

## 부산점토의 특성 : 조건대 퇴적층의 대자율

김성욱\* · 김인수\*\* · 최은경\* · 정성교\*\*

\*지반정보연구소, 611-828 부산시 연제구 연산5동 1495-9

\*\*부산대학교 지질학과, 609-735 부산시 금정구 장전동 산30

\*\*\*동아대학교 토목공학과, 604-714 부산시 사하구 하단2동 840

suwokim@chollian.net

### 요약문

낙동강 삼각주의 분포하는 제4기 홀로세 퇴적층 중 북부와 중부, 그리고 남부지역에 해당하는 가덕도 (신항만 조성지역), 범방리 (경마장 조성지역), 양산 (신도시 조성지역)의 조건대 퇴적층에 대한 대자율 연구를 수행하였다. 퇴적층의 층위별 대자율은 입도와 관입저항에 비례하여 대자율도 증가한다. 가덕도의 70여m의 퇴적층 중 20m, 40m의 점토층에서 대자율 변화가 나타나는데 인접한 녹산지역의 연구결과와 비교하면 고환경이 변화되는 지점과 일치한다. 삼각주의 중부에 위치하는 범방리 점토시료는 기반암까지 층위별 대자율이 일정하며, 북부의 양산지역 점토시료는 하부로 갈수록 대자율이 증가하는데 이러한 결과는 시료의 입도 분포와 같은 양상이다. 가덕도 시료와는 달리 모든 점토층이 유사한 대자율을 보여주고 있어 퇴적 동안 환경의 변화는 인지되지 않는다. 이 지역의 시료가 가덕도에 비해 높은 고도에 위치하여 가덕도 시료의 상부 점토에 해당되는 것도 환경변화가 나타나지 않는 이유가 될 수 있다. 따라서 보다 광범위한 지역에 대한 연구가 요구된다.

### 1. 서론

연구대상 지역은 낙동강 하구 삼각주일원으로 부산점토 (정성교 외, 2001)로 알려져 있다. 낙동강 삼각주는 두꺼운 점토퇴적물의 구성비가 매우 높고, 구조물의 안전성에 많은 문제점을 야기할 수 있는 연약지반으로 분류되고 있다. 정부는 포화되는 부산시의 개발을 위해서 낙동강을 중심으로 발달하는 퇴적 평야를 새로운 종합적 생활공간으로 개발하기 위한 계획을 세웠으며 1990년 초반 이후부터 신항만 건설과 현 공항의 확장 및 경마장 개발공사 등의 개발사업이 진행되고 있다. 개발과 관련하여 많은 토질조사가 이루어 졌으나 부산점토의 토질특성평가가 확실치 않아, 신뢰성 있고 정량적인 토질특성평가가 요구되고 있는 실정이다. 삼각주의 형성과 퇴적환경을 이해하기 위해서는 제한적인 시추자료에 대한 다양한 방법의 연구가 필요하다. 이 연구는 지질학과 고자기학과 같은 지구물리학에 기초한 자료를 획득하여 퇴적층의 형성과 지사 해석을 위한 정보를 제공하며 나아가 토질특성을 평가하기 위한 자료의 수집에 그 목적이 있다.

### 2. 연구방법

물체에 외부자기장 (H)을 가하면 유도자기 (M)가 생성되며 그 관계는  $M=kH$  로 표현된다. 여기서 k를 그 물체의 대자율 (magnetic susceptibility)이라 한다. 대자율은 암석이나 토양을 구성하는 자성광물의 종류와 형태에 따라 달라지며, 이러한 성질은 물체의 특성을 지시한다. 그러므로 대자율의 분포를 측정함으로써 자성광물의 종류와 농집 및 분산의 정도를 파악할 수 있다. 대자율을 이용한 연구는 암석, 토양, 퇴적물 시료의 광물학적 특성을 판단하거나, 하천이나 해저 퇴적물의

층서 연구, 고기후 연구, 산업공해도 조사, 시추코아의 기재와 대비 등에 이용되고 있다.

이 연구에서 낙동강 조간대의 분포지역 중 3개 지점 (가덕도; GD, 범방리; BB-1, 양산; YS)에서 표준관입시험용 샘플러로 코어시료를 채취하였으며 (그림 1), 이 시료를 대상으로 대자율을 측정하였다. 가덕도 시료의 대자율은 20cm간격으로 측정하였고 범방리 (경마장)와 양산지역의 시료는 5cm 간격으로 측정하였다. 측정된 대자율을 SI단위로 환산하고 이것을 다시 최대 측정값에 대한 비율로 표시하였다.

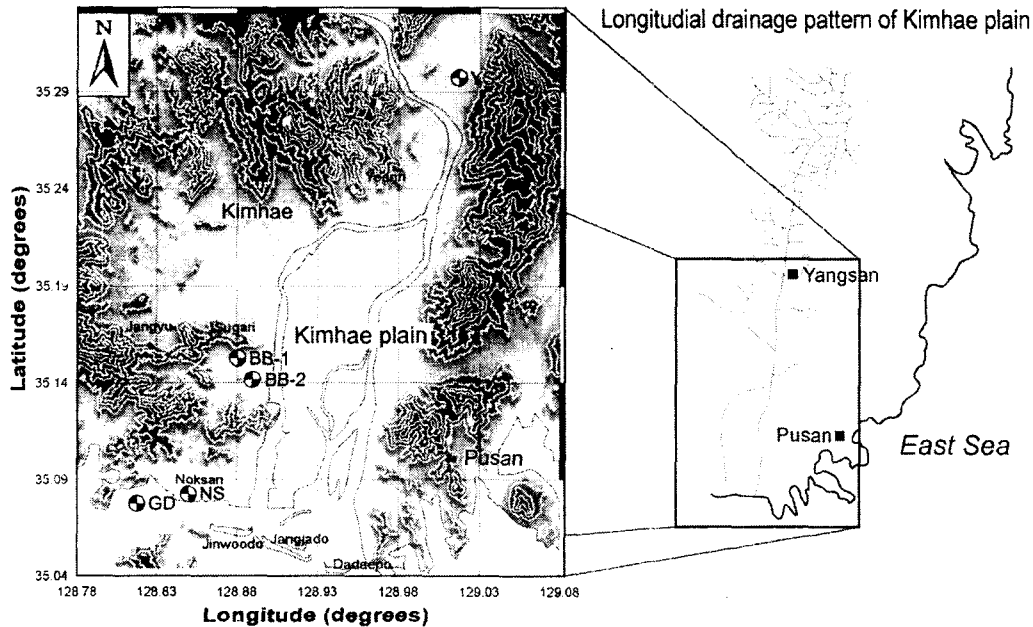


그림 1. 낙동강 삼각주와 시추 위치도

### 3.결과 및 고찰

그림 2는 가덕도 지역 시추 시료의 대자율로써 36m, 55m, 60~70m 지점에서 입도에 비례하여 대자율이 증가되는 것을 볼 수 있다. 점토의 구성비가 높은 지층들은 대체로 낮은 대자율을 보이는데 유사한 점토 구성비를 지층들도 층위에 따라 대자율의 변화가 관찰된다. 상부 20m까지 점토층은 하부 점토층에 비해 높은 대자율을 가지며 심도 변화에 따라 대자율의 변화가 심하게 나타나는 것에 비해 20~40m 구간의 점토층은 거의 일정한 대자율을 가진다. 40m하부의 점토는 심도가 증가됨에 따라 대자율이 증가하며 상부 점토층과 같이 크기의 기복이 변화가 나타난다. 그림에서 NS지점은 가덕도 지역 인근에 위치한 녹산 신도시 지역의 시추코아에 대한 연구에서 퇴적환경은 하부로부터 bay-offshore-bay의 환경으로 변화되었다 (이선갑, 1999; Kang, et. al., 2000). 이러한 퇴적 환경의 변화는 퇴적기간동안 해수면의 상승에 의한 영향으로 해석되고 있다. 가덕도 시료에서 대자율의 변화가 잘 나타나는 20m와 40m 지점은 퇴적환경이 바뀌는 지점들과 일치한다. Bay 퇴적환경에서 대자율은 층위에 따라 크기의 변화가 심한 반면 비교적 깊은 수심에서 퇴적된 지층들은 일정한 대자율을 가진다. 대자율의 변화가 심한 층위는 일시적인 환경 변화에 민감했던 반면 비교적 수심이 깊은 곳의 지층들은 퇴적 동안 환경 변화를 거의 받지 않은 결과로 추정된다. 동일한 bay환경에서 형성된 지층 중에서 상부 지층의 대자율이 전반적으로 높은 값을 지시하는데 하부 지층은 퇴적 상이한 환경의 영향을 받은 지층으로 선행 연구에서 salinity, pH, 팽윤성 점토의 함량은 차이를 보여준다.

그림 3은 경마장이 조성 중인 범방리 시료 (BB-1)의 대자율로 점토층의 대자율은 심도에 관계없

이 일정한 값을 보여준다. 관입저항 (N-value)이 증가하는 7~8m구간의 지층에서 대자율도 증가하는데 이 부분은 하부의 자갈-모래층 (gravelly sand)과 풍화토 (weathered soil)에서 볼 수 있는 것과 같이 점토의 구성비가 낮은 이유로 추정된다. 한편 범방리 시료 (BB-2)를 포함하여 낙동강 삼각주의 여러 지역에서 실시한 입도 (grain size)를 비교할 때 범방리 지역의 점토층은 점토, 실트, 모래의 구성비가 일정하며, 이 연구와 같은 목적으로 실시된 전기비저항탐사에도 점토층은 1.0ohm-m 이하의 비저항으로 다른 지역에 비해 일정한 값을 보여주었다.

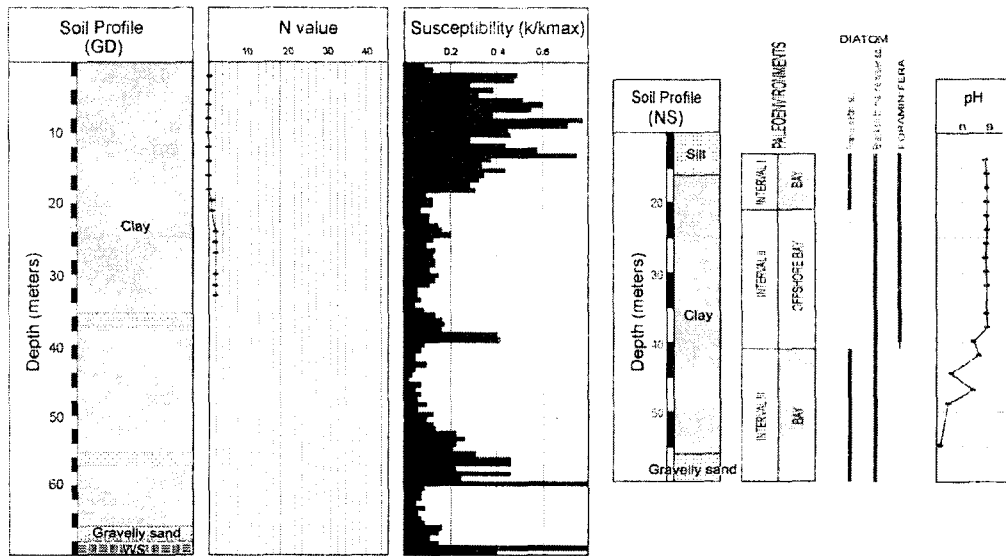


그림 2. 가덕도 지역 퇴적층의 대자율 (GD)

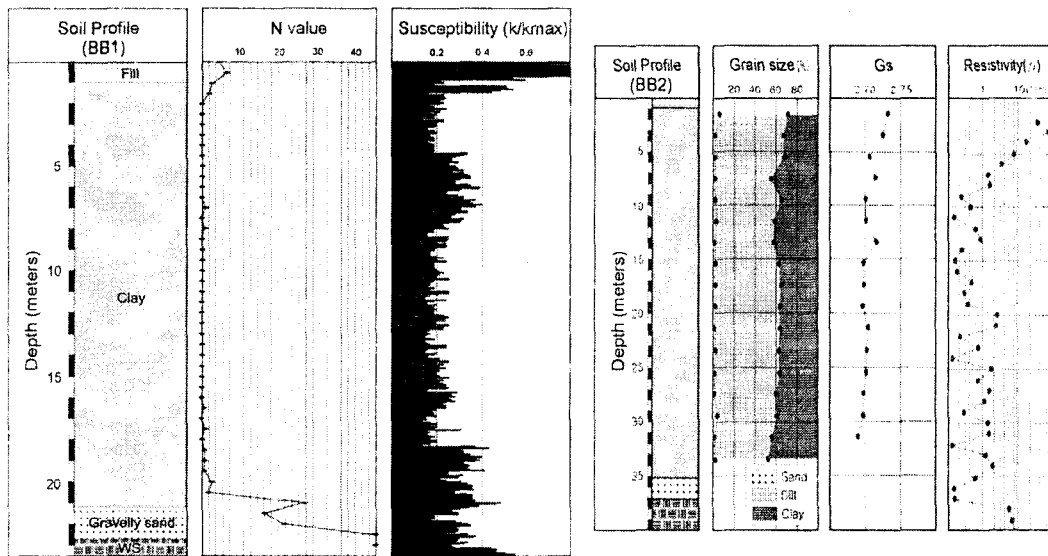


그림 3. 범방리 지역 대자율 (BB-1)과 전기비저항 (BB-2)

그림 4는 양산 신도시 조성지역에서 채취한 시료의 대자율로 최상부 매립층을 제외한 하부 지층에서 대자율은 하부 지층으로 갈수록 증가하는데 코어시료로부터 작성한 퇴적 주상도의 입도도 같은 경향을 보여준다.

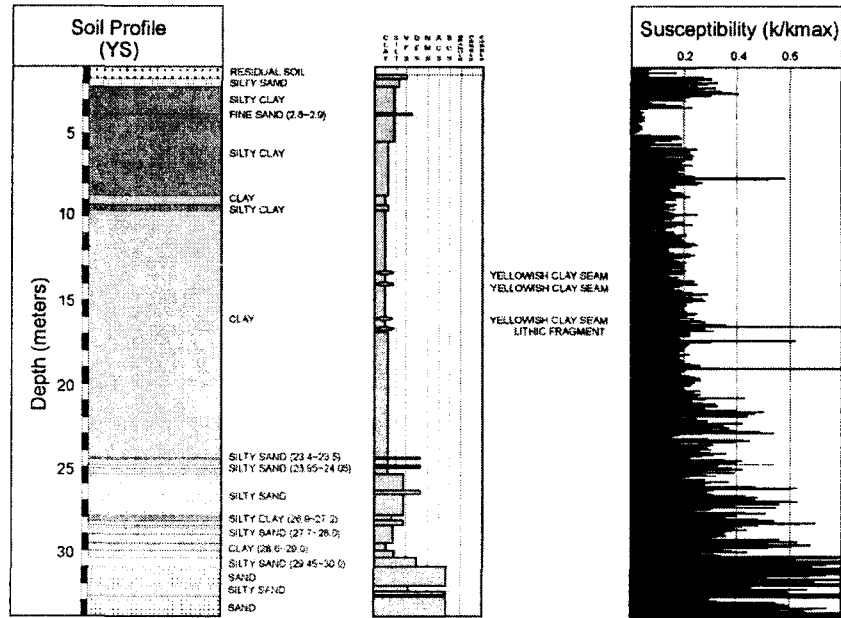


그림 4. 양산 지역 퇴적층의 대자율 (YS)

#### 4. 결론

낙동강 삼각주의 북부, 중부 및 남부 지역 퇴적층에서 측정된 층위별 대자율은 입도와 관입저항에 비례하여 대자율의 크기도 증가한다. 삼각주 남부에 위치하는 가덕도 점토시료에서 2회에 걸쳐 대자율 값의 변화가 나타내는데 미화석과 물성 실험의 결과와 비교할 때 대자율의 변화는 퇴적환경의 변화에 의한 것으로 판단된다. 삼각주의 중부에 위치하는 범방리 점토시료는 기반암까지 대자율이 일정하며, 북부의 양산지역 점토시료는 하부로 갈수록 대자율이 증가하는데 두 지역은 층위별 입도분포와 동일한 경향을 보여준다. 범방리와 양산지역의 점토층에서 퇴적환경의 변화로 추정되는 대자율의 변화가 인지되지 않는데 이 지역에 분포하는 점토층 고도가 가덕도 시료의 상부 점토에 해당하고 있는 점은 고려되어야 한다. 또한 범방리 점토층의 심도별 대자율이 심도에 일정한 것은 앞으로 해결해야 할 과제다.

#### 5. 참고문헌

1. 김성욱, 이현재, 원지훈, 류춘길, 정성교(2001), “부산점토의 특성: 조간대 퇴적층의 전기비저항”, 한국지하수토양환경학회 춘계학술발표논문집, pp. 295-298
2. 이선갑(1999), “낙동강 하구 녹산공단지역 점토퇴적물의 광물조성과 토질공학적 특성”, 부산대학교 이학석사 학위논문
3. 정성교, 박정민, 김규중, 백승훈 (2001), “부산점토의 지반공학적 특성”, 2001년도 ISSMGE ATC-7 SYMPOSIUM, p. 27-41
4. Kang, S., Lee, Y. G., Bae, B. Y., Lee, J. W. and Yoon, S.(2000), The Holocene environmental change of the estuary of Nagdong River, southern Korea, Laguna, no. 7, 15-21.