

# 부산-제주도사이 해역에서 해양폐기물 분포

김민석<sup>†</sup>  
(부경대학교)

## Distribution of Marine Litters in the Sea Area between Busan and Jeju Island

Min-Seok KIM<sup>†</sup>  
(Pukyong National University)

### Abstract

Author investigated the distribution of debris by a bottom trawler in the eight sea stations over the sea between Busan and Jeju island. 2,118 debris in number and 2,401.5 kg in weight were collected. Most of collected debris were fishing gears which seemed to be lost or discarded during operations, and also most of the fishing gears was an eel pot. The densities of debris per hectare in number and weight were 1.21pieces and 2.639kg respectively. Station A was the highest densities compared to other stations, showing 2.7pisces and 4.9kg per hectare in number and weight. The closer to Busan it is, the higher density of debris can be collected.

*Key word : Debris, Bottom trawler, Sea station, Fishing gear, Eel pot, Density*

### I. 서론

우리나라는 삼면이 바다로 둘러 싸여 있고 배타적 경제수역이 국토면적보다 4.5배나 넓음에도 불구하고 어업생산량은 매년 줄어들고 있다. 이처럼 어업생산량이 줄어드는 가장 큰 원인중의 하나는 수산생물이 활발하게 산란·서식할 수 있는 수질환경이 갈수록 나빠지기 때문일 것이다. 지금까지도 바다는 우리주변에서 발생하는 생활쓰레기나, 오폐수 등을 손쉽게 처분할 수 있는 곳으로 인식되어 왔다. 그러나 한번 오염된 바다의 수질환경은 장기간에 걸쳐 지속적인 노력을 기울였을 때만이 회복된다는데 문제의 심각함이

있다. 자연이 주는 바다의 재생산 능력을 생각한다면 지금부터라도 바다의 수질관리를 체계적으로 하여 과거와 같은 높은 생산력을 회복할 수 있도록 해야 할 것이다. 이를 위해서는 육지로부터 바다에 흘러 들어온 각종 폐기물 유입을 차단하고 오폐수를 전부 정화하여 흘러 보내야 할 것이다.

또 바다에 버려진 폐기물을 수거하여 수산동식물의 산란·서식활동에 장애를 주는 요인들을 제거하는 것도 중요하다할 것이다. 이것은 폐기된 해저폐기물의 분포를 파악함으로써 보다 더 체계적인 해양환경의 관리가 가능할 것이다. 해양폐기물에 관한 연구로는 해외에서 해양폐기물 중

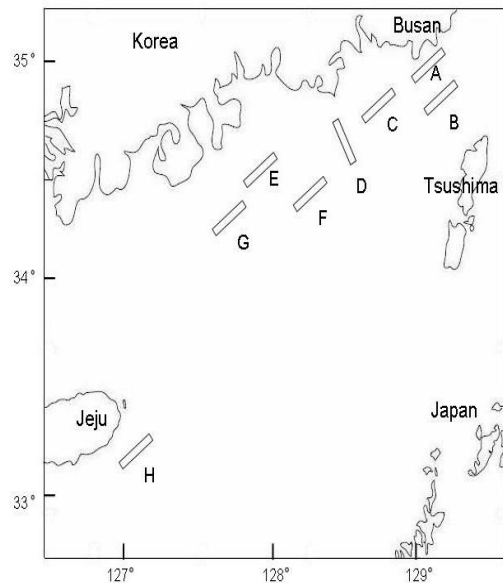
<sup>†</sup> Corresponding author : 051-629-5994, minskim@pknu.ac.kr

부유성 폐기물에 대한 목적조사 연구(T.J Dixon 1983), 동경탄에서 저층트롤에 의한 연구보고가 있고(Haruyuki, 1996), 국내에서는 서해에서 부유물의 분포에 관한 연구보고(김 등, 1999), 남해동부수역에서 통발어구의 분포(김 등 1999), 부산항 부근 해역에서 해저폐기물 분포(김 등 2006), 하계 동해의 해양폐기물 분포와 조성(김 등, 2005), 어장의 저서생물에 미치는 해저 폐기물의 영향(김 등, 2007)에 관한 연구 보고가 있다. 지금까지 해저의 폐기물 분포에 관한 연구는 바다에 떠돌아다니는 부유성 폐기물에 관한 연구가 대부분이었다. 해저에 침전된 폐기물에 관한 연구는 조사된 해역의 범위가 매우 제한적이었고, 우리나라에서 광범위한 해역에 걸친 해저 폐기물의 분포상황을 파악할 수 있는 연구보고는 찾아보기 힘들다. 따라서 필자는 부산에서 제주사이의 해역에서 저층트롤을 이용하여 그 분포상황을 조사·분석하여 체계적인 해양환경을 관리할 수 있는 기초자료를 제공하고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

1998년부터 2005년까지 87회에 걸쳐 부경대학교 실습선 가야호(1,737톤)를 이용하여 부산과 제주도 사이의 해역에서 조사가 이루어졌으며 조사가 이루어진 해역을 [Fig. 1]에 나타내었다. 조사해역 중 A 해역에서 G 해역까지는 육지로부터 20마일 이내의 해역으로 연·근해어선들이 연중 조업하는 어장이며, H 해역은 제주도와 일본의 경계수역 부근으로 특히 한일어업협정 이후 근해어선들이 연중 조업하는 중요한 어장이다. 조사해역은 이와 같이 어장으로써 중요한 가치가 있으며, 주로 부산과 제주사이에서 실습기간 중에 어로실습으로 어획된 어획물과 함께 그물에 유입된 해저폐기물을 분류 조사하였기 때문에 해양폐기물의 조사 목적을 위해서 별도의 계획을 세워 조사할 수 있는 여건이 아니었다. 따라서 부산과

제주사이의 전 해역을 일정 간격으로 나누어 조사할 수 없는 한계성이 있었다. 조사기간 중 조사 횟수는 87회로 예망속력은 3.5노트가 유지되도록 하였으며 발줄에 tickler chain을 부착하여 chain이 펴이나 모래 속에 파묻혀 있는 폐기물을 파헤쳐 그물 안으로 들어가도록 했다. 이렇게 해서 수집된 폐기물에 묻어 있는 펴이나 모래를 세척하여 종류별로 구분하여 분류, 조사하였다. 수집된 폐기물 중 중량이 너무 무겁고 묘박중에 분실된 것으로 보이는 닻과 묘쇄는 분석대상에서 제외시켰다.



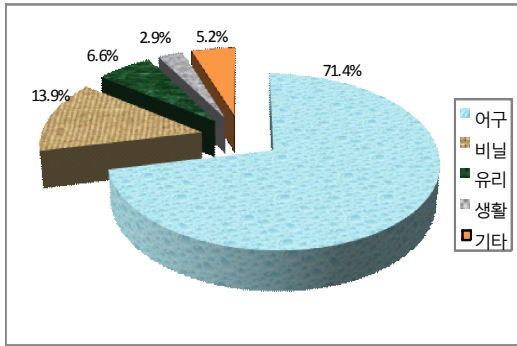
[Fig. 1] Surveyed station

## III. 결과 및 고찰

### 1. 폐기물의 조성비

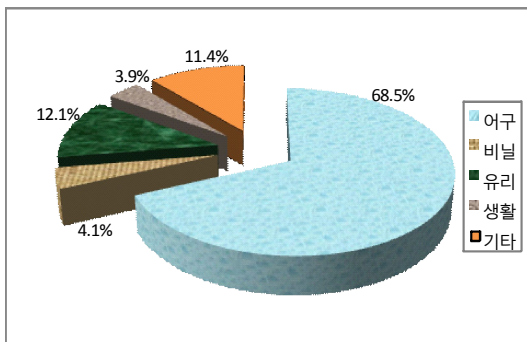
조사구역은 A부터 H까지 8개 수역으로 조사기간 중 총 총 소해면적은 1,233.9 ha이었으며, 여기에서 수집된 해양폐기물의 총 수량은 1,493개 중량은 2,401.560kg이었다. 수량과 중량밀도는 각각 1.21개/ha, 1.946kg/ha이었다. 폐기물을 어구, 비닐·플라스틱, 유리·금속, 그리고 가전제품, 의

류, 신발 등을 생활폐기물로 구분했고, 이 분류 이외의 폐기물은 기타로 분류하였다. 이렇게 분류하여 수량별로 그 결과를 [Fig. 2]에 나타내었다.



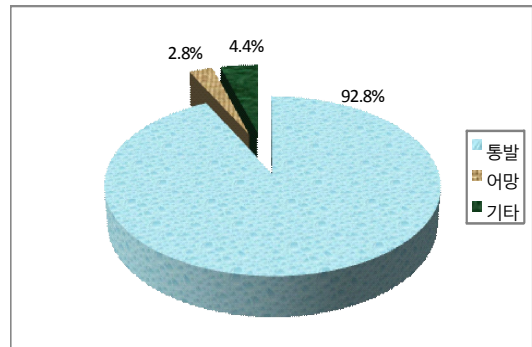
[Fig. 2] The overall composition of debris by quantity

[Fig. 2]에서 어구류가 71.4%로 전체의 2/3를 차지했으며 비닐·플라스틱이 13.9%, 금속·유리가 6.6%, 기타 5.2%, 생활폐기물이 2.9%의 순서로 이루어 졌다. 여기에서 어구가 2/3를 차지할 정도로 많은 것은 조사수역이 연중 어선들의 어업활동이 활발하게 이루어지고 있는 어장이기 때문이라 생각된다. 비닐·플라스틱의 분류에는 페트병, 비닐봉지, PVC파이프, 스펀지, 비닐호스 등이 포함된 것으로 어망, 합성로우프 등과 함께 선박에서는 모든 해역에서 투기가 금지된 폐기물이다. 해양환경의 보전을 위해서는 엄격히 지켜



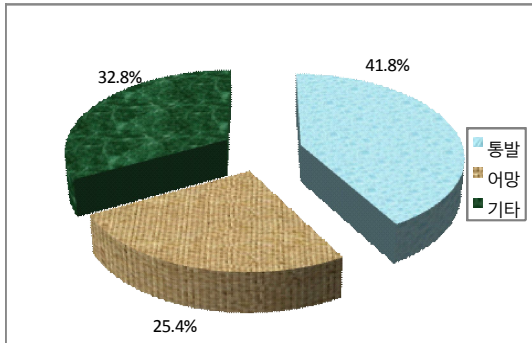
[Fig. 3] The overall composition of debris by weight

져야 함에도 높은 분포를 보이고 있는 것은 심각한 문제가 아닐 수 없고 이에 관한 근본적인 대책의 수립이 절실하다고 사료된다. 또 전체 폐기물을 중량별로 [Fig. 3]에 나타내었다. [Fig. 3]에서 어구가 전체 중량의 68.5%를 차지하여 수량분포와 함께 중량도 가장 많은 것으로 나타났다. 다음으로는 금속·유리가 12.1%, 기타 11.4%, 비닐·플라스틱은 4.1%, 생활폐기물은 3.9%의 순으로 나타났다. 수량이나 중량 모두에서 가장 많은 조성비를 나타내고 있는 어구를 종류별로 수량과 중량으로 나누어 [Fig. 4]와 [Fig. 5]에 나타내었다.



[Fig. 4] The composition of fishing gear in number

[Fig. 4]에서 전체 어구 중 통발이 92.8%를 차지하여 매우 높은 조성비를 나타내었으며 어망을 제외한 연승 등 기타 어구가 4.4%로 그 뒤를 이었고, 망지로 구성된 그물류가 2.8%를 차지하였다. 폐기물의 해상처리 기준에 따르면 어망, 합성로우프, 비닐봉지를 포함한 플라스틱류는 모든 해역에서 투기가 금지된 폐기물인데 수량이나 중량에서 가장 높은 비중을 차지한 것은 플라스틱류를 제외한 어망, 합성로우프 등은 대부분 어선에서 조업 중에 분실되었거나 낚아서 바다에 투기한 것으로 사료되는데 수질환경의 보전, 어자원의 보호를 위해서 이들 어구류와 합성로우프를 육상에서 처리할 수 있는 근본적인 대책이 필요함을 보여주고 있다.



[Fig. 5] The composition of fishing gear in weight

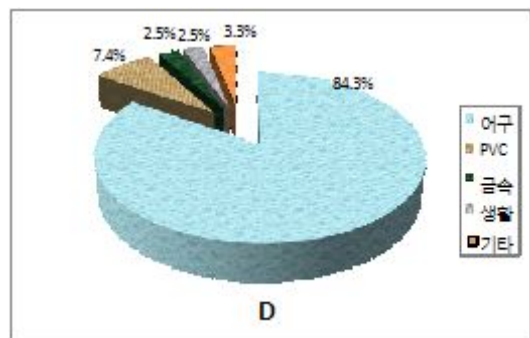
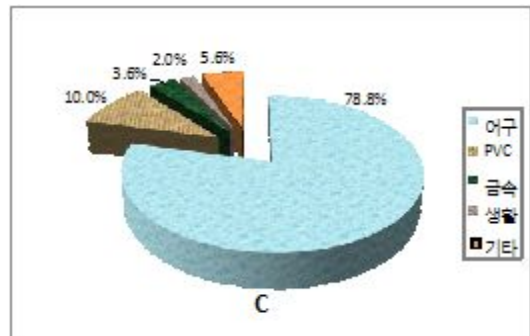
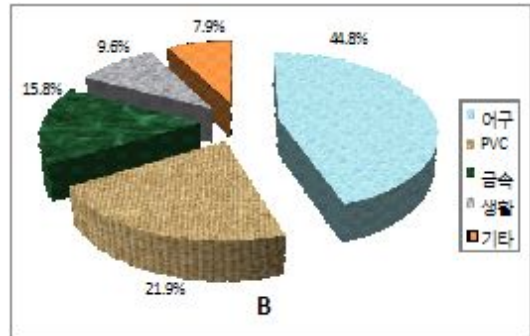
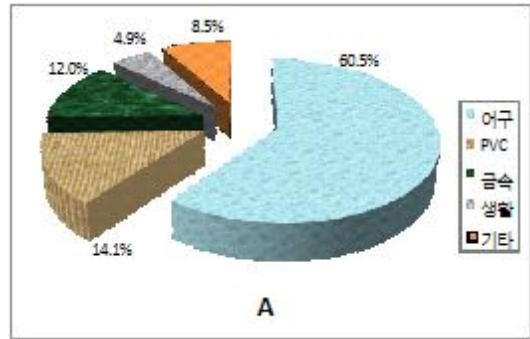
[Fig. 5]에서 중량에 대한 조성비를 보면 통발이 41.8%로 수량과 마찬가지로 중량에서도 가장 많은 분포를 보이고 있으며, 기타가 32.8%, 그물류가 25.4%를 차지하였다. 이처럼 통발어구의 비중이 높은 것은 조업과정에서 통발끼리 연결된 줄이 절단되면서 이 줄에 연결된 통발 전체가 분실되기 때문으로 사료된다.

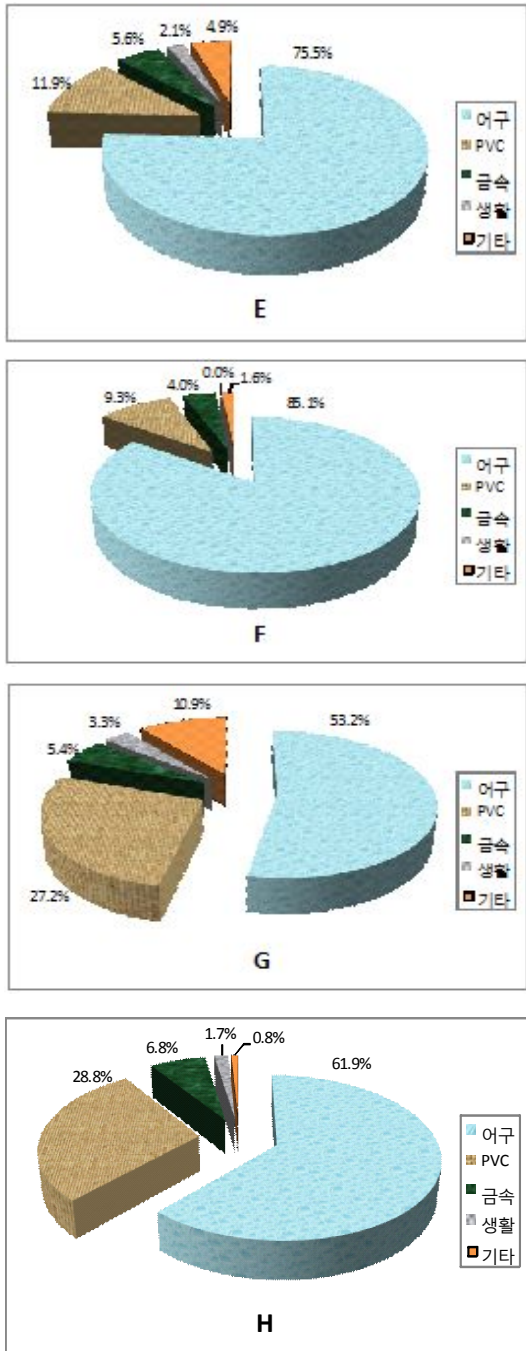
## 2. 해역별 폐기물 조성비

폐기물의 종류별 수량밀도를 조사해역별로 [Fig. 6]에 나타내었다.

[Fig. 6]에서 A 수역의 경우 어구가 60.6%, 비닐제품이 14.1%, 금속·유리가 12%, 생활폐기물이 4.9%, 기타 8.5%의 조성비를 나타내었다.

B 수역은 어구가 44.7%로 A 수역에 비해 줄어들었으나 비닐제품이 21.9%, 금속·유리가 15.8%, 생활폐기물이 9.6%, 기타 7.9%로 모두 증가했다. C 수역에서는 어구가 78.9%로 대폭 증가했고 그 다음 비닐제품이 10%로 어구와 합쳐서 88.9%를 차지할 만큼 어구와 비닐제품의 높았다. D 수역의 경우도 어구가 84.3%로 비닐제품 7.4%와 합치면 91.7%를 차지할 만큼 큰 비중을 차지했다. E 수역의 경우 어구가 75.5%, 비닐제품 11.9%, 금속·유리가 5.6%, 기타 4.9%, 생활폐기물 2.1%의 순으로 조성비를 차지했다.





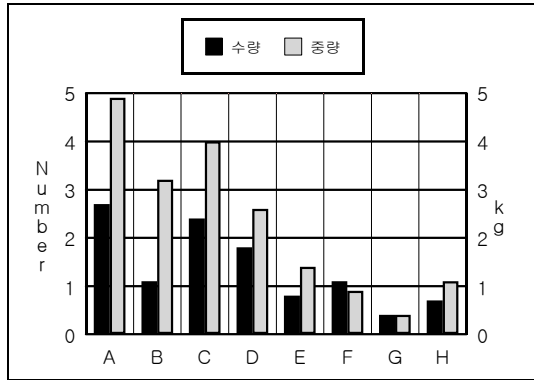
[Fig. 6] The composition of marine debris in number by station

F 수역은 어구가 85.1%로 전 해역 중에서 어구의 비중이 가장 높았으며 비닐제품이 9.3%로 그 뒤를 이었고 금속·유리가 4.0%, 기타 1.6%를 차지했으며 생활폐기물은 없었다. G 수역에서는 어구가 53.3%, 비닐제품이 27.2%, 기타 10.9, 금속·유리가 5.4%, 생활폐기물 3.3%의 순이었다. H 수역에서는 어구가 61.9%, 비닐제품이 28.8%, 금속·유리가 6.8%, 생활폐기물 1.7%, 기타 0.8%의 순이었다. 이것을 종합하면 어구는 F 수역이, 비닐제품은 H 해역, 금속·유리는 B 수역, 생활폐기물은 B 해역이, 기타는 G 수역이 가장 많은 조성을 나타냈는데 대체로 인구가 많은 부산항에 가까울수록 비닐제품, 금속·유리, 생활폐기물이 상대적으로 많은 조성을 차지하고 있음을 알 수 있다.

### 3. 해역별 폐기물 밀도 분포

#### 가. 해역별

조사해역별로 해양폐기물의 ha당 수량 및 중량밀도를 [Fig. 7]에 나타내었다. [Fig. 7]에서 A 수역은 수량밀도가 2.7개/ha로 가장 높았고, 그 다음은 C 수역이 2.4개/ha로 두 번째로 높았으며, G 수역은 0.4개/ha로 가장 낮았다. 이처럼 수량밀도는 0.4개/ha ~ 2.7개/ha의 범위로 수역별로 ha당 최대 6.7배의 차이를 나타내고 있다. 중량밀도의 경우 A 수역이 4.9kg/ha로 가장 높았고, 그 다음은 C 수역으로 4.0kg/ha로 두 번째로 높았으며, G 수역은 0.4kg/ha로 가장 낮았다. 중량밀도의 경우 0.4kg/ha ~ 4.9kg/ha의 범위 내에서 해역별로 최대 12.2배나 차이가 났으며, 수량밀도와 중량밀도는 서로 비례하였고, 8개 수역 중에서 A 수역이 수량과 중량에서 모두 해양폐기물이 가장 많았으며, G 수역이 가장 적었다. 이와 같이 A 수역에서 해양폐기물이 가장 많은 것은 조사해역 중에서 부산항과 지리적으로 가장 가깝고 선박의 입출항도 가장 많기 때문에 모든 종류의 폐기물이 쉽게 바다로 유입될 수 있었기 때문

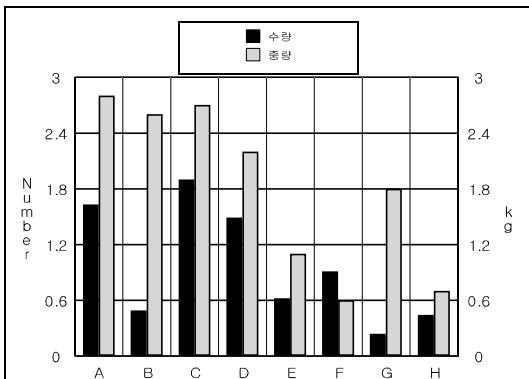


[Fig. 7] Comparison of density by station in number and weight

이라 생각된다.

**나. 폐기물별**

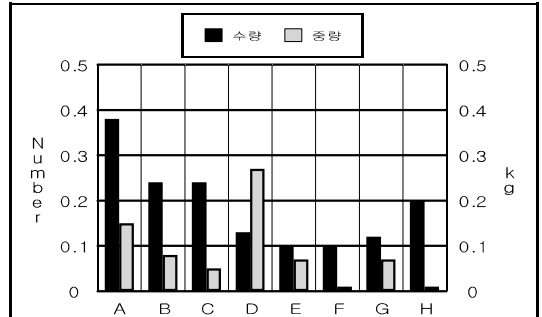
어구의 hectare당 수량과 중량밀도를 산정하여 수역별로 [Fig. 8]에 나타내었다.



[Fig. 8] Density of fishing gear by station in number and weight

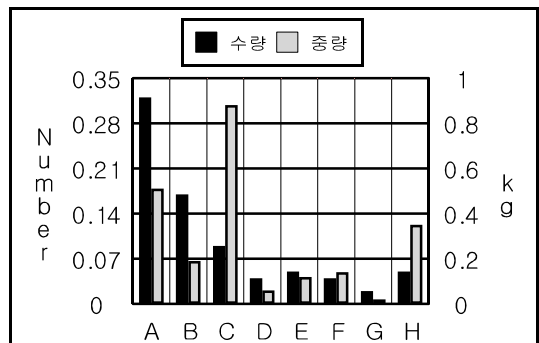
[Fig. 8]에서 A, C, D 수역은 수량밀도의 경우 1.63, 1.90, 1.49로 전체 평균치 0.96개/ha을 훨씬 상회하였고, 중량밀도의 경우도 A, B, C, D수역의 평균치는 2.57kg/ha로 전체 평균치 1.81kg/ha보다 1.41배 높게 나타나 어구의 경우 부산에 가까운 구역이 모두 평균치를 상회한 높은 밀도를 보인 것은 부산항 관내 연근해 어선들의 조업이 활발하게 이루어졌기 때문으로 사료된다. B 수역

이 수량에 비하여 중량밀도가 높게 나타난 것은 통발보다는 어망으로 된 어구가 많이 폐기되었기 때문이다.



[Fig. 9] Density of PVC by station in number and weight

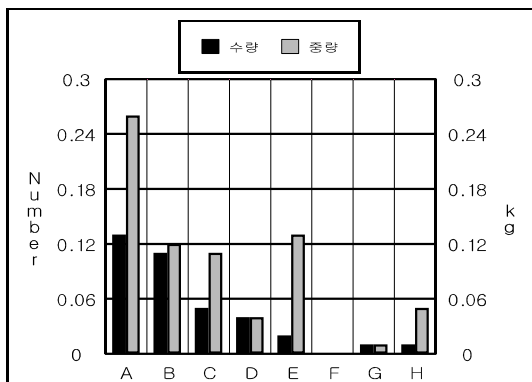
[Fig. 9]는 비닐종류의 밀도분포를 나타낸 것이다. A, B, C, H 수역의 수량분포의 평균치는 0.26/ha로 전체 평균치 0.19/ha보다도 높게 나타났고 H 수역은 제주도 동쪽, 한일 경계수역 부근으로 육지와 멀리 떨어져있음에도 불구하고 수량분포가 높게 나타난 것은 이 구역은 선박들의 통항이 빈번한 항로로 선박에서 버린 것이 이처럼 높게 나타난 것으로 추정된다. 중량분포의 경우도 A, B, C, D 수역의 평균치는 0.13kg/ha로 전체 평균치 0.09kg/ha.보다 1.4배 높게 나타나서 어구의 경우와 같은 경향을 보이고 있다. [Fig. 10]은 금속·유리의 밀도분포를 나타낸 것이다.



[Fig. 10] Density of Metal·glass by station in number and weight

[Fig. 10]에서 A, B 구역의 수량밀도는 0.32, 0.17/ha로 평균치 0.1/ha보다도 1.7~3.2배로 매우 높게 나타났고, 중량의 경우 A, C, H 구역은 각각 0.51kg/ha, 0.88kg/ha, 0.35kg/ha로 평균치 0.28kg/ha보다도 높게 나타났는데 부산과 가까운 A, C 구역 외에 H 구역도 높게 나타나서 비닐종류의 분포와 비슷한 경향을 보이고 있다. 금속·유리의 경우 분쇄된 경우는 육지로부터 3해리, 분쇄되지 않는 경우 12해리 이내에서는 투기가 금지되어 있다. 수거된 유리의 경우 대부분 음료수가 들어 있던 유리병의 경우 원형 그대로의 형태로 12해리 이내에서 수거되어서 육지와 선박에서 동시에 폐기된 것으로 사료된다.

또 가전제품, 의류, 신발 등 생활폐기물의 분포를 [Fig. 11]에 나타내었다. [Fig. 11]에서 수량밀도의 경우 A, B, C 구역의 평균밀도는 0.09/ha로, 전체 평균치 0.05/ha보다도 높게 나타났으며, 중량밀도의 경우도 이들 세 구역의 평균치는 0.16kg/ha로 전체 평균치 0.09kg/ha보다도 높게 나타나서 부산에 가까울수록 생활폐기물이 높은 분포를 보이는 것은 인구가 많은 부산의 경우 바다로의 유입원도 다른 구역에 비하여 훨씬 많기 때문으로 사료된다.

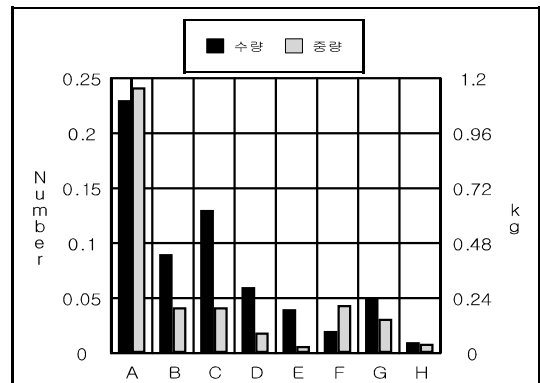


[Fig. 11] Density of living debris by station in number and weight

또 어구, 비닐, 금속·유리, 생활폐기물의 범주에 속하지 않은 기타 폐기물을 [Fig. 12]에 나타

내었다.

[Fig. 12]에서 A, B, C 구역의 수량밀도는 각각 0.23/ha, 0.09/ha, 0.13/ha로 평균치 0.08/ha보다 1.6~2.8배 높게 나타났다. 중량밀도의 경우 A 구역은 1.16kg/ha로 평균치 0.26kg/ha보다도 4.4배나 높은 분포를 보이고 있어 부산에 가까울수록 여러 종류의 폐기물 분포가 높은 것은 다른 종류의 폐기물 분포와 같은 경향을 나타내고 있음을 알 수 있다.



[Fig. 12] Density of others by station in number and weight

#### IV. 요약 및 결론

부산과 제주 사이에서 해양폐기물의 분포를 저층트롤을 이용하여 1,233.9ha을 조사한 결과 1,493개의 해저폐기물을 수집하였고, 중량으로는 2,401.5kg이었다. 이것을 수량과 중량밀도로 환산하면 각각 1.37개/ha, 1.946kg/ha의 분포를 하고 있었다. 수집된 해저폐기물의 폐기물 별 수량 조성비는 어구 71.5%, 비닐 13.9%, 금속·유리 6.6%, 생활폐기물 5.2%, 기타 2.9%의 순으로 나타났다. 중량의 경우 어구류 68.5%, 금속·유리 12.1%, 기타 11.4%, 비닐 4.1%, 생활폐기물 3.9%로 수량과 중량밀도에서 어구류가 전체 폐기물의 2/3를 차지할 정도로 높은 분포를 보이고 있다. 특히 통발의 경우 수량분포에서 전체 어구의 92.8%를 차지할 만큼 매우 높게 나타났고, 중량

분포도 41.8%로 높은 분포를 보이고 있다. 폐기물의 해상 처리 기준을 보면 합성로우프, 어망, 비닐봉지를 포함한 플라스틱종류는 모든 해상에서 투기가 금지되어 있고, 가전제품이나 신발 등은 재료가 PVC나 플라스틱 소재이기 때문에 해상에 투기해서는 안 될 폐기물이다. 금속·유리 제품은 분쇄되면 3해리, 분쇄되지 않으면 12해리 이내에서 투기가 금지되어 있기 때문에 본 논문에서 분류한 금속·유리와 기타를 제외하면 모두 해상에 투기해서는 안 되는 폐기물들로 해양·수질환경, 수산자원의 보호를 위해서 이에 대한 근본적인 대책이 적극적으로 요구된다.

## 참고 문헌

- 김민석·김진건·김삼곤·정순범·조현정(1999). 남해동부해역에 있어서 해양오물의 분포에 관한 연구 - 폐기된 통발어구를 중심으로-, 한국어업기술학회지, 35(4), 386~390.
- 김종화·김민석·김용복(2005). 하계동해의 해양폐기물 분포와 조성에 관한 연구, 수산해양교육연구, 17(1), 58~66.
- 김종화·김삼곤·김민석·김용복(2005). 어장의 저서생물에 미치는 해저 폐기물의 영향, 수산해양교육연구, 19(3), 491~501.
- Haruyuki Kanehiro(1996). Marine Litter Composition and Distribution on the Sea-bed of Tokyo bay, Fisheries Engineering, Vol. 32, 211~217.
- T.J.Dixon and T.R. Dixon(1983). Marine litter distribution and composition in the north sea. marine pollution bulletin, Vol. 14, No. 4, 145~148.
- 김민석·김종화·김삼곤(1999). 한국 제주도와 중국 청도의 항로상에 부유하는 해양폐기물의 분포에 관한 연구. 수산해양교육연구, 11(2), 203~213.

- 
- 논문접수일 : 2010년 06월 09일
  - 심사완료일 : 1차 - 2010년 06월 24일
  - 게재확정일 : 2010년 07월 15일