

서울시 근교에 위치한 도시숲 군집구조 분석^{1a}

노유미² · 강희준³ · 이상돈^{2*}

Community Analysis of Urban Forest around city of Seoul^{1a}

Yu-Mi Ro², Heejun Kang³, Sang-don Lee^{2*}

요약

본 연구에서는 서울시 도시 숲에 속해 있는 불암산, 대모산, 봉화산 3개 산을 대상으로 군집분석을 하였다. 불암산 군집분석 결과 소나무(*Pinus densiflora*)-신갈나무(*Quercus mongolica*), 서어나무(*Carpinus laxiflora*)-리기다소나무(*Pinus rigida*), 굴참나무(*Quercus variabilis*)-팔배나무(*Sorbus alnifolia*)로 나왔으며 대모산의 군집은 리기다소나무-일본잎갈나무(*Larix leptolepis*), 현사시나무(*Populus tomentiglandulosa*)-물박달나무(*Betula davurica* Pall)로 구분되었다. 봉화산의 군집분석 결과 소나무-팔배나무와 상수리나무(*Quercus acutissima*)-벚나무(*Prunus serrulata*)로 구분되었다. 불암산, 대모산, 봉화산의 지역별 유사도에서는 불암산과 대모산의 유사도 지수가 0.634로 높게 나와 비슷한 식생들이 분포하고 있으며 다른 지역보다 대모산 지역의 우점도가 0.166으로 다수의 종이 우점한다. 또한 종다양도 분석결과 대모산이 가장 안정된 상태를 이루고 있으며 종다양도, 최대종다양도, 균재도는 불암산, 봉화산, 대모산 지역으로 갈수록 높아지고 우점도는 불암산, 봉화산, 대모산 지역으로 갈수록 낮아진다.

주요어: 유사도, 균재도, 종 다양도, 우점도, 불암산, 봉화산, 대모산

ABSTRACT

This study was conducted the vegetation clustering analysis for the 3 mountains of Mt. Bulam, Mt. Daemo, Mt. Bonghwa which were the urban forests of Seoul. Based on the results of the analysis related to the vegetation clustering, it was found that the clustering of Mt. Bulam consisted of pine trees(*Pinus densiflora*)-Mongolian oak(*Quercus mongolica*), Hornbeam(*Carpinus laxiflora*)-Pitch pine(*P. rigida*), oriental oak(*Q. variabilis*) - a wild pear tree(*Sorbus alnifolia*) while the clustering of Mt. Daemo consisted of Pitch pine-Japanese larch(*Larix leptolepis*), Poplar(*Populus tomentiglandulosa*)- black birch(*Betula davurica* pall). Meanwhile, the clustering of Mt. Bonghwa consisted of pine trees-a wild pear tree Community and Sawtooth oak(*Q. acutissima*)-Cherry Blossoms(*Prunus serrulata*). In relation to the similarity index by region in Mt. Bulam, Mt. Daemo, and Mt. Bonghwa, the similarity index of Mt. Bulam and Mt. Daemo stood at as high as 0.634, suggesting the distribution of similar vegetation, and the dominance index of the Mt. Daemo region was found to be 0.166 which suggests the dominance of many species compared to other regions. In addition, the results of species diversity showed that Mt. Daemo had the highest stability, and the species diversity, maximum species diversity, evenness indices

1 접수 2015년 3월 15일, 수정 (1차: 2015년 6월 5일, 2차: 2015년 8월 21일), 게재확정 2015년 8월 22일

Received 15 March 2015; Revised (1st: 5 June 2015, 2nd: 21 August 2015); Accepted 22 August 2015

2 이화여자대학교 환경공학과 Dept of Environmental Sciences and Engineering, Ewha Womans University, Seoul 03760, Korea

3 협성대학교 도시공학과 Dept of Urban Planning & Engineering, Hyup Sung University, Gyeonggi-Do 18330, Korea

a 본 연구는 KEITI (403-112-005), NRF 2009-0008-3527 및 국토부 물관리연구사업12기술혁신(CO2) 지원에 의해 수행되었습니다.

* 교신저자 Corresponding author: Tel: +82-2-3277-3545, Fax: +82-2-3277-3275, E-mail: lsd@ewha.ac.kr

were highest in Mt. Bulam, followed by Mt. Bonghwa and Mt. Daemo. The dominance index was the lowest in Mt. Bulam, followed by Mt. Bonghwa and Mt. Daemo.

KEY WORDS: SIMILARITY, EVENNESS, SPECIES DIVERSITY, DOMINANCE, MT. BULAM, MT. DAEMO, MT. BONGHWA

서론

식생은 지역 산림생태계 보전 및 관리를 위한 기본 단위로 활용되고 있으며(Lee *et al.*, 2006) 생태계의 보전과 관리에 중요한 종이다(Rubio *et al.*, 2011). 식물군락들은 독특한 종조성을 가지고 그 기능과 구조에 있어서 뚜렷한 차이를 보임으로써 서식환경조건에 대응하고 있으며(Groves and Williams, 1975) 그 구조와 종조성은 시간이 지남에 따라 변화하게 된다(Maarel, 2004). 도시림은 도시녹지의 주된 공간으로서 생물다양성 유지 등의 기능을 발휘하고 있다(Bradley, 1995 ; Miller, 1997). 하지만 도시림은 대기오염, 토양산성화, 인간간섭과 개발로 인하여 많이 훼손되었으며 그로인해 산림의 군집이 변하고 인공림의 비율이 많이 높아지고 있다. 자연식생이 인간 간섭에 크게 노출되면 생태계 교란이 매울 클 수밖에 없으며 건전한 생태계로서 그 유지가 극히 불리한 실정이다(Kim, 2006). 대전시 도시숲 연구에서는 숲 3곳을 조사하여 도시 숲의 식생 및 토양 특성에 대한 연구를 실시하였다. 보전이 양호한 지역보다 인간의 간섭이 높은 곳에서 도시숲 건강성에 영향을 미치는 것으로 나왔으며 식생에 대한 영양 공급이 원활하게 이루어지지 못하고 있는 것으로 나왔다(Lee *et al.*, 2010) 또한 도시생태계 현황연구에서는 서울 지역 대기오염이 심각해져 이로 인한 토양 산성화 현상과 산림생태계의 쇠퇴현상을 보고하였다(Lee *et al.*, 1996). 서울시의 도심지역과 외곽지역의 산림에서 산림식생의 분포를 분석한 결과 도심지역의 산림에서는 산지의 계곡과 산록부에 형성되는 식물군락 발달이 미약하였으며(Lee *et al.*, 1998) 최근 산림 내 토양 산성화, 식생 천이 중단, 극상림인 서어나무(*Carpinus laxiflora*)림의 쇠퇴에 대한 논란, 생물다양성 감소, 산림 내 새로운 수병과 해충의 증대, 수목생장의 감퇴 등 산림 고유의 기능 및 가치저하에 대한 지적들이 반복적으로 제기되고 있다(Seoul Metropolitan Government, 2009).

본 연구의 목적은 서울시에 속해 있으며 인간 간섭의 빈도가 높은 불암산, 대모산, 봉화산의 3개 산을 대상으로 하여 식물군집 분석을 함으로써 식생의 분포가 어떻게 이루어지고 있는지를 알아보고자하였다. 또한 종다양도, 최대종다양도, 균재도, 우점도를 통하여 식생다양성 및 산림의 안정

화된 상태를 알아봄으로써 도시 숲의 식생의 분포 특징에 대한 기초 자료를 제공하여 도시숲 보전에 기여하고자 수행하였다.

연구방법

1. 연구대상지

서울시 도시숲 산림 건강성 및 생물다양성 학술연구 종합보고서에 나와있는 2008년 10월~ 2009년 10월까지 식생유형을 대표할 수 있는 대표조사구인 식생조사표를 사용하여 불암산 8개, 대모산 10개, 봉화산 8개 조사구를 지정하여 분석하였다. 식생 조사는 봄철(4~5월), 여름철(6~7), 가을철(8~9)등 계절별 조사를 실시하였으며 조사구의 크기는 상층식생의 높이를 고려하여 100m² (10m x 10m), 또는 400m² (20m x 20m)의 방형구를 설정한 후 식생조사 표준 기록지를 사용하여 조사하였다(Figure 1)(Table 1)(Seoul Metropolitan Government, 2009).

2. 조사분석

1) 군집분석

군집분석에서 각 정점 간의 유사도(similarity)를 파악하기 위하여, 불암산 수종 22종 305개, 대모산 29종425개,

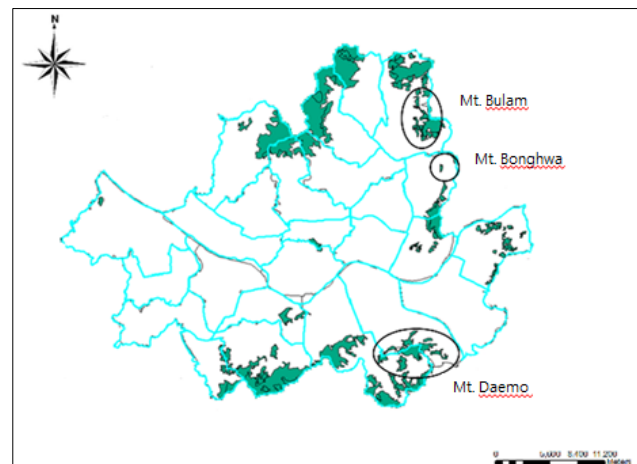


Figure 1. Map of study sites

Table 1. The study sites

Plot number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Mt. Bulam	Altitude(m)	148	91	102	263	110	79	89	172	
	Aspect	W330N	W270N	S190	N30E	W300N	NO	N330W	S240W	
	Slope(°)	28	5	10	45	20	26	30	15	
Mt. Daemo	Altitude(m)	72	145	99	154	81	133	195	177	83
	Aspect	N280W	N20E	N	N290W	N330W	N10E	S260W	N60E	N75E
	Slope(°)	20	13	16	25	10	7	20	10	5
Mt. Bonghwa	Altitude(m)	75	58	122	60	90	127	68	60	
	Aspect	N300W	N340W	N50E	S105E	S230W	N30E	W	S105E	
	Slope(°)	-	5	20	20	15	15	-	20	

봉화산 24종 326개의 출현 종을 이용하여 유사도 지수 행렬로부터 각 조사 정점과 출현 종을 연결하는 방법인 Bray and Curtis(1957)의 지수를 이용하였으며, 유사한 것들끼리 그룹으로 묶여 dendrogram으로 나타냈다.

이용하여 유사도 지수(Similarity Index: S.I)를 구하였다.

$$S.I(\%) = \frac{2C}{S1 + S2} \times 100$$

$$S_{jk} = 100 \left(1 - \frac{\sum_{j=1}^n |y_{ij} - y_{lj}|}{\sum_{j=1}^n |y_{ij} + y_{lj}|} \right)$$

(y_{ij}: i군집의 j번째 종의 개체수, y_{lj}: l군집의 j번째 종의 개체수)

결과

1. 군집분석

불암산 군집분석결과 8개의 조사구 중에 6개의 조사구가 군집으로 묶였으며 소나무-신갈나무, 서어나무-리기다소나무, 굴참나무-팔배나무로 3개로 구분 되었다(Figure 2). 소나무-신갈나무에서는 교목층에서 소나무가 상대우점도(I.P) 52.7%로 우점하였고, 신갈나무(I.P) 23.9%, 물오리나무(*Alnus hirsuta Turcz*)(I.P) 19.6%로 우점하였다. 아교목층에서는 상수리나무와 신갈나무가 우점하였으며 그 외에 노간주나무(*Juniperus rigida*)가 출현하였고, 관목층에서는 진달래(*Rhododendron mucronulatum*), 철쭉(*Rhododendron schlippenbachii*), 이대(*Pseudosasa japonica*)등이 출현하였다. 서어나무-리기다소나무에서는 교목층에서는 서어나무가 상대우점도(I.P) 38.5%로 우점하였고 리기다소나무(I.P) 33.1%, 소나무(I.P) 12.9%, 굴참나무(I.P) 8.5%, 신갈나무(I.P) 5.1%로 우점하였다. 아교목층에서는 쪽동백나무(*Styrax obassia*), 서어나무 순으로 우점하였으며 관목층에서는 진달래, 오동나무(*Paulownia coreana*)치수 등이 출현하였다. 관목층에서 수종이 고르게 분포하고 있으며 인공림인 리기다소나무에 우점도가 높았다. 굴참나무-팔배나무에서는 교목층에서는 굴참나무가 상대우점도(I.P) 46.2%로 우점하였고 팔배나무(I.P) 30.1%, 밤나무(*Castanea crenata*)(I.P) 4.5%, 서어나무(I.P) 4.2%로 우점하여 출현하고 있다. 아교목층에서는 신갈나무와 팔배나무가 우점하였으며 관목층에서는 뽕나무(*Prunus serrulata*), 개웃나무(*Rhus trichocarpa*)치수 등이 출현하였다.

대모산 지역은 10개의 조사구 중 9개의 조사구가 군집으

2) 우점도, 종 다양도, 최대 종다양도, 균재도 분석

각 수종의 상대적인 중요도를 나타내는 측도로서 상대우점치(important percentage, I.P.)를 구하였으며 종 구성의 다양한 정도를 나타내는 측도인 종 다양도(Species Diversity; H'), 최대종 다양도(H' max), 군집 내 종들이 얼마나 고르게 분포하고 있는지를 나타내는 지표인 균재도(Evenness; J'), 비교 대상들 간의 우점 정도를 나타내는 지표인 우점도(Dominance; D)를 Shannon의 수식(Pielou, 1975)을 적용하여 구하였다.

$$I.P = \frac{\text{상대밀도} + \text{상대피도}}{2}$$

$$H' = -\sum \left\{ \left(\frac{n}{N} \right) \times \log \left(\frac{n}{N} \right) \right\}$$

$$H' \text{ max} = \log_{10} S$$

$$J' = \frac{H'}{H' \text{ max}}$$

$$D = 1/J'$$

(n=어느 한 종의 개체수, N=전체 수종의 개체수)

3) 지역별 유사도 분석

지역의 유사성을 알아보고자 Whittaker(1956)의 수식을

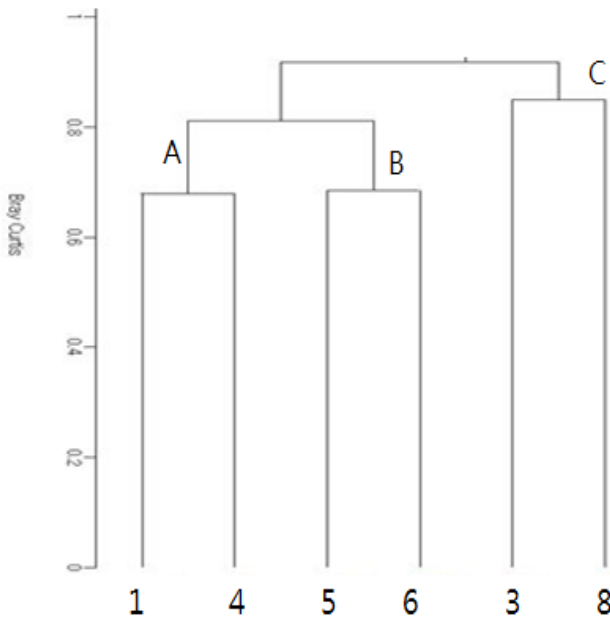


Figure 2. Dendrogram of Mt. Bulam by cluster analysis

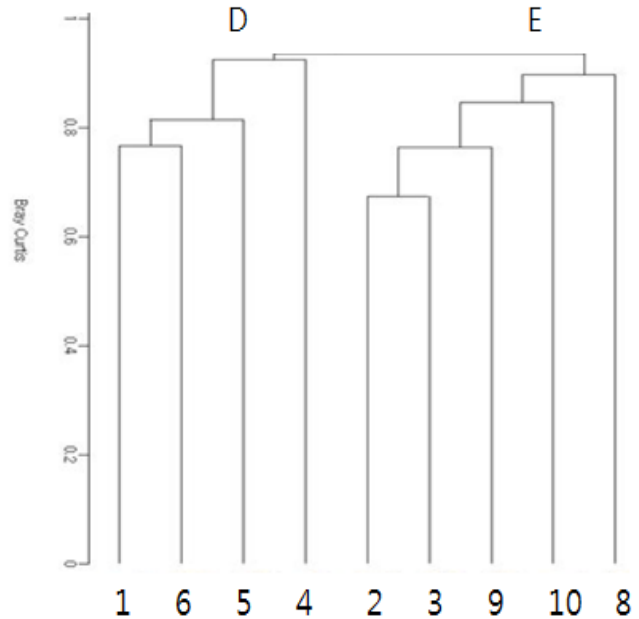


Figure 3. Dendrogram of Mt. Daemo by cluster analysis

로 묶였으며 리기다소나무-일본잎갈나무와 현사시나무-물박달나무로 2개의 군집으로 나누어진다(Figure 3). 리기다소나무-일본잎갈나무에서는 교목층에서는 리기다소나무의 상대우점도(I.P) 27.9%로 우점하였고 일본잎갈나무(I.P) 23.7%, 물오리나무(I.P) 19.5%, 신갈나무(I.P) 12.7%로 우점하였다. 그 외에 소나무(I.P) 5.8%, 물박달나무(I.P) 4.9% 출연하였다. 아교목층에서는 팔배나무, 개웃나무, 생강나무(*Lindera obtusiloba*)가 우점하였으며 관목층에서는 진달래, 팔배나무치수, 생강나무 등이 출연하였다. 현사시나무-물박달나무에서는 교목층에서 현사시나무 상대우점도(I.P) 29.7%로 우점하였고 물박달나무(I.P) 22.9%, 아까시나무(*Robinia pseudoacacia*)(I.P) 12.9%, 리기다소나무(I.P) 7.8%, 상수리나무(I.P) 6.6%, 팔배나무(I.P) 6.3%, 밤나무(I.P) 6.2%로 우점하였다. 아교목층에서는 팔배나무, 진달래, 갈참나무(*Quercus aliena*)가 우점하였으며 관목층에서는 쪽동백나무치수, 개웃나무치수, 신갈나무, 때죽나무(*Styrax japonica*), 팔배나무치수 등이 출연하였다.

봉화산 지역은 10개의 조사구 중 7개의 조사구가 군집으로 묶였으며 소나무-팔배나무와 상수리나무-벚나무 2개의 군락으로 나누어진다(Figure 4). 소나무-팔배나무 교목층에서는 상대우점도 지수가 소나무(I.P) 28.9%, 팔배나무(I.P) 28.5%로 서로 경쟁하며 출연하고 있으며 리기다소나무(I.P) 13.7%, 굴참나무(I.P) 6.5%, 밤나무(I.P) 5.9%로 우점하였다. 아교목층에서는 팔배나무, 신갈나무가 우점하였으며 관목층에서는 아까시나무, 신갈나무, 팔배나무 등이 출연하였다. 상수리나무-벚나무 교목층에서는 상수리나무 상대우점

도(I.P)가 33.8%로 가장 높았고 벚나무(I.P) 23.3%, 신갈나무(I.P) 21.2%, 밤나무(I.P) 6.1%로 우점하였다. 아교목층에서는 벚나무, 팔배나무, 밤나무가 우점하였으며 관목층에서는 갈참나무, 짚레, 족도리 풀(*Asarum sieboldii*)등이 출연하였다.

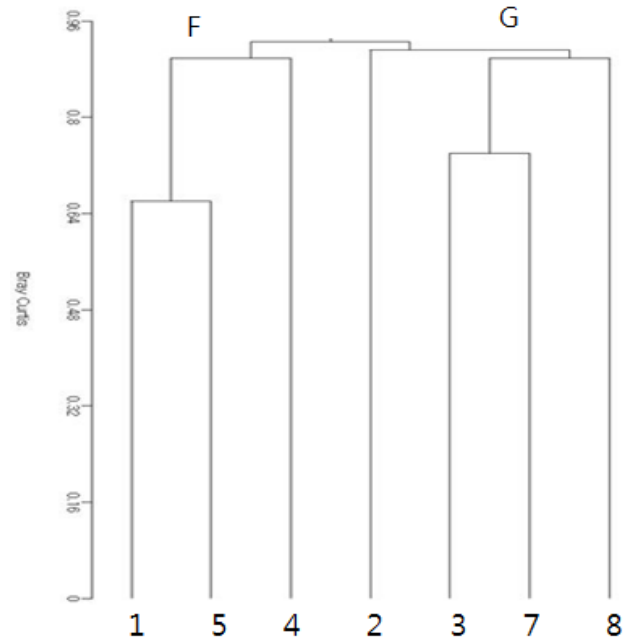


Figure 4. Dendrogram of Mt. Bonghwa by cluster analysis

Table 2. Species diversity maximum diversity, evenness and dominance of each plant community

Site	No. of Plots	No. of Species	H'	H'Max	J'	D'	
Mt. Bulam	A	2	16	1.130	1.794	0.630	0.370
	B	2	21	1.784	2.485	0.718	0.282
	C	2	18	1.824	2.640	0.691	0.309
Mt. Daemo	D	4	19	1.839	2.302	0.799	0.201
	E	5	39	2.578	3.091	0.834	0.166
Mt. Bonghwa	F	3	26	1.764	2.710	0.651	0.349
	G	4	19	1.968	2.566	0.767	0.233

2. 우점도, 종다양도, 최대종다양도, 균재도 분석

군집별로 조사된 식물의 종 다양성을 나타냈다(Table 2). 출현종 수는 현사시나무-물박달나무에서 39종으로 가장 많은 종이 출현하였고, 서어나무-리기다나무는 21종이 출현하였다. 리기다소나무-일본잎갈나무와 상수리나무-벚나무는 19종이 출현하였으며 굴참나무-팔배나무 18종, 소나무-신갈나무 16종이 출현하였다. 종다양도는 현사시나무-물박달나무가 2.578로 가장 높았으며, 상수리나무-벚나무 1.968, 리기다소나무-일본잎갈나무 1.839, 굴참나무-팔배나무 1.824, 서어나무-리기다소나무 1.784, 소나무-팔배나무 1.764로 비슷한 종다양도를 보였으며 소나무-신갈나무는 1.130으로 종다양도가 낮게 나왔다. 균재도는 현사시나무-물박달나무 0.711, 상수리나무-벚나무 0.672이며 굴참나무-팔배나무 0.640, 리기다소나무-일본잎갈나무 0.638, 서어나무-리기다소나무 0.620, 소나무-신갈나무 0.469로 나타났다. 우점도는 소나무-신갈나무는 0.370, 굴참나무-팔배나무 0.309, 소나무-팔배나무 0.349, 서어나무-리기다소나무 0.282, 리기다소나무-일본잎갈나무 0.201, 현사시나무-물박달나무 0.166, 상수리나무-벚나무 0.233으로 나왔다.

3. 지역별 유사도

유사도 지수는 동질성의 정도를 수치화한 것으로 군집생태학에서는 여러 정점에 출현하는 종류와 각 종류의 개체수에 근거하여 유사성을 표현한다. 불암산과 대모산 지역은 0.634(63.4%)로 유사도 지수가 높으며, 대모산과 봉화산 지역은 0.467(46.7%), 불암산과 봉화산 0.471(47.1%)로 비슷

Table 3. Similarity index and dissimilarity index of study sites

Site	Mt. Bulam	Mt. Daemo	Mt. Bonghwa
Mt. Bulam		0.366*	0.529*
Mt. Daemo	0.634		0.533*
Mt. Bonghwa	0.471	0.467	

*: dissimilarity

한 유사도를 보였다(Table 3).

고찰

개체군의 구성 종 간 개체수의 균재도(Evenness)는 1에 가까울수록 종별 개체수가 균일하게 분포한다(Brower and Zar, 1997). 분석결과 현사시나무-물박달나무는 0.849로 종별 개체수가 균일하게 분포되는 것으로 판단된다. 우점도는 0.9이상일 때는 1종, 0.3~0.7일 경우는 2~3종, 0.3 이하인 경우에는 다수의 종이 우점된다(Whittaker, 1965). 우점도는 다른지역보다 대모산 지역에 다수의 종이 우점하는 것으로 보이며 종다양도는 1.130~2.578의 범위로 서울시 북한산국립공원 1.662~1.597(Um and Kim, 2008), 설악산 국립공원 대청봉~한계령 0.927~1.216 (Kim and Baek, 1998)보다 높게 나왔으며 지리산 국립공원 칠성계곡 2.75~2.96 (Choo et al., 2009)보다 낮게 나왔다. 한 군집 내에서 최대종 다양도에 대하여 종다양도의 값이 근접할수록 안정 상태를 이루고 값이 떨어질수록 식생 구조는 불안정을 보이는데 (Pielou, 1975) 종다양도 분석결과 대모산이 가장 안정된 상태를 이루고 있었다. 종다양도, 최대종다양도, 균재도는 불암산, 봉화산, 대모산 지역으로 갈수록 높아지고 우점도는 불암산, 봉화산, 대모산 지역으로 갈수록 낮아진다. 그러므로 산림이 극상림으로 안정화가 진행될 경우 우점도는 높아지고 종다양도는 낮아진다(Park et al., 2009)라는 기존 보고와 일치한다. 군집간의 유사도 지수가 0.8(80%) 이상일 때는 동질적인 집단이고, 0.2(20%) 미만일 때는 서로 이질적인 집단으로 분류하고(Whittaker, 1956), 종 분포가 비슷할수록 유사도 지수는 높게 나타난다(Cox, 1976). 유사도 지수와 비 유사도 지수는 반비례 관계에 있으며 총 지수를 1로 놓고 보면 불암산과 대모산의 유사도가 0.634일 때 비유사도 지수는 0.366을 보인다. 유사도 지수가 낮은 대모산과 봉화산의 경우 유사도지수가 0.467이며 비 유사도지수는 0.533이다. 도시숲은 산림이 많이 훼손되며 군집이 변하고 인공림의 비율이 많이 높아질 것으로 예상되고 있으므로 산림 고유의 기능을 할 수 있도록 많은 연구와 관심이

필요하다.

REFERENCES

- Bradley, G.A.(1995) Urban Forest Landscape. University of Washington Press, Seattle, 224pp.
- Bray, J.R and J.T. Curtis(1957) An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. Ecol. Monogr. 27, 325-49.
- Brower, J.E. and J.H. Zar (1997) Field and laboratory method for general ecology. William C. Brown Company .Publishers. Iowa. pp. 1-184.
- Cox, G. W. (1976) Laboratory manual of general ecology. William C. Brown Company. 232pp.
- Choo, G.C., H.C. An, H.S. Cho, I.K. Kim, E.H. Park and S.B. Park(2009) Vegetation Structure of the Chilseon Valley in the Jirisan National Park. Kor. J. Env. Eco. 23(1): 22-29. (in Korean with English abstract)
- Groves, R. H and J. D. Williams(1975) Growth of skeleton weed (*Chondrillajuncea* L.) as affected by growth of subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L.) and infection by rust *Puccinia chondrillina* Bubak and Syd. Australian Journal of Agricultural Research 26: 975-983.
- Kim, G.T. and G.J. Baek(1998) Studies on the of Forest Community at Taech'ong bong-Hangyeryong Area in Soraksan National Park. Kor. J. Env. Eco. 11(4):397~406. (in Korean with English abstract)
- Kim, J.W.(2006) Vegetation Ecology. 1-260pp. (in Korean)
- Lee, J. B., K.K. Shim, E.R. Noh and Y.M. Ha (1998) A Study of Ecological and Growth Characteristics of Korean Mountain Ash(*Sorbus alnifolia*) for Landscape Woody Plants. Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture. 26(2): 229-239. (in Korean with English abstract)
- Lee, J.H., H.J. Cho and T.C. Hur(2006) Spatial Distribution and Vegetation-Environment Relationship of Forest Vegetation in Ulleung Island, Korea. J. Ecol. Field Biol. 29 (6): 521-529. (in Korean with English abstract)
- Lee, K.J., W. Cho and B.H. Han(1996) Restoration and Status of Urban Ecosystem in Seoul -Plant Community Structure in Forest Area-.Kor.J.Env.Eco10(1):113-127. (in Korean with English abstract)
- Lee, H.Y., C.H. Oh, E.S. Kim, Y.W. Son and K.S. Park(2010) The Vegetation and Soil Characteristics of Urban Forest as Geological Location in Daejeon, Korea. Kor. J. Env. Eco. 24(5): 566~574. (in Korean with English abstract)
- Maarel, E(2004) Vegetation science. John Wiley & Sons. 408pp.
- Miller, R.W. (1997) Urban Forest: Planning and Managing Urban Green spaces. Prentice Hall, Upper River, New Jersey, 502pp.
- Park, B.C., C.H. Oh and C.W. Cho(2009) Community Structure Analysis of *Carpinus laxiflora* Communities in Seoul. Kor. J. Env. Eco. 23(4) : 333~345.(in Korean with English abstract)
- Pielou, E.C.(1975) Ecological diversity. Wiley, New York. 165pp.
- Seoul Metropolitan Government(2009) The Seoul Metropolitan office of urban Forest in forest research on the health and biodiversity(A Comprehensive Report). (in Korean)
- Seoul Metropolitan Government(2009) The Seoul Metropolitan office of urban Forest(Forest) life Survey of academic research. (in Korean)
- Rubio, A., Gavilan, R.G., Montes, F., Gutierrez-Giron, A., Diaz-Pines, E., and Mezquida, E.T(2011) Biodiversity measures applied to stand-level management: can they really be useful? Ecological Indicators 11: 545-556.
- Um, T.W. and G.T. Kim(2008) Vegetation Structure of Mountain Ridge from Songchu to Dobong in the Bukhansan National Park, Korea. Kor. J. Env. Eco. 22(2): 106~112. (in Korean with English abstract)
- Whittaker, R.H. (1956) Vegetation of the Great Smoky Mountains. Ecology Monograph. 26:1-80.
- Whittaker, R.H. (1965) Dominance and diversity in land plant communities. Science 147: 250-260.