

# 불가사리 구제기구의 개발과 그 성능에 관한 연구

박 성 욱 · 김 태 호 · 오 희 국

국립수산진흥원

(1997년 3월 5일 접수)

## A Study on the Development of the Extermination gear for Starfish, *Asterias amurensis* and its Efficiency

Seong - Wook Park, Tae - Ho Kim and Hee - Kook Oh

National Fisheries Research and Development Institute

(Received March 5, 1997)

### Abstract

In order to exterminate effectively starfish, *Asterias amurensis* inhabited a village fishing grounds and shellfish farms on coast of Korea, Mop and sledge gear were made and sea trials for capture efficiency of starfish by each gear and towing distance were carried out by commercial dredger on the coast of Keojedo from April to May in 1995.

As starfish mop and sledge were slowly dragged over the bottom at the same time, starfish became entangled in bunches of twine and netting respectively.

The gears were hauled up at intervals to remove the starfish and hand - picking operations on vessel were conducted. The results obtained are as follows :

Two gears were smoothly slidden over the sea bottom and captured numerous starfish.

The optimal towing distance by each gear was 300 to 500 m.

The capture efficiency of starfish species by sledge was 57% compared with 43% of that by mop but mixed rate with fish or shellfish of the former was 21 times as high as that of the letter.

It was concluded from sea trials that moping was effective in shellfish farms, because the mop outfit causes little damage to useful shellfishes and the mixture of starfish with fish or shellfish was low, whereas sledging can be used to clean uncultivated areas free of shellfish where starfish population is very heavy and common fishing grounds in which bottom material is rock or gravel.

### 서 언

불가사리는 수온 15~20℃의 범위에서 조개류와 새우 등의 갑각류, 해삼 등의 극피동물, 갯지렁이 등의 환형동물 등을 가장 활발하게 포식하는 잡

식성으로서 특히 조개류를 호식하고 있다. 최근 패류 양식장이 대규모화 되면서 불가사리는 점진적으로 증가하는 추세를 보이고 있으며, 또한 몸의 일부가 절단 되어도 본체는 물론 절단된 부분도 새로운 개체로 성장하는 등 재생력이 매우 강한 생물

이다(朴·金, 1985). 이러한 불가사리는 연안해역의 패류 양식장과 마을어장에 서식하는 피조개, 전복, 바지락, 가리비 등 유용한 조개류를 무차별 포식하므로써 연안 패류자원을 감소시켜 양식 어업인에게 막대한 피해를 주고 있다. 이에 따라 이들 어장에서 불가사리로부터 패류자원을 보호하기 위하여 불가사리를 효율적으로 구제할 수 있는 기구 개발이 절실히 요구되고 있다.

지금까지 불가사리 구제방법에 관한 연구로서 쏜·李(1989)는 통발과 자망에 의한 구제 시험, 張等(1989)은 석회석을 살포하는 약품 구제 효과 시험, 松浦(1983)는 통발에 의한 구제시험 등을 실시한 바 있으나, 이러한 방법은 불가사리가 통발에 들어가고 자망에 걸리는 시간이 오래 걸리기 때문에 대량의 불가사리를 효율적으로 구제하는 방법으로써 적합하지 못하였다. 또한 일부 패류 양식장에서는 해너나 잠수부를 이용하여 손으로 직접 불가사리를 포획하고 있으나, 이러한 방법은 눈으로 직접 확인하면서 작업하기 때문에 양식생물에 피해를 끼치지 않는 장점이 있는 반면 인력과 시간이 많이 소요되고 소형의 불가사리는 거의 구제하기 힘든 결점이 있다.

따라서 본 연구에서는 우리나라 주변해역에 가장 많이 분포하면서 피해를 가장 많이 주는 불가사리를 적극적으로 구제할 수 있는 기구를 개발하기 위하여 현장시험에 앞서 수조에서 구제망에 대한 불가사리의 반응행동을 구명하는 한편, 일본의 山田(1987)가 가리비 양식장에서 불가사리 구제용으로 제작한 자루걸레형 기구를 개량하여 우리나라의 패류 양식장과 마을어장 환경에 적합하도록 자루걸레형(Mop)과 썰매형(Sledge)의 2종을 제작하여 해상성능 시험을 실시하고 소해면적에 따른 불가사리의 포획능성과 구제기구의 운용방법에 관하여 분석하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 구제 기구에 대한 행동 실험

자극에 대한 행동 패턴 시험은 1995년 4월 부산광역시 기장 연안에서 연승어선에 의해 채포된 불

가사리, *Asterias amurensis* 50미를 국립수산진흥원 사육수조에서 2주동안 순치시킨 후에 수행하였다. 사육수조의 크기는 가로 1.9 m, 세로 5.8 m, 깊이 1.5 m 인 직사각형 수조이며, 수조의 수심은 1.2 m 이고, 수온은 16℃를 유지하였다. 자극에 대한 불가사리의 행동실험은 10시부터 18시까지 2시간 간격으로 불가사리의 등부분에 자극을 주었을 때의 행동패턴을 비디오 카메라로 녹화하여 분석하였으며, 비디오 카메라와 불가사리의 거리는 1.9 m 였다.

### 2. 구제기구 제작

시험에 사용된 구제기구는 패류 양식장에 적합하다고 생각된 자루걸레형(Fig. 1)과 마을어장에 적합하다고 생각된 썰매형(Fig. 2)의 2종 이었다.

자루걸레형은 양식 패류에 상처를 입히는 것을 최대한 감소 시키면서 구제망을 안정적으로 전개시키고, 또한 해저를 파헤치지 않으면서 잘 타고 넘을 수 있도록 구제 틀과 구제망으로 구성 하였다. 구제 틀은 해저와 접촉하는 면적이 최소화 되게 빔(길이 2 m)의 좌, 우, 중앙에 철판 고리(폭 65 mm, 직경 200 mm)를 각각 1개씩 부착하였다. 그리고 구제 틀에 구제망을 착탈 시키기 위하여 구제 틀의 빔에는 15 cm 간격마다 직경 100 mm 되는 고리를 부착한 다음 이 고리에 안전 하중이 0.75톤인 개폐식 도래를 1개씩 연결 하였다. 구제 틀의 빔에 부착된 개폐식 도래의 총 수는 14개 였다. 구제 틀의 뒷쪽에 부착되는 구제망은 철재류의 침자가 부착되지 않기 때문에 예인시 구제망의 뒷부분이 해저에서 떨어져 끌릴 우려가 있다. 따라서 이

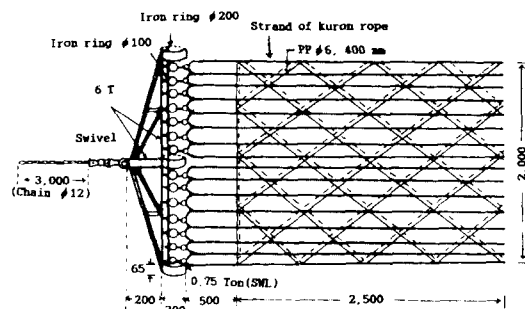


Fig. 1 Schematic diagram of starfish mop (unit : mm).

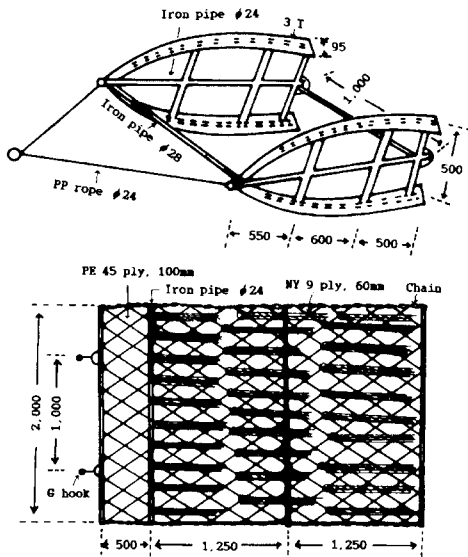


Fig. 2 Schematic diagram of starfish sledge (unit : mm). Upper : Sledge for towing extermination net, Lower : extermination net.

를 방지하기 위하여 구제망의 재질은 비중이 1.26~1.30인 쿠랄론 섬유 로프를 사용하였다. 구제망은 쿠랄론 로프의 스트랜드로 폭 2 m, 길이 2.5 m 되게 제작하였으며, 1개의 고리에 연결된 스트랜드의 가닥수는 96개였다. 불가사리는 구제 틀을 예인할 때 스트랜드에 얽히도록 되어 있으나 예인시 스트랜드 자체가 얽히거나 끝 부분이 뭉쳐지는 것을 방지하도록 PP 로프(φ 6 mm)로 망목 40 mm 되게 제작하여 스트랜드의 상, 하면에 둘러 씌웠다.

썰매형은 연안 마을어장에서 작은 암초나 장애물에 걸리지 않고 잘 타고 넘을 수 있도록 썰매와 구제망으로 구성 하였다. 썰매는 좌, 우의 간격이 1 m 되게 철판(폭 95 mm, 길이 1.65 m)으로 제작 하였다. 썰매의 뒷쪽에 연결되는 구제망(2.5 x 2.0 m, L×B)에는 가로 28.5코, 세로 42코인 PE 45합사 100 mm 목 그물감을 붙인 후 길이방향(세로)으로 0 cm, 50 cm, 175 cm, 300 cm 되는 지점에 두께 15 mm, 길이 2 m 되는 철근을 가로방향으로 1개씩 삽입시켜 해저와의 접촉상태를 안정감 있게 만들었다. 또한 예인시 구제망의 앞 부분이 들리는 것을 방지함과 동시에 썰매에서 착탈이 용이 하도

록 구제망의 앞부분에 2가닥의 로프(길이 35 cm)를 이용하여 썰매와 구제망을 연결하였다. 또한 구제망이 지나가면서 불가사리에 자극을 주어 약간 움직이게 함으로써 포획이 용이하도록 구제망의 전면에서부터 50 cm까지는 PE 그물감(45합사 100 mm 망목)만 부착하였고, 그 후면부터는 가로 10코, 길이 70 cm 인 나일론 그물감(9합사 60 mm 망목)을 뭉쳐서 PE 그물감의 전, 후면에 1/2씩 나오도록 PE 그물감의 매듭에 묶어서 제작하였다.

불가사리가 포획되는 구제망의 크기는 포획 효율 비교를 용이하게 하기 위하여 2종류 모두 동일하게 가로 2 m, 세로 2.5 m 로 하였다.

### 3. 해상시험 및 분석방법

해상시험은 '95년 4~5월 경남 거제시 장목면 유호리 연안에서 주간(09시부터 19시까지)에 민간형망어선(복성호, 4.96톤)으로 총 9회 실시하였으며, 조업 수심은 약 25 m였다. 자루걸레형과 썰매형 구제 기구는 시험선의 좌, 우현에 각 1틀씩 설치하여 동시에 예인하면서 실시하였다. 조업은 선수측 양현에서 불가사리 구제망부터 투망하기 시작하여 틀과 끌줄을 순차적으로 투망하였으며, 투망 완료 후 끌줄을 선미 양현에 있는 비트에 걸착해서 1.0 Kt의 속력으로 예인하였다. 이때 끌줄의 길이는 수심의 6배를 주었다. 양망은 시험선을 정지시킨 다음 끌줄이 조금 느슨해지면 조타실 양현에 있는 사이드 드럼으로 끌줄을 감아 들이고, 틀과 구제망은 선수에 있는 데릭을 사용하여 선상으로 끌어 올렸다. 선상 인양이 끝나면 즉시 준비된 다른 구제 기구를 틀에 연결하여 재 투망하여 예인하였으며, 예인하는 동안 구제망에 부착된 불가사리를 인력으로 떼어 내었다. 시험은 예인거리 300 m, 500 m, 700 m의 3단계로 나누어서 구제 기구별, 예인 거리별 불가사리류의 포획 미수, 소해 면적당 포획 성능 등을 비교 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 외부 자극에 대한 불가사리의 행동

**Table 1. Number of starfish species captured by the mop and sledge gear**

No. of operation	Towing distance (m)	Towing time (minute)	<i>Asterias amurensis</i>		<i>Asterina pectinifera</i>		<i>Astropecten scoparius</i>		<i>Astropecten polyacanthus</i>		Total	
			Mop	Sledge	Mop	Sledge	Mop	Sledge	Mop	Sledge	Mop	Sledge
1	700	22.7	498	535	16	45	12	6	9	3	535	589
2	300	9.7	210	304	56	18	5	11	5	2	276	335
3	300	9.7	108	282	20	30	1	2	1	3	130	317
4	500	16.2	254	404	20	42	16	4	5	5	295	455
5	500	16.2	160	312	33	0	5	1	1	1	199	314
6	700	22.7	110	270	42	16	1	0	0	1	153	287
7	700	22.7	242	252	9	5	3	1	0	4	254	262
8	500	16.2	200	210	8	6	0	1	0	2	208	219
9	300	9.7	212	248	37	28	7	4	3	5	259	285
Total	4,500	145.8	1,994	2,817	241	190	50	30	24	26	2,309	3,063

실내수조에서 불가사리에 외부 자극으로서 등 부분에 막대로 자극을 주었을 때의 행동은 자극을 받음과 동시에 방어적 행동으로 등과 팔에 규칙적으로 뉘어진 가시를 세우면서 팔을 등 부분으로 약간 들어 올리는 행동이 관찰 되었다. 이러한 행동을 나타낸 불가사리는 시험 개체수 50미 가운데 80% 이상 이었고, 반응의 지속 시간은 5~10분 정도였다. 따라서 불가사리를 적극적으로 면서 효율적으로 구제하기 위해서는 통발이나 자망보다 불가사리에 1차적으로 외부 자극을 준 후에 구제망이 그 위로 지나가면서 이에 얽히게 하여 포획하는 것이 중요하다고 판단되었다. 본 연구에서 제안하는 구제 기구도 불가사리의 행동 패턴을 기초로 하여 Fig. 2와 같이 자극을 주는 부분과 얽히게 하는 부분으로 구분하여 설계, 제작하였다.

2. 포획성능

해상 시험에 사용된 자루걸레형과 썰매형 구제 기구는 해저의 암초에도 잘 걸리지 않고 불가사리를 효율적으로 구제할 수 있었다. 시험선의 좌, 우현에 자루걸레형과 썰매형 구제 기구를 각 1틀씩 투망하고 1 Kt의 속력으로 300 m, 500 m, 700 m에 인하였을 때 포획된 불가사리류와 어패류의 종별 미수는 Table 1과 2에 나타내었다.

Table 1에서 2종류의 구제 기구에 의한 불가사리류의 총 포획 미수는 5,372미였으며, 이중 자루걸레형이 2,309미 (43%), 썰매형이 3,063미 (57%)로 썰매형이 자루걸레형보다 다소 우수하였고, 패

류 양식장에 주로 피해를 주는 불가사리의 포획 미수와 비율은 자루걸레형이 1,994미, 41%, 썰매형이 2,817미, 59%로서 썰매형이 자루걸레형보다 1.4배 증가하였다. 그리고 본 조사 기간 동안 2종류의 구제 기구에 의해 포획된 불가사리는 4종 이었고, 자루걸레형 구제 기구에 의한 불가사리류의 총 포획 미수는 2,309미였으며, 이중 불가사리, *Asterias amurensis*, 1,994미, 86%, 별불가사리, *Asterina pectinifera*, 241미, 10%, 단풍불가사리, *Astropecten scoparius*, 50미, 2%, 가시단풍불가사리, *Astropecten polyacanthus*, 24미, 1%였고, 썰매형 기구에 의한 포획 미수와 비율은 불가사리 2,817미, 92%, 별불가사리 190미, 6%, 단풍불가사리 30미, 1%, 가시단풍불가사리 26미, 1%였다.

Table 2에서 구제 기구에 따른 어패류의 혼획 미수는 자루걸레형에서 2미, 썰매형에서 42미 혼획되어 썰매형이 자루걸레형보다 21배 정도 더 많았다.

**Table 2. Number of fishes and shellfishes captured by the experimental gears**

Species	Type of gear	
	Mop	Sledge
<i>Platycephalus indicus</i>	2	8
<i>Hemicentrotus pulcherrimus</i>	-	7
<i>Babylonia japonica</i>	-	10
<i>Eriocheir sinensis</i>	-	7
<i>Pleuronichthys cornutus</i>	-	1
<i>Sebastes schlegeli</i>	-	4
<i>Hexagrammos agrammus</i>	-	5
Total	2	42

이와 같이 썰매형이 자루걸레형보다 불가사리와 어패류의 포획이 증가한 이유는 썰매형은 불가사리의 등과 팔에 돌아 있는 가시가 나일론 그물감에 얽혀 포획되도록 구제망을 제작한 반면, 자루걸레형은 스트랜드 사이에 불가사리가 얽히도록 되어 있기 때문에 구제망에 얽히는 정도가 망지가 더 양호한 것에서 기인 되었다고 판단되었다. 이러한 결과는 망목이 있는 구제망이 망목이 없는 구제망에 비해 1.5배 정도 포획 성능이 증가한다고 山田(1987)가 보고한 결과와도 일치하고 있다. 따라서 유용 어패류에 피해를 최소화 시키면서 불가사리를 효율적으로 제거할 수 있는 구제 기구는 이들 기구의 구조 특성에서 구명될 수 있다. 즉 해저와 구제 틀 및 구제망에 부착된 철재와의 접촉 면적의 대소로 구분될 수 있다. 자루걸레형은 예망 폭 2 m 가운데 19.5 cm 가 해저에 철판 고리가 접촉되면서 예인되나 썰매형은 예망폭 2 m 전부가 해저에 접촉되면서 예인되기 때문에 자루걸레형이 썰매형보다 불가사리의 구제 효율은 떨어지나 어패류의 혼획과 유용 패류에 상처를 입힐 수 있는 면적이 적으므로 패류 양식장에 적합한 구제 기구라 판단되며, 썰매형은 암반이 산재해 있는 마을어장에 적합한 형이라고 볼 수 있다.

자루걸레형과 썰매형 구제 기구로 예인거리 300 m, 500 m, 700 m 를 각 3회씩 1 K t의 속력으로 예인 하였을 때의 단위 분당 불가사리류의 평균 포획 미수는 Fig. 3에 나타내었다.

Fig. 3에서 자루걸레형에 의해 포획된 단위 분당

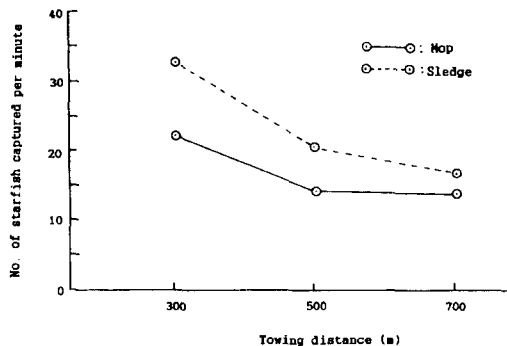


Fig. 3 Relation of towing distance to number of starfish species captured per minute by the type of gear.

불가사리류의 포획 미수는 300 m 인 경우 22.9미, 500 m 인 경우 14.4미, 700 m 인 경우 13.8미 이었고, 썰매형에 의해 포획된 분당 불가사리류의 포획 미수는 각각 32.2미, 20.3미, 16.7미로 나타났다.

그리고 구제 기구별 예인거리의 증가에 따른 단위 분당 불가사리류의 포획상태를 보면, 예인거리 300 m 에서 500 m 로 길어지면 자루걸레형과 썰매형에 의한 불가사리류의 포획 비율은 각각 37.1%, 37.0%로 크게 감소한 반면 예인거리가 500 m 에서 700 m 로 길어지면 각각 4.2%, 17.7%로 감소하여 그 감소폭이 전자에 비해 매우 작은 경향을 나타내었다.

Table 1, 2와 Fig. 3에서 2종류의 구제 기구에 의한 불가사리의 포획 성능은 예인거리가 길어질수록 증가하나 단위 시간으로 환산하면 오히려 감소하고 있음을 알 수 있다. 따라서 양호한 포획 성능을 유지시키면서 조업할 수 있는 적정 예인거리는 300~500 m 정도라고 판단된다.

Fig. 4는 썰매형과 자루걸레형 구제 기구를 투하하는 광경이고, Fig. 5는 자루걸레형 구제 기구를 재 투하하기 위해 선상에서 구제망을 보수하는 광경이며, Fig. 6은 썰매형 구제망에 부착된 불가사리의 광경이다.

한편, 패류 양식장에서 불가사리를 구제하기 위하여 자루걸레형 구제 기구 2틀을 5톤급 어선에 설치하여 주간에 1 K t의 속력으로 6시간을 500 m 씩 예인할 때의 불가사리류의 포획 미수는 10,368미(14.4미×2틀×60분×6시간) 정도에 달한다. 이러한 결과는 쏜·李(1989)가 보고한 1,400여개의 통발(직경 350 mm, 높이 150 mm)이나 220여쪽의 4중 깔자망(길이 35 m, 폭 3 m)에 정어리나 진주담치의 미끼를 사용하여 불가사리를 포획하는 양과 비슷한 것으로 판단된다. 농림수산통계연보(1996)에 의하면 1995년도 우리나라 패류 양식장의 1건당 평균 면적은 8.9 ha (89,000 m<sup>2</sup>)이므로 이들 양식장에서 자루걸레형 구제 기구 2틀을 1 K t의 속력으로 1분간 예인 할 때의 소해 면적이 61.7 m<sup>2</sup> 이므로 전 양식장을 1번씩 예인하는 데에는 24시간 밖에 소요되지 않을 것으로 보아 본 연구에서 제안하는 구제기구는 효율성이 매우 높을 것으로 사료된다.

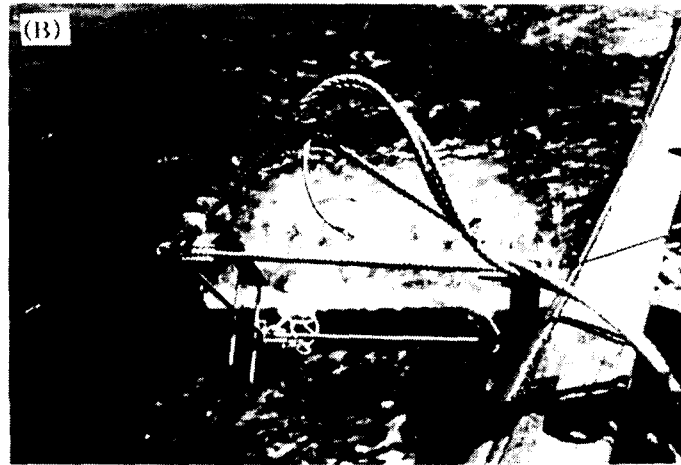
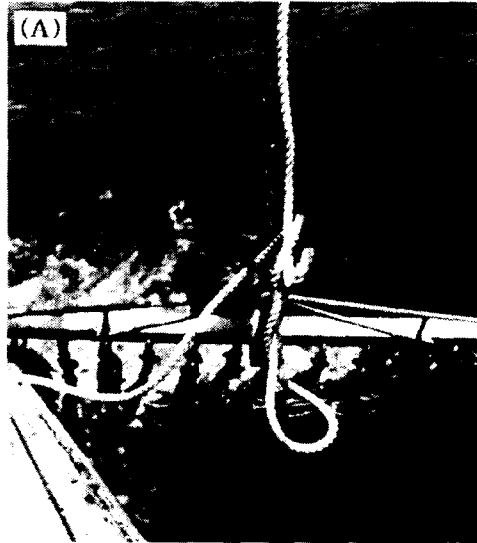


Fig. 4 Shooting operation of starfish mop and sledge.  
(A) Mop (B) Sledge



Fig. 5 Repairing operation of starfish mop for shooting.

## 요 약

우리나라 연안 해역의 패류 양식장과 마을어장에 서식하는 불가사리를 효율적으로 구제하기 위하여 자루걸레형과 썰매형 구제 기구를 설계, 제작하여 1995년 4월부터 5월까지 경상남도 거제시 장목면 유흥리 연안에서 민간 형망어선 (복성호, 4.96톤)을 사용하여 구제 기구별 포획 성능과 예인 거리에 따른 포획 효율을 시험한 결과를 요약하면 다음과 같다.

자루걸레형과 썰매형 구제 기구는 해저의 암초



Fig. 6 Starfish entangled by the sledge.

에 걸리지 않고 계속 예인하면서 불가사리를 구제

할 수 있었고, 적정 예인 거리는 300~500 m 였다. 설매형에 의한 불가사리류의 포획비율은 57%로 자루걸레형의 43% 보다 다소 우수 하였으나 어패류의 혼획 포획비율은 자루걸레형보다 21배 정도 높았다. 설매형은 자갈인 암초가 산재된 마을어장에 적합한 반면, 자루걸레형은 어패류의 혼획과 유용 패류에 상처를 입힐 수 있는 면적이 작아 패류 양식장에 효과적이었다.

### 참 고 문 헌

- 張貞源·金奉烈·金鍾華·金在祐 (1989): 불가사리 및 별불가사리의 藥品 驅除 效果試驗. 水振事業報告, 77, 21~33.
- 全成鐸·李炳文 (1989): 불가사리 驅除 漁具 開發 試驗. 水振事業報告, 77, 35~56.
- 松浦光一 (1983): 淺海におけるヒトデ類驅除試驗. 漁村, 49(2), 18~23.
- 朴美宣·金奉烈 (1985): 불가사리 *Asterias amurensis* (LUTKEN)의 飽食習性에 관하여. 水振研究報告, 34, 171~174.
- 山田正彦 (1987): 스타-모쯔브によるヒトデ類驅除試驗. 北海道, 35, 77~84.