

최      중  
연구보고서

새우 조망어업의 선택적 어구 개발

Development of the Selective Fishing Gear  
in Shrimp Beam Trawl Fishery

2006. 7

경 상 대 학 교

해 양 수 산 부

## 제 출 문

해양수산부 장관 귀하

본 보고서를 “새우 조망어업의 선택적 어구 개발”과제의 최종보고서로 제출합니다.

2006년 7월 25일

주관연구기관명 : 경상대학교

총괄연구책임자 : 장 충 식

세부연구책임자 : 김 광 홍

연 구 원 : 안 영 수

연 구 원 : 박 광 제

연 구 원 : 박 종 오

# 요 약 문

## I. 제 목

새우 조망어업의 선택적 어구 개발

## II. 연구개발의 목적 및 필요성

### 1. 연구개발의 목적

- 새우만을 어획할 수 있는 선택적 어구 개발
- 권양장치 개선을 통한 자동화 조업시스템 개발

### 2. 연구개발의 필요성

- 새우 조망어업은 우리나라 서해안과 남해안 연안에서 2,400여척이 조업하고 있는 유일한 예망어법이다.
- 새우 조망어구는 망목크기가 매우 작아서 어획강도가 매우 크므로 새우뿐만 아니라 어류 등도 많이 어획되고 있으므로 하루빨리 새우만을 어획할 수 있는 선택적 어구를 개발할 필요가 있다.
- 새우 조망의 투·양망은 아직도 인력에 의존하고 있으므로 양망장치를 개발하여 조업자동화를 꾀할 필요가 있다.
- 소형어가 탈출할 수 있는 선택적 어구의 개발을 통하여 Bycatch와 Discard 문제를 해결할 수 있는 자원관리형어업으로 유도할 필요가 있다.

### Ⅲ. 연구개발의 내용 및 범위

#### 1. 새우 조망어업의 현황

- (1) 현행 어구와 조업시스템 파악
- (2) 부수어획율 및 어황

#### 2. 선택적 어구 개발

- (1) 새우의 대망행동 특성 파악
- (2) 시험어구 제작 및 수중형상 파악
- (3) 비임의 개량 및 소형어류의 탈출장치 개발
- (4) 개량어구 제작 및 수중형상 파악
- (5) 선택적 어구의 설계방향 확정

#### 3. 자동화 조업시스템 개발

- (1) 선택적 어구 제작 및 해상 시험조업
- (2) 권양장치 개선 및 자동화 조업시스템 개발
- (34) 현장 실용화 실험

### Ⅳ. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

#### 1. 연구개발 결과

##### (1) 새우 조망어업의 현황

• 우리나라 새우 조망어구는 4매식 예망어구이며, 서해안식이 다소 크고 남해안식은 작았으며, 조업시스템은 아직까지도 인력에 의존하고 있다.

• 우리나라 새우 조망어업의 중량에 의한 부수어획율은 30.3%였고, 거제해역이 15.4%로 제일 낮았으며, 보령, 통영, 강진과 부안해역은 각각 47.4, 57.1, 75.1,

99.9%였다.

### (2) 선택적 어구 개발

- 상하식 선택적 어구는 어획선택성이 약하고 어민들에게 보급 시 문제점들이 많이 내포하고 있기 때문에 선택성이 크고 세계적으로 널리 사용되고 있는 그리드식으로 하였다.
- 어구는 어획성능을 최우선적으로 고려하여 현 어구보다 떨어지지 않는 6매식으로 하였다.
- 그리드의 형태는 다루기 쉽고 조업 시에 문제점이 적은 직사각형으로 하였고, 부착각도는 어류와 각종 오물들이 빠져나가기 쉽도록 30~45도 범위 내로 하였다.

### (3) 자동화 조업시스템 개발

- 수심의 5~7배나 되는 긴 끌줄을 쉽게 풀어주고 감아 들이기 위하여 드럼을 제작하여 선수갑판에 설치하였다.
- 매번 그물 전체를 갑판으로 들어 올리는 양망법에서 끝자루 돌움줄을 사용하여 평상시에는 끝자루만을 들어 올려 어획물을 쏟아내고 바로 투망할 수 있도록 하였다.
- 드럼을 사용한 자동화 조업시스템을 채택하여 시험 조업한 결과 선원수를 1명줄일 수 있었고, 투·양망 시간도 15분 정도 단축할 수 있었다.

## 2. 활용에 대한 건의

- 본 연구에서 개발한 그리드식 선택적 어구, 그리드의 제작 및 부착방법, 드럼을 이용한 자동화 조업시스템 등을 새우 조망협회를 통하여 보급할 예정이다.
- 새우 조망업자들이 선택적 어구를 사용하도록 하기 위해서는 법적인 제도가 뒷받침되어야만 한다. 즉, 조업기간을 연장해주던가 아니면 어장범위의 확대시켜주어야만 성공할 수 있을 것이다.

- 전국의 새우 조망업계에 선택적 어구의 보급이 성공되어야만 Bycatch와 Discard 문제를 해결되어 정부가 지향하는 자원관리형 어업으로 유지·발전될 수 있을 것이다.

# SUMMARY

## I. Subject

Development of the selective fishing gear in shrimp beam trawl fishery

## II. Purpose of research and its necessity

### 1. Purpose of research

- Development of the selective fishing gear that can only catch shrimp.
- Development of the automatic fishing system by the drum

### 2. Necessity of research

- Shrimp beam trawl is very important fishery that is only used trawl fishing method in the southern and western sea.
- To decrease a problem of the bycatch and discard, the fishery must be developed the selective fishing gear.
- To can easily operate the fishing gear, the fishery must be used the automatic fishing system by drum.

## III. Contents of research and its scope

### 1. Development of the selective fishing gear

- Analysis of behaviour pattern to the net of shrimp.
- Analysis of the fishing gear and operation system that is using at present.
- Production of sample net and analysis of the underwater performance of the model net.
- Improvement of the beam and development of the escaping devices.
- Production of the improvement net and analysis of the underwater performance.
- Design of the selective fishing gear.

## 2. Development of the automatic fishing operation system

- Production of the selective fishing gear and field test of the gear.
- Improvement of the hauling device and development of the automatic fishing operation system.
- Experiment of the field application

## IV. Results of research and suggestion of its application

### 1. Results of research

#### (1) Status of the shrimp beam trawl fishery

- A shrimp beam trawl was four seamed net, western type is larger than southern type, the fishing was operated by manpower.
- A mean bycatch ratio of the weight was 30.3%, the ratio of Boryeong, Buan, Kangjin, Tongyeong and Geoje were 47.4, 99.9, 75.1, 57.1, 15.4%, respectively.

#### (2) Development of the selective fishing gear

- A selective fishing gear was selected to Grid type, because the type

was higher than Two body net type in the fishing gear selectivity.

- A net was selected to six seamed net, because the net was higher than four seamed net in the efficiency of fishing ability.
- Grid type was selected to a rectangle, the angle of attack must be controlled from 30° to 45°.

### (3) Development of the automatic fishing operation system

- To can easily haul a long warp, the drum must be established at a fore upper deck.
- To can easily haul a cod end, the quarter rope must be used.
- Experiment of the field application was carried out by automatic fishing operation system with the selective fishing gear, it can decrease a manpower and operating time.

## 2. A suggestion to the application

- A selective fishing gear and automatic fishing operation system will be diffused to the fisherman by Shrimp Fishery Association.
- To be operated a selective fishing gear by the fisherman, it must be increased a fishing ground or delayed a fishing operation period.

# CONTENTS

|   |    |
|---|----|
| Chapter 1. Introduction .....                                   | 15 |
| Section 1. Purpose of research .....                            | 15 |
| Section 2. Necessity of research .....                          | 16 |
| 1. Technical part .....   | 16 |
| 2. Economical and industrial part .....                         | 17 |
| 3. Social and cultural part .....                               | 18 |
| Section 3. Necessity of research and its contents ...           | 19 |
| 1. Purpose of the first year research and its contents .....    | 19 |
| 2. Purpose of the second year research and its contents .....   | 20 |
| Chapter 2. Status of the domestic and foreign<br>research ..... | 21 |
| Section 1. Status of the domestic research .....                | 21 |
| Section 2. Status of the foreign research .....                 | 22 |
| Chapter 3. Research contents and results .....                  | 23 |
| Section 1. Material and method .....                            | 23 |
| 1. Status of the shrimp beam trawl fishery .....                | 23 |

|   |           |
|---|-----------|
| (1) Analysis of the fishing gear and operation system that is using at present .....                  | 23        |
| (2) Bycatch ratio and status of the shrimp fishing ground .....                                       | 23        |
| 2. Development of the selective fishing gear .....  | 23        |
| (1) Analysis of behaviour pattern to the net of shrimp .....  | 23        |
| (2) Production of sample net and analysis of the underwater performance of the model net .....        | 24        |
| (3) Improvement of the beam and development of the escaping devices .....                             | 24        |
| (4) Production of the improvement net and analysis of the underwater performance .....                | 24        |
| (5) Design of the selective fishing gear .....  | 25        |
| 3. Development of the automatic fishing operation system .....  | 25        |
| (1) Production of the selective fishing gear and field test .....                                     | 25        |
| (2) Improvement of the hauling device and development of the automatic fishing operation system ..... | 25        |
| (3) Experiment of the field application .....   | 26        |
| <b>Section 2. Results .....</b>   | <b>29</b> |
| 1. Status of the shrimp beam trawl fishery .....  | 29        |
| (1) Analysis of the fishing gear and operation system that is using at present .....                  | 29        |
| (2) Bycatch ratio and status of the shrimp fishing ground .....                                       | 36        |
| 2. Development of the selective fishing gear .....  | 52        |
| (1) Analysis of behaviour pattern to the net of shrimp .....  | 52        |
| (2) Production of sample net and analysis of the underwater   |           |

|  |           |
|--|-----------|
| performance of the model net .....   | 54        |
| (3) Improvement of the beam and development of the escaping devices ...                                  | 60        |
| (4) Production of the improvement net and analysis of the underwater<br>performance .....                | 62        |
| (5) Design of the selective fishing gear .....   | 70        |
| <br>3. Development of the automatic fishing operation system .....                                       | 73        |
| (1) Production of the selective fishing gear and field test .....  | 73        |
| (2) Improvement of the hauling device and development of the<br>automatic fishing operation system ..... | 79        |
| (3) Experiment of the field application .....  | 79        |
| <br><b>Chapter 4. Achievement and contributions .....</b>  | <b>86</b> |
| <br>Section 1. Fulfillment of the research purpose .....   | 86        |
| Section 2. Contributions to related research fields ..   | 87        |
| <br><b>Chapter 5. Application plan of the results .....</b>  | <b>89</b> |
| <br><b>Chapter 6. Reference .....</b>  | <b>90</b> |

# 목 차

|       |                   |    |
|-------|-------------------|----|
| 제 1 장 | 연구개발과제의 개요        | 15 |
| 제 1 절 | 연구개발의 목적          | 15 |
| 제 2 절 | 연구개발의 필요성         | 16 |
| 1.    | 기술적 측면            | 16 |
| 2.    | 경제·산업적 측면         | 17 |
| 3.    | 사회·문화적 측면         | 18 |
| 제 3 절 | 연구개발의 목표 및 내용     | 19 |
| 1.    | 1차년도 연구개발 목표 및 내용 | 19 |
| 2.    | 2차년도 연구개발 목표 및 내용 | 20 |
| 제 2 장 | 국내외 기술개발 현황       | 21 |
| 제 1 절 | 국내외 관련연구의 현황과 문제점 | 21 |
| 제 2 절 | 앞으로의 전망           | 22 |
| 제 3 장 | 연구개발수행 내용 및 결과    | 23 |

**제 1절 연구내용 및 방법 ..... 23**

1. 새우 조망어업의 현황 ..... 23  
    (1) 현행 어구와 조업시스템 파악 ..... 23  
    (2) 부수어획을 및 어황 ..... 23

2. 선택적 어구 개발 ..... 23  
    (1) 새우의 대망행동 특성 파악 ..... 23  
    (2) 시험어구 제작 및 수중형상 파악 ..... 24  
    (3) 비임의 개량 및 소형어류의 탈출장치 개발 ..... 24  
    (4) 개량어구 제작 및 수중형상 파악 ..... 24  
    (5) 선택적 어구의 설계방향 확정 ..... 25

3. 자동화 조업시스템 개발 ..... 25  
    (1) 선택적 어구 제작 및 해상 시험조업 ..... 25  
    (2) 권양장치 개선 및 자동화 조업시스템 개발 ..... 25  
    (3) 현장 실용화 실험 ..... 26

**제 2절 연구 결과 ..... 29**

1. 새우 조망어업의 현황 ..... 29  
    (1) 현행 어구와 조업시스템 파악 ..... 29  
    (2) 부수어획을 및 어황 ..... 36

2. 선택적 어구 개발 ..... 52  
    (1) 새우의 대망행동 특성 파악 ..... 52  
    (2) 시험어구 제작 및 수중형상 파악 ..... 54

|  |           |
|--|-----------|
| (3) 비임의 개량 및 소형어류의 탈출장치 개발 .....         | 60        |
| (4) 개량어구 제작 및 수중형상 파악 .....              | 62        |
| (5) 선택적 어구의 설계방향 확정 .....                | 70        |
| 3. 자동화 조업시스템 개발 .....                    | 73        |
| (1) 선택적 어구 제작 및 해상 시험조업 .....            | 73        |
| (2) 권양장치 개선 및 자동화 조업시스템 개발 .....         | 79        |
| (3) 현장 실용화 실험 .....                      | 79        |
| <b>제 4 장    목표달성도 및 관련분야에의 기여도 .....</b> | <b>86</b> |
| 제 1 절    연구개발 목표의 달성도 .....              | 86        |
| 제 2 절    관련분야의 기여도 .....                 | 87        |
| <b>제 5 장    연구개발결과의 활용계획 .....</b>       | <b>89</b> |
| <b>제 6 장    참고문헌 .....</b>               | <b>90</b> |

## 제 1 장 연구개발과제의 개요

### 제 1절 연구개발의 목적

#### 1. 새우만을 어획할 수 있는 선택적 어구 개발

새우 조망어업은 자루입구에 비임을 달아 어구를 벌리고 임의시간 동안 해저를 끌어 해저에 사는 새우를 어획하는 어업이나 새우뿐만 아니라 저층에 서식하는 어류, 갑각류 등이 혼획되어 자원을 감소시키는 어업으로 일정한 장소를 한정하여 일정한 기간 동안만을 조업하도록 하고 있는 실정이다.

현재 우리나라에서의 새우 조망어업은 서해안의 충남과 전북, 남해안의 전남과 경남을 중심으로 성황리에 이루어지고 있으나 대부분의 어민들은 새우보다는 어류 등을 어획하고 있는 실정이므로 다른 어업들과 분쟁이 되고 있다.

그러나 새우는 수명이 짧아 살아있는 기간 동안에 인간이 이용하기 위해서는 어획강도를 높여야만 하고, 또한 어체의 크기가 작기 때문에 새우보다 큰 어류나 갑각류 등이 어획되지 않도록 하기 위해서는 끝자루 앞에 그리드를 부착하는 방식이 전 세계적으로 널리 활용되고 있는 실정이므로 우리나라에서도 우리 실정에 맞는 새우만을 어획할 수 있는 선택적 어구를 개발하여 자원을 보호하여야만 할 것이다.

#### 2. 권양장치 개선을 통한 자동화 조업시스템 개발

우리나라에 새우 조망어업이 도입되게 된 배경은 연근해의 주낙 또는 채낚기 어업에 사용되는 미끼를 공급하기 위한 것이었으므로 매우 소형어구를 가지고 인력에 의존하여 부부중심으로의 조업이 이루어져왔다.

최근에 들어서 차츰 어선이 커지고 동력화되었으나 아직까지도 투·양망의 어로작업은 인력에 의존하고 있으므로 해황이 조금만 거칠어지면 조업하기가 매우 어려운 실정이므로 어선의 선수갑판에 권양장치를 설치하여 손쉽게 조업이 이루어질 수 있는 자동화 조업시스템을 하루 빨리 도입할 필요가 있다.

## 제 2절 연구개발의 필요성

### 1. 기술적 측면

• 새우 조망은 자루그물의 입구 앞에 가로로 쇠파이프나 막대(Beam)를 달아 낱개그물과 연결하여 자루입구를 벌리고 일정시간 동안 예망하여 헤어나 바닥에 살짝 묻혀 사는 새우 등을 어획하는 어구로 1970년대 중반까지는 비교적 수심이 얕은 연안에서 무동력선과 범선으로 조업을 하였으나 1970년대 후반기부터 동력선에 의한 현재의 새우조망 어업 형태를 갖추었다. 우리나라 연안에 서식하는 새우를 포획하는 어구어법에 관한 연구로는 남해안의 이동성 구획어업의 자원조사에 대한 장 등(1997), 장 등(2000, 2001, 2002), 김 등(2002)의 보고서, 오(2003)의 어로실태와 자원관리에 관한 연구와 김(1994)의 비임 트롤 개량에 관한 연구 등이 있을 뿐이므로 어구의 수중형상과 새우의 대망 행동 특성과 비임의 역할 등을 규명한 토대 위에 어구를 설계·제작할 필요가 있다.

• 미국식(2통 끝이식) 새우 트롤어구에 관한 연구는 Harrington, D. L. 등(1972,1975)이 있고, 1통 끝이식 새우 트롤어구에 관한 연구는 Broadhaust. M(1999) 등, Eayrs. S.(1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002) 등과 Robins J.(2000) 등이 있다. 미국식의 경우 자루그물을 2통 또는 4통을 사용하는 방식이므로 조망어구와는 매우 다르고, 1통 끝이식의 경우에도 어구의 크기가 매우 대형이고 전개판을 사용하는 방식이므로 새우 조망과는 거리가 멀다. 그러나 이들이 Bycatch와 Discard 문제를 줄이기 위한 각종 장치들에 관 것들은 참고로 하여 선택적 조망 어구를 개발할 필요가 있다.

• 새우 조망은 끝자루의 망목크기가 매우 작아서 각종 수산자원의 자치어를 남획할 우려가 매우 큰 어업이므로 새우에 대한 망목선택성을 조사·연구하여 끝자루의 적정망목을 제시하고, 일반적으로 자치어가 끝자루를 탈출하였다 하더라도 거의 대부분이 사망하므로 생존율을 높일 수 있는 끝자루 그물을 개발할 필요가 있다.

• 또한, 새우 조망은 끝자루의 망목크기가 매우 작아서 어획강도가 매우 크므로 일정한 장소와 시기를 정하여 조업하도록 하고 있으나 각종 어류들이 많이

함께 어획될 뿐만 아니라 Bycatch 문제를 야기하여 수산자원의 감소를 조장하고 있으므로 끝자루에 Grid를 설치하던가 또는 자루그물을 상하식으로 제작하여 소형어류의 탈출뿐만 아니라 저서생물을 보호하기 위한 어구를 개발할 필요가 있다.

- 새우 조망의 어구어법은 현재 우리나라에서 불법어업으로 가장 문제가 되고 있는 소형 기선저인망(小手繰網, 일명 고테구리)과 매우 유사하여 낮에는 새우 조망을 밤에는 소형 기선저인망을 사용하여 조업하는 경우가 많으므로 새우만을 어획할 수 있는 선택적 어구를 시급히 개발할 필요가 있다.

- 새우 조망의 투·양망 과정은 사이드 드럼을 주로 사용하지만 자루그물의 발줄과 뜯줄은 인력으로 올리고 있어 작업 과정이 다소 복잡하고 효율이 크게 떨어질 뿐만 아니라 안전사고가 발생할 우려가 높은 어업이므로 권양장치를 개발하여 기계적으로 양망을 함으로써 조업자동화를 꾀할 필요가 있다.

## 2. 경제·산업적 측면

- 새우 조망어업은 새우를 주목적으로 어획하는데, 새우는 수명이 짧기 때문에 다른 어업들과 마찰이 없는 시기에 일정한 한정된 장소에 대해서만 어획노력량을 집중 투하하면 어민들의 소득증대를 가져올 수 있을 것이다. 특히, 연안의 반농, 반어 형태의 영세 어민들에게 어한기를 집중적으로 이용할 수 있도록 하면 더욱 좋을 것이다.

- 새우 조망으로 어획하는 새우는 활어상태로 보관하여 주낙의 미끼로 공급할 뿐만 아니라 날로 증가하고 있는 낚시인구의 낚시 미끼로도 공급할 수 있을 것이다.

- 새우 조망어업은 현재 3~4명 정도로 조업을 하고 있는데, 권양장치의 개발을 통하여 자동화 조업시스템을 채택한다면 인건비의 절약으로 연안의 영세 어민들에게 경영합리화를 꾀할 수 있도록 할 것이다.

- 새우 조망어업은 연안어장에서 주로 조업하고 있을 뿐만 아니라 끝자루의 망목크기가 대단히 작기 때문에 수산자원의 자치어를 남획하여 자원을 고갈시키는 원인이 되므로 소형어류가 탈출할 수 있고 저서생물을 보호할 수 있는 선택

적 어구를 개발함으로써 장기적인 관점에서의 연안 수산자원의 보존 및 관리에 크게 기여할 수 있을 것이다.

### 3. 사회·문화적 측면

- 새우 조망어업은 조업인력의 노령화 및 감소현상이 심화되고 있는데다 투망 및 양망작업이 인력에 의존하기 때문에 권양장치의 개발을 통하여 자동화 조업시스템을 채택하여 조업인력을 줄인다면 선원의 안정적인 수급을 꾀할 수 있을 뿐만 아니라 양망을 기계화하여 해상근로조건을 개선함으로써 인력의 노령화에 따른 문제도 해결할 수 있을 것이다.

- 소형어가 탈출할 수 있고 저서생물을 보호할 수 있는 선택적 어구 개발을 통하여 Bycatch와 Discard 문제를 해결함으로써 정부가 지향하는 자원관리형어업으로서의 정책개발 방향과도 일치할 뿐만 아니라 타 어업들과의 분쟁도 줄일 수 있을 것이다.

- 본 연구를 통하여 선택적 새우 조망어구와 자동화 조업시스템을 분명하게 설정함으로써 항상 불법어업으로 문제시되고 있는 소형 기선저인망과 차별화함으로써 어업질서를 확립하는 데에도 큰 도움이 될 것이다.

### 제 3절 연구개발의 목표 및 내용

#### 1. 1차년도 연구개발 목표 및 연구내용

| 연구개발 목표  | 연구내용   |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>· 새우의 대망행동 특성 파악</li> <li>· 시험어구의 제작 및 수중형상 파악</li> <li>· 비임의 개량 및 소형어류 탈출 장치 개발</li> <li>· 개량어구의 제작(상하식, 그리드식) 및 수중형상 파악</li> <li>· 선택적 어구의 설계방향 확정</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 예인 수조에서 실험을 통하여 새우의 대망행동을 조사하고 분석한다.</li> <li>· 시험어구를 제작하여 해상에서 시험 조업을 실시하고, 국립수산과학원의 예인수조와 회류수조에서 모형실험을 통하여 수중형상을 파악한다.</li> <li>· 비임에 체인을 부착하여 수조실험을 통하여 어군의 구집효과를 검정하고, 끝자루로 들어간 소형어류가 탈출할 수 있도록 Square 망지을 사용하는 선택적 어구를 제작하여 시험 조업을 한다.</li> <li>· 개량어구를 설계·제작하여 해상실험을 하고, 모형어구로 수조실험을 통하여 수중형상을 분석한다.</li> <li>· 위의 실험결과들을 참고로 새우만을 어획할 수 있는 선택적 어구의 설계 방향을 확정한다.</li> </ul> |

## 2. 2차년도 연구개발 목표 및 연구내용

| 연구개발 목표  | 연구내용  |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>· 선택적 어구 제작</li> <li>· 해상 시험조업</li> <li>· 권양장치 개선</li> <li>· 자동화 조업시스템 개발</li> <li>· 현장 실용화 실험</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 1차년도의 시험한 결과를 토대로 상하식과 그리드식 선택적 어구 제작한다.</li> <li>· 상하식, 그리드식 선택적 어구를 가지고 해상실험을 통하여 조업 상 발생하는 문제점 등(그리드의 모양, 각도, 자루그물의 형태)을 해결한다.</li> <li>· 어구의 투·양망을 손쉽게 하기 위하여 선수갑판에 유압식 드럼을 설치하여 시험조업을 한다.</li> <li>· 자루그물과 무거운 그리드의 양망뿐만 아니라 어획물이 있는 끝자루의 양망을 드럼을 이용하는 자동화 조업시스템을 시험조업을 통하여 개발한다.</li> <li>· 최종적인 선택적 어구를 직사각형 그리드식 어구로 끝자루에 소형어류 탈출 장치를 설치하기로 결정하였고, 이러한 어구를 가지고 자동화 조업시스템으로 현장실용화 실험을 통하여 선원 수의 감소효과, 조업시간의 단축 정도를 검정한다.</li> </ul> |

## 제 2 장 국내외 기술개발 현황

### 제 1절 국내·외 관련연구의 현황과 문제점

• 우리나라 연안에 서식하는 새우를 포획하는 어구어법에 관한 연구로는 남해안의 이동성 구획어업의 자원조사에 대한 장 등(1997), 장 등(2000, 2001, 2002), 김 등(2002)의 보고서가 있고, 오(2003)의 어로실태와 자원관리에 관한 연구가 있으며, 김(1994)의 비임 트롤 개량에 관한 연구 등이 있을 뿐이다. 위의 대부분의 보고서는 이동성 구획어업으로 새우 조망어업을 허가받기 위하여 적정 허가건수를 정하기 위한 자원조사에 관한 것들이고, 오의 연구는 거문도 지역에서 행해지고 있는 새우 조망어업의 어로실태를 조사하고 끝자루의 망목선택성을 분석·검토하여 적정 망목크기를 제시한 것이며, 오직 김의 연구만이 비임 트롤 어구의 개량에 관한 것이나 현재 새우 조망어업에서는 1970년대 어구어법을 그대로 유지하고 있는 실정이다.

• 우리나라 새우 조망은 1970년대 이전의 유럽식 새우 비임 트롤어구와 매우 흡사한 것이므로 이들에 관한 최근의 연구들은 없는 실정이며, 미국식 새우 트롤어구에 관한 연구는 Harrington, D. L. 등(1972,1975)의 것이 있으나 이들의 어구어법은 전개판을 사용하고, 자루그물을 2개 사용하는 방식이므로 우리나라의 새우조망과는 거리가 멀다.

• 또한, Broadhaust. M(1999) 등이 새우트롤의 끝자루를 정사각형 망지를 사용하여 어류를 도피하게 하는 연구가 있고, Eayrs. S.(1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002) 등이 새우 트롤에서 Bycatch를 줄이기 위한 여러 가지 연구뿐만 아니라 새우의 대망행동, TED와 Grid 장치 등에 관한 연구 등이 있으며, Robins J.(2000) 등도 새우트롤에서 Bycatch를 줄이기 위한 연구들을 수행하였다. 그러므로 현재에는 미국, 유럽과 호주 등에서 새우를 어획하고 있는 트롤어구에는 바다거북과 어류들의 어획을 방지하기 위하여 TED와 Grid 장치를 의무화하여 혼획을 방지시키고 있을 뿐만 아니라 수산자원의 합리적인 관리를 위한 선택적

어구어법의 개발에도 열중하고 있으므로 우리도 새우 조망어업에 응용하여 채택함으로써 어업의 선진화를 꾀할 수 있을 것이다.

- 외국의 대부분 새우 트롤어구의 경우 우리나라에서 사용하는 새우 조망어구보다 훨씬 규모가 클 뿐만 아니라 대상으로 하고 있는 새우의 크기도 훨씬 크며, 또한 전개판을 사용하고 자루그물을 2통 또는 4통을 사용하기 때문에 우리나라와 같이 Beam을 사용하는 조망어구에 그대로 적용하기란 많은 문제점이 있다.

## 제 2절 앞으로 전망

- 본 연구의 성공적인 수행은 소형어류가 탈출할 수 있고 저서생물을 보호할 수 있는 선택적 새우 조망어구를 개발함으로써 Bycatch와 Discard 문제를 해결할 수 있게 함으로써 정부가 지향하는 자원관리형 어업을 유지·발전시킬 수 있을 것이다.

- 또한, 본 연구의 성공적인 수행으로 자동화 조업시스템을 개발함으로써 노동력이 집중되는 끝자루의 양망을 자동화하여 해상 근로조건을 개선함으로써 선원의 수급과 노령화에 따른 문제점도 해결할 수 있을 것이다.

- 본 연구를 통하여 선택적 새우 조망어구를 개발하여 자동화 조업시스템을 분명하게 설정함으로써 항상 불법어업으로 문제시되고 있는 소형 기선저인망과 차별화함으로써 어업질서를 확립하는 데에도 큰 도움이 될 것이다.

## 제 3 장 연구개발 수행내용 및 결과

### 제 1절 연구내용 및 방법

#### 1. 새우 조망어업의 현황

##### (1) 현행 어구와 조업시스템 파악

우리나라 새우 조망어업은 서해안인 충남과 전북, 남해안인 전남과 경남에 서만 이루어지고 있으므로 이들 지역을 직접 방문하여 어구 및 조업시스템을 조사한 다음 현행 불법어업으로 가장 문제시 되고 있는 이 어구어법과 매우 비슷한 소형 기선저인망의 어구어법도 함께 조사하여 비교·분석하였다.

##### (2) 부수어획물 및 어황

우리나라에서 새우 조망어업이 가장 성황리에 이루어지고 있는 5곳의 어장에서 2~12회의 시험 조업을 통하여 해역별 목적어인 새우류의 종 조성 및 체장 조성, 부수어획물의 종 조성 및 체장 조성 등을 분석·검토하였고, 이들 어장이 새우 조망어장으로써 가치가 있는 가를 알아보기 위하여 어황을 자원분포 밀도로써 검토하였다.

#### 2. 선택적 어구 개발

##### (1) 새우의 대망행동 특성과악

새우의 대망행동 특성을 파악하기 위하여 2가지 방법으로 실험을 하였다.

첫째는 Photo 1과 같은 실험수조에 민새우(체장 : 10~12cm)와 마루자주새우(체장 : 4~6cm)를 각각 20, 30마리씩 넣고 Photo 2와 같은 모형어구(1.15L×0.7W)를 0.2m/sec의 속도로 예인하면서 행동특성을 분석·검토하였다.

Photo 3의 실험수조는 0.1~1.1m/sec로 일정하게 예인할 수 있는 수조로 크

기는 5L×1W×0.8H(m)이며, 바닥에는 새우들이 서식하기 쉽도록 모래를 깔았다.

둘째는 Photo 4와 같이 새우 조망어구의 끝자루와 같은 모양으로 제작하여 새우를 각각 30마리씩 넣고 카메라를 설치하여 수질이 좋은 해상에서 정지 상태와 일정한 속도로 이동할 때의 행동특성을 모니터를 통하여 분석·검토하였다. 끝자루 모형의 크기는 카메라의 촬영가능 범위 등을 고려하여 1.2L×1.0W×0.8H(m)로 하였고, 카메라는 오른쪽 중앙에 설치되도록 하였다.

#### (2) 시험어구 제작 및 수중형상 파악

현행 어구와 조업시스템을 분석한 결과로부터 남해안과 서해안을 대표할 수 있는 시험어구를 Fig. 1과 같이 설계·제작하여 경남의 통영과 충남의 보령에서 해상 시험 조업을 하였으며, 수중형상을 파악하기 위하여 국립수산물과학원의 예인수조 [85L×10W×3.5H(m)] 와 회류수조 [8L×2.8W×1.4H(m)] 에서 모형실험을 하였다. 예인수조에서는 1/2의 모형어구를 가지고 여러 단계의 속도로 예인하면서 끝줄에 걸리는 장력변화와 어구의 전체적의 전개상태 등을 조사하였고, 회류수조에서는 1/4의 모형어구로 여러 단계의 속도에 따른 망고와 장력 변화 등을 측정·분석하였다.

#### (3) 비임의 개량 및 소형어류의 탈출 장치 개발

새우 조망어구에서 비임(6~12m)의 역할은 날개그물을 일정한 간격으로 벌리는 역할만을 하고 있으므로 어군의 구집역할도 겸할 수 있도록 하기 위하여 Tickler chain을 부착하여 수조실험을 통하여 효과를 검증하였고, 끝자루에 들어간 소형어류가 탈출 할 수 있도록 하기 위해서는 끝자루에 50mm, 100mm 짜리 Square 망지를 사용하여 시험 조업을 하였다.

#### (4) 개량어구 제작 및 수중형상 파악

시험어구의 실험결과와 현장조사 등을 토대로 Fig. 7과 같이 개량어구를 설계·제작하여 충남의 보령과 경남의 통영에서 해상 시험 조업을 통하여 얻은

결과를 분석·검토하였고, 수중형상을 파악하기 위하여 시험어구에서와 같이 국립수산과학원의 예인수조와 회류수조에서 모형실험을 하여 유속에 따른 망고와 장력 변화 등을 측정하여 시험어구와 비교·분석하였다.

개량어구(1단계 선택적 어구)는 상하식과 그리드식의 2가지 형태로 제작하였는데, 상하식 어구는 자루그물과 끝자루를 상하로 2등분되게 제작한 것이고, 그리드식은 자루그물과 끝자루 연결부에 그리드를 달고 등판부분은 연결하지 않아 어류 등이 도피할 수 있도록 제작한 것이다.

#### (5) 선택적 어구의 설계방향 확정

개량어구의 모형실험과 해상 시험 조업을 통하여 얻은 결과를 분석·검토하여 새우만을 어획할 수 있는 선택적 어구의 설계방향을 확정하였다.

### 3. 자동화 조업시스템 개발

#### (1) 선택적 어구 제작 및 시험조업

1차 년도에 확정된 선택적 어구를 제작하여 시험 조업을 한 결과 어획성능이 좋지를 않아 어민들의 의견을 받아들여 2단계 선택적 어구를 설계·제작하여 시험 조업을 한 결과 조업 상 문제점이 부각되어 3단계 선택적 어구를 설계·제작하여 시험 조업을 한 결과 어획성능이 좋아 최종적인 선택적 어구로 확정하였다.

#### (2) 권양장치 개선 및 자동화 조업시스템 개발

새우 조망어구가 어선의 기관마력 증가에 따라 어구를 점차 크게 하면서도 조업방법은 사이드롤러와 인력만을 의존하는 경우가 대부분이었으므로 드럼을 선수에 설치하여 각종 줄들을 손쉽게 감아 들일 수 있도록 한 후에 시험 조업을 통하여 조업시간과 인력 수를 검토하였다.

위와 같이 드럼에 의하여 끌줄의 투·양망은 손쉽게 이루어졌으나 매 조업시에 자루그물과 끝자루 모두를 갑판으로 들어 올림으로써 인력과 시간을 많

이 들므로 끝자루 돋움줄을 사용하여 평상 시에는 끝자루만을 손쉽게 양망할 수 있는 방안을 제시하고 해상시험 조업을 통하여 인력감축 및 조업시간 등을 분석·검토하였다.

### (3) 현장 실용화 실험

어획성능과 소형어류 도피 장치인 Square 망지를 사용한 3단계 선택적 어구를 가지고 드럼을 이용한 자동화 조업시스템으로 시험 조업을 통하여 어구의 어획성능과 조업시간 등을 비교·분석하였다.

또한, 그리드의 선택성을 알아보기 위하여 그리드 발의 간격이 35mm 짜리를 제작하여 50mm 짜리와 같은 방법으로 시험 조업을 실시하였다.



Photo 1. A towing water tank used shrimp behavior experiment.



Photo 2. A model net used shrimp behavior experiment.



Photo 3. A model net is towing in the tank



Photo 4. A model net of cod end used shrimp behavior experiment.

## 제 2절 연구 결과

### 1. 새우 조망어업의 현황

#### (1) 현행 어구와 조업시스템 파악

우리나라에서 행해지고 있는 새우 조망어업은 크게 2가지로 나누어 생각할 수 있는데, 첫째는 연안조망어업으로 총톤수 8톤 미만의 동력어선에 의하여 망구에 비임(막대)을 설치한 조망을 사용하여 새우를 포획하는 어업으로 충남과 전북을 중심으로 서해안에서만 이루어지고 있는 것으로 규모가 연안어업 중에서는 큰 편인데 비하여, 둘째는 구획어업 중에서 이동성 구획어업에 속하는 것으로 총톤수 5톤 미만의 동력어선에 의하여 행해지는 것으로 전남과 경남을 중심으로 남해안에서만 이루어지고 있는 것으로 규모가 작은 편이다.

새우 조망어업은 우리나라 연안에서 이루어지고 있는 유일한 예망어법으로 허가건수는 Table 1과 같이 2,453건이나 되며, 서해안을 중심으로 이루어지고 있는 규모가 큰 것은 1,387건이며, 남해안을 중심으로 이루어지고 있는 규모가 작은 것은 1,066건이나 된다.

현행 사용하고 있는 어구와 조업시스템은 해역별로 조금씩 다르기 때문에 Fig. 1의 상과 같은 남해안 식과 Fig. 1의 하와 같은 서해안 식으로 대표된다.

현행 이 어법과 매우 비슷하며 불법어업으로 가장 문제가 되고 있는 소형기선저인망어업과 비교하여 설명하였다.

Table 1. Status of the shrimp beam trawl fishery(2004. 12. 31)

| Types | shrimp trawl |         |          | Demarcated fishery |           |          | Total |
|-------|--------------|---------|----------|--------------------|-----------|----------|-------|
|       | Chungnam     | Jeonbuk | Subtotal | Jeonnam            | Gyeongnam | Subtotal |       |
| No.   | 1,021        | 366     | 1,387    | 777                | 289       | 1,066    | 2,453 |

## 1) 새우조망과 소형 기선저인망의 어구어법 비교

### 가) 어구 비교

#### ① 새우 조망

· 그물의 형태는 Fig. 1과 같이 소해면적을 크게 하기 위하여 날개그물을 자루보다 약간 길게 한 4매식이며, 4장의 폭의 콧수는 제작상 편리하도록 앞부분과 뒷부분이 같도록 구성하였고, 끝자루는 1장의 그물로 구성되었으며, 어획물은 끝자루 앞쪽의 등판부분으로 꺼내도록 되어있다.

· 그물코의 크기는 25~60mm(남해안의 경우 : 16~20mm)이고, 날개 앞 끝부터 끝자루로 갈수록 일정하게 작아졌다.

· 뜰줄의 구성은 보통의 끈 PP 20mm(남해의 경우 : 16mm)을 사용하고, 부력은 직경이 120mm인 구형 플라스틱 뜰 8개를 달아 부력이 6.4kg 정도 된다.

· 밧줄의 구성은 낚은 그물이나 현 로프를 한데 모아 덧감기를 하여 직경이 70~80mm되도록 하였고, 침강력은 자루그물의 입구가 들리지 않게 하기 위하여 800g 짜리 납을 74개 달아 침강력이 59.2Kg정도 된다.

· 어구의 전개는 직경 60~75mm의 쇠파이프 11~12m(남해안의 경우 : 6~8m)를 날개그물 앞 끝에 부착하며, 지방에 따라 부착하는 위치가 다른 곳도 있다.

· 줄은 끝줄, 후릿줄, 갈래줄과 돌움줄로 구성된다.

#### ② 소형 기선저인망

· 그물의 형태는 Fig. 2와 같이 재래식의 경우에는 조망어구와 비슷한 반면에 현행의 것은 오테 트롤의 형태와 같이 6매식 그물을 사용하나 삼각망지를 날개의 중간 앞부분까지 또는 옆판의 중간 뒷부분까지 연결되었으며, 새우 조망과 같이 소해면적을 크게 하기 위하여 날개그물이 다소 긴 편이나 자루그물의 길이보다는 짧았고, 쌍끌이식을 채택하는 경우에는 혀그물을 사용하

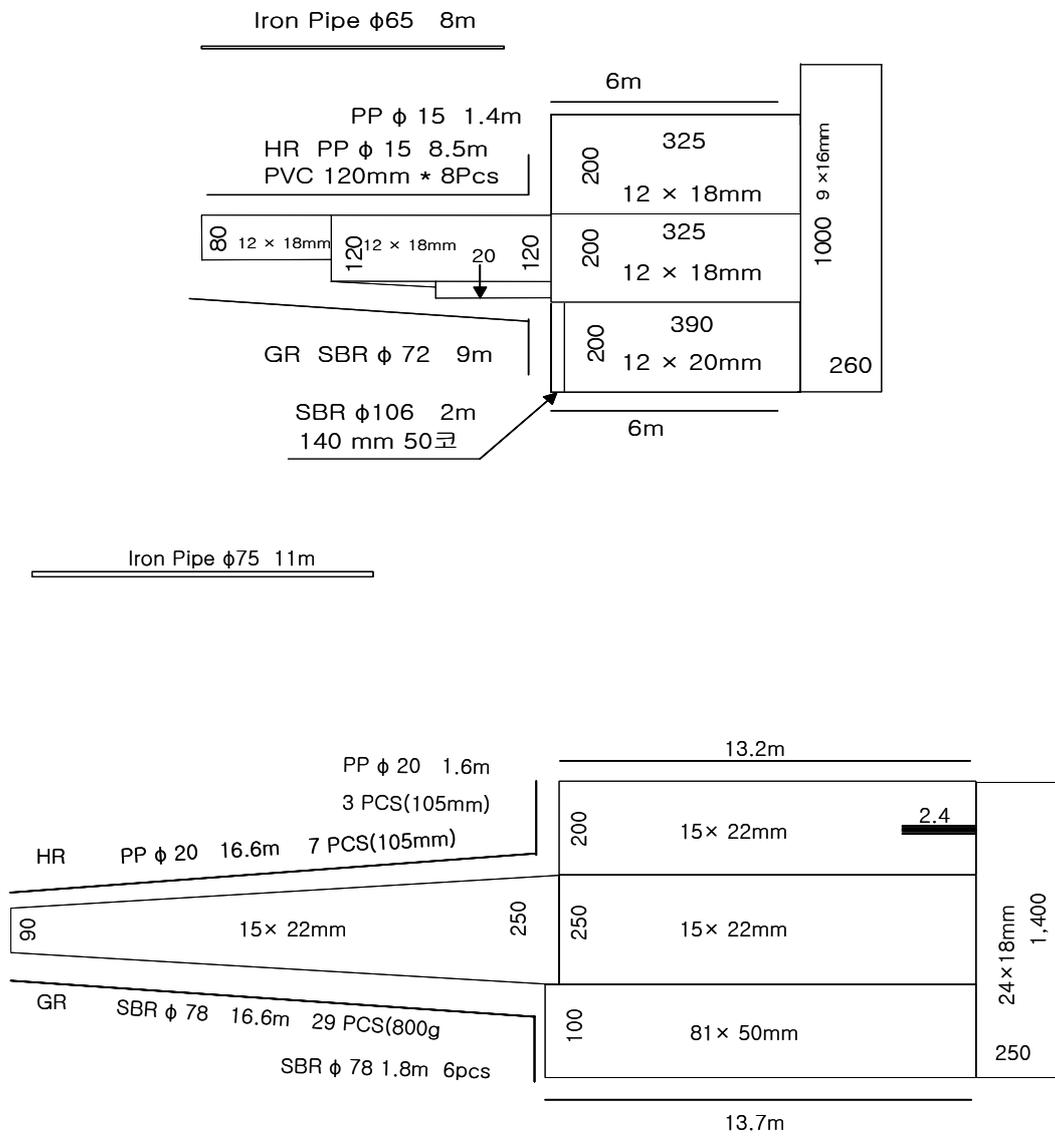


Fig. 1. A drawing of the shrimp beam trawl  
(Upper : southern type, Lower : western type)

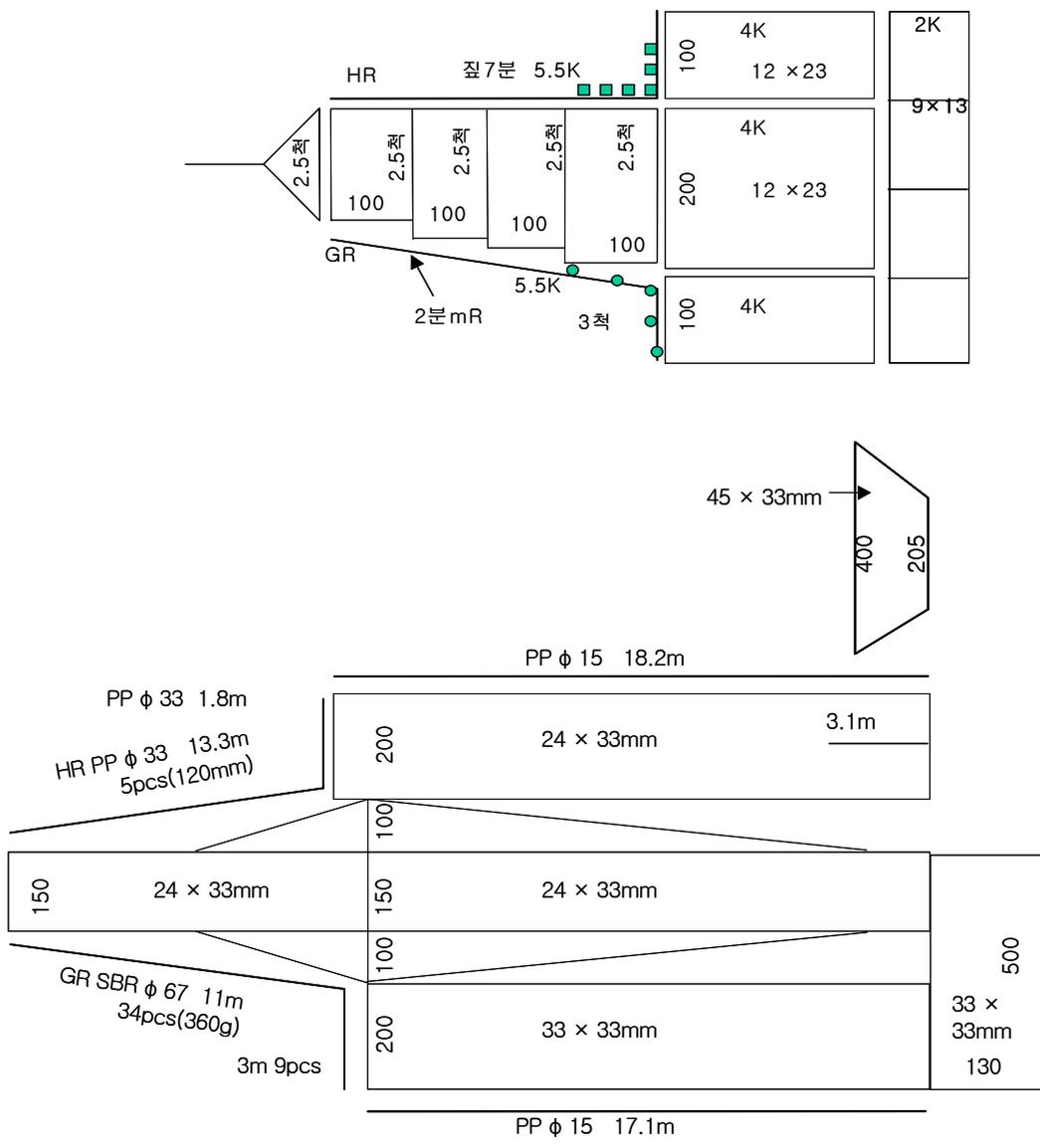


Fig. 2. A drawing of the small bottom trawl  
 (Upper : Traditional type, Lower : Modern type )

는 경우도 있었다.

- 그물코의 크기는 제작상 편리함을 추구하기 위하여 모든 부분에 33mm 짜리를 사용하였는데, 밑판 부분은 해저와의 마찰을 고려하여 2중으로 구성되었다.

- 뜰줄과 밧줄의 구성은 새우 조망과 같은 형식이나 어구의 규모가 대체로 크다.

- 어구의 전개는 쌍끝이식은 2척의 어선이 하고, 대부분의 경우는 평판형 전개판을 날개그물에 바로 연결하거나 일정한 후릿줄을 주어 그 중간에 연결하여 사용하기도 한다. 전개판은 1.1×2m의 직사각형 모양이고, 앞면은 끌줄과 연결하는 고삐줄이 있으며, 뒷면에는 후릿줄과 연결하는 꼬릿줄이 있다.

#### 나) 조업방법의 비교

##### ① 새우 조망

- 새우 조망의 조업방법은 기본적으로는 Fig. 3과 같으나 어선의 크기와 지역에 따라 약간의 차이는 있겠으나 조업 인원은 3~4명(남해안 : 2~3명)이고, 조업시기는 조류의 세기가 약한 조금 때 3~5일간에 걸쳐서 이루어진다.

- 투망은 우현 선수에서 끌자루를 투입하고 전진하면 자루그물이 투입되게 되는데, 이때에 비임을 갯대에 고정시킨 상태에서 배를 전진하여 어구의 전개가 정상적으로 되면 비임을 투입한 후에 끌줄과 후릿줄은 수심의 5~7배 주면 완료되는데, 소요시간은 10분 정도이다.

- 예망은 선속을 1.2~1.4k/t로 하는데, 어장의 조건 등을 감안하여 1~2시간 정도 한다.

- 양망은 끌줄을 선수로 돌려 사이드 드럼을 통하여 감아 들이면 비임이 올라오게 되는데, 비임을 현측에 고정시키고 자루그물을 돌움줄로 감아 사이드롤러로 감아 들여 밧줄이 올라오면 또아릿줄로 자루그물을 감아 데릭으로 감아 들이면 선수갑판으로 올라오게 되는데, 이 작업을 반복하면 끌자루가 올라오게 된다.

· 어획물은 끝자루 바로 앞부분의 자루그물 등판 쪽에서 꺼낸다.

② 소형 기선저인망

· 소형 기선저인망의 조업방법은 Fig. 4와 같이 전개판을 사용하여 현측식 트롤과 같이 이루어지며, 2척의 어선이 조업을 하는 경우에는 쌍끌이식과 같이 조업을 한다. 즉, 새우 조망과 다른 것은 빙 대신에 전개판을 사용한다는 것과 어획물을 꺼내는 곳이 끝자루 끝으로도 한다는 것이다.

· 투망 시 전개판을 연결할 때 전남, 전북, 충남 지역은 전개판을 선미에서 연결하는 반면 경남 지방은 선수에 전개판을 두고 연결하는 방식을 취하고 있다.

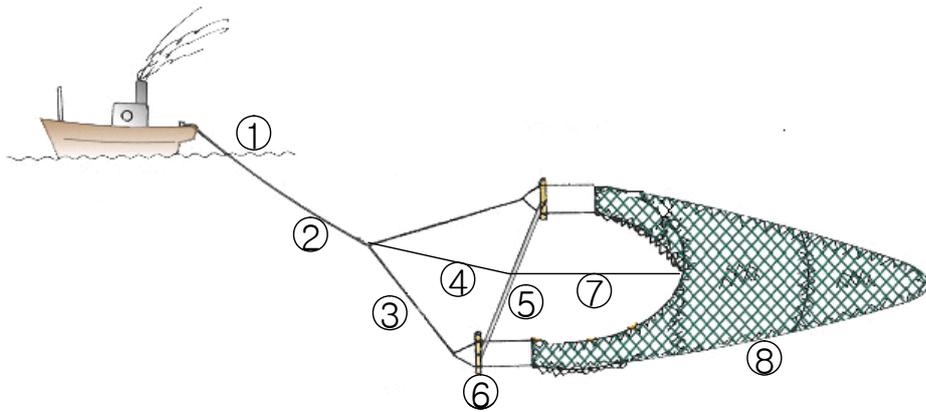
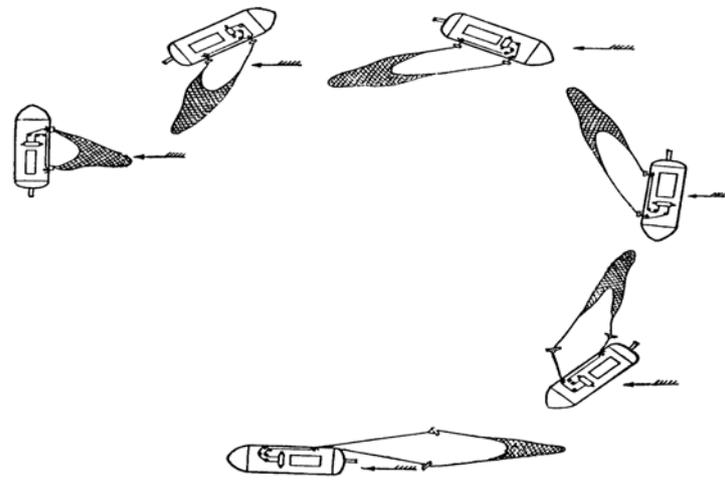
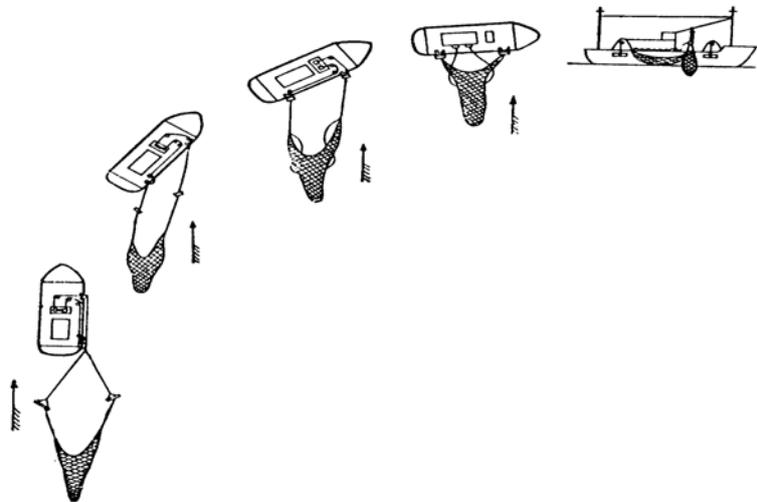


Fig. 3. Schematic diagram of the fishing operation in the shrimp beam trawl  
① warp ② sweep line ③ branch line ④ beam hauling line  
⑤ beam ⑥ spreader ⑦ ground hauling rope ⑧ net



ⓐ Casting



ⓑ Hauling

Fig. 4. Schematic diagram of the fishing operation in the small bottom trawl

## (2) 부수어획을 및 어획

### 가) 새우류의 종 조성 및 체장 조성

현재 우리나라에서 새우 조망어업이 성행되고 있는 보령, 부안, 강진, 통영과 거제 주변해역에서 각각 2~12회씩 Photo 5와 6과 같이 시험 조업을 하여 어획한 목적어인 새우류의 종 조성을 해역별로 나타내면 Table 2와 같다.

30회에 걸쳐 시험 조업하여 어획한 새우류는 10종이었는데, 어획한 359,890마리에서 마리수가 많은 것부터 차례대로 나열하면 그라비새우(*Palaemon gravieri*)가 50.0%, 마루자주새우(*Crangon Hakodatei*)가 46.0%, 꽃새우(*Trachysalambria curvirostris*)가 2.6%, 민새우(*Parapenaeopsis tenellus*)가 0.4%, 꼬덕새우(*Rhynchocinetes uritai*)가 0.3%, 중하(*Matapenaeus joyneri*)가 0.3%이고, 나머지 0.4%는 대롱수염새우(*Solenocera melantho*), 대하(*Fenneropenaeus chinensis*), 큰손딱총새우(*Alpheus digitalis*), 보리새우(*Marsupenaeus japonicus*)의 순이었다.

해역별로 살펴보면 Fig. 5와 같이 보령 해역에서는 총 4종으로 41,204마리가 어획되었는데, 그 중에서 마루자주새우가 41,110마리가 어획되어 99.8%로 거의 대부분을 차지하였고, 다음으로는 민새우가 90마리, 큰손딱총새우가 3마리, 중하가 1마리 순이었다.

부안 해역에서는 대하 1종으로 3마리밖에 어획되지 않았고, 강진 해역에서는 총 4종으로 1,132마리가 어획되었는데, 그 중에서 중하가 1,081마리가 어획되어 95.4%로 거의 대부분을 차지하였으며, 다음으로는 마루자주새우가 44마리, 대하가 4마리, 보리새우가 3마리의 순이었다.

통영 해역에서는 총 4종으로 8,053마리가 어획되었는데, 그중에서 마루자주새우가 5,000마리로 62.3%로 대부분을 차지하였고, 다음으로는 민새우가 1,610마리, 꼬덕새우가 1,288마리, 중하가 155마리의 순이었다. 거제 해역에서는 총 4종으로 309,498마리가 어획되었는데, 그 중에서 그라비새우가 180,199마리와 마루자주새우가 119,627마리로 각각 58.2, 38.7%로 대부분을 차지하였고, 다음으로는 꽃새우 9,494마리, 대롱수염새우 178마리 순이었다.



Photo 5. Casting the shrimp beam trawl net in catcher boat



Photo 6. Hauling the shrimp beam trawl net in catcher boat

30회에 걸쳐 시험 조업하여 어획한 새우의 전장범위는 40~260mm이었고, 전장이 큰 것부터 차례대로 나타내면 보리새우가 250~260mm, 대하가 200~250mm, 대롱수염새우가 150~200mm, 꽃새우가 120~150mm, 큰손딱총새우가 100~110mm, 중하가 60~120mm, 끄떡새우가 60~80mm, 민새우가 50~80mm, 그라비새우와 마루자주새우가 각각 40~80mm이었다. 위의 새우류의 1마리당 평균중량을 큰 것부터 차례대로 나타내면 대롱수염새우가 38g, 보리새우가 30g, 대하가 26g, 꽃새우가 12g, 큰손딱총새우가 12g, 중하가 11g, 끄떡새우가 4g, 민새우, 그라비새우와 마루자주새우가 각각 3g이었다.

#### 나) 부수어획물의 종 조성 및 체장조성

현재 우리나라에서 새우 조망어업이 성행되고 있는 보령, 부안, 강진, 통영과 거제해역에서 각각 2~12회씩 시험 조업을 하여 어획한 부수어획물의 종 조성을 해역별로 나타내면 Table 3과 같다.

30회에 걸쳐 시험 조업하여 어획한 부수어획물의 종류는 총 44종이었는데, 이 중에서 어류가 30종, 연체동물이 6종, 패류 5종과 게류 3종이었다. 어획한 16,129마리의 어류 중에서 마리수가 많은 것부터 차례대로 나타내면 멸치 (*Engraulis japonicus*)가 47.0%, 양태(*Platycephalus indicus*)가 16.6%, 넙치 (*Paralichthys olivaceus*)가 13.6%, 주둥치(*Leiognathus nuchalis*)가 5.5%, 붕장어(*Conger myriaster*)가 2.7%이었다. 나머지는 2% 미만으로 개서대 (*Cynoglossus robustus*), 보구치(*Pennahia argentata*), 홍어(*Raja kenoei*), 풀망둑(*Acanthogobius hasta*), 참가자미(*Pleuronectes herzensteini*), 삼세기 (*Hemitripteris villosus*), 우럭볼락(*Sebastes hubbsi*), 아귀(*Lophiomus setigerus*), 노래미(*Hexagrammos agrammus*), 베도라치(*Pholis nebulosa*), 전어(*Konosirus punctatus*), 물메기(*Liparis tessellatus*), 문절망둑 (*Acanthogobius flavimanus*), 갈전갱이(*Kaiwarinus equula*), 갯장어 (*Muraenesox cinereus*), 참돔(*Pagrus major*), 수조기(*Nibea albiflora*), 전어 (*Clupanodon punctatus*), 줄복(*Takifugu Pardalis*), 솜뱅이(*Sebastiscus marmoratus*), 농어(*Lateolabrax japonicus*), 노랑각시서대(*Many-banbed sole*),

Table 2. Species composition of shrimp caught by shrimp beam trawl

| Area      | Scientific name                     | No of catch    | Total length(mm) | Weight (g) | Total catch (g)  |
|-----------|-------------------------------------|----------------|------------------|------------|------------------|
| Boryeong  | <i>Crangon Hakodatei</i>            | 41,110         | 40 ~ 70          | 2 ~ 4      | 147,505          |
|           | <i>Parapenaeopsis tenellus</i>      | 90             | 50 ~ 80          | 2 ~ 3      | 120              |
|           | <i>Alpheus digitalis</i>            | 3              | 100~110          | 12         | 36               |
|           | <i>Matapenaeus joyneri</i>          | 1              | 100              | 11         | 11               |
|           | Subtotal                            | <b>41,204</b>  | -                | -          | <b>147,672</b>   |
| Buan      | <i>Fenneropenaeus chinensis</i>     | 3              | 210              | 25         | 75               |
|           | Subtotal                            | <b>3</b>       | -                | -          | <b>75</b>        |
| Kangjin   | <i>Crangon Hakodatei</i>            | 44             | 40 ~ 80          | 2 ~ 6      | 264              |
|           | <i>Fenneropenaeus chinensis</i>     | 4              | 200 ~ 250        | 27         | 108              |
|           | <i>Marsupenaeus japonicus</i>       | 3              | 250~260          | 30         | 90               |
|           | <i>Matapenaeus joyneri</i>          | 1,081          | 60 ~ 120         | 9 ~ 12     | 11,891           |
|           | Subtotal                            | <b>1,132</b>   | -                | -          | <b>12,353</b>    |
| Tongyeong | <i>Crangon Hakodatei</i>            | 5,000          | 40 ~ 70          | 3 ~ 4      | 16,500           |
|           | <i>Matapenaeus joyneri</i>          | 155            | 65 ~ 110         | 9 ~ 11     | 1,700            |
|           | <i>Parapenaeopsis tenellus</i>      | 1,610          | 50 ~ 80          | 2 ~ 3      | 4,800            |
|           | <i>Rhynchocinetes uritai</i>        | 1,288          | 60 ~ 80          | 2 ~ 5      | 3,500            |
|           | Subtotal                            | <b>8,053</b>   | -                | -          | <b>26,500</b>    |
| Geoje     | <i>Crangon Hakodatei</i>            | 119,627        | 40~70            | 3~4        | 305,588          |
|           | <i>Solenocera melantho</i>          | 178            | 150 ~ 200        | 36 ~ 40    | 13,500           |
|           | <i>Palaemon gravieri</i>            | 180,199        | 40 ~ 80          | 2 ~ 3      | 484,000          |
|           | <i>Trachysalambria curvirostris</i> | 9,494          | 120 ~ 150        | 10 ~ 15    | 84,500           |
|           | Subtotal                            | <b>309,498</b> | -                | -          | <b>887,588</b>   |
| Total     |                                     | <b>359,890</b> | -                | -          | <b>1,074,188</b> |

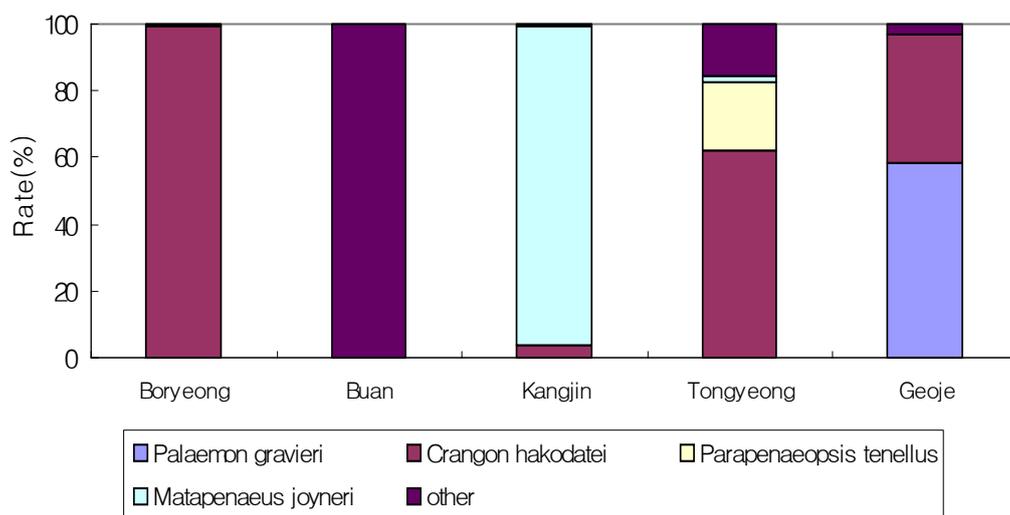


Fig. 5. Species composition of shrimp in relation to fishing ground

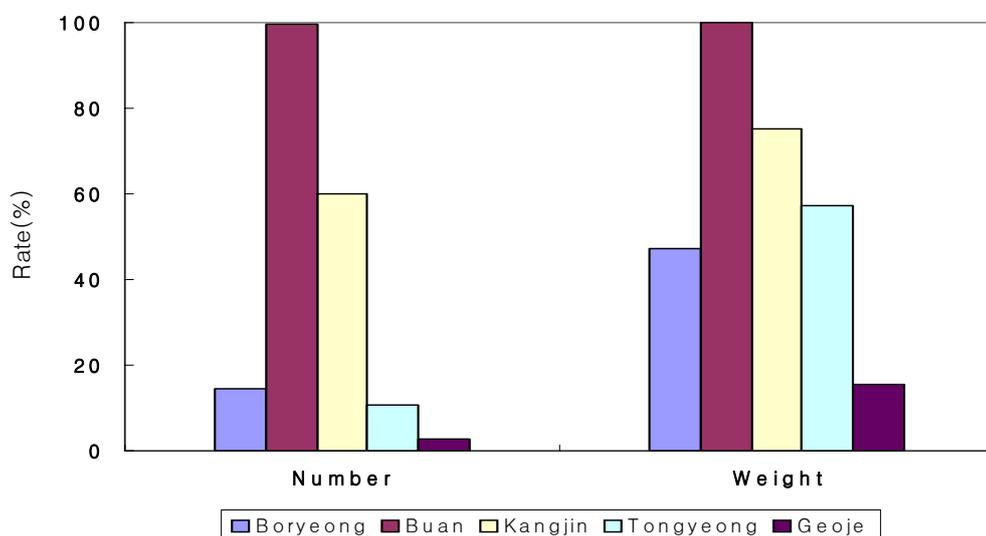


Fig. 6. Bycatch ratio in relation to fishing ground

성대(*Chelidonichthys spinosus*), 달고기(*Zeus japonicus*), 쭈기미(*Inimicus japonicus*), 말쥐치(*Navodon modestus*)의 순이었다.

어획한 1,557마리의 연체동물 중에서는 반딧불오징어(*Watasenia scintillans*)가 92.2%로 거의 대부분을 차지하였고, 다음으로 주꾸미(*Octopus ocellatus*)가 5.1%를 차지하였으며, 나머지는 3% 미만으로 낙지(*Octopus minor*), 갑오징어(*Sepia esculenta*), 문어(*Octopus dofleini*), 오징어(*Loligo japonica*)의 순이었다.

어획한 245마리의 패류 중에서는 소라(*Batillus cornutus*)가 41.2%로 가장 높은 비중을 차지하였고, 다음은 고동(*Neptunea Polycostata*), 키조개(*Atrina pinnata*), 피조개(*Scapharca broughtonii*), 맛조개(*Solen Strictus*)의 순이었다.

어획한 510마리의 게류 중에서는 두점박이민꽃게(*Charybdis bimaculata*)가 52.4%로 가장 높은 비중을 차지하였고, 다음은 갯가재(*Oratosquilla oratoria*), 꽃게(*Portunus trituberculatus*)의 순이었다.

해역별로 살펴보면 Table 3과 같이 보령 해역에서는 총 24종에 7,042마리가 어획되었는데, 그 중에서 어류가 14종에 5,640마리로 가장 많았고, 연체동물이 3종에 859마리, 패류가 5종에 203마리, 게류가 2종에 340마리였으며, 종별로 살펴보면 양태가 37.3%로 가장 높은 비중을 차지하였고, 다음으로 넙치가 31.0%를 차지하였으며, 그 다음으로는 반딧불오징어가 11.4%를 차지하였다.

부안해역에서는 총 14종에 844마리가 어획되었는데, 그 중에서 어류가 10종에 755마리로 가장 많았고, 연체동물은 낙지 1종에 6마리, 패류도 고동 1종에 30마리, 게류가 2종에 53마리였으며, 종별로 살펴보면 멸치만이 74.6%로 월등히 높은 비중을 차지하였고, 다음으로 갯가재가 5.9%를 차지하였으며, 그 다음으로는 양태가 5.3%를 차지하였다.

강진 해역에서는 총 21종에 1,628마리가 어획되었는데, 그 중에서 어류가 15종에 1,492마리로 가장 많았고, 연체동물이 4종에 132마리, 게류가 1종에 3마리였으며, 종별로 살펴보면 주둥치가 54.4%로 가장 높은 비중을 차지하였고, 다음으로 문절망둑이 21.7%를 차지하였으며, 그 다음으로는 반딧불오징어가 4.8%를 차지하였다.

통영 해역에서는 총 14종에 952마리가 어획되었는데, 그 중에서 어류가 9종에 485마리로 가장 많았고, 연체동물이 4종에 450마리, 게류가 1종에 17마리였으며, 종별로 살펴보면 반딧불오징어가 46.0%로 가장 높은 비중을 차지하였고, 다음으로 썸뱅이가 36.8%를 차지하였으며, 그 다음으로는 붕장어가 3.2%를 차지하였다.

거제 해역에서는 총 19종에 8,039마리가 어획되었는데, 그 중에서 어류가 14종에 7,820마리로 가장 많았고, 연체동물이 3종에 146마리, 게류가 2종에 97마리였으며, 종별로 살펴보면 멸치가 87.0%로 가장 높은 비중을 차지하였고, 다음으로 붕장어가 5.3%를 차지하였으며, 그 다음으로는 베도라치가 1.7%를 차지하였다.

30회에 걸쳐 시험 조업하여 어획한 부수어획물 중에서 어류의 체장범위는 30~700mm이었고, 체장이 큰 것부터 차례대로 나타내면 홍어가 160~700mm, 물메기가 100~650mm, 넙치가 80~600mm, 갯장어가 100~510mm, 붕장어가 150~460mm, 우럭볼락이 370~450mm, 아귀가 270~450mm, 양태가 80~410mm, 성대가 370~380mm, 참가자미가 190~350mm, 달고기가 320~330mm, 삼세기가 290~300mm, 노랑각시서대가 260~270mm, 참돔이 110~250mm, 베도라치가 100~250mm, 문절망둑이 90~250mm, 수조기가 100~240mm, 전어 110~210mm, 보구치가 90~210mm, 풀망둑 180~200mm, 개서대가 110~200mm, 노래미가 60~200mm, 쭈기미가 140~150mm, 멸치가 60~150mm, 말쥐치가 130mm, 줄복이 70~100mm, 농어가 60~100mm, 썸뱅이가 80~90mm, 갈전갱이가 60~90mm, 주둥치가 30~80mm의 순이었다. 연체동물의 경우에는 동장을 측정하는 것이 일반적이거나 다른 것들과 비교하기 위하여 외투막의 전단부터 발끝까지인 전장으로 하여, 큰 것부터 차례대로 나타내면 낙지가 130~800mm, 문어가 480mm, 갑오징어가 260~270mm, 살오징어가 250mm, 주꾸미가 150~210mm, 반딧불오징어가 70~160mm이었다. 패류는 갑장과 갑폭 중에서 긴 것을 기준으로 하여, 큰 것부터 차례로 나타내면 키조개가 260~270mm, 피조개가 200~220mm, 소라가 140~200mm, 맛조개가 60~70mm, 고동이 30~70mm이었다. 게류도 갑장 중에서 긴 것을 기준으로 나타

내면 갯가재가 80~180mm, 꽃게가 90~120mm, 두점박이민꽃게가 30~80mm 이었다.

부수어획율은 새우를 제외한 어획물은 모두 부수어획물로 보고 다음과 같이 2가지로 구하였다.

마릿수에 의한 부수어획율 = 부수어획미수 / 총 어획미수

중량에 의한 부수어획율 = 부수어획물의 중량 / 총 어획물의 중량

전 시험어장의 총 30회에 걸쳐 시험 조업하여 어획한 부수어획물의 마릿수에 의한 부수어획율(부수어획미수/총 어획미수)은 4.9%였고, 지역별로 나타내면 Fig. 6과 같이 거제해역이 2.7%로 가장 낮았으며, 다음으로 통영해역이 10.6%였고, 그 다음으로는 보령해역이 14.6%였으며, 강진해역이 60.0%로 높았으며, 가장 높은 곳은 부안해역으로 99.7%였다.

전체 30회에 걸쳐 시험 조업하여 어획한 부수어획물의 중량 527,014g에 대한 부수어획율은 30.3%였고, 지역별로 나타내면 Fig. 6과 같이 거제해역이 15.4%로 가장 낮았으며, 다음으로 보령해역이 47.4%였고, 그 다음으로는 통영해역이 57.1%였으며, 강진해역이 75.1% 높았고, 가장 높은 곳은 부안해역으로 99.9%였다.

#### 다) 어황

현재 우리나라에서 새우 조망어업이 성행되고 있는 보령, 부안, 강진, 통영과 거제 주변해역의 어황을 알아보기 위하여 각 어장마다 2~12회씩 시험 조업을 하여 새우와 전 어획물에 대한 자원밀도를 해역별로 나타내면 Table 4와 같다.

30회에 걸쳐 상기 해역을 새우 조망어구의 소해면적은 1,400,258m<sup>2</sup>이고, 어획한 새우마릿수는 359,890이므로 새우의 단위면적당 자원밀도는 0.25마리/m<sup>2</sup>였고, 지역별로 살펴보면 거제 해역에서 0.65마리/m<sup>2</sup>로 가장 높았으며, 다음으로 보령 해역에서 0.08마리/m<sup>2</sup>였고, 그 다음으로는 통영 해역이 0.03마리/m<sup>2</sup>였으며, 강진 해역과 부안 해역에서는 각각 0.01, 0.0001마리/m<sup>2</sup>로 매우 낮았다.

부수어획은 총 어획마릿수가 378,913이므로 부수어획물의 총 어획물에 대한

단위면적당 자원밀도는 0.27마리/ $m^2$ 였고, 지역별로 살펴보면 거제 해역에서 0.66마리/ $m^2$ 로 가장 높았으며, 다음으로는 보령 해역에서 0.09마리/ $m^2$ 였고, 그 다음으로는 통영 해역이 0.04마리/ $m^2$ 였으며, 강진해역과 부안해역에서는 각각 0.03, 0.02마리/ $m^2$ 로 매우 낮았다.

Table 3. Species composition of bycatch caught by shrimp beam trawl

| Area                         | Species                          | Scientific name               | No of catch  | Total length (mm) | Weight(g)      | Total Catch (g) |
|------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|--------------|-------------------|----------------|-----------------|
| Boryeong                     | Fishes                           | <i>Platycephalus indicus</i>  | 660          | 80~100            | 3~4            | 2,004           |
|                              |                                  |                               | 982          | 100~120           | 7~8            | 6,979           |
|                              |                                  |                               | 588          | 120~140           | 10~11          | 6,109           |
|                              |                                  |                               | 372          | 140~160           | 18~19          | 6,710           |
|                              |                                  |                               | 22           | 250~              | 63~64          | 1,386           |
|                              |                                  | 2,152                         | 80~100       | 4~10              | 9,702          |                 |
|                              |                                  | <i>Paralichthys olivaceus</i> | 4            | 250~260           | 350~420        | 1,320           |
|                              |                                  |                               | 15           | 350~400           | 470~600        | 7,510           |
|                              |                                  |                               | 7            | 400~420           | 800~900        | 5,800           |
|                              |                                  |                               | 2            | 600               | 1,500          | 3,000           |
|                              |                                  | <i>Cynoglossus robustus</i>   | 278          | 180~190           | 25~45          | 8,597           |
|                              |                                  | <i>Pennahia argentata</i>     | 125          | 90~120            | 5~10           | 860             |
|                              |                                  |                               | 60           | 120~140           | 15~35          | 1,410           |
|                              |                                  | <i>Raja kenoei</i>            | 14           | 160~170           | 35~45          | 575             |
|                              |                                  |                               | 8            | 420~450           | 250~500        | 2,935           |
|                              | <i>Acanthogobius hasta</i>       | 47                            | 180~200      | 9~15              | 500            |                 |
|                              | <i>Pleuronectes herzensteini</i> | 65                            | 330~350      | 210~300           | 17,130         |                 |
|                              | <i>Hemirhamphus villosus</i>     | 8                             | 290~300      | 120~450           | 2,255          |                 |
|                              | <i>Sebastes hubbsi</i>           | 1                             | 370          | 2,000             | 2,000          |                 |
|                              | <i>Lophiomus setigerus</i>       | 1                             | 440          | 700               | 700            |                 |
|                              | <i>Hexagrammos agrammus</i>      | 11                            | 60~80        | 3~5               | 44             |                 |
|                              |                                  | 210                           | 170~200      | 25~30             | 5,335          |                 |
|                              |                                  | 3                             | 150~160      | 20~25             | 70             |                 |
|                              |                                  | 1                             | 200          | 900               | 900            |                 |
|                              | <i>Pholis nebulosa</i>           | 4                             | 160~170      | 15~20             | 70             |                 |
|                              | <b>Subtotal</b>                  |                               |              | <b>5,640</b>      |                | <b>93,901</b>   |
|                              | Others                           | <i>Atrina pinnata</i>         | 57           | 260~270           | 160~200        | 10,332          |
|                              |                                  | <i>Scapharca broughtonii</i>  | 17           | 200~220           | 110~150        | 2,380           |
|                              |                                  | <i>Solen Strictus</i>         | 6            | 60~70             | 70~100         | 540             |
| <i>Batillus cornutus</i>     |                                  | 89                            | 140~150      | 50~60             | 4,895          |                 |
| <i>Neptunea Polycostata</i>  |                                  | 34                            | 40~50        | 20~40             | 850            |                 |
| <i>Octopus ocellatus</i>     |                                  | 56                            | 180~190      | 80~110            | 5,040          |                 |
| <i>Watasenia scintillans</i> |                                  | 481                           | 70~110       | 9~12              | 5,291          |                 |
|                              |                                  | 54                            | 110~140      | 14~17             | 810            |                 |
|                              |                                  | 267                           | 140~160      | 20~23             | 5,607          |                 |
| <i>Sepia esculenta</i>       |                                  | 1                             | 270          | 450               | 450            |                 |
| <i>Oratosquilla oratoria</i> |                                  | 108                           | 110~120      | 15~40             | 1,836          |                 |
| <i>Charybdis bimaculata</i>  |                                  | 232                           | 30~40        | 2~10              | 1,236          |                 |
| <b>Subtotal</b>              |                                  |                               | <b>1,402</b> |                   | <b>39,267</b>  |                 |
| <b>Total</b>                 |                                  |                               | <b>7,042</b> |                   | <b>133,168</b> |                 |

Table 3. Continued

| Area            | Species                         | Scientific name               | No of catch | Total length (mm) | Weight (g)  | Total Catch (g) |
|-----------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------|-------------------|-------------|-----------------|
| Buan            | Fishes                          | <i>Engraulis japonicus</i>    | 313         | 80~120            | 9~10        | 3,130           |
|                 |                                 |                               | 161         | 120~130           | 11          | 1,771           |
|                 |                                 |                               | 156         | 130~150           | 12~13       | 1,872           |
|                 |                                 | <i>Platycephalus indicus</i>  | 15          | 300~320           | 305~315     | 4,650           |
|                 |                                 |                               | 20          | 320~360           | 355~365     | 7,200           |
|                 |                                 |                               | 10          | 400~              | 405~415     | 4,100           |
|                 |                                 | <i>Lophiomus setigerus</i>    | 12          | 280~320           | 590~620     | 7,200           |
|                 |                                 |                               | 17          | 320~360           | 630~670     | 11,050          |
|                 |                                 |                               | 9           | 450~              | 730~760     | 6,750           |
|                 |                                 | <i>Cynoglossus robustus</i>   | 6           | 180~200           | 30~35       | 186             |
|                 |                                 |                               | 7           | 200~              | 39~43       | 280             |
|                 |                                 | <i>Paralichthys olivaceus</i> | 5           | 650~700           | 2,800~3,100 | 15,000          |
|                 |                                 |                               | 6           | 700~730           | 4,900~5,200 | 30,000          |
|                 |                                 | <i>Hexagrammos agrammus</i>   | 3           | 150~160           | 38~42       | 120             |
|                 |                                 |                               | 3           | 160~180           | 50~55       | 156             |
|                 | <i>Raja kenoei</i>              | 4                             | 180~200     | 58~62             | 240         |                 |
|                 |                                 | 1                             | 700         | 2,140             | 2,140       |                 |
|                 |                                 | 4                             | 200~210     | 140~160           | 500         |                 |
|                 |                                 | 2                             | 350         | 700               | 1,400       |                 |
|                 | <i>Sebastes hubbsi</i>          | 1                             | 450         | 800               | 800         |                 |
| <b>Subtotal</b> |                                 |                               | <b>755</b>  |                   |             | <b>98,545</b>   |
| Others          | <i>Octopus minor</i>            | 2                             | 130~140     | 23~24             | 48          |                 |
|                 |                                 | 3                             | 140~160     | 26~27             | 78          |                 |
|                 |                                 | 1                             | 200         | 29                | 29          |                 |
|                 | <i>Neptunea Polycostata</i>     | 10                            | 30~50       | 17~22             | 200         |                 |
|                 |                                 | 20                            | 50~70       | 28~33             | 600         |                 |
|                 | <i>Portunus trituberculatus</i> | 3                             | 230~240     | 35~45             | 120         |                 |
|                 | <i>Oratosquilla oratoria</i>    | 25                            | 80~100      | 8~10              | 225         |                 |
|                 |                                 | 15                            | 100~110     | 11~13             | 180         |                 |
|                 | 10                              | 180~                          | 14~16       | 150               |             |                 |
| <b>Subtotal</b> |                                 |                               | <b>89</b>   | -                 | -           | <b>1,630</b>    |
| <b>Total</b>    |                                 |                               | <b>844</b>  |                   |             | <b>100,175</b>  |

Table 3. Continued

| Area            | Species | Scientific name                  | No of catch  | Total length (mm) | Weight (g)    | Total Catch (g) |
|-----------------|---------|----------------------------------|--------------|-------------------|---------------|-----------------|
| Kangjin         | Fishes  | <i>Acanthogobius flavimanus</i>  | 75           | 90~120            | 9~11          | 750             |
|                 |         |                                  | 114          | 120~150           | 19~22         | 2,280           |
|                 |         |                                  | 84           | 150~180           | 28~35         | 2,520           |
|                 |         |                                  | 55           | 180~210           | 37~43         | 2,200           |
|                 |         |                                  | 26           | 250~              | 58~62         | 1,560           |
|                 |         | <i>Liparis tessellatus</i>       | 2            | 100               | 220           | 440             |
|                 |         |                                  | 1            | 130               | 240           | 240             |
|                 |         |                                  | 3            | 140               | 260           | 780             |
|                 |         |                                  | 1            | 190               | 280           | 280             |
|                 |         | <i>Kaiwarinus equula</i>         | 43           | 60~70             | 60~70         | 2,795           |
|                 |         |                                  | 20           | 70~80             | 25~35         | 600             |
|                 |         |                                  | 8            | 80~90             | 10~15         | 104             |
|                 |         | <i>Cynoglossus robustus</i>      | 2            | 110~120           | 135~145       | 280             |
|                 |         |                                  | 13           | 120~130           | 145~155       | 2,002           |
|                 |         |                                  | 6            | 130~150           | 155~165       | 960             |
|                 |         |                                  | 14           | 150~180           | 175~185       | 2,520           |
|                 |         |                                  | 1            | 200               | 188           | 188             |
|                 |         | <i>Paralichthys olivaceus</i>    | 3            | 300~320           | 440~450       | 1,350           |
|                 |         |                                  | 1            | 400               | 750           | 750             |
|                 |         | <i>Muraenesox cinereus</i>       | 3            | 100~110           | 185~195       | 570             |
|                 |         |                                  | 4            | 300~320           | 225~235       | 920             |
|                 |         |                                  | 2            | 420~430           | 255~265       | 520             |
|                 |         |                                  | 2            | 500~510           | 295~305       | 600             |
|                 |         |                                  | 1            | 280               | 820           | 820             |
|                 |         | <i>Lophiomus setigerus</i>       | 1            | 370               | 360           | 360             |
|                 |         |                                  | 17           | 100~140           | 17~28         | 380             |
|                 |         | <i>Pholis nebulosa</i>           | 8            | 130~140           | 85~95         | 720             |
|                 |         |                                  | 2            | 330~340           | 345~355       | 700             |
|                 |         | <i>Platycephalus indicus</i>     | 1            | 430               | 500           | 500             |
|                 |         |                                  | 1            | 250               | 250           | 250             |
|                 |         | <i>Pagrus major</i>              | 44           | 100~120           | 17~22         | 880             |
|                 |         |                                  | 15           | 120~140           | 23~27         | 375             |
|                 |         |                                  | 15           | 150~              | 27~33         | 450             |
|                 |         | <i>Clupanodon punctatus</i>      | 1            | 110               | 35            | 35              |
|                 |         |                                  | 1            | 210               | 55            | 55              |
|                 |         | <i>Takifugu Pardalis</i>         | 1            | 70                | 28            | 28              |
|                 |         |                                  | 1            | 100               | 32            | 32              |
|                 |         | <i>Pleuronectes herzensteini</i> | 1            | 190               | 220           | 220             |
|                 |         | <i>Leiognathus nuchalis</i>      | 528          | 30~40             | 1~2           | 528             |
|                 |         |                                  | 262          | 40~60             | 2~3           | 524             |
| 96              | 60~80   |                                  | 3~4          | 288               |               |                 |
| <b>Subtotal</b> |         |                                  | <b>1,492</b> |                   | <b>32,380</b> |                 |

Table 3. Continued

| Area    | Species         | Scientific name              | No of catch | Total length (mm) | Weight (g)    | Total Catch (g) |
|---------|-----------------|------------------------------|-------------|-------------------|---------------|-----------------|
| Kangjin |                 |                              | 6           | 200~230           | 15~25         | 120             |
|         |                 | <i>Octopus minor</i>         | 12          | 380~410           | 30~40         | 420             |
|         |                 |                              | 4           | 800~              | 55~65         | 240             |
|         | Others          | <i>Watasenia scintillans</i> | 15          | 80~100            | 9~11          | 150             |
|         |                 |                              | 63          | 100~110           | 12~13         | 756             |
|         |                 | <i>Sepia esculenta</i>       | 1           | 260               | 400           | 400             |
|         |                 | <i>Octopus ocellatus</i>     | 12          | 150~180           | 75~85         | 960             |
|         |                 |                              | 7           | 180~210           | 95~105        | 700             |
|         |                 | <i>Batillus cornutus</i>     | 8           | 150~170           | 65~75         | 560             |
|         |                 |                              | 4           | 170~200           | 95~105        | 400             |
|         |                 | <i>Charybdis bimaculata</i>  | 3           | 50~60             | 85~95         | 270             |
|         | <b>Subtotal</b> | <b>136</b>                   | -           | -                 | <b>4,976</b>  |                 |
|         | <b>Total</b>    | <b>1,628</b>                 |             |                   | <b>37,351</b> |                 |

| Area      | Species                      | Scientific name                  | No of catch     | Total length (mm) | Weight (g)    | Total Catch (g) |
|-----------|------------------------------|----------------------------------|-----------------|-------------------|---------------|-----------------|
| Tongyeong | Fishes                       | <i>Liparis tessellatus</i>       | 18              | 420~430           | 997~1,125     | 17,820          |
|           |                              | <i>Sebastiscus marmoratus</i>    | 350             | 80~90             | 13~15         | 4,900           |
|           |                              | <i>Conger myriaster</i>          | 30              | 180~270           | 120~150       | 3,600           |
|           |                              | <i>Cynoglossus robustus</i>      | 12              | 140~150           | 40~50         | 564             |
|           |                              | <i>Pholis nebulosa</i>           | 7               | 190~230           | 32~35         | 224             |
|           |                              | <i>Lateolabrax japonicus</i>     | 15              | 60~70             | 7~9           | 120             |
|           |                              | <i>Pleuronectes herzensteini</i> | 5               | 190~200           | 250~275       | 750             |
|           |                              | <i>Lophiomus setigerus</i>       | 12              | 260~270           | 255~355       | 3,036           |
|           |                              | <i>Acanthogobius flavimanus</i>  | 36              | 150~160           | 35~38         | 1,296           |
|           |                              |                                  | <b>Subtotal</b> | <b>485</b>        | -             | -               |
|           | Others                       | <i>Octopus dofleini</i>          | 1               | 480               | 670           | 670             |
|           |                              | <i>Octopus ocellatus</i>         | 4               | 170~180           | 12~13         | 50              |
|           |                              | <i>Charybdis bimaculata</i>      | 17              | 70~80             | 8~9           | 136             |
|           |                              | <i>Octopus minor</i>             | 7               | 250               | 26~28         | 196             |
|           | <i>Watasenia scintillans</i> | 297                              | 70~80           | 4~5               | 1,218         |                 |
|           |                              | 141                              | 90~100          | 6~7               | 702           |                 |
|           | <b>Subtotal</b>              | <b>467</b>                       | -               | -                 | <b>2,972</b>  |                 |
|           | <b>Total</b>                 | <b>952</b>                       | -               | -                 | <b>61,806</b> |                 |

Table 3. Continued

| Area   | Species         | Scientific name                  | No of catch  | Total length (mm) | Weight (g)     | Total Catch (g) |
|--------|-----------------|----------------------------------|--------------|-------------------|----------------|-----------------|
| Geoje  |                 | <i>Engraulis japonicus</i>       | 6,994        | 60~90             | 3~5            | 27,868          |
|        |                 | <i>Many-banded sole</i>          | 82           | 260~270           | 230~250        | 20,100          |
|        |                 | <i>Liparis tessellatus</i>       | 19           | 420~430           | 997~1,125      | 21,030          |
|        |                 |                                  | 5            | 650~              | 1,785~1,956    | 9,100           |
|        |                 | <i>Navodon modestus</i>          | 1            | 130               | 260            | 260             |
|        |                 | <i>Nibea albiflora</i>           | 52           | 230~240           | 380~410        | 20,800          |
|        |                 | <i>Sebastiscus marmoratus</i>    | 10           | 80~90             | 13~15          | 140             |
|        |                 |                                  | 96           | 150~180           | 50~70          | 6,240           |
|        |                 | <i>Conger myriaster</i>          | 90           | 180~270           | 120~150        | 12,000          |
|        |                 |                                  | 150          | 270~360           | 230~250        | 36,000          |
|        |                 |                                  | 87           | 450~              | 340~350        | 30,015          |
|        |                 |                                  |              | 47                | 190~230        | 32~35           |
|        |                 | <i>Pholis nebulosa</i>           | 88           | 230~250           | 48~53          | 4,488           |
|        |                 | <i>Pagrus major</i>              | 20           | 110~120           | 73~79          | 1,154           |
|        |                 | <i>Pleuronectes herzensteini</i> | 8            | 190~200           | 250~275        | 2,630           |
|        |                 | <i>Lophiomus setigerus</i>       | 33           | 260~270           | 255~355        | 10,890          |
|        |                 | <i>Chelidonichthys spinosus</i>  | 5            | 370~380           | 470~495        | 2,375           |
|        |                 | <i>Zeus japonicus</i>            | 3            | 320~330           | 395~455        | 1,260           |
|        |                 | <i>Inimicus japonicus</i>        | 30           | 140~150           | 185~210        | 5,700           |
|        |                 | <b>Subtotal</b>                  | <b>7,820</b> | -                 | -              | <b>159,845</b>  |
| Others |                 | <i>Loligo japonica</i>           | 1            | 250               | 280            | 280             |
|        |                 | <i>Charybdis bimaculata</i>      | 15           | 70~80             | 8~9            | 114             |
|        |                 | <i>Octopus minor</i>             | 2            | 170               | 39             | 78              |
|        |                 |                                  | 2            | 250               | 26~28          | 39              |
|        |                 | <i>Portunus trituberculatus</i>  | 45           | 90~100            | 10~11          | 459             |
|        |                 |                                  | 37           | 100~120           | 12~13          | 448             |
|        |                 | <i>Watasenia scintillans</i>     | 117          | 90~100            | 6~7            | 871             |
|        | <b>Subtotal</b> | <b>219</b>                       | -            | -                 | <b>2,289</b>   |                 |
|        | <b>Total</b>    | <b>8,039</b>                     | -            | -                 | <b>162,134</b> |                 |

Table 4. Resource density in relation to fishing ground

| Station   | Sweeping<br>area(m <sup>2</sup> ) | Number  |         | Density(No/ m <sup>2</sup> ) |       |
|-----------|-----------------------------------|---------|---------|------------------------------|-------|
|           |                                   | Shrimp  | Total   | Shrimp                       | Total |
| Boryeong  | 521,532                           | 41,204  | 48,246  | 0.08                         | 0.09  |
| Buan      | 48,884                            | 3       | 847     | 0.0001                       | 0.02  |
| Kangjin   | 113,346                           | 1,132   | 2,760   | 0.01                         | 0.03  |
| Tongyeong | 238,832                           | 8,053   | 9,005   | 0.03                         | 0.04  |
| Geoje     | 477,664                           | 309,498 | 317,537 | 0.65                         | 0.66  |
| Total     | 1,400,258                         | 359,890 | 378,395 | 0.25                         | 0.27  |

## 2. 선택적 어구 개발

### (1) 새우의 대망행동 특성파악

#### 1) 예망어구에 대한 행동특성

새우의 대망행동은 모형어구를 실험수조에서 예인하면서 새우가 모형어구와 조우하면서 나타내는 유형을 관찰한 결과 6가지의 형태로 나타냈는데, 첫째는 발줄에 자극되어 자루그물의 안으로 들어가는 경우(a), 둘째는 발줄에 반응하여 자루그물 위로 도피하는 경우(b), 셋째는 발줄에 반응하여 자루그물에 들어가지 않고 앞으로 유영하여 도피하는 경우(c), 넷째는 발줄에 반응하여 옆으로 도피하여 자루그물에 들어가지 않는 경우(d), 다섯째는 발줄에 밀려서 앞으로 가는 경우(e), 여섯째는 다섯째와 같이 발줄에 밀려가다가 자루그물로 들어가는 경우 등이 있으며(f), a~d까지는 어구에 대하여 반응하는 경우로 보았고, e와 f는 반응하지 않는 것으로 보았다.

민새우는 크기 때문에 마리수를 20마리씩 넣고 10회 반복하여 실험한 결과 Table 5와 같고, 마루자주새우는 작기 때문에 30마리씩 넣고 10회 반복하여 실험한 결과 Table 6과 같다.

위의 결과에서 알 수 있는 것은 민새우의 경우 200마리 중에서 그물과 조우하는 마리 수는 90마리로 45%밖에 되지 않는데, 그 이유는 새우가 어구가 다니는 곳에 있지를 않고 양가 쪽에 있거나 표·중층에서 유영해 다니기 때문이다. 이러한 현상을 줄이기 위하여 실험수조의 밑바닥을 굵은 모래로 5cm 정도 깔았다.

6가지의 행동패턴 중에서 반응하는 4가지 경우에 속하는 것은 62마리로 69%를 차지하였고, 반응을 하지 않는 2가지 경우에 속하는 것은 28마리로 31%를 차지하여 반응하는 경우가 2배 이상 되었다. 반응하는 경우를 행동패턴별로 살펴보면 발줄에 반응하여 자루그물 안으로 들어가는 경우가 가장 많아 60%를 차지하였고, 다음으로는 그물 위로 도피하는 경우가 6%를 차지하였으며, 그 다음으로는 앞으로 유영하여 도피하는 경우가 3%를 차지하였다.

Table 5 A behaviour pattern of *Parapenaeopsis tenellus* responded to the model net

| No. of encounter | Behaviour pattern |       |       |   |         |       |
|------------------|-------------------|-------|-------|---|---------|-------|
|                  | a                 | b     | c     | d | e       | f     |
| 90               | 54(60%)           | 5(6%) | 3(3%) | . | 25(28%) | 3(3%) |

Table 6 A behaviour pattern of *Palaemon gravieri* responded to the model net

| No. of encounter | Behaviour pattern |       |         |        |         |       |
|------------------|-------------------|-------|---------|--------|---------|-------|
|                  | a                 | b     | c       | d      | e       | f     |
| 222              | 148(67%)          | 9(4%) | 22(10%) | 12(5%) | 29(13%) | 2(1%) |

마루자주새우의 경우 300마리 중에서 그물과 조우하는 마리 수는 222마리로 74%를 차지하여 민새우보다 훨씬 높았고, 반응하는 4가지 행동패턴에 속하는 경우도 86%로 민새우보다 훨씬 높았으며, 6가지 행동패턴별로는 거의 일치하는 경향을 보였다.

## 2) 끝자루 그물 안에서의 행동특성

새우가 끝자루 그물 안에서 어떻게 행동하는지를 알아보기 위하여 성능이 아주 우수한 수중카메라를 끝자루 앞에 달아 예인하면서 모니터를 통하여 조사를 하였으나 물이 탁하여 관찰할 수가 없었으므로 부득이 끝자루와 닮은 모양을 Photo 4와 같이 제작하여 카메라를 설치하고 정지 상태와 이동 상태에서 새우가 어떠한 행동을 하는지를 조사·분석하였다.

정지된 상태에서는 통 안의 밑면과 옆면의 아래쪽에서 정지된 상태로 있거나 아주 조금씩 이동하는 경우가 대부분이었고, 통을 일정한 속도로 이동하는 때에는 조금씩 이동하는 빈도가 약간 높았을 뿐 별다른 행동을 보이지 않았다.

## (2) 시험어구 제작 및 수중형상 파악

### 1) 설계 및 제작

해상에서 시험 조업을 하면서 느꼈던 것과 어민들과의 대화 등을 통하여 얻은 결과를 종합하면, ① 새우는 해저에 묻혀 살거나 가까이에 붙어사는 경우이므로 날개그물의 형태는 현재대로 유지한다. ② 자루그물의 형태는 뒤로 갈수록 작아지는 저인망과 트롤의 형태를 취하는 것이 좋을 것이다. ③ 어획물은 끝자루 뒤끝에서 꺼내는 것이 좋을 것이다. ④ 그물코의 크기와 그물실의 굵기는 법적인 문체와 장력 등을 고려하여 그대로 하는 것이 좋을 것이다. ⑤ 밧줄의 구성은 PP 밧은 줄에다 납을 달아 만드는 것이 좋을 것이다. 위의 사항들을 종합하여 남해안식과 서해안식을 각각 설계하면 Fig. 1과 같고, 이와 같은 설계도를 기준으로 Photo 7과 같이 제작하여 시험 조업을 하였다.

그러나 시험 조업한 결과 어획량이 현재 사용하는 어구와 비교하여 볼 때 매우 저조하였다.

### 2) 수중형상

Fig. 1과 같은 설계도를 기준으로 하여 같은 망지를 사용하고 그물코 수만을 각각 1/2, 1/4로 축소·제작하여 국립수산과학원의 Photo 8과 같이 예인수조와 회류수조에서 수중형상과 예인속도에 따른 장력과 망고변화 등을 측정하여 얻은 결과를 나타내면 Photo 9, Fig. 8, 9와 같다.

예인수조에서 예인속도를 변화시키면서 수중형상을 살펴본 결과 Photo 9의 좌와 같이 정상적으로 전개가 잘되었다.

회류수조에서 예인속도의 변화에 따른 망고변화는 Fig. 8과 같이 속도가 빨

라짐에 따라 일정하게 낮아지는 경향을 보여 다른 예망어구와 같은 경향을 보였다. 감소폭은 다른 예망어구보다 작았는데, 그 이유는 전개폭이 비임에 의하여 일정하게 유지되기 때문인 것으로 생각된다.

또한, 예인속도의 변화에 따른 장력변화는 Fig. 9와 같이 속도가 빨라짐에 따라 포물선의 형태로 증가하는 경향을 보여 다른 예망어구와 같았다.

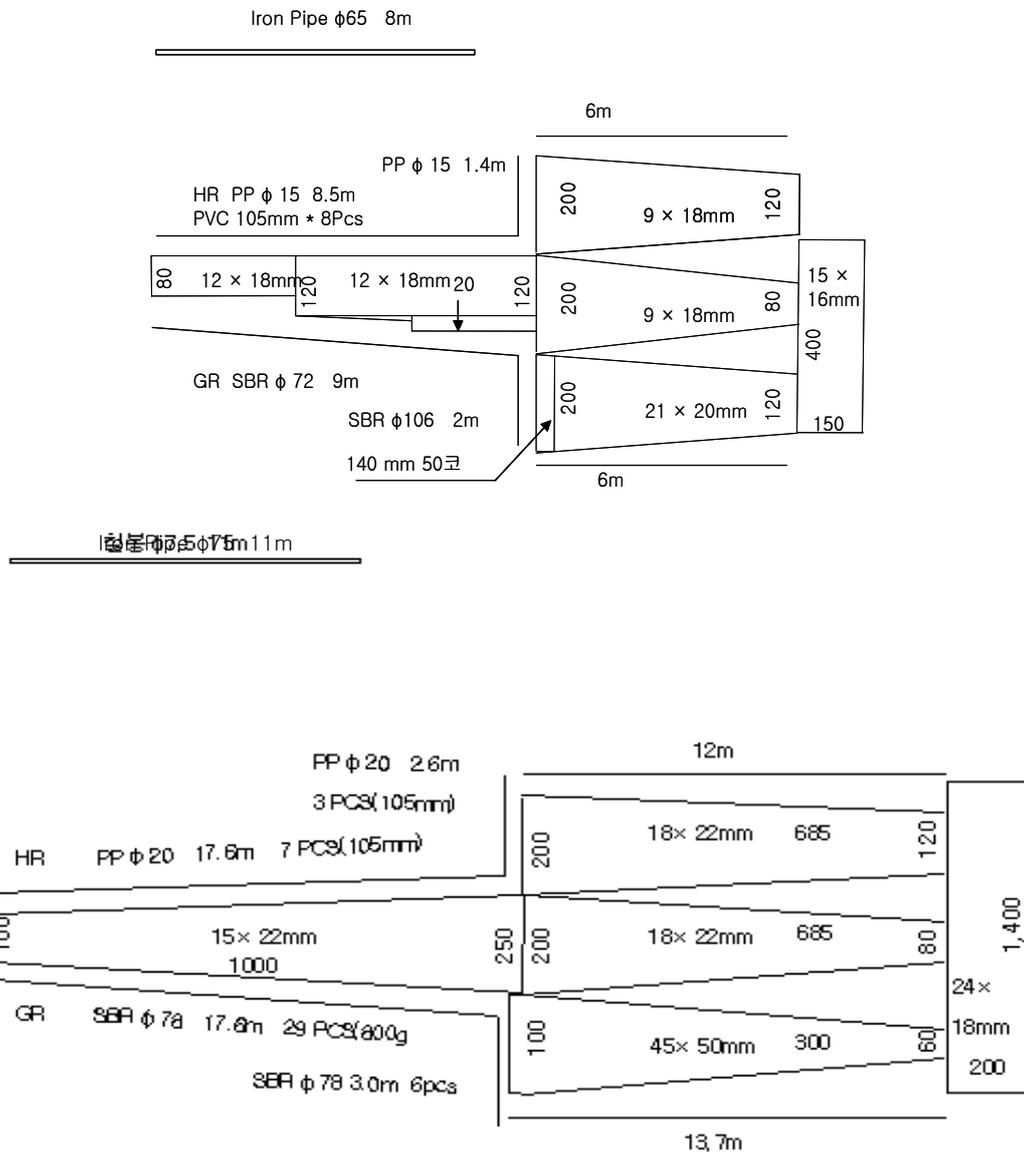


Fig. 7. A developed drawing of the shrimp beam trawl.  
 (Upper : southern type, Lower : western type)



Photo 7. A production steps of the fishing gear.

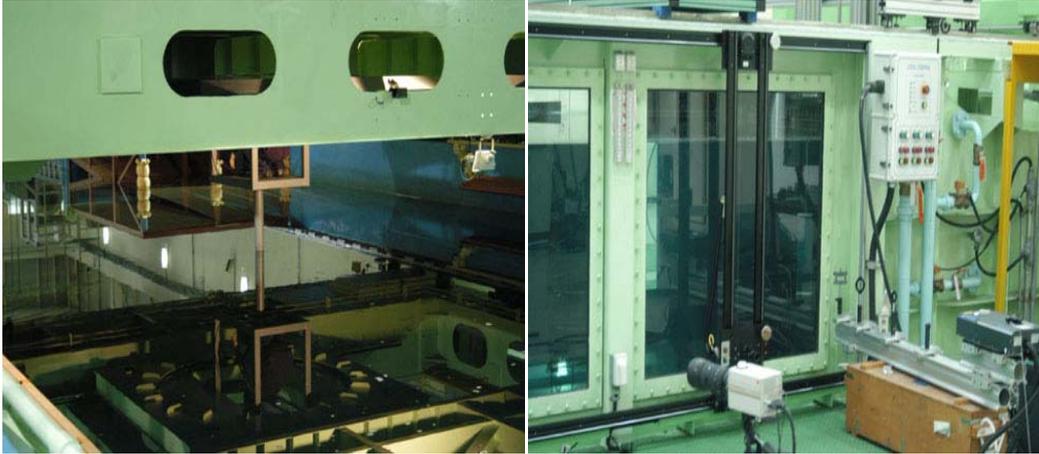


Photo 8. A tank test of the model net.  
(Left : Towing tank, Right : Flume tank)



Photo 9. A underwater performance of the model net.  
(Left : Towing tank, Right : Flume tank)

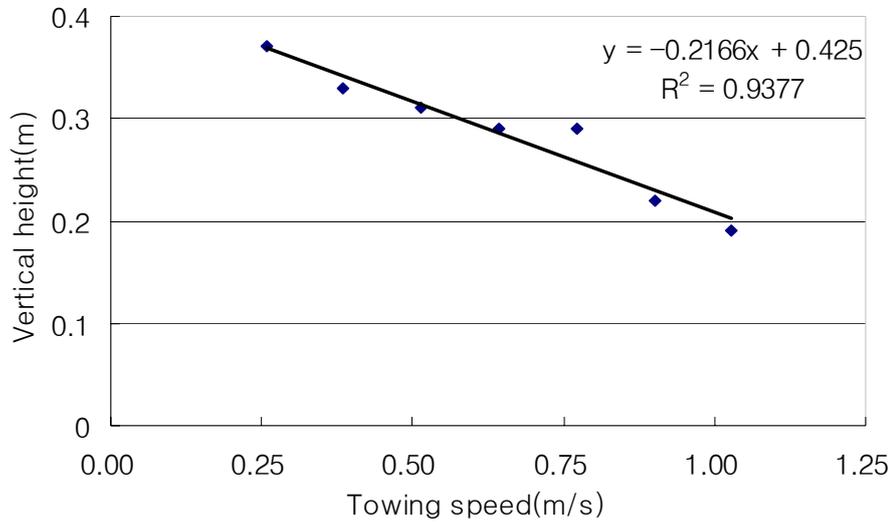


Fig. 8. Vertical opening of the model net according to the increase of the towing speed.

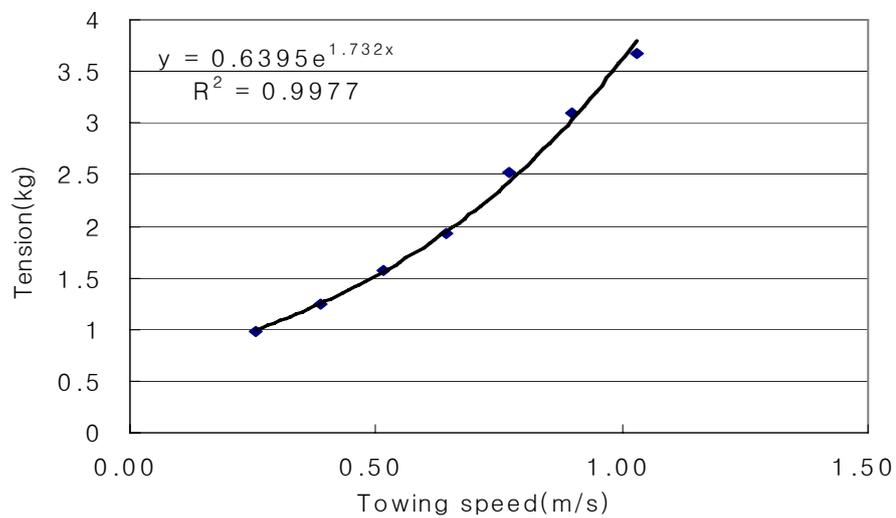


Fig. 9. Towing tension of the model net according to the increase of the towing speed.

(3) 비임의 개량 및 소형어류의 탈출장치 개발

1) 비임의 개량

비임의 역할을 증대시키기 위하여 Photo 10과 같이 Tickler chain을 부착하여 실험수조에서 새우의 반응행동을 분석하여 나타내면 Table 7과 같다.

위의 결과와 Table 5와 비교하여 볼 때 알 수 있는 것은 Tickler chain을 달았을 때에 발출 또는 Tickler chain 에 반응하는 경우가 76%로 7% 높았으며, 자루그물로 유도되는 비율도 9%로 높았다. 이러한 결과들은 현대 트로울 어법에서도 설명되고 있고, 실제 라스팔마스 어장과 같이 해저가 모래 또는 모래와 펄이 섞인 곳에서 Tickler chain 를 사용하여 어획효율을 많이 높인 예가 보고되고 있다.

2) 소형어류의 탈출장치 개발

Fig. 10과 같이 그리드의 간격이 50mm인 곳을 통하여 끝자루로 들어간 소형어류들이 탈출할 수 있도록 하기 위해서는 Photo 11과 같은 Square망지 (그물코 크기는 그리드의 간격과 같거나 크게)를 끝자루의 등판에 부착하는 것이다. 그러므로 본 연구에서는 그리드를 부착한 어구의 끝자루에 Photo 11과 같이 1.0L × 0.8W되는 Square 망지를 부착하여 어획실험을 통하여 부수어획율을 얼마나 줄일 수 있는가를 조사하였는데, 그 결과는 현장 실용화 실험에서 설명하기로 한다.

Table. 7 A behaviour pattern of *Parapenaeopsis tenellus* responded to the model net with tickler chain

| No. of encounter | Behaviour pattern |       |       |   |         |       |
|------------------|-------------------|-------|-------|---|---------|-------|
|                  | a                 | b     | c     | d | e       | f     |
| 96               | 66(69%)           | 4(4%) | 3(3%) | . | 20(21%) | 3(3%) |



Photo 10. A model net with tickler chain.

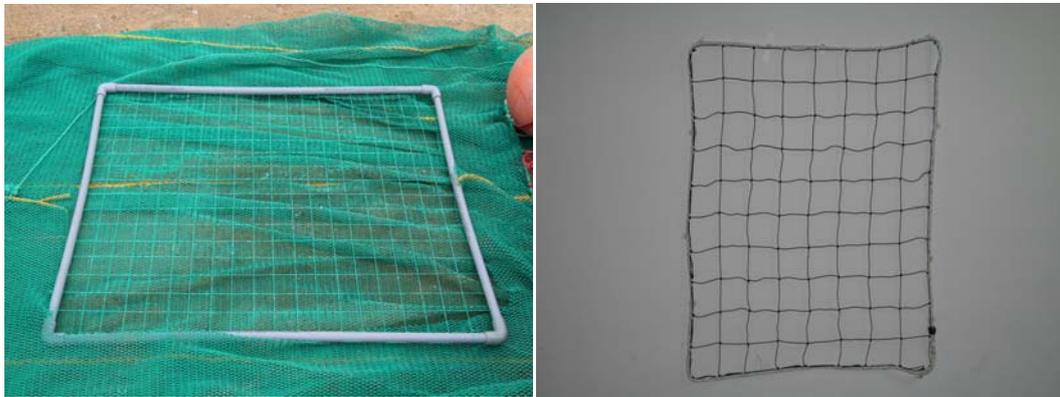


Photo 11. Square netting.

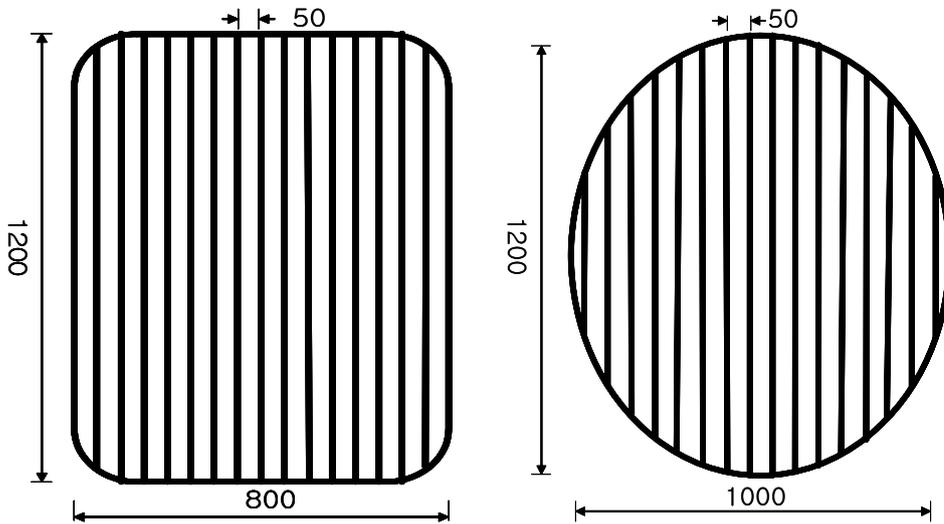


Fig. 10. A drawing of the Grid.

#### (4) 개량어구 제작 및 수중형상 파악

##### 1) 설계 및 제작

개량어구는 Fig. 1과 같은 시험어구를 가지고 수조실험과 해상에서 시험조업을 통하여 어구의 전개상태가 매우 좋았기 기본적인 형태를 그대로 하기로 하였다.

상하식 그물은 자루그물의 중간에 등판과 똑같은 망지를 좌우로 부착하여 자루그물이 상하로 2등분되도록 하였고, 끝자루는 Fig. 7의 것을 상하로 1/2씩 완전히 분리되도록 Photo 12과 같이 제작하였다.

그리드식 그물은 Photo 13과 같이 자루 끝에 그리드를 부착하였는데, 그리드는 Fig. 10과 같이 타원형과 직사각형의 2가지 형태로 제작하였고, 붙이는 각도는 45, 30°가 되도록 하였다.



Photo 12. Cod end of the two body net type.



Photo 13. Cod end of the grid type.

## 2) 수중형상

시험어구에서와 같이 설계·제작한 것의 1/2, 1/4의 크기로 제작하여 국립수산과학원의 회류수조에서 수중형상과 예인속도에 따른 장력과 망고변화 등을 측정하여 얻은 결과를 나타내면 Fig. 11, 12와 같다.

모형어구의 수중형상은 보편적으로 Photo 14, 15와 같이 전개가 잘되었으나 상하식의 경우 자루 끝부분의 전개가 다소 문제가 있는 것으로 나타났는데, 이것은 등판과 똑같은 망지를 중간에 부착하였기 때문에 자루의 끝부분이 정상적으로 전개가 되지 않은 것으로 생각된다.

예인속도에 따른 망고변화는 Fig. 11과 같이 상하식과 그리드식 모두 일정하게 낮아지는 경향을 보여 다른 예망어구와 같았고, 높이도 서로 거의 같았으며, 낮아지는 정도는 다른 예망어구보다 다소 작았는데, 그 이유는 전개폭이 비임으로 고정되어 있기 때문이다.

예인속도에 따른 장력변화는 Fig. 13과 같이 상하식과 그리드식 모두 포물선의 형태로 일정하게 증가하는 경향을 보여 다른 예망어구와 같았고, 장력은 그리드식보다 상하식이 다소 컸는데, 이것은 자루에 망지 하나가 더 있을 뿐만 아니라 그리드식은 그리드 앞부분을 어류가 도망갈 수 있도록 터져 있기 때문인 것으로 생각된다.

## 3) 현장 시험조업

위와 같이 제작한 상하식 그물을 가지고 경남의 통영과 충남의 보령에서 시험 조업한 결과를 각각 나타내면 Table 8, 9와 같다.

경남 통영에서 시험 조업한 결과는 Table 8과 같이 위쪽 끝자루에서 7,794마리가 어획되었으나 아래쪽 끝자루에서는 2,198마리로 오히려 위쪽에서 3배가 넘게 어획되었다. 반면에 충남의 보령에서 시험 조업한 결과는 Table 9와 같이 상층보다는 하층에서 어획이 3배정도 월등히 많이 되었다.

이러한 경향을 보이는 것은 통영에서 사용한 어구는 규모가 작아 망고의 차이가 없기 때문에 위쪽으로도 새우가 많이 어획되었기 때문이고, 보령에서 사용하는 어구는 어느 정도 크기 때문에 망고가 높아 아래쪽에서 많이 어획된

Table 8. Catches of two body net type in Tongyeong

|       | Species | Body length (cm) | No.   | Weight(g) |
|-------|---------|------------------|-------|-----------|
| Upper | Shrimps | 4~5              | 7,444 | 33,500    |
|       | Others  | 7~40             | 350   | 11,500    |
| Lower | Shrimps | 4~5              | 2,088 | 9,400     |
|       | Others  | 9~48             | 110   | 3,300     |
| Total |         |                  | 9,992 | 57,700    |

Table 9 Catches of two body net type in Boryeong

|       | Species | Body length (cm) | No. | Weight(g) |
|-------|---------|------------------|-----|-----------|
| Upper | Shrimps | 8                | 2   | 24        |
|       | Others  | 12~40            | 84  | 5,942     |
| Lower | Shrimps | 5~10             | 20  | 67        |
|       | Others  | 8~42             | 167 | 17,020    |
| Total |         |                  | 273 | 23,053    |

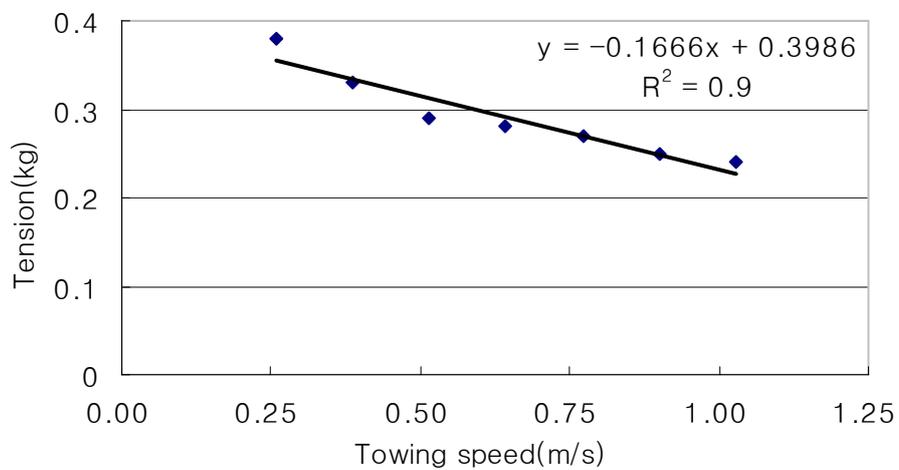
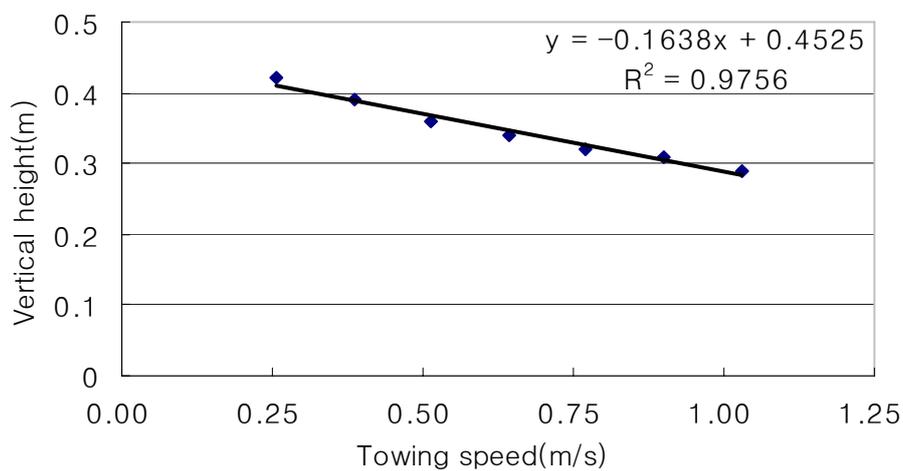


Fig. 11. Vertical opening of the model net according to the increase of the towing speed.

(Upper : Two body net type, Lower : Grid type)

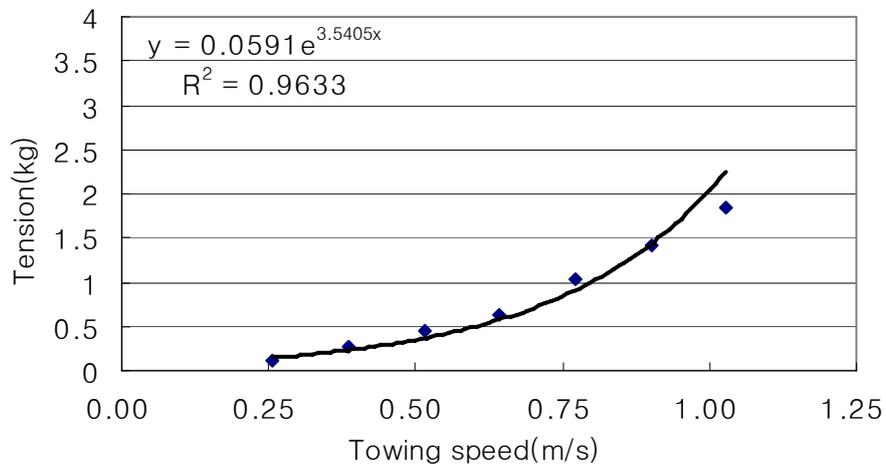
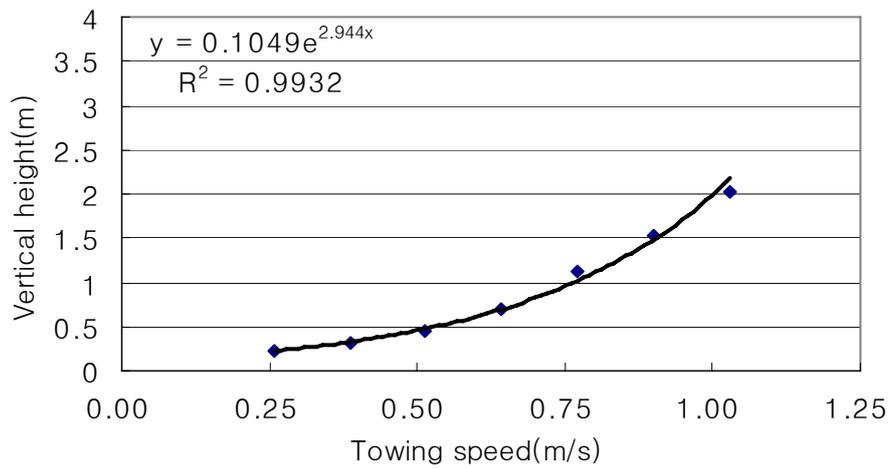


Fig. 12. Towing tension of the model net according to the increase of the towing speed.

(Upper : Two body net type, Lower : Grid type)



Photo 14. A underwater performance of two body net type in the flume tank.

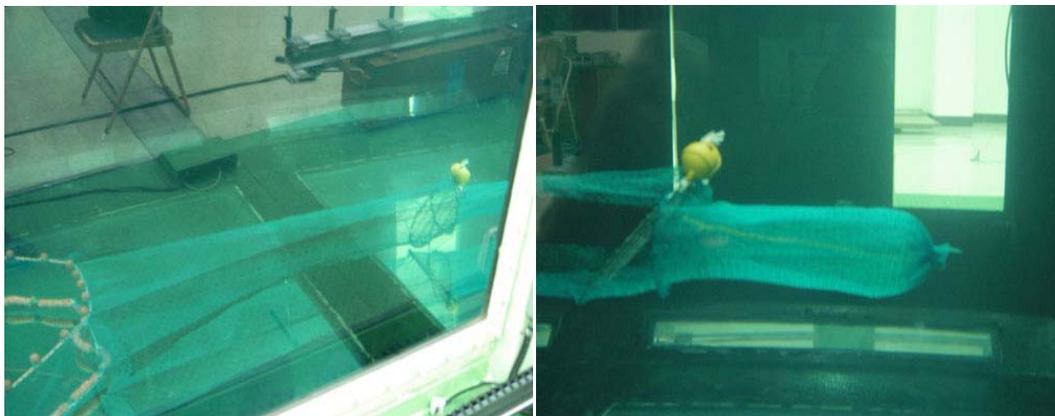


Photo 15. A underwater performance of grid type in the flume tank.



Photo 16. A hauling steps of cod end.

(Left : General fishing gear, Right : Grid type fishing gear)



Photo 17. Catches of the general fishing gear(Left) and grid type fishing gear(Right).

것으로 생각된다.

이러한 결과들을 볼 때 선택적 어구로 상하식 그물을 사용하는 것은 문제가 많은 것으로 생각된다.

#### (5) 선택적 어구의 설계방향 확정

개량식 어구에 대한 수조실험과 해상에서의 시험조업 등을 고려하여 볼 때 상하식은 다음과 같은 문제점이 있으므로 선택적 어구로는 그리드식으로 하려고 한다.

#### <상하식 어구의 문제점>

① 우리나라에 사용되고 있는 새우 조망어구는 망고가 매우 낮아 상하로 구분하기가 어렵다.

② 새우 조망에 부수어획되는 어류들의 대부분은 납작한 체형을 갖고 있어 아래쪽 자루그물로 새우와 함께 어획이 많이 되는데, 남해안식과 같이 소형어구를 사용하는 경우에는 어획물의 상하구분이 없다.

③ 상하의 경계를 얼마의 높이로 할 것인지 결정하기 힘들고, 자루 가운데에 한 장의 그물감을 더 대는 것은 자루그물 끝의 전개 상태에 악영향을 줄 수 있다.

④ 끝자루 그물을 두 개로 하여 어획하면 어민들은 모두 어획할 것이기 때문에 자원관리에 효과적이지 못할 것이다.

⑤ 위들의 결과들을 고려하여 보면 자루그물을 상하식으로 하는 것보다는 그물의 망고를 낮게 설계·제작하면 될 것이다.

#### <선택적 어구의 설계방향>

상하식 어구는 위와 같은 문제점이 있기 때문에 개량식 어구에서 어구의 전개가 좋았고, 해상에서의 시험조업도 무리 없이 사용할 수가 있었으므로 개량식 어구(1단계 선택적 어구)의 설계방향은 그리드식 어구로 아래와 같이 결정하여 나타내면 Fig. 14의 상과 같다.

- ① 현행 사용되고 있는 새우 조망어구와 그물코 크기와 그물실의 굵기는 같게 한다.
- ② 날개그물의 길이와 형태는 어민들이 제작하기 쉽고 실행하기 좋도록 현행 사용하고 있는 것과 같게 한다.
- ③ 자루그물은 개량식 어구와 같이 뒷부분으로 갈수록 작아지는 4매식 그물로 하며, 안정성 등을 고려하여 밑판과 등판이 옆판보다는 넓게 한다.
- ④ 끝자루 그물은 개량식 어구와 같이 앞부분과 뒷부분이 같게 하고 어획물을 종전대로 끝자루 등판에서 꺼내도록 한다.
- ⑤ 그리드의 형태는 직사각형 또는 타원형으로 하고 간격은 50mm로 하였으나 지역에 따라 주 대상이 되는 새우의 크기에 따라 약간의 조정이 가능케 한다.
- ⑥ 끝자루의 등판은 Square 망지를 사용하고, 코크기는 그리드의 간격과 동일하거나 크게 한다.

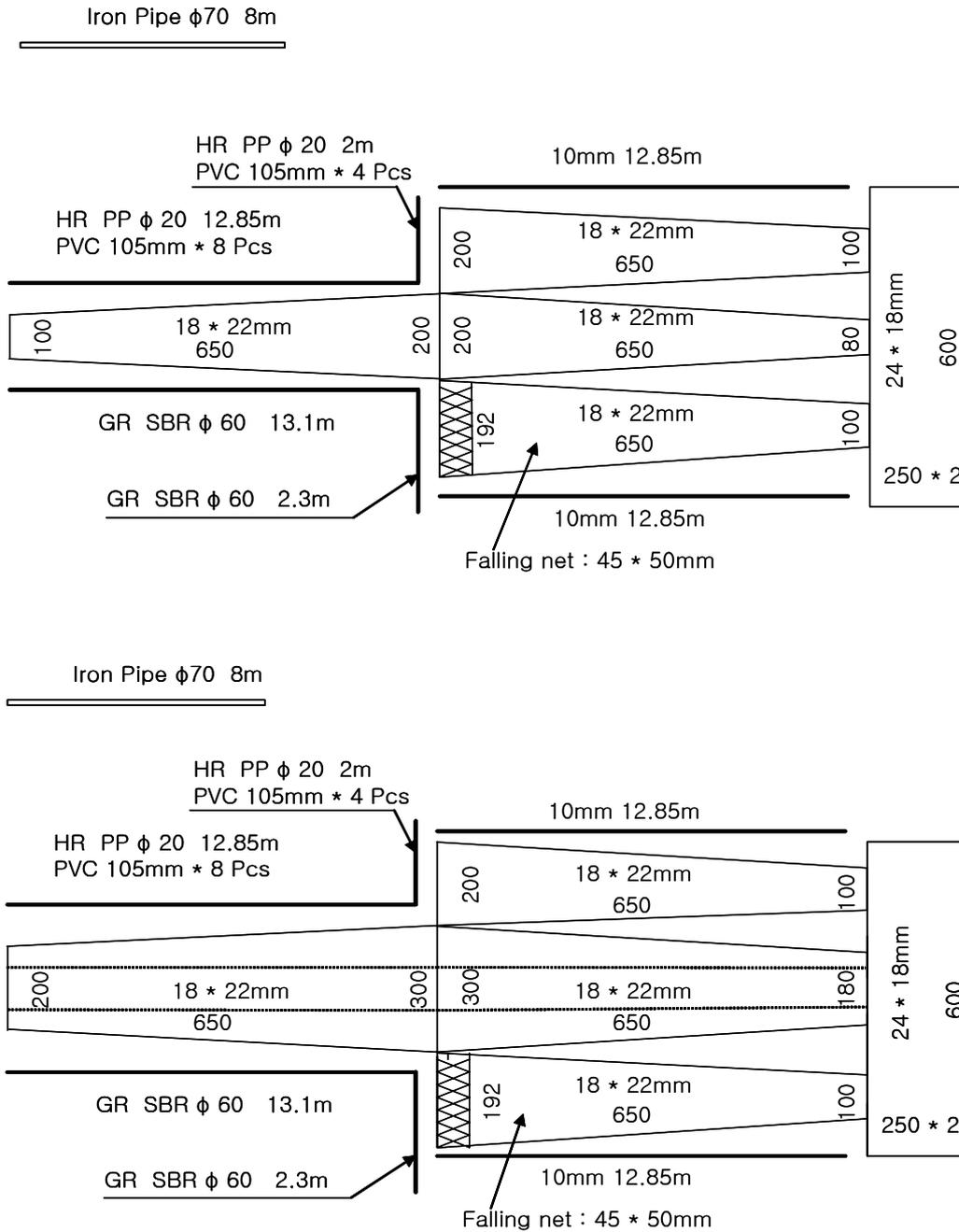


Fig. 13. A drawing of the selective fishing gear

(Upper : 1st step fishing gear, Lower : 2nd step fishing gear)

### 3. 자동화 조업시스템 개발

#### (1) 선택적 어구의 제작 및 해상 시험조업

##### 1) 선택적 어구의 제작

1차 년도의 해상 실험결과를 토대로 서해안식과 남해안식의 중간정도의 규모인 거제지역의 광명호(4.97ton, 294HP)와 제2광명호(4.99ton, 265HP)에 맞도록 설계한 Fig. 13의 상과 같은 1단계 선택적 어구를 제작하였다..

이때에 그리드는 직사각형과 타원형을 각각 45도의 각도로 자루그물과 끝자루 연결부분에 부착하고 어류 등이 탈출할 수 있도록 끝자루 앞부분은 그리드에 연결하였지만 등판뒷부분은 연결하지 않았다.

위와 같이 1단계 선택적 어구를 제작하여 거제도에서 광명호를 가지고 해상에서 시험 조업한 결과 어획성능이 기존 어구와 비교할 때 현저히 떨어지기 때문에 어민들의 의견을 들어 2단계 선택적 어구를 Fig. 13의 하와 같이 설계·제작하게 되었다.

1단계 선택적 어구에서는 새우류는 해저에 붙어살거나 해저 속에 살짝 묻혀 산다는 생각 하에 망고는 높일 필요가 없다고 판단하여 설계하였는데, 시험 조업을 한 결과 망고를 높일 필요가 있다는 판단아래 옆판에 100코짜리 직사각형 망지를 자루 입구부터 끝까지 배치하도록 한 것이 Fig. 13의 하와 같은 설계도이다.

이때에 그리드는 1단계에서 타원형과 직사각형 모두를 사용한 결과 타원형은 문제점이 발생하여 직사각형으로 하기로 하였으며, 부착각도도 45도의 경우 문제점이 발생하여 30도로 하여 1단계와 같은 방법으로 부착하였다.

그러나 2단계 선택적 어구에서도 문제점이 발생하여 3단계 선택적 어구를 Fig. 14와 같이 설계하여 최종적인 선택적 어구로 결정하였다. 이 어구는 2단계에서 100코 짜리 직사각형 망지를 자루입구부터 끝까지 부착한 것을 삼각뿔의 형태로 사단한 것이며, 이때에 그리드는 직사각형을 30도의 각도로 부착하였다.

## 2) 해상 시험조업

### <1단계 선택적 어구>

1차년도 실험을 통하여 개발한 Fig. 13의 상과 같은 1단계 선택적 어구를 제작하여 거제도에서 광명호를 가지고 해상에서 타원형 그리드와 직사각형 그리드를 가지고 각각 4회 이상씩 시험 조업한 결과 아래와 같은 결과를 얻었다. 이때에 그리드의 발 간격은 모두 50mm이고, 부착각도는 45도로 하였으며, 어획성능을 비교하기 위하여 제 2광명호에는 현재 거제지역에서 사용되고 있는 어구를 그대로 사용하여 서로 인근 해역에서 같은 날 시험 조업을 실시하였다.

① 직사각형 그리드와 타원형 그리드 모두 어획성능이 기존어구보다 현저히 떨어졌다.

② 타원형 그리드를 사용할 경우 부착하기가 직사각형보다 어려웠다. 즉, 직사각형은 네모서리에 밑판, 양 옆판, 등판을 부착하므로 부착하기 쉬웠고, 부착한 후에 그물코가 미끄러지는 경향이 적은 반면에 타원형은 그렇지 못하였다.

③ 또한, 타원형은 16~18Kg이 나가는 그리드의 중량이 한 점으로 작용하여 밑판이 손상되는 경우가 빈번히 발생하였으며, 뜰을 달아 조정하여 보았으나 여의치 않았다.

④ 그리드의 각도를 45도로 한 결과 각종 오물과 쓰레기들이 빠져나가지 못하고 Photo 16의 오른쪽과 같이 그리드 앞에 싸이는 경향을 보였다.

### <2단계 선택적 어구>

1단계 선택적 어구를 가지고 실험한 결과 위와 같은 문제점들이 있기 때문에 Fig. 13의 하와 같은 2단계 선택적 어구를 제작하여 1단계 선택적 어구와 같은 방법으로 시험 조업을 하였다.

이때에 사용한 그리드는 발 간격이 50mm인 직사각형이고, 부착각도는 30도로 하였다.

일반 어구는 현재 거제지역에서 하는 방식대로 2시간 30분을 예망한 후에

양망하였지만 그리드식 선택적 어구는 아직 다루는 방법이 미숙하여 1시간만 예망한 후에 양망을 하였고, 또한 일반 어구와 그리드식 선택적 어구 모두 8회씩 조업을 하였지만 그리드식 선택적 어구의 경우에는 4회는 50mm 그리드만을 부착한 어구를 가지고 시험 조업한 결과이고, 나머지 4회는 50mm 그리드와 끝자루에 Square 망지를 모두 부착한 경우이며, 이렇게 시험 조업한 결과 나타내면 Table 10과 같다.

Table 10에서와 같이 일반 어구는 1예망 당(1회 예망시간 : 2시간 30분) 43.18Kg을 어획하였고, 그리드식 선택적 어구는  $47.63\text{Kg}(19.05\text{Kg} \times 2.5 = 47.63\text{Kg})$ 을 어획하여 선택적 어구가 1예망 당 4.45Kg씩 어획을 더하였다.

50mm 그리드만을 부착한 선택적 어구와 일반 어구를 가지고 4회씩 시험 조업한 결과 어획된 새우류는 모두 5종씩인데, 종의 구성비를 나타내면 Fig. 15와 같이 거의 대부분이 마루자주새우와 그라비새우이며, 일반어구보다 선택적 어구가 마루자주새우의 구성비가 높았다.

부수어획율을 살펴보면 Fig. 16과 같이 마리수면에서는 그리드식 선택적 어구가 10.8%이고, 일반 어구가 22.3%로 일반 어구가 2배 이상 높았으며, 어획 중량 면에서는 선택적 어구가 31.1%이고, 일반어구가 33.3%로 약간 더 높았다.

부수어획되는 종은 선택적 어구가 18종이고, 일반 어구가 25종으로 7종이나 많았으며, 이들 중 어류가 차지하는 종은 각각 14, 18종으로 일반어구가 4종이 많았다.

새우 조망어업은 1차 년도에 조사한 결과 새우보다는 어류 등을 어획하여 수익을 올리고 있었으므로 새우 어장이 가장 좋다고 판단된 거제 어장에서 정상적으로 종업할 경우에 경제성이 있는지를 살펴보기로 한다.

하루에 3~4회 조업을 하기 때문에 1일 생산량은 적어도 150Kg 정도는 되는데, 이들의 대부분을 건새우로 팔기 때문에 건새우로 환산하면 50Kg 정도가 된다. 건새우의 가격은 계절에 따라 어종에 따라 다른데, 거제 해역에서 생산되는 새우의 거의 대부분은 마루자주새우와 그라비새우이고, 그 생산비는 2 : 1 정도 되며, 가격은 마루자주새우가 Kg 당 4,000~8,000원, 그라비새우가

12,000~16,000원 정도 하므로 이들의 중간 값을 취하면 견새우 1Kg 당 가격은 8,667원이 되므로 8,000원씩으로 계산하면 1일에 40만원의 수입이 오르게 된다.

여기서 유류비, 어구비, 인건비 등을 제외하고도 20만원 정도의 수입이 되므로 경제적으로 타당성이 있는데, 조업기간이 경상남도의 경우 10월 1일부터 익년 4월 30일까지로 7개월밖에 되지 않으므로 5개월이나 되는 나머지 기간을 무엇을 하느냐가 문제가 되고 있다.

그러므로 업계에서는 조업기간을 다른 지역인 전남과 같이 10개월로 연장하여 달라는 요구가 있는 실정이다.

또한, 선택적 어구를 사용할 경우에는 Photo 20의 오른쪽과 같이 어획물 중에서 새우류를 선별하는 데에도 훨씬 수월하고, 자원보호도 되므로 앞으로 어민들에 권장을 하여야만 할 것이다.

2단계 그리드식 선택적 어구도 시험 조업 중에 약간의 문제점이 대두되어 3단계(최종) 선택적 어구를 설계·제작하게 되는데, 그 이유는 다음과 같다.

2단계 선택적 어구에서 100코나 되는 그물감을 자루그물 끝까지 부착한 결과 그리드와 연결부분에서 주름을 많이 주어야 하는데, 이 부분이 불룩하게 움살이 생기어 새우를 끝자루로 유도하는데 문제가 있다고 판단하였다.

그러므로 3단계 선택적 어구에서는 직사각형 망지를 삼각뿔 모양으로 사단하여 제작·시험조업 한 결과 문제점이 해소되었으므로 최종 선택적 어구로 결정하였고, 시험 조업한 결과는 현장실용화 실험에서 설명하기로 한다.

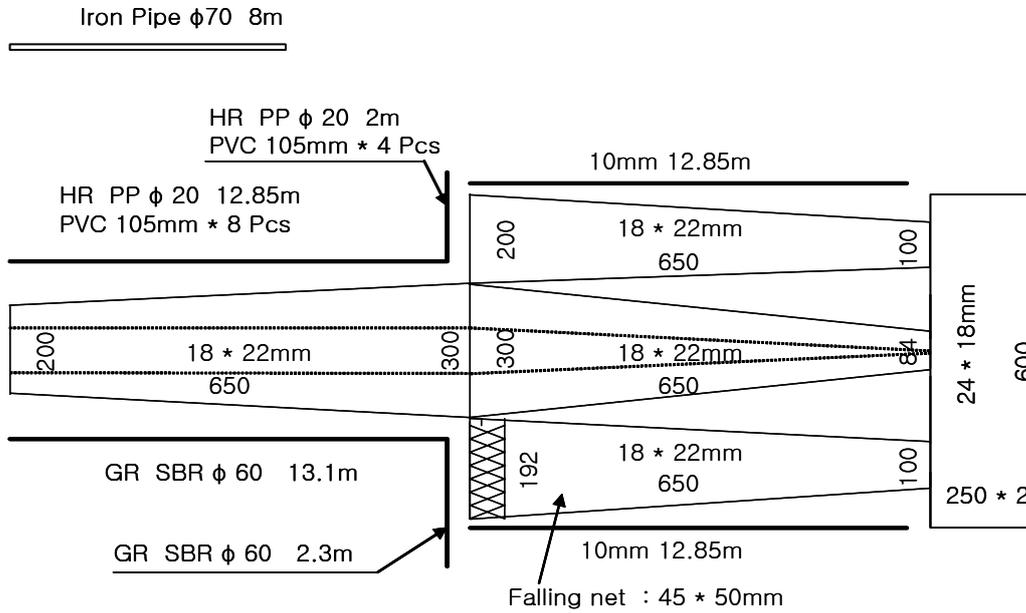


Fig. 14. A drawing of the selective fishing gear improved by a research team.

Table 10. Species composition caught by shrimp beam trawl in Geoje sea area

| Type         | Shrimps        |                | Fishes and others |                | Total          |                |
|--------------|----------------|----------------|-------------------|----------------|----------------|----------------|
|              | No.            | Weight         | No.               | Weight         | No.            | Weight         |
| General      | 97,707         | 345,406        | 1,703             | 128,738        | 99,410         | 474,144        |
| Grid         | 36,916         | 152,380        | 1,436             | 40,032         | 39,018         | 192,412        |
| <b>Total</b> | <b>134,623</b> | <b>497,786</b> | <b>3,139</b>      | <b>168,770</b> | <b>138,428</b> | <b>666,556</b> |

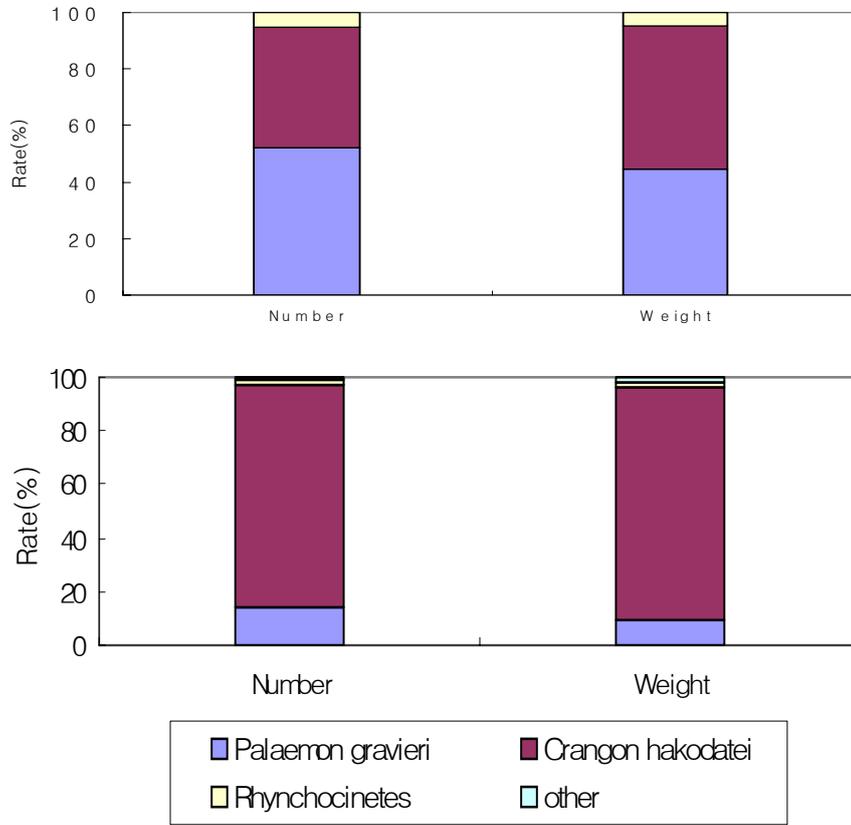


Fig. 15. Species composition of shrimp beam trawl  
(Upper : General fishing gear, Lower : Grid type fishing gear)

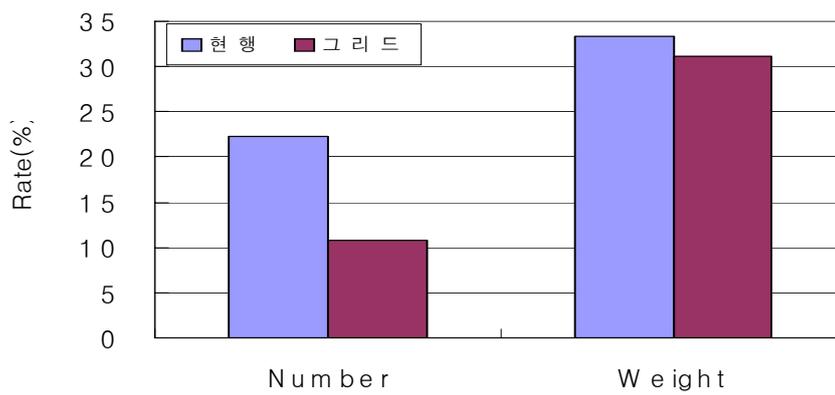


Fig. 16. Bycatch ratio of shrimp beam trawl.

## (2) 권양장치 개선 및 자동화 조업시스템 개발

### 1) 권양장치 개발

현행 새우 조망어구를 투·양망하는데 주로 사용되고 있는 것은 사이드롤러이므로 보다 손쉽게 할 수 있도록 드럼을 제작하여 설치하기로 하였다. 드럼의 크기는 Photo 18과 같이 600m가 넘는 끌줄을 감아 들여야만 함으로 1.35 L × 0.7 W의 크기로 하였으며, 설치장소는 투·양망이 우현에서 이루어지므로 선수 갑판 바로 밑의 우현 쪽에 하기로 하였으며, 동력은 유압시스템을 이용하여 황천 시에도 새우 조망어구를 쉽게 감아 들일 수 있어야만 함으로 3.5HP으로 하였다.

### 2) 자동화 조업시스템 개발

600m(수심의 5~7배 정도)되는 끌줄과 후릿줄을 드럼을 통하여 감아 들인 후에 비임이 현측에 올라오면 Fig. 17의 ⑨인 끝자루 돋움줄을 데릭으로 감아 끝자루만 선수 갑판으로 올려 어획물을 쏟아낸 후에 다시 투망을 할 수 있도록 하여 조업시간을 단축하였을 뿐만 아니라 매번 무거운 자루그물을 올리는 번거러움도 사라지도록 하였다.

이와 같이 권양장치를 개발하여 자동화 조업시스템으로 시험 조업한 결과는 현장실용화 실험에서 설명하기로 한다.

### (3) 현장 실용화 실험

지금까지 실험한 결과들을 분석·검토하여 Fig. 15와 같이 최종적으로 결정한 선택적 어구를 가지고 드럼을 설치하여 자동화 조업시스템으로 현장 실용화 실험을 통하여 어획물의 부수어획율과 작업능률 등을 비교·분석하였다. 이때에 그리드의 형태는 직사각형이고, 부착각도는 30°로 하였으며, 1.0L×0.8W 크기의 Square 망지를 Photo 9와 같이 끝자루 등판(그리드 뒤에서부터 어획물의 꺼내는 곳의 전까지)에 붙였다.

또한, 그리드의 선택성을 알아보기 위하여 그리드 말의 간격을 50, 35mm

짜리 2종류를 가지고 시험 조업을 실시하여 어획결과를 목적어인 새우류의 종 조성을 나타내면 Fig. 18, 20과 같고, 부수어획율을 나타내면 Fig. 19, 21과 같다.

#### 1) 새우류의 종 조성

Fig. 18은 발의 간격이 50mm인 그리드를 30도의 각도로 부착하고, Photo 9와 같은 Square 망지를 부착하여 4회 시험 조업한 결과 새우류의 종 조성을 나타낸 것으로 2단계 선택적 어구를 가지고 실험한 결과와 같이 마루자루새우가 가장 높은 비중을 차지하였고, 다음으로 그라비새우가 차지하였으며, 거의 대부분이 이들 2종이 차지하고 있는 실정이며, 그라비새우의 조성비는 선택적 어구보다 일반 어구가 약간 높았다.

Fig. 20은 발의 간격이 35mm인 그리드를 30도의 각도로 부착하고, Photo 9와 같은 Square 망지를 부착하여 시험 조업한 결과 새우류의 종 조성을 나타낸 것으로 2단계 선택적 어구를 가지고 실험한 결과와 같이 마루자루새우가 가장 높은 비중을 차지하였고, 다음으로 그라비새우가 차지하였으며, 이들 2종이 거의 대부분을 차지하고 있는 실정이며, 그라비새우의 조성비는 거의 비슷하였다.

#### 2) 부수어획율

Fig. 19는 발의 간격이 50mm인 그리드를 30도의 각도로 부착하고, Photo 9와 같은 Square 망지를 부착하여 4회 시험 조업한 결과의 부수어획율을 나타낸 것으로 선택적 어구가 일반 어구보다 훨씬 낮아 그리드의 선택효과가 반드시 있다고 판단되었다. 즉, 선택적 어구와 일반 어구의 부수어획율을 마리수 면에서 살펴보면 각각 2.6, 3.2%로 0.6%밖에 차이가 나지 않으나 어획중량 면에서 살펴보면 각각 15.8, 27.8%로 거의 2배나 되었다.

이 같은 현상은 새우류의 마리수가 월등히 많고 어류 등의 마리수는 얼마되지 않으므로 마리수면에서의 부수어획율을 차이가 적으나 어류 등의 중량은 새우류보다 훨씬 크므로 어획중량면에서의 부수어획율은 차이가 매우 큰 것이

므로 아주 바람직한 현상이라 할 수 있을 것이다.

Fig. 21은 밧의 간격이 35mm인 그리드를 30도의 각도로 부착하고, Photo 9와 같은 Square 망지를 부착하여 시험 조업한 결과의 부수어획율을 나타낸 것으로 선택적 어구가 일반 어구보다 훨씬 낮다. 선택적 어구와 일반 어구의 부수어획율을 마리수면에서 살펴보면 각각 10.5, 11.7%로 1.2%밖에 차이가 나지 않으나 어획중량 면에서 살펴보면 각각 33.1, 67.0%로 2배 이상의 차이를 보였다.

이 같은 현상은 앞에서 설명한 바와 같이 새우류의 마리수가 월등히 많고 어류 등의 마리수는 얼마되지 않으므로 마리수면에서의 부수어획율은 차이가 적으나 어류 등의 중량은 새우류보다 훨씬 크므로 어획중량면에서의 부수어획율은 차이가 매우 큰 것이므로 아주 바람직한 현상이라 할 것이다. 또한, 그리드 밧의 간격이 35mm로 좁게 한 것이 50mm로 한 것보다 일반 어구와 차이가 크므로 선택효과가 더 있다고 할 수 있을 것이다.

부수어획율은 어장에 따라 여기에 따라 매우 다양하기 때문에 일반 어구와 병행하여 항상 시험 조업을 하였기 때문에 그리드 밧의 간격이 35mm로 작은 것을 사용하였는데도 불구하고 오히려 높았던 것으로 생각되며, 35mm의 경우가 일반어구와의 차이가 크므로 선택성이 더 있다고 할 수 있을 것이다.

### 3) 조업시간 및 인력감축

위와 같이 해상에서 실용화 실험을 한 결과 조업시간을 10분 정도 단축할 수 있었고, 선원 수도 1명을 줄일 수 있었으며, 마지막 조업 시에만 자루그물을 올리도록 하여 평상 시에는 힘든 작업이 현저히 줄어들도록 하였다.

또한, 끝자루 그물에 올라온 어획물은 Photo 19의 오른쪽과 같이 새우만이 주로 올라오므로 어획물 선별 시에 훨씬 수월하고, Photo 19의 왼쪽과 같이 그리드 앞에 걸리는 쓰레기와 게류 등의 양도 현저히 줄어들었으므로 최종적인 선택적 어구와 자동화 조업시스템으로 결정하였다.

그러나 그리드를 사용할 경우 무게가 16~18Kg으로 다소 무겁기 때문에 드림이나 데릭을 이용하지 않는 경우에는 조업하기에 매우 불편할 수가 있다.

므로 그리드 위에 적절한 뜬을 달아 예인 중에는 그리드의 무게가 작용되는 것을 막아야만 한다.

초기 시험조업 시에 뜬의 부력을 맞추지 못하여 여러 번의 실패를 반복하였으며, 또 끝자루를 양망하는 경우 다소의 어려운 점이 있었으나 시험 조업을 반복할수록 조업능률이 올랐다.

그러므로 그리드의 사용을 보편화 시키기 위해서 비중이 작으면서 강도가 쎈 금속을 사용하여 그리드를 만들어야 할 것이다.

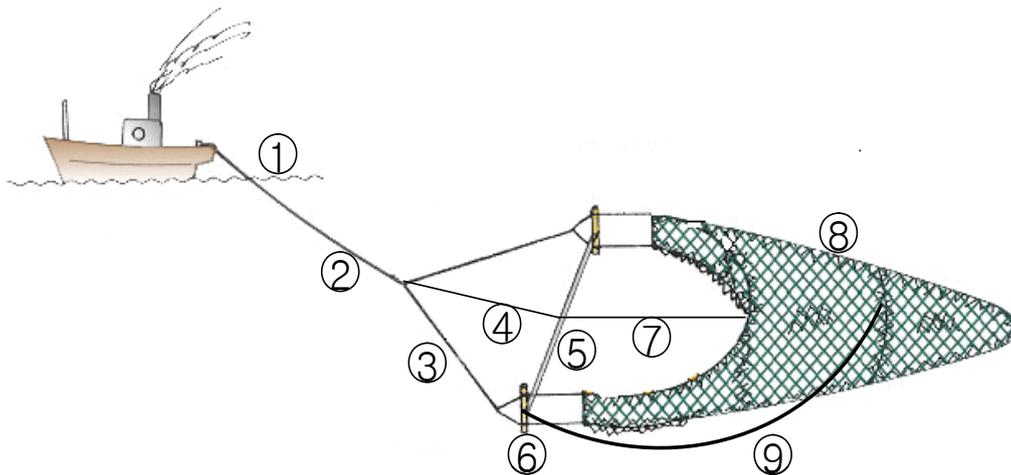


Fig. 17. Schematic diagram of the fishing operation in shrimp beam trawl

- ① warp ② sweep line ③ branch line ④ beam hauling line
- ⑤ beam ⑥ spreader ⑦ ground hauling rope ⑧ net
- ⑨ quarter rope



Photo 18. A destruction steps of the drum



Photo 19. Underwater performance of square netting and hauling steps



Photo 20. Grid and Shrimps

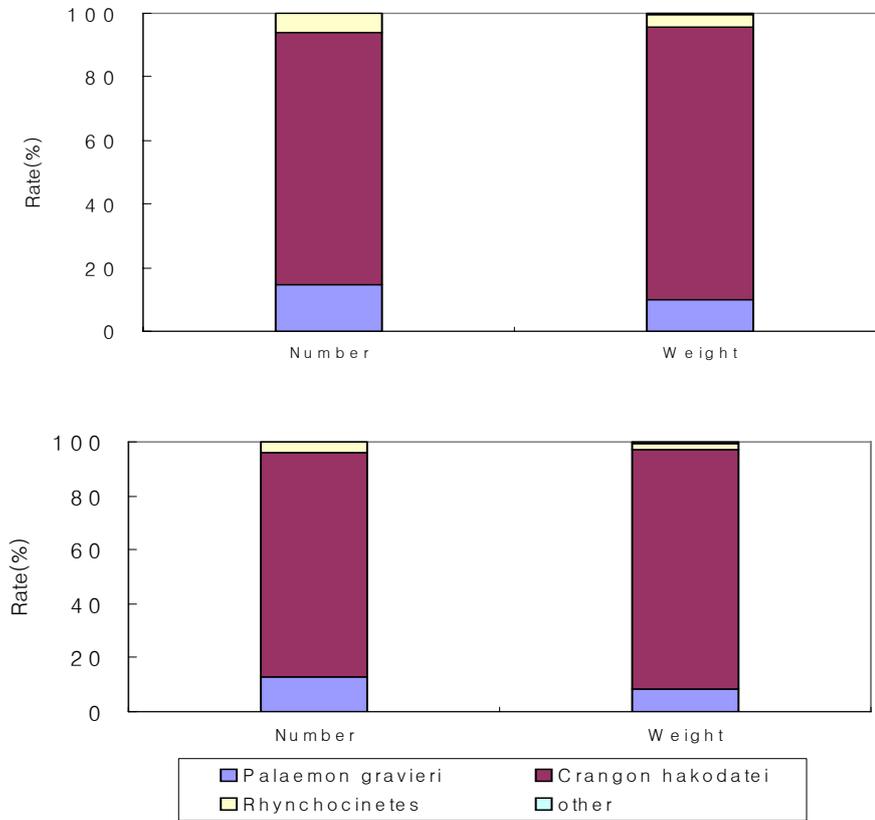


Fig. 18. Species composition of shrimp beam trawl with a square mesh netting(Upper:General fishing gear, Lower:Grid type fishing gear)

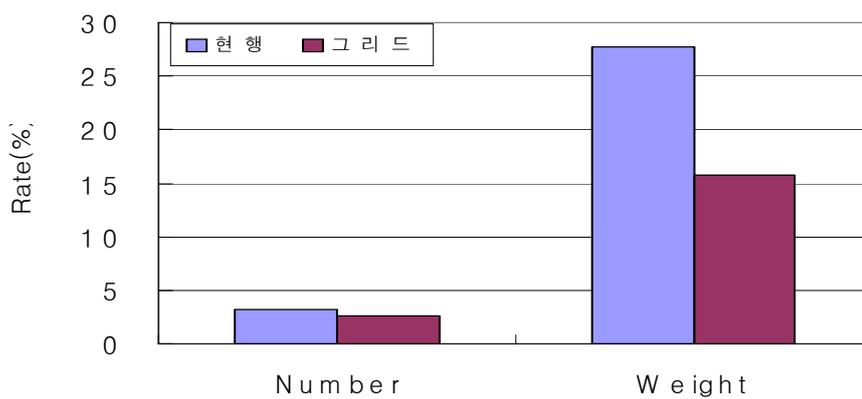


Fig. 19. Bycatch ratio of shrimp beam trawl with a square mesh netting.

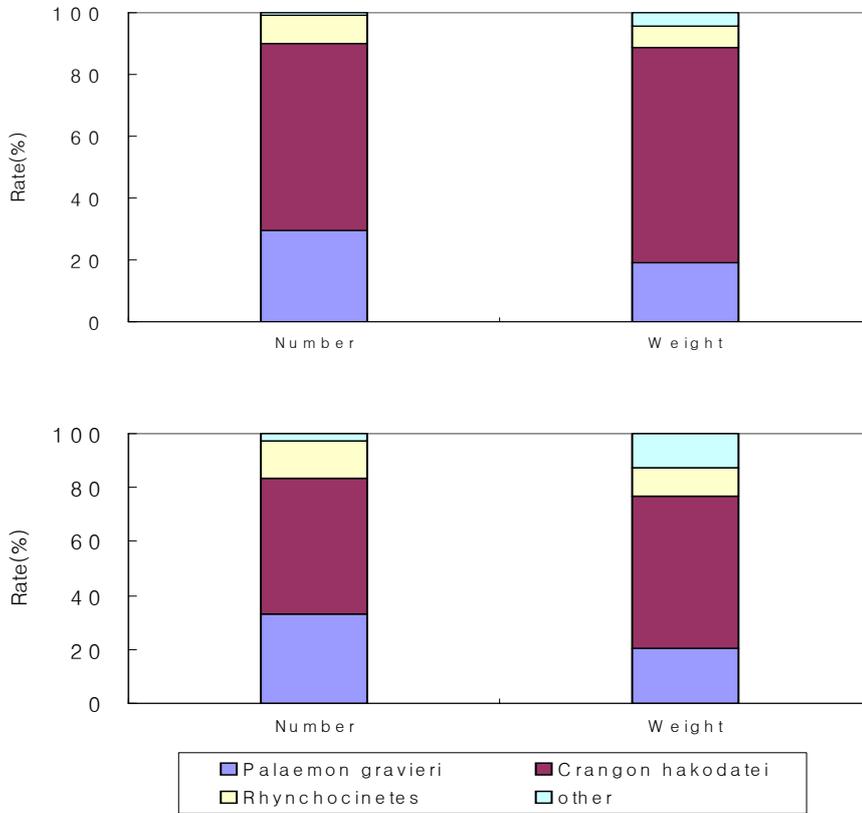


Fig. 20. Species composition of shrimp beam trawl with a square mesh netting(Pipe interval of grid : 35mm).

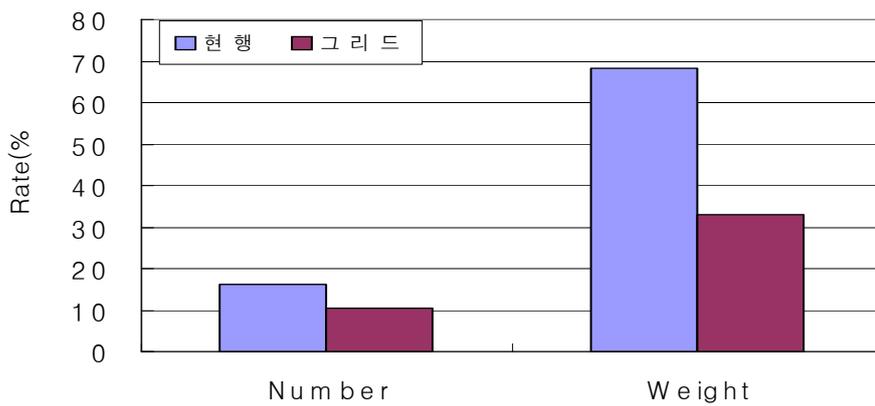


Fig. 21. Bycatch ratio of shrimp beam trawl with a square mesh netting.

## 제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

### 제 1절 연구개발 목표의 달성도

본 연구개발에서는 새우 조망어업에서 새우만을 어획할 수 있는 선택적 어구의 개발을 최종 목표로 정하고, 1차 년도에는 선택적 어구 개발이고, 2차 년도에는 자동화 조업시스템 개발이므로 이들에 대한 달성도를 나타내면 아래와 같다.

#### 1. 선택적 어구 개발

- 선택적 어구를 개발하기 위하여 현재 새우 조망어업이 성행되고 있는 서해안과 남해안의 주 어장들을 설정하여 시험 조업을 통하여 얻은 자료, 국립수산물과학원의 회류수조와 예인수조에서 모형 실험한 결과와 새우의 대망행동 실험 결과 등을 분석·검토하여 1단계 선택적 어구를 설계·제작하여 해상 시험 조업을 하였다. 그리고 해상 시험 조업 시에 문제점을 찾아내고 보완하는 작업을 3차례나 걸쳐 반복하였기 때문에 결코 현존하는 어구보다 어획성능이 떨어지지 않는 선택적 어구를 개발하였으므로 매우 성공적으로 달성하였다고 할 수 있다.

- 선택적 어구를 상하식으로 할 것인지 아니면 그리드식으로 할 것인지에 대하여 많은 해상 시험 조업을 통하여 그리드식으로 정한 것은 국제적인 경향으로 볼 때 매우 성공적으로 달성하였다고 할 수 있다.

- 그리드를 직사각형과 타원형으로 제작하여 이들 모두를 시험 조업을 통하여 장단점을 파악한 결과 우리나라 실정에는 직사각형으로 적당하다는 것을 밝혀냈을 뿐만 아니라 자루그물과 끝자루 사이에 부착하는 각도도 30~45도 정도가 적당하다는 것을 밝혀냈으므로 매우 성공적으로 달성하였다고 할 수 있다.

- 끝자루에 들어간 소형어류가 탈출할 수 있도록 Square 망지를 부착하여 시험 조업한 결과 부수어획율을 기존의 어구보다 절반 이하로 줄인 것은 자원관리형 어업을 추구하는 국가정책과도 매우 일치하므로 성공적으로 달성하였다고 할 수 있다.

## 2. 자동화 조업시스템 개발

- 지금까지 어구의 투·양망은 인력에 의존하여 왔는데 드럼을 이용하여 손쉽게 함으로써 어려운 여건에서 해상근무를 하고 있는 나이 많은 어르신들에게는 아주 획기적인 것이므로 성공적으로 달성하였다고 할 수 있다.

- 600m 가 넘는 끝줄을 현측에 가지런히 쌓아놓았다가 투망 시에 풀어주다 보면 일시에 많은 줄이 떨어져 어구의 투망에 어려움이 있었는데 드럼에 감아두었다가 일정하게 풀어줌으로써 줄의 엉킴이나 위험성 등을 대폭적으로 줄일 수 있었으므로 성공적으로 달성하였다고 할 수 있다.

- 자동화 조업시스템으로 조업함으로써 조업시간을 단축할 수 있을 뿐만 아니라 선원 수도 1명 줄일 수 있었으므로 어업경영에도 큰 도움이 될 것이므로 매우 성공적으로 달성하였다고 할 수 있다.

## 제 2절 관련분야의 기여도

- 본 연구가 성공적으로 수행되어 소형어류가 탈출할 수 있고 저서생물을 보호할 수 있는 선택적 어구가 보급된다면 Bycatch와 Discard 문제를 해결함으로써 정부가 지향하는 자원관리형 어업으로서 발전시킬 수 있을 뿐만 아니라 다른 어업들과의 분쟁도 없어질 것으로 생각된다.

- 권양장치의 개발로 자동화 조업시스템을 채택하면 연안의 통발과 자망어업의 양승과 양망을 자동화할 수 있을 뿐만 아니라 해상근로 조건도 개선되어 선원의 수급과 노령화에 따른 문제도 해결할 수 있을 것이다.

- 어획강도가 매우 높은 연안의 유일한 예망어법인 새우 조망어구를 선택

적 어구로 전환한다면 다른 예망어법에도 확대 적용할 기회를 만들어 줄 것이다.

## 제 5 장 연구개발결과의 활용계획

- 본 연구에서 개발한 그리드식 선택적 어구, 그리드의 제작 및 부착방법, 드럼을 이용한 자동화 조업시스템 등을 새우 조망협회를 통하여 보급할 예정이다.
- 그리드의 형태는 직사각형을 추천하고, 무게가 16~20Kg이나 되므로 강도가 크고 가벼운 재질을 선택하는 것이 좋으며, 그리드의 부착각도는 30~45도 범위이다.
- 새우 조망업자들이 선택적 어구를 사용하도록 하기 위해서는 법적인 제도가 뒷받침되어야만 한다. 즉, 조업기간을 연장하여주던가 아니면 어장범위의 확대시켜주어야만 성공적으로 선택적 어구를 보급할 수 있을 것이므로 앞으로 법적인 제도마련에도 신경을 쓸 것이다.
- 전국의 새우 조망업계에 선택적 어구의 보급이 성공되면 Bycatch와 Discard 문제가 해결되어 정부가 지향하는 자원관리형 어업으로 유지·발전될 수 있도록 한다.
- 새우는 수명이 짧기 때문에 일정한 기간과 장소 내에서 어획강도를 높여 어획을 하게 함으로써 채낚기 어업의 미끼공급뿐만 아니라 날로 들어만 가고 있는 낚시애호가들의 미끼로도 공급하여 어민들의 소득증대를 가져오도록 한다.
- 권양장치 개발로 자동화 조업시스템을 채택하여 선원수를 줄이고, 해상근로조건을 개선하여 선원의 안정적인 수급과 노령화에 따른 문제점도 해결할 수 있도록 한다.
- 권양장치의 개발로 연안의 통발과 자망어업의 양승과 양망을 자동화할 수 있는 방안을 쉽게 강구할 수 있도록 한다.

## 제 6 장 참고문헌

1. 국립수산물과학원(2000) : 한국어구도감, 한국그래피스, pp. 309~316.
2. 김성태, 박승렬, 손팔원, 손호선, 최정화, 김정년, 최화영(2002) : 거제 새우조망 어업자원조사, 남해수산연구소, pp. 114.
3. 김수암(1991) : 수산자원, 우성문화사, pp. 175
4. 김용술(1993): 수산자원학, 신흥출판사.
5. 김용호, 이생동, 김백균(1984) : 꽃새우 생태에 관한 연구, 수진연구보고, pp 25~30.
6. 서울대학교 해양연구소(1997) : 이동성 구획어업(새우조망)의 타당성 조사 용역 최종보고서, pp. 1~137.
7. 이병기 외 2명(1983) : 연근해어업개론, 태화출판사.
8. 오택윤(2003) : 새우조망의 어로실태와 자원관리에 관한 연구, pp 1~125
9. 장대수 외 10명 (2002) : 고흥군 새우조망 어업자원조사, 남해수산연구소, pp. 81.
10. 장대수, 김종빈, 김형혜, 송향수(2002) : 강진군 새우조망 어업자원조사, 남해수산연구소, pp. 124.
11. 장창익(1991) : 수산자원생태학, 우성문화사, pp. 175
12. 정문기(1977): 한국어류도감, 일지사, pp.727.
13. 한규설(2002) : 소형 기선저인망 어업의 문제점, 선학사, pp.128
14. 한국수산회(1995) : 수산연감.
15. Broadhurst, M., Kennelly. S. and Eayrs. S. (1999): Flow-related effects in prawn trawl cod ends: potential for increasing the escape of unwanted fish through square-mesh panels. Fisheries Bulletin 97:1-8.1999
16. Eayrs, S. and Rawlinson, N.(1998): The role of fisheries technologists in providing solutions to shrimp trawl bycatch. Proceeding of the workshop on Co-operation Research in asian Fishing

Technology(CRAFT). Chaing Mai. 18th, November.

17. Eayrs, S.(1998): Options for gear modifications to increase the selectivity of demersal fish trawls in the SEFT. Precedings : Maximum yield and reducing discards in the South East Trawl fishery workshop. July30-31. Canberra.
18. Eayrs, S. and Wakeford, J.(1999): The introduction of gear unit statutory fishing rights in the Northern Prawn Fishery: An independent review. AMC Search. January.
19. Eayrs, S.(2000): Multi-level Beam reveals Trawls prawn and fish behaviour: potential to reduce by catch in Australia's Northern Prawn Fishery. In: Feeding the world with fish in the next millenium: The balance between production and environment. 3rd World Fisheries Congress. proceedings. beijing. china.
20. Eayrs, S.(2001): Understanding fish and prawn behaviour: Potential to reduce bycatch in a tropical prawn trawl fishery. Japanese Society of Fishery Science 70th Anniversary, yokohama, japan
21. Eayrs. S.(2001): By-catch reduction fishing gear and fishing methods and applications in Australia the marine resources Conservation and protection workshop. national associating institute or marine technology, kaohsiung, taiwan.
22. Eayrs, S.(2002): TEDs tested during banana prawn season for the first time.(in press).Professional Fisherman.
23. Rawlinson. N., Eayrs. S., Brewer. D(1997): Moving towards more responsible fishing practices in Australia's northern prawn fishery. proceeding of the regional workshop on responsible fishing. training department. southeast asian fisheries development centre. thailand. p. 356-370.