

沿岸漁場の 부유성 廢棄物 分布와 組成에 관한 연구

I. 남해 동부해역

金 鍾 華
부경대학교 수산과학대학
(1998년 6월 18일 접수)

A Study on the Distribution and Composition of Floating Debris in the Coast of Korea

I. Southeastern Sea

Jong-Hwa KIM

Pukyong National University, College of Fisheries Science

(Received June 18, 1998)

Abstract

Floating debris was recorded from a training ship, #1 Kwanaksan, of Pukyong National University with about 10 knots speed during March, May and July of 1997. The area sampled is the Southeastern Coast of Korea, divided into 40 unit segments on survey routes. Debris fabrication materials were categorized using the following ; man-made or natural wood items, paper, cardboard, nylon rope, netting, styrofoam and plastics, floating metal and glass containers. All identified items within a 100 ± 2 m wide band were recorded but ignored if beyond this boundary.

The results of distribution and composition of floating debris in the area are as follows:

1. The quantities of debris during the duration of survey were distributed from 2~605 items per km^2 . The most obvious trend is the widespread distribution of all debris.

2. The highest densities of all debris were discovered in the coastal waters of Seoimal lighthouse, the southeastern part of Koje island, next near Nakdong estuaries. Especially styrofoam & plastics were observed in 77.4~87.2% of sampled area, next is wood items, 9.1~13.5%. And nylon netting & rope, 3.6%, was the third item of pollutant. Others are very small.

3. Compared with the East Coast of Korea, the quantities of all debris in the Southeastern Sea are 6 times as large as the East Coast.

The survey provides a basis for more detailed survey work in the South Sea. Further surveys are being investigated, and from this it is hoped that a much wider coverage can be achieved, perhaps on all sites of the Coast of Korea and contributed to the removal method, finding of sources, stationary area of debris.

서 론

다가올 21세기의 지구환경은 육상 주요자원의 고갈과 심각한 환경오염이 예상되는 바, 수산해양 자원의 지속적 개발과 보존 및 해양오염 방지를 위한 많은 노력이 필요하다. 따라서 연안해양 또는 연안어장의 중요성이 요구되며, 이들에 대한 적절하고도 지속적 이용효과를 거둘 수 있는 수산 자원 관리운영 시스템의 개발이 필요하다.

그러나 우리의 앞바다는 어떠한가? 자원의 보호는커녕 육상으로부터 흘러 들어오는 각종 폐기물 쓰레기, 항만활동과 선박에서 투기하는 해양폐기물, 어선과 양식장의 유해물질과 썩지않는 각종 폐기물 그리고 입해공단에서 배출하는 오염물질 등으로 연안해양은 폐기물 종말처리장으로 변하고 말았다. 이런 곳에 생물이 서식하여 생육변성을 거듭할 할 수 없다는 것은 자명한 것이다.

해양 폐기물로 인한 연안해양에 미치는 영향과 피해는 실로 엄청나다. 예를들면, 투기된 어망과 플라스틱 제품 등의 화학적 유해 폐기물은 수산생물의 산란장과 서식처를 위협하고 심지어 그속에 갇혀서 죽어가는 현상(Ghost fishing)을 볼 수 있다.

이러한 오염된 해양에 해양목장 등 수산자원 조성을 위한 해양 시설물과 적정 어획을 위한 규제 조치들이 있다고 한들 그 효과를 기대할 수 있겠는가? 보다 근본적 환경문제에 접근함이 좋을 것이며, 이의 일환으로 해양 폐기물의 문제점과 처리대책 등에 관한 조사연구가 선결되어야 하리라 사료된다.

해양 폐기물에 관한 문제점과 처리대책은 어업 환경 보호를 위해 1984년부터 미국 NOAA를 중심으로 시작되었고 국제협력기구인 IMO 등에서 많은 모임을 통하여 해양오염을 해결하고자 노력하여 왔으며, 이들에 관한 연구보고도 많은 실정이다(Dixon,1983 ; Kanehiro et al,1995 ; 佐尾和子等,1995).

불행하게도 우리나라는 해양의 쓰레기 조사연구가 거의 없는 실정이며, 본 저자 등이 한국 동해 연안어장에서 부유성 폐기물에 관한 조사연구가 처음으로 보고된 바 있다(김 등, 1997).

본 연구에서는 기초단계로서 우리나라 연안어장 중 남해동부 연안해양을 중심으로한 현장조사를 바탕으로 하여, 부유성 해양 폐기물의 분포와 조성 에 관한 오염실태를 정량적으로 분석코자 한다.

재료 및 방법

1997년 3월, 5월 및 7월에 걸쳐 남해 동부해역 (부산~육지도)에서 떠 다니는 각종 해양 폐기물 을 부경대 실습선 관악산1호를 이용하여 조사하였다.

대상해역은 사각형으로 구획된 단위해구(Grid-cell)를 위도 5' (=9.26 km), 경도5' (=7.62 km) 으로 정하였으며 단위면적은 70.56 km² 이다. 조사된 총 단위해구수는 40개로서 총면적은 약 2751.8 km² 이다(Fig. 1).

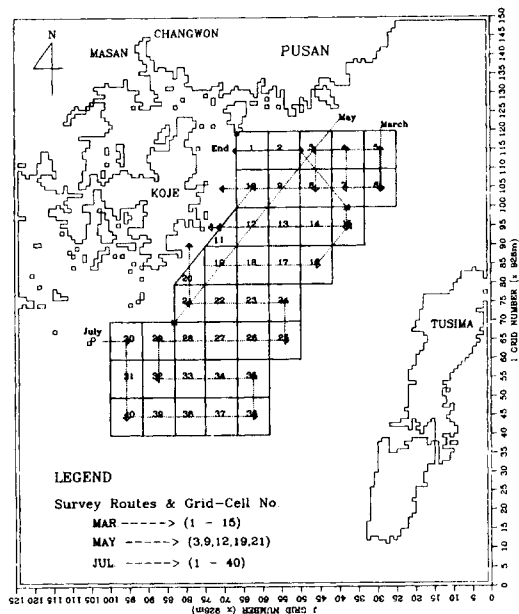


Fig. 1. Grid-cell numbers sampled and the survey routes.

그러나 단위해구의 면적에 비해 선박 항행범위는 매우 좁아서 전 면적을 조사하기 어렵다. 그래서 단위해구에 대해 대각선 또는 종, 횡으로 항행하여 육안으로 식별가능한 좌우현 각 50 m의 범위를 관측, 기록하였다. 이때 측자의 눈높이와 관

측범위의 유한성을 유지시키도록 관측폭 제한장치를 만들어 사용하였고, 풍속 4 m/sec 이하일 때만 조사하여 파랑의 산란과 햇빛반사 등으로 인한 물체식별의 불확실성을 제거하였다.

결과 및 고찰

1. 해구별 수량 분포밀도

1997년 3월 19일과 21일에 15개 단위해구(1~15번)에서 조사된 해양폐기물의 총량에 대한 해구별 분포밀도는 Fig. 2와 같다.

각 해구에서 최대밀도를 갖는 해역은 거제도 서이말 해상(11번)으로 그 수량은 118/ km² 이었다. 그 다음으로 50/ km² 이상의 고밀도에 해당하는 해구는 가덕도 남단과 낙동강하구역 해상에 위치한 곳(1, 2번)으로 각각 75개, 88개였다. 그외 12개 해구는 2~20개 범위로 분포하였다.

이들 15개 해구중 11번 해구(거제도 서이말 해상)는 스티로폼 및 플라스틱류가 79개, 목재류 31개를 점유하여 타해구에 비해 목재류가 많이 포함되어 있었다. 또한 이 해구는 약 50m 폭을 갖는 기

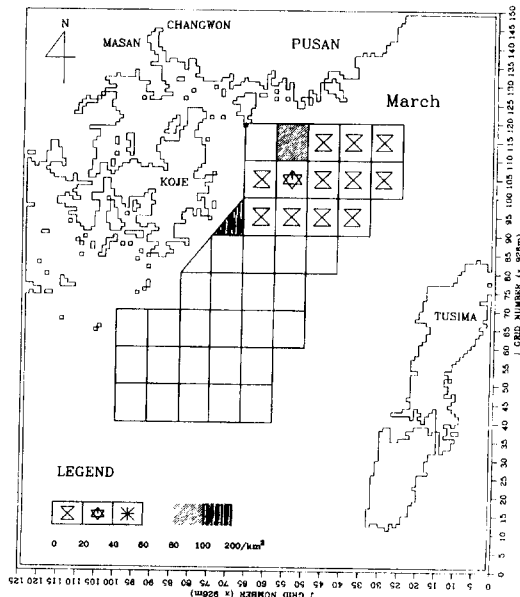


Fig. 2. The overall distribution and relative densities of all debris(March, 1997).

름띠가 길게 퍼져 있는 것을 관측하였다.

1997년 5월 26일 조사된 5개 단위해구(3,9,12,19 및 21번)의 폐기물 총량에 대한 수량 분포밀도를 Fig. 3에 나타내었다. 최대밀도를 갖는 해구는 거제도 서이말 남단의 도장포앞 해상(19번)으로 그 수량은 53/ km² 이었다. 그리고 이들 해구의 폐기물 분포수량의 범위는 8~53개로 적은 변동폭을 나타내었다.

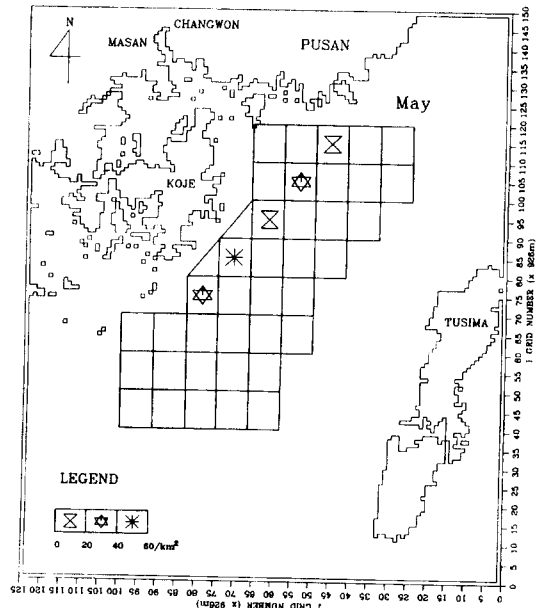


Fig. 3. The overall distribution and relative densities of all debris(May, 1997).

Fig. 4는 1997년 7월 21~22일까지 40개 단위해구(1~40번)에서 조사된 부유성 해양 폐기물의 총량에 대한 해구별 분포밀도이다.

최대밀도를 갖는 해구는 총수량이 605/ km² 으로 분포하는 거제도 서이말 해상(11번)이었다. 지난 3월에 비해 수량이 5배이상 증가하였으나 3월에 비해 목재류가 차지하는 수량은 현저히 작고 스티로폼 및 플라스틱류가 586개로 대부분을 차지하였다. 다음으로 가덕도 남단해구(1번)에서 425/ km²으로 나타났고 이들중 스티로폼 및 플라스틱류가 268개, 목재류 126개로 분포하여 목재류가 현저히 많이 분포하였다. 11번 해구와는 폐기물 종류가 다른 분포양상을 알 수 있었다.

7월의 전체적 분포로 보면, 해구별 분포범위는 8 ~ 605개로 수량의 변동폭이 3월과 5월에 비해 아주 심하였다. 해구당 50/ km² 이상 갖는 고밀도 해구는 전 40개 해구중 21개 해구로서 50%이상을 점유하였고 대부분 대한해협 서수도에서 한국 연안에 집중되어 분포함을 뚜렷이 알 수 있다.

한편, 대한해협 서수도의 중앙해역에 해당하는 35번,36번 해구는 총수량이 각각 72개,91개로서 고밀도 해구에 해당되고 스티로폼 및 플라스틱류는 각각 18, 33개이며 목재류 각각 55, 56개로 나타나, 목재류가 스티로폼 및 플라스틱류보다 훨씬 많은 기현상을 보였다.

이상의 해구별 분포밀도에서 알 수 있듯이, 대체로 남해동부해역은 부유성 폐기물이 많이 떠다니고 있어 해양폐기물에 의한 해양오염이 극심하다할 수 있다. 특히 거제도 서이말 및 도장포 앞 해상과 가덕도와 낙동강하구 해상이 가장 심각하게 해양폐기물이 떠다니고 있음을 확인하였다. 또한 봄철보다 여름철의 해구별 수량이 크게 증가한 결과를 볼 수 있었다.

이런 지역적 최대 밀도분포를 갖는 현상은 폐기물의 유입원이 가까이 있음을 시사하고 있다. 그

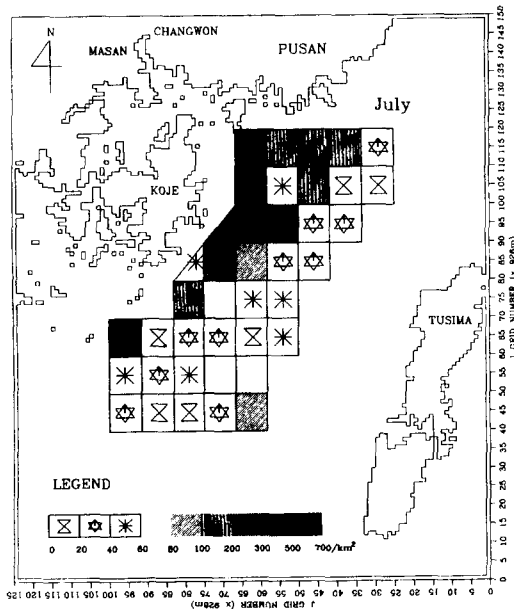


Fig. 4. The overall distribution and relative densities of all debris(July,1997).

유입원은 육상에서 투기된 폐기물과 어업활동을 통하여 생성된 폐기물로 나눌 수 있을 것이다. 그러나 원인제공처는 계속적 조사연구로 드러날 것이다.

2. 폐기물의 종류와 계절별 수량변동

Fig. 5는 3월, 5월 및 7월에 조사된 각각의 총면적에 대해 종류별 폐기물 수량을 km² 으로 환산하여 평균한 값을 나타내었다. 여기서 3월과 5월의 폐기물 종류별 수량은 거의 비슷하게 나타났고, 7월은 목재류가 2~3배 증가하였고 스티로폼 및 플라스틱류는 5배가까이 현저하게 많이 증가하였다. 또한 부유성 금속 및 유리용기류도 7월에 많이 증가하였다. 또한 종류별 수량변동을 비교하면 스티로폼 및 플라스틱류가 19.1~96.1개로 가장 많이 분포하고 다음이 목재류로서 3.4~10.3개, 부유성 금속 및 유리용기류가 최고 2개의 순으로 분포하였다.

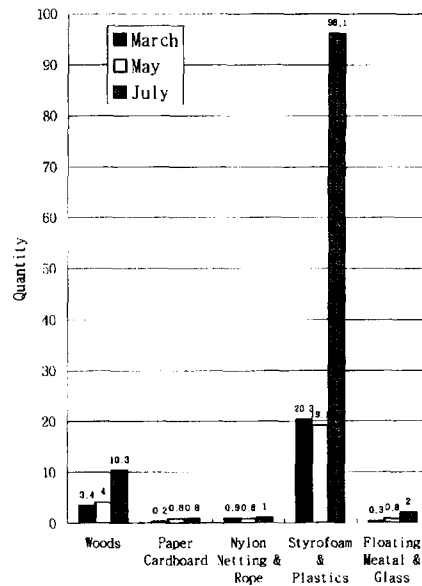


Fig. 5. The relative distribution of each item.

계절별 수량변동을 공통된 5개 해구(3,9,12,19 및 21번)에 대해 나타내면 Fig. 6과 같다. 전반적으로 5개 단위해구 모두 7월에 분포수량이 3,5월에 비해 현저하게 많음을 알 수 있다. 여름철에 왕

성한 연안이용과 잦은 강수량 유입때문에 생성된 폐기물이 대부분으로 사료된다.

부산남항 전면해상에 해당하는 3번해구는 3월과 5월보다 10배이상 현저히 증가하여 115.5/ km²으로 나타났다. 거제도 서이말의 동편해상인 12번해구는 3월과 5월에 각각 5.2개, 7.6개였으나 7월에는 무려 50개가 넘는 402.9개로 조사되었다. 또한 19번 해구는 5월에 53.4개, 7월에 224.4개로 4배정도 증가하였고 거제도 남단의 21번 해구는 5월에 비해 7월이 8배이상 증가하였다.

그러나 거제도와 부산의 중간해역인 9번 해구는 3월에 19.6개, 5월에 35개, 7월에 51.2개로 꾸준히 증가하는 현상을 보였다. 이것은 타해구에 비해 연안에서 약간 떨어져 있음으로 나타난 현상으로 추정된다.

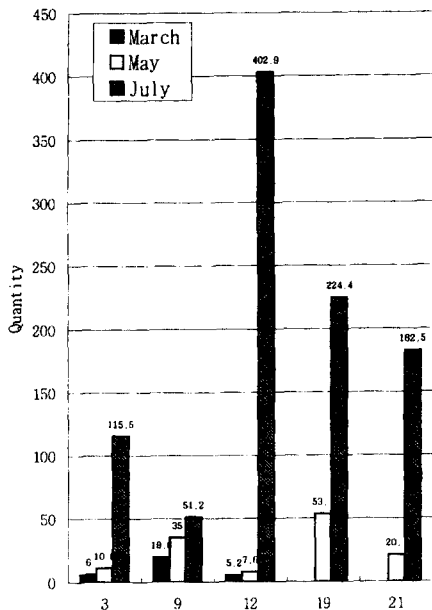


Fig. 6. Seasonal variation in the designated grid-cell.

3. 폐기물의 조성비율

남해동부해역에서 조사된 해양폐기물의 종류별 조성비를 Fig. 7에 나타내었다. 가장 많은 비율을 차지하는 것은 스티로폼 및 플라스틱류로서 84.3%이고 다음이 목재류 11%이며 기타 4.7%였다. 기타중에는 종이 및 종이상자류 1.1%, 나이론

망지 및 로프류 1.7% 그리고 부유성 금속 및 유리용기류가 1.9%를 점유하였다.

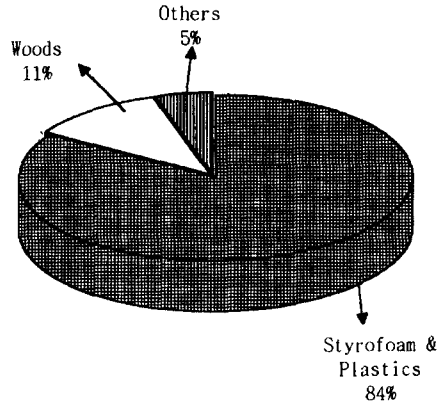


Fig. 7. The overall composition in Southeastern Sea.

Fig. 8은 남해동부해역의 3월, 5월 및 7월의 계절별, 종류별 조성비를 도시하였다. Fig. 8의 맨위(3월)는 스티로폼 및 플라스틱류 80.9%, 목재류 13.5%, 나이론 망지 및 로프류 3.6% 순으로 조성되었다. Fig. 8의 중앙(5월)은 스티로폼 및 플라스틱류가 77.4%, 목재류 16.2%, 종이 및 종이상자류와 부유성 금속 및 유리용기류가 동일하게 3.2%를 차지하였다. Fig. 8의 아래그림(7월)은 스티로폼 및 플라스틱류가 3월과 5월에 비해 다소 많아서 87.2%를 접하였으나 목재류는 9.4%로 낮았다. 그리고 기타 3.4%중에서 부유성 금속 및 유리용기류가 1.8%를 포함하고 있다.

조사시기마다 변동하는 종류별 조성비율중에서 첫째, 여름철인 7월에 스티로폼 및 플라스틱류가 많이 나타났고 상대적으로 목재류의 비율이 작아진 현상을 볼 수 있다. 둘째, 적게 조성하고 있는 폐기물중에서 3월은 나이론 망지 및 로프류가 5월과 7월보다 훨씬 많았고 또 5월에는 3월, 7월과 달리 종이 및 종이상자류와 부유성 금속 및 유리용기류가 더 많이 조성되었음을 알 수 있었다.

4. 동해와의 비교

Fig. 9는 1996년 8월 동해연안과 1997년 7월 남해 동부해역에서 조사된 부유성 해양폐기물 총량에 대한 평균수량을 나타내었다(김 등, 1997). 전반

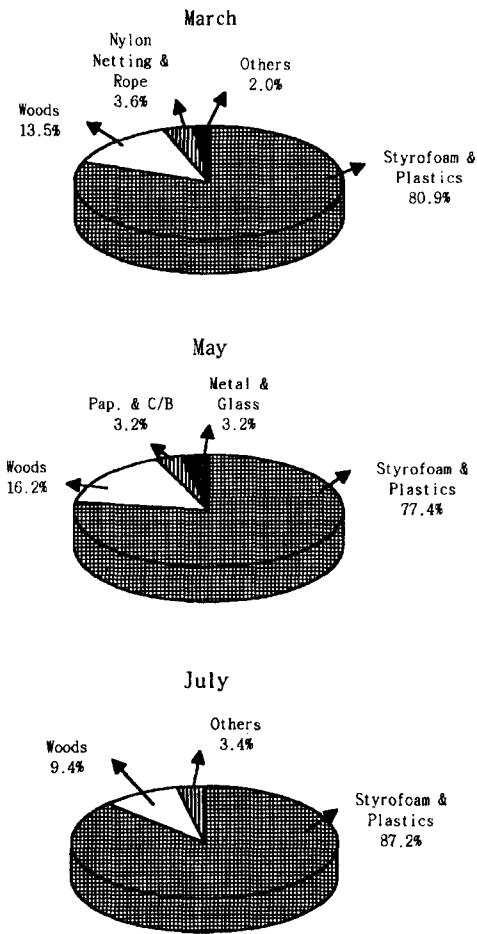


Fig. 8. Seasonal composition of each item.

적으로 계절에 관계없이 동해연안보다 남해 동부해역의 해양폐기물이 훨씬 많음을 알 수 있다. 특히 여름철을 서로 비교하면 남해 동부해역의 7월은 $110.2/km^2$ 이나 동해해역은 $16.9/km^2$ 으로 그 수량차는 km^2 당 93.3개로 매우 큰 편차를 보였다.

Fig. 10은 동해와 남해 동부해역의 여름철에 있어서 폐기물의 종류별 수량을 나타내었다. 눈에 띠는 차이점은 남해 동부해역이 동해에 비해 역시 스티로폼 및 플라스틱류와 목재류가 현저히 많음을 알 수 있다. 이 현상은 이들 폐기물의 주원인제공처가 대부분 남해연안에 존재하고 있음을 추정케 한다.

따라서 썩지 않으며 가장 많이 분포하는 스티로

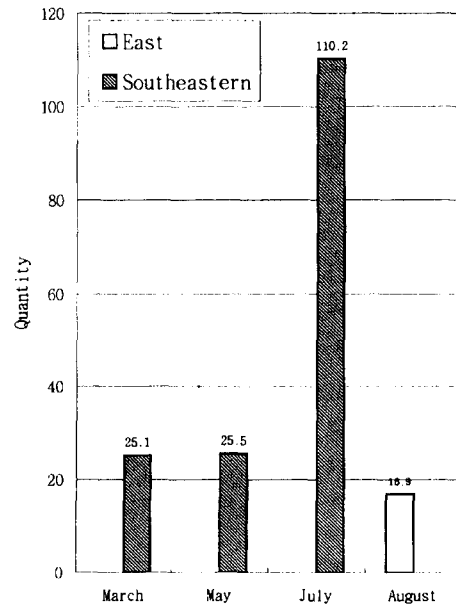


Fig. 9. Mean quantity of season in the East and Southeastern Sea.

폼 및 플라스틱류는 폐기하는 원인제공처를 찾고, 이 폐기물의 처리대책과 수거방법이 있어야 할 것이다.

동해와 남해 동부해역의 폐기물 종류별 조성비

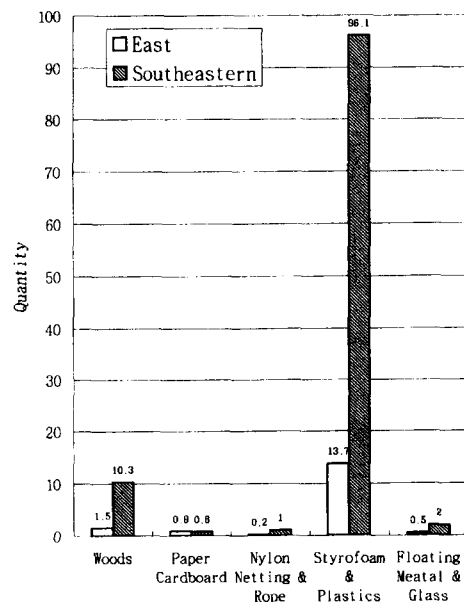


Fig. 10. Quantity in the East and Southeastern Sea.

의 비교는 Fig. 11에 도시하였다. 두 해역의 조성비는 각 종류별로 비슷하거나 약간의 차이를 보이고 있으며, 동해가 남해 동부해역보다 조성비율이 큰 폐기물은 종이 및 종이상자류와 부유성 금속 및 유리용기류이며, 남해 동부해역은 스티로폼 및 플라스틱류가 차지하는 비율이 약 6% 정도 높았다. 그러나 목재류는 두 해역 모두 두 번째로 많이 조성되어 있으며, 그 비율은 비슷하여 9.1~9.4%였다.

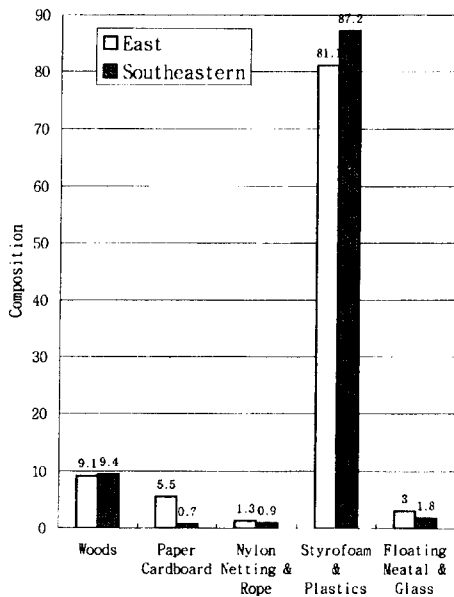


Fig. 11. Composition in the East and Southeastern Sea.

요약 및 결론

우리나라 남해 동부해역에서 km^2 당 해양 폐기물의 수량분포 밀도와 종류별 조성비율을 요약하면 다음과 같다.

1. 부유성 해양폐기물의 총량 분포밀도는 2~605개로 그 범위가 단위해구별로 크게 변동하고 있다. 가장 밀도가 높은 해역은 거제도 서이말과 도장포 앞 해상으로서 3월에 118개, 7월에 605개였다. 다음이 가덕도에서 낙동강 하구 연안해역으로 3월에 88개, 7월에 425개였다.
2. 종류별 수량밀도는 스티로폼 및 플라스틱류

가 가장 많아서 7월 평균이 96.1개이며 다음이 목재류로서 3.4~10.3개, 부유성 금속 및 유리용기류가 2개의 순으로 분포하였다.

3. 해양 폐기물의 조성비율은, 스티로폼과 플라스틱류가 가장 많아서 77.4~87.2%, 다음은 목재류로서 9.4~13.5%, 나머지는 나일론 망지류가 3.6%, 종이류가 3.2%, 기타 부유성 금속과 유리 등이 차지하였다.

4. 여름철 한국 동해연안의 분포수량과 비교하면, 남해 동부해역의 수량은 평균 110.2개로 동해의 16.9개보다 6배이상 크게 증가하여 나타났다. 또한 조성비율은 대체로 비슷하지만 스티로폼 및 플라스틱류가 남해 동부해역이 6%이상 높게 나타났다.

결론적으로 남해 동부해역의 수량 분포밀도는 대단히 높으며, 특히 여름철의 스티로폼 및 플라스틱류는 조성비율도 매우 높아서 많은 문제점을 안고 있다. 보다 많은 조사연구를 통하여 그 원인 제공처, 유입경로 및 정제해역의 파악과 처리대책을 시급히 강구해야 할 것이다.

감사의 글

본 조사연구는 부경대학교 기성희 연구비지원에 의해 수행되었으며, 현장조사를 도와준 실습생과 실습선 관악산 1호 직원들에게 감사드립니다.

참고문헌

- Dixon, T.J. and T.R., Dixon (1983) : Marine litter distribution and composition in the North sea. *Mar. Pollut. Bull.*, 14, pp.145-148.
- Kanehiro, H. et al (1995) : Marine litter composition and distribution on the sea-bed of Tokyo bay. *Fisheries Eng.*, 31(3), pp. 195-199.
- 佐尾和子 等 (1995) : 플라스틱의海, 海洋工學研究所 出版部, p. 300.
- 김종화, 김삼근, 박창두, 주수동 (1997) : 한국 동해 연안어의 부유성 폐기물 분포와 조성. *수산해양교육학회지*, 제9권1호, pp.31~39.