

# 울릉도 산림군락의 구조 및 DCCA에 의한 식생과 환경과의 상관관계 분석<sup>1</sup>

송호경<sup>2</sup> · 이미정<sup>2</sup> · 이 선<sup>2</sup>

## An Analysis of Vegetation Structure and Vegetation-Environment Relationships with DCCA in Forest Community of Ullung Island<sup>1</sup>

Ho-Kyung Song<sup>2</sup>, Mi-Jeong Lee<sup>2</sup>, Sun Yee<sup>2</sup>

### 요 약

본 연구는 울릉도의 성인봉과 태하령 지역의 산림 식생을 대상으로 1999년 7~8월에 식생조사와 토양조사에 의한 너도밤나무 군락의 임분구조 및 DCCA ordination을 이용하여 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 울릉도 산림의 중요치를 각 군락별로 살펴보면 너도밤나무-섬조릿대 군락에서 중요치가 높은 종은 너도밤나무, 우산고로쇠, 마가목, 섬담풍, 섬벚나무 등의 순으로, 너도밤나무-일색고사리 군락은 우산고로쇠, 너도밤나무, 마가목, 총총나무, 등수국 등의 순으로 나타났다. 그리고 너도밤나무-큰두루미꽃 군락에서 중요치가 높은 종은 너도밤나무, 우산고로쇠, 등수국, 마가목, 음나무 등의 순으로, 솔송나무-섬잣나무 군락은 섬잣나무, 너도밤나무, 솔송나무, 회솔나무, 섬피나무 등의 순으로 나타났다.
2. DCCA ordination에 의하면 산림군락과 환경요인과의 상관관계는 다음과 같다.
  - ① 너도밤나무-섬조릿대 군락은 해발고가 높고 네 군락 중 토양수분이나 전질소, 유기물 등이 많은 지역에 분포하고 있었다.
  - ② 너도밤나무-일색고사리 군락은 해발고가 다른 군집보다 높고 토양수분이나 전질소, 유기물 등이 많아 너도밤나무-섬조릿대 군락과 매우 유사한 입지환경을 가진 지역이나 토성 중 clay가 많이 함유된 지역에 분포하고 있었다.
  - ③ 너도밤나무-큰두루미꽃 군락은 해발고가 네 군락 중 중간 지역에 분포하고 있으며, 토양수분이나 유기물, 전질소 등도 중간인 지역에 분포하고 있었다.
  - ④ 솔송나무-섬잣나무 군락은 해발고가 낮고 토양수분이나 전질소, 유기물이 적고 sand가 많이 함유된 토양에 분포하고 있었다.
3. 울릉도 산림군락의 Shannon의 종다양도 지수는 0.5455~0.8801으로 비교적 낮은 수치를 나타내고 있다. 또한 너도밤나무 군락에서 분포하고 있는 주요 종의 종서열 중요치 곡선을 보면 전체의 기울기가 완만하여 너도밤나무 군락은 안정적이라 할 수 있다.

주요어 : 종다양도, 중요치, TWINSpan, ORDINATION, 너도밤나무

1 접수 1월 12일 Received on Jan. 12, 2000

2 충남대학교 농과대학 산림자원학과 Dept. of Forest Resources, College of Agriculture, Chungnam Nat'l Univ., Taejon 305-764, Korea

## ABSTRACT

A study on vegetation structure and DCCA ordination was carried out in forest community around Songinbong and Taeharyong of Ullung Island based on vegetation and soil analysis between July and August, 1999. The results of the study are as follows:

1. The dominant species in *Fagus multinervis*-*Sasa kurilensis* community were *Fagus multinervis*, *Acer okamotoanum*, *Sorbus commixta*, *Acer takesimensis* and *Prunus takesimensis*. The dominant species in *Fagus multinervis*-*Rumohra standishii* community were *Acer okamotoanum*, *Fagus multinervis*, *Sorbus commixta*, *Cornus controversa* and *Hydrangea petiolaris*. The dominant species in *Fagus multinervis*-*Maianthemum dilatatum* community were *Fagus multinervis*, *Acer okamotoanum*, *Hydrangea petiolaris*, *Sorbus commixta* and *Kalopanax pictus*. The dominant species in *Tsuga sieboldii*-*Pinus parviflora* community were *Pinus parviflora*, *Fagus multinervis*, *Tsuga sieboldii*, *Taxus cuspidata* var. *latifolia* and *Tilia insularis*.

2. The results of the correlation between forest communities and soil conditions of Ullung Island by DCCA ordination method are as follows:

- ① The *Fagus multinervis*-*Sasa kurilensis* community were found in the high elevation area and had the high percentage of soil moisture, total nitrogen and organic matter.
- ② The *Fagus multinervis*-*Rumohra standishii* community were found in the high elevation area and had the high percentage of soil moisture, total nitrogen, organic matter and clay.
- ③ The *Fagus multinervis*-*Maianthemum dilatatum* community were found in the medium elevation area and had the medium percentage of soil moisture, total nitrogen and organic matter.
- ④ The *Tsuga sieboldii*-*Pinus parviflora* community were found in the low elevation area and had the low percentage of soil moisture, total nitrogen, organic matter and sand.

3. The species diversity index of Shannon of forest community in Ullung Island was 0.5455~0.8801(unit area: 225m<sup>2</sup>). The *Fagus multinervis* community of Ullung Island was in a stable condition because of the gentle slope of the species sequence and importance value curve of major tree species.

**KEY WORDS :** SPECIES DIVERSITY, IMPORTANCE VALUE, TWINSpan, ORDINATION, *Fagus multinervis*

## 서 론

울릉도는 우리나라 최동단인 동경 130° 47' 40" ~ 131° 52' 22", 북위 37° 27' 44" ~ 37° 33' 31"에 위치하고 있으며, 화산활동으로 형성된 화산섬이다.

울릉도의 식물에 관한 연구는 1912년부터 일본 학자들에 의하여 종목록이 보고된 후 1980년대 중반 까지 대체로 식물의 분류학적 측면에서 수행된 연구들이었다. 이후 이우승 등(1986), Kim 등(1986), 조현제 등(1993; 1996), 김성덕과 한미정(1994),

한봉호 등(1998), 최송현 등(1998) 등은 생태학적 측면에서 연구를 수행하였다. 이처럼 많은 연구에도 불구하고 ordination에 의한 너도밤나무군락과 환경과의 상관관계를 분석한 논문이나 보고서는 거의 없는 실정이다.

본 연구는 울릉도 너도밤나무 군락의 구조를 분석하고 ordination을 이용하여 군락과 환경과의 상관관계를 분석하고자 기왕에 TWINSpan에 의하여 구분된 너도밤나무 군락을 사용하였다(이미정 등, 2000).

## 조사 및 분석 방법

### 1. 조사지의 개황

성인봉(983m)은 울릉도의 최고봉으로 이 지역의 연평균 기온은 12.4℃, 연평균 최저기온은 9.6℃이며, 최근 10년간의 연강수량은 1,485mm이다(Yim and Kim, 1983).

또한 본 조사지역은 동해의 한가운데에 위치하고 있으므로 전형적인 해양성 기후를 나타내며 해류의 영향으로 동계 다우형의 강우를 나타낸다.

이 지역의 식생은 너도밤나무, 우산고로쇠, 마가목, 섬단풍, 층층나무, 등수국, 섬벚나무, 섬피나무, 회솔나무, 섬잣나무, 음나무 등이 우점하고 있다.

### 2. 식생 및 입지환경 조사

식생조사는 나리분지에서 성인봉 및 태하령 주변 산림군락을 대상으로 1999년 7~8월에 실시하였다.

조사구는 주로 성인봉 주변의 자연림에서 30개소, 태하령 주변 자연림에서 6개소 등 총 36개소를 설치하였으며(이미정 등, 2000 참조), 방형구는 15m × 15m의 크기로 설치하였다. 그리고 각 조사구에서 출현하는 종 가운데 흉고직경 3cm 이상의 수목을 대상으로 매목조사를 실시하였다.

입지환경 요인으로는 조사지의 방위, 경사, 해발고를 측정하였다. 방위는 나침반을 사용하여 8개의 방위로 구분하였으며, 경사도는 경사계, 해발고는 고도계를 이용하여 측정하였다.

### 3. 토양 분석(Black et al., 1965; Bickelhaupt and White, 1982)

토양의 물리·화학적 특성 분석을 위해 현장에서 채취한 시료를 실험실로 운반한 후 음지에서 건조하였다. 토양의 가비중은 각 토양 깊이에서 excavation법으로 구했으며, 수분 함량을 위해 채취된 토양을 비닐에 넣은 뒤 실험실로 운반하여 건조기에서 105℃로 건조시켰다. 토양의 유기물 함량은 Wakely-Black wet oxidation법으로 분석하였고, 전 질소는 macro-Kjeldahl법, 유효인산은 Lancaster법으로 정량하였으며, 치환성 K, Ca, Mg 그리고 Na는 ICP를 이용하여 분석하였다. 토양의 pH와 전기전도도는 1 : 5로 희석하여 측정하였으며, CEC는 ammonium saturate법으로 분석하였다.

### 4. 우점도 및 다양도 분석

성인봉 및 태하령 주변 산림군락의 특징을 보다 정확하게 분석하기 위하여 흉고직경 3cm 이상의 매목 조사에서 얻은 자료를 이용하여 Curtis & McIntosh(1951)의 방법에 따라 중요치(importance value)를 산출하고, 조사구 내의 종 구성 상태의 다양성을 나타내는 척도로서 Shannon의 종다양도 지수( $H'$ ), 최대종다양도( $H'_{max}$ ), 균재도( $J'$ )를 산출하였다(Shannon and Weaver, 1949).

### 5. Ordination 분석

Ordination을 위하여 식생조사에서 얻은 자료로부터 각 종의 합성치를 구하였으며, ordination은 CA(correspondence analysis)의 확장인 DCCA(detrended canonical correspondence analysis)를 사용하였으며(Hill, 1979; Hill and Gauch, 1980), Ter Braak(1987)의 CANOCO program을 이용하였다.

## 결과 및 고찰

울릉도 산림군락 중 2개 이상의 조사구에서 출현한 53종을 대상으로 TWINSPAN을 실시한 결과, 울릉도 산림군락은 입지환경에 따라 종조성을 달리하는 너도밤나무-섬조릿대 군락(*Fagus multinervis-Sasa kurilensis* community), 너도밤나무-일색고사리 군락(*Fagus multinervis-Rumohra standishii* community), 너도밤나무-큰두루미꽃 군락(*Fagus multinervis-Maianthemum dilatatum* community), 솔송나무-섬잣나무 군락(*Tsuga sieboldii-Pinus parviflora* community)의 4 group으로 나누어졌다(이미정 등, 2000).

### 1. 입분 특성

#### (1) 종다양도 분석

Table 1은 TWINSPAN에 의해 분류된 네 군락에 대한 종다양도를 분석한 것이다. 울릉도 산림군락의 Shannon 종다양도 지수는 0.5455~0.8801이고, 군락별로 하층식생이 제대로 발달하지 못한 너도밤나무-섬조릿대 군락은 0.5455로 가장 낮은 값을 나타냈다. 반면 솔송나무-섬잣나무 군락이 0.8801로 가장 높게 나타났는데, 이는 솔송나무-섬잣나무 군락

이 추이대에 해당하기 때문이라고 생각된다. 이러한 결과는 한봉호 등(1998)의 보고와 비슷한 경향을 나타내고 있으며, 최송현 등(1998)이 보고한 종다양도 지수 0.5004~0.5983보다 다소 높은 값을 보이고 있으나, 이는 최송현 등의 조사면적이 10m ×

10m로 적기 때문이라고 사료된다. 군재도는 너도밤나무-일색고사리 군락에서 높았으며, 최대종다양도는 솔송나무-섬잣나무 군락이 가장 높았다.

종다양성은 산림식생 구조를 정량적으로 평가하는 것으로서 종수와 종풍부도라는 제한된 변수만으로

Table 1. Species diversity indices of four communities classified by TWINSpan

Community	H'	H' max	J'
<i>Fagus multinervis</i> - <i>Sasa kurilensis</i> community	0.5455	0.6955	0.7771
<i>Fagus multinervis</i> - <i>Rumohra standishii</i> community	0.7718	0.8916	0.8671
<i>Fagus multinervis</i> - <i>Maianthemum dilatatum</i> community	0.7189	0.8419	0.8492
<i>Tsuga sieboldii</i> - <i>Pinus parviflora</i> community	0.8801	1.0334	0.8519

Table 2. Importance value of major tree species of four communities in Ullung Island

Species	Community ①		Community ②		Community ③		Community ④	
	IV	*OR	IV	*OR	IV	*OR	IV	*OR
<i>Fagus multinervis</i>	106.32	1	59.60	2	111.66	1	43.60	2
<i>Acer okamotoanum</i>	63.05	2	80.04	1	41.03	2	15.11	10
<i>Sorbus commixta</i>	50.04	3	26.63	3	16.85	4	16.96	9
<i>Acer takesimensense</i>	35.02	4	13.37	7	15.55	6	19.78	8
<i>Cornus controversa</i>	15.70	6	25.12	4	12.50	10	-	-
<i>Hydrangea petiolaris</i>	11.56	7	17.17	5	22.20	3	3.52	13
<i>Prunus takesimensis</i>	18.26	5	8.59	10	12.94	9	21.04	6
<i>Tilia insularis</i>	-	-	14.43	6	7.99	11	21.57	5
<i>Pinus parviflora</i>	-	-	-	-	-	-	57.06	1
<i>Taxus cuspidata</i> var. <i>latifolia</i>	-	-	7.03	12	3.57	14	24.43	4
<i>Schizophragma hydrangeoides</i>	-	-	12.20	9	14.41	7	-	-
<i>Tsuga sieboldii</i>	-	-	-	-	2.12	15	34.08	3
<i>Styrax obassia</i>	-	-	7.59	11	4.96	12	13.98	11
<i>Kalopanax pictus</i>	-	-	3.44	15	15.59	5	4.53	12
<i>Ulmus laciniata</i>	-	-	12.60	8	-	-	-	-
<i>Phellodendron insularis</i>	-	-	5.79	14	13.24	8	-	-
<i>Camellia japonica</i>	-	-	-	-	-	-	20.66	7
<i>Celtis jessoensis</i>	-	-	5.95	13	4.30	13	2.35	14
**Other species	0.05	8	0.10	16	0.13	16	0.02	15

①: *Fagus multinervis*-*Sasa kurilensis* community. ②: *Fagus multinervis*-*Rumohra standishii* community. ③: *Fagus multinervis*-*Maianthemum dilatatum* community. ④: *Tsuga sieboldii*-*Pinus parviflora* community.

\* OR: order; \*\*Other species: *Alnus maximowiczii*, *Prunus sargentii*, *Morus bombycis*, *Elaeagnus glabra*.

구해지는 한계가 있으나(Krebs, 1985), 산림식생의 안정성을 유추할 수 있고 서로 다른 지역의 종다양성을 같은 척도로 비교할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 본 연구 대상지는 한반도에 비하여 대체로 종다양성이 낮은 것으로 나타났는데 이것은 울릉도가 생태적으로 안정된 숲이기 때문으로 판단된다.

(2) 중요치 분석

울릉도 산림군락에서 dbh' 3cm 이상의 수목을 대상으로 중요치를 분석한 결과(Table 2)는 다음과 같다.

① 너도밤나무-섬조릿대 군락(*Fagus multinervis-Sasa kurilensis* community)

이 군락의 중요치를 분석한 결과 5개의 조사구에서 출현한 종은 8종이었으며, 가장 중요치가 높은 종은 너도밤나무로 106.32, 그 다음으로 우산고로쇠 63.05, 마가목 50.04, 섬단풍 35.02, 섬벚나무 18.26으로 높은 편이었으며, 층층나무, 등수국 등의 순으로 나타났다.

이 군락에서는 섬조릿대의 영향으로 관목보다는 너도밤나무, 우산고로쇠 등의 교목이 중요치가 높게 산출되었다.

② 너도밤나무-일색고사리 군락(*Fagus multinervis-Rumohra standishii* community)

이 군락의 중요치를 분석한 결과 15개의 조사구에서 출현한 종은 16종이었으며 가장 중요치가 높은 종은 우산고로쇠로 79.04, 그 다음으로 너도밤나무 56.90, 마가목 25.63, 층층나무 25.32, 등수국 18.17 등의 순으로 나타났다. 너도밤나무-일색고사리 군락에서 우산고로쇠가 높은 중요치를 보인 것은 너도밤나무와 함께 울릉도의 특이한 환경입지에 적응한 결과라고 판단된다.

③ 너도밤나무-큰두루미꽃 군락(*Fagus multinervis-Maianthemum dilatatum* community)

이 군락의 중요치를 분석한 결과 8개의 조사구에서 출현한 종은 16종이었으며 다른 군락에 비해 너도밤나무의 중요치가 높게 나타난 군락으로 중요치가 높은 종은 너도밤나무로 111.66, 우산고로쇠 41.03, 등수국 22.2, 마가목 16.85, 읍나무 15.59, 섬단풍, 바위수국, 섬피나무, 섬벚나무, 층층나무 등의 순으로 나타났다.

이 군락 역시 너도밤나무가 우점하는 군락으로서

너도밤나무-일색고사리 군락과 비슷한 경향을 보였으며, 이러한 결과는 한봉호 등(1998)의 연구결과와도 일치한다.

④ 솔송나무-섬잣나무 군락(*Tsuga sieboldii-Pinus parviflora* community)

이 군락의 중요치를 분석한 결과 7개의 조사구에서 출현한 종은 15종이었으며 중요치가 높은 종은 섬잣나무로 57.06, 너도밤나무 43.60, 솔송나무 34.08, 회솔나무 24.43, 섬피나무 21.57, 섬벚나무 21.04, 동백나무 20.66, 섬단풍 19.98, 마가목, 우산고로쇠 등의 순으로 나타나 앞의 세 군락과는 뚜렷한 차이를 보이고 있다.

솔송나무-섬잣나무 군락에서 섬잣나무, 솔송나무, 회솔나무가 중요치가 높은 것은 이들이 해발고가 낮은 급경사의 소능선 부분에 군락을 형성하고 있기 때문이라고 판단된다.

또한 Figure 1에서 보는 바와 같이 너도밤나무

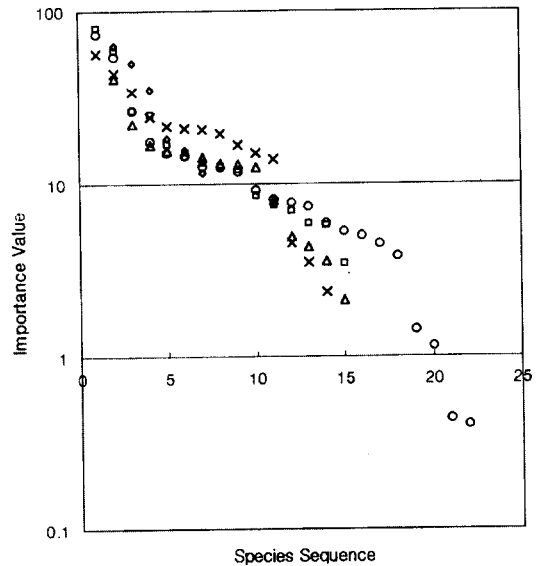


Figure 1. Species sequence and importance value curve of forest communities in Ullung Island

○: Total forest community, ◇: *Fagus multinervis-Sasa kurilensis* community, □: *Fagus multinervis-Rumohra standishii* community, △: *Fagus multinervis-Maianthemum dilatatum* community, ×: *Tsuga sieboldii-Pinus parviflora* community

군락에 분포하고 있는 주요 종의 종서열 중요치 곡선을 보면, 설악산(Choi and Yim, 1984), 한라산(임양재와 이진화, 1991), 덕유산(김창환과 길봉섭, 1996) 및 강원도 신갈나무군락(장규관과 송호경, 1997)에서와 마찬가지로 정규분포에 근접한 것으로 나타났다. 그리고 종서열 중요치 곡선의 상위 부분의 기울기가 급한 것은 소수 종의 우점도가 높고, 전체의 기울기가 완만한 것은 균등성이 높다고 할 수 있으며, 전체적으로 종서열 중요치 곡선의 유형은 대수 정규분포에 접근하고 있어 군락간에 약간의 차이는 있지만 어떤 특정종이 군락내 자원을 우점하지 않고 군락내의 각 종들이 random으로 분포하고 있어 그곳에 있는 자원을 적절히 활용하고 있음을 보여 준다고 생각한다.

2. Ordination 분석

Figure 2는 35개의 조사구와 18개의 환경요인으로 DCCA ordination한 결과를 최초 1, 2축에 의한 I/II 평면상에 나타낸 것이다.

Figure 2에서 보는 바와 같이 울릉도의 산림군락들은 18개의 환경요인에 따라 분포하고 있으며, 이들 환경요인들은 DCCA ordination 결과에 의한 제 1, 2축과 상관관계를 살펴보면(Table 3), 여러 환경요인들이 군락의 분포와 밀접한 상관관계가 있으며, 제 1축에서는 해발고가 가장 높은 상관관계를 보여 주었으며, 그 외에 유기물과 전질소, clay, sand, 전기전도도, 양이온치환용량, 토양수분이 비교적 높은 상관관계를 보여 주고 있다. 반면에 제 2축은 clay, sand 등이 높은 상관관계를 보여 주고 있다. 여기서 해발고가 군락의 분포에 영향을 미치는 가장 중요한 인자라는 것을 알 수 있으며, 이러한 결과는 송호경(1990a; 1990b), 유재은과 송호경(1989), 송호경 등(1992; 1994; 1998)의 결과와도 일치한다. 또한

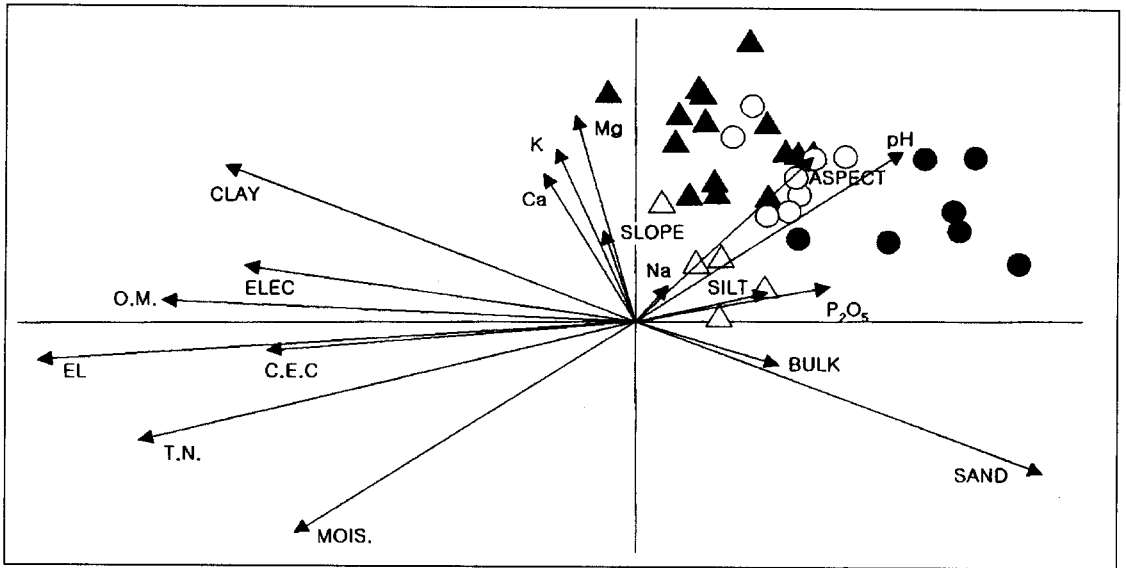


Figure 2. Ullung Island forest communities vegetation data : DCCA(detrended canonical correspondence analysis) ordination diagram with plots(△, ▲, ○, ●) and environmental variables(arrow)

The plots are △ = *Fagus multinervis*-*Sasa kurilensis* community, ▲ = *Fagus multinervis*-*Rumohra standishii* community, ○ = *Fagus multinervis*-*Maianthemum dilatatum* community, ● = *Tsuga sieboldii*-*Pinus parviflora* community. The environmental variables are T.N.= total nitrogen, O.M.= organic matter, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>= available phosphorus concentration, C.E.C= cation exchange capacity, K= potassium concentration, Ca= calcium concentration, Mg= magnesium concentration, Na= natrium concentration, MOIS= soil moisture, EL= elevation, ELEC= electrical conduction, Bulk= Bulk density

Table 3. Ullung Island forest community vegetation data from Figure 2 : canonical coefficients and the inter set correlation of environmental variables with the first two axes of DCCA. For a description variables, see Figure 2 legend

Variables	Axis	Canonil	coefficient	Correltion	coefficients
	1	1	2	1	2
Total nitrogen		-0.08	-0.22	-0.691**	0.001
Organic matter		-0.28	0.59	-0.702**	0.249
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		0.02	0.06	0.274	-0.036
K		0.24	-0.20	-0.176	0.347*
Ca		-0.41	-0.15	-0.187	0.335
Mg		0.15	0.13	-0.156	0.428*
Na		-0.14	-0.11	0.024	0.097
C.E.C		0.38	-0.56	-0.539**	0.153
pH		-0.24	0.40	0.342	0.184
Electrical conduction		0.25	0.33	-0.592**	0.277
Sand		-0.89	0.99	0.644**	-0.442**
Silt		-0.25	0.34	0.173	0.018
Clay		-1.04	1.54	-0.649**	0.451**
Elevation		-0.89	0.13	-0.865**	0.171
Slope		0.08	-0.06	-0.073	0.123
Aspect		0.03	0.08	0.218	0.247
Soil moisture		-0.17	-0.44	-0.450**	-0.201
Bulk density		0.20	0.11	0.214	-0.132
Eigenvalue		0.537	0.278		

\* p < 0.05, \*\* p < 0.01

해발고 외에도 토양의 sand, clay 등도 군락의 분포에 중요한 인자인 반면 경사나 pH 등은 군락의 분포에 영향을 미치지 못했음을 알 수 있다.

또한 주요 군락들과 환경요인들과의 관계로 보면 너도밤나무-섬조릿대 군락(*Fagus multinervis-Sasa kurilensis* community)은 네 군락 중 해발고가 높고, 토양중의 전질소와 유기물 함량 등의 양료가 가장 많으며 토양수분이 많은 지역에 분포하고 있다. 너도밤나무-일색고사리 군락(*Fagus multinervis-Rumohra standishii* community)은 해발고가 다른 군락보다 높고 유기물, 전질소 등의 양료가 많아 너도밤나무-섬조릿대 군락과 매우 유사한 입지환경을 가진 지역에 분포하고 있으며 토양 속의 clay성분이 많고 sand가 적은 것이 차이점이다(이미정, 2000).

너도밤나무-큰두루미꽃 군락(*Fagus multinervis-Maianthemum dilatatum* community)은 해발고가 중간 지역이고 유기물, 전질소 및 토양수분 등도 중간인 지역에 분포하고 있다.

솔송나무-섬갓나무 군락(*Tsuga sieboldii-*

*Pinus parviflora* community)은 해발고가 낮고 유기물, 전질소 등의 양료가 적으며 토양수분이 적은 지역에 주로 분포하고 있으며, 토성 중 sand가 가장 많이 함유된 지역에 분포하고 있다. 솔송나무-섬갓나무 군락이 조사구역 중 해발고가 가장 낮은 곳에 분포하는 것으로 분석된 것은 솔송나무-섬갓나무 군락이 해발고가 430~490m인 태하령 지역의 폭이 좁고 건조한 소능선 부위에 주로 분포하기 때문이며, 토양수분이 적고 및 유기물, 전질소 등의 양료가 적은 것도 같은 이유라 사료된다.

## 인용문헌

- 김성덕, 한미정(1994) 울릉도 상록수림역의 식생에 관한 식물사회학적 연구. 충남대학교 환경연구보고 11: 6-28.
- 김창환, 길봉섭(1996) 덕유산국립공원 삼림식생의 종 다양성. 한국생태학회지 19(3): 223-230.
- 송호경(1990a) DCCA에 의한 계룡산과 덕유산의 삼림

- 군집과 환경의 상관관계 분석. 한국임학회지 79(2): 216-221.
- 송호경(1990b) DCCA에 의한 신갈나무 군집과 환경의 상관관계 분석. 충남대학교 환경연구보고 8: 1-5.
- 송호경, 권기원, 이돈구, 장규관, 우인식(1992) TWINSpan과 DCCA에 의한 중왕산의 삼림군집과 환경의 상관관계 분석. 한국임학회지 83(3): 247-254.
- 송호경, 장규관, 권기원(1994) TWINSpan과 DCCA ordination에 의한 오대산 삼림군집의 분석. 충남대학교 환경연구보고 12: 47-54.
- 송호경, 장규관, 오동훈(1998) 설악산국립공원 지역의 신갈나무 군집과 환경의 상관관계 분석. 환경생태학회지 11(4): 462-468.
- 유재은, 송호경(1989) Classification과 Ordination에 의한 속리산 삼림군집의 분석. 충남대학교 환경연구보고 7: 1-8.
- 이미정(2000) 울릉도 산림의 군락 생태학적 연구. 충남대학교 석사학위논문, 58쪽.
- 이미정, 송호경, 이 선(2000) 식물사회학적 방법과 TWINSpan에 의한 울릉도 산림식생의 분류에 관한 연구. 환경생태학회지 14(1): 57-66.
- 이우승, 정재동, 홍성천(1986) 울릉도 회귀식물의 분포 및 생태에 관한 연구. 경북대 논문집(자연과학) 41: 1-33.
- 임양재, 이진화(1991) 한라산국립공원 삼림식생의 우점도-다양성에 관하여. 한국생태학회지 14(3): 257-271.
- 장규관, 송호경(1997) 강원도 신갈나무 군락의 우점도 다양성에 관한 연구. 한국생태학회지 11(2): 160-165.
- 조현제, 배관호, 이병천, 홍성천(1993) 울릉도 성인봉 일대 원시림의 군락생태학적 연구. 한국임학회지 82(2): 139-151.
- 조현제, 배상원, 배관호, 신준환(1996) 울릉도의 산림식생. 임업연구원 산림과학논문집 53: 78-88.
- 최송현, 이경재, 김종엽(1998) 울릉도 성인봉지역의 해발고별 식생구조. 환경생태학회지 12(3): 290-296.
- 한봉호, 김동완, 조현서(1998) 울릉도 성인봉 원시림의 산림군집구조. 환경생태학회지 12(2): 138-146.
- Bickelhaupt, D. H. and E. H. White(1982) Laboratory manual for soil and plant tissue analysis. SUNY Coll. Envir. Sci. and For., Syracuse, N.Y., 67pp.
- Black, C. A., D. D. Evans, L. E. Ensminger, J. L. White and F. E. Clark(1965) Methods of Soil Analysis. Part I: Physical and Mineralogical Properties, Including Statistics of Measurement and Sampling. Am. Soc. Agr., Madison, WI., 770pp.
- Choi, Ki Ryong and Yang Jai Yim(1984) On the dominance-diversity in the forest vegetation of Mt. Seolag. Korean Journal of Botany 27(1): 25-32.
- 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.
- Hill, M. O.(1979) TWINSpan - A FORTRAN Program for Arranging Multivariate Data in an Order Two-Way Table by Classification of the Individuals and Attributes. Ithaca, N. Y. Cornell Univ. Press, 50pp.
- Hill, M. O. and H. G. Jr. Gauch(1980) Detrended Correspondence Analysis an Improved Ordination Technique. Vegetation 42: 47-58.
- Kim, Seong-Deog, Makoto Kimura and Yang-Jai Yim(1986) Phytosociological Studies on the Beech(*Fagus multinervis* Nakai) Forest and the Pine(*Pinus parviflora* S. et Z.) Forest of Ulreung Island, Korea. Korean J. Bot. 29(1): 53-65.
- Krebs, C. J.(1985) Ecology, third ed. Harper & Low, N. Y., 800pp.
- Shannon, C. E. and W. Wiener(1949) The mathematical theory of communication. Urbana, Ill: Univ. Illinois Press, 117pp.
- Ter Braak, C. J. F.(1987) CANOCO - A FORTRAN Program for Canonical Community Ordination by [Partial] [Detrended] [Canonical] Correspondence Analysis, Principal Components Analysis and Redundancy Analysis(Version 2.1) TNO Institute of Applied Computer Science, Statistics Department, Wageningen, The Netherlands.
- Yim, Y. J. and S. D. Kim(1983) Climate-Diagram Map of Korea. Korean J. Ecology 6(4): 261-272.