

점봉산 산림습지의 지형 · 토양 환경분석\*  
- 입도분석과 구조분석을 중심으로

김남신<sup>1)</sup> · 차진열<sup>1)</sup> · 박용수<sup>1)</sup> · 조용찬<sup>2)</sup> · 권혜진<sup>2)</sup> · 오승환<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> 국립생태원 · <sup>2)</sup> 국립수목원

Studies on Morpho-pedo Milieu of Forest Wetland on Mt. Jeombong\*  
- Focused on Diatom Analysis and Grain Size Analysis

Kim, Nam-Shin<sup>1)</sup> · Cha, Jin-Yeol<sup>1)</sup> · Park, Yong-Su<sup>1)</sup> · Cho, Yong-Chan<sup>2)</sup> ·  
Kwon, Hye-Jin<sup>2)</sup> and Oh, Seung-Hwan<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> National Institute of Ecology · <sup>2)</sup> Korea National Arboretum

ABSTRACT

This study is to provide basic data on ecology and morpho-pedo milieu by analyzing diatom and grain size of Mt. Jeombong forest wetland. Sample was collected from 6 points and named sample 943, 932, 885, 881A, 881b, 849. Sample 934 could not identify diatom, and the soil layer was colluvium deposited by mass-movement process. Layer of sample 932 was developed in the lower velocity environment, and presence frequency of complete diatom was very low. Hydrological situation of sample 855 was analysed in oligosaprobien environments. Sample 881A was meso-saprobic environments, velocity was slow area that inhabit *musci bryopsida* and *sphaerocarpus*. Sample 881B was acidic wetland in oligosaprobien environments. Sample 849 was analysed in oligosaprobien environments. The results of soil and diatom analysis are well reflect on wet environments of mountain wetlands and also it will expected to be in the help of environmental changes study of mountain wetlands

\* 본 연구는 2013년도 국립수목원 “일반연구개발사업”의 일환으로 수행되었음.

**First author** : Kim, Nam-Shin, National Institute of Ecology,  
Tel : +82-41-950-5856, E-mail : geotop@nie.re.kr

**Corresponding author** : Cho, Yong-Chan, Korea National Arboretum,  
Tel : +82-31-540-1062, Fax : +82-31-540-1060, E-mail : bz0288@forest.go.kr

**Received** : 12 October, 2016. **Revised** : 13 February, 2017. **Accepted** : 10 February, 2017.

Key Words : *Forest wetland, environmental changes, diatom analysis, grain size analysis, Mt. Jeombong*

## I. 서 론

강원도 점봉산(해발 1,424m)은 백두대간 마루금 한계령과 단목령 사이에 위치한다. 점봉산 백두대간을 중심 능선을 경계로 동쪽 방향의 급경사 지역 그리고 서쪽 방향의 고위평탄면이 나타나는 지형 특성은 오색계곡의 저지대 소나무림 및 서어나무림 뿐만 아니라 고지대의 신갈나무림 및 낙엽활엽수 저목림의 다양한 식물과 식물, 그리고 야생 동물 서식처의 배경이 된다. 특히 점봉산 주능선 및 단목령 일대는 지형 및 지질의 영향으로 고위평탄면이 넓게 분포하고, 다양한 규모의 산림습지가 성립하여 연구 및 보전 가치가 높은 지역이다(Korea National Arboretum, 2013). 현재 점봉산 주능선의 서쪽 일대는 대부분, 산림청 국립수목원의 시험림 및 유전자원보호구역이며, 설악산 생물권보전지역(Biosphere Reserve) 및 국립공원에 역시 일부 포함되어 다중 보전 활동이 이루어지고 있는 중요 지역이다.

자연성이 높은 활엽수림으로 널리 알려져 있는 점봉산은 다른 우리나라 산지와 마찬가지로 과거부터 농업 중심의 인간 활동이 이루어지던 장소이다. 최근 1990년대 까지 곶배령 지역에서 산나물 채취와 가공 활동이 이루어졌었으며, 1980년대 까지 강선마을을 중심으로 벌채와 화전이 활발히 이루어지던 삶의 터전이었다.

현재 점봉산 지역에 성립해 있는 초지형 및 산림형 산림습지는 모두 과거 경작지로 활용되었다. 일반적으로 단목령 일대에서 관찰할 수 있는 산림습지는 주로 들메나무가 우점하고 있으며, 지면에는 복사초 및 산뚝사초에 의한 풍부한 사초 기둥(tussock)이 형성되어 있다. 점봉산의 산림습지에는 버드나무류 보다는 들메나무, 야광나무와 같은 수종들이 풍부한데, 고지

대 능선부의 특성상 상대적으로 빈영양 조건의 폐경작지에서 초기 천이가 시작된 것을 알 수 있다. 현재 단목령 지역의 산림습지는 물길에 목재 보를 설치하여 습지 환경을 보전하려는 시설이 설치되어 있다.

점봉산에서는 식물상을 비롯한 생물다양성(Korea National Arboretum, 2012), 식생다양성 및 지형을 비롯한 지리(Korea National Arboretum, 2014) 특성에 대한 연구가 수행되었다. 점봉산 산림습지에 대한 식생다양성이 평가되었으나(Korea National Arboretum, 2014), 화분 분석을 통한 환경 변화에 관한 연구(Yun et al., 2013)를 제외하면 구조와 같은 습지 퇴적물을 활용한 환경변화 및 습지 환경에 대한 연구는 찾아보기 어렵다. 퇴적층의 구조는 서식공간의 환경 조건에 따라 매우 민감하게 반응하며, 확인된 구조의 종 조성 및 풍부도는 퇴적 당시의 생태환경을 반영한다(Ryu et al., 2005; Ryu et al., 2008). 구조는 염분농도, 빛의 세기, 수심, 수온, pH, BOD, 무기염류 함량(N, P) 등에 따라 분포 특성이 달라지기 때문에, 하천, 호소 등 수생태계의 건강성 지표로서 활용되고 있다.

우리나라에서는 아직 담수 구조의 생태적 특성에 대한 정보가 시공간적으로 다양하게 축적되어 있지 않으나, 해외에서는 대단히 많은 연구가 진행되었으며, 빠르게 자료들이 축적되고 있다. 우리나라에서 이루어진 구조분석은 해양성 구조의 생태적 특성을 이용하여 심해 코어에서 동정한 구조 조성을 통한 해수온도 복원, 해안 침적평야의 구조조성 변화에서 과거 퇴적환경 변화를 논의하는 연구가 대부분을 차지한다(Ryu et al., 2005).

점봉산의 생물다양성 및 기초 생태환경에 대한 연구를 바탕으로, 본 연구는 점봉산 고위평탄면에 발달한 산림습지 내 퇴적물에 대하여 구

조분석 및 입도분석을 실시하여 점봉산 일대의 환경을 분석하고 관련 생태환경 연구의 기초자료를 제공하는데 목적이 있다.

## II. 연구방법

### 1. 규조를 이용한 습지환경 변화 분석

규조는 황색조식물문(黃色藻植物門, Chromophyta)에 속하는 단세포 식물로서 규산질(SiO<sub>2</sub>)의 단단한 피각(돌말껍질; frustule)으로 구성되어 있고, 편모가 없는 영양체 세포이다. 이들은 엽록소 a, c를 가지고 있으며, 광합성을 통해 영양분을 합성한다. 규조는 단일 세포 혹은 군체나 사상체를 이루며 성장하고, 세포 하나 당 크기는 200 - 1 μm 정도이다(Kim et al., 2003).

염수 및 담수와 같은 수생 환경에서 서식하는 규조의 서식 환경은 크게 부유성(planktonic), 저서성(bottom forms, benthic) 그리고 부착성(epiphytic forms) 환경으로 나눌 수 있다(Patrick and Reimer, 1966). 부유성 규조는 해수, 기수 및 담수에서 부유하며 서식하는 종으로 중심목 규조들이 대부분 부유성 규조에 속한다. 이들 규조는 수심이 상대적으로 깊은 것을 지시한다. 기질이나 바닥에 붙어사는 저서성 규조와 식물 뿌리나 바위 등에 붙어사는 부착성 규조는 상대적으로 수심이 얇은 곳에서 서식한다. 대부분의 우상목 규조들이 저서성 혹은 부착성 규조이다.

앞서 언급한 바와 같이, 규조는 서식공간의 환경 조건에 따라 매우 민감하게 반응하므로 종 조성 및 규조 개체수는 이들의 생태환경을 반영한다. 제4기학 등 고환경 연구 분야에서는 현생 규조의 생태를 파악하여 과거 환경을 알 수 있다는 기본 전제 하에서 규조 화석의 존재를 통해 고환경을 복원하는데 규조를 이용한다(Vos and Wolf, 1993, Ryu et al., 2008). 그것은 과거 어느 시기에 서식하던 규조들이 퇴적물 내에 보존되어 현재까지 남아 있기 때문이다. 규조는 다른 유기체보다 상대적으로 단단하며, 부패되

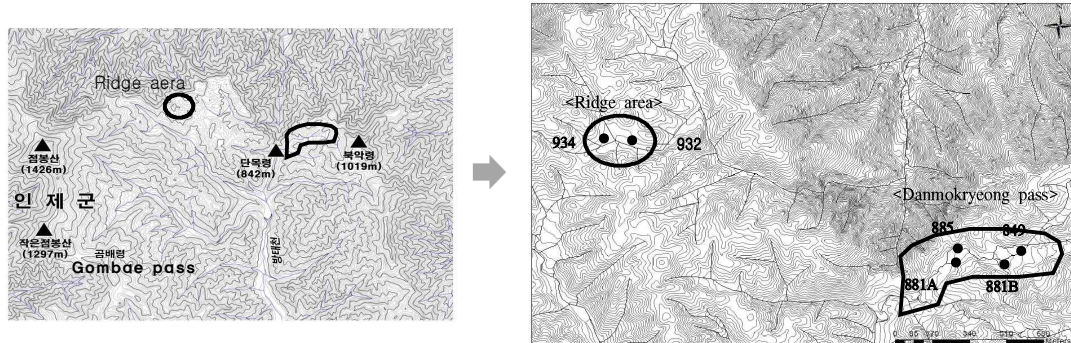
지 않는 규산질(SiO<sub>2</sub>) 피각으로 구성되어 있으므로 오랜 시간동안 화석으로 남아 있을 수 있다. 이러한 퇴적물 내에 포함된 규조 종 조성의 변화와 개체수의 차이를 통해 고환경 변화를 파악한다. 연안 퇴적물, 호수 퇴적물, 유적지 내의 퇴적물 등 다양한 지역의 층적층 시료가 규조분석에 주로 이용된다.

지금까지의 화석 규조의 분석 결과를 살펴보면, 대부분 홀로세(holocene)의 층적층에서 이루어졌으며 시기가 오래된 지난 빙기 이전의 플라이스토세(pleistocene) 퇴적층에 대한 연구는 극히 드물다. 연구가 진행된 경우에도 추출된 종의 개체수가 극히 적고 그나마 원형이 양호하게 보존되어 있지 못한 경향이 있다(Park et al., 2006). 이러한 사실들로 부터 규산질로 이루어진 규조의 보존 가능성은 퇴적된 이후의 환경에 의해 영향을 받는다는 것을 알 수 있다. 즉, 시기가 오래될수록 상부 토양층의 퇴적으로 인해 압력이 증가하거나 퇴적 후 퇴적물의 화학적, 물리적 변화가 규조의 규산질 보존율에 영향을 미치는 것으로 판단된다.

### 2. 점봉산 습지분포의 특징

점봉산에서 가장 주목할 만한 지형으로 볼 수 있는 것이 고지대 습지의 발달이다(Figure 1). 위치에 따라 능선부의 습지는 육화 정도가 높아 목본과 초본의 유입이 많고, 단목령의 습지 밀집 지역은 소택지 및 유출수 유입, 유기물 층이 보존된 습지이지만, 역시 천이 진행과 육화에 의한 목본 식물의 정착이 많이 진행되었다.

습지지형은 발달 위치에 따라 두 가지로 분류된다. 곡저지형의 산록완사면 말단에 하곡 주변에 토양이동으로 암설이 퇴적된 후, 사면에서 이동된 토사가 암설을 피복한 지역에 발달한 산록완사면 말단 하변습지, 그리고 만곡능선 잔류구릉 지역의 완경사 곡지에 발달한 곡지습지로 나눌 수 있다(Figure 2). 전자는 토사가 피복된 후, 식생 및 유기물이 과다 공급되면서 지표유



**Figure 1.** Distribution map of forest wetland in Mt. Jeombongsan.  
[sampling: 934,932(Ridge area), 885, 881A, 881B, 849(Danmokryeong pass)]



**Figure 2.** Wetland types.

출이 억제되어 발달한 것이고, 후자는 완경사 꼭지지역에 유기물이 과다 집적되면서 유출수 억제로 발달한 것이다. 두 가지 유형의 습지에는 곳곳에 습지가 발달해 있다.

점봉산의 습지는 다음과 같은 자연환경의 특성에 의해 형성된 것으로 생각된다. 첫째, 사면 경사가 대단히 완만하여 지표수와 지하수가 유출되기 어려워 토양수분이 풍부하므로 현재에도 이탄층이 형성되고 있다. 둘째, 이 지역은 분수계와 근접한 상류부로 하천 발원지에서 가까워 하천 규모 및 에너지가 작고 유속이 느려 하도가 깊게 파이지 않는다. 셋째, 고지대 습지는 지하수로부터 수원을 지속적으로 공급받지 못하지만 해발고도가 높아 기온이 냉량하고 증발량이 적다. 넷째, 고위평탄면을 흐르는 소하천 종단면상에 형성된 기복의 천이점(knickpoint)은

협착부를 이루어 상류부의 배수를 어렵게 하면서 습지 환경이 형성되었다.

### 3. 점봉산 퇴적물 입도 및 구조분석 방법

본 연구에서는 점봉산의 산림습지 6개 지점에서 얻은 토양 시료에서 총 22개 층에 대한 입도 및 구조분석을 수행하였다. 토양시료를 얻은 6개 지점의 명칭은 표 1과 같이 표기하였으며 (Table 1), 각 시료별로 분석할 층의 위치 및 개수는 시료의 형태 및 크기에 따라 연구자가 합리적으로 판단하였다. 구체적으로, 채취된 토양 시료가 하나의 괴상(塊狀) 형태인 경우에는 입의 방향을 설정하여 상(20cm), 중(40cm), 하(60cm)로 나누어 층명을 결정하였고, 층 구분이 되지 않는 여러 개의 작은 덩어리이거나 입자 형태인 경우에는 입의로 A, B, C, D, E 등으로

**Table 1.** Sample lists

point		Sample naming
1	Ridge area	934 point
2		932 point - A / B / C / D / E
3	Danmokryeong pass area	885 point - A1 / A2 / B / C / D
4		881A point - upper0 / middle5 / middle10 / lower14
5		881B point - upper0 / middle5 / middle10 / lower15
6		849 point - upper0 / middle5 / lower12

구분하였다.

**1) 입도분석 방법**

입도분석은 0.5g 내외의 시료를 건조기에서 100℃로 약 24시간 동안 건조시킨 후, 30% 과산화수소(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)로 유기물을 제거한 후, 0.4% 나트륨 헥사메타인산염(sodium hexametaphosphate, (NaPO<sub>3</sub>)<sub>6</sub>)으로 퇴적물을 확산시켰다. 시료의 입도 분석은 경희대학교 중앙기기센터에서 Laser Particle Size Analyzer(Mastersizer-2000, Malvern Instruments)을 이용하였다. 분석된 결과에 기초하여, 평균 입경(mean), 분급(sorting), 왜도(skewness), 첨도(kurtosis) 및 중앙값(median)과 같은 입도 변수 그리고 모래(sand, -1 ~ 4 ϕ), 조립 실트(coarse silt, 4 ~ 6 ϕ), 세립 실트(fine silt, 6 ~ 8 ϕ) 및 점토(clay, 8 ϕ <)의 함량을 GRADISTAT(Blott and Pye, 2001)를 이용하여 Folk and Ward(1957)의 방식으로 산출하였다.

**2) 구조분석 방법**

구조 샘플은 현미경 분석을 위해 Palmer and Abbott(1986) 및 Battarbee et al.(2001)의 방법으로 전처리하였다. 구조 벨브는 Cleve-Euler(1951-1955), Van der Werff and Huls(1957), Round et al.(1990), Watanabe et al.(2005)를 참고하여 동정하였다. 구조의 보존 상태는 층에 따라 양호한 것과 불량한 것으로 구분되며, 보존상태가 양호한 것은 200개체 이상 동정하였으며, 불량한 것

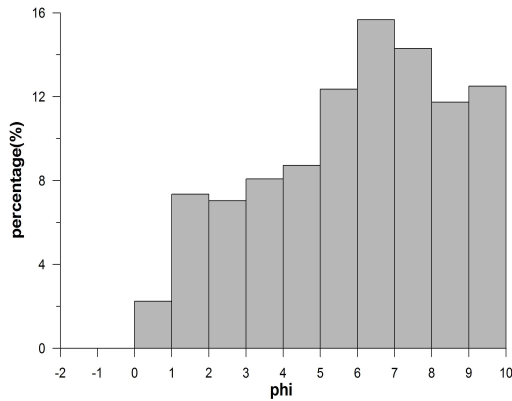
은 희석액 15ml에 포함되어 있는 것을 모두 동정하였다.

**III. 결과 및 고찰**

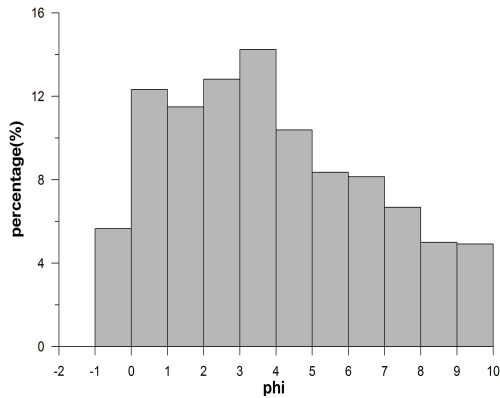
점봉산은 강원도 인제군, 양양군 일대에 위치하고 있으며, 산지 정상부에 분포하는 고위평탄면은 해발고도 800m ~ 1,150m에 위치하고 있다. 점봉산 고위평탄면 지역은 기반암이 화강암이지만, 편마암으로 둘러싸여 침식으로부터 보호받아 고위평탄면의 원면이 잘 보존되어 있으며, 이 지형면에는 고산습지가 잘 발달되어 있다. 점봉산의 고산습지에서 채취한 토양 시료를 분석한 결과는 다음과 같다.

934 지점은 유기물 함량이 없는 극세사질 중립 실트층으로서, 구조의 출현이 없는 층이었다. 이 층은 수성(水性) 환경에서 퇴적된 것이 아니라 배후산지에서 중력에 의한 사면의 토양이동(mass-movement)에 의해 퇴적된 녹설층(colluvium)으로 판단된다.

이층의 입도조성(Figure 3)은 모래(-1~4 ϕ) 24.7%, 실트(4~8 ϕ) 51%, 점토(8 ϕ <) 24.2%로 이루어진 극세사질 중립 실트(very fine sandy medium silt)이다. 이 층의 평균입경은 5.959 ϕ (coarse silt)이며, 분급(sorting)은 2.725 ϕ로 매우 불량(very poorly sorted)하다. 측정치의 분포가 좌우로 치우친 정도를 의미하는 왜도(skewness) 값은 - 0.160으로, 평균입경 5.9 ϕ보다 직경이 작은 세립질 실트 및 점토의 비율이 높아서 세립질



**Figure 3. Grain Size Analysis(934)**  
( $\phi = -\log_2 D$  (D: diameter of particle(mm)))



**Figure 4. Grain Size Analysis(932)**  
( $\phi = -\log_2 D$  (D: diameter of particle(mm)))

쪽으로 분포가 치우쳐 있다. 첨도(kurtosis)값은 0.889로 정규분포 값보다 낮은 값(platykurtic)을 나타내고 있다.

932 지점은 유기물 함량이 적은 극세사질 실트로, 구조분석 결과 동정된 출현 구조종에서 완형의 비율이 매우 낮고, 구조의 배선(raphe) 및 둘레띠(girdle)의 출현이 높았다. 출현하는 구조종은 다른 지점과 유사한 유속이 느린 지수역에서 출현하는 구조종으로 이루어져있었다. 따라서 이 층은 과거에는 유속이 느린 지수역 환경이었으나 대부분의 퇴적물을 구성하는 모래가 구조각을 파손하여 완형은 거의 없는 것으로 판단된다. 그리고 구조각의 개체수가 적은 것은

퇴적된 후 지속적으로 대기 중에 노출된 것에 기인한 것으로 판단된다.

입도조성(Figure 4)은 모래(-1~4  $\phi$ ) 56.5%, 실트(4~8  $\phi$ ) 33.6%, 점토(8  $\phi$  <) 9.9%로 이루어진 극조립(極粗粒) 실트질 세사(very coarse silty fine sand)이다. 이 층의 평균입경은 3.815  $\phi$  (very fine sand)이며, 분급(sorting)은 2.928  $\phi$  로 매우 불량(very poorly sorted)하다. 측정치의 분포가 좌우로 치우친 정도를 의미하는 왜도(skewness)값은 0.174로, 평균입경 3.815  $\phi$  보다 직경이 큰 모래에 분포가 치우쳐 있다. 첨도(kurtosis)값은 0.848로 정규분포 값보다 낮은 값(platykurtic)을 나타내고 있다. 상대적으로 조립의 경향을 보이며 조사, 중사, 세사가 골고루 포함되어 전체의 반 이상을 차지한다.

885 지점은 나뭇잎, 잔뿌리 등의 유기물을 소량 포함한 세사질 실트로, 구조분석 결과 대부분의 층에서 산성 수역과 유속이 느린 습지의 선대류에 부착하여 출현하는 Eunotia tenella, Navicula notha, Pinnularia appendiculata, Pinnularia microstauron과 중성수역에 출현하며 다양한 지수역에 출현하는 Cymbella naviculi-formis, Gomphonema gracile가 우점하고 있었다. DAIPo 지수는 57.8로 환경부 C등급, Watanabe 기준으로는 빈부수성 수역에 해당한다(Figure 5). 따라서 885 지점은 유속이 약간 느린 습지 환경으로 선대류와 같은 식생이 나타나며 부착조류가 많은 환경으로 해석된다. 수질은 중성-약한 산성을 띠는 지수역에 해당된다.

이층의 입도조성(Figure 7)은 모래(-1~4  $\phi$ ) 45.5%, 실트(4~8  $\phi$ ) 42.4%, 점토(8  $\phi$  <) 12.2%로 이루어진 세사(細沙)질 실트(fine sandy silt)이다. 이 층의 평균입경은 4.409  $\phi$  (very coarse silt)이며, 분급(sorting)은 2.844  $\phi$  로 매우 불량(very poorly sorted)하다. 왜도(skewness)값은 0.089로 평균입경을 중심으로 측정치의 좌우 분포가 거의 대칭을 이루고 있다. 첨도(kurtosis)값은 0.900으로 정규분포 값보다 낮다.

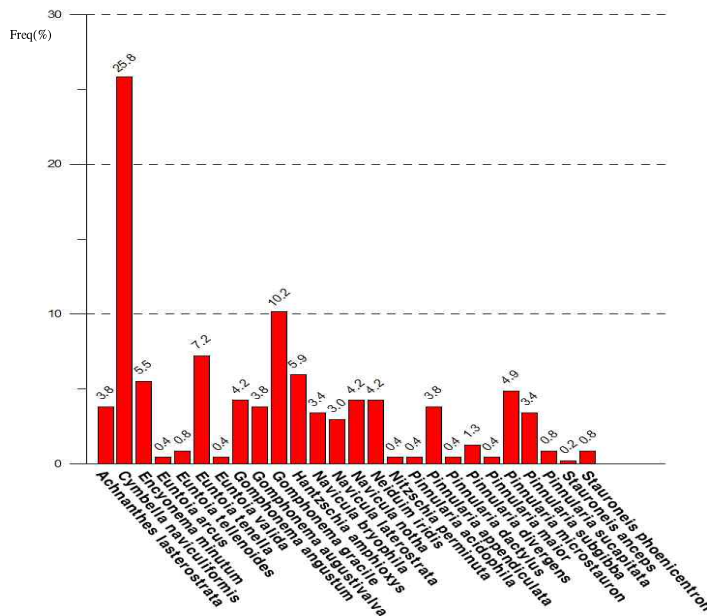


Figure 5. diatom analysis Diagram(885)

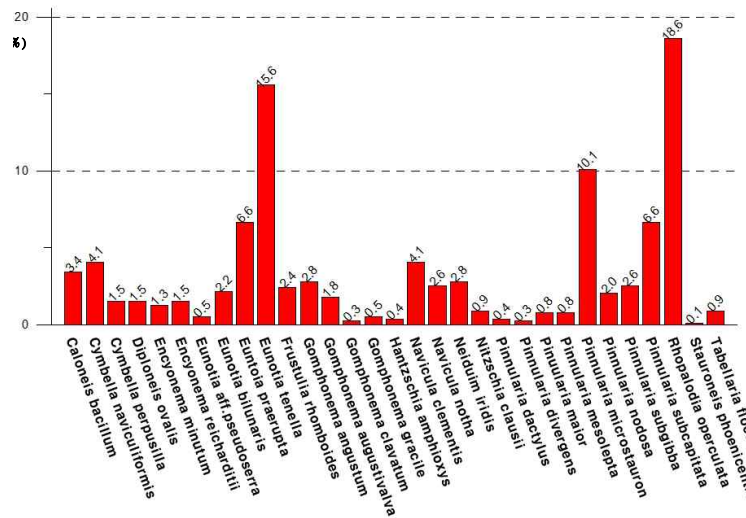
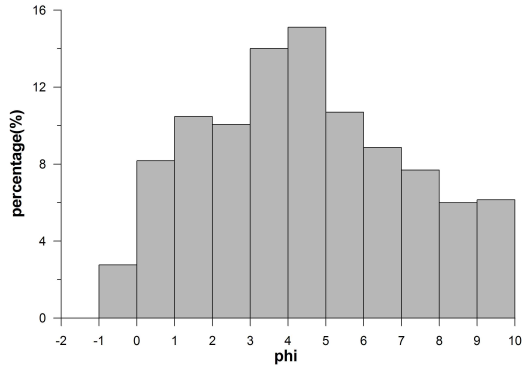


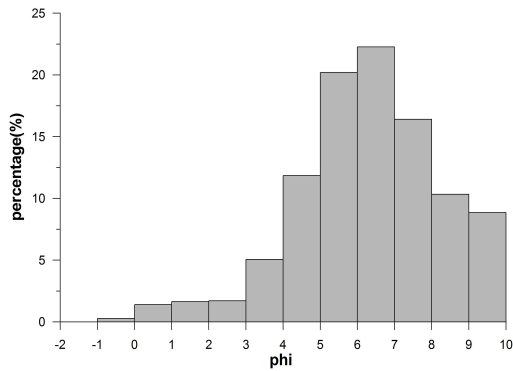
Figure 6. diatom analysis Diagram(881A)

881A 지점은 나뭇잎, 잔뿌리 등의 유기물로 이루어진 유기질 이탄층으로 극세사질 실트이다. 규조분석 결과 대부분의 층에서 극산성 수역 및 습지의 선대류에 착생하여 출현하는 *Eunotia tenella*, *Eunotia praerupta*, *Pinnularia*

*microstauron*, *Pinnularia subcapitata*가 우점하며, 냉수역을 좋아하는 중성종인 *Rhopalodia operculata*도 우점하고 있다(Figure 6). 또한 호산성 규조종의 출현 비율이 50% 이상으로 높게 나타난다. DAipo 지수는 49.5로 환경부 C등급,



**Figure 7. Grain Size Analysis(885)**  
 (phi( $\psi$ ) =  $-\log_2 D$  (D: diameter of particle(mm)))

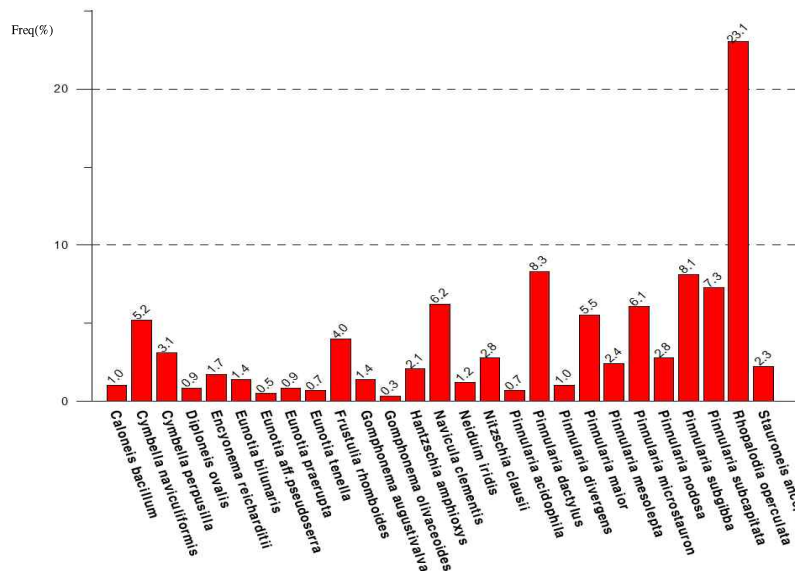


**Figure 8. Grain Size Analysis(881A)**  
 (phi( $\psi$ ) =  $-\log_2 D$  (D: diameter of particle(mm)))

Watanabe 기준으로는 중부수성 수역에 해당한다. 881A 지점은 유속이 약간 느린 지수역으로, 수질은 산성 수역을 띄며, 냉수(冷水)환경의 산성습지이다.

이층(Figure 8)은 모래(-1~4 $\psi$ ) 10.1%, 실트(4~8 $\psi$ ) 70.7%, 점토(8 $\psi$ <) 19.2%로 이루어진 극세사(極細沙)질 실트(very fine sandy silt)로 되어있다. 934, 932, 885, 849 지점에서 획득한 시료들과 비교하면 상대적으로 세립질의 토양으로 이루어져 있다. 이 층의 평균입경은 6.399 $\psi$  (medium silt)이고, 분급(sorting)은 1.910 $\psi$ 로 불량(poorly sorted)한 편이다. 왜도(skewness)값은 0.011로 평균입경을 중심으로 측정치의 좌우 분포는 거의 대칭을 이루고 있으나, 전체적으로 세립질의 경향을 보인다. 첨도(kurtosis)값은 1.113으로 정규분포 곡선보다 더욱 뾰족한 분포를 보인다.

881B 지점은 나뭇잎, 잔뿌리 등의 유기물로 이루어진 유기질 이탄층으로 극세사질 실트로, 881A 지점과 특성이 매우 유사하다. 규조분석 결과 대부분의 층에서 중성종인 *Rhopalodia operculata*가 우점하는 가운데, *Pinnularia micro-*



**Figure 9. diatom analysis Diagram(881B)**



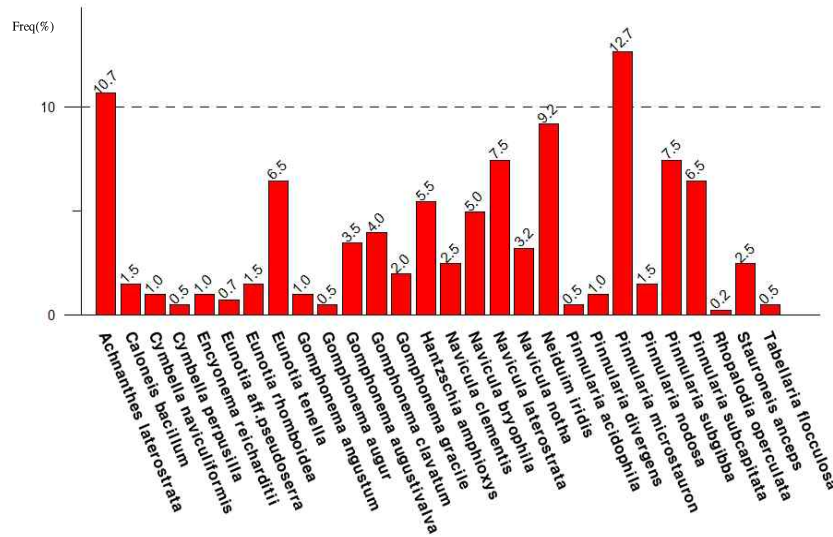


Figure 10. diatom analysis Diagram(849)

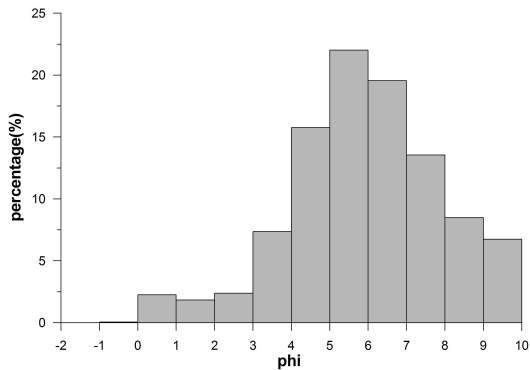


Figure 11. Grain Size Analysis(881B)  
 (phi( $\psi$ )= -log<sub>2</sub>D (D: diameter of particle(mm)))

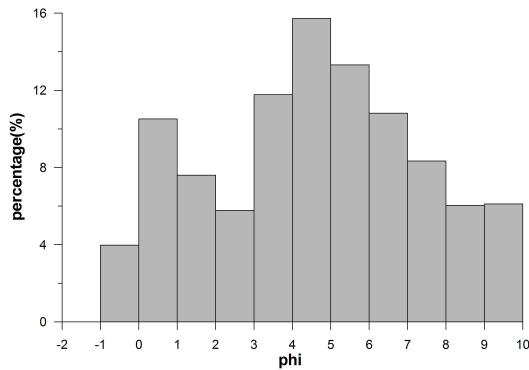


Figure 12. Grain Size Analysis(849)  
 (phi( $\psi$ )= -log<sub>2</sub>D (D: diameter of particle(mm)))

stauron, Pinnularia subgibba, Pinnularia subcapitata와 같은 습지의 선태류에 착생하여 출현하는 종들의 출현율이 높게 나타나며, 극산성 수역에 출현하는 종이 50% 이상 출현한다 (Figure 9). DA<sub>Ipo</sub> 지수는 37.8로 환경부 D등급, Watanabe 기준으로는 중부수성 수역에 해당한다. 881B지점은 유속이 느린 지수역으로, 수질은 산성 수역을 떠난 산성 습지이다.

이층의 입도조성(Figure 11)은 모래(-1~4  $\psi$ ) 13.9%, 실트(4~8  $\psi$ ) 70.9%, 점토(8  $\psi$  <) 15.2%

로 이루어진 극세사(極細沙)질의 실트(very fine sandy silt)이다. 이 층의 평균입경은 6.011  $\psi$  (medium silt)이다. 분급(sorting)은 1.961  $\psi$ 로 불량(poorly sorted)한 편이다. 왜도(skewness)값은 0.032로 평균입경을 중심으로 측정치의 좌우 분포가 거의 대칭을 이루고 있다. 첨도(kurtosis)값은 1.118로 정규분포 곡선보다 더욱 뾰족한 분포를 보인다.

849지점은 유기물을 일부 함량하고 있는 사질 조립 실트이다. 구조분석 결과 대부분의 층에서

유속이 느린 습지 환경에 출현하는 *Pinnularia microstauron*, *Pinnularia subcapitata*가 우점하며, 그 외에도 지수역에서 출현하는 *Gomphonema* 屬, *Navicula* 屬이 출현한다. 전체적으로 호산성 규조종이 40%로 우점하는 가운데 중성수역에서 출현하는 규조종 역시 약 30%에 이르며 수질은 중성-약한 산성 수역으로 판단된다(Figure 10). DAIp 지수는 54.5로 환경부 C등급, Watanabe 기준으로는 빈부수성 수역에 해당한다. 따라서 849 지점은 유속이 약간 느린 습지환경으로, 수질은 산성을 띄는 빈부수성수역으로 해석된다.

입도조성(Figure 12)은 모래(-1~4 $\phi$ ) 39.7%, 실트(4~8 $\phi$ ) 48.2%, 점토(8 $\phi$ <) 12.1%로 이루어진 사(沙)질 조립 실트(sandy coarse silt)이다. 이 층의 평균입경은 4.433 $\phi$  (medium silt)이다. 분급(sorting)은 2.965 $\phi$ 로 매우 불량(poorly sorted)한 편이다. 왜도(skewness)값은 -0.050로 평균입경을 중심으로 측정치의 좌우 분포가 대칭을 이루지 않으며 2개의 peak가 나타난다. 첨도(kurtosis)값은 0.933으로 정규분포 곡선을 따른다.

입도 및 규조 분석 결과는 시료 채취 지점에 따라 다소의 차이가 있으나, 이것은 화강암으로 이루어진 고지대 습지의 국지적인 지형 차이에 기인하는 것으로 볼 수 있다. 전체적으로 점봉산 토양층의 입도 및 규조 분석 결과는 점봉산 일대 고위평탄면에 발달한 습지 환경을 잘 반영하고 있으며, 이러한 연구 결과는 지구온난화에 따른 환경변화가 예상되는 미래의 점봉산 고산 습지의 생태계 및 환경변화 연구에 중요한 기초 자료를 제공해줄 것이다.

아울러 우리나라에 분포하는 고산습지에 대한 입도 및 규조 분석과 비교 연구를 통해 규조종조성 차이를 통해 위도에 따른 환경의 차이를 검토하는데 기여할 수 있을 것이다.

#### IV. 결 론

점봉산은 태백산맥의 능선에 위치하고 있으

며, 남·북방계 식물이 공존하는 경계지역으로 식물종 다양성이 풍부한 지역일 뿐만 아니라 자연림이 잘 보존되어 있어 생태적으로 가치가 높은 곳이다. 특히 점봉산 일대는 지형 및 지질의 영향으로 산지 정상부에 고위평탄면이 넓게 분포하고 여기에 고산습지의 발달이 현저하여 보전가치가 높은 지역이다. 본 연구는 점봉산 고위평탄면에 발달한 고산습지의 퇴적물을 규조 분석 및 입도분석을 실시하여 점봉산 일대의 환경을 분석하여 후속 연구에 대한 기초자료를 제공하자 하였다.

점봉산 산림습지 퇴적층의 시료분석 결과, 능선지 습지의 시료(934, 932) 중, 934 지역은 규조 자료가 발견되지 않고 토양이동으로 이동된 사면 퇴적물이었다. 능선하부 932 지점에서는 유속이 느린 환경에서 형성된 규조가 일부 발견되기는 하나 형태가 변형되었으며 입도분석 결과는 수성보다는 육상퇴적 환경에서 의해 변형된 것으로 분석되었다. 분석결과 이 지역은 곡지에 형성된 습지가 사면에서 공급되는 토양이동으로 습지퇴적물이 교란되면서 육화가 빠르게 진행된 것으로 판단된다.

단목령 지역(885, 881A, 881B, 849)은 곡지의 완만한 경사면을 따라 습지지형이 발달한 곳이다. 완만한 사면경사지역을 따라 유속이 느린 환경에서 발달하는 산지습지 환경을 갖는 규조와 토양 입도 조성이 분석되었다. 그러나 현재 단목령 지역의 습지에는 들메나무와 같은 습지에서 주로 우점하는 교목성 수종 및 다양한 초본 식생이 정착해 있지만 지표유출이 빠르게 진행되어 육화가 진행되고 있는 것으로 나타났다. 다만 습지 환경 유지를 위해 유수의 흐름을 억제하기 위해 목재 보를 설치하였지만 습지의 육화에 대한 속도는 지속적으로 모니터링 할 필요가 있다.

분석 결과를 종합하면 점봉산 고산습지 토양층 규조분석의 결과는 점봉산 일대 고위평탄면에 발달한 고지대 습지의 습윤한 환경을 잘 반

영하고 있지만 육화가 진행되고 있어 변화를 받고 있는 것으로 정리를 할 수 있다.

현재 우리나라 여러 지역에서 발견되고 있는 산지습지는 온전한 습지를 유지하기 보다는 육화의 과정을 거치고 있는 것으로 보고 되고 있다. 일부는 인간간섭에 의한 수로의 변화나 토지이용에 의한 원인으로 밝혀지고 있지만, 대부분은 뚜렷한 원인이 밝혀지지 않고 있는 상태이다. 이에 대한 원인을 규명하기 위해서는 습지 지역의 지형토양환경 변화에 대한 조사와 분석이 진행되어야 할 것으로 본다. 지형토양환경 변화의 원인은 토양응집력의 변화를 일으키는 유기물, 지하수면의 변화, 토양이동에 의한 지층환경의 변화, 산성강우에 의한 부식층의 공급과 분해의 영향, 기상, 강수 등 다각적인 검토가 필요한 것으로 판단된다. 점봉산은 보호지역으로 지정되어 인간간섭이 적은 지역이지만 습지가 변화는 원인 규명을 위해 이 지역의 동적환경체계에 영향을 주는 요인들에 대하여 세밀하고 지속적인 모니터링이 필요하다고 본다.

### 인용문헌

- Battarbee, R.W · Carvalho, L · Jones, V.J·Flower, R.J·Cameron, N.G·Bennion, H. and S.Juggins. 2001, Diatoms. In: Tracking Environmental Change Using Lake Sediments Volume 3: Terrestrial, Algal, and Siliceous Indicators. (Eds J.P. Smol, W.M. Last & H.J.B. Birks) Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Blott, SJ and K. Pye. 2001. GRADISTAT: a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth Surface Processes and Landforms* 26, 1237-1248.
- Cleve-Euler, A. 1951-1955, Die Diatomeen von Sweden und Finnland. I-V kungl. svenska Vet.akad. Handl. 4.
- Folk, R.L and W.C.Ward. 1957. Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology* 27, 3-26.
- Kim, HS · Lee JH and Kim HS. 2003, Xanthophyta; Lee IK(ed), bird biology, Worldscience press, Seoul, pp. 113-166.
- Korea National Arboretum, 2012, Survey report on tracheophytes and wild animals in Mt. Jeombong, Dongjin press, Seoul.
- Korea National Arboretum, 2013, Survey report on Gwangneung and experimental forests, Sumeungil press, Seoul.
- Korea National Arboretum, 2014, Geography and vegetation in Mt. Jeombong, Sumeungil press, Seoul.
- Palmer, A. J. M. and W.H.Abbott. 1986, Diatoms as sea-level indicators. In: Van de Plassche O(ed) Sealevel research: A manual for the collection and evaluation of data. Geo Books, Norwich, 435-456.
- Park YS · Kim MJ · Lee JD and Gu JJ. 2006, Paleoenvironments of the quaternary sediment from the Seokrim-dong, Seosan, based on Diatom assemblage, *Journal of the Geological Society of Korea*, 42(4): 549-559.
- Patrick, R. and C.W.Reimer. 1966, The Diatoms of the United States: exclusive of Alaska and Hawaii vol. 1, The academy of Natural Sciences of Philadelphia, 1-60.
- Round, F. E. · Crawford, R. M. and D.G.Mann. 1990, The Diatoms: Biology & Morphology of the Genera, Cambridge University Press, 1-29.
- Ryu EY · Kim JC and Lee SJ. 2008, Paleocological and paleoclimatic studies of the Quaternary riverine sediments in the Han River, *Journal of the Geological Society of Korea*, 44: 33-46.
- Ryu EY · Nam UH · Yang DY and Kim JY. 2005,

- Diatom floras of a western coastal wetland in Korea: implication for late quaternary paleo-environment, *Journal of the Geological Society of Korea*, 41(2): 227-239.
- Ryu EY · Nam UH · Yang DY · Kim JY and Lee SJ. 2005, Late quaternary environmental changes from diatom record of the Pyeong-taek wetland in Korea, *Journal of the Geological Society of Korea*, 43: 167-181.
- Van der Werff, A. and H.Huls. 1957, *Diatomeënflora van Nederland*. Drukkerij Sprey Abcoude 1: 1-8.
- Vos, P. C. and H. de Wolf. 1993, Diatomsasa tool for reconstructing sedimentary environments in coastal wetlands; methodological aspects, *Hydrobiologia*, 269-270(1), 285-296.
- Watanabe, T.T · Ohtsuka, A · Tuji and A. Houki. 2005, *Picture book and ecology of the freshwater diatoms*. ed. T. Watanabe. Uchida-rokakuho.
- Yun SO · Kim MJ and Hwang SI. 2013, Pollen analysis of alpine wetlands on Mt. Jeombong in Gangwon-do, South Korea and climate change during the late Holocene, *Journal of the Korean geomorphological association*, 20(4): 101-115.