

부천시 산림지역 아까시나무림 식물군집구조를 고려한 식생 관리 모델

이경재* · 한봉호**

*서울시립대학교 도시과학대학

**서울시립대학교 대학원 조경학과

Model of Plant Management on Consideration of Plants Community Structure in *Robinia pseudo-acacia* Forests, Bucheon City

Lee, Kyong-Jae* · Han, Bong-Ho**

*College of Urban Science, University of Seoul

**Dept. of landscape architecture, Graduate School, University of Seoul

ABSTRACT

The purpose of this study was to develop a model of plant management based on *Robinia pseudo-acacia* forests structure in Bucheon city, Korea. For 38 plots(300m²/1 plot) were established in *Robinia pseudo-acacia* forest of Bucheon city. As a result, *Robinia pseudo-acacia* community was expected to the proceeded to *Quercus* spp. community. In addition, the diversity of *Robinia pseudo-acacia* - *Quercus* spp. community was analyzed higher than *Robinia pseudo-acacia* community. Based on the result of forest structure analysis, *Quercus* spp. community was selected as the goal stage of plant management for Bucheon forests and 22 species that were selected by the importance value analysis, classification and ordination analysis and the correlation analysis were chosen as the ecological appropriate species. This study also suggested density control guide line for succession promotion, which individuals numbers of *Robinia pseudo-acacia* might be reduced from 50 individuals to 23 individuals by selective cutting in order to keep 65% of total basal area.

I. 서론

전세계적으로 대도시지역은 대기오염, 각종 개발 등으로 인하여 도시내 자연녹지는 급격하게 감소되어 왔으며, 이것은 도시내 야생생물의 급격한 감소와 멸종(杉山 & 進士, 1992)으로 이어져 결국 도시내 자연생태계는 점점 파괴되고 있다. 우리나라의 경우에 있어서는 서울시, 인천시를 비롯한 수도권 대도시지역도 유사한 현상이 발생하고 있다. 1960년대부터 시작된 산업화에 따른 인구집중, 각종 개발에 의하여 도시내 녹지의 면적은 계속 감소되었고, 1980년대 들어서는 환경오염에 의하여 쇠퇴현상까지 나타나고 있는 현실이다(김준호, 1991; 이경재 등, 1993).

우리나라 대도시 녹지의 대부분은 산림지역으로 1950년대까지 전쟁과 연료목 채취 등으로 황폐되었다가 1960년부터 시작된 아까시나무와 현사시나무를 위주로 한 치산녹화사업으로 산림이 다시 복구되기 시작하였다. 20~30년이 지난 현재의 산림식생은 아까시나무와 현사시나무 등 조림수종이 우점하고 있으나 점차 자연적으로 활착한 참나무류를 중심으로 자생수종들의 세력이 커지고 있어 자연성이 높아지고 있는 상황이다(이경재 등, 1994).

본 연구의 대상지인 부천시의 산림지역도 유사한 경향으로 산림면적은 부천시 전체면적의 19.4%(734ha)으로 서울시(26.7%), 인천시(29.7%)보다 적으나 아까시나무림의 면적은 산림면적의 62.4%(458ha)로서 다른 도시보다 넓게 분포하고 있다(이경재 등, 1997). 부천시 아까시나무림은 다른 지역과는 다르게 조림 후 20년 이상의 시간이 흘렀음에도 불구하고 밀도가 매우 높아 자연식생의 출현이 미약하여 자연성이 매우 낮은 상태이다. 따라서 부천시의 산림관리방향은 아까시나무림을 자연식생으로의 변화를 유도하는 것이 필요 할 것이다.

생태계복원이란 일반적으로 훼손된 자연 또는 경관을 보다 자연적으로 개선하여 훼손되기 이전의 상태로 되돌리는 것(Harker D. et al., 1993)으로 미루어보면 본 연구는 인위적

으로 도시내 인공식생을 자연식생으로 변화시키는 자연생태계복원기법이라 할 수 있다.

본 연구는 부천시의 산림지역에 조림된 아까시나무림을 대상으로 자연식생으로 식생천이를 촉진시키는 관리모형을 수립하는데 목적이 있다.

II. 조사지 설정 및 연구방법

1. 조사지 설정

조사대상지는 부천시 전 산림지역에 분포하는 식생 중 가장 넓은 면적에 분포하는 아까시나무림을 대상으로 1개 조사구 당 300m²의 방형구를 38개를 설정하였다. 각 산림지역별 조사구를 살펴보면(표 1) 장안사산 지역은 7개 조사구, 소탈마골 지역은 6개 조사구, 성주산 지역은 6개 조사구, 원미산지역은 9개 조사구, 도당산지역은 10개 조사구를 각각 선정하여 조사하였으며, 조사는 1997년 5월~7월에 실시하였다.

표 1. 부천시 아까시나무림 연구 대상지 38개조사구 위치

지역	조사구
장안사산 지역	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 (7 개소)
소탈마골 지역	8, 9, 10, 11, 12, 13 (6 개소)
성주산 지역	14, 15, 16, 17, 18, 19 (6 개소)
원미산 지역	20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28 (9 개소)
도당산 지역	29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38 (10 개소)

2. 식물군집구조분석

식생조사는 조사구내에서 출현하는 목본수종 중 흉고직경 2cm 이상을 교목층·아교목층, 그 이하를 관목층으로 구분하여 교목층과 아교목층은 수종명과 흉고직경을, 관목은 수관투영면적을 측정하였다(박인협, 1985). 식생조사에서 얻은 자료를 Curtis & McIntosh(1951) 방법으로 상대우점치(importance value) 및 평균상대우점치(mean importance value)를 구하였고, Pielou(1975)의 방법에 따라 종다

양성지수를 구하였으며, 각 군집별 천이방향을 예측하기 위하여 홍고직경급별 분포를 분석하였다. 또한 식생조사를 바탕으로 DCA에 의한 ordination(Hill, 1979a) 및 TWINSpan에 의한 classification 분석(Hill, 1979b)을 실시하였다. 이상의 분석은 서울시립대학교 환경생태연구소에서 개발한 PDAP(plants data analysis package)를 이용하였으며, Spss/pc+를 이용하여 수종간 상관관계를 구하였다.

3. 식생변화모델 설정

식생변화모델 설정에 있어 목표가 되는 생태적 천이단계 설정은 식물군집구조 분석을 통하여 아까시나무림에서 생육하는 교목성의 자생수종 중 세력이 강한 수종을 우점종으로 하는 식생으로 설정하였으며, 생태적 적정수종 선정은 식생변화를 유도할 때 변화를 촉진시킬 수 있는 수종을 선정하는 것으로 상대우점치 분석, 종의 classification 및 ordination 분석, 종간 상관관계 분석의 3개 분석에서 목표로 하는 수종과 관련성이 높은 자생종을 선정하였다. 또한 식생조사자료를 이용하여 교목층과 아교목층에 출현한 수종을 대상으로 홍고단면적 및 개체수를 산출하여 생육밀도를 파악한 후 목표 식생으로의 식생변화를 촉진할 수 있는 밀도를 산정하였으며, 이상의 절차를 이용하여 식생관리 모델을 작성하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 조사지 개황

부천시는 위치상 북위 37° 27' 20" ~ 37° 33' 06", 동경 126° 44' 37" ~ 126° 49' 51"이고, 중부서해안의 기후대에 속하여 한서의 차가 심한 편이며, 서해안 평야지대에 노출되어있다. 부천시의 기상측정자료는 없으므로 서울시와 인천시의 기상자료를 분석한 결과 연평균기온은

서울시와 인천시가 각각 11.8, 11.4℃이었고, 한랭지수는 서울시 -21.5, 인천시 -20.4로서 임경빈(1985)의 우리나라 산림대 구분에 의하면 소나무, 신갈나무, 졸참나무, 물박달나무 등이 주로 분포하는 온대중부림에 속하였다. 연평균강수량은 서울시와 인천시가 각각 1,369.8mm, 1,142.1mm이었으며, 전체 강수량의 약 70%가량이 6~9월에 집중하는 여름 집중강우형이었다(기상청, 1991).

부천시 산림지역의 식생분포는 아까시나무림이 전체면적의 62.4%로 가장 넓은 면적에 분포하고 있으며, 이는 서울시와 인천시 산림면적의 아까시나무림 점유율(29.8%, 28.1%)(이경재 등, 1997)보다 매우 높은 상태이며, 참나무류림, 리기다소나무림이 주요식생이었다.

2. 식물군집구조

1) 조사구의 Classification 및 ordination 분석

전체 38개 조사구에 대하여 TWINSpan에 의한 classification 및 DCA에 의한 ordination 분석을 실시한 것이 각각 그림 1과 그림 2이다. TWINSpan 분석을 살펴보면 제 1 division에서는 졸참나무, 생강나무, 땃땃이덩굴, 물오리나무, 진달래와 멧석딸기에 의하여 2개 group으로 나누어져 멧석딸기가 출현하는 조사구는 오른쪽에 졸참나무 외 3수종이 주로 출현하는 조사구는 왼쪽에 위치하였고, 각 조사구별 평균상대우점치에 의한 군집 분류에서는 왼쪽에 위치한 조사구들은 아까시나무-참나무류군집, 오른쪽에 위치한 조사구들은 아까시나무군집이었다. DCA 분석을 살펴보면 TWINSpan 분석과 유사하게 아까시나무군집(군집 I)은 왼쪽, 아까시나무-참나무류군집(군집 II)은 오른쪽에 위치하여 2개 군집으로 분류되었다. DCA 분석에서 제 1축의 Eigenvalue는 0.226, 제 2축의 Eigenvalue는 0.121로서 전체 Total variance에 대한 집중율이 높아 제 1축과 제 2축에 의한 DCA 분석의 타당성이 높았다. 한편 환경구배가 인접

구성의 변이인 beta diversity(Kimmins, 1987)를 나타내는 고유치(S. D.: standard deviation)가 DCA제 1축에서 1.42로 매우 낮았다. 고유치가 4.0에 접근 할 수록 군집간의 공통종이 없고 종분화가 완전히 이루어진 것으로서 천이경향을 확실히 예측할 수 있다(Gauch & Whittker, 1972)는 것으로 미루어 본 연구의 조사구들은 종분화가 명확히 이루어지지 않았으며, 그 이유는 아까시나무가 우점종인 지역만을 대상으로 조사하였기 때문으로 판단되었다. 이상의 TWINSpan분석과 DCA 분석결과가 유사하여 상호보완적이었고, 군집분류는 평균상대우점치에 의한 분류에서 DCA분석이 명확하였다. 따라서 군집분류는 DCA분석을 이용하였다.

2) 상대우점치 분석

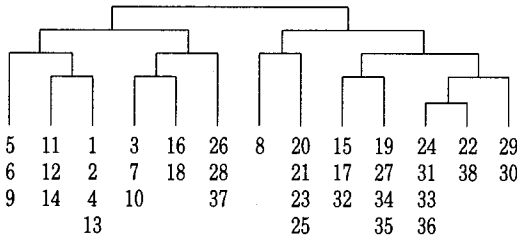


그림 1. 부천시 아까시나무림 지역 38개 조사구의 TWINSpan 분석도

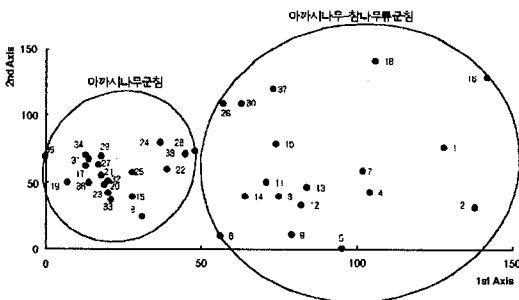


그림 2. 부천시 아까시나무림 38개 조사구의 DCA 분석도

로 교목층과 아교목층에서 아까시나무의 상대우점치가 각각 95.8%, 62.3%로서 세력이 강한 우점종이었으며, 교목층에서 기타 다른 수종의 상대우점치는 미약하였다. 아교목층에서는 떡갈나무(I. V.: 7.9%), 갈참나무(I. V.: 7.9%), 신갈나무(I. V.: 7.1%)가 출현하였고, 관목층에서는 갈참나무(I. V.: 17.1%), 짚레(I. V.: 12.8%), 떡갈나무(I. V.: 12.8%) 등이 고르게 출현하였다. 따라서 본 군집은 아까시나무의 세력이 매우 강하여 계속적으로 아까시나무가 우점종인 군집으로 유지될 것으로 보이나 아교목층에서 참나무류가 출현하고 있어 장기적으로는 참나무류군집으로의 생태적 천이가능성이 있었다.

군집 II는 아까시나무-참나무류군집으로 교목층에서는 아까시나무가 상대우점치

표 2. 부천시 아까시나무림 아까시나무군집, 아까시나무-참나무류군집 주요수종의 층위별 상대우점치

군 집	I				II				
	수종명	C	U	S	M	수종명	C	U	S
물오리나무	0.9	0.5	0.0	0.6	리기사소나무	0.0	1.3	0.2	0.5
난티알개암나무	0.0	1.7	10.7	2.3	물오리나무	6.4	4.8	0.0	4.8
참개암나무	0.0	0.9	0.8	0.4	난티알개암나무	0.0	1.4	5.1	1.3
밤나무	0.7	4.2	1.1	1.9	밤나무	2.0	5.6	3.9	3.5
상수리나무	0.1	1.4	1.2	0.7	상수리나무	4.7	2.7	0.6	3.4
떡갈나무	0.2	7.9	12.8	4.9	떡갈나무	0.8	4.4	5.3	2.8
갈참나무	0.8	7.9	17.1	5.9	갈참나무	1.1	5.7	4.5	3.2
신갈나무	0.4	7.1	3.4	3.1	신갈나무	9.0	14.5	10.4	11.1
줄참나무	0.0	0.7	1.3	0.5	줄참나무	3.1	18.9	16.1	10.6
조팝나무	0.0	0.0	1.1	0.2	맹꽁이덩굴	0.0	0.0	4.0	0.7
팔배나무	0.0	2.0	0.9	0.8	생강나무	0.0	0.8	1.9	0.6
산딸기	0.0	0.0	4.6	0.8	팔배나무	0.0	5.8	1.1	2.1
멍석딸기	0.0	0.0	1.9	0.3	짚레나무	0.0	0.1	7.0	1.2
짚레나무	0.0	0.0	12.8	2.1	산딸기	0.0	1.0	1.1	0.5
참싸리	0.0	0.3	1.5	0.4	참싸리	0.1	0.1	1.1	0.3
아까시나무	95.8	62.3	8.9	70.1	아까시나무	72.3	24.8	2.8	44.9
붉나무	0.0	0.5	0.5	0.3	참회나무	0.0	0.0	1.9	0.3
노박덩굴	0.0	0.1	1.8	0.3	노박덩굴	0.0	0.1	2.2	0.4
보리수나무	0.0	0.2	2.2	0.4	담쟁이덩굴	0.0	0.0	3.3	0.6
진달래	0.0	0.1	0.8	0.2	진달래	0.0	2.6	3.0	1.4
노린재나무	0.0	0.3	4.7	0.9	노린재나무	0.0	0.4	3.0	0.6
인동덩굴	0.0	0.0	1.4	0.2	매죽나무	0.0	2.6	1.0	1.1
참가시덩굴	0.0	0.0	1.8	0.3	참가시덩굴	0.0	0.0	4.8	0.8

※ C: 교목층 상대우점치, U: 아교목층 상대우점치, S: 관목층 상대우점치, M: 평균상대우점치

표 2는 38개 조사구에 대한 DCA분석에 의하여 나누어진 2개 군집의 층위별 상대우점치를 나타낸 것이다. 군집 I은 아까시나무군집

72.3%로 우점종이었으나, 신갈나무(I. V. : 9.0%)와 졸참나무(I. V. : 3.1%) 등이 출현하고 있으며, 야교목층에서는 아까시나무가 상대우점치 24.8%로 낮아진 반면 졸참나무와 신갈나무의 상대우점치는 각각 18.9%, 14.5%로 높아져 아까시나무와 경쟁하고 있으며, 관목층에서는 졸참나무(I. V. : 16.1%)와 신갈나무(I. V. : 10.4%)가 우점종이었다. 따라서 본 군집은 아까시나무군집에서 참나무류군집으로 생태적 천이가 이루어질 것으로 보인다.

상대우점치 분석결과 부천시 산림지역 아까시나무림은 서울시 산림지역의 아까시나무림 천이계열인 신갈나무, 졸참나무를 중심으로한 참나무류림(이경재, 1996)으로의 생태적 천이가 이루어질 것으로 예측되었다.

3) 흉고직경급별분포 분석

흉고직경급별분석은 상대우점치와 함께 산림의 생태적 천이과정을 추론할 수 있는 유용한 방법(박인협, 1985)으로 부천시 산림지역 아까시나무림의 천이방향을 예측할 수 있을 것이다. 군집별 흉고직경급별분포는 38개 조사구에서 출현한 70개 수종중 출현빈도가 높으며, 천이 방향에 영향을 미칠 교목성 수종을 대상으로 분석하였다(표 3).

군집 I은 아까시나무가 DBH 32cm미만에서 고르게 다수 출현하였으며, DBH 42cm이상의 대경목도 5개체 출현하였고, 참나무류는 DBH 27cm미만에서 소수 출현하여 본 군집은 계속해서 아까시나무군집으로 유지 될 것으로 보인다. 군집 II는 아까시나무가 DBH 42cm미만에서 많은 개체수가 출현하였으나 참나무류가 DBH 22cm미만에서 다수출현하고 참나무류 중 신갈나무는 DBH 22cm이상 32cm미만에서 9개체, 졸참나무는 DBH 27cm이상 37cm미만에서 3개체 출현하여 아까시나무와 참나무류가 경쟁하고 있었다. 따라서 본 군집은 아까시나무군집에서 신갈나무와 졸참나무를 중심으로한 참나무류군집으로 생태적 천이가 이루어질 것으로 보인다.

표 3. 부천시 아까시나무림 2개 군집별 주요수종의 흉고직경급별 분포

군집	수종명	S	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10
I	밤나무	80	20	3	5	2	1	0	0	0	0	0
	상수리나무	72	5	5	1	0	0	0	0	0	0	0
	떡갈나무	760	62	6	3	2	0	0	0	0	0	0
	갈참나무	816	57	13	2	3	0	0	0	0	0	0
	신갈나무	216	34	12	4	1	1	0	0	0	0	0
	졸참나무	80	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	아까시나무	644	281	245	211	144	60	14	0	0	2	3
II	물오리나무	0	1	3	10	15	2	2	0	1	0	0
	밤나무	200	38	7	4	6	0	0	1	0	0	0
	상수리나무	60	17	12	12	5	0	0	0	0	0	0
	떡갈나무	204	34	9	4	0	0	0	0	0	0	0
	갈참나무	204	40	16	2	3	0	0	0	0	0	0
	신갈나무	596	133	26	13	8	8	1	0	0	0	0
	졸참나무	732	180	31	6	4	0	2	1	0	0	0
아까시나무	200	88	133	115	71	54	15	3	1	0	0	

* S:관목, 2≤D1<7, 7≤D2<12, 12≤D3<17, 17≤D4<22, 22≤D5<27, 27≤D6<32, 32≤D7<37, 37≤D8<42, 42≤D9<47, 47≤D10(단위: cm)

4) 종다양도 분석

표 4는 DCA분석에서 나누어진 2개 군집의 종다양도 지수를 나타낸 것이다. 군집 생태학에서 가장 폭넓게 이용되는 종다양도 지수는 Shannon의 지수로 출현종수와 균재도에 의하여 정의되어진다(Ludwig and Reynolds, 1988). 2개 군집 Shannon의 종다양도를 살펴보면 군집 I은 1.2350, 군집 II는 1.3909로 군집 II가 높았고, 최대종다양도에 있어서는 군집 I이 높았다. 군집 II가 출현종수는 적으나 다양도지수가 높은 것은 균재도가 높았기 때문이었다. Simpson지수와 P. I. E. 지수도 Shannon의 지수와 동일한 경향이었다. 이상의 결과는 교란된 생태계는 천이초기단계에서 천이가 진행되면서 종다양도가 증가한다는 것(Odum, 1991)과 아까시나무의 연령측정결과 30년 미만으로 이루어질 때 상대우점치 및 흉고직경급분포 분석에서 부천시 산림지역의 아까시나무림은 참나무류림으로 생태적 천이가 진행된다는 예측을 뒷받침하는 것이라 할 수 있을 것이다.

표 4. 부천시 아까시나무림 2개 군집의 종다양도

군 집	H'(Shannon)	Simpson'	P.I.E.	J'(evenness)	D(dominance)	H'max
I	1.2350	10.7525	0.9070	0.7034	0.2966	1.7559
II	1.3909	17.9669	0.9443	0.8273	0.1726	1.6812

* P.I.E. = the Probability of Interspecific Encounter

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

5) 주요수종의 classification 및 ordination 분석

그림 3과 그림 4는 4개 조사구 이상에서 출현한 34개 수종에 대하여 TWINSpan분석과 DCA분석을 실시한 것이다.

TWINSpan분석을 살펴보면 크게 2개 군집으로 나누어졌다. 교목층은 졸참나무-물오리나무-산벚나무-상수리나무-신갈나무군과 갈참나무-아까시나무-떡갈나무-리기다소나무군으로 나누어졌으며, 아교목층과 관목층은 때죽나무-생강나무-덜꿩나무-댕댕이덩굴-인동덩굴-청미래덩굴-노간주나무-팔배나무-진달래-청가시덩굴-회잎나무군과 난티잎개암나무-노박덩굴-보리수-노린재나무-절레나무-참싸리-누리장나무-산딸기-참개암나무-조팝나무-참빗살나무-명석딸기-취군으로 나누어졌다. DCA분석은 종의 분화가 뚜렷하지 않았으나 TWINSpan분석결과와 유사하였다. 이상의 분석에서 수종간의 분리경향은 수종

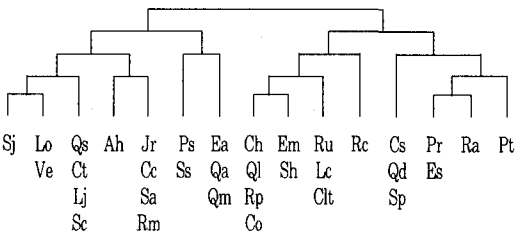


그림 3. 부천시 아까시나무림의 4개 조사구 이상에서 출현한 34개 수종의 TWINSpan 분석도

(Pr:리기다소나무, Jr:노간주나무, Ah:물오리나무, Ch:난티잎개암나무, Cs:참개암나무, Cc:밤나무, Qa:상수리나무, Qd:떡갈나무, Ql:갈참나무, Qm:신갈나무, Qs:졸참나무, Ct:댕댕이덩굴, Lo:생강나무, Sp:조팝나무, Sa:팔배나무, Rc:산딸기, Ra:명석딸기, Ru:절레나무, Ps:산벚나무, Lc:참싸리, Pt:쑤, Rp:아까시나무, Es:참빗살나무, Ea:회잎나무 Co:노박덩굴, Em:보리수나무, Rm:진달래, Sh:노린재나무, Sj:때죽나무, Clt:누리장나무, Ve:덜꿩나무, Lj:인동덩굴, Sc:청미래덩굴, Ss:청가시덩굴)

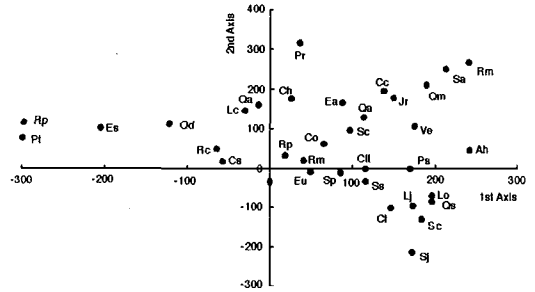


그림 4. 부천시 아까시나무림의 4개 조사구 이상에서 출현한 34개 수종의 DCA 분석도 (수종범례: 그림 3 참조)

들의 생태적 적소가 같을 때 경쟁적 배제에 의하여 나타나는(이경재 등, 1996) 것으로서 본 연구에서 같은 군에 속하는 수종들은 생태적 적소가 동일하다고 판단 할 수 있을 것이다.

6) 상관관계 분석

표 5는 38개 조사구중 4개 조사구 이상에서 출현한 수종의 상대우점치를 이용하여 상관관계를 분석한 것이다.

주요 수종간의 상관관계를 살펴보면 아까시나무는 물오리나무, 밤나무, 졸참나무, 신갈나무, 팔배나무와 1% 유의수준에서 부의 상관관계를, 노간주나무, 상수리나무, 생강나무, 참싸리와는 5% 유의수준에서 부의 상관관계이었다. 신갈나무는 진달래, 인동덩굴과는 1% 유의수준에서 정의 상관관계, 팔배나무, 청미래덩굴과는 5% 유의수준에서 정의 상관관계이었다. 졸참나무는 때죽나무, 생강나무, 댕댕이덩굴과 1% 유의수준에서, 산벚나무와는 5% 유의수준에서 정의 상관관계이었다. 식물군집내에서 종간상관관계는 이들 수종이 서로 같은 생육지를 선택하거나 같은 유기 및 무기환경을 요구할 때 발생하는 것으로(Ludwig & Reynolds, 1988) 현재 부천시 산림지역 아까시나무림에서의 수종간 생태적 지위를 파악할 수 있으며, 식생변화유도를 위한 수종 선정시 기초자료로 활용할 수 있을 것이다.

표 5. 부천시 아까시나무림 38개조사구에서 출현한 주요 수종간 상관관계

	Pr	Jr	Ea	Ah	Ch	Cs	Cc	Qa	Qd	Ql	Qm	Qs	Ct	Lo	Sp	Sa	Rc	Ra	Ru	Ps	Lc	Pt	Rp	Es	Co	Em	Rm	Sh	Sj	Clt	Ve	Lj	Sc				
Jr	.																																				
Ea	.	.																																			
Ah	.	+	.																																		
Ch	.	+	.	.																																	
Cs																																
Cc	.	+																															
Qa																														
Qd																													
Ql	+	
Qm	+	
Qs	
Ct	+	
Lo	.	.	.	+	+	
Sp	
Sa	.	.	.	+	.	.	+	+	
Rc	
Ra	+	
Ru
Ps	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	+	+	
Lc	+
Pt
Rp
Es
Co
Em	.	.	+
Rm	.	.	.	+	+
Sh
Sj
Clt	.	.	+
Ve	.	+	.	+	.	.	+	.	+
Lj	+	.	+
Sc	.	+	.	+	+	+
Ss	+	.	.	+	.	.	.	+

* 1-tailed signifi., +: 0.05≥P>0.01, ++: 0.01≥P
 * 수종범례: 그림 3참조

3. 식생관리모델 설정

생태학적 식생관리유형은 자연순응형, 천이억제, 천이촉진, 군락조성, 채취의 5가지 유형이 있다(奧富, 1977). 부천시 산림지역 아까시나무림의 식생변화는 식물군집의 생태적 특성을 파악하여 천이를 인위적으로 목표단계로 발전시키는 방안으로 앞의 5개 유형 중 천이촉진형이라 할 수 있을 것이다. 그림 5는 부천시 아까시나무림 식물군집구조를 고려한 식생변화 모델을 나타낸 것이고 표 6은 부천시 아까시나무림의 생태적 천이경향과 층위별 주요수종을 나타낸 것이다. 부천시의 아까시나무림의 천이

경향은 아까시나무군집에서 참나무류군집으로 변화될 것이며, 서울시 산림지역(이경재 등, 1996)과 인천시 산림지역(인천광역시, 1994)의 인공식생인 아까시나무의 천이계열은 아까시나무림 → 참나무류림 → 서어나무림이고, 생태계 복원시 복원목표 대상은 훼손지 주위의 산림생태계나 천이계열상 중간단계를 설정하는 것이 일반적인 것(Bruns, 1988)으로 미루어 볼 때 부천시 산림지역 아까시나무림의 식생관리 목표는 신갈나무, 졸참나무를 중심으로 한 참나무류림으로 설정하는 것이 바람직할 것이다.

표 7은 식물군집분석에서 식생천이를 촉진

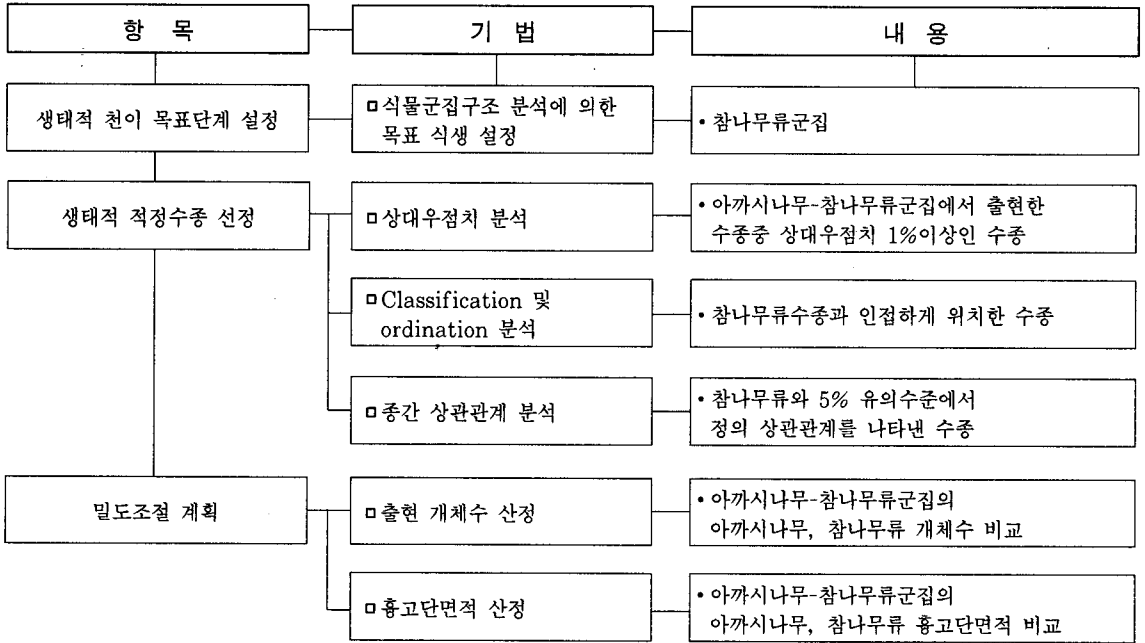


그림 5. 부천시 아까시나무림 식생변화 모델

표 6. 부천시 아까시나무림 천이단계별 주요수종

단계	수 종 명		
	교목층	아교목층	관목층
현재	아까시나무 노린재나무, 브리수나무, 참벚살나무	난티잎개암나무, 노박덩굴, 짚레나무, 참싸리, 참개암나무, 누리장나무, 산딸기, 쉼, 조팝나무, 명석딸기	
↓	↓	↓	↓
목표	신갈나무 졸참나무	때죽나무, 팔배나무, 산벚나무	생강나무, 말뚝나무, 땃덩이덩굴, 인동덩굴, 청미래덩굴, 진달래, 회잎나무

시킬 수 있는 수종을 선정한 것이다. 선정 기준 및 종을 살펴보면(그림 5) 상대우점치 분석에서는 아까시나무-참나무류군집에서 각 층위별 상대우점치 1%이상인 수종으로 교목 4종, 아교목 4종, 관목 11종이었으며, 종의 classification분석 및 ordination분석에 있어서는 목표수종인 졸참나무, 신갈나무와 동일한 군으로 분류된 종으로 교목 3종, 아교목 3종, 관목 8종 이었다. 종간 상관관계분석에서는 신갈나무, 졸참나무와 5%이내의 유의수준에서 정의 상관관계를 나타낸 수종으로 교목 2종, 아교목 3종, 관목 5종이었다. 이러한 3가지 기법에 의하여 선정된 수종 중에서 적어도

1개 기법 이상에서 선정된 수종을 선정하였다. 선정된 수종을 살펴보면 교목은 상수리나무, 졸참나무, 신갈나무, 갈참나무 4종이며, 아교목은 팔배나무, 산벚나무, 노린재나무, 때죽나무 4종, 관목은 난티잎개암나무, 노박덩굴, 땃쟁이덩굴, 땃땃이덩굴, 털꿩나무, 생강나무, 인동덩굴, 진달래, 짚레나무, 참싸리, 참회나무, 청가시덩굴, 청미래덩굴, 회잎나무 14종으로 총 22종이었다.

식생천이를 촉진시키기 위한 밀도조절은 아까시나무-참나무류군집의 개체수와 흉고단면적을 기준으로 산정하였다(그림 5). 표 8은 단위면적 300㎡에 대하여 아까시나무군집과 아까시나무-참나무류군집의 교목층, 아교목층에서 출현한 아까시나무와 참나무류의 개체수 및 흉고단면적을 나타낸 것이다. 개체수를 살펴보면 아까시나무군집에서는 아까시나무는 49.4개체, 참나무류는 12.5개체이었으며, 아까시나무-참나무류군집에서는 아까시나무는 23.1개체, 참나무류는 31.3개체이었다.

흉고단면적을 살펴보면 아까시나무군집에서는 아까시나무가 전체 흉고단면적의 91.7%를

표 7. 부천시 아까시나무림 식생변화를 위한 생태적 적정수종 선정

분석방법	수종명		
	교목층	아교목층	관목층
상대우점치 분석	상수리나무, 갈참나무, 신갈나무, 졸참나무 (4 종)	팔배나무, 산벚나무, 노린재나무, 때죽나무 (4 종)	난티잎개암나무, 땃땃이덩굴, 생강나무, 짚레나무, 참싸리, 참회나무, 노박덩굴, 담쟁이덩굴, 진달래, 인동덩굴, 청가시덩굴 (11 종)
종의 Classification 및 ordination 분석	상수리나무, 신갈나무, 졸참나무 (3 종)	팔배나무, 산벚나무, 때죽나무 (3 종)	생강나무, 회잎나무, 덜꿩나무, 땃땃이덩굴, 인동덩굴, 진달래, 청가시덩굴, 청미래덩굴 (8 종)
종간 상관관계분석	신갈나무, 졸참나무 (2 종)	팔배나무, 산벚나무, 때죽나무 (3 종)	생강나무, 땃땃이덩굴, 청미래덩굴, 진달래, 생강나무 (5 종)
선정된 적정수종	상수리나무, 갈참나무, 신갈나무, 졸참나무 (4 종)	팔배나무, 산벚나무, 때죽나무, 노린재나무 (4 종)	난티잎개암나무, 땃땃이덩굴, 생강나무, 회잎나무, 참싸리, 참회나무, 노박덩굴, 담쟁이덩굴, 짚레나무, 인동덩굴, 청가시덩굴, 청미래덩굴, 덜꿩나무, 진달래 (14 종)

표 8. 부천시 아까시나무림의 아까시나무군집과 아까시나무-참나무류군집의 교목층과 아교목층 밀도비교

군집명	평균개체수(/300m ²)				평균흉고단면적(m ² /300m ²)			
	아까시나무		참나무류		아까시나무		참나무류	
	기타	합계	기타	합계	(%)	(%)	(%)	(%)
아까시나무군집	49.4	12.5	4.1	66.0	6874.7	421.1	156.1	7449.6
					(91.7)	(6.0)	(2.3)	(100)
아까시나무-참나무류군집	23.1	31.3	19.0	73.4	4693.1	1805.1	794.6	7292.7
					(64.6)	(24.4)	(11.0)	(100)
T-value	5.05**	-5.19**	-	-	3.82**	-5.09**	-3.05**	0.30n.s.

* 2-tailed signifi., *: 0.05 ≥ P > 0.01, **: 0.01 ≥ P, n.s.: none signifi.
* Rp: Robinia pseudo-acacia, Qs: Quercus spp.

, 참나무류는 6.0%이었으며, 아까시나무-참나무류군집에서는 아까시나무는 64.6%, 참나무류는 24.4%이었다.

이상의 결과를 종합하여 현재 부천 산림지역 아까시나무림을 참나무류림으로 천이를 촉진하기 위해서는 교목층과 아교목층에서 아까시나무의 흉고단면적이 전체 흉고단면적의 65%정도 수준을 유지할 수 있도록 약 49개체(/300m²)에서 23개체(/300m²)로 간벌하여야 할 것이다.

IV. 결론

부천시 산림지역 아까시나무림은 식물군집 구조분석 결과 아까시나무림에서 참나무류림으

로 변화될 것이므로 식생변화 목표는 참나무류림으로 설정하는 것이 바람직 할 것이다. 따라서 생태적 식생관리 유형 중 천이 촉진형이라 할 수 있다.

식생변화유도를 위한 적정수종은 아까시나무-참나무류군집에서 출현한 수종 중 상대우점치 1%이상, 종의 Classification 분석 및 ordination분석에서 참나무류와 인접한 수종, 종간 상관관계에서 참나무류 수종과 5% 유의수준에서 정의 상관관계를 나타내는 수종으로 교목은 4종, 아교목은 11종, 관목은 14종 총 22종이었다.

식생변화를 촉진하기위한 밀도조절에서는 식생변화 목표단계인 아까시나무-참나무류 군집의 개체수와 흉고단면적을 기준으로 아까시나무 흉고단면적이 전체 흉고단면적의 65%수준을 유지 할 수 있도록 단위면적 300m²를 기준으로 아까시나무 49개체를 23개체로 간벌하여야 할 것이다.

이상의 모델을 시행할 때에는 토양환경조건을 면밀히 파악하여 토양환경의 개선이 전제되어야 할 것이다.

인용문헌

기상청(1991), 한국기후표 제2권, 3-15
김준호(1991), "환경오염에 의한 도시림의 쇠퇴 정후군". 『도

- 시·산림·환경심포지엄], 한국조경학회·산림청 임업 연구원:3-23.
- 박인협(1985), 『백운산지역 천연림 생태계의 조림 구조 및 물질생산에 관한 연구』, 서울:서울대학교 대학원 박사학위논문:48.
- 산림청(1994), 『아까시나무림의 육림 및 이용의 신수요개발에 관한연구』, 서울:산림청:211.
- 이경제 외 17인(1993), 『도시 및 공업단지 주변의 Green복원 기술개발(1)』, 환경처·과학기술처:291.
- 이경제 외 19인(1994), 『도시 및 공업단지 주변의 Green복원 기술개발』, 환경처·과학기술처:263.
- 이경제 외 7인(1997), 『부천시 도시경관림 조성(산림수종갱신) 기본계획』, 부천시:215.
- 이경제, 조우, 한봉호(1996) "서울 도시생태계 현황과 회복대책(1) -산림지역 식물군집구조-", 『환경생태학회지』, 10(1):113-127.
- 인천광역시(1994), 『인천광역시 녹지공원 정책방향』, 인천광역시:288.
- 임경빈(1985), 『조림학원론』, 서울:향문사:481.
- 심경구 외 11명(1989), 『조경수목학』, 한국조경학회:문운당:386.
- 奥富清(1977), 『保全地域などにおける植生管理計劃の策定手順についての一試案. (環境聽編, '自然環境保全の觀點からみた環境管理手法および土地利用計劃策定に關する基礎研究, 昭和51年研究報告』, 東京:129-136.
- 衫山惠一, 進士五十八(1992), 『自然環境復元の技術』, 東京:朝倉書庫:166.
- Bruns, D. (1988), 『Restoration and management of ecosystems for nature conservation in West Germany. In:Cairns J. Jr., Rehabilitating Damaged Ecosystems, val. I』, Florida: CRC Press:163-186.
- Curtis, J.T. and R.P. McIntish(1951), "An upland Forest continuum in the prairie-forest border region of Winsconsin", Ecology, 32:476-496.
- Ganch, H.G. and R.H. Whittaker(1972), Comparison of ordination techniques, Ecology 53:868-875.
- Harker, D., S. Evans, M. Evans and K. Harker(1993) 『Landscape restoration hand book』, Lewis Publisher:661.
- Hill, M.O. (1979a), 『DECORANA-a FORTRAN program for detrended correspondence anaysis and reciprocal averaging』, New York: Ecology and Systematics CornelUniv., Ithaca:52.
- Hill, M.O. (1979b) 『TWINSPAN- a FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes』, Ecology and Systematics New York: Cornel Univ., Ithaca:99.
- Kimmins, J.D. (1987), 『Forest ecology』, New York: Macmillan Publishing Company: 531.
- Ludwig, J.A. and J.F. Reynolds(1988), 『Statistical Ecology. - a primer on methods and computing -』, New York: John Wiley & Sons Publ.:377.
- Odum, E.P. (1992), 『Ecology and our endangered life-support system』, Georgia:Georgia Institute:400.
- Pielou, E.C. (1975), 『Ecological diversity』, New York:John Wiley & Sons, Inc.:165.