

동해중부해역에 있어서 부유성 해양 폐기물의 분포와 조성

조현정 · 권오빈 · 정순범^{1*}

강원도립대학 해양산업과 · ¹여수대학교 해양생산관리학과

A study on the distribution and composition of marine floating debris in the middle part of East Sea, Korea

Hyeon-Jeong JO, O-Bin KWON and Sun-Beom JEONG^{1*}

Department of Marine Industry, Gangwon Provincial University, Gangwon 210-804, Korea

¹Department of Marine Production Management, Yosu National University, Jeonnam 619-902, Korea

The distribution and composition of marine floating debris were recorded from a training ship “Kyeongyang” of Gangwon Provincial University at May 19 – 29, 2004 and Aug. 24 – 31, 2004. The sampled area is the middle part of East Sea of Korea(the coast of Gangwondo and region of Ulleung island and Tokdo), divided into 27 unit segments on survey areas. Debris fabrication materials were categorized with 6 items using the following; styrofoam, paper & cardboard, net & rope, vinyl & plastic, floating metal & glass, man-made or natural wood. From the investigation on May, 2004, total numbers of marine floating debris in the middle part of the East Sea of Korea was 996 individuals. The No. 1 and No. 2 unit segment located at south-west region of Ulleung Island showed higher density than others. The styrofoam and vinyl & plastic accounted for 72.8% of all debris fabrication materials. From the investigation on August, 2004, total numbers of marine floating debris in the coast of the Gangwondo of Korea was 2,473 individuals. The No. 13 and No. 14 unit segment located at the vicinity of Samcheok showed higher density than others. The styrofoam and vinyl & plastic amounted to 76.1%. In the coast of the Gangwondo, the vinyl & plastic showed the highest density of 6 items were 41.3% and 68.0% on May and August, respectively. The total numbers of marine floating debris on May and August were 3,399 individuals. Vinyl & plastic accounted for 59.4%(2,019 ind.) among all debris, next styrofoam 15.8%(537 ind.) and wood 11.2%(379 ind.).

Key words : Marine floating debris, Middle part of East Sea, Distribution and composition of debris

서 론

우리들의 의식 속에 있는 바다는 한없이 넓어서 인간이 버리는 어떤 것이라도 깨끗하게 정화시킬 수 있다고 생각해 왔으나, 각종 폐기물의 유입으로

인한 해양 오염이 진행되면서 현재의 바다는 우리의 인식이 잘못되었음을 그대로 드러내고 있다. 특히 육상 및 해상에서 인간의 활동이 다양하게 확대되면서 발생하는 각종 폐기물의 해양 유입은 범세

*Corresponding author : sbjeong@yosu.ac.kr Tel : 82-61-659-3122 Fax : 82-61-659-3120

계적인 문제가 되고 있다. 폐기물은 지역적인 특성에 따라 폐기물의 주 발생원이 조금씩 달라지지만, 발생원에 따라 육상기인 폐기물과 해상기인 폐기물로 분류할 수 있으며, 다양한 경로를 통하여 해양으로 유입되고 있다. 해양 폐기물에 의한 해양 환경의 악화를 방지하고, 오염원으로부터 해양을 효율적으로 보존하기 위하여 해양 폐기물의 실태와 그 영향에 관한 연구가 행해지고 있다.

폐기물의 분포에 관한 연구는 해면에 떠다니거나 해안에 표착하여 미관을 해치는 폐기물에 대한 연구(Dixon and Dixon, 1983; Coe and Rogers, 1996; Kim et al., 1997; Kim J.H., 1998; Kim J.H., 1999; Ye and Andradý, 1999; Yu et al., 2002; Fujida S., 2003)와 저인망이나 저층트롤을 이용하여 해저에 침지되어 있는 폐기물의 해역별 분포와 양을 조사한 연구(Kanehiro et al., 1987; Kim et al., 1999; An et al., 2001)가 이루어져 왔으며, 이러한 폐기물이 해양 생물에 미치는 영향에 대해서도 다양한 연구(Shanghnessy, 1980; Horsman, 1985; Forbes, 1986; Pruter, 1987; Laist, 1998; Jeong et al., 2002)가 진행되고 있다.

이 가운데 부유성 고품 폐기물은 해수면 부근에 떠 있으므로 해양의 물리적인 조건에 따라 여러 지역으로의 이동이 가능하다. 우리나라 해역에도 이러한 부유성 폐기물이 상당량 분포하고 있으며, 그 종류는 어구에서부터 우기(雨期)에 육상에서 하천을 통하여 유입되는 생활쓰레기에 이르기까지 매우 다양하다. 이들 폐기물이 해변에 표착하게 되면 해안의 미관을 훼손시키고, 연안의 정치성 어업 등에 악영향을 미칠 뿐만 아니라 육지에서 멀리 떨어진 섬에 표착한 폐기물은 수집과 반출 처리 등에 있어서 지자체에 큰 부담이 되고 있다. 그리고 먼 거리를 이동하여 타국의 해안에 표착한 부유 폐기물에 대해서는 국제적으로 그 처리에 대한 문제가 제기되고 있다(Koo et al., 2000; Hujida, 2003; KNCC, 2004).

본 연구는 이러한 부유성 해양폐기물의 실태를 파악하고, 해양 폐기물을 줄일 수 있는 방안을 마련하기 위하여, 청정해역인 동해 중부의 연·근해 해상에 분포하고 있는 부유성 해양폐기물의 종류와 분포를 조사하고 시기와 해역별 조성비를 분석

하였다.

조사 방법

본 조사는 강원도립대학 실습선 경양호를 이용하여 2004년 5월과 2004년 8월에 진행되었다. 5월 조사는 2004년 5월 19일부터 5월 29일 사이에 기상이 악화된 3일(21, 25, 26일)을 제외한 기간동안에 울릉도·독도 근해 및 강원도 연안해역에서 실시하였다. 8월 조사는 2004년 8월 24일부터 8월 31일 사이에 강원도 연안 해역에서 실시하였다.

조사 대상 해역은 측면에서 거진사이의 강원도 연안 해역과 울릉도 서쪽부터 독도까지의 울릉도·독도 근해로, 이들 해역을 위도 10' (=18.5km)과 경도 10' (=14.8km)인 사각형 구획으로 나누고, 이것을 단위해구로 정하여 각 해구마다 번호를 붙였으며, 단위해구의 면적은 273.8km²이다. 조사가 이루어진 해구의 수는 27개이며 총 면적은 7,392.6km²이다(Fig. 1). 단위해구 27개 가운데 울릉도·독도 해역은 7개로 그 면적은 1,916.6km²이고, 강원도 연안의 단위해구는 20개로 그 면적은 5,476.0km²이다. 조사 대상이 되는 단위해구 전체를 조사하기는 어려우므로 단위해구의 중심을 횡 또는 종 방향으로 항해하면서 육안으로 부유폐기물의 종류와 개수를 충분히 식별할 수 있는 범위까지 관측 조사하고, 그 결과를 기록하였다. 관측점은 선박 현측의 해수면에서, 좌·우현 쪽으로 일정한 거리까지 볼 수 있도록 관측자의 눈높이(해수면에서 5.0m)를 수평면으로 할 때, 수평면에서의 응시각도를 아래로 약 6-7°로 한 해수면까지의 시야거리로 하였다. 이 경우 좌·우현의 관측폭은 각각 약 50m이며 조사폭은 100m 정도가 된다.

조사는 기상상태가 양호하고 시정이 좋은 날에 진행하였고, 바람에 의한 파랑의 영향을 고려하여 풍속이 4m/sec 이하 일 때만 조사를 실시하였으며, 햇빛의 산란과 반사 등으로 인해 물체 식별이 방해받지 않도록 선박을 운항하였다. 선속은 10k^t로 유지하였으며, 조사가 시작된 단위해구 안에서는 일정한 침로를 유지하였다.

본 조사에서는 부유성 해양 폐기물을 스티로폼(styrofoam), 종이류(paper & cardboard), 그물·로프류(net & rope), 비닐·플라스틱(vinyl & plastic), 금

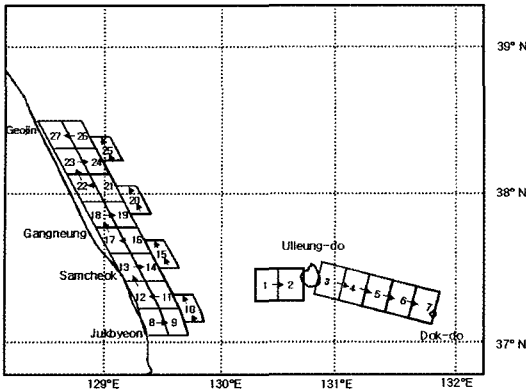


Fig. 1. The number of unit segment sampled and the survey routes.

속·유리류(floating metal & glass), 목재류(wood)의 6개 항목으로 나누어 기록·분석하였다.

각 단위해구별로 관측된 부유성 폐기물의 종류별 수량을 조사하여 분포를 파악하였으며, 바람이나 조류가 폐기물의 수송에 어느 정도 영향을 미치는가를 고찰하였고, 육상기인 폐기물의 유입원에 대해서도 추정하였다. 그리고 조사 시기에 따른 폐기물의 종류와 분포 변화를 파악하기 위하여, 강원도 연안 해역에서는 본 조사의 5월과 8월의 자료를 비교하고, 울릉도·독도 해역에서는 본 조사의 5월 자료와 1996년 8월 19일부터 26일까지 수행된 Kim et al.(1997)의 조사 결과를 비교하여 분석하였다. 또한, 해안 표착 폐기물의 조사 자료(KNCC, 2004)와 강원도 연안 해역의 조사 자료를 비교하여, 해안 표착 폐기물과 연안해역 부유 폐기물의 종류별 유사성과 차이에 대하여 고찰하였다.

결과 및 고찰

2004년 5월 강원도 연안 해역과 울릉도·독도 근해 해역의 27개 단위해구 및 2004년 8월 강원도 연안 해역 20개 단위해구에서 조사된 부유성 해양 폐기물의 단위해구별 수량을 Fig. 2에 나타내었다.

2004년 5월에 관측된 폐기물의 전체 수량은 926개였으며, 강원도 연안 해역에서 관측된 것이 624개, 울릉도·독도 근해 해역에서 관측된 것이 302개였다. 조사 단위해구 가운데 가장 많은 폐기물이 관측된 해구는 1번 해구로 102개였고, 반면에 16번 해구에서는 관측된 해양 폐기물이 없었다. 관측된

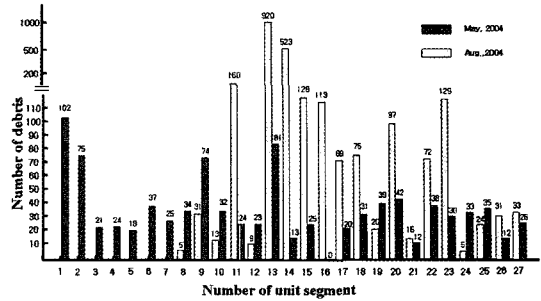


Fig. 2. The number of marine floating debris by unit segment(May and Aug., 2004).

폐기물의 개수가 50개 이상인 해구는 1, 2, 9 그리고 13번의 4개 해구였으며, 폐기물이 없었던 16번 해구를 제외한 나머지 단위해구에서는 12 - 42개의 범위로 나타났다. 2004년 8월에 관측된 폐기물의 전체 수량은 2,473개였고, 단위해구 가운데 가장 많은 폐기물이 관측된 해구는 13번 해구로 920개였으며, 반면에 8과 24번 해구는 각각 5개로 가장 적었다. 관측된 폐기물의 수량이 100개 이상인 해구는 11, 13, 14, 15, 16 그리고 23번의 6개 해구였으며, 10개 미만인 해구는 8, 12 그리고 24번의 3개 해구였다.

2004년 5월 강원도 연안 해역에서 연안에 가장 가까운 단위해구(8, 12, 13, 17, 18, 22, 23, 27번)와 가운데 단위해구(9, 11, 14, 16, 19, 21, 24, 26번) 그리고 바깥쪽 단위해구(10, 15, 20, 25번)의 해역별 부유 폐기물의 평균개수는 각각 35.4개, 25.9개, 33.5개로 육안으로부터의 거리가 가까우면 폐기물의 수량이 증가한다는 일반적인 폐기물의 분포 실태와는 차이가 있는 것으로 나타났다. 그리고 울릉도·독도 근해의 단위해구(1-7번)에서는 평균 개수가 43.1개로 나타나 강원도 연안해역보다 많았다.

8월말의 강원도 연안은 많은 피서 인파와 태풍 등의 영향으로 인하여 해안과 근해에서 많은 양의 쓰레기가 발생하는 시기이다. 특히 2004년에는 태풍 "메기"가 8월 20일 우리나라 남해안에 상륙한 뒤 동해상으로 진출하였다. 연안에 가장 가까운 단위해구와 가운데 단위해구 그리고 바깥쪽 단위해구에서 조사한 해역별 폐기물의 평균 개수는 각각 110.8개, 75.9개 그리고 35.4개로 육안으로부터 멀어질수록 폐기물의 수량이 감소해 5월의 조사 결

과와는 차이가 있었다. 이와 같은 결과는 태풍이 통과하면서 내린 집중호우로 인해 육지의 각종 폐기물들이 해양에 유입된 직후여서 조류나 바람 등의 외력에 의해 외해로 멀리 확산되지 않았기 때문인 것으로 추정된다. 그러나 일부 바깥쪽 단위해구에서도 안쪽보다 폐기물의 수량이 많은 해구가 있어 해안으로부터의 거리에 의해 분포가 결정된다고 보기는 어려웠다.

부유성 폐기물을 스티로폼, 종이류, 그물·로프류, 비닐·플라스틱류, 금속·유리류, 목재류의 6개 항목으로 분류하고, 각 항목의 수량비를 Fig. 3에 나타내었다. 2004년 5월 조사에서는 스티로폼과 비닐·플라스틱류가 각각 36.4%로 72.8%를 차지하였고, 그 외에 목재류 10.9%, 종이류 7.2%, 그물·로프류가 6.6% 그리고 금속·유리류가 2.5%로 나타났다. 8월의 조사에서는 비닐·플라스틱류가 68.0%를 차지하여 가장 많았고, 그 외에는 목재류 11.2%, 종이류 10.6%, 스티로폼 8.1%, 그물·로프류 1.7% 그리고 금속·유리류 0.4%로 나타났다. 이 가운데 스티로폼과 비닐·플라스틱류는 5월의 조사에서 각각 36.4%를 차지했으나 8월의 조사에서는 각각 8.1%와 68.0%로 나타나 큰 대조를 보였다.

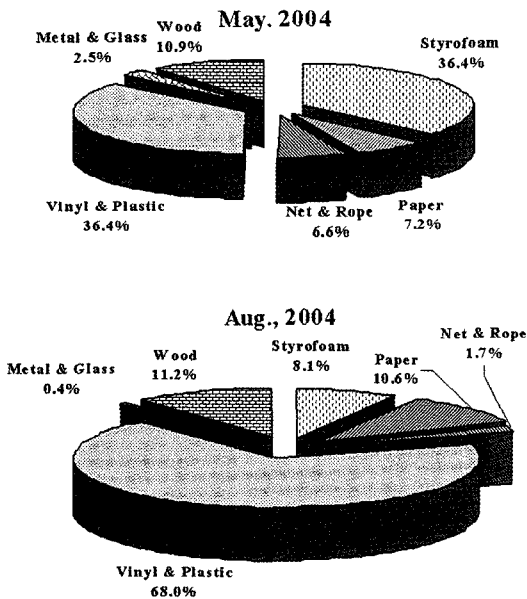


Fig. 3. The overall composition of each item by quantity.

다. 이러한 결과는 태풍의 영향에 따른 집중 호우로 육상의 농업용 폐비닐이 다량 바다로 유입되었기 때문이다.

이렇게 스티로폼과 비닐·플라스틱류의 비율이 높은 것은 이들이 다른 항목에 비하여 부유성이 강하다는 것이 한 원인이 되겠지만, 해양 부유 폐기물을 육상 기원이나 해상 기원과 같이 발생원별로 분류할 경우 이들 물질은 육상에서 다량 발생하는 육상기원 폐기물이므로, 해양 부유 폐기물의 대부분이 육상으로부터 유입된다는 것을 알 수 있다.

5월 조사에서 비닐·플라스틱 항목과 함께 가장 많은 수량이 관측된 것이 스티로폼이었다. 스티로폼은 잘 가라앉지 않고 해면 위를 떠다니므로 쉽게 관찰할 수 있었다. 관측된 수량은 337개였으며, 단위해구별 수량을 Fig. 4(a)에 나타내었다. 1번 해구에서 가장 많은 57개가 관측되었고, 20개 이상이 관측된 해구는 1, 2, 9, 10 그리고 13번이었으며, 16과 27번 해구에서는 관측되지 않았다. 8월 강원 연안 20개 단위해구에서 조사된 스티로폼의 전체 수량은 200개로 5월의 조사에서 울릉도·독도 근해해역의 수량을 뺀 199개와 비슷한 결과를 나타냈으나, 단위해구별 수량은 5월과 차이가 있었다. 단위해구 가운데 13, 15 그리고 27번 해구가 20개 이상으로 많았고, 8, 12, 16, 17, 24 그리고 25번 해구에서는 5개 이하로 그 수량이 적었으며, 특히 12번 해구에서는 관측된 것이 없었다.

종이류의 단위해구별 수량을 Fig. 4(b)에 나타내었다. 종이류는 물에 젖게 되면 쉽게 가라앉는 폐기물(Song et al., 2001)로서 전체적으로 관측된 수량이 적었다. 5월에 조사된 수량은 총 67개였으며, 27개 단위해구 모두에서 10개 이하로 관측되었으며, 16, 17, 18, 26 그리고 27번 해구에서는 관측되지 않았다. 죽변과 삼척부근의 9와 13번 해구에서 각각 9개와 8개로 가장 많은 수량이 관측되었다. 울릉도·독도 근해에서는 모든 단위해구에서 2-5개가 관측되었으며, 울릉도 서쪽의 1과 2번 해구에서 각각 5개와 4개로 인근의 다른 단위해구보다는 많았다. 8월에 조사된 수량은 총 261개로 5월의 46개보다 월등히 많았다. 14와 20번 해구에서 각각 77개와 43개로 많은 수가 관측되었으며, 8, 9, 10, 11, 12, 19, 21, 24 그리고 26번 해구에서는 5개 이하로

나타났고, 9와 24번 해구에서는 관측되지 않았다. 종이류는 강원도 연안의 대도시가 있는 삼척과 강릉 주변 해역에서 많은 수가 관측되었으며, 조사된 종이류의 대부분은 종이컵, 음료수 통, 담배갑, 우유 통, 신문, 종이조각 등이었고, 오징어 채낚기 어선에서 사용하는 오징어 포장용 종이 상자 등도 있었으나, 종류로 미루어 볼 때 종이류도 육상에서 많은 수가 유입되는 것으로 추정할 수 있었다.

그물·로프류의 단위해구별 수량을 Fig. 4(c)에 나타내었다. 그물이나 로프류는 수중 생물이 부착하면 쉽게 침강되는 특성 때문인지 많은 수가 관측되지는 않았다. 끝부분이 풀어진 상태이거나 부유물 등에 연결되어 있는 상태 등으로 미루어볼 때 선박에서 유실 또는 투기된 것으로 추정되었다. 5월에 조사된 수량은 61개로 전체 해구에서 0-8개의 범위였으며, 16, 17, 18, 26 그리고 27번 해구에서는 관측되지 않았고, 1과 13번 해구에서 각각 7개와 8개로 가장 많았다. 8월에 조사된 수량은 총 42개로 울릉도·독도 근해 해역의 수량을 뺀 5월의 41개와 차이가 없었으며, 5월과 마찬가지로 10개 이상인 해구도 없었다. 16과 20번 해구에서 각각 9개와 7개가 관측되었고, 나머지 해구에서는 4개 이하로 관측되었으며, 8, 9, 10, 12, 21, 24, 25, 26 그리고 27번 해구에서는 관측된 것이 없었다.

관측된 그물·로프류의 크기는 굵기 5mm, 길이 1m 내외의 작은 것이 주류를 이루었으나, 5월 독도 근해에서는 뜬줄과 그물이 뒤엉켜 있는 어구 멍치와 굵기 26mm, 길이 20m 정도의 계선용 로프가 관측되기도 하였다. 대부분의 크기와 재질로 미루어볼 때 어선에서 어구를 제작하고 정비하기 위해 사용되었던 것으로 보여, 어업 활동 과정에서 발생하는 폐기물로 추정되었다.

비닐·플라스틱류는 파손되지 않고 물체의 내부가 비어 있는 경우에는 충분한 부력을 가지고 떠 있지만, 내부 공간이 침수되면, 부력을 잃어 해중에 떠다니거나 가라앉게 된다. 5월의 조사에서 16번을 제외한 단위해구 모두에 분포하고 있었으며, 9와 13번 해구에서 각각 31개로 가장 많은 개수가 관측되었다. 이 외에 20개 이상인 해구가 3개(1, 22, 27번)였으며, 조사된 수량은 모두 337개로 스티로폼과 같았다. 8월의 조사에서 관측된 수량은 총

1,862개로 5월보다 5.5배나 많았으며, 13과 14번 해구에서 각각 842개와 403개로 매우 많았다. 11, 15, 16, 17, 18, 20, 22 그리고 23번 해구에서는 20-100개였고, 나머지 해구에서는 20개 미만이었으며, 24번 해구에서는 관측된 것이 없었다(Fig. 4(d)). 5월 조사에서는 비닐 조각, 라면봉지, PET병, 플라스틱 통, 식용유 통, 플라스틱 생선상자, 물바가지 등으로 그 종류가 매우 다양하였다. 그러나 8월에는 관측된 수량 가운데 98% 이상이 비닐류였는데 이 가운데 대부분이 농작물 하우스 비닐이었다. 이는 태풍 "메기"의 영향으로 강원도 내륙 및 해안지역에 내린 집중호우로 농작물 하우스 비닐이 바다에 유입된 결과이며, 기다란 형태를 그대로 유지하고 있는 것과 파도에 의해 찢어진 작은 것이 혼재되어 있었다.

금속과 유리류는 그 특성상 부력유지가 장시간 계속 될 수 없으며, 침강률은 파주기에 따라 0.6-0.8초 전후이고, 물의 유입이 시작되면 대개 2-3분내에 가라앉는다(Song et al., 2001). 이러한 특성 때문에 다른 부유성 폐기물에 비하여 부유시간이 짧으므로, 조사 항목의 폐기물 가운데 가장 적은 수가 관측되었다. 해면에 떠있는 금속·유리류의 수량을 Fig. 4(e)에 나타내었다. 5월 조사에서 11개 해구에서는 관측되지 않았고, 나머지 16개 해구에서 관측된 개수는 23개였다. 8월 조사에서는 관측된 수량이 모두 10개로 5월의 23개보다도 적었다. 금속이나 유리는 비중이 물보다 크기 때문에 빈 공간에 물이 채워지면 즉시 가라앉게 되므로, 태풍으로 인한 파랑 때문에 부유하고 있는 수량이 더욱 더 적어진 것으로 추측된다.

각 단위해구에서 관측된 목재류(나무가지, 널빤지, 목재제품 등)의 수량을 Fig. 4(f)에 나타내었다. 5월 조사에서는 16과 22번 해구를 제외한 나머지 해구에서 1-16개가 관측되었으며, 1과 2 그리고 13번 해구에서 각각 13개와 16개 그리고 11개가 관측되어 비교적 많았고, 나머지 해구에서는 10개 미만으로 모두 101개가 관측되었다. 8월 조사에서는 태풍에 의한 산사태와 하천의 범람 등으로 통나무나 벌채된 나무토막과 잔가지 등이 바다로 유입되어 다른 폐기물과 함께 긴 띠 또는 원형을 이루어 부유하고 있었다. 총 278개가 관측되어 5월의 101

개보다 많았다. 11과 23번 해구에서 각각 72개와 44개가 관측되었고, 9, 13, 14, 16, 18 그리고 22번 해구에서는 10-30개의 범위였으며, 나머지 해구에서는 10개 미만이었으며, 10번 해구에서는 관측된 것이 없었다.

2004년 8월 조사에는 울릉도·독도 근해 해역을 제외한 강원 연안의 20개 단위해구에서만 조사가 실시되었다. 강원도 연안 해역에 있어서 5월과 8월의 조사 결과를 비교하면 우선 전체 수량이 각각

624개와 2,473개로 약 4배의 차이가 있었다(Table 1). 3개월의 시간차를 두고 조사한 동일 수역에서의 결과가 이렇게 큰 차이를 보이는 것은 부유성 해양 폐기물의 숫자가 계절에 따라 매우 크게 변동한다는 것을 의미한다.

각 조사 항목별로 5월과 8월의 수량 변화를 살펴 보면, 스티로폼과 그물·로프류는 변화가 거의 없었으나, 금속·유리류는 수량이 56% 감소했다. 하지만 종이류, 비닐·플라스틱류 그리고 목재류는

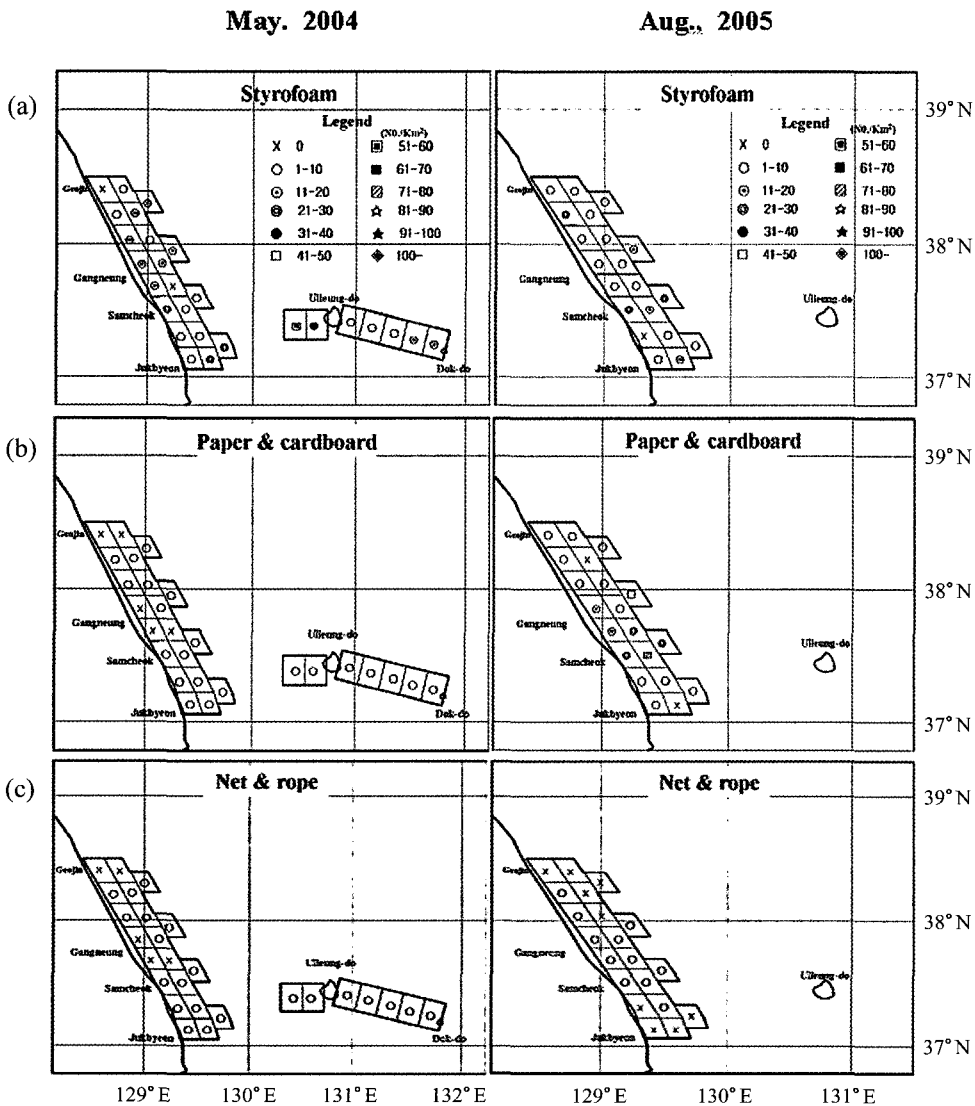


Fig. 4. The distributions and relative densities of marine floating debris.

각각 5.7, 6.5 그리고 4.5배가 늘어났다. 이러한 결과는 육상에서 발생하는 쓰레기인 종이류와 농업용 폐비닐 그리고 목재류가 대량으로 유입되었기 때문이다. 따라서 해양 부유폐기물의 양을 감소시키기 위해서는 육상에서 해양으로 유입되는 폐기물을 차단시키기 위한 조치가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

2004년 5월과 8월에 동해안의 부유성 폐기물 조사를 계획한 기본적인 목적은 피서철이 시작되기

전인 5월과 피서철이 끝난 8월의 연안 해양 부유 폐기물의 실태를 비교하기 위해서였다. 하지만 예기치 못한 태풍의 영향으로 다소 예외적인 결과가 나타났다. 5월과 8월의 조사 수량을 비교하면, 11번 해구는 각각 24개와 160개로서 6.6배, 13번 해구는 각각 81개와 920개로서 11배 그리고 14번 해구는 각각 13개와 523개로 40.2배의 차이를 나타냈다. 그러나 8, 12 그리고 24번 해구와 같이 5월의 폐기물의 수량이 8월보다 약 2-7배 정도 높게 나타

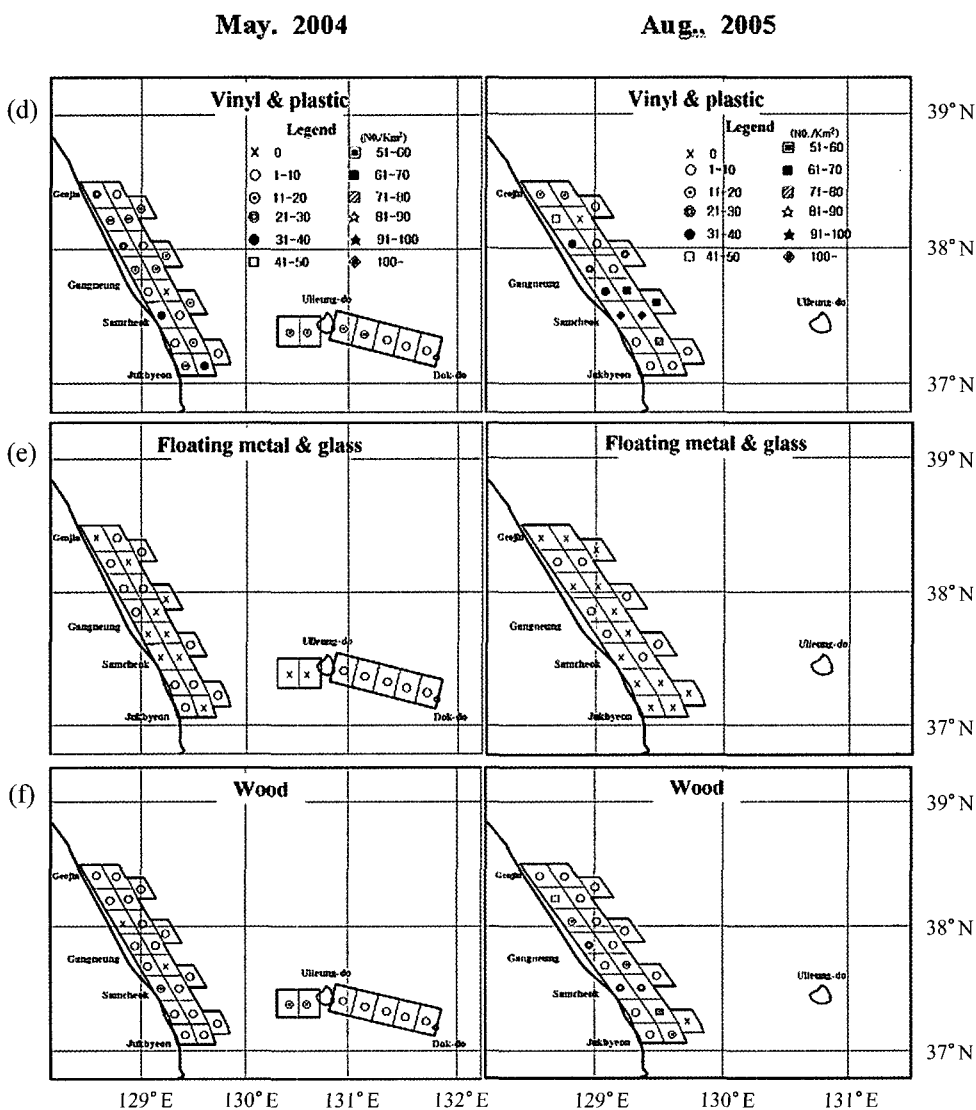


Fig. 4. Continued.

Table 1. Quantity of floating debris in the middle part of East Sea, Korea(May and Aug., 2004, coast of Gangwondo)

Date	Kinds of debris	Styrofoam	Paper	Net & Rope	Vinyl & Plastic	Metal & Glass	Wood	Total
May, 2004		199	46	41	258	18	62	624
Aug., 2004		200	261	42	1,682	10	278	2,473

Table 2. Quantity of floating debris in the middle part of East Sea, Korea(1996 and 2004, Ulleung - do · Dok - do)

Year	Unit segment	kinds of debris	wood	Paper& Cardboard	Nylon net & Rope	Styrofoam & (Plastic)	Floating metal&Glass	Total
Aug., 1996	1		1	2	0	10	0	13
	2		2	·	0	20	4	26
	3		2	2	0	10	0	14
	4		1	1	0	1	0	3
	5		2	0	0	4	0	6
	6		1	0	0	10	0	11
	7		1	0	0	10	0	11
	Total		10	5	0	65	4	84
	Total		39	21	20	138(3)	5	223
May, 2004	1		13	5	7	57(1)	0	82
	2		16	4	5	39	0	64
	3		2	2	1	3(1)	1	9
	4		2	3	1	4	1	11
	5		2	2	1	5(1)	1	11
	6		1	3	3	19	1	27
	7		3	2	2	11	1	19

난 해구도 있었다(Fig. 2).

일반적으로 부유성 해양 폐기물의 분포에 대한 설명에는 조류와 바람의 자료가 이용된다. 하지만 본 조사에서는 조류의 흐름이나 풍향·풍속의 영향뿐만 아니라 육수의 유입량 등과 같은 다른 환경적인 요소도 부유 폐기물의 분포에 영향을 주는 것으로 생각된다. 따라서 해양에 유입된 폐기물의 집적이나 확산에 관한 연구는 장기간에 걸쳐 보다 광범위한 해역에서 보다 많은 분포 조사가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

울릉도·독도 근해의 부유성 폐기물에 대한 이전의 조사 자료는 1996년 8월 19일 부터 26일까지 9일간 부산근해 해상에서부터 울릉도·독도를 경유하여 죽변 연안까지 그리고 죽변 연안부터 부산 연안 어장까지 부유성 폐기물을 조사한 Kim et al.(1997)의 연구 결과가 있다. 따라서 본 조사와 1996년 8월의 조사 결과를 비교하면, 전체 수량에 있어서는 각각 84개와 223개로 2004년의 수량이 약 2.7배 많은 것으로 나타났다. 이를 단위해구별

로 비교해 보면, 3번 해구에서만 1996년의 수량이 많았고, 나머지 해구에서는 2004년의 수량이 1.7 - 6.3배의 범위에서 많은 것으로 나타났다. 특히 1996년의 조사에서는 관찰되지 않았던 어구 관련 폐기물이 많이 증가한 것은 이 해역에서 어선의 조업 활동 증가에 의한 것으로 추측되었다(Table 2).

그리고 2004년 8월에 실시한 본 조사 결과와 2004년 9월 18일에 강릉 YMCA에서 실시한 강원도 강릉시 강문해수욕장에서 수거한 폐기물(KNCC, 2004)의 종류별 수량비를 비교하면, 강문해수욕장에서 수거한 폐기물은 스티로폼과 플라스틱이 50.6%로 가장 많았다. 그리고 본 조사에서는 관찰되지 않았던 고무(2.8%), 의류(3.9%) 등이 포함되어 있었고, 나무의 비율이 20.0%로 해상에서 보다 상당히 높은 점이 특징이었다. 이와 같은 결과로부터 해양의 부유 폐기물 가운데 스티로폼과 플라스틱과 같은 부유성이 강한 폐기물은 연안으로 밀려와 해안의 미관을 해치는 해안 표착 폐기물의 주요 구성 요소가 된다고 볼 수 있을 것이다.

일단 해양에 유입된 폐기물은 해양에 넓게 확산되어 수거가 어려울 뿐만 아니라 해저에 가라앉아 연안어장을 오염시키고, 해안에 표착하여 해안의 아름다운 경관을 훼손하게 된다. 그리고 부유성이 강한 일부 폐기물들은 다른 나라의 연안에까지 이동하여 국제적인 문제를 발생시키고 있다. 따라서 해양 부유폐기물의 대부분이 육상에서 발생되어 해양으로 유입되고 있으므로, 해양 폐기물을 감소시키기 위해서는 이들이 해양으로 유입되지 않도록 해양 부유 폐기물이 대량으로 유입되는 시기에 육상에서 이들 폐기물을 철저하게 수거하기 위한 적절한 조치를 취해야 할 것으로 생각된다.

결 론

한국 동해 중부해역(강원도 연안과 울릉도·독도에 있어서 부유성 해양 폐기물의 분포와 조성)에 관한 조사는 27개 단위해구를 설정하고, 2004년 5월과 8월에 강원도립대학 실습선 경양호를 이용하여 실시하였다. 5월 조사에서 관측된 전체 수량은 926개였으며, 울릉도 서남쪽해역(1번과 2번)에서 밀도가 높았고, 스티로폼과 비닐·플라스틱류가 72.8%를 차지했다. 8월 조사에서 관측된 전체 수량은 2,473개였으며, 삼척부근 해역(13번과 14번)에서 밀도가 높았고, 스티로폼과 비닐·플라스틱류가 76.1%를 차지했다. 강원도 연안 해역에 있어서 조사항목 가운데 가장 많았던 것은 비닐·플라스틱으로 5월에 41.3%, 8월에 68.0%를 차지했다. 5월과 8월의 조사에서 관찰된 폐기물의 전체 개수는 3,399개이며, 이 가운데 비닐·플라스틱이 2,019개 59.4%, 스티로폼이 537개 15.8% 그리고 목재류가 379개 11.2%로 이들 3가지 폐기물이 86.4%를 차지했다. 주로 육상에서 해양으로 유입되는 이러한 폐기물을 감소시키기 위해서는 폐기물 발생시기에 육상에서 이들 폐기물을 수거하기 위한 적절한 조치가 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

An, Y.I., J.Y. Park and H.J. Jo, 2001. Recovery of lost fishing gear in alaska pollack fishing ground of the east coast in Korea. Bulletin of the Korean Society of Fisheries Technology, 37(1), 9 - 17

Coe, J.M. and D.B. Rogers, 1996. Marine debris sources. Impacts and solutions, Springer. NY. 68 - 74.

Dixon, T.J. and T.R. Dixon., 1983. Marine litter distribution and composition in the North sea. Mar. Pollut. Bull.,14, 145 - 148.

Forbes, I.J., 1986. The quantity of lead shot, nylon fishing line and other litter discarded at a coares fishing lake. Biolog. Conserv., 38, 21 - 34.

Fujida, S., 2003. Source estimation of beach litter by drifted ashore indicator, Disposable Lighter. Journal of Japan Driftological Society, 1, 13 - 20.

Horsman, P.V., 1985. Garbage kills, *BBC wildlife*, August, 391 - 393.

Jeong, S.B., M.S. Kim and J.H. Lee, 2002. A study on the ghost fishing of the plastic sea - eel pot - Investigation of actual condition on the ghost fishing -. Bulletin of the Korean Society of Fisheries Technology, 38(1), 36 - 42

Kanehiro, H., T., Tokai and K., Matuda, 1995. Marine litter composition and distribution on the sea - bed of Tokyo bay. Fisheries Engineering, 31(3), 195 - 199.

Kim, J.H., S.K. Kim, C.D. Park and S.D. Ju, 1997. Distribution and composition of floating debris in the east coast of Korea. Jour. Fish. Mar. Sci. Edu., 9(1), 31 - 39.

Kim, J.H., 1998. A study on the distribution and composition of floating debris in the coast of Korea - I . Southeastern Sea. Bull Korean soc. Fish Tech, 34(3), 287 - 293.

Kim, M.S., S.K. Kim, J.K. Kim, S.B. Jeong and H.J. Jo, 1999. A study on the distribution of marine litters in the eastern part area of the Southern Sea - Mainly on discarded pots -. Bulletin of the Korean Society of Fisheries Technology, 35(4), 386 - 390.

Kim, J.H., 1999. A study on the distribution and composition of floating debris in the coast of Korea. II. Transport of debris in middle part of Southern Sea. Journal of the Korean Fisheries Society, 32(3), 338 - 344.

Koo, B.S., H. Kang and S.H. Hur, 2000. Study on the marine debris on the seabed in chinhae bay, Korea. Journal of the Korean Society for Marine Environmental Engineering, 3(4), 91 - 98.

Korean Network for Coastal Conservation(KNCC), 2004. Coastal Korea 2000(Coastal Korea 2004 Report). 338 -

- 344.
- Laist, D. W., 1989. Overview of the biological effects of lost and discarded plastics debris in the marine environment. *Mar. Pollut. Bull.*, 18(6b), 319 – 326.
- Pruter, A.T., 1987. Sources, quantities and distribution of persistent plastics in the marine environment. *Mar. Pollut. Bull.*, 18(6b), 305 – 310.
- Shanghnessy, P.D., 1980. Entanglement of cape fur seals with man – made objects. *Mar. Pollut. Bull.*, 11, 332 – 336.
- Song, M.S., J.M. Lee, M.J. Lee and J.S. Yu, 2001. An experimental study on drifting and sinkage of marine debris. *Journal of the Korean Society for Marine Environmental Engineering*, 4(1), 47 – 62.
- Ye, S. and A.L. Andrady., 1999. Fouling of floating plastic debris under Biscayne Bay exposure conditions. *Mar. Pollut. Bull.*, 22(12), 608 – 613.
- Yu, J.S., B.S. Yoon, J.H. Rho and S.H. Yoon, 2002. Investigation of floating debris characteristics drained from 4 big river on a flooding. *Journal of the Korean Society for Marine Environmental Engineering*, 5(3), 45 – 53.

2005년 10월 17일 접수

2005년 11월 7일 수리