

고양시 고봉산에 발달한 소규모 습지에 관한 연구

문 현 숙
동국대학교 박사과정

I. 서 론

1. 연구 목적

오늘날 습지에 대한 관심은 매우 크다. 습지의 개념은 대부분 '조류의 서식지'로서 혹은 '수생식물의 군락지', '지구의 콩팥'이나 '생태계의 모태'라고 한다. 그런 의미에서 습지는 생태계 보존에 있어 매우 중요한 위치를 차지한다. 현재 주목되고 있는 습지는 대규모의 자연 습지에 한정되어 있는 편이다. 대규모의 갯벌, 우포습지, 대암산 용늪, 정족산 무채지늪, 지리산 조개골 늪 등 우리나라에서 지명도가 높아 보존의 목소리가 크다. 그러나 습지의 규모를 막론하고 소중히 다루어져야 한다. 오랫동안 벼농사 중심의 농업사회를 유지해온 우리나라에서는 습지는 논으로 개발된 경우가 많다. 또한, 국토 면적이 적고 많은 인구, 급속한 경제 발전 등으로 인하여 습지는 개간이 되어 많이 사라져 현재 규모가 작고 버려진 땅처럼 여겨지는 보잘것 없는 습지만이 남아 있기 때문이다. 그러나, 어떠한 습지든 습지는 소유주이며, 환경을 구성하는 중요한 요소이다. 소규모의 습지들은 생태계에서는 필수적인 역할을 한다. 아주 다양한 생물을 부양하고 있으며, 종의 몇 몇 개체가 습지 사이를 이동할 때 작은 습지들은 이들 생물의 생존 기회를 증가시키기 때문이다. 또한, 습지는 수환경의 변화와 더불어 기후의 변화를 가져와 생태계를 보존하는 데 큰 영향을 줄 수 있기 때문이다. 그러므로, 각 지역에 남아 있는 소규모의 습지의 보존에 총력을 기울여야 한다. 본 연구는 경기도 고양시 고봉동의 고봉산자락에 발달하고 있는 소규모 습지를 중심으로 수문지형학적 관점에서 습지의 발달과정을 살펴보고자 한다.

2. 연구 방법

2004년 1월 ~ 2005년 2월 중 네 차례의 답사를 통하여 현장을 조사하였다. 지형도는 1:5,000지도를 사용하였으며, 지형도를 통하여 습지주변의 습지역의 면적과 습지주변사면의 규모를 분석하고 습지수 공급에 있어 방향을 조사하였다. 또한 산정에서부터 습지까지 단면도를 작성하여 습지의 위치(고도 및 경사)를 조사하였다. 답사를 통하여 seepage 및 지표수의 흐름과 규모, 유출지점 등을 확인하였으며, 습지수가 모두 유입되는 곳의 수질을 분석하였다. 수질분석은 산업공해연구소에서 실시하였다. 토양분석은 대한광업진흥공사에 의뢰 분석하였다. 토양입자를 통하여 토성을 살펴보았으며, 양이온의 치환용량과 유기물용량, pH 등을 통하여 점토화, 유무기토양 여부, 알칼리토양의 판정 등의 자료로 삼았다. 문헌 조사와 답사시 분석된 자료를 통하여 고봉산 습지 발달의 가설을 제시하였다.

II. 고봉동 습지 발달환경

1. 고봉산의 지질

고봉산 지역은 호상 편마암 지대의 경기변성암 복합체에 속한다. 경기변성암 복합체는 경기육괴를 구성하는 대부분의 암석이 고도의 다변성작용과 고기 화성활동 및 구조운동을 받아 변성된 암석으로 구성되었다. 특히 호상 편마암지대는 석영-장석으로 구성된 우백질대와 흑운모로 구성된 우흑질대가 상호 교호하며 나타난다. 고봉산 주변지역은 층적토로서 제4기 미고결물질로 구성되어 있다. 오랜 기간 동안 삭박을 받으면서 편마암지역은 구릉성산지로 남아 있으며, 층적토지역은 삭박률이 높아 5~40m 내외의 저평한 지역을 이룬다.

2. 고봉산의 지형

고봉산은 북북동~남남서로 길게 뻗어 발달한 산지이다. 최고봉은 208.8m이며, 북쪽에 100m내외의 봉우리가 있어 2개의 봉우리로 형성되어 있다. 고봉산이 오랜 기간 삭박되는 과정에서 소류가 사방으로 발달하였으나 대체로 남·북 방향으로 유입된다. 활발한 삭박작용으로 인한 저평한 구릉과 함께 농경지가 발달하고 있는데, 그 중 서쪽 사면을 따라 형성된 중산들이며 그곳에 습지가 분포하고 있다. 고봉산 산체에서 평야지대로 이어지는 낮은 구릉들 사이에 저수지 및 냇시터가 분포하고 있다. 저수지 및 냇시터는 대략 30~50m 고도에 분포하고 있어 일시적 침식기준면을 형성한다.

고봉동 습지로 알려진 지역은 고봉산의 남서쪽에 발달한 농경지인 ‘중산들’의 일부분이다. ‘중산들’은 고도 28~45m 사이에 발달, 한때 논농사가 활발하였으나 현재는 습지로 발달하였다. 습지를 중심으로 북쪽과 남쪽에 각각 50m 내외의 능선이 발달하여 습지환경에 지형적 조건을 형성한다. 습지 주변의 발달한 능선이 28~45m를 이루는 완만한 지역으로 나오면서 습지를 형성한 것으로 산지 지형에서 제4기 층적토로 지질이 변화하는 경사 급변점에 발달하고 있는 것이 특징이다. 동일고도인 28m 내외에는 냇시터(호산 냇시터)가 있었다. 저수지로써의 역할 후 냇시터로 활용되었으며, 현재는 택지 개발로 아파트와 안골 초등학교가 위치하고 있다. 습지 주변의 능선과 사면의 발달 방향은 습지 형성에 관계가 깊다. 대체로 사면이 완만하고 길수록 지하로 흘러드는 물(recharge)의 양은 증가된다. seepage가 형성되면서 토양이 침수될 조건을 갖추면 습지가 발달하게 된다. 고봉동습지를 둘러싸고 있는 동서방향의 긴 능선은 유리한 집수조건을 갖는다. 습지수의 집수역은 북사면보다는 남사면이 0.37km² 정도 넓게 나타났다. 그러나 고봉산체와 직접적인 영향을 받는 사면은 남사면보다는 북사면이며, 사면경사도가 남사면보다 북사면이나 동사면이 완만하다. 그 결과 실제의 물 공급은 남사면보다 북사면과 동사면에서 더욱 활발하게 나타날 것으로 보인다. 이는 하천과 seepage 위치를 통해 설명 가능하다. 북사면에서 흐르는 하천은 연중 흐름을 갖고 있으며, seepage 위치도 북사면과 가까운 곳에 발달한다. 이에 비해 남사면을 흐르는 하천은 건천인 경우가 많으며 seepage 역시 남사면 보다는 동사면에 가까운 곳에 위치한다고 할 수 있다. 고봉산 습지의 면적은 약 36,000m²이며 습지를 둘러싸고 있는 면적은 약 0.201km²로써 전체 면적의 18%가 습지역에 해당된다. 또한, 습지는 사면방향과 동일하게 동서로 발달되어 있어 완전히 습지를 둘러싼 사면으로부터 흘러내리는 지하수는 가장 낮은 습지 하

단부에서 샘(용출)되는 형태로 지표로 흘러나오는 것을 관찰할 수 있다.

3. 수문과 수질 환경

고봉산 습지는 고봉산의 서쪽 사면 중 두 능선 사이에 발달한 지역이다. 습지로 발달한 이유는 지하수면이 높은 편으로, 여러 곳에서 삼출작용이 있다. 과거에는 논농사지대로, 기계화로 인하여 삼출과 용출이 되는 곳(수렁)은 농기계를 사용할 수 없는 묵논 상태에서 습지로 발달한 곳이다.

습지를 이루는 수원은 고봉산의 지표수와 지하수를 들 수 있다. 그러나, 가장 중요한 것은 지하수의 용출이다. 습지를 중심으로 남사면, 북사면 모두 동에서 서쪽 방향으로 작은 하천이 발달하고 있다. 우기에는 두 방향 유량이 풍부한 소하천이다. 그러나 북사면의 하천은 평상시에도 물이 흐르나, 남사면의 하천은 우기에만 물이 흐른다. 습지 부분은 8~10여개의 단으로 나뉘어져 있다. 대부분 지역은 최근까지 경작이 이루어지고 있으며, 가장 아래 단의 경우 용출량이 많고 상류의 물이 모여들어 가장 아래 지역은 다른 지역에 비하여 자연습지에 가깝게 복원된 복원습지에 해당한다. 삼출이 발달한 지역은 고도 28m 내외의 서쪽 습지부분, 고도 35~40m 내외의 남사면과 북사면쪽, 고도 40~45m 내외의 북사면 부분을 들 수 있다. 이곳에 발달한 습지를 상,중,하단으로 구분하여 볼 때 하단과 중단은 전체적으로 용출이 여러 지역 분포하고 있으며, 상단은 용출이 뚜렷하게 관찰되는 지역은 3곳 정도이며, 습지 가장 윗부분은 농경지로서 토양이 항상 축축한 상태로 지하수로부터 포화되어 올라오는 상태를 관찰할 수 있다. 고도 40~45m 내외의 발농사 지역에서 겨울철에도 밭고랑은 신발에 흙이 딱처럼 묻쳐 불을 정도로 질퍽하다. 습지수는 도시개발시 설치된 1곳의 하수구를 통해 배출되고 있다.

수질 분석을 위해 채수된 곳은 습지로 유입하는 모든 수원(水源)이 모이는 첫 번째 지점이다. 신도시로써 일일 등산인구가 많으며, 습지 위쪽에서는 현재 경작이 이루어지고 있다. 고봉산 수질 분석의 결과는 다음과 같다. 5~6정도의 중성의 물로써 COD 4.8mg/L, 전질소의 양은 1.66 mg/L, 인의 총량은 0.45mg/L의 결과를 보인다. T/P값이 7미만이므로 T-P의 값에 중점을 두어 수질을 분석한 결과 부영양화가 심하게 나타나는 것을 알 수 있다.

4. 토양환경

고봉동습지 내 토양 채취시 습지식물의 유기체와 함께 있는 진갈색의 토양층이 10여cm 존재하고 있었으며, 그 아래 유기체가 그다지 섞이지 않은 진한 회색토양을 관찰하였다. 토양은 습지바닥으로부터 약 30cm 아래지점에서 채취하였다. 영구습지이므로 토양채취시 습지수를 통과하여 떨어리는 과정에서 미세한 부유물질들은 채취되지 못한 한계가 있다. 고봉동습지의 토양의 입도 분석을 통하여 다음과 같은 결과를 얻었다. 실트 24.91%이며, 모래가 75.09%로 평균입도는 0.13669mm를 보이고 있어 주로 세사로 구성되어 있다고 할 수 있다. 점토는 습지수의 빠른 흐름으로 인하여 지속적으로 용탈되었음을 알 수 있다.

고봉동 습지토양의 양이온 분석, 유기물의 양 분석, pH 분석결과는 다음과 같다. pH는 산성이 강한 편이며, 양이온치환용량은 100g 당 15.3meq를 나타낸다. Al₂O₃의 수치가 높고 MgO, Na₂O, K₂O의 비

율이 상대적으로 낮게 나타난다. 이는 양이온이 Al_2O_3 로 활발하게 치환되고 있음을 보여준다. 유기물의 양은 5.42%로서 그다지 높은 편은 아니어서 전체적으로 유기물이 용탈되어버렸을 것으로 추측된다. Fe 성분은 5.86%를 보임으로써 금속성분 중 가장 많은 부분을 차지한다.

5. 소결

고봉동 습지는 북사면, 동사면, 남사면으로 둘러싸인 분지형 습지로서 동서로 발달한 사면들과 동일한 방향으로 발달한 복원습지이다. 북사면과 동사면은 고봉산체에서 흘러내리는 사면으로서 지하수를 고봉산과 함께 공유하는 조건을 갖고, 사면의 면적은 남사면보다 적은 편이나 경사가 완만하여 지표수가 지하로 침투할 수 있는 유리한 조건을 갖추고 있다. 습지는 고봉산체를 중심으로 보았을 때 경사변환점 아래부분에 발달하여 비고 5m 정도밖에는 나타나지 않는다. 경사변환점에 위치한 seepage와 습지부의 discharge는 습지수를 제공하는 가장 중요한 수원이 되며, 일부 하천이 유입된다. 습지수의 pH는 낮은 산성습지를 나타낸다. T-N은 우리나라 호소 수질환경기준보다 높은 편이다. 토성은 세사가 위주이며, 점토가 존재하지 않는 것으로 보아 용탈현상이 강하게 나타나고 있으며, 토양의 pH도 낮아 산성토양을 보이고 있다. 점토 대비 유기물의 양이 적어 무기토양으로 사료되며, Fe 성분이 타금속성분에 비해 많이 존재하는 편이다. 치환 산물인 Al_2O_3 의 양도 많이 나타나는 편으로서 양이온치환능력은 다소 활발하게 작용하고 있음을 알 수 있다.

Ⅲ. 고봉동 습지의 발달 과정

습지발달상 특성 중 하나는 습지역의 지형적 특성이 함몰지를 이루면서 토양이 침수될 정도의 물이 잠겨 있어 육상과 수상 생태계의 공존이 가능하다는 것이다. 이는 습지수를 보유할 수 있는가 하는 지형, 지질, 토양의 관점에서 살펴보아야 한다. 함몰지의 형성은 습지 발달이 지형적으로 사면으로 둘러싸인 곳에 발달하여 습지수가 집수할 수 있는 지형적 조건을 갖춘 곳이라 할 수 있다.(분지형) 또는 지형상 분지형은 아닐지라도 사면에 불투수층 혹은 난투수층이 형성되어 습지수를 보유할 수 있는 조건을 갖춘 곳으로 크게 양분하여 볼 수 있다.(사면형) 대암산 용늪과 같은 곳은 전자에 속하나 범람원이나 수변습지의 경우는 후자에 속하는 경우가 많다. 물론 어떠한 습지라도 후자의 조건은 반드시 필요하다. 그러나, 분지형이라는 지형적 조건은 반드시 필요한 것은 아니다. 특히 규모가 작은 습지들의 경우에는 후자의 조건이 전자의 조건보다 우선할 수 있다. 이는 지하수를 포함한 습지수의 보유가나 습지 형성에 중요한 요소임을 알려 준다. 고봉동 습지 역시 후자의 요소를 충분히 갖추고 있으면서도 습지수를 모아 주는 삼면의 사면을 갖고 있다. 고봉산의 북, 남, 동쪽의 사면(고도 50~100m 내외)으로부터 습지수가 지하수 혹은 지표수 형태로 흘러 28~45m 고도에서 습지를 형성하고, 약 25m에서는 지하수면이 자연스럽게 노출되어 소규모의 호소를 이루거나, 평탄한 개석지로 변한다. 고봉동 습지는 산지의 3개 사면으로부터 흘러내리는 습지수에 의해 형성된 분지형 습지라고 할 수 있다.

습지수는 약간의 지표수와 대부분의 지하수로 충족된다. 습지 내 도처에 발달되어 있는 seepage를

통하여 지하수가 삼출 혹은 용출되고 있다. 이는 고봉산에서 흘러내리는 지하수가 경사변환점에 이르러 지하수면이 노출됨에 따라 지하수가 지표로 흘러나오는 지점에서 습지가 형성되고 있음을 보여주는 것이다. 지표수는 습지의 북사면과 남사면을 따라 사면과 평행하게 흘러 유입하고 있으며, 북사면의 중턱에서 형성되는 seepage에서 지하수가 삼출되어 습지로 유입하고 있다. 지표수의 경우 사계절 풍부하지는 않은 편이므로 거의 모든 습지수는 고봉산체에서 형성되는 지하수라고 하여도 과언이 아니다.

지하수면이 지표면 가까이 형성되어 있음은 주변의 호소 및 저수지의 위치로 가늠이 가능하다. 해발고도 약 25m에 위치하는 지역으로서 습지와는 불과 3m 정도 고도차를 보이고 있다. 약 3m 정도 고도 차이를 극복하는 조건은 토양의 영향이라고 볼 수 있다. 토양조건에 따라 동일한 조건의 습지라고 하여도 지하수면의 높이는 달라지기 때문이다. 고봉동 습지 토양분석을 보면 75.09%가 모래, 24.91%가 실트로 형성되어 있어 점토는 분포하고 있지 않다. 이는 모래성분이 많아 통수성이 높고 습지수의 이동이 빠른 것을 알 수 있으며, 미세한 점토의 용탈이 강하게 집적층에 집적되면서 그 공극이 매우 미세하면서도 공극량을 최대한으로 높여 습지수의 저류성을 높여주고 있음을 알 수 있다. 또한 토양의 평균입도는 0.13669mm로서 대부분이 세사로 되어 있음을 알 수 있는데, 일반적으로 미고결 대수층에서는 입자크기의 균일성과 모양에 의해 공극률이 결정되는 것이며 입자크기와는 관계가 없음을 감안하여 보면 모세관수의 형태로 지하수면을 최소 10~20cm, 최대 40~60cm를 끌어 올릴 수 있다. 이는 습지 형성에 있어 습지수의 형성에 토양조건이 밀접하게 관련되어 있음을 알 수 있다. 우리나라의 경기도 지역은 오랫동안 침식과 심층풍화를 받아왔다. 일반적으로 심층풍화가 활발한 곳에서는(토양의 C층)점토광물의 변형이 활발하게 일어난다. 암석의 기본 구성요소인 석영, 장석, 운모 중 장석과 운모는 풍화 속도가 빨라 광물의 변형이 쉽게 이루어진다. 대표적으로 운모성분의 고령토화를 들 수 있다. 심층풍화로 인하여 새포를라이트로 발달하면, 입자내 성분 중에 MgO, Na₂O, K₂O 등의 비율은 감소하고 Al₂O₃의 성분은 증가하여 양이온의 치환능력이 활발해지면서 pH가 염기성으로 변화함을 알 수 있다. 고봉동 습지 토양의 경우도 양이온 치환용량이 매우 커 Al₂O₃의 성분비율이 크게 나타나며, pH 값이 5.12로써 염기성토양으로 변화하였음을 알 수 있다. 즉, 용탈층의 분석상 점토의 비율은 존재하고 있지 않았으나 용탈층 내의 양이온치환용량이 크게 나타난다는 것은 점토의 비율이 높을 것으로 추정되는 집적층에서 그 입자변형이 활발하여 양이온의 치환용량은 더욱 크게 나타날 것으로 기대된다. 이는 기반암에 의한 토양모재는 심층풍화로 인하여 미세한 점토층을 형성하여 그로 인하여 지하수의 저류성을 높여주는 역할을 함을 알 수 있다.

IV. 결 론

고봉동에 발달한 습지는 고봉산체의 남서부에 위치하고 있다. 이 곳은 오랜 침식과 심층풍화로 호상편마암의 장석과 운모성분이 점토질로 변화하여 미세한 입자의 토양을 형성하기에 유리한 곳이다. 지형상으로볼 때 고봉산 습지의 북, 동, 남 3개의 사면으로부터 지하수와 지표수(대부분은 지하수)가 유입할 수 있는 좋은 조건을 갖추고 있다. 토양적 조건으로 보아 토립자의 균일성으로 습지수의 저류

성을 높여주고 있음을 알 수 있다. 이는 토양분석결과에 의해 알 수 있다. 지형적 토양적 조건은 습지 내의 많은 seepage와 discharge를 형성하여 지하수를 지표로 흘러나오게 하는 역할을 하여 지표수가 활발하게 유입되지 않는 동계에도 습지수의 공급이 활발한 편임을 보여주고 있다. 그 결과 활발한 습지수의 흐름으로 점토와 유기물의 용탈작용이 활발하게 일어남을 알 수 있다. 토양은 유기물 성분이 미약한 무기토양으로서 알칼리성 토양에 속한다. 수질은 부영양화가 진전되어 있다.

참고문헌

<http://www.sciencedaily.com/releases/1999/10/>

<http://pne.gsnu.ac.kr/zrchoe/IA/2%C0%E5%/%BB%EA%BE%C7%C1%F6-2.htm>

http://www.gims.go.kr/gims/pds/gs_pds_article/gs_pds_article_2_10_233_1.pdf

D.E.Stephenson & D.B.Hodgson, 1996, Root Zone Moisture Gradients Adjacent to a Cedar Swamp in Southern Ontario, Wetland

Peter W. Birkeland, 1984, Soils and Geomorphology, Oxford University Press,

Ralph W. Tiner, 1999, Wetland Indicators, Lewis Publishers

Soki Yamamoto, 1998, 지하수수문학, 김남형 역, 원기술

권혁재, 1997, 한국지리총론, 법문사

문현숙, 2004, 수원 칠보산 습지의 수문지형학적 연구, 동굴학회지 제63호

윤충경 외2, 1999, 오수처리용 인공습지내 토양의 잉화학적 특성조사, 농촌계획, 제5권 제2호

조선형, 고종안, 2002, 지하수 어떻게 할 것인가, 북스힐