

우리나라 황해의 유공충연구

장순근 · 이호영¹

한국해양연구소 극지연구센터, ¹한국자원연구소 석유해저 자원부

Foraminiferal Research in the Korean Yellow Sea

S.-K. CHANG AND H. Y. LEE¹

Polar Research Center, Korea Ocean Research and Development Institute, Ansan P.O. Box 29, Seoul 425-600, Korea

¹Division of Petroleum and Marine Geology,

Korea Institute of Geology, Mining, and Materials, Yusung P.O. Box 111, Taejon 305-350, Korea

우리나라 황해 퇴적물에서 수행된 유공충연구를 살펴보고자 한다. 유공충은 1960년대 중반부터 해저표면 퇴적물에서 연구되기 시작했다. 연구재료의 대부분은 중력 또는 피스톤식 시추심이었으며 1990년대 중반부터는 시굴선이 시굴한 상당히 긴 시굴심이 연구재료로 쓰였다. 유공충의 미고생물학적 특성이 연구되어 주로 서해의 고환경변화 및 해수면변화를 유추하는 데 쓰였다. 퇴적물은 홀로세이후 중국본토 및 한반도에서 흘러드는 하천수로 운반되었다. 홀로세가 시작하면서 서해에 물이 들어차기 시작해 외해의 영향이 나타나기 시작했으며 주위 육지에서 퇴적물들이 유입되기 시작했다. 부유유공충의 산출양식으로 보아 현재 외해는 목포 앞까지 영향을 미치나 홀로세 중기에는 상당히 강해 군산 앞바다까지 영향을 미쳤다. 앞으로 기후변화 및 그에 수반된 해양환경 변화 등 해양지질학적 현상을 보다 명확히 밝히기 위하여 절대연대측정, 동위원소분석 및 원소성분분석 등 지구화학적 연구 및 유공충의 생태와 관련된 보다 현대적인 방법을 이용해야 한다. 나아가서 지구환경을 이해하기 위하여 유공충을 비롯한 고생물연구의 중요성을 깊이 인식해야 한다.

The foraminiferal researches carried out on the bottom sediments of the Korean Yellow Sea were reviewed. They began from the materials collected in the mid-1960. Most of the study materials were obtained from the gravity or piston corers as well as from the grab samplers. However, relatively long cores were obtained by a drilling ship in the mid-1990. The paleoenvironmental and sea-level histories associated with the foraminiferal changes were the main topics of the foraminiferal researches. Micropaleontological characteristics were also revealed. Sediments were supplied through the input of the rivers and streams from the adjacent mainland China and Korean Peninsula since the Holocene. Although the open sea has influenced off Mokpo now, it had influenced off Kunsan in mid-Holocene which was clearly seen from the occurrence of planktonic foraminifera. However, more advanced methods of study adopting geochemistry such as an absolute age estimate, an isotope analysis and an analysis of elements in combination with other fields of studies related with foraminiferal ecology should be applied to foraminiferal researches to reveal marine geological phenomena, such as climatic fluctuations and related marine environmental changes, in more detail. Additionally, it should be kept in mind that paleontological research including foraminifera is essential to the understanding of the recent as well as ancient environmental changes of the earth.

서론

유공충은 바다에 서식하는 단세포 원생동물로 고환경과 지질시대를 지시하는 점에서 그의 지질학적 가치는 대단히 크다. 유공충 가운데 큰 부류의 하나인 저서유공충은 바다 밑바닥에 서식하며 환경, 즉 해류와 수층의 수심, 수온, 산소함유량, 퇴적물의 입도, 퇴적률, 유기물함량, 탄산칼슘 등등 생태학적 인자와 밀접히 관련되어 분포하므로 현재환경 및 고환경 연구에 아주 적합하다(Murray, 1991). 반면 대양의 수층에 떠서 사는 부유유공충은 지질시대의 시간을 지시하는 정도가 커 부유유공충이 산출되

는 지층의 지질시대 규명과 지층대비에 많이 쓰인다. 그러므로 유공충은 미고생물 가운데 가장 많이 연구된 분야의 하나이다.

황해는 북서태평양 한반도와 중국본토 사이의 바다로 남북길이 1,000 km에 동서길이 약 700 km의 대륙붕해로 평균깊이는 55 m이며 최대깊이는 103 m 정도이다. 황해로는 중국본토와 한반도에서 막대한 양의 퇴적물이 유입되고 있다. 특히 길이 5,460 km, 집수역(集水域)면적 77,000 km²인 황하는 세계에서 두 번째로 많은 양인 10억 8천만 톤의 퇴적물을 매년 유입시키고 있다(Milliman and Meade, 1983). 양자강에서도 매년 4억 7,800만 톤의 퇴적물이 유입되며 기타 중국본토와 한반도에서도

매년 1억 톤 정도의 퇴적물이 유입되는 것으로 알려져 있다(Qin and Li, 1983).

또한 구로시오에서 분류한 황해난류는 황해로 유입되는 것으로 알려져 있다(Beardsley *et al.*, 1985). 그러나 그 정도는 해마다 상당히 크게 변하는 것으로 보인다. 이런 점으로 볼 때 황해의 유공충연구는 황해의 퇴적환경의 변화와 밀접한 관련이 있다고 믿는다. 이 연구의 목적은 우리나라 황해에서 수행되었던 유공충, 특히 제4기 유공충의 과거연구를 되돌아보고 앞으로의 연구내용과 방향을 제안하려는 것이다.

지금까지의 연구

지금까지 수행된 유공충연구

우리나라 황해의 유공충연구는 1960년대 중반에 시작되었다. 지금은 은퇴한 당시 서울대학교 문리과대학 지질학과와 김봉균 교수가 황해와 서해와 동해 얕은 곳에서 채집한 해저표면 퇴적물의 유공충군집을 해석했던 것이 효시였다(Kim, 1965). 현재 한국자원연구소의 전신이었던 당시 국립지질조사소의 연구원들이 서울대학교와 협조해 황해 중부해저에서 니노(Niino)시추기로 얻은 퇴적물내의 유공충 조성을 1970년 발표하면서 비교적 오래된 유공충이 연구되기 시작했다(Kim, 1970; Kim *et al.*, 1970). 이들의 연구자료는 길이 50~100 cm의 시추심으로 하부의 유공충군집을 분석해, 당시의 환경이 현재보다 더 추웠거나 유공충의 서식에 덜 적합했으며 외해의 영향이 더 컸던 것으로 보고했다.

1980년대에는 현재 한국해양연구소의 전신이었던 당시 한국과학기술원부설 해양연구소의 연구원들이 수행한 한국해역 퇴적환경 조사연구에서 얻은 시추심에서 유공충과 개형류의 연구를 시작했다. 이들의 연구는 중력식이나 피스톤시추기의 시추심에서 산출되는 유공충과 개형류의 정량적 조성과 미고생물학적 특성을 조사하는 것이 주연구내용이었다(해양연구소, 1984, 1985). 또한 해저표면 퇴적물과 조간대표면 퇴적물에서도 유공충의 조성과 분포 및 미고생물학적 의의가 연구되었다(장과 이, 1982; 1983; 1984; 장, 1983; Woo *et al.*, 1995, 1998).

해양연구소(1987)는 황해에서 얻은 길이 90~343 cm에 이르는 8 점의 피스톤 시추심의 유공충을 분석해 황해중동부의 고환경을 복원했다. 그 연구에 의하면 연구지역에는 홀로세 초기와 중기에 현재보다 고염분과 고온도의 외해영향이 있었다. 현재는 외해의 영향이 연구지역의 남서부, 즉 한반도 남서쪽연안으로 한정되어있으나 홀로세 중기에는 중앙부, 즉 군산 남서부해역까지 미쳤다(해양연구소, 1987, Fig. 28; Chang and Cheong, 1988, Fig. 4).

남해와 황해의 표층퇴적물에서 얻은 저서유공충연구는 Cheong (1991, 1992a, 1992b, 1994, 1996)의 연구가 있다. 그는 1991년의 연구에서 주성분분석(Principal Component Analysis)으로 연구지역을 5 개의 생물장으로 나누었으며 황해는 생물장 1, 3, 4 등 세 개의 생물장으로 나뉜다(Cheong, 1991, Fig. 36). 그 연구들에 의하면 유공충조성은 주로 해류와 수괴(水塊)로 결정된다. 특히 그가 감정한 76 속 183 종의 저서유공충을 33 장의 좋은 도판으로 만들어 연구지역의 유공충을 감정하는 데 큰 도움이 되리라 믿는다.

한국자원연구소(1996)가 황해에 시굴한 4개의 시굴공에서 얻은 자료는 석유탐사관계를 제외하면 황해에서 획득한 자료 가운데 가장 긴 시굴자료이다. 이 연구는 단순한 피스톤 또는 중력시추기가 아닌 교란되지 않은 시굴재료라는 점에서 과거의 연구재료와는 다르다. 또한 그 연구에서는 퇴적상분석 외에도 광물학, 지구화학적 분석, 연대측정 및 여러 분야의 미고생물을 종합적으로 연구했다. 그 연구는 1997년에도 계속되어 한강하구 남서부해역에서도 2개 지점에서 시굴된 시굴심을 거의 같은 방법으로 분석했다(한국자원연구소, 1997; Chang *et al.*, 1998). 한편 Kim *et al.*(1999)은 황해중부에서 얻은 시추심의 탄소와 산소 안정동위원소의 분석으로 그 지역은 플라이스토세 말기 동안 해수면변화의 영향을 크게 받은 것으로 보고했다.

Shin *et al.*(1998)은 가로림만에서 얻은 시굴심에서 유공충의 종조성, 안정동위원소분석과 AMS-¹⁴C자료로 지난 8천 년 동안 3회의 해수면강하를 인지했다. Shin and Yi(1998)는 시화호의 시추심에서 환경오염을 지시하는 지시자로 유공충과 개형류를 연구했다. 오염되기 시작하면서 미고생물의 산출은 아주 적어졌다.

유공충연구로 유추한 황해의 고환경변화와 미고생물학적 특징

약 1만 년 전의 황해해수면은 지금보다 56 m나 낮았으며 염분은 7.6‰ 정도였다(Kim *et al.*, 1999). 이는 보통 마지막 극성빙하기(Last Glacial Maximum)에는 해수면이 약 140 m 정도 낮았다는 주장을 고려하면(Park and Yi, 1995), 그 동안 해수면이 80 m 이상 상승했다고 생각된다. 해수면은 특히 12,500년 전부터 1,000년 동안은 당시의 낮은 상태를 유지하고 있었다(김 등, 1998). 플라이스토세 말기의 황해의 염분이 7.6‰로 현저히 낮은 것은 아마도 마지막 빙하기에 황해주위에서 육수가 대단히 많이 유입돼 염분이 낮았기 때문인 것으로 생각된다. 해수면이 이렇게 낮았다는 것은 황해의 중앙부만 물에 덮였다는 것으로 황해는 바다보다는 하구에 해당된다고 생각할 수 있다.

기후가 따뜻해짐에 따라 황해 해수면은 11,500~7,000년 전 사이에 지금의 높이로 갑자기 높아졌으며 동지나해로부터 해수가 많이 유입되었다. 이후 해수면은 비교적 안정되었다(김 등, 1998). 황해해수면이 높아지면서 퇴적물의 퇴적이 빨라져 중앙부분은 현재 퇴적물의 3 배 정도였다(Kim *et al.*, 1999).

부유유공충의 산출 정도로 보아, 외해(外海)의 유입은 북쪽으로 갈수록 또 연안으로 가까이 갈수록 당연히 적어졌다. 외해의 영향이 컸을 때는 부유유공충도 산출되지만 저서유공충의 다양성은 높아지는 반면 우점도는 낮아진다. 반면 외해의 영향이 작아지면 부유유공충의 산출도 적어지지만 저서유공충의 다양도는 낮아지고 우점도는 높아져 미고생물학적 특징이 반대로 된다. 외해영향의 정도는 기복이 있어 시대에 따라 다르다(Fig. 1). 예컨대 홀로세초기에도 외해의 영향이 상당히 컸던 것으로 보인다. 단지 이런 증거는 한반도의 남서쪽 끝 지역인 시추심 1402(북위 34°40', 동경, 125°45', 수심 37 m) 및 1703(북위 34°10', 동경 125°30', 수심 80 m)에서만 확인되었다. 다시 말하면 그 보다 북쪽과 먼 바다에서는 시추했으나 연구재료가 얻어지지 않았다. 그러나 홀로세중기에는 그보다 북쪽인 금강앞까지는 영향을 미쳤다. 이는 홀로세중기 난류가 현재보다 더 강했을 때로 생각된다. 또한 홀로세후기로 오면서 황해는 현재와 같은 환경이 되었다

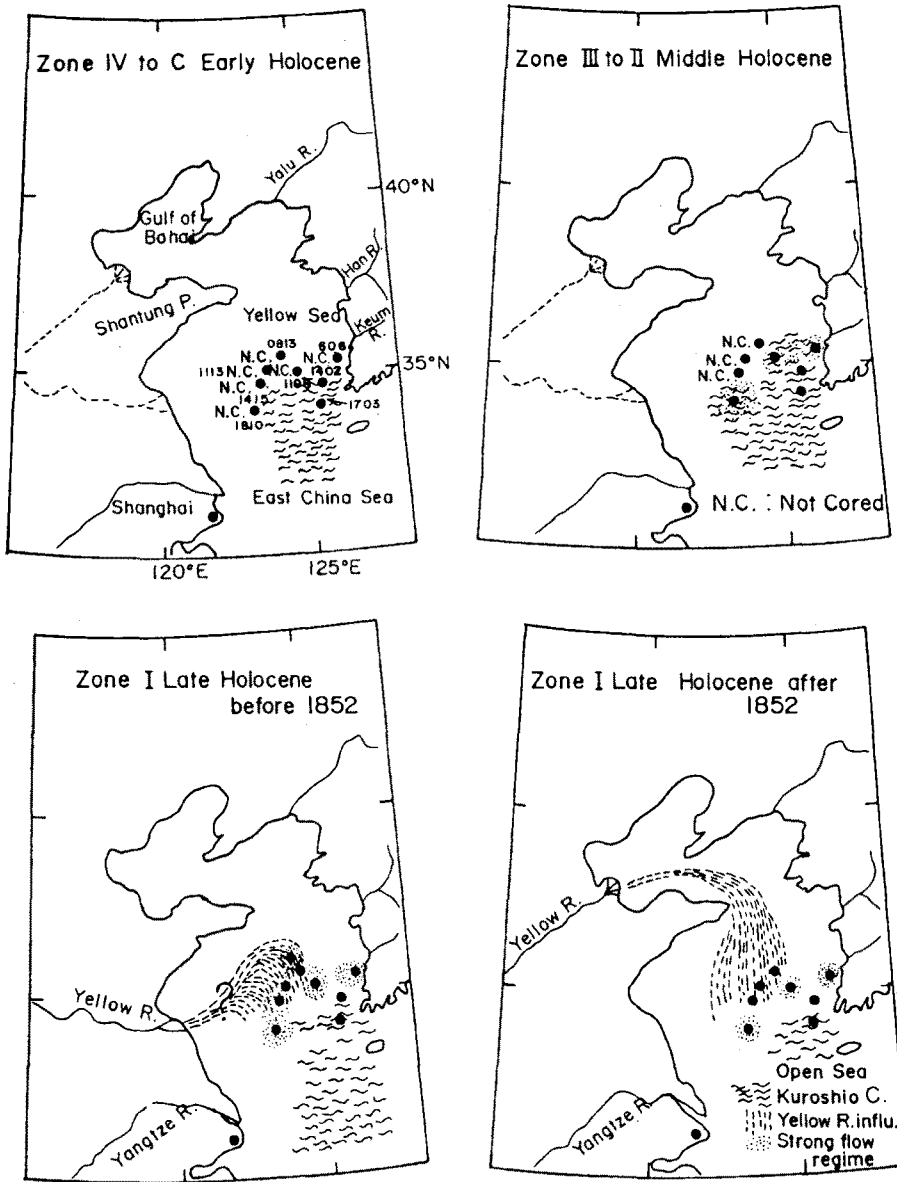


Fig. 1. Holocene Paleoenvironmental map of the Korean Yellow Sea. Note the remarkable influence of the open sea, Paleo-Kuroshio Current in the Mid-Holocene and the changing regime of the Yellow River in mid-19th Century (after Chang and Cheong, 1988).

(해양연구소, 1987; Chang and Cheong, 1988). 한편 서해에 발달한 만에는 해수면이 계속해서 상승하지 않고 간간히 하강했다 (Shin et al., 1998). 이는 아마도 시추지점이 해수면하강에 직접적인 영향을 받았던 곳이었다고 유추된다. 공 등(1998)은 14,000년 전부터 10,000년 전까지 비교적 불안정한 환경이었으며 이후 5,500년 전까지는 현재보다 더 저염분인 환경으로 생각했다. 이후 지금과 같은 환경으로 된 것으로 보고했다(한국자원연구소, 1997). 한국자원연구소(1996, Fig. 38)에 의하면 한반도에 가까운 황해 동쪽의 남쪽지역은 따뜻한 환경에서 온화하거나 시원한 환경으로 바뀐 반면 북쪽에서는 온화한 환경 사이에 시원한 환경이 있다.

한강하구 가까운 지역은 해수면이 상승하면서 전형적 해성환경보다는 육수영향을 많이 받은 환경이었다. 이는 한강이라는 육수공급원에 가깝기 때문에 생긴 현상이라고 생각된다. 비록 산출되는 개체수가 너무 적기는 하나, 그래도 유공충의 산출로 보건대, 바다의 영향은 턱적도 남서쪽(YSDP-106, 북위 37°06.709', 동

경 125°56.095', 수심 16.3 m)보다는 보다 북쪽이며 한강하구에 가까운 서쪽(YSDP-107, 북위 37°16.071', 동경 125°49.842', 수심, 16.7 m)의 깊은 곳에 나타났다(한국자원연구소, 1997; Chang et al., 1998). 이는 바다나 하구의 수질, 즉 유공충 서식환경보다는 퇴적물의 퇴적도와 관계가 있기 때문으로 생각된다. 이 시굴심은 절대연령 측정결과가 없어 주위와 비교할 수 없다.

한편 시추심에서 황하의 하구위치가 달라짐에 따라 퇴적현상이 변한 것도 인지된다. 예컨대 1852년 이후 양자강하구가 산동반도 북쪽으로 변경된 이후에는 산동반도에 비교적 가까운 지역인 시추심 1415(북위 34°50', 동경 123°30', 수심 74 m), 시추심 1113(북위 35°20', 동경 123°50', 수심 75 m), 시추심 0813(북위 35°50', 동경 124°20', 수심 81 m)에는 미세한 퇴적물이 급격히 퇴적되고 부유유공충은 없고 몇 종류의 저서유공충만 출현한다(Chang and Cheong, 1988).

현재 해저에 분포된 현생저서유공충은 남쪽으로 내려갈수록 다양해져 연안에서 흔히 관찰되는 분포를 보인다(Cheong, 1991;

Chang, 1992). 또한 조간대에서는 몇몇 종이 군집의 대부분을 차지하며 퇴적물 이동방향과 운반된 퇴적물의 양을 지시한다. 또한 특정한 종의 번식을 시사한다(장과 이, 1982; 1983; 1984; Woo *et al.*, 1998). 최근 공단이 서해안에 조성되면서 지역에 따라서 환경이 오염되는 것이 유공충의 연구로 밝혀지고 있다(Shin and Yi, 1998).

논 의

연구지역, 특히 황해 남동부의 홀로세와 플라이스토세의 경계는 아주 깊은 데 있다(한국자원연구소, 1996, Fig. 4). 특히 북위 33°30'에서 제주도 북서쪽까지 한반도의 남서쪽도서지방을 등글게 감싸는 호상(弧狀)지역에는 두꺼운 필층(mud belt)이 있다(Fig. 2). 그러므로 한국자원연구소(1996)에 의하면 황해 동남부에는 18,000년 미만의 지층이 해저표면하 50 m나 된다. 각 시굴심 몇 지점에서 ¹⁴C로 절대연령을 측정했으며 여기에 몇 개의 값을 인용한다. 예컨대 YSDP-102(북위 33°49.496', 동경 125°45.009', 수심 62 m)는 51.11 m에서 10,160±500 년이다. YSDP-103(북위 34°29.246', 동경 125°29.201', 수심 53 m)에서는 29.99 m에서 13,990±1,260 년이다. YSDP-104(북위 35°45.663', 동경 125°49.813', 수심 45 m)에서는 37.40 m에서 18,080 년 미만의 값이 나왔다. YSDP-105(북위 36°33.994', 동경 125°27.152', 수심 45 m)에서는 51.03 m에서 11,290±820 년이라는 값이 나왔다. 그러므로 한국자원연구소(1996)에 의하면 황해 중동부지역은 두께 수십 m에 달하는 홀로세 해침퇴적층이 부분적으로 분포하고 있다. 또한 기후는 냉온기에서 서서히 난온기로 변했다. 반면 해양연구소(1987)나 그에 인용된 다른 연구(Werner *et al.*, 1984)에 의하면 그 경계는 그렇게 깊지 않은 것으로 보인다(Kim *et al.*, 1999). 물론 양 측의 연구가 같은 지점이 아니므로 경계선이 반드시 같거나 아주 비슷하여야 할 이유는 없다. 그러므로 그런 차이는 연구지역에 따른 퇴적물의 심한 차이와 퇴적현상의 차이에 의한 것으로 보인다. 그러나 홀로세/플라이스토세의 경계에서 그렇게 큰 차이가 난다는 것은 앞으로 연구하여야 할 과제 가운데 하나이다. 특히 해양연구소(1987)의 연구시추심 가운데 이질퇴적지역 가운데인 시추심 1402 및 1703은 연구의 대상이 된다고 할 수 있다. 또한 황해해저지형에 근거한 마지막 극성 빙하기의 고지리(해양연구소, 1987; Chang, 1992)도 부분적으로 재고하여야 할 것이다(Fig. 3). 특히 진흙이 두껍게 쌓인 부분은 당시 주변보다 약간 깊었던 우묵한 지형이었던 것으로 생각된다. 그 곳에는 당연히 물이 차 있었고 담수에 서식하는 생물들이 있었을 것이다.

홀로세에 접어들어 해수면이 높아지면서 한반도 남서쪽주위는 펄이 쌓이기 시작했다(한국자원연구소, 1996). 이들의 근원지는 황해주위의 육지로 생각되며 특히 점토가 중국본토와 한반도에서 유입되었던 것으로 보인다. 한편 한국자원연구소 보고서(1996, 149~150쪽)에 언급되었듯이 지층조사에서 계산된 현재 퇴적된 펄의 양과 매년 한반도에서 유입된 양에 따라 필요한 22,000년이라는 퇴적기간은 너무 길게 생각된다고 볼 수 있다. 그러므로 한반도 남서쪽주위에는 한반도에서 유입되는 압록강, 한강, 금강 외에 해류를 타고 온 퇴적물도 퇴적되었다고 보아야 한다. 특히

연구지역에 가까운 황하나 양자강에서도 상당량의 퇴적물이 유입된다고 생각된다(Schubel *et al.*, 1984). 물론 한반도에서는 과거 기후, 해류 등등의 차이로 현재보다 훨씬 많은 양의 퇴적물이 유입되어 퇴적되었다고 가정할 수 있다. 그러나 이를 증명하는 연구가 필요하다.

김 등(1998; Kim *et al.*, 1999)과 공 등(1998; 한국자원연구소, 1996)을 비교해 보면 홀로세에 들어 황해 해수면의 상승시기와 상승방식 및 고해양환경의 변화도 연구재료의 위치와 연구방법에 따라 적지 않은 차이가 있다고 말할 수 있다. 이런 차이는 고해양환경의 변화방식과 연구재료를 얻은 지리적 위치가 다르기 때문인 것으로 보인다. 앞으로 중간 위치에서 연구재료를 구하고 연구방법에 따라서는 그 차이를 해석하는 새로운 연구결과를 기대할 수 있으리라 예상된다.

한편 Polski(1959)는 북아세아근해의 유공충을 논하면서 수심 100~200 m에서 발견한 인회토로 교대된 내대륙붕 유공충들을 플라이스토세 당시에 해수면이 낮아졌을 때 만들어진 천해퇴적층으로 믿었다. 그러나 이후 우리나라 연구원들은 이런 유공충에 특별한 관심을 기울이지 않았다. 이는 그들이 연구한 시료에서 비슷한 현상을 발견하지 못했기 때문으로 생각된다. 단지 장(1983)은 아산만 해저의 저서유공충을 논의하면서 껍데기의 보존상태가 좋지 않고 변색된 유공충을 간단히 언급했으나 더 깊게 연구하지는 않았다. 그러나 연구가 진행되고 유공충군집을 보는 눈이 달라지면 지금까지 발견하지 못했고 해석하지 못했던 새로운 군집을 찾고 해석할 수 있으리라 생각된다.

앞으로의 연구

우리나라에서 수행된 황해의 유공충연구를 되돌아 봄으로 앞으로의 연구를 위하여 몇 가지를 제안하려고 한다.

첫째 앞으로 황해의 유공충을 포함한 미고생물연구는 종의 단순한 산출이나 지리적 분포 내지는 종조성이나 미고생물학적 특성해석을 넘어 한 종의 특성이나 변화 내지는 한 종의 내부구조 등 보다 정밀하고 수준 높은 연구가 필요하다.

둘째 앞으로의 연구는 정밀한 지구화학적 분석이 필요하다. 예컨대 정확한 지질시대의 결정이 무엇보다도 필요하다. 그런 점에서 미래의 유공충연구는 반드시 절대연령 측정자료를 보장하여야 한다. 또한 유공충, 특히 유공충껍질과 유공충이 산출되는 퇴적물에 대한 보다 첨단적인 분석방법, 특히 방사성 동위원소분석과 희유성분분석 등 지구화학적 분석이 필요하다.

셋째 가능하면 미고생물연구와 연관이 있는 퇴적학적 연구 및 지구화학적 연구도 병행되어 연구결과를 공유하고 이들을 함께 해석하는 종합적이며 복합적인 연구품토의 조성이 필요하다. 그러므로 단순한 미고생물학적 연구에서 벗어나 다른 분야에 기여할 수 있는 연구가 필요하다. 예컨대 최근 밝혀지기 시작하는 Younger Dryas의 문제 등도 황해퇴적물에서 밝혀지리라 믿는다. 또한 소빙하기(Little Ice Age), 중세의 따뜻했던 시기(Medieval Warm Period)와 홀로세 중반의 따뜻했던 현상(Middle Holocene Climatic Optimum 또는 Hypsithermal Warming) 등도 연구되어야 할 과제이다.

넷째 최근 관심이 증대되고 있는 환경문제에서 오염과 생태계

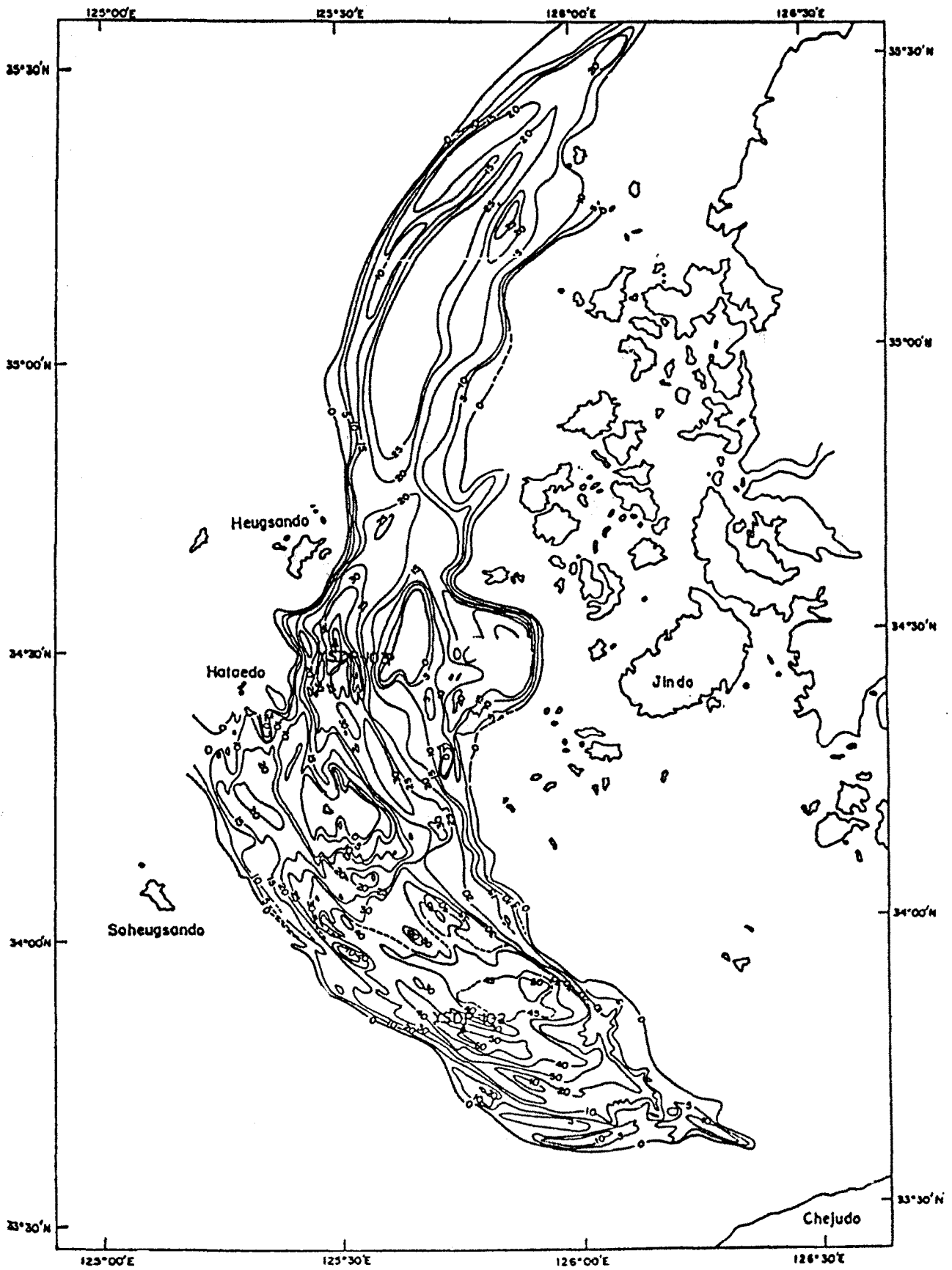


Fig. 2. Isopach map of the mud belt off the southwestern coast of Korea (after Korea Institute of Geology, Mining, and Materials, 1996).

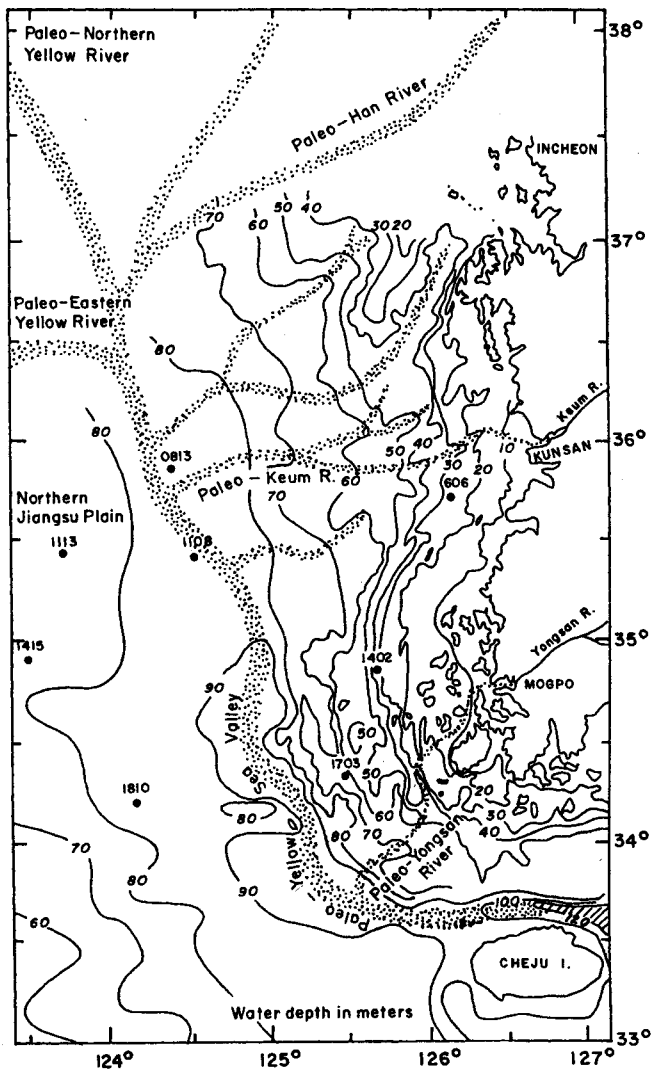


Fig. 3. Paleogeography of the Korean Yellow Sea at the Last Glacial Maximum (after Chang, 1992). Note the area around core 1402 and core 1703 might be modified.

의 안정성을 지시하고 연구하는 기초자료로 유공충을 포함한 미고생물이 좋은 재료라는 것을 인식해야 한다.

다섯째 황해에서 많이 산출되는 유공충 자체의 생물학적 연구가 수행되면 새로운 사실을 밝혀내고 화석조성을 해석하는 데 큰 도움이 되리라 믿는다.

결론

우리나라 황해퇴적물내의 유공충들은 지질연구에서 차지하는 유공충의 미고생물학적 가치에 비해 너무 소홀하게 연구되어 왔다는 생각을 금할 수 없다. 이는 크게 두 가지 원인이 있는 것으로 생각된다.

첫째 유공충을 연구하는 인력이 너무 적기 때문인 것으로 생각된다. 고생물학자의 숫자도 많지 않으며 그나마 유공충연구인력은 많지 않으며 그들의 연구는 눈에 띄지 않는다. 이는 필자를 포함한 일부 유공충학자들의 연구활동이 부족했다는 뜻이다.

둘째 최근에 일기 시작한 지질학계의 개편, 특히 지질환경연구 위주의 개편으로 미고생물학을 포함한 고생물학연구가 상대적으로 열세에 처한 것도 원인의 하나라 생각된다. 특히 상당수 대학교에 고생물학강좌가 대폭 축소되거나 고생물학교수가 전무한 것은 지질학의 균형적 발전에 크게 저해된다. 그러나 고생물학이 지질학에서 주요한 두 내용 가운데 하나라는 점은 변함없다. 유공충을 포함한 미고생물연구는 제4기 지질과 고환경연구, 특히 고해류, 고기후, 고생태, 해수면변화, 퇴적과 침식, 해침과 해퇴, 해양오염 등 최근의 지구환경과 직결된 분야의 연구에 필수적이라는 사실을 간과해서는 안 된다.

위에서 언급한 앞으로의 연구에 제안된 내용들은 유공충연구를 넘어 다른 분야의 미고생물연구에도 해당되고 적용된다.

감사의 말씀

이 연구는 한국해양연구소와 한국자원연구소가 지원했다. 그 지원에 깊이 감사한다. 이 연구에 대하여 건설적 비판을 아끼지 않은 한국해양연구소 신입철 박사와 익명의 심사자에게 깊이 감사드린다.

참고문헌

- 공기수, 박용철, 장정해, 1998. 황해 남동부에서의 후 4기 고해양 환경. 한국해양학회 1998년도 춘계학술발표회 요약집, p. 85.
- 김동선, 박병권, 신임철, 1998. Paleoenvironmental change of the Yellow Sea during the late Quaternary. 한국해양학회 1998년도 춘계학술발표회 요약집, p. 86.
- 장순근, 1983. 아산만해저의 저서유공충. 한국해양학회지, **18**: 125-141.
- 장순근, 이경신, 1982. 인천 주변 조간대의 현생저서유공충. 해양연구소소보, **4**: 63-72.
- 장순근, 이경신, 1983. 경기만조간대의 현생저서유공충과 그 의의. 지질학회지, **19**: 169-189.
- 장순근, 이경신, 1984. 아산만조간대의 현생저서유공충에 대한 연구. 지질학회지, **20**: 171-188.
- 한국자원연구소, 1996. 황해 제 4기 지층 시추프로그램(YSDP-102, YSDP-103, YSDP-104, YSDP-105 시추코아연구), 제 1.2차년도 최종보고서, KR-96(T)-18. 595 pp.
- 한국자원연구소, 1997. 황해 제 4기 지층 시추 프로그램(YSDP-106, YSDP-107 시추코아연구) 최종보고서, KR-97(B)-23. 401 pp.
- 해양연구소, 1984. 한국해양 종합해양환경도 작성연구, 제 2차년도 보고서-황해, 한국과학기술원 해양연구소 보고서, BSPG 00023-79-7. 493 pp.
- 해양연구소, 1985. 한국해양 종합해양환경도 작성연구-황해. 한국과학기술원 해양연구소 보고서, BSPE 00055-86-7A, 523 pp.
- 해양연구소, 1987. 황해중동부 홀로세의 고환경. 한국과학기술원 해양연구소 보고서, BSPE 00087-137-5, 147 pp.
- Beardsley, R.C., R Limeburner, H. Yu and G.A. Cannon, 1985. Discharge of the Changjiang (Yangtze River) into the East China Sea. *Cont. Shelf Res.*, **4**: 57-76.
- Chang, S.-K., 1992. Foraminiferal Implications in the Korean Yellow Sea, *Studies in Benthic Foraminifera, BENTHOS '90*, Sendai,

- Tokai University Press, pp. 199–206.
- Chang, J.H., P.Y. Bong, G.H. Min, J.H. Jin, S.J. Choi, H.Y. Lee, K.T. Na, J.H. Kim, S.P. Kim and C.W. Lee, 1998. Late Quaternary Stratigraphy in the Bay of Kyong-gi. 한국해양학회 1998년도 춘계 학술 발표회 요약집, p. 87.
- Chang, S.-K. and H.-K. Cheong, 1988. Holocene Paleoenvironments of the middle eastern Yellow Sea. *Rev. de Paleobio.*, Vol. spec. No. 2, Benthos '86, pp. 725–733.
- Cheong, H.-K., 1991. Recent Benthonic Foraminifera from the Southern Yellow Sea. Ph.D. thesis, Korea University, 342 pp. and 33 plates.
- Cheong, H.-K., 1992a. Distribution of the Recent benthonic Foraminifera from the southern Yellow Sea. *Paleont. Soc. Korea*, Special Publication, no. 1, p. 171–189.
- Cheong, H.-K., 1992b. Rotaliid Foraminifera from the southern Yellow Sea. *J. Paleont. Soc. Korea*, **8**: 76–120.
- Cheong, H.-K., 1994. Recent agglutinated Foraminifera (Textularina) from the southern Yellow Sea. *J. Paleont. Soc. Korea*, **10**: 227–256.
- Cheong, H.-K., 1996. Miliolid Foraminifera from the Southern Yellow Sea. *J. Paleont. Soc. Korea*, **12**: 129–144.
- Kim, B.K., 1965. Appendix 2, Recent Foraminifera from the East, South and West Coasts of Korea. In: The Stratigraphic and Paleontologic Studies on the Tertiary of the Pohang Area, Korea edited by Kim, B.K., Seoul National University. *J. Sci. Tech. Ser.*, **15**: 96–97.
- Kim, J.J., 1970. Recent Foraminifera in the Korean Yellow Sea. *Repts of Mar. Geol. Geophy.*, Geol. Sur. Korea, **1**: 101–119.
- Kim, B.K., S.W. Kim, J.J. Kim, 1970. Foraminifera in the bottom sediments off the southwestern coast of Korea. *ECAFE Bulletin*, **3**: 147–163.
- Kim, D., B.-K. Park and I.-C. Shin, 1999. Paleoenvironmental changes of the Yellow Sea during the Late Quaternary. *Geo-Marine Letters*, **18**: 189–194.
- Milliman J.D. and R.H. Meade, 1983. World-wide delivery of river sediment to the oceans. *J. Geol.*, **91**: 1–21.
- Murray, J.W., 1991. Ecology and Paleoecology of Benthic Foraminifera. Longman Scientific and Technical, New York, 397 pp.
- Park Y.A. and Yi, H.-I., 1995. Late Quaternary climatic changes and sea-level history along the Korean coasts. *J. Coast. Res.* Special Issue, no. 17: Holocene Cycles: Climate, Sea Levels, and Sedimentation, p. 163–168.
- Polski, W., 1959. Foraminiferal biofacies off the north Asiatic coast. *J. Paleont.* **33**: 569–587.
- Qin, Y. and F. Li, 1983. Study of influence of sediment loads discharged from the Hunghe River on sedimentation in the Bohai Sea and the Huanghai Sea. In: Proceeding of International Symposium on sedimentation on the continental shelf, with special reference to the East China Sea, edited by Acta Oceanologica Sinica, China Ocean Press, Beijing, pp. 83–92.
- Schubel, J.R., H.-T. Shen and M.J. Park, 1984. A Comparison of Some Characteristic Sedimentation of Estuarine Entering the Yellow Sea. In: Marine Geology and Physical Processes of the Yellow Sea, edited by Y.A. Park, O.H. Pilkey and S.W. Kim, Korea Institute of Energy and Resources, Seoul, pp. 286–308.
- Shin, I.C. and H.-I. Yi, 1998. Spatial and temporal variations of foraminifers as an indicator of marine pollution. *Korean J. Geophy. Res.* **26**: 59–73.
- Shin, I.C., H.-I. Yi, D.-H. Shin and S.-J. Han, 1998. Foraminifera as the Holocene Sea-Level and Paleoenvironmental Indicators along the West Coast of Korea. *Korean J. Quat. Res.* **12**: 31–44.
- Werner, F., Y.A. Park, C.S. Kim and K.J. Cho, 1984. Impact of Quaternary Sea-Level Fluctuations on Sediment Dynamics in the Southeastern Yellow Sea. In: Marine Geology and Physical Processes of the Yellow Sea, edited by Park, Y.A., O.H. Pilkey and S.W. Kim, Korea Institute of Energy and Resources, Seoul, pp. 314–328.
- Woo, H.J., J.H. Chang, and S.J. Han, 1995. Characteristics of recent foraminifera and surface sediments in Gomsu-Bay tidal flat, west coast of Korea: Potential for paleoenvironmental interpretation, *J. Korean Soc. Oceanogr.* **30**: 184–196.
- Woo, H.J., S.-K. Chang and Y.S. Chu, 1998. Recent Foraminifera and Surface Sediments in Tidal Flats of the West Coast of Korea. *Ocean Res.*, **20**, Special, 63–72.

1999년 7월 6일 원고 접수

1999년 10월 15일 수정본 채택