

서울 난지도 쓰레기 매립지에 생육중인 식물의 생태적 특성

Ecological Characteristics of Vegetation in the Nanji-do Garbage Recalimed Area, Seoul

서울시립대학교 도시과학대학 건축도시조경학부*

산림청 국립수목원**

서울시립대학교 대학원 조경학과***

이경재* · 박수현** · 이수동***

I. 연구배경 및 목적

난지도 쓰레기매립장은 서울시와 고양시의 경계인 마포구 상암동 일대에 위치하고 있으며, 1978년 3월부터 1993년 3월까지 약 15년동안 서울에서 발생된 각종 폐기물 약 92,000,000m³를 위생기반시설 및 오염방지시설 없이 비위생적으로 매립한 상태이었다. 이로 인하여 최근까지 침출수가 유출되어 주변지역의 수질과 토양을 오염시키고, 배출가스로 인한 화재 및 대기오염의 발생이 일어났다. 쓰레기 매립후 1996년에는 난지도 전체면적의 17.22%지역이 아까시나무, 버드나무를 중심으로 한 목본식물이 분포하였고, 귀화종을 중심으로 초본식생들이 생육하였다. 이후 목본식물의 면적은 넓어지고 더욱 성장하여 외형적으로는 산림의 형태를 이루고 있는 상태이었다. 한편 최근들어 본 대상지는 도시내 녹지조성 및 생태계 복원, 생태도시 등의 중요성이 대두되면서 서울시 서쪽지역 녹지축 연결고리로 중요하게 부각되고 있다.

본 연구는 난지도 쓰레기매립지에 분포하고 있는 식물생태계 및 토양 특성을 조사·분석하여 대상지에 분포하는 식생의 생태적 특성을 밝히고, 생태계 복원시 또는 녹지축 조성을 위한 식생관리 방안을 제시하기 위한 기초자료로서 활용하고자 한다.

II. 연구방법

난지도 쓰레기매립지의 생태적 특성을 파악하기 위하여 식물생태계 및 토양특성을 조사하였다. 식물생태계에서는 대상지의 식물상을 파악하였으며, 식생상관(vegetational physiognomy)을 기본으로 현존하는 식물군락 유형별 분포현황을 도면화하였다. 현존식생도를 바탕으로 목본식물군집구조를 파악하기 위하여 10m×10m(100m²) 조사구를 설정하였으며, 식생조사는 흉고직경 2cm이상인 수목을 교목층과 아교목층으로, 그 이하의 수목을 관목층으로 구분하여 수종명, 흉고직경, 수고, 지하고, 수관폭을 조사하였다. 각 조사구의 수관층별 중간 상대적 우세를 비교하기 위하여 Curtis & McIntosh(1951)방법을 응용한 이경재 등(1990a)의 방법으로 상대우점치(I.V.: importance value) 및 평균상대우점치(M.I.V.: mean importance value)를 구하였으며, Pielou(1975)의 방법으로 Shannon의 종다양도(H')와 최대종다양도(H'max), 균재도(J: Evenness), 우점도(D': Dominance)를 구하였고, 중간상관관계를 분석하였다. 각 조사구에서 우점종 중 평균흉고직경에 해당하는 수목을 대상으로 목편을 추출하였으며, 연간 성장량을 파악하기 위하여 1mm방안지 위에 기록하여 수령과 성장량 분석하였다.

초본식생을 정량적으로 평가하기 위하여 Braun-Blanquet(1964)의 식물사회학적인 조사방법을 이용하여 초본식생지역의 분포현황을 조사하였다. 초본식생이 우점하는 지역의 현황 및 잠재성을 평가하기 위하여 3m×3m(9m²), 2m×2m(4m²)의 방형구를 설정하였으며, 방형구내에 출현하는 초본을 대상으로 피도와 개체수를 조합시킨 우점도와 개체의 집합 또는 이산 정도를 나타내는 군도를 기록하였다. 또한 피도와 초장을 조사하였다.

난지도 토양특성을 파악하기 위하여 지피물을 걷어낸 후 표토 5cm 부위와 근권층 30cm 부위에서 각각 1점씩 채취하였다. 그리고 쓰레기 부숙에 의한 영향을 파악하기 위하여 지표하 30~40cm에 분포하는 근권층 해당부위 온도를 지중온도계로 측정했다. 토양의 물리성은 난지도 매립지의 복토에 사용된 토양의 삼상을 분석하였고, 화학성 분석은 토양 pH, 유기

물함량, CEC, 치환성양이온함량 등의 항목을 조사·분석하였다.

Ⅲ. 연구결과 및 고찰

1. 식생군집

1) 식물상

대상지를 조사한 결과 난지도 사면에 출현하는 식물종은 38과 122종 1품종 17변종으로 총 140종류(taxa)가 관찰되었으며, 이 중 귀화종은 48종, 자생종은 92종이었다.

2) 현존식생

현존식생 조사결과 초본식물군이 조사지 전체 면적의 32.6%로 가장 넓게 분포하였으며, 교목군이 26.1%, 관목군이 1.5%이었고, 식생이 분포하지 않는 나지가 29.4%로 넓은 면적이었다. 나지는 침출수가 용출되는 지역 또는 각종 공사로 인하여 발생한 지역이었다. 난지도 현존식생유형 중 교목군은 아까시나무, 버드나무, 포플러류, 가중나무, 붉나무 등 7개로 구분되었으며, 관목군은 교목성 수종인 아까시나무, 버드나무, 관목성 수종인 참싸리, 개나리, 구기자나무 등 6개 유형이었다. 아까시나무는 전사면 지역에 고르게 분포하고 있었으며, 버드나무는 남사면에 소규모로 분포하였고, 주로 북사면과 동, 서사면에 분포하였다. 초본식물군은 제 1, 2매립지 북사면에 대규모로 분포하였으며, 그 외의 다른 사면에도 고르게 분포하였다.

3) 식물군집구조

(1) 목본식물군집구조

난지도 사면 목본식물군집구조 분석결과 아까시나무군락, 버드나무군락, 참오동나무군락, 붉나무군락, 참싸리군락, 가중나무군락의 6개 유형으로 구분되었으며, 이 중 아까시나무군락은 계속 아까시나무가 우점종으로 유지될 것이며, 버드나무군락은 점차 아까시나무와 경쟁을 통하여 아까시나무군락으로 변화될 것이다. 참싸리군락과 붉나무군락은 자연상태에서

생태적 천이 초기 식물로 점차 다음 단계의 식생으로 변화될 것이나 대상지의 특성상 지속적인 모니터링이 필요하였다. 참오동나무군락과 가중나무군락은 자연상태에서는 군락을 형성하지 않는 난지도만의 독특한 현상이었다. 대상지에 출현하는 목본군락은 생태적으로 불안정한 상태로 난지도 사면의 생태적 복원을 위해서는 자생식물군락으로의 식생변화가 필요하였다.

종다양도를 살펴보면, 참오동나무군락이 0.6768, 버드나무군락 0.6145로 높았으며, 참싸리군락(0.1246), 붉나무군락(0.1246), 가중나무군락(0.0276) 등은 낮은 상태이었다. 쓰레기 매립지의 특수한 환경으로 종다양도는 낮은 상태이었으며, 특히 최대종다양도를 살펴보면 아까시나무군락은 최대종다양도가 매우 높았으나 아까시나무 1종에 의한 우점도가 높아 샤논의 종다양도가 낮았다.

난지도에 출현하는 종들은 도입된지 5~8년후까지 성장량이 증가하여 세력이 확장되었으나 이 후 성장량이 감소하였으며, 특히 아까시나무군락과 버드나무군락은 점차 성장량이 감소하는 경향으로 군락의 쇠퇴까지 진행될 수 있으므로 자생식생군락으로 발전시키는 대안이 강구되어야겠다.

(2) 초본식물군집구조

① 귀화종 초본식물군락

귀화종 초본식물군락은 개망초군락, 능수참새그렁군락, 돼지풀군락, 서양등골나물군락, 쯤명아주군락의 5개 군락으로 구분되었다. 개망초군락의 주요 출현수종으로 산국, 서양등골나물, 썩, 뿌리땀이 등이었으며, 능수참새그렁군락에서는 썩이 출현하였다. 돼지풀군락에서는 환삼덩굴과 경쟁하고 있었으며, 개망초가 주요 출현종이었으며, 서양등골나물군락은 썩과 경쟁하고 있었다. 쯤명아주군락은 갈퀴덩굴이 주요 출현종이었다.

② 자생종 초본식물군락

자생종 초본식물군락은 갈대군락, 갈퀴덩굴군락, 냉이군락, 쇠뜨기군락,

쇠별꽃군락, 쑥군락, 애기똥풀군락, 참새귀리군락, 칩군락, 황새냉이군락의 7개 군락으로 구분되었다. 갈대군락에서는 갈퀴덩굴, 참새귀리, 미국쑥부쟁이 등이 주요 출현종이었으며, 갈퀴덩굴군락은 좀명아주, 쇠별꽃, 개망초, 쑥 등이 주요 출현종이었다. 냉이군락은 쇠별꽃과 경쟁하고 있었으며, 쇠뜨기군락에서는 쑥과 갈대가 주요 출현종이었다. 쇠별꽃군락은 갈퀴덩굴과 좀명아주가 주요 출현종이었고, 쑥군락에서는 서양등골나물, 쇠별꽃, 능수참새그렁, 꽃마리 등이 주요 출현종이었다. 애기똥풀군락은 갈퀴덩굴, 쑥, 쇠별꽃 등이 주로 출현하였으며, 황새냉이군락에서는 애기똥풀, 접달맞이꽃과 경쟁 상태이었다. 참새귀리군락은 다른 종이 출현하지 않은 상태이었다.

2. 토양특성

1) 지중온도 측정

난지도에 매립된 쓰레기류는 선별되지 않아 지하에서 유기물이 미생물에 의해 부식이 진행되고 그 과정에서 발생하는 '가스'와 발효열에 의한 식물의 피해가 예상되므로 온도차이 정도를 조사하기 위하여 지온을 측정하였다. 측정된 결과 제 1매립지에서는 기온 20.0℃일 때 지온은 15.4~22.8℃, 제 2매립지에서는 기온 21.0℃일 때 13.4~22.3℃로 나타난 점으로 미루어 볼 때 부분적으로 쓰레기 부숙이 진행되어 미생물활동에 의한 발열반응이 나타나고 있는 것으로 판단되었다.

2) 토양의 이화학성 분석

(1) 토양의 물리성

매립지의 복토에 사용된 토양의 토성은 대부분 사질양토(SL: Sandy Loam)와 양질사토(LS : Loamy Sand)로 나타나 수목식재에는 큰 문제점이 없는 것으로 나타났으나, 토양건밀도가 높고 통기성이 불량할 뿐만 아니라 공극량이 매우 적어 수목생육에는 부적합한 것으로 판단되었다. 토양삼상에서는 가비중이 높아 고상의 비율이 높았으며 액상도 일반 산림 토양에 비해 2배 이상 낮아 수목의 수분결핍 현상이 초래될 우려가 있었

다. 이는 복토토양으로 사용된 흙이 대부분 지하철공사장 심토에서 채취하여 공극량이 적고 토양물리성이 나쁜 모재토양이었으며, 쓰레기 부속으로 인한 발열 때문에 토양수분의 결핍현상이 가중되었을 것으로 추정되었다.

표 1. 난지도 사면지역 토양삼상 분석 성적표 (단위 : %)

구 분	고 상	액 상	기 상
제 1 매립지	49.01	12.83	38.16
제 2 매립지	50.23	11.78	37.99
산 립 토 양	34.30	29.70	36.00

(2) 군락별 토양의 이화학성 분석

대부분의 토양산도가 pH 7이 넘는 알카리성으로 나타나 수목식재시 생리장해를 일으키거나 고사할 우려가 많은 토양상태이었다. 질소함량과 유효인산의 함량이 비교적 낮은 지역이 많으며 유기물함량은 0.7%~7% 까지 다양하게 나타났으나 대부분 3% 미만의 토양이어서 비교적 척박한 토양이 많았다. 그러나 칼슘의 함량은 일반적인 산림토양에 비해 매우 높게 나타났으며, 이는 쓰레기에 건축공사 잔해물이 많은데 기인한 것으로 판단되며, 이로 인한 영양불균형 상태가 원소간 길항작용 등으로 수목생장에 나쁜 영향을 미칠것으로 판단되었다.

3. 식생군집 조성제안

이상 난지도 식물생태계 분석결과 쓰레기 매립장이라는 특수한 환경조건으로 인하여 외래식물이 주로 분포하고 있었으며, 복토된 토양조건에 따라 목본식물군락과 초본식물군락으로 구분되었다. 이들 군락들은 외래종 또는 생태계천이 초기식물들이 우점하고 있고, 또한 종다양도도 매우 낮아 생태적으로는 매우 불안정한 상태라 할 수 있었다. 따라서 난지도 사면지역은 자생종을 이용한 식생복원방안이 요구되며, 환경조건상 장기간의 계획과 복원과정이 필요할 것으로 판단되었다.

난지도 사면의 생태적 복원은 서울시 서쪽지역의 녹지축을 연결하는

것을 기본전제로 하는 것이다. 한편, 대상지의 식생은 단순한 종구성과 불량한 토양으로 인하여 생태적으로 불안정한 구조이므로 생태적인 안정성을 확보하여야 할 것이다. 생태적인 안정성을 확보하기 위한 목표 식생 군락으로는 목본식물 군락은 난지도 주변 산림지역의 참나무류림을 목표 식물군락으로 설정하여야 할 것이다. 따라서 식재종 선정은 난지도 주변 산림지역에 생육하는 자생종이어야 하며, 식재 후 관리로는 식재종이 성장하여 기존 식생과 경쟁을 통하여 세력을 확장해 나갈 수 있도록 생태적 천이 진행을 유도하는 관리가 필요할 것이다. 또한 현재 버드나무군락에서 발생하고 있는 덩굴성 식물에 의하여 수목이 고사하는 현상을 방지하기 위하여 덩굴성 식물을 지속적으로 제거하는 관리 방법이 필요할 것이다.