

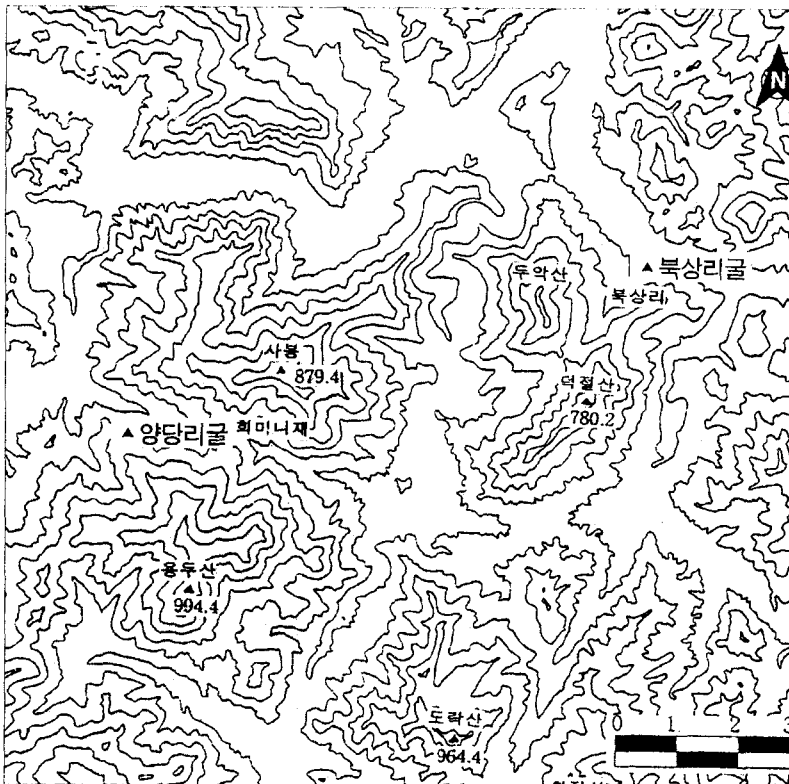
# 양당리굴의 지형 및 지질개관

김 주 환

동국대학교 지리교육과

## 1. 지리적 위치

양당리굴과 북상리굴은 행정구역상 충청북도 단양군 단성면 양당리와 북상리에 각각 위치하고 지리적 위치는 양당리굴이 동경 128°15' 10", 북위 36°53' 50", 북상리굴이 동경 128°20' 30", 북위 36°55' 10"에 위치한다[그림 1].



[그림 1] 양당리와 북상리 동굴지역의 지형도

단성면은 북으로 적성면, 동으로 단양읍, 대강면, 남으로 경상북도 문경시, 서로는 덕산면, 제천시로 둘러싸여 있는 곳이다. 경상북도와 경계를 이루는 소백산맥의 서사면에 위치하고 있는 이 지역은 단양의 매포, 영월, 제천 등과 함께 조선계누층군과 대동계층을 갖는 옥천지향사에 발달한 석회암지대로서 석회동굴의 군집을 이루고 있는 곳이다. 연구지역 중에서 최고봉은 용두산(994m)으로 북쪽 사면에 양당리굴이 발달하고 있으며 용두산의 동남부에 도락산(964.4m)이 위치하고 있다. 두 산체 사이를 흐르는 단양천은 북류하여 남한강으로 유입한다. 경상북도와 충청북도 경계면에 위치한 대강면은 소백산맥 준령이 뻗어 있어 1,000m 이상의 봉우리들이 발달하고 있다. 이들 봉우리 사이에서 발원하는 남호천은 북류하면서 죽령천을 이루며 남한강에 유입한다. 양당리굴과 북상리굴이 발달하고 있는 본 연구지역은 대체적으로 남고북저, 동고서저의 지형면을 이루므로 남한강은 전체적으로 연구지역의 북쪽지역을 서쪽에서 동쪽으로 흐른다고 할 수 있다.

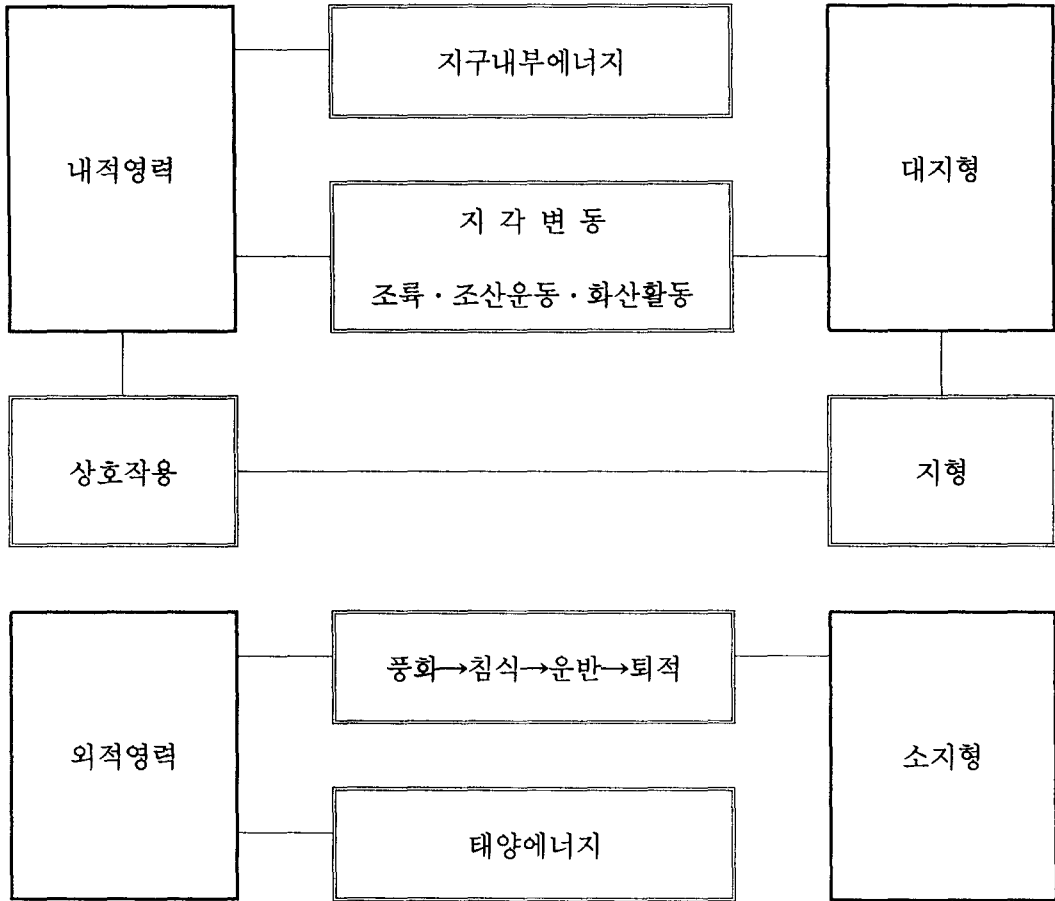
## 2. 지형 및 지질개관

### 1) 지형 형성과 영력

지형형성 영력이란 지표에 기복의 변동을 가져와 지형을 형성해 나가는 원동력을 말하는 것으로, 영력에는 내적영력과 외적영력 두 가지로 구분된다. 내적영력에 의하여 형성된 지형을 구조지형, 외적영력에 의하여 형성된 지형을 기후지형이라고 한다.

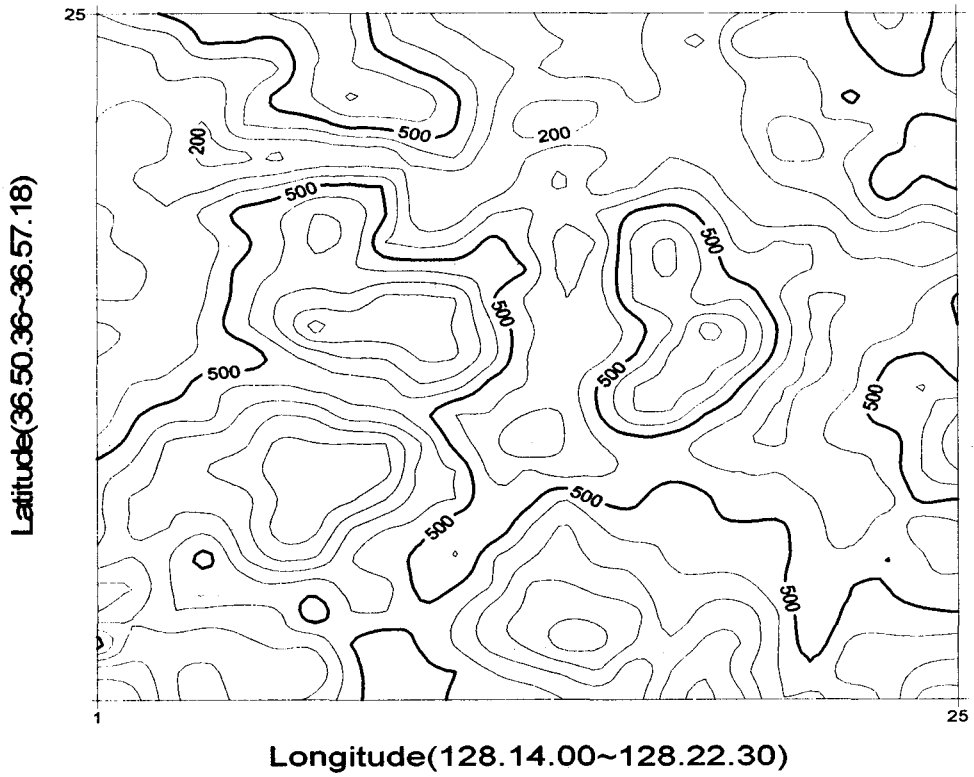
내적영력은 지각변동을 일으키는 지구 내부의 힘을 말하며 지형 변화의 근본적인 요인이다. 융기와 침강, 단층과 습곡, 화산활동 등을 일으켜 지표면에 기복을 만듦으로서 대륙, 해양, 산맥 등의 대지형을 형성하여 지표면의 1차적 모습을 만든다. 수직적인 힘에 의한 조륙운동으로 융기 또는 침강이 일어나며, 수평적인 횡압력의 작용으로 조산운동이 일어나면서 습곡과 단층이 발달한다.

외적영력은 풍화작용과 하천, 바람, 빙하, 해수 및 지하수에 의한 침식·운반·퇴적작용을 일으키는 요인이다. 외적영력은 지구 외부 에너지인 태양 에너지에 의하여 나타나는 것으로 다양한 소지형을 형성하며, 구조선이나 암상 및 기후 환경에 따라 다르게 진행된다. 지반의 융기 속도가 빠르면 하방침식이 활발하여 좁고 깊은 하곡과 기복이 심한 산지지형이 발달하나, 반대로 융기 속도가 느리면 하방침식은 완만해지고 측방침식이 활발하여 평탄한 지형이 형성된다. 기후 변화에 따라 암석의 풍화, 하천의 유량과 유속 및 빙하 등의 작용은 매우 다르게 나타난다.

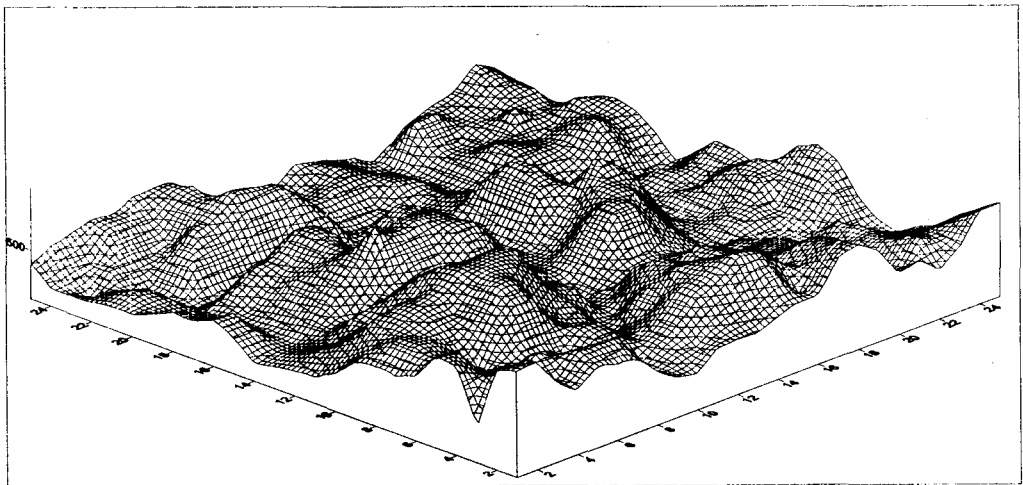


[그림 2] 지형의 발달과 영력과의 상관도

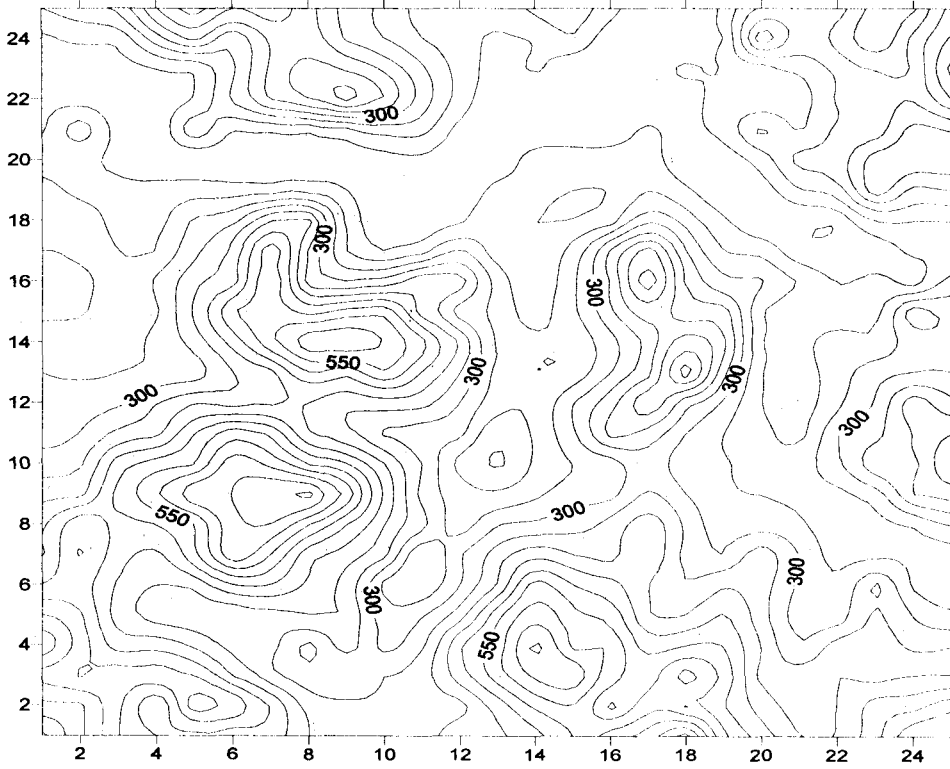
우리나라는 계절에 따른 강수량의 변동이 심하여 하천의 변화가 크다. 신생대 제4기에는 빙기와 간빙기가 반복되면서 해수면의 변동이 있었다. 최종빙기(뷔름빙기)에는 해수면이 현재보다 약 130m 정도 낮았으나 약 10,000년 전부터 빙기가 끝나고 후빙기에 들어서면서부터 기온의 상승으로 빙하가 녹아 침식기준면인 해수면이 현재 위치로 높아졌고 이에 따라 지형에 많은 변화를 가져왔다. 최후 빙기가 끝난 후 현재까지 적도 부근에서는 약 2℃, 중위도 부근에서는 약 6℃, 고위도 부근에서는 약 10℃가 상승한 것으로 추정된다. 대륙지형은 대기에 쌓여 있기 때문에 기후의 영향을 많이 받는다. 기후를 한랭기후, 습윤기후, 건조기후, 열대기후의 네 기후대로 나눌 경우 우리나라의 지형은 습윤기후에서 형성된 지형의 특징을 갖는다. 지형의 발달과 영력과의 관계를 요약하면 [그림 2]와 같다.



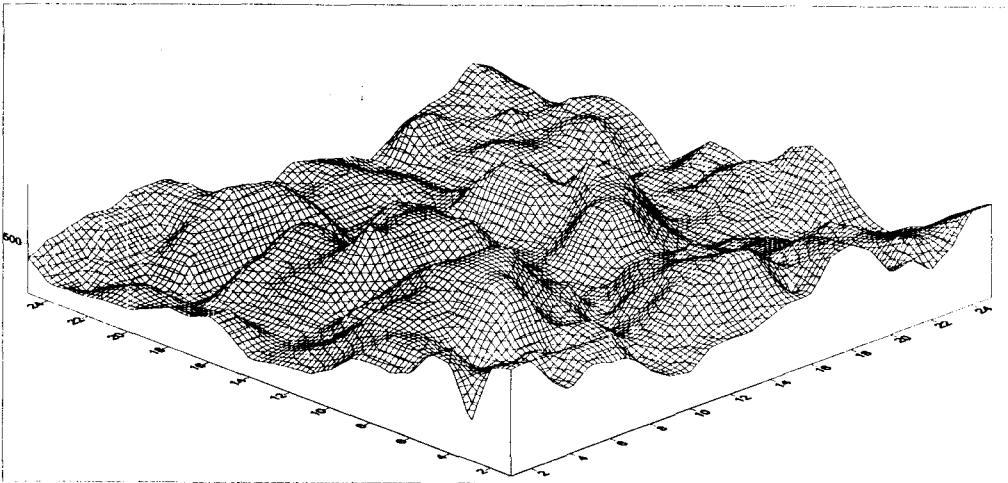
(그림 3) 양당리와 북상리 일대의 절봉면도



(그림 4) 양당리와 북상리 일대의 3-D 절봉면 입체도



[그림 5] 양당리와 북상리 일대의 절곡면도



[그림 6] 양당리와 북상리 일대의 3-D 절곡면 입체도

## 2) 지형개관

양당리와 북상리 일대에 발달하는 동굴지대는 소백산맥의 북서사면에 위치한다. 그런 까닭에 본 연구지역의 하천들은 대체로 남에서 발원하여 북류한다. 조선계누층군과 대동계의 지질을 갖고 있는 이 지역에 흐르는 하천들은 용식작용으로 인하여 지하의 석회동굴을 형성하기에 좋은 조건을 갖는다.

이 지역의 전체적인 지형적 특징은 약 500m~1,000m 고도의 산지가 분포하고 있으며, 산지의 규모에 비하여 개석도가 낮은 V자 골을 이루는 경우가 일반적이다. 절봉면도와 절곡면도, 3-D 입체도를 작성하여 살펴보면 여러 가지 특징을 알아 볼 수가 있다. 절봉면도는 침식이전의 지형상태를 알아보는 방법으로 지형조사에 중요하게 쓰이는 방법이다.

절봉면도와 3-D 입체도를 통하여 이 지역을 분석해보면, 사봉, 용두산, 도락산에 해당되는 서쪽과 남쪽이 대체로 900m 이상이 되는 산지를 보이고 있으며, 다음으로 덕절산이 800m정도를 보인다[그림 3,4]. 그런데, 사봉과 용두산, 덕절산은 산정이 대체로 평탄하면서 주변지역이 다소 급경사를 이루며 능선의 발달이 매우 단순한 산체의 모양을 유지하고 있다. 희나미재 부근을 중심으로 세 산체 사이에 골을 형성하여 4차수류인 단양천이 거의 일직선상으로 발달하고 있다.

절곡면도는 100-400m지역의 가장 넓게 개석되어 있으며 개석도가 높은 지역은 대체로 북동쪽에 해당되며, 이 곳을 4차수류가 5차수류인 남한강으로 유입된다[그림 5,6].

양당리굴과 북상리굴은 대체로 남한강으로 유입하는 지류변에 위치한다. 양당리굴은 용두산과 사봉을 사이에 두고 발달한 희나미재를 중심으로 양당골로 흐르는 세류(1차수류)에서 시작하여 장회리에서 직접 남한강으로 유입한다. 북상리굴은 남한강 지류 죽령천으로 유입하는 세류에 위치하고 있다 그 세류는 두악산과 덕절산 사이에서 발원하는 1차수류에 해당된다.

용두산은 해발고도 994.4m로서 단양군 단성면 남서부에 위치한 산으로 연구지역 중에서 가장 높은 봉우리를 이루고 있다. 용두산을 중심으로 사면의 경사는 대체로 일정하나 동남향의 사면이 비교적 경사가 급하고, 상대적으로 북서향의 사면이 다소 완만한 편이다. 하천의 발달을 보면 용두산을 중심으로 각 방향으로 1차 및 2차수류가 흘러 내려가고 있지만, 이들이 유입하는 3차수류 및 그 이상의 고차수류는 용두산의 동쪽에 발달하면서 단양천이 되어 북류한다. 양당리굴은 이 용두산의 북서사면에 위치하고 있다. 양당리굴 주변에 발달한 세류인 1차수류는 주절리방향과 거의 일치한다.

덕절산은 해발고도 780.2m로서 단성면과 대강면의 경계부에 위치하고 있다. 덕절산은 북북동-남남서 방향을 축으로 발달하였으며 남쪽보다는 북쪽으로 사면의 경사가 완만한 편을 이룬다. 덕절산의 동쪽은 남조천이 흘러 산체의 동북쪽에서 죽령천에 합류한다. 또한, 덕절산과 두악산 사이에 발달한 1차수류의 세류도 죽령천으로 합류한다. 북상리굴은 이 덕절산체를 중심으로 흐르는 죽령천과 관련되어 발달한 석회동굴이라고 할 수 있다.



(그림 7) 연구지역의 하계망도

본 연구 지역의 수계 분석은 하계망도를 작성하여 침식과의 관계를 알아보았다(그림 7). 분석내용으로는 하천의 차수, 하천의 수, 하천의 분기율 등의 자료를 산출하였

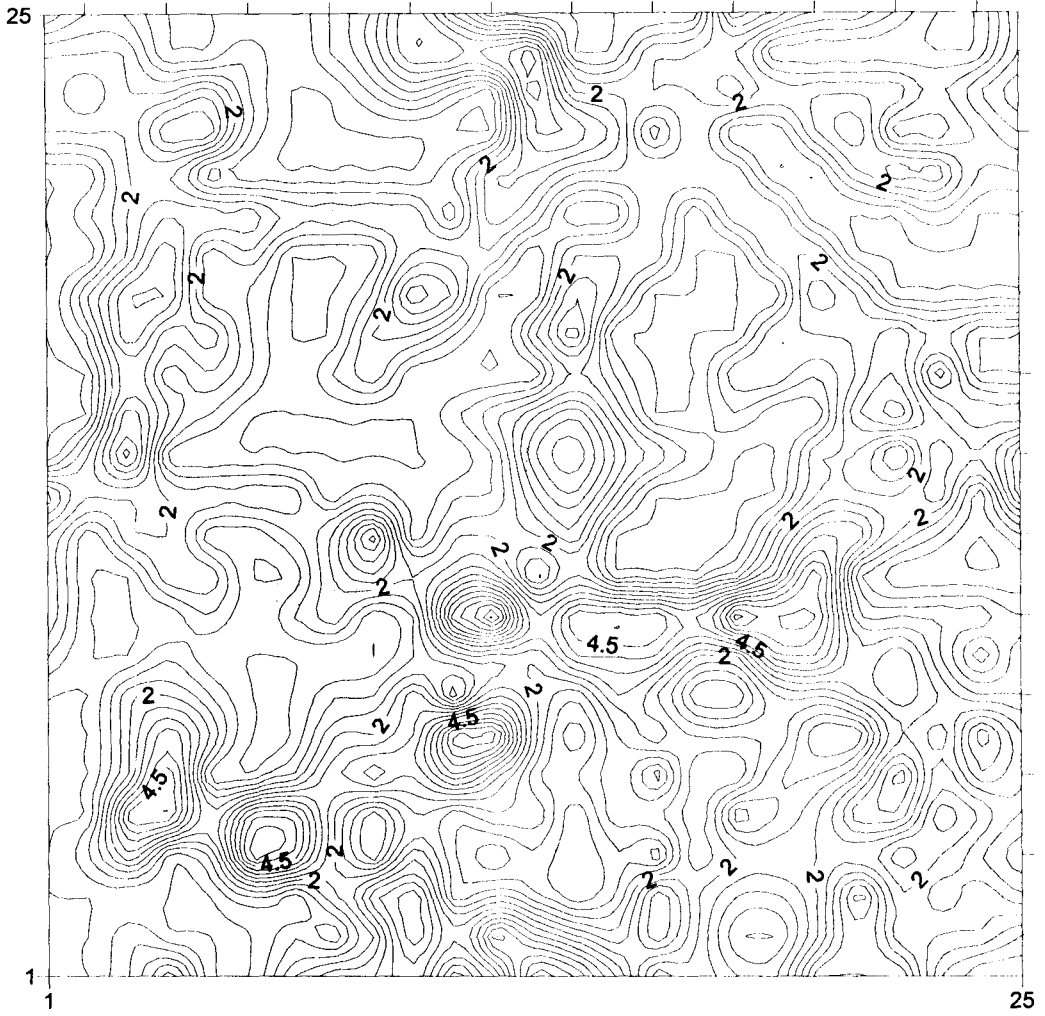
다. 본 연구 지역을 흐르는 가장 큰 하천은 남한강으로서 5차 하천이다. 2개의 4차 하천과 8개의 3차수류, 36개의 2차수류, 158개의 1차수류를 갖고 있다. 그 분기율은 각각 2, 4, 4.5, 4.388로 나타나고 있어 일반적인 하천수의 법칙에 충실하다고 볼 수 있다. 그러나, 평균분기율이 일반적인 경우보다는 다소 수치가 낮게 나타난다. 그 이유는 고차수의 개수가 타 하천보다 부족하며, 아울러 유역면적이 작기 때문이라고 할 수 있다. 그러므로 본 연구지역의 수계는 타 지역에 비하여 하천 발달에 유리한 조건이라고 보기는 다소 어렵다고 할 수 있다. 이는 하계밀도의 분석에서 뒷받침된다.

하계밀도의 분석은 지질에 따라 다른 결과를 잘 반영한다. 하계밀도는 단위면적을 정하고 그 범위내에서 사방을 통과하는 하천의 수로서 상대적인 평가가 가능하다. 양당리굴과 북상리굴이 위치하고 있는 지역의 하계밀도는 주변의 지역의 하계밀도에 비하여 다소 낮은 수치를 보이고 있다(그림 8). 그 까닭은 기후보다는 지질적 차이에서 찾을 수 있다. 양당리와 북상리는 조선계누층군과 대동계 반송층을 이루는 지역으로서, 투수정도가 높은 암석층으로 구성되어 있다고 볼 수 있다. 그 이외의 주변지역은 불국사화강암으로 구성되어 있어 석회동굴을 이루는 지역보다는 하계밀도가 세밀함을 알 수 있다.

(표 1) 연구지역의 하천에 관한 자료

차수	갯수	분기율	하천길이(km)	지류의 평균길이(km)
1차수	158	4.388	132.8	0.75
2차수	36		42.6	1.18
3차수	8	4.5	13.15	1.6
4차수	2	4	25.95	12.975
5차수	1	2	9.75	9.75

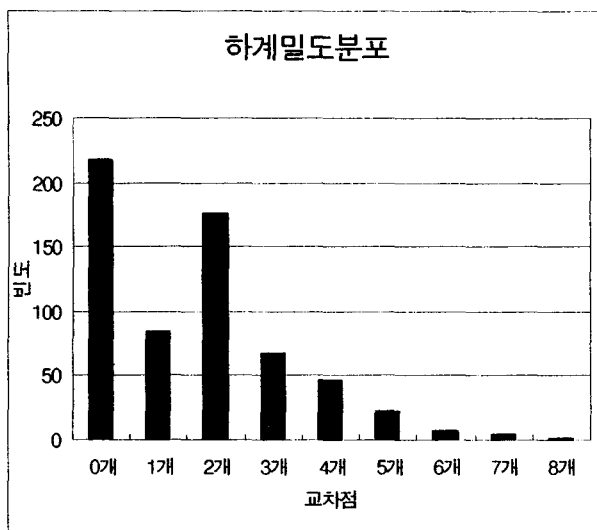




[그림 8] 양당리와 북상리 주변의 하계밀도도

(표 2) 양당리 북상리 하계밀도

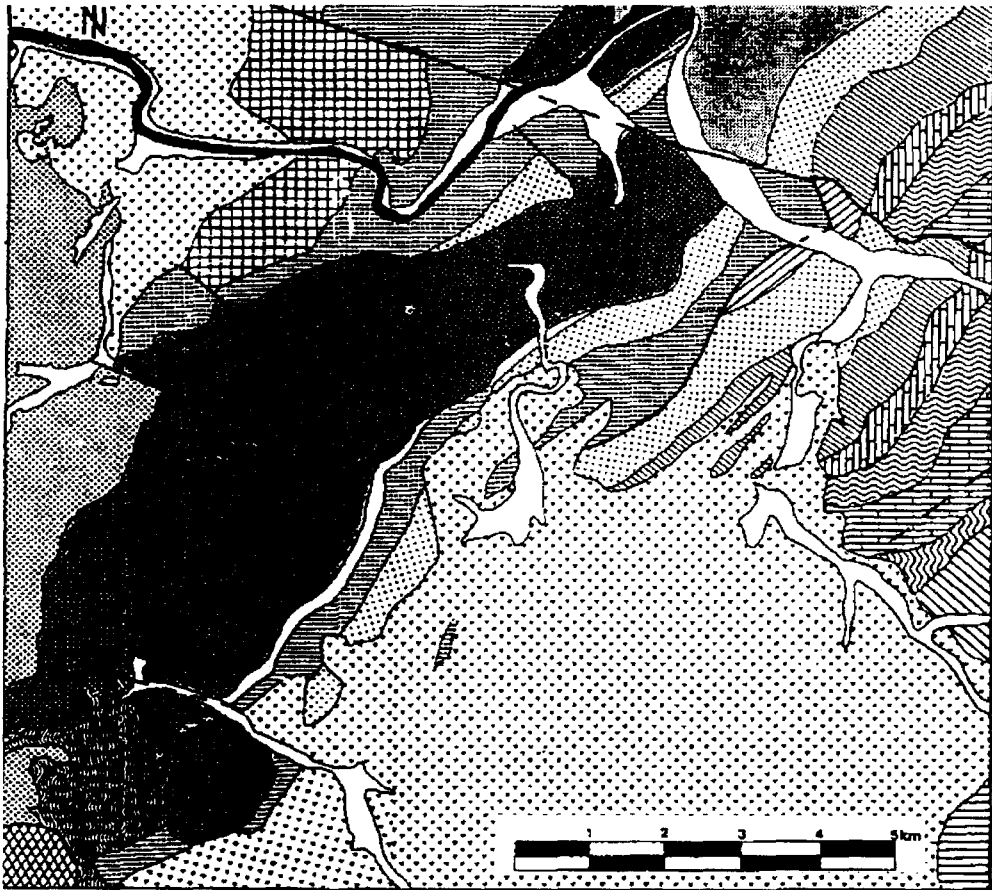
하계밀도	
교차점	빈도
0개	217
1개	84
2개	175
3개	68
4개	47
5개	22
6개	7
7개	4
8개	1



### 3) 지질개관

조사지역인 충청북도의 단성면 일대는 옥천지향사의 일부분을 이루는 지역이다. 조선계 대석회암통과 대동계 반송층으로 고생대 퇴적층으로 구성되어 있으며, 중생대 쥐라기말의 조산운동으로 지각변동을 받은 후 불국사통이 관입되었다.

연구지역 중에서 가장 오래된 지층은 조선계의 대석회암통으로서 동북-남서 방향으로 분포하고 있으며, 양당리굴과 북상리굴이 분포하는 지역은 대동계 반송층을 이루고 있다. 이 대동계 반송층 역시 동북-남서 방향으로 분포하고 있다. 그 후 연구지역은 심한 습곡작용을 받아 죽령단층 및 수개의 단층을 생성하게 된다. 연구지역의 남부에 불국사통의 흑운모화강암이 관입되었으며, 최근에 발달한 퇴적층은 남한강의 지류를 이루는 하천들은 제4계층을 이루고 있으며 하천의 발달 방향은 소백산맥의 서북사면에 주로 나타나는 단층 방향인 N10°W와 일치하거나 퇴적암층의 발달 방향과 거의 일치하는 것으로 볼 수 있다.



	Bg	고령신동		Om	막골석회암층
	Dk	임수산 구상층		Od	두만강층
	Os	삼대산층		Op	봉곡석회암층
	jbs	반송층		pfbg	북한도 화강암 절편대암
	Ls	석회암		p/po	한산도 화강암 절편대암
	Ta	담물석회암립사암		Oc	천동리층
	Go	화강반암		Oa	송포층
	Pg	흑운모 화강암		—	단층선
	Ps	사동층		- - -	가상단층선
	Ch	홍경도		—	지층경계선

(그림 9) 양당리와 북상리 동굴지역의 지질도

가) 조선계누층군층

고생대 조선계 대석회암층은 선캠브리아기의 변성암류들이 변성되고 요곡된 후 오랜 시일에 걸쳐 침식작용을 받으면서 현재의 조선계분포지역에 캠브리아기의 바다를 형성하였으며, 장산규암층을 기저로 하는 조선계지층을 퇴적시켰다. 캠브리아기의 바다는 점차로 깊어져 초기에는 규암, 셰일층을 퇴적시켰으며 두터운 석회암층을 조성하게 되었다. 석회암을 퇴적시키는 동안 수차에 걸쳐 해침과 해퇴 현상이 일어나 대석회암층의 중부에서는 수매의 사질암층과 비교적 천해에서 퇴적되었을 것으로 생각되는 충식석회암층이 퇴적되었다. 즉, 조선계지층 퇴적기간 중 캠브리아기의 바다는 점차로 깊어졌다가 천해가 된 후 다시 석회암층이 퇴적될 정도의 깊은 바다가 되었다는 것이다.

나) 대동계 반송층

대동계 반송층은 대동계퇴적분(盆)이 평안계 지층이 형성된 곳과 동일한 지역에 퇴적이 되었다. 본 박적분(剝積盆)에는 육성층이 퇴적되었으며 수매의 협탄층을 협재하고 있다. 협탄층 부근의 흑색 셰일 중에서는 화석이 채집되기도 한다.

다) 지각변동과 불국사통

대동계층의 형성 후 조산운동을 심하게 받아 복잡한 지질 구조를 이루고 있다. 습곡작용 후 쥬라기말 죽령단층을 비롯한 수개의 단층을 생성하였다. 단층의 주 방향은 N45°E 전후이거나, N10°W 의 방향을 갖는다. 그 후 불국사 화강암의 관입작용이 있었다. 그로 인해 퇴적암류 주변에서는 변성작용이 일어나기도 하였다.