

시추 코아 분석을 통한 영산강과 낙동강 하구 지역의 퇴적환경 비교 연구

은 고 요 나 · 정 철 환 · 김 동 주*
전남대학교 해양학과 · 광주 · 전남발전연구원
(1997년 10월 20일 접수)

A Comparative Study of Depositional Environments through Coring Analysis in Yeongsan and Nakdong Estuaries

Go-Yeo-Na Eun, Chull-Hwan Chung, and Dong-Ju Kim*
Dept. of Oceanography, Chonnam National University
*Kwangju · Chonnam Development Institute
(Manuscript received 20 October 1997)

1. 서 론

한강, 금강, 낙동강 및 영산강은 우리나라의 4대강으로 남해와 서해로 유입되고 있다. 강 하류인 하구(estuary)는 육지와 해양의 접이치대로서 담수와 해수가 혼합되는 지역이며, 육지로부터 유입된 물질과 해양학적인 상호작용의 결과로 독특한 환경을 유지하고 있다. 하구환경에는 육지의 침식작용과 인간활동 등에 의해 야기된 많은 다양한 물질들이 수계를 통하여 하구에 유입되어 퇴적되고 있다. 그러나 인구 급증과 급격한 산업화와 도시화에 기인된 오염물질의 하천유입은 우리나라의 주요 하천인 한강, 낙동강, 금강 및 영산강을 포함하여 크고 작은 강과 하천들을 오염시켜 사회·경제적으로 큰 문제를 야기하고 있는 실정이다.

영산강은 전라남도 담양군 용면 용추산에서, 그리고 낙동강은 강원도 태백시의 황지천에서 발원하여 각각 목포와 부산의 하구둑을 경유하여 서해와 남해로 유입되고 있다. 영산강은 유로연장 약 115km, 유역면적 $2.8 \times 10^9 \text{km}^2$, 유출량 $1.6 \times 10^9 \text{m}^3/\text{y}$ 하상구배 1/600-1/9,000, 유출계수 0.57, 하상계수가 682이고, 낙동강은 유로연장 약 530km, 유역면적 $6.4 \times 10^9 \text{km}^2$, 유출량 $1.5 \times 10^{10} \text{m}^3/\text{y}$, 하상구배 1/1,100-1/10,000, 유출계수 0.47, 하상계수가 372로 수지상 하계망을 갖는 하천이다 (Table 1).

우리나라 강유역의 집중적인 이용은 환경, 건축, 개발 등에 있어서 많은 문제점들을 야기하고 있으나 정부정책 및 연구 활동들은 거의 대부분 종합적인 환경정책이나 수질 및 생태계와 하상정비 및 홍수 등에 한정되어 있다. 육지의 침식작용 결과로 형성된 퇴적물의 이동기작 및 퇴적물의 특성에 관한 연구는 상대적으로 매우 빈약하며, 특히 퇴적층의 특성과 퇴적층 내에 포함되어 있는 오염원에 관한 연구는 거의 전무한 실정이다. 이러한 이유는 오늘날의 환경문제가 생물 및 생태와 수질 등의

문제에 치우쳐 있고, 퇴적층의 연구는 시추의 어려움과 이에 수반되는 비용 때문으로 사료된다. 그러나 실질적으로 도시팽창과 인구증가에 따른 토지이용은 경사가 완만하고 접근이 용이한 크고 작은 강유역을 따라 저지대에 집중되고 있어 강과 하천뿐만 아니라 저지대에 퇴적되고 있는 퇴적층 연구는 지질학적인 연구와 더불어 필수적으로 선행되어야 할 것으로 사료된다. 또한 주위 육지와 농경지, 그리고 공단 등으로부터 야기된 오염원의 유입이 하천 등을 통해 이동되어 퇴적층 내에 내포되고 있기 때문에 환경오염 측면에서도 퇴적물의 연구는 매우 중요하다고 볼 수 있다.

본 연구는 낙동강 하류에 위치하고 있는 을숙도와 영산강 하류에 해당하는 전남 무안군 일노읍 망월리에서 각기 시추된 두 공의 코아 퇴적층을 분석하여 그 환경적 요인을 규명하고 두 지역의 특성을 비교·고찰하여 강 하구 유역의 이용과 개발에 필요한 기초 자료로 활용하는데 목적이 있다.

2. 연구방법

본 연구를 위해 낙동강하구에 위치하고 있는 을숙도와 영산강의 하류에 위치한 전라남도 무안군 일노읍 망월리의 두 지역에서 퇴적층은 STP방법에 의해 시추되었다. 낙동강 하구인 을숙도에서의 시추는 한국자원연구소의 시추팀에 의해 1994년 11월 24~25일, 그리고 영산강 하류에서는 1996년 5월에 이루어졌다. 시추된 퇴적층은 약 1.0m간격으로 회수되었으며, 동시에 각 층의 특징들을 기재하였다. 이들의 특징들은 현장에서 육안의 식별에 의해 기재되었고, 현장에서 기재된 내용을 중심으로 두 퇴적층이 비교·분석되었다.

3. 결과 및 토의

강원도 태백산에서 발원한 낙동강은 남류하여 안동댐

Table 1. A comparison of four rivers in Korean peninsula

River	Han ¹⁾	Nakdong ²⁾	Keum ¹⁾	Yeongsan ¹⁾
Length(km)	488	530	401	115
Drainage area(km ²)	2.6×10 ⁴	2.4×10 ⁴	1.0×10 ⁴	2.8×10 ³
Volume discharge(m ³ /y)	800	-	200	52
River discharge(m ³ /y)	2.5×10 ¹⁰	1.5×10 ¹⁰	6.4×10 ⁹	1.6×10 ⁹
River bed gradient ³⁾	1/1,800-1/17,000	1/1,100-1/10,000	1/800-1/10,000	1/600-1/9,000
Coe. of river regime ³⁾	0.57	0.49	0.49	0.57
Runoff coefficient ³⁾	393	372	300	682

¹⁾Schubel et al.(1986). ²⁾Kim and Lee(1980). ³⁾KOWACO(1992)

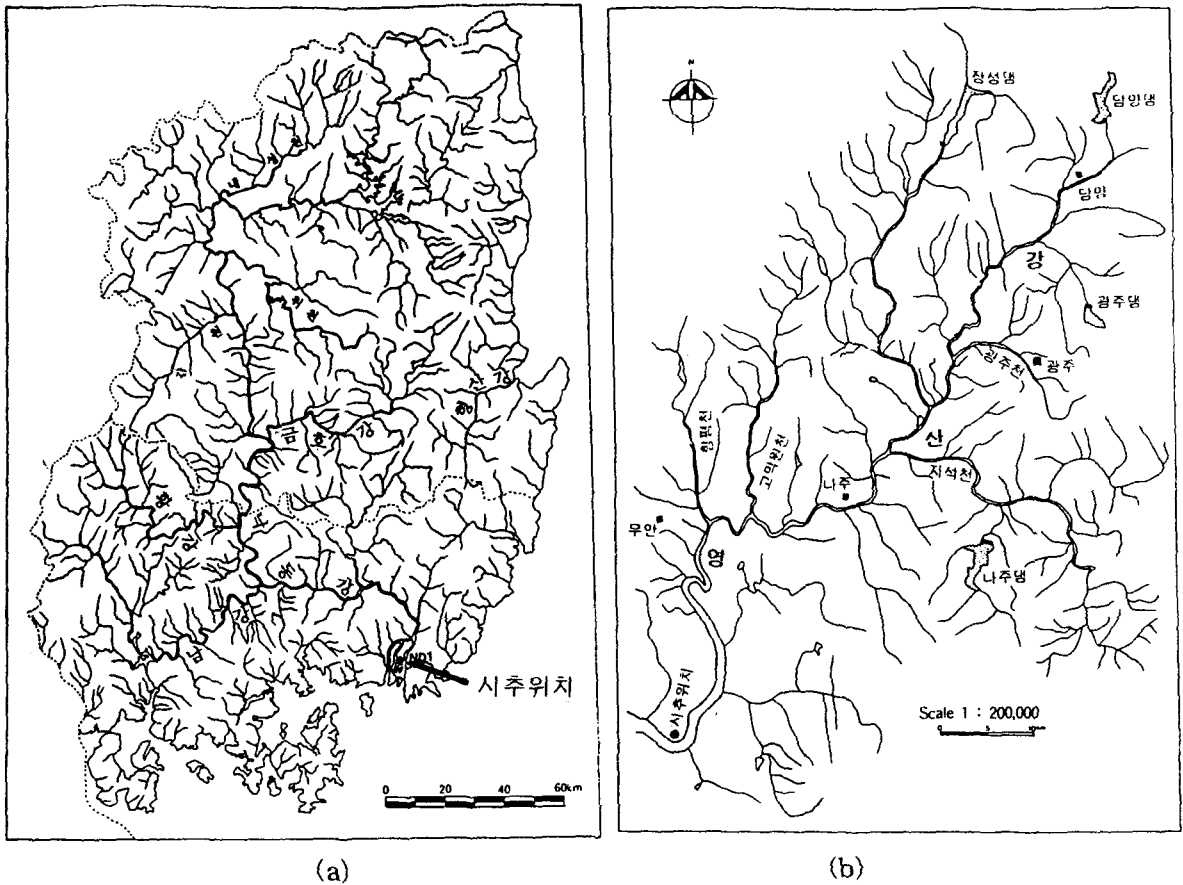


Fig. 1. The fluvial system of Nakdong and Yeongsan rivers(Nakdong river(a), Yeongsan river(b)).

지점에서 1차로 유로방향을 서쪽으로 바꾸고, 경상북도 예천군 풍향면 부근에서 내성천과 합류한다. 2차로 남쪽방향으로 계속 발달하면서 위천, 감천, 금호강, 황강 등이 합류되어, 경상남도 의령군 지정면 부근에서 남강과 합류한다. 남강과 합류한 후 유향은 동쪽으로 바뀌고, 경상남도 밀양시 삼랑진읍 부근에서 밀양강과 합류한 후 4번째로 유향이 남서쪽으로 바뀌면서 양산천과 합류하여 부산광역시 사하구 하단동 지점에서 하구둑을 지나 남해안으로 유입되고 있다(Fig. 1; 부산광역시,

1997).

영산강은 전라남도 담양군 용추산에서 발원하여 북북동-남남서의 방향으로 흐르면서 오례천, 증암천, 광주천, 황룡강, 지석천, 고막원천, 함평천, 영암천 등의 크고 작은 지류들이 합쳐져서 영산강 하구언 독을 지나 서해로 유입되고 있는 직사각형상의 수지상 하계망을 가진다(Fig. 1; 전라남도, 1996).

낙동강 하구에 위치한 을숙도에서의 시추심도는 50.0m였지만 퇴적층의 발달 깊이는 이 보다 더 두꺼울 것

으로 판단된다. 전체적으로 모래(sand)층이 우세하게 발달되어 있으며 다양한 두께를 갖는 수 매의 니질(mud)층과 1매의 패각층(shell bed)이 협재되어 있다(Fig. 2). 퇴적층의 특성을 살펴보면, 표층에서부터 시추심도 2.0m까지는 식물파편이 다량 포함되어 있는 세립 내지 중립의 모래(fine to medium sand)층이 발달되어 있으며, 그 하부에는 약 0.5m 두께의 식물파편이 포함된 검은 니질층이 나타나고 있다. 이러한 식물파편은 시추심도 6m까지 자주 관찰되는데, 이는 코아의 이 부분이 퇴적될 당시 주변에 식생이 잘 발달되었다는 것을 암시한다. 시추심도 6.0m에서 8.5m까지는 분급이 양호한 중립질 모래층이 발달하다가 8.5m에서 10.5m 사이 구간에서는 패각파편이 다량 포함된 사질 니질층이 나타나는데 특히 시추심도 9.5m에서 10.3m 사이에서는 거의 패각으로 이루어진 패각층이 존재한다. 패각층 아래에는 실트질의 모래(silty sand)층이 약 4.0m 두께로 나타나며, 그 하부에 큰 패각파편을 포함한 0.4m 두께의 니질 세립 모래(muddy fine sand)층이 시추심도 15.0m까지 발달하고 있다. 시추심도 15.0m에서 23.0m 사이 구간에는 실트질 모래층이, 그리고 그 하부 26.5m까지는 사질 니질층이 각각 발달되어 있다. 시추심도 26.5m에서 32.0m까지는 세립 내지 중립질의 모래로 이루어져 있으며, 32.0m와 33.0m 사이에는 느슨한(loose) 니질층으로 구성되어 있는데, 이 니질층에는 조립질의 모래(coarse sand)층이 협재되어 나타난다. 시추심도 32.0m와 44.0m 사이에는 대부분 중립질의 모래층이 존재하는데 40.2m 부근에서 니질 모래층이 협재되어 나타난다. 시추심도 44.0m 깊이에서 약 1.0m 두께의 세립사질 니질(fine sandy mud)층이 나타나고, 45.0m에서 시추 코아의 최하부 50.0m 사이 구간에서는 세립사로 구성된 모래층이 발달하고 있다(Fig. 2).

영산강 하류에서의 시추심도는 23.0m로서 22.0m에서 기반암이 나타나며, 표층에서 시추심도 16.5m까지는 니질층이 우세하고 16.5m부터 기반암까지는 주로 사질층으로 이루어져 있다. 상부의 니질층에는 패각과 유기물질이 포함되어 있다. 시추 코아의 표층은 산화된 적색의 토양층이며, 표층에서부터 최상부 2.0m 사이 구간은 유기물이 다량 포함되어 있는 니질층으로 구성되어 있다. 그 하부에는 2.3m 두께의 균질한(homogeneous) 니질층이 발달되어 있고, 시추심도 4.3m~4.6m 사이에는 복족류(gastropoda)와 같은 패각들이 다량 함유된 니질층이 나타난다. 시추심도 4.6m~7.3m 구간은 담회색의 균질한 니질층이고, 7.3m~8.0m 사이에는 패각파편이 산재되어 있는 니질층이, 그리고 8.0m~10.3m 구간에서는 패각을 포함하지 않는 균질한 니질층이 다시 발달되어 있다. 시추심도 10.3m에서 10.5m 사이 구간은 유기물이 풍부한 니질층으로 구성되며, 10.5m~15.5m 구간에서는 거의 유기물이나 패각이 존재하지 않은 균질한 니질층이, 15.5m~16.0m에는 식물파편을 포함하고 있는 층이 나타나고 있다. 16.0m~16.5m 사이에는 균질한 니질층이 다시 나타나며, 16.5m를 경계로 모래층이 나타나기 시작하고 있다. 시추심도 16.5m에서 0.1m 두께의 패각과 자갈을 포함

한 조립질의 모래층이 얇게 나타나며, 이 모래층 아래에서 17.0m까지는 다시 유기물질을 포함한 실트층이 0.4m 정도의 두께로 16.6m~17.0m 사이에 협재되어 있다. 17.0m~17.2m 구간에는 다시 자갈과 패각파편을 포함한 조립질 모래층이 나타나고, 시추심도 17.2m에서 21.0m까지는 니질 모래층이 발달되어 있는데, 이층의 상부에는 세립질 모래로 구성되어 있고, 아래쪽으로 갈수록 니질의 함량은 감소하여 중립질의 모래로 바뀌어 지고 있다. 시추심도 21.0m에서 22.0m 사이에는 적색의 풍화토가 발달되어 있는데 이것은 과거 한때 공기 중에 노출된 적이 있었다는 것을 의미한다. 22.0m 이하에서는 사암으로 구성된 기반암이 나타나고 있다(Fig. 2).

육지근원의 퇴적물을 해양으로 운반시키는 가장 큰 이동경로는 하천으로서 하천의 가장자리에는 담수와 해수가 만나는 하구환경이 형성되어 있다. 하구(estuary) 환경은 육지와 해양의 접이환경으로 육지근원의 퇴적물을 하구내에 체류하거나 퇴적시키는 여과 기능(Schubel and Carter, 1984)을 할뿐만 아니라 담수와 해수의 서로 다른 물리·화학적 특성의 혼합(Aston and Chester, 1976)에 의해 독특한 퇴적학적 환경이 형성된다. 따라서 영산강과 낙동강의 하구지역에서 시추한 코아 퇴적물의 구성 및 퇴적층의 특성을 이해하고 비교·분석하여 강 하구 유역에서 발생할 수 있는 다양한 퇴적조건 및 주변 환경의 변화를 추정해 볼 수 있다.

낙동강과 영산강의 하류에서 시추된 두 코아 퇴적층의 가장 현저한 차이는 퇴적층의 발달 두께와 퇴적물의 수직적 분포에서 나타나고 있다. 특히 퇴적층의 발달 심도는 낙동강 하구인 을숙도의 경우 시추된 퇴적층 두께는 적어도 50m 이상인 반면에 영산강의 경우는 21.0m로 낙동강이 2배 이상의 퇴적층을 형성하고 있다. 표 1에서 낙동강과 영산강의 주요 특징들의 비교 결과는 대체적으로 낙동강이 영산강에 비해 상대적으로 3.5-4배정도 크다는 것을 고려할 때 퇴적층 두께 또한 이와 비슷하게 비례한다고 감안하면 낙동강의 퇴적층 두께는 최소 73.5m에서 최대 84.0m에 이를 것으로 예측될 수 있다. 그러나 시추위치의 선정에 따라 퇴적층의 두께와 퇴적양상은 다르게 나타날 수 있다. 즉 영산강의 경우 하구 독으로부터 상류로 약 3km 지점, 낙동강의 경우는 을숙도 휴게소에서 상류쪽 약 500m 지점에서 시추가 수행되어 영산강에 비해 낙동강에서의 시추위치가 강의 하류 쪽에 위치하고 있다. 또 다른 차이는 영산강의 경우는 강의 마지막 만곡부의 안쪽에서 시추가 수행된 반면에 낙동강은 강 하류의 중앙에 형성된 모래언덕(sand dune)의 육지화가 진행된 곳에서 수행되었다. 위와 같은 이유 또한 퇴적층의 두께에 상당한 차이를 나타낼 수 있을 것으로 사료된다.

퇴적물의 수직적 분포의 특징을 살펴 보면, 낙동강에서 시추한 코아에서는 전체적으로 모래가 우세하고 일정한 수력학적 조건을 암시하는 분급이 매우 양호한 퇴적층이 나타나며, 니질층은 비교적 두껍게 발달되어 있는 시추심도 23m와 26.5m 사이 구간을 제외하면 대체적으로 얇게 협재 되어 나타나고 있다. 또한 상부 6m 구

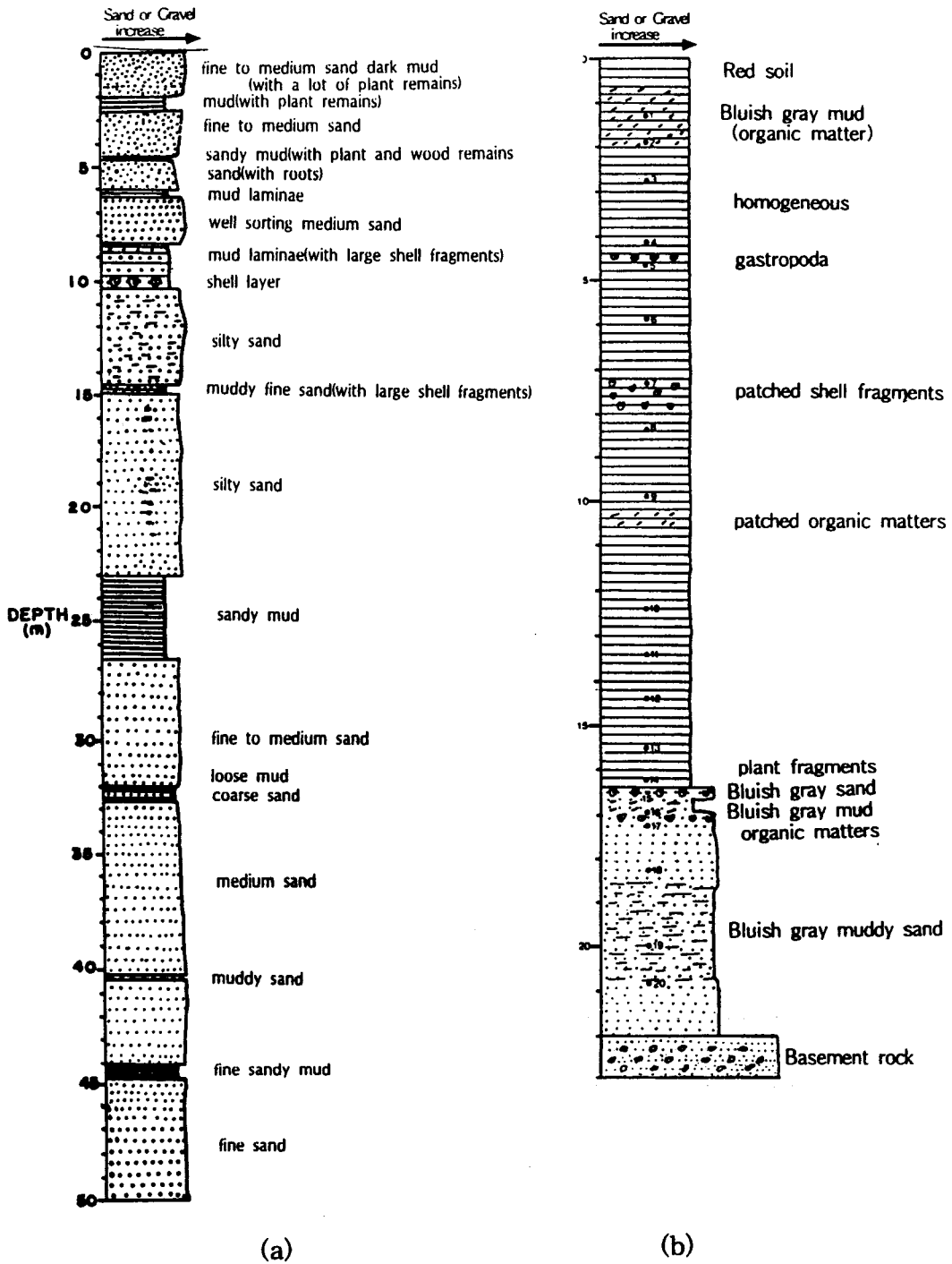


Fig. 2. The stratigraphic description of sediment deposits(Nakdong river(a), Yeongsan river(b)).

간에서 자주 관찰되는 식물파편은 이 부분이 퇴적될 당시 주변 식생의 영향을 반영하고 있다. 즉 최초로 식물파편이 풍부하게 나타나는 시추심도 6m 지점부터 오늘날의 울속도와 같이 식생이 발달하기 시작한 것으로 추정되며, 시추심도 2.0m부터 2.5m 사이 구간에서 나타

나는 식물파편이 다량 포함된 점은 니질층은 식생이 발달한 소택지나 늪지 환경에서 형성되었다는 것을 지지한다(Traverse, 1988). 또한 시추심도 9.5m에서 10.3m 사이에서는 패각층이 존재하는데 이러한 패각층은 해안선 근처에서 파도의 침식작용에 의해 형성되는 것

으로 알려져 있다(Reineck and Singh, 1980). 따라서 낙동강에서 시추한 코아 퇴적층은 비교적 다양한 퇴적 환경적 변화를 겪으며 형성된 것으로 보인다. 영산강에서 시추한 코아 퇴적층은 상대적으로 더 단순한 수직적 분포를 보여 준다. 즉 표층에서 시추심도 16.5m까지는 두꺼운 니질층으로 이루어져 있고 사질이 우세한 퇴적층은 16.5m에서 21.0m까지 약 4.5m정도로 발달해 있다. 비교적 균질한 니질의 퇴적물이 두껍게 나타나는 것으로 보아 영산강의 시추 코아 퇴적층은 퇴적조건의 변화가 거의 없는 안정된 환경에서 형성된 것으로 생각된다.

오늘날 가속화되고 있는 연안지역의 개발 급증에 따라 지반의 구성물질에 따라 설계가 달라져야 하고, 공사 규모, 건축공법 등에 있어서 제한을 받기 때문에 보다 과학적인 기초조사가 수행되어야 할 것이다. 따라서 본 연구 결과는 이러한 시추결과의 기재를 통해 퇴적층의 발달과 구성성분을 파악하는 것이 무엇보다 중요할 것으로 판단되며, 향후 보다 체계적·과학적인 조사 및 연구가 심도 있게 수행되어야 할 것으로 믿는다.

참 고 문 헌

- 부산광역시, 1997, 낙동강 백서.
- 전라남도, 1996, 영산강 수질개선 종합대책에 관한 연구.
- 한국수자원공사, 1992, 전국하천조사서.
- Aston, S. R. and R. Chester, 1976. Estuarine Sedimentary Processes. In *Estuarine Chemistry*, eds. J.D. Burton and P.S. Liss, Academic Press, London 37pp.
- Kim, W. H. and H. H. Lee, 1980. Sediment transport and deposition in the Nakdong Estuary, Korea. *J. Geol. Soc. Korea*, V.16, p.180-188.
- Reineck, H. E. and Singh, I. B., 1980, *Depositional sedimentary Environments*. Springer-Verlag, 549pp.
- Schubel, J. R., H. T. Shen and M. J. Park, 1986. Comparative analysis of estuaries bordering the Yellow Sea. In: *Estuarine Variability*. edited by Wolfe, D.A., Academic Press, INC., p.43-62.
- Schubel, J. R., H. H. Carter, 1984. The estuary as a filter for fine-grained suspended sediment. In Victor S. Kennedy, eds. *The estuary as a Filter*, Academic Press, p. 67-105.
- Traverse, A., 1988, *Paleopalynology*. Unwin-Hyman, 600pp.