

제주와 거문도 주변해역 해저폐기물의 분포실태

김제훈 · 신형호* · 장덕종* · 김대진†
전남대학교(학생) · *†전남대학교(교수)

Distribution of sea-bed waste in the seas around Jeju and Geomundo

Je-Hun KIM · Hyeong-Ho SHIN* · Duck-Jong JANG* · Dae-Jin KIM†
Chonnam National University(student) · *†Chonnam National University(professor)

Abstract

This study is a basic study for the management of major commercial fishing grounds in Korea. To this end, this study analyzed the types, characteristics and density distribution of sea-bed waste through a survey of bottom trawl in the seas around Jeju and Geomundo for 3 years from 2016, and investigated the relationship between the appearance of sea-bed waste and the fishing industry. A total of 966 sea-bed wastes were collected in the total survey area of 5.9km². Out of them 691(71.5%) were fish traps, followed by 86(8.9%) living wastes and 64(6.6%) long lines., 40(4.1%) nets, 47(4.9%) plastic garbage, 35(3.6%) ropes, and 3(0.3%) wire ropes. Among the collected fish traps, 57% were damaged in shape and the fishing catch ability was lost, while 43% of them were in good condition. About 40% of lost fish traps were found to have ghost fishing possibility. The amount density of sea-bed waste per unit area(km²) of the survey sea area ranged from a maximum of 220pcs/km² to a minimum of 80pcs/km² depending on the location, and the average of the total sea area was 150pcs/km². By type, fish trap was collected at the highest rate at 117pcs/km², followed by living waste at 15pcs/km², long line 11pcs/km², plastics at 8pcs/km², nets 7pcs/km², ropes 6pcs/km², etc. The sea area around Jeju and Geomundo are major fishing grounds for offshore fisheries in Korea. In the area, eels, blue crabs, yellow corbina, and sea breams are caught, and cross-fishing operations using fish traps, gill nets, and long lines are carried out throughout the year. Therefore, in this sea area, many fishing gears can not be lifted due to fishing accidents caused by competition among the fisheries and are often discarded underwater. Therefore, fishing gears such as fish traps, nets, and long lines, which occupy the majority of sea-bed waste collected, originate from the fishing operation conducted in this sea. Thus, the correlation can be considered very high. In particular, the fish trap, which shows the largest portion of the collected sea-bed waste, is made of synthetic resin, so the biodegradable time is long. As it may continue ghost fishing, it may adversely affect fishery resources. A reasonable way to solve this problem is to determine the location and scope of major domestic commercial fishing grounds in advance at the national level and proceed with the sea-bed waste collection in each sea area in sequence. In addition, it is necessary to reinforce fishermen's responsibility by actively implementing a real-name fishing gear system to manage the history of fishing gear manufacturers, places of purchase, and disposal processes.

Key words : Sea-bed waste, fish trap, fishing grounds, Quantity density, Weight density

I. 서론

제주와 거문도 주변해역은 쿠로시오해류, 대마

† Corresponding author : 061-659-7116, djkim@jnu.ac.kr

난류, 황해난류, 중국연안류 등이 복합적으로 작용하기에 연중 다양한 어종들이 풍부하게 출현하는 해역으로 과거부터 조기, 오징어, 고등어, 갈치, 장어, 돔류 등의 어종이 다량 어획되는 국내 주요 상업어장이다(MOF and KOEM, 2017). 이들 해역에서는 근해안강망, 근해자망, 근해통발, 근해선망, 기선저인망 등 다양한 어업이 수행되고 있으며 사용하는 어구의 규모가 크기 때문에 조업구역 확보를 위한 어업 간의 경쟁이 매우 치열한 곳이다. 따라서 이들 해역은 조업어선의 생활폐기물과 어장 사고 등으로 각종 어구가 해상에 지속적으로 유실되고 있으며 이들 폐기물은 수심이 깊고 육지에서 멀리 떨어진 장소적 한계 때문에 수거되지 못하고 장기간 방치되고 있는 실정이다.

수중폐기물의 자연분해 시간을 연구한 결과에 따르면 플라스틱은 약 450년, 낚시어구인 연승(주낙)은 약 600년 이상 소요되는 것으로 보고되고 있다(KMI, 2001). 또한 수중폐기물을 방치할 경우 해저생물의 서식 공간 점유 및 분해과정에서 생성되는 해양동물의 미세플라스틱 섭취, 해저 빈산소 발생, 어획 기능 소진 시까지 이루어지는 폐어구의 유령어업, 어선의 조업사고 유발 등의 원인으로 지적되고 있다(Oh, 2019; MOF, 2018).

최근 해양쓰레기가 사회문제로 대두되면서 다양한 해양쓰레기 저감방안이 시행되고 있다. 2017년도 해양쓰레기 관리 연차보고서(MOF and KOEM, 2017)에 따르면, 국내 연간 해양쓰레기 유입량은 176,807톤으로 추정되며 그 중 해상에 투기된 쓰레기는 58,370톤으로 보고되고 있다. 또한 해상에 투기된 쓰레기는 조업 중에 유실된 어망 등의 어구가 44,081톤, 선박 생활폐기물이 2,347톤으로 조업 및 선박 운항 중에 해상에 투기된 폐기물이 전체의 80%를 차지하고 있는 것으로 조사되고 있다.

한편 해양폐기물은 해양환경과 해양생물에게 직접적인 영향을 미치는 오염원으로 가능한 조기에 수거하는 것이 중요하다. 그러나 해양폐기물

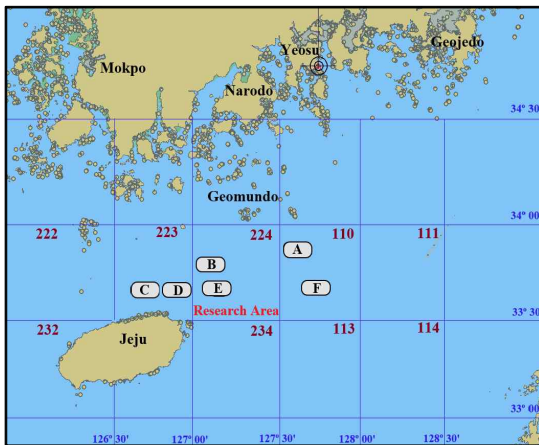
수거는 막대한 예산과 장비, 인력 등이 수반되어야 가능한 사업이다. 지금까지 국내 해양폐기물 수거사업은 언론이나 사회단체 등에서 문제점으로 제기한 해안쓰레기 위주로 진행되어 왔으며 막대한 비용이 소요되는 먼 바다의 수중 침적폐기물은 대상에서 제외되어 왔다(Lee and Kim, 2016; Cha et al., 2014). 그러나 제주와 거문도 주변해역과 같이 국내 근해어업의 주요 어장은 매년 해저폐기물이 적체됨으로써 해저생물의 서식지 훼손에 따른 어장 생산성 저하와 조업 시 어구 손상사고를 초래하는 원인으로 작용하고 있다(Kim et al., 2007). 따라서 서식지 환경개선을 통한 어업의 지속가능성 확보라는 측면에서 국가 중요 어장에 대한 수중폐기물 발생 정도를 체계적으로 모니터링하고 그에 따른 해결방안을 시급히 수립할 필요가 있다.

지금까지 해양폐기물에 관한 연구는 주로 연안과 항내의 해양폐기물 제거사업을 위한 실태조사가 다수를 차지하고 근해해역의 해양폐기물 분포에 관한 연구는 일부 연구자에 의해 단속적으로 진행되어 왔다. Kim et al.(1999)이 진해만 해저폐기물 실태조사를 통해 어자원 보호육성을 위한 생육환경 개선에 관한 연구를 수행하였으며, Kang(2001)과 Kim et al.(2006)은 국내 연안의 항내 수중침적 폐기물 분포와 부산항 부근 해역의 해저폐기물 분포를 연구하였다. 또한 먼 바다의 해양폐기물에 관한 연구는 Kim(2010)이 부산과 제주도 항로상에서 수면의 부유폐기물 정도를 조사하였고 Jeong et al.(2005)은 동중국해에서 해저폐기물 분포 특성에 관한 연구를 수행한 적이 있으며 최근에 Kim et al.(2017)이 우리나라 서해 근해 해저쓰레기 분포 및 조성에 관한 연구를 수행하였다.

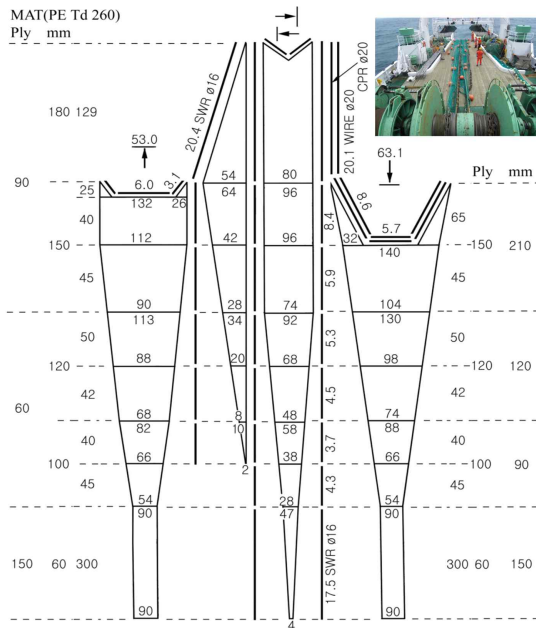
본 연구는 국내 상업어장에 존재하는 해저폐기물의 실태를 파악하고자 제주와 거문도 주변해역에서 저층트롤어구를 이용하여 3년 동안 해저폐기물의 종류와 특성 및 분포밀도 등을 조사분석하였다.

II. 재료 및 방법

제주도와 거문도 주변해역의 해저 침적폐기물 조사는 2016년 4월부터 2018년 9월까지 총 22회에 걸쳐 전남대학교 실습선 동백호(1,057GT, 2,200ps)의 저층트롤어구를 사용하여 실시하였다.



[Fig. 1] A map showing the survey sea areas.



[Fig. 2] The bottom trawl net used in the investigation on the seabed litter.

조사해역은 [Fig. 1]에서와 같이 실제 어선조업이 활발하게 수행되고 있는 110해구, 223해구, 224해구를 중심으로 A~F 지점까지 총 6개의 해역으로 구분하여 트롤조사를 실시하였으며, 해저 폐기물 수집에 사용된 저층트롤어구의 구성은 [Fig. 2]와 같고 투망위치와 조사 시기는 <Table 1>과 같다.

<Table 1> Trawling Survey point of sea-bed waste in the seas around Jeju and Geomundo

Sea area	Lat.(N)	Long.(E)	Swept area (km ²)	Sampling date
A	33° 54.5'	127° 37.1'	0.3	2016/04/23
	33° 53.4'	127° 35.0'	0.6	2016/06/24
	33° 41.7'	127° 29.1'	0.3	2016/04/23
	33° 45.8'	127° 30.1	0.3	2016/11/02
	33° 46.5'	127° 29.4'	0.3	2016/11/02
B	33° 45.6	127° 29.8'	0.4	2016/11/05
	33° 45.7'	127° 29.8'	0.2	2017/06/28
	33° 44.5'	127° 28.0'	0.3	2017/10/31
	33° 45.3'	127° 32.0'	0.2	2017/10/31
	33° 41.6'	127° 01.4'	0.3	2017/11/03
C	33° 41.5'	127° 01.6'	0.2	2017/11/15
	33° 40.7'	127° 02.3'	0.2	2018/05/25
	33° 41.4'	127° 01.7'	0.3	2018/05/25
	33° 38.3'	127° 04.5'	0.2	2018/08/07
	33° 41.2'	127° 01.6'	0.3	2018/08/25
D	33° 38.4'	127° 03.9'	0.2	2018/09/13
	33° 41.6'	127° 27.7'	0.1	2018/04/26
	33° 41.0'	127° 29.3'	0.2	2018/05/25
E	33° 41.8'	127° 27.3'	0.1	2018/09/13
	33° 39.4'	127° 33.6'	0.3	2017/04/24
F	33° 38.8'	127° 33.0'	0.2	2018/04/26
	33° 38.9'	127° 43.4'	0.4	2017/06/06

조사해역의 수심 범위는 89~122m였고 트롤어구의 예망속도는 모든 조사에서 평균 3.5 knots를 유지하도록 하였으며 평균 예망시간은 60분을 기

준하였다. 조사 시 저층트롤의 소해면적(조사면적, km^2)은 예망부터 양망시까지 걸린 시간(hr), 예망속도(knots)와 저층트롤 그물의 전개폭(m)을 곱하여 구하였다.

저층트롤에 수집된 각각의 폐기물은 이물질 제거, 세척 및 건조 후 종류별 수량과 중량(kg)을 조사하였으며 저층트롤의 소해면적을 기준하여 조사해역의 단위면적당 폐기물의 수량(pcs/ km^2)과 중량(kg/km^2), 분포특성 등을 분석하였다.

또한 수중의 폐어구의 대부분은 유령어업으로 인해 어업자원에 영향을 미치지만, 해저폐기물 중 수집량이 가장 많았고 유실된 이후에도 해저에서 어획성능이 그대로 유지되는 통발은 외형의 손상정도에 따라 유령어구와 비 유령어구로 구분하여 분석하였다.



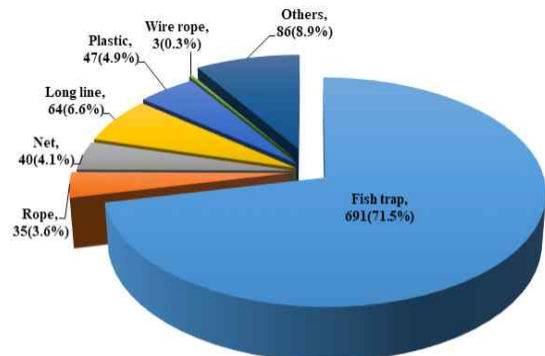
[Fig. 3] A photograph of sea-bed waste collected by bottom trawl net.

Ⅲ. 결과 및 고찰

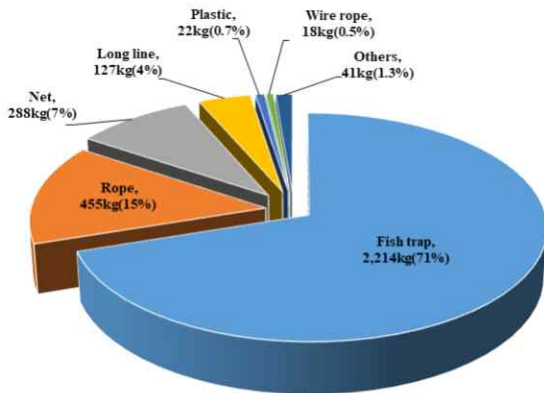
1. 해저폐기물의 종류 및 특성

조사기간 동안 저층트롤의 총 소해면적은 5.9km^2 였으며 트롤어망에 수집된 해저폐기물은 통발, 로프류, 그물류, 연승(주낙), 플라스틱류, 와이어로프, 기타 등이며, 기타 폐기물은 비닐류, 신발류, 빈병류, 캔류, 목재류 등으로 나타났다. 수집된 전체 해저폐기물의 총 수량과 중량은 966개와 3104.9kg 이었고 단위면적당 수량과 중량밀도는 각각 $164\text{pcs}/\text{km}^2$ 과 $526.3\text{kg}/\text{km}^2$ 으로 나타났다.

[Fig. 4]는 수집된 전체 해저폐기물을 종류별로 구분한 것으로, 총 966개의 해저폐기물 중 통발어구가 691개로 전체의 71.5%를 차지하고, 기타 폐기물 86개(8.9%), 연승(주낙) 64개(6.6%), 그물류 40개(4.1%), 플라스틱류 47개(4.9%), 로프류 35개(3.6%), 와이어로프 3개(0.3%) 등으로 조사되었다. 또한 해저폐기물의 총 중량 3,104.9kg 중 통발어구가 2,214kg으로 전체 중량의 71%를 차지하고, 로프류 455kg(15%), 그물류 288kg(7%), 연승 127kg(4%), 기타 폐기물 41kg(1.3%), 플라스틱류 22kg(0.7%), 와이어로프 18kg(0.5%) 등으로 나타났다([Fig. 5]).

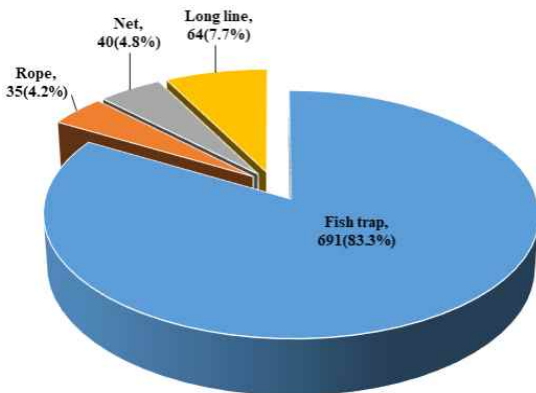


[Fig. 4] The quantity rate by the types of collected sea-bed wastes.



[Fig. 5] The weight rate by the types of collected sea-bed wastes.

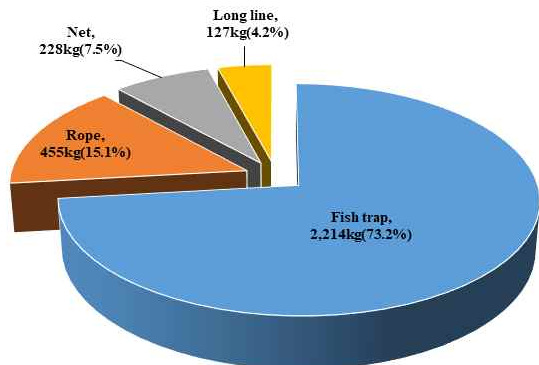
[Fig. 6]과 [Fig. 7]은 수집된 해저폐기물 중 어구류만을 대상으로 수량과 중량에 대한 점유율을 분석한 것으로, 통발이 83.3%와 73.2%를 차지하여 점유율이 가장 높고 각종 어구의 부속재료로 사용되는 로프류가 4.2%, 15.1%, 그물류가 4.8%, 7.5%, 연승이 7.7%, 4.2%를 각각 차지하는 것으로 나타났다.



[Fig. 6] The quantity rate of collected sea-bed wastes by the fishing gear.

특히 조사해역은 통발어업의 주요 어장이고 각각의 통발은 로프로 연결되는 구조이기에 조업 중 통발과 로프가 동시에 유실되어 해저폐기물로 수집되는 경우도 많은 것을 볼 수 있었다. 또한

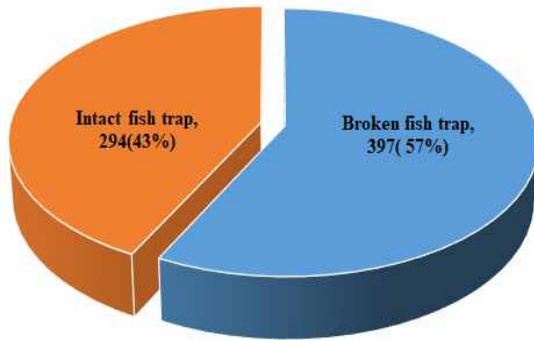
수집된 어구류 중 로프류는 수량이 35개로 전체의 4.2% 정도이지만 중량으로는 455kg으로 전체의 15.1%를 차지하는데, Roll 형태의 페로프가 다수 수집된 것으로 보아 조업어선에서 로프를 새 것으로 교체한 후 한꺼번에 해상에 투기한 것으로 사료된다.



[Fig. 7] The weight rate of collected sea-bed wastes by the fishing gear.

한편 통발은 내부에 미끼를 투입하여 대상 생물을 유인하는 어업으로 조업 중 로프 절단 등에 의해 탈락되는 경우가 빈번히 발생한다. 이때 탈락된 통발어구에 생물이 유입될 경우 탈출하지 못하고 미끼가 되어 새로운 생물을 유인하는 유령어업이 진행되는데, 통발의 기능이 소멸될 때까지 반복적으로 지속되기에 문제점으로 지적되고 있다(Kim et al., 2014a; Kim et al., 2016).

[Fig. 8]은 유실된 통발의 유령어업 가능성 여부를 파악하고자 저층트롤에 수집된 전체 691개 통발을 파손정도에 따라 분류한 것이다. 수집된 통발 중 그물이 찢어지거나 지지대가 파손되어 유령어업 역할을 하지 못하는 통발은 397개로 약 57%를 차지하였으며, 생물이 유입되면 탈출하지 못하는 온전한 상태의 통발은 294개로 약 43%를 차지하는 것으로 나타났다. 따라서 조업 중 탈락된 통발의 약 40%가 유령어업을 유발시킬 가능성이 있다고 볼 수 있다.



[Fig. 8] The damage rate of the collected fish traps.

조사해역에서 수집된 통발은 계류와 낙지 등이 어획대상인 그물통발과 플라스틱 장어통발이며 이들 통발은 분해에 장기간의 시간이 소요되는 재료로 제작되어 있다. 최근 통발 몸체 일부분에 분해시간이 짧은 생분해성 재료를 사용하여 일정 시간 경과 시 탈출구가 생김으로써 조업 중 탈락된 통발에 의한 유령어업을 방지하는 방안이 제시되고 있다(Kim et al., 2016). 그러나 생분해성 재료는 강도가 낮고 제작도 불편하기에 현장에서는 사용하기를 꺼리고 있다. 따라서 통발에 의한 유령어업을 방지할 수 있는 별도의 방안을 마련할 필요가 있다.

2. 해저폐기물의 분포밀도

<Table 2>는 [Fig. 1]의 A~F 해역에서 저층트롤에 수집된 해저폐기물의 종류별 수량과 중량을 각 해역별로 구분한 것이다. 이 중 어구류만을 보면, 전체 해저폐기물 중 수량이 가장 많은 통발은 B 해역과 A 해역, C 해역에서 580개가 수집되어 전체 통발의 약 83.9%를 차지하고, 연승은 B 해역과 C 해역에서 46개가 수집되어 전체의 약 71.9%를 차지하고 있다. 또한 그물류는 B 해역과 A 해역, C 해역에서 37개가 수집되어 전체의 92.5%를 차지하고, 로프류는 D 해역과 E 해역을 제외한 모든 해역에서 비교적 고르게 수집된 것을 볼 수 있다. 또한 플라스틱류는 B 해역이 대다수인 약 83%를 차지하고, 주로 생활폐기물인 기타 폐기물은 C 해역과 F 해역에서 전체의 약 76.7%가 수집된 것으로 나타났다.

<Table 3>은 저층트롤의 소해면적을 기준으로 단위면적당(km²) 해저폐기물의 수량(pcs/km²)과 중량(kg/km²)을 시기별로 나타낸 것으로, 해저폐기물의 분포밀도는 4월에 253pcs/km²와 825.3 kg/km², 10월에 356pcs/km²와 1411.6kg/km²으로 가장 높게 나타났다. 해저폐기물 중 가장 많은 비율을 차지하는 통발은 4월과 10월에 476pcs/km²와 776.5kg/km²이었으며 로프류는 4월과 10월에

<Table 2> The quantity and weight distribution of sea-bed waste in the seas around Jeju and Geomundo

	Sea area												Total	
	A		B		C		D		E		F		Quantity	Weight
	Quantity (pcs)	Weight (kg)	Quantity (pcs)	Weight (kg)	Quantity (pcs)	Weight (kg)	Quantity (pcs)	Weight (kg)	Quantity (pcs)	Weight (kg)	Quantity (pcs)	Weight (kg)	Quantity (pcs)	Weight (kg)
Fish trap	158	409.1	331	1036.2	91	330.4	27	75.6	59	257.6	25	105	691	2,213.9
Rope	8	53.2	15	288.2	6	33.8	0	0	1	28	5	52	35	455.2
Net	11	20.2	12	116.5	14	81.2	3	10	0	0	0	0	40	227.9
Long line	6	1.4	30	81.5	16	28.2	2	2.5	4	4.6	6	8.6	64	126.8
Plastic	5	0.4	39	19.6	3	2	0	0	0	0	0	0	47	22
Wire rope	2	9.2	0	0	1	8.8	0	0	0	0	0	0	3	18
Others	0	0	10	11.1	46	8.8	0	0	10	5.8	20	15.4	86	41.1

<Table 3> The quantity and weight distribution of sea-bed waste by collection period around Jeju and Geomundo

	2016 - 2018													
	Apr.		May		Jun.		Aug.		Sep.		Oct.		Nov.	
	pcs/km ²	kg/km ²	pcs/km ²	kg/km ²	pcs/km ²	kg/km ²	pcs/km ²	kg/km ²	pcs/km ²	kg/km ²	pcs/km ²	kg/km ²	pcs/km ²	kg/km ²
Fish trap	222	706.9	40	112	81	253.5	32	89.6	23	65.3	254	750.0	100	362.4
Rope	11	95.8	0	0	9	47.5	10	47.6	0	0	4	479.2	3	13.2
Net	7	13.1	11	45.4	8	23	4	30.4	17	94.7	0	0	5	72.8
Long line	6	4.6	6	15.7	12	10.7	10	24	20	10.3	10	136.4	15	9.5
Plastic	0	0	0	0	4	0.3	2	2.0	0	0	68	34	5	2.4
Wire rope	0	0	0	0	1	7.7	0	0	0	0	0	0	1	5.9
Others	8	4.8	31	4.9	8	12.8	44	6.8	0	0	20	12	8	4.7
Total	253	825.3	89	178.0	123	355.5	102	200.4	60	170.3	356	1411.6	137	470.9

15pcs/km²와 575kg/km², 그물류는 5월과 9월에 28pcs/km²와 140.1kg/km², 연승은 10월에 10pcs/km²와 136.4 kg/km²으로 나타나 주로 봄철과 가을철에 다수의 폐어구가 존재하는 것으로 나타났다.

제주도 주변해역은 과거부터 장어, 꽃게, 조기, 돛류 등을 어획하는 국내 근해어업의 주요 어장으로 특히 대상 어종의 어기가 겹치는 봄철과 가을철은 통발과 자망, 연승 등의 조업이 활발히 수행되고 있는 해역이다. 따라서 이들 시기는 어선들의 조업경쟁에 따른 어장사고가 빈번히 발생하게 되고, 결국 훼손된 어구가 해저에 폐기되는 경우가 많기에 봄철과 가을철에 수집된 폐어구가 다수를 차지하는 것으로 볼 수 있다.

<Table 4>는 조사해역의 해저폐기물 분포밀도를 파악하고자 <Table 2>의 자료를 저층트롤의 소해면적을 기준으로 각 해역별 단위면적당(km²) 해저폐기물의 분포밀도로 환산하여 수량(pcs/km²)과 중량(kg/km²)으로 나타낸 것이다.

각 해역별 단위면적당 해저폐기물의 분포밀도를 보면, B 해역에서 220pcs/km²와 776.5kg/km²로 가장 높게 나타나고 A 해역은 211pcs/km²와 548.3kg/km², E 해역은 148pcs/km²와 592kg/km², F 해역은 140pcs/km²와 452.5kg/km², C 해역은

104pcs/km²와 290.1kg/km², D 해역은 80pcs/km²와 220.3kg/km²으로 나타났다. 따라서 수량기준으로 단위면적당 해저폐기물은 B 해역이 가장 많고 A, E, F, C, D 해역 순서로 높게 나타나며, D 해역을 제외한 모든 해역에서 단위면적당 100pcs/km² 이상의 해저폐기물이 존재하는 것을 볼 수 있다.

<Table 4> The amount density of sea-bed waste per unit area(km²) of the survey sea area

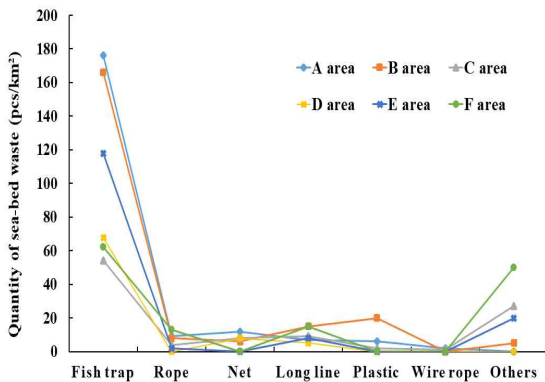
Sea area	Quantity (pcs)	Weight (kg)	Swept area (km ²)	Distribution density/km ²	
				pcs/km ²	kg/km ²
A	190	493.5	0.9	211	548.3
B	437	1,553.1	2.0	219	776.5
C	177	493.2	1.7	104	290.1
D	32	88.1	0.4	80	220.3
E	74	296.0	0.5	148	592.0
F	56	181.0	0.4	140	452.5
Total	966	3,104.9	5.9	902	2,879.7

3. 해저폐기물의 종류별 분포밀도

[Fig. 9]는 <Table 2>의 자료를 저층트롤의 소해면적을 기준으로 단위면적당(km²) 해저폐기물

의 종류별 분포밀도를 해역별로 나타낸 것이다.

이것에서 보면, 통발은 모든 해역에서 단위면적당 분포밀도가 가장 높게 나타났는데, 특히 A, B, E 해역은 단위면적당 118~176개의 높은 분포밀도를 보이고 C, D, F 해역은 54~68개의 분포밀도를 보이고 있다. 한편, 통발을 제외한 다른 폐기물의 단위면적당 분포밀도는 해역별로 큰 차이가 없이 유사한 경향을 보이는데, 폐기물의 종류에 따라 분포밀도가 가장 높은 해역은 로프류와 연승의 경우 F 해역에서 13~15개, 그물류는 A 해역에서 12개, 플라스틱류는 B 해역에서 20개, 기타 폐기물은 F 해역에서 50개 정도로 나타나고 있다. 따라서 조사해역의 해저에 존재하는 단위면적당 폐기물은 통발어구가 가장 많은 비율을 차지하고 로프류와 연승, 그물류 등의 폐어구가 일부 존재하는 것으로 볼 수 있다.



[Fig. 9] The quantity distribution of collected sea-bed wastes in each sea area.

이와 같이 단위면적당 유실통발의 분포밀도가 높은 이유는 조사해역이 통발어업의 주요 어장이기도 하지만 조업 중 해상에 투기된 그물이나 로프 등은 조류나 파도에 의해 다른 해역으로 이동할 수 있는 것에 반해, 유실된 통발은 침강하여 몸체 일부가 해저에 묻히는 경우가 많아 조업해역에 지속적으로 머물기 때문으로 볼 수 있다. 이것은 현장조사에서 수집된 다수의 통발 몸체에

필이 묻어 있는 것을 통해 확인할 수 있었으며 그에 따라 시간이 경과 할수록 유실통발의 해저 분포밀도는 증가할 것으로 판단된다.

IV. 결론 및 고찰

본 연구는 국내 주요 상업어장 관리를 위한 기초연구로, 제주와 거문도 주변해역에서 2016년부터 3년 동안 저층트롤 조사를 통해 해저폐기물의 종류와 특성, 분포밀도 등을 분석하고 해저폐기물의 생성과 어업의 관련성에 대해 고찰하였다. 조사기간 동안 저층트롤의 전체 소해면적 5.9 km²에 수집된 해저폐기물은 총 966개였으며 그 중 통발이 가장 많은 691개로 전체의 71.5%를 차지하였고, 기타 생활폐기물이 86개(8.9%), 연승 64개(6.6%), 그물류 40개(4.1%), 플라스틱류 47개(4.9%), 로프류 35개(3.6%), 와이어로프 3개(0.3%) 순으로 조사되었다. 수집된 통발 중 형태가 파손되어 기능이 소실된 것은 57%였으며 상태가 온전한 것은 43%로 유실된 통발의 약 40%가 유령어업의 가능성이 있는 것으로 나타났다.

저층트롤의 소해면적을 기준으로 조사해역의 단위면적당(km²) 해저폐기물의 수량밀도는 장소에 따라 최대 220pcs/km² 에서 최소 80pcs/km² 범위였으며 전체해역의 평균값은 150pcs/km² 로 나타났다. 또한 해저폐기물의 종류별 단위면적당 수량밀도는 통발어구가 117pcs/km²로 가장 높았고 생활폐기물이 15pcs/km², 연승어구(주낙) 11pcs/km², 플라스틱류 8pcs/km², 그물류 7pcs/km², 로프류 6pcs/km² 등으로 나타났다.

제주와 거문도 주변해역은 국내 근해어업의 주요 어장으로 통발과 자망, 연승 등 어업간의 교차조업이 연중 이루어지는 수역이다. 따라서 이들 수역은 조업 간 경쟁에 따른 조업사고로 다수의 어구가 인양되지 못하고 수중에 폐기되는 경우가 빈번히 발생하게 된다. 그러므로 이들 해역에서 수집된 해저폐기물 중 다수를 차지하는 통

발, 자망, 연승 등의 어구류는 이들 해역에서 수행되는 어업에서 발생한 것으로 그 상관성이 매우 높다고 볼 수 있다. 특히, 조사해역에서 단위면적당 분포밀도가 가장 높게 나타난 통발은 합성수지로 제작되어 분해시간이 길고 유령어업이 지속적으로 진행되는 문제점이 있다. 이를 해결하고자 통발 일부분에 생분해성 재료를 사용하여 유실통발에 의한 유령어업을 방지하는 방안이 제시되고 있지만 내구성 저하로 어민들이 사용을 꺼리고 있어 효과를 보지 못하고 있다.

지금까지 국가 어장관리 정책은 연안의 소형어선을 대상으로 폐어구 수거사업과 항만 및 양식장의 해저폐기물을 수거하는 어장정화사업 등으로 연안 환경개선에 주안점을 두고 진행되어왔으며 근해어장 관리는 소외되어왔다. 최근 일부 어업인 단체가 근해어장 해저폐기물의 심각성을 알리고자 홍보성 행사로 수거작업을 진행한 적이 있다. 그러나 지자체나 어업인이 근해어장의 해저폐기물을 수거하는 것은 해역규모나 소요예산 등에서 비현실적이라 할 수 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위해서는 중앙정부의 주도하에 국내 주요 상업어장의 장소와 범위를 사전에 정하고 각 해역의 해저폐기물 수거사업을 순차적으로 진행하는 것이 합리적인 방안이라 본다. 또한 사용어구의 제조사와 구입처, 폐기과정 등의 이력을 관리하는 어구실명제 제도를 적극적으로 실행하여 어업인의 책임성을 강화하는 노력이 요구된다.

References

- Bae SB, An HC, Jeong EC, Park HH, Park SW and Park CD(2010). Fishing power estimation of biodegradable traps in the East Sea, J. Kor. Soc. Fish. Tech., 46(4), 292~301.
<http://doi.10.3796/KSFT.2010.46.4.292>.
- Cha HS, Kang HC and Kim HK(2014). Study on Current Status of Fishing Gear Management and Introduction of Fishing Gear Management and Disposal Act, Korea Legislation Research Institute-Korea Fisheries Infrastructure Promotion Association, 1~189.
- Jeong SB, Lee DI, Cho HS and Kim YJ(2005). Characteristics of Marine Litters Distribution on the Sea-bed of the East China Sea, Journal of the Korean Society for Marine Environmental Engineering, 8(4), 220~226.
- Kang WS(2001). The Methodology for Investigation on Seabed Litters and The Distribution of Seabed Litters in Ports around the Korean Coastline, Journal of the Korean Society for Marine Environmental Engineering, 4(3), 74~80.
- Kim JH, Kim MS and Kim YB(2007). The Impact of Bottom Debris on the Benthos in Fishing Grounds, Jour. Fish. Mar. Sci. Edu., 19(3), 491~501.
- Kim JN, Kang MH and Jo HS(2017). The distribution and composition of seabed litter in the exclusive economic zone of West Sea of South Korea, J Korean Soc Fish Tech., 53(4), 437~445.
<http://doi.org/10.3796/KSFT.2017.53.4.437>
- Kim MS, Lee JM, Kim JH and Kang IK(2006). Distribution and Composition of Marine Debris on the Sea Bed around the Busan Port. Jour. Fish. Mar. Sci. Edu., 18(3), 236~243.
- Kim MS(2010). Distribution of Marine Litters in the Sea Area Between Busan and Jeju Island. Jour. fish. Mar. Sci. Edu., 22(3), 354~361.
- Kim SH, Yang YS, Jeong JH, Song MS, Lee DH, Choi MB, Cha SH, Lee CH and Kim HS(2016). Verification on the Ghost Fishing by Derelict Fishing Gears through the Tank Experiments, Jour. Fish. Mar. Sci. Edu., 28(5), 1258~1265.
<http://doi.10.13000/JFMSE.2016.28.5.1258>.
- Kim SH, Park SW and Lee KH(2014b). Fishing performance of environmentally friendly tubular pots made of biodegradable resin (PBS/PBAT) for catching the conger eel *Conger Myriaster*, Fish Sci 80, 887~895.
<https://doi.org/10.1007/s12562-014-0785-z>.
- Kim SK, Kim JH and Park CD(1999). A Study on the Growth and Environmental Development for the Protection-nourishment of Fisheries Resources II. Marine Litter on the Sea-bed of Chinhae Bay, Bull. Korean Soc. Fish. Tech. 35(4), 359~365.

- Korea Maritime Institute. 2001, Enhancing the Efficiency of Marine Environment Protection Policy Implementation: Focusing on Fishing net · Rope Management. 15~60.
- Lee JS and Kim DY(2016). Current Problems of Derelict Fishing Gear and Systematic Management Directions, Jour Fish. Mar. Sci. Edu., 28(4), 1014~1023.
<http://doi.10.13000/JFMSE.2016.28.4.1014>.
- MOF & KOEM(2017). Marine debris management annual report, 43-52.
- MOF(Ministry of Ocean and Fisheries, 2018). Maritime Accident Statistics and Accident Cases, 11~12.
- Oh WJ(2019). A Study on the Environmental Legal System to Prevent the Environmental Risks Caused by ALDFG, ocean Environmental Law Society Environmental Law Research. 41(3), 233~264.
-
- Received : 16 November, 2020
 - Revised : 06 December, 2020
 - Accepted : 11 December, 2020