

플라스틱 봉장어 통발의 Ghost Fishing에 관한 연구 - Ghost Fishing의 실태조사 -

정순범 · 김민석 · 이주희

부경대학교
(2002년 2월 8일 접수)

A Study on the Ghost Fishing of the Plastic Sea-eel Pot - Investigation of Actual Condition on the Ghost Fishing -

Sun-Beom JEONG, Min-Seok KIM and Ju-Hee LEE

Pukyong National University

(Received February 8, 2002)

Abstract

This study was conducted to estimate the number of lost or abandoned plastic sea-eel pots and investigate the actual condition on the ghost fishing happened from the pots during the period of August 1996 and January 2002 in the Southern Sea of Korea.

The average number of lost or abandoned sea-eel pots in the investigated sea area were 34 *ea/km²* and was the lowest as 5 *ea/km²* in Sea Area code #113 and was the highest as 94 *ea/km²* in the Sea Area code #106.

Pots number in accordance with water depth was the highest as 89 *ea/km²* on the level of 61~70m and there was no collection for the sea-eel pot over 130m water depth.

The average catch rate of ghost fishing happened from the lost or abandoned pots was 8.1% and the highest rate was 25% in the Sea Area code #224 and there were no catches in the Sea Area code #92, 110, 243 and 253. The number of lost or abandoned sea-eel pots continued ghost fishing were estimated as 14.2 *ea/km²* in the Sea Area code #99 and was the highest.

Catch rate of ghost fishing according to water depth was the highest as 23.5% on the level of 71~80 m, and the number of lost or abandoned sea-eel pots continued ghost fishing were estimated as 12.7 *ea/km²* on the level of 81~90m and was the highest.

Length distribution of sea-eel which were caught from ghost fishing was 25.5~66.0cm.

서론

Ghost fishing이란 유실되거나 버려진 어구가 바다 속에 방치된 채로 어획을 계속하고 있는 상태를 의미하며, 이것이 주목받게 된 것은 1960년

FAO의 지적 이후이다. 1950년대까지는 어구에 쓰이는 그물이 천연섬유였기 때문에 일정 기간 후에는 바다 속에서 부패되어, 어구로서의 기능이 상실됨으로 Ghost fishing의 기회가 적었다. 하지만 잘 부패되지 않는 화학섬유나 플라스틱류를

어구 재료로 사용하면서 Ghost fishing의 기회가 증가되었고, 그 가운데서도 유실되거나 버려진 통발어구와 자망에 의한 Ghost fishing이 자원에 미치는 영향에 대해 많은 조사가 이루어지고 있다.

통발 어구는 어구 구조가 간단하고 조업이 용이하며, 어획 성능이 뛰어나면서도 대상 어종에 따라 형태가 다양하여 어획 선택성이 뛰어나 비교적 효율적인 어구로 평가되고 있다(日本水産學會, 1979 ; 1981). 그러나 이러한 통발이 파손되지 않은 온전한 상태로 바다에 유실되거나 버려졌을 경우, 환경 오염과 같은 직접적인 문제뿐만 아니라 저인망과 같은 어구에 입망되어 조업 능률 및 어획효율을 저하시키고, 저서 생물의 서식지를 파괴하며, 어구로서의 기능을 잃어버리지 않고 어획을 계속하는 Ghost fishing 등의 문제를 일으킬 수 있다(T.R. Merrell, 1984). 특히 상업적 가치가 있는 저서 생물들에 대한 통발의 Ghost fishing 문제는 아메리카 가재(Smolowitz, 1978 ; Pecci et al., 1978), Dungeness crab (Breen, 1987) 그리고 대게(Hebert et al., 2001)에 대한 연구 조사가 있었지만, 어류를 어획하는 통발에 대해서는 어획성능, 통발의 구조 그리고 선택성에 관한 연구 조사가 대부분이고(김·이, 1977 ; 장, 1987 ; 고·권, 1987 ; 김·고, 1987 ; 김·고, 1990 ; 장 등, 1992, 鄭等, 1999), Ghost fishing 문제에 대해서는 이렇다 할 연구 조사가 이루어지지 않고 있다.

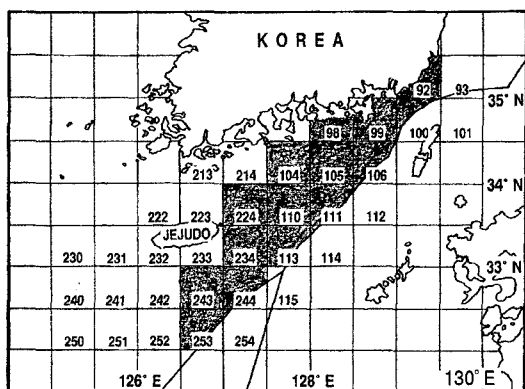


Fig. 1. Sampling areas for Ghost fishing research.

따라서 본 연구에서는 봉장어 *Conger myriaster* (BREVOORT)를 어획하기 위해 우리나라에서 널리 사용되고 있는 플라스틱 봉장어 통발(이하 봉장어 통발)이 PE 수지와 철 frame으로 견고하게 제작되어, 조업 중 잘 파손되지 않는 장점은 지니고 있으나, 파손되지 않고 온전한 상태로 유실되거나 버려지면, 자연 상태에서 장기간 그 형태가 유지되어, 어획을 계속할 수 있으며, 특히 조업 중 유실되는 경우에는 통발 속에 미끼가 들어 있어 Ghost fishing의 가능성이 더욱 더 높아지고, 미끼가 없다고 하더라도 봉장어의 생태적인 습성상 빈 통발을 도피처로 사용할 가능성이 있다(中園等, 2001)는 점을 중시하고, 우리나라 남해안의 트롤 조업이 가능한 수역을 대상으로 유실되거나 버려진 봉장어 통발의 분포 실태를 조사하는 것과 함께 이들 통발에 의한 Ghost fishing의 실태를 조사하였다. 본 조사 결과는 Ghost fishing에 의한 봉장어 통발 어업의 피해를 파악하고, 이러한 피해를 줄이기 위한 연구의 기초자료로 활용하고자 한다.

재료 및 방법

봉장어 통발의 Ghost fishing에 대한 조사는 부경대학교 실습선 가야호(G.T 1,737ton)를 이용하여 1996년부터 1998년까지 실시된 남해 동부 해역에 있어서 해양 오염의 분포에 관한 김 등(1999)의 연구와 병행하여, 2002년 1월까지 총 204회의 시험 조사가 이루어졌다. 조사 해역은 Fig. 1에 나타낸 것과 같이 남해 동부 해역을 포함한, 제주도 주변 해역이며, 검은 색으로 표시된 해역이 유실되거나 버려진 통발의 수집을 위해 3회 이상 저층 트롤에 의한 시험 조사가 이루어진 해역으로 조사결과에 따라 통발의 분포가 추정된 해역이다.

조사에서 수집된 봉장어 통발은 우선 원통의 파손 여부와 깔때기의 존재 유무 및 부착 상태를 조사하고, Fig. 2에 나타낸 것과 같이 통발의 표면에 남아 있는 부착생물의 많고 적음에 따라 통발이 유실되거나 버려진 후 경과한 시간을 3등급으로 분류(오래된 것, 보통의 것, 새 것)하였으며,

붕장어와 기타 생물의 어획을 조사하였다.

유실되거나 버려진 통발에 붕장어가 들어 있는 경우에는 붕장어의 전장과 항문장 그리고 체중을 계측하고, 위 속의 내용물이나 성별 등을 조사하기 위하여 냉동 보관하였다.

각각의 트롤 예망에 대하여 끌줄의 길이와 수심에 따라 그물의 소해면적(날개 끝의 간격 × 예망거리)을 구하고, 수집된 통발의 분포 밀도를 해구별 · 수심별로 계산하였다. 수집된 통발은 갈때기가 없거나 파손된 것을 제외하고 온전한 것의 숫자를 파악하였으며, 이들 통발에 들어 있었던(어획된) 붕장어의 수를 조사하여 Ghost fishing 어획률을 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{Ghost fishing 어획률} = \frac{\text{어획된 붕장어의 수}}{\text{온전한 통발의 수}} \times 100(\%)$$

그리고 앞서 계산한 해구별 · 수심별로 유실되거나 버려진 통발 가운데 Ghost fishing의 가능성이 있는 온전한 통발의 단위 면적당 갯수와 Ghost fishing 어획률로서, 단위 면적당 Ghost fishing을 계속하고 있는 통발의 수를 다음과 같이 추정하였다.

$$\text{Ghost fishing 통발의 수} = \text{온전한 통발의 수} \times \text{Ghost fishing 어획률}$$

어획된 붕장어는 전장을 이용한 개략적인 연령 분포를 조사하고, 통상적인 어획 방법에 의해 시험 조업한 장(1987)의 어획물과 전장 조성을 비교하였다.

결 과

1. 붕장어 통발의 해구별 분포

저층트롤에 의해 3회 이상의 시험 조사가 이루어진 15개 해구에서, 조사 면적과 수거된 붕장어 통발의 해역별 개수 및 km^2 당 개수는 Table 1과 같다. 이들 해역 가운데 단위 면적당 가장 많은 수의 통발이 회수된 해역은 106해구로서 94개/ km^2 으로 나타났고, 가장 적은 해구는 113해구로서 5개/ km^2 를 나타냈다. 그리고 수심의 분포 범위가 넓은 해구(92, 99, 100, 110해구)에서 100m이하와 101m 이상 수심에서의 분포는 각각 116개/ km^2 와 5개/ km^2 로 나타나 동일 해구에서도 수심에 따라 다른 분포를 나타냈다.

2. 붕장어 통발의 수심별 분포

조사가 이루어진 수심의 범위는 33(104해구) ~ 149m(113해구)였고, 15개 해구에서 수심별 조사 면적과 수거된 붕장어 통발의 개수 및 km^2 당 개수는 Table 2와 같다. 수심 61~70m에서 89개/ km^2 으로 단위 면적당 가장 많은 수의 통발이 회수되었고, 113해구와 244해구의 수심 130m 이상의 4지점에서 조사가 이루어졌으나 유실되거나 폐기된 통발은 수거되지 않았다.

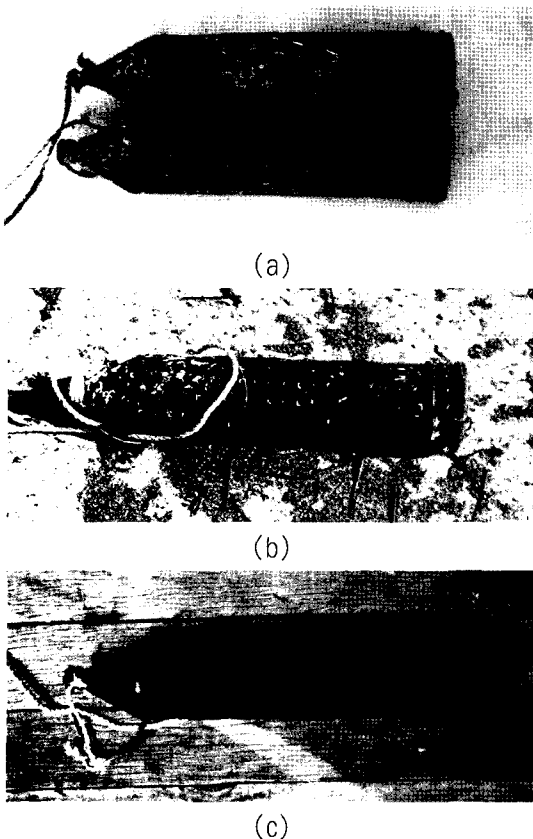


Fig. 2. Pot groups according to the soaking time.
(a) oldest pot (b) old pot (c) new pot

Table 1. Distribution number of lost or abandoned sea-eel pots by Sea Area code

Sea area code	Number of pot	Swept area(km ²)	Number per area(ea/km ²)
92	95	1.195	79
98	151	2.784	54
99	529	6.097	87
100	166	3.755	44
104	125	3.581	35
105	339	7.047	48
106	219	2.320	94
110	79	4.608	17
111	54	4.459	12
113	21	4.087	5
224	47	5.253	9
234	34	4.238	8
243	11	0.831	13
244	54	5.026	11
253	15	1.215	12

Table 2. Distribution Number of lost or abandoned sea-eel pots by depth class

Depth	Number of pot	Swept area(km ²)	Number per area(ea/km ²)
31~40	262	5.806	45
41~50	72	2.794	26
51~60	179	2.257	79
61~70	280	3.140	89
71~80	146	7.299	20
81~90	258	3.376	76
91~100	373	5.827	64
101~110	235	7.967	29
111~120	98	10.905	9
121~129	36	5.140	7
130~149	0	1.716	0

3. Ghost fishing이 가능한 통발의 해구별 분포

통발의 통부분이 파손되지 않고 깔때기까지 온전한 상태로 수집된 비율은 각 해역에서 80~85%로 나타났으나, 온전한 통발의 비율은 실제로 이보다 높을 것으로 생각된다. 그 이유는 조사에 트롤 어구를 사용하였기 때문에 통발이 그물에 입망되는 과정에서는 tickler chain이나 밧줄에 의해, 입망된 후에는 끝자루에서 어획물 등과 섞여 상당 시간 동안 예망이 이루어지므로 다른 어획물에 의해, 그리고 양망 후 갑판 위에서는 자루 그물의 어획물을 털어 낼 때 어획물 등으로부터 충격이 가해져 특히 깔때기 부분이 열릴 가능성이 높기 때문이다. 그러므로 본 조사에서는 Ghost fishing을 일으킬 수 있는 통발의 비율을 수거된 봉장어 통발의 85%로 상정하고, 나머지는 Ghost fishing의 어획률을 계산하는데 있어서 제외했다.

15개 해구에서 유실되거나 버려진 통발 가운데 온전한 통발에 의한 Ghost fishing의 어획률 및 해저에서 Ghost fishing을 계속하는 통발의 단위 면적당 개수는 Table 3과 같다. Ghost fishing에 의한 어획률은 224해구에서 25%로 가장 높게 나타났다, Ghost fishing을 계속하는 통발의 개수는 99해구에서 14.2개/km²로 가장 많았다. 15개 해구 가운데 5개 해구에서는 봉장어를 어획하고 있는 Ghost fishing 통발이 수집되지 않았다.

4. Ghost fishing이 가능한 통발의 수심별 분포

유실되거나 버려진 봉장어 통발의 분포가 대체로 100m 이내의 연안에서 높은 것은 수심이 얇은 연안이 봉장어 통발 어업의 주요 어장(수산진흥원, 1989)일 뿐만 아니라, 김 등(1999)이 나타낸 것과 같이 연안 수역은 서로 다른 업종의 어선이 좁은 어장에서 함께 조업할 경우가 많아서, 어구가 서로 겹치거나 영키면서 타어구에 의해 절단될 수도 있고, 저인망과 같은 일부 어선에서는 어획물과 함께 통발이 입망되었을 경우 바다에 곧바로 투기했기 때문이라 생각된다. 따라서

Table 3. Catch rate of Ghost fishing and pot distribution according to the Sea Area code

Sea area code	No. of pot that could Ghost fishing	Catch rate of Ghost fishing(%)	No. of Ghost fishing pots per area(ea/km ²)
92	81	0.0	0.0
98	128	9.5	4.4
99	450	19.2	14.2
100	141	9.3	3.5
104	106	1.4	0.4
105	288	11.4	4.7
106	186	3.2	2.6
110	67	0.0	0.0
111	46	15.3	1.6
113	18	5.6	0.2
224	40	25	1.9
234	29	0.0	0.0
243	9	0.0	0.0
244	46	13.1	1.2
253	13	0.0	0.0

Table 4. Catch rate of Ghost fishing and pot distribution according to water depth

Depth	No. of pot that could Ghost fishing	Catch rate of Ghost fishing(%)	No. of Ghost fishing pots per area(ea/km ²)
31~40	223	8.2	3.1
41~50	61	2.7	0.6
51~60	152	14.4	9.7
61~70	238	7.8	5.9
71~80	124	23.5	4.0
81~90	219	19.6	12.7
91~100	317	5.0	2.7
101~110	200	7.8	2.0
111~120	83	8.6	0.7
121~129	31	3.4	0.2
130~149	0	0.0	0.0

유실되거나 버려진 붕장어 통발이 많이 수거된 수심은 그만큼 통발 조업이나 다른 어업에 종사하는 어선들에게 좋은 어장으로 이용되는 수심일 것이다. Table 4는 Ghost fishing이 이루어지는 붕장어 통발의 수심에 따른 분포를 나타내고 있다. Ghost fishing 어획률은 71~80m의 수심에서 23.5%로 가장 높았고, 단위면적당 Ghost fishing을 하는 유실되거나 버려진 통발의 숫자는 81~90m에서 12.7개/km²로 가장 많게 나타났다.

5. 어획된 붕장어의 체장 분포

우리나라 연안에 내유하여 어획되는 붕장어의 산란장은 동중국해 남부의 대륙붕 연변으로 추정되고 있으나 그 생태에 대해서 알려진 것은 적다. 성장은 만 1년에서 전장 15cm(성불명), 2년에서 30cm(성불명), 3년에서 수컷 35cm, 암컷 43cm, 4년에서 수컷 40cm, 암컷 56cm, 5년에서 암컷 67cm, 6년에서 암컷 78cm, 7년에서 암컷 90cm가 된다고 하지만, 각 연령에서 성장의 변이가 큰 것으로 알려져 있다(水産廳西海區水産研究所, 1986).

유실되거나 버려진 통발에 어획된 붕장어의 전장 분포는 25.5~66cm였다. 이는 장 등(1987)이 어체 체원과 선택성 연구에서 밝힌 어획 전장 17~65cm와 큰 차이가 없는 것으로 판단된다. 장 등(1992)의 연구에서 작은 개체가 어획된 이유는 탈출하려는 시도가 없었거나 미끼를 먹어 몸의 굵기가 늘어나 통발의 구멍을 통하여 탈출하지 못했을 것으로 추정하고 있기 때문에 본 조사에서 25.5cm 이하의 작은 개체가 어획되지 않은 것은 어획된 작은 붕장어가 장기간 통발 내에 체류하면서 자연스럽게 통발의 구멍을 통하여 탈출했을 것으로 판단되기 때문이다. 각 체장별로 어획된 붕장어를 연령별 크기로 구분하여 Fig. 3에 나타내었다. 여기서 Ghost fishing에 의해 어획된 붕장어는 암컷과 수컷의 구분없이 체장만을 계측하였으므로 3·4년에는 암·수컷의 크기를 평균하여 나타내었다.

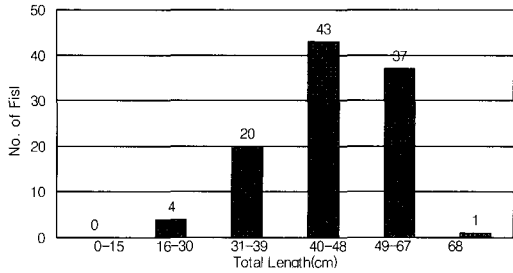


Fig. 3. Length distribution of sea-eel caught from Ghost fishing.

고찰

과거에 사용되던 대나무로 만든 통발이 플라스틱 통발로 바뀌면서 봉장어 통발의 Ghost fishing 문제가 대두되었다고 할 수 있을 것이다. 플라스틱 봉장어 통발이 해저에 버려지거나 유실되는 과정은 김 등(1999)이 지적한 바와 같이 여러 가지 이유가 있다. 하지만 이러한 어구가 해저에 유실된 이후, 어획 작용을 계속하는지 혹은 생태계에 어떤 영향을 미치는지에 대해서 지금까지 문제를 제기한 경우는 兼廣(1995), 김 등(1999)과 안 등(2001)이 있을 뿐이고, 어획을 계속한다면 이를 어떻게 예방할 것인지에 대해서는 아직도 논의된 바가 적다.

Ghost Fishing 문제에서 보면 어획에 있어서 통발 어구의 여러 가지 장점은 역으로 어업에 여러 가지 피해를 가져올 수 있다. 예를 들면, 통발 어구의 조업의 용이성으로 인하여 통발 어구는 연근해 어장에서 광범위하게 사용됨으로서 만약 어구가 유실될 경우에는 그만큼 넓은 지역에 많은 양의 어구가 유실될 수 있고, 미끼를 사용함으로써 유실된 초기에는 미끼가 생물을 유인하고, 그 후 유인된 생물이 통발에서 탈출하지 못하고 있는 경우, 특히 그 생물이 공식을 하는 경우에는 어획물 자체가 미끼가 되는 Ghost fishing 현상을 일으킬 수 있다. 또한 통발 어구는 어종이나 개체의 크기에 대한 선택성이 뛰어나므로 유실된 통발이 어획을 계속하게 된다면, 일부 어종과 계군 가운데 일부 크기만을 집중적으로 어획하여 종의 다양성이나 계군의 건전성을 해칠 우려가 있다.

그리고 유실되거나 버려진 통발에는 봉장어 외에도 여러 가지의 해양 생물이 들어 있었는데, 그 가운데서 가장 많았던 것이 불가사리와 고둥류였고, 게, 문어, 떡장어 그리고 조개류 등이 단독 혹은 여러 종류가 함께 들어 있었다.

이렇게 다양한 문제를 야기할 수 있는 통발을 회수하기 위해서는 여러 가지 방법을 사용할 수가 있으나, 조사 해역이 광범위하고 수심이 비교적 깊은 수역임을 감안하여 트롤 어구에 의한 방법이 선택되었다. 트롤 어구에 의한 통발의 회수율을 시험 조사 중에 직접 확인하지는 못했지만, 다음과 같은 예를 통하여 해저에 깊게 파묻힌 것을 제외하고는 100% 회수되는 것으로 판단했다. 첫째로 봉장어 통발이 수중에서 비교적 가벼운 상태이고, 웬만한 충격에서는 그 형태가 변형되지 않기 때문에 tickler chain을 통과한 후, 다시 발줄 아래쪽으로 빠져나간다고 보기 어렵고, 둘째 현재 시험선 어구에 의한 어장의 폐기물 조사에서 봉장어 통발보다 크기가 작은 음료 캔이나 빈 병류가 다수 수거되고 있어, 해저 위에 놓여있는 봉장어 통발은 모두 수거되는 것으로 추정했다.

요약

이 연구는 1996년 8월부터 2002년 1월까지 우리나라에서 봉장어를 어획하는 대표적인 어구인 플라스틱 봉장어 통발이 바다 속에 어느 정도 유실되거나 버려져 있는지를 조사하고, 이들 통발에 의한 Ghost fishing의 실태를 파악하기 위하여 실시되었다.

유실되거나 버려진 통발의 수는 조사가 이루어진 해구에서 평균 34개/km로 나타났으며, 106해구에서 94개/km로 가장 많았고, 113해구에서 5개/km로 가장 적었다. 수심에 따른 분포에서는 61~70m의 수심대에서 89개/km²로 가장 많았고, 130m 이상의 수심에서는 수집되지 않았다.

이들 통발에 의한 Ghost fishing의 평균 어획률은 8.1%였고, 224해구에서 어획률이 25%로서 가장 높았고, 92, 110, 243 및 253해구에서는 어획이 없었다. Ghost fishing을 하고 있는 통발의 수는 99해구에서 14.2개/km로 추정되어 가장 많

았다. 수심에 따른 어획률은 71~80m에서 20%로 가장 높았고, Ghost fishing을 하고 있는 통발의 수는 81~90m에서 12.7개/km로 가장 높은 것으로 추정되었다.

Ghost fishing에 의해 어획된 붕장어의 체장 분포는 25.5cm~66.0cm였다.

참 고 문 헌

- 金光弘 · 李珠熙(1977) ; 붕장어 통발 漁具의 海底附着狀態에 따른 漁獲效果에 대하여, 통영수산전문대학교 논문집 제12집, 21~23.
- 張忠植(1987) ; 붕장어의 魚體諸元과 漁具網目과의 關係, 漁業技術 23(4), 184~188.
- 高冠瑞 · 權炳國(1987) ; 붕장어 통발의 改良, 韓水誌 20(2), 95~105
- 金大安 · 高冠瑞(1987) ; 통발漁具의 漁獲機構 및 改良에 관한 研究, 韓水誌 20(4), 341~347.
- 國立水產振興院(1989) ; 現代韓國漁具圖鑑, 118~119.
- 金大安 · 高冠瑞(1990) ; 통발漁具의 漁獲機構 및 改良에 관한 研究, 韓水誌 23(3), 238~244.
- 張忠植 · 朴秉洙 · 李明奎(1992) ; 붕장어의 魚體諸元과 漁具網目과의 關係 II, 漁業技術 28(4), 380~384.
- 김삼곤 · 김중화 · 박창두(1999) ; 어자원 보호 육성을 위한 생육환경 개선에 관한 연구 II, 漁業技術 35(4), 359~365.
- 김민석 · 김삼곤 · 김진진 · 정순범 · 조현정(1999) ; 남해 동부 해역에 있어서 해양 오물의 분포에 관한 연구, 漁業技術 35(4), 386~390.
- 安永一 · 朴辰永 · 趙顯政(2001) ; 한국 東海岸 명태 漁場에 분실된 廢漁具收去에 관한 연구, 漁業技術 37(1), 9~17.
- 日本水產學會(1979) ; 漁具의 漁獲選擇性, 恒星社厚生閣, 97~111.
- 日本水產學會(1981) ; かご漁業, 恒星社厚生閣, 9~65.
- 水産廳西海區水産研究所(1986) ; 동시나해 · 황해의 さかな, 68~69.
- 隆島史夫 · 松田 皎(1993) ; 地球にやさしい海の利用, 恒星社厚生閣, 133~147.
- 兼廣春之(1995) ; 海洋のごみ問題. 月刊廢棄物, 124~131.
- 鄭義哲 · 金三坤 · 朴倉斗 · 辛種根 · 東海正(1999) ; 韓國におけるあなご筒かご水抜き孔のマアナゴ 漁獲選擇性, 日水誌 65(4), 642~649.
- 中園明信 等(2001) ; マアナゴの資源生態と漁業, 日水誌 67(1), 108~130.
- Smolowitz, R.J.(1978) ; Trap Design and Ghost Fishing ; An Overview, Marine Fisheries Review Vol. 40, No.5~6, 2~8.
- Smolowitz, R.J.(1978) ; Trap Design and Ghost Fishing ; Discussion, Marine Fisheries Review Vol. 40, No.5~6, 2~8. 59~67.
- Merrell, T.R.(1984) ; A Decade of Change in Nets and Plastic Litter From Fisheries Off Alaska, Marine Pollution Bulletin, Vol. 15, No. 10, p. 378-384.
- Breen, P.A.(1987) ; Mortality of Dungeness Crabs Caused by Lost Traps in the Fraser River Estuary, British Columbia, North American Journal of Fisheries Management 7, 429~435.
- Hebert, M., Miron, G., Moriyasu, M., Vienneau, R, and DeGrace, P.(2001) ; Efficiency and ghost fishing of snow crab (*Chionoecetes opilio*) trap in the Gulf of St. Lawrence, Fisheries Research, 52, 143~153.