

南山 및 光陵 山林生態系의 植物 種多樣性의 比較 評價¹

金知洪² · 李炳天³ · 李惟美³

The Comparative Evaluation of Plant Species Diversity in Forest Ecosystems of Namsan and Kwangneung¹

Ji Hong Kim², Byung Cheon Lee³ and You Mi Lee³

要 約

훼손된 生態系로 간주한 南山과 비교적 自然生態系를 유지하고 있는 光陵을 대상으로 식물종의 구성 상태를 중심으로 각 지역의 구조적인 식물 種多樣性를 파악하고 훼손된 생태계로 간주한 南山에 대하여 장차 자연 상태의 생태계로 복원하는데 필요한 여러 가지 生態的 情報를 제공하기 위하여 본 연구를 수행하였다. 上層 植生은 $20m \times 20m$, 中層 植生은 $4m \times 4m$, 下層 植生은 $1m \times 1m$ 의 正方形 標本區를 설정한 階層標本區法을 적용하여 木本과 草本植物의 자료를 수집하였으며, 초본 식물은 봄, 여름, 가을의 種 출현의 변화를 감안하여 계절별로 조사하였다. 林型별, 수직 구조상의 층별, 계절별로 출현하는 식물종을 바탕으로 種構成 狀態, 種多樣性, 生活型 多樣性, 種間 相關關係, 種별 棲息地 평가 등의 분석을 통하여 식물종과 관련되는 山林 生態系의 屬性들을 검토하였다.

南山 闊葉樹林의 상층 임관을 구성하는 임목의 種多樣性 指數는 光陵 天然林의 상층 임목의 종다양성 지수보다 높게 조사되었으나, 전반적인 식물의 종다양도는 光陵 지역이 南山 지역보다 높게 나타났다. 선정된 草本 植物 중에서 光陵 지역에서만 출현하고 南山에서는 찾아볼 수 없었던 것으로는 개싹눈바꽃, 늦고사리삼, 느리미고사리, 광릉끌무꽃, 뼈꽃나리, 그리고 광릉제비꽃 등으로 光陵 지역의 特產種이 대부분이었다. 木本 植物 중에는 보리수나무, 그리고 서울귀룽나무가 南山에서만 조사되었고, 고로쇠나무, 복자기나무, 서어나무, 충충나무, 들메나무, 황벽나무 등 천연 활엽수림의 전형적인 수종이 출현하더라도 그 생육지가 극히 작은 면적 혹은 일부분에 국한되었다. 장차 南山 지역의 生物 多樣性을 복원하는 차원에서 이와 같은 植物 種의 分布 領域이 확대되는 방향으로 이끌어 나갈 필요성이 있다고 판단된다.

ABSTRACT

Namsan area supposed to be a disturbed ecosystem and Kwangneung area considered to be a natural ecosystem were selected for the study. On the basis of the plant species composition, the study was planned to examine structural plant species diversity so as to provide basic ecological information to restore more stable and healthy ecosystem for Namsan. The stratified sample plot method was employed for collecting vegetation data, establishing $20m \times 20m$ square plots for overstory trees, $4m \times 4m$ plots for mid-story woody plants, and $1m \times 1m$ plots for ground vegetation. The herbaceous plants were periodically investigated by taking into account for seasonal(spring, summer, and autumn) variation in presence. Ecological attributes were evaluated through analyzing species composition, species diversity,

¹ 接受 1996년 7월 13일 Received on July 13, 1996.

² 江原大學校 林科大學 College of Forestry, Kangwon National University, Chunchon, 200-701, Korea

³ 林業研究院 Forestry Research Institute, Seoul 130-012, Korea

* 본 논문은 환경부 선도기술개발사업(생태계복원기술개발)에 의해 수행된 연구의 일부임.

life forms, interspecies association, and growing habitat for various forest types, vertical layers, life forms, and seasonal variation.

Even though the species diversity index of canopy trees in the deciduous forest of Namsan was estimated higher than that of the natural forest of Kwangneung, overall species diversity of plants in Kwangneung area was greater than that in Namsan area. Herbaceous plants presented in Kwangneung but not in Namsan were *Aconitum pseudo-proliferum*, *Botrychium virginianum*, *Dryopteris tokyoensis*, *Scutellaria insignis*, *Tricyrtis dilatata*, and *Viola kamibayashii*, most of them were endemic species of Kwangneung. *Elaeagnus umbellata*, and *Prunus padus* var. *seoulensis* were found only in Namsan. Such species typically composed of the natural deciduous forest as *Acer mono*, *Acer triflorum*, *Carpinus laxiflora*, *Cornus controversa*, *Fraxinus mandshurica*, and *Phellodendron amurense* were limited growing in a small size of area in Namsan. The future project should be made for encouraging the growth and expansion of the distribution of such species to restore biodiversity in Namsan area.

Key Words : Species composition, Species diversity, Plant life form, Interspecies association, Microtopographic distribution of plants, Namsan, Kwangneung

緒論

오늘날 환경에 대한 사회적 인식의 전환과 도구의 발전에 따라서 生物多樣性(biological diversity) 保存에 관한 과제는 다른 환경적인 문제와 동등하게 여러 경로로부터 관심도가 증가하고 있다. 凡世界的인 山林 破壞와 生物種 棲息處의 손실이 논란의 대상으로 부각된지 오래되었고, 그 동안 쌓여온 人間의 自然에 대한 영향은 많은 生物種을 사라지게 하였다(May, 1988). 일찌기 人類의 農耕活動을 시작으로 人口 增加와 產業社會로의 발전은 의도적으로 혹은 비의도적으로 自然生態系의 變形·毀損·破壞를 가져왔고, 이로 말미암아 지구상의 生物多樣性이 급격한 비율로 감소되고 있다는 것은 주지의 사실이다. 많은 學者들은 生物多樣性의 손실이 중대한 經濟的, 社會的, 그리고 生態的 손실로 연결되리라고 전망하고, 범지구적인 生物多樣性 保存의 목소리를 높여가고 있다. 歷史的으로 生物多樣性의 손실이 얼마마한 비율로 손상되었는가를 計量化하는 것은 어려운 일이지만, 科學者들은 최근 수십년 동안의 손실 비율이 地質學의 기록에 나타난 비율 보다 훨씬 초과할 것이라는 데는 의견을 일치한다(Wilson, 1988).

生物多樣性은 生物體의 遺傳的 構成, 生物種의 數와 種類, 그리고 棲息處로써의 生態系와 景觀(landscape)의 다채로움을 의미하며, 또한 이를 개별적 次元에서의 생태적 構造와 機能의 다양함을 포함하면서(SAF, 1991), 개개의 시스템과 次

元들은 상호 연관되어 있다. 즉, 기본적인 生態系 혹은 棲息處가 유지되기 위하여 生物種의 保存은 필수적이며, 이를 위하여는 가능한 한 많은 遺傳的 다양성이 유지됨으로써 生態系의 構造와 機能이 균형을 이룰 것이다(Namkoong, 1991).

종다양성은 생물다양성의 일면에 불과하다. 生態學者들이 흔히 적용하는 種의 數와 種당 個體들의 均在性을 기초로 하는 種多樣性 개념은 生物多樣性을 해석하기에는 미흡하다고 생각되며, 오히려 인간에 의해서 위협받는 固有 生物種에 초점을 맞출 필요가 있다. 특정 생물종이 생존하는 棲息處로써의 生態系를 보존하지 않고서는 그 生物種의 生存을 기대할 수 없으므로 전체 生態系의 構造와 機能 자체의 保存이 강조되어야 할 것이다.

多樣性이 높은 生物群集은 生態遷移의 발달 과정과도 밀접하게 관련되며(Odum, 1969; Bazzaz, 1975), 生物多樣性은 群集의 效率性, 安定度 및 成熟度의 간접적인 測度이기도 하다(Loucks, 1970). 陸上生態系의 주요 구성 요소 중의 하나인 植物은 生產者의 역할을 담당하며 物理的 環境 要因과 긴밀한 상호 작용을 바탕으로 消費者 및 分解者와 연결되어 있으므로 다양한 식물과 동물들은 有機物 分解, 壞料循環 등의 생태적 과정을 안정적으로 유지한다.

植物種들의 다양한 生活型은 외부로부터의 환경적인 압박에 대하여 耐性이 다양하므로 生物群集 구성은 汚染이나 氣候의 변화에 대하여 민감한 環境的 모니터 역할을 수행할 수 있다. 수많은 非商業的 植物種들은 林業이나 農業에 있어서

立地 指標種으로써 중요한情報가 될 것이다(Burton et al., 1992). 이러한 식물종들은 경제적 가치로 드러나지는 않았지만, 생태계의 전전도와持續可能性에 일익을 담당하는 소홀히 할 수 없는 資源임에 틀림없다.

본 연구는 체순된 生態系으로 간주한 서울의 南山과 비교적 자연 상태로 보존되고 있는 光陵蘇利峯 일대 산림의 植物 種多樣性를 평가하고, 특히 南山 지역의 生物多樣性에 손상이 있으리라는 假定 아래 그 復元潛在力を 검토하기 위하여 수행되었다. 인위적인 체순의 역사가 비교적 길고 대도시 오염원에 둘러싸인 南山의 경우, 그 만큼棲息地의 손실도 많았을 것이므로 많은 固有의 自生植物 種들이 사라졌을 것이고, 그에 따라서 동물 種과 미생물 種도 많이 사라졌을 것이다. 山林遷移(forest succession)의 개념에 입각하여 볼 때, 土壤 濕度를 비롯한 山林 環境이 개선되고 어떠한 경로를 통하여 간에 自生植物 種이 移住定着하고 도시 오염 정도가 그 種의 耐性의 범위를 벗어나지 않는다면, 植物의 種多樣性 회복과 더불어서 生態系 多樣性도 점차 회복되리라 예상한다(Clements, 1916; Odum, 1969).

資料 및 方法

1. 調査 地域

체순된 生態系으로써의 조사 지역은 서울特別市 소재 南山을 선정하여 거의 전지역의 산림에 걸쳐서 植物 種多樣性에 관련된 자료를 수집하였고, 自然生態系 조사 지역으로는 京畿道 抱川郡 소재 林業研究院 中部試驗場의 光陵試驗林 蘇利峯 일대를 선정하였다.

2. 資料 華集

조사대상 산림 지역으로 선정한 남산 지역과 광릉 소리봉 지역을 대상으로 1:25,000 地形圖 및 以前에 조사된 植生 資料(이경재, 1986)를 참조하여 조사 林分을 설정하였다. 식물의 種構成 상태와 種多樣性 등의 생태학적 제원을 연구하기 위하여 標本區法을 이용하였으며, 연구대상 선정 식물종의 分포를 파악하기 위하여는 거의 전 지역의 산림에 걸쳐서 자료를 수집하였다.

두 연구 대상 지역마다 균등하게 합계 40개의 20m×20m 正方形 표본구를 임의 추출법으로 선

정하였다. 남산 지역에서는 鈎葉樹林 지역 7개, 間葉樹林 지역 13개의 표본구를 설정하였고, 광릉 지역은 天然林과 人工林에 각각 10개씩의 표본구를 설정하여, 上層 林冠을 점유하는 임목의 樹種을 식별하고, 개체수를 헤아리고 樹高 및 胸高直徑을 실측하였고, 樹冠幅을 측정하였다. 階層 표본구법을 도입하여 동일 표본구내에서 4m×4m의 副標本區(sub-plot)를 설정하여 중층의 목본식물에 대하여 상층과 동일한 방법으로 실측하였다. 하층의 초본식생은 중층 목본식물과 같은 표본구내에서 1m×1m의 副副標本區(sub-sub-plot)를 설치하고 봄, 여름, 가을의 계절 별로 조사하였으며, 木本일 경우에도 일단 草本層에 나타난 작은 稚樹는 모두 포함시켰다. 식생 자료 이외에 해발고, 방위, 경사도, 지형, 바람, 일광, 토습, 암석노출도, 낙엽층 깊이 등의 물리적 환경요인을 참고로 조사하였다. 모든 식물종의 분류와 명명은 李昌福(1982)을 참조하였다.

植物種의 分포를 파악하기 위한 調査區는 國立地理院에서 발행한 해당 조사지의 地形圖 상에 표시된 1km마다의 TM좌표를 5등분하여 200m×200m 正方形 格子(grid)를 배치하여 설정하였다. 각 조사 격자별로 固有種, 減種危機種, 특기할 만한 種 혹은 장차 生物多樣性 복원에 필요한 植物의 種들에 대하여 出現頻度를 上, 中, 下의 3등급으로 구분 도시하여 보고한 바 있으나(환경처, 1994), 그 결과는 생략하고 조사 자료만 이용하였다.

3. 資料 分析

가. 樹種 構成 分析

표본구내에 출현하는 모든 식물종을 대상으로 上層, 中層, 下層 별로 相對密度, 相對頻度, 相對被度를 산출하고 이를 바탕으로 하여 重要值로 표현되는 상대우점도를 산출하였다. 자료 분석은 Brower와 Zar(1977)의 문헌을 참조하였다.

나. 種多樣性 分析

각 조사지역별, 산림형별, 그리고 목본식물은 상층과 중층별, 하층은 계절별로 식물 구성 상태의 多樣性를 나타내는 지표로써 Shannon-Wiener의 種多樣性指數(Shannon-Wiener's species diversity index : H')를 구하고 종다양성의 최대 가능치(H_{max})를 산출하였다. 각 식물종에 대한 개체들의 分포정도를 의미하는 均在性(evengeness

: J')은 $J' = H' \div H_{\max}$ 에 의해서 산출하였고, 優占度(dominance)는 $1 - J'$ 로써 표시하였다. 자료의 분석은 Brower and Zar(1977)와 Ludwig and Reynolds(1988)를 참조하였으며, 이용한 Computer package는 Ludwig and Reynolds(1988)의 Statistical Ecology Computer Package를 사용하였다.

다. 分布 상의 相關關係 分析

조사구역에서 지역별, 계층별로 중요치가 높은 식물종을 선정하여 2×2 分割表에 의한 Chi-square(X^2) test로 각 주요 식물종 상호간의 상관관계를 검정하고, 통계적으로 유의성이 있는 수종간의 正의 상관은 '+'로 표시하였고, 負의 상관은 '-'로 표시하여 수종 상호간을 연결하는 행렬로써 도표를 작성하였다. 상관관계 분석은 Ludwig and Reynolds(1988)를 이용하였다.

라. 生活型 多樣性 分析

生活型 多樣性의 분석은 Raunkiaer의 植物生活型(plant life forms)에 근거하여 분석하였다. Whittaker(1975)의 문헌을 참조하여 생활형을 6 가지로 분류하여 조사지역내의 모든 식물 각각에 대해서 李昌福(1982)의 도감에 기초하여 분석하였다.

마. 微細地形에 따른 植物種의 Cluster 分析

식물종의 생육과 분포는 수분 조건이 일차적인 제한 요소라는 점(Pritchett and Fisher, 1987)을 감안하여 조사지에서 확인히 구분되는 9가지 微細地形(microtopography)에 따라서 분포하는 식물종의 생육 분포 범위를 파악하였다. 草本 식물 25가지와 木本 식물 30가지에 대하여 9가지 미세 지형의 행렬로써 각 식물종의 분포 양상을 파악하고 類似性을 검토하기 위하여 Euclidean 거리 係數를 이용하여 비슷한 생육지를 갖는 植物種群을 분류하였다. cluster 분석은 Kovach (1991)에 의해서 개발된 computer program인 M.V.S.P. (Multivariate Statistical Package)를 이용하였다.

結果 및 考察

1. 植物種 構成 評價

南山 및 光陵 지역의 조사 임분내에서 무작위로 설정한 표본구로부터 획득한 식생 자료를 근거로 하여 분석한 각 식물 종에 대하여 山林型

別, 垂直 階層別, 그리고 草本 植物은 季節別로 相對密度, 相對頻度, 相對被度 및 重要值를 보고 한 바 있다(환경처·과학기술처, 1993). 전반적인 植物種의 구성 상태를 파악하기 위하여 두 지역의 山林型別, 階層別로 구성 비율이 비교적 높은 주요 식물종에 대한 重要值를 산출하였다. Table 1에 나타내었다.

표본구내에서 조사된 남산의 활엽수림의 上層의 喬木 樹種은 모두 16種이었다(환경처·과학기술처, 1993). Table 1에 제시한 바와 같이, 남산의 활엽수림은 신갈나무, 젓나무, 아까시나무, 졸참나무, 오리나무의 相對優占度가 전체 수종의 약 74% 이상을 나타냄으로써 조사 지역내서에는 위의 5가지 수종이 거의 우점하고 있음을 보여 준다. 調查區를 설정함에 있어 人工 植栽 지역을 가능한 피했지만 산림 내부에 나타나는 인공 식재한 대표적 수종은 자작나무로써 標本區에 포함되지는 않았으나 전 남산 지역을 통해서는 상당한 優占度를 지닌다고 추정한다.

남산 활엽수림의 中層에서는 때죽나무의 重要值가 가장 높음으로써 優占種으로 생육하는 것을 알 수 있다. 灌木 중에서는 진달래와 국수나무가 각각 重要值 17.5%, 9.0%로 구성 비율이 높은 우점 수종으로 파악되었고, 이어서 아까시나무, 신갈나무, 팔배나무 순으로 우점도가 높게 나타났다. 중층에서 조사된 전체 식물종은 28종이며, 상층과 중복되어서 많이 출현하는 수종으로는 때죽나무, 아까시나무, 신갈나무, 팔배나무, 당단풍, 물푸레나무 등으로 次世代에 交替 可能성이 높은 樹種이라 판단된다.

남산 활엽수림내의 초본층은 喬木과 灌木의 稚樹 이외에 多年生 초본과 一年生 초본이 함께 어우러져 있었다. 상대 우점도가 높은 초본 식물은 주름조개풀, 애기나리, 금죽제비고사리, 서양등풀나물 등의 순으로 나타났다. 봄, 여름, 가을에 걸쳐서 출현하는 초본 식물종의 변화는 크지 않았으나, 봄에 많이 나타났던 선갈퀴와 바랭이는 가을에 자취를 감추었고, 봄에 출현하지 않던 닭의장풀은 여름과 가을에 걸쳐서 생육하고 있었다.

남산 침엽수림에서는 총 12가지 출현 수종 중에서 소나무와 산벚나무가 약 60%를 차지함으로써 가장 우세종으로 나타났다. 특히, 소나무의 경우는 전체 수종과 비교해 볼 때 相對密度 63.8%,

Table 1. Importance values for major dominant species by vertical layers and forest types in Namsan and Kwangneung.

Species	Overstory			Mid-story			Species			Understory			
	NSDF	NSCF	KRNF	Species			NSDF	NSCF	KRNF	KRAF	NSDF	NSCF	KRNF
				<i>Acer pseudoplatanus</i>	<i>sieboldianum</i>	<i>altissima</i>	4.5	4.1	5.7	<i>Ainsliaea acerifolia</i>	<i>Acacia quinata</i>	<i>Artemisia keiskeana</i>	<i>Arundinella hirta</i>
<i>Abies holophylla</i>	18.0			2.3		<i>Ailanthus altissima</i>	4.5		5.7	4.0	<i>Artemisia keiskeana</i>	6.4	6.9
<i>Acer mono</i>						<i>Aralia elata</i>				3.6	<i>Arundinella hirta</i>	3.8	
<i>Acer pseudosieboldianum</i>	2.3					<i>Callicarpa japonica</i>				3.5	<i>Asterula odorata</i>	7.4	
<i>Ailanthus altissima</i>		1.8				<i>Carpinus cordata</i>				6.5	<i>Eupatorium rugosum</i>	10.1	
<i>Ailanthus altissima</i>						<i>Cornus kousa</i>					<i>Corydalis turtschanninovii</i>	4.1	
<i>Ailanthus altissima</i>						<i>Euonymus sachalinensis</i>					<i>Disporum smilacinum</i>	19.0	
<i>Ailanthus altissima</i>						<i>Lindera obtusiloba</i>					<i>Dryopteris</i>	13.3	
<i>Ailanthus altissima</i>						<i>Morus bombycis</i>					<i>Euonymus alatus</i>	14.9	
<i>Ailanthus altissima</i>						<i>Parthenocissus tricuspidata</i>					<i>Melica onoei</i>	4.6	
<i>Ailanthus altissima</i>						<i>Pinus koraiensis</i>	3.8				<i>Opismenus undulatolobus</i>	27.4	
<i>Ailanthus altissima</i>						<i>Quercus mongolica</i>	3.9				<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	35.5	
<i>Ailanthus altissima</i>						<i>Rhododendron macrophyllum</i>	7.5				<i>Pteridium aquilinum</i>	5.5	6.8
<i>Ailanthus altissima</i>						<i>Quercus serrata</i>	17.5	4.1			<i>var. latiusculum</i>	17.8	
<i>Ailanthus altissima</i>						<i>Quercus variabilis</i>	5.2				<i>Pseudostellaria palibiniana</i>	4.0	
<i>Ailanthus altissima</i>						<i>Robinia pseudo-acacia</i>	8.2	8.4			<i>var. idaeus var. concolor</i>	14.1	
<i>Ailanthus altissima</i>						<i>Rubus idaeus var. concolor</i>	3.4	10.2	4.3		<i>Smilax nipponica</i>	6.4	
<i>Ailanthus altissima</i>						<i>Sorbus alnifolia</i>	7.4				<i>Stephanandra incisa</i>	14.2	
<i>Ailanthus altissima</i>						<i>Staphylea bumalda</i>					<i>Styphnolobium japonicum</i>	4.4	3.5
<i>Ailanthus altissima</i>						<i>Stephanandra incisa</i>	9.0	25.8	9.2		<i>Viola rossii</i>	3.1	
<i>Ailanthus altissima</i>						<i>Styphnolobium japonicum</i>	17.7	12.4	5.5			5.4	
<i>Ailanthus altissima</i>						<i>Styphnolobium japonicum</i>							
<i>Ailanthus altissima</i>						<i>Viburnum erosum</i>							
<i>Ailanthus altissima</i>						<i>Weigela subsessilis</i>							
<i>Ailanthus altissima</i>						<i>Zanthoxylum schinifolium</i>							
<i>Ailanthus altissima</i>													

NSDF: Deciduous forest in Namsan, NSCF: Coniferous forest in Namsan, KRNF: Natural forest in Kwangneung,
KRAF: Artificial forest in Kwangneung. The forest type abbreviations are applicable to Tables 2 and 3

相對頻度 26.0%, 相對被度 48.2%로 남산 침엽수림에서 가장 우세종으로 個體數가 상당히 많이 출현하는 것을 알 수 있다. 그러나 상대밀도와 상대피도에 비해서 상대빈도가 낮은 것은 비교적 건조한 南東에서부터 南西 斜面에 걸쳐서 집중적으로 생육하고 있기 때문으로 판단된다. 남산 활엽수림과 비교해 볼 때 공통적으로 나타나는 수종은 소나무, 팔배나무, 신갈나무, 때죽나무, 물오리나무, 아까시나무, 가죽나무, 자작나무로 나타났다. 팔배나무와 때죽나무는 침엽수, 활엽수 및 상층, 중층에 걸쳐 공통적으로 많이 존재하는 수종으로 추정된다. 소나무의 경우는 次世代로 繼承할 수 있는 中層과 下層에서는 상대적으로 낮은 구성 비율을 보임으로 인해 다음 세대에 소나무로構成될 수 있는 가능성이 매우 낮다고 할 수 있다.

합계 25가지 木本 식물이 조사된 남산 침엽수림 중층에서는 灌木으로 국수나무, 나무딸기, 진달래, 산초나무 순으로 상대우점도가 높게 나타났으며, 喬木 樹種의 幼齡木으로는 때죽나무, 아까시나무, 가죽나무의 상대우점도가 높게 나타났다.

남산의 침엽수림에서 생육하는 초본 식물로써 구성비율이 높게 나타난 것으로는 주름조개풀, 맑은대쑥, 쌀새, 새, 김의털 등이며, 목본 식물은 국수나무, 나무딸기, 담쟁이덩굴, 작살나무, 노박덩굴 등의 重要值가 비교적 높게 산출되었다. 특히, 주름조개풀과 국수나무의 중요치는 35.5%와 14.2%로써 두가지 식물종이 절반 가량을 차지하고 있었다. 다른 山林型에서와는 다르게 이곳의 下層 植生의 특징은 喬木이나 灌木의 稚樹의 구성 비율이 초본 식물의 구성 비율에 비해서 상당히 높은 것을 들 수 있다. 이것은 소나무가 대표적인 우점종이라는 것을 미루어 볼 때 상대적으로 乾燥하고 酸度가 높은 立地 조건으로 인하여 耐性이 비교적 강한 목본 식물의 어린 稚樹들이 초본 식물을 능가하여 구성하고 있는 것으로 사료된다.

광릉 천연림에서는 졸참나무, 신갈나무, 서어나무, 팔배나무, 까치박달나무 순으로 상대우점도가 높게 나타났다. 신갈나무와 팔배나무의 경우는 남산과 공통적으로 나타나는 우세 수종이라 할 수 있다. 그러나 남산에서는 찾아보기 어려운 수종으로는 서어나무, 까치박달나무, 팽나무, 쪽

동백이었다. 이것은 이러한 수종들은 遷移가 상당히 진척된 天然闊葉樹林의 indicator 역할을 수행할 수 있는 수종이라 추정할 수 있으며, 팔배나무의 경우는 상대밀도와 상대빈도가 상대피도에 비해 현저히 작은 수치가 산출된 것은 남산 지역과는 달리 광릉에서는 팔배나무의 胸高斷面積이 매우 큰 大徑木 혹은 老齡木들이 생육하고 있고 어린 稚樹와 小徑木은 드물게 출현하고 있는 것을 암시한다. 그러므로 遷移가 진행됨에 따라 老齡의 팔배나무 뒤를 이을 後繼樹가 충분하지 못하므로 지금보다는 구성 비율이 점진적으로 감소할 것으로 추정한다.

광릉 천연림 중층에서는 모두 44종의 식물종이 파악되므로써 이 지역은 種多樣性이 매우 높은 비교적 自然 상태의 生態系를 유지하고 있음을 추정할 수 있다. 중층의 교목 수종으로 상대우점도가 높은 수종은 까치박달나무, 산딸나무, 팔배나무, 서어나무로 조사되었으며, 관목으로는 회나무, 국수나무, 덜찧나무를 들 수 있다. 비교적 자연 상태의 생태계를 대표할 수 있는 중층 수종으로는 까치박달, 쪽동백, 생강나무, 서어나무, 고로쇠, 콩배나무 등이 나타났다.

광릉의 천연림 표본구에서 봄철에는 36가지, 여름철에는 39가지, 가을철에는 34가지의 초본 식물이 조사되었다. 애기나리의 구성 비율이 현저히 높아서 약 30%의 중요치가 산출되었고, 이어서 단풍취, 고깔제비꽃, 국수나무, 현호색, 선밀나물의 순으로 중요치가 높다.

광릉 인공림의 種構成을 비롯한 生態的 특성을 파악하기 위하여 모두 10개의 標本區가 설정되었다. 인공적으로 식재한 분비나무-종비나무-방크스소나무 混淆林, 잣나무림, 낙엽송림, 젓나무림, 리기다소나무림 등의 針葉樹林과 현사시나무림, 들메나무림, 자작나무림 등의 闊葉樹造林地에서 조사를 수행하였다. 인공림의 상층 종구성의 속성은 한 가지의 수종으로 구성되어 있으므로 생략하기로 한다.

연구 조사 절차에 의해서 광릉 인공림 중층에서는 총 66가지의 식물종이 파악되었으며, 그 중에서 국수나무, 산뽕나무, 병꽃나무, 두릅나무, 고추나무 등의 순으로 상대우점도가 높다. 광릉 天然闊葉樹林의 중층의 植物種 數보다 약 20여종이 많이 나타났다. 이것은 천연활엽수림보다 중층의 地上部 生育 空間과 根系部 空間 확보가 용

이하고 上層 造林木들의 樹高가 높아 비교적 많은 量의 分散 光線이 林內로 침투하기 때문인 것으로 사료된다. 또한 생육 경쟁 관계에서 耐陰性이 강한 陰樹 樹種 보다는 陽樹 樹種의 생육이 더 활발하다고 추정되는데, 이는 국수나무의 경우 상대우점도가 14.1%를 차지하고 있는 반면에 다른 식물종은 상대우점도가 10%이상인 것이 없다는 결과가 이를 뒷받침한다. 광릉의 인공림 표본구에서 봄철에 나타난 초본층의 식물종은 50가지, 여름철에는 68가지, 가을철에는 57가지로 조사되었다. 중층과 마찬가지로 광릉 인공림 초본층의 식물종 수가 가장 많은 것으로 조사되었다. 고사리, 화살나무, 그리고 애기나리의 3가지 식물의 구성 비율이 전체의 약 45% 이상을 차지하고 있었으며, 이어서 으름덩굴, 담쟁이덩굴, 국수나무 순으로 중요치가 높게 산출되었다.

2. 植物 種多樣性 評價

種多樣性(species diversity)은 群集의 構造的 인 屬性의 한가지 표현 방법으로써, 種의 豐富性(species richness)과 均在性(species evenness)의 두가지 요인에 의해서 결정된다. 종의 풍부성은 군집내 특정 지역의 종의 수를 의미하는 것이며, 종의 균재성은 각 種마다 個體數의 분포 정도를 뜻하는 것이다. 種多樣性은 生物群集의 여러가지 屬性을 간접적으로 解析하는데 유익한 정보로써의 역할을 수행할 수 있다. 여러가지 생물종이 어우러져 구성된 생물 군집은 種間相互作用 또한 다양할 것이므로, 종다양성이 높은 군집은 구조적으로 복잡할 것이다. 종간 상호작용이 관여하는 에너지 흐름, 먹이사슬 구조, 生態地位(niche)構成 등은 종다양성이 높은 군집일수록 이론적으로 보다 복잡하다. 종다양성은 群集의 安定性과 成熟度의 測度이기도 하다. 生態遷移(ecological succession)가 진행할수록 그 군집의 안정성과 성숙도의 정도는 증가하게 되므로 많은 생태학자들은 生態遷移 단계에서의 특징적인 군집의 속성과 그 단계마다의 種多樣性과의 관계를 연결시켜 연구하였다. 대부분의 山林群集에서는 군집 구조상의 복잡성, 외부攪亂 요인으로부터의 안정성, 그리고 군집의 遷移 진행과 발달 과정상의 성숙도는 종다양성과 正比例하는 경향이 짙은 것으로 여겨지고 있다(Odum 1969, Loucks 1970, Bazzaz 1975).

조사 대상 지역의 植物種의 多樣性 정도를 파악하기 위하여 산림형별, 수직 계층별, 그리고 초본 층은 계절별로 Shannon-Wiener Diversity Index (H')를 산출하고, 그것을 바탕으로 最大可能 種多樣性(H_{max}), 均在性(Evenness : J'), 그리고 優占度(Dominance : $1-J'$)를 산출하여 Table 2에 要約하였다. Shannon-Wiener의 식물종 다양성 측정은 不確實性(uncertainty)과 관계가 있다. 특정한 수종을 군집내에서 無作爲로 선택한다고 假定할 때 종의 구성 상태의 변이가 심할수록, 즉 종다양성이 높을수록 이미 선택된 종이 다시 선택될 가능성은 희박해지며 불확실성은 증가하게 될 것이다(윤종화 등, 1987) 이와같이 단일 종으로 구성된 군집에서의 種多樣性指數는 0으로 나타날 것이며, 종의 구성상태가 극도로 복잡한 군집에서 종 다양성지수가 7까지 보고된 바 있다(DeJong, 1975).

남산 활엽수 上層 喬木의 種多樣性 指數는 2.16으로, 中層의 종다양성 지수는 2.72로 산출되었으며, 하층의 종다양성 지수는 계절에 따른 급격한 변화 없이 1.7 내지 1.8로 나타났다. 남산 침엽수림의 상층의 종다양성 지수는 1.40으로 활엽수림에서 보다는 상당히 작은 값을 보이며, 중층은 2.41, 그리고 초본층은 여름에 1.35를 보이며, 여름과 가을에는 약 1.6 정도로 산출되었다(Table 2). 남산 지역의 경우, 활엽수림과 침엽수림에 출현한 種의 수는 큰 차이를 보이지 않았으나, 활엽수림의 출현 식물종들의 균재성은 상층 및 중층은 약 80%를 보이고 하층은 60% 이상을 나타내어서 침엽수림 식물종의 균재성보다는 높게 산출되므로써 종다양성 지수를 높이는 결과를 초래하게 되었다. 침엽수림 상층의 다양성 지수가 어느 上層 林冠 보다 가장 낮은 값을 보인 것은 相對密度를 64% 이상 갖고 있는 소나무가 절대적 優占種의 위치를 차지하고 있는 현상 때문이라 판단된다. 주름조개풀, 애기나리, 서양등골나물 등의 상대밀도가 높은 초본층에서도 유사한 현상을 나타내므로써 종다양성 지수가 상당히 낮게 산출되었다.

광릉 천연림의 종다양성을 남산의 활엽수림과 비교해 볼 때, 상층의 種豐富性은 남산의 16종에 비해서 광릉에서는 13종으로 광릉이 낮게 나타났으나, 중층의 경우는 남산 28종, 광릉 44종으로 광릉지역이 더 높게 나타났다(Table 2). 다양성

Table 2. Various species diversity indices by vertical layers and forest types in Namsan and Kwangneung.

	Overstory				Mid-story				Spring				Summer				Understory			
	NSDF	NSCF	KRNF	KRAF	NSDF	NSCF	KRNF	KRAF	NSDF	NSCF	KRNF	KRAF	NSDF	NSCF	KRNF	KRAF	NSDF	NSCF	KRNF	KRAF
R	16	12	13	28	25	44	66	17	15	36	50	16	18	39	68	17	16	34	57	
H'	2.16	1.40	1.64	2.72	2.41	3.21	3.55	1.68	1.35	2.55	2.69	1.70	1.60	2.70	2.78	1.84	1.61	2.48	3.12	
H _{max}	2.77	2.49	2.57	3.33	3.22	3.78	4.19	2.83	2.71	3.58	3.91	2.77	2.89	3.66	4.22	2.83	2.77	3.53	4.04	
J'	0.78	0.56	0.64	0.82	0.75	0.85	0.85	0.60	0.50	0.72	0.69	0.61	0.55	0.78	0.66	0.65	0.58	0.73	0.77	
1-J'	0.22	0.44	0.36	0.18	0.25	0.15	0.15	0.40	0.50	0.28	0.31	0.39	0.45	0.22	0.34	0.35	0.42	0.27	0.23	

R : Species richness

H' : Shannon-Weiner diversity index

H_{max} : Maximum diversity index from H'

J' : Evenness index, using H'

1-J' : Dominance index, using H'

Table 3. The number of plant life forms of Raunkiaer by forest types in Namsan and Kwangneung.

	Spring				Summer				Autumn			
	NSDF	NSCF	KRNF	KRAF	NSDF	NSCF	KRNF	KRAF	NSDF	NSCF	KRNF	KRAF
Phanerophyte	42	41	60	56	41	41	61	58	41	41	59	57
Chamaephyte I	8	8	12	21	8	8	10	16	8	8	13	17
Chamaephyte II	2	2	3	7	2	2	3	10	2	2	3	7
Hemicryptophyte	7	6	17	29	6	7	19	35	6	7	16	32
Geophyte	2		2		1	1	1	1	1	1	1	1
Therophyte	1	1	2									
SUM	61	52	93	117	58	55	96	125	59	53	91	115

지수도 남산 활엽수림 상층은 2.16에 반하여 광릉 천연림 상층은 1.64로 낮게 나타났는데, 이것은 비교적 안정된 상태 즉, 遷移 後期 段階의 極相林(climax forest)에서 출현할 수 있는 수종의 구성 비율이 높기 때문으로 사료된다. 균재성도 역시 남산 활엽수의 경우가 높은 것으로 나타났다. 그러나 중층에 있어서는 남산 활엽수림 지역 보다는 광릉 천연림의 경우가 종다양성의 모든 인자가 높게 나타났음을 알 수 있다.

광릉 인공림 중층 식물의 다양성 지수인 Shannon-Weiner Diversity Index는 3.55로써 산림군집의 상층 및 중층을 포함한, 즉, 남산 활엽수림, 남산 침엽수림, 광릉 천연림, 광릉 인공림에 걸쳐 가장 높은 다양성을 나타내었다. 종종부성은 66, 최대가능 다양성 지수가 4.19, 균재성 0.85, 우점도 0.15로 산출되므로써 가장 많은 식물의 種數와 몇가지 植物種에 집중되지 않고 출현 식물 종마다 비교적 균등한 個體數 분포를 보이는 종다양성이 매우 높은 集團으로 평가한다.

광릉 인공림의 하층 식물의 종다양성 역시 다른 산림형에서보다 높게 나타났으며, 계절에 따른 변화폭 역시 가장 큰 것으로 조사되어 가을철의 종다양성이 가장 높다. 그러나 종의 풍부성과 최대 종다양성 지수는 여름이 높게 산출되었으나, 가을철의 균재성이 높음으로써 종다양성 지수(H')를 높이는 결과가 된 것으로 판단한다.

3. 植物種間 相關關係 評價

남산과 광릉 지역의 조사 표본구에 출현하는 木本植物 중에서 生態的 우점도, 특히 분포 영역을 토대로 하여 相對頻度가 높은 植物種을 대상으로 각 標本區에서 出現과 非出現의 관계를 바탕으로 2×2 分割表에 의한 Chi-square(X^2)값으로써 각 지역별 목본식물의 種間 相關關係를 檢定하여 그 行列表를 작성 圖示하였다. ++와 +는 正(positive)의 상관관계를 갖는 것을 의미하며, --와 -는 負(negative)의 상관관계를 갖는 것을 뜻한다. 그리고 +와 -는 95%의 確率 수준에서, ++와 --는 99% 確率 수준에서 두 樹種間 상관관계가 有意性이 있음을 표시한 것이다 (Agnew, 1961). 비교적 우점도가 높은 목본식물들 중에서 서로 유의적인 종간 상관관계를 분석한 행렬표를 남산 지역은 Fig. 1에, 광릉 지역은 Fig. 2에 각각 나타내었다.

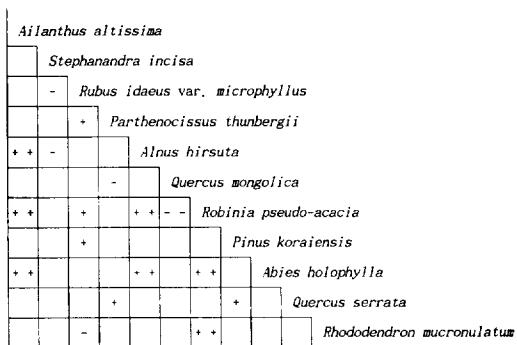


Fig. 1. Complete association matrix for 11 woody plant species in Namsan.
+, ++ : positive association ; $\alpha < 0.05$,
 $\alpha < 0.01$
-, --- : negative association ; $\alpha < 0.05$,
 $\alpha < 0.01$

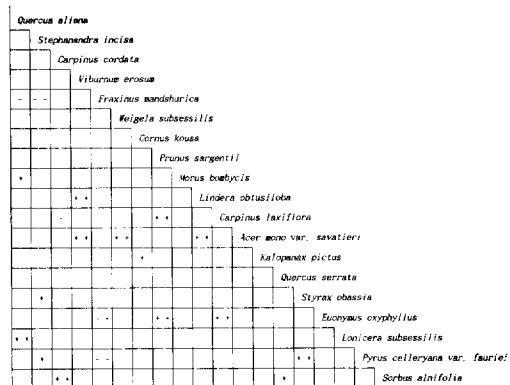


Fig. 2. Complete association matrix for 19 woody plant species in Kwangneung.
+, ++ : positive association ; $\alpha < 0.05$,
 $\alpha < 0.01$
-, --- : negative association ; $\alpha < 0.05$,
 $\alpha < 0.01$

서로 쌍이 되는 두 식물종간에 正의 상관관계가 인정된다는 사실은 偶然性을 초월하여 서식처를 공유하며 어우러져 생육할 수 있는 가능성을 내포한 것이다. 그러나 이러한 현상은 한 식물종의 존재 자체가 상대 식물종의 출현 여부에 직접적으로 작용하는 원인이 된다는 것을 의미하지는 않으며, 두 수종이 微細環境 요소들의 복합적인 양상에 비슷한 생육 분포 반응을 보인다고 해석할 수 있다(김지홍·권기현, 1991). 수종 구성 상태가 대단히 복잡한 식물군집에서 이러한 正의 상관관계를 근거로하여 식물종의 집단과 미세환

경과의 관계를 분석하므로써 그 식물종 집단 자체가 하나의 독립된 群叢(association)으로 취급 될 수도 있고, 각 집단의 종구성 상태를 파악하므로써 산림의 국부적인 生態遷移의 단계를 추정 할 수 있다(Welch, 1960).

이와 같은 식물종간 상관관계와 같은 양상은 남산과 같이 훼손된 생태계로 간주한 대상 지역의 復元 가능성을 타진할 때 유익한 생태적 정보를 제공한다. 즉, 인위적인 자연 상태의 산림이나 혹은 천연림과 같은 상태로 회복시키는 사업을 수행할 때, 정의 상관관계를 갖는 식물종들끼리 어울릴 수 있는 생육 환경을 조장하므로써 보다 합리적인 資源管理 施業에 응용될 수 있을 것이다.

4. 植物 生活型 多樣性 評價

연구 대상 표본구에 출현하는 모든 식물종에 대한 산림형별, 계절별 生活型(life form)을 요약하여 Table 3에 나타내었다.

6가지 식물 생활형은 Raunkiaer의 생활형에 근거한 冬牙 혹은 繁殖 매개체의 위치에 따라서 구분된 것이다(Whittaker, 1975). 두 지역 공통적으로 Phanerophyte가 절대 다수를 차지하는 것은 조사 대상 식물군집의 식생형이 산림임을 입증하는 것을 알 수 있다. 남산 지역에서는 Phanerophyte 이외의 생활형이 상당히 적은 수를 나타낸 것은 산림군집의 미발달 정도를 암시하며 군집 안정성 또한 부족한 현상으로 추정한다. 반면에 광릉 지역에서는 전체적으로 출현하는 식물종의 수도 남산 지역보다 월등히 많을 뿐만 아니라, Chamaephyte I과 Hemicryptophyte의 생활형을 가진 식물 종이 비교적 많이 출현하므로써 남산 지역보다 식물종이 다양함을 알 수 있고, 남산보다는 遷移 발달이 상당히 진척된 안정된 산림군집의 상태라는 것을 암시한다. 특히, 광릉 인공림의 식물 생활형이 가장 다양한 것은, 식물 종 구성 평가에서도 지적한 바와 같이, 天然闊葉樹林보다 중층의 地上部 생육 공간과 根系部 공간 확보가 용이하고 상층 조림목들의 樹高가 높아 비교적 많은 量의 分散 光線이 林內로 침투하기 때문인 것으로 사료된다.

5. 植物種의 棲息地 評價

남산 및 광릉 지역에서 잠정적인 설정 기준에

해당되는 草本植物 25種, 灌木 11種, 그리고喬木 19種에 대하여 9가지 微細地形 조건에 따른 분포 영역을 조사하였고, 선정된 식물종에 대하여 각 조사 지역 별로 200m×200m의 格子 상에 그 분포 범위를 파악하고 출현 빈도를 상, 중, 하의 3가지 단계로 구분하여 도시하여 보고한 바 있다(환경처, 1994).

선정된 식물종에 대한 9가지 미세지형 조건에 따른 분포가 어떠한 양상으로 분류되는가를 검토하기 위하여 cluster 分析을 시도하였다. 식물종마다 분포하는 미세지형을 토대로 임의의 접수를 부여하고 Euclidean distance를 산출하여 “pair group average method”(Kovach, 1991)에 따라서 분석한 결과의 dendrogram을 초본식물은 Fig. 3에, 목본식물은 Fig. 4에 圖示하였다. 임의로 설정한 Euclidean distance 3.5를 기준으로 草本植物은 5가지의 植物種群으로, 木本植物은 6가지

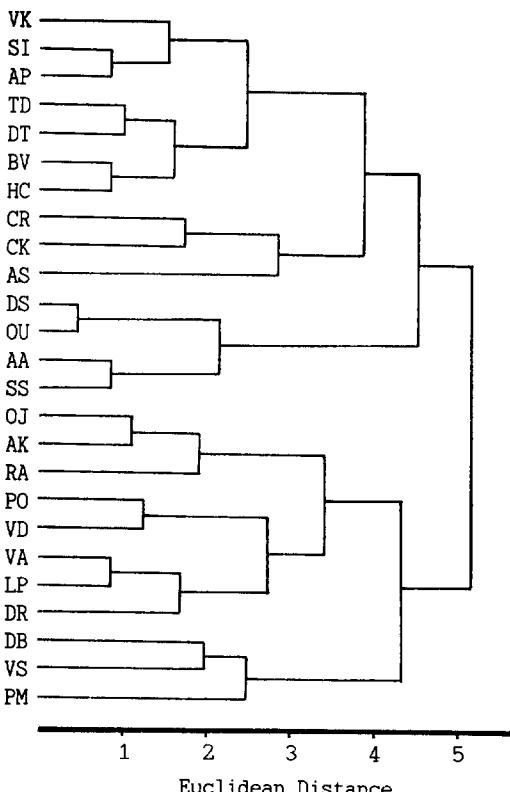


Fig. 3. Dendrogram of the relationship for 25 heraceous plant species based on distribution pattern by microtopographic position. Species abbreviations are from Table 4.

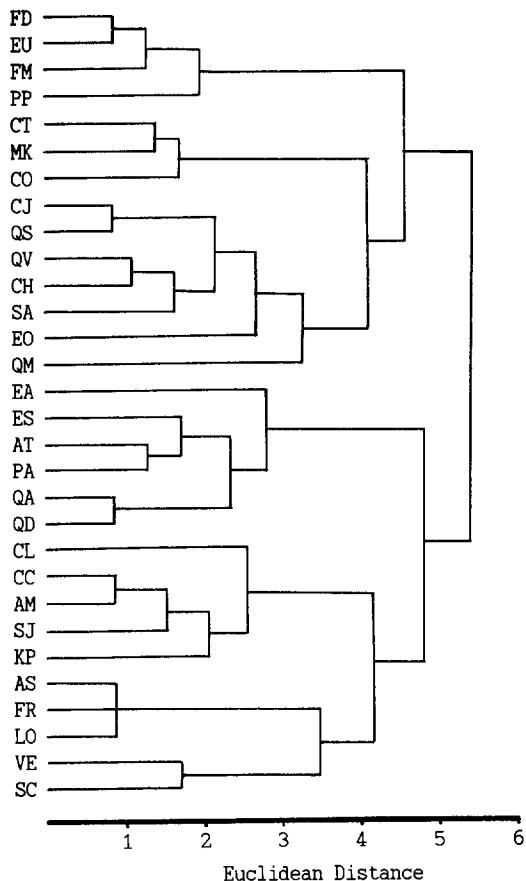


Fig. 4. Dendrogram of the relationship for 30 woody plant species based on distribution pattern by microtopographic position. Species abbreviations are from Table 5 and Table 6.

의 植物種群으로 분류되었다.

초본식물이 분류된 체계 중에서 광릉제비꽃, 광릉골무꽃, 개싹눈바꽃, 뼈죽나리, 느리미고사리, 늦고사리삼, 그리고 참비비추는 광릉 지역의 蘇利峯 일대에서만 출현하는 식물종군으로 구분되었고, 마, 서울제비꽃, 미국자리공은 남산 지역에서는 출현 빈도가 비교적 높으나, 광릉 지역에서는 극히 일부 구역에서만 나타나므로 위의 식물 종군과 가장 동떨어진 식물군으로 분류되었다. 애기나리, 주름조개풀, 단풍취, 청가시덩굴은 두 지역 모두에서 상당히 넓은 분포역을 가지면서 특정한 미세지형에 국한되지 않고 광범위하게 나타나는 식물 종군으로 구분되었다. 어떤 식물종이 남산과 광릉 지역에서 공통적으로 출현한

다 하더라도 광릉지역에서는 미세지형의 분포 영역이 다양한 것으로 조사되었다. 이것은 광릉 지역에서는 오랫동안 自然生態系의 屬性이 외부로부터의 扰亂을 거의 받지 않고 자연 상태를 유지해 오면서 계곡 부위부터 능선에 이르기까지의 土壤水分 조건을 포함하는 식물 생육 분포 조건의 변화가 심하게 차이가 나지 않은 때문으로 추정한다.

목본식물 중에서 보리수나무, 들메나무, 서울 귀룽나무는 분포 영역이 주로 남산 지역의 산복 하단부 이하에서 계곡 부위에 이르는 극히 작은 면적 혹은 일부 지역에만 국한되어 출현하므로써 하나의 식물종군으로 구분되었다. 당단풍, 물푸레나무, 생강나무, 텁텁나무, 노린재나무는 남산과 광릉의 두 지역에서 공통적으로 계곡에서 능선 부위까지에 이르는 광범위한 분포 영역을 갖고 있으며, 서어나무, 고로쇠나무, 층층나무, 복자기나무, 황벽나무와 같은 天然闊葉樹林의 전형적인 構成樹種들은 남산 지역에서의 제한된 분포로 말미암아 미세지형별 분포도 좁게 나타났다. 반면에, 신갈나무, 졸참나무, 팔배나무, 참회나무 등은 남산과 광릉 지역의 산복 상단부에 넓게 분포하므로써 다른 한가지 식물종군으로 분류되었다.

선정된 식물종에 대한 주요 分布 斜面과 最低土壤 濕度 및 分布 頻度를 남산 지역과 광릉 지역을 구분하여 초본 식물은 Table 4에, 관목은 Table 5에, 그리고 교목은 Table 6에 각각 나타내었다. 분포 사면과 최저 토양 습도를 검토한 결과, 남산 지역 보다는 광릉 지역에서 식물 생육에 필요한 수분 요구도가 대체적으로 관대한 것으로 조사되었는데, 이것은 광릉 지역에서는 오랫동안 자연생태계의 속성이 외부로부터의 교란을 거의 받지 않고 자연 상태를 유지해 오면서 계곡 부위부터 능선에 이르기까지의 토양 수분 조건을 포함하는 식물 생육 분포 조건의 변화가 심하게 차이가 나지 않고 식물 서식 조건이 좋고 보다 다양한 것에 기인한다고 판단된다.

남산 지역에서는 일반적으로 南東에서 南西에 걸친 斜面 및 穩線 등의 비교적 전조한 부위에 다양한 식물종의 아주 정착과 생육 상태가 취약하므로써 소나무 위주의 耐乾性 식물종의 우점 현상이 두드러졌다. 비교적 자연 상태를 유지하고 있는 광릉 지역과 비교해 볼 때, 식물 種多樣

Table 4. Distribution pattern of aspect, soil moisture, and frequency for selected herbaceous plant species for Namsan and Kwangneung.

Species	Aspect	Soil Moisture	Fre- quency
<i>Aconitum pseudo-proliferum</i> (AP)	NS --	--	--
	KR NE-SE	MD	ME
<i>Ainsliaea acerifolia</i> (AA)	NS NW-WE	MO	ME
	KR all	MD	HG
<i>Artemisia keiskeana</i> (AK)	NS SE-SW	MD	ME
	KR SE	MD	ME
<i>Aster scaber</i> (AP)	NS E-SW	MO	LO
	KR all	MO	HG
<i>Botrychium virginianum</i> (BV)	NS --	--	--
	KR NE	MW	LO
<i>Cocculus trilobus</i> (CR)	NS SE	MO	ME
	KR E	MW	LO
<i>Convallaria keiskei</i> (CK)	NS SW	MO	LO
	KR NE-SW	MD	ME
<i>Dioscorea batatas</i> (DB)	NS S-SW	MD	LO
	KR SE	MD	LO
<i>Disporum smilacinum</i> (DS)	NS all	MD	HG
	KR all	DR	HG
<i>Dryopteris bissetiana</i> (DR)	NS NE	MW	ME
	KR NE	MW	LO
<i>Dryopteris tokyoensis</i> (DT)	NS --	--	--
	KR NE	MO	LO
<i>Hosta clausa</i> var. <i>normalis</i> (HC)	NS SW	MD	LO
	KR SE	MO	LO
<i>Liriope platyphylla</i> (LP)	NS SE-SW	MD	ME
	KR SE	MD	LO
<i>Oplismenus undulatifolius</i> (OU)	NS all	MD	HG
	KR all	MD	HG
<i>Osmunda japonica</i> (OJ)	NS N-NE	MW	LO
	KR EN-SE	MO	HG
<i>Phytolacca americana</i> (PM)	NS SW	DR	ME
	KR --	--	--
<i>Polygonatum odoratum</i> var. <i>pluriflorum</i> (PO)	NS SE-SW	MD	ME
	KR NE-SW	MD	HG
<i>Rubia akanda</i> (RA)	NS SE-S	MD	LO
	KR NE-SW	MD	ME
<i>Scutellaria insignis</i> (SI)	NS --	--	--
	KR all	MO	HG
<i>Smilax sieboldii</i> (SS)	NS NE-SW	MD	HG
	KR SE-SW	MD	ME
<i>Tricyrtis dilatata</i> (TD)	NS --	--	--
	KR NE	MW	LO
<i>Viola acuminata</i> (VA)	NS SE-SW	MD	ME
	KR SE-SW	MD	ME
<i>Viola dissecta</i> var. <i>chaerophylloides</i> (VD)	NS SE-S	MD	LO
	KR NE-SE	MO	LO
<i>Viola kamibayashii</i> (VK)	NS --	--	--
	KR all	MD	HG
<i>Viola seoulensis</i> (VS)	NS S-SE	MD	ME
	KR SE	MO	LO

NS: Namsan, KR: Kwangneung

Aspect...E: East, W: West, S: South, N: North
Soil moisture...DR: Dry, MD: Moderately dry, MO: Moist, MW: Moderately wet, WT: Wet

Frequency...LO: Low, ME: Medium, HG: High

* The above symbols are applicable to Tables 5 and 6.

Table 5. Distribution pattern of aspect, soil moisture, and frequency for selected shrub species for Namsan and Kwangneung.

Species	Aspect	Soil Moisture	Fre- quency
<i>Callicarpa japonica</i> (CJ)	NS all	MD	HG
	KR all	MD	HG
<i>Celastrus orbiculatus</i> (CO)	NS SE-SW	MO	HG
	KR NE-SE	MO	LO
<i>Clerodendron trichotomum</i> (CT)	NS SE-SW	MD	ME
	KR E-SW	MD	LO
<i>Corylus heterophylla</i> var. <i>thunbergii</i> (CH)	NS S-SW	MO	LO
	KR SE-W	MO	HG
<i>Elaeagnus umbellata</i> (EU)	NS S-SW	MO	LO
	KR --	--	--
<i>Euonymus alatus</i> (EA)	NS S-SW		HG
	KR SE-SW		HG
<i>Euonymus oxyphyllus</i> (EO)	NS NW-NE	MW	ME
	KR all	MO	HG
<i>Euonymus sachalinensis</i> (ES)	NS NE-E	MO	LO
	KR NE-SE	MO	ME
<i>Lindera obtusiloba</i> (LO)	NS N-NE	MO	LO
	KR all	MD	HG
<i>Symplocos chinensis</i> var. <i>pilosaa</i> (SC)	NS all	MO	ME
	KR NE-S	MO	HG
<i>Viburnum erosum</i> (VE)	NS NE-SE	MD	HG
	KR NE-S	MD	HG

性도 낮을 뿐만 아니라 林相別 및 垂直階層別 구성 식물의 종들이 현저한 차이를 보이는 것으로 조사되었다. 그러나, 남산 지역에서 국부적으로 密度와 頻度는 매우 낮으나, 서어나무, 고로쇠나무, 복자기나무, 층층나무, 들메나무, 음나무, 황벽나무 등과 같은 天然闊葉樹林의 주요 구성 樹種들을 포함하여 우리 나라 中部地方의 기후 조건에서 생육할 수 있는 固有의 植物 種들이 자연적으로 아주 정착한 조짐을 여러 군데에서 발견할 수 있었다. 이것은 식물 생육에 적합한 환경으로 점진적인 개선이 이루어지고 있고 山林遷移가 서서히 진행되고 있다고 추정할 수 있기 때문에(이경재, 1986; 환경처·과학기술처, 1993; 환경처, 1994; 환경부, 1995), 生態系 復元의 기틀이 될 수 있다는 관점에서 대단히 고무적인 현상이라 판단된다.

군집내 식물의 種多樣性을 유지할 수 있는 근본이 생육 환경의 적합성과 다양성에 달려 있다. 는 점을 감안할 때, 남산 지역에서 흔히 감지할 수 있는 土壤 놀림(soil compaction) 및 토양 浸蝕에 의한 有機物層과 表土流失 그리고 酸性降雨에 의한 土壤의 酸性化는 식물 생육 환경을 저해하는 주요 요인일 것이라고 추정한다. 이 문제를 해결하기 위하여는 인위적인 방편으로 土壤

Table 6. Distribution pattern of aspect, soil moisture, and frequency for selected tree species for Namsan and Kwangneung.

Species	Aspect	Soil Moisture	Fre- quency
<i>Acer mono</i> (AM)	NS	NW	MW ME
	KR	NW-NE	MO HG
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i> (AS)	NS	NWNE-	MW HG
	KR	all	MO HG
<i>Acer triflorum</i> (AT)	NS	SE	MO LO
	KR	E	MW LO
<i>Carpinus laxiflora</i> (CL)	NS	SW-NW	MO LO
	KR	all	MO HG
<i>Cornus controversa</i> (CC)	NS	NE-SE	MO LO
	KR	NW-SE	MW HG
<i>Fraxinus densata</i> (FD)	NS	NE	MW LO
	KR	--	-- --
<i>Fraxinus mandshurica</i> (FM)	NS	NW	MW LO
	KR	--	-- --
<i>Fraxinus rhynchophylla</i> (FR)	NS	NW-NE	MO ME
	KR	all	MO ME
<i>Kalopanax pictus</i> (KP)	NS	NW-NE	MO HG
	KR	NW-NE	MO HG
<i>Maackia amurensis</i> (MA)	NS	NE-SE	MD ME
	KR	N-SE	MD HG
<i>Phellodendron amurense</i> (PA)	NS	SW	MW LO
	KR	SE	MW LO
<i>Prunus padus</i> (PP)	NS	NW-NE	MO LO
	KR	--	-- --
<i>Quercus acutissima</i> (QA)	NS	NW-SW	MD ME
	KR	SE-SW	MD LO
<i>Quercus dentata</i> (QD)	NS	SW	MD LO
	KR	SW-NW	MD LO
<i>Quercus mongolica</i> (QM)	NS	all	MD HG
	KR	NE-SW	MD HG
<i>Quercus serrata</i> (QS)	NS	SE-SW	MO ME
	KR	SE-SW	MO HG
<i>Quercus variabilis</i> (QV)	NS	NW	MO LO
	KR	NE-SE	MO HG
<i>Sorbus alnifolia</i> (SA)	NS	all	MD HG
	KR	all	MD HG
<i>Styrax japonica</i> (SJ)	NS	all	MO HG
	KR	NE-SE	MO HG

改良劑 등과 같은 단기적인處方을 시도하는 것 보다는 식물 스스로의土壤生成作用에 의한土壤改善機能을 간접적으로 고무시키는 장기적이고 근본적인 방안 도입이 바람직할 것으로 사료된다. 한가지 선행되어야 할 과제는, 大氣污染과 酸性雨 등의 주위 도시 오염원에 의해서 식물의 생육과 분포가 제한을 과연 받고 있는가? 제한을 받는다면, 어떠한 식물의 종이 얼마나 어떻게 제한을 받는 것인지, 그에 대한 대책은 무엇인지

(임경빈, 1978), 혹은 다른 요인과 상호 작용으로 제한을 받는 것은 아닌지(김은식, 1994) 등에 대한 세밀한 연구가 필요하다.

引用文獻

1. 김은식. 1994. 남산에 생육하는 소나무의 분포와 직경 생장 특성. 산림과학. 6:31-67. 국립대학교 산림과학연구소.
2. 김지홍·권기현. 1991. 천연활엽수림에서의 수종간 상관관계와 공변이 관계의 분석. 한국임학회지 80(4):360-368.
3. 윤종화·한상섭·김지홍. 1987. 원시림의 환경과 구조에 관한 연구. 강원대학교 연습림 연구보고 7:1-27.
4. 이경재. 1986. 남산공원의 자연환경실태 및 보존대책. 78pp.
5. 이창복. 1982. 대한식물도감. 향문사. 990pp.
6. 임경빈. 1978. 남산 공원수림의 피해 상태와 그 대책에 관한 연구. 134pp.
7. 환경처·과학기술처. 1993. 훼손된 생태계의 Biodiversity 평가 및 복원 기법 개발(I)--식물 종다양성. 25-97pp.
8. 환경처. 1994. 훼손된 생태계의 Biodiversity 평가 및 복원 기법 개발(II)--식물 종다양성. 29-103pp.
9. 환경부. 1995. 훼손된 생태계의 Biodiversity 평가 및 복원 기법 개발--식물 종다양성. 43-94.
10. Agnew, A.D.Q. 1961. The ecology of *Juncus effusus* L. in North Wales. Ecol. 49:83-102.
11. Bazzaz, F.A. 1975. Plant species diversity in old-field successional ecosystems in southern Illinois. Ecol. 56:485-488.
12. Brower, J.E. and J.H. Zar. 1977. Field and Laboratory Methods for General Ecology. WM. C. Brown Co. Publ., Dubuque, Iowa. 194pp.
13. Burton, P.J., A.C. Balisky, L.P. Coward, S.G. Cumming, and D.D. Kneeshaw. 1992. The value of managing for biodiversity. For. Chron. 68(2):225-237.
14. Clements, F.E. 1916. Plant Succession: An Analysis of the Development of Vegetation.

- Carnegie Inst. Pub. 242. Washington D.C. 512pp.
15. DeJong, J.M. 1975. A comparison of three diversity indices based on their comparison of richness and evenness. *Oikos* 26:222-227.
16. Kovach, W.L. 1991. M.V.S.P.: A Multivariate Statistical Package for IBM PC and Compatibles. Ver. 1.3. Indiana University, Bloomington, Indiana.
17. Loucks, O.L. 1970. Evolution of diversity, efficiency, and community stability. *Am. Zool.* 10:17-25.
18. Ludwig, J.A. and J.F. Reynolds. 1988. Statistical Ecology. John Wiley & Sons. New York. 329pp.
19. May, R.M. 1988. How many species are there on earth? *Science* 241:1441-1449.
20. Namkoong, G. 1991. Biodiversity: issues in genetics, forestry and ethics. *For. Chron.* 68 (4):438-443.
21. Odum, E.P. 1969. The strategy of ecosystem development. *Science* 164:262-270.
22. Pritchett, W.L. and R.F. Fisher. 1987. Properties and Management of Forest Soils (2nd ed.). John Wiley & Sons, New York. 494pp.
23. SAF(Society of American Foresters). 1991. Task Force on Biological Diversity in Forest Ecosystems. Society of American Foresters, Bethesda, Maryland. 52pp.
24. Welch, J.R. 1960. Observation on deciduous woodland in the eastern province of Tanganyika. *J. Ecol.* 48:557-573
25. Whittaker, W.H. 1975. Communities and Ecosystem. MacMillan Pub. Co. N.Y. 385pp.
26. Wilson, E.O.(ed.). 1988. Biodiversity. National Academy Press. Washington D.C. 521pp.