

수원 칠보산 습지의 수문지형학적 연구

문현숙

동국대학교 박사과정

I. 서론

1. 연구 목적

습지를 구성하고 있는 다양한 요소 중 하나인 수문지형학적인 관점에서 칠보산 습지의 형태적 특징을 연구하는데 목적을 둔다.

2. 연구 방법

2004년 1월~ 4월 중 네 차례의 답사를 조사하였다. 실내조사를 통하여 습지와 수원과의 관계를 고찰하고 현장 조사를 통하여 수원과의 관계 구명을 시도하였다. 국가지하수정보센타에서 얻은 지하수등위선도와 대수층특성도를 활용하여 지하수면을 추정하였으며, 지형도(1:25,000)와의 비교차를 통하여 지하수의 특성을 추정하였다. 또한, 지형적 특징과 수원의 관계를 밝히기 위해 습지에 영향을 주는 하천과 그 하천에 의한 유입과 유출 관계, 혹은 삼출 여부에 관하여도 분석하였다.

II. 칠보산 지역 개관

1. 칠보산의 지질

칠보산 지역의 지질은 매우 단순하다. 칠보산의 남부는 NNW-SSE 방향의 단층 작용을 받은 것으로 추정된다. 칠보산을 이루고 있는 복운모화강암의 암상은 중립 내지 조립질로서 부분적으로 거정질화강암상구조를 보여주기도 한다. 석영, 장석, 백운모 및 흑운모로 구성되며, 곳에 따라 석류석을 함유하기도 한다. 일반적으로 괴상구조를 띄고 있으며, 흑운모보다는 백운모를 많이 함유하고 있다.

2. 칠보산의 지형

칠보산은 수원의 서부에 남북으로 발달한 구릉성 산지이다. 최고봉은 238.8m이며 대체로 해발고도 180m 내외의 능선으로 이어진 작은 구릉체이다. 지형적으로는 서사면보다는 동사면이 매우 완만하나 비교적 산세에 비하여 꼭이 발달하였다. 그 까닭은 기반암이 복운모화강암이면 서도 식생이 불량하고 대수층 및 지하수층이 높이 발달하고 있어 풍화 및 사면 삭박이 빨리 이루어지기 때문이다. 동사면의 수계는 수지상 하계망을 갖고 있으며, 동쪽의 황구천을 향해 흐른다. 칠보산은 예로부터 질퍽산이라고 할

(표 1) 연구지역의 습지 분포

지점	위치
A	수원시 호매실동(가리미남시터)
B	수원시 호매실동 (농업인직거래센터 옆 도로변)
C	수원시 호매실동(용화사 입구)
D	수원시 호매실동(입목육종부)
E	수원시 금곡동(칠보중 입구)
F	안산시 사사동
G	안산시 사사동(공원묘지길)
H	안산시 사사동(비늘치 120)
I	매송면 원평리

정도로 물이 풍부한 산이다. 현재 칠보산 중턱에서 주변에 이르기까지 약 9지역의 습지가 분포하고 있다. 본 연구에서 다루어지는 습지의 분포는 표 1과 같다.

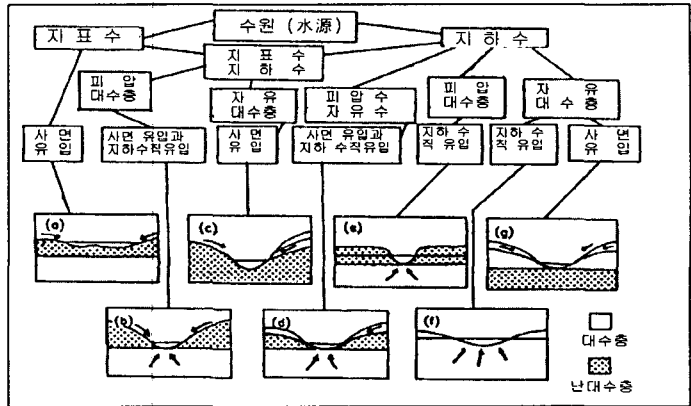
3. 칠보산의 물환경

습지의 가장 큰 특징은 물을 담고 있는 것이다. 일반적으로 자연습지에서는 물의 출현 빈도, 깊이, 유입기간에 따라 습지 식물의 출현에 크게 영향을 미치며 습지의 유형 분류에 영향을 준다. 칠보산의 경우 중턱에서 주변지역까지 곳곳에서 습지가 발견되고, 칠보산 중간 중간에 습지 식물 및 이끼류를 볼 수 있다는 것은 지하수면이 매우 높다는 것을 알 수 있는 지표이다. 지형도와 지하수등위도를 비교해보면, 칠보산 주변의 황구지천의 경우 비고 0-5m 정도의 고도차를 보이고 있다. 칠보산에 관한 정확한 지하수등위도는 제작되어 있지 않으므로, 추정치에 의하면, 지표 5m 아래 지하수가 흐를 것이며, 대수층은 그보다 더 높아 등산로 주변에서 물이 흘러나오는 것을 관찰하는 것은 쉬운 일이다.

Ⅲ. 칠보산 습지의 유형

1. 습지의 수문학적 분류

습지의 수문학적 분류는 습지의 위치와 수원과의 관계, 물의 유입·출입과의 관계, 침수 정도에 따라 다양하게 분류할 수 있다. 그러나, 이러한 수문학적 분류는 지형과 기후 조건에 그 토대를 두고 있음이 명백하다. 그럼에도 불구하고 통칭하여 수문학적 분류에 포함시켰다. 침수 기간과 빈도 등 수문 조건에 따라 계절적 습지와 영구 습지로 구분



(그림 1) 수원에 따른 습지 분류

할 수 있으며, 이는 다시 식생을 중심으로 수림습지, 수생식물과 초지가 우세한 습지 등으로 구분한다. 또는 침수 정도에 따라 영구 습지와 계절적 습지로 나눈다. 습지에 제공되는 수원에 따른 분류는 강우, 지표수, 지하수 등을 관점으로 분류한다. 다음 그림은 수원에 따라 어떻게 형성되는가를 보여준다.(그림1) 수원은 강우, 지표수, 지하수로 구분할 수 있으나 강우는 지표수 및 지하수의 공급원이 되므로 강우의 요소는 제거하였다. 지표수는 사면을 따라 흘러 유입하거나, 범람하여 습지로 유입하는 경우가 있다. 또는 습지로 직접 유입하지 않고, 함양지역을 거치면서 지하수를 형성하는 과정에서 자유대수층의 지표지하수를 형성하거나, 아래로 더욱 이동하여 피압대수층의 피압수의 형태로 습지로 흘러드는 경우가 있다.

2. 칠보산 습지의 수원(水源)에 의한 분류

칠보산 습지의 연구 지역은 경기개발연구원 및 녹색환경연구소, 수원환경운동센터에서 습지로서 보존 되어야 된다고 생각되는 습지를 선정하여 조사하였다. 습지별 특징과 수문학적 분류를 보면 다음과 같다.(표2)

- 1) A 지점 호매실동의 가리미지역은 과거 논에 물을 대기 위한 인공저수지로서 축조되었으며, 현재 낚시터로 사용되고 있다. 낚시터보다 2~3m 정도 낮은 곳은 황구지천의 범람원으로서 현재 논으로 이용하고 있다. 논 일부 주변 지역에서 용천의 흔적을 볼 수 있었다. 또한 수문지질도의 지하수 등위선도에 의하면, 이 지역의 지하수면은 30m 정도이며, 지형도 상의 고도는 30~25m 정도이다. 지하수면이 올라와 피압지하수와 지하표면수에 물이 끊임없이 공급되고 있다. 버드나무를 제외한 습지식생은 불량한 편이다.
- 2) B 지점 호매실동 농업인직거래센터 옆 도로변은 음식점과 주변 마을로부터 유입하는 황구지천의 작은 지류 혹은 하수관이 있다. 그러나, 물의 공급량은 그리 많지 않은 편이나 주변의 논은 항상(2월, 4월인 건조기) 수심 20여cm 정도의 물에 잠겨있다. 이는 지하수면이 가까이 있다는 것으로서, 황구지천의 수면과의 고도차는 약2m 정도이다. 산록에서 황구지천으로 이어지는 부분에 위치하고 있다. 이 곳은 객토를 위해 많은 흙더미가 있었고, 일부는 논으로 개간을 시도하고 있으며, 일부는 습지로 남아 있으나 곧 소멸될 것으로 사료된다.
- 3) C 지점 수원시 호매실동의 용화사 입구에 위치하는 곳으로 매우 작은 수괴이다. 논 가운데 위치하고 있는 이곳은 폭4~5m, 너비 2m 정도로서, 논에 물을 대기 위해 모아놓은 작은 저수지이다. 주변으로 유입되는 물은 고랑이며 물이 흘러나가는 곳도 고랑이다. 주변지역으로부터 하천 등은 볼 수가 없으며, 주변과의 고도차도 없다. 습지 식생도 없으며, 논으로 이용되어 그 면적이 점차 감소하고 있다고 할 수 있다.
- 4) D 지점 수원시 호매실동의 임목육종부 내에 습지가 발달해 있다. 계절적으로 형성되는 자연습지이다. 주변은 황구지천의 작은 지류가 흐르고 있으나 현재는 하상면이 건조한 상태이다. 하천보다는 1~1.5m 정도 높은 곳에 습지가 발달하며, 임목육종부가 끝나는 곳에서는 하상면에 비교적 넓게 습지가 나타난다. 현재는 건조한 편이나 2월까지의 습한 토양과 물이 바닥에 고여 있었으며, 하천에도 물이 흐르고 있었다. 이것은 주변에 지하수면이나 대수층이 가깝게 존재하고 있다는 것을 반증하는 것이며, 그 증거로써 나무를 타고 올라오는 이끼류 혹은 지표 절개면의 이끼류의 성장을 들 수 있다. 그러므로, D지역은 일시적으로 물에 덮여 있는 습지이다.
- 5) E 지점 수원시 금곡동 저수지는 농업용수 공급을 위한 인공저수지이다. 저수지의 50% 정도는 습지 식생이 자라고 있어 순수형태의 습지로 변화되어 가고 있다. 저수지 주변의 토양은 철분 등의 무기물이 집적되고 산화되어 붉은 반점이 크게 나타난다. 저수지는 고도 40m 정도에 위치해 있으며, 그 하상면은 더 낮은 것으로 볼 때, 지하수면이 40m 정도로 표시되어 있음을 감안하면, 역시

[표 2] 칠보산 습지 연구 지역

지점	위 치	유형	특 징	비 고
A	수원시 호매실동 (가리미뉘시터)	d	인공저수지, 농업용수로 사용, 오염심각 뉘시터로 이용	황구지천 지류
B	수원시 호매실동 (농업인직거래센터 옆 도로변)	b	습지의 1/2이상 농경지로 개간 훼손 정도 심각	황구지천의 지류 및 범람원
C	수원시 호매실동 (용화사 입구)	d	자연발생적 수괴 논 가운데 저수지로서 이용	자연습지의 일부
D	수원시 호매실동 (임목육종부)	d	일시적이며, 계절적 습지 육화 정도가 크다고 생각됨 인공 조립된 부분이 많으나 평상시 질퍽거림	황구지천의 지류 옆에 발달 하천보다 높음
E	수원시 금곡동 (칠보중 입구)	b	인공저수지, 토사유입으로 훼손, 늪지화 진행	
F	안산시 사사동	d	논→양어장→습지화 과정	칠보산 능선부
G	안산시 사사동 (공원묘지길)	d	목논, 습지 식생 도입 과정	칠보산 능선부
H	안산시 사사동 (비늘치 120)	d	목논, 일부 습지 식생 도입 과정	칠보산 능선부
I	매송면 원평리	a	인공저수지화 이후 방치 습지화, 인한 식생도입중	2~3개의 곡이 합류함

피압대수층으로부터의 공급이 주요한 것으로 생각된다. 주변의 하수관과 같은 물이 유입되는 시설을 없다.

- 6) F 지점 안산시 사사동 비늘치 마을 동사면에 위치하고 있는 습지로서 7개의 웅덩이가 있다. 과거 논농사를 짓다 목혀둔 곳으로 30여년 전 양어장을 하였다. 현재 5군데는 습지로 발달하고 있으며, 2군데는 물줄기를 연결해주는 역할을 하기 위해 만들었던 것 같다. 그 중 2단에서는 조류의 서식처로서 이용되고 있었으며, 3단의 습지에서는 습지 식물이 자리 잡고 있어, 정수작용이 활발하게 진행되고 있음을 알 수 있다. 7단의 습지 주변 사면은 화강암의 심층풍화로 석비례가 발달하였다. 물이 일정하게 흐르는 계류는 보이지 않았으며, 비가 올 경우 포상홍수성으로 흘러내릴 것으로 보인다. 이에 비해, 칠보산 중턱에 발달된 7단의 습지는 물이 풍부하였다. 이것은 지하수로부터의 유입이라고 할 수 밖에 없는 상황이다.
- 7) G 지점 안산시 칠보사 윗길로 공원묘지변에 발달한 습지이다. 과거 논으로 이용이 되었던 관계로 몇 단에 걸쳐 발달한 목논습지이다. 논농사를 포기한지 오래되어 습지 식생들이 자리 잡고 있어 습지 생태계를 이루고 있으며, 토양은 이토질의 성분이 많고, 30cm 정도 파 내려갔을 때 낙엽과 함께 회색의 습지 토양이 존재하고 있음을 알 수 있었다. 공원묘지 중앙부분은 묘지로 쓰지 못하였다. 화강암 풍화가 많이 진전되어 있으며, 토양을 지지하는 식생 또한 불량하기 때문에 포상홍수성 침식형태가 발달하기 때문으로 보인다.
- 8) H 지점 안산시 사사리 비늘치 120번지 위쪽에 발달한 습지이다. 과거 논으로 2단의 습지와 독립

된 1단의 습지가 발달되어 있다. 습지의 동쪽에는 1~2m 떨어진 곳에, 깊이 2m, 폭 2m 정도의 하천이 흐르고 있으나, 하상은 다소 건조한 편이다. 이에 비하여 습지는 하천보다 1~2m 높이 위치하고 있음에도 물이 풍부하다. 이것은 하천으로부터 물이 공급되는 것이 아니라, 강우시 사면을 타고 흐르는 물과 지하수면의 유출이라고 볼 수 있겠으나, 우기처럼 강수 현상이 많지 않은 계절을 감안할 때 지표수 보다는 지하수에 그 무게를 두는 편이 합리적이라고 할 수 있겠다.

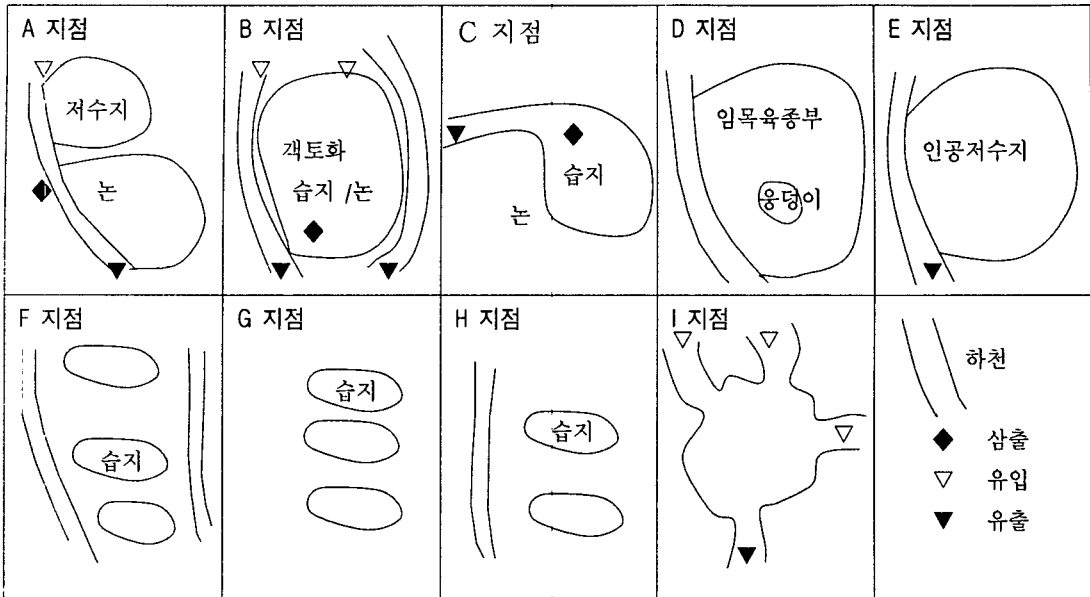
- 9) I 지점 칠보산 남서사면의 원평리 농원 서쪽에 칠보산으로부터 유입되는 작은 하천을 따라 습지가 발달하였다. 습지 지역을 개간하여 농사짓거나, 물을 가두었던 흔적이 남아 있다. 물을 가두었던 지역은 과거에 비하여 현재 습지의 하상면이 2.3m 정도 낮은 곳에 형성되어 있다. 물은 3군데로 유입하고 있다. 여러 능선부가 합류하는 곳으로 계곡도 역시 합류하고 있는 지역이므로, 습지의 규모는 매우 크다. 그럼에도 하상면은 매우 건조하였다. 칠보산 동부사면과는 달리 암석 및 토양적 조건이 같음에도 물이 고여 있지 않다는 것은 지표수에 의존한 습지라고 볼 수 있다.

3. 수원 유입 및 유출에 의한 칠보산 습지의 분류

칠보산 습지는 칠보산의 동사면 기저부에서 주로 발달하고 있으며, 북사면 습지는 산의 중턱에 발달하고 있다. 칠보산 습지의 수원은 대체적으로 지하수면(대수층)으로 보는 것이 타당하다. 그 이유는 산사면 중간 중간 나타나는 용천(약수터 및 용천)의 발달과 칠보산에 전체적으로 발달되어 있는 이끼층의 발달, 등산로 주변에 발달된 삼출(滲出) 등에서 찾을 수 있다. 그럼에도 이를 뒷받침하기 위한 또 다른 근거로서, 하천과의 관계를 통해 습지수(水)의 유입과 유출을 살펴보고자 한다.

칠보산의 토양은 복운모화강암으로서 심층풍화가 매우 진전되어 있다. 또한, 산 중턱의 습지 주변에는 풍화물이 포상홍수성으로 침식되는 까닭에 일정한 유로를 갖고 발달하는 하천(세류)을 발견하는 것은 어렵다. 단지 물길을 트기 위해 주변 정리를 하여 만들어놓은 고랑 정도의 하천을 볼 수 있다. 칠보산의 입구에 발달한 습지 주변의 하천은 과거에는 작은 지류에 해당되었을 것이나 현재는 논이나 마을에서 내려 보내는 생활용수의 하수구 역할을 하며, 이것들이 습지 주변으로 흘러가는 형태를 보이므로, 전자와 후자 모두 하천과의 직접적 연계성을 찾는 것은 다소 무리가 있을 것이다. 또한, 산세에 비하여 골이 깊다는 표현 쓰는 경우가 많다. 그럼에도 불구하고 지표수량은 그다지 많지 않다. 습지수량은 풍부한데 비하여 하상면은 건조한 경우가 많다. 그러므로, 이 또한, 습지의 수원을 하천과 같은 지표수 혹은 강수보다는 지하수에 둘 수 있는 자료가 된다.

- 1) A 지점 수원 호매실동 가리미 냇시터는 황구지천의 지류의 일부를 이용하고 있으며, 그 주변의 논은 황구지천의 범람원에 해당되는 지역이다. 논 주변에 역시 황구지천의 지류가 흐르고 있으며, 하상면보다 다소 높은 약 20cm 높은 곳에 삼출이 발생하고 있는 용천지점을 발견할 수 있다.
- 2) B 지점 이 지점의 습지는 현재 논으로의 개간을 위해 객토작업이 준비 중인 곳이다. 습지를 좌우로 음식점과 마을로부터 유입하는 황구지천의 작은 지천 혹은 하수관이 유입하고 있다. 공급되는 물의 양은 많지 않은 편이다.



[그림 2] 수원의 유입 및 유출에 의한 칠보산 습지의 분류

지점	A	B	C	D	E	F	G	H	I
위치(사면)	동	동	동	동	동	북	북	북	서
위치(고도)	기저부	기저부	기저부	기저부	기저부	중턱	중턱	중턱	중턱
하천	1	2	.	1	1	2	.	1	3
하천의 직접적 영향	△	○	×	×	△	×	×	×	○
유입출을 통한 수원영향	○	○	○	×	○	×	×	×	○
삼출	○	○	○	○	○	○	○	○	×

- 3) C 지점 용화사 입구의 습지는 논 한가운데 발달되어 있으며, 이곳은 과거 저수용 시설의 일부가 발견된다. 주변에서 물이 유입될 수 있는 하천은 보이지 않으며, 논농사를 위한 물길은 습지로부터 물이 흘러 나갈 수 있는 일방의 물길 밖에 보이지 않는다. 이는 습지 내부에 자분 역할을 하는 삼출지가 분포하고 있다는 것을 알 수 있다. 벼의 재배가 어려운 까닭이 삼출이 되기 때문이다.
- 4) D 지역 임목육종부의 습지는 자연습지라고 할 수 있다. 단지, 영구적이지 않고 일시적인 계절적 습지로서 육종개발지로 활용되고 있기 때문에 조만간 습지의 일생이 끝날 것으로 생각된다. 황구 지천의 지류가 주변에 발달되어 있으며, 다른 지역과는 달리 1~2m 정도 고도 위에 발달되고 있다. 그러나, 육화되고 있는 육종부내에서도 물이 고일 수 있는 웅덩이가 발달하여 습지의 특성을 간직할 수 있는 부분이 아직은 존재하고 있다. 다만, 이 지점에 삼출이 가능한가의 여부에 대하여 연구의 부족으로 확인할 수는 없는 실정이다.
- 5) E 지역 인공저수지로서의 금곡동 저수지는 주변의 하수를 흘려보내는 하천(폭2m정도)이 발달되어 있으나, 제방을 중심으로 인공저수지와는 분리되어 있으며, 인공저수지의 수면과 동일고도로 논이 발달하고 있다.

- 6) F 지역 비늘치 마을 동사면의 7단 습지는 포상홍수성으로 물길의 다양하게 바뀌고 있으며, 현재 물을 빼주기 위해 물길을 정리해 놓은 상태이다. 정리된 물길은 깊이 약 50cm정도에 달하여 규모는 매우 작은 편이다. 7단 습지와 일정한 거리를 두고 발달되어 있는 까닭에 직접적으로 관계가 없다고 할 수 있다.
- 7) G 지역 칠보사 공원묘지 변의 묵논습지는 직접 영향을 줄 수 있는 하천은 발달하지는 않았다. 묵논습지의 서사면(공원묘지 중앙부)은 묘지로 쓸 수 없을 정도로 지표물질의 유출이 심하며, 1m 정도의 깊이를 갖는 포상홍수성 gully가 발달하고 있다. 그러나, 묵논습지는 이와 관계없이 발달된 것으로 보인다.
- 8) H 지점 비늘치 120번지 위쪽에 발달한 습지는 하천과 직접적 연관성을 찾기는 다소 어려움이 있다. 하천은 습지의 동쪽 1~2m 떨어진 곳에 깊이 2m, 폭 2m 정도의 규모로 하르고 있으나, 하상은 다소 건조하였고, 습지보다 1~2m 낮은 곳에 발달하고 있다. 그럼에도 습지는 많은 물을 보유하고 있었다.
- 9) I 지점 원평리 농원 서쪽은 3방향의 사면으로부터 작은 하천이 유입하여 물이 한군데에 모아지는 곳이다. 물이 풍부하였으며, 이곳을 저수지로 이용하려고 했던 흔적도 보이고 있으나, 현재는 하천과 습지지역의 하상 모두 건조한 상태에 있다.

4. 칠보산 습지에 대한 소결

칠보산 습지는 칠보산의 동사면의 기저부에 위치하는 경우가 많으며, 강수 혹은 지표수보다는 지하수에 의하여 수원이 공급되는 경우가 일반적이다. 칠보산 습지는 지하수면이 높아 피압대수층과 자유대수층이 지표면 가까이 발달한다. 지표와 지하수면과의 비고차도 크지 않다. 또한, 칠보산 습지 주변의 하천 혹은 배수관이 존재하지는 않지만, 습지 수원의 유입 유출에 직접적인 영향을 끼치는 중요한 수원으로서 보기는 다소 어렵거나, 그 하천의 역할도 규모와 같이 크다고 할 수 없다. 그 결과 대체로, 지표수나 강수에 의존하기 보다는 대수층으로부터 공급되는 지하수에 의존하고 있는 실정이다. 그럼에도, 사회 환경상 습지에 해마다 객토를 통하여 습지 매립 혹은 물 빠짐 개선으로 농경지 활용이 활발하다.

IV. 결 론

칠보산 습지는 현재 여러 지역에 삼출이 지속적으로 이루어지고 있는 지역이 많고 삼출지 주변에 묵논 혹은 습지가 발달하고 있는 것으로 보아, 과거 습지였을 것이다. 인간의 활동이 활발해짐에 따라 농경지로서의 전환이 활발하게 되었을 것이나, 사회 환경의 변화 혹은 지형의 특성상 묵논으로 발달하게 되었다. 이 묵논은 습지화 하고 있으나, 관리 소홀로 오염정도가 심하거나, 육화되는 경우가 많다. 그럼에도 칠보산 습지에 대하여 관심을 갖는 이유는 1991년 경희대팀의 조사 및 1997년 칠보

산 습지 공동 탐사팀을 중심으로 밝혀낸 독특한 습지 식생의 서식 때문일 것이다. 칠보산 습지는 현재 자연습지라고 보기는 다소 어려움이 있다. 그러나, 습지 식생이나 습지 토양을 갖고 있지 않는 수괴까지도 습지에 포함한다는 습지의 규범적 정의에 따르면 칠보산 습지는 습지의 범주에 들어간다.

현장답사를 통해 연구된 9군데의 습지 중 습지의 특성-수륙 전이대, 습지토양, 습지식생-을 지니고 있는 곳은 안산 사사리의 3지역과 금곡동 저수지 등 4지역을 들 수 있다. 수원 호매실의 임목육종부는 일시적이며 계절적인 습지로서 현재 육화되는 과정에 있으며, 그 밖의 여러 지역은 논이나 기타 지역으로 육화되어 가고 있다.

칠보산은 복운모화강암지역으로서 용화사주변 능선을 제외하고는 대부분 심층풍화를 심하게 받아 석비례가 발달되어 있다. 복운모화강암이 풍화되는 과정에서 형성되는 장석류의 풍화토인 고령토 발달, 리기다 소나무를 제외한 기타 식생 상태의 불량, 깊은 골 등의 특징은 지표수의 흐름이 빠르게 흘러, 식박률을 높이는데 기여하였다. 지하수면이 높이까지 올라올 수 있었으며, 불과 5m 정도에 자유 및 피압대수층이 존재한다. 이러한 일련의 특성들은 동사면과 복사면에 잘 나타나 칠보산 습지의 위치에 영향을 준다고 할 수 있다. 또한, 주로 지표수에 의한 습지의 형성보다는 높은 지하수면 및 대수층의 존재로 습지가 발달하고 있는 것으로 사료된다.

文 獻

김귀곤, 2003, 습지와 자연, 아카데미서적

경남발전연구원, 2000, 습지학 원론(한국의 늪), 은혜기획

녹색환경연구소, 1999, 칠보산 습지보전 및 자연학교 운영방안 연구

수원환경운동센터, 2000, 칠보산 습지생태보전 및 생태학습장 조성을 위한 시민활동운영

이양주, 1999, 경기도 습지현황 기초조사, 경기개발연구원

이인식, 1998, 습지파괴의 현황과 민간습지보전운동 사례, 경남개발 34.

Johnston, C.A. and Naiman, R. J., 1987, Boundary dynamics at the aquatic-terrestrial interface:the influence of beaver and geomorphology. *Landscape Ecology* 1

William J., Mitsch & James G.. Gosselink, 2000, *Wetland(3rd)*, John Wiley & Sons. Inc., New York

<http://groundwater.kowaco.or.kr>