

최      중  
연구보고서

T0023318

친환경 어업을 위한 문어낙시어구와  
자망어구의 발달개발과 실용화

Development and practical use of sinker to octopus  
drift line and gill net gear for environmental-friendly fishery

주관연구기관

강원도립대학  
수산과학연구소

해양수산부

# 제 출 문

해양수산부 장관 귀하

본 보고서를 “친환경 어업을 위한 문어낚시어구와 자망어구의  
발달개발과 실용화” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2007년 12 월 일

주관연구기관명 : 강원도립대학

주관연구책임자 : 안 영 일

연 구 원 : 박 진 영

연 구 원 : 성 기 안

연 구 원 : 정 의 철

연 구 원 : 이 동 철

연 구 원 : 함 영 래

협동연구기관명 : 강릉대학교

협동연구책임자 : 윤 상 옥

연 구 원 : 박 기 영

# 요 약 문

## I. 제 목

### 친환경 어업을 위한 문어낙시어구와 자망어구의 발돌개발과 실용화

## II. 연구개발의 목적 및 중요성

어구의 침강제는 대부분 납이 사용되고 있는데, 이는 파손이나 부패되지 않고 임의의 모양으로 조형 가공하기 쉬울뿐만 아니라 값이 저렴하기 때문이다. 그러나 수산생물에 있어서 어린고기일수록 납의 영향을 받기 쉽고, 퇴적물이나 생태계의 먹이사슬에 의한 생물에 납이 축적되어 연쇄적으로 우리의 몸에 축적될 수 있으므로 납 사용을 억제할 필요가 있다.

본 연구는 환경 친화적 어업 또는 해양환경 피해를 줄일 수 있는 어구사용을 목표로, 현재 그물어구와 낙시어구의 부속어구로 사용하고 있는 납 발돌에 대하여 친환경 발돌로 개발하여 실용화하는데 목적을 두고 있다.

## III. 연구개발 내용 및 범위

### 1. 문어홀림낙시

- |                             |                    |
|-----------------------------|--------------------|
| 가. 문어낙시어구 붓돌 특징조사           | 나. 문어낙시용 붓돌의 시제품개발 |
| 다. 시제품 발돌의 친환경성 검정 및 경제성 검토 | 라. 문어낙시바늘의 규격화     |
| 마. 환경 친화적 발돌의 현장 적용         | 바. 발돌의 생산 및 실용화    |

### 2. 자망어구

- |                     |                    |
|---------------------|--------------------|
| 가. 자망어구의 발돌 특징조사    | 나. 자망어구용 발돌의 시제품개발 |
| 다. 환경 친화적 발돌의 현장 적용 | 라. 발돌의 생산 및 실용화    |

#### IV. 연구개발결과

##### 1. 문어홀림낚시와 자망어업의 현황

###### 가. 문어홀림 낚시어업의 현황

강원도에서 최근 9년간(1998~2006년)의 문어어획량은 연간 약 930~1,692톤이며 금액으로는 약 101~146억원으로, 보통 동해안에서 어획되는 어종 중 문어가 단위 가격/kg 의 측면에서 대단히 높은 가격을 받기 때문에 어민들에게 중요한 소득원이 되고 있다.

어구는 어업인이 직접 제작하고 붓돌로 낚을 사용하며, 미끼는 돼지비계를 주로 이용한다. 문어 낚시는 지역과 개인에 따라 모양, 크기 및 무게가 다르다. 강원도의 연안에서 사용하고 있는 사용 어구수는 보통 30~50개이고 낚시의 무게는 100~550g 정도로 수심에 따라 무게를 다르게 사용한다. 낚싯바늘은 주로 4가닥이고 붓돌은 낚 또는 돌로 되어 있으며, 낚시 폼(gap)은 4가닥 중 가장 긴 것이 2.2~3.8cm 이고 채(shank)의 길이는 14.7cm이다. 조업 중에 유실되는 어구수는 1일에 수개에서 10개 이상인 경우도 있었다. 강원도 연안에서 사용 중인 홀림낚시는 경북, 울릉도, 일본 북해도 지역에서도 사용 중이며, 경남 사천은 외줄낚시였다.

강릉시 연안어장의 4-6월 저층수온은 문어가 서식하기 알맞은 3.2~12.4°C이지만 7~8월의 수온은 5.0~20.6°C로 일일 수온차는 최대 9.2°C로 큰 편이었다. 염분은 문어의 서식에 큰 영향을 미치지 않는 33.2~35.3‰로 대체로 안정적이다. 문어의 어획량은 비교적 5~7월에 많았고, 76.7%(79마리)가 1kg 미만의 소형 문어였다. 문어홀림낚시어업은 1일 조업하는데, 수심 40m 이내의 해역에서 6시간정도 조업하는 것이 효율적이라고 생각된다.

홀림낚시어구는 규격화하고 붓돌에 사용 중인 낚은 친환경 재료로 대체하며, 미끼도 인공미끼로 대체할 필요성이 있다. 또한 문어통발과 홀림낚시에 어획된 문어의 약 76%가 1kg 미만의 소형 문어인 것은 앞으로 체계적인 자원관리가 필요하다.

###### 나. 자망어업의 발달 현황

낚 발들은 고성, 강릉, 삼척의 지역어구점과 현지 조사한 결과 무게별로 12-95g사이의 13종이 있었다. 강릉시의 경우를 보면 선박(2.43톤)이 사용하는 어구는 저층자망으로 1회 투승어구 수는 15폭 내외이다. 1폭에 사용되는 낚 발들의 수는 400개 정도이고, 계절별 어기에 따라 사용하는 발들의 종류는

다르며 대략 18~20g, 24~30g, 33~38g, 45g의 4종이었다. 겨울철에 주로 조업하는 수심은 55~60m 이며, 조업지는 연안 4~5mile 이내로 가자미, 뚝치, 대구 등이 주 어획 어종이었다. 조업시 발생하는 어구유실은 소형 닻(四爪錨, grapnel anchor)을 이용하여 대부분 수거하지만, 태풍 또는 조류 등의 자연재해에 의해 발생하는 것은 수거가 어렵다.

연중 가장 많이 사용하는 자망어구의 발들은 1개의 무게가 19g(5돈)이며, 길이 22mm, 폭 13.5mm이다.

## 2. 납 독성이 미치는 영향

### 가. 납의 일반적인 독성

납은 체내에 축적되어 오랜 시간이 지난 후 그 독성이 나타나므로 납중독에 걸리면 뇌와 신경계통에 지장을 초래하여, 정신이상, 신체마비, 빈혈, 구토가 일어나는 증상을 보인다. 어린이의 경우에는 비록 소량일지라도 지능지수 및 주의력 저하, 읽기와 배우기 장애, 청각장애, 비정상적인 과민증, 성장 지연, 성격포악 등을 일으킬 수 있어 발병하였을 때에는 치명적인 것으로 알려져 있다.

### 나. 담수, 해양에서 납이 미치는 영향

북유럽 스웨덴 강의 유실된 납 발들에 있어서, 유속이 빠른 곳에 있던 납 발들은 일정한 시간이 경과되면 상당히 무게차이를 나타내었다. 때때로 반염분지역인 강하구에 노출된 발들은 부식되고 있었다고 하였다. 캐나다에서는 약 500톤의 유실되거나 버린 어획용 납추가 매년 자연환경에 침적되고 있다고 한다.

일반적으로 pH가 중성인 개울이나 호수에서 납산화제품은 불용성이지만 모래가 있는 개울에 침전되었을 때는 납이 부식되고 물속에 미량의 납성분이 방출된다. 또한 산성인 물에는 납이 용해되기 쉽다.

### 다. 납이 어류에 미치는 영향

납은 어류의 사료효율과 어류의 성장에 영향을 미치는데, 납에 노출된 어류는 아가미 새판의 손상으로 호흡곤란을 일으켜 호흡을 감소의 원인이 된다. 수산생물의 납의 독성은 그 이용성, 생물종에 의한 감수성의 차이에 크게 의존하지만 일반적으로는 유어시일수록 유해영향을 받기 쉽다고 한다. 납은 생화학, 형태학, 행동특성의 파라미터에 영향을 준다. 또한 유기 납화합물은 수산생물에 대해서 무기납보다도 일반적으로 10~100배 독성을 나타낸다고 한다.

라. 낚시도구의 낚 사용 제한에 관한 법률

미국, 영국, 캐나다, 덴마크 등에서는 야생생물을 보호하기 위하여 소형 낚 추의 판매를 제한하고 있다.

마. 강원도의 어업별 낚사용량

강원도의 어업별 낚사용량은 정치망의 경우 619.38톤, 정치성 구획어업 283.86톤, 연근해자망 690.0톤, 소형선망 7.15톤, 연안선인망 2.67톤, 기타 29.45톤으로서 총 1,632.51톤 이다. 한편, 문어홀림낚시의 연간 낚 사용량으로서 고성군 지역은 83.7톤, 강릉시 지역은 20.2톤, 동해시 지역은 51.7톤, 삼척시 지역은 45.3톤으로 총 200.9 톤이다.

### 3. 친환경 어구발들 재료개발

가. 문어홀림 낚시용 재료개발

붓돌용 친환경 재료는 시멘트와 팽창제 및 시멘트용 특수 수지를 사용하여 점력과 경화를 증진시켰고 낚 붓돌과 동일한 무게와 강도를 갖게 하기 위하여 수화물계 세라믹 재료에 철 분말, 돌가루 등을 정량적으로 첨가하여 붓돌을 제조하였다.

나. 자망용 발들 재료개발

자망어구용 낚 발들의 코팅은 세라믹 함유도료로 하였다. 세라믹 함유도료에는 내마모성을 증진하기 위해 SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub> 등의 무기 산화물이 첨가되어 있다. 세라믹 함유도료의 경화를 촉진하기 위해 아크릴 우레탄 경화제를 6:1 중량비로 혼합하였다. 낚 발들에 코팅막을 형성시키기 위하여 디핑(dipping) 방법으로 하는데, 디핑 시간은 2min, 오븐에서 100℃ 건조 방법을 기본 공정으로 하고, 디핑과 건조를 4회 실시한 4중막 코팅을 하였다. 코팅 낚 발들에 대하여 플라스틱 용기에 모래와 함께 48 시간 동안 회전분쇄(milling)한 결과, 내마모성이 우수하였다.

### 4. 어구 발들 제작

가 문어홀림 낚시용 발들 제작

(1) 낚시 붓돌 제작

붓돌은 기존의 낚 붓돌과 돌 붓돌의 장점을 살려 낚시는 제작시 붓돌내에 삽입되도록 하였고 형상은 돌 붓돌과 유사하고 무게는 다양하게 할 수 있도록 낚 대신에 환경친화적 재료인 돌가루, 견운모, 철가루와 기타재료를 사용

하였다. 제작과정은 먼저 제작용 틀(몰드)을 크기별로 만들고 기계로 제작한 낚싯바늘을 제작 틀에 끼워넣고 그 위에 혼합한 재료를 반죽하여 채워 넣는다. 그 후 충분히 말린 후 붓돌을 틀에서 빼내고 보관한다. 시제품으로 1차 시제품은 모양이 크고 색깔을 고려하지 않았다. 2차 시제품은 제품의 상품가치를 고려하면서 사용자의 요구에 따라 제작하였다. 제품은 무겁게 하면서 크기를 줄였다. 3차 시제품은 시험조업 결과를 통한 어획량을 향상시키기 위하여 문어가 쉽게 발견할 수 있도록 밝은 색으로 만들었다.

## (2) 낚싯바늘 규격화

기존의 낚싯바늘은 개인과 지역에 따라 일정하지 않았다. 이를 개선하기 위하여 낚싯바늘의 재료는 어업인이 선호하는 재질과 굵기(직경 1.6mm)의 철사를 선정하였고 낚시부분을 만들 철사의 총길이는 60cm로 하였다. 선정된 철사를 문어 낚시모양을 만들기 위하여 기계로 끝부분을 날카롭게 갈고 구부렸다. 구부린 낚싯바늘은 붓돌용 틀에 넣어 붓돌제작과 함께 낚시가 완성된다.

## 나 자망어구용 발돌 제작

코팅 납 발돌을 양산화하는 방법은 납 발돌을 고정 틀에 철사로 연결하여 세라믹 함유도료에 디핑하는 것이다. 고정 틀에 철사를 매달은 후, 철사에 납 발돌을 끼워 넣어서 철사의 하단 부분을 구부려서 납 발돌이 떨어지지 않도록 하였다. 고정 틀에 매달린 납 발돌을 세라믹 함유도료에 디핑한 후, 오븐에서 100℃로 건조하였다.

한편, 납 발돌 1개를 코팅하기 위한 세라믹 함유도료의 금액은 19g 개당 100원 정도로 산출된다. 이에 제조 인건비와 제조에 따른 기타 비용(전기, 수도) 등을 200원 정도로 한다면, 제조 단가는 19g 개당 300원으로 판단된다. 시험용 자망은 강릉시 사천에서 주로 사용하는 것으로, 가지미 등을 포획대상으로 하는 저자망용이다. 발돌은 코팅발돌과 일반 납 발돌로 혼합하였다.

## 5. 어구의 특성

### 가. 문어홀립 낚시어구의 특성

#### (1) 친환경붓돌의 비중

납의 비중은 15.065이였지만, 친환경 붓돌의 비중은 2.871-6.637 범위로 무게별로 일정한 경향을 나타나지 않았으며, 납의 약 0.19-0.44배로 낮았다.

## (2) 붓들의 속도

회류수조에서 개량붓돌 무게 231g은 176g 납 붓돌보다 무게는 무겁지만 느린 유속에서 이동되었고, 497g의 개량붓돌이 345g의 납 붓돌보다 142g 무겁지만 최소 이동유속은 동일하였다. 이와 같은 사실은 개량붓돌이 동일한 면적의 어장에서 조업할 때 소해지역을 빨리 이동해 조업시간을 단축할 수 있을 것으로 판단된다.

## 나. 붓들의 친환경성

### (1) 물리학적 검정

실내 수조에서 붓들의 이끼부착여부를 조사하였다. 친환경 붓돌에서는 이끼가 조금 부착되어 있었으며 수조 벽에도 이끼가 부착하였다. 그러나 납이 있는 곳은 이끼부착변화가 거의 없는 것 같다. 또한 납이 있는 수조가 빛이 많이 드는 쪽에 위치하였지만 이끼의 성장은 친환경 붓돌이 있는 수조보다 좋지 않았다.

### (2) 생물학적 검정

문어홀립뉘시용 친환경 붓돌, 자망 코팅 발돌을 대상으로 환경 및 해양 생물 친화성을 검증하기 위하여 참가자미(*Pleuronectes herzensteini*) 자어를 대상으로 단기간에 걸친 급성독성 및 장기간에 걸친 만성독성 영향을 평가하였다. 친환경 붓돌 및 코팅발돌은 대조구와 높거나 비슷한 생존율을 보여 환경 친화적인 어구인 반면에 직접적으로 납이 관련된 실험구에서는 납에 의한 생리적 저해 등으로 인해 생존율이 낮게 나타났다. 또한, 대조구와 친환경붓돌 실험구는 실험 종료시 까지 대사활동이 왕성하여 산소소비량이 많았던 반면에 다른 실험구에서는 납 노출 농도 및 납 노출 시간이 증가할수록 대사활동이 저하되어 28일간의 총 산소소비량이 낮게 나타나고 있었다. 한편, 대조구에 비해 납 노출 농도 및 납 노출 시간이 증가할수록 일간성장률 및 체장 성장에 저하가 일고 나고 있음을 알 수가 있었으며 친환경 붓돌 실험구는 대조구와 거의 비슷한 성장을 보인 것으로 보아 환경친화적인 제품인 것으로 판단된다.

## 6. 문어홀립뉘시에 대한 연구

### 가. 개량 붓들의 성능

현장조업에서 강릉지역의 경우, 기존어구와 개량어구의 양승어구수가 각각



1,876개와 1,546개에 대하여 어획미수는 249마리, 247마리였으며, 단위어구당 어획미수는 0.13마리와 0.16마리로 개량어구가 약간 높았다. 고성지역의 경우, 기존어구와 개량어구의 양승어구수가 각각 947개와 768개에 대하여 어획미수는 163마리, 155마리였으며, 단위어구당 어획미수는 0.17마리와 0.20마리로 개량어구가 약간 높았다.

#### 나. 색깔 붓들의 효과

##### (1) 색깔붓들에 대한 문어의 반응

수조실험에서 붓들에 빨강색의 인공미끼를 부착시킨 흰색, 검정, 황색, 녹색의 4가지 붓들의 색깔에 대한 행동실험에서 문어는 흰색을 가장 많이 선택하였고 다음이 검정, 황색 순이며, 녹색일 경우가 가장 선택율이 낮았다.

##### (2) 색깔붓들에 대한 어획량

현장실험에서 조사선박인 일호호의 색깔별 어획 마리수는 흰색이 37마리(50.7%)로 가장 많았고 큰 문어가 어획되었으며, 다음으로 18마리(24.7%)의 검정색, 11마리(15.0%)의 노랑색 순이며, 녹색이 7마리(9.6%)로 가장 적었다. 정송호 선박의 색깔별 어획 마리수는 검정색이 24마리(40.0%)로 가장 많았고, 다음으로 흰색 18마리(30.0%)와 노랑색 17마리(28.3%)였으며, 녹색이 1마리(1.7%)로 가장 적었다. 따라서 문어는 본 실험에 사용한 4가지 색 붓들에서 흰색과 검정이 노랑과 녹색보다 어획이 우수하였다.

##### (3) 회백색붓들의 효과

현장실험에서 시험어구A(회백색+오징어미끼)와 시험어구B(붉은색붓들+돼지비계미끼)에 대한 문어어획 결과는 강원호(G.W.)의 경우, 시험어구 A가 2~15마리씩 총 131마리 어획하였으나 시험어구 B가 매회 0~14마리씩 총 146마리였으며, 두 시험어구의 차이는 없었다(t-test). 한편, 원진호(W.J.)의 경우, 시험어구A는 1~18마리씩 총 97마리 어획하였으나 시험어구 B는 매회 0~19마리씩 총 79마리였으며, 두 시험어구의 차이도 없었다(t-test). 이것은 회백색붓들의 흰색이 점차 퇴색되고 어장의 해조류 등으로 인한 색깔붓들의 효과가 감소했기 때문이라고 생각된다.

##### (4) 기존어구와 개량어구의 종합비교

개량어구가 유속에 잘 반응하므로 조업면적이 일정하다면 기존어구보다 조업시간이 짧아지거나 투승 어구수를 줄일 수 있다고 생각된다. 어획효과는 개량어구가 기존어구보다 약간 높고 환경측면에서도 개량어구가 우수하고 어획선택성도 높으며 색깔변화도 가능하다. 어구단가는 기존어구가 저렴(인건비제

외)하고 유실 어구수는 선박, 조업장소에 따라서 달라지지만 대체로 비슷하다고 생각된다. 미끼는 돼지비계보다 인공미끼(가재모형에 돼지비계나 오징어 삽입된 형태)가 효과적이며, 야광미끼로도 전환이 가능하다. 또한 인공미끼는 돼지비계에 비하여 계속 반복사용이 가능하며, 취급이 간편하다. 따라서 개량 어구가 기존어구보다 경제성이 높고 조업효율이 높다고 할 수 있다.

## 7. 자망어구에 대한 연구

### 가. 현장조업을 통한 친환경 발들의 검정

시험어구는 1쪽의 길이 75m인 7쪽 짜리로 제작한 자망어구이다. 코팅 발들은 7쪽 중 1쪽에만 사용하였는데, 낚 발들 2개당 코팅발들 1개의 비율로 구성하였다. 자망용 코팅 발들을 이용한 조업은 약 2개월간의 다양한 저질(모래, 돌, 자갈)에서 행하였다. 50m 이내의 다양한 수심과 저질에서 사용한 결과는 파손되거나 벗겨지는 경우가 없었으며 양호하였다. 또한 선박에서 그물의 투망과 양망시에 코팅 발들로 인한 장애는 없었다.

## 8. 어구 실용화

### 가. 문어 흘림낚시어구의 보급

#### (1) 개량된 문어 낚시어구에 대한 홍보

새로 제작된 문어흘림낚시와 관련하여 각 지역에 방문하여 홍보를 하였으며, 강원도 연승어업인 워크숍에서도 홍보하였다. 문어흘림낚시와 관련하여 홍보용 카다로그를 제작하여 수산관련 기관과 어업인에게 홍보함으로써 본 연구결과를 실용화에 기여하도록 하였다. 본 대학 학과 교실에 수집한 문어 관련 낚시제품과 자망발들을 개발된 발들과 함께 전시하여 교육효과를 높이고 있다.

#### (2) 개량된 문어흘림 낚시어구의 보급

강원도 및 각 시군의 어구보급 지원사업으로 선정되어 실용화되고 있다. 그러나 조업시기별 사용하는 붓들의 무게가 다르고, 1회 조업시 사용량(30-50개)과 유실되는 것 등을 고려하면 한 척당 보급되는 양이 너무 적기 때문에 어업인들의 요구에 부응하지 못하는 실정에 있다.

## V. 연구개발결과의 활용계획

본 연구는 친환경 어업을 위한 어구개발이며, 문어홀림낚시는 현재 강원도의 보급 사업으로 실용화하고 있지만, 사용자인 어업의 요구물량에 훨씬 부족하며, 본 개발어구에 관심이 있는 곳은 제주도, 울릉도, 경북, 강원도 등이 있다. 또한, 개발된 문어홀림낚시용 인공미끼의 실용화도 함께 추진되고 있다. 즉 친환경 발돌어구의 실용화에 기여하고 있다. 그러나 인공미끼의 경우는 크기와 재료측면에서 보완이 필요하다.

한편, 자망용 코팅발돌은 실험실과 현장실험에서 만족한 결과가 있었으며, 정부나 도차원에서 지원사업일 경우 실용화될 것이다. 자망발돌용 코팅 발돌 기술은 자망외에 전국의 각종어구의 낚 발돌을 코팅할 수 있으므로 타 어구에도 적용 가능하다.

따라서 친환경어업을 위한 정책으로 현재 생분해성어구사용 보급을 위한 지원사업과 같이 해양수산부차원에서 지원이 필요하며, 이로 인하여 전국적인 파급을 기대한다.

# S U M M A R Y

## **Development and practical use of sinker to octopus drift line and gill net gear for environment-friendly fishery**

For most of fishing gears, the lead has been used as the sinking material, because the lead is neither fragile nor spoilable, and in addition, it is not only easy to be formed into any shape as wanted, but also, its price is cheap. However, for the marine life, the younger the fry is, the more susceptible to the poison of lead it is, and the lead can be accumulated into human body through the fish, as the fish may take in the lead from the sediment at the bottom or the food chain in the ecosystem. In this sense, it is necessary that the use of lead should be restricted in the fishery business.

The purpose of the research is to develop new sinker, which can replace the lead one currently used as the accessory fishing equipment of fishing net gears and angling gears, and put it into practical use, so that the newly developed fishing sinker can be introduced to promote the environment-friendly fishery and reduce the pollution in the ocean.

### **1. Current state of octopus drift line and gill net fishery.**

#### **A. Current state of octopus drift line fishery**

The yearly total quantity of the octopus caught in Gangwon province during the past 9 years was on an average in the range from 930 tons to 1,692 tons, which was calculated to be 10.1 billion to 14.6 billion won. The octopuses

caught in the East Sea of Korea are an important source of income for the fishermen, as they bring higher profit in terms of price per weight.

The fishing gears are manufactured by the fishermen themselves, where they use the lead as the sinker, and the fat of pork as bait for octopus. The fishing equipments for octopus vary in the form, size and weight, according to the region and fishermen. The number of the fishing equipment used for octopus in the coastal regions of Gangwon province is usually in the range of 30ea to 50ea, and the weight of the fishing equipment is between 100g to 550g, depending on the depth of the sea. The fishing hooks are composed of 4 pieces of string, and stone or lead is used as the sinker of the fishing equipment. In the fishing equipment, the longest gap of the 4 piece-string is 2.2cm to 3.8cm and the length of shank is 14.7cm. The average number of the fishing equipments lost during in the fishing work comes to a few to more than 10ea a day. The drift fishing line for octopus, used in the coastal regions of Gangwon province, has been also used in the regions, such as, Gyeongbuk province, Island Ulreung, Hokaido in Japan. The single fishing line equipment for octopus is used in the Sacheon in Gyeongnam province.

The temperature of the bottom of the sea along the coast of Gangneung city in the period from April to June is the average 3.2 to 12.4°C, which is considered to be best for octopus to live in, but the sea-water temperature in the period from July to August is 5.0 to 20.6°C, and the daily difference of temperature is quite large, as 9.2°C at the maximum. The concentration of salt is in quite stable range of 33.2~35.3‰, which does not make any significant difference to the habitation of octopus. In most of case, the octopuses are caught in the period from May to July, and 76.7% (79 octopuses) of them weigh less than 1kg, which is considered as small size. In the one-day fishing work with

the drift line for octopus, it is considered efficient to fish in the sea water in depth of less than 40m for about 6 hours or so.

It is necessary that the drift fishing gears should be standardized and the lead used as the sinker should be replaced with the environment-friendly material, and the bait for the equipment should be substituted with some artificial one. Considering that 76% of the octopus caught through the fish trap and drift fishing line equipment are the small and not fully-grown up octopus, it is required to establish some systematic resources management policy of the fishing industries.

#### B. Current state of the sinkers in the gill net fishery.

As the result of the survey on the lead sinker used in the areas of Goseong, Gangneung and Samcheok, there are 13 types of the lead sinkers, depending on the weight from 12g to 95g. In the case of Gangneung city, the typical fishing equipment used by the ship (of 2.43tons) is the bottom gill net, which has 15 net width in the number of the fishing equipment, when it is thrown into the sea for the fishery. The number of the lead sinker used for 1 net width is approximately 400ea, and the types of the lead sinkers vary, depending on the fishery seasons of the year, and roughly there are 4 types of the lead sinkers by the weight, such as 18~20g, 24~30g, 33~38g, 45g. The depth of the sea water for the winter fishery is about 55 to 60m, and the fishing work is made in the area within the range of 4~5mile from the coast, and flatfish, Tukchi fish and codfish are the main items for the catch. Most of the fishing gears lost during the fishing activities can be collected using grapnel anchor, but it is hard to collect those equipments lost, due to the natural disasters, such as typhoons or

sea tides. The sinkers of the gill nets, most widely used all year round, weigh 19g each and 22mm long and 13.5mm high.

## **2. Influence of lead toxic characteristics**

### **A. General toxicity of lead**

As the lead indicates its toxicity a long time after it has been accumulated into human body, human being is poisoned with the lead, which may cause such problems in the brain and nerve system as, mental problem, body paralysis, anemia and vomiting. In the case of children, even if a small amount of the lead is taken into the body and develops the related problem, it is known to be fatal, because it can bring to the children the decrease of intelligent quotient and disability of concentration, the problem with reading and learning ability, hearing problem, abnormal sensitiveness, growth retardation and development of violent character.

### **B. Influence of the lead in the fresh and sea water**

In the case of the lead sinkers, which were lost in the Swedish rivers of the Northern Europe, a considerable difference of weight was shown in the lead sinkers, which had stayed in the rapid current of the river for a certain period of time. Sometimes, it has been known that the lead sinkers exposed in the semi-salty area of downstream in the river is corroded. In Canada, it is reported that about 500 tons of the lead lost or thrown away in the fishing work, has been accumulated in the nature.

In general, the lead products are non-soluble in the water of stream or lake, which is neutral in pH degree, but when it sinks into the water with sand, it

corrodes and tiny amount of lead component, which is discharged into the water. In addition, the lead is easy to be dissolved into the acidic water.

#### C. Poisonous influence of lead affecting the fish

The lead affects the efficiency of the fish feed and the growth of the fish, because the lead damages the gills of the fish exposed to the lead, and causes the difficulty of bronchial respiration, decreasing the ratio of respiration. The poisonous influence of the lead on the marine life largely depends on the difference of the susceptibility to the marine life by the species or on the usage of the lead for what purpose, it is known that the younger the fry the easier it is harmfully affected. The lead affects the parameters of the bio-chemical, morphology and behavioral characteristics of the fish. Besides, it is reported that the organic lead compounds are 10 times to 100 times more poisonous for the marine life than the non-organic lead compounds.

#### D. Laws and regulations limiting the use of lead product for fishing gears

Such countries as, the USA, the UK, Canada and Denmark put some limit or restriction on the sale of small size lead sinkers to protect the wild life.

#### E. Amount of the lead used by the fishery in Gangwon province

In the amount of the lead used in Gangwon province by the fishery, it is distributed as 619.38tons for set net, 283.86tons for set net of the demarcated fishery, 690.0tons for the gill net of coastal fishery, 7.15tons for the small fishing ships, 2.67tons for coastal trawl net, and 29.45tons for other types of fishery, and in all, it comes to the total of 1,632.51tons of lead. On the other



hand, in the yearly amount of the lead used for the octopus drift fishing line, it is 83.7tons in Goseong, 20.2tons in Gangneung city, 51.7tons in Donghae city and 45.3tons in Samcheok city, and in total, it comes to the 2000.9tons of lead.

### **3. Development of the material for the environment-friendly fishing sinkers**

#### **A. Development of the material for the octopus drift line**

The new environment-friendly material for fishing sinker was reinforced in the viscosity and hardness using the cement leavening agents and special resin for cement, and the fishing sinkers were manufactured by adding the powdered iron and stone quantitatively to the hydration ceramic-group material, in order to give it the same weight as the lead sinkers.

#### **B. Development of the material for the sinkers of the gill net.**

The lead sinkers for the gill net were coated with the ceramic-contained paint. The ceramic-contained paint was added with non-organic oxidization agents like SiO<sub>2</sub> and TiO<sub>2</sub> to increase the anti-abrasion capacity. In order to facilitate the hardening of the ceramic-contained paints, acryl urethane hardening agent was mixed at the weight ratio of 6:1 and added to it. In order to form the coating film on the lead sinkers, the dipping method was used, in which the material was basically dipped for 2 minutes and then dried at the temperature of 100°, and in this way, the 4 layers of coating were formed on the material through the 4 times repeated process of dipping and drying. As the result of the test on the coated lead sinkers, where they were put into the plastic container together with sand, and placed under the rotating milling test for 48 hours, it was proved that it was excellent in the anti-abrasion characteristics.

## **4. Manufacture of the sinkers for the fishing gears**

### **A. Manufacture of the sinkers for octopus drift line**

#### **(1) Manufacture of the sinkers for the fishing hooks**

In order to keep the advantages of the existing lead sinker and stone sinker intact, the fish hook was designed to be included in the sinker at the time of being manufactured, and the shape was made similar to the existing stone sinker, designed to be varied in the weight using such environment friendly material as powdered stone, sericite, powdered iron and others instead of lead. In the manufacturing process, first, the casting mould was made by the size, and the mechanically-made fish hook was put in the mould. Then, the mould was filled with the mixed material of paste. After they were dried sufficiently, they were taken out of the mould. The 1st test products were big in size and their colors were not considered. But the 2nd test products were manufactured in accordance with the user's demand, and considered in terms of the product sales value. The products were made to increase in weight but decrease in size. For the improvement of the quantity of the fish caught through the test fish work, the 3rd test products were made in bright color for octopus to find them more easily.

#### **(2) Standardization of fishing hook**

The existing fishing hooks were different from region to region, or from fisherman to fisherman. To improve this, as the material for fish hook, the steel wire was selected, because it was most preferred by fishermen in terms of the

material and size (1.6mm in diameter), where the total length of the wire for the hook was 60cm. The selected wire was sharpened at the tip of the wire, and bent it in the form of octopus hook, using the machine. The bent wire was put in the mould of the sinker, and the fish hooks were completed at the same time when the sinkers were finished being manufactured.

#### B. Manufacture of the sinker for the gill net

One of the mass production methods for the coated lead sinker was to dip the lead sinkers, which were connected to the fixed frame by the wire, into the ceramic-contained paint. After the wire was linked to the fixed frame, the lead sinkers were fitted in the wire net, and the lower part of the wire was bent in order to prevent the lead sinkers from falling off the wire. After the lead sinkers were dipped in the ceramic-contained paint, they were taken out and dried in the oven at the temperature of 100?. In the cost of the manufacture, the cost of the ceramic-contained paint was calculated as 100won per one lead sinker with 19g in weight, and in addition to it, other cost, such as, the fee for labor and electricity and water, was estimated to be 200won, so the total manufacture cost was assessed to be 300won per one coated lead sinker with 19g in weight. For the test gill net, the low gill net was selected, as they were most used in the regionsof Sacheon and Gangneung city, in order to catch the fish like flatfish. The sinkers were mixed in the combination of general lead sinkers and coated lead sinkers.

### **5. Characteristics of the fishing gears**

#### A. Characteristics of the octopus drift line

### (1) Density of the environment friendly sinkers

The density of lead is 15.065, but that of the environment friendly sinkers was not shown to be fixed by the weight, as seen in the range between 2.871 to 6.637, which was 0.19-0.44 times heavier than that of the lead.

### (2) Speed of the sinkers

In the confluent water tank, the improved sinker weighed 231g, which was heavier than that of lead, but was moved in the slow current, the improved sinker with 497g in weight was heavier 142g than 345g, that of the lead sinker, but the minimum moving speed was the same. This fact can be assessed to contribute to the reduction of the fishing time as the fishermen can move faster in the sweeping area, when they fish in the same fishing area with the improved sinker.

## B. Environment friendliness of the sinker

### (1) Physiological verification

In the indoor water tank, the examination was made to check if there had been moss growing in the sinker. There was some moss attached to the environment friendly sinker, and also some moss to the wall of the water tank. However, there was little change in the moss attached to the sinking lead. In addition, even if the water tank with the lead sinker was located in the more sunshine side of the room, but the growth of the moss was not better than that of the water tank with the environment friendly sinker.

### (2) Biological verification

In order to verify the environment friendliness of the marine life to the environment friendly sinker for octopus drift line and coated lead sinker for the gill net, the test for poisonous influence of the sinking material was conducted and assessed for the acute toxicity in the short-term and the chronic toxicity over long-term period against the flatfish. The environment friendly sinker and coated sinkers were estimated to be environment friendly, as the survival rate was similar or equal to the same as that of control group, but on the other hand, in the test group related directly to the lead, the survival rate was indicated to be lower, due to the physically negative influence from the lead. In addition, in the water tank with environment friendly sinker and the water tank of control group, the amount of oxygen consumed until the end of the test was rated to be higher, as the metabolic activities were very good, but on the contrary, in other test group, the total quantity of the oxygen consumed during 28 test days was indicated to be low, meaning that the metabolic activities became worse, as the concentration of the lead and the time exposed to the lead increased. On the other hand, it was known that, as the concentration of the lead and time of the exposure to the lead increased, the daily growth rate and the growth of the body length of the fish decreased, compared with that of the control group, and that the growth rate in the test tank with the environment friendly material was similar to that of the control group, and based on this result, it was assessed that the sinkers made of the environment friendly material was environment friendly product.

## **6. Research of the octopus drift line**

### **A. Capacity of improved sinker**

In the case of Gangneung region in terms of the fishing work on the sea, the number of the existing fishing gears and that of the improved fishing gears lifted from the sea were 1,876ea and 1,546ea, and the total number of the fish caught were 249 heads and 247 heads each, and in the number of the caught fish per unit fishing gear, the improved fishing gear was indicated to be a little higher than the existing one, as it was 0.17 fish for the existing fishing gear and 0.20 fish for improved fishing gear. In the case of Goseong region, the number of the existing fishing gears and improved fishing gears lifted from the sea were 947ea and 768ea each and the number of the caught fish was 163 and 155 for each case, and in the number of the fish per unit fishing gear, the improved fishing gears showed a little better efficiency as it was 0.17 fish and 0.20 fish for each case.

## B. Effect of the colored sinker

### (1) Reaction of the octopus to the colored sinker

In the water tank test, in which the red color artificial baits were combined with the sinkers of such colors as, white, black, yellow and green, the octopuses chose the white color in most cases, and the next was black and yellow in the order, and in the case of green color, the octopus chose at the least.

### (2) Quantity of the fish caught by the colored sinker

In the field test by the survey ship, Ilhoho, the number of the fish caught by the color of the sinker showed that the white color sinker caught 37 octopuses (50.7%), the largest number of octopuses and some of them were big octopuses, and the black color caught 18 octopuses (24.7%), the yellow 11 octopuses

(15.0%), and the green color caught the least number of octopuses, 7 octopuses (9.6%). In the number of the caught fish by the colored sinker by the survey ship, Jeongsongho, the black color stone caught 24 octopuses (40.0%), the greatest number of them, and then, the white color 18 octopuses (30.0%) and the yellow color 17 octopuses (28.3%), and the green color caught the least number of octopuses, 1 octopus (1.7%). Based on this result, it can be estimated that the color sinkers like black or white caught more octopuses than the yellow or green sinkers.

### (3) Effects of the gray-white colored sinker

In the field test composed of the test fishing gear A (gray-white color sinker + squid bait) and test fishing gear B (red color sinker + pig fat-skin bait), in the case of the survey ship, Gangwonho(G.W), the total of 131 octopuses were caught with the test fishing gear A, where 2 to 15 octopuses were caught each time, but the total of 146 octopuses were caught with the test fishing gear B where up to 14 octopuses were caught each time. Based on this result, there was actually no clear difference between the 2 test fishing gears (t-test). On the other hand, in the case of the survey ship, Wonjinho, the test fishing gear A caught the total of 97 octopuses where one to 18 octopuses were caught each time and the test fishing gear B caught the total of 79 octopuses where up to 19 octopuses were taken each time. Based on this result, there was also no clear difference between the 2 test fishing gears (t-test). It is estimated that this result comes from the reduction of the color effects, due to the marine algae, as the white part of the gray-white sinkers was gradually discolored.

### (4) Collective comparison between the existing fishing gear and improved fishing gear

As the improved fishing gear well reacts with the current speed, it is considered possible that the time period of fishing work can be shortened or the number of the fishing gears thrown into the sea can be reduced. In the effect of catching the fish, the improved fishing gear showed higher result than that of the existing fishing gear and was better in terms of environment protection. And it is excellent in the choice of the fish targeted and can change the color. In the unit price, the existing fishing gear is cheaper (labor fee not included) than the improved fishing gear, and the number of the fishing gears lost in the work is considered to be same as that of the existing fishing gears even though it can different depending on the type of fishing ship or the place of fishing work. In the bait for the fish, the artificial bait (the lobster shape with pig fat-skin or squid put in) is more efficient than the pig fat-skin and can be converted into the noctilucent bait. And it can be used repeatedly again and again and is easier to handle, compared with the existing fishing gear. Therefore, it can be said that the improved fishing gear is better in the economy and efficiency of the fishing work than the existing one.

## **7. Research of the gill net**

### **A. Environment friendly sinker verified through the fishing work in the sea**

The test fishing gear was the gill net manufactured in the size of 7 net widths with the length of 75m per net width. The coated sinker was used only for one net width among the 7 net widths, and was composed in the ratio of 2 lead sinkers to 1 coated sinker. The fishery using the gill net had been conducted in the various places with gravels, sand and stone in the sea. As the result of the test fishery in the various depth of the under-sea water below 50m and places



with diverse bottom conditions, no case of the coated layer in sinkers being peeled off or broken has been reported and the result was considered good. In addition, no fishing problems, due to the coated sinker have been found when the nets are thrown into the sea or lifted from the sea.

## **8. Practical use of the fishing gear**

### **A. Supply of the octopus drift line**

#### **(1) Advertisement for the improved octopus fishing gears**

For the newly manufactured octopus drift line, the advertisement has been made in the regions related through visit, and in the workshop for the near-offshore fishing fishermen, organized by Gangwon province. In relation to the octopus drift line, the advertisement has been made for the institutions of fishery industry and fishermen through the advertisement catalogues published, so that the research result can be utilized for the fishery on the sea. And also the fishing gears collected in relation to the fishery of octopus and the sinker developed for the gill net have been exhibited in the class room of fishery study department in order to enhance the effect of the education.

#### **(2) Supply of improved octopus drift line**

The octopus drift line is selected as part of the supply and support project for the fishermen in regions of Gangwon province and used actually in the fishing work on the sea. However, considering that the weight of the sinkers by the use is very different, depending on the fishing seasons, a considerable number (about 30-50 stones) of the sinker is required for a fishery and the number of the

sinker now supplied for the ship is too small, in fact, the supply can not respond to the demand by the fishermen.

As seen above, the research is aimed at the improving the fishing gears for the environment friendly fishery, and the octopus drift lines have been now supplied to the fishermen, but the supply cannot meet the demand by the fishermen by far breadth and the regions interested in the improved fishing gear are Island Jeju, Island Ulreung, Kyungbuk province and Gangwon province. In addition, the practical use of the improved octopus drift line in the fishing work on the sea has been planned, together with the artificial bait. But in the case of artificial bait, some complementary works have to be done in terms of the size and the material used.

On the other hand, the coated sinker for gill net has been proved efficient through the lab test and the test work in the sea, and can be used in the fishery places sooner if the supply for fishermen is supported by the government or the province. The coating technology applied to the sinkers of the gill net can be applied to the coating of other fishing gears made of lead throughout the country, in addition to the sinking material for the gill net. This research project is part of the government policies like the project for the supply of the bio-degradable fishing gears now supported and distributed by the government, and needs the same kinds of support from the Ministry of Maritime affairs and Fishery, and the nation-wide supply of improved fishing gears can be expected, based on such active supports.

# CONTENTS

## **Chapter 1. Summary of the R&D task**

Section 1. Background for the research -----	33
Section 2. Objects for the research -----	35

## **Chapter 2. Current state of foreign and domestic technological developments and scientific and technology information**

Section 1. Current state of domestic technological developments -----	39
Section 2. Current state of foreign technological developments-----	40

## **Chapter 3. Contents and results of the R&D task conducted**

Section 1. Current state of octopus drift line and gill net fishery	
1. Current state of octopus drift line fishery-----	43
2. Current state of sinkers for gill net fishery -----	56
Section 2. Influence of the lead	
1. General toxicity of lead -----	60
2. Influence of lead in the sea -----	61
3. Influence of lead on the fish-----	61
4. Laws and regulations about the limit to use of lead -----	62
5. Quantity of lead use by the fishery in Gangwon province -----	63
Section 3. Development of the material for environment friendly fishing sinkers	
1. Development of the material for octopus drift line -----	68
2. Development of the material for the gill net -----	71

Section 4. Manufacture of the sinkers for the fishing gears	
1. Manufacture of the sinkers for octopus drift line -----	80
2. Manufacture of the sinkers for gill net -----	86
Section 5. Characteristics of fishing gears	
1. Characteristics of octopus drift line -----	88
2. Environment friendliness of the sinkers -----	92
Section 6. Research of octopus drift line	
1. Capacity of improved sinkers -----	114
2. Colored sinkers -----	118
Section 7. Research of gill net	
1. Evaluation of coated sinking material through the fishing work in the sea-----	132
Section 8. Scientific research	
1. Fishery of octopus drift line -----	135
2. Improved sinkers and baits for octopus drift line-----	146
3. Development of artificial bait for octopus drift line-----	150
Section 9. Practical use of the fishing gears	
1. Supply of octopus drift line -----	162
Section 10. Current state of intellectual property rights registered	
1. Octopus drift line -----	166
2. Gill net -----	174

**Chapter 4. Attainment degree of the R&D objects and contribution  
degree of related area**

Section 1. Attainment degree of the R&D objects ----- 179

Section 2. Contribution degree of the related area ----- 182

**Chapter 5. Application plan of the R&D results**

Section 1. Sinkers for octopus drift line and gill net -----185

# 목 차

## 제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 절 연구배경 -----	33
제 2 절 연구목적 -----	35

## 제 2 장 국내외 기술개발 현황 및 과학기술정보

제 1 절 국내의 기술개발 현황 -----	39
제 2 절 외국의 기술개발 현황 -----	40

## 제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1 절 문어홀림낙시 와 자망어업의 현황	
1. 문어홀림 낙시어업의 현황 -----	43
2. 자망어업의 발달 현황 -----	56

### 제 2 절 납이 미치는 영향

1. 납의 일반적인 독성 -----	60
2. 해양에서 납이 미치는 영향 -----	61
3. 납이 어류에 미치는 영향 -----	61
4. 낙시의 납 사용제한에 관한 법률 -----	62
5. 강원도의 어업별 납 사용량 -----	63

### 제 3 절 친환경 어구발들 재료개발

1. 문어홀림 낙시용 재료개발 -----	68
2. 자망용 발들 재료개발 -----	71

### 제 4 절 어구 발들 제작

1. 문어홀림 낙시용 발들 제작 -----	80
2. 자망어구용 발들 제작 -----	86

제 5 절 어구의 특성	
1. 문어홀림 낚시어구의 특성 -----	88
2. 붓들의 친환경성 -----	92
제 6 절 문어홀림낚시에 대한 연구	
1. 개량 붓들의 성능 -----	114
2. 색깔 붓들 -----	118
제 7 절 자망어구에 대한 연구	
1. 현장조업을 통한 코팅 발들의 평가 -----	132
제 8 절 학술연구	
1. 문어홀림낚시어업 -----	135
2. 문어홀림낚시어구의 붓들과 미끼개량 -----	146
3. 문어홀림낚시용 인공미끼 개발 -----	150
제 9 절 어구 실용화	
1. 문어 홀림낚시어구의 보급 -----	162
제 10 절 지적재산권 등록현황	
1. 문어홀림낚시어구 -----	166
2. 자망어구 -----	174
제 4 장 연구개발 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	
제 1 절 연구개발 목표의 달성도 -----	179
제 2 절 관련분야에의 기여도 -----	182
제 5 장 연구개발결과의 활용계획	
제 1 절 문어홀림낚시와 자망어구의 발달 -----	185
제 6 장 참고문헌 -----	189
별  첨  자체평가의견서 -----	194

## 제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 절 연구배경

제 2 절 연구목적



여 백

# 제 1 장 연구개발과제의 개요

## 제 1 절 연구배경

발들(Sinker)은 어구의 부속구로서 어구의 하단에 부착하여 어구를 하방향으로 전개시키는 데 사용되는 침강제이다. 현재까지 어구의 침강제는 대부분 납이 사용되고 있는데, 이는 파손이나 부패되지 않고 임의의 모양으로 조형 가공하기 쉽고 값이 저렴하기 때문이다. 그러나 납은 인체와 환경에 악영향을 미치고 있다. 납이 체내에 축적되면 오랜 시간이 경과한 후 그 독성이 나타나고, 발병하였을 때에는 치명적인 것으로 알려져 있다. 또한 납은 수산생물에 있어서 어린고기일수록 유해의 영향을 받기 쉽고, 퇴적물이나 생태계의 먹이 연쇄에 의한 생물에 납이 축적되어 우리의 몸에 축적될 수 있으므로 납 사용을 억제할 필요가 있다.

최근 각 분야에서 환경의 중요성이 부각되면서 선진국인 EU 등에서는 낚시의 납추사용을 억제하는 등 어업분야에도 환경친화적어업으로의 전환이 요구되고 있는 실정이다(Fig. 1-1).

강원도의 주요 어업 중 문어낚시(문어홀립낚시)가 있다. 옛날 문어낚시어업(1970년 이전)은 무동력선에 2명이 승선하여 문어 낚시줄을 손으로 잡았다(Fig. 1-2). 노와 돛은 선박을 이동하는데 사용하였고, 문어홀립낚시는 선박에 따라 움직이면서 문어를 어획하였다. 이 시기의 낚시보트의 재료는 돌을 사용하고 미끼도 천연 미끼인 주로 어류를 사용하였다. 그러나 오늘날 문어홀립낚시조업은 돼지비계를 미끼로 하여 각각 부이가 달린 약 40-50개의 낚시를 투승한 후 해류나 바람의 영향으로 흘러가도록 하고 있다 문어홀립낚시는 1개의 낚시에 150-500g의 납을 사용하고 있으며, 조업 중에 1일에 수개를 유실하기도 한다.

한편 자망어구의 발들은 납 발들이며, 대부분 발줄을 끼울 수 있도록 구멍이 있다. 강원도 자망어구는 보통 1 세트로 7폭정도를 사용하며 1폭에 납발들을 약 440개를 사용하며 종종 어구와 함께 유실된다.

따라서 낚시와 그물어구의 납 발들을 친환경적인 재료로 대체하여 이들 어업의 친환경어업으로 전환될 수 있도록 절실히 수행되어야 할 것이다.

# EU, '책임있는 어업' 이행 결의

## 지속 가능한 어업위해 3가지 방안 채택

### 환경친화적 어업·어획노력량 규정 공동수산정책 감독기관도 설치키로

지난달 22일 개최된 EU(유럽 연합) 수산위원회는 지속 가능한 고 생산성 어업을 장려하기 위해 세 가지 결정을 내렸다.

세 가지 방안은 스칸디나비아 어업법칙의 특이한 치어 기술로 높은 조차의 기능을 이식한 및 어로 사용 조정과에 및 조차에 따른 조차 어획량 규정에 관한 유럽 연합 수산위원회(수산 정책)를 설치하여 이를 위한 권위규칙 기성어 관련 방안이다.

이 가운데 수산위원회는 보다 환경친화적인 조업방법 및 자원 관리 방법을 개발하기 위한 노력 중 가능한 수준으로 어획노력량을 낮추는 노력에 대한 정책의 중요성을 피력하고 바다생태계에 대한 어로 최소와 스캐폴딩 불 사용 등에 대한 중립적 최소를 채택할 때까지 어업인들이 환경친화적 어업방법으로 전환할 수 있도록 지원이 및 비재정 지원의 제공을 위한 스캐폴딩을 이

어획노력량(총 어획량)을 낮추는 것이 중요하다. 이는 어획노력량을 낮추면 어획량이 증가할 수 있다. 이는 어획노력량을 낮추는 것이 중요하다. 이는 어획노력량을 낮추면 어획량이 증가할 수 있다. 이는 어획노력량을 낮추는 것이 중요하다. 이는 어획노력량을 낮추면 어획량이 증가할 수 있다.

환경친화적인 어업은 환경에 미치는 영향을 최소화하는 것을 목표로 한다. 이는 어획노력량을 낮추는 것과 관련이 있다. 이는 어획노력량을 낮추는 것이 중요하다. 이는 어획노력량을 낮추면 어획량이 증가할 수 있다.



EU 수산위원회는 최근 지속가능한 '책임있는 어업'을 피력하는 결정을 채택했다.

# 814호 2004년 7월 56(목요일)

Fig. 1-1. Promotion of environment-friendly fishing method in EU.

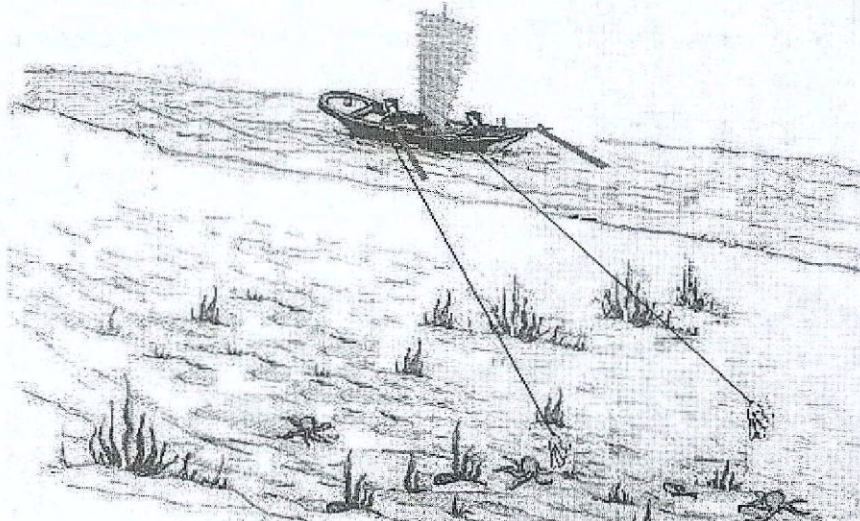


Fig. 1-2. Conventional fishing method of octopus.

## 제 2 절 연구목적

본 연구는 환경 친화적 어업 또는 해양환경 피해를 줄일 수 있는 어구사용을 목표로, 현재 그물어구와 낚시어구의 부속어구로 사용하는 낚발들에 대하여 친환경 발들로 개발하여 실용화하는데 목적을 두고 있다.

이러한 연구목적을 달성하기 위하여 다음과 같이 연구개발내용 및 범위를 설정하였다.

### 1. 문어홀림낚시

- 가. 문어낚시어구 발들 특징조사
- 나. 문어낚시용 발들의 시제품개발
- 다. 시제품 발들의 친환경성 검토 및 경제성 검토
- 라. 문어낚시바늘의 규격화
- 마. 환경 친화적 발들의 현장 적용
- 바. 발들의 생산 및 실용화

### 2. 자망어구

- 가. 자망어구의 발들 특징조사
- 나. 자망어구용 발들의 시제품개발
- 다. 환경 친화적 발들의 현장 적용
- 라. 발들의 생산 및 실용화

상기의 연구내용과 같이 2종의 업종에 대하여 연구사업의 성공을 위하여, 연구자, 어업생산자 및 기술자 모두가 참여하여 합리적이고 사용자 중심인 어구가 되도록 설계 및 제작하고 실내실험과 현장실험을 통한 문제점을 보완하여 실용화가 되도록 하였다.

여 백

## 제 2 장 국내외 기술개발 현황 및 과학기술정보

### 제 1 절 국내의 기술개발 현황

### 제 2 절 외국의 기술개발 현황

여 백

## 제 2 장 국내외 기술개발 현황 및 과학기술정보

### 제1절 국내의 기술개발 현황

#### 1. 친환경어업을 위한 문어낚시 붓들

친환경어업은 어획차원에서 어획노력량을 줄이는 것, 어획대상어종만 어획하고 부수어종을 줄이는 것, 어획과정에서 어장(서식지)의 손상을 줄이는 것 등으로 정의되고 있다. 본 연구는 어획도구인 어구자체를 가능하면 친환경하고 어획방법도 친환경적으로 하자는 것으로, 문어홀림낚시의 어구자체가 문어만 어획하므로 친환경어업에 속하지만, 어구의 주된 부분이 낚으로 만들어져 있고 어구유실로 인한 환경오염을 줄이고자 하는 것이다. 이와 같이 현재 어구재료부분을 친환경화하고자 하는 것으로 수산과학원에서 생분해성어구재료를 개발하여 통발 등 어구의 특정부위에 활용하도록 유도하고 있는 실정이다. 문어 낚시와 관련된 연구로서는 본연구자가 행하고 있는 것 외에는 없는 실정이다.

#### 2. 친환경어업을 위한 자망 발들

수산과학원의 생분해성 어구재료 외에 어구를 아래로 전개하는 침강재인 낚 발들을 친환경적으로 연구한 사례는 거의 없는 실정이다. 산업재산권에 의하면 어구의 발들용으로 몇몇이 있으나 유어낚시 등에는 적용이 가능할지 모르지만 아직 어업에 사용될 수 있는 친환경 발들은 없다고 할 수 있다. 본 연구는 실용화에 목적을 두고 현재 사용 중인 낚만큼 제조하기 쉽고, 비중이 크며 저렴한 물질이 없는 관계로 우선 낚을 코팅하고자 하였다. 이와 같이 어업용 코팅발들에 대한 연구도 본 연구외에 없는 것으로 생각된다.



## 제2절 외국의 기술개발 현황

### 1. 친환경어업을 위한 문어낚시 붓돌

유어낚시용으로 납추에 대하여 특수페인트로 피복하여 사용하고 있고, 일본에서도 문어홀립낚시용 어구에 대하여 플라스틱제로 납덩어리를 포장하여 사용하고 있는 실정이다. 2006년도 미국 ICES 심포지움에 참가하여 본 연구와 같이 어업에 사용 중인 납을 대체하고자 하는 연구발표는 없었다.

### 2. 친환경어업을 위한 자망 발달

어획차원에서 자망어업과 관련하여 어획선택성, 혼획방지 방안 등 많은 연구가 행하여 왔으나, 어구재료차원에서는 생분해성 그물감(兼廣, 1993; 中前, 1998)에 관한 연구 외에는 거의 없는 실정이다. 즉 어구발들의 친환경화에 관한 연구는 거의 없다고 판단된다.

## 제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1 절 문어홀림낚시 와 자망어업의 현황

제 2 절 낚이 미치는 영향

제 3 절 친환경 어구발들 재료개발

제 4 절 어구 발들 제작

제 5 절 어구의 특성

제 6 절 문어홀림낚시에 대한 연구

제 7 절 자망어구에 대한 연구

제 8 절 학술연구

제 9 절 어구 실용화

제 10 절 지적재산권 등록현황

여 백

## 제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

### 제 1 절 문어홀림낚시 와 자망어업의 현황

#### 1. 문어홀림낚시어업의 현황

##### 가. 강원도 문어홀림낚시어업

###### 1) 어업의 명칭

문어낚시어업과 관련한 명칭은 어구 또는 어법을 고려한 측면에 따라 다르게 명명하는 것으로 생각된다.

현재 문어낚시를 “연승”, “외줄낚시”, “지가리” 등으로 부르고 있으나 한국 어구도감(국립수산과학원, 2002)에서는 붕낚시류에 속하는 “문어 외줄낚시” 라고 하고 있다. 또한 국립수산과학원 소속 연구원의 한국어업기술학회 발표논문(2004)에서도 같은 명칭을 사용하고 있다. 그러나 일반적으로 “외줄낚시” 라고 하는 것은 “선상낚시” 로 선박에서 한 가닥의 줄에 낚싯바늘을 한 개 또는 몇 개를 매달아 물고기 등을 낚아 올리는 어법(漁法)으로 대부분 미늘이 있으며, 긴 줄에 많은 낚싯바늘을 매달아 낚는 주낙(연승)에 대응하는 어법이다. 대표적으로 돛, 농어, 불락 등의 외줄낚시어업이 있다. 붕낚시는 낚시의 유인효과를 높이기 위하여 낚시체에 나무, 납이나 플라스틱 등으로 만든 붕을 부착한 낚시에 대상생물의 몸통이 걸리도록 하거나 대상생물이 달라붙도록 하여 잡는다. 연승(주낙, long lines)은 한 마리를 낚아 올리는 시간을 짧게 하기 위해서 여러 개의 낚시를 동시에 드리웠다가 차례로 들어 올려서 낚는 것으로, 보통 한 가닥의 길다란 모릿줄에 일정한 간격으로 아릿줄을 달고 그 끝에 낚시와 미끼를 단다.

어구총론(김, 1999)에서는 홀채낚이 어구류에 속하며, “문어 손줄낚시” 라고 하고 있다.

한편, 일본에서는 “タコ樽流し釣” (일본어구어법도설, 1986)라고 하고 있으며, 이것이 현재 강원도에서 행하고 있는 어구어법과 가장 유사하다. 또한 일본에서 부이를 사용하지 않고 유사한 어구를 사용하여 선박에서 낚싯줄을 손에 잡고 조업하는 것을 문어외줄낚시(일본어구어법도설, 1986); 문어 손줄낚시 라고 한다.

현재 강원도에서 행하는 문어낚시는 일반적으로 외줄낚시라고 하는 것과 어구어법상 차이가 있고, 방언으로 “연승(지가리)” 이라고 하지만, 어업의 명칭은 쉽게 어구어법의 특징을 알 수 있도록 해야 한다. 예를 들면 자망은 본어법과 유사한 경우를 유자망 또는 흘림걸그물이라 하며 그 외 저층자망, 중층자망, 표층자망으로 구분하고 있다. 따라서 지금까지 문어외줄낚시(국립수산과학원, 2002)라고 하는 것을 “문어흘림낚시(octopus drift line)” 라고 하는 것이 정확하다고 판단된다(안·박, 2006).

## 2) 문어 어획량

강원도에서 최근 9년간(1998~2006년)의 문어어획량은 연간 약 930-1,692톤이며 금액으로는 약 101-146억원으로, 보통 동해안에서 어획되는 어종 중 문어가 단위 가격/kg 의 측면에서 대단히 높은 가격을 받기 때문에 어민들에게 중요한 소득원이 되고 있다(Table 2-1).

Table 2-1. Octopus catches and amounts in the Gangwon-do

Year	Catch (tons)	Amount (thousand won)
1998	1,692	11,654,649
1999	1,267	10,145,403
2000	1,300	11,794,079
2001	1,080	10,927,000
2002	930	11,129,150
2003	979	10,719,558
2004	1,117	12,194,080
2005	1,175	14,656,983
2006	1,124	14,579,137

### 3) 문어홀림낚시의 조업현황

홀림낚시의 각부 규격은 Fig. 2-1와 같다. 낚시는 어업인에 따라 차이가 있었으며 30-50개를 1 조(set)로 기준으로 하여 투승하였다(Fig. 2-2).

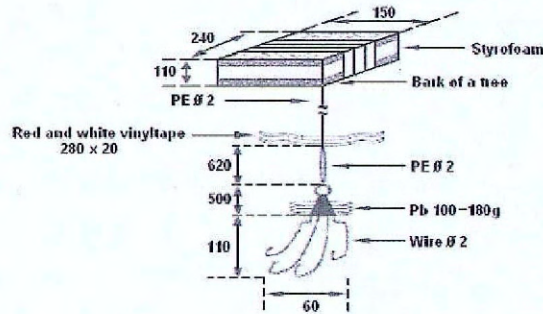


Fig. 2-1. Size of octopus drift-line.

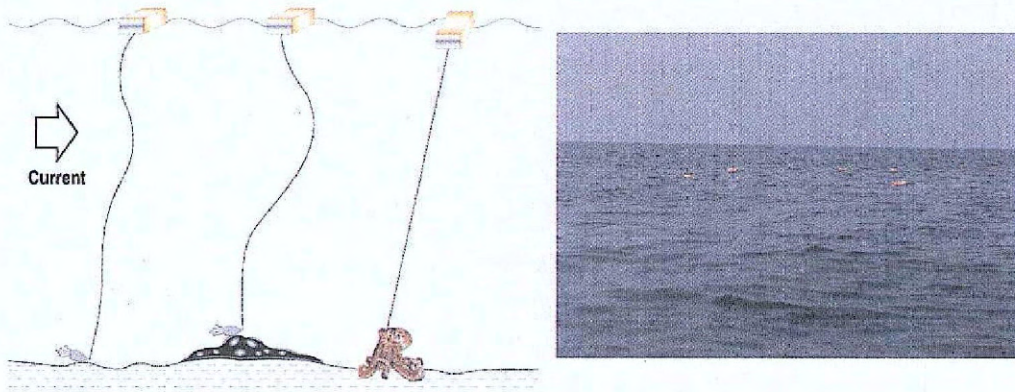


Fig. 2-2. Fishing method of the octopus drift-line.

강원도연안에서 사용하는 문어홀림낚시는 낚으로 된 추에 4-6가닥의 철사 낚시를 묶고 문어를 유인하기 위하여 돼지비계<80(L)×40(B)×20(D)mm>를 낚 추에 밀착되도록 철사로 묶어서 사용한다. 낚시줄의 길이는 조류상태에 따라 다르지만 유속이 빠른 경우 수심보다 5-8m 길게하고, 완만할 때는 해저에 닿을 정도로 한다. 조업순서는 먼저 낚시 몇 개를 투승하여 조류상태를 파악한 후에 일정한 간격으로 낚시 약 30-50개를 조류 방향에 대해 가로지르면서 일정한 간격으로 투승해 놓고 낚시가 조류를 따라 흘러가도록 한 다음 육안으로 부표를 감시한다. 조류를 따라 흘러가지 않고 제자리에 멈추어 있는 낚시

를 발견하면 문어가 낚시에 걸린 것으로 판단하여 낚시줄을 천천히 당겨 올려 걸린 문어를 떼어내고 다시 투승한다. 문어가 걸리면 부이가 정지하거나 다른 부이보다 늦게 흘러가기 때문에 알 수 있고 그 부이를 양승하여 포획된 문어를 분리한다. 다시 조업하기 위하여 어구와 먹이는 점검한 후 투·양승하는 것을 반복한다. 또는 선박이 운항하면서 낚시를 이동시키기도 하고, 투승한 낚시줄을 긴 막대기로 약간 당겼다가 놓았다 하여 문어가 걸리는가를 확인하는데, 중량감을 느끼면 잠시 줄을 늦추었다가 일정한 속도로 올린다. 이렇게 하면 문어가 먹이가 도망가는 것으로 알고 갈고리 낚시에 더욱 밀착하는 것으로 알려져 있다. 여기는 2월에서 10월이고 어장은 15-75m 정도로 다소 광범위하다.

문어홀림낚시어선은 1인이 조업하고 항해장비로 GPS가 거의 없으나, 어업기기로 어군탐지기가 대부분 설치되어 있다.

#### 가) 어장환경

문어홀림낚시의 조업어장인 강릉시 연안에서의 저층 일일 수온변화는 2003년도에 조사된 것으로 Fig. 2-3과 같다. 2003년도 1-3월의 1일 저층 수온은 3.8-8.2°C로 대체적으로 낮고 수온차는 적었다. 그러나 4월과 6월인 경우 3.2-12.4°C이었으며, 수온차는 최대 8°C로 다소 차이가 있었고, 7-8월의 수온범위는 5.0-20.6°C로 점차 높아지고, 수온차는 최고 9.2°C로 큰 편이었다. 수온은 문어의 생태와 관련된 환경요인 중 알의 성숙(Hartwick, 1983), 재생산(Rees and Lumby, 1954; Hernandez-Garcia, et al., 2002) 등에서 특히 밀접한 것으로 알려져 있다. 문어는 여름철에 깊은 수심으로 이동한다고 하며(Mangold, 1983), 문어의 산란은 일본에서 5-7월에 행해진다고 한다(Hartwick, 1983). Hartwick et al.(1981)는 대문어가 일반적으로 수온 7-15°C의 차가운 해역에서 발견된다고 하였다.

따라서, Fig. 2-3의 4-6월의 수온이 일반적으로 어획되는 수온범위에 속하는 것으로 판단되며, 본 연구와 문어통발조사(An and Park, 2005)에서 문어가 봄철에 연안 얕은 수심에서 어획되다가 여름철로 접어들면서 점차 깊은 수심에서 어획되는 것으로 조사되었는데, 이 같은 현상은 여름철의 높은 수온과 일일 수온차의 영향도 있는 것으로 생각된다.

한편, 강릉시 연안 저층에서 조사한 1-8월의 염분 변화는 Fig. 2-4와 같다. 염분은 1-6월에 33.2-33.8‰로 대체로 안정적이지만 7-8월에서는 34.2-35.3‰로 6월 이전보다 고염이고 염분차도 많았다. 문어는 20‰보다 높은 염분을 요구하는 것으로 알려져 있고(Newman, 1963), 염분은 문어의 치어 생존에 영

향을 미친다고 알려져 있다(Hartwick, 1983). Hartwick et al.(1984)은 19-27%의 염분범위에서 문어자원과 양성 상관관계가 있고, 17%이하에서 문어가 사망하게 되는 것으로 보고하고 있다(Hartwick, 1983). 그러나, 본 연구에서의 33.2-35.3%의 염분은 해양의 평균 염분농도 35.3%와 비슷하며, 문어의 서식에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.

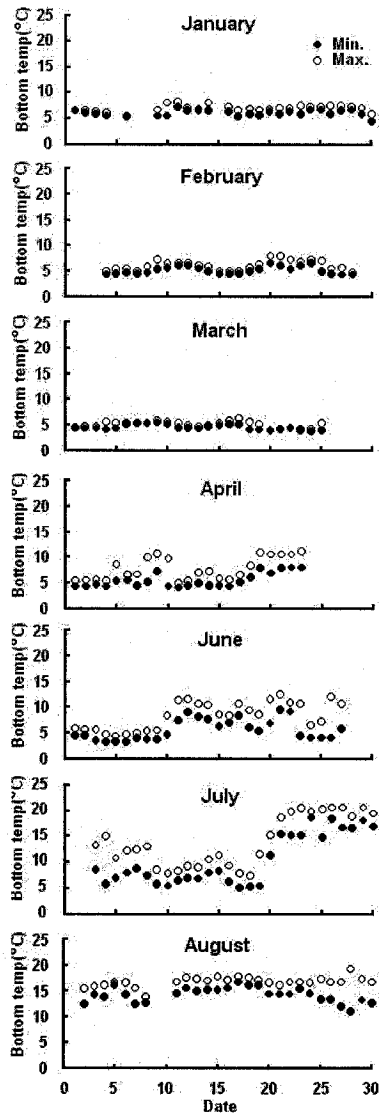


Fig. 2-3. Monthly and daily variation of water bottom temperature in the sea off Gangneung.



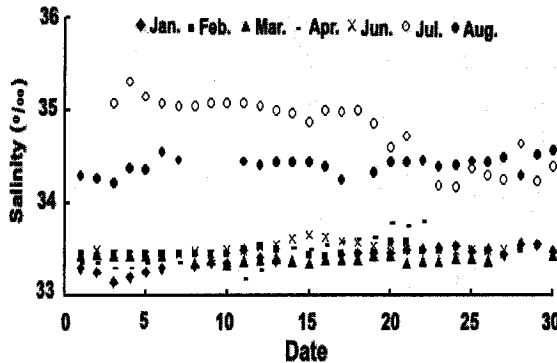


Fig. 2-4. Monthly variation of water bottom salinity in the sea off Gangneung.

#### 나) 월별어획량

홀림낙시 1개당 평균어획량은 월별로는 5월이 가장 높았고, 수심별로는 20-30m에서, 침지시간(3.25-5.58시간)별로는 4.67침지시간에 489g으로 가장 많이 어획되었다. 홀림낙시 1조당 평균 어획마리수는 수심20-30m에서 9.2마리, 침지시간 300-360분에서 13마리로 가장 많았다.

홀림낙시에 의한 문어의 월별 어획량은 Table 2-2에 나타내었다. Table 2-2에서 2003년 3-8월까지 매월 2-5회 시험조업한 결과, 체중 0.18-5.0kg의 문어 4-41마리를 어획하여 총 17회 조업에서 103마리를 어획하였다. 월별 총 어획 마리수는 3월 5마리, 4월 6마리였으며, 이중 1kg 미만의 문어는 3월 4마리(80%), 4월 3마리(50%)로서 주로 2년생 미만의 소형문어(Hartwick, 1983; Choe et al., 2000)가 어획되었다. 5-7월에는 매월 2-5회 조업에서 어획된 문어의 개체수는 21-41마리로, 어획 마리수는 다른 월에 비해 상대적으로 많으나 1kg 이상의 개체수는 2-10마리(9.5-26.9%)뿐이었다. 8월에는 3회 조업에서 어획된 1kg이상의 개체수는 총 4마리 중 1마리(25.0%)였다. 조업당 평균 어획 개체수는 3월, 4월 및 8월에 모두 3마리 이하였고, 5-7월에는 8-11마리로 상대적으로 많았다. 또한 낙시 1개당 어획된 문어 체중은 3월, 4월 및 8월이 41.2-52.4g이고, 5-7월이 113.7-229.7g으로 비교적 높았다.

이상의 본 조사기간 동안 어획된 문어의 개체수는 총 103마리였으며, 이중 1kg 미만의 개체수는 79마리로 소형 문어(76.7%)가 대부분이었으며, 5-7월의 문어어획량은 다른 월보다 비교적 많았다. 이와 같은 현상은 통발의 경우에서도 비슷한 경향을 나타내었는데(An and Park, 2005), 6-7월에 어획량이 높았으며, 어획된 문어 중 1kg 미만의 소형문어가 75.9%였다.

Table 2-2. Monthly variations in CPUE of the octopus drift-line fishery in the coastal waters of Gangneung from March to August 2003

Month (2003)	Catch number (Number of oper.)	Body weight (kg)	Total weight (g)	Number of average drift line used	CPUE	
					(Num./oper.)	(g/drift line)
March	5(2)	0.34 - 1.6	3,590	35.5	2.5	50.6
April	6(2)	0.25 - 1.3	4,300	41.0	3.0	52.4
May	26(3)	0.30 - 5.0	25,960	37.7	8.7	229.7
June	21(2)	0.24 - 1.2	10,570	46.5	10.5	113.7
July	41(5)	0.18 - 3.0	34,700	30.4	8.2	228.3
August	4(3)	0.34 - 1.1	2,840	23.0	1.3	41.2
Total	103(17)		81,960			

#### 다) 수심별 어획량

한편, 문어 흘림낚시의 유실되는 양을 추정해보면 다음과 같다. 흘림낚시 평균 34개를 1조로 할 경우 1척이 약 0.8개 유실되는 것이 되어, 흘림낚시 100척에 대한 연간 유실되는 어구량은 “연안 통발 및 문어연승어업 분쟁조정 연구조사, 2003년”로부터 연간 평균조업가동을 72.8%을 활용하면  $0.8 \times 100 \text{척} \times 265.72 \text{일}$ 로 약 21, 258개 유실되는 것으로 추정할 수 있다. 흘림낚시는 어법상 낚시가 흘러가므로 다른 어구가 설치된 곳이나 바위 등이 있는 어장에서 조업을 할 경우, 가끔 낚시를 인양하지 못하여 유실되는 경우가 있다. 유실된 어구는 Ghost fishing은 발생되지 않으나 어장환경을 황폐화하거나 타 어업에 방해가 될 수 있다.

수심에 따른 문어의 어획량은 낚시에 대한 문어의 무게(g/drift line)로 Fig. 2-5에 나타내었다. 문어가 어획된 수심은 16.0-55.0m로였다. 수심 20m 전후에서 어획된 문어의 비율은 47.1 %였고, 수심 30m 전후에서는 17.7%가 어획되었다. 그러나 수심 30m 이상의 해역에서는 전혀 어획되지 않는 경우도 있었다. 수심과 문어어획량(g/drift line)의 상관관계(R)는 0.16 로 낮지만, 대체로 수심이 깊을수록 어획량이 낮은 경향을 나타내었다.

한편, 수심에 따른 문어의 어획 개체수는 Fig. 2-6에 나타내었다. Fig. 2-6에서 수심 20-30m에서 어획된 평균 개체수는 9.2마리로 가장 많이 어획되었고, 수심 50-60m에서는 평균 2마리가 어획되었는데, 이들 간에는 유의성이 나타났다( $P < 0.05$ ). 다음으로는 수심 30-40m에서 평균 7.2마리가 어획되었다.

따라서 문어흘림낚시어업은 수심 40m 이내의 해역에서 조업하는 것이 보

다 효율적이라고 생각된다. 그러나 통발의 경우는 수심 40m 이상의 해역에서 어획량이 높게 나타나(An and Park, 2005), 향후 문어를 대상으로 하는 통발과 낚시어업의 조업구역설정 등에 참고가 될 것으로 생각된다.

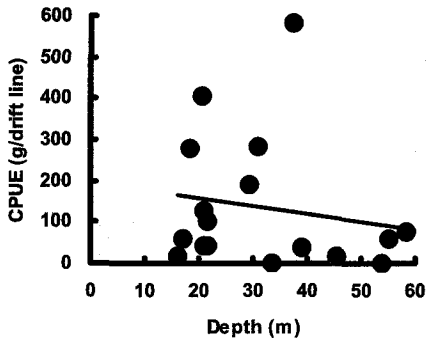


Fig. 2-5. Relationship between octopus wet weight(g) per drift-line and depth.

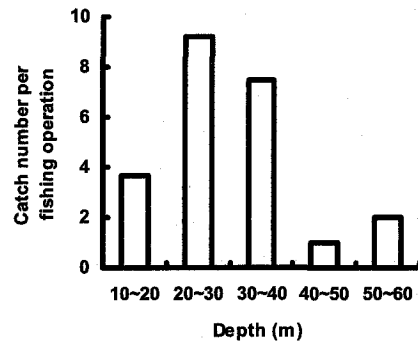


Fig. 2-6. Number of octopuses per fishing operation according to depth.

#### 4) 지역별 문어홀림낚시어구의 특징

문어낚시의 종류는 강원도 연안에서 사용 중인 홀림낚시와 일본 북해도 지역에서 사용 중인 홀림낚시 및 경남 사천의 외줄낚시로 나눌 수 있다(Table 2-3). 어구의 특징은 강원도의 경우 문어 *Paroctopus dofleini* 를 대상으로 하고 있으며, 낚시의 무게는 100-550g 정도로 수심에 따라 무게를 다르게 사용한다. 낚싯바늘은 주로 4가닥이고 붓들은 납 또는 돌로 되어 있으며, 낚시 품(gap)은 4가닥 중 가장 긴 것이 2.2-3.8cm 이고 채(shank)의 길이는 14.7cm이다(Fig. 2-1). 경남 사천의 경우에는 참문어 *Octopus vulgaris*를 대상으로 하며, 낚시의 무게는 390g 정도이고, 낚싯바늘은 2가닥이며, 채가 없고 품은 3.0-4.0cm이지만 조업 시기와 문어 크기에 따라 다르게 하여 사용한다.

Table 2-3. Regional situation on octopus angling gear

Items	Vessel number	Shooting number per operation	Lost number per operation	Sinker weight (g)	Sinker materials	Fish-hook (cm)		Bait
						Gap	Shank	
Goseong	380	50 - 70	2 - 3	250 - 300 450 - 500	lead	2.6	14.7	pig skin&fat
Gangneung	180	30 - 50	2 - 3	100 - 200 250 - 300	lead	3.8	9.3	pig skin&fat
Donghae	142	30 - 40	3 - 5	300 - 400 400 - 600	stone, lead	2.9	13.7	fish
Samcheok	160	25 - 30	2 - 3	500 - 550	stone, lead	2.2	10.7	pig skin&fat
Gyeongnam Sacheon	80	2	0.2	390	lead	3 - 4	0	eel, crab
Japan Hokkaidou	-	18	-	3,000	lead and plastics	7.7	10.1	luring bait

### 가) 강원도

#### (1) 고성군

문어홀림낚시용 선박은 대략 1-2톤이고, 척수는 약 380척이며 척당 1회 투승숫자가 약 50-70개이다. 붓들의 무게는 대체로 2종류로 시기에 따라 250-300g 또는 450-500g을 사용한다. 주로 이용하는 수심은 50m이내와 60-80m이다. 1일 유실되는 어구수는 척당 보통 2-3개이며 많은 경우에는 수십 개인 경우도 있고, 낚시모양은 개인에 따라 달랐다. 미끼는 돼지비계를 사용하고 있다.

#### (2) 강릉시

문어홀림낚시용 선박은 대략 0.5-3톤이고, 척수는 약 180척이며 척당 1회 투승숫자가 약 30-50개이다. 붓들의 무게는 대체로 2종류로 시기에 따라 150-200g 또는 250-300g을 사용한다. 주로 이용하는 수심은 30m이내와 70m 전후이다. 1일 유실되는 어구수는 척당 보통 2-3개이며 그 이상의 경우도 있고, 낚시모양은 개인에 따라 달랐다. 미끼는 돼지비계를 사용하고 있다.

#### (3) 동해시

다른 지역과 달리 붓들의 재료를 주로 돌을 사용하고 있다. 미끼는 저인망 등에서 어획된 생선미끼를 주로 사용하고 있다.

문어홀림낚시용 선박은 5톤 미만이고, 척수는 약 142척이며 척당 1회 투승숫자가 약 30-40개이다. 붓들의 무게는 대체로 2종류로 시기에 따라

300-400g 또는 400-600g을 사용한다. 주로 이용하는 수심은 20-30m, 40-60m, 60-90m이다. 1일 유실되는 어구수는 척당 보통 3-6개이며 많은 경우에는 수십 개인 경우도 있고, 낚시모양은 개인에 따라 달랐다.

#### (4) 삼척시

동해시와 함께 돌 붓들을 사용하고 있다. 미끼는 돼지비계를 사용하고 있다. 문어홀림낚시용 선박은 대략 5톤 미만이고 주로 2-3톤이다. 척수는 약 160척이며 척당 1회 투승숫자가 약 25-30개로 타 지역보다 조업수심 등 조업조건이 달라 적은 편이다. 붓들의 무게는 주로 500-550g을 사용하며 타지역보다 무겁다. 주로 이용하는 수심은 60-80m이다. 1일 유실되는 어구수는 척당 보통 2-3개이며 많은 경우에는 수십 개인 경우도 있고, 낚시모양은 개인에 따라 달랐다.

### 나) 경상남도

#### (1) 사천시

문어홀림낚시용 선박은 대략 1-2톤이고, 척수는 약 80척이며 척당 1회 사용어구수가 2개이다. 오늘날 강원도해역에서 조업하는 방법이 아니고 옛날 어법으로 문어가 있을 것으로 추정되는 곳에 선박양쪽에 1개씩의 낚시를 내려 조업하는 문어외줄낚시이다. 어획되는 문어는 주로 참문어이고 문어의 크기를 고려하여 낚싯바늘의 높이를 조절한다. 붓들은 납추를 제작하여 부착하는데 무게가 약 390g이고 붓들의 모양은 일본의 유어낚시용과 유사하다. 미끼는 장어와 게를 사용하며 장어의 경우 흰색부분이 잘 보이도록 붓들에 묶는다. 주로 이용하는 수심은 약 10-20m이다. 1일 유실되는 어구수는 거의 없는데, 조업중에 바위틈에 걸릴 경우는 문제없이 빼낼 수 있는 도구를 준비하고 있으나 그물에 걸리면 유실될 확률이 높다. 조업시기는 주로 음력 6-9월이며, 보통 반일 조업하는 강원도와 달리 하루 종일조업을 주로 하는데, 조수간만차를 이용한 1-5물에 조업한다.

#### 다) 일본 북해도 문어홀림낚시

어구는 갈고리모양의 커다란 낚시와 미끼인 콩치를 붙인 길이 30cm정도의 장치, 분홍색 또는 황색의 플라스틱제의 부이용 통으로 구성되어 있다. 어법은 강원도에서 행하는 어법과 동일하다.

일본의 경우(Fig. 2-7), 낚시의 무게가 3kg으로 가장 무겁고, 붓들부분도 가장 크다. 낚싯바늘은 4가닥으로 균형을 유지하기 위하여 좌우에 1가닥씩 지지대

가 있으며 폭은 7.7cm 이고 채의 길이는 10.1cm이며, 30cm의 받침대가 있는 것이 특징이다. 이는 2.5kg 미만의 문어를 채포하지 않는 큰 문어를 대상으로 하는 것과 관련이 있는 것으로 생각된다. 선박 적당 사용어구수는 18개이다.



Fig. 2-7. Octopus drift-line of Japan.

## 나. 현용어구의 문제점

### 1) 어구의 구조

문어 낚시는 강릉시, 고성군, 삼척시, 울릉도 등의 지역과 개인에 따라 모양, 크기 및 무게가 다르다(Fig.2-8).

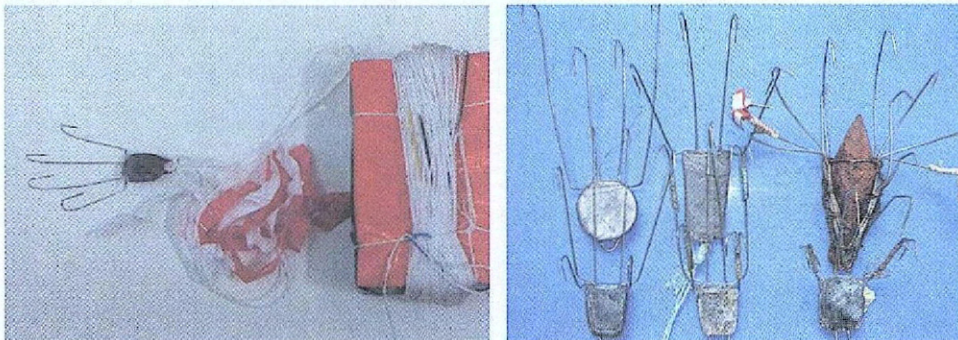
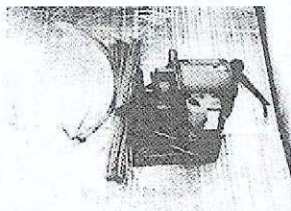


Fig. 2-8. Various lead sinker and fishhook for octopus catching.

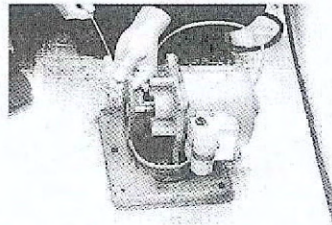
## 2) 현용어구의 제작과정

어업인은 문어낚시의 붓들과 낚시바늘을 직접 손으로 제작하는데 제작환경이 좋지 않고 표준화가 되어있지 않다. 또한 어업인의 고령화로 인하여 어구 제작에는 더욱 어려움이 예상된다. 제작순서는 대략 다음과 같다(Fig. 2-9). 1. 적당한 철사를 구입하고 일정크기로 자른다. 2. 철사 한쪽 끝을 그라인더(연삭기)로 갈아 낚시바늘을 만든다. 3. 어구에 사용한 납을 적당한 용기에 넣고 가스버너로 녹인다. 4. 쇠로 제작된 틀에 낚시바늘용 철사를 넣고 녹인 납 물을 붓는다. 5. 철사를 구부려 낚시를 완성한다.

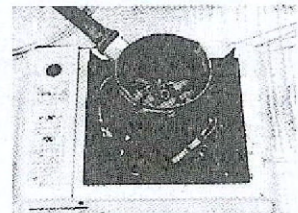
위와 같은 수작업 과정을 반복하므로 능숙하게 제작하지만 현대화가 필요하며, 노령화된 어업인의 노동력 절감과 여유로운 생활을 할 수 있도록 해야 할 것이다.



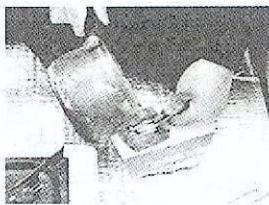
Preparation for the fishhook manufacture.



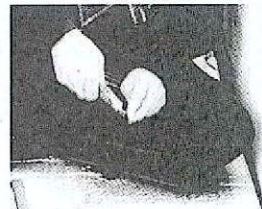
Sharpening the end of steel wire by grinder.



Melting lead for the sinker.



Pouring melted lead into the mold.



Making shape of fishhook.



Completed octopus fishhook.

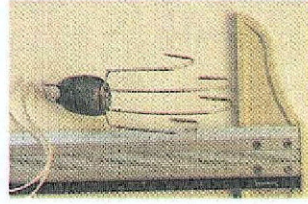
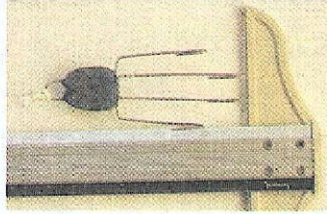
Fig. 2-9. Fishermen produces octopus drift-line Sinker and fishhook directly.

## 다. 문어낚시어구의 종류

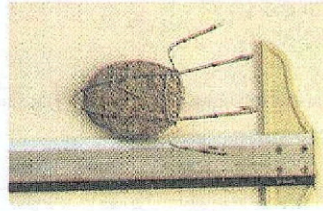
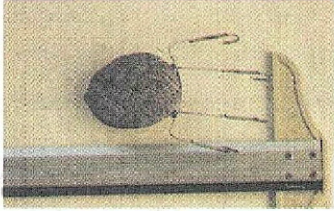
### 1) 문어홀림낚시의 종류

#### 가. 지역별 문어낚시어구

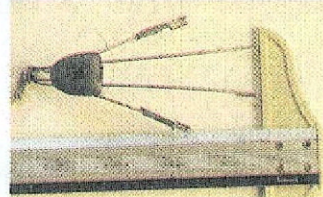
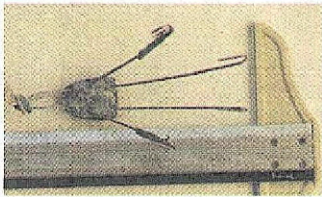
지역별 조업어장의 수심과 조류 등에 따라 크기와 모양에 차이가 있었다. T자를 사용하여 크기와 모양을 비교하였다(Fig. 2-10).



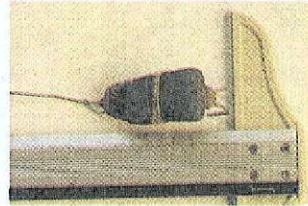
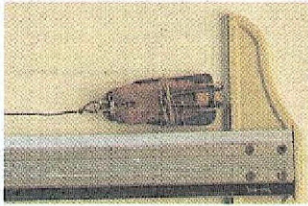
Gangneung



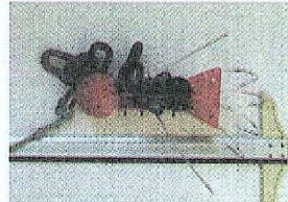
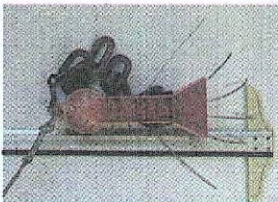
Samcheok



Goseong



Gyeongnam Sacheon



Japan Hokkaidou

Fig. 2-10. Various sinker and fish hook of octopus drift-line.



## 2) 문어 유어낚시

문어 유어낚시는 일본의 경우로 대나무 또는 플라스틱 받침대와 낚추, 낚싯바늘로 구성되어 있다(Fig. 2-11).

문어 유어낚시가 다양한 것은 우리나라와 달리 문어 자원이 풍부하다고 할 수 있다.

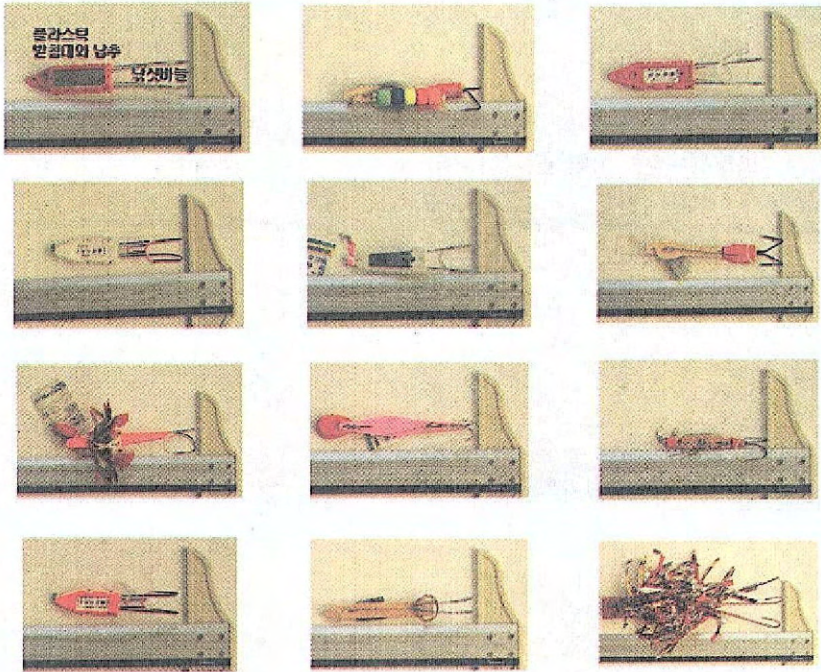


Fig. 2-11. Various octopus hook for game fishing.

## 2. 자망어업의 발달 현황

자망어구의 발달 실태조사는 사용하는 어구가 비슷하여 강원도 지역별 협회장의 의견을 참고하여, 지역별 자망어구의 발달(납)에 대한 특징을 다음과 같이 정리하였다(Fig. 2-12).

### 가. 강릉시

대왕호 선박(2.43톤)이 사용하는 어구는 저층자망으로 1회 투승어구 수는

15쪽 내외이다(Fig. 2-13). 1쪽에 사용되는 납 발들의 수는 400개 정도이고, 계절별 어기에 따라 사용하는 발들의 종류는 다르며 대략 18-20g, 24-30g, 33-38g, 45g의 4종이었다. 겨울철에 주로 조업하는 수심은 55-60m 이며, 조업지는 연안 4-5mile 이내로 가자미, 똑치, 대구 등이 주 어획 어종이었다. 조업시 발생하는 어구유실은 소형 닻(四爪錨, grapnel anchor)을 이용하여 대부분 수거하지만, 태풍 또는 조류 등의 자연재해에 의해 발생하는 것은 수거가 어렵다.

연중 가장 많이 사용하는 자망어구의 발들은 1개의 무게가 19g(5돈=몬메)이며, 길이 22mm, 폭 13.5mm이다. 따라서 강릉시 지역의 시험용 발들 선정은 19g의 발들로 하였다.

한편, 어구점과 어민들이 사용하는 납 발들은 제조사별로 무게의 차이가 있었다. 납 발들의 무게 단위는 일본식 명칭으로 몬메를 사용하였으며, 1몬메는 1돈이며, 3.75g이었다.

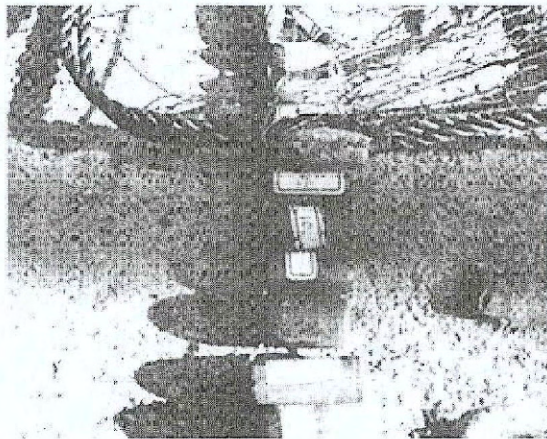


Fig. 2-12. Various sinker for gill net.



Fig. 2-13. Gill net and sinker.

#### 나. 삼척시

조사된 자망 선박(동신)은 4.3톤이고, 사용된 어구는 저층자망어구로 1회 투승어구 수는 21쪽 이다. 1쪽에 사용되는 발들의 수는 293개 정도이고, 계절별 어기에 따라 사용하는 납들의 종류는 24-30g(6.4-8몬메), 33-38g(8.8-10.1몬메)로 총 2종이며, 연중 가장 많이 사용하는 1종의 납들을 조사하였다(Fig. 2-14). 무게는 35g(9.3몬메), 길이는 30mm, 폭은 16mm이며, 삼중망의 경우는 거의 8(몬메)를 사용한다. 겨울철에 주로 이용하는 수심은 평균 300-400m이

고, 조업지는 연안 300m 이상이며, 주 어획 어종은 대게 등이다. 1일 조업시 유실되는 어구는 거의 없으며, 유실이 발생할 경우는 대부분 태풍 및 조류 등에 의한 영향이다.

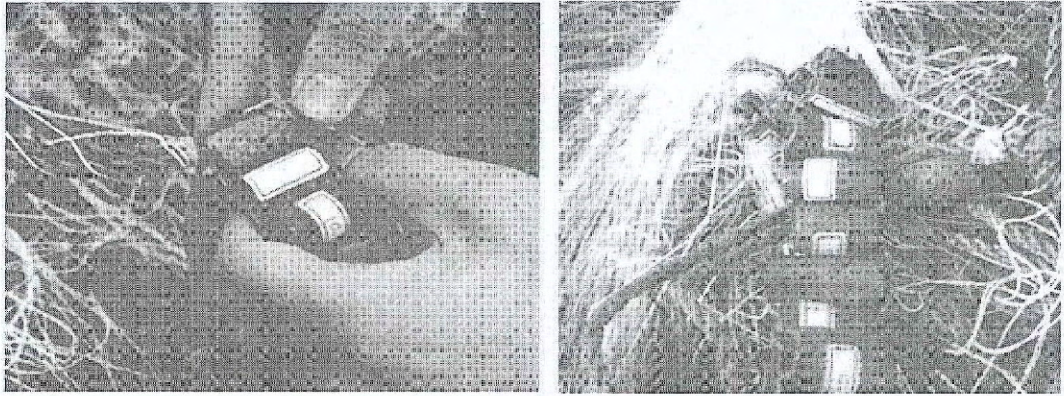


Fig. 2-14. Comparison between sample sinker and lead sinkers using in Samcheok.

#### 다. 고성군

조사된 자망 선박(방주호)은 4.48톤이고, 사용된 어구는 저층자망어구로 1회 투승 어구 수는 20-30쪽 정도이다. 1쪽에 사용되는 발돌의 수는 도루묵의 경우 285개이고, 곱치·임연수어(3중망) 조업시는 320-330개 정도를 사용한다. 여기에 따라 사용하는 낱들의 종류는 21-26g(6.4-6.9몬메), 24-30g(6.4-8몬메), 33-38g(3.8-10.1몬메)로 총 3종이며, 연중 가장 많이 사용하는 1종의 낱들을 조사하였다(Fig. 2-15, 16). 무게는 26g(6.9몬메), 길이는 27mm, 폭 14.5mm이다. 조업수심은 계절별로 150-1,000m 이내이며, 조업지는 여기에 따라 5-10mile 이내이다. 주 어획 어종은 도루묵, 임연수어, 곱치 등이고, 어구의 유실은 태풍 등 영향에 따라서 연간 40-50쪽 정도 유실이 발생한다.

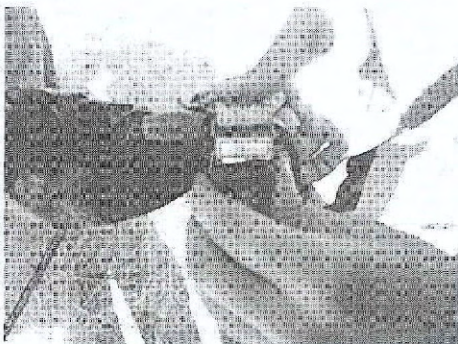


Fig. 2-15. Comparison between sample and lead sinker using in Geojin.

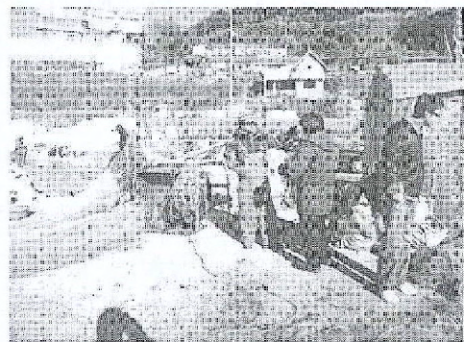


Fig. 2-16. Research on the actual condition with chairman of gill net association in Geojin.

납 발들은 고성, 강릉, 삼척의 지역어구점에서 구입한 것으로, 13종의 무게 별로 크기를 정리하였다(Table 2-4).

Table 2-4. Specification of gill-net lead sinkers

납돌무게(g)	길이(mm)	폭(mm)	돈(3.75g)
12	19.5	10.5	3
17	24	12	4
18~20	22~25.5	11.5~13.5	4.8~5.3
17~23	22~26.5	13~14	4.5~6.1
21~26	24.5~26.5	13.5~15	5.6~6.9
24~30	25~27	14.5~15	6.4~8.0
33~38	27~30	15.5~16.5	8.8~10.1
39	29.5	17	11
45	29.5	17~18	12
48~51	28~29.5	18~19	12.8~13.6
60~61	28~30	19~20.5	16~16.2
72	32	23	20
95	34	23	26

## 제 2 절 납이 미치는 영향

### 1. 납의 일반적인 독성

납과 관련 각종자료에 의하면, 납은 자연 중에 존재하는 기본적 원소이며, 화합물로부터 분해되어 환경에 노출되었을 때 그 독성이 없어지지 않는다. 납은 부드럽고, 가공이 쉬울 뿐 아니라, 색깔 조성이 잘된다는 이점이 있어 페인트 안료, 도자기 유약, 포장지 등 산업 전반에 걸쳐 폭 넓게 사용되고 있다.

납은 체내에 축적되어 오랜 시간이 지난 후 그 독성이 나타나므로, 발병하였을 때에는 치명적이다. 납중독에 걸리면 뇌와 신경계통에 지장을 초래하여, 정신이상, 신체마비, 빈혈, 구토가 일어나는 증상을 보인다. 어린이의 경우에는 비록 소량일지라도 지능지수 및 주의력 저하, 읽기와 배우기 장애, 청각장애, 비정상적인 과민증, 성장 지연, 성격포악 등을 일으킬 수 있어 치명적인 것으로 알려져 있다(Michael, 2006).

납은 산업장에서 매년 사용량이 증가하며, 비철금속 중 가장 많이 사용되었고 세계적으로 약 900만 톤의 납이 매년 생산되고 일부는 재생되고 있기 때문에 납의 사용량은 실제 생산량보다 훨씬 많다(Zenz,1994). 납은 다른 물질로 변화되거나 혹은 파괴되어 소멸되지 않으며 우리 주위의 산업장이나 일반 생활환경에서 납의 양은 증가되고 있고 이로 인한 건강장해로 산업보건분야의 중요한 보건문제가 되어 왔다(윤강호 외 2003). 우리나라 일반 정상인의 평균 혈중 납량은  $4.4 \pm 1.5 \mu\text{g}/\text{dl}$  이었다(윤강호 외 2003). 그러나 축전지 제조업 사업장에서 작업하는 근로자의 평균 혈중 납량은 2000년  $38.2 \pm 8.6 \mu\text{g}/\text{dl}$ , 2001년  $32.0 \pm 7.6 \mu\text{g}/\text{dl}$  으로 일반 정상인의 약 8배 높은 것으로 나타났다(서진하 외 7명, 2002).

그러나 우리나라는 납중독에 대한 경각심이 낮은 편이며, 이에 대한 정책과 조사, 교육, 캠페인이 미미한 실정이다. 환경운동연합의 최형주는 1999년 “바다의 납오염”에 대하여 폐그물의 예를 들어 동해안의 연근해 길이가 약 350km에 1천만개의 납추가 있을 것이라고 추정하면서, 납추의 심각성을 정부차원에서 적극적인 대처를 요구하고 있다.

## 2. 해양에서 납이 미치는 영향

일본 오키나와 미군기지의 환경영향조사결과로서, 약 49톤의 납이 연안해역에 축적되고 있을 것으로 예상되는 미군기지해역에 서식하는 톳(해조류)에 대한 납 농도를 분석하였다. 그 결과 톳의 납 함유량은 식품위생사의 관점에서는 사람의 건강에 영향을 주지 않는 것으로 결론이 났지만 2002년부터 톳 채취를 금지시키고 있다 (인터넷자료).

포르투갈에서 문어의 납 농도를 조사한 결과로서, 문어 외투막에서의 납 농도는 유럽위원회에서 제시한 1mg/kg(젖은 무게)보다 낮았고, FAO에서 제시한 2.5-3.0mg/kg(건조무게)보다는 높았다( Seixas 등, 2002).

영국에서의 연구결과는 조개류에서 0.27 mg/kg(젖은 무게), 바다 어류에서 평균 납의 농도가 0.01mg/kg(젖은 무게)인 것으로 나타났다(Maff, 1988).

Jacks et al(2001)는 스웨덴 강에서 유실된 납 발돌로부터 방출되는 납에 대하여 보고하였는데, 유속이 빠른 곳에 있던 납 발돌은 일정한 시간이 경과되면 상당히 무게차이를 나타내었다. 때때로 반 염분지역인 강하구에 노출된 발돌은 부식되고 있었다고 하였다.

일반적으로 pH가 중성인 개울이나 호수에서 납산화제품은 불용성이지만 모래가 있는 개울에 침전되었을 때는 납이 부식되고 물속에 미량의 납성분이 방출된다. 또한 산성인 물에는 납이 용해되기 쉽다(Michael, 2006).

캐나다에서는 약 500톤의 유실되거나 버린 어획용 납추가 매년 자연환경에 침적되고 있다고 한다(Scheuhammer, et al 2003).

상기와 같이 납이 퇴적물에 쌓이게 되고 생태계의 먹이 사슬로 생물에 축적되어, 결국 인간의 몸에 축적될 수 있다.(Barwick and Maher, 2003). 현재까지 문어납시어업인은 어구를 직접 제작하는데, 발돌 제작시 납 화합물이 인체에 들어가면 중독 증세를 일으킬 수 있으며, 또한 조업 중에 납이 해저와 선체의 마찰로 마모되며, 유실되어 수질에 나쁜 영향을 미치게 될 것이다.

## 3. 납이 어류에 미치는 영향

납은 어류의 사료효율에 영향을 미치는데, 150ug/L 이상의 농도에 6주간 납에 노출시킨 넙치의 사료효율은 유의하게 감소하였고(김의 4명, 2002), 201ug/L의 납에 12일 이상 노출시킨 무지개송어 치어(*Oncorhynchus mykiss*)의 경우 (Burden et al., 1998), 500ug/L 이상의 높은 납 농도에 노출시킨 연준모치

(*Pimephales promelas*)의 경우도(Web et al., 1991) 사료효율이 감소하였다.

한편 납은 어류의 성장에 영향을 미치는데, 150ug/L 이상의 농도에 6주간 납에 노출시킨 넙치의 성장율은 유의하게 감소하였고(김외 4명, 2002), 201ug/L의 납 농도에 29일 이상 노출시킨 무지개송어 치어의 치어(*Oncorhynchus mykiss*)의 경우(Burden et al., 1998)에 성장율이 감소하였다.

또한 납에 노출된 어류는 아가미 새판의 손상으로 호흡곤란을 일으켜 호흡을 감소의 원인이 된다(Sippel et al., 1983). 아치사농도의 납에 노출시킨 가재(*Cherax destructor*)는 산소소비율이 감소하였는데 이는 납에 의해 아가미 미세구조가 손상되기 때문이라고 하였다(Ahern and Morris, 1999). 일반적으로 치어는 성어에 비하여 납오염에 더 민감하다고 알려져 있다.(Little et al., 1993).

한편, 납의 환경측면으로부터 검토(1989)에 의하면, 수산생물의 납의 독성은 그 이용성, 생물종에 의한 감수성의 차이에 크게 의존하지만 일반적으로 유어시일수록 유해영향을 받기 쉽다고 한다. 납은 생화학, 형태학, 행동특성의 파라미터에 영향을 준다. 또한 유기 납화합물은 수산생물에 대해서 무기납보다도 일반적으로 10-100배 독성을 나타낸다고 한다.

#### 4. 낚시의 납 사용제한에 관한 법률(Michael, 2006)

##### <영국>

영국은 1987년 광범위에 걸쳐 흑고니의 사망으로 인하여 어획에 0.06-28.35g 납추사용을 금지하였다. Kelly and Kelly(2004)는 여전히 많은 새들이 혈액에 납농도가 높고 많은 고니가 유실 또는 분실된 낚시도구에 의한 상처로 죽어가고 있다고 보고하였다.

##### <덴마크>

2001년, 덴마크는 많은 납이 함유된 상품의 수입을 금지하였다. 2002년 12월 이후 덴마크에서 낚시도구에 납 사용은 합법화되어 있지 않다.

##### <캐나다>

캐나다는 1997년 모든 국립공원과 야생생물지역에 50g과 2cm 미만의 납추와 납발돌 사용을 금지하였다.

##### <미국, 뉴햄프셔>

2000년 1월 1일 햄프셔는 호수와 연못에 길이 1인치(2.54cm)미만의 납추 혹은 1온스(28.35g)납발돌 사용을 금지하는 첫 번째 주가 되었다. 그 후 법은

강화되어 2005년 1월 1일 강과 개울로 확대되고 2006년 1월 1일 주 전체로 낚발돌과 추의 판매를 불법으로 하였다.

<미국, 메인>

1999년 작은 낚추(14.17g 미만) 판매를 금지하였다.

<미국, 미네소타>

미네소타 주에서는 낚 낚시도구의 사용제안을 채택하지 않았지만, 그 문제를 교육적으로 접근하였다.

<미국, 뉴욕>

2004, 5월7일 14.17g 미만의 낚시추로 낚을 소매로 판매할 수 없다.

<미국, 매사추세츠>

2000년 6월1일 수산 및 야생생물국은 물새(아비)의 중요한 서식지에서 물고기를 포획하는데 모든 낚추의 사용을 금지하였다.

몇몇 뉴잉글랜드 주에서는 낚시꾼에게 낚추에서 무연추로 교체를 촉진하는 방법으로 낚시도구 교체프로그램에 후원해 왔다.

## 5. 강원도의 어업별 낚 사용량

어업에 따른 낚사용량은 어구의 특성에 따라 사용량이 다르다. 또한 어구는 개인에 따라 사용량이 다르다. 따라서 어구별 낚 사용량은 아래 산출근거와 같이 어구부위별로 세분화하고 여유분을 포함하여 산출하였다. 업종별 어구량은 2006년도 강원도 환동해출장소의 연근해허가관련 자료를 근거로 하였다. 어업별 낚사용량은 정치망의 경우 619.38톤, 정치성 구획어업 283.86톤, 연근해자망 690.0톤, 소형선망 7.15톤, 연안선인망 2.67톤, 기타 29.45톤으로서 총 1,632.51톤 이다. 그러나 이 수치는 어구의 유실량을 고려하지 않았고 그 외 일시적으로 낚을 사용하는 어구 또는 유어낚시어구 등을 고려하지 않았다.

만약 어구유실을 고려한 연간 낚사용량은 문어홀림낚시의 경우는 다음과 같이 추정할 수 있다. 문어홀림낚시의 어구어법상 기상조건과 해상조건에 따라 제약이 많다. 따라서 조업일수는 강원도의 기상특보 등을 고려한 “연안통발 및 문어연승어업 분쟁조정연구조사, 2003년”의 내용을 참조하여 260일로 하였다.

고성군 지역의 연간 어구사용량은 Table 2-3로부터 일일어구유실 2개로 가



정하고 연간유실어구수는  $260 \times 2 = 520$ 개이다. 일일 평균사용수 60개를 고려하면 해당 연간 사용 어구수는 580개가 된다. 고성군 지역의 연간 납사용량은  $380척 \times 580개 \times 380g = 83.7$ 톤이다.

강릉시의 연간 어구사용량은 일일유실은 2개로 가정하면 유실어구수는  $260 \times 2 = 520$ 개이다. 일일 평균사용수 40개를 고려하면 해당 연간 사용 어구수는 560개가 된다. 강릉시지역의 연간 납사용량은  $180척 \times 560개 \times 200g = 20.2$ 톤이다.

동해시의 연간 어구사용량은 일일어구유실은 3개로 가정하면 유실어구수는  $260 \times 3 = 780$ 개이다. 일일 평균사용수를 30개를 고려하면 해당 연간 사용 어구수는 810개이다. 동해시지역의 연간 납사용량은  $142척 \times 810개 \times 450g = 51.7$ 톤이다.

삼척시의 연간 어구사용량은 일일어구유실은 2개로 가정하면 유실어구수는  $260 \times 2 = 520$ 개이다. 일일평균사용수 25개를 고려하면 해당 연간 사용 어구수는 545개이다. 삼척시지역의 연간 납사용량은  $160척 \times 545개 \times 520g = 45.3$ 톤이다.

따라서 강원도 문어홀림낚시어업의 연간 납사용량은 200.9 톤이다.

Table 2-5. Lead amount used by Gangwon-do coastal offshore fisheries.

No	업종별	면허/허가건수 (2006년도)	납 사용량(단위:톤)	합계 (단위:톤)	비고
1	정치망	면허 111건	통그물:289.71 유도망:329.67	619.38	수심30m용 2각망 기준 산출
2	정치성 구획어업	허가건수 95건	통그물:112.86 유도망:171	283.86	호망 건망 삼각망
3	연안자망 근해자망	허가건수 2,102건 허가건수 145건	637.0 53.0	690.0	그물 1폭:75m기준
4	소형선망	허가 4건	7.152	7.15	G/R 600m기준
5	연안선인망	허가 10건	2.673	2.67	G/R 50m기준
6	기타		문어홀림낚시 : 22.0 가자미낚시: 0.45 복어주낚:7.0	29.45	유어낚시/기타 →소량으로 추산 않음
	합계			1,632.51	

## <강원도 어업별 낚사용량 산출 근거>

### 가.정치망

<통그물 1 Set 발줄길이:  $220M \times 2 \div 1.515 = 290 K$ >

-  $290K \times \text{낚}20\text{개} \times 225\text{gr}(60\text{돈}) = 1,305,000 \text{ gr} = 1.305 \text{ 톤}$

-  $1.305\text{톤}(1 \text{ Set}) \times 2(\text{여유분 } 1\text{Set}) = 2.610 \text{ 톤}$

$\therefore 2.610\text{톤}(1 \text{ 건 먼허 사용량}) \times 111\text{건} = 289.71 \text{ 톤}$

<유도망 1 Set 발줄길이:  $500 \text{ m} \div 1.515 = 330K$ >

-  $330K \times \text{낚}10\text{개} \times 450\text{gr}(120\text{돈}) = 1,485,000\text{gr} = 1.485\text{톤}$

-  $1.485\text{톤}(1 \text{ Set}) \times 2(\text{여유분 } 1 \text{ Set}) = 2.97 \text{ 톤}$

$\therefore 2.97\text{톤}(1\text{건 먼허사용량}) \times 111\text{건} = 329.67 \text{ 톤}$

총계: 619.38 톤

### 나.정치성 구획어업

<통그물 1 Set 발줄길이  $100M \times 2 \div 1.515 = 132K$ >

-  $132 K \times \text{낚}20\text{개} \times 225\text{gr}(60\text{돈}) = 594,000\text{gr} = 0.594 \text{ 톤}$

-  $0.594\text{톤}(1 \text{ Set}) \times 2(\text{여유분 } 1 \text{ Set}) = 1.188\text{톤}$

$\therefore 1.188\text{톤}(1\text{건 먼허 사용량}) \times 95\text{건} = 112.86\text{톤}$

<유도망 1 Set 발줄길이:  $200 K$ >

-  $200K \times 10\text{개} \times 450\text{gr} = 900,000\text{gr} = 0.9 \text{ 톤}$

-  $0.9\text{톤}(1 \text{ Set}) \times 2(\text{여유분 } 1\text{Set}) = 1.8 \text{ 톤}$

$\therefore 1.8\text{톤}(1 \text{ 건 먼허 사용량}) \times 95\text{건} = 171.0 \text{ 톤}$

총계: 283.86 톤

### 다.연안자망

<1 폭길이 75M 간주> 발줄길이:  $83M \div 1.515 = 55K$

-  $55K \times \text{낚}5\text{개} \times 20\text{gr} = 5,500\text{gr} = 5.5\text{kg}$

- 어구량(본선:15폭) 15 x 5.5kg = 82.5 kg
- 육상여유분: 40폭 x 5.5 kg = 220 kg
- 1건 허가 사용량 82.5 + 220 = 302.5 kg → 0.303 톤
- ∴ 허가 2,102건 x 0.333톤 = 637 톤

**라.근해자망**

- <1 폭길이 75M 간주:발출길이→83M ÷ 1.515 = 55K>
- 55K x 낱 6개 x 20gr = 660gr = 6.6 kg
- 어구량(본선:15폭사용) 15 x 6.6kg = 99.0kg
- 육상여유분:40폭 x 6,6 kg = 264 kg
- 1건 허가 사용량 :99+264 = 363 kg → 0.363 톤
- ∴ 허가 145건 x 0.363 톤 = 52.635 kg = 53.0톤

**마.근해 소형선망**

- <발출길이 600M ÷ 1.515 = 396 K>
- 396K x 낱돌12개 x 188gr(50돈) = 893,376 gr = 0.894 톤
- 0.894톤(1건 사용량) x 2(여유분 1개) = 1.788톤
- ∴ 허가 4건 x 1.788톤 = 7.152톤

**바.연안 선인망**

- <발출길이 50M ÷ 1.515 = 33K>
- 33K x 낱12개 x 225 gr = 89,100 gr = 0.0891톤
- 0.0891톤(1건 사용량) x 3(여유분2개) = 0.267톤
- ∴ 허가 10건 x 0.267톤 = 2.673톤

**사.기타**

1) 문어홀림낚시

가) 조업선박 사용량

<지역별 조업선박수 x 평균낱뿔중량/개 x 조업선사용숫자 = 낱무게/gr  
 ⇨톤 >

고성군 380척 x 380gr/개 x 60개 = 8,664,000gr ⇨ 8.664톤

강릉시 180척 x 200gr/개 x 40개 = 1,440,000gr ⇨ 1.440톤  
 동해시 142척 x 450gr/개 x 35개 = 2,236,000gr ⇨ 2.236톤  
 삼척시 160척 x 520gr/개 x 28개 = 2,329,600gr ⇨ 2.329톤  
 ∴조업선박 사용량: 14.669 톤

나) 분실감안 여유분

<조업선사용숫자의 50%>

∴14.669 x 50%= 7.335톤

합계: A+B= 22.00톤

2) 가자미낚시

강릉,동해,삼척:100척 x 100gr x 30개 = 180,000gr ⇨ 0.30톤  
 기타 : 50척 x 100gr x 30개 = 150,000gr ⇨ 0.15톤  
 합계: 0.45톤

3) 복어주냥

강릉,동해,삼척:50척 x 200gr x 500개 보유/척 = 5톤  
 고성,속초,양양:10척 x 200gr x 500개 보유/척 = 1톤  
 합계:7.0톤

## 제 3 절 친환경 어구발돌 재료개발

### 1. 문어홀립낚시용 재료개발

#### 가. 친환경 붓돌 재료의 개발

##### 1) 문어낚시용 친환경 붓돌 재료 개발의 필요성

현재 문어낚시는 낚 붓돌을 사용하고 있는데, 이에 따라 인체의 중금속 오염과 유실 된 어구의 낚에 의한 바다오염이 심각하다. 또한 국내외적으로 낚의 사용을 규제하고 있기에 낚 발돌의 대체가 요구된다.

##### 2) 문어낚시 붓돌로 응용이 가능한 수화물계 세라믹 재료 개발

문어낚시 낚 붓돌로 응용이 가능하며, 수분과 염분에 의해 용해되지 않는 수화물계 세라믹 재료 개발하여, 이를 통해 친환경성 붓돌로 응용이 가능한지 확인하였다.

일반적으로 콘크리트는 시멘트 및 골재 등의 충전제를 첨가하여 수화에 의해 경화시 건축용 재료로 널리 사용되고 있는 재료이다. 또한 콘크리트는 수분 및 염분에 의해 내구성이 약해지거나, 화학부식이 적게 발생하기 때문에 문어낚시 붓돌 재료로 사용이 가능할 것으로 판단된다. 이에 따라 사용에 적합한 수화물계 세라믹 재료를 제조하기 위해 시멘트와 팽창제 및 시멘트용 특수 수지를 사용하여 점력과 경화를 증진시켜 문어낚시 붓돌용 친환경 재료를 제조하였다.

시멘트는 일반적으로 사용되는 원료를 사용하였고, 팽창제는 세라믹 재료들의 점도를 증진시키고, 방수 특성을 부여하고자 사용하였다. 시멘트용 특수 수지는 수화물계 세라믹 재료와 물을 정량적으로 합성하여 혼합할 때 유동성을 높이기 위해 사용하였다.

시멘트용 특수 수지를 첨가함에 따라 세라믹 재료를 혼합할 물의 양을 감소시켜 기포발생에 따른 강도와 무게 감소를 막을 수 있었다. Fig. 3-1에 나타난 것처럼 수지 함량을 증가시킴에 따라 물에 녹는 수지 양의 변화가 없는 것으로 나타났고, 수지는 물의 함량 비의 1-2%를 첨가하는 것이 적절한 것으로 확인되었다.

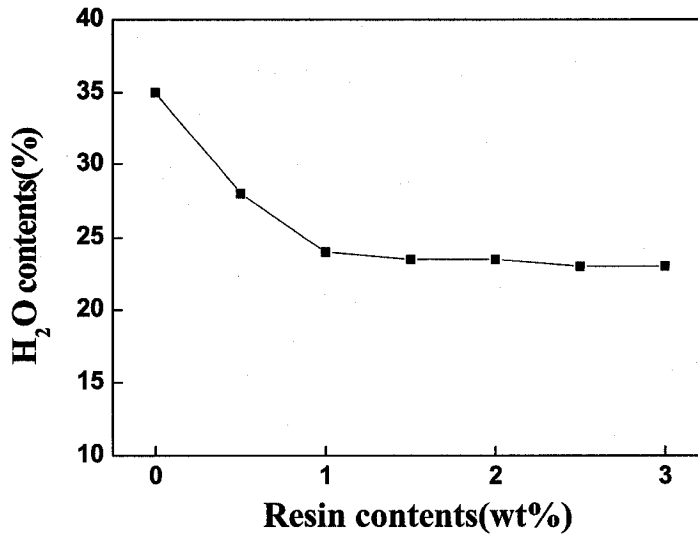


Fig. 3-1. Variation of the H<sub>2</sub>O content according to addition special resin for cement.

3) 현 문어납시용 납 붓들의 무게와 강도를 보정할 수 있도록 세라믹 붓들 재료에 철분말을 적정량 첨가하여 받들 개발

각종 어구의 하단에 부착하는 받들(sinker)은 어구를 아래방향으로 전개시키는데 사용 되는 침강제이므로, 납 붓들과 동일한 무게와 강도를 갖게 하기 위하여 수화물계 세라믹 재료에 철 분말을 정량적으로 첨가하여 친환경성 받들을 개발하였다.

앞에서 제조한 수화물계 세라믹 재료를 이용하여 물과 정량적으로 합성한 후, 문어납시용 납 붓들 제조를 위한 몰드에 이를 부어 수 시간동안 경화시켜 몰드에서 성형체를 탈형하여 받들을 제조하였다. 그러나 제조한 받들의 경우 현재 사용되고 있는 납 붓들의 무게와 강도에 크게 미흡한 특성을 나타내었다. 이에 세라믹 받들의 중량화와 강도를 증진시키기 위하여 철 분말을 첨가하였다. 그 결과 철 분말을 과량 첨가할 경우 오히려 성형 및 강도가 저하되는 특성을 나타내었고, 성형체 함량의 50-60%를 첨가하였을 때 납 붓들의 무게와 강도와 유사한 특성을 나타내었다.

따라서 세라믹 받들의 중량화와 강도를 증진시키기 위하여 Fig. 3-2와 같이 수화물계 세라믹 재료에 철 분말을 성형체 함량의 25-75%까지 변화를 주었을 때, 받들의 무게 변화는 철 분말 함량 증가에 따라 거의 정량적으로 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 그러나 철 분말 함량을 60% 이상 첨가시 받들의 무게를 증가시킬 수 있었으나, 표면이 거칠고 성형이 잘 이루어지지 않아 강도가 저하되는 특성을 나타내었다.

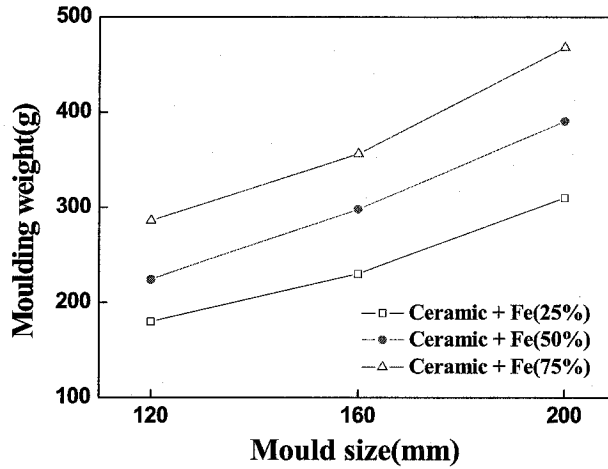


Fig. 3-2. Variation of the sinker weight according to iron powder content.

수화물계 재료에 철 분말을 첨가한 결과 납 발들의 특성을 구현할 수 있었으나 철 분말의 가격이 높아, 시중의 납 발들 대비 생산단가가 높은 단점이 발생하였다. 이에 철계통의 폐자석을 분쇄하여 얻어진 페라이트 분말을 충전제로 대체한 결과, Fig. 3-3과 같이 철 분말보다 약간 더 많은 함량이 들어가지만 문어납시용 붓들로 응용이 가능한 특성을 나타내었다. 또한 철 분말에 비해 저렴하면서도 밀도가 높아, 현 납 붓들을 대체할 수 있는 우수한 문어납시용 친환경 붓들을 제조할 수 있었다.

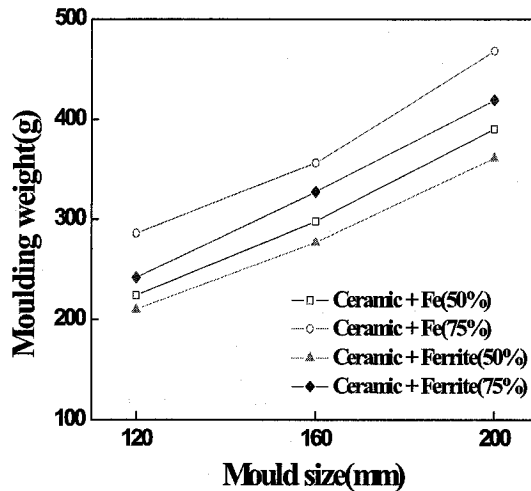


Fig. 3-3. Variation of sinker weight according to ferrite and iron powder contents.

#### 4) 문어낚시용 친환경 붓들의 최적 수화물계 재료 조성 및 제조

문어낚시용 친환경 붓들 300g 규격의 성형체를 제조할 경우, 시멘트와 페라이트는 각각 붓들 규격의 40-50%, 50-60%로 기본 원료 함량을 선택한 후, 팽창제는 기본 원료에 0.5-2%를 첨가하여 수화물계 세라믹 재료를 합성한다. 합성된 원료에 물을 25-35%로 첨가하며, 시멘트용 특수 수지는 물 함량의 1%를 첨가한다. 혼합된 슬러리를 기포가 생기지 않도록 몰드에 붓는다. 기포가 발생시 강도가 약해지며, 외관상으로도 좋지 못하므로 주의하여야 한다. 상온에서 약 10시간 정도 경화시키고 몰드에서 탈형한 후 물 속에서 1주일정도 수화시키면 우수한 특성을 갖는 문어낚시용 친환경 붓들을 제조할 수 있다.

## 2. 자망용 발들 재료 개발

### 가. 수화물계 세라믹 재료를 이용하여 자망어구 발들 개발

자망어구용 발들은 수화물계 세라믹 재료를 이용하는데, 문어낚시용 붓들의 제조 방법으로 개발하였다. 그러나 제조된 자망어구용 발들은 현재 사용되고 있는 납 발들의 강도와 무게 특성을 대체하지 못하는 특성을 나타내었다. 이는 세라믹이 갖는 가벼운 비중에 의해 소형 자망어구용 발들로 응용이 어려운 것으로 나타났다.

### 나. 자망어구 발들에 세라믹함유도료를 코팅하여 개발

자망어구 발들에 무기 도료로 코팅하는 것으로, 현재 사용되고 있는 납 발들에 세라믹함유도료를 코팅하는 방법으로 개발하였다.

#### 1) 1차 개발

납 발들에 (주)씨켄에서 제조한 씨라카와 알루미나 무기 분말을 다량 함유한 특수 무기 도료를 코팅하여 사용시 납의 유실을 억제하고자 제조하였다(Fig. 3-4). 해수에서 장시간 침수시킨 후 수분과 염분에 의한 용해 테스트를 한 결과 사용이 가능한 것으로 확인되었으나, 내마모성 테스트에서 도료의 코팅이 벗겨지는 현상이 발생하였다. 시작품의 자망발들을 어구로 구성하여(Fig. 3-5) 시험 조업한 결과, 일부 발들의 코팅한 부분이 벗겨지는 것이 있었다(Fig. 3-6). 이에 이를 보완할 수 있는 방안을 강구해야 할 것으로 판단된다.



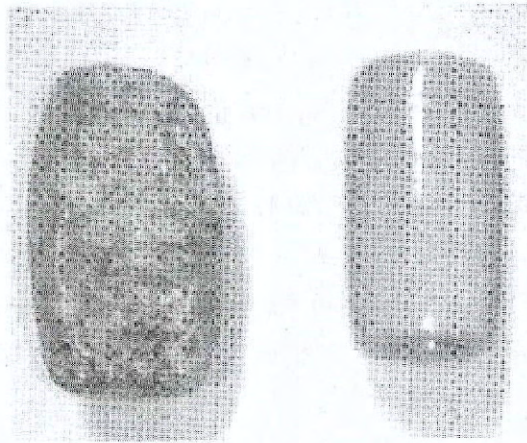


Fig. 3-4. Lead sinker (left) and coated lead sinker (right) for gill net.

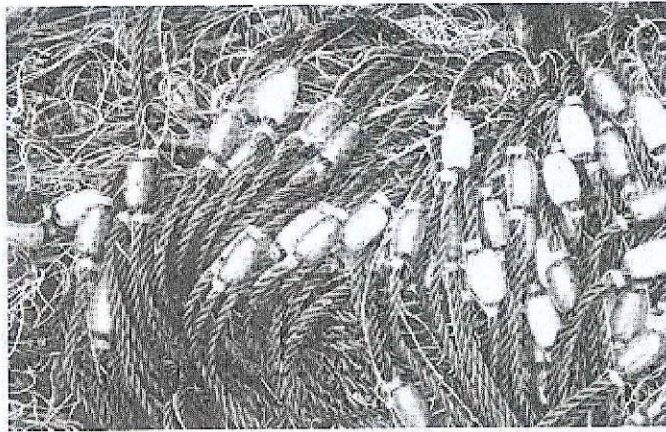


Fig. 3-5. The production of gill net fishing gear with trial product of sinker for experimental operation.

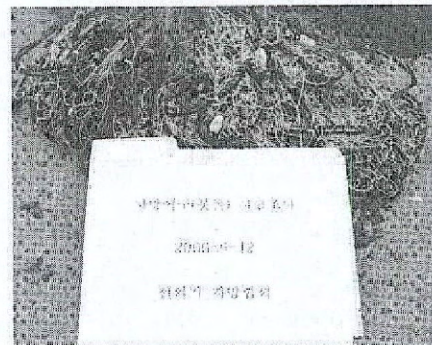
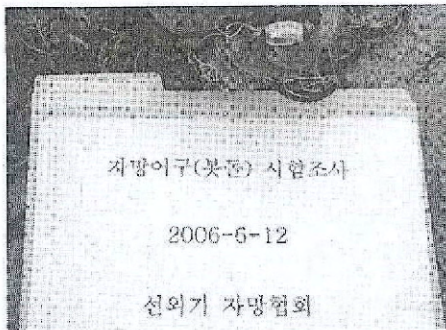


Fig. 3-6. Looks of sinker after experimental fishing.

## 2) 2차 개발

### 가) 자망어구용 납발들의 납 코팅을 위한 세라믹 함유도료 제조 조건 확립

#### (1) 자망어구용 납발들의 개발 애로 사항 및 신규 개발 방법

자망어구용 발들을 문어낚시용 붓들의 제조 방법으로 수화물계 세라믹 재료로 제조한 결과, 현재 사용되고 있는 납 발들의 강도와 무게 특성을 대체하지 못하는 특성을 나타내었다. 이는 세라믹이 갖는 가벼운 비중에 의해 소형 자망어구용 발들로 응용이 어려운 것으로 나타났다. 또한 자망어구용 납발들에 세라믹함유도료를 코팅하여 개발하기 위해 납 발들에 실리카와 알루미늄 무기 분말을 다량 함유한 특수 무기 도료를 코팅하여 사용 시 납의 유실을 억제하고자 제조하였다. 이에 해수에서 장시간 침수시킨 후 수분과 염분에 의한 용해 테스트를 한 결과 사용이 가능한 것으로 확인되었으나, 내마모성 테스트에서 도료의 코팅이 벗겨지는 현상이 문제점으로 발생하였다.

따라서 납 발들의 코팅막은 내마모성과 연성의 상반된 두 가지 특성이 요구되므로, 이에 납 발들의 코팅막을 세라믹함유도료에서 무기 산화물을 첨가한 세라믹 함유도료로 바꾸고, 세라믹 함유도료의 점도에 따른 특성을 고찰하면서, 코팅막을 입히는 공정의 변화를 통해 상기 문제점 등을 개선하고자 한다.

#### (2) 자망어구용 납 발들의 납 코팅을 위한 세라믹 함유도료 제조

세라믹 함유도료는 (주)씨켄의 실리 우레탄 도료(회색,  $50\mu\text{m}$ )를 사용하였는데, 경화제를 사용하는 것은 세라믹 함유도료에서 경화제의 양이 적을 경우 코팅 건조에 어려움이 있으며, 양이 많을 경우 디핑(dipping)의 문제가 발생할 수 있기 때문이다.

다음으로 실리 우레탄 도료와 경화제를 6:1 중량비로 혼합한 유기 도료를 우레탄 시너와 배합하여 점성 조절하여 코팅의 최적 조건을 조사하였다. (총 1 l, 무게비(wt%)) 배합조건은 (a) 주제 80 wt% + 우레탄 시너 20 wt% (주제 800 ml + 시너 200 ml), (b) 주제 70 wt% + 우레탄 시너 30 wt% (주제 700 ml + 시너 300 ml), (c) 주제 60 wt% + 우레탄 시너 40 wt% (주제 600 ml + 시너 400 ml), (d) 주제 50 wt% + 우레탄 시너 50 wt% (주제 500 ml + 시너 500 ml)이다. 단, 주제는 실리 우레탄 도료와 경화제를 6:1로 혼합한 세라믹 함유도료를 말한다.

납 발들에 코팅막을 형성시키기 위하여 디핑(dipping)방법으로 하는데, 시너의 함량조절을 통한 세라믹 함유도료의 점성의 변화를 주어서 코팅막의 두께 조절을 할 필요가 있다. 따라서 상기 실리 우레탄 도료와 경화제를 혼합한 유기 도료에 아크릴 우레탄 시너를 30-40% 중량비로 첨가하여, 잘 혼합되도록 플라스틱 용기에 넣어서 밀링(milling)기를 이용하여 일정 시간동안 회전시켰다.

나) 세라믹 함유도료의 코팅을 통한 납발들의 물성 측정

(1) 디핑(dipping) 시간에 따른 특성 평가

약 30sec 정도 디핑을 한 후 마모성 시험 결과는 모든 납발들의 코팅이 쉽게 벗겨지며, 코팅 두께도 매우 얇았다. 디핑 시간을 30sec에서 2min으로 증가시킨 결과, 디핑의 시간이 길수록 납 발들의 코팅 두께가 두꺼워졌다. 또한, 조성비에 따라 코팅한 납발들의 내마모 및 코팅 강도 시험결과는 “(b) 주제 70 wt% + 우레탄 시너 30 wt% (주제 700 ml + 시너 300 ml)”의 조성에서 가장 우수한 특성을 나타내었다. 따라서, 디핑 시간은 2min으로 하되, 디핑 횟수 및 건조 방법의 공정 변수를 통해 내마모성을 증진시킬 필요가 있었다.

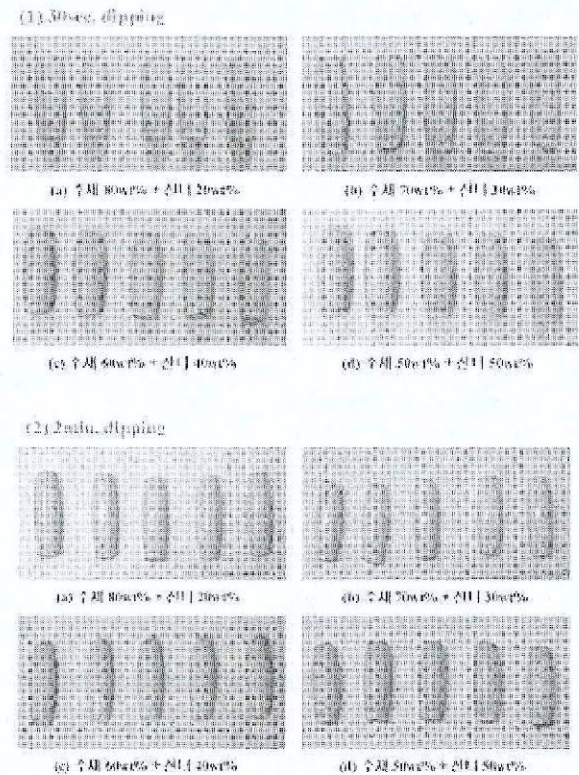


Fig. 3-7. Coating change of lead sinker according to dipping time.

(2) 건조방법에 따른 특성평가

“주제 70wt% + 우레탄시너 30wt%”의 도료에 납 발들을 디핑하여 코팅한 것을 대상으로 하였다. 오븐에서 100℃로 건조한 코팅 발들이 상온 건조 때보

다 표면 광택성이 우수하고, 내마모성이 우수하였으며 건조 시간이 빠르다. 따라서, 디핑 시간은 2min, 오븐에서 100°C 건조 방법을 기본 공정으로 하고, 디핑 횟수에 따른 공정 변수를 통해 내마모성을 증진시킬 필요가 있었다.

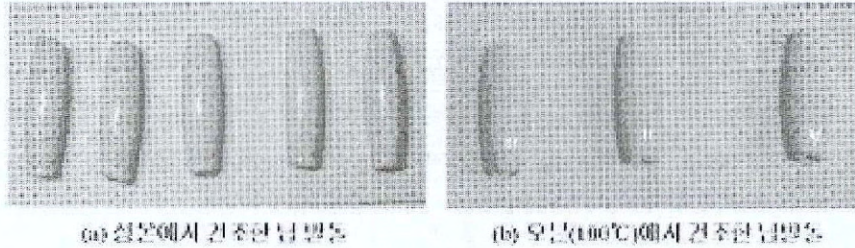


Fig. 3-8. Coating change of lead sinker according to drying method

(3) 디핑(dipping) 횟수에 따른 특성평가

“주제 70wt% + 시너 30wt%“의 도료에 납 발들을 2min 동안 디핑하여 코팅한 후, 오븐에서 100°C로 건조를 반복하여 디핑 횟수에 따른 특성 평가하였다.

Fig. 3-9은 디핑 횟수에 따른 내마모 특성을 파악하기 위하여 플라스틱 용기에 코팅발들을 모래, 자갈과 함께 넣어서 48시간 동안 회전분쇄(milling)하는 것으로, 일정 회전속도(rpm)로 공회전을 시키면서 모래, 자갈이 납발들의 피복을 마모시키는 정도를 파악하였다.

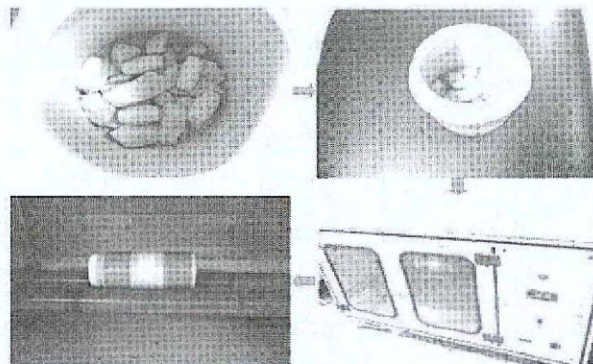


Fig. 3-9. Process of abrasion test about coated lead sinker.

그 결과로서, 디핑과 건조를 2회 실시한 2중막 코팅 납 발들을 플라스틱 용기에 모래와 함께 48시간 동안 회전분쇄(milling)한 것은 내마모성이 약하였다. 디핑과 건조를 4회 실시한 4중막 코팅 납 발들을 플라스틱 용기에 모래

와 함께 48 시간 동안 회전분쇄(milling)한 것은 내마모성이 우수하며, 또한 모래를 제거하기 위해 수돗물로 세척한 결과 광택성은 약화되었지만 코팅 상태는 양호하였다.

따라서 48 시간 동안 연속으로 내마모성 시험한 결과를 통하여 “자망어구용 납발들의 코팅”은 제조가 가능함을 알 수 있었으며, 실제 작업시에는 해저 저질이 돌로 되어 있더라도 그물과 함께 투망되므로 충격이 적고 그물을 양망할 때 해저와 선박의 갑판에 마찰이 크지 않는 것을 고려할 때 작업상 문제가 없을 것으로 판단된다.

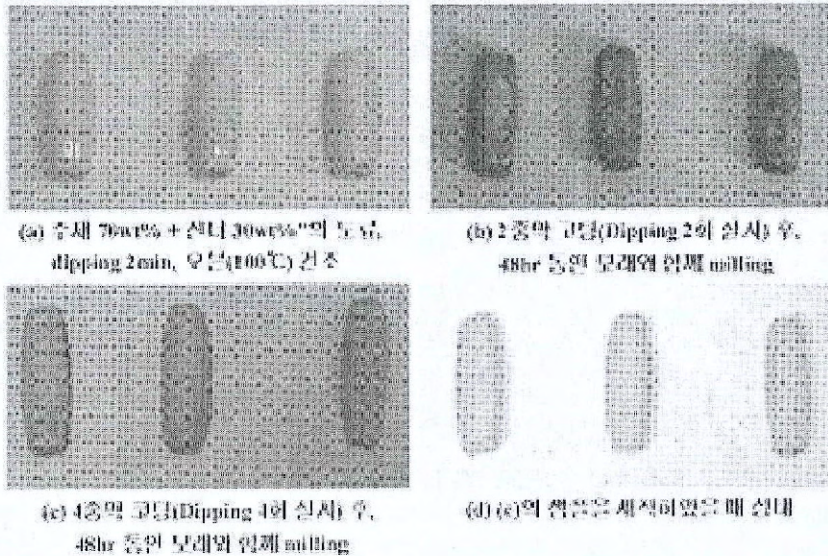


Fig. 3-10. Coating change of lead sinker according to the number of dipping

#### (4) 프레스(Press)기에 의한 코팅 상태 검증

프레스(Press)기를 이용하여 코팅 상태를 검증한 결과 1차년도에서 연구 개발에서 발생되었던 문제점이던 납 발들이 찌그러질 때 코팅이 납 발들에서 분리되는 현상이 발생하지 않았다. 이는 도료의 점성을 조절하여 디핑을 수차례하여 납 발들에 세라믹 함유도료의 코팅의 표면장력을 최소화하였기 때문으로 사료된다.

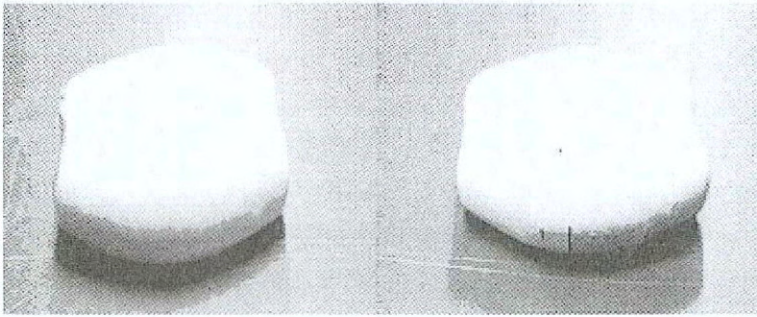


Fig. 3-11. Durability test of coated sinker by compressor.

#### 다) 코팅 발들의 양산화

(1) 납 발들과 철판을 철사로 연결하여 세라믹 함유도료에 디핑하여 양산화하는 방법바닥과 옆면에 구멍이 있는 큰 체와 같은 형태의 철판을 세라믹 함유도료가 담긴 용기에 디핑하는 방법을 실시하였다. 납 발들은 굵은 철사에 끼우고, 납 발들과 납 발들 사이에는 세로로 세웠을 때 발들끼리 서로 밀착이 되지 않도록 가는 철사로 경계선을 만들어 주었다. 철판에 연결한 납발들을 세라믹 함유도료가 담긴 용기에 디핑하였는데, 세라믹 함유도료를 코팅한 납 발들을 놓여서 건조를 하였을 때, 세라믹 함유도료가 중력에 의하여 납발들 중앙의 하단 부분에 뭉쳐서 불록해지는 현상이 발생하였다. 따라서 이를 방지하기 위해 건조할 때 철판을 세워서 오븐에서 100℃로 건조하였다. 상기 방법은 큰 체 형태의 용기에 납 발들을 대량으로 디핑하는 점에서 대량 생산이 용의할 것으로 판단된다. 그러나, 납 발들이 서로 밀착되지 않도록 설치한 실 철사로 인해 납 발들의 밑부분 코팅이 쉽게 벗겨지는 현상이 발생하였다.

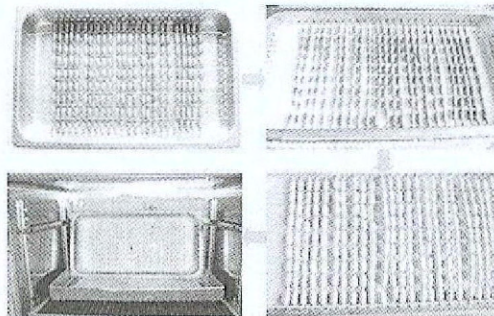


Fig. 3-12. Coating after connection lead sinker with iron plate by wire.

(2) 납 발들을 고정 틀에 철사로 연결하여 세라믹 함유도료에 디핑하여 양산화하는 방법상기 납 발들과 철판을 철사로 연결하여 유기 도료에 디핑하여 양산화하는 방안에서 도출된 문제점을 보완하고자, 납 발들을 고정 틀에 철사로 연결하여 세라믹 함유도료에 디핑하는 방법을 연구하였다. 고정 틀에 철사를 매달은 후, 철사에 납 발들을 끼워 넣어서 철사의 하단 부분을 구부려서 납 발들이 떨어지지 않도록 하였다. 고정 틀에 매달린 납 발들을 세라믹 함유도료에 디핑한 후, 오븐에서 100℃로 건조하였다. 수정한 양산화 공정 또한 1차에서 발생하였던, 납 발들 하단의 세라믹 함유도료가 뭉치는 현상이 발생하였다. 그러나 그 양이 미약하며, 약간만 가공하면 미관상의 문제도 해결되었다. 또한, 추후 양산화 공정의 수정 보완이 진행되겠지만, 현 상황에서는 최상의 양산화 공정으로 사료된다. 7장에서와 같이 본 공정으로 양산화를 실시한 코팅 발들을 실제 어업 현장에서 적용하여 성능 테스트를 행하였다.

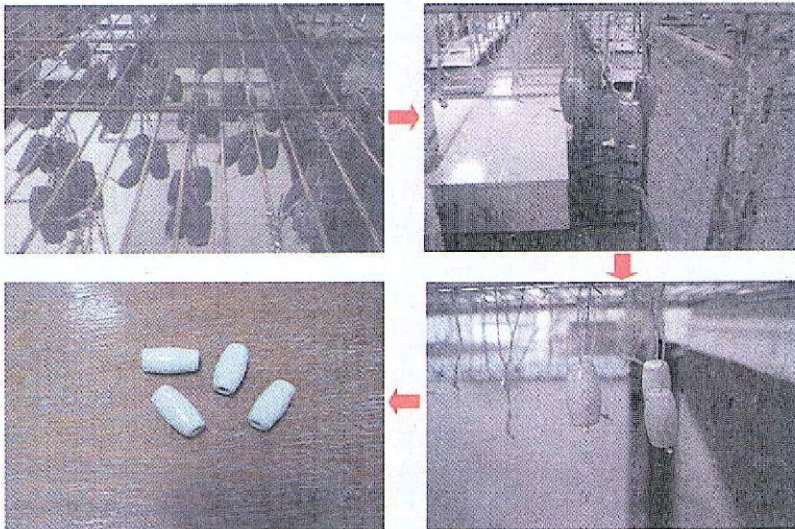


Fig. 3-13. Coating after connection lead sinker with the fixed frame by wire.

### (3) 자망발줄 속의 납 줄 코팅과 양산화

자망어구제작과 조업에서 일반 자망발들을 이용하는 것보다 편리성을 도모하기 위하여 납 줄이 있는 자망발줄이 판매되고 있다. 본 연구에서는 자망발줄 속의 납 줄 코팅을 시도하였다. 발줄에서 납 줄 부분을 분리한 후, 분리한 납 줄을 세라믹 함유도료가 담긴 용기에 디핑한 후, 오븐에서 100℃로 건조하였다. 납 줄은 작은 납이 줄을 연결하는 형태로 되어 있으며, 이는 밧줄이 잘 휘어지도록 하며 납 줄이 끊어지는 것을 방지하기 위함이다. 이러한 점을 고려하여 세라믹 함유도료를 코팅할 때 납들이 서로 엉켜지지 않도록 하였다. 따라서 일반 납 발들의 코팅하는 방법으로 납 줄에도 적용한 결과 잘 코팅되었다(그림). 이에 현장에서 사용하는 데, 문제점이

없을 것으로 사료된다.

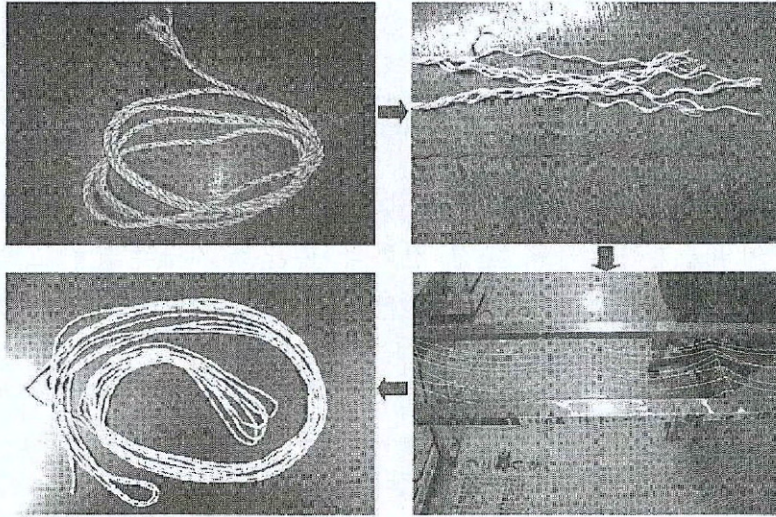


Fig. 3-14. Lead line coating of gill net ground rope.

#### 라) 코팅에 의한 자망발들의 가격상승

세라믹 함유도료와 경화제는 6:1로 혼합, 혼합한 도료에 시너를 30wt%로 첨가하는 것으로 한다. 약 16 l의 세라믹 함유도료를 제조하여 낚발들을 코팅할 경우 3,000개 정도를 양산할 수 있다. 발들 생산단가는 Table 3-1를 참조하였는데, 실리 우레탄 도료와 경화제는 6 : 1 혼합이므로 실리 우레탄 도료 (16 l)는 300,000원이며, 경화제 (약 2.5 l)는 7,000원이다. 또한 혼합한 도료 조성에 시너를 30wt% 첨가하므로 실리 우레탄 시너 (6 l)는 20,000원 이다.

Table 3-1. Price and coating materials for gill net sinker

재료명	가격(원)	비고
실리 우레탄 도료(16 l, (주)씨켄)	300,000	
경화제(4 l)	10,000	
실리 우레탄 시너(18 l)	60,000	

따라서 낚 발들 1개를 코팅하기 위한 세라믹 함유도료의 금액은 총 세라믹 함유도료 금액 (327,000)과 낚발들 수 (3,000)을 나누면 19g 개당 109원 정도로 산출된다. 이에 제조 인건비와 제조에 따른 기타 비용 (전기, 수도) 등을 200원 정도로 한다면, 제조 단가는 19g 개당 309원으로 판단된다.



# 제 4 절 어구 밧들 제작

## 1. 문어홀림낚시어구용 밧들 제작

### 가. 낚시 밧들 제작

#### 1) 1차 시제품 제작

개량한 문어외줄홀림낚시용 환경 친화적 밧들은 지구환경을 고려하고 바다에 서식하는 생물을 지키기 위한 것으로 “친환경 밧들”이라 하였다.

낚시밧들의 내측으로 만곡된 다수개의 낚시바늘과, 상기 밧들의 후방으로 돌출되어 낚시줄과 연결되는 걸고리와 내부에 유인제가 삽입되는 인공미끼를 포함함을 특징으로 하는 문어 어획용 낚시어구를 제작한다. 여기서 사용되는 밧들은 기존의 납 밧들과 돌 밧들의 장점을 살려 낚시는 제작시 밧들내에 삽입되도록 하였고 형상은 돌 밧들과 유사하고 무게는 다양하게 할 수 있도록 납 대신에 환경친화적 재료인 돌가루, 철가루 등 기타재료를 사용하였다(Fig. 4-1,2,3). 상기 낚시어구는 걸고리에 낚시줄을 연결한 후 밧들 등에 미끼를 고정된 다음 문어 어획에 사용하게 된다. 일반적으로 중금속 중 환경오염물질은 수은(Hg), 카드뮴(Cd), 납(Pb), 아연(Zn), 구리(Cu), 비소(As), 시안(Cn)으로 분류하고 있다.

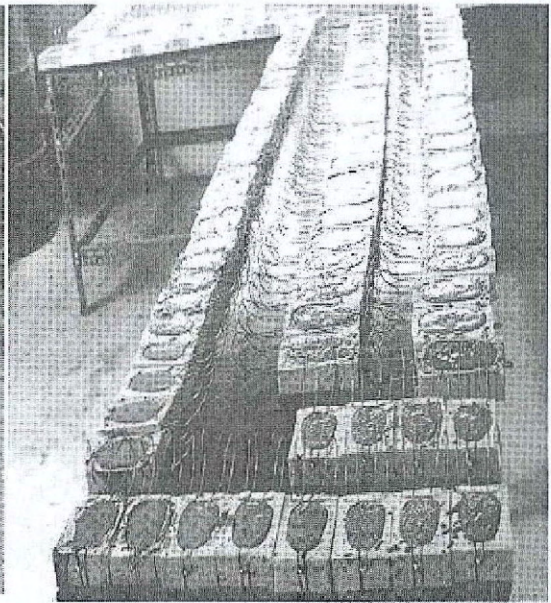
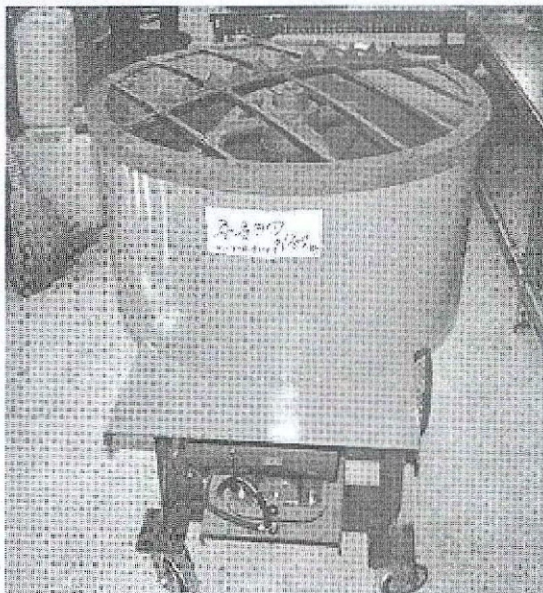


Fig. 4-1. Mixing machine of materials for sinker. Fig. 4-2. Under production of primary product.

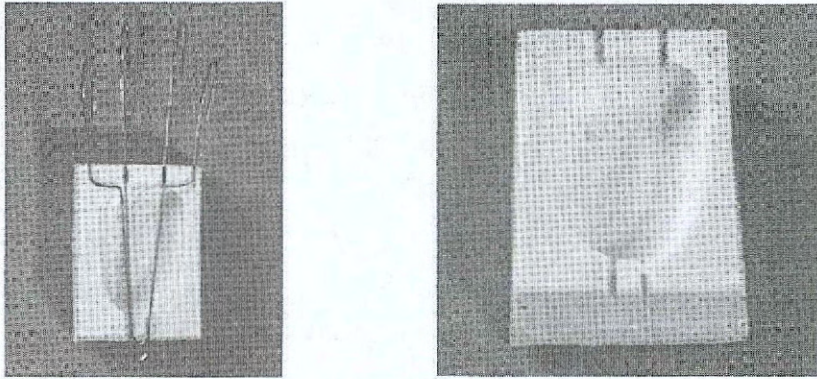


Fig. 4-3. Mold of sinker.

## 2) 시제품

붓들은 기존의 납 대신에 “돌과 철가루 등의 재료를 사용하여 만든 소위” 친환경 붓들 “이고 낚시바늘은 4개로 구성하고 있다(Fig. 4-4). 종류는 무게로 150g, 200g, 250g, 300g, 400g, 500g의 6종이며, 모양은 반타원형이다. 붓들 150g의 자세한 내용은 다음과 같다. 총길이(붓들의 끝에서 낚시바늘 최대길이까지)는 약 180mm인데, 낚시바늘 4개가 갈고리 모양으로 되어 있으며 간격은 약 20mm이다. 붓들의 최대 폭은 약 55mm, 최대길이는 약 80mm이고 뚜껑은 약 15mm이며, 붓들의 한 쪽 끝은 부이줄을 댈 수 있도록 고리모양으로 되어 있다. 부이는 직사각형 25cm×15cm×7cm의 스티로폼제로 되어 있고, 조업 전에는 낚시줄을 부이에 감아둔다.

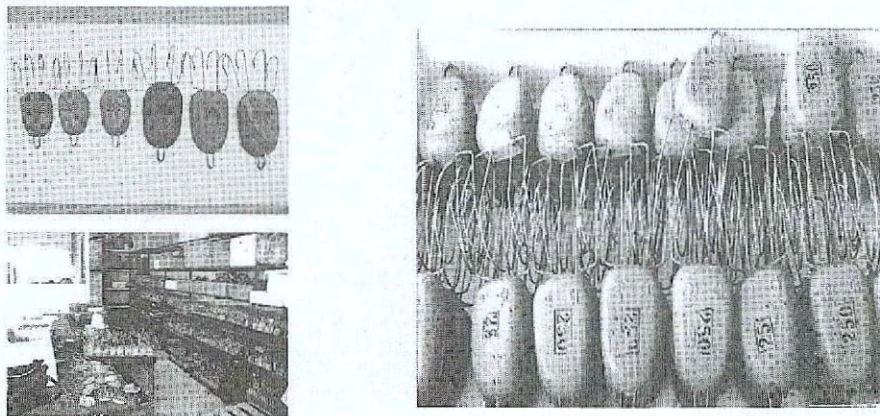


Fig. 4-4. Trial products for octopus drift-line.

### 3) 낚시바늘 규격화

문어낚시제작은 지역에 따라 다소 차이가 있는데, 조업해역의 수심과 유속에 따라 붓들의 무게, 낚시바늘의 개수 및 길이가 다르고 수작업으로 만들기 때문에 동일한 것이 없다. 따라서 본 연구에서는 기계화가 가능한 부분은 제작하고 단순화를 통하여 규격화하였다.

낚시바늘의 재료는 어업인이 선호하는 재질과 굵기(직경 1.6mm)의 철사를 선정하였고 낚시부분을 만들 철사의 총길이는 60cm로 하였다. 선정된 철사를 문어 낚시모양을 만들기 위하여 기계로 끝부분을 날카롭게 갈고 구부렸다 (Fig. 4-5,6,7). 구부린 낚시바늘은 붓돌용 틀에 넣어 붓돌제작과 함께 낚시가 완성된다

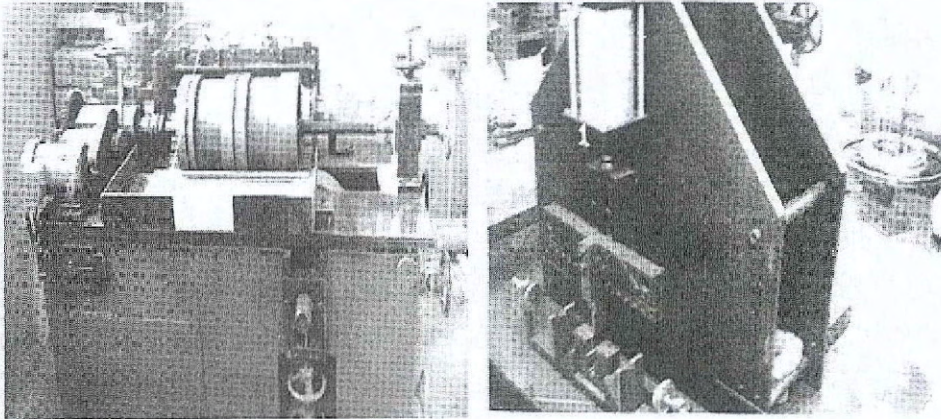


Fig. 4-5. Grinding and bending in order to make fishhook

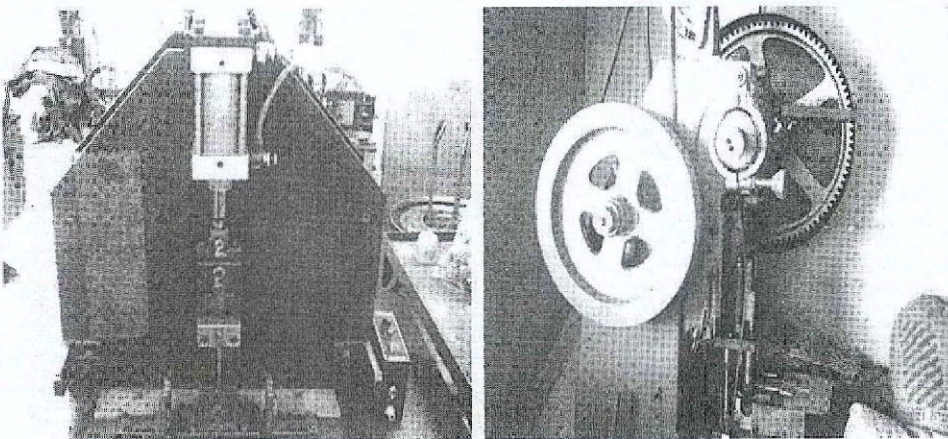


Fig. 4-6. Finishing process for product of fishhook.

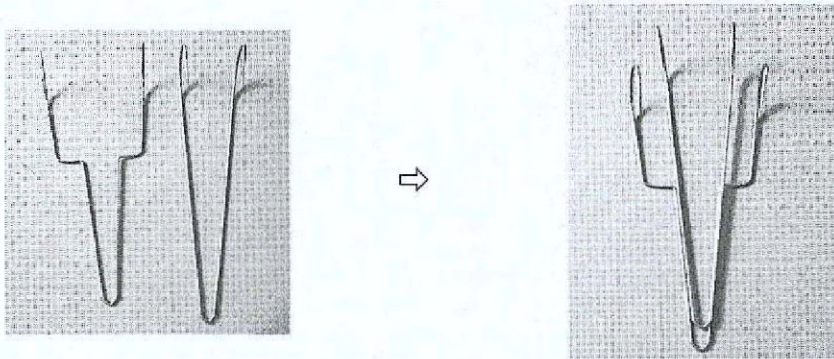


Fig. 4-7. Fishhook for octopus drift-line.

#### 4) 2, 3차 시제품 제작

2차 시제품은 1차 제품을 사용한 많은 어업인의 의견을 참고하고 디자인을 보완하였다. 제작용 틀을 다시 무게별로 만들고(Fig. 4-8) 재료도 보완하기 위하여 게르마늄, 세라믹 무기안료 등을 사용하였다. 제작과정은 먼저 낚싯바늘을 제작하고(Fig. 4-9), 이를 제작 틀에 넣고(Fig. 4-10) 그 위에 혼합한 재료를 반죽하여(Fig. 4-11) 채워 넣는다(Fig. 4-12). 그 후 충분히 말린 후 붓들을 틀에서 빼내고 보관한다.(Fig. 4-13, 14, 15, 16)

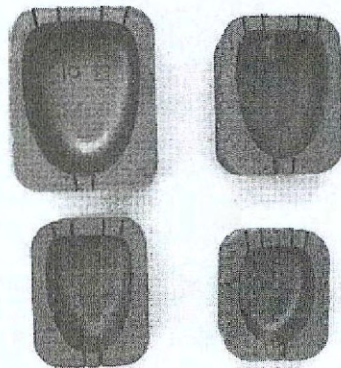


Fig. 4-8. Mold of sinker by size

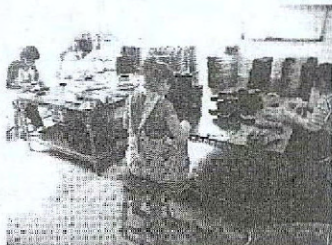


Fig. 4-10. Inserting the fishhook into the mold

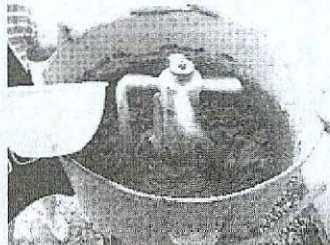


Fig. 4-11. Mixing of the sinker materials.

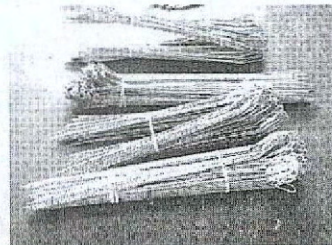


Fig. 4-9. Produced fishhook.

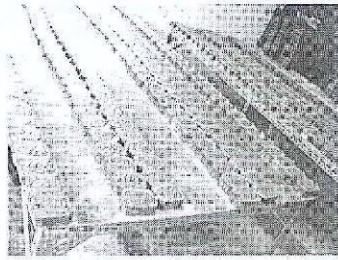


Fig. 4-12. The mixed materials are inserted in the mold.

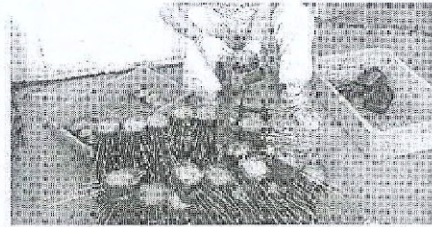


Fig. 4-13. Draw out the sinker from mold.

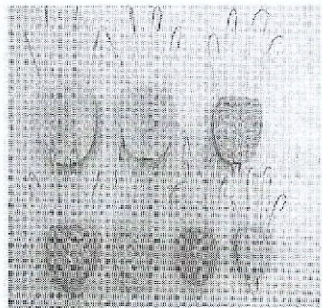


Fig. 4-14. Completed octopus drift-line sinker.

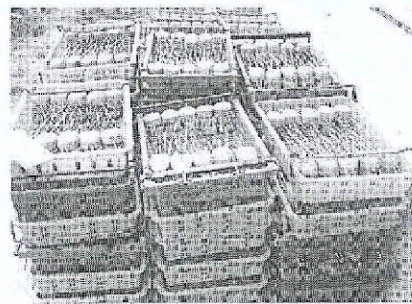


Fig. 4-15. Keeping Sinker.

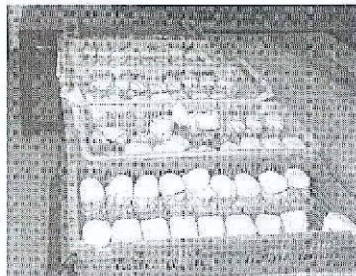


Fig. 4-16. Third trial product.

색깔붓들에 대한 문어의 행동반응에서 붓들의 색이 흰색인 경우가 가장 좋은 것으로 나타났으나, 2차 제작과정에서는 흰색으로 만들기 위한 준비가 부족하고 재료의 특성상 어려운 점이 있었다. 또한 여름철 문어 조업이 수심 30m 이상에서 행하는데, 이 경우 빛이 흡수되어 붓들색깔의 중요성이 감소되기 때문에 먼저 만들기 쉬운 색으로 행하였다. 그렇지만 앞으로 붓들의 색깔은 미끼의 색을 고려하여 흰색과 같이 보다 밝은 색으로 하는 것이 좋을 것으로 판단되었다.

3차 시제품은 실험실과 현장실험에서 붓들의 색깔이 흰색계통으로 하는 것이 보다 어획에 보다 효과적일 것으로 판단되어 백시멘트, 견운모, 수지, 철가루, 돌가루의 재료로서 흰색계통으로 만들었으나 Fig. 4-16과 같이 흰색보

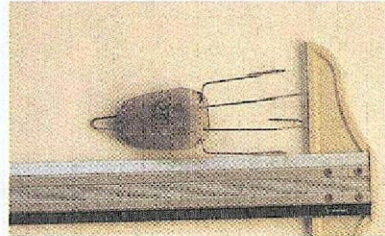
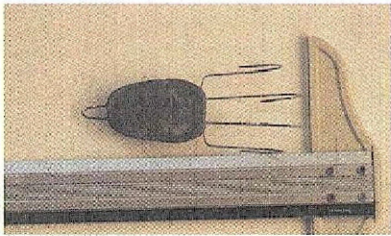
다는 회백색으로 나타났다.

이상의 내용을 정리하면, 개발 중인 문어낚시 붓들은 시제품(Fig. 4-17)을 제작 후 시험조업을 통하여 계속 개선시켰다.

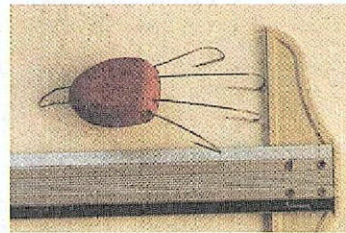
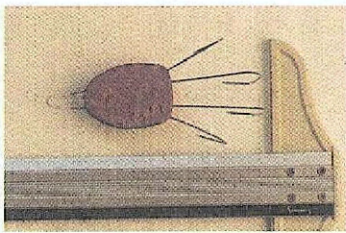
1차 시제품은 모양이 크고 색깔을 고려하지 않았다.

2차 시제품은 제품의 상품가치를 고려하면서 사용자의 요구에 따라 제작하였다. 제품은 무겁게 하면서 크기를 줄였다.

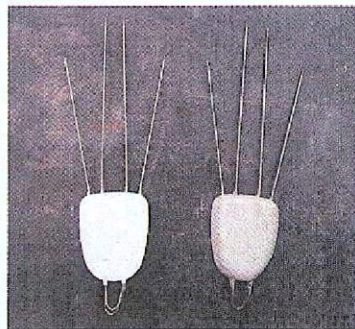
3차 시제품은 시험조업 결과를 통한 어획량을 향상시키기 위하여 문어가 쉽게 발견할 수 있도록 밝은 색으로 만들었다.



First trial product.



Second trial product



Third trial product.

Fig. 4-17. Annual trial products.

## 2. 자망어구용 밧들 제작

시험용 자망은 도면(Fig. 4-18)과 같이 현재 강릉시 사천에서 주로 사용하는 자망으로, 밧 돌을 코팅밧돌과 일반 납 밧돌(Fig. 4-19)로 혼합하여 사용하였다.

도면과 제작한 시험자망(Fig. 4-20)은 가지미 등을 포획대상으로 하는 저자망용이다.

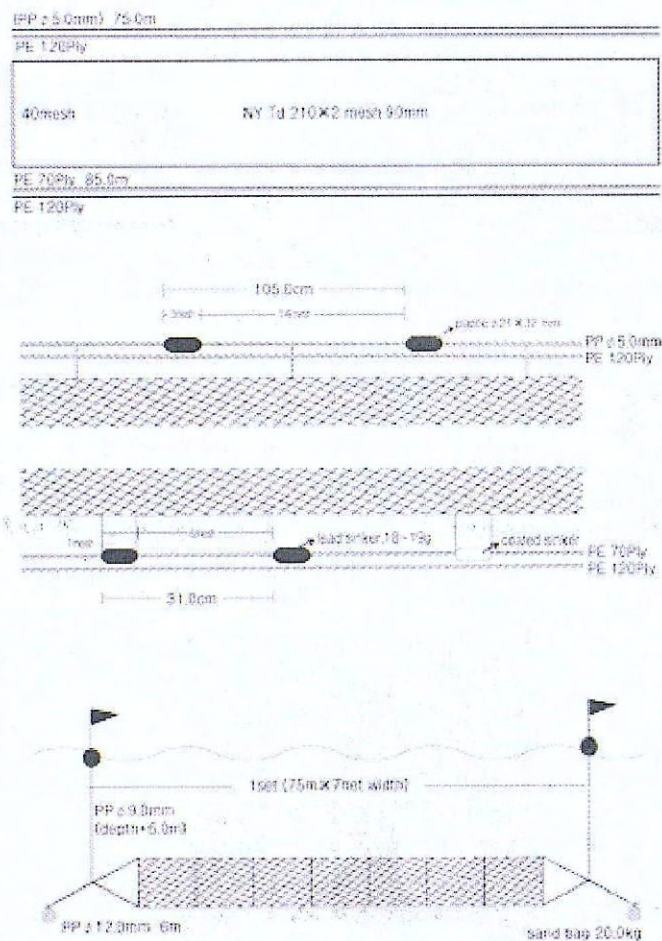


Fig. 4-18. Schematic diagram of the gill net.

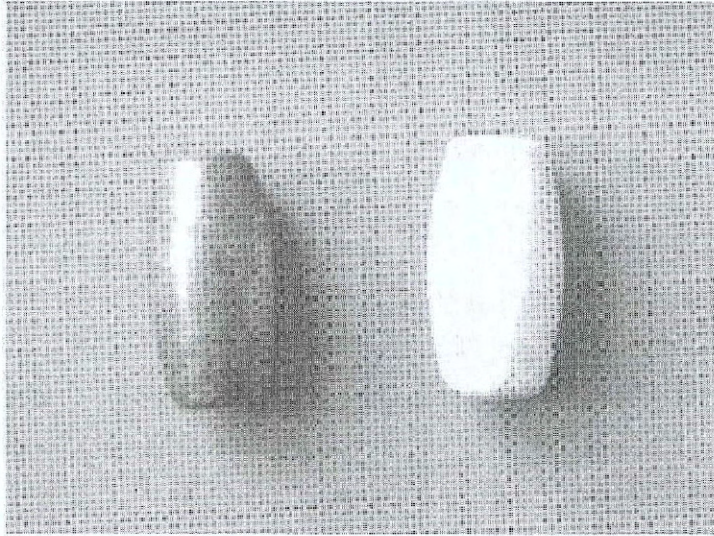


Fig. 4-19. Coated sinker and lead sinker.

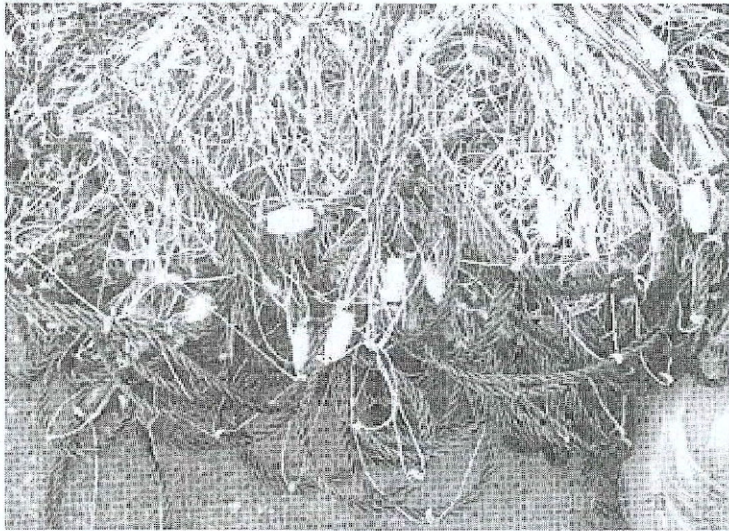


Fig. 4-20. Gill net for experimental operation.



## 제 5 절 어구의 특성

### 1. 문어홀림낚시어구의 특성

#### 가. 친환경붓들의 비중

붓들의 비중측정은 공인시험기관인 한국기기유화시험 연구원에 의뢰하여 조사하였다. 시료는 붓들의 제조가 수작업인 관계로 제품무게별인 150g, 200g, 250g, 280g, 300g, 350g, 400g, 450g의 8종과 낚 1종 이었다. 시험환경으로 온도는 21-22℃, 상대습도는 47-49%였다. 그 결과로 낚의 비중은 15.065이었지만, 친환경 붓들의 비중은 2.871-6.637 범위로 무게별로 일정한 경향을 나타나지 않았으며, 낚의 약 0.19-0.44배로 낮았다.

Table 5-1. Specific gravity according to the sinker weight

Sinker weight(g)	150	200	250	280	300	350	400	450
Specific gravity	2.871	4.784	6.637	4.646	4.918	4.953	5.021	5.376

#### 나. 붓들의 속도

##### 1) 붓들의 최소 이동유속(1차)

붓들이 움직이는 최소유속을 측정하기 위하여 회류수조(관찰창의 크기:120L×30W×30H cm)를 이용하였다(Fig. 5-1). 사용한 붓들의 종류는 무게의 측면에서 6종으로, 개량붓들 4종, 강릉시의 기존 낚붓들 1종, 삼척시의 돌붓들 1종이었고, 모양은 개량붓들, 낚붓들, 돌붓들별로 서로 다르다(Fig. 5-2).

회류수조의 바닥은 아크릴수지로 되어 있고 수심은 24cm이다. 붓들을 쉽게 이동하기 위해서 붓들에 길이 25cm의 줄로 부이를 매달았다. 최소 이동유속은 수조길이 방향으로 5cm를 1분 이내로 붓들이 이동하는 속도이다.

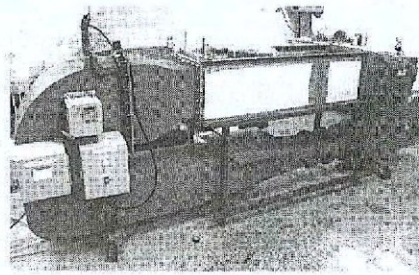


Fig. 5-1. Flume tank.

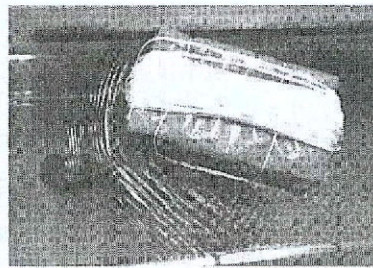
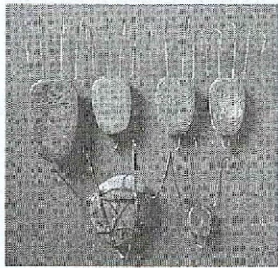
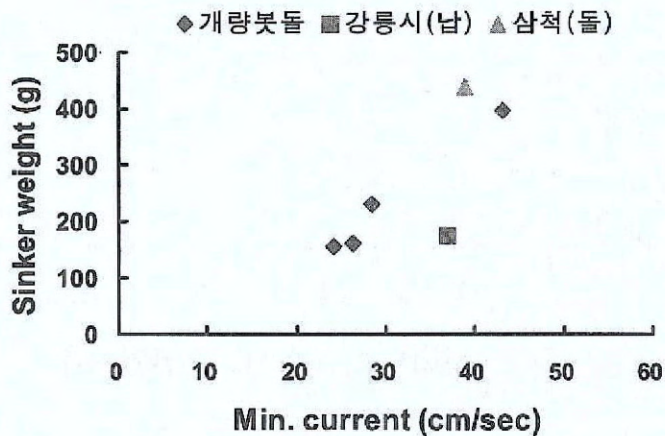


Fig. 5-2. Experimental sinker and moving sinker by current speed.

그 결과 현재 강릉지역에서 사용 중인 납 붓들(176g)의 최소 이동유속은 36.9cm/sec이고 삼척시의 돌 붓들(438g)은 39cm/sec이고, 개량붓들 155g의 최소 이동유속은 24.2cm/sec이고, 161g의 경우는 26.3cm/sec, 231g의 경우는 28.4cm/sec, 397g의 경우는 43.2 cm/sec이었다(Fig. 5-3). 따라서 개량붓들 무게 231g은 176g 납 붓들보다 무게는 무겁지만 느린 유속에서 이동됨을 알 수 있으며, 또한 붓들이 움직이는 것은 모양과 무게가 동시에 작용하는 것을 알 수 있다.



5-3. Relationship between sinker weight and minimum drift speed.

## 2) 붓돌의 최소 이동유속(2차)

2차로 제작한 붓돌이 유속에 의해 이동하기 시작하는 최소 이동유속은 회류수조를 이용하여 측정하였다(Fig. 5-4). 사용한 붓돌의 종류는 무게의 측면에서 7종으로, 개량붓돌 5종, 고성군의 기존 납붓돌 1종과 동해지역 1종이었고, 모양은 개량붓돌, 납붓돌별로 다르고 2종의 납붓돌의 모양도 다르다. 실험방법은 1차의 경우와 동일하게 회류수조의 관찰창 중앙에 실험붓돌을 놓고, 붓돌이 수조길이 방향으로 5cm를 1분 이내로 이동하는 최소유속을 측정하였다

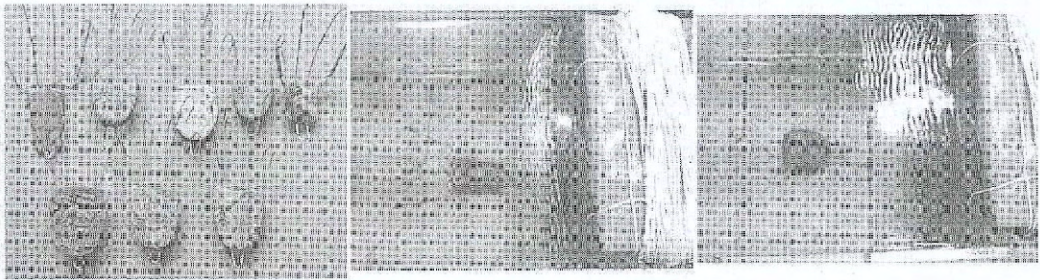


Fig. 5-4. The Experimental sinker and moving sinker by current speed.

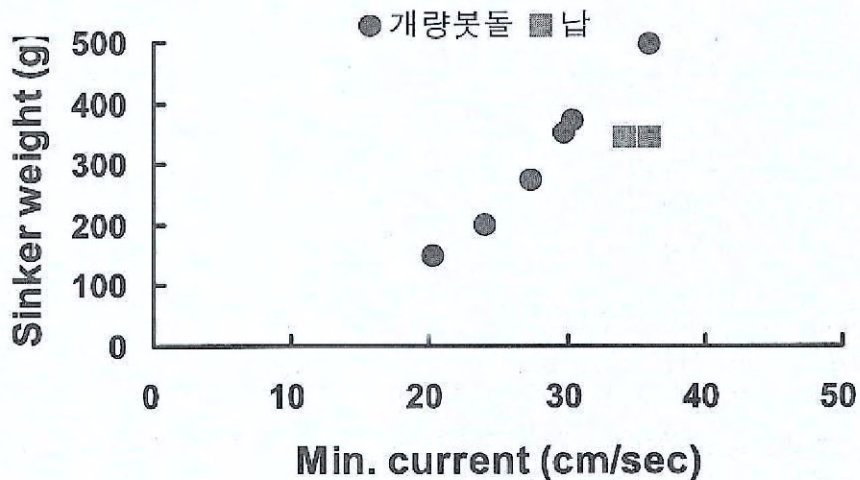


Fig. 5-5. Relationship between sinker weight and minimum drift speed of sinker.

그 결과 현재 동해지역에서 사용 중인 납작한 납 붓들(344g)의 최소이동유속은 34.1cm/sec이고 고성지역의 납 붓들(345g)은 36.0cm/sec이었으며, 개량붓들의 최소 이동유속은 무게변화에 거의 비례하는 경향이였다(Fig. 5-5). 붓들147g의 최소 이동유속은 20.2cm/sec이고, 199g의 경우는 24.0cm/sec, 275g의 경우는 27.4cm/sec, 352g의 경우는 29.7cm/sec, 371g의 경우는 30.3 cm/sec, 497g의 경우는 36.0 cm/sec 이였다. 개량붓들의 무게가 거의 같은 납 붓들도 모양에 따라 최소 이동유속은 달랐다. 또한 497g의 개량붓들이 345g의 납 붓들보다 142g 무겁지만 최소 이동유속은 동일하였다. 이와 같은 사실은 개량붓들이 동일한 면적의 어장에서 조업할 때 소해지역을 빨리 이동해 조업시간을 단축할 수 있을 것으로 판단된다.

#### 다. 문어홀립낚시어구의 수중관찰

영진 앞 수심 13-16m에서문어홀립낚시어구의 투승상태를 관찰하였다(Fig. 5-6,7,8,9,10). 투승과정은 붓들이 빠르게 하강하기 때문에 제대로 촬영할 수 없었다. 해저 안착은 기존 붓들 및 개량 붓들 모두 미끼가 위 방향으로 바르게 되었다. 그런데 6월 해저에 해조류가 무성하여 붓들(떡이)이 있는 곳을 문어가 확인하기가 어려운 것으로 판단되었다. 이와 같이 무성한 해조류가 있는 곳은 어구가 문어가까이 접근해야만 어획이 될 것으로 생각된다.



Fig. 5-6. Driver for underwater shooting



Fig. 5-7. Sinking sinker in underwater



Fig. 5-8. Reached sinker in the seabed



Fig. 5-9. Pig fat-skin bait and lead sinker after setting.

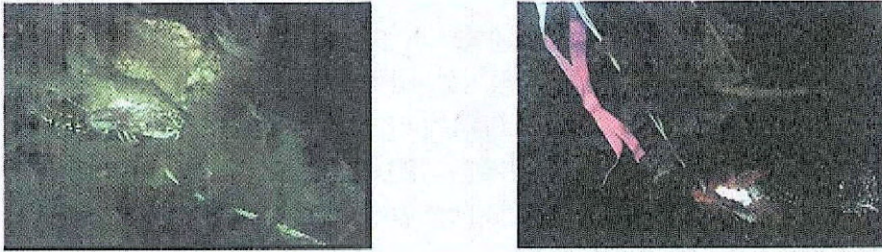


Fig. 5-10. Improved sinker and artificial bait after setting.

## 2. 붓들의 친환경성

### 가. 물리학적 검정

#### 1) 1차 관찰

붓들의 친환경성은 돌, 철가루 등을 사용하였기에 문제는 없지만, 강원도 고성군 어업인에 따르면 분실한 붓들에 이끼가 있었다고 하였기에 이를 증명해 보려고 실내 수조에서 붓들의 이끼부착여부를 조사하였다. 실험수조 (35L×28.5W×33.5H cm, 33.4 l)는 유리수조이며 수심(해수) 30cm 로 유지하였다(Fig. 5-11). 수조 속에 개량붓돌 2개와 납 받돌 2개를 넣고 2주 동안 관찰하였지만 변화가 없어서 이끼류가 부착된 돌을 수조 속에 넣고 관찰하였다. 또한 이끼발생을 높이기 위하여 수조위치는 햇볕이 있는 남쪽 실내로 이동하였다.

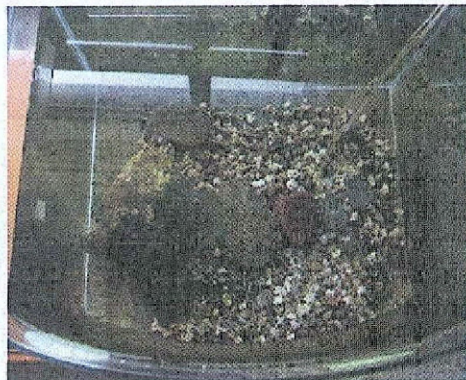


Fig. 5-11. Sinkers in the water tank.

그 결과는 수조벽에 이끼가 있는 바와 같이 개량붓돌의 일부분은 납쪽 실내로 이동한 후 약 2개월경(수온 29.6℃) 이끼가 생겼으나 납 에는 생기지 아니하였다(Fig.5-12,13). 또한 낚싯바늘부분은 개량붓돌의 경우 녹이 발생하지 아니하였으나 납 붓돌의 경우는 녹이 발생하였다.

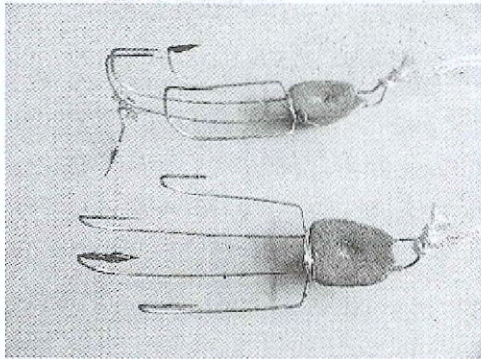


Fig. 5-12. Lead sinker with rusty fishhook

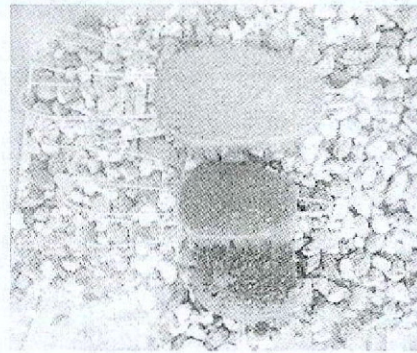


Fig. 5-13. Moss-grown sinker.

## 2) 2차 관찰

새로운 붓돌에 대한 물리학적 친환경조사를 위하여 어군행동실험실 앞 배란다에 수조 (35×28.5×33.5cm, 10 l)를 설치하고 담수에서 일정한 시간경과에 따른 이끼부착 변화를 조사하였다(Fig. 5-14). 붓돌은 125g, 516g, 760g의 3 종류이며, 납은 기존 납 붓돌이 자망발돌을 녹여 제작하므로 납 발돌 26g의 61개를 물속에 넣었다. 또한 이끼발생의 촉진하기 위하여 이끼가 있는 돌, 소라를 넣었다. 물의 증발로 수위유지를 위하여 담수를 보충하였고 물은 순환 여과 되었다.

실험기간은 2007. 4. 9 - 4. 30(23일)이며, 이 기간의 강원지방기상청에 의하면 강릉지방의 최저-최고기온은 5.5 - 28℃였다.

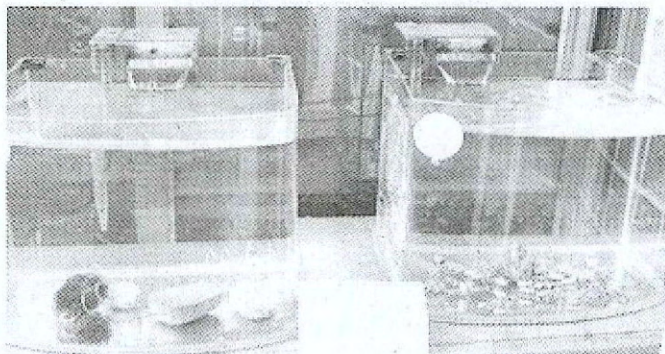


Fig. 5-14. Observation beginning of moss variation to the improved sinker and the lead sinker for octopus drift-line.



Fig. 5-15. Moss variation after a lapse of 23 days.

그 결과는 실험관찰시작시의 수조상태는 Fig. 5-14와 같이 깨끗하였지만 시간이 경과함에 따라 이끼관련 변화가 있으며, 23일이 경과한 후에는 좌측수조의 친환경 붓들에서는 이끼가 조금 부착되어 있었으며 수조 벽에도 이끼가 부착하였다(Fig. 5-15). 그러나 우측수조의 납이 있는 곳은 이끼부착변화가 거의 없는 것 같다. 그 이유 중 하나는 우측수조가 낮에 빛이 직접 비추는 시간이 짧기 때문이라고 생각된다.

### 3) 3차 관찰

2차 관찰에서 수조의 위치가 이끼생성과 관련이 있을 수 있음을 줄이기 위하여 좌우 위치를 교환하였다(Fig. 5-16). 실험수조와 실험대상은 2차 실험과 동일하였다. 실험기간은 2007. 4. 30 - 9. 2의 약 4개월이며, 이 기간의 강원지방기상청에 의하면 강릉지방의 최저-최고기온은 5월은 9.0 - 30.3℃, 6월은 13.0 - 32.5℃, 7월은 17.1 - 35.7℃, 8월 18.2 - 35.9℃ 였다. 수조내 물의 증발로 인하여 수위가 낮아지는 것을 막기 위하여 물을 수시로 보충하였다.



Fig. 5-16. Observation beginning of moss variation to the improved sinker and the lead sinker



Fig. 5-17. Moss variation after a lapse of 125 days.

그 결과로서 약 4개월 경과한 상태는 점차 수온의 상승과 함께 수조내의 이끼는 성장하였다(Fig. 5-17). 수조가 야외에 있는 관계로 물의 투명도는 수조 내에 먼지가 들어가는 등으로 인하여 실험 시작할 때보다 낮았다. 낚이 있는 수조가 빛이 많이 드는 왼쪽에 위치하였지만 오른쪽 수조보다 이끼의 성장은 뚜렷하게 보이지 않았다.

따라서 시각적으로 친환경 붓돌이 있는 수조가 낚이 있는 수조보다 이끼의 성장에 도움이 되는 것으로 생각되었다.

#### 4) 어업현장

강원도 고성군의 어업인의 보고에 따르면 잃어버린 친환경 발돌이 수거되었을 때 이끼가 있었다고 하였다. 따라서 본 연구에서도 이를 확인하기 위하여 수중다이버를 통하여 수심약 30m 어장에 침지(5월13일)후의 시간경과에 따른 발돌의 이끼여부를 조사하였다(Fig. 5-18).

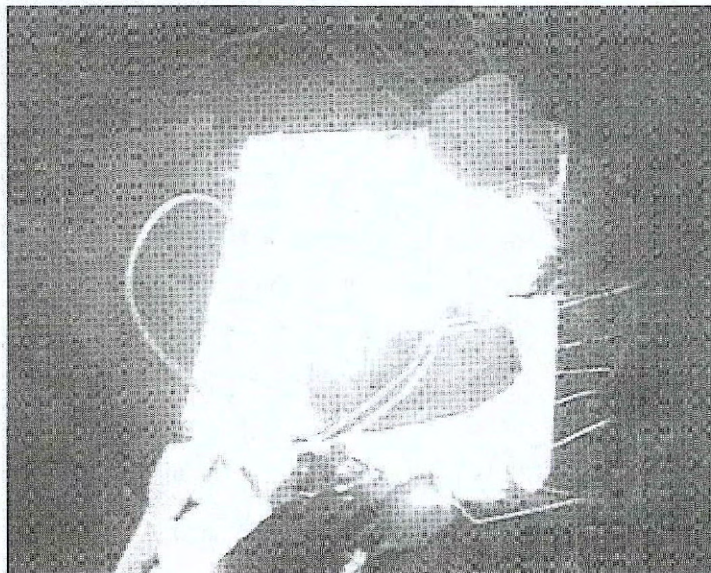


Fig. 5-18. Experimenting sinker at the fishing ground of Gangneung.

그러나 약 2개월 후에 시험 붓돌을 확인하였으나, 파도 또는 어로행위 등의 사유로 확인하는데 실패하였다.

한편, 문어홀림낚시용 낚 붓돌의 경우 어구어뱀상 해저와 낚 붓돌이 닿는 관계로 낚이 닳아서 물에 녹아들어가는 속도가 빠르다고 생각된다.



## 나. 생물학적 검정

### 1) 서론

산업사회의 발달과 함께 각종 공장에서 배출되는 산업폐수와 생활수준의 향상으로 증가되고 있는 생활하수로 인해 생태계의 오염이 날로 가속화되고 있다. 이들 오염물질은 표면수로 흘러 들어와 생태계에서 순환하게 되고 먹이연쇄를 통하여 결국 인간에게까지 축적되어 여러 가지 피해를 유발시킨다(Hickey and Anderson, 1968).

수생생태계로 유입된 중금속의 독성의 영향을 평가하고자 하는 연구가 많이 진행되고 있지만, 수질에 대한 이화학적 분석만으로는 여러 가지 한계가 있다. 그 이유는 다양한 물질이 용존되어 있는 수질의 정확한 분석이 쉬운 일이 아니며 이들 물질의 혼합에 따른 상호작용 측면을 고려해야 하기 때문이다.

생물검정법은 실험생물을 이용하여 독성의 상대적인 강도를 평가해 내는 방법으로서 환경적인 해를 야기하는 각각의 오염물질 혹은 오염물질의 복잡한 복합체의 실제성 혹은 잠재성을 결정하는 데에 중요한 역할을 하며 실제로 독성 영향과 생물이용도간의 관계, 오염물질간의 상호작용, 다른 생물 간의 민감도 비교, 오염물질의 시공간적인 분포 결정, 생물에 대한 위해성 평가, 생산물의 허용 혹은 안전 실험, 정화 지역 범위 선정, 정화 목적 결정, 정화작용 혹은 관리의 효율성 평가 등에 이용된다.

생물검정에 사용되어진 생물로는, 미생물에서부터, 해조류, 무척추동물, 어류 등에 이르기까지 매우 다양하며 해양생물의 생존 및 성장에 영향을 미치는 환경 요인으로서는 크게 먹이, 수온, 염분, 용존산소량 및 오염원 등을 들 수 있으며 또한, 각각의 생물들은 생활사, 크기, 물질에 대한 민감도 등이 다르기 때문에, 생물별로 노출대상, 노출시간, 최종반응, 평가할 시료의 정상 등이 달라진다.

오염물질 가운데 중금속은 철, 구리 등과 같은 생체 내 필수원소도 있지만 납, 수은 및 카드뮴과 같은 독성금속들도 있으며 이들 대부분은 생체 내에서 다양한 유해작용을 유발시키게 된다(Lee et al, 2001).

납(Pb)은 해양 수산업의 각종 어구 및 바다낚시 등 모든 장르를 총망라해 사용되지 않는 분야가 없다고 해도 과언이 아닐 만큼 어업과 밀접한 관련을

맺고 있다. 이처럼 납이 폭넓게 사용되는 이유는 값이 싸면서도 비중이 높아, 어구용 발돌로 사용하기에 안성맞춤이기 때문이다. 하지만 납은 심각한 환경 오염을 유발하는 원인 중 하나다. 실제로 납 오염으로 인한 피해사례는 이루다 열거하기도 어려울 만큼 많다. 게다가 환경문제가 점점 더 중요시 될 것이라는 점을 감안하면 납을 추방해야 하는 이유는 분명하다.

일반적으로 자어는 성어에 비해 납 오염에 더 민감하기 때문에(Holcombc et al., 1976, Little et al.,1993), 납 오염에 대한 초기 지시자로 다양한 독성 실험에 활용이 되고 있다(Hodson et al.,1984). 또한, 실험실 환경에서 치어는 성어에 비해 대사율이 높아 납에 더 민감하며 대사 실험에 적절하다고 하였다(Sorenson, 1981)

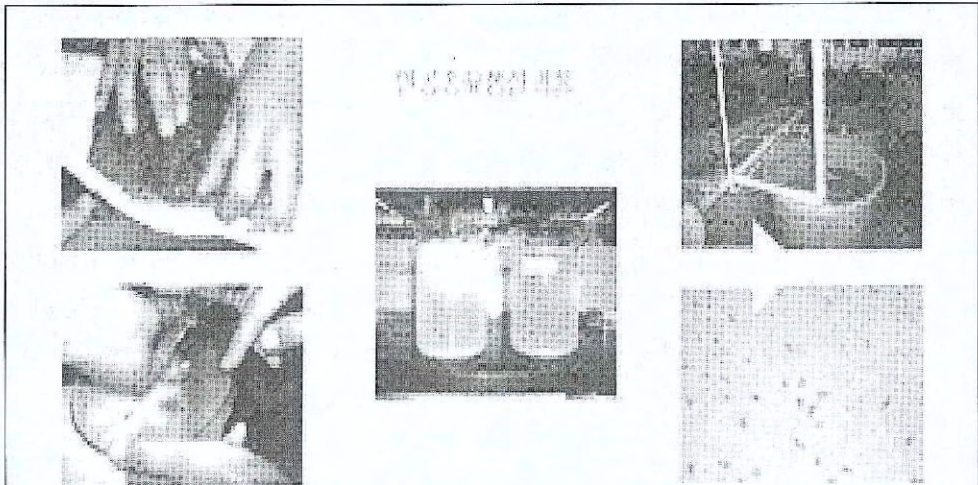
따라서, 환경오염을 유발하는 각종 어구에 사용되는 납을 대체하고자 새로 개발한 문어홀립납사용 친환경 붓돌, 자망 코팅 발돌을 대상으로 환경 및 해양 생물 친화성을 검증하기 위하여 참가자미(*Pleuronectes herzensteini*) 자어를 대상으로 단기간에 걸친 급성독성 및 장기간에 걸친 만성독성 영향을 평가하였다.

## 2) 재료 및 방법

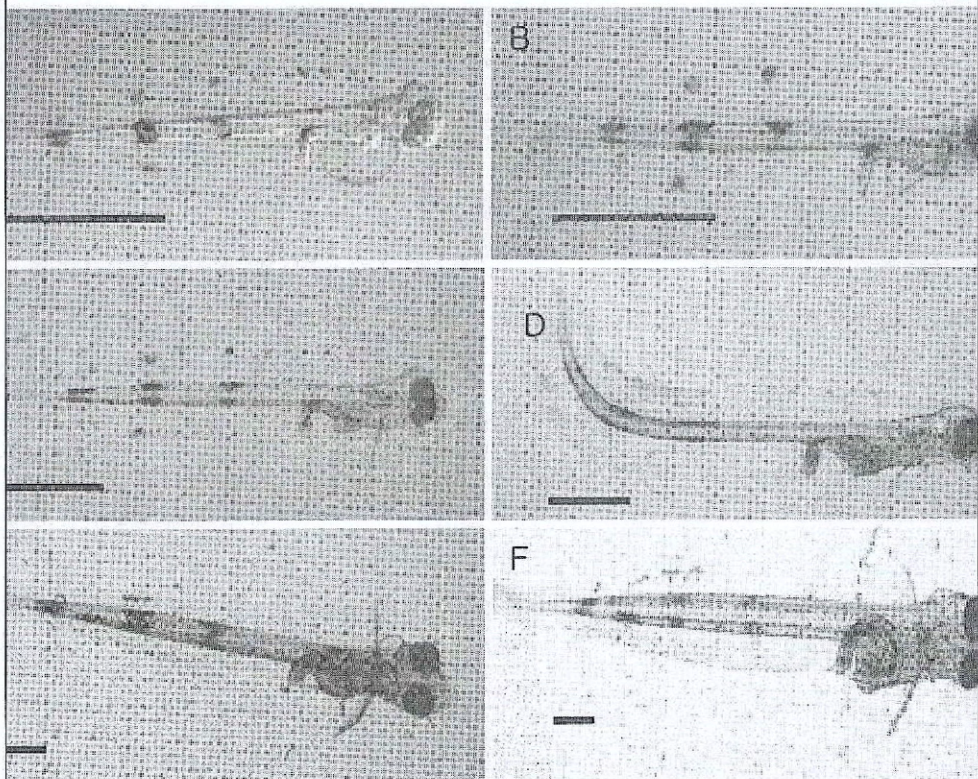
### 가) 실험어류

참가자미(*Pleuronectes herzensteini*)는 가자미목 가자미과에 속하는 저서어류로 바닥이 모래 또는 자갈과 모래가 혼합되어 있는 곳에 서식하며 봄에 가까운 연안으로 이동하여 6월경에는 최대로 얕은 곳까지 회유해 오며, 9월 이후 깊은 곳으로 이동하는데, 수심 150m 이내에 서식하는 저서성 어종으로, 우리나라 동해안에서는 연안 어민들의 연승 및 정치망, 자망어업에 의해 어획되는 상업적으로 주요한 어종의 하나이다.

실험용 어미는 강원도 연안에서 자망에 의해 채포된 것 중 암컷은 육안적으로 복부가 팽창하고, 수컷은 외견상 건강한 참가자미를 선별하여 사용하였으며 어미는 사육실로 운반하여 FRP수조(2ton)에 유수식으로 사육하면서 포란한 어미를 대상으로 복부 압박법으로 채란 및 채정하여 습식법으로 수정 후 수정된 부상란을 수거하였으며 5~6일에 걸친 난 발생단계 및 난황 흡수 후 먹이를 먹기 시작한 참가자미 자어를 대상으로 하였다(Fig. 5-19).



인공종묘생산과정



\* Scale bars indicate 1.00mm.

A : Hatched larva B : 1 day C : 7 days D : 14 days E : 21days F

Fig. 5-19. Seed production of experimental fish.

## 나) 실험 방법

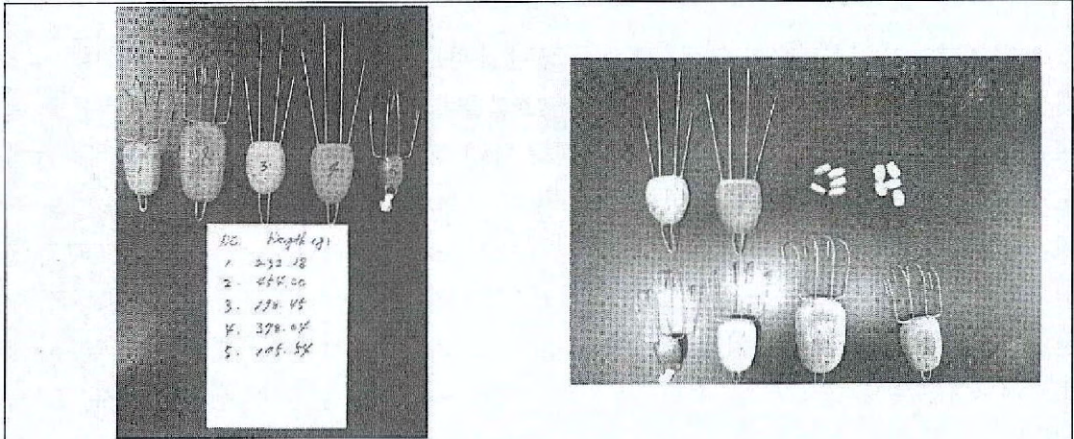
참가자미 자어를 대상으로 급성독성실험과 만성독성실험을 구분하여 실시하였다. 일반적으로 급성 독성실험은 오염물질에 대한 생물체의 민감성을 측정하는 데에 주로 이용되고, 생태계내에서 오염원의 농도는 반수치사농도(LC<sub>50</sub>) 보다 훨씬 낮게 존재한다. 그러므로 특정 오염원의 만성적 독성을 해양 생물에 미치는 영향을 급성 독성시험만으로 파악하기는 어렵기 때문에, 아치사농도(Sublethal concentration)에서 동물의 생존 또는 생리적 변화를 조사하는 것이 독성 오염원에 대한 보다 현실적인 정보를 기대할 수 있다. 또한, 아치사 농도에서 중금속의 독성 연구에 의하면 동물의 섭식, 대사 및 생식 등에 영향을 미치며(Thurberg *et al.*, 1973; Gentile *et al.*, 1982; Toudal and Riisgaard, 1987), 많은 종류의 효소활성 역시 중금속에 의한 저해영향이 현저함을 보고하고 있다 (Gaudy *et al.*, 1991).

### (1) 급성독성실험

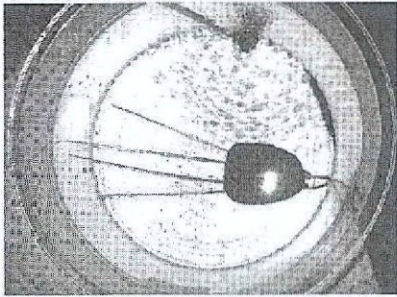
급성독성실험은 수정 후 5~6일간의 난발생 및 난황흡수단계를 거친 참가자미 자어를 대상으로 각 실험구별로 11 유리 비이커에 100마리씩 4반복으로 수용 후 지수식 방법으로 각각의 실험을 실시하였으며 각 실험용수는 1일을 원칙으로 환수하여 중금속의 독성 이외에 다른 요인에 의한 영향을 최대한 배제시켰다(Fig. 5-20).

일반 납을 대상으로 단기간에 걸친 실험에서 납 용출 농도가 미비하여 본 연구에서는 납 화합물(Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>)을 Junsei Chemical Co에서 제조된 특급시약을 사용하였다.

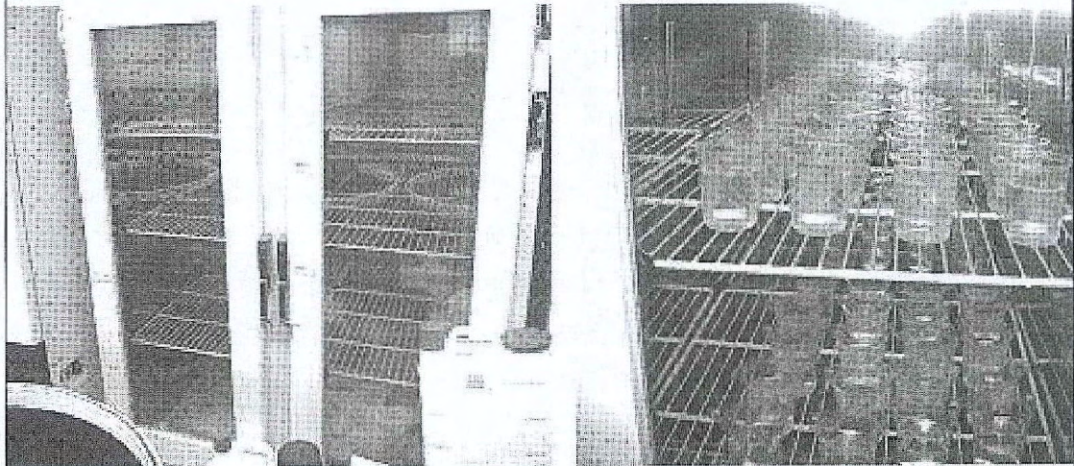
실험구는 납 화합물(Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>)의 농도는 예비 실험을 바탕으로 80, 160, 240, 480µg/l 범위에서 실시하였으며 또한 아무 것도 첨가하지 않은 대조구와 친환경 붓돌, 코팅 발돌, 일반 납을 50g/l 넣은 실험구를 설정하였으며 급성 독성 실험은 12±0.5°C로 유지되는 항온실에서 96시간(4일) 동안 실시하였으며 12시간마다 치사한 개체를 관찰하였다.



Lead sinker and the improved sinker used in the experiment.



Process of elution by sinker.



Experimental equipment of acute toxicity.

Fig. 5-20. Experiment of Acute toxicity.

(2) 만성독성실험

만성독성실험은 참가자미 자어를 대상으로 일반적인 성장(체장, 체중), 먹이섭취변화, 산소소비 변화와 같은 아치사적 경향을 각 실험구별로 파악하였으며 실험은 난황이 흡수된 참가자미 자어를 대상으로  $12 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 로 유지되는 원형 PVC 120 l (수용적 : 80 l) 순환여과식 수조에 각 실험구별로 500마리씩 2반복으로 수용 후 참가자미 유생 변태 전 단계인 28~30일 동안 4~7일 간격으로 측정하였다(Fig. 5-21).

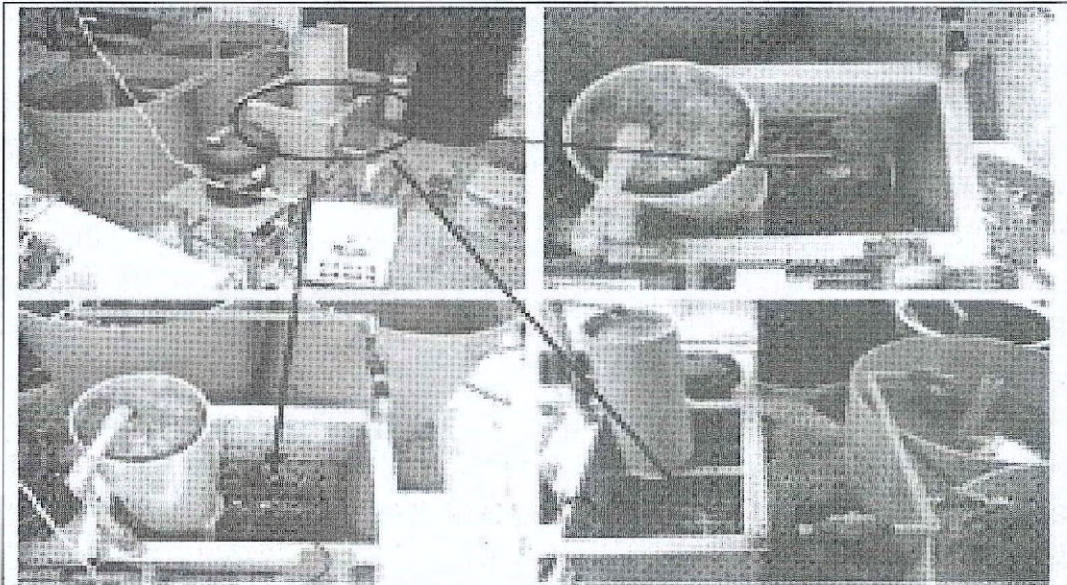
실험구별 자치어의 생존 및 성장을 알아보기 위하여 실험 개시 일로부터 4~7일 간격으로 관찰하였으며 성장은 10마리씩 선택하여 만능투영기 (Mitutoyo, PJ-A3000, Japan)로 체장을 0.001mm 단위까지 측정하였으며, 체중 성장은 사육초기에는 10마리를 무작위로 추출하여 여과해수에 옮겨 약 5시간 동안 장 내용물을 배출시킨 다음 증류수로 행군 뒤 열풍건조기 (SANYO, MOV-212F, Japan)를 이용하여  $60^\circ\text{C}$ 에서 24시간 동안 건조 후 측정하였다.

또한, 실험구별 먹이섭취 및 산소소비 변화는 각 실험구별로 실험어를 무작위로 추출하여 여과해수가 담긴 산소병에(400ml)에 수용한 후, 24시간 동안의 먹이섭취 경향과 산소소비량은 용존산소측정기 (YSI 95)로 측정하고, 실험 전후의 차로써 정량화하였으며, 개체 1마리당 일간 섭취량(ind./day) 및 산소소비량( $\text{mg O}_2/\text{ind./day}$ )으로 나타내었다.

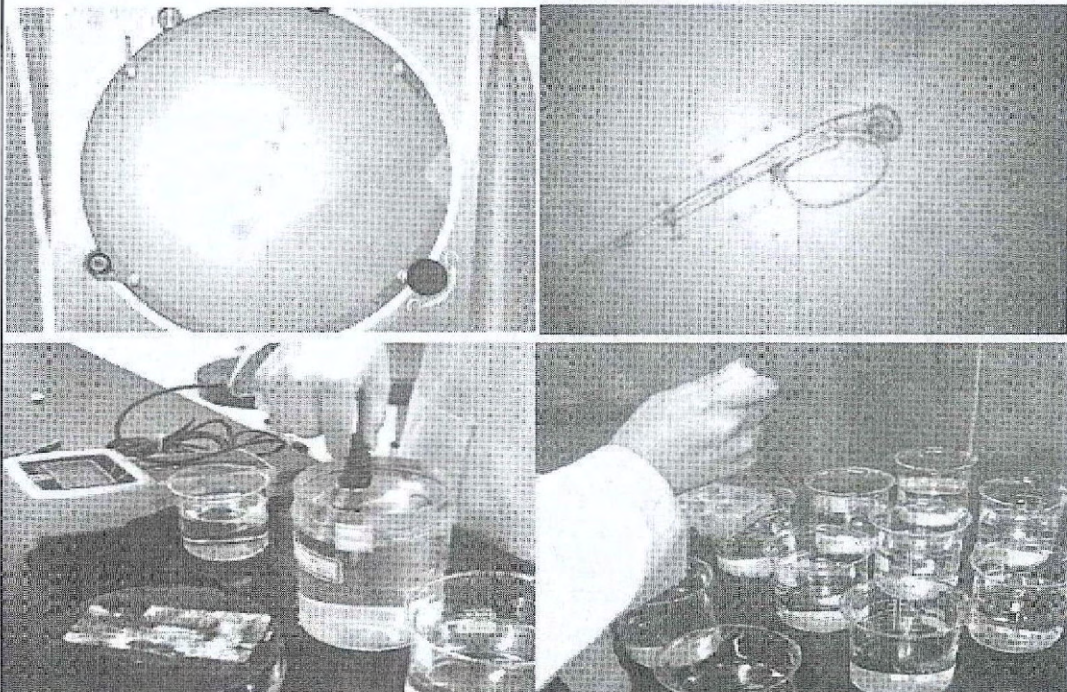
실험구는 농도가 200 및  $400 \mu\text{g}/\text{l}$  인 납화합물  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ , 대조구, 친환경 붓돌(10kg/80 l), 일반납(10kg/80 l)을 넣은 실험구로 설정하였으며 사육수는 Table 5-2에서 보듯이 실험기간 동안 일정하게 조절해 주었으며 난황흡수 후 먹이는 rotifer, *Brachionus plicatilis*를 공급하였으며 수조바닥에 있는 잔여먹이와 찌꺼기를 제거해준 후 1일 2회 공급하여 주었다.

Table 5-2. The chemical components of seawater and experiment condition used in the lead exposure experiments, Values indicate mean  $\pm$  S.E.

Parameter	Values
Temperature( $^\circ\text{C}$ )	$12 \pm 0.5^\circ\text{C}$
pH	$7.6 \pm 2.3$
salinity (‰)	$32.7 \pm 0.64$
Dissolved oxygen	$7.3 \pm 0.51$
Nitrite ( $\mu\text{g}/\ell$ )	$1.37 \pm 0.28$
Pb ( $\mu\text{g}/\ell$ )	N.D



Equipment of physiology experiment.



Experiments of the bait ingestion and the oxygen consumption.

Fig. 5-21. Experiment of chronic toxicity.

### 3) 결과 및 고찰

#### 가) 급성독성실험

96시간의 각 실험구별 급성독성 결과를 Table 5-3 및 Fig. 5-22에 나타내었다. 참가자미 자어는 대조구에서 96시간 동안 76.3%의 생존율을 보였으며 친환경 붓돌 50g/l 실험구는 77.5%, 코팅발돌 50g/l 실험구는 76.7%의 생존율로 나타났고, 일반납 50g/l 실험구는 친환경 붓돌 및 코팅발돌 실험구에 비해 4% 정도 낮은 72.5%의 생존율로 나타났다.

납 화합물의 경우 대조구에 비해 감소하는 경향이 뚜렷하게 나타났으며, 납 화합물 농도 80 $\mu$ g/l 에서는 84시간, 납 농도 400 $\mu$ g/l 에서는 36시간 이후부터 감소하기 시작하여 실험 종료시 대조구에 비해 각각 34% 및 74%가 감소하였다.

납 화합물 80 $\mu$ g/l 을 투입한 실험구에서는 96시간 동안 평균 38.5%의 생존율을 보였으며 240 $\mu$ g/l 투입구는 14.5%, 480 $\mu$ g/l 실험구는 1.8%로 납 화합물의 농도가 높아 질수록 생존율이 낮게 나타나고 있었다.

따라서, 친환경 붓돌 및 코팅발돌은 대조구와 높거나 비슷한 생존율을 보여 환경친화적인 어구인 반면에 직접적으로 납이 관련된 실험구에서는 납에 의한 생리적 저해 등으로 인해 생존율이 낮게 나타났다.

Table 5-3. Concentration of *Pleuromecties herzensteini* reared at various exposed Pb concentration and 96hour

Concentration	Time									
	0	12	24	36	48	60	72	84	96	
Control	100	94.8±2.0	95.8±3.8	93.5±1.6	91.8±2.4	85.8±5.8	84.0±5.6	82.0±5.4	76.3±4.9	
친환경 붓돌 50g/ℓ	100	95.3 ±2.9	96.5±2.9	92.8±6.5	89.8±1.7	86.8±5.9	84.5±5.7	80.0±5.2	77.5±5.0	
코팅발돌 50g/ℓ	100	96.5±3.9	93.0±3.5	92.0±4.4	90.0±5.2	86.5±5.9	83.3±5.5	81.4±5.4	76.7±4.6	
일반납 50g/ℓ	100	95.3±3.7	90.5±4.3	89.5±6.2	85.8±5.8	82.5±5.5	80.3±5.2	78.0±5.0	72.5±4.5	
Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 80 $\mu$ g/ℓ	100	97.3±1.9	86.5±5.9	84.5±5.7	80.8±5.3	75.5±4.8	71.3±4.3	59.7±3.7	38.5±3.3	
Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 160 $\mu$ g/ℓ	100	95.8±6.8	87.5±2.3	81.8±4.5	74.3±4.2	63.3±3.5	48.3±3.1	38.3±2.0	19.5±6.2	
Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 240 $\mu$ g/ℓ	100	93.8±2.6	83.5±4.9	79.8±3.6	68.3±2.5	49.3±2.1	31.3±3.7	18.3±1.0	14.5±4.7	
Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 480 $\mu$ g/ℓ	100	89.8±2.2	86.3±3.4	75.0±5.8	69.3±1.9	38.2±3.7	19.8±6.2	8.2±4.5	1.8±1.2	



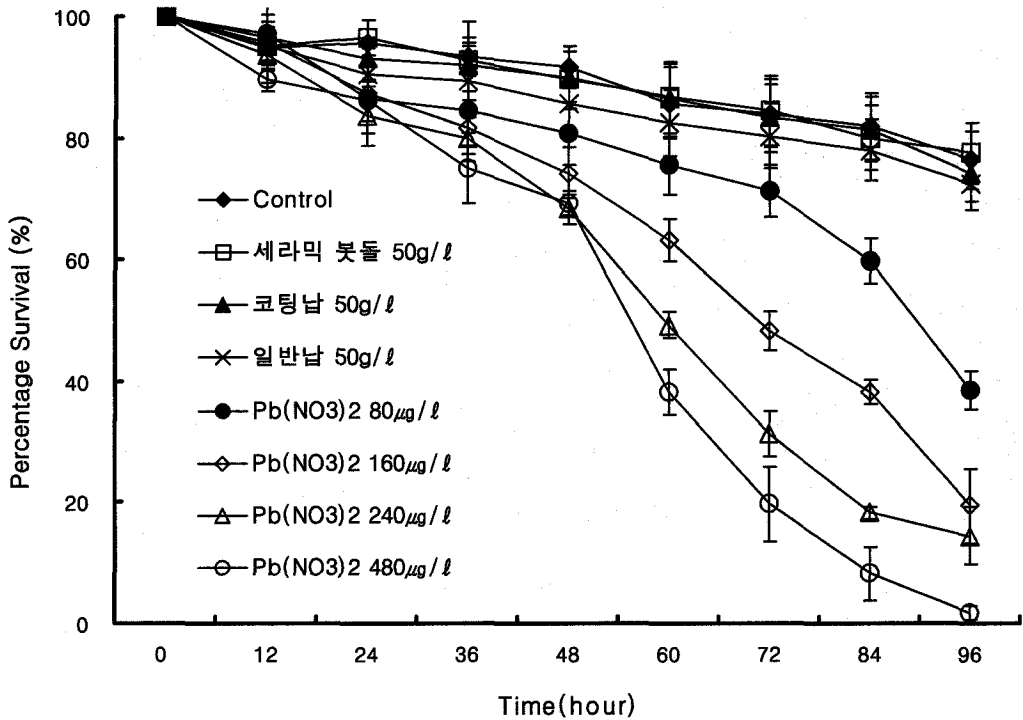


Fig. 5-22. Percentage survival of the *Pleuronectes herzensteini* reared at various exposed Pb concentration.

## 나) 만성독성실험

### (1) 생존율

순환여과식 사육수조에서 참가자미 자어기 4주간(28일)의 각 실험구별 생존율을 살펴보면 대조구는 43.6%의 생존율을 보였으며 여과수조에 친환경 붓돌 10kg/80 l 넣은 실험구는 대조구와 비슷한 경향으로 본 실험에서 가장 높은 44.9%의 생존율을 보였으며 일반납 10kg/80 l 실험구는 36.2%, 납 화합물 Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 200µg/l 실험구는 12.3%, 400µg/l 실험구는 3.7%로 나타났다(Table 5-4, Fig. 5-23).

따라서, 친환경 붓돌 실험구는 실험 종료시 대조구와 비슷한 경향을 보였으나 일반납 실험구는 사육 20일째부터 친환경 붓돌 및 대조구 실험구에 비해 생존율이 감소하기 시작하여 실험 종료시 생존율이 7~8% 감소하였는데, Fig. 5-24와 같이 사육수 속의 납덩어리는 시간이 경과함에 따라 부식이 일

어나 납 성분이 용출 되었거나 작은 알갱이로 분리되어 참가자미 자어의 먹이섭취 및 호흡곤란 등 생리적으로 저해 현상을 일으켜 생존율이 감소한 것으로 사료된다.

Table 5-4. Percentage survival of the *Pleuonecties herzensteini* exposed to sub - lethal lead for 4weeks

Concentration	Time								
		1	4	8	12	16	20	24	28
Control		100.0	77.8	72.8	65.5	57.8	54.8	48.6	43.6
친환경붓들 10kg/80ℓ		100.0	78.5	71.0	66.0	53.9	53.5	47.3	44.9
일반납 10kg/80ℓ		100.0	75.3	69.5	64.5	53.8	49.5	43.3	36.2
Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 200μg/ℓ		100.0	68.8	65.5	53.8	41.3	29.3	24.3	12.3
Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 400μg/ℓ		100.0	70.8	64.3	52.0	42.3	23.2	15.4	3.7

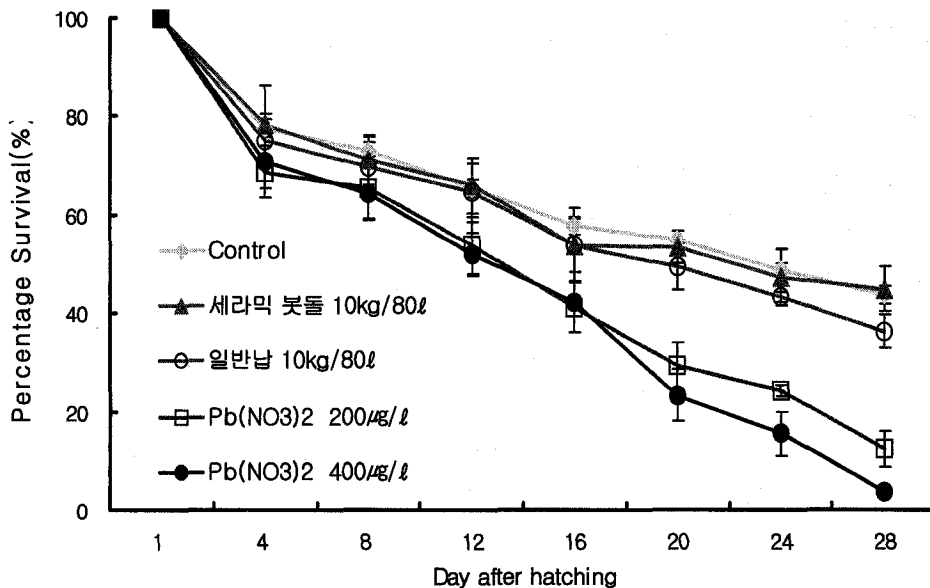
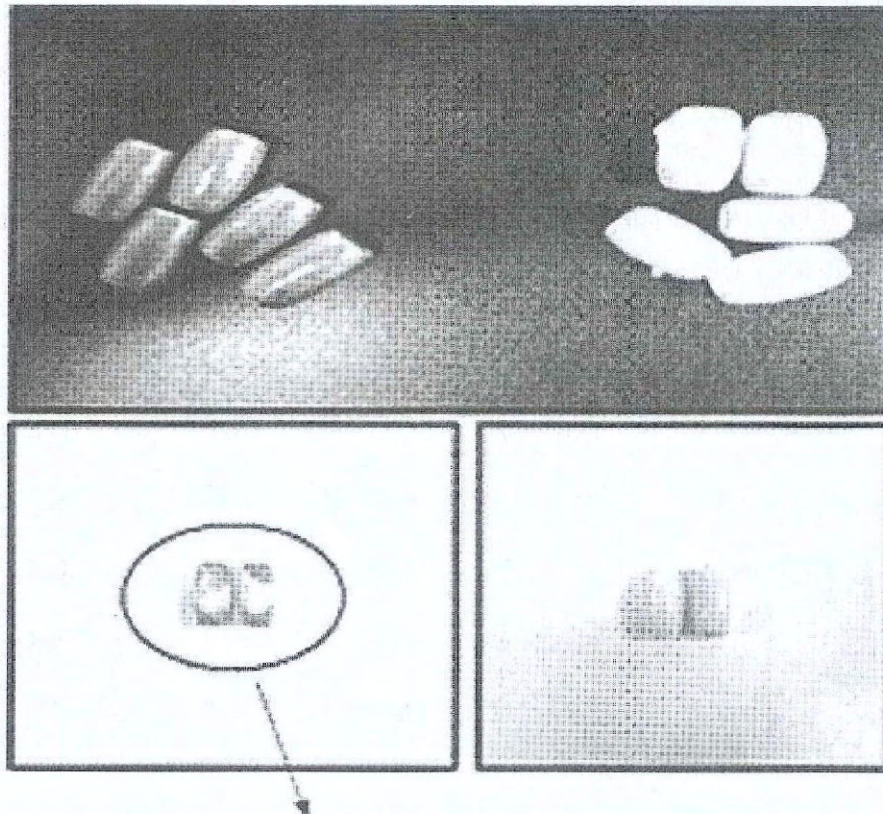


Fig. 5-23. Percentage survival of the *Pleuonecties herzensteini* reared at various exposed Pb concentration.



일반 해수에 부임 후 일반납에서는 20일 경과 후 일부에서 부식이 일어나기 시작한 반면 코팅 납에서는 변화가 없음

Fig. 5-24. Variation of the time elapsed common lead and coated lead.

(2) 일반적인 성장

난황흡수 후 먹이를 먹기 시작한 날로부터 28일간 각 실험구별 체장 성장 및 체중(건중량) 성장을 Fig. 5-25에 나타내었다.

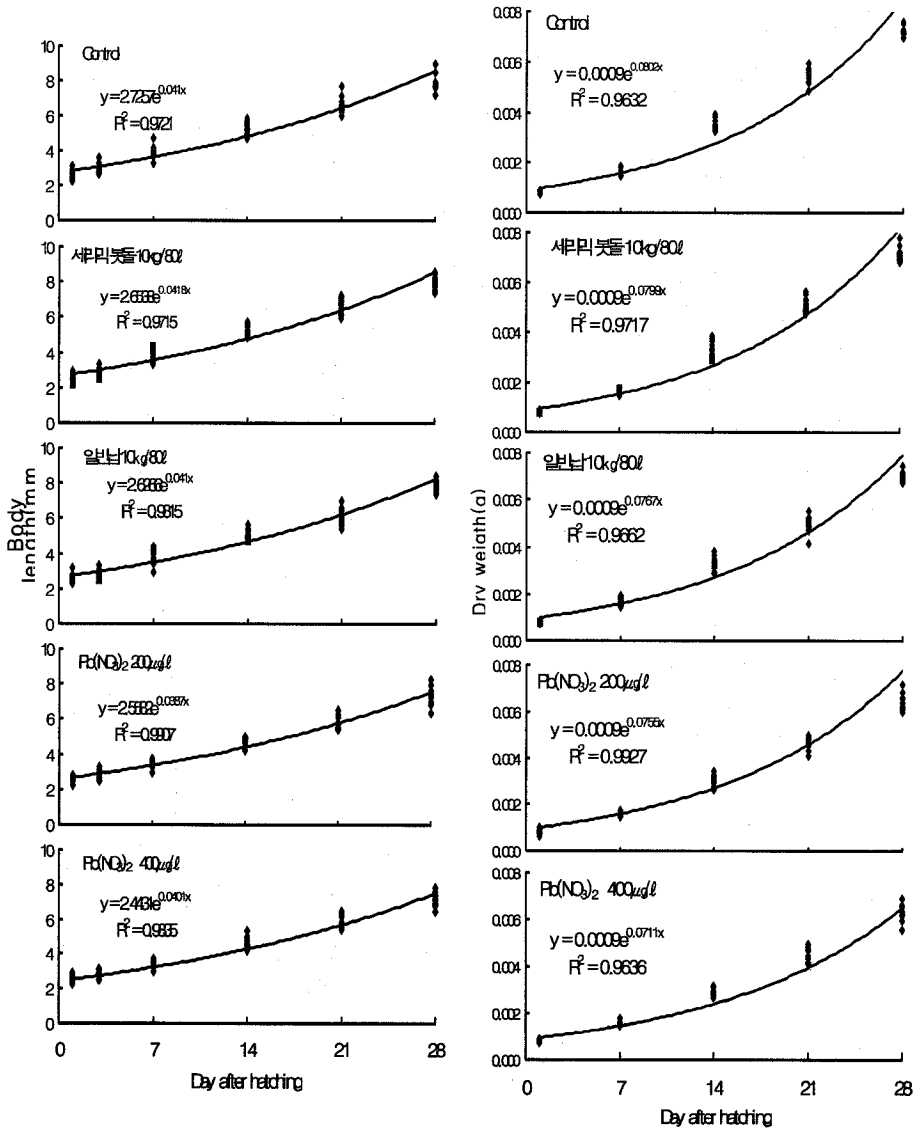


Fig. 5-25. Relationships between body length and dry weight of *Pleuronectes herzensteini* reared at various exposed Pb concentration.

각 실험구별 체장 성장을 살펴보면, 대조구 실험구는 난황흡수 직후의 평균체장은  $2.56 \pm 0.33\text{mm}$ 였으며 28일 경과 후 평균 체장은  $7.95 \pm 0.52\text{mm}$ 로 성장하여 일간 성장율은  $0.1925\text{mm}$ 로 나타났으며  $BL=2.7257e^{0.041x}$  ( $R^2=0.9721$ )의 관계식으로 지수적인 증가를 보였으나 일반납  $10\text{kg}/80\text{l}$  을 투입한 실험구는 시작시 평균체장은  $2.56 \pm 0.25\text{mm}$ 였으며 28일 경과 후 평균 체장은  $7.82 \pm 0.52\text{mm}$ 로 성장하여 일간 성장율은  $0.1878\text{mm}$ 로 나타났으며  $BL=2.6366e^{0.041x}$  ( $R^2=0.9815$ )의 관계식으로 지수적인 증가를 보였다(Fig. 5-25).

또한, 친환경 붓돌  $10\text{kg}/80\text{l}$  투입구의 일간 성장율은  $0.1917\text{mm}$ 로 대조구와 비슷한 일간성장률로 납 실험구에 비해 높게 나타나고 있으며,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$   $200\mu\text{g}/\text{l}$  실험구는  $0.1696\text{mm}$ ,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$   $400\mu\text{g}/\text{l}$  실험구는  $0.1632\text{mm}$ 로 납 노출 농도 및 납 노출 시간이 증가할수록 일간성장율은 저하 되었다.

각 실험구별 체장성장관계식으로부터 체장  $8.59\text{mm}$ 로 성장시 소요기간을 살펴보면 Control구는 28일이 소요되었으며 친환경 붓돌  $10\text{kg}/80\text{l}$  구는 28.11일, 일반납  $10\text{kg}/80\text{l}$  실험구는 28.81일,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$   $200\mu\text{g}/\text{l}$  구는 31.2일,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$   $400\mu\text{g}/\text{l}$  구는 31.36일 소요되었다(Table. 5-5).

일반적으로 성장은 만성적인 독성연구의 중요한 관찰 요소이며, 어류의 자어 및 치어에 대한 매우 다양한 농도의 중금속 노출시 성장이 감소하는 경향이 있다(Woltering, 1984).

4주간 참가자미 성장률 감소는 납의 독성에 의한 것이며, 이 결과는 사료효율의 감소에서도 그 원인을 찾을 수 있다. 또한, 성장률과 사료효율의 관계가 강한 양의 상관을 나타내어 섭이율이 성장과 밀접한 관계를 가진다는 것을 알 수가 있다.

따라서, 대조구에 비해 납 노출 농도 및 납 노출 시간이 증가할수록 일간 성장률 및 체장 성장에 저하가 일고 나고 있음을 알 수가 있었으며 친환경 붓돌 실험구는 대조구와 거의 비슷한 성장을 보인 것으로 보아 환경친화적인 제품인 것으로 판단된다.

Table 5-5. Growth in body length of the larvae of *Pleuronectes herzensteini* reared at various exposed Pb concentration

Concentration	Time	Body length(mm)		Daily growth(mm)	B L	8.59mm / day
		Initial	Final			
Control		2.56±0.33	7.95±0.52	0.1925	$2.7257e^{0.041x}$ ( $R^2=0.9721$ )	28
친환경붓돌 10kg/80 ℓ		2.56±0.26	7.93±0.43	0.1917	$2.6538e^{0.0418x}$ ( $R^2=0.9715$ )	28.11
일반납 10kg/80 ℓ		2.56±0.25	7.82±0.33	0.1878	$2.6366e^{0.041x}$ ( $R^2=0.9815$ )	28.81
Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 200µg/ ℓ		2.54±0.21	7.29±0.57	0.1696	$2.5582e^{0.0387x}$ ( $R^2=0.9907$ )	31.2
Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 400µg/ ℓ		2.57±0.26	7.14±0.41	0.1632	$2.4431e^{0.0401x}$ ( $R^2=0.9835$ )	31.36

28일간의 각 실험구별 체중(건중량) 성장을 살펴보면, 실험 시작시의 개체 당평균 건중량은 0.00083g이었으며 실험 종료시 대조구는 0.00742g으로 성장하여 일간 성장율은 0.00023g로  $DW=0.0009e^{0.0802x}$  ( $R^2=0.9632$ )의 관계식으로 지수적으로 증가하였고 일반납 10kg/80 l 을 투입한 실험구는 0.00699g로 성장하여 일간 성장율은 0.00022g로 나타났으며  $DW=0.0009e^{0.0767x}$  ( $R^2=0.9662$ )의 관계식으로 지수적인 증가를 보였다(Fig. 5-25).

또한, 친환경 붓돌 10kg/80 l 실험구의 일간성장율은 0.00022g으로 대조구와 비슷한 일간성장률을 보였으며, Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 200µg/l 실험구는 0.0002g, Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 400µg/l 실험구는 0.00019g로 납 노출 농도 및 납 노출 시간이 증가할수록 일간성장율에 저하가 일고 나고 있음을 알 수가 있었다.

각 실험구별 체중 관계식으로부터 0.0085g로 성장시 소요기간을 살펴보면 대조구는 28일이 소요되었으며 친환경 붓돌 10kg/80 l 실험구는 28.11일, 일반 납 10kg/80 l 실험구는 29.28일, Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 200µg/l 실험구는 29.75일, Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 400µg/l 실험구는 31.59일 소요된다(Table. 5-6).

Table 5-6. Growth in dry weight of the larvae of *Pleuronectes herzensteini* reared at various exposed Pb concentration

Concentration	Time	Body weight(g)		Daily growth(g)	DW	8.59mm/day
		Initial	Final			
Control		0.00083 ±0.000049	0.00742 ±0.000314	0.00023	$0.0009e^{0.0802x}$ ( $R^2=0.9632$ )	28
친환경 붓돌 10kg/80ℓ		0.00081 ±0.000043	0.00716 ±0.00028	0.00022	$0.0009e^{0.0799x}$ ( $R^2=0.9717$ )	28.11
일반납 10kg/80ℓ		0.00082 ±0.000029	0.00699 ±0.000196	0.00022	$0.0009e^{0.0767x}$ ( $R^2=0.9662$ )	29.28
Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 200μg/ℓ		0.00082 ±0.000092	0.00645 ±0.000343	0.0002	$0.0009e^{0.0755x}$ ( $R^2=0.9927$ )	29.75
Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 400μg/ℓ		0.00082 ±0.000046	0.00627 ±0.00035	0.00019	$0.0009e^{0.0711x}$ ( $R^2=0.9636$ )	31.59

### (3) 산소소비 변화

각 실험구별 산소소비(mgO<sub>2</sub>/ind./day)경향을 살펴보면 아무것도 투입하지 않은 대조구에서는 난황 흡수 후 사육 1일째는 개체당 호흡으로 0.0025mg O<sub>2</sub>, 14일째는 0.0046mg O<sub>2</sub>, 28일째는 0.0073mg O<sub>2</sub>를 소비하였으며 체중 증가에 따른 호흡율은  $OC=0.0025e^{160.08x}$ ( $R^2=0.9384$ )의 관계식으로 나타낼 수가 있었으며 체중 성장식(Fig. 5-25)과 산소소비율(Fig. 5-26) 관계식으로 부터 28일간의 적분구간에 의해 건중 0.0073g으로 성장할 때까지 개체당 2.4564mgO<sub>2</sub>의 산소를 소비하였다(Fig. 5-26).

일반납 10kg/80ℓ 실험구에서는 난황 흡수 후 사육 1일째는 개체당 호흡으로 0.0023mg O<sub>2</sub>, 28일째는 0.0066mg O<sub>2</sub>를 소비하였으며 체중 증가에 따른 호흡율은  $OC=0.0022e^{159.9x}$ ( $R^2=0.9412$ )의 관계식으로 나타낼 수가 있었으며 체중 성장식과 산소소비율 관계식으로 부터 28일간 건중 0.0071g으로 성장할 때까지 개체당 2.4515mgO<sub>2</sub>의 산소를 소비하였다(Table 5-7).

친환경 붓돌 10kg/80ℓ 실험구는 대조구와 비슷한 경향으로 28일간 2.4562mgO<sub>2</sub>의 산소를 소비하였고 Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 200μg/ℓ 실험구는 2.4428 mgO<sub>2</sub>, Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 400μg/ℓ 실험구는 2.4176mgO<sub>2</sub>의 산소를 소비하였다.

본 연구에서 대사율은 납화합물 실험구에서 대조구에 비해 약 10%의 감소를 보였으며 어류의 호흡기관은 구강과 한 쌍의 새개장, 아가미로 이루어져

있으며 아가미가 손상이 되면 호흡장애를 발생하게 되는데, 납에 노출된 어류는 아가미 새판의 손상으로 호흡곤란을 일으켜 호흡률 감소의 원인이 된다 (Sippel et al., 1983). Spicer and Weber (1991)는 중금속에 노출시킨 계와 새우에서 호흡의 방해는 중금속으로 인한 아가미의 세포학적인 손상이며, 이러한 손상은 아가미 상피조직이 두터워지고, 아가미 조직에서의 힐럼프 형태가 동공화되거나 공간이 좁아진다고 하였다.

따라서, 대조구와 친환경붓들 실험구는 실험 종료시 까지 대사활동이 왕성하여 산소소비량이 많았던 반면에 다른 실험구에서는 납 노출 농도 및 납 노출 시간이 증가할수록 대사활동이 저하되어 28일간의 총 산소소비량이 낮게 나타나고 있었다.

Table 5-7. Cumulative oxygen consumption rate of *Pleuronectes herzensteini* reared at various exposed Pb concentration

Day after hatching	Control		친환경 붓들 10kg/80 ℓ		일반납 10kg/80 ℓ		Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 200μg/ ℓ		Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 400μg/ ℓ	
	Dry weight (g)	mgO <sub>2</sub> /ind./day	Dry weight (g)	mgO <sub>2</sub> /ind./day	Dry weight (g)	mgO <sub>2</sub> /ind./day	Dry weight (g)	mgO <sub>2</sub> /ind./day	Dry weight (g)	mgO <sub>2</sub> /ind./day
1	0.0008	0.0025	0.0008	0.0023	0.0008	0.0024	0.0008	0.0023	0.0008	0.0018
7	0.0016	0.0035	0.0017	0.0033	0.0018	0.0032	0.0016	0.0032	0.0017	0.0029
14	0.0038	0.0046	0.0038	0.0042	0.0034	0.0039	0.0035	0.0039	0.0033	0.0037
21	0.0054	0.0063	0.0052	0.0054	0.0051	0.0053	0.0047	0.0049	0.0050	0.0047
28	0.0073	0.0075	0.0071	0.0071	0.0071	0.0066	0.0067	0.0063	0.0065	0.0061
mgO <sub>2</sub> /ind./28day	2.4564		2.4562		2.4515		2.4428		2.4176	



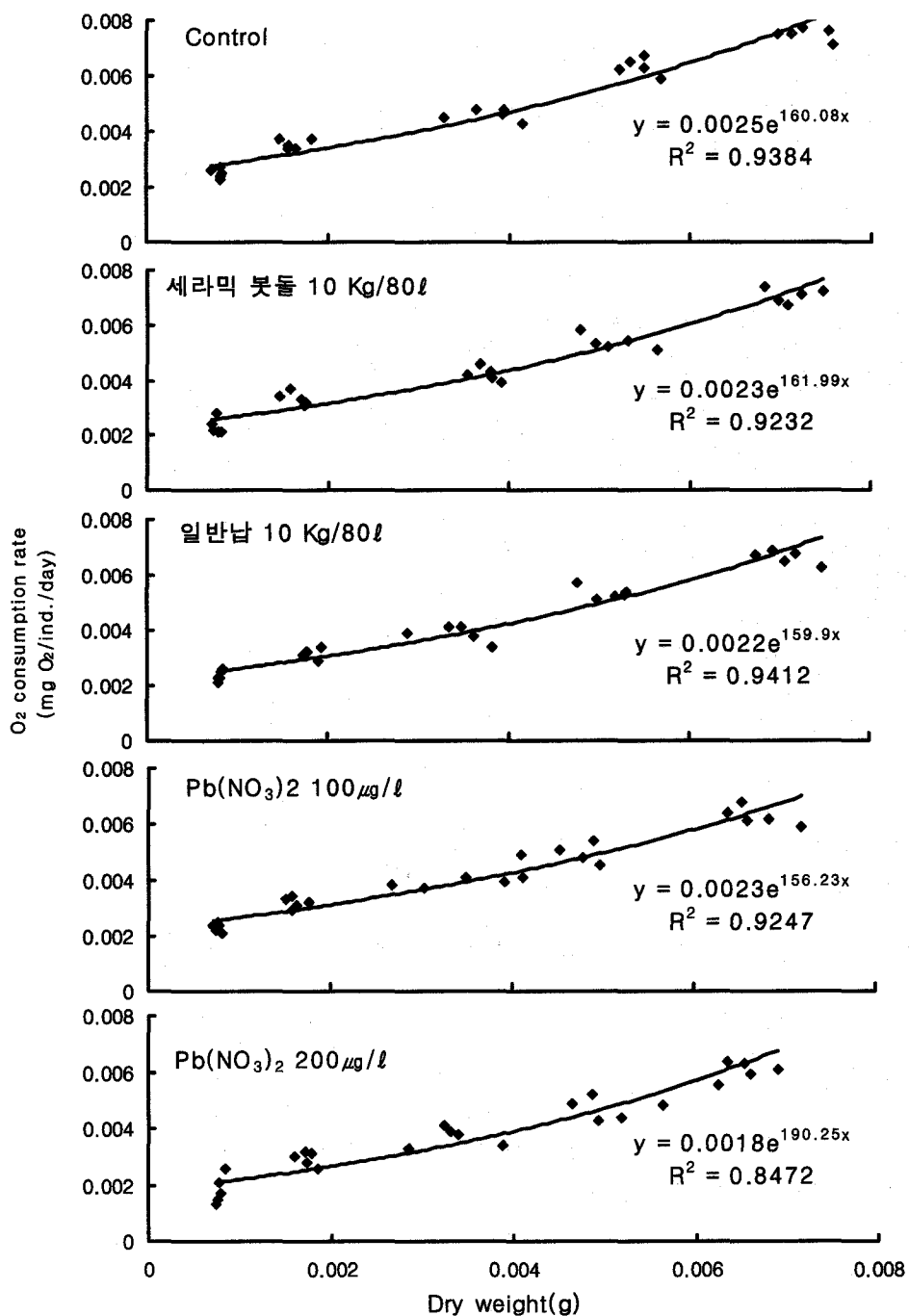


Fig. 5-26. Oxygen consumption rate of *Pleuronectes herzensteini* reared at various exposed Pb concentration.

#### (4) 섭취량 변화

각 실험구별 부화 후 28일간 참가자미 자어의 일간섭이 경향을 살펴보면 대조구에서는 난황 흡수 후 사육일수가 증가함에 따라 Rotifer 섭이량은 지속적으로 증가하여 1일째 개체당 2.68마리, 26일째는 17.21마리를 섭이하여  $DW=0.6739e^{304.83x}$  ( $R^2=0.8841$ )의 관계식으로 나타낼 수가 있었으며 체장과 체중 관계식(Fig. 5-25)과 섭이율(Fig. 5-27)관계식으로 부터 적분구간에 의해 28일간 Rotifer 26.3478 $\mu$ g을 섭이하였다. 친환경 붓돌 10kg/80 l 실험구는 난황흡수 후 1일째 개체당 평균 2.52마리를 섭이하였으며, 성장이 증가함에 따라 사육 26일째는 22.36마리를 섭이하여  $DW=0.6934e^{267.15x}$  ( $R^2=0.8953$ )의 관계식으로 나타낼 수가 있었으며 28일간 Rotifer 27.4979 $\mu$ g을 섭이하였다.  $Pb(NO_3)_2$  400  $\mu$ g/l 실험구는 1일째 평균 2.78마리를 섭이하였으며, 성장이 증가함에 따라 26일째는 개체당 평균 19.64마리를 섭이하여  $DW=0.6566e^{314.53x}$  ( $R^2=0.8928$ )의 관계식으로 나타낼 수가 있었으며 체중 성장식(Fig. 5-25)과 섭이율(Fig. 5-27)관계식으로 부터 적분구간에 의해 28일간 Rotifer 25.817 $\mu$ g을 섭이하였다. 따라서, 친환경 붓돌 실험구는 대조구와 Rotifer 섭취량이 비슷한 경향을 보인 반면에 납화물 투입구는 납에 위한 생리적 저해로 인해 참가자미 자어의 먹이 섭취에 영향을 준 것으로 사료된다.

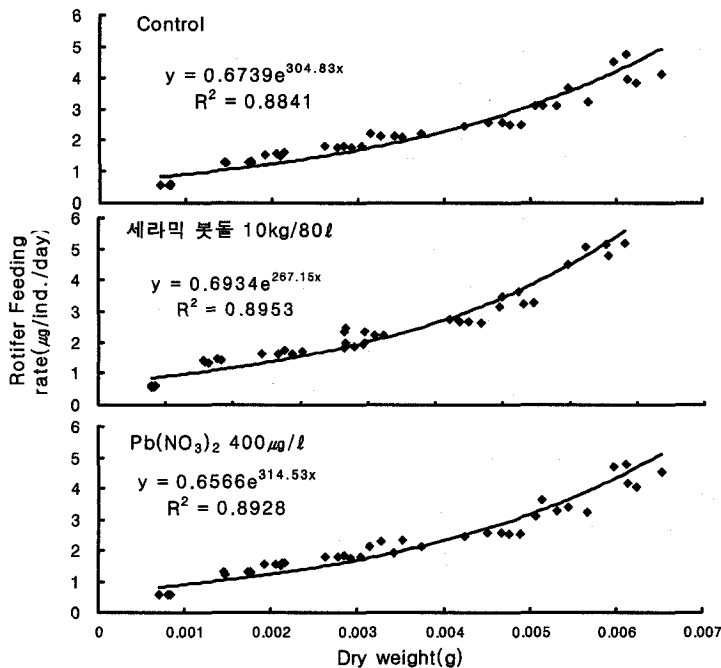


Fig. 5-27. Ingestion rate in relation to days after hatching of *Pleuronectes herzensteini* reared at various exposed Pb concentration.

## 제 6 절 문어홀림낚시에 대한 연구

### 1. 개량 붓돌의 성능

#### 가. 현용어구와 개량어구와 어획성능 비교

현재 사용 중인 낚 붓돌과 돼지비계미끼로 구성된 문어 홀림낚시어구와 친 환경붓돌과 인공미끼로 구성된 어구의 비교실험을 통하여 실용화에 기여하고자 한다.

##### 1) 재료 및 방법

현장에서 개량어구의 시험조사는 겨울철의 해상날씨와 문어의 주 어획 시기가 아닌 관계로 2004년 11월-2005년 3월 사이는 거의 할 수 없었다. 따라서 4-7월 강릉시와 고성군의 연안 앞바다에서 조업한 결과를 활용하였다. 조업지점은 강릉지역의 경우 Fig. 6-1과 같고 고성지역의 경우는 Fig. 6-2와 같다. 개량어구는 개선된 그린붓돌에 가짜미끼를 이용하였고 기존어구는 낚 붓돌에 돼지비계를 이용한 경우이다(Fig. 6-3).

이용선박은 강릉시의 경우 은성호(6.0톤)와 만선호(1.22톤)(Fig. 6-4), 원진호(1.00톤), 길승호(1.05톤)의 4척이고 고성군의 경우, 동북호(2.12톤), 명복호(2.11톤), 민창호(2.3톤), 만창호(1.0톤), 세은호(0.9톤), 청우호(2.6톤), 명성호(2.15톤)의 7척이며, 조사횟수는 강릉시의 경우 64회이며, 고성군의 경우는 33회이다.

조업방법은 기존어구와 개량어구를 동시에 투·양승하며, 1회에 30-60개를 사용하였다. 조업지역의 수심은 주로 20m이내와 20-60m의 강릉 연안해역과 20-50m의 고성연안 해역이었다. 붓돌의 무게는 강릉시 지역에는 약 100-200g, 고성지역에는 약 250-280g을 사용하였다.

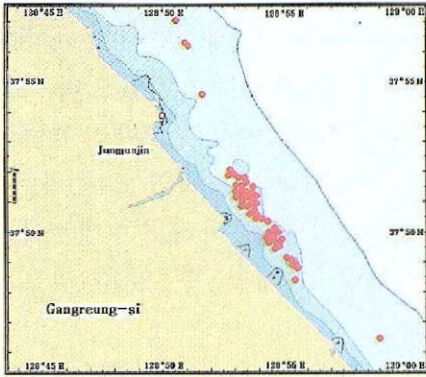


Fig. 6-1. Fishing position in the costal waters of Gangneung.

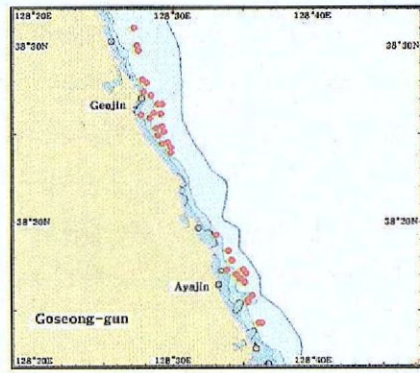


Fig. 6-2. Fishing position in the costal waters of Goseong.

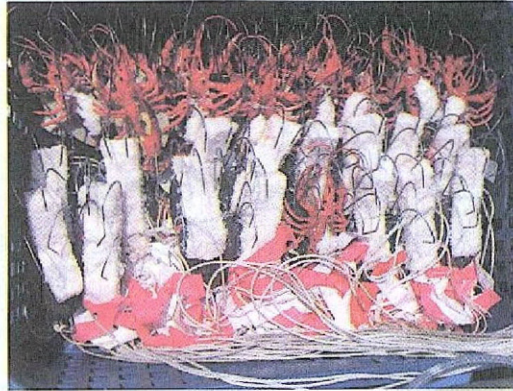


Fig. 6-3. Experimental fishing gear.



Fig. 6-4. Investigation boat.

## 2) 결과 및 고찰

강릉시 연안에서 기존어구와 개량어구로 어획한 문어의 체중분포는 Fig. 6-5와 같다. 강릉지역에서 어획된 문어는 체중이 10kg 이하로 496마리였으며, 조업기간동안 하루에 1마리도 어획하지 못한 일도 있었다. 어획된 마리수는 체중 1kg 미만과 1-2kg의 경우 기존어구가 개량어구보다 약간 많았으나 2kg 이상의 경우는 개량어구가 기존어구보다 약간 많은 경향을 나타냈는데, 이는 개량어구가 보다 큰 문어를 어획하는 어획선택성을 기대할 수 있을 것으로 생각된다.

각 지역별 문어어획량(Table 6-1)은 강릉지역의 경우, 기존어구와 개량어구의 양승어구수가 각각 1,908개와 1,586개에 대하여 어획량은 298.7kg, 366.4kg 이었으며, 단위어구당 어획량은 156.6g과 231.0g 으로 개량어구가 약간 높았다. 고성지역의 경우, 기존어구와 개량어구의 양승어구수가 각각 947개와 768개에 대하여 어획량은 287.3kg, 297.0kg 이었으며, 단위어구당 어획량은 303.4g 과 386.7g으로 개량어구가 약간 높았다.

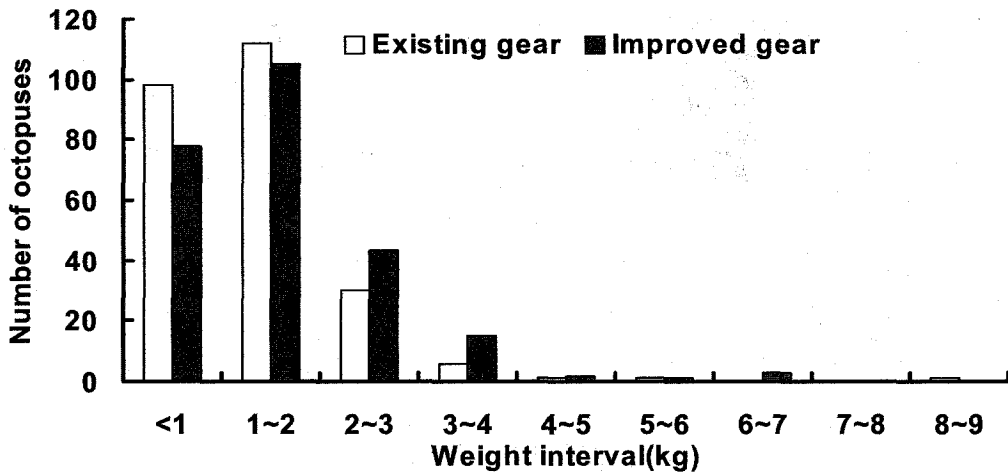


Fig. 6-5. Distribution of octopuses weight caught on exiting gear and improved gear in the costal waters of Gangneung.

각 지역별 어획미수(Table 6-2)는 강릉지역의 경우, 기존어구와 개량어구의 양승어구수가 각각 1,908개와 1,586개에 대하여 어획미수는 249마리, 247마리였으며, 단위어구당 어획미수는 0.13마리와 0.16마리로 개량어구가 약간 높았다. 고성지역의 경우, 기존어구와 개량어구의 양승어구수가 각각 947개

와 768개에 대하여 어획미수는 163마리, 155마리였으며, 단위어구당 어획미수는 0.17마리와 0.20마리로 개량어구가 약간 높았다.

각 지역별 어구유실량(Table 6-3)은 강릉지역의 경우, 기존어구와 개량어구의 투승어구수가 각각 1,962개와 1,618개에 대하여 어구유실이 91개, 72개였으며, 어구 유실율은 4.6개와 4.4개로 개량어구가 약간 낮았다. 고성지역의 경우, 기존어구와 개량어구의 투승어구수가 각각 980개와 803개에 대하여 어구유실이 33개, 35개였으며, 어구 유실율은 3.4개와 4.4개로 개량어구가 약간 높았다.

Table 6-1. Catch of octopus caught on existing gear and improved gear in the coastal waters of Gangneung and Goseong

Area	Item	Existing gear	Improved gear
Gangneung	Number of hauling gears	1,908	1,586
	Total catch (kg)	298.7	366.4
	CPU(g/gear)	156.6	231.0
Goseong	Number of hauling gears	947	768
	Total catch (kg)	287.3	297.0
	CPU(g/gear)	303.4	386.7

Table 6-2. Number of octopuses caught on existing gear and improved gear in the coastal waters of Gangneung and Goseong

Area	Item	Existing gear	Improved gear
Gangneung	Number of hauling gears	1,908	1,586
	Catch in number	249	257
	CPU(N/gear)	0.13	0.16
Goseong	Number of hauling gears	947	768
	Catch in number	163	155
	CPU(N/gear)	0.17	0.20

Table 6-3. Lost Number of exiting gear and improved gear per each regional in the coastal waters of Gangneung and Goseong

Area	Item	Existing gear	Improved gear
Gangneung	Number of shooting gears	2,002	1,658
	Number of lost gears	94	72
	Lost rate of gear(%)	4.6	4.3
Goseong	Number of shooting gears	980	803
	Number of lost gears	33	35
	Lost rate of gear(%)	3.4	4.4

## 2. 색깔 붓들

### 가. 색깔붓들에 대한 문어의 반응(수조실험)

수산동물은 시각에 의존해서 행동하는 시각적 동물이 많고(일본2001), 어구에 대한 대상어의 접근이나 회피는 시각이나 청각에 의존하는 경우가 많고 먹이에 대한 접근은 후각에 주로 의존하며 문어나 오징어는 고도의 시각을 갖고 있다(井上, 1978) ° 문어류의 시각에 대해서는 망막중의 시세포가 대단히 고밀도이므로(原富之, 1975), 지금까지 연구로부터 명도의 차는 인식할 수 있는 것으로 알려졌다.(Messenger *et al.*, 1973; Messenger, 1977; Roffe, 1975)

시각에는 색채시각이 있는데, 문어류는 환경색에 맞추어 색채무늬가 변화하는 것을 보고 일반적으로 색깔을 가지고 있을 것이라고 믿고 있다. 岡本 등(2001)은 서로 다른 배경색에 대한 문어의 은신처 색 선택에서 배경색과 상관없이 어두운색을 좋아하였다. 그러나 문어류의 색깔에 대해서는 많은 행동실험을 행하였지만 색깔의 유무에 대한 결론은 얻지 못하였다(Carter, 1948). 또한 망막의 감광색소와 ERG에 의한 Purkinje shift를 조사한 결과 감광색소가 1종류인 관계로 두족류는 색을 구별 못하는 색맹이거나(Hamasaki, 1968; Munz and Johnson,1978) 색깔이 약한 것으로 알려져 있다(Roffe, 1975)). 그렇지만, 대문어에 대해서 명확히 색맹이라고 근거가 없고 최소한 콘트라스트에 의해 구별할 것으로 판단된다. 川村 등(2001)은 색변별학습을

통한 문어의 색깔비교에서 문어류 중에도 색깔을 가지고 있는 종도 있을 것이라고 하였다.

따라서 본 연구에서는 문어의 붓들 색깔에 대한 반응을 조사하였다.

## 1) 재 료

본 실험에 사용한 재료는 강릉시 연안에서 어획한 문어(400-1,060g)이며, 이들을 순환식 여과사육수조에서 20일 이상 적응시킨 다음 실험에 사용하였다. 실험은 강원도립대학 해양산업과 어군행동학 실험실에서 2005년 6, 7월에 행하였다.

## 2) 장치 및 방법

문어를 적응시키기 위하여 2개의 순환식 원형여과수조( $\phi 195 \times 70\text{cm}$ ,  $\phi 150 \times 70\text{cm}$ )를 사용하였으며, 수질관리를 위하여 해수냉각기, S.T.meter(YSI, 30), 수온계(Tektronix, DTM 920)를 사용하여 수온, 염분 등을 조정하였다.

실험수조(170L $\times$ 60W $\times$ 70H cm)는 청색으로 된 PVC로 제작되었고 수질관리와 실험어의 적응 등을 고려하여 원형수조( $\phi 195 \times 70\text{cm}$ )에 넣고 실험수조의 사방에 틈을 만들어 물이 순환되도록 하였으며, 수온은 8.2-10.2 $^{\circ}\text{C}$ , 염분 32.8-33.6PPT, 수심은 60cm 유지하였다. 실험수조는 대기부와 실험부로 되어 있는데, 대기부에는 실험수조의 한쪽 끝부분에 대기구간(40L $\times$ 60W $\times$ 70Hcm)을 만들고 수조 반대쪽으로 청색아크릴판으로 된 칸막이 문이 있어 실험어가 자유로이 실험부로 나올 수 있도록 하였다(Fig. 6-5). 실험부에는 유도로가 있으며, 칸막이 문으로부터 100cm 떨어진 곳에 길이 30cm, 높이 60cm로 된 청색 아크릴판의 칸막이를 수조의 길이방향으로 설치하여 2개의 수로를 만들었다. 유도로는 투명아크릴판을 V자 모양으로 만들어 실험어가 수조의 중앙으로 오도록 하였으며, 유도로의 중간지점의 폭은 20cm이다. 유도로 중간지점에서 수로용 칸막이까지의 거리는 55cm정도이다. 실험용 붓들은 수로 양쪽 수조 벽에 각각 설치하였다. 붓들의 색깔은 흰색, 검정, 황색, 녹색의 4가지 색이며(Fig. 6-5), 각각 붓들에 빨강색의 인공미끼를 부착시켰다. 색깔은 칼라스프레이(Lucky-silicone Co., Ltd)의 315(흰색), 305(검정), 350(노랑), 351(연녹색)를 이용하여 나타내었다.

조명장치는 수조 위 170cm에 형광등기구 1개(40W)를 천정으로 향하도록 설치하고 그 위에 흰색아크릴 덮개를 씌워 반사된 빛이 수조에 도달하도록 하



였다. 수중조도는 수중조도계(Minolta, T-10)로서 측정하여 각 붓돌이 위치하는 수로중앙바닥에서의 평균수중조도는 20.6-21.6 lx였다. 야광미끼 조건에서의 평균수중조도는 0.12-0.15lx였다.

기록장치(Kodicom, Diginet-44216NK-L)는 미끼에 대한 문어의 반응을 촬영하기 위하여 CCTV(삼성, SHC-721NH)카메라를 수상 130cm에 설치하여 미끼가 있는 곳을 향하도록 하였다. 실험방법은 적응된 실험어 1마리를 실험수조의 대기부에 넣고 약 1분 경과한 후 칸막이 문을 연다. 실험어가 유도로를 통과하여 수로 양쪽에 있는 붓돌 중 어느 것을 선택하는가를 조사한다. 실험횟수는 색 붓돌의 조합별 20회씩 행하였다. 색 선택은 색 붓돌위에 있는 먹이를 잡거나 잡는 행동을 한 경우로 하였다.

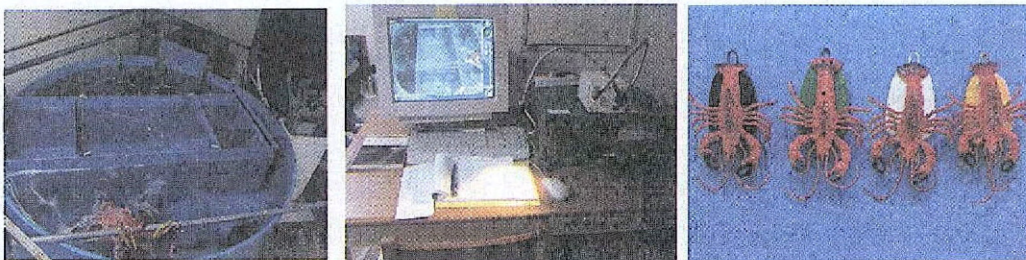
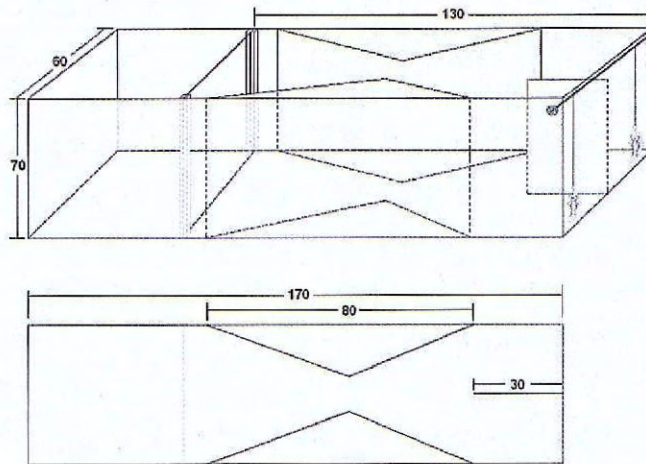


Fig. 6-5. Experimental apparatus and colored sinkers.

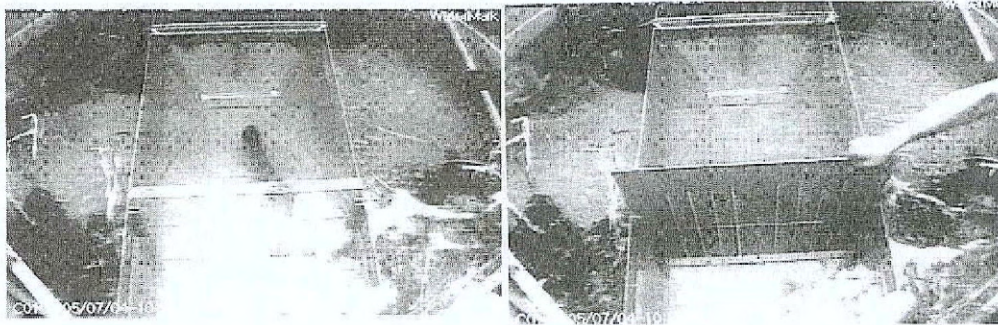
### 3) 결과 및 고찰

색 붓들에 대한 행동을 조사하기 위하여, 문어에 2가지씩의 색 붓들로 동시에 시각자극을 가했을 때의 색 선택은 Fig. 6-6과 같다.

색 붓들의 6가지 조합에서 선택율을 비교하면(Fig. 6-7), 붓들의 색이 흰색과 녹색의 조합일 때 선택율의 차가 60%로서 가장 컸으며, 황색과 녹색의 조합일 때는 0%로서 가장 적었다. 평균 선택율의 차는 30%로서 돌돔 및 복섬의 색 선택성(양용립, 1980)보다 높을 것으로 생각된다.

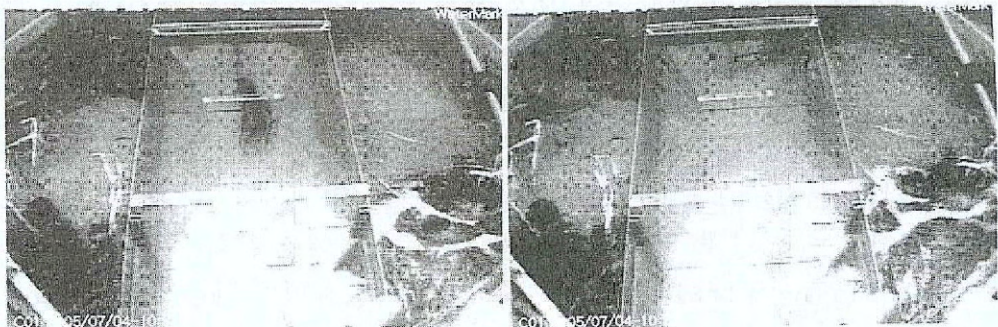
붓들의 색이 흰색과 녹색, 흰색과 검정, 흰색과 황색의 조합일 때는 선택율의 차가 각각 60%( $P>0.01$ ), 50%( $P>0.05$ ), 10%였으며 흰색을 선택하였다. 검정과 황색, 검정과 녹색의 조합인 경우에는 선택율의 차(30%, 30%)였으며 검정을 선택하였다. 황색과 녹색의 조합일 때는 선택율의 차가 없었다.

따라서 문어는 본 실험에 사용한 4가지 색 붓들에서 흰색을 가장 많이 선택하였고 다음이 검정, 황색 순이며, 녹색일 경우가 가장 선택율이 낮았다.



Open the gate of adaptation section.

Octopus proceed to attraction way.



Octopus arrived in arrived at the middle partition.

Octopus selected to the right sinker.

Fig. 6-6. Selection process of colored sinker.

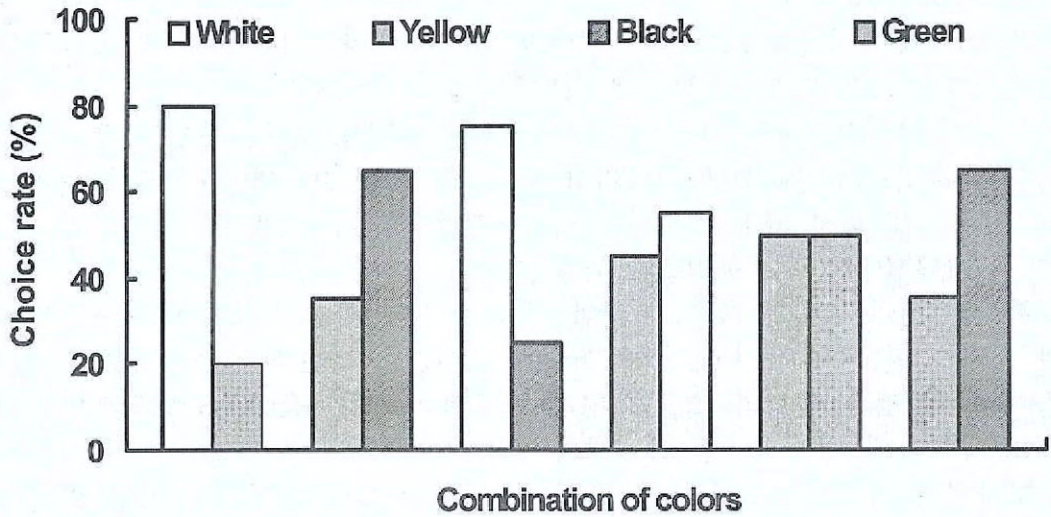


Fig. 6-7. Choice rate(%) of the octopus in relation to combination of color sinkers.

## 나. 색깔붓들에 대한 어획량(현장실험)

문어홀림낚시의 조업은 지역에 따라 차이가 있지만, 수심 30m이내의 얕은 어장에서 행하는 경우가 많다. 동해안은 투명도가 높기 때문에 햇빛의 투과로 인한 색깔 붓들의 효과가 있을 것으로 생각되어(정 외 2명, 1989), 색깔에 따른 어획량을 조사하였다.

### 1) 재료 및 방법

붓들의 색깔에 따라 어획성능이 어떻게 달라지는지를 알아보기 위한 해상 실험은 2006. 5. 30-6. 20의 기간 중 총 14일간 조사하였다. 현장조사에 사용된 선박은 보통 오전 4-5시경에 출항하여 10-11시경에 입항하는 연승협회 어선 일호호(A)선박(0.73톤)과 정승호(B)선박(1.51톤)이다. 조사해역은 수심 13-28m의 강릉시 연안해역이고, 조업지점은 Fig. 6-8에 나타내었다. 1회 조업시 사용된 어구는 개량식 붓돌 150-210g의 4종류 색깔붓돌이며, 흰색, 검정, 노랑, 녹색의 색깔별로 6-10개씩 총 24-42개 사용하였다(Fig. 6-9). 조업횟수는 A선박이 12회, B선박이 14회였다. 붓돌색깔은 칼라스프레이(Lucky-silicone Co., Ltd)의 315(흰색), 305(검정), 350(노랑), 319(녹색)를 이용하여 나타내었다. 색붓돌의 색깔정도는 분광측색계(Konica Minolta, CM-2600d)로 색의 반사율을 측정하였다.

미끼는 모두 인공미끼에 돼지비계를 넣어 사용하였다. 색깔별로 어획된 문어는 어창에 각각 분류하여 보관하고, 입항 후에 어획사항을 조사하였다.

조업과정 중에 수심, 위치 등을 기록하였으며, 수심은 어군탐지기, 위치는 GPS, 어획물의 측정은 디지털 체중계(Kern, CH15K20)와 용수철 체중계(경인산업, 0- 1kg)를 사용하였다.

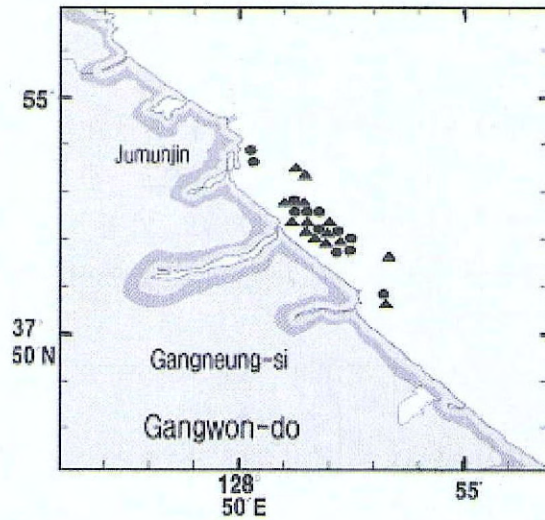


Fig. 6-8. Fishing position in relation to colored sinker.

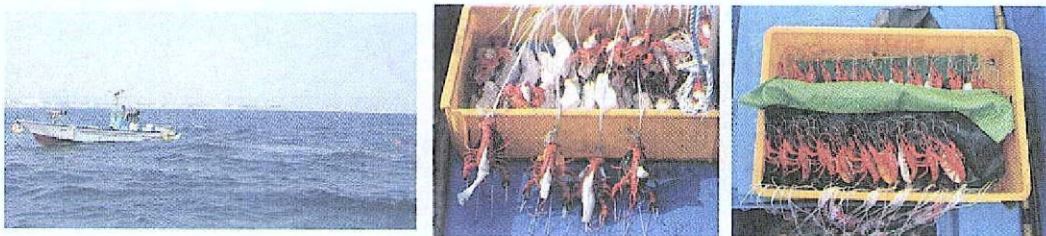


Fig. 6-9. Investigation boat and colored sinkers.

## 2) 결과 및 고찰

색깔분들별 반사율은 검정인 경우 거의 반사가 없고, 노랑색인 경우 약 600nm 이상에서 약 75%였고, 녹색인 경우 약 500 - 550nm에서 약 20%였고 흰색인 경우 약 430nm 이상에서 약 75%였다(Fig. 6-10).

어획된 문어개체의 체중은 A선박의 경우 0.4-11kg이고, B선박의 경우 0.38-2.6kg이며, 총 14회 조업에서 어획된 마리수는 A선박은 73마리, B선박은 60마리를 어획하였다(Fig. 6-11).

A선박의 색깔별 어획마리수는 흰색이 37마리(50.7%)로 가장 많았고 큰 문어가 어획되었으며, 다음으로 18마리(24.7%)의 검정색, 11마리(15.0%)의 노랑색 순이며, 녹색이 7마리(9.6%)로 가장 적었다. B선박의 색깔별 어획마리수는 검정색이 24마리(40.0%)로 가장 많았고, 다음으로 흰색 18마리(30.0%)과 노랑색 17마리(28.3%)였으며, 녹색이 1마리(1.7%)로 가장 적었다.

따라서 문어는 본 실험에 사용한 4가지 색 분들에서 흰색과 검정이 노랑과 녹색보다 어획이 우수하였다.

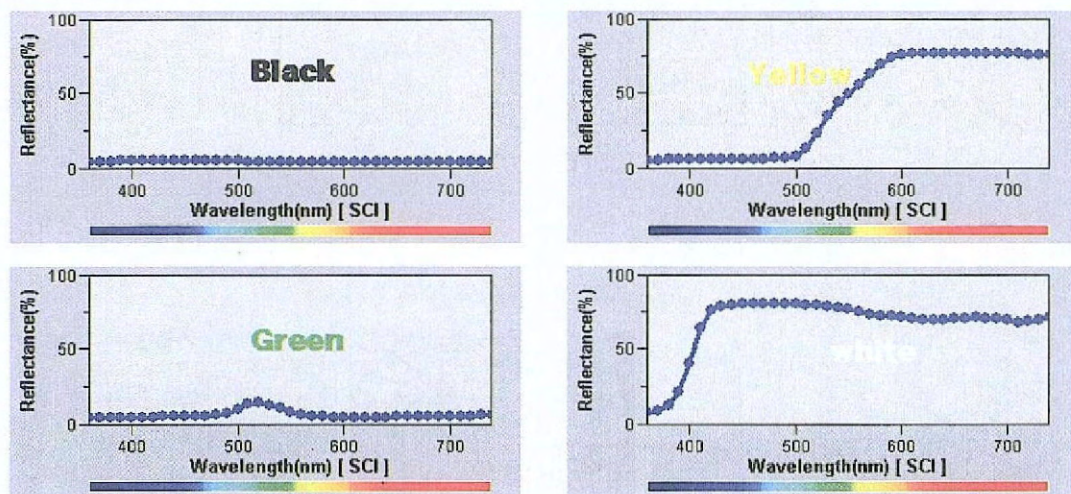


Fig. 6-10. Reflexibility of colored sinker.

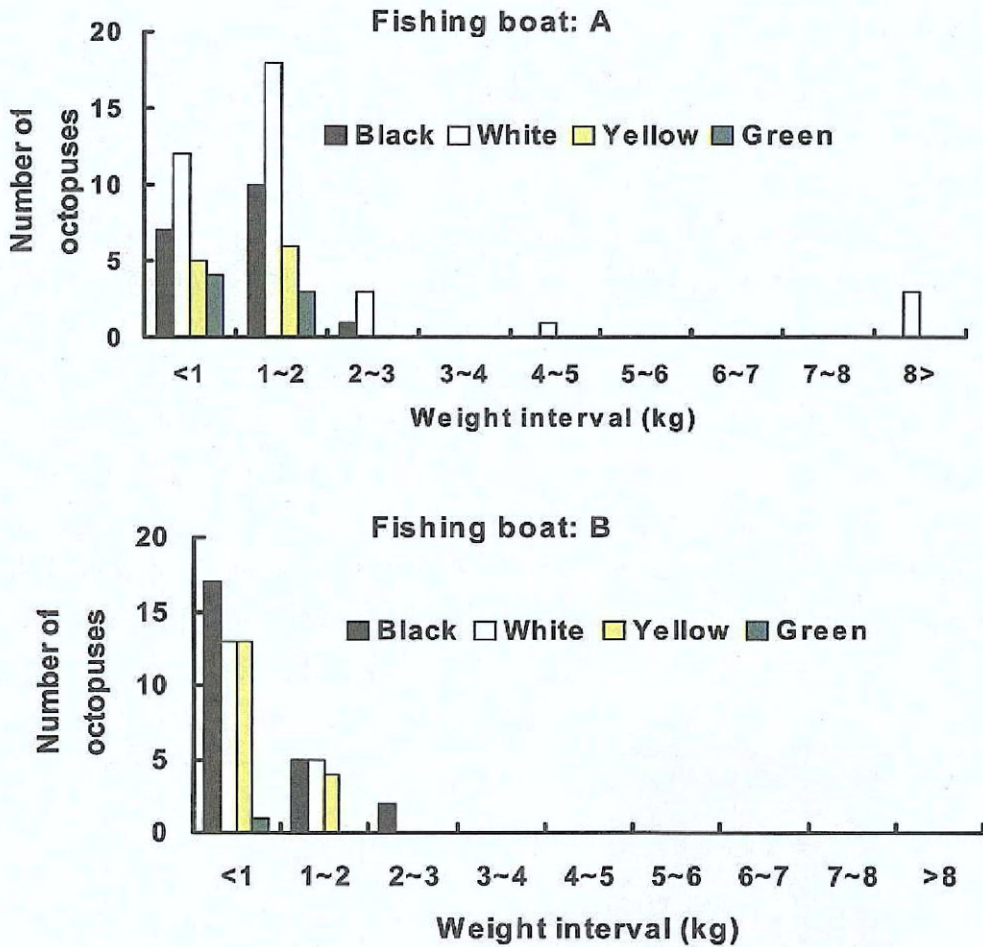


Fig. 6-11. Number of octopuses caught on colored sinker by weight.

#### 다. 회백색붓들의 효과 (현장실험)

색깔붓들에 대한 실험실과 현장에서의 실험에서, 붓들의 색깔이 흰색일 경우가 어획효과가 높은 것으로 판단되어 붓들제작 시 가능한 흰색이 되도록 만들었다. 그러나 붓들의 색은 흰색보다는 연회색과 비슷하여 회백색이라고 한다(Fig. 6-12).

따라서 시험 친환경붓들의 색깔은 회백색과 붉은색이며, 미끼는 인공미끼를 사용하지만 회백색 붓들의 인공미끼 내에는 오징어를 넣고 붉은색 붓들에는 돼지비계를 넣었다.

### 1) 재료 및 방법

봇들의 색깔과 미끼에 대한 문어의 어획조사는 2007년 6월 5일부터 27일사이의 20일간 강릉시 연안 해역에서 조사하였다. 조사해역은 Fig. 6-13과 같이 수심 14-30m의 얕은 곳이었다. 조사 선박은 강릉시 연승협회 소속어선 강원호(0.98톤)와 원진호(1.00톤)의 선외기선박 2척이었다(Fig. 6-14). 이들 조업은 오전4-5시경 출항하여 10-12시경에 입항하였다.

조업시 사용한 어구는 개량식 150g의 봇돌인데, 시험어구 A(회백색봇돌+오징어미끼), 시험어구B(붉은색봇돌+돼지비계 미끼)를 사용 하였다(Fig. 6-15). 매회 투승한 어구수는 시험어구 A와 B를 각각 강원호는 10-21개, 원진호의 경우는 각각 20-25개였다. 시험어구 A에 어획된 문어는 녹색 양파주머니, 시험어구 B에 어획된 문어는 붉은색 양파주머니에 한 마리씩 넣어 어창에 보관하였다. 어획물은 마리수와 중량을 조사하였는데, 중량은 디지털 체중계(Kern,CH15K20)를 사용하였다. 수심과 조업위치는 GPS겸용 어군탐지기(강원호:Navis-640/640F, Samyoung; 원진호:삼영Navis 800/800F, Fcv-668, Furuno)를 이용하였다. 수심은 조업 과정에서 투승시의 수심이였다.

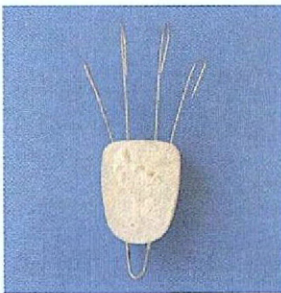


Fig. 6-12. Sinker of light gray

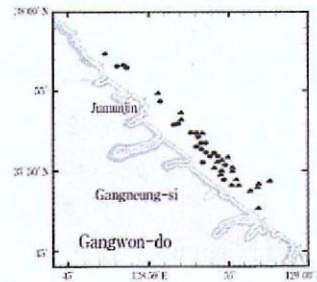


Fig. 6-13. Fishing position(Ganwon-ho●; Wonjin-ho ▲).



Fig. 6-14. Gangwon-ho and Wonjin-ho of Investigation boat.

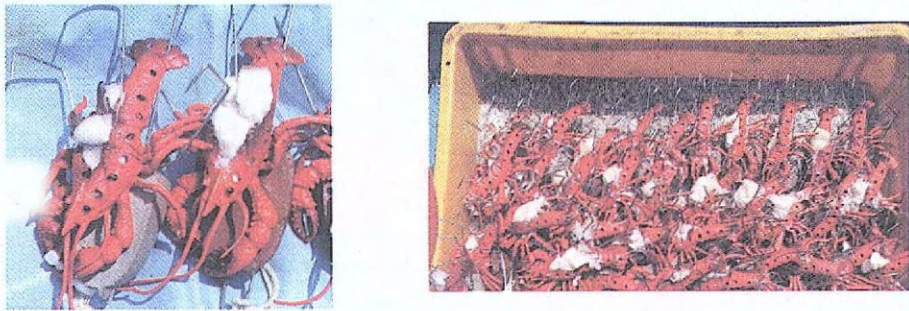


Fig. 6-15. Experimental sinker and artificial bait for octopus drift-line.

## 2) 결과 및 고찰

시험어구A(회백색+오징어미끼)와 시험어구B(붉은색붓돌+돼지비계미끼) 문어 어획결과는 Table 6-4, 5와 같다.

시험어구별 어획마리수(Table 6-4)는 강원호(G.W.)의 경우, 매회 조업시마다 2-27마리 어획하여 20일간 총 277마리 어획하였다. 시험어구 A는 2-15마리씩 총 131마리 어획하였으나 시험어구 B는 매회 0-14마리씩 총 146마리였으며, 두 시험어구의 차이는 없었다(t-test). 원진호(W.J.)의 경우, 매회 조업시마다 1-37마리 어획하여 20일간 총 176마리 어획 하였다. 시험어구A는 1-18마리씩 총 97마리 어획하였으나 시험어구 B는 매회 0-19마리씩 총 79마리였으며, 두 시험어구의 차이도 없었다(t-test). 일일 조업당 어획마리수(CPUE)는 강원호는 13.9, 원진호 8.8 이다.

시험어구별 어획중량(Table 6-5)은 강원호(G.W.)의 경우, 매회 조업시마다 1.38-24.04kg 어획하여 20일간 총 264.26kg 어획하였다. 시험어구 A는 1.34-15.14 kg씩 총 120.35kg 어획하였으나 시험어구 B가 매회 0-19.98kg씩 총 143.91kg이었으며, 두 어구의 차이는 없었다. 원진호(W.J.)의 경우, 매회 조업시마다 1.16-34.14kg어획하여 20일간 총 190.9kg어획하였다. 시험어구 A는 1.16-14.94kg씩 총 99.45kg어획 하였으나 시험어구 B는 매회 0-19.20kg씩 총 91.54kg이었으며, 두 어구의 차이도 없었다. 이것은 회백색붓돌의 흰색이 점차 퇴색되고(Fig. 6-16,17) 어장의 해조류(Fig. 6-18) 등으로 인한 색깔붓돌의 효과가 감소했기 때문이라고 생각된다.

이상과 같이 주재료인 철가루가 흑색인 관계로 회백색붓돌은 기술적으로 아직 흰색으로 만들기 어렵다는 것을 알 수 있다.



Table 6-4. Comparison of catch between experimental fishing gears according to the fishing boat.

(Unit: individual)

Investigation date	Fishing boat: A		Fishing boat: B	
	Sinker color and bait inserting to artificial bait		Sinker color and bait inserting to artificial bait	
	Light gray and squid	Red and pig-fat skin	Light gray and squid	Red and pig-fat skin
5 Jun	10	12	6	4
6 Jun	3	6	5	1
7 Jun	6	4	1	0
8 Jun	2	4	7	2
10 Jun	2	0	4	4
11 Jun	11	12	6	5
12 Jun	14	13	6	5
13 Jun	1	6	3	1
14 Jun	15	7	3	3
16 Jun	12	10	2	0
18 Jun	11	13	18	19
19 Jun	4	14	5	4
20 Jun	2	3	6	5
21 Jun	8	10	2	0
22 Jun	5	2	6	6
23 Jun	6	8	5	8
24 Jun	10	10	7	4
25 Jun	4	6	2	5
26 Jun	3	0	1	1
27 Jun	2	6	2	2
<b>Total</b>	<b>131</b>	<b>146</b>	<b>97</b>	<b>79</b>

Table 6-4. Comparison of octopus weight between experimental fishing gears according to the fishing boat.

(Unit: kg)

Investigation date	Fishing boat: A		Fishing boat: B	
	Sinker color and bait inserting to artificial bait		Sinker color and bait inserting to artificial bait	
	Light gray and squid	Red and pig-fat skin	Light gray and squid	Red and pig-fat skin
5 Jun	9.59	11.37	4.72	4.82
6 Jun	2.72	4.16	4.00	1.28
7 Jun	7.32	5.68	1.16	0
8 Jun	1.40	4.48	8.33	4.32
10 Jun	1.38	0	4.10	4.06
11 Jun	8.84	9.70	7.44	5.54
12 Jun	9.96	11.82	7.52	6.62
13 Jun	1.34	5.40	2.52	1.50
14 Jun	15.14	6.14	2.44	3.28
16 Jun	9.38	9.94	1.76	0
18 Jun	9.24	12.14	14.94	19.20
19 Jun	4.06	19.98	8.08	5.18
20 Jun	2.20	2.40	5.46	7.06
21 Jun	7.84	8.78	1.48	0
22 Jun	5.84	2.08	6.10	6.04
23 Jun	5.64	8.00	3.12	5.84
24 Jun	10.62	9.48	9.96	7.64
25 Jun	3.50	7.54	2.06	6.40
26 Jun	1.72	0	2.64	0.92
27 Jun	2.62	4.82	1.62	1.84
<b>Total</b>	<b>120.35</b>	<b>143.91</b>	<b>99.45</b>	<b>91.54</b>

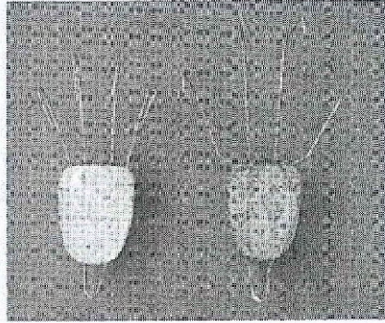


Fig. 6-16. Color change of the sinker before and after use.

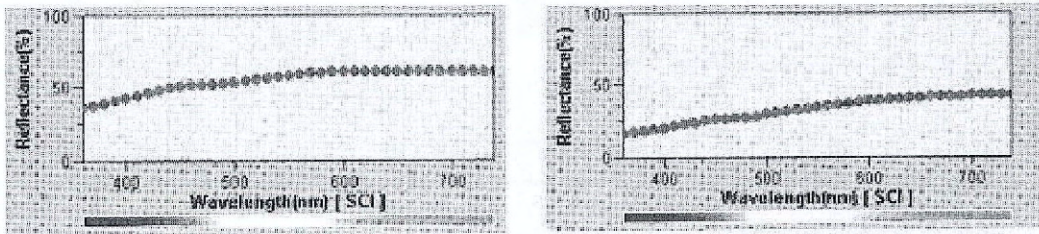


Fig. 6-17. Variation of refrefixibility before and after use on the sinker of light gray.

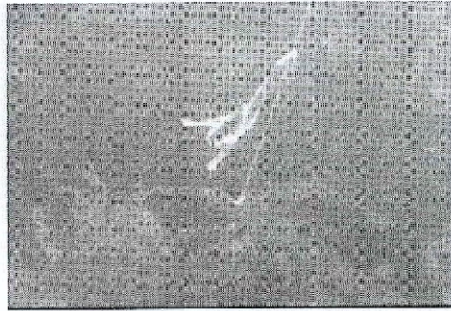


Fig. 6-18. Seaweed of the fishing ground for octopus drift-line.

### 3. 기존어구와 개량어구의 종합 평가

기존어구에 대한 개량어구의 종합평가는 Table 6-6과 같이 나타낼 수 있다.

개량어구가 유속에 잘 반응하므로 조업면적이 일정하다면 기존어구보다 조업시간이 짧아지거나 투승 어구수를 줄일 수 있다고 생각된다. 어획효과는 개량어구가 기존어구보다 약간 높고 환경측면에서도 개량어구가 우수하고 어획선택성도 높으며 색깔변화도 가능하다. 어구단가는 기존어구가 저렴(인건비제외)하고 유실 어구수는 선박, 조업장소에 따라서 달라지지만 대체로 비슷하다고 생각된다. 미끼는 돼지비계보다 인공미끼(가재모형에 돼지비계나 오징어 삽입된 형태)가 효과적이며, 야광미끼로도 전환이 가능하다. 또한 인공미끼는 돼지비계에 비하여 계속 반복사용이 가능하며, 취급이 간편하다. 따라서 개량어구가 기존어구보다 경제성이 높고 조업효율이 높다고 할 수 있다.

Table 6-6. Evaluation of the improved gear.

항 목	기존어구	개량어구
어획량		같거나 높음
어획선택성		높음
환경성		높음
단가(원)	2,500(시중판매)	3,000-4,000
1회 투승 어구수		줄일 수 있음
어구유실	유사	유사
미끼	돼지비계	우수(인공미끼)
미끼취급	복잡-수회사용	단순-계속사용
경제성		높음
실용화	사용중	강원도지역
종합평가		우수

# 제 7 절 자망어구에 대한 연구

## 1. 현장조업을 통한 코팅 밧들의 평가

코팅밧들은 자망어구의 부속구인 관개로 어구구성한 후, 그 자망어업을 통한 문제점여부를 확인하고자 하였다.

### 가. 재료 및 방법

코팅된 자망밧들과 기존 낚 밧들과의 비교는 2007. 7. 2-2007. 8. 31(60일)까지 강릉시 연안에서 현장조업을 통하여 조사하였다. 조사 선박은 강릉시 자망협회 소속 대원호(2.57 톤)이며 보통 오전 4시경 출항하여 오전 8시경 입항하였다. 조사해역은 수심 4.5m-50.2m의 강릉시 연안해역이고 조업지점은 Fig. 7-1과 같다. 조업회수는 45회이며, 시험어구(Fig. 7-2)는 1폭의 길이 75m인 7폭 짜리로 제작한 자망어구(Fig. 4-18)와 기존어구 2조이다. 코팅 밧들은 각각 7폭 중 1폭에만 사용하였는데, 1폭의 밧들 333개중 코팅 밧들은 111개 사용 하였으며 낚 밧들 2개당 코팅밧들 1개의 비율로 구성하였다. 그물은 3중자망으로 망목은 내망이 90.0mm 외망 450.0mm이다. 시험어구의 투망은 기상 상태가 좋은날 오후에 하였고 양망은 다음날 새벽에 하였다(Fig. 7-3). 코팅 밧들의 상태 조사는 양망시 선장이 눈으로 확인한다. 또한 조사자는 선박이 항구에 입항된 후 코팅 밧들 상태를 확인 한다. 수심과 조업 위치는 어군 탐지기(HYS-10, Haiyang) 로 조사 하였다.

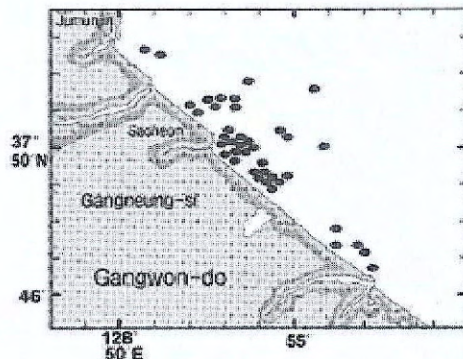


Fig. 7-1. Fishing position of gill net.



Fig. 7-2. Experimental gill net and investigation boat.



Fig. 7-3. Process of fishing operation for experimental gill net.

#### 나. 결과 및 고찰

자망용 코팅 밧들을 이용한 조업은 약 2개월간의 다양한 저질(모래, 돌, 자갈)에서 행하였다. 50m 이내의 다양한 수심과 저질에서 사용한 결과는 파손되거나 벗겨지는 경우가 없었으며 양호하였다. 또한 선박에서 그물의 투망과 양망시에 코팅 밧들로 인한 장애는 없었다. 그러나 조사기간이 짧아 코팅 밧들의 상태가 완전히 이상 없다고 단정하기 어려우나 여러 조건들과 상황을 고려해 볼 때 친환경 코팅밧들의 사용에는 전혀 문제가 없다고 판단된다(Fig. 7-4). 또한, 코팅 밧들의 견고함을 파악하기 위해서 모래, 자갈, 코팅 밧들을

넣어 회전하는 내마모성시험에서 아무런 문제가 없었던 사실(Fig. 3-9)과 가격측면에서도 코팅 밧들의 실용화 가능성은 있다고 판단된다. 어획물은 가자미, 넙치, 도다리, 우럭 등이다.

한편, 코팅 밧들이 원래의 사용목적인 자망밧들이 아닌 다른 목적으로 낚밧들을 녹여야 할 경우에는 코팅부분이 오히려 문제가 될 수 있을 것이다. 그러나 코팅부분을 없애기 위해서 시너(thinner) 등을 이용하면 간단히 제거되고 재활용에 문제가 없는 것으로 생각된다.



Fig. 7-4. Gill net and sinker after a lapse of 40 days of fishing operation.

최근 시중에는 기존 낚 밧들 사용의 불편함을 줄이기 위하여 Fig. 7-5과 같이 밧줄내에 납줄을 넣은 제품이 있다. 이 제품은 어업인들이 선호하고 있으며 가격이 비싼 점이 있지만 본 연구방법으로 납줄의 코팅도 가능하였다(Fig. 7-5, 6).

그 외 낚 밧들을 대체하기 위한 시제품들이 있으나 어업인들이 사용하기에는 무게에 비하여 크기가 부적합하고 가격에도 적절하지 않는 것으로 판단된다.



Fig. 7-5. Lead line of ground rope for gill net.

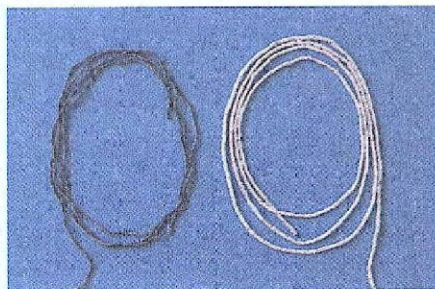


Fig. 7-6. Lead line and coated lead line of ground rope for gill net.

# 제 8 절 학 술 연 구

## 1. 문어 홀림낚시어업

### 가. 서 론

문어낚시어업은 강원도 연안의 주요 어업으로서 오래전부터 소형선박에서 낚시줄을 손으로 잡고 조업하는 외줄낚시로 조업하였으나, 오늘날에는 독립된 부표와 낚시로 구성된 어구를 투승하여 해·조류의 흐름을 이용하는 홀림낚시로 발전하였다. 문어홀림낚시는 어장환경 피해를 줄일 수 있을 뿐만 아니라 단일어종 만을 어획하므로 어획 선택성이 높다고 볼 수 있다. 또한 어획 사망률이 매우 낮은 지속 가능한 자원관리형 어업으로서, 오늘날 어업자원의 감소 및 유류비 상승, 어업종사자의 고령화 등을 고려하면 앞으로 연안 어업을 위하여 육성되어야 할 어업 중 하나지만, 아직까지 문어낚시와 같은 소규모어업에 관한 조사연구는 미흡한 실정이다.

한편, 선진국의 연안어업 관리시스템의 목표는 연안에 따라 생산성이 높은 어장은 어획능력이 낮은 어선에게 제공하고, 반면에 어획능력이 높은 어선에게는 생산성이 낮은 근해어장을 이용하도록 하는 것이다(Kalland, 1996). 그러나 문어를 어획하는 통발어업과 문어홀림낚시어업은 어획능력의 차이가 뚜렷하지만, 어장 중복으로 두 업종간의 마찰은 언제나 내포하고 있다.

전보(An and Park, 2005)에서는 문어를 대상으로 하는 통발어업의 조업수심은 홀림낚시의 주 어장보다 깊은 해역에서 조업하는 것이 효율적이라고 보고한 바 있다. 따라서 본 연구에서는 문어홀림낚시어업의 발전을 위한 연구의 일환으로 어구 현황, 어장 환경 및 조업실태를 조사·분석하였다.

### 나. 재료 및 방법

#### 1) 어구 현황

문어홀림낚시에 대한 어구사용실태조사는 강원도 고성, 강릉, 동해, 삼척 지역과 경남 사천 및 일본 북해도를 직접 방문하여 면담 및 현장조사를 하였다. 문어낚시는 어업인이 직접 붓돌과 낚시바늘을 제작하므로 무게, 크기, 모양이 각각 다르다. 제작과정은 철사를 일정크기로 잘라서 철사 한쪽 끝을 그라인더로 갈아 낚시바늘을 만들고, 납을 적당한 용기에 넣고 녹인다. 쇠로 제



작된 모형틀에 낚싯바늘용 철사를 넣고 녹인 납 물을 붓는다. 마지막으로 철사를 구부려 낚시를 완성한다.

홀림낚시어구는 Fig. 8-1과 같이 스티로폼 부이(L240×W150×H110mm)와 낚시부분으로 구성되어 있다.

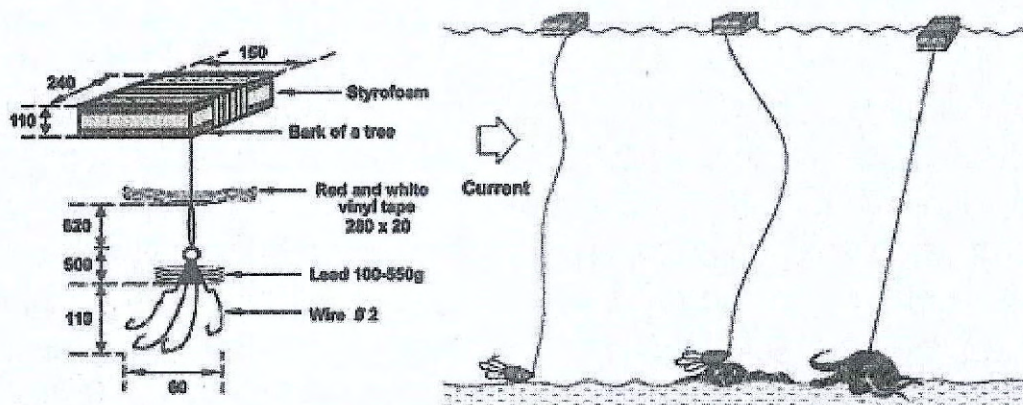


Fig. 8-1. Octopus drift-line and fishing method.

## 2) 어장 환경

강릉 연안에 행하여지고 있는 문어홀림낚시 어장의 수온과 염분은 국립수산과학원 동해수산연구소의 실시간어장정보시스템(KECFPS)으로부터 얻은 수심 27-29m의 저층수온과 염분 자료를 활용하였으며, 수온은 1일 중 최고치, 최소치이고 염분은 평균치이다.

## 3) 조업 실태

문어홀림낚시 조업의 조사해역은 강릉시 연안해역이고, 주 어기가 3-8월인 관계로 조사기간은 2003년 3월부터 8월까지의 기간에서 총 17일간 조사하였다. 1회 조업시 사용되는 어구 수는 30-50개였다. 현장조사는 보통 오전 4-6시경에 출항하여 10-11시경에 입항하는 민간어선(0.63-3.23톤)에 직접 승선하여 행하였으며, 조업지점은 Fig. 8-2에 나타낸 바와 같다.

조업은 주로 수심 30m 내외의 해역에서 행하였으며, 낚시의 무게가 100-180g의 것 30-50개를 해·조류방향에 대하여 가로 지르면서 일정한 간격으로 투승해 놓고, 육안으로 감시하였다. 어구가 해·조류를 따라 흘러가지 않고 제자리에 멈추어 있는 것을 발견하면 문어가 낚시에 걸린 것으로 판단하여, 낚싯줄을 선상으로 천천히 당겨 올린 후 조획된 문어를 떼어내고 다시

투승하여 반복 조업하였다. 조업 과정 중에 수심은 어군탐지기(Furuno, FCV-581), 위치는 GPS(Samyoung, SGV-1000), 문어의 체중은 디지털저울(Kern, CH15K20) 또는 용수철 저울(경인산업, 0-1kg, 2-5kg)을 사용하였다. 어획수심은 양승시의 양승시작수심과 양승완료수심을 평균하여 나타내었으며, 조업시간은 제일 먼저 낚시를 투승한 시각에서 마지막 낚시를 양승한 시각까지이다.

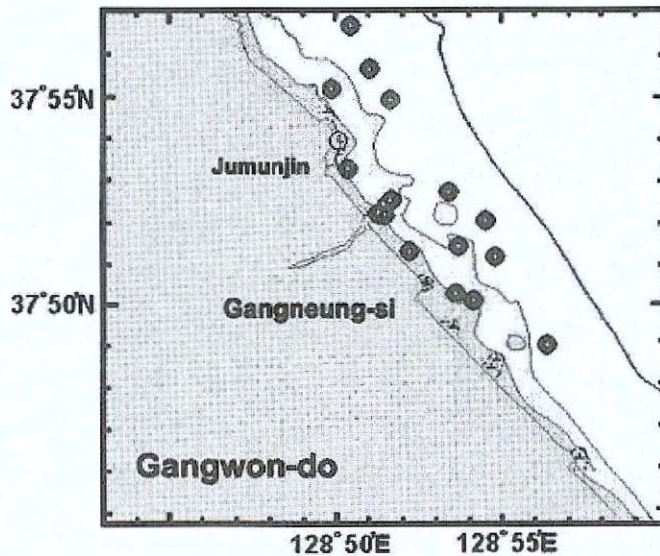


Fig. 8-2. Fishing locations of octopus drift-line.

#### 다. 결과 및 고찰

##### 1) 어구 현황

문어낚시의 종류는 강원도 연안에서 사용 중인 흘림낚시와 일본 북해도 지역에서 사용 중인 흘림낚시 및 경남 사천의 외줄낚시로 나눌 수 있다(Fig. 8-3 및 Table 8-1). 어구의 특성은 강원도의 경우 대문어 *Paroctopus dofleini*를 대상으로 하고 있으며, 낚시의 무게는 100-550g 정도로 수심에 따라 무게를 다르게 사용한다. 낚싯바늘은 주로 4가닥이고 붓들은 납 또는 돌로 되어 있으며, 낚시 품(gap)은 4가닥 중 가장 긴 것이 2.2-3.8cm 이고 채(shank)의 길이는 14.7cm이다. 경남 사천의 경우에는 참문어 *Octopus vulgaris*를 대상으로 하며, 낚시의 무게는 390g 정도이고, 낚싯바늘은 2가닥이며, 채가 없고 품은 3.0-4.0cm이지만 조업 시기와 문어 크기에 따라 다르게 하여 사용한다.

일본의 경우, 낚시의 무게가 3kg으로 가장 무겁고, 붓돌부분도 가장 크다. 낚시바늘은 4가닥으로 균형을 유지하기 위하여 좌우에 1가닥씩 지지대가 있으며 폭은 7.7cm 이고 채의 길이는 10.1cm이며, 30cm의 받침대가 있는 것이 특징이다. 이는 2.5kg 미만의 문어를 채포하지 않는 큰 문어를 대상으로 하는 것과 관련이 있는 것으로 생각된다.

문어낚시용 어선은 대부분 수 톤 이하의 소형어선으로 1인 조업을 한다. 어선척수는 강원도의 경우 지역에 따라 약 142-380척이 있으며, 경남 사천에는 약 80척이 조업하고 있다. 척당 사용 어구수는 강원도의 경우 약 25-70개 이고 경남 사천은 2개, 일본 북해도에서는 18개이다. 조업일수는 강원도 지방 기상청 자료를 활용하면 180일로 추정되지만 해·조류의 흐름이 거의 없거나 강우로 인한 투명도가 낮은 경우는 대부분 조업하지 않는다. 강원도 지역의 연간 유실 어구수는 보통 조업 당 2-5개 정도이므로 약 360-900개가 된다. 경남 사천의 연간 유실 어구수는 약 36개로 강원도 지역보다 훨씬 적다. 이것은 조업방법과 해저지형, 투승 어구수, 붓돌의 모양에 따른 영향인 것으로 생각된다.

미끼는 강원도의 경우 대부분 돼지비계이며, 다이아몬드형 (80×40×20mm)으로 잘라서 낚 붓돌 위에 철사로 묶어서 사용하며, 사용한 후에는 염장처리하여 보관한다. 경남 사천의 경우 봉장어 또는 게와 같은 생선미끼를, 일본의 경우 페트병에 폴리늄 반사단열재를 덮는 속임미끼를 사용하고 있다. 부이의 재질은 우리나라에서는 스티로폼에 참나무껍질 또는 타포린 천을 감싸서 사용하고, 일본의 경우에는 나무물통을 사용하고 있다.

현재 붓돌의 재료로 대부분 납을 사용하고 있고 수작업으로 어구를 제조하고 있는데, 이를 친환경 재료로 대체하고 미끼도 인공미끼로 대체·보급할 필요성이 대두되고 있다.

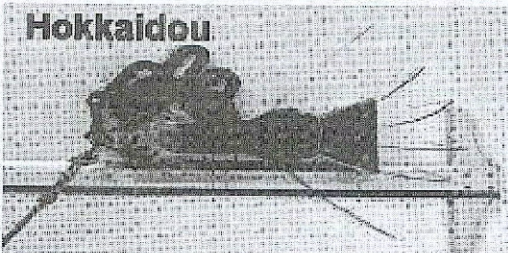
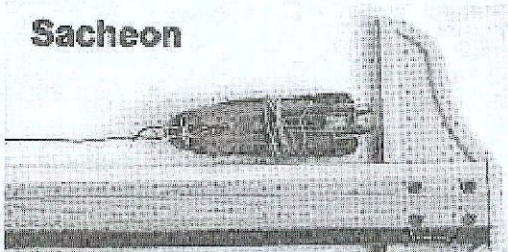
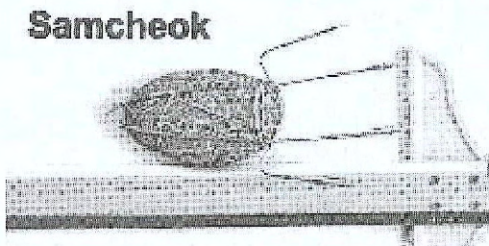
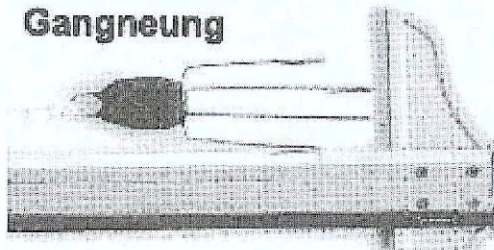
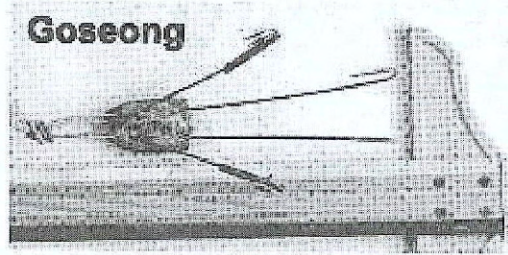


Fig. 8-3. Regional octopus angling tackle.

Table 8-1. Regional situation on octopus angling gear

Items	Vessel number	Shooting number per operation	Lost number per operation	Sinker weight (g)	Sinker materials	Fish-hook (cm)		Bait
						Gap	Shank	
Goseong	380	50 - 70	2 - 3	250 - 300 450 - 500	lead	2.6	14.7	pig skin&fat
Gangneung	180	30 - 50	2 - 3	100 - 200 250 - 300	lead	3.8	9.3	pig skin&fat
Donghae	142	30 - 40	3 - 5	300 - 400 400 - 600	stone, lead	2.9	13.7	fish
Samcheok	160	25 - 30	2 - 3	500 - 550	stone, lead	2.2	10.7	pig skin&fat
Gyeongnam Sacheon	80	2	0.2	390	lead	3 - 4	0	eel, crab
Japan Hokkaidou	-	18	-	3,000	lead and plastics	7.7	10.1	luring bait

## 2) 어장 환경

문어홀림낚시의 조업어장인 강릉시 연안에서의 저층 일일 수온변화는 Fig. 8-4와 같다. 2003년도 1-3월의 1일 저층 수온은 3.8-8.2℃로 대체적으로 낮고 수온차가 거의 없었다. 그러나 4월과 6월인 경우 3.2-12.4℃이었으며, 수온차는 최대 8℃로 다소 차이가 있었고, 7-8월의 수온범위는 5.0-20.6℃로 점차 높아지고, 수온차는 최고 9.2℃로 큰 편이었다. 수온은 문어의 생태와 관련된 환경요인 중 알의 성숙(Hartwick, 1983), 재생산(Rees and Lumby, 1954; Hernandez-Garcia, et al., 2002) 등에서 특히 밀접한 것으로 알려져 있다. 문어는 여름철에 깊은 수심으로 이동한다고 하며(Mangold, 1983), 문어의 산란은 일본에서 5-7월에 행해진다고 한다(Hartwick, 1983). Hartwick et al.(1981)는 대문어가 일반적으로 수온 7-15℃의 차가운 해역에서 발견된다고 하였다.

따라서, Fig. 8-4의 4-6월의 수온이 일반적으로 어획되는 수온범위에 속하는 것으로 판단되며, 본 연구와 문어통발조사(An and Park, 2005)에서 문어가 봄철에 연안 얕은 수심에서 어획되다가 여름철로 접어들면서 점차 깊은 수심에서 어획되는 것으로 조사되었는데, 이 같은 현상은 여름철의 높은 수온과 일일 수온차의 영향도 있는 것으로 생각된다.

한편, 강릉시 연안 저층에서 조사한 1-8월의 염분 변화는 Fig. 8-5와 같다. 염분은 1-6월에 33.2-33.8%로 대체로 안정적이지만 7-8월에서는 34.2-35.3%

로 6월 이전보다 고염이고 염분차도 많았다. 문어는 20%보다 높은 염분을 요구하는 것으로 알려져 있고(Newman, 1963), 염분은 문어의 치어 생존에 영향을 미친다고 알려져 있다(Hartwick, 1983). Hartwick et al.(1984)은 19-27%의 염분범위에서 문어자원과 양성 상관관계가 있고, 17%이하에서 문어가 사망하게 되는 것으로 보고하고 있다(Hartwick, 1983). 그러나, 본 연구에서의 33.2-35.3%의 염분은 해양의 평균 염분농도 35.3%와 비슷하며, 문어의 서식에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.

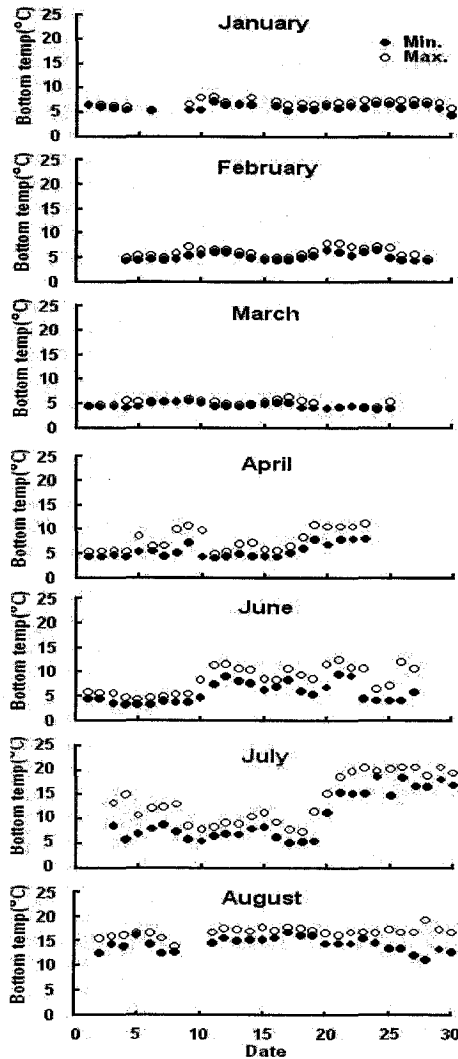


Fig. 8-4. Monthly and daily variation of water bottom temperature in the sea off Gangneung.

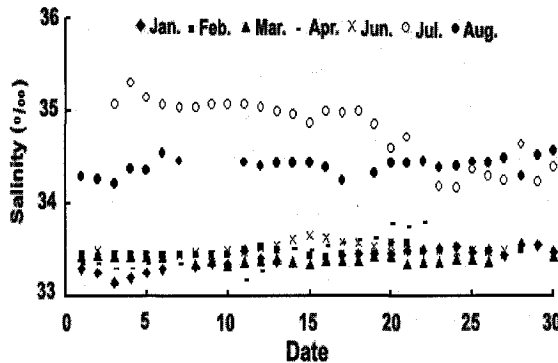


Fig. 8-5. Monthly variation of water bottom salinity in the sea off Gangneung

### 3) 월별 어획량

홀림낚시에 의한 문어의 월별 어획량은 Table 2에 나타내었다. Table 2에서 2003년 3-8월까지 매월 2-5회 시험조업한 결과, 체중 0.18-5.0kg의 문어 5-41마리를 어획하여 총 17회 조업에서 103마리를 어획하였다. 월별 총 어획 마리수는 3월 5마리, 4월 6마리였으며, 이중 1kg 미만의 문어는 3월 4마리(80%), 4월 3마리(50%)로서 주로 2년생 미만의 소형문어가 어획되었다(Hartwick, 1983; Choe et al., 2000). 5-7월에는 매월 2-5회 조업에서 어획된 문어의 개체수는 21-41마리로, 어획 마리수는 다른 월에 비해 상대적으로 많으나 1kg 이상의 개체수는 2-10마리(9.5-26.9%)뿐이었다. 8월에는 3회 조업에서 어획된 1kg이상의 개체수는 총 4마리 중 1마리(25.0%)였다. 조업당 평균 어획 개체수는 3월, 4월 및 8월에 모두 3마리 이하였고, 5-7월에는 8-11마리로 상대적으로 많았다. 또한 낚시 1개당 어획된 문어 체중은 3월, 4월 및 8월이 41.2-52.4g이고, 5-7월이 113.7-229.7g으로 비교적 높았다.

이상의 본 조사기간 동안 어획된 문어의 개체수는 총 103마리였으며, 이중 1kg 미만의 개체수는 79마리로 소형 문어(76.7%)가 대부분이었으며, 5-7월의 문어어획량은 다른 월보다 비교적 많았다. 이와 같은 현상은 통발의 경우에서도 비슷한 경향을 나타내었는데(An and Park, 2005), 6-7월에 어획량이 높았으며, 어획된 문어 중 1kg 미만의 소형문어가 75.9%였다.

Table 8-2. Monthly variations in CPUE of the octopus drift-line fishery in the coastal waters of Gangneung from March to August 2003

Month (2003)	Catch number (Number of oper.)	Body weight (kg)	Total weight (g)	Number of average drift line used	CPUE	
					(Num./oper.)	(g/drift line)
March	5(2)	0.34 - 1.6	3,590	35.5	2.5	50.6
April	6(2)	0.25 - 1.3	4,300	41.0	3.0	52.4
May	26(3)	0.30 - 5.0	25,960	37.7	8.7	229.7
June	21(2)	0.24 - 1.2	10,570	46.5	10.5	113.7
July	41(5)	0.18 - 3.0	34,700	30.4	8.2	228.3
August	4(3)	0.34 - 1.1	2,840	23.0	1.3	41.2
Total	103(17)		81,960			

#### 4) 수심별 어획량

수심에 따른 문어의 어획량은 낚시에 대한 문어의 무게(g/drift line)로 Fig. 8-6에 나타내었다. 문어가 어획된 수심은 16.0-55.0m로였다. 수심 20m 전후에서 어획된 문어의 비율은 47.1 %였고, 수심 30m 전후에서는 17.7%가 어획되었다. 그러나 수심 30m 이상의 해역에서는 전혀 어획되지 않는 경우도 있었다. 수심과 문어어획량(g/drift line)의 상관관계(R)는 0.16 로 낮지만, 대체로 수심이 깊을수록 어획량이 낮은 경향을 나타내었다.

한편, 수심에 따른 문어의 어획 개체수는 Fig 8-7에 나타내었다. Fig. 8-7에서 수심 20-30m에서 어획된 평균 개체수는 9.2마리로 가장 많이 어획되었고, 수심 50-60m에서는 평균 2마리가 어획되었는데, 이들 간에는 유의성이 나타났다( $P < 0.05$ ). 다음으로는 수심 30-40m에서 평균 7.2마리가 어획되었다.

따라서 문어홀릴낚시어업은 수심 40m 이내의 해역에서 조업하는 것이 보다 효율적이라고 생각된다. 그러나 통발의 경우는 수심 40m 이상의 해역에서 어획량이 높게 나타나(An and Park, 2005), 향후 문어를 대상으로 하는 통발과 낚시어업의 조업구역설정 등에 참고가 될 것으로 생각된다.



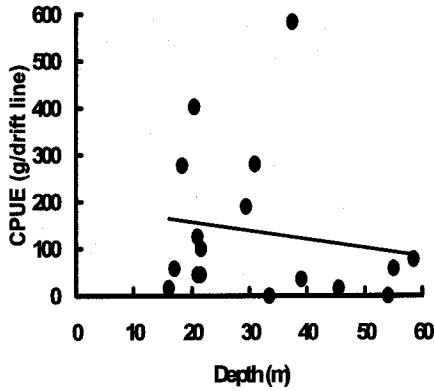


Fig. 8-6. Relationship between octopus wet weight(g) per drift-line and depth.

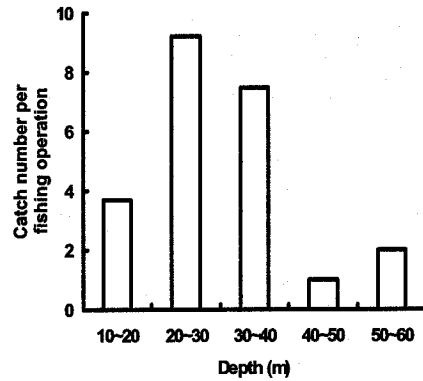


Fig. 8-7. Number of octopuses per fishing operation according to depth.

#### 5) 조업시간별 어획량

어구의 조업시간에 따른 문어의 어획량(g/drift line)은 Fig. 8-8과 같다. 문어 흘림낚시의 조업시간은 3.25-6.25시간이었으며, 이 가운데 가장 많이 어획된 조업시간은 4.67시간(489g/drift line)이었다. 문어의 어획량은 조업시간과의 상관관계(R)에서 0.43로 낮지만, 대체로 조업시간이 길어짐에 따라 증가하는 경향을 나타내었다.

한편, 조업시간에 따른 흘림낚시 1조(30-50)당 평균 어획 마리수는 Fig. 8-9과 같다. 어획 마리수는 조업시간에 따라 증가하는 경향을 보였으며, 조업시간 360-420분에서 14마리로 가장 많았는데 180-240분에서 1마리, 240-300분에서 2마리와는  $P < 0.05$  수준에서 유의한 차이를 나타내었다.

따라서, 문어어획을 위해서는 흘림낚시의 조업시간이 약 6시간이 적당하지만, 통발의 경우는 침지시간이 6-7일이 적당한 것으로 나타나, 조업방법에 의한 적정 조업시간 또는 침지시간의 차이가 크게 나타남을 알 수 있다. 또한 조업방법에 따라 어구의 유실도 통발의 경우가 흘림낚시의 경우보다 많고(An and Park, 2005), 어획 어종도 흘림낚시의 경우는 단일어종을 어획하는 반면, 통발은 37종이었다(An and Park, 2004).

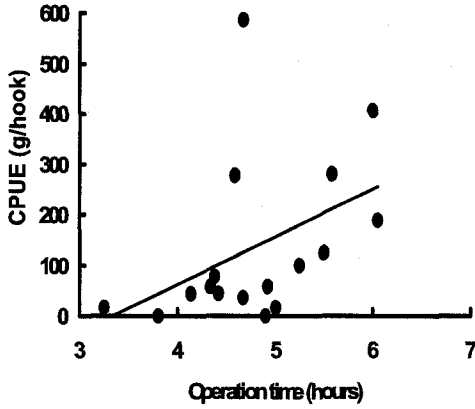


Fig. 8-8. Relationship between octopus wet weight(g) per drift-line and operation time.

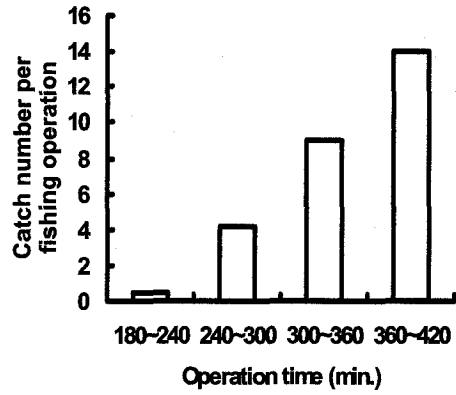


Fig. 8-9. Number of octopuses per fishing operation according to operation time.

#### 다. 결 론

강원도 연안의 주요 어업인 문어홀림낚시어업에 관하여 어구 현황, 어장 환경 및 조업실태를 조사·분석하였다. 어구는 어업인이 직접 제작하고 붓돌로 낚을 사용하며, 미끼는 돼지 비계를 주로 이용한다. 강원도의 연안에서 사용하고 있는 낚시의 무게는 주로 100-550g이며 사용 어구수는 보통 30-50개이다. 강릉시 연안어장의 4-6월 저층수온은 문어가 서식하기 알맞은 3.2-12.4℃이지만 7-8월의 수온은 5.0-20.6℃로 일일 수온차는 최대 9.2℃로 큰 편이었다. 염분은 문어의 서식에 큰 영향을 미치지 않는 33.2-35.3‰로 대체로 안정적이다. 문어의 어획량은 비교적 5-7월에 많았고, 76.7%(79마리)가 1kg 미만의 소형 문어였다. 문어홀림낚시어업은 수심 40m 이내의 해역에서 6시간정도 조업하는 것이 효율적이라고 생각된다.

앞으로 홀림낚시어구는 규격화하고 붓돌에 사용 중인 낚은 친환경 재료로 대체하며, 미끼도 인공미끼로 대체할 필요성이 있다. 또한 문어통발(An and Park, 205)과 홀림낚시에 어획된 문어의 약 76%가 1kg 미만의 소형 문어인 것은 앞으로 체계적인 자원관리의 필요성을 시사하고 있다. 홀림낚시어업이 수심 40m 이내에서, 통발어업은 40m 이상에서 어획량이 많다는 것은 두 업종간의 마찰을 줄이기 위한 제도 개선에 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 생각된다.

## 2. 문어 흘림낚시어구의 붓돌과 미끼개량

### 가. 서론

문어흘림낚시어업은 우리나라의 동해안지역인 강원도와 경북, 울릉도 연안에서 행하여지고 있다. 어구는 낚시를 바다 물속에 가라앉혀 주는 붓돌(추)은 150-550g의 납으로 되어 있으며 미끼는 돼지비계를 낚시에 붙여 사용하고 있고, 강원도지역에 약 860척이 조업하고 있다(안 · 박, 2006). 조업은 척당 30-50개의 독립된 부이와 낚시된 어구를 사용하며, 쫑치유자망과 같이 어구가 유속과 바람에 의해 흘러간다. 어구가 문어 서식지를 지나가면 문어는 낚시위에 있는 먹이를 향해 돌진하여 붙잡게 되고 부이는 정지하게 되므로 어업인은 어획상황을 알게 된다. 그런데 문어서식지가 보통 암반이 있는 곳으로 조업 중에 유실되는 것이 일일 척당 2-3개이므로 연간 3-10톤에 이르게 된다.

납이 어류에 미치는 영향은 성장률과 사료효율의 감소(Kim et al. 2002; Burden et al. 1998; Ahern and Morris, 1999)와 호흡곤란(Sippel et al. 1983)이 있으며, 성어보다는 어린시기에 더 큰 것으로(Little et al. 1993)으로 알려져 있다.

미끼는 돼지비계인데, 돼지비계를 구입한 후 적당한 크기로 잘라서 냉장고에 보관하고 부패방지를 위하여 사용한 미끼는 소금에 절여서 선박에 보관해야 하는 등 번거롭고 불편하다.

한편, 최근어업자원고갈로 지속가능한 어업을 위한 어획노력량 감소, 부수어종을 줄이고 목표어종만 어획하기, 어획에 의한 어장환경피해 최소화라는 환경친화적 어업에 대한 관심과 연구가 진행되고 있지만 친환경어구에 대한 연구는 분해성 그물감(Andrady et al. 1993)외에 비교적 적은 편이다.

따라서 본 연구에서는 어업인의 납 오염노출과 어장의 납 오염을 줄이기 위하여 현재 사용되고 있는 납 붓돌을 친환경 붓돌로 대체함과 동시에 낚시의 크기도 일정하게 하고 미끼는 돼지비계에서 인공미끼로 대체하고자 하였다.

### 나. 환경친화적인 붓돌

문어흘림낚시의 제작은 대부분 어업인이 직접 제작하므로 낚시의 크기와 모양이 다르며, 납을 녹여 제작하므로 납 오염에 노출되어 있다(Fig. 8-10).

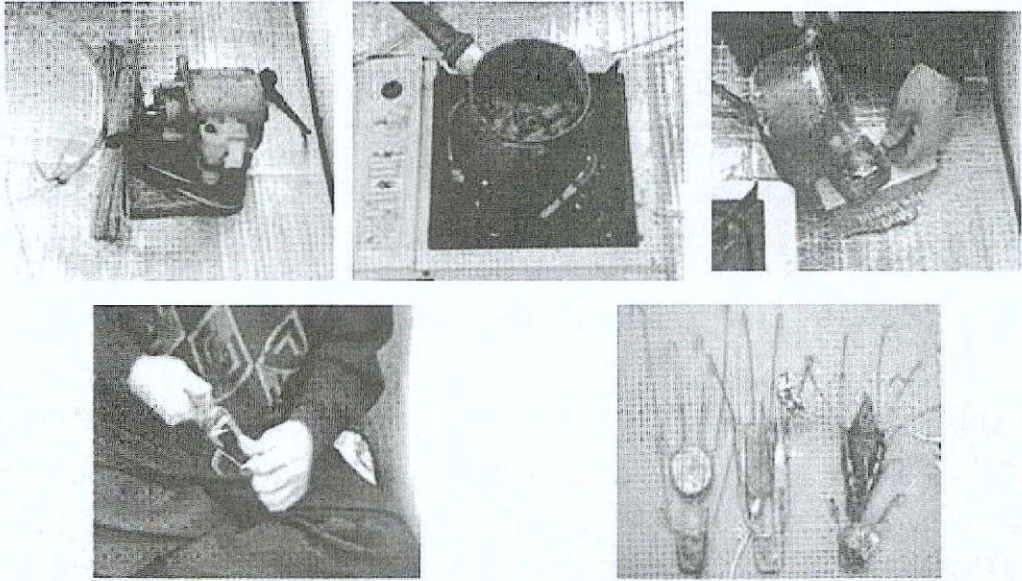


Fig. 8-10. Manufacture process of sinker by fishermen.

기존의 문어홀림낚시는 Fig.8-10과 같이 낚시와 낚 붓들의 형태가 다르다. 이러한 점을 보완하기 위하여 낚싯바늘은 Fig. 8-11와 같이 기계로 직경 1.6mm의 스텐레스 철사를 60cm로 자르고 한쪽 끝을 기계로 끝부분을 날카롭게 갈고 구부려 표준화되도록 제작하였고, 낚 붓들은 철가루, 세라믹, 게르마늄 등의 재료와 시멘트를 사용하여

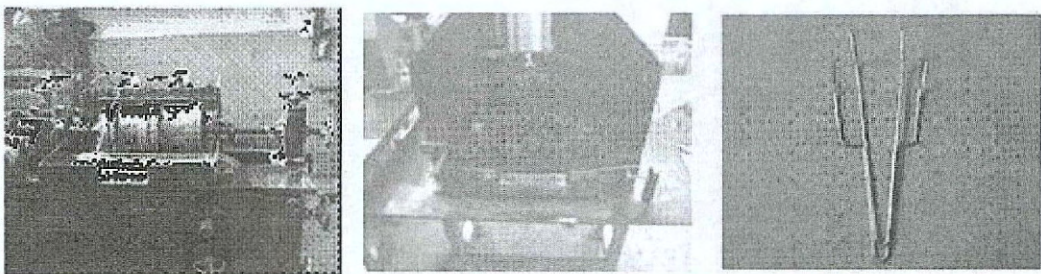


Fig.8-11. Fishhook production by machine.

친환경 붓들을 제작하였다(Fig.8-12). 시멘트는 일반적으로 사용되는 원료를 사용하였고, 팽창제는 세라믹재료들의 점도를 증진시키고, 방수 특성을 부여하고자 사용하였다. 시멘트용 특수 수지는 수화물계 세라믹 재료와 물을 정량적으로 합성하여 혼합할 때 유동성을 높이기 위해 사용하였다.

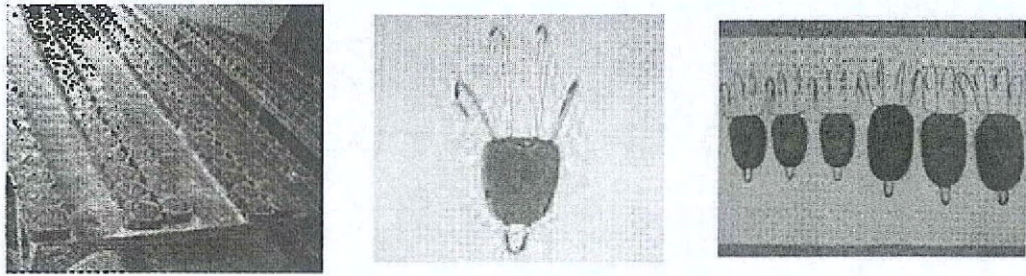


Fig. 8-12. Sinker production with environmentally-safe materials.

#### 다. 인공미끼

문어의 미끼는 갑각류가 가장 좋은 것으로 알려져 있으며(Ambrose, 1982; Boletzky and Hanlon, 1983), 본 연구에서는 기존의 돼지비계에서 갑각류 중 가재형상의 인공미끼를 제작하였다(Fig. 8-13). 인공미끼는 몸체의 상부 중앙 내부에 유인제나 천연미끼를 삽입하기 위해 형성된 삽입구와, 상기 삽입구의 좌우측면으로 유인제의 냄새를 외부로 멀리 퍼지게 하기 위해 형성된 다수개의 유인공을 포함하는 특징을 갖고 있다. 그러나 일정기간사용 후 재질이 변화되는 문제점이 있고 크기도 작은 점이 있어, 이를 앞으로 보완할 필요가 있다.

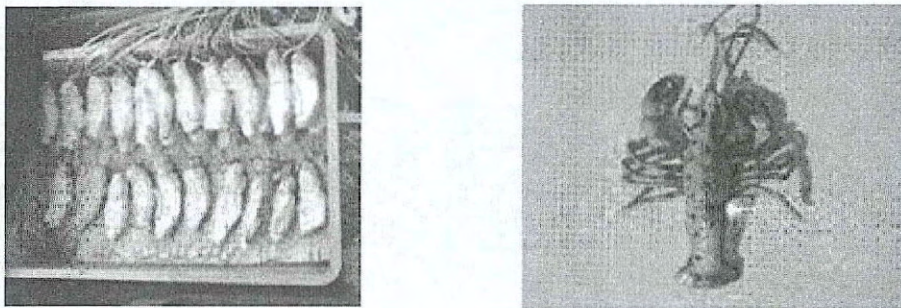


Fig. 8-13. Pig-fat skin and artificial bait for octopus bait.

#### 라. 개량홀림낙시의 보급

개량된 홀림낙시의 효과에 대한 실내 및 현장에서 조사결과, 어업인의 만족도가 높고 친환경어구인 관계로 강원도의 각 시군 어업지원 사업으로 선정되었다. 개량홀림낙시의 보급은 2억원을 지원받아 2005-2006년까지 어업인에게

보급하고 있으며, 어업인의 부담금은 10%이다. 어업인은 Fig.8-14와같이 현장에서 잘 사용되고 있으며, 인공미끼의 경우 개인적으로 구입하는 경우도 있다. 어업인의 개량 흘림낚시에 대한 반응은 상당히 좋으나 기존어구 사용을 억제하기에는 선박척수와 1회 사용수량에 비하여 적당 지원되는 수량이 미흡하다. 유럽선진국은 어업인들이 환경 친화적 어업방법으로 전환할 경우 재정적 및 비재정적으로 지원하는 것과 같이, 개량 흘림낚시의 보급 확대를 통한 어장환경개선과 친환경어업을 할 수 있도록 앞으로도 몇 년간 지속적인 지원사업이 필요하며, 어업인의 의식도 함께 변해야 한다고 생각된다.



Fig. 8-14. Improvedfishing tackle used in fishery.

### 3. 문어 흘림낚시용 인공미끼 개발

#### 가. 서론

문어는 대단히 재주가 많고 임기응변적인 포식자이며(Fiorito and Gherardi, 1999). 갑각류를 보고 공격하기 위한 예리한 시각을 사용하는 시각포식자(Mather, 1993)임과 동시에 촉각에 의한 색이방법(Mather, 1991; Ambrose, 1984)을 사용한다. 문어의 예리한 시각은 색이활동의 길 선택, 포식자에 대한 스캐닝, 물체의 색과 조화를 이루거나 자신의 굴로 되돌아가는 길을 찾는 데 사용한다(Forsythe and Hanlon, 1997).

동물이 자신에 적합한 종류의 먹이를 찾고 최종적으로 그것을 섭취하기까지의 일련의 행동을 採餌行動(foraging behavior)이라 한다(Sawara, 1987). 현장에서 문어의 採餌行動은 먹이에 달려들어 와락 움켜잡기(pounce; Yarnall, 1969), 더듬기(groping; Forsythe and Hanlon, 1997) 등을 행한다. 또한 採餌活動은 보통 이른 아침과 오후 늦게 한 번씩 행하고, 낮 시간에 28%를 행하는 것으로 알려져 있다(Forsythe and Hanlon, 1997).

문어를 포획하는 어구의 미끼로는 서식지에서 이용할 수 있는 복족류, 새우류, 게를 포함하여 약 50종류가 되는 것으로 알려져 있고(Ambrose, 1982, 1984), 그 중에서도 문어가 가장 선호하는 먹이는 갑각류로 현장조사에서 밝혀졌다(Ambrose, 1982; Boletzky and Hanlon, 1983; Smale and Buchan, 1981). 일본 통발어업의 문어 어획용 미끼는 명태, 게, 붕장어, 곰치, 고동, 놀래기, 고등어 등 다양하게 사용되고 있다(Takeuchi, 1981). 그러나 우리나라에서는 문어 흘림낚시의 미끼로 여러 가지 생선 미끼를 사용한 경우도 있으나 미끼 비용, 취급상의 문제 등으로 오늘날 대부분 돼지비계를 사용하고 있는 실정이다. 이와 같이 돼지비계는 생선미끼의 수급, 가격 및 보존성을 보완하며, 시각이 뛰어난 문어의 호기심을 유발하는 흰색과 어느 정도 감축의 특성을 지니고 있다. 그러나 돼지비계 미끼를 문어 흘림낚시용 미끼로 사용하기 위해서는 구입한 후 적당한 크기로 잘라서 냉장고에 보관하고, 사용한 미끼를 다시 사용하기 위하여 소금에 절여 선박에 보관해야 하는 등 취급과 보관상 불편하다. 돼지비계를 붓들에 부착한 후 처음 어장에 투승했을 때 수면에 많은 기름띠를 형성하고, 또한 문어가 돼지비계를 먹은 경우 그 배설로 인하여 수면이 뿌옇게 되는데, 이러한 불편함을 줄이는 방안은 인공미끼로 대체하는 것이다. 인공미끼는 일반적으로 유어낚시에 많이 사용되어 왔다. 인공미끼는 대상어가 좋아하는 천연미끼와 시각, 후각, 미각적으로 비슷하고 어획효과와

취급에 있어서 우수해야 한다. 문어의 경우 감각기관 중 시각이 상대적으로 뛰어나므로 이를 효과적으로 이용할 필요가 있다. 실제 문어 흘림낚시에는 낚시 상단의 줄에 면 색깔이 빨강과 흰색으로 된 비닐을 부착하여 시각효과를 높이고 있다.

한편, 어업인은 돼지비계 미끼가 수질에 미치는 악영향이 많을 것으로 생각하고 있는데, 이에 대한 조사와 문어흘림낚시의 붓돌을 낚 붓돌에서 친환경 물질로 개발하면서 미끼부분도 개선할 필요가 있었다.

따라서, 본 연구에서는 가재 모양의 모형화한 인공미끼를 문어 흘림낚시의 친환경 붓돌용으로 제작하여 실험실과 현장에서 돼지비계 미끼와의 비교 조사한 결과를 분석·검토하여 어업에 실용화 방안을 제시 하였으며, 또한 인공미끼 내에 넣을 재료에 수질조사 결과도 보고하고자 한다.

## 나. 재료 및 방법

### 1) 인공미끼 제작

인공미끼는 오징어 채낚기 외에 유어 낚시에 많이 사용되고 있는데, 일본의 문어 유어 낚시에는 게 모양의 인공미끼가 이용되고 있고, 어업용으로는 북해도 稚内지역의 페트병을 이용한 속임미끼가 있다. 본 연구에서는 朝日新聞社の 동물들의 지구 65(Ookilyou, 1993)에서 문어가 갑각류인 가재를 포획하는 것을 참고로 하여 가재 모양의 인공미끼를 제작하고 인공미끼 상부 중앙 내부에 유인제나 생선미끼를 삽입할 수 있도록 하였고, 유인제의 냄새를 외부로 멀리 퍼지게 하기 위하여 몸체에 구멍을 만들었다(Fig. 8-15). 인공미끼의 색깔은 붉은 색이며, 체장이 10.5cm 이고, 무게는 29.0g이다.

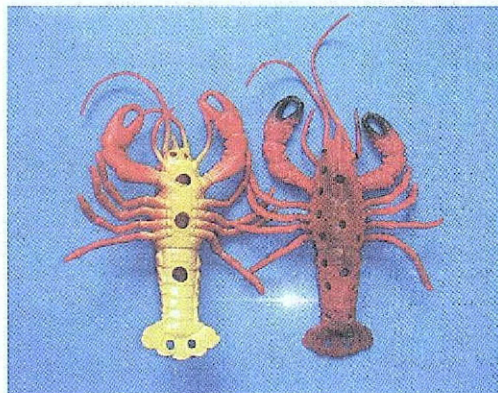


Fig. 8-15. Artificial bait for octopus fishing.



## 2) 수조실험

수조실험에 사용한 실험어는 통발로 어획한 체중 440-1,800g의 문어 *Paroctopus dofleini* 55마리를 사용하였는데, 이들은 수조에서 15일 이상 적응된 후에 실험에 사용되었다. 실험은 2004년 7-11월의 46일간에 걸쳐서 강원도립대학 어군행동학 실험실에 행하였다.

실험수조(Fig. 8-16)는 PVC 청색 원형수조( $\varnothing 200\text{cm}$ , 2,089 l)이며, 수심은 60cm로 유지하였다. 실험수조 내의 한쪽에는 문어 흘림낚시의 어법을 고려하여 미끼 상하운동 장치를 제작하여 설치하였고, 반대쪽에는 문어의 수조에 대한 적응을 위하여 PVC 사각통(문어 적응통,  $30 \times 30 \times 40\text{cm}$ )을 설치하였다. 미끼 상하운동장치(Fig. 8-16)는 현장에서 낚시가 유속에 의해 이동하므로, 이를 고려하여 길이 60cm 가로막대의 양쪽 끝에 줄로 문어낚시를 매달고 실험용 미끼를 좌우에 부착하였으며, 상하운동 주기는 33회/분이었다.

실험용 미끼는 인공미끼와 돼지비계, 인공미끼에 냉동 오징어를 넣은 것과 인공미끼에 돼지비계를 넣은 경우, 인공미끼에 냉동 오징어를 넣은 것과 인공미끼에 어묵을 넣은 3가지 경우이며, 좌우 위치 교환은 수시로 하였다.

실험 순서는 다음과 같다. 1. 녹화장치를 작동시킨다. 2. 사육수조에 있는 문어 1마리를 선택하여 실험수조의 적응통에 넣는다. 단, 문어는 약 1주일 이내에 동일한 문어의 사용을 금지한다. 4. 상하운동장치는 미끼를 장착한 후 작동시키고, 문어가 최초 먹이를 붙잡을 때 정지시킨다. 5. 문어가 미끼에 최초 안착하는 시각부터 60분간 녹화한 후 실험을 종료한다. 실험횟수는 실험 조건별로 20회 반복실험을 행하였다.

미끼에 대한 문어의 행동을 촬영하기 위한 CCD 카메라(SHC-721NH)는 수상 130cm에 설치하여 미끼가 있는 곳을 향하도록 하였고, 촬영된 영상의 기록과 분석은 녹화장치(Kodicom, Diginet-44216NK-L)로 행하였다.

수질유지를 위하여 순환식 여과장치를 가동시켰으며, 실험수온은 및 사육수온은 냉각기를 이용하여  $12 \pm 1^\circ\text{C}$ 로 유지하였다. 수조 내의 수중 밝기는 수중조도계(Minolta T-10WL)로 측정하였는데, 미끼가 설치되는 바닥으로부터 19cm 위치에서 10.5-13.5 lx였다.

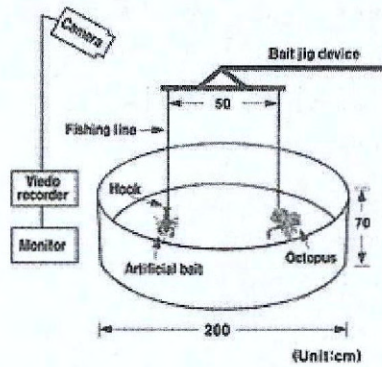


Fig. 8-16. A schematic diagram of the apparatus for recording the octopus behaviour toward bait.

### 3) 현장실험

현장실험은 2006년 4-5월, 강원도 강릉 연안의 수심 30m 이내에서 조업선 2척, 만선호(1.22톤), 일호호(0.73톤)을 이용하여 총 41회 조사하였다(Fig. 8-17). 문어 흘림낚시의 붓들의 경우, 만선호(A)는 친환경 개량붓들로 사용하였으며, 일호호(B)는 기존 낚 붓들을 하였다. 조업시간과 방법 등에 관해서는 An and Park(2006)의 경우와 같다. 1회 사용 어구 수는 20-30개이며, 미끼는 2중으로 인공미끼와 기존 미끼인 돼지비계를 각각 동일한 개수로 사용하였고 인공미끼 내에 넣는 것은 돼지비계로 하였다.

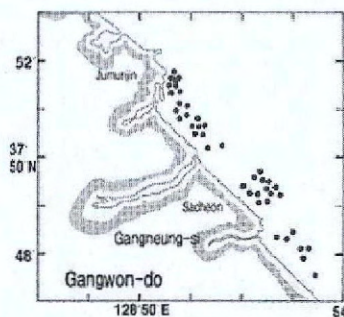
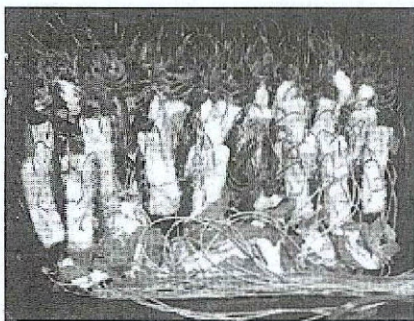


Fig. 8-17. Experimental bait and fishing position of octopus drift-line.

### 4) 인공미끼 내에 넣는 미끼에 대한 수질조사

인공미끼 내에 넣는 것은 어업인이 구하기 쉽고, 값이 저렴하고 취급하기 쉬운

것을 고려하여 돼지비계, 냉동 오징어 및 어묵의 3가지를 선정하였다. 이들에 대한 수질조사는 겨울(11.9-12.23)에 강원도립대학 환경시스템과에서 돼지비계, 냉동오징어 및 어묵을 각각 해수수조(35×28.5×33.5cm, 10 l)에 넣고 일정한 시간경과 후에 실시하였다. 조사 항목은 해양환경수질의 일반 항목인 수온, 염분(YSI, Model 85), pH(ORION, 920A), DO(YSI, Model 85), 화학적 산소요구량(COD), 총 질소(T-N), 총 인(T-P)의 7가지였다. 분석방법은 화학적 산소요구량의 경우 알칼리성 과망간산칼륨법, 총 질소의 경우는 수질오염공정시험법의 자외선 흡광광도법, 총 인의 경우는 수질오염공정시험법의 아스코르빈산환원법으로 행하였다. 돼지비계는 현장에서 문어 흘림낚시용으로 사용하는 것과 비슷한 크기이며, 무게는 약 50g이었다. 인공미끼에 넣는 어묵과 냉동 오징어의 무게는 약 10g이었다. 냉동 오징어와 어묵에 대한 수질변화조사는 측정기의 측정값을 고려하여 냉동오징어와 어묵을 한번에 각각 5개의 인공미끼에 넣고 수조에 4시간 경과 후 채수하여 측정하였다. 침지된 돼지비계는 조업현장에서 사용한 돼지비계를 소금에 절인 후 어창에 보관하는 점을 고려하여 다음 날 실험하기 전까지 어민과 동일한 방법으로 굵은 소금으로 절인 후 서늘한 곳에 보관하였다. 미끼의 침지시간은 실제 조업시간을 고려하여 하루에 한번 약 4시간으로 하였다.

## 다. 결 과

### 1) 수조실험

#### 가) 행동 패턴

미끼에 대한 문어의 행동 패턴은 Forsythe and Hanlon(1997)과 같이 다음의 4가지로 분류하였다. 가) 돌진(Pouncing)은 순간적으로 미끼를 향하여 온몸(8개의 팔)으로 미끼를 잡는 경우이고, 나) 천천히 접근(Groping)은 미끼를 향하여 천천히 다가가서 팔(1개 이상)로써 미끼를 먼저 잡는 경우이고, 다) 체류(Sitting)는 하나의 미끼에 30분 이상 계속해서 앉아 있는 상태이며, 라) 이동(moving)은 하나의 미끼에 30분미만 앉아 있다가 다른 미끼를 잡거나 이리저리 다니는 경우이다.

미끼에 대한 문어의 행동은 Fig. 8-18와 같이 문어는 인공미끼와 돼지비계의 조건에서 돌진하는 경우와 체류하는 경우가 30%로 비교적 많았고, 미끼에 30분 이상 앉아 있는 경우가 30%로 30분미만 짧게 앉은 경우 20%보다 많았다. 인공미끼에 냉동 오징어를 넣은 것과 돼지비계를 넣은 경우에서는 미끼에 돌진으로 접근하는 경우가 50.8%로 월등히 많았고, 다음은 체류하는 경우가 37.5%로 많았으며, 이동하는 경우는 12.5%로 적었고 접근하는 경우는 없었다. 인공미끼에 냉동 오징어를 넣은 것과 어묵을 넣은 경우에서는 돌진하는 경우와 체류하는 경우가 비교적 많았고, 접근하는 경우와 이동하는 경우는 16.7%이하로 적었다.

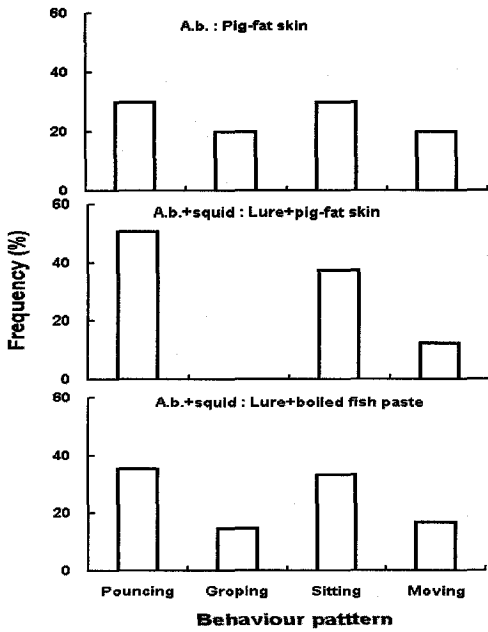


Fig. 8-18. Percentage of frequency of four behavioral types while foraging related to bait conditions.

\* A.b.: Artificial bait

나) 미끼에 머무르는 시간과 빈도

미끼별 문어가 머무르는 시간은 Fig. 8-19와 같이 인공미끼와 돼지비계의 조건에서 돼지비계에서는 25.1%에 불과한 데 반해, 인공미끼(63.7%)에서 길었다. 인공미끼에 냉동 오징어를 넣은 것과 돼지비계를 넣은 경우에는 냉동 오징어를 넣은 인공미끼(48.8%)가 돼지비계를 넣은 경우(36.9%)보다 길었다. 또한 인공미끼에 냉동오징어를 넣은 것과 어묵을 넣은 경우에서도 냉동 오징어(44.6%)의 경우가 어묵(21.2%)의 경우보다 길었으며, 전반적으로 인공미끼의 효과가 우수하고 인공미끼에 냉동 오징어를 넣은 경우가 보다 효과적이었다.

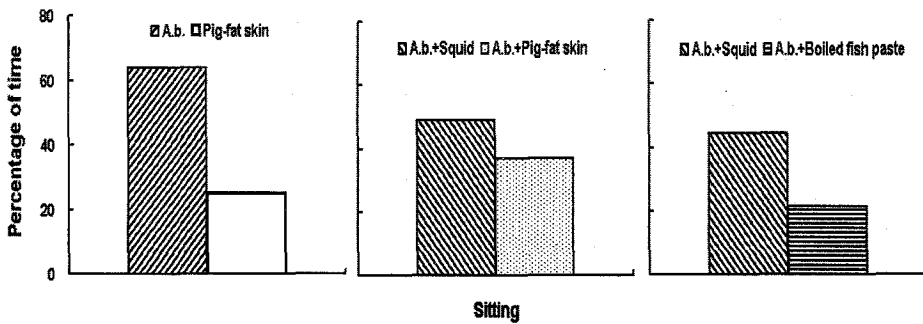


Fig. 8-19. Percentage of sitting time related to bait.

\*A.b.: Artificial bait

미끼에 머무는 빈도는 Fig. 8-20과 같이 인공미끼와 돼지비계 미끼의 조건에서 인공미끼에 체류하는 경우(총 17회)가 돼지비계의 경우(총 3회)보다 5배 이상 많았는데, 그 중 60분 이상의 경우가 11회로 가장 많았고, 다음은 10-20분의 경우(3회)였다. 인공미끼에 냉동 오징어를 넣은 것과 돼지비계를 넣은 경우에는 인공미끼에 냉동 오징어를 넣은 것에 체류하는 경우(총 18회)가 돼지비계의 경우(총 6회)보다 3배나 많았는데, 그 중 60분 이상의 경우가 10회로 가장 많았고, 다음은 0-10분의 경우(4회)였다. 인공미끼에 냉동 오징어를 넣은 것과 어묵을 넣은 경우에는 인공미끼에 냉동 오징어를 넣은 것에 체류하는 경우(총 17회)가 어묵의 경우(총 7회)보다 2배 이상 많았으며, 60분 이상의 경우가 6회였고, 다음은 10-20분의 경우(4회)였다.

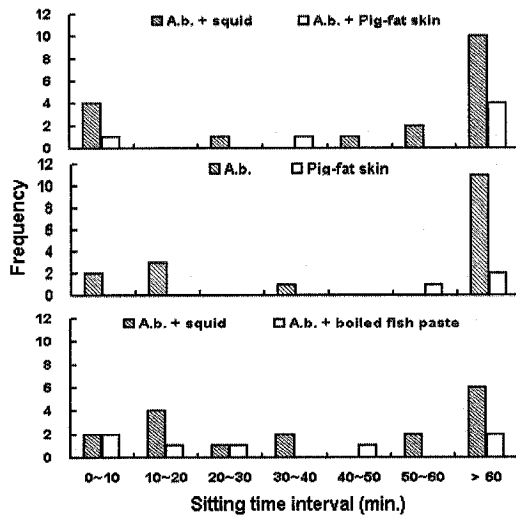


Fig. 8-20. Frequency distribution of the sitting time on bait in relation to combination of baits.

\*A.b.: Artificial bait

## 2) 현장실험

현장실험에서 문어는 A어선에서 총 93마리, B어선에서 총 145마리를 어획하였다. 문어의 체중은 모두 9kg 이하인데, 2kg 이하의 문어는 A어선에서 94.6%, B어선에서 95.2%로 대부분 소형 문어였다. 미끼별 어획 비교(Fig. 8-21)에서는 두 어선 모두 인공미끼를 이용한 경우가 돼지비계보다 어획량에서 약간 높았는데( $p < 0.05$ ), A어선의 경우 돼지비계에서 37마리 어획하였으나 인공미끼에서 56마리를 어획하였고, B어선의 경우 돼지비계에서 50마리 어획하였으나 인공미끼에서 95마리를 어획하였다.

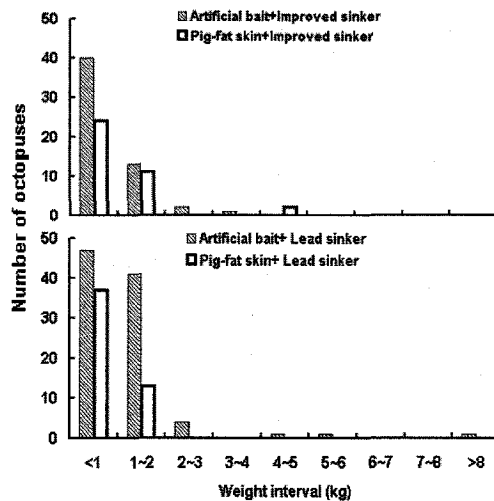


Fig. 8-21. Number of octopuses caught by different fishing gear in each weight interval.

## 3) 인공미끼 안에 넣는 미끼에 대한 수질

수질조사 기간 동안 수온은 3.0~7.0°C 범위로 계절적 요인으로 낮았으며, 4시간 간격으로 조사된 용존산소는 실험 전 7.19~8.93mg/L, 실험 후 5.22~8.77mg/L였고, 낮은 온도의 영향으로 높게 나타났다. 한편, 염분은 실험 전 30.5~32.6‰, 실험 후 32.0~32.8‰로 큰 변화가 없었으며, 수소이온농도(pH)는 실험 전 7.27~8.01, 실험 후 7.55~7.77로 나타났다.

화학적 산소요구량(COD)은 냉동 오징어(0.57mg/g)가 가장 높고, 어묵(0.18mg/g), 돼지비계(0.10mg/g) 순으로 낮았다. 총질소(T-N)는 COD의 경우와 달리 돼지비계

(0.006mg/g)가 가장 높고 어묵(0.005mg/g), 냉동오징어(0.002mg/g)순이었다. 총인(T-P)은 COD의 경우와 같이 냉동 오징어(0.02mg/g)가 가장 높고, 어묵(0.012mg/g), 돼지 비계(0.006mg/g) 순이었다(Table 8-3).

따라서 침지시간에 따른 COD, T-N, T-P의 농도로부터, 인공미끼에 넣는 어묵과 오징어의 경우보다 돼지비계가 해수수질에 미치는 영향이 크다고 할 수 없다. 그러나 조사기간이 겨울철로 수온이 낮았고 돼지비계의 경우 사용 후 소금에 절이고, 어묵의 경우는 여러 가지로 혼합 가공한 것으로 부패진행 속도가 느린 것으로 생각된다. 한편, 오징어는 선도유지가 어렵고, 오징어와 같은 어패류의 사후변화는 해양에서 자연적으로 발생하고 있으므로 문제되지 않는다.

Table 8-3. Comparison of water quality by three different baits inserting to artificial bait

Items	COD(mg/g)	T-N(mg/g)	T-P(mg/g)
Pig fat-skin	0.10	0.006	0.006
Boiled fish paste	0.18	0.005	0.012
Squid	0.57	0.002	0.019

## 라. 고 찰

낚시어업에서는 인공미끼를 이용하는 경우가 많은데, 이것은 어류의 형태 시각과 어류가 움직이는 것에 예민하게 반응하는 운동시각을 함께 이용하여 어획 효과를 높이기 위한 것이다(Inoue, 1978). 인공미끼를 이용하는 대표적인 민물용 루어낚시에는 플라이낚시와 견지낚시가 있고, 바다용으로는 오징어채 낚시와 끝낚시 등이 있다. 인공미끼는 먹이의 모양을 정교하게 모방하는 것과 모양보다는 동작에 중점을 두어서 먹이의 모습을 상당히 변형시키는 경우도 있다(Inoue, 1978). 인공미끼의 크기와 움직임의 속도는 포식자의 반응에 중요하게 영향을 미치는데, Ogura(1975)는 인공미끼를 천천히 움직였을 경우 놀래기과 어류의 섭이율이 높다고 보고하고 있다. 본 연구의 흘림낚시도 조업에서 미끼의 움직임이 어획 효과에 중요하게 미치는 것으로 생각되어 본 수조실험에서도 상하운동을 분당 33회씩 시켰다. 문어 유어 낚시용 인공미끼

는 일본에서 게 모양으로 제작하여 판매하고 있지만 가격이 비싸고 어획효과는 알 수 없다. 일반적으로 인공미끼는 시각효과만을 고려하였지만, 본 연구에서는 미각과 후각을 동시에 활용할 수 있도록 인공미끼 안에 임의의 신선한 미끼를 넣을 수 있도록 하였다(Fig. 8-10).

미끼의 크기는 어획 효율과 어획 선택성에 중대한 영향 (Løkkeborg and Bjordal, 1992). Løkkeborg and Bjordal(1995)을 미치는 것으로 알려져 있으므로 어획체장 선택성을 향상시키기 위하여 낚시 몸체에 플라스틱 물체를 부착하여 미끼가 시각적으로 크게 보이도록 하였다. Hughes(1980)는 한 어종에서 먹이 크기가 커지면 포식자의 체장도 커진다고 하였고, Vincent et al.(1988)도 먹이가 크면 큰 문어가 어획된다고 하였다. 어업인은 지역에 따라 붓들의 크기가 다르므로 현재의 인공미끼(Fig. 8-10)가 상대적으로 작기 때문에 더 큰 인공미끼를 요구하고 있다. 그러나 현재는 비용문제로 제작하기 어렵지만 인공미끼의 크기와 모양의 다양화 등은 앞으로의 과제라고 생각된다. 현재 우리나라에서는 문어의 자원보호를 위해서 300g 미만의 소형문어에 대하여 어획을 제한하고 있는데, 이를 효과적으로 준수하도록 하는 방법으로 어업인에게 제공되는 인공미끼의 크기를 이용하면 어획선택성을 높일 수 있을 것으로 생각된다. 또한, 인공미끼를 저렴한 친환경 재료로 제작하는 것이 앞으로의 과제라고 생각된다.

미끼에 대한 문어의 행동에 관하여 Forsythe and Hanlon(1997)는 낮 시간에 약 28%의 색이활동을 하는데, 이른 오전과 늦은 오후에 각각 한번 있지만 매일 다른 지역에서 행한다고 하였다. Mather(1988)는 색이활동의 비율이 낮 시간에 약 24% 차지하며, 가장 활동적인 시간대는 0800-1000라고 하였다. 본 연구의 수조실험시간에서는 색이활동 시간대를 준수하지 않았지만, 현장실험에서는 새벽에 출항하여 오전 11시경에 입항하여 가장 색이활동이 활발한 시간대에 행하였고, 보통 어업인이 색이활동 시간대에 조업함을 알 수 있었다. Forsythe and Hanlon(1997)는 현장에서 문어의 색이행동 관찰에서 물갈퀴를 보일 정도로 다리를 크게 벌렸다가 대상물을 습격하는 경우, 긴 다리로 더듬어가면서 천천히 대상물로 접근하는 경우, 이동은 보통 기어가지만 먼 거리를 이동할 때는 유영한다고 하였다. 본 현장실험에서는 알 수 없었지만 수조실험(Fig. 8-13)에서는 Forsythe and Hanlon(1997)의 문어의 색이행동과 유사한 행동을 하였다.

일반적으로 수산물이 육상동물보다 부패, 변질되기 쉬운 것으로 알려져 있다. 인공미끼 안에 넣은 냉동 오징어가 화학적산소요구량이 가장 높았는데, 이는 먹이의 분해 속도가 해수 중에서 염장된 돼지비계보다 빠르게 진행되어



나타난 것으로 생각된다(Table 8-3). 따라서 현재 문어 미끼로 사용하는 돼지 비계가 인공미끼에 넣은 어묵과 냉동 오징어의 경우보다 해수수질에 미치는 영향이 적지만 돼지비계 미끼의 관리가 어려운 관계를 고려하여 냉동 오징어를 사용하는 것이 좋을 것으로 생각된다. 어업인이 오징어를 사용하는 비용이 돼지비계의 경우와 비슷하고 취급이 쉬워야 하는데, 본 실험에서 사용한 냉동 오징어보다 오징어 가공시 부산물을 이용하면 더욱 효과적일 수 있을 것이다. 일반적으로 오징어 미끼는 마설가자미를 대상으로 한 실험(Stomer, 2003; Kaimmer, 1999)과 다랑어 주낙(Januma et al, 2003)에도 사용되고 있다. 본 연구의 결과에서도(Fig. 8-20) 인공미끼에 오징어를 넣을 경우가 문어를 어획하는데 효과적인 것으로 나타났다. 앞으로 현장실험에서 인공미끼에 오징어를 넣은 경우와 돼지비계를 넣은 경우와의 비교실험도 필요하다.

한편, 문어는 다양한 먹이를 먹는 잡식성으로서 현재 돼지비계로 어획하고 있지만, 지역에 따라서는 경남 사천의 붕장어, 일본 북해도의 페트병에 폴리늄 반사단열재 등을 이용하고 있는데, 이는 공통점으로 흰색 계통으로써 단순히 먹이보다는 문어의 호기심 자극을 유발하는 효과가 클 것으로 생각된다. 그렇지만 현장실험에서 빨강색의 인공미끼를 이용한 경우가 돼지 비계미끼의 경우보다 어획량이 많으며, 큰 문어가 어획되었다. 이는 보통 먹어보았던 갑각류 계통의 가재가 돼지비계보다 더 먹이로써 효과가 크기 때문이라고 생각된다. 현재 문어 어획용 가재 인공미끼는 강원도를 중심으로 돼지비계 대체용으로 어업 현장에 보급되어 사용 중에 있다(Fig. 8-22). 앞으로 가재 인공미끼는 조업 수심이 깊은 곳에서나, 새벽 조업시를 대비하여 야광 미끼로 만들면 보다 효과적일 것으로 생각된다.

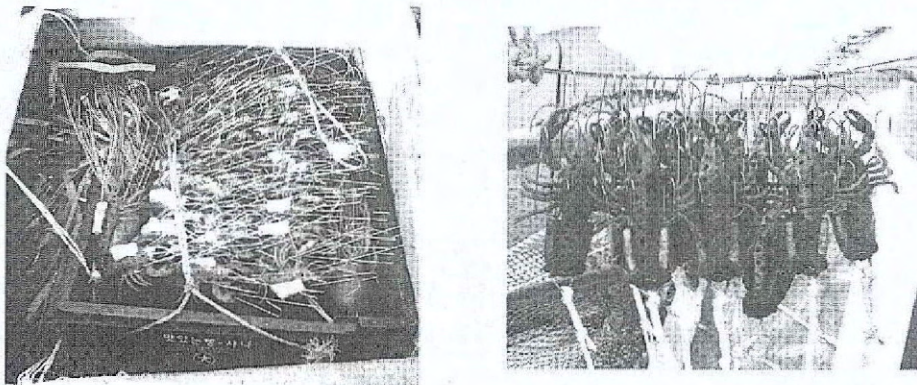


Fig. 8-22. Artificial bait is used in the field of fishing.

## 마. 결 론

문어 홀림뉘시의 미끼로 사용되고 있는 돼지비계를 대체할 수 있는 가재 모양의 인공미끼를 제작하였다. 인공미끼의 상부 중앙 내부에는 일반 미끼를 삽입할 수 있도록 하였고, 일반미끼의 냄새를 확산하기 위하여 몸체에 구멍을 뚫었다. 인공미끼의 효과를 확인하기 위하여 실험실에서의 문어 행동반응과 현장에서의 문어 어획량 조사를 실시하였고 인공미끼 내에 삽입한 미끼에 대한 수질조사도 행하였다.

인공미끼는 붉은색이며, 체장이 10.5cm이고, 무게는 29g이다. 실험실에서의 미끼에 대한 문어의 행동은 미끼를 향해 돌진하여 접근하는 경우가 30% 이상으로 비교적 많았다. 미끼별 문어가 머무르는 시간은 인공미끼(63.7%)인 경우가 돼지비계(25.1%)보다 길었으며, 인공미끼에 냉동 오징어(48.8%, 44.6%)를 넣은 것이 돼지비계(36.9%) 또는 어묵(21.2%)을 넣은 경우보다 길었다. 미끼에 머무는 빈도는 인공미끼(총 17회)가 돼지비계(총3회)보다 많았고, 인공미끼에 냉동 오징어를 넣은 경우가 돼지비계 또는 어묵을 넣은 경우보다 많았다. 이와 같은 현상은 문어가 인공미끼를 선호하며, 인공미끼 안에 오징어를 넣는 것이 보다 효과적인 것으로 판단된다.

현장실험에서의 문어어획량은 인공미끼를 사용한 경우가 돼지비계보다 약간 높았는데(  $p < 0.05$  ), A어선의 경우 돼지비계에서 37마리 어획하였으나 인공미끼에서 56마리를 어획하였고, B어선의 경우 돼지비계에서 50마리 어획하였으나 인공미끼에서 95마리를 어획하였다.

미끼에 대한 수질로서, 화학적 산소요구량(COD)과 총인(T-P)은 돼지비계(0.10mg/g)가 낮았고 총질소(T-N)는 냉동 오징어(0.002mg/g)가 가장 낮았으나 이들의 수치는 수질에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판단되었다.

본 연구에서 제작한 인공미끼는 어업 현장에서 인공미끼 안에 소량의 돼지비계, 오징어 등을 넣고 실용적으로 사용되고 있다. 그러나 인공미끼의 실용화를 더욱 확대하기 위해서 크기와 친환경 재질 향상 및 야광화에 대한 실험이 수행되어야 할 것이다.

## 제 9 절 어구 실용화

### 1. 문어 흘림낚시어구의 보급

#### 가. 개량된 문어낚시어구에 대한 홍보

새로 제작된 문어흘림낚시와 관련하여 각지역의 어업인 및 동해지방해운항만청 수산관리과 과장과 담당직원에게 개발품에 대한 설명과 홍보를 하였으며, 강원도 연승어업인 워크숍(2006.10.17)에서도 발표를 한 바 있다(Fig. 9-1).



Fig. 9-1. Presentation on the improved fishing gear for popularization at each region in Gangwon-do.

#### 1) 홍보용 카다로그 제작

문어낚시와 관련하여 홍보용 카다로그(Fig. 9-2)를 제작하여 수산관련 기관과 어업인에게 홍보함으로써 본 연구결과를 실용화에 기여하도록 하였다.

#### 2) 교육용으로 전시

본 대학 학과 교실에 연구수행 중에 수집한 문어관련 낚시제품과 자망발들, 개발제품화된 것을 함께 교육용으로 전시함으로써 교육효과도 기대할 수 있다(Fig. 9-3).

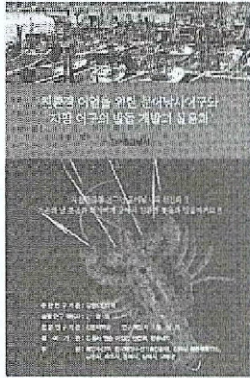


Fig. 9-2. Promotional brochure for of octopus drift-line.

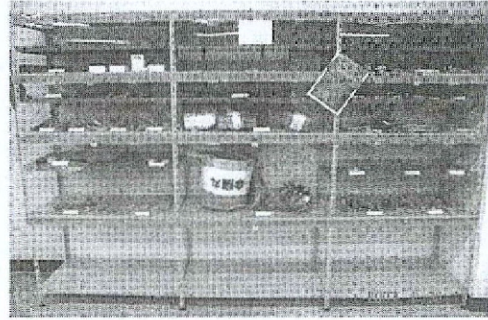


Fig. 9-3. Exhibition of the research results in lecture room.

## 나. 개량된 문어낚시어구의 보급

### 1) 강원도연안 각시군의 반응

강원도 고성에서 삼척지역까지의 문어 흘림낚시 어업인들은 환경친화적인 붓들과 인공미끼(가짜미끼)에 대한 높은 관심과 구입의사가 있었다. 사용자인 어업인은 인공미끼의 크기와 붓들의 모양과 무게에 대한 다양한 요구를 하였다.

강원도 환동해출장소와 각 시군의 지원사업으로 선정되어(Fig. 9-4) 붓들과 인공미끼를 보급 한 바 있으며, 인공미끼의 경우는 더욱 큰 미끼를 요구하면서 개인별로 구입하는 사례도 있었다. 보급된 문어낚시어구는 현장에서 어업인 스스로 낚시바늘의 모양, 인공미끼이용 등 약간의 변화를 주면서 활용하고 있다. 그러나 조업시기별 사용하는 붓들의 무게가 다르고, 1회 조업시 사용량(30-50개)과 유실되는 것 등을 고려하면 한 척당 보급되는 양이 너무 적기 때문에 어업인들의 요구에 부응하지 못하는 실정에 있다. 현재 해양수산부의 생분해성그물 보급을 위한 어업인에 대한 지원사업과 같이 앞으로 국가 차원에서 지원사업을 행하여야 할 것으로 생각된다. 강원도 이외에 경북지방의 문어낚시관련 어업인은 스스로 해양오염을 고려하여 현재의 낚 붓들과 돼지비계사용을 억제하고 친환경붓들과 인공미끼를 사용하기를 희망하고 있다.

“교육진흥의 창조적 일류도읍”  
강원도원동해출장소

수신자 수신자 갑조  
(경유)

제목 2006년도 문어연승용봉출제지역사업 보조금 교부결정 통보

1. 강릉시 해양수산과-6902(2006.07.31)호, 동해시 해양수산과-3685(2006.07.26)호, 속초시 해양수산과-535(2006.07.27)호, 삼척시 해양수산과-4278(2006.07.27)호, 고성군 해양수산과-5959(2006.07.20)호와 관련입니다.

2. 관련 요에 따라 2006년도 문어연승용봉출제지역사업 예비 보조금교부신청에 대하여 보조금의 예산및관리예규한령 및 강원도보조금관리조례 제6조에 의거 아래와 같이 결정 하였습니다 양견드리니 사일추진 및 자금집행에 철저를 기하시기를 바랍니다.

- 가. 사 명 명 : 2006년도 문어연승용봉출제지역
- 나. 교 부 지 : 강릉시강 44명
- 다. 사 명 비 : 금145,000,000원(금일역사천오역만원)  
- 동해 : 58,000,000 원 서문비 : 72,500,000 원 서문비 : 14,500,000
- 라. 보조금교부액 : 금50,000,000원(금오천팔백만원)
- 마. 예산과목 : 농수산개발비, 해양수산진흥, 해양개발, 자체사업, 403-01

붙임 : 보조금교부결정내역 및 결정서 1부, 2.

강원도원동해출장소



수신자 강릉시청(해양수산과), 동해시청(해양수산과), 속초시청(해양수산과), 삼척시청(해양수산과), 고성군수 (해양수산과)  
(상당수신지점)

지용신사기 박육기 지용수신사기 9/27/06 해양수산과 이우현 관공서담당관 2006.07.27

발조자 강원도원동해출장소 지용수신사기 9/27/06

시청 해양수산과-829 (225.01.02.) 215 / www.proria.gangwon.go.kr  
우 210-301 강원도 강릉시 주문진읍 교항리 116-1 / nobbi-pff@mail.net / 글개  
전화 033-981-1325 전보 600-898

“문화가 살아 숨쉬는 강릉시”



강릉시



수신자 강릉시수산업협동조합장  
(경유)

제목 문어연승이구 봉출제지역 지원사업 간접보조사업과 선정사업 통보

1. 지원사업비 지원 8235-845200, 5.회분의 결원입니다.

2. 각 수혜에서 선정하신 문어연승이구 봉출제지역 지원사업에 대한 간접보조 사업과 선정사업에 대한 선정은 원활한 사업추진을 위하여 결원시수입금에 간접보조 사업과도 선정하고, 공익사업추진에 대한 일이 선정이후에 결원시수입금에 간접보조사업에 일부처에 2006. 8. 1일자로 보조금 교부 신청서를 제출하여 주시기 바랍니다.

이 결

간접보조 사업자	주 소 상 등	구 안	사업명	사 명 비 (천원)				비고	
				계	모 비	자 비	사업		
강릉시 수산업협 동조합장	태백 운남길	국립	사업개척	4,820여	17,000	5,551 (40%)	5,551 (15%)	1,250 (14.0%)	
			금 피 신 입 갈	2,740여 (50여)	3,220	3,803	4,112	822	2014여
			간이물갈	1,150여	5,021	2,223	2,341	556	20여(1.05%)

붙임 : 문어연승이구 봉출제지역지원사업 선정내역 1부, 2.

Fig. 9-4. Official document of Gangwon-do and Kangneung city for popularization of the improved octopus drift-line.

2) 보급현황

강원도 각 시군에 보급된 문어홀림낚시는 Fig. 9-5, 6과 같이 어업현장에서 잘 사용되고 있다.

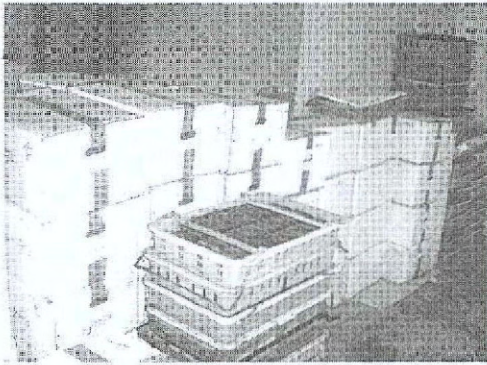


Fig. 9-5. Keeping goods in order to provide the improved fishing gear to fishing men.

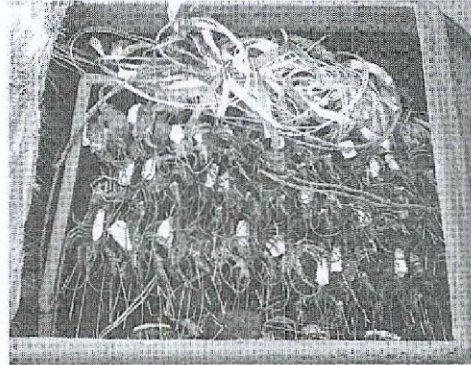


Fig. 9-6. Using feature of the improved fishing gear in the fishing boat.

### 3) 개량된 어구의 실용화를 촉진시키는 사항

- (1) 개량어구에 대해 어업인이 만족해야 한다.
- (2) 개량어구의 보급률이 높아지기 위해서는 현재 어업인이 보유 중인 기존어구가 없어져야 한다.
- (3) 다양한 크기의 붓돌에 대응하기 위해서 현재의 인공미끼의 크기가 커야하고 재질도 보다 개선되면 좋다.
- (4) 동일한 조업어장을 이용하는 타 어구(예, 자망)의 낚 발돌도 개선되어야 한다.
- (5) 재료 및 제작경비 등의 절감으로 어업인이 구입 가능한 가격으로 낮아져야 한다.
- (6) 현재 문어홀림낚시의 경우 본 어구가 사용되는 또는 될 지역으로 강원도 동해안 전 지역, 경북 울릉도, 구룡포, 경남 사천, 제주도 등이 되며, 국외에서 저질이 빨이 아닌 해역이면 된다. 자망용 코팅발돌은 전국의 어떤 자망어구에서나 사용이 가능하다
- (7) 현재 실용화가 되고 있는 것은 강원도와 각 시군에서 개량된 문어 홀림낚시 어구를 보급사업으로 선정되었기 때문이다. 이것은 어업인 스스로 큰 변화를 바라지 않는 습성 때문에 어느 정도 재정적 지원이 뒤따라야 함을 암시한다. 따라서 친환경어업을 위한 현재 해양수산부에서 통발어구 등의 일부 그물을 생분해성 그물로 대체하기 위하여 지원하는 것과 같이 본 연구에서 개량된 어구와 발돌이 보다 확대되기 위해서는 향후 약 5 년간 해양수산부차원에서 지속적으로 지원이 따라야 한다. 이는 선진국 EU 등에서도 권장되는 사항이다.

# 제 10 절 지적재산권 등록현황

## 1. 문어홀림납시어구

### 가. 디자인

제목: 문어 납시 바늘

### 나. 실용신안

제목: 문어 어획용 납시어구

제목: 문어 어획용 인공미끼

### 다. 특허출원

제목: 친환경 어구용 수화물계 붕들의 제조방법 및 그 방법에 의해 제조된 수화물계 어구용 붕들

디자인: 등록제 0388535호



## 디자인등록증

CERTIFICATE OF DESIGN REGISTRATION

등록제 0388535 호	출원번호	4-2004-0031905-8	
REGISTRATION NUMBER	출원일	2004년 10월 31일	
	등록일	2005년 07월 28일	
	등록의 구분	실용 등록	
		(CLASSIFICATION)	(KIND OF REGISTRATION)

디자인의 대상이 되는 물품 (ARTICLE THAT IS THE OBJECT OF THE DESIGN)  
문어 납시 바늘

디자인권자 (OWNER OF THE DESIGN RIGHT)  
등록사형만에 기계

창작자 (CREATOR)  
등록사형만에 기계

위의 창작은 「디자인보호법」에 의하여 디자인등록원부에 등록되었음을 증명합니다.

(THIS IS TO CERTIFY THAT THE DESIGN IS REGISTERED ON THE REGISTER OF THE KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE.)

2005년 07월 28일



특 허 정  
KIPRO, THE KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE



## 등록사항

### 디자인 등록 제 0388535 호

#### 디자인권자

안영일(580818-1\*\*\*\*\*)

강원 강릉시 교1동 1767번지 현대2차아파트 205동 404호

이중남(530512-1\*\*\*\*\*)

강원 강릉시 주문진읍 교향리 추공2차아파트 204동 106호

#### 참라자

안영일(580818-1\*\*\*\*\*)

강원 강릉시 교1동 1767번지 현대2차아파트 205동 404호

이중남(530512-1\*\*\*\*\*)

강원 강릉시 주문진읍 교향리 추공2차아파트 204동 106호





실용신안: 제 0371831호



### 실용신안등록증

등록 제 0371831 호

출원 번호 제 2004-0029264 호  
출원 일 2004년 10월 15일  
등록 일 2004년 12월 22일

고안의 명칭 문어 어획용 낚시어구

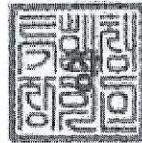
실용신안권자 등록사행판에 기재

고 안 자 등록사행판에 기재

위의 고안은 실용신안법에 의하여 실용신안등록  
원부에 등록되었음을 증명합니다.

2004년 12월 22일

특 허 정



이 실용신안권은 기존의 요건을 충족하여 등록되었으며 침해자에 대하여 권리를 행사하기  
위해서는 적용법규에 의한 등록유지기간을 유의하여야 합니다.

## 등 록 사 항

### 설 용 신 안 등 록 제 0371831 호

#### 설 용 신 안 원 자

이중남(530512-1024411)  
강원 강릉시 주문진읍 교항리 주문2차아파트 204동 106호

안영일(580818-1930016)  
강원 강릉시 교1동 1767번지 현대2차아파트 205동 494호

#### 교 알 자

안영일(580818-1930016)  
강원 강릉시 교1동 1767번지 현대2차아파트 205동 494호

이중남(530512-1024411)  
강원 강릉시 주문진읍 교항리 주문2차아파트 204동 106호

실용신안: 제 0371834호



### 실용신안등록증

등록 제 0371834 호

출원 번호 제 2004-0029267 호

출원 일 2004년 10월 15일

등록 일 2004년 12월 23일

고안의 명칭 문어 어획용 안꿈미끼

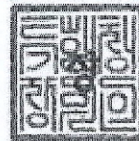
실용신안권자 등록사향안에 기재

표 안 자 등록사향안에 기재

위의 고안은 실용신안법에 의하여 실용신안등록  
원부에 등록되었음을 증명합니다.

2004년 12월 23일

특 이 정



이 실용신안권은 기호적 요건만을 심사하여 등록되었으므로 권해자의 선택에 권리를 행사하는  
의해서는 기술자에게 의한 등록금지결정을 받지 않습니다.

## 등록사항

### 실용신안 등록 제 0371834 호

#### 실용신안권자

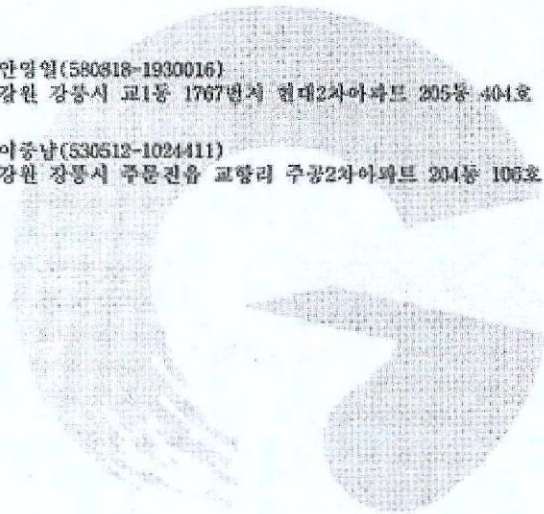
이중남(530512-1024411)  
강원 강릉시 주문진읍 교항리 주공2차아파트 204동 106호

안영일(580818-1930016)  
강원 강릉시 교1동 1767번지 현대2차아파트 205동 404호

#### 교안자

안영일(580818-1930016)  
강원 강릉시 교1동 1767번지 현대2차아파트 205동 404호

이중남(530512-1024411)  
강원 강릉시 주문진읍 교항리 주공2차아파트 204동 106호





특허법인  
엘엔케이

서울특별시 강남구 테헤란로 322-5 (해전빌딩 7층)  
TEL : 02-568-9804 FAX : 02-567-0063  
www.lkpat.com E-mail : lkpat@lkpat.com

**특허 登 録 出 願 書**

出願番號	10-2006-0122419
出 願 日	2006年 12月 5日
出 願 人	강원전문대학산학협력단
名 稱	친환경 어구용 수화물계 봉들의 제조 방법 및 그 방법에 의해 제조된 수화 물계 어구용 봉들

**【우편번호】** 210-100  
**【주소】** 강원 강릉시 교동 730-13번지 12-2  
**【국적】** KR  
**【발명자】**  
**【성명】** 안영일  
**【성명의 영문표기】** AN YOUNG IL  
**【주민등록번호】** 580818-1930016  
**【우편번호】** 210-100  
**【주소】** 강원 강릉시 교동 1767번지 교동 2차 현대아파트 205동 4  
 4호  
**【국적】** KR  
**【발명자】**  
**【성명】** 이종남  
**【성명의 영문표기】** LEE JUNG NAM  
**【주민등록번호】** 530512-1024411  
**【우편번호】** 132-023  
**【주소】** 서울 도봉구 방학3동 274번지 상익세라믹아파트 101동 10  
 호  
**【국적】** KR  
**【심사청구】** 청구  
**【취지】** 특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 심  
 사청구를 합니다.  
 대리인 특허법인 엘엔케이 (인)  
**【수수료】**  
**【기본출원료】** 0 연 38,000 원  
**【가산출원료】** 10 연 0 원

13-2

**【서지사항】**  
**【서류명】** 특허출원서  
**【권리구분】** 특허  
**【수신처】** 특허청장  
**【제출일자】** 2006.12.05  
**【발명의 국문명칭】** 친환경 어구용 수화물계 붕들의 제조방법 및 그 방법에 의  
 해 제조된 수화물계 어구용 붕들  
**【발명의 영문명칭】** Manufacturing method of fishing sinker and fishing  
 sinker by the method  
**【출원인】**  
**【명칭】** 강원전문대학산학협력단  
**【출원인코드】** 2-2006-041889-2  
**【대리인】**  
**【명칭】** 특허법인 엘엔케이  
**【대리인코드】** 9-2000-100002-5  
**【지정된변리사】** 변리사 김석주  
**【포괄취임등록번호】** 2006-097491-0  
**【발명자】**  
**【성명】** 윤상욱  
**【성명의 영문표기】** YOON SANG OK  
**【주민등록번호】** 560908-1177919  
**【우편번호】** 210-102  
**【주소】** 강원 강릉시 교2동 46-1번지 교동 한신아파트 101동 1401호  
**【국적】** KR  
**【발명자】**  
**【성명】** 김관수  
**【성명의 영문표기】** KIM KWAN SOO  
**【주민등록번호】** 790226-1331619

13-1

## 2. 자망어구

특허출원

제목: 세라믹함유도료가 피복된 친환경어구용 납발들 및 그 제조방법



特許法人  
엘엔케이

서울특별시 강남구 역삼동 822-5 (대진빌딩 7층)  
TEL : 02-568-9808 FAX : 02-567-0363  
www.LKpat.com E-mail : mate@LKpat.com

### 특허 등록출원서

出願番號	10-2007-0110454
出願日	2007年 10月 31日
出願人	강원전문대학산학협력단
名 稱	세라믹 함유 도료가 피복된 친환경 어구용 납발들 및 그 제조방법

【서지사항】

2007-10-31

2007-10-31

【서류명】 특허출원서  
 【출원구분】 특허출원  
 【출원인】  
 【명칭】 강원전문대학산학협력단  
 【출원인코드】 2-2006-041889-2  
 【대리인】  
 【명칭】 특허법인 엘엔케이  
 【대리인코드】 9-2000-100002-5  
 【지정된변리사】 변리사 김현철  
 【포괄위임등록번호】 2006-097491-0  
 【발명의 국문명칭】 세라믹 함유 도료가 피복된 친환경 어구용 낚발물 및 그 제조방법  
 【발명의 영문명칭】 A fishing sinker and it's manufacturing method  
 【발명자】  
 【성명】 윤상욱  
 【성명의 영문표기】 YOON SANG UK  
 【주민등록번호】 580908-1000000  
 【우편번호】 210-102  
 【주소】 강원 강릉시 교2동 46-1번지 교동 한신아파트 101동 1401호  
 【국적】 KR  
 【발명자】  
 【성명】 김관수  
 【성명의 영문표기】 KIM KWAN SOO  
 【주민등록번호】 790226-1000000  
 【우편번호】 210-100

17-1

【주소】 강원 강릉시 교동 730-18번지 12-2  
 【국적】 KR  
 【발명자】  
 【성명】 안영일  
 【성명의 영문표기】 AN YOUNG IL  
 【주민등록번호】 880818-1000000  
 【우편번호】 210-100  
 【주소】 강원 강릉시 교동 1767번지 교동 2차 현대아파트 205동 404호  
 【국적】 KR  
 【발명자】  
 【성명】 이종남  
 【성명의 영문표기】 LEE JUNG NAM  
 【주민등록번호】 530512-1000000  
 【우편번호】 132-023  
 【주소】 서울 도봉구 방학3동 274번지 삼익세라믹아파트 101동 108호  
 【국적】 KR  
 【심사청구】 청구

위와 같이 특허청장에게 제출합니다.

대리인

특허법인 엘엔케이 (인)

【수수료】  
 【출원료】 0 원 38,000 원  
 【가산출원료】 14 원 0 원  
 【우선권주장료】 0 원 0 원

17-2



여 백

## 제 4 장 연구개발 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

### 제 1 절 연구개발 목표의 달성도

### 제 2 절 관련분야에의 기여도

여 백

## 제 4 장 연구개발 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

### 제 1 절 연구개발 목표의 달성도

#### 1. 문어 낚시 어업조사

##### 가. 현용어구의 문제점 파악

문어낚시의 붓들은 붓들과 낚시가 분리되어 있는 것이 아니라 붓들이 낚시의 한쪽부분을 포함하고 있기 때문에 제작시 재료의 특성, 모양, 견고함 및 제작틀(몰드) 등을 고려해야 하였다. 본 연구결과에서는 실용화를 통하여 충분히 달성되었다(100%).

##### 나. 지역별 문어낚시어구의 특징파악

보통 어업인이 직접 어구를 제작함으로 인하여 지역과 개인에 따라 낚시바늘규격과 무게가 달랐으며, 이를 개선하기 위하여 표준화된 어구와 제작에서 생력화가 필요하였다. 문어낚시어업과 관련하여 우리나라뿐만 아니라 일본의 어구특징도 파악하였다(100%).

##### 다. 조업중 어구유실 현황파악

문어홀림낚시는 어구유실이 조업어장의 저질에 따라 다르지만 비교적 높은 경향을 나타내었고 선박별 적정어구 사용이 필요하였다. 어구유실의 주요 원인 중의 하나는 문어가 주로 바위나 돌이 있는 곳에 서식하므로, 이곳을 조업할 수 밖에 없기 때문인 것으로 파악되었다(100%).

#### 2. 자망 어업조사

##### 가. 현용어구의 문제점 파악

어기와 어구에 따라 그물에 사용하는 밧들의 종류는 다양하고 연중 주로 사용 어구는 잡아자망과 삼중자망이었다(100%).

##### 나. 조업중 어구유실 현황파악

조업시 발생하는 어구유실은 소형 닳을 이용하여 대부분 수거하지만, 태풍 또는 조류 등의 자연재해에 의해 발생하는 것은 수거가 어려운 실정이다. 유실된 자망은 인공어초, 어장 등에 피해를 주었다(100%).

### 3. 낚시의 규격화

가. 문어낚시 크기 규격화 제작

어업인 각자 제작으로 다양한 모양의 낚시크기에서 일정한 크기로 규격화하였다(100%).

나. 양산 체제 구축

문어홀림낚시어구의 낚싯바늘제작을 위한 기계는 구축되었으나 붓들의 제작과정에 수작업으로 하는 것이 미흡하다(80%).

### 4. 발들개발

가. 친환경성 재료개발

돌가루, 철 분말 등 친환경 재료를 혼합하여 문어낚시용 붓들의 특징을 갖추는데 이상 없었다. 즉 사용자인 어업인의 만족도가 높은 편이다(100%).

나. 문어낚시 붓들 설계 및 제작

지역특성을 고려하여 무게를 다양하게 하고 크기는 되도록이면 작게 제작할 필요성이 있었다. 최종 제품에 대한 어업인의 반응은 좋은 편이다(100%).

다. 자망용 발들 설계 및 제작

자망용 발들은 실용성을 고려하여 현 낚 발들을 유기 도료로 피복시켜 친환경 발들로 개선하였다. 코팅 발들에 대한 시험결과 만족한 결과를 얻었다(100%).

라. 시작품

문어낚시와 자망의 발들에 대한 시작품이 완성되어 실용화 또는 실용화에 정이다(100%).

### 5. 환경 친화성 및 경제성 검토

가. 물리학적 조사

실험실과 어장에서 낚 발들과 개량된 발들에 대해서 시간경과에 따른 변화를 조사하였다. 수조 내에서는 이끼변화를 비교하였는데, 개량된 발들이 있는 수조에서는 이끼의 성장이 우수한 것으로 판단되었다(100%).

나. 생물학적 조사

실험실에서 낚과 개량된 발들에 대하여 어린고기의 생존율, 산소소비량 등을 비교·분석한 결과 개량된 발들이 있는 수조에서 이끼의 성장이 우수한 것으로 판단되었다(100%).

## 6. 붓들의 개선정도

문어홀림낚시의 특성을 고려하면서 친환경재료로 붓들을 제작하였다(100%).

자망발들도 코팅한 결과 내구성이 있으며, 실용화하기에 충분하였다(100%).

## 7. 환경 친화성 및 경제성 정도

문어홀림낚시의 경우 전혀 납을 사용하지 않고 자망의 경우 납이 노출되지 않도록 하였기 때문에 환경에는 문제가 없었다(100%).

경제적으로는 낚시붓들의 경우 재료비가 비싸지만 어구의 효율적인 면을 고려하면 비슷하며, 자망의 경우도 개당 원가가 100원 상승한다. 그러나 환경을 고려하여 정부차원에서 어업인의 부담을 최소화하여 실용화하도록 유도해야 할 것이다(80%).

## 제 2 절 관련분야에의 기여도

최근 심층수활용에 대한 관심이 높는데 이를 위해서 청정해역을 더욱 유지하기 위해서는 연안어장의 어획행위에 의한 해양오염도 점차 감소시킬 필요가 있다. 어업인에게 환경 친화적 어구를 제공함과 함께 연안 어업을 환경 친화적 어업으로 발전시키는 계기는 물론 환경 친화적 어구어법의 확산에도 기여할 것이다. 어업환경개선을 위한 개발된 기술력은 다른 부속어구재료 개선에도 적용가능성이 있다.

또한 본 연구의 성과는 친환경어업을 위한 수산정책수립을 위한 정보제공도 될 것이다. 어업인들의 해양환경보호, 수질오염방지 등 환경 친화적 어업 문화정착에 기여할 것이다.

어업현장에서의 친환경적인 어구어법 개발보급을 위한 정책 및 교육에도 활용할 것이며, 친환경어구의 산업화를 위한 기업체 양성에 기여 할 것이다.

## 제 5 장 연구개발결과의 활용계획

### 제 1 절 문어홀림낚시와 자망어구의 발달



여 백

## 제 5 장 연구개발결과의 활용계획

### 제 1 절 문어홀림낚시와 자망어구의 발달

개발된 친환경 발들은 정부차원의 재정적 지원을 통한 몇 년간 지속적 보급으로 실용화한 후 상업화를 기대한다.

개발된 문어홀림낚시의 어구의 실용화와 함께 인공미끼도 실용화하였다. 그러나 인공미끼를 위한 연구비가 거의 없는 관계로 인공미끼의 경우는 크기 및 재료측면에서 미흡한 부분이 있다.

친환경 재료를 혼합한 발들 제작 기술은 문어홀림낚시 외에 각종 어구의 발들을 개선 또는 대체할 경우 활용할 수 있을 것이고 코팅발들 제작기술은 어구에 사용 중인 각종 낚을 코팅 낚으로 대체가능할 것이다.

참여기업인 정송낚시는 단지 문어홀림낚시어구 제작을 위한 소규모 자영업형태로 하고 있는 실정이다. 그러나 정부차원에서 친환경어업을 위한 보급사업을 할 경우 보다 기업화가 될 것이다. 또한 코팅 낚 발들제작의 경우도 정부차원의 보급사업으로 할 경우에는 보다 활성화 될 것으로 생각된다.

앞으로 어구어법 중 자원과 환경보호를 하는 친환경 문어홀림낚시는 북한의 어선어업을 고려할 때 남북강원도 어업분야 교류사업에 적극 활용될 것으로 생각된다.

본 연구결과에게 대하여 관련 어업인은 정부차원에서 지원사업으로 하면 적극 동참하고자 희망하고 있다. 한편 미국, EU 등에서는 친환경어업을 권장하고 있으며, 또한 강, 바다에서 낚사용을 규제하고 있는 실정이다. 따라서 청정해역을 위해서 생분해성 어구지원사업과 같이 본 연구 결과가 정책적으로 적극 활용되기를 기대한다.

여 백

## 제 6 장 참고문헌

여 백

## 제 6 장 참고문헌

- 김대안(1999): 어구총론. 63-93.
- 김성길, 김재원, 장석우, 김상규, 강주찬 (2002): Pb의 노출에 따른 넙치, *Paralichthysolivaceus*, 치어의 생존, 성장 및 산소소비율의 변화. 한국어병학회지, 15(3), 99-104.
- 박성욱, 이정우, 양용수, 서두옥(2004): 외줄납시에 대한 문어행동과 납시형상설계. 한국어업기술학회, 40, 1-8.
- 서진하 외 7명: 생물학적 모니터링이 연작업자들의 혈중 연량에 미치는 영향. 순천향산업의학, 제8권 제1호, 2002.
- 안영일·박진영(2005): 강릉시 연안 문어어업에 관한 연구- I 통발어업, 2005년도 한국어업기술학회지, 41, 271-278.
- 안영일·박진영(2006) : 강릉시 연안 문어어업에 관한 연구-II.문어홀림납시어업. 한국어업기술학회, 42, 78-85.
- 양용림(1980): 색광에 대한 돌돔과 복섬의 반응. 한국어업기술학회지, 16, 37-42.
- 윤강호 외 7명(2003): 정상인의 혈중 연량 수준. 순천향산업의학, 제9권 제1호, 한국어구도감(2002): 국립수산물과학원.
- 兼廣春之(1993): 地球にやさしい海の利用, 「海のごみ問題」(降島中夫, 松田校編), 恒星社厚生閣, pp.133-147.
- 川村軍蔵, 信時一夫, 安楽和彦, 田中淑人, 岡本一(2001): 色弁別学習を用いたスナダコとマダコの色覚比較. 日本水産学会誌, 67, 35-39.
- 金田禎之(1986): 日本漁具漁法図説
- 中前明(1998): 漁業と環境問題. 「沿岸の環境圏」(平野敏行 監修), フジ・デクノシステム, pp. 979-988.
- 井上 實(1978): 魚の行動と漁法. 63-100.
- 岡本一, 安楽和彦, 川村軍蔵, 田中淑人(2001): 異なる背景色におけるタコの隠れる場の色選択. 日本水産学会誌, 67, 672-677.
- 原富之(1975): 頭足類網膜の感光色素. 「光感覚」(日本動物学会編)学会出版センター, 東京, 53-88.
- Ahern, M.D. and Morris, S. (1999): Respiratory, acidbase and metabolic responses of the fresh-water crayfish *Cherax destrutor* to lead contamination. *Comp. Biochem. Physiol.*, 124A, 105-111.
- Ambrose, R.F.(1982): Shelter utilization by the molluscan cephalopod *Octopus bimaculatus*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 7, 67-73.

- Ambrose, R.F., (1984): Food preferences, prey availability, and the diet of *Octopus bimaculatus* Verrill. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 77, 29-44.
- Andrady AL, Pegram JE, and Y. Song(1993): Studies on enhanced degradable plastics. Weathering of enhanced photodegradable polyethylene under marine and floating exposure. *J. Environ. Polymer Degrad.* ; 1: 117-126.
- An, Y.I. and J.Y. Park, (2004): The present condition and problems of the coastal octopus fishery of Gangwon province in Korea. Proceedings of the 4th Japan-Korea joint seminar on fisheries sciences. Dec. 15-16, 2004. Sapporo, Japan, 75-81.
- An, Y.I. and J.Y. Park,(2005): Octopus fisheries in the coastal waters of Gangneung- I , pot fishery. *J. Kor. Soc. Fish. Tech.* 41, 271-278.
- An, Y.I. and J.Y. Park, (2006): Octopus fisheries in the coastal waters of Gangneung II -octopus drift -line fishery. *J. Kor. Soc. Fish. Tech.*, 42, 78-85.
- Barwick and Maher(2003): Biotransference and biomagnification of selenium copper, cadmium, zinc, arsenic and lead in a temperate seagrass ecosystem from Lake Macquarie estuary, NSW, Australia. *Marine Environmental Research* 56, 471-502.
- Boletzky, V.S. and R.T. Hanlon, (1983): A review of the laboratory maintenance, rearing and culture of cephalopod molluscs. *Mem. Natl. Mus. Vic.*, 44, 147-187.
- Burden, V.M., Sandheinrich, M.B. and Caldwell, C.A.(1998): Effects of lead on the growth and  $\delta$ -aminolevulinic acid dehydratase activity of juvenile rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Environ. Pollut.*, 101, 285-289,
- Carter G.S.(1948): Colour and colour vision in animals. *Nature*, 162, 600- 6001.
- Choe, B.L M.S. Park, L.G. Jeon, S.R. Park and H.T. Kim,(2000): Vommercial molluscs from the freshwater and continental shelf in Korea. *Gu-Deok*, pp.180.
- Fiorito, G., and F. Gherardi,(1999): Prey-handling behaviour of *Octopus vulgaris* (Mollusca,Cephalopoda) on Bivalve preys. *Behavioural Processes*, 46, 75-88.
- Forsythe, J.W. and R.T. Hanlon,(1997): Foraging and associated behaviour by *Octopus cyanea* Gray, 1849 on a coral atoll, French Polynesia. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 209, 15-31.
- Hamasaki DI.(1968): The ERG-determined spectral sensitivity of the octopus. *Vision Res.* 8, 1013-1021.
- Hartwick, E.B., L. Tulloch and S. MacDonald,(1981): Feeding and growth of *Octopus defleini*(Wülker). *Veliger*, 24, 129-138.

- Hartwick, E.B.,(1983): *Octopus defleini*. Boyle, P.R. ed. 「Cephalopod life cycles」. Academic Press, London, pp. 277-291.
- Hartwick, E.B., R.F. Ambrose and S.M.C. Robinson(1984): Dynamics of shallow-water populations of *Octopus defleini*. *Marine Biology*, 82, 65-72.
- Hernandez-Garcia, V., J.L. Hernandez-Lopez and J.J. Castro(2002): On the reproduction of *octopus vulgaris* off the coast of the Canary islands. *Fisheries Research*. 57, 197-203.
- Hickey, J. J. and Anderson, D. W.,(1968): Chlorinated hydro-carbons and eggshell changes in ratorial and fish-eating birds, *Science*, 252, pp. 520-521
- Hodson, p. v., Blunt, B. R., and Spry, D. J,(1978): Chronic toxicity of water-borne and dietary lead to rainbow trout *Salmo gaidneri*. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 12,pp. 869-878
- Holcombe, G.W., Benoit, D.A. Leonard, E. N. and McKim, J. M.(1976): long-term effects of lead exposure on three generations of brook trout (*Salvelinus fontinalis*). *J. Fish. Res. Board Can.*, 33, 1731-1741.  
<http://www.takagifund.org/06/2001/2001okinawa.html>
- Hughes, R.N.,(1980): Optimal foraging theory in the marine context. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.*, 18, 423-481.
- Inoue, M.,(1978): Fish behaviour and Fishing method. Kouseisha-kouseikaku, Tokyo, pp.63-100.
- Jacks, Gunnar, M. Bystron, anf L. Johansson.(2001): Lead emissions from lost fishing sinkers. *Boreal Environment Research* 6:231-236.
- Januma, S., K. Miyajima, and T. Abe,(2003): Development and comparative test of squid liver artificial bait for tuna longline. *Fisheries Science*, 69, 288-292.
- Kaimmer, S.M.,(1999): Direct observations on the hooking behavior of Pacific halibut, *Hippoglossus stenolepis*. *Fishery Bulletin*, 97, 873-883.
- Kalland, A.,(1996): Marine management in coastal Japan [Fisheries management in crisis](edited by Crean K. and Symes D.). *Fishing News Books*, 71 ~ 83.
- Lee J. S., kang, J. C., and Shin, Y. K,(2001): Histological Respponeses of the Flounder, *Paralichthys olivaceus* Exposed to opper , *J. Fish patholo*, 14(2), pp. 81-90 .
- Little, E.E., Fairchild, J.F. and Delonay, A.J.(1993): Behaioral methods for assessing impacts of contaminants on early life stage fishes. *Transactions Am. Fish. Soc. Symposium*. 14, 67-76,



- LΦkkeborg, S. and Å. Bjordal,(1992): Species and size selectivity in longline fishing—a review. *Fish. Res.*, 13, 311-322.
- LΦkkeborg, S. and Å. Bjordal,(1995): Size-selective effects of increasing bait size by using an inedible body on longline hooks. *Fisheries Research*, 24, 273-279.
- Maff.(1988): Concentration of metals and other elements in marine fish and shellfish. *Food Surveillance Information Sheet* 151, 1-13 .
- Mangold, K.,(1983): *Octopus Vulgaris*. Boyle, P.R. ed. [Cephalopod life cycles] . Academic Press, London, pp. 335-364.
- Mather, J.A.,(1988): Daytime activity of juvenile *Octopus vulgaris*(Mollusca, Cephalopoda)in Bermuda. *Malacologia*, 29. 69-76.
- Mather, J.A., (1991): Foraging, feeding and prey remains in middens of juvenile *Octopus vulgaris*(Mollusca, Cephalopoda). *J. Zool. lond.*, 224. 27-39.
- Messenger JB, Wilson AP, Hedge A.(1973): Some evidence for color-blindness in octopus. *J. Exp. Biol.* 59, 77-94.
- Messenger JB, (1977): Evidence that octopus is color blind. *J. Exp. Biol.* 70, 49-55.
- Michael, P(2006): Fish and wildlife issues related to use of lead fishing gear. Washington Department of fish and wildlife fish program, 1-28.
- Munz WRA, Johnson MS (1978): Rhodopsins of oceanic decapods. *Vision Res.* 8, 601-602.
- Newman, M.A., (1963): “Marijean“ octopus expedition. Vancouver Pub. Aquar. Newst. 7(7), 467-471.
- Ogura, M., (1975): Studies on the catching efficiency of angling baits. *Journal of the Tokyo University of Fisheries*, 61, 17-22.
- Ookilyou, K., (1993): The earth of animals 65. Asahi encyclopedia, pp.146.
- Portugal(2002): A preliminary study. *Bulletino of Marine Science*, 71(2), 1091-1093.
- Rees, W.J. and J.R. Lumby (1954): The abundance of octopus in the English channel. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 33, 515-536.
- Roffe T.(1975): Spectral perception in octopus—A behavioral study. *Vision Res.* 15, 353-356.
- Sawara,Y., (1987): Foraging behavior of fish. University of Tokyo press, Tokyo, pp. 1-12.
- Scheuhammer, A.M., S.L. Money, D.A. Kirk, and G. Donaldson.(2003): Lead Fishing sinkers and jigs in Canada: Review of their use patterns and toxic impacts on

- wildlife. Canadian Wildlife Service Occasional Paper 108. Environment Canada, Ottawa 48pp.
- Seixas S. B., T. Pinheiro and C.S. Reis (2002): Lead in octopus (*Octopus vulgaris*) in 2002.
- Sippel, A., Geraci, J. and Hodson, P.; (1983): Histopathological and physiological responses of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) to sublethal levels of lead. *Water Res.*, 17, 1115-1121.
- Smale, M.J. and P.R. Buchan, (1981): Biology of *Octopus vulgaris* off the east coast of South Africa. *Mar. Biol.*, 65, 1-12.
- Sorensen, E. M. (1991): Lead, metal poisoning in fish. CRC Press, Boca Ration, Florida, pp.95-118.
- Stomer, A.W., (2003): Hunger and light level alter response to bait by Pacific halibut: laboratory analysis of detection, location and attack. *Journal of Fish Biology*, 62, 1176-1193.
- Takeuchi, S., (1981): Fishing with pots 「Pot fishery」. Fisheries series 36, Kouseisha-kouseikaku, Tokyo, pp.22-35.
- Vincent, T.L.S., D. Scheel and K.R. Hough, (1988): Some aspects of diet and foraging behavior of *Octopus dofleini* (Wülker, 1910) in its northernmost range. *Marine Ecology*, 19, 13-29.
- Weber, D.N., Russo, A., Seale, D.B. and Spieler, R.E., (1991): Waterborne lead affects feeding abilities and neurotransmitter levels of juvenile fathead minnows *Pimephales promelas*. *Aquat. Toxicol.*, 21, 71-80,
- Well, M.J., (1962): *Brain and Behaviour in Cephalopods*. Heinemann, Toronto.
- Yarnall, J.L., (1969): Aspects of the behaviour of *Octopus cyanea* Gray. *Anim. Behav.*, 17, 747-754.
- Zenz C., (1994): *Occupational medicine*. Year Book Medical Publisher Inc., Chicago, pp.509-528.

[별첨]

## 자체평가의견서

1. 과제현황

		과제코드			
사업구분	수산기술개발사업, 현장애로기술				
과제구분	(총괄,세부,단위)	(주관,협동)	과제성격	(개발)	
총괄과제명	친환경어업을 위한 문어낚시어구와 자망어구의 발달 개발과 실용화				
주관기관	강원도립대학		주관연구 책임자	안영일	
과제명	친환경어업을 위한 문어낚시어구와 자망어구의 발달 개발과 실용화				
연구기관	강원도립대학, 강릉대학교		연구책임자	안영일, 윤상욱	
연구기간 연구비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차년도	2005.9.14-2006.9.13	60,000	20,000	80,000
	2차년도	2006.9.14-2007.9.13	60,000	20,000	80,000
	3차년도				
	4차년도				
	5차년도				
	계	2005.9.14-2007.9.13	120,000	40,000	160,000
참여기업	강릉시연승어업인연합회, 정송낚시				
상대국		상대국연구기관			

2. 평가일 : 2007. 10. 5

3. 평가자(연구책임자)

소속	직위	성명
강원도립대학	교수	안영일

#### 4. 평가자(연구책임자) 확인

- 본인은 평가대상 과제에 대한 연구결과에 대하여 객관적으로 기술하였으며, 공정하게 평가하였음을 확약하며, 본자료가 전문위원회 및 사업조정관 평가시에 기초자료로 활용되기를 바랍니다.

확약

안영일

### I. 연구개발실적

#### 1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : (아주우수)

##### 1) 문어홀림낚시

납 붓들에서 친환경 붓들로 제작되었고, 이 과정에서 크기, 모양, 무게, 색깔 등에 대한 어업인의 요청에 따라 수차례 개선하였다. 낚시바늘의 크기는 표준화하였고 추가로 개량된 어구에 맞는 미끼로 인공미끼도 개발하였다.

개량된 문어홀림낚시어구는 강원도와 각시군의 지원사업에 의해 실용화되고 있다.

##### 2) 자망

자망용 코팅 밧들은 자체 마모시험과 현장조업시험에서 만족한 결과가 있었으며, 앞으로 친환경어업을 위한 지원사업으로 어업인에게 보급되기를 기대한다.

상대적으로 적은 비용과 짧은 기간에 많은 실적이 있는 관계로 아주 우수하다고 판단된다.

## 2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : (우수)

### 1) 문어홀림낚시

현재 강원도의 보급 사업으로 실용화하고 있지만, 사용자인 어업의 요구물량에 훨씬 부족하며, 본 개량어구에 관심이 있는 곳은 제주도, 울릉도, 경북, 강원도 등이 있다. 따라서 친환경어업을 위한 정책으로 현재 국립수산과학원의 생분해성어구사용 보급을 위한 지원사업과 같이 해양수산부차원에서 지원이 필요하며, 이로 인하여 전국적인 파급을 기대한다.

### 2) 자망

본 코팅 발돌 기술은 자망외에 각종어구의 낚 발돌을 코팅할 수 있으므로 타 어구에 적용 가능하다.

최근 육상에서는 환경을 고려한 제품에 대한 관심이 높으나 상대적으로 바다에서는 낮다. 그러나 본 연구와 같이 친환경 어구화 하려는 노력은 점차 확대 파급될 것으로 판단된다. 따라서 등급은 우수하다 라고 생각된다.

## 3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : (우수)

### 1) 문어홀림낚시

각종 부속어구를 부분적이거나 친환경 재료를 혼합하여 제품화할 수 있을 것으로 생각된다.

### 2) 자망

본 코팅 발돌 기술은 각종어구의 낚 발돌을 코팅 발돌화 하는데 활용할 수 있다.

친환경어업을 위한 정책자료로 활용될 될 수 있으며, 등급은 우수라고 판단된다.

#### 4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : (아주우수)

##### 1) 문어홀림낚시

친환경적이면서 사용자인 어업인이 만족될 수 있는 것으로 만들기 위해서는 제품의 성능과 가격 등이 만족되어야 한다. 이를 위하여 본 연구자들은 수차례의 수정과 개선을 통하여 실용화하는데 까지 왔다.

##### 2) 자망

코팅발들이 어떠한 조업환경에서도 벗겨지는 경우가 없어야하는데 이를 위한 수많은 실험을 통하여 해결하였다.

본 연구는 타 연구와 비교해서 상대적으로 적은 비용과 짧은 기간에 많은 실적이라고 생각되므로 아주 우수하다고 판단된다.

#### 5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 산업재산권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : (아주우수)

##### 1) 문어홀림낚시

미국, 일본, 한국에서 발표한 실적이 있으며, 한국학술진흥재단 등재학술지에 2편, 학술대회논문1편, 학술대회발표 5편이 있다.

친환경 붓돌과 낚시와 관련하여 산업재산권이 3건 등록되었거나 출원 중에 있으며, 추가로 문어홀림낚시용 인공미끼 1건이 등록되었다.

##### 2) 자망

자망용 코팅 발들은 자체 마모시험과 현장실험에서 만족한 결과가 있었으며, 앞으로 친환경어업을 위한 지원사업으로 어업인에게 보급되기를 기대한다. 산업재산권으로 1건 특허출원한다.

상대적으로 적은 비용과 짧은 기간에 많은 실적이 있는 관계로 아주 우수하다고 판단된다.

가. 산업재산권(특허, 실용신안, 의장, 프로그램 등)

구분	기술명칭	출원(공고, 등록) 번호	출원(공고, 등록) 일자	발명자 (출원인)	출원국	비고
특허	세라믹함유도료가 피복된 친환경어구용 낚발돌 및 그 제조방법	10-2007-0110454	2007.10.31	윤상옥, 김관수, 안영일, 이중남	대한민국	
특허	친환경 어구용 수화물계봉돌의 제조방법 및 그 방법에 의해 제조된 수화물계 어구용 봉돌	10-2006-0122419	2006.12.5	윤상옥, 김관수, 안영일, 이중남	대한민국	
실용신안	문어어획용인공미끼	0371834	2004.12.22	안영일, 이중남	"	
	문어어획용낚시어구	0371831	2004.12.22	안영일, 이중남	"	
디자인	문어낚시비늘	0388535	2005.7.28	안영일, 이중남	"	

나. 논문게재 실적

제목	발표자	학술지명	통권, 호	년, 월	발행기관
강릉시연안문어어업에 관한연구 - 문어홀림낚시 -	안영일, 박진영	한국어업기술학회지	42, 2	2006. 5	한국어업기술학회
문어홀림낚시의 미끼와 발돌개발	안영일, 윤상옥, 有元貴文	Proceedings of the 6th Japan-Korea Joint Seminar on Fisheries Sciences	Aug.28-29,2006	2006.8.28	Fisheries sciences core University Program
문어 홀림낚시용 인공미끼 개발	安永一, 有元貴文	한국어업기술학회지	43.4	2007. 12	한국어업기술학회

다. 학술회의 발표실적

제 목	발표자	학술회의명	호	발표년월일	발행기관
강원도연안문어홀림 낙시의 미끼개량	안영일, 박진영, 이중남,	2006년도수산관 련학회 공동학술대회		2006.5.19	한국어업 기술학회
문어홀림낙시의 미끼와 발돌개량	안영일, 윤상옥, 有元貴文	Proceedings of the 6th Japan-Korea Joint Seminar on Fisheries Sciences		2006.8.28 일본 북해도대학	Fisheries sciences core University Program
Improvement of octopus drift line in Korea, for enhancing the environmentally friendly performance.	Young-II AN * Jin-Young Park * T. ARIMOTO	ICES Symposium on FISHING Technology in the 21st Century		2006.8.30-9.3, Boston, Massachusett s, USA	ICES
친환경어업을 위한 문어 낙시어구와 자망어구의 발돌 개발과 실용화 -친환경문어홀림낙 시 붓돌-	안영일, 윤상옥	2007년도수산관 련학회 공동학술대회		2007.5.18	한국어업 기술학회
韓国東岸におけるミ ズダコ流し釣の擬餌 釣具改良	安永一,有 元貴文	2007년도 일본수산학회추 계대회(일본 북해도대학)		2007.9.26	일본 수산학회



## II. 연구목표 달성도

번호	세부연구목표 (연구계획서상에 기술된 연구목표)	달성내용	달성도 (%)
1	문어낙시어구의 납 붓돌을 해역별 특성에 맞는 친환경 붓돌로 개발	다양한 무게(6종)의 문어홀림 낙시용 친환경붓돌 개발	100
2	연안자망어구의 납 발돌을 친환경 발돌로 개발	자망어구용 코팅 발돌 개발	100
3	친환경 발돌의 실용화	문어홀림낙시용 발돌 강원도의 보급사업으로 선정되어 실 용화. 타 지역에도 실용화필 요. 그러나 자망용 코팅발돌은 아 직 실용화 단계에 도달하는데 시간과 비용이 필요함.	80
4		문어홀림낙시용 인공미끼 개 발 및 실용화	100

## III. 종합의견

### 1. 연구개발결과에 대한 종합의견

본 연구는 친환경어업을 위한 것으로, 문어홀림낙시의 경우 미국, 일본, 한국에서 연구 발표되고, 학회지에 게재되고 산업재산권도 취득, 취득 중에 있으며, 더욱이 어업인이 만족하고 강원도 지원사업으로 실용화되고 있다.

자망용 코팅발돌은 실험실과 현장실험에서 만족한 결과가 있었으며, 정부나 도차원에서 지원사업일 경우 실용화될 것이다.

따라서 연구기간 및 연구비를 고려하면 연구결과는 대단히 좋다고 생각된다.

## 2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

상기의 연구 결과 이외에 개량된 문어홀림낚시용 인공미끼의 실용화도 함께 추진되고 있다. 즉 친환경 발돋어구의 실용화에 기여하고 있다는 것이다. 그러나 인공미끼의 경우는 크기와 재료측면에서 보완이 필요하다. 한편 어업인들이 개량된 문어홀림낚시와 자망용 코팅발돋을 사용한다면, 친환경어업 차원에서 지방정부 외에 해양수산부의 적극적인 지원이 필요하다.

## 3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

본 연구결과에 대해 관련 어업인은 정부차원에서 지원사업으로 하면 적극 동참하고자 희망하고 있다. 한편 미국, EU 등에서는 친환경어업을 권장하고 있으며, 또한 강, 바다에서 낚사용을 규제하고 있는 실정이다. 따라서 청정해역을 위해서 본 연구 결과가 정책적으로 적극 활용되기를 희망한다.

## IV. 보안성 검토

- 해양수산연구개발사업보안관리지침에서 정하는 바에 따라 작성
- 연구책임자의 보안성 검토의견, 연구기관 자체의 보안성 검토결과를 기재함

### 1. 연구책임자의 의견

산업재산권을 취득 중에 있는 관계로 별도의 보안이 필요하다고 생각되지 않는다.

### 2. 연구기관 자체의 검토결과

특별히 보안할 필요가 없다고 판단된다.