

생태적 특성에 따른 산림녹지의 관리방안

- 부천시 사례 -

한봉호* · 이경재*

*서울시립대학교 도시과학대학

Management Devices of Urban Forest in Accordance with Ecological Characteristics in the Case of Bucheon City

Han, Bong-Ho* · Lee, Kyong-Jae*

*College of Urban Science, University of Seoul

ABSTRACT

The purpose of this study is to suggest the ecological management based on ecological characteristics of urban forest in Bucheon city. The actual vegetation area in the survey sites(7,426,587 m²) consisted of *Robinia pseudoacacia* forest(61.6%; 4,574,168 m²), *Pinus rigida* forest(6.1%), *Quercus mongolica* community(3.2%), *Q. spp.* community(2.9%), etc..

According to the importance value of artificial planting forest, 58(300 m²) survey plots were divided into 6 groups; 1)*R. pseudoacacia* forest, 2)*R. pseudoacacia-Q. serrata* community, 3)*R. pseudoacacia-Q. mongolica* community, 4)*P. rigida* forest, 5)*P. rigida-Q. serrata* community, 6)*P. rigida-Q. mongolica* community. As the result, the artificial planting forest was expected to the proceeded to *Q. serrata* community and *Q. mongolica* community.

The ecological succession stage in the survey sites (7,426,587 m²) was divided into 5 stages based on actual vegetation, succession trend of artificial planting forest in Bucheon; 1)Stage of impossible succession(4.7%), 2)Stage of inducible succession(78.7%), 3)Stage of progressive succession(2.7%), 4)Sage of last succession(1.4%), 5)Stage of native plant forest(12.5%).

The ecological management of urban forest was suggested as the management method for succession promotion, according to density controlling and native species planting in Bucheon. Individual numbers of *R. pseudoacacia* might be reduced to 6~8 individuals/300 m² at canopy, 9~21 individuals/300 m² at under-story by selective cutting in order to keep 63~70% of total basal area at *R. pseudoacacia* forest. Individual numbers of *P. rigida* might be reduced to 8~9 individuals/300 m² at canopy, 27~30 individuals/300 m² at under-story by selective cutting in order to keep 68~75% of total basal area at *P. rigida* forest. 24 species that were selective by constancy analysis were chosen as the ecological

appropriate species.

Since, this study is discussing the areas of urban forest and botanical ecology, it is suggested that a study on the relations between other environmental factors such as soil, climate, and vegetation will be performed in the future.

Key Words : Actual Vegetation, Importance Value, Artificial Planting Forest, Ecological Succession Stage, Succession Promotion

I. 서론

우리 나라 도시지역은 1960년대 경제성장이 이루어지면서 급속도로 팽창되어 1990년대 이후에는 우리나라 인구의 80% 이상이 도시에서 생활하게 되었다. 이렇게 도시가 팽창되면서 도시내부의 녹지는 급격하게 감소되었으며, 남아있는 녹지도 환경오염의 영향, 과도한 이용, 부적절한 식생관리로 인하여 훼손되어가고 있는 실정이다.

우리 나라 도시녹지림의 현황은 1950년 전쟁과 1960년대 연료폭 채취로 인하여 자연림은 거의 훼손되었으며, 1960년대 이후 치산녹화 사업으로 인하여, 인공조림식생인 아까시나무, 리기다소나무, 현사시나무 등이 식재되어 현재에 이르고 있다. 30여 년이 지난 현재 도시림은 인공조림식생이 성장하여 교목층을 형성하고 있으며, 도시녹지의 중요한 기능을 하고 있다. 그러나 이러한 인공조림식생의 기능을 무시한 채 최근 도시환경림 조성사업으로 인공조림식생을 제거하고 잣나무 등 조경수목을 식재하여 오히려 도시림의 기능을 떨어뜨리고 있으며(이경재 등, 1995), IMF이후 실업자 구제책으로 공공근로사업을 통하여 도시림의 아교목층, 관목층을 제거하는 관리를 하고있어 도시림의 생물다양성을 오히려 감소시키고 있다.

현재 도시림 중 인공조림식생의 생태적 구조는 아교목층과 관목층에서 참나무류 등 자생종이 성장하여 생태적 천이가 일어나고 있는 단계이다(이경재 등, 1993)

이러한 도시림에 관련된 연구는 독일에서는 경관생태학적 입장에서 도시 전체를 대상으로 비오톱개념을 도입하여 현황조사를 통하여 비오톱 유형을 분류하고 각 유형별 생물서식처로서의 기능을 위한 방안을 제시하고

있으며(Finke, 1994; Sukopp, 1980; 1993), 도시녹지관리에 대한 연구는 도시림의 자연림, 인공림으로 구분하고 자생식물을 이용한 층위별 적정종선정 및 층위구조를 이룰 수 있는 관리방안을 제시하고있다(Tregay, 1979; Cole and Mullard, 1982). 또한 일본에서도 도시내 인공림의 낮은 종다양성, 단순한경관 등의 문제점을 제시하고 개선안을 제시하고 있다.

우리 나라의 연구는 임경빈(1978)의 남산 자연공원 산림식생관리에 관한 보고를 시작으로 식물군집구조를 분석하여 관리대책을 수립하는 연구가 진행되어 왔으며, 최근에는 조우(1995, 1998), 이경재 등(1996)에 의하여 도시 전체의 도시림을 대상으로 식물군집구조를 파악하고 관리대책을 제시하고 있다. 또한 보다 정밀한 연구로 이경재 등(1995), 안인수(1999)에 의하여 도시환경림 조성기법을 통하여 현재 인공식생을 보호하면서 자연림으로의 생태적 천이를 유도하는 구체적인 기법까지 제시하고 있으며, 이경재와 한봉호(1998)는 아까시나무를 대상으로 아까시나무의 밀도조절 및 자생종식체를 통한 생태적 관리기법까지 제시되고 있다.

이상의 연구를 종합하면 도시녹지의 유형을 구분하고 도시림의 관리의 목표로 자생종을 이용한 생물종다양성 증진의 방법으로 적절한 자생종 선정 및 층위구조를 이룰 수 있는 관리기법을 제시하고 있다. 반면 연구범위에 있어 우리 나라의 연구는 일부 지역 및 식생을 대상으로 연구가 진행되었으며, 일정 행정구역을 대상으로 종합적인 연구는 이루어지지 않았다. 본 연구는 이들 연구와 동일한 맥락이나 부천시 전체를 대상으로 하여 산림녹지의 생태적 현황을 파악하고 그 지역의 특성에 따라 부천시 독자적인 관리방안을 제시하는 것을 목적으로 하였다.

따라서 부천시 도시녹지 중 산림녹지를 대상으로 현존식생 및 식물군집구조분석을 통하여 도시립 전체의 생태적 현황을 파악하고 부천시 산림녹지의 대부분을 차지하는 인공조림식생의 생태적 천이유도를 위한 관리기법을 제시하고자 하였다.

II. 연구내용 및 절차

그림 1은 연구내용에 따른 연구절차를 나타낸 것이다. 연구내용으로는 현황조사분석으로 부천시의 기후에 따른 식생대를 구분하기 위하여 기상개황을 분석하였으며, 산림녹지의 생태적 특성으로는 부천시 전 산림녹지를 대상으로 현존식생을 조사분석하였고 현존식생 중 가장 넓은 면적에 분포하고 있는 식생인 아까시나무림과 리기다소나무림의 식물군집구조를 분석하였다. 이상의 자료를 바탕으로 부천시 산림녹지의 생태적 천이현황을 파악하였고, 아까시나무림과 리기다소나무림의 생태적 관리방안을 제시하였다. 현장조사는 1997년에 실시하였다.

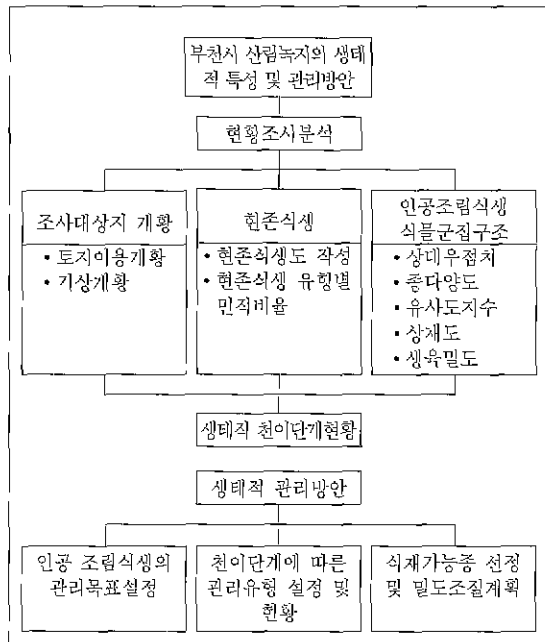


그림 1 연구내용에 따른 절차

III. 조사분석 방법

1. 조사대상지 개황분석

조사대상지 개황으로는 부천시 토지이용개황과 기상개황을 파악하였다. 토지이용개황은 경기도(1998) 통계연보에서 부천시 자료를 이용하여 토지이용유형 및 녹지관련현황을 파악하였으며, 기상개황으로는 부천시는 기상측정자료가 없으므로 인접도시인 인천광역시와 서울시의 연평균기상자료를 이용하여 연평균기온과 강수량(기상청, 1991)을 파악하였고, 월별 평균강수량 자료를 이용하여 한랭지수를 산정한 후 임경빈(1985)의 우리 나라 수평적식생대구분 기준에 의하여 식생대를 구분하였다.

2. 현존식생 조사분석

현존식생조사는 부천시 전 산림녹지를 대상으로 1/5,000축척의 지형도를 이용하여 군집의식생상관(physiognomy)에 의하여 교목층의 우점종에 따라 유형을 구분하여 도면을 작성하였으며, 식물군집구조 조사자료로 보완하여 완성하였다. 현존식생도를 이용하여 ESRI에서 1999년에 개발한 ARC/INFO Version 7 (ESRI Inc., 1997)GIS프로그램을 이용하여 현존식생 유형별 면적 비율을 산정하였다.

3. 인공조림식생 식물군집구조 조사분석

식물군집구조분석은 각 군집의 종구성 및 층위별 종간 세력관계를 정량적으로 파악하여 향후 천이방향까지 예측할 수 있는 연구방법이다. 부천시 산림녹지에서는 현존식생 구성상 인공조림식생이 대부분을 이루고 있어 산림녹지의 관리방향은 인공조림식생의 관리에 중점을 두어야 할 것으로 판단되었으며, 따라서 식물군집구조 연구에서는 인공조림식생에 대하여 연구를 한정하였다.

1) 조사구 설정

인공조림식생 식물군집구조 조사구는 인공조림식생의 식물군집구조 특성을 파악하고 밀도조절량을 산출하기 위하여 설정하였다. 조사구 위치는 현존식생도를 기초

로 많은 면적을 차지하고있는 인공조림식생인 아까시나무림, 리기다소나무림과 이들 식생에서 자생 참나무류가 성장하고있는 식생지를 대상으로 방형구법(Quadrat method)를 이용하여 10m×10m 방형구 3개(300m)를 1개의 조사구로 하여 설정하였다.

2) 식생조사

식생조사는 각 조사구에 출현하는 전 수종을 대상으로 흉고직경 2cm이상의 수종을 교목층과 아교목층으로 하여 흉고직경을 측정하였으며, 그 이하는 관목층으로 하여 수관폭을 조사하여 수관투영면적을 산정하였다.

3) 식물군집구조분석

식생조사 자료를 이용하여 Curtis and McIntosh(1951)의 중요치 산정방법을 응용한 이경재 등(1990)의 방법에 의하여 각 조사구의 층위별 상대우점치(Importance value : I. V.)와 평균상대우점치(Mean importance value : M.I.V.)를 산정하여 종구성 및 천이경향을 파악하였으며, 또한 Whittaker(1956)의 수식을 응용하여 군집간 유사도지수를 산정하였고, Pielou(1975)의 수식을 이용하여 Shannon의 종다양도(H')와 최대종다양도(H'max)를 구하였으며, 우점도(D)와 균제도(J)를 산정하였다. 또한 주요 출

현종에 대하여 상대도를 구하였으며, 각 군집별 생육밀도르 단위면적당 흉고단면적을 분석하였다. 이상의 분석은 서울시립대학교 환경생태발전연구실에서 개발한 분석 프로그램(plant data analysis package : PDAP)을 사용하였다.

4. 생태적 천이현황분석

생태적 천이현황은 현존식생도를 기본으로 하여 우리나라 은대 중부지방 인공조림식생의 천이계열인 인공조림종 → 참나무류 → 서어나무, 까치박달(이경재 등, 1996)을 응용하여 현재 대상지역에서 자연림인 참나무류림, 소나무림을 최종단계로 하며, 부천시 인공조림식생의 식물군집구조 특성을 통하여 천이단계를 예측하여 표 1과 같은 기준으로 천이단계를 천이불가능단계, 천이유도 가능단계, 천이진행단계, 천이말기단계, 자연림단계로 구분하였다. 각 단계별 현황은 ARC/INFO Version 7. GIS프로그램을 이용하여 현황도를 작성하고 단계별 면적 비율을 산정하였다.

각 단계별 기준내용을 살펴보면(표 1 참조) 천이불가능단계는 현재 현존식생 중 산림이 아닌 관리되는 지역으로 나지, 초지, 과수원 등이며, 천이유도 가능단계는 현재 인공조림종 순림지역으로 관목층에서 각종 자

표 1 부천시 산림녹지의 천이단계 구분 기준

단계구분	기준	내용
천이불가능	기타(나지, 초지, 경작지)	산림이 훼손된 나지, 배수지, 경작지, 기타 초지 등
	인공식재림	과수원, 묘포장, 조경수식재 후 지속적으로 관리되는 지역
천이유도 가능단계	침엽수인공조림종 순림	리기다소나무, 잣나무 등 침엽수인 인공조림식생이 교목층과 아교목층에 우점하며, 관목층에서는 다양한 지생종이 출현하는 식생지
	활엽수인공조림종 순림	아까시나무, 현사시나무, 관리되지 않는 밤나무 등 활엽수 인공조림식생이 교목층과 아교목층에서 우점하며, 관목층에서 다양한 지생종이 출현하는 식생지
천이진행단계	침엽수인공식재림 천이진행	리기다소나무, 잣나무 등 침엽수인 인공조림식생이 우점종이나 자생 참나무류가 성장하여 경쟁상태에 있는 식생지
	활엽수인공식재림 천이진행	아까시나무, 현사시나무, 관리되지 않는 밤나무 등 활엽수 인공조림식생이 우점종이나 자생 참나무류가 성장하여 경쟁상태에 있는 식생지
천이말기단계	침엽수인공식재림 천이말기	리기다소나무, 잣나무 등 침엽수인 인공조림종이 조림되었으나 참나무류가 성장하여 참나무류가 우점종이된 식생지
	활엽수인공식재림 천이말기	아까시나무, 현사시나무, 관리되지 않는 밤나무 등 활엽수 인공조림종이 조림되었으나 참나무류가 성장하여 참나무류가 우점종이된 식생지
자연림단계	침엽수자연림	소나무가 우점종인 식생지
	활엽수자연림	줄참나무, 신갈나무, 갈참나무, 산벚나무 등 지생 참나무류와 낙엽활엽수림이 우점종인 식생지

생종이 출현하고있는 지역으로 설정하였다. 천이진행단계는 인공조림종이 우점종이나 교목층과 아교목층에서 참나무류가 다수 성장하여 이들 종간의 경쟁상태에 있는 지역이며, 천이말기단계는 경쟁을 통하여 인공조림종보다 참나무류가 교목층과 아교목층서 우점하는 지역이고, 자연림단계는 소나무림, 참나무류와 기타 자생종 낙엽활엽수가 우점하는 지역으로 설정하였다.

5. 생태적 관리방안

생태적 관리방안으로는 천이단계별 관리유형을 설정하였으며, 관리유형별 면적 및 비율을 산정하였고, 부천시 산림녹지의 대부분을 차지하는 인공조림식생의 천이를 유도하는 관리방법으로 대표적인 식생인 아까시나무림과 리기다소나무림의 천이촉진을 위한 식재가능종 선정과 밀도조절계획을 수립하였다. 식재가능종 선정은 상재도 분석에서 상재도 10% 이상이며, 자생종을 선정하였고 이중 덩굴성식물은 제외하였다.

밀도조절계획은 밀도조절량과 간벌개체수를 교목층과 아교목층으로 구분하여 산정하였다. 밀도조절량은 인공림군집과 인공림에서 참나무류로 천이되는 군집에서 교목층과 아교목층 인공식재종의 흉고단면적을 비교하여 인공림군집에 있어서 인공식재종의 밀도를 참나무류로 천이되는 군집의 수준으로 감소시키는 것을 목표로 설정하였고, 밀도조절량과 간벌되는 개체수는 다음의 수식에 의하여 산출하였다.

$$\begin{aligned} \text{밀도조절량} (cm^2) &= (\text{인공림군집에서 인공조림종의 흉고단면적} (cm^2/300 m^2)) \\ &- (\text{인공림에서 참나무류로 천이되는 군집에서 인공조림종의} \\ &\quad \text{흉고단면적} (cm^2/300 m^2)) \end{aligned} \quad (\text{식 } 1)$$

$$\begin{aligned} \text{간벌되는 개체수(주)} &= \frac{\text{층위별 밀도조절량}(cm^2)}{\text{층위별 평균 흉고직경 } 1\text{개체의 흉고단면적}(cm^2)} \end{aligned} \quad (\text{식 } 2)$$

IV. 결과 및 고찰

1. 조사대상지 개황

부천시는 위치상 북위 37°27'20"~37°33'06", 동경 126°44'37"~126°49'51"에 위치하고 있으며, 주변으로는 동쪽으로 서울시와 서쪽으로 인천광역시와 연결되

었고 남쪽으로 경기도 시흥시와 연결되어있다.

부천시의 토지이용현황으로는 전체면적은 53.44km²이었으며, 이중 천이 3.61km² 답이 8.97km² 대지가 14.90km² 임야가 9.74km² 공장용지가 3.10km² 기타가 13.12km²(경기도, 1998)로 임야면적이 전체면적의 18.2%로서 서울시 26.0%(서울특별시, 1998), 안양시 53.6%, 수원시 27.9%, 시흥시 45.9%(경기도, 1998)에 비하여 산림녹지에 해당되는 임야면적이 매우 적은 비율이었다. 따라서 부천시의 산림녹지는 현상태를 보존하면서 가능한 녹지면적을 넓혀나가는 것이 녹지정책에 있어서 중요하다 할 수 있을 것이다.

임야의 분포 현황으로는 주로 성주산을 중심으로 한 남쪽과 원미산을 중심으로 한 동쪽으로 분포하고 있으며, 서쪽과 동쪽으로는 서해안 핑야지대에 노출되어있다.

기상현황으로는 부천시의 기후는 중부서해안의 기후대에 속하여 한서의 차가 심한 편이며, 부천시의 기상측정자료는 없으므로 서울과 인천의 기상자료를 분석한 결과 연평균기온은 서울과 인천이 각각 11.8℃, 11.4℃이었고, 한랭지수는 서울 -21.5℃/month, 인천 -20.4℃/month로서 임경빈(1985)의 우리나라 식생대 구분에 의하면 소나무, 신갈나무, 졸참나무, 물박달나무 등이 주로 분포하는 온대중부림에 속하였다. 연평균강수량은 서울과 인천시 각각 1,369.8mm, 1,142.1mm이었으며, 전체 강수량의 약 70%가량이 6~9월에 집중하는 여름 집중강우형이었다(기상청, 1991).

2. 현존식생현황

현존식생은 부천시 전 산림녹지인 7,426,587m²에 대하여 조사하였다. 부천시 통계자료의 임야 면적과 상이한 것은 통계연보를 토지지목에 대한 것과 계속적인 토지형질변경, 각종 개발에 의하여 실제 산림녹지 면적은 그보다 좁아진 상태이기 때문일 것으로 판단되었다.

총 현존식생유형은 65개 유형으로 구분되었으며, 주요우점종에 따라 정리하면 자연식생으로는 소나무림, 신갈나무림, 졸참나무림, 갈참나무림, 상수리나무림, 참나무류혼효림, 기타 낙엽활엽수림으로 구분되며, 인공조림식생으로는 리기다소나무림, 잣나무림, 아까시나무림, 물오리나무림, 현사시나무림, 밤나무림, 일본잎갈나무

무림과 기타 지역으로 구분할 수 있었다.

전체 유형별 면적 비율을 살펴보면(표 2 참조) 인공 조림식생인 아까시나무림이 전체면적의 61.6% (4,574,168㎡)로 대부분의 면적을 차지하고 있었으며, 리기다소나무림이 6.1%이었고, 신갈나무림(3.2%), 참나무류혼효림(2.9%), 잣나무림(2.6%), 상수리나무림(2.5%), 아까시나무-밤나무림(2.1%), 밤나무림(2.0%) 등이 주요 현존식생을 구성하고 있었다. 따라서 부천시 산림녹지의 대부분은 아까시나무림으로 이리

한 비율은 서울시 주요산림의 아까시나무림 면적비율인 29.78%(조우, 1996), 강화도를 제외한 인천광역시의 아까시나무 면적 비율인 28.12%(이재태 등, 1995)에 비교하면 매우 높은 비율이었고, 또한 리기다소나무림 등 주로 인공조림식생이 분포하였으며, 자연식생은 소규모로 분포하고 있었다. 결국 부천시 산림녹지의 관리는 인공조림식생의 관리에 중점을 두어야 할 것으로 판단되었다.

현존식생분포를 살펴보면(그림 2 참조) 아까시나무

표 2. 부천시 산림녹지 현존식생 유형별 면적 비율

군집명	면적(㎡)	비율(%)
소나무	15,804	0.2
신갈나무	239,012	3.2
신갈나무-졸참나무	17,684	0.2
신갈나무-갈참나무	4,356	0.1
신갈나무-상수리나무	34,779	0.5
신갈나무-떡갈나무	82,268	1.1
신갈나무-팔배나무	1,858	0.0
신갈나무-리기다소나무	8,391	0.1
신갈나무-아까시나무	34,303	0.5
신갈나무-물오리나무	6,865	0.1
신갈나무-밤나무	9,803	0.1
신갈나무-일본일갈나무	1,898	0.0
졸참나무	33,626	0.5
졸참나무-신갈나무	13,654	0.2
갈참나무	7,857	0.1
갈참나무-신갈나무	10,688	0.1
갈참나무-졸참나무	2,973	0.0
갈참나무-상수리나무	12,281	0.2
상수리나무	182,079	2.5
상수리나무-신갈나무	23,440	0.3
상수리나무-졸참나무	5,684	0.1
상수리나무-갈참나무	9,348	0.1
상수리나무-리기다소나무	2,098	0.0
상수리나무-아까시나무	1,769	0.0
상수리나무-밤나무	16,891	0.2
참나무류혼효림	213,772	2.9
참나무류-아까시나무	10,555	0.1
참나무류-물오리나무	7,879	0.1
오리나무	2,319	0.0
산벚나무	13,177	0.2
팔배나무	2,374	0.0
리기다소나무	453,121	6.1
리기다소나무-신갈나무	22,594	0.3

군집명	면적(㎡)	비율(%)
리기다소나무-상수리나무	6,610	0.1
리기다소나무-참나무류	4,981	0.1
잣나무	191,926	2.6
잣나무-소나무	11,976	0.2
아까시나무	4,574,168	61.6
아까시나무-신갈나무	54,790	0.7
아까시나무-졸참나무	9,442	0.1
아까시나무-갈참나무	11,203	0.2
아까시나무-상수리나무	26,893	0.4
아까시나무-참나무류	16,151	0.2
아까시나무-리기다소나무	11,181	0.2
아까시나무-물오리나무	10,128	0.1
아까시나무-밤나무	153,746	2.1
물오리나무	34,931	0.5
물오리나무-신갈나무	14,576	0.2
물오리나무-상수리나무	7,930	0.1
물오리나무-팔배나무	11,219	0.2
물오리나무-아까시나무	13,332	0.2
물오리나무-밤나무	12,686	0.2
현시나무	148,817	2.0
현시나무-잣나무	2,679	0.0
남나무	151,306	2.0
밤나무-신갈나무	6,073	0.1
밤나무-상수리나무	13,072	0.2
밤나무-아까시나무	45,608	0.6
밤나무-현시나무	1,587	0.0
일본일갈나무	15,583	0.2
일본일갈나무-밤나무	5,679	0.1
조경수식재지	98,016	1.3
과수원 및 경작지	128,256	1.7
배수지(묘지, 초지)	28,810	0.4
나지	98,028	1.3
합 계	7,426,587	100.0

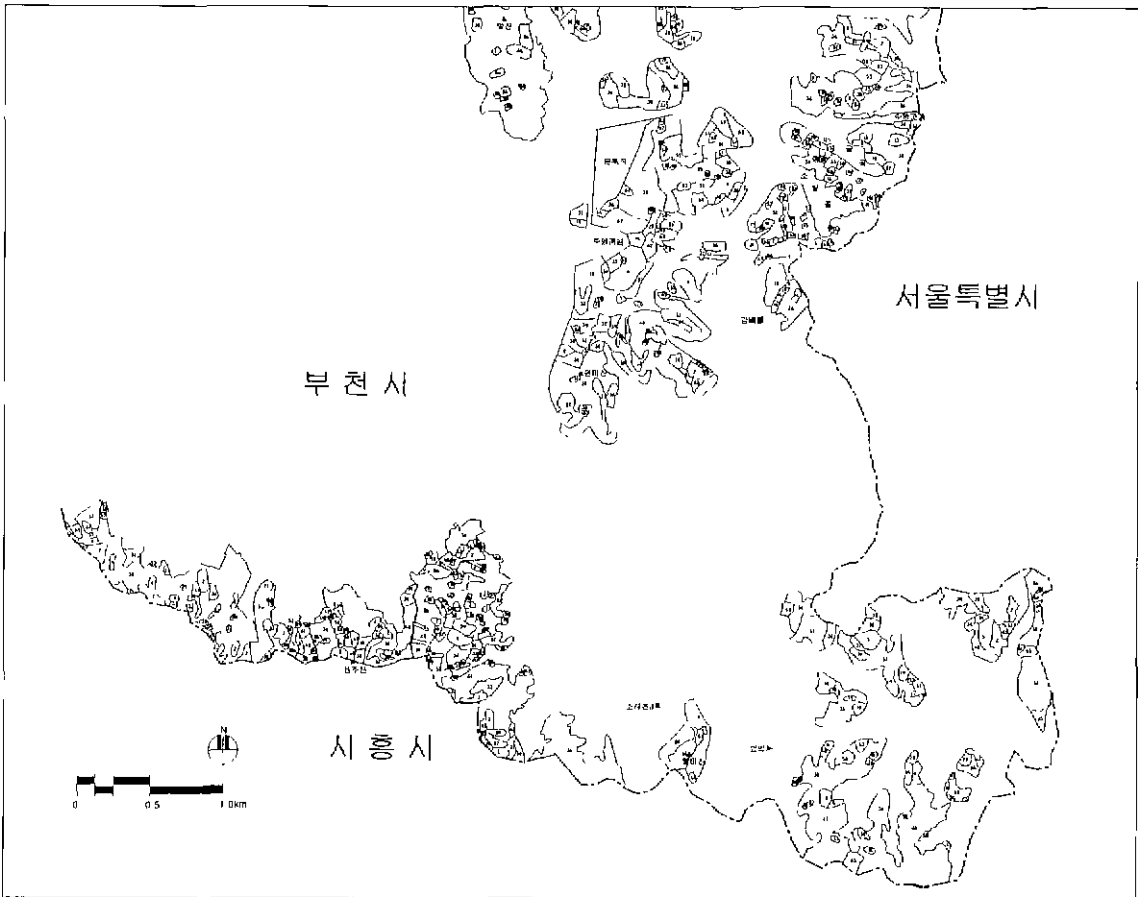


그림 2 부천시 산림녹지 현존식생도

- 1: 소나무, 2: 신갈나무, 3: 신갈나무-졸참나무, 4: 신갈나무-갈참나무, 5: 신갈나무-상수리나무;
 6: 신갈나무-떡갈나무, 7: 신갈나무-일본잎갈나무, 8: 신갈나무-리기다소나무, 9: 신갈나무-아까시나무, 10: 신갈나무-물오리나무;
 11: 신갈나무-밤나무, 12: 신갈나무-일본잎갈나무, 13: 졸참나무, 14: 졸참나무-신갈나무, 15: 갈참나무;
 16: 갈참나무-신갈나무, 17: 갈참나무-졸참나무, 18: 갈참나무-상수리나무, 19: 상수리나무, 20: 상수리나무-신갈나무;
 21: 상수리나무-졸참나무, 22: 상수리나무-갈참나무, 23: 상수리나무-리기다소나무, 24: 상수리나무-아까시나무, 25: 상수리나무-밤나무;
 26: 참나무류-혼효림, 27: 참나무류-아까시나무, 28: 참나무류-물오리나무, 29: 오리나무, 30: 산벚나무;
 31: 팔배나무, 32: 리기다소나무, 33: 리기다소나무-신갈나무, 34: 리기다소나무-상수리나무, 35: 리기다소나무-참나무류;
 36: 잣나무, 37: 잣나무-소나무, 38: 아까시나무, 39: 아까시나무-신갈나무, 40: 아까시나무-졸참나무;
 41: 아까시나무-갈참나무, 42: 아까시나무-상수리나무, 43: 아까시나무-참나무류, 44: 아까시나무-리기다소나무, 45: 아까시나무-물오리나무;
 46: 아까시나무-밤나무, 47: 물오리나무, 48: 물오리나무-신갈나무, 49: 물오리나무-상수리나무, 50: 물오리나무-팔배나무;
 51: 물오리나무-아까시나무, 52: 물오리나무-밤나무, 53: 현사시나무, 54: 현사시나무-잣나무, 55: 밤나무;
 56: 밤나무-신갈나무, 57: 밤나무-상수리나무, 58: 밤나무-아까시나무, 59: 밤나무-현사시나무, 60: 일본잎갈나무;
 61: 일본잎갈나무-밤나무, 62: 경계수식재지, 63: 과수원 및 경작지, 64: 배수지(묘지, 초지), 65: 나지

림은 전지역에 균일하게 분포하였으나 주로 사면 및 저지대에 조성되었으며, 리기다소나무림이 산림 능선부에 조성되었고, 자생 참나무류는 사면과 계곡부에 소규모로 분포하였다.

3. 인공조림식생의 식물군집구조

1) 상대우점치

부천시 산림녹지의 대부분이 인공조림식생이므로 산림녹지의 관리대상은 인공조림식생인 아까시나무림과 리기다소나무림으로 하는 것이 바람직하며, 이들 식생의 생태적 구조를 파악하는 것이 중요할 것으로 판단되어 아까시나무림과 리기다소나무림, 이들 식생에서 자

생참나무류가 생육하는 식생지역 대하여 58개의 조사구를 설정하였다. 표 3은 58개 조사구에 대하여 상대우점치를 분석한 결과 6개 군집으로 분류하고, 각 군집의 주요수종에 대하여 층위별 상대우점치를 나타낸 것이다.

아까시나무림은 약 29년 정도된 숲으로 58개 조사구 중 38개 조사구가 포함되어 대부분의 조사구가 아까시나무림에 해당되었다. 교목층에서는 아까시나무(I. V.: 91.3%)가 세력이 큰 우점종이었고 아교목층에서도 우점종(I. V.: 43.2%)이었으며, 나머지 수종들은 세력이 미약하여 아까시나무림은 현상대를 계속 유지 할 것으로 보인다. 그러나 아교목층과 관목층에서 신갈나무와 졸참나무, 갈참나무 등이 생육하고 있어 장기적으로 참나무류로 천이잠재성이 높은 것으로 판단되었다.

아까시나무-졸참나무군집은 6개 조사구가 포함되었다. 교목층에서는 아까시나무(I. V.: 75.3%)가 우점종이나 교목층에서 상수리나무(I. V.: 10.5%)와 졸참나무(I. V.: 8.9%)가 일정 세력을 형성하고있으며, 아교목층에서는 졸참나무(I. V.: 35.2%)가 우점종이고, 그 외 신갈나무가 다수 생육하고 있다. 또한 관목층에서도 졸참나무(I. V.: 26.9%)가 우점종이므로 본 군집은 아까시나무가 우점종인 군집에서 졸참나무군집으로의 생태적 천이가 진행중인 군집으로 판단되었다.

아까시나무-신갈나무군집도 아까시나무-졸참나무와 유사한 구조로 교목층에서는 아까시나무(I. V.: 51.4%)가 우점하고 있으나, 신갈나무(I. V.: 27.3%)가 세력이 크며, 아교목층과 관목층에서 신갈나무(I.

표 3. 부천시 산림녹지 인공조림식생 6개 군집의 층위별 주요수종의 상대우점치

(단위 %)

군집명 수종명	아까시나무				아까시나무-졸참나무				아까시나무-신갈나무			
	C ^a	U ^b	S ^c	M ^d	C	U	S	M	C	U	S	M
리기다소나무	-	06	-	02	-	-	-	-	-	46	-	15
노간주나무	-	08	02	03	-	-	03	-	-	03	-	01
물오리나무	23	19	-	18	06	-	-	03	128	59	04	84
난티잎개암나무	-	31	102	28	-	02	47	09	-	19	92	22
참개암나무	-	08	14	05	-	-	-	-	-	-	31	05
밤나무	19	84	36	44	06	29	45	20	07	18	19	12
상수리나무	12	13	09	12	10.5	72	09	78	23	20	03	19
떡갈나무	05	68	96	41	06	62	32	29	07	41	53	26
갈참나무	07	71	125	48	15	36	23	23	05	24	42	18
신갈나무	05	82	40	37	11	100	42	46	273	300	256	279
졸참나무	01	70	47	32	89	352	269	207	08	43	61	38
맹맹이덩굴	-	-	30	05	-	-	37	06	-	-	06	01
생강나무	-	04	08	03	-	03	02	01	-	05	01	02
조팝나무	-	-	09	02	-	-	25	04	-	-	06	01
팔메나무	01	59	19	25	-	05	07	03	-	97	01	33
산딸기	-	-	27	05	-	-	02	-	-	-	25	04
밍석딸기	-	-	11	02	-	-	18	03	-	-	01	-
쨌레꽃	-	-	127	21	-	-	55	09	-	-	29	05
산뿔나무	01	06	09	04	09	25	05	14	08	-	02	04
참싸리	-	03	09	02	-	-	14	02	03	02	17	05
아까시나무	91.3	432	69	61.1	75.3	228	27	45.7	514	243	83	352
노막덩굴	-	-	19	03	-	-	22	04	-	-	44	07
보리수나무	-	04	21	05	-	05	01	02	-	03	-	01
진달래	-	07	12	04	-	08	01	03	-	49	54	25
노린재나무	-	07	49	11	-	02	09	02	-	02	37	07
인동덩굴	-	-	22	04	-	-	15	03	-	-	-	-
청미래덩굴	-	-	09	02	-	-	08	01	-	-	-	-
청가시덩굴	-	-	35	06	-	-	56	09	-	-	02	-

(표 3. 계속)

군집명 수종명	리기다소나무				리기다소나무-졸참나무				리기다소나무-신갈나무			
	C	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M
리기다소나무	85.5	21.8	-	50.0	56.7	50.2	-	45.1	69.4	16.0	-	40.0
노간주나무	-	0.7	-	0.2	-	0.5	-	0.2	-	0.8	-	0.3
풀오리나무	2.9	3.8	0.8	2.8	5.4	12	-	3.1	4.5	9.4	1.1	5.6
난터잎개암나무	-	2.0	3.9	1.3	-	-	-	-	-	-	-	-
참개암나무	-	0.4	1.8	0.4	-	-	0.5	0.1	-	-	-	-
밤나무	0.4	4.5	3.2	2.2	-	-	0.4	0.1	-	-	-	-
상수리나무	-	0.5	1.5	0.4	8.5	6.4	-	6.4	-	-	-	-
떡갈나무	1.5	6.6	10.0	4.6	-	0.7	2.5	0.6	-	8.7	11.5	4.8
갈참나무	-	0.2	1.5	0.3	-	0.5	-	0.2	-	-	2.1	0.4
신갈나무	2.3	15.5	19.4	9.5	12.8	9.0	17.5	12.3	17.0	48.5	41.8	31.6
졸참나무	0.4	5.6	9.8	3.7	15.8	23.2	39.4	22.2	-	-	-	-
댕댕이덩굴	-	-	3.3	0.6	-	-	-	-	-	-	-	-
팔배나무	0.5	1.9	0.4	1.0	-	-	0.3	0.1	-	-	-	-
신팔기	-	-	5.2	0.9	-	-	0.3	0.1	-	-	-	-
쨍레꽃	-	-	2.8	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-
산벚나무	0.9	1.1	0.5	0.9	-	0.5	8.0	1.5	-	-	-	-
참싸리	-	0.2	1.8	0.4	-	-	0.7	0.1	-	-	1.1	0.2
아까시나무	5.2	21.5	2.9	10.3	0.8	3.6	1.5	1.8	9.1	6.8	2.4	7.2
노박덩굴	-	-	5.5	0.9	-	-	0.5	0.1	-	-	2.6	0.4
브리수나무	-	1.0	-	0.3	-	-	-	-	-	-	-	-
진달래	-	7.3	12.0	4.5	-	-	-	-	-	8.0	11.2	4.5
노린재나무	-	0.2	0.2	0.1	-	-	3.2	0.5	-	-	-	-
청미레덩굴	-	-	0.1	-	-	-	0.9	0.1	-	-	-	-
청가시덩굴	-	-	0.7	0.1	-	-	6.5	1.1	-	-	-	-

△: 교목층상대우점치, △: 아교목층상대우점치; △: 관목층상대우점치; △: 평균상대우점치

V.: 30.0%, 25.6%)가 우점종이므로 본 군집도 아까시나무림에서 신갈나무군집으로의 생태적 천이가 진행 중인 것으로 판단되었다.

리기다소나무림은 5개 조사구가 포함되었으며, 교목층과 아교목층에서 리기다소나무(I. V.: 85.5%, 21.8%)가 우점종이었으나 아교목층에서 아까시나무(I. V.: 21.5%)와 신갈나무(I. V.: 15.5%)가 다수 생육하고 있다. 관목층에서는 신갈나무(I. V.: 19.4%)가 우점종이며, 떡갈나무와 진달래가 생육하고 있다. 따라서 리기다소나무림은 아교목층의 아까시나무가 변수이기는 하지만 일정기간 현상태를 이룰 것으로 보이나 점차 신갈나무군집으로 천이가능성이 높은 상태이었다.

리기다소나무-졸참나무군집은 소규모 면적으로 분포하여 2개 조사구가 포함되었다. 교목층과 아교목층에서 리기다소나무(I. V.: 56.7%, 50.2%)가 우점종이나

교목층에서는 졸참나무(I. V.: 15.8%)와 신갈나무(I. V.: 12.8%)가 세력을 형성하고있으며, 아교목층에서는 졸참나무(I. V.: 23.2%)가 세력을 더욱 확대하여 경쟁상태에 까지 이르고 있다. 또한 관목층에서도 졸참나무(I. V.: 39.4%)가 우점종이었다. 따라서 리기다소나무-졸참나무군집은 리기다소나무림에서 졸참나무를 중심으로 한 참나무군집으로 생태적 천이가 진행중인 군집으로 판단되었다.

리기다소나무-신갈나무군집도 소규모 면적으로 분포하여 1개 조사구가 포함되었다. 교목층에서는 리기다소나무(I. V.: 69.4%)가 우점종이었으나 신갈나무가 교목층(I. V.: 17.0%)에서는 세력을 형성하고 있고, 아교목층(I. V.: 48.5%)과 관목층(I. V.: 41.8%)에서 우점종이므로 본 군집은 리기다소나무림에서 신갈나무군집으로 생태적 천이가 진행중인 것으로 판단되었다.

이상의 상대우점치 분석결과 아까시나무림과 리기다소나무림은 참나무류군집으로의 천이가능성 있으며, 일부 지역에서는 우리 나라 인공림의 생태적 천이경향(이경재 등, 1995: 1996, 이경재와 한봉호, 1998)인 졸참나무와 신갈나무로의 생태적 천이가 진행중인 것으로 판단되었다. 따라서 부천시 산림녹지의 인공식생지의 생태적 관리방안으로는 참나무류군집으로 천이를 유도하는 것이 바람직 할 것으로 판단되었다.

2) 종다양도

표 4는 6개 군집의 단위면적 300m²에 대하여 종다양도를 나타낸 것이다. 아까시나무림과 아까시나무-졸참나무군집, 아까시나무-신갈나무군집에서는 아까시나무림이 Shannon의 종다양도 지수 0.9646으로 가장 높으며, 나머지 2개 군집은 0.9087~0.9131로 약간 낮은 상태이었다.

부천시 아까시나무림 및 아까시나무가 우점종인 군집은 서울시 산림녹지의 아까시나무림 Shannon의 종다양도 지수 1.1381(1,600m²)(이경재 등, 1996), 인천시 산림녹지 아까시나무림 Shannon의 종다양도지수 1.1863(300m²)(조 우, 1998)와 비교하면 단위 면적을 고려 할 때 서울시 아까시나무림 보다는 약간 높은 상태이며, 인천 아까시나무림에 비하면 낮은 상태이었다.

리기다소나무림(0.9694)과 리기다소나무-졸참나무군집(0.9080), 리기다소나무-신갈나무군집(0.8915)도 순림이 가장 높아 아까시나무가 우점종인 군집들과 동일한 경향이였으며, 서울시 산림녹지의 리기다소나무림(1.2669/1,600m²)(이경재 등, 1996)과 인천시 산림녹지의 리기다소나무림(1.0446/300m²)(조 우, 1998)보

표 4. 부천시 산림녹지 인공조림식생 6개 군집의 종다양도 (단위면적: 300m²)

군집명	Shannon의 종다양도(H)	균재도(J)	우점도(D)	최대종다양도(Hmax)
아까시나무	0.9646	0.7955	0.2045	1.2095
아까시나무-졸참나무	0.9131	0.7736	0.2265	1.1730
아까시나무-신갈나무	0.9087	0.7581	0.219	1.2005
리기다소나무	0.9694	0.8131	0.1866	1.1877
리기다소나무-졸참나무	0.9098	0.7256	0.2744	1.2526
리기다소나무-신갈나무	0.8915	0.7590	0.2420	1.1761

*. Shannon's diversity index uses logarithms to base 10.

다는 낮은 상태이었다.

3) 유사도지수

표 5는 6개 군집간 유사도 지수를 나타낸 것이다. 유사도지수는 군집간 80이상이면 동질한 군집이며, 20이하는 서로 상이한 군집(Whittaker, 1956)으로 판단할 수있으며, 유사도지수는 비교되는 군집간 종구성의 유사성을 나타내는 것이다(Cox, 1976). 아까시나무가 우점종인 군집들과 리기다소나무림이 우점종인 군집들과는 유사도 지수가 15.82~48.80으로 이질적 이었으며, 우점종이 동일한 군집간인 아까시나무가 우점종인 군집간에는 54.99~67.11, 리기다소나무림이 우점종인 군집간에는 60.89~70.27로 유사성이 높은 상태이었다.

그러나 인공식생 순림에서 천이가 진행 단계 및 경향이 유사한 아까시나무-졸참나무군집과 리기다소나무-졸참나무군집간(38.21), 아까시나무-신갈나무군집과 리기다소나무-신갈나무군집간(48.80)에는 약간 높은 상태이었다.

표 5. 부천시 산림녹지 인공조림식생 6개 군집간 유사도지수

군집명	아까시나무	아까시나무-졸참나무	아까시나무-신갈나무	리기다소나무	리기다소나무-졸참나무
아까시나무-졸참나무	67.11	-	-	-	-
아까시나무-신갈나무	60.19	54.99	-	-	-
리기다소나무	33.06	29.00	40.39	-	-
리기다소나무-졸참나무	15.82	38.21	28.12	68.73	-
리기다소나무-신갈나무	18.95	16.32	48.80	70.27	60.89

4) 상재도

상재도가 높은 종은 대상지역의 환경요인에 대한 내성과 적응성이 강하여 생태계 복원시 활착력이 강한 것으로 판단하고 있다(오규준과 김용식, 1997). 표 6은 58개 조사구에서 출현한 71종에 대하여 상재도를 나타낸 것이다.

58개 조사구중 상재도 70% 이상의 조사구에서 출현한 종은 자생종으로 신갈나무, 갈참나무와 식재종으로 아까시나무이었다. 상재도 51~70% 또는 교목으로는

표 6. 부천시 인공조림식생 58개 조사구에서 출현한 종의 상재도

상재도	교목	아교목	관목	종수	
10%이하	자생종	서어나무, 팽나무, 산들배, 귀룽나무, 왕버들, 오리나무, 다릅나무, 염주나무, 소나무, 굴참나무, 옻나무, 두릅나무, 물푸레나무, 물박달나무(14종)	참빗살나무, 붉나무(2종)	쪽계비싸리, 곶딸기, 광대씨리, 줄사철나무, 개머루, 철쭉꽃, 조록싸리, 참회나무, 작살나무, 까마귀밥여름나무, 땅비싸리, 쥐똥나무, 국수나무, 담쟁이덩굴, 털팽나무 (15종)	31
	식재종	곰솔, 고욤나무, 가층나무, 현사시나무, (4종)	산딸나무, 자귀나무, 사과나무(3종)	-	7
10~30%	자생종	-	때죽나무, 개울나무, 생강나무(3종)	산초나무, 누리장나무, 회잎나무, 멧석딸기, 조팝나무, 인동명굴, 청미래덩굴, 산딸기 (8종)	11
	식재종	리기다소나무(1종)	-	-	1
31~50%	자생종	-	노간주나무, 팔배나무, 보리수나무(3종)	맹맹이덩굴, 참개암나무, 참싸리(3종)	6
	식재종	물오리나무(1종)	-	-	1
51~70%	자생종	상수리나무, 졸참나무, 떡갈나무(3종)	산벚나무(1종)	진달래, 청가시덩굴, 노린재나무, 쨍레꽃, 난티잎개암나무, 노박덩굴 (6종)	10
	식재종	밤나무(1종)	-	-	1
70%이상	자생종	갈참나무, 신갈나무(2종)	-	-	2
	식재종	아까시나무(1종)	-	-	1

자생종으로 상수리나무, 졸참나무, 떡갈나무 3종, 식재종으로 밤나무 1종이었으며, 아교목으로는 산벚나무 1종, 관목은 진달래, 노린재나무, 쨍레꽃, 난티잎개암나무 등 6종이었다. 상재도 10~50%는 교목은 식재종으로 리기다소나무, 물오리나무이며, 아교목은 모두 자생종으로 노간주나무, 팔배나무, 보리수나무, 개울나무, 생강나무, 때죽나무이었고, 관목도 모두 자생종으로 참개암나무, 참싸리, 산초나무, 조팝나무 등 27종이었다. 이상에서 자생종이며 상재도 10% 이상인 종은 부천 산림녹지의 생태적 관리시 식재가능한 종으로 판단 할 수 있을 것이다.

5) 생육밀도

생육밀도는 교목층과 아교목층의 흉고단면적을 산정하여, 자생종과 인공조림종의 구성비율을 산정하였다. 표 7은 6개 군집의 자생종과 인공조림종간 흉고단면적을 비교한 것이다.

아까시나무림은 자생종이 9%, 인공조림종이 91%이었으며, 아까시나무-졸참나무군집은 자생종이 30%, 인

공조림종이 70%이었고 아까시나무-신갈나무군집은 자생종이 37%, 인공조림종이 63%이었다. 리기다소나무림은 자생종이 11%, 인공조림종임 89% 이었으며, 리기다소나무-갈참나무군집은 자생종이 25%, 인공조림종이 75%이었고, 리기다소나무-신갈나무군집은 자생종이 32%, 인공조림종이 68%이었다. 이상의 분석결과 부천시 산림녹지 아까시나무림이 참나무류군집으로 생태적 천이가 진행되는 단계에 있어서 자생종의 비율은 30~37%이며, 리기다소나무림에서 자생종의 비율은 25~32%이었다. 따라서 부천시 산림녹지 중 아까시나무림과 리기다소나무림의 생태적 유도를 위해서는 인공조림식생지에서 인공조림종의 흉고단면적을 참나무류로 천이가 진행되는 단계의 군집과 유사한 정도로 감소시키는 방향이 바람직 할 것이다.

4. 생태적 천이단계 현황

표 8은 부천시 산림녹지의 현존식생자료를 기초로 우리나라 온대 중부지방의 인공식생 천이계열을 응용,

표 7 부천시 산림녹지 인공식재림 6개 군집의 자생종과 인공조림종의 흉고단면적 비교

(단위: cm²/300m²)

군집명	교목층			아교목층			합계		
	자생종	인공조림종	계	자생종	인공조림종	계	자생종	인공조림종	계
아까시나무	245	5,946	6,191	445	901	1,346	690	6,847	7,537
	(4%)	(96%)	(100%)	(33%)	(67%)	(100%)	(9%)	(91%)	(100%)
아까시나무 -졸참나무	1,276	4,539	5,815	773	311	1,084	2,049	4,850	6,899
	(22%)	(78%)	(100%)	(71%)	(29%)	(100%)	(30%)	(70%)	(100%)
아까시나무 -신갈나무	1,865	3,845	5,710	768	635	1,403	2,633	4,480	7,113
	(33%)	(67%)	(100%)	(55%)	(45%)	(100%)	(37%)	(63%)	(100%)
리기다소나무	312	6,185	6,497	524	862	1,385	835	7,047	7,882
	(5%)	(95%)	(100%)	(38%)	(62%)	(100%)	(11%)	(89%)	(100%)
리기다소나무 -졸참나무	1,323	4,548	5,871	506	805	1,311	1,830	5,353	7,182
	(23%)	(77%)	(100%)	(39%)	(61%)	(100%)	(25%)	(75%)	(100%)
리기다소나무 -신갈나무	1,832	4,345	6,177	621	793	1,414	2,453	5,138	7,591
	(30%)	(70%)	(100%)	(44%)	(56%)	(100%)	(32%)	(68%)	(100%)

부천시 인공조림식생의 생태적 천이경향을 고려하여 구분된 부천시 산림녹지의 천이단계구분 및 기준(표 1 참조)에 의하여 각 단계별 면적 비율을 나타낸 것으로 전체 5단계 중 천이유도가능단계가 전체의 78.7%로 가장 넓었으며, 자연림단계가 12.5%이었고, 천이불가능지역이 4.7%, 천이진행단계가 2.7%, 천이말기단계가 1.4%이었다. 따라서 부천시 산림녹지는 대부분 천이유도 가능단계이므로 관리방향은 인공조림식생의 자생 참나무류로의 천이유도에 중점을 두는 것이 바람직 할 것으로 판단되었다. 그림 2는 단계별 현황을 나타내 것으로 천이유도 가능단계가 전지역에 균일하게 분포하고 있으며 나머지 단계는 소규모 면적으로 분포하고 있다.

표 8. 부천시 산림녹지의 생태적 천이단계별 면적 비율

단계구분	기준	면적(m ²)	비율(%)
천이불가능	기타(나지, 초지, 경작지)	255,094	3.4
	인공식재림	98,016	1.3
천이유도 가능단계	침엽수인공조림종 순림	678,285	9.1
	활엽수인공조림종 순림	5,171,390	69.6
천이진행단계	침엽수인공식재림 천이진행	34,185	0.5
	활엽수인공식재림 천이진행	160,129	2.2
천이말기단계	침엽수인공식재림 천이말기	12,386	0.2
	활엽수인공식재림 천이말기	88,068	1.2
자연림단계	침엽수자연림	15,804	0.2
	활엽수자연림	913,229	12.3
합 계		7,426,587	100.0

5. 생태적 관리방안

1) 인공조림식생의 식생관리 목표 설정

부천시 산림녹지의 생태적 관리방안으로는 생태적 천이 단계별로 관리하는 것을 제안하였으며 부천시 산림녹지 중 대부분의 면적을 차지하고 있는 인공조림식생지의 생태적 천이유도를 위한 밀도조절 방안과 생태적으로 식재가능한 종을 제안하였다.

부천시 산림녹지 인공조림식생의 관리는 천이경향으로 볼 때 자생참나무류로의 천이를 유도하는 것을 기본 방향으로 하여야 하며, 생태계 복원의 목표단계는 훼손지 주위의 산림생태나 천이계열상 중간단계를 설정하는 것이(Bruns, 1988) 일반적이라는 것에 근거하여 목표 단계를 자생참나무류로 설정하였다. 표 9는 인공조림식생의 목표단계를 나타낸 것으로 아까시나무림과 리기다소나무림은 현재 천이경향 및 부천시 산림녹지의 현존 식생 구성상 자연식생인 졸참나무군집이나 신갈나무군집으로 설정하는 것이 바람직 할 것이다.

표 9. 부천시 산림녹지 인공조림 식생의 식생관리목표

구분	식생구분	
	아까시나무림	리기다소나무림
현재 인공조림식생 군집		
	↓	↓
천이경향 (목표 식생군집)	졸참나무군집 신갈나무군집	졸참나무군집 신갈나무군집

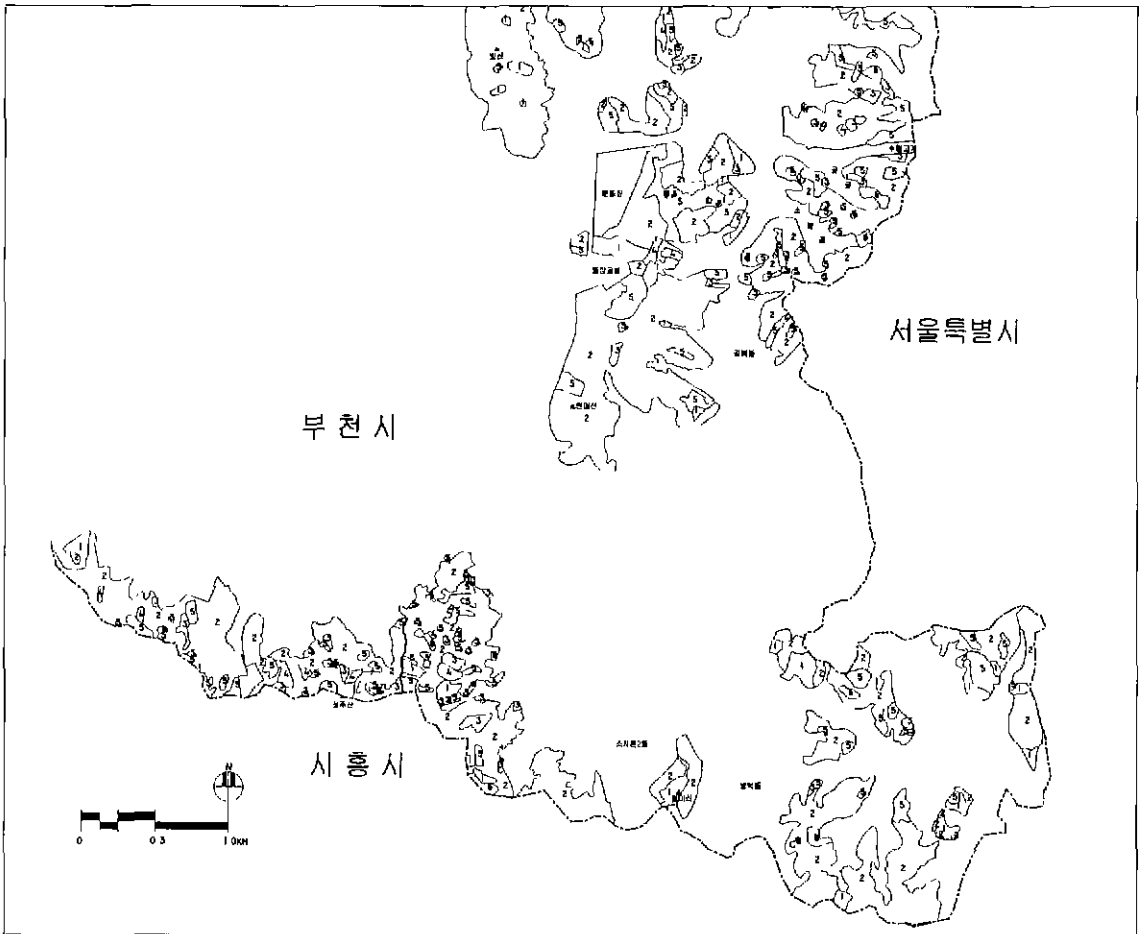


그림 3. 부천시 산림녹지의 생태적 천이단계 현황도

범례: 1' 천이불가능단계; 2 천이유도가능단계; 3: 천이진행단계; 4: 천이말기단계; 5: 자연림단계

2) 천이단계에 따른 관리유형 설정 및 현황

표 10은 부천시 산림녹지의 천이단계별 생태적 관리내용을 설정하고 면적 및 비율을 나타낸 것이다. 천이단계별 생태적 관리내용을 살펴보면 천이불가능단계의 식생지는 자생참나무류로의 생태계복원을 실시하며 천이유도가능단계의 식생지는 현재 인공조림종의 밀도가 높아 자생종의 출현에 장애가 되므로 인공조림종의 밀도조절과 자생종의 보식으로 생태적 천이를 유도하는 것이 바람직할 것이다. 천이진행단계는 아교목층과 관목층에 생태적으로 어울리는 자생종을 보식하여 안정된 층위구조를 형성할 수 있도록 하며 천이말기단계 및 자연림단계는 현상태를 유지하는 것이 바람직할 것이다. 관리유형별 면적 및 비율을 살펴보면 밀도조절 및 보식

표 10. 부천시 산림녹지의 천이단계에 따른 생태적 관리유형 및 면적 비율

생태적 관리유형	천이단계구분	면적(m ²)	비율(%)
자생 참나무류로 생태계 복원	천이불가능단계	353,110	4.8
밀도조절 및 보식으로 생태적 천이 유도	천이유도 가능단계	5,849,675	78.7
아교목층, 관목층에 자생종 도입으로 안정된 생태적 구조유지	천이진행단계	194,314	2.6
현상태유지 관리	천이말기단계	1,029,487	13.9
	자연림단계		
합계		7,426,586	100.0

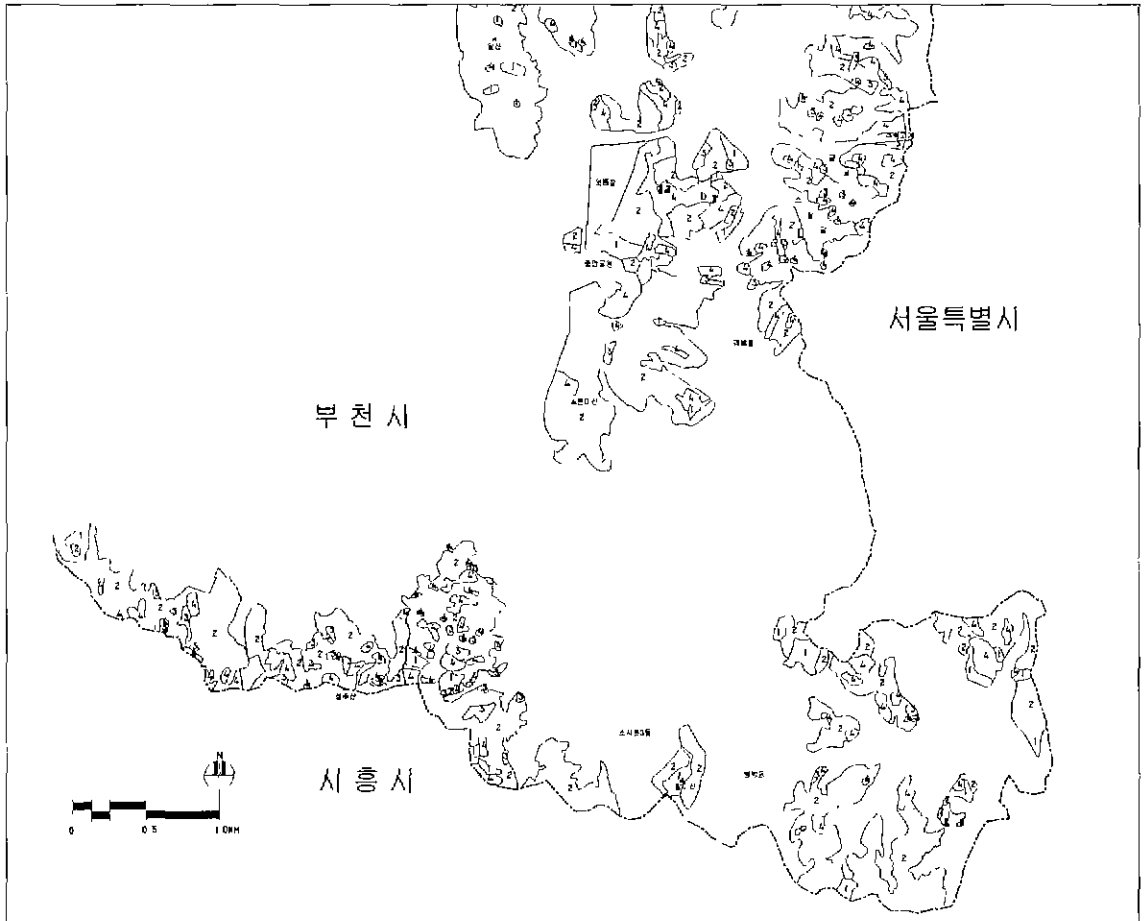


그림 4. 부천시 산림녹지의 천이단계에 따른 관리유형 현황도

범례. 1: 자생 참나무류림으로 생태계 복원: 2: 밀도조절 및 보식으로 생태적 천이유도: 3: 이교목층, 관목층, 초본층 자생종 도입으로 안정된 생태적 구조유지

으로 생태적 천이를 유도하는 관리가 필요한 지역이 전체의 78.7%로 가장 넓었으며 현상태를 유지하는 관리가 필요한 지역이 13.9%. 자생 참나무류림으로 생태계 복원이 필요한 지역이 4.8%이었다. 그림 3은 생태적 관리유형별 현황을 나타낸 것이다.

3) 생태적 천이촉진을 위한 식재가능종 선정 및 밀도 조절 계획

표 11은 인공식생의 천이 촉진 및 생태계 복원시 식재가능한 종을 성상별로 나타낸 것이다. 적응성이 높다고 판단되는 상제도 10%이상의 종 중에서 덩굴성 식물을 제외한 종이었다. 교목으로는 상수리나무, 졸참나무, 떡갈나무, 갈참나무, 신갈나무로 5종이었으며 아교목은

표 11. 부천시 산림녹지의 생태적 식재가능종 선정

성상	수종명
교 목	상수리나무, 졸참나무, 떡갈나무, 갈참나무, 신갈나무(5종)
아교목	매죽나무, 개웃나무, 생강나무, 노간주나무, 브리수나무, 팔메나무, 산뿔나무(7종)
관 목	신초나무, 누리장나무, 회잎나무, 명석딸기, 조팝나무, 산딸기, 참개암나무, 참싸리, 진달래, 노린제나무, 쫄레꽃, 난티잎개암나무(12종)

매죽나무, 개웃나무, 생강나무, 노간주나무, 브리수나무, 팔메나무, 산뿔나무로 7종이었다. 관목으로는 산초나무, 누리장나무, 회잎나무, 명석딸기, 조팝나무, 산딸기, 참개암나무, 참싸리, 진달래, 노린제나무, 쫄레꽃,

난티얏개암나무로 12종이었다.

표 12와 13은 각각 아까시나무림과 리기다소나무림의 천이유도를 위한 밀도조절 현황을 나타낸 것이다. 밀도조절은 식물군집구조 분석의 생육밀도에서 인공조림종순림의 인공조림종 밀도를 참나무림으로 천이가 진행되고 있는 군집의 인공조림종 밀도를 목표로 조절하도록 하였으며 이를 위한 간벌 개체수는 교목층과 아교목층의 평균흉고직경을 구하고 이의 흉고단면적을 산정하여 감소시켜야 되는 총 흉고단면적을 나누어 산정하였다.

밀도조절 현황을 살펴보면 아까시나무림은 현재 아까시나무림의 인공조림종의 흉고단면적 비율 91%를 63~70%로 감소시켜야 할 것이다. 이를 위해서 교목층에서는 평균 흉고직경 18cm를 기준으로 산정하면 6~8주를 간벌하여야 하며 아교목층에서는 평균흉고직경 6cm를 기준으로 9~21주를 간벌하여야 할 것이다.

리기다소나무림의 밀도조절은 현재 인공림 중 비율 89%를 68~75%로 감소시켜야 할 것이다. 이를 위해서는 평균 흉고직경 16cm를 기준으로 8~9주 간벌하여야 하며 아교목층은 평균흉고직경 9cm를 기준으로 27~30주 간벌하여야 할 것이다.

표 12. 부천시 아까시나무림 밀도조절 현황

구분	흉고단면적 비율(%)	교목층		아교목층	
		흉고단면적 (cm ² /300m ²)	평균흉고 직경	흉고단면적 (cm ² /300m ²)	평균흉고 직경
현황	91	5,946	18cm	901	6cm
밀도 관리목표	63~70	3,845~4,539 (6~8주간벌)	(776주 조사)	311~635 (9~21주간벌)	(647주 조사)

표 13. 부천시 리기다소나무림 밀도조절 현황

구분	흉고단면적 비율(%)	교목층		아교목층	
		흉고단면적 (cm ² /300m ²)	평균흉고 직경	흉고단면적 (cm ² /300m ²)	평균흉고 직경
현황	89	6,185	16cm	7,047	9cm
밀도 관리목표	68~75	4,345~4,548 (8~9주간벌)	(102주 조사)	5,138~5,353 (27~30주간벌)	(36주 조사)

V. 결론

본 연구는 부천시 산림녹지의 현존식생과 산림녹지의 대부분을 차지하고있는 인공조림식생의 식물군집구조분

석을 통한 천이경향을 이용하여 생태적 천이단계를 파악하고 이를 근거로하여 생태적 관리방안을 제시하고자 수행되었다.

현존식생은 전체 65개 유형으로 구분되었고, 이 중 아까시나무림이 부천시 산림면적의 61.6%(4,574,168m²), 리기다소나무림이 6.1%(453,121m²)로서 이들 인공조림종이 대부분의 면적을 차지하였다. 이러한 인공조림식생의 식물군집구조는 300m² 조사구 58개를 대상으로 조사분석하여 상대우점치 분석결과 아까시나무림, 아까시나무-졸참나무군집, 아까시나무-신갈나무군집, 리기다소나무림, 리기다소나무-졸참나무군집, 리기다소나무-신갈나무군집으로 구분되었으며, 아까시나무림과 리기다소나무림의 천이경향은 졸참나무군집과 신갈나무군집으로 생태적 천이가 진행될 것으로 판단되었다. 생육 밀도를 살펴보면 아까시나무림은 인공조림종의 흉고단면적 비율이 91%이었으나 졸참나무와 신갈나무로 천이가 진행되는 군집은 63~70%이었으며, 리기다소나무림은 89%이었고 졸참나무와 신갈나무로 천이가 진행되는 군집은 68~75%이었다.

따라서 아까시나무림과 리기다소나무림의 천이유도를 위해서는 인공조림종의 밀도관리가 필요한 것으로 판단되었다.

생태적 천이현황을 살펴보면 자생참나무류군집을 최종단계로 하여 5개 유형으로 구분하였으며, 이 중 천이 유도 가능 단계가 전체의 78.7%로 대부분이었다.

이를 기초로 부천시 산림녹지의 생태적 관리방안은 천이단계별로 4개 유형으로 관리유형을 구분한 결과 밀도조절 및 보식으로 천이유도의 관리 유형이 대부분이었다. 따라서 인공조림식생을 자생종으로의 천이를 유도하는 것을 목표로 밀도조절과 생태적 식재 가능종을 선정하였다. 아까시나무림은 인공조림종의 비율을 91%에서 63~70%로 감소시키기 위하여 교목층에서 인공조림종 6~8주/300m², 아교목층에서는 9~21주/300m²를 간벌하여야 하며, 리기다소나무림은 89%에서 68~75%로 감소시키기 위하여 교목층에서 8~9주/300m², 아교목층에서 27~30주/300m² 정도를 간벌하여야 할 것이다.

생태적 식재가능종은 자생종이며, 상재도 10%이상 되는 종들 중 덩굴성 식물을 제외한 종으로 교목으로는 신갈나무, 졸참나무 등 5종, 아교목은 7종, 관목은 12

종이었다.

본 연구는 도시녹지 중 산림녹지에 한정하였으며, 생태계 중 식물생태계에 한정하여 연구를 수행하였다. 그러나 식생은 토양과 기타 환경요인에 영향을 받기 때문에 이러한 관리계획이 현장에서 수행되기 위해서는 토양에 관한 연구가 보강되어야 할 것이며, 또한 세부 지역별 현황파악이 정밀하게 이루어져야 할 것이다.

인용문헌

1. 기상청(1991) 한국기후표 제II권 -월별평년값- (1961~1990), p. 418
2. 서울특별시(1998) 서울 통계연보, p. 620.
3. 안인수(1999) 서울시 도시환경림 조성현황과 자연성 증진 방안 서울시립대학교 산업대학원 석사학위논문 p. 127
4. 오구균, 김용식(1997) 난대기후대의 상록활엽수림 복원 모형(V) -사레지의 복원전략- 환경생태학회지 11(3): 352-365.
5. 이경재, 김갑태, 이용범(1993) 산성우 및 대기오염이 삼림에 미치는 피해의 조기판단에 관한 연구 과학재단 보고서, p. 205.
6. 이경재, 박인협, 조재창, 오충현(1990a) 속리산 삼림군집구조에 관한 연구(II) -Classification 및 Ordination 방법에 의한 식생분석-, 응용생태연구회지 4(1): 33-43.
7. 이경재, 조우, 한봉호(1995) 생태적 특성을 고려한 도시환경림 조성기법연구(I) -서울시 개포 근린공원을 중심으로-, 한국조경학회지 23(3): 48-58
8. 이경재, 조우, 한봉호(1996) 서울 도시생태계 현황과 회복대책(I) -산림지역 식물군집구조-, 환경생태학회지 10(1): 113-127.
9. 인천광역시(1995) 인천광역시 녹지공원 정책방향, p. 288
10. 임경빈(1985) 조림학원론 서울·함문사, p. 491
11. 조우(1995) 도시녹지의 생태적 특성분석과 자연성 증진을 위한 관리모형 -서울시를 중심으로- 서울시립대학교 대학원 박사학위논문, p. 252
12. 조우(1998) 인천광역시 산지형 도시녹지의 식생구조 및 관리계획 육지지역을 중심으로, 한국조경학회지 26(2): 15-27.
13. 近田文弘(1992) 富士山におけるみづの林の復元 in 自然林の復元 pp. 130-137.
14. Bruns, D. (1988) Restoration and management of ecosystems for nature conservation in West Germany. In: Cairns J. Jr., Rehabilitating Damaged Ecosystems, vol. 1, Florida: CRC Press, pp. 163-186.
15. Cole, L., and J. Mullard(1982) Woodland in urban areas - a resource and refuge- Arbicultural Journal Vol. 6, 295-300
16. Cox, G.W.(1976) Laboratory manual of general ecology. Wn. C. Brown Co., p. 232.
17. Curtis, J. T. and R. P. McIntosh(1951) An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. Ecology 32: 476-496.
18. Finke, L.(1994) Landschaftsoekologie, Westermann, pp. 170-190.
19. Pielou, E. C.(1975) Ecological diversity, John Wiley and Sons Inc., New York, p. 165
20. Sukopp, H.(1980) Biotopkartierung in bestedellen Deutschland, NL 66(11): 527-532.
21. Sukopp, H.(1993) Stadtoekologie, Guslar und Fisher, pp. 1-75.
22. Tregay, R.(1979) Urban woodlands, in Nature in Cities, The Natural environmental in the design and development of urban green space, edited by I. C. Larrie pp. 267-295.
23. Whittaker, R. H.(1956) Vegetation of the Great Smoky Mountains, Ecol Monographs, 26: 1-80

 원고접수: 2001년 1월 27일
 최종수정본 접수: 2001년 2월 23일
 2인 익명 심사필