

# 단기소득임산물 자생지 주요 산채류 식생과 환경의 상관관계 분석<sup>1a</sup>

김현숙<sup>2\*</sup> · 이상명<sup>3</sup> · 이종구<sup>4\*</sup>

## Analysis of Vegetation-Environment Relationships of Main Wild Vegetables on Short-term Income Forest Products, in Korea<sup>1a</sup>

Hyoun-Sook Kim<sup>2\*</sup>, Sang-Myong Lee<sup>3</sup>, Joongku Lee<sup>4\*</sup>

### 요약

본 연구는 전국에 분포하고 있는 주요 산채류의 자생지를 대상으로 TWINSpan에 의해 식생 구조를 파악하고 Ordination DCCA에 의한 군락구조와 환경요인의 상관관계를 분석하여 산채류 재배지 환경조성에 필요한 생태학적 기초자료를 제공하기 위하여 2016~2017년에 수행되었다. 전국 주요 산채류 자생지 91개 조사구에서 각각 초본층에 중요치가 높게 나타난 100분 류군을 대상으로 TWINSpan을 실시한 결과, 고려엉겅퀴군락과 수리취군락, 곰취군락과 원추리군락, 넓은잔대군락, 도라지 군락과 참취군락, 두릅나무군락과 고사리군락, 참나물군락과 고비군락으로 구분되었다. TWINSpan에 의해 분류된 11개 군락과 11개의 환경 요인으로 DCCA ordination 결과, 해발고가 가장 높은 상관관계를 보였고, 고려엉겅퀴군락, 수리취군락 및 곰취군락은 해발고는 높고 경사는 완만하며, 양묘에 의한 입지환경이 유사한 지역에 분포하는 것으로 나타났다. 두릅나무군 락 및 고비군락은 해발고, pH, O.M, T-N, Ca<sup>2+</sup> 및 C.E.C가 낮은 입지환경에 분포하였다. 원추리군락은 해발고는 낮고 경사는 중간정도이며, 주로 북동, 북서사면에 pH는 낮고 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>는 약간 높은 입지에 분포하였고, 넓은잔대군락은 해발고는 약간 높고 경사는 낮은 남동, 남서사면에서 pH는 높고 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>는 낮은 입지에 분포하여 원추리군락과 넓은잔대군락은 입지 환경이 상반되는 경향을 보였다. 도라지군락은 해발고는 낮고, 남서사면에 경사가 완만하며, pH, O.M, T-N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Ca<sup>2+</sup> 및 C.E.C가 낮은 반면 Mg<sup>2+</sup>는 높은 입지환경에 분포하였다. 고사리군락은 해발고가 낮은 남서사면에 주로 분포하고 O.M, T-N, C.E.C, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Ca<sup>2+</sup> 및 K<sup>+</sup>가 낮은 곳에 분포하는 것으로 나타났다. 참취군락 및 참나물군락은 본 조사에서 많은 군락을 차지하고 있었으며, 다양한 입지 환경에 분포 하는 것으로 나타났다.

주요어: DCCA, TWINSpan, 분포서열법, 중요치

### ABSTRACT

This study was conducted in 2016-2017 to provide the basic ecological data needed to establish environmental conditions for the cultivation of wild vegetables. It used TWINSpan to classify the vegetation structure of natural habitats of wild vegetable nationwide and DCCA ordination to analyze the correlation between the by community structure and environmental factors. We performed TWINSpan on 100 taxa with

1 접수 2019년 5월 13일, 수정 (1차: 2019년 5월 21일), 게재확정 2019년 6월 17일  
Received 13 May 2019; Revised (1st: 21 May 2019); Accepted 17 June 2019

2 충남대학교 농업과학연구소 연구교수 Institute of Agricultural, Chungnam National Univ., Daejeon 34134, Korea

3 국립중앙과학관 연구관 National Science Museum, Daejeon 34143, Korea

4 충남대학교 산림환경자원학과 교수 Dept. of Environmental & Forest Resources, Chungnam National Univ., Daejeon 34134, Korea

a 이 논문은 산림청(한국임업진흥원) 산림과학기술 연구개발사업(FTIS 2014068E10-1919-AA03)의 지원에 의하여 연구되었음.

\* 교신저자 Corresponding author: woangsisster@hanmail.net, joongku@cnu.ac.kr

high importance values in 91 plots of major habitats of wild vegetables. The vegetation was classified into *Cirsium setidens* and *Synurus deltoides* group, *Ligularia fischeri* and *Hemerocallis fulva* group, *Adenophora divaricata* var. *manshurica* group, *Platycodon grandiflorum* and *Aster scaber* group, *Aralia elata* and *Pteridium aquilinum* group, and *Pimpinella brachycarpa* and *Osmunda japonica* group communities. We then performed DCCA ordination of 11 communities classified by TWINSpan and 11 environmental factors. The results showed that the altitude had the strongest correlation with the vegetation. The *Cirsium setidens*, *Synurus deltoides*, and *Ligularia fischeri* communities were distributed in areas with similar environmental factors such as high altitude, gentle slope, and nutrient. The *Aralia elata* and *Osmunda japonica* communities were distributed in the location environment with low altitude, pH, O.M, T-N,  $Ca^{2+}$ , and C.E.C. The *Hemerocallis fulva* community was distributed in the location environment with moderate northeastern and northwestern slope, low altitude and pH, and high  $P_2O_5$ , whereas the *Adenophora divaricata* var. *manshurica* community was distributed in the location environment with gentle southeastern and southwestern slope, high altitude and pH, and low  $P_2O_5$ , which was the opposite tendency of the location environment from *Hemerocallis fulva* community. The *Platycodon grandiflorum* community was distributed in the location environment with gentle southwestern slope, low altitude, pH, O.M, T-N,  $P_2O_5$ ,  $Ca^{2+}$ , and C.E.C., and high  $Mg^{2+}$ . The *Pteridium aquilinum* community was distributed in the location environment with southwestern slope, low altitude, O.M, T-N, C.E.C,  $P_2O_5$ ,  $Ca^{2+}$ , and  $K^+$ . The *Aster scaber* and *Pimpinella brachycarpa* communities were widely distributed in many plots with various location environments.

**KEY WORDS: DCCA, TWINSpan, ORDINATION APPROACH, IMPORTANCE VALUE**

## 서론

단기소득임산물은 우리나라 산림에서 단기에 생산하여 소득을 얻을 수 있는 임산물이다. 주요 임산물 수출액은 총 27만\$이고 수입액은 462만\$이다. 우리나라 임산물 총 생산액은 2016년 8조3,378억원이고 산나물은 3,832(4.6%)억원이며, 산림에서 생산되는 단기임산물 품목으로는 유실수, 버섯, 산채, 약용식물이 대표적이며, 그 외에 수엽, 수액, 수지 등이 있다. 산림기본통계자료로 이용되는 산채류에는 고비, 고사리, 고려엉겅퀴(곤드레), 더덕, 잔대, 도라지, 두릅나무, 산마늘, 원추리, 어수리, 참나물, 취나물 등이 있다(Forest statistical yearbook, 2017).

식생에 대한 연구방법들은 그 개념에 있어서 크게 식물사회학적 분류법과 분포서열법이 있다. 식물사회학적 분류법은 남부유럽을 중심으로 군락의 특징적인 종조성에 중점을 둔 남부유럽 방식으로 Zurich-Montpellier학파의 Braun-Blanquet(1928)에 완성된 방법론으로 이론적 기초 군락의 단위에 각각의 특징적인 종들이 모여 하나의 복합적이고 체계적인 생물체를 이룬다는 근거에 기초하여 어떤 한 지역의 식생이나 식물군집의 분류에 있어서 식생상관과 종조성에 중점을 두고 경험과 조사자의 식견과 주관에 의한 표 작성에 따라 식생단위를 분류하는 방법이다.

분포 서열법(ordination approach)은 단극상설로 군락의

안정성을 중시하며 군락을 기후적 극상의 한 단위로서 보는 Clements(1916)의 식생관과 군락단위의 개별설을 주장한 Gleason(1926)의 식생관에 영향을 받아 이루어진 식생의 정량적 분석방법이다. 이에 의한 분석에는 직접구배분석과 간접구배분석이 있으며 직접구배분석은 CCA, DCCA로서 각 축은 조사된 환경요인의 조합에 근거하여 분류되며(Whittaker 1967; Peet 1978; Fängström and Willen, 1987; Allen 1988; Ter Braak and Prentics, 1988), 간접구배분석은 식생자료를 토대로 식생 배열을 나타낸다(Curtis and McIntosh, 1951; Goodall 1954; Bray and Curtis, 1957; Hill 1979b). 이러한 두 가지 방법은 식생의 연속성과 군락구조의 변화를 분석하기 위하여 개체 또는 군락과 주변 환경요인들과의 관계에 따라 식생단위를 분류하는 방법이다.

지금까지 분포서열법인 TWINSpan과 DCCA에 의한 식생과 환경과의 상관관계 분석에 대한 연구는 많이 되어 있으나 단기소득임산물 산채류 자생지의 식생과 환경과의 상관관계 분석은 전무한 실정이며, 울릉도 주요 산채류 자생지의 식생 및 환경과의 상관관계 분석(Lee et al., 2018)만 되어 있다.

따라서 본 연구에서는 전국에 자생하는 주요 산채류를 대상으로 이들의 식생과 환경과의 상관관계를 Classification TWINSpan과 Ordination DCCA를 적용하여 분석하고 산채류 자생지의

식생을 생태학적으로 구명하여 복원 및 보존관리와 재배지 환경조성을 위한 기초자료를 제공하고자 하였다.

## 연구방법

### 1. 조사지 개황

본 조사지역은 경기도 가평군 화악산, 경기도 안산시 구봉도, 강원도 삼척시 덕항산, 강원도 정선군 만항재 및 백운산, 충북 영동군 황악산, 충남 예산군 가야산, 충남 홍성군 오서산, 대전 동구 식장산, 전북 남원시 지리산뱀사골, 전북 무주군 덕유산, 전남 구례군 지리산 노고단, 전남 함평군 함평향, 경북 구미시 자파산, 경남 양산시 정족산 및 제주도 1,100고지 등 전국을 대상으로 조사하였다(Figure 1).

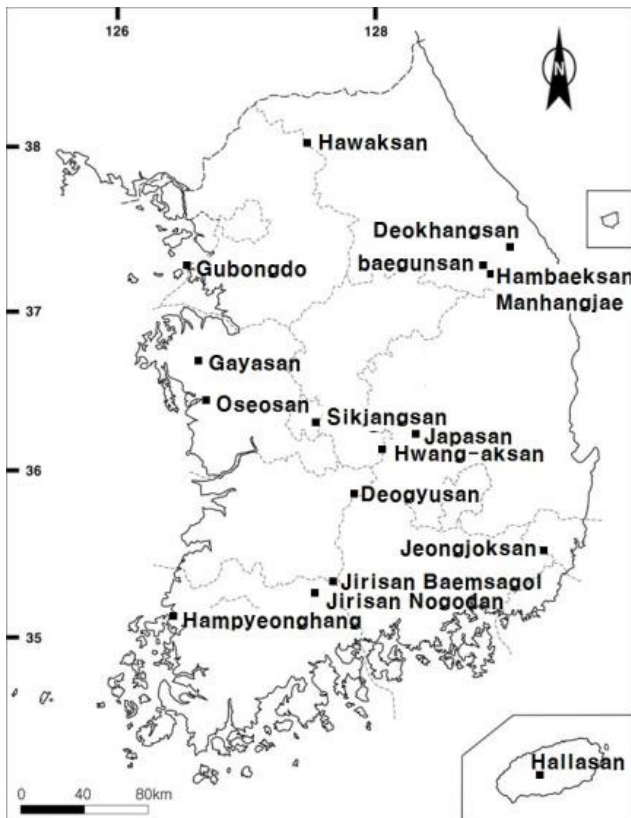


Figure 1. Sample plots of wild vegetables in Korea.

### 2. 식생 및 입지환경조사

식생조사는 2016~2017년에 걸쳐 단기소득임산물 산채류를 대상으로, 전국의 91개 조사구를 설정하여 조사하였다. 조

사구 면적은 종수면적 곡선(Brower and Zar, 1977)에 기초하여 최소면적 이상의 크기인 5m×5m로 설치하였고, 식물사회학적 조사를 위하여 조사구 내의 출현 식물을 교목층, 아교목층, 관목층 및 초본층으로 구분하고 교목층의 평균 수고와 각 층위별 평균 피도를 기록하였으며, 원색식물도감(Lee, 2003)을 이용하여 동정하였다. 분류군의 학명과 국명은 국가표준식물목록(Korea National Arboretum and The Plant Taxonomic Society of Korea, 2007)을 기준으로 기재하였다. 각 계층별 출현종의 우점도 및 피도는 Braun-Blanquet(1964)의 7단계 구분을 좀더 세분화한 Dierssen(1990)의 9단계 구분법을 적용하여 조사하였다.

입지 환경은 조사지에서 해발고, 방위 및 경사를 직접 측정하였으며, 토양 분석을 위해 낙엽층과 유기물층을 걷어낸 뒤 깊이 20cm 정도의 토양을 채취하였다.

### 3. 자료분석방법

조사구에서 얻어진 자료는 분포서열법에 의하여 군락을 구분하였으며, 군락의 특징을 보다 더 정확하게 분석하기 위하여 Curtis and McIntosh(1951)의 방법에 따라 초본층을 대상으로 상대피도(relative cover : RC)와 상대빈도(relative frequency : RF)를 합하여 중요치(importance value : IV)를 산출하였다.

토양 특성을 분석하기 위해 채취한 토양시료는 밀봉 후 실험실로 운반하여, 상온에서 음건시켜서, 토양의 이화학적 분석은 2mm 체로 쳐서 불순물을 제거한 후 사용하였다. pH는 증류수 1:5 비율로 희석한 토양현탁액으로 pH측정기(ISTEX, pH200L)를 이용하였으며, 전질소는 macro-Kjeldahl법, 유효인산은 Lancaster법, 유기물은 Tyurin법, 양이온치환용량은 Brown간이법, 칼슘과 마그네슘은 EDTA적정법, 그리고 칼륨은 염광분석법으로 측정하였다(Park *et al.*, 2000).

조사구의 군락 분류 및 종조성을 비교하기 위해 Hill(1979b)의 TWINSpan을 이용하여 군집분류를 실시하였으며 cut level은 0%, 2%, 5%, 10%, 20%를 이용하였다. 각 조사구에서 20% 이상의 중요치를 가지는 종은 그 조사구의 우점종으로 간주되었다.

식생과 환경요인과의 상관관계를 분석하기 위한 Ordination은 DCA(detrended correspondence analysis)의 확장인 DCCA(detrended canonical correspondence analysis)를 사용하였으며(Hill, 1979a,b), Ter Braak(1998)의 CANOCO program을 이용하였다.

Ordination 분석을 위하여 식생 조사의 자료로부터 각 종의 합성치( $X_{ij}$ )를 다음과 같이 구하였다.

$$X_{ij} = (d_{ij} + D_{ij})/2$$

$X_{ij}$  : j조사구에서 종 i의 합성치

$d_{ij}$  : 상대밀도,  $D_{ij}$ 는 상대피도

합성치  $X_{ij}$ 를 이용하여 각 조사구에 따른 종조성을 나타내는 식생자료행렬(vegetational data matrix)을 작성하였으며, 야외 조사에서 측정된 환경 요인들을 이용하여 환경자료행렬(environmental data matrix)을 작성하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. TWINSpan에 의한 군락 분류

전국을 대상으로 91개 조사구에서 각각 초본층에 중요치가 높게 나타난 100분류군을 대상으로 TWINSpan을 실시한 결과, 산채류 자생지 군락은 1, 2단계에서는 참나물과 고비의 유무에 의하여 참나물군락, 고비군락 및 타군락으로 구분되었다. 3단계에서는 넓은잔대의 유무에 의하여 넓은잔대군락, 고려영경귀군락과 수리취군락, 곰취군락과 원추리군락으로 구분되었고, 고사리의 유무에 의하여 두릅나무군락과 고사리군락으로 구분되었으며, 도라지의 유무에 의하여 도라지군락과 참취군락으로 구분되었다(Figure 2).

### 2. Ordination분석

Figure 3은 산채류 자생지 조사에서 초본층의 분류군을 대상으로 91개 조사구를 TWINSpan에 의해 분류된 11개군락과 11개의 환경 요인으로 DCCA ordination 결과를 최초 1, 2축에 의한 I/II 평면상에 나타낸 것이다. Figure 3에서 나타난 각 군락들은 11개의 환경요인에 의해 분포하였으며, 이들 환경요인들은 DCCA ordination 결과에 따라 제 1축과 제 2축에서 상관관계를 살펴본 바 여러 환경요인들이 군락의 분포와 밀접한 상관관계를 나타내었다. 제 1축에서 가장 높은 상관관

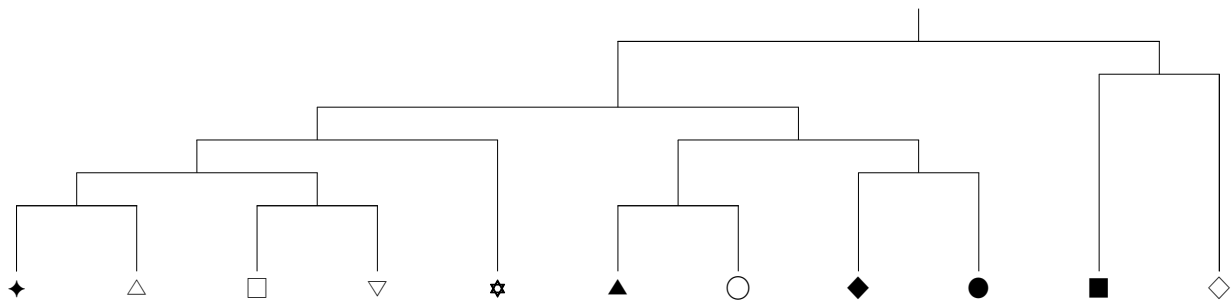
계는 해발고였고, 그 외에 방위, O.M, T-N,  $Ca^{2+}$ , C.E.C, pH 및 방위가 비교적 높은 상관관계를 보였으며, 고비군락, 두릅나무군락, 도라지군락, 참취군락, 고사리군락, 원추리군락, 참나물군락, 넓은잔대군락, 고려영경귀군락, 수리취군락 및 곰취군락으로 배열되는 경향을 보였다.

반면에 제 2축은 방위, 경사 및  $P_2O_5$ 가 높은 상관관계를 보였으며, 군락간 뚜렷한 배열관계를 보이지 않았다. 한편 식생 분포에 영향을 미치는 환경인자들 중에서 해발고도(즉 온도인자)가 가장 중요한 인자로 알려져 있는데(Yu and Song, 1989; Seo et al., 1995; Chung et al., 1997; Song et al., 2007; Kim, 2010) 본 조사에서도 해발고가 군락의 분포에 가장 큰 영향을 보였음을 알 수 있다(Table 1).

조사된 군락과 환경요인들과 관계를 살펴보면(Figure 3), 고려영경귀군락, 수리취군락 및 곰취군락은 해발고는 높고 경사는 완만한 남서사면에 분포하고, pH, O.M, T-N 및 C.E.C 등이 높은 입지환경에 분포하는 경향을 보였다. 이는 전질소를 대부분 공급해주는 유기물함량이 높았기 때문으로 판단된다.

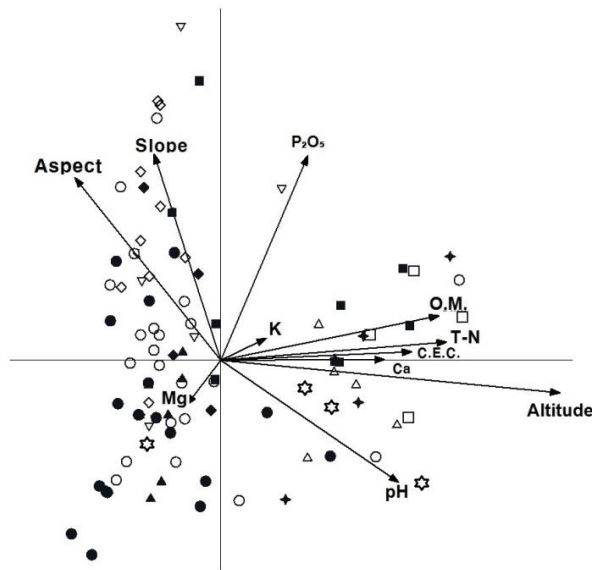
원추리군락은 해발고는 낮고 경사는 중간정도이며, 주로 북동, 북서사면에 pH는 낮고  $P_2O_5$ 는 약간 높은 입지에 분포하였고, 넓은잔대군락은 해발고는 약간 높고 경사는 낮은 남동, 남서사면에서 pH는 높고  $P_2O_5$ 는 낮은 입지에 분포하여 원추리군락과 넓은잔대군락은 입지 환경이 상반되는 경향을 보였다.

두릅나무군락 및 고비군락은 해발고는 낮고, 경사는 급한곳과 중간정도에서 pH, O.M, T-N,  $Ca^{2+}$  및 C.E.C 등 양료가 낮은 입지에 분포하였다.



The plots are : ◆=*Cirsium setidens* community, △=*Synurus deltooides* community, □=*Ligularia fischeri* community, ▽=*Hemerocallis fulva* community, ☆=*Adenophora divaricata* var. *manshurica* community, ▲=*Platycodon grandiflorum* community, ○=*Aster scaber* community, ◆=*Aralia elata* community, ●=*Pteridium aquilinum* var. *latiusculum* community, ■=*Pimpinella brachycarpa* community, ◇=*Osmunda japonica* community.

Figure 2. The pathway of subdivision into groupings of herb layer species on the main wild vegetables communities in Korea using TWINSpan.



The plots are : ◆=*Cirsium setidens* community, △=*Synurus deltooides* community, □=*Ligularia fischeri* community, ▽=*Hemerocallis fulva* community, ☆=*Adenophora divaricata* var. *manshurica* community, ▲=*Platycodon grandiflorum* community, ○=*Aster scaber* community, ◆=*Aralia elata* community, ●=*Pteridium aquilinum* var. *latiusculum* community, ■=*Pimpinella brachycarpa* community, ◇=*Osmunda japonica* community. The environmental variables are : T-N=Total nitrogen concentration, O.M.=Organic matter, C.E.C.=Cation exchange capacity.

Figure 3. Main wild vegetables communities vegetation data : DCCA(detrended canonical correspondence analysis) ordination diagram with plots and environmental variables(arrow).

도라지군락은 해발고는 낮고, 남서사면에 경사가 완만하며, pH, O.M, T-N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Ca<sup>2+</sup> 및 C.E.C가 낮은 반면 Mg<sup>2+</sup>는 높은 입지환경에 분포하였다. 일반적으로 치환성양이온(K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>)은 pH와 밀접한 관계가 있으며, 양이온치환용량(C.E.C)은 염기치환용량이라고도 하며 일정량을 보유하고 있는 치환성이온의 총량을 다량으로 나타내며, 토양 중 보비력을 나타내는 중요한 척도로 토양 내 유기물(O.M)과 밀접한 관계를 가지고 있다(Lee, 2000).

고사리군락은 해발고가 낮은 남서사면에 주로 분포하고 O.M, T-N, C.E.C, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Ca<sup>2+</sup> 및 K<sup>+</sup>가 낮은 곳에 분포하는 것으로 나타났다.

참취군락 및 참나물군락은 본 조사에서 많은 군락을 차지하고 있었으며, 다양한 입지 환경에 분포 하는 것으로 나타났다(Figure 3).

Table 1. Main wild vegetables vegetation data from Figure 3 : the inter set correlation coefficients and the inter set correlation of environmental variables with the first two axes of DCCA. For a description of variables, see Figure 3 legend

| variables                     | correlation coefficients |           |
|-------------------------------|--------------------------|-----------|
|                               | axis 1                   | axis 2    |
| Altitude                      | -0.9641**                | -0.0925   |
| Aspect                        | -0.4151**                | -0.5191** |
| Slope                         | -0.1896                  | -0.5858** |
| pH                            | -0.5057**                | 0.3467**  |
| O.M.                          | -0.6201**                | -0.1266   |
| T-N                           | 0.6416**                 | -0.0519   |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 0.2478                   | -0.5819** |
| K <sup>+</sup>                | 0.1295                   | 0.0625    |
| Ca <sup>2+</sup>              | -0.4564**                | 0.0021    |
| Mg <sup>2+</sup>              | -0.0964                  | 0.1263    |
| C.E.C.                        | 0.5426**                 | -0.0241   |

\*p<0.05; \*\*p<0.01.

## REFERENCES

- Allen, R.B.(1988) Latitudinal variation in southern Rocky Mountain forests. Ph. D thesis, The university of north Carolina.
- Braun-Blanquet, J.(1928) Pflanzensoziologie. Springer-Verlag., 1st ed., Berlin. 1928., 2nd ed., Vienna. New York, 1951 631pp.
- Braun-Blanquet, J.(1964) Pflanzensoziologie. grundzüge der vegetationskunde. Springer-Verlag, New York. (in German)
- Bray, J.R. and J.T. Curtis(1957) An ordination of the upland forest community of southern Wisconsin. Ecology Monger 27: 325-349.
- Brower, J.E. and J.H. Zar(1977) Field and laboratory methods for general ecology. Wm. C. Brown Company Publ., Iowa.
- Chung, J.C., K.K. Jang, J.H. Choi, S.K. Jang and D.H. Oh(1997) An analysis of vegetation-environment relationship and forest community in Mt. Unjang by Twinspan And Ordination. Jour. Korean For. Soc. 86(4): 459-465. (in Korean with English abstract)
- Clement, F.E.(1916) Plant succession An analysis of the development of vegetation. Carnegie Inst., Washington, 512pp.
- Curtis, J.T. and R.P. McIntosh(1951) An upland forest continuum in the prairie forest border region of Wisconsin. Ecology 32(3): 476-496.

- Dierssen, K.(1990) Einführung in die pflanzensoziologie. Akademie-Verlag Berlin, 241pp. (in German)
- Fängström, I. and E. Willén(1987) Clustering and cononical correspondence analysis of phytoplankton and environmental variables in Swedish lakes. *Vegetation* 71:87-95.
- Forest statistical yearbook(2017) Korea Forest Service. pp. 320-321.
- Gleason, H.A.(1926) The individualistic concept of the plant association. *Bull. Torrey Bot. Club* 53: 7-26.
- Goodall, D.W.(1954) Vegetational classification and vegetational continua. *Angew. Pflanzensoziologie. Wien. Festschrift. Aichlager* 1: 168-182.
- Hill, M.O.(1979a) Decorana - A Fortran Program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. *Ecology and Systematics*, Cornell Univ., Ithaca, New York.
- 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.
- Kim, H.S.(2010) A Study on ecological characteristic of forest vegetation in Deogyusan National Park, Korea. Chungnam National University a Dissertation for the Degree of Doctor of Philosophy. (in Korean)
- Korea National Arboretum and The Plant Taxonomic Society of Korea(2007) A Synonymics List of Vascular Plants in Korea. Korea National Arboretum and The Plant Taxonomic Society of Korea, Seoul. (in Korean)
- Lee T.B.(2003) Coloured Flora of Korea. Vol. 1, 2. Seoul: Hyangmunsa. (in Korean)
- Lee, C.Y.(2000) Forest environment soil science. Boseongmoonhwa. (in Korean)
- Lee, J.K., H.S. Kim, S.M. Lee and G.S. Park(2018) Analysis of vegetation and vegetation-environment relationships in main wild vegetables of Ulleungdo, in Korea. *J. Korean Env. Res. Tech.* 21(6): 71-82. (in Korean with English abstract)
- Park *et al*(2000) Soil chemistry analysis. Rural Development Administration, 202pp.
- Peet, R.K.(1978) Latitudinal variation in southern Rocky Mountain forests. *J. Biogeogr.* 5: 275-289.
- Seo, B.S., S.C. Kim, K.W. Lee, C.M. Park and C.H. Lee(1995) A study on the structure of vegetation in Deogyusan National Park. *Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture* 22(4): 177-185. (in Korean with English abstract)
- Song, H.K., S.K. So, M.Y. Kim, J.M. Park S.H. Lee and G.S. Park(2007) Vegetation-environment relationships An analysis of vegetation-environment relationships in forest community of Ullung Island. *Kor. J. Env. Eco.* 21(1): 82-92. (in Korean with English abstract)
- Ter Braak, C.J.F. and I.C. Prentice(1988) A theory of gradient analysis. *Advances in Ecological Research* 18: 271-317.
- Ter Braak, C.J.F.(1998) Canoco - A Fortran program for canonical community ordination by [partial] [detrended] [canonical] correspondence analysis, principal components analysis and redundancy analysis(version 4.0). *Data analysis in community and landscape ecology*, Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 91-173.
- Whittaker, R.H.(1967) Gradient analysis of vegetation. *Biol. Rev.* 42: 207-264.
- Yu, J.E. and H.K. Song(1989) The analysis of vegetation - environment relationships of Mt. Sokri by TWINSpan (Two-way indicator species analysis)and DCCA . *Res. Rep. Env. Sci. Tech Chungnam Univ.*, Korea 7: 1-8. (in Korean with English abstract)