

부산 금정산 범어사계곡 낙엽활엽수군락 식생구조

Vegetation Structure of Deciduous Broad-leaved Forest at the Beomeosa(Temple) Valley in Geumjeongsan, Busan

김정호¹ · 최송현² · 최인태³ · 양순자⁴ · 이상철⁴

¹(주)BEL Technology 기술연구소, ²부산대학교 조경학과,
³(주)서드스페이스, ⁴부산대학교 대학원 조경학과

서론

본 연구대상지는 부산광역시 금정구 범어사계곡에 넓게 분포하는 개서어나무(*Carpinus tschonoskii*)군락을 포함한 낙엽활엽수군락을 대상으로 하였다. 범어사계곡의 지형적으로는 계곡형의 전석지대가 넓게 분포하는 지역이며 식생자연도상 보전가치가 매우 높은 지역이다(Lee, 2003).

금정산권역의 식생에 대한 연구는 Lee(1954)에 의해 금정산일대의 식물상에 대한 연구결과를 제시한 것이 최초이며 이후 Kim *et al.*(1997)에 의해 식물상에 대한 연구가 주를 이루었다. 식생의 생태학적 가치를 평가하기 위한 연구는 KIm *et al.*(1993)에 의한 금정산 동사면 계곡의 식생의 생태학적 연구, Nam(1994)에 의한 금정산의 식물상과 주요 식물상별 구조, Jang(2005)에 의한 금정산의 식생구조와 식생변화에 대한 연구 등이 주로 진행되었지만 대부분 소나무와 참나무류 우점 군집에 대한 특성 및 변화를 제시한 연구이었다. 그 외에 Lee(2003)는 부산지역 산림식생의 식물사회학적 연구의 토대로 금정산 권역에 대한 식생분포 및 현안에 대해 연구한 결과에서 금정산의 주요 시생분포는 능선부의 떡갈나무군락, 주요 사면의 소나무와 신갈나무 등 참나무류가 우점하는 군락, 계곡부를 중심으로 개서어나무 우점 군락, 저지대 인간간섭이 심한지역은 굴참나무 우점 군락 등으로 제시하였다.

금정산 범어사계곡 일원에 분포하고 있는 개서어나무와 낙엽활엽수가 우점하는 지역은 기후극상에 해당하는 지역으로 생태학적 가치가 높으나, 인위적 훼손우려가 높아 향후 정확한 생태학적 조사 및 관리대책의 수립이 필요하다고 제시하였다(Lee, 2003).

본 연구는 금정산 범어사계곡에 넓게 분포하고 있는 낙엽활엽수군락의 식생조사 결과를 바탕으로 생태적 특성을 분석하여 향후 범어사계곡의 낙엽활엽수군락의 보전 및 복원의 기초자료 제공을 목적으로 하였다.

재료 및 방법

1. 조사범위 및 시기

부산 금정산 범어사계곡의 낙엽활엽수 우점 식생군락의 식생구조를 조사하기 위해 2009년 6월~11월에 예비조사 및 본조사를 실시하였다. 조사대상지는 범어사계곡의 개서어나무와 졸참나무가 우점하면서 등산로에 의해 피해가 우려되는 지역과 자연성이 양호한 지역을 고려하여 조사구를 배치하였으며 총 설치된 조사구는 28개소이고 각 조사구의 크기는 10m×10m(100m²) 크기로 식생조사를 실시하였다.

2. 조사분석방법

식생조사 자료를 토대로 각 수종의 상대적 우세를 비교하기 위하여 Curtis and McIntosh(1951)의 중요치(Importance Value; I.V.)를 통합하여 백분율로 나타낸 상대우점치(Brower and Zar, 1977)를 수관층위별로 분석하였다. 상대우점치(Importance Percentage; I.P.)는 (상대밀도+상대피도+상대빈도수)/3로 계산하였으며 개체들의 크기를 고려하여 수관층위별로 가중치를 부여한 (교목층 I.P.× 3 + 아교목층 I.P. × 2 + 관목층 I.P. × 1)/6으로 평균상대우점치(Mean Importansce Percentage; M.I.P)를 구하였다.

상대우점치 분석자료를 토대로 TWINSpan에 의한 Classification분석(Hill, 1979b)과 DCA ordination 분석(Hill, 1979a)를 실시하였다. 식생자료를 토대로 유사도지수를 비교분석하였으며 Whittaker(1956)의 수식을 이용하여 유사도지수(Similarity Index)를 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 조사지 개황

부산광역시의 최근 17년간(1990-2006)간의 기상자료를 살펴보면 연평균기온은 14.7℃, 연평균강수량은 1,574.6mm였고, 연중 평균강수일수는 99.5일이며, 연평균습도는 64.9%였다(KMA, 2010).

조사지는 해발 310m~550m에 설정하였으며 사면향은 주로 북동향이 주를 이루고 있었고 경사도는 10°~18° 사이에 분포하였다. 교목층의 수고는 15~22m, 아교목층의 수고는 7~9m이었다. 조사구별 교목층의 평균흉고직경은 22~45cm 범위이었고 아교목층의 평균흉고직경은 8~12cm 범위이었다.

2. Classification 및 ordination 분석

전체 조사구에 대해 군락의 분류를 분류하기 위해 classification 분석과 ordination 분석을 실시하였다. Classification 분석은 TWINSpan을, ordination은 DCA기법을 적용하여 분석하였다. ordination의 주요 목적은 자료를 요약화(summarization)하는 것이고(Orloci, 1978), 표본이 좌표의 위치에 근거하여 거리에 따라 유사성과 상이성을 나타내며 내재되어 있는 인자를 찾는 기법이다(Luwig and Reynolds, 1988).

Classification 분석결과, 전체 6개 군락으로 분리되었으며 군락분리의 첫 번째 단계에서 지표종(indicator species)은 왼쪽으로 다릅나무(Ma), 오른쪽으로 편백(Co)이었다. 두 번째 단계에서는 왼쪽으로 졸참나무(Zs), 오른쪽으로 노각나무(Sk), 서어나무(Cc), 신갈나무(Qm)가 지표종으로 나타났다. 세 번째 단계에서는 노각나무, 서어나무, 신갈나무에 의해 분리된 그룹은 고로쇠나무(Am)에 의해 분리된 그룹은 왼쪽으로 졸참나무(Qs)와 조릿대(Sb)에 의해 분리된 그룹은 오른쪽으로 분리되어 최종 6개 군락으로 분리

되었다.

6개 군락은 군락 I의 개서어나무-낙엽활엽수군락, 군락 II는 졸참나무-개서어나무군락, 군락 III은 개서어나무-졸참나무-소나무군락, 군락 IV는 개서어나무-졸참나무-신갈나무군락, 군락 V는 졸참나무-낙엽활엽수군락, 군락 VI는 편백-개서어나무군락이었다.

이를 ordination 분석결과와 상호비교하면 범어사계곡의 낙엽활엽수군락은 소나무와 편백이 우점하는 군락을 제외하고는 대부분 유사한 환경구배로 국소적인 환경차이에 따른 종조성 차이가 아교목층 및 관목층에서 주로 나타난다.

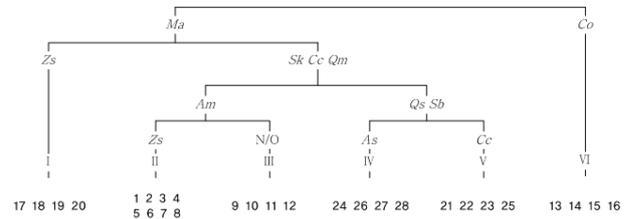


그림 1. TWINSpan에 의한 군락분류

(Ma: *Maackia amurensis*, Co: *Chamaecyparis obtusa*, Zs: *Zelkova serrata*, Sk: *Stewartia koreana*, Cc: *Carpinus cordata*, Am: *Acer mono*, As: *Acer pseudo-sieboldianum*, Qm: *Quercus mongolica*, Qs: *Quercus serrata*, Sb: *Sasa bprealis*)

3. 군락별 식생구조

군락 I은 개서어나무-낙엽활엽수군락으로서 조사구 17, 18, 19, 20이 해당되었다. 식생구조를 파악하기 위해 층위별로 살펴보면, 교목층에서는 개서어나무(I.P. 34.4%), 느티나무(I.P. 27.0%), 졸참나무(I.P. 16.4%), 고로쇠나무(I.P. 14.9%)가 주요 수종이었고 아교목층에서는 졸참나무(I.P. 23.0%), 당단풍(I.P. 18.0%), 다릅나무(I.P. 12.2%)가 주요 출현수종이었다.

군락 II는 졸참나무-개서어나무군락으로서 조사구 1~8이 포함되었다. 교목층에서는 졸참나무(I.P. 66.7%)와 개서어나무(I.P. 28.8%)가 주요 수종이었다. 군락 III은 개서어나무-졸참나무-소나무가 우점하는 군락으로서 조사구 9~12가 포함되었다. 층위분석결과, 교목층은 개서어나무(I.P. 47.7%), 졸참나무(I.P. 32.2%), 소나무(20.1%) 등 3종이 출현하였고 아교목층에서는 비목나무(I.P. 44.6%)와 졸참나무(I.P. 33.4%)가 주요 수종이었다

군락 IV는 개서어나무-졸참나무-신갈나무군락으로서 4개 조사구가 해당되었다. 교목층에서는 졸참나무(I.P. 38.6%)로 우점도가 가장 높았으나, 아교목층과 관목층에서는 출현하지 않았다. 개서어나무 상대우점치는 교목층에서 32.6%, 아교목층에서 28.5%로 출현하였다.

군락 V는 졸참나무-낙엽활엽수군락으로서 4개 조사구가 해당되었다. 교목층 출현종수는 10종으로 설정한 조사구 중 가장 많은 출현종수이었고 졸참나무(I.P. 34.3%)와 개서어나무(I.P. 25.8%)가 주요 수종이었으며 이외 산벚나무, 대패집나무, 노각나무, 물푸레나무 등이 출현하였다.

군락 VI은 편백-개서어나무군락으로 조사구 13~16이 포함되었다. 일부 식재된 편백(I.P. 56.9%)이 우점하면서 교목층에 개서어나무(I.P. 21.6%), 소나무(I.P. 14.3%), 졸참나무(I.P. 7.2%)가 출현하였고 아교목층과 관목층은 나타나지 않았다. 우리나라 남해안 일대 낙엽활엽수림의 훼손 후 편백과 리기다소나무, 삼나무 등이 많이 조립되어(Oh *et al.*, 2004) 왔는데, 금정산 범어사계곡에서도 식생훼손 후 편백이 식재된 후 개서어나무, 졸참나무 등의 낙엽활엽수가 유입되어 이들 수종으로 천이가 진행될 것으로 예측되었지만, 아교목층과 관목층에서 후대를 형성할 종들이 출현하고 있지 않아 이들에 대한 복원관리방안도 함께 고려되어야 할 것이다.

부산 금정산 범어사계곡은 전석지 낙엽활엽수군락으로써 6개 군락별 식생구조를 조사한 결과, 교목층에서는 개서어나무와 졸참나무가 우점하면서 느티나무, 고로쇠나무, 대패집나무, 노각나무, 물푸레나무, 소나무 등이 출현하였으며 아교목층에는 당단풍, 까치박달, 개서어나무, 때죽나무, 비목나무 등이 출현하고 있었다. 자연성이 양호한 지역내에 위치한 낙엽활엽수군집은 기후극상수종인 개서어나무와 낙엽활엽수가 우점하면서 아교목층에서도 천이 극상수종인 개서어나무와 까치박달의 출현이 있어 향후 지속적으로 유지될 것으로 예측되었다. 그러나 인공식재한 편백과 혼효된 지역은 아교목층과 관목층의 발달이 미비해 이들 군락에 대한 생태적 관리가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

부산 금정산 범어사계곡의 낙엽활엽수군락은 기후극상림으로 그 보존가치 매우 높고(Lee, 2003) 숲바닥층은 직경 2.5~4m의 거대 암석으로 이루어진 암괴류가 주로 분포하며 토양노출은 10% 이하로 극히 제한적이다. 범어사계곡은 식생자연도 IV등급, 녹지자연도 7~8등급으로 보전가치가 높

으며 평균 출현종수와 자연성이 금정산의 다른 식생군락보다 가장 양호하나(Lee, 2003), 최근 등산객에 의한 피해로 인해 종수 및 종다양도가 낮아지고 있는 것으로 예측되므로 향후 개서어나무와 낙엽활엽수가 우점하고 있는 범어사계곡에 대한 지속적 보전관리대책이 요구되었다.

4. 종다양도

Shannon지수 및 Simpson지수가 높은 군락은 군락 I 과 군락 V로서 교목층에서 개서어나무-졸참나무가 우점하면서 아교목층과 관목층에서 다양한 종들이 고르게 분포하고 있었다. 이외 군락 II, 군락 III, 군락 IV는 교목층에서는 개서어나무, 졸참나무 등이 우점하고 있었으나, 아교목층과 관목층에서 단일 수종에 의한 우점도가 높았고 특히 관목층에서 조릿대의 우점비율이 높아 종다양도가 낮았다. 군락 VI은 편백과 소나무가 우점하면서 아교목층과 관목층의 출현종수 없어 종다양도지수 0.3832로 낮게 분석되었다.

5. 종수 및 개체수

평균출현개체수의 경우 교목층에서는 5.0±4.0개체, 아교목층에서는 3.1±2.7개체이었다. 층위별 출현 종수의 경우 교목층 2.8±1.7종, 아교목층 2.1±1.6종, 관목층 2.6±2.3종이었다.

6. 유사도지수

유사도지수는 조사구별 혹은 군락별 상이성 또는 유사성을 나타내는 지표로서 유사도지수가 20%이하일때는 군락간 이질적이고 80% 이상일 때는 동질적이다(Whittaker, 1956). 본 연구에서는 6개 군락의 유사도 분석을 실시한 결과, 편백과 소나무가 우점하는 군락 VI은 다른 군락들과 14.38~19.07%로 유사성이 낮아 이질적 군락이었다. 이외 5개 군락간에는 교목층의 우점종은 개서어나무, 졸참나무 등이 우점하고 있어 다소 유사하나, 아교목층과 관목층의 종조성 사이로 인해 유사도가 낮았다. 군락 II와 군락 III이 65.93%로 유사성이 가장 높았다.

결론

부산 금정산 범어사계곡의 낙엽활엽수가 우점하는 군락

의 식생구조를 분석하기 위해 단위면적 100m²의 조사구 28개를 설정하고 조사를 실시하였다. Classification기법중의 하나인 TWINSpan을 이용하여 군락을 분리한 결과, 개서어나무-낙엽활엽수군락(군락 I), 졸참나무-개서어나무군락(군락 II), 개서어나무-졸참나무-소나무군락(군락 III), 개서어나무-졸참나무-신갈나무군락(군락 IV), 졸참나무-낙엽활엽수군락(군락 V), 편백-개서어나무군락(군락 VI)의 6개 군락으로 최종 분리되었다. 군락별 종다양도는 0.3832~1.0450의 범위이었으며 인공식재한 편백나무가 우점하는 군락 VI의 종다양도가 가장 낮았고 개서어나무와 기타 낙엽활엽수가 우점하는 군락 I 과 군락 V의 종다양도가 가장 높았다. 단위면적당(100m²) 종수는 6.8±3.2종이었다. 금정산 범어사계곡의 개서어나무군락은 기후극상림으로써 보전가치 높으므로 지속적인 보전관리대책이 요구되었다.

인용문헌

- Cox, G.W. (1976) Laboratory manual of general ecology. Wn. C. Brown Co., 232pp.
- Curtis, J.T., R.P. McIntosh (1951) An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. *Ecology* 32:476-496.
- Hill, M. O. (1979a) DECORANA- a FORTRAN program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. *Ecology and Systematics*, Cornell University. Ithaca, N.Y.
- Hill, M. O. (1979b) TWINSpan - a FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two way table by classification of the individuals and attribute. *Ecology and Systematics*, Cornell University. Ithaca, N.Y.
- Jang, W.I.(2005) Study on Changes in Vegetation and Floras of the Mt. Kumjung. Univ. of Donga, Pusan, Korea., 250pp.
- Kim, M.K., C.H. Bae, J.W. Kim(1997) Character Analysis of the Flora of Mt. KumJung. *J. of the Korean Environmental Sciences Society* 6(1):89-94.
- Kim, M.K., H.Y. Lee, J.W. Kim(1993) Ecological studies of eastern valley vegetation in Mt. Kumjung(Pusan). *J. of the Korean Environmental Sciences Society* 2(1):1-8.
- Korea Meteorological Administration(KMA) (2010) <http://www.kma.go.kr/>
- Lee, M.D.(2003) A Phytosociological Study of Forest Vegetation in Busan Region. Dept. of Biology Graduate University 78pp. vegetation in Daedunsan Provincial Korea. *Korean J. Ecol.* 11: 109-122.
- Ludwig, J.A., J.F. Reynolds(1988) *Statistical Ecology*. John Wiley & Sons. 337pp.
- Nam, J.C.(1994) Vegetation and Flora in Mt. Gumjungsan. *Research Institute of Construction Technology and Planning* 3(1): 119-141.
- Oh, K.K., S.H. Choi, K.T. Na, S.H. Kim(2004) Monitoring for the Restoration of Evergreen Broadleaved Forest in Warm Temperate Region(II). *Korean Journal of Environment and Ecology* 17(4): 316-323.
- Orloci, L.(1978) *Multivariate Analysis in Vegetation research*, 2nd ed. W. Junk, The Hague., 468pp.
- Pielou, E. C. (1977) *Mathematical ecology*. John Wiley&Sons, N.Y.
- Um, T.W., G.T. Kim, G.C. Choo(2009) Vegetation Structure of Sinseonbong in the Byeonsanbando National Park, Korea. *Korean Journal of Environment and Ecology* 23(2): 143-150.
- Whittaker, R. H. (1956) Vegetation of the Great Smoky Mountains. *Ecol. Monogr.* 26: 1-80.