

한일공동광구지역 코어 퇴적물에서 산출된 규조 화석

박영숙^{1,*}, 이종덕¹, 윤혜수², 이성숙³, 이병수¹

¹전북대학교 지구환경과학과, 561-756, 전주시 덕진구 덕진동

²충남대학교 지질학과, 305-764, 대전광역시 유성구 궁동

³한국 석유공사 석유기술연구원, 431-711, 안산시 관양동

요약: 한일공동광구지역에서 채취한 JDZ VII-3 시추 코어 퇴적물에서 규조 미화석을 연구하기 위하여 45개의 시료를 채취하였다. 31개의 시료에서 규조 미화석이 산출되었으며, 총 21속 38종이 감정되었다. 규조 군집의 산출량과 군집조성에 의하여 4개의 군집을 설정하였으며 3,950~4,250 m 과 860~2,090 m 구간은 규조의 산출이 거의 없는 무화석대이다. 그러나 군집대 I의 퇴적환경은 연안환경(neritic environment)을 지시해주는 *Thalassionema nitzschioides*, *Paralia sulcata*, *Chaetoceros* 휴면포자와 공해환경(open sea environment)을 지시하는 *Actinocyclus curvatulus*, *Rhizosolenia styliformis*, *Thalassiosira longissima* 등이 같이 산출되는 것으로 보아 외근해 환경(outer neritic environment)으로 해석된다. 군집대 II에서 규조의 산출이 매우 미약하기는 하지만 역시 연안종과 공해종의 같이 산출되므로 외근해 환경으로 해석할 수 있다.

주제어: 한일공동광구, 규조, 군집대, 외근해 환경

서론

한일공동광구(JDZ: Japan/Korea Development Zone) 한국과 일본 사이 제주도 남동쪽에 있는 동중국해에 위치하고 있다. 동중국해는 북북동-남남서 방향의 단층에 의해 체민 융기대(Zhemina Uplift), 동중국해 대륙붕 분지(East China Sea Shelf Basin), 타이완-신지 융기대(Taiwan-Sinzi Uplift), 오키나와 해구(Okinawa Trough) 및 류큐 해령(Ryukyu Ridge) 등의 5개의 구조대로 되어 있다(정태진 외, 2001). 이 지역의 조구조 운동에 대해서는 여러 연구자들에 의해서 연구되었으며, 태평양 판, 필리핀 판 및 유라시아 판의 운동에 의해서 분지가 형성되었다는 것에 의견의 일치를 보인다(Hide *et al.*, 1977; Jolivet *et al.*, 1989; Li and Tao, 1992). 연구지역의 서쪽에는 동중국해 대륙붕분지(East China Sea Shelf Basin; Zhou *et al.*, 1989)와 동쪽의 오키나와 해곡분지(Okinawa Trough Basin; Zhou *et al.*, 1989)가 발달되어 있다. 동중국해 대륙붕 분지는 중국 남부지역을 따라 발달한 일련의 열개 분지들 중의 하나로 후기 백악기 - 전기 에오세에, 오키나와 해곡분지는 후기 마이오세에 열개운동에 의해 형성되었다(Karig, 1971). 오키나와 해곡분지는 류큐 호상 열도(Ryukyu Island Arc) 후면에 발달된 전형적인 후배호분지(back-arc basin)로서 마이오세 - 제4기의 지층이 10 km 두께로 퇴적되어 있으며 현재까지 확장이 계속되고 있는 퇴적분지이다(Herman *et al.*, 1978; Lee *et al.*, 1980).

한일공동광구에 대한 종합적인 연구가 1987년부터 수행되었으며(봉필운 외, 1988, 1989, 1990; 광영훈 외, 1989; 박근필 외, 1989; 박영수 외, 1989) 그 중 고생물학적인 연구로 화분, 포자화석에 대한 연구가 이루어 졌다(봉필운 외, 1989, 1990). 본 연구는 오키나와 해곡분지내 한일공동광구 JDZ VII-3 시추코어 퇴적물로부터 규조군집을 분석하고 산출양상을 토대로 연구지역의 퇴적 당시 고환경을 알아보려고 한다.

연구지역 및 연구방법

한일공동광구(JDZ)는 동중국해 대륙붕분지와 오키나와 해곡분지의 북부지역에 위치하며 면적은 82,557

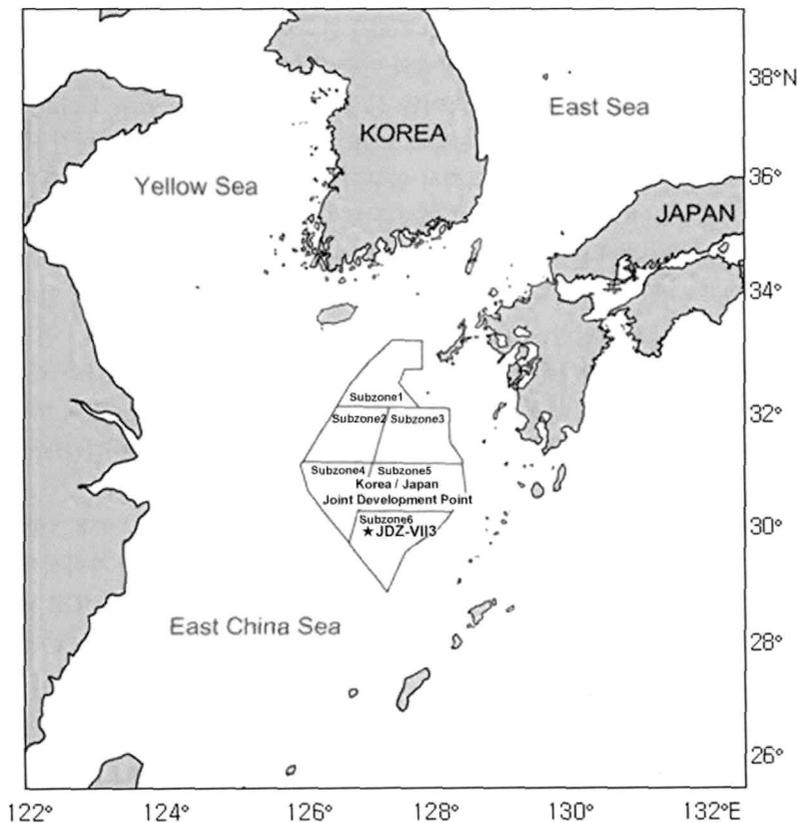
*Corresponding author: 063-270-2804 , E-mail: sydin@chonbuk.ac.kr

Table 1. The information of core JDZ VII-3 drilled in Korea/Japan Development Zone.

Well Name	Year	Geographical location	Depth(m)	Area
JDZ VII-3	1985	29°46' 55" N 127°28' 30" E	4,258	Okinawa trough JDZ, subzone6

km², 평균수심은 100 m 이하이다. 동중국해 대륙붕분지에는 상부 백악기부터 퇴적작용이 시작되어 10 km 이상의 지층이 퇴적되었고, 오키나와 해구에서 열개작용의 시기는 탄성과 자료해석 및 시추공 자료대비결과 후기 마이오세부터 전기 플라이오세 말까지 계속되었으며 현재까지도 인장력과 연관된 단층활동이 진행되고 있다(선우돈, 2004). 연구 시추코어인 JDZ VII-3공은 타이완-신지 융기대와 접하는 오키나와 주상해분의 가장자리에서 시추되었다(Fig. 1). 현재 연구지역을 포함하는 오키나와 해구 지역 인근에는 전 지구적인 기후에 영향을 미치는 쿠로시오 해류(Kuroshio Current)가 저위도로부터 운반되고 하나의 지류가 타이완의 동쪽을 따라 동중국해로 유입되며 주류는 큐슈 남쪽의 토카라 해협을 통해서 태평양으로 흐른다. 또 하나의 지류는 한국과 큐슈사이의 쓰시마해협을 통하여 동한난류로서 동해로 유입된다(Ijiri *et al.*, 2005)(Fig. 2).

JDZ VII-3 코어 퇴적물은 심도 4,258 m까지 시추 되었으며 상부는 주로 이질 퇴적물로 되어 있고 중부와 하부는 이질과 사질 퇴적물이 교호하는 양상을 보인다(Cheong *et al.*, 1996)(Fig.3). 구조 분석을 위해서 박영숙 외(2007)의 시료처리방법에 따라 총 45개의 시료를 분석하였다. 건조 시료 2 g에 묽은 염산(10%) 25 ml와 과산화수소수 15 ml를 첨가한 후 가열판(Hotplate)위에서 1시간 이상 가열한다. 24시간 동안 놓아둔 후 다시 묽은 염산과 과산화수소수 15 ml를 첨가하여 1시간 이상 끓여 준 후 증류수를 부어 부유성 물질들이 가라앉을 때까지 기다린다. 화학약품과 부유성 물질들을 제거하기 위해서 윗물을 따라내고 다시 증류수를 채운다. 이러한 세척과정을 여러 번 반복하여 산이나 부유성 물질들을 모두 제거한다. 남은 잔유물을 병에 담고, 그 중 부표

**Fig. 1.** Location map of JDZ VII-3 core sediment in the East China Sea (modified from Lee, 1997).

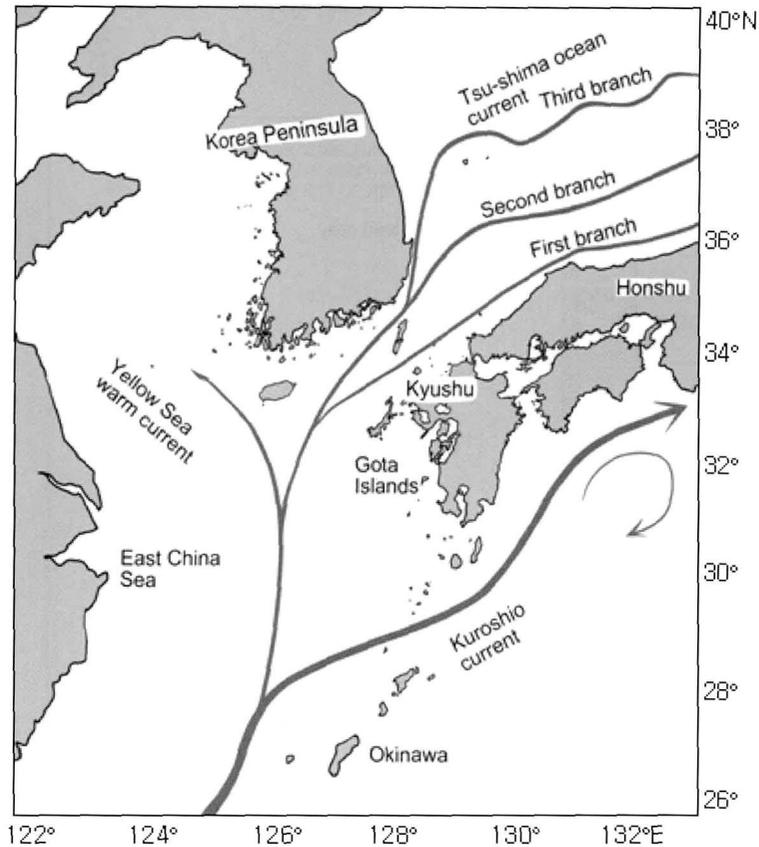


Fig. 2. Map showing the present Kuroshio Current in the study area (modified from Katoh, 1994)

본을 취하여 슬라이드글라스가 장치된 고정장치(settling container)에 넣고 저온의 건조기(약 50 °C) 안에서 건조시킨 후 접착제(mountmedia)를 이용하여 커버글라스를 덮고 시료를 고정시킨다. 규조의 개체수가 적게 산출되어 각 슬라이드에서 산출되는 규조를 모두 산정하였다.

결 과

규조 군집

한일공동광구지역에서 채취한 JDZ VII-3 시추 코어 퇴적물에서 총 45개의 시료를 채취하여 분석한 결과 31개의 시료에서 총 21속 38종의 규조가 감정되었다. 전체적인 산출 개체수가 매우 적고 산출 구간 역시 범위가 좁으며, 보존상태가 불량하였다. 그러나 층서적으로는 각 구간별로 산출량이 뚜렷한 것이 특징적이다.

전체적인 산출 양상을 자세히 살펴보면 JDZ VII-3 코어 퇴적물의 하부층(4,250 m ~ 2,390 m)에서는 하부에서는 거의 규조가 없으며 2,865 m 부근에서 약간 증가하고 다시 산출수가 매우 적어진다. 층 2,330 m, 2,270 m와 2,140 m에서는 상대적으로 규조 미화석이 많은 양 산출되었다. 그러나 2,090 m 층에서부터 상부로 860 m 층까지 8개의 규조 미화석이 산출되었다. 최상부(790 m ~ 520 m)에서도 규조 미화석이 적지만 상부에서 약간 증가하는 경향을 보인다. 연구 코어에서 상대적으로 많이 산출되는 종으로는 *Actinocyclus actinochilus*, *A. octonarius*, *Fragilariopsis fossilis*, *Rhizosolenia styliformis*, *Stephanopyxis* spp.와 *Chaetoceros* resting spores가 있다.

연구 코어 JDZ VII-3 코어퇴적물로부터 산출된 규조 종들의 특성에 따라 다음과 같이 군집대를 설정하였

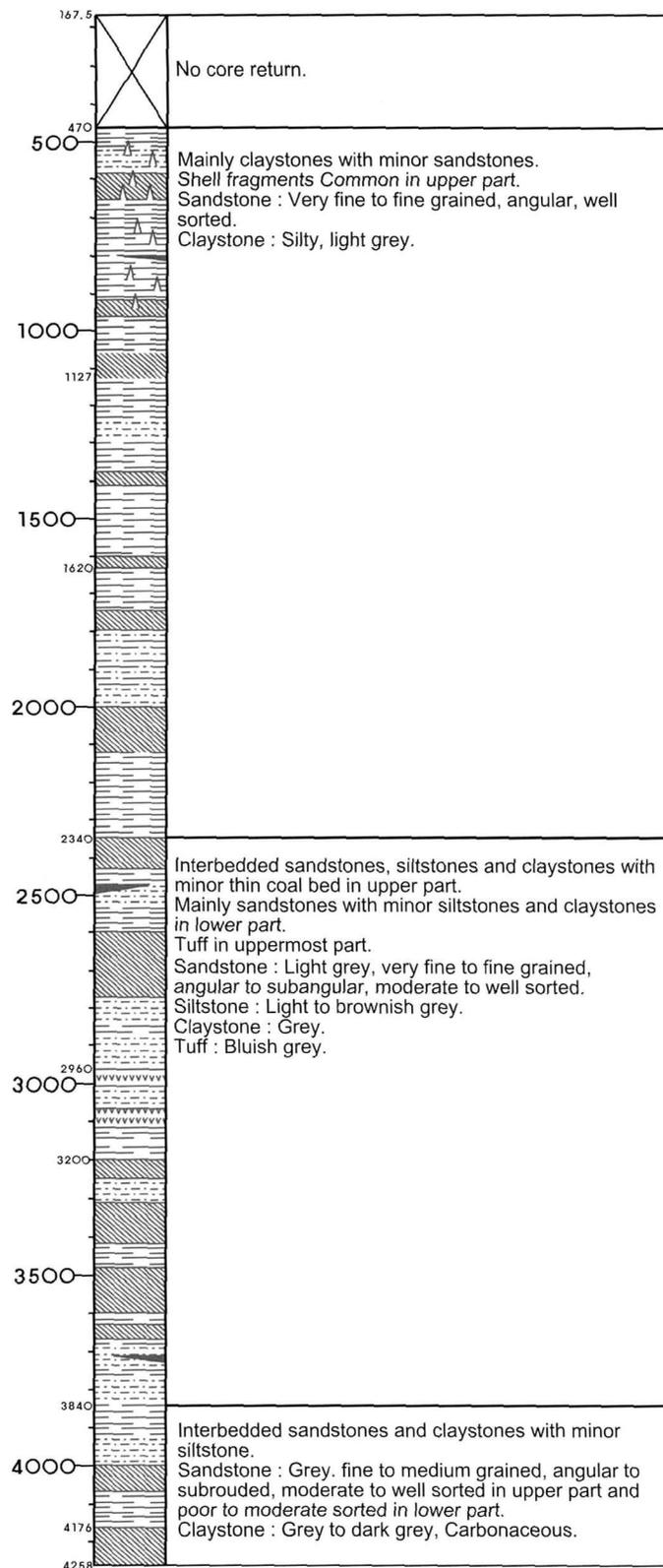


Fig. 3. core description of the JDZ VII-3 (Cheong *et al.*, 1996).

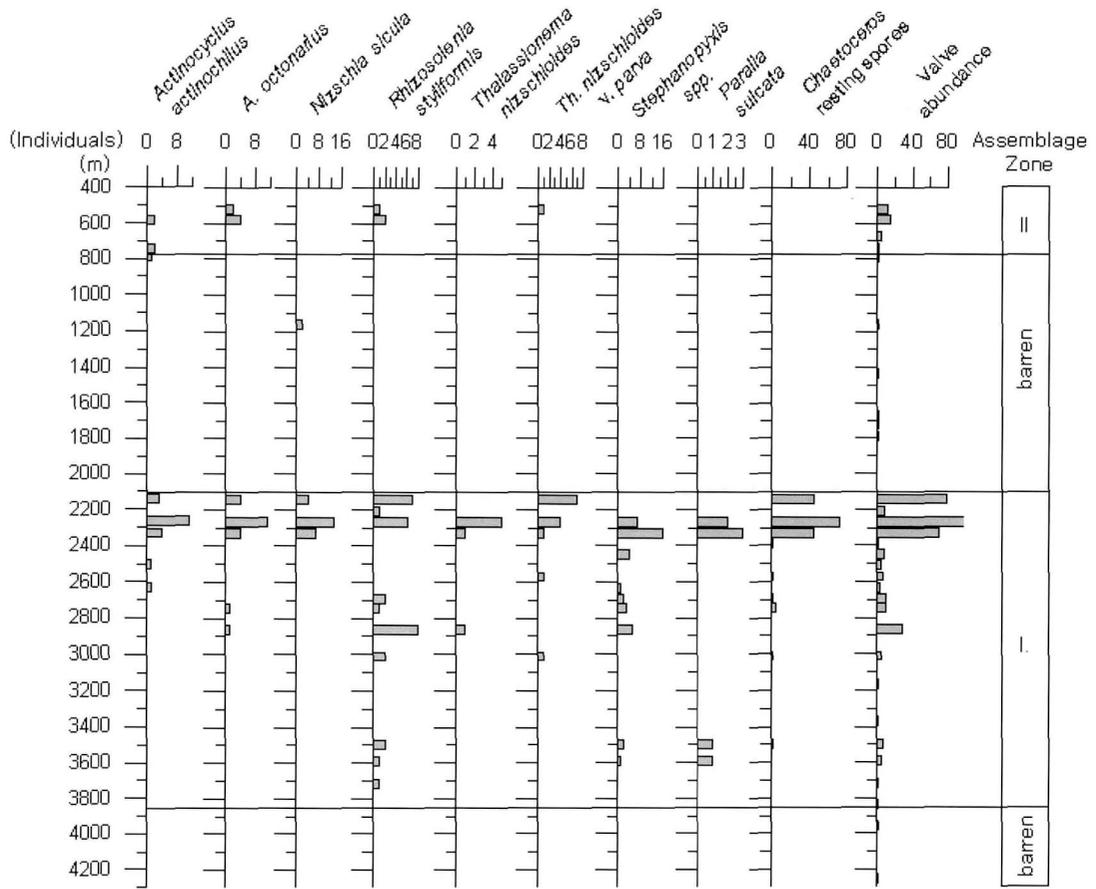


Fig. 4. Abundance of selected diatom species and assigned assemblage.

다(Fig.4).

1) 무화석대(Barren): 3,950~4,250 m

연구코어의 최하부 구간으로서 거의 구조의 산출이 없으며, *Rhizosolenia hebetata* f. *bidens*가 1개체 산출되었을 뿐이다.

2) 군집대(assemblage zone) I: 2,140~3,835 m

이 구간의 최하부인 3,835 m도 개체수가 없기는 하지만 공해종인 *Rhizosolenia* 속들이 연속적으로 산출되기 시작하는 층이기 때문에 하부의 Barren과는 다른 의미를 가지며, 최상부구간인 2,330~2,140 m에서는 하부 구간과는 달리 *Actinocyclus actinochilus* (4-11%), *A. octonarius* (5-11%), *Fragilariopsis fossilis* (5-13%), *F. oceanica* (1-7%), *Nizschia sicula* (1-4%), *Thalassionema nitzschioides* (1-5%), *Th. nitzschioides* var. *parva* (1-9%)로 다른 구간에 비하여 다량 산출된다. 한류(cold water)종으로서 *Actinocyclus curvatus* (1%; Shimada and Hasegawa, 2001), *Actinocyclus actinochilus* (4-11%; Medlin and Priddle, 1990), *F. sublineata* (1-3%; Crosta et al., 2004) 등이 산출하며 온대(temperate)종으로서 *Thalassiosira lineata* (1%), *Thalassiosira longissima* (1-2%)와 난류(warm water)종으로 *Rhizosolenia bergonii* (1-4%), *R. styliformis* (6-9%), *Th. nitzschioides* var. *parva* (1-9%) 등이 산출되었다(Koizumi et al., 2004). *Chaetoceros* 휴면포자는 광량과 영양염류가 결핍되거나 안정된 수괴에서 형성이 되며 간빙기 동안에 산출이 증가하는 경향을 보여준다(Leventer, 1991; Barcena, 1998). 또한, 연안용승(nearshore coastal upwelling) 환경에서 우세하게 나타나는데(Lopes et al., 2006) 연구 코어에서는 군집대 I에서만 연속적으로 산출이 되며 2,140 m

(44개), 2,270 m (71개), 2,330 m (44개)에서 상대적으로 다량 산출된다. 부착구조종으로서 *Cocconeis costata* (1개)도 산출되었다.

3) 무화석대(Barren): 860~2,090 m

구조종의 산출이 거의 없으며 *Actinocyclus*속에 속하는 깨진 구조각들과 *Nitzschia fossilis*, *Thalassiosira decipiens* 가 각각 1개체 산출되었다.

4) 군집대(assemlage zone) II: 520~790 m

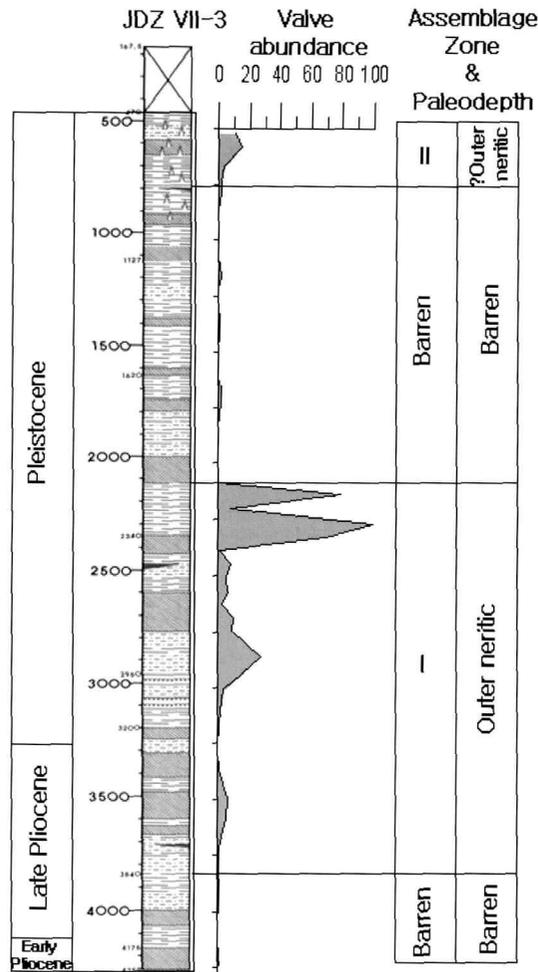
전체적인 종의 산출이 매우 적으며 한류종으로서 *Actinocyclus actinochilus* (1-2개), *Fragilariopsis sublineata* (1개)와 난류종으로 *Rhizosolenia styliformis* (1-2개)이 산출되었으며, 부착구조종으로 *Cocconeis fasciolata* (1개)가 산출되었다.

토 의

동중국해 대륙붕 분지는 플라이오세와 플라이스토세에 광역적인 침강이 일어났고 오키나와 해구의 후열도 확장이 지속적으로 일어났다. 플라이오세부터 동중국해 대륙붕 분지와 오키나와 해구는 세계적인 해수면 상승에 의해 대양과 연결되었으며, 이 결과 해성층이 퇴적되었다(정태진 외, 2002).

JDZ VII-3 코어퇴적물에서 시대를 알려주는 구조 지시종이 산출되지 않았기 때문에 시대는 초기화석 연구 결과로 결정하였다(윤혜수 외, 2004). JDZ VII-3의 퇴적시기에 대한 초기화석의 연구결과를 보면 전기 플라이오세(4,110~4,260 m): 전기 플라이스토세 지시종인 *Reticulofenestra pseudumbilica* (LAD: 3.66 Ma)가 4,110 m에서 절멸한다. 석회질 초기화석 생층서대는 NN15 (CN10ab) 이후에 해당한다. 후기 플라이오세(3,240~4,070 m): 하부 경계는 전기 플라이오세 지시종인 *Reticulofenestra pseudumbilica*가 마지막 산출하는 구간이며 상부 경계는 플라이스토세 종인 *Gephyrocasa caribbeanica* (FAD: 1.72 Ma)가 연속적으로 첫 출현하는 구간이다. 석회질 초기화석 생층서대는 NN16~NN18 (CN12a-CN13a)에 해당한다. 플라이스토세(480~3,180 m): 최하부에서는 플라이스토세 지시종인 *G. caribbeanica*가 3,180 m, *G. oceanica* (FAD: 1.65 Ma)가 2,815 m부터 산출한다. *R. asanoi* (FAD: 1.16 Ma, LAD: 0.85 Ma)가 910 m에서 절멸하는데 *P. lacunosa* (LAD: 0.41 Ma)가 최상부 까지 산출하므로 최상부의 지질시대는 0.41 Ma 보다 오래된 시기를 나타낸다. 석회질 초기화석 생층서대는 NN19 (CN13b-CN14a)에 해당 한다. 따라서 4,110~4,260 m (Early Pliocene), 3,240~4,070 m (Late Pliocene), 480~3,180m (Pleistocene)에 해당된다.

전기 플라이오세-후기 플라이오세 초에 해당하는 구간에서는 구조군집의 산출이 거의 없는 무화석대에 해당되며 후기 플라이오세-전기 플라이스토세에 대비되는 군집대 I에서는 상대적인 산출량이 많아지면서 연안 환경을 지시하는 종들이 많이 산출된다. *T. nitzschoides*는 온대-아열대 종으로서 연안지역으로부터 해양쪽으로 확장되는 넓은 지역에서 봄철에 대표적으로 나타나는 종으로서 용승의 지시자이기도 하다(Sancetta, 1992). 또한 *Chaetoceros* 휴면포자도 연근해 용승(nearshore coastal upwelling) 환경에서 우세하게 나타나는 데(Lopes et al., 2006), 연구 코어의 군집대 I에서만 산출이 된다. *Paralia sulcata*도 연안종으로서 황해와 동중국해에서 저염분을 지시하며 난류의 유입을 의미한다(Asaoka, 1980). 그러나 연안종들과 함께 공해종으로서 *Actinocyclus curvatus*, *Rhizosolenia styliformis*, *Thalassiosira longissima*등도 같이 산출되는 것으로 보아서 연구지역은 군집대 I이 퇴적되는 시기에 외근해 환경(outer neritic environment)이었던 것으로 생각된다. 그러나 연구 층위의 상부 플라이오세 구간에서 종들이 산출이 거의 없는 무화석대가 존재하여 정확한 고 환경을 해석하기 어려우며, 최상부구간에 해당하는 군집대 II에서 다시 연안종과 공해종 구조의 산출이 시작되는 것은 구조적인 영향으로 생각할 수 있으나, 선우돈(2004)에 의하면 2,340 m에서 520 m에 이르는 시기의 퇴적층에 대한 탄성파 반사면이 거의 평행하게 나타나 지구조적으로 매우 안정하거나 퇴적층들이 지구조활동의 영향을 거의 받지 않았다고 보고 하였다. 따라서 구조 화석들의 산출이 무화석대(barren)-외근해 환경(outer neritic environment)-무화석대(barren)-외근해 환경(outer neritic environment)의 변화를 보이는 것은 기후에 따른 해수면(sea level)의 변화를 의미하는 것으로 생각된다(Fig. 5).



(한국석유공사보고서, 2004)

Fig. 5. Assigned assemblages and Paleodepth from JDZ VII-3.

결론

한일공동광구지역인 JDZ VII-3 코어퇴적물에서 산출된 구조분석을 통하여 전기 플라이오세-플라이스토세 동안 연구지역의 고환경 변화 해석을 시도하였다. 전체적인 구조의 산출이 매우 미약하나 4개의 군집대를 설정하였으며, 이중 3,950~4,250 m과 860~2,090 m 층준은 무화석대이다. 군집대 I과 II에서 산출되는 구조종들을 살펴보면 후기 플라이오세-전기 플라이스토세에 해당하는 군집대 I에서 연안종과 공해종이 같이 섞여 나오는 것으로 보아 퇴적 장소가 외근해 환경에 해당하며 군집대 II에서도 산출량이 적기는 하지만 연안종과 공해종이 산출된다.

감사의 글

논문심사과정에서 세심하고 값진 조언을 해주신 자연사연구소의 변현숙 박사와 익명의 심사위원께 감사드립니다.

Diatom assemblages in core sediments from the JDZ subduction 6 block, Korea

Young-Suk Bak¹, Jong-Deock Lee¹, Hyesu Yun², Songsuk Yi³ and Byung-Su Lee¹

¹Department of Earth and Environment Sciences, Chonbuk National University, Jeonju, 561-756, Korea

²Department of Geology, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

³Korea national Oil Corporation Petroleum, Technology Institute, Anyang, 431-711, Korea

Abstract: A total of 38 species and varieties belonging to 21 genera are identified from 31 horizons of the core JDZ VII-3, Korea. The analysis of a fossil diatom assemblage and valve abundance was established to the four assemblage zones. The 3,950~4,250 m and 860~2,090 m are barren. Assemblage zone I is characterized by neritic species (*Thalassionema nitzschioides*, *Paralia sulcata*, *Chaetoceros* resting spores) and open ocean diatoms (*Actinocyclus curvatus*, *Rhizosolenia styliformis*, *Thalassiosira longissima*) that interpretation as outer neritic. Even if Assemblage zone II is low in abundance and poor in preservation, this zone is interpreted to ?outer neritic paleoenvironment..

Key words: JDZ, diatom, assemblage zone, outer neritic

참고문헌

- 곽영훈, 손진담, 오재호, 정태진, 김홍열, 손병국, 권석기, 김학주. 1989. 대륙붕 한일공동 제 8, 9소구의 석유지질 및 지화학 적 연구. 한국동력자원연구소 연구보고서, KR-89-3B, 3-50.
- 박근필, 김철민, 박관순, 조철현, 신원철, 이호영. 1989. 대륙붕 물리탐사 해석연구. 한국동력자원연구소 연구보고서, KR-89-3A-2, 1-40.
- 박영수, 공영세, 최현일, 김승우. 1988. 대륙붕 한일공동개발구역 제7소구 시추공 지질자료 해석연구: 한국동력자원연구소 연구보고서, KR-88-3A-1, 7-46.
- 박영숙, 이종덕, 윤호일, 이재일. 2007. 남극 사우스 오크니제도 서부해역의 코 어퇴적물에서 산출된 구조 균집. 지질학회 지 43(1) 33-42.
- 봉필운, 전희영, 이호영, 최성자. 1988. 대륙붕 제5소구의 층서고생물학적 연구. 한국동력자원연구소 연구보고서, KR-87-24, 87-130.
- 봉필운, 이호영, 최성자, 전희영. 1989. 대륙붕 제7소구의 층서고생물학적 연구. 한국동력자원연구소 연구보고서, KR-88-3A-1, 167-208.
- 봉필운, 이호영, 권영인, 전희영. 1990. 대륙붕 8소구의 층서 고생물학적 연구. 한국동력자원연구소 연구보고서, KR-93-3A-1, 33-73.
- 선우돈. 2004. 북부 오키나와트러프의 구조발달. 자원환경지질 37(5), 542-554.
- 윤혜수, 이종덕, 박영숙, 강소라. 2004. 한일공동광구 (JDZ) 생층서 연구. 한국 석유공사보고서, 106p.
- 정태진, 곽영훈, 오재호, 손진담, 봉필운, 이호영, 류병재, 손병국, 황인걸, 권영 인, 이영주, 김학주, 박관순, 박근필, 선우돈. 1996. 남해 대륙붕 분지의 석유자원 평가 연구: 석유자원연구 (I). 한국자원연구소 연구보고서, KR-96(C)-27, 3-198.
- 정태진, 손진담, 박관순, 김원식, 서상용, 봉필운, 이호영, 박근필, 신원철, 허대 기, 이성록, 류병재, 곽영훈, 오재호 외 22인. 2001. 남해 대륙붕 석유자 원 평가 연구: 한국자원연구소 연구보고서, 2001년 기본연구사업 연차보 고서, 3-81.
- 정태진, 류병재, 박관순, 박근필, 봉필운, 서상용, 손병국, 손진담, 신원철, 오재호, 이호영1, 이호영2, 정부흥, 허대기, 권영 인 외 18인. 2002. 대륙붕 퇴적분지의 석유부존 환경 연구. 한국자원연구소 연구보고서, KR-02(연차)-12, 141p.
- Asaoka, O. 1980. Distribution of *Melosira sulcata*(Ehrenberg) Kutzling, a diatom species, in the seas west of Japan. The Oceanographical Magazine 31:1-13.
- Barcena, M. A., Gersonde, R., Ledesma, S., Fabres, J., Calafat, A. M., Canals, M., Sierro, F.J. and Flores, J. A. 1998.

- Record of Holocene glacial oscillations in Bransfield Basin as revealed by siliceous microfossil assemblages. *Antarctic Science* 10(3):269-285.
- Crosta, X., Sturm, A., Armand, L. and Pichon, J. J. 2004. Late Quaternary sea-ice history in the Indian sector of the Southern Ocean as recorded by diatom assemblages. *Marine Micropaleontology* 50:209-223.
- Herman, B. M., Anderson, R. N. and Truchan, M. 1978. Extensional tectonics in the Okinawa Trough. In: J.S. Watkins, L. Montadert and P.W. Dickinson (eds), *Geological and Geophysical Investigation of Continental Margins*. American association of Petroleum Geology Memoir 29:199-208.
- Hide, T. W. C., S. Uyeda and Kroenke, L. 1977. Evolution of the western Pacific and its margin. *Tectonophysics* 38:145-165.
- Ijiri, A., Wang, L., Oba, T., Kawahata, H., Huang, C. and Huang Ch. 2005. Paleoenvironmental changes in the northern area of the East China Sea during the past 42,000 years. *Paleogeography Paleoclimatology Paleocology* 219:239-261.
- Jolivet, L., Huchon, L. and Claude, R. 1989. Tectonic setting of western Pacific Marginal Basins. *Tectonophysics* 160:23-47.
- Karig, D. E. 1971. The original development of marginal basins in the western Pacific. *Journal of Geophysical Research* 76:2542-2561.
- Koizumi, I., Irino, T. and Oba, T. 2004. Paleoceanography during the last 150kyr off central Japan based on diatom floras. *Marine Micropaleontology* 53:293-365.
- Lee, C.-S., Shor, G. C. Jr., Bibee, L. D., Lu, R.S. and Hilde, T. W. C. 1980. Okinawa Trough: Origin of a back-arc basin. *Marine Geology* 35:219-241.
- Leventer, A. 1991. Sediment trap diatom assemblages from the northern Antarctic Peninsula region. *Deep Sea Research* 38:1127-1143.
- Li, D. and Tao, R. 1992. Petroleum geological characteristics of East China Sea Shelf Basin. *Indian Journal of Petroleum Geology* 1:1-19.
- Lopes, C., Mix, A. and Abrantes, F. 2006. Diatoms in northeast Pacific surface sediments as paleoceanographic proxies. *Marine Micropaleontology* 60:45-65.
- Medlin, L. and Priddle, J. 1990. *Polar Marine Diatoms*. British Antarctic Survey, Cambridge. 214p.
- Sancetta, C. 1992. Comparison of phytoplankton in sediment trap time series and surface sediments along a productivity gradient. *Paleoceanography* 7:183-194.
- Shimada, C. and Hasegawa, S. 2001. Paleoceanographic implications of a 90,000 year long diatom record in piston core KH94-3, LM-8 off NE Japan. *Marine Micropaleontology* 41:153-166.
- Zhou, Z., Zhao, J. and Yin, P. 1989. Characteristics and Tectonic Evolution of the East China Sea. In: Zhu, X. (editor), *Chinese Sedimentary Basins*, Elsevier 165-179.

투고일 : 2008년 6월 7일, 심사일 : 2008년 6월 8일, 심사완료일 : 2008년 6월 19일