

## 도시림에서 은수원사시나무 벌목 후 초기의 식생 변화

민 병 미

단국대학교 사범대학 과학교육과

**적 요:** 도시의 식재림을 자연림으로 복원하기 위한 기초조사로서 서울시 강남구 청담동에 위치한 청담 근린공원 내에서 교목층을 구성하고 있는 은수원사시나무를 벌목한 후 초기 2년간 식물상, 식생, 목본식물의 성장량 변화를 조사하였다. 그 결과 다음과 같았다. 첫째, 벌목의 결과 목본식물종의 변화는 없었으나 초본식물은 1년 후 콩재비꽃 등 3종이 사라지고 15종이 새로 출현하여 종 수가 44% 증가하였다. 새로 침입한 종은 대부분 박주가리 등의 교란지종이거나 붉은서나물 등의 귀화종이었다. 둘째, 벌목은 기존의 아교목층이나 관목층을 구성하고 있던 갈참나무, 신갈나무, 상수리나무, 팔배나무 등의 피도를 급격히 증가시켰다. 싸리의 피도는 주변의 다른 식물에 따라 변화가 심하였다. 셋째, 초본층의 구성종 중 맑은대쑥의 피도 증가가 가장 뚜렷하였으며 이외의 종의 것은 큰 변화가 없었다. 넷째, 참나무류는 피음이 제거되면 생장이 상당히 증가되었다. 실험구에서는 벌목 후 다음해의 DBH 증가는 갈참나무, 신갈나무 및 떡갈나무에서 각각 53.0%, 22.9% 및 28.8%, 대조구에서는 각각 23.1%, 8.3% 및 6.1%이었다. 그리고 가지의 성장량은 벌목 전해를 기준으로 벌목 다음해 실험구의 갈참나무, 신갈나무 및 떡갈나무에서 각각 565%, 197%, 644%이었고, 대조구의 것에서 각각 117%, 100%, 42%이었다. 그런데 갈참나무와 떡갈나무는 상대적으로 줄기보다 가지의 성장 증가가 뚜렷하였지만 신갈나무는 그 반대이었다.

**검색어:** 도시림, 목본식물, 벌목, 성장률, 식생구조, 은수원사시나무, 피도

### 서 론

도시생태계는 인간의 사회구조와 경제활동이 주축을 이루며 인간활동에 의하여 조정되고 자연환경이 기반이 되는 인공생태계로서(Wang *et al.* 1990) 핵심부 및 외부환경의 세 부위로 구성되어 있는 사회-경제-자연-복합생태계이다(김 1997). 이처럼 자연환경은 도시생태계의 기반이지만 근래 들어 인간에 의하여 많은 변화를 가져왔다.

도시의 자연환경 중 도시림은 도시녹지의 주된 공간으로서 대기오염물질의 흡수, 과도한 열에너지의 완화, 물의 재순환, 생물다양성 유지 등의 기능을 발휘하고 있지만(Miller and Winer 1984, Rowntree 1986, Bradley 1995) 오염, 기온 상승 등의 자연적인 변화와 식재, 벌목 등의 인간간섭에 의하여 독특한 형태로 변하게 되었다(조 1992, 이 등 1996). 특히, 국내에서는 1960년대부터 시작된 치산녹화사업으로 인하여 도시림의 대부분은 조림지로 변하였고 교란지에서 생육이 가능한 외래종의 침입으로 종조성 측면에서 자생종으로 되어 있는 자연림과는 전혀 다른 상태로 되었다(오 1991, 1997, 조 1992, 1995, 이 등 1993). 이러한 도시림은 종 수가 적어지고 식생의 층구조가 단순해지는 경향이 있다(沼田 1972). 그 예로 서울시의 녹지는 대부분 단경구조를 이루거나 직경이 클수록 종다양도가 감소하는 경향을 보이고 있으며(조 등 1998) 근래에도 계속 쇠퇴의 징후가 나타나고 있다(김 1991, 김 등 1989). 이 결과 도시림은 종다양성이 낮아 자체의 조절 능력이 없는 불안정한 상태로 바뀌고 있다(Harrison 1979, Pimm 1984,

Frank and McNaughton 1991, Tilman 1996).

도시림을 안정한 상태로 유지시키기 위해서는 우선 종다양성을 높여야 한다. 이렇게 하기 위해서는 도시림을 자연림으로 변화하도록 유도하거나(이 등 1990), 훼손 이전의 상태로 복원하는 것이다(Harker *et al.* 1993). 복원의 유형은 대상지의 생태적 특성과 사회적 수요에 따라 달라질 수 있으나(中村 등 1997) 복원의 필요성은 다양하게 제기되고 있다(조 1992). 이미 외국에서는 이에 대한 연구가 많이 되어 있으나 국내에서는 근래 들어 시작되었고 여러 가지 측면에서 연구가 진행 중이다(임 1978, 오 1991, 오 등 1988, 이 1991, 이와 한 1998, 이 등 1990). 특히 이와 한(1998)은 도시의 대표적 식재림인 아까시나무, 물오리나무 및 은수원사시나무림의 군집 구조를 분석한 결과 이들이 자연적으로 쇠퇴할 경우 현재 하층의 구성종인 참나무류나 쪽동백나무 및 팔배나무가 성장하여 자연림의 형태로 변할 것으로 예측한 바 있다. 그러나 이들의 연구는 대부분 현존 도시림에서 식물군집의 구조 분석을 근거로 하여 향후 변화에 대한 예측이고 직접 도시림에 복원 기법을 적용시켜 식생의 변화 과정을 파악하지는 않았다. 따라서 실제 식재림을 변화시켜 식생의 변화를 시간 경과에 따라 확인할 필요성은 매우 큰 것으로 생각된다.

본 연구는 식재된 도시림을 자연림으로 복원하기 위한 기초 자료를 얻는 데 목적이 있다. 이를 위해 도시림의 대표적 식재림인 은수원사시나무림에서 이 종만을 벌목한 후 하층식생에 대한 초기의 변화를 비교·분석하였다.

## 조사지의 개황 및 조사방법

본 연구의 대상지는 서울시 강남구 청담동 (37°31'N, 127°03'E)의 청담근린공원 내에 위치한다. 공원의 총 면적은 57,854 m<sup>2</sup>이고 중앙에 있는 정상에 있는 해발고도는 68 m, 가장자리의 것은 37 m이다. 그리고 주위는 모두 주택가로 되어 있기 때문에 다른 삼림과는 완전히 단절된 상태이다 (Fig. 1A). 기상청(1991) 서울측후소의 자료에 의하면 이 지역의 연평균기온은 11.8℃, 연평균강수량은 1,369 mm이다. 이 지역의 식생은 식재림과 자연림으로 구분된다. 전자의 주요 구성종은 은수원사시나무(*Populus albaglandulosa*), 아까시나무(*Robinia pseudo-acacia*), 스트로브잣나무(*Pinus strobus*) 및 기타 조경수이며 전체 분포 면적의 약 70%를 차지한다. 그리고 후자의 것은 상수리나무(*Quercus acutissima*), 갈참나무(*Q. aliena*), 신갈나무(*Q. mongolica*) 및 팔배나무(*Sorbus alnifolia*) 등의 활엽수종이다. 공원 내에는 약수터, 체육시설, 묘지 등이 있기 때문에 삼림 전체가 피압의 상태에 있다.

본 조사는 동사면에 위치하며 은수원사시나무가 교목층을 구성하고 아교목층과 관목층에 다른 활엽수가 적절히 혼재한 지역에서 대조구와 실험구를 남북으로 2등분하여 실시하였다. 실험구는 1997년 4월 15일 경사를 따라 동서로 55 m, 남북으로 약 20 m 구간의 은사시나무만을 벌목하였으며 대조구는 실험구와 접한 북쪽 지역으로 폭은 약 15 m이다. 조사기간은 1997년 4월부터 1998년 9월까지였으며, 두 지소에서 식물상의 변화, 식생의 변화 및 목본식물의 생장에 대한 조사는 다음과 같은 방법으로 각각 실시하였다.

첫째, 식물상은 실험구와 대조구에서 각각 4월, 7월 9월의 연 3회 조사하였다. 현장에서 종명을 기록하였으며, 불분명한 종은 실험실로 운반하여 동정하였다. 이때 종명은 이(1982)를 따랐으며 일부 귀화종은 박(1995a)을 참조하였다.

둘째, 벌목 후 식생의 변화에 대한 조사는 각 지소에서 소방형구를 설치하여 실시하였다. 실험구에서는 두 지소의 경계선을 따라 비닐 끈으로 라인을 설치하고 라인으로부터 1 m 남쪽 방향으로 격리시켜 줄을 따라 5 m 구간으로 구분하고 각 구간에 5 × 5 m의 소방형구를 3개 설치하였다. 그리고 대조구에서는 경계선과 1 m 격리시켜 상부로부터 20~35 m 구간에 5 m의 폭으로 설치하였다 (Fig. 1B). 식생은 1997년 5월, 6월 및 9월, 1998년 5월, 7월 및 9월의 6차례에 걸쳐 조사하였으며 피도 조사는 Braun-Blanquet (1964) 및 Mueller-Dombois와 Ellenberg(1974)의 방법에 따라 층을 구분하여 실시하였다. 실험구 내의 은수원사시나무 멍아와 칩(*Pueraria thunbergiana*)은 1997년 8월 20일 및 1998년 8월 29일에 제거하였다.

셋째, 목본식물의 생장 조사는 다시 두 가지로 구분하여 실시하였다. 하나는 흉고직경의 변화인데, 아교목 이상의 매목에 대하여 실험구는 전체, 대조구는 소방형구 내의 것을 1997년 및 1998년 5월과 9월에 각각 측정하였다. 이때

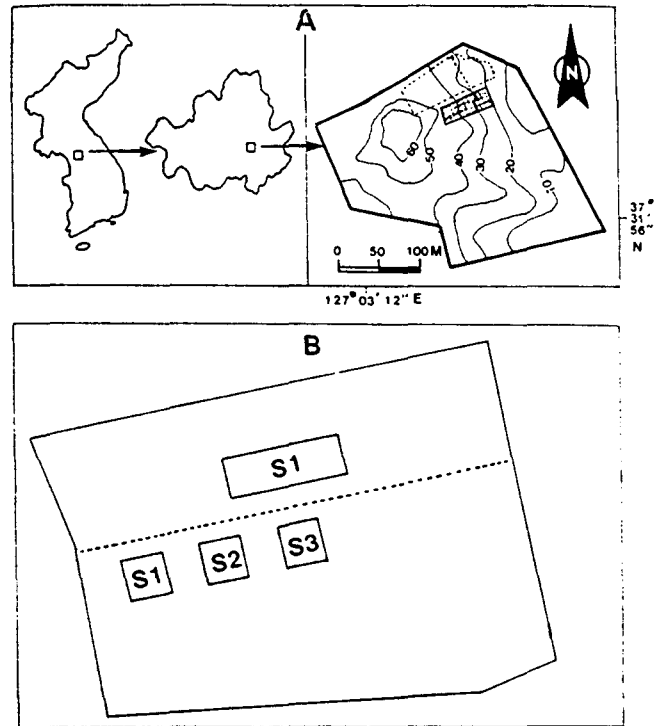


Fig. 1. A map showing the study area (A) and quadrats of the treatment and control site (B).

매목의 표시는 측정 대상에 대하여 1997년 5월 알루미늄택으로 번호를 부여한 다음 지표로부터 1.3 m 위치에 수피의 일부를 제거한 다음 흰색 페인트로 표시하였고 이 위치에서 흉고직경을 반복 측정하였다. 다른 하나는 가지의 생장량으로 두 지소에 공통으로 분포하는 수종인 갈참나무, 신갈나무 및 떡갈나무(*Q. dentata*)에 대하여 1998년 9월 29일 무작위로 3년생 가지를 10개씩 채취하여 실험실로 운반하였다. 가지를 마디별로 다시 절취한 후 길이와 직경을 버어니어캘리퍼스로 측정하여 당해연도 마디의 부피를 산출하였고 80℃에서 48시간 건조시켜 무게를 잴다. 당해연도의 마디 생장량은 3년지(벌목 전해)의 경우는 3으로, 2년지(벌목한 해)의 경우는 2로 나누었다.

## 결과 및 고찰

### 벌목시의 식생

은사시나무 벌목시의 식생의 개황은 Table 1과 같다. 실험구와 대조구의 은사시나무 밀도는 각각 3,300 주/ha, 3,600 주/ha, 평균 흉고직경은 각각 6.55 cm, 6.39 cm로 두 지소의 밀도나 크기는 통계처리의 결과 유의적인 차이는 없었다. 그러나 아교목층에서 은사시나무를 제외한 다른 활엽수의 밀도와 흉고직경은 대조구에서 각각 3,100 주/ha, 2.97 cm, 실험구에서 500주/ha, 5.84 cm로 전자는 후자에 비하여 밀도가 높은 반면 크기가 작았다. 관목층과 초본층의 높이 및 피도는 두 지소가 비교적 유사하였다.

**Table 1.** Vegetation characteristics in the treatment and control area on lumbering time

Layer	Attributes	Treatment area	Control area
Tree( <i>Populus albaglandulosa</i> )	Density (number/100m <sup>2</sup> )	33	36
	DBH(cm)	6.55±2.90	6.39±3.70
Subtree	Density (number/100m <sup>2</sup> )	5	31
	DBH(cm)	5.84±3.82	2.97±1.65
Shrub	Height(m)	2.0	1.5
	Coverage(%)	50	50
Herb	Height(m)	30	20
	Coverage(%)	10	10

**식물종의 변화**

조사된 목본식물의 총 종 수는 대조구와 실험구에서 싸리(*Lespedeza bicolor*)를 포함하여 각각 25종 및 24종이었다. 사철나무(*Euonymus japonica*)는 실험구에만 분포하는 것을 제외하면 두 지소간의 차이나, 2년간 변화는 없었다.

한편, 초본식물의 구성종 및 이들의 변화는 Table 2와 같다. 1997년 실험구와 대조구에서 각각 담쟁이덩굴(*Parthenocissus tricuspidata*)를 비롯하여 27종과 17종이, 1998년에는 각각 39종과 17종이 출현하였다. 따라서 종 수에서 볼 때 실험구는 12종이 증가한 반면 대조구는 동일하였다. 그런데 1997년에 비하여 1998년의 종의 변화에서 실험구는 콩재비꽃(*Viola verecunda*), 각시붓꽃(*Iris savatieri*) 및 까마중(*Solanum nigrum*)이, 대조구는 땅비싸리(*Indigofera kirilowii*)와 둥굴레(*Polygonatum odoratum* var. *pluriflorum*)가 발견되지 않았다. 이에 비하여 새로 출현한 것은 실험구에 머느리배꼽(*Persicaria perfoliata*)을 비롯하여 15종, 대조구에 머느리배꼽과 붉은서나물(*Erechtites hieracifolia*)의 2종이었다.

실험구에서 사라진 종은 비교적 토양수분이 많은 곳을 선호하는 종들이며(이 1982), 대조구의 것 중 땅비싸리는 많은 광량을 요하는 식물이다. 그런데 이들은 대부분 다년생식물이므로 일시적으로 지상부만 없어진 것인지 혹은 고사한 것이지는 앞으로 더 조사가 필요한 것으로 생각되었다. 한편 실험구에 새로 출현한 종 중 더덕(*Codonopsis lanceolata*)은 다년생으로 1997년 일시적으로 지상부가 없었던 것인지 혹은 인근 주민이 새로 식재한 것인지는 확인할 수 없었다. 그리고 고삼(*Sophora flavescens*)을 포함한 몇 종을 제외하면 대부분의 식물종은 1년생의 교란지식물이었다. 대조구에서 새로 출현한 종들도 실험구와 같이 1년생의 교란지식물이었다. 그런데 새로 출현한 종 중 붉은서나물을 포함하여 3종은 귀화종이었다 (박 1995a). 따라서 이러한

**Table 2.** Herbaceous species composition in the treatment and control area in 1997 and 1998

Species	Treatment area		Control area	
	1997	1998	1997	1998
<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	○	○	○	○
<i>Spodiopogon sibiricus</i>	○	○	○	○
<i>Carex lanceolata</i>	○	○	○	○
<i>Smilax nipponica</i>	○	○	○	○
<i>Lactuca triangulata</i>	○	○	○	○
<i>Commelina communis</i>	○	○	○	○
<i>Artemisia keiskeana</i>	○	○	○	○
<i>Athyrium nipponicum</i>	○	○	○	○
<i>Eupatorium rugosum</i>	○	○	○	○
<i>Persicaria hydropiper</i>	○	○	○	○
<i>Viola mandshurica</i>	○	○	○	○
<i>Cocculus trilobus</i>	○	○	○	○
<i>Dioscorea batatas</i>	○	○	○	○
<i>Potentilla fragarioides</i> var. <i>major</i>	○	○	○	○
<i>Phytolacca americana</i>	○	○	○	○
<i>Indigofera kirilowii</i>	○	○	○	○
<i>Atractylodes japonica</i>	○	○	○	○
<i>Solidago virga-aurea</i> var. <i>asiatica</i>	○	○	○	○
<i>Humulus japonicus</i>	○	○	○	○
<i>Platycodon grandiflorum</i>	○	○	○	○
<i>Lilium leichtlinii</i> var. <i>tigrinum</i>	○	○	○	○
<i>Oplismenus undulatifolius</i>	○	○	○	○
<i>Aster scaber</i>	○	○	○	○
<i>Liriope platyphylla</i>	○	○	○	○
<i>Viola verecunda</i>	○	○	○	○
<i>Iris savatieri</i>	○	○	○	○
<i>Solanum nigrum</i>	○	○	○	○
<i>Polygonatum odoratum</i> var. <i>pluriflorum</i>	○	○	○	○
<i>Persicaria perfoliata</i>	○	○	○	○
<i>Erechtites hieracifolia</i>	○	○	○	○
<i>Codonopsis lanceolata</i>	○	○	○	○
<i>Melica onoei</i>	○	○	○	○
<i>Metaplexis japonica</i>	○	○	○	○
<i>Carex</i> sp.	○	○	○	○
<i>Panicum dichotomiflorum</i>	○	○	○	○
<i>Youngia japonica</i>	○	○	○	○
<i>Mosla dianthera</i>	○	○	○	○
<i>Erigeron bonariensis</i>	○	○	○	○
<i>Eupatorium chinense</i> var. <i>simplicifolium</i>	○	○	○	○
<i>Lysimachia barystachys</i>	○	○	○	○
<i>Youngia sonchifolia</i>	○	○	○	○
<i>Mosla punctulata</i>	○	○	○	○
<i>Sophora flavescens</i>	○	○	○	○
The total number of species	27	39	17	17

결과에 의하면 교목층이 벌목되면 일차적으로 1년생의 교란지 식물종 혹은 귀화식물종이 뚜렷이 증가하는 것으로

볼 수 있었다. 그런데 일반적으로 자연림에서도 벌목 후 초기 종 수와 다양성이 증가하는데 이는 임상에 도달하는 광량이 많아지면서 종자의 발아나 생장이 양호해지기 때문이다 (우 등 1994, 박 1995b). 그러나 자연림에서 벌목에 의한 종의 증가는 인근의 식물 혹은 기존의 종자에 기인하기 때문에 1년생의 교란지 식물종은 적다 (박 1995b). 따라서 증가된 종의 구성면에서 도시림은 자연림과는 다른 것으로 나타났다.

**식생의 변화**

벌목 후 초기 2년간 소방형구 내 식생의 변화는 Appendix 1에 나타내었으며 피도 변화가 현저한 종들을 Table 3에 정리하였다. 대조구의 식생은 2년간 은수원사시나무의 수고가 약 50 cm 더 증가한 것 외에는 큰 변화가 없었기 때문에 결과에서 삭제하였다.

먼저 Site 1의 관목층에서는 갈참나무, 신갈나무, 팔배나무(*Sorbus alnifolia*), 졸참나무(*Q. serrata*) 및 쪽동백나무(*Styrax obassia*), 초본층에서는 맑은대쭉(*Artemisia keiskeana*)의 피도 증가가 뚜렷하였다. 진달래와 아까시나무(*Robinia pseudo-acacia*)의 피도 역시 다소 증가하였으나 이외의 종들은 큰 변화가 없었다. 벌목시 피도는 높았으나 대체로 2년간 일정한 수준을 유지하였던 싸리와 초기의 피도가 극히 낮았던 목본식물종은 1998년에 피도 증가가 크지 않았던 이유는 갈참나무, 신갈나무, 팔배나무 등의 피도 증가가 현저하여 피음되었기 때문으로 생각되었다. 특히 초본층의 경우 맑은대쭉만 제외하면 2년 동안 거의 일정한 수준을 유지하는 결과에 의하면 관목층의 급격한 피도 증가는 초본층의 발달을 크게 억제하는 것으로 볼 수 있었다. 그리고 아까시나무의 맹아는 생장이 매우 빠르나 고사되는 경우가 많아 피도 변화가 심한 것으로 나타났다. Site 2에서는 교목층의 상수리나무, 관목층의 싸리, 갈참나무, 팔배나무 및 노린재나무(*Symplocos chinensis* var. *pilosa*), 초본층의 땃대이덩굴(*Cocculus trilobus*), 큰기름새(*Spodiopogon sibiricus*) 및 닭의장풀(*Commelina communis*)의 피도 증가가 뚜렷하였다. 그리고 1998년 관목층에 개암나무(*Corylus heterophylla* var. *thunbergii*), 아까시나무, 사철나무 및 쪽동백나무가 새로 출현한 것이 특징이며 특히, 전자의 두 종은 비교적 피도가 높았다. 초본층에도 새로 몇 종

이 출현하였지만 피도는 낮은 상태였다. Site 1과 달리 싸리의 피도 증가가 현저하였고 새로 출현한 목본식물의 것도 비교적 높았으며 새로운 종이 많이 출현한 이유는 관목층의 전체 피도가 낮아 충분한 광선을 받았기 때문으로 생각되었다. Site 3에서는 관목층의 싸리, 갈참나무, 진달래 및 상수리나무, 초본층의 서양등골나물(*Eupatorium rugosum*), 그늘사초 및 미국자리공(*Phytolacca americana*)의 피도 증가가 현저하였다. 이외의 종들은 피도가 크게 변하지 않았다. 여기의 뚜렷한 특징은 첫째, 피도 증가가 현저한 초본식물은 외래종인 서양등골나물과 미국자리공이고, 둘째, 관목층에 졸참나무를 포함한 4종이, 초본층에 뿌리베이(*Youngia japonica*)를 포함한 10종이 1998년 새로 출현하여 종의 증가가 많았다는 것이었다.

은수원사시나무를 제거한 후 초기 식생의 변화를 종합하면 다음과 같다. 첫째, 관목층의 피도가 현저히 증가하는 것에 비하면 초본층의 피도 변화는 비교적 적었다. 둘째, 관목층에서 피도가 증가한 종은 갈참나무, 신갈나무, 상수리나무, 팔배나무 등 다양하였고, 초본층의 것은 맑은대쭉 등 일부로 국한되어 있었다. 셋째, 싸리의 피도는 주변 관목층의 것에 따라 결정되었다. 넷째, 초기에 침입하는 종은 주로 초본식물이며 교란지 혹은 외래종이었다. 벌목은 어떤 면에서는 환경을 악화시키는 일종의 인위적 교란으로 볼 수 있었다.

그런데 김 등(1989), 조(1992b), 오(1997) 등은 도시림에서 아까시나무, 은수원사시나무, 물오리나무 등이 쇠퇴하게 되면 신갈나무, 갈참나무, 상수리나무 등 참나무류의 삼림으로 변한다고 하였다. 자연림에서도 참나무속 식물은 내음성이 비교적 약하여 상층에 수관이 밀폐되어 있을 경우는 종자의 발아나 생육이 느리지만 교란에 의하여 어느 정도의 숲틈이 생기면 생육이 빨라진다 (조 1992a). 따라서 본 결과는 이들의 것과 매우 일치하는 것으로 볼 수 있었다.

**목본식물의 생장**

주요 목본식물의 DBH 생장량은 Appendix 2와 같고 이 자료로부터 산출한 생장률은 Table 4와 같다. 생장량의 증가는 1997년 5월에 비하여 1998년 9월에 실험구의 상수리나무가 72.5%로 가장 높았고 리기다소나무(*Pinus rigida*)가 8.2%로 가장 낮았다. 한편 실험구와 대조구에 공통으로 생육하고 있는 갈참나무에서 각각 53.0% 및 23.1%, 신갈나무에서 각각 22.9% 및 8.3%, 떡갈나무에서 각각 28.8% 및 6.1%인 것으로 나타났다. 이것은 전술한 바와 같이 참나무류의 식물은 어느 정도의 숲틈만 있으면 왕성한 생장을 할 수 있는데 반하여 본 조사에서는 상층을 완전히 제거하여 더 큰 효과를 주었기 때문으로 생각되었다. 따라서 은수원사시나무의 벌목은 하층 식물의 생장속도를 크게 가속화시키는 것으로 볼 수 있었다.

한편, 양 지역에 공통으로 생육하고 있는 갈참나무, 떡갈나무 및 신갈나무에서 1996년, 1997년 및 1998년의 3년간 가지 생장량을 조사한 결과는 Table 5와 같다. 1996년의 생장량 (건중량 기준)을 기준으로 하여 당해년도의 생장률

**Table 3.** The species which coverage increases conspicuously from 1997 to 1998

Site 1(5~10 m)	Site 2(15~20 m)	Site 3(25~30 m)
<i>Q. aliena</i>	<i>Q. acutissima</i>	<i>Q. acutissima</i>
<i>Q. mongolica</i>	<i>Q. aliena</i>	<i>Q. aliena</i>
<i>Q. serrata</i>	<i>S. alnifolia</i>	<i>S. alnifolia</i>
<i>S. alnifolia</i>	<i>L. bicolor</i>	<i>L. bicolor</i>
<i>S. obassia</i>	<i>S. chinensis</i> var. <i>pilosa</i>	<i>E. rugosum</i>
<i>R. pseudo-acacia</i>	<i>C. trilobus</i>	<i>P. americana</i>
<i>R. mucronulatum</i>	<i>S. sibiricus</i>	
<i>A. keiskeana</i>	<i>C. communis</i>	

**Table 4.** DBH increase rate of woody plants in the treatment and control area (%)

Species	Treatment area				Control area			
	1997		1998		1997		1998	
	5.11	9.28	5.16	9.27	5.11	9.28	5.16	9.27
<i>Quercus aliena</i>	100.0	119.0	126.2	153.0	100.0	110.2	113.1	123.1
<i>Q. mongolica</i>	100.0	110.9	113.1	122.9	100.0	102.8	105.6	108.3
<i>Q. dentata</i>	100.0	115.7	119.4	128.8	100.0	101.3	101.3	106.1
<i>Q. serrata</i>	100.0	117.3	125.2	147.1				
<i>Q. acutissima</i>	100.0	129.2	141.6	172.5				
<i>Sorbus alnifolia</i>	100.0	127.2	140.5	170.2				
<i>Pinus rigida</i>	100.0	105.4	105.5	108.2				
<i>Populus albaglandulosa</i>					100.0	103.1	103.2	104.9

**Table 5.** Growth of *Quercus* species' twig in treatment and control area

Species	Treatment area			Control area		
	3-yr(per yr)	2-yr(per yr)	1-yr	3-yr(per yr)	2-yr(per yr)	1-yr
<i>Quercus aliena</i>						
Volum (cm <sup>3</sup> )	1.79(0.60)*	2.90(1.45)	3.71	1.52(0.51)	0.72(0.36)	0.48
Weight (g)	1.39(0.46)	2.00(1.00)	2.60	0.72(0.24)	0.39(0.20)	0.28
Rate (%)**	100	217	565	100	83	117
<i>Q. mongolica</i>						
Volum (cm <sup>3</sup> )	3.21(1.07)	3.50(1.75)	2.46	0.92(0.31)	0.67(0.34)	0.37
Weight (g)	2.09(0.70)	2.44(1.22)	1.38	0.68(0.23)	0.42(0.21)	0.23
Rate (%)	100	174	197	100	91	100
<i>Q. dentata</i>						
Volum (cm <sup>3</sup> )	2.64(0.88)	2.26(1.13)	4.07	2.54(0.85)	0.77(0.39)	0.31
Weight (g)	1.50(0.50)	1.73(0.87)	3.22	1.79(0.60)	0.58(0.29)	0.25
Rate (%)	100	174	644	100	48	42

\* The value of parenthesis is growth amount a year

\*\* Annual relative growth rate to 1996' weight

을 산출한 결과 실험구에서는 매해 뚜렷하게 증가하였으나 대조구에서는 유사하거나 오히려 감소하였다. 그리고 실험구와 대조구의 차이가 가장 현저한 종은 떡갈나무, 가장 적은 종은 신갈나무이었다. 즉, 실험구에서 떡갈나무는 벌목 전년에 비하여 벌목한 해는 74%, 다음 해는 544%가 증가하였으나 대조구에서는 각각 52% 및 58% 감소를 보였고, 신갈나무의 것은 각각 실험구에서 74%증가 및 94%증가, 대조구에서 각각 9%감소 및 동일하였다. 따라서 전술한 DBH의 증가에 의한 성장량의 추정치보다 이것이 훨씬 많은 것으로 나타났는데 이것은 이들 식물이 충분한 광선을 받을 경우 줄기보다는 가지 성장에 주력하기 때문으로 판단되었다. 다만 신갈나무의 가지생장이 다른 수종에 비하여 적은 것은 상대적으로 이 종이 줄기생장에 주력하기 때문으로 볼 수 있었다.

### 인용문헌

- 기상청. 1991. 한국기후표. 제2권 평년값. 기상청, pp. 3-15.
- 김준호. 1991. 환경오염에 의한 도시림의 쇠퇴정후군. 도시산림·환경 심포지움. 한국조경학회, pp. 3-23.
- 김준호. 1997. 도시생태계의 정의와 범위. 환경생태학회지 11: 217-223.
- 김준호, 강운순, 이승우, 조강현, 김용택, 하사현, 민병미. 1989. 인간간섭하의 수도권 그린벨트 내 식물군집의 동태. 삼림군집의 구조와 이차천이 한생태지 12: 209-218.
- 박수현. 1995a. 한국귀화식물원색도감. 일조각, 371 p.
- 박재현. 1995b. 백운산 성숙활엽수림 개발수확지에서 벌출직후의 환경변화와 운재로 침식에 관한 연구. 서울대학교 대학원 박사학위논문. 서울대학교, 128 p.
- 오구균. 1991. 도시녹지의 생태적 관리. 도시·산림·환경 심

- 포지움. 한국조경학회, pp. 86-109.
- 오구균. 1997. 도시 녹지의 실상과 생태학적 관리방안. 환경생태학회지 11: 230-239.
- 오구균, 이경준, 임경빈. 1988. 식물사회학적 특성을 고려한 남산공원 식생의 관리대책. 한국임학회지 77: 1-9.
- 우보명, 오구균, 김경훈, 박종영, 박정호. 1994. 백운산 연습림 내 벌목지역의 식생천이에 관한 연구(I). 서울대학교 연습림연구보고 30: 15-15.
- 이경재. 1991. 도시경관림의 조성관리. 환경보전과 관리세미나. 한국조경학회, pp. 22-25.
- 이경재, 한봉호. 1998. 부천시 삼림지역 아카시나무림 식물군집을 고려한 식생관리 모델. 한국조경학회지 26: 28-37.
- 이경재, 조 우, 류창희. 1993. 도시림의 생태적관리에 관한 연구. 한국조경학회지 20: 1-11.
- 이경재, 조 우, 한봉호. 1996. 서울 도시 생태계 현황과 회복대책 (I). -산림지역 식물 군집구조-. 환경생태학회지 10: 113-127.
- 이경재, 오구균, 우중서, 송준근. 1990. 현인릉의 식생경관구조 및 관리대책에 관한 연구(II). -현인릉 식물군집의 천이-. 한국조경학회지 17: 35-47.
- 이창복. 1982. 대한식물도감. 향문사, 서울. 990 p.
- 임경빈. 1978. 남산공원수림의 피해상태와 그 대책에 관한 연구. 서울특별시연구보고서. 134 p.
- 조도순. 1992a. 광릉 자연림에서의 교란체계와 수목의 재생. 한국생태학회지 15: 387-410.
- 조영동. 1998. 도시 생태계 보전을 위한 비오토프 맵핑의 적용과 활용방안에 대한 연구. 서울대학교 환경대학원 석사학위논문. 서울대학교. 98 p.
- 조 우. 1992b. 도시림 관리를 통한 식물 및 야생조류 종다양성 증진에 관한 연구. 서울시립대학교 대학원 석사학위논문. 서울시립대학교, 85 p.
- 조 우. 1995. 도시 녹지의 생태적 특성 분석과 자연성 증진을 위한 관리모형. -서울시를 중심으로-. 서울시립대학교 대학원 박사학위논문. 252 p.
- 조현길, 이경재, 권전오. 1998. 서울시의 토지이용 및 녹지구조. -강남구 및 중랑구를 대상으로-. 환경생태학회지 12: 30-41.
- 沼田 眞. 1972. 植物生態觀察研究. 東海大學出版會. 275p.
- 中村俊彦, 長谷川雅美, 谷口薫美. 1997. 灣岸都市千葉市の自然環境の保持・復元の方法. 灣岸都市の生態系と自然保護, 中村俊彦, 長谷川雅美, 藤原道郎 編. 信山社, 東京. pp. 967-979.
- Bradly, G.A. 1995. Urban forest landscapes. University of Washington Press, Seattle. 224 p.
- Braun-Blanquet, J. 1964. Pflanzensoziologie. 3rd eds. Springer-Verlag. Berlin.
- Frank, D.A. and S.J. McNaughton. 1991. Stability increases with diversity in plant community empirical evidence from 1988 Yellowstone drought. Oikos 62: 360-362.
- Harker, D., S. Evance, M. Evance and K. Harker. 1993. Landscape restoration hand book. Lews Publisher, 661 p.
- Harrison, G.W. 1979. Stability under environmental stress: resistance, resilience, persistence and variability. American Naturalist 113: 659-669.
- Miller, P.R. and A.M. Winer. 1984. Composition and dominance in Los Angeles basin urban vegetation. Urban Ecology 8: 29-54.
- Mueller-Dombois, D. and H. Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John C. Wiley & Sons, New York.
- Pimm, S.L. 1984. The complexity and stability of ecosystems. Nature 307: 321-326.
- Rowntree, R.A. 1986. Ecology of the urban forest, Part II: Function. Urban Ecology 9: 227-440.
- Tilman, D. 1996. Biodiversity: Population versus ecosystem stability. Ecology 77: 350-363.
- Wang, R., L. Li and E. Qintao. 1990. Urban ecological study in China. Report of UNESCO Regl. Symposium on the Comparative Study of Metropolis Ecosystems in Asia. Korean N.C. for UNESCO. pp. 94-118.

(1999년 3월 31일 접수)

<부 록>

Appendix 1. The vegetational changes at subquadrats in the treatment area after lumbering Site 1 (5~10 m)

Species	Coverage (%)					
	1997			1998		
	May 11	Jun. 16	Oct. 5	May 2	Jul. 19	Oct. 10
<b>Shrub layer</b>						
<i>Populus albaglandulosa</i>	20	50		2	5	
<i>Lespedeza bicolor</i>	10	10	20	10	10	10
<i>Quercus aliena</i>	5	8	10	20	40	40
<i>Quercus mongolica</i>	5	8	10	10	15	15
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	1	2	3	5	5	5
<i>Quercus serrata</i>	1	1	5	5	10	10
<i>Styrax obassia</i>	1	1	5	5	8	8
<i>Celastrus orbiculatus</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Sorbus alnifolia</i>	+	+	+	1	5	8
<i>Quercus acutissima</i>	+	+	+	+	+	1
<i>Crataegus pinnatifida</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Quercus dentata</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Rubus parvifolius</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Pueraria thunbergiana</i>		+				
<i>Prunus sargentii</i>				+	+	+
<i>Robinia pseudo-acacia</i>			+	1	5	3
<b>Herb layer</b>						
<i>Commelina communis</i>			+	+	+	
<i>Artemisia keiskeana</i>	1	1	1	5	8	10
<i>Carex lanceolata</i>	1	1	1	1	1	1
<i>Melica onoei</i>	+	+	+	1	+	1
<i>Persicaria perfoliata</i>	+	+	+	1	3	+
<i>Solidago verga-aurea</i> var. <i>asiatica</i>	+	+	+	+		+
<i>Spodiopogon sibiricus</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Oplismenus undulatifolius</i>	+	+	+	+		+
<i>Iris savatieri</i>	+	+				
<i>Solanum nigrum</i>			+			
<i>Metaplexis japonica</i>			+			+
<i>Phytolacca americana</i>					+	+
<i>Persicaria hydropiper</i>					+	+
<i>Humulus japonicus</i>					+	+
<i>Erechtites hieracifolia</i>						+

Appendix 1. Continued Site 2 (15~20 m)

Species	Coverage (%)					
	1997			1998		
	May 11	Jun. 16	Oct. 5	May 2	Jul. 19	Oct. 10
<b>Tree layer</b>						
<i>Quercus acutissima</i>	15	20	25	25	30	30
<b>Shrub layer</b>						
<i>Populus albaglandulosa</i>	10	40		5	8	+
<i>Lespedeza bicolor</i>	5	10	15	5	15	25
<i>Quercus aliena</i>	5	10	15	15	15	15
<i>Sorbus alnifolia</i>	5	5	10	10	15	15
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	5	5	8	10	10	10
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	1	1	1	1	3	1
<i>Pueraria thunbergiana</i>		5				
<i>Quercus acutissima</i>		+	+	+	+	+
<i>Corylus heterophylla</i> var. <i>ihunbergii</i>				1	1	1
<i>Styrax obassia</i>				+	+	
<i>Robinia pseudo-acacia</i>					3	1
<i>Euonymus japonica</i>						+
<b>Herb layer</b>						
<i>Solidago verga-aurea</i> var. <i>asiatica</i>	+	+	+	+	+	
<i>Melica onoei</i>	+	+	+	+	+	
<i>Cocculus trilobus</i>	+	+	1	1	1	5
<i>Smilax nipponica</i>	+	+	+		+	+
<i>Carex lanceolata</i>	+	+	+	+	+	
<i>Spodiopogon sibiricus</i>	+	+	1	1	5	8
<i>Eupatorium rugosum</i>		+	1	+	1	+
<i>Commelina communis</i>	+	+	1	+	+	2
<i>Phytolacca americana</i>		+	2	2	1	+
<i>Persicaria hydropiper</i>		+	+	+	+	3
<i>Artemisia keiskeana</i>	1	1	1	1	1	+
<i>Atractylodes japonica</i>				+	+	+
<i>Parthenocissus tricuspidata</i>					+	+
<i>Carex</i> sp.						+
<i>Panicum dichotomiflorum</i>						+
<i>Lactuca triangulata</i>						+
<i>Potentilla fragarioides</i> var. <i>major</i>						+
<i>Erechtites hieracifolia</i>						+

Appendix 1. Continued  
Site 3 (25~30 m)

Species	Coverage (%)					
	1997			1998		
	May 11	Jun. 16	Oct. 5	May 2	Jul. 19	Oct. 10
Shrub layer						
<i>Populus albaglandulosa</i>	15	50		5	10	
<i>Lespedeza bicolor</i>	10	10	20	10	30	40
<i>Quercus aliena</i>	10	10	20	30	30	30
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	5	5	5	10	10	10
<i>Symplocos chinensis</i> for.	+	+	+	1	3	3
<i>pilosa</i>						
<i>Styrax obassia</i>	+	+	1	1	1	1
<i>Quercus acutissima</i>	+	+	5	5	10	10
<i>Euonymus alatus</i> for.	+	+	+	+	+	+
<i>ciliato-dentatus</i>						
<i>Rubus crataegifolius</i>		+	1	1	3	+
<i>Rubus parvifolius</i>			+	+	+	+
<i>Quercus serrata</i>				+	+	+
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	+	+	+	1	1	1
<i>Quercus mongolica</i>				+	1	+
<i>Callicarpa japonica</i>					+	+
<i>Euonymus japonica</i>						+
Herb layer						
<i>Youngia japonica</i>				1		+
<i>Persicaria hydropiper</i>		1	1	1	5	1
<i>Commelina communis</i>		1	3	+	+	+
<i>Lactuca triangulata</i>	+	1	+	+	+	3
<i>Humulus japonicus</i>	+	1	+	+		
<i>Eupatorium rugosum</i>	+	+		5	10	10
<i>Carex lanceolata</i>	1	2	2	2	5	5
<i>Phytolacca americana</i>	-	-	1	+	1	5
<i>Potentilla fragarioides</i> var.	+	+	+	+	+	+
<i>major</i>						
<i>Parthenocissus tricuspidata</i>					+	
<i>Erechtites hieracifolia</i>					+	
<i>Melica onoei</i>					+	+
<i>Cocculus trilobus</i>					+	
<i>Smilax nipponica</i>					+	+
<i>Liriope plataphylla</i>					+	
<i>Mosla dianthera</i>						+
<i>Carex</i> sp.						+
<i>Erigeron bonariensis</i>						+

Appendix 2. DBH changes of treatment and control area  
Treatment: Tag No. 91~175, Control: Tag No. 177~200

Tag No.	Species	DBH (cm)			
		'97.5.28	'97.9.28	'98.5.16	'98.9.27
91	<i>Q. aliena</i>	11.5	12.1	12.4	13.1
130	<i>Q. aliena</i>	2.6	3.2	3.4	4.3
136	<i>Q. serrata</i>	3.8	4.2	4.5	5.1
140	<i>Q. dentata</i>	7.1	7.8	8.1	8.6
141	<i>S. alnifolia</i>	1.8	2.4	2.8	3.0
142	<i>Q. acutissima</i>	11.8	12.9	13.6	14.6
143	<i>Q. aliena</i>	4.8	5.2	5.5	6.8
144	<i>Q. mongolica</i>	2.9	3.7	4.1	5.0
145	<i>Q. aliena</i>	4.1	5.2	5.4	7.0
146	<i>Q. aliena</i>	3.0	3.8	4.1	5.1
147	<i>Q. acutissima</i>	4.2	4.8	5.1	5.0
148	<i>Q. aliena</i>	11.0	11.8	12.3	13.3
149	<i>Q. acutissima</i>	14.5	14.8	15.1	16.2
150	<i>Q. serrata</i>	2.5	3.1	3.3	4.0
151	<i>Q. aliena</i>	4.4	5.2	5.7	6.4
152	<i>Q. aliena</i>	2.6	3.1	3.2	3.2
153	<i>Q. aliena</i>	3.1	3.6	3.8	4.6
154	<i>Q. aliena</i>	2.7	3.0	3.2	4.0
155	<i>Q. acutissima</i>	7.1	7.9	8.0	8.3
156	<i>Q. acutissima</i>	8.2	8.7	8.9	10.2
157	<i>Q. aliena</i>	7.1	7.8	8.5	10.0
158	<i>Q. mongolica</i>	2.9	3.5	3.8	4.7
159	<i>Q. mongolica</i>	1.8	2.5	2.8	3.6
160	<i>P. rigida</i>	9.2	9.4	9.4	9.9
161	<i>Q. dentata</i>	8.9	9.2	9.3	10.0
162	<i>Q. mongolica</i>	1.8	2.2	2.2	2.4
163	<i>P. rigida</i>	4.6	5.0	5.1	5.0
164	<i>Q. acutissima</i>	12.4	13.0	13.0	14.1
165	<i>Q. aliena</i>	3.0	3.7	4.0	4.9
166	<i>Q. dentata</i>	6.8	9.1	9.5	10.4
167	<i>Q. aliena</i>	2.9	3.9	4.2	5.4
168	<i>Q. aliena</i>	2.5	3.1	3.3	4.0
169	<i>Q. aliena</i>	3.8	4.4	4.6	5.4
170	<i>Q. aliena</i>	3.1	3.9	4.2	5.6
171	<i>Q. aliena</i>	2.5	3.2	3.4	4.5
172	<i>Q. mongolica</i>	1.9	2.6	3.2	3.7
173	<i>Q. acutissima</i>	2.9	3.5	3.9	4.1
174	<i>Q. acutissima</i>	3.7	4.4	4.6	4.9
175	<i>S. alnifolia</i>	1.9	2.7	3.0	3.3
177	<i>Q. aliena</i>	6.6	6.8	7.0	7.0
178	<i>Q. aliena</i>	2.5	2.8	2.8	2.9
179	<i>Q. aliena</i>	3.7	3.8	4.0	4.2
180	<i>Q. aliena</i>	3.4	3.9	4.1	5.0
181	<i>Q. aliena</i>	2.9	3.1	3.2	4.1
182	<i>Q. aliena</i>	3.4	3.8	3.9	4.3
183	<i>Q. aliena</i>	2.2	2.3	2.3	2.4
184	<i>Q. aliena</i>	2.8	2.8	2.8	2.9
185	<i>Q. aliena</i>	2.3	2.4	2.4	2.4
186	<i>Q. aliena</i>	2.4	2.6	2.6	2.9
187	<i>Q. aliena</i>	3.6	4.1	4.3	4.8
188	<i>Q. aliena</i>	1.2	1.6	1.8	1.9
189	<i>Q. acutissima</i>	3.6	3.7	3.8	3.9
190	<i>Q. dentata</i>	4.0	4.1	4.1	4.2
191	<i>Q. aliena</i>	1.9	2.1	2.1	2.3
192	<i>Q. aliena</i>	1.5	1.6	1.6	1.7
193	<i>Q. aliena</i>	3.6	3.7	3.7	3.8
194	<i>Q. aliena</i>	1.6	1.6	2.0	2.1
195	<i>Q. aliena</i>	2.0	2.5	2.5	2.6
196	<i>Q. aliena</i>	1.3	1.5	1.5	1.6
197	<i>Q. aliena</i>	8.5	8.6	8.7	8.7
198	<i>Q. aliena</i>	1.8	2.1	2.2	2.5
199	<i>Q. aliena</i>	2.3	2.6	2.7	3.2
200	<i>Q. dentata</i>	1.4	1.4	1.4	1.5



---

## Vegetational Changes in the Early Stages after Lumbering of *Populus albaglandulosa* in Urban Forest

Min, Byeong Mee

Department of Science Education, College of Education, Dankook University

**ABSTRACT:** To develop a better restoration technique for altering urban planted forest to more natural forest, the changes of flora, vegetation structure and woody plant growth in the early stage after lumbering only *Populus albaglandulosa* of the tree layer were studied in Chungdam Park, Chungdam-dong, Kangnam-gu, Seoul for two years (from 1997 to 1998). The results were as follows. First, in the year after lumbering, the species changes occurred not in woody plants but in herbs, which increased by 44%. Three species including *Viola verecunda* disappeared, and 15 species including ruderals such as *Metaplexis japonica* and introduced species such as *Erechtites hieracifolia* appeared newly. Second, lumbering caused the coverages of *Quercus aliena*, *Q. mongolica*, *Q. acutissima* and *Sorbus alnifolia* in the subtree, or shrub layer, to be increased abruptly. The coverage of *Lespedeza bicolor* was affected by neighboring plants. Third, in the herb layer the coverage of *Artemisia keiskeana* was conspicuously increased but those of the others were not. Fourth, by ridding the upper layer canopy, *Quercus*' growth rates were increased highly. Rates of DBH growth of *Q. aliena*, *Q. mongolica* and *Q. dentata* were increased to 53.0%, 22.9% and 8% in the experimental area, and 23.1%, 8.3% and 6.1% in the control area, respectively, during two growing seasons (from May 11, 1997 to October 27, 1998). The ratios of twig biomasses of the previous year to the next year were 100:565 in *Q. aliena*, 100:197 in *Q. mongolica* and 100:644 in *Q. dentata* in the experimental area. There were also growth ratios of 100:117 in *Q. aliena*, 100:100 in *Q. mongolica* and 100:42 in *Q. dentata* in the control area, respectively. The growth rate increases of *Q. aliena* and *Q. dentata* were thus conspicuous in twig rather than in trunk, but that of *Q. mongolica* was *vice versa*.

**Key words:** Coverage, Growth rate, Lumbering, *Populus albaglandulosa*, Urban forest, Vegetation structure, Woody plant

---