

# 한라산 불레오름 고산습지의 토양특성

고석형\*, 이영돈, 신창훈

제주특별자치도 세계유산·한라산연구원

## 서 론

습지는 다양한 생물이 서식하는 공간(biotope)으로서의 중요한 역할을 하고 있다. 습지는 생산과 소비의 균형을 갖추고 다양한 생명체를 키우는 완벽한 하나의 생태계이며 습지를 보호하는 것은 자연생태계의 보호를 의미한다고 할 수 있다. 습지는 생물종의 다양성을 증대시킬 수 있는 서식처이며, 수질을 정화하고 지하수 및 홍수조절 역할을 하는 등의 다양한 기능을 갖고 있다.

습지보전법 제2조 1항에서는 『담수·기수 또는 염수가 영구적 또는 일시적으로 그 표면을 덮고 있는 지역으로 내륙습지와 연안습지를 말한다.』라고 정의하고 있다. 우리나라의 습지보전법의 정의만으로는 습지에 대한 구성요소나 습지를 인식하기에 부족하며, 습지도 통상적으로 내륙습지와 연안습지로만 구분하고 있다. 습지 식생, 수문(수심), 습윤 토양 등에 대한 내용을 담고 있지 않아 습지에 대한 올바른 이해를 위해서는 보다 구체적인 정의가 필요한 실정이다.

제주도의 대표적인 습지는 약 250여개가 있는 것으로 알려져 있다(제주도, 2001). 습지보전법 제8조에 의해 전국적으로 습지보호지역으로 지정된 곳은 2012년 12월 기준으로 32개 지역이 해당된다. 그 중 랍사르 습지로 지정된 곳은 18개 지역이다. 랍사르 협약에서는 희귀하고 독특한 습지 유형과 생물다양성이 풍부해 세계적으로 보전가치가 높은 지역을 랍사르습지로 등록해서 보호하고 있다. 제주에는 현재 4곳이 랍사르습지로 지정되어 관리되고 있으며 물

---

\* 교신저자 ; 전화: 064-710-7578, e-mail: ksh5251@korea.kr

영아리, 물장오리, 1100고지 및 동백동산 습지이다. 최근 제주도는 보전가치가 높은 물чат오름과 숨은물벙뒤를 람사르습지로 등록시키기 위한 절차를 추진하고 있다. 물чат오름은 오름 탐방객으로 인한 훼손으로 현재 출입이 제한된 지역이며, 국내 최대규모의 고산습지라 할 수 있는 숨은물벙뒤도 인위적인 요인으로 훼손 가능성이 높은 지역이다. 한라산 및 중산간지역 일대에는 보전가치가 높은 소백록담(물가마왓), 불레오름 습지 등이 있다. 이들 지역은 접근성이 용이하지 않아 보전상태가 양호하다고 할 수 있으나 등반객에 의한 훼손 위험이 높은 곳이다. 따라서 이들 고산습지를 지속적으로 보호하기 위한 노력이 필요하며 어떤 자연자원적 가치가 있는지에 대한 학술적 연구가 절실히 필요한 실정이다. 최근 습지에 관한 연구가 환경부를 중심으로 수행되고 있으나 우리나라는 습지 전반에 관한 조사연구 자료들이 부족한 상황으로 습지의 보전 및 활용을 위한 정책과 사업의 시행에 어려움이 많다고 생각된다.

본 연구는 한라산 고산습지 연구의 일환으로 불레오름 습지 일부를 대상으로 토심별로 토양의 화학적성질, 연대측정 및 화분분석 결과를 제시하여 습지 보전 가치에 대한 학술적인 자료를 제공하는데 목적이 있다.

## 재료 및 방법

### 1. 조사지개황

불레오름의 ‘불레’는 보리수나무의 열매인 보리수를 뜻하기도 하고, 보리장나무의 열매를 뜻하기도 하는데, 어느 것을 뜻하는 말인지 확실하지는 않다. 한때 불레오름을 부처의 제자인 존자가 와서 좌정한 곳이라는 데서 붙었다고 하면서 불래악(佛來巖)이라는 주장이 있었으나, 옛 문헌과 지도 어디에도 그런 표기가 없어 채택되지 않고 있다. 불레오름의 이명은 불래오름, 불래악(佛來岳), 불래산(佛來山)이다.

불레오름은 행정구역상 서귀포시 영실로에 위치해 있으며 한라산국립공원 영실휴게소 서북쪽에 있는 오름이다. 연구대상지인 불레오름 습지를 기준으로

한라산 정상에서 이어지는 산줄기를 등에 업고 가까이 좌우로 3개의 오름을 관찰할 수 있는데 제일 왼쪽이 쳇망오름, 가운데가 이스렁오름, 제일 오른쪽이 볼레오름이며 뒤편으로 왕오름이 위치하고 있다. 볼레오름은 표고가 1,374.2m로서 북서향으로 넓게 벌어진 말굽형 분화구의 형태를 띠고 있었다. 볼레오름 습지는 해발고도 1,224m에 위치하며, 1100고지까지 습지가 이어져 있다(그림 1). GIS 상으로는 면적이 약 60,000m<sup>2</sup>에 달하는 것으로 추정되나 현재 육지화가 진행되어 확실한 면적을 산출하기가 어려웠다. 습지내의 주요식생은 한라부추(*Allium taquetii*)가 우점하고 있었으며 산딸나무(*Cornus kousa*), 윤노리나무(*Pourthiaea villosa*), 솔비나무(*Maackia fauriei*), 산철쭉(*Rhododendron yedoense* f. *poukhanense*), 산개벚나무(*Prunus maximowizii*) 등이 확인되었고 습지 경계지역으로 제주조릿대(*Sasa quelpaertensis*), 팽팽나무(*Ilex crenata*) 등이 관찰되었다.



그림 1. 연구대상지 위치

## 2. 시료채취

볼레오름 습지의 조사지점은 둘레가 473m, 면적은 6,820m<sup>2</sup>, 동·서방향의

길이는 119m, 남·북방향의 길이는 71m였다(그림 2). 시료채취 지점의 선정은 습지 내를 벗어나지 않기 위하여 중심부(BC)를 기준으로 동·서방향은 50m, 남·북방향은 20m 간격으로 5개의 지점에서 토양 12점을 채취하였다.

화학성을 측정하기 위해서 중심부는 10cm 간격으로 40cm를 채취하였으며, 이를 제외한 나머지 방위별로는 토심을 맞추기 위해 20cm 깊이까지 토양시료를 채취하였다. 시료채취시 기존에 조사한바 있던 숨은물벙뒤 습지와는 달리 검은색의 이탄층과 코를 자극하는 특유의 냄새는 없었으나, 토양층 사이로 계속해서 물이 흘러 고이는 현상은 유사하였다.



그림 2. 볼레오름 조사지 및 토양시료 채취지점

■ : 토양 채취지점, BC : 습지 중심부, BE : 습지 동쪽, BW : 습지 서쪽,  
BS : 습지 남쪽, BN : 습지 북쪽

### 3. 분석방법

토양의 화학적 성질 조사를 위한 토양시료는 채취한 시료를 풍건시킨 후 2 mm 체에 통과된 것을 분석시료로 하여 농촌진흥청 토양화학 분석법(NIAST, 1988)에 준하여 분석하였다. 토양 pH는 토양 : 증류수의 비를 1 : 5로 하여 토

양 5g에 증류수 25mL를 첨가한 다음 진탕하여 pH meter(Orion Star A211, Thermo)를 이용하여 측정하였다. 전기전도도는 pH를 측정하고 남은 여액을 Conductivity Meter(CM-11P TOA Electronics Ltd., Japan)를 이용하여 측정하였다. 토양 유기물함량은 Walkley and Black법으로 분석하였고, 유효인산은 Lancaster법을 이용하여 UV/Vis Spectrometer(Lambda 25, PerkinElmer)로 측정하였다. 총 질소함량은 토양시료를 황산으로 분해한 다음 Kjeldahl법으로 자동질소분석장치(Kjeltec analyzer unit, Foss, USA)를 이용하여 분석하였다. 교환성양이온은 1N ammonium acetate(pH 7.0)용액 50mL를 가하여 30분간 진탕한 다음 여과하여 얻어진 여액을 ICP-OES (JY 138 Ultrace, Jobin Yvon)를 이용하여 분석하였다. 양이온교환용량은 1N ammonium acetate (pH 7.0)용액으로 포화 후 ethanol로 과잉의  $\text{NH}_4^+$  세척한 후 증류하여 정량하였다.

## 결과 및 고찰

조사지 토양의 화학적 성질을 표 1에 나타내었다. 조사지의 토양 pH는 5.33~5.92 범위였으며 약산성을 나타냈다. 이와 같은 수치는 지리산 왕등재 습지나 신안군 장도 습지와는 유사한 pH를 나타냈으나, 숨은물벙뒤 습지보다는 pH가 매우 높았다. 일반적으로 토심이 깊어질수록 토양 pH가 높아지는데 본 연구결과에서는 BC에서 이러한 경향이 뚜렷하였다. 전기전도도가 높은 토양은 토양 수분에 염류이온의 농도가 높아 식물생육에 영향을 미친다. 전기전도도는 0.11~0.33 mS/cm 범위였으며 전체적으로 염류이온의 농도가 낮아 식물생육에 대한 염류집적의 영향은 거의 무시할 수 있다고 판단된다.

유기물함량은 동식물의 유체가 분해되어 토양에 쌓이는 것이 일반적이거나 제주도의 경우 화산분출시 분출된 화산재가 토양입자와 결합하고 동식물의 유체로부터 유래된 유기물이 화산화성 Al과 결합하여 난분해성 유기물로 집적된다. 유기물은 2.03~11.22% 범위로 함량의 차이가 컸다. 일반적으로 유기물함량은 표층에서 높고 토심이 깊어질수록 함량이 낮아진다. 본 연구결과 BC에서

토심이 깊어짐에 따라 유기물함량이 낮아지는 뚜렷한 경향을 보였다. 토양깊이에 따른 유기물함량과 토양 pH 사이에는 고도로 유의한 부의 상관관계 ( $r=-0.90^{**}$ )를 보였다. 토심 30-40cm에서는 유기물함량이 2.03%로 매우 낮았는데 육지부 토양과 유사한 non-Andisols 토양이 분포했다. 이와 관련하여 추가 분석 및 인위적 교란에 의한 것인지에 대한 조사가 필요하다고 생각된다. 평균 유기물함량은 BC와 BE에서는 5%였으며, BW, BS 및 BN에서는 8%를 보였다.

표 1. 조사지 토양의 화학적 성질

시료채취 지점	토양 pH (1: 5)	전기 전도도 (dS/m)	유기물 함량 (%)	총 질소 (%)	유효 인산 (mg/kg)	교환성 칼륨	교환성 칼슘	교환성		양이온 교환용량
								마그네슘	나트륨	
BC 0-10	5.66	0.33	8.46	0.44	10	0.20	0.65	0.40	0.20	28.60
BC 10-20	5.83	0.33	6.70	0.27	9	0.12	0.32	0.17	0.13	30.70
BC 20-30	5.86	0.11	3.02	0.13	9	0.10	0.22	0.09	0.10	31.00
BC 30-40	5.92	0.14	2.03	0.09	19	0.11	0.26	0.09	0.12	31.80
BE 0-10	5.89	0.12	3.18	0.27	10	0.12	0.45	0.14	0.13	19.90
BE 10-20	5.82	0.29	6.08	0.01	7	0.12	0.50	0.33	0.14	21.60
BW 0-10	5.33	0.21	11.22	0.29	8	0.14	0.27	0.17	0.14	20.60
BW 10-20	5.52	0.12	5.63	1.19	5	0.10	0.19	0.08	0.10	25.60
BS 0-10	5.77	0.16	8.99	0.32	6	0.14	0.42	0.34	0.16	22.50
BS 10-20	5.81	0.12	7.62	0.15	6	0.09	0.33	0.21	0.14	19.20
BN 0-10	5.39	0.28	10.68	0.61	9	0.24	0.34	0.39	0.20	36.50
BN 10-20	5.56	0.13	4.53	0.27	9	0.13	0.22	0.17	0.11	22.10
평균	5.70	0.20	6.51	0.34	9	0.13	0.35	0.22	0.14	25.84

총 질소함량도 표층에서 높고 토심이 깊어질수록 함량이 낮아지는 유기물 함량과 아주 유사한 경향을 보였다. 총 질소는 0.01~1.19% 범위였으며 채취지점에 따라 함량간의 차이가 매우 컸다. 평균 총 질소함량은 0.34%로 정진현 등(2002)이 보고한 제주지역 산림토양의 평균 총 질소함량 0.43%보다 다소 낮았다. 토양깊이에 따른 총 질소함량과 유기물함량 사이에는 고도로 유의한 정의 상관관계( $r=0.98^{**}$ )를 보였다. 화산회토양은 유효인산함량이 매우 낮아 토양 비옥도가 낮은 원인으로 알려져 있다. 유효인산은 식물생육의 필수요소중 하

나로서 식물이 바로 이용할 수 있는 형태의 인산을 지칭하며, 표토에서 함량이 높고 토심이 깊어질수록 낮아진다. 유효인산함량은 5~19mg/kg 범위였으며 평균 유효인산도 9mg/kg으로 함량이 너무 낮아 습지주변 식생생육에 있어서 제한요인이 될 수 있다고 판단된다.

교환성양이온은 K 0.09~0.20cmol<sub>c</sub>/kg, Ca 0.19~0.65cmol<sub>c</sub>/kg, Mg 0.08~0.40cmol<sub>c</sub>/kg 및 Na 0.10~0.20cmol<sub>c</sub>/kg 범위였다. 본 결과는 정진현 등(2002)이 보고한 제주지역 산림토양의 평균 교환성양이온함량보다 함량이 매우 낮았다. 교환성 Na는 함량의 변화가 크게 나타났을 때 인위적인 요인이 가해졌음을 예측할 수 있다. 일반적으로 경작행위가 이루어지지 않았을 때 변화가 거의 없는 것이 일반적이며, 이동성이 빠르기 때문에 물이 이동되어 모이는 지점에 함량이 높아지는 것이 일반적이다. 평균 교환성 Na는 0.16cmol<sub>c</sub>/kg으로 인위적인 훼손이 이뤄지지 않았음을 시사한다. 양이온교환용량이 클수록 양분보유능이 커지고 토양의 완충능이 커지며 양분을 보관하여 식물이 필요시에 공급할 수 있는 능력이 더 커지는 특성을 갖고 있다(류순호, 2000). 양이온교환용량은 19.20 ~ 36.50cmol<sub>c</sub>/kg 범위였다. 평균 양이온교환용량은 BC와 BN에서 30cmol<sub>c</sub>/kg으로 다소 높았으며 BE, BW 및 BS 에서는 21cmol<sub>c</sub>/kg 내외를 보였다. 일반적으로 양이온교환용량은 심토보다 표토에서 높은 값을 나타내나 본 연구결과 조사지점 및 토심별에 따라 다양한 차이를 보였다.

이상의 결과를 종합하면 조사지는 겉보기에는 마른 것으로 보이나 숨은물 벙뒤 습지처럼 시료채취 시 물이 계속해서 나오는 토양수분 상태를 보인다. 이러한 토양수분 조건, 지형조건 등에 의해 토양 pH와 양이온교환용량은 높았으나 유효인산, 양이온을 비롯한 나머지 성분들은 함량은 낮아 이러한 원인에 대한 추가적인 연구가 필요하겠다. 또한 볼레오름 습지에 대한 연대측정은 이루어졌으나 화분분석이 진행되지 않아 본 보고서에는 미기재 하였으며 향후 화분분석을 진행하여 당시 기후복원 및 식생변화에 대한 해석 및 고찰을 실시할 예정이다.

## 인용문헌

- 류순호. 2000. 토양사전. 서울대학교출판부. pp.470.
- 정진현, 구교상, 이충화, 김춘식. 2002. 우리나라 산림토양의 지역별 이화학적 특성. 한국임학회지 91(6):694-700.
- 제주도, 제주발전연구원, 제주환경운동연합. 2001. 제주의 습지. 대영인쇄사. PP.270.
- NIAST. 1988. Methods of soil chemical analysis. National Institute of Agricultural Science and Technology, RDA, Suwon, Korea.