

제주도 근해 참조기 유자망 어장의 폐어구 분포현황

김병엽 · 서두옥¹ · 최찬문¹ · 이창헌¹ · 장대수 · 오택윤² · 김영혜³ · 김정년^{2*}
국립수산과학원 아열대수산연구센터, ¹제주대학교 해양과학대학,
²국립수산과학원 자원관리과, ³국립수산과학원 연구기획과

Characteristics of lost fishing gear distribution on the sea bed around gillnet fishing ground for yellow croaker in the near sea of Jeju, Korea

**Byung-Yeob KIM, Du-Ok SEO¹, Chan-Moon CHOI¹, Chang-Heon LEE¹
Dae-Soo CHANG², Taeg-Yun OH², Yeong-hye KIM³ and Jung-Nyun KIM^{2*}**
*Subtropical Fisheries research center, Southwest Sea Fisheries Research Institute,
National Fisheries Research and Development Institute, Jeju 690-192, Korea*
¹*College of ocean science, Cheju national university, Jeju 690-756, Korea*
²*Fisheries Resources Management Division, NFRDI, Busan 691-705, Korea*
³*Research and Development planning Division, NFRDI, Busan 691-705, Korea*

This paper was concentrated on the distribution and the composition of lost fishing gear on the sea bed around yellow croaker fishing ground in the near sea of Jeju, Korea from April to October 2009 in order to improve the fishery environment. Recovering lost fishing gears was carried out total 10 times with a trawl net along the isobath. As the result, it seems reasonable to conclude that the amount of lost fishing gear has a deep connection with the dip of the sea bed as well as the fishing gear scale, fishing ground and so on. The amount of recovered lost fishing gears were in order of gillnets, dragged gears, traps and ropes. In particular, traps were recovered almost every time within the survey area.

Keywords: Yellow croaker fishery, Lost fishing gear, Isobath, Recovering lost fishing gears

서론
제주도 주변해역은 계절에 따라 대마난류계

수, 황해저층냉수계수, 중국대륙연안수, 한국남
해연안수 등 다양한 이질수괴가 출현하고 있으

*Corresponding author: jnkim@nfrdi.go.kr, Tel: 82-51-720-2331, Fax: 82-51-720-2277

며, 이들 여러수괴의 분포상태에 따라 여러 회유성 어종이 출현 시기를 달리하며 좋은 어장을 형성하고 있다 (Kim et al., 2002). 이러한 좋은 어장을 형성하고 있음에도 불구하고 어장에서 발생하는 해양 폐기물은 주변 어장의 황폐화를 가속시키고 있으며, 또한 해양주변국들과의 어업협정으로 근해어업의 생산활동이 저하함에 따라 연안 해역에서의 생산활동 증가에 따른 폐기물이 증가하고 있다 (An et al., 2001). 이러한 해양 폐기물은 어선에서의 부주의한 처리나 폐기 또는 해안으로부터 유입되는 쓰레기가 대부분으로 이러한 폐어구는 해양에서 분해되지 않고 남아 해양동식물의 생태환경 뿐만 아니라 어업 자원의 회복에 막대한 지장을 초래하고 있으며, 해양생물의 산란장과 서식처를 위협하고 폐기물 속에 갇혀 죽어가는 현상을 초래한다. 이처럼 해양 폐기물은 바다물속에서 분해되지 않고 남아서 치어 및 생물학적 최소 체장이하 어류의 치사, 해양 생태환경 파괴, 어업자원생물의 회복 장애등 해양폐기물의 피해가 심화되고 있으며 이와 관련한 폐기물 수거에 관한 연구로 Jeong et al. (2005), Kim et al. (2006)의 여러 연구들이 진행되어 왔으나, 해저지형 또는 어장 등에 따른 세부적 조사는 부족한 실정이다.

이 연구는 제주도 근해 참조기 유자망 어장주변에서 발생하는 폐어구의 해저지형에 따른 분포형태를 조사 분석하여 참조기 어업 및 어업생

물환경 개선을 위한 기초자료를 제공할 목적으로, 어장 주변 해구에서 해양폐기물의 분포현황을 조사 분석하였다.

재료 및 방법

폐기물 실태조사는 2009년 4월부터 10월까지 제주대학교 실습선 아라호 (G/T 990)를 이용하여 총 10회 실시하였다. 제주 서북부 해역의 참조기 어장과 함께 서해 및 남해의 연근해 주변 해구를 포함하여 실시하였는데, 조사 해구는

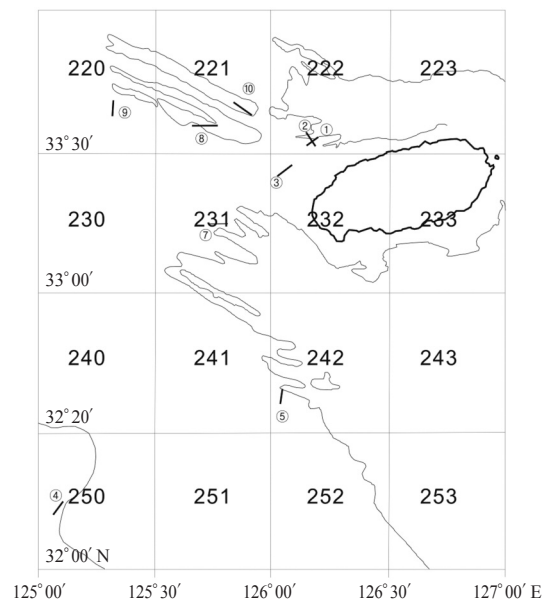


Fig. 1. Survey area for recovering lost fishing gears.

Table 1. Survey position and swept distance

Survey No.	Operating date	Marine zone No.	Casting position	Hauling position	Swept distance (n.mile)
1	2009.04.02.	222	L33° 34.71'N, λ126° 08.56' E	L33° 31.35'N, λ126° 11.07' E	5.3
2	2009.04.04.	222(2)	L33° 31.66'N, λ126° 08.82' E	L33° 33.60'N, λ126° 12.08' E	5.3
3	2009.04.02.	232	L33° 25.08'N, λ126° 00.91' E	L33° 27.80'N, λ126° 05.10' E	5.3
4	2009.04.03.	250	L32° 15.11'N, λ125° 06.20' E	L35° 12.22'N, λ125° 03.65' E	4.3
5	2009.04.04.	242	L32° 35.60'N, λ126° 01.90' E	L32° 39.71'N, λ126° 02.42' E	3.0
6	2009.07.25.	191	L35° 32.00'N, λ124° 33.40' E	L35° 25.50'N, λ124° 36.40' E	6.8
7	2009.10.25.	231	L33° 14.94'N, λ125° 43.90' E	L33° 14.97'N, λ125° 48.62' E	3.9
8	2009.10.26.	221	L33° 35.99'N, λ125° 45.00' E	L33° 36.01'N, λ125° 39.25' E	4.7
9	2009.10.27.	220	L33° 38.07'N, λ125° 18.88' E	L33° 41.59'N, λ125° 19.04' E	3.5
10	2009.10.28	221(2)	L33° 41.20'N, λ125° 49.70' E	L33° 38.10'N, λ125° 54.90' E	5.2

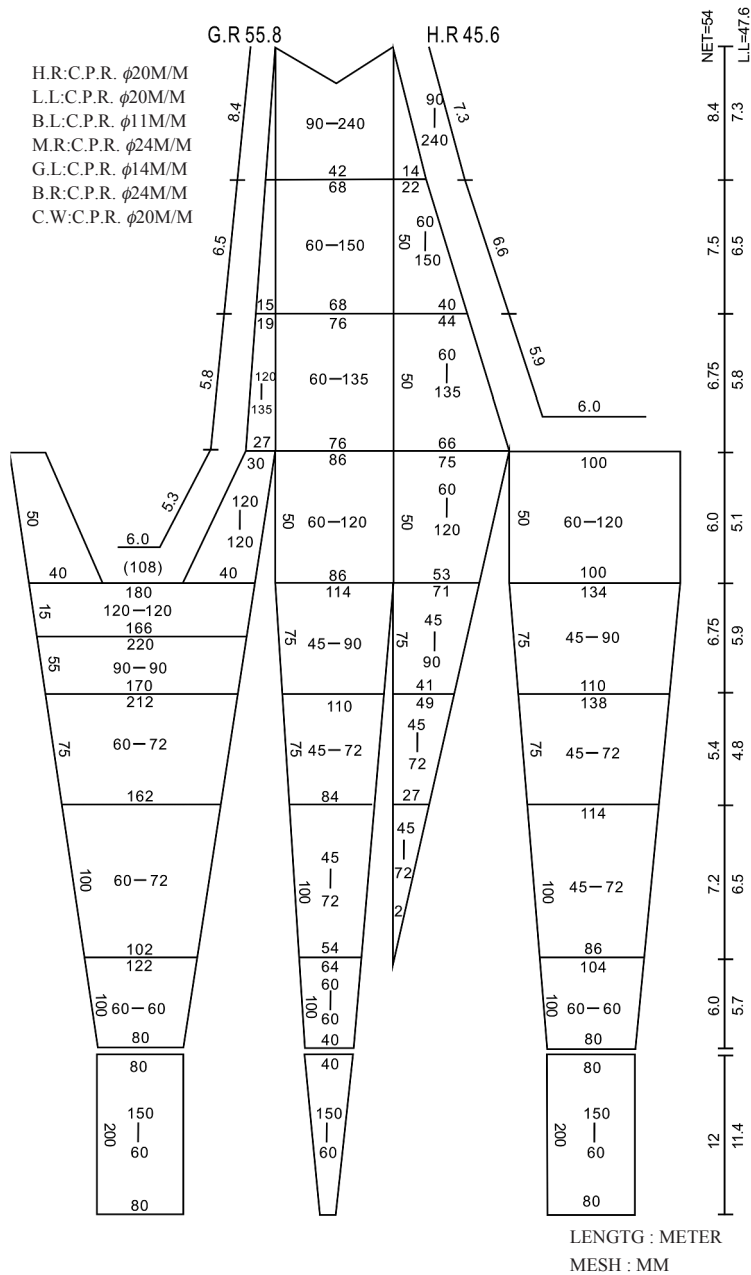


Fig. 2. Layout of the trawl net for the survey.

191, 220, 222, 231, 232, 242, 250이었다. 해저지 형에 따른 폐어구의 분포현황을 분석하기 위하여 해도(S-No.418)의 100m의 등심선을 기준으로 실시하였으며, 실시된 각 지점의 수심 분포는

약 90m 내외였다 (Fig.1). 폐기물의 수거는 저층 트롤어구 (6폭)를 이용하여 (Fig.2), 약 3knot의 선속으로 조사하였으며 폐기물 수거작업 도중 다른 작업선이 나타나면 양망하여 조사를 중단

하였다. 특히 222 해구에서의 폐어구 수거는 폐어구의 분포 현황 평가의 효율을 높이고자 저층 트롤작업을 열십자의 모양으로 실시하여 폐어구 및 쓰레기를 수거하였다. 각 해구별로 수거된 폐기물은 폐어구와 쓰레기로 나눈 후, 쓰레기를 제외한 폐어구를 종류별로 분리한 뒤 이물질들을 제거한 후 무게를 측정하여 각 조사지역의 폐어구 현황을 조사하였으며, 동시에 어획된 어류의 분포도 나타내었다. 조사지점의 위치, 일시 및 각 어구의 수거 거리는 Table 1과 같다.

결과 및 고찰

수거한 폐기물은 폐어구와 쓰레기로 나눈 후 각 조사지점에서의 폐어구 수거량만을 Table 2에 나타내었다. 각각의 조사지점에서 수거된 폐어구류는 통발류, 연승류, 저인망류, 자망류로 나누어 나타내었으며, 폐어구 이외의 수거물은 쓰레기로 분류하여 처리하였는데, 주로 음료수캔 및 병류, 비닐류, 플라스틱류, 타이어류, 드럼통류, 고무장화류, 기름걸레류 및 폐차류 등으로 다양하게 나타나고 있었다. 각 해구별 폐기물 수거 결과 전 조사해구에서 분포량에 차이는 있지만 폐어구가 존재하고 있는 것으로 파악되었다.

각 조사지점에서 수거된 폐어구의 종류별 수거량 및 폐어구 수거에 따른 작업횟수를 Fig. 3

에 나타내었다. 수거된 폐어구는 수거량으로는 자망류가 91.9kg으로 가장 많고 다음으로 예망류, 통발류 그리고 연승류 순이었다. 반면, 수거 횟수에 따른 폐어구는 통발류가 총 10회의 수거 작업 중 8회 수거되었고 자망류와 연승류 순이었으며, 예망류가 가장 적었다. 폐통발류는 조사지점 골고루 분포하고 있었는데, 이것은 주로 연승어업이 넓게 이루어지고 있을 뿐 아니라, 어구 특성상 연승의 절단 등으로 인하여 폐어구가 침강하는 동안 해수의 조석 등 (Yu, 2010)의 운동에 의해 어장 주변에 넓게 분포하기 때문으로 사료된다. 예망어구는 수거횟수가 적음에도 상대

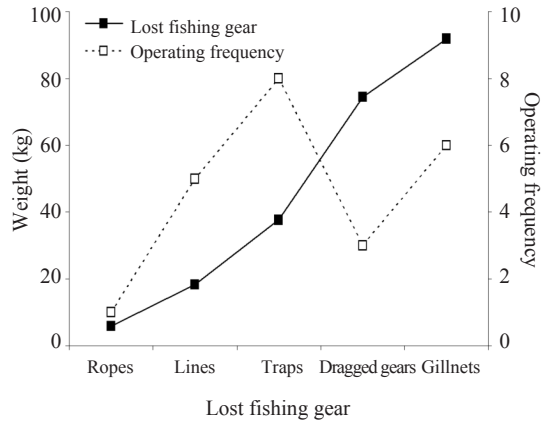


Fig. 3. Composition of lost fishing gears and operating frequency for recovering.

Table 2. Amount of lost fishing gears from each survey area

Marine zone number	Lost fishing gears (kg)		Traps			
	Eel	Crab	Lines	Dragged gears	Ropes	Gillnets
222	3.5	—	5.0	2.5	—	25
222-2	2.8	—	—	2.0	—	35
232	6.3	—	5.0	—	—	—
250	1.4	—	—	—	—	—
242	2.8	—	5.0	—	—	—
191	—	—	—	—	5.9	—
231	6.9	—	—	—	—	0.8
221	—	14.0	0.5	—	—	21
220	—	—	—	—	—	2.2
221-2	6.3	—	7.8	70	—	7.9
Total weight	30.0	14.0	23.3	74.5	5.9	91.9

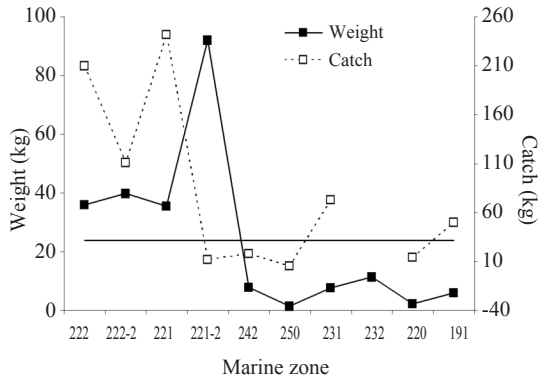


Fig. 4. Amount of lost fishing gears recovered from each marine zone and swept distance.

적으로 많은 양의 폐어구가 수거되었다. 따라서, 수거된 폐어구의 분포 범위를 기준으로 추정하면, 예망어업은 어업특성상 어군 밀도가 높은 지역을 대상으로 하기 때문에 다른 어구어법보다 어장 범위가 좁아 수거 횟수가 적은 것으로 판단된다. 자망의 경우, 예망보다 넓은 범위를 대상으로 어획이 이루어지므로 수거횟수와 함께 수거량도 많은 것으로 추정된다.

Fig. 4는 조사해구별 수거된 폐어구의 양을 해도에 나타나 있는 100m 등심선을 기준으로 하여 나타낸 결과로, 총 10회의 폐기물 수거작업에서 수거된 폐어구의 평균 중량은 약 24kg이었다. 이들 조사지점 중 해저지형 변화가 추정되는 등심선 가까이에서 등심선상을 거쳐 수거작업을 실시한 221 및 222해구의 그룹에서의 수거량이 평균 수거량보다 많았고, 상대적으로 평탄한 해저지형인 나머지 해구 그룹에서의 폐어구 수거량은 평균 폐어구 수거량보다 적었고, t-test를 이용한 그룹간 평균 비교에서도 차이를 나타내었다. 그러나 이들 평균 보다 적은 폐어구가 수거된 지점 중에서도 Fig. 1에서와 같이 등심선에 보다 가까운 231해구와 241해구에서의 폐기물 수거량이 높았고, 232해구는 연안 가까이에서 주로 연안 연승어업등이 많이 이루어진 것으로 추정된다. Fig. 1에서 250해구와 같이 경사가 완

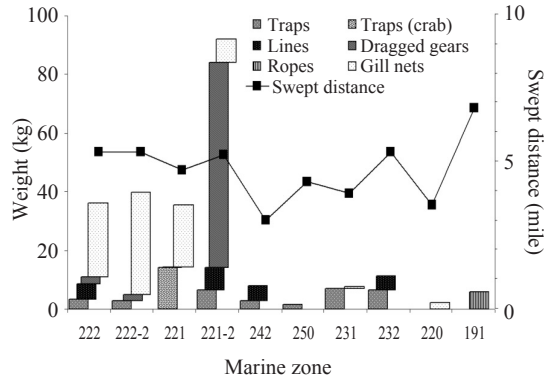


Fig. 5. Amount of each lost fishing gears recovered from each marine zone and swept distance.

만한 등심선보다는 221 또는 222 해구와 같은 등심선을 기준으로 주변 지형 경사에 급격한 변화가 있는 지점에서 보다 많은 폐어구가 수거되었다. 또한 조사기간중 어획량은 총 1,770kg 가량을 어획하였으며, 주로 전갱이 71%, 황아귀 12%, 눈볼대 3%, 민어 2%의 순으로 어획되었고, 특히 Fig. 4와 같이 폐어구가 많이 수거된 지점에서 많았는데, 어류의 서식환경도 해저지형과 연관이 높은 것으로 추정된다.

Fig. 5에 각 해구별로 수거된 폐어구의 종류별 분포 및 수거거리를 나타내었다. 222해구 및 221해구에서 수거된 폐어구는 주로 다른 해구에 비하여 다양한 종류의 폐어구가 수거되어 이들 해구의 어장이 상대적으로 다른 해구에 비하여 어장 형성이 좋은 것으로 추정되었다. 특히 같은 해구 내에서도 굴곡이 심한 등심선이 존재하여 해저지형의 변화가 높게 추정되는 지역에서 더 많은 폐어구가 분포하는 것으로 판단된다. 이러한 분포는 어장 형성이 가장 중요한 원인으로 판단되며, 이와 함께 폐기물을 등심선쪽으로 옮기는 조류의 영향이 추정되기 때문에 (Yu, 2010), 일부지역에서 수거된 폐기물량을 기준으로 일정지역에서 발생하는 폐기물량을 추정하기에는 다소의 무리가 예상된다. 각 수거지점에서의 소해거리는 Fig. 5와 같이 191해구에서는 최대

6.8mile까지 수거하였음에도 수거된 폐어구량은 적었다. 따라서 연근해 해구별 폐어구량은 수거 거리와 다소 관계가 있는 것으로 추정되지만 같은 해구 내에서도 각 지점별 폐어구 분포량에 큰 편차를 보이기 때문에 소거거리 보다는 해저지형과 깊은 관계가 있는 것으로 판단된다. 이러한 결과, 조석운동의 영향은 있지만, 해저 지형에 따른 대상어군의 어군밀도가 높을수록 예망류가, 어군밀도가 낮은 대상어군일수록 넓은 범위에 걸쳐 조업이 이루어지는 연승류, 자망류 등의 폐어구가 분포하는 것으로 추정된다. 특히, 자망류의 경우 어구 특성상 해저면을 이동하면서 어획이 이루어지므로, Fig. 5와 같이 221, 222 해구의 지형변화가 많은 지점에 폐어구가 많이 수거되는 것은 조석의 운동 등에 의한 영향이 크다고 판단된다.

Fig 4 및 Fig 5에 나타낸 각 지점별 폐어구 수거량 및 폐어구수를 기준으로, 각 해구별 조사지점의 폐어구분포 유사성을 나타내는 근연관계를 Fig. 6에 나타내었다. 각 조사지점에 대한 근연정도를 임의적으로 3개의 그룹으로 나누었을 때, 250, 220, 191, 232, 242, 231해구 및 해저지형 변화가 많이 추정되는 나머지 222, 221해구에서 폐어구류의 군집상이 유사하게 나타났다. 따라서 해저지형 특성이 폐어구의 분포에 영향이 있

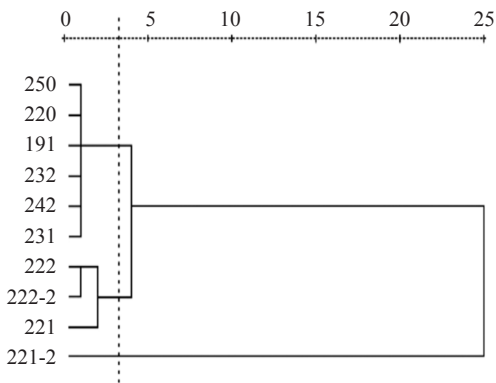


Fig. 6. Stations similarity of the survey area according to lost fishing gears around yellow croaker fishing ground.

다고 판단된다.

참조기의 어군분포의 경우, 연중 제주도 서방해역에 분포중심을 두고 남측으로는 북위 30°, 북측으로는 소흑산도 주변까지 분포하는 것으로 보고되어 있다 (Baik et al., 2004). Rho et al. (2004)에 의하면 좋은 어획을 위한 어장의 형성은 여러 복합적인 요인에 의하여 이루어지는데, 특히 해류나 수괴의 영향 등이 깊은 관계를 보이고 있다. 제주 주변 해역은 동중국해, 황해, 남해와 접하고 있고, 해저지형이 완만하며, 남·서해의 하천에 의한 육수의 유입, 조류에 의한 교란, 표층수의 대류혼합 등에 의해 높은 생물 생산이 유지되어 선망, 저인망, 자망, 주낙 등의 주요 어장이 형성되어 왔다고 보고하였다. 따라서 참조기 어장을 비롯한 다른 어종에 대한 어업도 많이 이루어지기 때문에 그에 따른 폐어구의 발생도 추정된다.

Yu (2010)에 따르면 제주연안의 해류의 움직임은 조석에 의한 영향이 80%를 차지하며, 이와 함께 등심선도 조류와 같은 방향으로 형성되고 있다고 보고하고 있다. 따라서 어장에서 어로작업시 발생하는 폐어구는 해저에서 특히 조류의 흐름에 따라 해저를 이동하다가 경사가 급한 해저지형에 이러한 폐기물들이 축적된다고 판단된다.

참조기는 주로 어장형성이 황해 및 동중국해에서 이루어지고 있고 점차 동중국해에서 황해로 어장이 이동하고 있는 것으로 나타나고 있으며, 이들을 어획하기 위한 주요 어구는 쌍끌이, 안강망, 유자망, 선망 등으로 이루어지고 있는데, 유자망에 의한 어획이 점차 높아지고 있는 실정이다 (NFRDI, 2005). 이들 어장에서의 어획작업등으로 인하여 발생하는 폐어구를 포함한 폐기물은 해양환경의 오염 및 서식어류의 생존에 큰 영향을 미칠뿐만 아니라 다른 어로작업에도 파망등에 의한 어업 손실을 유발시키게 된다.

Fig. 7은 221해구에서 수거된 폐통발 및 폐자망의 모습을 나타낸 것으로 어획된 어류들은 직



Fig. 7. Ghost fishing during recovering lost fishing gears around yellow croaker fishing in 221 marine zone.

접적인 ghost fishing 보다는 폐어구의 수거과정 중에 어류가 폐어구에 낚힘으로서 발생된 2차, 3차의 ghost fishing에 의한 것으로 판단된다. 폐어구에 의한 자원 ghost fishing이란 유실 또는 버려진 어구가 수중에서 어획을 계속하는 상태를 의미하는 것으로 (Kim, 2008) 실제 어선에서 이와 같은 현상이 발생되면 어류가 낚혀있는 상태로 수거된 폐어구들이 어류와 분리과정에서 다시 버려지게 된다. 통발의 경우 상대적으로 투승 지역도 자유롭고, 통발속에 미끼를 넣어 투망하기 때문에 들어가는 어종도 다양하여 ghost fishing이 광범위하게 이루어질 것으로 판단된다. 특히, 참조기 등을 어획대상으로 하는 자망어구는 어구구조 및 특성상 조류 등의 영향으로 해저면을 따라 이동하면서 어획하므로, 해저에 분포된 폐어구로 인한 어망 손상이 타 어구에 비하여 크게 나타날 수 있다. 자망어구는 어군 밀도가 높지 않은 어군을 대상으로 넓은 범위에 걸쳐 어구를 설치하기 때문에, 이와 같은 폐어구에 의한 어구의 파망은 어획의 손실뿐만 아니라 어구 교체에 따른 비용증가로 이어져 어업경영 악화를 유발하는 주된 요인으로 추정된다.

이러한 폐어구는 주로 대상어종의 어장 주변에서 발생하는데, 이러한 어장에 다른 어업이 이루어지게 되면서 폐어구에 다시 어구가 엉키게

되어 폐어구량이 늘어나는 악순환이 발생하게 되고, 이로 인한 어업손실이 발생된다. 따라서 이들 폐어구 수거에 대한 인식의 전환과 함께 폐어구를 포함한 폐쓰레기의 처리과정 및 수매과정이 쉽게 이루어지도록 제도개선이 필요하다고 보이며, 해저의 폐기물을 수거하는 방법으로 어장에서 해저지형 변화가 많은 지점을 중심으로 수거작업이 이루어진다면 보다 효과적인 폐기물 수거가 이루어지리라고 판단된다.

결론

제주 해역 근해 참조기 어장의 어업환경을 개선할 목적으로 2009년 4월부터 10월까지 10회에 걸쳐 트롤어구를 이용하여 폐기물을 수거한 후, 폐어구 분포를 조사 분석하였다. 총 10회의 투망 결과 수거된 폐어구량의 차이는 있지만, 모든 지점에 걸쳐 폐어구가 수거되었다. 수거된 폐어구류는 통발류, 연승류, 자망류, 예망류 그리고 로프 순으로 자주 수거되었으며, 폐어구 수거량으로는 예망류가 높게 나타났다. 이들 수거량 및 수거 횟수는 수거지점과 수거거리에 따라 다소의 차이는 있지만, 굴곡이 심한 등심선 주변지역 즉, 해저지형변화가 많은 해구 일수록 폐어구를 포함한 폐기물이 많이 수거되는 경향을 보였으며, 해저가 평탄할수록 수거량이 적었다. 또한

조사지점별 폐어구의 군집 유사도는 해저지형의 변화에 따른 영향이 있는 것으로 판단되며, 연근해 어장에서 해저 폐기물 수거를 계획함에 있어서 등심선을 이용한 해저지형을 기준으로 수거계획을 수립한다면 보다 효과적인 수거작업이 이루어질 것으로 판단된다.

사 사

본 연구는 국립수산물과학원 (근해어업 자원조사, RP-2010-FR-013)의 지원에 의해 수행되었습니다.

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. Bull. Kor. Soc. Fish. Tech., 37 (1), 9-17.
- Baik, C.I., K.D. Cho., C.I. Lee and K.H. Choi, 2004. Oceanographic condition of fishing ground of yellow croaker (*pseudosciaena polyatics*) in Korean waters. J. Kor. Soc., 37 (3), 232-248.
- Jeong, S.B., D.I. Lee, H.S. Cho and Y.J. Kim, 2005. Characteristics of marine litters distribution on the sea-bed of the East China Sea. J. Kor. Soc. Mar. Envi. Eng., 8 (4), 220-226.
- Kim, J.H., 2008. Effect of aquatic discarded wastes on marine animals off Tong-Young. M.S. Thesis. Pukyong Nat. Univ. Korea. pp. 37.
- Kim, J.T., H.G. Rho and S.H. Kim, 2002. Studies on the forming mechanism of the fishing ground of yellow tail, *seriola quinqueradiata*, in the adacent sea of Jeju island. Bull. Kor. Soc. Fish. Tech., 38 (1), 20-35.
- Kim, M.S., J.M. Lee, J.H. Kim and I.L. Kang, 2006. Distribution and composition of marine debris on the sea bed around the Busan Port. J. Fish. Mar. Sci. Edu., 18 (3), 236-243.
- NFRDI (National Fisheries Research & Development Institute), 2005. Ecology and fishing grounds of marine fishes on coastal waters. 279-290.
- Rho, H.G., S.H. Kim and D.S. Kim, 2004. Fisheries oceanography. Cheju. Nat. Univ. press. pp. 261.
- Yu, H.R., 2010. Characteristics of tide and tidal current in the Southwestern Sea of Korea. M.S. Thesis, Inha University, Korea. pp. 108.

2010년 9월 29일 접수

2010년 11월 16일 1차 수정

2010년 11월 16일 수리