

태안 허베이스피리트호 원유 유출사고가 대형저서동물군집에 미치는 초기영향

서진영 · 박소현 · 신현출¹ · 임현식² · 최진우*

한국해양연구원 남해분원

¹전남대학교 해양기술학부

²목포대학교 해양수산자원학과

The Early Impacts of the ‘Hebei Spirit’ Oil Spill on the Macrozoobenthic Communities in the Subtidal Area Around Tae-an, Western Coast of Korea

JIN-YOUNG SEO, SO-HYUN PARK, HYUN-CHUL SHIN¹, HYUN-SIG LIM² AND JIN-WOO CHOI*

South Sea Research Institute, KORDI, 391 Jangmok, Geoje 656-830, Korea

¹Division of Marine Technology, Chonnam National University, Yosu 550-749, Korea

²Department of Marine Fisheries Resources, Mokpo National University, Muan 534-729, Korea

본 연구는 충남 태안에서 발생한 허베이 스피리트 유류유출 사고 직후 유류오염이 대형저서동물 군집에 미치는 초기 영향을 알아보기 위해, 사고 10일 후인 2007년 12월 18일부터 22일까지 72개 정점을 대상으로 조사를 실시하였다. 사고 주변 해역에서 출현한 대형저서동물은 총 228종, 서식밀도는 561 개체 m⁻²였으며, 생물량은 39.7 gww m⁻²였다. 본 연구에서 가장 많은 개체수를 보인 대형저서동물은 단각류의 *Ampelisca* sp.였다. 그러나 이 종은 유류 오염에 민감한 종으로 유류오염의 직접적 영향을 받았던 만리포 주변 해역에서는 전혀 출현하지 않았다. 반면 기회주의적 다모류에 속하는 얼굴갯지렁이류의 *Prionospio bocki*, *Prionospio cirrifera*가 만리포 주변 해역에서 우점하게 나타나는 등 유류오염에 의한 징후가 나타났다. 또한 유류사고 직전에 수행된 연구 결과들에 비해 서식밀도 및 생물량 조성이 크게 감소하였다. 그러나 일부 해사채취해역에 위치한 정점들에서는 유류사고 전후의 군집조성이 큰 차이를 보이지 않았다.

In order to detect the early impacts of the Hebei Spirit oil spill on the subtidal macrozoobenthos, we conducted a benthic survey at 72 stations in the subtidal area of Tae-an, the eastern Yellow Sea from Dec. 18th 2007 to Dec. 22th after 10 days from the Hebei Spirit oil spill. A total of 228 species from 72 stations was sampled with mean density of 561 ind m⁻² and mean biomass of 39.7 gww m⁻². In this study, *Ampelisca* occurred as a major dominant fauna in this survey, but did not appear around oil spill areas. Meanwhile some opportunistic polychaete worms like *Prionospio bocki*, *Prionospio cirrifera* appeared in the oil spill area, especially near coastal beaches. The overall abundance and biomass of macrozoobenthos decreased after oil spill. However some stations previously disturbed with sand extraction showed a similar macrozoobenthic community structure.

Keywords: Macrozoobenthos, Hebei Spirit oil spill, P/A ratio, subtidal, Yellow Sea

서 론

2007년 12월 7일 오전 7시 30분경 충남 태안군 만리포 해수욕장에서 서북쪽으로 8 km 지점을 향해 중이던 홍콩 선적 147,000 톤급 유조선 ‘허베이 스피리트호’가 삼성중공업 소속 12,000 톤급 대형 해상 크레인선과 충돌해 원유 1만 5,800 kl가 바다로 유출되는 국내 최대 해양사고가 발생하였다. 이는 지금까지 국내에서 발생한 최대 기름 유출사고인 1995년 유조선 ‘씨프린스호’ 침몰 사

고의 두 배가 넘는 양이다. 유출된 기름은 조류를 따라 동남쪽으로 확산되었고, 이로 인해 태안지역 뿐 아니라 서해안 주변 해역, 특히 갯벌 및 해변에 심각한 수준의 오염이 발생하였다.

유류유출이 대형저서동물 군집에 미치는 영향으로는 단기적으로는 유류오염에 민감한 종들의 감소, 기회종의 대량 가입 등이 있고(Gómez Gesteira *et al.*, 2003; Gómez Gesteira and Dauvin, 2000), 장기적 영향으로는 개체군의 크기와 구조를 변화, 재생산에 영향, 서식지 축소 등이 있다(Day *et al.*, 1997; Gelin *et al.*, 2003). 이처럼 유류유출 발생 직후에는 특히 유류오염에 민감한 단각류의 감소가 두드러지게 나타난다. 특히 *Ampelisca*는 유류오염에 민

*Corresponding author: jwchoi@kordi.re.kr

감하게 반응하여 Amoco Cadiz oil spill 사고 후 대형저서동물 군집을 평가하는데 좋은 지시자로 사용되어 졌다(Gómez Gesteira *et al.*, 2003; Gómez Gesteira and Dauvin, 2000). 그와는 반대로 유류오염 후 개체군이 일시적으로 증가하는 기회종으로 다모류의 Capitellidae, Cirratulidae, Spionidae, Eunicidae 등이 있다(Gómez Gesteira and Dauvin, 2000).

따라서 본 연구에서는 Hebei Spirit 유류 유출사고 직후 유출류가 대형저서동물 군집에 미치는 영향을 알아보려고 하였다. 특히 유류오염 초기에 민감하게 반응한다고 알려진 단각류와 기회종의 출현 양상도 살펴보고자 하였다.

재료 및 방법

허베이 스피리트 유출류의 생태계 영향을 파악하기 위한 일환으로 사고 직후인 2007년 12월 18일부터 12월 22일까지 5일간 한국해양연구원 소속 연구선 이어도호를 이용하여 유류오염 영향권 내에 위치한 태안 주변해역부터 군산 앞바다까지 약 100×150 km 에 이르는 광범위한 해역에서 현장조사를 실시하였다(Fig. 1).

조사해역의 퇴적물 입도조성 및 유류오염상태

퇴적물 채집수심은 13 m에서 66 m로 평균 38 m이었다. 퇴적물의 입도는 1.5-5.7Φ(평균 2.8Φ)로 대부분의 조사정점이 모래지역이었고, 해안가에 인접한 일부 정점들(A2, C3, E1, H1)에서만 silt 함량이 20-50%로 높게 나타났다(국토해양부, 2009). 대형저서동물의 서식에 중요한 요소인 유기탄소의 함량은 silt 함량이 높은

정점에서 상대적으로 높은 값을 보였다. 유기탄소 함량은 silt 함량이 가장 높았던 정점 E1에서 1.34%로 가장 높았고, 그 외의 정점들은 1.0% 이하의 값을 보였다(국토해양부, 2009).

퇴적물의 16PAHs는 0.9-116 ng/g dw의 범위를 보였고, alkylated PAHs는 0.33-4,130 ng/g dw의 범위를 보였다(국토해양부, 2009). 만리포 주변의 정점 E1에서 가장 높은 값을 보였고, 구름포 해수욕장 인근의 정점 D1에서도 높은 값을 보였다. 2002년 11월에 스페인 갈리시아 연안에서 발생한 'Prestige' 유류유출 사고 6개월 후 조사된 퇴적물의 13PAHs의 농도는 13-90 µg/kg dw의 범위를 보였고(Rodríguez *et al.*, 2007), 1989년 Exxon Valdez 사고 이후 total aromatics의 농도는 40-150 ng/g dw(Blanchard *et al.*, 2002)의 범위를 보였다.

대형저서동물 채집 및 분석

저서생물의 채집은 조사해역 내 총 72개의 조사정점에서 Smith-McIntyre 그램(채집면적 0.1 m²)을 사용하여 2회씩 퇴적물을 인양한 후 선상에서 망목크기 1 mm인 체(sieve)에 걸러 남은 것을 수거하였다. 체에 남은 생물을 10% 중성포르말린으로 고정하였다. 실험실에서는 주요 분류군으로 선별하여 습중량을 측정하였고, 중동정 후에 종별 출현개체수를 기록하였다.

유류오염 영향을 파악하기 위해서 오염 이전의 조하대 저서생물군집에 대한 자료는 태안 해사채취 영향을 모니터링한 자료(한국해양연구원, 2007)와 국토해양부의 생태계 기본조사 자료(국토해양부, 2007)를 사용하였으며, 오염직후의 조하대 퇴적물의 오염상태는 저서생물과 동시에 조사된 자료(국토해양부, 2009)를 사용하였다.

모든 저서생물군집의 지수 산출에는 출현종의 개체수 자료를 사용하였다. 종다양성지수는 Shannon-Winer의 $H'(H' = -\sum(\pi_i \cdot \ln(\pi_i)))$ 를 사용하였고, 종균등도지수는 Pielou의 $J'(J' = H'/\ln(S))$ 를, 종풍부도지수는 Margalef의 $R(R = (S-1)/\ln(N))$ 를 사용하여 구하였다. 여기서 $\pi_i = n_i/N$, n_i 는 i 번째 출현종의 개체수, N 은 총 출현개체수, S 는 총 출현종수를 나타낸다.

Gómez and Dauvin(2000)에 의하면 Amoco Cadiz oil spill 사고 후 대형저서동물 군집을 평가하는데 기회주의적 다모류와 단각류의 비($\log_{10}(\text{opportunistic polychaetes}/(\text{amphipods}+1))$)를 산출하여 유류오염에 의한 영향을 간접적으로 파악할 수 있음을 제안하였다. 단, 여기서 기회종 다모류가 전혀 출현하지 않은 경우에는 P/A ratio 값은 -1.0로 주어졌다. P/A ratio가 0.0 이하, 즉 음의 값을 가지면 기회종 다모류에 비해 단각류의 출현개체수가 더 크을 나타내므로 유류오염의 영향이 거의 없음을 의미한다. 이에 반하여 P/A ratio가 0.0 이상(양의 값)의 값을 가지면 기회주의적 다모류의 우점도가 높은 것을 의미하고, 유류오염의 영향을 받은 환경으로 판단하였다.

대형저서동물의 공간분포를 보기위해서 정점별 출현개체수 자료를 log 변환하여 다변량 분석인 집괴분석과 MDS배열법을 수행하였다. 집괴분석에는 조사정점간 출현종의 유사정도를 나타내는 Bray-Curtis 유사도지수를 사용하였고, average linkage 방법으로 수지도를 작성하였다. MDS 배열법에서는 종별 출현자료를 square root 변환 후 군집분석 프로그램인 Primer vs. 5.0을 사용하여 2차원 배열도를 작성하였다(Clark and Warwick, 1994).

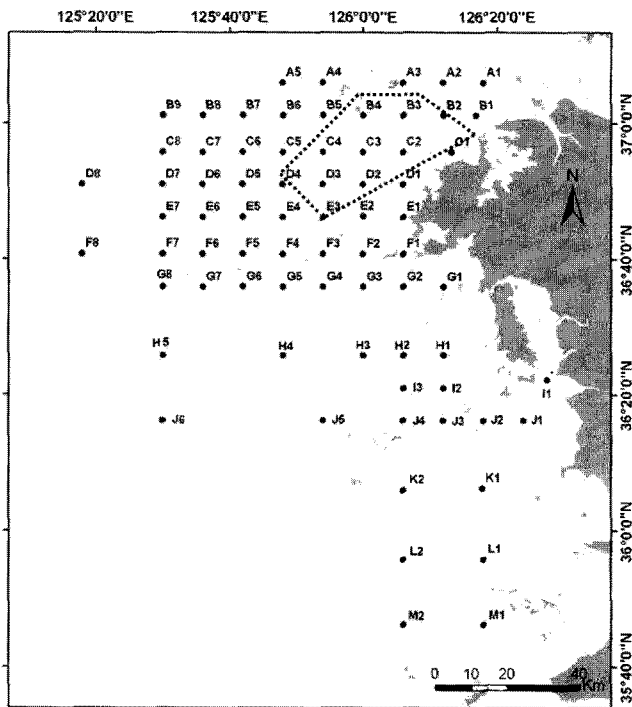


Fig. 1. The study area and sampling stations where macrozoobenthos were collected 10 day after the Hebei-spirit oil spill in December, 2007. The area enclosed by dotted line is the previously sand excavated area.

결 과

군집구성

2007년 12월 조사에서 출현한 대형저서동물 군집의 총 출현종수는 228 종(평균 23종), 평균서식밀도는 561 개체/m², 생물량은 39.7 g/m²였다. 출현종수는 다모류가 89종, 전체의 39.5%로 가장 높은 비중을 보였고, 다음으로 갑각류가 66종이 출현하여 전체의 29%를 차지하였다. 서식밀도는 다모류가 294 개체/m²로 가장 높게 나타났고, 다음으로 갑각류가 172 개체/m², 연체동물이 49 개

체/m², 극피동물이 40 개체/m²였다. 생물량은 연체동물이 14.7 g/m²로 가장 높게 나타났고, 다모류와 극피동물이 13.0 g/m², 갑각류가 8.0 g/m²의 순으로 나타났다. 2007년 12월 조사에서 출현종수는 3-48종의 범위를 보였고, 서식밀도는 30-1,780 개체/m², 생물량은 0.1-231.3 g/m²의 범위를 보였다(Fig. 2). 출현종수는 외해에 위치한 정점 C6에서 가장 높게 나타났고, 해안에 인접한 정점 C2에서 가장 낮게 나타났다. 서식밀도는 외해에 위치한 정점 G8에서 가장 높았고, C2에서 가장 낮게 나타났다. 생물량은 정점 G6에서 가장 많았고, B2에서 최소량을 보였다. 2007년 12월 조사에서 대형

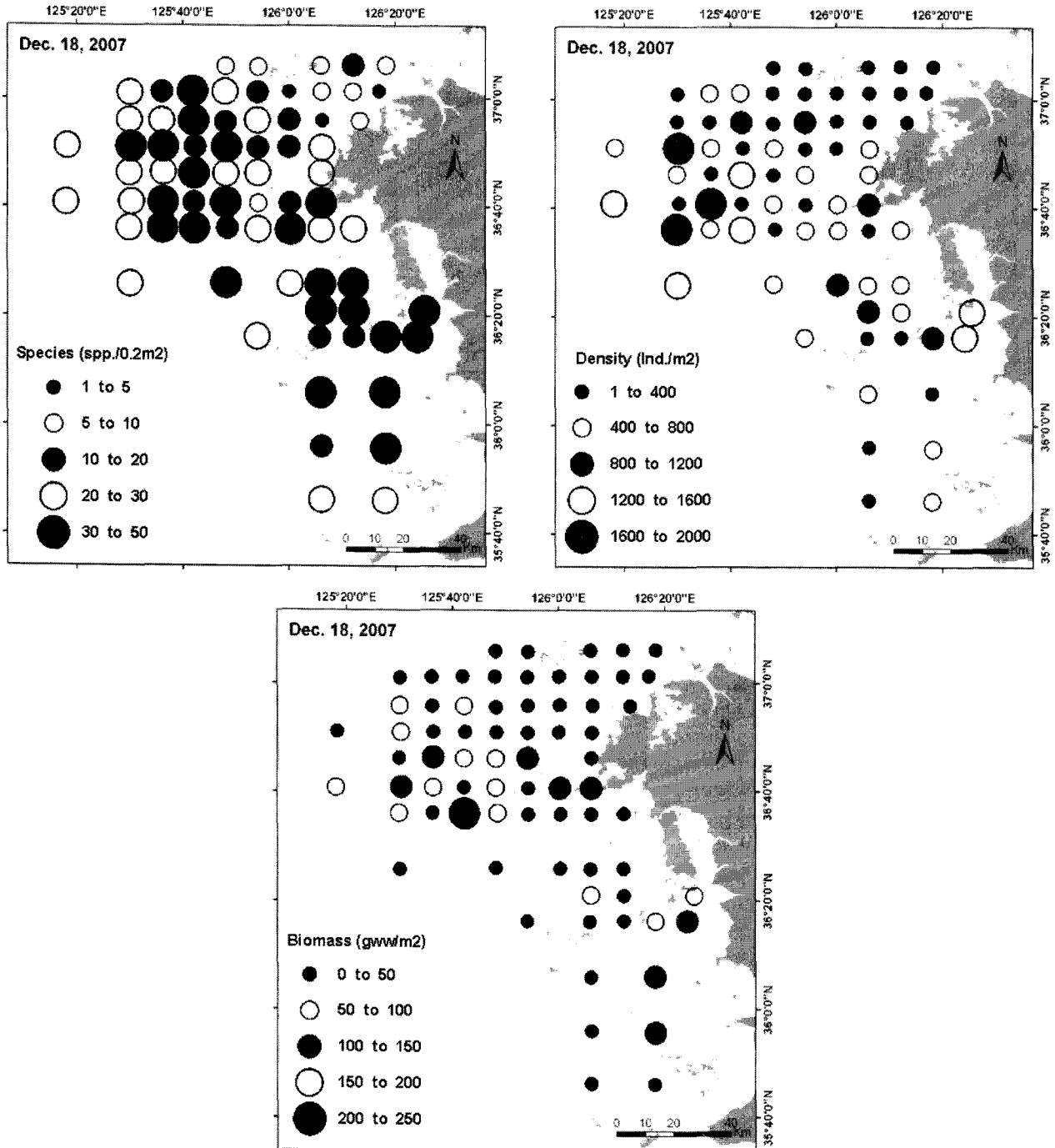


Fig. 2. Spatial distribution of species richness and density and biomass of macrozoobenthic community during December, 2007.

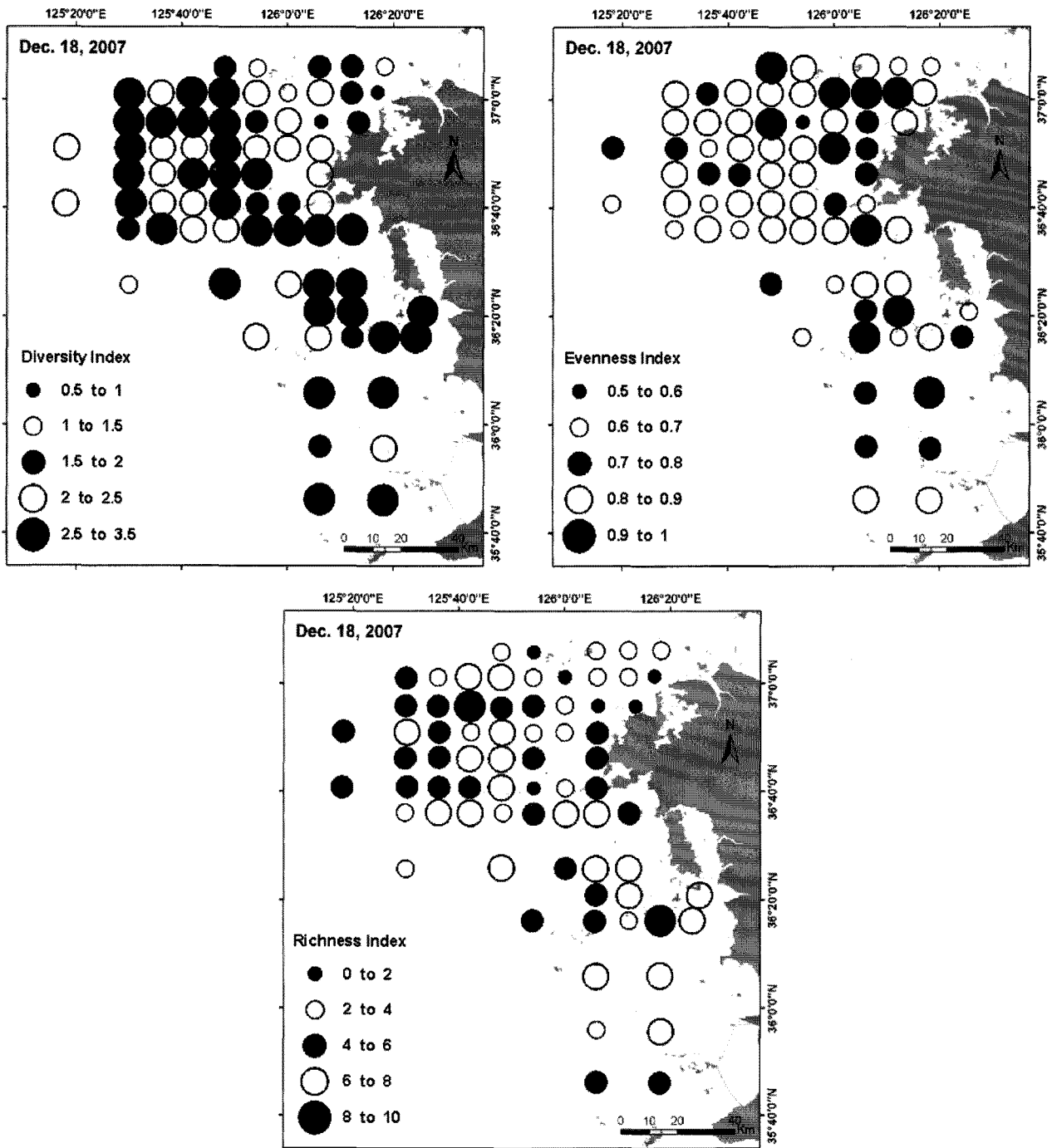


Fig. 3. Spatial distribution of macrozoobenthic community index.

저서동물의 종수, 서식밀도, 생물량에서 모두 외해에 위치한 정점들에서 높은 값을, 해안가에 인접한 정점들에서 낮은 값을 보였다.

2007년 12월 조사에서 출현한 대형저서동물 군집의 종다양성지수(H)는 0.9-3.3(평균 H=2.4)를 나타냈고, 종균등도지수(J)는 0.5 - 1.0(평균 0.8), 종풍부도지수(R)는 0.5-8.7(평균 4.8)의 범위를 보였다(Fig. 3). 종다양성지수는 해안가에 인접한 정점 C2에서 가장 낮은 값을 보였고, K1에서 가장 높게 나타났다. 종균등도지수는 H5에서 가장 낮은 값을 보였고, B3에서 가장 높게 나타났다. 종풍부도지수는 B1에서 가장 낮게 나타났고, C6에서 가장 높은 값을 보였다.

기회종과 단각류의 분포양상 및 P/A ratio

유류오염에 민감하다고 알려진 *Ampelisca* sp.를 포함한 단각류의 분포양상을 살펴본 결과, 유류사고의 직접적 영향을 받은 만리포 해수욕장 북서쪽 해역과 남쪽 해역으로 구분이 되었다. 특히 *Ampelisca* sp.는 신진도 북쪽의 만리포, 천리포, 구름포 해수역장 인근 정점들에서는 거의 출현하지 않았고, 육지에서 약 20 km 이상 떨어진 외해 해역부터 출현하였다(Fig. 4). 신진도 남쪽부터 군산 새만금 방조제 북쪽에 위치한 모든 정점들에서는 10 개체/m²부터 최대 530 개체/m²까지 출현하여 차이를 보였다. 기회주의적

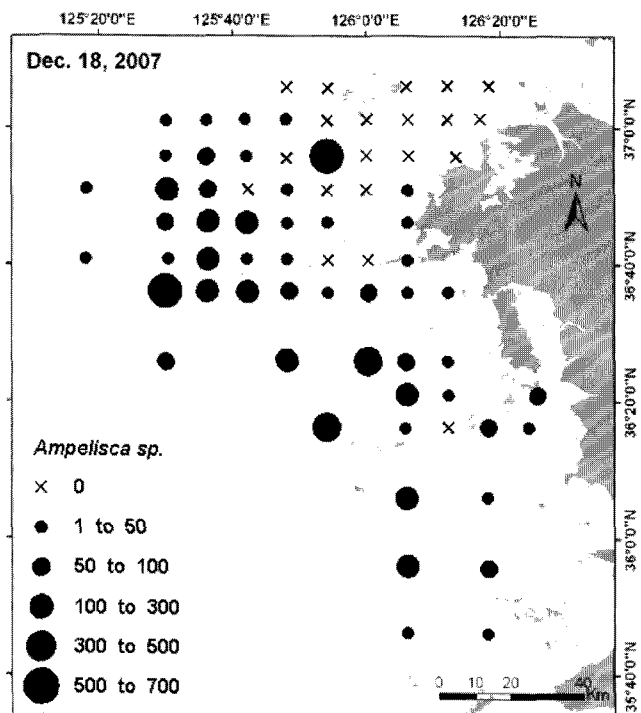


Fig. 4. Spatial distribution of *Ampelisca* sp. belong to Crustacea.

다모류는 안면도 남서쪽 정점 J3와 만대포구 북쪽의 정점 B1에서 높은 서식밀도를 보였다. 가장 많은 출현량을 보인 종은 얼굴갯지렁이류의 *Prionospio bocki*로 72개 조사 정점 중 48개 정점에서 출현하였고, 안면도 남서쪽 정점 J3에서 가장 높은 서식밀도를 보

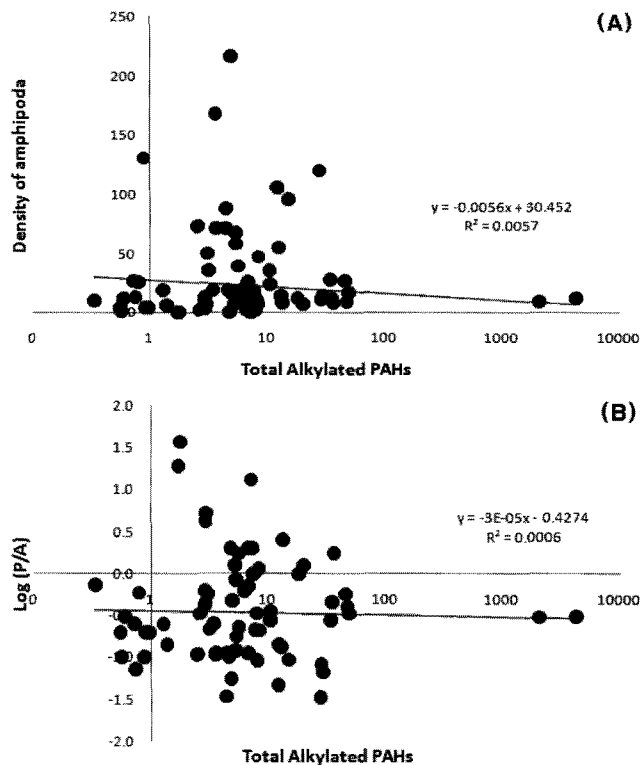


Fig. 7. Relationships between total alkylated PAHs and density of amphipods (A) and log(P/A) ratio (B).

였다. *Ampelisca* sp.가 거의 출현하지 않았던 만리포 해수욕장의 북서쪽 해역에서는 얼굴갯지렁이류의 *Prionospio cirrifera*, *P. bocki*

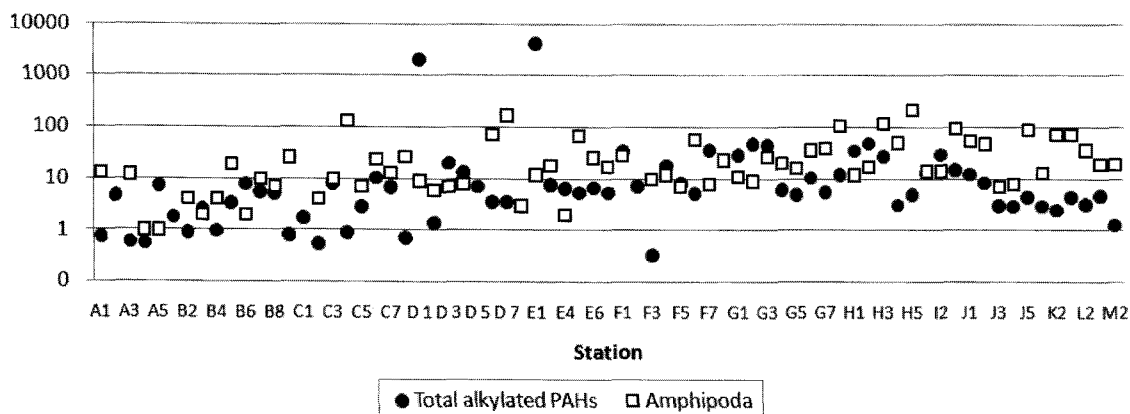


Fig. 5. The amphipoda density and total alkylated PAHs in sediment at each station.

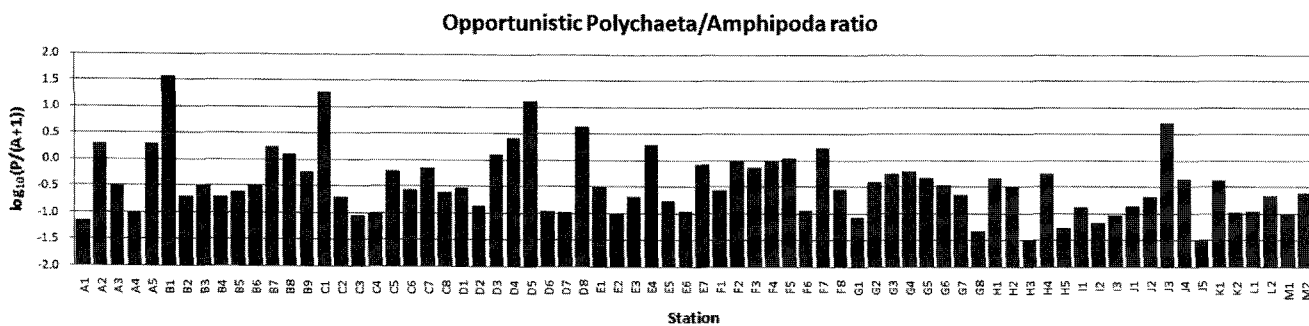


Fig. 6. P/A ratio at each station in the study area (P/A value was assign as -1.0 for stations where no polychaete occurred).

가 출현하였다.

총 잔류 PAHs 농도는 태안 연안에 가까운 정점인 D1과 E1에서 각각 2,027 ng/g와 4,204 ng/g으로 가장 높은 값을 보였다. 그 외의 정점에서는 대체로 낮은 잔류 PAHs 농도를 보였다(Fig. 5). 기회종 다모류 개체수와 단각류 개체수의 비율을 나타내는 P/A ratio는 태안화력 인근 정점 B1에서 얼굴갯지렁이류의 *Prionospio cirrifera*가 140 개체/m²가 출현하여 1.0 이상의 높은 값을 보였고, 정점 C1에서는 구슬수염갯지렁이과의 *Dorvillea* sp가 85 개체/m² 출현하여 1.0이상의 값을 보였다(Fig. 6). 그 외에도 정점 D5에서 *Prionospio bocki*가 30 개체/m² 출현하여 1.0 이상의 P/A ratio를

보였다. 만리포 해수욕장의 남서쪽에 위치한 정점들은 대부분 음의 값을 보였고, F7과 J3등 일부 정점에서만 양의 값을 보였다.

단각류 밀도 및 총 잔류 PAHs 농도와 P/A ratio 간에는 R²값이 0.01 이하의 매우 낮은 값을 보여 모두 유의한 정 또는 부의 상관관계도 보이지는 않았다(Fig. 7).

군집분포 양상

2007년 12월 조사에서 출현한 저서생물 현존량 자료를 이용한 집괴분석 및 MDS 배열법 산출 결과, 조사해역의 저서생물은 종 조성에 차이를 보이는 크게 2개의 정점군으로 구분이 되었다(Fig.

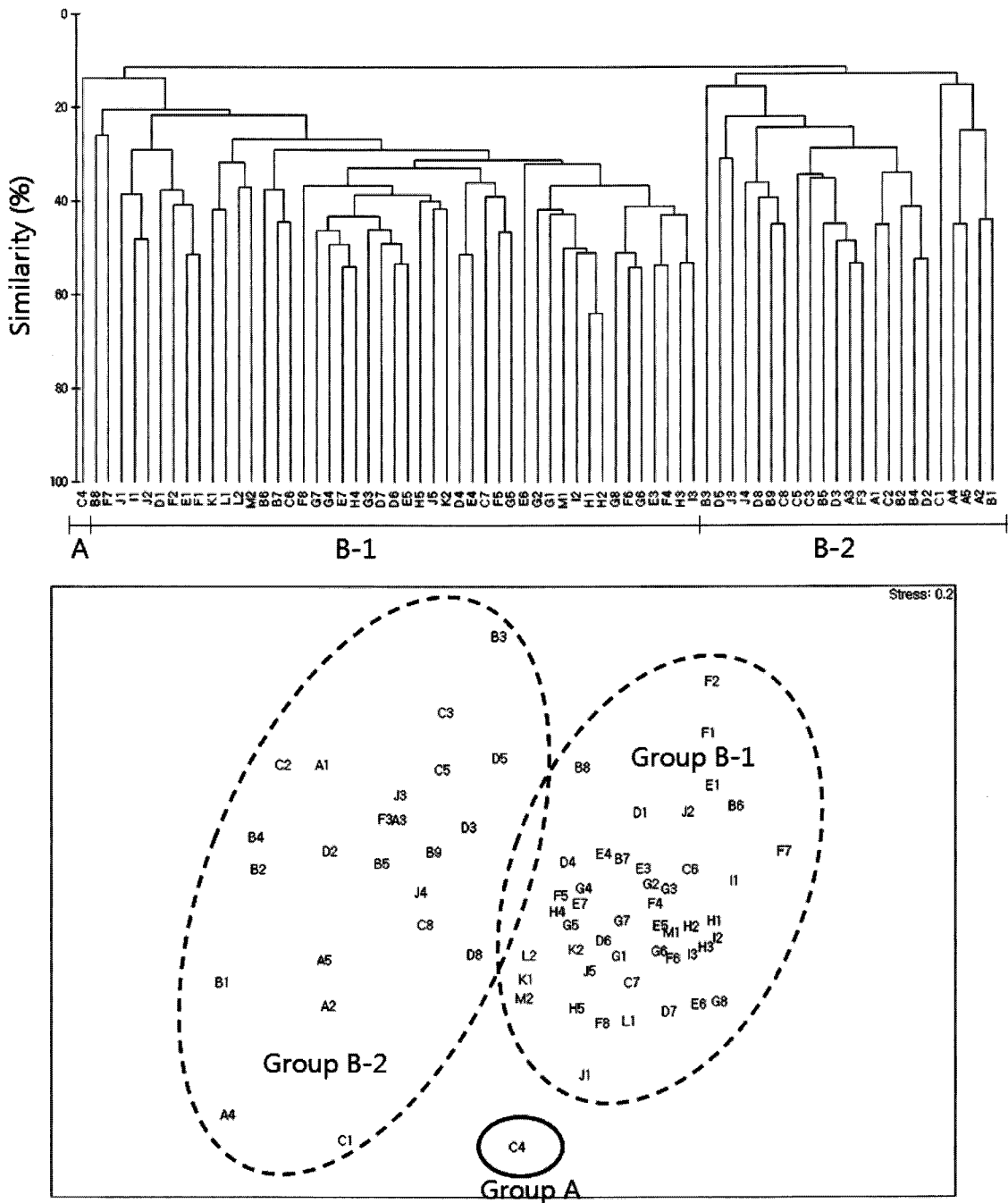


Fig. 8. A dendrogram and MDS ordination plot using abundance data.

Table 1. Dominant species of macrozoobenthos at each station group

Group A			Group B-1			Group B-2		
Species	Taxa	%	Species	Taxa	%	Species	Taxa	%
<i>Ampelisca</i> sp.	Amp	60.1	<i>Ampelisca</i> sp.	Apm	11.5	<i>Prionospio bocki</i>	Pol	14.2
<i>Amphiteis gunneri</i>	Pol	11.2	<i>Heteromastus filiformis</i>	Pol	7.9	<i>Glycera capitata</i>	Pol	10.5
<i>Mandibulophoxus mai</i>	Amp	5.9	<i>Photis longicaudata</i>	Amp	7.3	<i>Mandibulophoxus mai</i>	Amp	9.0
<i>Cleantis planicauda</i>	Iso	4.8	<i>Amphipholis sobrina</i>	Oph	6.1	<i>Urothoe</i> sp.	Amp	6.9
<i>Glycera capitata</i>	Pol	4.3	<i>Praxillella affinis</i>	Pol	5.9	<i>Felaniella sowerbyi</i>	Biv	5.9
<i>Owenia fusiformis</i>	Pol	2.1	<i>Nephtys oligobranchia</i>	Pol	4.6	<i>Nephtys californiensis</i>	Pol	5.8
<i>Byblis japonicus</i>	Amp	2.1	<i>Goniada maculata</i>	Pol	3.5	<i>Prionospio cirrifera</i>	Pol	4.2
<i>Lagis bocki</i>	Pol	1.6	<i>Thyasira tokunagai</i>	Biv	3.0	<i>Glycera chirori</i>	Pol	2.7
<i>Lapidasthenia</i> sp.	Pol	1.1	<i>Eriopisella sechellensis</i>	Amp	2.4	<i>Dorvillea</i> sp.	Pol	2.2

(Biv: Bivalvia, Pol: Polychaeta, Amp: Amphipoda, Iso: Isopoda, Oph: Ophiuroidea)

8). 만리포 해수욕장의 북서쪽에 위치한 정점 C4(Group A)와 다른 정점들(Group B)로 구분이 되었다. Group B는 다시 2개의 그룹으로 구분이 되었는데, 사고 발생 해역인 태안의 남서 해역에 위치한 정점들(Group B-1)과 북서 해역의 정점들(Group B-2)로 구분이 되었다. 그룹 A의 정점 C4에서 단각류의 *Ampelisca* sp.가 전체의 60.1%로 가장 우점하였다(Table 1). 그룹 B-1에서는 단각류의 *Ampelisca* sp.가 전체의 11.5%로 가장 우점하였고, 다모류의 *Heteromastus filiformis*(7.9%), 단각류의 *Photis longicaudata* (7.3%) 등이 우점하였다. 만리포 해수욕장의 북서쪽에 위치한 정점들로 구성된 그룹 B-2에서는 오염지시종인 *Prionospio bocki*(14.2%)가 가장 우점하였고, 다모류의 *Glycera capitata*(10.5%), 갑각류의 *Mandibulophoxus mai*(9.0%), *Urothoe* sp.(6.9%)등이 우점하였다.

토 의

유류오염에 의해 저서동물이 받는 영향은 단각류와 같은 민감한 종의 사망, 유생의 사망 및 정착 저해, 재생산 방해 등으로 나눌 수 있으며 초기 영향으로는 민감종의 사망을 들 수 있다. 지금까지 기름 유출에 의하여 단각류의 서식밀도가 감소하는 현상이 많이 보고되었다. 프랑스 Brittany 연안에서 1978년에 발생한 Amoco Cadiz 유류사고 후 단각류, 특히 *Ampelisca* sp.의 대량 사멸이 나타난 것이 보고되었고(Gomez Gesteira and Dauvin, 2000), Aegean Sea oil spill(Gómez Gesteira and Dauvin, 2000; Gómez Gesteira and Dauvin, 2005), Sea Empress oil spill(Nikitik and Robinson, 2003)에서도 단각류의 감소가 보고되었다.

단각류의 개체밀도 감소는 해사채취에 의해서도 일어난다는 것이 보고되었다. 유 등(2006)은 본 조사해역의 상부에 해당하는 태안 북부의 경기만 지역에서 해사채취 전인 2005년 11월과 해사채취가 이루어진 2005년 12월 및 2006년 2월에 수행된 저서생물군집 조사에서 단각류인 *Urothoe grimaldii japonica*가 최초 50 개체/m²에서 해사채취 후에는 전혀 출현하지 않은 것을 보고하였다. 또한 본 연구해역의 북부에 해당하는 해역에서 2000년부터 2005년까지 약 6천만 m³의 해사채취가 이루어졌다(한국해양연구원, 2007). 본 연구에서는 해사채취 시기의 조사정점과 본 연구해역의 조사정점이 매우 인접한 5개 정점을 선정하여 환경교란에 민감한 저서성 단각류의 서식밀도를 비교해 보았다(Fig. 9). 본 연구해역

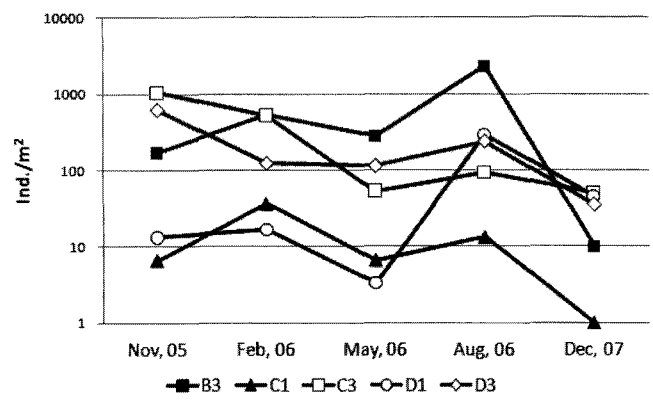


Fig. 9. Seasonal changes in the mean density of amphipods (ind./m²) at 5 stations where sand particles have been extracted in the study area.

의 정점 B3와 매우 인접한 해사채취해역의 정점 2에서 조사된 저서 단각류에 대한 자료를 보면 2006년 동계에 단각류 서식밀도가 170-540 개체/m²였고, 2006년 8월에는 2,300 개체/m²로 최대에 달하였다. 그러나 허베이 스피리트 유류유출 사고가 발생한 2007년 12월에는 단각류의 서식밀도가 10 개체/m²로 급감하였다. 그러나 이곳에서의 퇴적물 내 총 잔류 PAHs의 농도는 3 ng/g로 매우 낮았다(Fig. 5). 따라서 이곳에서의 단각류 밀도감소는 유류오염의 영향으로 보기가 어렵다. 정점 B3 외에도 정점 C1(해사채취해역의 정점 6), C3(해사채취해역의 정점 9), D3 (해사채취해역의 정점 14) 등에서도 퇴적물 내 총 잔류 PAHs농도가 20 ng/g이하로 낮음에도 불구하고 단각류 서식밀도는 2006년 동계에 비해 2007년 12월에 더 낮았다(Fig. 9). 따라서 이들 정점에서 2007년 12월의 낮은 단각류 서식밀도는 유류오염에 의한 영향으로 보기는 어려우며, 가능한 요인으로는 해사채취의 영향으로 생각되지만 이를 입증하기 위해서는 더 많은 자료가 필요하다.

한편 정점 D1(해사 채취해역의 정점 13)에서는 2006년 동계 기간 중 서식밀도가 13-17 개체/m²였고, 2006년 여름에는 290 개체/m²였으나 2007년 12월에는 45 개체/m²로 감소하였다. 이 정점의 퇴적물 내 총 잔류 PAHs 농도는 2,027 ng/g로 비교적 높은 농도를 보였다. 그러나 총 PAHs 농도와 단각류 서식밀도간에는 유의한 상관관계가 보이지 않았기에(Fig. 7), 정점 D1에서 2007년 12월에 단각류의 서식밀도가 감소한 것에 유류오염이 얼마나 영향

을 미친 것인지를 파악하는 것이 현재의 자료만으로는 불가능하다. 본 조사해역의 일부 정점에서 나타난 단각류 서식밀도 변화는 허베이 스피리트 유류오염의 영향으로 보이지만 대부분의 조사해역에서는 유류오염의 악영향이 나타나지 않은 것으로 생각된다. 유류오염 초기에 저서생물에 미치는 영향이 조사해역에서 명확히 나타나지 않는 것은 조사해역이 빠른 조석과 복서풍의 영향, 그리고 유출유류의 밀도가 상대적으로 낮아 침전된 유류의 양이 적었던 것과도 관련이 있다고 생각된다. Shetland Islands에서 1993년 발생한 Braer 유류 사고 시 수심이 50-100m인 지역에 저층의 PAHs 농도는 증가하였으나, 대형저서동물은 사고 초기에 큰 영향을 받지 않는다고 보고되었고(Kingston *et al.*, 1995), 또한 사고 발생 1년 후에도 큰 영향이 나타나지 않았다고 보고되었다(Spaulding *et al.*, 1994). 미국 알래스카 Prince William Sound에서 1989년에 발생한 Exxon Valdez 유류유출 사고 16개월 후 조사에서 수심이 깊은 곳에 서식하는 저서생물들은 유류에 의한 영향을 크게 받지 않았다고 보고하였다(Feder and Blanchard, 1997).

기회중에 속하는 다모류의 출현은 조사시기가 유류유출 후 1주일 이내라는 것을 고려하면 유류유출과는 직접적인 관련이 적으며, 아마도 해사채취나 다른 서식지 교란에 의해서 형성된 것으로 보인다. 기회종이라고 하더라도 유류유출 사고 후 10일 이내에 1 mm 체에 걸릴 정도로 성장이 된다고 보기가 어렵기 때문이다. 오히려 이들 기회종도 민감한 분류군인 단각류에 비해서는 내성이 강할 것으로 예상되지만 유류오염에 의해서 초기 사망이 일어났을 것으로 예상된다. 따라서 만리포 북서쪽 해역과 태안화력 인근해역, 안면도 남서부에서의 기회중에 속하는 다모류의 출현은 유류오염 이외의 다른 환경교란에 의한 것으로 판단된다.

본 조사는 유류오염 초기에 조하대 대형저서동물군집이 어떤 영향을 받았는지를 파악하는 조사의 일환으로 1회만 수행되었기에 향후 단기간에 걸쳐서 저서동물군집에 어떠한 영향이 나타날지를 본 연구결과로서는 예측하기는 어렵다. 즉, 유류유출이 초기에는 극히 일부분의 해역을 제외하고는 저서생물군집에 거의 영향을 주지 않았던 것으로 판단되지만 이후 단기간에 걸쳐 내성이 약한 생물이 사망하거나 포식자로부터의 회피능력 저하로 포식당할 가능성도 있으며, 장기간에 걸친 영향으로는 재생산 능력에 피해를 받을 수도 있을 것으로 예상된다. 그러나 유류오염 이후 저서동물군집이 받는 영향은 사고해역이나 유출량 또는 유출유류의 밀도특성에 따라서 달라지고, 유류오염 이후 저서생물군집이 회복되는 데 소요되는 시간에도 많은 차이를 보일 것으로 판단되어 장기간의 모니터링을 통해 유류사고 이후 저서동물 군집의 변동 및 회복에 대한 관찰이 필요할 것으로 판단되어 진다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부의 '유류오염 환경영향평가 및 환경복원 연구(PM56382)'의 일환으로 수행되었습니다. 현장조사에 도움을 주신 R/V이어도 승무원께 감사드립니다.

참고문헌

국토해양부, 2007. 해양생태계 기본조사. 189-237 pp.

- 국토해양부, 2009. 허베이스피리트 유류오염사고 해양오염영향조사 및 생태계 복원연구. 130-135 pp, 638-641 pp.
- 유옥환, 이형곤, 이재학, 김동성, 2006. 경기만에서 해사채취가 대형저서동물 군집구조에 미치는 영향. *Ocean and Polar Res.*, **28**: 129-144.
- 한국해양연구원, 2007. 태안군 해사채취지역 환경영향조사. 180-230 pp.
- Blanchard, A.L., H.M. Feder, D.G. Shaw, 2002. Long-term investigation of benthic fauna and the influence of treated ballast water disposal in Port Valdez, Alaska. *Mar. Poll. Bull.* **44**: 367-382.
- Clark, K.R. and R.M. Warwick, 1994. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth, Plymouth Marine Laboratory, 144 pp.
- Day, R.H., S.M. Murphy, J.A. Wiens, G.D. Hayward, E.J. Harner, and L.N. Smith, 1997. Effects of the Exxon Valdez oil spill on habitat use by birds in Prince William Sound, Alaska. *Ecological Applications* **7**: 593-613.
- Feder H. M. and A. Blanchard, 1997. The deep benthos of Prince William Sound, Alaska, 16 months after the Exxon Valdez oil spill. *Mar. Poll. Bull.* **36**: 118-130.
- Gelin, A., V. Gravez, and G.J. Edgar, 2003. Assessment of jessica oil spill impacts on intertidal invertebrate communities. *Mar. Poll. Bull.* **46**: 1377-1384.
- Gómez Gesteira J.L and J.C. Dauvin, 2000. Amphipods are good bioindicators of the impact of oil spills on soft bottom macrobenthos communities. *Mar. Poll. Bull.*, **40**: 1017-1027.
- Gómez Gesteira J.L., J.C. Dauvin, and M. Salvande Fraga, 2003. Taxonomic level for assessing oil spill effects on soft-bottom sublittoral benthic communities. *Mar. Poll. Bull.* **46**: 562-572.
- Gómez Gesteira J.L and J.C. Dauvin, 2005. Impact of the Aegean Sea oil spill on the subtidal fine sand macrobenthic community of the Ares-Betanzos Ria (Northwest Spain). *Mar. Environ. Res.* **60**: 289-316.
- Kinston, P.F., I.M. Dixon, S. Hamilton and D.C. Moore, 1995. The impact of the Braer oil spill on the macrobenthic infauna of the sediments off the Shetland Islands. *Mar. Poll. Bull.* **30**: 445-459.
- Nikitik, C.C.S. and A.W., Robinson, 2003. Patterns in benthic populations in the Milford Haven waterway following the 'Sea Empress' oil spill with special reference to amphipods. *Mar. Poll. Bull.* **46**: 1125-1141.
- Rodríguez, J.G., M. Incera, R. de la Hus, J. López, M. Lastra, 2007. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), organic matter quality and meiofauna in Galician sand beaches, 6months after the Prestige oil-spill. *Mar. Poll. Bull.* **54**: 1031-1071.
- Spaulding, M.L., V.S. Colluru, E. Anderson and E. Howlett, 1994. Application of a three-dimensional oil spill model (WOSM/OIL-MAP) to hindcast the Braer oil spill. *Spill Sci. and Tech. Bull.* **1**: 23-35.

2011년 3월 10일 원고접수

2011년 7월 8일 수정본 채택

담당편집위원: 최광식