

인천광역시 도시생태축복원사업 타당성조사 연구

2023.09.

제출문

귀하

본 보고서를
「인천광역시 도시생태축복원사업
타당성조사 연구용역」의
최종보고서로 제출합니다.

2023년 9월

수행기관 : (주)도올건설조경

목 차

제1장 사업의 개요	3
1. 사업의 배경 및 목적	3
2. 사업 범위	4
3. 사업의 효과	5
제2장 현황조사 및 분석	9
1. 지역개황 조사	9
2. 기초현황 조사	15
3. 관련계획 및 사업 검토	35
4. 유사사례 검토	41
5. 종합분석	43
제3장 기본구상	49
1. 미래상 및 기본방향 설정	49
2. 목표종 선정	50
3. 공간구상	51
제4장 부문별 계획	59
1. 토지이용 및 동선 계획	59
2. 생태기반환경 계획	60
3. 생물다양성 증진 계획	64
4. 환경 현안 대응 계획	71
5. 생태시설물 계획	74

목 차

제5장 타당성 검토	77
1. 정책적 타당성	77
2. 경제성 분석	78
3. 종합결론	87
제6장 사업집행계획	91
1. 사업추진계획	91
2. 사업투자계획	94
3. 모니터링 및 관리운영계획	96
참고문헌	107

표 목 차

표 1 권역별 도시생태계 보전효과	5
표 2 대상지 표고분석 현황	15
표 3 대상지 경사분석 현황	15
표 4 대상지 향분석 현황	16
표 5 대상지 생태자연도 현황	19
표 6 대상지 국토환경성평가지도 현황	19
표 7 대상지 용도지역도 현황	20
표 8 대상지 식물상 현황	22
표 9 대상지 토지피복 현황	32
표 10 대상지 토지소유 현황	34
표 11 경기도 환경보전계획 분야별 비전	36
표 12 S자 녹지축 공원확충 구상	40
표 13 목표종 서식처 요구조건	50
표 14 공간/시설/활용 프로그램(안)	56
표 15 공간별 수종 선정(안)	67
표 16 국가표준 산림 단위면적(ha) 당 연간 이산화탄소 흡수량	73
표 17 공간별 시설 및 포장 계획(안)	74
표 18 정책적 타당성 분석 결과	77
표 19 재무적 타당성 분석 방법	81
표 20 경제적 타당성 분석의 전제	83
표 21 도롱뇽도시생태공원 도시생태축조성 경제성 분석 결과	87
표 22 인천광역시 도시생태축 복원사업 추진에 있어 역할분담(안)	91
표 23 사업 추진 일정	92
표 24 항목별 모니터링 내용 및 방법	99
표 25 항목별 유지관리 내용 및 방법	101
표 26 관리협의체의 구성원별 주요 역할	102

그 림 목 차

그림 1 대상지 위치도	4
그림 2 대상지 항공사진	9
그림 3 대상지 주변현황	10
그림 4 대상지 진입 현황사진	11
그림 5 대상지 내 현황사진 (1)	12
그림 6 대상지 내 현황사진 (2)	13
그림 7 대상지 내 현황사진 (3)	14
그림 8 대상지 표고분석 결과	15
그림 9 대상지 경사분석 결과	16
그림 10 대상지 향분석 결과	16
그림 11 대상지 수계분석 결과	17
그림 12 대상지 수계분석 결과	17
그림 13 대상지 토양 분석 결과	18
그림 14 대상지 생태자연도 등급 현황	19
그림 15 대상지 국토환경성평가지도 등급 현황	20
그림 16 대상지 용도지역도 현황	20
그림 17 동·식물상 조사지점	21
그림 18 대상지 임상 현황	22
그림 19 대상지 수종분포 현황	23
그림 20 대상지 내 식물상(2019 현지조사결과, 소규모 환경영향평가)	23
그림 21 대상지 내 귀화식물 현황(2019 현지조사결과, 소규모 환경영향평가)	24
그림 22 대상지 현존식생 및 식생보전등급 현황	25
그림 23 대상지 내 포유류 목록	26
그림 24 대상지 내 조류 현황	27
그림 25 대상지 내 육상곤충류 현황	29
그림 26 대상지 내 법정보호종 현황	30

그 림 목 차

그림 27 대상지 내 도롱뇽 발견지점	31
그림 28 대상지 토지피복 현황도	32
그림 29 대상지 내부 훼손 현황	33
그림 30 대상지 토지소유 현황도	34
그림 31 경기도 환경비전 및 분야별 목표	35
그림 32 경기도 주요 환경현황도	36
그림 33 인천광역시 환경보전계획(2019-2023) 비전 및 전략	37
그림 34 2040 인천광역시 경관계획 미래상	38
그림 35 2040 인천광역시 경관계획 산림분야 기본구상	38
그림 36 2040 인천광역시 경관계획 경관구조	38
그림 37 S자 녹지축 연결구상도	39
그림 38 S자 녹지축 공원확충 구상도	40
그림 39 청주시 우암산 도시생태축복원사업(안)	41
그림 40 상주시 개운천-남산 도시생태축 복원사업(안)	42
그림 41 곡성군 동악산 생태축(서식지) 도시생태축 복원사업(안)	42
그림 42 종합분석도	45
그림 43 비전 및 목표, 전략	49
그림 44 목표종 선정기준 및 과정	50
그림 45 핵심/완충/협력(전이)구역 설정(안)	52
그림 46 기본구상도(안)	53
그림 47 생태하천 및 자연형 수로복원 사례	54
그림 48 생태습지 사례	54
그림 49 기후변화 대응숲 사례	54
그림 50 야생초화원 사례	55
그림 51 소생물서식처 사례	55
그림 52 생태놀이터/생태학습장 사례	55

그 림 목 차

그림 53 프로그램 구성 예시	56
그림 54 동선계획(안)	59
그림 55 지형 및 토양복원 계획	60
그림 56 토양세척법 기본 공정도	62
그림 57 수리수문 계획(안)	63
그림 58 수로복원 개념도	63
그림 59 양서류 서식처 단면도	65
그림 60 기존 수목 제거 및 등지용 수목 식재 예시	66
그림 61 생태학습장 내 저습지 조성 예시(단면도)	66
그림 62 식물정화공법 정화과정 모식도	69
그림 63 바이오차 모식도	69
그림 64 숲 가장자리 복원 단면도	70
그림 65 숲 틈 확보 복원 단면도	70
그림 66 연결 가능한 생태축 현황	71
그림 67 탄소저장을 위한 습지 모식도	71
그림 68 토양의 탄소저장 모식도	72
그림 69 미세먼지 저감숲 모식도	72
그림 70 숲을 이용한 탄소저장 방법	73
그림 71 주요 생태시설물 예시	74
그림 72 경제성 타당성 분석 과정	80
그림 73 문화·관광사업 비용 추정 과정	84
그림 74 사후모니터링 사례 모습	97
그림 75 거버넌스 구성을 통한 관리협의체 운영	103
그림 76 환경교육 프로그램 운영 모습	104

제1장

사업의 개요

1. 사업의 배경 및 목적
2. 사업 범위
3. 사업의 효과

제1장 사업의 개요

1. 사업의 배경 및 목적

1) 사업 추진 배경

- 인천광역시의 도롱뇽공원은 1966년 공원 지정 이후 50년 이상 장기미집행 공원이었다가 지난 2018년 이후 공원 조성사업이 본격적으로 재개되었음
 - 최근까지 토지보상 문제로 행정소송 등이 진행되면서 사업이 다시 지연된 바 있으나, 2023년 2월부터 토지 정화 사업이 시작됨
- 과업대상지는 총 면적이 약 38만㎡로 축구장 54개의 면적에 해당하는 대규모 공원으로 인천광역시에서는 2023 공원녹지기본계획에서 광역 보전 녹지축의 유지와 생태적 녹지망 구축을 통해 S자 녹지축을 완성하는 전략을 수립함
 - S자 녹지축의 완성은 도심 연결녹지축의 설정과 생태적 하천녹지축을 연결하며, 농촌보전축을 유지하는 등 다양한 생태계의 연계를 통해 S자 녹지축을 중심으로 주요 녹지지역의 거점을 선정하여 보전 및 활용을 위한 도심 주요거점녹지를 구축하고자 함
- 인천도시생태축 복원사업을 도롱뇽공원에 실시하여 도로와 시가지 개발에 의해 단절된 녹지축을 연결하고 시민들이 적극적이고 친숙하게 이용할 수 있도록 복원하여 도시생태계 건전성을 향상하고 도시의 생태계 서비스를 향상하고자 함
 - 도롱뇽공원의 복원사업을 통해 산림경관 개선 및 시민들에게 생태계 서비스 제공 공간을 마련하고자 함

2) 사업 기본 방향

- 공모사업 선정으로 인천시 도심지 내 생태계 연결성 강화
- 향후 생물서식지 개선 및 확대
- 국가정책에 맞는 환경 현안 해결

2. 사업 범위

2.1 과업기간

- 2023년 07월 03일 ~ 2023년 9월 30일

2.2 과업범위

- (위치) 인천광역시 남동구 만수동 산 6-2번지 일원
- (공원면적) 384,130.3㎡ (도시생태축 사업면적) 45,848㎡

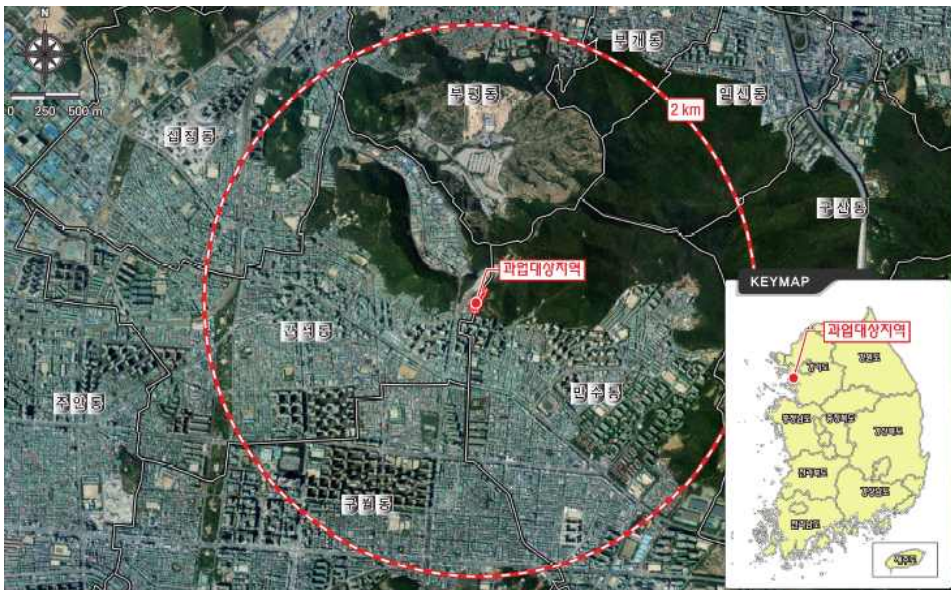


그림 1 대상지 위치도

* 출처 : 인천광역시(2022) 도릉농도시생태공원 토양정밀조사 용역

2.3 과업내용

- 사업기간 : 2024. 09. ~ 2026. 12. (2년간)
- 주요내용
 - 도심지 내 생태계 연결성 강화
 - 향후 생물서식지 개선 및 확대
 - 국가정책에 맞는 환경 현안 해결

3. 사업의 효과

3.1 도시생태계 보전 효과

- (생태계 연결성 강화) 단절·훼손된 도시생태축 및 생물서식지 연결, 도시생태계의 구조 및 기능 개선, 생활권 생태 공간 확충
- (생물서식지 개선 및 확대) 생물서식지 확충, 자생종 및 고유종 보전과 재정착 유도, 도시 생물종 다양성 증진
- (환경현안 대응) 지역 중심 탄소 중립·탄소 제로 실현, 도시열섬완화·미세먼지 저감, 생태계 서비스 향상

표 1 권역별 도시생태계 보전효과

권역구분	보 전 효 과
보전 권역	• 도롱뇽이 관찰된 생태적 가치가 높은 지역을 보전하고, 수질정화습지와 호안개선을 통해 주변으로부터 영향을 저감함으로써 보전권역의 생태계의 연결성 향상을 예상함
복원 권역	• 대상지 내부 수계(수공간)를 이용한 야생생물 서식처 조성 등 생태복원을 통하여 생태적 기능 및 가치가 저하된 지역을 향상시켜 보전권역의 생물들이 서식이 가능하며 주변의 야생생물을 불러들여 이들의 공급원 역할을 할 것이라 예상함
생태적 체험이용 권역	• 체험 및 이용지역에서는 생태습지를 통해 수생태계를 전반적으로 학습할 수 있는 생태학습장 조성 • 도롱뇽의 이동모습을 관찰하고 체험하는 등 주변의 생태환경과 어우러지는 다양한 체험과 교육을 실시함으로써 생태계의 인식향상과 지역경제 활성화 등을 예상함

3.2 지역 활성화 효과

- 생태관광자원으로서 지역 명소화 하여 지역경제 활성화에 기여
 - 도롱뇽 등 생물자원과 생태자원을 연계한 생태관광 상품 개발에 유리
- 친환경적이고 지역특색을 이용한 녹색체험 프로그램 개발로 생태친화도시 이미지 제고
 - 친환경적이고 지역특색과 연계된 프로그램을 통한 고용 및 수익창출
 - 사업계획에 따른 각종 생태자원 확보를 통해 생태교육 프로그램을 마련하고 프로그램별 담당 인력과 생태계 보전 도우미 인력 등에 지역주민을 활용함

제2장

현황조사 및 분석

1. 지역개황 조사
2. 기초현황 조사
3. 관련계획 및 사업 검토
4. 유사사례 검토
5. 종합분석

제2장 현황조사 및 분석

1. 지역개황 조사

1.1 광역적 맥락

- 인천광역시 동남부에 위치한 남동구는 동측으로 시흥시, 북측으로 부천시, 서측으로 연수구, 남측으로는 경기만에 면해 있으며, 남동구는 대부분이 평야지역으로 큰 하천의 발달은 없으며 소규모의 구릉성 산지가 분포함
 - 대상지가 위치한 만수동 및 간석동 일대는 북측으로 저지대의 구릉성 산지가 분포하고 남측으로는 평야지역에 주거지가 형성되어 있음
- 대상지는 남측을 제외하고 만수산(201m), 광학산(201m), 철마산(210m), 부개산(202m) 등의 비교적 낮은 구릉성 산지에 의해 둘러싸여 있음
 - 인천시청으로부터 약 2.6km, 인천대공원사업소로부터 약 2.3km 지점에 위치하며, 서울외곽순환고속도로로 장수IC 또는 송내IC에서 분기하여 사업대상지로 진입 가능하며, 간석오거리역에 근접해 있어 대상지로의 접근이 용이함



그림 2 대상지 항공사진

1.2 지역적 맥락

- 서측으로 호구포로 및 만월산 터널이 위치하며, 전반적으로 산림이 형성되어 있고, 남측으로 아파트단지와 주거지역이 집중되어 위치함
- 도롱뇽 생태관 입지 예정부지는 공원 내 시설이 없고 공장단지가 들어서 있어 훼손지역 및 농작물 재배지가 많은 편임
- 숲사랑 홍보관 입지 예정부지는 기조성된 만월쉼터(휴게시설), 주민운동시설, 놀이터시설 등 주민편의시설이 있으며, 계곡 수로를 따라 식당, 주택, 소규모공장 등이 존재함



그림 3 대상지 주변현황

1.3 대상지 진입 현황

- 42국도에서 분기하여 호구포로, 서판로를 통해 접근가능하며, 만월산터널 아래 굴다리로 진입 가능함

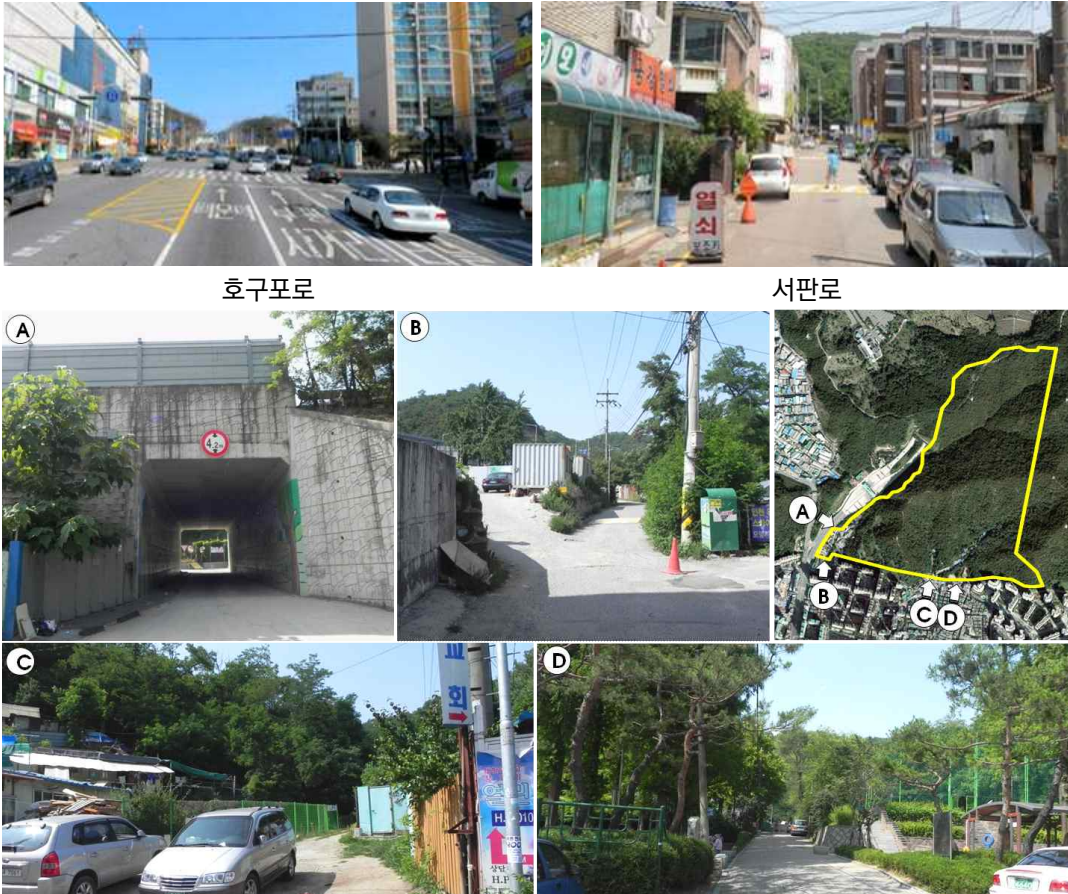


그림 4 대상지 진입 현황사진

1.4 대상지 내 이용현황

- (부지 효율성) 주제공원 중 도시생태공원으로 현재 공원 내 곳곳의 물웅덩이마다 도롱뇽의 서식처가 발견되고 있어, 도롱뇽을 포함한 다양한 생물을 보존하기에 뛰어난 자연환경을 보유하고 있음
 - 기존산림이 양호하여 자연경관이 수려하며, 뛰어난 자연자원을 간직하고 있음
 - 등산로로 진입하기 위한 진입부 측에 주거지역이 밀집해 있고, 인근 주민들을 위한 만월쉼터 등이 조성되어 있어 주민들의 활발한 이용이 이루어지고 있음

- 대상지 입구부 수로마다 사방공사가 진행되어 있으며, 등산객들이 쉬어가는 약수터와 자연적으로 발생한 등산로가 곳곳에 위치함
 - 인천시 둘레길이 대상지를 통과하고 있어, 둘레길 이용객들의 이용률이 증가될 것으로 예상됨



B구역 조성예정지 내 수로와 산책로

B구역 조성예정지 불법건축물

그림 5 대상지 내 현황사진 (1)



B구역 조성예정지 진입부 전경사진



만월센터 및 기조성 체육시설지 전경사진



A구역 조성예정지 전경사진-1



A구역 조성예정지 전경사진-2

그림 6 대상지 내 현황사진 (2)



A구역 조성예정지 전경사진-3



도롱농서식지 야외스탠드 및 생태학습데크



은행약수터



불법경작지

그림 7 대상지 내 현황사진 (3)

1.4 대상지 이슈

- (단절된 한남정맥) 만수산터널이 개통되며, 만월산에서 만수산으로 지나오던 한남정맥이 단절됨
- (도롱농 서식지 발견) 만수산 자락 계곡물가에서 멸종위기종 II급 도롱농 발견
- (하천의 건천화) 하천의 수량이 빈약하고, 건천화가 진행되고 있음
- (토양오염) 토양오염도 검사 실시결과, 자연환경과 생태계에 유해한 카드뮴과 비소, 구리, 납, 석유계총탄화수소(TPH) 등이 확인됨



2. 기초현황 조사

2.1 생태기반현황

1) 지형

- 대상지 내부 중심부에 능선이 있어 고도차 100m, 경사차 30°로 편차가 비교적 큰 지형임
 - 표고분석 결과 큰 골짜기가 북동-남서 방향으로 2개 있으며, 작은 골짜기 갈래가 나뉘어 있어 향후 생물종 서식처 및 은신처 구성에 유리한 지형을 가짐

표 2 대상지 표고분석 현황

구분	70m 이하	70m-100m	100m-130m	130m-160m	160m 이상	합 계
면적(㎡)	33,767.78	97,116.63	132,728.56	99,459.19	21,058.14	384,130.30
비율(%)	8.8	25.3	34.6	25.9	5.5	100.0

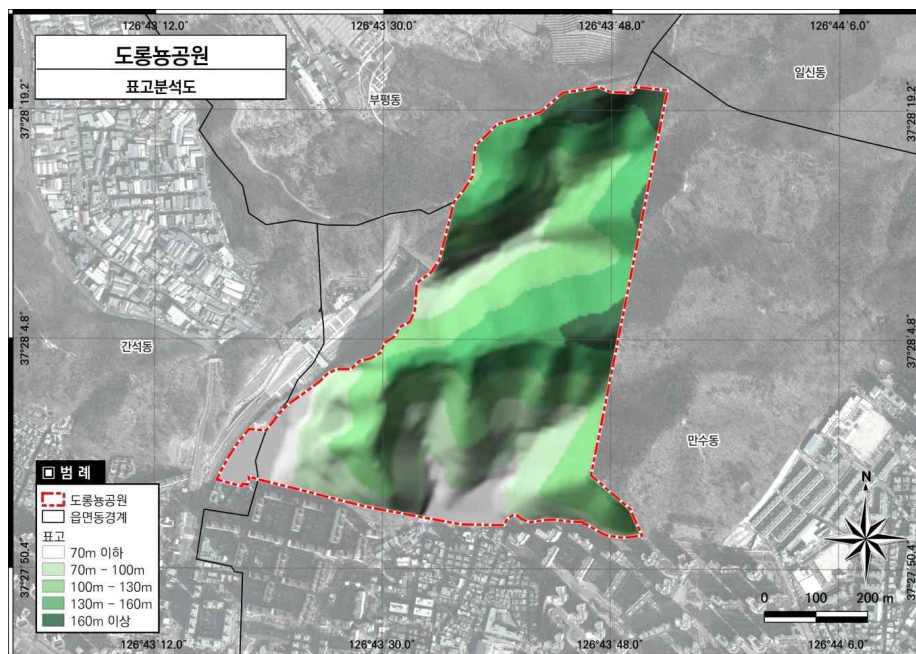


그림 8 대상지 표고분석 결과

표 3 대상지 경사분석 현황

구분	10° 이하	10°-20°	20°-30°	30°-40°	40°-50°	50° 이상	합 계
면적(㎡)	16,357.09	23,377.95	67,121.35	208,882.83	66,299.76	2,091.32	384,130.30
비율(%)	4.3	6.1	17.5	54.4	17.3	0.5	100.0

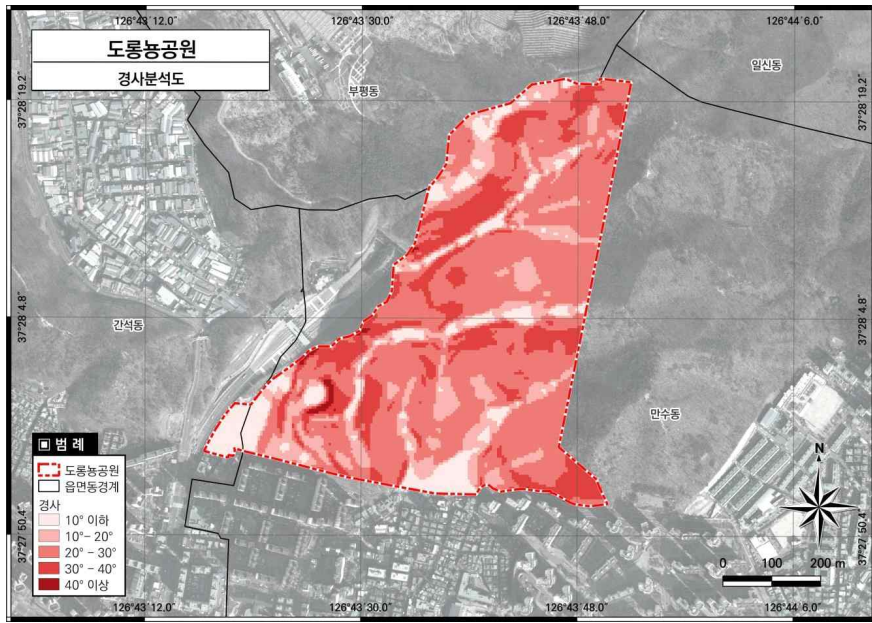


그림 9 대상지 경사분석 결과

표 4 대상지 향분석 현황

구분	평지	북	북동	동	남동	합계
면적(㎡)	32,680.82	29,992.68	174.23	18,120.06	47,739.38	384,130.30
비율(%)	8.5	7.8	0.0	4.7	12.4	100.0
구분	남	남서	서	북서		
면적(㎡)	70,787.70	67,626.65	39,177.16	77,831.62		
비율(%)	18.4	17.6	10.2	20.3		

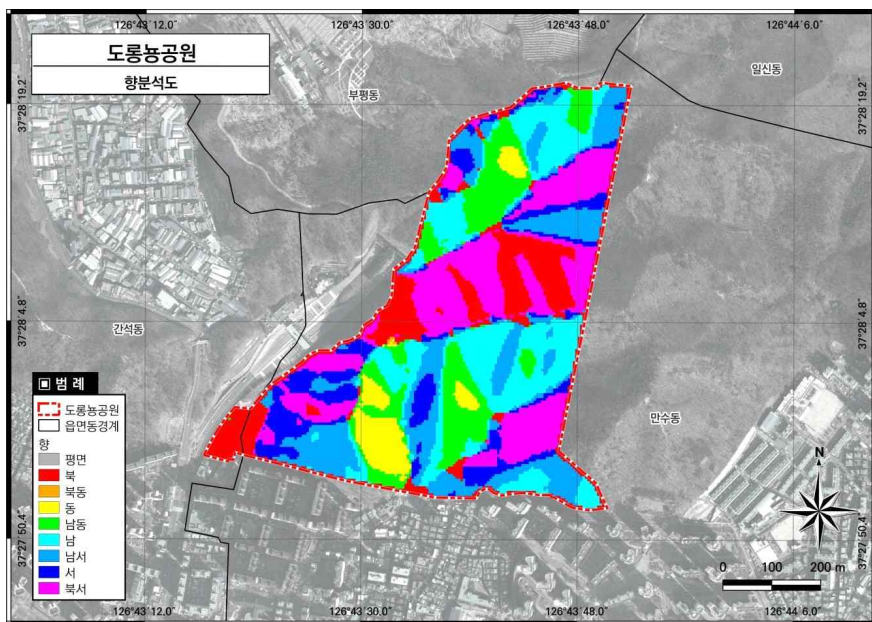


그림 10 대상지 향분석 결과

2) 수리·수문

- 대상지 내 국가, 지방하천은 없으며, 만수산 내 경사에 따라 우수 시 모이는 물이 계곡을 형성하고 있는 형태임
 - 수계방향은 북동에서 남서, 방향으로 여러 갈래의 소규모 하천이 있음



그림 11 대상지 수계분석 결과

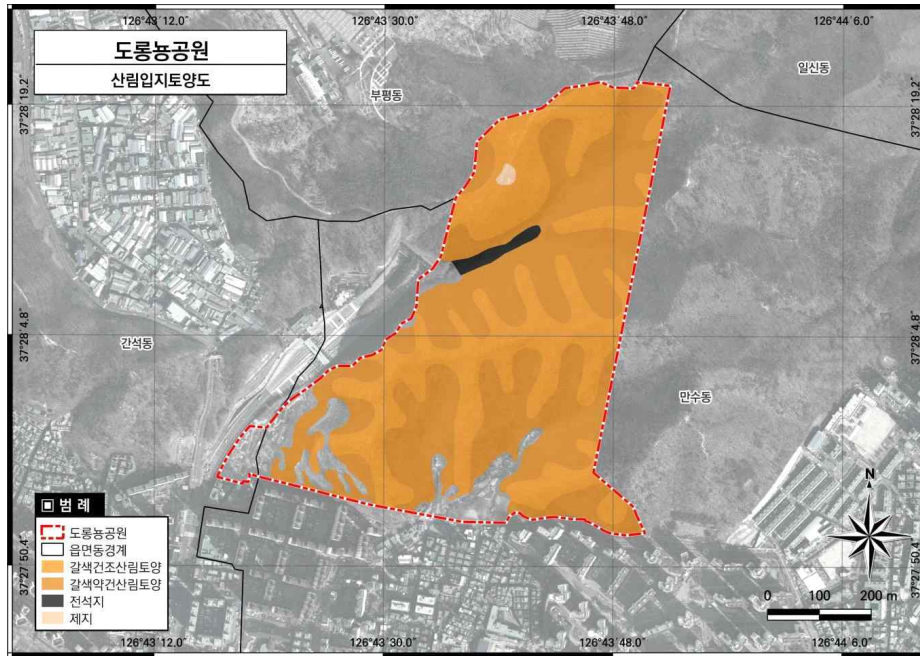
St.1		
좌표	N 37°27'57.2" E 126°43'19.4"	
하천폭/유폭/수심	4~5m / 0.5~1m / 10~20cm	
타도/하천형(제방)	보통/콘크리트, 석축	
하 상 구 조	모래:자갈:큰돌:호박돌=2:2:3:3	
유역이용현황	주거지, 산림	
특이사항 : 산림 계곡천으로 수량은 빈약한 편이며 상·하류부는 복개되어 있음.		
St.2		
좌표	N 37°27'54.6" E 126°43'34.0"	
하천폭/유폭/수심	3~4m / - / -	
타도/하천형(제방)	- / 옹벽	
하 상 구 조	모래:자갈:큰돌:호박돌=2:3:2:3	
유역이용현황	주거지, 산림	
특이사항 : 하천 건천화		

그림 12 대상지 수계분석 결과

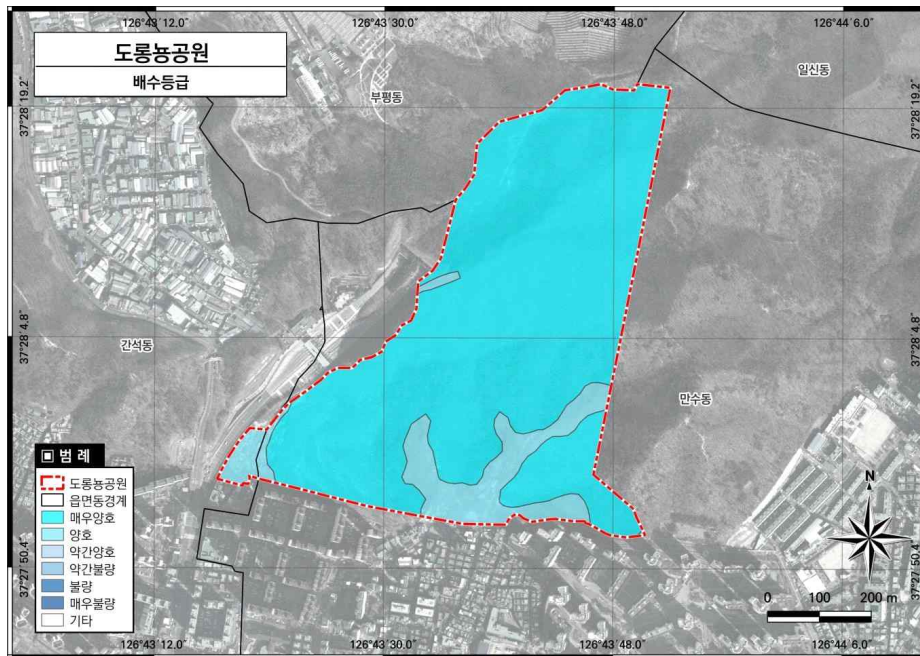
* 출처 : 환경영향평가정보지원시스템 홈페이지(https://www.eiass.go.kr/biz/base/info/searchListNew.do?menu=biz&biz_gubn=)

3) 토양

- 표고 70m 이하 대상지를 제외하고는 매우 양호한 배수등급과 건조 및 약건조 토양을 보이는 것으로 나타남



산림입지토양도



배수등급

그림 13 대상지 토양 분석 결과

4) 자연환경잠재력

- (생태자연도) 대상지 내부는 생태자연도 2등급 지역이며, 남측 일부, 주거지 및 공장단지 등 도롱농이 발견된 지역 주변은 3등급으로 확인됨

표 5 대상지 생태자연도 현황

구분	1등급	2등급	3등급	합계
면적(㎡)	0.0	382,869.7	1,260.6	384,130.3
비율(%)	0.0	99.7	0.3	100.0

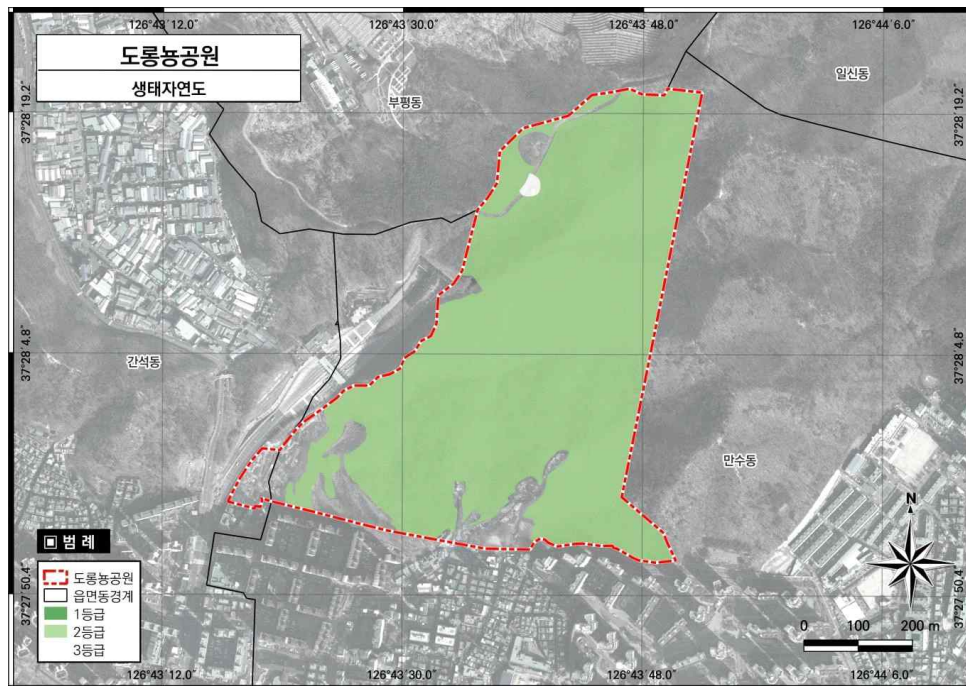


그림 14 대상지 생태자연도 등급 현황

- (국토환경성평가지도) 대상지 내부는 대부분 1등급 지역이며, 일부 주거지 및 공장단지 등 부근으로 2등급, 3등급, 4등급 지역이 분포함

표 6 대상지 국토환경성평가지도 현황

구분	1등급	2등급	3등급	4등급	5등급	합계
면적(㎡)	334,973.8	23,816.0	7,422.2	17,918.3	-	384,130.3
비율(%)	87.2	6.2	1.9	4.7	0.0	100.0

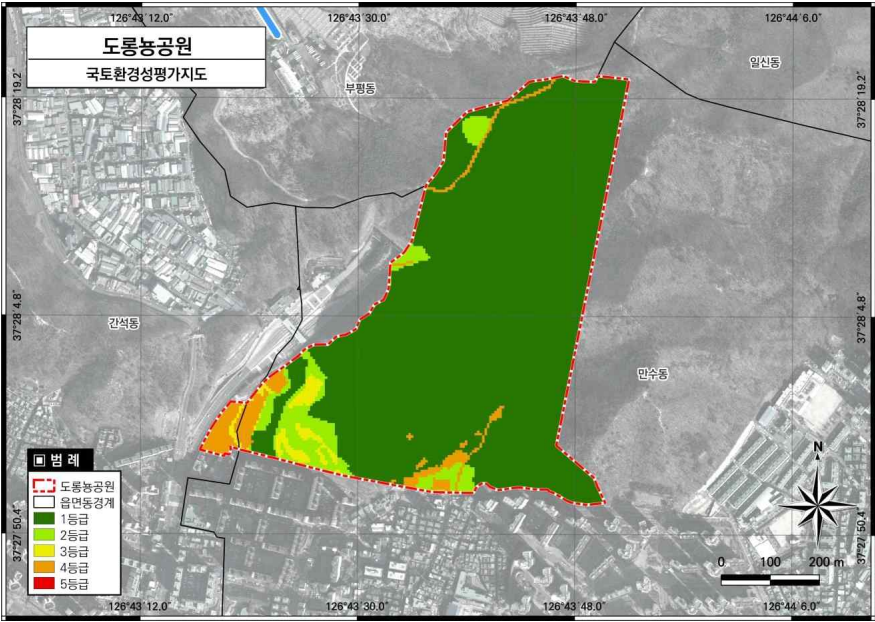


그림 15 대상지 국토환경성평가지도 등급 현황

- (용도지역도) 대상지 내부 전체가 보존녹지지역으로 지정되어 있음

표 7 대상지 용도지역도 현황

구분	주거지역(준주거지역)	녹지지역(보존녹지지역)	합계
면적(㎡)	126.6	384,436.7	384,130.3
비율(%)	0.03	99.97	100.0

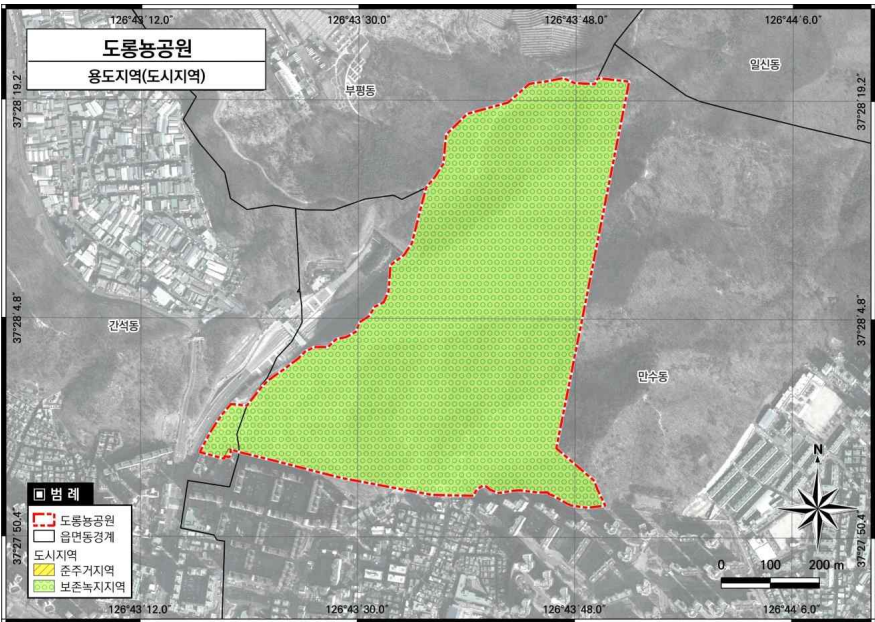


그림 16 대상지 용도지역도 현황

2.2 생물서식환경현황

- 2019년 도룡농공원 조성을 위한 소규모 환경영향평가 실시결과를 바탕으로 자연·생태환경에 대한 분석을 대체하여 실시함
- 제5차 전국자연환경조사 결과를 바탕으로 자연·생태환경, 생물종에 대한 분석을 대체함

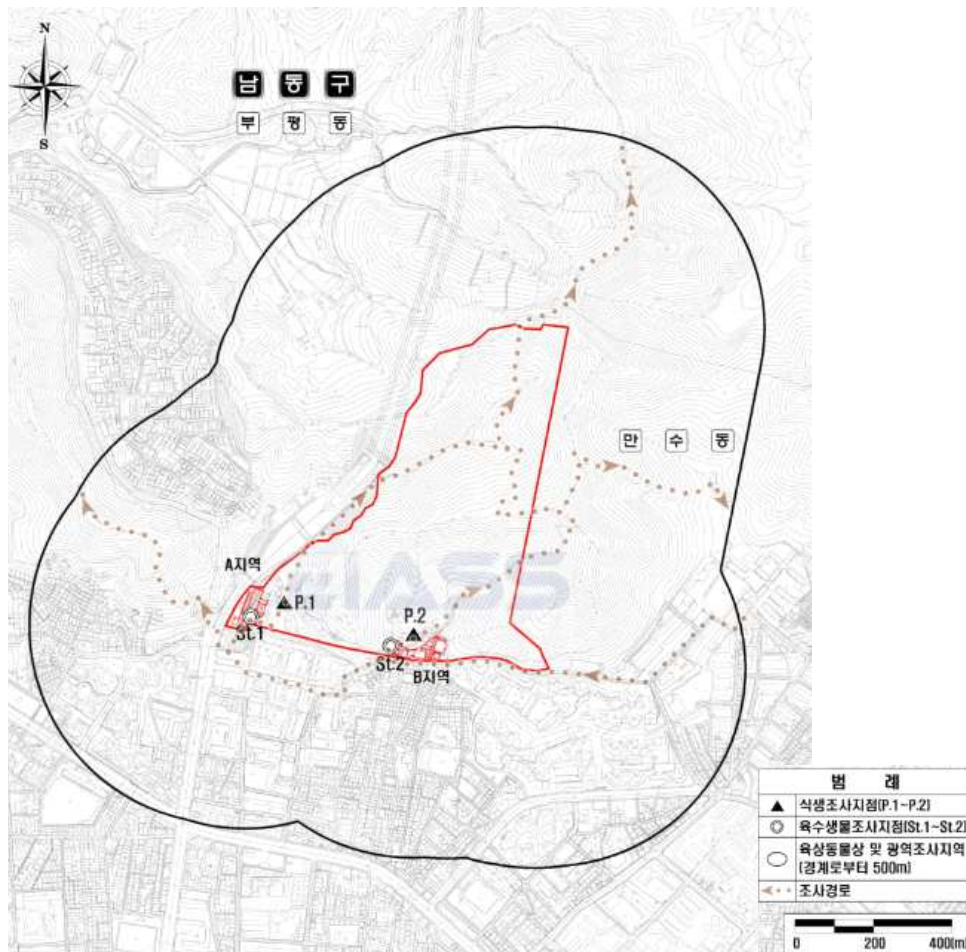


그림 17 동·식물상 조사지점

1) 식물상

- 식물분포현황
 - (현지조사) 49과 120종 15변종 1품종 총 136 분류군이 조사되었으며, 문헌 조사에서는 43~66과 106~222종이 조사됨

표 8 대상지 식물상 현황

구분	과	종	변종	품종	아종	계
속새식물	1	1	-	-	-	1
양치식물	-	-	-	-	-	-
나자식물	2	3	-	-	-	3
쌍자엽식물	42	104	14	1	-	117
단자엽식물	4	12	1	-	-	13
합계	49	120	15	1	-	136

- (문헌조사) 해당 도엽 격자에 해당하는 ②「제4차 전국자연환경조사 공항(376083), 2014, 국립생태원」, ⑤「제3차 전국자연환경조사 소사(376121), 2009, 환경부」, ⑥「제3차 전국자연환경조사 인천(376112), 2009. 환경부」를 조사함
- 문헌조사 시 43~66과 106~222종이 조사되었으며, 법정보호종인 멸종위기야생생물 II급 산분꽃나무가 확인됨
- 문헌 ② : 43과 90종 14변종, 2품종의 총 106분류군, 법정보호종 미확인
- 문헌 ⑤ : 66과 187종 29변종 1품종의 총 217분류군, 멸종위기야생생물 II급 산분꽃나무 확인
- 문헌 ⑥ : 65과 188종 32변종 2품종의 총 222분류군, 법정보호종 미확인

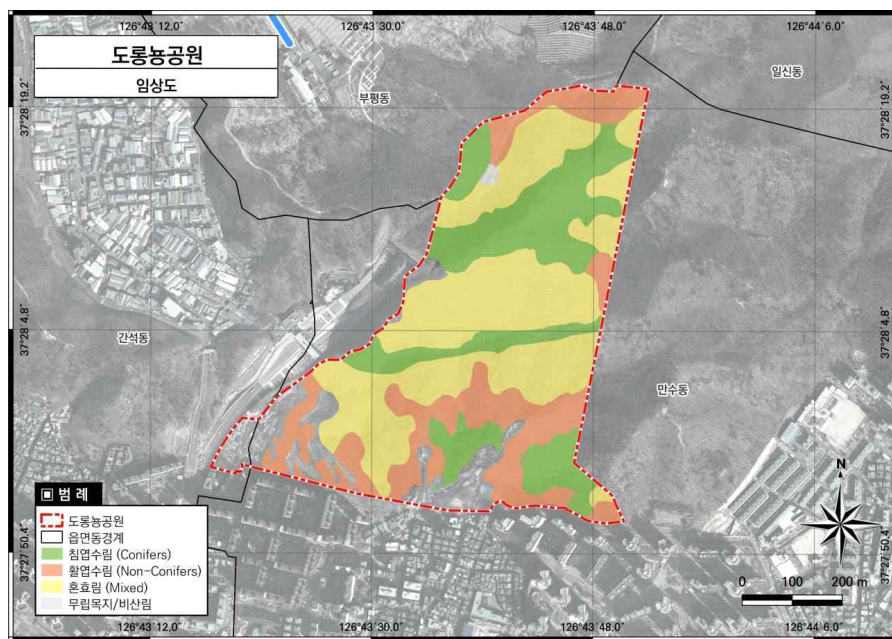


그림 18 대상지 임상 현황

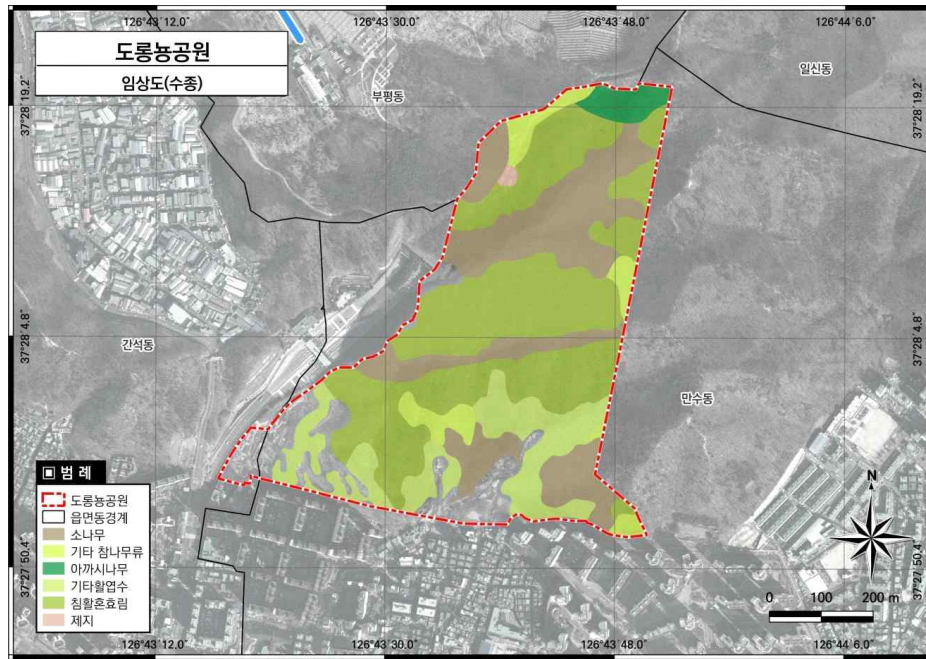


그림 19 대상지 수증분포 현황

구분	현지조사					
	과	종	변종	품종	아종	계
속새식물	1	1	-	-	-	1
양치식물	-	-	-	-	-	-
나자식물	2	3	-	-	-	3
쌍자엽식물	42	104	14	1	-	117
단자엽식물	4	12	1	-	-	13
합 계	49	120	15	1	-	136

그림 20 대상지 내 식물상(2019 현지조사결과, 소규모 환경영향평가)

②「제4차 전국자연환경조사 공항(376083), 2014, 국립생태원」, ⑤「제3차 전국자연환경조사 소사(376121), 2009, 환경부」, ⑥「제3차 전국자연환경조사 인천(376112), 2009, 환경부」

* 출처 : 환경영향평가정보지원시스템 홈페이지(https://www.eiass.go.kr/biz/base/info/searchListNew.do?menu=biz&biz_gubn=)

- (귀화식물 및 도시화지수) 현지조사에서는 8과 18종으로 도시화지수는 5.4%가 조사되었으며, 문헌조사에서는 4~14과 5~34종으로 도시화지수 1.5~10.2% (문헌 ② : 4과 5종으로 도시화지수 1.5%, 문헌 ⑤ : 14과 34종으로 도시화지수 10.2%, 문헌 ⑥ : 11과 30종으로 도시화지수 9.0%)가 조사됨

과명	국명	현지조사	문헌조사			비고
			②	⑤	⑥	
마디풀과	닭의덩굴			○		
마디풀과	털여뀌			○		
마디풀과	애기수영				○	교
마디풀과	소리쟁이	○	○	○	○	
명아주과	취명아주			○		
비름과	개비름		○			
비름과	털비름				○	
자리공과	미국자리공			○	○	
석죽과	유럽점나도나물			○	○	
십자화과	다닥냉이	○	○	○	○	
십자화과	콩다닥냉이			○	○	
십자화과	말냉이	○	○	○	○	
콩과	족제비싸리				○	
콩과	잔개자리				○	
콩과	아까시나무	○		○	○	
콩과	토끼풀	○		○	○	
소태나무과	가죽나무			○		식
대극과	애기땅빈대	○		○	○	
바늘꽃과	달맞이꽃	○		○	○	
메꽃과	동근잎나팔꽃	○		○	○	
메꽃과	동근잎유홍초	○		○	○	
현삼과	큰개불알풀	○		○		
박과	가시박			○		교
국화과	돼지풀		○	○	○	교
국화과	단풍잎돼지풀	○		○	○	교
국화과	미국쑥부쟁이			○	○	교
국화과	코스모스	○		○		식
국화과	노랑코스모스			○	○	
국화과	주홍서나물			○		
국화과	개망초	○		○	○	
국화과	실망초			○	○	
국화과	망초	○		○	○	
국화과	털별꽃아재비	○		○	○	
국화과	똥단지				○	식
국화과	원추천인국			○	○	
국화과	개쑥갓	○		○	○	
국화과	큰방가지똥			○		
국화과	방가지똥	○		○	○	
국화과	서양민들레	○		○	○	
벼과	메귀리				○	
벼과	오리새			○		
계(과/종)		8/18	4/5	14/34	11/30	

그림 21 대상지 내 귀화식물 현황(2019 현지조사결과, 소규모 환경영향평가)

②「제4차 전국자연환경조사 공항(376083), 2014, 국립생태원」, ⑤「제3차 전국자연환경조사 소사(376121), 2009, 환경부」, ⑥「제3차 전국자연환경조사 인천(376112), 2009, 환경부」

* 출처 : 환경영향평가정보지원시스템 홈페이지(https://www.eiass.go.kr/biz/base/info/searchListNew.do?menu=biz&biz_gubn=)

- (식물구계학적 특정식물) 대상지 내 보존가치가 있는 식물구계학적 특정식물 IV~V등급 종은 IV등급 1종, V등급 산분꽃나무 2종으로 총 3종 조사됨
- (식생보전등급) 대상지는 식생보전등급 V등급(74.5%), IV등급(13.4%), III등급(12.1%)의 순으로 분포함

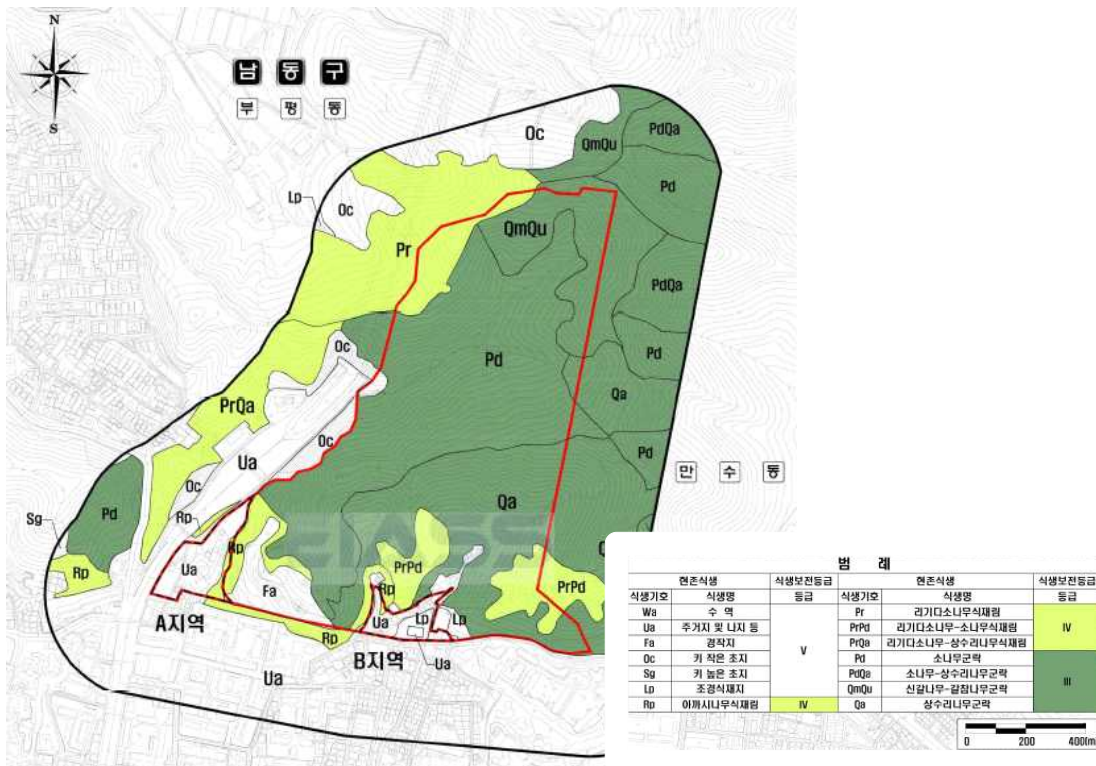


그림 22 대상지 현존식생 및 식생보전등급 현황

* 출처 : 환경영향평가정보지원시스템 홈페이지(https://www.eiass.go.kr/biz/base/info/searchListNew.do?menu=biz&biz_gubn=)

2) 동물상

- 동물상 분석에서 활용한 문헌자료는 다음과 같음
 - 문헌 ① : 제4차 전국자연환경조사 계산(376074) E8,9, 2014, 국립생태원
 - 문헌 ② : 제4차 전국자연환경조사 공항(376083) E7, 2014, 국립생태원
 - 문헌 ③ : 제3차 전국자연환경조사 계산(376074) E8,9, 2007, 환경부
 - 문헌 ④ : 제3차 전국자연환경조사 공항(376083) E7, 2007, 환경부
 - 문헌 ⑤ : 제3차 전국자연환경조사 소사(376121) E1,4, 2009, 환경부

- 문헌 ⑥ : 제3차 전국자연환경조사 인천(376112) E2,3,5,6, 2009, 환경부
- 문헌 ⑦ : 자연환경조사 및 자연환경보전 실천계획('16~'25) 남동구, 2016, 인천광역시

■ 포유류

- 대상지는 도심지에 둘러 쌓여있어 환경적응력이 낮은 종 또는 새로운 종이 유입되기 힘든 환경으로, 두더지, 족제비, 고양이, 청설모 등 5과 7종이 확인되었으며, 이외 다람쥐, 집쥐, 등줄쥐 서식이 탐문조사에서 확인됨
- 문헌조사결과 총 5과 6종이 조사되었으며 법정보호종은 확인되지 않았음
 - 문헌 ① : 총 2과 2종, 법정보호종: 없음
 - 문헌 ② : 총 1과 1종, 법정보호종: 없음
 - 문헌 ⑤ : 총 3과 4종, 법정보호종: 없음
 - 문헌 ⑥ : 총 3과 3종, 법정보호종: 없음

학명	국명	현지조사	문헌조사				비고
			①	②	⑤	⑥	
Order Soricomorpha	참서목						
Family Talpidae	두더지과						
<i>Mogera wogura</i>	두더지	T,H	○		○		
Order Carnivora	식육목						
Family Mustelidae	족제비과						
<i>Mustela sibirica</i>	족제비	F,H	○	○		○	
Family Felidae	고양이과						
<i>Felis catus</i>	고양이	V,H					
Order Artiodactyla	우제목						
Family Cervidae	사슴과						
<i>Hydropotes inermis</i>	고라니				○		
Order Rodentia	설치목						
Family Sciuridae	다람쥐과						
<i>Sciurus vulgaris</i>	청설모	V,H				○	
<i>Tamias sibiricus</i>	다람쥐	H					
Family Muridae	쥐과						
<i>Rattus norvegicus</i>	집쥐	H			○	○	
<i>Apodemus agrarius</i>	등줄쥐	H			○		
합계(과수/종수)		5/7	2/2	1/1	3/4	3/3	

주) H-탐문조사, T-터널, D-배설물, F-족적, V-목격

그림 23 대상지 내 포유류 목록

* 출처 : 환경영향평가정보지원시스템 홈페이지(https://www.eiass.go.kr/biz/base/info/searchListNew.do?menu=biz&biz_gubn=)

■ 조류

- 대상지 일대는 대부분 산림지역이나, 주변으로 주거 및 상업시설 등 도심지와 만월산터널, 인천가족공원(공동묘지) 등이 위치하고 있으며, 산림 및 주거지, 계곡부 일대 현지조사 결과, 총 15과 24종 268개체가 조사됨
- 법정보호종으로는 만월산터 주변 산림에서 인천광역시 보호야생생물로 지정된 오색딱따구리 2개체가 조사됨
- 현지조사 시 참새 52개체(19.4%)가 조사되며 우점하는 것으로 조사 되었고, 이외에 직박구리와 붉은머리오목눈이가 각각 27개체(10.1%), 박새 25개체(9.3%), 멧비둘기 21개체(7.8%), 까치 20개체(7.5%)의 순으로 조사됨
 - 생활형 분석결과, 텃새가 19종(79.2%), 여름철새 4종(16.6%), 나그네새 1종(4.2%)의 순으로 분석되었으며, 군집분석결과, 다양도지수 2.69, 균등도지수 0.85, 풍부도지수 4.11로 분석됨

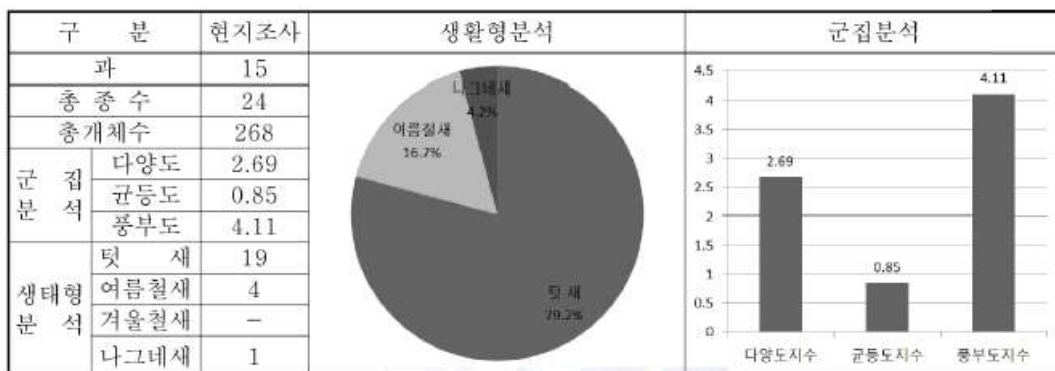


그림 24 대상지 내 조류 현황

* 출처 : 환경영향평가정보지원시스템 홈페이지(https://www.eiass.go.kr/biz/base/info/searchListNew.do?menu=biz&biz_gubn=)

- 문헌조사 결과 총 34과 107종이 조사되었으며, 법정보호종으로는 해오라기(인), 저어새(멸Ⅰ, 천), 큰기러기(멸Ⅱ), 원앙(천), 새매(멸Ⅱ, 천) 등 총 15종이 확인됨
 - 문헌 ① : 총 20과 38종, 법정보호종: 황조롱이(천), 새호리기(멸1), 오색딱따구리(인), 곤줄박이(인)
 - 문헌 ② : 총 12과 21종, 법정보호종: 큰기러기(멸1)
 - 문헌 ⑤ : 총 12과 18종, 법정보호종: 곤줄박이(인)
 - 문헌 ⑥ : 총 19과 27종, 법정보호종: 황조롱이(천), 곤줄박이(인)

- 문헌 ⑦ : 총 34과 95종, 법정보호종: 해오라기(인), 저어새(멸Ⅰ, 천), 큰기러기(멸Ⅱ), 원앙(천), 새매(멸Ⅱ, 천), 황조롱이(천), 새호리기(멸Ⅱ), 매(멸Ⅰ, 천), 검은머리물떼새(멸Ⅱ, 천), 알락꼬리마도요(멸Ⅱ), 붉은어깨도요(멸Ⅰ), 검은머리갈매기(멸Ⅱ), 삿구기(인), 오색딱따구리(인), 곤줄박이(인)

■ 양서·파충류

- 대상지 일대의 산림 임연부, 계곡부 등을 중심으로 현지조사를 실시하였으며, 총 4과 4종이 조사되었고, 이중 양서류는 3과 3종, 파충류는 1과 1종이 확인됨
- 대상지 주변은 북측으로 인천가족공원 입지, 남측으로 대규모 취락지 분포 및 등산객의 빈번한 이동이 발생하는 지역으로 인위적 교란이 심화되고 있어 인위적 교란에 의한 서식처의 불안정으로 양서·파충류의 종 다양성은 매우 낮은 것으로 확인됨
- 도롱뇽마을 입구부 및 계곡부에서는 무당개구리 유생, 계곡산개구리 성체가 관찰되었으며, 탐문조사를 통하여 도롱뇽, 유혈목이가 조사됨
- 법정보호종으로는 도롱뇽마을 입구부 계곡부를 비롯하여 계곡부에서는 인천광역시 보호야생생물로 지정되어있는 도롱뇽 유생이 관찰됨
- 문헌조사 결과, 총 9과 13종이 조사되었으며, 이중 양서류는 6과 8종, 파충류는 1과 5종으로 조사되었으며, 법정보호종으로는 맹꽂이(멸Ⅱ), 인천광역시 보호야생생물인 도롱뇽, 줄장지뱀 등 총 3종이 확인되었고, 생태계교란생물인 붉은귀거북 1종(문헌 ①, 문헌 ⑥)이 확인됨
- 문헌 ① : 총 5과 6종, 법정보호종: 맹꽂이(멸Ⅱ)
- 문헌 ② : 총 5과 5종, 법정보호종: 맹꽂이(멸Ⅱ)
- 문헌 ⑤ : 총 2과 2종, 법정보호종: 없음
- 문헌 ⑥ : 총 5과 5종, 법정보호종: 줄장지뱀(시보호종)
- 문헌 ⑦ : 총 3과 5종, 법정보호종: 도롱뇽(시보호종)
- 도롱뇽의 경우 현지조사에서도 출현하는 것으로 조사되었고, 맹꽂이의 경우 대상지로 부터 북측 약 5km 이격 된 굴포천에서 서식하는 것으로 기록되어 있음
- 대상지와 맹꽂이 출현지역 사이에는 대단위 도심지가 분포하고, 이격거리 및 주변 환경여건을 감안하였을 때 출현 가능성은 미미한 것으로 판단됨

■ 육상곤충류

- 곤충류의 서식이 양호한 산림 하부 및 관목림, 초지 등을 대상으로 직경 45cm의 포충망을 이용하여 쓸어잡기, 털어잡기 방법을 이용하여 채집 관찰하는 등 직접채집을 위주로 동정한 결과임
 - 현지조사 결과, 총 10목 32과 68종이 조사되었으며. 법정보호종 및 특이할 만한 종 분포는 없는 것으로 확인되었음
 - 이중 파리목이 19종(27.9%)으로 우점하는 것으로 조사되었고, 딱정벌레목 11종(16.2%), 벌목 및 나비목이 각 10종(14.6%) 등의 순으로 확인됨
- 문헌조사 결과, 총 12목 87과 495종의 육상곤충류가 서식하는 것으로 확인되었으며, 법정보호종으로는 인천광역시 보호야생생물인 늦털매미, 생태계교란생물로 꽃매미(문헌 ②, 문헌 ⑤), 문헌(⑥)가 확인됨
 - 문헌 ① : 총 10목 50과 265종, 법정보호종: 없음
 - 문헌 ② : 총 10목 53과 212종, 법정보호종: 없음
 - 문헌 ⑤ : 총 10목 46과 120종, 법정보호종: 늦털매미(시보호종)
 - 문헌 ⑥ : 총 9목 43과 113종, 법정보호종: 없음
- 문헌조사에서 확인된 늦털매미는 전국적으로 흔히 관찰되는 종으로 대상지 내 출현 가능성은 배제할 수 없을 것으로 판단됨

구분	과수	종수	비율(%)	비고
잠자리목	2	5	7.4	
사마귀목	1	1	1.5	
집게벌레목	1	1	1.5	
메뚜기목	2	5	7.4	
노린재목	5	5	7.4	
매미목	1	1	1.5	
딱정벌레목	3	11	16.2	
벌목	4	10	14.6	
파리목	9	19	27.9	
나비목	4	10	14.6	
계	32	68	100.0	

그림 25 대상지 내 육상곤충류 현황

* 출처 : 환경영향평가정보지원시스템 홈페이지(https://www.eiass.go.kr/biz/base/info/searchListNew.do?menu=biz&biz_gubn=)

■ 법정보호종

- 현지조사 결과, 조류 1종(오색딱따구리), 양서·파충류 1종(도롱뇽)이 확인됨
 - 오색딱따구리는 인천광역시 보호종으로 주변 산림에서 흔히 확인되는 종이며, 대상지 내 만월섬터 주변 산림에서 조사되었으며, 도롱뇽은 대상지 내 서측 도롱뇽 마을 입구부 계곡부를 비롯하여 중앙부, 동측 계곡부에서 유생이 확인됨
- 문헌조사 결과, 조류 15종(해오라기, 저어새, 큰기러기, 원앙, 새매, 황조롱이, 새호리개, 매, 검은머리물떼새, 알락꼬리마도요, 붉은어깨도요, 검은머리갈매기, 삿구기, 오색딱따구리, 곤줄박이), 양서·파충류 3종(맹꽁이, 도롱뇽, 줄장지뱀), 육상곤충류(늑털매미) 등 총 19종이 조사되었음

구분	종명	종목	현지조사	문헌조사				
				①	②	⑤	⑥	⑦
조류	해오라기	시보호종						○
	저어새	멸Ⅰ, 천205-1호						○
	큰기러기	멸Ⅱ			○			○
	원앙	천327호						○
	새매	멸Ⅱ, 천323-4호						○
	황조롱이	천323-8호		○			○	○
	새호리개	멸Ⅱ		○				○
	매	멸Ⅰ, 천323-7호						○
	검은머리물떼새	멸Ⅱ, 천326호						○
	알락꼬리마도요	멸Ⅱ						○
	붉은어깨도요	멸Ⅱ						○
	검은머리갈매기	멸Ⅱ						○
	삿구기	시보호종						○
	오색딱따구리	시보호종		○				○
	곤줄박이	시보호종		○		○	○	○
양서·파충류	도롱뇽	시보호종	○					○
	맹꽁이	멸Ⅱ		○	○			
	줄장지뱀	시보호종					○	
육상곤충류	늑털매미	시보호종				○		
합계			1종	5종	2종	2종	3종	16종

주) 멸Ⅱ-멸종위기야생생물 Ⅱ급, 천-천연기념물, 시보호종-인천광역시 보호야생생물

그림 26 대상지 내 법정보호종 현황

* 출처 : 환경영향평가정보지원시스템 홈페이지(https://www.eiass.go.kr/biz/base/info/searchListNew.do?menu=biz&biz_gubn=)

- 조류의 경우 문헌조사 시 다수 수조류가 확인되었으나, 해당 사업지구 및 주변지구로 수조류가 서식·유입 예상되는 수환경의 지역이 위치하지 않아 유입가능성이 없음

것으로 판단되고, 맹금류 또한 사업지구 주변으로 소형포유류 등 먹이 공급을 위한 대규모 경작지 및 초지대의 부족으로 서식, 유입가능성이 낮을 것으로 판단됨

- 삻꾸기와 곤줄박이의 경우, 인천광역시 보호종으로 주변에서 많이 확인되는 종이며, 적응력 또한 강하여 대상지 및 주변 지역으로의 유입 가능성이 있을 것으로 판단됨
- 도롱뇽 등의 경우 현지조사에서도 확인된 종이며, 맹꽂이의 경우 문헌 ①, 문헌 ②에서 확인되었고, 사업지구로부터 북측 약 5km 이격 된 굴포천에서 서식하는 것으로 기록되어 있음
- 맹꽂이 출현지역 사이에는 대단위 도심지가 분포하고 있고 이격거리 및 주변 환경여건을 감안하였을 때 출현 가능성은 미미한 것으로 판단되며, 줄장지뱀 및 늦털매미의 경우 초지대 및 하천, 산림 등 전국에서 일반적으로 관찰되는 종으로 사업지구에서의 출현 가능성은 배제할 수 없을 것으로 판단됨

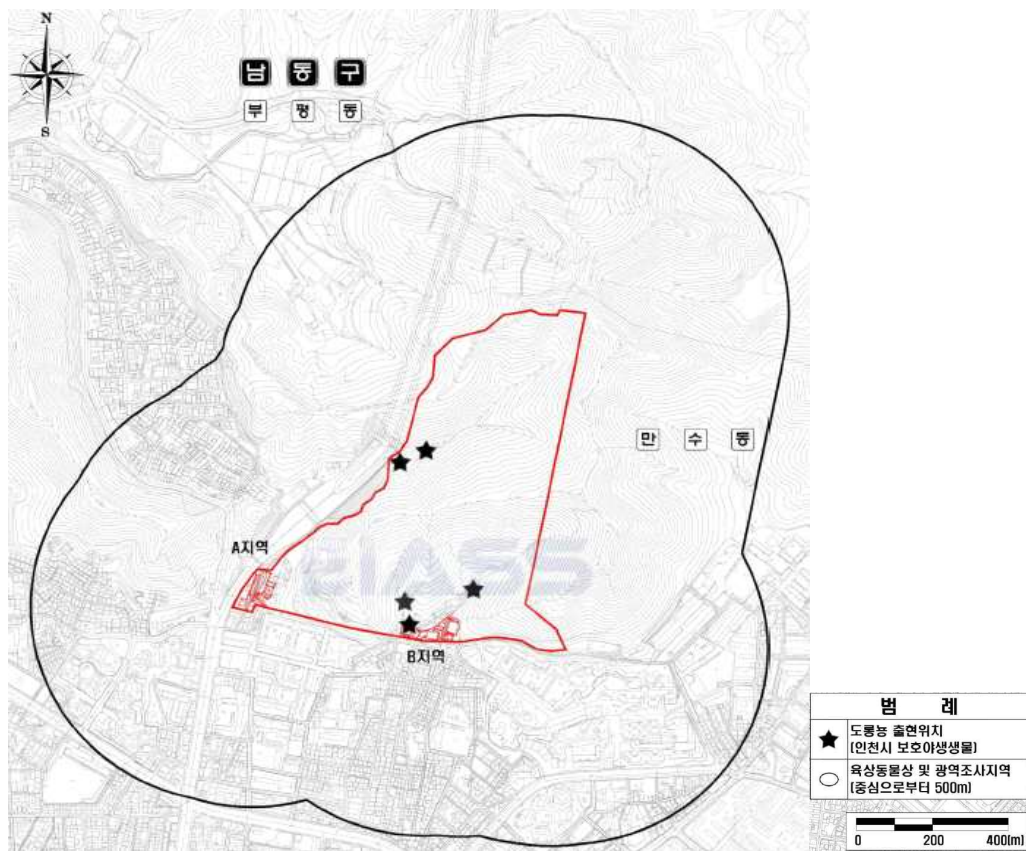


그림 27 대상지 내 도롱뇽 발견지점

* 출처 : 환경영향평가정보지원시스템 홈페이지(https://www.eiass.go.kr/biz/base/info/searchListNew.do?menu=biz&biz_gubn=)

2.3 인문·사회·문화 현황

1) 토지이용현황

- 대상지 내부는 대부분 수림대로 구성되어 있음
 - 침엽수림 및 활엽수림, 혼효림의 비율이 약 90%에 해당하며, 이외 도로, 기타초지, 경지정리가 되지 않은 밭이 분포함

표 9 대상지 토지피복 현황

구분	경지정리 안 된 밭	공동주거시설	공업시설	기타 공공시설	기타 나지
면적(㎡)	6,641.6	203.4	3,114.7	578.0	3,388.8
비율(%)	1.7	0.1	0.8	0.2	0.9
구분	기타초지	단독주거시설	도로	묘지	상업·업무시설
면적(㎡)	8,373.4	2,447.6	10,115.6	2,528.0	787.4
비율(%)	2.2	0.6	2.6	0.7	0.2
구분	운동장	침엽수림	혼효림	활엽수림	합 계
면적(㎡)	821.0	163,606.5	100,834.5	80,689.8	384,130.3
비율(%)	0.2	42.6	26.3	21.0	100.0

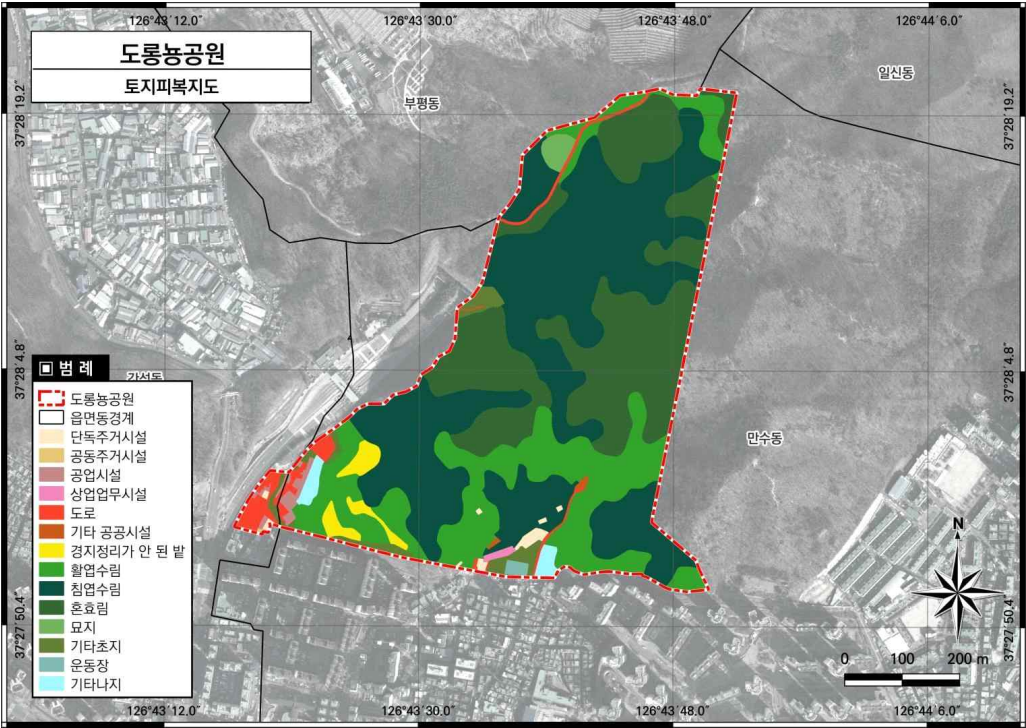


그림 28 대상지 토지피복 현황도

2) 훼손 현황

- 인천광역시는 대상지 내부 오염도 조사를 위하여 현장조사 및 오염이 의심되는 구간과 매체(토양, 지하수)별 시료채취를 실시함(2002년 1월~4월)
 - 조사결과, 대상지 내 과거 주거지, 고물상, 금형제작 및 기계 제작업체, 금속 연마업체(동, 양은, 철판, 스테인리스, 알루미늄), 금속 제조업체, 냉난방기 설비업체 등으로 활용된 건물들이 밀집해 있었음
 - 또한, 부지 곳곳에는 상기 건물 활용 및 철거 중 발생한 페타이어, 폐유류통(윤활유 및 페드럼통), 가전제품, 철제품 등 생활 폐기물 및 건축 폐기물 등의 적재와 콘크리트로 포장된 부지와 비포장 상태의 부지가 혼재되어 있었음
- 이러한 환경은 오염물질의 지표 누출 시 지중 침투 및 폐기물 침출수에 의한 오염 발생 및 중금속의 비산에 의한 지표면 간접 침투가 발생할 수 있음



그림 29 대상지 내부 훼손 현황

* 출처 : 인천광역시(2022) 도롱농도시생태공원 토양정밀조사 용역

3) 토지소유 현황

- 대부분이 국유지 및 시도유지임
 - 국가가 대부분 토지를 소유하고 있으며, 남측 일부지역에 종종 토지가 분포함

표 10 대상지 토지소유 현황

구분	국유지	사유지	합계
면적(㎡)	382,204.8	925.5	384,130.3
비율(%)	99.8	0.2	100.0



토지소유



토지소유-세부

그림 30 대상지 토지소유 현황도

3. 관련계획 및 사업 검토

3.1 관련계획

1) 제4차 경기도 환경보전계획(2018~2027)

- 경기도는 환경 비전을 「환경과 개발이 함께하는 행정」으로 설정하고, 이를 달성하기 위해 10개 분야별 과제를 제시함

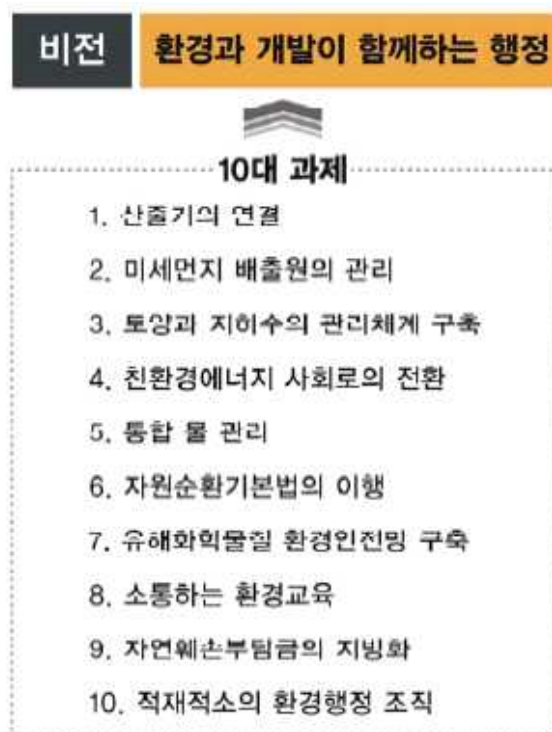


그림 31 경기도 환경비전 및 분야별 목표

- 환경비전의 구체적인 실천을 위하여 각 분야별로 세부 비전과 추진 목표를 설정함
- 경기도의 생태자연도 1등급 지역은 경기 동부지역에 주로 분포하고 있으며, 팔당특별대책권역과 수변구역, 상수원보호구역을 통해 경기도의 물 환경을 보전하고 있음
- 미세먼지 배출시설은 경기 서부지역에 분포하는 경향을 보이며, 해안의 개발로 자연해안선은 많이 훼손되어 있음

표 11 경기도 환경보전계획 분야별 비전

분야	비전	분야	비전
자연환경관리	도시로 스며드는 경기의 자연	물 환경 관리	안전하고 기후변화에 강한 물 관리
자연환경보전	도시를 치유하는 경기의 자연	자원순환 (폐기물) 관리	자원 순환 문화 조성 과 거버넌스 구축
토양·지하수	건강한 토양 사이로 흐르는 깨끗한 물	유해화학물질 안전 관리	화학사고 걱정 없는 화학물질 안심 경기도 실현
대기환경보전	대기오염 걱정 없는 경기 퍼스트	기후변화· 에너지	깨끗하고 안전한 에너지전환을 통한 저탄소사회 실현
소음·진동 관리 대책	평온한 정주환경 조성	환경관리 기반	환경경쟁력 기반 강화를 통한 환경가치 실현

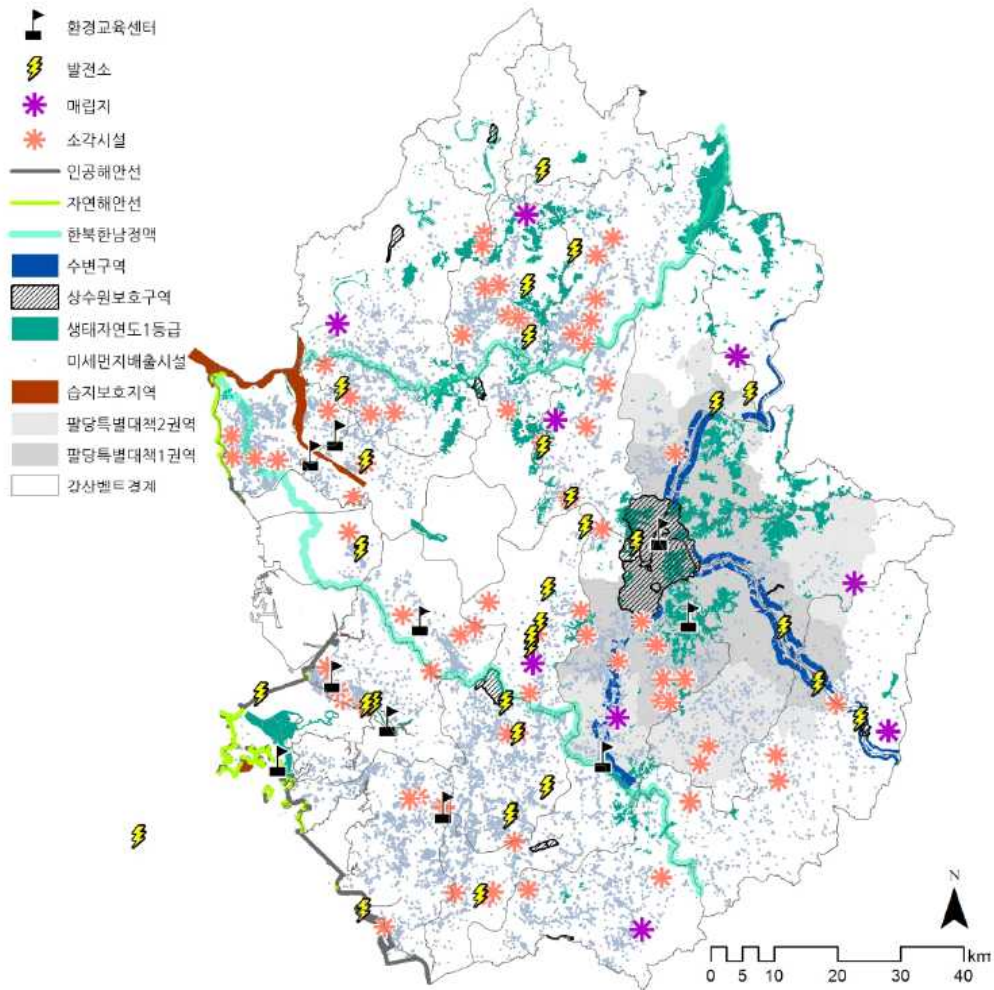


그림 32 경기도 주요 환경현황도

2) 인천광역시 제5차 환경보전계획(2019~2023)

- 인천광역시 환경보전계획의 비전은 “시민과 함께 만드는 지속가능 녹색도시, 인천”으로 설정함
- 전략은 3가지로 구성함
 - 시민이 체감하는 녹색환경 구축
 - 친환경 기후도시 조성
 - 쾌적한 생활환경 조성
- 분야별 세부 계획은 지속가능한 친환경 생태도시 구현 등 6개 분야로 구분하여 세부 계획을 수립함



그림 33 인천광역시 환경보전계획(2019~2023) 비전 및 전략

3) 2040 인천광역시 경관계획

- 인천광역시는 경관 미래상으로 “함께 꿈꾸는 미래유산 인천 경관: 상반된 매력, 공존의 도시 인천”으로 설정함

“함께 꿈꾸는 미래유산 인천경관”

— 상반된 매력, 공존의 도시 인천 —



그림 34 2040 인천광역시 경관계획 미래상

- 산림자원목록화를 통해 조망경관을 대상으로 중점경관관리구역을 설정하고, 조망대상별 조망점을 선정하여 인천 도심 내 산림 경관축을 확보함



그림 35 2040 인천광역시 경관계획 산림분야 기본구상



그림 36 2040 인천광역시 경관계획 경관구조

3.2 관련사업

1) S자 녹지축 연결계획

- S자 녹지축의 단절구간 연결을 통한 녹지 네트워크 구현을 위하여 단절구간의 연결로 다양한 생물종의 서식처 연결 및 생태 네트워크 구축함
 - S자 녹지축 12개의 단절구간에 생태통로 2개소, 녹도 5개소(7.5km), 보도육교(출렁다리) 5개소를 설치함(단절구간 12개소 중 6개소 조성 완료)
 - S자 녹지축 연결방안 중 만수산 연결구간은 주안산길, 무네미길 2개에 해당함
 - (만월산~만수산 구간) 단절도로 주안산길에 출렁다리(L 50m)가 조성 완료됨
 - (만수산~거마산 구간) 단절도로 무네미길에 녹도(L 1,500m)가 조성 예정되어 있음



그림 37 S자 녹지축 연결구상도

* 출처 : 2030 인천광역시 공원녹지기본계획

2) S자 녹지축 공원 확충계획

- S자 녹지축보전 및 확장 방안으로 장기미집행 공원의 확충계획임
 - S자 녹지축을 중심으로 10개의 공원의 확충하고, 확충 대상공원은 S자 녹지축과 인접한 공원 중 5년 이내에 조성 가능성이 높은 공원을 대상으로 함
 - 5년 이후에도 지속적인 공원 확충을 통해 녹지축 및 망을 구축하고자 함

표 12 S자 녹지축 공원확충 구상

구분	명칭	위치	면적(㎡)	비고
1	장미공원	연수구 연수동 일원	102,443.0	1단계
2	청량공원	연수구 청학동 일원	338,798.0	1단계
3	도룡농공원	남동구 만수동 일원	407,880.0	1단계
4	소래습지생태공원	남동구 논현동 일원	1,561,248.0	1단계
5	함봉공원	부평구 십정동 일원	151,089.3	1단계
6	계양공원	계양구 계산동 일원	351,321.8	1단계
7	희망공원	부평구 부평동 일원	73,926.0	1단계
8	맑은내공원	부평구 천청동	207,489.0	1단계
9	백운공원	부평구 십정동	61,582.0	2-1단계
10	능내공원	서구 마전동	77,340.0	2-1단계

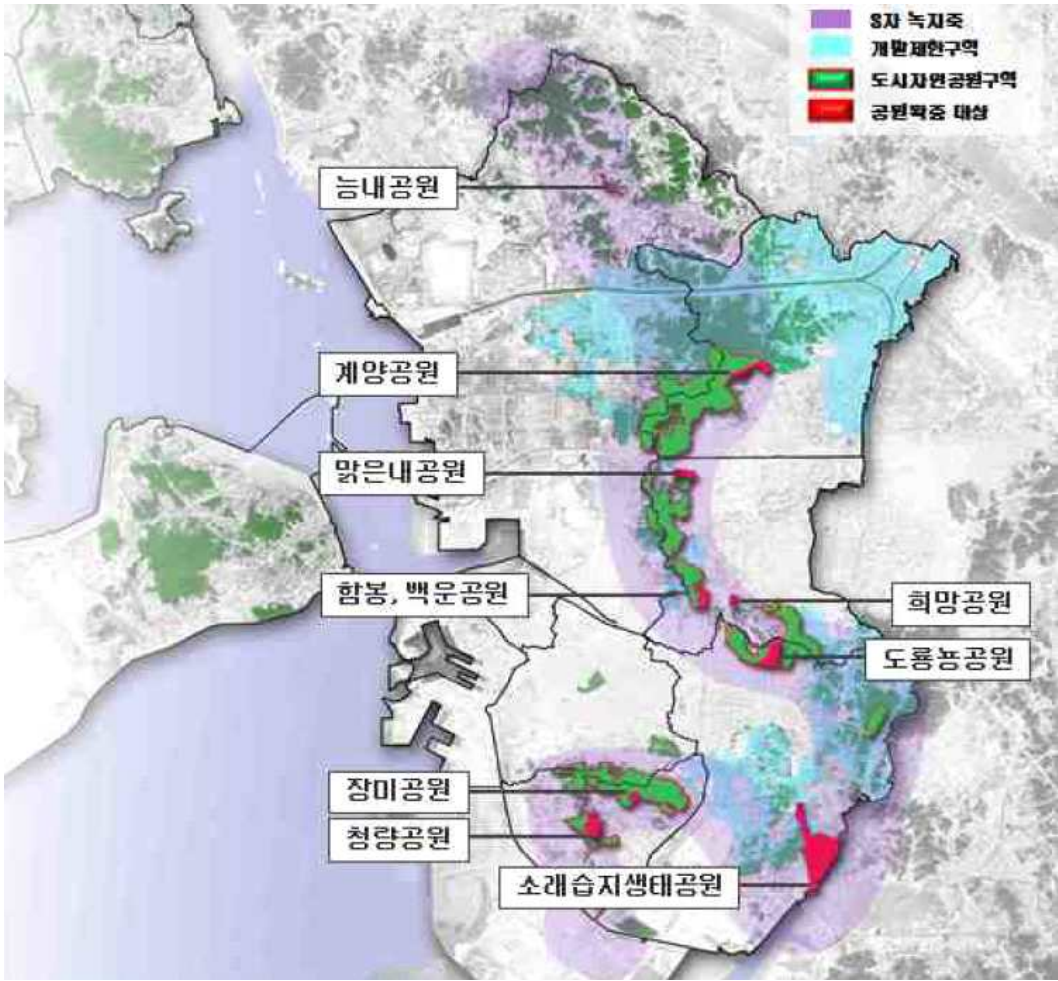


그림 38 S자 녹지축 공원확충 구상도

4. 유사사례 검토

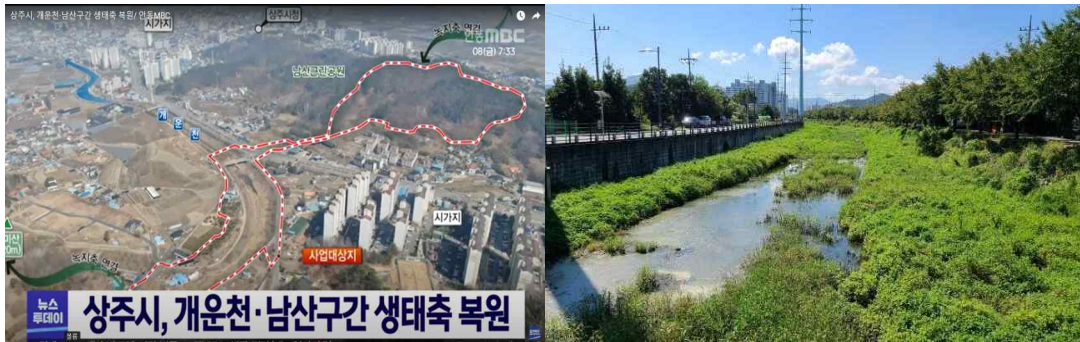
- 청주시 우암산근린공원 도시생태축 복원사업
 - 청주시는 청원구 율량동 일원의 장기미집행 도시공원인 우암산근린공원에 환경부 국비 44억원을 포함한 총 사업비 63억원을 투입하여 도시생태축 복원사업을 추진하여 2023년 10월 준공을 목표로 하고 있음
 - 우암산근린공원은 대규모 경작 및 불법 점유물들로 훼손된 상태였으며, 이를 복원하여 우암산에서 관찰된 하늘다람쥐 등 멸종위기종 서식처와 생태습지, 자연형계류, 야생초화원, 생태학습장 등을 조성하는 것으로 계획함



그림 39 청주시 우암산 도시생태축복원사업(안)

* 출처 : 라펜트(22.10.24.) 청주 우암산근린공원, 훼손된 생태환경 복원

- 상주시 개운천-남산 도시생태축 복원사업
 - 상주시는 도시화로 인한 개운천~남산구간의 단절된 수생태 및 산림생태축을 연결하여 흰목물떼새, 맹꽂이, 수달 등 멸종위기종의 서식처를 조성하고, 생태 체험장, 화원 등 지역주민들의 휴식 공간을 제공해 상주시를 상징하는 수생태. 녹지축으로의 역할을 할 수 있도록 조성하는 것을 계획함



상주시 도시생태축 사업 발표

개운천 전경

그림 40 상주시 개운천-남산 도시생태축 복원사업(안)

* 출처 : 안동MBC NEWS(23.09.07.) 상주시, 개운천-남산구간 생태축 복원, 상주의 소리(23.09.06.) 개운천~남산구간 수생태 및 산림생태축 연결·복원사업 추진

■ 곡성군 동악산 생태축(서식지) 도시생태축 복원사업

- 동악산 생태축(서식지) 복원사업은 동악산과 섬진강을 연결하는 곡성천에 다양한 생물들이 소통하고 서식하는 생태통로, 생태 숲, 서식지 등을 조성하는 사업으로 2020년부터 총사업비 80억 원을 확보해 2022년 5월에 착공되었으며, 2023년 말 준공을 목표로 하고 있음
- 곡성천은 멸종위기종인 수달, 삿, 하늘다람쥐, 꼬마잠자리 등이 발견되는 생태적 가치가 뛰어난 곳이며, 생태축 복원사업을 통해 곡성천의 생태계를 보전하면서 훼손된 자연 자원을 복원하고 자연환경보전 이용 시설물을 설치하고, 인근 주민들과 탐방객들이 아름다운 생태 경관을 보다 쉽게 경험할 수 있도록 개선하고자 함



동악산 생태축(서식지) 복원사업 조감도

개운천 전경

그림 41 곡성군 동악산 생태축(서식지) 도시생태축 복원사업(안)

* 곡성군청(23.02.22) 곡성군, 동악산 생태축(서식지) 복원사업 마무리 박차, 한국농어촌방송(19.10.07.) <http://www.newskr.kr/news/articleView.html?idxno=31952>

5. 종합분석

5.1 SWOT 분석

- 인천가족공원과 약사도시자연공원구역 사이 학교와 주거밀집지역 내 입지함
- 서울외곽순환고속도로에서 송내IC 또는 장수IC에서 분기하여 간·지선 도로를 통하여 사업대상지로 진입 가능하며, 간석오거리역과 부평삼거리역에 근접해 있음
- 약사도시자연공원구역에 둘러싸여 위요되어 있는 형상을 보임
- 불법건축물과 불법경작지로 인한 훼손이 심각해 산림복원이 필요함
- 기초성 시설지에 인근주민들의 이용이 활발함

1) 강점(STRENGTH)

- 대상지는 인천광역시의 공원녹지계획에서 가장 중요한 한남정맥 S축 녹지조성 사업에 해당하는 지역으로 도시 녹지축 형성에 있어 중요한 위치에 입지함
- 도롱뇽공원은 인천광역시 북부권 택지개발지의 중심부에 위치해 있으며, 도시생태계 회복, 창출, 시민들의 휴식공간으로서도 활용 가치가 높음
- 사유지 보상이 완료되어 산림청 매입만 남은 상태로 원활한 사업 추진 가능
- S자 공원녹지 확충계획과의 연계를 통하여 사업 추진이 용이함

2) 약점(WEAKNESS)

- 대상지는 인천광역시 북부권 택지개발 중심지에 위치한 공원 부지로 장기간 방치되어 있었으며, 토양오염 등에 대한 문제도 지속적으로 제기됨
- 일부 무단 사용, 인간의 간섭 등으로 인한 훼손이 발생한 것으로 확인되며, 추가 훼손으로 인한 위험 강도가 더욱 심해질 가능성이 있는 서식환경을 보임

3) 기회(OPPORTUNITY)

- 도심지는 먹이자원의 부족, 인위적 토지이용에 따른 외부위험에 대한 노출, 사람의 접근성 등으로 인해 생물의 서식환경으로 적합하지 못한 경우가 많음
- 이에 은신처 및 산란처 조성, 식이식물식재, 다층식재와 녹지관리 등을 통해 다양한 생물종의 서식환경 구성요소를 적용하여 서식처를 창출함으로써 인천광역시 도시생태계의 디딤돌(Stepping Stone) 역할을 할 수 있음
- 인근 산림, 근린공원 등과의 연계성을 통하여 시민들의 접근성 및 사업에 대한 홍보가 용이함

4) 위협(THREAT)

- 도심 내 생물 서식을 위한 공간구조를 조성하기 위해 수목선정, 먹이식물과 은신처 확보 등 인접한 생물서식지와 연계하여 대상지 내 서식 및 은신을 유도하는 것이 필요함

5.2 SWOT 분석을 통한 과제 도출

S O 우선수행과제 • 서식처 창출뿐만 아니라 시민들의 환경교육 및 휴식공간으로써의 활용방안 모색 • S자 공원녹지 확충계획과 연계한 하천 복원 방안 강구	W O 우선수행과제 • 대상지 주변의 인간간섭 최소화 및 완충구역 확보 필요 • 복원 및 창출을 통하여 도심의 랜드마크로써 조성방안 강구
S T 문제해결과제 • 주변 서식지와 연계할 수 있는 서식처 창출로 주변 생물종 유입 유도 • 친환경 이용방안 강구	W T 장기보완과제 • 주변 도심지에서 발생하는 소음과 빛공해 최소화 • 서식처 창출 방안 마련

5.3 종합분석도

구 분		현 황	종 합 분 석
자연환경	위치	- 서측에 만월산터널과 호구포로가, 남측에 서판로가 접해 있음 - 주변지역에 동인천고, 아파트단지, 인천가족공원이 위치해 있음	주변지역으로부터 사업대상지로의 접근이 용이함
	지형 지세	- 표고 80~120m 비중이 가장 높음 - 경사 20~30도 비중이 가장 높음	사업대상지는 주변 지역보다 지대가 높음
인문·사회환경	토지 이용	지목별 토지이용은 대부분이 임야(93.4%)로 구성되어 있음	기존 주변지역의 양호한 자연환경을 활용한 계획을 수립함
	교통	사업대상지 주변에 도시계획도로 대로 1-13호선, 도로1-1호선이 결정됨	주변도시계획도로와 연계된 교통처리계획을 수립함
	교육	사업대상지 주변지역에 동부초, 인동초, 송덕여고, 동인천고 등이 위치해 있음	주거단지가 밀집되어 있어 부모의 교육관심도가 높아 사업대상지 교육환경 개선이 필요함
	공원	대상지 북측에 묘지공원(1) 위치, 동측에 소공원(1), 서측에 근린공원(2) 결정	주변지역 공원을 활용한 공원·녹지 구상

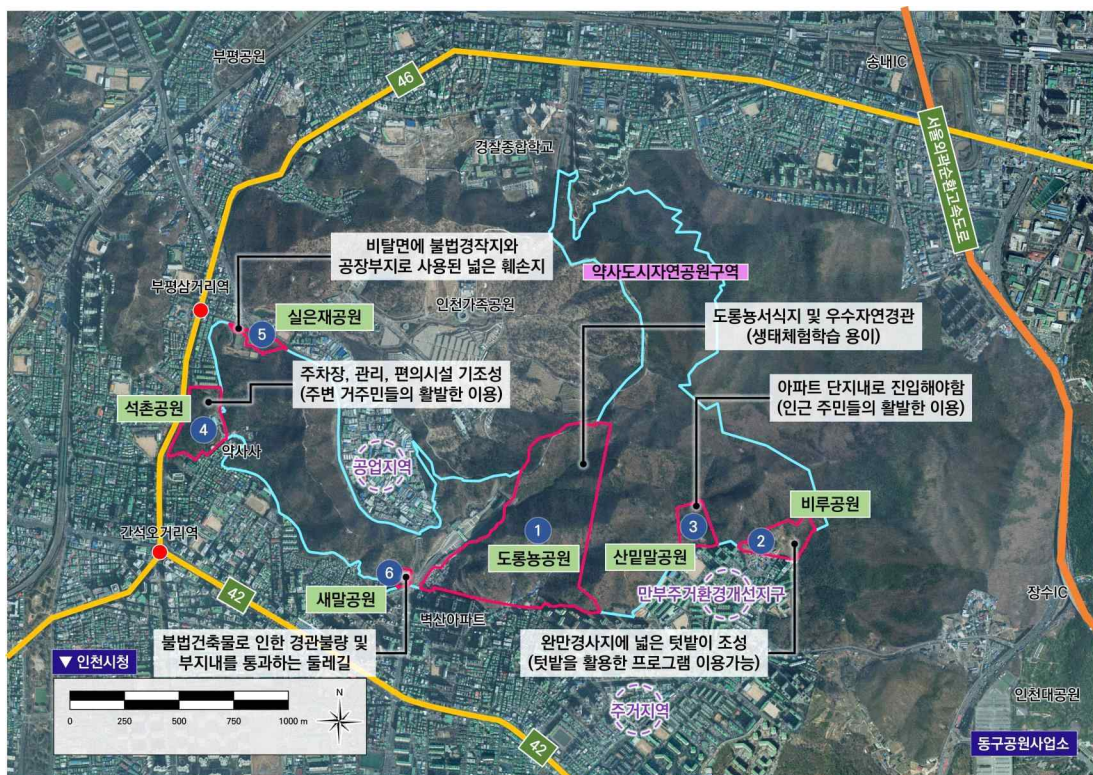


그림 42 종합분석도

제3장

기본구상

1. 사업목표 설정
2. 목표종 선정
3. 공간구상

제3장 기본구상

1. 미래상 및 기본방향 설정

- 사업의 목적은 도심지 내 생태계 연결성을 강화하고, 생태계와 인간이 공존할 수 있도록 도시생태축을 복원하는 것임
- 오염된 부지의 토양을 정화하고, 장기 서식이 확인된 도롱뇽이 서식할 수 있도록 “물이 흐르고, 생명이 살아 숨 쉬는 인천광역시 생태 거점”을 만들고자 사업의 목표를 ‘광역적 도시생태축 연결’, ‘안정적인 생태기반환경 복원’, ‘산림자원 생태계서비스 제공’으로 설정함
 - 이를 위한 전략으로 주거지 개발 등 단절된 생태축 연결 및 완충녹지 확보, 친환경 재료를 이용한 안정적인 생태기반환경 마련, 도시민을 위한 생태휴식 공간 및 자연을 주제로 하는 교육·체험·홍보공간 조성으로 설정함

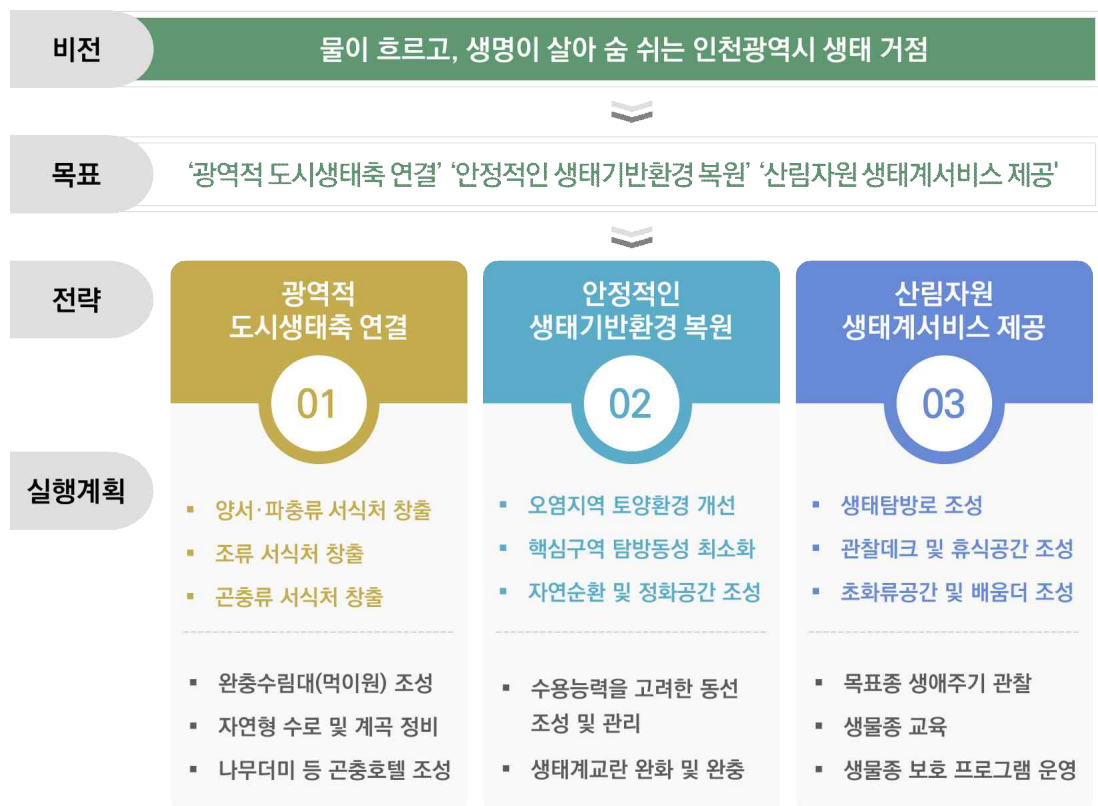


그림 43 비전 및 목표, 전략

2. 목표종 선정

2.1 선정기준 및 과정

- 목표종 선정은 3단계 과정에 따라 목표종을 선정함
 - (1단계) 현지 서식 생물종 리스트화
 - 현장조사결과를 토대로 현지 서식 확인종 및 법정보호종을 선발
 - (2단계) 대표 생물종 도출
 - 생태적 지위 및 먹이그물, 생물계절 등을 고려하여 분류군별로 대표 생물종 도출
 - (3단계) 장기적으로 서식가능한 목표종 도출
 - 생태계 회복 및 서식처 안정화에 따른 환경 조건 변화 등에 따라 목표종 선정
- 최종적으로 도롱뇽, 오색딱따구리를 목표종으로 선정함

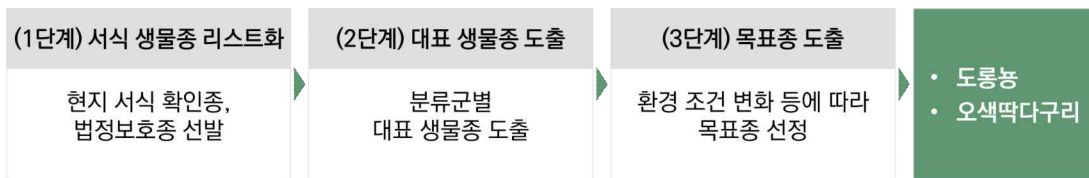


그림 44 목표종 선정기준 및 과정

2.2 목표종 서식처 요구조건

표 13 목표종 서식처 요구조건

구 분	기본 정보	서식처 요구 조건	종 모습
도롱뇽	· 학명: <i>Hynobius leechii</i> · 분류군: 도롱뇽목 도롱뇽과	· 공간: 숲이 우거진 작은 산 · 물: 산란, 유생, 성체 시기에 필요 · 먹이: 지렁이류, 수서곤충류 · 은신처: 산골짜기 고인물, 박우물	
오색딱따구리	· 학명: <i>Dendrocopos major</i> · 분류군: 딱따구리목 딱따구리과	· 공간: 산지·잡목림 등 숲이 있는 산 · 물: 하천, 개울가, 습지 등 · 먹이: 곤충 유충, 호두, 옷나무 등 열매 · 은신처: 무른나무, 썩은나무 속	

3. 공간구상

3.1 공간구분 기준

- 유네스코 생물권보전계획(MAB, Man and Biosphere) 개념에 따라 생물자원의 보전과 합리적 이용을 목표로 사업대상지를 핵심구역, 완충구역, 협력구역으로 구분하여 각 공간별 특성을 고려한 복원시설 및 프로그램을 계획하였음
- 각 공간별로 입지적 특성을 고려하여 목표종의 서식지 요구조건, 접근성, 이용에 의한 영향 정도 등을 고려하여 세부 공간을 구분하였음

1) 핵심구역(Core zone)

- 목표종의 서식지 및 보전 필요성이 높은 지역임
- 생물다양성을 보전하고 간섭을 최소화하여 생태계 모니터링과 생태계에 악영향을 주지 않는 조사 연구 활동 등이 가능한 지역임

2) 완충구역(Buffer zone)

- 핵심지역을 둘러싸고 있거나 이에 인접한 지역으로 환경교육, 레크레이션, 생태관광, 기초연구 및 응용연구 등의 건전한 생태적 활동이 가능한 지역임
- 방해 요소가 발생될 수 있는 동선과 근접한 지역임

3) 협력구역(Transition zone)

- 지역의 자원을 함께 관리하고 지속가능한 방식으로 이용하기 위해 이해 당사자들이 함께 활용하는 지역임
- 생태학습 및 체험 등이 이루어지는 친환경 공간임
- 생태교육과 복원에 대한 인식 증진을 기대할 수 있는 홍보공간으로 활용할 수 있음

3.2 대상지 공간구상(안)

1) 핵심/완충/협력구역 설정

- 생물권보전지역(UNESCO MAB) 모형에 따라 핵심, 완충, 협력구역의 3개 공간으로 구분함
 - 산림 및 도롱뇽 발견 지역을 핵심, 핵심구역 주변과 산림 및 수공간 지역을 완충, 대상지 경계부 및 훼손지역을 협력구역으로 설정함
- 핵심구역은 목표종인 양서류(도롱뇽) 서식지(수공간)와 조류(오색딱따구리) 서식지(산림)를 복원하고 동선은 최소화 함
- 협력구역은 생태체험학습 공간과 휴식 및 교육공간을 조성하도록 함
- 3개구역 이외에 대상지 환경에 부합하는 5개의 관리 구역설정 후 생태적으로 영향을 최소화 할 수 있는 집중시설구역 및 보존구역설정



그림 45 핵심/완충/협력(전이)구역 설정(안)

2) 기본구상(안)

- 산림의 생태 및 특성을 고려하여총 5개 관리구역으로 구분

■ 5개 관리구역별 계획

- ① 생태체험교육구역 : 도롱뇽생태관 등 (도롱뇽공원시설)
- ② 생태체험학습구역 : 생태놀이터, 생태학습초화원, 나비서식지,
식이식물재배지, 인공조류서식지, 기후위기대응숲(도롱뇽공원시설) 등
- ③ 산림생태교육구역 : 숲사랑홍보관, 관리사무소 등(도롱뇽공원시설)
- ④ 생물다양성보전구역 : 기존 도롱뇽습지 보전 및 생물다양성습지 조성
- ⑤ 산림생태보전구역 : 기존 산림생태 보전



기본구상안(공간구상)

- 도시생태숲 복원사업 가이드라인(2023.07. 환경부) 제시하는 공간적규모 5만㎡ 내외인 약 3만㎡를 중점사업구역(기존훼손지 및 주변산림)으로 설정



중점사업구역



기본구상안 마스터플랜(주요시설지)

3) 공간별 조성 계획

- ① 생태체험교육구역 : 도롱뇽공원사업으로 조성예정인 도롱뇽생태관, 관리사무소 등 생태체험교육 공간으로 현재 유희부지로 남아 있는 나대지를 포함한 장기적 종합계획 수립 필요



대상지 현황 (도롱뇽공원 토양정화사업 중)



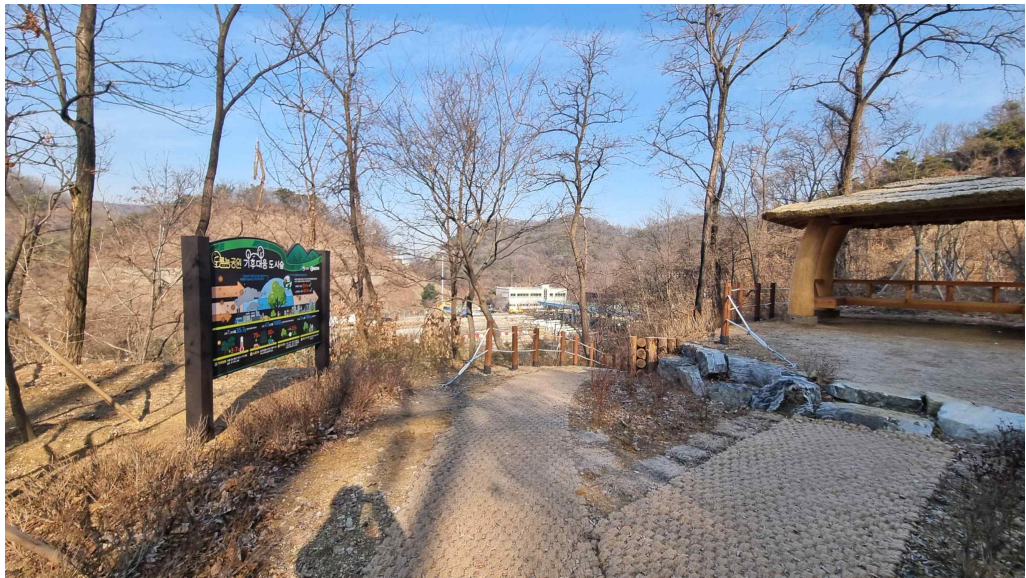
토양정화사업지 상부 과거 폐석장부지

- 도롱뇽생태관, 관리사무소, 주차장 등 토양정화사업 이후 시행되는 공원조성사업과 연계하여 과거 폐석장 부지 등의 활용방안 수립이 필요
- 등산로 초입부에 소규모 진입광장 및 안내판을 설치하여 상부계단을 통해 추가로 조성되는 공간으로 유도 및 연결방안 제고
- 도롱뇽생태관 부지 조성시 발생하는 사면부는 상부 기후위기대응숲(기조성)과 연계하여 탄소저감숲으로 조성



생태체험교육구역 계획안

- ② 생태체험학습구역 : 생태체험학습구역에는 기조성된 기후위기대응숲과 연계하여 기존 경작지를 활용한 생태체험학습공간으로 계획
- 도롱뇽생태관의 학습프로그램과 연계한 야외 체험 프로그램 운영
- 주요시설 : 생태놀이터, 생태학습원, 나비서식지, 식이식물재배지, 인공조류서식지, 조류관찰대, 기후위기대응숲(도롱뇽공원) 등



기조성된 기후위기대응숲



기존경작지

- 각 시설지 주변으로는 숲의 환경을 고려한 수종갱신 및 천이유도 식재를 통한 테마숲 조성
- 도시생태축 사업의 핵심 시설지로서 도롱뇽공원계획과 연계한 사업계획 수립 필요



생태체험학습구역 계획안

- ③ 산림생태교육구역 : 산림생태교육구역은 도롱뇽공원 시설지로 숲사랑 홍보관과 야외공연장, 관리사무소, 휴게소등이 계획되어 있음
- 인접한 수로와 습지를 활용한 생물다양성습지 조성을 검토하여, 북서측 도롱뇽서식지와 연계하여 다양한 수생동식물을 도심 가까이에서 관찰할 수 있는 공간으로 활용



숲사랑홍보관 부지

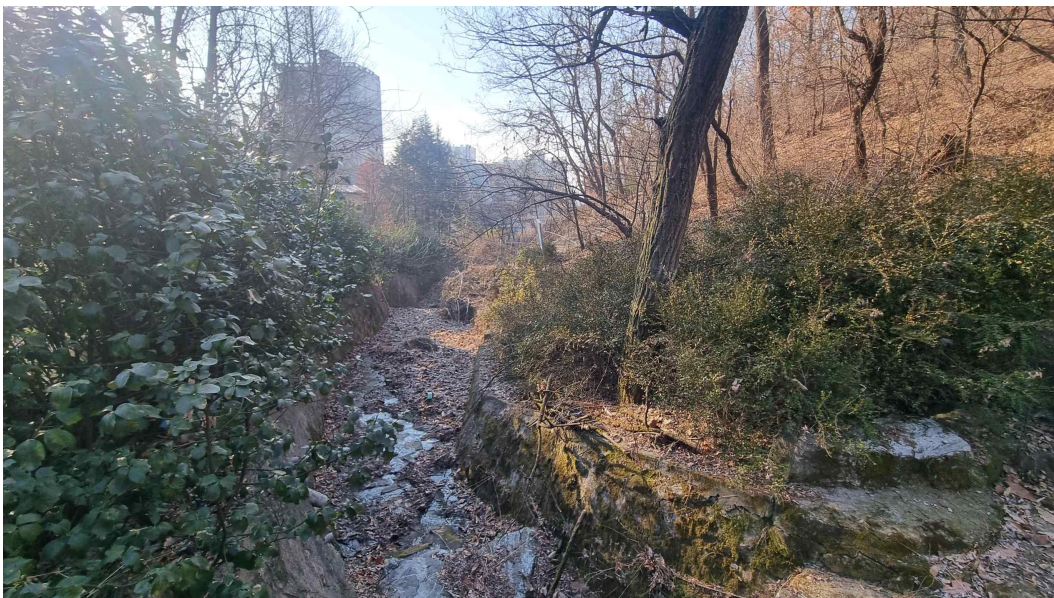


기존 시설 현황

- ④ 생물다양성보전구역 : 부측 기존 도롱뇽습지 보전 및 활용
- 북측 기존 도롱뇽습지구역은 생태적으로 안정이 필요한 지역이므로 유지보수계획 이외에는 추가시설계획을 가급적 지양
- 남측 수로 및 습지를 활용한 관찰데크 및 생물다양성습지 조성



북측 도롱뇽 서식지 및 기존 시설 현황



남측 기존 수로



남측부지 기존 습지



산림생태교육구역/생물다양성보전구역 계획안

- ⑤ 산림생태보전구역 : 기존 산림이 생태적으로 우수하고, 식생 또한 양호하여 보전구역으로 계획
- 기존 시설 유지보수 이외에는 추가시설 계획 지양



만수산 능선부 등산로



만수산 무장애길

3) 공간별 조성 사례

■ 생태하천 및 자연형 수로복원



그림 67 생태하천 및 자연형 수로복원 사례

* 출처 : 투데이충남(2022.09.02.) 태안군 '냉천골' 인근 백화산 물놀이공원 조성

■ 생태습지



그림 68 생태습지 사례

* 출처 : 그린매일(2020.07.27.) 생명의 습지, 영남의 알프스 '신불산 고산습지', NEWS1뉴스(2022.05.30.) 고창 운곡습지와 갯벌 '람사르습지도시' 국제 인증 받아

■ 기후위기 대응숲



그림 69 기후위기 대응숲 사례

* 출처 : 라펜트(2023.01.27.) 기후대응 도시숲 조성, 전남도 '전국 최다'...광주는 올해 첫 시행, NEWS1 뉴스(2023.08.13.) "숲속 깨끗한 공기를 도심으로"...서울시, 바람길숲 2차 조성

■ 야생초화원

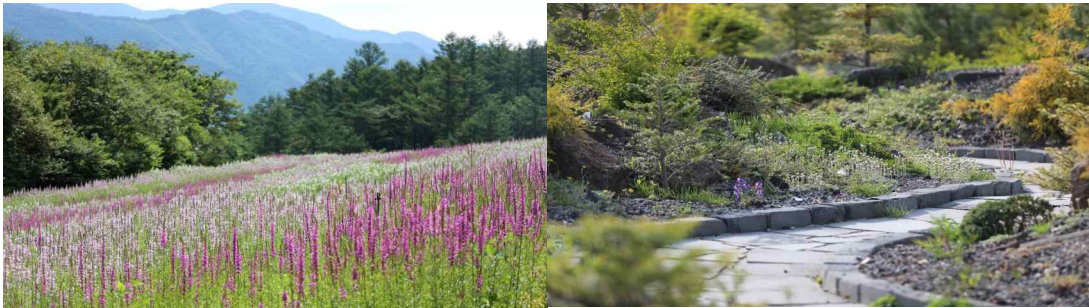


그림 70 야생초화원 사례

* 출처 : 국립백두대간수목원 홈페이지(https://www.bdna.or.kr/main/contents.do?v_page=6&a_num=10229358)

■ 소생물 서식처



그림 71 소생물서식처 사례

* 출처 : 라펜트(2016.04.08.) 부산시민공원에 '곤충호텔' 1호 조성, NEWSIS(2020.06.05.) 온갖 벌레들의 낙원, 군포시에 '곤충호텔' 들어섰다

■ 생태놀이터/생태학습장



그림 72 생태놀이터/생태학습장 사례

* 출처 : 에코타임스(2019.07.17.) 은평구 친환경놀이공간 '행복산 생태놀이터' 개장, 시정일보(2015.11.04.) 동작구 서달산 아이들 자연놀이터 변신

3.3 활용 프로그램

- (핵심구역) 자연형 계류 및 수로와 산림 복원지역으로 시설을 최소화 함
- (완충구역) 완충수림대와 생태수로 지역 중심으로 생태/학술 모니터링, 생태교육 및 체험 프로그램을 도입함
- (협력구역) 생태교육 및 시민 휴식을 위한 프로그램을 도입함

표 49 공간/시설/활용 프로그램(안)

구 분	공간 프로그램	시설 프로그램	활용 프로그램
핵심 구역	산림복원 공간	• 생태천이 관찰 숲/마운딩 • 나무더미/돌무더기	• 기후변화 모니터링 • 생태/학술 모니터링
	생태습지 공간	• 생태하천 및 습지 복원 • 생태습지 조성	• 생태교육 및 체험
완충 구역	완충수림 공간	• 기후변화 대응 숲(탄소저감, 미세먼지 차단)	• 생태/학술 모니터링 • 생태교육 및 체험
	생태수로 공간	• 자연형 생태수로 • 초지/관목림	• 생태/학술 모니터링 • 생태교육 및 체험
협력 구역	생태학습 및 관찰 공간	• 습지관찰 데크 • 데크 진입램프	• 습지 및 야생생물 관찰 • 생태교육 및 체험
	진입 공간	• 종합안내판 • 만남의 광장	• 안내
	휴식 및 교육 공간	• 생태학습장/생태쉼터 • 생태해설판	• 휴식 • 교육/안내
	생태놀이 공간	• 생태놀이 시설물	• 생태놀이



그림 73 프로그램 구성 예시

제4장

부문별 계획

1. 토지이용 및 동선 계획
2. 생태기반환경 계획
3. 생물다양성 증진 계획
4. 환경 현안 대응 계획
5. 생태시설물 계획

제4장 부문별 계획

1. 토지이용 및 동선 계획

- 핵심구역에 산림정비를 실시하여 딱따구리 서식 및 먹이원을 확보 해주며, 양서류가 서식 가능한 습지 바이오톱을 조성하도록 함
 - 숲 내부에 길을 복원하고 자생식물 초화원으로 조성하여 육상곤충이 서식할 수 있는 초지 바이오톱을 조성하도록 하며, 습지 바이오톱과 초지 바이오톱 사이에 조류가 서식할 수 있는 산림 바이오톱을 조성하고, 생태놀이터, 생태체험, 생태교육 등을 할 수 있는 시설 바이오톱을 조성하도록 함
 - (핵심구역) 접근을 최소화하는 동선을 계획하며, 동선과 바이오톱 사이에 완충수림대를 조성하도록 함
 - (완충구역, 협력구역) 서식처 및 생물종 관찰, 학습, 체험 등을 위한 최소한의 동선만을 도입하도록 함
- 보전과 이용의 공간 비율을 85~70 : 15~30로 설정하여 이용을 위한 공간을 최소화하도록 하고, 비교적 낮은 구간(10~15°)에 보조동선을 구상하여 누구나 이용할 수 있도록 함

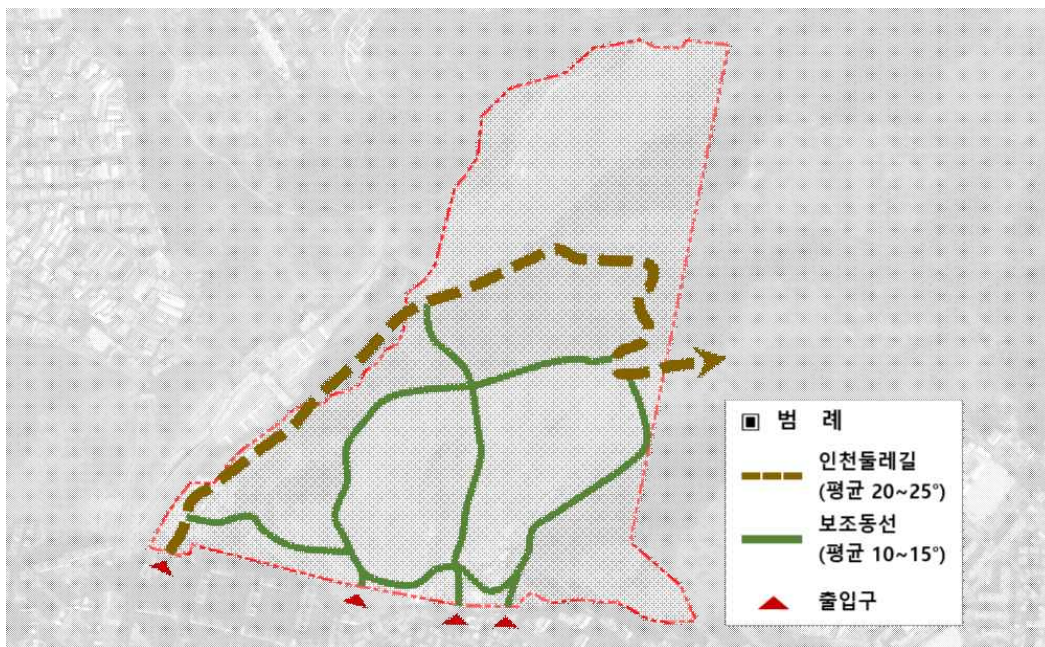


그림 74 동선계획(안)

2. 생태기반환경 계획

2.1 지형 및 토양

- 대상지에 위치한 과거 주거지, 고물상, 금형제작 등으로 활용된 건물들이 밀집해 있는 지역을 중심으로 토양오염에 따라 토양 개량을 실시하도록 함
 - 식재층 조성시 배수층 조성, 환경 친화적 개량, 식재층 조성 순으로 조성하고, 훼손된 토양을 복구하여, 표토의 보전, 재사용을 통해 표토의 손실을 최소화함
 - (수계복원지역) 단절된 수계를 연결하고, 완경사로 자연형 호안으로 조성하며, 사행할 수 있도록 지형 복원하여 수질정화효과를 극대화하도록 함
 - (산림복원지역) 마운딩을 조성하여 다양한 지형을 복원하며 유기물이 풍부한 표토를 도입하여 식생 활착이 용이하도록 복원하도록 함
 - (숲길 및 초지복원 지역) 동선 이외 지역은 잡석 등을 제거하고 야생초화류 생육이 용이하도록 영양분이 풍부한 토양을 도입하도록 함



그림 75 지형 및 토양복원 계획

* 출처 : 조동길(2017) 생태복원 계획 설계론 1-2

- 토양정밀조사용역(2022) 결과, 토양오염개연성이 확인된 지역에서 검출된 오염물질은 카드뮴, 비소, 구리, 납, 아연, 니켈, 불소 및 TPH 등임
 - 카드뮴, 비소, 구리, 납, 아연, 니켈, 불소 및 TPH 등의 최대오염농도가 ‘토양 오염우려기준 및 대책기준’을 초과하는 것으로 확인됨
 - 토양오염량 산정결과, 전항목/전심도 중첩 토양오염면적 및 총 토양오염량은 각 6,213.49㎡/9,932.99㎡으로 산정되었음. 또한 오염정화설계의 편의성을 위해 단일 무기물질(카드뮴, 비소, 구리, 납, 아연, 니켈 및 불소) 오염토, 유기물질(TPH) 오염토 및 복합(무기물질 + 유기물질) 오염토로 구분하여 토양오염면적 및 토양오염량을 평가하였으며, 무기물질, 유기물질, 복합 토양오염면적 및 총 토양오염량은 각각 4,458.47㎡/6,749.53㎡, 0.61㎡/1,415.68㎡, 1,754.40㎡/1,767.78㎡으로 산출됨
- 토양오염개연성 검토 결과, 대상 부지 내 확인된 오염물질인 카드뮴, 비소, 구리, 납, 아연, 니켈 등과 같은 중금속 물질과 TPH 등의 유류 물질은 대상 부지의 활용양상 및 주변 시설과 관련이 깊다고 볼 수 있음
 - 중금속 오염물질의 경우, 금속 제련 및 연마 공정 중 발생하는 부산물에 의한 오염 등 부지사용(공장 등) 이력, 과거 금속광상의 채광, 선광 및 제련과정, 광미 및 폐광석에 의한 오염이 발생할 수 있으며, 유류 오염물질의 경우 야적된 폐기물에서 발생하는 유류 물질의 지중 침투 혹은 제련 및 연마 공정 중 활용되는 윤활유의 누출에 의한 오염이 발생할 수 있음
- 오염토 정화는 ‘토양환경보전법 시행령’(시행 2021.01. 05., 대통령령 제31380호) 제10조에 의거, 토양환경보전법 상 토양오염 우려기준으로 정하여 ‘토양세척법(Soil Washing)’을 선정함
 - 과업대상부지는 향후 도롱뇽도시생태공원 조성계획(도시관리계획(도롱뇽도시생태공원 조성계획) 결정(변경) 및 지형도면 고시, 시행 2018. 11. 26., 인천광역시 고시 제2018-296호)에 따른 ‘도시공원 조성’이 예정된 지역으로서, 새로운 토지이용 별 지역기준 평가를 요하는 부지이다. 이에, 토양환경보전법상 ‘공원’은 ‘1지역’ 기준에 해당함에 따라, 이를 정화기준으로 적용함
 - 본 정화대상부지는 중금속, 불소 및 유류 오염물질이 토양 내 G.L.,(-)

0.0m~ 3.0m 심도 구간에 존재하므로 적용 가능한 정화기술을 선별하였으며, 선별된 정화공법 중 정화대상부지의 특성, 오염범위 및 오염물질특성을 분석하여 최적 정화공법을 선정함

- 최종적으로 선정된 정화공법은 ‘토양세척법’으로, 주요 오염원인 중금속 및 유류 복합오염을 빠른시일 내에 적절히 처리할 수 있는 것으로 판단됨
 - 토양세척법은 적절한 세척제나 용출제를 사용하여 토양입자에 결합되어 있는 유해한 유기오염물질의 표면장력을 약화시키거나 중금속을 액상으로 용출시켜 토양입자로부터 유해한 유기오염물질 및 중금속을 분리시켜 처리하는 지상처리 기술임
 - 세척법에 이용되는 세척제는 오염물질을 토양으로부터 분리·용해시키는 역할을 하는 물질로 계면의 자유에너지를 낮추고 계면의 성질을 현격히 변화시켜 물에 대한 용해성이 적은 물질을 열역학적으로 안정한 상태로 용해시킬 수 있는 중요한 화학물질이다. 그리고 이렇게 분리된 폐액은 농축·처분하거나 폐수처리 방법으로 처리하며, 폐액 내의 중금속을 회수할 수도 있음
 - 토양세척 장치는 오염물질의 종류 및 오염토양의 특성에 따라 최적의 장치를 구성해야 하지만, 일반적으로 파쇄기, 선별기, 분리장치, 혼합 및 추출장치, 세척액 처리장치, 미세토양의 2차 처리 장치 등으로 구성됨
 - 제안된 정화공법은 국내 적용사례 및 기술 확보 수준을 고려하여 선정한 것이며, 향후 정화설계 단계에서 추가적인 검토를 통해 유효성이 확인된 경우, 타 공법의 적용도 가능함

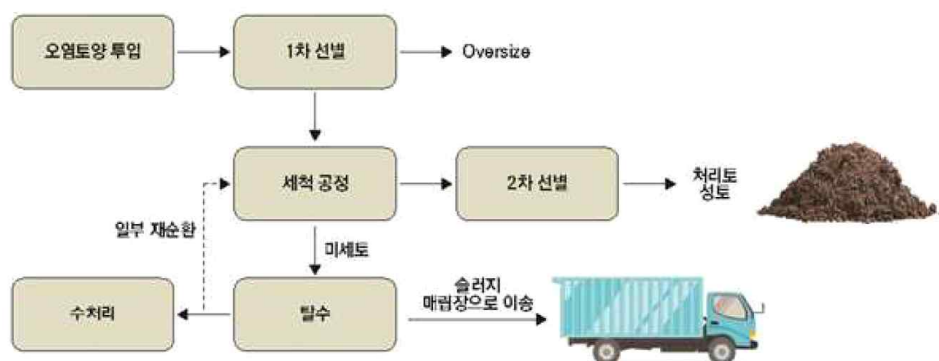


그림 76 토양세척법 기본 공정도

* 출처 : 인천광역시(2022) 도롱농도시생태공원 토양정밀조사 용역

2.2 수리수문

■ 자연을 위한 공간

- (숲-산림복원) 핵심구역과 완충구역 일부 구간에 한남정맥 복원을 목표로 하고 숲-산림 생태계를 복원함
- (물길복원) 물 순환체계 복원을 통한 재해, 생태기반 정비
- (습지조성) 생물서식 습지와 계류습지, 건습지를 조성하여 서식 공간 제공 및 자연재해 방지

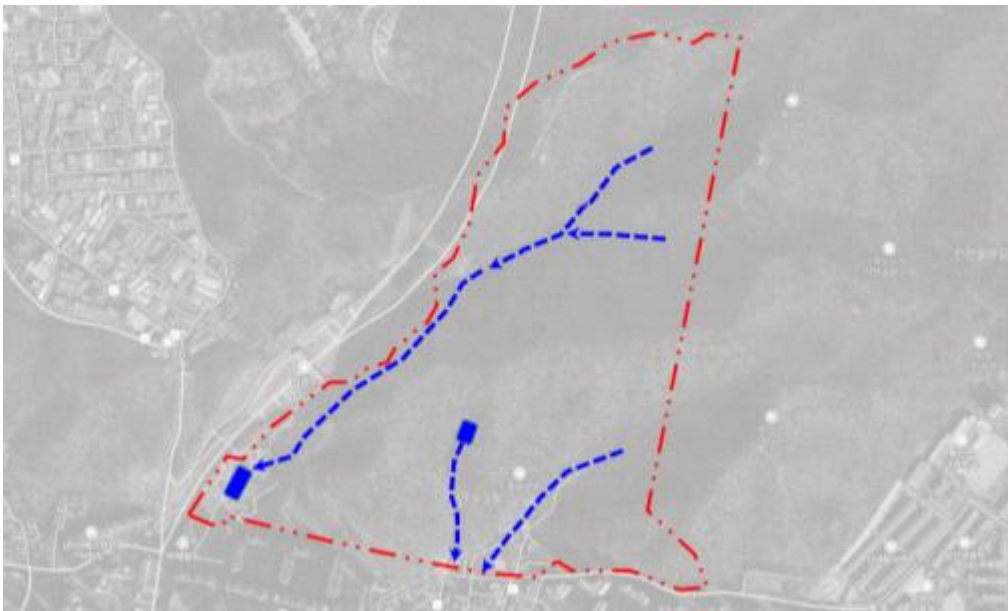


그림 77 수리수문 계획(안)

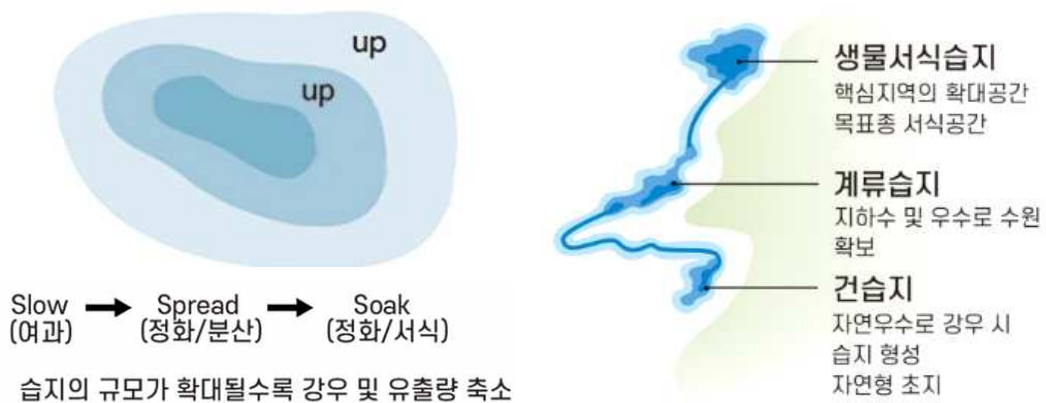


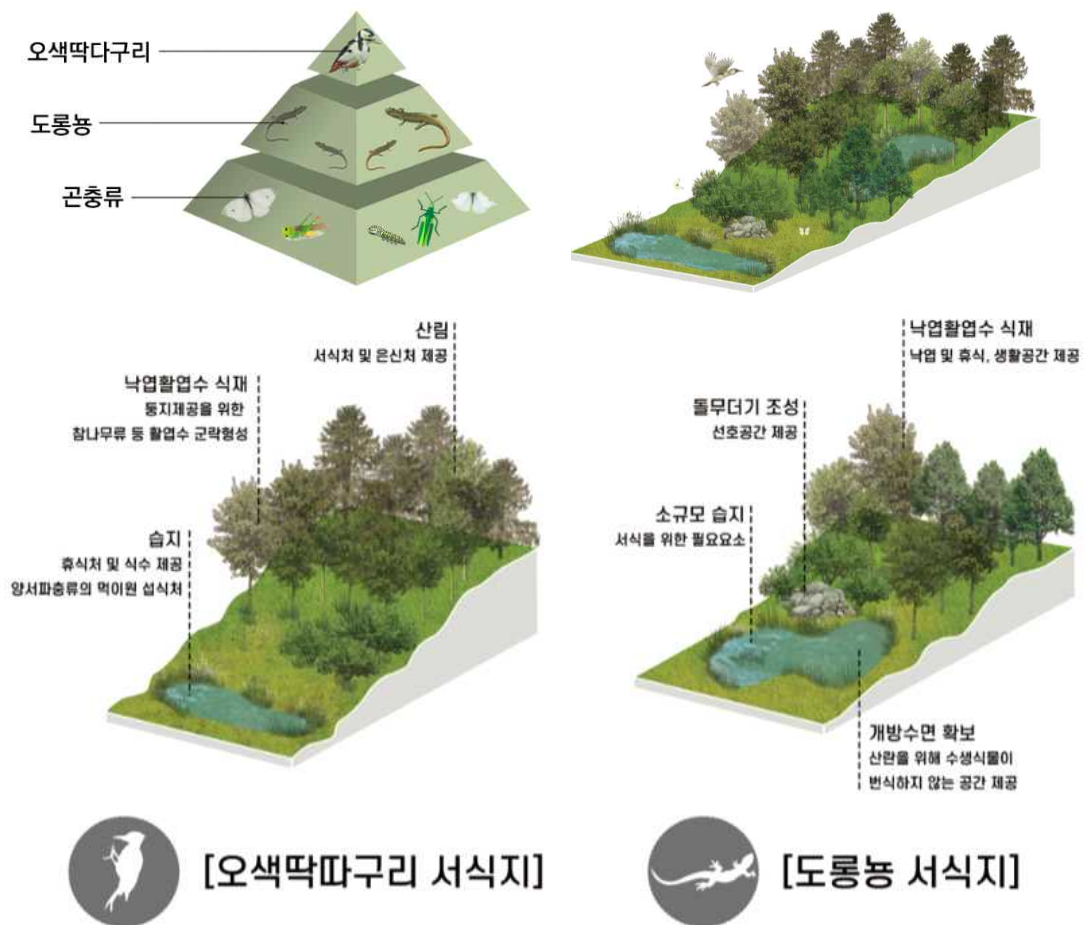
그림 78 수로복원 개념도

3. 생물다양성 증진 계획

3.1 서식처 복원 계획

1) 서식지 모델 개요

- (오색딱따구리) 인천광역시 보호종이며, 도롱뇽의 천적인 오색딱따구리는 주로 산림에서 관찰되며, 활엽수림에 동지를 틈
- (도롱뇽) 멸종위기종 2급이며, 복원 목표종인 도롱뇽은 돌무더기나 낙엽수에서 주로 관찰되고, 얇은 습지에서 번식함



인천시 시보호종이며 도롱뇽의 천적인 오색딱따구리는 주로 산림에서 관찰되며, 활엽수림에 동지를 만든다.

멸종위기종 2급이며, 복원 목표종인 도롱뇽은 돌무더기나 낙엽수에서 주로 관찰되고, 얇은 습지에서 번식한다.

2) 도롱뇽 서식처

- 도롱뇽의 서식환경을 고려하여 공간을 계획하도록 함
 - 서식지: 저습지, 고랑
 - 산란지: 웅덩이
 - 동면지: 수변
- 자연형 수로복원지역 배후로 저습지, 소규모 웅덩이 등을 조성하도록 함
 - 저습지는 크기는 100㎡에서 작게는 30㎡ 정도로 조성하고 웅덩이의 수심은 0~75cm 정도로 조성하도록 함
 - 수공간 수변부에 다양한 수생식물을 식재하여 산란 및 은신을 할 수 있는 공간을 조성하도록 함
- 소생물권 요소들을 다양하게 조성하도록 함
- 낮에 휴식을 취할 수 있는 구릉과 초지를 조성하고, 적응력이 뛰어난 목본 및 초본식물을 도입하여 생물의 수직적 서식공간과 먹이를 제공하도록 함
- 이른 봄에 주로 평지(논 등)의 습지에 산란하므로 저지대 공간에 습지 및 웅덩이 등 물 흐름이 없는 고인물 공간을 조성 함

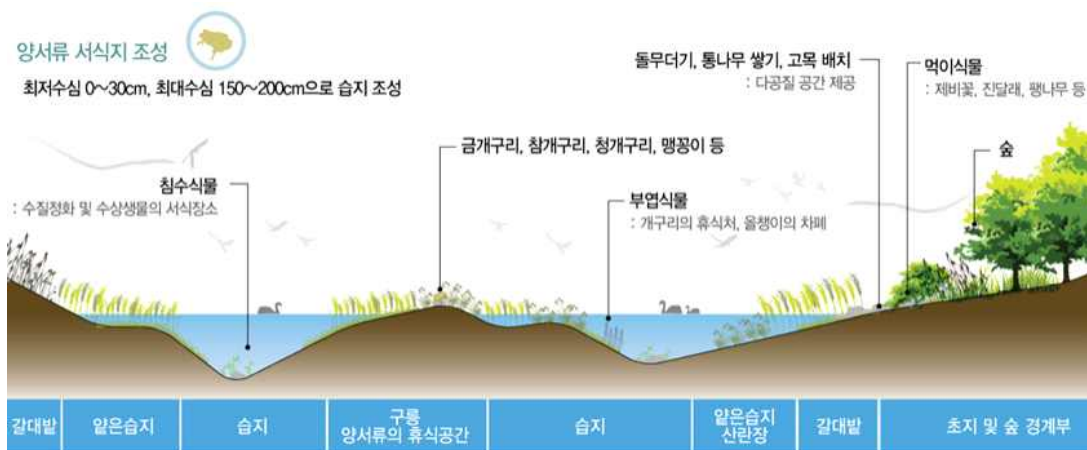


그림 79 양서류 서식처 단면도

* 출처 : 조동길(2017) 생태복원 계획 설계론 1-2

3) 오색딱따구리 서식처

- 오색딱따구리의 서식환경을 고려하여 공간을 계획하도록 함
 - 산림성 조류와 서식처의 전반적인 건전성, 깃대종과 시민과의 조우를 위하여 생태적인 임연부 소매군락을 조성하도록 함
 - 인근에 자생하는 참나무류(유목 채취 후 옮겨심기 등)를 활용하거나, 옻나무 등의 유목 또는 관목류 활용이나 전문가 의견을 반영한 인위적 식재를 통해 극단적인 공간변화(자연식생+인공 조치)나 임연부를 생태적으로 개선함
- 대상지 조사 결과, 산림 내부의 음수공간이 거의 없는 것으로 조사되었으며 임연부에도 일부 계곡공간 이외에는 음수공간이 없으므로 야생동물이 이용할 수 있는 음수원 설치가 요구됨
 - 곤충서식(수중에서 상당 기간의 유충시절을 보내는 곤충류 등 종 다양성을 위해)을 위해 임연부의 야외 생태교실 일부 공간을 습지로 복원하는 것이 목표 중 서식에 유리하다고 판단됨

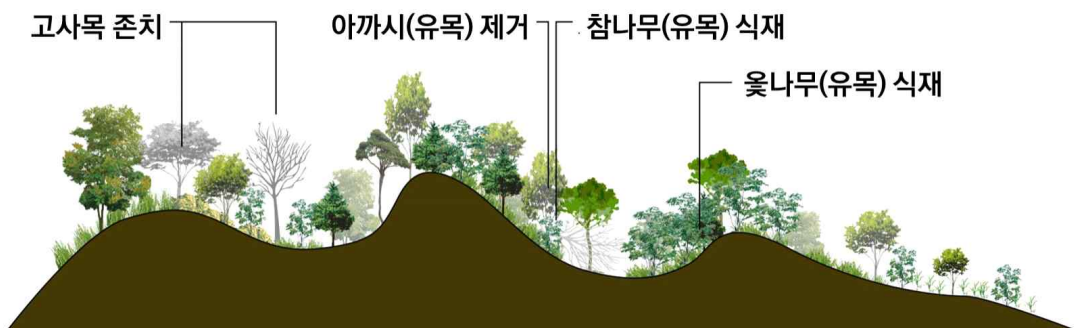


그림 80 기존 수목 제거 및 등지용 수목 식재 예시

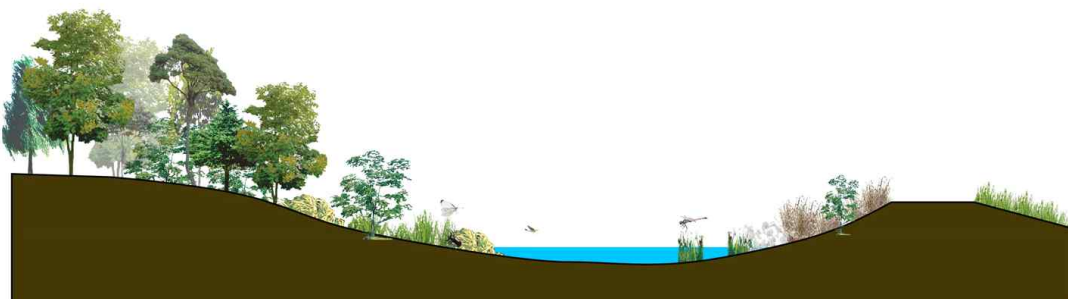


그림 81 생태학습장 내 저습지 조성 예시(단면도)

* 출처 : 성남시(2017) 생물다양성 협약 실천을 위한 성남시 깃대종 선정 및 보전 활용방안

3.2 식생 복원 계획

- 단절된 도시생태축의 연결 및 훼손지를 복원하기 위하여 주변지역과 유사한 군락의 수종을 참조하여 식재계획을 수립함
 - 대상지 내 자생종 및 향토수종을 우선적으로 선정하고, 주변에서 지속적으로 유입되는 오염원을 차단하며, 미세먼지 저감과 열섬완화 기능을 하도록 계획함
 - 식생의 조기 안정을 위하여 소나무, 잣나무, 참나무류 등 주변 생육식생을 도입하며 녹지의 연결성을 확보함
- 공간별로 생물 서식 및 먹이원, 완충 등의 역할 수행을 위하여 적합한 수종을 선정함

표 50 공간별 수종 선정(안)

구역	공간구분	식재개념	도입수종
핵심	생태습지	- 생물서식처 공간 역할 - 습지환경을 고려한 수변환경 적응력 우수 수종 도입	창포, 꽃창포, 물억새, 달뿌리풀, 미나리, 갯버들, 부지꽃, 고마리 등
	조류 유인숲	- 조류 은신처로 활용 가능한 공간 역할 - 먹이원 기능 수종 도입	팔배나무, 때죽나무, 감나무, 율나무, 버드나무, 마가목, 보리수, 산수유, 부들, 달뿌리풀 등
			
	달뿌리풀 꽃창포 미나리		
			
	팔배나무 율나무 감나무		
완충	생태숲	도로 및 철로 등 주변 위협요소로부터 생물서식처로의 영향 완화 공간	신갈나무, 갈참나무, 졸참나무, 상수리나무, 산수유, 산사나무, 국수나무, 자생 지피종 등

협력		내부 보호, 가장자리 종의 서식공간 조성	
	생태학습장	방문자 탐방 및 생태교육, 체험활동 가능 공간	애기부들, 붓꽃, 줄, 물봉선, 기린초, 엉겅퀴, 현호색 습지성 식물 및 자생초화류 등
			
	신갈나무	산사나무	물봉선
			
	국수나무	애기부들	붓꽃
	초화원	- 주변 서식처와 자연스러운 연결, 곤충류 유인/서식/번식 공간 조성 - 조류 및 곤충 먹이원으로 활용 가능	털부처꽃, 금불초, 배초향, 기린초, 노루오줌, 할미꽃, 벌개미취, 양지꽃, 은방울꽃, 지면패랭이(꽃잔디) 등
	생태놀이터	- 가족단위 방문객의 친환경 자연 놀이·체험 공간 - 생태교육적으로 가치 있는 식물 도입	마가목, 보리수, 조팝나무, 싸리나무, 병꽃나무, 좀작살나무, 꿀풀, 머루 등
			
	조팝나무	은방울꽃	노루오줌
			
	마가목	병꽃나무	할미꽃

1) 식물정화공법

- (식물 추출) 식물조직이 중금속을 체내에 흡수, 축적함으로써 오염물질 제거
- (식물 안정화) 오염물질이 식물 효소에 의해 뿌리 주변에 비활성 상태로 축적되고, 이동이 차단되어 토양 확산 방지

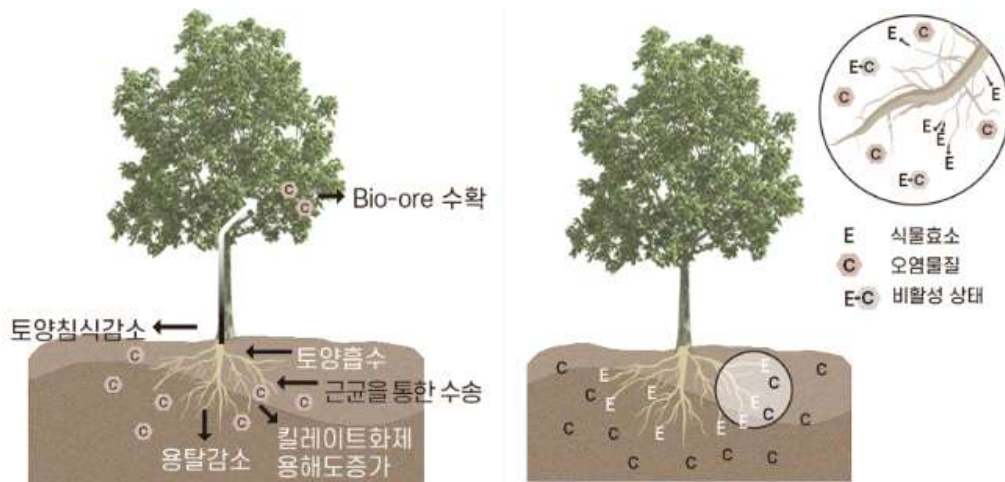


그림 82 식물정화공법 정화과정 모식도

2) 바이오차

- 산소공급이 제한된 조건에서 목재 등의 바이오매스를 열분해할 때 생성되는 부산물로 토양 미생물 활동의 촉진을 통해 식물의 성장을 촉진시킴

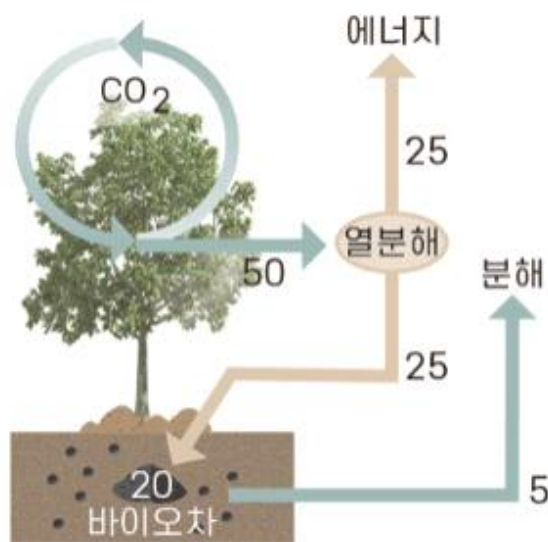


그림 83 바이오차 모식도

3) 숲 가장자리 복원

- 숲을 보호하는 경계 식생대
- 다양한 서식환경을 형성하는 주연부 형성
 - 대상지 내 폐건물과 쓰레기 투기로 훼손된 숲 가장자리 복원을 위해 주연부 식재를 도입하여 식생환경의 안정성 확보

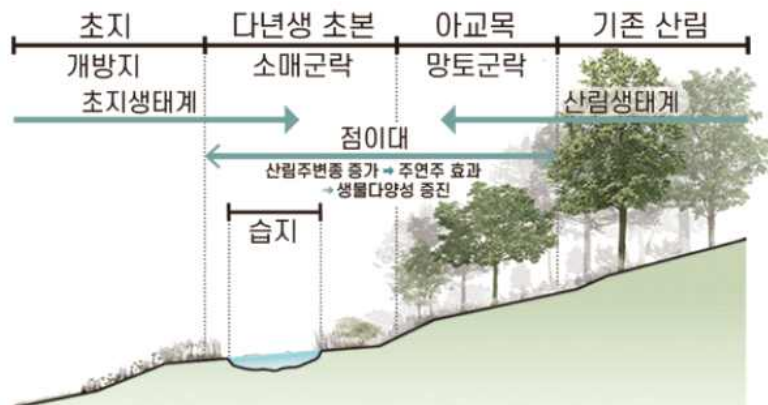


그림 84 숲 가장자리 복원 단면도

4) 숲 틈 확보

- 토양환경 개선과 생물다양성 증진의 효과를 얻을 수 있음
 - 기존 자생군락인 소나무와 상수리나무는 존치하고, 외래 군락인 리기다소나무를 숲 틈에 의한 천이 유도를 통해 다양한 층위 형성

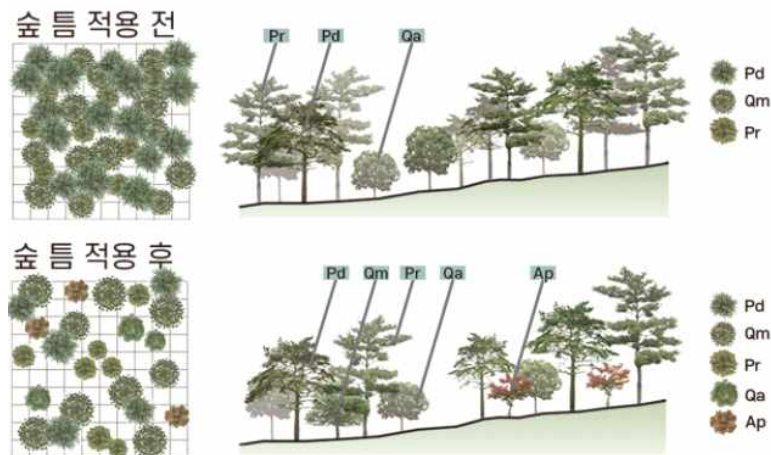


그림 85 숲 틈 확보 복원 단면도

4. 환경 현안 대응 계획

- 대상지 내 단절된 한남정맥의 생태축 복원으로 온도저감 효과와 탄소 저감을 통한 기후변화에 대응하는 적응효과의 가치를 기대할 수 있음



그림 86 연결 가능한 생태축 현황

1) 습지 조성을 통한 탄소저장

- 식물의 분해 속도를 저감하는 습지의 환경으로 탄소 축적 역할
- 대기 중의 이산화탄소 흡수를 통한 탄소 저장고의 역할



그림 87 탄소저장을 위한 습지 모식도

2) 토양에 의한 탄소저장

- 표토층(0~30cm)의 유기탄소 저장량은 $28.21 \pm 7.31 \text{ ton/ha}$ 로 토양이 탄소저장 효과가 있음

* 출처 : 한강수변구역 복원지의 표토 특성 및 유기탄소 저장량 추정(이종문 외 3, 2019)

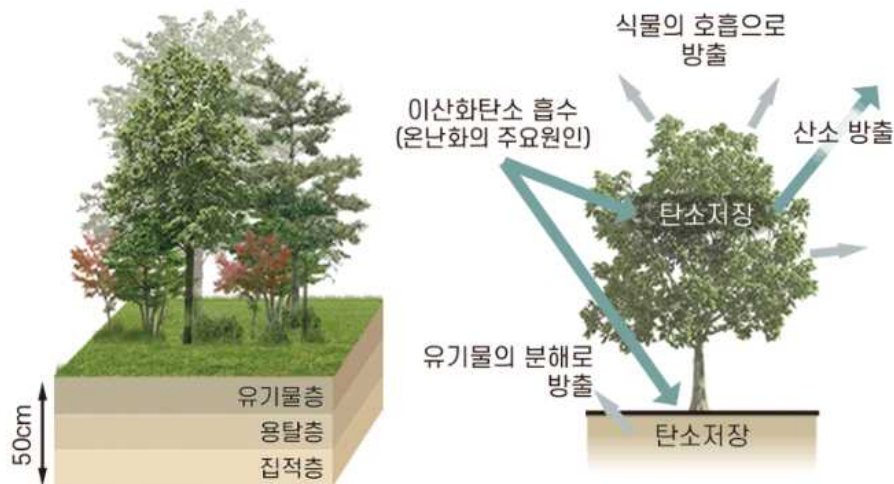


그림 88 토양의 탄소저장 모식도

3) 숲을 이용한 탄소저장

- 미세먼지 저감숲은 숲이 가지고 있는 미세먼지 저감 기능을 충분히 발휘할 수 있도록 숲 내부 공기 흐름을 적절히 유도하여 줄기, 가지, 잎 등 접촉면이 최대화될 수 있도록 조성하며 1ha당 800~1,000주 이상 식재하도록 함

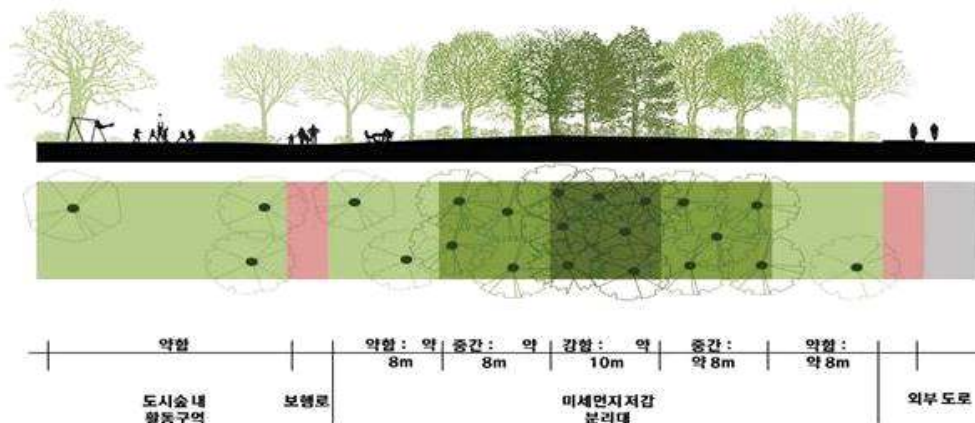


그림 89 미세먼지 저감숲 모식도

* 출처 : 마운틴뉴스(2018.05.09.) [핫이슈 '미세먼지, 도시숲이 해결책이다' | <1>개념과 세계 각국 현황] 흡입되는 미세먼지 많아 인체 치명적

- 식생은 온실가스인 이산화탄소를 흡수, 저장하여 이산화탄소 배출을 억제하는 효과가 있음
 - 탄소저감숲의 기능을 최대한 발휘할 수 있도록 탄소저감 고효율 수종, 자생종, 저연령 수목, 고밀도 식재를 도입함
 - 식생의 광합성 작용을 촉진시켜 탄소의 흡수를 증대하여 탄소를 저감할 수 있음
- 도입 수종은 탄소저감 효율이 높으며 자생종의 참나무류인 갈참나무, 신갈나무, 졸참나무를 중심으로 관목은 노린재나무, 생강나무, 작살나무, 찔레꽃 등으로 선정함

표 51 국가표준 산림 단위면적(ha) 당 연간 이산화탄소 흡수량

(단위 : 톤/ha/년)

구 분	임령					
	10	20	30	40	50	60
소나무(강원지방)	7.35	9.92	9.40	8.08	6.61	5.25
소나무(충부지방)	3.40	6.76	12.14	6.29	3.22	1.77
소나무(평균)	5.38	8.34	10.77	7.19	4.92	3.51
잣나무	5.31	11.55	10.61	8.90	7.45	6.37
낙엽송	8.96	10.31	9.27	8.33	7.70	7.31
리기다소나무	4.42	13.60	12.16	8.49	5.70	4.02
편백	5.10	8.67	8.03	6.47	5.06	4.04
상수리나무	11.72	16.53	14.55	12.83	11.43	10.22
신갈나무	9.00	15.62	9.73	8.79	7.80	7.08
참나무(평균)	10.36	16.08	12.14	10.81	9.62	8.65

* 출처 : DXtimes(2023.03.24.) 주요 산림수종의 표준탄소흡수량('22.04)

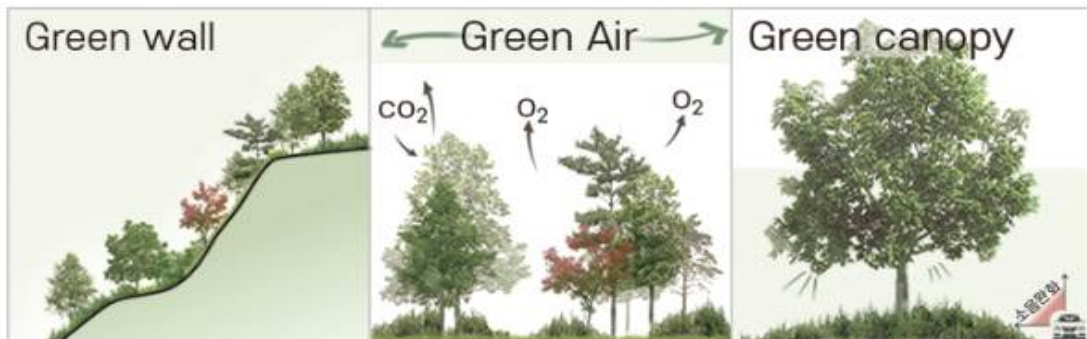


그림 90 숲을 이용한 탄소저장 방법

5. 생태시설물 계획

- 생태기반환경과 생태환경의 보전을 우선 고려한 시설물을 배치하도록 함
- 자연친화적인 재료를 활용한 시설을 도입하고, 동선의 포장은 마사토 포장, 부정형 판석, 원지반 다짐 등을 적용함
 - 대상지 내 포장면적을 최소화하여 생물들의 이동에 방해가 되지 않도록 함
- 소생물서식공간 조성 시 나무더미, 돌무더기, 버그하우스 등 다공질 서식 시설을 배치하여 소생물 유입 및 생물다양성 증진을 극대화함
 - 생태환경 조성을 위하여 자연소재를 활용하며, 친환경적인 조성 및 복원방법과 내구성이 높은 재료를 도입함

표 52 공간별 시설 및 포장 계획(안)

생태시설계획	포장계획
- 자연친화적 재료 도입 - 나무더미, 돌무더기, 다공질공간, 헛대, 인공둥지, 조류먹이대, 친환경놀이시설, 생태해설판, 버그하우스 등	- 투수성 포장재 도입 - 자연친화형 흙(마사토)포장, 무방부 목재, 자연석 포장, 야자매트 등 활용



조류서식처

나무더미

돌무더기



생태놀이터

생태연못

생태해설판

그림 91 주요 생태시설물 예시

제5장

타당성 검토

1. 정책적 타당성
2. 기술적 타당성

제5장 타당성 검토

1. 정책적 타당성

- 화폐적 측정 불가 또는 직접적 비용/편익으로 판단 불가한 투자사업의 효과(Impacts) 및 위험요인(Risks) 등을 포괄적으로 제시 가능
- “정책적 타당성 입증”
 - 상위계획 및 정책 부합성, 사업준비 정도 및 추진의지, 사업목적 달성 가능성, 재정에 대한 영향 검토, 사업의 시의성, 지역사회 이해관계자 수용성 분석 실시

표 53 정책적 타당성 분석 결과

구분	분석 내용
상위계획 및 정책 부합성	- 그린뉴딜 및 탄소중립 2050과 연계하여 국가정책 추진 중에 있음 - 식생·토양의 자연성 보전 및 야생동물 서식지 보존 - 탄소중립 2050과 관련하여 도심·수변 등의 탄소 흡수원 확대
사업준비 정도 및 추진의지	- 인천시 도롱뇽 도시생태공원에 대한 복원 의지 - 기존에 있는 건물, 오염평가를 통한 토양정밀조사 및 개량화 사업 추진 - 인천광역시 탄소중립 2050을 위한 탄소 흡수원 확대 기대
사업목적 달성 가능성	- 거시적으로 환경전문 교육공간으로서 시민의식 향상 - 환경 친화적 복원을 통한 경제의 건전한 발전에 기여
재정에 대한 영향 검토	- 국비 70%, 지방비 및 민자 30%의 재원조달 가능
사업의 시의성	- 훼손된 공간에 대해 토양복원/탄소 흡수원 확대를 통한 복원 필요 - 인천광역시 시민, 환경단체, 환경교육 및 전시/체험공간으로 활용 가능
지역사회 이해관계자 수용성	- 인천광역시 및 수도권 대상 환경복원 및 탄소 흡수원 야외 교육공간이 필요한 실정

2. 경제성 분석

2.1 타당성 분석의 목적

- 타당성 분석의 목적은 사업의 제비용과 수익을 단계별 투자분야별로 분석하여 사업의 재무적 경제성을 미시적으로 평가하기 위하여 분석을 실시함
- 이러한 평가를 통해서 의사결정자에게 투자 및 수익에 관한 체계적이고 과학적인 정보를 제공하여 궁극적으로 투자계획 과정의 합리성과 투자의 효율성을 향상시키고자 함
- 비용편익 분석은 재무적 타당성과 사회·경제적인 타당성으로 분류할 수 있음
- 사회·경제적인 타당성은 재무적 측면에서 직접적으로 계량화할 수는 없으나 다양한 경제적 측면에서의 편익들을 수치로 표현하는 경우 사용됨
- 이러한 예는 환경적 편익과 가치, 시설 혹은 사업의 내재적 가치, 지역 주민들 간의 화합 및 사회정의 구현 등 비경제적인 측면을 계량화하는 것을 의미함

2.2 분석의 진행과정

- 분석의 진행과정은 다음 그림에서 보는 바와 같이 비용과 수익의 산정시 재무적 타당성만을 고려하여 사업성 분석을 도출하게 됨
- 일반적인 사업에 대한 경제적 타당성을 검토하는 분석 절차는 다음의 다섯 가지 단계로 진행함.
- 첫째, 분석방향 및 기준을 설정하고, 둘째, 사업계획 분석을 통하여 비용과 편익을 산출하게 됨
- 첫 번째 단계에서는 사업의 경제적 타당성 분석을 위해 대상 사업을 명확히 할 필요가 있음
 - 특히 사업의 평가 관점을 어떻게 설정하는가에 따라 비용과 편익이 차이가 나

게 되므로, 평가 관점을 분명히 할 필요가 있음

- 일반적으로 경제적 분석은 계량화가 불가능하거나 가치화가 불가능한 사업의 정책을 평가하는 것이며, 재무성 분석은 재화 및 서비스 시장의 변화 등 시장 재의 평가를 위하여 대상 사업의 현금 흐름에 대해 분석하는 것임
- 두 번째로 산출된 비용과 편익을 기초로 경제성을 평가하게 되며, 산출된 경제성을 기초로 하여 민감한 변화를 실시하게 됨
 - 사업과 관련된 비용과 편익을 각각 추정하는 과정으로서, 평가의 관점을 유지 하며 사업과 관련된 모든 비용과 편익을 계량화하여야 함
 - 이때 경제적 타당성 평가의 기준을 이용하여 사업의 경제적 타당성을 평가함
 - 여기에는 현재가치(present value)기준, 편익/비용(B/C) 기준, 내부수익률 기준이 있음
- 민감도 분석은 경제 외적 변화에 따라 발생하는 변수들의 변화에 대처하기 위하여 분석되는 과정임
- 이러한 민감도 분석을 통하여 각 변수들이 사업의 경제성에 얼마나 영향을 미치는지 파악할 수 있음
 - 분석된 경제적 타당성 평가 결과를 할인율의 변화, 비용 및 편익 크기의 변화에 따라 경제적 타당성 평가 결과가 어떻게 변화하는지를 검토함
 - 이 단계를 경제적 타당성 결과에 영향을 미치는 요소들에 대한 변화가 경제적 타당성에 어떤 영향을 주는지 검토하는 것으로 민감도 분석이라 정함

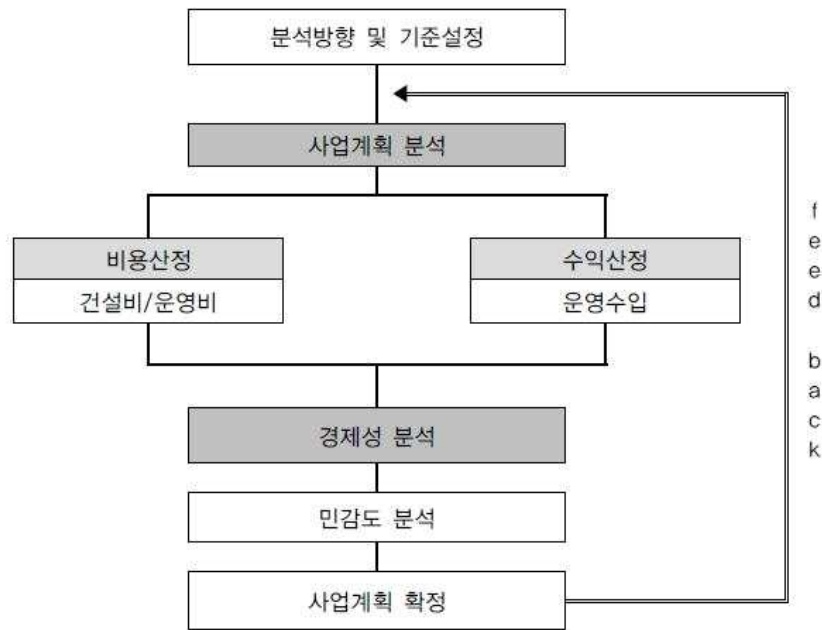


그림 92 경제성 타당성 분석 과정

2.3 분석방법

- 사업성 분석에는 회수기간법(Payback Period Method), 회계이익률법, 현금흐름 할인법 등이 있으며, 본 사업에는 시간의 경과에 따른 화폐의 미래가치 계측이 가능한 현금흐름 할인법으로 검토함
- 수익/비용 비율(B/C Ratio : Benefit·Cost Ratio)법은 투자로부터 기대되는 총 편익의 현가를 총비용의 현가로 나눈 값을 의미함
 - 즉 장래에 발생하는 편익과 비용을 현재가치로 환산하기 위해서 할인율(k)로 할인하여, 분석 기간 중 기대되는 총 편익의 현재가치총액과 총비용의 현재가치총액의 비율을 계산하는 지표로서, 다음의 식으로 산출되며, B/C Ratio가 1보다 클수록 그 사업은 타당하다고 판단할 수 있음
- 순현재가치(NPV : Net Present Value)법은 경제성을 가늠하는 척도 중의 하나로서 투자로부터 기대되는 미래의 총 편익을 할인율로 할인한 총 편익의 현가(現價)에서 총비용의 현가(現價)를 공제한 값으로 정의할 수 있음
 - 순현재가치(NPV)는 투자로부터 발생하는 현금유입과 현금유출을 화폐의 시간적 가치를 고려하여 투자여부 결정하게 되며 일반적으로 사업의 순현재가치가

- 0 이상이면 이를 사업타당성이 있는 것으로 판단할 수 있음
- 순현재가치는 대안선택에 있어서 정확한 기준을 제시해 주고, 계산이 용이하여 경제적 타당성 분석에 보편적으로 이용되는 방법임
 - 단일투자안의 경우 투자안의 NPV가 0(零)보다 크면 그 투자안을 채택하고, 0보다 작으면 기각하며, 상호배타적인 여러 투자안들의 경우에는 0보다 큰 투자안 중에서 NPV가 가장 큰 투자안을 채택함
 - 내부수익률(IRR)은 미래의 현금유출·유입의 현가를 동일하게 하는 할인율을 구하고 기대수익률과 비교하여 투자가치를 평가하는 것으로, 내부수익률이 사회적 할인율(사업의 이자율)보다 클 경우에 사업타당성이 있는 것으로 판단할 수 있음
 - 내부수익률(IRR : Internal Rate of Return)은 투자로부터 기대되는 총 편익의 현가와 총비용의 현가를 같게 하는 할인율을 말하는데, 즉 어떤 사업(투자안)의 순현재가치(NPV)를 0으로 만드는 할인율로 다음의 식으로 나타낼 수 있음
 - 단일투자안의 경우에는 투자안의 IRR이 할인율보다 크면 그 투자안을 채택하고 그렇지 않으면 기각하며, 상호배타적인 복수의 투자안들의 경우에는 투자안의 IRR이 할인율보다 큰 투자안 중에서 IRR이 가장 큰 투자안을 선택함

표 54 재무적 타당성 분석 방법

구분	의의	산정방법	판단기준	
			사업성 有	사업성 無
순현재가치 (NPV)	투자로부터 발생하는 현금유입과 현금유출을 화폐의 시간적 가치를 고려하여 투자여부 결정	$\sum_{t=1}^n \frac{Bn - Cn}{(1+r)^t} > 0$	NPV > 0	NPV < 0
내부수익률	미래의 현금유출·유입의 현가를 동일하게 하는 할인율을 구하고 기대수익률과 비교하여 투자가치 평가	$\sum_{t=1}^n \frac{Bn}{(1+r)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{Cn}{(1+r)^t} = 0$	IRR > 기대수익률	IRR < 기대수익률
수익/비용법 (Benefit/Cost Ratio)	할인율에 의해 수익과 비용의 현가를 계산하고 비용에 대한 수익비율 산정	$\sum_{t=1}^n \frac{Bn}{(1+r)^n} / \sum_{t=1}^n \frac{Cn}{(1+r)^n}$	B/C > 1	B/C < 1
* * Bn : n시점의 수입 / Cn : n시점의 비용 / r : 할인율				

2) 경제적 타당성 분석의 판단기준

- 내부수익률법과 순현재가치법을 살펴보면, 내부수익률법에서 가정하고 있는 어떤 투자로부터 기대되는 총 편익을 그 투자안의 IRR로 재투자한다고 가정하고 있는데 반해 순현재가치법(NPV)은 사회적 할인율로 재투자한다고 가정하고 있어 순현재가치법(NPV)이 더 현실적이라고 볼 수 있음
- 또한 내부수익률(IRR)은 투자로부터 얻는 수익률을 의미하는 반면 순현재가치법(NPV)은 투자로부터 발생하는 가치의 증가분을 나타내므로, 여러 개의 투자안이 존재하는 경우 내부수익률(IRR)의 크기에 따라 투자안을 선택하면 최적투자조합을 택할 수 없게 될 수도 있으나, 순현재가치법(NPV)의 크기에 따라 투자안을 선택하면 가치를 극대화시킬 수 있는 투자조합을 택할 수 있음
- 더구나 순현재가치법(NPV)은 해당 투자안의 기업 가치에 대한 공헌 정도를 현가로 나타낸 것이기 때문에 가치의 합계원칙을 적용할 수 있지만 내부수익률법은 그렇지 못하며, 내부수익률을 이용하여 투자가치를 평가할 경우 투자안에 따라서 복수(複數)의 내부수익률(IRR)이 존재하므로 투자의사결정이 어렵게 됨
- 또 다른 방법인 수익·비용비율법도 투자안에 따라서 순현재가치법(NPV)과 서로 다른 평가결과를 가져올 수 있으며, 이러한 경우에도 순현재가치법(NPV)에 의해 투자가치를 평가하는 것이 바람직한데 이는 순현재가치는 어떤 투자안으로부터 기대되는 경제적 공헌을 나타내고 있으나 수익·비용비율은 어떤 투자안의 상대적인 수익성을 비율로 나타내고 있기 때문임
- 이와 같이 각 방법들의 장·단점을 종합해 본 결과 경제성 분석은 세 가지 분석방법을 모두 시행하여 결과를 제시하되, 타당성의 존재 여부를 결정하기 위해서는 순현재가치를 주된 판단기준으로 삼는 것이 바람직할 것으로 판단됨

1) 경제적 타당성 분석의 전제

■ 할인율

- 경제적 타당성 분석에 적용되는 할인율은 사회적 할인율을 말하는 것으로 본 과업서는 「지방재정투자사업 타당성조사 수행을 위한 일반지침」 기준인 4.5%를 적용

■ 분석기간

- 할인율 적용 기간은 사업기간 총 3년, 준공 후 운영기간 총 30년으로 전제

표 55 경제적 타당성 분석의 전제

구분	의의
기준년도	2023년
분석기준	조성기간 : 2023년~2025년
	운영기간 : 2026년~2055년(조성 후 30년 운영)
할인율	4.5%(사회적 할인율 적용)

* (할인율) KDI(한국개발연구원)에서 제시한 사회적 할인율은 4.5%

* (사회적 할인율) 공공투자사업의 미래 비용·편익을 현재가치로 환산하기 위해 적용하는 할인율로 사업 타당성 비교·분석

2.2 인천 도시생태축복원 조성사업 비용 추정

1) 추정 개요

- 도시생태축복원 조성사업은 탄소중립 2050, 그린뉴딜과 연계하여 국가정책에서 우선으로 추진하고 있음
- 운영비는 기존의 인천광역시에서 시민들을 위해 관리하는 공원이 있으므로 운영비 예산은 따로 산출하지 않음



그림 93 문화·관광사업 비용 추정 과정

2) 분석결과

- 본 사업은 도시생태축복원(도롱농도시생태공원) 특수성을 가지고 있으며, 수입이 없는 시민 편의 시설사업으로서 비용·편익분석을 검토하고자 하였으며, 2023년 개략사업비 60억 원이 소요된다는 가정 하에 검토함
- 본 사업은 환경복원 및 생태축 연계를 위하여 편익을 도모하는 환경정책 사업이므로 수입이 없는 관계로 도롱농공원의 생태복원 편의시설을 설치하였을 때 지불 의사액이 있다는 가정 하에 평균적인 지불액을 넣어 산출 하고자함
- 도시공원 및 생태공원의 가치에 대한 지불의사 금액을 살펴보았을 때 5,000원 미만의 금액을 지불할 의사가 가장 많이 조사 되었으며(장유리, 2005, 서울시 도심 녹지에 관한 가치 측정과 시민들의 지불의사에 관한

연구), 연령별 및 이용자의 행태에 따라 30-40대의 이용자계층이 지불의사를 가지고 있으므로 문화재관람료의 지불의사에 미치는 결정요인 및 설득효과(박종구, 2008)에서 제시하고 있는 금액의 절반인 1인당 1,000원의 지불의사가 있는 것으로 추정하고자 함

3) 조건부가치측정법(CVM : Contingent Valuation Method)을 이용하여 편익 추정

- CVM이란 공공재(Public goods), 환경재(environmental goods) 등과 같이 시장에서 거래되지 않은 상품(non-market good)의 가치를 측정하는 기법의 하나 CVM에서는 비시장재의 소비량 변화에 따른 한계지불의사액을 설문조사방법을 통하여 “직접적”으로 추정하는 방법으로 선행연구 검토를 통해 도롱뇽도시생태공원의 한계지불의사액을 추정하였음
- 도롱뇽도시생태공원 이용에 따른 한계지불의사액 1,000원, 인천시 이용자 100,000명/년 이 이하는 것을 예상하였음
- 조건부가치측정법(CVM) 분석결과 총 투자비인 6,000백만원 중 토지보상비는 없으며 조성비의 비용은 6,000백만원이며, 도롱뇽도시생태공원 총 가치추정은 2,386백만으로 추정됨
- 도롱뇽도시생태공원 도시생태축 조성에 따른 가치추정 결과 조성비에 못 미치는 결과가 도출되었음

4) 무료화를 통한 편익 추정

- 도롱뇽도시생태공원 도시생태축 조성사업의 경우 환경정책 복원사업으로서 수입은 없음
- 물론 도롱뇽도시생태공원 도시생태축 사업으로 파생되는 편익에는 이와 같은 직접적인 편익 이외에도 지역경제 파급효과와 같은 간접적인 편익이 존재함

- 그러나 간접적 편익들을 모두 고려하기란 현실적으로 매우 어려움. 간접적 편익 중에는 계량화하기가 불가능한 것도 있으며, 계량화가 가능하다고 하여도 방법론상 직접적 편익과 직접 비교하기가 곤란함
- 편익은 수요에 객단가를 곱함으로써 구할 수 있지만 도롱뇽도시생태공원을 방문하는 모든 방문객이 아니라 실제로 주변 관광지의 방문객 수요를 의미함
- 도롱뇽도시생태공원 도시생태축을 이용하는 이용객에게 수입을 기대할 수 없기 때문임
- 객단가¹⁾는 입장객 1인이 소비하는 총 금액을 의미하는 것으로서 주변의 관광지 입장료, 관람료, 식음료 구입비 등의 모든 경비를 포함함
- 무료이용으로 비용 및 편익 추정결과를 종합적으로 고려하면 도롱뇽도시생태공원 도시생태축 경제성 분석을 위한 순현재가치, 편익비용 비율, 내부수익률 등을 계산할 수 있음
- 도롱뇽도시생태공원 도시생태축 이용에 따른 한계지불의사액 1,000원, 연간 이용자수 100,000명이 이용한다고 가정했을 시 연간 발생하는 편익은 1,000백만원으로 추정됨
- 도롱뇽도시생태공원 도시생태축 조성 후 30년간(2026~2055년) 이용을 전제로 경제성 분석 실시하였으며, 예비타당성 분석 시 사용되는 사회적 할인율 4.5%를 적용한 결과 편익은 3,669백만원 원, 비용은 조성비를 포함하여 7,890백만원으로 분석됨
- 경제성 분석 결과, 조성 사업의 비용-편익분석(B/C)는 0.77, 순현재가치(NPV) -2,386백만원, 내부수익률(IRR)은 분석되지 못하여 사업타당성 적합기준을 충족하지 못하는 결과로 도출되었음

* 1) 한국개발연구원, 2000. UN기념공원 조성사업.

표 56 도롱뇽도시생태공원 도시생태축조성 경제성 분석 결과

구분	분석결과
총투자비	60억 원
순현재가치(NPV)	-2,386백만원
편익-비용 비율(B/C)	0.77
내부수익률(IRR)	계산되지 않음
투자회수기간	계산되지 않음

3. 종합결론

- 도롱뇽도시생태공원 도시생태축 조성사업의 타당성 검토를 위한 조건부가치추정과 경제성 분석의 결과가 충족하지 못하였지만 비시장재인 공공시설의 사업 추진목적과 지역현안 등 사회적 가치 실현을 고려해야 함
- 본 사업은 소득사업을 창출하고자 함은 아니어서 여러 각도에서 검토하고자 함
- 본 사업은 국가정책 및 인천광역시 도시생태축 복원사업이라는 탄소중립 2050 사업이 요구되는 지역으로 입지적 타당성은 적합하나, 경제적 타당성은 없는 것으로 나타났음
- 그러나 지역주민들에게 환경생태 복원 확충으로 정주여건 개선 및 지역경쟁력 향상 등이 기대되는 사업으로, 향후 건설 운영과정에서 발생하는 지역경제 파급효과 및 도롱뇽도시생태공원 이용을 통한 의료비 절감 효과를 감안한다면 본 사업은 추진하는 것이 적정하다고 판단됨

제6장

사업집행계획

1. 사업추진계획
2. 사업투자계획
3. 모니터링 및 관리운영계획

제6장 사업집행계획

1. 사업추진계획

1.1 사업추진체계

- 성공적인 인천광역시 도시생태축복원 조성사업 추진을 위하여 다양한 주체 간 합의와 역할 분담, 참여가 필요
 - 환경부는 도심개발로 인해 단절된 도시생태축 복원을 위한 국고보조 및 기관 간 의견 조율
 - 인천광역시와 경기도는 핵심생태축을 복원하는 사업의 중요성을 고려하여 사업비 분담 및 행정지원
 - 인천광역시와 경기도는 사업비 분담과 사업시행, 사업 완료 이후 운영 및 유지 관리 등을 담당
 - 국립생태원 및 인천연구원은 인천광역시 도시생태축 복원 사업이 효과적으로 추진될 수 있도록 자문 및 기술지원

표 57 인천광역시 도시생태축 복원사업 추진에 있어 역할분담(안)

구분	기관	주요 역할
사업총괄 및 지원	 환경부	• 도시생태축 복원을 위한 국고보조 • 기관간 의견조율 총괄
	 경기도	• 도시생태축 복원사업 행정지원 • 사업비 분담
사업추진 및 관리운영	 인천광역시	• 사업비 분담 • 사업시행 및 사업완료 이후 관리협의체 구성을 통한 유지관리 담당
자문 및 기술지원	  국립생태원 NATIONAL INSTITUTE OF ECOLOGY 인천연구원 THE INCHEON INSTITUTE	• 인천광역시 도시생태축 복원사업 관련 자연생태계 및 기술지원 자문 • 사후모니터링 총괄

1.2 재원부담

- 환경부 국고보조사업 중 「도시생태축 복원사업」으로 재원 조달 추진
- 기타 국토부, 경기도 재원분담에 대한 협의 필요

1.3 사업추진일정

- 사업 기간 : 2023년 ~ 2029년
 - 사업부지 발굴 : 2023년
 - 수요조사 및 사업지 선정 : 2023년
 - 복원계획 및 설계 : 2024년
 - 인허가 및 복원시공 : 2025년 ~ 2026년
 - 사후 모니터링 : 2027년 ~ 2029년

표 58 사업 추진 일정

구 분	주요 내용	추진 일정													
		24년	1차년도(2024년)				2차년도(2025년)				3차년도(2026년)				27~
		이전	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	29년
I. 타당성 검토	사업부지 발굴	23년													
	수요 조사	23년													
II. 복원 계획 및 설계	기본계획														
	기본 및 실시설계														
III. 복원 시공	인허가														
	지형 및 기반정비														
	식생복원, 생물서식공간 등 조성														
IV. 사후 관리	모니터링														사후
	유지관리														
	사후평가														

1.4 도시생태축 복원사업

■ 사업목적

- 도시 인구 증가 및 도시 개발 확장에 따라 산림·자연초지·습지 등 생태축이 훼손되면서 서식지 파편화 진행
 - 서식지 파편화에 따른 동·식물 개체수 감소 및 소멸(생물다양성 감소), 도시생태계가 원상태로 복귀하는 회복 탄력성 소실 우려
- 도시 내의 단절·훼손된 생태축을 복원하여 도시생태계 연속성 유지 및 도시의 생태적 기능 향상을 통하여 도시 생태계서비스 향상 및 생태적 건전성 증진

■ 사업 지원근거

- 지원근거 : 자연환경보전법 제43조의2 제4항, 제54조(국고보조)
- 지원형태 : 국고보조(지자체 자본보조)

■ 지원대상사업

- 훼손된 지역(생태축)의 지형, 식생, 서식처 등을 복원하여 생물다양성을 높이고, 특정 생물종의 서식조건을 개선하기 위한 서식지 조성 등
- 조성된 생물서식지 보전 등 자연환경의 보전 및 훼손을 방지하기 위한 시설

■ 사업추진체계 및 지원방식

- 사업추진체계
 - (환경부 및 유역(지방)환경청) 지자체 수요조사 결과를 토대로, 지원대상지 선정 및 사업계획 검토승인
 - (자치단체) 사업계획 수립·시행
 - (사업자) 설계 및 시공(자연환경보전법 제50조에 의한 자연환경보전사업대행자 자격기준을 갖춘 업체)
- 재원분담비율
 - 지원형태 : 국고보조
 - 보조비율 : 국고 70%, 지방비 30%

2. 사업투자계획

2.1 사업비 산출

- 총사업비 : 60억 원 (1㎡ 당 130,868원)
 - 기본 및 실시설계 : 6억 원 (총 사업비 10%)
 - 시공비 및 기타 : 45억 원 (총 사업비 75%)

(단위 : 천원)

공종	시설	단위	수량	금액	비고
1. 공사비		식	1	4,716,400	
1.1 순공사비		식	1	3,628,000	
○ 생태기반공사	기반정비, 폐기물처리, 원지반 정리 등	식	1	800,000	오염물질 제거등
○ 식생복원공사	탄소저감숲, 생태활력숲, 생태증진숲, 생명의숲	식	1	1,950,000	
○ 서식처복원	생물다양성습지, 자연형 수로복원, 조류 및 곤충서식처 등			700,000	
○ 생태시설공사	생태놀이터, 생태학습장, 나비서식지, 식이식물재배지 등	식	1	128,000	
○ 부대공사	기존산책로정비 외	식	1	50,000	
1.2 제경비		식	1	1,088	순공사비 30%
2. 일반관리비		식	1	282,900	공사비의 6%이내
3. 실시설계비		식	1	152,800	공사비 3.24%이내
4. 모니터링비		식	1	188,600	공사비 4%이내
5. 감리비		식	1	66,500	공사비 1.41%
6. 폐기물 처리				47,346	지자체
공급가액				5,454,546	
부가가치세				545,454	공급가액의10%
총공사비				6,000,000	공급가액의 10%

* 공원 및 녹지 조성

- 식생정비 및 기존 동선정비, 휴식공간 조성은「2023년 기반시설 표준시설비용 및 단위당 표준조성비 고시(국토교통부)」‘공원’ 단가 적용 [㎡ 당 101,000원]

* 용역비

- 조사설계비는「2023년 지방자치단체 예산편성 운영기준」도로부문 등 요율 적용 [(공사비)×요율 1.71%]
- 실시설계비는「2023년 지방자치단체 예산편성 운영기준」요율 적용[(공사비)×요율 3.24%]
- 감리비는「2023년 지방자치단체 예산편성 운영기준」건설부문 요율 적용 [(공사비)×요율 1.41%]
- 시설부대비는「2023년 지방자치단체 예산편성 운영기준」건설부문 요율 적용 (500억 미만 0.25% 적용)
- 기본설계비는「2023년도 엔지니어링 표준품셈」기본설계 요율 적용 [(공사비)×요율 2.49%]
- 관리계획비는「2023년도 엔지니어링 표준품셈」도시계획시설결정 요율 적용(전략, 소규모, 재해, 산지 등)

2.2 자금 조달 방안

- 환경부 국고보조사업 중 「도시생태축 복원사업」으로 자원 조달 추진
- 경기도의 자원분담에 대한 협의 필요
 - 사업비 : 총 사업비 60억원 내외
 - 지원근거 : 자연환경보전법 제43조의2 제4항, 제54조(국고보조)
 - 지원형태 : 국고보조(지자체 자본보조)

3. 모니터링 및 관리운영계획

3.1 모니터링

- 도시생태축 복원사업 후 효과적 목표 달성을 위한 체계적인 모니터링 필요
- 모니터링 결과와 이에 따른 유지관리 계획을 환경부에 제출하고 환경부는 향후 사후영향평가 진행시 보고서를 점검하며 미흡한 부분이 있을 시 이를 보완하여야 함
- 모니터링은 조성 전과 공사 중 및 공사 후(운영시)로 구분하여 기록하며, 사후모니터링 자료는 유지관리 방향을 제시하고 사업의 성공과 실패를 판단하는 기준으로 사용하여야 함
- 사후모니터링이란 사업 완료 후 사업목표 달성 여부를 판단하기 위해 3년간 실시하며, 연간 3회로 실시
 - 복원대상지의 생태환경과 생물종 변화추이를 관찰 및 기록
 - 외래종의 이입, 번식, 확산 등에 대한 조사
 - 복원대상지 내·외부의 기반환경, 식생의 동질성 및 이질성에 대한 조사
- 사후 모니터링은 최소 3년간 실시
 - 모니터링 주기는 설치 후 3년 동안은 연 2회(다른 계절기준) 이상 정기적으로 실시토록 함
 - 기상관측장비, 무인센서카메라(CCTV 포함) 등을 이용하여 모니터링 하는 경우에는 조성 후 3년 동안은 상시 작동하도록 함
- 모니터링은 목표종의 출현빈도를 중점 파악
 - 목표종이 출현하는 시기를 중심으로 종수, 개체수를 파악하고 생물종의 서식기반으로 중요한 수환경(수심, 유속 등) 식물종, 식생군락, 서식지에 대한 조사 실시
 - 조성 후 식재하였던 식물종의 적응여부, 생물종 분포 면적 및 구성변화에 따른 식물종의 변화추이 조사하고, 야생동물의 출현여부를 확인하여 새롭게 이입 및 확산되는 동·식물상을 파악토록 하여야 함
- 사후모니터링에 있어 거버넌스를 구성하는 지역주민과 시민단체, 전문가

등의 참여를 유도하여, 지속적이고 자발적인 조사 및 모니터링이 이루어질 수 있는 체계를 마련

- 모니터링의 공간적, 내용적 범위 설정과 그에 따른 필수조사와 선택조사의 항목의 선정, 모니터링 조사 시기 및 주기, 수행인력 및 예산 마련 등 모니터링 관련 계획수립에 대한 사항
- 모니터링의 시행 및 방법, 결과 정리, 종합분석 및 평가 등과 유지관리 방향의 설정 등에 관한 사항



계룡시 생태계 모니터링

광주시 생물종 모니터링

그림 94 사후모니터링 사례 모습

* 출처 : 특급뉴스(21.05.25) 계룡산 생태계 모니터링을 위한 '청년 생태계 조사단' 모집, 더코리아(22.03.26.) 광주 일곡청소년문화의집 "기후위기 시대, 우리마을 생물다양성은 내가 지킨다."

1) 모니터링 절차 및 방법

- 복원대상지에 서식하는 동물종 확인, 대상지 인근에서의 야생동물 서식현황, 로드킬현황 등을 파악하도록 함
- 모니터링은 복원대상지의 생태기반환경, 야생동·식물 서식 현황 등을 파악하도록 함
- 대상지 복원 효과를 복원 전과 비교 확인할 수 있도록 함

시행절차	주요 내용 및 방법	검토 자료
모니터링 계획 검토	• 대상지 사업계획 검토 • 모니터링 기본방향, 주요 원칙 검토 • 대상지 모니터링 수립 예산 검토 • 준공도서 및 준공현황과 모니터링계획의 비교	• 모니터링 계획서 • 모니터링 예산서
↓		
모니터링 방향 및 방법 설정	• 생태계에 대한 계절별 조사 및 비교·분석 방법·포함여부 검토 • 구체적 모니터링 계획 수립(범위, 시기, 인력) 검토 • 모니터링 항목 중 일반조사와 전문가에 의뢰하여 수행하는 전문조사로 구분하여 검토	• 모니터링 계획서
↓		
모니터링 시행	• 모니터링 내용(항목, 방법 등) 검토 • 사업대상지 현황 조사 및 분석 내용 검토 • 생물분류군별(목표종, 동·식물상 등) 조사 내용 검토	• 모니터링 결과보고서
↓		
종합분석 및 평가, 유지관리 방향 제시	• 모니터링 결과 종합분석 및 평가 내용 검토 • 결과에 따른 유지관리 방향 설정 검토 • 모니터링 및 유지관리 결과 공유	• 모니터링 결과보고서 • 유지관리 계획서

표 59 항목별 모니터링 내용 및 방법

구분			항목	필수 조사	선택 조사	비고
식물상 및 식생	식물상	기존지역	출현종수	●		
		복원 대상지	출현종수	●		
			생육이상여부(병해충 등)	●		
			고사율	●		
	식생		식생구조		●	전국자연 환경조사 (환경부) 참조
	특별종(멸종위기종, 생태계교란생물 등	출현여부	●			
		출현종수 또는 개체수		●		
		특성(생활사 등)		●		
동물상	동물상	출현종수		●	전국자연 환경조사 (환경부) 참조	
		분포 현황		●		
	특별종(멸종위기종, 생태계교란생물 등	출현 여부	●			
		출현종수 또는 개체수		●		
		특성(생활사 등)		●		
목표종	목표종별	서식 여부	●			
		종수 또는 개체수	●			
지형 및 토양환경	지형	토양 침식 및 유실	●		농업과학 기술 연구조사 분석 기준 (농촌진흥 청) 참조	
		건습 상태	●			
		비탈면 표면 안정성	●			
		토양경도(답압상태)	●			
	토양 물리성	토양유효수분	●			
		기타(입도 및 토성, 토양입단율, 토양공극률, 유효토심 등)		●		
		토양 화학성	토양 오염	●		
	기타(산도, 전기전도도, 전질소, 양이온치환용량, 유기물함량, 유효인산, 염분농도, 치환성양이온 등			●		
	토양 생물상	토양 소동물, 미생물 등		●		
수환경	수리·수문	수계 유지	●		호소환경 조사지침 (환경부) 참조	
		유입 및 유출부	●			
		수위 및 수량	●			
	수질	녹조, 오염(부유물) 등	●			
		수질		●		
해설판 등	훼손유무		●			

* 출처 : 국립생태원, 2017

3.2 관리운영

1) 유지관리

- 유지관리는 복원사업의 목표 달성 여부와 생태적 기능의 향상 및 효과 유지 등 사업의 지속가능성 확보를 위하여 반드시 필요한 과정
 - 복원사업의 유지관리는 동식물의 서식처를 조성하고 생물다양성 증진 및 생태경관 향상을 목적으로 실시하며, 생물서식공간은 가능한 본래 자연현상에 가깝도록 조성하여야 하고 기존의 향토식생이나 토석 등을 적극 활용하는 복원방식을 채택하는 등 현장 여건에 적합한 생태복원 방안의 채택
 - 복원사업은 사업의 추진 이후 물리적 조건이 갖추어진다고 해도 즉시 달성 여부를 판단할 수 없으므로 대상지 내부 생태계와 대상지 주변 생태계의 상호작용 등을 지속적으로 모니터링하고, 유지관리를 실시할 때 달성 가능성 상승
 - 따라서 모니터링 및 유지관리 결과의 축적, DB 구축 등을 통해 차기 복원사업의 계획, 시공, 모니터링 등에 반영 필요
- 유지관리 대상 및 범위에 따라 정기적 유지관리와 비정기적 유지관리로 구분
 - 정기적 유지관리는 토양환경, 수환경 등의 기반환경 안정성, 서식지 관리, 교란식물종 제거, 시설물 재료 교체 등 점검하며, 시설물을 육안으로 확인, 협잡물 제거, 식생관리 등에 대하여 수시로 점검
 - 비정기적 유지관리는 장마, 홍수, 가뭄, 태풍 등 예상하지 못한 재해로 시설물 파괴 또는 훼손에 대한 전반적인 점검(시설물 보수, 식물 보식 및 재파종 등)
- 유지관리는 각 요소별로 본래의 기능과 목적을 최대한 유지할 수 있도록 지속적으로 관리하여야 하며, 불가피하게 교체·재조성하는 경우 현장 여건에 적합한 방안을 채택하여 추가적인 훼손을 최소화하도록 함
 - (생태기반환경 측면) 재해 등으로 원지형이 크게 변형이 되거나 훼손이 되어 사업목표를 달성하기 어려운 경우 변형되거나 훼손된 지형을 복원시켜야 하며, 토양층이나 표토가 교란되어 식생 활착에 문제가 있거나 서식지 기반토양이 훼손되거나 오염되었을 때 토양층의 복원, 객토, 토양개량제 처리, 배수시설, 마운딩 처리 등의 조치 필요

- (식물상 및 식생 측면) 도시생태축 복원의 목표 달성 및 식물의 건강한 생육을 위해 토양상태와 식물의 생육상황 등을 고려하여야 하며, 우점종이 출현하여 식생이 단순화될 우려가 있을 때에는 우점종의 수를 조절하고, 우점종 확산을 방지할 대책 마련 필요
- (서식지 측면) 복원사업에 의하여 새로운 서식지가 조성됨에 따라 동물상 분류군별 생태적 특성을 고려한 서식지 관리를 실시하며, 사업대상지 주변 지역주민들이 외래종(어류, 파충류 등)을 서식지에 인공 방사하지 못하도록 사전에 관리 필요
- (복원시설물 측면) 복원시설물은 부분적으로 보수를 반복하거나 내구연한에 도달했을 경우, 전면적으로 교체 또는 개조를 시행하며, 이때에는 지역의 여건에 맞는 자연재료를 사용

표 60 항목별 유지관리 내용 및 방법

점검항목		점검내용	정기점검	비정기점검
주변 환경	토양환경	침식 및 유실	●	
		비탈면 표면 안정성	●	
		답압상태, 배수상태	●	
		토양오염		●
	식물상 및 식생	교목, 관목, 초화류 생육 상태	●	
		식생 밀도 조절 및 식물 고사체 제거		●
		대상지 내 교란종 점검 및 제거	●	
야생 동물	서식지	포유류 : 이동여부 확인, 은신처 확보 여부	●	
		곤충류 및 소동물 : 나무더미, 돌무더기 등 점검	●	
		양서류 : 수질 관리, 주변 은신처 확보 여부	●	
		조류 : 다층식재구조, 덤불숲의 조성	●	
복원 시설물	시설물	훼손 여부, 퇴적물, 물고임, 형태 유지 등	●	
		침하, 토사유입 및 유실, 배수, 파손 등	●	
		기타시설물 : 훼손 여부, 안전성 유지 등	●	

* 출처 : 국립생태원, 2017

- 복원사업 완료 후 관리주체는 별도의 유지관리 예산을 확보하여 유지관리를 실시하도록 하여야 함

- 해당 관리주체는 사업시공자와 협의하여 책임기간 동안 하자 보수(건설공사기본법 상 하자담보책임기간 참조)를 실시하며 사업완료 후 지속적으로 유지관리 실시
- 관리주체는 사업대상지의 유지관리에 필요한 인건비, 경비, 시설물 처리비, 기타 공공요금 등을 고려하여 유지관리 비용을 산정하고 예산을 확보하여야 하며, 교육·홍보 프로그램 운영, 생태정보 제공 등에 필요한 인건비, 제반 경비 등 거버넌스 구축·운영에 필요한 비용까지 포함하여 산정 필요

2) 관리협의체 운영

- 민관 파트너십을 통해 거버넌스를 구성하여 사후모니터링과 유지관리 전반에 있어 민간의 참여와 협력 유도 필요
 - 관리협의체 구성에 있어 인천광역시는 지역의 의견수렴 및 참여를 위한 지역 주민과 시민단체, 산·학·연 전문가 및 전문연구기관의 참여를 통한 거버넌스 구성
 - 관리협의체는 조직의 효율적인 운영을 위해 각 구성원별로 역할 분담을 협의하고, 이를 바탕으로 각각의 업무를 수행

표 61 관리협의체의 구성원별 주요 역할

구분	주요 역할
관리주체	• 인천광역시 : 행정적 인허가 지원 및 관리감독, 유지관리 예산 마련, 지속적인 거버넌스 운영을 위한 시민과의 협력, 지역사회 발전을 위한 기업의 ESG 유도, 지속적인 유지관리를 위한 예산 마련 및 시설의 주기적 점검, 탐방객과 야생동식물의 안전한 시설 이용을 계도하기 위한 주체
지역주민	• 사후모니터링 등의 이용객 및 만족도 조사의 대상 • 도시생태축 구성에 따른 다양한 혜택의 수혜자로서, 생태복원지역의 지속적 유지관리 및 교육프로그램, 행사에 적극적 참여
시민단체	• 지역주민은 물론, 인천광역 시민과 관련 이해관계자들의 의견 제시 및 폭넓은 이해관계를 대변 • 지역주민 및 인천광역 시민들의 참여를 바탕으로 사후모니터링(의무기간 2년 이후 포함)의 주도적 역할 수행 및 유지관리에 참여
산·학·연 전문가	• 전문지식을 바탕으로 생태통로의 지속가능성 향상을 위한 방안 제시 및 자문 • 모니터링 결과 및 유지관리 방안에 대한 검토 및 예산집행 결과에 대한 감사
전문연구기관	• 국책연구기관인 한국환경연구원 및 지역연구기관인 인천연구원, 생태부문 국가전문 기관인 국립생태원과의 협력을 통한 인천광역시 도시생태축 복원을 통한 효과 분석 및 홍보 등 지원



여수국가산단 민관협력 거버넌스 회의

통영 환경거버넌스 푸른통영21 활동

그림 95 거버넌스 구성을 통한 관리협의체 운영

* 출처 : 뉴스탑(2021.09.29), 여수산단 민관협력 거버넌스 권고안 ‘반쪽짜리’ 합의, 경남신문(2014.08.13.), [인간과 환경] (49) 환경거버넌스

■ 주민참여 프로그램 마련 및 운영

- 인천광역시와 인천연구원 등은 주민들이 적극적으로 모니터링 및 유지관리 활동에 참여하도록 유도하고 참여 결과에 대한 홍보를 실시하여, 재참여를 유도하는 등 순환구조 마련을 통해 주민참여 독려
 - 지역의 구성원으로서 주민이 주체가 되어 지역의 생태계와 서식처를 이해하고 발전시킬 수 있도록 교육 서비스를 제공하며, 지역민의 체험프로그램 참여를 확대하여 주민참여 기반을 마련
 - 지역 리더의 참여에 그치는 것이 아니라 리더를 중심으로 점차 지역주민 전체로 확대될 수 있도록 교육 및 참여 프로그램을 운영하고 지역주민 교육 및 참여를 확대하여 생태관광의 기반 구축 및 지속 가능한 발전을 도모
- 지역의 생태와 문화적 측면에서의 지속가능성을 확보하고, 인천광역시 도시생태축 복원사업을 통한 생태축 복원 및 지역관광을 통해 지역민의 자긍심을 높일 수 있도록 주민참여 체계 강화
 - 지역내 거주하는 다양한 지역주민과 단체(청년회, 부녀회, 노인회 등)와 개별시설 운영자들의 참여를 유도를 통해 다양한 탐방 및 체험프로그램 운영
- 인천광역시 환경교육 프로그램과의 연계
 - 영유아 누리과정 및 초중고 정규교육 과정과의 연계를 통해 자연생태계 및 환경복원을 통한 교육프로그램 마련
 - 연령별로 타겟팅 프로그램 개발 및 운영으로 학생들에게 다양한 생태계와 생태복원에 대한 지식전달 및 반복방문이 가능하도록 운영

- 지속적, 주기적 방문을 통한 생태모니터링 프로그램 참여를 통해 학생들에게 지역 생태계 조사 및 지역사회 운영 프로그램 경험의 제공
- 자연환경해설사 양성을 통한 지역 자연생태계에 대한 인식 증대 및 일자리 마련
 - 자연환경복원에 대한 인식 개선을 통해 지속적인 생태복원을 위한 기반을 마련
 - 지역의 자연환경을 해설할 수 있는 자연해설사의 양성을 통해 지역사회의 일자리 마련 및 지역민들에게 지역 자연환경에 대한 인식 개선 및 자부심 강화
- 생태축 연계 및 서식처 마련을 통한 녹색공간의 확보 및 탄소흡수원의 확충을 통한 탄소중립에 기여
 - 인천광역시 도시생태축의 복원을 통한 생태축 연결과 식생 및 서식처 복원을 통한 녹색공간의 확충을 통해 국토환경 녹색복원 달성에 기여
 - 탄소흡수원으로서 식생의 확충을 통해 탄소중립 달성 및 지역 생물다양성 증진에 기여



아산 환경생태교육 프로그램 운영

창녕 환경교육 프로그램 운영

그림 96 환경교육 프로그램 운영 모습

* 출처 : 뉴스앤충청(2020.06.11.), 자연이 쉬쉬는 생태 놀이터 프로그램 운영, 경남미디어(2021.12.13.), 창녕군, 환경부 지정 우수 환경교육 프로그램 선정

참고문헌

참고문헌

□ 단행본

- 성남시(2017) 생물다양성 협약 실천을 위한 성남시 깃대종 선정 및 보전 활용방안
- 인천광역시(2021) 2030 인천광역시 공원녹지기본계획
- 인천광역시(2022) 도롱뇽도시생태공원 토양정밀조사 용역
- 조동길(2017) 생태복원 계획 설계론 1-2
- 한국개발연구원(2000) UN기념공원 조성사업

□ 홈페이지

- 국립백두대간수목원 홈페이지(https://www.bdna.or.kr/main/contents.do?v_page=6&a_num=10229358)
- 환경영향평가정보지원시스템 홈페이지(https://www.eiass.go.kr/biz/base/info/searchListNew.do?menu=biz&biz_gubn=)

□ 기사

- DXtimes(23.03.24.) 주요 산림수종의 표준탄소흡수량('22.04)
- NEWSIS(20.06.05.) 온갖 벌레들의 낙원, 군포시에 '곤충호텔' 들어섰다
- NEWS1뉴스(22.05.30.) 고창 운곡습지와 갯벌 '람사르습지도시' 국제 인증 받아
- NEWS1뉴스(23.08.13.) "숲속 깨끗한 공기를 도심으로"...서울시, 바람길숲 2차 조성
- 경남미디어(21.12.13.) 창녕군, 환경부 지정 우수 환경교육 프로그램 선정
- 경남신문(2014.08.13.), [인간과 환경] (49) 환경거버넌스
- 곡성군청(23.02.22) 곡성군, 동악산 생태축(서식지) 복원사업 마무리 박차습지'
- 그린매일(20.07.27.) 생명의 습지, 영남의 알프스 '신불산 고산
- 뉴스앤충청(20.06.11.) 자연이 쉬쉬는 생태 놀이터 프로그램 운영
- 뉴스탑(21.09.29), 여수산단 민관협력 거버넌스 권고안 '반쪽짜리' 합의
- 마운틴뉴스(2018.05.09.) [하이슈 '미세먼지, 도시숲이 해결책이다' | <1>개념과 세계 각국 현황] 흡입되는 미세먼지 많아 인체 치명적
- 라펜트(16.04.08.) 부산시민공원에 '곤충호텔' 1호 조성

- 라펜트(22.10.24.) 청주 우암산근린공원, 훼손된 생태환경 복원
- 라펜트(23.01.27.) 기후대응 도시숲 조성, 전남도 '전국 최다'...광주는 올해 첫 시행
- 더코리아(22.03.26.) 광주 일곡청소년문화의집 "기후위기 시대, 우리마을 생물다양성은 내가 지킨다."
- 안동MBC NEWS(23.09.07.) 상주시, 개운천·남산구간 생태축 복원
- 에코타임스(2019.07.17.) 은평구 친환경놀이공간 '앵봉산 생태놀이터' 개장
- 상주의 소리(23.09.06.) 개운천~남산구간 수생태 및 산림생태축 연결·복원사업 추진
- 시정일보(15.11.04.) 동작구 서달산 아이들 자연놀이터 변신
- 투데이충남(22.09.02.) 태안군 '냉천골' 인근 백화산 물놀이공원 조성
- 특급뉴스(21.05.25) 계룡산 생태계 모니터링을 위한 '청년 생태계 조사단' 모집
- 한국농어촌방송(19.10.07.) [곡성] 곡성군, 곡성천 도시생태축 복원사업 나서