

식물사회학적 식생자료의 종조성 균질성에 대하여¹

김종원² · 엄병철^{3*}

On the Homotoneity of Species Composition in the Phytosociologically Synthesized Community Tables¹

Jong-Won Kim², Byeong-Cheol Eom^{3*}

요 약

식생자료의 종조성적 온전성(전형성과 대표성) 확보는 Z.-M. 학파의 정제된 식생자료(phytosociological relevé)와 식물군락(plant community)을 이용하는 국가식생자원에 대한 통합적 관리의 주요 선행 과정이다. 본 연구의 목적은 특정 단위식생으로 모듬화된 식생자료의 종조성 균질성에 대한 질적 양적 평가 도구를 개발하는 것이다. 식생자료의 이질적 요소가 적용된 새로운 균질도, 현존균질도(actual homotoneity: H_{act})와 최적균질도(optimal homotoneity: H_{opt})를 제안하였다. 사례 식생형에서 식물상 변수들, 새로 개발한 균질도, 선행연구의 유사 균질도(Pfeiffer's homogeneity, basic homotoneity-coefficient, corrected homotoneity-coefficient, mean floristic similarity)와의 상관관계는 Spearman 순위 상관계수(Spearman's rank correlation coefficient)로 분석되었다. 현존균질도와 최적균질도는 각각 식생자료 간과 단위식생 간의 식물상 균질성 차이를 더욱 분명하게 드러내었다. 식생자료수로부터 가장 독립적인 균질도는 현존균질도였다. 오랜 교란 역사를 지닌 한반도의 현존식생 조건에서 최적균질도는 현존균질도에 대한 더욱 정교한 해석이 가능한 보완적 수단이 되었다. 현존균질도와 최적균질도는 국가 식생자원에 대한 일관성과 객관성을 포함하는 식생자료의 DB 구축을 위한 균질한 식생자료 선별에 기여할 것으로 기대되었다.

주요어: 식물상 균질성, 식생조사표, 이질도, 최적균질도, 현존균질도

ABSTRACT

Securing the species compositional integrity (typicalness and representativeness) is the essential prerequisite for an integrated management of vegetation resources using the phytosociological relevés and plant communities of the Z.-M. school. This study is intended to develop a tool for qualitative and quantitative evaluation of species compositional homotoneity of a set of relevés per syntaxon. The new homotoneities, actual homotoneity (H_{act}), and optimal homotoneity (H_{opt}) taking into account the heterogeneous factors of relevés are proposed. The correlations between the floristic variables such as the vegetation type, the new homotoneities, and the previously studied homogeneous measures (e.g. Pfeiffer's homogeneity, basic homotoneity-coefficient, corrected homotoneity-coefficient, and mean floristic similarity) are analyzed by using Spearman's rank correlation coefficient. H_{act} and H_{opt} are effective in determining the difference of inter-synthesized units and of

1 접수 2017년 4월 18일, 수정 (1차: 2017년 8월 25일, 2차: 2017년 9월 6일), 게재확정 2017년 9월 7일

Received 18 April 2017; Revised (1st: 25 August 2017, 2nd: 6 September 2017); Accepted 7 September 2017

2 계명대학교 생명과학과 School of Biological Sciences, Keimyung Univ. 1095 Dalgubeol-daero, Dalseo-Gu, Daegu 42601, Republic of Korea (jwkim@kmu.ac.kr)

3 계명대학교 대학원 생물학과 Department of Biology, Graduate School, Keimyung Univ. (1004160@stu.kmu.ac.kr)

* 교신저자 Corresponding author: 1004160@stu.kmu.ac.kr

inter-relevés, respectively. H_{act} is the homotoneity that is the most independent of the number of relevés. On actual vegetation with long-term human impact in the Korean Peninsula, H_{opt} has become an aid to the more precise understanding of H_{act} as substantive homogeneousness of species composition of syntaxa. It is expected that H_{act} and H_{opt} can be used for the selection of a sort of homogeneous vegetation data to build a phytosociological relevé-database with consistency and objectiveness for national vegetation resources.

KEY WORDS: ACTUAL HOMOTONEITY, FLORISTIC HOMOGENEITY, HETEROGENEITY, OPTIMAL HOMOTONEITY, PHYTOSOCIOLOGICAL RELEVÉ

서 론

식물사회학적 식물군락(plant community)은 특정 종조성을 갖는 특정 식물사회를 일컫는 가상의 단위이다(Braun-Blanquet, 1965; Kim, 2006). Zürich-Montpellier학파의 식물군락은 실제로 존재하는 식물 집단 즉 ‘실체적 식물사회’를 phytocoenose로, ‘이론적 식물사회’를 phytocoenon으로 구별한다(Westhoff and van der Maarel, 1978). 여기서 실체적 식물사회는 상호작용하는 식물 개체군들로 이루어진 어떤 균질한 종조성을 가지고, 균질한 환경조건 속에 존재하기 때문에 주변의 다른 식물사회와 구분된다. 반면에 이론적 식물사회는 이상반한 특성을 갖는 실체적 식물사회들을 하나의 단위식생(syntaxon)으로 규정하기 위해 제시된 범형(type)인데, 다양한 실체적 형질의 조합으로부터 설정된 분류학적 종(species)의 개념과 그 본질이 같다(Moravec, 1989). 이러한 이론적 식물사회의 단위식생은 그 규정과 명명의 기준을 제시하고, 분류체계의 확립과 단위명칭의 혼란을 방지하기 위하여 성문화(成文化)된 식물사회학적 국제식생명명규약(ICPN: International Code of Phytosociological Nomenclature; Barkman *et al.*, 1973; Weber *et al.*, 2000)에 따른다. 예를 들면 ICPN에 의해 단위식생 명칭의 유효성과 선취권이 인정되는 분류체계 상의 기본 단위 군집(association)은 i) 균일한 상관형을 보이고, ii) 균등한 서식처 조건에서 생육하며, iii) 균질한 식물상 구조(종조성)를 갖는 식물군락으로 정의되는 이론적 식물사회이다. 따라서 특정한 하나의 단위식생에 대해 모듈화된 식생자료에는 그 단위식생을 대표하는 균질한 특성이 내재되어 있다(Mucina and van der Marrel, 1989).

현장조사로부터 얻어진 개별 식생자료들은 각각의 서식처에 실체하는 어떤 식물사회이다. 이런 식물사회를 유형화된 단위식생으로 규명하기 위해서는 균질한 종조성과 환경특성의 기제가 뒤따라야 한다. 여기서 소표(raw table) 제작으로부터 시작되는 식생자료의 모듈화는 단위식생의 특성을 규명하기 위한 일련의 과정이다. 개별 식생자료는 실체하는 식물사회에 대한 정보를 제공하는 반면, 일련의 식생자료 모듈은 어떤 식물군락 또는 단위식생의 유형 정보를

드러낸다(Becking 1957; Kim and Lee 2006). 이에 식생자료의 균질한 특성을 평가하기 위해 해당 식생자료의 식물상 균질성 또는 유사성에 관한 평가방법 개발이 대두된 바 있다(Češka, 1966; Moravec, 1971; Tüxen, 1970). 그런데 선행 평가방법에는 식생자료의 균질성을 저하시키고 식생자료의 해석에 혼란을 주는 이질적 요소들(Westhoff and van der Maarel, 1978)을 고려하지 않았다는 공통점이 있다. 자연적 또는 인위적 교란이 빈번한 지역에서 조사된 식생자료 속에는 그런 이질성이 상당 수준 포함되는 것은 사실이다. 한반도는 인간 손길이 닿지 않은 지점이 없을 정도로 인위적 교란이 오랫동안 계속되었고, 토지이용은 여전히 집약적이다. 그만큼 식생자료 속에 이질적 요소가 포함되기 쉽고, 균질한 식생자료의 수집이 사실상 어려운 실정이다. 본 연구는 이에 대응하는 균질성 평가방법(균질도)을 개발하고, 사례 식생형에 대한 실질적인 적용 가능성을 비교 검토하였다. 개발된 균질도는 단위식생 유형화를 위한 식생자료 선정에 유효한 수단으로 기여할 것이며, 결국 해당 식생형 또는 국가 식생자원의 균질한 DB 구축에 더욱 온전한 종조성을 갖는 식생자료의 축적을 가능하게 할 것이다.

연구방법

1. 균질성 평가 방법의 개발

본 연구에서는 균질성 평가에 우연출현종(이하 우연종)이란 개념을 처음으로 도입하였다. 특정 단위식생에 대한 우연종(accidental species)이라는 것은 기실 어떤 다른 식생형에 대해서는 최적의 출현율과 피도값 즉 상대기여도를 갖는 종이다(Braun-Blanquet, 1965). 또한 주변 식물군락이나 천이 진행과정에서 투입하여 정착한 그룹으로 어떤 단위식생의 이질성을 증가시킨다(Westhoff and van der Maarel, 1978). 본 연구에서는 식생자료(relevé)의 모듈화 과정에서 생겨나는 1회출현종을 우연종으로 하고, 그 밖의 종들은 유효종(valid species)으로 칭하였다. 따라서 여러 식생자료의

모듬화로 이루어진 최종구분표(final differentiated table) 또는 단위식생의 전체 식생자료는 유효종과 우연종의 두 그룹으로 이루어진다. 이를 통해 개개 식생자료에 대해서도 유효종과 우연종으로 나누어 확장 해석할 수 있다. 본 연구에서 이용된 수식과 약어정보는 Table 1과 같다.

전체 식생자료에서 총유효종수(tVS)는 출현한 모든 출현종수(이하 총출현종수; tS)에서 총1회출현종수(tAS)를 뺀 것과 같고(Formular 1), 개별 식생자료에서 유효종수(VS)는 출현종수(S)에서 1회출현종수(AS)를 뺀 것이다(Formular 2).

$$tVS = tS - tAS \quad \text{(Formular 1)}$$

$$VS_k = S_k - AS_k \quad \text{(Formular 2)}$$

여기서 1회출현종수(AS)는 전체 식생자료에서 산출된 것을 개별 식생자료에 적용한 값이다. 따라서 식생자료수(n)를 고려한 평균유효종수(mVS , Formular 3)는 결국 전체 식생자료의 평균적인 특질이자 개별 식생자료를 대표하는 특질을 갖는다.

$$mVS = \frac{\sum_{k=1}^n VS_k}{n} = \frac{\sum_{k=1}^n (S_k - AS_k)}{n} \quad \text{(Formular 3)}$$

한편 개별 식생자료의 출현종수(S)와 평균출현종수(mS)의 차이로 산출되는 표준편차(standard deviation)는 이질성 정도로 고려되는데, 이를 이용하여 평균유효종수(mVS)를 보정하였다. 보정평균출현종수(cS)는 평균출현종수(mS)에서 이질적 요소인 평균1회출현종수(mAS)와 출현종수의 표준편차(sdS)를 뺀 보정값이다(Formular 4).

$$cS = mS - mAS - sdS = mVS - sdS \\ = \frac{\sum_{k=1}^n VS_k}{n} - \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (S_k - mS)^2}{n}} \quad \text{(Formular 4)}$$

단위식생에 대해 모듬화된 식생자료들 간의 균질성을 ‘현존균질도(actual homotoneity: H_{act})’라 하고, 보정평균출현종수(cS)와 총출현종수(tS)를 비교하는 것으로 산출하였다(Formular 5). 현존균질도($0 < H_{act} \leq 100$)는 단위식생의 식물상(tS)과 모듬화된 개별 식생자료를 대표하는 식물상(cS)과의 비교를 뜻한다. 총출현종수(tS)와 보정평균출현종수(cS)가 유사한 값일수록 현존균질도 값은 커진다. 즉 1회출현종수(AS)가 적을수록, 출현종수(S)가 균질할수록, 현존균질도는 증가한다.

$$H_{act} = \frac{cS}{tS} \times 100 = \frac{mVS - sdS}{tS} \times 100 \\ = \left(\frac{\sum_{k=1}^n VS_k}{n} - \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (S_k - mS)^2}{n}} \right) \times \frac{1}{tS} \times 100 \quad \text{(Formular 5)}$$

그런데 어떤 단위식생의 모듬화된 식생자료가 균질한 서식처에서 조사되어 이론적으로 최적화된 식물상 구조를 갖는다면, 우연종의 출현이나 그 영향력은 낮을 것이다. 따라서 우연종을 배제하거나 적게 함으로써 이론적인 균질도를 고안할 수 있다. 이를 단위식생에 대한 ‘최적균질도(optimal homotoneity: H_{opt})’라 규정하고, 식생자료 간의 현존균질도(H_{act})와 대비시켰다. 보정평균유효종수(cVS)는 평균유효종수(mVS)에서 유효종수(VS)의 표준편차($sdVS$)를 뺀 것으로, 보정평균유효종수(cVS)와 총유효종수(tVS)의 비교를 통하여 최적균질도($0 < H_{opt} \leq 100$)는 산출된다(Formular 6).

$$H_{opt} = \frac{cVS}{tVS} \times 100 = \frac{mVS - sdVS}{tS - tAS} \times 100 \\ = \left(\frac{\sum_{k=1}^n VS_k}{n} - \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (VS_k - mVS)^2}{n}} \right) \times \frac{1}{tS - tAS} \times 100 \quad \text{(Formular 6)}$$

2. 선행연구의 균질성 평가 방법의 비교

새로이 고안된 현존균질도(H_{act})와 최적균질도(H_{opt})는 선행연구의 균질도(homogeneity, homotoneity, similarity)와 비교 분석되었다. Pfeiffer (1957)와 Tüxen(1970)의 균질도(Pfeiffer's homogeneity: H_p)는 총출현종수와 개별 식생자료를 대표하는 평균출현종수를 고려한 방법이다. Češka (1966)의 유사성 즉 평균식물상유사도(M_{ces})는 상재도(constancy degree) 값을 고려하고, 식생자료의 수가 적은 경우(M : 25개 미만의 식생자료)와 많은 경우(M : 25개 이상의 식생자료)를 별도로 구하는 방법이다. Moravec (1971)는 기초균질도계수(bH)와 보정균질도계수(ch)를 제시하였다. 기초균질도계수(bH)는 단위식생에 대한 식생자료의 모듬에서 상재도 [IV]와 [V]의 종들 상재도 총합과 평균출현종수를 비교하는 것으로 산출한다. 보정균질도계수(ch)는 기초균질도계수를 보정하여 산출된 균질도이다. 보정값(f_{osc})은 출현종이 가장 많은 식생자료와 가장 적은 식생자료 간의 종수 차이가 이용되었다(Table 1).

Table 1. Formulas and sources for variables and homogeneous measures. Actual homotoneity (H_{act}) and optimal homotoneity (H_{opt}) in bold type are first suggested in this paper.

| Variable | Formula | Source |
|--------------------------------------|---|-------------------------------|
| Total valid species number | $tVS = tS - tAS$ | hoc loco |
| Valid species number | $VS_k = S_k - AS_k$ | hoc loco |
| Calibrated mean species number | $cS = mS - mAS - sdS = mVS - sdS$ $= \frac{\sum_{k=1}^n VS_k}{n} - \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (S_k - mS)^2}{n}}$ | hoc loco |
| Calibrated mean valid species number | $cVS = mS - mAS - sdVS = mVS - sdVS$ $= \frac{\sum_{k=1}^n VS_k}{n} - \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (VS_k - mVS)^2}{n}}$ | hoc loco |
| Percentage constancy | $C_i = \frac{a_i}{n} \times 100$ | Češka (1966) |
| Partial similarity | $P_i = \frac{a_i(a_i - 1)}{n(n - 1)} \times 100$ | Češka (1966) |
| Correction factor | $f_{osc} = \frac{0.5(e - g)}{mS}$ | Moravec (1971) |
| Homogeneous measure | | |
| Actual homotoneity | $H_{act} = \frac{cS}{tS} \times 100 = \frac{mVS - sdS}{tS} \times 100$ $= \left(\frac{\sum_{k=1}^n VS_k}{n} - \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (S_k - mS)^2}{n}} \right) \times \frac{1}{tS} \times 100$ | hoc loco |
| Optimal homotoneity | $H_{opt} = \frac{cVS}{tVS} \times 100 = \frac{mVS - sdVS}{tS - tAS} \times 100$ $= \left(\frac{\sum_{k=1}^n VS_k}{n} - \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (VS_k - mVS)^2}{n}} \right) \times \frac{1}{tS - tAS} \times 100$ | hoc loco |
| Pfeiffer's homogeneity | $H_p = \frac{mS}{tS} \times 100$ | Pfeiffer (1957), Tüxen (1970) |
| Češka's mean floristic similarity | $M_{ces} = M \vee M'$ $M = \frac{\sum_{i=1}^k P_i}{k} \times 100 \quad (n < 25)$ $M' = \frac{\sum_{i=1}^k C_i^2}{\sum_{i=1}^k C_i} \times 100 \quad (n \geq 25)$ | Češka (1966) |
| Basic homotoneity-coefficient | $bH = \frac{1}{mS} \sum_{j=1}^l C_j$ | Moravec (1971) |
| Corrected homotoneity-coefficient | $cH = bH \times \frac{1}{1 + f_{osc}}$ | Moravec (1971) |

Abbreviation: a_i (number of relevés with species i), AS_k (accidental species number of relevé k), bH (basic homotoneity-coefficient), cH (corrected homotoneity-coefficient), C_i (percentage constancy of species i), C_j (percentage constancy of species j with constancy over 60%), cS (calibrated mean species number per relevé), cVS (calibrated mean valid species number per relevé), e (species number of the richest relevé), f_{osc} (correction factor), g (species number of the poorest relevé), H_{act} (actual homotoneity), H_p (Pfeiffer's homogeneity), H_{opt} (optimal homotoneity), l (number of species with constancy over 60%), M (mean floristic similarity which applies to less than 25 relevés), M' (mean floristic similarity which applies to 25 or more relevés), mAS (mean accidental species number per relevé), M_{ces} (mean floristic similarity M or M'), mS (mean species number per relevé), mVS (mean valid species number per relevé), n (number of relevés), P_i (partial similarity of species i), sdS (standard deviation of total species number), $sdVS$ (standard deviation of valid species number), S_k (total species number of relevé k), tAS (total accidental species number of the given set of relevés), tS (total species number of the given set of relevés), tVS (total valid species number of the given set of relevés), VS_k (valid species number of relevé k).

3. 사례 식생자료

이상의 여섯 가지 균질도(H_{act} , H_{opt} , H_p , M_{ces} , bH , cH) 속성을 분석하기 위하여 서식처-종조성의 대응성 정보를 포함하는 식물사회학적 단위식생과 특정 목적으로 성취된 임의 식생에 대한 선행연구 자료를 이용하였다(Table 2). 단위식생의 경우 군락생태(synecology) 및 군락동태(syndynamics)가 명백히 다른 식생형(임연식생, 냉온대 낙엽활엽수림, 해안 절벽식생, 염습지식생, 암각지식생, 하식에 초본식생)이고, 임의식생의 사례 식생형은 전통마을숲(Lim, 2012)과 야생 차나무개체군을 포함하는 삼림 식물군락(이하 야생차나무군락; Eom, 2010)을 이용하였다. 전통마을숲은 임수(林藪)를 포함하는 마을숲으로 마을 사람들에 의해 전통적으로 보존된 문화적 삼림식생형이다(Kim *et al.*, 2012). 야생차나무군락은 재배지로부터 일출하여 야생 상태로 자생하는 차나무

식분이다.

4. 상관분석

네 가지 원자료 변수(raw data variable) 즉 식생자료수(n), 총출현종수(tS), 총1회출현종수(tAS), 총유효출현종수(tVS)와, 다섯 가지 가공변수(manipulated variable) 즉 평균출현종수(mS), 평균1회출현종수(mAS), 평균유효종수(mVS), 출현종의 표준편차(sdS), 유효종의 표준편차($sdVS$), 그리고 여섯 가지 균질도에 대해 상관분석이 이루어졌다. 변수들의 서열을 이용하는 분석법으로 선형 또는 비선형 관계를 갖는 자료 분석에 용이한 Spearman 순위 상관계수(Spearman's rank correlation coefficient)가 이용되었다(Spearman, 1904; McCleery *et al.*, 2007).

Table 2. Materialized relevé data. Except Dystaeino-Aceretum and Sedo-Juniperetum of the Ulleung-do, exemplified phytocoenoses distribute in the Korean Peninsula.

| Plant community (Abbrev.) | Vegetation type | Hemeroby | Source |
|--------------------------------------|---|---------------|-------------------|
| Dystaeino-Aceretum okamotoanum (DA) | Summergreen broad-leaved forest | Ahemeroby | Choi (2007) |
| Sedo-Juniperetum chinensis (SJ) | Coastal cliff vegetation | Ahemeroby | Choi (2007) |
| Phragmites communis community (PC) | Salt marsh vegetation | Ahemeroby | Lee & Kim (2012) |
| Hypodematetum glandulosopilosi (HG) | Limestone epilithic vegetation | Ahemeroby | Ryu (2015) |
| Potentillo-Neoscirpetum dioici (PN) | Limestone river-cliff herb vegetation | Ahemeroby | Ryu (2015) |
| Artemisio-Quercetum mongolicae (AQ) | Summergreen broad-leaved forest | Oligohemeroby | Kim (1992) |
| Akebietum quinatae (AK) | Mantle community | Mesohemeroby | Jung & Kim (1998) |
| Lonicero-Puerarietum lobatae (LP) | Mantle community | Mesohemeroby | Jung & Kim (1998) |
| Naturalized wild tea population (WT) | Cool-temperate & warm-temperate forests | Mesohemeroby | Eom (2010) |
| Maoul-Soop (MS) | Traditional rural forests | Euhemeroby | Lim (2012) |

Note: Hemeroby classification is accordance with Kim and Lee (2006) slightly modified from Grabherr *et al.* (1998) based on Sukopp's hemeroby class.

Table 3. Proportion of variables and homogeneous measures in plant communities. For abbreviations, see Table 1 and Table 2.

| Plant community | Raw data variable | | | | Manipulated variable | | | | | Homogeneous measure | | | | | |
|-----------------|-------------------|------|-------|-------|----------------------|-------|-------|-------|--------|---------------------|-----------|-------|-----------|-------|-------|
| | n | tS | tAS | tVS | mS | mAS | mVS | sdS | $sdVS$ | H_{act} | H_{opt} | H_p | M_{ces} | bH | cH |
| DA | 42 | 75 | 11 | 64 | 15.33 | 0.26 | 15.07 | 3.30 | 3.33 | 15.70 | 18.41 | 20.44 | 43.01 | 30.28 | 20.79 |
| SJ | 36 | 51 | 20 | 31 | 8.45 | 0.56 | 7.89 | 4.78 | 3.89 | 6.10 | 13.07 | 16.56 | 50.11 | 40.50 | 18.06 |
| PC | 9 | 3 | 1 | 2 | 1.33 | 0.11 | 1.22 | 0.67 | 0.44 | 18.52 | 40.32 | 44.44 | 77.08 | 75.00 | 42.86 |
| HG | 8 | 7 | 4 | 3 | 2.00 | 0.50 | 1.50 | 1.12 | 0.76 | 5.46 | 26.43 | 28.57 | 53.57 | 50.00 | 28.57 |
| PN | 12 | 35 | 14 | 21 | 10.75 | 1.17 | 9.58 | 2.80 | 2.50 | 19.37 | 34.22 | 30.71 | 50.18 | 38.76 | 28.25 |
| AQ | 31 | 228 | 80 | 148 | 34.52 | 2.58 | 31.94 | 11.27 | 10.65 | 9.06 | 14.50 | 15.14 | 33.65 | 14.86 | 8.92 |
| AK | 58 | 368 | 129 | 239 | 40.03 | 2.22 | 37.81 | 7.92 | 7.15 | 8.12 | 12.86 | 10.88 | 32.30 | 17.01 | 11.63 |
| LP | 88 | 369 | 121 | 248 | 36.64 | 1.38 | 35.26 | 8.22 | 7.80 | 7.33 | 11.09 | 9.93 | 34.04 | 21.90 | 13.57 |
| WT | 40 | 273 | 120 | 153 | 23.95 | 3.00 | 20.95 | 11.30 | 10.09 | 3.54 | 7.18 | 8.77 | 23.83 | 4.18 | 2.15 |
| MS | 499 | 1081 | 249 | 832 | 43.36 | 0.50 | 42.86 | 23.35 | 22.83 | 1.80 | 2.41 | 4.01 | 22.21 | 7.92 | 2.93 |

결 과

1. 유형화된 식물사회의 균질도 양상 비교

식생형(단위식생 8개와 임의식생 2개)에 대한 균질도 분석 결과는 Table 3과 같다. 총출현종수(*tS*)와 총유효종수(*tVS*)는 식생자료수(*n*)가 많을수록 큰 값을 보여주었고, 전통마을숲(MS: *n* = 499, *tS* = 1081, *tVS* = 832), 참-인동군집(LP: *n* = 88, *tS* = 369, *tVS* = 248), 으름군집(AK: *n* = 58, *tS* = 368, *tVS* = 239) 순이었다. 하지만 총1회출현종수(*tAS*)는 전통마을숲(MS: 249), 으름군집(AK: 129), 참-인동군집(LP: 121)의 순으로 높게 나타나 앞선 결과와 다소 차이가 있었다. 평균1회출현종수(*mAS*)는 야생차나무군락(WT: 3.00), 신갈나무-맑은대쭉군집(AQ: 2.58), 으름군집(AK: 2.22)의 순으로 높게 나타났는데, 식생자료수(*n*)에 대한 평균1회출현종수(*mAS*)는 총출현종수(*tS*)에 비하여 상대적으로 독립적인 것으로 나타났다. 즉 식생자료수(*n*)의 많고 적음에 따라 평균1회출현종수(*mAS*)가 일정하지 않다는 것을 의미한다. 이는 모듬화된 식생자료 간에 서로 다른 종조성을 갖는 개개 식생자료가 포함되어 있기 때문이다.

현존균질도(*H_{act}*)를 제외한 나머지 다섯 가지 균질도(*H_{opt}*, *H_p*, *M_{ces}*, *bH*, *cH*)에서 가장 높은 균질도로 나타나는 식생형은 갈대군락(PC)이었다. 이는 염습지에서 발달하는 갈대군락(PC)의 갈대 단순 우점이라는 종조성적 특성에서 비롯한 결과이다. 그런데 동강고랭이-당양지꽃군집(PN)의 현존균질도 19.37은 갈대군락(PC)의 18.52에 비하여 미미한 수준이지만 약간 더 높게 나타났다. 석회암지역의 하식에 노두 직벽(直壁)에서 발달하는 동강고랭이-당양지꽃군집(PN)의 독특하고 획일적인 서식처 조건(Ryu, 2015)에서

비롯하는 식물상의 제한성을 정확히 반영하는 결과로 모듬화된 식생자료 간의 종조성이 갈대군락보다는 더욱 균질하다는 것을 의미한다. 그런데 전통마을숲(MS)과 야생차나무군락(WT)은 다른 식생형에 비하여 모든 균질도가 상대적으로 낮았다. 이 결과는 모듬화된 식생자료 속에 포함된 개별 식생자료들의 뚜렷이 다른 종조성에서 비롯할 것이다. 다양한 서식처 조건에 대응하는 다양한 잠재자연식생의 구성분자와 여러 인간간섭에서 비롯하는 이차식생 및 대상식생 구성분자가 혼합된 종조성 때문이다.

각각의 균질도에 대한 식생형의 순위는 서로 상이한 양상으로 나타났다. 특히 현존균질도(*H_{act}*)의 순위는 다른 균질도와 전반적으로 다른 양상을 보였다. 현존균질도(*H_{act}*)에 조사구 당 평균1회출현종수(*mAS*)와 출현종수의 표준편차(*sdS*)를 이용한 보정된 값(*cS*)이 적용되면서 잉여 정보가 정제된 결과로, 단위식생의 모듬화된 식생자료들 간의 상대적 균질성이 드러났기 때문이다. 뚜렷한 사례는 금털고사리군집(HG)으로 현존균질도(5.46)는 8위이지만, 다른 균질도에서는 2위 또는 3위의 높은 순위로 나타났다. 식생자료(조사구)마다 군집의 표징종인 금털고사리 이외에 한 두 종만이 출현하고, 이들 모두가 서로 다른 종류인 것에서 비롯하는 결과이다. 평균출현종수(2.00)에 대해서 높은 표준편차(1.12)가 보여주듯, 결국 식생자료 간의 이질성이 클 수밖에 없음을 의미한다. 금털고사리군집은 석회암 암석 틈에 발달하는 다년생 초본식생형으로 본래부터 극한 생물환경에 분포하면서 획일적이고 균질한 종조성 즉 상대적으로 높은 최적균질도(26.43)가 산출되기도 하지만, 종조성이 상당한 수준으로 서로 다른 식생자료를 포함하면서 발생한 결과이다.

Table 4. Spearman's correlation coefficient between variables and homogeneous measures. For abbreviations, see Table 1.

| | Raw data variable | | | | Manipulated variable | | | | | Homogeneous measure | | | | | |
|------------------------|-------------------|-----------|------------|------------|----------------------|------------|------------|------------|-------------|------------------------|------------------------|----------------------|------------------------|-----------|-----------|
| | <i>n</i> | <i>tS</i> | <i>tAS</i> | <i>tVS</i> | <i>mS</i> | <i>mAS</i> | <i>mVS</i> | <i>sdS</i> | <i>sdVS</i> | <i>H_{act}</i> | <i>H_{opt}</i> | <i>H_p</i> | <i>M_{ces}</i> | <i>bH</i> | <i>cH</i> |
| <i>n</i> | 1 | 0.927 ** | 0.842 ** | 0.927 ** | 0.867 ** | 0.219 | 0.867 ** | 0.733 * | 0.709 * | -0.394 | -0.830 ** | -0.818 ** | -0.794 ** | -0.673 * | -0.673 * |
| <i>tS</i> | 0.927 ** | 1 | 0.952 ** | 1.000 ** | 0.964 ** | 0.480 | 0.964 ** | 0.891 ** | 0.879 ** | -0.515 | -0.915 ** | -0.939 ** | -0.915 ** | -0.842 ** | -0.842 ** |
| <i>tAS</i> | 0.842 ** | 0.952 ** | 1 | 0.952 ** | 0.939 ** | 0.578 | 0.939 ** | 0.879 ** | 0.867 ** | -0.527 | -0.903 ** | -0.915 ** | -0.903 ** | -0.818 ** | -0.855 ** |
| <i>tVS</i> | 0.927 ** | 1.000 ** | 0.952 ** | 1 | 0.964 ** | 0.480 | 0.964 ** | 0.891 ** | 0.879 ** | -0.515 | -0.915 ** | -0.939 ** | -0.915 ** | -0.842 ** | -0.842 ** |
| <i>mS</i> | 0.867 ** | 0.964 ** | 0.939 ** | 0.964 ** | 1 | 0.492 | 1.000 ** | 0.842 ** | 0.855 ** | -0.370 | -0.806 ** | -0.855 ** | -0.903 ** | -0.842 ** | -0.806 ** |
| <i>mAS</i> | 0.219 | 0.480 | 0.578 | 0.480 | 0.492 | 1 | 0.492 | 0.614 | 0.602 | -0.213 | -0.498 | -0.547 | -0.578 | -0.681 * | -0.705 * |
| <i>mVS</i> | 0.867 ** | 0.964 ** | 0.939 ** | 0.964 ** | 1.000 ** | 0.492 | 1 | 0.842 ** | 0.855 ** | -0.370 | -0.806 ** | -0.855 ** | -0.903 ** | -0.842 ** | -0.806 ** |
| <i>sdS</i> | 0.733 * | 0.891 ** | 0.879 ** | 0.891 ** | 0.842 ** | 0.614 | 0.842 ** | 1 | 0.988 ** | -0.612 | -0.915 ** | -0.952 ** | -0.952 ** | -0.939 ** | -0.976 ** |
| <i>sdVS</i> | 0.709 * | 0.879 ** | 0.867 ** | 0.879 ** | 0.855 ** | 0.602 | 0.855 ** | 0.988 ** | 1 | -0.552 | -0.867 ** | -0.915 ** | -0.927 ** | -0.915 ** | -0.952 ** |
| <i>H_{act}</i> | -0.394 | -0.515 | -0.527 | -0.515 | -0.370 | -0.213 | -0.370 | -0.612 | -0.552 | 1 | 0.770 ** | 0.733 * | 0.564 | 0.467 | 0.588 |
| <i>H_{opt}</i> | -0.830 ** | -0.915 ** | -0.903 ** | -0.915 ** | -0.806 ** | -0.498 | -0.806 ** | -0.915 ** | -0.867 ** | 0.770 ** | 1 | 0.988 ** | 0.903 ** | 0.818 ** | 0.891 ** |
| <i>H_p</i> | -0.818 ** | -0.939 ** | -0.915 ** | -0.939 ** | -0.855 ** | -0.547 | -0.855 ** | -0.952 ** | -0.915 ** | 0.733 * | 0.988 ** | 1 | 0.964 ** | 0.927 ** | 0.927 ** |
| <i>M_{ces}</i> | -0.794 ** | -0.915 ** | -0.903 ** | -0.915 ** | -0.903 ** | -0.578 | -0.903 ** | -0.952 ** | -0.927 ** | 0.564 | 0.903 ** | 0.964 ** | 1 | 0.964 ** | 0.964 ** |
| <i>bH</i> | -0.673 * | -0.842 ** | -0.818 ** | -0.842 ** | -0.842 ** | -0.681 * | -0.842 ** | -0.939 ** | -0.915 ** | 0.467 | 0.818 ** | 0.927 ** | 0.964 ** | 1 | 0.964 ** |
| <i>cH</i> | -0.673 * | -0.842 ** | -0.855 ** | -0.842 ** | -0.806 ** | -0.705 * | -0.806 ** | -0.976 ** | -0.952 ** | 0.588 | 0.891 ** | 0.927 ** | 0.964 ** | 0.964 ** | 1 |

P* < 0.05, *P* < 0.01

2. 균질도와 분석 변수들의 상관관계

식생자료의 원자료 변수, 가공변수, 균질도 간의 상관분석 결과는 Table 4와 같다. 원자료 변수들 즉 식생자료수(n), 총출현종수(tS), 총1회출현종수(tAS), 총유효종수(tVS) 간의 상관관계는 모두 매우 강한 양의 상관관계($r_s = 0.842 \sim 1.000$, $P < 0.01$)를 보였다. 단위식생이 갖는 어떤 특정 종급원(species pool)의 크기 범위 내에서 식생자료수(n)가 증가할수록 출현하는 총 종수(tS , tAS , tVS)가 증가할 수밖에 없는 일반적인 양상과 일치한다. 많은 종이 출현하는 식생자료일수록 유효종과 1회출현종 또한 많이 나타나는 것도 같은 맥락이다. 총출현종수(tS)와 총유효종수(tVS)는 둘 사이 질적 속성에 차이가 전혀 없는 것($r_s = 1.000$, $P < 0.01$)으로 나타났다.

한편 원자료 변수(n , tS , tAS , tVS)와 가공변수(mS , mAS , mVS , sdS , $sdVS$)의 상관분석 결과는 모두 양의 상관관계로 나타났으나, 원자료 변수들 간의 상관관계보다 대체로 낮았다. 식생조사구 당 평균출현종수(mS)와 평균유효종수(mVS)의 상관관계는 앞선 원자료 변수의 총출현종수(tS)와 총유효종수(tVS)의 상관관계와 동일한 결과($r_s = 1.000$, $P < 0.01$)가 도출되었다. 이는 두 변수의 질적 속성이 동일함을 의미한다. 이에 반해 평균1회출현종수(mAS)의 속성은 원자료 변수의 총1회출현종수(tAS) 속성과 다른 것으로 나타났다. 평균1회출현종수(mAS)는 원자료 변수들과의 관계에서 비교적 낮은 상관관계($r_s = 0.219 \sim 0.578$, $P \geq 0.05$)로 나타났는데, 이는 원자료 변수에 대하여 상대적으로 독립적인 변수라는 것을 의미한다. 특히 식생자료수(n)와 가장 낮은 상관관계($r_s = 0.219$, $P \geq 0.05$)를 보였다.

그런데 모든 균질도는 원자료 변수 및 가공된 변수와 음의 상관관계로 나타났다. 식생자료의 속성이 모든 균질도 공식 속에 투영되고 있음을 뜻한다. 원자료 변수 가운데 식생자료수(n)가 가장 낮은 상관관계($r_s = -0.394 \sim -0.830$)로 나타나는 것은 다른 변수에 비하여 6 가지 균질도에 미치는 영향이 적다는 것을 의미한다. Pfeiffer 균질도(H_p)는 식생자료수(n)를 제외한 원자료 변수(tS , tAS , tVS)에 가장 많은 영향을 받는 것($r_s = -0.818 \sim -0.939$, $P < 0.01$)으로 나타났지만, 현존균질도(H_{act})는 가장 낮은 상관관계($r_s = -0.394 \sim -0.527$, $P \geq 0.05$)를 보였다. 이는 여러 변수들에 대해 현존균질도(H_{act})가 갖는 영향이 비교적 적음을 의미하고, 이는 상대적으로 독립성이 강하다는 앞선 결과와 일치한다. 모든 변수 가운데 평균1회출현종수(mAS)는 모든 균질도와 상관관계($r_s = -0.213 \sim 0.705$)가 가장 낮았고, Moravec (1971)의 기초균질도계수(bH)와 보정균질도계수(cH)를 제외한 다른 균질도와 관계에서 유의성($P \geq 0.05$)도 낮게 나타났다. 결국 평균1회출현종수(mAS) 또한 독립적인 변수

라는 것을 의미한다.

여섯 가지 균질도 간의 상관분석에서 현존균질도(H_{act})는 최적균질도(H_{opt})와 가장 높은 상관관계($r_s = 0.770$, $P < 0.01$)를, 그 다음으로 Pfeiffer 균질도와 높은 상관관계($r_s = 0.733$, $P < 0.05$)를 보였다. 하지만 다른 균질도와의 상관관계($r_s = 0.467 \sim 0.588$, $P \geq 0.05$)는 비교적 낮은 것으로 나타났다. 반면 본 논문에서 제시된 최적균질도(H_{opt})는 모든 균질도와 높은 상관관계($r_s = 0.770 \sim 0.988$, $P < 0.01$)를 보였으나, 그 가운데 현존균질도(H_{act})와 가장 낮은 상관관계($r_s = 0.770$)를 보였다. 이는 최적균질도(H_{opt})가 현존균질도(H_{act})보다 오히려 선행연구의 균질도들과 더욱 유사한 속성을 가지고 있음을 의미한다.

고찰

1986년 이후로 전국자연환경기초조사가 시행되었다. 이는 국가 자연자원의 효율적인 이용과 보전을 위해 생물 정보와 생물환경 정보의 DB화를 성취하기 위함이다. 식생자료의 경우 1988년부터 일관성과 객관성을 갖는 체계적인 식생정보의 DB화를 위해 노력해왔다(Kim *et al.*, 2013). 여기에 Z.-M. 학파를 중심으로 하는 중부유럽의 식물사회학적 방법이 채택되었고, 그 중심에 정제된 식생자료(phytosociological relevé)가 있다. Z.-M. 학파의 식물사회학은 종조성에 따른 단위식생의 분류가 목적이다. 이것은 곧 식물 종조성에 대한 범형화를 통해서 해당 식물사회의 연속적 불연속적 분포 양상을 규범화하고, 마침내 그 식물사회에 대한 식생분류체계 상의 위치를 규정하는 것이다(Weber *et al.*, 2000). 이렇게 유형화된 식물사회는 균질한 서식처 조건에 그 대응성을 갖는다. 식생자료 수집의 최초 과정에서 균질한 서식처 조건과 종조성에 대응하는 식생형의 인식이 그 무엇보다 강조되는 까닭이다(Mucina and van der Marrel, 1989). 따라서 온전한 국가 식생자료의 관리를 위해서는 엄밀한 식생자료의 수집과 관리가 뒷받침되어야 한다(Kim and Lee, 2006). 그런데 한반도는 오랫동안 지속되어 온 자연적 그리고 인위적 교란 때문에 자연식생(*sensu stricto*)이 희귀하고, 이차식생 및 대상식생이 우세하다. 이러한 지역에서 균질한 서식처에 대응하는 균질한 식생자료가 수집되리라 쉽지 않고, 그 때문에 종조성의 범형화(typification)를 통한 모델 식물군락(benchmark plant community)의 발굴도 그만큼 난해하다. 단위식생에 대해 모듈화된 식생자료가 균질한 지를 평가하는 것은 식생자료의 유효함을 검증하고 단위식생의 특성을 규명하기 위한 과정으로 그런 측면에서 본 연구는 수집된 식생자료의 종조성 균질성을 정성적 정량적으로 분석하고자 했던 것이다.

식물사회의 종조성 균질성은 협의 또는 광의의 개념을

Table 5. Used variables for calculating homogeneous measures. For abbreviations, see Table 1. Symbol plus (+) and point (·) are a used and a non-used variable in the homogeneous measure, respectively.

| Homogeneous measure | Variable | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|----------|-----------|------------|------------|----------|----------|----------------------|----------------------|----------------------------------|----------------------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| | <i>n</i> | <i>tS</i> | <i>tAS</i> | <i>tVS</i> | <i>e</i> | <i>g</i> | <i>C_j</i> | <i>C_i</i> | <i>C_i²</i> | <i>P_i</i> | <i>mS</i> | <i>mAS</i> | <i>mVS</i> | <i>sdS</i> | <i>sdVS</i> |
| <i>H_{act}</i> | + | + | + | · | · | · | · | · | · | · | + | + | + | + | + |
| <i>H_{opt}</i> | + | + | + | + | · | · | · | · | · | · | + | + | + | + | + |
| <i>H_p</i> | + | + | · | · | · | · | · | · | · | · | + | · | · | · | · |
| <i>M</i> | + | · | · | · | · | · | · | + | · | + | + | · | · | · | · |
| <i>M'</i> | + | · | · | · | · | · | · | + | + | · | + | · | · | · | · |
| <i>bH</i> | + | · | · | · | · | · | + | · | · | · | + | · | · | · | · |
| <i>cH</i> | + | · | · | · | + | + | + | · | · | · | + | · | · | · | · |

갖는다. 협의의 균질성(homogeneity)은 한 식분에서 얻어진 같은 크기의 다른 조사구들(plots, relevés)을 비교하기 위한 분석 수단이다. 반면에 광의의 균질성(homotoneity)은 다른 식분에서 동일한 식물군락 또는 단위식생으로 고려된 유사한 조사구들을 비교하기 위한 합성적 수단이다(Dahl, 1960). 따라서 식생조사와 분석에서 이를 구분하는 것은 지대한 의미를 갖는다(Westhoff and van der Maarel, 1978). 단위식생에 대한 광의의 균질성을 평가하기 위하여 Pfeiffer (1957)와 Tüxen (1970)은 Pfeiffer 균질도(*H_p*)를, Moravec (1971)는 균질도계수(*bH*, *cH*)를 제안하였다. 또한 Češka (1966)는 균질도와 본질이 같은 식생자료 간의 식물상 유사성 측정 방법(mean floristic similarity: *M_{ces}*)을 제안하였다(Neuhäusl, 1977). 앞선 선행연구와 본 연구의 현존균질도(*H_{act}*) 및 최적균질도(*H_{opt}*)는 각기 식생자료의 대푯값들을 선정하여 산출되었다. 대푯값으로 상재도(constancy degree),

총출현종수(*tS*), 평균출현종수(*mS*)를 주로 사용하였고, 일부는 이러한 대푯값들을 보정한 균질도를 개발하여 사용하였다(Table 5).

선행연구의 균질도(*M_{ces}*, *bH*, *cH*)에 사용된 상재도는 전체 식생자료수에 대하여 해당종이 출현한 자료의 수를 백분율로 나타낸 빈도로서 등간척도 [I], [II], [III], [IV], [V]로 표시한다. 이는 전체 식생자료에서 식물종의 출현양상을 이해하는데 도움이 되고 단위식생의 특성으로 고려된다(Becking, 1957; Braun-Blanquet, 1965). 그런데 출현한 식물종이 동일한 상재도를 갖지만 식생자료(relevé) 간의 종조성이 상이한 식생자료라면, 평균식물상유사도(*M_{ces}*)와 기초균질도계수(*bH*)의 균질도 값에는 차이가 발생하지 않는다(Table 6). 이러한 문제를 인식한 Moravec (1971)는 기초균질도계수(*bH*)를 보정한 보정균질도계수(*cH*)를 제안하였다. 식생자료 가운데 가장 많은 종이 출현한 자료와, 가장

Table 6. Homotoneity comparison using fictitious tables structured by 5 relevés showing a same situation on constancy degree, mean species number per relevé, and coverage. Homogeneous measures, *H_{act}* and *H_{opt}*, present noticeably different results between community A and B as shown in the last line of the table.

| Community A | | | | | | | Community B | | | | | | |
|--|----|----|----|----|----|-----|--|----|----|----|----|-----|-----|
| Species | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | PC | Species | R6 | R7 | R8 | R9 | R10 | PC |
| Sp.1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 100 | Sp.1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 100 |
| Sp.2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 100 | Sp.2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 100 |
| Sp.3 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 80 | Sp.3 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 80 |
| Sp.4 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 80 | Sp.4 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 80 |
| Sp.5 | 1 | 1 | 1 | | | 60 | Sp.5 | 1 | 1 | 1 | | | 60 |
| Sp.6 | 1 | 1 | 1 | | | 60 | Sp.6 | | | 1 | 1 | 1 | 60 |
| Sp.7 | 1 | 1 | | | | 40 | Sp.7 | 1 | 1 | | | | 40 |
| Sp.8 | 1 | 1 | | | | 40 | Sp.8 | | | | 1 | 1 | 40 |
| Sp.9 | 1 | | | | | 20 | Sp.9 | 1 | | | | | 20 |
| Sp.10 | 1 | | | | | 20 | Sp.10 | | | | | 1 | 20 |
| <i>H_{act}</i> : 27.72, <i>H_{opt}</i> : 40.85, <i>H_p</i> : 60.00, <i>M_{ces}</i> : 66.67, <i>bH</i> : 60.00, <i>cH</i> : 36.00 | | | | | | | <i>H_{act}</i> : 56.00, <i>H_{opt}</i> : 63.88, <i>H_p</i> : 60.00, <i>M_{ces}</i> : 66.67, <i>bH</i> : 60.00, <i>cH</i> : 60.00 | | | | | | |

* R1 ~ R10: relevé 1 ~ relevé 10, Sp.1 ~ Sp.10: Species 1 ~ Species 10, PC: percentage constancy.

적은 종이 출현한 자료의 출현종수 차이를 이용한 중간범위 (mid-range)를 보정 방법으로 적용하였던 것이다. 이 방법은 비교적 쉽게 계산할 수 있는 장점이 있다. 하지만 전체자료 가운데 두 값만을 사용하기 때문에 다른 자료가 갖는 정보가 누락되거나, 특정 자료 정보가 과대평가되는 단점이 있다(Lomax and Hahs-Vaughn, 2013). 본 논문에서 새로 제시된 균질도는 상재도 대신에 원자료 속성을 그대로 반영하는 총출현종수(tS)와 총유효출현종수(tVS)의 개념을 도입하여 채택했고, 개별 식생자료의 특성을 고려한 평균출현종수(mS), 평균1회출현종수(mAS), 출현종의 표준편차(sdS), 유효출현종의 표준편차($sdVS$)를 보정에 이용하였다.

한편 균질도 공식을 개발하고자 한 모든 연구에서 평균출현종수(mS)를 이용한 것은 식생자료수(n)로부터 크게 영향을 받지 않는 균질도 평가방법의 개발에 주의를 기울였다는 방증이다. 실제로 식생자료수(n)의 많고 적음에 영향을 받지 않는 단위식생의 유형분류는 식물사회학의 현안이다. 따라서 식생자료수로부터 보다 더 독립적인 균질도 평가 지수의 개발이 필요하다. 이러한 측면에서 식생자료수와 가장 낮은 상관관계($r_s = -0.394, P \geq 0.05$)를 가지고 있고, 기타 모든 원자료 변수나 가공변수에 대해서도 유의성이 낮은 것으로 나타난 본 연구의 현존균질도의 의미는 크다고 하겠다.

Pfeiffer 균질도(H_p)는 homogeneity라는 개념을 적용하였지만, 실질적으로 식생자료의 homotoneity를 평가하기 위한 방법이었다(Moravec, 1971). 총출현종수(tS)에 대한 평균출현종수(mS)의 비율로 산출되기 때문에 동일한 단위식생이 넓은 지역에 걸쳐 분포하고 있거나, 상당히 균질한

서식처 조건과 종조성을 포함하는 식생자료에 대해서 이 방법은 유용하다. 즉 출현하는 종의 대부분이 유효종으로서 평균출현종수(mS)의 보정이 필요 없는 경우이다. 하지만 교란이 많은 지역에서 조사된 식생자료는 모듬화 과정에서 다수의 우연종이 출현하기 마련이다. 게다가 개별 식생자료에도 우연종의 영향력으로 인한 종조성의 상이성이 뚜렷하게 나타나기 때문에 식생자료 간의 균질성 저하도 예상될 수밖에 없다.

평균출현종수(mS)는 개별 식생자료의 특성을 대표하고, 평균1회출현종수(mAS)와 출현종에 대한 표준편차(sdS)는 개별 식생자료의 이질성(heterotoneity)을 드러낸다. 때문에 평균출현종수에 대한 평균1회출현종수의 비율(mAS/mS)과 평균출현종수에 대한 표준편차의 비율(sdS/mS)은 개별 식생자료에 포함된 이질성의 정도를 가늠하는 비율인 것이다 (Figure 1). 본 연구에서 비교대상이 된 모든 식생자료 속에는 이러한 이질성이 사실 포함되어 있었다. 하지만 Pfeiffer 균질도(H_p)에서는 이러한 이질성이 드러나지 않았다. Pfeiffer 균질도보다 현존균질도가 낮은 값을 나타내는 것은 이 두 이질적 요소들이 균질도에 영향을 미치지 때문에 나타난 결과이다. 본 연구에서 교란이 많은 한반도의 자연환경적 특성을 고려하여 1회출현종과 출현종의 편차 각각을 균질도를 저하시키는 변수로 채택하여 균질도를 보정하고자 했던 배경이다.

식생자료 속에 출현한 우연종이 단위식생에 영향력을 미치지 않는 것으로 고려된 것이 최적균질도(H_{opt})이기 때문에 현존균질도(H_{act})와의 차이에 가장 크게 영향을 미치는 요소는 본 연구에서 우연종으로 칭한, 즉 본 연구를 통해

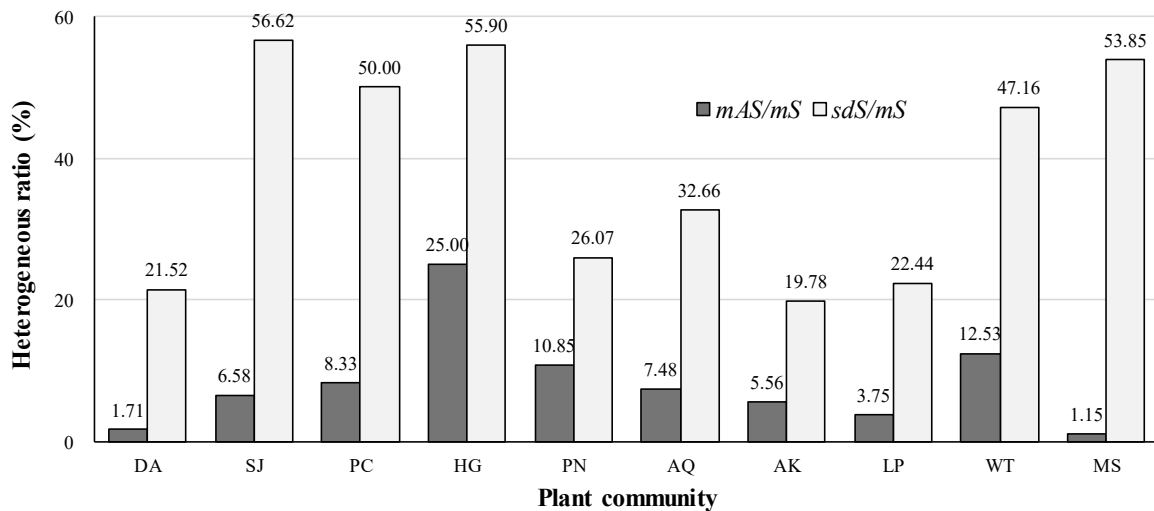


Figure 1. Heterotoneity on the vegetation types. Abbreviations of mAS , sdS , mS , and plant communities are explained in Table 1 and 2.

균질도 분석에 처음으로 적용한 1회출현종이다. 어떤 단위 식생에서 현존균질도와 최적균질도의 차이가 크다면 1회출현종의 영향력이 그만큼 크다는 것을 의미한다. 실제로 1회출현종의 영향력이 큰 경우는 크게 두 가지이다. 조사된 서식처 내에 많은 이질적 종조성이 포함된 경우가 첫 번째 경우이다. 조사구가 자연적 또는 인위적으로 교란된 입지이거나 주변의 식생과 중첩되어 여러 단위식생의 주요 구성종이 혼재할 때 나타나는 현상이다. 향나무-섬기린초군집(SJ)과 야생차나무군락(WT)의 식생형에서와 같이 총출현종수(tS)와 평균출현종수(mS)의 차이가 크게 나고, 출현종의 표준편차(sdS)가 크게 나타나는 결과가 이에 해당한다. 두 번째 경우는 서식처 내의 극한 환경조건으로 인하여 제한된 종급원을 갖는 단위식생이다. 본래부터 빈약한 종조성을 가질 수밖에 없는 단위식생에서는 우연종의 영향력이 클 수밖에 없기 때문이다. 갈대군락(PC)이나 금털고사리군집(HG)에서 식생자료의 평균출현종수에 대한 평균1회출현종수의 비율(mAS/mS)과 평균출현종수에 대한 표준편차의 비율(sdS/mS) 모두가 비교적 높은 것도 그런 특성이 반영된 결과이다(Figure 1). 특정 환경조건의 서식처에서 종의 출현이 제한될 수밖에 없는 식생형은 우연종이 균질도에 크게 영향을 미친다. 결국 단위식생의 분류 기재에서 식생조사 초기 단계에서부터 균질한 서식처-종조성 대응성에 대한 엄밀한 인식을 요구받는 까닭이다(Goodall and Feoli, 1988). 우연종의 그런 영향력 때문인데, 특히 교란이 많은 지역에서 획득된 식생자료라면 그런 현존균질도는 최적균질도의 도움으로 더욱 정교한 해석으로 이어질 수 있다.

결론적으로 선행연구의 균질도에 비해 현존균질도(H_{act})는 식생자료수(n)에 가장 독립적인 균질도이며, 최적균질도(H_{opt})와 함께 식생자료의 실제적 이질성이 더욱 잘 반영된 평가방법이라 하겠다. 현존균질도가 모뎀화된 식생자료 간의 실제적 균질성이라면, 최적균질도는 단위식생 간의 이론적 균질성으로 현존균질도의 보완수단이 된다. 이러한 이해를 바탕으로 두 균질도는 균질한 식생자료의 선별을 가능하게 하고, 균질한 단위식생의 DB구축에 활용될 수 있다. 식생자료 모뎀 분석에서 우연종의 범위를 다양하게 함으로써, 즉 예를 들면 특정의 상대기여도 값을 기준으로 하는 우연종을 설정함으로써 합목적의 단위식생에 대한 균질도 수준도 평가할 수 있을 것이다.

REFERENCES

- Barkman, J.J., J. Moravec, and S. Rauschert(1973) Code of phytosociological nomenclature. *Vegetatio* 32(3): 131–185.
- Becking, R.W.(1957) The Zürich-Montpellier school of phytosociology. *Botanical Review* 23(7): 411–488.
- Braun-Blanquet, J.(1965) *Plant Sociology: The Study of Plant Communities*(1st ed.), G.D. Fuller and H.S. Conard, trans. Hafner, New York, 439pp.
- Češka, A.(1966) Estimation of the mean floristic similarity between and within sets of vegetational relevés. *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica* 1(3): 93–100.
- Choi, B.G.(2007) *Vegetation of Ulleungdo, Korea*. M.S. Thesis, Keimyung Univ., Daegu, 110pp. (in Korean with English abstract)
- Dahl, E.(1960) Some measures of uniformity in vegetation analysis. *Ecology* 41(4): 805–808.
- Eom, B.C.(2010) *Plant species composition and distributional peculiarity of wild tea (*Thea sinensis* L.) population in Korean peninsula*. M.S. Thesis, Keimyung Univ., Daegu, 75pp. (in Korean with English abstract)
- Goodall, D.W. and E. Feoli(1988). Application of probabilistic methods in the analysis of phytosociological data. *Coenoses* 3(1): 1–10.
- Grabherr, G., G. Koch, H. Kirchmeier, and K. Reiter(1998) *Hemerobie Österreichischer Waldökosysteme*. Universitätsverlag Wagner, Innsbruck, 493pp. (in German)
- Jung, Y.K. and J.W. Kim(1998) *Syntaxonomy of mantle communities in South Korea*. *Korean Journal of Ecology* 21(6): 739–750.
- Kim, C.H., J.H. Kang, and M.J. Kim(2013) Status and development of national ecosystem survey in Korea. *Journal of Environmental Impact Assessment* 22(6): 725–738. (in Korean with English abstract)
- Kim, J.W.(1992) *Vegetation of Northeast Asia: On the syntaxonomy and syngelography of the Oak and Beech forests*. Ph. D. Dissertation, University of Vienna, Vienna, 314pp.
- Kim, J.W.(2006) *Vegetation Ecology*(2nd ed.). World Science, Seoul, 340pp. (in Korean)
- Kim, J.W., B.K. Choi, T.B. Ryu, and G.Y. Lee(2012). Application and assessment of national vegetation naturalness. In: *National Institute of Environmental Research (NIER), The 4th Nature-Environment Survey Guidelines*, NIER, Seoul, pp. 81–172. (in Korean)
- Kim, J.W. and Y.K. Lee(2006) *Classification and Assessment of Plant Communities*. World Science, Seoul, 240pp. (in Korean)
- Lee, Y.K. and S.Y. Kim(2012) *Vegetation on Nakdong river estuary*. In: *National wetlands center (NWC), Intensive Survey*

- on the Wetland Protected Areas, NWC, Changnyeong, pp. 59-90. (in Korean)
- Lim, J.C.(2012) A Phytosociological Study of the Maeul-Soop in Korea. Ph. D. Dissertation, Keimyung Univ., Daegu, 227pp. (in Korean with English abstract)
- Lomax, R.G. and D.L. Hahs-Vaughn(2013) An Introduction to Statistical Concepts(3rd ed.). Routledge, New York, Hove, 822pp.
- McCleery, R.H., T.A. Watt, and T. Hart(2007) Introduction to Statistics for Biology(3rd ed.). Taylor & Francis Group, Boca Raton, London, New York, 273pp.
- Moravec, J.(1971) A simple method for estimating homogeneity of sets of phytosociological relevés. *Folia Geobotanica* 6(2): 147-170.
- Moravec, J.(1989) Influences of the individualistic concept of vegetation on syntaxonomy. *Vegetatio* 81(1/2): 29-39.
- Mucina, L. and E. van der Marrel(1989) Twenty years of numerical syntaxonomy. *Vegetatio* 81(1/2): 1-15.
- Neuhäusl, R.(1977) Delimitation and ranking of floristic-sociological units on the basis of relevé similarity. *Vegetatio* 35(2): 115-112.
- Pfeiffer, H.H.(1957) Betrachtungen zum Homogenitätsproblem in der Pflanzensoziologie. *Mitteilungen Der Floristisch-Soziologischen Arbeitsgemeinschaft* 6/7: 103-111. (in German)
- Ryu, T.B.(2015) Vegetation on Limestone in South Korea. Ph. D. Dissertation, Keimyung Univ., Daegu, 160pp. (in Korean with English abstract)
- Spearman, C.(1904) The Proof and Measurement of Association between Two Things. *The American Journal of Psychology* 15(1): 72-101.
- Tüxen, R.(1970) Einige Bestandes- und Typenmerkmale in der Struktur der Pflanzengesellschaften. In: R. Tüxen(ed.), *Gesellschaftsmorphologie (Strukturforschung)*, Dr. W. Junk, Den Haag, pp. 76-98. (in German)
- Weber, H.E., J. Moravec, and J.P. Theurillat(2000) International Code of Phytosociological Nomenclature(3rd ed.). *Journal of Vegetation* 1: 739-768.
- Westhoff, V. and E. van der Maarel(1978) The Braun-Blanquet approach. In: R.H. Whittaker(ed.), *Classification of Plant Communities*, Dr. W. Junk, The Hague, pp. 287-399.