년까지 EU 전체 육지·해양면적의 최소 20%, 2050년까지 90%의 생태계 복원을 의무화하는 국가 복원 계획을 수립하고, 복원 목표의 이행 여부를 생물다양성 지표 기반으로 모니터링하는 것이 강제됨
  - (목표) 2030년까지 도시녹지 및 캐노피의 순손실을 금지하고 2050년까지 모든 도시의 캐노피 커버리지를 10% 이상 확대
  - (특징) 수목 캐노피면적과 수공간에 중점
  - (이전제도와와의 차별성) 자연복원법 제정 이전에는 유럽연합 차원에서의 강제기준은 없었으며, 국가 또는 도시별로 도시계획이나 녹색인프라(Green Infrastructure) 전략, 생물다양성 전략, 기후적응 전략 등 환경전략에 근거하여 녹지공간 확대를 권장하는 수준이었으나, 자연복원법 제정으로 녹지피복면적 순손실금지가 의무화됨(European Commission, 2024 ; European Union, 2024 ; European Environment Agency, 2018)

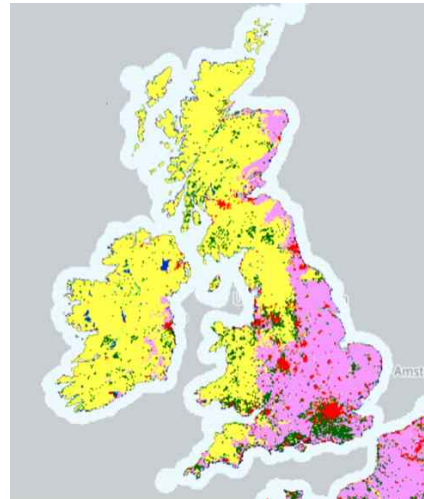
[표 3-1] EU 자연복원법 주요내용

구분	내용	비고
명 칭	EU 자연복원법	
적용시점/대상	2024년 8월 시행 / EU 회원국 전체	
적용내용	EU회원국의 2030년까지 육지와 해양 면적의 최소 20% 복원 의무화 2050년까지 복원이 필요한 모든 생태계를 복원하기 위한 복원 조치 시행하고 국가별 복원계획에 수목캐노피 목표·실행 방안을 포함	제1조 일반
정 의	(도시녹지공간) 도시나 마을 및 교외에서 발견되는 나무, 덩굴, 관목, 영구 초본 식생, 지의류 및 이끼류, 연못 및 수로의 총 면적 (도시캐노피) 도시, 마을 및 교외 지역의 총 수관 덮개 면적	제3조 정의
캐노피 측정방법	코페르니쿠스 토지 모니터링 서비스가 제공하는 수목캐노피 밀도 데이터와 해당 회원국에서 제공하는 데이터를 기반으로 계산	
수목캐노피 의무규정	2024년 대비 2030년 도시녹지 및 캐노피 커버리지의 순수실 "0" 목표, 단, 도시녹지 점유율 45% 및 수목캐노피가 10% 이상인 지역 제외 2031년부터는 도시녹지와 캐노피 커버리지의 증가 추세 유지	제8조 도시생태계복원
캐노피 모니터링	2024년 기준 도시녹지 및 수목피복면적을 국가별로 산정 2031년부터 6년마다 변화 추적 및 보고	

European Commission(2024) 및 European Union(2024)의 내용을 바탕으로 연구진 작성

■ 코페르니쿠스 토지모니터링서비스 CLC 100 (Copernicus Land Monitoring Service, CLPMS)

- CLC 100은 유럽연합에서 사용 중인 인공 위성 영상기반의 수목캐노피 지도. 1985년 환경 정책 개발 지원을 위해 유럽의 토지 데이터 수집 및 표준화의 일환으로 추진된 인벤토리로서 유럽 전역을 대상으로 하는 토지 피복 데이터 구축(CORINE Land Cover 홈페이지)
- PROBA-V 위성 데이터와 지상 관측 데이터를 기반으로 100m 해상도로 전 세계 토지피복 데이터를 구축하였는데, 데이터는 1990년 처음 제공되었으며, 이후 2000년 업데이트 된 이후 6년 간격 갱신
- 산림, 농지, 도시지역, 수역 등 44개의 주제별 토지 피복 클래스로 구성되며 도시계획, 생태계 보전, 기후변화 대응 등 다양한 환경정책 지원에 활용



[그림 3-1] CLC 예시(2015-2019 피복변화)

■ EU 도시숲 지수(European Urban Biodiversity Index, EUBI)

- 도시숲 지수(EUBI)는 유럽 도시의 생물다양성을 종합적으로 평가하기 위해 개발된 복합 지표로 도시 생태계의 녹지 및 캐노피 관리 현황을 과학적으로 분석하고 자연복원법상 규정의 이행 모니터링과 목표 달성을 위한 핵심 평가 도구. 법적근거나 강제력 없음
- (활용) ①도시별 생물다양성 목표 설정 및 모니터링을 통한 정책 활용 ②환경정의(Environmental Justice) 실현을 지원하는 녹지 접근성 격차 분석 ③기후변화 대응을 위한 탄소 흡수, 열섬 완화 등 생태계 서비스의 정량적 가치 산정
- (특징) 수목캐노피 기반 녹지면적 산출 및 접근성 지수 추가

[표 3-2] EU 도시숲 지수(EUBI)

구분	코드	내용	분석
핵심 지수 (Core Index)	CO1 투수성 도시면적 비율	도시 내 빗물침투가능지표면(토양, 초지) 비율	Copernicus Urban Atlas
	CO2 보호구역 비율	Natura 2000 등 법적 보호구역 내 캐노피 밀집 지역 면적	MAES 생태계 유형 매핑
	CO3 녹지면적 비율	공원, 숲, 가로수 등 수목캐노피 총 면적	LiDAR, 위성 3D 분석
	CO4 수역 비율	호수, 하천 등 수생태계 면적	WISE WFD 수역 데이터
	CO5 생태경계 길이	서식지경계의 총 길이	Urban Atlas 경계 분석
	CO6 종 풍부도	EU 서식지 지침(Art.12)에 따른 보호종 수	
	CO7 종 풍부도	EU 종보호 지침(Art.17)에 따른 서식지 내 종 수	
	CO8 서식지 풍부도	EU 종 보호 지침(Art.17)	
지역 지수 (Local Index)	L01 토착종 수	도시 내 토착 동식물 종 수(식물, 조류, 나비 등)	
	L02 외래종 비율	외래 침입종 수 / (토착종 + 외래종) × 100	지역 생태 모니터링 보고서
	L03 자연지역 비율	원생태계가 보존된 지역의 면적 비율	지자체 GIS데이터
	L04 녹지 접근성	300m 이내 녹지에 접근 가능한 인구 비율 (3-30-300 원칙 반영)	Poelman(2018) 접근성 모델

European Environment Agency(2018) 내용을 바탕으로 연구진 작성

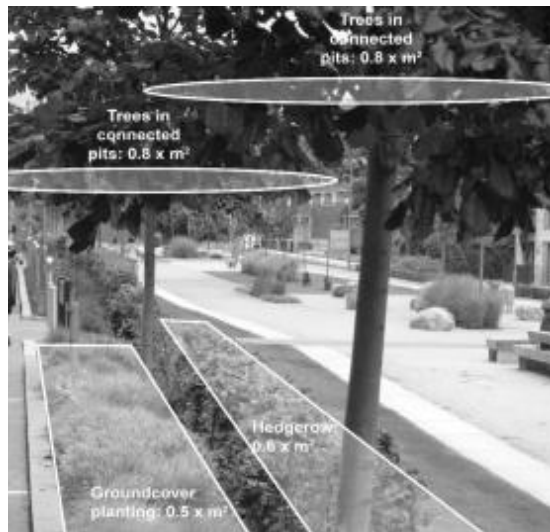
- (구성) 핵심 지수(Core Index)와 지역지수(Local Index)로 구성
  - (핵심지수) EU 전역의 도시 생물다양성을 유럽 차원의 표준화된 데이터로 평가하기 위한 지표군으로 주로 위성 데이터와 EU 법적 보고 자료를 활용. 캐노피 관련 지수로는

법적으로 보호되는 도시숲 및 캐노피 밀집 구역을 식별하는 'CO2'와 도시 내 공원, 숲, 가로수 등 캐노피를 형성하는 녹지의 총면적을 평가하는 'CO3'가 있음

- (지역지수) 개별 도시의 맞춤형 생물다양성 현황을 평가하기 위한 보조 지표군으로 현지 조사 데이터를 주로 활용하는데, 이중 도시계획적 측면에서 관련성이 높은 지표는 'L04' 지표로서 이는 시민이 300m 이내에서 캐노피가 풍부한 녹지 접근성을 나타냄

## 1.2 영국

- 영국 런던의 개발사업에서의 녹지 확보 기준은 「런던 플랜(London Plan)」에 의거하는데, “도시 녹화 지수(Urban Greening Factor, UGF)”를 통해 대규모 개발사업에서 조성해야 할 녹지공간 규모를 산출토록 규정(Greater London Authority, 2023)
- 지표 유형에는 사유지 내 녹지도 포함되는데, 사유지내 녹지는 영국 전체 도시면적의 30%를 차지할 정도로 높은 비중
- 우리나라의 생태면적율과 유사한 지표로서 피복유형별로 UGF 값이 구분되며 개발사업 시, 이를 모두 더해 표준지표인 0.4를 달성토록 규정.



[그림 3-2] 수목 및 지피류 UGF 산정 예시 (Greater London Authority, 2023a)

다만, 수목의 경우, 캐노피 면적을 기준으로 산정하는 등 세부 산정방식이 우리나라와는 일부 차이가 있음(Greater London Authority, 2023a)

## 1.3 미국

### 1) 공원녹지정책 변화 동향

#### ■ 공원녹지계획 및 정책의 변화

- 미국의 최근 공원녹지정책은 양적 기준에서 종합적이고 질적인 접근방식으로 전환. 시기별 정책동향을 살펴보면 다음과 같음
- (1980년대) 대형공원 중심의 양적 확보와 인구 1,000명당 공원 면적이라는 양적지표를 기준으로 공원녹지계획을 수립하였으며, 도시미관 향상을 위한 가로수 정책을 함께 추진
- (1990년대) 도시녹지의 다양한 가치에 대한 인식이 확산되면서, 미국산림협회(American Forests)<sup>3)</sup>는 미국 산림청(USDA)과 협력해 'American Forests Urban Ecosystem Analysis' 프로그램을 도입하여 도시숲(urban forest)과 캐노피의 환경적·사회적·경제적 가치를 과학적으로 평가하고, 도시정책 및 관리계획에 반영할 수 있는 방안 모색. 단순 녹지면적보다 도시 내 전체 수목 캐노피의 중요성 부각
- (2000년대 초반) 도시 전체의 캐노피 관리가 정책의 중심으로 부상. 연방 산림청(USDA Forest Service) 주도로 주요 도시에 'Urban Tree Canopy(UTC) Assessment'<sup>4)</sup>가 도입됨. 볼티모어, 워싱턴 DC, 뉴욕, 필라델피아 등에서 캐노피 커버리지를 정밀 측정하고 도시별로 구체적인 캐노피 목표치 설정 및 정책화 하는 흐름이 확산됨
- (2000년대 후반) 도시녹지 관리 제도의 체계화 및 기술의 발전으로 도시녹지의 관리가 개별 도시의 선택이 아닌 국가적 과제로 인식 전환
  - (2006년) 미국 시장협의회(Conference of Mayors)는 'Community Trees Task Force'를 창설하여 도시숲과 캐노피 확대의 중요성을 공식적으로 논의하기 시작
  - (2007~2008년) 미국 전역의 도시 캐노피 현황 조사 및 목표 설정 작업 본격화. 대부분의 도시가 캐노피 목표(30~40%)를 공식화하거나 별도 프로그램 시작
  - (2009~2011) 볼티모어, 워싱턴 D.C., 뉴욕, 필라델피아 등 대도시에서 UTC Assessment 본격 도입. GIS, LiDAR 등 고해상도 위성영상 기반의 수관 분포 매핑 도입
- (2010년대 이후) 도시녹지의 관리 목적이 환경적 형평성으로 확장됨. LiDAR 등 기

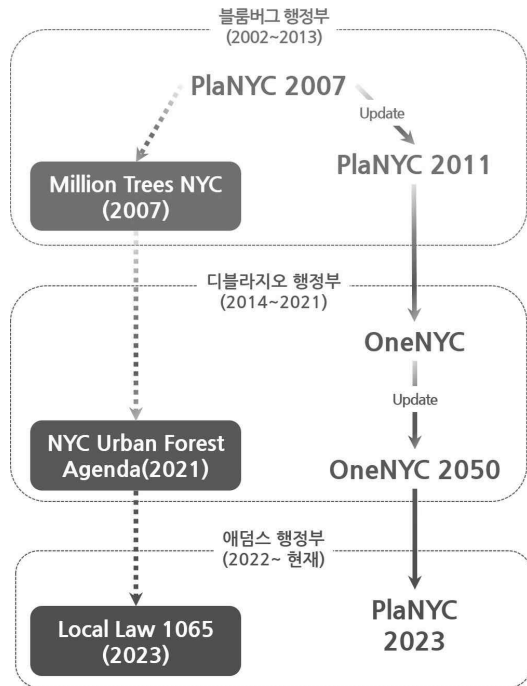
3) 미국의 도시 숲과 생태계 서비스를 분석하고 개선하기 위한 다양한 프로그램과 도구를 운영하는 비영리 단체

4) UTC는 지표면을 덮고 있는 수관을 면적 비율(%)로 측정한 양적 지표로 질적 향상(도시환경 개선, 사회적 가치 증진 등)을 위한 정책·계획적 수단으로도 활용

술 발전으로 캐노피의 정밀 측정이 가능해짐에 따라 ‘Tree Equity’ 등 사회적 형평성을 고려한 녹지 정책이 도입되었으며 도시별로 캐노피 관련 조례가 제정되는 등 법적 근거 마련

① 사례분석 : 뉴욕(NYC, USA)<sup>5)</sup>

- 뉴욕시는 기후 변화에 대응하고 지속 가능한 도시로 발전하기 위한 종합계획을 수립하였는데 2007년 PlaNYC 발표 이후, OneNYC(2015), OneNYC 2050(2019), PlaNYC 2023(2023)까지 매년 계획을 점검하고 단계적으로 발전시키는 중임
- 종합계획 외에도 녹지 특화계획인 Million Trees NYC(2007)를 수립하였으며 이를 통해 가시적 도시 녹지 확충 성과를 거둠에 따라, 후속조치로 도시 산림의 보존, 관리 및 확장을 위한 종합 전략인 NYC Urban Forest Agenda(2021)를 발표하고, Local Law 1065(2023)를 제정하는 등 도시 녹화의 실행력을 높일 수 있는 제도적 기반까지 마련



[그림 3-3] PlaNYC 관련 주요 환경계획의 흐름도

- PlaNYC부터 Local Law 1065까지 주요 계획 및 법제도를 정리하면 다음과 같음

■ PlaNYC

- (개요) 뉴욕시의 인구증가 및 환경문제가 가속화됨에 따라 2007년 뉴욕 시장 마이클 블룸버그는 기후 변화에 대응하고 지속 가능한 도시를 구현하기 위해 환경 보호, 경제 성장, 공공 건강 개선, 사회적 형평성을 고려한 인프라 개발 등을 주요 목표로 한 최초의 종합적이고 지속가능한 계획을 발표

5) The City of Newyork(2007~2014) PlaNYC Full & Progress report, Forest for all(2021) NYC urban forest agenda 및 관련 홈페이지 NYC Parks(PlaNYC Full & Progress report), Regional Plan Association(rpa.org), The new york City Council(legistar.council.nyc.gov) 홈페이지 내용 정리

- (주요내용) Land(Housing, Openspace, Brownfields), Water(Water Quality, Water Network), Transportation(Congestion, State of Good Repair), Energy, Air(Air quality), Climate change 등 총 6개 부문으로 구성되며, 공원 및 공공공지와 관련된 내용은 Openspace(Land)에 포함
- (Openspace) 2030년까지 모든 뉴욕시민이 공원에서 도보 10분 거리 이내에 사는 것을 목표를 설정하였으나, 토지부족 및 재정 문제로 인한 신규 공원 조성이 어렵게 되자 학교운동장, 광장 등 기존시설 중 활용도가 낮은 곳을 녹지로 전환하는 정책 도입
  - (교육시설) 공공-민간 파트너십으로 TPL(Trust for public Land)과의 협력을 통해 학교 운동장을 공공놀이터로 개방하여 허용기준(1,250명/개소) 초과지역의 불균형 개선(평균 수용인원 2,100명/개소에서 1,206명/개소로 개선)
  - (미조성 공원부지) 약2ha 면적의 8개 미조성 공원부지에 대한 공원조성 시행
  - (다목적 경기장) 아스팔트로 된 경기장을 합성잔디로 교체하여 다양한 활동을 유도하고, 야간활동(여름 2시간, 봄·가을 4시간)을 위한 조명 추가 설치
  - (광장) 약 31개 광장프로젝트를 통해 모든 커뮤니티에 최소 하나 이상의 광장을 신규 조성하거나 개선
  - (가로수 식재) 가로수 비율을 74%에서 100%로 높이고자 매년 2,300주를 식재하고, 미사용 도로공간을 녹지로 전환하는 프로그램인 Greenstreets를 3,000개로 확대
- (Greenstreets) 도로의 중앙분리대, 교차로, 유휴 공간 등을 활용해 소형 공원을 조성하는 프로젝트로 1996년 최초 시작. PlaNYC(2007)의 목표 중 하나인 도시 녹지 공간 확대의 일환으로 뉴욕시 환경 보호국(DEP)과 공원국(NYC Parks)이 협력 시행
  - (목표) ① 도시 내 작은 유휴 공간을 녹지화하여 주민들에게 쾌적한 환경 제공 ② 빗물 유출 감소 및 홍수 예방(빗물이 자연적으로 스며들도록 설계) ③ 공기 질 개선 및 도시 생태계 복원 ④ 보행자 및 지역 커뮤니티를 위한 녹색 공간 확대
  - (성과) PlaNYC 이전에는 약 2,000개의 GreenStreets가 있었으나, PlaNYC 시행 이후 2013년까지 약 2,500개로 확장
  - (영향) PlaNYC의 후속 계획인 OneNYC(2015)에서도 Green Infrastructure(녹색 인프라)의 중요성이 강조되며 Greenstreets 프로그램 지속 확대. 뉴욕시 공원국과 환경보호국이 협력하여 녹지 확대 추진. PlaNYC 2023 및 NYC Urban Forest Agenda(2021)에서도 도심 내 녹지 공간 확장의 주요 전략 중 하나로 활용

### ■ Million Trees NYC

- 2007년 뉴욕시 공원국(NYC Parks)과 비영리 단체인 ‘New York Restoration Project(NYRP)’ 이 공동 협력한 뉴욕시 환경 프로젝트
- (목표) ‘PlaNYC’의 주요 이니셔티브 중 하나인 ‘Green the Cityscape’ 실행. 도시녹지 확대와 환경 개선을 위해 2007년부터 2015년까지 뉴욕시 전체에 100만 주의 나무를 심는 것을 목표로 하였으며, 2015년 11월 조기 달성
  - 연간 누적 식재규모는 33,501주(2008), 300,000주(2009), 430,000주(2010), 560,000주(2011), 730,000(2012), 830,000주(2013), 1,017,634주(2015)로 100만주 식재에 약 8년 소요
- (영향) ‘NYC Urban Forest Agenda’와 같은 후속 정책으로 이어져 도시 내 숲과 녹지를 더욱 확대하는 방향으로 발전하였고, ‘PlaNYC 2023’에서도 도시녹지 확대와 기후 회복력 강화를 위한 추가적인 계획이 수립

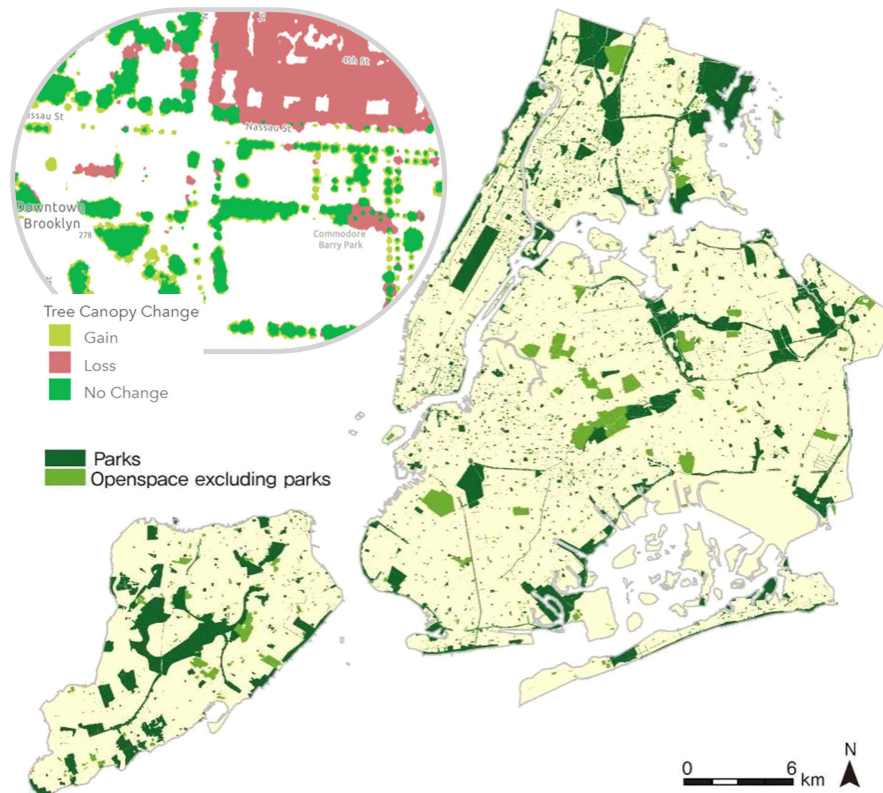
### ■ NYC Urban Forest Agenda<sup>2021</sup>

- ‘Forest for All NYC’ 연합체가 도시숲 보호와 확장을 위해 발표한 전략계획
- (목표) 2035년까지 도시의 수목캐노피 면적을 22%에서 30%로 확대
- (특징) ‘PlaNYC’와 ‘NYC Urban Forest Agenda’는 뉴욕시의 지속가능성과 환경 개선을 위한 상호 보완적인 계획으로 ‘PlaNYC’가 도시 전반의 기후 대응 및 지속가능성 증진을 위한 종합 전략을 제시한 반면 ‘NYC Urban Forest Agenda’는 도시 숲의 보호, 유지, 확장 및 홍보를 위한 구체적인 로드맵 제공
- (Urban Forest 정의 및 범위) 단순히 공원과 가로수를 넘어 공공 및 민간 영역에 존재하는 모든 나무, 자연림, 조경 공간, 그리고 이와 관련된 정책 및 관리 시스템까지 포함하는 개념으로 주요 유형별 수목 캐노피 비율을 다음과 같이 설정
  - 공공도로변(Public Rights of Way) : 도로, 보도, 공원도로, 고속도로 내 수목. 도시 총 캐노피의 약 25%
  - 자연림(Forested Natural Areas) : 공원 및 보호 구역 내 위치한 자연림 등 생물 다양성이 높은 지역으로 토양 및 다양한 동식물이 서식하는 공간. 도시 총 캐노피의 약 28%
  - 조경공간(Landscaped Areas) : 학교, 병원, 공공기관, 종교 시설, 묘지, 뉴욕시 주택공사(NYC Housing Authority) 부지 내 수목 등. 도시 총 캐노피의 약 10%
  - 사유지내녹지(Private Homes and Businesses) : 마당이 있는 1~3가구용 주택, 다세대

주거 건물, 그리고 산업·제조업 등 상업 시설. 도시 총 캐노피의 35%

### ■ Local Law 1065

- (법제정) PlaNYC의 설정목표 달성을 위한 제도적 장치로서 2035년까지 수목 캐노피율 30% 달성을 골자로 하는 “Local Law 1065” 제정(2023. 11)
- (실천수단) “Local Law 1065”에 근거하여 2024년 7월 도시녹지 종합계획(Urban forest master plan)을 수립. 갱신주기는 10년
  - 캐노피 피복변화 영향요인을 조사하여 손실을 방지하고 성장을 촉진하기 위한 전략적 권장 사항 제공
  - 기존수목 보호 및 신규식재를 위한 홍보·교육 프로그램 개발
- (캐노피맵) 수목 캐노피 면적에 대한 “유지-증가-감소” 유형별 모니터링
  - 캐노피 모니터링 결과(2010~2017), 유지 64%, 증가 23%(식재 또는 성장), 감소 13%(고사 또는 감염)로 나타남



출처: 서울연구원 및 뉴욕시 홈페이지

[그림 3-4] 미국 뉴욕 공원녹지 분포 및 수목캐노피 모니터링 지도

## 2) 미국 개발사업에서의 공원녹지확보기준

### ■ 공원녹지 확보기준과 UTC 관계

- 개발사업에서의 수목캐노피율 의무 규정은 공원녹지 확보기준과는 별개의 기준. UTC는 주로 '환경 기능'을 위한 수목의 양적지표이며, 공원녹지면적 확보는 '공공 복지 및 접근성'을 위한 토지 확보 의무에 해당하며 각각 서로 상이한 법제도에 근거
- 개발사업시에는 UTC와는 별도로 대부분의 지방 정부 조례에서 주택 단위 수나 개발 면적에 비례하여 공원 부지를 기부하거나, 이에 상응하는 현금(Fee-in-Lieu)을 공원 기금으로 납부
- 단, 일부 조례(통합개발 조례, Unified Development Ordinance,UDO)는 UTC 보존 지역을 공공 오픈 스페이스나 레크리에이션 공간에 지정함으로써, 공원녹지 확보와 UTC 기준을 동시에 충족할 수 있는 완화책을 사용하는 경우도 있음

### ■ 개발사업 관련 통합개발 조례(Unified Development Ordinance,UDO)

- 미국 노스캐롤라이나주 홀리 스프링스의 통합개발 조례(Unified Development Ordinance) 및 텍사스주 포트워스의 조닝 조례 (Zoning Ordinance) 예시
- (공공 오픈 스페이스 요건 충족) 개발사업 중 의무확보해야 하는 '사유지내 오픈스페이스(On-Site Private Open Space)' 조성시 나무 보존 구역(Tree Preservation Areas)을 사유지내 오픈스페이스 확보면적에 포함할 수 있도록 허용(홀리스프링스 조례)
- (레크리에이션 공간으로의 예외적 인정) 개발사업에서 조성해야하는 오픈스페이스 중 놀이터와 운동장과 같은 여가공간(Active Recreation Area)에는 UTC 보존지역을 포함할 수 없으나 자연보존구역이나 녹도 등 생태적공간(Passive Open Space)이 오픈스페이스 의무조성 내용에 포함될 경우, UTC지역을 오픈스페이스로 인정 가능
  - 단, 개발사업에서의 공공 공원 기부(Parkland Dedication)의 주 목적이 주민들의 놀이 및 활동이기 때문에, 나무가 너무 뻥뻥하게 우겨져 이용 가능성(Usability)이 낮은 지역은 예외적 인정 대상에서 제외
- 보너스 크레딧 (Canopy Credit) : 생태적 가치가 높은 수림지를 보존하거나 수질 개선목적의 저영향개발(LID) 시설에 식재를 통해 UTC를 확보하는 경우 수목 캐노피 면적의 1.25배~2배의 면적 크레딧 부여

## 1.4 일본

### ■ 녹지확보방식 다각화

- 일본은 도시계획시설 중심의 공원녹지 확보기준을 고수하고 있는 우리나라와는 달리, 질적 개선과 다기능성에 중점으로 두고 새로운 녹지확보제도를 도입하고 도시공원 서비스를 위한 공원 내 편의시설 확충, 문화레저공간 기능 강화에 중점
- 일본 역시, 기존에는 도시공원의 양적 확보에 치중하면서 1960년대 2.1㎡/인 수준이던 도시공원 규모를 2023년 기준 10.9㎡/인까지 상향시켰으나, 그 이후부터는 그동안 유지하던 양적 확충 중심에서 도시 내 다양한 녹지를 조성하고 서비스 기능을 제고하는 것으로 정책을 전환함
- 일본 공원녹지법은 크게 「도시공원법」 과 「도시녹지법」 으로 구분되는데, 「도시공원법」 은 도시공원의 설치와 관리에 대한 기준만을 대상으로 하고, 도시공원을 포함한 도시구역 내 녹지조성 및 관리에 관한 사항은 「도시녹지법」 에 근거함

### ■ 공원녹지 확보기준

- 일본의 도시공원 확보기준은 1인당 10㎡(시민녹지 포함)으로 우리나라의 6㎡보다는 높게 설정(도시공원법 시행령 제1조의2)
- 단, 도시공원면적에 시민녹지를 포함하여 산정할 수 있도록 했는데 이는 지자체가 토지소유자와 계약을 통해 사유지녹지를 지역주민에게 개방하는 제도로서 우리나라의 녹지활용계약과 유사한 성격이라고 할 수 있음(도시녹지법 제52조 등)

### ■ 개발사업에서의 공원녹지 등 확보기준

- (근거) 도시계획법 제29조(개발행위허가) 및 동법 시행령 제25조 등)에 따른 공원, 녹지 또는 광장에 관한 기준
- (기준) 사업규모에 상관없이 개발구역면적의 3% 이상 조성해야 하며, 사업성격에 따라 설치 시설이 상이한데, 주택개발사업의 경우에는 공원만을 대상으로 하고 그 외의 사업인 경우에는 공원, 녹지, 광장으로 조성 가능
- (세부기준) 개발면적 5ha 이상인 경우, 개발구역 면적의 3% 이상에 해당하는 공원 설치 필요(특히, 공원 1개소 당 최소면적이 300㎡ 이상이어야 함)
  - 개발면적 20ha 미만인 경우, 1,000㎡ 규모의 공원 1개소 이상

- 개발면적 20ha 이상인 경우, 1,000㎡ 규모의 공원 2개소 이상
- (완화규정) 개발구역면적이 5ha 미만인 경우에는 주변에 상당한 규모의 공원, 녹지, 광장 등이 있는 경우, 신규 공원 등 설치 완화 가능

[표 3-3] 일본 개발사업에서의 공원녹지, 광장의 설치기준

개발구역 면적	공원녹지확보율	사업유형	
		주택개발	주택이외의 개발
0.3ha 이상 5ha 미만	개발구역면적의 3% 이상	<b>공원, 녹지 또는 광장</b> (개발구역 주변에 상당 규모의 공원이 있는 경우는 불필요)	<b>공원, 녹지 또는 광장</b> (개발구역 주변에 상당한 규모의 공원이 있거나, 단독 부지 개발 등의 경우, 개발구역 주변 상황, 예정 건축물의 용도 및 부지 배치 등을 감안하여 필요하지 않다고 인정되는 경우에는 필요하지 않음)
5ha 이상 20ha 미만		<b>공원</b> (최소면적 300㎡ 이상이어야 하며, 1,000㎡ 이상 공원 1개소 이상 설치)	<b>공원, 녹지, 광장</b> (최소면적 300㎡ 이상이어야 하며, 1,000㎡ 이상 공원, 녹지, 광장 1개소 이상 설치)
20ha 이상		<b>공원</b> (최소면적 300㎡ 이상이어야 하며, 1,000㎡ 이상 공원 2개소 이상 설치)	<b>공원, 녹지, 광장</b> (최소면적 300㎡ 이상이어야 하며, 1,000㎡ 이상 공원, 녹지, 광장 2개소 이상 설치)

일본 국토교통성(2017) 公園, 緑地又は広場に関する基準

### ■ 녹화지역제도

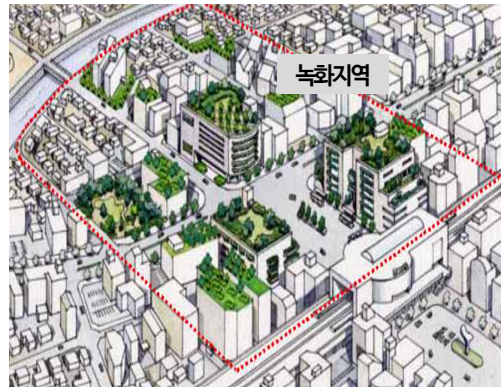
- 건축물 단위 녹화제도이며 도시녹지법에 근거. 2004년 도시녹지법 개정을 통해 도입된 제도로서 대지면적 1,000㎡ 경우 신축이나 증축시 일정비율 이상의 녹화조치를 하도록 규정
- (지정기준) 도시계획구역 내 주거나 상업지역 중 도시환경개선이 필요하며, 녹지가 부족하고 건축물부지 내 녹화를 촉진할 필요가 있는 지역을 대상으로 녹화지역 지정
  - (녹화지역제도 절차) 지방자치단체가 도시계획 수립시, 자연환경의 보전과 생태계 유지가 필요하다고 판단되는 도심지역을 대상으로 ① 녹화지역(綠化地域)으로 결정하고 ② 해당지역 내 건물 신축이나 증축시 일정 비율 이상의 단지내녹지 조성 의무화
  - (녹화지역 내 녹지구모) 총 4개 도시 동경도 세타가야구, 요코하마시, 나고야시, 도요타시 에서 녹화지역 제도를 운영 중이며 녹화지역제도를 통해 조성한 녹지구모는 약 9.3km<sup>2</sup>에 달함

**(법적근거)**

- ① 도시계획법 제 8조 지구유형
- ② 도시녹지법 제34조 녹화지역에 관한 도시계획 등

**(지정기준)** 주변 자연환경, 사회적 필요성, 도시개발 특성 고려

**(적용대상)** 대지면적 1,000㎡ 이상 건축물 (1,000㎡ 미만 건축물 중 조례로 정한 경우)



[그림 3-5] 일본 녹화지역 예시

■ 우량녹지확보계획인정제도(優良綠地確保計画認定制度, TSUNAG)

- 일본 국토교통성이 2024년 11월 도시녹지법 개정을 통해 신설한 녹지확보제도로써 민간 사업자나 지방공공단체가 추진하는 양질의 녹지 확보 노력을 국토교통성이 평가하고 인정하는 제도 (일본 국토교통성 TSUNAG 홈페이지)

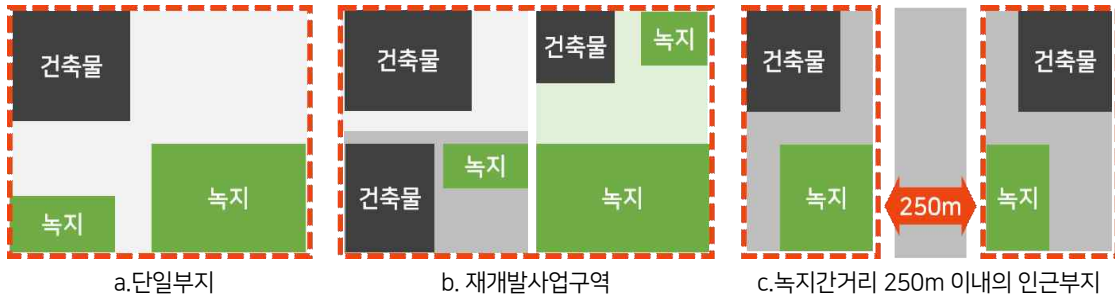
① 제도개요

- TSUNAG는 TO SECURE URBAN NATURE AND GREENSPACE의 약자로, 녹지가 지닌 다양한 가치를 가시화하여 녹지와 사람, 녹지와 도시, 녹지와 사회, 녹지 간의 연결 창출 추구
- (제도목적) 기후변화 대응, 생물 다양성 확보, Well-being 향상 등 사회적 과제 해결에 기여하는 양질의 녹지 확보 노력 평가
- (법적근거) 도시녹지법 제87조 및 제88조 등



[그림 3-6] 일본 아키히즈와 아자부다이힐즈(TSUNAG 인증 사례, 모리 홈페이지)

- (산출단위) 녹피율(綠皮率). 부지내 자연녹지 외에도 건축물 옥상이나 벽면 등을 포함하며, 부지 내 식생으로 덮힌 면적을 계산
- (지원조건) 사업지구 내 녹지면적이 1,000㎡ 이상이며, 기존 녹지 대비 녹지비율을 10% 이상 증가하는 계획에 한해 지원. 사업 지구는 단일부지 또는 일단의 재개발 구역 뿐만 아니라 녹지간거리 250m 이내의 분리된 부지까지 포함하여 설정 가능



[그림 3-7] 일본 우량녹지확보계획인정구역 지정 유형 (국토교통성 자료자료를 바탕으로 저자 작성)

- (인정방법) 국토교통대신이 녹지확보지침(綠地確保指針)에 의거 심사. 3단계 등급으로 구분되며, 최고등급(★★★)을 받기 위해서는 녹피율 30% 이상 조성 필요
- (인센티브) 인증 획득시 GRESB(부동산 ESG 평가 국제 기준) 인증항목 중 그린빌딩 인증으로 인정, 도시개발기금에서 녹지 조성 비용 무이자 대출, 보조금 지원과 같은 인센티브 제도 운영

## ② 특징

- 민간 건축물 단위에서의 녹지조성을 지원하기 위해 포괄적 녹지유형 정의(옥상 및 벽면 녹화 포함)와 지표 전환(녹피율 지표 적용), 재개발사업 적용을 위한 다양한 사업지구 산정기준 등 유연한 제도를 운영

[표 3-4] 일본 2025 우량녹지확보계획인정제도(TSUNAG) 인증 사례

사업명(등급)	녹지면적	녹피율	비고
아크힐즈 (Ark Hills)(★★★)	19,636㎡	42.6%	기존 녹지율 23.2% 대비 19.4% 증가
아자부다이힐즈 (★★★)	20,863㎡	32.3%	상업·주거 복합, 대규모 녹지정원
다이마루 유 지구(★★)	7,726㎡	20.2%	상업지구내 광장 등 오픈스페이스 조성
이온몰 쿠사츠 (★)	30,255㎡	18.3%	상업시설 연계공원 조성

일본 국토교통성 홈페이지 인증사례 <https://tsunag-mlit.com/tsunag/certifiedProjects>

일본 모리빌딩 홈페이지 [https://www.mori.co.jp/press/release/20251024\\_2/](https://www.mori.co.jp/press/release/20251024_2/)

## 1.5 싱가포르

- 싱가포르 LUSH(Landscaping for Urban Spaces and High-Rises) 프로그램
  - LUSH는 싱가포르 도시재개발청(URA)이 2009년에 도입한 포괄적인 정책 프레임워크로서 고밀도시 환경인 싱가포르 개발여건을 고려하여 지상부의 녹지손실을 지상 녹지 또는 건물 상층부에 대체 조성할 수 있도록 허용
    - 개발사업으로 인한 지상부 녹지손실을 별도의 지상녹지 (On-ground Greenery) 또는 옥상정원, 스카이트라스, 수직녹화 등 상층부녹지(Skyrise Greenery)로 대체조성할 수 있도록 한 것으로 기존 충족시 용적률 인센티브 부여
  - (특징) 고밀도 도시형 녹화프로그램
- 개발밀도에 따른 GnPR (Green Plot Ratio) 기준 의무화
  - GnPR은 LUSH 프로그램이 요구하는 대체녹지 조성의 양과 밀도를 정량적으로 평가하기 위한 기술지표로서 싱가포르 도시재개발청(URA)과 주택개발청(Housing and Development Board, HDB) 등에서 적용 중임
  - (정의) 건축면적 대비 식물의 총잎면적. 3차원적 녹지밀도를 측정하여 개발사업으로 인한 지상녹지 손실량을 건물 상층부나 벽면 등으로 대체하는데 사용
  - (측정방식) GnPR은 잎 면적 지수(Leaf Area Index, LAI)라는 생물학적 매개변수를 기반으로 식물의 종류(나무, 관목, 잔디)에 따라 가중치를 부여하여 계산
  - (적용) 싱가포르 주택개발청(HDB, Housing and Development Board)의 공공주택 단지 등 특정 개발 유형에 대해서는 최소 GnPR 기준 이상을 준수하도록 법적 의무화했으며 도시재개발청(URA)에서도 민간개발의 인센티브/규제지표로 사용
    - 싱가포르 주택개발청(HDB, Housing and Development Board)은 양적기준 방식에서 벗어나 모든 주택단지 내 양질의 녹지 제공을 목적으로 2016년부터 GnPR 지표 4.5 이상, 녹피율지표 45~60% 충족하도록 하는 제도 시행 중으로 GnPR 지표 4.5 충족을 위해서는 주택단지면적의 4.5배 이상이 될 수 있는 총잎면적 필요 (윤은주 외, 2015)
  - (계산식)  $GnPR = Total\ Leaf\ Area * / Site\ Area$ 
    - \* Leaf area = Leaf area Index(수목별지수) × Plant Quantity × Canopy area

## 2. 주요 국가(도시)별 녹지지표

### 2.1 피복면적기반 지표

- 최근 유럽을 비롯하여 피복면적 기반 지표를 고도화하고 법제화 하는 등 피복면적 기반 지표를 강조하는 추세로서 전부터 사용되던 지표인 녹피율 외에도 UTC지표(Urban Tree Cover), 미도리율(みどり率) 등을 들 수 있으며 이들의 내용을 정리하면 다음과 같음

#### 1) UTC 지표(Urban Tree Cover, 도시수목캐노피면적)

- 유럽연합, 미국 등에서 수목 캐노피면적 기반의 법적 녹지지표를 운영중으로 그 내용을 비교하면 다음과 같음

##### ■ 유럽연합 UTC 지표 개요

- (정의) 도시면적 중 수목수관이 점유하는 면적의 비율. 항공사진, 위성영상, LiDAR, GIS 분석 등 원격탐사 기법을 통해 측정
- (성격) UTC는 기후 변화 대응의 관점에서 나무가 제공하는 실질적인 3차원적 환경 서비스(그늘 제공, 온도 저감)를 정량화하는 데 중점을 두었기 때문에 모든 녹지가 아닌 ‘나무의 수관(canopy)’만을 대상으로 한다는 점에서 모든 녹지를 대상으로 하는 녹피율과는 차이가 있음
  - 잔디나 초지 등 모든 녹지를 포함하는 녹피율에 비해 UTC는 수목의 캐노피 면적을 대상으로 하기 때문에 일반적으로는 녹피율보다 낮은 수치를 나타냄
- (계산식)  $UTC(\%) = \frac{\text{총수관면적(Total Tree Canopy Area)}}{\text{도시면적}} * 100$
- (핵심기술) 위성 및 항공데이터 자동분석 체계
  - 항공/위성 이미지(Aerial/Satellite Imagery): NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) 분석(식생이 적외선을 반사하는 특성을 이용해 녹지 추출)
  - LiDAR (Light Detection and Ranging) : LiDAR 통해 지면 또는 피복면의 높이를 측정하고 이를 통해, 건물, 나무, 잔디 등을 구분(녹지 중 8피트, 즉 2.4m 이상을 수목으로 분류)

##### ■ 유럽연합 주요 도시별 UTC 현황

- (현황) 유럽은 인구 5만 이상인 도시를 대상으로 EEA의 UTC 지표를 정기적으로 공개하고 있는데(Copernicus Land Monitoring System의 High-Resolution Layer

Tree Cover Density 데이터를 활용) 2024년 기준 주요 도시의 UTC 지표는 런던 19.8%, 파리(광역권) 20.4%, 베를린 42.0% 등임

- 파리의 경우, 역사적 고밀도 도시구조를 갖고 있어, 파리행정구역(City)만 대상으로 할 경우, 9.2%로 낮지만 광역권(또는 기능적 도시권, FUA)을 기준으로 하면 20.4%로 보다 높게 나타남
- 유럽 전체 도시를 대상으로 한 UTC 지표를 살펴보면 사라예보가 76.3% 로 가장 높았고 오슬로 69.4%, 리가 65.0%, 스톡홀름 59.9% 등이 상위권을 차지하고 있으며, 가장 낮은 도시는 레이카비크 1.6% 였으며 기타 암스테르담 10.2%, 더블린 16.2%, 브뤼셀 24.0% 등이 낮은 것으로 분석

### ■ 미국 UTC 지표(Urban Tree Canopy)

- 미국에서도 UTC 지표를 사용 중인데, 2000년대 초반 미국 도시들이 심각한 환경 문제에 직면하면서 환경문제 대응을 위해 USDA 산림청 주도로 개발
  - 2006년 볼티모어시에서 처음 UTC 평가 도입
- 미국 UTC는 지자체 조례 수준의 법적 지위를 갖는데, 대부분의 도시에서 UTC를 산림 관리계획(Urban Forest Management Plan)에 반영
- 미국 뉴욕시의 경우, Local Law 148 (2023)를 통해 UTC 30% 달성을 법적의무 규정으로 설정하고 강제이행을 명시하였는데 이외에도 많은 지자체가 ‘수목 보존 조례(Tree Preservation Ordinance)’를 제정하고, 일정 규격 이상 나무의 벌채를 금지하거나, 개발 시 일정 비율 이상의 수목캐노피(Canopy Cover) 기준을 충족하도록 의무화
- 워싱턴DC와 뉴욕의 경우에도 UTC와 거의 유사한 지표인 Tree Canopy 율을 적용 중인데, 워싱턴 DC가 35.1%, 뉴욕이 23.0% 로서 뉴욕의 경우, 높은 인구밀도에도 불구하고 높은 녹피율 지표 달성

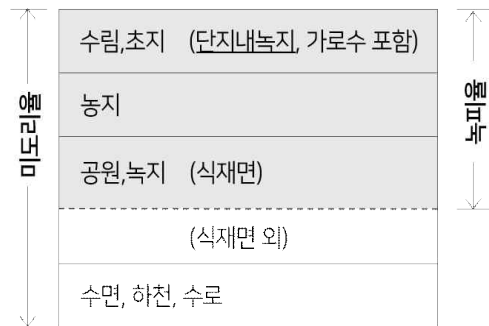
### ■ 미국 개발사업에서의 UTC 기준 등

- 미국 남동부 도시를 중심으로 개발사업(신축, 증축, 구획정리 등)시 UTC 관련 기준 준용 요구
- 용도지역별 최소 수목캐노피율 규정(Minimum Canopy Percentage by Zoning) : 용도 지역과 밀도에 따라 캐노피율을 설정하는 방식

- 버지니아주(Virginia) 규정(지방 정부 가이드라인)을 사례로 살펴보면 상업/산업 지역과 고밀도 주거지역 (20 유닛/에이커 이상)은 수목캐노피율 10% 이상, 저밀도 주거 지역 (2 유닛/에이커 이하)은 수목캐노피율 30% 이상으로 규정
- UTC의 보완조치로 개발사업으로 인해 수목 벌채 후 신규조성이 어려울 경우, 대체 식재 및 보상금 제도(Replacement and Recompense) 병행 운영
- 기존 수목 보존에 따른 인센티브 제도 : 개발과정에서 향토수종이나 노거수 등 기존 수목을 보존할 경우, 신규식재 대비 1.25배에서 2배의 캐노피 면적 크레딧을 부여하는 가산 크레딧 제도(Canopy Credit)나 기준을 초과하여 수목을 보존할 경우, 추가 용적률 부여나 주차면수 완화 등 인센티브 제도를 병행하여 운영 중임 (애틀란타시 나무보호 조례)

### ■ 일본 미도리율(みどり率)

- 일본 도쿄의 「녹색 동경 계획(2000년)」에서 처음 제시된 지표로서 기존 평가기준인 ‘녹피율’ 산정에 포함되는 유형인 수림, 초지, 대지내녹지(綠宅地)(옥상녹화 포함), 가로수, 농지, 공원녹지내 식재면 외에도 공원녹지 내 광장이나 소로와 같은 비식재면과 하천, 수로 등 수면까지 포함한 것이 특징임(윤은주 외, 2024)



[그림 3-8] 일본 미도리율지표(윤은주 외, 2024)

- 녹피율(綠被率) : 위에서 내려다 봤을 때 식물(나무, 풀 등)의 잎이나 줄기에 덮여 있는 면적의 비율  
수목 이외의 식물도 포함
- 현재는 국토교통성 등에서 주요지표로 채택 (東京都特別区・市町, 2006)
- 미도리율은 모든 피복면적(사유지내 녹지 포함)을 포함할 뿐만 아니라 공원녹지 내 여가 및 시설공간까지 포함한다는 측면에서 오픈스페이스와 유사한 개념이나 수면, 하천, 수로를 포함하는 점은 오픈스페이스와 다른 점임
- 단, 미도리율은 식재여부 뿐만 아니라 하천이나 호수 등 수공간의 영향이 크게 작용하기 때문에 일본처럼 지역별로 수공간 면적차이가 큰 경우, 미도리율지표 역시 같은 편차 발생

- (산정절차) 녹피율을 기반으로 구성항목을 보완한 지표로서 항공사진이나 인공위성 영상 기반의 원격탐사 기법과 GIS 분석을 통해 지표 계산
  - 사전 준비 및 데이터 수집 (Data Acquisition) : 항공사진 및 위성영상 분석을 통해 식생 면적 산출 + 행정 구역경계, 도로망, 건물 배치도, 기존 공원 및 하천 정보 등 GIS 기반 도형정보
  - 피복분류를 통해 녹피지(綠被地, 식생피복면적) 추출, GIS 도형정보를 통한 공원, 하천 면적 추출
- (계산식) 미도리율 = (녹피지 면적+공원내 비녹지+하천/수면)/전체면적 \* 100

[표 3-5] 일본 도쿄도 녹피율과 미도리율

도시	녹피율(%)	미도리율(%)	특징
고토구(江東区)	21.0	37.5	높은수면비율로 높은 미도리율
주오구(中央区)	10.7	26.5	높은수면비율로 높은 미도리율 긴자, 니혼바시 등 고밀 상업업무지역

## 2.2 주요도시별 녹지지표 비교

- 본 연구에서 도출하고자 하는 적정 녹지율 산정과 관련하여 앞서 검토한 주요 도시별 녹지지표 현황을 비교하였음
- 가장 대표적인 지표인 1인당 공원면적 외에도 UTC, 녹피율 등 피복면적기반의 지표를 함께 검토함
- 국가나 도시별로 녹지율의 계산기준이 상이하여 산출방식에 따라 일부 차이가 있지만, 1인당 공원면적은 녹지면적이 넓고 인구밀도가 낮은 워싱턴DC가 55.0m<sup>2</sup>/인으로 가장 높고, 도쿄가 5.6m<sup>2</sup>/인으로 가장 낮은 편으로 나타남
- 피복면적기반 지표로는 녹피율 또는 UTC 지표를 조사하였는데, UTC는 베를린이 42.0%로 가장 높게 나타났으며, 녹피율은 서울이 38.6%, 도쿄가 20.0% 등으로 나타났는데 도쿄의 경우, 도쿄23구에 대한 값으로 도쿄도 전체로 확대할 경우, 녹피율 지표는 더 높게 나타날 것으로 예상

- 서울시와 도쿄의 비교는 인구밀도가 유사한 지역간 비교라는 점에서 적정 녹지율을 가늠하는 측면에서 중요한 의미를 갖는데, 서울시가 도쿄에 비해 좀더 양호한 녹지 지표를 달성한 것으로 나타남
- 다만, 각 나라별로 근거법과 산출방법이 다르기 때문에 수치간 직접적 비교는 큰 의미가 없으나, 현황을 비교한다는 점에서는 참고할 필요가 있음

[표 3-6] 해외 주요 도시별 녹지지표 현황

도시	1인당공원면적 (㎡/인)	녹피율/ UTC(%)	인구밀도 (인/㎢)
서울	6.1	38.6 (녹피율)	16,000
도쿄*	5.6	20.0 (녹피율)	15,146
런던	27.9	19.8 (UTC)	5,690
파리	11.6	9.2 (광역권 20.4) (UTC)	20,000
뉴욕	14.7	23.0 (UTC)	10,500
워싱턴DC	55.0	35.1 (UTC)	2,700
베를린	6.0	42.0 (UTC)	4,000

\*도쿄23구 기준값임

### 3. 소결

#### ■ 법적기준 강화 및 고도화된 실천수단 마련

- 유럽연합의 경우 자연복원법 제정을 통해, 녹지 손손실금지 원칙을 법제화 하는 등 법적 구속력 강화
- 도시공원 중심에서 녹지총량 방식으로 녹지조성 방향 전환(일본 녹화지역제도, 미국 수목보존에 따른 인센티브제도, 싱가포르 개발사업에서의 녹지조성시 건물 상층부 녹지 포함 등)
- 도시계획 차원에서 도시녹지법에 근거하여 지역별 녹지계획 수립(일본 도시녹지법)

#### ■ 녹지총량, 수목 캐노피 기반 녹지관리

- LiDAR, GIS, AI 등 첨단기술기반의 도시녹지 측정 및 모니터링 체계 도입

- 유럽의 경우, Copernicus Land Monitoring System을 통해 녹지피복면적 정보 제공 및 지표 개발

#### ■ UTC 지표 등 기술기반 지표 개발

- (정의) 도시면적 중 수목수관이 점유하는 면적의 비율. 항공사진, 위성영상, LiDAR, GIS 분석 등 원격탐사 기법을 통해 측정
- (성격) UTC는 기후 변화 대응의 관점에서 나무가 제공하는 실질적인 3차원적 환경 서비스(그늘 제공, 온도 저감) 를 정량화하는 데 중점
- 모든녹지가 아닌 ‘나무의 수관(canopy)’만을 대상으로 한다는 점에서 모든 녹지를 대상으로 하는 녹피율과는 차이가 있음
  - 잔디나 초지 등 모든 녹지를 포함하는 녹피율에 비해 UTC는 수목의 캐노피 면적을 대상으로 하기 때문에 일반적으로는 녹피율보다 낮은 수치를 나타냄

#### ■ 녹지유형 확대

- 녹지의 유형이나 소유 구분에 상관없이 녹지총량 기반의 관리 정책으로 전환
- 도시공원이나 녹지와 같이 공공부문 뿐만 아니라 사유지내 녹지까지 포함
- 녹지 뿐만 아니라 도시환경 측면에서 녹지 외 수공간까지 범위 확대(미도리울 등)

#### ■ 질적지표 도입

- 녹지의 양적기준 외 접근성지표(300m 거리 이내에 녹지 위치 등)를 도시녹지 평가의 주요지표로 활용

#### ■ 녹지지표 유형별 특징

- 1인당 공원면적, 녹피율, UTC, 미도리울 등 녹지지표 유형별 특징을 정리하면 다음과 같음
- 공원녹지 지표는 도시공원이 갖는 여가기능과 생태적기능 중 어떤 측면을 강조하는지에 따라 적합한 지표가 상이한데, 기존에는 도시공원처럼 여가기능에 중점을 두었으나 도시공원 확충 정도가 증가하고, 도시환경에 대한 중요성이 커지면서 생태적기능에 기반한 지표 다수 등장

[표 3-7] 국내외 주요 녹지지표 비교

구분	주요특징	주요 용도 및 한계
1인당 공원면적	여가기능, 도시내 거점녹지로서의 기능	도시계획 측면(도시공원 설치규모 한정)
1인당 공원녹지면적	도시 내 생태,여가기능, 도시계획시설 중심	도시계획 측면(기반시설(공원녹지) 설치규모 한정)
녹피율	생태공간면적, 토지이용면적 기준	도시내 녹지총량(피복면적) 산정. 도시의 생태적 건전성
UTC	녹지 중 일정크기 이상의 수목투영면적	3차원적 환경 서비스(그늘 제공, 온도 저감) 정량화
미도리율	도시내 모든녹지(사유지 포함)와 공원내 여가공간, 수공간 포함	도시내 녹색공간규모 산정 도시내 오픈스페이스 규모 추정에 유리하나, 수공간 규모에 따라 지표 영향이 큼

### ■ 주요 도시간 비교

- 적정 녹지지표 산정과 관련하여, 우리나라에서는 서울을 대표로 하여 녹지율을 비교 하면, 인구밀도가 가장 유사한 도쿄에 비해 1인당 공원면적(조성면적 기준)은 높은 편이나 녹피율은 더 낮은 편임
- 유럽 도시들의 경우, 녹피율 구득에 한계가 있어 UTC로 대체하였는데, 뉴욕은 23.0, 런던 19.8, 파리 9.2 등으로 서울 38.6(녹피율)보다는 낮게 나타남

# 제4장 준공지구 모니터링

## 1. 자료 구축

### 1.1 위성영상 원본 수집

#### ■ 센티넬 위성영상 수집 : 2017~2024

- 위성 기반 시계열 녹지량을 산출하기 위해 센티넬 영상 (Sentinel-2A/B)을 사용하였는데, 대기보정된 표면반사율 영상인 L2A 위성영상 자료를 수집
- Sentinel-2A/B는 유럽 우주국(European Space Agency, ESA)에서 운영하는 지구 관측 위성으로 Sentinel-2A와 Sentinel-2B가 교차하여 5일 간격으로 동일 지역을 촬영하여, Copernicus Open Access Hub<sup>6)</sup>를 통해 무료로 제공
- Sentinel-2A/B는 13개 스펙트럼 밴드로 구성되며, 각각 10m, 20m, 60m 공간해상도로 구성되는데, 피복분류에는 10m 해상도 밴드가 주로 사용됨 (www.sentinel.esa)

[표 4-1] Sentinel-2A/B 위성영상 밴드 구성 및 공간해상도 (www.sentinel.int)

밴드	중심파장 (nm)	공간해상도 (m)	밴드	중심파장 (nm)	공간해상도 (m)
band 1 해안 에어로졸	443	60	band 7 식생 적색 경계	783	20
band 2 청색	490	10	band 8 근적외선	842	10
band 3 녹색	560	10	band 9 수증기	945	60
band 4 적색	665	10	band10 단파 적외선(구름)	1375	60
band 5 식생 적색 경계	705	20	band11 단파 적외선	1610	20
band 6 식생 적색 경계	7400	20	band12 단파 적외선	2190	20



- 수도권의 연도별 녹지 변화 모니터링을 위해서는 연도별로 동일시기에 촬영된 영상 구축이 필요한 바, 식생이 왕성하면서 구름의 양이 상대적으로 적은 9월을 대상으로 구름 5% 이하의 깨끗한 영상을 2017년부터 2024년까지 연도별로 수집

6) <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>

- 우리나라에 대한 영상은 2016년부터 제공되었는데, 이중 동일시기 영상 중 상태가 양호한 영상을 선정한 결과, 2017년부터 2024년까지 영상을 수집하는 것으로 결정

■ 유사시기 Sentinel-2A/B 영상 확보 현황

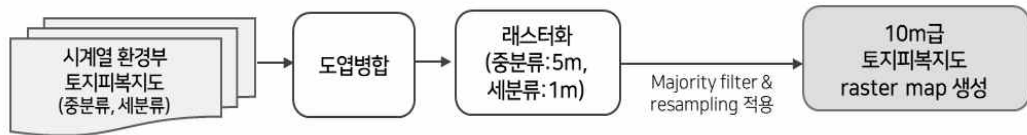
- 촬영시기에 따른 피복면적 차이를 최소화하기 위해 매년 9월 20일부터 30일 사이를 검색범위로 설정하였으며 이 기간 동안 촬영된 영상 중 구름양이 적은 영상 선정
- 연도별 차이 분석을 위해 2017년부터 2024년까지의 영상을 검색했으며, 그 결과 구름양이 많은 2020년~2022년 영상은 제외하였고, 촬영시기의 기상 조건, 그림자 영향 등을 감안하여 최종적으로 2018년과 2023년 영상을 분석대상으로 선정
  - 2020년~2022년의 경우, 대안으로 7~8월, 10월 영상 사용을 검토하였으나 시기에 따른 수목생육상태가 달라, 분석대상에서 제외
  - 2017년과 2024년 영상도 사용이 가능하지만, 2018년이나 2023년에 비해 선명도가 낮고, 촬영 당시 기상조건이 달라, 유사한 기상조건에서 촬영된 2018년과 2023년 영상을 사용하는 것으로 최종 선정

2017.09.20	2018.09.25	2019.09.30	2020.09 (구름발생)
			
2021.09 (구름발생)	2022.09 (구름발생)	2023.09.24	2024.09.23
			

[그림 4-1] 수도권 Sentinel-2A/B 영상

## ■ 환경부 토지피복지도 수집

- 도심지역의 경우, 수계와 그림자가 유사한 분광특성을 갖기 때문에 수계 분류의 정확도를 높이기 위해 환경부 토지피복지도(중분류, 세분류)를 추가로 수집
- 환경부의 토지피복지도는 2018년까지는 중분류(5m 해상도) 자료를 제공하였고, 2019년 이후로는 세분류(1m 해상도) 지도를 제공 중임
- 환경부 토지피복지도 중분류와 세분류 지도를 Sentinel-2A/B 영상과 같은 10m 해상도 기반의 Raster Map으로 변환하여 수계분류의 기준자료로 활용



[그림 4-2] 환경부 토지피복지도 전처리 과정

## 1.2 Sentinel-2A/B 영상의 전처리 과정

- Sentinel-2A/B는 400~2,300nm 파장대에 대해 3가지 공간해상도(10m급 4개 밴드, 20m급 6개 밴드, 60m급 3개 밴드)의 13개 다중분광 이미지를 제공하는데, 이 중 10m급 4개 밴드에 대해 토지피복분류를 위한 전처리 수행

[표 4-2] 토지피복지도 분류를 위해 사용한 영상자료 및 전처리 현황

연도	영상명	보조자료 (토지피복지도)	마스킹	
			수계	구름
2017	S2A_MSIL2A_20170920T021601_N0500_R003_T52SCG	2019년 세분류	○	
2018	S2A_MSIL2A_20180925T021601_N0500_R003_T52SCG	2019년 세분류	○	
2019	S2A_MSIL2A_20190930T021601_N0500_R003_T52SCG	2019년 세분류	○	
2020	S2B_MSIL2A_20200621T021609_N0500_R003_T52SCG	2020년 세분류	○	
2021	S2B_MSIL2A_20210726T021609_N0500_R003_T52SCG	2021년 세분류	○	○
2022	S2A_MSIL2A_20220924T021541_N0400_R003_T52SCG	2022년 세분류	○	○
2023	S2B_MSIL2A_20230924T021539_N0509_R003_T52SCG	2023년 세분류	○	
2024	S2A_MSIL2A_20240923T021531_N0511_R003_T52SCG	2024년 세분류	○	

7) 환경부 환경공간정보서비스 홈페이지 <https://egis.me.go.kr>

- 10m 해상도인 Blue, Green, Red, NIR의 4개 밴드에 대해 컬러 합성 영상을 제작하고, 하천 또는 호소와 같은 수계를 분류하기 위해 수계 마스크 처리를 각 밴드별로 각각 수행
- 아파트 등 고층건물의 그림자와 수계가 유사한 분광특성을 갖고 있어, 환경부 토지피복 지도를 활용하여 수계 마스크 처리를 수행하였고 구름으로 인한 화소값 오류를 제거 하기 위해 Sentinel-2A/B에서 제공하는 QC 정보를 이용하여 구름 영역에 대해 마스크 처리
- 마지막으로 토지이용계획도(shp파일 형태)를 배치하여 분석대상 영상 영역 추출



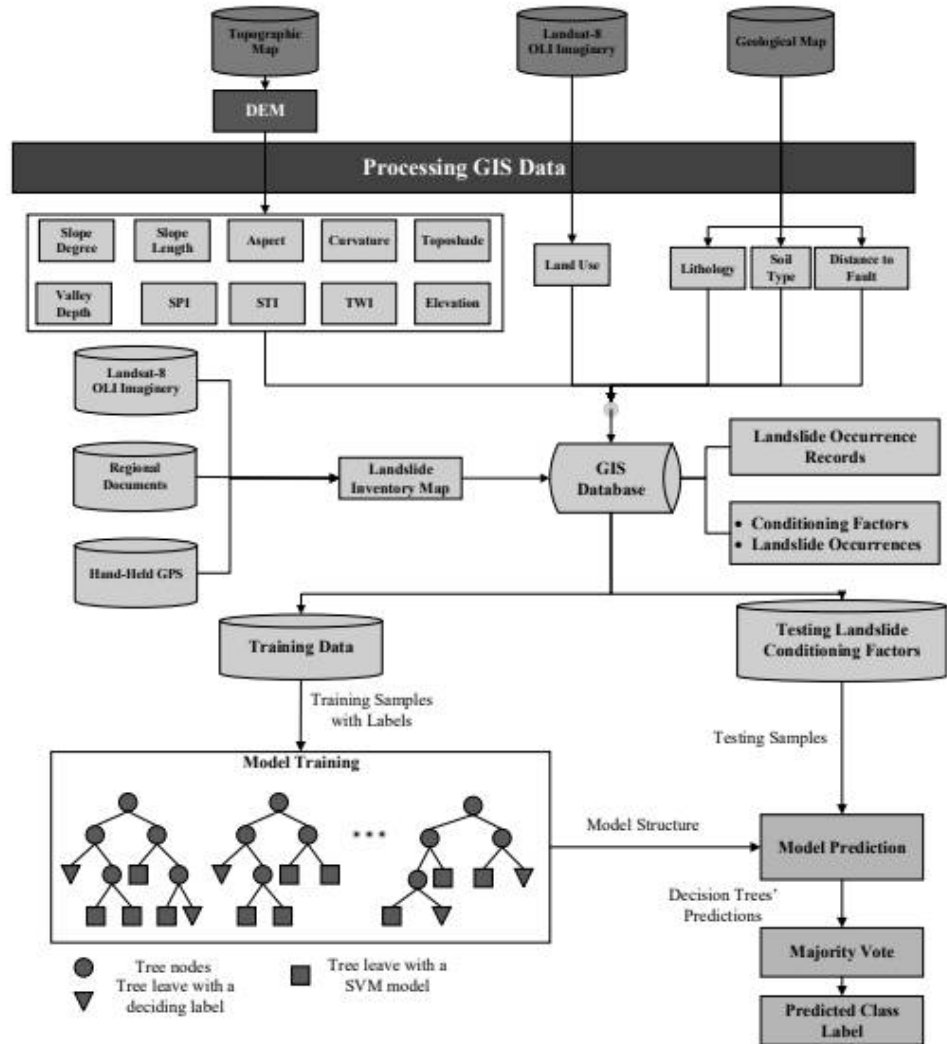
[그림 4-3] 인공위성 영상 전처리 과정 예시 (광교신도시)

### 1.3 Sentinel-2A/B 영상의 토지피복분류 방법 및 결과

#### ■ 토지피복분류 방법

- 토지피복 분류에는 도시변화 추정 등의 분야에서 주로 사용되는 랜덤포레스트 (Random Forest, RF) 기법 적용. 해당 기법은 Sentinel-2A/B 영상을 이용한 토지피복 분류에 가장 빈번하게 사용되는 분류방법으로 85% 이상의 정확도(Accuracy)를 보이는 것으로 알려져 있음(안성기 외, 2024; Auda et al., 2023)

- 해당 분류기법은 2001년 Breiman이 제안한 기계학습 기법 중 하나로서 랜덤 샘플링한 서로 다른 자료를 학습한 다수의 의사결정나무(decision tree)를 구성하는 앙상블 학습 방법의 일종(안성기 외, 2024; Breiman, 2001)



[그림 4-4] RF 분류기법 흐름도 예시(Dang et al., 2020)

### ■ 토지피복분류 결과 및 녹지현황도 제작

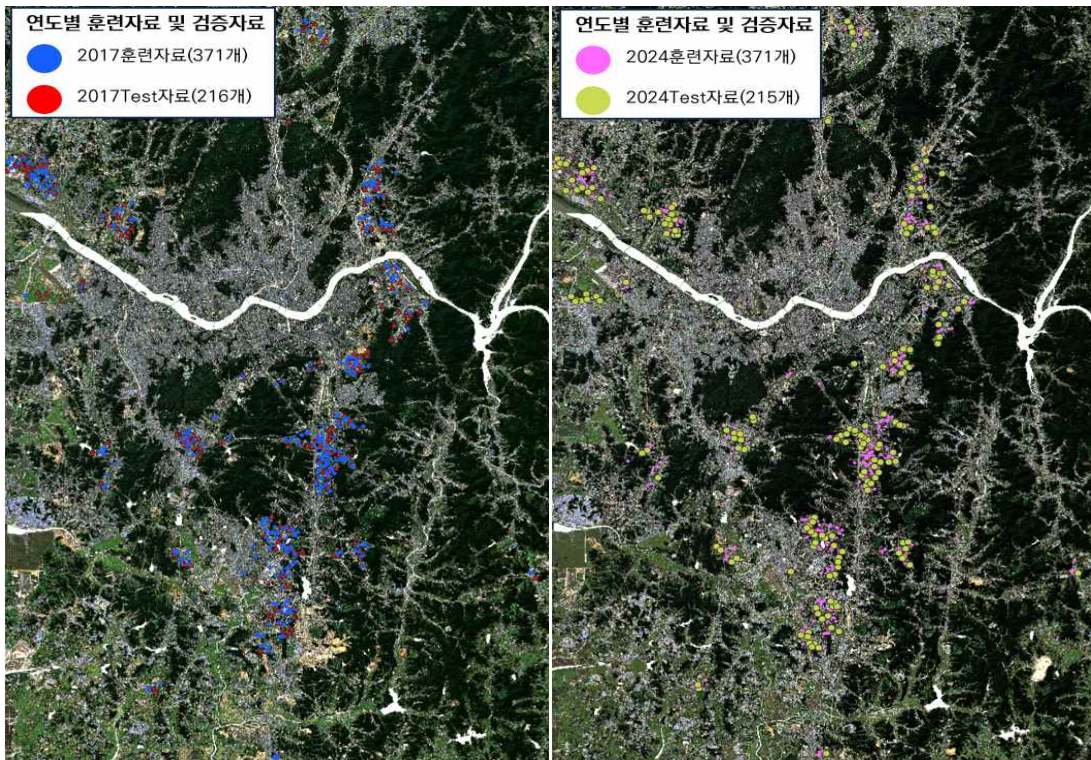
- 앞서 전처리 과정에서 토지이용계획도를 기준으로 대상지역(35개 지구)을 추출한 영상을 바탕으로 QGIS 3.40(QGIS Development Team, 2024)의 SCP 플러그인을 사용하여 각 시계열 영상에 대해 연도별 맞춤형 훈련자료 생성

- 분류항목은 녹지, 시가화지역, 그림자 등 3가지 유형으로 정의. 그림자는 면적은 작으나 아파트, 주상복합, 고층건물 등에 의한 그림자가 고유의 분광적 특징을 갖고 있으므로 별도의 분류등급으로 지정
- 훈련자료의 분류등급별 자료 수는 Sentinel-2A/B QC 자료를 기준으로 면적비율에 비례하여 배분하였으며, 훈련자료와 검증자료는 7:3 비율로 구축

[표 4-3] 토지피복지도 분류를 위한 훈련자료 및 검증자료 구축 현황

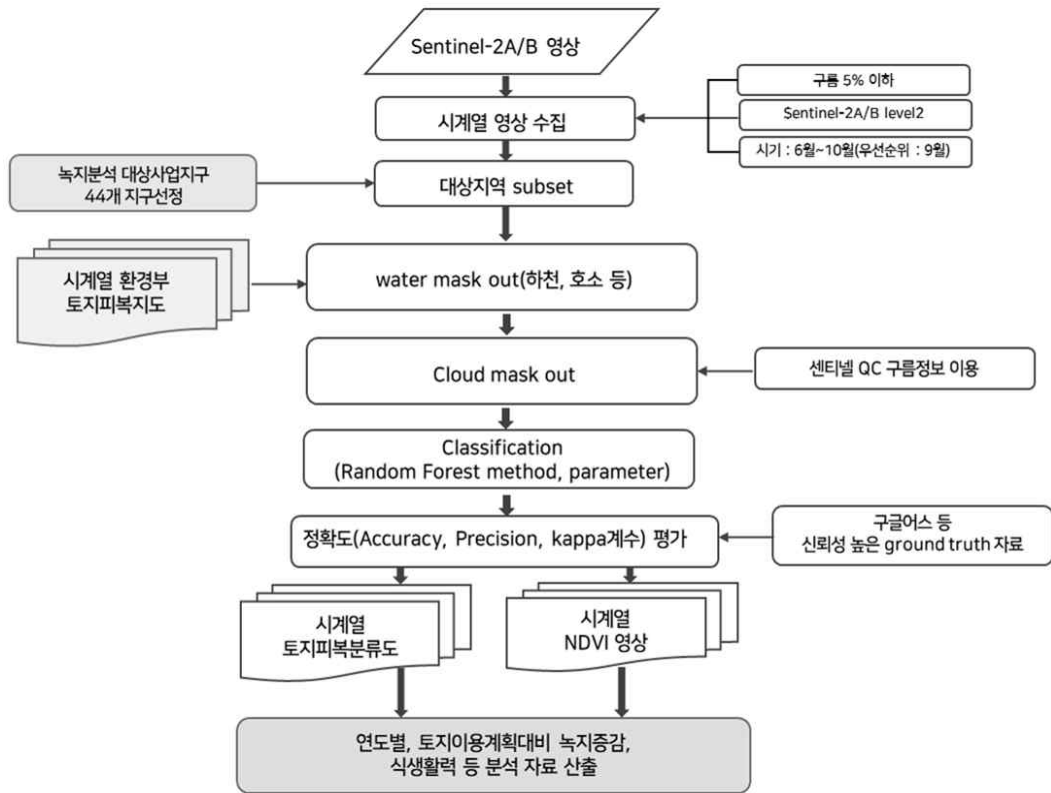
(단위: 개)

연도	훈련자료(Training)			검증자료(Test)		
	녹지	시가화	그림자	녹지	시가화	그림자
2017	200	151	20	90	119	6
2018	200	150	20	90	120	6
2019	221	128	20	76	132	7
2020	236	124	10	74	141	0
2021	192	163	10	97	115	3
2022	194	146	10	87	116	1
2023	194	164	10	98	116	1
2024	175	176	20	105	105	5



[그림 4-5] 연도별 훈련자료 및 검증자료 분포도 예시 (좌-2017년, 우-2024년)

- 랜덤포레스트 분류기법을 이용한 토지피복분류를 통해 연도별로 1장씩 피복분류도 (녹지, 시가화, 수계) 작성
- 분류결과의 정확도 검증은 훈련자료로 사용되지 않은 화소를 대상으로 연도별 215개 지점을 선정하고 이를 구글 위성지도, VWORLD Street를 통해 검증



[그림 4-6] 녹지면적 추출을 위한 토지피복분류 흐름도

## ■ 정확도 검증

- 각 연도별 녹지현황도 분류결과 정확도는 전체정확도, 카파계수, F1-score 등으로 산출하였는데, 경년변화 관찰을 위한 2018년과 2023년의 F1-score와 전체정확도 (Overall Accuracy)는 각각 2018년 0.954, 93.98%, 2023년 0.914, 95.81%로 나타나 분류결과가 양호한 것으로 판단됨

[표 4-4] 녹지면적 추출을 위한 토지피복분류 정확도 검증 결과

연도	전체정확도 (OA, %)	카파계수	F1-score	훈련자료(Training)			검증자료(Test)		
				녹지	시가화	그림자	녹지	시가화	그림자
2017	95.37	0.900	0.953	96.3	95.3	91.7	91.1	98.1	100.0
2018	93.98	0.885	0.954	96.7	91.7	100.0	86.6	98.0	100.0
2019	95.81	0.917	0.947	98.7	94.7	85.7	91.9	98.5	100.0
2020	98.17	0.961	0.951	95.9	100.0	80.0	100.0	97.2	100.0
2021	96.19	0.926	0.974	96.6	96.6	100.0	93.5	97.8	100.0
2022	97.55	0.951	0.983	98.9	96.6	100.0	95.0	99.2	100.0
2023	95.81	0.920	0.914	96.1	95.4	100.0	96.8	96.5	69.1
2024	95.71	0.924	0.909	100.0	96.4	66.7	90.6	98.9	100.0

$$\text{Overall Accuracy (OA)} = \frac{\text{Number of Correctly Classified Samples}}{\text{Number of Total Samples}} \quad (1)$$

$$\text{Kappa} = \frac{\text{Overall Accuracy} - \text{Estimated Chance Agreement}}{1 - \text{Estimated Chance Agreement}} \quad (2)$$

Moreover, the class level consumer's accuracy (CA), producer's accuracy (PA), and F1-score were calculated (Equations (3)–(5)). The F1-score is the harmonic mean between producer's and user's accuracies and can be used to evaluate the accuracy at class level [76].

$$\text{CA} = \frac{\text{Number of Correctly Classified Samples in each Class}}{\text{Number of Samples Classified to that Class}} \quad (3)$$

$$\text{PA} = \frac{\text{Number of Correctly Classified Samples in each Class}}{\text{Number of Samples from Reference Data in each Class}} \quad (4)$$

$$\text{F1} = \frac{2 \times \text{CA} \times \text{PA}}{\text{CA} + \text{PA}} \quad (5)$$

[수식 4-1] 토지피복분류 결과에 대한 정확도 검증 수식 (Nasiri et al., 2022)

### ■ 피복분류도의 그림자 후처리 및 그림자 내 녹지비율의 산출

- 각 연도별 피복분류도 결과에서 그림자로 분류된 부분의 실제 피복유형을 추정하기 위해 우선 대상년도의 토지피복분류 결과와 전·후년도 토지피복분류 결과를 중첩하여 보정 처리 실시. 방법은 대상년도 전·후로 그림자가 아닌 다른 피복으로 분류되었을 경우 이를 참값으로 대상년도 그림자 피복을 녹지 또는 시가화로 재분류하는 방식으로 처리
- 특히, 2017년과 2024년 영상에서 그림자 영향이 큰 편으로 보정 처리를 통해 그림자 영향 일부 보정

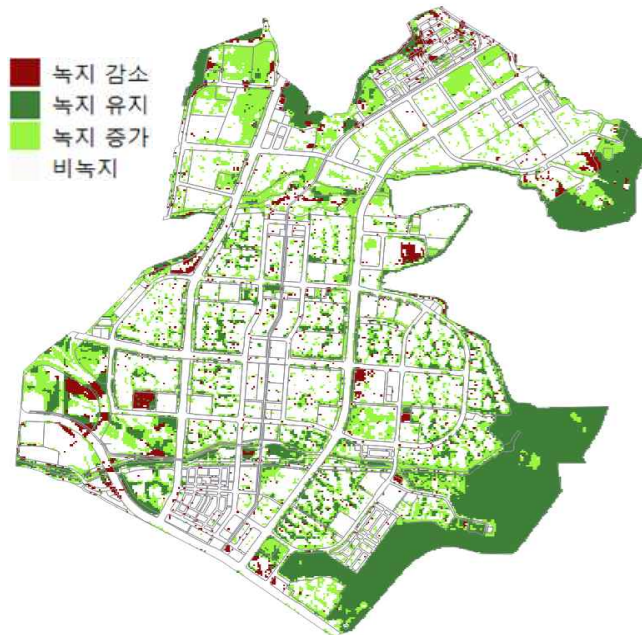
- 그림자 후처리 이후에도 남아있는 그림자 면적에 대해서는 환경부 토지피복도 세분류 자료(2019, 2023년)를 중첩하여 그림자 면적 내 녹지 비율을 추정하여 추가 보정



[그림 4-7] 촬영시기별 그림자 영향 예시 (좌: 2024년 / 우: 2023년)

### ■ 녹지증감도

- 녹지증감 분석에는 영상상태가 가장 양호한 2018년과 2023년 토지피복결과를 사용했으며, 2018년 분류 현황을 기준으로 5년 후인 2023년에 녹지 증가, 유지, 감소여부 분석
- 녹지증감도 분류 유형은 4가지 유형으로 녹지증가(1), 유지(0), 감소(-1), 비녹지(시가화지역, 5)로 구성
- 사업지구별 녹지증감 현황 등은 부록에 수록



[그림 4-8] 녹지증감도 예시(위례신도시)

## 2. 대상지 선정

### 2.1 사업지구 구성

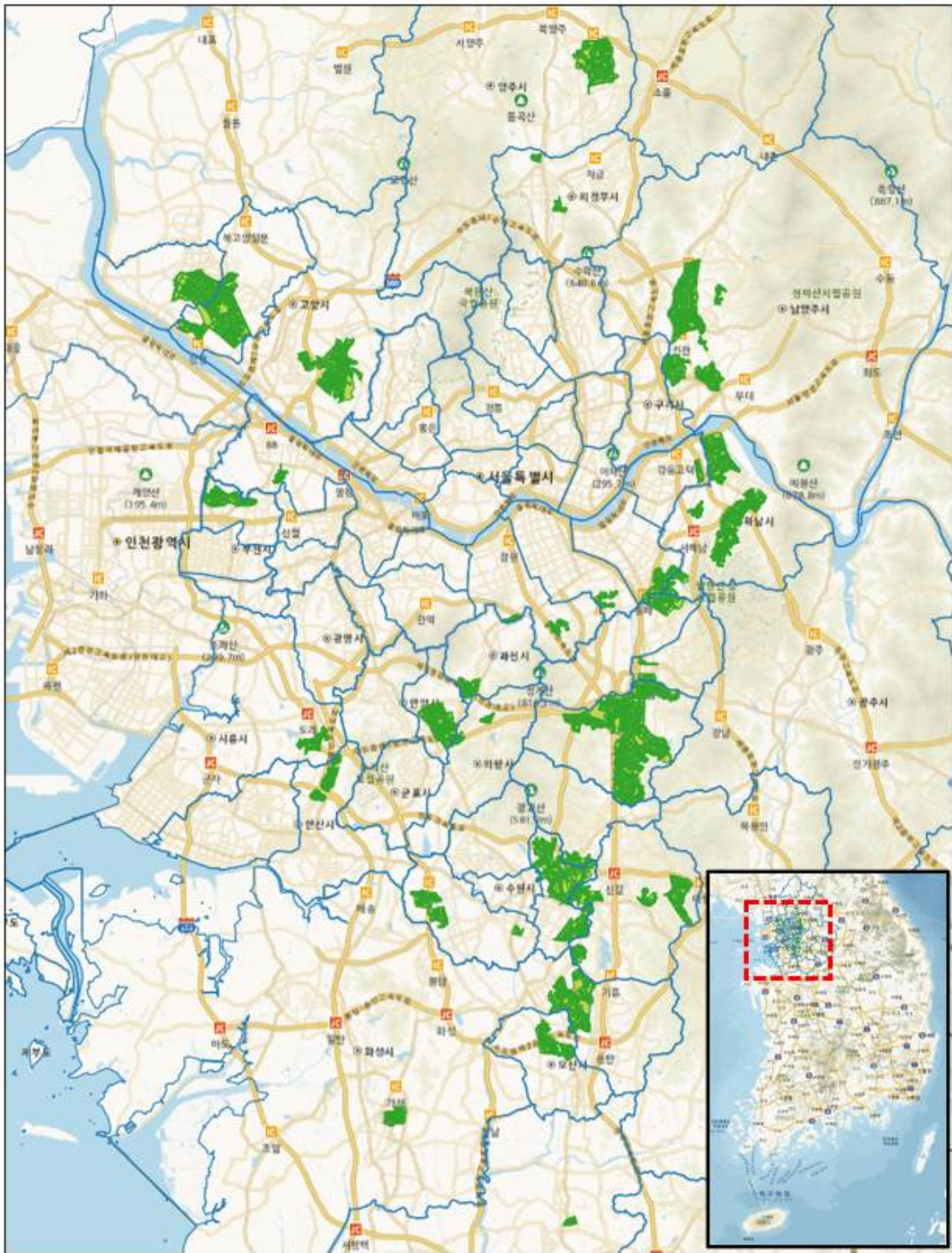
#### ■ 분석대상 사업지구 (토지이용계획 shp 기반)

- 사업지구 원본 DB 총285개 수집
  - (자료출처) 국토부 택지정보시스템 (www.jigu.go.kr)
  - (자료형태) 사업지구 경계, 토지이용계획도 등의 공간정보와 속성으로 구성된 사업지구별 shp 파일
  - (기준시기) 2024년 12월 구축자료 (2025년 2월 기준으로 가장 최신 구축자료임)
  - (자료구성) 수도권 총285개 사업지구(지적고시 기준) 수집. 택지정보시스템에서 제공하는 사업지구 정보는 총392건이나 이중 위성영상 범위 밖에 위치하거나, 공공지원 민간임대주택, 행복주택과 같이 사업성격이 상이한 경우 등은 제외

[표 4-5] 수도권 사업지구 자료 수집 현황

구분	사업지구(개소)	평균 토지이용유형(개)	평균면적(m)	비고
전체	285	164	1,446,565	원자료(392개 지구)
서울	63	64	658,993	
경기	222	193	1,670,065	

- 사업유형, 조성시기, 면적기준, 녹지율, 정보오류 등을 고려하여 최종 35개 지구 선정
  - 지역구분 : 수도권을 대상으로 하며 서울과 경기로 구분
  - 사업주체 : LH, SH, GH, 민간 등 다양한 사업주체 포함
  - 준공시기 : 90년대 이후 준공지구(진행중 포함) (그 이전에 준공된 지구의 경우, 지금과 법적여건이 극히 다르고, 재개발 등 변화가 많아 제외)  
진행중인 사업지구 중 분석대상에 포함한 경우는 2기 신도시로서, 공동주택인허가 정보 및 영상 육안판독을 통해 미조성부지는 분석대상에서 제외
  - 면적기준 : 30만㎡ 이상(영상 피복분류 특성상, 래스터화 과정에서의 오류 최소화를 위해 일정면적 이상으로 제한)
  - 사업유형 : 신도시, 택지개발(신도시 외), 공공주택 등 3가지
  - 면적오차 : 고시면적(택지정보시스템)과 shp 도형면적간 오차 2% 미만
  - 공원녹지율 : 계획녹지율별로 시간에 따른 녹지율 변화경향 비교를 위해 10% 미만~40% 초과까지 적정 배분

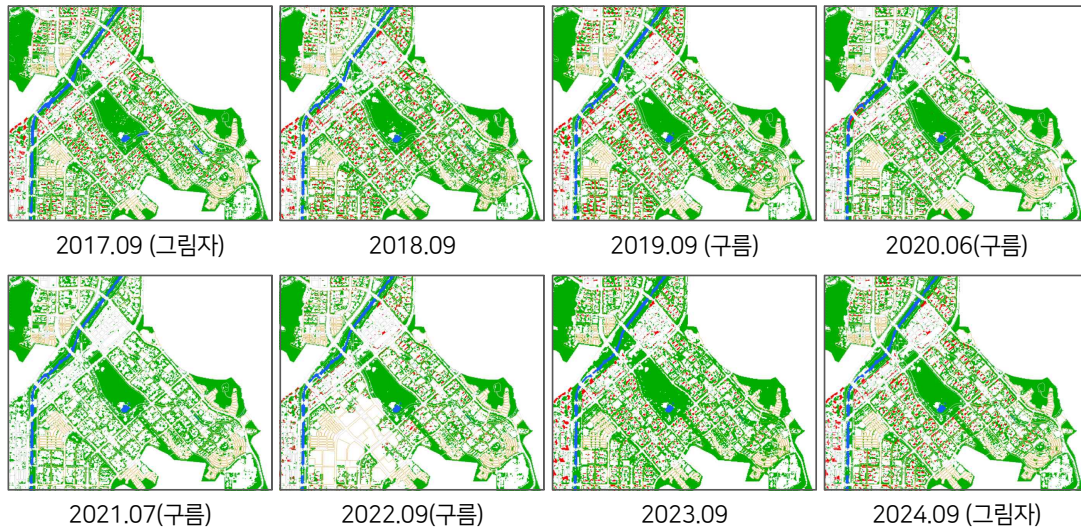


[그림 4-9] 분석대상 사업지구 분포 현황

## 2.2 분석영상 선정

### ■ 영상사용 여부

- 2017년부터 2024년까지 구름이 비교적 적고, 낙엽이 지기 전인 9월을 대상으로 동일 시기 가용영상을 검색한 결과, 2020년과 2021년에는 9월에 구름량이 많아 각각 6월과 7월 영상으로 대체하고, 나머지 시기는 9월 영상 중 구름량이 적은 날짜의 영상을 수집하여 피복분류 실시
- 총8개 영상을 대상으로 피복분류를 실시하고 1차 검토 결과, 사업지구 중 구름의 영향을 받는 사업지구가 다소 발견되거나, 태풍 등 날씨의 영향을 받는 경우 등을 제외하고 최종으로 2018년과 2023년의 두 개 영상을 주요분석에 사용하고 나머지 영상을 보조적으로 사용하는 것으로 구분
  - 2020년, 2021년, 2022년은 일부 사업지구에서 구름이 다소 발견되어 분석에서 제외
  - 2017년과 2024년은 구름의 영향은 비교적 적으나 그림자 영향이 크게 나타났으며, 특히, 2024년 영상의 경우, 촬영 2~3일 태풍의 영향으로 인해 녹지규모 산정에 영향이 있을 것으로 판단되어 보조 영상으로만 사용



[그림 4-10] 연도별 영상 현황

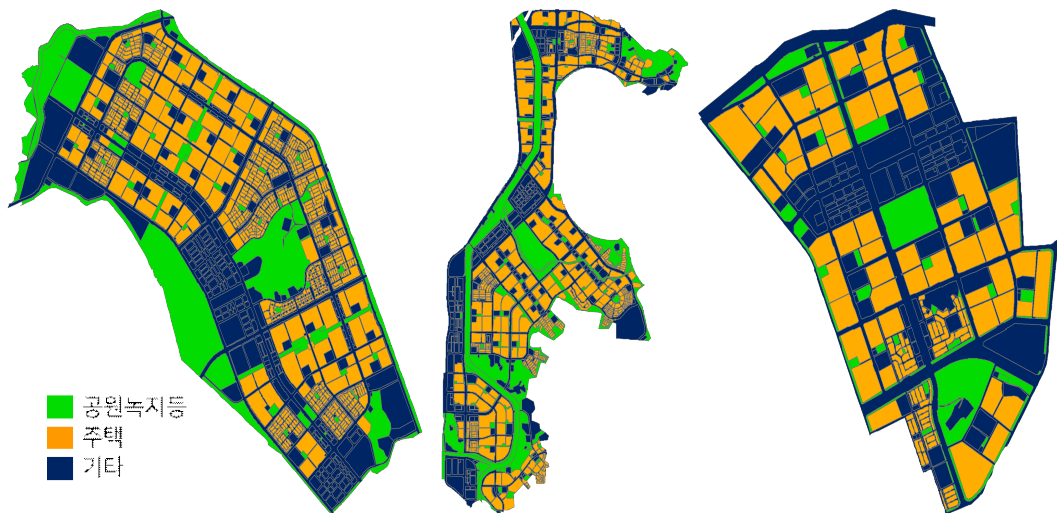
### 3. 사업지구 현황

- 분석에 사용할 35개 개발사업지구에 대한 개발계획 일반사항과 공원녹지 특성을 시기별, 사업유형별로 구분하여 정리하면 다음과 같음. 사업지구는 1~2기 신도시 외에도 수도권 사업지구 중 30만㎡ 이상인 사업지구를 선정하여 사업 규모 및 시기별로 특징 분석

#### 3.1 1기 신도시

##### ■ 일반사항

- (사업여건) 1기 신도시는 수도권의 급격한 인구 증가와 주택 수요에 대응하기 위해 1980년대 말부터 1990년대 초에 걸쳐 조성된 대규모 택지개발사업임
- (사업주체 등) 신속한 사업 추진을 위해 LH가 주 시행자로 참여
- (사업지구) 1기 신도시 중 이번 분석에 포함한 지구는 고양일산, 성남분당, 안양평촌 등 3개 지구로서, 지구 면적은 5.1~19.6km<sup>2</sup>, 계획 인구는 16.8만~39.0만 명으로 구성. 단지내녹지 규모를 파악하기 위해 주거용지면적을 별도로 구분하였는데, 성남 분당 과 고양 일산은 각각 32.3%와 32.9% 규모이며, 안양 평촌은 9% 수준



[그림 4-11] 1기 신도시 토지이용현황(좌로부터 일산, 분당, 평촌신도시)

## ■ 공원녹지

- (계획특성) 녹지축 형성과 생활권 단위 공원계획
- (공원녹지율) 공원면적율은 14.0~24.2% 였고, 도시공원과 녹지만을 대상으로 한 경우는 12.7~23.6% 수준임. 세부적으로는 고양일산의 공원·녹지가 23.6%로 가장 높았고, 성남분당이 19.3%, 안양평촌은 12.7%의 비율을 차지함
- (계획지표) 1인당 공원녹지면적은 고양일산이 13.8㎡/인으로 가장 높았으며, 성남분당(10.8㎡/인), 안양평촌(4.2㎡/인) 순으로, 일산이 평촌보다 약 3.3배 높은 수준. 또한 준공시기인 2000년 경기도 1인당 공원녹지면적(조성면적 기준)<sup>8)</sup> 7.0㎡/인과 비교할 때, 고양일산과 성남분당은 이를 상회하는 수준임

[표 4-6] 1기 신도시 분석대상 현황

사업지구	사업주체	계획인구(천인) (인구밀도, 인/㎢)	지구면적 (㎢)	주거용지면적 (㎢, %)	공원녹지면적 (㎢, %)	공원·녹지 (㎢, %)	기타 (㎢, %)	1인당 공원녹지면적(㎡/인)	
								계획지표*	경기도**
고양일산	LH	276 (17,556)	15.7 (100)	1.4 (9.0)	4.6 (24.2)	3.7 (23.6)	0.9 (0.6)	13.8	7.0
성남분당	LH	390 (20,468)	19.6 (100)	6.4 (32.3)	4.2 (21.4)	3.8 (19.3)	0.4 (2.1)	10.8	
안양평촌	LH	168 (32,431)	5.1 (100)	1.9 (32.9)	1.3 (14.0)	0.6 (12.7)	0.7 (1.3)	4.2	

\* 사업지구별 1인당 공원녹지면적을 의미(계산식 : 공원녹지면적/계획인구)  
공원녹지면적은 토지이용계획상 공원, 녹지, 공공공간 등 포함 (자료는 택지정보시스템 활용)

\*\* 경기도(2000) 1인당 공원녹지조성면적=공간시설(공원, 녹지, 광장, 유원지, 공공공지) 조성면적/경기도 인구  
(자료는 도시계획현황 통계 활용, 토지이음 홈페이지)

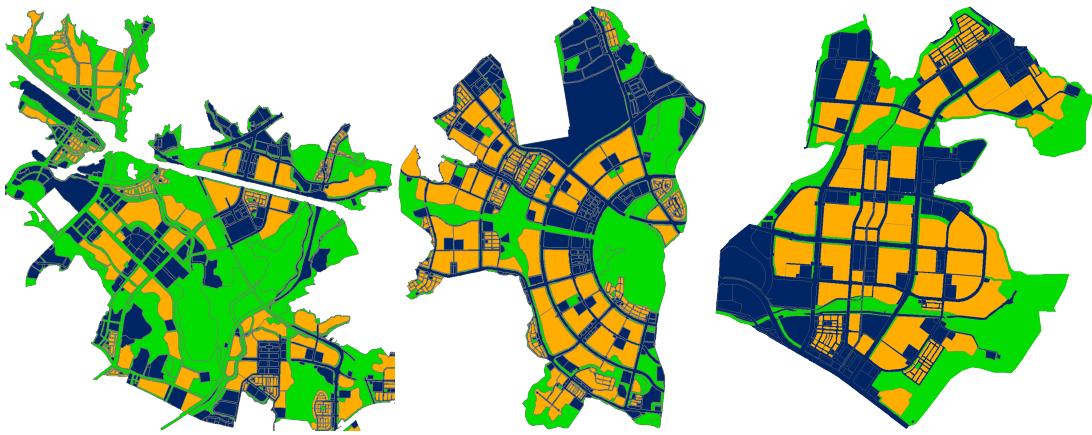
## 3.2 2기 신도시

### ■ 일반사항

- (사업여건) 2000년대 중반 이후 수도권외의 주택 수요 분산과 주거환경 개선을 위해 조성된 대규모 택지개발사업으로, 1기 신도시보다 주거, 업무, 자족 기능 강화
- (사업주체) LH, 경기도, 파주시, 인천, GH경기주택도시공사 등으로 구성

8) 2000년 이후 도시계획현황 통계자료부터 공간시설의 조성면적을 공개하고 있어 고양일산·안양평촌(1995년 준공), 성남분당(1996년 준공)의 경우, 2000년 기준을 적용함

- (사업지구) 2기 신도시는 성남판교, 수원광교, 양주(옥정·회천), 위례, 화성동탄, 김포한강, 파주운정, 인천검단, 고덕국제화지구 등으로 구성되는데, 이중 양주회천, 김포한강, 파주운정, 인천검단, 고덕국제화지구는 인공위성 영상 범위에서 벗어나 분석에서 제외하고 성남판교, 수원광교, 양주옥정, 위례, 화성동탄1지구만 분석대상에 포함
- 이들 5개 지구는 지구면적 6.8~11.3km<sup>2</sup>, 계획인구 8.8만~12.6만명 수준이며, 주거용지 비율은 양주옥정 39.3%, 위례 37.2%, 동탄1지구 31.1%, 판교 26.5%, 광교 19.3% 등이었음



[그림 4-12] 2기 신도시 토지이용현황(좌로부터 광교, 동탄, 위례신도시)

### ■ 공원녹지

- (계획특성) 2기 신도시는 공원녹지 확보를 도시계획 초기 단계에서 중점적으로 반영하고 ‘자연과의 공존’ 및 ‘친환경 도시개발’을 주요 목표로 설정하여, 공원녹지의 양적 규모와 질적 수준을 대폭 강화하는 것으로 계획
- (공원녹지율) 2기 신도시의 공원녹지율은 24.3~42.9%이며, 도시공원과 녹지만을 대상으로 한 경우는 21.6~40.2% 수준임. 특히 수원 광교는 공원·녹지가 40.2% 이상으로 가장 높고, 성남 판교는 30%, 양주 옥정·화성동탄1·위례 순으로 약 21.6~26%의 비율로 구성
- (계획지표) 광교의 1인당 공원녹지면적은 58.9m<sup>2</sup>/인으로 가장 높았으며, 성남판교(34.9m<sup>2</sup>/인), 화성동탄(19.9m<sup>2</sup>/인), 양주옥정(16.4m<sup>2</sup>/인), 위례(14.9m<sup>2</sup>/인) 순으로

나타났음. 광고는 위례보다 약 4배 높은 수준이며, 성남 판교와 광고 모두 준공년도 경기도 공원녹지지표인 17.6㎡/인 및 19.3㎡/인과 비교할 때 약 2배 이상 높게 나타남

[표 4-7] 2기 신도시 분석대상 현황

사업지구	사업주체	계획인구(천인) (인구밀도, 인/㎢)	지구면적 (㎢)	주거용지면적 (㎢, %)	공원녹지면적 (㎢, %)	공원·녹지 (㎢, %)	기타 (㎢, %)	1인당 공원녹지면적(㎡/인)	
								계획지표*	경기도**
성남 판교	LH, 경기, 성남	88 (9,840)	8.9 (100)	2.4 (26.5)	3.0 (34.3)	2.7 (30.0)	0.3 (4.3)	34.9	17.6
수원 광고	경기, 수원, 용인, GH	78 (7,284)	11.3 (100)	2.1 (19.3)	4.6 (42.9)	4.3 (40.2)	0.3 (2.7)	58.9	19.3
양주 옥정	LH	116 (16,334)	11.2 (100)	2.8 (39.3)	1.9 (26.8)	1.9 (26.6)	0.01 (0.2)	16.4	19.3
위례	LH	111 (16,394)	6.8 (100)	2.5 (37.2)	1.7 (24.3)	1.5 (21.6)	0.2 (2.7)	14.9	19.3
화성 동탄1	LH	126 (13,896)	9.0 (100)	2.8 (31.1)	2.5 (27.7)	2.4 (26.4)	0.1 (1.3)	19.9	19.3

\* 사업지구별 1인당 공원녹지면적을 의미(계산식 : 공원녹지면적/계획인구)  
공원녹지면적은 토지이용계획상 공원, 녹지, 공공공간 등 포함 (자료는 택지정보시스템 활용)

\*\* 경기도 1인당 공원녹지면적 = 공간시설(공원, 녹지, 광장, 유원지, 공공공지) 조성면적/해당 지자체 인구  
양주옥정(2025년 준공), 위례(2026년 준공), 화성동탄1(2025년 준공)지구의 경우, 2024년 기준 적용  
(자료는 도시계획현황 통계 활용, 토지이음 홈페이지)

### 3.3 기타 개발사업지구

#### ■ 일반사항

- (사업특성) 기타 개발사업지구는 1·2기 신도시와는 별도로 서울 및 경기도 주요 거점 지역에서 개별적으로 추진된 도시개발사업으로, 상대적으로 소규모이거나 지역 특화형 개발의 성격을 지님
- (사업주체 등) LH, SH, GH 및 기초지자체 등이 사업을 추진하였으며, 개발시기와 목적에 따라 주거단지, 복합 신도시, 공공주택지구 등 다양한 형태로 조성됨
- (개발지구) 서울권 사업지구는 발산, 서초, 강일2, 강남, 내곡 등이 있으며, 면적은 0.4~0.9㎢ 정도의 규모임. 경기권 개발지구는 수원 권선2, 의정부 장암, 의왕 내손, 용인 동백, 화성 향남, 하남 신장, 성남 여수, 하남 미사 등 다수 지구가 포함됨. 이들 지구는 면적 0.3~5.7㎢, 계획 인구 1만~9만 명 수준으로 구성

- (조성시기) 조성시기별 특징을 분석하기 위해 수원권선 등 1990년대 준공지구부터 서울서초나 서울내곡 등 2000년대 후반 준공지구까지 다양하게 구성

■ 공원녹지

- (공원녹지율) 서울에서 시행된 사업지구의 공원면적율은 전체의 22.8~29.0%로 비교적 일정하게 나타난 반면 경기권은 6.2~32.0%로 사업지구별 편차가 큰 편임. 도시공원과 녹지만을 대상으로 계산한 경우에도 서울권은 21.5%~28.2%로 편차가 크지 않았지만 경기권은 6.2%~30.2로 여전히 큰 차이를 보임
- (공원녹지지표) 서울권의 1인당 공원녹지면적은 9.5~16.3㎡/인으로, 세부적으로는 강일2(16.3㎡/인)와 내곡(14.7㎡/인)이 높았으며 발산(9.5㎡/인)이 가장 낮았음. 특히 강일2는 준공당시 1인당 공원녹지면적 기준을 약간 상회(1.9㎡/인)함. 경기권은 1.4~27.1㎡/인으로 편차가 컸음. 특히, 용인서천(27.1㎡/인)과 성남여수(26.8㎡/인)가 매우 높은 반면 수원권선2(2.2㎡/인), 의정부장암(1.4㎡/인)은 매우 낮은 수준임. 준공 당시 경기도 1인당 공원녹지면적을 상회한 사업지구로는 용인서천(18.9㎡/인), 오산세교(11.0㎡/인) 등이 있었음

[표 4-8] 기타 분석대상 개발사업지구 현황

사업지구	사업주체	계획인구(천인) (인구밀도, 인/㎢)	지구면적 (㎢)	주거용지면적 (㎢, %)	공원녹지면적 (㎢, %)	공원·녹지 (㎢, %)	기타 (㎢, %)	1인당 공원녹지면적(㎡/인)		
								계획지표*	지자체**	
서울	발산	SH	16.8 (27,946)	0.6 (100)	0.2 (39.6)	0.5 (26.7)	0.4 (26.1)	0.03 (0.6)	9.5	11.3
	서초	LH	8.8 (24,319)	0.4 (100)	0.2 (44.3)	0.1 (28.9)	0.08 (21.5)	0.03 (7.4)	11.9	14.4
	강일2	서울시, SH	10.5 (17,813)	0.6 (100)	0.2 (35.0)	0.1 (29.0)	0.14 (28.2)	0.004 (0.8)	16.3	14.4
	강남	LH	17.8 (18,955)	0.9 (100)	0.4 (43.9)	0.25 (23.8)	0.25 (23.8)	-	12.6	15.3
	내곡	SH	12.1 (14,936)	0.8 (100)	0.3 (35.8)	0.2 (22.8)	0.14 (21.8)	0.08 (1.0)	14.7	19.3
경기	수원권선2	수원시	13.6 (41,854)	0.3 (100)	0.2 (51.8)	0.03 (9.3)	0.03 (8.4)	0.003 (0.9)	2.2	7.0
	하남신장	LH	31.1 (34,269)	0.9 (100)	0.3 (38.9)	0.09 (9.8)	0.07 (8.1)	0.02 (1.7)	2.8	7.0
	수원영통	LH	99.5 (30,636)	3.2 (100)	1.2 (37.6)	0.53 (17.6)	0.5 (16.8)	0.03 (1.2)	5.8	7.0
	의정부장암	의정부시	21.6 (43,229)	0.5 (100)	0.3 (57.1)	0.03 (6.2)	0.03 (6.2)	-	1.4	7.0

사업지구	사업주체	계획인구(천인) (인구밀도, 인/km)	지구 면적 (km)	주거용지 면적 (km, %)	공원녹지 면적 (km, %)	공원·녹지		1인당 공원녹지 면적(m <sup>2</sup> /인)		
						공원·녹지	기타	계획지표*	지자체**	
						(km, %)	(km, %)			
경기	의왕 내손	의왕시	11.5 (25,347)	0.5 (100)	0.2 (37.3)	0.07 (15.4)	0.65 (14.3)	0.05 (1.1)	6.2	5.4
	기흥 구갈3	경기도	14.1 (14,756)	1.0 (100)	0.3 (32.6)	0.3 (32.0)	0.3 (29.1)	0.03 (2.9)	21.7	22.6
	용인 동백	LH	51.7 (15,728)	3.3 (100)	1.4 (41.9)	1.0 (27.9)	0.8 (22.8)	0.2 (5.1)	17.7	13.0
	의왕 청계	LH	6.1 (18,170)	0.3 (100)	0.1 (40.7)	0.08 (22.5)	0.08 (22.5)	-	12.4	13.0
	의정부 녹양	LH	6.0 (19,964)	0.3 (100)	0.1 (39.9)	0.13 (23.2)	0.06 (21.1)	0.07 (2.1)	11.6	13.0
	화성 향남	LH	31.5 (18,566)	1.7 (100)	0.8 (48.0)	0.29 (19.0)	0.29 (19.0)	-	10.2	13.0
	남양주 다산진건	GH	47.1 (17,340)	2.7 (100)	0.9 (32.3)	0.8 (32.0)	0.7 (26.8)	0.1 (5.2)	18.5	13.9
	용인 흥덕	LH	28.7 (13,381)	2.1 (100)	0.8 (36.9)	0.65 (30.4)	0.6 (30.2)	0.05 (0.2)	22.7	13.9
	평택 이충2	LH/GH 등	11.2 (28,220)	0.4 (100)	0.2 (44.7)	0.07 (16.2)	0.07 (16.2)	-	5.8	13.9
	오산 세교	LH	49.5 (15,316)	3.2 (100)	1.0 (30.6)	1.03 (29.4)	1.0 (28.3)	0.03 (1.1)	19.2	8.2
	용인 서천	LH	12.4 (10,843)	1.1 (100)	0.3 (29.1)	0.3 (29.4)	0.3 (29.2)	0.001 (0.2)	27.1	8.2
	고양 일산2	LH	17.4 (21,047)	0.8 (100)	0.3 (38.9)	0.23 (26.3)	0.2 (26.0)	0.03 (0.3)	12.5	13.3
	고양 원흥	LH	22.9 (17,718)	1.3 (100)	0.4 (34.4)	0.43 (26.1)	0.38 (25.7)	0.05 (0.4)	14.7	23.9
	수원 호매실	LH	55.1 (17,676)	3.1 (100)	1.2 (37.8)	0.74 (23.1)	0.7 (22.0)	0.04 (1.1)	13.1	23.9
	시흥 목감	LH	30.8 (17,632)	1.7 (100)	0.7 (38.4)	0.33 (20.4)	0.3 (20.1)	0.03 (0.3)	11.6	24.3
	성남 여수	LH	9.7 (11,136)	0.9 (100)	0.3 (30.1)	0.28 (29.8)	0.23 (24.1)	0.05 (5.7)	26.8	22.8
이천 마장	LH	8.7 (12,511)	0.7 (100)	0.2 (28.2)	0.08 (11.3)	0.08 (11.3)	-	9.0	18.1	
하남 미사	LH	92.5 (16,288)	5.7 (100)	1.7 (30.6)	1.22 (20.4)	1.2 (20.0)	0.02 (0.4)	12.6	13.2	

\* 사업지구별 1인당 공원녹지면적을 의미(계산식 : 공원녹지면적/계획인구)  
공원녹지면적은 토지이용계획상 공원, 녹지, 공공공간 등 포함 (자료는 택지정보시스템 활용)

\*\* 지자체 1인당 공원녹지면적 = 공간시설(공원, 녹지, 광장, 유원지, 공공공지) 조성면적/해당 지자체 인구  
(자료는 도시계획현황 통계 활용, 토지이용 홈페이지)

- 서울내곡(2025년 준공) 지구는 2024년 기준을 적용하였고 경기 수원권선2(1993년 준공), 하남신장(1994년 준공), 수원영통(1997년 준공), 의정부장암(1998년 준공) 사업지구는 2000년 기준을 적용함

## 4. 사업지구 녹지 모니터링 결과

### 4.1 모니터링 개요

#### ■ 일반사항

- (목적) 인구감소와 고도성장기를 지나 안정기에 접어든 최근 도시여건을 고려할 때 적정 녹지지표에 대해서도 논의가 필요한 시점으로 논의에 앞서 개발사업에서의 계획 녹지율 지표가 실제 어느 정도의 녹지 조성 효과를 나타내는지 현황을 진단할 필요가 있음
- 특히, 공원녹지와 관련해서는 지자체에서 도시공원이나 녹지 등 법정녹지에 대한 집계는 많으나, 비법정 녹지를 포함한 도시내 녹지총량<sup>9)</sup>에 대한 검토는 이루어지지 않은 실정으로 녹지정책 수립에 필요한 정량자료 구축도 주요 목적이라고 할 수 있음

#### ■ 주요 분석내용

- 계획지표 대비 실질녹지율<sup>10)</sup> 비교
- 준공 후 녹지증가율 (연평균증가율, 준공후 경과시기별 차이)
- 세부 토지이용 유형별 녹지 현황 ('법정녹지 vs. 비법정녹지' 간 규모 파악)
- 사업규모별 실질녹지율 차이
- (한계) 준공 이후 녹지증감에 대한 시계열 분석의 경우, 연도별 비교를 시행해야 하지만 가용영상이 2018년과 2023년 등 2종류에 불과함에 따라, 일부 분석은 35개 사업지구에 대한 2018년부터 2023년까지 5년 간의 평균녹지율 변화량을 비교하는 방식으로 분석 수행

### 4.2 주요 분석 결과

#### ■ 전체 현황 (토지이용계획 유형별 계획지표 vs. 실질녹지율)

- 35개 사업지구를 대상으로 토지이용계획상 공원녹지 계획지표와 실질녹지율 분석 항목은 다음과 같음

9) 공원녹지기본계획 수립시 녹피율 지표를 통해 녹지총량을 추정할 수 있겠으나, 이를 산정한 경우는 거의 없는 실정임

10) 인공위성영상 피복분류를 통해 도출한 녹지면적이므로 '녹피율'에 해당하나, 본 연구에서는 '실질녹지율'로 통칭

- (지구명과 준공년도) 1~2기 신도시별로 분석대상 사업지구를 구분하고, 실질녹지율에 영향을 미치는 주요 요인인 준공후 경과년수 계산에 필요한 준공년도 정보 표시
- (계획지표) 택지정보시스템 상에 최종고시된 공원녹지율 값으로 ‘도시공원과 녹지’ 외에도 개별법 등에서 정한 세부항목이 추가될 수 있어 최종 고시된 공원녹지율을 계획지표로 표시하고, 이중 ‘도시공원과 녹지’만을 구분하여 해당지표 산출값을 괄호안에 추가로 표시
  - 단, ‘도시공원과 녹지’만을 대상으로 한 계획지표의 경우, 실질녹지율과의 비교를 위해 해당면적율의 80%만 적용  
 법적 기준은 공원녹지법상 최대 녹지율이 80%(일부 완충녹지의 경우)이며, 도시공원의 경우, 근린공원 기준 60% 정도이나 해당지역의 실질녹지율을 분석한 결과, 80% 정도가 녹지로 구분됨에 따라 공원녹지면적의 80%를 녹지로 추정
- (실질녹지율) 2023년 영상 피복분류 결과값으로 사업지구 중 토지이용유형에 상관없이 녹지로 분류된 총면적을 대상으로 ‘실질녹지율’을 산정하고 최종 고시된 공원녹지율 산정에 포함된 토지이용 유형(도시공원, 녹지, 기타 공공공간)만을 대상으로 한 녹지율과 ‘도시공원과 녹지’만을 대상으로 한 녹지율도 괄호 안에 추가로 표시
  - 대부분 실질녹지율이 계획지표를 상회하였으나, 일부 사업지구(하남신장, 안양평촌, 수원권선2 등)에서 도시공원과 녹지만을 대상으로 한 경우 계획지표보다 낮게 나타났는데, 이는 해당지역내 소하천 수위 변동이나 그림자 등의 영향으로 판단)
- (일반사항) 공원녹지율은 사업지구 면적과 개발밀도(인구밀도로 표시)에 따라 총 규모와 세부구성 등에 차이가 있으므로 이러한 영향을 파악하는데 필요한 정보를 추가로 구성

[표 4-9] 35개 사업지구 토지이용계획 유형별 계획지표 vs. 실질녹지율(2023년 기준) 비교 (단위 : %, 천㎡, 인/㎢)

지구명 (준공년)	계획지표 <sup>1)</sup> (도시공원+녹지 지표) <sup>2)</sup>	실질녹지율 <sup>3)</sup> (공원녹지 전체 / 도시공원+녹지) <sup>4)5)</sup>	실질녹지율-계획지표 차이 (도시공원+녹지)	일반사항	
				지구면적(천㎡)	인구밀도(인/㎢)
<b>합계</b>	<b>22.0</b>	<b>41.8</b>	<b>19.8</b>	<b>121,706</b>	
<b>1기 소계</b>	<b>21.5</b> (15.0)	<b>40.7</b> (16.7 / 14.6)	<b>19.2</b> (1.7 / -0.4)	<b>39,977</b>	
고양일산 (1995)	24.1 (19.3)	37.8 (16.1 / 15.0)	13.7 (-3.2 / -4.3)	15,721	17,556
성남분당 (1996)	21.4 (15.4)	44.9 (19.2 / 15.6)	23.5 (3.8 / 0.2)	19,070	20,468
안양평촌 (1995)	13.4 (10.2)	33.6 (9.3 / 9.3)	20.2 (-0.9 / -0.9)	5,186	32,431
<b>2기 소계</b>	<b>32.2</b> (23.2)	<b>47.0</b> (27.5 / 25.0)	<b>14.8</b> (4.3 / 1.8)	<b>42,558</b>	
성남판교 (2019)	34.3 (24.0)	51.6 (30.7 / 27.2)	17.3 (6.7 / 3.2)	8,922	9,840
광고 (2024)	42.9 (32.2)	52.2 (35.5 / 31.5)	9.3 (3.3 / -0.7)	10,787	7,284
양주옥경 (2025)	26.8 (21.3)	41.0 (23.4 / 22.3)	14.2 (2.1 / 1.0)	7,060	16,334
위례 (2026)	24.3 (17.3)	41.0 (19.9 / 18.3)	16.7 (2.6 / 1.0)	6,754	16,394
화성동탄 (2025)	27.7 (21.1)	44.9 (23.1 / 21.9)	17.2 (2.0 / 0.8)	9,035	13,896
<b>기타 소계</b>	<b>23.8</b> (16.9)	<b>37.5</b> (19.3 / 17.4)	<b>13.7</b> (2.4 / 0.5)	<b>39,171</b>	
서울발산 (2009)	26.7 (20.8)	41.4 (20.2 / 20.0)	14.7 (-0.6 / -0.8)	600	27,946
서울서초 (2013)	28.9 (17.1)	41.0 (19.9 / 15.4)	12.1 (2.8 / -1.7)	362	24,319
서울강일2 (2015)	29.0 (22.6)	52.3 (36.6 / 23.3)	23.3 (14.0 / 0.7)	590	17,813
서울강남 (2015)	23.8 (19.0)	43.8 (24.7 / 22.3)	20.0 (5.7 / 3.3)	939	18,955
서울내곡 (2025)	22.8 (17.4)	49.7 (28.1 / 25.9)	26.9 (10.7 / 8.5)	812	14,936
수원권선2 (1993)	9.3 (6.7)	25.6 (5.9 / 5.9)	16.3 (-0.8 / -0.8)	325	41,854
하남신장 (1994)	9.8 (6.5)	27.5 (1.5 / 1.5)	17.7 (-5.0 / -5.0)	906	34,269
수원명동 (1997)	17.6 (13.4)	33.3 (14.8 / 14.8)	15.7 (1.4 / 1.4)	3,247	30,636

지구명 (준공년)	계획지표 <sup>1)</sup> (도시공원+녹지 지표) <sup>2)</sup>	실질녹지율 <sup>3)</sup> (공원녹지 전체 / 도시공원+녹지) <sup>4)5)</sup>	실질녹지율-계획지표 차이 (도시공원+녹지)	일반사항	
				지구면적(천㎡)	인구밀도(인/㎢)
의정부장암 (1998)	6.2 (5.0)	22.0 (4.3 / 4.3)	15.8 (-0.7 / -0.7)	499	43,229
의왕내손 (2002)	15.4 (11.4)	33.4 (12.4 / 11.7)	18.0 (1.0 / 0.3)	454	25,347
기흥구갈3 (2004)	32.0 (23.3)	44.2 (25.9 / 25.9)	12.2 (-3.2 / -6.1)	958	14,756
용인동백 (2009)	27.9 (18.2)	43.2 (19.2 / 19.0)	15.3 (1.0 / 0.8)	3,286	15,728
의왕청계 (2009)	22.5 (18.0)	44.8 (22.9 / 18.5)	22.3 (4.9 / 0.5)	335	18,170
의정부녹양 (2009)	23.2 (16.9)	38.1 (17.8 / 14.6)	14.9 (0.9 / -2.3)	304	19,964
화성향남 (2009)	19.0 (15.2)	32.0 (13.8 / 13.5)	13.0 (-1.4 / -1.7)	1,698	18,566
남양주다산 (2010)	32.0 (21.4)	33.6 (19.0 / 17.3)	1.6 (-2.4/-4.1)	2,714	17,340
용인홍덕 (2010)	30.4 (24.1)	49.1 (28.4 / 27.7)	18.7 (4.3 / 3.6)	2,146	13,381
평택이충2 (2010)	16.2 (13.0)	34.5 (13.0 / 13.0)	18.3 ( 0 / 0 )	396	28,220
오산세교 (2012)	29.4 (22.6)	42.1 (23.9 / 22.6)	12.7 (1.3 / 0 )	3,235	15,316
용인서천 (2012)	29.4 (23.4)	43.1 (26.6 / 25.4)	13.7 (3.2 / 2.0)	1,142	10,843
고양일산2 (2014)	26.3 (20.8)	45.9 (23.3 / 23.3)	19.6 (2.5 / 2.5)	827	21,047
고양원흥 (2016)	26.1 (20.6)	37.3 (22.7 / 21.9)	11.2 (2.1 / 1.3)	1,297	17,718
수원호매실 (2016)	23.1 (17.6)	33.5 (18.4 / 12.8)	10.4 (-3.6 / -10.3)	3,116	17,676
시흥목감 (2017)	20.4 (16.1)	36.6 (21.1 / 16.2)	16.2 (5.0 / 0.1)	1,748	17,632
성남여수 (2018)	29.8 (19.3)	35.7 (19.0 / 18.6)	5.9 (-0.3 / -0.7)	870	11,136
이천마장 (2020)	11.3 ( 9.0)	29.3 (15.0 / 5.5)	18.0 (6.0 / -3.5)	693	12,511
하남미사 (2022)	20.0 (16.1)	31.9 (15.7 / 13.6)	11.9 (-0.4 / -2.5)	5,679	16,288

1) 택지정보시스템상 최종고시된 공원녹지율

2) 택지정보시스템상 최종고시된 토지이용계획 중 도시공원과 녹지만을 대상으로 한 공원녹지율 \* 0.8

3) 2023년 인공위성 영상 피복분류 결과 녹지로 분류된 비율

4) 2023년 인공위성 영상 피복분류 결과 녹지로 분류된 비율(토지이용 유형 중 공원녹지유형 전체(공원, 녹지, 하천 등)를 대상으로 한 경우)

5) 2023년 인공위성 영상 피복분류 결과 녹지로 분류된 비율(토지이용 유형 중 도시공원과 녹지만을 대상으로 한 경우)

## ■ 사업지구별 녹지현황

- (기준연도) 2023년
- (분석대상) 총35개 사업지구(단, 2023년 기준 미조성 공동주택용지 제외)
- (분석내용) 사업지구 평균 실질녹지율, 공원녹지(도시공원 및 녹지, 그밖의 공공공간), 공원녹지 외(주택용지, 기타)로 구분
  - 공원녹지의 경우, 도시공원 및 녹지, 그밖의 공공공간 간의 비율 확인 목적
  - 공원녹지외의 경우, 단지내녹지의 역할을 확인하기 위해 주택, 기타로 구분
- (주요특징) 전체 사업지구의 실질녹지율은 평균 41.8%로 나타났으며, 이중 공원녹지 면적은 21.2%, 공원녹지 외 면적은 20.6%로 나타나 공원녹지 외 녹지의 비중이 상당함을 확인할 수 있었고, 특히, 공원녹지외 면적 중 단지내녹지가 전체의 약 11% 차지
- (연도별 비율) 조성 후 30년 이상 경과한 1기 신도시의 경우, 평균 실질녹지율 40.7% 중 공원녹지가 16.7%, 공원녹지외 24.0%(주택 12.2%, 기타 11.8%)로서 공원녹지 이외의 녹지 비중이 더 높았으며  
 조성직후인 2기 신도시의 경우에는 평균 실질녹지율 47.9% 중 공원녹지가 28.6%, 공원녹지외 19.5%(주택 9.7%, 기타 9.7%)로 공원녹지의 비중이 더 컸으며  
 사업규모가 비교적 작은 기타사업의 경우에는 평균 실질녹지율 37.7% 중 공원녹지가 19.7%, 공원녹지외 18%(주택 10.5%, 기타 7.5%)로서 공원녹지의 비중이 약간 더 큰 것으로 분석



[그림 4-13] 사업유형별·토지이용별 실질녹지율(2023년 9월 영상 기준)

[표 4-10] 35개 사업지구 토지이용계획 유형별 실질녹지율 상세 현황

사업지구명	전체합계 (%)	공원녹지 계 (%)	공원녹지* (%)	공공공간등** (%)	공원녹지외 계 (%)	주택*** (%)	기타 (%)
<b>합계</b>	41.8 (100.0)	21.2 (50.7)	19.1 (45.7)	2.1 (5.0)	20.6 (49.3)	11.1 (26.6)	9.5 (22.7)
<b>1 기</b>	<b>소계</b>	40.7 (100.0)	16.7 (41.1)	14.6 (35.8)	2.1 (5.3)	24.0 (58.9)	12.1 (29.9)
	고양일산	37.8	16.1	15.0	1.1	21.7	11.0
	성남분당	44.9	19.2	15.6	3.6	25.7	13.2
	안양평촌	33.6	9.3	9.3	0.0	24.4	11.8
<b>2 기</b>	<b>소계</b>	47.9 (100.0)	27.5 (58.4)	25.0 (53.2)	2.4 (5.2)	19.5 (41.6)	10.2 (21.8)
	성남판교	51.6	30.7	27.2	3.5	20.9	10.5
	광고	52.2	35.5	31.5	4.0	16.7	8.5
	양주옥정	41.0	23.4	22.3	1.1	17.6	8.6
	위례	41.0	19.9	18.3	1.5	21.1	10.7
	화성동탄	44.9	23.1	21.9	1.2	21.8	12.8
<b>기 타</b>	<b>소계</b>	37.5 (100.0)	19.3 (51.4)	17.4 (46.3)	1.9 (5.1)	18.2 (48.6)	10.9 (29.0)
	발산	41.4	20.2	20.0	0.2	21.1	10.3
	서초	41.0	19.9	15.4	4.5	21.0	15.5
	강일2	52.3	36.6	23.3	13.3	15.7	12.5
	강남	43.8	24.7	22.3	2.4	19.1	15.4
	내곡	49.7	28.1	25.9	2.2	21.6	12.2
	수원권선2	25.6	5.9	5.9	0.0	19.6	13.4
	하남신장	27.5	1.5	1.5	0.0	26.0	11.6
	수원영통	33.3	14.8	14.8	0.0	18.6	8.6
	의정부장암	22.0	4.3	4.3	0.0	17.8	10.4
	의왕내손	33.4	12.4	11.7	0.7	21.0	10.6
	기흥구갈3	44.2	25.9	25.9	0.0	18.3	12.0
	용인동백	43.2	19.2	19.0	0.1	24.0	15.7
	의왕청계	44.8	22.9	18.5	4.4	21.8	14.6
	의정부녹양	38.1	17.8	14.6	3.2	20.4	13.6
	화성향남	32.0	13.8	13.5	0.2	18.3	13.7
	남양주다산	33.6	19.0	17.3	1.7	14.6	9.8
	용인흥덕	49.1	28.4	27.7	0.6	20.7	13.3
	평택이충2	34.5	13.0	13.0	0.0	21.5	11.5
	오산세교	42.1	23.9	22.6	1.2	18.3	8.9
	용인서천	43.1	26.6	25.4	1.2	16.5	6.4
	고양일산2	45.9	23.3	23.3	0.0	22.6	12.5
	고양원흥	37.3	22.7	21.9	0.8	14.6	9.4
	수원호매실	33.5	18.4	12.8	5.6	15.0	8.9
	시흥목감	36.6	21.1	16.2	4.9	15.5	7.9
	성남여수	35.7	19.0	18.6	0.4	16.7	6.9
	이천마장	29.3	15.0	5.5	9.5	14.3	9.5
	하남미사	31.9	15.7	13.6	2.2	16.2	10.8

\* 토지이용계획 상 도시공원 및 시설녹지

\*\* 토지이용계획 상 유수지, 저류지, 저수지, 하천 등

\*\*\* 토지이용계획 상 공동주택, 다세대주택, 주상복합, 단독주택 등

## 1. 계획지표 대비 실제 녹지 조성 규모는 얼마인가? **계획지표 대비 약14~19% 높게 조성**

### 35개 사업지구 전체 평균 및 사업유형별 현황

#### ■ 분석개요

- (분석대상) 총 35개 사업지구를 대상으로 함.
- (기준연도) 2023년을 기준으로 함. 단, 2기 신도시의 경우, 성남판교(2019년 준공)를 제외하고는 2023년 이후 준공이지만 기반시설은 대부분 조성되었으며 주택단지 등에서 일부 미준공이 있어 해당부지를 제외하고 분석
  - LH 주택정보시스템 및 택지정보시스템의 인허가·준공정보, 부동산 관련 사이트<sup>11)</sup>에서 제공하는 아파트 단지별 준공정보를 교차 검증하여 2023년 기준 미준공부지 제외
  - 2023년 미준공 공동주택용지는 총 24개임. 세부적으로는 2기 신도시 중 광교(2개), 양주옥정(13개), 위례(5개), 화성동탄(1개) 4개의 신도시 중 21개이며, 기타 개발사업지구 중 다산진건(2개), 이천마장(1개) 등 2개 사업지구 3개 주택용지임
  - 기타 단독주택용지의 경우, 미조성 비율이 더 높으나, 규모가 작고, 단지내녹지 조성 규모 역시 작은 편으로 이들은 사업지구대상면적에 모두 포함
- (분석항목) ① 토지이용계획상 계획지표(공원녹지율) 대비 실질녹지율 비교  
② 1인당 공원녹지면적 기준 비교(실질녹지면적, 계획지표, 지자체지표)

#### ■ 분석결과1 (계획지표 vs. 실질녹지율 비교)

- (실질녹지율) 전체사업지구의 평균 실질녹지율은 41.8%로 계획지표 대비 19.8% 더 많이 조성된 것으로 나타남
- (사업유형별) 1기 신도시는 실질녹지율 40.7%, 2기 신도시는 47.0%, 기타사업지구는 37.5%로 2기 신도시의 실질녹지율이 가장 높았으며, 계획지표 대비 13.7~19.2% 정도 녹지(실질녹지면적 기준)가 증가한 것으로 분석
  - 계획지표(공원녹지율)는 개발사업법상에서 규정한 세부규정을 준용함에 따라 도시공원과 녹지 외에 공공공지 등도 일부 포함된 값임

11) 택지정보시스템 (<https://www.jigu.go.kr/index.do>), 네이버 부동산(<https://land.naver.com/>)

[표 4-11] 사업유형별 계획지표 대비 실질녹지율 현황

구분	계획지표* (공원녹지율, %)	실질녹지율 (2023년 기준, %)	차이 (실질녹지율 - 계획지표)
전체	-	41.8	
1기 신도시	21.5	40.7	19.2
2기 신도시	32.2	47.0	14.8
기 타 사 업	23.8	37.5	13.7

\* '공원녹지등 면적 합계/ 사업지구면적 합계'으로 산출

- (1인당 실질녹지면적) 전체사업지구의 평균 1인당 실질녹지면적은 23.8㎡/인으로 계획지표 17.2㎡/인에 비해 높을 뿐만 아니라, WHO 권고기준(9.0)㎡/인, 전국지표 (15.7㎡/인), 수도권정비계획 기준(12.0㎡/인)을 상회하는 것으로 나타남
  - 세부적으로는 1기신도시 19.5㎡/인, 2기신도시 37.7㎡/인, 기타사업지구 19.8㎡/인이었으며 이는 각각의 계획지표인 1기 신도시 9.5㎡/인, 2기 신도시 29.0㎡/인, 기타사업지구 13.0㎡/인에 비해 6.8~10.0㎡/인 이상 높은 수치임

[표 4-12] 사업시기·유형별 1인당 녹지면적 비교 (단위 :㎡/인)

구분	계획지표	실질녹지기준 지표	차이 (실질녹지기준 -계획지표)	비교지표		
				WHO	전국지표*	수도권 정비계획
전체	17.2	23.8	6.6			
1기	9.5	19.5	10.0	9.0	15.7	12.0
2기	29.0	37.7	8.7			
기타	13.0	19.8	6.8			

\*도시·군계획시설통계(2023)상 도시공원과 녹지를 합한 면적을 인구로 나눈값 (출처 : 지표누리)

### ■ 분석결과2 (도시공원 및 녹지만을 대상으로 한 분석)

- (분석대상) 공원녹지법상에서는 도시공원과 녹지만을 대상으로 확보기준을 명시한 바, 사업지구별로 계획지표는 높게 설정하였더라도, 공원녹지법에서 정한 도시공원과 녹지 기준을 충족했는지도 확인이 필요하므로 사업지구별로 도시공원과 녹지면적만을 산출하여 해당값을 비교함
- (법적기준) 본 연구에서 분석대상으로 선정한 사업지구는 택지개발사업 또는 공공주택사업으로 해당법은 사업지구 면적에 따라 '도시공원 또는 녹지의 확보기준'을 달리 규정하고 있으며, 1인당 기준 또는 면적기준 중 큰 면적을 선택하도록 하고 있음

공원녹지법에서 정한 기준은 개별법 외의 개발사업에 한해, 상주인구 1인당 3㎡를 조성토록 규정하였고, 기타 도시지역에 대한 지표로서 1인당 6㎡를 조성토록 하고 있는데 이중 큰 면적인 6㎡/인을 비교 대상으로 선정함

[표 4-13] 개발사업 유형 및 면적별 도시공원 또는 녹지 확보 기준

개발사업	면적 기준	도시공원 또는 녹지 확보 기준	출처
택지개발	10만~30만㎡미만	6㎡/인 이상 또는 부지면적의 12% 이상 중 큰 면적	공원녹지법 시행규칙
	30만~100만㎡미만	7㎡/인 이상 또는 부지면적의 15% 이상 중 큰 면적	
	100만~330만㎡미만	9㎡/인 이상 또는 부지면적의 18% 이상 중 큰 면적	
	330만㎡이상	12㎡/인 이상 또는 부지면적의 20% 이상 중 큰 면적	
공공주택	30만㎡ 미만	6㎡/인 이상 또는 부지면적의 12% 이상 중 큰 면적	공공주택 업무처리지침
	그 외	부지면적의 20% 이상	
공통	-	개발계획시 주거용도지역 : 3㎡/인 (상주인구)	공원녹지법 시행규칙
		기타 6㎡/인 (해당도시지역 전체 기준, 도시공원에 한함) 3㎡/인 (해당도시지역 중 GB, 녹지지역 제외, 도시공원에 한함)	

- (도시공원 및 녹지 확보기준) 개발사업 유형별 도시공원 및 녹지 확보 기준을 적용하여 사업지구별 공원녹지율을 산정하고 이를 실질녹지율과 비교한 결과, 실질녹지율은 41.8%로 나타나 사업계획지표(22.0%)는 물론, 개발법에 따른 법적 확보기준(20.4%)과 공원녹지법 기준(12.0%, 6㎡/인 적용시)을 모두 상회하는 것으로 분석

[표 4-14] 사업지구별 계획 및 근거법(공원녹지법 및 관련 개발법)에 따른 공원녹지율 현황

사업지구	실질녹지율 (%)	사업계획지표* (%)	법적기준(%)		
			공원녹지법 (적용기준)	개발법 (적용기준)	
전체평균	41.8	22.0	12.0	20.4 -	
1기	소계	40.7	21.5	14.0 24.8 -	
	고양일산	37.8	24.1	10.6 (1인당 6㎡ 이상)	21.0 (1인당 12㎡ 이상)
	성남분당	44.9	21.4	12.0 (상동)	23.8 (1인당 12㎡ 이상)
	안양평촌	33.6	13.4	19.8 (상동)	29.6 (1인당 9㎡ 이상)

사업지구	실질녹지율 (%)	사업계획지표* (%)	법적기준(%)		
			공원녹지법 (적용기준)	개발법 (적용기준)	
2기	소계	47.0	32.2	7.6	20.0 -
	성남판교	51.6	34.3	6.0 (1인당 6㎡ 이상)	20.0 (개발면적의 20%)
	수원광교	52.2	42.9	4.4 (상동)	20.0 (개발면적의 20%)
	양주옥경	41.0	26.8	9.8 (상동)	20.0 (개발면적의 20%)
	위례	41.0	24.3	9.8 (상동)	20.0 (개발면적의 20%)
	화성동탄	44.9	27.7	8.4 (상동)	20.0 (개발면적의 20%)
기타	소계	37.5	23.8	12.6	19.9 -
	발산	41.4	26.7	16.8 (1인당 6㎡ 이상)	19.6 (1인당 7㎡ 이상)
	서초	41.0	28.9	14.6 (상동)	20.0 (개발면적의 20%)
	강일2	52.3	29.0	10.6 (상동)	15.0 (개발면적의 15%)
	강남	43.8	23.8	11.4 (상동)	20.0 (개발면적의 20%)
	내곡	49.7	22.8	9.0 (상동)	20.0 (개발면적의 20%)
	수원권선2	25.6	9.3	25.0 (상동)	29.3 (1인당 7㎡ 이상)
	하남신장	27.5	9.8	20.8 (상동)	24.2 (1인당 7㎡ 이상)
	수원영통	33.3	17.6	18.4 (상동)	27.5 (1인당 9㎡ 이상)
	의정부장암	22.0	6.2	26.2 (상동)	30.5 (1인당 7㎡ 이상)
	의왕내손	33.4	15.4	15.0 (상동)	17.5 (1인당 7㎡ 이상)
	기흥구갈3	44.2	32.0	8.8 (상동)	15.0 (개발면적의 15%)
	용인동백	43.2	27.9	9.4 (상동)	18.0 (개발면적의 18%)
	의왕청계	44.8	22.5	11.0 (상동)	20.0 (개발면적의 20%)
	의정부녹양	38.1	23.2	12.0 (상동)	20.0 (개발면적의 20%)
	화성향남	32.0	19.0	11.2 (상동)	18.0 (개발면적의 18%)
	남양주디산	33.6	32.0	10.4 (상동)	20.0 (개발면적의 20%)
	용인흥덕	49.1	30.4	8.0 (상동)	18.0 (개발면적의 18%)
	평택이충2	34.5	16.2	17.0 (상동)	19.8 (1인당 7㎡ 이상)
	오산세교	42.1	29.4	9.2 (상동)	18.0 (개발면적의 18%)
	용인서천	43.1	29.4	6.6 (상동)	18.0 (개발면적의 18%)
	고양일산2	45.9	26.3	12.6 (상동)	15.0 (개발면적의 15%)
	고양원흥	37.3	26.1	10.6 (상동)	20.0 (개발면적의 20%)
	수원호매실	33.5	23.1	10.6 (상동)	20.0 (개발면적의 20%)
	시흥목감	36.6	20.1	10.6 (상동)	20.0 (개발면적의 20%)
	성남여수	35.7	29.8	6.6 (상동)	20.0 (개발면적의 20%)
이천마장	29.3	11.3	7.6 (상동)	15.0 (개발면적의 15%)	
하남미사	31.9	20.1	9.8 (상동)	20.0 (개발면적의 20%)	

\* 택지정보시스템상의 최종 고시된 토지이용계획표의 도시공원 및 녹지면적을 사업지구 면적으로 나눔

## 2. 준공 이후 평균 실질녹지 증가율은 어느정도인가? **연간 2.2% 증가**

28개 사업지구 대상, 전체 평균 및 법정·비법정 녹지별 현황

### ■ 분석개요

- (분석대상) 2000년 이전에 준공한 7개 지구를 제외한 28개 사업지구를 대상으로 선정. 단, 2기 신도시의 경우, 사업준공은 2019년 이후<sup>12)</sup>지만, 높은 계획지표에 따른 실제 녹지 조성효과에 대한 검증이 필요한 바, LH 주택정보시스템의 인허가·준공정보, 인터넷 부동산 관련 사이트에서 제공하는 아파트 정보 등을 활용하여, 2018년 기준 미준공부지를 제외한 지역을 대상으로 녹지율 산정

- 2000년 이전 준공 지구의 경우, 수목의 추가 성장을 확인하기 곤란할 뿐만 아니라 지자체에서 추가 수행한 녹화사업이나 기타 재건축 등에 따른 영향이 클 것으로 예상되는 바, 분석대상에서 제외
- 기타 2기 신도시처럼 미준공으로 인한 분석 제외 아파트단지는 총 83개 단지로서 세부적으로는 2기 신도시 중 광고(6개), 양주옥정(28개), 위례(21개), 동탄(1개) 등 4개 신도시 56개 단지이며, 기타 개발사업지구 중에는 의정부녹양(1개), 다산진건(10개), 오산제교(1개), 수원호매실(2개), 시흥목감(3개), 이천마장(5개), 하남미사(5개) 등 7개 사업지구 27개 단지임

**계산식: 연간 실질녹지증가율 = (2023 실질녹지율 - 2018 실질녹지율) / 5년**

- (분석항목) 평균실질녹지율, 공원녹지(도시공원 및 녹지 등)와 공원녹지 외(공원녹지를 제외한 나머지 지역)별로 분석하였으며, 공원녹지 외 지역 중 주택용지의 녹지율 분석을 추가함

### ■ 분석결과

- (전체녹지율) 평균녹지율은 2018년 32.8%, 2023년 43.9%로서 5년동안 11.1% 증가
- (연간 실질녹지증가율) 연간 2.2% 증가

**연간 실질녹지증가율 = (43.9% - 32.8%) / 5 = 연간 2.2% 증가**

12) 2기 신도시의 경우, 준공시기는 2019년 이후이지만 공원녹지 조성은 거의 완료되었으며, 아파트단지 일부가 미조성상태이기 때문에 초기 조성녹지율 분석에는 무리가 없는 것으로 간주

- (공원녹지 vs. 공원녹지외) 전체녹지율의 세부구성을 살펴보면 2018년은 공원녹지 20.6%, 공원녹지외 12.2%이며 2023년은 공원녹지 25.3%, 공원녹지 외 18.6%로서 공원녹지 외 지역에서 조성된 녹지의 비율이 각각 전체녹지의 37%, 42%를 차지하는 것으로 나타남
- (단지내녹지) 주택용지의 실질녹지율이 2018년 6.4%, 2023년 10.1%로서 전체녹지의 각각 19.5%, 23.0%를 차지

[표 4-15] 실질녹지율 변화 (28개 지구 대상)

구분	실질녹지율 (2018,%)	실질녹지율 (2023,%)	증감 (%) (2023-2018)
전체	32.8 (100%)	43.9 (100%)	11.1
공원녹지	20.6 (62.8%)	25.3 (57.6%)	4.7
공원녹지외	12.2 (37.2%)	18.6 (42.3%)	6.4
주택용지	6.4 (19.5%)	10.1 (23.0%)	3.7
기타	5.8 (17.7%)	8.5 (19.4%)	2.7

### 3. 경과기간별 녹지증가율 차이는? **준공 5년 내외 연간 2.58%, 10년 경과시 연간 1.42% 증가**

18개 사업지구 대상

#### ■ 분석개요

- (분석대상) 18개 지구 대상(2기 신도시의 경우, 미준공상태인 공동주택을 제외한 나머지 지역 포함). 준공 이후 연간 평균녹지증가율의 경우, 준공 이후 경과시기에 따라 그 차이가 있으므로, 준공 이후 경과기간별로 녹지증가율을 구분
  - 2002년 이전 준공한 8개 지구 제외 (일산, 분당, 평촌, 수원권선, 하남신장, 수원영통, 의정부장암, 의왕내손)

#### ■ 분석결과

- (준공후 5년 내외) 평균녹지율 2018년 26.9%, 2023년 39.8%로서 **12.9% 증가**
  - 준공후 1~6년 경과한 지구로서 총10개 지구 대상(서울서초, 서울강일2, 서울강남, 오산세교, 용인서천, 고양일산2, 고양원흥, 수원호매실, 시흥목감, 성남여수)
- (준공후 10년 내외) 평균녹지율 2018년 35.0%, 2023년 42.1%로서 **7.1% 증가**
  - 준공후 8~14년 경과한 지구로서 총8개 지구 대상(서울발산, 기흥구갈, 용인동백, 의왕청계, 의정부녹양, 화성향남, 용인홍덕2, 평택이충2)

**준공10년 내외 연간녹지증가율 :  $(42.1\% - 35.0\%)/5 =$  연간 1.42% 증가**

**준공 5년 내외 연간녹지증가율 :  $(39.8\% - 26.9\%)/5 =$  연간 2.58% 증가**

- (2기신도시) 평균녹지율은 2018년 38.1%에서 2023년 48.2%로 **10.1% 증가**
  - 사업지구 준공은 2019년 이후지만, 타 사업지구 대비 매우 높게 설정된 계획지표의 영향을 파악할 필요가 있어, 총5개 지구(판교, 광고, 옥정, 위례, 동탄) 대상 분석

**2기 신도시 연간녹지증가율 :  $(48.2\% - 38.1\%)/5 =$  연간 2.02% 증가**

[표 4-16] 준공후 경과기간별 실질녹지율 변화량 예시

구분	사업지구명	실질녹지율 (2018,%)	실질녹지율 (2023,%)	증감 (2023-2018)
준공10년 내외	화성향남	24.9	32.0	7.1 (연간 1.42%)
준공 5년 내외	시흥목감	23.7	36.6	12.9 (연간 2.58%)

#### 4. 계획지표별 녹지구성비율은? **계획지표 20.0 미만시, 공원녹지의 녹지가 공원녹지의 1.9배**

35개 사업지구 대상 (계획지표 20 미만 9개 vs. 20 이상 26개)

##### ■ 분석개요

- (분석대상1) 계획지표에 따라 실질녹지율이 어느 정도 차이가 있는지를 분석하기 위해 계획지표 20.0을 기준으로 미만인 지구, 이상인 지구 간의 실질녹지율 비교
  - 계획지표 20.0 미만 : 평촌, 수원권선2, 하남신장, 수원영통, 의정부장암, 의왕내손, 화성향남, 평택이충2, 이천마장 등 9개 사업지구
  - 계획지표 20.0 이상 : 위의 9개 지구를 제외한 26개 사업지구
- (분석대상2) 계획지표 상향이 실제 녹지조성에도 지속적인 상관관계를 보이는지를 분석하기 위해 계획지표 30 이상으로 높게 설정된 총5개 지구를 대상으로 계획지표와 실질녹지율 비교

##### ■ 분석결과 1 (계획지표 20 기준 분석)

- (계획지표별) 계획지표 20 미만 지구의 경우, 평균녹지율 32.2%이며 이중 공원녹지 11.0%, 공원녹지외 21.2%로 공원녹지 외 용도에서의 녹지비중이 전체녹지의 65.8%에 달할 정도로 높고, 계획지표 20 이상인 지구는 평균녹지율 43.5%이며 이중 공원녹지 23.1%, 공원녹지 외 20.4%로 공원녹지의 비중이 53.1%로 약간 높게 나타남
  - 특히, 계획지표 20 미만인 사업지구는 대부분 1990년대 후반부터 2000년대 초반 사업지구로서 준공 후 20년 이상 경과된 경우가 많아 공원녹지 외 녹지비중이 더 높은 것으로 판단됨
- (신도시별) 준공 후 30여년이 경과한 1기 신도시의 경우, 평균녹지율은 40.7%이며 이중 공원녹지가 16.7%, 공원녹지외 24.0%로서 공원녹지 외 용도에서의 녹지율 비중이 59%에 달할 정도로 높은 반면, 2기 신도시는 평균녹지율 48.2%, 이중 공원녹지 28.8%, 공원녹지외 19.4%로 공원녹지의 비중이 59.8%로 높게 나타남
  - 1기 신도시는 준공후 약 30여년이 경과한 지구로서 계획지표가 13.9~24.1%이며 2기 신도시는 거의 준공단계로서 계획지표 21.6~40.2%로 비교적 높게 설정

[표 4-17] 계획지표 및 신도시유형별 평균 실질녹지율 비교 (2023년 영상분류 기준)

구 분	빈도	계획지표	실질녹지율 계 (2023.%)	공원녹지(%)	공원녹지외(%)	준공시기
<b>전체 사업지구 평균</b>	<b>35</b>	-	<b>42.3</b> (100%)	<b>21.8</b> (51.5%)	<b>20.5</b> (48.5%)	
계획지표 20 미만	9	6.2~19.0	32.2 (100%)	11.0 (34.2%)	21.2 (65.8%)	'95~'96
계획지표 20 이상	26	20.4~42.9	43.5 (100%)	23.1 (53.1%)	20.4 (46.9%)	'19~'26
<b>전체 신도시 평균</b>	<b>8</b>	-	<b>43.9</b> (100%)	<b>25.3</b> (57.6%)	<b>18.6</b> (42.4%)	
1기신도시	3	13.9~24.1	40.7 (100%)	16.7 (41.0%)	24.0 (59.0%)	'95~'96
2기신도시	5	21.6~40.2	48.2 (100%)	28.8 (59.8%)	19.4 (40.2%)	'19~'26

■ 분석결과 2 (상위 계획지표별 분석)

- (상위계획지표) 계획지표 30 이상인 지구는 총5개로서 수원광교, 성남판교, 용인흥덕, 기흥구갈3, 남양주다산지구가 이에 해당
- (계획지표 34 이상) 수원광교와 성남판교의 경우, 계획지표는 각각 42.9, 34.3으로 8.6의 차이가 있음에도 불구하고 실질녹지율은 각각 52.1, 51.6으로 유사한 결과. 단 준공 후 경과년수 편차 있음
- (계획지표 30) 용인흥덕의 경우, 계획지표 30.4이나 실질녹지율은 수원광교나 성남판교에 약간 못 미치는 수준인 49.1%로 분석되었으며 준공후 13년 경과에 따른 결과임
- (계획지표 32) 기흥구갈3과 남양주다산의 경우, 계획지표는 32.0이나 실질녹지율이 각각 44.2, 33.0으로 분석되었으며, 이 역시 준공 후 경과년수 편차 있음
- (한계) 계획지표 30 이상인 사례는 2기 신도시 등 최근에 조성된 지구가 대부분으로 녹지성장이 진행중인 경우가 많아, 이번 분석 결과만으로는 계획지표 값이 일정기준 이상일 경우에 대한 실질녹지율 차이를 분석하는데에는 한계가 있었음

[표 4-18] 계획지표 30% 이상 지구의 실질녹지율

사업지구명	실질녹지율 (2023.%)	계획지표 (%)	편차 (%) (실질녹지율-계획지표)	착공/준공
수원광교	52.1	42.9	9.2	2004 / 2024
성남판교	51.6	34.3	17.3	2001 / 2019
용인흥덕	49.1	30.4	18.7	2004 / 2010
기흥구갈3	44.2	32.0	12.2	1996 / 2004
남양주다산	33.0	32.0	1.0	2009 / 2025

## 5. 사업규모별 녹지구성비율은? 100만㎡ 미만인 경우, 공원녹지의 녹지비중 높음

35개 사업지구 대상 (100만㎡ 미만, 100만~330만㎡ 미만, 330만㎡ 이상)

### ■ 분석개요

- (분석대상) 사업지구 면적에 따른 실질녹지율 차이를 분석하기 위해 사업지구 면적을 100만㎡ 미만, 100만㎡~330만㎡ 미만, 330만㎡ 이상 등 3개 집단으로 구분
  - 100만㎡ 미만 : 서울발산, 서울서초, 서울강일2, 서울강남, 서울내곡, 수원권선2, 하남 신장, 의정부장암, 의왕내손, 기흥구갈3, 의왕청계, 의정부녹양, 평택이충2, 고양일산2, 성남여수, 이천마장 등 16개 지구
  - 100만㎡~330만㎡ 미만 : 수원영통, 용인동백, 화성향남, 남양주다산, 용인흥덕, 오산 세교, 용인서천, 고양원흥, 수원호매실, 시흥목감 등 10개 지구
  - 330만㎡ 이상 : 고양일산, 성남분당, 안양평촌, 성남판교, 광교지구, 양주옥정, 위례, 화성동탄, 하남미사 등 9개 지구
- \* 공원녹지법상 기준으로는 30만㎡ 미만에 대한 구분도 필요하나, 영상기반 분석 특성을 고려하여, 100만㎡ 미만을 동일집단으로 구분

### ■ 분석결과

- (사업규모별) 사업규모별 평균녹지율은 사업지구 면적 100만㎡ 미만이 39.0%, 100만㎡~330만㎡ 미만이 38.5%, 330만㎡ 이상이 43.6%로 330만㎡ 이상이 가장 높게 나타남
- 세부적으로는 100만㎡ 미만에서는 공원녹지외 녹지의 비중이 더 높았고, 나머지는 공원녹지의 비중이 더 큰 것으로 분석

[표 4-19] 사업규모별 평균 실질녹지율 비교 (2023년 기준)

구 분	빈도	계획지표	실질녹지율 계 (2023,%)	공원녹지(%)	공원녹지외(%)	비고
<b>전체 사업지구 평균</b>	<b>35</b>	<b>-</b>	<b>42.3</b> (100%)	<b>21.8</b> (51.5%)	<b>20.5</b> (48.5%)	
100만㎡ 미만	16	6.2~32.0	39.0 (100%)	19.2 (49.2%)	19.8 (50.8%)	
100만~330만㎡ 미만	10	17.6~30.4	38.5 (100%)	20.8 (53.9%)	17.7 (46.1%)	
330만㎡ 이상	9	13.9~42.9	43.6 (100%)	22.3 (51.2%)	21.3 (48.8%)	

6. 단지내녹지의 평균녹지율은? 1기 신도시 평균 40.8% (vs. 최근 단지내녹지면적률 약30%)

810개 아파트 준공단지

■ 분석개요

- (분석대상) 생태면적률 기준 강화 등에 따른 영향을 살펴보기 위해 35개 사업지구에 조성된 810개 아파트 준공단지를 대상으로 시기 및 사업유형별 단지내녹지 분석
  - 단독주택지의 경우, 인허가 정보 확인이 어렵고, 대부분 필지규모가 작아 10m 해상도의 영상으로는 정확한 녹지율 분석에 한계가 있어 분석 대상에서 제외
- (분석내용) 공동주택단지내 녹지면적비율, 연간 실질녹지증가율
- (계산식)  $\text{단지내녹지율}(\%) = \text{단지내 실질녹지면적} / \text{공동주택용지면적} * 100$

■ 분석결과

- (평균 단지내녹지율) 공동주택단지의 평균 단지내녹지율은 2018년 29.1%, 2023년 39.2%로서 약 10.1% 증가했으며, 세부적으로는 1기 신도시가 36.7%에서 40.8%로 증가 했으며, 2기 신도시 29.0%에서 44.4%, 기타 수도권 개발사업이 21.6%에서 34.0%로 증가

[표 4-20] 공동주택단지의 평균 실질녹지율 변화(2018 vs. 2023)

구분	실질녹지율(%) (2018)	실질녹지율(%) (2023)	증감 (%) (2023-2018)
<b>주택_공동주택</b>	29.1	39.2	10.1
1기신도시	36.7	40.8	4.1
2기신도시	29.0	44.4	15.4
기타	21.6	34.0	12.4

- (비교검증) 위의 결과는 아파트단지 조경계획자료 분석을 통해 아파트단지의 평균녹지율은 임대단지 평균 30%, 분양단지 평균 40.1%라는 선행연구(윤은주 외, 2023) 연구결과와 유사

## 7. 경과년수별 녹지구성비율은? 준공후10년 기타녹지(주택등) : 공원녹지 = 1:1 비율

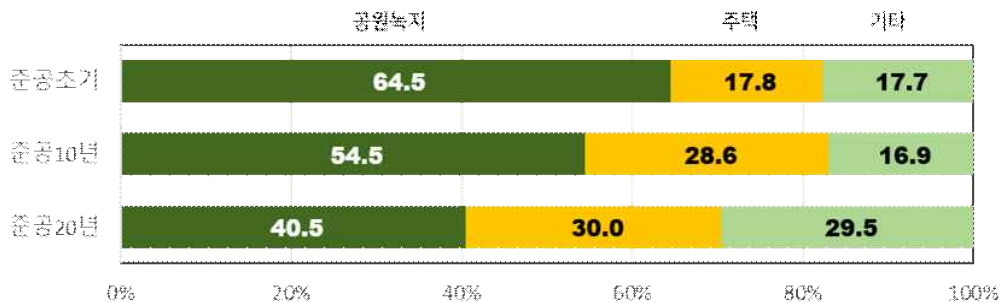
35개 사업지구 대상 (준공초기, 준공후10년, 준공후20년 경과단지로 구분)

### ■ 분석개요

- (분석대상) 준공 이후 경과년수에 따른 토지이용유형별 실질녹지비율 분석  
토지이용 유형은 공원녹지, 주택용지, 기타 등 3가지 유형으로 구분했으며 경과년수는 준공초기, 준공후10년 내외, 준공후 20년 경과로 구분
  - 준공초기 : 2018년 또는 2023년 기준 준공 후 6년 이내인 지구 대상
  - 준공10년 : 2018년 또는 2023년 기준 준공후 15년 이내인 지구를 대상
  - 준공20년 : 2018년 또는 2023년 기준 준공후 20년 이상 경과한 지구를 대상

### ■ 분석결과

- (토지이용유형별) 준공초기에는 총 실질녹지면적의 구성비율이 공원녹지용지 64.5%, 주택 17.8%, 기타 17.7%의 구성비를 보였으나, 준공후 10년 경과시점에는 공원녹지 54.5% 주택 28.6%, 기타 16.8% 였으며 준공 20년 이후에는 공원녹지 40.5%, 주택 30.0%, 기타 29.5%로 공원녹지 이외의 녹지 비중이 더 높게 나타남
- 즉, 준공후10년 경과시점에는 공원녹지와 그 외 녹지(주택, 기타)간 비율이 거의 비슷하며 준공 20년 이후에는 그 외 녹지(주택, 기타)의 비율이 공원녹지를 추월하는 것으로 분석



[그림 4-14] 준공시기별 토지이용유형별 실질녹지 구성비율

## 5. 소결

- 총35개<sup>13)</sup> 사업지구를 대상으로 토지이용유형별 실질녹지율 분석 결과를 주요 쟁점 별로 정리하면 다음과 같음

### 1. 계획지표 대비 실제 녹지 조성 규모(녹지율, 1인당녹지면적)는 얼마인가?

- 35개 사업지구를 대상으로 분석한 결과, 평균 계획지표 22.0%(21.5~32.2%) 대비, 실질녹지율은 41.8%로서 약14%~19% 이상 높게 나타남
- 이를 1인당 공원녹지면적으로 환산하면 계획지표 적용시 17.2㎡/인이며, 실질녹지면적 기준으로는 23.8㎡/인으로 실질녹지가 계획지표에 비해 6.6㎡/인 정도 높았으며, 해당 값은 WHO 권고기준(9.0㎡/인), 전국지표(15.7㎡/인), 수도권 정비계획상 지표(12.0㎡/인)보다 높은 수치임
- 개별법에서 정한 공원녹지율 기준과의 비교에서도 실질녹지율 41.8%는 공원녹지법 상 기준(6㎡/인 적용시)을 적용한 경우 12.0%, 개발법 기준을 적용한 기준 20.4% 과 비교하여 2배에서 3.4배 이상 높은 수준임

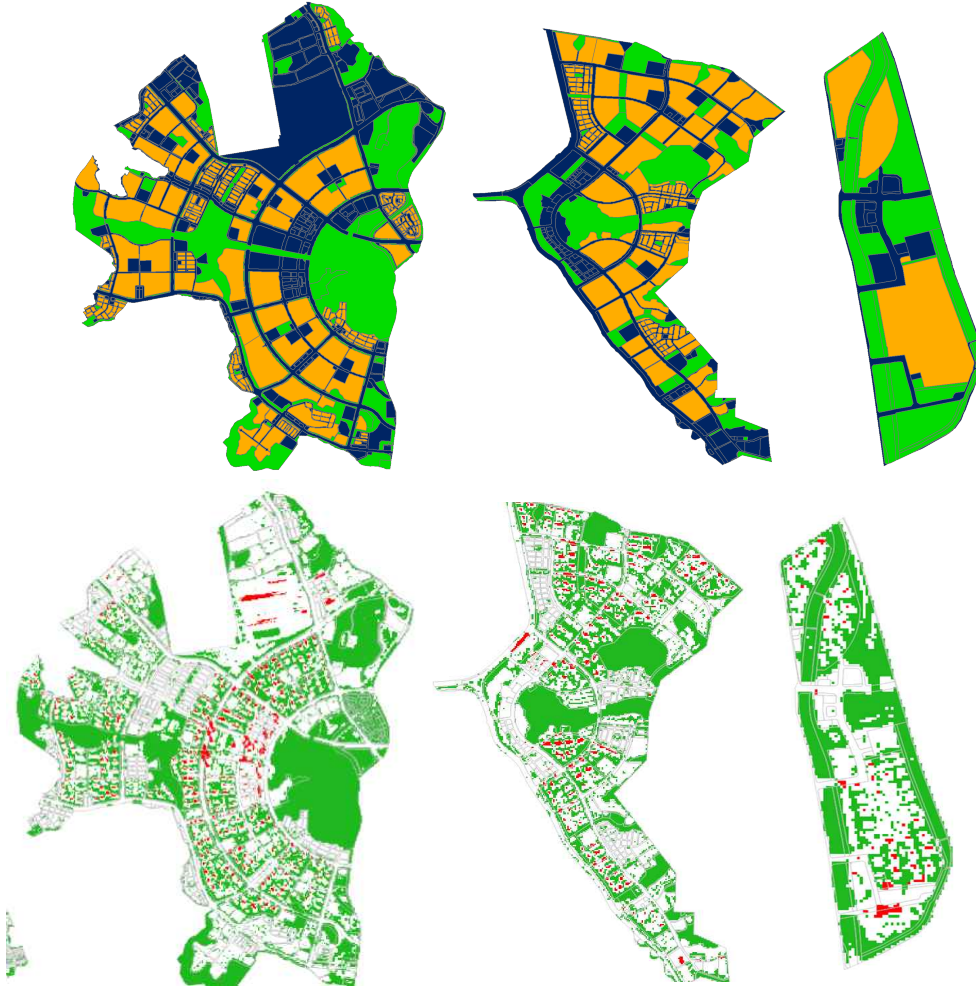


[그림 4-15] 실질녹지율 예시 (분당 44.9%, 광교 52.2%, 강일2 52.3%)

- 또한 개발사업 계획지표 vs. 실질녹지율간 비교를 통해 계획지표 대비 최대 19% 이상 많은 녹지가 조성되었다는 결과 외에도 계획지표가 평균 이상으로 높은 경우에 대한 분석 결과, 계획지표와 같은 수준의 실질녹지율 증가가 있다고는 할 수 없었음.

13) 1,2기 신도시와 기타 개발사업지구로 구성

다만, 높은 계획지표 사례는 2기 신도시 등 최근에 조성된 지구가 대부분으로 녹지 성장이 진행중인 경우가 많아, 평균이상의 높은 계획지표 대비 실질녹지율 경향은 향후 추가분석이 필요할 것으로 판단됨



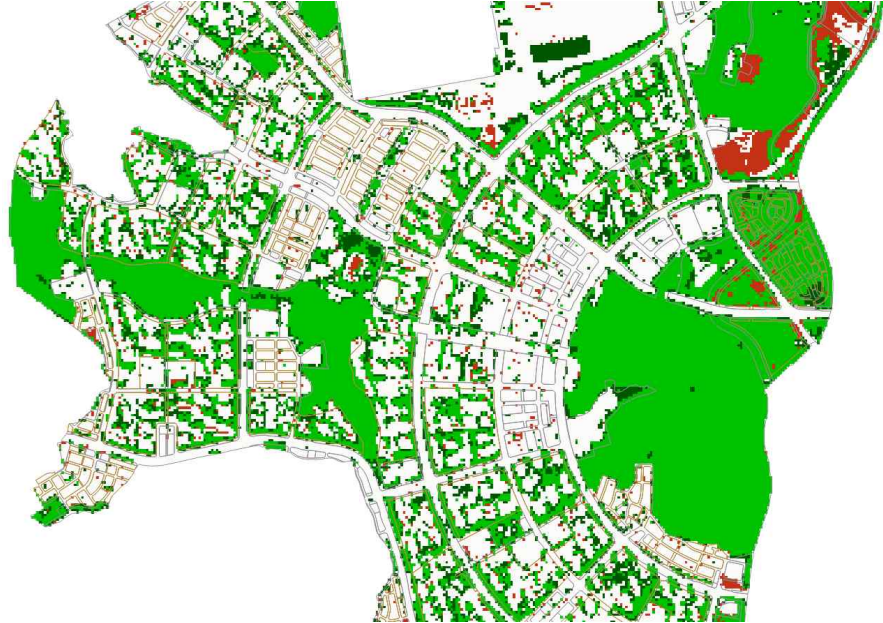
좌: 동탄(계획 27.7% vs. 실질 45.0%), 중: 용인동백(계획 27.9% vs. 실질 43.2%), 우: 강일2(계획 29.0 vs. 실질 52.3)

[그림 4-16] 유사한 계획지표 대비 실질녹지율 차이 예시

- 준공지구의 1인당 평균실질녹지면적의 경우, 23.8㎡/인으로 계획지표 17.2㎡/인 보다 높을 뿐만 아니라 WHO 권고기준(9.0㎡/인), 전국지표(15.7㎡/인), 수도권 정비계획기준(12.0㎡/인)을 상회하는 것으로 분석

## 2. 준공 이후 평균녹지증가율은 어느정도인가?

- 28개 사업지구 (2000년 이전 준공 제외)를 대상으로 분석한 결과, 2018년과 2023년 사이 5년 동안 총 11.1%의 녹지량 증가가 나타나 **연간 2.2% 증가**하는 것으로 분석
- 세부적으로는 공원녹지의 경우, 5년 동안 4.7% 증가한 반면, 공원녹지 외 기타녹지 증가율이 6.4% 에 달하며 이중 단지내녹지가 3.7%를 차지할 정도로 높은 비중



[그림 4-17] 녹지 외연부 확장에 따른 실질녹지증가율 예시(동탄)

## 3. 경과기간별 실질녹지증가율 차이는?

- 18개 사업지구를 대상으로 준공 경과년수별 녹지증가율을 분석한 결과, 준공10년 내외는 연간 1.42% 증가했으며 준공 5년 내외에는 연간 2.58% 증가

## 4. 계획지표/신도시별 녹지구성비율은?

- 계획지표 20.0 미만인 경우, 공원녹지외 녹지가 전체녹지의 66%  
계획지표 20.0 이상인 경우, 공원녹지외 녹지가 전체녹지의 47%
- 1기 신도시의 경우, 공원녹지외 녹지가 전체녹지의 59.0%  
2기 신도시의 경우, 공원녹지외 녹지가 전체녹지의 40.2%

### 5. 사업규모별 녹지구성비율은?

- 사업지구면적 100만㎡ 미만인 경우, 공원녹지와 녹지가 전체녹지의 50.8%  
사업지구면적 100만㎡ 이상인 경우, 공원녹지가 전체녹지의 51.2% 이상

### 6. 평균 단지내녹지율과 연도별 증가율은?

- 810개 아파트단지를 대상으로 분석한 결과, 평균 단지내녹지율은 2018년 29.1%, 2023년 39.2%이며, 연간 2% 증가
- 세부적으로는 1기 신도시 40.8%, 2기 신도시 44.4%로서, 아파트단지의 40% 이상이 실질녹지로 구성



[그림 4-18] 분당 중앙공원 인근 공동주택단지내 녹지 현황

### 7. 경과년수별 녹지구성비율은?

- 준공시기별로 준공초기, 준공후10년, 준공후20년 등 3가지 유형으로 구분한 결과, 준공후 10년 경과시점에서 공원녹지 : 공원녹지외녹지(단지내녹지 등) = 1:1 비율  
그 이후에는 공원녹지외 녹지비중이 공원녹지를 추월하는 것으로 분석

# 제5장 결론

## 1. 주요 연구성과

### ■ 법제도 동향

- 우리나라의 공원녹지에 관한 모호한 법적 정의와 산정기준 개선 필요성 제시
- 공원녹지의 포괄적 정의 등 해외의 유연한 공원녹지 정책 동향과 인공위성영상 기반의 녹지지표(녹피율) 체계 등 법정공원녹지 범위 확대와 계획 및 관리지표 전환 필요성과 방법론 검토

### ■ 주요 사업지구 녹지모니터링 결과 요약

- 1,2기 신도시와 기타 개발사업지구로 구성된 총35개 사업지구를 대상으로 한 토지이용유형별 실질녹지율을 분석했으며 주요 쟁점별 결과를 정리하면 다음과 같음

#### 1. 계획지표 대비 실제 녹지 조성 규모는 얼마인가?

- 35개 사업지구를 대상으로 분석한 결과, 평균 계획지표 22.0% 대비, 실질녹지율은 41.8%로서 19.8% 이상 높게 나타남
- 이를 1인당 공원녹지면적으로 환산하면 계획지표 적용시 17.2㎡/인 대비 실질녹지율 기준 23.8㎡/인으로 6.6㎡/인 높았으며, 해당 값은 WHO 권고기준(9.0㎡/인), 전국 지표(15.7㎡/인), 수도권 정비계획상 지표(12.0㎡/인)보다 높은 수치임
- 개별법에서 정한 공원녹지율 기준과 비교해서도 실질녹지율 41.8%는 공원녹지법상 기준(6㎡/인 적용시)을 적용한 경우 12.0%, 개발법 기준을 적용한 기준 20.4%을 2배에서 3.4배 상회하는 수준임
- 또한 개발사업 계획지표 vs. 실질녹지율간 비교를 통해 계획지표 대비 최대 19% 이상 많은 녹지가 조성되었다는 결과 외에도 계획지표가 30% 이상으로 높은 사업지구의 경우, 계획지표 보다 높은 실질녹지율을 보이기는 했지만, 그 증가율이 다른 사업지구와 비교했을 때 비교적 낮게 나타남  
다만, 높은 계획지표 사례는 2기 신도시 등 최근에 조성된 지구가 대부분으로 녹지성

장이 진행중인 경우가 많아, 평균이상의 높은 계획지표 대비 실질녹지를 경향은 향후 추가분석이 필요할 것으로 판단됨

- 준공지구의 1인당 평균실질녹지면적의 경우, 23.8㎡/인으로 계획지표 17.2㎡/인보다 높을 뿐만 아니라 WHO 권고기준(9.0㎡/인), 전국지표(15.7㎡/인), 수도권 정비계획기준(12.0㎡/인)을 상회하는 것으로 분석

## 2. 준공 이후 평균녹지증가율은 어느정도인가?

- 28개 사업지구 (2000년 이전 준공 제외)를 대상으로 분석한 결과, 2018년과 2023년 5년 동안 총 11.1%의 녹지량 증가가 나타나 연간 2.2% 증가하는 것으로 분석
- 세부적으로는 공원녹지의 경우, 5년동안 4.7% 증가한 반면, 공원녹지 외 기타녹지 증가율이 6.4%에 달하며 이중 단지내녹지가 3.7%를 차지할 정도로 높은 비중

## 3. 경과기간별 실질녹지증가율 차이는?

- 18개 사업지구를 대상으로 준공 경과년수별 녹지증가율을 분석한 결과, 준공10년 내외는 연간 1.42% 증가했으며 준공 5년 내외에는 연간 2.58% 증가

## 4. 계획지표/신도시별 녹지구성비율은?

- 계획지표 20.0 미만인 경우, 공원녹지외 녹지가 전체녹지의 66%  
계획지표 20.0 이상인 경우, 공원녹지외 녹지가 전체녹지의 47%
- 1기 신도시의 경우, 공원녹지외 녹지가 전체녹지의 59%  
2기 신도시의 경우, 공원녹지외 녹지가 전체녹지의 40.2%

## 5. 사업규모별 녹지구성비율은?

- 사업지구면적 100만㎡ 미만인 경우, 공원녹지외 녹지가 전체녹지의 50.8%  
사업지구면적 100만㎡ 이상인 경우, 공원녹지가 전체녹지의 51.2% 이상

## 6. 평균 단지내녹지율과 연도별 증가율은?

- 810개 아파트단지를 대상으로 분석한 결과, 평균 단지내녹지율은 2018년 29.1%, 2023년 39.2%이며, 연간 2% 증가
- 세부적으로는 1기 신도시 40.8%, 2기 신도시 44.4%로서, 아파트단지의 40% 이상이 실질녹지로 구성

## 7. 경과년수별 녹지구성비율은?

- 준공시기별로 준공초기, 준공후10년, 준공후20년 등 3가지 유형으로 구분한 결과, 준공후 10년 경과시점에서 공원녹지 : 공원녹지외녹지(단지내녹지 등) = 1:1 비율

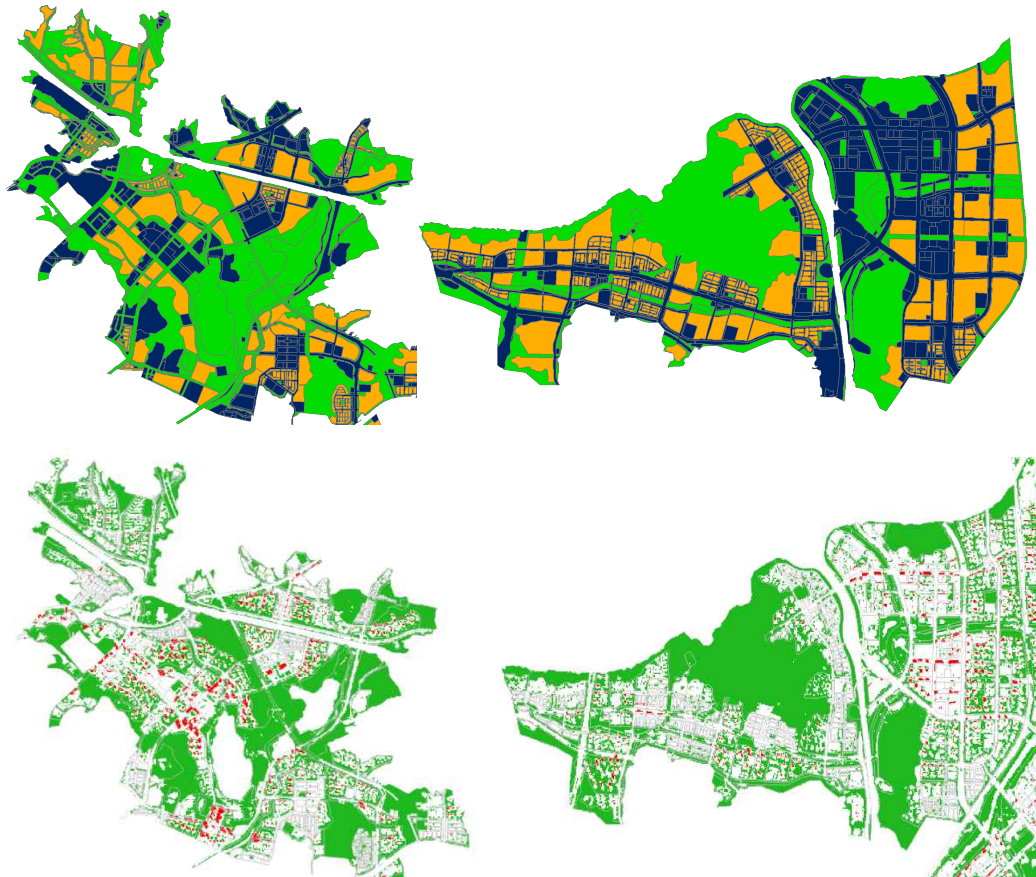
그 이후에는 공원녹지의 녹지비중이 공원녹지를 추월하는 것으로 분석

■ 개발사업에서의 계획지표별 실질녹지율 현황 도출

- 개발사업별로 소관법에 따른 공원녹지율 확보기준을 적용 중으로 이들 계획지표가 실제 대상지에서 어느 정도의 녹지조성으로 이어질 수 있는지를 분석
- 분석결과, 계획지표 대비 약20% 높은 실질녹지율(녹피율)을 나타내는 것으로 분석

■ 개발사업 계획지표 vs. 공원녹지법 기준 vs. 개발법 기준 vs. 실질녹지율(녹피율)

- 개발사업 계획지표 vs. 실질녹지율(녹피율)간 비교를 통해 계획지표 대비 20% 이상 많은 녹지가 조성되었다는 결과 외에도 계획지표가 22% (35개 지구의 평균값) 이상인 경우, 녹피율에는 큰 차이가 나지 않는 것으로 분석



[그림 5-1] 계획지표와 실질녹지율 비교 (좌: 광교, 우: 판교)

- 준공시기가 유사한 성남판교와 수원광교의 경우, 계획지표는 각각 34%, 43%로 약

9%의 차이가 있지만 실질녹지율은 52% 내외로 유사하게 나타났는데 이러한 결과는 일정기준 이상의 양적지표 이상에서는 실질녹지율 측면에서는 큰 차이가 있다고 할 수 없으며, 공원녹지의 배치기법 등에 따른 영향이 반영된 것으로 볼 수 있을 것임

- 또한 법적기준과의 차이를 알아보기 위해, 공원녹지법상 기준(1인당 6㎡ 적용시), 개발법상 공원녹지 확보기준을 적용한 결과, 각각 6%, 20%로서 계획지표나 실질 녹지율에 못 미치는 기준으로 나타남

비교	사업지구 (준공년)	실질녹지율 (%)	계획지표* (%)	법적기준(%)	
				공원녹지법 (적용기준)	개발법 (적용기준)
1	성남판교 (2019)	51.6	34.3	6.0 (1인당 6㎡ 이상)	20.0 (개발면적의 20%)
	수원광교 (2024)	52.2	42.9	4.4 (상동)	20.0 (개발면적의 20%)

#### ■ 녹지외연부 확장에 따른 효과 분석

- 공원녹지율은 다른 지표와 달리 살아있는 수목 등을 대상으로 하는 바, 생육조건에 따라 외연부 확장이 가능한 특성이 있음
- 시계열 녹지량 분석을 통해 이를 분석한 결과 연간 2.2%의 성장이 있는 것으로 분석. 이러한 확장성은 공원녹지지표 설정시, 수목성장기간을 고려한 목표연도 개념을 도입할 필요가 있다는 점과 함께, 공원서비스 기능 제고 측면에서도 정량적 근거로 활용이 가능할 것임

#### ■ 공원녹지 외 기타녹지의 양적 비중 분석

- 그동안의 공원녹지 정책은 도시계획시설로 결정된 도시공원과 녹지 위주로서 기타녹지의 역할이나 법적 지위에 대한 논의는 이루어지지 못하는 실정임  
그에 반해, 환경영향평가 등의 영향으로 기타녹지의 조성의무만 강조되는 실정으로 본 연구를 통해 이들 기타녹지의 양적규모를 정량화함으로써, 도시녹지로서의 법적 지위 부여 등 정책마련 필요성의 근거자료를 제시함

## 2. 연구의 한계와 향후과제

- 본 연구를 통해 도출하고자 했던 것은 개발사업에서 제시된 계획지표가 실제 어느 정도의 녹지를 조성하는 효과가 있는지를 정량적으로 분석하고자 하는 것이었음
- 이러한 정량자료를 바탕으로 적정 계획지표를 제안하고자 하였으나, 사업특성(긴 사업기간이나 상이한 계획여건), 인공위성 영상 분석의 기술적 한계 등으로 적정 지표를 제시하는데에는 무리가 있었으나 향후 적정 계획지표를 제안하는데 정량자료로는 활용될 수 있을 것임
- 인공위성 영상 기반의 실질녹지율(녹피율) 분석은 도시내 녹지총량을 파악하는데에는 매우 유리한 수단이지만 촬영시기와 인공위성 영상 분류 방법에 따라 그 결과가 다를 수 있어, 연간 녹피율의 평균값을 구하거나, 영상 분석 횟수를 늘이는 등의 보완책이 필요하나, 본 연구에서는 9월 동일시기를 대상으로한 시계열 변화량에 기반한 녹피율 자료이기 때문에 단일시기 분석자료가 연간 녹피율을 대표할 수 있는가에 대해서는 추가 연구 필요.  
우리나라의 기후특성상 가을철 영상을 기반으로 한 것이 타당한 수법이라고는 생각되지만 결과값의 신뢰성 제고를 위해서는 사계절 녹피율 비교를 통해 9월 영상을 기반으로 한 녹피율의 대표성을 검증하는 연구가 후속으로 이루어질 필요가 있을 것임
- 또한, 본 연구에서 주로 다루고 있는 공원녹지의 녹지 중 대표적인 유형인 공동주택 단지내녹지의 경우, 공동주택 그림자로 인해 정확한 단지내녹지와 이용시설간 구분에 어려움이 있어, 전통적인 분류방법인 감독분류 외에 이러한 분류에 특화된 최신 분류 기법을 적용하는 등의 방법론 고도화도 필요할 것임
- 기타, 유관정책에서의 활용성 측면에서는 탄소중립 등 단위 수목 기반의 집계에 활용할 수 있도록 피복유형 분류체계의 정합성을 제고하고, 분석수단을 고도화하는 연구도 수행될 필요가 있음



## 참고문헌 Reference

- 강성우(2014) 아파트 조경공간의 도시공원·녹지적 활용에 대한 주민의식 분석\_서울시 사례 연구.  
한양대학교 도시대학원 석사학위논문
- 김민아, 김선경, 강신규(2022) Sentinel-2 위성의 여름과 겨울 영상을 이용한 토지 피복 분류 비교 분석, 강  
원대학교 환경연구소 Vol.15, NO 1 : 55-61
- 김민주, 박정우, 박주현, 박지수, 현창욱(2023) 위성영상과 머신러닝 활용 도시열섬 지역 옥상녹화 효과 예  
측과 이산화탄소 흡수량 평가, 대한원격탐사학회지 Vol.39 NO. 5-1 481-493
- 김병찬, 강재우, 박찬, 김현진(2020) 심층신경망 모형을 이용한 서울시 도시공원 및 녹지공간의 열  
섬저감효과 분석, 한국조경학회지 48(4):19-28
- 김한수, 김철웅, 황지현(2022) 경기도 공동주택단지 녹지관리 현황과 정책방향, 경기연구원
- 문창순, 심준영, 김상범, 이시영(2010) 위성영상과 토지피복도를 활용한 녹피율 산정방법 연구, 농  
촌계획학회지 Vol. 16, No.4, 2010(53-60)
- 맹다미, 백세나(2019) 서울시 여건변화에 대응하는 도시계획시설의 정책과제. 서울연구원 정책리  
포트 제285호
- 박기남(2007) 도시공원녹지 정책의 개선방향에 관한 연구\_도시공원녹지 면적의 적정성을 중심으  
로, 한국방송통신대학교 평생대학원 석사학위논문
- 신계종, 유영걸, 황의진(2005) GIS와 위성영상을 이용한 도시의 변화량 분석. 한국지반환경공학회  
논문집 6(4) : 73-80
- 안성기, 이찬주, 김용민, 최훈(2024) 하천 내 지표 피복 분류를 위한 Sentinel-2 영상 기반 랜덤  
포레스트 기법의 적용성 연구: 내성천을 사례로, 한국수자원학회논문집, V57, pp.321~332
- 유영우, 조동범(2016) 혁신도시 공원녹지계획의 특징과 도시간 비교 연구, 한국조경학회 추계학술  
대회 논문집 pp.5-7
- 윤은주, 김영민, 채애리(2024) 실질녹지 기반의 녹지지표 전환 연구, LHRI

- 윤은주, 권오준, 채애리, 허복련(2023) 사회적 여건 변화 대응을 위한 그린인프라 기반 공원녹지 조성방향 전환 연구, LHRI
- 윤은주, 정광민, 빈태봉(2015) 사용실태조사를 통한 아파트 옥외공간의 합리적 계획가이드라인 연구, LHRI
- 윤은주, 김현옥, 염종민(2013) 분당 신도시의 녹지변화 경향 분석, 대한국토도시계획학회지 48(2) : 329-340
- 이상민, 김용국, 이여경(2018) 녹색도시 정책여건 변화에 대응한 공원녹지 지표 개발방안 연구, 건축공간연구원
- 이소정(2021) 위성자료를 활용한 수도권 신도시와 주변 식생변화에 관한 연구, 이화여자대학교 대학원 석사학위논문
- 이옥하, 이경재(1999) 조경수목의 생육환경을 고려한 적정 식재간격의 연구, 한국환경생태학회지 13(1) : 34-48
- 이윤주, 오충현(2021) 건축시기와 입지환경에 따른 서울시 아파트단지 녹지의 식물 이입 특성, 서울도시연구 22(4) : 65-78
- 이종신, 박준규, 윤희천(2014) Landsat 위성영상을 이용한 황사발생 원인지역의 녹지 환경 변화 분석. 한국지리정보학회지 17(4) : 1-9
- 국민권익위원회(2010) 도시계획 심의·보상 등 공정성 확보를 위한 개선방안
- 국토연구원(2021) 2040 도시기본계획 수립을 위한 지침 개선 연구, 국토교통부
- 국토교통부(2025) 2024 도시계획현황 통계
- 국토교통부(2021) 2024 도시기본계획 수립 지침 개선 연구
- 국토교통부(2019) 공원녹지 지표 개선 및 운용방안 연구
- 대한국토·도시계획학회(2019) 인구감소시대에 대응한 도시계획체계 개편방안, 국토교통부
- 탄소중립전략연구원·한국물순환협회(2023) 환경영향평가 협의사업장 생태면적률 이행실태 조사 및 제도 개선방안 마련. 환경부
- 한국환경정책·평가연구원(2016) 환경영향평가 협의사업 환경편익/비용분석 연구. 환경부

- Alessio Russo, & Cirella, G. T. (2018). Modern compact cities: How much greenery do we need? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(10), 2180. <https://www.mdpi.com/1660-4601/15/10/2180>
- Aryal, J., Sitaula, C., & Aryal, S. (2022). *NDVI threshold-based urban green space mapping from Sentinel-2A at the local governmental area level of Victoria, Australia*. *Land*, 11, Article 351. <https://www.mdpi.com/2073-445X/11/3/351>
- Auda, Y., Lundin, E. J., Gustafsson, J., Pokrovsky, O. S., Cazaurang, S., & Orgogozo, L. (2023). *A new land cover map of two watersheds under long-term environmental monitoring in the Swedish Arctic using Sentinel-2 data*. *Water*, 15, Article 3311. <https://www.mdpi.com/2073-4441/15/18/3311>
- Breiman, L. (2001). *Random forests*. *Machine Learning*, 45(1), 5–32. <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1010933404324>
- Higgs, C., & van Niekerk, A. (2022). *Impact of training set configurations for differentiating plantation forest genera with Sentinel-2 imagery and machine learning*. *Remote Sensing*, <https://www.mdpi.com/2072-4292/14/16/3992>
- Nasiri, V., Deljouei, A., Moradi, F., Sadeghi, S. M. M., & Borz, S. A. (2022). *Land use and land cover mapping using Sentinel-2, Landsat-8 satellite images, and Google Earth Engine: A composition method*. *Remote Sensing*, 14, 1977. <https://www.mdpi.com/2072-4292/14/9/1977>
- Sáenz, C., Cicuéndez, V., García, G., Madruga, D., Recuero, L., Bermejo-Saiz, A., Litago, J., & Palacios-Orueta, A. (2024). *New insights on the information content of the NDVI Sentinel-2 time series for assessing vegetation dynamics*. *Remote Sensing*, 16(16), 2980. <https://www.mdpi.com/2072-4292/16/16/2980>
- Svoboda, J., Štych, P., Laštovička, J., Paluba, D., & Kobliuk, N. (2022). *Random forest classification of land use, land-use change and forestry (LULUCF) using Sentinel-2 data—A case study of Czechia*. *Remote Sensing*, 14(5), 1189. <https://www.mdpi.com/2072-4292/14/5/1189>
- Swanwick, C., Dunnett, N., & Woolley, H. (2003). *Nature, role and value of green spaces in towns and cities: An overview*. *Built Environment*, 29(2), 94–106.

- Viet-Hung Dang, Hoang, N.-D., Nguyen, L.-M.-D., Bui, D. T., & Samui, P. (2020). *A novel GIS-based random forest algorithm for the spatial prediction of shallow landslide susceptibility*. *Forests*, 11(1), 118. <https://www.mdpi.com/1999-4907/11/1/118>
- Watson, G. W. (1996). *Tree transplanting and establishment*. *Arnoldia*, 11–16.
- Young, R. F. (2011). *Planting the living city: Best practices in planning green infrastructure Results from major U.S. cities*. *Journal of the American Planning Association*, 77(4), 368–381. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01944363.2011.616996>
- European Commission(2024). *Proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council on nature restoration (COM(2022) 304 final)*. European Union. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52022PC0304&qid=1766365768670>
- European Environment Agency(2018). *The European Urban Biodiversity Index (EUBI): A composite indicator for biodiversity in cities*. European Topic Centre on Biological Diversity.
- European Union(2024). *Regulation (EU) 2024/1991 of the European Parliament and of the Council on nature restoration and amending Regulation*. European Union. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1991/oj/eng>
- Greater London Authority. (2023). *Urban greening factor*. UK.
- Greater London Authority. (2023a). *Urban greening factor: LPG consultation summary report*. UK.
- NYC. (2021). *NYC urban forest agenda*.
- NYC Lawmakers & Advocates (NYCLV). (2022). *Something all five borough presidents agree on: The million more trees initiative*.
- Regional Plan Association(RPA). (2024). *Expanding NYC's urban forest*. <https://rpa.org/news/lab/expanding-nycs-urban-forest>
- The City of New York. (2014). *PlaNYC progress report: A greener, greater New York; A stronger, more resilient New York*.
- The City of New York. (2014). *PlaNYC progress report: A greener, greater New York; A*

*stronger, more resilient New York.*

\_\_\_\_\_ (2013). *PlaNYC progress report : A Greener Greater New York*

\_\_\_\_\_ (2012). *PlaNYC progress report : A Greener Greater New York*

\_\_\_\_\_ (2011). *PlaNYC full report : A Greener Greater New York*

\_\_\_\_\_ (2010). *PlaNYC progress report : A Greener Greater New York*

\_\_\_\_\_ (2009). *PlaNYC progress report: A Greener Greater New York*

\_\_\_\_\_ (2008). *PlaNYC progress report : A Greener Greater New York*

\_\_\_\_\_ (2007). *PlaNYC full report : A Greener Greater New York*

Phillips, T. (2018). Baltimore: *First urban tree canopy change analysis completed*. Chesapeake Tree Canopy Network.

Sentinel-2A Processing Levels(2020) Available online: [sentinel.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi/processing-levels/level-2/](https://sentinel.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi/processing-levels/level-2/) (accessed on 11 July 2020)

국토교통부 홈페이지 <https://www.molit.go.kr>

국토교통부 택지정보시스템 홈페이지 <https://www.jigu.go.kr>

국토부 토지이음 홈페이지 <https://www.eum.go.kr>

기상청 기상자료개방포털 홈페이지 <https://data.kma.go.kr>

서울연구원 홈페이지 <https://si.re.kr>

환경부 환경공간정보서비스 홈페이지 <https://egis.me.go.kr>

미국 Maxar WorldView 홈페이지 <https://vantor.com>

미국 NASA MODIS 홈페이지 <https://modis.gsfc.nasa.gov>

미국 Planet Labs 홈페이지 <https://www.planet.com>

미국 Regional Plan Association 홈페이지 <https://rpa.org>

미국 The New Work City Council 홈페이지 <https://legistar.councilnyc.gov>

미국 USGS Landsat Mission 홈페이지 <https://www.usgs.gov>

미국 뉴욕시 홈페이지 <https://www.nyc.gov>

유럽 센티넬 위성 홈페이지 [https://www.esa.int/Applications/Observing\\_the\\_Earth/Copernicus/Sentinel-2](https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-2)

유럽 코페르니쿠스 오픈엑세스 홈페이지 <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>

유럽 코페르니쿠스 CORINE Land Cover 홈페이지 <https://land.copernicus.eu/en/products/corine-land-cover>

일본 국토교통성 TSUNAG 홈페이지 <https://tsunag-mlit.com/tsunag/abstraction>

일본 모리빌딩 홈페이지 [https://www.mori.co.jp/press/release/20251024\\_2](https://www.mori.co.jp/press/release/20251024_2)

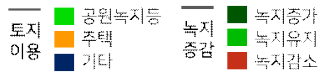
프랑스 Airbus SPOT 홈페이지 <https://space-solutions.airbus.com>

# 부록. 사업지구별 녹지현황

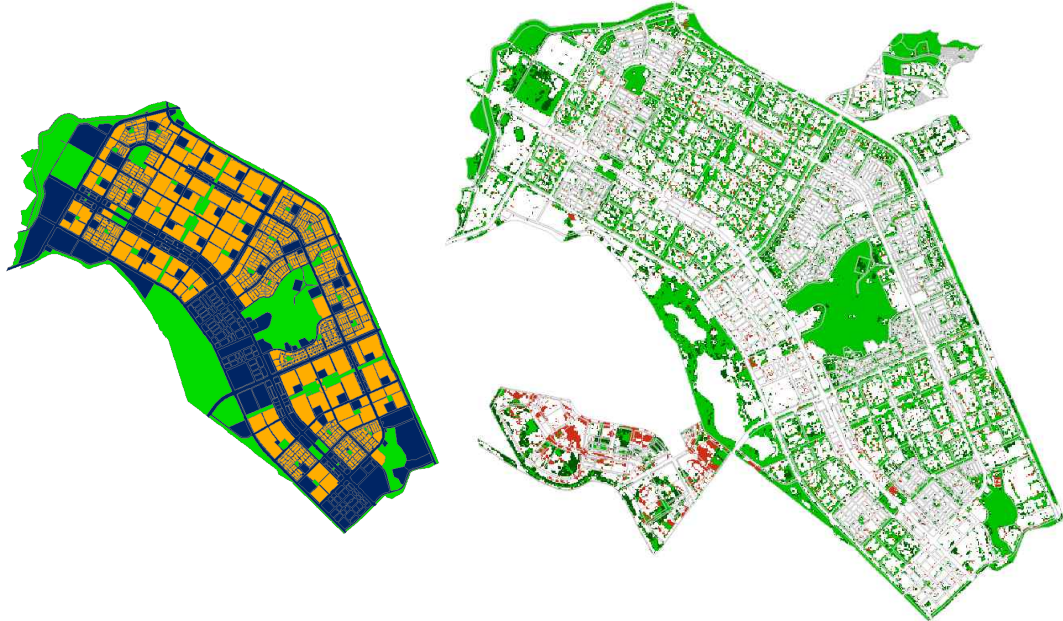
2018~2023년 녹지증감도

구분	사업지구	실질녹지율 (%)			계획지표 (%)	인구밀도 (인/㎢)	착공연도	준공연도
		2018	2023	증감				
1기	<sup>01</sup> 고양일산	31.5	37.8	6.3	24.1	17,556	1989	1995
	<sup>02</sup> 성남분당	41.5	44.9	3.4	21.4	20,468	1989	1996
	<sup>03</sup> 인양평촌	28.7	33.6	4.9	13.9	32,431	1989	1995
2기	<sup>04</sup> 성남판교	43.9	51.6	7.7	34.3	9,840	2001	2019
	<sup>05</sup> 수원광교	40.1	52.1	8.0	42.9	7,284	2004	2024
	<sup>06</sup> 양주옥정	36.8	38.4	1.6	26.8	16,334	2004	2025
	<sup>07</sup> 위례	25.0	41.2	16.2	24.3	16,394	2006	2026
기타	<sup>08</sup> 화성동탄	39.2	45.0	5.8	27.7	13,896	2001	2025
	<sup>09</sup> 서울발산	34.8	41.4	6.6	26.7	27,946	2003	2009
	<sup>10</sup> 서울서초	23.2	41.0	17.8	28.9	24,319	2009	2013
	<sup>11</sup> 서울강일2	31.5	52.3	20.8	29.0	17,813	2005	2015
	<sup>12</sup> 서울강남	30.6	43.8	13.2	23.8	18,955	2009	2015
	<sup>13</sup> 서울내곡	30.1	49.7	19.6	22.8	14,936	2009	2025
	<sup>14</sup> 수원권선	27.2	25.6	-1.6	9.3	41,854	1989	1993
	<sup>15</sup> 하남신장	26.7	27.5	0.8	9.8	34,269	1989	1995
	<sup>16</sup> 수원영통	32.3	33.3	1.0	17.6	30,636	1989	1998
	<sup>17</sup> 의정부장암	19.0	22.0	3.0	6.2	43,229	1993	1999
	<sup>18</sup> 의왕내손	31.6	33.4	1.8	15.4	25,347	1996	2002
	<sup>19</sup> 기흥구갈3	39.2	44.2	5.0	32.0	14,756	1996	2004
	<sup>20</sup> 용인동백	35.5	43.2	7.7	27.9	15,728	1997	2009
	<sup>21</sup> 의왕청계	35.8	44.8	9.0	22.5	18,170	2002	2009
	<sup>22</sup> 의정부녹양	28.9	38.1	9.2	23.2	19,964	2002	2009
	<sup>23</sup> 화성향남	24.9	32.0	7.1	19.0	18,566	1997	2009
	<sup>24</sup> 남양주다산	16.6	33.0	16.4	32.0	17,340	2009	2025
	<sup>25</sup> 용인흥덕	42.2	49.1	6.9	30.4	13,381	2004	2010
	<sup>26</sup> 평택이충2	28.1	34.5	6.4	16.2	28,220	1997	2010
	<sup>27</sup> 오산세교	32.7	42.1	9.4	29.4	15,316	2004	2012
	<sup>28</sup> 용인서천	32.2	43.1	10.9	29.4	10,843	2004	2012
	<sup>29</sup> 고양일산2	36.9	45.9	9.0	26.3	21,047	2001	2014
	<sup>30</sup> 고양원흥	20.6	37.3	16.7	26.1	17,718	2009	2016
	<sup>31</sup> 수원호매실	19.4	33.5	14.1	23.1	17,676	2006	2016
	<sup>32</sup> 시흥목감	23.7	36.6	12.9	20.4	17,632	2007	2017
	<sup>33</sup> 성남여수	22.2	35.7	13.5	29.8	11,136	2006	2018
	<sup>34</sup> 이천마장	11.8	28.5	16.7	11.3	12,511	2011	2020
	<sup>35</sup> 하남미사	15.3	31.9	16.6	20.4	16,288	2009	2022

## 01 고양일산

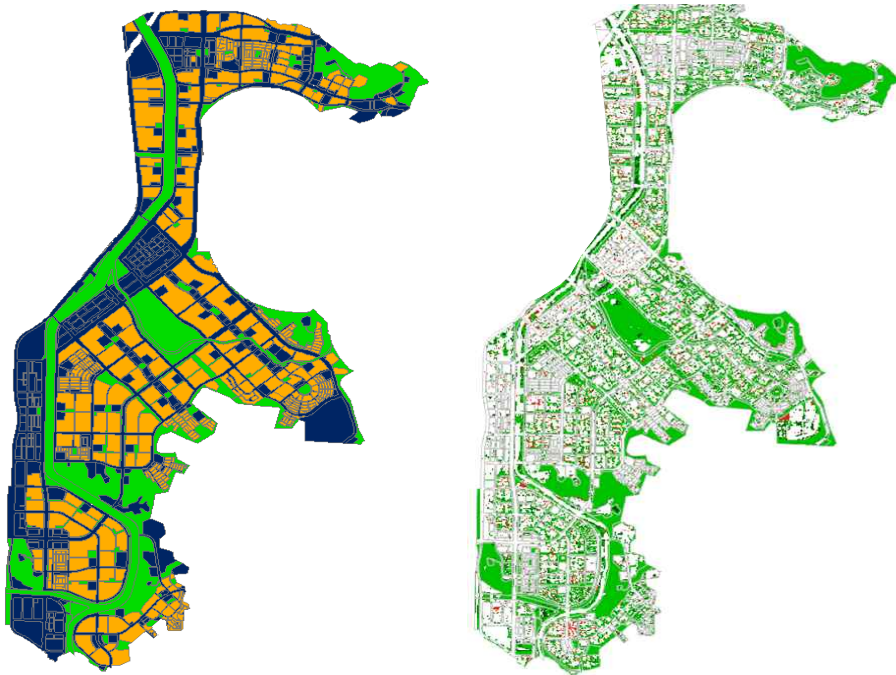


실질녹지율			일반현황			
'18 (%)	'23 (%)	증감 (%)	계획지표 (%)	인구밀도 (인/km)	착공	준공
31.5	37.8	6.3	24.1	17,556	'89	'95

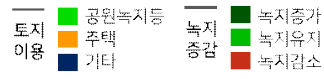


## 02 성남분당

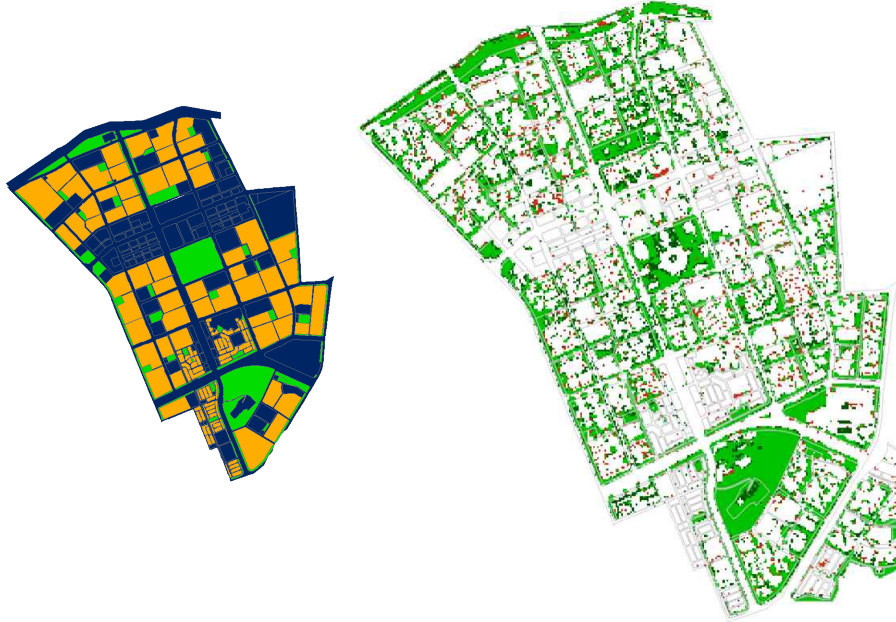
실질녹지율			일반현황			
'18 (%)	'23 (%)	증감 (%)	계획지표 (%)	인구밀도 (인/km)	착공	준공
41.5	44.9	3.4	21.4	20,468	'89	'96



### 03 안양평촌



실질녹지율			일반현황			
'18 (%)	'23 (%)	증감 (%)	계획지표 (%)	인구밀도 (인/km)	착공	준공
28.7	33.6	4.9	13.9	32,431	'89	'95

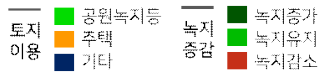


### 04 성남판교

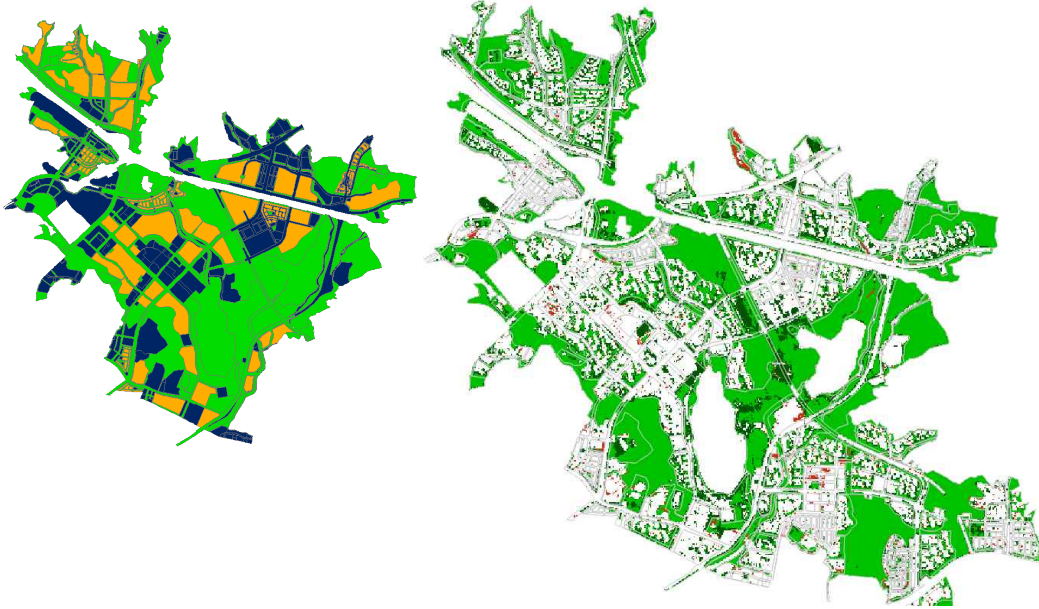
실질녹지율			일반현황			
'18 (%)	'23 (%)	증감 (%)	계획지표 (%)	인구밀도 (인/km)	착공	준공
43.9	51.6	7.7	34.3	9,840	'01	'19



## 05 수원광교

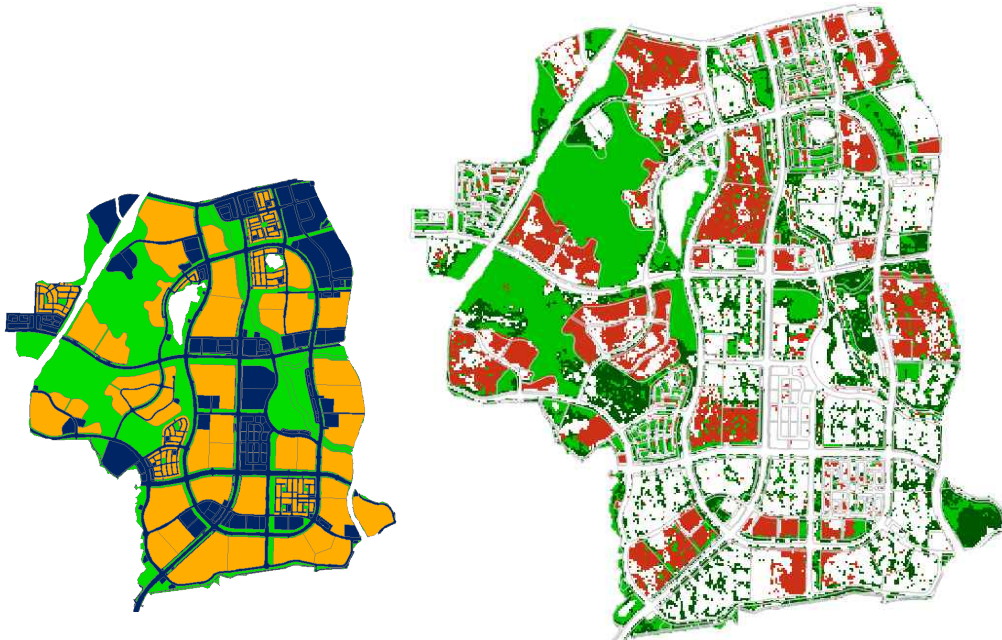


실질녹지율			일반현황			
'18 (%)	'23 (%)	증감 (%)	계획지표 (%)	인구밀도 (인/km)	착공	준공
40.1	52.1	8.0	42.9	7,284	'04	'24

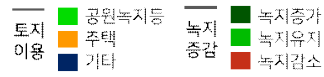


## 06 양주옥정

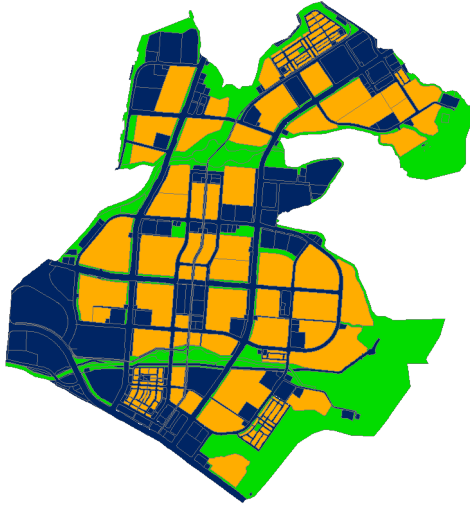
실질녹지율			일반현황			
'18 (%)	'23 (%)	증감 (%)	계획지표 (%)	인구밀도 (인/km)	착공	준공
36.8	38.4	1.6	26.8	16,334	'04	'25



## 07 위례

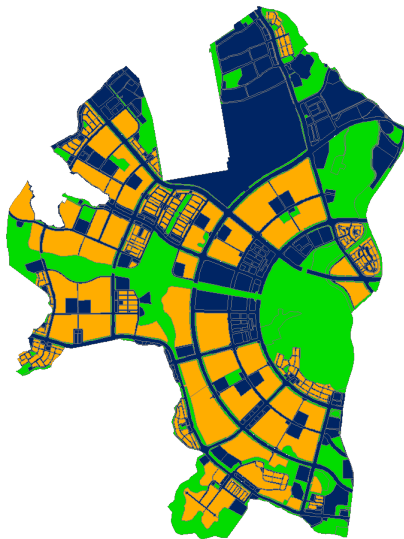


실질녹지율			일반현황			
'18 (%)	'23 (%)	증감 (%)	계획지표 (%)	인구밀도 (인/km)	착공	준공
25.0	41.2	16.2	24.3	16,394	'06	'26

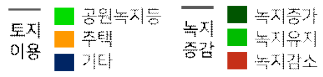


## 08 화성동탄

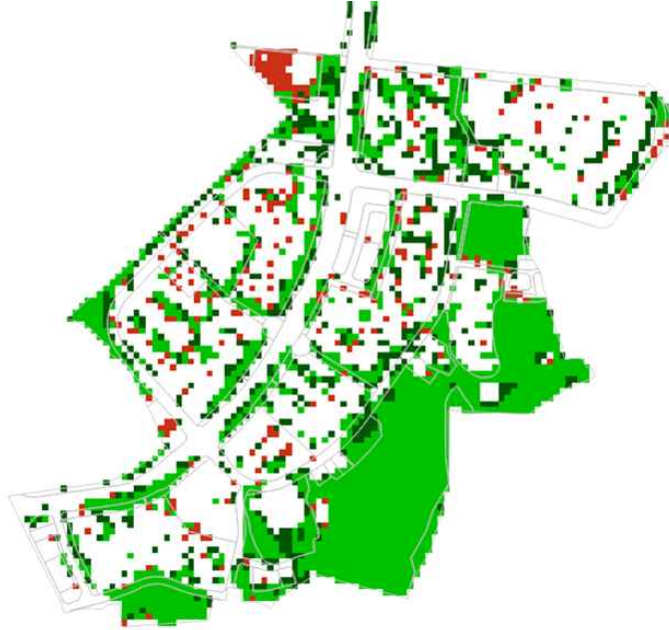
실질녹지율			일반현황			
'18 (%)	'23 (%)	증감 (%)	계획지표 (%)	인구밀도 (인/km)	착공	준공
39.2	45.0	5.8	27.7	13,896	'01	'25



## 09 서울발산

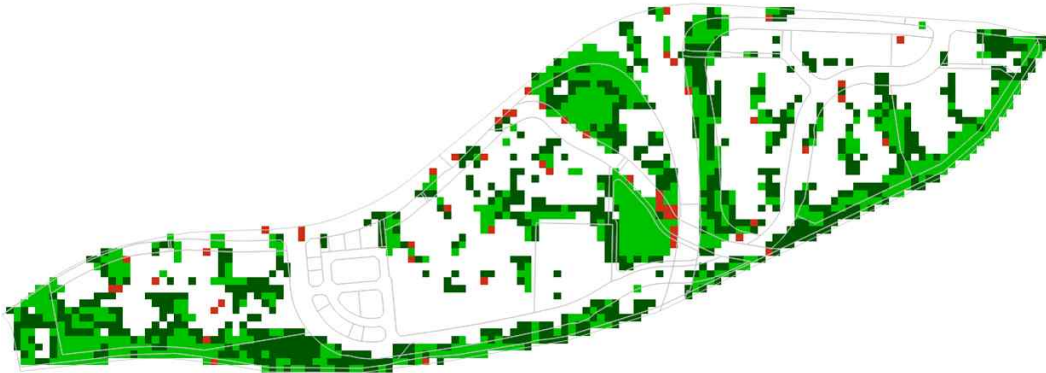


실질녹지율			일반현황			
'18 (%)	'23 (%)	증감 (%)	계획지표 (%)	인구밀도 (인/㎢)	착공	준공
34.8	41.4	6.6	26.7	27,946	'02	'09

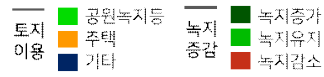


## 10 서울서초

실질녹지율			일반현황			
'18 (%)	'23 (%)	증감 (%)	계획지표 (%)	인구밀도 (인/㎢)	착공	준공
23.2	41.0	17.8	28.9	24,319	'09	'13

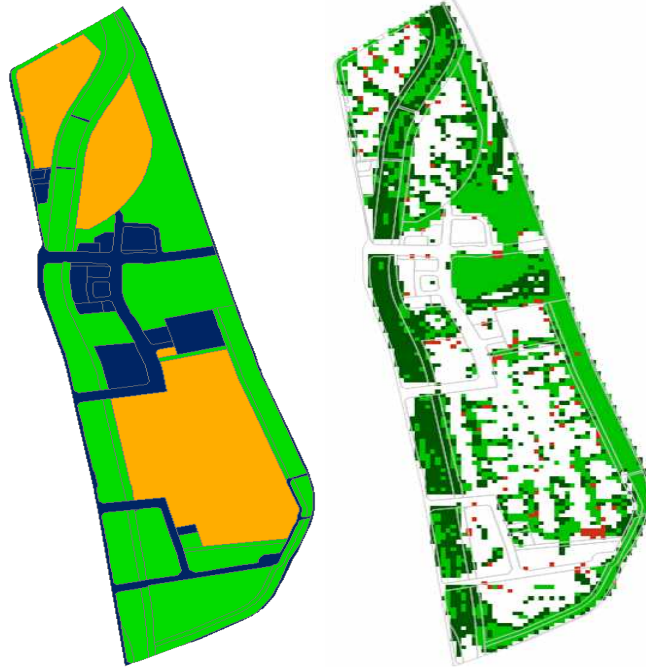


## 11 서울강일2



실질녹지율		
'18 (%)	'23 (%)	증감 (%)
31.5	52.3	20.8

일반현황			
계획지표 (%)	인구밀도 (인/km)	착공	준공
29.0	17,813	'05	'15



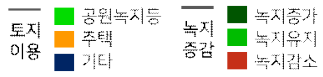
## 12 서울강남

실질녹지율		
'18 (%)	'23 (%)	증감 (%)
30.6	43.8	13.2

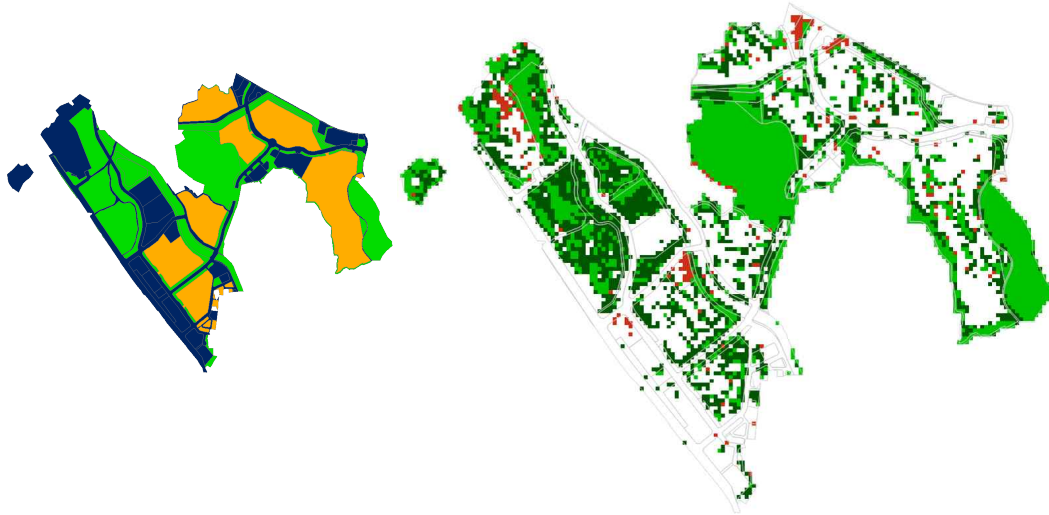
일반현황			
계획지표 (%)	인구밀도 (인/km)	착공	준공
23.8	18,955	'09	'15



### 13 서울내곡

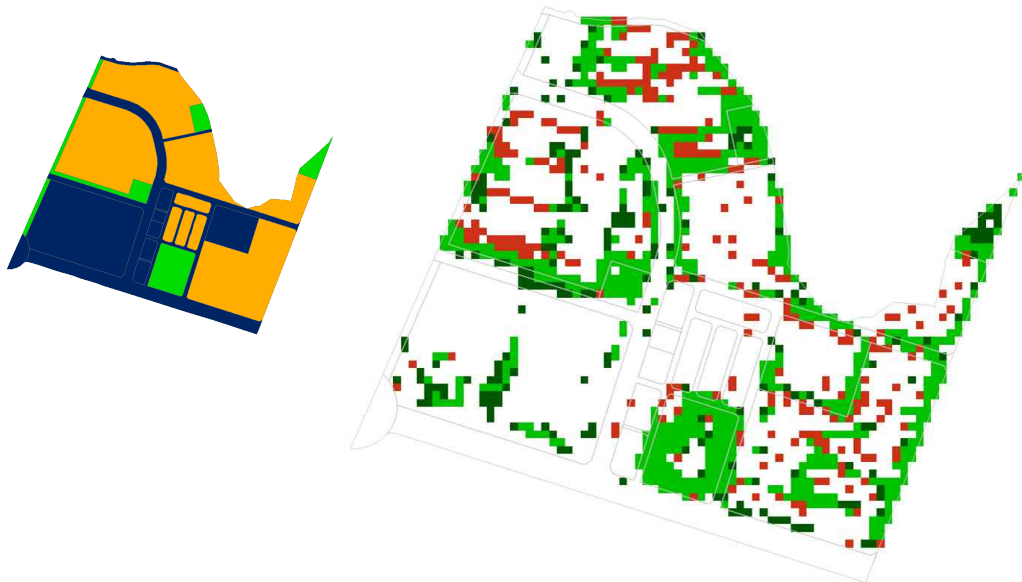


실질녹지율			일반현황			
'18 (%)	'23 (%)	증감 (%)	계획지표 (%)	인구밀도 (인/km <sup>2</sup> )	착공	준공
30.1	49.7	19.6	22.8	14,936	'09	'25

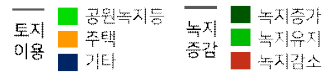


### 14 수원권선2

실질녹지율			일반현황			
'18 (%)	'23 (%)	증감 (%)	계획지표 (%)	인구밀도 (인/km <sup>2</sup> )	착공	준공
27.2	25.6	-1.6	9.3	41,854	'89	'93



## 15 하남신장

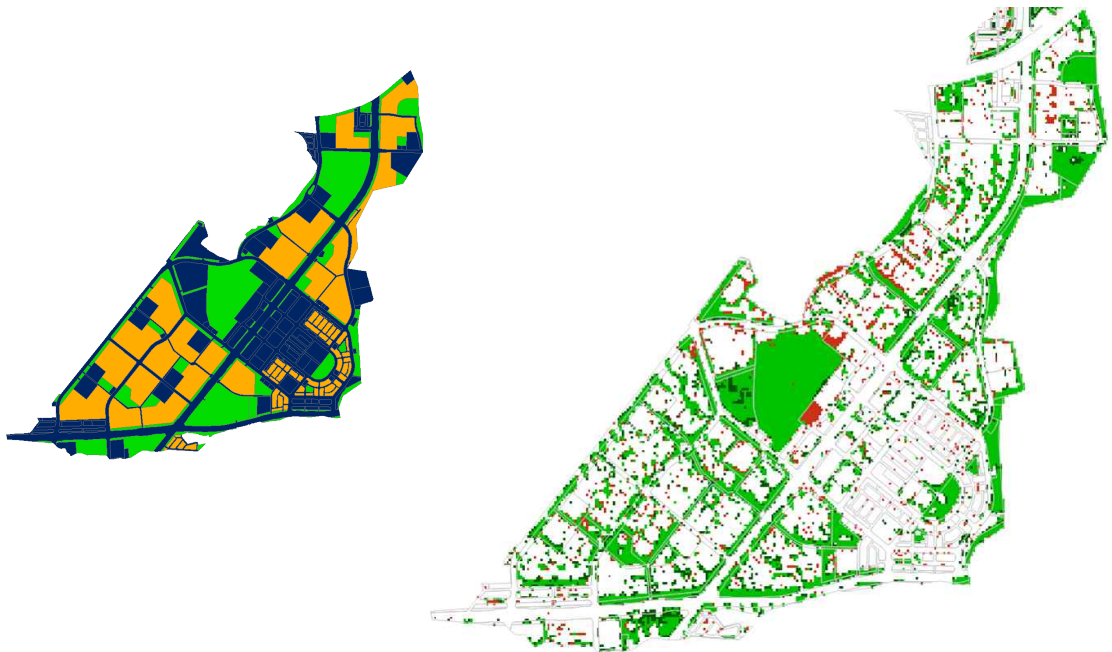


실질녹지율			일반현황			
'18 (%)	'23 (%)	증감 (%)	계획지표 (%)	인구밀도 (인/㎢)	착공	준공
26.7	27.5	0.8	9.8	34,269	'89	'95



## 16 수원영통

실질녹지율			일반현황			
'18 (%)	'23 (%)	증감 (%)	계획지표 (%)	인구밀도 (인/㎢)	착공	준공
32.3	33.3	1.0	17.6	30,636	'89	'98

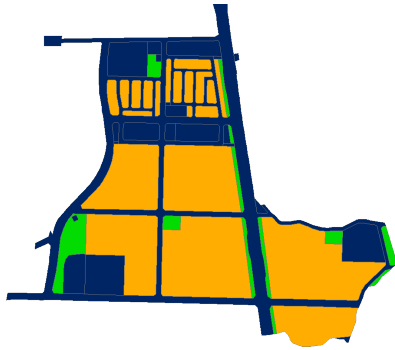


## 17 의정부장암

토지 이용  
 공원녹지용  
 주택  
 기타

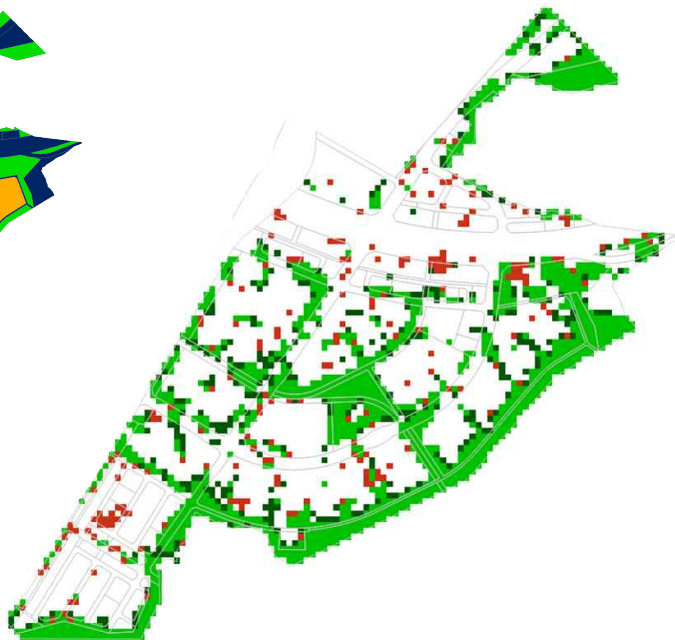
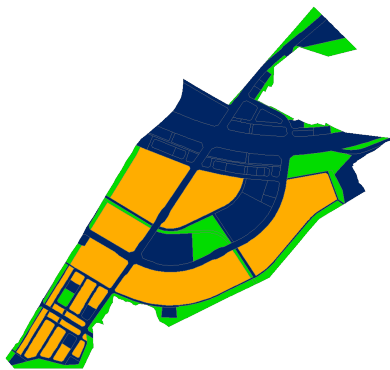
녹지 증감  
 녹지증가  
 녹지유지  
 녹지감소

실질녹지율			일반현황			
'18 (%)	'23 (%)	증감 (%)	계획지표 (%)	인구밀도 (인/km <sup>2</sup> )	착공	준공
19.0	22.0	3.0	6.2	43,229	'93	'99

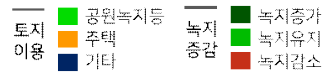


## 18 의왕내손

실질녹지율			일반현황			
'18 (%)	'23 (%)	증감 (%)	계획지표 (%)	인구밀도 (인/km <sup>2</sup> )	착공	준공
31.6	33.4	1.8	15.4	25,347	'96	'02



### 19 기흥구갈3

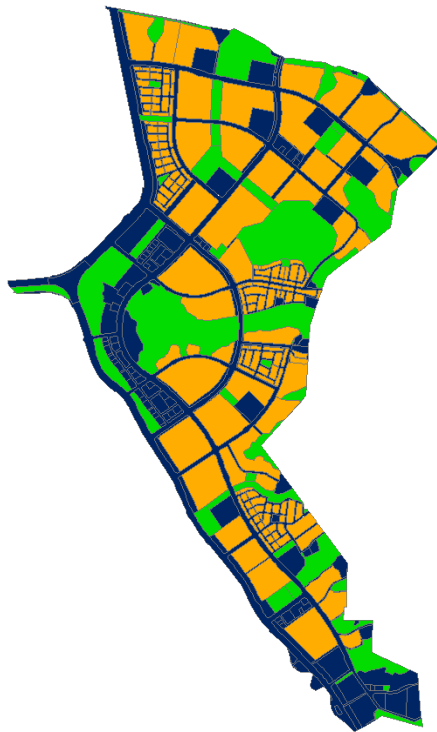


실질녹지율			일반현황		
'18 (%)	'23 (%)	증감 (%)	계획지표 (%)	인구밀도 (인/km)	착공 준공
39.2	44.2	5.0	32.0	14,756	'96 '04

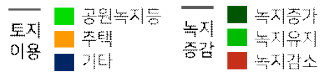


### 20 용인동백

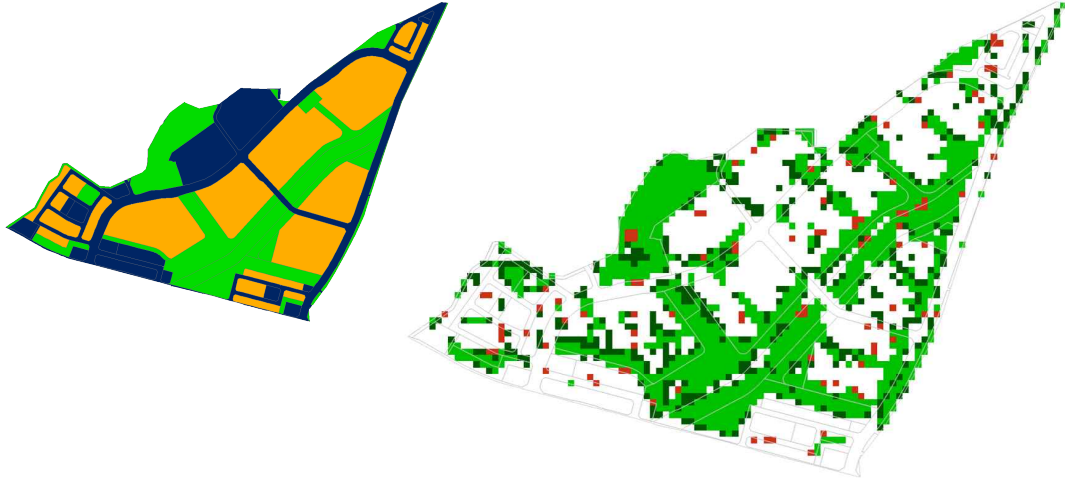
실질녹지율			일반현황		
'18 (%)	'23 (%)	증감 (%)	계획지표 (%)	인구밀도 (인/km)	착공 준공
35.5	43.2	7.7	27.9	15,728	'97 '09



## 21 의왕청계



실질녹지율			일반현황			
'18 (%)	'23 (%)	증감 (%)	계획지표 (%)	인구밀도 (인/km <sup>2</sup> )	착공	준공
35.8	44.8	9.0	22.5	18,170	'02	'09

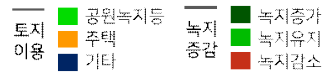


## 22 의정부녹양

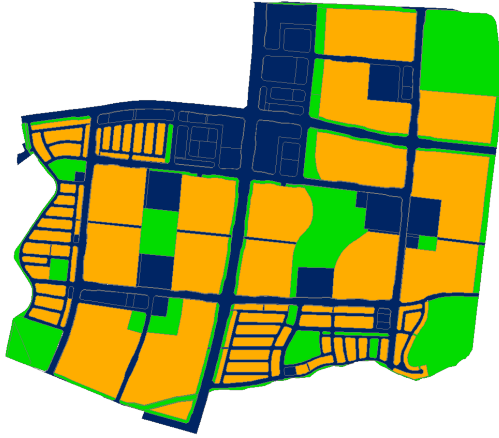
실질녹지율			일반현황			
'18 (%)	'23 (%)	증감 (%)	계획지표 (%)	인구밀도 (인/km <sup>2</sup> )	착공	준공
28.9	38.1	9.2	23.2	19,964	'02	'09



## 23 화성향남

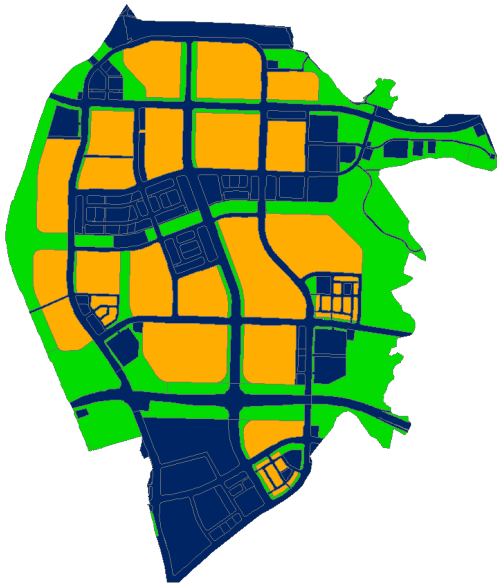


실질녹지율			일반현황			
'18 (%)	'23 (%)	증감 (%)	계획지표 (%)	인구밀도 (인/㎢)	착공	준공
24.9	32.0	7.1	19.0	18,566	'97	'09

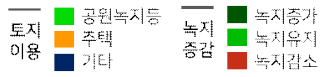


## 24 남양주다산

실질녹지율			일반현황			
'18 (%)	'23 (%)	증감 (%)	계획지표 (%)	인구밀도 (인/㎢)	착공	준공
16.6	33.0	16.4	32.0	17,340	'09	'25



## 25 용인흥덕

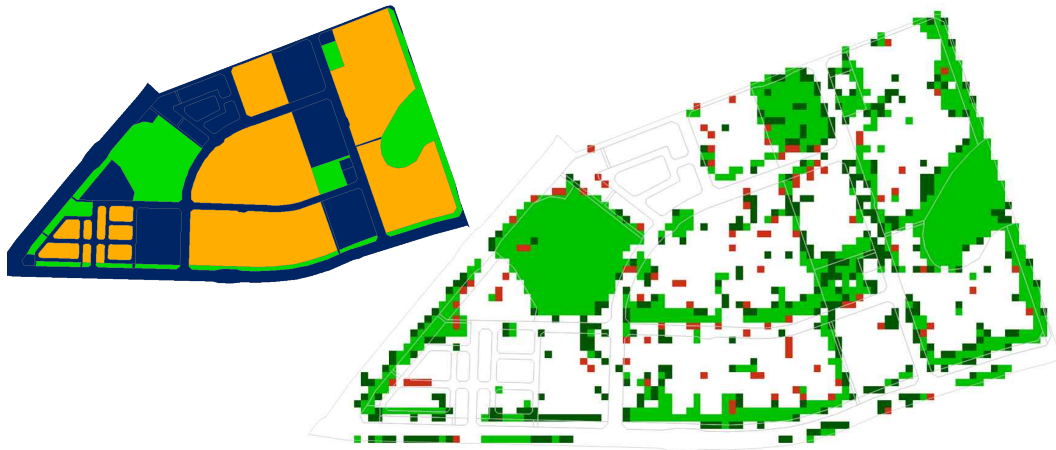


실질녹지율			일반현황			
'18 (%)	'23 (%)	증감 (%)	계획지표 (%)	인구밀도 (인/km <sup>2</sup> )	착공	준공
42.2	49.1	6.9	30.4	13,381	'04	'10

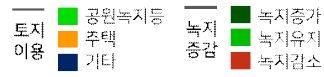


## 26 평택이층

실질녹지율			일반현황			
'18 (%)	'23 (%)	증감 (%)	계획지표 (%)	인구밀도 (인/km <sup>2</sup> )	착공	준공
28.1	34.5	6.4	16.2	28,220	'97	'10



## 27 오산세교

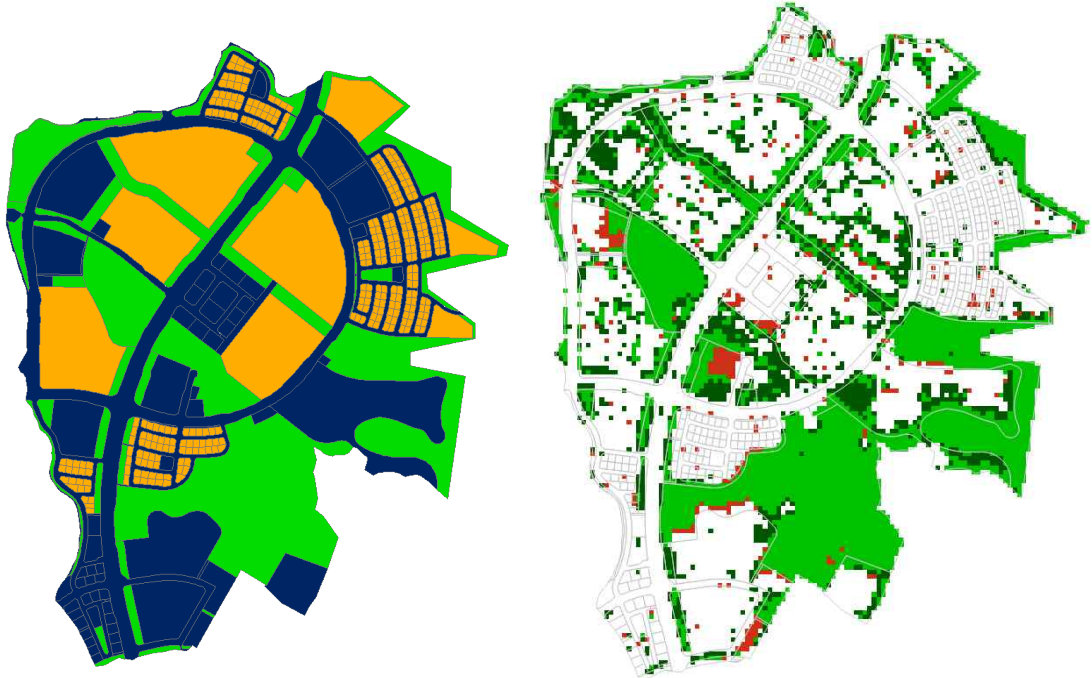


실질녹지율			일반현황			
'18 (%)	'23 (%)	증감 (%)	계획지표 (%)	인구밀도 (인/km)	착공	준공
32.7	42.1	9.4	29.4	15,316	'04	'12

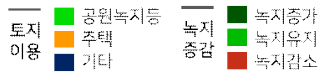


## 28 용인서천

실질녹지율			일반현황			
'18 (%)	'23 (%)	증감 (%)	계획지표 (%)	인구밀도 (인/km)	착공	준공
32.2	43.1	10.9	29.4	10,843	'04	'12



## 29 고양일산2

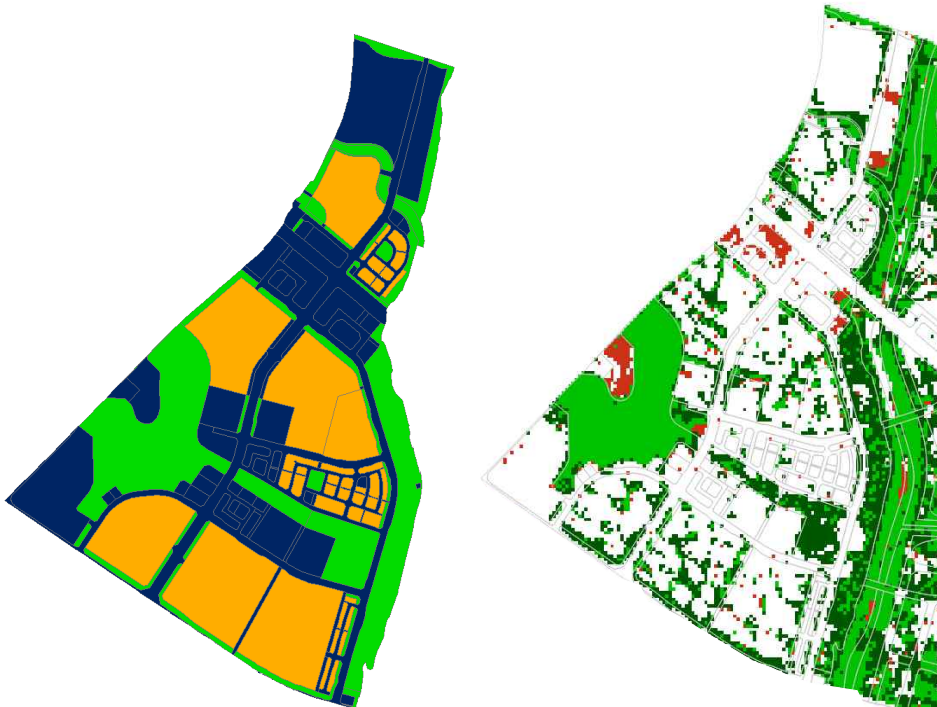


실질녹지율			일반현황			
'18 (%)	'23 (%)	증감 (%)	계획지표 (%)	인구밀도 (인/km)	착공	준공
36.9	45.9	9.0	26.3	21,047	'01	'14



## 30 고양원흥

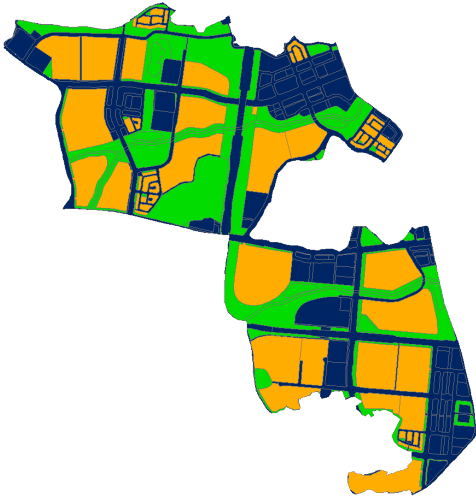
실질녹지율			일반현황			
'18 (%)	'23 (%)	증감 (%)	계획지표 (%)	인구밀도 (인/km)	착공	준공
20.6	37.3	16.7	26.1	17,718	'09	'16



### 31 수원호매실

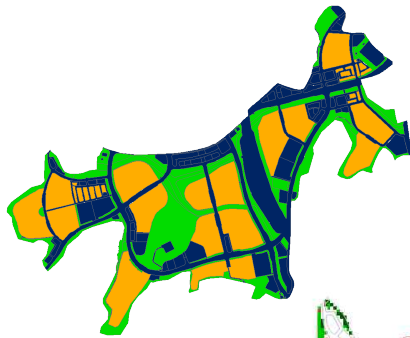
공원녹지등	녹지증가
주택	녹지유지
기타	녹지감소

실질녹지율			일반현황			
'18 (%)	'23 (%)	증감 (%)	계획지표 (%)	인구밀도 (인/km)	착공	준공
19.4	33.5	14.1	23.1	17,676	'06	'16

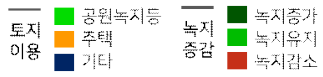


### 32 시흥목감

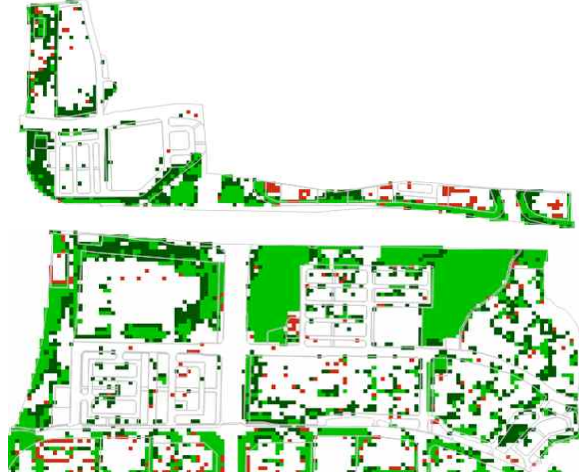
실질녹지율			일반현황			
'18 (%)	'23 (%)	증감 (%)	계획지표 (%)	인구밀도 (인/km)	착공	준공
23.7	36.6	12.9	20.4	17,632	'07	'17



### 33 성남여수

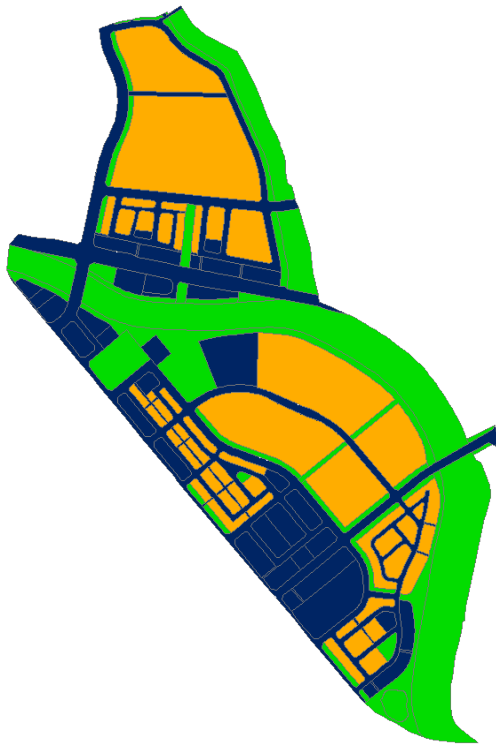


실질녹지율			일반현황			
'18 (%)	'23 (%)	증감 (%)	계획지표 (%)	인구밀도 (인/km)	착공	준공
22.2	35.7	13.5	29.8	11,136	'06	'18



### 34 이천마장

실질녹지율			일반현황			
'18 (%)	'23 (%)	증감 (%)	계획지표 (%)	인구밀도 (인/km)	착공	준공
11.8	28.5	16.7	11.3	12,511	'11	'20



### 35 하남미사

—	공원녹지등	—	녹지증가
토지	주택	녹지	녹지유지
이용	기타	증감	녹지감소

실질녹지율			일반현황		
'18 (%)	'23 (%)	증감 (%)	계획지표 (%)	인구밀도 (인/km)	착공 준공
15.3	31.9	16.6	20.4	16,288	'09 '22

