

## 울산 무제치늪의 식생: 군락분류와 군락동태

김 종 원\* · 김 중 훈

계명대학교 생물학과

**적 요:** 울산 무제치습원에 대한 생태식물상(ecological flora)과 군락유형분석이 이루어졌다. 군락유형분석은 Zürich-Montpellier의 연구방법으로 식생유형 분류와 분포적 특성, 그리고 종조성적 군락동태를 파악하기 위하여 식생자료간의 거리(유사성)와 속성에 대한 집괴분석법 및 PCoA (Principal Coordinate Analysis) 좌표결정법이 적용되었다. 주요 감시종 13종을 포함한 습지성 식물종 49종과 중간습원 식물군락을 포함한 6개의 식물군락이 분류되었다. 식생유형은 쇠털골-좁고추나무군락, 바늘골-끈끈이주걱군락, 진퍼리새-하늘산제비난군집(신칭), 오리나무-진퍼리새군락, 소나무-억새군락, 줄참나무-은방울꽃군락 등이 기재되었으며, 동북아 산지성 이탄습지의 중간습원을 대표하는 식생으로 진퍼리새군강이 새롭게 제창되었다. PCoA는 무제치습원 속에 현존하는 식물군락간의 종조성적 상이성이 토양의 수분구배와 식물군락의 층구조(생체량)에 대응하는 네 개의 천이식생형(쇠풀굴형, 진퍼리새형, 억새형, 삼림형)으로 구분하였으며, 건생의 타생천이계열과 습생의 자생천이계열이 존재하고 있음이 밝혀졌다. 중간습원으로서 무제치습원에 대한 식생의 종조성과 분포의 지속성은 토사 및 영양염류의 비정상적 유입을 방지하는 습원생태계의 수문체제와 토지조건의 적극적인 고려로부터 가능하다는 것을 밝혔다.

**검색어:** 무제치늪, 습생천이, 영남알프스, 중간습원, 진퍼리새-하늘산제비난군집, 진퍼리새군강, 진퍼리새군단, PCoA(Principal coordinate analysis)

### 서 론

울산광역시 정족산 일대를 포함하는 영남알프스의 고해발 산지의 산정부와 산록의 국지적 분지 지형에는 크고 작은 산지 습지가 발달하고 있다(환경부 1997, 1998). 산지 습지는 여러 다른 형태의 습지와 마찬가지로 입지 환경조건의 독특성과 종조성으로 지역 생물다양성의 증대에 기여하는 핵심 서식처이다(Spellerberg 1992). 특히 영남알프스 산지에 널리 분포하는 습지는 수평적으로 한반도 남부 지역에 위치하고 있음에도 불구하고 비교적 높은 고해발 산지대 또는 중산간 지대에서 산정효과를 경험하는 입지에 발달하는 독특한 산지 습원으로 주목받고 있으며, 본 연구의 대상이 된 무제치습원은 지역 생태학자들의 노력 덕분에 국가 자연생태계보존지역으로 지정·보호되고 있다(최 1998). 최근 한반도 전역에 걸쳐서 보존의 가치가 있는 남한 21개소, 북한 15개소의 주요 습지 목록이 제시된 바가 있으나(한 1995), 이에 대한 군락유형 분류 또는 그러한 유형에 따른 습지형 구분과 생태적 관리는 매우 미흡한 실정이다. 지역적으로 제주도의 오름에 발달한 습지에 대한 식생분류 및 분포 특성을 규명함으로써 지역 생태계보존지역의 설정에 기여한 경우도 있다(김 등 1999).

국내에서 고위도 고해발 산지에 분포하고 있는 습원에 대한 연구는 1941년 上野와 山口에 의하여 白茂고원 남단에 위치한 大澤과 醬池의 고층습원에 대하여 이루어진 바가 있다(조 1987).

남한 지역에서는 고층습원의 중요성이 강조되면서 대암산(용늪)에 대한 식물상적 또는 생태학적 연구가 집중적으로 이루어져 왔다(이 1969, 강 1970, 1987, 1988, 조 1987, 최와 고 1989). 그러나 고층습원을 제외한 산지 습원에 대하여 그리고 그러한 습원 식생의 군락분류학적 연구는 매우 미흡한 실정이다(Lee 1993, 고 등 1995, 최 2001). 본 연구의 목적은 무제치습원의 웅늪(제 1번 늪)과 자늪(제 2 번 늪)에 대하여 식생유형을 분류하고, 각 유형에 대한 종조성적 유사성과 환경조건 그리고 군락구조를 비교분석하여 식생 동태를 파악함으로써 무제치습원의 보전을 위한 생태학적 핵심 전략을 제시하는 데에 있다. 이러한 습원에 대한 식생유형의 분류는 습원을 보존하기 위한 생태계 관리에서의 생태 단위를 제공하게 되며, 결국 장기생태연구 또는 생태계 모니터링과 같이 정량 정성적으로 토지의 생태적 관리를 성취하는 데에 가장 핵심적 요소 또는 과정으로 기여하게 된다(Kim 1993, 김 1993).

### 재료 및 방법

무제치습원은 울산광역시 울주군 웅촌면 은현리 정족산 정상부(해발 약 700m) 일대에서 크고 작은 습지로 이루어져 있다. 주로 화강암을 기반으로 하며, 기반암의 풍화작용이 일어나 침식에 의해 만들어진 분지 지형으로 이루어져 있으며, 여기저기 화강암 풍화핵(core stone)이 노출되어 있다(김 등 1997). 지표면으

\* Corresponding author; phone: 82-53-580-5213, e-mail: jwkim@kmu.ac.kr

로부터 부식층과 토탄층이 발달하고 있으며, 풍화핵 주변으로 풍화된 사질점토의 퇴적으로 비교적 건조한 미세입지가 산재하고 있다. 무제치습원과 같은 산지 습지는 양산단층, 울산단층, 동래단층 지대에서 높이 솟아오른 소위 영남알프스(정족산, 천성산, 신불산, 금정산 등)의 산록 또는 산정부의 국지적 분지 지형에서 관찰되고 있으며(김 2002), 본 연구의 대상이 된 무제치습원의 기원은 약 10,000년 전인 것으로 밝혀져 있다(최 1998, 2001). 무제치습원에 대한 직접적인 생물기후 정보는 없으며, 최근접 지역인 울산의 연평균 기온과 강수량은 각각 13.8℃와 약 1,275mm이다(Fig. 1).

본 연구는 무제치습원의 웅늣(1번늣, 520m a.s.l.; 35°27'25" E, 129°08'41" N; 400 m × 150 m)과 자늣(2번늣, 550m a.s.l.; 129°08'40" E, 35°27'30" N; 150 m × 100 m)을 중심으로 그 내부와 인접 지역에 분포하는 식생자원에 대하여 이루어졌다. 생태식물상은 각 식물종의 백분율 상대순기여도(Kim and Manyko 1994)에 따라 식생학적 분포 중심지를 고려하여 산지식생요소와 습지식생요소, 그리고 기타요소로 구분되었다. 식물군락에 대한 유형분석은 Zürich-Montpellier 학파의 연구방법(BraunBlanquet 1964)에 의해 1997년 3월부터 1998년 2월에 걸쳐 1년 동안 현장식생조사를 통해 획득된 39 개의 식생자료(relevé)에 의하여 수행되었다. 식생유형 분류와 분포적 특성, 그리고 종조성적 군락동태를 파악하기 위하여 식생자료간의 거리(유사성)와 생태속성은 SYN-TAX2000(Podani 2001)를 이용하여 Euclidian distance의 상관계수와 완전결합법(complete linkage)에 의한 집괴분석 및 PCoA(principal coordinate analysis) 좌표결정법에 의하여 분석되었다. 종보존등급 및 식생보존등급은 M.-M.기법(김과 이 1997)에 의해 판정되었다.

결 과

무제치습원에는 쇠털골-좁고추나물군락, 바늘골-끈끈이주걱군락, 진퍼리새-하늘산제비난군집, 오리나무-진퍼리새군락, 소나무-억새군락 및 줄참나무-은방울꽃군락 등의 6개 식물군락이 분류되었다(Table 1). 이들 식물군락들은 산지식생요소 133종(52%), 습지식생요소 49종(19%), 기타 요소 74종(29%)을 포함하는 총 70과 165속 256종으로 이루어져 있었다. 이 가운데 감시대상종으로 판정되는 보전등급 [III] 이상의 주요 감시종은 13종으로 이삭귀개, 땅귀개, 끈끈이주걱, 하늘산제비난, 큰방울새난 등을 포함하고 있었다.

무제치습원에서 가장 넓은 면적을 차지하는 습생초원식생(웅늣의 63%, 자늣의 46%를 피복; 김중원 2003, 투고중) 가운데 대표적인 것으로 진퍼리새-하늘산제비난군집(신칭: *Platanthero-Molinietum japonicae* ass. *nova hoc loco*; holotype relevé: running no. 23 in Table 1)이 기재되었다. 진퍼리새-하늘산제비난군집은 진퍼리새의 우점과 하늘산제비난(*Platanthera mandarinorum* var. *neglecta*)의 표징종으로 구분되며, 큰방울새난, 물매화, 진퍼리까치수영 등의 습생초본식생의 고상재도종이 혼생하고 있다. 본

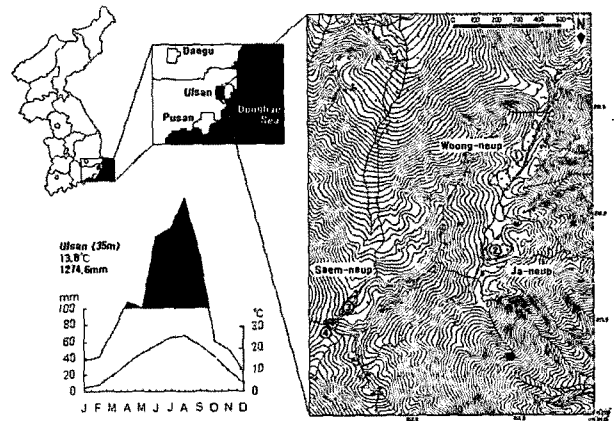


Fig. 1. Location and climate of Moojechi moor in Ulsan.

군집은 중간습원을 대표하는 진퍼리새군단(*Molinia japonicae* Miyawaki et Fujiwara 1970; 宮脇, 藤原 1970)에 귀속되는 고경초본식생형이며, 습원 내에서 반원형의 넓은 진퍼리새 다발식물체(tussock)를 포함하고 있으며, 그 언저리부에 하늘산제비난이 생육하고 있다. 퇴적 泥炭층 위에 진퍼리새 그루터기가 발달하면서 경우에 의하여 그루터기 사이에 곡부 형성과 더불어 퇴적토의 침식이 발생함으로써 미세 수로가 형성되어 있다(Fig. 2). 이곳은 평시에는 수심 약 2cm의 과습 환경의 소규모 면적의 모퉁형 초소형 연못이 산재하며, 습원 내에서 가장 과습한 입지로 排水가 불량하고, 鑛物質이 결핍된 빈영양 입지 환경으로써 매우 작은 소형 식물체로 이루어진 쇠털골-좁고추나물군락(*Hypericum laxum-Eleocharis acicularis* for. *longisetata* community)과 바늘골-끈끈이주걱군락(*Drosera rotundifolia-Eleocharis congesta* co-

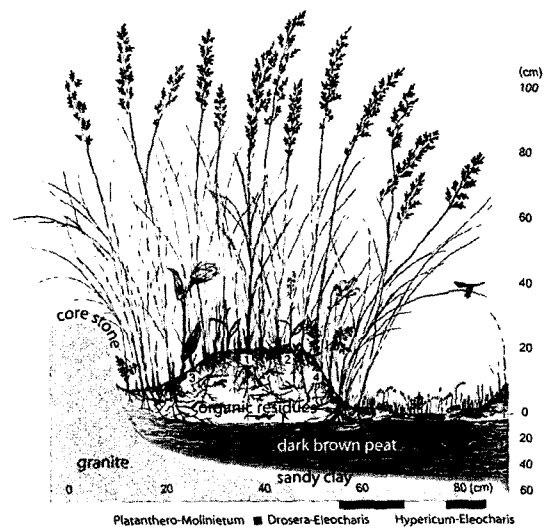


Fig. 2. Profile diagram of *Platanthero-Molinietum japonicae* in Moojechi moor. Highly threatened species of *Platanthera mandarinorum* var. *neglecta* characteristically occurs in the moor-grass tussocks.



mmunity)의 濕潤短莖草本群落이 발달하고 있다. 쇠털골-좁고추나물군락은 연못 중심부에 주로 분포하며, 추수대(emergent zone)에 해당하는 중심부로부터 언저리에는 바늘골-끈끈이주걱군락이 분포하고 있다. 따라서 물 속에 포충낭을 두는 소형식충식물 이삭귀개와 땅귀개는 쇠털골-좁고추나물군락에 대하여, 침수 또는 건조 환경에서 쇠퇴되는 소형식충식물 끈끈이주걱과 물이끼류(*Sphagnum palustre*)는 바늘골-끈끈이주걱군락에 대한 주요 진단종이다. 이것은 저온-과습-빈영양의 고층습원(oligotrophic high moor)의 특성을 단편적으로 나타내고 있는 것의 의미이며, 무제치습원 속에서 극히 좁은 패치상(평균 반경 30 cm)으로 점점이 혼재하고 있다.

오리나무-진퍼리새군락은 군락 명칭에 포함된 두 종에 의하여 구분되며, 泥炭 퇴적과 인근 임도와 산지로부터 영양염류를 지속적으로 공급받는 좁은 물길을 따라 패치상으로 발달하고 있다. 본 군락은 습지 내부에서 진퍼리새-하늘산제비난군집의 입지와 소나무-억새군락의 입지 사이에서 토양 수분환경의 이행대에 위치한다. 본 군락 내의 오리나무는 수령 10년생 이하의 어린 개체들(수고 2 m 이하의 개체가 전체 오리나무개체군의 85.6% 차지: 김종원 2003, 투고중)이며, 단위 조사구 내에 한 두 개체가 생육하고 있다. 무제치습원 내에는 화강암 풍화핵을 중심으로 하여 습원 외부로부터 유입된 토사의 퇴적이 일어나고, 따라서 습원 내에 건생 입지가 여기저기에서 형성되어 있다. 그러한 건생 서식처에는 소나무-억새군락과 줄참나무-은방울꽃군락과 같은 산지성 삼림식생의 파편이 생육하고 있다. 소나무-억새군락은 습원 내의 거대 화강암 풍화핵 주위에 사질점토의 집적이 안정적이면서 돌출형의 미지형 조건을 나타내는 보다 건조한 입지에 패치상으로 발달하고 있다. 본 군락에는 진퍼리새를 대신하여 억새가 우점하며 1.5 m 이하의 키가 작은 소나무 개체와 개웃나무, 털진달래, 산겨울, 쥐똥나무 등과 같은 인접의 산지 참나무림(줄참나무-은방울꽃군락)의 주요 구성종이 혼생하고 있으나, 수관층이 발달하지 않는 식생고 3.3 m 이하의 관목-고경초본층의 식물군락이다. 구분종인 소나무와 털진달래는 임도 또는 경사가 형성되어 있는 산비탈과 같이 보다 건조한 입지로 진행됨에 따라 그 피도가 더욱 증가하며, 줄참나무-은방울꽃군락처럼 보다 많은 산지성 삼림식물종을 공유하게 된다. 응늪의 습원 가장자리부에는 줄참나무-은방울꽃군락이 좁은 면적으로 발달하고 있다. 본 군락에는 떡갈나무, 신갈나무, 줄참나무, 비목나무, 애기나리, 그늘사초 등과 같은 신갈나무-생강나무군단 및 줄참나무-작살나무아군단의 주요 구성종이 혼생하고 있다. 한편 자늪의 상부 사면과 습지 사이에 위치하는 협소한 계곡(cove) 입지에는 오리나무-동이나물군락의 패치가 관찰되기도 하며, 정족산 북부사면(해발 605 m)에 위치하는 샘3(3번, 4번 늪; Fig. 1 참조)의 샘 주위에는 진퍼리새군단의 주요 종을 공유하고 있는 골풀-사마귀풀군락이 발달하고 있다.

식물군락의 종조성 속에 내재되어 있는 정보를 발굴하기 위한 수리분석으로부터 크게 습생식생형과 건생식생형으로 구분할 수 있었으며, 습생식생형은 쇠털골형(쇠털골-좁고추나물군

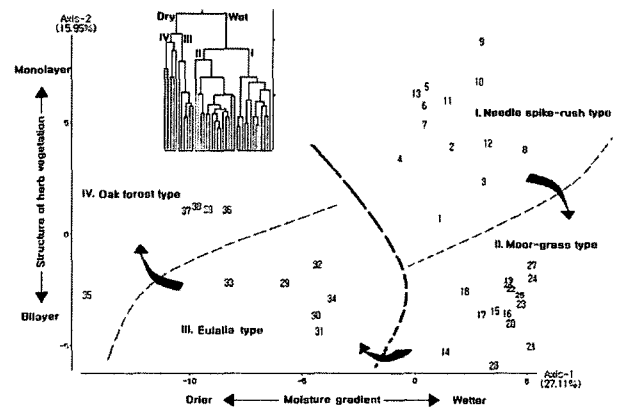


Fig. 3. Ordination diagram for phytosociological relevés based on plant species composition. Numbers are coincided into the running numbers in the Table 1. Percentage eigenvalues in parentheses in the axis labels. Bold arrows show the typical sequence of succession between vegetation types according to soil dryness and eutrophication. Alder forest type (number 25, 26, 27, and 28) is largely included in the moor-grass type.

락, 바늘골-끈끈이주걱군락)과 진퍼리새형(진퍼리새-하늘산제비난군집, 오리나무-진퍼리새군락), 건생식생형은 억새형(소나무-억새군락)과 참나무림형(줄참나무-은방울꽃군락) 등의 4 개의 식생유형으로 정성화 할 수 있었다(Fig. 3). 조사구의 좌표결정 분석에서 제 1 축(고유값 27.11%)은 습원 내의 건생과 습생의 미소서식처 수분경향성과 명백하게 대응되었다. 축의 우측에서 좌측으로 습생으로부터 건생으로의 서식처 수분환경 배열을 보여 주고 있으며, 제 2 축(고유값 15.95%)은 그런 건생계열에 따른 식물군락의 생체량의 증가 양상을 나타내고 있다. 즉 축의 상부로부터 하부로의 경향성은 초본층의 구조적 발달을 의미하는데, 쇠털골형으로부터 진퍼리새형 및 억새형에 이르기까지는 초소형의 단층 초본층(식생고 평균 30 cm)의 군락구조로부터 2층의 고경초본층(식생고 평균 110 cm) 군락구조를 나타내며, 군락의 생체량이 크게 증가하고 있는 양상을 의미한다. 이러한 현상은 다층의 군락구조를 가지는 삼림형에서 초본층(금바닥층)의 상당한 생체량이 고목층 또는 아고목층 그리고 관목층의 상층부에 배분됨으로써 삼림형의 초본층 구조는 단층초본층과 고경초본층의 중간 수준에 해당하는 제 2 축의 중간 부분에 위치하고 있다. 결국 이와 같이 토양의 건습환경 조건과 보다 낮은 수준의 빈영양에서 보다 높은 수준의 부영양 상태의 토양환경 변화를 의미하는 무제치습원 내의 네 가지 식생형의 혼재는 궁극적으로 건생천이가 진행될 수 있음을 보여주고 있는 것이다. 따라서 무제치습원 내의 천이계열은 크게 두 가지로 구분된다: (i) 습생 환경 유지와 더불어 생체량 증가는 궁극적으로 진퍼리새-하늘산제비난군집을 거쳐 오리나무 우점의 습생림으로 자생적 (autogenic) 진행천이 계열이며, (ii) 건생환경으로의 변화와 동시에 생체량 증가는 줄참나무를 중심으로 하는 산지참나무림으로의 타생적(allogenic) 퇴행천이 계열이다 (Fig. 4). 따라서 주변 인

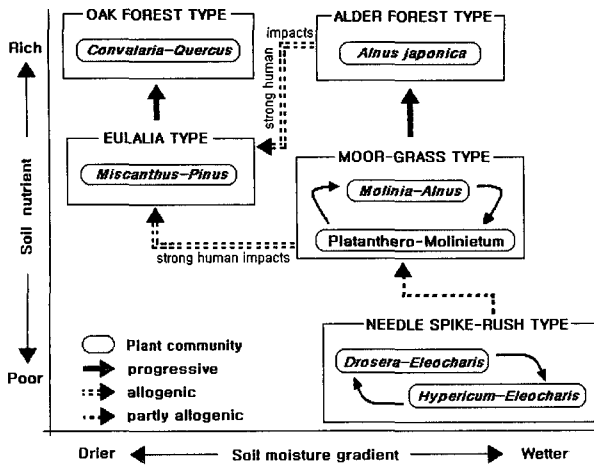


Fig. 4. Schematic ecogram showing the relation between the plant communities and some abiotic gradients. The distances are correlated with quantitative and qualitative findings of any kind.

접 산지로부터의 지속적인 토사 유입과 미지형의 변화는 산지 중간습원 식생으로부터 산지 삼림식생으로 타생천이 양상을 초래하게 될 결정적 요소이다.

고 찰

일반적으로 습원은 지하수의 영향 유무, 식생구조의 발달, 토양 염류를 포함한 pH 환경, 그리고 식물 종조성에 따라 고층습원, 중간습원 및 저층습원으로 구분한다(宮脇 1977, Wilmanns 1978). 고층습원은 저온과 鐵物質이 결핍된 빈영양 그리고 산성 토양 등의 열악한 환경조건 등으로 小凸地(Bulte)와 小凹地(Schlenke)의 미지형 구배에 따라 극소형의 식물종과 식충식물 그리고 물이끼류 등이 우점하는 보그식생(bog vegetation)으로 대표된다. 따라서 고층습원은 그러한 환경조건이 흔한 고위도 및 고해발 산지에 주로 분포한다. 그러나 부영양 또는 중영양(mesotrophic)의 저층습원에 대응되는 고층습원이란 용어는 그러한 서식환경조건 덕분에 고사식물체의 느린 분해속도로 말미암아 고사식물체의 퇴적에 의하여 고층으로 쌓여 감을 의미한다. 저층습원은 온난다습의 생육환경 조건으로 고사식물체의 신속한 분해에 따른 층의 형성이 미약함으로써 항상 저층의 구조를 가지며, 저위도 및 저해발 저지대에서 흔하게 관찰된다. 군락분류학적으로 고층습원은 小凹地의 장지채군강(Scheuchzeritea)과 小凸地의 물이끼-넉출월굴군강(Oxycocco-Sphagnetea)으로 저층습원은 갈대군강(Phragmitetea)으로 명백히 구분된다.

본 연구에서 새로이 유형화 된 진퍼리새-하늘산제비난군집은 산지이탄습지를 대표하는 중간습원의 고경초본식생의 전형이다. 즉 장지채군강의 물이끼류와 땅귀개, 갈대군강의 갈대, 풀풀 등의 주요 구성종을 포함하면서도 이들 두 군강과 뚜렷이 구별

되는 독특한 종조성을 가짐으로써 어느 두 군강에도 귀속되지 않는 기존의 진퍼리새군단, 진퍼리새군목에 포함된다(宮脇와 藤原 1970, 宮脇와 奥田 1990). 본 연구에서는 진퍼리새군목의 최상급 단위로 진퍼리새군강(Molinietea japonicae class nova hoc loco)을 설정할 것을 제안하며, 표징종으로 진퍼리새, 큰방울새난, 끈끈이주걱, 물매화, 숫잔대 등을 제시한다. 본 군강은 동북아 온대지역의 산지이탄습지의 중간습원을 대표하며, 중부유럽의 Molinio-Arrhenatheretea 또는 Molinietalia coeruleae에 대응한다. 이와 같이 중간습원으로써의 무제치습원의 특성은 지리적 분포에 대한 수직적 수평적 분포에 대한 해석으로부터도 저층습원과 고층습원의 주요 구성종의 혼생의 가능성을 입증하고 있다. 무제치습원의 최근접 지역인 울산의 연평균 기온은 13.8 °C(울산기상대 해발고도 35 m)로써 수평적으로 동백나무군강의 상록활엽수림대에 속하는 난온대 기후지역이다(김 등 2001). 그러나 고도 상승에 따른 온도하강률(약 0.006 °C/m)을 고려한 정족산 무제치습원 일대의 연평균온도는 약 9.9~10.7 °C의 범위이다. 따라서 수직적으로 저해발 산지대에서의 상록활엽수림대의 식생기후대(남사면 해발 400 m 이하; 김중원 미발표)와 중산간 및 고해발 산지대에는 냉온대 남부·저산지형 하록활엽수림의 줄참나무-작살나무아군단 및 냉온대 중부산지형의 신갈나무-생강나무아군단의 식생기후대가 존재한다(Kim 1990, 1992). 이러한 식생기후적 특성으로 산록 남사면에서의 합다리나무나 발풀고사리와 같은 남방요소와 능선부 고해발 입지에서의 갯쟁이풀이나 동의나물과 같은 북방요소의 식물종이 생육할 뿐만 아니라, 저층습원의 구성종 그리고 고층습원의 구성종이 생육하는 정족산 식생 자원의 다변성이 나타나고 있다. 한편 진퍼리새-하늘산제비난군집은 한반도 중남부 지역의 산지성 중간습원을 대표하며 진퍼리새의 우점과 하늘산제비난의 표징종으로 특징지어진다. 진퍼리새는 저층습원 형태로부터 중간습원과 고층습원을 구분하는 토양환경조건에서 이탄 발달에 대한 진단종이며, 하늘산제비난은 우리나라 습지에 생육하는 蘭 가운데 거(距)가 위로 향하는 유일한 종이다. 본 연구에서 하늘산제비난을 *Platanthera mandarinorum* Reichb. fil. var. *neglecta* F. Maekawa로 동정함으로써 김과 이(1997)의 사진 도감에서 처음으로 사용된 한글명을 채택하였으나, 한반도 특산의 지리적 변종 가능성에 대해서는 범형(type) 비교를 통한 계통분류학적 상세 연구가 요구되는 종이다(cf. 北村 等 1981, 김 1996, 이 1996).

무제치습원에는 감시대상종으로 인정되는 보전등급 [III] 이상의 주요 감시종들은 반경 30 cm 이하의 미소서식처에 생육하고 있으며, 비점훼손의 답압과 같은 간섭에 의해서도 쉽게 소멸하게 되는 민감종들이다. 특히 무제치습원은 자생천이의 진행이 유지되는 한 중간습원형으로 유지되지만, 점훼손(특히 임도 및 답압)에 의한 주변 지역으로부터의 대량 토사 유입이나 과도한 영양염류의 유입은 식생자원의 가장 직접적인 질적 쇠퇴 요소로 작용한다. 결국 저위도의 지리적 위치와 미세지형적 한랭다습한 산정부-북사면, 그리고 안산암 및 거대 화강암의 기저 암반 위에 성인된 토지적 환경조건 등에 의하여 발달한 중간습원 형

태의 산지이탄습지인 무제치습원이 현재의 식생학적 다이내믹성을 보존하기 위해서는 건습환경의 변화와 생체량에 변화를 야기하게 되는 토지 및 토양적 환경 변화를 방지하는 대책이 필수적이라 할 수 있다. 따라서 단위식생형에 따른 생태식물상 및 식생의 공간분포에 대한 정량정성적 모니터링 체계와 습지생태계관리 시스템의 구축이 요구된다(Bond *et al.* 1992). 한편 남한 지역의 산간지역에 산재하는 휴경작 논에 발달하는 대부분의 고경초본군락은 부영양 입지의 갈대군강에 속하며, 그 입지 내부에 미세지형적으로 일부 빈영양 요소의 진퍼리새군강의 종들이 점점이 혼생하고 있는 경우가 있다. 따라서 식물종다양성의 관점에서 산간지역의 목정논은 보전의 가치가 있는 자연입지로 고려된다.

### 인용문헌

- 강상준. 1970. 대암산 고층습원의 생태학적 연구. 식물군락과 토양과의 관계. 식물학회지 13: 20-24.
- 강상준. 1987. 대암산 고층습원의 식물생태학적 연구. 휴전선일대의 자연연구. 강원대학교 출판부. p. 169-201.
- 강상준. 1988. 대암산 고층습원의 식생변천 및 성인에 관한 화분분석학적 연구. 대암산 자연생태계 조사보고서. 환경청. p. 101-146.
- 고재기, 이은복, 전의식. 1995. 수원 칠보산 습원의 식생과 습원 및 주변부의 식물상. 자연보존. 89: 39-50.
- 김수남, 이경서. 1997. 한국의 난. 교학사. p. 106.
- 김종원. 1993. 우리나라의 자연환경현황분석. 한국환경기술개발원. p. 83.
- 김종원. 1997. 정족산 무제치늪의 식생. 정족산 무제치늪 조사결과 보고서 (1차년도 보고서). 환경부 p. 40-73.
- 김종원. 2002. 식생 및 식물상. 부산자연환경조사 및 관리시스템 개발(1차년도 보고서). 부산광역시편. p. 65-137.
- 김종원. 2003(투고중). 무제치늪의 식생. 현존식생도와 오리나무 개체군의 분포.
- 김종원, 이윤경, 제갈재철, 최기룡. 1999. 제주도 칼데라 습지에 대한 국가보호지역 지정을 위한 군락생태학적 연구. 계명대 자연과학연구소 논문집 18: 89-100.
- 김종원, 이은진. 1997. 다항목 매트릭스 식생평가 기법 - 식생의 자연성 평가에 대한 새로운 기법과 그 적용. 한국생태학회지 20: 303-313.
- 김종원, 제갈재철, 이병열, 이윤경, 문경희. 2001. 목도의 식생: 그 보전을 위한 식물군락의 공간분포와 모니터링. 한국생태학회지 24: 259-265.
- 김주용, 양동윤, 이동영, 최한성. 1997. 울산 정족산 무제치늪의 성인과 자연환경 조사. 정족산 무제치늪 조사결과 보고서 (1차년도). 환경부 p. 21-39.
- 김태정. 1996. 한국의 자원식물. V. 서울대학교 출판부. 서울. p. 346.
- 이영노. 1969. 대암산의 습원식물. 식물분류학회지 1: 7-14.
- 이우철. 1996. 원색한국기초식물도감. 아카데미서적. 서울. p. 624.
- 조규승. 1987. 대암산 고층습원의 육수생태학적 고찰. 휴전선일대의 자연연구. 강원대학교 출판부. p. 203-233.
- 최기룡. 1998. 정족산 무제치늪의 화분분석 연구. 정족산 무제치늪 조사결과 보고서 (2차년도). 환경부 p. 54-61.
- 최기룡. 2001. 무제치늪의 화분분석 연구. 제4기학회지 16: 13-20.
- 최기룡, 고재기. 1989. 대암산 습원의 식생. 한국생태학회지 12: 237-244.
- 한상훈. 1995. 습지생태계와 그 중요성. 자연보존. 91: 42-50.
- 환경부. 1997. 정족산 무제치늪 조사 결과 보고서. 1차년도. 행정간행물등록번호 38000-67140-57-9703. p. 133.
- 환경부. 1998. 정족산 무제치늪 조사 결과 보고서. 2차년도. 행정간행물등록번호 38000-67140-57-9807. p. 84.
- Bond, W.K., K.W. Cox, T. Heberlein, E.W. Manning, D.R. Witty and D.A. Young. 1992. Wetland evaluation guide. - 1. North American wetlands conservation council. Canada. p. 121.
- Braun-Blanquet, J. 1964. Pflanzensoziologie. - 3. Aufl. 865 pp. Springer, Wien.
- Kim, J.W. 1990. Syntaxonomic scheme for the deciduous oak forests in South Korea. Abstracta Bot. 14: 51-81.
- Kim, J.W. 1992. Vegetation of northeast Asia: On the syntaxonomy and syngelography of the oak and beech forests. Dissertation of the University of Vienna. p. 314.
- Kim, J.W. 1993. An ecological strategy to conservation and rehabilitation of the Korean biological diversity. J. of Environ. Sci. (Kyungpook Natl. Univ. 7: 1-22.
- Kim, J.W. and Y.I. Manyko. 1994. Syntaxonomical and synchorological characteristics of the cool-temperate mixed forest in the southern Sikhote Alin, Russian Far East. Korean J. Ecol. 17: 391-413.
- Lee, W.B. 1993. The ecological investigation of Kodan-ri swamp at Myongju-gun, Kangwon-do: I. In the view point of flora. Bulletin of the KACN ser. 12: 5-18.
- Podani, J. 2001. Syn-Tax 2000. Computer program for data analysis in ecological and systematics. Budapest. p. 53.
- Spellerberg, I.F. 1992. Evaluation and Assessment for Conservation. Chapman & Hall. London. p. 260.
- Wilmanns, O. 1978. Okologische Pflanzensoziologie. UTB. Quelle & Meyer Heidelberg. p. 351.
- 北村四郎, 村田源, 小山鐵夫. 1981. 原色日本植物圖鑑. 草本編 III. 單子葉類. 保育社. 東京. p. 465.
- 宮脇昭(편). 1977. 日本の植生. 學研. 東京. p. 232-248.
- 宮脇昭, 藤原一繪. 1970. 尾瀬ヶ原の植生. p. 152. 國立公園協會, 東京.

宮脇昭, 奥田重俊 (편). 1990. 日本植物群落圖説. 至文堂. p. 800.  
(2003년 9월 5일 접수; 2003년 10월 5일 채택)

---

## Vegetation of Moojechi Moor in Ulsan: Syntaxonomy and Syndynamics

Kim, Jong-Won and Jung-Hoon Kim

*Department of Biology, Keimyung University, Daegu 701-704, Korea*

**ABSTRACT** : We present the first analysis of moor vegetation on the Moojechi of Ulsan including syntaxonomy and syndynamics. We classified plant communities according to the Braun-Blanquet approach. In order to better understand ecological alteration processes and changing species compositions along successional gradients we also examined synecological differences using Principal Coordinate Analysis(PCoA) in terms of moisture gradient, species richness, and community structure. Classification resulted in one association and five plant communities occupying distinct moor habitats: *Hypericum laxum-Eleocharis acicularis* for. *longiseta* community, *Drosera rotundifolia-Eleocharis congesta* community, *Platanthero-Molinietum japonicae* ass. *nova hoc loco*, *Molinia japonica-Alnus japonica* community, *Miscanthus sinensis-Pinus densiflora* community, and *Convallaria keiskei-Quercus serrata* community. Due to synecological correspondences and floristic similarities in supra-regional perspective, *Platanthero-Molinietum* can be assigned to existing higher syntaxonomic units of *Molinion* and *Molinietalia* in Braun-Blanquet system, established in Japan. We propose to extend their range and designate the new class *Molinietea japonicae* representative to the intermediate moor (Zwischenmoor) vegetation in Northeast Asia. PCoA resulted in four types showing a sequences of succession: Needle spike-rush type, moor-grass type (incl. alder forest type), eulalia type, and oak forest type. A combination of edaphic conditions (soil eutrphication and soil moisture) and hydrologic patterns of moor ecosystem related to topography, occurring as result of external geophysical forces, controls inter alia spatial patterns and floristic compositions of moor plant communities.

**Key words** : Hydrarch succession, Intermediate moor(Zwischenmoor), *Molinietea japonicae*, Moojechi moor, PCoA(Principal Coordinate Analysis), *Platanthero-Molinietum japonicae*, Youngnam Alps

---