

인천광역시 산지형 도시녹지의 식생구조 및 관리계획: 육지지역을 중심으로

조 우

서울시립대학교 환경생태연구실

Vegetation Structure and Management Planning of Mountain Type Urban Green Space in Incheon, Korea : a case study of land area

Cho, Woo

Lab. of Environment and Ecology, Univ. of Seoul

ABSTRACT

The purposes of this study were to investigate vegetation structure and present management planning of mountain type green space using the green space changes during the 20 years, actual vegetation, and plant community structure in land area of Incheon, Korea. The actual vegetation area in survey sites(5,421ha) was consisted of *Quercus acutissima* community(31.22%), *Robinia pseudoacacia* forest(28.12%), *Pinus rigida* forest(1.36%), *Q. mongolica*-*Pinus rigida* community(7.39%), *P. rigida*-*Q. mongolica* community(7.39%), *Q. mongolica* community(3.48%) and so on. According to the classification by TWINSpan, 61 survey plots were divided into 9 groups; *Q. mongolica*-*Alnus japonica*-*R. pseudoacacia*-*P. densiflora*, *R. pseudoacacia*-*Styrax japonica*, *P. rigida*-*R. pseudoacacia*-*Q. mongolica*, *R. pseudoacacia*-*P. rigida*-*Q. mongolica*-*A. hirsuta*, *Q. mongolica*-*P. rigida*, *Robinia pseudoacacia*, *Q. acutissima*, *Prunus sargentii*-*Q. serrata*-*P. thunbergii*, and *Prunus sargentii*-*Zelkova serrata* community. From this result, ecological succession trend of vegetation seems to be change from artificial planting forest to native plant community which was dominated by *Quercus* spp.. This study area need to manage for the increase of biodiversity through the restoration of naturalness by ecological management of artificial planting forest and ecological planting of injured green space.

I. 서론

우리 나라의 도시지역은 1960년대 이후 급속하게 팽창되어 전 국민의 80% 이상이 모여살 정도로 거대화 되었다. 이와 반대로 도시녹지는 크게 줄어들었고 남아있는 녹지도 환경오염의 영향, 인위적 간섭, 부적절한 식생관리 등으로 훼손이 되었거나 진행되고 있는 곳이 많다.

오늘날 인간이 우점하고 인공 환경요소들이 상당부분을 차지하는 도시생태계는 자연생태계와는 달리 도시환경 특유의 영향을 받아 도시생태계 내에서 적응하는 생물들의 생존을 위협하였고 결국 안정성이 떨어지게 되었다. 따라서, 도시의 환경조건과 그곳에 존재하는 동식물들과의 관계를 해석하고 악화되고 있는 이들의 생존조건을 개선하며, 인간 생활의 질을 향상시키고자 하는 도시생태학이 중요한 분야로 대두되고 있다(Sukopp, 1990). 특히, 도시생태학 연구의 중심분야는 도시생태계를 보전하고 보호하는 하나의 골격으로서 환경보전, 재난의 방재, 동식물의 서식장소, 경관요소, 휴양장소로서 가치가 큰(Sukopp and Werner, 1983) 도시내 녹지와 관련된 것이다.

본 연구는 도시녹지내 식생구조를 파악하고 관리방향을 설정하기 위한 응용 생태학적 연구에 해당한다. 우리 나라에서 이와 같은 연구는 1970년대 후반부터 시작되었는데, 임경빈(1978)의 남산자연공원 산림식생관리에 관한 보고가 초기의 연구성과이다. 그후 이경재(1986)가 식물군집구조분석, 조류상 조사를 통해 남산자연공원 식물군집의 변화상태와 관리대책을 제시하였고, 이경재 등(1987a, 1987b, 1988a, 1988b, 1990c)은 이용객의 출입이 통제 되었거나 부분적으로 통제되고 있는 도시녹지인 능원, 공원을 대상으로 식물군집구조, 경관, 이용객 심리 분석을 통해 자연식생의 다양성보전, 고유경관보전, 이용객 관리 방안을 제시하였다. 이밖에 오충현(1992), 이경재 등(1992b), 조우(1993)에 의해 산지형 녹지인 도시자연공원과 근린공원의 식생구조분석을 토대로 한

생태학적 관리방안의 연구가 보고되었고, 서울 전체를 대상으로 한 도시녹지의 생태적 특성 파악과 자연성 회복방안을 제시하는 연구(조우, 1995)가 대표적인 것이었다.

본 연구는 인천광역시 육지지역 녹지의 대부분을 차지하는 산지형 도시녹지를 대상으로 식생구조분석을 통하여 관리방향을 제시하는 것을 목적으로 하였는데, 특히, 인천광역시 녹지의 생태학적 연구 사례가 전무한 상태에서 본 연구는 기초자료 축적이라는 의의를 가지고 있다.

II. 연구대상지 및 방법

1. 연구대상지

연구대상지는 현존식생과 식물군집구조 조사대상지로 분리하였다. 현존식생 조사는 전체 산지형 녹지를 대상으로 하였고 식물군집구조 조사대상지는 인천광역시의 자연림이 많이 포함된

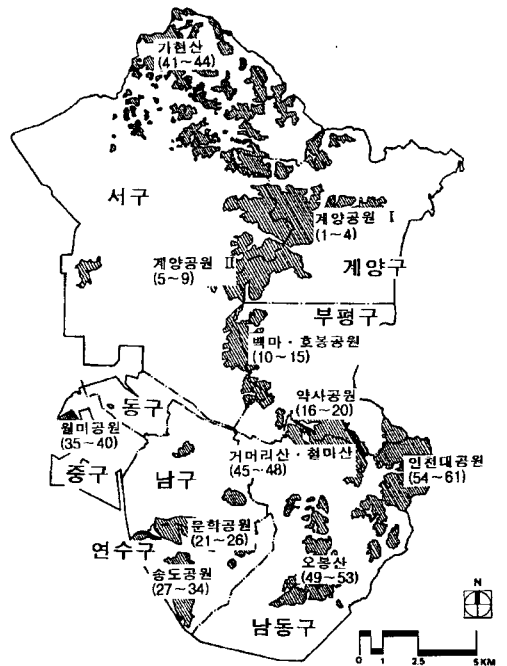


그림 1. 조사지 위치도(숫자는 조사지 번호)

산지형 공원녹지를 중심으로 하였으며, 도시자연공원과 공원으로 지정되지 않은 산지형녹지이었다. 근린공원으로 지정된 산지형 공원인 자유공원과 수봉공원의 경우 대부분 인공화되었고 조경수목의 식재공간이 많아 조사대상지에서 제외하였다. 따라서, 조사대상지는 도시자연공원으로는 계양공원 I(계양산), 계양공원 II(계양철마산), 백마·호봉공원(부평 철마산), 약사공원(약산·만월산), 인천대공원(관모산), 문학공원(문학산), 송도공원(청량산), 월미공원(월미산)이었고, 기타 녹지는 가현산, 만수동 철마산·거머리산, 오봉산이었다(그림 1).

2. 연구방법

(1) 도시녹지의 분포 및 현존식생 분석

시간 경과에 따른 도시녹지 분포 및 토지이용 변화 분석을 위하여 인공위성으로 수신된 영상자료를 이용하였다. 분석대상 자료는 1972년 수신된 Landsat Mss image data와 1993년 수신된 Landsat TM image data이었고 이들 자료는 ERDAS Image Processing System(PC ERDAS, Sun Image 및 ERDAS IPS/W)으로 분석하였다. 1995년 광역시로의 확대에 따라 1970년대와 시경계 및 면적이 상이하기 때문에 양 시기의 비교를 위해 통합이전의 인천직할시를 분석대상으로 삼았으며, 1972년 이후 서해안 갯벌 간척 사업의 결과 육지로 바뀐 부분이 있으므로 그 부분을 포함하였다.

또한, 현존식생도는 각 조사대상지의 식생상관과 조사지내의 식생구조 분석 자료를 보충하여 작성하였다.

(2) 식생조사 및 분석

각각의 조사대상지에서 식생상관에 의해 조사된 현존식생도를 바탕으로 대표적인 식물군집에 61개의 조사지(Plot)를 설정하고 각 조사지에 식물군집의 규모에 따라 10m×10m의 방형구(Quadrat) 1~6개씩을 설치

(그림 1)하고 식생조사를 실시하였다. 식생조사는 조사지에서 출현하는 흉고직경(DBH) 2cm이상의 수목에 대하여 교목층과 아교목층으로 나누어 수종명 및 DBH를 조사하였고, 흉고직경 2cm이하의 수목과 관목성 수종은 관목층으로 하여 수관투영면적을 조사하였다. 이상으로 얻어진 자료는 Curtis McIntosh(1951) 방법에 따라 상대우점치(Importance Value)를 산출하였고, Hill(1979)의 방법에 의해 vegetation data matrix를 작성하여 TWINSpan(Two Way INdicator SPecies ANalysis)분석을 실시하였다.

TWINSpan은 식물군집의 종조성에 기초하여 식생유형을 분류하는 것으로서 식생의 종구성 상태를 특징화시키는 Z-M식물사회학의 표조작법과 유사한 종합적 분석방법으로 평가되고 있으며(White and Glenn-Lewin, 1985), 컴퓨터의 발달로 이용되고 있는 대표적인 정량적 식생분석 방법이다. 국내에서는 이경재 등(1990a, 1990b)에 의해 그 효용성을 입증 받아왔다. 또한, Shannon의 수식을 이용하여 종다양도(H'), 균재도(J'), 우점도(D), 최대종다양도(H'max)를 구하였고(Pielou, 1975), 주요 출현수종들의 상대우점치로서 상관관계를 구하여 수종간의 생태적 지위(Ludwig and Reynolds, 1988)를 파악하였다.

이상의 모든 분석은 서울시립대학교 환경생태 연구실에서 개발한 PDAP(Plant Data Analysis Package)와 SPSS를 이용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 도시녹지의 분포 및 변화

1972년과 1993년의 인공위성 영상자료를 통해 파악한 녹지의 분포 및 변화상태는 표 1과 같다. 토지이용유형 변화는 산림의 경우 1972년 4,431ha에서 1993년 3,412ha로 큰 폭으로 감소한 반면 시가화 지역은 1972년

표 1. 인천광역시 육지부분의 1972년과 1993년의 토지이용 유형 분류

단위:ha(%)

년 도	산 림				초 지	논	밭	나 지	시가화 구 역	수 역	갯 별	합 계
	침엽수림	혼효림	활엽수림	소 계								
1972	938 (3.34)	1,765 (6.28)	1,728 (6.15)	4,431 (15.76)	1,877 (6.68)	5,752 (20.46)	3,905 (13.89)	1,174 (4.18)	4,568 (16.25)	1,760 (6.26)	4,644 (16.52)	28,111 (100.00)
1993	844 (3.03)	950 (3.41)	1,619 (5.82)	3,413 (12.26)	3,471 (12.48)	4,262 (15.32)	1,379 (4.95)	5,352 (19.24)	8,850 (31.81)	521 (1.87)	575 (2.07)	27,823 (100.00)

4,568ha에서 1993년 8,850ha로 크게 확장되었다. 즉, 지난 20년 동안 계양산에서 오봉산에 이르는 S자형의 녹지대가 시가화 지역으로 잠식되었고 도로개설과 시가지 조성으로 남북 녹지축의 단절현상이 뚜렷이 나타나고 있었다.

또한, 수목은 존재하지 않으나 이산화탄소를 흡수하고 수원을 함양하는 역할을 하여 도시열섬화를 감소시켜 환경조절 측면에서 중요한 논, 밭 및 수역은 1972년에 각각 5,752ha, 3,905ha, 1,760ha이던 것이 1993년에는 각각 4,263ha, 1,379ha, 521ha로 감소하였다.

아울러 세계 5대 습지의 하나인 서해안 갯벌의 주요 부분을 차지 하였던 서구와 남동구의 대규모 갯벌은 간척사업으로 크게 감소하여 1972년 4,644ha이던 것이 1993년 575ha로 변하였다. 갯벌은 육지와 바닷가 만나는 지점에서 생태학적으로 추이대의 역할을 하여 생물다양성이 풍부하다(최기철, 1983). 또한, 기존 생산력이 해양생태계에서 가장 높고 어류의 산란장 및 생육장이며 수산생물의 60% 이상이 하구, 조간대 등 연안환경과 직접 연관되고 휴양, 미적 가치가 크다. 그러므로 현재의 관점에서 볼 때 인천연안 갯벌의 매립은 인천 환경의 질을 떨어뜨린 것이라 할 수 있다. 현재의 녹지 분포는 남북, 동서, 그리고 해안의 송도에서 계양산에 이르는 해안 녹지축이 단절된 상태이므로 녹지축의 연결을 위한 방안이 요구된다.

2. 육지부분 도시녹지의 현존식생

현존식생 조사 산림면적 5,420ha에 대한 식물군집별 면적 및 비율은 표 2와 같고, 이들 66개 식물군집중 상수리나무, 아까시나무, 리

기다소나무, 신갈나무, 소나무군집과 이들 수종이 많은 비율을 차지하는 6개 혼효식생으로 구분하여 작성한 현존식생도는 그림 2와 같다.

현존식생은 상수리나무군집이 31.22%(1692.44ha)로서 가장 많은 면적을 차지하고 있

표 2. 인천광역시 육지부분 산지형 도시녹지의 현존식생 면적 및 비율

식 물 군 집 명	면적(ha)	비율(%)
상수리나무	1692.44	31.22
아까시나무	1523.39	28.12
리기다소나무	615.83	11.36
신갈나무-리기다소나무	400.61	7.39
리기다소나무-신갈나무	202.20	3.73
신갈나무	188.65	3.48
농경지 및 묘지	149.08	2.75
아까시나무-상수리나무	88.36	1.63
상수리나무-아까시나무	86.19	1.59
상수리나무-리기다소나무	73.73	1.36
소나무-신갈나무	43.91	0.81
신갈나무-상수리나무	39.03	0.72
현사시나무	38.49	0.71
낙엽활엽수 혼효림	34.15	0.63
리기다소나무-아까시나무	28.73	0.53
신갈나무-팔배나무	27.11	0.50
리기다소나무-상수리나무	20.60	0.38
아까시나무-리기다소나무-상수리나무	19.52	0.36
아까시나무-리기다소나무	13.01	0.24
소나무	13.01	0.24
갯나무	11.38	0.21
신갈나무-떡갈나무	9.76	0.18
산벚나무	9.22	0.17
상수리나무-일본잎갈나무-리기다소나무	8.13	0.15
아까시나무-현사시나무	7.59	0.14
리기다소나무-상수리나무-아까시나무	5.96	0.11
졸참나무-산벚나무	5.96	0.11
아까시나무-졸참나무	5.42	0.10
기타군집(38개 군집)	58.55	1.08
합 계	5420.01	100.00

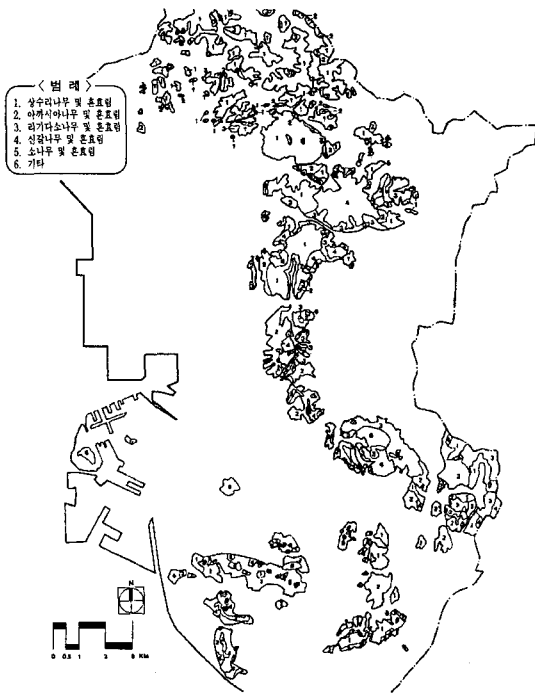


그림 2 인천광역시 육지부분 산지형 도시녹지의 현존 식생도

었고, 아까시나무림 (28.12%), 리기다소나무림 (11.36%), 신갈나무-리기다소나무군집 (7.39%), 리기다소나무-신갈나무군집 (7.39%), 신갈나무군집 (3.48%)이 전체 조사면적의 88.96%를 차지하는 주요 군집이었다. 이중 아까시나무림, 리기다소나무림은 인공식재림이었고, 리기다소나무-신갈나무군집, 신갈나무-리기다소나무군집은 리기다소나무림에서 자생 신갈나무로의 식생천이에 의해 형성된 군집이었으며 상수리나무와 신갈나무군집은 자생적으로 형성된 군집으로 판단되었다. 따라서, 산림면적 중 인공림지역 43%, 자연림지역 (2차식생) 48%, 자연림과 인공림의 혼효지역은 7%라 할 수 있다.

이와 같은 현존식생 구성은 수도권지역 중 서울시, 부천시와 차이를 나타내고 있었다. 서울시의 경우 아까시나무림이 전체 산림면적의 29.78%로 가장 많은 면적을 차지하고 있었고, 소나무군집 (14.08%), 신갈나무군집 (12.81%), 리기다소나무림 (9.68%), 상수리나무군집

(5.40%)이 주요 군집을 이루고 있었고(조우, 1995), 부천시는 아까시나무림이 전체 산림면적의 62.44%로서 가장 많은 면적이었고 신갈나무군집 (3.00%), 상수리나무군집 (2.52%)의 면적비율이 비교적 높았다(이경재 등, 1997). 이것은 부천, 인천, 서울순으로 산림훼손지역이 많았으며, 반대로 인공식재림에서 자생식물군집으로의 식생천이가 이루어지지 않았음을 나타내는 것이라 할 수 있다.

3. 식물군집구조

(1) TWINSpan 및 상대우점치 분석

61개 조사지에 대한 TWINSpan 분석 내용은 그림 3과 같다. 제 1division에서 두 개의 그룹으로 분리되었고, 왼쪽의 제 1그룹은 다시 2, 3, 4division에서 8개의 군집으로 오른쪽의 제 2그룹은 1개 군집으로 분리되었다. 분리된 군집은 군집 A 신갈나무-오리나무-아까시나무-소나무군집, 군집 B 아까시나무-매죽나무군집, 군집 C 리기다소나무-아까시나무-신갈나무군집, 군집 D 아까시나무-리기다소나무-신갈나무-물오리나무군집, 군집 E 신갈나무-리기다소나무군집, 군집 F 아까시나무림, 군집 G 상수리나무군집, 군집 H 산벚나무-졸참나무-곰솔군집, 군집 I 산벚나무-느티나무군집이었다. TWINSpan에 의한 군집분리는 환경인자가 강하게 작용하는데 이중 토양습도(이경재 등, 1990a), 산불(Allen and Partridge, 1988), 해발고와 방위(이경재 등, 1992a), 방위(이경재 등, 1990b)가 분리의 중요인자라는 보고가 있다. 그러나, 이들 연구는 환경인자의 변화가 다양하고 식생보전의 역사가 비교적 긴 자연림에서의 연구이었으나, 본 조사대상지는 모두 20~30년전에 인위적 간섭을 심하게 받아 토양환경이 악화된 인공식재림이 상당부분 포함된 산림이었고, 조사지는 해발 20~154m에 이르는 등 환경변화가 크지 않은 입지조건 때문에 환경인자에 의한 군집분리보다는 구성종 및 중요치의 차이에 따라 군집이 분리되었다.

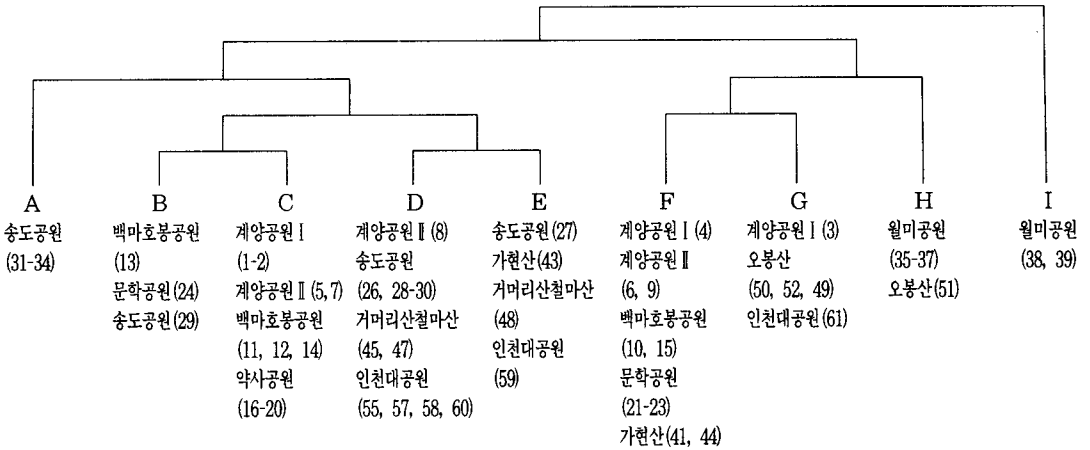


그림 3. 인천광역시 육지부분 산지형 도시녹지의 TWINSpan분석 결과(숫자는 조사지 번호)

9개 군집 61개 조사지에서 출현한 목본수종은 총 85종이었는데 이중 군집의 식별종으로서 가치가 있는 상재도 10~60%의 중간상재도종(伊藤, 1977)과 상재도 61%이상의 고상재도종 그리고 각 군집의 우점종으로 출현한 47종에 대한 수관층위별 상대우점치를 나타낸 것은 표 3과 같다.

송도공원의 조사지가 포함되는 군집 A는 교목층은 오리나무, 소나무, 신갈나무, 아까시나무의 상대우점치가 각각 28.69%, 22.40%, 18.36%, 16.16%로서 비슷한 세력으로 출현하였고 아교목층은 신갈나무가 상대우점치 26.68%로서 가장 세력이 컸고 때죽나무, 오리나무가 10%이상의 상대우점치를 나타내는 주요수종이었다. 관목층은 진달래의 상대우점치가 33.28%로서 우점종이었고 신갈나무와 참깨암나무가 우점종이었다. 본 군집은 교목성상 수종중 소나무와 오리나무는 도태되어 가는 단계에 있었고, 아까시나무와 신갈나무는 경쟁단계에 있는 것으로 판단되었으나, 신갈나무가 아교목층과 관목층에서의 세력이 더 크고 아까시나무는 신갈나무와의 세력 경쟁에서 뒤지는 수종이므로(조우, 1995) 앞으로 신갈나무 군집으로의 발전이 기대되었다. 또한, 아교목층은 때죽나무, 관목층은 진달래가 우점종을 유지할 것으로 판단되었다.

백마공원, 문학공원, 송도공원의 조사지가 포함되는 군집 B는 교목층에서는 아까시나무

가 상대우점치 70.84%로서 우점종이었고 밤나무도 상대우점치 11.84%로서 인공식재수종의 세력이 매우 컸다. 아교목층은 때죽나무(상대우점치 31.87%), 아까시나무(상대우점치 21.71%)가 우점수종이었고 팔배나무, 신갈나무, 리기다소나무가 주요 출현수종이었다. 관목층은 국수나무, 때죽나무, 신갈나무, 졸참나무, 진달래 등 자생종들의 세력이 크게 나타났다. 당분간 아까시나무가 우점종을 유지할 것으로 예상되나 대상수종으로서 신갈나무, 졸참나무의 세력확대가 기대되며 현재도 아교목층에서 자생수종들의 출현율이 높으므로 장기적으로는 자생식물군집으로의 변화가 기대된다.

계양공원 I, 계양공원 II, 백마·호봉공원, 약사공원, 거머리산·철마산의 조사지가 포함되는 군집 C는 교목층에서는 리기다소나무가 우점종이었고 아까시나무도 세력이 큰 종이었으나 아교목층에서는 리기다소나무, 신갈나무, 아까시나무가 경쟁단계에 있는 주요 출현종이었다. 관목층은 신갈나무, 졸참나무, 난티잎개암나무, 청미래덩굴 등 자생종들의 출현이 많았고 리기다소나무는 출현하지 않았으며, 아까시나무도 교목층과 아교목층에 비해 세력이 약화된 상태이었다. 따라서, 본 군집도 아까시나무를 참나무류를 중심으로 하는 자생종들과 경쟁시키는 관리가 이루어진다면 신갈나무를 중심

표 3. TWINSPAN에 의해 분리된 9개 군집의 수관층위별 상대우점치

군 집	A			B			C			D			E		
	C	U	S	C	U	S	C	U	S	C	U	S	C	U	S
잣나무	0.00	0.45	0.00	-	-	-	0.00	0.00	0.08	0.00	5.94	0.49	1.11	0.00	0.00
리기다소나무	0.00	0.55	0.00	6.91	7.99	0.00	45.80	16.61	0.00	30.87	14.96	0.14	30.90	9.60	0.00
곰솔	-	-	-	-	-	-	0.48	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-
소나무	22.40	2.17	0.00	-	-	-	7.55	5.91	0.00	0.59	1.53	0.00	0.99	0.00	0.00
노간주나무	0.00	0.00	0.34	0.00	0.46	0.56	0.00	0.83	0.67	0.00	3.36	0.47	0.00	5.75	1.92
오리나무	28.69	10.97	0.42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
물오리나무	0.80	0.14	0.00	1.14	0.55	0.00	2.40	2.32	0.17	19.24	6.15	0.37	2.58	0.47	0.00
난티잎개암나무	-	-	-	0.00	0.23	0.60	0.00	4.87	8.26	0.00	1.68	6.51	0.00	5.53	21.91
참개암나무	0.00	9.83	15.54	-	-	-	0.00	0.35	1.74	0.00	0.00	1.11	0.00	0.96	0.86
밤나무	2.47	0.72	0.91	11.84	3.71	3.05	0.59	0.25	0.10	0.38	1.95	1.16	9.36	4.86	4.10
상수리나무	-	-	-	1.20	1.75	2.61	4.09	3.16	0.30	2.67	1.03	0.68	7.58	2.73	0.64
떡갈나무	-	-	-	0.00	0.88	2.25	0.19	1.19	3.15	1.38	4.58	9.82	2.36	5.07	2.02
갈참나무	0.00	0.00	0.96	0.00	1.52	1.45	0.00	0.23	0.40	0.24	0.55	0.87	0.00	3.30	0.93
신갈나무	16.16	26.68	21.93	4.72	7.83	8.72	11.61	16.71	15.12	10.86	11.40	17.57	29.41	29.18	16.97
졸참나무	3.14	6.93	2.77	0.82	2.86	7.94	2.43	9.59	13.80	1.14	2.21	3.64	0.47	0.00	0.12
느티나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
생강나무	-	-	-	0.74	0.23	4.14	0.00	0.84	0.21	0.00	0.98	0.83	0.00	0.39	0.38
조팝나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00	2.80	-	-	-
국수나무	-	-	-	0.00	0.00	17.87	0.00	0.00	8.16	-	-	-	-	-	-
돌베나무	0.00	1.32	1.75	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00	0.11	-	-	-
팔베나무	0.00	0.00	0.41	0.00	8.80	5.72	1.05	2.39	0.29	0.77	2.27	0.39	1.41	4.53	3.70
산딸기	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00	0.56	0.00	0.00	7.59	-	-	-
절레꽃	0.00	0.00	0.46	0.00	0.00	3.82	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.05	-	-	-
산벚나무	7.08	6.24	2.11	0.00	0.28	0.54	0.00	0.71	0.12	0.15	0.49	0.46	0.00	0.00	0.71
자귀나무	0.00	0.14	0.00	-	-	-	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.04	-	-	-
조록싸리	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00	0.28	-	-	-	-	-	-
참싸리	0.00	0.00	0.38	-	-	-	0.00	0.06	1.79	0.00	0.45	4.37	0.00	0.53	2.42
땅비싸리	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.14	-	-	-
아까시나무	18.36	8.94	0.56	70.84	21.71	2.23	22.70	17.73	5.52	31.70	33.95	7.62	6.69	4.08	3.46
쪽제비싸리	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.52	1.68	0.00	0.37	0.66
산초나무	-	-	-	-	-	-	0.00	0.24	0.66	0.00	0.00	0.11	-	-	-
붉나무	-	-	-	-	-	-	0.00	0.56	2.16	0.00	0.44	0.55	-	-	-
개울나무	0.00	7.79	2.10	0.00	0.46	0.24	0.00	0.00	0.37	0.00	1.07	0.55	0.00	0.37	0.66
참회나무	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00	0.12	-	-	-	-	-	-
회잎나무	-	-	-	-	-	-	0.00	0.53	1.82	0.00	0.00	1.06	0.00	0.00	1.03
노박덩굴	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	1.43	0.00	0.00	1.51	0.00	0.00	1.40	0.00	0.00	0.52
개머루	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.16
보리수나무	0.00	0.68	0.00	0.00	0.00	0.24	-	-	-	0.00	0.00	0.07	0.00	0.61	1.72
읍나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.07	0.00	-	-	-
진달래	0.00	0.00	33.28	0.00	3.01	6.97	0.00	4.81	8.24	0.00	4.10	9.40	0.00	9.88	25.19
노린재나무	0.00	2.00	3.21	0.00	0.31	2.38	0.00	0.29	3.61	0.00	0.21	1.21	0.00	0.00	2.52
매죽나무	0.00	11.32	3.91	0.00	31.87	18.80	0.23	8.83	4.53	0.00	0.12	0.31	-	-	-
작살나무	-	-	-	0.00	0.56	0.28	0.00	0.00	0.85	0.00	0.00	0.34	-	-	-
누리장나무	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00	1.29	0.00	0.00	8.54	-	-	-
덜꿩나무	0.00	0.00	0.22	-	-	-	0.00	0.00	0.41	0.00	0.00	0.58	0.00	0.00	0.16
청미래덩굴	0.00	0.00	0.22	0.00	0.00	2.68	0.00	0.00	12.04	0.00	0.00	3.71	0.00	0.00	0.17
청가시덩굴	0.00	0.00	0.81	0.00	0.00	4.51	0.00	0.00	0.45	0.00	0.00	1.34	0.00	0.00	1.82

* C:교목층, U:아교목층, S:관목층

표 3. (계 속)

군 집	F			G			H			I		
	C	U	S	C	U	S	C	U	S	C	U	S
잣나무	0.00	4.76	1.36	0.00	3.73	0.00	-	-	-	-	-	-
리기다소나무	5.16	4.73	0.00	15.77	5.61	0.10	-	-	-	-	-	-
곰솔	-	-	-	-	-	-	31.52	2.36	0.00	16.34	0.86	0.20
소나무	0.00	0.77	0.00	0.00	0.10	0.00	1.25	0.00	0.00	-	-	-
노간주나무	0.00	0.11	0.06	0.00	1.09	0.00	0.00	0.14	0.00	-	-	-
오리나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
물오리나무	0.82	0.87	0.04	-	-	-	0.00	0.82	0.00	-	-	-
난티잎개암나무	0.00	3.71	10.72	0.00	3.90	8.59	0.00	0.00	1.45	-	-	-
참개암나무	0.00	0.39	1.94	0.00	0.00	0.11	0.00	0.35	1.63	-	-	-
밤나무	6.76	6.77	4.12	10.59	14.54	3.39	3.67	4.99	0.22	5.18	10.84	2.66
상수리나무	21.53	7.06	3.71	63.25	18.25	6.98	15.13	0.66	3.72	0.00	2.23	0.00
떡갈나무	3.98	4.46	5.15	2.34	5.81	4.77	0.00	0.14	0.00	-	-	-
갈참나무	5.88	8.54	9.64	1.51	4.82	5.54	0.00	0.00	0.10	-	-	-
신갈나무	1.80	1.12	3.38	0.93	2.02	2.62	0.00	0.14	0.36	-	-	-
줄참나무	0.31	4.89	6.41	4.31	6.92	6.25	19.70	16.61	21.74	0.00	11.34	0.26
느티나무	0.00	0.00	0.05	-	-	-	0.00	0.14	0.20	10.26	26.01	0.42
생강나무	0.00	0.34	0.89	0.00	1.44	2.47	0.00	7.12	4.61	0.00	0.00	0.68
조팝나무	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.27	-	-	-	-	-	-
국수나무	-	-	-	0.00	0.00	7.03	-	-	-	-	-	-
돌베나무	0.00	0.34	0.18	0.00	0.00	2.53	-	-	-	-	-	-
팔베나무	0.17	1.08	3.36	0.00	11.14	6.77	0.00	2.60	2.37	-	-	-
산딸기	0.00	0.00	1.65	0.00	0.00	0.99	-	-	-	0.00	0.00	3.91
쫄레꽃	0.00	0.26	3.74	0.00	0.00	2.02	0.00	0.00	2.53	0.00	0.00	11.96
산벚나무	0.00	0.35	0.15	0.91	0.12	0.26	24.64	37.92	6.42	55.60	31.65	4.41
자귀나무	0.00	0.20	0.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-
조록싸리	0.00	0.00	2.27	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.13	-	-	-
참싸리	0.00	0.00	1.83	0.00	0.00	0.62	0.00	0.00	0.67	0.00	0.00	1.24
땅비싸리	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.07	-	-	-	-	-	-
아까시나무	52.95	42.73	14.10	-	-	-	0.46	4.71	17.73	4.34	2.95	8.61
쭈제비싸리	0.00	0.10	0.09	-	-	-	-	-	-	-	-	-
산초나무	0.00	0.10	0.44	-	-	-	0.00	0.68	1.33	0.00	1.58	0.00
붉나무	0.00	0.00	0.88	-	-	-	0.00	0.89	1.54	-	-	-
개웃나무	0.00	0.00	0.08	0.00	3.42	1.29	0.00	0.64	0.56	-	-	-
참회나무	0.00	0.15	0.72	-	-	-	0.00	7.69	1.51	-	-	-
회잎나무	0.00	0.00	0.87	0.00	0.00	9.76	0.00	0.00	1.95	-	-	-
노박덩굴	0.00	0.00	2.95	0.00	0.00	1.10	0.00	0.00	10.63	0.00	0.00	7.35
개머루	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.42	0.00	0.00	0.66	0.00	0.00	1.47
보리수나무	0.00	0.41	0.68	0.00	0.93	1.79	0.00	0.32	0.08	-	-	-
음나무	0.00	1.56	3.68	0.00	0.26	0.66	0.00	0.77	0.64	3.46	9.57	21.26
진달래	0.00	0.19	1.22	0.00	14.66	16.64	0.00	4.03	2.63	-	-	-
노린재나무	0.00	0.54	3.05	0.00	0.91	2.85	0.00	0.00	1.15	0.00	0.00	1.36
때죽나무	0.00	2.33	0.75	0.00	0.00	0.17	0.00	0.14	1.02	-	-	-
작살나무	-	-	-	0.00	0.00	0.95	0.00	0.00	0.59	0.00	0.86	0.00
누리장나무	0.00	0.59	2.62	-	-	-	0.00	0.00	0.18	-	-	-
덜꿩나무	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.08	-	-	-	-	-	-
청미래덩굴	0.00	0.00	1.57	0.00	0.00	1.30	0.00	0.00	0.10	-	-	-
청가시덩굴	0.00	0.00	2.63	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	6.24	0.00	0.00	4.30

으로 한 군집으로의 발전을 기대할 수 있겠다.

계양공원 II, 송도공원, 거머리산·철마산, 인천대공원의 조사지가 포함되는 군집 D는 교목층에서 아까시나무와 리기다소나무의 상대우점치가 각각 31.70%, 30.87%로서 우점종이었고 물오리나무도 상대우점치 19.24%로서 높은 출현율을 나타내었다. 아교목층은 아까시나무가 상대우점치 33.95%로서 우점종이었고 리기다소나무, 신갈나무가 주요 출현종이었으며 관목층은 신갈나무가 상대우점치 17.57%로서 세력이 가장 컷고 떡갈나무, 난티잎개암나무, 진달래, 누리장나무 등 자생종들의 출현율이 높았다. 군집 C에 비해 리기다소나무의 세력은 약화된 반면 아까시나무의 세력은 큰 상태로서 아까시나무가 우점종을 이룰 것이나 신갈나무를 중심으로 한 참나무류로의 식생천이도 기대된다.

송도공원, 가현산, 거머리산·철마산, 인천대공원의 조사지가 포함되는 군집 E는 교목층은 리기다소나무와 신갈나무의 상대우점치가 각각 30.90%, 29.41%로서 우점종이었으며 군집 C, D에 비해 아까시나무의 세력이 약화된 군집이었다. 아교목층은 신갈나무가 우점종이었고 리기다소나무, 참나무류, 진달래 등이 주요 출현종이었다. 관목층은 진달래, 신갈나무, 난티잎개암나무가 주요 출현종이었다. 산지형 도시녹지에서는 아교목층에서 출현하는 리기다소나무는 교목층으로의 발전을 기대할 수 없고 아까시나무 역시 아교목층과 관목층에서 참나무류보다 세력이 약할 경우 생장이 크게 이루어지지 않는 것(조우, 1995)을 미루어 보아 본 군집은 신갈나무우점종의 군집을 유지할 것으로 판단되었다.

계양공원 I, 계양공원 II, 백마·호봉공원, 문학공원, 가현산의 조사지가 포함되는 군집 F는 교목층은 아까시나무가 상대우점치 52.95%로서 우점종이었고 상수리나무의 세력(상대우점치 21.53%)도 컷다. 아교목층 역시 아까시나무가 상대우점치 42.73%로서 우점종이었으며 관목층도 아까시나무가 우점종이었다. 본 군집은 다른 군집에 비해 아까시나무의

세력이 컷고 대상식생으로의 천이 진행이 늦은 상대로서 계속 우점종을 이룰 것으로 판단된다. 그러나, 아까시나무군집의 대상식생인 참나무류를 보호하는 식생관리를 실시하여 아까시나무와 경쟁을 시킨다면 아까시나무의 세력을 약화시킬 수 있을 것이다.

계양공원 I, 오봉산, 인천대공원의 조사지가 포함되는 군집 G는 교목층에서 상수리나무가 상대우점치 63.25%로서 우점종이었고 밤나무, 리기다소나무도 주요 출현종이었다. 아교목층은 상수리나무, 밤나무, 팔배나무, 진달래가 주요 출현종이었고 관목층은 대부분 진달래, 상수리나무, 졸참나무 등 자생종들로 구성되어 있었다. 다른 조사구들과 달리 아까시나무가 출현하지 않은 것이 특징이었는데, 본 조사지역의 환경조건이 상수리나무와 아까시나무와는 이질적인 생태적 지위를 형성시키고 있는 것으로 판단되었다. 본 군집은 상수리나무군집의 유지가 예상되거나 자연림에서 상수리나무군집은 신갈나무, 졸참나무군집으로 천이가 진행되는 사례가 많아 현재의 상수리나무군집은 식생천이의 과도기 상태인 것으로 추측된다.

월미공원, 오봉산의 조사지가 포함되는 군집 H는 교목층은 산벚나무, 졸참나무, 상수리나무, 곰솔이 주요 출현종이었고 아교목층은 산벚나무와 졸참나무, 관목층은 졸참나무와 아까시나무가 주요 출현종이었다. 본 군집은 다른 군집과 이질적인 식생구조를 나타내고 있었는데 산벚나무와 졸참나무의 세력이 큰 것이 특징이었고 곰솔은 아교목층과 관목층에서 아까시나무는 교목층과 아교목층에서 세력이 약하므로 산벚나무와 졸참나무군집으로의 발전이 기대된다.

월미공원이 포함되는 군집 I는 교목층에서 산벚나무가 상대우점치 55.60%로서 우점종이었고 다른 군집과 달리 느티나무가 출현한 것이 특징이었다. 아교목층은 산벚나무와 느티나무가 우점종이었고 졸참나무, 밤나무, 음나무의 세력도 큰 편이었다. 관목층은 음나무가 상대우점치 21.26%로서 세력이 가

장 컸다. 산벚나무의 세력이 크고, 느티나무, 음나무가 주요 출현종으로 나타나는 것이 다른 군집과 달랐는데 본 조사지역이 해군기지가 위치해 있어 출입이 통제되었고 인위적으로 관리가 이루어진 것이 원인이라 하겠다. 본 군집은 현재의 상태를 계속 유지할 수 있을 것으로 판단된다.

종합해보면 인천광역시 육지부분 산지형 녹지는 인공식재수종인 리기다소나무, 아까시나무의 세력이 큰 것으로 나타났으나 대상식생으로의 천이가 진행되었거나 활발히 진행되고 있는 지역도 상당부분을 차지하는 것으로 파악되었다. 따라서, 자생종을 보호하여 인공식재수종과의 경쟁을 유도하는 식생관리방법이 도입된다면 빠르게 자생식물군집을 형성할 수 있을 것으로 판단되었다.

(2) 종다양도

TWINSPAN에 의해 분리된 9개 군집에 대하여 조사지 면적 500m²(군집 A~H)와 300m²(군집 I)에 대한 종다양성 지수는 표 4와 같다. Shannon의 종다양도(H')와 최대종다양도(H'max)는 인공식재림에서 자생식물군집으로의 식생천이가 활발히 일어나고 있는 군집 A, B, C와 자생식생으로의 천이행진이 많이 진행된 군집 E, G에서 높게 나타났으나 인공식재수종의 세력이 컸던 군집 D, F와 참나무류와 아까시나무 이외의 산벚나무와 느티나무가 우점종을 이루는 군집 H, I에서 상대적으로 낮은 값을 나타내었다. 종다양성은 산림식생구조를 정량적으로 평가하는 것으로서 종수와 종풍부도라는 제한된 변수만으로 구해지는 한계가 있으나(Krebs, 1985) 산림식생의 안정성을 유추할 수 있고 서로 다른 지역의 종다양성을 같은 척도로 비교(驚谷과 矢原, 1996)할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 따라서, 본 연구대상지는 아까시나무와 리기다소나무를 중심으로 한 인공식재림과 인공식재림이 신갈나무 등 참나무류를 중심으로 한 자생식생으로의 변화가 되는 과정에 있으므로 도시녹지의 안정성과 다양성 측면에서

표 4. 각 군집별 종다양성 지수

군 집	종다양도 (H')	균제도 (J')	우점도 (D)	최대종다양도 (H'max)
A	1.0092	0.7133	0.2867	1.4150
B	1.1863	0.8486	0.1514	1.3979
C	1.0446	0.7782	0.2218	1.3424
D	0.9212	0.8038	0.1962	1.1461
E	1.0302	0.7918	0.2082	1.3010
F	0.8235	0.6330	0.3670	1.3010
G	0.9981	0.6825	0.3175	1.4624
H	0.8854	0.7725	0.2275	1.1461
I	0.9549	0.7607	0.2393	1.2553

참나무류를 중심으로 한 자생식물군집을 목표로 한 관리방법의 도입이 필요 하겠다.

(3) 수종간 상관관계

표 5는 61개 조사구에서 출현한 총 86수종 중 상재도가 높고 9개 군집에서 상대우점치가 비교적 높은 23종의 평균상대우점치에 대한 수종간 상관관계분석을 실시한 것이다. 수종간 상관관계분석은 생태적 지위를 판단하는데 유용한 것으로서(Ludwig and Reynolds, 1988; 이경재 등, 1990a, 1990b, 1992a; 조우, 1993, 1995), 생태적 지위는 다양한 환경구배 속에서 생물의 위치를 나타내는 것으로서 식물군집의 생태적 지위 파악은 산지형 도시녹지에서 훼손지의 복원, 수종개신, 녹화 등을 위한 기초자료를 제공할 수 있다는 측면에서 중요하다.

유의수준 1%에서 정의 상관관계가 인정된 수종중 대표적인 것은 신갈나무-노간주나무, 신갈나무-진달래, 산벚나무-느티나무이었고, 5%수준에서는 신갈나무-참개암나무, 신갈나무-작살나무, 졸참나무-팔배나무, 졸참나무-생강나무, 상수리나무-참개암나무, 상수리나무-진달래가 정의 상관관계를 보인 주요 수종으로서 동일 생태적 지위를 나타내고 있었다. 부의 상관관계를 보인 수종은 유의수준 1%에서 아까시나무-진달래, 산벚나무-아까시나무이었고 5%수준에서는 상수리나무-신갈나무, 리기다소나무-신갈나무, 신갈나무-아까시나무, 아까시나무-졸참나무 등

표 5. 주요 23수종간 상관관계분석

	Sp1	Sp2	Sp3	Sp4	Sp5	Sp6	Sp7	Sp8	Sp9	Sp10	Sp11	Sp12	Sp13	Sp14	Sp15	Sp16	Sp17	Sp18	Sp19	Sp20	Sp21	Sp22	Sp23	
Sp2	.																							
Sp3	.	.																						
Sp4	.	.	.																					
Sp5	+	.	.	.																				
Sp6																			
Sp7	.	.	.	++	.	.																		
Sp8	-	.	.																	
Sp9	.	++	.	+	.	.	+	-																
Sp10															
Sp11														
Sp12	+	.												
Sp13											
Sp14	+	.	.	.										
Sp15	++									
Sp16	-								
Sp17	.	.	.	+	.	.	++							
Sp18	+	++						
Sp19	++	.	.	.	++					
Sp20	.	++	+	++	-
Sp21	.	.	.	+	.	.	.	+
Sp22	++
Sp23	.	.	++	+

* +, -:p<0.05, ++, --:p<0.01

** Sp1:리기다소나무, Sp2:노간주나무, Sp3:회잎나무, Sp4:오리나무, Sp5:물오리나무,
 Sp6:난티잎개암나무, Sp7:참개암나무, Sp8:상수리나무, Sp9:신갈나무, Sp10:졸참나무,
 Sp11:느티나무, Sp12:생강나무, Sp13:국수나무, Sp14:팔배나무, Sp15:산벚나무,
 Sp16:아까시나무, Sp17:개웃나무, Sp18:보리수나무, Sp19:옻나무, Sp20:진달래,
 Sp21:노린재나무, Sp22:매죽나무, Sp23:작살나무

이 부의 상관관계가 인정되었다.

4. 산림식생 관리계획

우리 나라 중부 온대림의 식생천이 경향은 소나무→참나무류→서어나무, 까치박달로 이어진다는 것이 일반적인 학설인데(이경재 등, 1990a), 인천지역 녹지는 아까시나무, 리기다소나무의 인공식재림에서 신갈나무, 상수리나무, 졸참나무를 중심으로한 자생식물군집으로의 천이진행이 일어나고 있는 것으로 파악되어 서어나무, 까치박달 등 음수성 낙엽활엽수 군집이 출현하지 않았다. 이것은 녹지가 훼손이 심하게 일어나고 도시화에 따른 녹지단절로 생태적 섭으로 변하자 외부 생물종이입의 중단, 산성비 및 대기오염물질에 의한 토양생태계의 교란이 원인이라 할 수 있다(이경재 등,

1993). 인천광역시 육지지역 산지형 도시녹지 중 인공식재림(아까시나무림, 리기다소나무림 등)은 43%, 상수리나무림을 포함한 자연림지역(2차식생) 48%, 자연림과 인공림의 혼효지역은 7%이었다. 따라서, 산지형 도시녹지가 자연생태계의 복원을 통한 생물종다양성의 증진을 목표로 한다고 하였을 때 약 50%에 이르는 인공식재림의 관리가 중요하다고 할 수 있으며 복원 목표는 참나무류가 우점종인 산림을 지향하여야 할 것이다. 특히 참나무류가 우점종을 이루는 군집중 상수리나무군집은 우리나라 중부림에서 자연상태로 존재하는 것은 드물고 도토리를 구황식품으로 이용하였기에 옛부터 인가 근처에 식재하였던 것이므로 자연상태에서는 신갈나무, 졸참나무 등과의 경쟁에서 도태되는 것이 일반적이다. 인천광역시의 경우도 일부지역에서 상수리나무가 신갈나무와 졸

참나무와의 경쟁에서 도태되는 경우가 많으므로 신갈나무와 졸참나무가 우점종인 산림을 목표로 하여야 할 것이다.

이 경우 맹아 생장이 왕성한 아까시나무림은 아까시나무를 제거하지 않고 자연 침입한 자생 참나무류를 보호하는 동시에 목표수종을 이입하여 경쟁시켜 도태시키는 방법, 리기다소나무, 물오리나무림 등은 인공식재 수종의 일부 제거 후 목표수종을 이입하는 방법이 요구된다.

훼손된 녹지의 복원과 녹화가 요구되는 경우는 앞서 분석한 식생구조 분석을 기초로 교목층, 아교목층, 관목층의 구성 수종을 선별하고 이들 수종간의 생태적 지위를 토대로 한 식재모델을 적용시켜야 할 것이다. 이때 단위면적당 (100㎡) 적정 밀도와 종수는 권전오(1997)가 제안한 것이 유용하다고 할 수 있다. 이것은 서울, 인천, 경기도 지역 자연림에서의 식생구조 분석자료를 토대로 산정한 것으로서 권전오(1997)는 대경목식재 모델과 소경목식재 모델, 묘목식재 모델을 제시하였는데, 참고로 대경목식재 모델을 살펴보면 신갈나무림은 교목층 신갈나무 1종 10주, 아교목층 신갈나무 등 9종 22주, 관목층은 12종 141주를 제안하였고, 졸참나무림은 교목층 졸참나무 등 3종 7주, 아교목층은 졸참나무 등 11종 27주, 관목층은 13종 167주가 적정 종수 및 밀도라 하였다.

또한, 산림식생의 관리 및 복원과 더불어 계양산에서 오봉산에 이르는 S자형 녹지축과 송도에서 계양산에 이르는 해안 녹지축이 도로 및 시가화로 인해 단절된 상태이므로 녹지축연결을 통한 생물다양성 증진방안도 강구하여야 할 것이다.

IV. 결론

본 연구는 인천광역시 육지지역 녹지의 대부분을 차지하는 산지형 도시녹지를 대상으로 식생구조 분석을 통한 기초자료 축적과 관리방향 제시를 목적으로 하였다. 산지형 녹지 전체에 대한 현존식생을 파악하였고, 1972년과 1993년에 수신된 인공위성 영상자료를 이용하여 시

간 경과에 따른 도시녹지 분포 및 토지이용 변화를 분석하였다. 또한, 각 조사대상지에서 총 61개의 조사지를 설정하고 상대우점치, 종다양성, TWINSPAN분석을 실시하였다.

인공위성 영상자료 분석결과 지난 20년동안 계양산에서 오봉산에 이르는 S자형의 녹지대가 시가화 지역으로 잠식되었고 도로개설과 시가지 조성으로 녹지축의 단절현상이 뚜렷이 나타났다. 또한, 이산화탄소흡수와 수원 함양의 역할을 하며 환경조절 측면에서 중요한 논 및 수역의 면적과 세계 5대 습지의 하나인 서해안 갯벌의 중요부분인 서구와 남동구의 갯벌이 간척사업으로 크게 감소한 것으로 분석되었다.

현존식생은 상수리나무군집이 전체 조사면적의 31.22%로서 가장 많은 면적을 차지하고 있었고, 아까시나무림 28.12%, 리기다소나무림 11.36%, 신갈나무-리기다소나무군집 7.39%, 리기다소나무-신갈나무군집 7.39%, 신갈나무군집 3.48%이 전체 조사면적의 88.96%로서 주요 식생이었다.

61개 조사지에 대한 TWINSPAN분석결과 총 9개 군집으로 분리되었는데, 그것은 신갈나무-오리나무-아까시나무군집-소나무군집, 아까시나무-매죽나무군집, 리기다소나무-아까시나무-신갈나무군집, 아까시나무-리기다소나무-신갈나무-물오리나무군집, 신갈나무-리기다소나무군집, 아까시나무림, 상수리나무군집, 산벚나무-졸참나무-곰솔군집, 산벚나무-느티나무군집이었다. 분리된 군집들은 인공식재수종인 리기다소나무, 아까시나무의 세력이 큰 것으로 나타났고 대상식생으로의 천이가 진행되었거나 활발히 진행되고 있는 것도 있었다. 그러나, 우리 나라 온대 중부림의 천이단계상 극상림에 해당하는 서어나무, 까치박달 등 음수성 낙엽활엽수군집으로의 천이진행은 일어나지 않았는데, 이것은 녹지의 단절로 인한 외부 생물종 이입의 중단과 토양생태계의 교란이 원인으로 판단되었다. 종다양성은 인공식재수종의 세력이 큰 군집보다 인공식재림에서 자생식물군집으로의 식생천이가 활발히 일어나고 있는 군집과 자생식생으로의 천이가 많이 진행된 군집에서 높게 나타났다.

이상의 결과를 통해 볼 때 인천광역시 육지 부분의 산지형 도시녹지는 자연생태계의 복원을 통한 생물종다양성의 증진을 목표로 하는 관리가 중요하다고 판단되었다. 따라서, 현재 약 50%에 이르는 인공식재림을 자생식생으로의 천이를 위한 관리와 훼손된 녹지의 복원시 복원목표를 참나무류가 우점종인 산림, 그중에서도 신갈나무와 졸참나무가 우점종을 이루도록 하는 녹지관리 및 조성이 필요하다는 결론을 도출할 수 있었다.

인용문헌

- 권전오(1997), 『중부지방 자연식생분석을 통한 생태적 배식모델 연구』, 서울시립대학교 대학원 석사학위논문, 116쪽.
- 오충현(1992), 『도시녹지의 생태학적 조성 및 관리방안에 관한 연구』, 서울시립대학교 대학원 석사학위논문, 86쪽.
- 이경재(1986), 『남산공원의 자연환경실태와 보존대책』, 서울특별시, 78쪽.
- 이경재, 오구균, 권연성(1987a), “선정릉의 적정 수용능력 추정 및 관리 방안(I) -토양환경 및 식생분석-”, 『한국조경학회지』, 14(3):33-45.
- 이경재, 오구균, 조재창(1987b), “선정릉의 적정 수용능력 추정 및 관리 방안(II)”, 『한국조경학회지』, 15(2):79-90.
- 이경재, 오구균, 조현길(1988a), “종묘의 식생군집 구조 분석 및 관리 대책에 관한 연구”, 『한국조경학회지』, 15(3):21-31.
- 이경재, 오구균, 전용준(1988b), “왕릉의 식생경관 구조 및 관리 대책에 관한 연구(I) -동구릉 식생군집 천이-”, 『한국조경학회지』, 16(1):13-26.
- 이경재, 조재창, 이봉수, 이도석(1990a), “광릉 삼림의 식물군집구조(1) -Classification 및 Ordination 방법에 의한 소리봉지역의 식생분석-”, 『한국임학회지』, 79(2):173-186.
- 이경재, 조재창, 류창희(1990b), “Classification 및 Ordination 방법에 의한 용문산 삼림의 식물군집 구조분석”, 『식물학회지』, 33(3):173-182.
- 이경재, 오구균, 우종서, 송근준(1990c), “현인릉의 식생경관 구조 및 관리대책에 관한 연구(II) -현인릉 식물군집의 천이-”, 『한국조경학회지』, 17(3):35-47.
- 이경재, 류창희, 최송현(1992a), “한라산 어리목, 영실, 돈내코지역의 식물군집구조”, 『응용생태연구』, 6(1):25-43.
- 이경재, 조우, 류창희(1992b), “도시림의 생태적관리에 관한 연구”, 『한국조경학회지』, 10(4):1-11.
- 이경재, 김갑태, 이용범(1993), 『산성우 및 대기오염이 삼림에 미치는 피해의 조기판단에 관한 연구』, 한국과학재단, 205쪽.
- 이경재, 한봉호 등(1997), 『부천시 도시경관림 조성(산림수종갱신) 기본계획』, 부천시, 212쪽.
- 임경빈(1978), 『남산공원수림의 피해상태와 그 대책에 관한 연구』, 서울특별시, 134쪽.
- 조우(1993), 『도시림관리를 통한 식물및 야생조류 종다양성 증진에 관한 연구』, 서울시립대학교 대학원 석사학위논문, 91쪽.
- 조우(1995), 『도시녹지의 생태적특성 분석과 자연성 증진을 위한 관리모형 -서울시를 중심으로-』, 서울시립대학교 대학원 박사학위논문, 252쪽.
- 최기철(1983), 『기초생태학』, 서울:향문사, 251쪽.
- 驚谷いづみ, 矢原徹一(1996), 『保全生態學入門』, 東京:文一総合出版, 270pp.
- 伊藤秀三(1977), 『群落の組成と構造』, 東京:朝倉書店, 326pp.
- Allen, R.B. and Partridge, T.R. (1988), “Effects of spring and autumn fires on the composition of *Chionochlora rigida* tussock, New Zealand”, *Vegetatio*, 76:37-44.
- Curtis, J.T. and McIntosh, R.P. (1951), “An upland Forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin”, *Ecology*, 32:476-496.
- Hill, M.O. (1979), *TWINSPAN—a FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes. Ecology and Systematics*, N.Y.:Cornell Univ., Ithaca, 99pp.
- Krebs, C.J. (1985), *Ecology, third ed.*, N.Y.:Harper Low, 800pp.
- Ludwig, J.A. and Reynolds, J.F. (1988), *Statistical ecology*, N.Y.:John Wiley Sons, 337pp.
- Pielou, E.C. (1975), *Ecological diversity*, N.Y.:John Wiley & Sons, Inc., 165pp.
- Sukopp, H. (1990), *Urban ecology and its application in Europe. In Sukopp, H. and S. Hejny(eds), pages 11-22, Urban ecology*, SPB Academic Publishing.
- Sukopp H. and Werner, P. (1983), *Urban environments and vegetation. In Holzner, Q., M.J.A. Werger and I. Kusima(eds), pages 247-260, Man's impact on vegetation*, DR Junk Publishers.
- White, J.A. and Glenn-Lewin, D.C. (1985), *Regional and local variation in tallgrass prairie remnants of Iowa and eastern Nebraska. In Plant community ecology: Papers in honor of Robert H. Whittaker(R.K. Peet eds.) pp. 97-110*, DR Junk Publishers.