

식생 군집분석과 종간친화력 분석을 통한 서울형 다층구조 식재모델 제안

김민경* · 심우경**

*고려대학교 대학원 · **고려대학교 조경학연구소

Suggestions for Multi-Layer Planting Model in Seoul Area Based on a Cluster Analysis and Interspecific Association

Kim, Min-Kyung* · Sim, Woo-Kyung**

*Graduate School, Korea University

**Landscape Architecture Program, Korea University

ABSTRACT

Although multi-layer planting methods are more widely used as a method for clustered planting and environmental programs such as plant remediation, difficulties have been faced in applying those to planting design. This study develops a basic planting model that can be applied to multi-layer planting in basis on an analysis of forest structures in the Seoul area. An optimal number of clusters was determined through the ISA (Indicator Species Analysis), and 7 basic clusters were found through a cluster analysis by using PC ORD 4.0 software specifically developed for ecological analysis. The 7 basic clusters include the following communities: the *Quercus acutissima* Community, *Sorbus alnifolia*-*Quercus mongolica* Community, *Pinus rigida*-*Pinus densiflora* Community, *Rhododendron mucronulatum* var. *mucronulatum*-*Quercus mongolica* Community, *Juniperus rigida*-*Quercus mongolica* Community, *Rhododendron mucronulatum* var. *mucronulatum*-*Pinus densiflora* Community, and *Rhododendron sclippenbachii*-*Quercus mongolica* Community. The study also selected 57 species with at least a 10% frequency among the plant species existing in the Seoul area and suggested both a companion species and available similar alternative species by conducting an additional interspecific association analysis. This study may help to enhance usefulness of the model in architectural planting design. In addition, the two results named above were synthesized to develop a multi-layer planting model that can be utilized in landscape planting design by selecting similar alternative species through the interspecific association analysis, which includes 7 clusters of natural plants. The multi-layer planting model can be widely applied to design planting because the model has an average target cover range based on the average value of a transformed likelihood.

Key Words: Companion Species, Planting Design, Alternative Species, Forest Structure, Target Cover Range

Corresponding author: Min-Kyung, Kim, Major in Landscape Architecture, Department of Horticultural Science, Graduate School, Korea University, Seoul 136-713, Korea, Tel.: +82-2-2145-7222, E-mail: kplink@hanmail.net

국문초록

최근 생태환경 조성을 위한 다층구조 식재는 식생복원 등 환경사업뿐만 아니라 군락식재의 방법으로서 활용이 확산되고 있으나, 실제 조경 식재 설계에 있어 다층식재 기법을 활용하는 데에는 어려움이 있었다.

본 연구는 서울지역의 숲 구조를 분석하여 다층식재 시 활용 가능한 기초적 다층 식재모델 개발을 목적으로 하고 있다. 이를 위해 생태분석프로그램인 PC ORD 4.0(MjM Soft, 2002) 프로그램을 활용, ISA(Indicator Species Analysis) 분석을 통한 적정 군집수를 설정하여 군집분석을 실시하였다. 그 결과 상수리나무군락, 신갈나무-팔배나무군락, 소나무-리기다소나무군락, 신갈나무-진달래군락, 신갈나무-노간주나무군락, 소나무-진달래군락, 신갈나무-철쭉나무군락 등의 7개의 자연식생군락으로 분석되었다.

그리고 대상지에 출현한 빈도 10% 이상의 식물종간의 중간친화력 검정을 통하여, 자연식생에서의 수반종과 함께 수급 및 유통이 가능한 대체 유사종을 제시함으로써 활용도를 높였다.

위의 결과를 종합한 7개 자연식생군락을 기초로 하여, 군락 내 중간 친화력이 있는 식물종을 재선정하여 조경 식재 설계 시 활용할 수 있는 다층식재 모델을 제안하였다. 개발된 다층식재 모델은 변환우점도 값의 평균값을 기준으로 하여 평균 목표피도를 제시함으로써 식재설계 시 폭넓게 응용할 수 있도록 하였다.

주제어: 수반종, 식재설계, 대체유사종, 숲구조, 목표피도

1. 서론

최근 생태환경 조성을 위한 다층구조 식재의 중요성과 필요성은 크게 인식되어, 생태공원, 생태학습원 등 생태 공간 조성뿐만 아니라, 조경 식재 계획 개념에서의 접근 또한 다양하게 진행되고 있으며 특히, 녹지조성, 공원 및 아파트 조경의 식재 계획, 설계 시에도 생태적 설계를 표방하고 있다.

다층구조 식재란 숲의 형태를 응용하여 식재설계에 반영하는 것으로 생태적 설계의 접근방법 중 하나라고 할 수 있다. 이는 자연에서 볼 수 있는 초본, 관목 및 교목으로 구성된 다층구조를 조성하는 방법을 통해(조현길 등, 1988) 녹지가 부족한 도심 내 단위면적당 식물생체량을 증대하여 환경생태적 기능을 발휘할 수 있는데, 단층군락과 비교하여 그 표면적이 25~30배 크다(國際生態學センター, 1995). 또한, 풍부한 시각적 변화와 야생동물의 서식환경을 조성(심우경, 1993) 기후변화 보존 등의 역할을 할 수 있다.

이러한 내용은 2006년 건축법 제58조 제5항의 규정에 의하여 '친환경건축물의 인증에 관한 규칙' 중 육생비오톱 조성 등의 제도적 장치에 의해서 다층의 식재설계가 권고되고 있다.

관련연구로는 창덕궁 후원의 자연식생을 대상으로 식물사회학적 분석방법을 이용하여 생태적 구조를 밝히고, 분석 자료를 통하여 군락 식재의 수종선정, 식재거리 및 종구성 등을 제시하여 식재모델을 구축한 것이 시작이라고 할 수 있다(오구균, 1986). 그리고 중부지방 자연림의 군집구조를 분석하고 식재수종을 도출한 바 있으며(권전오, 1997), 신갈나무, 아까시나무림의 식생구조 등을 분석하여 도시식물 군집 특성을 파악하기도

하였다(강현경, 2000). 또한, 일산, 분당의 녹지축의 생태모델로서 상수리나무, 신갈나무, 소나무, 갈참나무림을 목표모델로 설정하고 개체수와 흉고직경 등을 제안하였다(한봉호, 2000). 최근 수도권 군락식재 모델 개발의 과정에서 기존 연구에서 다루지 못했던 경관향상 평가 방안을 보완하였으나(김중엽, 2007), 식물종 간의 관계 도출에 대한 연구와 적용이 미비하였다.

이러한 선행 연구들이 진행되었으나, 삼림을 다루는 생태학 및 식물사회학과 조경 식재학과의 학제 간 연계 및 인식 부족 등은 식물종 선정 기준이 부재하고, 이에 의한 제한된 소재시장과 도면작성의 문제 등 각종 현실적인 어려움으로 실무적 접근에 한계가 있었다. 특히, 소재시장의 한계성은 몇 가지 검증된 소재에 따라 지역 특성에 부적합한 식물종이 적용되고(안계동, 2009), 자연의 경관과는 전혀 다른 교목층 위주와 최소한의 관목 적용으로 인위적이고 단순한 식재패턴 적용 및 군락식재 시 식물소재 간의 부조화를 이루는 등(심우경과 이동익, 2001; 이경재 등, 2004)의 단순한 식재패턴과 생태적 환경이 고려되지 못하는 문제를 야기하였다.

이러한 문제해결을 위해서는 식물사회학적 이해를 바탕으로 한 대상지 인접의 자연림 식생조사와 분석에 따른 지역적 특성 및 생물 기후에 따라 적용이 가능한 식물종을 선정하고, 식물 환경 내에서 상호 조화로운 수반종(companion species)으로 구성된 다층군락을 도출하는 것이 바람직하다. 그러나 식재 설계가의 식물사회학에 대한 이해부족 및 제한된 시간, 도면작성의 문제 등으로 인한 이상적인 접근방법이 시도되기 어려운 것이 현실이다. 따라서 이를 위한 기초적인 식물 데이터 구축 및 실무적 접근이 용이한 모델을 제시한다면, 식재 설계 시 응용, 적

용하여 자연식생과 가까운 다층구조 식재를 적용할 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구는 서울 지역의 식생분석 자료를 활용하여, 자연숲에서 나타나는 군락을 도출하고, 식물종 간의 친화력을 산출하여, 수반종을 제시하는 동시에 식재모델을 제안하는 것을 목적으로 하고 있다. 식재모델 제안을 통해 다층식재를 원활하게 적용할 수 있고 이를 통해 자연에 가까운 식물생태환경을 조성하고 건전한 환경을 조성할 수 있을 것으로 판단된다. 이러한 노력들은 풍부한 숲 환경을 제공하여, 지구가 당면하고 있는 환경문제 해결에 한걸음 다가설 수 있을 것이다.

II. 연구방법론

1. 연구범위

본 연구는 김종원(2006)이 식생발달에 영향을 미치는 기단, 해류 등 기후적 특성과 주요 잠재식생 등을 근거로 하여 13개 권역으로 구분한 한반도 생물기후구계(bioclimatic division) 중 서울형을 대상으로 하였다. 서울은 대도시로써 고온 건조한 기후환경과 대기오염이 있는 도시형으로 구분될 수 있는데(김종원, 2006) 본 연구는 서울형 내 도봉산, 북한산, 봉화산, 노고산, 남산, 관악산 등 6개 삼림, 총 93개 조사구를 대상으로 하였다(표 1, 그림 1 참조). 식생조사표는 자연환경보전법에 따라 국립환경연구원이 1997년부터 2007년까지 전국 자연생태계의 환경조사 결과 중 3차례에 걸쳐 식생조사를 실시한 데이터를 활용하였다(http://egis.me.go.kr).

식생조사는 Z.-M. 학파인 Braun-Blanquet(1965)방법에 의한 방형구법으로, 환경적 특성인 지형, 해발고도, 경사, 방위와 층위별 출현식물종의 수고 및 피도 등이 기록되었다.

삼림식생은 지형에 따라 크게 구분이 되며, 계곡부의 습한 환경으로부터 사면하부의 약습, 사면중부의 중용수, 사면상부의 약건성, 그리고 정상-능선부의 건조 환경 등이 배열된다고 하는 연구결과를 토대로 하여(김종원, 2006), 본 연구는 사면상부, 중부, 하부의 조사데이터로 한정하고 이를 위한 다층식재 모델 결과의 신뢰를 확보할 수 있도록 하였다.

2. 연구방법

연구대상지의 식생조사표의 분석을 실시하기 위하여, RIM Ver. 2.1(김종원과 김성열, 2006) 프로그램을 활용하여 환경요인 및 출현 식물상 및 피도 등을 입력하였는데, 피도 입력 시 정량적 통계분석을 실시하기 위하여 Westhoff and van der Maarel(1973)의 변환통합우점도로 전환하여 분석이 용이하도록 하였다.

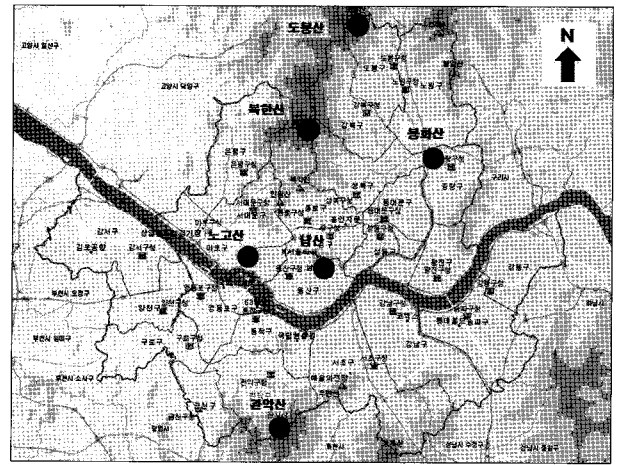


그림 1. 대상지 위치

표 1. 대상지 및 대상 조사구수

대상지	조사구수
도봉산	16
북한산	39
봉화산	5
노고산	5
남산	7
관악산	21
계	93

첫째, 군집분석(cluster analysis)을 하기 위하여 McCune and Grace(2002)에 의해 개발된 생태분석프로그램인 PC ORD 4.0(MjM Soft, 2002)을 활용하였다. 적정 군집수의 설정을 위하여 ISA(Indicator Species Analysis)분석을 실시하였는데, ISA는 도출값의 평가지표(Indicator Value: IV)와 종별 확률(probability)을 발췌해서 평균값을 구한 후, 가장 낮은 수를 나타내는 것을 적정 군집의 수로 판단할 수 있다. 군집 분석의 플렉서블 베타(flexible beta) 값은 0.25로 설정하고 적정 군집수는 ISA 결과값에 의하여 적용하였다. 환경적 요인과 식물 피도를 종합 분석한 결과값과 군집 분석 도표(cluster analysis dendrogram)를 도출하고 도출된 군락별 환경요인의 평균값을 산출하여 군락별 환경적 특성을 나타냈다.

둘째, 대상지 내 빈도 10% 이상 출현한 식물종을 도출하여, 종간친화력 검정을 통해 자연식생의 수반종을 도출하였고, 유통이 가능한 대체 유사종을 제안하여 실무적인 활용도를 높였다. 식물종 친화력 분석은 93개의 방형구로부터 기록된 식물 191종 중 10% 이상의 빈도를 갖는 57종을 선발하여 57종×93방형구의 존재 유무 자료행렬(presence absence data matrix)에서 모든 종간의 쌍에 대하여 2×2분할표를 이용하여 χ^2 검정(chi square statistic)을 하였다(Cole, 1949).

표 2. 두 종간의 2x2 분할표

		B 식물종		
		출현	비출현	합계
A 식물종	출현	a	b	m=a+b
	비출현	c	d	n=c+d
	합계	r=a+c	s=b+d	N=a+b+c+d

자료: Cole, 1949.

$$\chi^2 = \frac{\{n ad - bc - (n/2)\}^2}{(a+b)(c+d)(a+c)(b+d)} \quad (\text{식 1})$$

여기서, $n=a+b+c+d$

짜지은 각 종은 서로 독립이라는 귀무가설을 5% 유의수준에서 기각하고, χ^2 검정으로 통해 공간친화력이 존재하지 않는, 즉 귀무가설을 기각하는 기준값은 자유도 92(대상방형구수-1)에서의 기준값인 115.3898이 된다. 따라서 χ^2 보다 값이 크면 공간친화력이 있다고 판단될 수 있으며, 친화력이 있는 종은 '양(+)', 아닌 종은 '음(-)'으로 표시하여 나타내었다(그림 2 참조).

공간친화력에 의한 수반종의 제시는 대상지역의 군집분석 결과에 의한 주요 교목 및 군락별 피도가 높은 교목을 기준으로 제시하였다. 자연숲의 식물종 중 수급 용이성 및 식재 가능성이 있는 식물상은 반영하되, 수급이 불리하거나 유통이 불가능한 식물종은 제외하고 식재가능성 및 경관성 등을 고려한 대체 유사종을 선정하였다.

유사종을 제시하는 기준은 속, 과 등의 자연분류체계를 따르되, 범위 내에 적합한 종이 없다고 판단될 경우 유사한 성상과 형태를 지니고, 경관적 가치가 높은 식물을 우선 선정하였다.

셋째, 군집분석에 의한 7개 군락을 기초로 하여, 기초 군락 내 중간 친화력이 '양(+)'으로 나타난 식물종을 재선정하여, 다층식재 모델을 위한 층위별 친화력이 있는 식물종으로 재정리하고, 군락분석 내 도출된 Westhoff and van der Maarel(1973)의 변환통합우점도의 평균값을 산출한 목표피도를 설정하였다.

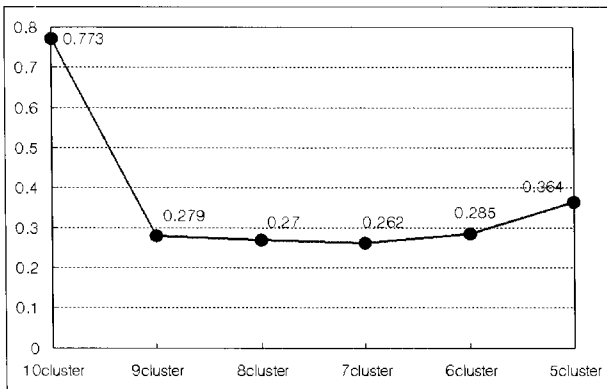


그림 2. ISA(Indicator Species Analysis) 분석 결과

Westhoff and van der Maarel(1973)의 변환통합우점도는 Braun-Blanquet(1965)의 우점도로 조사된 결과표를 통계화하기 위한 변환 수치로서, 9는 피도(cover range) 76~100%, 8은 51~75%, 7은 25~50%, 6은 12.6~25%, 5는 5~12.5%, 4 이하는 피도 5% 미만의 수도(abundance)의 변화에 따라 정리된 값으로, 목표 피도를 최종 피도로 설정하여 설계 시 폭넓게 응용 가능하도록 제시하였다. 현재의 삼림식생의 평균 피도를 목표로 설정함으로써, 식재설계 시 예산과 수급현황에 맞게 설계자가 적용하여 다양성을 부여할 수 있다.

다층의 식재림을 조성하기 위해서는 산지사면의 경사를 활용한 15~30도의 구배의 소구릉을 조성하는 것이 중요한데(김종원, 2006), 이 경사구배는 사면토양의 통기성과 수분의 자연스러운 구배로 토양생물환경이 유리하고 식재된 식물의 지하공간의 균등한 배분을 통한 수분공급 및 이용을 가능하게 하며, 주변 환경 등에 대한 물리적, 공간적 격리 및 주변경관과 조화를 이룰 수 있는 특성을 지닐 수 있다. 따라서 환경요인의 평균 경사를 제시하여 구릉지 환경을 조성할 수 있도록 하여, 식재 모델 적용 시 활용할 수 있도록 하였다. 본 연구의 식물명 및 학명은 국가생물종지식정보시스템(<http://www.nature.go.kr>)의 식물도감을 참조하였다.

III. 결과

1. 군집분석

1) ISA 분석

ISA 분석 결과, 그림 2에서와 같이 평가지표가 0.262로 가장 낮게 나타난 7개의 군집이 타당성이 가장 높게 나타났고 이 결과에 따라 분석을 진행하였다.

2) 군집분석 도표와 군락 분류

7개로 구분된 자연식생군락의 결과는 그림 3과 같이 상수리나무군락, 신갈나무-팔배나무군락, 소나무-리기다소나무군락, 신갈나무-진달래군락, 신갈나무-노간주나무군락, 소나무-진달래군락, 신갈나무-철쭉나무군락으로 분석되었다.

(1) 상수리나무군락

상수리나무군락(*Quercus acutissima* Community)이 출현한 환경은 평균고도 101m, 평균 경사도 19도, 지형은 사면 중부형이 대부분으로 방위는 평균 165도로 나타났다. 출현식물의 평균 흉고직경은 23cm이고, 평균 출현종수는 18종으로 종다양성이 낮고, 아까시나무의 피도가 높게 나타나 일부 교란된 군락으로 안정된 자연식생으로 판단하기는 어렵다.

교목 1층의 평균 수고는 18m, 평균 피도는 87%로 도출되었

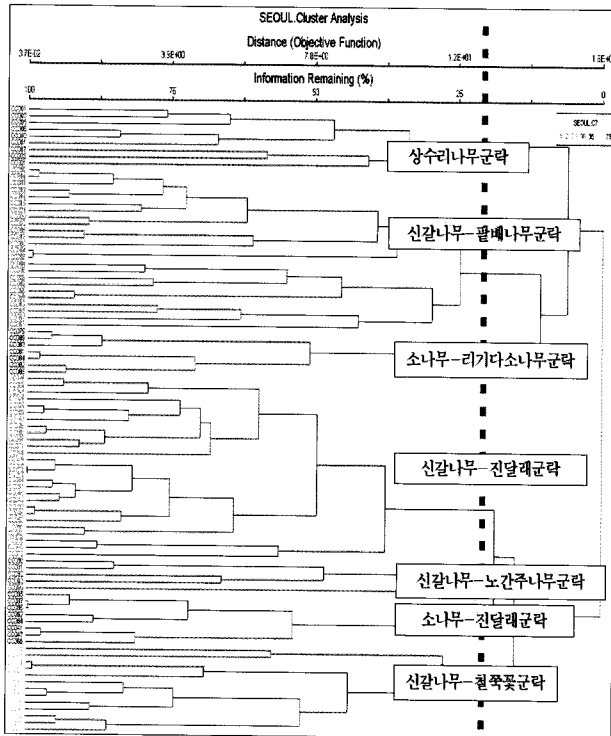


그림 3. 대상지 군집 분석 도표

고, 교목 2층의 평균 수고는 10m, 평균 피도는 34%, 관목층의 평균 수고는 3.5m, 평균 피도는 41%, 초본층은 평균 높이 50cm, 평균 피도 15%로 조사되어, 4개의 층위 중 교목 1층의 우점도가 높게 나타나, 하부식생이 발달이 미약한 것으로 분석되었다. 상수리나무군락은 갈참나무, 신갈나무, 떡갈나무, 졸참나무 등의 참나무류와 소나무, 잣나무 등의 상록 교목, 관목으로는 노린재나무, 개암나무 등과 초본류로는 산겨울 등이 동반 출현하였다(표 3 참조).

(2) 신갈나무-팔배나무군락

신갈나무-팔배나무군락(*Sorbus alnifolia-Quercus mongolica* Community)가 출현한 환경은 평균 고도 146m, 평균 경사도 24도, 지형은 사면 중부형이 대부분으로 증용수의 수분환경을 나타내었고, 방위는 평균 148도로 나타났다.

출현식물의 평균 흉고직경은 19cm, 평균 출현종수는 15종으로 종다양성이 낮고, 관목 및 초본층의 발달이 미약하게 나타나 안정적 식생군락을 나타내지는 않았다. 교목 2층의 팔배나무, 때죽나무 등의 수목이 극양수로서 교목 2층의 층위를 이루는 식물상이 하부식생의 성장에 영향을 주는 것으로 판단된다. 팔배나무와 같은 극양수 교목의 출현은 하부 식생의 광을 차단하여, 안정된 층위를 갖는 식생구조를 형성하기 어려우며, 이에 따라 초본층의 피도가 낮고 종다양성이 낮아 안정된 숲구조로 판단하기는 어렵다.

교목 1층의 평균 수고는 15m, 평균 피도는 80%로 나타났고,

표 3. 상수리나무군락

국명(학명)	001	003	005	006	010	011	017	023	021
상수리나무(<i>Quercus acutissima</i>)	9	9	9	7	9	9	9	5	5
아까시나무(<i>Robinia pseudoacacia</i>)	5	3	8	5	8	3	9	8	0
갈참나무(<i>Quercus aliena</i>)	5	9	8	5	3	9	0	0	0
신갈나무(<i>Quercus mongolica</i>)	9	2	0	9	3	0	0	9	6
떡갈나무(<i>Quercus dentata</i>)	8	7	6	0	0	0	0	0	5
소나무(<i>Pinus densiflora</i>)	0	0	0	5	3	5	5	0	8
졸참나무(<i>Quercus serrata</i>)	0	0	9	0	9	2	0	2	3
산겨울(<i>Festuca ovina</i>)	2	2	5	3	3	3	0	3	0
노린재나무(<i>Symplocos chinensis</i> for. pilosa)	3	0	0	0	5	2	0	5	3
실새풀(<i>Calamagrostis arundinacea</i>)	2	2	3	0	3	2	3	2	0
팔배나무(<i>Sorbus alnifolia</i>)	0	9	0	0	5	0	0	0	0
밤나무(<i>Castanea crenata</i>)	0	0	0	5	5	0	0	3	0
굴참나무(<i>Quercus variabilis</i>)	0	5	0	0	0	0	2	0	5
개암나무(<i>Corylus heterophylla</i> var. heterophylla)	3	0	3	2	3	0	0	0	0
큰기름새(<i>Spodiopogon sibiricus</i>)	2	0	0	0	0	0	3	3	3
인동덩굴(<i>Lonicera japonica</i>)	3	0	7	0	0	0	0	0	0
진달래(<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. mucronulatum)	0	0	0	5	0	5	0	0	0
산초나무(<i>Zanthoxylum schinifolium</i>)	0	0	3	3	0	0	0	3	0
생강나무(<i>Lindera obtusiloba</i>)	3	0	0	3	3	0	0	0	0
잣나무(<i>Pinus koraiensis</i>)	0	0	0	0	0	0	0	9	0
주름조개풀(<i>Oplismenus undulatifolius</i> var. undulatifolius)	0	0	3	0	0	0	3	3	0
리기다소나무(<i>Pinus rigida</i>)	0	0	0	0	0	3	0	0	5
산벚나무(<i>Prunus sargentii</i>)	0	0	0	0	3	5	0	0	0
개웃나무(<i>Rhus tricoarpa</i>)	0	2	0	0	0	5	0	0	0
맹맹이덩굴(<i>Cocculus trilobus</i>)	2	0	0	0	0	2	0	0	3
읍나무(<i>Kalopanax septemlobus</i>)	3	0	0	0	0	3	0	0	0
잔털밤나무(<i>Prunus serrulata</i> var. pubescens)	3	0	0	0	0	0	0	0	3
싸리(<i>Lespedeza bicolor</i>)	3	0	0	0	0	0	3	0	0
줄딸기(<i>Rubus oldhamii</i>)	0	0	3	0	0	3	0	0	0
매죽나무(<i>Styrax japonicus</i>)	5	0	0	0	0	0	0	0	0
산딸기(<i>Rubus crataegifolius</i>)	3	2	0	0	0	0	0	0	0
서어나무(<i>Carpinus laxiflora</i>)	0	0	0	5	0	0	0	0	0
청미래덩굴(<i>Smilax china</i>)	0	2	3	0	0	0	0	0	0
노박덩굴(<i>Celastrus orbiculatus</i>)	0	2	0	0	0	0	0	2	0
백목련(<i>Magnolia denudata</i>)	2	2	0	0	0	0	0	0	0
조록싸리(<i>Lespedeza maximowiczii</i>)	0	0	0	0	0	2	0	2	0

교목 2층의 평균 수고는 9m, 평균 피도는 37%, 관목층의 평균 수고는 2.7m, 평균 피도는 32%, 초본층은 평균 높이 48cm, 평균 피도 7%로 조사되었으며, 주요 동반종은 소나무와 때죽나무, 상수리나무, 당단풍과 진달래, 국수나무, 산초나무 등의 관목류가 출현하였다(표 4 참조).

(3) 소나무-리기다소나무군락

소나무-리기다소나무군락(*Pinus rigida-Pinus densiflora* Co-

표 5. 소나무-리기다소나무군락

국명(학명)	079	089	083	081	084	082	085
소나무(<i>Pinus densiflora</i>)	8	7	2	4	9	7	9
리기다소나무(<i>Pinus rigida</i>)	8	9	9	8	0	2	0
노간주나무(<i>Juniperus rigida</i>)	6	2	2	6	4	6	5
신갈나무(<i>Quercus mongolica</i>)	7	3	3	2	2	4	7
철쭉나무(<i>Rhododendron schlippenbachii</i>)	5	5	2	7	0	5	0
산철쭉(<i>Rhododendron yedoense</i> for. <i>poukhanense</i>)	0	0	0	0	8	9	5
진달래(<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>mucronulatum</i>)	2	2	0	7	5	2	2
졸참나무(<i>Quercus serrata</i>)	2	4	0	2	2	6	0
개웃나무(<i>Rhus tricoarpa</i>)	2	6	0	4	2	0	0
기름새(<i>Spodiopogon cotulifer</i>)	0	2	2	2	2	3	3
물오리나무(<i>Alnus sibirica</i>)	7	5	2	0	0	0	0
병꽃나무(<i>Weigela subsessilis</i>)	5	2	2	2	0	3	0
실새풀(<i>Calamagrostis arundinacea</i>)	2	2	2	2	2	0	3
산초나무(<i>Zanthoxylum schinifolium</i>)	2	2	2	2	0	0	4
랄배나무(<i>Sorbus alniifolia</i>)	2	2	2	4	2	0	0
참싸리(<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>)	0	0	2	2	2	2	2
꽃머리바람꽃(<i>Melampyrum roseum</i>)	3	0	0	3	3	0	0
억새(<i>Miscanthus sinensis</i> var. <i>purpurascens</i>)	0	2	0	2	2	0	2
청가시덩굴(<i>Smilax sieboldii</i>)	2	0	4	2	0	0	0
개암나무(<i>Corylus heterophylla</i> var. <i>heterophylla</i>)	2	2	2	0	0	0	0
노린재나무(<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>)	4	0	0	0	0	2	0
미역취(<i>Solidago virgaurea</i> var. <i>asiatica</i>)	2	0	0	0	0	2	2
잔대(<i>Adenophora triphylla</i> var. <i>japonica</i>)	2	0	0	2	2	0	0
아까시나무(<i>Robinia pseudoacacia</i>)	2	0	3	0	0	0	0
애기나리(<i>Disporum smilacinum</i>)	5	0	0	0	0	0	0
미역줄나무(<i>Tripterygium regelii</i>)	0	2	0	0	0	2	0
산딸기(<i>Rubus crataegifolius</i>)	2	2	0	0	0	0	0
으아리(<i>Clematis terniflora</i> var. <i>mandshurica</i>)	0	0	0	0	0	2	2
작살나무(<i>Callicarpa japonica</i>)	2	0	2	0	0	0	0

목인 노간주나무와 관목류로서 철쭉나무, 산철쭉, 진달래, 병꽃나무 등의 화관목류 등이 출현하였으며, 초본류로서 실새풀 등이 미약하게 나타났다(표 5 참조).

(4) 신갈나무-진달래군락

신갈나무-진달래군락(*Rhododendron mucronulatum* var. *mucronulatum*-*Quercus mongolica* Community)이 출현한 환경은 평균 고도 398m, 평균 경사도 29도, 지형은 하부형이 대부분으로 수분 요구도는 약습으로 파악될 수 있다.

극양수인 랄배나무가 일부 출현하는 것을 제외하고는 비교적 안정된 자연식생 군락이라 판단된다. 교목 1층의 평균 수고는 13m, 평균 피도 92%, 교목 2층은 평균 수고 7m, 평균 피도 46%, 관목층의 평균 수고는 1.9m, 평균 피도 50%, 초본층

46cm, 피도 46%로 조사되어, 4층의 양호한 자연식생을 나타내고 있으며, 평균 출현종수가 28종으로 종다양성은 풍부하게 나타나 안정된 자연 식생으로 파악할 수 있다. 주요 동반종은 교목 2층의 당단풍, 개웃나무 등과 관목층으로써 철쭉나무, 생강나무, 국수나무 등이 고르게 분포하였으며, 초본류는 개화식물인 애기나리와 뱀고사리, 대사초 등이 출현하였다(표 6 참조).

(5) 신갈나무-노간주나무군락

신갈나무-노간주나무군락(*Juniperus rigida*-*Quercus mongolica* Community)은 평균 고도 224m, 경사도 26도, 지형은 사면 중부형이 대부분으로 방위는 평균 224도로 나타났고, 평균 흉고 직경은 14cm이며, 평균 출현종수는 29종이었다. 신갈나무-노간주나무군락은 사면중부형에 대부분 출현하여 수분 요구도는 중습수로 파악될 수 있다. 교목 1층의 평균 수고는 13m, 평균 피도 90%, 교목 2층의 평균 수고는 6m, 평균 피도는 6m, 목표 피도 26%, 관목층의 평균 수고는 1.6m, 목표 피도 48%, 초본층의 평균높이는 76cm, 목표 피도 49%로 조사되어, 4층의 양호한 자연식생을 나타내고 있으며, 평균 출현종수가 29종으로 종다양성은 풍부하게 나타나고 있다. 일부 군락에 아까시나무가 출현하여 교란이 확인되기도 하나, 비교적 자연식생군락에 가까운 종구성을 보이고 있다.

주요 동반종은 교목 2층의 노간주나무, 산벚나무 등과 관목류인 생강나무, 산초나무, 진달래, 국수나무 등의 식물종과 초본류는 큰기름새, 산거울 등의 벼과, 사초과 식물 등이 나타났다(표 7 참조).

(6) 소나무-진달래군락

소나무-진달래군락(*Rhododendron mucronulatum* var. *mucronulatum*-*Pinus densiflora* Community)이 출현한 환경은 평균 고도 500m, 평균 경사도 18도, 지형은 사면 하부형이 대부분 방위는 평균 178도로 나타났다. 또한 출현식물의 평균 흉고직경은 16cm이며, 평균 출현종수는 24종으로 비교적 종이 다양하게 출현하였으며, 사면하부형에 대부분 출현하여 수분 요구도는 약습으로 파악될 수 있다. 교목 1층의 평균 수고는 13m, 평균 피도는 29%로 나타났으며, 교목 2층의 평균 수고는 5.69m, 평균 피도는 68%, 관목층의 평균 수고는 1.6m, 평균 피도는 58%, 초본층은 평균높이 45cm, 평균피도 27%로 조사되어, 소나무와 신갈나무, 진달래, 철쭉나무의 안정된 자연식생군락으로 파악되며, 교목 2층, 관목층의 피도율이 높아 중목이 고르게 발달한 안정된 구조로 안정적인 식생을 나타냈다. 주요 동반종은 교목 2층의 노간주나무, 개웃나무 등과 관목류인 붉은 병꽃나무, 철쭉나무, 산초나무와 참싸리 등의 식물종과 초본류로는 맑은대쭉과 등굴레 등이 출현하였다(표 8 참조).

표 6. 신갈나무-진달래군락

국명(학명)	025	068	004	026	039	069	043	028	066	067	071	044	027	070	029	048	049	034	051	040	042	032	046	053	061	063	072
신갈나무(<i>Quercus mongolica</i>)	9	9	9	7	9	9	8	9	9	9	7	2	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
진달래(<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>mucronulatum</i>)	5	7	2	0	3	7	7	3	5	2	2	7	0	0	9	3	5	9	5	2	7	2	3	7	9	8	9
당단풍(<i>Acer pseudoesieboldianum</i>)	5	0	0	9	9	9	5	9	9	9	9	0	9	4	2	2	4	0	3	9	9	0	0	2	3	5	0
애기나리(<i>Disporum smilacinum</i>)	5	5	5	5	7	5	3	2	3	3	5	3	2	0	5	5	5	7	5	2	3	9	0	7	5	3	0
개웃나무(<i>Rhus triocarpa</i>)	4	0	2	0	6	5	2	2	0	0	2	7	4	2	7	4	5	9	4	4	6	5	4	3	9	9	0
팔배나무(<i>Sorbus alnifolia</i>)	2	0	3	0	6	0	0	0	8	0	2	0	6	2	9	9	7	9	7	6	3	2	4	2	0	0	4
철쭉나무(<i>Rhododendron schlippenbachii</i>)	0	3	3	0	3	3	0	5	3	6	9	5	0	0	3	9	8	0	9	0	0	0	7	3	7	2	0
생강나무(<i>Lindera obtusiloba</i>)	2	2	4	2	0	2	5	2	4	2	2	5	2	2	6	2	2	2	4	8	4	4	8	5	0	4	2
국수나무(<i>Stephanandra incisa</i>)	2	2	7	2	2	2	6	3	2	2	2	2	2	2	2	2	5	2	3	4	4	3	5	6	6	6	0
백고사리(<i>Athyrium yokoscense</i>)	2	2	3	5	3	3	3	8	5	3	0	5	3	0	3	5	3	3	2	3	5	7	2	3	0	0	
대사초(<i>Carex siderosticta</i>)	2	2	0	2	2	5	5	3	2	2	2	3	3	3	3	3	2	5	2	2	3	5	2	3	2	2	3
줄참나무(<i>Quercus serrata</i>)	2	0	2	8	0	2	5	0	0	0	9	9	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
산거울(<i>Festuca ovina</i>)	3	3	0	0	0	2	0	0	0	2	2	2	2	3	0	0	3	2	5	0	2	2	2	2	2	3	5
쪽동백(<i>Styrax obassia</i>)	5	9	0	2	5	5	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	2	0	2	0	0	0	2	0	0	4
참회나무(<i>Euonymus oxyphyllus</i>)	2	2	7	0	2	2	0	2	0	2	6	0	2	4	2	2	2	0	0	0	0	0	0	4	2	2	0
선밀나물(<i>Smilax nipponica</i>)	2	2	2	3	2	2	2	0	2	2	3	2	0	2	2	2	2	2	2	3	2	0	0	0	2	0	0
조록싸리(<i>Lespedeza maximowiczii</i>)	2	2	2	0	0	2	2	2	0	0	2	0	2	2	2	0	0	2	2	5	0	3	2	9	0	0	0
덜꿩나무(<i>Viburnum erosum</i>)	3	2	4	2	5	2	4	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	4	2	4	2	2	0	0	2	0	0
노린재나무(<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>)	2	0	0	0	2	2	0	2	2	0	2	0	0	0	2	4	2	2	0	4	2	2	2	4	4	2	0
물푸레나무(<i>Fraxinus rhynchophylla</i>)	2	0	0	0	2	0	2	4	2	2	2	2	0	0	0	2	2	0	4	4	2	2	4	2	0	0	0
쌀새(<i>Melicope onoei</i>)	0	2	0	0	2	2	2	0	0	2	0	0	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2
산벚나무(<i>Prunus sargentii</i>)	4	0	0	3	2	5	2	5	0	0	0	0	2	2	0	2	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	7
청가시덩굴(<i>Smilax sieboldii</i>)	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	2	2	2	2	2	2	0	2	4	2	2	2	2	4	0	0	0
고깔제비꽃(<i>Viola rossii</i>)	2	2	0	2	2	2	2	0	2	2	2	0	0	0	0	2	2	2	0	2	0	0	2	2	0	2	0
단풍취(<i>Ainsliaea acerifolia</i>)	0	0	0	0	5	3	3	2	3	0	0	0	0	0	0	3	3	5	0	0	2	0	0	0	0	2	0
애기원추리(<i>Hemerocallis minor</i>)	2	3	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2	0
작살나무(<i>Callicarpa japonica</i>)	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	2	0	2	0	0	4	4	2	2	0	0	0	4	4	0	0
맑은대쭉(<i>Artemisia keiskeana</i>)	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	0	2	0
큰기름새(<i>Spodiopogon sibiricus</i>)	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	2	0	2	2	2	2	0	2	3
미역취(<i>Solidago virgaurea</i> var. <i>asiatica</i>)	0	0	2	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	2	2	2	0	2	0	0	2	0
미역줄나무(<i>Tripterygium regelii</i>)	0	0	0	0	2	2	0	2	0	0	0	0	0	0	2	3	3	0	0	3	2	0	2	0	0	0	0
노루발(<i>Pyrola japonica</i>)	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2
둥글레(<i>Polygonatum odoratum</i> var. <i>pluriflorum</i>)	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	0	0	2	0	3	0
분취(<i>Saussurea seoulensis</i>)	0	0	2	0	0	2	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	2	0	0	2	0	2	0
삼주(<i>Atractylodes ovata</i>)	0	2	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0	2	0
노간주나무(<i>Juniperus rigida</i>)	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	2	4	0	2
태백제비꽃(<i>Viola albidia</i>)	0	0	0	0	0	2	0	2	3	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	2	0	0	0
붉은병꽃(<i>Weigela florida</i>)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	3	2	2	0	2	0
기름새(<i>Spodiopogon cotulifer</i>)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	0	0	0	2
함박꽃나무(<i>Magnolia sieboldii</i>)	0	0	0	0	2	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
청미래덩굴(<i>Smilax china</i>)	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	4
싸리(<i>Lespedeza bicolor</i>)	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	4	2	0
담쟁이덩굴(<i>Parthenocissus tricuspidata</i>)	2	0	2	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0

(표 6 계속)

(표 6 계속)

국명(학명)	025	068	042	026	039	069	043	028	066	067	071	044	027	070	029	048	049	034	051	040	042	032	046	053	061	063	072
각시죽도리풀(<i>Asarum glabrata</i>)	0	0	0	0	0	2	0	2	2	0	2	0	0	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
노루오줌(<i>Astilbe rubra</i> var. <i>rubra</i>)	0	0	0	2	2	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
산딸나무(<i>Cornus kousa</i>)	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
소나무(<i>Pinus densiflora</i>)	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	2	2	0	0	0	0
산앵도나무(<i>Vaccinium hirtum</i> var. <i>koreanum</i>)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
밤나무(<i>Castanea crenata</i>)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	5	0	0	0	0	0	2	0	0	0
치녀치마(<i>Heloniopsis koreana</i>)	0	0	0	0	2	2	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
으아리(<i>Clematis terniflora</i> var. <i>mandshurica</i>)	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
다릅나무(<i>Maackia amurensis</i> var. <i>amurensis</i>)	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	2	0	0	0
산딸기(<i>Rubus crataegifolius</i>)	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0
왕머루(<i>Vitis amurensis</i>)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0
참취(<i>Aster scaber</i>)	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
둥근털계비꽃(<i>Viola collina</i>)	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
산초나무(<i>Zanthoxylum schinifolium</i>)	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
맹맹이덩굴(<i>Cocculus trilobus</i>)	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
여로(<i>Veratrum maackii</i> var. <i>japonicum</i>)	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0
틸중나리(<i>Lilium amabile</i>)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2
개갈퀴(<i>Asperula maximowiczii</i>)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
그늘사초(<i>Carex lanceolata</i>)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	2	0	0	0	0	0	0
피나무(<i>Tilia amurensis</i>)	0	0	0	0	0	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
지네고사리(<i>Thelypteris japonica</i> var. <i>japonica</i>)	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
졸참나무(<i>Quercus serrata</i>)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0
더덕(<i>Codonopsis lanceolata</i>)	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
우드풀(<i>Woodsia polystichoides</i>)	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
참나물(<i>Pimpinella brachycarpa</i>)	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
큰개별꽃(<i>Pseudostellaria palibiniana</i>)	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
부채마(<i>Dioscorea nipponic</i>)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
오리방풀(<i>Isodon excisus</i>)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
천남성(<i>Arisaema amurense</i> for. <i>serratum</i>)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
큰까치수영(<i>Lysimachia clethroides</i>)	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
광대싸리(<i>Securinega suffruticosa</i>)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
노랑계비꽃(<i>Viola orientalis</i>)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
누리장나무(<i>Clerodendrum trichotomum</i>)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0
마가목(<i>Sorbus commixta</i>)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0

(7) 신갈나무-철쭉나무군락

신갈나무-철쭉나무군락(*Rhododendron sclippenbachii-Quercus mongolica* Community)이 출현한 환경은 평균 고도 284m, 평균 경사도 18도, 지형은 사면 하부형이 대부분으로 방위는 평균 110도로 나타났다. 또한 출현식물의 평균 흉고직경은 19cm이며, 평균 출현종수는 30종이었다. 교목 1층의 평균 수고는 13m, 평균 피도는 86%, 교목 2층의 평균 수고는 4m, 평균 피도는 28%, 관목층의 평균 수 고는 1.6m, 평균 피도는 44%, 초본층은 평균 높이 47cm, 평균 피도 26%로 조사되어, 4개의 층 위 중 교목 1층의 및 관목층의 발달이 비교적 안정적으로 나타나고 종 다양성이 풍부하게 조성되어 안정적인 숲 구조를 나타내고 있다고 할 수 있다. 주요 동반종은 개웃나무, 팔배나무, 때

죽나무, 물푸레나무과 관목으로 국수나무, 진달래, 노린재나무, 조록싸리, 작살나무 등이 출현하였다(표 9 참조).

2. 종간친화력 분석

종간친화력(Interspecific Association)은 조사지역 내 빈도 10% 이상 출현한 식물종을 대상으로 분석되었으며, 대상 식물 종은 표 10과 같이 총 57종으로 종간친화력은 부록 1과 같으며, 식물종 상호간 친화력이 있는 것은 '양(+)'으로 표현하였다. 본 연구는 대상지역 군집분석을 통해 7개의 군락을 도출했으며, 이에 근거하여 식재모델 제시를 목표로 하므로, 결과 값 중 대상지에 나타난 주요 교목의 수반종을 제시하여 다층식재 모델

표 7. 신갈나무-노간주나무군락

국명(학명)	030	031	033	062	050
신갈나무(<i>Quercus mongolica</i>)	4	9	9	9	2
노간주나무(<i>Juniperus rigida</i>)	5	3	9	5	0
생강나무(<i>Lindera obtusiloba</i>)	2	8	4	2	2
산초나무(<i>Zanthoxylum schinifolium</i>)	5	4	0	4	4
큰기름새(<i>Spodiopogon sibiricus</i>)	5	2	5	3	2
떡갈나무(<i>Quercus dentata</i>)	8	0	9	0	0
국수나무(<i>Stephanandra incisa</i>)	2	3	0	2	8
진달래(<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>mucronulatum</i>)	2	7	0	5	0
아까시나무(<i>Robinia pseudoacacia</i>)	4	2	0	0	8
개암나무(<i>Artemisia keiskeana</i>)	5	2	5	0	2
산벚나무(<i>Prunus sargentii</i>)	7	0	0	4	2
산기울(<i>Festuca ovina</i>)	2	2	3	5	0
주름조개풀(<i>Opismenus undulatifolius</i> var. <i>undulatifolius</i>)	2	2	0	0	7
담쟁이덩굴(<i>Parthenocissus tricuspidata</i>)	3	2	0	0	5
팔배나무(<i>Sorbus alnifolia</i>)	4	5	0	0	0
철쭉나무(<i>Rhododendron schlippenbachii</i>)	0	0	0	9	0
굴참나무(<i>Quercus variabilis</i>)	9	0	0	0	0
맑은대쭉(<i>Artemisia keiskeana</i>)	2	2	3	2	0
맹망이덩굴(<i>Cocculus trilobus</i>)	2	0	2	0	5
상수리나무(<i>Quercus acutissima</i>)	0	0	0	0	8
작살나무(<i>Callicarpa japonica</i>)	4	2	0	0	2
오리방울(<i>Isodon excisus</i>)	2	2	2	2	0
뽕고사리(<i>Athyrium yokoscense</i>)	2	3	0	0	2
노린재나무(<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>)	2	4	0	0	0
싸리(<i>Lespedeza bicolor</i>)	0	0	2	4	0
삼주(<i>Atractylodes ovata</i>)	0	2	2	2	0
에기나리(<i>Disporum smilacinum</i>)	0	5	0	0	0
물푸레나무(<i>Fraxinus rhynchophylla</i>)	0	0	0	2	3
큰까치수영(<i>Lysima chiacethroides</i>)	0	0	2	0	3
소나무(<i>Pinus densiflora</i>)	0	0	2	2	0
그늘사초(<i>Carex lanceolata</i>)	0	0	0	2	2
등골레(<i>Polygonatum odoratum</i> var. <i>pluriflorum</i>)	0	2	0	2	0
참마(<i>Dioscorea japonica</i>)	0	2	0	0	2
기름새(<i>Spodiopogon cotulifer</i>)	2	0	0	0	2
밤나무(<i>Castanea crenata</i>)	0	0	4	0	0
청가시덩굴(<i>Smilax sieboldii</i>)	2	2	0	0	0
에기원추리(<i>Hemerocallis minor</i>)	0	2	0	2	0
기름나무(<i>Peucedanum terebinthaceum</i>)	0	0	2	2	0
누리장나무(<i>Clerodendrum trichotomum</i>)	2	2	0	0	0
땅비싸리(<i>Indigofera kirilowii</i>)	0	2	2	0	0
이고들빼기(<i>Crepidiastrum denticulatum</i>)	2	0	0	0	2
잣나무(<i>Pinus koraiensis</i>)	0	0	2	0	2
털중나리(<i>Lilium amabile</i>)	2	0	0	2	0

작성 시 활용하고자 한다.

종간친화력 분석 대상은 표 10의 순서에 의하여 부록 1에 종간친화력 결과를 나타냈고 57종 중 대상지역의 군집분석 결과, 도출된 주요 교목인 상수리나무, 신갈나무, 굴참나무, 갈참나무, 소나무의 5종을 대상으로 수반종을 분석하고, 수급가능한 대체 유사종을 제시하였다.

1) 상수리나무의 수반종과 대체 유사종

표 11은 상수리나무와 친화력이 있는 자연 식생구조 내에서

표 8. 소나무-진달래군락

국명(학명)	035	037	038	052	064	041	047	065
소나무(<i>Pinus densiflora</i>)	9	9	9	9	9	9	9	9
진달래(<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>mucronulatum</i>)	5	2	5	9	2	9	9	9
신갈나무(<i>Quercus mongolica</i>)	2	7	2	2	6	6	6	2
철쭉나무(<i>Rhododendron schlippenbachii</i>)	5	4	4	2	2	2	3	5
팔배나무(<i>Sorbus alnifolia</i>)	4	4	2	4	0	7	4	0
노간주나무(<i>Juniperus rigida</i>)	4	2	2	8	6	0	0	0
산초나무(<i>Zanthoxylum schinifolium</i>)	4	2	4	2	2	4	0	2
큰기름새(<i>Spodiopogon sibiricus</i>)	3	3	3	3	5	0	0	2
산기울(<i>Festuca ovina</i>)	2	2	2	0	3	3	5	2
개웃나무(<i>Rhus triocarpa</i>)	2	2	0	4	2	0	2	4
맑은대쭉(<i>Artemisia keiskeana</i>)	0	2	2	0	3	2	3	3
쌔새(<i>Melicope onoei</i>)	2	2	3	2	2	0	2	2
붉은병꽃나무(<i>Weigela florida</i>)	4	2	2	2	5	0	0	0
노린재나무(<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>)	0	4	2	0	4	2	0	2
물푸레나무(<i>Fraxinus rhynchophylla</i>)	0	0	0	0	2	6	4	2
참싸리(<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>)	5	5	4	0	0	0	0	0
산벚나무(<i>Prunus sargentii</i>)	2	0	0	6	0	2	2	0
당단풍(<i>Acer pseudosieboldianum</i>)	0	0	0	2	2	2	3	2
작살나무(<i>Callicarpa japonica</i>)	3	2	0	3	2	0	0	0
산딸기(<i>Rubus crataegifolius</i>)	0	2	2	2	0	2	2	0
등골레(<i>Polygonatum odoratum</i> var. <i>pluriflorum</i>)	0	0	2	2	0	2	0	3
참억새(<i>Miscanthus sinensis</i> var. <i>sinensis</i>)	3	2	2	0	2	0	0	0
싸리(<i>Lespedeza bicolor</i>)	0	0	0	2	6	0	0	0
기름새(<i>Spodiopogon cotulifer</i>)	0	0	0	2	2	2	2	0
청가시덩굴(<i>Smilax sieboldii</i>)	0	2	0	0	0	3	0	2
뽕갈(<i>Patrinia villosa</i>)	3	0	2	0	2	0	0	0
구절초(<i>Dendranthema zawadskii</i> var. <i>latilobum</i>)	0	0	3	2	2	0	0	0
줄참나무(<i>Quercus serrata</i>)	3	0	0	2	0	2	0	0
삼주(<i>Atractylodes ovata</i>)	2	0	2	0	0	0	0	2
양지꽃(<i>Potentilla fragarioides</i> var. <i>major</i>)	0	2	2	0	2	0	0	0
참회나무(<i>Euonymus oxyphyllus</i>)	0	0	0	0	0	4	0	2
조록싸리(<i>Lespedeza maximowiczii</i>)	2	2	2	0	0	0	0	0
쪽동백(<i>Styrax obassia</i>)	0	0	0	0	2	2	0	2
생강나무(<i>Lindera obtusiloba</i>)	0	0	0	0	0	2	2	0
에기원추리(<i>Hemerocallis minor</i>)	0	2	2	0	0	0	0	0
고깔제비꽃(<i>Viola rossii</i>)	0	0	0	2	0	0	0	2
노랑제비꽃(<i>Viola orientalis</i>)	0	0	2	0	0	2	0	0
노박덩굴(<i>Celastrus orbiculatus</i>)	2	2	0	0	0	0	0	0
물오리나무(<i>Alnus sibirica</i>)	0	4	0	0	0	0	0	0
알록제비꽃(<i>Viola variegata</i> var. <i>variegata</i>)	0	0	2	0	2	0	0	0
에기머드리뽕(<i>Melanampyrum setaceum</i>)	0	0	0	2	2	0	0	0

도출된 수반종과 조경 식재 설계 시 적용 가능한 대체 유사종을 도출한 것으로, 상수리나무는 갈참나무, 굴참나무, 줄참나무 등의 참나무류와 소나무 및 당단풍, 쪽동백과 화관목류인 진달래, 철쭉나무, 병꽃나무 등이 수반종으로 나타났으며, 수급현황 등이 고려된 대체 유사종을 제안하여 활용할 수 있도록 하였다.

표 9. 신갈나무-철쭉나무군락

국명(학명)	074	075	077	076	087	088	080	086	078	090	091	073	093
신갈나무(<i>Quercus mongolica</i>)	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
철쭉나무(<i>Rhododendron schlippenbachii</i>)	9	9	7	9	9	7	9	9	4	5	2	0	4
팔메나무(<i>Sorbus alnifolia</i>)	2	4	0	6	2	9	7	4	2	2	4	0	9
국수나무(<i>Stephanandra incisa</i>)	5	4	5	4	2	2	0	4	9	5	4	2	0
진달래(<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>mucronulatum</i>)	7	5	2	4	7	4	2	0	0	3	5	7	0
애기나리(<i>Disporum smilacinum</i>)	5	2	0	0	3	5	3	3	3	2	0	7	7
당단풍(<i>Acer pseudosieboldianum</i>)	0	5	2	4	3	2	6	9	0	0	0	0	6
개웃나무(<i>Rhus triocarpa</i>)	0	0	0	7	4	6	2	5	2	2	2	0	2
노린재나무(<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>)	4	4	4	5	2	0	0	0	2	2	2	2	2
그늘사초(<i>Carex lanceolata</i>)	2	2	2	2	3	2	2	0	0	2	2	2	3
매죽나무(<i>Styrax japonicus</i>)	0	0	0	0	0	5	0	0	2	2	3	9	0
조록싸리(<i>Lespedeza maximowiczii</i>)	0	0	4	2	2	2	2	0	2	2	2	0	2
미역줄나무(<i>Tripterygium regelii</i>)	4	7	0	2	0	2	0	2	0	2	0	0	0
청가시덩굴(<i>Smilax sieboldii</i>)	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	3	0	0
생강나무(<i>Lindera obtusiloba</i>)	0	0	0	0	4	4	0	0	0	4	5	0	2
작살나무(<i>Callicarpa japonica</i>)	0	0	2	6	2	2	0	0	2	0	4	0	0
병꽃나무(<i>Weigela subsessilis</i>)	2	0	2	5	2	2	2	0	0	2	0	0	0
개고사리(<i>Athyrium niponicum</i>)	2	2	3	2	0	0	2	2	0	3	0	0	0
불푸레나무(<i>Fraxinus rhynchophylla</i>)	0	0	0	0	0	2	0	0	4	2	2	0	6
상수리나무(<i>Quercus acutissima</i>)	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	2	5	0
산벚나무(<i>Prunus sargentii</i>)	2	2	0	2	0	0	0	0	4	0	2	0	2
선밀나물(<i>Smilax nipponica</i>)	0	0	0	2	0	2	0	2	2	2	2	0	0
다릅나무(<i>Maackia amurensis</i> var. <i>amurensis</i>)	2	4	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0
원추리(<i>Hemerocallis fulva</i>)	0	0	2	2	2	0	2	0	0	2	0	0	0
개머루(<i>Ampelopsis brevipedunculata</i>)	0	0	0	2	0	0	0	0	3	2	2	0	0
담쟁이덩굴(<i>Parthenocissus tricuspidata</i>)	0	0	0	0	0	3	0	0	2	2	2	0	0
소나무(<i>Pinus densiflora</i>)	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	3	2
고사리(<i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i>)	0	0	0	0	2	2	0	4	0	0	0	0	0
개암나무(<i>Corylus heterophylla</i> var. <i>heterophylla</i>)	0	0	0	2	2	0	0	0	2	0	2	0	0
노간주나무(<i>Juniperus rigida</i>)	0	0	0	2	2	0	2	0	0	0	2	0	0
대사초(<i>Carex siderosticta</i>)	0	0	0	0	2	2	2	2	0	0	0	0	0
미역취(<i>Solidago virgaurea</i> var. <i>asiatica</i>)	0	0	2	0	0	2	0	0	2	2	0	0	0
털대사초(<i>Carex ciliatomarginata</i>)	2	2	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0
산초나무(<i>Zanthoxylum schinifolium</i>)	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
줄참나무(<i>Quercus serrata</i>)	5	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
청미래덩굴(<i>Smilax china</i>)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5
노랑제비꽃(<i>Viola orientalis</i>)	2	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0
삼주(<i>Atractylodes ovata</i>)	0	0	0	2	0	0	2	0	2	0	0	0	0
십자고사리(<i>Polystichum tripterum</i> for. <i>tripterum</i>)	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0
회잎나무(<i>Euonymus alatus</i> for. <i>ciliatodentatus</i>)	0	0	0	2	0	4	0	0	0	0	0	0	0
기름새(<i>Spodiopogon cotulifer</i>)	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	2	0
노루발(<i>Pyrola japonica</i>)	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	2	0
산딸기(<i>Rubus crataegifolius</i>)	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
새(<i>Arundinella hirta</i>)	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
고비(<i>Osmunda japonica</i>)	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
광대싸리(<i>Securinega suffruticosa</i>)	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
노박덩굴(<i>Celastrus orbiculatus</i>)	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0
덩굴이덩굴(<i>Cocculus trilobus</i>)	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
방아풀(<i>Isodon japonicus</i>)	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
왕머루(<i>Vitis amurensis</i>)	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
맑은대쭉(<i>Artemisia keiskeana</i>)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
각시죽도리풀(<i>Asarum glabratum</i>)	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
큰까치수영(<i>Lysimachia clethroides</i>)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
화살나무(<i>Euonymus alatus</i>)	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
고깔제비꽃(<i>Viola rossii</i>)	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0
땀고사리(<i>Athyrium yokoscense</i>)	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
큰기름새(<i>Spodiopogon sibiricus</i>)	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
굴참나무(<i>Quercus variabilis</i>)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2

표 10. 조사지역 내 출현빈도 10% 이상 식물종

번호	국명(학명)
1	갈참나무(<i>Quercus aliena</i>)
2	개암나무(<i>Corylu sheterophylla</i> var. <i>heterophylla</i>)
3	개웃나무(<i>Rhus triocarpa</i>)
4	고깔제비꽃(<i>Viola rossi</i>)
5	국수나무(<i>Stephanandra incisa</i>)
6	굴참나무(<i>Quercus variabilis</i>)
7	그늘사초(<i>Carex lanceolata</i>)
8	기름새(<i>Spodiopogon cotulifer</i>)
9	산거울(<i>Festuca ovina</i>)
10	노간주나무(<i>Juniperus rigida</i>)
11	노린재나무(<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>)
12	노루발(<i>Pyrola japonica</i>)
13	단풍취(<i>Ainsliaea acerifolia</i>)
14	담쟁이덩굴(<i>Parthenocissus tricuspidata</i>)
15	당단풍(<i>Acer pseudosieboldianum</i>)
16	대사초(<i>Carex siderosticta</i>)
17	탱탱이덩굴(<i>Cocculus trilobus</i>)
18	덜꿩나무(<i>Viburnum erosum</i>)
19	등골레(<i>Polygonatum odoratum</i> var. <i>pluriflorum</i>)
20	매죽나무(<i>Styrax japonicus</i>)
21	리기다소나무(<i>Pinus rigida</i>)
22	맑은대쭉(<i>Artemisia keiskeana</i>)
23	물오리나무(<i>Alnus sibirica</i>)
24	물푸레나무(<i>Fraxinus rhynchophylla</i>)
25	미역줄나무(<i>Tripterygium regelii</i>)
26	미역취(<i>Solidago virgaurea</i> var. <i>asiatica</i>)
27	밤나무(<i>Castanea crenata</i>)
28	뽕고사리(<i>Athyrium yokoscense</i>)
29	산벚나무(<i>Prunus sargentii</i>)

번호	국명(학명)
30	병꽃나무(<i>Weigela subsessilis</i>)
31	붉은병꽃(<i>Weigela florida</i>)
32	산딸기(<i>Rubus crataegifolius</i>)
33	산초나무(<i>Zanthoxylum schinifolium</i>)
34	삼주(<i>Atractylodes ovata</i>)
35	상수리나무(<i>Quercus acutissima</i>)
36	소나무(<i>Pinus densiflora</i>)
37	선밀나물(<i>Smilax nipponica</i>)
38	생강나무(<i>Lindera obtusiloba</i>)
39	신갈나무(<i>Quercus mongolica</i>)
40	실새풀(<i>Calamagrostis arundinacea</i>)
41	싸리(<i>Lespedeza bicolor</i>)
42	썰새(<i>Melica onoei</i>)
43	아카시나무(<i>Robinia pseudoacacia</i>)
44	애기나리(<i>Disporum smilacinum</i>)
45	애기원추리(<i>Hemerocallis minor</i>)
46	작살나무(<i>Callicarpa japonica</i>)
47	조록싸리(<i>Lespedeza maximowiczii</i>)
48	줄참나무(<i>Quercus serrata</i>)
49	주름조개풀(<i>Oplismenus undulatifolius</i> var. <i>undulatifolius</i>)
50	진달래(<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>mucronulatum</i>)
51	쪽동백(<i>Rhododendron schlippenbachii</i>)
52	참회나무(<i>Euonymus oxyphyllus</i>)
53	철쭉나무(<i>Rhododendron schlippenbachii</i>)
54	청가시덩굴(<i>Smilax ieboldii</i>)
55	청미래덩굴(<i>Smilax china</i>)
56	큰기름새(<i>Spodiopogon sibiricus</i>)
57	팔배나무(<i>Sorbus alnifolia</i>)

물오리나무를 대체한 서어나무, 개웃나무를 대체한 붉나무, 참회나무를 대체한 화살나무 및 초본류의 경우 유통이 가능하고, 경관성이 고려된 식물로 제안하였다.

2) 신갈나무의 수반종과 대체 유사종

신갈나무는 갈참나무, 상수리나무 등의 참나무류와 소나무, 리기다소나무 및 당단풍, 쪽동백, 팔배나무 등과 수반종이며, 관목으로는 작살나무, 진달래, 철쭉나무 및 생강나무 등이 자연식생 구조 내 수반종으로 분석되었으며, 일부 수급 불가 수종 및 초본류 등은 경관성 등을 고려한 대체 유사종으로 제시되어 식재 설계 시 활용할 수 있도록 하였다(표 12 참조).

국수나무를 대체한 중산국수나무, 참회나무의 대체종 화살나무 및 초본류의 경우 유통이 가능하고, 경관성이 고려된 식물로 제안하였다.

3) 굴참나무의 수반종과 대체 유사종

굴참나무는 상수리나무와 밤나무, 소나무 등과 당단풍, 쪽동

백 등의 교목류 및 병꽃나무, 진달래, 철쭉나무 등이 자연 식생 구조 내 수반종으로 분석되었으며, 이는 식재 설계 시 활용하여 적용할 수 있다(표 13 참조). 초본류는 대체 유사종으로 별개미취, 비비추, 큰꽃오아리 등의 경관성이 고려된 식물종으로 제시하여, 식재 설계 시 활용할 수 있도록 제안하였다.

4) 갈참나무의 수반종과 대체 유사종

갈참나무는 상수리나무, 신갈나무, 줄참나무 등의 참나무류와 당단풍, 쪽동백 및 화관목류인 진달래, 철쭉나무, 병꽃나무 등이 수반종으로 나타났으며, 초본류는 경관성 및 수급이 용이한 별개미취, 비비추 등을 대체 제안하여, 이를 조경식재 설계 시 동반수종으로 활용하여 식재할 수 있다(표 14 참조).

5) 소나무의 수반종과 대체 유사종

소나무와 친화력이 있는 자연 식생구조 내에서 도출된 수반종과 조경식재 설계 시 적용 가능한 대체 유사종을 도출하여

표 11. 상수리나무의 수반종과 대체 유사종

층위	자연 식생 구조 내 수반종	조경 식재설계 시 반영가능한 수반종
교목 1층 (T1)	갈참나무 (<i>Quercus aliena</i>) 굴참나무 (<i>Quercus variabilis</i>) 졸참나무 (<i>Quercus serrata</i>) 불오리나무 (<i>Alnus sibirica</i>) ^a 소나무 (<i>Pinus densiflora</i>) 물푸레나무 (<i>Fraxinus rhynchophylla</i>)	갈참나무 (<i>Quercus aliena</i>) 굴참나무 (<i>Quercus variabilis</i>) 졸참나무 (<i>Quercus serrata</i>) 서어나무 (<i>Carpinus laxiflora</i>) 소나무 (<i>Pinus densiflora</i>) 물푸레나무 (<i>Fraxinus rhynchophylla</i>)
교목 2층 (T2)	당단풍 (<i>Acer pseudosieboldianum</i>) 개웃나무 (<i>Rhus tricarpa</i>) ^a 쪽동백 (<i>Rhododendron schlippenbachii</i>) 매죽나무 (<i>Styrax japonicus</i>) 노간주나무 (<i>Juniperus rigida</i>) ^a	당단풍 (<i>Acer pseudosieboldianum</i>) 붉나무 (<i>Rhus javanica</i>) 쪽동백 (<i>Rhododendron schlippenbachii</i>) 매죽나무 (<i>Styrax japonicus</i>) 측백나무 (<i>Thuja orientalis</i>)
관목층 (S)	개암나무 (<i>Corylus heterophylla</i> var. <i>heterophylla</i>) ^b 국수나무 (<i>Stephanandra incisa</i>) ^a 덜꿩나무 (<i>Viburnum erosum</i>) 싸리 (<i>Lespedeza bicolor</i>) 작살나무 (<i>Callicarpa japonica</i>) 참회나무 (<i>Euonymus oxyphyllus</i>) ^a 진달래 (<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>mucronulatum</i>) 철쭉나무 (<i>Rhododendron schlippenbachii</i>) 산초나무 (<i>Zanthoxylum schiniifolium</i>) ^b 생강나무 (<i>Lindera obtusiloba</i>) 병꽃나무 (<i>Weigela subsessilis</i>) 붉은병꽃 (<i>Weigela florida</i>)	- 중산국수나무 (<i>Physocarpus intermedius</i>) 덜꿩나무 (<i>Viburnum erosum</i>) 싸리 (<i>Lespedeza bicolor</i>) 작살나무 (<i>Callicarpa japonica</i>) 화살나무 (<i>Euonymus alatus</i>) 진달래 (<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>mucronulatum</i>) 철쭉나무 (<i>Rhododendron schlippenbachii</i>) - 생강나무 (<i>Lindera obtusiloba</i>) 병꽃나무 (<i>Weigela subsessilis</i>) 붉은병꽃 (<i>Weigela florida</i>)
초본층 (H)	고갈채비꽃 (<i>Viola rossi</i>) ^a 기름새 (<i>Spodiopogon cotulifer</i>) ^a 산거울 (<i>Festuca ovina</i>) ^a 노루발 (<i>Pyrola japonica</i>) ^a 단풍취 (<i>Ainsliaea acerifolia</i>) 대사초 (<i>Carex siderosticta</i>) 맹맹이덩굴 (<i>Cocculus trilobus</i>) ^b 맑은대쭉 (<i>Artemisia keiskeana</i>) ^a 등굴레 (<i>Polygonatum odoratum</i> var. <i>pluriflorum</i>) ^a 미역취 (<i>Solidago virgaurea</i> var. <i>asiatica</i>) 뽕고사리 (<i>Athyrium yokoscense</i>) ^a 삼주 (<i>Atractylodes ovata</i>) ^a 선밀나물 (<i>Smilax nipponica</i>) ^a 쌀새 (<i>Melica onoei</i>) ^b 에기나리 (<i>Disporum smilacinum</i>) 에기원추리 (<i>Hemerocallis minor</i>) ^a 큰기름새 (<i>Disporum smilacinum</i>) ^b 주름조개풀 (<i>Oplismenus undulatifolius</i> var. <i>undulatifolius</i>) ^b	제비꽃 (<i>Viola mandshurica</i>) 흰줄갈풀 (<i>Phalaris arundinacea</i> var. <i>picta</i>) 갈풀 (<i>Phalaris arundinacea</i>) 바위취 (<i>Saxifraga stolonifera</i>) 단풍취 (<i>Ainsliaea acerifolia</i>) 대사초 (<i>Carex siderosticta</i>) - 은쭉 (<i>Artemisia schmidtiana</i> 'NaNa') 무늬등굴레 (<i>Polygonatum odoratum</i> var. <i>pluriflorum</i> for. <i>variegatum</i>) 미역취 (<i>Solidago virgaurea</i> var. <i>asiatica</i>) 개고사리 (<i>Athyrium niponicum</i>) 별개미취 (<i>Aster koraiensis</i>) 비비추 (<i>Hosta longipes</i>) - 에기나리 (<i>Disporum smilacinum</i>) 왕원추리 (<i>Hemerocallis fulva</i> for. <i>kwanso</i>) - -

^a: 대체가능 수종, ^b: 대체불가능 수종

(표 15 참조), 소나무는 굴참나무, 상수리나무 등의 참나무류와 리기다소나무 및 당단풍, 매죽나무, 쪽동백과 화관목류인 진달래, 철쭉나무 등이 수반종으로 나타났으며, 이를 조경식재 설계 시 동반수종으로 활용하여 식재할 수 있다.

3. 군집분석 및 중간친화력 데이터에 기초한 다층식재 모델

식재 시 토양조건으로는 사질양토로 조성하며, 수분 조건은 제시된 사면 구배에 따라 사면하부의 경우 약습, 사면 중

부는 중용수 등 양호한 수분환경을 전제로 한다. 단, 방위, 고도 등의 환경적 요인은 본 연구 시 제외하였다. 식물종에 있어서도 팔배나무와 매죽나무는 서울의 환경적 요인에 따라 숲 내부의 광조건을 변화시키며, 이러한 수종은 빛의 유입을 차단하여 하층식생의 활력을 저하시키거나 고사하게 된다는 연구결과를 바탕으로(이창석 등, 1997; Lee et al., 1998) 팔배나무, 매죽나무는 임연부에 적용하여 광조건을 변화를 최소화하도록 하였으며, 미역취나무 등의 덩굴성 식물은 칩과 같이 숲 구조를 파괴할 수 있으므로 모델 작성 시 제외하였다.

표 12. 신갈나무의 수반종과 대체 유사종

층위	자연 식생 구조 내 수반종	조경 식재설계 시 반영가능한 수반종
교목 1층 (T1)	갈참나무(<i>Quercus aliena</i>) 상수리나무(<i>Quercus acutissima</i>) 소나무(<i>Pinus densiflora</i>) 리기다소나무(<i>Pinus rigida</i>) 물푸레나무(<i>Fraxinus rhynchophylla</i>)	갈참나무(<i>Quercus aliena</i>) 상수리나무(<i>Quercus acutissima</i>) 소나무(<i>Pinus densiflora</i>) 리기다소나무(<i>Pinus rigida</i>) 물푸레나무(<i>Fraxinus rhynchophylla</i>)
교목 2층 (T2)	당단풍(<i>Acer pseudosieboldianum</i>) 팔배나무(<i>Sorbus alnifolia</i>) 노간주나무(<i>Juniperus rigida</i>) ^a 쪽동백(<i>Rhododendron schlippenbachii</i>)	당단풍(<i>Acer pseudosieboldianum</i>) 팔배나무(<i>Sorbus alnifolia</i>) 측백나무(<i>Thuja orientalis</i>) 쪽동백(<i>Rhododendron schlippenbachii</i>)
관목층 (S)	작살나무(<i>Callicarpa japonica</i>) 국수나무(<i>Stephanandra incisa</i>) ^a 진달래(<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>mucronulatum</i>) 철쭉나무(<i>Rhododendron schlippenbachii</i>) 참회나무(<i>Euonymus oxyphyllus</i>) ^a 생강나무(<i>Lindera obtusiloba</i>) 노린재나무(<i>Symplocoschinensis</i> for. <i>pilosa</i>) ^b 덜꿩나무(<i>Viburnum erosum</i>)	작살나무(<i>Callicarpa japonica</i>) 중산국수나무(<i>Physocarpus intermedius</i>) 진달래(<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>mucronulatum</i>) 철쭉나무(<i>Rhododendron schlippenbachii</i>) 화살나무(<i>Euonymus alatus</i>) 생강나무(<i>Lindera obtusiloba</i>) - 덜꿩나무(<i>Viburnum erosum</i>)
초본층 (H)	선밀나물(<i>Smilax nipponica</i>) ^a 짚새(<i>Melica onoei</i>) ^b 실새풀(<i>Calamagrostis arundinacea</i>) ^a 애기나리(<i>Disporum smilacinum</i>) 삼주(<i>Atractylodes ovata</i>) ^a 애기원추리(<i>Hemerocallis minor</i>) ^a 고갈제비꽃(<i>Viola rossi</i>) ^a 주름조개풀(<i>Optismenus undulatifolius</i> var. <i>undulatifolius</i>) ^b 청가시덩굴(<i>Smilaxs ieboldii</i>) ^a 기름새(<i>Spodiopogon cotulifer</i>) ^a 그늘사초(<i>Carex lanceolata</i>) ^a 산거울(<i>Festuca ovina</i>) ^a 담쟁이덩굴(<i>Parthenocissus tricuspidata</i>) 대사초(<i>Carex siderosticta</i>) 맑은대쭉(<i>Artemisia keiskeana</i>) ^a 미역취(<i>Solidagovirgaurea</i> var. <i>asiatica</i>)	비비추(<i>Hosta longipes</i>) - 오버담조플(<i>Calamagrostis x acutiflora</i> 'Overdam') 애기나리(<i>Disporum smilacinum</i>) 별개미취(<i>Aster koraiensis</i>) 왕원추리(<i>Hemerocallis fulva</i> for. <i>kwanso</i>) 제비꽃(<i>Viola mandshurica</i>) - 큰꽃으아리(<i>Clematis patens</i>) 흰줄갈풀(<i>Phalaris arundinacea</i> var. <i>picta</i>) 무늬사초(<i>Carex maculata</i>) 갈풀(<i>Phalaris arundinacea</i>) 담쟁이덩굴(<i>Parthenocissus tricuspidata</i>) 대사초(<i>Carex siderosticta</i>) 은쭉(<i>Artemisia schmidtiana</i> 'NaNa') 미역취(<i>Solidagovirgaurea</i> var. <i>asiatica</i>)

^a: 대체 가능 수종, ^b: 대체 불가능 수종.

1) 상수리나무 다층식재 모델

상수리나무 군락은 사면중부지형에 주로 위치하여, 수분환경은 중용수로 관리될 수 있는 지역에 식재가 가능하며, 경사도 19도의 경사를 조성하여 자연식생의 경사도를 유지할 수 있도록 하며, 자연 상태에서의 교목의 평균 흉고직경이 23cm, 평균 출현종이 18종으로 식재설계 시 활용할 수 있다.

주 수종으로 목표 피도 75%의 상수리나무와 갈참나무, 소나무 등을 식재하여 동절기의 경관 또한 고려하며, 하부 관목 2층은 붉나무 등을 식재하고, 관목으로 진달래, 싸리나무, 생강나무 등을 식재하며, 외곽 임연부는 때죽나무 등의 극양수 수목 및 관목, 흰줄갈풀 등의 초본류 등의 다층의 식재를 적용할 수 있다(표 16, 그림 4 참조).

2) 소나무-리기다소나무 다층식재 모델

소나무-리기다소나무 군락은 사면하부지형에 주로 위치하여, 수분환경은 약습으로 관리될 수 있는 지역에 식재가 가능

하고 경사도 25도의 경사를 조성하여 자연식생의 경사도를 유지할 수 있도록 한다. 또한 자연 상태에서의 교목의 평균 흉고 직경이 15cm, 평균 출현종이 15종으로 식재설계 시 활용할 수 있다. 주 수종으로 목표 피도 50%의 소나무와 리기다소나무, 신갈나무 등을 식재하며, 하부 관목 2층은 서어나무와 측백나무 등을 식재하고, 관목으로 철쭉나무, 진달래 등의 화목류와 가을철 열매 감상 등이 가능한 작살나무 등을 식재하며, 외곽 임연부는 관목 및 흰줄갈풀, 애기나리, 미역취 등의 초본류 등의 다층의 식재를 적용할 수 있다(표 17, 그림 5 참조).

3) 소나무-진달래 다층식재 모델

소나무-진달래군락은 사면하부지형에 주로 위치하여, 수분환경은 약습으로 관리될 수 있는 지역에 식재가 가능하며, 경사도 18도의 경사를 조성하여 자연식생의 경사도를 유지할 수 있도록 하여야 한다.

주 수종으로 목표 피도 90%의 소나무와 낙엽활엽관목인 신

표 13. 굴참나무의 수반종과 대체 유사종

층위	자연 식생 구조 내 수반종	조경 식재설계 시 반영가능한 수반종
교목 1층 (T1)	상수리나무 (<i>Quercus acutissima</i>) 소나무 (<i>Pinus densiflora</i>) 밤나무 (<i>Castanea crenata</i>) 물푸레나무 (<i>Fraxinus rhynchophylla</i>)	상수리나무 (<i>Quercus acutissima</i>) 소나무 (<i>Pinus densiflora</i>) 밤나무 (<i>Castanea crenata</i>) 물푸레나무 (<i>Fraxinus rhynchophylla</i>)
교목 2층 (T2)	당단풍 (<i>Acer pseudosieboldianum</i>) 쪽동백 (<i>Rhododendron schlippenbachii</i>)	당단풍 (<i>Acer pseudosieboldianum</i>) 쪽동백 (<i>Rhododendron schlippenbachii</i>)
관목층 (S)	국수나무 (<i>Stephanandra incisa</i>) ^a 병꽃나무 (<i>Weigela subsessilis</i>) 생강나무 (<i>Lindera obtusiloba</i>) 참회나무 (<i>Euonymus oxyphyllus</i>) ^a 진달래 (<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>mucronulatum</i>) 철쭉나무 (<i>Rhododendron schlippenbachii</i>) 산딸기 (<i>Rubus crataegifolius</i>) ^a	중산국수나무 (<i>Stephanandra incisa</i>) 병꽃나무 (<i>Weigela subsessilis</i>) 생강나무 (<i>Lindera obtusiloba</i>) 화살나무 (<i>Euonymus alatus</i>) 진달래 (<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>mucronulatum</i>) 철쭉나무 (<i>Rhododendron schlippenbachii</i>) 철레꽃 (<i>Rosa multiflora</i> var. <i>multiflora</i>)
초본층 (H)	기름새 (<i>Spodiopogon cotulifer</i>) ^a 대사초 (<i>Carex siderosticta</i>) 미역취 (<i>Solidagovirgaurea</i> var. <i>asiatica</i>) 삼주 (<i>Atractylodes ovata</i>) ^a 선밀나물 (<i>Smilax nipponica</i>) ^a 단풍취 (<i>Ainsliaea acerifolia</i>) 주름조개풀 (<i>Oplismenus undulatifolius</i> var. <i>undulatifolius</i>) ^b 청가시덩굴 (<i>Smilax sieboldii</i>) ^a 뺨고사리 (<i>Athyrium yokoscense</i>) ^a 청미래덩굴 (<i>Smilax china</i>) ^a 큰기름새 (<i>Spodiopogon sibiricus</i>) ^b	흰줄갈풀 (<i>Phalaris arundinacea</i> var. <i>picta</i>) 대사초 (<i>Carex siderosticta</i>) 미역취 (<i>Solidagovirgaurea</i> var. <i>asiatica</i>) 별개미취 (<i>Aster koraiensis</i>) 비비추 (<i>Hosta longipes</i>) 단풍취 (<i>Ainsliaea acerifolia</i>) - 큰꽃으아리 (<i>Clematis patens</i>) 개고사리 (<i>Athyrium niponicum</i>) 인동덩굴 (<i>Lonicera japonica</i>) -

^a: 대체 가능 수종, ^b: 대체 불가능 수종

표 14. 갈참나무의 수반종과 대체 유사종

층위	자연 식생 구조 내 수반종	조경 식재설계 시 반영가능한 수반종
교목 1층 (T1)	상수리나무 (<i>Quercus acutissima</i>) 신갈나무 (<i>Quercus mongolica</i>) 줄참나무 (<i>Quercus serrata</i>) 물오리나무 (<i>Alnus sibirica</i>) ^a 물푸레나무 (<i>Fraxinus rhynchophylla</i>)	상수리나무 (<i>Quercus acutissima</i>) 신갈나무 (<i>Quercus mongolica</i>) 줄참나무 (<i>Quercus serrata</i>) 서어나무 (<i>Carpinus laxiflora</i>) 물푸레나무 (<i>Fraxinus rhynchophylla</i>)
교목 2층 (T2)	당단풍 (<i>Acer pseudosieboldianum</i>) 쪽동백 (<i>Rhododendron schlippenbachii</i>)	당단풍 (<i>Acer pseudosieboldianum</i>) 쪽동백 (<i>Rhododendron schlippenbachii</i>)
관목층 (S)	국수나무 (<i>Stephanandra incisa</i>) ^a 병꽃나무 (<i>Weigela subsessilis</i>) 생강나무 (<i>Lindera obtusiloba</i>) 참회나무 (<i>Euonymus oxyphyllus</i>) ^a 진달래 (<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>mucronulatum</i>) 철쭉나무 (<i>Rhododendron schlippenbachii</i>) 산딸기 (<i>Rubus crataegifolius</i>)	중산국수나무 (<i>Physocarpus intermedius</i>) 병꽃나무 (<i>Weigela subsessilis</i>) 생강나무 (<i>Lindera obtusiloba</i>) 화살나무 (<i>Euonymus alatus</i>) 진달래 (<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>mucronulatum</i>) 철쭉나무 (<i>Rhododendron schlippenbachii</i>) 철레꽃 (<i>Rosa multiflora</i> var. <i>multiflora</i>)
초본층 (H)	기름새 (<i>Spodiopogon cotulifer</i>) ^a 대사초 (<i>Carex siderosticta</i>) 미역취 (<i>Solidagovirgaurea</i> var. <i>asiatica</i>) 삼주 (<i>Atractylodes ovata</i>) ^a 선밀나물 (<i>Smilax nipponica</i>) ^a 단풍취 (<i>Ainsliaea acerifolia</i>) 주름조개풀 (<i>Oplismenus undulatifolius</i> var. <i>undulatifolius</i>) 청가시덩굴 (<i>Smilax sieboldii</i>) ^a 뺨고사리 (<i>Athyrium yokoscense</i>) ^a 청미래덩굴 (<i>Smilax china</i>) ^a 큰기름새 (<i>Spodiopogon sibiricus</i>) ^b	흰줄갈풀 (<i>Phalaris arundinacea</i> var. <i>picta</i>) 대사초 (<i>Carex siderosticta</i>) 미역취 (<i>Solidagovirgaurea</i> var. <i>asiatica</i>) 별개미취 (<i>Aster koraiensis</i>) 비비추 (<i>Hosta longipes</i>) 단풍취 (<i>Ainsliaea acerifolia</i>) - 큰꽃으아리 (<i>Clematis patens</i>) 개고사리 (<i>Athyrium niponicum</i>) 인동덩굴 (<i>Lonicera japonica</i>) -

^a: 대체 가능 수종, ^b: 대체 불가능 수종

표 15. 소나무의 수반종과 대체 유사종

층위	자연 식생 구조 내 수반종	조경 식재설계 시 반영가능한 수반종
교목 1층 (T1)	<ul style="list-style-type: none"> 굴참나무(<i>Quercus variabilis</i>) 리기다소나무(<i>Pinus rigida</i>) 물푸레나무(<i>Fraxinus rhynchophylla</i>) 밤나무(<i>Castanea crenata</i>) 물오리나무(<i>Alnus sibirica</i>)^a 상수리나무(<i>Quercus acutissima</i>) 신갈나무(<i>Quercus mongolica</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> 굴참나무(<i>Quercus variabilis</i>) 리기다소나무(<i>Pinus rigida</i>) 물푸레나무(<i>Fraxinus rhynchophylla</i>) 밤나무(<i>Castanea crenata</i>) 서어나무(<i>Carpinus laxiflora</i>) 상수리나무(<i>Quercus acutissima</i>) 신갈나무(<i>Quercus mongolica</i>)
교목 2층 (T2)	<ul style="list-style-type: none"> 당단풍(<i>Acer pseudosieboldianum</i>) 매죽나무(<i>Styrax japonicus</i>) 쪽동백(<i>Rhododendron schlippenbachii</i>) 노간주나무(<i>Juniperus rigida</i>)^a 	<ul style="list-style-type: none"> 당단풍(<i>Acer pseudosieboldianum</i>) 매죽나무(<i>Styrax japonicus</i>) 쪽동백(<i>Rhododendron schlippenbachii</i>) 측백나무(<i>Thuja orientalis</i>)
관목층 (S)	<ul style="list-style-type: none"> 국수나무(<i>Stephanandra incisa</i>)^a 덜꿩나무(<i>Viburnum erosum</i>) 노린재나무(<i>Symplocoschinensis</i> for. <i>pilosa</i>)^b 붉은병꽃(<i>Weigela florida</i>) 생강나무(<i>Lindera obtusiloba</i>) 작살나무(<i>Callicarpa japonica</i>) 산초나무(<i>Zanthoxylum schinifolium</i>)^b 진달래(<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>mucronulatum</i>) 철쭉나무(<i>Rhododendron schlippenbachii</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> 중산국수나무(<i>Physocarpus intermedius</i>) 덜꿩나무(<i>Viburnum erosum</i>) 붉은병꽃(<i>Weigela florida</i>) 생강나무(<i>Lindera obtusiloba</i>) 작살나무(<i>Callicarpa japonica</i>) 진달래(<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>mucronulatum</i>) 철쭉나무(<i>Rhododendron schlippenbachii</i>)
초본층 (H)	<ul style="list-style-type: none"> 그늘사초(<i>Carex lanceolata</i>)^a 기름새(<i>Sporiobogon cotulifer</i>)^a 단풍취(<i>Ainsliaea acerifolia</i>) 실새풀(<i>Calamagrostis arundinacea</i>)^a 대사초(<i>Carex siderosticta</i>) 뱅고사리(<i>Athyrium yokoscense</i>)^a 미역취(<i>Solidagovirgaurea</i> var. <i>asiatica</i>) 칭미래덩굴(<i>Smilax china</i>)^a 선밀나물(<i>Smilax nipponica</i>)^a 애기나리(<i>Disporum smilacinum</i>) 애기원추리(<i>Hemerocallis minor</i>)^a 	<ul style="list-style-type: none"> 무늬사초(<i>Carex maculata</i>) 흰줄갈풀(<i>Phalaris arundinacea</i> var. <i>picta</i>) 단풍취(<i>Ainsliaea acerifolia</i>) 오비담조풀(<i>Calamagrostis x acutiflora</i> 'Overdam') 대사초(<i>Carex siderosticta</i>) 개고사리(<i>Athyrium niponicum</i>) 미역취(<i>Solidagovirgaurea</i> var. <i>asiatica</i>) 인동덩굴(<i>Lonicera japonica</i>) 비비추(<i>Hosta longipes</i>) 애기나리(<i>Disporum smilacinum</i>) 왕원추리(<i>Hemerocallis fulva</i> for. <i>kwanso</i>)

^a: 대체 가능 수종, ^b: 대체 불가능 수종

갈나무 등을 식재할 수 있으며, 하부 관목 2층은 측백나무와 당단풍, 물푸레나무와 서어나무, 쪽동백 등을 식재하고, 관목으로 진달래, 철쭉나무, 병꽃나무 등의 화목류와 생강나무 등을 식재하며, 은쭉, 왕원추리, 흰줄갈풀 등의 초본류가 적용된 4층의 다층식재를 적용할 수 있다(표 18, 그림 6 참조).

4) 신갈나무-팔배나무 다층식재 모델

신갈나무-팔배나무 군락은 사면중부지형에 주로 위치하여, 수분환경은 중용수로 관리될 수 있는 지역에 식재가 가능하며, 경사도 24도의 경사를 조성하여 자연식생의 경사도를 유지할 수 있도록 하며, 자연 상태에서의 교목의 평균 흉고직경이 19cm, 평균 출현종이 15종으로 식재설계 시 활용할 수 있다. 주 수종으로 목표 피도 75%의 신갈나무와 상록침엽수인 소나무 등을 식재할 수 있으며, 상수리나무와 리기다소나무, 갈참나무 등을 선택 적용할 수 있다. 하부 관목 2층은 당단풍과 물푸레나무 등을 식재하고, 임연부에는 극양수인 팔배나무 식재를 할 수 있고, 관목층으로는 진달래와 철쭉나무, 중산 국수나무와

작살나무, 덜꿩나무 등이 식재가 가능하며, 갈풀, 애기나리, 은쭉, 큰꽃아리, 무늬사초, 미역취 등의 초본류가 적용될 수 있다(표 19, 그림 7 참조).

5) 신갈나무-진달래 다층식재 모델

신갈나무-진달래 군락은 사면하부지형에 주로 위치하여, 수분환경은 약습으로 관리될 수 있는 지역에 식재가 가능하며, 경사도 29도의 경사를 조성하여 자연식생의 경사도를 유지할 수 있도록 하고 자연 상태에서의 교목의 평균 흉고직경이 18cm, 평균 출현종이 28종으로 풍부한 종 다양성을 나타내어 이를 식재설계 시 활용할 수 있다. 주 수종으로 목표 피도 80%의 신갈나무와 상록침엽수인 소나무 등을 식재할 수 있으며, 하부 관목 2층은 당단풍과 쪽동백, 물푸레나무와 측백나무 등을 식재하고, 임연부에는 극양수인 팔배나무 식재를 할 수 있다. 관목층으로는 진달래와 철쭉나무, 중산 국수나무와 화살나무, 덜꿩나무, 작살나무 등이 식재가 가능하며, 애기나리, 대사초, 갈풀과 비비추, 제비꽃, 왕원추리, 은쭉, 미역취, 별개미취와

표 16. 상수리나무 다층식재 모델

층위	식물명	우점도	목표피도(%)
교목 1층 (T1)	상수리나무(<i>Quercus acutissima</i>)	7.9	75
	갈참나무(<i>Quercus aliena</i>)	4.3	5
	소나무(<i>Pinus densiflora</i>)	2.9	-
	졸참나무(<i>Quercus serrata</i>)	2.8	-
	굴참나무(<i>Quercus variabilis</i>)	1.3	-
교목 2층 (T2)	붉나무(<i>Rhus tricocarpa</i>)	0.8	-
	때죽나무(<i>Styrax japonicus</i>)	0.6	-
관목층 (S)	진달래(<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>mucronulatum</i>)	1.1	-
	생강나무(<i>Lindera obtusiloba</i>)	1.0	-
	짜리(<i>Lespedeza bicolor</i>)	0.7	-
초본층 (H)	흰줄갈풀(<i>Phalaris arundinacea</i> var. <i>picta</i>)	1.2	-
	갈풀(<i>Phalaris arundinacea</i>)	1.0	-
	오버담조플 (<i>Calamagrostis x acutiflora</i> 'Overdam')	0.8	-
	인동덩굴(<i>Lonicera japonica</i>)	0.8	-

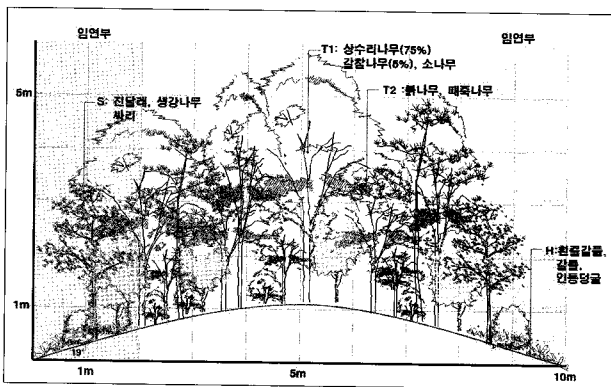


그림 4. 상수리나무 다층식재 모델

흰줄갈풀, 무늬사초 등과 덩굴성 식물로 담쟁이덩굴과 큰꽃으
아리 등이 식재할 수 있다(표 20, 그림 8 참조).

6) 신갈나무-측백나무 다층식재 모델

신갈나무-측백나무 군락은 사면중부지형에 주로 위치하여, 수분환경은 중용수로 관리될 수 있는 지역에 식재가 가능하고 경사도 26도의 경사를 조성하여 자연식생의 경사도를 유지할 수 있도록 하며, 자연 상태에서의 교목의 평균 흉고직경이 14cm, 평균 출현종이 29종으로 풍부한 종 다양성을 나타내어 이는 식재설계 시 활용할 수 있다. 주 수종으로 목표 피도 50%의 신갈나무와 상수리나무, 상록침엽수인 소나무 등을 식재할

표 17. 소나무-리기다소나무 다층식재 모델

층위	식물명	우점도	목표피도(%)
교목 1층 (T1)	소나무(<i>Pinus densiflora</i>)	6.6	50
	리기다소나무(<i>Pinus rigida</i>)	5.1	15
	신갈나무(<i>Quercus mongolica</i>)	4.0	5
교목 2층 (T2)	측백나무(<i>Thuja orientalis</i>)	4.4	5
	서어나무(<i>Carpinus laxiflora</i>)	2.0	-
관목층 (S)	철쭉나무(<i>Rhododendron schlippenbachii</i>)	3.4	5
	진달래(<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>mucronulatum</i>)	2.9	-
	작살나무(<i>Callicarpa japonica</i>)	0.6	-
초본층 (H)	흰줄갈풀(<i>Phalaris arundinacea</i> var. <i>picta</i>)	2.0	-
	오버담조플 (<i>Calamagrostis x acutiflora</i> 'Overdam')	1.9	-
	미역취(<i>Solidagovirgaurea</i> var. <i>asiatica</i>)	0.9	-
	애기나리(<i>Disporum smilacinum</i>)	0.7	-

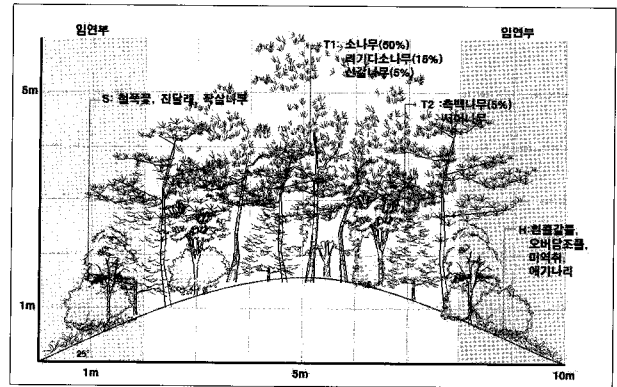


그림 5. 소나무-리기다소나무 다층식재 모델

수 있으며, 하부 관목 2층은 물푸레나무와 측백나무 등을 식재 하고, 임연부에는 극양수인 팔배나무 식재를 할 수 있다. 관목 층으로는 중산 국수나무와 진달래, 철쭉나무, 작살나무, 생강나 무를 식재하고, 갈풀, 은쭉, 애기나리와 벌개미취, 무늬사초, 흰 줄갈풀, 왕원추리와 담쟁이덩굴 등을 식재하여 풍부한 다층의 환경을 조성할 수 있다(표 21, 그림 9 참조).

7) 신갈나무-철쭉나무 다층식재 모델

신갈나무-철쭉나무 군락은 사면하부지형에 주로 위치하여, 수분환경은 약습으로 관리될 수 있는 지역에 식재가 가능하며, 경사도 18도의 경사를 조성하여 자연식생의 경사도를 유지할 수 있도록 하며, 자연 상태에서의 교목의 평균 흉고직경이 19cm, 평균 출현종이 30종으로 풍부한 종 다양성을 나타내어 이를 식재설계 시 활용할 수 있다. 주 수종으로 목표 피도 90%

표 18. 소나무-진달래 다층식재 모델

층위	식물명	우점도	목표피도(%)
교목 1층 (T1)	소나무(<i>Pinus densiflora</i>)	9.0	90
	신갈나무(<i>Quercus mongolica</i>)	4.2	5
교목 2층 (T2)	측백나무(<i>Juniperus rigida</i>)	2.8	-
	당단풍(<i>Acer pseudosieboldianum</i>)	1.4	-
	물푸레나무(<i>Fraxinus rhynchophylla</i>)	1.8	-
	서어나무(<i>Carpinus laxiflora</i>)	0.5	-
	쪽동백(<i>Rhododendron schlippenbachii</i>)	0.8	-
관목층 (S)	진달래(<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>mucronulatum</i>)	6.3	50
	철쭉나무(<i>Rhododendron schlippenbachii</i>)	3.4	5
	붉은병꽃(<i>Weigela florida</i>)	1.9	-
	작살나무(<i>Callicarpa japonica</i>)	1.3	-
	생강나무(<i>Lindera obtusiloba</i>)	0.5	-
초본층 (H)	흰줄갈풀(<i>Phalaris arundinacea</i> var. <i>picta</i>)	1.0	-
	은쭉(<i>Artemisia schmidtiana</i> 'NaNa')	0.5	-
	왕원추리(<i>Hemerocallis fulva</i> for. <i>kwanso</i>)	0.5	-

표 19. 신갈나무-팔배나무 다층식재 모델

층위	식물명	우점도	목표피도(%)
교목 1층 (T1)	신갈나무(<i>Quercus mongolica</i>)	7.4	75
	소나무(<i>Pinus densiflora</i>)	3.4	5
	상수리나무(<i>Quercus acutissima</i>)	2.2	-
	리기다소나무(<i>Pinus rigida</i>)	0.7	-
교목 2층 (T2)	갈참나무(<i>Quercus aliena</i>)	0.5	-
	팔배나무(<i>Sorbus alnifolia</i>)	6.0	25
	당단풍(<i>Acer pseudosieboldianum</i>)	1.3	-
관목층 (S)	물푸레나무(<i>Fraxinus rhynchophylla</i>)	0.2	-
	진달래(<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>mucronulatum</i>)	3.6	5
	중산국수나무(<i>Physocarpus intermedius</i>)	1.7	-
	철쭉나무(<i>Rhododendron schlippenbachii</i>)	0.5	-
	작살나무(<i>Callicarpa japonica</i>)	0.5	-
	덜꿩나무(<i>Viburnum erosum</i>)	0.3	-
	갈풀(<i>Phalaris arundinacea</i>)	1.6	-
	큰꽃아리(<i>Clematis patens</i>)	0.8	-
	오버담조플 (<i>Calamagrostis x acutiflora</i> 'Overdam')	0.4	-
	애기나리(<i>Disporum smilacinum</i>)	0.3	-
초본층 (H)	은쭉(<i>Artemisia schmidtiana</i> 'NaNa')	0.3	-
	무늬사초(<i>Carex maculata</i>)	0.2	-
	미역취(<i>Solidagovirgaurea</i> var. <i>asiatica</i>)	0.2	-

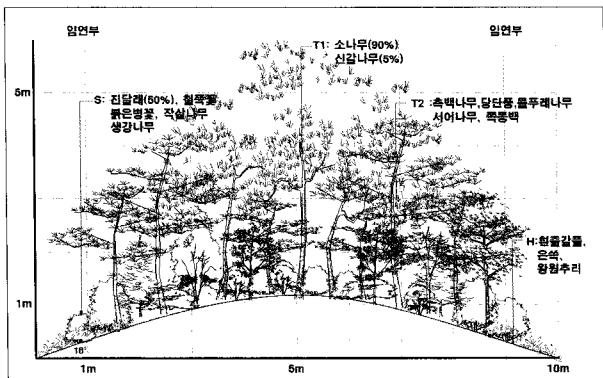


그림 6. 소나무-진달래 다층식재 모델

의 신갈나무와 상수리나무, 상록침엽수인 소나무 등을 식재할 수 있으며, 하부 관목 2층은 당단풍과 물푸레나무를 식재하고, 관목층으로는 중산 국수나무와 철쭉나무, 진달래, 작살나무를 식재하고, 애기나리, 무늬사초와 비비추, 대사초, 미역취, 흰줄 갈풀, 은쭉과 제비꽃 등의 초본류와 담쟁이덩굴, 큰꽃아리 등의 덩굴성 식물 등을 식재하여 풍부한 다층의 환경을 조성할 수 있다(표 22, 그림 10 참조).

IV. 결론

본 연구는 서울 지역의 93개 식생조사표를 기초로 군집분석을 통한 7개 다층식재 기초 군락 제시와 서울형에 나타난 식물

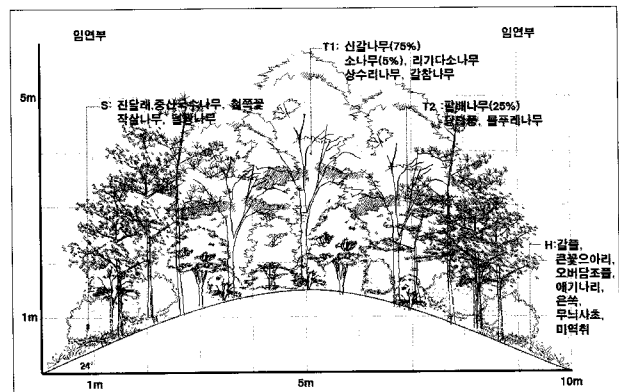


그림 7. 신갈나무-팔배나무 다층식재 모델

종 중 빈도 10% 이상 출현한 57종 식물종 간의 중간 친화력을 통한 수반종을 도출하여 식재 설계 시 응용 가능하도록 하였다. 그리고 최종 도출된 7개 군락 내 식물종 간의 친화력 검정을 통한 최종 다층구조 식재 모델을 설정하였다.

최종 다층구조 식재모델은 상수리나무군락, 소나무-리기다 소나무군락, 소나무-진달래군락, 신갈나무-팔배나무군락, 신갈

표 20. 신갈나무-진달래 다층식재 모델

층위	식물명	우점도	목표피도(%)
교목 1층 (T1)	신갈나무(<i>Quercus mongolica</i>)	8.6	80
	소나무(<i>Pinus densiflora</i>)	0.4	-
교목 2층 (T2)	당단풍(<i>Acer pseudosieboldianum</i>)	4.6	10
	팔배나무(<i>Sorbus alnifolia</i>)	3.4	5
	쪽동백(<i>Rhododendron schlippenbachii</i>)	1.7	-
	물푸레나무(<i>Fraxinus rhynchophylla</i>)	1.5	-
관목층 (S)	진달래(<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>mucronulatum</i>)	4.8	10
	철쭉나무(<i>Rhododendron schlippenbachii</i>)	3.3	5
	중산국수나무(<i>Physocarpus intermedius</i>)	3.2	5
	화살나무(<i>Euonymus alatus</i>)	1.7	-
	덜꿩나무(<i>Viburnum erosum</i>)	1.6	-
	작살나무(<i>Callicarpa japonica</i>)	1.1	-
초본층 (H)	애기나리(<i>Disporum smilacinum</i>)	4.0	5
	대사초(<i>Carex siderosticta</i>)	2.7	-
	갈풀(<i>Phalaris arundinacea</i>)	1.7	-
	비비추(<i>Hosta longipes</i>)	1.6	-
	큰꽃오아리(<i>Clematis patens</i>)	1.3	-
	제비꽃(<i>Viola mandshurica</i>)	1.2	-
	왕원추리(<i>Hemerocallis fulva</i> for. <i>kwanso</i>)	1.2	-
	은쭉(<i>Artemisia schmidtiana</i> 'NaNa')	1.1	-
	미역취(<i>Solidagovirgaurea</i> var. <i>asiatica</i>)	0.8	-
	별개미취(<i>Aster koraiensis</i>)	0.7	-
	흰줄갈풀(<i>Phalaris arundinacea</i> var. <i>picta</i>)	0.5	-
	담쟁이덩굴(<i>Parthenocissus tricuspidata</i>)	0.4	-
	무늬사초(<i>Carex maculata</i>)	0.2	-

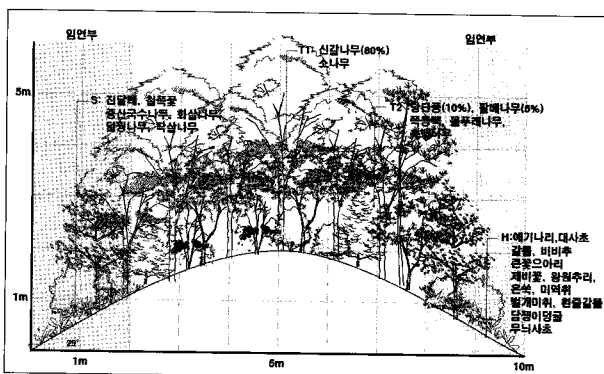


그림 8. 신갈나무-진달래 다층식재 모델

표 21. 신갈나무-측백나무 다층식재 모델

층위	식물명	우점도	목표피도(%)
교목 1층 (T1)	신갈나무(<i>Quercus mongolica</i>)	6.6	50
	상수리나무(<i>Quercus acutissima</i>)	1.6	-
	소나무(<i>Pinus densiflora</i>)	0.8	-
교목 2층 (T2)	측백나무(<i>Thuja orientalis</i>)	4.4	10
	팔배나무(<i>Sorbus alnifolia</i>)	1.8	-
	물푸레나무(<i>Fraxinus rhynchophylla</i>)	1.0	-
관목층 (S)	중산국수나무(<i>Physocarpus intermedius</i>)	3.0	-
	진달래(<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>mucronulatum</i>)	2.8	-
	철쭉나무(<i>Rhododendron schlippenbachii</i>)	1.8	-
	작살나무(<i>Callicarpa japonica</i>)	1.6	-
초본층 (H)	생강나무(<i>Lindera obtusiloba</i>)	3.6	5
	갈풀(<i>Phalaris arundinacea</i>)	2.4	-
	담쟁이덩굴(<i>Parthenocissus tricuspidata</i>)	2.0	-
	은쭉(<i>Artemisia schmidtiana</i> 'NaNa')	1.8	-
	애기나리(<i>Disporum smilacinum</i>)	1.0	-
	별개미취(<i>Aster koraiensis</i>)	1.2	-
	무늬사초(<i>Carex maculata</i>)	0.8	-
	흰줄갈풀(<i>Phalaris arundinacea</i> var. <i>picta</i>)	0.8	-
	왕원추리(<i>Hemerocallis fulva</i> for. <i>kwanso</i>)	0.8	-

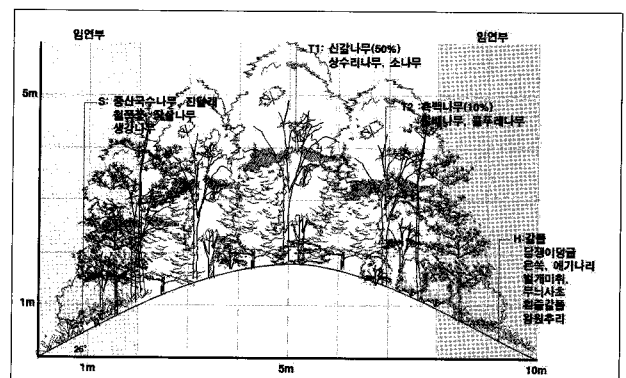


그림 9. 신갈나무-측백나무 다층식재 모델

나무-진달래군락, 신갈나무-측백나무군락, 신갈나무-철쭉나무 군락 등 총 7개 군락으로 자연군락에서 도출된 교목 1층, 교목 2층, 관목층, 초본층의 수목 리스트와 목표 피도 등을 제안하여 식재설계 시 활용 가능한 기초모델을 제안하였다.

다층구조 식재의 필요성과 중요성은 여러 분야의 연구를 통해 이미 인식되었으나 구체적인 방안에 대한 연구 및 실질적 적용을 위한 기초 모델에 대한 연구는 미비하였다. 그러나 본 연구는 수리통계적 접근 방법을 통해 객관적인 결과를 통한 식

표 22. 신갈나무-철쭉나무 다층식재 모델

층위	식물명	우점도	목표피도(%)
교목 1층 (T1)	신갈나무(<i>Quercus mongolica</i>)	9.0	90
	상수리나무(<i>Quercus acutissima</i>)	1.2	-
	소나무(<i>Pinus densiflora</i>)	0.7	-
교목 2층 (T2)	당단풍(<i>Acer pseudosieboldianum</i>)	2.9	-
	물푸레나무(<i>Fraxinus rhynchophylla</i>)	1.2	-
관목층 (S)	중산국수나무(<i>Physocarpus intermedius</i>)	3.5	5
	철쭉나무(<i>Rhododendron schlippenbachii</i>)	6.4	50
	진달래(<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>mucronulatum</i>)	3.5	5
	작살나무(<i>Callicarpa japonica</i>)	1.4	-
초본층 (H)	애기나리(<i>Disporum smilacinum</i>)	3.1	5
	무늬사초(<i>Carex maculata</i>)	1.9	-
	큰꽃아리(<i>Clematis patens</i>)	1.5	-
	비비추(<i>Hosta longipes</i>)	0.9	-
	담쟁이덩굴(<i>Parthenocissus tricuspidata</i>)	0.7	-
	대사초(<i>Carex siderosticta</i>)	0.6	-
	미역취(<i>Solidagovirgaurea</i> var. <i>asiatica</i>)	0.6	-
	벌개미취(<i>Aster koraiensis</i>)	0.5	-
	흰줄갈풀(<i>Phalaris arundinacea</i> var. <i>picta</i>)	0.5	-
	은쭉(<i>Artemisia schmidtiana</i> 'NaNa')	0.3	-
	제비꽃(<i>Viola mandshurica</i>)	0.3	-

본 연구는 기초적 다층구조 식재 모델을 위한 수리통계적 방법을 응용하는 등 객관적 방법을 이용해 결과를 도출하였으나, 다음과 같은 몇 가지 제한점이 있다.

1. 연구의 대상을 국립환경연구원이 자연생태조사를 실시한 내용 중 서울지역 내 6개 삼림녹지의 조사표를 활용하였으나, 그 조사 주체가 각각 다르며, 조사구의 선정 기준 또한 상이하므로, 일반화에는 제한점이 있을 수 있으나, 조사 자료의 수를 최대한 확보하고, 조사자료 중 지형적 특성을 제한하여 연구 데이터의 신뢰성을 높이고자 하였다.
2. 다층식재 모델을 위하여, ISA 분석을 통해 적정 군락수를 설정하고, 군집분석을 통하여 기초군락을 도출하였으며, 군락 내 식물종 간의 친화력 분석을 통한 최종 다층식재 군락을 도출하였다. 그러나 중간친화력 검토에 있어서 빈도 10% 이상의 식물상만을 대상으로 하였으므로, 제시된 다층식재 모델 또한 빈도 10% 미만의 식물상은 제외되었다. 이는 희귀종 등이 제외될 수 있다는 제한점이 있고, 조사지의 생태적 특성을 모두 반영할 수 없다는 한계성을 갖고 있다.
3. 조사된 수고, 흉고직경, 피도 등을 통해 식재 모델 제안 시 규격, 주수, 밀도 등을 제안하는 것이 생태적 접근법에 제한을 둘 수 있으므로, 대표식생의 목표 피도만을 제안하였으며, 식재 설계 시 반영 가능한 식물종은 현 시장 수급상황을 고려한 유사종으로 식재 설계 시 설계가가 현황에 맞게 응용할 수 있을 것이다.

인용문헌

1. 강현경(2000) 도시 식물 군집의 구조적 특성 및 자연성 복원을 위한 식생모델에 관한 연구. 상명대학교 대학원 박사학위논문.
2. 권전오(1997) 중부지방 자연식생 분석을 통한 생태적 배식모델 연구. 서울시립대학교 대학원 석사학위논문.
3. 김중엽(2007) 수도권 도시 내 조성녹지의 군락식재 모델 개발 연구. 서울시립대학교 대학원 박사학위논문.
4. 김중원(2006) 녹지생태학. 서울: 월드사이언스.
5. 김중원, 김성열(2006) 식생분류 컴퓨터 프로그램 [RIM] Ver. 2.1. 서울: 한국생태계관리연구소.
6. 심우경(1993) 생태적 조정설계를 통한 조경관리. 환경과 조경 64: 52-55.
7. 심우경, 이동익(2001) 조경 식재공간에서 다층식재의 실제분석. 한국조경학회지 29(1): 140-151.
8. 안계동(2009) 조경식재 설계 들여다보기. 조경생태시공 53: 52.
9. 오구균(1986) 자연식생의 생태적 특성을 고려한 배식설계 기준에 관한 연구: 창덕궁 후원 자연식생 분석을 통하여. 서울대학교 환경대학원 석사학위논문.
10. 이경재, 한봉호, 이수동(2004) 서울시 아파트 내 조성수목 배식특성 및 개선연구. 한국환경생태학회지 18(2): 236-248.
11. 이창석, 홍선기, 한동열(1997) 서울의 식생. 서울특별시 산림생태계 조사보고서.
12. 조현길, 이경재, 권전오(1998) 서울시의 토지이용 및 녹지구조: 강남구 및 중랑구를 중심으로. 한국환경생태학회지 12(1): 30-41.
13. 한봉호(2000) 생태도시 구현을 위한 도시녹지축의 생태적 특성 평가 및 식재모델에 관한 연구. 서울시립대학교 대학원 박사학위논문.
14. Braun-Blanquet, J.(1965) Plant Sociology. New York: The Study of Plant Communities.

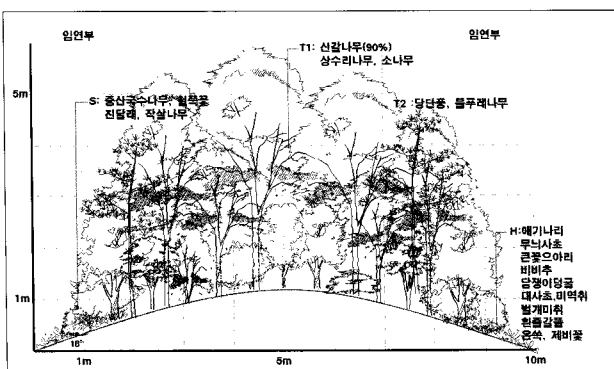


그림 10. 신갈나무-철쭉나무 다층식재 모델

재모델을 제안하였다. 이는 완충녹지 조성뿐만 아니라 주거단지의 외곽식재 및 육생 비오톱 조성, 생태공원 등의 생태환경 계획 등 다양한 분야에 응용되어 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

이러한 생태학을 기본으로 한 식물사회학적 접근에서의 식재 모델 적용을 통하여 보다 바람직한 도시숲 조성 및 도시녹지 확대를 통하여 쾌적한 환경을 조성하고, 당면한 지구 환경적 문제의 해결방법으로 제시될 수도 있을 것이다.

15. Cole, L. C.(1949) The measurement of interspecific association. Ecology 30: 411-424.
16. Lee, C. S., S. K. Hong, and Y. H. You(1998) Landscape ecological studies on green-belt zone in the Metropolitan area of Seoul, Korea. Proceedings of the 1st Landscape Ecology Forum on 20. Landscape Ecology: Principle, Concept, and Application, pp. 9-25.
17. McCune, Bruce and James B. Grace(2002) Analysis of Ecological Communities, Oregon: MjM Software Design.
18. Westhoff, V. and Van der Maarel, E(1973) The Braun-Blanquet approach. In: Whittaker R. H. (ed.). Handbook of Vegetation Sci., 5: 616-726.
19. 國際生態學センター. (1995) 環境保全林形成のための理論と實際. 財團法人 國際生態學センター. 横兵.
20. <http://www.natue.go.kr>
21. <http://egis.me.go.kr>

원 고 접 수 일: 2010년 8월 16일
 심 사 일: 2010년 10월 6일(1차)
 2010년 10월 14일(2차)
 계 재 확 정 일: 2010년 10월 18일
 3 인 의 명 심 사 필

부록 1. 조사지역 내 출현빈도 10% 이상의 출현한 식물종 간의 공간친화력 매트릭스

The table is a triangular matrix with 57 rows and 57 columns. The diagonal elements are numbered 1 through 57. The cells contain symbols representing the spatial affinity between pairs of plant species. The symbols are: '+' (positive affinity), '-' (negative affinity), and '-' (no affinity). The matrix is symmetric across the diagonal.

+ : 친화력이 있음, - : 친화력이 없음