

화성시 건달산의 산림식생 구조 분석

이상화¹⁾ · 강방훈²⁾

¹⁾ 충남대학교 산림자원학과 · ²⁾ 농업과학기술원 농촌자원개발연구소

Study of Vegetation Structure in
Gundal Mountain, Hwasung-shi

Lee, Sang-Hwa¹⁾ and Kang, Bang Hun²⁾

¹⁾ Graduate Student, Department of Forest Resource, Chungnam National University,

²⁾ Rural Resources Development Institute, National Institute of Agricultural Science & Technology.

ABSTRACT

In order to study the characteristics of vegetation structure in Gundal mountain, we investigated forest community using belt transect method at 30 sites in Gundal mountain. As the result of important value' calculation on over DBH 2cm, *Pinus densiflora* (56.8), *Quercus mongolica* (48.5), *Pinus rigida*(41.4), *Castanea crenata* (22.3), *Quercus variabilis* (22.3), *Carpinus laxiflora* (16.9), *Quercus aliena* (11.3), *Sorbus alnifolia* (8.6), and *Quercus acutissima* (8.5) were in the order of important value.

According to the ordination analysis of Gundal mountain forest, *Quercus mongolica* was found in north face and high of mountain. *Carpinus laxiflora* was found in north face steep slope and middle of mountain. As DBH analysis, the study community will be dominated by *Quercus* species.

The correlation between the forest community and environment factor could be thought as distinction by soil nutrition etc., but we need more study about environment factors.

Key Words : *Quadrat method*, *Important value*, *Ordination analysis*, *DBH analysis*.

I. 서 론

근대 산업혁명 이후 도시근교의 산림은 개발의

압력에 의해 점차 사라져 생태계의 기반이 되는 기능을 잃게 되었다. 환경에 대한 산림의 경제적, 정신적 이익효과 보다는 눈앞의 경제적 이익만을

Corresponding author : Lee, Sang-Hwa, Graduate Student, Department of Forest Resource, Chungnam National University,
E-mail : whtsh@hanmail.net

Received : 20 June, 2007. **Accepted** : 28 September, 2007.

위해 지금까지 훼손하여 왔다. 그로인해 산림의 축소, 파편화 등에 의해 순기능이 감소되고 여러 형태의 부작용들이 발생하고 있다. 이에 대한 반성으로 1950년대 이후 생태학의 대두와 더불어 산림의 중요성을 지각하게 되었고, 점차 이에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있는 실정이다.

산림이 주는 효과는 탄소를 저장하여 공기 중의 이산화탄소를 감쇄시키고, 온도를 저감시킨다(이은엽 등, 1996). 또한 열섬현상을 방지시키고(신용석 등, 1998), 소음을 감소시키며(박달곤 · 김용식, 1995; 국찬 등, 1990), 바람의 세기를 경감시킨다(Grey and Deneke, 1978). 이처럼 산림은 소음 및 각종 공해문제를 해결하여 사람들에게 안정과 쾌적함을 추구하는데 중요한 역할을 하고 있다. 또한 미기후 조절기능, 대기오염 정화효과, 교통소음의 차단 및 감소기능 등 환경보전 효과와 정신적, 심미적 효과 등의 중요한 기능을 담당하고 있다. 또한, 생물서식 공간으로서 뿐만 아니라 녹지 네트워크 구축에 있어서 핵심 지구로서 중요한 역할을 하고 있다. 이러한 산림의 기능들을 분석하기 위해 여러 가지 분석방법이 이루어져 왔으며, 그 분석방법은 목적에 따라 다르게 사용 되어져왔다.

식물군집의 분석방법은 군집의 본성에 따라 Classification method와 gradient analysis의 두 가지 방법으로 대별할 수 있다. Ordination은 gradient analysis의 분석방법으로서 하나 또는 여러 개의 gradient 상에 표본을 배열하는 방법으로 정의된다(Goodall, 1954). 즉, 수치에 의한 객관적인 식물구조분석으로 식생과 관련된 주요 환경요인을 정량적으로 분석 가능하게 하였다. Whittaker (1956)는 환경적인 Ordination방법에 접근하는데 직접적인 구배분석 방법을 처음으로 사용하였고, Peet(1978)와 Gauch(1982)는 환경인자에 따른 종분포 경향을 보여주었다.

화성시 팔탄면 기천리에는 수원규사라는 규사광산이 있다. 광산의 채굴권이 아직 30년이 보장된 상태라, 미래에도 건달산의 훼손이 불가피해

보인다. 건달산은 예전에 봉화대가 설치된 우리의 소중한 역사적 문화유산이 있던 곳이다. 광산개발 이후, 복원이 필요한 시기에는 예전의 식생이 어떠한지 현재의 식생조사를 하지 않으면 알 수가 없다. 이에 화성시의 협조하에 식생조사를 하게 되었다.

본 연구는 gradient 분석의 한 종류인 Ordination 연구방법을 통해 인간의 교란에 의해 영향을 받고 있는 건달산 일대의 체계적인 식생조사로 식생을 분석하여, 지역의 식생관리에 관한 자료와 아울러 자연식생의 생태적인 기초자료를 화성시 산림공원과에 제출 될 것이며, 앞으로 흉고직경이 큰 서어나무군락의 훼손은 되도록이면 줄이는 방향으로 광산개발을 모색해야 할 것이다.

II. 조사 및 분석방법

1. 조사지 개황

건달산은 화성시 봉담읍 세곡리 및 팔탄면 기천리에 걸쳐 위치하며, 예전 조선시대에 봉화터가 있어 군사적, 통신의 요충지이며, 발안저수지 인근에는 해병대 사령부가 위치해 있다. 특히 이곳은 규사 성분이 다량으로 매장되어 있어 규사채굴을 하고 있는 광산업체가 성업 중이다.

기후는 황해에서 불어오는 북서계절풍의 바람받이에 놓이기 때문에 대륙성기후가 나타난다. 1월 평균기온 -2.3°C , 8월 평균기온 28.5°C , 기온의

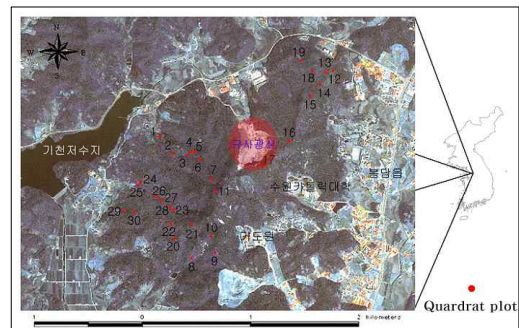


Figure 1. Sample plots at Gundal mountain(Data : Ikonos, 2004 : Image).

연교차가 30.8℃에 이른다. 연평균기온은 11.7℃이고, 연강수량은 1,319mm로 비교적 많은 편이다(기상청, 2001)

2. 식생조사 및 입지환경 조사

식생조사는 2006년 5월에서 6월 사이에 5회에 걸쳐 15m×15m의 방형구 30개를 설치하고 방형구법으로 조사를 실시하였다.

조사구 내의 흉고직경 2cm 이상의 수목을 대상으로 매목조사를 실시하였으며, 입지환경 요인으로는 조사지의 방위, 경사 및 해발고를 측정하였다.

3. 중요치(Importance Value)분석

매목조사를 통하여 얻은 자료를 이용하여 Curtis & McIntosh(1951)의 방법에 따라 중요치를 계산하고, 각 종의 합성치 X_{ij} 를 다음과 같이 구하였다.

$$X_{ij} = (d_{ij} - D_{ij}) / 2 \quad (\text{Expression 1})$$

여기서, X_{ij} = j조사구에서 종 i의 합성치
 d_{ij} = 상대밀도
 D_{ij} = 상대우점도

합성치 X_{ij} 를 가지고 각 조사구에 따른 종 조성을 나타내는 vegetational data matrix를 작성하였으며, 또한 야외조사를 통해 얻어진 환경요인들을 이용하여 environmental data matrix를 작성하였다.

4. 흉고직경급분석

군집 내에서 중요치가 높은 교목의 흉고직경급 빈도 분포자료를 기초로 교목층의 천이를 예측하였다(Whittaker, 1975).

5. Classification 분석 및 Ordination 분석

Classification은 Hill(1979)의 TWINSpan(two way indicator species analysis)을 이용하였으며,

얻어진 자료는 0%, 2%, 5%, 10%, 20%로 5개의 cut level이 사용 되었다. 각 조사구에서 20% 이상의 중요치를 가지는 종은 그 조사구의 우점종으로 간주되었다.

Ordination 분석은 DCCA(Detrend canonical correspondence analysis) 방법(Hill and Gauch, 1980)을 사용하였으며, 분석은 CANOCO(Ter Braak, 1987) 프로그램을 이용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 중요치(Importance Value)분석

조사지 30개소 방형구안에서 출현한 목본식물은 총 30종류이었다. 중요치가 높은 수종은 소나무(56.78%), 신갈나무(48.39%), 리기다소나무(41.44%), 밤나무(22.34%), 굴참나무(22.26%), 서어나무(16.85%), 갈참나무(11.20%) 등 순이었다(Table 1).

건달산의 산림에서는 소나무가 우점종을 형성하고 있으며, 소나무류인 소나무와 리기다소나무의 중요치 합은 98.22%이며 참나무류인 신갈나무, 밤나무, 굴참나무, 갈참나무의 중요치 합이 104.19%이었다. 이 두 종류의 합이 2/3이상이어서 건달산 산림의 대부분을 점유하고 있다고 할 수 있다. 그리고 리기다소나무는 식재에 의해 이루어진 산림이라 여겨진다.

부여군 부소산 산림을 대상으로 중요치를 분석한 것에 의하면(송호경, 2006), 소나무류의 중요치가 103.48%, 참나무류가 95.57%로, 본 조사결과와 비교해 볼 때, 두 곳이 비슷한 결과를 보인다고 할 수 있다. 이와 같은 요인은 부소산이 인간의 간섭에 의해 천이가 진행되지 못한 초기상태의 산림이라 판단된 것과 마찬가지로, 건달산 역시 인간의 간섭이 많다는 것으로 판단된다. 실제 건달산의 위치가 화성시 봉담읍의 인구밀집지역 서쪽에 근접하고, 적은 산림 면적과 낮은 높이를 생각 해 볼 때 도시근린공원의 역할을 한다고 생각 된다.

Table 1. Importance Value of species at Gundal mountain.

Species	R.D	R.C	R.F	I.V
<i>Pinus densiflora</i>	20.41	23.59	12.78	56.78
<i>Quercus mongolica</i>	17.36	18.81	12.22	48.39
<i>Pinus rigida</i>	16.74	19.71	5.00	41.44
<i>Castanea crenata</i>	6.44	6.46	9.44	22.34
<i>Quercus variabilis</i>	7.09	9.61	5.56	22.26
<i>Carpinus laxiflora</i>	6.26	7.25	3.33	16.85
<i>Quercus aliena</i>	3.52	2.13	5.56	11.20
<i>Sorbus alnifolia</i>	2.55	0.47	5.56	8.58
<i>Quercus acutissima</i>	2.14	3.06	3.33	8.53
<i>Quercus serrata</i>	2.09	1.18	5.00	8.27
<i>Quercus dentata</i>	2.15	1.25	4.44	7.84
<i>Rhus trichocarpa</i>	1.78	0.08	4.44	6.31
<i>Platycarya strobilacea</i>	2.31	2.16	1.67	6.13
<i>Juniperus rigida</i>	1.47	0.12	3.89	5.48
<i>Prunus padus</i>	0.85	0.95	2.22	4.02
<i>Alnus hirsuta</i>	0.66	0.37	2.78	3.81
<i>Styrax obassia</i>	1.29	0.12	2.22	3.63
<i>Larix leptolepis</i>	0.93	1.77	0.56	3.25
<i>Lindera obtusiloba</i>	0.89	0.03	2.22	3.14
<i>Robinia pseudoaccacia</i>	1.30	0.52	1.11	2.94
<i>Corylus heterophylla</i> var. <i>thunbergii</i>	0.48	0.02	1.11	1.61
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	0.22	0.01	1.11	1.34
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	0.16	0.24	0.56	0.95
<i>Zelkova serrata</i>	0.19	0.04	0.56	0.78
<i>Alangium plataniifolium</i> var. <i>macrophyllum</i>	0.19	0.00	0.56	0.74
<i>Elaeagnus umbellata</i>	0.15	0.02	0.56	0.72
<i>Prunus sargentii</i>	0.13	0.01	0.56	0.70
<i>Pinus koraiensis</i>	0.13	0.01	0.56	0.69
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	0.08	0.01	0.56	0.64
<i>Kalopanax pictus</i>	0.06	0.01	0.56	0.62
Total	100	100	100	300

교목층에서 출현상대빈도가 높은 종은 소나무 (12.78%), 신갈나무(12.22%), 밤나무(9.44%), 굴참나무(5.56%)이었다(Table 1). 상대출현빈도가 높은 밤나무와 굴참나무에 비해 상대우점도가 높은 리기다소나무는 피도와 밀도가 높아서 나타난 결과이며, 리기다소나무는 최초 식재 할 시기에 고밀도로 식재하여 수목상호간에 간섭 때문에 대경목이 없으며, 성장 발육이 저해되고 있는 실정이다.

신갈나무, 굴참나무, 갈참나무의 출현은 건달

산이 참나무림으로 일부 자연적인 천이가 일부 이루어지고 있다.

2. 흉고직경급 분석

건달산 산림의 주요 우점종인 소나무, 신갈나무, 리기다소나무, 굴참나무, 서어나무, 갈참나무의 흉고직경급별 크기 분포도를 작성하였다. 리기다소나무와 소나무는 흉고직경이 어린 개체와 큰 개체의 밀도가 낮고, 중간 개체의 밀도가 높은 정규 분포형의 밀도를 나타내고 있어 상당기간

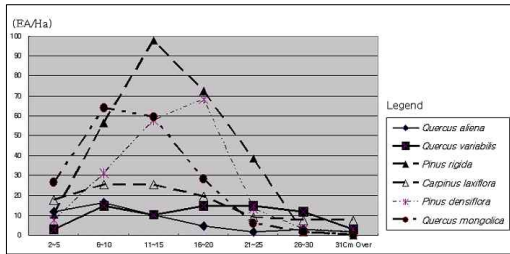


Figure 2. DBH distribution of each species.

우점 할 것으로 생각되나, 관목층에서 밀도가 낮아 점차적으로 중요치가 감소할 것으로 예상된다. 신갈나무의 어린개체가 흉고직경급이 큰 개체에 비해 많아 앞으로 신갈나무의 우점이 예상되리라 판단되고, 갈참나무와 굴참나무는 어린 개체와 중간 개체 및 큰 개체의 밀도가 비슷한 한일자(-) 형태의 밀도를 보이고 있어, 앞으로도 계속 중요치가 증가할 것으로 예상된다. 서어나무는 북사면의 계곡부 지역에 우점하여 나타났다. 흉고직경급 분석에서는 큰개체와 작은개체가 골고루 분포하였으나, 흉고직경이 50cm 크기의 대경목이 발견되어 보호가 필요하다 판단된다.

전체적으로 볼 때, 소나무와 리기다소나무가 우점한 가운데 신갈나무, 갈참나무, 굴참나무의 우점도가 증가 할 것으로 예상된다.

3. Classification 분석 및 Ordination 분석

fertility

건달산의 산림식생을 TWINSpan에 의해 분류한 결과, 소나무-신갈나무군락, 굴참나무군락, 갈참나무군락으로 구분되었다. 굴참나무군락은 주로 건조한 입지에 출현하는 경향(임양재 · 백순달, 1985)이 있고, 갈참나무는 북사면에 다소 습한 입지에 출현하는 경향(정태현 · 이우철, 1963; 임양재 · 김정연, 1992)이 있고, 소나무-신갈나무군락은 중간지에 분포하는 것으로 나타났다.

Ordination은 종과 환경과의 상관관계를 규명하는데 긴요하게 이용되는데(정용문 외4인, 2006),

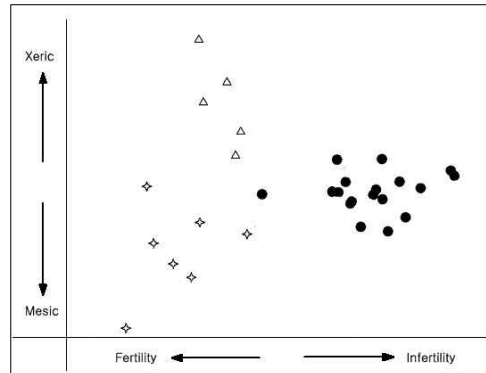


Figure 3. Plots ordination by vegetation data of the Gundal Mountain.

- : *Pinus densiflora-Quercus mongolica* community.
- △ : *Quercus variabilis* community.
- ◇ : *Quercus aliena* community.

여러 가지 환경요인들이 군집의 분포와 깊은 상관관계가 있으며, Figure 3은 TWINSpan에 의해 분류된 3개 군락들을 DCA Ordination 분석 결과의 최초 1, 2축에 의한 I/II 평면상에 나타낸 것이다. 건달산 산림은 Figure 3에서 보는 바와 같이 소나무-신갈나무 군락, 굴참나무군락, 갈참나무군락으로 구분되는 것을 볼 수 있다. 굴참나무는 건조한 지역에 분포하고, 갈참나무는 습윤한 지역에 분포하며, 소나무와 신갈나무는 그 중간부에 분포하는 것을 알 수 있었다. 이들의 분포 특성을 볼 때 1축은 토양양료에 의한 영향으로 판단되며, 2축은 수분에 의해 구분되는 것으로 추측된다.

이 외에도 다른 환경요인이 건달산 산림군락에 영향을 주었을 것으로 판단되며, 이들에 대한 환경조사는 별도로 필요하다고 생각된다.

IV. 결론

본 연구는 화성시 기천리에 위치하고 있는 건달산의 산림식생을 대상으로 30개소를 조사하여 방향구법으로 군락을 분류하고 임분 특성을 분석하였다.

1. 건달산의 산림군락에서 DBH 2cm 이상의

수목을 대상으로 중요치를 분석한 결과 소나무가 56.78%, 신갈나무가 48.39%, 리기다소나무가 41.44%, 밤나무가 22.34%, 굴참나무가 22.26%, 서어나무가 16.85%, 갈참나무가 11.20%, 팔배나무 8.58%, 상수리나무 8.53% 등의 순이었다.

2. 건달산 산림의 주요 우점종인 소나무, 신갈나무, 리기다소나무, 굴참나무, 서어나무, 갈참나무의 흉고직경급을 분석한 결과 조림수종인 리기다소나무와 소나무가 우점한 가운데 참나무종인 신갈나무, 갈참나무, 굴참나무의 중요치가 계속해서 증가할 것으로 판단된다.

3. 건달산의 산림식생을 Ordination으로 분석한 결과, 제I축에서는 토양양료가, 제2축에서는 수분과 같은 환경요인이 산림군락에 영향을 주고 있으며, 굴참나무군락은 건조지역, 갈참나무군락은 습윤지역, 소나무-신갈나무는 그 중간지역에 분포하는 것으로 나타났다.

4. 서어나무는 동북아시아에서 한반도가 중심적인 분포지역으로 알려져 있으며, 한반도에서는 극상림 수종으로 분류되어 있다. 광산 채굴지에서 100여m 거리에 극상수종인 서어나무군락이 존재하고 있다. 광산의 개발로 가까운 미래에 보호수로의 가치를 가지는 대경목의 서어나무는 사라지고 말 것이다. 서어나무군락을 보호가 필요한 지역으로 지정하여 해당 담당부서에서 특별관리가 필요하다.

인 용 문 헌

- 국 찬 · 김선우 · 심우경. 1990. 조경식물이 도로 교통소음 감쇠기능에 관한 기초연구(I). 한국조경학회지 18(3) : 1-9.
- 기상청. 2001. 한국기후표. 기상청. 632pp.
- 박달곤 · 김용식. 1995. 식생에 의한 소음감쇠 효과. 한국조경학회지 23(2) : 205-212.
- 송호경. 1990. DCCA에 의한 계룡산의 삼림군집과 환경의 상관관계 분석. 한국임학회지 79(2) : 216-221.
- 신용석 · 오구균 · 최승(역). 1998. 도시경관생태론. 지문당, 서울. 308pp.
- 이은엽 · 문석기 · 심상열. 1996. 도시녹지의 기온 및 지온완화 효과에 관한 연구. 한국조경학회지 24(1) : 65-78.
- 임양재 · 김정언. 1992. 지리산의 식생. 중앙대학교 출판부.
- 임양재 · 백순달. 1985. 설악산의 식생. 중앙대학교 출판부. 서울. 199pp.
- 정용문 · 김동석 · 김광동 · 이상화 · 송호경. 2006. 부여군 부소산의 산림군락 구조. 한국환경복원녹화기술학회지 9(1) : 55-63.
- 정태현 · 이우철. 한국삼림식물대 및 적지적수론, 성균관대학교 논문집 10.
- Curtis, J. T., and R. P. McIntosh. 1951. An Upland Forest Continuum in the Prairie Forest Border Region of Wisconsin. J. Ecology, 32 : 476-496.
- Gauch, H. G. Jr. 1982. Multivariate Analysis in Community Ecology. Cambridge : Cambridge Univ. Press.
- Goodall, D. W. 1954. Vegetational classification and vegetational continua(Germ. Summ.). Angew. Pflanzsozeiol., Wein, Festschr. Aichinger, 1 : 168-182.
- Grey, G. W., and F. J. Deneke. 1978. Urban Forestry. John Wiley & Sons, New York. 279pp.
- Hill, M. O., and H. G. Jr. Gauch. 1980. Detrended Correspondence Analysis and Improved Ordination Technique. Vegetatio, 42 : 47-58.
- Peet, R. K. 1978. Latitudinal variation in southern Rocky Mountain forests. J. Biogeogr, 5 : 275-289.
- Ter Braak, C. J. F. 1987. CANOCO - A FORTRAN Program for Canonical Community Ordination

- by Correspondence Analysis, Principal Components Analysis and Redundancy Analysis (Version 2.1) TNO Institute of Applied Computer Science, Statistics Department, Wageningen, The Netherlands.
- Whittaker, R. H. 1956. Vegetation of the Great Smoky Mountains. Ecology Monogr, 26 : 1-80.
- Whittaker, R. H. 1975. Communities and ecosystems. Macmillan Co., New York, 385pp.
- www.congamul.com. Bluebird 위성영상.