

## 한국 황해(서해)의 프라이스토세 후기 및 홀로세(현세)의 해수면 변동과 기후

박 옹 안  
서울대학교 해양학과

## The Changes of Sea Level and Climate during the Late Pleistocene and Holocene in the Yellow Sea Region

Yong Ahn Park

Department of Oceanography, Seoul National University, Seoul 151-742, Korea

### 요 약

한국반도와 중국은 황해(서해)를 둘러싸고 있으므로 황해를 중앙에 두고 동쪽에는 한국반도, 서쪽과 북쪽에는 중국이 위치하고 있다. 따라서 황해는 남쪽으로 터져 있는 반 폐쇄적인 바다이며 해양학적으로 특유의 바다이다. 즉 semi-enclosed epicontinental sea(반폐쇄적 대륙붕 바다)이며 주위의 육지로부터 상당한 쇄설물질을 받아들이는 바다로서, 현재의 지구의 여러가지 해양환경 조건중에서도 대단히 특이한 특성을 가진 바다이다. 황해는 평균 수심이 약 45 m 이며 고유 냉수괴를 바다중심에 갖고 있고 한국반도쪽의 해안과 중국쪽의 해안에 각각 다른 해류가 흐르고 있다. 황해 해저의 지형과 황해를 둘러싼 육지의 해안 지형의 효과에 의하여 한국반도의 연근해역은 대단히 큰 조차(tidal range)를 나타내고 있고 이것이 또한 황해 연안 해양환경의 특징을 이룬다.

지난 수천년 동안의 황해권 또는 황해연안 지역의 환경과 문화를 해석하고 공부하는데는 과학적인 해양학측면의 황해해역 해양특성을 알아야 할 것이며 바다를 통한 문화와 경제의 교류는 바다의 영향을 대단히 크게 받았을 것으로 사료된다. 현재의 해수면 위치 즉, 해안선이 현재의 자리를 잡고 "황해"라는 바다가 오늘의 모습을 갖추는데는 약 15,000년의 시간이 필요했고 이때는 제4기(Quaternary)의 마지막 빙하기(예컨대 Wisconsin 빙하기 또는 Würm 빙하기)이후 부터의 간빙기(interglacial)인 것이다.

## ABSTRACT

To understand the natural environments and human cultures in the Yellow Sea regions, this paper deals especially the climate and sea level fluctuation in the Yellow Sea and its surrounding region in the period of late Pleistocene (125,000 yr BP) to Holocene. During the glacial maximum (about 15,000 yr BP to 18,000 yr BP), the climate might be cold and arid. These arid climate in the Yellow Sea region did make desertization possible. Possible human culture exchanges between China, Korea and Japan might be carried in a easy way, because the entire basin of the Yellow Sea was exposed as land.

Paleoshorelines of the Yellow Sea in the period of 10,000 yr BP, 9,000 yr BP and 6,000 yr BP are presented and sea level fluctuation curve from 37,000 yr BP (late Pleistocene) to present (late Holocene), for the first time, is presented based on a careful reconsideration of existing old data and recent new data.

황해와 황해 해안지역의 최대빙기(약 18,000-15,000 BP) 및 제 4기 후기(125,000 BP)의 기온과 해수면

1960년대부터 황해 해저의 퇴적기원 지층(sedimentary deposits)과 해안-연근해역의 퇴적층(주로 조수계원 퇴적층)에 대하여 중국 과학자와 한국과학자들은 여러차례 제 4기 층서적 관점의 연구를 실행한 바 있다.

중국에서 연구·발표된 자료에 의하면 마지막 최대빙기(Las. glacial maximum) 즉, 18,000 BP때의 기온은 현재의 기온(7월 평균기온)보다 약 3°-8°C 낮았다고 해석하고 있다(북경, INQUA의 발표자료). 또한 86,000BP의 기온은 현재의 기온보다 약 8°C-7°C 낮았고, 78,000 BP와 37,000BP의 기온은 현재보다 약 1°C-2°C 낮았던 것으로 해석하고 있다. 그런데 108,000 BP와 125,000 BP의 기온은 현재 보다도 더 높은 기온이었으며 약 3°-4°C 이상의 기온 값을 나타냈을 것으로 해석되고 있으며, 이때의 해수면은 현재보다 약 6m 더 높은 위치에 존재 했을 것으로 해석된다.

108,000yr BP(Sangamon 간빙기 혹은 Eemian 간빙기)이후 점점 추워진 지구의

빙기(Wisconsin 빙기)가 18,000yr BP까지 지속되는 동안의 황해 해역에도 큰 변화와 자연환경이 지배 되었다고 해석되는데, 그 중에 해수면의 하강과 기후의 변화(한랭하고 건조한 기후)에 따른 사막(desert)과 황토화 작용이 대단히 중요한 환경변화의 증거라고 해석된다.

그림-1은 황해의 해저에 발달한 사막의 지층을 나타낸다. 이 사막(desert)의 지층이 황해에 발달한 시기는 마지막 빙하기인 뵘름(Würm) 혹은 위스콘신(Wisconsin)빙하기 이다. 즉, 18,000 BP의 것으로 해석되는 것이며, 35°12'N, 123°E 에 지점으로 해서 탄성과 탐사의 결과로 밝혀진 것이다. 이 사막층의 두께는 약 20m 이며 사막층 자체는 사막 모래로 구성된 사구(dune)의 복합체일 것이다. 이 사구층의 하위층은 125,000 BP의 마지막 간빙기인 Eemian 또는 Sangamon 의 황해(서해)에 퇴적된 지층이 있고 사구층의 상위층은 18,000 BP 이후의 황해(서해), 즉 현재의 황해(서해)에서 퇴적된 지층이다. 이러한 사막층이 현재의 황해 밑바닥에 발달한 그 때는 약 18,000 BP 이전이고 춥고 건조한 기후가 우세하였던 당시의 중국과 한국 반도 사이에

는 바다가 없었으나 사막이 여기저기 있었고 하천이 흐르는 대자연의 지형환경이 우세하였었다.

사막층이 발달한 그 당시의 황해(서해)의 해수면은 현재의 해저 수심-145m 에 해당

하는 곳(현재의 오키나와 해구의 북쪽사면해저)에 위치하였고 한반도, 중국 및 일본 열도 모두가 하나의 대륙으로 육상식물, 동물 및 인간이 자유롭게 분포 번성하였을 것으로 해석된다.

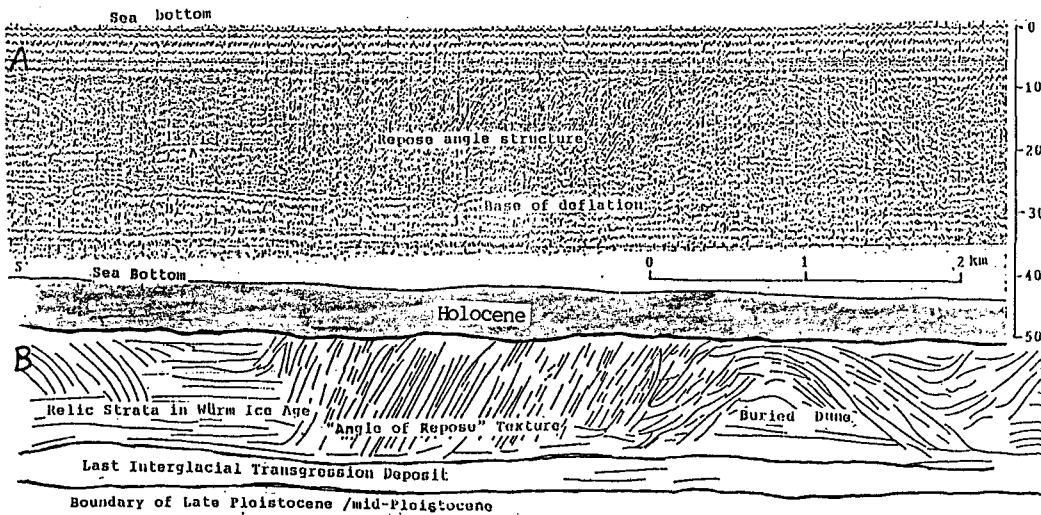


그림-1 탄성과 탐사의 기록지(A)와 탐사기록지의 해석에 따른 내용그림(B). 그림(B)에서 사구의 내부구조와 사구층의 하위층(125,000yr BP) 및 사구층의 상위층(현재층 : 15,000yr BP 이후)을 볼 수 있음.

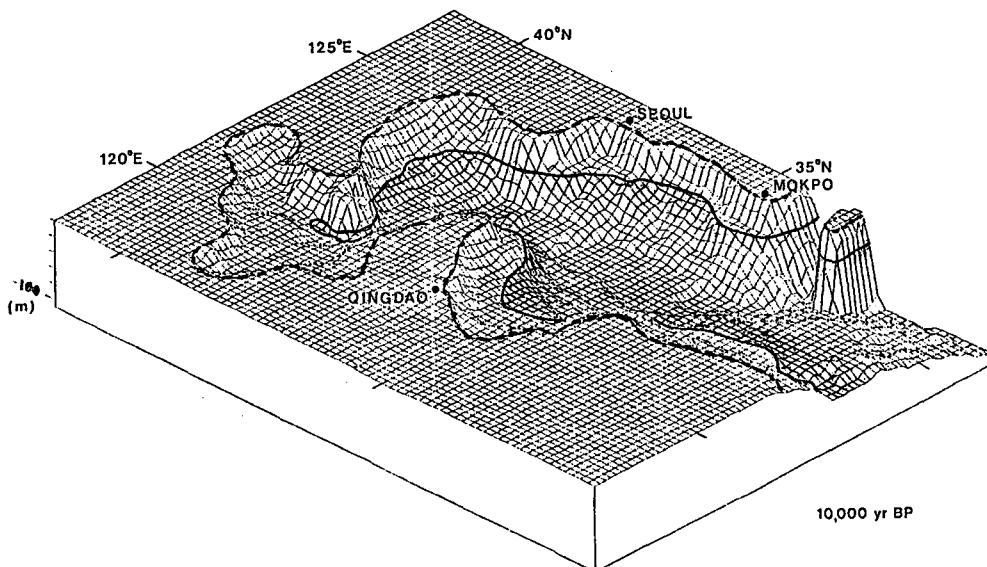


그림-2 황해의 현재 해안선과 관련된 지리적 표시는 중국 산둥반도의 청도(Qingdao), 한국반도의 서울과 목포 및 제주도이며, 경도와 위도를 참고하므로써 방위를 이해할 수 있다. 이 그림은 10,000yr BP의 고해안선(paleoshoreline)을 표시한 것이다(점선은 현재의 해안선).

그림-2는 약 15,000 yr BP 또는 18,000 yr BP의 시기 즉, 최대 빙하기(glacial maximum)때의 해수면 위치인 현재의 오키나와 해구 (Okinawa Trough)의 북쪽사면 정부에서부터 10,000 BP때에 상승된 해수면의 위치를 나타낸다. 그러니까 10,000 yr BP 이전에도 황해바다 전체가 노출되어 육지부분으로 존재하였고 그때의 중국과 한반도 또는 일본 열도전부가 하나의 대륙괴로서 연결된 사실을 알게된다. 그림-2에서 굵은선이 10,000 yr BP의 해안선이다. 즉 10,000 yr BP의 고해안선의 위치이다. 따라서 중국청도(Qingdao)의 북쪽과 북동쪽의 발해해역은 육지부분의 상태에서 바닷물의 침입을 받지 않은 상태이다. 10,000 yr BP에 이르는 동안 현재의 해저수심 약 145m(15,000 yr BP)에서 약 35m 까지 해수면이 상승 했을때의 고해안선이 그림-2에 표시 된 것이다. 이러한 고해안선과 해저지형 및 한국반도와 중국의 해안지형 모습은 컴퓨터 프로그램에 의하여 이루어졌다. 이때의 기후는 약 15,000 yr BP와 18,000 yr BP때의 한냉-건조기후와는 다르게 어느정

도 온난하고 습윤한 기후로 변화한 상태였다고 해석 된다.

그림-3은 10,000 년에서 1,000년이 경과한 후 9,000 yr BP 때의 고해안선을 나타낸다. 황해의 수심은 전체적으로 더 깊어진 상태이며 발해만의 바다면적이 어느정도 넓어지며 10,000 yr BP 때와는 다르게 많은 부분이 바닷물로 침입당한 사실을 알 수 있다(그림-2와 비교). 기후는 온난한 기후로 계속 발전했음을 알 수 있다. 왜냐하면 해수면이 점점 더 상승하였기 때문이다.

그림-4는 9,000 yr BP부터 3,000 년이 경과한 6,000 yr BP 때의 고해안선을 나타낸다. 이때의 해안선은 현재의 해안선 위치와 거의 유사한 현상을 나타낸다. 즉, 6,000 yr BP의 해수면은 현재의 해수면보다 약 8m 정도 낮은 해수면으로 현재의 "황해" 모습을 거의 다 갖춘 상태이다. 한국의 서해와 남해안에 발달하고 있는 조간대 퇴적층(간사지)의 대부분이 6,000 yr BP 때부터 본격적으로 형성되기 시작하였다. 수 많은 섬과 만(bay)의 모습이 6,000 yr BP부터 갖추어진 것이다.

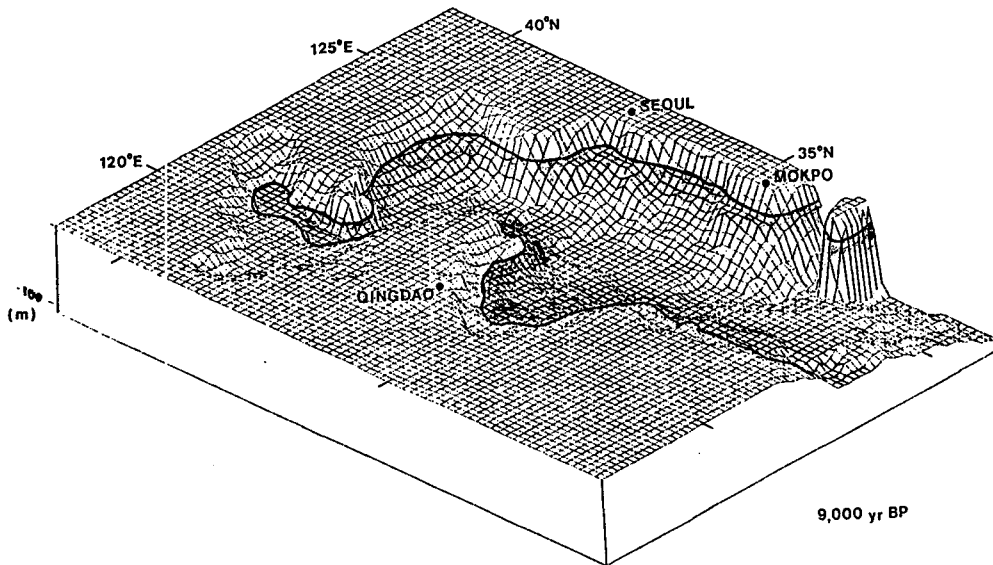


그림-3 이 그림은 9,000yr BP의 고해안선(paleoshoreline)을 표시한 것이다.

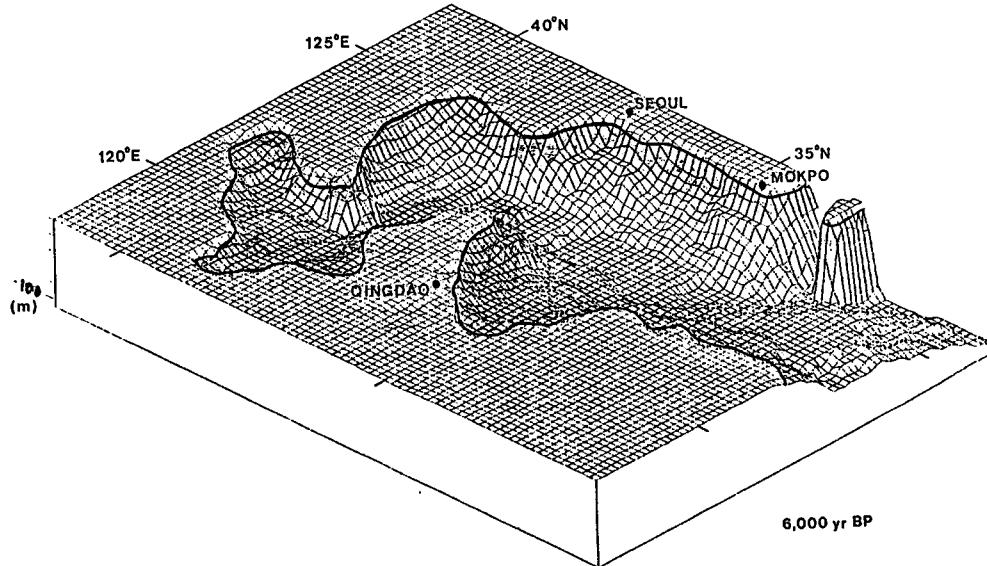


그림-4 이 그림은 6,000yr BP의 고해안선(paleoshoreline)을 표시한 것이다.

### 토 의

1969년 대한지질학회지에 발표된 박용안에 의한 “한국서해안 현세 해수면 상승곡선”의 논문 이후, 경북대학교의 조화룡, 한국자원연구소 및 한국해양연구소 등에서 발표된 현세 해수면 상승에 관한 논문의 대부분이 최대 빙하기(Wisconsin glacial maximum) 이후의 급격한 상승 패턴과 완만한 상승 패턴(약 6,000-7,000 yr BP)에 비교적 잘 부합한다.

그러나 1970년에서 1980년 또는 1992년의 C-14 연령의 최근 자료는 최대빙하기(15,000 yr BP) 이전의 것으로 “interstadial”의 기후변동과 해수면 변화를 지시하는 것으로 소위 제 4기 후기(late Pleistocene)의 해수면 변동을 이해가능하게 한다.

그림-5의 해수면 변동 곡선(sea level fluctuation curve)은 한국 서해 고군산도 해저(소위 새만금 방조제해역)에서 채취된 시추자료중 결정적으로 중요한 C-14 연령의 자료(23790±190 yr BP, -23.0m 및

37030±790, -31.0m)를 해석하고 기존의 여러 자료중에서 중요한 자료(22100±910, -85.3m, 12980±250, -76.4m 및 9390±235, -25.0m)를 key data로 선정하며 Shackleton(1987)의 oxygen isotope 분석에 따른 “glacio-eustatic sea level fluctuation” 패턴을 기초로 하여 결과된 것이다. 이러한 해수면 변동의 곡선이 제시될 때는 해수면의 위치를 결정적으로 지시하는 믿을만한 시료에 근거하여야 한다. 지난 23여년동안의 해수면 변동에 관한 여러 자료가 재고되므로서 그림-5의 내용과 같은 해수면 변동곡선이 제시된것이다. 그러나 필자의 자료이외의 여러다른 자료중 몇개의 자료가 5,000 yr BP이후 소위 “higher stand of sea level”이 의문적으로 해석되기도 한다. 특히 패총을 해석한 경우가 그러하다. 그러나 위에서 이미 설명한 바와 같이 해수면의 위치를 지시하는 결정적인 해양층서의 퇴적학적 기준(critical criteria)이 면밀히 연구된 후의 시료가 C-14 연령측정자료로 결정되어야 한다.

본문에 제시된 여러 그림의 내용은 그림

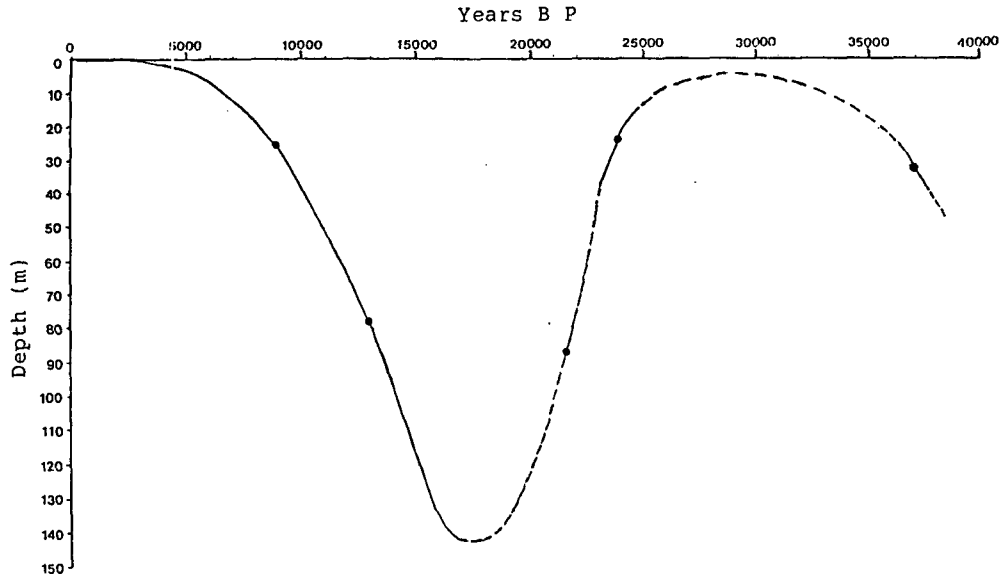


그림-5 한반도해역의 37,000yr BP (late Pleistocene) 이후 Holocene 까지의 해수면 상승 하강의 변동곡선 (Sea level fluctuation during late Pleistocene and Holocene in Korean Seas).

-5의 내용에 기초한 것이며, 한국 반도주위의 바다가 가지는 해수면의 변동역사는 대륙붕 해저지층, 연근해역 조간대 퇴적층 및 해안 지형과 층서의 계속적인 연구로서 보다 자세히 규명 될 것이다. 그림-1의 내용은 중국 북경에서 개최된 INQUA 의 연구 발표장에서 취득된 Zhao, Songling 의 발표자료를 인용한 것이다.

### 결 론

황해와 황해연안의 자연환경에서 가장 뚜렷한 자연 요소중의 하나는 바닷물 자체이며 바닷물과 육지가 만나는 해안선 및 해수면의 변동이 환경변화의 내용일 것이다.

지난 제 4기후기 (late Quaternary)의 간빙기 (125,000 yr BP)와 마지막 최대빙하기 (15,000 yr BP 또는 18,000 yr BP)의 기후가 기술되었고 이에 따른 해수면의 변화가 설명되었다. 황해연안권에서의 뚜렷한 자연 환경변화는 중국과 한국반도가 하나의 육지로서 존재하고 또 바닷물 침입 (해수면상

승)에 따른 바다존재가 “황해”를 이루었다.

최대빙하기 (glacial maximum : 18,000 yr BP) 동안의 사막 (desert) 과 황토 (loess) 층 형성이 현재의 황해바닥 (해저) 을 이루는 것으로 제의되었다.

최대 빙하기 이후 10,000 yr BP, 9,000 yr BP 및 6,000 yr BP의 고해안선 (paleoshoreline) 을 제시하였다.

37,000 yr BP (late Pleistocene) 이후 현재 (Holocene) 에 이르는 해수면 변동곡선을 제시 하였고, 이 곡선은 소위 “glacio-eustatic sea level” 의 변동곡선에 조화 (harmony) 를 이루는 것에 기초하였다.

### 참 고 문 헌

- Bloom, A. L. and Park Y. A., 1985, Holocene sea-level history and tectonic movements, Republic of Korea, Quaternary Research, v.24 p.77-84 (E).  
 Bloom, A. L., Broecker, W. S., Chappell, J. M. A., Matthews, R. K. and Mesolella, K. J., 1974, Quaternary sea level fluctuations on a tectonic coast: New  $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$  dates from the Huon Peninsula.

- New Guines. *Quaternary Research*, v.4, p.185-205.
- Dawson, A. G. 1992, *Ice age earth*, Routledge, London and New York, pp.293
- Liu, T. S., 1985, *Quaternary geology and environment of China*, ed.by Liu, T.S., China Ocean Press, Beijing, pp.301.
- Park, Y. A., 1969, Submergence of the Yellow Sea coast of Korea and stratigraphy of the Sinyeongcheon Marsh, Kimje, Korea. *J.Geol.Soc. Korea*, v.5, p.57-66 .
- Park, Y. A., 1979, Suspended and bottom sediments of the Han River. *Proc. Coll.Natur.Sci., SUN*,v.4, p.137-147 .
- Park, Y. A., 1981, Marine geological study in the Keum Estuary and the adjacent continental shelf, clay minerals of the bottom sediments and suspended materials in surface and near-bottom waters, in a basic study on oceanographic environments off the west coast of Korea-The Keum Estuary and the adjacent continental shelf. RIBS-ED-81-506, p.1-57 .
- Park, Y. A., 1982, Holocene marine transgression history in the Sumgin River Delta, Korea. 11th INQUA Congress (U.S.S.R) Abst., p.90 .
- Park, Y. A., 1983a, Late Quaternary sedimentation on the continental shelf off the southeast coast of Korea. RIBS-ED-82-507, p.163-186 .
- Park, Y. A., 1983b. The nature of Holocene sedimentation and sedimentary facies on the continental shelves of Korea. *Proceeding of '83 Summer Conference for Domestic and Foreign Scholar of Science and Technology*, Seoul, Korea, p.72-80.
- Park, Y. A., 1985, The sediments of the continental shelf off the eastern coast of Korea. RIBS-ED-84-504, p.151-172 .
- Shackleton, N.J., 1987, Oxygen isotope, ice volume and sea level, *Quaternary Science Reviews*, 6, p.183-190.

Received: November 5, 1992  
Accepted: December 5, 1992