

# 천성산 화염늪의 형성과정\*

손명원\*\* · 장문기\*\*\*

## Formation Processes of Hwaeomneup Wetland, Cheonseong Mountain\*

Son, Myoung Won\*\* · Chang, Mun Gi\*\*\*

**요약** : 본 연구의 목적은 2002년에 습지보호지역으로 지정된 천성산 화염늪의 형성과정을 밝혀 지속가능한 습지관리를 위한 기초자료를 제공하는 것이다. 퇴적물 주상 시료와 부식의 탄소연대측정 결과로 볼 때, 화염늪 습지보호지역의 초지는 지난 빙기의 기후변화와 관련없이 주민들의 화전농업에 의하여 만들어진 것으로 판단된다. 그리고 화염늪은 천성산 정상부에 내린 강우가 지하로 침투하여 흐르다가 절리를 따라 능선 부분에서 용출하여 형성된 산지습지이다.

화염늪 습지의 수량을 유지하기 위하여 습지보호지역 남서부의 주능선에 밀생하는 숲을 유지하여야 하며, 습지 하류 말단부를 지지하는 계단상의 거력제(block dam)가 붕락되지 않도록 유지하여야 한다. 그리고 습지의 주기적인 모니터링을 통하여 화염늪 습지보호지역 내 지형과 수문변화를 측정하고 분석하여야 할 것이다.

**주요어** : 화염늪 습지보호지역, 천성산, 산지습지

**Abstract** : The purpose of this paper is to elucidate the formation processes of Hwaeomneup in Cheonseong Mountain which was designated as Wetland Conservation Area in 2002, and to offer data essential to sustainable management of wetland. According to wetland core samples and carbon dating of humus, grassland of Hwaeomneup Wetland Reservation resulted from slash-and-burn agriculture in no reference with climatic changes of last glacial period. And Hwaeomneup is a alpine wetland that is formed as rain water over Cheonseong Mountain crest area infiltrates into bedrock, springs out along joint line below main ridge, and dampens gentle grassland.

It needs to support dense vegetation of southwestern ridge of Wetland Reservation in order to sustain water volumn of Hwaeomneup wetland, and to keep from breakdown of block dam at downstream fringe of wetland. And it needs to measure and analyse micro-topography and hydrology changes in Hwaeomneup Wetland Reservation through periodic monitoring.

**Key Words** : Hwaeomneup Wetland Reservation, Cheonseong Mountain, alpine wetland

## 1. 서론

### 1) 연구목적

습지란 지하수면이 지표 가까이 있거나 얇은 물로 채워져 있어 수생식생이 유지되고 습지토양이 나타나는 장소를 의미한다. 육상 식생과 수중 식생이 전이되는 특수한 환경조건을 이루는 습지생태계는 특수한 종들이 출현하여 복잡하고 다양한 먹이사슬을 형성한다. 따라서 습지는 다양한 생물들의 서식처로서 생태학적으로 중요하며, 경제적으로도 그 가치가 매우 큰 것으로 보고되고 있다.

고도가 낮은 곳에 있는 하천습지는 우수로부터 수분을 얻는 반면, 높은 곳에 있는 산지습지는 강수나 지하수로부터 수분을 얻는다. 산지습지는 생물학적 관점에서 유전자의 저장소 역할을 하고, 수문학적 관점에서 하천 최상류의 수분 공급원 역할을 하며, 지형학적 관점에서 토사의 퇴적을 통한 환경변화의 지시자 역할을 한다.

최근 우리나라에서는 많은 산지습지가 보고되고 있다. 특히 경상남북도의 경계 지역에 위치한 1000m 내외의 영남알프스<sup>1)</sup>에는 재약산(載藥山, 1108m)의 산들늪과 신불산(神佛山, 1209m)의 단조늪, 천성산(千聖山, 922m, 일명 元曉山이라고도 함)의 밀밭늪

\* 이 논문은 2006년도 대구대학교 학술연구비 지원에 의한 논문임.

\*\* 대구대학교 지리교육과 교수(Professor, Department of Geography Education, Daegu University)(smw@daegu.ac.kr)

\*\*\* 대구대학교 사회교육학과 박사과정(Ph.D. Candidate, Department of Social Studies Education, Daegu University)(geo@daegu.ac.kr)

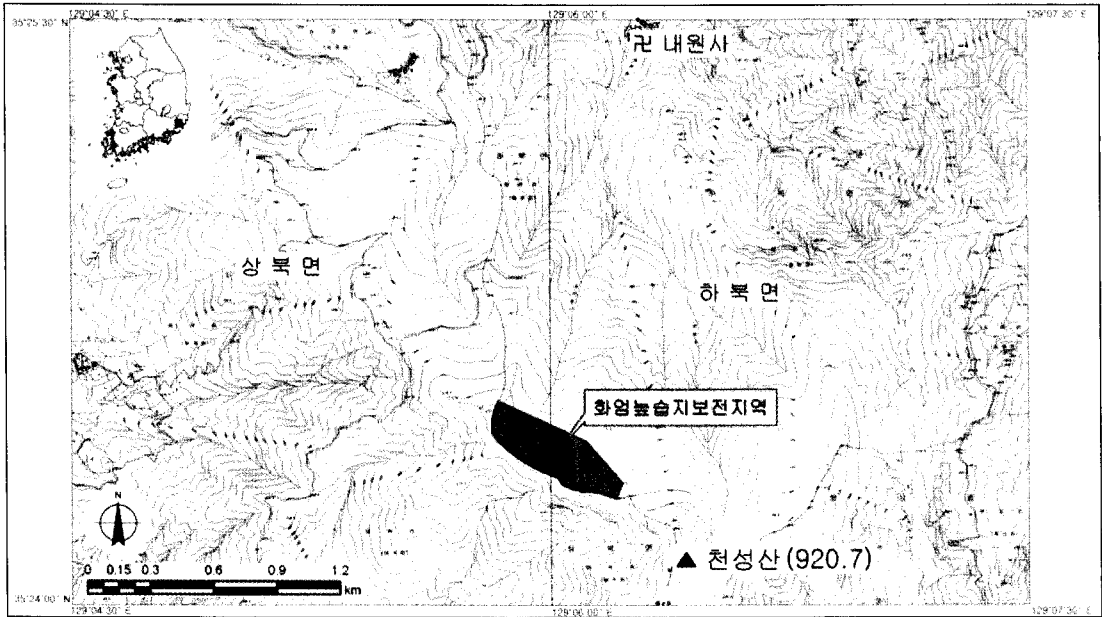


그림 1. 화염불 습지보호지역의 위치

과 화염불 등의 고산습지가 분포한다. 그러나 습지의 지속가능한 관리를 위하여 반드시 알아야 할 습지의 형성과정에 관한 연구<sup>2)</sup>는 거의 없는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 2002년에 습지보호지역으로 지정된 천성산 화염불의 형성과정을 밝혀 지속가능한 관리를 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

2) 연구지역 개관

화염불은 경상남도 양산시 하북면 용연리의 천성산 북쪽 능선부(해발고도 798m, 북위 35°24'15.6", 동경 129°05'57.4")에 위치한다(그림 1). 천성산은

경상남도 양산시 웅상읍과 상북면, 하북면의 경계 부분에 있다.

천성산은 정족산(鼎足山)-천성산-금정산(金井山)으로 이루어진 지괴(block)에 속한다. 이 지괴는 경상남도의 동부산악지대를 북북동-남남서로 관통하는 양산단층선과 웅상단층(熊上斷層), 북북서-남남동으로 관통하는 울산단층으로 경계를 이룬다(손명원, 2004). 이들 단층은 신생대 제3기의 동해 확장시에 만들어진 수평단층이다.

화염불 습지보호지역을 포함한 천성산의 지질은 원효산각력안산반암에 속한다(그림 2). 습지보호지역 내 기반암의 주향은 북서-남동 방향으로 북북동-남남서 방향으로 달리는 양산단층선과 거의 수

표 1. 양산시의 기상자료(2007년)

월별 기후요소	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	전년
평균기온 (°C)	4.8	7.1	8.8	10.5	18.8	21.7	24.0	27.5	22.1	16.7	9.6	5.4	15.0
강수량 (mm)	3.0	49.3	82.1	30.5	84.4	118.0	216.3	171.4	228.5	110.7	2.0	39.6	1135.8
상대습도 (%)	46	56	60	56	65	77	83	78	83	74	58	58	66
일조시수 (시간)	182	180	187	213	236	154	116	172	97	159	209	180	2085

자료: 양산시 홈페이지

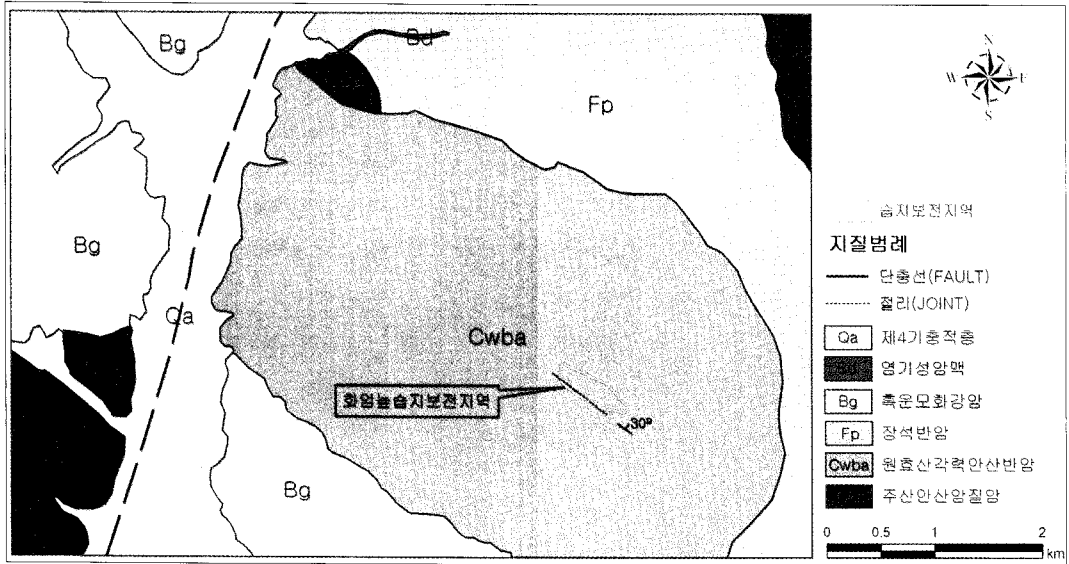


그림 2. 화염늪 습지보호지역의 지질분포

적을 이룬다. 기반암은 북동으로 30° 기울어져 있다. 습지보호지역의 가장 서쪽 끝에 노출된 기반암에서 기반암의 주향과 경사를 확인할 수 있다(사진 1).

화염늪 습지보호지역의 기상자료는 가장 가까운 거리에 위치한 양산시의 기상자료를 참조하였다. 양산시 기상관측소를 2008년에 개소하였기 때문에 실측 자료가 없는 관계로, 양산시의 홈페이지에 게재된 기상자료를 참조하였다. 이에 따르면 1994~2007년 동안의 연평균기온은 14.0°C이며, 연강수량은 1287.7mm이다. 그리고 양산시의 2007년 기상자료는 <표 1>과 같다. 화염늪은 해발고도 798m의 산지에 위치하므로, 연평균기온이 양산시보다 약

5°C 정도 낮을 것으로 추정되며, 강수량도 1300mm를 넘을 것으로 추정된다.

화염늪은 대표적인 진퍼리새 군락을 비롯한 물이끼류, 끈끈이주걱, 이삭귀개, 큰방울새란, 땅귀개 등의 산지습지 지표식물들이 분포하여 2002년 2월 1일 습지보호지역으로 지정되었으며, 2004년 3월부터 현재까지 습지보전을 위하여 일반인의 출입이 제한되어 있다. 습지보호지역의 면적은 0.124km<sup>2</sup>이나, 물이 고여 있는 주 습지는 150 × 50m의 범위에 불과하다(그림 3). 주습지(물이 고인 부분)는 습지보호지역 서북쪽 끝자락에 위치하며, 능선에서 북동쪽 사면 아래로 흘러내리는 형태를 띠고 있다. 능



갈색 부분이 습지보호지역이며, 중앙의 연두색 부분이 주 습지이다.

사진 1. 화염늪의 지세



대부분의 조몬본 진퍼리새, 능선 무늬의 짙은 녹색은 짙 쪽군락이다.

사진 2. 화염늪의 식생

선의 하단부에서 주습지로 모인 수분이 용출되어 초기 유로를 이루며 사면 아래로 배수된다(사진 1, 2).

2004년 2월 14일 화엄늪 습지보호지역과 주변 일대에 산불이 발생하였다. 소나무 군락은 줄기의 표피부위만 그을렸을 뿐이며, 산철쭉 군락은 지상부의 가지 부분 일부만 피해를 입은 것으로 조사되었다. 초본은 지상부가 전소되었으나 뿌리에서는 피해가 발견되지 않았으며, 물이 고여 있거나 흐르는 습지는 피해가 없었던 것으로 밝혀져 산불의 영향이 크지 않았던 것으로 보고되었다(환경부, 2004).

### 3) 연구방법

습지를 형성하기 위해서는 반드시 물이 있어야 한다. 지하수로부터 용출된 유수가 습지로 흘러드는 경우에는 미세한 유로가 나타나며, 강우에서 유래한 유수가 습지로 유입하여 유로로 흘러드는 경우에는 지표를 이루는 광물질의 입경이 분수계에

서 유로 방향으로 점차 작아진다. 본 연구에서는 습지를 이루는 수분의 공급원을 밝히기 위해, 토탈 스테이션을 이용하여 높이 70~80cm의 진퍼리새로 피복되어 있는 화엄늪의 미기복을 측량하고, 측량 자료를 GIS 프로그램을 이용하여 1m와 5m의 수치 고도모델(DEM)로 변환시켰다. 그리고 습지 표면의 토양을 채취하여 입경을 측정하고, 평균입경의 경향면(trend surface)을 분석하였다.

화엄늪 습지보호지역에는 기반암과 거력들이 노출되어 있다. 기반암이 화엄늪의 형성에 미친 영향을 밝히기 위하여 기반암의 절리체계를 조사하였고, 절리 방향과 습지의 경계를 이루는 능선의 기복 및 습지 내 거력들의 분포 사이의 관계를 조사하였다.

습지의 퇴적물은 생물의 잔해와 꽃가루를 함유하고 있어 과거 환경에 관한 많은 정보를 알려준다. 본 연구에서는 습지 형성 시의 환경을 이해하고자 퇴적층을 시추하여 주상도를 얻었다. 주상도

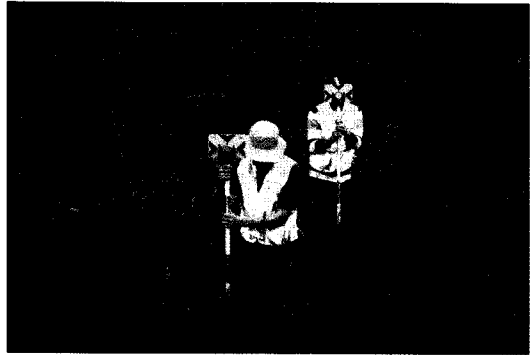


사진 3. 화엄늪 습지보호지역의 측량 과정

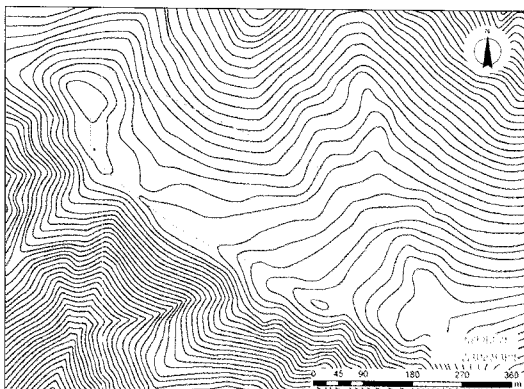


그림 3. 측량 기준점

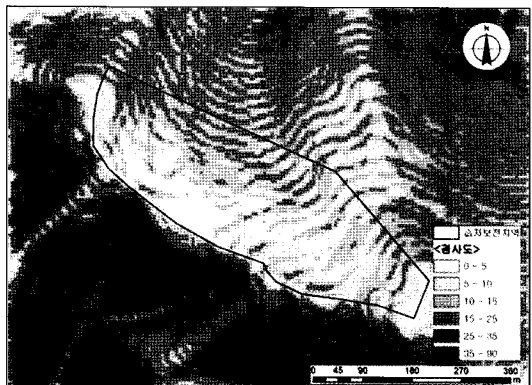


그림 4. 경사도 분석

에서 표품을 채취하여 입경을 분석하였으며, 습지의 형성연대를 밝히기 위하여 탄소연대측정을 실시하였다.

## 2. 형태적 특성

### 1) 지형 측량

화엄늪의 미지형을 정밀하게 파악하기 위하여 2008년 9월 19일에서 23일까지 5일 동안 측량을 실시하였다. 측량에 사용된 Total Station은 Sokkia사의 Set3130R3 모델이다. GPS와 Total Station을 이용하여 총 10개의 측량기준점을 선정 한 후(그림 3), 한 명의 운용자는 Total Station을 통해 시준점에 대한 평면 및 표고좌표를 획득하였고, 두 명의 운용자는 지표 기록의 변화가 있는 점들로 이동하면서 측량을 진행하였다(사진 3). 측량 결과 얻어진 평면 및 표고좌표는 Surfer 8.0(Golden Software, Inc.)과 ArcGIS 9.1(Environmental System Research Institute, Inc.)을 이용하여 1m DEM과 5m DEM으로 변형하였고, 이를 이용하여 습지보호지역의 경사도 분석과 사면방향 분석을 실시하였다.

화엄늪은 천성산 정상에서 화엄늪 습지보호지역으로 이어지는 주능선의 북동 사면에 위치한다. 현재 토양이 물로 포화되어 있고 습지식생이 자라는 습지는 습지보호지역의 북서쪽 끝부분에 위치한다. 기반암으로 이루어진 주능선은 가파른 블록 사면을 이룬다. 지표에 물이 흐르는 주습지는 주능선 정상의 5m 아래로부터 시작되어 완경사지에 분포

하며, 주습지의 하단부는 최대직경 1m 내외의 거력들로 이루어진 제방(거력제)으로 막혀 있다.

측량자료를 바탕으로 생성한 5m DEM을 이용하여 습지보호지역의 경사도를 분석하였다. 습지보호구역은 주능선 정상 부분이 완만하며, 북동쪽 사면 아래로 갈수록 경사가 점차 급해짐을 알 수 있다(그림 4). 습지보호구역에서 천성산 정상으로 이어지는 남동부는 대부분 북서 방향 사면이며, 중앙부는 북쪽 방향 사면이다. 그리고 북서부는 동쪽 방향 사면이며, 습지 부분은 북동 방향 사면이다(그림 5).

습지의 최상류는 일직선상으로 나타나는 주능선의 하부에서 유수가 모여드는 반원 형태를 띤다. 특히 유수의 양이 많은 지점에서 습지로 흘러드는 유로는 반원 형태 내에서도 약간 깊게 나타난다(그림 6). 이러한 유로가 나타나는 지점은 좁은 주능선 아래에 위치하므로 집수구역이 매우 좁다. 또한 주능선은 가파르기 때문에 강우를 집수할 만한 여유가 거의 없다. 따라서 유로로 흘러드는 유수는 강우에서 공급되는 것이 아니라 지하수의 용출로 공급되는 것으로 사료된다.

### 2) 표토 분석

화엄늪 습지보호지역은 주습지와 주변지역(반건조 상태로 초본류가 우점하는 지역)으로 이루어져 있다. 본 연구에서는 습지의 범위를 설정하기 위하여 토양 심도의 분포를 분석하였다. 토양의 심도는 직경 8mm의 금속스틱을 손으로 밀어 넣어 더 이상 들어가지 않는 깊이까지 측정하였다. 습지보호지역



그림 5. 사면 방향 분석

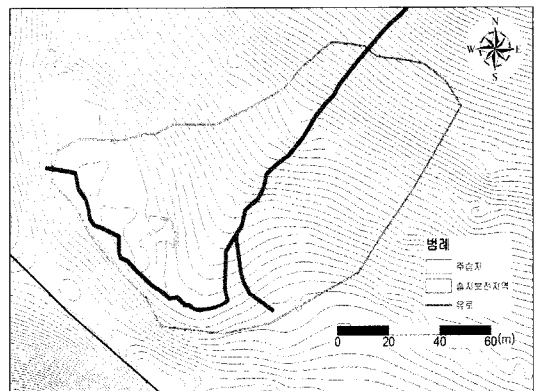


그림 6. 화엄늪 습지의 미지형

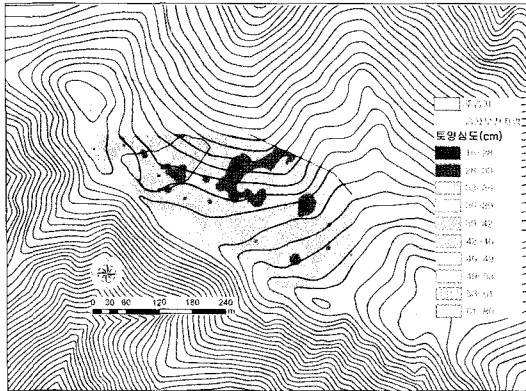


그림 7. 토양 심도의 분포

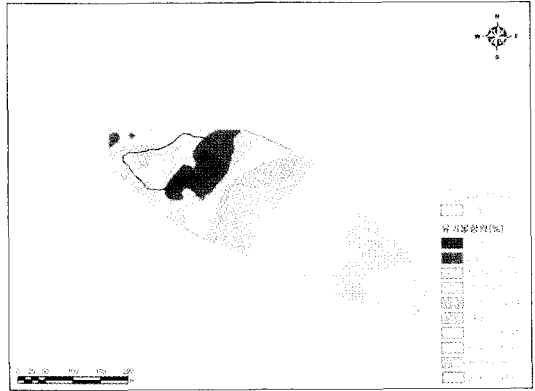


그림 8. 표토의 유기물 함량

내 257개 지점에서 토양심도를 측정하고, 측정된 자료는 Surfer 8.0의 내삽법(역거리 가중법, Inverse Distance Weighting; IDW)을 적용하여 공간적 분포를 나타내었다(그림 7).

화염늪 습지보호지역의 토양심도는 특정한 경향보다는 대체로 불규칙한 분포를 보인다. 토양심도는 습지보호지역의 동남쪽 부분과 북서쪽 부분에서 깊고, 주능선 아래에서 깊다. 이는 가파른 사면에서 침식된 세립물질이 사면 아래의 완만한 경사면에 쌓였기 때문이다. 습지보호지역의 중앙부는 기반암의 풍화잔류물인 거력들이 북쪽으로 배열되어 토양심도가 가장 얇다. 습지보호지역에 분포하는 토양의 유기물 함량 분포를 분석하였다(그림 8). 유기물 함량 측정은 습지보호지역 내의 48개 지점에서 시료를 채취한 후 550°C의 도가니에서 2시간 동안 태우는 작열법(灼熱法)으로 이루어졌다. 표토의 유기물 함량은 습지 내에서 30~40%로 높았으

며, 습지 주변의 완만한 평탄지에서는 상대적으로 낮았다.

표토의 평균입경은 강우 시 유실되어 유수로 운반되는 세립물질의 이동 방향을 나타낸다. 화염늪 습지보호지역 내 표토의 평균입경은 일정한 방향성을 보이지 않는다(그림 9). 그런데 습지 내에서 최상류 부분은 6~70의 분포를 보이고, 유로가 형성되면서 2~40의 조립물질이 분포하며, 하류 부분에서는 다시 6~70의 분포를 보인다. 이는 습지의 최상류 부분에서는 절리에서 용출된 지하수가 흘러내리면서 미세한 점토를 탈거하였으며, 유수들이 모여 유로를 형성하면서 점토와 실트를 제거하였고, 상류로부터 유실된 세립물질이 하류 부분에 쌓여 세립화 하였음을 나타낸다.

### 3. 기반암의 절리

천성산을 이루는 기반암은 중생대 백악기에 분출한 원호산합각력암반암으로, 주산안산암질암을 피복하고 있으며 이후 장석반암이 관입하였다(이민성·강필중, 1964). 이 기반암에는 (A) N70°W, SW60°와 (B) N20°E, NW85° 등 2종의 절리가 발달한다(사진 4).

(A)절리는 천성산 정상부에서 북서쪽으로 뻗은 주능선과 일치한다. 주능선은 (A)절리의 영향을 받아 선형으로 나타난다. 주능선의 동남쪽 사면은 절리면과 나란하여 매우 가파른 반면, 주능선의 북동쪽 사면은 기반암의 경사에 나란하여 완만하게 나타난다. 특히 주능선 정상부에서는 절리 상부 사면

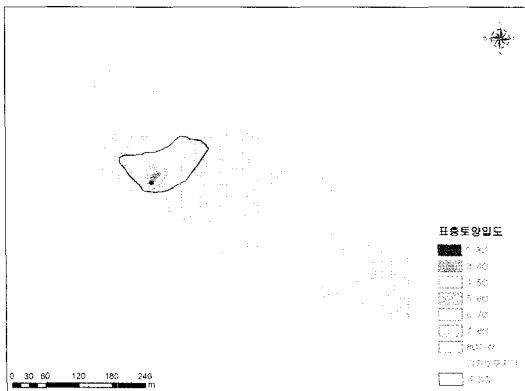


그림 9. 표토의 평균입경 분포

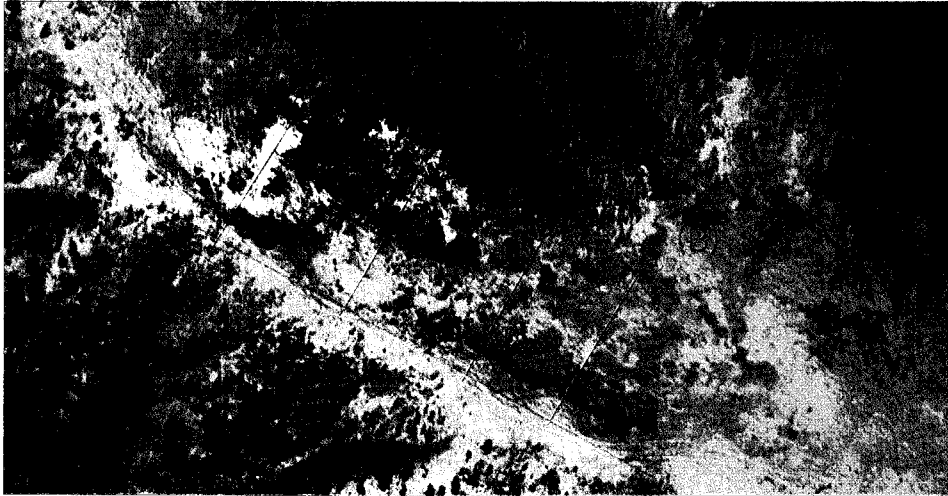


사진 4. 화염늪 습지보호지역 내의 절리체계

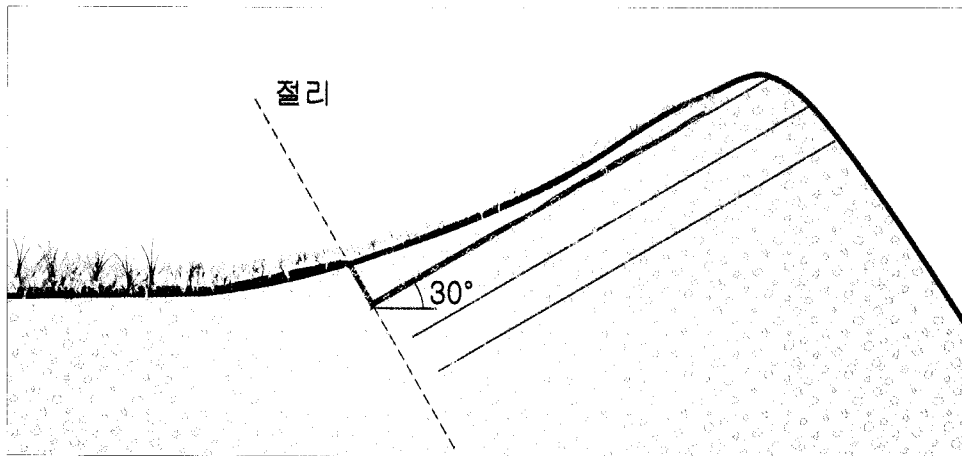


그림 10. 절리를 따른 지하수의 용출

에서 탈거된 토양이 절리 하부 사면에 쌓이면서 평탄한 지형이 형성되었고, 절리를 통해 용출된 지하수가 흐르면서 화염늪이 형성되었다(그림 10).

(B)절리는 주능선을 자르며 북북동-남남서로 뻗어 있다. 화염늪 습지보호지역 내에는 4개의 절리가 나타난다. 천성산 정상에서 가장 가까이 있는 ㉠절리를 따라 습지보호지역의 경계가 설정되어 있다. ㉠절리의 동쪽은 기반암이 드러난 산악지형이며, 상대적으로 낮은 서쪽은 절리에서 지하수가 용출되어 습지식생이 소규모로 나타난다. 주능선의 안부(鞍部)에서 이어지는 ㉡, ㉢절리 사이에는 기반암의 풍화잔류산물인 거력들이 흩어져 있다. 거력들은 모서리가 날카로운 각력이며, 거력의 최대

직경은 250cm이다. 일부 거력에서는 직경 20cm, 깊이 10cm의 나마가 발견되기도 한다. ㉠절리는 화염늪 습지보호지역의 습지 부분과 일치한다. 절리가 있는 곳은 차별풍화에 따른 차별침식으로 대체로 저지를 형성한다. 화염늪은 (A)절리면에서 용출된 지하수가 낮아진 ㉠절리를 따라 흐르면서, 평탄지상류의 세립물질을 탈거하여 하류에 쌓음으로써 형성된 산지습지이다.

#### 4. 습지 퇴적물 분석

화염늪의 퇴적학적 특성을 파악하기 위해 습지의 상류에서 사면 아래 방향으로 4개 지점(B-1,

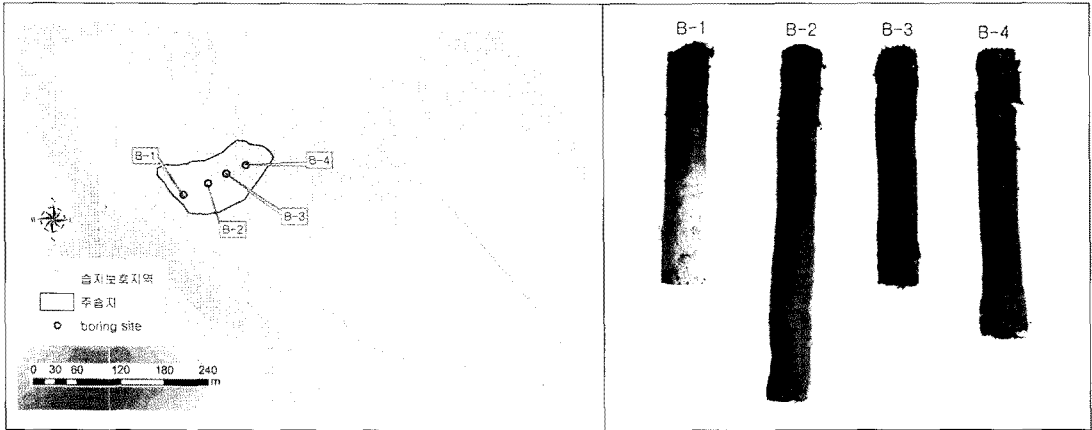


그림 11. 퇴적물 주상시료 채취 지점과 주상도

B-2, B-3, B-4)을 선정하여 주상시료를 채취하였다. 주상시료는 Piston Auger를 이용하여 최대 깊이까지 채취하고, 시료보관용 케이스에 넣어 밀봉한 다음 실험실로 운반하였다. 퇴적물 주상시료는 10cm 간격으로 구분하여 입도분석을 실시하였다.

### 1) 퇴적물 주상시료의 특성

화염늪 최상류 부분에서 얻은 B-1 주상도의 깊이는 40cm이다(그림 11). 상부 15cm 깊이는 초본의 근권(根圈)으로서, 흑색으로 부식된 식물체가 주를 이룬다. 표면에는 검게 탄 숯이 소규모 파편으로 나타난다. 15~20cm 깊이는 세립의 퇴적물에 부식이 혼합되어 검은 색을 띤다. 20~40cm 깊이는 기반암이 풍화된 토양층으로 얻은 갈색(very pale brown, 10YR 8/4)을 띤다.

화염늪의 중류 부분에서 얻은 B-2 주상도의 깊이는 80cm로서, 습지 내에서 퇴적층이 가장 두꺼운 지점에서 얻은 것이다. 상부 20cm 깊이는 초본의 뿌리와 검은 색의 부식이 혼재한다. 표면에는 숯이 소규모 파편으로 나타나기도 하며, 부식되지 않은 초본의 뿌리가 많이 섞여 있다. 20~50cm 깊이는 부식에 세립의 퇴적물이 혼합되어 물기가 많고 부드러우며 검은 색을 띤다. 50~80cm 깊이는 세립질의 황갈색 토양에 부식이 혼합되어 검은 빛을 띤다.

화염늪의 하류 부분에서 얻은 B-3 주상도의 깊이는 60cm이다. 상부 15cm 깊이는 부식과 초본의 뿌리가 혼재되어 있다. 15~60cm 깊이는 검은 색의

부식에 세립의 퇴적물이 혼합되어 수분을 많이 함유하여 부드러우며 흑색을 띤다.

화염늪의 가장 하류 부분에서 얻은 B-4 주상도의 깊이는 60cm이다. 상부 20cm 깊이는 부식과 초본의 뿌리가 혼재되어 나타난다. 20~50cm 깊이는 검은 색의 부식에 세립의 퇴적물이 혼합되어 수분을 많이 함유하며 부드럽다. 50~60cm 깊이는 조립 사질 퇴적물에 부식이 혼합되어 거친 형태를 나타낸다.

이상에서 살펴본 바와 같이, 화염늪의 퇴적물 주상도는 다음의 특성을 지닌다. 첫째, 검은 색의 부식층 하부에는 황갈색 토양이 존재한다. 둘째, 식물질은 하부에서 더욱 부식되어 세립 퇴적물과 혼합되어 부드러운 모습을 보이나, 상부에서는 부식되지 않은 초본의 뿌리와 혼재되어 거친 형태를 띤다. 셋째, 초본의 잎과 맞닿아 있는 주상도의 상부에는 소규모 파편 형태의 숯이 나타난다. 이 숯은 이 지역에서 무성하게 자라는 진퍼리새가 산불에 타서 만들어진 것이다.

### 2) 습지 퇴적물의 입도 특성

습지 퇴적물의 평균입경은 깊이가 얕아질수록 대체로 세립화 하는 경향이 있다(그림 12). B-1의 경우에는 토양층보다 부식층에서 평균입경이 작으며, 층 내에서 알아질수록 입자가 가늘어진다. 40cm 깊이에서는 B-4, B-3, B-2지점 순으로 입경이 크고, 30cm 깊이에서는 B-4, B-3, B-2 지점 순으로 입경이 크다. 20cm 깊이에서는 B-4, B-3, B-2지점 순



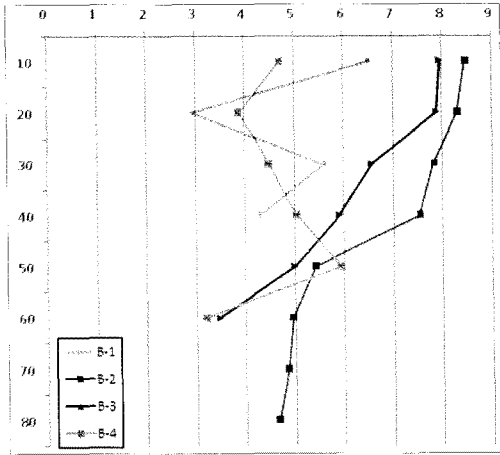


그림 12. 평균입경의 수직 분포

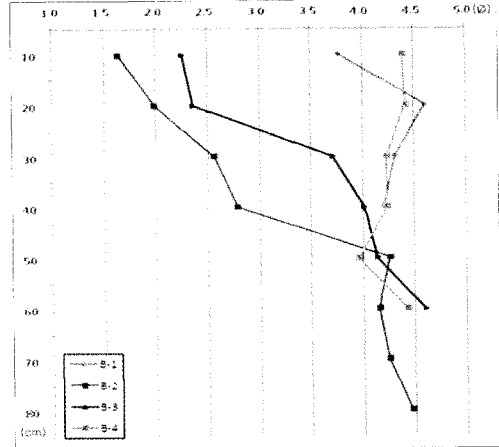


그림 13. 분급의 수직 분포

으로 입경이 크고, 10cm 깊이에서는 B-4, B-3, B-2지점 순으로 입경이 크게 나타난다.

습지 퇴적물의 분급은 B-1 지점에서는 깊이에 따라 불규칙하게 나타나며, B-2 지점과 B-3 지점에서는 깊이에 따라 증가하는 경향이 있고, B-4 지점에서는 깊이에 따른 변화가 없다. 습지 퇴적물의 분급은 50cm 깊이에서는 비슷하나 40cm에서 표층까지는 B-2, B-3, B-4, B-1 지점 순으로 양호하게 나타났다(그림 13).

### 5. 습지의 형성 시기

습지의 형성시기를 파악하기 위하여 습지 하류부의 침식곡지에서 두 지점을 선정하여 부식층이 사

력퇴적층과 접하는 부분에서 탄소연대측정을 위한 시료를 채취하였다. 지점 1(TM좌표 208945, 212270)의 깊이는 40cm이고, 지점 2(TM좌표 208958, 212286)의 깊이는 50cm이다. 본 연구에서는 한국지질자원 연구원에서 방사성탄소 연대측정법을 이용하여 습지의 연대를 측정하였다. 탄소연대측정 결과 지점 1의 형성 시기는 710~790yrs B.P.이며, 지점 2의 형성 시기는 370~450yrs B.P.이다. 따라서 화엄늪은 지난 빙기의 기후변화와 관련없이 역사시대에 형성된 습지이다. 화엄늪은 일부 퇴적물 주상 시료에서 직경 5mm 내외의 숯 알갱이가 발견되었는데, 과거 산정부 평탄면의 숲을 베어내고 화전을 하던 농지였던 것으로 판단된다.

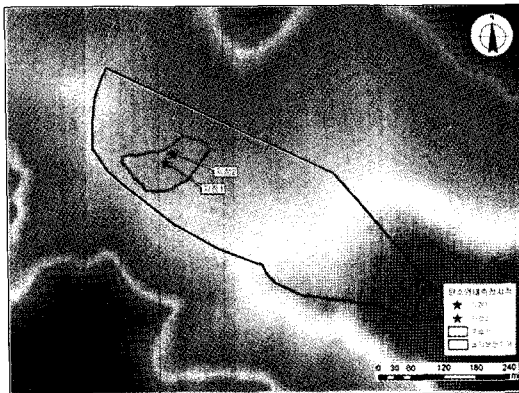


그림 14. 연대측정을 위한 시료 채취 지점과 연대측정 결과

시료	탄소연대 (yrs BP)	오차범위 (yrs BP)	연대범위 (BP)
1지점	750	40	710~790
2지점	410	40	370~450

## 6. 결론

화엄늪은 가지산도립공원에 속하는 천성산의 북쪽 능선부 아래에 발달한 산지습지이다. 천성산에는 서북 방향으로 뻗은 능선과 일치하는 주 절리 체계가 있고, 능선에서 사면 아래로 이어지는 보조 절리 체계가 있다. 화엄늪의 집수구역은 매우 좁으며, 유로의 유수는 주 절리면에서 용출된 지하수가 보조 절리면을 따라 흐른다.

습지토양의 유기물 함량은 주습지에서 30~40%에 달하며, 주변의 완만한 평탄지에서는 상대적으로 낮았다. 표토의 평균입경은 일정한 방향성을 보이지 않지만, 주습지 내에서는 소규모 유수의 탈거 작용에 따라 상류 세립, 중류 조립, 하류 세립으로 분포한다.

화엄늪 주습지의 퇴적층은 표면의 검은 색 부식층과 하부의 황갈색 토사층으로 이루어져 있다. 상부는 부식되지 않은 초본의 뿌리와 모래가 혼재되어 있고, 하부는 부식된 유기물과 세립 퇴적물이 혼합물을 이룬다. 퇴적물의 평균입경은 깊이가 알아질수록 대체로 세립화 하는 경향이 있지만 일정하지 않다.

화엄늪 습지보호지역에 속하는 습지는 퇴적물 주상 시료와 부식의 탄소연대측정 결과로 판단할 때, 인간의 화전농업에 의하여 만들어진 것으로 판단된다. 그리고 화엄늪은 천성산 정상부에 내린 강우가 지하로 침투하여 흐르다가 절리를 따라 능선 부분에서 용출하여 형성한 소규모의 습지이다.

화엄늪은 습지의 수량을 유지하기 위하여 습지보호지역 남서부의 주능선에 밀생하는 숲을 유지하여야 하며, 습지 하류 말단부를 지지하는 계단상의 거력제(block dam)가 붕락되지 않도록 유지하여야 한다. 그리고 습지의 주기적인 모니터링을 통하여 화엄늪 습지보호지역 내 지형과 수문변화를 측정하고 분석하여야 할 것이다.

## 사사

본 논문은 환경부 국립환경과학원에서 실시한 <2008 습지보호지역 정밀조사>의 자료를 이용하여 작성하였다. 조사를 할 수 있도록 도와준 국립환경

과학원(최태봉 박사)에 감사드린다.

## 주

- 1) 영남알프스란 고현산(高顯山, 1032.8m)과 가지산(迦智山, 1240m), 간월산(肝月山, 1083.1m), 신불산(神佛山, 1208.9m), 취서산(鷲棲山, 1092m), 천황산(天皇山, 1189m), 재약산(載藥山, 1108m), 운문산(雲門山, 1188m) 등으로 이루어진 산지지역을 뜻한다.
- 2) 습지는 생물과 마찬가지로 태어나고(형성) 성장한(발달) 후 멸한다(쇠퇴). 습지가 만들어지는 형성과정을 이해하면 쇠퇴하는 것을 막을 수 있다. 따라서 지속 가능한 습지관리를 위해서는 습지의 형성과정을 이해하는 것이 반드시 필요하다.

## 문헌

- 구홍교, 2001, 토양분석을 통한 지리산 왕등재 습지의 특성 연구, 서울대학교 석사학위논문.
- 국립지질조사소, 1964, 1:50,000 지질도(양산도폭).
- 국립환경과학원, 2004, 장도 습지 자연생태계 조사 보고서.
- 권동희, 2006, 한국의 습지 지형 연구 성과와 과제, 한국지형학회지, 13(1), 25-34.
- 김재근·박정호·최병진·심재한·권기진·이보아·이양우·주은정, 2004, 생태조사방법론, 보문당.
- 손명원, 2004, 무제치 제2늪의 형성과정, 한국지역지리학회지, 10(1), 206-214.
- 손명원·박경, 1999, 오대산 국립공원 내 「질피늪」의 지형생성환경, 한국지역지리학회지, 5(2), 133-142.
- 신영호·김성환·박수진, 2005, 신불산 산지습지의 지화학적 특성과 역할, 한국지형학회지, 12(1), 133-149.
- 양산시, 2000, 양산시 고층습지 생태계 보전방안.
- 이민성·강필중, 1964, 양산지질도폭설명서.
- 이용일, 1994, 퇴적암석학, 우성.
- 조규전, 2003, 측량정보공학, 양서각.
- 환경부, 2004, 화엄늪 습지보호지역의 산불피해 정밀조사보고서.
- 한국지질자원연구원, 1964, 1:50,000 지질도(양산 도폭).
- 양산시 통계연보(<http://stat.yangsan.go.kr/>)

- 교신 : 장문기(대구대학교 사회교육학과 박사과정, geo@daegu.ac.kr)

천성산 화업늪의 형성과정

Correspondence : Chang, Mun Gi(Ph.D. Candidate,  
Department of Social Studies Education, Daegu  
University, geo@daegu.ac.kr)

(접수: 2009.2.26, 수정: 2009.3.31, 채택: 2009.4.10)