

## 산림식생과 토양특성 분석을 통한 도시숲 관리방안 -대전시 도시숲을 중심으로-

# A Study on Management of Urban Forest through the Analysis of Vegetation and Soil Characteristics in Daejeon

이호영<sup>1</sup> · 오충현<sup>2</sup> · 김은식<sup>3</sup> · 손요환<sup>4</sup> · 박관수<sup>5</sup>

<sup>1</sup>동국대학교 대학원 바이오환경과학과, <sup>2</sup>동국대학교 바이오환경과학과, <sup>3</sup>국민대학교 산림자원학과, <sup>4</sup>고려대학교 환경생태공학과, <sup>5</sup>충남대학교 산림자원학과

### 서론

도시녹지는 생물자원 보존의 측면에서 유전자자원 보존 기능, 야생생물 보존기능, 생태계 유지기능, 토지 보전기능, 대기 보존기능, 물환경 보전 등의 기능을 수행하며 어메니티(Amenity) 유지 측면에서 거주환경의 보전 및 보건 휴양의 기능을 가지고 있다(오충현, 1992, 재인용). 특히 도시녹지에서 중요한 위치를 차지하는 것은 도시숲이며, 도시숲은 도시 및 도시인접지역에 위치한 삼림으로 시민의 여가활동과 도시환경조절 측면에서 중요한 역할을 하고 있다. 이러한 도시숲은 그 용이한 접근성으로 도시민들에게 여러 가지 편익을 제공하게 된다. 도시민들은 숲이 도시민들의 휴양 및 쉼터의 역할을 하기를 기대하고, 숲에서는 주로 등산과 산책을 즐기며, 2시간 이상 체류하는 것으로 나타났다(이연희 등, 2009).

도시숲은 대기오염물질의 유발이 많은 도시 내부에 있거나 도시와 인접해 있는 지리적인 특성으로 인하여 산성비로 인한 토양의 산성화와 중금속 오염이 심각한 상황이다. 서울시 중심에 위치하는 남산의 경우 도심 외곽에 위치하는 산림의 토양과 비교했을 때 낮은 pH 값을 보였으며, 토양완충능력 또한 도심구역(0~5km와 5~10km)이 외곽 구역(10~15km와 15~20km)에 비하여 현저히 낮은 값을 나타내었다(김동엽 등, 1998).

이와 같이 도시숲은 도시생태계 뿐만 아니라 도시민들의

건강에 매우 중요한 역할을 수행하고 있으나, 도시로부터 발생하는 환경오염 물질의 유입과 탐방객들의 과도한 이용 등 지속적인 인간간섭으로 도시숲 산림 생태계는 그 건강성에 많은 위협을 받고 있다.

이에 따라 본 연구는 대전시에 위치한 3곳의 도시숲을 대상으로 도시숲 산림식생과 토양특성 분석을 통해 도시숲의 현상을 파악하고 바람직한 관리방안을 제시하는 것을 목적으로 연구를 진행하였다.

### 연구내용 및 방법

#### 1. 연구범위

연구의 공간적범위는 대전시의 도시숲 3곳을 대상으로 하였다. 도시숲의 환경을 비교하기 위하여 도시 중심에 위치하여 탐방객들의 이용 빈도가 높고 도시환경의 영향을 많이 받는 남산공원과 도시 내부에 위치하지만 비교적 보전상태가 양호한 도솔산 월평공원, 그리고 대전시 외곽에 위치하여 상대적으로 도시의 영향이 적은 보문산을 대상으로 연구가 진행되었다.

현장조사는 2008년 9월에서 10월까지 3곳의 도시숲에 대하여 같은 시기에 실시되었다.



그림 1. 연구대상지

## 2. 연구방법

식생조사는 각 대상지별로 대표식생에 대한 표준조사지를 선정하고, 조사지마다 방형구법을 이용하여 군집별로 3개소씩 표본 조사를 실시하였다. 대상지 내의 식물 군집구조는 10×10m(100m<sup>2</sup>) 방형구를 설치하여 식물의 밀도, 피도, 생육상태(흉고직경, 수고, 수관폭)를 조사하였다. 현장조사 자료를 이용하여 층위별 상대우점도, 평균상대우점도, 종다양도, 최대종다양도, 우점도, 균재도, 유사도, 상이도를 분석하였다.

토양조사는 분석용 토양 시료를 각 지점의 A층과 B층 두 곳에서 채취하여 실시하였다. 채취한 시료는 실험실로 운반하여 그늘에서 말린 후 전처리 과정을 거친 후, 대기오염과 산성비 등의 영향이 예상되는 토양의 산성도 및 각종 중금속의 농도를 집중적으로 분석하였으며, 기타 유기물, 전질소, 유효인산, 치환성 양이온(K, Ca, Mg), 그리고 양이온치환용량(CEC) 등을 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 식물군집구조 현황 분석

#### 1) 남선공원

남선공원은 대전시 한복판에 위치하여 탐방객들의 이용이 잦은 곳으로, 소나무, 리기다소나무, 상수리나무, 소나무-상수리나무, 아까시나무림을 조사한 결과 소나무림을 제외

한 모든 군집에서 종다양도가 1.0 미만으로 나타나 낮은 종다양성을 보였다. 최대종다양도는 0.9~1.4 사이의 값을 보였으며, 소나무림이 1.3424로 가장 높게 나타났다. 특히 아까시나무림은 매우 낮은 종다양도 및 상재도 값을 보여 아까시나무가 지나치게 우점하고 있음을 알 수 있다.

표 1. 대전시 남선공원 식물군집구조

군집명	개체수			총 계	종 수	분석			
	상 층	중 층	하 층			H'	Hmax	J'	D'
리기다소나무	42	5	33	80	8	0.6662	0.9031	0.7377	0.2623
상수리나무	20	18	52	90	13	0.8733	1.1139	0.7840	0.2160
소나무	34	16	128	178	22	1.0097	1.3424	0.7522	0.2478
소나무- 상수리나무	32	15	84	131	16	0.9663	1.2041	0.8025	0.1975
아까시나무	34	17	56	107	10	0.5164	1.0000	0.5164	0.4836

※H'-종다양도, Hmax-최대종다양도, J'-상재도, D'-우점도

#### 2) 월평공원

월평공원은 대전 시내에 위치하지만 비교적 보전상태가 양호한 도시숲으로, 소나무, 리기다소나무, 상수리나무, 소나무-굴참나무, 아까시나무림을 조사하였다. 전체적으로 종다양도는 0.5~1.1 사이의 값을 보이고, 최대종다양도는 1.0~1.3 사이의 값을 보이고 있어 남선공원보다는 다양한 수종들이 분포하고 있다. 소나무림이 종다양도와 최대종다양도에서 가장 높은 값을 보여 다양한 수종이 고르게 분포하는 양호한 식생구조를 이루고 있는 반면, 아까시나무림은 남선공원에서도 마찬가지로 매우 낮은 종다양도와 상재도 값을 보이고 있다.

표 2. 대전시 월평공원 식물군집구조

군집명	개체수			총 계	종 수	분석			
	상 층	중 층	하 층			H'	Hmax	J'	D'
리기다소나무	44	11	88	143	15	0.9309	1.1761	0.7915	0.2085
상수리나무	33	18	148	199	15	0.9440	1.1761	0.8027	0.1973
소나무- 굴참나무	41	22	171	234	12	1.0070	1.0792	0.9331	0.0669
소나무	34	16	87	137	18	1.0465	1.2553	0.8337	0.1663
아까시나무	34	36	79	149	10	0.5698	1.0000	0.5698	0.4302

※H'-종다양도, Hmax-최대종다양도, J'-상재도, D'-우점도

3) 보문산

보문산은 대전시 남부 외곽에 있는 도시숲으로, 소나무-리기다소나무, 상수리나무, 아까시나무, 일본잎갈나무림을 조사하였다. 전체적으로 종다양도는 0.8~1.3 사이의 값을 보이고, 최대종다양도는 1.1~1.4 사이의 값을 보이고 있어 도시 내부에 있는 두 공원에 비하여 종다양도 및 최대종다양도 모두 높은 값을 보이고 있다. 아까시나무림과 일본잎갈나무림은 조림지임에도 불구하고 양호한 종다양도를 보이고 있으며, 특히 아까시나무림은 위의 두 도시숲에 비하여 건강한 식생구조를 유지하고 있다.

표 3. 대전시 보문산 식물군집구조

군집명	개체수				종수	분석			
	상층	중층	하층	계		H'	Hmax	J'	D'
상수리나무	20	30	27	77	14	0.9650	1.1461	0.8420	0.1580
소나무-리기다소나무	28	45	71	144	24	1.2370	1.3802	0.8962	0.1038
아까시나무	23	22	44	89	15	0.8556	1.1761	0.7275	0.2725
일본잎갈나무	21	35	100	156	23	1.1057	1.3617	0.8120	0.1880

※H'-종다양도, Hmax-최대종다양도, J'-상재도, D'-우점도

2. 토양 분석

1) 남선공원

남선공원의 토양분석 결과, 다른 두 곳의 도시숲에 비하여 유기물층의 두께가 평균 0.5cm으로 매우 얇고, 토양 경도는 0.5~3.7로 높게 나타났다. 이는 정기적인 숲가꾸기를 통해 유기물층을 걷어내고, 탐방객들이 과도하게 숲 내부로 진입하여 답압이 발생했기 때문으로 판단되며, 특히 소나무림과 리기다소나무림에서 이러한 현상이 두드러지게 나타나고 있다.

화학적 특성은 리기다소나무림을 제외한 나머지 4개 군집의 A층에서 토양 pH는 최대 4.35 이하의 값을 나타내어 대전시 도시숲의 경우에도 대기오염이나 산성비 등의 오염 물질에 장기간 영향을 받은 것으로 보인다. 토양 내 유기물 및 유효인산 함량은 정진현 등(2002)이 보고한 우리나라 일반 산림토양에서 나타나는 값 보다 비교적 낮은 값을 보이는 것으로 나타나서 식생에 대한 양료 공급 차원에서 문

제가 있는 것으로 보인다. 또한, 치환성 칼슘과 마그네슘의 경우도 정진현 등(2002)이 보고한 우리나라 산림토양의 평균 치환성 양이온 함량(Ca<sup>2+</sup>: 2.44me/100g, Mg<sup>2+</sup>: 1.01me/100g) 보다 매우 낮은 것으로 나타나서 토양의 산성화로 인한 치환성 양이온의 용탈이 의심된다.

표 4. 대전시 남선공원 토양특성

군집명	층위	유기물층	토심	경도	pH	유효인산	치환성양이온		
							K	Ca	Mg
소나무	A층	0.5	6	2.5	4.15	7.30	0.20	0.60	0.25
	B층		70	2.5	4.20	1.80	0.19	0.13	0.08
소나무-상수리나무	A층	0.5	7	1.0	4.35	3.79	0.29	0.98	0.32
	B층		33	1.5	4.40	2.37	0.33	0.60	0.67
리기다소나무	A층	0.5	6	2.8	4.70	4.44	0.25	1.12	0.58
	B층		30	3.7	4.61	4.75	0.23	0.53	0.25
아까시나무	A층	0.5	10	0.5	4.10	26.56	0.31	1.35	0.22
	B층		40	2.0	4.64	12.47	0.21	0.46	0.10
상수리나무	A층	0.5	9	1.6	4.02	17.96	0.34	0.82	0.31
	B층		30	1.8	4.34	8.56	0.25	0.19	0.12

2) 월평공원

월평공원의 토양분석 결과, 유기물층의 두께 0.5~1.5cm로 다른 두 곳 도시숲의 중간정도의 값을 보였다. 토양 경도는 0.5~2.5로 세 곳 중에서 가장 낮은 경도를 나타냈다.

화학적 특성으로는 소나무, 상수리나무, 소나무-상수리나무림에서 토양 pH 4.5 이하의 값을 보였다. 전체 군집에

표 5. 대전시 월평공원 토양특성

군집명	층위	유기물층	토심	경도	pH	유효인산	치환성양이온		
							K	Ca	Mg
소나무-상수리나무	A층	1.5	9	1.2	4.38	5.81	0.21	0.08	0.17
	B층		45	2.5	4.54	2.83	0.22	0.09	0.16
리기다소나무	A층	0.8	11	0.7	4.74	5.81	0.17	0.56	0.19
	B층		50	1.5	4.79	1.34	0.15	0.35	0.11
상수리나무	A층	1	8	1.5	4.38	2.44	0.16	0.12	0.13
	B층		45	1.5	4.71	4.20	0.12	0.12	0.14
소나무	A층	1	8	0.5	4.31	5.93	0.17	0.16	0.09
	B층		65	1.0	4.45	2.30	0.16	0.07	0.05
아까시나무	A층	0.5	7	0.5	5.04	6.76	0.19	1.58	0.15
	B층		40	0.5	5.79	6.61	0.20	1.37	0.24

서 토양 내 유기물 및 유효인산 함량은 우리나라 일반 산림 토양에서 나타나는 값 보다 비교적 낮은 값을 보여 식생에 대한 영양 공급에 문제가 있을 수 있고, 치환성 칼슘과 마그네슘도 우리나라 산림토양의 평균 치환성 양이온 함량 보다 매우 낮아 토양의 산성화로 인해 치환성 양이온의 용탈이 일어날 가능성이 높다.

### 3) 보문산

보문산의 토양분석 결과, 유기물층의 두께가 1.5~5.0cm로 도시 내부에 위치하는 다른 두 곳의 도시숲에 비하여 월등하게 높은 값을 보여 낙엽층이 그대로 쌓여 있음을 알 수 있다. 토양 경도는 0.7~3.2로 남선공원 보다는 낮고, 월평공원 보다는 높은 값을 보였다.

화학적 특성으로는 아까시나무림을 제외한 나머지 3개 군집의 A층에서 토양 pH가 최대 4.5 이하의 값을 나타내어 대기오염이나 산성비 등의 오염물질에 장기간 영향을 받은 것으로 판단된다.

토양 내 유기물 및 유효인산 함량은 다른 두 곳과 마찬가지로 비교적 낮은 값을 보여 식생에 대한 양료 공급 차원에서 문제가 있는 것으로 보인다. 또한, 치환성 칼슘과 마그네슘의 경우도 우리나라 산림토양의 평균 치환성 양이온 함량 보다 매우 낮아 토양의 산성화로 인한 치환성 양이온의 용탈의 문제가 있는 것으로 보인다.

## 결론

대전시 도시숲 3곳(남선공원, 월평공원, 보문산)의 군집별 식생구조와 토양 분석을 실시하여 비교 분석한 결과, 도

시숲의 현재 위치에 따라서 서로 다른 조사 결과를 보임을 알 수 있었다. 도시의 중심에 위치한 남선공원, 도시 내부에 위치하지만 비교적 보전이 양호한 월평공원, 도시 외곽에 위치하여 상대적으로 교란을 덜 받은 보문산 순으로 종다양도 및 최대종다양도가 증가하는 등 생태적 건강성이 양호해지는 것이 확인되었다. 뿐만 아니라 남선공원의 경우 토양의 유물층의 두께가 매우 낮고, 답압에 의한 토양의 경도 또한 다른 두 곳에 비하여 높게 나타나 인간의 간섭이 도시숲의 건강성에 영향을 미친다고 할 수 있다. 토양의 화학적 특성분석 결과에서는 세 곳 모두 낮은 pH와 유효인산 및 치환성양이온 값을 보여 토양의 산성화가 심각하게 진행되고 있으며, 이로 인하여 치환성 양이온의 용탈이 심화되는 것으로 판단된다. 토양 내 유기물 및 유효인산의 함량도 우리나라 산림토양의 평균치보다 낮은 값을 보여 식생에 대한 영양 공급이 원활하게 이루어지지 못하고 있다.

이와 같이 대전시의 도시숲은 탐방객 등 인간 간섭과 도시환경오염의 영향으로 숲의 건강성에 위협을 받고 있어 적절한 관리방안의 수립이 필요한 실정이다. 남선공원과 같이 탐방객의 이용 빈도가 높은 도시숲에서는 숲 내부로 진입이 늘어남에 따라 토양 경도가 높아지고, 유기물층의 소실이 늘어나므로 계단, 로프 설치 등 등산로 정비를 통하여 탐방객의 임내 진입을 통제할 필요가 있다. 또한 숲 내부의 낙엽층을 남겨두어 유기물 및 유효인산 등 양분공급이 원활하게 이루어질 수 있도록 하고, 토양산성화가 심하게 이루어진 지역은 석회 살포 등의 적극적인 관리대책을 수립하는 것이 바람직하다.

## 인용문헌

- 김동엽, 황인찬(1998) 서울지역 도시림 토양의 산성화와 완충능력 변화. 한국임학회지 87(2):188~193쪽
- 오충현(1992) 도시녹지의 생태학적 조성 및 관리방안에 관한 연구. 석사학위논문, 1~2쪽
- 이연희, 김기원, 변우혁(2009) 도시숲으로서 북한산 국립공원의 탐방객 특성에 관한 연구 13(1):53~61쪽
- 이창복(2003) 원색대한식물도감. 향문사
- 정진현, 구교상, 이충화, 김춘식(2002) 우리나라 산림토양의 지형별 특성. 한국임학회지 91(6):694~700쪽

표 6. 대전시 보문산 토양특성

군집명	층위	유기물층	토심	경도	pH	유효인산	치환성양이온		
							K	Ca	Mg
소나무-리기다소나무	A층	4.5	13	1.0	4.29	4.62	0.19	0.18	0.12
	B층		56	3.2	4.46	2.17	0.23	0.21	0.13
일본잎갈나무	A층	5.0	15	1.3	4.32	4.70	0.25	0.38	0.16
	B층		72	3.0	4.57	3.28	0.21	0.22	0.10
아까시나무	A층	1.5	13	1.2	4.89	15.93	0.49	3.48	0.42
	B층		64	2.7	4.87	12.18	0.42	2.37	0.22
상수리나무	A층	4.5	8	0.7	4.12	7.30	0.38	1.05	0.56
	B층		42	3.0	4.44	3.17	0.32	0.47	0.50