

대전 · 충남지역 지반특성

김 팔 규
충남대학교 토목공학과 교수

1. 지질 개요

충청남도는 한반도의 중부지방 남서부에 위치하고 있으며 면적은 8,597.9km²이다. 북쪽으로 경기도, 동쪽으로 대전광역시·충청북도, 남쪽으로 전라북도와 접하고, 서쪽은 황해에 면하고 있으며, 태안반도가 있다. 서해안은 해안선이 매우 불규칙하게 발달하여 아산만, 가로림만, 서산만, 천수만 같은 만들이 발달되어 있다. 차령산맥을 중심으로 동고서저형이며, 평균고도가 100m 내외로 전국에서 가장 저평한 지역이다. 대전광역시는 면적 539.84km²로 동쪽으로 충청북도 보은군·옥천군, 북쪽으로 충청북도 청원군, 충청남도 연기군, 남쪽으로 충청남도 금산군, 서쪽으로 충청남도 논산시·공주시에 접한다.

이 지역은 교통의 요지로서 경부고속도로, 중부고속도로, 대전-진주간 고속도로, 서해안고속도로 및 호남고속도로가 연결되어 있으며, 각종 국도 및 지방도가 잘 발달 되어 있다. 철도로는 경부선, 호남선, 장항선 등이 연결되어 있다.

우리 나라는 지질학적으로 경기육괴, 옥천습곡대, 영남육괴, 경상분지로 나뉘어 진다. 대보조산운동으로 인한 화성활동은 주로 옥천대를 중심으로 이와 인접한 남쪽과 북쪽의 육괴에 걸친 것이었으며, 이로 인하여 옥천대를 중심으로 대규모 화강암류의 관입이 있었다. 대전-충남지역은 바로 이 옥천대의 지각군속에 있다.

옥천대는 한반도를 북동에서 남서방향으로 가로 지르고 있는데, 옥천대의 북쪽으로는 경기육괴, 남쪽으로는 영남육괴가 있으며 주 층군은 쥐라기의 대보조산운동에 의한 백악기의 화성암류 및 퇴적암류들로 구성되어 있다.

대전-충남지역 일대는 선캠브리아기의 호상편마암과 화강편마암을 기반암으로 하여 이를 관입한 쥐라기 화강암류(조립편마상화강암, 반상편마암)가 있으며 이들을 부정합으로 덮은 백악기의 초평층군이 북북동-남남서 방향으로 분포하고, 이들의 접촉부를 따라 관입한 백악기 화강암과 현무암, 안산암 등의 화산암류가 분포하고 있다.

지체구조의 발달 단계들 사이에는 중요한 지역적 단절이 있고 그것은 대규모 또는 광역적 부정합으로 나타난다. 그러한 부정합을 경계로 퇴적장소의 대규모적 이동이 있는 등 지각 양상에 큰 변화를 보인다.

표 1. 대전·충남지역의 지질계통

층 적 층	4기
~~~~ 부정 합 ~~~~	
맥 암 류	
화산암류(현무암, 안산암), 응회암류	
----- 관 입 -----	
우백질 화강암	백악기
조립 흑운모 화강암	
----- 관 입 -----	
백 야 리 층	
초평층군	
초 평 층	
부 정 합	
반상 화강암	จู라기
조립 편마암 화강암	
----- 관 입 -----	
화강 편마암	
호상 편마암	선캄브리아기

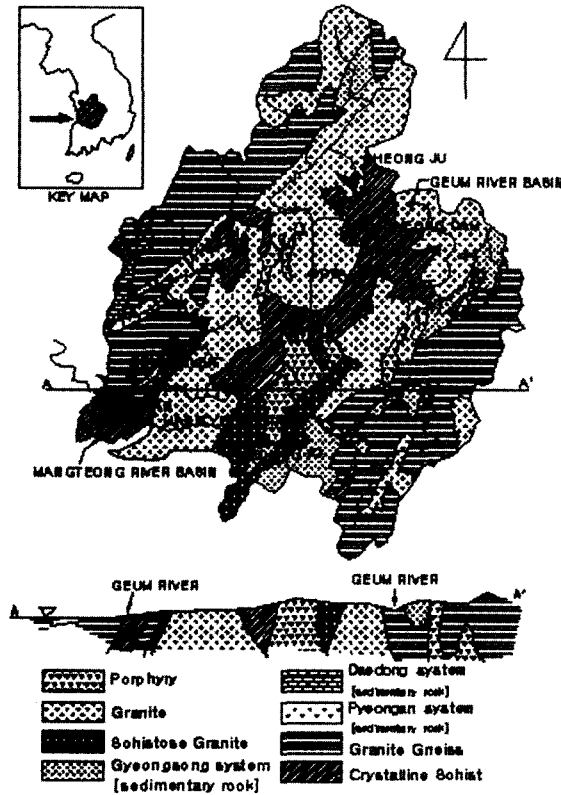


그림 1. 대전·충남지역 지질도

앞의 표 1 ‘대전·충남지역의 지질계통’에서 지층 구조를 살펴보면 초평층군과 백야리층으로 구성된 중생대 백악기의 퇴적 분지를 중심으로 그 동편 북부와 중부에서는 선캠브리아기의 호상편마암, 화강편마암과 접하며 동편 남부에서는 중생대의 조립 편마상화강암과 서로 접하고 있으며 그 관계는 단층 접촉관계이다. 또한 접촉대에는 현무암, 안산암 그리고 응회암등의 화산암이 단층 접촉부의 연약면을 따라 분포한다. 그림 1은 대전 충남지역의 지질도를 보여주고 있다.

대전-충남지역의 지반은 3개의 지역군으로 분류할 수 있다. 첫째는 강이나 바다의 영향을 거의 받지 않는 내륙지역 특성이며, 둘째는 해안에 접하고 있는 지역의 특성을 들 수 있겠고, 셋째는 대전-충남 지역 전역에 걸쳐 상당한 영향을 미치고 있는 금강 유역 부근의 지반 특성이다.

## 1.1 내륙지역

내륙 지역은 대전, 공주, 부여와 논산 지역을 대표지반으로 하여 특성을 조사하였다. 대전지역은 차령산맥과 소백산맥 사이에 위치하는 지역으로서 전반적인 지세로 보면 비교적 저평한 지대이다. 논산지역의 서북부 지역은 험하지 않은 산계가 발달되어 있고 중앙부 지역은 풍화작용에 의한 저항도가 약한 화강암으로 구성되어 대부분이 해발 100m이하의 저구릉들과 평야로 이루어져 있다.

대전 지역의 지질은 선캠브리아기의 변성암류와 이와는 상호관계를 알 수 없는 종래 옥천계로 알려진 변성 퇴적암류 및 이에 관입한 쥐라기의 화강암류 및 제3기의 각종 맥암류로 분포되고 또한 이들을 부정합으로 덮는 충적층이 하천의 연변을 따라 발달되어 있다.

공주 지역에 분포하고 있는 암석은 고기로부터 선캠브리아기에 속하는 변성암류와 시대미상의 편마상화강암류, 중생대의 화강암류, 염기성 암맥, 안산암질암 및 경상계퇴적암류로 되어 있다.

부여 지역은 선캠브리아계의 화강편마암이 거의 전역에 걸쳐 고루 분포되어 있으며, 서북쪽 아래 천보리로부터 위로는 외산면 일대에 이르는 지역에 대동계의 백운사층이 넓게 분포되어 있다.

논산 지역에 분포하는 지질은 시대미상의 변성퇴적암류인 공주 편마암 및 편암, 옥천층군과 중생대 화성암류로 크게 대별된다. 또한 중서북부에 분포되어 공주 지역으로 연장되는 공주편마암 및 편암은 안구상편암, 호상혼성편마암, 어성산 편마암 등으로 분류된다.

## 1.2 해안지역

해안지역은 서천, 보령과 서산 매립지역을 대표 지반으로 하여 특성분포를 조사하였다. 서천 지역은 대체로 태백산맥으로부터 남남서로 뻗어 내려온 차령산맥의 남서단부에 해당하며, 보령 지역은 서산을 중심으로 하여 해발 300m이상의 산지 지형으로 북고 남저의 지형적 특성을 나타낸다. 유역(流域)은 북서부에, 평야 지대는 동남부에 위치해 있으며, 지형 운회 과정상 장년기 지형에 해당한다. 서산 지역의 최근 광범위한 지반이 조성된 해안 매립 지역 특성을 조사해 본 바, 이곳은 아산군과 홍성군의 경계부에 위치한 담수만 북부 사장포 해안의 조간대 환경으로 서쪽의 안면도와 동쪽의 육지로 둘러싸인 만으로서 그 폭은 8.0~13.0km에 달하며 96.6km²의 면적을 갖는다.

서천 지역의 대부분은 편마암으로 구성되어 있고 다음으로 퇴적암과 변성퇴적암으로 분포되어 있다. 편마암은 화강편마암, 주입편마암, 호상편마암 등으로 되어 있으며, 이 지역 동변에 따라 분포가

넓다. 해안과 하천에 따라서는 충적층이 넓게 분포하고 있다.

보령 지역의 지질은 시대 미상의 편마암류와 이를 부정합으로 피복하고 있는 중생대 유라기의 아미산층과 조계리층이 분포하며 이를 백악기의 맥암류가 관입하고 있으며, 이는 다시 제4기의 충적층에 의해 피복되고 있다.

서산 매립지역은 조간대의 조립질 퇴적물과 세립질 퇴적물에 기여하는 기반암과 사장포 나서부 지역에 넓게 분포하는 선캠브리아기의 변성 퇴적암류 및 창리와 간월도 사이에 소규모로 분포되는 중생대 화산암류 및 북동부로부터 조간대 환경에서 해수면 변화에 의한 주기적인 퇴적물의 이동과 퇴적 작용이 일어나는 조간대이다.

### 1.3 금강유역

금강 유역은 산지 면적이 넓고 산간부의 기반암은 화성암과 변성암으로 되어 있으며, 이들은 장년기와 말년기의 지형적 특성을 나타낸다. 산지는 표도가 넓고 일반적으로 급경사를 이루고 있으며 대부분이 하천에 의해 뚜렷하게 절개되어 있고 지류를 따라 협장한 평지가 전개되고 있다. 상류의 장계고지 및 중류의 심천, 이원의 평탄지를 제외하고는 양봉의 산은 좁아져서 연안의 경지는 적고 미호천 유역에서 하류부 일대는 노년기 하곡을 형성하고 있다.

금강 유역의 지질은 주로 백악기 이전의 화강암, 화강 편마암, 결정편암 등으로 구성되어 있고, 상류 유역의 진안, 중류 유역의 영동 미호천 지류역의 증평 등지에는 고생대의 퇴적암이 분포하며 규석도 국부적으로 분포한다. 금강 유역이 서부에 노출되는 결정 편마계의 연천계 및 옥천계 화강편마암계의 변성암은 선캠브리아기에 속한다. 일반적으로, 상류에는 큰 전석이 분포하며, 중하류부에서는 전석질이 적은 편이며 사력층이 많다.

금강 유역의 토질은 다음과 같이 6개군으로 나눌수 있다.

- 회색토(Low Humic Grey Soils)
- 충적토(Alluvial Soils)
- 적황색토(Red Yellow Podzolic Soils)
- 암쇄토(Reddish Brown Lateritic Soils)
- 리소솔토(Lithosol Soils)
- 산성 갈색토(Acid Brown Forest Soils)

## 2. 지반 특성

일정한 좁은 지역의 지반특성을 확인하는데도 많은 변수로 인해 어려움이 따른다. 더욱이, 광범위한 지역의 지반특성을 기술하는 것은 쉽지 않은 일이다. 따라서, 몇몇 지역의 지반조사결과를 알아보고 각 지역의 개략적인 지반특성을 참고 할 수 있으면 한다. 또한, 해안지역은 점토광물의 종류에 따라 지반특성이 달라질 수 있기 때문에 이에 대한 개략적인 분포를 알아보려고 한다.

## 2.1 내륙지역

대전지역은 대전도시철도 1호선에 대한 지반조사 자료를 참고하여 매립 및 퇴적토층을 U.S.C.S로 분류하면 대체로 CL, SC, SM 및 GM으로 분류되며, 풍화대층은 SM으로 분류되는 것으로 나타났다. N치는 매립토에서 4회/30cm~50회/30cm, 퇴적토에서 5회/30cm~50회/30cm, 풍화잔류토에서 50회/15cm이상 그리고 풍화암에서는 50회/10cm이상으로 나타났다. 암반층에 대한 RQD는 연암층에서 평균 0~20%, 보통암층에서 평균 10~30% 그리고 경암층에서 평균 50~70%로 나타났다.

공주 지역은 정암면 일대에서 시행된 지반자료를 참고하면 N치는 연약한 풍화암층에서 대략 50회/9cm~50회/15cm로 나타났으며 암반투수계수는  $8.0 \times 10^{-4} \sim 9.7 \times 10^{-5} \text{cm/sec}$ 로 나타났으며 절리 및 균열 상태가 불규칙적으로 발달되어 있는 것으로 나타났다.

## 2.2 해안지역

서천지역은 장항에서 서면 일대의 토질시험결과를 참고하면 실트질 점토(CM), 압축성 낮은 점토(ML) 등으로 흙의 성질을 분류 할 수 있다. 함수비는 대략 18.24~25.1%, 현장밀도는  $1.762 \sim 1.835 \text{g/cm}^3$ , 점착력은  $0.50 \sim 0.82 \text{kg/cm}^2$ , 전단저항각은  $10^\circ \sim 25^\circ$  로서 비교적 유연한 토층을 구성하고 있다.

보령 지역은 신항동 주포면 송학도 사이의 토질자료를 참고하면 대체적으로 점토질 자갈(GC), 실트질 자갈(GM), 점토질 모래(SC), 실트질 모래(SM) 등으로 분포되어 있으며, 현장 함수비는 17.1~26.3%, 현장밀도는  $1.766 \sim 1.811 \text{g/cm}^3$ , 점착력은  $0.41 \sim 0.68 \text{kg/cm}^2$ , 전단저항각은  $10^\circ \sim 38^\circ$  로서 비교적 양호한 토층을 구성한다.

서산지역은 안면읍 일대의 토질자료를 참고하면 점토질 자갈(GC), 점토 및 실트질 섞인 모래(SC-SM), 압축성 낮은 실트(ML), 압축성 낮은 점토(CL) 등으로 분포하며 현장 함수비는 13.1~29.2%, 현장밀도는  $1.716 \sim 1.829 \text{g/cm}^3$ , 점착력은  $0.30 \sim 0.90 \text{kg/cm}^2$ , 전단저항각은  $12^\circ \sim 32^\circ$  로서 비교적 양호한 지층을 형성하고 있다.

서산 매립지의 습윤단위 중량은  $1.82 \sim 2.08 \text{g/cm}^3$ 으로 나타났으며, 흙의 종류는 CL-ML 또는 ML로서 조개 껍질을 함유한 매립토로 검은색 계통을 보이며, 약 40~45m까지는 연약 점토층이 깊게 분포한다.

당진 지역은 신평, 송악면 일대의 토질 시험 자료를 참고하면 실트질 점토(CL), 점토질 자갈(GM), 실트질 모래(SM) 등으로 분포하며 현장 함수비 14.1~34.2%, 현장밀도  $1.747 \sim 1.866 \text{g/cm}^3$ , 점착력은  $0.45 \sim 1.10 \text{kg/cm}^2$ , 전단저항각은  $7^\circ \sim 37^\circ$  정도로서 비교적 양호한 지층을 형성한다.

해안지역은 점토광물의 종류에 따라 그 지반특성이 달라질 수 있다. 해안은 층적세 뷔름빙하기시 대부분의 해수면 상승과 남해의 습곡대가 침식하여 육원성 쇄설물과 해양성 퇴적물이 집적된 분지이다. 서해안지역의 점토광물의 분포는 kaolinite와 illite가 대체로 많이 분포하고 있으며, 지역에 따라 montmorillonite의 성분이 많이 분포하고 있는 곳도 나타나고 있다. 지역에 따른 X-ray 회절시험결과로 점토광물의 분석 결과를 표 2에 나타내었고, 표 3은 각 지역의 토질시험결과를 보여주고 있다.

표 2. x-ray 회절분석에 의한 점토광물의 분포

지역		kaolinite	illite	montmorillonite	halloysite	chlorite	amphibole group	muscovite	feldspar	quartz
아산만	아산	△	△	○	×	○	×	○	○	○
	석문	○	△	○	×	○	○	○	○	○
금강유역	대천	○	△	×	×	○	○	○	○	○
	군산	○	△	△	×	○	○	○	○	○
	기산	△	○	×	×	○	×	○	○	○

○ : 많음, △ : 적음, × : 없음

표 3. 토질시험 결과

지역		깊이(m)	USCS	w(%)	Gs	Activity	<75μm (%)	<2μm (%)	LL (%)	PL (%)	PI (%)	e	Pc (kg/cm ³ )	Cc	γ _d (g/cm ³ )
아산만	아산	3.5-4.3	CL-ML	42.6	2.69	0.39	92.1	18.0	26.0	19.0	7.0	1.153	0.85	0.26	1.25
금강유역	대천	4.0-4.7	ML	-	2.65	0.52	75.4	5.0	24.4	21.8	2.6	-	-	-	-
	군산	3.7-4.5	CL	34.1	2.64	0.95	81.4	10.0	26.7	17.2	9.54	0.979	-	0.25	-
	기산	7.0-7.7	CL	39.6	2.69	1.36	99.0	17.0	44.9	21.7	23.2	1.103	1.22	0.35	-

### 2.3 금강유역

금강 상류 유역의 암층은 대체적으로 core 회수율이 90% 이상되는 경암층 및 60% 이상의 비교적 양호한 풍화암층으로 구성되어 있으며 지층의 퇴적상태는 3~5m 두께로 점토 또는 talus를 포함하는 토사층이 풍화 잔적되어 있다.

표준관입시험 N 치는 12cm/50회~31cm/50회 정도로 풍화층이 발달하였다. 또한 GC, GM, SC의 토질로 분류되며, 현장밀도는 1.732~1.823g/cm³의 분포를 보인다.

## 3. 맺음말

지질학상 옥천계인 대전·충남지역의 내륙 지역 및 해안 지역 기반암은 선캠브리아기에 속하는 변성암류 및 시대미상의 편마상화강암류, 퇴적암류 등으로 구성되어 있으며, 주라기의 화강암류, 시대미상의 결정편암 등이 관입되어 분포한다. 또한 상부에는 이러한 층들을 부정합으로 덮는 충적층(Shale, Siltstone, 맥암 등)이 넓게 분포한다. 주로 백악기 이전의 화강암류 및 결정편암 등의 기반암이 분포되어 있는 금강 유역의 지반은 국부적으로 고생대의 퇴적암, 규암도 소규모 분포되어 있는 것으로 나타났다. 일반적으로 상류에는 커다란 전석층이, 중하류부에서는 사력층이 많은 것이 특징이다.

내륙지역은 풍화암 또는 연약한 풍화암층으로 구성되어 있으며, 암반부에 있어서는 절리 및 편리로 인한 균열 상태가 불규칙적으로 발달되어 있는 것으로 나타나고 있다. 해안 지역의 토질은 대체적으로 점토질 및 실트질 자갈, 점토질 및 실트질 모래 등으로 나타나고 있다. 또한, 서해안지역의 점토 광물의 분포는 kaolinite와 illite가 대체로 많으며, 지역에 따라 montmorillonite의 성분이 분포하고 있는 곳도 나타나고 있다.

1. 김서운, 유환수, 우영균, 자원 개발 연구소 (1976), 한국 지질도 공주 도폭.
2. 김옥준 (1975), “남한의 화강암류와 지각변동”, 광산지질, 8(4), 223-230.
3. 김형식 (1971), “옥천 변성대의 변성상과 광역 변성 작용에 관한 연구”, 지질학회지, 7(4), 221-256.
4. 권치순 (1987), “대전-공주간에 분포하는 화강암질암류의 토질연대와 암석화학”, 연세대학교 박사학위논문.
5. 권치순 (1988), “대전-공주간에 분포하는 화강암류의 미량원소함량과 그 지구조적 고찰”, 지질학회지, 제24권 특별호, 147-162.
6. 국립지질조사소 (1963), 한국 지질도 서천 도폭.
7. 농업진흥공사 (1987), 지질 조사 보고서(아산, 천수만, 대천, 장항지구).
8. 민경덕, 현용호, “중력탐사에 의한 공주-구미간의 지질 및 지질구조 연구”.
9. 문성권 (1998), “한국 연안에 퇴적된 연약지반의 점토광물 분포와 공학적 특성”, 충남대학교 석사학위 논문.
10. 송무영, 이창진, 이재룡 (1990), 음성-증평 및 공주 부근의 중생대 퇴적분지에 대한 지구조 종합연구(1. 음성-증평 부근).
11. 이대성 (1971), “한국 중부 옥천지향사대에 있어서의 화성 활동에 관한 연구”, 지질학회지, 7(3), 153-216.
12. 이대성 (1974), 옥천계 지질시대 결정을 위한 연구, 연세 농촌 제11집.
13. 이대성, 김용준 (1985), “옥천대에서의 화성활동-특히 옥천대 동북부에서의 화성활동”, 광산지질, 18(1), 23-29.
14. 이상만, 김형식, 나기창, 자원개발연구소 (1980), 한국 지질도 대전 도폭.
15. 자원개발연구소 (1977), 한국 지질도 유성 도폭.
16. 진명식 (1985), “남한에 분포되어 있는 백악기 화강암류의 화학조성과 조구조환경에 대하여”, 지질학회지, 21(2), 67-73.
17. 장태우, 황재하, 자원개발연구소 (1980), 한국 지질도 논산 도폭.
18. 홍영국 (1983), “옥천 변성대에 분포하는 쥐라기 대전 및 논산 화강암류의 암석지화학적 연구”, 광산지질, 17(3), 179-195.