

부산광역시 태종대 식생구조 및 천이 연구

Plant Community Structure and Ecological Succession in Taejongdae, Busan City, Republic of Korea

이경재¹ · 김종엽² · 민성환³ · 서민옥⁴

¹서울시립대학교 조경학과, ²도시생태학연구센터, ³생태보전시민모임, ⁴(주)서진엔지니어링

서론

한반도의 식물대는 아고산림, 냉온대림, 난온대림, 한대림 등의 4가지로 구분할 수 있고(Yim and Kira, 1975; 1976) 난온대림은 한랭지수 $-10^{\circ}\text{C}\cdot\text{월}$ 이상, 연평균기온이 14°C 이상되는 지역으로 동쪽의 북위 $35^{\circ}30'$ 과 서쪽의 북위 35° 를 연결하는 선의 남쪽이고 남해안 및 도서지방, 제주도(해발 500m), 울릉도(해발 600m 이하) 지역이 해당된다. 우리나라 난온대 상록활엽수림은 인위적 교란으로 낙엽활엽수림 혹은 곱솔수림대로 퇴행천이하면서 원형이 많이 상실되었으며 접근이 어려운 도서지방 등에 국지적으로 상록활엽수림이 잔존하고 있어(오구균과 최송현, 1993) 세계적으로 관심이 고조되고 있는 생물종 자원 및 생육서식지 보존 측면에서 중요성을 가지고 있다(오구균과 조우, 1994).

부산광역시 영도구에 위치한 태종대(太宗臺)는 1972년 6월 26일 부산기념물 제28호로 지정되었다가 2005년 11월 1일 국가 지정 문화재 명승 제17호로 지정되었다. 태종대는 남해안에 면한 해발고도 200m 이하의 구릉지역으로 현재는 유원지로 이용되고 있으며, 해안의 영향을 직접적으로 받아 독특한 해안성 목본 식생군락이 형성된 지역으로서 해안성 생태계 보전지구로 설정하고 하계 해수욕장 관광객들과 시민들이 이용하는 방문로와 생태탐방로를 구분 설치, 장기적으로 정밀 현존식생도 작성 및 모니터링을 통한 체계적인 관리가 필요하다(오동하와 김종원, 2006). 본 연구에서는 기존 연구가 거의 전무한 태종대 해안산림의 식생구조와 천이계열 연구를 통해 기초자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 조사구 설정

부산광역시 태종대 산림의 식물군집구조를 파악하기 위해 $20\text{m}\times 20\text{m}(400\text{m}^2)$ 크기의 방형구 18개소를 설정하였으며, 식생구조 조사는 2009년 11월에 실시하였다.

2. 연구방법

식생조사는 조사구 내에서 출현하는 목본식물을 대상으로 교목층과 아교목층은 수종명, 흉고직경, 수고, 수관폭, 관목층은 수종명, 수고, 수관폭을 측정하였다. 식생조사 자료를 바탕으로 각 수종의 상대적 우세를 비교하기 위하여 Curtis and McIntosh(1951)의 중요치(I.V.: importance value)를 통합하여 백분율로 나타낸 상대우점치(I.P.: importance percentage)(Brower and Zar, 1997)와 개체들의 크기를 고려하여 수관층위별로 가중치를 부여한 평균상대우점치(M.I.P.: mean importance percentage)를 구하였다.

군집분류는 TWINSpan에 의한 classification 분석(Hill, 1979b)과 DCA에 의한 ordination(Hill, 1979a) 분석을 실시하였고, 층위별 상대우점치에 의한 종조성 특성을 고려하여 분류하였다. 수령 및 임분동태의 간접적인 표현으로 산림천이 양상을 추정할 수 있는 흉고직경급별 분포(Harcomb and Marks, 1978), 유사도지수(Whittaker, 1956), 종다양도지수(Pielou, 1975)를 각각 구하였다.

결과 및 고찰

1. 연구대상지 개황

부산광역시의 최근 30년간(1971~2000년) 연평균기온은 15.0°C , 연평균강수량은 1,168mm, 한랭지수 $8.5^{\circ}\text{C}\cdot\text{월}$ (기상청, 2008)로 본 연구대상지는 난온대 상록활엽수림이라고

할 수 있다. 18개 조사구의 해발고는 20~175m, 경사도는 7~25°, 주향은 남서향이었다. 교목층은 평균수고 15~17m, 평균흉고직경 20~40cm, 식피율 60~85%, 아교목층은 평균수고 5~8m, 평균흉고직경 7~10cm, 식피율 40~85%, 관목층은 평균수고 1~3m, 식피율 25~40%이었다.

2. 조사구의 classification 및 ordination

18개 조사구에 대하여 TWINSpan에 의한 classification 분석을 실시하였다. 제1단계(level 1) 제1division에서는 개서어나무(-) 유무에 의해 크게 두 개 그룹으로 나누어졌으며, 제2단계(level 2) 제2division에서는 쪽동백나무(-), 쇠물푸레(-), 제3division에서는 굴피나무(+) 유무에 의해 다시 크게 두 개 그룹으로 나누어졌다. 제3단계(level 3) 제5division에서는 백동백나무(-), 제6division에서는 보리밥나무(-) 유무에 의해 나누어져 전체적으로 6개의 군집으로 분류되었다. 그룹 1은 조사구 15, 17, 그룹 2는 조사구 11, 12, 13, 14, 그룹 3은 조사구 6, 7, 8, 그룹 4는 조사구 1, 16, 18, 그룹 5는 조사구 2, 3, 4, 그룹 6은 조사구 5로 분류되었으나, 그룹별 속성이 명확하게 분류되지 않았다.

조사구 간의 상이성을 바탕으로 조사구를 배치하는 ordination 분석(Orloci, 1978) 결과 왼쪽에서부터 곰솔군집(I), 곰솔-졸참나무군집(II), 졸참나무-곰솔군집(III), 개서어나무-곰솔군집(IV) 등 4개 군집으로 분류되었다. DCA 제1축과 제2축의 eigenvalue가 각각 0.337, 0.103으로서 4개 축 전체 합 0.521의 84.5%에 해당하여 total variance에 대한 집중률이 높았다.

조사구별 종조성과 평균상대우점치를 고려하였을 때 TWINSpan에 의한 군집분류는 명확하지 않았으나, DCA에 의한 군집분류가 보다 명확하여 본 연구에서는 DCA 기법에 의하여 군집을 분류하였다.

3. 상대우점치 분석

군집 I(곰솔군집)은 5개 조사구(1, 2, 5, 16, 18)가 포함되었으며, 교목층에서는 곰솔(I.P.: 87.0%)이 우점종, 졸참나무(I.P.: 10.7%)가 출현하였고, 아교목층에서는 사스래피나무(I.P.: 58.7%)가 우점종, 졸참나무(I.P.: 9.4%), 때죽나무(I.P.: 9.7%), 팔배나무(I.P.: 6.5%), 곰솔(I.P.: 6.2%)이 출현하였으며, 관목층에서는 마삭줄(I.P.: 41.0%), 사스래피

나무(I.P.: 12.5%), 자금우(I.P.: 10.5%), 광나무(I.P.: 8.1%)가 출현하였다. 본 군집은 당분간 곰솔이 우점하는 군집으로 유지될 것이나 아교목층에서는 세력이 미약하고 관목층에서는 차세대가 형성되지 않았으며, 사스래피나무가 아교목층과 관목층에서 우점할 것으로 판단되었다.

군집 II(곰솔-졸참나무군집)는 8개 조사구(6, 7, 8, 9, 13, 14, 15, 17)가 포함되었으며 교목층에서는 곰솔(I.P.: 64.1%)이 우점종이었고 졸참나무(I.P.: 19.4%)가 곰솔과 다소 경쟁관계에 있었으며, 아교목층에서는 사스래피나무(I.P.: 21.5%), 팔배나무(I.P.: 20.0%), 때죽나무(I.P.: 13.3%)가 주요 출현수종이었고, 졸참나무(I.P.: 9.1%), 개서어나무(I.P.: 7.7%), 곰솔(I.P.: 6.3%)이 출현하였으며, 관목층에서는 마삭줄(I.P.: 41.0%)이 우점종, 사스래피나무(I.P.: 1.8%), 산벚나무(I.P.: 1.8%) 등이 출현하였다. 군집 II는 곰솔과 졸참나무 간의 경쟁초기 단계로 판단되었으며, 아교목층에서는 사스래피나무, 관목층에서는 마삭줄이 상대적으로 세력이 높은 군집으로 유지할 것으로 판단되었다.

군집 III(졸참나무-곰솔군집)은 2개 조사구(3, 4)가 포함되었으며 교목층에서는 졸참나무(I.P.: 47.7%)와 곰솔(I.P.: 50.5%)이 경쟁관계에 있었으며, 아교목층에서는 사스래피나무(I.P.: 72.1%)가 우점종, 졸참나무(I.P.: 11.0%)와 팔배나무(I.P.: 8.9%)가 주요 출현수종이었고, 곰솔(I.P.: 2.1%)은 세력이 미약하였으며, 관목층에서는 자금우(I.P.: 31.9%)와 사스래피나무(I.P.: 28.8%)가 우점종이었다. 본 군집은 교목층과 아교목층에서 우세한 세력을 가진 졸참나무와 교목층에서만 세력을 유지하고 있는 곰솔이 경쟁하는 가운데 아교목층과 관목층에서는 사스래피나무가 우점하는 군집으로 유지할 것으로 판단되었다.

군집 IV(개서어나무-곰솔군집)는 3개 조사구(10, 11, 12)가 포함되었으며 교목층에서는 개서어나무(I.P.: 42.7%)와 곰솔(I.P.: 39.9%)이 경쟁관계에 있었으며, 졸참나무(I.P.: 4.3%), 느티나무(I.P.: 2.1%) 등이 출현하였고, 아교목층에서는 곰솔은 출현하지 않았고 개서어나무(I.P.: 18.5%), 팔배나무(I.P.: 15.3%), 산벚나무(I.P.: 14.3%)가 주요 출현수종이었고, 때죽나무, 느티나무, 팽나무, 비목, 말오줌때, 사스래피, 팔손이 등이 출현하였으며, 관목층에서도 곰솔은 출현하지 않았고 마삭줄(I.P.: 61.7%)이 우점종이었다. 본 군집은 교목층과 아교목층에서 우세한 세력을 가진 개서어나무와 교목층에서만 세력을 유지하고 있는 곰솔이 경쟁하

는 군집으로 유지할 것으로 판단되었다.

4. 흉고직경급별 분포

군집 I(곰솔군집) 주요 수종의 흉고직경급별 분포를 살펴보면, 곰솔 DBH 분포범위는 2~46cm, DBH 12~26cm에서 출현빈도가 가장 높았으며 관목층에서는 출현하지 않은 반면, DBH 2~11cm에서는 사스래피나무의 세력이 컸으며 졸참나무, 때죽나무, 팔배나무가 주요 출현수종이었다.

군집 II(곰솔-졸참나무군집) 주요 수종의 흉고직경급별 분포를 살펴보면, 곰솔은 DBH 분포범위가 7~52cm이었고 DBH 22~46cm에서 출현빈도가 높았으며 관목층에서는 출현하지 않은 반면, DBH 7~26cm에서는 졸참나무의 세력이 컸으며 개서어나무, 팔배나무가 주요 출현수종이었고, DBH 2~6cm에서는 사스래피나무의 세력이 컸다.

군집 III(졸참나무-곰솔군집) 주요 수종의 흉고직경급별 분포를 살펴보면, 곰솔 DBH 분포범위는 7~51cm, 졸참나무 DBH 분포범위는 2~36cm이었고, DBH 7~31cm에서 졸참나무와 곰솔의 출현빈도가 가장 높은 가운데 졸참나무의 세력이 우세하였으며, 사스래피나무 DBH 분포범위는 2~17cm, DBH 2~11cm에서 세력이 컸다.

군집 IV(개서어나무-곰솔군집) 주요 수종의 흉고직경급별 분포를 살펴보면, 곰솔 DBH 분포범위는 17~52cm, DBH 37~52cm 대경목 범위에서 출현빈도가 상대적으로 높았고, 개서어나무 DBH 분포범위는 2~46cm, DBH 17~36cm에서 세력이 컸다.

난온대 상록활엽수림 지역에서의 식생천이계열은 소나무, 곰솔, 졸참나무, 개서어나무 → 구실잣밤나무, 붉가시나무, 종가시나무 → 육박나무로 진행될 것으로 추정하고 국지적으로 후박나무, 생달나무, 황칠나무, 참식나무를 토지적 극상수종으로 추정한 바 있으며(오구균과 김용식, 1996), 교목하층 및 관목층에서는 사스래피나무, 자금우, 광나무, 다정큼나무 → 마삭줄, 남오미자, 까마귀쪽나무, 동백나무 → 식나무, 말오줌때, 천선과나무로 추정되고 있다(오구균과 조우, 1994). 기존 연구와 본 연구의 군집별 상대 우점치와 흉고직경급별 분포 분석결과를 종합해 보면, 남해안에 인접한 태종대 식생은 난온대 상록활엽수림 천이계열 초기단계에 있는 것으로 판단되었으며, 교목층에서는 곰솔에서 졸참나무 또는 개서어나무가 우점하는 식생으로 천이가 진행될 것으로 예상되며, 아교목층에서는 당분간 사스래

피나무가 우점하고 관목층에서는 사스래피나무와 마삭줄이 우점하는 식생으로 유지할 것으로 추정되었다.

5. 유사도지수

유사도지수는 군집간 20% 미만일 때 서로 이질적인 집단이고, 80%이상일 때 서로 동질적인 집단으로서(Whittaker, 1956) 생태적으로 종 분포가 비슷할수록 유사도지수는 높게 나타난다(Cox, 1976). 군집 간 유사도지수를 살펴보면, 군집 I 과 군집 II는 68.33%, 군집 I 과 군집 III은 65.50%로 비교적 동질한 편이었고, 나머지 군집 I 과 군집 IV 40.00%, 군집 II와 군집 III 54.04%, 군집 II와 군집 IV 56.84%, 군집 III과 군집 IV 31.24%로 이질적이었다.

6. 종다양도

단위면적 400m² 당 Shannon의 종다양도지수를 각 군집의 조사구별로 살펴보면 군집 I 은 0.8640~1.3986로 한려해상국립공원 거제도지구 곰솔군집의 종다양도(100m²) 0.9400(이경재 등, 1999)와 유사한 수준이었고 천이가 발달하여 다층구조가 형성되었거나 하예작업으로 인해 일시적으로 종다양도지수가 높게 나타난 것으로 판단되었다. 군집 II는 0.1731~1.1885로 전석지대에 설정한 조사구의 경우 0.1731로 분석되었으며, 천이가 진행되는 조사구의 종다양도는 비교적 높게 나타났다. 군집 III은 0.8250~1.0042이었으며, 군집 IV는 0.3436~0.6986으로 전석지대 또는 지피층에서 마삭줄의 피도가 높았기 때문으로 판단되었다.

인용문헌

- 기상청(2008) 기상연보. 기상청, 304쪽.
- 오구균, 김용식(1996) 난대 기후대의 상록활엽수림 복원 모형(I)-식생구조. 한국환경생태학회지 10(1): 87-102.
- 오구균, 조우(1994) 흉도 상록활엽수림 지역의 식물군집구조. 응용생태연구회지 8(1): 27-42.
- 오구균, 최송현(1993) 난온대 상록수림지역의 식생구조와 천이계열. 한국생태학회지 16(4): 459-476.
- 오동하, 김종원(2006) 부산광역시 녹색환경 및 생태계 보전과 증진을 위한 실천계획 수립-사도 생태경관보전지역 지정을 중심으로-. 부산발전연구원, 99쪽.
- 이경재, 한봉호, 김종엽(1999) 한려해상국립공원 거제도지구 곰솔-

- 소나무림의 식물군집구조와 분포밀도. 한국환경생태학회지 12(4): 361-372.
- Brower, J.E. and J.H. Zar(1977) Field and Laboratory Methods for General Ecology. Wm. C. Brown Company, 194pp.
- Cox, G.W.(1976) Laboratory Manual of General Ecology. Wn.C. Brown Co., 232pp.
- Curtis, J.T. and R.P. McIntosh(1951) An Upland Forest Continuum in the Prairie-forest Border Region of Wisconsin. Ecology 32: 476-496.
- Harcomb, P.A. and R.H. Marks(1978) Tree Diameter Distribution and Replacement Processes in Southeast Texas Forests. For. Sci. 24(2): 153-166.
- Hill M.O.(1979a) DECORANA - a FORTRAN Program for Detrended Correspondence Analysis and Reciprocal Averaging. Ecology and Systematics, Cornell Univ., Ithaca, New York : 52.
- Hill M.O.(1979b) TWINSpan - a FORTRAN Program for Arranging Multivariate Data in an ordered Two-way Table by Classification of the Individuals and Attributes. Ecology and Systematics, Cornell Univ., Ithaca, New York : 99.
- Orloci, L.(1978) Multivariate Analysis in Vegetation Research, 2nd ed. W. Junk, The Hague, 468pp.
- Pielou, E. C.(1975) Ecological Diversity. John Wiley & Sons Inc. New York, 165pp.
- Whittaker, R.H.(1956) Vegetation of the Great Smokey Mountains. Ecol. Monographs 26: 1-80.
- Yim, Y.J. and T. Kira(1975) Distribution of Forest Vegetation and Climate in Korea Peninsula I. Distribution of Some Indices of Thermal Climate. Japan J. Ecol. 25: 77-88.
- Yim, Y.J. and T. Kira(1976) Distribution of Forest Vegetation and Climate in Korea Peninsula II. Distribution of Some Indices of Thermal Climate. Japan J. Ecol. 26: 157-164.