

도시림 복원 및 관리 기술의 개발에 관한 연구¹⁾

- 원식생 복원과 생물다양성 증진을 중심으로 -

김귀곤²⁾ · 조동길³⁾ · 김남춘⁴⁾ · 민병미⁵⁾

²⁾서울대학교 조경학과 · ³⁾서울대학교 대학원 협동과정 조경학전공 박사과정
⁴⁾단국대학교 생물자원과학부 · ⁵⁾단국대학교 과학교육과

A Study on the Development of Techniques for Urban Forest Restoration and Management¹⁾

- Focus on the Restoration of Origin Vegetation and Improvement of Biodiversity -

Kim, Kwi-Gon²⁾, Cho, Dong-Gil³⁾, Kim, Nam-Choon⁴⁾ and Min, Byung-Mee⁵⁾

²⁾Dept. of Landscape Architecture, Seoul National University

³⁾Ph D. Program in Landscape Architecture, Seoul National University

⁴⁾School of Bio-Resource Science, Dankook University

⁵⁾Dept. of Science Education, Dankook University

ABSTRACT

This study aims at restoring urban forest destructed and eliminated by industrialization, urbanization, and city development and presenting a direction to manage remaining urban forest ecologically. To this end, an experiment zone where *Populus tomentiglandulosa* T. Lee were selective cutted and a control zone where *Populus tomentiglandulosa* T. Lee were kept intact were created in Chongdam Park located in Kangnam-ku, Seoul. Then, the structural changes of herbaceous plant species, the growth of targeted woody plants, and the increase of the number of insect and bird species were examined.

The conclusions reached in this study are as follows.

First, for the sake of ecological restoration and management of urban forest, it is good to selective cutting. Although timing, frequency, and methods may vary depending on the features and types of urban forest, the study revealed that selective cutting contributes to the restoration speed of origin vegetation and the enhancement of biodiversity including plants and insects.

Second, as for the correlations of selective cutting and the appearance of plant species, the growth of origin vegetation, and insect distribution, the study showed that the impact of meteorological environment such as brightness is much greater than that of soil environment.

1) 이 연구논문은 환경부 공공기반기술개발사업 과제 “효율적인 생물서식공간 조성기술개발”의 일환으로 수행되었음.

Third, in order to manage urban forest, tramping pressure needs to be controlled efficiently. The efficient control of tramping pressure would contribute in the appearance of herbaceous plants. It would also be beneficial in promoting biodiversity of birds by removing the impact of people using routes.

Fourth, in order to enhance the overall biodiversity of urban forest, diverse environment needs to be provided. In particular, it is necessary to supply water that is insufficient in urban forest. Providing habitats such as forest wetland performs an important function to amphibians and birds that require water as well as the appearance of aquatic plants and insects. Therefore, ways to introduce water efficiently should be initiated.

Key words : urban forest restoration, biodiversity, selective cutting, wildlife management

I. 서론

산업화와 도시화를 겪으면서 빠르게 악화되어 온 도시환경은 야생생물의 서식공간을 위협하면서 생물종의 감소를 가져왔다. 특히, 인구증가와 함께 개발요구의 증가는 자연적인 서식처를 지속적으로 훼손·소멸시키고 있다. 이러한 서식처와 생물종의 감소를 극복하고, 더 이상의 생물종 손실을 방지하기 위한 “생물다양성협약(1992)”이 체결된 이후에 도시지역에서 생물종의 증진을 위한 다양한 노력이 기울여지고 있다. 이들 중에는 중요한 서식처나 생물종을 대상으로 하여 보전의 노력과 함께 복원, 새로운 서식처의 조성 등을 위한 노력이 포함된다.

위와 같은 노력중에 하나는 도시림을 보는 시각의 전환으로 도시림을 야생생물의 주요 서식처이면서 생태네트워크 구축을 위한 중요한 거점으로서 다른 소생태계에 생물종의 공급원 역할을 할 수 있는 곳으로 보고 있다. 즉, 기존에는 도시림을 하나의 도시근린공원으로 보고, 공원의 기능인 위락성, 안정성, 쾌락성 등을 충족하는 장소로 본 반면에 최근 들어서는 지구온난화와 생물다양성 증진 등의 지구환경문제와 관련하여 환경보전의 기능 및 생태적인 기능을 강조하고 있다(김귀곤, 1994). 그리고, 도시내 잔존하는 자연산림군집에 대해서 그 중요성이 강조된 바 있는데, 이러한 공간은 다양한 기능을 수행하는 곳이며, 생태학에 기초한 관리가 필요로 한다는 것이다. 이렇게 관리되는 도시림은 유지비용을 절감시키고 자기유지적인

경관을 창출해야 한다는 전제에 기초하고 있다 (Michael Hough, 1996).

그러나, 이러한 도시림은 외부로부터의 개발압력과 인간의 교란에 따른 파편화, 고립화 등으로 서식처로서의 가치보다는 개발의 논리가 앞서서 훼손되거나 소멸된 곳들이 많다.

따라서, 개발에 의해 서식처로서 기능을 제대로 하지 못하게 된 도시림은 원래의 서식처구조와 기능을 되돌리기 위한 복원의 대상이 되고, 생태학적 관리를 도입해야 할 중요한 서식처라고 볼 수 있다.

하지만, 아직까지도 도시림이나 산림공원의 중요성에 대한 인식이나 접근방법의 부재로 인해서 중요한 서식처의 보전, 복원보다는 방치나 훼손에 가까운 일들은 계속 진행되고 있다. 그 대표적인 예가 될 수 있는 것 중의 하나는 공공근로 사업이라고 볼 수 있다. 최근 들어 공공근로 사업의 시행으로 도시림을 포함한 산림지역을 무계획적이고, 반생태적인 접근방식으로 관리를 해오고 있다. 즉, 택벌을 위한 지역, 수종의 선정이나 다른 야생생물들에 대한 고려가 없이 진행되고 있어, 오히려 산림생태계에 교란을 주는 것으로 볼 수 있다.

이런 현상은 아직까지 우리나라에서는 도시림의 관리나 복원을 위한 구체적인 방향이나 이론적인 근거가 부족한데서 나타나는 결과라고 볼 수 있겠다. 따라서, 이 연구에서는 도시화, 파편화, 귀화수종의 도입 등으로 훼손된 도시림을 효율적으로 복원하기 위한 연구와 실험을 통하여 바람직한 도시림의 복원 및 관리방

향과 기법을 제시하는 것을 주된 목적으로 하였다. 특히, 도시화와 인간간섭, 귀화수종의 도입 등으로 원식생이 변형된 지역을 원래의 서식처와 유사한 환경조건으로 복원하기 위하여 귀화수종의 택벌을 통한 복원 및 식물이나 곤충 등의 다양성 증진 효과를 제시하고자 하였다. 그리고, 이러한 조사, 연구를 바탕으로 하여 생물다양성의 증진을 위해서 고려되어야 할 것들을 제안하였다.

II. 연구사

외국에서는 생물종의 공급원으로써 생물다양성의 증진 및 생태네트워크의 주요 거점으로써 기능하게 될 도시림을 복원하기 위한 연구와 실험들이 활발하게 이루어지고 있는데, 1970년대부터 1980년대의 시기에는 레크리에이션의 기능을 강조한 접근이 이루어졌으며, 1980년대 초반에는 산림의 다용도 개념(multiple-use concept)이 나타났다. 이후에 1990년대부터는 다양한 산림의 기능 중에서 사회적 가치를 중요시하는 접근도 나타났는데, 도시림에 대한 복원의 접근방법은 생태적 다양성, 생물다양성, 원식생의 복원 등으로 구분될 수 있다(D. Rydberg, J. Falck, 2000). 그리고, 복원을 위한 과정에서는 캐나다 토론토시의 경우에는 지역사회에 의한 재조림을 시행하였으며, 스위스 쥐리히에서는 산림공원 관리를 위한 통합적 관리체계를 도입하였는데, 이것은 생태적·경제적인 측면에서 자기유지적인 공원시스템을 유지하는 시스템이다(Michael Hough, 1996).

구체적인 도시림의 복원에 관한 연구 및 사례로, 우선 미국의 경우에는 완전벌목을 한 후의 식물종다양성과 종구성의 천이변화에 관한 연구를 수행한 바 있다(Katherine J. Elliott, et al., 1997). 이 연구에서 도출한 결과는 벌목 후의 식물종이 평균 15종 이상 증가한 것을 밝혔으며, 종의 풍부성은 초치-활엽수 군집이나 활엽수-소나무 군집에서 참나무 혼효림 군집보다 높게 나타난 것도 함께 도출하였다.

일본의 경우에는 간벌에 기초한 자연산림에

관한 연구(Sadamoto Watanable, 1992)를 수행하면서 바람직한 산림관리 및 복원을 위해선 전체 산림의 14~17%에 해당하는 면적을 매년 돌아가면서 간벌하되, 8~10년에 1주기가 되도록 하는 결과를 도출하였다. 이것은 산림의 생물다양성 증진과 경제적 이득, 빠른 성장 등을 한꺼번에 이룰 수 있는 방법으로 제안되었다.

우리나라의 경우에는 도시림의 복원 및 관리에 관한 연구로서 택벌에 의한 방법보다는 도시림의 경관생태학적 접근이나 녹지구조의 연구 등이 중심을 이루고 있다(오구균, 1997; 이우신, 1997 등).

III. 연구의 범위 및 방법

1. 연구의 범위

1) 내용적 범위

이 연구의 내용적 범위는 이론적인 연구로 연구사 및 선행사례 검토를 통한 연구방향 및 방법을 설정한 후에 사례연구로 청담근린공원을 대상으로 도시림의 원식생 복원에 관한 연구를 포함하였다.

도시림은 일반적으로 농촌지역의 작은 마을에서부터 거대한 도시지역을 포함하는 지역에서 밀집된 주거지역 주변의 모든 수목과 결합된 식생의 총체로서 가로수, 공원수, 그린벨트 식생, 코리더 녹지, 유수지역의 산림 등을 포함하고 있다(Miller, 1998). 이 연구에서 말하는 도시림의 범위는 이와 같은 맥락에서 출발하고 있으며, 세부적으로는 도시지역에서 기존에 산림지역이던 곳으로, 자연식생이 존재하지만 훼손된 지역으로 한정하였다. 따라서, 원래의 식생 구조와 기능을 되돌리기 위한 연구범위를 가지고 있다.

구체적으로 사례연구는 1997년에 우점하고 있는 은사시나무 군집을 원식생인 참나무림 군집으로 복원하기 위하여 은사시나무를 택벌한 실험구와 택벌하지 않은 대조구에서의 성장량 조사 및 식생구조 변화 조사를 실시하였다. 아울러서, 식생조사와 함께 생물다양성의 증진측면에서 검토하기 위해서 곤충과 조류의 조사를

포함하였다. 이와 같은 조사결과를 바탕으로 하여 서식환경과 식물종의 출현 및 성장력과의 관련성 분석과 함께 택벌지역과 비택벌 지역에서 곤충, 조류의 다양성과의 관련성을 분석하였다.

2) 공간적 범위

사례연구 대상지역은 서울시 강남구에 위치한 청담근린공원으로 전체면적은 57,854m²이며 주거지역내에 위치하고 있다.

3) 시간적 범위

조사기간은 대상지역에서 첫 번째 택벌을 실시한 1997년 4월부터 1999년 10월 동안으로 총 30개월간의 현장조사를 바탕으로 하였다.

2. 연구의 방법

1) 조사지 선정 및 방형구의 설치

1997년 4월 하순 은사시나무와 활엽수가 혼재한 지역인 동사면에 균질한 식분을 선정하여 사면을 따라(동서 방향) 면적상 약 반으로 나누었다. 그리고 남쪽의 1/2은 은사시나무만을 택벌하여 실험구로, 북쪽의 1/2은 택벌하지 않고 대조구로 정하였다. 이들 지역은 경계선을 설치하여 방문객의 출입을 통제하고, 택벌지와 비택벌지의 경계에는 기준선을 설치하였다. 이 기준선을 따라 사면의 상부로부터 하부로(서쪽에서 동쪽 방향으로) 5m 간격마다 위치를 표시하였다. 이 기준선의 길이(실험구와 대조구의 길이)는 약 55m였으며 남쪽 경계선과의 거리 즉, 실험구의 폭은 상부와 하부가 동일하지는 않았으나 대략 20m 정도였다. 그리고, 대조구의 경계는 북쪽에 위치한 골프연습장 펜스로 하였는데 대조구의 폭은 약 15m였다.

2) 기초환경조사

조사지역의 환경요인으로서 해발고, 방위, 경사도와 대상지역 전체의 식생구조 등을 조사하였는데, 이것은 3년간에 큰 변화가 일어나지 않아 1997년의 자료를 이용하였다.

3) 서식환경 조사

서식환경 조사는 기온과 광도, 토양환경 등을 중심으로 수행하였는데, 기온은 지면위 0, 50, 100 및 200cm 높이에서 종이로 햇빛을 가린 봉상온도계로 측정하였다. 광도는 광도계(LI-COR Model LI-189)를 이용하여 지면위 0, 50 및 100cm 높이에서 각각 20회 반복측정하였다. 토양환경은 실험구와 대조구에서 각각 임의의 5지소에서 낙엽층을 제거한 후에 표토를 채토하여 시료로 만들어 분석하였다. 분석은 토양분석기준에 따라 지온, 가밀도, 토성, pH, 유기물, 총질소, 유효인, 치환성 양이온 등으로 하였다.

4) 식생의 변화 조사

대상지역의 식생조사는 기본적으로 실험구와 대조구에 출현하는 모든 육상관속식물을 대상으로 식물종을 기록하였다. 그리고, 각 층별 및 각 종별로 피도와 군도를 Braun-Blanquet(1964)의 방법에 따라 현장에서 기록하였다. 택벌지 내의 은사시나무 맹아와 짙은 1997년 8월 및 1998년 8월 가능한 한 제거하였다. 조사결과는 연도별(1997~1998년)로 식물종의 출현여부에 따라다.

5) 목본식물의 성장량 조사

1997년 4월에 실험구와 대조구 내의 흉고둘레가 5cm 이상인 수목(싸리 제외)에 대하여 번호를 부여한 aluminum tag을 부착하였다. 그리고, 지상 1.3m 위치에 코르크층을 일부 제거한 후 흰색 페인트로 표시하고, 이곳을 흉고둘레 조사 높이로 고정하였다. 조사결과의 분석은 1997년부터 1999년까지 3년간의 목본식물 성장량 변화에 기초하였다.

6) 생물상 조사

생물상 조사는 곤충과 조류를 중심으로 이루어졌다. 곤충조사는 육안관찰, 쓸어잡기, 황색수반, 토양채취 등의 방법으로 이루어졌으며, 조류조사는 등산로를 따라서 육안관찰 및 새소리를 이용하여 조사하였다. 조사시기는 1997년과 1998년에 중심으로 이루어졌다.

IV. 연구결과 및 고찰

1. 대상지역 현황 조사

청담근린공원은 외부지역으로는 아파트 단지를 중심으로 대부분 주택단지로 되어 있고, 공원경계지역 및 내부에는 골프연습장, 체육시설, 약수터 등이 있다.

식생은 풍년화, 불두화, 잣나무, 뽕나무, 목련, 중국단풍 등 관상용 조경수로 구성된 조림지와 아까시나무림 및 은사시나무림의 반조림지, 상수리나무림, 갈참나무림, 신갈나무림 등의 자연림으로 구성되어 있다. 이 중에서 가장 넓은 면적을 차지하는 것은 아까시나무군락과 은사시나무 군락이다. 이 지역의 식생유형은 인간의 간섭이 적은 곳에 사는 수종과 외래종, 교란지식물, 식재식물 등으로 구성되어 있는데, 이 연구의 대상지역의 아래지역에는 삼주, 산부추, 타래난초, 녀줄고사리 등 깊은 산속에서 볼 수 있는 수종이 서식하고 있다(서울대학교, 1997).

현재 청담근린공원의 이용 및 관리현황으로 문제점이 되고 있는 것은 공원시설을 연결하는 주 등산로는 산림 내에서 여러 갈래로 분지하고 있어 식생의 상당부분은 인간간섭이 가해지고 있다. 특히, 일부 등산객은 등산로이외의 지역으로 통과하면서 가을에는 도토리를 채취하는 방문객에 의하여 산림 전체가 답압 상태에 있다. 이 지역의 관리는 등산로 이외의 출입을 제어하기 위한 덜꿩나무의 식재나 일부 지역에서의 조경수목의 식재 등으로 이루어지고 있다. 특히, 새롭게 식재되고 있는 조경수목도 경관성을 향상시키기 위한 수종들로 구성되어 있어 이 지역의 원식생을 고려하지 않은 외래종의 구성비가 높다.

실험구와 대조구가 위치한 조사지역은 해발고 40m, 방위는 90이며, 5도 경사를 가지고 있다.

2. 택벌후 초본식물의 변화

실험구와 대조구에서의 목본식물의 종구성 변화는 전혀 없는 것으로 나타난 반면, 초본식물의 경우에는 실험구에서는 1997년에 25종이,

1998년에 32종이 출현하여 1998년에 7종이 증가하였다. 그리고, 1997년에는 발견되었으나 1998년의 미확인 종은 콩재비꽃, 각시붓꽃 및 까마중이었다. 이들 중 콩재비꽃과 각시붓꽃은 음지이거나 토양수분이 충분한 상태에서 생육할 수 있는 식물이다.

한편, 1998년 새로 출현한 종은 머느리배꼽, 붉은서어나물, 더덕, 산팽이사초, 맥문동, 쥐깨풀, 실망초, 들깨풀, 고삼 및 뿌리뽕이었다. 이 중 더덕은 7주가 발견되었는데 1997년부터 존재하였지만 일시적으로 지상부가 교란되어 1997년에는 발견하지 못하였거나 인근 주민이 1998년에 새로 식재한 것으로 생각되었으며, 다년생인 고삼과 맥문동은 각각 1개체가 발견되었는데 1997년 미확인된 것인지 종자가 산포되어 생육을 시작한 것인지는 확인할 수 없었다. 그리고, 머느리배꼽, 쥐깨풀, 실망초 및 뿌리뽕은 교란된 지역에 흔히 출현하는 종이었다. 따라서, 일시적이지만 택벌은 식생의 입장에서는 교란으로 반응하는 것으로 생각되었다.

대조구에서는 1997년과 1998년에 동일하게 17종이 확인되었다. 그러나, 구성종에 있어서는 다소 차이가 있었다. 즉, 땅비싸리와 둥글레는 1997년에는 관찰되었으나, 1998년에는 확인하지 못하였고 머느리배꼽과 붉은서어나물은 1998년에 새로 출현하였다. 땅비싸리와 둥글레는 비교적 인간간섭이 적은 지역에, 머느리배꼽과 붉은서어나물은 교란지에 생육하는 식물이다.

이러한 결과는 향후 천이가 진행되어 갈수록 안정적인 식생구조로 변화될 것으로 기대되는데, 실험구와 대조구 이외의 지역에서의 식생구조를 조사해 본 결과, 상층이 참나무림인 곳의 하층은 콩재비꽃, 마, 담쟁이 등이 매우 다양하게 서식하고 있는 것을 확인하였다. 반면, 상층이 은사시나무림인 곳의 하층은 외래종이 주종을 이루고 있었는데 서양등골나물이나 미국자리공 등이 대표적이다.

3. 목본식물의 성장량 변화

실험구와 대조구의 참나무류 성장률을 조사한 결과 은사시나무를 존치한 대조구에 비해서

표 1. 실험구와 대조구에서의 초본층에서의 식물종 구조 변화

구분	공통종	실험구		대조구	
		1997	1998	1997	1998
종수	15	10	17	2	2
종명	담쟁이덩굴, 큰기름새, 그늘사초, 선밀나물, 두메고들빼기, 닭의장풀, 맑은대쑥, 개고사리, 서양등골나물, 여뀌, 제비꽃, 땃대이덩굴, 마, 양지꽃, 미국자리공	땅비싸리, 콩제비꽃, 각시붓꽃, 까마중, 삼주, 미역취, 환삼덩굴, 도라지, 중나리, 주름조개풀	땅비싸리, 며느리배꼽, 붉은서어나물, 삼주, 미역취, 환삼덩굴, 도라지, 중나리, 주름조개풀, 더덕, 산괘이사초, 뿌리뱅이, 맥문동, 쥐개풀, 실망초, 들개풀, 고삼	땅비싸리, 등글레	며느리배꼽, 붉은서어나물

실험구에서 매우 빠른 성장률을 보였다. 즉, 대조구에서 주요 수목의 DBH 변화율(성장율)은 26.38%로 나타난 반면, 실험구에서 주요 수목의 DBH 변화는 66.10%로 나타나 대조구보다 평균 40%에 가까운 성장률을 나타내었다. 또한, 대조구에서의 은사시나무의 평균성장률은 7.84%로 가장 낮은 성장률을 보였으며, 25개체의 조사 수목중에 3개체(12%)는 고사(枯死)하였다.

또한, 실험구에서 DBH가 10cm 이상인 수목들은 25.32%의 성장률을 나타낸 반면, DBH 5cm 이하인 수목은 80.58%의 성장률을 나타냈다. 대조구의 경우에도 DBH 6cm 이상인 수목들은 6.7%의 성장률을 나타내었고, 2.5cm 이하인 수목들은 28.91%의 성장률을 나타냈다. 즉, 은사시나무를 택별한 실험구에서 성장률이 높음을 나타냄과 함께 수목이 어릴수록 빠른 성장률을 나타낸 것을 볼 수 있다. 이러한 결과는 도시림을 복원할 경우에는 원식생이 어릴 때에 귀화수종을 제거하는 것이 보다 효과적이라는 결론을 도출할 수 있다.

한편, 수종별로 보면 실험구에서 가장 빠른 성장을 보인 것은 신갈나무로 5개체가 평균 95.98%의 성장을 보였으며, 활엽수종 가장 낮은 성장을 보인 것은 상수리나무 8개체로 평균 34.13%의 성장률을 보였다. 또한, 실험구에서 가장 느린 성장을 한 것은 리기다소나무로 2개체의 성장률이 17.9%로 나타났다. 대조구에서

는 갈참나무가 28.4%로 가장 빠른 성장을 하였으며, 떡갈나무는 9.2%의 성장으로 가장 느린 성장을 하였다.

표 2. 1997년~1999년 사이의 실험구와 대조구에서 주요 종의 평균 성장률(%)

구분	실험구	대조구
갈참나무	77.78	28.40
떡갈나무	41.77	9.20
상수리나무	34.13	17.50
신갈나무	95.98	
줄참나무	68.35	
팔배나무	89.75	
리기다소나무	17.90	
평균성장률	66.10	26.38

4. 서식환경과 식물종의 출현 및 성장량 관련성

실험구와 대조구를 대상으로 1997년에 기온과 지온, 광도, 토양환경에 대한 조사결과와 3년간의 식물종의 출현빈도 및 성장량과의 관련성을 제시하면, 우선 기온과 지온은 실험구가 대조구에 비하여 낮은 기온과 높은 지온의 환경을 나타내었다. 이것은 실험구에서 교목 식생의 제거로 인하여 입사광량이 증가되고, 증산량의 감소와 바람의 증가로 습도가 낮아 기온이 쉽게 상승되기 때문인 것으로 분석되었다.

의 변화나 토양환경에 따른 수목의 성장량과의 관련성보다는 택벌후의 광량과 기온, 지온 등의 환경조건이 수목의 성장량과 출현에 기여한 것으로 분석할 수 있다(조강현 등, 1998).

표 3. 실험구와 대조구의 토양환경조사 결과

구 분	실험구	대조구
낙엽량	2200g DM/m ²	750g DM/m ²
가밀도	1.27g/m ³	1.16g/m ³
토 성	모래 : 미사 : 점토 =59% : 16% : 26%	모래 : 미사 : 점토 =57% : 15% : 28%
pH	4.7	4.7
유기물함량	6.0%	6.8%
총질소	30mg/g	35mg/g
유효인	2.6 μ g/g	1.9 μ g/g
치환성양이온	51 μ molc/g	52 μ molc/g

그림 1. 실험구와 대조구 지역의 연도별 변화

한편, 실험구와 대조구의 지면 위 높이 1m에서의 광도는 각각 820W/m², 40W/m², 지표면은 80W/m², 30W/m²으로 나타났는데, 이것은 식물의 출현과 수목의 성장량 모두에 관련된 것으로 볼 수 있다. 즉, 실험구에서는 빛을 많이 요구하는 쑥, 환삼덩굴, 머느리배꼽 등이 발견되는 반면에 대조구에서는 내음성이 강한 둥글레가 나타난 것 등이 그러하며, 수목의 성장량도 실험구가 대조구에 비해서 높게 나타난 것도 광도와 관련성이 높은 것을 쉽게 파악할 수 있다(Hansson, 2000).

토양환경의 경우에는 토성과 pH가 거의 비슷한 수준으로 나타난 반면 낙엽층은 실험구가 대조구에 비해서 3배 높게 나타났고, 가밀도와 유기물은 대조구에서 조금 높게 나타났다(표 3 참고). 이와 같은 결과는 택벌에 따른 토양환경

5. 생물종 출현과 서식환경과의 관련성

1) 곤충 분포와 서식환경

곤충의 조사결과 실험구에서는 7목 14과 40종이 조사되었으며, 대조구에서는 9목 25과 33종이 관찰되었다. 관찰된 곤충종을 특성별로 살펴보면, 화분매개충의 경우 실험구에서는 꼬마광채꽃벌, 갈구리나비, 배추흰나비 등이 조사된 반면, 대조구에서는 전혀 관찰되지 않았다.

흡즙곤충은 실험구의 경우 관찰된 종수의 측면에서 볼 때, 상대적으로 높은 비율을 차지하고 있는데, 특히 허리노린재과와 알락진딧물과가 종류도 다양하고 개체수도 많았다. 이에 비해서 대조구의 경우에서는 종류와 밀도가 모두 격감하였다. 이의 원인으로는 흡즙곤충이 대부분 밝은 곳을 선호하는 곤충이어서 광도가 높은 실험구에서 집중적으로 관찰된 것으로 보인다.

포식자와 기생포식자의 경우에는 실험구에서는 조사되지 않았고, 대조구에서는 여러 종의 기생벌이 관찰되었다. 그리고, 개미류와 위생곤충(모기류)은 두 지역 모두에서 쉽게 관찰할 수

있었다. 한편, 노랑테가버섯벌레와 관총채벌레과의 곤충 등 부식성 곤충이 대조구에서 관찰되었다. 이것은 토양조사 결과에서 나타나는 부식질의 양과도 서로 관련성이 있는 것으로 보인다.

종합적으로 보았을 때, 실험구와 대조구에서의 곤충종의 서식분포는 광도와 관련성이 높게 나타난 것으로 볼 수 있다. 반면에 은사시나무와 참나무류와의 차이에 따른 곤충상의 분포와 관련된 근거는 확보하기 힘들었다.

2) 조류 분포와 서식환경

조류의 경우에는 청담근린공원의 서식처가 조류가 서식하기에는 비교적 넓은 면적이 아닐 뿐만 아니라 실험구와 대조구의 경우에는 더욱 좁은 면적으로서 두 지역에서의 종의 분포에 관한 차이를 살피는 것보다는 전체 공원내에서의 조류의 출현현황을 조사하였다.

조류의 조사결과, 특이한 종은 관찰되지 않았으며 참새나 집비둘기 등 도시성 조류가 중심을 이루었는데 총 10종이 관찰되었다. 이처럼 조류의 다양성이 확보되지 못한 것은 청담근린공원이 도심속에 고립된 생태계이고 면적이 협소할 뿐만 아니라 골프연습장, 운동시설과 빈번한 출입을 하는 등산객 등으로 심한 교란을 받고 있는 것으로 판단할 수 있다.

따라서, 청담근린공원의 조류의 다양성을 확보하기 위해서는 등산객의 제한과 함께 조류의 서식에 필요한 물의 제공 등이 필요할 것이다.

6. 도시림 복원 및 관리기법에 주는 시사점

지금까지의 연구결과를 정리해 보면, 은사시나무 군집을 원식생으로 복원하기 위한 은사시나무의 택벌은 자연적인 천이를 통한 복원보다도 빠르게 목적을 달성할 수 있으며, 더불어서 식물의 다양성도 증진되는 것으로 나타났다(Donald Harker et al., 1993). 아울러서 곤충의 분포 및 증가에도 영향을 미칠 수 있는 것으로 나타났다. 다만, 택벌을 할 때 다음과 같은 사항을 고려하여 도시림의 복원효과를 높이는 것이 바람직하다.

첫째로, 외래수종의 택벌시기는 가급적 원식생의 성장력이 활발한 시기인 어릴 때에 실시하는 것이 효과적이다. 연구의 결과에서도 나타나듯 택벌로 인한 수목의 성장력은 어린 수목의 경우에 장령목보다 네배에 가깝게 나타나고 있다. 그리고, 택벌시에는 노령목이나 외래종을 대상으로 실시하는 것이 바람직하다. 다만, 이와 같은 경우는 원식생이 활엽수 등으로 양수일 경우에 해당하며, 원식생이 음수인 경우에는 택벌을 신중히 결정하고, 수종이 어린 시기에는 택벌을 하더라도 적게 하는 것이 바람직하다(Michael Hough, 1984). 결국, 바람직한 도시림의 복원 및 관리는 원식생의 특성과 도시림의 유형별로 다른 접근방법을 필요로 한다.

둘째로, 택벌시 토양환경의 보호를 위해서 지나친 답압이 이루어지지 않도록 해야 한다. 답압은 토양의 물리적 성질을 악화시켜 투수성, 통기성 및 영양분 보유능력 등을 저하시킨다. 따라서, 택벌시 답압을 줄일 수 있도록 주의를 기울여야 하며, 택벌후의 식생천이 및 식물의 발생에 지장을 주지 않도록 출입을 삼가도록 조치해야 한다. 이러한 조치는 복원후 외래수종의 제어 효과도 함께 이룰 수 있다(김귀곤 · 조동길, 1999).

셋째로, 택벌시 발생하는 잔가지나 낙엽은 치우지 않고 토양환경의 개선 및 곤충 등의 서식처를 위해 잘 보존해야 한다. 낙지는 서서히 분해되면서 영양소를 토양에 환원하기 때문에 산림생태계의 물질순환에 중요한 기능을 차지하며, 썩고 있는 가지는 다른 동물과 미생물의 미소서식처를 제공하므로 생물다양성을 증가시키는데 기여한다(서울대학교, 1997).

넷째로, 곤충의 다양성 증진을 위해서는 산림의 관리 및 공원의 조성시에 숲으로 보호해야 할 부분과 초지로 관리하여야 할 곳을 합리적으로 배분한다면 좁은 서식공간에서도 비교적 다양한 곤충들을 유인할 수 있다(서울대학교, 1999). 아울러서 복원의 초기단계에서는 적절한 화본식물을 도입하는 것은 식물 군집의 성장과 균락의 발달에 도움을 주는데, 이것은 곤충과 식물과의 상호관련성에 의한 것이다(Krystyna M.

Urbanska et al., (ed) 1997).

다섯째로, 조류의 다양성 증진을 위해서는 도시림내에서 인간의 간섭을 줄이고, 조류가 필요로 하는 서식환경 특히, 물을 제공하는 것이 필요하다. 아울러서, 관목숲이나 구멍을 둥지로 이용하는 것보다는 수관층을 둥지로 이용하는 길드를 유치함으로써 조류의 다양성을 증진시켜야 한다(박찬열, 1994)¹⁾.

마지막으로, 전반적인 도시림의 생물다양성 증진을 위해서는 택벌 이외에도 원식생의 인위적인 도입과 산림습지 조성 등으로 효과를 볼 수 있다. 특히, 산림습지의 경우에는 홍수의 예방과 침전물 제어, 야생동물의 서식처, 목재생산, 수질향상 등의 효과를 가지고 있으므로, 이러한 서식처를 조성하거나 보호하는 것은 매우 중요하다(Gordon Stuart, 1996). 그리고, 서울시의 공원지역에서는 쉽게 관찰할 수 없는 양서류와 파충류 등의 서식처로서 산림습지는 중요한 역할을 할 수 있다.

V. 결론 및 제언

1. 결론

이 연구는 산업화와 도시화, 시가지화 등으로 훼손되고, 소멸된 도시림을 복원하고, 잔존하는 도시림을 생태적으로 관리하기 위한 방향을 제시하는 것을 목적으로 하고 있다. 이를 위해 서울시 강남구에 위치한 청담근린공원을 대상으로 은사시나무를 택벌한 실험구와 택벌하지 않은 대조구에서 초본 식물종의 구조변화와 목표로 하는 목본식물의 성장량, 그리고 곤충과 조류 종수의 증가를 살펴보았다.

이 연구에서 도출할 수 있는 결론은 다음과 같다.

첫째로, 도시림의 생태적 복원 및 관리를 위

해서는 택벌을 실시하는 것이 바람직하다. 이것은 도시림의 특성과 유형에 따라서 시기와 빈도, 밀도 등의 방법의 차이는 있으나, 택벌로 인한 원식생의 복원속도와 식물, 곤충 등의 생물다양성 증진에 기여하는 것을 알 수 있다.

둘째로, 택벌로 인한 식물종의 출현 및 원식생의 성장력, 곤충의 분포 등과의 관련성은 대상지역의 토양환경보다는 광도와 같은 기상환경에 의한 영향이 큰 것으로 나타났다. 특히, 원식생의 성장력은 광도를 많이 받는 실험구에서 그렇지 않은 대조구보다 40% 이상의 성장력을 보였으며, 초본종의 구성과 곤충종의 분포도 광도와 밀접한 관련성을 가진 것으로 나타났다. 한편, 생태공원의 조성이나 도시림의 관리에 있어서 밝은 공간의 조성, 다층구조화 조성 및 유지, 그리고 일부지역은 하층을 밀도있게 조성해서 어둡고 습한 낙엽층을 제공하는 것은 곤충의 다양성 증진에 기여할 수 있다(Donald Harker et al., 1993). 이러한 것은 부식된 낙엽층이 제공하는 주요한 기능중에 하나이다.

셋째로, 도시림의 관리를 위해서는 답압의 효율적 제어가 필요하다. 답압의 효율적 제어는 초본식물의 출현에 기여할 뿐만 아니라 등산로 등을 이용하는 사람들의 영향을 배제함으로써 조류의 다양성 증진에도 기여할 수 있는 효과를 가져온다.

넷째로, 도시림의 전반적인 생물다양성 증진을 위해서는 다양한 환경을 제공해 주어야 하는데, 특히 도시림에서 부족한 물을 공급해 주는 것이 바람직하다. 산림습지와 같은 서식처의 제공은 수생식물이나 수서곤충의 출현뿐만 아니라 물을 필요로 하는 양서류나 조류에 중요한 기능을 하므로, 효율적으로 물을 도입하는 방안을 모색해야 할 것이다.

2. 제언

이 연구는 도시림의 복원 및 관리방법을 제시하기 위해서 외래종의 제거를 통한 원식생 복원 및 생물다양성 증진과의 관련성을 검토하고자 하였다. 그러나, 도시림을 보는 시각을 넓히고 다양한 복원기법과 관리방향을 제시하여

1) 박찬열(1994)의 연구에 의하면, 서울시의 67개 도시림에서 관찰된 50종의 조류의 분포형태를 보면, 번식장소로서 수관층을 이용하는 종은 23종, 수동을 이용하는 종은 9종, 관목층을 이용하는 종은 9종 등의 순으로 나타났다. 한편, 먹이자원을 이용하는 장소도 수관층을 이용하는 것은 23종, 관목층은 15종, 외부지역을 이용하는 종은 3종으로 나타났다.

효율적인 기술을 개발하기 위해서는 다음과 같은 연구들이 지속적으로 이루어져야 할 것이다.

우선, 앞으로 연구대상지역의 수를 늘려서 이 연구에서 제시된 결과들에 대한 타당성과 신뢰성을 증진시킬 필요가 있다. 이 연구는 비교적 국내 사례가 적은 관계로 다른 지역이나 연구와의 비교, 검토 및 검증을 확인할 방법이 없었다.

둘째로, 도시림의 생물다양성 증진을 위한 다각적인 검토가 마련되어야 하는데, 특히 도시림의 식생과 곤충, 조류 등과의 관련성을 복합적으로 연계시키고, 생물다양성의 증진을 위한 산림습지의 도입 등도 검토해야 할 것이다. 예를 들어, 남산의 조류 다양성을 증진시키기 위해서 개울을 조성하려는 시도가 어느 정도의 효과를 보이고 있으며, 개선할 방향은 무엇인지 등에 관한 연구는 효율적인 복원 및 관리기법을 제시하는데 중요한 연구가 될 것이다.

셋째로, 택벌과 자연적인 천이의 방법에 따른 도시림 복원의 경제적, 시간적 효율성과 관련된 연구가 필요하다. 물론, 생태적인 복원과 관리에 의한 기법은 그렇지 않은 방법에 비해서 경제적인 측면에서는 효과적이라는 연구결과는 많이 제시되고 있으나, 시간적인 문제와 관련시켜서 택벌의 필요성 여부와 경제적인 측면 등과의 종합적인 고려가 필요하다.

마지막으로 도시림이 가지는 생물종의 공급원으로써 기능에 관한 연구를 통해서 생태네트워크 구축의 차원에서 연구가 되어야 할 것이다. 즉, 도시림의 분포패턴과 주변의 인위적인 공원이나 소생태계 등과의 생물종 분포패턴 및 변화를 비교, 검토하는 연구가 필요하다. 나아가서는 거대한 서식처인 도시림이 주변의 분할 생태계에 주는 역할에 대한 실증적인 검토결과를 제시해야 할 것이다.

인 용 문 헌

- 김귀곤. 1994. 도시공원녹지의 계획·설계론. 서울대학교 출판부. pp. 17~35.
- 김귀곤. 1999. 새천년을 대비한 우리나라 환경 생태계획 및 조성의 동향과 전망. 21세기 생태환경 조성을 위한 새로운 조경기법. 한국조경사회.
- 김귀곤·조동길. 인공습지 조성후 생물다양성 증진효과에 관한 연구; 서울공고 생태연못을 중심으로. 한국조경학회지. 27(3): 1~17.
- 박찬열. 1994. 야생조류의 서식에 적합한 도시 환경림 조성 및 관리 방안. 서울대학교 대학원 석사학위논문. pp. 47~49.
- 서울대학교. 1997. 도시지역에서의 효율적인 생물서식공간 조성기술 개발. 환경부 2단계 2차년도 보고서. pp. 385~504.
- 서울대학교. 1999. 도시지역에서의 효율적인 생물서식공간 조성기술 개발. 환경부 2단계 3차년도 보고서. pp. 29~107.
- 오구균. 1997. 도시녹지의 실상과 생태학적 관리방안. 1997 환경생태학회 심포지엄. pp. 27~45.
- 조강현 등. 1998. 도시 조림지의 자연화를 위한 벌목후 미기후와 토양환경의 변화. 인하대학교 기초과학연구 논문집. 19: 49~55.
- D. Rydberg · J. Falck. 2000. Urban forestry in Sweden from a silviculture perspective : a review. *Landscape and Urban Planning*. 47 : 1~18.
- Donald Harker et al. 1993. *Landscape Restoration Handbook*. Lewis Publishers. pp. 48~49.
- Gordon A. Bradley. 1995. *Urban Forest Landscapes; Integration Multidisciplinary Perspectives*. University of Washington Press.
- Hough & Michalski. 1982. *Naturalization Project National Capital Commission*.
- Katherine J. Elliott, et al. 1997. *Forest Ecology and Management*. pp. 67~85.
- Krystyna M. Urbanska et al.(ed) 1997. *Restoration Ecology and Sustainable Development*. Cambridge University Press. pp. 111~132.
- L. Hansson. 2000. Edge structures and edge effects on plants and birds in ancient oak-hazel

- woodlands. *Landscape and Urban Planning*. 46 : 203~207.
- Michael Hough. 1984. City form and natural process : Towards a new urban vernacular.
- Robert W. Miller. 1998. "Urban Forestry Planning and Managing Urban Greenspaces". Prentice Hall, Inc.
- Sadamoto Watanabe. 1992. Natural Forest Management Based on Selection Cutting; High Stocked, Sustainable, Enrichmenting, Managed Forest. *Proceedings of The Restoration of the Natural Forest*. pp. 159~173.

接受 2000年 3月 7日