# 어장의 저서생물에 미치는 해저 폐기물의 영향

김종화† · 김삼곤 · 김민석 · 김용복*
(† 부경대학교 · *해양수산연수원)

# The Impact of Bottom Debris on the Benthos in Fishing Grounds

Jong-Hwa KIM† · Sam-Kon KIM · Min-Seok KIM · Yong-Bok KIM*
† Pukyong National University · *Korea Institute of Marine & Fisheries Technology
*(Received September 21, 2007 / Accepted November 27, 2007)*

## Abstract

This study deals with bottom debris and benthos which have obtained by using a beam trawler in Chinhae bay, Korea. The temperature and salinity didn't impact on the fish species and weights in the bay. But bottom debris is dominated on the precipitation into the bay. And it also was nearly very soiled owing to geographical condition of semi-enclosed bay. Moreover, all debris was not related on the quantitative variability of benthos. On the other hand, it was revealed to be reverse-correlative with fish species and positive-correlative with fish weights.

*Key Words : Fish species, Bottom debris, Semi-enclosed bay*

## Ⅰ. 서 론

선진 강대국을 비롯한 세계의 많은 국가들은 육상산업의 고도적 성장으로 육상의 주요 자원이 고갈됨에 직면하면서 인류의 마지막 자원보고를 바다로 인식한 것은 이미 오래되었다. 우리나라도 이와 때를 같이하여 국가 안보와 연안의 해양수산자원 보호 등을 목적으로 EEZ를 선포함으로써 연안의 공간자원, 해수자원은 물론 수산자원의 이용과 개발을 위한 지속적 연안개발을 꾀하고자 '해양과학기술(MT)'의 육성계획을 수립한바 있다(해양수산부, 2004).

그러나 바다에서 인간의 활동을 자유롭게 하고 해양수산자원을 효율적으로 활용하기 위해서는 연안역 오염관리 및 개선 노력이 반드시 선행되어야 한다.

그동안 해양생물과 어장환경의 용존성 물질과의 관계규명 및 개선책에 관하여는 많은 연구가 있었다.

근년에 와서는 연안해양과 어장에 널리 분포하는 고형 폐기물에 많은 관심을 가지고 어획활동과 선박의 안전항행 및 수산자원 생태에 직접적으로 영향을 주는 부유성 폐기물의 수량과 분포에 대하여 많은 연구가 행해졌다(Dixon,1983; Pruter,1987;Shaughnessy,1980;Younger & Hodge, 1991, Kanehiro et al,1995).

나아가 최근에는 폐플라스틱에 의한 해양환경

† Corresponding author : 051-620-6193, kimjh@pknu.ac.kr
* 이 논문은 2005학년도 부경대학교 기성회 학술연구비에 의하여 연구 되었음.

의 오염과 그 영향에 관한 연구가 활발하게 진행 중이다(Laist, 1987; Gramentz,1988; Nakanishi et al, 1995; Derraik,2002; Abu-Hilal & Al-Najjar, 2004).

국내에서 해양폐기물의 조사연구는 연안어장의 부유성 폐기물 분포와 조성에 관한 연구(김 등,1997)를 처음으로 발표하여 해양폐기물의 기초적 연구단계가 시작되었다.

그 후로 남해안과 서해 어장에서 다수의 부유성 폐기물 연구(김,1998 & 1999; 김 등, 1999)와 진해만 전역에서 침전성 해저폐기물 조사연구가 발표되었다(Kim et al,2001). 또한 진해만의 저서어류의 보호육성과 생육환경 개선을 위한 저서어류의 기초적 조사연구가 이루어 졌다(김 등,1999).

그러나 지금까지 오염된 해양환경과 생태계 변화에 관한 지속적 연구가 많이 발표되었으나 해양에 버려진 폐기물과 해저에 서식하는 저서생물과 연계된 상호 상관성을 밝히는 실질적이고 복합적인 연구는 아직 그 성과를 찾기 어려운 실정이다.

그러므로 본 연구는 첫째, 우리나라의 연안어장에서 조사된 해저 폐기물을 분석하고 둘째, 폐기물과 함께 어획된 저서생물의 계절적 출현 등을 분석, 정리한 후 셋째, 대상해역에서 얻어진 서식환경자료와 비교하고 저서생물에 미치는 해저폐기물의 영향을 규명하고자 한다.

## Ⅱ. 재료 및 방법

### 1. 해저폐기물 조사

해저폐기물조사는 1997년 8월 ～1998년 6월까지 매 2개월마다 총 6회에 걸쳐 진해만 내의 5개 해구(St.1, 3, 5, 7, 9)에서 저인망 어선(7.93톤)을 사용하여 해저쓰레기를 인양하였다(Fig. 1).

예망중 망 입구의 폭은 5.9m였으며, 조사기간 중 사용된 어선, 어구 및 어획 조건은 Table 1에 나타내었다. 그리고 선박의 위치는 GPS에 의해

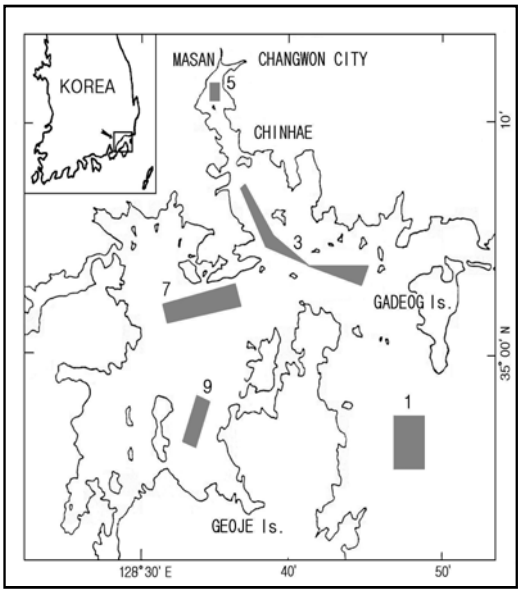



Fig. 1. Map showing the trawling site.

측정되었고 속력은 소해거리 예망시간으로 나누어 계산하였다.

인양된 쓰레기는 현장에서 종류별로 수량과 무게를 달고 오염정도는 해저퇴적기간 및 상태를 고려하여 매우 오래 된 것(고), 오래 된 것(중) 및 새 것(신)의 3단계로 분류하였다. 또한 현장에서 분류와 측정이 어려운 폐기물질 등은 실내 실험실에서 분류, 측정 및 분석하였다.

Table 1. Principal condition of sea trial

| Items | Specifications |
|---|---|
| Fishing boat | Small otter trawler Length over all : 10.40m<br>Gross tonnage : 7.39ton<br>Main engine : 235ps |
| Fishing gear | Head Rope : p.p10mm/41.2m<br>Ground Rope(leader cored rope) : 60mm/42.2m<br>Codend mesh size : 18mm<br>Net length : 45.6m<br>Otter board : 230cm×90cm<br>Spreader : 75cm |
| Fishing condition | Sweep area : 7,330㎡<br>Towing speed : 2 knot<br>Towing duration : 20 minutes |

## 2. 저서어류 채집

어류와 해양 환경 요소를 측정하기 위해 진해만의 지형적 특징과 해양학적 특징을 고려하여 Fig. 1과 같이 5개 정점을 선정하였다.

시료 채취와 어획시험은 해저폐기물 조사와 동시에 2개월 간격으로 실시하였다. 어획자료는 Fig. 1에서와 같이 5개 해구에서 소형 저인망으로 조업을 실시하였으며, 소형 저인망의 1회 예망시간은 20분으로 하였으며, 1회 예망한 소해면적은 약 7,330m2 이었다(Table 2 및 Table 3). 치자어 자료와 해양환경 요소는 10개 정점에서 시료를 샘플링하였다. 해양 환경 조사 항목은 수온, 염분, 여러 가지 해양수질과 Chl-a, 동물플랑크톤이었다.

채집된 어류는 냉장 보관하여 실험실로 운반한 후 어종을 분류하고 전장, 체장, 체중을 측정하였다. 얻어진 자료를 이용하여 종조성을 정점별, 월별로 분석하였으며, 종다양지수는 Shannon Wiener(1949)의 방법으로 월별, 정점별 개체수와 생체량을 대상으로 구하였다. 따라서 해구별 월별로 출현하는 어종, 개체수 및 어획량을 기준하여 다획되는 중요 어획종을 선별하였다.

Table 2. Sectional quantity and weight of litters in Chinhae Bay(1997~98)

| Section | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| No. of trawls | 4 | 5 | 6 | 6 | 6 | 27 |
| Swept area (ha) | 3.54 | 4.21 | 4.13 | 6.31 | 4.78 | 22.97 |
| Sum of quantity (ea) | 31 | 204 | 333 | 81 | 210 | 859 |
| Mean (ea/ha) | 8.76 | 48.46 | 80.63 | 12.84 | 43.93 | 37.4 |
| Sum of weight (kg) | 13.365 | 97.608 | 94.138 | 22.15 | 518.125 | 745.386 |
| Mean (kg/ha) | 3.78 | 23.18 | 22.79 | 3.51 | 108.39 | 32.45 |

Table 3. Seasonal quantity and weight of litters in Chinhae Bay(1997~98)

| Month | Aug | Oct | Dec | Feb | Apr | Jun |
|---|---|---|---|---|---|---|
| No. of trawls | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 |
| Swept area (ha) | 2.395 | 3.39 | 4.19 | 5.33 | 3.81 | 3.85 |
| Sum of quantity (ea) | 126 | 92 | 210 | 131 | 109 | 191 |
| Mean (ea/ha) | 52.61 | 27.14 | 50.12 | 24.58 | 28.61 | 49.61 |
| Sum of weight (kg) | 9.725 | 17.610 | 47.445 | 41.333 | 455.835 | 173.438 |
| Mean (kg/ha) | 4.06 | 5.19 | 11.32 | 7.75 | 119.64 | 45.05 |

# Ⅲ. 결과 및 고찰

## 1. 해저폐기물 변동

진해만에서 인양된 쓰레기 총량을 5개 해구로 구분하여 각각의 수량과 중량으로 나타내면 Table 2와 같다. 5개 해구에서 총 27회 인양하였고, 소해면적은 22.97ha 이었다. 해저 폐기물의 밀도는 평균하여 수량 37.4 ea/ha, 중량 32.45 kg/ha로 나타났다. 해구의 수량밀도 분포는 8.76 ~80.63 ea/ha, 중량이 3.51 ~108.39 kg/ha의 범위로 나타났으며, 최소와 최대간의 변동 폭이 수량은 9배, 중량은 약 30배로 각 해구사이에는 매우 크게 변동함을 알 수 있었다. 수량밀도가 가장 큰 해구는 5번(마산만), 가장 작은 곳은 가덕도와 거제사이인 1번 해구(진해만 입구)이었다. 중량밀도는 9번 해구(고현만)가 최대이고 최소 해구는 고성만(7번 해구)과 진해만 입구(1번 해구)로 나타났다. 한편, 총 수량과 중량 및 이들의 분포밀도를 계절별로 나타내면 Table 3과 같다.

계절별 수량 밀도범위는 24.58 ~52.61 ea/ha로 분포하여 변동 폭은 약 2배 정도로 아주 작았고, 최대 수량은 8월이며 최소치는 2월로 나타났다. 중량의 밀도 범위는 4.06 ~119.64 kg/ha 로

Table 4. Species and biomass of section in Chinhae Bay(1997 ~ 1998)(Wt.;kg)

| Section | St. 1 | | St. 3 | | St. 5 | | St. 7. | | St. 9. | | Total | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | No. | Wt. | No. | Wt. | No. | Wt. | No. | Wt. | No. | Wt. | No. | Wt. |
| Species | 1415 | | 13362 | | 1571 | | 7696 | | 1154 | | 25198 | |
| Individuals | 37 | 34.0 | 33 | 138.9 | 17 | 32.4 | 19 | 60.9 | 22 | 15.2 | 55 | 281.4 |
| Div. index | 0.99 | | 0.65 | | 0.7 | | 0.72 | | 0.73 | | | |

Table 5. Species and biomass of season in Chinhae Bay(1997 ~ 1998)(Wt.;kg)

| Season | Aug | | Oct | | Dec | | Feb | | Apr | | Jun | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | No. | Wt. | No. | Wt. | No. | Wt. | No. | Wt. | No. | Wt. | No. | Wt. |
| Species | 209 | | 476 | | 661 | | 8982 | | 8637 | | 6242 | |
| Individuals | 14 | 11.9 | 25 | 14.9 | 20 | 59.9 | 20 | 59.7 | 23 | 63.9 | 24 | 71.1 |
| Div. index | 0.97 | | 1.06 | | 1.0 | | 0.41 | | 0.66 | | 0.88 | |

그 변동 폭이 매우 커서 최대와 최소치 사이에는 약 30배에 달하였으며, 최대중량은 4월이며 최소치는 8월이었다.

이상의 해저폐기물의 특징을 보면 수량 분포 밀도의 경우, 마산만이 80.63 ea/ha로 최대치, 진해만 입구는 8.76 ea/ha로 최소치를 보여 그 차이는 약 9배였다. 계절간의 분포 범위는 24.58 ~ 52.61 ea/ha로 그 차이는 2배 정도였다.

중량 분포 밀도의 경우, 고현만이 108.39 kg/ha로 최대치, 고성만과 진해만 입구는 3.51 kg/ha로 최소치를 보였다. 계절간의 분포 범위는 봄철인 4월에 119.64 kg/ha로 최고치, 여름철인 8월에 4.06 kg/ha로 최소치를 나타내어 약 30배의 차이를 보였다.

따라서 폐쇄성 진해만의 해저폐기물은 인구가 밀집한 마산과 창원에 인접한 해구는 수량이, 거대한 조선소가 있는 고현만은 중량에서 최대치를 보였다. 특히 중량 분포 밀도는 계절적 변동폭이 매우 심하였다.

## 2. 저서생물의 변동

진해만의 해구 및 계절별로 출현한 어종의 개체수 및 어획량을 나타내면 Table 4 및 Table 5와 같다. 연간 출현한 어종은 55종 이었고, 총 개체수는 25,198미, 총어획량은 281,403g 이었다.

조사기간 중 어획종의 계절별 출현종을 보면, 97년 8월, 10월, 12월에는 각각 14종, 25종, 20종이었으며, 98년 2월, 4월, 6월에는 각각 20종, 23종, 24종 이었다.

해구별 출현종은 St.1에서 37종, St.3에서 33종, St.5에서 17종, St.7에서 19종, St.9에서 22종 이었다. 월별에 따른 출현종의 수가 해구에 따른 출현종의 수 보다 차이가 있음을 알 수 있다. 그것은 진해만의 내만과 외만의 오염의 정도를 대략적으로 짐작할 수 있는 것으로서 만 입구에 가까울수록 많은 어종의 수가 출현하고 내만인 진해만과 고현만에서는 어종의 수가 현저히 줄어들었다.

특히 계절에 따라 다소 차이가 있음을 알 수 있었다. 이를테면 1997년 8월에는 진해만 입구의 St.1, St.3에서만 어획되고 그 외의 해구에서는 거의 어획되지 않았다.

## 3. 해양환경과 저서생물의 다양성

저서생물종의 다양성과 해양환경 중 수온 및 염분과의 관계성을 파악하기 위하여 저서어류가 채집된 5개의 정점에서 월별, 정점에 따라 수온과 염분을 나타내면 Fig. 2와 같다.

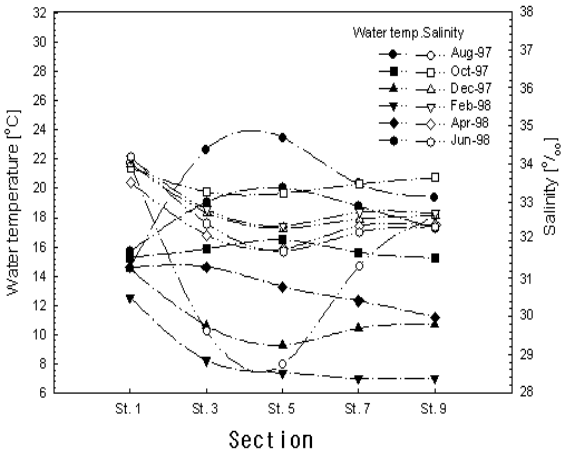



Fig. 2. Water temperature & salinity of each station.

Fig. 2에서 계절별 해구간의 수온차를 보면 8월 St. 1과 St. 5에서 8.91℃로 가장 컸으며, 10월이 St. 5와 St. 9에서 1.23℃로 가장 적었다.

계절별 해구간의 염분차는 St. 1과 St. 5에서 가장 크게 나타났다. 8월 5.3‰, 가장 적은 10월이 0.67‰ 이었다.

각 해구에서 연중 수온차는 2월과 8월의 차이가 컸으며, 그 값은 12.36 ~16.08℃이었다. 염분차는 2월과 8월의 차이가 컸으며, 그 값은 3.66 ~1.29‰ 이었다. 진해만의 수온과 염분은 계절별 또는 해구에 따라 차이가 상당히 컸다.

수분, 염분과 관련하여 생물군집의 안정도를 알아보기 위하여 개체 수와 생체량으로 추정한 종다양성지수 값(H')은 Fig. 3 및 Fig. 4와 같다.

Fig. 3과 같이 종다양성지수 값이 0.41(2월) ~ 1.06(10월) 범위에서 매우 낮게 추정되었다. 월별 개체수 대상으로 한 종다양성지수 값을 보면, 이것은 해양환경 오염에 의해 진해만의 내만까지 많은 어종이 분포하지 않고 있으며, 소수 어종이 집중적으로 어획됨으로써 나타나는 현상으로 생각된다. 이를테면 Fig. 4에서처럼 8월에는 진해만 내만에는 거의 어획이 없었으며, 2월에는 곤어리, 전갱이가 전체개체수의 94.4%, 전체 생체량의 63.9%를 차지하였다. 그리고 4월에는 돛양태, 등가시치가 전체개체수의 71.3%, 전체 생체량의 63.1%를 차지하였으며, 6월에는 돛양태가 전체개체수의 58.0%, 전체 생체량의 41.3%를 차지하는 현상을 보였다.

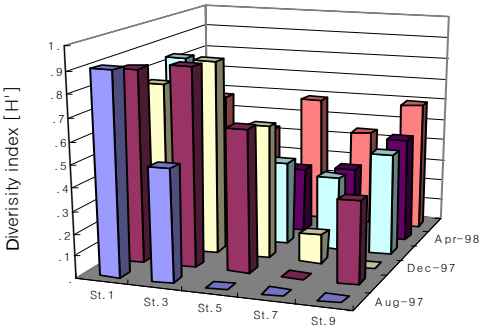



Fig. 3. Diversity index of individual number.

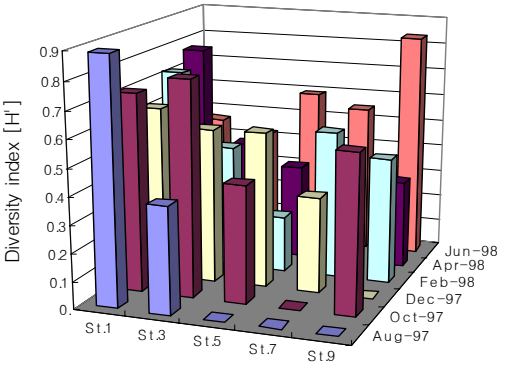



Fig. 4. Diversity index of biomass.

따라서 수온 및 염분과 저서생물의 변동(다양성)을 비교하면, 진해만의 경우 염분차가 최대 3.66‰정도 변하여도 어류 생체수(어종)와 생체량(중량)의 변화에 영향주지 못하였다. 또한 수온의 계절 변동이 최대 16.08℃로 크게 변동하였지만 St.3에서 어류 생체수와 생체량이 많았지만 St.5에서는 어류 생체수와 생체량이 가장 적었다.

그러므로 폐쇄성 내만인 진해만은 저서생물의

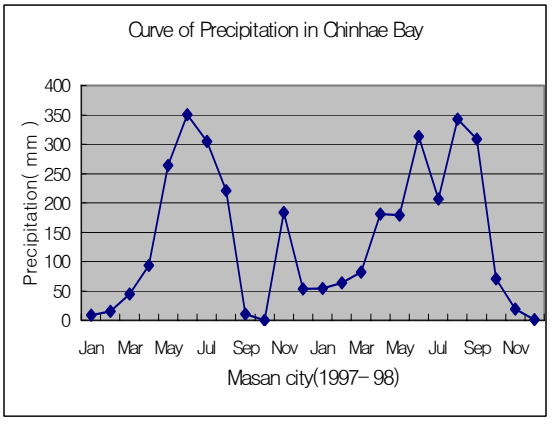



Fig. 5. Curve of precipitation during field surveys.

변동이 수온과 염분의 변동보다 다른 환경요인에 의해 지배된다고사료된다. 즉 St.3과 St.5에서 알 수 있듯이 지리적 환경요인(해구)과 오염정도에 더 유관하다고 추정된다.

## 4. 해저폐기물의 오염도

해저폐기물의 육상 유입정도와 해저에 정체된 오염상태는 해저생물에 직접적인 악영향을 미치므로 이들의 파악은 중요하다고 할 수 있다. 해저폐기물의 변동 특성에서 알 수 있듯이 8월의 경우 중량은 적지만 수량은 많았다. 그 이유의 하나로 강수량의 변화를 들 수 있다.

Fig. 5은 마산만의 강수량(기상청, 1999)을 나타내었다. 그림에서 1997년과 1998년의 6~8월은 연중 평균 강수량보다 많아서 최고 350mm에 이른다. 그 결과 Table. 3에서 알 수 있듯이 8월에 인양된 해저폐기물에는 비닐가방, 과자봉지, 합성세제 용기병 및 음식물 용기 등의 섬유질 또는 플라스틱류가 크게 점유하였다.

따라서 여름철 폐기물은 강수량의 영향을 받는 것으로 볼 수 있다.

Fig. 6은 인양된 해저폐기물을 총폐기물, 섬유질 및 플라스틱류, 어구류, 금속 및 유리제품으로 4가지를 분류한 후 그 오염정도에 따라 '매우 오

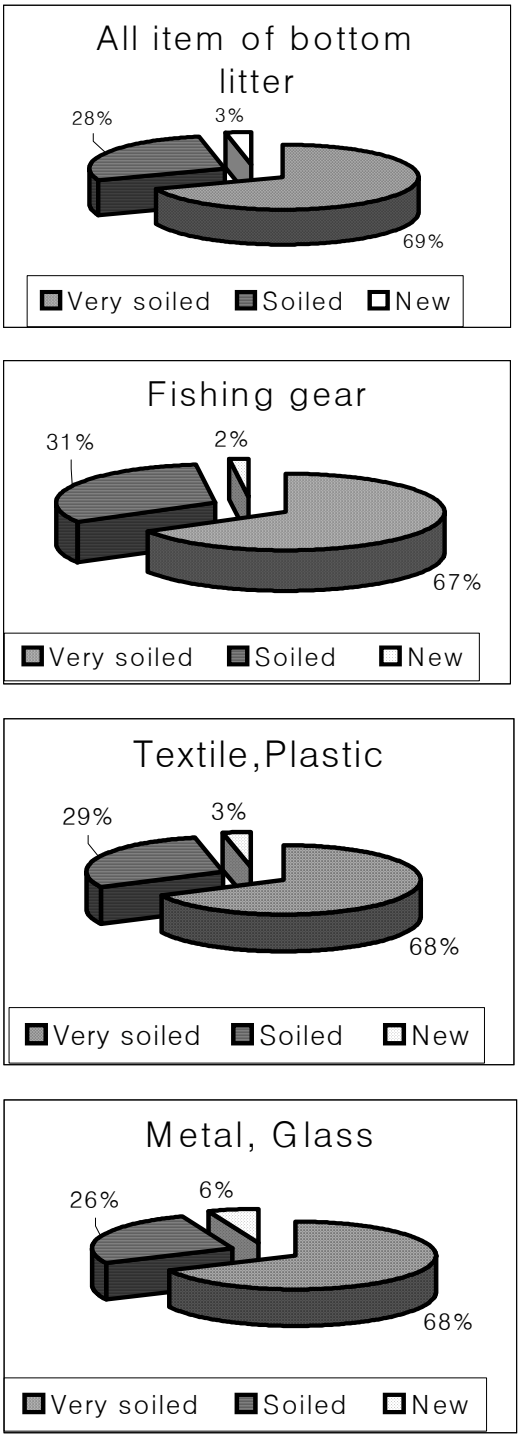



Fig. 6. Soiled state of all and each item in bottom litter.

염된 것(고)', '오염의 중간상태'(중)' 및 '새 것(신)'으로 나누어 그 비율을 나타내었다.

총폐기물의 오염상태를 보면, 고(very soiled)는 전체의 69%, 중(soiled) 28%, 신(new) 3%로 나타났다. 폐기물의 종류별 오염상태로는 섬유질 및 플라스틱류가 고 68%, 중 29%, 신 3%이며, 어구류는 고 67%, 중 31%, 신 2%이었다. 그리고 금속 및 유리제품류는 고 68%, 중 26%, 신 6%로 나타났다. 대체로 그 비율은 비슷하나 금속 및 유리제품에서 신이 6%를 차지한 것은 오염진행 상태가 타 종류보다 잘 썩지 않고 느리다는 점 때문으로 볼 수 있다.

따라서 진해만은 매우 오염된 상태의 폐기물의 점유율이 높은 것은 만의 형태가 폐쇄되어 해수 교환이 잘 이루어지지 않음이 원인으로 추정된다 (김,1984).

## 5. 해저폐기물과 저서생물의 상관성

1) 총량적 변동특성

해구별 해저폐기물과 저서 생물의 상호변동성을 비교하여 나타내면 Fig. 7과 같다. Fig. 7(A)는 각 해구별 수량의 변동을 나타낸 것이다. 1, 5 및 9해구에서는 해저폐기물과 저서어류의 수량이 적으며 상호간에도 큰 차를 보이지 않고 있다.

그러나 3과 7번 해구는 해저폐기물과 저서어류의 수량이 매우 큰 차를 보이며 변동하였다. 특히 3번 해구는 진해만의 중앙에 위치하여 입구와 가깝고 수심이 깊은 곳이므로 저서생물이 대량 어획 된 것으로 보인다. 9번 해구의 경우 거제도 북부에해당되고 만 입구에서 가깝지만 해저생물의 수량이 매우 적었다. 이 해구는 양식장이 밀집하고 조선소가 있어 해저오염이 심한 곳으로 저서어류의 서식활동이 어려운 것으로 추정된다 (1의 폐기물 참조).

따라서 Fig. 7(A)에서는 수량적 측면에서 전체적 상호 상관 패턴은 적으나, 해구에 따라서 해저폐기물이 많은 경우 해저어류의 수량이 적게

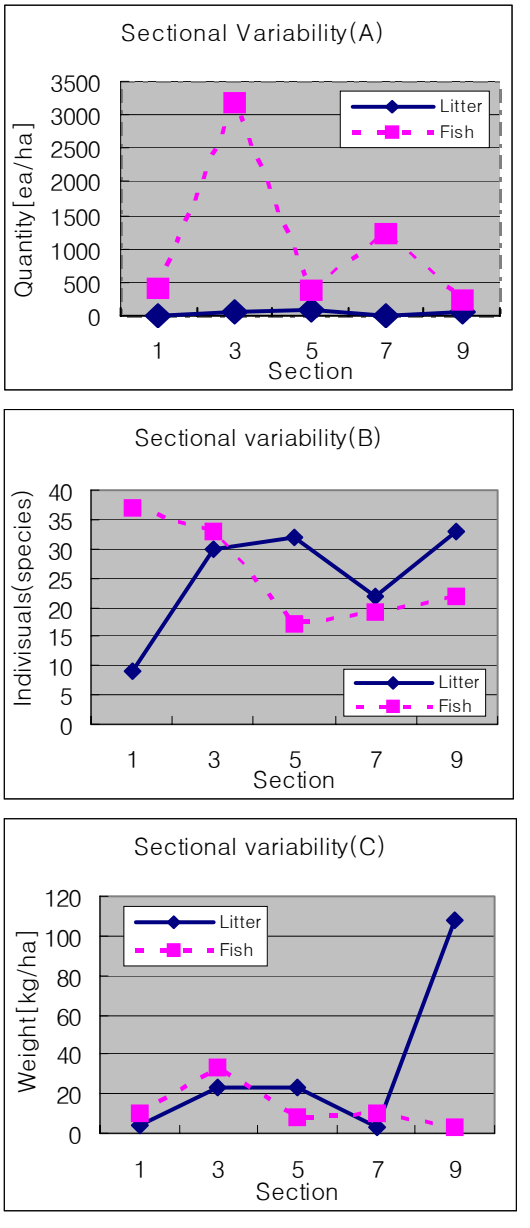



Fig. 7. Sectional variability of litters & fishes.

어획된 곳도 있었다.

Fig. 7(B)는 각 해구별 해저폐기물과 저서어류의 종류를 비교하여 나타내었다. 어류의 변동패턴은 진해만 입구인 1번 해구에서 다양한 어종이 출현되었고 만으로 들어갈수록 어종이 줄어들었

으며 특히 7번인 마산만은 현저히 적어진 경향을 보였다.

반면에 해저폐기물의 변동은 만구에서는 적었으나 만으로 들어서면서 현저히 증가하였다.

따라서 어종이 증가하면 폐기물의 종류는 줄어들고, 어종이 감소하면 폐기물의 종류는 증가하는 변동특성을 보이므로, Fig. 7(B)인 종류별 변동은 폐기물과 어류의 역 상관이 꽤 있는 것을 알 수 있었다.

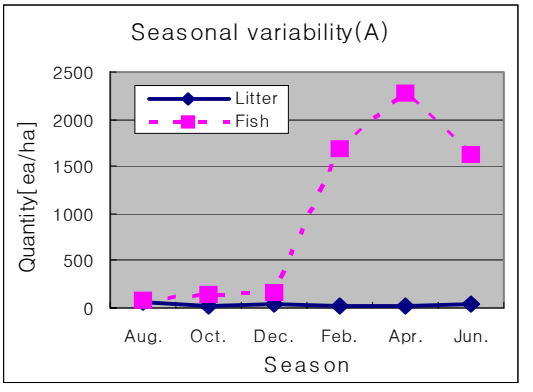
Fig. 7(C)는 중량변동을 나타내었다. 그림에서 한가지 특징은 고형폐기물이 집단 투기된 9번해구를 제외하면, 폐기물과 어종의 중량은 상당히 공조하면서 변동하고 있었다. 따라서 중량적 변동은 해저 폐기물과 저서어류가 정의 상관성이 높음을 의미한다.

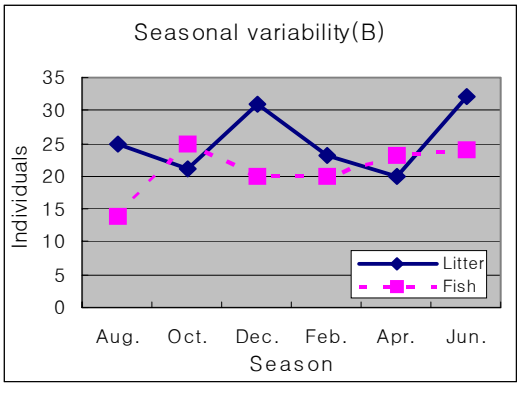
Fig. 8은 해저 폐기물의 저서 생물의 계절별 상호 변동성을 비교하여 나타내었다.

Fig. 8(A)는 계절별 수량의 변동을 비교하였다. 해저 폐기물의 수량은 27~53 ea/ha로 어류의 수량에 비해 변동폭이 적게 나타났지만, 어류의 경우 2~월은 매우 수량이 많아서 다양한 어종이 출현됨을 알 수 있다. 특히 4월은 어류의 수량이 매우 커서 226종에 이른다. 따라서 해저 폐기물과 어류에 대한 상호간의 계절적 상관은 나타나지 않는다고 볼 수 있다.

Fig. 8(B)는 해저 폐기물과 어류의 종류에 대한 계절적 변동성을 나타내었다. 폐기물과 어류는 다소 계절적 변화를 보이나 대체로 비슷한 패턴을 가지며 변동하고 있다.

Fig. 8(C)는 ha당 중량(kg)에 대한 계절적 변동을 나타내었다. 4월을 제외하면, 비교적 잘 일치하고 있다. 4월의 경우로 고현만 해구(9번)에서 [Fig. 7(C)참조] 폐타이어가 약 84 kg/ha를 차지하였으므로 이를 제외하면 실제 폐기물의 중량은 약 35 kg/ha 이다. 그리고 6월의 경우도 폐기물이 다소 높게 나타난 것은 고현만 해구(9번)에서 인양된 폐타이어, 솔방울 및 폐오토바이로 인한 것이다.



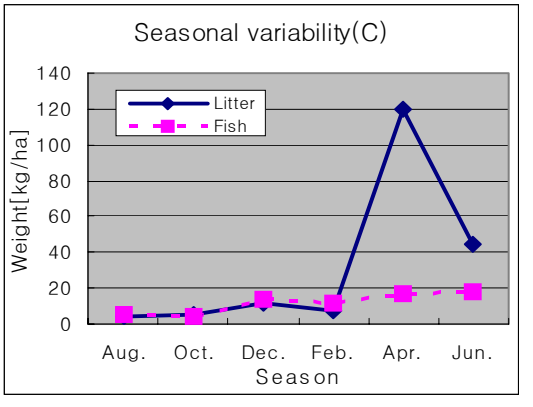




Fig. 8. Seasonal variability of litters & fishes.

따라서 대형의 중량급 폐기물을 제외하면 일반 폐기물과 어류중량은 거의 동일하게 변동하고 있음을 알 수 있었다.

2) 해저폐기물의 종류별 저서어류의 변동특성

Fig. 9는 각 해구별 폐기물의 종류 4가지와 어

류에 대한 중량을 비교하여 나타내었다.

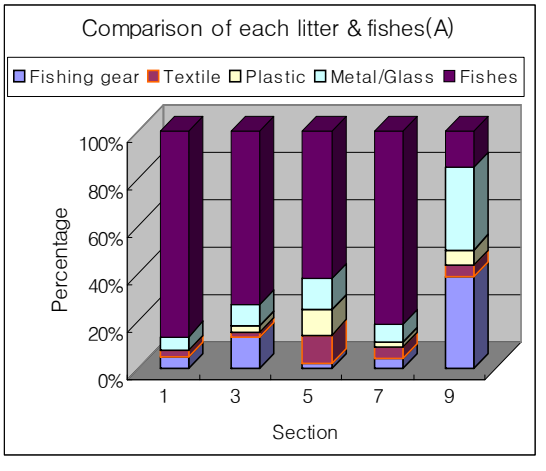
Fig. 9(A)는 중량에 대한 비율의 변동을 해구별로 나타내었다. 진해만 입구인 1번 해구는 90% 이상으로 어류가 대부분이었으나 5번인 마산만 해구까지는 점점 그 점유율이 낮아지며, 거제도 북부인 9번 해구는 역으로 어구, 금속 및 유리제품이 약 80%를 차지하였다.

따라서 해구별 점유율에서 본 두드러진 특징은 어류가 많아지면 폐기물의 차지하는 비율은 줄어들고, 반면에 폐기물이 차지하는 비율이 높으면 어류는 적게 나타났다. 즉 어류와 폐기물은 수량비교에서 역비례의 상관을 갖는 특징을 나타내었다.

Fig. 9(B)는 폐기물의 종류와 어류의 중량 변동을 해구별로 나타내었다. 여기서 9번 해구의 예외적인 경우를 제외하고 가장 두드러진 특징은 폐기물 중 어구류와 어류의 중량은 정비례하여 변함을 알 수 있다. 기타의 폐기물은 어류의 변동과는 무관하였다.

Fig. 10은 계절별로 4가지 폐기물 종류와 어류의 중량을 비교하여 나타내었다.

Fig. 10(A)는 계절에 대한 상호 비율의 변동을 나타내었다. 가을에 해당하는 10월은 타 계절에 비해 어류의 점유율이 가장 낮았고, 봄인 4월에는반대로 폐기물보다 어류의 점유율이 가장 높았다.



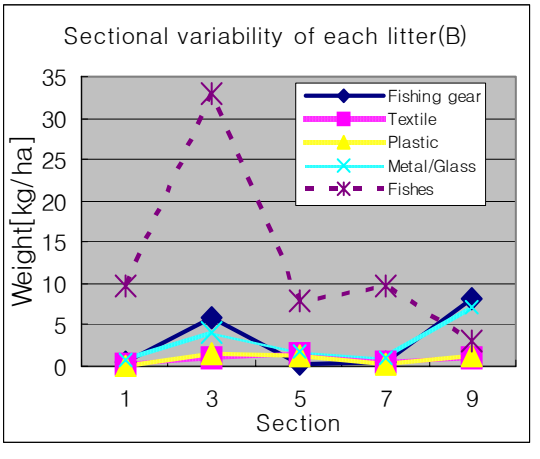
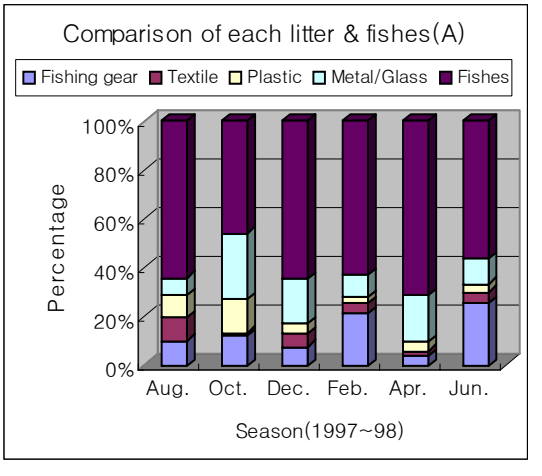




Fig. 9. Sectional variability of each litter & fishes.



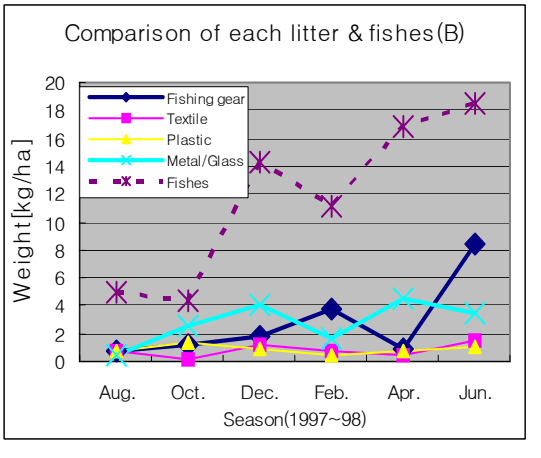




Fig. 10. Seasonal variability of each litter & fishes.

Fig. 10(B)에서 가장 두드러진 특징은 어류의 중량이 8월에서 가을, 겨울 그리고 다음해인 6월까지 계속해서 증가하는 것으로 나타났다. 또한 어류의 경우 어류와 함께 점진적으로 증가하는 추세를 보였다.

따라서 어류와 어구류의 중량은 계절과 함께 변동하므로 폐 어구류가 많으면 어류가 많이 어획됨을 시사하고 있다.

## Ⅳ. 요약 및 결론

폐쇄성 내만인 진해만을 모델로 저서생물에 미치는 해저폐기물의 영향을 조사하여 얻어진 연구결과는 다음과 같다.

1. 해저 폐기물은 해구와 계절에 따라 수량과 중량의 분포밀도가 크게 다르다. 특히 중량 분포밀도는 최대치가 최소치의 약 30배 차이를 보였다.
2. 저서생물은 만 입구에서 가장 많은 37종, 마산만이 가장 적은 17종이 출현되었다. 계절적 변동을 보면, 여름철인 8월이 14종, 10월이 25종 출현하여 그 변동폭은 크지 않았다.
3. 수온과 염분은 어류 생체수와 생체량의 변동에 영향을 미치지 못하였다.
4. 강수량은 해저 폐기물의 변동에 지배적이며, 폐기물의 오염상태는 폐쇄적인 지형적 영향으로 해저에 정체되어 매우 심하게 부패되어있다.
5. 해저폐기물은 저서생물의 수량 변동과 무관하며, 어류의 어종과는 역상관, 어류의 중량과는 정상관을 나타내었다.

## 참고 문헌


Abu-Hilal, Ahmad H. and Al-Najjar Tariq, (2004). Litter pollution on the Jordanian shores of the Gulf of Aqada(Red Sea). Mar. Environ. Res. 58, 39~63.

Derraik, Jose G.B.(2002). The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. Mar. Poll. Bull. 44. 842~852.

Dixon , T. J. and T. R., Dixon,(1983). Marine litter distribution and composition in the North Sea. Mar. Pollution Bull. 14, 145~148.

Gramentz, D.(1988). Involvement of loggerhead turtle with the plastic, metal, and hydrocarbon pollution in the central mediterranean. Mar. Pollution Bull., 19, 11~13.

Kanehiro, H.(1995). A problem of floating litter in the Ocean-Condition and composition of ocean pollution caused by plastic litters, Monthly Letters, 124~131(in Japanese).

Kim, J. H., S. K. Kim, and J. K. Kim,(2001). Distribution Characteristics of bottom litter in Chinhae Bay, Korea. J. Fish. Sci. Tech. 4(3), 150~158.

Laist, D. W.(1987). Overview of the biological effects of lost and discarded plastic in the marine environment. Mar. Pollution Bull., 18, 319~326.

Nakanishi, H., H. Ogi, N. Kanezaki and K. Omuta.(1995). The sea of plastics: Marine life threatened and endangerd. Ocean Eng. Res., Tokyo, Japan, 300p (in Japanese).

Pruter, A. T.(1987). Sources, qualities and distribution of persistent plastics in the marine environment. Mar. Pollution Bull., 18, 305~310.

Shaughnessy, P. D.(1980). Entanglement of Cape fur seals with man-made objects. Mar. Pollution Bull., 11, 332~336.

Younger, K. L. and K. Hodge,(1991). International coastal cleanup verview. In Center for Marine Conservation Report, R. Bierce and K. O'hara, eds., Washington, 1~87.

김삼곤, 김종화, 박창두(1999). 어자원 보호육성을 위한 생육환경 개선에 관한 연구. 1. 소형저인망에 채집된 진해만 저서어류의 분포. 수해양교육학회지. 11(1), 98~113.

김종화(1984). 진해만의 해수교환. 부산수산대학 대학원 석사학위 논문 36p.

김종화(1998). 연안어장의 부유성 폐기물 분포와

조성에 관한 연구. 1. 남해동부해역. 한국어업기술학회지, 34(3), 288~293.
김종화(1999). 연안어장의 부유성 폐기물 분포와 조성에 관한 연구. 2. 남해중부해역의 폐기물 수송. 한수지, 32(3), 338~344.
김종화, 김삼곤, 박창두, 주수동(1997). 한국동해 연안어장의 부유성 폐기물 분포와 조성, 수해양교육학회, 9(1), 31~39.
김민석, 김종화, 김삼곤(1999). 한국 제주도와 중국청도의 항로상에 부유하는 해양 폐기물의 분포에 관한 연구. 수해양교육학회지, 11(2), 203~213.
해양수산부(2004). 해양과학기술(Marine Technology).