

도시숲 조성 · 관리 연구

2020년 6월

산 립 청

김 민 지

국외훈련 개요

1. 훈련국 : 미국
2. 훈련기관명 : 산림청 북동부연구센터, I-Tree Team
(U.S. Forest Service Northern Research Station(i-Tree Team))
3. 과정명 : 기술직군경쟁력과정
4. 훈련분야 : 산림
5. 훈련기간 : '19.7.23 ~ '20.7.22

훈련기관 소개

□ 기관 개요

- 명 칭 : U.S. Forest Service, Northern Research Station(I-Tree Team)
- 소재지 : 5 Moon Library, SUNY-ESF, Syracuse, NY 13210
- 홈페이지 : <https://www.itreetools.org/>
- 연락처 : (전화) +1-315-448-3212 (fax) +1-315-448-3216

□ 기관 현황

- 설립목적 : 도시숲 구조, 기능, 가치 등을 연구
- 설립연도 : 2006년
- 중점연구사항 : 도시숲과 그 관리가 환경의 질에 어떻게 영향을 미치는지 이해하고, 도시와 개발되는 지역에 환경의 질과 인간 건강을 유지하기 위해 도시의 자연자원 관리강화를 위한 소프트웨어 개발
 - i-Tree software 연구 및 개발
 - 도시 산림가치 연구, 수목의 기능 및 가치를 정량적으로 산출
 - 효율적인 수목관리 방안 및 잠재적 위험요소 발견
 - 국제 협력 프로그램 개발
- 예 산 : \$700,000(i-Tree 개발비용)
- 파트너쉽 : Davey Tree, Arbor Day Foundation, Society of Municipal Arborists, International Society of Arboriculture, Casey Trees, SUNY college of Environmental Science and Forestry
- 주요인사
 - Nowak, David/ Senior Scientist, i-Tree Team Leader
 - Hoehn, Robert/ Forester
 - Eric Greenfield/ Forester
 - Satoshi Hibarayashi / Environmental Moduler, Davey Tree
 - Alexis Ellis/ Environmental Moduler, Davey Tree,

훈련보고서 요약

성 명	김민지	소 속	산림청
훈련국	미국	훈련기간	2019.07.23. ~ 2020.07.22
훈련기관	USDA Forest Service Northern Research Station (I-Tree Team)	보고서매수	138 매
보고서제목	도시숲 조성·관리 연구		
내용요약	<p>○ 국내는 급속한 도시화로 인해 국내인구 약 92%가 도시지역에 거주하며, 고밀도 도시토지이용, 값비싼 토지 매수비용으로 도시내 녹색공간 조성이 어려움. 하지만 도심에서 발생하는 대기오염, 기온변화와 같은 환경문제 해결하고 도시경관을 향상시키는 부작용 없는 도시숲의 역할이 중요해짐. 도시민들이 체감하는 도시숲의 면적은 생활권 도시숲으로 '27년까지 1인당 생활권 도시숲 15m²를 목표로 녹색공간 확대 추진하고 있음</p> <p>○ 또한, 도시공원일몰제로 금년 7월부터 개발행위 제한이 풀려 난개발이 예상되고 있음. 개발과 보전 논리에서 생태계 보전이 그 우위를 점하기 위해서는 도시숲이 왜 필요하고 국민들에게 생태적 혜택을 얼마나 주고 있는지에 대해 경제적인 가치 산출이 필요함. I-Tree는 도시숲의 구조, 가치, 생태적 혜택에 대해 화폐가치로 산출 할 수 있는 소프트웨어임</p> <p>○ 도시숲의 물리적 확대 및 질적 증대를 위해 국내 도시숲 조성·관리 현황, 미국의 도시숲 현황 및 관련 지원제도, 법률, I-Tree 소프트웨어 분석과 적용사례를 분석하여 국내에서도 실현가능한 정책 및 사례는 제언하여 도시숲 활성화 방안을 모색하고자 함</p> <p>○ 국내 도시숲은 총 산림면적 6,335ha의 19.8%를 차지하고, 도시면적 2,553천ha에 도시림은 1,253천ha로 49%임. 그 중에서도</p>		

생활권 도시림은 46천ha로 전체 도시림의 3.7%로 도시민들이 실제로 느낄 수 있는 체감 녹색공간은 현저히 부족한 실정임. 주요 선진도시에 비해 면적이 작고, 위해서 지역별로 편차도 존재하여 도시민의 건강 증진 및 여가활동 확대, 도시 환경문제를 개선하기 위한 도시숲의 양은 아직 미미한 수준임

○ 현재 정부주도로 생활권 내 다양한 유형의 도시숲 조성을 위해 녹색쌈지숲, 생활환경숲, 산림공원을 조성하고 있으며, 미세먼지 저감을 위한 자연친화적, 생활환경 개선을 위한 도시숲 확대에 노력하고 있음. 도시숲 이용률을 높이기 위해 다양한 수종배치, 안내판 설치를 신규 사업설계 시 반영하여 볼거리를 제공하여 이용자들의 만족도를 높이기 위해 노력하고 있으며, 유지관리에는 도시녹지관리원을 운영하여 정기모니터링, 시설물을 유지보수하고 있음.

○ 국내 도시숲 조성관리의 한계점은 다음과 같음

1. 도시숲 네트워크 구축을 위한 부지수용 및 예산확보 어려움
도시내 부지는 일반임지와 달리 매수비용이 높아 장기적 도시숲 네트워크 조성을 위한 부지확보가 어려움. 도시 내 유휴지 활용, 민간분야 참여를 통한 부지확보 필요

2. 도시숲 조성관리를 위한 민간 영역 확대 및 행정기관 포용
민간영역을 도시숲 조성 관리 파트너로서 인식하하고 제도적으로 참여시킬 수 있는 제도적 지원 필요 및 민간주체 육성

3. 도시숲 개별법 부재
도시숲 확충 및 질적향상을 위한 관리, 교육, 홍보, 지원 등을 아우르는 통합적 법령체계가 필요. 도시 내 산림자원을 조성 관리하기 위한 일괄적 정책추진, 도시 인프라, 계획 부서와 협업하여 도시 내 녹색이니셔티브 도입

○ 미국은 약 40여년 전부터 도시림의 중요성을 인식하여 ‘Cooperatvie Forestry Assistance Act(협력임업지원법, CFA)’를 제정하여 Urban and Community Forestry Assistance (도시와 지

역 산림지원), Community Forest and Open Space Conservation Program(지역 산림과 오픈스페이스 보전 프로그램) 등을 법제화함

<A Community Forest and Open Space Conservation Program(CFP)>

- 비산림지역으로 개조될 위험이 있거나, 지역에게 공익가치를 제공해주는 토지를 매입하는 프로그램임. 지역에 있는 사유림의 빠른 개발을 저해하고, 레크리에이션 활동 장소를 제공하는 장소, 수질보호와 같은 산림의 주요역할을 보호하고, 지역의 중요한 산림을 매입하기 위한 경제적 자원이 부족한 지역정부와 단체를 돕고 있음. CFP는 지역산림의 성공적인 보전은 시민참여 여부와 연관이 있다는 점을 착안하였으며, 커뮤니티들이 지역산림을 매입하여 교육하고 관리하면서 산림을 보전하기 위한 활동을 수행 할 수 있도록 기회를 제공하고 지역산림을 위한 지속적인 노력을 보여준 지역단체를 서포트 해줄 수 있는 제도임

- 이 프로그램을 통해 얻어진 지역산림은 생태적, 레크리에이션, 교육, 경제 효과를 누릴 수 있음. 지역산림은 지역 커뮤니티 자치적으로 산림이 어떤 혜택을 제공하고, 어떻게 관리할 것인지를 결정 할 수 있는 권한을 부여함. 지역산림은 지역의 문화와 가치를 공유하는 상징으로 자리매김 하고 있음

<Urban and Community Forestry Assisatcne(U&CF)>

- U&CF는 더 건강하고 살기 좋은 커뮤니티를 만들기 위해 지역주민들을 독려하고 있음. CFP와 근본적으로 프로그램 성격이 다른 이유는 지역산림 보호를 위한 매수 개념이 아니기 때문임. 주정부와 파트너십을 맺어 커뮤니티에게 기술, 경제, 교육, 연구 도움을 주고 있으며, 도시숲 프로그램을 수립하여 도시와 지역산림의 사회, 환경, 경제 효과를 극대화하기 위해 기획됨

- 1) 도시와 커뮤니티에 있는 현존하는 수목점유율을 보전하기 위한 혜택에 대한 이해력 증진 2) 주거지역과 상업지역에 있는 수

목을 보전하고 도시림을 확대하기 위한 노력 3) 주정부와 지방 조직에 교육프로그램과 기술적 도움을 주어 산림을 유지하고 산림의 점유율 확대 4) 지방 조직에 제공된 보조금을 통해 지역 커뮤니티 내 자원봉사자 그룹과 지역산림 프로젝트에 지원 5) 수목 식재 프로그램을 실행하여 이산화탄소 방출, 에너지 절약, 공기 질 개선 6) Tree cover를 유지하고 확충하는데 도움이 되는 혜택을 알리기 위한 사례 확산 7)수목, 관목, 지표면을 관리하기 위한 올바른 방법 8) 연구와 교육의 확대를 지원목적으로 하고 있음

- 도시와 지역 산림의 건강성을 유지하고 복원하고자, 주정부 산림부서, 국가 파트너, 커뮤니티 그룹과 함께 일하고 있다. U&CF 프로그램은 산림의 건강과 도시 내에 존재하는 특별한 장소를 지원하고 있으며, 고객지원·일자리창출·커뮤니티번영·재난계획 대응과 복구를 수립함

<Ten-Year Urban Forestry Action Plan>

- 커뮤니티, 이해관계자, 도시숲을 관리하고 개발하는데 관심 있는 국민을 위해 참고 가이드로 사용한다. 각 목표마다 행동전략을 수립하고 있으며 커뮤니티, 지역정부, 주정부, 연방정부가 함께 노력할 실천적 내용을 담고 있음. NUCFAC(도시지역산림자문기관)에서는 Urban And Community Forestry Action Plan(도시와 지역산림 행동 플랜)을 매 10년마다 작성

- 이 계획은 미국의 도시와 지역산림의 상태를 개선하기 위한 구체적 목표, 행동, 권고사항을 담고 있고, 도시숲 이니셔티브를 위한 연구필요성, 커뮤니케이션, 펀딩, 협력에 대한 내용과 산림청의 U&CF프로그램과 보조금지원 프로그램의 펀딩의 프레임워크 역할을 함 7개 목표마다 행동전략을 포함하고, 커뮤니티, 지역정부, 주정부, 연방정부가 함께 노력할 실천적 내용을 담고 있음

o I-Tree는 USDA 산림청와 파트너십을 통해 개발된 도시숲 관리 소프트웨어임. 가장 많이 활용되고 있는 프로그램은 Eco이며, 산림구조, 건강, 위협, 생태계 서비스와 가치를 평가하기 위해 현장에서 조사한 수목데이터 인벤토리 구축 또는 샘플데이터를 사용. 조사구역을 만들어, 현장데이터를 수집하고, 산림구조, 미래 산림 개체수와 피복도, 수종 다양성, DBH 분포 등을 파악. 도시숲 조성·관리를 위한 가장 유용하고 기초데이터를 포함

- 2018년 기준 130국이 넘는 나라에서 약 32만 사용자가 사용

o 미국의 도시숲 정책, 모델을 분석하여 다음과 같은 결론 정책 제언을 도출함

1. 민간부문의 도시숲 조성관리 참여 활성화 방안 마련

- 기업의 사회공헌프로그램과 연계, 자발적 시민참여 주체 육성 및 민관 파트너십을 위한 중간지원조직 마련하여 민간부문의 도시숲 조성관리 참여 활성화

2. 효율적 도시숲 조성관리를 위한 통합적 법률 필요

- 도시 내 모든 녹지 및 수목관리를 통합관리 위한 법률제정, 미국의 CFP, U&CF프로그램과 같은 매칭펀드 방식 도입하여 주민참여 활성화 및 일자리창출 연계, I-Tree 소프트웨어를 이용한 국내 도시숲 현황과 장기 변화상 파악하여 기본계획과 관리방향 설정과 대국민 홍보에 활용

[부록] 이번 보고서의 서울 I-Tree Eco 적용은 ‘도시숲’의 범위를 서울 내 존재하는 모든 수목으로 정의하고 국립공원 등이 범주에 포함되었고, 가치평가에 미국데이터를 활용한 한계가 있다. 하지만, 서울 전체의 도시 수목의 가치를 평가하고 수목이 주는 혜택의 생태적 가치를 금전적 가치로 평가한 데 의의가 있으며, 도시숲에 대한 장기 연구로서 I-Tree가 국내에도 활용 될 수 있도록

도시숲 범위 보완 및 가치평가의 기초자료 연구가 요구됨

목 차

제1장. 연구 배경 및 범위	8
가. 연구 배경	8
나. 연구 목적 및 범위	9
제2장 도시숲 일반현황 및 국내 조성·현황	11
가. 도시숲의 개념 및 특성	11
1. 도시숲 개념의 출현	11
2. 도시숲의 특성 및 기능	12
나. 국내 도시숲 조성·관리 현황 및 한계	15
1. 도시숲 분류와 유형	15
2. 도시숲 조성·관리 현황 및 여건	17
3. 도시숲 조성·관리 한계	24
제3장 미국 도시숲 조성· 관리 현황 및 관련 법률	27
가. 미국의 산림 및 도시숲 조성· 관리 현황	27
1. 미국 산림 일반현황	27
2. 도시숲 조성·관리 현황	29

나. 미국 도시숲 조성·관리를 위한 관련 법률 및 정책	34
1. Community Forest and Open Space Conservation Program	35
2. Urban and Community Forestry Assistance and Program	39
3. National Urban and Community Forestry Advisory Council	48
다. 도시숲 모델 분석	56
제4장 도시숲 조성·관리를 위한 소프트웨어	68
가. 도시숲 평가방법 및 I-Tree 소프트웨어	68
1. 도시숲 현황 조사방법	68
2. I-Tree 소프트웨어 소개	75
3. I-Tree Eco	77
제5장 결론 및 정책제언	102
[부록] I-Tree 적용(Seoul Urban Forest Analysis)	110
[참고자료]	136

제1장. 연구 배경 및 범위

가. 연구 배경

우리나라는 급속한 도시화로 인해 국내인구의 약 92%가 도시지역에 거주하며, 고밀도 도시토지이용 및 여러 개발논리에 밀려 녹지가 급격하게 축소되고 있다. 도시 내 그린스페이스는 1) 미세먼지 저감, 공기질 질 개선, 이상기후로 인한 도시열섬·인한 환경문제 완화 2) 도시민들에게 녹색공간을 제공하여 스트레스 해소, 건강증진 등 삶의 질을 향상시켜주며 3)‘숲세권’이라는 경제적 용어가 등장하는 등 도시 내 숲 조성으로 사회·경제적 효과에 대한 인식이 확대 되고 있으며 이에 따른 국민요구도 증가하고 있다.

이러한 사회적 요구에 발맞추어, 산림청에서도 도시숲경관과를 신설하였고 도시민들이 쉽게 다가갈 수 있는 녹색공간 확대를 위해 ‘제1차 도시림 기본계획(2008~2017)’을 수립하였다. 그 결과, 다양한 규모의 도시숲, 명상숲, 가로수 등을 조성하여 WHO(World Health Organization) 권고기준인 1인당 생활권 도시림¹⁾ 면적 9m²을 초과한 9.91m²(’15년말 기준)을 달성하였다. 하지만, 도시숲의 양적 확대에 치중하여 상대적으로 관리가 미흡하며, 전국 평균 도시숲은 확대되고 있는 양상이나, 인구밀도가 높은 서울, 경기, 인천 등 수도권 지역에서는 생활권 도시림의 편차가 존재하고 있다.²⁾

도시숲 불균형 현상의 이유로는 도시 인구밀도 증가, 값비싼 토지 매수비용으로 도시 내 녹색 공간 조성이 어렵기 때문이다. 또한, 기 조성된 도시숲의 현황을 파악하여 관리 소홀로 인해 제 기능을 발휘하지 못하고 있는 개소에 대한 문제해결이 필요하다.. 도시민들에게 녹색서비스 제공을 확대하고, 도시 생활환경 개선에 도움이 되는 도시숲의 가치를 인식하고 체계적인 도시숲 조성 및 관리 방안 마련이 필요하다.

1) 생활권 도시림이란? 도시민이 이용함에 있어 별도의 시간 및 비용에 대한 부담이 낮고, 실생활에서도 쉽게 접근 및 활용 할 수 있는 도시림

2) 지역별 1인당 생활권 도시숲 면적; (서울 5.35m², 인천 7.56m², 경기 6.62m², 전북 22.80m²) 산림청 제2차 도시림 기본계획(2018~2027)(10p)

나. 연구 목적 및 범위

국내 전체 인구의 92%가 도시지역에 거주하고 있고, 도시화는 꾸준히 진행될 전망이다. 급속한 도시화는 주택난, 교통난, 도시환경문제가 발생하면서 도시민들의 생활환경을 악화하고 있다. 빠르게 살아가는 현대인들의 쉼터가 되어 삶의 질을 높이고, 도시문제를 해소할 수 대안으로 녹색공간이 중요한 요소로 부각되면서 국민적 수요는 점차적으로 증가하고 있다.

2017년 HEI(Health Effects Institution) 연구에 따르면 대기 질의 영향이 인간의 사망과 장애와 연관되는 큰 부분이라고 밝혔다. 대기 질은 전 세계적으로 죽음으로 이르게 하는 5번째 요소이다. 영양실조, 알콜 남용과 같은 잘 알려진 위험인자보다 더 위험한 요소이며, 거의 5백만 명을 사망에 이르게 했다. 대기오염의 노출은 병원에 가는 빈도를 높이며, 장애, 호흡기 질환, 암과 같은 다양한 질병과도 관계가 있다. 여러 국가기관에서도 인간 삶의 많은 영향을 끼치는 삶의 환경 개선 및 미세먼지 저감을 위한 연구에 주력하고 있다.

도시경쟁력 강화 및 삶의 질 개선을 위한 도시재생뉴딜 정책이 ‘국정과제(79번)’에 포함되어 있어 많은 부처에서도 도시민들의 생활환경 개선을 위해 다방면으로 노력하고 있다. 이 일환으로 산림청에서는 일상생활 속의 도시숲 확대를 위해 '27년까지 1인당 생활권 도시숲 15㎡를 목표로 정책 사업을 추진하고 있지만, 도시별로 조성된 편차가 있으며 기 조성된 도시숲의 원활한 기능증진을 위한 관리가 필요한 실정이다.

2013년 산림청에서는 도시숲에 대한 국민 인식을 파악하여 향후 도시숲 정책에 대한 방향 설정과 국민 수요에 맞는 쾌적한 생활권 녹색공간을 창출하기 위해 국민 1,014명을 대상으로 설문조사를 진행했다(한국갤럽). 설문조사 항목은 도시숲 인지도, 효과가치, 이용빈도, 조성 시 참여여부, 개선사항 등을 조사하였다. 조사결과 도시숲 이용하는 목적은 여가생활 및 삶의 질 개선이었으며, 이용자의 82.8%가 도시숲 이용에 만족한다고 답했지만, 응답자의 71.2%가 현재 조성된 도시면적이 부족하다고 응답했다.

또한, 도시공원 일몰제³⁾ 실효로 전국의 4,421곳에 달하는 도시공원이 공원으로의 자격이 해지된다. 약 927km²의 전국 도시공원 중 40%가 일몰제 대상이 되어, 이후에는 개발행위 제한이 몰려 개인의 토지사용이 자유로워져 난개발이 예상되고 있다. 이러한 상황에서 도시숲 양적 수치 증대를 위해서는 국민들의 공감대가 필요하다. 도시와 그 주변은 현재 개발이 진행 중이며, 개발과 보전의 논리에서 생태계의 보전이 그 우위를 점하려면 왜 도시숲이 필요하고 얼마나 국민들에게 혜택을 줄 수 있는가에 대한 공감대가 필요하다. 도시 내에서 숲이 어떤 역할을 하는지에 대하여 녹색 공간에 필요성은 느끼지만, 실제로 숲이 주는 영향이나 혜택이 얼마나 있는지에 대해 잘 모르고 개발과 환경보전을 비교 했을 때 개발이 가져올 경제적 효과에 대해 숲이 주는 혜택을 간과한다. 당장 눈앞의 도시개발로 인해 취할 이득이 아닌 도시 내에서 수목과 자연환경이 어우러져 사람들이 생태적으로 받을 수 있는 혜택에 대해 화폐가치로 환산할 수 있는 소프트웨어가 I-Tree이다.

도시숲의 물리적 확대 뿐만 아니라 질적 증대를 위한 고민도 필요하다. 도시숲의 생태적 건강성 회복 유지, 도시숲 경관 향상 및 가로수 기능개선을 위한 유지관리를 위한 기존의 방법도 중요하다. 본 연구에서는 지속가능한 도시숲 조성 관리방안 마련을 위해 아래 사항에 대해 연구하고자 한다.

1. 도시숲 일반현황과 국내 도시숲 조성·관리 현황
2. 국외 도시숲 조성·관리 현황 및 관련법령
3. 도시숲 조성 및 관리방안으로 사용 중인 도시숲의 구조와 가치 계량을 위한 I-Tree 소프트웨어 분석과 적용사례
3. 도시숲 가치 평가를 적용한 서울시 사례조사(Case Study)
4. 국내에서도 실현가능한 정책 및 사례는 제언하여 도시숲 활성화 방안을 모색하고자 한다.

3) 실효로 정부나 지자체가 공원을 도시계획시설로 지정하여 놓고 20년간 장기방치하거나 개인의 땅을 사가지도 않으면서 개인의 재산권을 행사하지 못하면 자동으로 공원 지정이 해제되는 제도

제2장. 도시숲 현황 및 조성사례

가. 도시숲 개념과 특성

1. 개념의 출현

도시숲(Urban Forestry)의 개념은 북미에서 1960년부터 사용되었다. Jorgensen은 토론토 대학(캐나다)에서 1965년에 ‘도시숲’의 개념을 처음 소개했다.(Jorgensen 1970) 도시숲 관리는 도시 내에 존재하는 개별 수목과 도시에 거주하는 사람들에 의해 사용되거나 영향을 받는 모든 지역의 수목관리를 포함한다. 결과적으로는, 도시숲은 도시지역 내와 그 주변을 포함하는 수목집단과 개별 수목을 모두 총칭하고 있다. Jorgensen은 도시숲이 도시에 존재하는 환경영향을 줄이고 레크리에이션과 일반적 생활편의 가치를 개선할 수 있다고 강조했다. 도시숲 개념은 미국에도 알려져 the Society and American Foresters에서는 1972년에 도시숲 관련 일하는 조직을 만들었다.(Johnston 1996) 처음 시작은 도시숲 관련 임업인들도 도시내에 존재하는 작은 단위의 녹색 공간과 심지어는 개개별 수목에 대한 관리가 필요한지에 의문을 가졌다. 하지만, 도시숲의 개념은 점차적으로 International Society of Arboriculture(ISA)의 노력을 통해 발전되고 확립되었다. 미국 연방정부에서도 도시숲의 전략과 연구 프로그램을 통한 국가 도시숲 프로그램을 만들어 새롭고 통합된 개념의 필요성을 인식했다. 도시지역(Urban area)은 아주 넓은 의미로는 사람들이 거주하고 일하는 곳을 말한다. Miller(1997)가 정의한 도시숲은 나무가 제공하는 신체적, 사회적, 경제적, 심미적 가치를 위해 도시 생태계 안과 주변에 있는 수목과 산림자원을 관리하는 **아트(art), 과학(science), 기술(technology)**이다 (Dictionary of Forestry). 따라서 도시숲은 단순히 사람들이 거주하고 있는 지역에 산림자원을 들여오는 의미를 넘어서 미술, 과학, 기술이 접목된 도시문제를 해결 할 수 있는 요소로 부각되고 있다.

2. 도시숲 특성 및 기능

도시숲의 생태계는 일반 숲 형태와는 다른 특별한 특성이 있다. 1) 인구밀도가 높은 곳 근처에 위치 2) 상대적으로 식물종과 구조의 다양성 3) 다양한 토지 소유형태(eg.공유지, 사유지 등) 4) 숲의 관리가 수목의 건강과 생태계 서비스를 유지하는데 맞춰진다. 다양한 생태계 서비스를 제공하고 지역의 환경(공기와 수질)과 사회환경(개인과 커뮤니티 웰빙)에 영향을 미친다. 이 서비스는 도시의 삶의 질 향상에 영향을 긍정적으로 미치지만 다양한 비용이 수반된다(Nowak and Dwyer 2007).

2.1 에너지저장과 탄소저장

수목은 여름에 건물 근처에 그늘을 만들어 주어 냉난방을 위한 에너지 절약을 돕고, 여름의 온도기온을 낮추고(주로 증산을 통한 온도저감), 겨울에 찬바람을 막아준다. 만약 수목이 빌딩과 가까운 위치에서 적절하지 않은 위치에 식재될 경우에는 난방의 필요를 증가시킨다. 수목의 에너지 효과는 지역 온도와 빌딩 주변의 위치에도 다양하게 영향을 미친다.(Heisler 1986). 도시의 수목은 대기 중에서 CO₂와 온실가스를 제거하고 바이오매스와 같이 탄소를 나무에 저장한다. 빌딩 에너지 사용을 줄이면서, 수목들은 CO₂방출을 줄일 수 있다. 수목 관리하는 활동들은 종종 CO₂방출하고, 빌딩 주변에 적정하지 않게 위치한 수목들은 에너지 사용과 CO₂의 방출을 증가시킬수 있다(e.g, Nowak 2000; Nowak et al. 2002b).

2.2 공기 질 개선

나무들은 다양한 방법으로 공기 질에 영향을 미친다. 나무들은 잎과 가지에서 공해물질을 가로채고, 잎의 기공에서 가스성의 대기오염 물질을 흡수한다. 한 도시에서 나무에 의한 공해물질 제거는 해마다 천ton 이상을 제거하고, 최소 1%의 공기질을 향상한다(Nowak et al. 2006a). 나무는 오존 형성에 기여하는 다양한 VOC(휘발성유기화합물질)을 배출한다. 하지만 나무는 인간 활동에 의해 배출되는 가솔린과 같은 물질로부터 VOC 물질의 방출을 낮추어 오존의 잠재적 형성을 낮춘다(Nowak 1994; Nowak et al. 2006a; Nowak and Dwyer 2007)

2.3 도시 수문기능 강화

땅에 도달하는 강우량의 흐름을 낮추고 보전함으로써, 도시숲은 도시의 수문 프로세스에 중요한 역할을 한다. 강우 유출수, 홍수피해의 빈도를 줄이고, 수질을 높일 수 있다. 일례로, 오하이오 주의 Daton은 현재 존재하는 수관이 강한 태풍의 영향으로 7%까지의 유출수를 줄일 수 있었다. 수관 캐노피의 증대는 유출수를 최대 12%까지 줄일 수 있다(Sanders 1986). 가장 많은 효과를 얻을 수 있는 것은 작은 폭우가 많이 있는 곳이다. 폭우로 인한 유출수를 잘 관리하기 위해서, 많은 미국 도시들이 지하 파이프 연장과 “grey infrastructure(회색 인프라)” 대신에 나무를 심는 “Green Infrastructure(그린 인프라)”을 늘리고 있다.(제 3장 다. 해외 도시숲 모델 필라델피아의 Green City, Clean Waters program 참조)

2.4 소음감소

적정한 위치에 식재된 나무와 관목들은 소음감소에 효과가 있다(Anderson et al. 1984). 약 30m에 큰 나무들을 줄 짓고 부드러운 지표면과 결합되면, 50% 이상의 큰 소음(6-10decibels)을 줄일 수 있다(Cook 1978). 도시주변 도로 근처의 나무를 심는것에서 소음을 제거하는 것은 좁은 도로의 공간(폭 3m이내) 때문에 한정적이다. 좁은 도로에서 관목과 나무들을 관목 뒤로 열을 지어 심으면, 3-5decibel의 소음감소에 도움이 된다(Reethof and Mcdaniel 1978)

2.5 삶의 질 향상

도시 나무의 존재는 일과, 주거환경 그리고 레저를 즐길 수 있는 도시 환경을 더욱 심미적, 즐거움, 감정적으로 만족스런 환경을 만들어준다(Dwyer et al. 1991). 도시민들의 성향과 행동에 관한 리포트에서 나무와 숲에 많은 기여가 도시지역의 삶의 질과 연관된다고 밝혔다. 도시숲은 시민들에게 다양한 야외활동과 레크리에이션 기회를 제공해준다(e.g. Dwyer 1991, Dwyer et al. 1989). 도시숲의 환경은 심적으로 즐거운 환경, 삶의 즐거움과 사람과 자연환경과의 강한 연결성을 제공한다. 그 중, 나무는 주거지의 거리와 커뮤니티 공원에 심미적 질을 높이는 가장 중요한 역할을 한다(Schroeder 1989).

2.6 커뮤니티 웰빙

도시숲은 도시, 주민의 활력과 특성을 나타내는 가장 중요한 요소이다. 더욱이, 도시민에 의해 나무가 관리되고 식재되면 더 큰 사회적 가치와 공동체의 의미를 더해준다. 도시 안에서 주거환경을 개선하기 위해 임무를 부여하는 것(empowerment)도 도시숲의 발전에 기여해왔다.(Kuo and Sullivan 2001a)

2.7 신체와 마음의 건강 회복

스트레스를 날리고 신체적 건강을 증진시키는 것은 도시의 나무와 숲의 존재와 관련이 있다. 산림으로 이루어진 경관과 식생들은 사람에게 자연이 배제된 경관보다 더 많은 심적 완화를 제공한다. 병원에서도, 창밖을 통해 나무를 볼 수 있는 환자들이 더 빨리 치유되고, 더 적은 합병증을 야기한다(Ulrich 1984)

2.8 도시 경제 활성화

도시숲의 자원은 도시, 주민에게 경제 활성화를 가져다 준다. 도시환경을 개선하면, 지가 상승, 사업의 판매증가, 고용에 기여할 수 있다.(e.g. Anderson and Cordell 1988; Corrill et. 1978) 도시숲 관리와 관리 활동은 관련된 직장을 창출하여 지역경제에 도움이 되고, 제거된 나무와 나뭇가지는 다양한 나무와 관련된 제품들을 생산하는데 사용될 수 있고, 이러한 과정에서 더 많은 직업들을 창출시킬 수 있다.

2.9 관리 비용

천연경관은 도시숲을 구성하는데 가장 강력한 방법지만, 건강하고 안전한 도시숲을 제공하기 위해 나무 식재와 관련된 관리 비용(watering, raking, pruning, 나무 제거)는 경제적 비용을 수반한다. 강수량이 적은 환경에 나무 피복도를 높이는 것은 추가적인 경제적, 환경비용이 든다. 이런 환경에 나무를 심는 것은 도시에 상당한 효과를 만들 수 있지만, 이런 식재는 물과 경제적인 자원을 필요로 한다. 더불어, 낙엽수 등과 관련한 도시숲의 관리비용과 다양한 리스크는 개인부상, 재산 피해 그리고 정전을 유발시킬 수 있다. 주기적으로 시행하는 수목

의 적절한 관리와 유지는 차후 소요되는 관리비용을 최소화 할 수 있고, 현재와 미래시대를 위한 다양한 혜택을 증진시킬 수 있다. 나뭇잎과 자연부식물의 폐기는 상당한 비용을 유발할 수 있지만, 잠재적으로 목재 또는 유기물질(e.g. 멀칭, 목재 상품, 바이오에너지 관련)을 공급하는데도 도움이 된다.

나. 국내 도시숲 조성·관리 현황

1. 국내 도시숲 분류와 유형

도시숲(Urban Forest)에 용어가 포함하는 숲의 개념적 범위는 다양하다. 도시숲의 기능과 범위를 어떻게 분류하느냐에 따라 도시 내 위치한 가로수 한그루, 도시 내에 존재하는 모든 산림을 포함 할 수 있다. 이와 관련된 유사단어(도시지역 산림, 도시녹지 등)가 존재하고, 관련 연구 및 정책에서 ‘도시림’과 ‘도시숲’이라는 용어를 혼용하여 사용하고 있다.

법률적 개념의 ‘도시림’은 「산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률」 제2조 도시에서 국민 보건 휴양·정서함양 및 체험활동 등을 위하여 조성 관리하는 산림 및 수목을 말한다. 그 정의를 규정하고 있으며, 공간적 범위는 면 지역과 「자연공원법」 제2조에 따른 공원구역을 제외하며 「도시공원 및 녹지 등에 관한 법률」에 따른 공원녹지를 포함하는 물리적 공간 개념이다(표1 참조).

표 1. 관련 법률에 따른 도시림 분류 [참조 : 전국 도시림 현황통계 재구성]

관련 법률	도시림 분류	생활권분류	소관부처
「산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률」	산림(자연공원법에 따른 공원구역 제외)	비생활권	산림청
	자연휴양림 등(도시지역 내의 자연휴양림과 산림욕장)		
	하천변 녹지(「하천법」에 따라 하천주변에 식재된 교목 및 관목)	생활권	
	국·공유지 녹화지(자투리땅을 녹화하여 도시림으로 제공한 면적)		
학교숲(학교 내 숲을 조성하거나 담장을 허물고 녹화한 면적)			

관련 법률	도시림 분류	생활권분류	소관부처
	가로수 등 도로변 녹지(보도, 중앙분리대 등 수목식재, 고속국도 제외)		
	기타(옥상녹화, 벽면녹화, 청사 등 수목 집단 지역)		
「도시공원 및 녹지 등에 관한 법률」	도시자연공원구역	비생활권	국도교통부
	도시공원(소공원, 어린이공원, 근린공원으로 조성된 생활권공원 및 역사공원, 수변공원, 체육공원, 묘지공원, 기타공원으로 조성된 주제공원의 녹지면적)	생활권 (묘지, 공공공지, 저수지는 제외)	
	녹지(완충녹지, 경관녹지, 연결녹지로 조성된 면적)		
	유원지, 공공공지, 저수지		

산림청에서는 ‘도시숲’을 국민의 보건휴양·정서함양 및 체험활동을 위하여 조성·관리하는 산림 및 수목으로 공원, 학교숲, 산림공원, 가로수(숲) 등으로 정의하고 있다. 물리적 공간개념 이상으로 환경·생태적인 측면과 함께 문화적, 전통적, 공동체(community) 측면을 포괄하는 개념으로 사용할 수 있기 때문에 문화와 공동체라는 의미를 내포하여 국민들에게 친근한 용어인 “숲”을 사용하는 것이 바람직하다고 설명하고 있다.

이와 같이, 도시림·도시숲의 용어의 공통점은 도시 내 존재하는 산림과 수목을 언급하고 있어 물리적, 공간적 측면에서는 기능이 같지만, ‘도시숲’은 법적 물리적 공간 개념의 이상으로 시민들이 실천적, 문화적 참여 활동을 포괄한다는 측면에서 차이가 있다.

이 중 ‘생활권 도시림’은 도시민이 이용함에 있어 별도의 시간 및 비용에 대한 부담이 낮고, 실생활에서 쉽게 접근·활용 할 수 있는 도시림을 말한다. 「산림자원조성 및 관리에 관한 법률」에 의한 산림과 휴양림(자연휴양림, 산림욕장)은 제외되고, 「도시공원 및 녹지 등에 관한 법률」에 따른 도시자연공원구역, 묘지공원, 공공공지, 저수지는 제외된다.

산림청은 도시숲을 기능에 따라 아래와 같이 도시산림공원, 생활환경숲, 가로숲, 명상숲, 경관숲으로 유형화했다.

표 2. 도시숲 기능에 따른 분류 [출처 : 산림청 홈페이지]

도시숲 분류	정의 및 역할
도시산림공원	국민의 건강증진과 숲 체험활동 활성화를 위해 생활권 및 주변의 토지와 산림에 조성 관리하는 도시숲
생활환경숲	도시의 공한지, 공공공지, 주택 및 공동주택 주변, 병원 및 요양소 주변, 공장 및 공단의 주변, 인공지반 및 건물 등의 공간에 조성·관리하는 도시숲
가로숲(수)	도로를 따라 조성되는 가로숲(수)은 도시생태계 회복에 큰 역할을 담당함
명상숲(학교숲)	초·중·고등학교법에 따른 학교와 그 주변지역에 조성 관리하는 도시숲
전통마을숲	숲문화 보전, 지역주민의 생활환경 개선 등을 위하여 마을 주변에 조성하는 산림과 수목
경관숲	우수한 산림경관자원의 보전 형성 등을 위해 조성 관리하는 산림과 수목

2. 도시림 및 도시숲 현황

도시면적 2,553천ha에 도시림은 1,253천ha 로 49%를 차지하였고, 이는 우리나라 산림전체 산림 6,335천ha의 19.8%를 차지하고 있다. 도시림 면적율은 산림 면적이 가장 높은 강원도가 72%, 대구 59%, 울산 58%, 대전 51% 순으로 조사되었다

표 3 . 시도별 도시림 면적 및 생활권 도시림 면적

시 도	총 산림면적 (ha)	도시지역 면적(ha) (A)	총 도시림 면적(ha) (B)	총 도시림 면적율(%) (C=B/A)	생활권 도시림면적 (ha) (D)
합 계	6,334,615	2,552,618	1,253,573	49.11	46,219
서 울	15,486	60,525	13,254	21.90	5,360

부 산	35,386	64,193	27,348	42.60	4,174
대 구	48,706	56,510	33,210	58.77	2,768
인 천	39,978	48,243	13,469	27.92	2,130
광 주	19,244	50,118	18,794	37.50	1,730
대 전	29,928	53,935	27,488	50.96	1,996
울 산	68,671	55,302	32,298	58.40	1,834
세 종	25,288	4,215	1,015	24.07	297
경 기	520,068	398,064	181,955	45.71	7,749
강 원	1,371,643	406,292	290,803	71.57	2,563
충 북	491,135	140,025	60,111	42.93	1,739
충 남	408,040	163,517	60,085	36.75	1,513
전 북	443,140	139,035	54,244	39.01	3,320
전 남	690,237	234,039	115,183	49.22	2,282
경 북	1,337,741	345,705	161,495	46.71	2,778
경 남	701,903	181,315	75,153	41.45	3,286
제 주	88,022	151,587	87,668	57.83	700

[출처 : 전국 도시림 현황통계(산림청)]

「산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률」에 의한 도시지역의 산림과 수목의 면적(1,205천ha) 중 산림(1,177천ha)로 산림이 약 97.7% 대부분을 차지하였고, 이어서 자연휴양림, 산림욕장, 가로수 등 도로변 녹지(33.3%), 국·공유 녹화지(24.4%), 하천변 녹지(17.0%) 순으로 도시림이 분포했다. 반면 「도시공원 및 녹지 등에 관한 법률」에 의한 공원녹지 면적은 48천ha이며 전체 도시림의 3.8%에 불과하다. 생활권 도시숲 면적은 46천ha로 전체 도시림의 3.7%를 차지하고 있으며, 비생활권 도시림은 1,207천ha으로 전체 도시림 면적의 96.3% 대부분을 차지하고 있다.

표 4. 법률 및 생활권 분류에 따른 도시림 면적현황

법률상 구분		도시림 구분	
계	1,253천ha (100%)	계	1,253천ha (100%)
『산림 자원의 조성 및 관리에 관한 법률』의 산림과 수목	1,205천ha (96.2%)	생활권	46천ha (3.7%)
『도시공원 및 녹지 등에 관한 법률』의 공원녹지	48천ha (3.8%)	비생활권	1,207천ha (96.3%)

[출처 : 전국 도시림 현황통계(산림청)]

생활권 도시림은 도시민의 다양한 활동장소로 사용되고, 도시 미기후 조절 등 환경적 기능이 높은 도시림을 일컫는다. 생활권 도시림 면적률은 도시지역 면적 대비 생활권도시림의 산정되고, 도시림 면적률에 비해 도시민들이 실제로 느낄 수 있는 체감 녹색량 지표로 활용하고 있다.

생활권 도시림은 46천ha로 도시면적의 1.8%를 차지하고, 국토면적의 0.5%, 전체 도시숲 면적의 3.7%에 불과하다. 산림청에서 도심지 내 가로수 확대, 도시숲 등 도시림 조성사업 추진으로 11년 기준 36ha에서 15년 기준 46ha로 4년간 10ha면적이 증가 했으나, 도시민의 건강증진 및 여가활동 확대, 도시 환경문제를 개선하기 위한 생활권 도시림은 아직 미미한 수준이다.

1인당 도시림면적과 생활권 도시림면적은 해당면적에서 도시인구를 나눈 값으로 산정하여 도시민들의 쾌적한 생활환경 정도를 판단하는 지표로 활용하고 있다. 1인당 도시림 면적은 268.78㎡로 산림과 도시산림공원 면적 등 포함으로 비교적 수치가 높지만, 국민들이 일상생활에서 쉽게 접근할 수 있고, 주변에서 실제 체감할 수 있는 1인당 생활권 도시림면적은 9.91㎡로 수치가 매우 낮다. WHO 권고기준인 9㎡를 넘는 성과를 달성하였으나, 주요 선진도시 런던 27㎡, 뉴욕 23㎡, 상해 18㎡, 파리 13㎡, 일본 11㎡과 비교하면 면적이 작으며, 지역별로 편차 서울 5.4㎡, 경기 6.6㎡, 인천 7.5㎡ (그림 1. 참조) 존재한다.

그림 1. 1인당 생활권 도시림면적(m²/인) [출처 : 제2차 도시림 기본계획(산림청)]



「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」에 따라 올해 7월부터 장기미집행 도시 계획시설 효력이 상실됨에 따라 공원 및 녹지구역으로 지정된 곳이 해제됨에 따라 도시 추가 개발과 녹색공간 확보가 더욱 어려워질 전망이다. 미집행된 공원 및 녹지구역을 도시의 녹지공간으로 조성하기 위한 방안 모색과 기존 도시숲의 관리를 강화하여 미세먼지, 열섬완화 등 질적 가치를 증진을 위해 노력해야한다.

또한, 특별시 및 6개 주요 광역시 소유별 산림면적을 확인한 결과, 2015년 전국 산림(6,334천ha)의 사유림(4,249천ha) 평균 67%을 고려할 때 특별시를 포함한 주요 도시의 사유림 비율은 82.9%로 전국평균 보다 15.9% 높아 대도시권에 사유림비율이 더 높은 것으로 나타났다(표5). 이는 도시숲의 조성·관리에 있어서 사유림의 비중이 크고 중요하다는 것을 나타낸다.

표 5. 특별시 및 6개 광역시 소유별 산림면적 [출처 : 임업통계연보(산림청)]

지역 구분	소유별 산림면적 (ha)				비율		
	국유림 (A)	공유림 (B)	사유림 (C)	합계 (D)	1 (A/D)	2 (B/D)	3 (C/D)
합 계	32,440	11,462	213,496	257,398	12.6	4.4	82.9
서울	5,906	856	8,724	15,486	38.1	5.5	56.3
부산	6,239	2,340	26,807	35,386	17.6	6.6	75.7

지역 구분	소유별 산림면적 (ha)				비율		
	국유림 (A)	공유림 (B)	사유림 (C)	합계 (D)	1 (A/D)	2 (B/D)	3 (C/D)
대 구	2,282	2,740	43,683	48,705	4.6	5.6	89.6
인 천	4,584	1,734	33,660	39,978	11.4	4.3	84.1
광 주	1,683	807	16,754	19,244	8.7	4.1	87
대 전	5,503	805	23,620	29,928	18.3	2.6	78.9
울 산	6,243	2,180	60,248	68,671	9	3.1	87.7

3. 도시숲 조성관리 한계

1.1 국가주도 도시숲 조성·관리

산림청에서는 생활권 내 다양한 유형의 도시숲 조성으로 산림복지서비스를 제공하고 있다. 조성되는 지역에 따라 녹색쌈지숲(시민들의 정서함양 등을 위하여 건물사이의 자투리 땅등에 조성), 생활환경숲(공간, 주요병원, 요양소 등의 건축물과 그 주변지역의 폐기물 및 쓰레기 매립지 등 생활환경의 보호유지와 보건 위생을 위해 조성이 필요한 지역), 산림공원(도시지역의 방치되어 있는 유휴지 또는 도시 내 국·공유지 산림)으로 나뉘어 국비 377억을 투자하여 사업을 추진하고 있다.

또한, 초미세먼지(PM2.5) 농도가 전국 $26\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 WHO 권고기준(10) 보다 높아, 범정부 미세먼지 종합대책('17) 중 미세먼지 저감에 대응하고 부작용 없는 자연친화적 대응 방안으로 도시숲 기능이 중요성이 증가했다. 미세먼지 저감 등 생활환경 개선을 위한 도시숲 확대에 노력하고 있다. 도시 바람길 숲·차단숲 신규조성에 370억을 투자하여 숲을 활용한 미세먼지 흡착·흡수 효과를 높일 수 있도록 도시바람길숲 및 차단숲 조성하여 생활환경을 위한 도시숲 확대에 힘쓰고 있다.

도시숲 이용자 만족도 조사결과⁴⁾ 다양한 수종배치 및 안내설치판에 대한 요구가 높아 나무이름표 의무 부착 등을 신규 사업설계 시 반영하여 설치를 의무화하고 불거리를 확충하기 위해 노력하고 있다. 도시숲 유지관리를 위해서는 도시녹지관리원을 운영하여 조성된 도시숲에 대해서는 노후화된 입간판, 수목표찰 등 정기적인 모니터링을 실시하여 유지관리를 강화하고 있다.

생활권 도시숲은 많은 노력과 시간을 들이지 않고 일상생활에서 쉽게 이용할 수 있다는 접근성 때문에 산림복지에 대한 만족도를 높이고 있다. 산림복지 사각지대를 해소하기 위해 소외계층 또는 장애인을 대상으로 바우처를 발급하여 산림복지서비스를 장려하는 제도가 산림복지서비스 이용권으로 2016년부터 제도를 시행 중이다. 숲체험·교육, 산림치유 프로그램 등과 생활권 도시숲을 연계하여 취약계층을 아우르는 산림복지서비스를 제공하여 이용률을 높이고 있다.

1.2 민간분야 도시숲 조성·관리

1) ‘유한킴벌리’의 우리강산 푸르게 푸르게

도시숲 조성·관리 노력을 위해 정부주도의 움직임만 존재했던 것은 아니다. ‘우리강산 푸르게 푸르게’의 비전을 제시하여 지속적인 기업의 사회 공헌활동(CSR) 마케팅을 하는 대표적인 국내 기업이다. 목재를 이용해서 소비재를 생산하는 기업의 특성을 고려하여 1998년을 시작으로 학교숲 조성, 2003년 서울숲 조성 등 수도권 등 인구밀도가 높아 환경문제가 심한 도시에 숲 조성을 주도해가고 있다. 2018년 유한킴벌리 지속가능성보고서에 따르면 2015년 누적기여 기준 국공유지 숲가꾸기(629ha), 신혼부부 나무심기(21,444명), 숲환경보호 캠페인(126,907명) 등 다양한 프로그램을 통해 도시숲 관리에도 힘쓰고 있다. CSR을 통해 기업 이미지를 제고하고 기업의 홍보장소로 사용하여 소비자들에게 제품에 대한 친환경이미지 제고에 긍정적 영향을 미치고 있다.

4) 리서치랩에서 2018년 진행한 도시숲 이용자 만족도 조사 결과(평균 80.9) 수목종류 등 다양한 불거리가 부족하고 안내판의 적절한 배치가 부족

2) 서울숲 및 서울숲공원컨버전시

도시숲 시민참여 활동도 진행되고 있다. 1998년에 창립한 생명의 숲은 서울시와 업무협약을 체결하여 (재)서울그린트러스트를 통해 2003년 서울숲 조성을 시작할 때부터 기금 모금, 공원 조성 및 관리, 공원 이용 프로그램 운영 등 다양한 프로그램을 주제로 참여하여 시와 민간이 함께 협의하여 2005년에 공원조성을 완료하였다. 조성기간 동안 총 5회에 걸쳐 기금모금과 나무심기행사를 추진하였고, 70여개의 기업·단체, 5,000명의 개인이 기금조성에 참여하여 50억원 조성하고 나무심기에는 10,000여명이 참여했다.

조성 이후 서울그린트러스트 산하의 ‘서울숲사랑모임’에서 관리 및 운영하다가, 2016년 이후 서울시가 민관협력을 위해 서울숲 위탁관리 공모를 통해 서울그린트러스트에서 ‘서울숲공원컨버전시’를 발족하여 서울숲관리·운영을 전담하기 시작했다. 서울숲공원컨버전시는 서울숲공원을 수탁 운영하며, 공원서비스 질을 향상시키고 주도적인 개인, 청소년, 단체 및 기업봉사활동을 통해 서울숲의 안내와 생태 및 문화프로그램운영, 자원활동가 양성, 지역커뮤니티 활성화, 재즈페스티벌 등 예술 공연 프로그램 기획 등을 통해 서울숲 활성화에 노력하고 있다.

3) 부산시민공원 조성·관리를 위한 시민참여

부산시민공원은 1910년대 일제감정기 시절 일본인과 일본군에 의해 경마장과 군사기지로 사용되었다가, 해방과 함께 미군에 의한 군정이 시작되면서 하야리아캠프로 사용되었다. 캠프 폐쇄 이후 부지의 공원화를 요구하는 시민들의 의견을 수용하여 2014년에 부산에 조성된 최대규모의 도심공원이다. 이 중 참여의 숲은 3만4천397㎡로, 시민들이 일정한 금액을 기부하면 원하는 장소에 나무를 심고, ‘시민 참여의 벽’을 조성해 시민들이 사진과 그림, 시 등을 이미지 타일로 만들기도 했다. 지방정부, 시민단체, 전문가, 주민, 학계 등이 참여하여 포럼을 결성하고 원탁회의를 통해 거버넌스를 구축하였다. 이 원탁회의에는 대학, 전문가, 시민단체 등이 참석하여 모든 참석자들이 동등한 수준으로 의견을

제시하고 공원 조성 면적, 예산, 공원형태, 기존건축물 보존여부 등 녹지조성, 문화 및 참여, 운영기획 등에 대해 논의하였다. 조성 단계에서 행정기관과 민간이 함께 도시숲을 구상하여 아이디어를 교류하여 조성하였으며, 조성 이후 부산그린트러스트, 민간단체와 시민들의 자원봉사 활동 및 도시숲 프로그램을 진행하고 있다.

1.3 국내 도시숲 조성·관리 한계

1) 도시숲 네트워크 구축을 위한 부지 및 예산 확보의 어려움

미세먼지 저감, 도시 환경문제 대응, 국민들의 삶의 질 향상 및 사회적 요구에 따라 도시숲 조성을 위한 국가적 차원의 노력을 하고 있다. 산림청 및 지자체에서는 도시 생활권 녹지면적을 늘리기 위해 건물사이의 자투리 땅, 소규모 부지에 도시숲을 조성하는 녹색쌈지숲 위주의 사업을 추진하고 있다. 사업 추진 결과로써 도시숲의 양적 수량은 확대되고 있지만, 녹지간 네트워크 및 도시외곽 산림과의 연결성은 부족하다. 녹지네트워크는 산림을 네트워크화 나감으로써 도시의 생태잠재력을 향상시키고 다양한 생물이 살아갈 수 있는 풍부한 녹지를 가진 도시를 만드는 것을 의미한다. 하지만 생활권 도시숲 조성을 위한 도시 내 부지는 일반임지와 달리 매수비용이 높아 장기적 도시숲 네트워크를 조성을 위한 부지 확보가 어렵다. 체계적 도시숲 확대 및 연결성을 위한 장기적 부지 확보를 위해 관련 부처의 지속적인 협의와 예산 확보 및 민간분야 참여를 통해 도시 내 유휴지 활용방안, 도시외곽의 산림으로 도시숲 네트워크 연결방안 등 부지확보 문제를 해결해야한다.

2) 도시숲 조성·관리를 위한 민간 영역 확대 및 행정기관의 포용

2000년대 이후 도시숲 확대 운동이 전개되면서, 서울숲·부산시민공원과 같이 민간영역의 제안을 통해 조성된 사례가 있다. 민간에 의해 제안된 사업은 사업추진의지가 있는 민간에 의해 책임감을 갖고 조성뿐만 아니라 관리 및 도시숲활성화를 위한 프로그램 개발에도 적극적이다. 하지만, 이는 보편적인 거버넌스 구조로 확립되지는 않았다. 아직까지는 행정중심의 조성 및 관리가 이루어지고 있

고, 시민참여는 일시적이고 단기 프로그램 참여 수준에 머물러 있다.

그 이유로는 두 가지가 있다. 첫 번째는 행정기관에서는 지속적인 도시숲 조성·관리 파트너로서 민간 주체를 인식하려는 노력이 부족하다. 도시숲 양적증대를 위한 속도감 있는 행정처리 및 절차를 추진하기 위해 시민참여 절차를 생략하거나 형식수준에 머무르는 경우가 많다. 행정기관에서 시민참여를 행사참여 동원 정도로 인식하고 도시숲 운영 및 관리에 개입하는 것에 대한 거부감이 있다. 행정기관에서는 민간 주체를 파트너로 인식하여 도시숲 조성·관리 전반에 참여시킬 수 있는 제도적 지원이 필요하다.

두 번째는 도시숲 관리를 위한 역량 있는 민간주체 부족이다. 행정주도의 도시숲 운영에는 시민의 요구를 수용하기에는 인력 및 예산 한계가 있다. 국가에서는 도시녹지관리원을 선발하여 조성 후 유지관리 등 차원으로 운영하고 있으나, 대부분 시설물 유지보수에 수준에 그치고 있다. 이런 문제를 해결하기 위해서는 민간 주체들의 역량을 강화하기 위한 교육 및 재정지원 프로그램을 개발하여 도시숲의 조성·관리·평가 전반에 참여시킬 수 있는 방안을 모색해야 한다.

3) 도시숲 조성·관리를 위한 개별법 부재

도시숲 조성은 산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률, 도시공원 및 녹지 등에 관한 법률, 해당 부지의 용도지역에 따른 개별법 등에 따른 적용을 받고 있다. 예를 들면, 서울시의 경우 도시숲은 65개 법률에 의해 130개의 지역·구역 등으로 지정되는 등 도시숲 관련 법·체도가 복잡하다⁵⁾. 도시숲, 도시공원, 도시기반시설로서의 녹지 등은 도시에 녹지를 제공하여 쾌적한 도시환경을 조성하기 위한 근본적 역할에는 공통분모가 존재한다. 하지만, 도시 내 산림 조성 및 관리를 아우를 수 있는 통합적 법령 부재 때문에 해당 업무가 여러 부처로 분산되어 지자체에서 사업 추진 시 관련 여러 법률을 검토해야 하는 등 사업 추진능률을 저해하고 있다.

또한, 지자체 및 행정기관 용역수행 시 행정적으로 명확하게 구분되어 사용되

5) ‘도시숲·도시임업 육성을 위한 법제화 연구’ (2011, 산림청) 5p

지 않는 도시림, 도시숲 용어는 대중적으로 확산되어 국민들의 혼란을 초래할 수 있다. 산림청의 산림자원의 조성 및 관한 법률에 따른 도시림, 국토교통부의 도시공원법에 따라 도시 내 수목이 차지하는 공간에 대해 관련부처에 따라 도시 내 존재하는 산림에 대해 각기 다른 용어를 사용하고 있기 때문에 도시숲에 대한 개념과 범위와 도시 내 수목을 관리하기 위한 중첩되는 사항을 해소하기 위한 법령 정비가 필요하다.

앞서 살펴보았듯, 도시숲과 일반산림과는 서로 구분되는 특성이 있으며, 도시민의 건강, 심미적, 생태적 가치를 제공하고 도심 내 회색거리에 활기를 불어 넣어 지가 상승 등 환경조성에도 영향을 준다. 현재 도시숲 조성을 위한 근거 법령으로 존재하는 기존 산림법으로 운영·관리하기에는 한계가 있다. 도시숲은 도시에 위치되는 수목의 특성 때문에 도시민들에게 경제적, 생태적 혜택을 제공하지만, 그 기능을 유지하기 위해서는 그만큼 더 많은 관리가 필요하다.

도시숲 확충을 위한 기반마련과 더불어 질적 향상을 위한 지속적 관리 및 교육, 시민들의 활발한 참여를 독려할 수 있는 홍보·지원을 아우르는 통합적 법령 및 체계가 필요하다. 지속적인 도시숲 조성·관리 정책을 함께 추진할 수 있는 도시숲 관련 개별법 마련으로, 통합적으로 운영·관리 할 수 있는 중심점을 만들고 일괄된 정책추진과, 도시 인프라, 계획, 문화 등의 관련부처와 협업하여 도시 내 녹색이니셔티브를 도입할 수 있다.

다음 장에서는 미국 도시숲 조성·관리 현황에 대해 알아보고 관련 법률, 정책, 미국의 도시숲 모델 예제를 분석하여 국내 도시숲 조성·관리의 한계를 보완 할 수 있는 사례와 관련정책에 대해 알아보고자 한다. 자료는 사무실에서 수집한 리플렛, 책자, 논문자료, 홈페이지 등 다양한 경로를 통해 수집하였다.

제3장 국외 도시숲 현황 및 조성사례

가. 미국의 산림 및 도시숲 현황

1. 산림일반 현황

미국 전체 토지면적은 23억 에이커이다. 산림 지역은 7억6550만 에이커를 차지하고 국토면적의 34%를 구성하고 있다. 1630년대에는 산림면적이 10억2300만을 유지하여 국토 전체 면적의 46%를 차지했다. 1630년 이래로 2억5600만 에이커의 산림이 주로 농업지역으로 타용도 전환되었다. 1987년부터 2012년까지는 산림면적이 증가하는 추세였으나 2017년 이후에는 현재 수준을 유지하고 있다.

그림 2. 미국 산림면적 변화 1630-2017

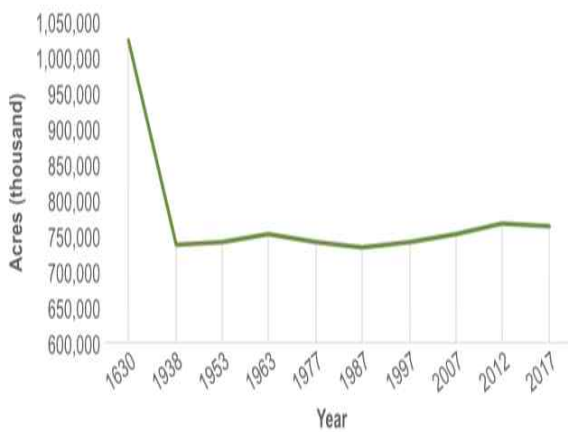
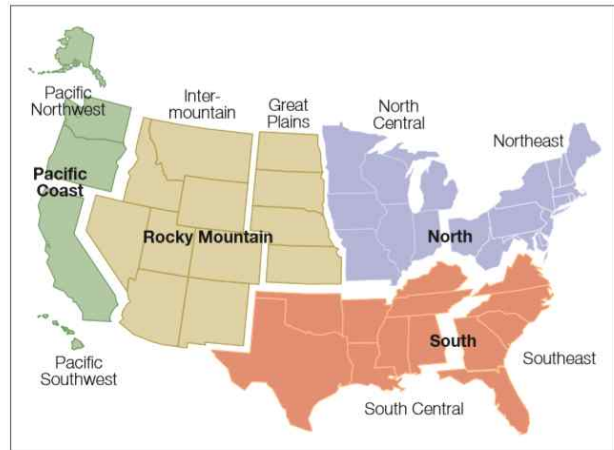


그림 3. RPA 조사 지역 범위



[출처 : Forest Resources of the United States, 2019]

2020 Resources Planning Act(RPA) 평가를 위한 산림자원의 정보를 제공하기 위해 그림 같이 지역을 분류하여 조사되었다. 록키산맥의 면적은 넓지만, 다른 지역에 비해 건조지역을 많이 포함하고 있어 산림 비율이 적고 산림면적 전체의 17%를 차지하고 있다. South(남쪽, 주로 텍사스와 오클라호마)는 32%의 산림면적을 차지하고 있고, North는 23%를, Pacific Coast는 28%의 지역 산림면

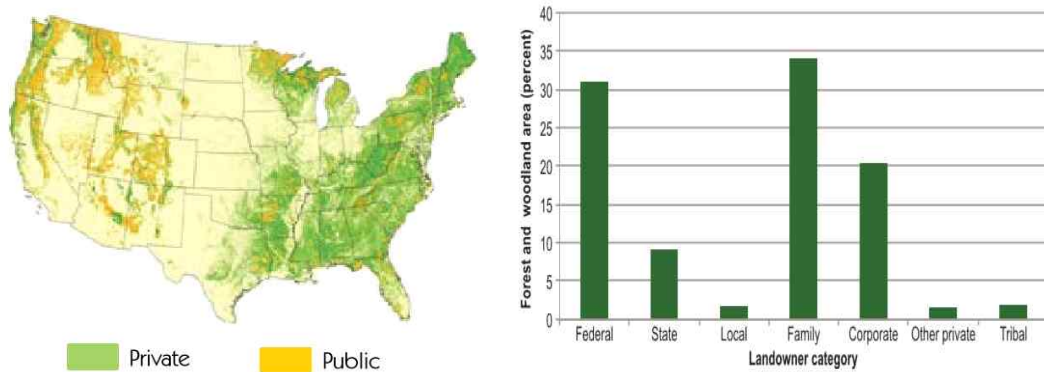
적을 구성하고 있다. Northeast에 위치한 메인주는 89%의 가장 많은 산림을 차지하는 주이며 반면 North 다코다와 Great plain에 속한 지역은 산림비율이 낮은 곳으로 나타났다.

산림면적은 시간이 지나면서 안정된 형태를 보여주고 있다. 1997년 이후 산림면적은 조금씩 증가했다. 가장 많이 증가한 곳은 South 지역으로 6% 증가했고, 록키마운틴과 North 지역은 각 3%씩 증가하였지만, Pacific Coast는 1% 미만 정도 면적이 감소하였다. 면적이 변하지 않는다고 산림의 특성이 변하지 않는 것은 아니다. 농업용지로 쓰였던 곳이 산림으로 다시 변화하고, 도시개발과 같은 집약적 토지이용이 일어나, 산림이 인간영향, 다른 자연 영향에 의해 변화하고 있다.

장기적으로 산림관리는 산림소유자에 의해 영향을 미친다. 산림소유주의 다양성은 소유주의 목적과 관리방법에 영향을 미친다. 서부지역은 대부분 국·공유림을 차지하고, 북동부 지역과 남동부 지역은 사유림이 많은 비중을 차지한다. 미국 산림의 58%로는 사유림이고, 약 11백만의 가족, 개인, 들이 가족 산림 형태로 산림을 보유하고 있으며 38%를 차지하고 있다. 기업 소유는 20%를 차지한다. 기업의 카테고리는 목재 투자관리 조직, 산림 제품관련 회사, 산업에 산림 소유가 부수적으로 필요한 회사 등이 있다. 2%는 비정부 산림 보호 조직과 비법인 파트너십 단체들이 소유하고 있다. 또한, 2%는 원주민보호지역에 위치해 있고, 원주민 조직에 의해서 관리되거나 원주민 개인들이 관리하기도 한다.

미국 산림의 42%는 국·공유림이 차지한다. 연방정부는 31%를 차지하고, 대부분은 산림청이 관리하고 있으며, 토지관리국(Bureau of Land Management), 국립공원(National Park Service) 등이 일부를 소유하고 있다. 산불과 레크리에이션을 관리하는 주정부는 9%의 산림을 관리하고 지역정부는 2%를 소유하고 있다.

그림 4. 미국 산림의 소유별 분포 현황 [출처 : Forest Resources of the United States, 2019]



2. 도시숲 조성·관리 현황

국내 도시숲 조성은 국가 직접예산을 투입하여 지자체에서 조성하는 방법이 일반적이다. 미국에서는 국가 예산을 직접 투입해서 조성하는 것 대신 연방정부의 역할에서 살펴보면 주정부, 지역정부 등에 보조금을 지원하여 지역 자체적으로 교육, 기술훈련을 통해 도시숲의 수관점유율 및 수목의 건강성을 높이고 있다.

미국 도시숲의 범위는 도시 안에 도로주변, 뒤뜰, 자투리 산림 등 사적, 공적으로 만들어진 모든 수목 집합을 말한다. 도시숲에 있는 공적으로 소유된 수목은 정부에 의해 관리가 되고, 사적으로 심어진 수목은 다양한 토지 소유자에 의해 상대적으로 작은 규모로 관리된다. 많은 부분들이 사적으로 관리되어 있지만, 정부에서는 인센티브, 교육, 규정에 의해 사적으로 관리되는 수목에 대해 영향력을 행사 할 수 있다.

도시숲은 도시 경계 안에 있는 수목 전부를 아우르기 때문에 도시정의를 기준으로 도시숲 범위를 규정한다. 도시의 정의는 미국 인구조사국(US Census Bureau's)의 기준을 사용하고 2가지 방법으로 나누어서 도시의 범위를 정한다. 첫 번째는 도시화된 지역으로 50,000이상이 된 지역이고, 두 번째는 도시 클러스터로서 적어도 2,500명 이상 50,000명 미만의 사람이 거주하고 있는 곳이다. 커

뮤니티는 도시를 포함하고 인구조사국에 의해 정치적, 행정적 기준으로 나뉜다. 왼쪽 그림은 코네티컷의 도시 및 커뮤니티 토지를 나타내고 있으며, 주황색은 도시의 토지, 검은 선은 커뮤니티 경계를 보여준다. 도시지역의 토지는 사람들이 많이 거주하는 지역으로 분류되고, 커뮤니티 경계는 대부분의 도시 토지를 포함하지만, 일부 도시 지역을 포함하지 않은 지역(정치적) 경계이다.

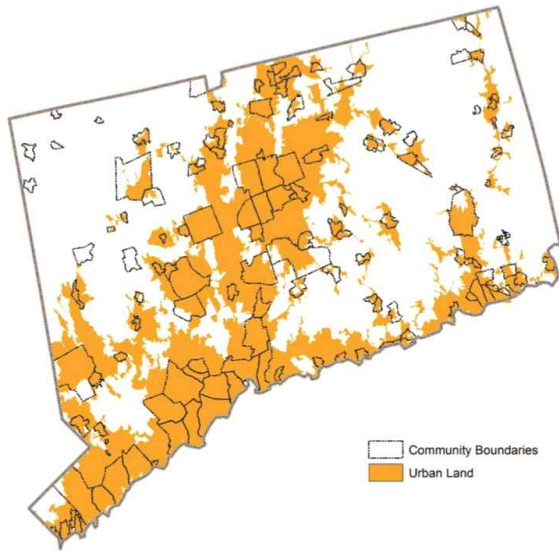


그림 5. 코네티컷 도시 및 커뮤니티 토지 분배

‘Urban/Community(도시와 커뮤니티)’를 합친 범주를 작성하여 사람들이 많이 사는 곳의 도시지역과 수목과 산림이 사람들에게 의해 관리될 수 있는 커뮤니티 범주를 오버랩하여 도시 토지 보다 더 넓은 범주의 지역이 조사하여, 행정단위의 경계를 넘어서 실제로 인구가 많은 지역을 포함하여 도시숲이 얼마나 조성·관리 되고 있는지를 연구에 포함하고 있다. 미국 도시지역은 2000년 기준

2.6%(57.9백만 에이커)에서 2010년 기준 3.0%(68.0백만 에이커)이고, 도시/커뮤니티 지역은 5.4%(121백만 에이커)에서 6.2%(140.9백만 에이커)로 증가했다.

미국 도시숲 평가 시 도시면적 대비 위에서 바라볼 때 성숙목 수관이 만든 높은 레이어층이 차지하는 퍼센트인 ‘Tree Canopy’를 주로 사용한다. 2018년 US Urban Forest Statistics, Values, and Projection 보고서에 따르면, 2005년 미국의 전반적 Tree Cover는 평균 34.2%였고, 도시는 평균 35.0%, 도시/커뮤니티 지역은 35.8%으로 나타났다. 2014년의 전반적 미국 Tree Cover는 39.4%이며 도시/커뮤니티 지역의 평균은 42.2%로 나타났다. 2005년과 2014년 대비 4.4%가 증가했다(Nowak and Greenfield 2012). 부분적으로는 도시지역의 주변 토지 수용 및 확장으로 인해 이전 토지에 있었던 수목을 포함했기 때문이지만, Tree cover를 높이기 위한 지속적인 민관의 노력으로 수치가 증가 한 것으로 보인다.

2.1 연방정부(Federal Government)

미국 도시숲 조성 및 관리는 연방정부 USDA 산림청의 주·사유림국(State and Private Forestry, S&PF)에서 담당하고 있으며, 국가 산림, 주정부, 부족, 커뮤니티와 사유림 산림관리자까지 범위를 가지고 있다. S&PF국에서는 산림소유주에게 기술, 경제적, 자원을 지원해주고 국가 산림을 보전하고, 산불로부터 커뮤니티를 보호하고, 산불 피해지의 생태계 복원하는 업무를 맡고 있다. 주요 업무 중 산림협력과(Cooperative Forestry)는 커뮤니티 및 지역산림에 경제적, 기술적 혜택을 주어, 산림소유주와 커뮤니티가 연방정부 소유 산림이 아닌 곳(non-federal forest land)에 지속적으로 투자하고 관리 할 수 있도록 돕는다.

산림협력과에서는 공유림 및 사유림을 보전하고 관리하여 국민들에게 산림의 혜택을 제공하기 위해 주정부, 지역정부, 다른 연방정부, 비영리 단체 등과 파트너를 맺어 긴밀하게 일하고 있다. 산림협력과에서 지원하는 산림협력프로그램은 다음과 같다.

- Forest Stewardship Program : 개인과 가족 산주들에 의해 소유된 사유림을 보호 관리하기 위해서 정보, 기술을 제공하여 관리 목표에 도달 할 수 있도록 지원
- Forest Legacy Program : 주정부에 보조금을 지원해주는 프로그램으로, 중요 산림을 영구적으로 보전하여 목재제품을 제공하는 시장을 지원, 공기와 수질 보호, 레크리에이션 기회 제공
- Community Forest and Open Space Conservation Program : 지역정부, 인디안 부족, 비영리단체에게 재정지원을 하여 공익을 제공할 수 있는 커뮤니티 산림을 조성
- Urban and Community Forest Program : 국가 산림의 건강성을 지속하여 인력증대, 커뮤니티 회복성 증진, 도시의 특별한 장소 보전

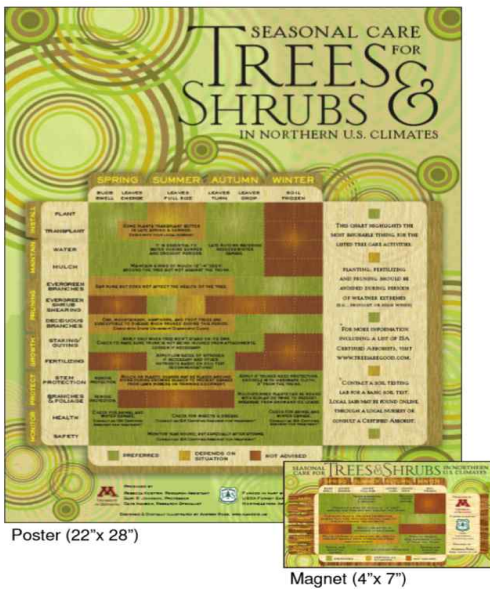
지원프로그램 중 도시숲 조성 및 관리와 관련한 다. Community Forest and Open Space Conservation Program과 라.Urban and Community Forest

Program(U&CF)를 관련법률 및 정책 파트에서 중점적으로 다루고자 한다.

2.2 주정부(State Government)

주정부 도시숲 조성 및 관리 시행주체 기관으로서, 연방정부 산림협력과에서 지원하는 Urban and Community Forestry(U&CF) 프로그램 보조금(펀딩)을 지역정부, 커뮤니티, 비영리단체 등에 지원하고 있다. 기술지원, 수목과 관련 조례 제정, 수목 관리계획 수립 등에 중점을 맞춰 프로그램을 지원하고 있으며, 프로그램 시행 활동에 대하여 매년 성과보고서, 예산사용내역을 연방정부에 제출한다. 또한, 일반 국민들에게 커뮤니티의 활동 내역을 공개하고 지도를 작성하여 어느 커뮤니티에서 보조금을 지원받았는지 확인 할 수 있다.

그림 6. 계절별 수목 관리방법 안내



각 주마다 지역 환경적 특성이 다르기 때문에 주정부 마다 독립적으로 산림관리계획을 수립하고 있다. 필자가 속한 뉴욕주는 환경보전국(Department of Environmental Conservation, DEC)에서 도시숲을 관리하고 있다. 뉴욕주 임업직과 ReLeaf 자원봉사자들을 통해 프레젠테이션, 기술 워크숍, 브로셔, 책자 등을 통해 기술적 지원을 돕고 있다. 왼쪽 그림과 같이 뉴욕주 기온에 맞게 수목 및 관리, 멀칭, 관수, 건강을 모니터링 하는 방법에 대해 포스터와 마그넷 형식으로 홍보하여 지역주민들이 기본적인 수목 관리방법과 시기에 대해 간단하고 한눈에 알 수 있도록 제작하였다. 또한, 홈페이지에는 자원봉사, 도시숲과 관련한 행사 일정들을 공유하여 많은 시민들이 참여 할 수 있도록 장려하고 있다.

New York ReLeaf는 뉴욕주 환경보전국(DEC)과 도시숲의회(Urban Forestry Council, 비영리단체) 사이의 파트너십을 맺어, 커뮤니티 수목에 관심 있는 누구나 참여 가능한 프로그램이다. 목적은 커뮤니티 수목을 어떻게 관리하고 살고

있는 지역을 개선하기 위해 지식을 공유하고 참여자를 교육시키는 것이다. 임업 전문가와 지역의 헌신적인 자원봉사자들의 파트너십을 통해 정부와 민간부문으로부터 경제적 자원을 지원받고 자원봉사자들의 노력을 통해 지역산림의 긍정적이고 지속적인 변화를 추구하고 있다.

2.3 시정부(City Government)

시정부는 도시숲 유지관리 및 공원을 이용하는 시민들에 필요한 서비스를 제공하고 있다. 뉴욕시 공원 및 휴양부서(Department of Park & Recreation)는 센트럴파크, 하이라인파크 등을 포함한 유명한 공원을 포함해 가로수까지 뉴욕시 전체 면적의 14%인 30,000acre가 넘는 면적을 관리하고 있다. 공원 즐길 수 있는 수영장, 놀이시설, 레크리에이션, 농구시설, 역사박물관, 기념비 등을 포함하는 하여 다양한 볼거리와 활동들을 제공하고 있다.

공원 및 휴양부서에 관리하고 있는 공원 중 역사적 장소와 공원의 특별한 조망점, 오픈스페이스 가지고 장소는 홈페이지 예약을 통해 공원투어를 진행하고 있다. 투어 중 자연, 환경의 지속성과 관련한 주제에 대해 이야기도 함께 나누어 도시 내 숲의 중요성에 대해 가이드를 해준다. 또한, 아이들과 가족들이 함께 참여 할 수 있는 교육 투어를 연중 진행하고 무료 또는 소액 비용으로 참여할 수 있다. 뉴욕시 공원에서 진행하는 프로그램과 이벤트는 카테고리로 분류되어 참여자가 원하는 분류(미술, 교육, 댄스, 피트니스, 걷기, 하이킹 등)와 시간대(오전, 오후)에 따라 예정된 행사를 쉽게 확인하고 참여할 수 있다. 계절마다 바뀌는 아름다운 도시 내 풍경을 투어와 현장교육을 통해 성인, 아이들 모두 자연스럽게 도시 내 자연의 중요성을 깨닫고 다시 찾고 싶은 공원, 함께 만들고 싶은 공원으로 인식할 수 있도록 돕고 있다.

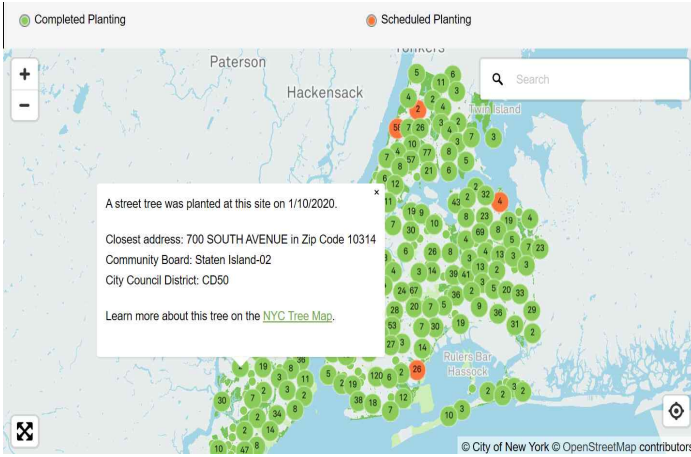
뉴욕시는 도시숲의 중요한 구성요소인 가로수 관리에도 힘쓰고 있다.

시민들이 홈페이지를 통해 고사목 제거, 수목 전정, 수목 잔해물 제거 등 불편사항을 제출하면 본인의 요구사항의 진행여부도 함께 확인할 수 있다. 가로수를 추가로 식재하는 것도 시민의 요청사항과 시정부의 판단을 고려하여 적합한 공공장소에 식재하고 있다. 6개월 동안 식재된 장소 및 정보와 식재 예정 장소

를 지도로 만들어 지역에서 진행되고 있는 식재현황을 한눈에 볼 수 있다.

그림 7. 뉴욕시 가로수 지도

[참고 : 뉴욕주홈페이지]



시 정부에서는 공원과 도시숲 조성 관리를 위해 다양한 방식으로 시민들과 소통 채널을 만들고 의견을 교류하고 있다. 공원 관리와 새로운 프로젝트를 수행하기 위해 많은 기관과의 파트너십을 구축하고, 기부금, 행사참여, 자원봉사를 통해 도시내 그린스페이스의 활성화를 돕고 있다.

나. 도시숲 조성·관리를 위한 관련 법률 및 정책

미국은 약 40 여년 전부터 도시림의 중요성을 인식하여 1978년 ‘Cooperatvie Forestry Assistance Act(협력임업지원법, CFA)’를 제정하여 Urban and Community Forestry Assistance (도시와 지역 산림지원), Community Forest and Open Space Conservation Program(지역 산림과 오픈스페이스 보전 프로그램) 등을 법제화하였다.

1876년에 U.S.농림부 산림부서를 조직했다. Gifford Pinchot가 1898년에 산림부서장이 되어 국유림 사유림과 함께 일을 진행했다. 1908년, 국유림-사유림 협력부서가 산림청에 수립되었다. 산림청, 주정부와 다른 파트너들과 협력하여 1911년에 ‘Weeks Act’ 산불 진화 작업을 진행하고, 1924년에 ‘Clarke-Mcnary act’에서 사유림에 수목과 묘목을 보급했다.

이 조직은 1937년 ‘Norris-Doxey Cooperatvie Farm Forestry Act’와 1950년 ‘Cooperative Forest Mangement Act(협력산림관리법)’을 포함하여 법을 수정 확장했다. 1978년 협력임업지원법(CFA)은 초기단계에 제각기 흩어진 법들을 종합 정비하여, 폭넓은 주·사유림 관리 프로그램(S&PF)을 도입했고 산불, 산림관리,

산림건강, 목재사용, 도시숲, 조직적 관리 등을 주정부 산림부서에 지원을 해주었다.

이후 CFA법은 Forest Legacy(산림유산), Forest Stewardship(산림관리), Stewardship Incentives Program(사유림 관리 인센티브 프로그램), Tribal Watershed Forestry Assistance(부족수역산림지원)을 포함하여, Urban and Community Forestry(도시와 지역산림)까지 범위를 확대했다.

다음은 CFA법 중 도시숲 등과 관련한 A Community Forest and Open Space Conservation Program (지역산림과 오픈스페이스 보전 프로그램), Urban and Community Forestry Assistance (도시와 지역 산림 지원)에 대해 살펴볼 것이다.

1. A Community Forest and Open Space Conservation Program (지역산림과 오픈스페이스 보전 프로그램, CFP)

이 프로그램은 2012년 도입 이후 지역산림 16,410 에이커를 보전하고 66개 커뮤니티 주도의 프로젝트를 지원하고 있다. 2017년까지는 매년 약 2백만 달러 이하 금액이 프로그램 예산으로 편성되었지만, 2018년 이후 해마다 4백만 달러가 책정되어 이전보다 두 배가 넘는 예산이 지역산림 보전을 위해 사용되고 있다.

CFP 프로그램을 통해, 지역에 있는 사유림의 빠른 개발을 저해하고, 레크리에이션 활동 장소를 제공하는 장소, 수질보호와 같은 산림의 주요역할을 보호하고, 지역의 중요한 산림을 매입하기 위한 경제적 자원이 부족한 지역정부와 단체를 돕고 있다. CFP는 지역산림의 성공적인 보전은 시민참여 여부와 연관이 있다는 점을 착안했다. 커뮤니티들이 지역산림을 매입하여 교육하고 관리하면서 산림을 보전하기 위한 활동을 수행 할 수 있도록 기회를 제공하고 지역산림을 위한 지속적인 노력을 보여준 지역단체에게 도움을 줄 수 있다.

연방정부의 경제적 지원과 협력을 통해 지역단체들은 커뮤니티가 요구하는 특별한 니즈를 반영하여 지역산림과 같은 공익자산을 관리할 수 있다는 능력을 갖추고 있다는 것을 보여주고 있다. 지역단체의 신청자격은 지역정부, 인디안 부족⁶⁾, NPO 단체 등으로 한정하며, 연방정부에서는 사유림을 매수하기 위해 보조금을 지급한다. 매수하는 산림은 적어도 5에이커 이상의 면적과 75%의 산림으로 이루어지고 아래 해당사항을 포함해야한다.

- 비산림지역으로 개조될 위험이 있거나
- 지역에게 공익가치를 제공해 주는 토지
 - 지속가능한 산림관리와 투자를 통한 경제적 이익창출
 - 환경적 혜택(깨끗한 물과 야생동물 서식처 제공 등)
 - 산림관련 교육 프로그램(임업관련 직업 교육 프로그램 등)
 - 사유림의 효과적 산림관리 모델로써 혜택을 얻을 수 있는 곳
 - 레크리에이션 효과(낚시와 사냥)

Challenge Cost-Share Program(비용분담 프로그램)

연방정부에서는 오픈스페이스 보전 프로그램 하에 토지매수를 위한 비용을 최대 50%까지 지원을 해준다. 프로그램 지원의 요건을 충족시키기 위해서는 최소한 보조금으로 지급되는 금액 이상을 현금, 기부 등 다양한 방법을 통해 확보해야 한다. 프로그램 신청 시에는

- 매수 할 토지에 대한 기술
- 사유림 매수로 지역 주민이 얻을 수 있는 혜택과 장기관리를 위한 주민참여 및 역할
- 프로그램 비용 산출금액, 보조금 사용에 관한 사항, 장기관리 비용과 자금원 확보

프로그램을 통해 이루어진 취득된 산림에 대해서는 국민들이 접근가능하고,

6) 인디안 부족은 1975년 ‘Indian Self-Determination and Education Assistance Act’ 에서 부족 구성원과 그 관련된 사람들을 보호하기 위한 프로그램을 수행을 위해 자치권을 부여하고, 연방정부를 대신 하여 프로그램과 서비스를 제공하기 위한 계약을 맺는 권한을 가졌다. 이 법을 통해, 인디안 부족은 연방정부에서 제공하는 서비스를 지역사회와 도움이 필요한 사람에게 분배하고 관리방향을 설정하는데 참여한다.

관리되고, 프로그램의 목적에 부합하게 사용하고, 용도변경 및 개인판매가 불가하다. 연방정부에서는 전체 예산의 10%가 넘지 않은 범위에서 주정부와 관련 부서를 통해 기술지원 자금이 제공된다. 프로그램 신청자는 지역산림 계획 수립 및 보조금 프로그램 수행을 위한 도움을 요청 할 수 있으며, 이 금액은 정부가 부담하는 50% 지원금에 포함되지 않는다.

지원자가 서류 제출 후 CFP 패널이 심사를 하고 최종 보조금 수혜자를 확정한다. 홈페이지에 패널이 평가할 수 있는 기준과 해당점수를 명확하게 제시하여, 지원자가 사전 준비에 철저를 기할 수 있다. 커뮤니티가 누릴 수 있는 혜택, 매수 산림이 지역 산림 보전 이니셔티브에 부합하는지 여부, 프로젝트의 기여도, 매수산림의 용도변경 위험성 등을 고려하여 보조금 수혜자를 선정한다.

CFP를 통해 얻어진 산림은 프로그램 및 지원목적에 맞게 관리되어야 하고, 산림이 판매되거나 용도변경하거나 목적이외로 사용하면 현재감정가 또는 시세에 맞추어 정부에 보상하고 CFP프로그램을 다시 지원할 수 없다. 산림에서 이익접근이 가능하고 해당 산림이 매도되거나 비산림지역으로 개조되지 않았다는 5년마다 증빙을 제출하고, 현장점검을 실시한다.

이 프로그램을 통해 얻어진 지역산림은 생태적, 레크리에이션, 교육, 경제 효과를 누릴 수 있다. 지역 커뮤니티 자치적으로 지역산림이 어떤 혜택을 제공하고, 어떻게 관리할 것인지를 결정 할 수 있는 권한을 부여 할 수 있다. 지역산림은 지역의 문화와 가치를 공유하는 상징으로 자리매김 하고 있다.

- Case 1 : Browns Mill Food Forest (Georgia)

조지아에 위치한 브라운 밀 Food 산림 면적은 7.1에이커로 도시에 위치한 커뮤니티 산림의 모델이 되었다. 소외된 커뮤니티에서는 학생들과 교육자들을 위한 외부 활동을 할 수 있는 공간이 생겼으며, 지역주민들은 산림과 하천변 지역에서 소풍을 즐기고 모일 수 있는 공간을 제공하고 산림을 탐험 할 수 있는 자연 트레킹 길을 조성했다.

Food Forest의 보전은 ‘Agriforestry’의 개념을 통해 발전했다. Agriculture (농업)+Forestry(임업)의 합성어로 수목을 농업에 포함하여 건강하고 생태적으로 회복력 있는 지역경관을 조성하는 것이다. 지역에서 자라는 수종과 식물을 심어 영양가 있는 음식을 얻고 동시에 지역 야생동물에게 자원을 제공하고, 빗물 처리와 홍수완화, 공기와 수질의 향상으로 지속가능한 도시경관을 만들고 있다.

당초 이곳은 Atlanta 시내 중심부와 4마일 밖에 떨어지지 않은 부부가 운영하는 작은 농장이었다. 수년 동안 관리되지 않고 방치된 이곳에 피칸 수목, 블랙베리, 포도나무를 심어 예전 농장의 역사를 구현하고 수목이 자라는 산림으로 변모했다. 관리되지 않은 유휴지를 커뮤니티 자산으로 바꾸어 아이들과 가족들이 함께 모일 수 있는 건강한 장소로 재창조 됐다. 많은 주민참여와, 보조금으로 커뮤니티 주도의 계획을 만들었고, 그 결과 30개의 커뮤니티 가든과 100그루의 유실수, 허브가든, 트레일들을 조성했다.

파트너와 주민들이 함께 커뮤니티 비전 계획을 실현하고 건강하고 신선한 음식의 필요에 의해 새로운 자원을 가꾸기 위해 노력하고 있다. 이곳은 미국 내에서 가장 크게 운영되는 공익을 위한 Food Forest이며, 커뮤니티에 장기적 혜택을 제공하고 먹거리와 공원을 통합한 도시숲이다.

▪ Case 2 : Page Pond Community Forest (New Hampshire)

Page Pond는 지역주민들에게 야외활동 장소와 습지, 개울이 잘 보전된 곳으로 알려져 있는 곳이다. 기존의 567 에이커는 NPO 단체 The Trust for Public Land와 커뮤니티에서 2010년부터 관리하였고, 추가적으로 198 에이커 부지 획득을 위해 CFP 프로그램에서 30만 달러를 보조받아 총 765에이커 부지를 관리하게 되었다. 새로 획득한 부지를 포함하여 주민과 주변학교에서 새로운 야외활동 장소로 사용 될 예정이며, 대중들이 즐길 수 있는 오픈스페이스를 제공해 준다.

이 프로젝트를 진행하기 위해서는 지역 커뮤니티와 긴밀한 파트너십이 필요했다. 2010년 부지를 일부 인수한 후, 지역에서는 연중 low impact(환경에 부정

적 영향을 최소화하는) 레크리에이션, 트레일 시스템 구상, 목재수확, 커뮤니티 멤버와 아이들을 위한 교육 프로그램을 만들었다. 지역에서 소중한 환경자산을 관리하고 소유하고 있기 때문에 이용률과 레크리에이션은 지속적으로 높아질 것이다. Page Pond 부지는 영구적으로 보전되지만, 대중의 사용을 위해서는 침입종 제거, 주차공간 마련과 같은 관리문제를 해결해야 한다. 지역 펀드레이징을 통해 모은 자금은 습지와 야생동물 서식처를 보호하고 새로 추가된 부지에 트레일과 레크리에이션 장소를 제공하기 위해 사용된다.

CEF 프로그램 패널에서는 Page Pond 프로젝트를 우수 프로젝트로 선정하고, 시민들을 위한 공익용지와 아웃도어 장소를 보전하는 것이 환경과 경제를 살리는 투자임을 인지하고 뉴햄프셔 의원에서도 많은 지지를 받았다. 현재 이곳은 27에이커의 습지, 21에이커의 들판, 151에이커의 산림을 포함하고 있다. 이 사례는 연방정부-지역정부-커뮤니티가 협력하여 지역의 우수한 산림가치를 보전하고 공익가치를 실현하기 위한 노력이다.

2. Urban and Community Forestry Assistance (도시와 지역 산림 지원, U&CF)

Urban and Community Forestry Assistance(U&CF)는 더 건강하고 살기 좋은 커뮤니티를 만들기 위해 지역주민들을 독려하고 있다. CFP와 근본적으로 프로그램 성격이 다른 이유는 지역산림 보호를 위한 매수 개념이 아니기 때문이다. U&CF는 주정부와 파트너십을 맺어 커뮤니티에게 기술, 경제, 교육, 연구도움을 주고 있으며, 도시숲 프로그램을 수립하여 도시와 지역산림의 사회, 환경, 경제 효과를 극대화하기 위해 기획되었다. 미국 의회에서는 도시숲 현상 및 효과에 대해 다음과 같이 언급했다;

- 도시지역과 공동체의 건강한 산림과 수목이 점차 줄고 있음
- 도시지역과 공동체에서의 산림, 오픈스페이스는 주민의 삶의 질을 높임
- 산림과 관련된 자연자원은 도시와 커뮤니티에 경제적 가치를 증대시킴
- 도시의 수목은 이산화탄소를 줄이는데 15배까지 효과적이고 도시지역에 열

섬현상을 완화시켜 에너지 절약에 도움이 됨

- 식재와 여러해살이의 잔디와 같은 지표면은 이산화탄소 감소, 도시열섬현상 완화, 에너지 절약에 도움을 주어 도시온난화를 감소하는데 도움이 됨
- 수목식재와 오픈스페이스를 지키는 노력은 사회적 웰빙과 지역공동체 단합에 기여
- 수관점유율(Tree Cover)와 오픈스페이스를 지키기 위해 연구, 교육을 강화하고 식재와 수목관리 프로그램이 필요

2.1 지원 목적

- 도시와 커뮤니티에 있는 현존하는 수목점유율을 보전하기 위한 혜택에 대한 이해력 증진
- 주거지역과 상업지역에 있는 수목을 보전하고 도시림을 확대하기 위한 노력
- 주정부와 지방 조직에 교육프로그램과 기술적 도움을 주어 산림을 유지하고 산림의 점유율 확대
- 지방 조직에 제공된 보조금을 통해 지역 커뮤니티 내 자원봉사자 그룹과 지역산림 프로젝트에 지원
- 수목 식재 프로그램을 실행하여 이산화탄소 방출, 에너지 절약, 공기 질 개선
- Tree cover를 유지하고 확충하는데 도움이 되는 혜택을 알리기 위한 사례 확산
- 수목, 관목, 지표면을 관리하기 위한 올바른 방법
- 연구와 교육의 확대 a. 수목 성장과 관리, 수종 적응과 산림생태, b. 통합된 수목과 지표의 가치 c. 경제, 환경, 사회 심리적 혜택 d. 에너지 절약과 도시 열섬 완화를 위한 도시수목의 가치

2.2 일반사항

연방정부는 주정부(관련 주정부 부서 포함)에게 재정적, 기술적, 관련 정책들을 지원하고, 지방정부와 도시숲 프로그램 시행(오픈스페이스, 공원 등에 있는 수목 보호, 관리, 식재 등)을 위해 협력적인 노력을 하는 단체에게 정보와 기술적 지원을 제공하기 위한 목적을 갖고 있다. 연방정부는 다양한 지원을 통해 도시숲 프로그램에 관심이 있는 국민 및 NGO 단체들과 협력할 수 있다. 또한, 연

방정부와 주정부에서 지역정부와 직접적 협력이 더 나은 결과를 얻을 수 있다고 판단할 경우에는, 연방정부가 직접 지역정부 단위와 협력 할 수 있다.

2.3 교육과 기술지원 프로그램

연방정부에서는 주정부 등(이하 조직, 국민, NGO단체)에게 도시 및 지역 산림 자원을 위한 교육과 기술적 지원 프로그램을 실행해야 한다. 프로그램 목적은;

- 지역의 산림자원(수종, 장소, 산림의 건강도) 조사 시에 지원하여, 에너지 절감을 위한 추가적 식재할 수 있는 장소와 산림과 연관된 자원(수자원, 트레일, 야생동물)을 현황과약을 위한 도시지역과 커뮤니티 보조
- 주정부와 지역정부(커뮤니티 단체와 학교)의 도시와 지역산림 프로젝트와 프로그램 조직 및 수행 지원
- 도시와 지역 환경에 맞는 적합한 수종 선택, 적절한 식재, 관리, 보호, Tree cover를 높이기 위한 기회 모색과 같은 교육 및 기술적 지원
- 주정부 및 지역정부에서 수목과 자연자원 관리 계획을 수립할 때 지원
- 대중들에게 수목과 오픈스페이스의 사회적, 환경적 혜택 및 생태적 가치 대한 이해 증진

2.4 식재 시 물품 지원사항

연방정부에서는 주정부 등과 협력하여 오픈스페이스를 복원하고, 고사목과 피해목을 대체하고, 에너지절감, Tree cover 증진을 통해 얻을 수 있는 환경적 가치를 제공을 목적으로 하는 도시와 커뮤니티에게 식재를 위한 자원 지원을 돕고, 물품을 지원해 줄 수 있다.

2.5 Challenge Cost-Share Program(비용분담 프로그램)

도시와 커뮤니티 Challenge Cost-Share Program을 추진을 위해 자금 등을 지원한다. National Urban and Community Forestry Advisory Council(도시지역 산림자문기관, 이하 NUCFAC)로부터 제시한 권고사항을 고려하여, 기준에 맞는

커뮤니티와 조직에 자금과 기술적 지원을 해준다. 이런 기준사항에 부합한 주정부 및 관련 공무원들이 연방정부에 프로그램 제안을 통해 지원금 관련사항을 요청할 수 있다. 연방정부는 해당 프로젝트에 대해 50%가 넘지 않는 선에서 지원하고, 지원하지 않은 금액에 대해서는 현금, 서비스, 기부 등 다양한 방법으로 예산을 확보해야 한다.

2.6 The Urban & Community Forestry Program(U&CF Program) 사례

도시와 지역산림은 공익 및 개인 식생과 그린스페이스의 총량으로 커뮤니티 내에 많은 환경, 건강, 경제적 혜택을 제공하고 있다. 2017년 기준, 8,260개의 커뮤니티가 U&CF 프로그램에 참여했고, 200백만명의 미국인들이 U&CF 프로그램이 진행되는 커뮤니티에 거주하고 있으며, 수목에 의한 대기오염 제거로 68억 달러의 추정가치가 있음

미국 산림청에서는 도시와 지역 산림의 건강성을 유지하고 복원하고자, 주정부 산림부서, 국가 파트너, 커뮤니티 그룹과 함께 일하고 있다. The Urban & Community Forestry(U&CF) 프로그램은 산림의 건강과 도시 내에 존재하는 특별한 장소를 지원하고 있다. 정보제공과 지원을 통해, U&CF 프로그램은 정확한 근거를 기반으로 모범사례를 커뮤니티에 제공하고 있다.

□ 고객지원

산림자료 구축 및 관리 계획과 정책을 만들고, 수목 보호와 식재를 위해 주민들과 담당자를 교육시켜 커뮤니티에 도움을 주기 위해 주정부와 비정부기관에 자금과 기술적 지원을 제공하고 있다.

□ 일자리창출

도시임업과 녹색과 관련한 직장(수목재배, 경관디자인과 관리, 원예 등)은 매년 148백 달러의 경제적 영향을 증가시키는 산업으로 성장하고 새로운 수만개의 일자리를 제공하고 있다. 산림청은 인증 프로그램, 청소년 여름 캠프, 수목관리 산업과, 수습생들의 교육을 통해 일자리 발전에 도움을 주고 있다.

□ 커뮤니티 번영

수목에 투자를 통해 지가 상승, 사업과 지역 활성화, 에너지 절약을 촉진시킬 수 있다. 산림청에서는 미국 5개 도시를 조사하여, 도시 수목을 관리하고, U&CF 프로그램을 통해 소요되는 1달러의 비용은 매년 1.37~3.09달러의 효과를 낼 수 있다는 연구조사가 나왔다. U&CF 프로그램을 통해 2017년에만 1.6백만 시간의 자원봉사로 미국 시민들에게 혜택을 다시 돌려주고 있다.

□ 재난 계획, 대응과 복구

2016년에 미국에서는 8천7백만의 인구가 10개의 허리케인과, 24건의 폭우와 11 폭설 등으로 인한 피해를 받았고, 인간의 삶과 재산에 위협을 주었다. U&CF 프로그램은 자연 자원을 활용하여 재난 계획, 완화, 복구를 통해 재해로부터 지역사회가 회복될 수 있도록 도왔다. 예를 들어, 도시숲 Strike Team은 U&CF 프로그램을 통해 자금을 지원받고 교육을 받아, 지역사회를 회복시키는데 도움을 주었고 이러한 도움은 지역사람들이 일에 빠르게 적응하고 효과적으로 재난 위협을 완화하고 수목손상에 대한 데이터를 만들어 복구를 위한 지원 제공을 했다.

그림 8. 지역별 USF 프로그램 분류

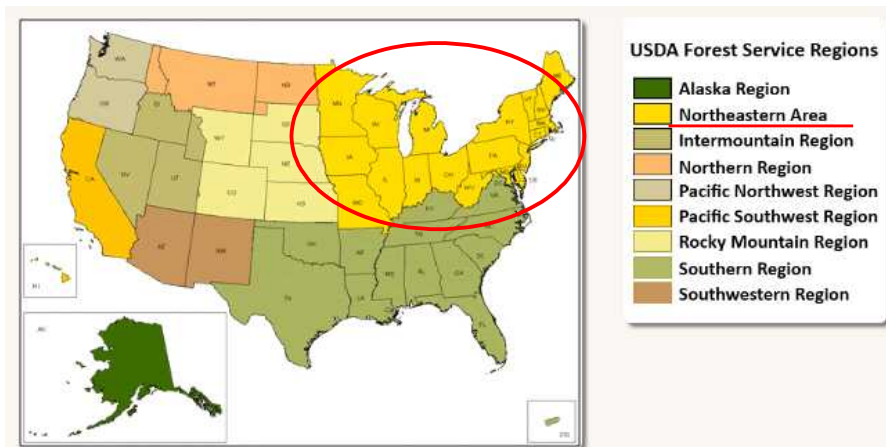


그림 9. U&CF 프로그램 Northeastern Area 지역

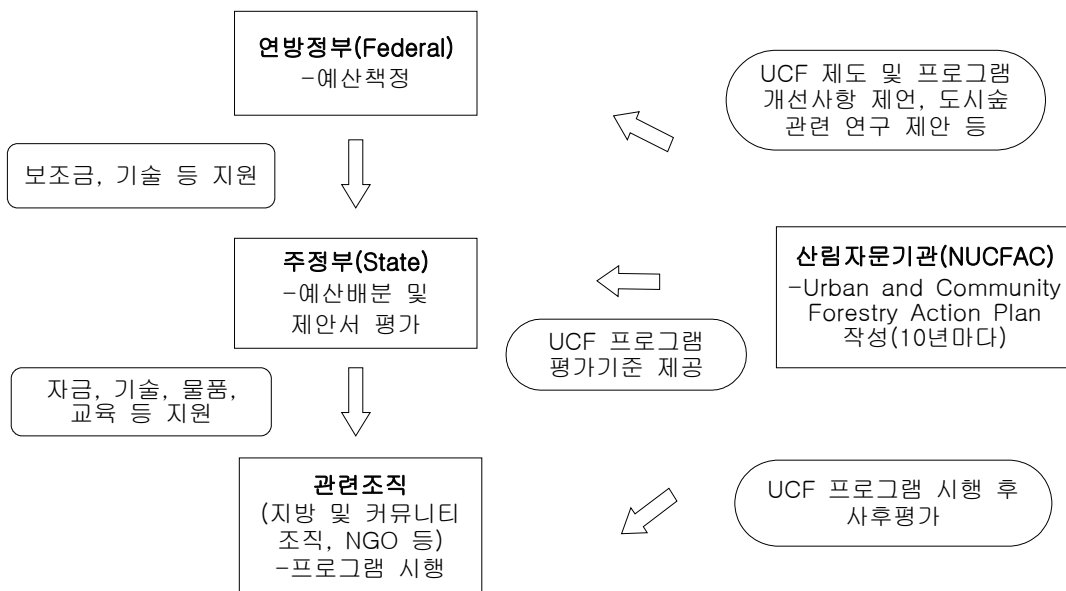


[출처 : U.S. Forest Service]

필자가 속한 북동부 지역은(Northeastern Area) Midwest(일리노이, 인디애나, 아이오아, 미시건, 미네소타, 미주리, 위스콘신-녹색표시), Mid-Atlantic(델라웨어, DC, 매릴랜드, 뉴저지, 오하이오, 펜실베이니아, 버지니아-분홍색표시), New England(코네티컷, 메인주, 메사추세츠, 뉴햄프셔, 뉴욕, 로드아일랜드, 버몬트-파란색표시) 3구역으로 나뉘서 프로그램이 진행되고 있다.

2.7 뉴욕주 Urban and Community Forestry Program(U&CF) 사업 절차

그림 10. U&CF 프로그램 진행 기본도 및 기관별 역할



□ 지원자격

연방정부 제외(보조금 지원 불가), 미국 내 정부 조직, 공익과 관련된 조직, 공공단체, 대학 등

□ 프로젝트 타임라인

모든 프로젝트는 2년 내에 기한이 있는 활동이어야 하며, 목표, 과업, 결과 등을 설정해야 한다. 프로젝트 시행에 관해 분기별 리포트를 작성해야하며, 과업을 마친 부분에 대해서는 부분적인 보조금을 요청 할 수 있다.

□ 사업대상지

프로젝트는 연방정부 소유의 토지가 아닌, 공유지(도로와 공원 수목), 개인 소유의 녹지와 국민에게 열려 있는 장소 등 공익을 제공하는 곳이 일반적 사업 대상지다. 단, 일반 국민들에게 혜택이 된다고 판단되면, 사유지에도 사업 실행 가능하다.

□ 사업자 선정을 위한 지표 및 평가절차

(1차) 사업자 선정 지표에 따라 아래 지표에 맞춰 주정부에서 검토 (PASS or FAIL 방식)

(2,3차) 사업평가 위원회를 구성하여 최종 점수가 전체 점수 75% 이상을 획득하면 보조금 지원 프로젝트로 선정

- 프로젝트 장소설명 및 지도(5) : 프로젝트 대상지와 지도를 함께 업로드
- 작업계획서(10) : 명확하고, 디테일한 작업계획 설명과 예상 결과 포함
- 지난 성과(5) : 정부와 함께 사업을 추진하여 도시숲 발전을 위한 공헌을 했는지 여부
- 최초 지원자(2) : 최초지원자 여부
- 파트너십(8) : 파트너십 구축 및 자원봉사자를 참여시킨 해당 프로젝트 수행을 위한 역할에 대한 기술
- 지역 니즈(5) : 지역 환경, 사회, 경제적 니즈 충족 여부(오픈스페이스, 산림, 공기 질 향상, 부동산 가치증진, 지역 활성화, 공중보건 등)
- 지역 서포트(5) : 파트너십을 구축하지 않고 지역사회, 사업가 등으로부터 프로그램의 실행을 위한 지지를 나타내는 편지 등
- 환경 영향(8) : 프로젝트 수행에 따른 사회적 혜택 및 비활성화 지역(의료복지 혜택을 받지 못한 사람 등)의 혜택 제공

- 자원봉사와 교육(8) : 도시 및 지역산림의 수목관리에 관한 정보제공, 활동과 같은 자원봉사 프로젝트를 포함하는 지에 대한 여부
 - 전문적 가이드 및 가이드라인 포함 여부(8)
- 장기 지원과 혜택(8) : 프로젝트 종료 이후 장기적 지원과, 차후 지역사회에 혜택 증진
- Tree City USA(2) : Arbor Day Foundation(식목일재단)에서 지원하는 Tree City 해당여부
- 지역 산림관리 계획(5) : 지난 8년간 지역 산림관리 계획을 수립했거나, 하지 않은 경우 수립을 위해 프로젝트에 지원한 경우
 - 작업계획 검토(5) : 주정부와 작업계획을 검토하고 승인을 받은 경우
 - 비용효율성(29) : 소요되는 비용에 대한 상세내역, 비용의 적합성평가

□ 지원 프로젝트

UCF 프로젝트는 5가지 항목으로 나뉜다. 그 중에서도 주정부에서는 수목조사와 커뮤니티 산림 관리계획이 함께 이루어질 수 있도록 장려하고 있다.

- Tree inventory 수목조사
- Community Forest Management Plan 커뮤니티 산림 관리 계획
- Tree planting 나무심기
- Tree Maintenance 수목관리
- Education Programming 교육 프로그래밍

2.8 뉴욕주 Urban and Community Forestry Program 사례

뉴욕주 임업직과 뉴욕주 의회, ReLeaf(NGO단체)⁷⁾ 구성원들과 산림 Canopy(캐노피)⁸⁾을 지키기 위해 노력하고 있다. 도시에서의 수목 가치는 금전투자 가치보다 훨씬 크고, 자원봉사자와 전문가들이 성취감을 얻을 수 있는 기회를 제공해 준다.

7) ReLeaf는 뉴욕주 Department of Environmental Conservation(DEC 부서), Urban Forestry Council, 지역 수목에 관심 있는 사람들의 파트너십이다. 단체 수립목적은 전문지식과 열정을 공유하여, 지역 산림을 관리하고, 생활개선을 위해 사람들을 교육하고 정보를 공유하고 있다.

8) Canopy(캐노피)란? 개개 수목의 수관에 의해 만들어진 수목집단의 지상부를 일컫는 말. 성목 수관에 의해 만들어진 가장 높은 층을 일컫고, 때로는 개개 수목이나 수목 집단의 잎들이 만드는 바깥의 범위를 일컫는다. 녹음수는 일반적으로 높은 밀도의 캐노피를 갖고 있다.

자원봉사자들은 Arbor Day Foundation(식목일재단)과 협력하여 나무 나눠주기 행사를 진행하고 수목 복원에 노력을 지지했다. 지역정부는 많은 수목을 심을 수 있는 장소를 선정하고, 실질적으로 도시숲을 복원하기 위해 지역주민(집 소유자 등)을 참여시켜 산림파괴가 일어나는 곳과 고밀도 개발이 이루어진 곳에 자원봉사자들의 힘과 노력을 기울였다.

※ ('17년 기준) 참여인원 : 15,278,553명, 자원봉사자 지원 시간 : 447,921시간

▪ Case 1 : Community Tree Recovery Program (지역 수목복원 프로그램)

Emerald Ash Borer(호리비단벌레)는 자연 포식자가 없이 아시아에서 유래되어 급속하게 퍼져 2002년부터 미국 물푸레나무들을 고사시켰다. 많은 물푸레나무들이 EAB에 고사되어 도시 수목 캐노피의 수치를 낮췄다. 불행하게도 산림파괴를 막을 수 있는 성공사례는 드물었고, 감염된 나무는 2-4년에 걸쳐 죽는다. 2017년 4월에 지역 수목복원 프로그램은 사유지 소유자에게 1,000그루의 나무를 배분했다. 수목 나눠주기 프로그램은 지역과 도시에 적합한 수목 리스트를 만들고, 나무 나눠주기 행사진행과 모든 파트너들이 참여 할 수 있는 행사 조직을 통해 파트너십을 구축했다. 행사 시에는, 파트너들이 나무를 나눠주고 새로운 나무 주인에게 나무심기와 관리 기술에 대해 교육을 진행했다. 뉴욕 Releaf 봉사자와, 의회, 다양한 지역 리더들과 함께 일하면서 도시와 주변 외곽을 증진시킬 수 있는 공통적인 방안을 마련했다.

▪ Case 2 : Energy-Saving Tree Program(에너지 절약 수목 프로그램)

의회와 뉴욕주에서는 에너지 절약 수목(EST) 프로그램에 참여해 Long Island에 나무 나눠주기 행사를 진행했다. 프로그램의 두 번째 해에, 전기 가스 회사(PSE&G)가 지역 자원봉사자와 고객들과 파트너십을 맺어 Long Island에 1,000그루의 나무를 심었다. PSE&G 프로그램은 2016년에 뉴욕 DEC(Department of Environmental Conservancy)의 도시숲 부서 도움을 받아 처음 시작했고 유틸리티 Tree foundation에서 펀딩을 받았다. 그 지역에는 5개의 적합한 수종이 선정되었고, 온라인 등록 시스템을 통해 고객들에게 수목이

제공 되었다. I-Tree 틀은 식재로부터 얻을 수 있는 에너지 절약, 공기 질의 정화, 유출수 감소 등을 측정해준다. Long Island의 높은 비율의 개발과, 불투수성(아스팔트, 콘크리트 등) 지표면 때문에 뉴욕주는 수목 캐노피가 가장 낮은 것으로 나타났다. EST 프로그램은 기업과 주민들이 협력하여 개발과 폭우로 인해 손실된 수목 캐노피를 늘리기 위한 노력을 보여준다.

3. National Urban and Community Forestry Advisory Council(도시 지역산림자문기관, NUCFAC)

National Urban and Community Forestry Advisory Council(NUCFAC)는 미국에서 현재의 도시숲 활력과 미래 도시숲 보전을 위해 설립되었고, 도시숲 관리에 관한 실천적 정책을 담고 있으며 아래와 같은 역할을 수행하고 있다.

- Urban And Community Forestry Action Plan(도시와 지역산림 행동 플랜) 수립
- 계획 실행에 대한 평가
- 도시와 지역 산림 프로그램에 관한 기준 수립 및 권장사항 제출

NUCFA는 15명으로 구성한다; 산림과 보전 관련 단체의 시민(2명), 주, 지역, 도시(또는 타운) 공무원 각 1명(3명), 산림 제품, 보호 또는 관련 직종(1명), 도시숲, 조경 또는 디자인 컨설턴트(1명), 도시와 지역 산림 활동에 전문 지식이 있는 학회(2명), 주정부 산림 관련자(1명), 자연자원 또는 수목재배 단체의 전문가(1명), National Institute of Food and Agriculture(1명), 산림청(1명), 정부 조직의 공무원이 아니고, 도시와 지역산림에 활발한 활동과 전문 지식과 갖춘 자(2명)

3.1 Urban And Community Forestry Action Plan

NUCFAC 에서는 Urban And Community Forestry Action Plan(도시와 지역산림 행동 플랜)을 매 10년마다 작성해야 하며 다음 내용을 포함해야 한다고

규정하고 있다.

- 도시숲 자원의 현재 상태에 대한 평가
- 도시와 지역산림 프로그램(U&CF)과 활동에 대한 평가 보고서(교육, 장비지원등에 관한 사항)
- 도시와 지역 산림자원, 교육과 기술지원의 증진방안, 현 프로그램 및 정책 개선 권고사항
- 도시와 커뮤니티 산림 연구 전반에 관한 검토 및 도시숲 문제 해결을 위한 새로운 연구 제안
- 도시와 지역산림 프로그램(U&CF) 평가기준을 만들고, 도시와 지역에서 개선된 산림관리의 효과를 보여주는 예시 프로젝트를 제시
- 10년간 National Urban and Community Forestry Action Plan 실행을 위한 필요한 재원추산

3.2 Ten-Year Urban Forestry Action Plan (도시숲 10개년 실천계획)

Cooperative Forestry Assistance Act(협력임업지원법)의 도시와 지역 산림지원의 조항으로 NACFAC에서 10년마다 수립하는 도시숲 10개년 실천계획이다. 산림청의 Forest Service Strategic Plan을 보완하고, 모든 커뮤니티, 이해관계자, 도시숲을 관리하고 개발하는데 관심 있는 국민을 위해 참고 가이드로 사용한다. 각 목표마다 행동전략을 수립하고 있으며 커뮤니티, 지역정부, 주정부, 연방정부가 함께 노력할 실천적 내용을 담고 있다.

- 개요
 - 비전 : 도시와 지역 산림의 안정성(sustainability), 건강성(wellness), 회복력(resilience) 향상
 - 미션 : 커뮤니티가 다양하고, 건강하고, 모든 시민들이 이용 수 있는 도시와 지역산림을 만들 수 있도록 돕기
- 실천계획
 - 도시와 지역산림을 모든 스케일의 계획에 포함
 - 인간 건강과 웰니스에 있어서 도시와 지역산림의 역할 촉진

- 도시숲 커뮤니티에서 다양성, 평등과 리더십 확산
- 장기적 회복력을 위한 산림의 건강과 생물다양성 증진
- 도시숲 관리, 보수 증진
- 도시 및 지역 산림을 위한 펀딩 증진 및 다양화
- 도시숲 관리를 위한 대중인식 증진과 환경교육 강화

이 계획은 미국의 도시와 지역산림의 상태를 개선하기 위한 구체적 목표, 행동, 권고사항을 담고 있다. 또한, 도시숲 이니셔티브를 위한 연구필요성, 커뮤니케이션, 펀딩, 협력에 대한 내용과 산림청의 U&CF 프로그램과 보조금지원 프로그램의 펀딩의 프레임워크 역할을 한다.

그림 11. Ten Year Action Plan 목표 인포그래픽



□ Goal 1. 계획

도시숲 시스템이 제공하는 환경혜택과 건강에 미치는 영향을 알기 위해서는, 자연이 커뮤니티 인프라의 중요한 요소임을 인식하고 계획을 수립해야한다. 효과와 혜택을 높이기 위해서는 도시와 커뮤니티 숲이 지역사회, 주정부, 지역 차원에서 관리되는 것 뿐만 아니라 교통, 하우징, 인프라와 같은 다른 도시 시스템과 통합되어야 한다.

- A. 커뮤니티의 종합, 마스터 플랜에 수목과 산림을 구성요소로 포함
- 산림건강, 부지 준비와 관리사례를 위한 목표를 설정(e.g. SITES 인증을 만들어, 도시계획단계에 수목을 포함시키는 제도)
 - 현직의 임업직을 교육시켜 지역사회에서 의사결정을 할 수 있도록 함
 - 커뮤니티의 종합적인 마스터플랜에 수목을 포함시키고 지속가능한 목표를 위한 벤치마킹을 개발
- B. 도시, 지역, 주정부 마스터플랜에 도시숲을 포함
- 도시숲 생태계를 통합하는 국가적 계획(Planning) 템플릿 개발하기 위한 협력 지원
 - 지역 도시숲 마스터플랜의 수립과 실행을 촉진시켜 그린스페이스 연결성 증대하고 지역의 건강, 형평성, 환경문제를 다룸
 - 지역 도시숲 특성에 맞게 기후변화 위험에 잘 적응하고, 생태적 다양성을 높이고, 병해충에 내성이 있는 적합한 수종을 권장
 - 지역, 커뮤니티 스케일로 도시숲 건강 상태를 모니터링
- C. 도시수목과 도시산림생태계의 가치를 인식을 높이는 교육 및 캠페인 실시
- 도시숲을 포함하는 지역 마스터플랜을 수립하는 것의 중요성을 알리기 위한 중요 메시지 개발 및 실행
 - 도시숲 계획 및 관리와 지역 마스터플랜과 통합할 수 있는 기회를 만들기 위한 교육 워크숍 진행
 - 지역의 그룹과 단체와 파트너를 맺어 많은 계획단계에서 도시숲을 통합할 수 있도록 장려
- D. 도시공간 계획, 인프라, 민간개발에 수목을 사용하도록 커뮤니티의 역량 강화
- 도시숲 분야의 교육기회를 만들고, 효과적 유출수 관리, 그린인프라 등을 위해 수목과 도시숲을 장려
 - 현존하는 도시숲 보전 및 도시숲, 공원, 오픈스페이스를 만들기 위한 평가 지표와 보전전략 개발

□ Goal 2. 건강

A. 헬스 커뮤니티와 협력하여 건강증진의 기회를 확산

- 건강을 위해 섭취하는 비타민과 같이 인간생활에 도움을 주는 수목을 ‘비타민 나무’로 개발하여 건강 관련 시설에 확산

그림 12 . 도시숲과 인간건강 및 웰니스 상관관계(자연처방전)
[출처 : Shepley et al., 2013.]



2분. 몇분만 자연에 노출이 되면, 근육경련, 혈압, 두뇌활동, 스트레스가 경감된다, 이들. 자연에서 이들이상의 시간을 보내면, 백혈구와 싸우는 세포가 50% 증가한다.
2시간. 자연과 교류하는 시간을 보내면, 기억력 향상과 집중력이 20% 증가한다.

- 인간과 자연의 교류는 질병 예방 및 회복제 역할을 하며 합리적이고 쉽게 접근할 수 있는 방법임을 제시한다.

B. 수목과 도시숲을 인간 건강과 웰니스로 연관시킬 수 있는 메시지 전달을 위한 국가적 캠페인 개최

C. 인간 건강과 웰니스를 증진시키기 위한 도시숲 디자인과 관리

- 수목과 식생이 없고, 건강과 웰니스를 증진이 필요한 지역에 수목과 식생을 도입하여 도시 인프라를 개선

D. 공공 건강, 웰니스 증진과 도시숲, 그린인프라의 상관관계를 보여주는 툴 개발
- 도시숲이 인간건강과 웰니스에 미치는 긍정적 영향을 측정하는 툴을 커뮤니티에 사용

□ Goal 3. 다양성, 평등, 리더십

다양한 인종들이 공존하는 미국사회에서는 다양성, 평등, 리더십이 중요한 요소로 꼽힌다. 많은 연구에서는 수목과 공원 등의 오픈스페이스가 부유하고

백인이 많은 지역에 분포되어 있다고 밝혔다(Wolch, J.R 2014). 도시숲 분포의 불균형 해결, 녹색 일자리 개발을 통한 목표와 실천방안을 수립했다.

- A. 도시 및 커뮤니티 숲에서 다양성, 평등성, 접근성 증진
 - 다양한 커뮤니티와 효과적으로 소통하는 미디어, 스포츠, 엔터테인먼트 조직과 파트너십을 맺어 도시숲 홍보
- B. 도시 및 커뮤니티 숲의 서비스를 받지 못한 커뮤니티를 참여
 - 수목 캐노피가 낮고 녹색 서비스를 받지 못하는 지역을 목표로 설정하여 자금과 자원제공
 - 현존하는 네트워크, 커뮤니티 그룹과 함께 일을 하면서 지역의 니즈와 목표를 파악하여 함께 도시숲 조성기회 마련
- C. 낙후된 지역 커뮤니티에 집중적으로 녹색일자리와 일자리 개발 기회 증진
 - 도시숲과 관련 전문적 기회 증진을 위해 젊은 세대에 초점을 맞추고, 교육과 훈련기회를 제공
 - 수목재배전문가 인증을 위한 지속적인 국가표준기준 개발
 - 식재, 수목관리, 도시숲 관련 자료 수집 등의 훈련기회를 만들어 실업자와 미취업자에게 녹색일 자리를 제공
- D. 협력, 훈련, 대학 기반의 학습, 전문적 일자리 개발을 위한 커뮤니케이션 촉진
 - 도시숲 전문 훈련 프로그램을 증진시켜 전문성 강화와 필드 접근기회 향상
 - 도시숲 니즈를 이해하기 위한 매년 설문조사 진행
 - 현장에 필요한 니즈, 기회, 필요한 조치에 대한 효과적 커뮤니케이션을 위해 상위조직과 협력

□ Goal 4. 환경건강

- A. 도시숲의 생물다양성, 수목 건강과 회복성 증진
 - 지역에서 재배된 수종, 병해충 내성 수목, 현장 적합한 수종, 다양한 원산지 수종의 사용 증진
 - 새로운 개발과 디자인의 시작단계에서 기존 수목 보호를 중점으로 우선 순위 설정
 - 도시 수목과 산림의 적절한 부지 준비를 위해 펀딩과 직접 자원 제공

- 침입종, 기온변화 위협이 있는 지역을 선정하고 리스크 완화를 위한 선제적 행동 실시
- B. 기온변화 대응을 위한 도시숲의 회복력, 복원, 지속가능성 촉진
- 폭풍과 자연재해 이후 도시숲 관리와 위험 완화 전략을 개발하기 위한 자금 마련
 - 도시숲의 회복성과 지속가능성 증진을 위한 지역별 환경적 특성에 따른 표준과 모범관리사례(Best Management Practice, BMP)를 개발
 - 관리되지 않은 도시숲 복원을 촉진시키고, 수목성장 지원을 위해 이용되지 않는 도시토지의 수용력을 증진
 - 기온변화의 효과를 측정하기 위해 10-30년 단위의 장기적 연구 수행
- C. 로컬푸드 접근을 높이기 위한 도시숲 이용
- 도시 식량 및 농업 커뮤니티와 파트너십을 구축하여 도시 과수원, 텃밭 등의 설계지원
 - 사유지 소유자에게 도구와 자원을 지원하여 사유지에 과수목을 심을 수 있도록 지원
 - 잔디 지역을 과수목, 채소밭, 레인가든, 지역에 적합한 수목과 식생을 심을 수 있도록 대체
 - 나무심기가 식량확보, 도시식량공급, 도시열섬현상 완화등의 국가 문제 해결에 도움이 되고 관련 캠페인을 진행하여 국민 인식 증진

□ Goal 5. 관리

- A. 도시 및 커뮤니티 숲의 유지, 관리 증진
- 기존 식재된 수목의 개체 수에 중점을 두지 않고 질 좋은 수목 식재를 위한 자금조성
 - 도시숲 증진을 위한 모범관리사례(BMP), 성공을 위한 지표와 벤치마킹을 위한 자금마련
 - 도시숲에서 생산되는 부산물을 이용하여 수익을 창출 할 수 있는 프로그램 개발
 - 사유지에 수목을 효과적으로 관리하고 식재하는 방법에 대한 교육기회 증진

B. 도시숲 관리 증진을 위한 매카니즘과 자원 확보

- 도시숲 보호를 위한 자원봉사자 훈련, 시차원의 협력적 노력 등 도시숲 관리를 위한 다양한 경로 개발

C. 기술과 툴을 사용하여 도시숲 관리 증진

- 의사결정, 지역의 변화와 기회에 대응, 더 나은 수목 배치, 모범사례 공유를 위해 기술의 통합적 사용 촉진
- 도시숲 유지 및 관리 발전방향을 위한 기술개발 지원

D. 도시숲 연구를 촉진하고 모든 이해관계자에게 연구결과를 전달

□ Goal 6. 펀딩

A. 도시와 커뮤니티 숲을 위한 펀딩 증진

- 도시숲 자금 증진과 펀딩의 지속적인 확보를 위한 도시숲 가치를 확산
- 다양한 자금 조달을 위해 연방,주,지역 정부와 영리,비영리기관의 자원을 연계
- 성공적인 도시숲을 위한 노력과 실천을 보상할 수 있는 인센티브 프로그램 개발
- 파트너와 협력하여 기존 펀딩을 도시숲으로 전환하고 새로운 자금원(민간분야) 확보

B. 도시숲 관련 분야와 정부기관, 조직과 협력을 통해 자금 다양화

- 전략적 투자가 필요한 도시숲 연구 결과를 도출하여 연구와 자원(정부기관 및 민간기관)을 연계
- 정부간 교류를 통해 도시숲 발전 계획과 협력방안 모색
- 시 정부에서 도시숲과 관련 부서와의 연계

□ Goal 7. 교육과 인식

A. 도시숲 문제를 다루는 환경교육 프로그램 강화

- 환경과 외부활동 교육을 위한 도시숲 교육 프로그램과 자원 확충

B. 도시숲 인식증진과 교육 캠페인 추진

- 도시숲을 문화, 소셜미디어, 라디오, 빌보드와 광고를 통해 브랜드화하고, 캠페인에 시민참여를 통해 시민과 교류를 통한 인식 증진

C. 소외지역 등에 자원봉사와 교육기회를 증진하여 도시숲 관리 증진

- 소외 지역과 다양한 커뮤니티에 교육프로그램 통한 연계 및 과수목, 베리류, 견과류 등 유실수 나눠주기 프로그램
- 지역의 기존 커뮤니티와 연계하여 도시숲의 건강 혜택을 이용해 소외지역을 참여시키고 관심 유도

다. 도시숲 모델 분석

1. Public-Private Partnership(PPP)도입

1.1 Central Park Conservancy(CPC, 센트럴파크보전회)

Public-Private Partnership은 정부와 사조직(영리 또는 비영리)기관의 협업으로써 공익 서비스를 원활히 제공하기 위해 만들어진 파트너십이다. 미국과 유럽에서는 PPP형태가 시정부와 함께 실행되고 있는 메카니즘이다(Bell&wheeler 2006). 한때는 국가가 수행해야한다고 믿고 있는 공공 서비스(전력, 수도, 사회복지 등)가 정부와 함께 파트너십을 맺는 ‘제3자’와(민간조직을 일컫음) 함께 국민복지분야에서 파트너십을 맺고 있다.

많은 비즈니스 파트너십처럼, Public-Private Partnership(PPP)는 파트너의 상호보완적인 힘을 기반으로 하고 각 파트너들은 자산과 책임은 파트너십을 통해서도 부족한 부분을 상쇄하고 보완할 수 있다. 공적분야의 일반적인 예산과 힘이 충분하지 않고, 문제해결을 위해 현존하는 조직이 있을 때 민간부분과의 파트너십을 통해 불확실성을 줄일 수 있다. 1980년대에 지역정부에서 PPP가 시작되었지만 흔히 사용되는 방식은 아니었다. 하지만 그중에서도 맨하탄 중심에 있는 약 843에이커 면적에 걸친 센트럴파크를 보전하기 위해 설립·운영되고 있는 Central Park Conservancy(센트럴파크보전회, CPC)는 성공사례로 꼽힌다.

센트럴파크는 1857년대에 뉴욕시티 내에 공익을 위한 녹지 공간의 필요에 의해 시작되었다. 센트럴파크위원회에서는 공원 디자인을 위한 대회를 개최하여, 수상자 프레드릭 움스테드와 영국 건축가 칼버트 보가 참여하여 혁신적인 공원 시스템 계획을 수립했다. 센트럴파크는 공원의 경치를 유지하면서 도시민들에게

시골의 감성을 느낄 수 있는 구성과 레크리에이션 장소 등을 포함하는 디자인을 계획했다. 착공은 1858년에 시작되어 1873년에 완공되었다.

예상과는 다르게 시민들의 활동 및 레크리에이션 장소로 계획된 공간은, 범죄로 명성을 얻고, 1980년대의 센트럴파크는 일몰 후 아무도 접근하지 않은 버려진 곳으로 전락했다. 뉴욕시에서는 공원인력을 42% 줄이고, 80%의 공원부서의 예산을 삭감하여, 인력 및 예산부족을 겪은 센트럴파크는 관리가 되지 않고 범죄가 많이 발생하는 장소로 당시 주변시민들이 접근조차 꺼리는 장소가 되었다.

센트럴파크의 복원을 위해 시민의식 있는 주민들은 기금을 모으고, 청년 프로그램을 계획하고, 자원봉사를 하면서 센트럴파크의 쇠퇴를 막고자 1975년 센트럴파크 테스크포스(Task Force)를 조직했다. 같은 해에 센트럴파크 커뮤니티 펀드가 조직되어 공원기금을 조성하여 공원과 관리방안에 대해 연구했다. 그 결과 센트럴 파크는 인력부족을 넘어서 관리, 감독, 책임 3가지 주요한 요소가 부족하기 때문에 센트럴파크가 제대로 관리 될 수 없었던 이유를 꼽았다. 센트럴파크의 관리와 계획을 감독하는 공원부서 내 단일 직책 마련과 자금모금과 자문 역량을 보유한 감독관의 수립을 시정부에 요청했다.

당시 공원위원장이던 Gordon Davis는 공원관리에 대해 다음과 같이 말했다.

“뉴욕시장과, 공원위원장이 바뀌어도 지속적이고 비정치적일 수 있는 어떤 것, 대중이 함께 책임지고 도시에서 파트너십을 맺을 수 있는 관계가 필요하다.” 이 계기를 통해 공원관리에 민간분야를 참여시켜 공원관리를 할 수 있는 기반을 마련했다. 시 정부는 센트럴파크와 관련한 계획, 관리, 부서간 조정을 담당하는 센트럴파크 행정부를 만들고, 파일럿 프로젝트를 진행하여 성공적인 결과가 도출되면 다른 공원에도 도입할 예정이었다. CPC는 센트럴파크 행정부의 이니셔티브 수행을 돕기 위해 센트럴파크 테스크포스와 커뮤니티펀드 등을 포함하여 1980년에 조직되었다.

CPC는 원예학과 졸업생 등 인턴을 고용하여 공원 내 토양조사를 수행하여 식물 및 보전 프로젝트를 시행하고, 10년 복원계획의 개요와 계획을 완성하기 위해 필요한 펀딩모금, 방문객센터 설립 및 운영을 계획했다. 프로젝트는 단기적

으로 센트럴파크 복원을 위한 즉각적이고 가시적 성과창출 및 장기 계획과 디자인에 초점을 맞추어 수행되었다.

1985년 CPC에서는 센트럴파크 복원 및 관리 종합계획을 수립하여 공원 활성화에 종합적 청사진으로 가이드역할을 했다. 센트럴파크를 49개 지역으로 구획하고 현장 여건을 파악하여 인력을 재분배하여 관리하여 식생, 구조, 토양, 수문, 이용, 관리를 구획별 맞춤 관리를 시행했다. 또한 펀딩모금 캠페인을 시행하여 5년 동안 5천만달러 기금을 조성한 후, 2.1천만달러는 공원의 주요 물, 플라자, 가든 복원 등 주요 프로젝트에 펀딩, 2.2천만달러의 시설물 정비와 기관 운영비용, 7백만달러는 공원 관리에 투자했다. 이러한 노력으로 1990년 후반에는 당초 계획된 센트럴파크의 원래의 모습을 일부 찾을 수 있었다. 공원관리를 위한 기금 조성 능력과 공적 프로젝트 수행을 통해 시 자본을 관리할 수 있는 전문적 조직이 되었다.

1998년 시정부와 CPC는 최초로 8년간 공원관리를 위한 계약을 성사시켰고, 재계약을 2006, 2013년 2차례를 통해 현재까지 PPP 파트너를 유지하고 있다. 뉴욕시 정부의 추진력으로 민간분야의 자금과 전문적 기술을 공원 관리에 이용하기 위해 PPP를 도입하기 시작했다. CPC는 공원관리를 위한 역할을 공식화하여, 자금조성과 관리에 대한 책임, CPC가 공원을 위해 전년도에 마련한 자금과 사용한 지출을 고려하여 시정부로부터 재정적 지원을 받을 수 있게 되었다. 센트럴파크의 일상적 유지와 운영뿐만 아니라 방문자센터 운영, 공익 프로그램 제공, 특별 행사의 지원과 협력, 공원홍보 등을 맡고 있다.

CPC는 센트럴파크의 지속적으로 새로운 니즈를 반영하여 관리구역을 재설정하고 장기적 지속가능한 목표를 위해 지역관리자를 선정하여 관리하고 있다. 조경관리, 공원 유지관리, 기술서비스, 커뮤니티/사용자관계를 통해 고밀도 공원 이용에 대응하고 높은 수준의 공원관리를 지속하고 있다. 조경 및 시설물 관리와 공원 이용자들과 교류하여 영화 상영, 특별행사, 체육행사 등 공식행사 진행허가를 관리한다.

센트럴파크는 다양한 목적을 위해 시설을 사용하는 방문객들의 수의 총합을

나타내는 것보다 더 뛰어난 가치를 갖고 있다. 사회적 네트워크와 관련한 신뢰, 정보, 상호협력에서 비롯되는 집합적 가치인 ‘사회적 자본(Social Capital)’을 만드는데 많은 투자를 하고 있다. CPC는 정부에서 보조받을 수 있는 것보다 다양한 경로를 통해 수익을 창출하고, 공원의 관리, 유지, 개선에 많은 투자를 하고 있다. 쉽게는 멤버십 혜택을 발행하고 있다. CPC 멤버가 되면 센트럴파크 개별 투어, 멤버만 참여 할 수 있는 특별한 이벤트 참여, 기념품샵에서 할인 제공, 계절별 뉴스레터 발행 등 혜택을 제공하고 있다. 또한 멤버십 레벨에 따라 단계별로 많은 특전을 최소 50달러에서 25,000달러까지 멤버십을 구입할 수 있으며, 100% 세금공제가 가능하다.

자원봉사 프로그램을 통해 공원을 유지하고 공원 이용객들을 돕고 CPC의 교육프로그램에 참여한다. 2019년 연간보고서에 따르면 1,800명의 개인 자원봉사자, 900개 이상의 커뮤니티 그룹, 1,200개의 기업 또는 비영리조직에서의 참여하여 자원봉사자들이 54,800시간을 투자하여 관광객과 주민들에게 식물과 공원 역사 및 정보를 제공하고 센트럴파크를 관리하는데 힘을 보탤다. 연중무휴로 공원 내에서 즐길 수 있는 다양한 프로그램을 제공하여 계절에 따라 수영, 보트타기, 연날리기, 아이스스케이팅, 눈썰매, 마차타기 등의 스포츠 활동 및 투어를 제공하여 전 연령층이 즐길 수 있는 프로그램과 가족 및 학생이 참여할 수 있는 환경·공원역사에 대한 교육기회 제공하여 이용률을 높이고 있다. 데일리 프로그램, 청소년 프로그램을 통해 자원봉사자 주체가 스스로 공원의 중요성을 깨닫고 봉사활동의 기회를 만들어 가고 있다. 또한 대학생들에게 여름동안 유급 풀타임 인턴십 기회를 제공하여, CPC 직원과 함께 일하면서 현장경험을 통해 중요한 서포트 역할을 하고 공원관리의 이해와 가치를 할 수 있는 기회를 갖는다.

CPC는 센트럴 파크의 관리, 복원, 개선을 책임지고 있으며, 연간 8500만 달러에 가까운 운영 예산을 조달하고 있다. 2013년 시정부와 관리 재계약을 통해, CPC는 공원 관리, 보수, 프로그램 운영, 방문객센터, 조경을 위해 매년 최소 7백만 달러 자금을 모금하고 지출해야한다. 시에서는 그 대가로 10년 동안 운영자금으로 최소 2백만 달러를 지원하고 센트럴파크에서의 특별행사 등으로 얻은 수입의 50%를 지원해주어 전체 수입의 약 25%의 지원하고 있다. 시에서 지원하는 운영비 비중보다 자체적인 모금활동, 기부, 행사를 통해 지속적으로 자발적

기금마련을 통해 운영하고 있다. 또한 공원운영의 85%는 시민참여가 주를 이루고 있으며, 민간에서 담당할 수 없는 공원 내 경찰·치안 업무는 시정부에 담당한다.

센트럴파크는 광범위한 기금 모금행사의 중요한 장소이다. 1986년을 시작으로 매년 열리는 AIDS Walk New York는 세계에서 단일 최대 규모로 성장했다. 시작 이후로 이벤트는 890천명의 참가자와 139백만 달러를 모금했다. 센트럴파크에서 진행되는 이벤트들은 펀드레이즈 이상의 의미를 갖고 있다. 사람들이 질병 원인에 대한 인식을 높이고 에이즈 환자, 암 환자, 생존자들이 함께 연대하고 커뮤니케이션의 기회를 제공해준다. 특별행사와 더불어 센트럴파크 멤버십을 통한 기부 및 관광객안내소에서 홍보물품을 구매하는 등 다양한 방법으로 기금마련에 다양한 방법으로 노력하고 있으며, 쉽게 홈페이지를 통해 기부할 수 있다.

센트럴파크 경제적 효과에 대해서는, 2015년 Appleseed Inc에서 진행한 경제 분석보고서 ‘The Central Park Effect’에 따르면, 2014년에 센트럴파크에 방문한 방문객은 4천1백만명이며, 하루에 평균 11.5만명이 이용하고 있다. 센트럴파크의 특별한 이벤트 참여하기 위해 공원을 찾는 방문객들은 쇼핑, 다이닝, 숙박, 교통에 사용하는 관광비용, CPC 운영, 지가 상승 등으로 매년 14억달러 효과를 창출하고 있다. 2009년에 10억달러 효과에 비교하면 6년동안 4억달러(한화 48백억원)의 추가적으로 경제효과를 나타냈다.

이러한 경제적 효과를 얻기 위해 처음부터 낙후된 공원을 재조성을 위해 자금을 마련하는 것은 쉬운 시도는 아니었다. 초반에는 공원 자금을 마련하기 위한 시정부와 CPC에서는 자금모금의 변화를 추구하려는 시도가 있었다. 그 제안은 ‘Park Enhancement Distrcit’이며, 특정 공원 주변에 있는 지역 부동산 가치 상승에 따른 공원세(Park Tax)를 추가적으로 책정하는 것이다. 이 컨셉은 1980년대 뉴욕의 Bryant Park 주변에 도입되었던 Business Improvement Distrcit(BID)⁹⁾ 모델과 유사하다. 정부가 민간 기업에게 공익공간을

9) Business Improvement District(BID) 상업지역의 프로젝트를 위해 추가적인 세금이 부과되는 지역 중 하나다. 특정 상업지역의 경영을 강화하고, 재원을 마련하기 위한 법적 수단이다. ‘주민자치’를 중심으로 한 협력 시스템이고, 상업지역의 자산소유주 및 상인들에 의해 구성되어, 민간이 계획과정에 참여하고 지역 내 경제활성화를 위한 사업을 시행한다. 미국 등 많은 나라에서 재개발의 대안으로 사용되고 있음.

임대하여 BID 내의 수입으로 운영되고 있다. 이 제안은 센트럴파크에는 도입되지는 않았지만, 공원 주변의 지가 상승과 공원으로로부터 받는 혜택을 고려하면 충분히 논의될 수 있는 가능성이 있었다.

자원봉사를 배제한 센트럴파크의 성공적 관리는 힘들다. 역사적, 건강한 공원을 만들기 위해 연중 정원사 지원, 방문객 도우미, 공원 투어가이드, 잔디밭, 공원 도로, 시설물 정비 자원봉사자를 모집하고, 계절별로 봄과 여름에 식재와 잡초제거 봉사, 10대 자원봉사의 날과 같이 개인지원 봉사와 기업 및 NPO의 ‘휴에서의 하루’를 만들어 동료들과 동지애를 쌓는 독특한 기회를 만들고, 가족, 학교에서 함께 참여 할 수 있는 공원에서 함께 시간을 보내고 꾸준한 시민참여에 의해 관리되고 있다.

민간에는 공공의 문제를 해결하기 위한 전문가들이 많이 구비되어 있고, 정부의 공공서비스를 제공하기 위한 전반적 예산삭감을 고려하면 센트럴파크 관리를 위한 PPP는 피할 수 없는 선택이었다. 또한 NGO단체는 공익서비스와 도움이 필요한 곳에 자발적으로 일을 해왔으며, PPP를 통해 국가의 예산 및 전문 인력 부족을 상호보완 했다. CPC는 정부 및 관련기관, 자원봉사자와 함께 공원을 관리하여 도시 내 경제적 효과와 공원주변 토지의 지가상승, 도시민들의 쾌적한 생활환경 제공, 새로운 프로그램을 운영하고 있으며, 센트럴파크가 지속가능한 녹색공간으로 자리매김 할 수 있도록 기업 및 사람들에게 기부, 자원봉사를 통해 실천적 행동을 요구하고 있다. 시민들의 공원관리의 문제의식으로 출발하여 지금까지 공원유지관리를 담당하고 CPC의 센트럴파크 운영·관리의 지속적인 참여는 도시 내 수목비율을 높이고 공익서비스가 필요한 국민과 정책실행을 위한 정부에게 힘을 보탬 수 있는 모델임을 증명하고 있다.

1.2 Bryant Park Corporation(‘BPC’, 브라이언트파크조직)

뉴욕 시티 미드 맨해탄 내의 뉴욕공공도서관 옆에 있는 브라이언트 파크 규모는 9.6acre이며, Bryant Park Corporation(BPC)에 의해 관리되고 있다. 브라이언트 파크는 Business Improvement District(BID, 상업개선지구)에 위치하고 NPO단체인 BPC가 공원을 관리하고 앞서 다룬 CPC 기능과 수익창출이 비슷한

구조를 나타낸다.

CPC와 같이 기부를 통해 수익을 창출했지만, 상업적 NPO로 탈바꿈했다. 브라이언트 파크 관리 첫 단계에서는 주변커뮤니티에서 얻은 보조와 기부금에 의존했지만, 나중에는 사용자 수수료와 임대수익과 같은 시장 기반 수입에 의존했다. BRC와 CPC의 차이점은 전자는 BID기반으로 시장에 의한 상업적 NPO가 관리하며, 후자는 일반기부에 의한 자금운영이 되고 있다.

브라이언트 파크는 바로 옆에 뉴욕공립도서관이 1911년에 만들어지기 이전에 존재했던 공원이다. 센트럴파크와 마찬가지로 쇠퇴하고 관리되지 않은 공원이었으며, 1930년대에는 지하철 개선을 인한 흙을 하차하는 장소였다. 1934년 뉴욕시 공원관리자 Robert Moses는 도시의 은신처로 공원을 만들기 위해 가시성을 줄이고, 녹음수를 많이 도입했다. 하지만 공원을 관리 조성하기 위한 불충분한 자금과 당초 계획한 공원 디자인으로 인해 1970년대에는 150건의 강도사건 등 도시문제가 발생하는 곳으로 상황은 더 악화됐다.

1980년에 설립된 BPC는 브라이언트 파크의 집중관리와 자본을 구축하는 NPO를 조직했다. Rockefeller Brother Fund¹⁰⁾는 도서관과 인접한 브라이언트 파크가 개선될 때까지 보수를 지원하지 않겠다고 선언했고, 이를 위해 공원 관리의 책임을 맡기 위해 댄 베이더만 등이 BPC를 설립하여 환경개선을 위해 노력했다. 1988년 BPC는 뉴욕시와 15년간의 관리협약을 맺어 브라이언트 파크의 보전과 증진을 위탁하였다. 1992년에 재개장한 브라이언트 파크는 17백만 달러가 넘는 비용이 투입되어 복원되었다. 약 절반(6백만달러)이 넘는 자금은 뉴욕시에서 지원하였고, 나머지 금액은 기부 1백만, 사기업투자 4백만 등 민간분야에서 충당했다. 위와 같이 BID 모델 자체는 복원사업을 시작하기 위한 충분한 자금이 없기 때문에 공공 및 민간분야 지원이 필수적이었다.

BPC는 공원의 책임 관리와 자본 컨트롤, 공원에 대한 도시기부금을 거둘 수

10) Rockefeller Brother Fund(RBF)은 미국의 산업, 정치, 경제를 주름잡고 있는 미국의 록펠러가문에 의해 만들어진 자금이다. 록펠러가문은 19세기말과 20세기 석유산업으로 부흥했고, 맨하튼의 금융사와도 밀접한 관계를 유지하는 세계적인 기업이다. 1940년에 RBF를 설립했으며 보다 지속가능하고 평화적인 세계를 만들기 위한 사회적 변화를 목표로 지식전파, 가치추구와 선택을 명확히 하고, 공공정책을 구체화하는 자선사업을 지원하고 있다.

있는 보장을 받아 관리 모니터링 비용을 감소시키고 더 많은 사람들을 끌어들였다. 뉴욕시에서는 BPC의 성공적인 자금 확보와 비영리 지위를 인정하여 BPC에 공원을 위탁운영하고 관리할 수 있는 독점적 통제권을 부여했다. 결론적으로 BPC는 브라이언트 파크의 관리 권한과 책임을 가지고 있으며, 예산과 공원관리, 인력채용을 독자적으로 운영할 수 있는 시스템을 갖췄다. 현재 미션은 뉴욕 시민들과 관광객들에게 풍부하고 역동적인 문화, 지적, 야외활동을 즐길 수 있는 장소를 제공하고 공원의 가치를 증진시키면서 주변 부동산의 가치를 높이고 최종적으로는 뉴욕시티의 주요 관광지로 자리매김 할 수 있도록 공원의 위상을 높이는 것이다.

BPC는 공원 관리의 책임을 지는데 기업의 유동성을 적용했다. 비용과 직결된 노동조합 문제를 해결하기 위해, 임시 키오스크를 설치하였으며, 비효율적일 시에는 운영할 시에는 키오스크 운영자를 변경했다. 부모와 아이들이 공원에서 즐길 수 있는 공간을 만들어주기 위해 흡연금지구역은 조성했다. 이 중 창의적인 것은, 프랑스 스타일의 움직이는 의자(mobile chair)을 도입하여 사람들의 접근성을 높일 수 있게 조성했다. 모든 노력은 경영상의 유연성과 관리에 대한 통제를 통해 가능 한 절차였다.

운영기금은 주로 BID내의 토지소유자들이 특별과세(Special assessment)에 의해 충당되고 있다. 이전 뉴욕시의 제한된 예산으로 관리되지 못하는 공원을 비영리단체에 토지소유자들이 특별과세를 추가 납부하여 상업지역의 위생과 보안 증진, 거리 경관개선, 더 많은 관광객들을 끌어들이기 위한 서비스 제공을 위해 노력하고 있다. 시정부의 한정된 예산으로는 토지소유자들(또는 임차인)이 달성하고자 하는 상업지역을 조성하는 데 무리가 있어, 기존 납부하던 재산세에 추가적 약간의 세금을 더 지불하여 깨끗한 환경조성과 관광객들을 유입시키고 공익을 위한 투자를 가능하게 한다.

브라이언트 파크는 뉴욕시의 문화 및 레크리에이션 시설로 다양하게 활용되고 있다. 가장 인기있는 것 중의 하나는 윈터빌리지 프로그램 미국의 주요 금융권인 Bank of America에서 후원받아 스케이트장, 아이스링크 범퍼카, 이글루 조형물 설치하여 즐길 거리를 제공하고 있다. 여름에는 시민들이 선텐이나 요가장

습 등 피트니스 무료로 제공하고 있다. 다양한 문화공연과 미술 전시를 진행하고 저녁에는 영화의 밤을 제공하여 시민들과 관광객들의 볼거리를 책임지고 있다. 또한 뉴욕공공도서관과 연계하여 1935~1944년에 사람들이 돈과 도서관 카드가 필요 없이 간편하게 서적을 빌려 읽을 수 있는 시스템을 근간으로 브라이언트 파크에 2003년부터 Reading Room을 만들어 작가 초청, 글쓰기 워크숍, 아이들 프로그램, 시 낭송 등의 프로그램을 진행하고 있다. 브라이언트 파크에서 진행되는 행사는 인터넷 홈페이지에서 하루, 연간단위로 쉽게 찾아 볼 수 있다.

CPC와 BPC의 책임운영자는 시민단체의 리더가 맡고 있으며, 실무진은 고도의 전문성을 갖춘 전문가들로 구성되어 있다. 두 조직의 이사회는 시민단체뿐만 아니라 기업인, 뉴욕시 공무원(공공부문)으로 구성되고 공원의 관리 방향과 전략은 이사회에서 검토가 된다. 공원 조성·관리 시 이사회 과정을 거치면서 정부, 기업, 전문가들은 함께 공원관리에 관한 의견을 다각적으로 검토하며 민간분야의 참여로 공공분야의 부족한 예산, 인력의 문제를 해소할 수 있다.

2. 그린 인프라와 녹색공간 조성 : Green City, Clean water 이니셔티브 (Philadelphia)

필라델피아는 미국의 오래된 도시들처럼 Combined Sewer System(합류식 하수도 시스템)을 가지고 있다. 국내 서울은 85%가 합류식 하수도에 의해 우수(rain fall) 및 오폐수가 처리되고 있으며, 15%의 하수도는 신설되어 분리 하수도 시스템을 거치고 있다. 이와 같이 합류식 하수도 시스템을 통해 처리되는 유량들이 한 번에 많아지는 경우에는, 처리하기 힘들어지고 공공수역의 수질을 악화시킨다는 문제점이 발생하고 있다.

이 문제를 해결하기 위해, 오수를 처리할 수 있는 큰 관을 확장하거나 신설하는 것 보다는 환경기반 인프라를 건설하는데 투자하고 있다. 빗물을 유출을 막기 위해 지표면의 저장공간을 만드는 프로젝트, 레인가든, Tree trench, 루프탑가든 등 다양한 프로젝트를 실행하여, 유출수 재사용과 유속과 유량을 줄여서 증발시키거나, 지표면으로 흡수할 수 방법을 실행하고 있다.

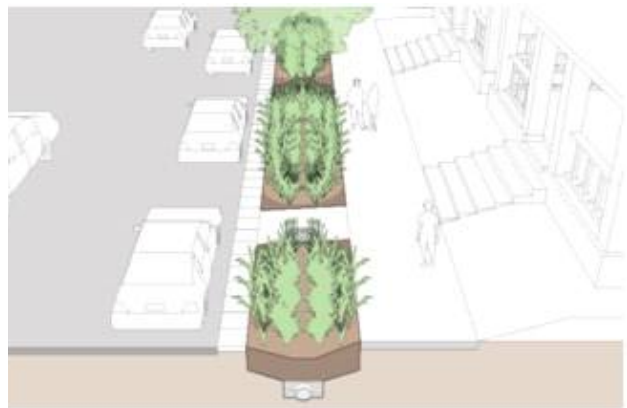
필라델피아 Green Infrastructure 이니셔티브는, 레인가든, 그린루프탑, 그리고 유출수를 잡을 수 있는 다른 형태의 확장된 네트워크를 만드는 것이다. 목표는 많은 양의 하수와 오염된 물질로부터 유출을 막는 것이다. U.S. Environmental Protection Agency(환경보전국, EPA)와 협정을 맺고 필라델피아의 하수와 관련된 넘쳐흐르는 유출수를 85%까지 제거하기 위한 25년간에 걸친 프로젝트의 현재 8년차에 있다. 유출수 및 역류는 국지성 호우 발생 시, 시내의 하수 저장소가 빗물을 처리할 수 있는 용량을 넘었을 때 발생한다. 넓은 터널을 증설하여 유출수를 처리하는 회색인프라에 25년간 약 90억달러를 투자하는 대신하여, 약 20억달러를 그린인프라 관리하기 위한 모자이크식 그린 유출수 인프라(mosaic of green stormwater infrastructure)를 만드는데 사용하였다.

그린인프라는 도시 내 녹지공간, 가로수, 건물들과 연계되어, 간단한 빗물 장벽과 downspout planter과 bioretention swale(아래그림)처럼 범위가 다양하다. 필라델피아는 2030년까지 미국에서 유출수 관리를 위한 가장 큰 그린 인프라를 구축 할 계획이다.

그림 13. 왼쪽 downspout planter 오른쪽 bioretention swale [출처 : 구글이미지]



<Downspout Planter>



<Bioretention Swale>

또한, 필라델피아는 ‘greened acre’ 만들기를 진행하고 있다. 기존 조성된 1,100에이커 그린공간에서는 매년 1만갤런(약37,854리터)의 빗물이 모아진다. 이런 작은 공간을 조성함으로써, 유출수를 모으고 도시의 회색공간을 레인가든, 작은 공원, 그린루프(green roof)와 비슷한 시설을 도입하는데도 도움을 주었다. 이

러한 노력이 수질개선과 공기질 개선, 도시열섬현상을 줄이고 사회경제적 효과도 가져다주었다.

‘Green City, Clean Water’ 이니셔티브는 필라델피아 주정부의 프로젝트이고, 당국은 녹색 유출수 관리 인프라를 공공용지 뿐만 아니라 녹색 공간이 없거나 적은 동네에도 설치하고 있다.

그림 14.. 녹색공간이 부족한 커뮤니티에 그린인프라 도입
[출처 : Yale Environment 360]



대표적으로 Panati 놀이터는 아프리카 아메리칸이 사는 지역으로 낙후된 지역이다. 지역 공동체 (Neighborhood Association)는 공장이 떠나버리고 남은 지역과 빈 집이 증가함에 따라 시에서 관리되지 못하는 지역의 작은 공원 등을 유지 보수하는 일을 해왔다. 정부와 지역 공동체는 이곳에 유출수를 침투

시킬 수 있는 트렌치를 만들고, 식물과 수목들을 심었다. 이 작업을 통해 지역주민들에게 활기 있는 공동 공간을 만들었을 뿐 아니라 그린 스페이스가 필요한 아이들에게 놀이 공간을 만들어 주었다. 또한, 이 공간은 생태적으로 안정되고, 유출수를 집수 할 수 있는 공간으로 재탄생되었고 기존에 비어있는 공간에 커뮤니티가 모일 수 있는 장소를 제공하기도 했다.

또한, 물관리부서에서는 사유지소유자와 개발자에게 유출수 관리비용의 절감의 혜택을 주는 경제적 세금절감 인센티브를 제공한다. 이 관리비용은 도시에서 유출수 처리를 위해 부과되는 세금에 감면을 해준다. 2017년까지 총 1,073acre가 녹색공간으로 창출되었는데, 226acre는 공유지고 847acre가 사유지였다. 거의 사유지 500acre가 유출수 인센티브 프로그램을 통해 녹색공간으로 바뀌었다.

Cardone Industry(자동차 부품생산 공장)은 유출수 관리 인센티브 프로그램에 참여하여 69acre의 녹색 공간을 조성했다. 회사는 부지 내 우수지와 저지대를 지면 아래와 위에 만들어 해마다 주차장과 건물 루프탑에서 5백만 갤런의 물을 관리한다. 이 대가로, 시정부에서는 회사에게 매년 25만불의 세금감면의 혜택을 제공하고 있다.

Green City, Clean water의 가장 좋은 혜택은 생태적 측면이다. 그린 인프라를 조성하여 빗물은 지면에 빠르게 스며들어 자연 습지와 비슷한 효과로 유출수를 처리할 수 있다. 이 프로그램을 실행하기 위해 물관리부서와 공원관리부서는 파트너십을 맺어 그린인프라를 조성관리 하며, 민간 개발자와 함께 유희지를 수목과 바이오리텐션을 도입하여 공원공간으로 재조성하고 있다. 이 공간은 지역 사회에서 레크리에이션을 할 수 있는 장소가 되어, 사회 환경을 개선하고 있다. 또한, 경제적으로 필라델피아의 녹색관련 직업은 250개가 해마다 늘고 있으며, 공원 정비를 통해 주변 주거단지의 지가가 45년간 3억9천달러가 상승할 것으로 예상하고 있다.

이와 같이 도시 내 녹색면적의 증진을 위해서는 공원 및 산림부서와 다양한 부서와 결합하여 도시 내 이니셔티브 및 목표를 설정하고 수목이 주는 혜택을 고려하여 다른 부서들과 함께 진행하여 다양한 스케일로 사업을 진행할 수 있다. Green City, Clean water의 사례처럼 유출수 제거를 위한 그린인프라 조성이 기업의 세제 감면혜택과, 지역 커뮤니티를 소통 및 휴식을 위한 녹색공간을 제공하여 지역 환경 개선에도 유익한 영향을 미친다.

제4장 도시숲 조성·관리를 위한 소프트웨어

가. 도시숲 평가방법 및 I-Tree

1. 도시숲 현황 조사방법

도시숲은 다양한 생태계 서비스를 제공한다. 생태계 서비스를 수량화하고 미래 세대를 위한 서비스를 지속하기 위해 관리 지침을 마련을 위해, 숲의 구조와 가치가 평가되어야 한다. 미국에서 사용하고 있는 도시숲 평가 방법은 2가지로 나눌 수 있고, 다음과 같은 도시숲 정보를 제공해준다.

- Bottom-up 방식 : 산림구조를 측정하기 위한 현장 기반 데이터 수집(종 구성, 수목 개체수)하여 산림 구조, 기능 가치와 연계한 관리비용, 리스크, 니즈를 반영한 전략적 자원관리 또는 도시숲 옹호에 사용됨
- Top-down 방식 : 항공사진 또는 위성사진을 이용하여 캐노피 커버를 확인하고 tree cover의 양과 분포도를 확인하여, 식재구역 선정, 다른 지표면 타입을 확인 할 수 있다.

비슷한 평가 방법을 가진 사례와 도시숲 평가를 위한 두가지 방식의 장점, 단점, 비용에 대해 알아보겠다.

1.1 Bottom-up 방식: 현장 데이터 기반 평가(대표사례 I-Tree Eco)

Eco는 산림 구조, 건강, 위협, 생태계가치를 평가하기 위해 샘플 또는 산림 전체 조사하는 현장 데이터를 사용한다. 수목 개체 수, DBH, 종 다양성, 잠재적 해충 리스크, 침입종, 대기오염물질 제거, 인간 건강의 혜택, 탄소 흡수 및 저장, 건물 주변 에너지 사용의 효과를 파악 할 수 있다. 기본적으로 지역 현장데이터, 시간당 기상 및 공해 데이터를 기반으로 시스템을 가동시킬 수 있다.

Eco 툴에서는 다음과 같은 기능을 포함한다;

- 플랏¹¹⁾ 선택, 현장 데이터 입력 기능

- 표·그래픽 차트를 포함한 보고서,
- 사용자가 정의한 식재 및 고사목을 기준으로 미래의 수목 개체수, Tree Cover, 종 다양성, 생태계 서비스와 가치 파악,
- 장기적 병해충 감시와 모니터링을 위한 병해충 발견 프로토콜, 수목이 지닌 잠재적 병해충의 증상을 통해 잠재적 숲의 위험을 파악

그림 15. I-tree Eco 기본 흐름도 [출처 : I-Tree 홈페이지]

Structure	Function	Value	Management
<i>Number of trees Species composition Tree size and health Distribution Canopy cover Leaf area & biomass</i>	<i>Air pollution removal CO₂ sequestration carbon storage Stormwater & hydrology Ultraviolet (UV) mitigation Energy effects - limited for international use</i>	<i>Monetary values are applied to ecosystem services based on economic models & available literature values.</i>	<i>Data-driven strategic management of tree resources to optimize benefits based on desired objectives & community priorities</i>

Eco는 직접 조사 된 데이터 또는 통계를 기반으로 산림과 수목의 물리적 특성을 발견하고 구조를 분석하는 것부터 시작한다. 산림구조 데이터는 시간당 날씨와 대기오염 데이터를 사용하여 산림이 제공하는 예상되는 기능을 예측한다. 기능은 공해물질 제거와 같은 서비스로 변환되고, 금전적 가치로 환산된다. 원하는 목표와 커뮤니티의 우선순위를 고려하여 데이터 기반으로 얻어진 자료를 분석으로 전략적 수목과 산림의 관리방법을 모색할 수 있다.

- 장점

- 산림관리에 필요한 질 높은 통계 정보(e.g. 수목의 개체수, 장소, 종구성, 수목 사이즈, 수목 건강성, 잠재위험)를 제공
- 산림 생태계 서비스와 가치 정보를 제공해주고, 산림 구성과 가치의 변화를 모니터링 하는데 사용 될 수 있음

- 단점 : 현장데이터를 필수적으로 수집해야 되며, 이에 따른 경제적 비용이 듦

- 비용 : 프로젝트의 사이즈와 범위에 따라 상이하고, 자료 수집을 위해 인력을 채용해야 함. 일반적 I-Tree Eco 샘플을 수행하면 200개의 플랫폼을 생성할 수 있고 미국에서는 인력채용을 통한 플랫폼 조사 시 \$200이 소요되기 때문에 최대 \$40,000이 소요될 수 있다. 자원봉사자 또는 학생 임금(\$20,000)을

11) I-Tree Eco 사용 시 현장조사 기준이 되는 조사구역의 범위를 나타냄.

고려하면 비용을 절감 할 수 있다. 샘플링의 강도는 프로젝트의 정확성과 이용가능한 자원에 따라 결정된다.

- 정확성 : 데이터 수집의 정확성과 샘플 사이즈 크기에 따라 다르다. 200 개의 0.1 acre(0.04ha) 플랏 정보를 수집하는 것은 전체 수목개체 추정에서 표준오차 15% 이하를 발생시킨다.

1.2 Top-Down 방식: 도시 수목 캐노피 피복 평가

- 1) 사진해석 : 디지털 항공사진과 랜덤으로 설정된 기준점을 사용하여 피복 구성 유형을 해석하는 것이다. 이 방법은 통계적 추정을 기반으로 하여 오차를 발생 시킬 수 있다.



그림 16. Top-down 방식과 사진해석

가. I-Tree Canopy

Canopy(수관피복)는 구글 항공 지도를 사용하여 수목과 다른 지표면 유형을 파악하여 통계적 추론이 가능한 프로그램이다. 이 툴은 쉽고, 빠르고, 저비용으로 사용할 수 있으며, 정확하게 수목과 다른 지표면 유형을 파악할 수 있다. Canopy는 고해상도, 구름이 가리지 않은 이미지가 존재하면 어디서든 사용 할 수 있다. 예전 이

이미지를 사용해서 연도별 수목 Canopy의 변화상을 파악 할 수 있다.

- 장점

- 비용절감 : 모든 사진은 무료로 얻을 수 있기 때문에, 현장조사 비용 절감
- 시간절감 : 식재장소 파악과 지표면 타입(아스팔트와 같은 불투수성, 토양, 물 등)을 이미지로 쉽게 해석 할 수 있음
- 정확성을 높이기 위해 많은 점 들(그림 , '+' 표시)을 추가하여 해석 할 수 있음
- 지역 단위 분석과 지도를 만들 수 있음
- 다년도 이미지를 확보하여 캐노피 변화상을 파악 할 수 있음
- I-Tree Canopy를 사용하여 생태계 서비스와 가치를 평가 할 수 있음

- 단점

- 디테일한 수목 커버맵을 만들기 어려움
- 사진해석에 따른 분류오류로 에러를 발생 시킬 수 있음.(사진해석을 담당하는 사람의 트레이닝 및 사후검토를 통해 오류를 줄일 수 있음)
- 나뭇잎이 떨어지는 겨울 사진은 해석하기 어렵고, 이미지의 해상도가 높아야 함(자료 분석을 위한 기초 데이터가 한정적이면 분석도가 낮음)
- 사용자가 요구하는 자료목적으로 재가공 되기 어려움

- 비용 : 시간당 10불, 1,000 포인트를 해석하는데 \$100(포인트별로 10센트)

- 정확성 : 30%의 수목커버를 가진 구역의 100 포인트의 샘플 해석은 표준오차 약 4.6%를 발생시키고, 1,000 포인트는 1.4%의 표준오차가 발생함.

나. 고해상도 토지피복

자동기법으로 고해상도 항공 또는 위성 이미지를 통해 토지피복 특성을 파악할 수 있다. 이 방법은 수목과 다른 지표면의 디테일한 맵을 만들 수 있고, Urban Tree Canopy(UTC) 평가에도 사용된다.

그림 17에서는 2007(A)~2015년(B)(8년간)의 수목변화를 파악하기 위해 사용된 Baltimore' UTC 변화 분석을 보여주고 있다. 이 항공사진은 LiDAR분석과 결합하여 Tree Canopy 변화(C)를 보여주고 있다. 범례 중 보라색으로 표시는 손실, 파란색은 증가, 노란색은 변화없음을 나타낸다.

- 장점

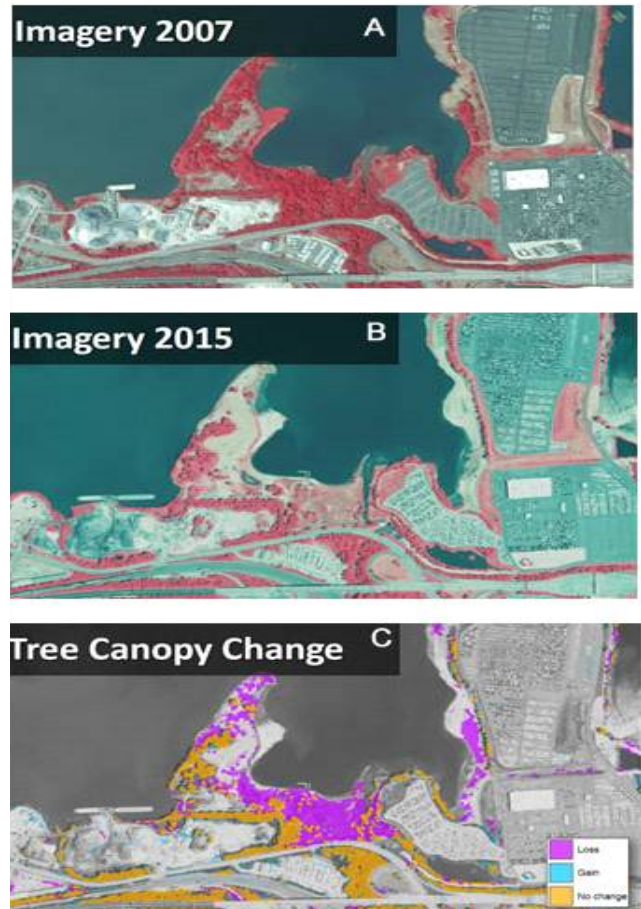
- 정확하고, 높은 해상도 피복 지도를 만들 수 있음.
- 수목 캐노피가 위치하는 곳의 분석이 가능하고 GIS와 잘 결합됨
- 인구, 불투수성 지표, 사회 경제적 데이터와 연계해서 넓은 스케일의 데이터를 요약 할 수 있도록 함
- 추가 식재를 위한 장소를 선정할 수 있고, 피복변화를 모니터링 할 수 있음

- 단점

- 특정 프로그램에 전문화된 노련한 기술자를 필요로 함
- 품질 좋은 맵을 만들기 위해서는 상당한 시간과 노력이 필요함
- 지도의 부정확성에 따라 변화상이 달라 짐

그림 17 UTC를 통한 캐노피 변화 측정

- 비용 : 사용가능한 데이터에 따라서 다르지만, 도시 전제를 다루는 지도를 만드는 작업은 \$5,000-\$40,000+ 소요된다.
- 정확성 : 프로세싱과 사용가능한 데이터에 따라서 일반적으로는 90%의 정확성을 나타낸다. LiDAR와 같은 자료와 결합하거나, 수동으로 자료를 교정하면 95%가 넘는 정확도를 확보할 수 있다.



i-Tree 기능 개요(Overview)

i-Tree: Strengthening Natural Resources Stewardship Globally

i-Tree: 2019 버전

i-Tree 는 여러 협력기관과 컨소시움을 통해 개발된 소프트웨어이다. 모든 프로그램들은 기술지원, 사용자 매뉴얼과 리소스 그리고 온라인 포럼을 포함하여 모두 www.itreetools.org 에서 무료로 이용가능하다. 핵심 프로그램은 i-Tree Eco, Design and Landscape 이지만, 몇가지 특화된 어플리케이션도 있다. 최근 i-Tree 목표는 다양한 프로그램을 사용하여 환경의 질, 인간의 건강과 웰빙을 증진시키기 위해, 최적의 장소에 적합한 수종 식재 그리고 식재비용과 관련되어 현지에서 사용되는 관리 가이드라인을 제공하는 것이다.



i-Tree Eco 는 숲의 구조, 생태계 서비스 및 수목 가치(수목의 수량, 직경, 종다양성, 잠재적 병해충 위험, 빠르게 확산되는 종, 대기 오염 개선, 인간 건강에 미치는 영향, 이산화탄소 저장 및 흡수량, 빗물 유출 감소, 휘발성 유기화합물 배출감소, UV 방사선 감소, 야생동물 서식지와 건물 내 에너지효율을 포함)를 평가하기 위해 샘플데이터와 조사데이터를 사용한다. 이 프로그램은 미국, 캐나다, 호주, 멕시코, 영국에서 손쉽게 사용할 수 있도록 디자인 되었다. 이외 나라에도, i-Tree Eco 를 사용하기 위해서 i-Tree 데이터베이스를 구축할 수 있다. i-Tree Eco 를 통하여 원하는 속성정보를 선택 할 수 있고, 모바일 앱을 활용한 데이터 접근, GPS 와 지도 사용, 표와 그래픽을 활용한 보고 기능, 자동 보고서 생성기능, 미래의 수목 성장 예측, 피복도, 생태계 서비스와 다양한 종의 가치를 평가 하는 기능들도 포함하고 있다.



i-Tree Species 는 사용자들에게 환경 기능과 지역에서 요구되어지는 가장 적절한 수종을 선택하는데 도움을 준다.



i-Tree Storm 는 태풍 후에 넓게 퍼져있는 가로수 피해를 간단하고 효과적으로 측정할 수 있도록 도와준다. 이는 다양한 커뮤니티 타입(type)과 사이즈에 적용가능하고, 태풍 피해를 완화시키기 위해 필요한 시간과 자원에 대한 정보를 제공한다.

March 2019

2

다양한 수목을 추가할 수 있고 과거, 현재, 미래에 나무를 통해 얻는 혜택들을 볼 수 있다.



MyTree 는 모바일 장비에 맞춰 개발된 어플리케이션(app) 이며, 나무를 통해 얻는 가치와 혜택을 쉽게 수량화 할 수 있다.

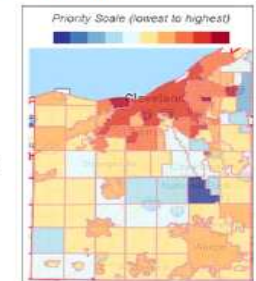
My Tree Benefits	
Tree 1: Beach, American (Eugenia geniculata)	
Seeding date: 3/1/18, Excellent condition	
Carbon Dioxide (CO ₂) Sequestered:	11.43
CO ₂ absorbed each year:	101.32 lbs
Storm Water:	5.67 lbs
Resist. atmospheric each year:	1411 gal



i-Tree Database 는 국제 사용자들이 자신들의 지역, 공해 그리고 강수량 데이터를 입력하면 원하는 자료를 i-Tree 로 가져올 수 있는 웹 기반의 프로그램이다. 먼저 데이터가 만들어지면, 사용자들은 해당 지역 또는 도시에서 i-Tree Eco 시스템을 가동할 수 있다. 또한, 사용자는 새로운 수종 정보를 제공하여 국제적 수목 데이터베이스를 만드는데 도움을 줄 수 있다.



i-Tree Landscape 는 웹 기반의 프로그램이고, 미국과 연접한 수관 밀도, 지표 피복, 수목 밀도와 기본적인 통계자료를 볼 수 있도록 한다. i-Tree Landscape 에서 제공된 자료로, 사용자는 나무의 이점(이산화탄소 흡수, 대기 오염 물질 제거, 빗물 유출 감소)과 가치에 대해 알 수있고, 인간과 산림에 위험요소(병해충, 잠재적 산불, 자외선 노출, 지표면 온도, 도시-황무지와와의 상호작용, 대기오염, 이상기후, 범람지, 강가의 완충지, 오염된 산업부지, 가뭄, 예상되는 도시 개발, 기후변화로 예상되는 종 안정성에 대한 변화)와 산림, 인간의 건강, 안정성을 증진시키기 위한 식재 또는 보호 가 필요한 지역을 위한 우선순위를 정하는 도면을 만들 수 있다.



March 2019

4



i-Tree Planting 는 식재를 통해 장기적으로 환경에 도움을 주는 가치를 측정하는 웹기반 프로그램이다.



i-Tree County 는 미국과 인접한 지역에서 나무로 부터 얻는 가치와 혜택을 측정하는 웹기반 프로그램이다. 사용자는 지역 주변에 있는 산림에 대하여 쉽게 가치를 평가할 수 있다.



i-Tree Projects (beta) 는 속성(plot)과 지역 데이터를 이미지화 할 수 있고, 추가 조사와 각 지역들의 데이터를 비교하기 위하여 실제 조사된 데이터를 다운로드 할 수 있다.



i-Tree Urban Wood Marketplace (beta) 는 도시에서 사용될 목재 수확과 그 목재를 사용할 사용자를 연결하여 버려지는 목재를 줄이는데 도움을 주는 간단하고 통합된 웹 기반의 프로그램이다.



March 2019

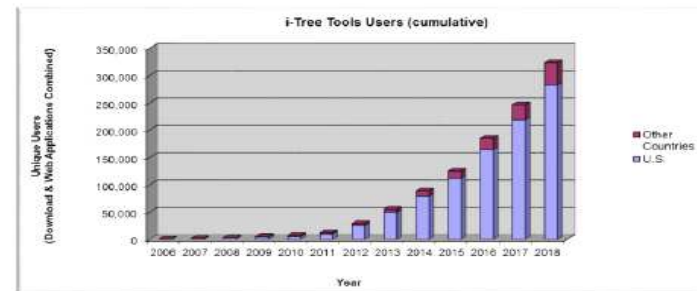
5

i-Tree 활용과 배포 현황



2018 년 말까지, 130 국이 넘는 나라에서 약 32 만 사용자들이 i-Tree 결과물을 만들고 있다.

i-Tree 사용자 누적수치



i-Tree 는 2018 년에 7 만 6 천 사용자를 추가시켰다. (2017 년보다 31% 증가된 수치임)

더 많은 i-Tree 정보를 위해서는 아래 연락처로 문의해주시기 바랍니다.

Dr. David J. Nowak
Senior Scientist / i-Tree Team Leader
USDA Forest Service
5 Moon Library, SUNY-ESF
Syracuse, NY 13210
dnowak@fs.fed.us
(315) 448-3212

or Scott Maco
Director of Research and Development
The Davey Institute
1500 N. Mantua Street
Kent, OH 44240
Scott.Maco@davey.com
425-605-0383



March 2019

필자가 I-Tree 홈페이지(<https://www.itreetools.org>)에 I-Tree 개요 설명을 위한 한국어버전 탑재

2. I-Tree 소프트웨어

앞선 간략한 개요와 같이 I-Tree는 무료로 사용할 수 있는 소프트웨어 프로그램이며, Public-Private 파트너십에 의해 지속적으로 개발되고 있다. 사용하기 쉽게 개발된 이 프로그램은 도시와 지역 산림 및 관리자들과 일반 대중들에게 전반적 산림에 대한 이해를 증진시키고 아래와 같은 정보를 제공해 준다.

- 지역 산림자원의 모니터링과 평가
- 수목과 산림에 의해 제공된 서비스와 가치의 이해
- 산림과 인간에게 주는 위협 평가
- 지속가능한 산림 관리 계획 마련
- 환경의 질 개선과 인간건강 향상
- 적절한 수종 선택과 장소 제공
- 산림분야 이해관계자와 국민참여 독려

처음에는 1990년 중반에 개발이 시작되어 UFORE(Urban Forest Effects)모델로 시작되었고, 가로수평가 STRATUM(Street Tree Assessment) 툴이 2000년도 초반에 추가되었다. 이 두 프로그램은 2006년도에 처음 개시되었지만 비슷한 성격의 프로그램이어서 I-Tree 프로그램으로 2006년에 통합되어 처음 사용되기 시작했다. 초반의 목적은 도시숲 관리자들을 돕기 위해 개발되었지만, 지역 산림 관리, 컨설턴트, 계획가, 주택 소유자, 교육자 등 여러 사람들의 니즈에 의해 범위를 확대시켰다.

주요 I-Tree 개발, 보급, 지원은 USDA 산림청과 Davey Tree Expert Company(Davey Tree)에서 함께 맡고 있으며, 20년이 넘는 기간 동안 수목과 산림의 이해와 관리를 증진시키기 위한 협력연구를 진행하고 있다. Davey Tree는 산림청의 펀딩매치를 통해 I-Tree 개발 등과 관련 예산을 산림청에서 지원받고 있다. Davey Tree를 포함한 여러 기관의 파트너십을 통해, 여러 박사들의 평가를 거쳐 산림 생태계 가치를 평가하는 가장 최 소프트웨어로 사용되고 있다.

I-Tree 툴은 사용하기 쉬운 기술을 통해 인간 및 숲의 건강을 증진시키고, 사람들을 세계적으로 참여시켜 산림관리와 회복력을 높이기 위한 비전을 갖고 있다. 비전 실현시키기 위해, I-Tree는 지속적으로 툴을 개발하여 누구나 쉽게 사

용하면서 다음과 같은 목적을 달성 하여 지속가능하고, 회복력이 있는 산림경관을 만들 수 있도록 돕는다.

- 지역 산림 현황 파악
- 숲에서 얻는 생태계 서비스와 가치를 수량화
- 산림과 인간건강에 영향을 주는 악영향 확인
- 산림구조의 변화가 생태계 서비스와 가치에 어떤 변화가 발생하는지 산정
- 생태계 서비스와 숲, 인간건강을 증진시키기 위한 전략적 산림관리 계획 수립
- 생태계 서비스와 가치 최적화 위한 적합한 수종, 장소, 식재율을 계획하여 인간건강과 웰빙 증진

I-Tree 툴은 공해물질 저감, 유출수 감소, 탄소 저장과 흡수와 관련하여 산림과 수목의 중요성을 알려주고, 사용자들이 수목 및 산림관리 증진, 전략적 계획 수립, 관련 교육, 도시숲 옹호, 새로운 파트너십을 구축 할 수 있게 돕는다. i-Tree 툴은 3가지 카테고리로 분류된다.

- 주요(Core) 프로그램 : 숲 현황, 생태계 서비스와 가치를 평가하는 근본적인 툴이며, 산림 데이터 분석과 산림관리에 도움을 준다.
 - Eco, Design, Landscape
- 유틸리티(Utility) : 주요 프로그램에 도움을 주고, 구체적 목적을 위해 설계된 프로그램이다.
 - Hydro, Canopy, Species, Mytree, Database, Planting, Harvest, County, Projects, Wood Marketplace
- Legacy 프로그램 : Legacy 프로그램은 다른 툴과 유틸리티와 함께 통합되어, 업데이트 되지 않는다. Mobile Community Tree Inventory(MCTI) 프로그램을 제외한 원래 버전은 I-Tree 웹사이트에서 사용 할 수 있다.
 - Street & MCTI(Eco와 통합됨), Vue(Landscape에 의해 대체됨), Storm

이 중 국립산림과학원과 I-Tree 팀과 함께 국내에 개발 될 I-Tree 툴은

1. Eco, 2. Design 3. Canopy 4. Mytree 이다.

- Eco : 산림구조, 건강, 위협, 생태계 서비스와 가치를 평가하기 위해 현장에서 조사한 수목데이터 인벤토리 구축 또는 샘플데이터를 사용한다. 조사구

역을 만들어, 현장데이터를 수집하고, 산림구조, 미래 산림 개체수와 피복도, 수종 다양성, DBH 분포 등을 파악할 수 있다. 도시숲 조성·관리 계획을 위한 가장 유용하고 기초데이터를 포함하고 있으므로 자세한 내용은 I-Tree Eco에서 다루고자 한다.

- Design : 구글 맵과 연결되어 집 주변에 있는 수목들이 어떻게 다양한 환경 서비스를 제공하는지 보여준다. 사용자들은 어떤 장소와 수종들이 가장 많은 혜택을 제공하는지 볼 수 있다. 집주인, 학생들, 수목 혜택에 관심 있는 누구나 사용할 수 있는 간단한 툴이다. Design을 통해 수목과 건물을 배치하여 현재와 미래 수목혜택을 예상하고, 우선 식재되어야 할 구역을 볼 수 있다.
- Canopy : 항공사진 분석을 통해 수목 피복도와 지표면 타입의 통계적 추정치를 제공한다. 이 툴은 산림 관리자들이 도시의 수목과 지표면 타입에 대해 알고 싶을 때 간단하고, 쉽고, 경제적인 방법으로 사용 할 수 있다.
- Mytree : 개별수목 또는 작은 그룹의 수목들의 효과와 가치를 수량화할 수 있다.

3. I-Tree Eco 소프트웨어

대부분의 산림관리의 목적은 환경 또는 인간 건강, 산림가치 증진을 위함이다. 그러나 산림관리자들은 주로 식재, 수목제거, 현존 산림을 지키는 등의 산림구조의 일부를 매만지는 정도로 그친다. 궁극적으로는 산림 서비스와 가치를 최적화하기 위한 산림구조를 관리를 통해 산림의 기능, 가치를 직접적으로 관리야 한다. 하지만, 산림구조는 관리자의 관리여부 뿐만 아니라 다양한 인자들이 그 영향을 미친다. 산림과 환경은 자연 천이, 수목 성장 및 고차, 폭우, 병해충, 침입종 등 다양한 영향을 받아 산림구조를 변화시키고 있다. 또한, 개발과 인간의 영향을 받아 외래종 도입, 온도 및 공해 증가, 기온변화 등이 영향을 미치고 있다. 때문에, 수목과 산림이 건강을 유지하면서 인간에게 중요한 서비스와 가치를 제공하는 것이 산림관리의 목적이 되어야 한다.

Eco 소프트웨어는 산림 구조(e.g. 나무 개체수, 종 구성, 수목 크기와 위치, 잎면적 등)을 파악하여 인간에게 도움이 되는 환경적 가치를 산출한다. 지역 기상데이터, 공해 데이터를 기반으로 다양한 수목 기능이 산출된다. 수목 기능

은 지역 대기질 상태, 인구 데이터와 결합하여 수목 혜택(e.g. 공기 질 개선, 인간 건강의 영향)을 나타내고, 최종적으로 이 혜택은 다양한 경제적 가치를 기준으로 산림가치로 환산한다.

그림 18 . I-Tree Eco 생태계 가치 산출 흐름도



숲에서 얻을 수 있는 생태계 서비스와 가치를 평가하기 위해서는 4가지 중요한 요소가 있다(Nowak, 2018):

- 서비스를 제공하는 산림구조 특성을 파악(e.g. 나무 개체수, 수목 커버). 서비스를 제공에 영향을 미치는 자원에 대해 수량화하기 때문에 구조 데이터가 중요하다.
- 어떻게 산림구조가 생태계 서비스에 영향을 미치는지(e.g. 탄소저장 측정을 위한 산림 종구성, 수목밀도, 사이즈를 파악하는 것은 중요한 요소임)
- 생태계 서비스 영향을 수량화. 많은 경우, 산림이 제공하는 서비스 자체보다, 인간건강 또는 환경이 사회에 주는 가치의 특성에 대한 서비스를 파악하는 것이 중요하다.
- 생태계 서비스에서 제공하는 영향의 경제적 가치에 대해 수량화

I-Tree Eco 의 산림생태계 가치 산출 과정(구조→기능→서비스→혜택→가치)을 고려하면, 산림구조와 생태계 서비스, 서로 밀접한 관계를 가지고 있다. 산림가치는 서비스가 제공되는 양, 서비스 평가는 산림 구조파악과 어떻게 구조가 서비스에 영향을 미치는지에 대한 연구 정확성에 기초하기 때문이다. 따라서 산림 서비스와 가치 파악을 위해서는 정확한 산림구조 데이터가 기초가 되어야 한다.

산림 생태계 서비스 가치를 평가하기 위한 중요한 3가지 인자는 구조, 서비스, 가치이다. 사전 인자에서의 에러가 발생하면 연속해서 다음 추정치에서도 영향을 미치기 때문에, 산림구조에 대해 정확하게 파악하는 것이 중요하다.(e.g. 산림구조에서의 에러는 다음 단계인 산림 서비스와 가치 측정에 영향을 준다) 다음 장에서는 Eco에서는 산림구조를 평가하는 방법에 대해 살펴보고자 한다.

어떻게 식생이 생태계 서비스와 가치에 영향을 주는지 이해하면, 환경의 질과 인간건강을 개선하기 위한 산림관리에 도움을 줄 수 있다. Eco는 산림관리와 최적의 식생 구조를 유지할 수 있도록 가이드 역할을 하며, 지역 데이터를 사용하여 생태계 서비스와 경제적 가치를 추정을 위해 개발되었다.

1.1 프로젝트 셋팅 및 현장 자료수집 기본사항

1) 프로젝트 유형

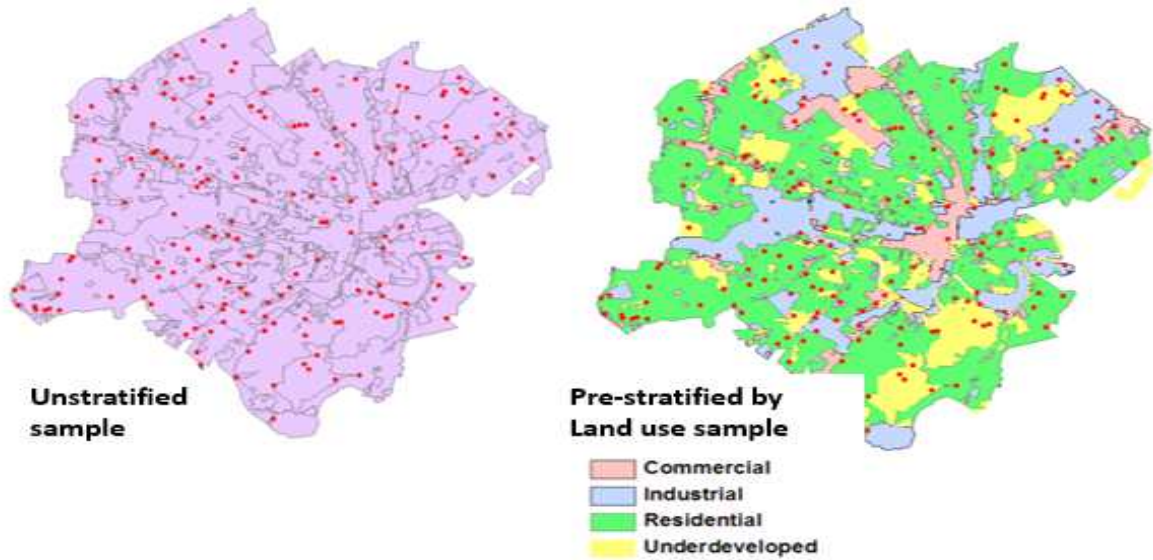
산림구조 데이터를 파악하는 것은 I-Tree에서 중요한 역할을 한다. 이 데이터는 개별 수목에서 도시숲 전체 수목에 적용 할 수 있다. 산림 수목 데이터는 2가지 방법으로 수집될 수 있다.

- 수목 인벤토리 작성(complete inventory); 현장에 있는 모든 수목들을 전수조사
- 샘플조사; 수목개체수의 부분집합이 랜덤으로 선택되어, 샘플로부터 전체 수목 개체수를 알아내는 방법.

진행하는 프로젝트의 특성 및 크기에 따라 데이터 수집 형태가 달라진다. 대개, Eco 프로젝트는 주로 도시 내, 큰 구역 진행되며 이때는 랜덤으로 샘플 조사 구역을 만들어서 진행한다. 때로는 작은 지역, 주거지역, 가로수와 같이 강도 높은 관리가 필요한 수목에 대해 작은 단위로 프로젝트가 진행 될 때도 있다. 이런 경우에는 조사지역 내의 모든 나무를 다 조사하는 수목 인벤토리 (complete inventory)를 만드는 것이 좋다. 인벤토리 작성은 모든 수목을 조사하기 때문에 샘플링 에러 또는 측정값의 변수가 없지만, 샘플링에서는 수목 개체수 추정에 대한 표준 오차가 발생한다.

Eco 샘플 프로젝트를 실행하는 방법은 방법이 여러 가지가 있다. 현재, 미래의 목표를 고려하여, 샘플 프로젝트를 어떻게 디자인 할 것인가 결정할 때 가능한 시간과, 자원들도 함께 고려해야한다. 플랏을 조사하기 전에, 왼쪽 그림처럼 계층화를 시키지 않고 한 지역으로 인식하여 랜덤으로 플랏을 설정하여 사후 분류를 하는 방법과 오른쪽 그림처럼 토지사용에 따라서 계층화를 시켜서 지역, 행정구역, 토지 이용, 관리지역에 따라 플랏 데이터 세분화하여 결과를 비교할 수 있다.

그림 19 . 랜덤 플랏 프로젝트의 Unstratified와 토지이용에 따른 pre-stratified 구분



계층화는 프로젝트에서 플랏을 설정할 때 지도상 분류되어 있는 토지이용에 따라 pre-stratified(미리 계층화)할 수 있거나 post-stratified(사후 계층화)를 통해 플랏을 직접 조사한 후에 분류 할 수 있다. 두 방법 모두 랜덤으로 설정된 플랏을 조사하는 공통점이 있다. pre-stratified는 조사지역을 작은 단위로 나누어 사용자가 원하는 분류(e.g. 지역 또는 정치적 경계, 토지이용 등)에 따라 구분하여 비교할 수 있다. 원하는 목적(e.g. tree cover 등) 및 분류 지역마다 얼마나 샘플 플랏을 분배 할지를 결정할 수 있다. Tree cover 조사가 목적일 경우, 산림이 많은 조사 구역을 배치하여 원하는 목표의 결과 값을 얻을 수 있다. 하지만, 계층화하는데 시간과 비용이 더 소요되고 계층화 된 지역은 시간에 따라 변화하기 때문에 미래에 동일한 플랏 장소를 조사하는 것이 어려워 장기 모니터링을 위해 적합하지 않기에 자주 사용되고 있지 않다.

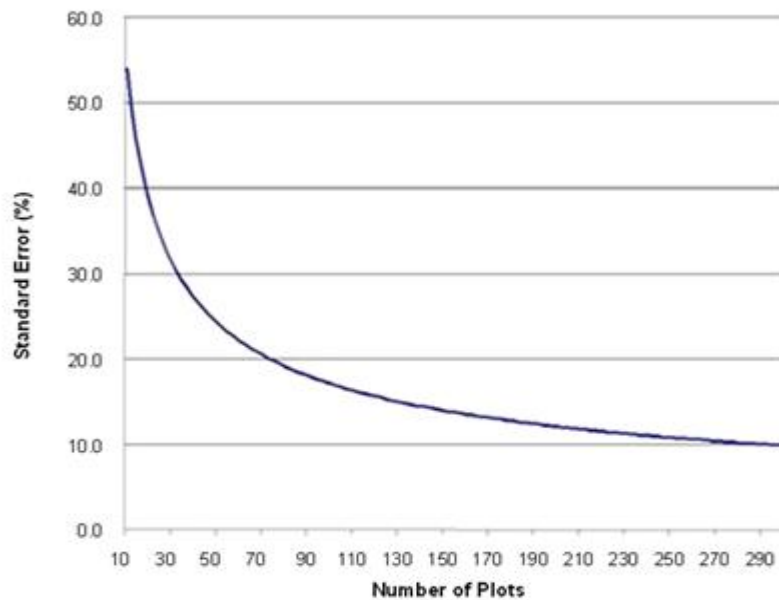
post-stratification의 랜덤으로 설정된 플랏은 토지이용, 관리 계획 등 데이터를 수집한 후 이 자료를 바탕으로 계층화를 통해 분류하고 여러 개의 목적으로 분석 할 수 있다. 예를 들면, 토지이용에 따라 결과를 비교하고 차후 계층을 행정구역, 지역 및 관리단위로 바꾸어 같은 데이터 값을 적용할 수 있다. post-stratification은 계층화 구역 데이터를 관리 할 수 있어 향후 프로젝트를 다시 조사할 때 시간에 따른 변화를 조사 할 수 있다. 당초에 농업지역으로 분류된 토지이용이 상업 및 주거지역으로 변화되면 조사 후에 재분류를 할 수 있다. 이 방법은 변화상을 빠르게 파악하고 사용자가 원하는 조건으로 다시 계층화를 시

킬 수 있는 장점이 있어, 주로 사용되는 방법이다. 원하는 목표와 토지이용을 기준으로 조사지역의 플랏의 양을 미리 결정하는 pre-stratified 프로젝트만큼 정확하지 않을 수 있다.

2) 샘플 프로젝트 플랏 개수

Eco 프로젝트에 필요한 샘플 플랏의 개수는 프로젝트에서 어느 정도 정확성을 갖고 싶은지, 조사 범위의 식생 특성에 따라 다르다. 일반적으로 조사범위와 별개로, I-Tree 팀에서는 200개 플랏을 조사하고 전체 수목 수량의 대략 10%의 표준오차를 발생시킨다고 답했다. 정확도를 높이고, 표준오차를 줄이기 위해서는 더 많은 시간과 비용(현장조사를 위해 고용하는 사람 등)이 필요하다. 플랏 양이 적으면 정확도가 높은 값을 기대하기가 어렵다. 아래 그림은 플랏 조사양에 따라서 표준오차가 변화하는 지를 보여주고 있다. 자신이 얼마나 정확한 값을 얻고 싶고, 어떤 목적으로 사용하는 지에 따라 플랏 개수와 관련 비용이 달라지기 때문에 시작 전 목표를 설정하는 것이 중요하다.

그림 20. 플랏갯수와 표준오차 발생 관계



3) 접근이 어려운 플랏 현장 데이터 수집 방법

현장 데이터 수집 전 어떤 데이터를 수집할 것인가, 데이터 수집 방법(모바일기기 또는 야장), 조사구역 및 플랏 만들기, 현장 데이터 수집을 위한 장비준비가 기본사항이다. 현장 조사 시 랜덤 플랏 생성을 선택했을 경우, 데이터를 수집할 수 없거나 플랏에 접근할 수 없는 경우가 있을 때가 있다. 이런 경우에는 대체 플랏을 사용할 수 있다. 기존에 생성해 놓은 대체 플랏 사용이 가능하다(대체 플랏이 없는 경우, Eco 데이터를 수동으로 플랏 데이터를 생성 할 수 있음) 플랏의 중심이 빌딩의 중간이나 고속도로 같은 접근 어려운 곳에 떨어질 경우 대체 플랏을 사용하는 것보다 아래를 참조하는 것이 좋다.

측정비율은 현장조사자들이 직간접적으로 현장데이터 수집을 위해 접근하고 측정한 비율이다. 한 플랏에 일부 데이터를 수집 할 수 있도록 해준다. 예를 들면, 10%의 플랏이 큰 빌딩에 가리거나 장벽에 가리고 접근 허가를 받지 못하면, 90% 밖에 조사할 수 없다. 하지만, 빌딩 뒤에 가려진 수목커버, 수종, DBH, 수목의 실체를 판별 할 수 있으면 100% 자료를 수집 할 수 있다. 또한, 지속적인 플랏 관리와 장기적 도시숲 모니터링을 위해 플랏 중심 좌표 위도와 경도로 표시해서 관리하는 것이 좋다.

접근 할 수 없는 플랏
중심조사 기준

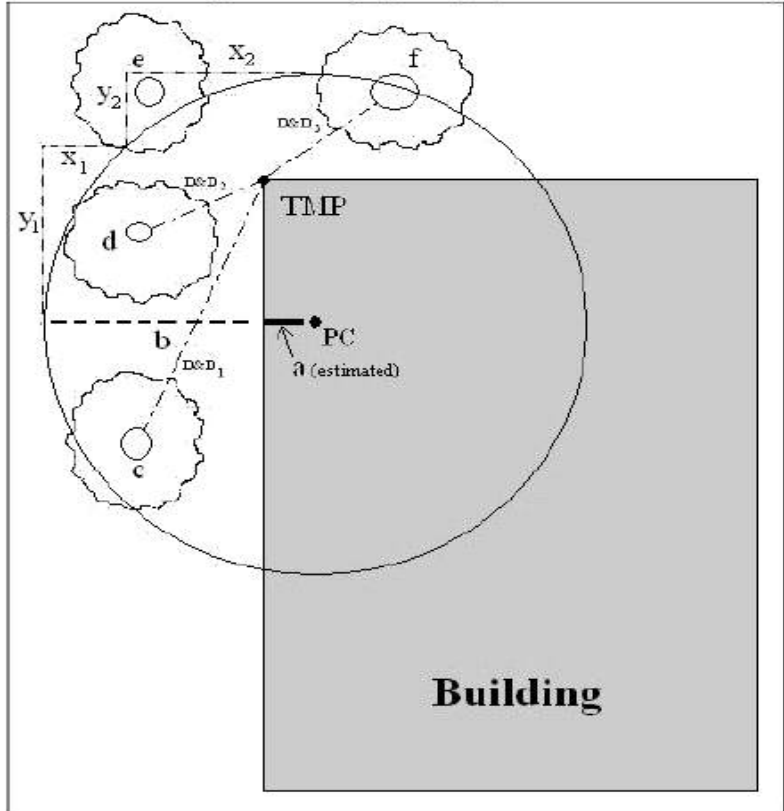
플랏중심이 빌딩이나 고속도로 한가운데에 위치할 경우, 플랏의 경계와 수목의 위치를 결정하는 법을 알려준다. 'a'는 항공사진과 지도에서 대략적 장소를 측정한다. 'b'는 플랏 반지름 11m (0.04ha플랏 기준) 으로부터 'a'를 빼서 거리를 측정 후, 건물의 외벽으로부터 플랏 외곽의 거리를 확인 할 수 있다.

일반적으로 플랏 경계 구획을 위해서는, 건물과 평행하게 약 8m(y1), 약 3.5m(x1)로 빌딩과 직각하게 걸으면 시작점부터 약 45도의 경계가 된다. 그 다음도 약 3.5m(y2) 건물 꼭지점과 평행하게, 약 8m(y2)를 직각 방향으로 나아가면 시작과 90도 방향의 경계선을 구획 할 수 있다.

조사구역 안에 있는 수목을 확인하기 위해서는, 위의 방법처럼 플랏 경계선을 확실히 구획하고, 어떤 위치와 방향이 수목측정포인트(Tree Mesasurement Point, TMP)로 역할을 하여 쉽게 수목 측정 가능한 포인트를 정한다. 이 그림에서 TMP는 건물의 북서쪽 방향으로 TMP를 설정하고, 조사 데이터에 기록해야한다.

수목 데이터는 플랏 중심으로부터 반지름 내외에 있는 수목만 수집 해야한다. 수목 c,d,f는 플랏 경계에 위치하기 때문에 조사범위에 해당한다. 수목 e는 TMP로부터 11m내외이지만, TMP는 실제 플랏 중심의 기준이 아니고 수목 줄기가 플랏 밖에 위치하기 때문에 조사 수목에서 제외된다.

그림 21. Tree Measurement Point(TMP)와 플랏 경계 확정



1.2 산림구조 평가

산림구조의 정확한 데이터는 I-Tree의 기초자료가 되기 때문에 매우 중요하다. 따라서 산림구조 데이터를 수집하기 위해 각 수목에 대해 어떤 측정을 하고, 산림구조가 어떻게 평가되는 지에 기본적인 내용에 대해 다룰 것이다. 산림구조는 산림자원(e.g. 수목 개체수, 수종, 수목 사이즈, 잎면적)의 기초 정보다. 이 속성은 현장에서 직접 조사된 정보 또는 잎면적과 같은 직접적 측정이 어려운 정보는 다양한 논문자료를 바탕으로 구조에 맞는 방정식을 사용하여 I-Tree 소프트웨어를 통해 산출된다. 이 보고서에서는 다소 어려운 방정식을 제외한 현장에서 수집해야 하는 데이터와 측정값이 필요한 이유를 다루고자 한다.

1) 수목 측정

I-Tree에서 정의하고 있는 수목은 DBH(가슴높이 지름이 4.5ft/1.37m)가 1인치(2.54cm)를 넘는 식생이다. 관목은 DBH가 1인치(2.54cm)미만인 식생을 말한다. 하지만, 국내 기준을 적용하여 수종에 따라 수목 또는 관목 구분으로 바꾸어 조사가 가능하다. 아래사항은 현장에서 각 수목에 대해 수집되어야 하는 사항이다.

- 수종
- DBH : diameter at breast height
- 전체 수고
- 수관의 높이, 넓이(남-북, 동-서 길이)
- Canopy missing(%): 가지와 잎에 의해 수관의 용적을 이루지 않는 부분의 퍼센트
- Crown dieback(%): 살아있는 수관 용적에서 차지하는 잎을 잃은 정도
- 건물과의 방향과 짧은 거리

현장에서 측정된 수목 관련 인자들은 오차 없이 측정된다는 것을 가정으로 한다. 위에 나열 항목에 대한 수목 직접조사에 대한 결과는 2차 산림구조 자료를 얻는데 사용하며, 다양한 산림서비스를 측정한다. 2차 산림구조 인자에는 잎면적, 잎 바이오매스, 엽면적 지수와 전체 수목 바이오매스를 포함한다. 생태계 서비스를 측정하기 위해 사용되는 현장조사 수목데이터와 조사 결과로 얻을 수 있

는 2차 수목인자를 표로 나타냈다.

2) 잎면적

잎면적은 수목에서 발견되는 잎들의 한쪽면을 더한 총량을 나타낸다. 열린 공간에서 자란 수목¹²⁾의 잎면적은 수관 높이와 넓이 비율이 0.5~2사이의 낙엽성 도시 수목의 회귀방정식을 사용했다(Nowak 1996). 잎면적 방정식을 사용하기 위해서는 수관 높이, 넓이, 수종의 차폐계수가 필요하다. 수목집단 잎면적을 구할 때는 2가지를 사용해서 구한다; 1) LAIp : 수목 전체의 잎면적을 조사지역으로 나누고 2) LAIc는 LAIp/Tree Cover로 나눠 잎면적을 구한다.

3) 잎 바이오매스

나뭇잎 바이오매스는 잎면적을 사용해서 계산하며, 수종에 따른 건조중량 g 과 잎면적 m²을 사용해 측정된다. 관목에 있는 잎 바이오매스는 잎에 이루어진 수관 용적(m³)과 측정된 잎 바이오매스 인자(g/m³)를 사용해서 계산한다.

4) 수목 바이오매스

전체 수목 중량 바이오매스는 DBH와 수목의 성장에 따른 바이오매스 측정 방정식(allometric equations)을 사용했다(Nowak 1994a; Nowak et al. 2002b). 같은 DBH의 수목 비교 시, 개방된 공간에서 잘 관리된 수목의 바이오매스는 숲에서 자란 나무의 바이오매스보다 작게 측정되는 경향이 있다. 이런 차이점을 조정하기 위해, 개방된 공간에서 수관에 빛을 많이 받는(4-5) 수목에 대해서는 0.8을 곱해 바이오매스를 측정했다(Nowak 1994a). 낙엽성 수목은 매년 잎이 떨어지기 때문에, 탄소 저장 바이오매스만 측정된다.

5) 플랏 측정

수목 측정이 끝나면 샘플 플랏 측정을 해야한다. 측정된 플랏의 정도(%), 플랏 내에서 수목 및 관목 커버(%), 토지이용, 지표 커버 타입

수목과 다른 지표면 커버 산출의 정확도를 높이기 위해서는 I-Tree Canopy

12) 수관이 빛을 받을 수 있는 방향이 4-5인 경우; 수관기준 앞, 뒤, 좌, 우 4방향과, 수관 윗부분 1방향

를 사용한 사진해석을 적용할 수 있다.

그림 22. 수목 직접측량(Direct Measures)을 통해 얻을 수 생태계 서비스

DIRECT MEASURES	DERIVED VARIABLES		ECOSYSTEM SERVICES										
	Leaf Area	Leaf Biomass	Carbon Storage	Gross Carbon Sequestration	Net Carbon Sequestration	Energy Effects	Air Pollution Removal	Avoided Runoff	Transpiration	VOC Emissions	Compensatory Value	Wildlife Suitability	UV Effects
Species	D	D	D	D	D	D	I	I	I	D	D		
Diameter at breast height (DBH)			D	D	D						D	D	
Total height	D	D	D	D	D	D	I	I	I	I		D	
Crown base height	D	D	C				I	I	I	I			
Crown width	D	D	C				I	I	I	I			
Crown light exposure (CLE)				D	D								
Percent crown missing	D	D	C			D	I	I	I	I			
Crown health (condition/dieback)				D	D						D	D	
Field land use			D	D	D						D	D	
Distance to building						D							
Direction to building						D							
Percent tree cover						D	D	D				D	D
Percent shrub cover												D	
Percent building cover						D							
Ground cover composition												D	
Maintained Grass, Unmaintained Grass, and Herbaceous % cover							I						

D Directly used
 I Indirectly used
 C Conditionally used

1.3 생태계 서비스 산출과 한계

산림구조 데이터와 지역 환경 데이터를 결합하여 다양한 수목 기능(e.g. 가스 교환, 수목성장)을 산출한다. 수목 기능들은 지역 오염농도와 같은 지역 데이터를 결합하여 대기오염물질 제거 등 생태계 서비스로 환산된다. 생태계 서비스는 다시 깨끗한 공기와 인간 건강의 영향에 효과를 산출하기 위해 지역 대기 상태, 인구데이터를 결합하여 수목 효과를 산출한다. 끝으로, 수목효과는 경제적 지표를 활용하여 금전적 혜택이 산출 된다.

1) 대기오염 제거

수목, 관목, 잔디에 의해 시간당 제거되는 대기오염; 일산화탄소(CO), 이산화 질소(NO2), 오존(O3), 미세먼지(PM10), 초미세먼지(PM2.5), 이산화황(SO2) 측정과 관련한다.

- 필요 데이터 : 수목·관목·잔디 피복률, 수종

모듈은 수목, 관목, 잔디 지표면자료, 날씨자료, 공해 모니터링 자료를 통해 1년 동안 식생으로부터 제거되는 시간당 O3, SO2, NO2, CO, PM10, PM2.5 건성 침착(dry deposition)¹³⁾을 계산한다. 공해물질 제거는 건성침착 속도와 오염물질 농도를 계산하여 측정된다. 침착으로 인해 산출되는 값을 제한시키기 위해서는, 강수량이 존재할 때는 침착 속도를 0으로 설정했다. 이 모듈은 공해물질 효과를 추정하기 위해 수목집단을 사용한다. 시간당 평균 공해물질 속도(g/m²)는 수목 캐노피 피복(m²)정도를 곱하여 조사지역에 걸쳐 수목에 의한 시간당 공해물질 제거를 측정했다.

대기오염 제거로부터 피할 수 있는 건강 질병들은 U.S. EPA BenMAP¹⁴⁾를 기초하여 만들어졌다. 지역마다 대기오염농도에 따른 건강 영향과 금전가치가 다르기 때문에, 지역 인구 데이터와 BenMAP을 결합했다. 이 값은 미국 전체 인구의 모집단과 조사지역의 수목으로 인한 공해물질 농도 변화를 곱하여 인간건강 영향과 금전가치를 구한다. 모듈을 통해 쉽고, 정확하게 공해물질 제거 수치를 계산할 수 있다. 하지만, 모듈은 공해물질 제거와 지역 대기오염 물질농도 제거에 관한 효과만 측정하고, 다음과 같은 수목영향을 고려하지는 않았다.

- 바람과의 관계. 수목은 바람패턴을 변화시켜 대기오염을 증가, 감소시킨다.
- 가뭄. 이 모듈에서는 토양이 충분한 수분을 머금고 있어 가스 교환이 일어날 수 있음을 전제로 한다. 가뭄이 드는 시기를 고려하면, 모듈은 이산화질소, 이산화황, 오존 제거율이 높게 나타난다. 산림에서는 가뭄이 발생 할 수 있지만, 도시 수목은 사람들이 살수 또는 파이프를 통해 토양에 물을 공급 할 수 있기 때문에 비교적 영향이 작다.

2) 건물 에너지 사용과 배출

주거건물에서의 에너지 사용과 공해 물질을 방출할 때 수목 효과에 대해 평가한다. 이 효과는 에너지 사용과 에너지 영향으로 분류된다.

13) 건성 침적이란? 대기오염물질이 비나 눈 등 대기 중의 물과 결합하지 않고 지표면에 떨어지는 현상

14) BenMAP(Benefits Mapping and Analysis)는 미국 환경보전국에서 만들어 공기질 변화에 따른 인간건강 영향과 경제적 가치를 측정하는 소프트웨어 [출처 : <https://www.epa.gov/benmap>]

- 필요 데이터 : 수종, 전체 높이, 사라진 캐노피(%)(가지와 잎에 의해 수관이 이루어지지 않은 부분의 비율), 수관 잎마른 정도(살아있는 수관 면적 중 죽은 수관의 퍼센트), 건물과의 방향, 건물과의 짧은 거리

수목과의 거리가 18m이내의 2층 건물 또는 더 작은 주거건축물에 대해서는, 건물과의 거리와 방향 정보를 수집해야한다. 6m보다 작은 수목 또는 건물로부터 18m 이상 떨어지면 건물 에너지 사용에 효과가 나타나지 않기 때문에 자료 수집을 하지 않아도 된다. 수목 사이즈, 건물과 거리 방향, 잎 타입(활엽수 또는 침엽수), 조사지역 내의 빌딩과 수목 피복 정도, 수목 유무에 따른 탄소 배출 저감량을 계산한다. 탄소 저감량은 수목 에너지 효과에 따른 냉방, 난방으로 분류된다. 건축물 연도, 수목크기, 건물로부터의 거리, 에너지사용, 잎 타입(활엽 또는 침엽)에 따라 수목 기본 에너지효과(녹음, 방풍 및 온도효과)가 설정된다. 모든 수목에는 그늘 제공과 기온효과에 대한 값이 설정 된다. 난방, 방풍의 에너지 효과는 상록수에 적용한다.

빌딩 에너지의 수목효과는 미국 기후, 건물, 연료사용을 기반으로 개발되었다. 따라서, 국내에 이 모듈을 사용하는 것은 한계가 있다. 많은 사용자들이 에너지 영향에 대한 값을 얻고자 하기 때문에, 적용은 가능 하지만 다음과 같은 상황을 고려해야 한다. 에너지 사용에 대한 수목 효과는 미국 건축물 타입과 에너지사용에 의해 계산된 것이므로 미국 조건들(기온, 건축물, 난방 연료사용 등)이 국내 조건에 적용된다. 측정값에서 적용 할 수 있는 국내 가치는 전력 및 연료비용을 사용 할 수 있다.

3) 탄소저장과 저감

수목의 탄소저장량, 매년 탄소저감과 수목분해에 따른 탄소 배출을 다룬다.

- 필요 데이터 : 수종, DBH, 수고, 수관 잎마른 정도(Crown dieback), 수관의 빛 노출

수목 바이오매스는 0.5를 곱하여 탄소저장 값으로 변환된다. 연간탄소격리 총량을 산정은 수목 DBH의 연간 성장률에 따라 증가 된다. 금년 기준의 탄소저장

은 다음해 탄소저장과 비교하여 탄소격리량을 측정한다. 서리가 없는 곳, 수목의 건강, 수목이 밀식된 곳에서의 수관 성장량에 따라 수목의 매년 성장량은 달라진다. 수목의 탄소 배출(화재, 멀칭)과 수목이 분해하면서 느리게 배출되는 탄소는 계산하여 총 탄소격리량에서 제외하여 최종 탄소저감량을 측정한다. 수목에 의한 탄소배출 측정을 위해서는 수목 고사, 고사된 수목의 기록, 분해율과 같은 다양한 가정들을 고려해야한다.

탄소가치평가는 탄소의 사회적비용을 근거로 한다. 이산화탄소와 같은 오염물질의 사회적 비용은 해당 오염물질의 증가가 기여하는 경제적 손실을 근거로 한다. 미국은 Interagency Working Group에서 보고하는 사회적 가치를 기반으로 탄소가격을 평가한다. 2020년 탄소의 사회적 가치를 기준으로 한 현재 이산화탄소의 가치는 \$51.23/t이다. 국내 환율에 맞게 계산하거나 현실에 맞는 탄소가치를 사용할 수 있다.

탄소 저장 측정과 관련한 장점과 한계는 탄소저장은 바이오매스와 직접적 관련이 있기 때문에 수목 바이오매스 측정값을 사용한다. 탄소격리는 바이오매스와 수목성장 방정식과 관련 있다. 도시수목의 성장은 서리 일수가 없는 오픈스페이스에서 자란 수목이 연간 0.79인치가 자란다. 평균 수목 성장률은 도시와 숲에서 자란 수목의 성장의 범위 안에 분포한다. 수종간의 성장률에도 차이가 없다. 이는, 동일 장소의 DBH, 조건, 수목성장의 경쟁인자가 같은 수목은 같은 성장률 값을 갖는다.

탄소격리의 총량은 전체 탄소격리량에서 분해(decomposition)에 따른 손실값을 뺀 값으로 한다. 수목 분해에 대한 측정은 꽤 기초적이고, 고사와 분해속도의 다양한 가정을 기반으로 한다. 수목 분해속도, 목재가 불에 타거나, 멀칭, 자연 분해가 어떻게 되는지, 도시 수목의 고사율에 대한 추가조사를 통해 탄소격리 측정 결과 값을 증진 시킬 수 있다.

4) 산소공급

수목은 이산화탄소를 흡수하고, 공기를 내보낸다. 수목분해를 통해 탄소가 이산화탄소가 방출되면, 산소의 양은 줄어든다. 때문에 산소 생산량의 측정은 탄소격리의 양과 직접적인 연관이 있다.

- 필요 데이터 : 수종, DBH, 수고, 수관 잎마른 정도, 수관의 빛 노출(탄소저장 및 격리와 동일함)

I-Tree에서 사용된 산소생성의 가치는 \$0/t이다. 산소를 생성하는 수목의 가치는 대기 중 산소의 많은 양이 존재하기 때문에 가치를 측정하지 않는다(대략 대기의 21%가 산소를 차지함). 따라서 수목이 많은 양의 산소를 공급하더라도, 생태적 혜택에는 큰 영향이 없다.

5) 자외선

I-Tree Eco에서는 도시 내 다양한 토지사용 유형에서 도시수목이 강렬한 자외선(Ultraviolet Radiation, UV)완화 효과에 대해 가치를 수량화 했다.

- 필요 데이터 : 수목피복률

현장조사를 통해 얻어진 수목피복률, 자외선 지표(i-Tree에 미리 업로드 됨), 지역 날씨 데이터로부터의 시간당 하늘의 구름비율, 태양 천정각(zenith angle) 데이터

이 모듈은 토지이용과 전반적 조사지역의 토지 사용에 따른 평균 수목피복에 따라 평가된다. UV 인자는 2가지 타입으로 나뉜다.

- 전반적 UV 지수 : 한 지역에 수목 피복 비율을 고려하여 나무 그늘에 있는 한 사람을 기준으로 함(평균 효과)
- 수목그늘 UV 지수 : 항상 나무 그늘 범위에 있는 한 사람을 기준으로 함(최대 효과)
 - 보호 인자 : 수목의 UV 방사량 차단용적을 파악하기 위해 사용되는 값. 자외선 차단제의 SPF와 비슷하며, 그늘이 없는 곳의 UV인자를 수목 그늘 또는 전반적 UV 지수로 나눈 값으로 계산
 - UV 지수 감소 : 수목과 그늘이 없는 UV인자에서 수목그늘이 있거나 전반적 UV인자를 뺀 값의 결과로 UV지수의 변화를 확인
 - 감소(%) : UV 지수 감소를 퍼센트로 표시하고, UV 지수 감소를 그늘이 없는

UV 인자로 나눈 값을 나타낸다.

UV의 경제적 가치는 평가되지 않았다. UV 방사선 감소와 관련한 인간건강의 혜택에 대한 연구가 I-Tree에 반영되지 않기 때문이다. 이 모듈은 다양한 구름 커버, 그늘, UV노출에 따른 수목 캐노피 밑의 UV 감소 측정을 위해 만들어 졌다. 이 모듈은 다른 모델링과 현장 측정으로부터 얻은 추정치로 UV 방사능에 대한 수목 효과를 알 수 있는 가장 쉬운 방법을 제공해준다. 이 모듈의 한계는 수목이 지역 안에서 균등하게 퍼져있어, 수목만으로 이루어진 산림과 그 결과를 비교하면 UV차단의 수목의 효과가 과대평가 된다.

6) 빗물유출과 수질

이 모듈은 도시숲의 수목 존재에 의해 강우량이 저장되고, 증산작용을 하고 유출수가 제거되는 양을 측정한다.

- 필요 데이터 : 수종, 수고, 수관의 높이 및 넓이, Canopy missing(일과 가지에 의해 이루어지지 않은 수관용적, %), 전체 수목 피복률

잎/수피 데이터, 지역 기상데이터를 기반으로, 이 모듈은 매시간 잎 표면으로부터 증산작용, 차단작용, 잠재적 증발(evaporation)¹⁵⁾, 증산(transpiration)¹⁶⁾, 유출수 제거 가치를 계산한다. 빗물 차단은 Rutter methodology (Valente et al. 1997), 증발 작용the work of Deardorff (1978)를 기본으로 각자 시뮬레이션 되어 다른 프로세스와 결합한다. 이 모듈은 수목이 있을 때와 없을 때 지표면 유출수에 대한 수목 효과를 측정한다. 수목 아래에 있는 불침투성 지표면은 평균 불침투성 지표면의 25.5%를 사용한다(Nowak and Greenfield, 2012). 개별 수목 효과를 측정하기 위해서는, 수목의 일면적과 비례한 스케일에 물 영향을 배분하여 계산한다.

미국은 빗물제거 관리와 처리 비용의 16개의 연구를 기반으로 1 갤런당 \$0.008936 처리비용을 설정했다. 사용자는 빗물제거 처리비용에 대한 비용을 알

15) 증발이란? 물의 표면 또는 습한 토양 표면의 물 분자가 바람 및 태양의 방사에너지에 의해 액체상태에서 기체상태로 변화하여 대기중으로 이동하는 현상

16) 증산이란? 식물의 대사과정에 의해, 뿌리를 통해 흡수한 물이 대부분 엽면을 통해 수증기의 형태로 대기 중으로 방출되는 현상

고 있으면, 그 값을 적용 할 수 있다. 이 모듈은 쉽고 빠르고, 프로세스 기반의 수문 측정을 할 수 있도록 만들어졌다. Eco에서는 토양, 수문학과 관련한 매개 변수(토양 질감 등)에 기본값을 설정했다. 이 방법은 해당 조사지역의 다른 지표 타입 간 효과를 비교할 수 있지만, 기본값이 다양한 지역에서 지역 지표 상태를 잘 나타낼 수 있는가에 대한 불확실성이 있다.

7) 휘발성유기화합물(Volatile Organic Compound, VOC) 배출

수목에서 배출 VOC는 오존과 다른 오염물질 형성의 전도물질이 된다. 이런 수목 특성 때문에, VOC 배출은 생태계에 해를 주는 요소로 분류될 수 있다. 잎 바이오매스와 지역 기후 조건에 따라 수종마다 VOC 방출량이 다르다.

- 필요 데이터 : 수종, 수고, 수관 높이 및 넓이, Canopy missing(%)

수목 VOC 배출량은 U.S. EPA(Environmental Protection Agency)의 Biogenic Emission Inventory System(유기물배출조사시스템)을 사용하여 측정된다. VOC 배출량은 수종, 잎 바이오매스, 기온, 다른 환경 인자에 따라서 달라진다. 모델에서는 수목이 배출하는 VOC의 2가지 큰 종류인 이소프렌(C₅H₈)과 모노테르펜(C₁₀terpenoids) 배출을 측정한다. 개별 수목의 VOC를 측정하기 위하여, 전체 속(genera)이 방출하는 양을 속에 속한 수목, 종(species) 바이오매스의 비율로 나누어 측정량을 할당한다.

VOC 배출은 오존을 발생시키는 영향으로 우선 변환되어야 되기 때문에, 경제적 가치는 평가되지 않았다. 이 모듈은 VOC 배출량을 측정하지만, 수목에 의해 제거된 오존이 아닌 VOC 배출로 형성되는 오존을 측정한다. 수목은 오존제거 효과에 기여하지만 반면 VOC 배출도 하기 때문에 오존형성에 긍정적, 부정적 영향이 있다. 수목이 VOC를 배출하는데 비용을 계산보다는, 오존 형성에 영향을 미치는 VOC를 측정하여 수목에 의한 오존제거와 직접적으로 비교해야 한다. VOC 배출 부분에 대한 보안을 위해, VOC 배출을 오존형성으로 변환하는 방법에 대한 추가 연구가 필요하다.

8) 물의 흐름

I-Tree 소프트웨어는 도시 수목 캐노피에 의해 얼마나 많은 양의 강우량이 제거, 저장되고 수목의 존재에 의해 유출수의 양을 얼마나 줄일 수 있는지 측정한다.

- 필요 데이터 : 수종, 수고, 수관 높이 및 넓이, Canopy missing(%), Tree cover

잎과 수피넓이 데이터와 지역 기상데이터를 기초로 하여, 잎 표면으로부터의 증산, 시간당 빗물 차단, 증산에 따른 유출수 제거 가치를 계산한다. 이 모듈은 지표수 유출에 따른 수목의 영향을 평가하기 위해 현재 수목이 있는 상태와 수목이 없는 상태를 비교하여 계산한다. 수목 아래의 불투수성 지표의 비율은 평균 25.5%로 계산된다(Nowak and Greenfield, 2012). 유출수 제거에 대한 개별 수목의 효과를 계산하기 위해서는 수목의 잎면적의 비율에 비례하여 계산된다.

유출수 관리와 제거 비용은 16개의 연구결과를 바탕으로 1갤런당 0.008936달러로 사용하고 있다. 이 모듈은 쉽게 사용할 수 있으며, 수목의 생태 수문학 추정치를 근거하여 시뮬레이션 되었다. I-Tree Eco 모듈에서는 수목의 효과에 초점을 맞추기 위해 불투수성 지표의 다양성을 고려하지 않고 지표면과 지표면 아래의 수문 산출방법을 간소화하였다. 또한 Eco에서는 수목과 지표면의 피복 공간 배치의 효과에 대해서는 다루지 않는다. 지표피복 타입과 수목피복도 양을 측정하여 공간적 배치보다 통계적으로 유출수 제거를 계산하고 있다.

Eco에서는 토양과 수문 매개변수(e.g. 토양 특성)의 기본값을 사용하고 있다. 어느 지역의 다양한 토지피복양 사이의 일차비교를 위해서는 적당하나 기본값이 다양한 장소의 지역 토지 상태를 얼마나 잘 나타내는지에 대해서는 불확실성이 있다.

9) Structural Valuation(구조 가치)

수목의 구조적가치는 Council of Tree and Landscape Appraiser의 방법을 기초로 하고 있다. 구조 가치는 일반 수목을 작은 수목을 대체했을 때의 비용을 기초로 한다. 이 가치는 수목이 피해를 받거나 고사했을 때 받는 금전적 보상

및 부동산 가치 하락을 기준으로 한다.

구조가치는 1. 수목 줄기, 2. 수종, 3. 상태(condition) 4. 위치 수목의 4가지 인자, 부지 특성을 기초로 결정된다, 줄기와 수종은 기본가치를 결정하는데 사용되고 최종 수목 구조적 가치를 산정할 때 수목 상태와 지역(0-1)을 곱하여 산정한다. 평균 대체 비용과 이식될 수목의 사이즈는 수목의 기본적 교체비용을 산정을 위해 International Society of Arboriculture(ISA)의 자료를 참고했다. 종을 고려하지 않은 기본 최소가치는 150달러로 설정된다. 만약 해당수종이 없으면, 같은 과에 있는 수목의 평균가격을 사용하고, 같은 과에서 금액산정이 어려울 경우, 활엽수 또는 침엽수 방정식을 사용한 평균 결과를 사용한다. 수목의 상태는 수관의 잎마른 정도를 사용한다.

현장에서 측정된 수목, 잎면적, 바이오매스 등이 산림구조가 생태계 서비스 가치평가에 어떤 연관성이 있는지 그리고 불확실성 확인을 위해서는 아래 표를 참조하면 된다.

표 6. 생태계 서비스 산출을 위한 현장수집 데이터 및 불확실성

생태계 서비스	연관 현장수집 데이터	불확실성
공해물질 제거	수목, 관목, 잔디 피복률, 수종	공해 퇴적속도와 유동성, 인간 건강에 미치는 영향과의 관계, 미국 가치 사용
건물 에너지 사용 및 배출	수종, 전체 높이, Canopy missing(%)	불확실성이 알려지진 않았지만, 높을 것으로 예상, 미국 가치 사용
탄소저장과 격리	수종, DBH, 수고, 수관 앞마른 정도(Crown dieback), 수관의 빛 노출	수목 성장량과 관련 있는 탄소저감은 측정된 성장량 값을 사용하지만, 개별 수목으로 보면 불확실성이 보통이고 수목군집으로 보면 더 낮을 가능성이 있음
산소공급	수종, DBH, 수고, 수관 앞마른 정도, 수관의 빛 노출	개별 수목으로 보면 불확실성이 보통이고 수목군집으로 보면 더 낮을 가능성이 있음(가치평가 X)
자외선	수목피복률	불확실성이 알려지진 않았지만, 높을 것으로 예상(가치평가 X)
빗물유출과 수질	수종, 수고, 수관의 높이 및 넓이, Canopy missing, 전체 수목 피복률	불확실성이 알려지진 않았지만, 높을 것으로 예상
VOC 배출	수종, 수고, 수관 높이 및 넓이, Canopy missing(%)	불확실성이 알려지진 않았지만, 미국에서 만들어진 표준화된 자료를 사용하기 때문에, 우리나라에서는 불확실성이 높을 수 있음(가치평가 X)

I-Tree 모델에 남아있는 불확실성에도 불구하고, 도시숲의 측정을 위해 과학적 데이터가 필요한 이유는 효과적인 계획과 관리를 위함이다. Eco 데이터는 현장에서 수집한 자료를 기초로 하여 산림의 구조, 기능, 가치를 평가하기 때문에 도시 내 수목가치를 가장 정확하게 파악 할 수 있는 시스템이다. 지속적인 플랫폼 조사를 통해 도시숲의 변화와 트렌드를 파악 하고 관리를 위한 기초자료를 제공해준다. 또한 장기적 관점으로 매 5년 또는 10년마다 동일 장소, 동일한 플랫폼을 조사하면 전 후를 비교할 수 있고, 도시 내 Tree cover 증진을 위한 목표에 도달했는지, 도시숲을 효과적으로 관리를 위해 어떤 방법이 필요한지 파악 할 수 있다.

Eco에서 생성된 보고서는 미국을 포함하여 전 세계적으로 도시숲과 관련한 정책과 관리계획을 수립하는데 유용하게 사용되고 있다. 도시숲 관리자, 지역 시민들이 도시 수목 보호, 도시숲 프로그램을 위한 재정기반 구축, 수목 심기와 관리, 대중에게 수목 가치를 알리기 위한 홍보캠페인 추진, 도시숲 전략 관리계획 수립과 도시숲 관리기금을 마련하기 위해 다양한 목적으로 I-Tree 프로그램을 사용할 수 있다.

도시숲은 보고서에서 조사한 것보다 더 다양한 혜택을 제공함에 분명하다. I-Tree 모델에서 포함하지 못한 인간의 웰빙과 건강 등에 일부요소가 제외되었으나, 도시에서 자연을 경험하는 것은 공공 건강(public health)에 도움이 된다고 잘 알려져있다. 사회-문화적 가치를 계량화하는 것도 삶의 질을 높이는 도시숲 계획 관리에 도움이 될 수 있다. 자연의 모든 가치와 혜택을 모두 계량화하는 것은 불가능하기에, 도시숲의 가치를 계량화 하는 불확실성은 언제나 존재할 것이다. 개발 및 진행 중인 i-Tree 모듈을 통해, 자연 상태와 구조를 분석하여 더 효과적인 자원관리, 의사결정, 예산확보에 도움이 되고, 품격이 있는 도시숲을 만들고 관리할 수 있는 가이드가 될 것이다.

나. I-Tree 적용사례

1. Eco 적용 사례

1.1 도시숲 조성 및 관리를 위한 기초자료 수집(NewYorkCity, 미국)

뉴욕시의 도시숲은 지역 환경과 인간 건강에 기여하고 있다. 도시숲 자원은 뉴욕시 경계에 있는 모든 수목들로 정의하며, 도시 녹화 프로그램을 통해 수목 심기 캠페인을 진행하여 도시의 환경을 개선하고 도시민 모두 그린스페이스에 동등하게 접근 할 수 있는 기회를 만들기 위해 노력하고 있다. 하지만, 도시 내에서도 병해충, 침입종, 기온변화, 개발, 인프라와 같이 도시숲 자원에 부정적 영향을 미치는 인자들이 늘어나고 있다. 도시숲 수종 다양성과 개별 특성, 산림 소유주의 다양화, 도시숲 자원의 기본현황 정보가 부족하여 지속가능하고 건강한 도시숲을 만드는데 한계가 있다.

도시숲 조성 및 관리를 위한 정보 부족문제를 해결하기 위해, 296개의 랜덤플랏 데이터를 수집한 뒤 I-Tree Eco 모델을 사용해 분석하여 도시숲의 구조와 탄소저장, 에너지사용의 변화, 병해충의 잠재 위험 등의 정보를 수집했다. 뉴욕의 도시숲 구조와 사회에 제공되는 생태계 서비스와 가치를 분석한 결과, 도시내 6.9백만 수목이 존재하며, Tree Cover 21%가 제공하는 도시숲의 물리적 구조의 가치는 57억원 달러로 나타났다.

이 자료를 통해 8.2백만 시민들에게 제공되는 도시숲의 현황 및 가치를 쉽게 파악할 수 있으며, 민관 협력 주도의 나무심기 프로그램인 MillionTreesNYC 등을 활성화 시킬 수 있다. 지역정부에서는 미래 세대를 위한 건강한 도시 수목과 생태계 서비스를 유지하기 위한 정책 및 장기 관리계획 마련의 근거자료로 활용하고, 기본자료를 바탕으로 차후 Tree Cover가 어떻게 변화하는지 비교 분석할 수 있다.

1.2 뉴욕시 TreesCount!(Street Tree Census)

뉴욕시 가로수 인벤토리를 만들기 위해 이루어진 시민참여는 2015년으로 세 번째다. 매 10년마다 뉴욕공원국은 자원봉사자들과 함께 가로수의 위치, 크기, 종, 상태를 기록했다. 시민참여의 가로수 인벤토리는 도시숲의 중요성에 대한 인식을 높이고 시 도시숲 관리의 인식을 증진시켰다. 뉴욕시는 1995년과 2005년에 뉴욕시가 이전에 진행한 Treecount는 고객서비스 증진과 일상적 가로수 관리 편당을 증가시켰다. 또한 I-Tree 프로그램을 통해 수목의 경제적, 생태적 혜택을 정량화하여 도시녹화 프로그램 운영을 활성화시켰다.

2015-2016년 동안, 2,200명의 자원봉사자들이 12,000시간을 투자하여 가로수의 공간적 및 물리적으로 정확한 가로수 인벤토리를 만들기 위해 줄자, 수목식별 도구, 거리측정 기구를 사용하였다. 전문적인 기술이 필요한 지도제작은 지역 NPO단체에서 담당하였으며, 온라인 교육, 이벤트 관리 및 커뮤니티 참여 도구를 통해 자원봉사자들이 원활하게 데이터를 수집할 수 있도록 노력했다. TreeCount는 수천명의 비기술자의 자원봉사자들이 최소한의 교육으로 표준화되고 일관된 데이터를 수집할 수 있도록 초점을 맞추었다. TreeCorder(수목기록)의 웹기반의 어플리케이션을 이용하여, 조사항목에 대부분 선택형으로 답변할

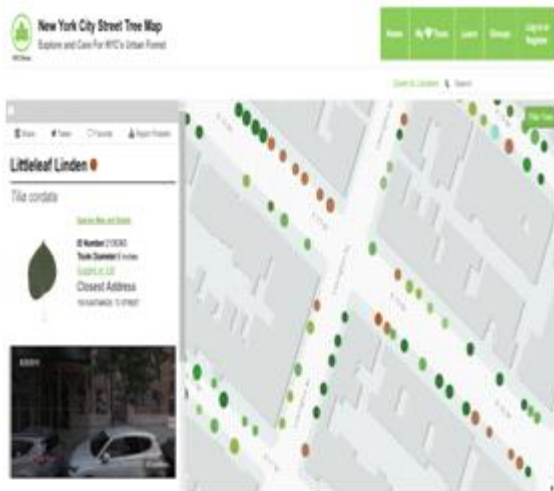
수 있고, 조사 완료 시 수목의 예상위치까지 확인 할 수 있도록 만들어진 사용자 기반 프로그램이다. 공적참여를 유도하기 위해 웹상에서 실시간 진행상황과 데이터 수집의 진행상태 맵을 제공하기도 했다. 2015년 Treecount를 통해 시민들이 함께 높은 품질의 데이터 수집을 완성하여, 뉴욕시의 도시숲 관리를 위한 지속적 시민참여가 필요하다는 것을 증명했다.

‘New York City Street Tree Map(뉴욕시 가로수 지도)’는 뉴욕시 전역에 있는 모든 가로수를 정확하고, 세밀한 지도형식으로 구축했다. 이 맵을 기반으로, 도시 내의 가로수와 해당 수종의 이름, 사이즈, 생태계적 혜택을 알 수 있고, 본인이 수목 관리(care)를 실행한 활동들을 기록하고 다른 사람들과 공유할 수 있다. 1995, 2005, 2015년에 걸쳐 도시전역 및 행정구역별로 가로수의 수량변화, 사이즈, 수종변화를 파악했다. I-Tree 소프트웨어를 적용하여 개별 수목과 기후지역에 따라 수목성장 모델을 적용하여 캐노피 사이즈와 잎면적, 바이오매스를 추정한다. 그 결과를 바탕으로 지역 환경, 에너지, 건물 구조 정보 등을 바탕으로 혜택을 산출하여 도시 가로수가 전체 151백만달러의 혜택을 제공하고 유출수는 연간 916,464,980갤런을 제거하고, 에너지 49,867,170kwh 절약, 공해물질 543t 제거, 이산화탄소 제거 118,764t 효과가 있음을 확인했다. 이 정보를 통해 도시 그린이니셔티브를 진행하고 식재를 위한 예산을 요청하며 주민들과 함께 수목 캐노피를 높이기 위한 활동을 진행했다.

조사시행 기간의 자료데이터는 브라우저에 업로드 되어, 가로수의 현황을 파악 할 수 있으며, 도시 내 구역별로 가로수 밀도를 한눈에 파악할 수 있는 자료도 제공하고 있다. 또한 지도에서 나무들을 하나씩 클릭해서 수종, 수목 흉고직경, 수목관리를 위한 Tree Care 활동이 이루어졌는지, 자신이 좋아하는 수목을 따로 저장하여 리포트를 확인 할 수 있다.

TreeCount에 참여한 자원봉사자들의 직종은 학생, 은퇴자, 미술가, 공학도 등으로 다양했다. TreeCount 프로그램 후 설문조사를 참여한 사람들의 대부분은 자연과 교류하고, 새로운 스킬을 배웠으며 이웃과 도시의 수목에 대해 배울 수 있는 기회가 되었고, 70%의 응답자들은 자원봉사 이후 지역의 유대감을 느낄 수 있었다고 답했다. 시민과 정부가 데이터를 기반으로 한 가로수 조사를 통해 미래 수목변화상을 예측할 수 있는 기초적 데이터를 마련했다.

그림 23. TreeCount 가로수 지도



<가로수 위치 현황>

Tree Care Activity

Date	Activity
02/06/2020	Cleared Litter/Waste

Get tips on tree care activities in the [Learn](#) section.

[Record Your Care](#)

Ecological Benefits
Benefits are calculated using formulas from the U.S. Forest Service. Learn more about the [benefits of trees to NYC](#).

- 🌿 **Stormwater intercepted each year**
5,492 gallons Value: \$54.37
- ⚡ **Energy conserved each year**
2,247 kWh Value: \$283.73
- 🌬️ **Air pollutants removed each year**
5 pounds Value: \$25.61
- 🌳 **Carbon dioxide reduced each year**
11,659 pounds Value: \$38.94
- 💰 **Total Value of Annual Benefits**
\$441.60

<가로수 관리 및 생태적 효과>

1.3 공원 방문자에게 정보제공을 위한 데이터 수집(Washington D.C. 미국)

워싱턴 D.C.의 주요 공원인 링컨, 제퍼슨, 루즈벨트 메모리얼을 포함한 주요공원에 방문하는 사람들에게 수목의 정보를 제공하기 위해 I-Tree Eco 인벤토리 프로젝트를 실행하여 9,290그루의 수목을 조사했다. Casey Tree(비영리단체)와 국립공원관리청, 도시숲 관리부서, 자원봉사자들이 함께 모여 수종, DBH, 캐노피 사이즈, 수목위치 등 공원에 있는 수목에 대해 전수조사를 진행했다. 조사 결과로 수목 인벤토리 맵을 작성한 후 I-Tree Eco를 이용하여 수목의 혜택을 산출했다.

수목 잎과 수형이 다양한 100여 종류가 넘는 수종 정보를 관광객에게 제공하여 스마트폰과 같은 전자기기를 통해 가상투어를 하거나 수목이 제공하는 환경과 건강 정보를 확인 할 수 있다. 예를 들면, National Mall에 줄지어 있는 미국 느릅나무는 매년 17,000 파운드 탄소저감과 293kg 공해물질을 제거하고 3백만 달러의 가치를 지니고 있다.

수목 인벤토리를 만들고 주기적 모니터링 프로그램을 통해 공원 자원의 상태와 수목 변화 트렌드도 확인할 수 있다. D.C는 벚꽃축제로 해마다 많은 관광객으로 붐비지만, 관광객이나 지역주민들은 벚꽃나무 뿐만 아니라 느릅나무, 매화

나무, 참나무도의 함께 즐기면서 수목의 혜택에 대해 알 수 있게 되었다.

1.4 도시숲 효과 인포그래픽으로 가치홍보

I-Tree 소프트웨어를 사용하여 아래 그림과 같이 도시숲 효과 분석 인포그래픽을 작성하여 국민들에게 도시숲이 경제적 비용절감을 제공하고 어떤 환경혜택을 제공하는지 한눈에 파악할 수 있도록 나타내고 있다.

- 에너지절감(6.8백만 달러) Minneapolis 시에서는 I-Tree 소프트웨어를 사용하여 수목을 심어 6.8백달러의 에너지 사용을 절감하고 7.1백만 달러 지가를 상승시킴
- 10개 미국 도시의 현장조사와 국가 도시 수목 피복데이터에 따르면, 미국에 존재하는 수목은 708백만 톤의 탄소를 흡수하여 그 가치는 14,300백만달러이며, 연간 총탄소격리량은 22.8백만t으로 연간 460백만달러의 가치가 있다.
- 5개의 도시의 가로수와 공원의 수목에 대한 가치평가 연구에서 매년 수목 관리에 투자되는 1달러는 \$1.37~3.09달러의 투자회수 가치가 있음을 연구했다.

그림 23. I-Tree를 이용한 미국 도시숲 효과 분석 인포그래픽 [출처 : I-Tree 홈페이지]

Urban Forests Save Us Money

\$6.8 Million

Using the iTree software, the city of Minneapolis calculated that not only had they saved approximately \$6.8 million in energy expenditure by planting trees, but they had also increased property values by \$7.1 million (City Of Minneapolis, Minnesota Municipal Tree Resource Analysis).



22.8 Million Tons/Year

Based on the field data of 10 USA cities and a national urban tree cover data, it is estimated that urban trees in the contiguous USA currently store 708 million tons of carbon (tC) (\$14,300 million value) with a gross carbon sequestration rate of 22.8 million tC/year (\$460/million per year) (Nowak et al., 2002).

\$2.4 Trillion

Nationally, urban forests in the United States are estimated to contain about 3.8 billion trees, with an estimated structural asset value of \$2.4 trillion (Nowak et al., 2002).*

*Note: Structural asset value is based, in part, on extrapolations of estimated replacement costs of trees of the same size, condition, species, and location.



**Investment Return:
\$1.37 - \$3.09**

A study on the value of street and park trees in five U.S. cities found that for every dollar invested in urban tree management resulted in benefits valued between \$1.37 to \$3.09 annually (McPherson, et al., 2005).

제 5장 결론 및 정책 제언

가. 민간부문의 도시숲 조성·관리 참여 활성화 방안 마련

1.1 기업의 도시숲 조성·관리의 사회공헌 기반 마련

전국경제인연합회에서 발간한 2019년 주요기업의 사회적 가치 보고서에서는 주요기업의 사회공헌 실태를 파악하여 향후 사회공헌활동 방향을 모색하기 위해 매출액 기준 500대 기업 중 220개사 분석하였다. 2018년 기업평균 사회 공헌 지출비용은 2조 60,60억이며 2017년 지출한 2조7,243억에 비해 4.3% 감소한 규모다.

기존 출연재단에 대한 추가 출연이 감소하고, 의료 및 문화예술 공간 등 특정 기간 내 SOC성 사회공헌 인프라 구축사업이 마무리 되는 기업들을 중심으로 전년 대비 사회공헌비용이 감소하였고, 2018년 평창 동계올림픽 개최에 앞서 2017년에 체육 분야 등 관련 지출이 일시적으로 늘었던 것도 상대적 감소현상의 주요원인으로 분석되었다. 반면 일자리 창출, 창업지원, 국민건강증진 등 목적성 사업을 위한 재단 출연금이 증가하였다.

그림 24. 최근 7개년 기업 분야별 출연금 비율

	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년
취약계층 지원	31.7	33.9	29.5	33.5	41.2	31.3	37.6
교육·학교·학술	16.1	23.7	18.2	17.5	21.9	13.1	14.7
문화예술 및 체육	11.1	12.7	15.3	16.4	20.5	21.6	11.0
환경 보전	2.4	1.4	4.1	3.7	1.2	1.3	0.9
해외 지원	2.9	6.5	1.7	1.3	3.0	1.9	1.5
의료 보전	5.7	0.8	1.1	1.6	0.4	9.4	0.4
기타	30.2	21.0	30.1	26.0	11.8	21.4	23.0
창업 지원 (신규)	-	-	-	-	-	-	10.9

분야별 지출 현황을 보면 취약계층 지원에 지출(37.6%)이 가장 높고, 이어서 ‘교육, 학교, 학술’(14.7%), ‘문화예술·체육’(11.0%), ‘창업지원’(10.9%)순으로 나타났다. 환경보전분야는 0.9%로 235억원을 지출하여 다른 분야와 비교하여 공헌비율이 낮았으며, 환경 보전을 위한 사회공헌 지출 비율은 2014년에 잠시 증가한

듯 보이다가 2015년에는 계속해서 지출비율이 낮아져 2018년에는 0.9%를 기록했다.

환경부문에서 미세먼지 아토피 등으로 환경성 질환을 예방하는 활동을 추진하거나, 환경 교육의 확대를 통해 환경보호에 대한 국민인식을 개선하기 위해 노력하고 있다. 웅진코웨이에서는 공공시설 및 취약계층 생활환경 개선을 위해 지자체에 공기청정기를 무상지원 하였고, 이마트/GS건설/국민은행/유한킴벌리 등에서는 미세먼지 문제 관련 사업으로 취약계층을 중심으로 황사마스크 지원, 미세먼지 정보 제공 신호등 설치를 지원했다.

환경부문에서의 지출은 주로 취약계층의 건강 악화를 방지하기 위한 필요물품 조달에 그쳤다. 지속적 도시환경의 변화를 위한 미세먼지 저감 및 생활환경 개선을 위한 환경조성 노력은 부족하다. 악화된 대기오염으로 인해 건강악화가 우려되는 소외계층, 관련시설에 물질적인 지원도 필요하지만 근본적인 원인해결인 환경개선을 위한 지출을 늘려갈 필요가 있다. 또한 기업들은 사회공헌프로그램 운영 시 지역사회가 당면한 문제 해결 및 지역발전 기여도를 가장 중요하게 고려한다고 응답했다. 이는 지역사회가 직면한 도시숲과 조성·관리에 참여하여 기업의 이미지 및 가치 제고할 의지가 있다는 것을 보여준다.

기업의 재원출연은 시급성, 경제·사회적여건, 기업이 추구하는 목표 등에 따라 달라지지만, 도시숲 홍보와 참여 플랫폼 미비로 정부와 기업이 함께 도시숲 조성·관리를 위한 파트너십 구축을 위한 기회를 놓쳐서는 안된다. 지금까지는 도시 환경문제 개선을 위해 부작용이 없는 도시숲 조성이 대안으로 선정되어, 공공 부문 주도의 사업이 추진되고 있지만 도시숲에 투자되는 예산은 국내 경제 사회적 상황에 따라 유동적이다. 기업들이 지역 내 도시숲 조성·관리에 참여할 수 있는 사회공헌 프로그램 참여기회 마련 및 의견교류를 통해, 장기적으로 녹색 가치 실현을 위해 기여 할 수 있는 모델을 마련해야 한다.

U&CF 프로그램에서 살펴본 ‘Energy-Saving Tree Program(에너지 절약 수목 프로그램)’에서 정부에서 에너지 절약 수목(EST)을 선정하고, 지역주민, 전기 회사, 정부가 함께 협력하여 하여 수목을 심어 수목심기-에너지회사-절약의 테마가 있는 도시숲 조성을 실행했다. 이와 같이 기업이 판매하는 자원과 에너지 절약의 상관관계를 통해 수목심기 프로그램을 진행하여, 도시 내 수목비율을 높

이고 회사의 이미지를 제고와 사회에 긍정적 역할을 이끌어 낼 수 있다. 또한, 기업의 사회적 공헌 측면에서 브라이언트 파크 조성을 위해 초기 필요자금 지원책으로 민간기업 록펠러재단으로부터 지원받은 적절한 민간 재원 투자를 방안으로 들 수 있다.

도시 내 양질의 도시숲을 제공하기 위해 기업들과 함께 사회문제를 해결하기 위한 정부와 기업 간 커뮤니케이션 플랫폼을 구축하여 소통하고, 양방향 아이디어 교류로 기업의 사회공헌 프로그램을 통해 환경문제 개선을 위한 참여기회를 제공해야 한다. 도시숲 발전 및 활성화를 위해 기업의 토지, 자본, 노동력과 같은 보유역량을 활용하여 정부에서 도시숲 조성 및 관리에 관한 부족한 예산 및 인력, 사업부지 확보의 어려움을 보완할 수 있다. 또한, 일반기업들은 고객의 만족도를 높이기 위해 새롭고 다양한 비즈니스 방식을 추구하기 때문에 생각 유연성 및 창의성을 더해 환경보전을 위한 사회공헌활동의 다각화 실현과 도시 환경문제를 함께 해결해 나갈 수 있다. 또한, 녹색가치와 기업 브랜드 마케팅을 유도하여, 도시숲 조성·관리에 참여하고 기업 후원에 환경기여도를 반영하여 인센티브 지원 마련이 필요하다.

1.2 자발적 시민참여주체 육성 및 민-관 파트너십을 위한 중간지원조직 마련

뉴욕의 센트럴파크, 브라이언트파크 등 내로라하는 공원은 시민참여와 문제의식을 갖고 해결하기 위한 중간조직의 기금마련 활동 및 주체주도 적극적 참여, 없이 활성화 되지 못했을 것이다. 시민과 함께하는 공원운영은 열린 논의구조로 이루어 졌다. NPO 단체인 센트럴파크컨저번시, 브라이언트파크조직이 있었기에 그 중심으로 다양한 이해관계자(중앙정부, 지자체, 전문가, 지역주민, 관련단체)가 모여 의사소통 구조의 역할을 하고, 사업 추진의 재원 마련과 같은 동력을 제공 했다. 탄탄한 중간지원조직을 통한 이해관계자와 소통 및 논의하여 도시숲은 국가기관에서 책임지는 공급자 중심의 가치에서 탈피하여 수요자 중심을 실현 할 수 있었다.

국내에도 민간과 행정기관이 참여하여 도시숲 조성한 사례도 있다. 앞서 살펴본 서울숲 조성을 위해 서울그린트러스트를 구축하고 관리하는 서울숲공원컨버전시를 통해 이루어지고 민간에 의해 이루어지고 있으며, 부산시민공원 조성·관리를 위해 시민과 이해관계자들이 자유롭게 공원의 발전방향에 대해 열린구조로

논의하고, 자원봉사활동 및 도시숲 프로그램을 지원하고 있다. 하지만 국내의 파트너십 구조는 우수사례 수준에 머무르고 있으며, 아직까지 분위기는 도시숲 사업추진 시 다양한 주체가 참여하여 의견수렴과정에서 사업지연으로 야기되는 예산집행 등의 문제제기로 선호도가 낮다. 하지만 많은 성공사례를 살펴보면, 도시숲 조성·관리에는 국민들의 적극적인 관심과 참여가 필요하며 이 원동력으로 도시숲을 활성화 시킬 수 있는 방안과 프로그램들이 마련될 수 있다.

도시숲 시민참여 방안에 대해 연구하면서 ‘Philanthropy’의 개념을 접하게 되었다. 국내에도 지역사회, 커뮤니티의 환경을 증진시키고 사회의 공동이익을 위해 하는 ‘Philanthropist’가 필요하다. 개인마다 소유한 시간, 재능 나눔을 통해 실현가능하며 국가, 기업이 해결하지 문제의 틈을 메꾸고 해결할 수 있다. 도시숲+Philanthropy의 가치를 실현 할 수 있도록 홍보와 교육을 통해 시민들이 일회성 자원봉사에 머무는 것이 아니라, 조성-운영-관리의 전 과정에서 지속적으로 참여하는 연속적 참여주체로 발전시켜 나가는 것이 중요하다.

‘Philanthropy’ 의미와 역사

Philanthropy는 지식포털에 검색해보면 박애주의, 인류애(n)라는 명사로 검색된다. ‘Philanthropy’는 그리스식 표현으로 philanthropia이며, 의미는 사람을 사랑하는 것이다. 오늘날의 philanthropy의 컨셉은 사회의 공동의 이익을 증진시키기 위해 개인 또는 집단이 자발적인 기부의 현상을 말한다. 또한 한 재단에서 비영리 단체에 기부를 위한 일반적 모금도 포함된다.

미국에서의 philanthropy의 근원은 1)강한 종교와 문화 2)원주민의 사냥, 식량 분배, 축하의 관습 3)원주민과 이민자 커뮤니티 사이에서의 상호 도움과 지원 문화 상호 도움과 다양한 문화영향으로부터 시작됐다. 이것은 1865년 남북전쟁이 끝나서야 현대 philanthropy의 개념이 형성되었다. 그 전까지는 종교 그룹에 의해 주도된 단편적인 노력이었으며 즉각적인 도시 빈곤문제를 해결하기 위한 자선봉사 활동이었다.

20세기에는 커뮤니티 재단 활동, 기부재단, 집단 기부의 형태로 나타났다. 현재 미국의 재단 Learningtogive에서 만든 청소년을 위해 제작한 Philanthropy는

다음과 같이 설명하고 있다. 직역하면 ‘인류에 대한 사랑’, ‘지역사회를 돌본다’ 라는 의미가 있다. 궁극적으로는 더 나은 삶을 위해 나에게 주어진 어떤 것을 사회에 기부하는 형태이다. 일반적으로 자선단체에 물질적 (Treasure)으로 기부하는 것을 떠올릴 수 있지만, 개인이 소유한 Time(시간), Talent(재능) 활용도 중요한 요소이다. 미국의 공교육기관에서는 Philanthropy 이루어 질 수 있도록 장려하여 학생들이 좁게는 지역사회 넓게는 국가적 문제 인식하고, 해결하기 위해 노력하고 있다. 미국에서는 2014년 기준 기부재단에서 약 54백만달러를 자선단체에 지원하였으며 건강한 사회를 만드는데 필요한 재원을 확보했다.

뉴욕 센트럴파크는 지난해만 개인 자원봉사자, 가족, 기업 및 비영리조직 구성원들이 함께하는 참여하여 54,800시간을 투자하고 이는 매일 평균 150시간 정도를 자원봉사 프로그램에 시민들이 참여하고 있다. 필자가 센트럴파크에 방문했을 때 Greeter(안내자)로 활동하면서 공원의 맵을 배부하고 진행이벤트들을 알려주는 친절한 안내원이 떠올랐다. Greeter봉사는 트레이닝 과정을 거치고, 숙련된 gtreeter와 함께 1:1 방식의 멘토링을 받고 활동하게 된다. 안내소 운영 및 직원관리 하나에도 방문객의 입장을 고려한 기업마인드로 제공하고 있는 섬세함에 감동이였다. 또한, 자원봉사도 함께 하면 더 재밌고 그 기쁨을 같이 공유할 수 있다는 점에서, 멀리 가지 않고도 근교 도시공원에서 아이들과 함께하는 가족단위, 청소년, 심신단련을 위한 직장인 자원봉사 프로그램까지 전 연령층을 아우르는 봉사활동 프로그램이 마련되어있다. 위와 같은 센트럴파크에서의 경험과 공감은 센트럴파크를 관리해 나가는 큰 디딤돌이며, 추후에 다시 찾고 싶은 장소, 사람들의 시간과 재원을 투자하고 싶은 가치가 생기는 곳이 된다.

이러한 자연스러운 단계적 시간흐름에 따라 시민들이 도시숲을 조성·관리하기 위해 자발적 참여주체가 되고, 도시숲 관리와 해당 프로그램의 질과 관리 수준은 높아지며, 정부기관과 함께 파트너십 네트워크를 구축해도 민관사이에 적절한 힘의 균형이 이루어져 안정된 거버넌스가 구축될 수 있다. 도시숲에서 생태적, 심미적, 문화적 혜택을 수혜를 받는 것이 단순히 인간이 아니라, 인간도 도시숲의 생태적 최대 기능 유지, 안정적 환경조성을 위해 쌍방향의 주고받는 노력이 필요하다. 건강한 순환구조 실현하기 위해서는 민간참여 활성화를 위한 제도화 및 지원확대¹⁷⁾가 필요하고 실효성 있는 민-관 거버넌스를 만들기 위한

중간지원조직 및 지원이 필요하다.

중간지원조직은 시민들의 자발적 참여와 행정적으로 지원하는 정부와 연결책을 담당하고 학계, 기업, 시민들이 자발적으로 도시숲 만들기에 참여할 수 있는 환경과 기반을 조성하여 범국민적 참여의 도시 내 녹색운동을 주도하는 주체로서 역할을 할 수 있다. 조직운영 및 도시숲을 유지·관리하기 위해 필요한 자원마련은 센트럴파크컨저번시 사례처럼 기금모금 형태에 간소화 및 다양화가 필요하다. 인터넷에서 물건을 구매하는 것과 간단하게 진행할 수 있는 소액기부, 회원제 운영하여 지속적 수입창출과 회원 간의 교류, 후원자의 세제혜택 등 인센티브 제공을 통해 국가에서 부담해야 했던 운영·관리비의 부담을 낮추고 중간지원조직의 자립도도 향상시킬 수 있다.

2. 효율적 도시숲 조성·관리를 위한 통합적 법률 필요

2.1 도시숲 통합적 관리를 위한 법률 마련

미국은 도시의 범위를 명확하게 규정하고, 도시 주변의 인구밀집지역(커뮤니티)에 해당하는 범위에 있는 수목을 도시숲(Urban Forest)라고 규정하고 있다. 연방-주-시정부에서 도시 내 존재하는 산림에 대해 일원화된 구조로 정책시달이 가능하다. 국내는 도시숲은 국토부의 「도시공원 및 녹지 등에 관한 법률」에 따른 공원녹지, 산림청의 「산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률」 따른 도시림에 의해 나뉘고, 유사한 공간 및 내용의 사업에도 범주도 기능에 따라 세분화되어 관할부처가 다르기 때문에 일관적인 정책 실현이 어려운 실정이다.

지자체에서는 도시 녹색오픈스페이스를 두고 「도시공원 및 녹지 등에 관한 법률」에 따른 ‘공원녹지기본계획’, 「산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률」 ‘도시림등의 조성·관리계획’을 수립 시행해야 한다. 해당 법률의 관련부처가 다르고 전자는 건설업 후자는 산림업임을 떠나서 필자의 견해로는 성격이 유사한 도시 내의 녹색 공간을 두고 기본, 관리계획을 이중으로 수립하는 것은 비효율적이라고 생각한다. 도시숲과 공원은 자연 그대로 인데, 확충·유지·관리를 위한

17) 「제2차도시림기본계획」 56p 민간 참여 활성화(추진과제)-민간참여 활성화를 위한 제도화 및 지원 확대(실행계획)

법적 테두리만 두배로 늘어난 셈이다.

산림청에서는 ‘도시숲법’ 제정을 위해 2011년부터 여러 차례 국토부, 조경업계 등 이해관계자와 법률안 마련을 위해 TF팀을 구성하여 업무영역에 대한 합의하여 입장차를 조율하여 법안을 추진하는데 노력하고 있다. 녹색네트워크는 기후 변화 적응과 열섬현상 저감으로 도시 내 연결성 측면에서 중요한 역할을 하는데, 흩어진 녹지를 한데 모아 관리하고 체계적으로 조성 관리할 수 있는 통합법령의 부재는 그 의미가 크다. 미국과 같이 법정부차원에서 하나의 중앙행정기관이 일괄된 정책을 시행하면 이전보다 행정처리가 효율적이고 속도감 있게 문제 해결이 가능하다. 국민의 건강과 삶의 질을 높이기 위한 도시숲 조성, 관리, 활성화 방안을 포함한 통합적 법률이 제정되어 도시문제 해결과 산림복지를 제공할 수 있는 체계적이고 일관적인 법적 가이드라인이 필요하다.

2.2 민간 참여를 활성화와 일자리 창출

도시숲 조성관리를 위한 국민의 관심과 지지가 확보가 되면, 제3장 미국 도시숲 조성·관리를 위한 법률 및 정책에서 살펴보았던 A Community Forest and Open Space Conservation Program, Urban and Community Forestry Program 와 유사한 매칭펀드 방식의 비용분담 보조금 지급 프로그램을 도입을 검토할 수 있다.

A Community Forest and Open Space Conservation Program은 지역정부와, 비영리단체에 재정지원을 하여 공익제공을 위한 커뮤니티 산림을 매수하는 토지 매수로 오픈스페이스를 보전하며, Urban and Community Forestry Program는 지역 수목조사, 수목심기·교육 프로그램, 교육 프로그램 운영을 위해 정부와 파트너십을 맺어 개인과 지역단체들이 지역 내의 문제를 해결하는데 적극적으로 참여 할 수 있도록 장려하고 인센티브를 제공하는 방식이다.

미국은 도시와 커뮤니티에 있는 오픈스페이스에 보전하여 주민들이 함께 이용 할 수 있도록 공익성과 이용률을 높이고, 지역 산림자료 구축, Tree Cover 유지 및 증대를 위해 주민들과 담당자의 트레이닝을 통한 기술 지원으로 도시임업과 녹색과 관련한 직장이 매년 148백 달러의 경제적 영향을 증가시키는 산업으로 성장하고 수만 개의 일자리를 제공한다.

국내 도시숲 조성 확대를 위해 예상되는 민간분야의 참여를 제도적 경제적으로 지원하는 것이 Challenge Cost-Share Program(비용분담 프로그램)이다. 국민을 도시숲 조성관리에 주체적, 능동적으로 참여시키고 정부에서는 참여자들에게 자금과 기술적 지원을 해준다. 수목, 관목 심기와 관리, 수목조사, 산림관리 등 관련 녹색일자리 분야 인력을 트레이닝 시켜 프로그램 지원·관리를 담당하게 하고 커뮤니티의 활성화와 도시의 녹색환경을 조성할 수 있다.

2.3. 도시숲 변화 파악을 위한 장기모니터링

US National Science Foundation(NSF)는 1997년부터 ‘broader impact(넓은 영향)’에 대한 개념을 수립하면서 사회를 위해 연구혜택의 중요성을 인식했다. NSF의 Long Term Ecological Research(장기생태연구, LTER)는 지역, 국가, 국외에서 환경해답을 찾는데 가장 강력하고 널리 유용하게 쓰일것이라 예측했다. LTER 네트워크와 생태계 연구는 생태과학과 환경 관련 의사결정을 할 때 장기 연구를 통해 폭넓은 의사결정을 할 수 있도록 도왔다. 장기생태연구에 가치를 두고 만들어진 소프트웨어가 I-Tree이다.

도시 내에 있는 자연자원에 관한 정보가 충분하지 않으면, 계획수립과 적절한 자연자원관리방안을 수립하는데 걸림돌이되고, 도시 생태계 내에서 자연자원이 제 기능을 발휘하지 못할 수 있다. 장기적으로 도시 식생변화를 파악하기 위해, I-Tree 프로그램을 이용하여 도시숲의 변화를 지속적으로 모니터링 할 수 있도록 식생조사구 플랏을 설치하여 일정한 주기를 간격으로 현장조사를 한다. 플랏데이터를 통해 얻은 도시숲 구조, 가치, 혜택데이터를 통해 도시림 기본계획, 관리방향을 설정하는데 도움을 줄 수 있다.

[부 록] I-Tree 적용(Seoul Urban Forest Analysis)

With 92% of the total population of Korea currently living in urban areas, Seoul is the highly populated city where 19% of total populations live in the city areas of 605km². Korea has geographically many forest stands which take up 62.82%(63,059km²) of total land(100,377km²). Even though the number of mountain is quite large, the forested land within urban area is low and mostly concentrated in suburban areas. The urban forest where urban people easily can have an access to green space and benefits on daily lives without additional time and efforts only accounts for 5.35m² individual in Seoul. That is, a far lower figure compared to recommendation by the WHO (World Health Organization) asking for the availability of minimum of 9m² per person.

In general, the impact and value of urban forest is most likely the greatest in city like Seoul with large populations due to the large number of people who get the benefits derived from trees. While the urban forest in Seoul contributes to local, environmental quality and human well-being, it has been degraded from many natural and social factors such as; insects, disease, climate change, inadequate tree care and management, growing requests for development. The limited research carried on quantifying forest structure, environmental effects, monetary values on urban trees. Little studies were investigated on how the regional urban tree cover has changed through time as benefits from trees are directly and indirectly related to tree cover.

With these backgrounds, two analyses were conducted for Seoul; 1) i-Tree Eco based on field plot data 2) tree canopy assessment tools based on photo interpretation with high resolution aerial image. Two method applied developed by the U.S. Forest Service, Northern Research Station to explore urban forest structure, its accompanying values and tree cover changes. Results from this study provide the overview of urban forest in Seoul and show the rates and direction of local tree cover change. The aim of this research help understand on local forest condition and benefits so citizen can

increase the awareness of the value of tree resources and the forest managers use baseline data for the sustainable urban forest management plan.

Executive Summary

Urban forest within Seoul institutes a diverse of population of about 18,650,000 trees that contain 128 diverse species and have an estimated tree cover of 31.1%. While the trees provide a variety of ecosystem services and environmental benefits, the quantity and monetary value are unrecognized. The I-Tree Eco model and tree canopy assessment developed by USDA Forest Service was implemented to quantify these ecosystem benefits based on the composition and structure and see the change on Seoul's urban forest through time. The main annual benefits for this study show :

- absorption of air pollutants
- Carbon sequestration of carbon dioxide
- reduction in stormwater runoff and required infrastructure

Those three benefits above were estimated at 256.4 billion won annually which corresponds to an average of 10,505 won per tree, 20,057 won per capita. In terms of fixed asset values throughout the year, the amount of the carbon stored is at 2.284 million tons(518 billion won), structural value which represents total replacement value of the urban tree is valued at 9.53 trillion won.

In this report, all plot and points were laid randomly within Seoul boundary regardless of the definition of the urban forest regulated by Korea Forest Resources Act. The plot data and tree canopy assessment points includes national forest park, street trees, park area and even single tree. Also, most all of the values of urban forest have been conducted. Building energy savings and avoided air pollutant emissions from shading and heating are invalid since the plot data do not include the building information. Lastly, the benefit values for the social cost of carbon and avoided runoff are based on U.S. documentation due to the lack of data availability on korean value.

1. Summary of I-Tree Results

Understanding an urban forest's structure, function and value can promote management decisions that will improve human health and environmental quality. An assessment of the vegetation structure, function, and value of the Seoul urban forest was conducted during 2010. Data from 199 field plots located throughout Seoul were analyzed using the i-Tree Eco model developed by the U.S. Forest Service, Northern Research Station.

i-Tree Eco is designed to use standardized field data from randomly located plots and local hourly air pollution and meteorological data to quantify urban forest structure and its numerous effects (Nowak and Crane 2000).

- Number of trees: 18,650,000
- Tree Cover: 31.1 %
- Most common species of trees: *Quercus mongolica*, *Pinus densiflora*, *Robinia pseudoacacia*
- Percentage of trees less than 6" (15.2 cm) diameter: 48.8 %
- Pollution Removal: 1.805 thousand tons/year (225 billion won/year)
- Carbon Storage: 2.284 million tons(518 billion won)
- Carbon Sequestration: 106.7 thousand tons (24.2 billion won/year)
- Oxygen Production: 241 thousand tons/year
- Avoided Runoff: 2.499 million cubic meters/year (7.2 billion won/year)
- Structural values: 9.53 trillion won

1.1 Plot data

199 plot field data was collected from June–August 2010 which is leaf-on season. Each plot size is 11.3 meters radius covering 0.04ha. The general information includes on actual land use, percent of tree/shrub cover, plantable space, and ground cover. Main data on shrubs shows the identification of species, average height, and missing leaves. Main data on trees collected at individual level includes species, diameter at breast height(DBH), total height of tree, top/base height, width of crown, percent of canopy missing, percent of shrubs underneath each trees canopy, light exposure to crown. For Seoul plot data, 49 of 199 plots(20%) have found to be no tree/shrub at sites.

ID	Description	Area(ha)	# of Plot
		60,520	99
1	Commercial/Transportation	13,077.19	43
2	Institutional	9,123.62	30
3	Residential/Multi Family	13,989.55	46
4	Vacant/Agriculture	9,731.86	32
5	Water	2,737.08	9
6	Park/Cemetery	11,860.70	39

Table 14. The number of plots and areas by stratum

1.2 Tree Characteristic of Seoul Urban forest

Tree diversity is an important element of urban tree population as diversity increases overall resilience. Tree species richness is better able to deal with possible changes in climates and the possible outbreak of disease.

Seoul urban forest has tree cover with 31.1% and 128 species diversity. Species diversity in urban forest is typically greater than native stands since urban forest is containing the native and non-native tree species. It can also pose a risk to native plants if some of the exotic species are invasive plants

that can potentially out-compete and displace native species. Most common three species of trees are *Quercus mongolica*(10.8%), *Pinus densiflora*(10.6%), *Robinia pseudoacacia*(8.7%) (figure 1). The 10 common species account for 54.3 percent of all trees. The overall tree density in Seoul is 308 trees/hectare.

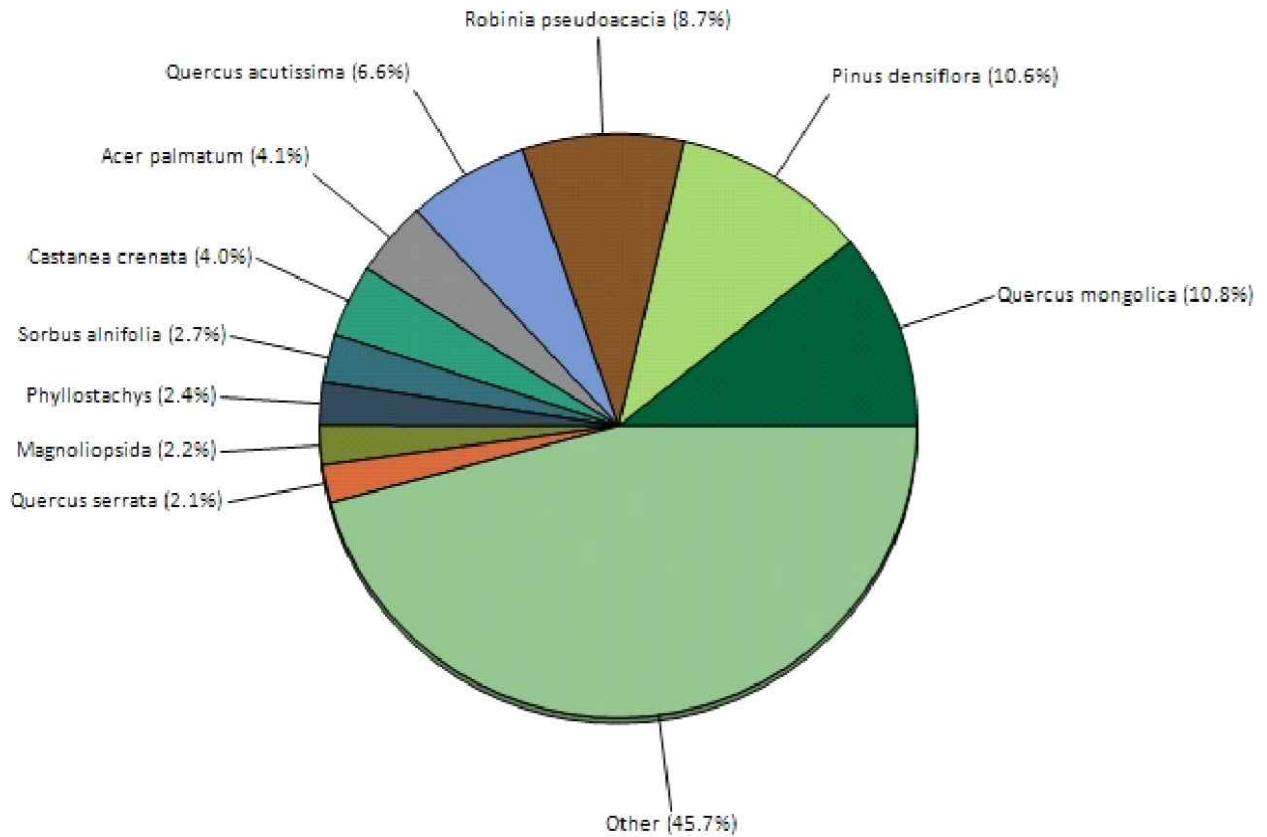


Figure 32 . Tree species composition in Seoul

For stratified projects, the highest tree densities in Seoul occur in Park/Cemetery(690.6 trees/ha), followed by Vacant/Agriculture(557.5 trees/ha) and Residential/Multi family(224 trees/ha), Institutional(105.5 tree/ha), Commercial/Transportation(71.3 trees/ha). Taking average on study area is 308.1 trees/ ha.

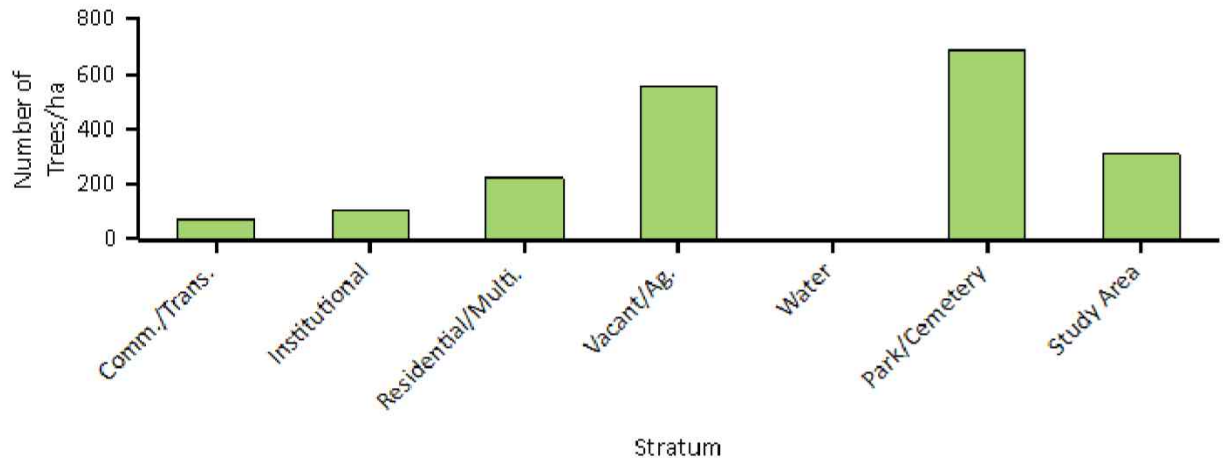


Figure 33. Number of trees/ha in Seoul by stratum

Seoul’s urban forest is a mix of naive tree species and exotic species that were planted by people or other means. Urban forests often have greater tree species diversity because of the large impact of species imported from outside the region and the country. About 83 percent of the trees are species native to Asia. Most trees have an origin from North America (11 percent of the trees). Diversity of tree origins occurs in Comm./Trans, Asia 76.2%, North America 13.1, Europe&Asia+ 9.8%, Unknown 0.8%.

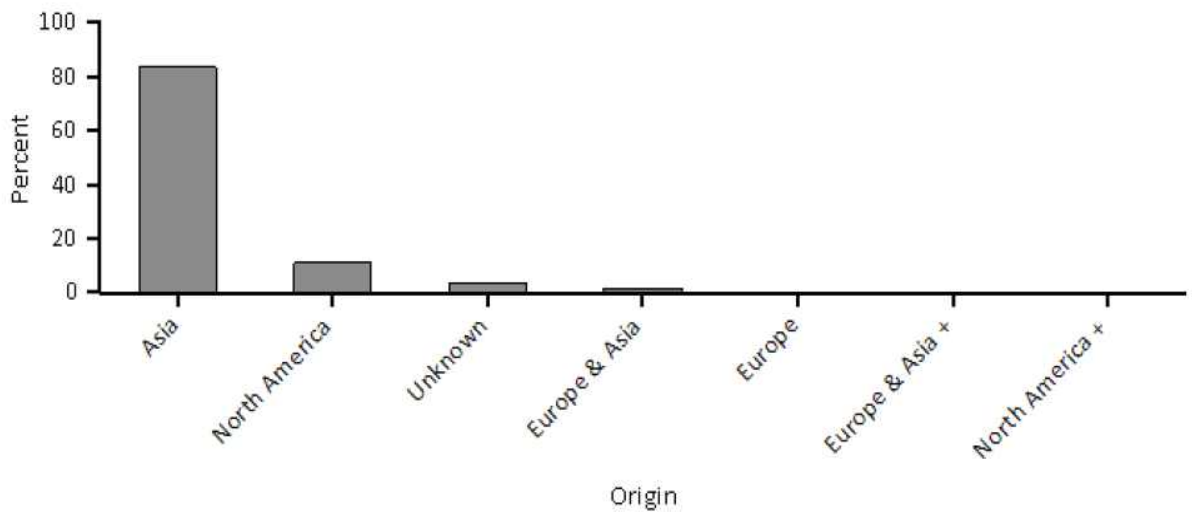


Figure 3. Percent of live tree population by area of native origin

(The plus sign (+) indicates the tree species is native to another continent other than the ones listed in the grouping)

Tree size is an important characteristic of the urban forest structure. Diameter at breast height(DBH) is important factor in managing sustainable tree population, as it will ensure there are enough young trees to replace older species that are in bad condition. Also, trees with well managed and large tree significantly contribute to the ecosystem services provided by the urban forest because leaf area has a strong relation with environmental benefits.

Trees with less than 15.2cm take up 48.8% and greater than 15.2cm constitute 51.2%(figure 4). The common DBH class for trees measured is range between 15.2-30.5cm category 38.9%. This represents that median size trees with good condition can be replaced as the bigger trees grow old and die when managed well.

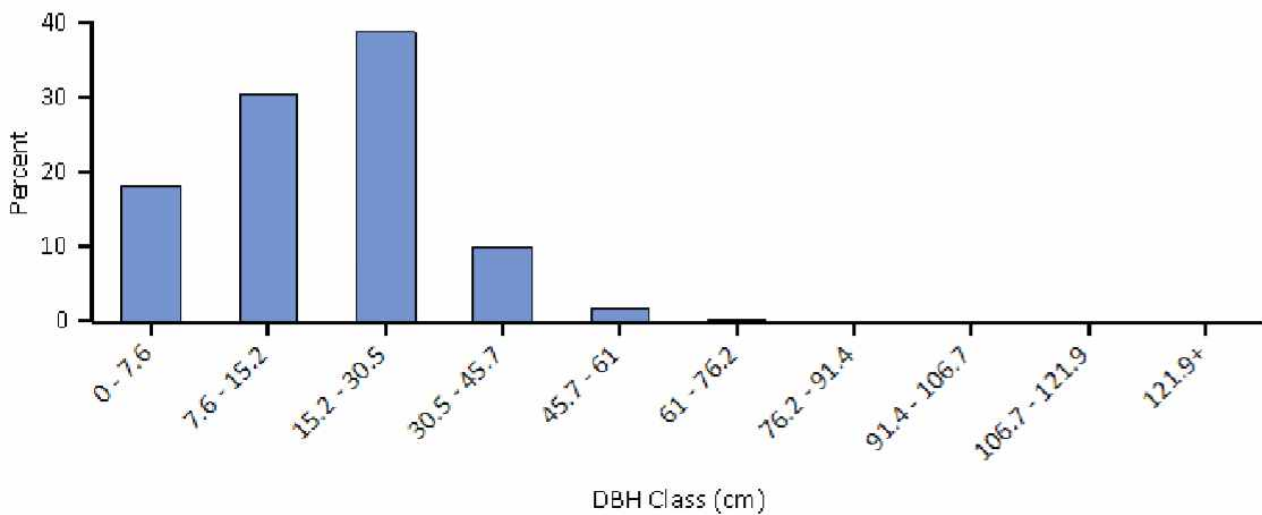


Figure 4. Percent of tree population by diameter class

(The lower limit of each diameter class is greater than displayed, e.g) 7.6-15.2 is actually 7.61-15.2cm)

The most dominant three species(*Quercus mongolica*, *Pinus densiflora*, *Robinia pseudoacacia*) in Seoul are mostly within DBH 15.2-30.5cm range. No species besides *Castanea crenata*, *Paulownia coreana*, *Quercus acutissima* is greater than DBH 76.2cm with trees species and each characteristic. For

more information about the DBH distribution by each species, see Appendix 1.

Many tree benefits are linked to the leaf area, the greater the leaf area, the greater benefit. Tree benefits equate directly to the amount of healthy leaf surface area of the plant. Trees cover about 31 percent Seoul and provide 899.3 thousand square kilometers of leaf area. As each stratum has different land use type, Leaf Area varies based on the number of trees. Total leaf area is greatest in Park/Cemetery 428km²(47.7%) and Vacant/Agriculture 205km² (22.8%), Residential/Multi 137km²(15.3%), Comm./Trans 76km²(8.5%), Institutional 52 km²(5.8%)

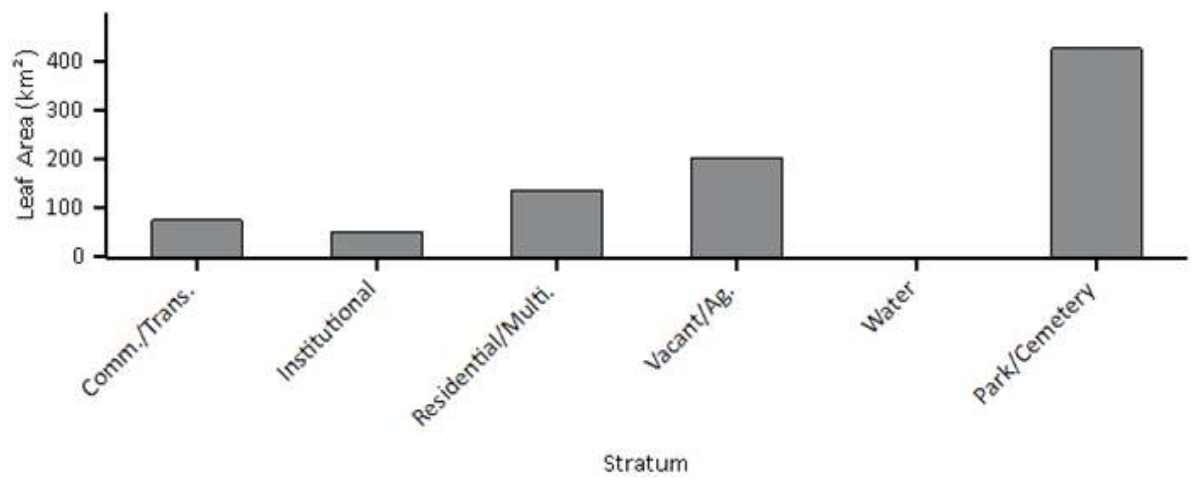


Figure 36. Leaf area by stratum

Importance values show the dominance of a tree species in the urban forest. The 10 species with the greatest importance values are listed in Table 2. Importance values (IV) are calculated as the sum of percent population and percent leaf area. High importance values do not mean that these trees should necessarily be encouraged in the future; rather these species currently dominate the urban forest structure. The three species in

the urban forest with greatest IVs are *Quercus mongolica*, *Pinus densiflora*, *Robinia pseudoacacia*

Species Name	Population(%)	Leaf Area(%)	IV(Importance Value)
<i>Quercus mongolica</i>	10.80	11.20	22.00
<i>Pinus densiflora</i>	10.60	10.20	20.90
<i>Robinia pseudoacacia</i>	8.70	11.10	19.90
<i>Quercus acutissima</i>	6.60	5.80	12.40
<i>Castanea crenata</i>	4.00	4.90	8.90
<i>Acer palmatum</i>	4.10	2.80	6.90
<i>Ginkgo biloba</i>	1.90	4.60	6.50
<i>Sorbus alnifolia</i>	2.70	2.70	5.30

Table 15. Importance Value(IV) by 10 popular species

1.3 Benefits and Values

Pollution removal

Pollution removal by trees in Seoul was estimated in conjunction with composition and structure, hourly pollution and weather data for the year 2018. Pollution removal was greatest for O₃ (810 tons/year), followed by NO₂ (684 tons/year), SO₂(180 tons/year) PM_{2.5}(68 tons/year), CO(63 tons/year). By contrast, the value associated with pollution removal was greatest for PM_{2.5}(₩161 billion) followed by O₃(₩55 billion), NO₂(₩7 billion), SO₂(₩671 million), CO(₩114 million). It is estimated that tree and shrubs remove 1.805 thousand tons of air pollution with an associated value of ₩224 billion.

Carbon Storage and Sequestration

Climate change is an issue of global concern which has a range of potential ecological, physical and health impact. Urban trees can help mitigate climate change by sequestering atmospheric carbon (from carbon dioxide) in

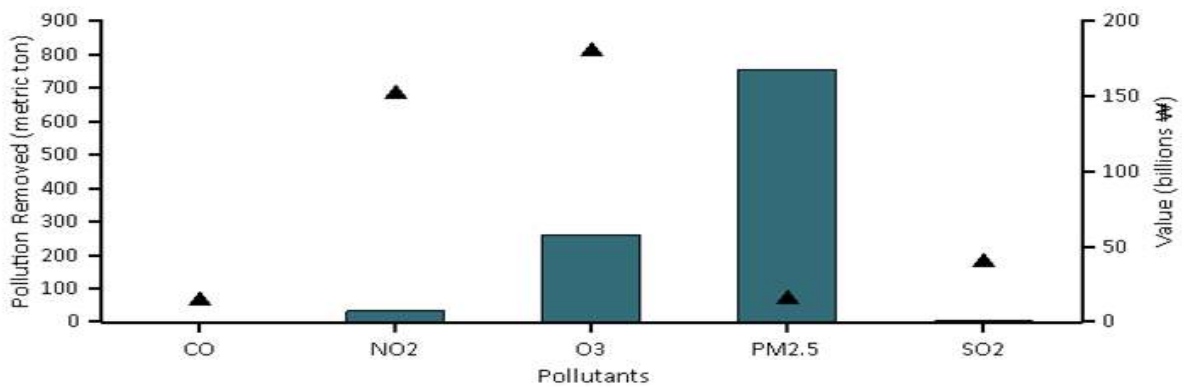


Figure 37. Annual pollution removal(points) and value(bars) by urban trees tissue and by altering energy use in buildings, and consequently altering carbon dioxide emissions from fossil-fuel based power sources (Abdollahi et al 2000).

As a tree grows, it stores more carbon by holding it in its accumulated tissue. As a tree dies and decays, it releases much of the stored carbon back into the atmosphere. Thus, carbon storage is an indication of the amount of carbon that can be released if trees are allowed to die and decompose. Maintaining healthy trees will keep the carbon stored in trees, but tree maintenance can contribute to carbon emissions (Nowak et al 2002c). When a tree dies, using the wood in long-term wood products, to heat buildings, or to produce energy will help reduce carbon emissions from wood decomposition or from fossilfuel or wood-based power plants. Trees in Seoul are estimated to store 2.2 million tons of carbon valued at ₩518 billion.

In addition to carbon storage, tree reduces the amount of carbon in the atmosphere by sequestering carbon in new growth every year. The amount of carbon annually sequestered is increased with the size and health of the trees. The gross sequestration of Seoul trees is about 106.7 thousand tons of carbon per year(391.4 thousand tons per year of CO₂) with an associated value of ₩24.2 billion. Net carbon sequestration in the urban forest is about 90.38 thousand tons per year(331.4 thousand tons per year of CO₂). It is estimated by subtracting estimated the amount of carbon loss by tree mortality and decomposition from gross sequestration.

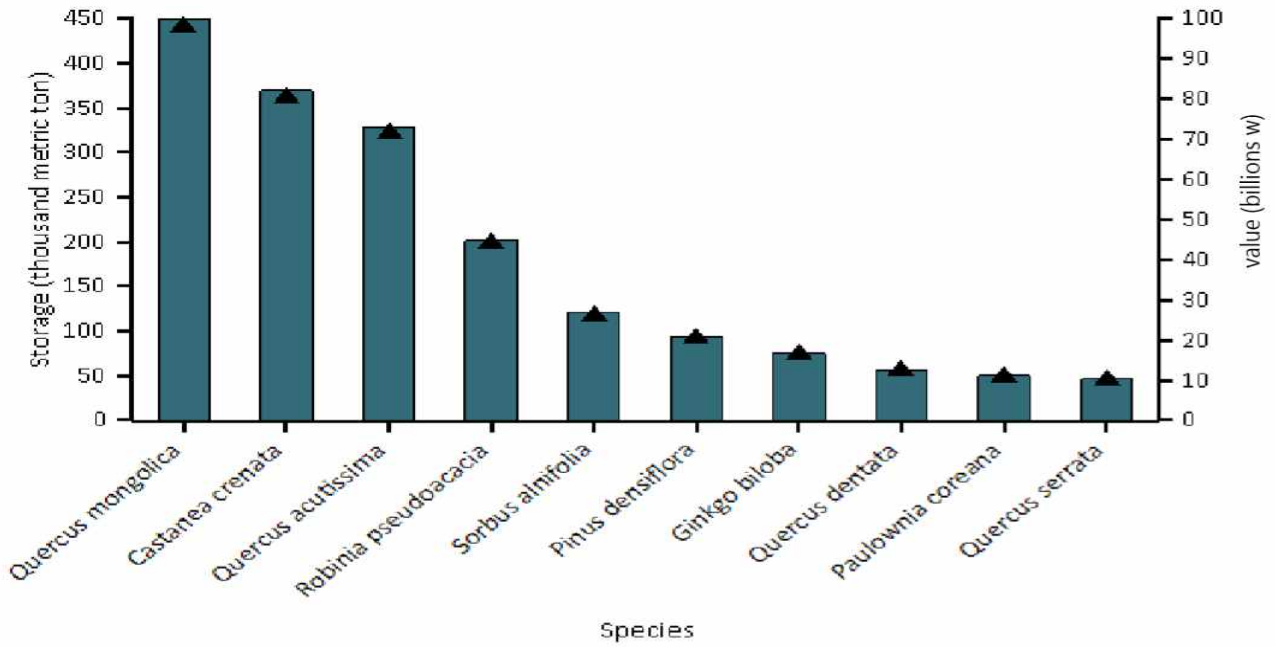


Figure 38. 10 greatest species for carbon storage(points) and value(bars)

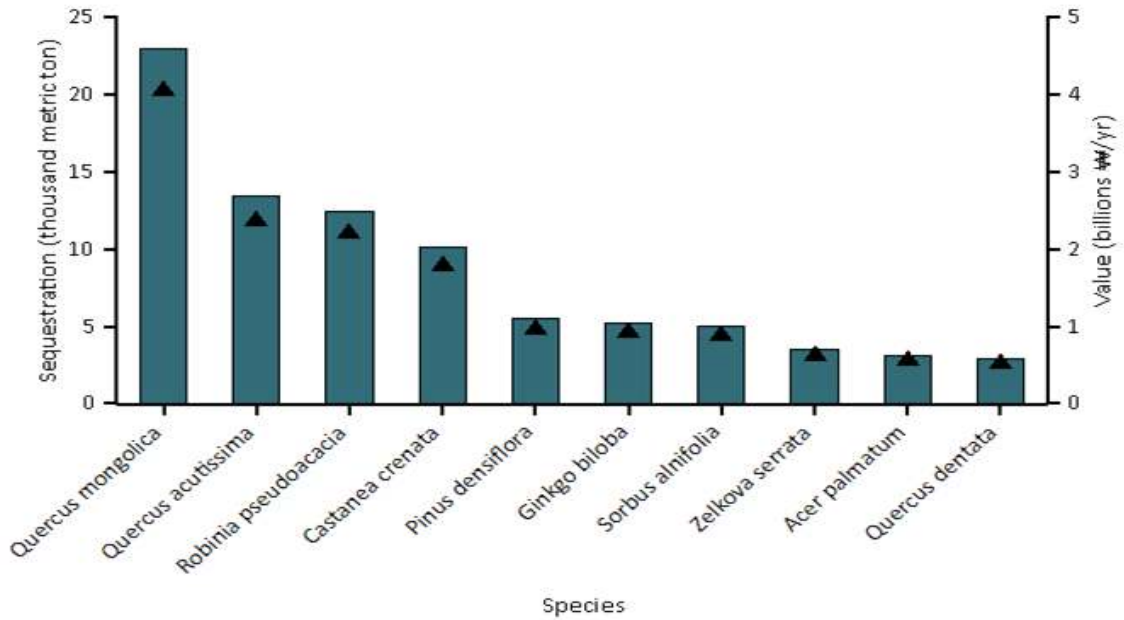


Figure 39. 10 greatest species for gross carbon sequestration(points) and value(bars)

Of all the species sampled, *Quercus mongolica* stores the most carbon(19.3 percent of total carbon stored valued at ₩99.8 million), sequestered the most carbon(19 percent of carbon sequestered valued at ₩4.6 million/yr)

Oxygen Production

Oxygen production is one of the most commonly cited benefits of urban trees. The net annual oxygen production of a tree is directly related to the amount of carbon sequestered by the tree, which is tied to the accumulation of tree biomass.

Trees in Seoul are estimated to produce 241 thousand metric tons of oxygen per year. However, this tree benefit is relatively insignificant because of the large and relatively stable amount of oxygen in the atmosphere and extensive production by aquatic systems. Our atmosphere has an enormous reserve of oxygen (approximately 21% of the atmosphere's volume) and algae are estimated replace about 90% of all oxygen used. Thus, although trees do produce significant amounts of oxygen, it is not a significant ecological benefit (Nowak et al. 2007b).

<i>Species</i>	Oxygen (thousand ton)	NetCarbon Sequestration (thousand metric ton/yr)	Number of Trees	Leaf Area (km ²)
<i>Quercus mongolica</i>	45.15	16.93	2,022,987	100.53
<i>Quercus acutissima</i>	28.34	10.63	1,232,668	52.15
<i>Robinia pseudoacacia</i>	26.23	9.84	1,631,258	100.01
<i>Castanea crenata</i>	19.20	7.20	743,957	44.38
<i>Pinus densiflora</i>	11.08	4.15	1,980,358	92.05
<i>Ginkgo biloba</i>	11.01	4.13	354,548	41.14
<i>Sorbus alnifolia</i>	10.34	3.88	495,971	24.07
<i>Zelkova serrata</i>	6.93	2.60	368,929	27.80
<i>Acer palmatum</i>	6.21	2.33	768,410	25.19
<i>Quercus dentata</i>	6.04	2.26	300,589	14.88

Table 16. The top 10 oxygen production species

Avoided Runoff

Surface runoff can be a cause for concern in many urban areas as it can contribute pollution to streams, wetlands, rivers, lakes, and oceans. During precipitation events, some portion of the precipitation is intercepted by vegetation (trees and shrubs) while the other portion reaches the ground. The portion of the precipitation that reaches the ground and does not infiltrate into the soil becomes surface runoff (Hirabayashi 2012). In urban areas, the large extent of impervious surfaces increases the amount of surface runoff.

Urban trees and shrubs, however, are beneficial in reducing surface runoff. Trees and shrubs intercept precipitation, while their root systems promote infiltration and storage in the soil. The trees and shrubs of Seoul help to reduce runoff by an estimated 2.5 million cubic meters a year with an associated value of ₩7.1 billion per year. Tree species with the greatest overall impact on runoff are *Quercus mongolica*, *Robinia pseudoacacia*, *Pinus densiflora*.

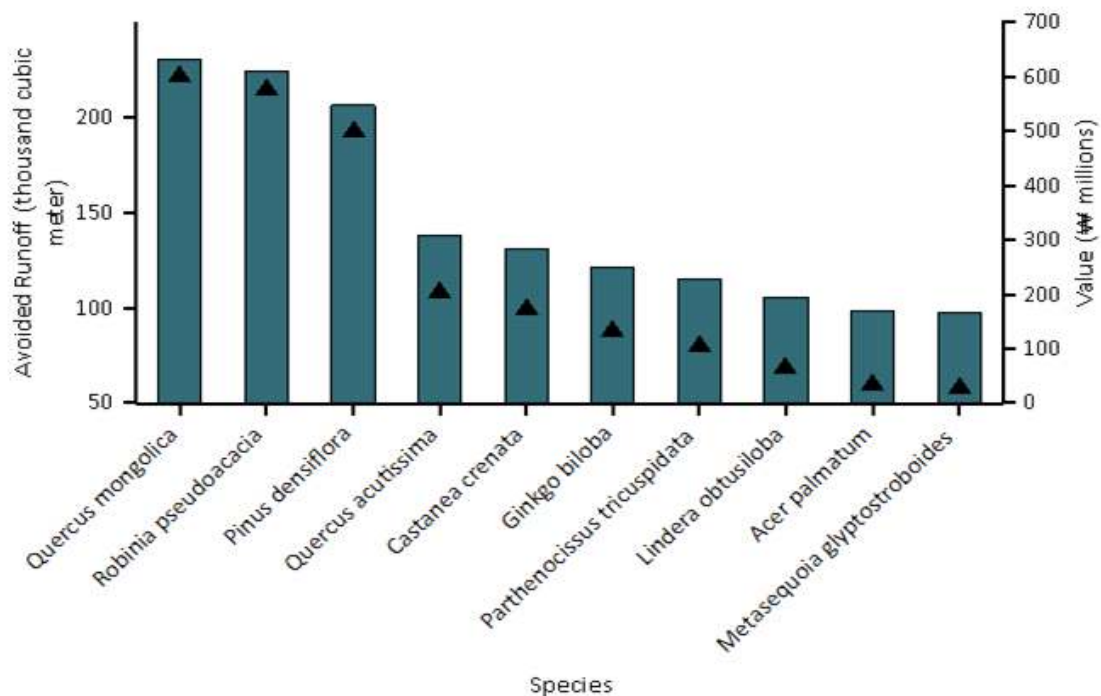


Figure 40. The top 10 species avoided runoff(points) and value(bars)

Structural and Functional Values

The city's forest has a structural value based on the tree themselves that includes compensatory value and carbon storage value. The compensatory value is an estimate of the value of tree as a structural asset(e.g., the cost of having to replace a tree with a similar tree). The structural value is about ₩9.53 trillion

- Structural value : ₩9.53 trillion
- Carbon storage : ₩518 billion

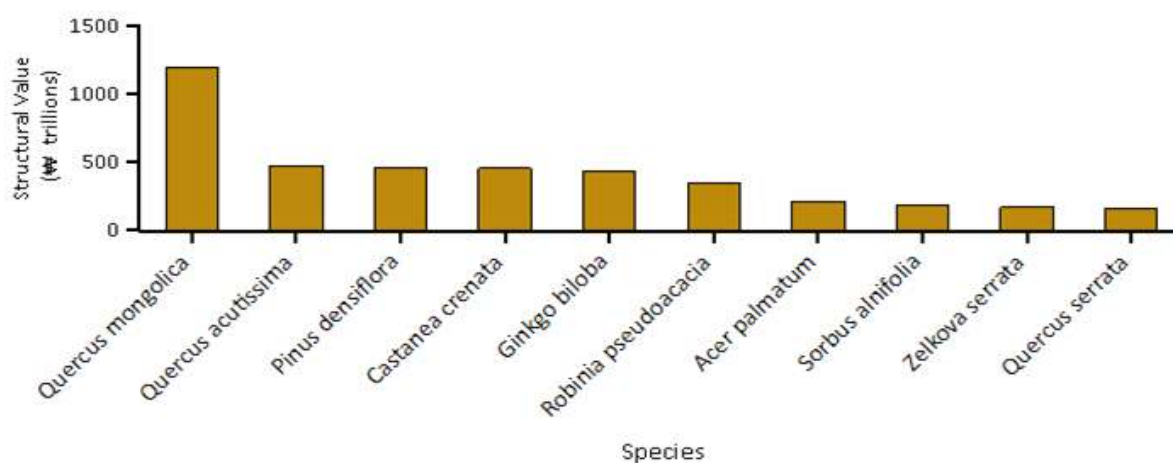


Figure 41. Tree species with the greatest structural value

Forest have functional values (either positive or negative) based on the functions the trees perform annually including carbon sequestration, avoided runoff, pollution removal. There are many other functional values of forest(e.g., reducing on energy consumption, aesthetic) but in this report only represents the functional value which could be calculated with the given field data set. Through proper management, urban forest value can be increased, however, the values and benefits also can decrease as the amount of healthy tree cover declines. There are also various monetary costs associated with urban forest management, such as pruning, inspection, removal, and disposal, which are not accounted for in this assessment,

- Carbon sequestration : ₩24.2 billion
- Avoided runoff : ₩7.12 billion
- Pollution removal : ₩225 billion

Summary of Tree canopy assessment

In many cities, the rate and changes in tree canopy and impervious cover are largely unknown. Tree canopy assessment is a simple method to assess the magnitude of the overall urban forest and how it is changing. Monitoring of tree cover changes helps make the policy in sustaining the desire level of tree cover for the city.

Analyzing the paired digital aerial images is the ideal way when the site visit accessibility and the time are limited. It is simple and repeatable measure where paired digital aerial imagery exists. The tool was used to assess the tree cover change through the year difference based on sampling point of land cover(Nowak and Greenfield, 2012).

In this report, 2010, 2018 digital aerial images were used to monitor how the urban tree cover and its accompanying environmental benefit would change during 8 years. There is no statistically significant change on tree cover but still declined 1.0 percent which is equivalent to about 0.12 percent per year while impervious cover increased 1.2 percent at the rate of 0.15 percent annually replacing city's other cover type.

This trend is likely because continuous development pressure on grey infrastructure and buildings causing the loss of tree cover and increased impervious cover. Given the Seoul area 60,520ha and the average of tree numbers per unit(ha) is roughly 308 trees/ha(data from i-Tree Eco), tree cover lost approximately 76ha which equates to net loss of trees about 23,292 annually. The result of tree canopy assessment also can be analyzed with the I-Tree Eco data to understand urban forest composition, tree size distribution and environmental benefits.

2. i-TreeCanopyAssessment

In this study, 1,000 random points were laid on Google Earth Pro considering available time. Standard error can be reduced when more random points are generated. After photo-interpretation, tree change calculator is used to investigate Seoul city cover change provided by U.S. Forest Service Northern Research Station.

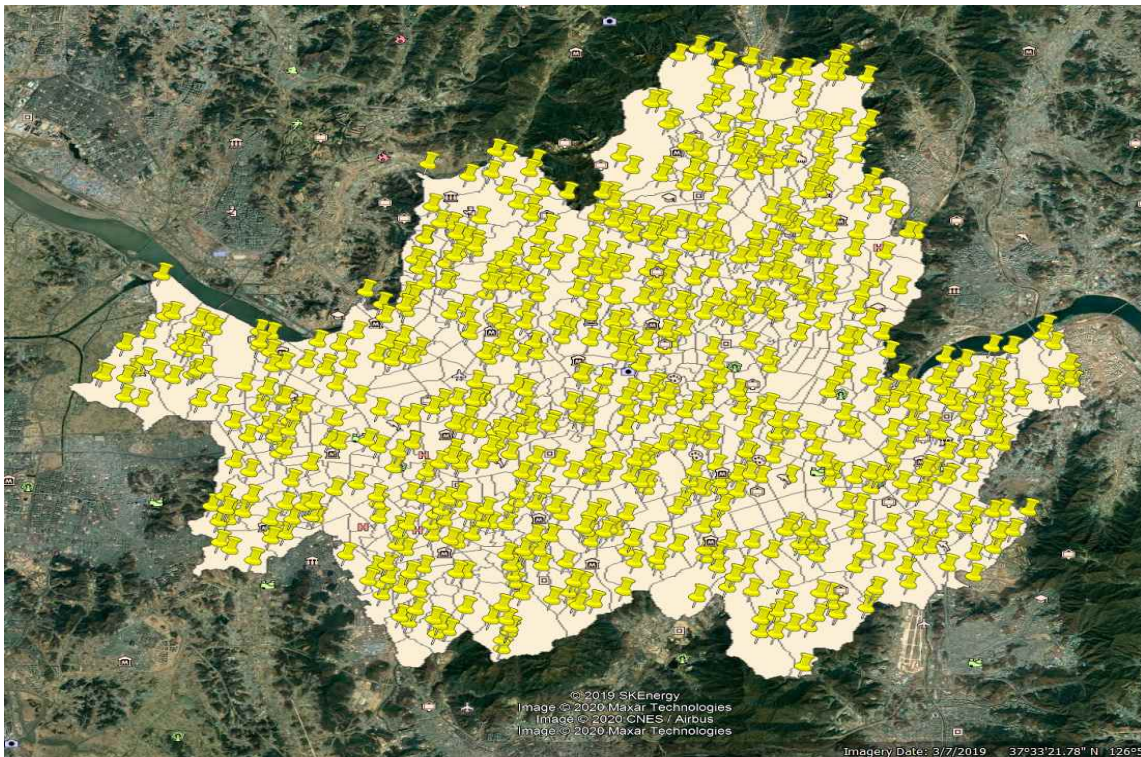


Figure 42. 1,000 photo interpretation sample points in Seoul(Google Earth)

2.1 Tree Cover Change in Seoul

Seoul showed the reduction in tree cover without statistically significant change between 2010–2018 years (Table 4). The tree/shrub statistically lost -0.1 percent in total and decreased -0.12 percent per year. The tree cover compensated its number by gaining and losing in various land cover type. On the other hand, average impervious cover (including building, road and other) increased 1.2 percent in total (0.15 percent/year). Most of the loss of tree cover converted to impervious other 33 percent, followed by conversion to building 29 percent, bare soil and grass/herbaceous cover each 16 percent (Table 5). Tree cover increased mostly converted from bare soil 35 percent, followed by building 29 percent, impervious other 21 percent. The tree cover change showed the most frequent changes happened in impervious building and other (Table 5). Net cover change exhibited tree cover gained in bare soil and water cover 0.1 percent each. Places with nature resource easily tend to have increased numbers of tree and shrubs.

Cover Class	2010		2018		Gain		Loss	Net Change %	Annual Change %	Statistically Significant Change
	%	SE	%	SE	%	%				
Grass/herb	3.3	0.6	3.8	0.6	1.2	0.7	0.5	0.06	NO	
Tree/shrub	35.4	1.5	34.4	1.5	1.4	2.4	-1.0	-0.12	NO	
Imperv. Bldg	28.6	1.4	28.6	1.4	1.5	1.5	0.0	0.00	NO	
Imperv. road	6.3	0.8	6.7	0.8	0.6	0.2	0.4	0.05	NO	
Imperv. other	16.6	1.2	17.4	1.2	2.3	1.5	0.8	0.10	NO	
Soil	3.9	0.6	3.6	0.6	1.3	1.6	-0.3	-0.04	NO	
Water	5.2	0.7	5.1	0.7	0.4	0.5	-0.1	-0.01	NO	
Agriculture	0.7	0.3	0.4	0.2	0.0	0.3	-0.3	-0.04	NO	

Table 17. Tree cover change summary

City	1st year cover class	2nd year cover class								1st year	
		Grass/herb	Tree/shrub	Imp. bldg	Imp. road	Imp. other	Soil	Water	Agriculture	Total	SE
Seoul (2010-2018)	Grass/herb	2.6	0.1	0.0	0.0	0.3	0.3	0.0	0.0	3.3	0.6
	Tree/shrub	0.4	33.0	0.7	0.1	0.8	0.4	0.0	0.0	35.4	1.5
	Imp. bldg	0.0	0.4	27.1	0.1	0.5	0.5	0.0	0.0	28.6	1.4
	Imp. road	0.0	0.0	0.0	6.1	0.2	0.0	0.0	0.0	6.3	0.8
	Imp. other	0.2	0.3	0.5	0.1	15.1	0.1	0.3	0.0	16.6	1.2
	Soil	0.4	0.5	0.3	0.0	0.4	2.3	0.0	0.0	3.9	0.6
	Water	0.1	0.1	0.0	0.2	0.1	0.0	4.7	0.0	5.2	0.7
	Agriculture	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.4	0.7	0.3
	2nd year total	3.8	34.4	28.6	6.7	17.4	3.6	5.1	0.4		
	2nd year SE	0.6	1.5	1.4	0.8	1.2	0.6	0.7	0.2		
	Net (2010-2018)	0.5	-1.0	0.0	0.4	0.8	-0.3	-0.1	-0.3		

Table 18. Tree cover change matrix by cover class in detail

Tree change	Grass/herb	Imp. bldg	Imp. road	Imp. other	Soil	Water	Agriculture	Total	SE
Loss	-0.4	-0.7	-0.1	-0.8	-0.4	0.0	0.0	-2.4	0.5
Gain	0.1	0.4	0.0	0.3	0.5	0.1	0.0	1.4	0.4
Net	-0.3	-0.3	-0.1	-0.5	0.1	0.1	0.0	-1.0	

Table 19. Tree cover loss and gain by other land cover type

Conclusion

Seoul's urban forest has various benefits and multi-functional effects working as the city's core green infrastructure. Even though the benefit of trees are sometimes underestimated, they give a plenty of ecosystem services to the public as mentioned in I-Tree Eco part here. In this research, only those four services parts(the pollution removal, carbon storage and sequestration, oxygen production, avoided runoff) have been analyzed based on I-Tree Eco plot data. However when we provide the data in relation to carbon avoided and building type, the services and associated values being provided by urban forest will be go higher. Also since there are still unknown tree services including UV, water quality, aesthetics, the monetary value discussed in this report is just a baseline of what the urban forest could give back to public.

Despite the value of trees, the tree canopy is on the decline in Seoul where landscape has replaced natural resources with growing impervious cover according to tree canopy assessment. This trend shows that efforts to preserve sustainable urban tree canopy are needed. Although government, NGOs, many individuals are devoting to increase the urban tree cover through tree planting campaign and implementation of urban forest, the way to achieve desired urban tree canopy has to be more integrated and engaged with the public. In addition if the trees are properly managed, the sound tree canopy can be preserved as well as allowing people to benefit the ecosystem value of Seoul urban forest.

In this research, forest land such as national parks and parks in urban areas have not stratified. The category of urban forest regulated by the Korea Forest Resources Act was not considered because the plots used in I-Tree and points for photo-interpretation in this report took into account all the public and private trees in Seoul area. More research is needed on the urban trees with detail stratified boundary in order to differentiate urban forest and forest in urban area.

Appendix 1. DBH distribution by each species

Species	0 - 7.6		7.6 - 15.2		15.2 - 30.5		30.5 - 45.7		45.7 - 61		61 - 76.2		76.2 - 91.4		91.4 - 106.7		106.7 - 121.9		121.9 +		
	%	SE	%	SE	%	SE	%	SE	%	SE	%	SE	%	SE	%	SE	%	SE	%	SE	
Abies firma			100	0																	
Abies holophylla	13	7	63	13	25	8															
Actinidia arguta	50	0	50	0																	
Acer buergerianum	11	0	67	0	22	0															
Acer palmatum	32	9	49	8	15	7	2	1	1	1	1	1									
Acer pseudosieboldianum	50	0	50	0																	
Acer triflorum			100	0																	
Aesculus turbinata	34	0	33	0	33	0															
Ailanthus altissima			50	0	50	0															
Alnus hirsuta	4	3	39	20	46	15	4	3	8	4											
Alnus japonica			27	13	73	13															
Albizia julibrissin	100	0																			
Betula platyphylla	55	19	26	6	18	14															
Betula schmidtii					100	0															
Betula dahurica	10	0	10	7	60	0	20	7													
Catalpa bignonioides			100	0																	
Castanea crenata	3	2	10	6	42	10	28	8	10	6	3	2		1	1				2	2	
Caesalpinia decapetala	100	0																			
Callicarpa dichotoma	100	0																			
Callicarpa japonica	100	0																			
Carpinus laxiflora	13	0			75	0	13	0													
Catalpa ovata	100	0																			

Species	0 - 7.6		7.6 - 15.2		15.2 - 30.5		30.5 - 45.7		45.7 - 61		61 - 76.2		76.2 - 91.4		91.4 - 106.7		106.7 - 121.9		121.9 +		
	%	SE	%	SE	%	SE	%	SE	%	SE	%	SE	%	SE	%	SE	%	SE	%	SE	
<i>Cephalotaxus harringtonii</i>	100	0																			
<i>Cercidiphyllum japonicum</i>	33	32			67	32															
<i>Cedrela sinensis</i>	100	0																			
<i>Celtis sinensis</i>					100	0															
<i>Chamaecyparis obtusa</i>	100	0																			
<i>Chionanthus retusus</i>			100	0																	
<i>Clerodendrum trichotomum</i>	100	0																			
<i>Cornus controversa</i>	10	0	33	0	57	0															
<i>Corylus heterophylla</i>	20	0	80	0																	
<i>Cornus kousa</i>	100	0																			
<i>Cornus officinalis</i>	46	15	54	15																	
<i>Corylus sieboldiana</i>					80	0	20	0													
<i>Crataegus pinnatifida major</i>	33	17	67	17																	
<i>Diospyros kaki</i>			67	10	28	9	6	6													
<i>Elaeagnus umbellata</i>	22	0	67	0	11	0															
<i>Euonymus alatus</i>	100	0																			
<i>Euonymus japonicus</i>	86	9	7	0	7	9															
<i>Euonymus sieboldiana</i>			100	0																	
<i>Ficus carica</i>			100	0																	
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>			10	9	81	10	10	8													
<i>Ginkgo biloba</i>	6	4	15	4	49	7	23	5	6	4											

Species	0 - 7.6		7.6 - 15.2		15.2 - 30.5		30.5 - 45.7		45.7 - 61		61 - 76.2		76.2 - 91.4		91.4 - 106.7		106.7 - 121.9		121.9 +		
	%	SE	%	SE	%	SE	%	SE	%	SE	%	SE	%	SE	%	SE	%	SE	%	SE	
<i>Gleditsia japonica</i>							100	0													
<i>Hibiscus syriacus</i>	50	0	50	0																	
<i>Hovenia dulcis</i>	67	0	33	0																	
<i>Juniperus chinensis</i>	29	12	52	11	10	5	10	9													
<i>Juniperus rigida</i>			17	0	83	0															
<i>Koelreuteria paniculata</i>					100	0															
<i>Lagerstroemia indica</i>	100	0																			
<i>Lespedeza bicolor</i>	100	0																			
<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>	100	0																			
<i>Ligustrum obtusifolium</i>			100	0																	
<i>Lindera obtusiloba</i>	27	12	17	11	46	11	7	2	2	2											
<i>Liriodendron tulipifera</i>					100	0															
<i>Maackia amurensis</i>			100	0																	
<i>Magnoliopsida</i>	39	9	39	7	20	10	2	2													
<i>Magnolia denudata</i>	20	11	60	14	20	10															
<i>Magnolia kobus</i>			50	0	50	0															
<i>Magnolia liliiflora</i>			67	24	33	24															
<i>Magnolia obovata</i>	22	8	33	0	44	8															
<i>Malus pumila</i>	62	10	13	0	25	10															
<i>Malus sieboldii</i>					100	0															
<i>Metasequoia glyptostroboides</i>	11	1	57	3	33	2															
<i>Morus alba</i>			25	0			75	0													

Species	0 - 7.6		7.6 - 15.2		15.2 - 30.5		30.5 - 45.7		45.7 - 61		61 - 76.2		76.2 - 91.4		91.4 - 106.7		106.7 - 121.9		121.9 +	
	%	SE	%	SE	%	SE	%	SE	%	SE	%	SE	%	SE	%	SE	%	SE	%	SE
Morus bombycis	19	10	52	13	29	14														
Paulownia coreana							50	0											50	0
Phyllostachys	100	0																		
Philadelphus schrenkii	50	0			50	0														
Photinia villosa			100	0																
Picea abies			33	0	33	0	34	0												
Pinus bungeana	13	0	13	0	75	0														
Pinus densiflora	8	2	31	4	55	4	5	2	0	0										
Pinus koraiensis	29	3	49	5	16	3	6	5												
Picrasma quassioides			80	0	20	0														
Pinus rigida	17	7	33	10	43	7	7	7												
Pinus strobus	29	0	57	0					14	0										
Platanus					100	0														
Platanus occidentalis					67	0	33	0												
Platanus orientalis			12	0	25	0	63	0												
Populus davidiana					100	0														
Populus deltoides			20	0	40	0			40	0										
Populus nigra							100	0												
Populus tomentiglandulosa	10	7	10	0	65	7	15	1												
Prunus armeniaca	75	0	25	0																
Prunus donarium					100	0														
Prunus mume	34	9	42	16	25	14														
Prunus padus			55	0	22	0	22	0												
Prunus persica	20	0	60	0	20	0														

Species	0 - 7.6		7.6 - 15.2		15.2 - 30.5		30.5 - 45.7		45.7 - 61		61 - 76.2		76.2 - 91.4		91.4 - 106.7		106.7 - 121.9		121.9 +	
	%	SE	%	SE	%	SE	%	SE	%	SE	%	SE	%	SE	%	SE	%	SE	%	SE
<i>Prunus sargentii</i>	29	12	36	5	36	12														
<i>Prunus serrulata</i>	15	7	28	8	50	5	7	4												
<i>Prunus tomentosa</i>	34	17	33	13	33	17														
<i>Prunus x yedoensis</i>			42	14	50	16	8	8												
<i>Pseudocyonia sinensis</i>			67	0	33	0														
<i>Pterocarya stenoptera</i>					100	0														
<i>Pyrus calleryana</i>	100	0																		
<i>Pyrus pyrifolia</i>	29	7	43	7	29	14														
<i>Quercus acutissima</i>	4	3	30	8	41	7	18	4	6	4			1	1	1	1				
<i>Quercus aliena</i>			31	21	69	21														
<i>Quercus dentata</i>	3	3	10	4	65	16	20	15	3	2										
<i>Quercus mongolica</i>	6	4	16	5	52	6	24	7	2	1										
<i>Quercus palustris</i>			100	0																
<i>Quercus serrata</i>	2	2	33	8	56	5	10	5												
<i>Quercus variabilis</i>	8	7	31	17	54	17	8	6												
<i>Rhus chinensis</i>	37	0	63	0																
<i>Rhus trichocarpa</i>			100	0																
<i>Ribes pinetorum</i>	50	0	50	0																
<i>Robinia pseudoacacia</i>	6	2	30	7	54	6	9	2	1	1	1	1								
<i>Salix koreensis</i>			83	0	17	0														
<i>Sorbus alnifolia</i>	3	2	29	10	39	5	21	8	5	3	3	2								
<i>Sophora japonica</i>	100	0																		
<i>Spiraea prunifolia</i>			100	0																
<i>Styrax japonicus</i>	29	27	14	0	57	27														

Species	0 - 7.6		7.6 - 15.2		15.2 - 30.5		30.5 - 45.7		45.7 - 61		61 - 76.2		76.2 - 91.4		91.4 - 106.7		106.7 - 121.9		121.9 +	
	%	SE	%	SE	%	SE	%	SE	%	SE	%	SE	%	SE	%	SE	%	SE	%	SE
<i>Styrax obassia</i>	41	0	53	0	6	0														
<i>Symplocos paniculata</i>	100	0																		
<i>Syringa oblata dilatata</i>	100	0																		
<i>Syringa vulgaris</i>					50	0	50	0												
<i>Taxus cuspidata</i>	72	14	14	14	14	0														
<i>Platycladus orientalis</i>			100	0																
<i>Torreya nucifera</i>	75	20	25	20																
<i>Ulmus davidiana</i>	50	24	17	16	33	8														
<i>Viburnum erosum</i>			100	0																
<i>Viburnum opulus sargentii</i>	33	0	67	0																
<i>Weigela subsessilis</i>	100	0																		
<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	100	0																		
<i>Zelkova serrata</i>			39	11	43	8	18	8												
<i>Ziziphus mauritiana</i>			100	0																
<i>Ziziphus zizyphus</i>	33	14	67	14																

Appendix 2. Comparison of Urban Forests

A common question asked is “How does this city compare to other cities?” Although comparison among cities should be made with caution as there are many attributes of a city that affect urban forest structure and functions, summary data are provided from other cities analyzed using the I-Tree Eco model.

I. City totals for trees

City	% Tree Cover	Number of Trees	Carbon Storage (metric tons)	Carbon Sequestration (metric tons/yr)	Pollution Removal (metric tons/yr)
Toronto, ON, Canada	26.6	10,220,000	1,108,000	46,700	1,905
Atlanta, GA	36.7	9,415,000	1,220,000	42,100	1,509
Los Angeles, CA	11.1	5,993,000	1,151,000	69,800	1,792
New York, NY	20.9	5,212,000	1,225,000	38,400	1,521
London, ON, Canada	24.7	4,376,000	360,000	12,500	370
Chicago, IL	17.2	3,585,000	649,000	22,800	806
Phoenix, AZ	9.0	3,166,000	286,000	29,800	511
Baltimore, MD	21.0	2,479,000	517,000	16,700	390
Philadelphia, PA	15.7	2,113,000	481,000	14,600	522
Washington, DC	28.6	1,928,000	477,000	14,700	379
Oakville, ON, Canada	29.1	1,908,000	133,000	6,000	172
Albuquerque, NM	14.3	1,846,000	301,000	9,600	225
Boston, MA	22.3	1,183,000	290,000	9,500	257
Syracuse, NY	26.9	1,088,000	166,000	5,300	99
Woodbridge, NJ	29.5	986,000	145,000	5,000	191
Minneapolis, MN	26.4	979,000	227,000	8,100	277
San Francisco, CA	11.9	668,000	176,000	4,600	128
Morgantown, WV	35.5	658,000	84,000	2,600	65
Moorestown, NJ	28.0	583,000	106,000	3,400	107
Hartford, CT	25.9	568,000	130,000	3,900	52
Jersey City, NJ	11.5	136,000	19,000	800	37
Casper, WY	8.9	123,000	34,000	1,100	34
Freehold, NJ	34.4	48,000	18,000	500	20

II. Totals per hectare of land area

City	Number of Trees/ha	Carbon Storage (metric tons/ha)	Carbon Sequestration (metric tons/ha/yr)	Pollution Removal (kg/ha/yr)
Toronto, ON, Canada	160.4	17.4	0.73	29.9
Atlanta, GA	275.8	35.7	1.23	44.2
Los Angeles, CA	48.4	9.4	0.36	14.7
New York, NY	65.2	15.3	0.48	19.0
London, ON, Canada	185.5	15.3	0.53	15.7
Chicago, IL	59.9	10.9	0.38	13.5
Phoenix, AZ	31.8	2.9	0.30	5.1
Baltimore, MD	118.5	25.0	0.80	18.6
Philadelphia, PA	61.9	14.1	0.43	15.3
Washington, DC	121.1	29.8	0.92	23.8
Oakville, ON, Canada	192.9	13.4	0.61	12.4
Albuquerque, NM	53.9	8.8	0.28	6.6
Boston, MA	82.9	20.3	0.67	18.0
Syracuse, NY	167.4	23.1	0.77	15.2
Woodbridge, NJ	164.4	24.2	0.84	31.9
Minneapolis, MN	64.8	15.0	0.53	18.3
San Francisco, CA	55.7	14.7	0.39	10.7
Morgantown, WV	294.5	37.7	1.17	29.2
Moorestown, NJ	153.4	27.9	0.90	28.1
Hartford, CT	124.6	28.5	0.86	11.5
Jersey City, NJ	35.5	5.0	0.21	9.6
Casper, WY	22.5	6.2	0.20	6.2
Freehold, NJ	94.6	35.9	0.98	39.6

<국외문헌>

HEI, State of Global Air. A special report on global exposure to air pollution and its disease burden

USDA, The Principal Law relating to USDA Forest Service State and Private Forestry Program 16~18p, 20~25p

<https://www.fs.fed.us/spf/coop/library/SPF-CF%20handbook.pdf>

USDA, March 2019, Forest Resources of the United States,

https://www.fs.fed.us/research/publications/gtr/gtr_wo97.pdf

USDA, September 2018, The Urban Forest of New York City

Urban and Community Program 2017 Accomplishment Report-New York

Nowak D.J., Assessing the Sustainability of Agricultural and Urban Forests in the United States. Chapter 4. Urban forest

Nowak, D.J.; Greenfield, E.J. 2018. US Urban Forest Statistics, Values, and Projections. *Journal of Forestry*. 116(2): 164-177.

Nowak D.J., 2018 Quantifying and valuing the role of trees and forests on environmental quality and human health. In: van den Bosch, M.; Bird, W., eds. *Nature and Public Health*. Oxford textbook of nature and public health. Oxford, UK: Oxford University Press: 312-316. Chapter 10.4.

Nowak D.J., Greenfield, E.J. 2012 Tree and impervious cover change in U.S. cities.

USDA Northern Research Station, revised 2019, A guide to accessing Urban forests <https://www.itreetools.org/tools>

i-Tree. 2017a. I-Tree Eco Field Guide. i-Tree Documentation:

https://www.itreetools.org/resources/manuals/ECOV6_ManualsGuides/ECOV6_FieldManual.pdf [accessed Dec. 2017].

i-Tree. 2017b. I-Tree Eco User's Manual. i-Tree Documentation:
https://www.itreetools.org/resources/manuals/Ecov6_ManualsGuides/Ecov6_UsersManual.pdf [accessed Dec. 2017].

Understanding I-Tree : Summary of Program and Method

USDA, Community Forest Program
https://www.fs.fed.us/spf/coop/library/cfp_road_map.pdf

The Central Park Effect : Assessing the Value of the Central Park's Contribution to New York City's Economy, 2015, applesed

National Urban and Community Forestry Advisory Council(NUCFAC) 2017 annual Report

Ten-Year Urban Forestry Action Plan for the National Urban and Community Forestry Advisory Council and the Community of Practice:2016-2026

<국내문헌>

제2차 도시림 기본계획(2018~2027), 산림청

전국 도시림 현황통계 2016, 산림청

2019년 주요 기업의 사회적 가치 보고서, 전국경제인연합회

시민참여형 도시숲 조성 및 관리사례1, 2016, 국립산림과학원

<홈페이지>

Central Park Conservancy : <https://www.centralparknyc.org/>

Bryant Park : <https://bryantpark.org/>

Philadelphia, Green City, Clean Waters Program :

<http://nrcregionsolutions.org/green-city-clean-waters-program-philadelphia-pennsylvania/>

Urban Tree Canopy Assessment <https://www.nrs.fs.fed.us/urban/utc/>

산림청 홈페이지 : <http://www.forest.go.kr>