동해 후포퇴 왕돌초 주변의 정밀해저지형 및 해저면 특성 분석

김창환^{1*} · 박찬홍²

¹한국해양과학기술원 동해연구소 독도전문연구센터, ²한국해양과학기술원 해양환경 · 보전연구부

Detailed Bathymetry and Seabed Characteristics of Wangdol-cho, Hupo Bank in the East Sea

Chang Hwan Kim^{1*} and Chan Hong Park²

¹Dokdo Research Center, East Sea Research Institute, Korea Institute Of Ocean Science & Technology, Gyeongsangbuk-do, Korea

²Marine Environments & Conservation Research Division, Korea Institute Of Ocean Science & Technology, Ansan, Korea

The Wangdol-cho area, in the Hupo Bank, plays a very important role in main fishing grounds, leisure tourism and marine environmental researches of the East Sea. We analyzed the detailed bathymetry and classified the seabed characteristics of the Wangdol-cho area, based on seafloor backscattering images and sediment grain size. The Hupo Bank is developed in parallel with the eastern coastal line of Korean peninsula, and the shallowest area (Wangdol-cho) of the Hupo Bank is located along the eastern part of Hupo Port. The Wangdol-cho comprises three summits; north summit, middle summit, and south summit. The middle summit area among the three summits has the most shallow water depth with minimum about 6 m. The north summit shows about 8 m minimum depth and the south summit about 9 m. The bathymetry data around three summits represent undulating seabeds with many scattered underwater reefs and shallow water depth. The area between the underwater reefs, the flat seafloor in the northeastern part of the survey site, and the western steep slope area have relatively coarse sediments such as sandy gravel and gravelly sand. The bathymetry in the western side of the Wangdol-cho shows steep slope seabed, extending to the Hupo Basin. Fine sediments including mud and silty sand occur in the Hupo Basin area of the survey site. The submarine detailed topography and the analysis of the seafloor characteristics of the survey area are expected to contribute to management for marine environmental researches and sustainable use of ecosystems in the Wangdol-cho.

Key words : Hupo Bank, Wangdol-cho, detailed bathymetry, seafloor backscattering images, seabed characteristics

동해의 주요 어장이고 레저 관광과 동해 해양환경 연구 등에서 매우 중요한 역할을 하고 있는 후포퇴 왕돌초 주변 해역에 대한 정밀해저지형을 분석하고, 해저면 영상 자료 및 퇴적물 입도 결과를 이용하여 해저면 특성을 분류하였다. 후포퇴는 동해의 해안선과 평행하게 나타나며 가장 수심이 얇은 지역은 후포항 동쪽에 위치하고 있는 왕돌초 지역이다. 이 왕돌초는 셋잠(북쪽), 중간잠(중간), 맞잠(남쪽)이라는 3개의 봉우리로 구성되어 있다. 세 개의 봉우리 중 가장 수심이 낮은 지역은 중간잠으로 약 6m의 가장 얇은 수심을 보이고, 북쪽의 셋잠은 약 8m, 남쪽의 맞잠은 약 9m의 수심에서 가장 얇은 지역이 나타난다. 왕돌초의 세 봉우리 주변으로는 얇은 해저지형을 보이며 복잡한 지형 기복과 많은 암반들이 산재한다. 그 암반들 사이 및 북동쪽의 평탄면과 급경사면의 서쪽 주변부로는 모래질자갈/자갈질모래 등의 비교적 굵은 조립질 퇴적물이 관측된다. 왕돌초 서쪽으로는 불규칙한 지형보다는 지형 기복이 감소하고 급격한 경사면이 존재하며 후포분지와 연결되는데 이 후포분지 지역은 니질/실트질 모래류의 퇴적물이 나타난다. 왕돌초 주

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided original work is properly cited.

*Corresponding author: kimch@kiost.ac

변의 정밀해저지형과 해저면 특성 분석자료는 향후 왕돌초 해역의 해양환경연구 및 생태계의 지속적 이용을 위한 관리에 기여할 것으로 판단된다.

주요어 : 후포퇴, 왕돌초, 정밀해저지형, 해저면 영상, 해저면 특성

1. 서 론

경상북도 울진군 해역에서 영덕군 해역까지 해안선과 평행하게 동해 해저에 후포퇴라는 높은 지형이 남북으로 길게 자리 잡고 있다(Fig. 1). 후포퇴 중심부에는 왕돌초라는 거대한 수중 암반이 존재하며 울진군 후포항에서 동쪽으로 약 23 km 해상에 위치하고 있다. 이 왕돌초 지역은 후포퇴에서 수심이 가장 얇은 지역이다.

왕돌초 및 후포퇴 해역은 지리적 여건으로 볼 때 연안과 근해의 중간적 위치에 있음으로서 연근해 어족자원의 산란장으로서 뿐만 아니라 성육장으로서도 매우

중요한 역할을 하고 있다(NFRDI, 2007; Shim *et al.*, 2008). 왕돌초 주변해역의 해류는 북쪽에서 내려오는 북한한류와 남쪽에서 북상하는 대마난류가 모두 영향을 미치며 동해안의 깊은 수중에서 융기되어 올라오는 용승과 와류가 활발하여 해양생산력이 매우 큰 해역이다. 이러한 왕돌초 주변어장의 이용은 1950년대부터 울진, 후포 지역의 어민들을 중심으로 어업 활동이 이루어져 왔으며, 5톤급 이상의 어선 수백척을 이용하여 자망, 통발, 채낚기, 저인망, 트롤 등으로 조업을 하고 있다(Lee and Myoung, 2003). 동 어업들은 어구의 특성에 따라 수중에 며칠간 부설하기도 하고, 해저를 끌면서 조업하기 때문에 어망이 유실 또는 투기되어 왔고, 이로 인해 어장은 황폐화되고 있는 실정이다(Lee and Myoung, 2003). 최근에는 국민소득 향상 및 주 5일 근무 등으로 왕돌초의 화려한 수중경관을 즐기려는 스쿠버다이빙인구가 증가하고 있지만 잘못된 다이빙 방법(해양 상업자원 포획, 수중경관 훼손)으로 인한 수중환경의 오염도 늘어나고 있는 상황이다.

수산자원의 관리, 해양레저산업 육성 및 해양 생태계 변화 파악 등의 기반 조성을 위해서는 해양에서 바닷물을 담는 그릇이 되는 해저지형 및 해저면 특성에 대한 연구가 필수적이다. 본 연구는 왕돌초 주변해역에서 획득한 다중빔 수심자료, 해저면 영상자료, 퇴적물 채취 자료를 이용하여 왕돌초 주변의 정밀해저지형과 해저면 특성을 분석하여 향후 왕돌초 해역의 해양환경연구 및 생태계의 지속적 이용을 위한 기반자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

2. 주변해역 지질환경

동해(East Sea)는 한반도와 일본열도의 사이에 위치하고 있는 후배호분지(back-arc basin)로서 서태평양 주변해 중의 하나이며, 활발한 지각변형이 일어나고 있는 환태평양 화산 및 지진대에 접하고 있다. 동해는 태평양판이 유라시아판과 접한 해구를 따라 하강 섭입하면서 후열개 확장(back-arc spreading)이 일어나 유라시아 대륙의 동쪽 대륙지각 일부가 떨어져 나가면서 형성된 배호상분지로 해석된다(Lallemant and Jolivet, 1986; Jolivet and Tamaki, 1992; Tamaki *et al.*, 1992).

Fig. 1. 3D bathymetry around the Hupo Bank in the East Sea. Depths are shown in meters with a color scale bar. The rectangular box outlined by red solid lines represents the survey area.

동해는 한국, 일본, 러시아에 의해 둘러싸인 반폐쇄형 바다로서 울릉분지, 일본분지 및 야마토분지로 구성되어 있으며, 이 분지들은 한국대지(Korea Plateau), 야마토해령(Yamato Ridge), 오키뱅크(Oki Bank), 기타-야마토뱅크(Kita-Yamato Bank)에 의해 경계되어진다(Jolivet *et al.*, 1991).

한반도의 동쪽 대륙주변부는 동해의 열림과 연관되어 신생대의 지구조 운동을 받은 지역이다(Kim *et al.*, 2007). 후포퇴 주변해역은 동해의 대륙주변부로서 대륙붕과 급한 대륙사면으로 이루어져 있으며 후포분지, 융기된 리프트 측면부인 후포퇴, 그리고 울릉분지가 바다쪽으로 연속해서 나타난다(Kim *et al.*, 2011). 변위가 큰 정단층인 후포단층이 후포분지의 동쪽경계를 이룬다. 후포퇴와 후포분지는 해안선에 평행하게 분포하고, 후포분지는 주향이동 시스템 내에서 형성된 것으로 설명되고 있으며 한반도의 동쪽 주변부는 후열도의 리프팅과, 이후 계속된 울릉분지의 열림과 밀접하게 관련된 것으로 여겨지는 화산활동이 일어난 지역으로 해석되고 있다(Yoon and Chough, 1995). 후포분지 및 후포퇴의 기반암은 한반도의 동부지역에 노출된 캄브리아전기 편마암과 고생대의 퇴적암, 그리고 유라기에서 백악기까지 관입한 화강암으로 구성되는 암석복합체가 연장되었을 것으로 해석한다(Kim, 1982; Yoon and Chough, 1995).

3. 현장조사 및 자료처리

본 왕돌초 지역의 정밀해저지형 조사자료는 한국해양과학기술원에서 2011년부터 2013년까지 3년에 걸쳐 한국해양과학기술원의 연구선인 이어도호 및 장목2호와 다중빔 음향측심기(EA710, EM3001 : KONGSBERG)를 이용하여 획득하였다. 대부분의 지역은 이어도호를 이용하여 탐사하였으며 낮은 수심으로 인하여 이어도호의 접근이 불가능한 지역은 장목2호를 사용하여 조사하였다.

다중빔 음향측심기는 음파가 진행하는 도중 매질의 성질이 바뀌면 일부는 경계면에서 반사되어 되돌아오고 나머지는 굴절된 후 계속 진행하는 성질을 이용한 것으로 배가 이동하면서 다중음향신호를 발사하고, 이를 다시 수신함으로써 수심과 해저면 상황을 동시에 관측·기록 하는 장비이다. 다중빔 음향측심기는 연구선의 운동(pitch, roll, heave)을 감지하는 모션(motion) 센서와 선박의 정확한 위치를 파악하는 DGPS(Differential Global Positioning System)를 함께 연동

하여 사용하여야한다. 다중빔 음향측심기에서 사용하는 음파는 해수의 온도 및 압력, 염분 등의 영향을 받는데 이는 수심과 유속 등의 주변 환경에 따라 변화하게 된다. 따라서 이를 보정해주지 않으면 양질의 데이터를 얻을 수 없기 때문에 SVP (Sound Velocity Profiler)나 XBT (Expendable Bathythermograph)를 이용하여 수심별 음속값을 보정해 주어야한다. SVP는 장비의 특성상 배가 이동하면서 측정 할 수 없기 때문에 이어도호로 탐사시 XBT를 사용하여 음속을 측정하였고 장목2호로 탐사시 SVP를 이용하여 음속 값을 보정하였다. 다중빔 음향측심기 자료에 대하여 자료 처리 및 보정 작업을 실시하였다. 자료처리는 자료보정, 음속보정, 조석보정, 오측자료제거 등의 후처리를 할 수 있는 CARIS의 HIPS & SIPS 프로그램을 이용하여 처리 하였다. 해저면 영상자료도 다중빔 음향측심기를 통해 자료를 획득하게 되는데, 이 역시 해저지형(수심)을 측정하기 위해 송수신되는 빔을 통해 해저면 영상자료가 기록된다. 그 원리는 이 빔들이 송수신되고 관측/기록 되면서 원시 데이터에 있는 많은 정보들 중에 해저면 영상자료의 표현에 필요한 정보를 활용하는 것인데, 해저면 영상은 빔이 송수신될 때 빔의 강도에 의해 그 해저면 상황 특성을 나타내게 된다. 즉 빔이 해저면에 다다랐을 때 빔이 다시 반사 또는 산란 되는 정도를 계산하여 현재 지형이 펄, 모래, 자갈, 암초 등 어떤 성질의 바닥인지를 표현하게 되는 것이다. 그래서 이를 해저면 영상자료 또는 후방산란자료(backscattering data)라고 표현하기도 한다. 이 해저면 후방산란자료, 해저지형 자료 및 퇴적물 분석 자료를 이용하여 해저면의 특성을 분석할 수 있다.

퇴적물 채취조사는 2012년에 장목2호를 이용하여 왕돌초 중 중간잠 부근 일부 해역의 11개 정점에 대하여 표층퇴적물을 채집하고 입도 분석을 실시하였다.

4. 정밀해저지형

울진군과 영덕군에 걸쳐 동해의 해안선과 평행하게 나타나는 후포퇴는 주변 해저지형보다 고지대의 형태로 남북방향으로 길게 그리고 동서로는 폭이 좁게 나타나고 있다. 이 후포퇴의 남북 방향 길이는 약 85 km 정도이고 동서의 폭은 좁은 지역에서 약 1 km이며 넓은 지역에서는 약 16 km까지 분포를 보이고 있다(Fig. 1). 후포퇴의 정상부는 비교적 평탄한 면을 보이고 있으며 그 중 후포퇴에서 가장 수심이 얇은 지역은 후포항 동쪽에 위치하고 있는 왕돌초 지역이다(Fig. 1,

Fig. 2). 왕돌초에서 서쪽으로는 후포분지와 이어지며 깊어지고 왕돌초를 지나 동쪽으로 가면서 대륙사면과 완만히 이어지면서 깊어진다. 왕돌초는 셋잠(북쪽), 중간잠(중간), 맞잠(남쪽)이라는 세 개의 봉우리로 구성되어 있다(Fig. 2). 이 세 개의 봉우리에 대한 해저지형 정보는 부족한 상황이다. 따라서 몇몇 연구자들이 후포퇴의 남쪽 축산항 동방에 위치하고 있는 고지대를 세 봉우리의 하나로 잘못 기재하는 경우도 있다. 왕돌초에는 해양관측등부표가 설치되어 있는데 이 등부표는 중간잠지역 북위 36°43'08.5", 동경 129°43'56.5"의 좌표에 위치하고 있으며 수심은 약 11 m 이다(Fig. 2).

셋잠에서 남쪽으로 약 1.7 km 거리에 중간잠이 있으며 중간잠에서 남남동쪽으로 약 3.2 km 거리에 맞잠이 위치하고 있다. 왕돌초에서 셋잠, 중간잠, 맞잠 세 개의 봉우리 중 가장 수심이 낮은 지역은 중간잠으로 약 6 m의 가장 얇은 수심을 보이고, 북쪽의 셋잠은 약 8 m, 남쪽의 맞잠은 약 9 m에서 가장 얇은 수심의 해저지형이 나타난다(Fig. 2). 세 봉우리중 수심이 얇은 지역의 면적은 셋잠이 가장 작고 맞잠이 가장 넓은 것으로 판단된다. 왕돌초의 세 봉우리 주변 지역에서는 얇은 해저지형을 보이며 복잡한 지형 기복과 많은 암반들이 산재한다. 세 봉우리는 약 5 ~ 40 m의

얇은 수심대가 주로 나타나고 있으며 암반들은 주로 약 30 m 이내의 수심에 많이 분포하고 있다. 암반지대들 사이로 평평한 지대가 나타나기도 하는데 이 지역들에서는 주변 암반지대에 비해 수심이 깊어 퇴적물이 쌓이는 지역으로 판단된다(Fig. 2). 왕돌초 서쪽으로는 불규칙한 지형보다는 지형 기복이 적고 급격한 경사면을 보이며 후포분지와 연결되어 있다. 왕돌초 동쪽 지역은 암반지대가 점차 없어지며 평평하면서 수심이 완만히 깊어지는 지형의 모습을 보인다. 연구지역에서 남서쪽으로는 수심이 약 140 m 까지 깊어지고 북동쪽으로는 약 100 m 정도까지 깊어진다. 왕돌초 연구지역의 경사도를 보면 후포분지와 이어지는 서쪽 사면에서 10° 이상의 급경사를 보이고 셋잠, 중간잠, 맞잠지역의 암반지대에서 10° 이상의 급한 경사들이 나타난다(Fig. 3). 세 봉우리 사이의 평탄면과 북동쪽과 남서쪽의 완만한 평탄면에서는 약 1° 이하의 낮은 경사도를 보이는 해저지형이 분포하고 있다. 왕돌초의 암반지대에서 암반들의 연장 모습은 전체적으로 북동방향으로 뻗어나가는 형태를 보이는데 이 지역과 인접한 육지지역의 옥천대, 영남지괴 등 주요 구조선의 방향과 유사한 모습을 나타내고 있다(Kim, 1982). 이는 후

Fig. 2. Detailed 3D bathymetry around the Wangdol-cho area (vertical view). Depths are shown in meters with a color scale bar. A left topography shows a lighthouse and marine station of the Wangdol-cho.

Fig. 3. Slope analysis of the survey area.

포퇴가 후포분지 생성전 육지에 연결되어 있었을 때 육지 구조선들의 영향을 받은 것으로 유추해볼 수 있다.

5. 표층퇴적물 및 해저면 영상의 중첩영상 결과 분석을 통한 해저면 특성 분류

왕돌초등부표가 위치한 중간잠 인근 해역에서 표층 퇴적물을 채취하여 입도분석을 실시하였다(Table 1, Fig. 4, Fig. 5). 왕돌초 중간잠 주변은 얕은 수심이 나타나며 지형의 기복이 복잡하며 암반지대가 주로 나타난다. 암반지대에서는 표층퇴적물 샘플 획득이 어려웠으며 12번 정점의 경우는 퇴적물 없이 큰 자갈들만 채집되었다. 그 암반들 사이와 서쪽 주변부로는 모래 질자갈/자갈질모래 등의 비교적 굵은 조립질 퇴적물이 나타난다. 왕돌초 중간잠 서쪽으로는 급한 경사면을 지나 후포분지와 연결되는 지역이 나타나는데 이 지역에

Table 1. Grain size analysis of surface sediments around the Wangdol-cho

Sample No	Composition(%)				Sed Type
	Gra.	Sand	Silt	Clay	
st.1	24.9	73.2	1.9	0.0	gS
st.2	64.9	24.3	8.8	2.0	msG
st.4	73.5	25.3	1.2	0.0	sG
st.5	70.1	28.1	1.8	0.0	sG
st.6	76.9	20.3	2.8	0.0	msG
st.8	49.3	48.8	1.9	0.0	sG
st.9	37.0	42.2	17.5	3.3	msG
st.10	0.0	82.2	13.9	3.9	zS
st.11	11.7	86.0	2.3	0.0	gS
st.13	24.1	74.5	1.4	0.0	gS

서는 주로 니질/실트질 모래가 나타나는데 중간잠지역의 퇴적물보다는 세립질의 퇴적물들이 분포하고 있다

Fig. 4. Photographs of surface sediments (station 1, 2, 4, 5, 6).

Fig. 5. Photographs of surface sediments (station 8, 9, 10, 11, 12, 13).

(Table 1, Fig. 4, Fig. 5).

다중빔 음향측심기의 후방산란자료를 이용하여 해저면 영상도를 작성하였고, 왕돌초 주변해역에 대하여 정밀해저지형도와 중첩하여 중첩영상도를 작성하였다 (Fig. 6). 이 중첩 해저면 영상도를 살펴보면 왕돌초 세 봉우리 지역의 수심 약 30 m 이내 해역에서는 복잡한 해저지형과 함께 암반들이 주로 나타나고 있으며 간간히 퇴적층이 혼재되어 나타난다. 서쪽 급한 경사면과 후포분지로 이어지는 지역은 퇴적층이 주로 나타나며 연구지역의 북동쪽으로도 암반지역보다는 퇴적층이 주를 이루고 있다. 이 중첩영상도와 중간잠 지역의 표층 퇴적물 입도분석결과를 이용하여 왕돌초지역의 해저면 특성을 분석해보면 대체로 세 가지 정도의 해저면으로 분류해 볼 수 있다. 왕돌초 주변으로는 복잡한 해저지형과 암반이 많이 존재하는 지역이 주를 이루고 그 암반들 사이 및 북동쪽의 평탄면과 급경사면의 서쪽 주변부는 모래질자갈/자갈질모래 등의 비교적 굵은 조립질의 퇴적물 지역이다. 서쪽의 급경사면을 지나 후포분지와 이어지는 평탄면지역은 니질/실트질 모래류의 퇴적물이 나타나는 세립질의 퇴적물 지역이다(Fig. 7).

6. 결 론

왕돌초 해역은 연안과 근해의 중간적 위치하고 있는 지리적 여건 및 특이한 해저지형 환경으로 인해 어민의 주요 수입원인 어장으로서 뿐만 아니라, 레저관광, 동해 해양환경 연구 등에서 매우 중요한 역할을 하고 있다.

울진군과 영덕군에 걸쳐 동해의 해안선과 평행하게 나타나는 후포되는 주변지형보다 고지대의 형태로 후포되에서 가장 수심이 얇은 지역은 후포항 동쪽에 위치하고 있는 왕돌초 지역이다. 이 왕돌초는 셋잠(북쪽), 중간잠(중간), 맞잠(남쪽)이라는 3개의 봉우리로 구성되어 있다. 3개의 봉우리 중 가장 수심이 낮은 지역은 중간잠으로 약 6 m의 가장 얇은 수심을 보이고, 북쪽의 셋잠은 약 8 m, 남쪽의 맞잠은 약 9 m의 수심에서 가장 얇은 지역이 나타난다. 왕돌초의 세 봉우리 주변으로는 얇은 해저지형을 보이며 복잡한 지형 기복과 많은 암반들이 산재한다. 암반지대들 사이로 평평한 지대가 나타나기도 하는데 이 지역들에서는 주변 암반지대에 비해 수심이 깊어 퇴적물이 쌓이는 지역으

Fig. 6. Seafloor backscattering image draped on bathymetry.

로 판단된다. 왕돌초 서쪽으로는 불규칙한 지형보다는 지형 기복이 감소하며 급격한 경사면이 존재하고 후포 분지와 연결되어 있다.

왕돌초 주변해역에 해저지형과 해저면 영상의 중첩 영상도와 중간값 지역의 표층퇴적물 입도분석결과를 토대로 분석해 보면 왕돌초 주변으로 복잡한 해저지형과 암반이 많이 존재하고 그 암반들 사이 및 북동쪽의 평탄면과 급경사면의 서쪽 주변부로는 모래질자갈/자갈 절모래 등의 비교적 굵은 조립질 퇴적물이 나타나는 지역이다. 서쪽의 후포분지지역은 니질/실트질 모래류의 퇴적물이 나타난다.

왕돌초 지역은 암반지대가 넓게 분포하고 있어 퇴적물 채취가 어려운 지역이다. 그러므로 본 연구 자료를 활용하여 왕돌초지역의 퇴적물 위치를 파악한 후 퇴적물 시료 채취가 이루어진다면 원하는 지역의 퇴적물을 획득하여 해양환경을 연구하는데 도움이 되리라 판단

Fig. 7. Seafloor classification of the survey area.

되며, 이러한 정밀해저지형 및 해저면 특성 자료는 왕돌초 어장의 지속적 이용 및 환경 관리를 위한 기반자료로 유용하게 활용될 것으로 생각된다.

사 사

본 연구는 한국해양과학기술원의 ‘동해 심해 극한환경 및 서식생물 특성연구(PE99201)’ 사업의 지원을 받아 수행된 연구입니다. 이 연구를 수행할 수 있도록 도와 주신 한국해양과학기술원 관계자분들께 깊은 감사를 드립니다. 또한 바쁘신 와중에도 논문을 향상시킬 수 있도록 심사해주신 심사위원님들께도 감사를 드립니다.

References

- Jolivet, L., Huchon, P., Lepichon, X., Chamot-Rooke, N. and Thomas, J.C. (1991) Arc Deformation and Marginal Basin Opening: Japan Sea as a Case Study. Jour. Geophys. Res., v.96(B3), p.4367-4384.
- Jolivet, L. and Tamaki K. (1992) Neogene Kinematics in the Japan Sea Region & Volcanic Activity of the Northeast Japan Arc. Proc. Ocean Drill. Pro. Sci. Result, 127/128(part 2), p.1311-1331.

- Kim, C.S. (1982) Submarine Geology of Continental Margin of the East Sea, Korea. Min. Geol. Korea, v.15, p.65-88.
- Kim, H.J., Jou, H.T., Yoo, H.S., Kim, K.H. and You, L.S. (2011) High-resolution Seismic Imaging of Shallow Geology Offshore of the Korean Peninsula: Offshore Uljin. Jigu-Mulli-wa-Mulli-Tamsa, v.14, p.127-132.
- Kim, H.J., Lee, G.H., Jou, H.T., Cho, H.M., Yoo, H.S., Park, G.T. and Kim, J.S. (2007) Evolution of the eastern margin of Korea: Constraints on the opening of the East Sea (Japan Sea). Tectonophy., v.436, p.37-55.
- Lallemand, S. and Jolivet, L. (1986) Japan Sea: a pull-apart basin?. Earth Planet. Sci. Lett., v.76, p.375-389.
- Lee, K.N. and Myoung, J.G. (2003) Sustainable Utilization and Management Scheme in Wangdol-cho Surrounding Sea Area. Ocean and Polar Research, v.25, p.331-345.
- NFRDI (2007) A study on ecology around Wangdol-cho, the East Sea. National Fisheries Research and Development Institute, Pusan, 169p.
- Shim, J.M., Jin, H.G., Sung, K.T., Hwang, J.D., Yun, S.H., Lee, Y.H., Kim, Y.S. and Kwon, K.Y. (2008) The Community Structure of Phytoplankton in Winter and Summer Around Wangdol-cho. Jour. Environ. Sci. Korea, v.17, p.1403-1411.
- Tamaki, K., Suyehiro, K., Allan, J., Ingle, J.C., and Pisciotto, K.A. (1992) Tectonic synthesis and implications of Japan Sea ODP drilling. Proc. Ocean Drill. Pro. Sci. Result, 127/128(part 2), p.1333-1348.
- Yoon, S.H. and Chough, S.K. (1995) Regional strike slip in the eastern continental margin of Korea and its tectonic implications for the evolution of the Ulleung Basin, East Sea (Sea of Japan). Bull. Geol. Soc. Am., v.107, p.83-97.

2014년 9월 15일 원고접수, 2014년 10월 22일 1차수정,
2014년 10월 23일 게재승인