

새우류 어업에서 부수어획물량 평가와 자원관리  
모델 개발

Assessment of bycatch occurred in the shrimp  
fisheries and development of fisheries  
management model

2004. 12

목 포대 학교  
순천향대학교

농림수산식품자료실



0014683

해양수산부

00

1.47513

45스

## 최 종 보 고 서

2003 년도 수산특정연구개발사업에 의하여 완료한 새우류 어업에서 부수어획 물량 평가와 자원관리 모델 개발 에 관한 연구의 최종보고를 붙임과 같이 제출합니다.

- 첨부 : 1. 최종보고서 8부  
2. 최종보고서 디스켓 1매  
\* 최종보고서 파일은 인터넷(<http://rptf.kmi.re.kr>)으로 제출

2004 년 12 월 일

총괄연구책임자 오 철 응 (인)

주관연구기관장 김 응 배 (직인)

해 양 수 산 부 장 관 귀 하

# 제 출 문

해양수산부 장관 귀하

본 보고서를 “새우류 어업에서 부수어획물량 평가와 자원관리 모델 개발에 관한 연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2004 년 12 월 일

주관연구기관명 : 목포대학교

총괄연구책임자 : 오 철 응

협동연구기관명 : 순천향대학교

협동연구책임자 : 마 채 우

# 요 약 문

## I. 제 목

새우류 어업에서 부수어획물량 평가와 자원관리 모델 개발

## II. 연구개발의 목적 및 중요성(필요에 따라 제목을 달리할 수 있음)

새우류 어업에 이용되는 어구는 다른 어구에 비해 망목크기가 작기 때문에 많은 양의 부수어획물을 발생시키고 있으며, 이들 부수어획물은 대부분 바다에 폐기처분되는 실정이다. 이들 부수어획물은 어획자원의 직접적인 감소요인이 될 뿐만 아니라 저서 생태계 전반에 영향을 미칠 수 있음에도 불구하고 우리나라 새우류 어업에 대한 부수어획물의 양이나 종조성에 관한 연구는 전혀 이루어지지 않고 있는 실정이다. 따라서 본 연구는 우리나라 서남해역의 조망과 주머니업애그물을 이용한 새우류 어업에서 발생하는 부수어획물의 양과 종조성에 대한 변화양상을 파악하고 목표어종에 대한 어구선택성을 평가하여 바다에 버려지는 어획물을 줄일 수 있는 자원관리모델을 개발하는데 궁극적인 목적이 있다.

## III. 연구개발 내용 및 범위(필요에 따라 제목을 달리할 수 있음)

현장 조사는 2002년 10월부터 2004년 9월까지 새우조망은 함평만에서 실시하였고 주머니업애그물은 임자도 주변해역에서 조업중인 선박을 이용하여 실시하였다. 현장 조사를 통해 어획물을 수거하고 이들 어획물을 정밀 분석하여 본 어업에서 발생하는 어획물의 양과 종조성을 파악하고 다양도 지수와 균등도 지수의 변화양상을 파악하였다. 어구 망목 크기가 미치는 영향을 평가하기 위하여 조망과 주머니업애그물 어업에서 사용되는 망목 크기와 함께 이보다 50%와 100% 망목 크기를 증가시킨 어구를 이용하였다. 각각의 망목에서 어획된 전체 어획물의 체장계급에 따른 출현빈도를 누적적으로 표시하여 어구의 선택체장을 추정하였으며, 주요 목표어종에 대해서는 어획 개체수의 누적비율(P)를 계산하여 주요 어획 대상 새우류가 25%, 50%, 75%가 어구에 걸리게 되는 선택체장, L25, L50, L75을 로지스틱 모델(logistic model)을 이용하여 추정하였다. 이러한 어획물 조사와 함께 어획 통계 조사 및 어구 망목 실험 결과를 바탕으로

현재 새우조망과 주머니업애그물 어업에서 발생하는 어획물의 양과 종조성에 관한 기초자료를 확보하고 이들 어업을 통해 발생하는 총 부수어획물과 폐기처분되는 양을 평가하였다. 또한 현재 사용중인 어구의 망목크기의 변화에 따른 어획량 및 부수어획물의 변화를 분석하여 목표어종과 부수어획물에 미치는 영향을 평가하였다.

#### IV. 연구개발결과(필요에 따라 제목을 달리할 수 있음)

어구 망목 실험 결과 조망에 있어서 망목 크기를 증가시킬수록 총 어획물은 감소하는 것으로 나타났다. 총 어획량에서 목표어종인 새우류가 차지하는 비율은 현재 사용 중인 망목 크기인 21.2mm에서 13.4%였으나 망목크기를 41.2mm로 증가시켰을 경우 15.9%로 새우류의 비율은 늘어난 반면 부수어획물의 비율은 86.6%에서 84.1%로 오히려 감소하는 것으로 나타났다. 주머니업애그물의 경우 조망과 유사한 경향을 보여주었는데 현재 사용 중인 망목크기인 11.2mm에서 31.2mm로 망목크기를 증가시켰을 경우 새우류가 차지하는 비율은 76.5%에서 81.2%로 총 어획량에서 새우류가 차지하는 비율이 증가한 반면 부수어획물의 비율은 23.5%에서 18.8%로 감소하는 경향을 보여주었다. 이러한 결과는 어구의 망목이 어느 정도 증가하더라도 새우류의 어구가입은 크게 변화가 없지만 기타 부수 어획종, 특히 어류는 늘어난 망목을 빠져 나가는 것으로 판단되며, 이는 새우류의 형태적인 특징, 즉, 많은 부속지로 인하여 망목을 빠져나갈 기회가 다른 생물에 비해 낮은 것으로 판단된다. 따라서 새우조망과 주머니업애그물 어구의 망목 크기를 증가시킬수록 총 어획량은 감소하지만 총 어획량에서 부수어획량이 차지하는 비율은 오히려 감소하는 것으로 판단해 볼 때 어구의 망목크기를 적정 수준으로 증가시키는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

어획통계 조사와 현장 조사를 통해 우리나라 서남해역의 새우류 어업인 조망과 주머니업애그물의 연간 단위노력당 어획량을 산정한 결과 조망의 경우 일일 평균 어획량은 228kg으로 나타났으며, 연간 단위노력당 어획량은 약 55톤으로 추정되었다. 주머니업애그물의 경우 일일 평균 어획량은 540kg으로 조사되었으며, 연간 단위노력당 어획량은 약 97톤으로 추정되었다. 이러한 결과를 바탕으로 우리나라 서남해역에서 조망과 주머니업애그물로 새우류를 어획하고 있는 어선척수를 고려한 연간 총 부수어획량은 조망의 경우 약 610톤, 주머니업애그물의 경우 약 5,375톤으로 추정되었다. 이들 부수어획량 중에서 상업적 또는 산업적으로 이용되지 못하고 곧바로 바다에 폐기처분되는

양은 조망어업에서 54%, 주머니업애그물 어업에서 87%로 조사되었으며, 이를 적용해 볼 때 폐기처분되는 어획량은 조망과 주머니업애그물 어업에서 연간 약 329톤과 4,676톤으로 추정되었다.

#### V. 연구개발결과의 활용계획

본 연구결과는 우리나라 서남해역의 새우류 어망의 어획물 선택 곡선으로 어획선택체장(L50)을 추정하여 조망과 주머니업애그물에 대한 적정망목 크기를 제시함으로써 망목규제(mesh-size regulation)와 같은 수산정책 결정시 중요한 정보를 제공할 수 있으며, 최근 감소 추세인 연안 어업자원에 있어서 부수어획생물자원의 증강에 기여할 수 있을 것이다. 또한 부수어획물의 양을 줄임으로써 타 어업자원생물의 복원력을 향상시켜 연안어업의 생산성을 증대를 가져올 수 있으며, 어업인을 상대로 자원관리 교육을 실시하고 새로운 정책의 중요성을 인식시킴으로써 자원관리에 대한 인식 저변의 확대를 불러올 것으로 판단된다.

# S U M M A R Y

## I. Title

Assessment of bycatch occurred in the shrimp fisheries and development of fisheries management

## II. Purpose and importance of research

Because fishing gear employed in the shrimp fisheries is smaller than other fishing gears it produces lots of bycatches. Most of bycatches discard to the sea. These bycatches not only reduce the size of fisheries catch but also can affect the ecosystem. In spite of fisheries management and ecological importance, little is known about the species composition and amount of bycatches in the shrimp fisheries.

The purpose of this study is to investigate the amount of bycatch and species composition occurred from two fishing gears in the shrimp fisheries of south-west coast of Korea and to develop fisheries management model to reduce the discards by estimating the gear selectivity of target species.

## III. Contents and scope of research

Sampling were conducted in Hampyung Bay for beam trawl survey and Imja area for single-walled tangle net during the period between October 2002 and September 2004. Samples were collected from fishing vessels. Species composition and amount of catches were examined and species diversity and evenness were calculated. To investigate effect of mesh size of fishing gears on the amount of catch mesh size was increased to 50% and 100% of present mesh size. Using the data of cumulative frequency of the catches and logistic model, gear selectivity was estimated for L25, L50 and L75 corresponding to the probability catching 25%, 50% and 75% to the fishing gear. Based on the fisheries statistics and cod end

experiment basic information such as species composition and amount of catch was obtained and total bycatch and discards were estimated.

#### IV. Results of research

Cod end experiment of beam trawl showed that total catch decreased with increasing mesh size. Target species (shrimps) of total catch was 13.4% for present mesh size (21.2mm). When the mesh size increased to 41.2mm, they were 15.9% but bycatch decreased from 86.6% to 81.4%. Similar results were found in single-walled tangle nets. Target species (shrimps) of total catch was 76.5% for present mesh size (11.2mm). When the mesh size increased to 31.2mm, they were 81.2% but bycatch decreased from 23.5% to 18.8%. These results indicate that there was little change in the recruitment of fishing gear but bycatch, particularly fishes were escaped through mesh size. The lower probability that shrimps were escaped through the mesh size is due to the morphological characteristic of shrimps. With increasing mesh size in the both fishing gears total catch was reduced. The results that the proportion of bycatch of them decreased suggest that the mesh size of fishing gears may be increased to suitable level. In beam trawl mean catch per day per vessel was 228kg and annual mean catch per vessel about 55 ton. In single-walled tangle net mean catch per day per vessel was 540kg and annual mean catch per vessel about 97 ton. Total catch of shrimps in the south-west coast was estimated about 610 ton in beam trawl and about 5,375 ton in the single-walled tangle net. Discards of them were 54% in beam trawl and 87% in single-walled tangle net. Total discards in the south-west coast were about 392 ton in beam trawl and 4,676 ton in single-walled tangle net.

#### V. Utilization plan of research results

These results can provide the establishment of fisheries policy by giving information of suitable mesh size. They can contribute to the enhancement of fisheries stock other than shrimps leading to increased productivity in coastal areas.



They can also make the fisherman aware the importance of fish stocks by educating importance of fisheries management.

# CONTENTS

Chapter 1. Introduction to the research . . . . .	12
Paragraph 1. Need of the research . . . . .	12
Paragraph 2. Research scope . . . . .	12
Chapter 2. Situation of domestic and overseas countries . . . . .	14
Chapter 3. Research contents and results . . . . .	15
Paragraph 1. Research method . . . . .	15
1. Study area and diagram of fishing gear . . . . .	15
2. Sampling and measurement . . . . .	17
3. Species composition of catch . . . . .	17
4. Estimation of bycatch . . . . .	17
5. Assessment of gear selectivity . . . . .	19
Paragraph 2. Research content . . . . .	19
Paragraph 3. Research result . . . . .	20
1. Species composition . . . . .	20
가. Species composition in beam trawls . . . . .	20
나. Species composition in single-walled tangle nets . . . . .	26
다. Monthly change in species diversity and evenness . . . . .	31
라. Catch changes in two fishing gears . . . . .	34
2. Bycatches . . . . .	34
가. Bycatches in beam trawl . . . . .	34
나. Bycatches in single-walled tangle nets . . . . .	38
다. Catch changes in two fishing gears . . . . .	40
3. Gear selectivity . . . . .	41
가. Gear selectivity in beam trawls . . . . .	41
나. Gear selectivity in single-walled tangle nets . . . . .	41
다. Gear selectivity in target species . . . . .	43
4. Overall evaluation . . . . .	47

Chapter 4. Achievement of purpose and contribution to related fields . . 50

    Paragraph 1. Achievement of research purpose . . . . . 50

    Paragraph 2. Contribution to related fields . . . . . 50

        1. Technical point of view . . . . . 50

        2. Economic and industrial point of view . . . . . 51

        3. Social and cultural point of view . . . . . 51

Chapter 5. Utilization plan of research results . . . . . 52

Chapter 6. Overseas scientific information . . . . . 54

Chapter 7. Reference . . . . . 55

## 목 차

제 1 장 연구개발과제의 개요 . . . . .	12
제 1절 연구개발의 필요성 . . . . .	12
제 2절 연구개발 범위 . . . . .	12
제 2 장 국내외 기술개발 현황 . . . . .	14
제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과 . . . . .	15
제 1절 연구수행방법 . . . . .	15
1. 연구수행해역 및 어구도 . . . . .	15
2. 채집 및 측정 . . . . .	17
3. 어획물의 종조성 파악 . . . . .	17
4. 부수어획량 추정 . . . . .	17
5. 어구선택성 평가 . . . . .	19
제 2절 연구내용 . . . . .	19
제 3절 연구결과 . . . . .	20
1. 어획물 조성 . . . . .	20
가. 조망 어획물의 출현종 조성 . . . . .	20
나. 주머니업애그물 어획물의 출현종 조성 . . . . .	26
다. 어획물의 다양도와 균등도 지수의 월별 변화 . . . . .	31
라. 조망과 주머니업애그물 어획물의 변화양상 . . . . .	34
2. 부수어획량 . . . . .	34
가. 조망에서 발생하는 부수어획량 . . . . .	34
나. 주머니업애그물에서 발생하는 부수어획량 . . . . .	38
다. 조망과 주머니업애그물 어획량의 변화양상 . . . . .	40
3. 어구선택성 . . . . .	41
가. 새우조망 어구선택성 . . . . .	41
나. 주머니업애그물 어구선택성 . . . . .	41
다. 주요목표어종의 어구선택성 . . . . .	43
4. 종합평가 . . . . .	47

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 . . . . .	50
제 1절 연구개발 목표의 달성도 . . . . .	50
제 2절 관련분야에의 기여도 . . . . .	50
1. 기술적 측면 . . . . .	50
2. 경제·산업적 측면 . . . . .	51
3. 사회·문화적 측면 . . . . .	51
제 5 장 연구개발결과의 활용계획 . . . . .	52
제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보 . . . . .	54
제 7 장 참고문헌 . . . . .	55

# 제 1 장 연구개발과제의 개요

## 제 1절 연구개발의 필요성

어업에 이용되는 다양한 어구는 망목 크기의 선택성 때문에 필연적으로 어획대상 어종과 동시에 부수적으로 여러 종들을 어획하는 다종어업(multispecies fisheries)과 관련되었다 (Caddy, 1993). 이들 부수어획자원은 부수 어획자원은 대부분 죽은 채로 바다에 버려지는데 FAO (Alverson et al., 1994)의 통계에 따르면 전세계 연간 평균 총 어획량은 약 1억만톤이고, 이 중 총 양륙량은 7천 6백만톤 정도이며, 약 2천 7백만톤 정도의 부수어업자원이 해마다 바다에 버려진다고 보고되고 있다. 특히 새우류 어업에 이용되는 어구는 다른 어구에 비해 망목 크기가 작기 때문에 다양한 부수어획생물이 어획되고 있으며, 바다에 버려지는 부수어획생물이 35%를 차지하여 가장 많은 양의 부수어획물을 발생시키고 있는 실정이다. 죽은 채로 버려지는 부수 어획자원생물은 첫째, 생활사 초기 단계에서 어업자원의 대량 사망은 결국 성어자원의 급감으로 이어져 고가의 어족자원의 양을 감소시키며, 둘째, 버려진 후 바닥에 쌓이므로 저서생물군집의 구조나 기능에 영향을 미치게 되고 결국 저서 생태계 전반에 영향을 미칠 수 있는 것으로 알려져 있다 (Dayton et al., 1995; Ye et al., 2000). 따라서 부수 어획물이 해양생태계에 미치는 영향에 관한 연구는 최근 세계 주요 어업국들의 관심사가 되고 있으며, 부수어획물을 감소시킬 수 있는 다각적인 방법들이 모색되고 있는 실정이다 (Alverson and Hughes, 1996; Saila, 1983; Pender and Willing, 1989; Andrew and Pepperell, 1992; Kennelly, 1995).

우리나라 서남해역의 새우류 생산량은 전국 새우류 생산량의 40% 이상을 차지하고 있으며, 새우류 어업에 이용되는 대표적인 어구 어법에는 자망(Gill nets)과 안강망(Stow nets on anchors) 및 낭장망(Gape nets with wings) 등이 있다. 새우류 어업에서 어획되는 부수 어획자원의 양이 많아 성어자원의 감소 요인으로 작용하고 있음에도 불구하고 단지 최근에 들어와서 수산자원의 관리 측면에서 새우류 어업이 타어업자원에 미치는 영향에 대해 관심을 갖기 시작했으며, 새우류 어업에 대한 부수어획물의 양이나 종조성에 관한 연구는 전혀 이루어지지 않고 있다. 따라서 우리나라 새우류 어업의 중심지라 할 수 있는 서남해역의 새우류 어업에서 부수어획물의 양과 종조성의 시·공간적인 변화 양상 파악과 각 어구어법에 대한 어구 선택성 평가 및 부수어획물을 줄일 수 있는 자원관리모델의 개발이 절대적으로 필요한 실정이다.

## 제 2절 연구개발 범위

본 연구는 『새우류 어업에서 부수어획물량 평가와 자원관리 모델 개발』 과제를 통하여 우리나라 서남해역의 새우류 어업에 이용되는 조망과 주머니업에그물 어업에서 발생하는 부수

어획물의 양과 종조성에 대한 시·공간적인 변화양상을 파악하고 목표어종에 대한 어구 선택성을 향상시켜 바다에 버려지는 어획물을 줄일 수 있는 새로운 자원관리모형을 개발하는데 궁극적인 목적이 있다.

이를 위하여 네 개의 연구영역 (1. 새우류 어업에서 발생하는 부수어획물의 양과 종조성 파악, 2. 부수어획물 중 폐기되는 양과 종조성 파악, 3. 어구 선택성 평가, 4. 자원관리형 어구어법의 기술 개발)을 구성하여 연구를 수행하였으며, 연구영역별 연구개발 범위는 다음의 표와 같다.

연구영역	연구개발 범위
◎ 새우류 어업에서 발생하는 어획물의 양과 종조성 파악	○ 새우 조망 어업 - 어획물의 양과 종조성 파악 - 다양도 지수(diversity index)의 변화양상 파악 - 균등도 지수(evenness index)의 변화양상 파악 ○ 새우 주머니업애그물 어업 - 어획물의 양과 종조성 파악 - 다양도 지수(diversity index)의 변화양상 파악 - 균등도 지수(evenness index)의 변화양상 파악
◎ 부수어획물 중 폐기되는 양과 종조성 파악	○ 새우 조망 어업 - 어획물 중 부수어획물의 양과 종조성 파악 - 총 부수어획량 추정 - 부수어획물 중 폐기처분되는 양과 종조성 파악 ○ 새우 주머니업애그물 어업 - 어획물 중 부수어획물의 양과 종조성 파악 - 총 부수어획량 추정 - 부수어획물 중 폐기처분되는 양과 종조성 파악
◎ 어구 선택성 평가	○ 새우 조망 어업 - 어구 선택성 평가 ○ 새우 주머니업애그물 어업 - 어구 선택성 평가
◎ 자원관리형 어구어법	○ 새우 조망 어업 - 적정 망목 제시 ○ 새우 주머니업애그물 어업 - 적정 망목 제시

## 제 2 장 국내외 기술개발 현황

새우류 조망이나 트롤어업이 부수 어획물에 미치는 영향에 대한 연구는 최근 세계적인 관심사(Saila, 1983; Pender and Willing, 1989; Andrew and Pepperel, 1992; Kennelly, 1995)가 되고 있다. 호주에서 수행된 최근 연구에 의하면 새우류 트롤이 타 어업자원을 대량으로 죽게 하기 때문에 트롤어업으로부터 부수 어획물을 줄이기 위한 다각적인 방법들이 모색되고 있다 (Broadhurst and Kennelly, 1994, 1995; Brewer et al., 1998). 이러한 연구 결과 부수 어획물을 줄일 수 있는 방법으로서 부수 어획물 감소장비(BRD: bycatch reduction devices)를 2000년도 부터 면허를 가진 새우 조업선이 의무적으로 갖추도록 하였다. 이렇게 도입된 BRD는 어획물의 질을 크게 향상시켰고 타어업자원의 양을 줄일 수 있게 됨에 따라 대상어획물의 산업적 가치를 높일 수 있었고 동시에 부수 어획물자에 대한 영향을 크게 감소시켜 경제적 이득을 야기시키는 것으로 보고되고 있다(Salini et al., 2000).

Kuwait지역에서도 최근 새우류 조업지역에서 동시에 어획되는 부수 어획물 및 버려지는 어획물의 종조성 및 양을 조사함으로써 자원관리 기초 자료로 활용하기 위한 연구들이 활발히 수행되고 있는데 Ye et al. (2000)은 부수 어획물과 새우류의 비를 조사하여 전체 부수 어획물과 전체 새우류의 양을 계절별로 추정하였으며, 부수 어획물의 양을 줄이기 위해서 새우류 어장을 성육장으로 이용하는 자원생물의 조사에 기초하여 금어기(seasonal closure)를 설정하는 것이 부수어획물 자원관리에 효과적이라고 제안하고 있다.

유럽지역에서 중요 새우류 자원인 북해의 자주새우류(*Crangon crangon*) 어업에서는 있어서 어린 넙치, 대구, 가자미와 같은 북해의 주요 어류자원들이 부수어획물로서 어획됨으로서 새우어업이 이들 자원에 미치는 영향이 중대한 문제로 제기(Polet, 2000)됨에 따라 부수 어획물을 줄이기 위하여 연구가 1995년에 Belgian Sea Fisheries Department 에서 시작되었으며, 연구의 첫 단계로서 새우류 트롤에 대한 선택특성에 관한 연구가 수행되고 있으며, 수산 자원관리를 위하여 영국, 독일, 네덜란드와 같은 북해 연안국가들이 공동으로 Consortium을 구성하여 부수 어획물의 세부적인 조사를 수행하고 있는 실정이다.

이러한 관심은 비교적 최근에 몇몇 국가에서 크게 부각되어 시작하였으며 자국의 자원생물의 효율적인 이용 관리를 위하여 새우류 어장이 발달된 타이완, 타일랜드, 싱가포르, 인도네시아, 인도, 필리핀 등의 아시아 국가들과 아랍국가들까지 확대되고 있는 실정이다. 그러나 우리나라의 경우 새우류 어장에서 다량의 부수 어획물이 버려지고 있음에도 불구하고 이들의 양과 종류 등에 대한 연구가 거의 전무할 뿐만 아니라, 이것들을 식량이나 양식업에서 먹이생물로서 이용함으로써 산업적 효율성을 증대시킬 방안이 전혀 고려되지 않고 있는 실정이다.



## 제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

### 제 1절 연구수행방법

#### 1. 연구수행해역 및 어구도

본 연구수행해역은 우리나라 서남해역에서 새우류 조업이 이루어지고 있는 지역을 대상으로 하였으며, 조망의 경우 함평만 일대에서 실시하였고 주머니엃애그물은 신안군 임차도 주변 해역을 대상으로 하였다 (그림 1). 새우조망 어구도는 그림 2와 같으며, 철 파이프의 길이는 9m, 자루그물 망목 21.2mm로서 투망 후 30분간 예인 후 인망하여 어획물을 수거하였다. 주머니엃애그물 어구도는 그림 3과 같으며, 어구의 폭당 체원은 길이 12m, 높이 3.6m, 망목 11.2mm로 자루그물이 없는 직망그물을 조류의 유속에 따라 1틀에 7~20폭을 설치하므로 어구의 총 길이는 약 80~240m가 되며, 어구를 설치 후 정조시 인망하여 어획물을 수거하였다.

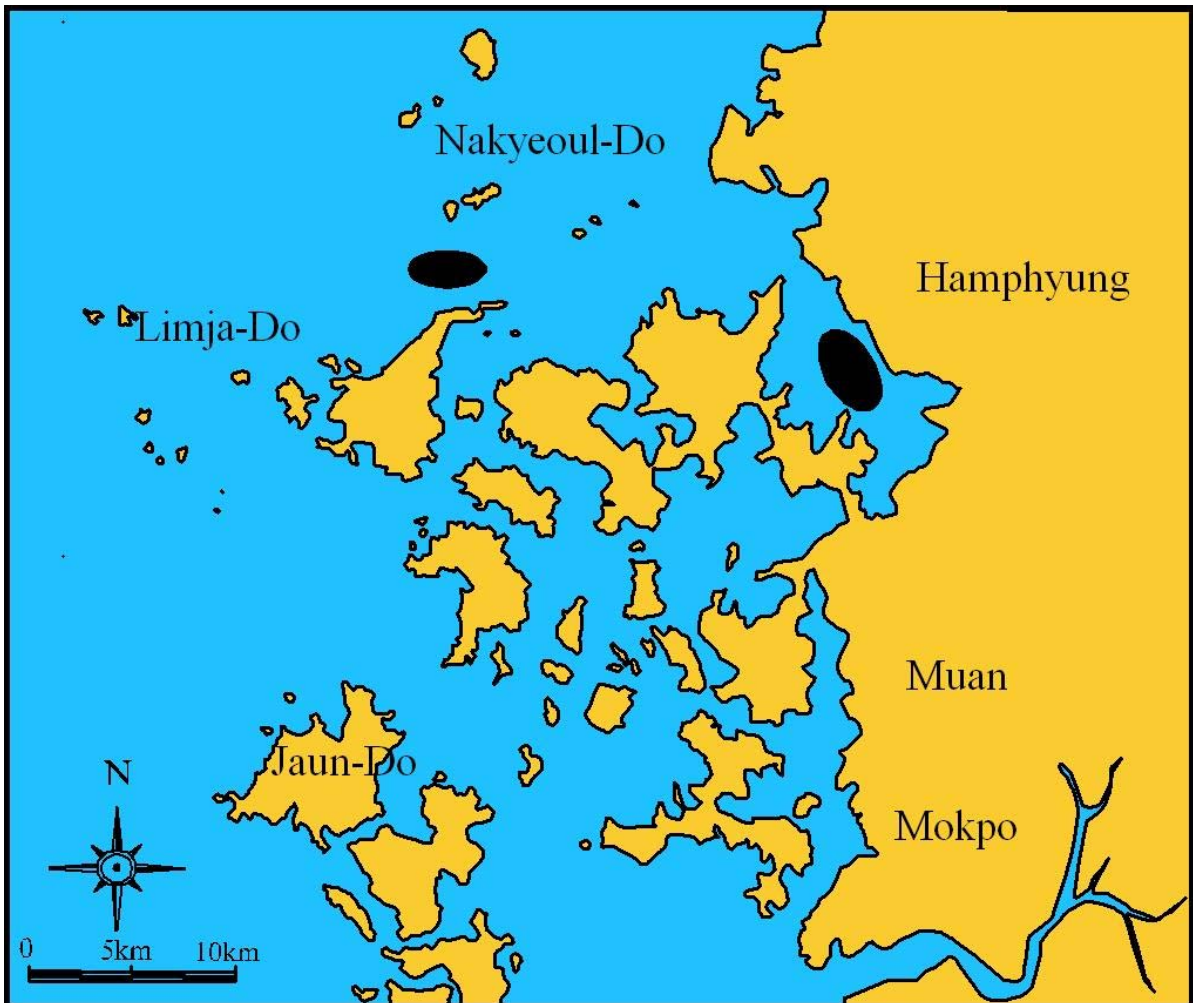


그림 1. 연구수행해역

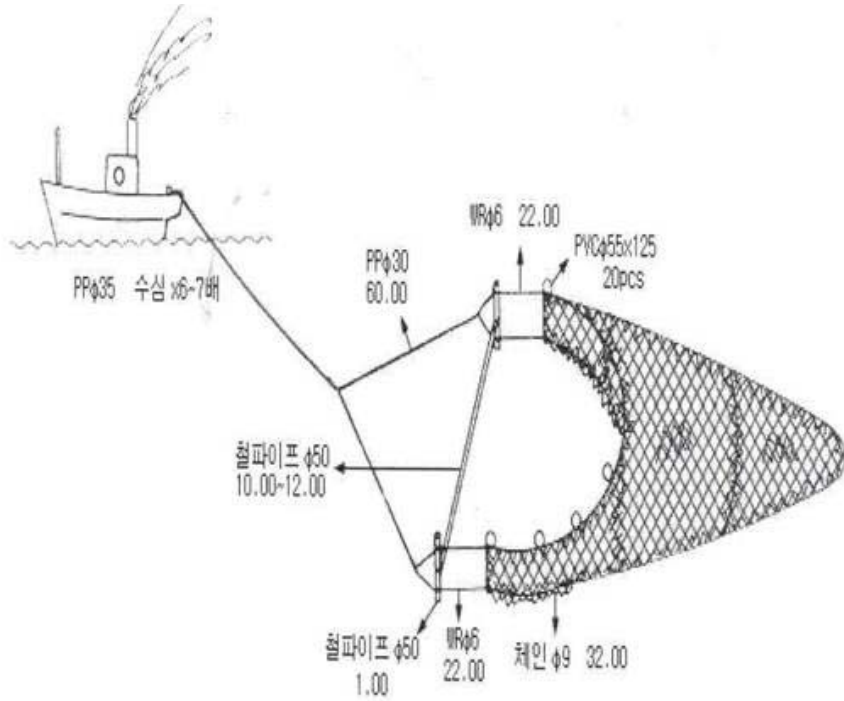


그림 2. 조망 어구도

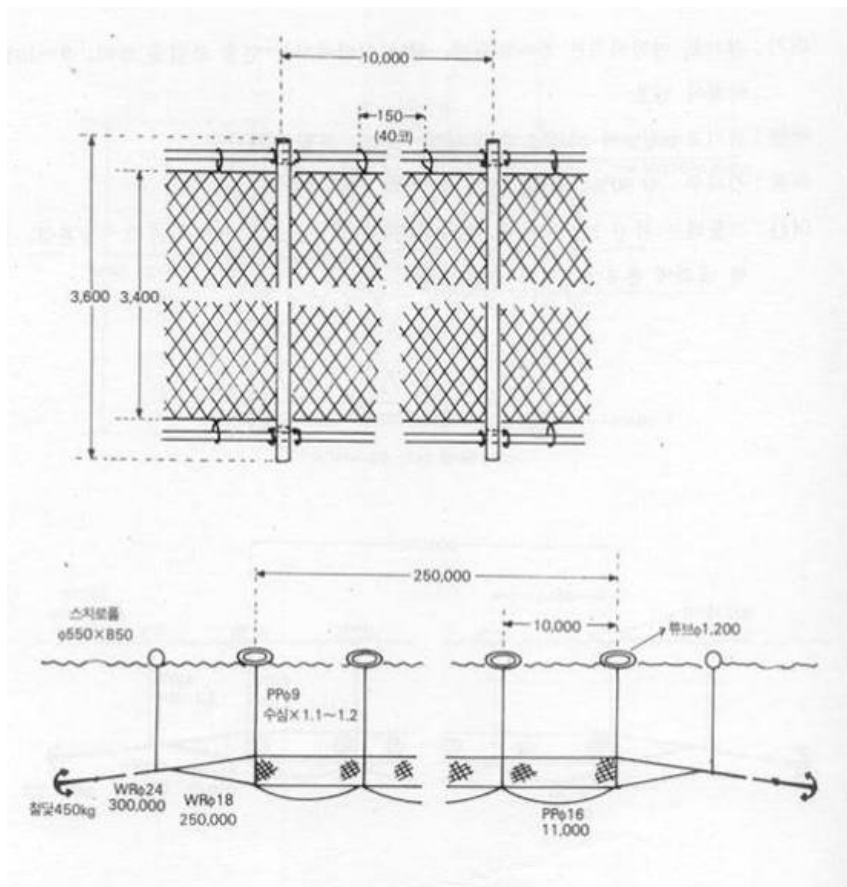


그림 3. 주머니업에그물 어구도

## 2. 채집 및 측정

본 연구는 우리나라 서남해역 새우류 어업중에서 조망과 주머니업애그물 어획물을 표본으로 선택하여 선상에서 10% 중성포르말린으로 고정한 후 실험실로 운반하여 무작위 표집 추출(random subsampling)을 한 후 종(species)단위까지 분류하였다. 어류의 분류는 어류도감(김 등, 2001)의 문헌을 이용하고 갑각류의 경우 새우류도감(Holthuis, 1980; 김, 1977), 연체동물의 경우 국립수산진흥원(1999), Ropper et al.(1984)이 제시한 분류검색표를 이용하여 동정하였다. 동정 후 각 종별로 개체수를 계수하고 표준체장은 어체판과 쌍안입체현미경(Zeiss Stemi SV-6)하에서 mm단위까지 측정하였으며, 개체별 중량은 전자식 저울(Satorius)로 0.1g까지 측정하였다.

## 3. 어획물의 종조성 파악

어획물의 전량에 대한 종별 체장과 체중을 계측하고 체장빈도와 체중빈도 분포표를 작성하여 산업적으로 중요한 어종에 대한 선택체장 범위를 추정하였다. 종별 계측된 자료를 이용하여 어획물의 월별 종 다양성(diversity), 균등도(evenness)를 다음의 공식에 의해 계산한다.

$$\text{Diversity}(d) = 1/\lambda$$

( $\lambda$ 는 Simpson의 다양도 지수 ( $\lambda = \sum p_i^2$ ))

$$\text{Evenness}(e) = (1/\lambda)/e^{H'}$$

( $H'$ 는 Shannon-Weinner 다양도지수 ( $= -\sum P_i \cdot \ln P_i$ ))

이러한 월별 출현종수와 다양도지수 및 균등도 지수는 월별과 계절별로 비교 분석하여 이들의 변화에 영향을 미치는지 분산분석 (ANOVA: Analysis of variance)을 통해 평가하였다.

## 4. 부수어획량 추정

총 부수어획물량을 추정하는 방법은 두 가지 방법으로 추정한다. 첫 번째 방법은 평균 추정치인데 총 부수어획물량(B)은 시간당 평균 부수어획량( $\mu_b$ )추정치와 전체 조업시간 (N)과의 곱으로 구할 수 있다.

$$B = N\mu_b$$

두 번째 방법은 새우류와 부수어획물의 비를 이용하여 추정하는 방법이다. 시간당 평균 부수어획량( $\mu_b$ )과 평균 새우류 어획량( $\mu_s$ )을 계산한 후, 부수어획물에 대한 새우류의 비( $r$ )는  $\mu_b/\mu_s$ 이 된다. 만약 새우류 어획량( $s$ )과 부수어획량( $b$ )이 상관관계가 있고 총 새우류 어획량( $S$ )이 계산된다면 총 부수어획물의 양( $B$ )은  $rS$ 로 계산된다.

부수어획물 중에서 연간 바다에 폐기처분되는 양을 추정하기 위해 각각의 어구에 대해 'collapsed ratio estimator'(Stratoudakis et al., 2001)의 방법을 이용하였다. 각각의 어구에 대한 연간 총 폐기처분되는 양은

$$\check{D} = L \frac{\check{d}}{\check{I}}$$

여기에서

$$\check{d} = \sum_q N_q \frac{d_q}{n_q}, \quad \check{I} = \sum_q N_q \frac{l_q}{n_q}$$

여기에서  $d_q$ 는 어장  $q$ 에서 폐기처분 되는 양,  $l_q$ 는 어장  $q$ 에서 양륙되는 양,  $n_q$ 는 조사 횟수,  $N_q$ 는 등록된 총 어획횟수,  $L$ 은 보고된 연간 총 어획량을 가리킨다. 또한 추정치의 분산과 표준편차는 다음의 식에 의해 추정하였다.

$$\text{Var}(\check{D}) = \left(\frac{L}{\check{I}}\right)^2 \sum_q \left(\frac{N_q}{n_q}\right)^2 s^2$$

여기에서

$$s^2 = \frac{1}{Q-1} \sum_q \left(d_q - \frac{\check{d}}{\check{I}} l_q\right)^2$$

여기에서  $Q$ 는 조사횟수를 나타낸다.

이러한 월별 총 출현량, 부수어획량, 총 어획량에서 부수어획량이 차지하는 비 및 부수어획량 중 폐기되는 어획량의 차이는 월별과 계절별로 비교 분석하여 이들의 변화에 영향을 미

치는지 분산분석으로 평가하였다.

## 5. 어구선택성 평가

어구 선택성 조사는 현재 조망과 주머니업애그물 어업에서 사용되고 있는 어구의 어획물을 대상으로 실시하였다. 어구 망목 크기가 미치는 영향을 평가하기 위하여 조망과 주머니업애그물 어업에서 사용되는 망목 크기와 함께 이보다 50%와 100% 망목 크기를 증가시킨 어구를 이용하여 어획물을 수거하고 어획물에 대해 새우류와 부수 어획물의 종별 개체수 및 중량을 계수·계측하였다. 각각의 망목에서 어획된 전체 어획물의 체장계급에 따른 출현빈도를 누적적으로 표시하여 어구의 선택체장을 추정하였다. 또한 주요 목표어종에 대해서는 어획 개체수의 누적비율(P)를 계산하여 주요 어획 대상 새우류가 25%, 50%, 75%가 어구에 걸리게 되는 선택체장,  $L_{25}$ ,  $L_{50}$ ,  $L_{75}$ 을 로지스틱 모델(logistic model)을 이용하여 추정하였다.

$$P = 1/[1 + \exp -(a + bL)]$$

$$L_{25} = (a - \ln 3)/b$$

$$L_{50} = a/b$$

$$L_{75} = (a + \ln 3)/b$$

여기서 P는 어획된 개체수의 누적비율, L은 표준길이(standard length),  $a$ 와  $b$ 는 변수이다. 두 변수의 추정은 SYSTAT Ver. 9.0에서 WALD 통계치에 의한 통계적 유의성을 평가할 수 있는 비선형모델(nonlinear model)로 추정하였다. 선택범위(selection range)는  $L_{25}$ 과  $L_{75}$ 와의 범위로 계산하였으며, 선택요인(SF: selection factor)은 다음의 식에 의해 계산하였다.

$$L_{50} = SF * (\text{mesh size})$$

## 제 2절 연구내용

현장 조사는 2002년 10월부터 2004년 8월까지 새우조망은 함평만에서 실시하였고 주머니업애그물은 임자도 주변해역에서 조업중인 선박을 이용하여 실시하였다. 현장 조사를 통해 어획물을 수거하고 이들 어획물을 정밀 분석하여 본 어업에서 발생하는 어획물의 양과 종조성을 파악하고 다양도 지수와 균등도 지수의 변화양상을 파악하였다. 이러한 월별 출현종수와 다양도 지수 및 균등도 지수가 조업시기에 따라 어떠한 영향을 받는지를 판단하기 위해 월별과 계절별로 구분하여 분석하였다. 조망과 주머니업애그물 어업에서 발생하는 총 어획량, 총 부수어

획량, 총 어획량에서 부수어획량이 차지하는 비 및 부수어획량 중 폐기되는 어획량을 월별로 산정하고 이들의 월별 계절별 차이유무를 판단하였다.

어구 망목 크기가 미치는 영향을 평가하기 위하여 조망과 주머니업애그물 어업에서 사용되는 망목 크기와 함께 이보다 50%와 100% 망목 크기를 증가시킨 어구를 이용하였다. 새우조망의 경우 현재 사용중인 어구의 망목크기는 21.2mm였으며, 31.2mm와 41.2mm 망목크기의 어구를 제작하여 어획물을 조사하였고 새우주머니업애그물의 경우 현재 사용중인 11.2mm망목크기의 어구와 함께 21.2mm와 31.2mm 망목크기의 어구를 제작하여 어획물을 조사하였다. 각각의 망목에서 어획된 전체 어획물의 체장계급에 따른 출현빈도를 누적적으로 표시하여 어구의 선택체장을 추정하였다. 또한 주요 목표어종에 대해서는 어획 개체수의 누적비율(P)를 계산하여 주요 어획 대상 새우류가 25%, 50%, 75%가 어구에 걸리게 되는 선택체장,  $L_{25}$ ,  $L_{50}$ ,  $L_{75}$ 을 로지스틱 모델(logistic model)을 이용하여 추정하였다.

이러한 어획물 조사와 함께 어획 통계 조사 및 어구 망목 실험 결과를 바탕으로 현재 새우조망과 주머니업애그물 어업에서 발생하는 어획물의 양과 종조성에 관한 기초자료를 확보하고 이들 어업을 통해 발생하는 총 부수어획물과 폐기처분되는 양을 평가하였다. 또한 현재 사용중인 어구의 망목크기의 변화에 따른 어획량 및 부수어획물의 변화를 분석하여 목표어종과 부수어획물에 미치는 영향을 평가하였다.

## 제 3절 연구결과

### 1. 어획물 조성

#### 가. 조망 어획물의 출현종 조성

2002년 10월부터 2004년 9월까지 전라남도 함평만 주변 해역에서 조업중인 새우 조망어업에서 발생하는 어획물의 월별 출현종수는 2002년 10월에 24종으로 가장 낮은 출현종수를 보였고 2003년 4월에 55종으로 가장 많은 종이 출현하였으며, 평균 38종이 출현하는 것으로 나타났다 (그림 4). 새우 조망 어업에서 발생하는 어획물의 월별 출현종수의 변화는 연간 뚜렷한 변화를 보여주지 않았으며, 계절에 있어서도 일정한 변화양상을 관찰할 수 없었다.

분류군별 출현종 조성은 새우류 22종, 새우류를 제외한 기타 갑각류 16종, 두족류 5종, 어류 68종, 패류 13종, 극피동물 1종으로 총 출현종수는 125종으로 나타났는데 부수어획물에 속하는 어류가 가장 많은 출현종수를 보였으며, 목표어종인 새우류가 두 번째로 높은 출현종수를 보였다 (표 1).

조사기간 동안 새우조망 어획물의 분류군별 개체수에 대해 목표어종인 새우류가 차지하는 비율은 2003년 2월과 6월에 각각 21.0%, 40.9%로 낮게 나타났고 2004년 1월에 98.4%로 가장

높게 나타났다 (그림 5). 새우조망 어획물에서 새우류가 차지하는 비율은 계절에 따라 명확한 차이를 보이지 않고 월별 변화가 심한 것으로 나타났으며, 이러한 결과는 어획물에서 새우류가 차지하는 비율에 영향을 미치는 요인으로 계절보다는 어구의 망목크기나 수심, 또는 조업해역 등 다른 요인들에 의해 결정되는 것으로 판단된다. 조사기간 동안 새우조망 어획물의 분류군별 개체수에 대한 총 출현비율은 새우류가 74.7%로 가장 높은 출현비율을 나타냈고 어류 11.6%, 기타 갑각류 7.5%, 패류 4.2% 순으로 나타났다 (그림 6).

조사기간 동안 새우조망 어획물의 분류군별 중량에 대해 목표어종인 새우류가 차지하는 월별 출현비율은 2004년 1월에 56.3%로 가장 높게 나타났고 2003년 2월과 11월에 각각 0.9%, 0.8%로 매우 낮게 나타났다 (그림 7). 새우조망 어획물에서 새우류가 차지하는 비율은 개체수의 변화양상과 유사하게 계절에 따라 명확한 차이를 보이지 않고 월별 변화가 심한 것으로 나타났으며, 중량에 있어서 새우류가 차지하는 비율이 낮아지는데 가장 영향을 많이 미치는 분류군은 어류와 패류인 것으로 드러났다. 조사기간 동안 새우조망 어획물의 분류군별 중량에 대한 총 출현비율은 어류가 36.1%로 가장 높게 나타났으며, 패류 25.8%, 기타 갑각류 17.2%, 새우류 14.4% 순으로 각각 나타났다 (그림 8).

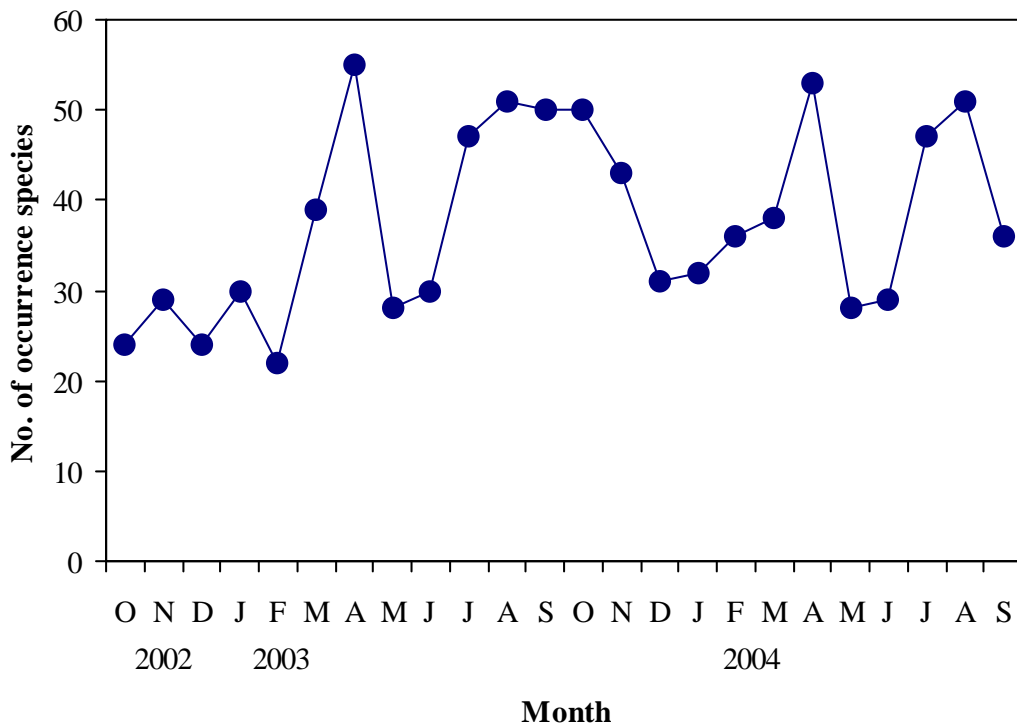


그림 4. 조망 어획물의 월별 출현 종수

표 1. 조망 어획물의 출현종 조성

분류군	어종		계
새우류	그라비새우 ( <i>Palaemon gravieri</i> )	긴발딱총새우 ( <i>Alpheus japonicus</i> )	22
	꼬마자주새우 ( <i>Crangon uritai</i> )	꽃새우 ( <i>Trachypenaeus curvirostris</i> )	
	넓적빨꼬마새우 ( <i>Latreutes planirostris</i> )	대하 ( <i>Fennerpenaeus chinensis</i> )	
	돛대기새우 ( <i>Leptochela gracilis</i> )	마루자주새우 ( <i>Crangon hakodatei</i> )	
	매끈등꼬마새우 ( <i>Latreutes anoplonyx</i> )	민새우 ( <i>Parapenaeopsis tenellus</i> )	
	밀새우 ( <i>Palaemon carinicauda</i> )	붉은줄참새우 ( <i>Palaemon mactodactylus</i> )	
	자주새우 ( <i>Crangon affinis</i> )	절좁은빨꼬마새우 ( <i>Heptacarpus futilirostris</i> )	
	점박이꼬마도화새우 ( <i>Plesionika izumiae</i> )	좁은빨꼬마새우 ( <i>Heptacarpus rectirostris</i> )	
	젓새우 ( <i>Acetes japonicus</i> )	중국젓새우 ( <i>Acetes chinensis</i> )	
	중하 ( <i>Metapenaeus joyneri</i> )	큰손딱총새우 ( <i>Alpheus rapax</i> )	
	보리새우 ( <i>Marsupenaeus japonicus</i> )	줄무늬꼬마새우 ( <i>Lysmata vittata</i> )	
	기타 갑각류	갯가재 ( <i>Mantis shrimp</i> )	
꽃게 ( <i>Portunus trituberculatus</i> )		두드럭게 ( <i>Leptomithrax edwardsi</i> )	
두점박이민꽃게 ( <i>Chatybdis bimaculata</i> )		무딘이빨게 ( <i>Eucrate crenata</i> )	
민꽃게 ( <i>Chatybdis japonica</i> )		속류 ( <i>Upogebis sp.</i> )	
금게 ( <i>Matuta lunaris</i> )		긴발가락참집게 ( <i>Pagurus dubius</i> )	
긴원손집게 ( <i>Diogenes nitidimanus</i> )		넓적원손집게 ( <i>Diogenes edwardsii</i> )	
자게 ( <i>Parthenope validus</i> )		조개치레 ( <i>Neodorippe japonica</i> )	
털보원숭이게 ( <i>Carcinoplax vestitus</i> )		중간빨물맞이게 ( <i>Pugettia quadridens intermedia</i> )	
두족류	꼴뚜기 ( <i>Beka squid</i> )	낙지 ( <i>Octopus minor</i> )	5
	반원늬오징어 ( <i>Loligo chinensis</i> )	주꾸미 ( <i>Octopus ocellatus</i> )	
	갑오징어 ( <i>Sepia sp.</i> )		
어류	가숭어 ( <i>Mugil haematocheila</i> )	가자미류 ( <i>Pleuronectidae sp.</i> )	68
	넙치 ( <i>Paralichys olivaceus</i> )	노랑각시서대 ( <i>Zebrias fasciatus</i> )	
	눈강달이 ( <i>Collichthys niveatus</i> )	도화망둑 ( <i>Chaeturichthys hexanema</i> )	
	도화뱅어 ( <i>Neosalnx andersoni</i> )	둥갈돛돔 ( <i>Hapalogenys nitens</i> )	
	돛양태 ( <i>Repomucenus lunatus</i> )	두줄망둑 ( <i>Tridentiger trigonocephalus</i> )	
	문절망둑 ( <i>Acanthogobius flavimanus</i> )	물메기 ( <i>Liparis tessellatus</i> )	
	민태 ( <i>Johnius grypotus</i> )	베도라치 ( <i>Enedrias nebulosus</i> )	
	붕장어 ( <i>Conger conger</i> )	비늘양태 ( <i>Onigocia spinosa</i> )	
	빨갱이 ( <i>Ctenotrypauchen microcephalus</i> )	쉬쉬망둑 ( <i>Chaeturichthys stigmatias</i> )	
	실고기 ( <i>Syngnathus schlegeli</i> )	싱어 ( <i>Coilia mystus</i> )	
	쭈기미 ( <i>Inimicus japonicus</i> )	아작망둑 ( <i>Tridentiger barbatus</i> )	
	양태 ( <i>Platycephalus indicus</i> )	웅어 ( <i>Coilia ectenes</i> )	
	전어 ( <i>Konosirus punctatus</i> )	주둥치 ( <i>Leiognathus nuchalis</i> )	



표 1. 계속

분류군	어종		계
어류	참서대 ( <i>Cynoglossus joyneri</i> )	참조기 ( <i>Pseudosciaena polyactis</i> )	
	풀망둑 ( <i>Acanthogobius hasta</i> )	황강달이 ( <i>Collichthys lucidus</i> )	
	흰배도라치 ( <i>Pholis fangi</i> )	검정망둑 ( <i>Tridentiger obscurus</i> )	
	갈치 ( <i>Trichiurus lepturus</i> )	갯장어 ( <i>Muraenesox cinereus</i> )	
	개서대 ( <i>Cynoglossus robustus</i> )	궁제기서대 ( <i>Zebrias zebrinus</i> )	
	군평선이 ( <i>Hapalogenys mucronatus</i> )	꼭정이류 ( <i>Trachidermus fasciatus</i> )	
	까치양태 ( <i>Cociella crocodila</i> )	꼼치 ( <i>Liparis tanakai</i> )	
	꼬치고기 ( <i>Sphyraena pinguis</i> )	노랑가오리 ( <i>Dasyatis akajei</i> )	
	날개망둑 ( <i>Favonigobius gymnauchen</i> )	도화양태 ( <i>Callionymus japonicus</i> )	
	턱대 ( <i>Pampus echinogaster</i> )	문치가자미 ( <i>Limanda yokohamae</i> )	
	등가시치 ( <i>Zoarces gilli</i> )	밀복 ( <i>Lagocephalus lunaris</i> )	
	민어 ( <i>Miichthys miiuy</i> )	벤맹이 ( <i>Herklotsichthys zunasi</i> )	
	반지 ( <i>Setipinna taty</i> )	보리멸 ( <i>Silago sihama</i> )	
	보구치 ( <i>Argyrosomus argentatus</i> )	삼세기 ( <i>Hemitripteris americanus villosus</i> )	
	복섬 ( <i>Takifugu niphobles</i> )	숭어 ( <i>Mugil cephalus</i> )	
	청대 ( <i>Chelidonichthys spinosus</i> )	실양태 ( <i>Repomucenus valenciennei</i> )	
	실망둑 ( <i>Cryptocentrus filifer</i> )	용서대 ( <i>Cynoglossus abbreviatus</i> )	
	얼룩망둑 ( <i>Pampus echinogaster</i> )	조피볼락 ( <i>Sebastes pachycephalus pachycephalus</i> )	
	자주복 ( <i>Takifugu rubripes</i> )	청멸 ( <i>Thryssa kammalensis</i> )	
	줄복 ( <i>Takifugu pardalis</i> )	황줄배도라치 ( <i>Pholididae spp.</i> )	
해마 ( <i>Hippocampus coronatus</i> )	흰점복 ( <i>Takifugu poecilonotus</i> )		
연체동물	가리비류 ( <i>Propeamussiidae spp.</i> )	갯우렁이 ( <i>Lunatia gilva</i> )	13
	꼬막 ( <i>Tegillarca granosa</i> )	떡조개 ( <i>Ovsinorbis japonicus</i> )	
	바지락 ( <i>Ruditapes philippinarum</i> )	비단가리비 ( <i>Chlamys ferreri</i> )	
	새꼬막 ( <i>Scapharca subcrenata</i> )	중땃 ( <i>Musculus senhausia</i> )	
	큰구슬우렁이 ( <i>Glossaulax didyma</i> )	키조개 ( <i>Artina pectinata</i> )	
	피빨고둥 ( <i>Rapana venosa</i> )	피조개 ( <i>Scapharca broughtonii</i> )	
	동죽 ( <i>Maetra veneriformis Reeve</i> )	바지락 ( <i>Tapes philippinarum</i> )	
	비단가리비 ( <i>Chlamys ferreri nipponensis</i> )		
극피동물	말뚱성게 ( <i>Hemicentrotus pulcherimus</i> )	1	

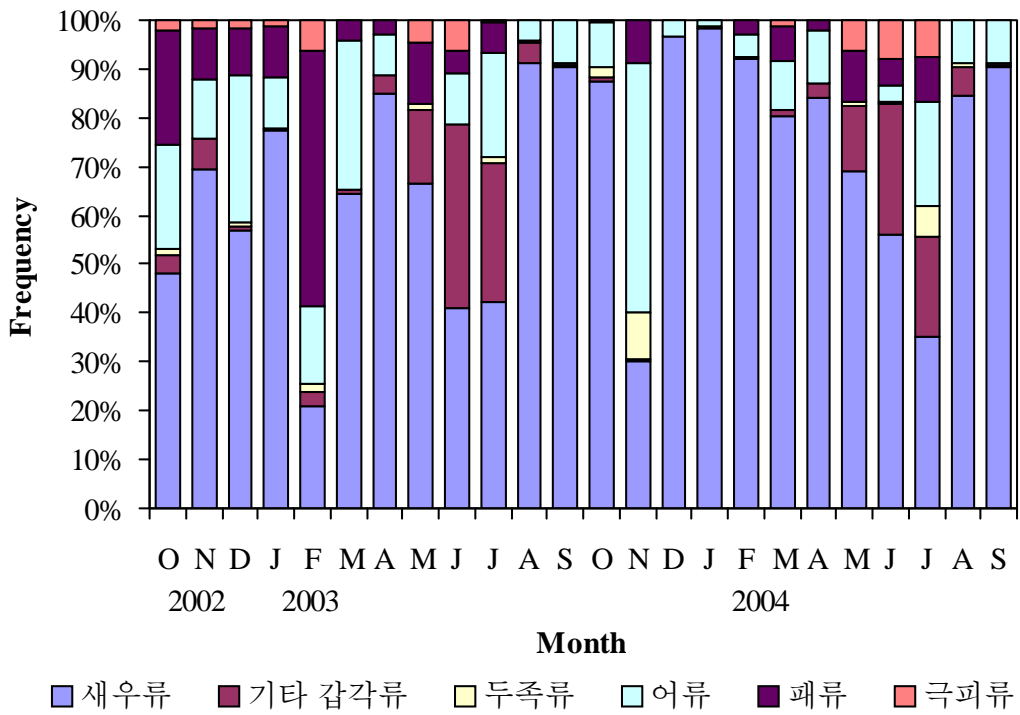


그림 5. 조망 어획물의 분류군별 개체수에 대한 월별 출현비율

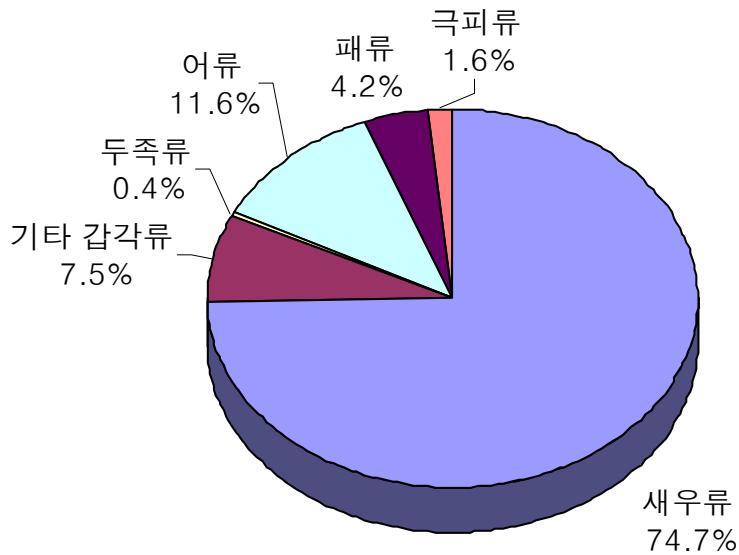


그림 6. 조망 어획물의 분류군별 개체수에 대한 총 출현비율

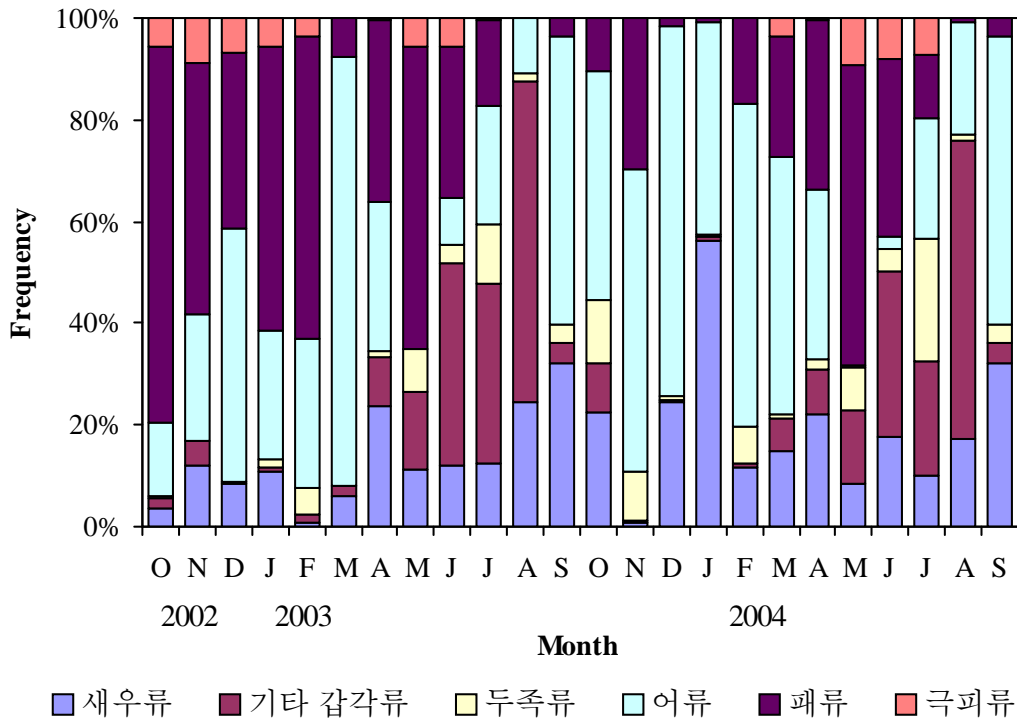


그림 7. 조망 어획물의 분류군별 중량에 대한 월별 출현비율

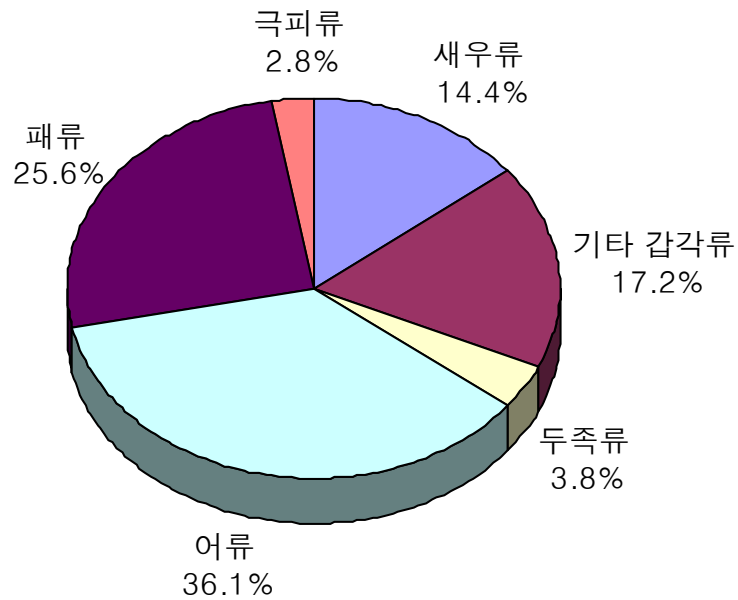


그림 8. 조망 어획물의 분류군별 중량에 대한 월별 총 출현비율

## 나. 주머니업애그물 어획물의 출현종 조성

2002년 10월부터 2004년 9월까지 전라남도 신안군 임자도 주변 해역에서 조업중인 새우 주머니업애그물어업에서 발생하는 어획물의 양과 종조성을 파악한 결과 월별 출현종수는 2003년 1월에 16종으로 가장 낮은 출현종수를 보였고 2002년 11월에 44종으로 가장 많은 종이 출현하였으며, 평균 29종이 출현하는 것으로 나타났다 (그림 9). 새우 주머니업애그물 어업에서 발생하는 어획물의 월별 출현종수의 변화를 살펴본 결과 대체적으로 수온이 낮은 동계기간에 출현종수가 낮아지고 하계동안에 출현종수는 높아지는 양상을 보여주었다.

분류군별 출현종 조성은 어획대상종인 새우류 19종, 새우류를 제외한 기타 갑각류 14종, 두족류 4종, 어류 35종으로 총 출현종수는 72종으로 나타났는데 부수어획물에 속하는 어류가 가장 많은 출현종수를 보였으며, 목표어종인 새우류가 두 번째로 높은 출현종수를 보였다 (표 2).

조사기간 동안 새우주머니업애그물 어획물의 분류군별 개체수에 대해 목표어종인 새우류가 차지하는 비율은 2004년 7월에 60.8%로 가장 낮게 나타났고 대부분 80% 이상을 차지하는 것으로 나타났다 (그림 10). 조사기간 동안 새우주머니업애그물 어획물의 분류군별 개체수에 대한 총 출현비율은 새우류가 88.9%로 가장 높았고 어류가 10.4%를 차지하였으며, 두족류와 기타 갑각류가 아주 낮은 비율을 차지하였다 (그림 11).

조사기간 동안 새우주머니업애그물 어획물의 분류군별 중량에 대해 목표어종인 새우류가 차지하는 월별 출현비율은 2004년 2월에 98.9%로 가장 높게 나타났고 2003년 4월과 2004년 4월에 각각 29.3%, 29.2%로 매우 낮게 나타났다 (그림 12). 분류군별 중량에 대한 총 출현비율은 새우류가 64.5%, 어류가 32.7%로 나타났으며, 기타 갑각류와 두족류가 3% 미만을 차지하는 것으로 나타났다 (그림 13).

새우 주머니업애그물 어획물의 종 조성 결과로 판단해 볼 때 개체수에 있어서 새우류가 차지하는 비율이 다른 분류군보다 월등히 높은 것으로 보아 본 어구는 새우류에 대한 어구선택성이 매우 높은 것으로 판단된다.

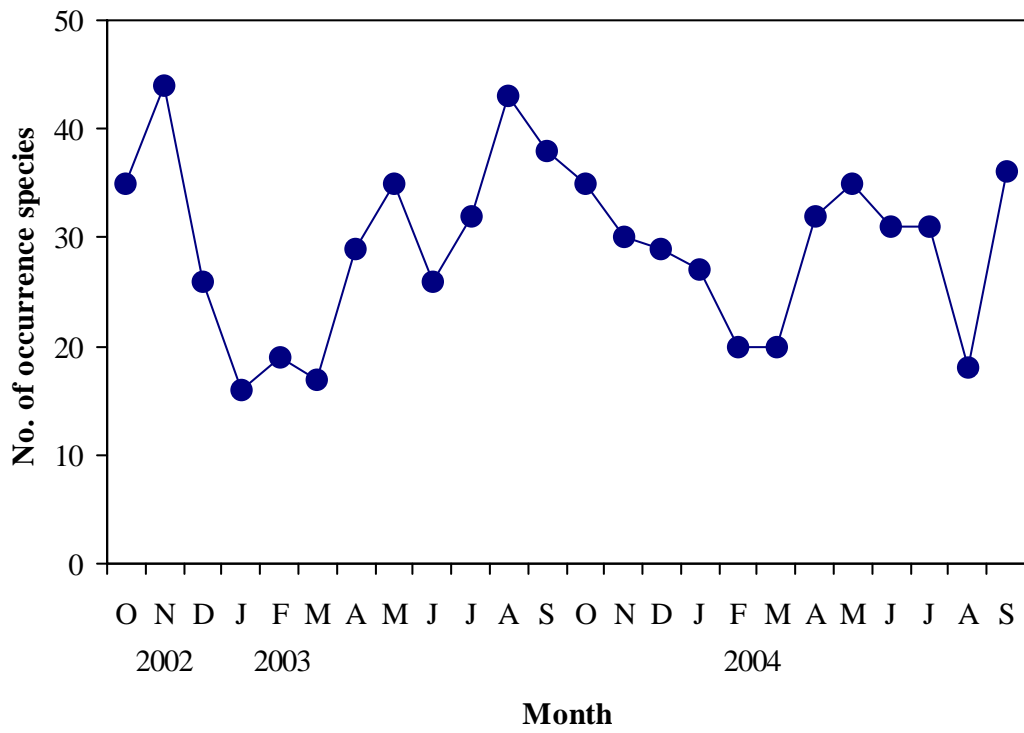


그림 9. 주머니업애그물 어획물의 월별 출현 종수

표 2. 주머니업애그물 어획물의 출현종 조성

분 류 군	어 종		계
새우류	그라비새우 ( <i>Palaemon gravieri</i> )	긴발딱총새우 ( <i>Alpheus japonicus</i> )	19
	곤쟁이 ( <i>Archaeomysis kokuboi</i> )	꽃새우 ( <i>Trachypenaeus curvirostris</i> )	
	넓적빨꼬마새우 ( <i>Latreutes planirostris</i> )	짧은넓적빨꼬마새우 ( <i>Latretus anoplonyx</i> )	
	돛대기새우 ( <i>Leptochela gracilis</i> )	도하새우 ( <i>Pandalus hypsinotus</i> )	
	북방도하새우 ( <i>Pandalus prensor</i> )	민새우 ( <i>Parapenaeopsis tenellus</i> )	
	줄새우아재비 ( <i>Palaemon serrifer</i> )	중하 ( <i>Metapenaeus joyneri</i> )	
	자주새우 ( <i>Crangon affinis</i> )	흰새우 ( <i>Exopalaemon orientis</i> )	
	젓새우 ( <i>Acetes japonicus</i> )	중국젓새우 ( <i>Acetes chinensis</i> )	
	중하 ( <i>Metapenaeus joyneri</i> )	큰손딱총새우 ( <i>Alpheus rapax</i> )	
	보리새우 ( <i>Marsupenaeus japonicus</i> )		
기타 갑각류	갯가재 ( <i>Mantis shrimp</i> )	밤게 ( <i>Philyra pisum</i> )	14
	꽃게 ( <i>Portunus trituberculatus</i> )	새우불이 ( <i>Galathea orientalis</i> )	
	두점박이민꽃게 ( <i>Chatybdis bimaculata</i> )	무딘이빨게 ( <i>Eucrate crenata</i> )	
	속 ( <i>Upogebia major</i> )	여섯발게 ( <i>Hexapus sexpes</i> )	
	그물무늬금게 ( <i>Matuta planipes</i> )	털다리게불이 ( <i>Raphidopus ciliatus</i> )	
	옆길게 ( <i>Tritodynamia rathbuni</i> )	움조게치레 ( <i>Paradorippe granulata</i> )	
두족류	꼴뚜기 ( <i>Beka squid</i> )	낙지 ( <i>Octopus minor</i> )	4
	갑오징어 ( <i>Sepia sp.</i> )	주꾸미 ( <i>Octopus ocellatus</i> )	
어류	갈치 ( <i>Trichiurus lepturus</i> )	개소갱 ( <i>Odontamblyopus rubicundus</i> )	35
	까나리 ( <i>Ammodyte personatus</i> )	균평선이 ( <i>Hapalogenys mucronatus</i> )	
	노랑물메기	덕대 ( <i>Pampus echinogaster</i> )	
	도화뱅어 ( <i>Neosalix andersoni</i> )	멸치 ( <i>Engraulis japonica</i> )	
	물천구 ( <i>Harpadon nehereus</i> )	민어 ( <i>Miichthys miiuy</i> )	
	민태 ( <i>Johnius grypotus</i> )	민통구멍 ( <i>Uranoscopus chinensis</i> )	
	반지 ( <i>Setipinna taty</i> )	보구치 ( <i>Argyrosmus argentatus</i> )	
	복섬 ( <i>Takifugu niphobles</i> )	붕장어 ( <i>Conger myriaster</i> )	
	빨갱이( <i>Ctenotrypauchen microcephalus</i> )	실고기 ( <i>Syngnathus schlegeli</i> )	
	야작망둑 ( <i>Tridentiger barbatus</i> )	양태류 (Platycephalidae spp.)	
	엘통이 ( <i>Maurolicus muelleri</i> )	엘통이류 (Sternoptychidae spp.)	
	웅어 ( <i>Coilia ectenes</i> )	전갱이 ( <i>Trachurus japonicus</i> )	
	전어 ( <i>Konosirus punctatus</i> )	주둥치 ( <i>Leiognathus nuchalis</i> )	
	참서대 ( <i>Cynoglossus joyneri</i> )	청멸 ( <i>Thryssa kammalensis</i> )	
	폴망둑 ( <i>Acanthogobius hasta</i> )	폴미역치( <i>Erisphex potti</i> )	
	홍어 ( <i>Raja kenojei</i> )	황강달이 ( <i>Collichthys lucidus</i> )	
	황아귀 ( <i>Lophius litulon</i> )	흙무굴치 ( <i>Synagrops japonicus</i> )	
	흰베도라치 ( <i>Pholis fangi</i> )		

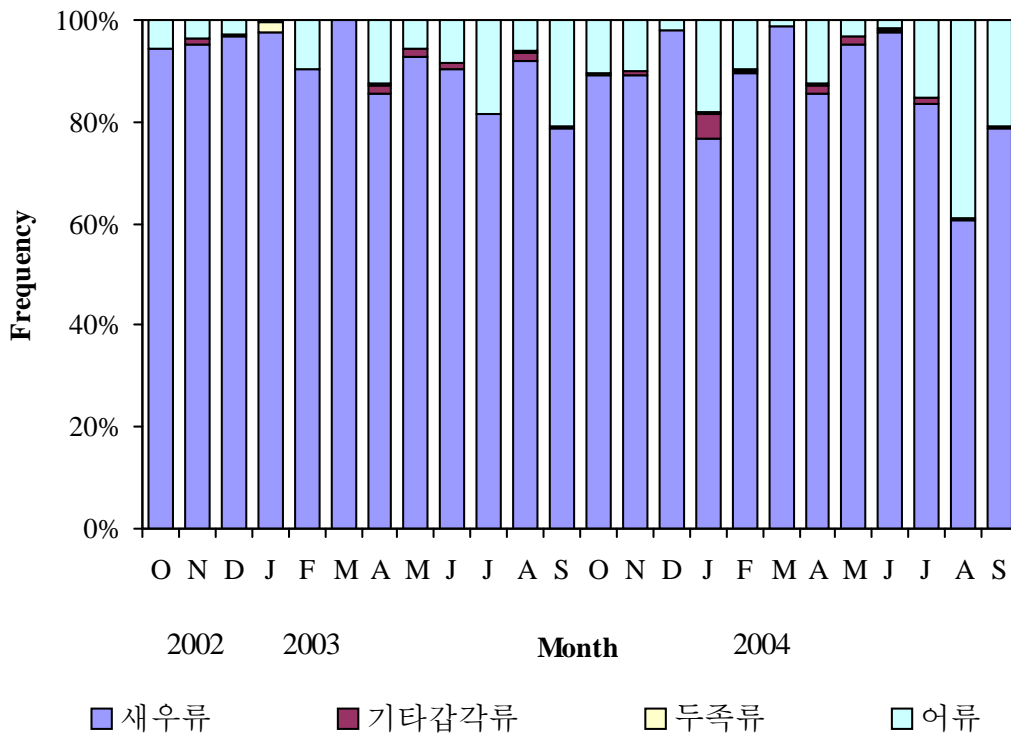


그림 10. 주머니업에그물 어획물의 분류군별 개체수에 대한 월별 출현비율

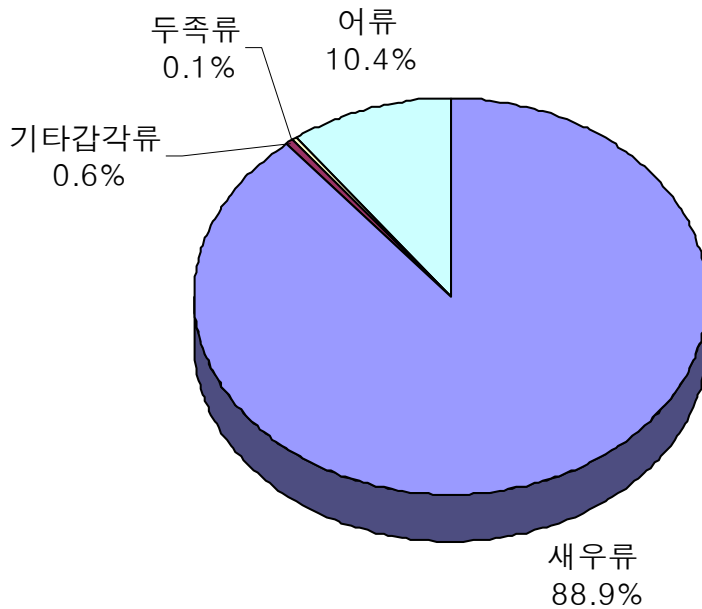


그림 11. 주머니업에그물 어획물의 분류군별 개체수에 대한 총 출현비율

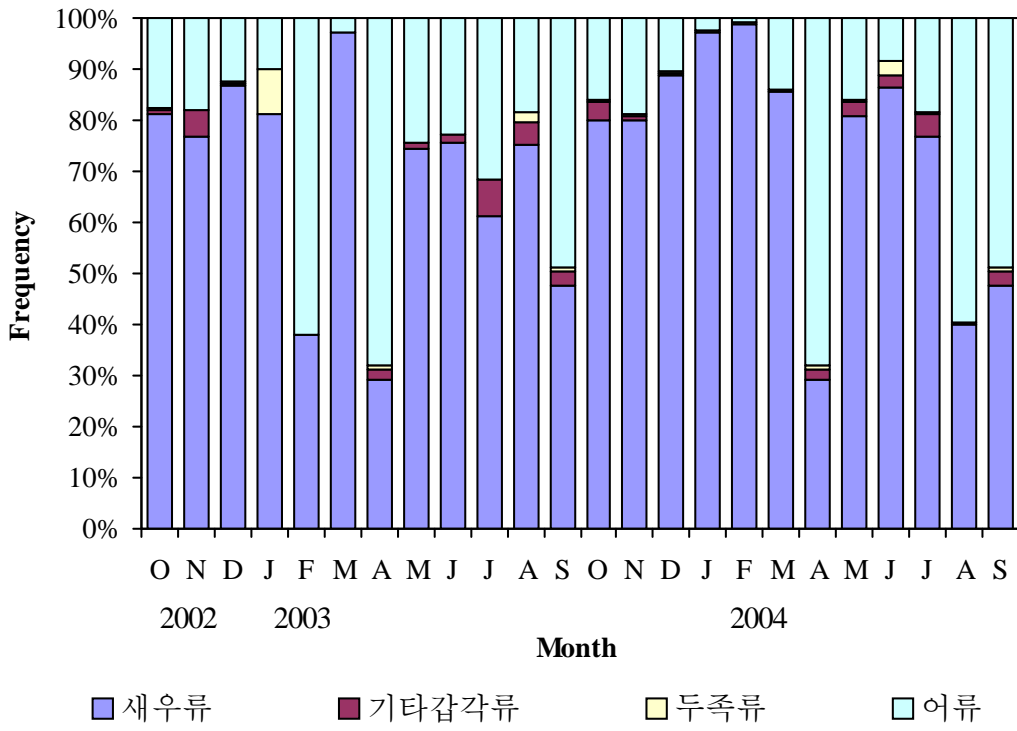


그림 12. 주머니업에그물 어획물의 분류군별 중량에 대한 월별 출현비율

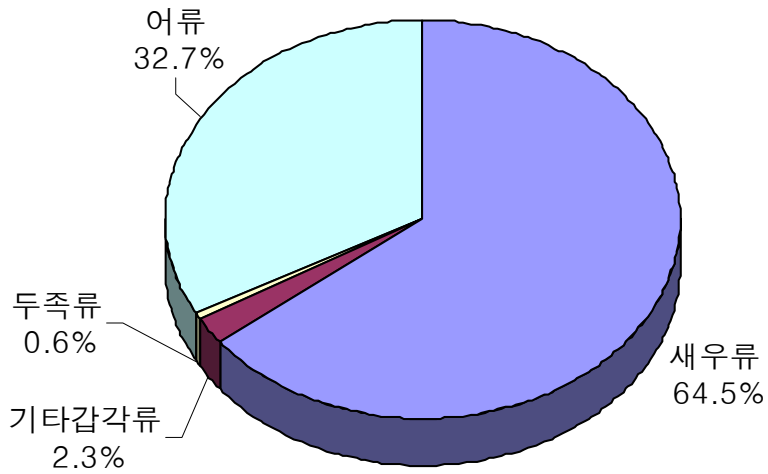


그림 13. 주머니업에그물 어획물의 분류군별 중량에 대한 총 출현비율



#### 다. 어획물의 다양도와 균등도 지수의 월별 변화

조사기간 동안 다양도 지수는 2004년 7월에 11.92로 가장 높게 나타났고 2003년 10월에 2.21로 가장 낮게 나타났으며, 평균 5.27로 나타났다 (그림 14). 균등도 지수는 2004년 1월에 0.69로 가장 높게 나타났고 2004년 7월에 0.35로 가장 낮게 나타났으며, 평균 0.50으로 나타났다 (그림 15).

조사기간 동안 다양도 지수는 2003년 11월에 4.72로 가장 높게 나타났고 2003년 3월에 1.23으로 가장 낮게 나타났으며, 평균 2.89로 나타났다 (그림 16). 균등도 지수는 2003년 6월에 0.82로 가장 높게 나타났고 2003년 11월과 2004년 1월 및 4월에 0.52로 가장 낮게 나타났으며, 평균 0.65로 나타났다 (그림 17).

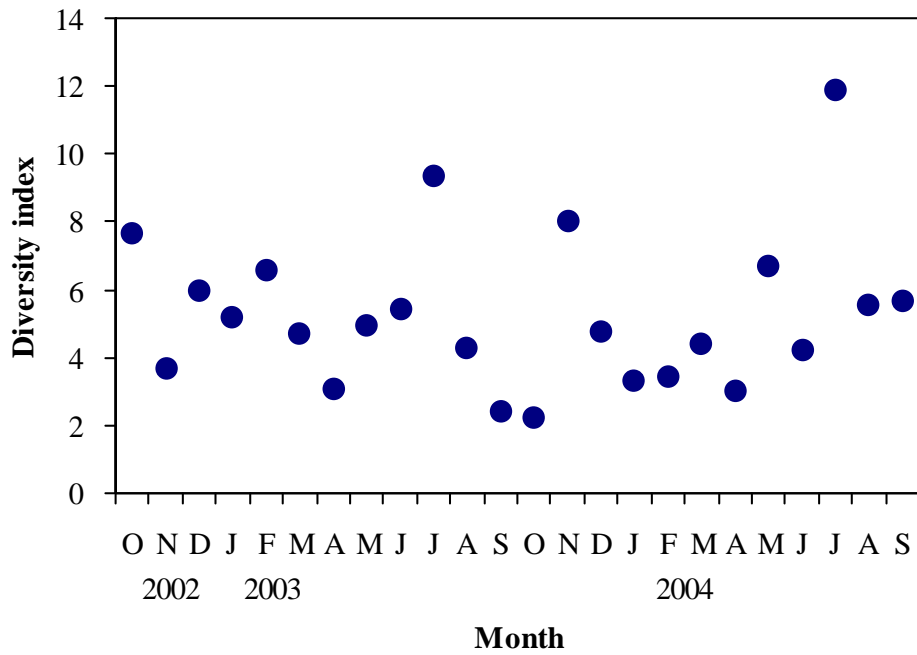


그림 14. 조망 어획물에 대한 다양도 지수의 월별 변화

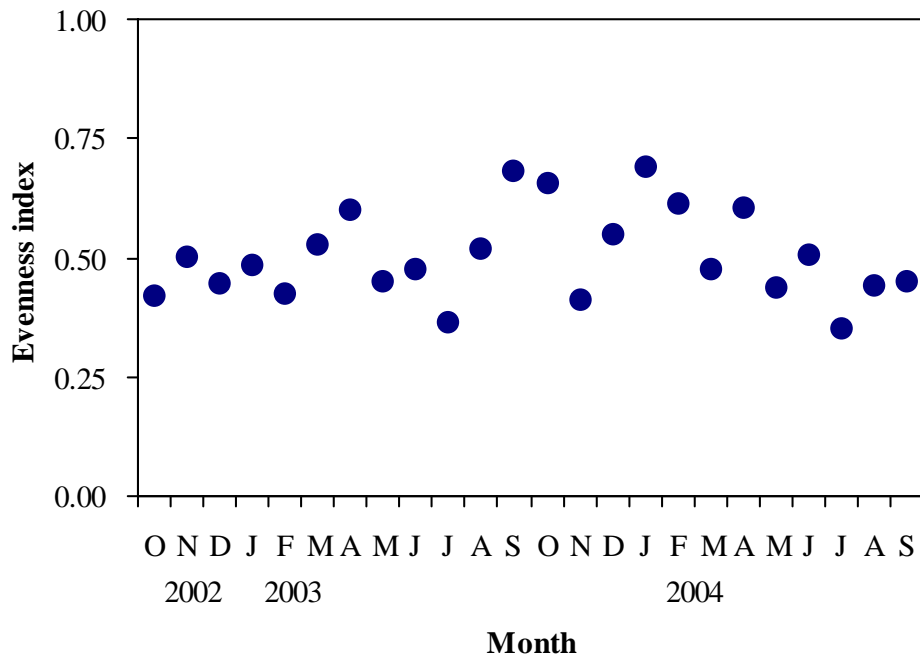


그림 15. 조망 어획물에 대한 균등도 지수의 월별 변화

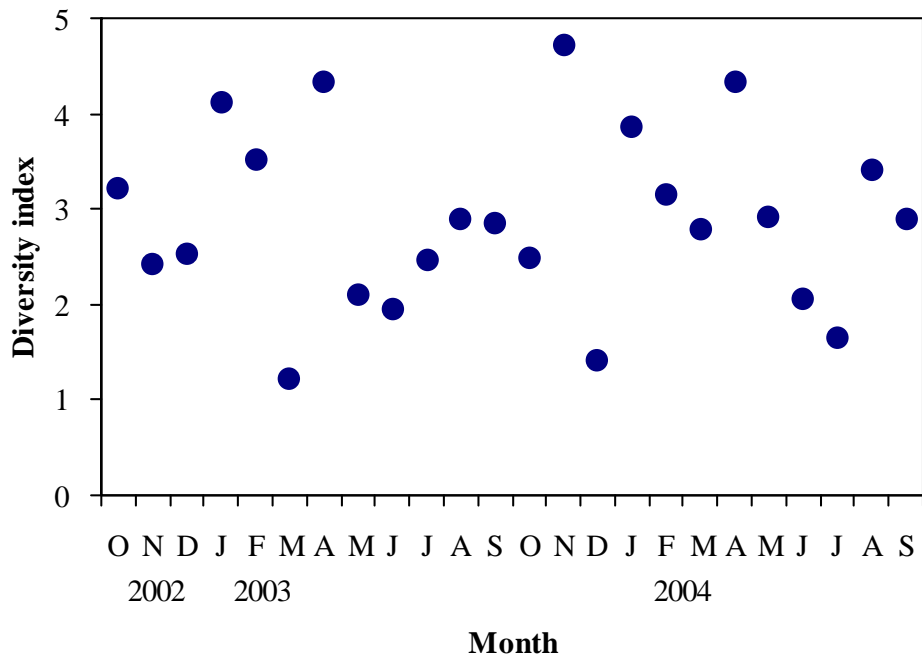


그림 16. 주머니웁애그물 어획물에 대한 다양도 지수의 월별 변화

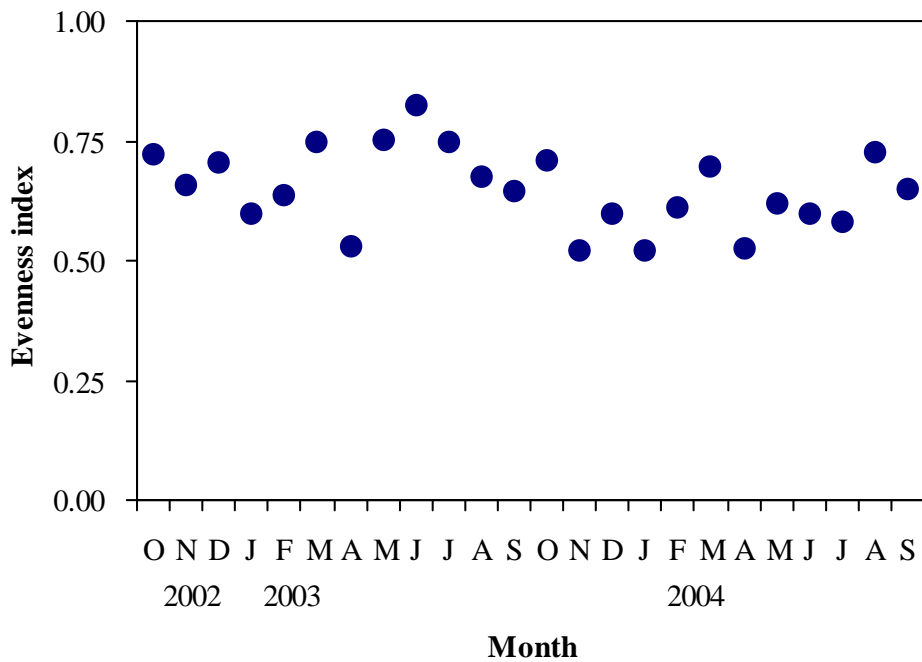


그림 17. 주머니웁애그물 어획물에 대한 균등도 지수의 월별 변화

## 라. 조망과 주머니업에그물 어획물의 변화 양상

새우조망과 새우주머니업에그물 어획물의 월별 출현종수와 다양도 지수 및 균등도 지수의 월별 변화에 영향을 미치는 요인으로서 월별이나 계절에 따른 차이유무를 판단한 결과는 다음의 표 3과 같다. 조망과 주머니업에그물의 출현종수에 있어서 월별 차이는 드러났지만 계절에 따른 차이는 없는 것으로 나타났다. 다양도 지수에 있어서 조망과 주머니업에그물 모두 월별 차이가 있는 것으로 나타났지만 계절에 따른 차이는 없는 것으로 분석되었다. 반면 균등도 지수에 있어서는 조망과 주머니업에그물 모두 월이나 계절에 따른 차이가 없는 것으로 나타났다.

표 3. 조망과 주머니업에그물 어획물의 출현종수, 다양도 지수 및 균등도 지수의 차이유무에 관한 통계분석

	새우조망		새우주머니업에그물	
	월	계절	월	계절
출현종수	*	NS	*	NS
다양도지수	*	NS	**	NS
균등도지수	*	NS	*	NS

\*:  $P < 0.05$ , \*\*:  $P < 0.01$ , NS: Not significant

## 2. 부수어획량

### 가. 조망에서 발생하는 부수어획량

조망에 있어서 전체 어획량에 대한 부수어획량의 비는 2003년 2월과 11월에 0.99로 가장 높게 나타났고 2004년 1월 0.44로 가장 낮게 나타났으며, 평균 0.84로 나타났다 (표 4). 이러한 결과는 조망어업에 있어서 전체 어획량에서 부수어획량이 차지하는 비율이 평균 84%로서 바다에 폐기처분되는 양이 비교적 높은 어구임을 지적해 주고 있다. 새우조망 어업에서 발생하는 어획물에 대한 부수어획물의 월별 변화는 연간 뚜렷한 변화양상을 보여주지 않았으며, 계절에 있어서도 일정한 변화를 보여주지 않고 전체 어획물에서 부수어획량이 매우 높은 비율을 차지하는 것으로 드러났다 (그림 18).

조망어업에서 발생하는 부수어획물의 종조성은 크게 5개의 분류군으로 나타났고 어류가 42.0%로 가장 높은 비율을 차지하였으며, 패류와 새우류를 제외한 갑각류가 각각 30.1%,

20.1%를 차지하였다. 종별 출현비율에 있어서는 어류의 쉬쉬망둑이 21.6%로 가장 높은 비율을 차지하였고, 패류의 피빨고둥과 기타 갑각류의 민꽃게가 각각 21.1%, 12.5%의 순으로 나타났다 (표 5).

표 4. 조망 어획물의 부수어획량 비

	부수어획량 /총 어획량(r)		부수어획량 /총 어획량(r)
2002.10	0.96	10	0.78
11	0.88	11	0.99
12	0.92	12	0.76
2003. 1	0.89	2004. 1	0.44
2	0.99	2	0.88
3	0.94	3	0.85
4	0.76	4	0.78
5	0.89	5	0.92
6	0.88	6	0.82
7	0.87	7	0.90
8	0.76	8	0.83
9	0.68	9	0.78
평 균	0.84		

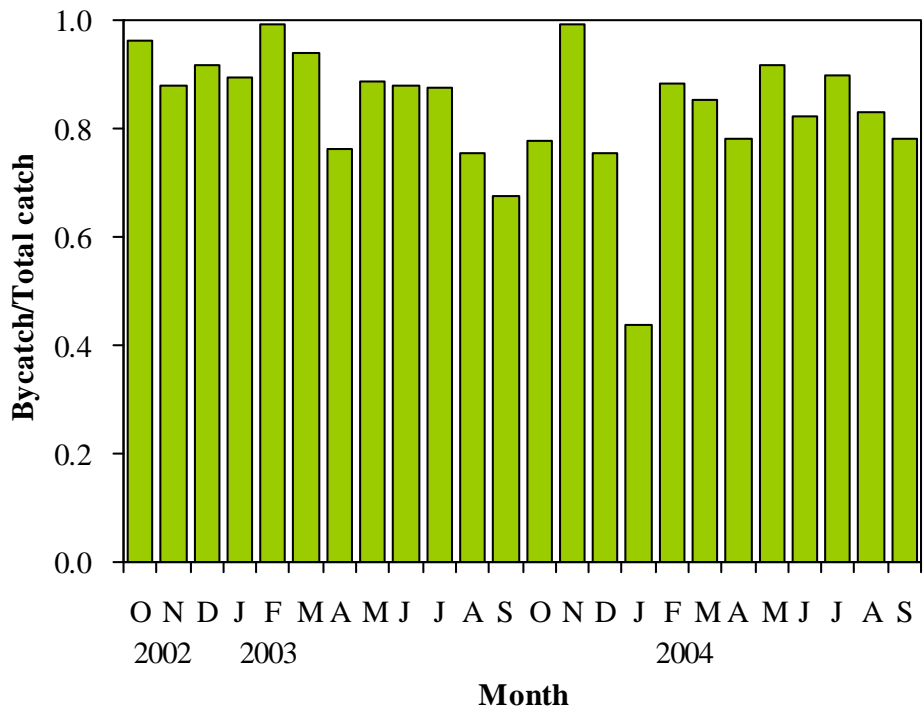


그림 18. 조망 어획량에 대한 부수어획량의 비

표 5. 조망 부수어획물의 종별 출현 비율

분류군	종	비율(%)	종명	비율(%)	종명	비율(%)	소계
어류	가송어	0.2	두줄망둑	0.0	실양태	0.0	42.0
	가자미류	0.0	등가시치	0.0	싱어	0.1	
	갈치	0.1	문질망둑	1.0	쭈기미	0.0	
	검정망둑	0.0	문치가자미	0.0	아작망둑	0.1	
	개서대	0.1	물메기	0.0	양태	0.2	
	갯장어	0.0	민어	0.2	얼룩망둑	0.0	
	균평선이	0.0	민태	0.1	용서대	0.1	
	궁제기서대	0.0	밀복	0.0	웅어	0.3	
	까치양태	0.0	반지	0.1	자주복	0.0	
	걱정이	0.0	베도라치	0.0	전어	0.7	
	꼬치고기	0.0	밴댕이	0.1	조피볼락	0.0	
	꼼치	0.0	보구치	0.0	줄복	0.0	
	날개망둑	0.0	보리멸	0.0	주둥치	0.2	
	넙치	0.1	복섬	0.0	참서대	1.3	
	노랑가오리	0.0	붕장어	0.5	참조기	0.2	
	노랑각시서대	0.1	비늘양태	0.0	청멸	0.0	
	눈강달이	3.5	빨갱이	0.2	풀망둑	6.4	
	덕대	0.0	삼세기	0.0	해마	0.0	
	도화망둑	3.5	성대	0.0	황강달이	0.6	
	도화뱅어	0.1	송어	0.0	황줄베도라치	0.0	
	도화양태	0.0	<b>쉬쉬망둑</b>	<b>21.6</b>	흰베도라치	0.0	
	동갈돛돔	0.0	실고기	0.0	흰점복	0.0	
	돛양태	0.0	실망둑	0.0			
패류	가리비류	3.6	바지락	0.8	키조개	1.3	30.1
	갯우렁이	0.3	비단가리비	0.6	<b>피빨고등</b>	<b>21.1</b>	
	꼬막	1.1	새꼬막	0.4	피조개	0.6	
	떡조개	0.0	종밧	0.0			
	동죽	0.0	큰구슬우렁이	0.1			
기타갑각류	갯가재	6.1	넓적원손집게	0.0	자게	0.0	20.1
	계류	0.0	돌게	0.4	조개치레	0.0	
	꽃게	0.3	두드럭게	0.0	속류	0.0	
	금게	0.0	두점박이민꽃게	0.1	중간빨물맞이게	0.0	
	긴발가락참집게	0.0	무딘이빨게	0.6	털보원숭이게	0.0	
	긴원손집게	0.0	<b>민꽃게</b>	<b>12.5</b>			
두족류	갑오징어	0.0	낙지	2.1	주꾸미	1.6	4.5
	꼰뚜기	0.7	반원늬오징어	0.0			
극피류	말뚱성게	3.3				3.3	

### 나. 주머니업애그물에서 발생하는 부수어획량

주머니업애그물에 있어서 전체 어획량에 대한 부수어획량의 비는 2003년 4월과 2004월에 0.71로 가장 높게 나타났고 2004년 2월 0.01로 가장 낮게 나타났으며, 평균 0.27로 나타났다 (표 6). 이러한 결과는 주머니업애그물 어업에 있어서 전체 어획량에서 부수어획량이 차지하는 비율이 평균 27%로서 다른 지역이나 다른 국가에서 행해지는 새우류 어업에서 발생하는 부수어획량의 비율보다 매우 낮은 값을 보여주었다. 새우주머니업애그물 어업에서 발생하는 어획물에 대한 부수어획물의 월별 변화는 연간 뚜렷한 변화양상을 보여주지 않았으며, 계절에 있어서도 일정한 변화를 보이지 않았다 (그림 19).

주머니업애그물어업에서 발생하는 부수어획물의 종조성은 크게 3개의 분류군으로 나타났고 어류가 91.6%로 부수어획량의 대부분을 차지하였으며, 새우류를 제외한 갑각류와 두족류가 각각 6.7%, 1.7%를 차지하였다. 종별 출현비율에 있어서는 어류의 도화뱅어가 25.1%로 가장 높은 비율을 차지하였고, 황강달이, 청멸, 반지가 각각 14.7%, 11.4%, 10.0%의 순으로 나타났다 (표 7).

표 6. 주머니업애그물 어획물의 부수어획량 비

	부수어획량 /총 어획량(r)		부수어획량 /총 어획량(r)
2002.10	0.19	10	0.20
11	0.23	11	0.20
12	0.13	12	0.11
2003. 1	0.19	2004. 1	0.03
2	0.62	2	0.01
3	0.03	3	0.14
4	0.71	4	0.71
5	0.26	5	0.19
6	0.24	6	0.14
7	0.39	7	0.23
8	0.25	8	0.60
9	0.52	9	0.48
평 균	0.28		



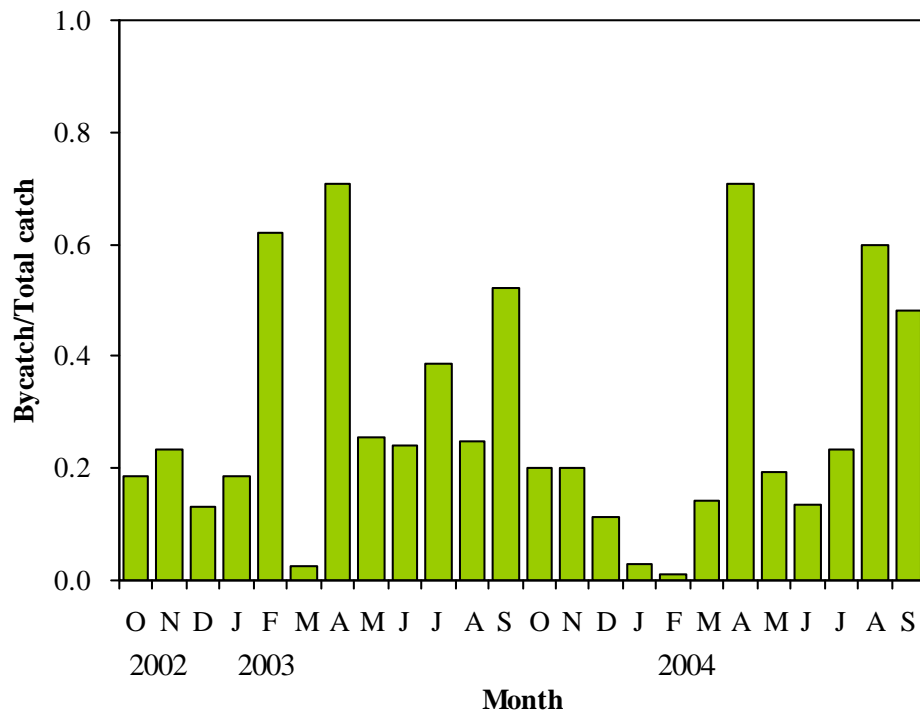


그림 19. 주머니업애그물 어획량에 대한 부수어획량의 비

표 7. 주머니업애그물 부수어획물의 종별 출현 비율

분류군	종	비율(%)	종명	비율(%)	종명	비율(%)	소계
어류	갈치	3.2	반지	10.0	전어	0.5	91.6
	개소경	0.1	보구치	1.5	주둥치	0.2	
	까나리	0.1	복섬	0.2	참서대	1.3	
	군평선이	0.0	붕장어	2.3	<b>청별</b>	<b>11.4</b>	
	노랑물메기	0.0	빨갱이	0.3	폴망둑	4.5	
	턱대	0.9	실고기	0.1	폴미역치	0.5	
	<b>도화뱅어</b>	<b>25.1</b>	아작망둑	1.1	홍어	0.0	
	멸치	0.0	양태류	0.4	<b>황강달이</b>	<b>14.7</b>	
	물천구	6.5	엘통이	0.0	황아귀	0.0	
	민어	0.2	엘통이류	0.1	흙무굴치	0.0	
	민태	0.0	옹어	6.3	흰베도라치	0.0	
	민통구멍	0.1	전갱이	0.1			
	기타 갑각류	갯가재	1.8	두점박이민꽃게	2.0	여섯발게	
그물무늬금게		0.7	무딘이빨게	0.0	옆길게	0.0	
깨다시꽃게		0.2	밤게	0.0	움조개치레	0.0	
꽃게		1.6	새우붙이	0.0	털다리게붙이	0.4	
높은등옆길게		0.0	썩	0.1			
두족류	갑오징어	0.6	낙지	0.0			1.7
	꼰뚜기	0.8	주꾸미	0.4			

### 다. 조망과 주머니업애그물 어획량의 변화양상

새우조망과 주머니업애그물 어획물의 총어획량, 부수어획량, 총어획량에서 부수어획량이 차지하는 비 및 부수어획량 중 폐기되는 어획량에 영향을 미치는 요인으로서 월별이나 계절에 따른 차이유무를 판단한 결과는 다음의 표 8과 같다. 조망과 주머니업애그물의 총어획량과 부수어획량에 있어서 월별과 계절별 뚜렷한 차이를 보였는데 수온이 낮은 동계 기간에 전반적으로 총어획량이 감소한 결과로 판단된다. 조망과 주머니업애그물의 총어획량에서 부수어획량이 차지하는 비는 월별 차이는 드러났지만 계절에 따른 차이는 없는 것으로 분석되었다. 부수어획량 중 폐기되는 어획량에 있어서는 총어획량과 부수어획량 결과에 마찬가지로 월별과 계절별 차이가 있는 것으로 나타났다.

표 8. 조망과 주머니업애그물의 총어획량, 부수어획량, 총어획량에서 부수어획량이 차지하는 비 및 부수어획량 중 폐기되는 어획량의 차이유무에 관한 통계분석

	새우조망		새우주머니업애그물	
	월	계절	월	계절
총어획량	**	**	**	**
부수어획량	**	**	**	**
R	*	NS	*	NS
D	**	**	**	**

R: 총어획량에서 부수어획량이 차지하는 비, D: 부수어획량 중 폐기되는 어획량,

\*:  $P < 0.05$ , \*\*:  $P < 0.01$ , NS: Not significant

### 3. 어구선택성

#### 가. 새우조망 어구선택성

새우조망의 어구 선택성 평가를 위해 망목 실험을 실시하였으며, 자루그물의 망목은 21.2mm, 31.2mm, 41.2mm를 사용하였다. 각각의 망목에서 어획된 전체 어획물의 체장을 측정하고 각 체장계급에 따른 출현빈도를 누적적으로 표시하여 어구의 선택체장을 추정하였다.

조망에 있어서 현재 사용하고 있는 망목크기인 21.2mm에서 어획 선택 체장은 14.27cm로 나타났으며, 망목을 31.2mm와 41.2mm로 증가시켰을 경우 어획 선택 체장은 18.52cm와 22.36cm로 각각 증가하였다 (그림 20).

#### 나. 주머니업애그물 어구선택성

새우주머니업애그물의 경우 11.2mm, 21.2mm, 31.2mm의 망목을 사용하였으며, 각각의 망목에서 어획된 전체 어획물의 체장을 측정하고 각 체장계급에 따른 출현빈도를 누적적으로 표시하여 어구의 선택체장을 추정하였다. 주머니업애그물의 경우 현재 사용 중인 망목인 11.2mm에서 어획 선택 체장은 5.24cm로 나타났으며, 망목을 21.2mm와 31.2mm로 증가시켰을 경우 어획선택체장은 9.86cm와 13.41cm로 각각 증가하였다 (그림 21).

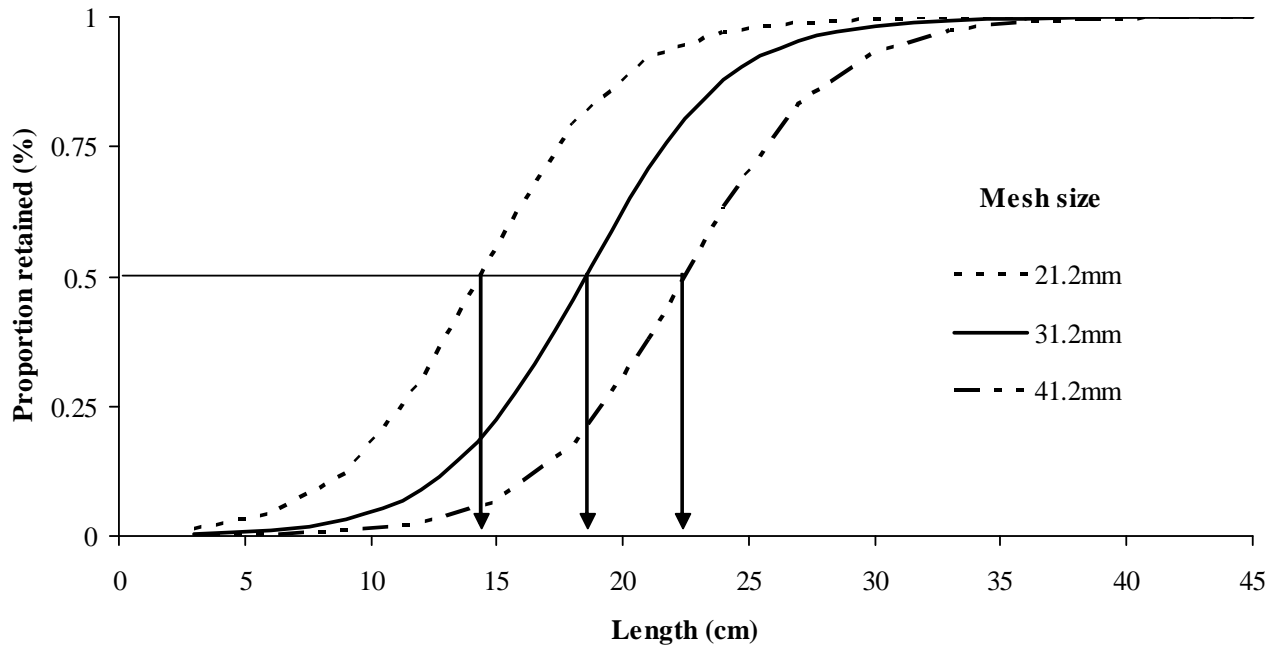


그림 20. 조망의 어구선택 체장 곡선

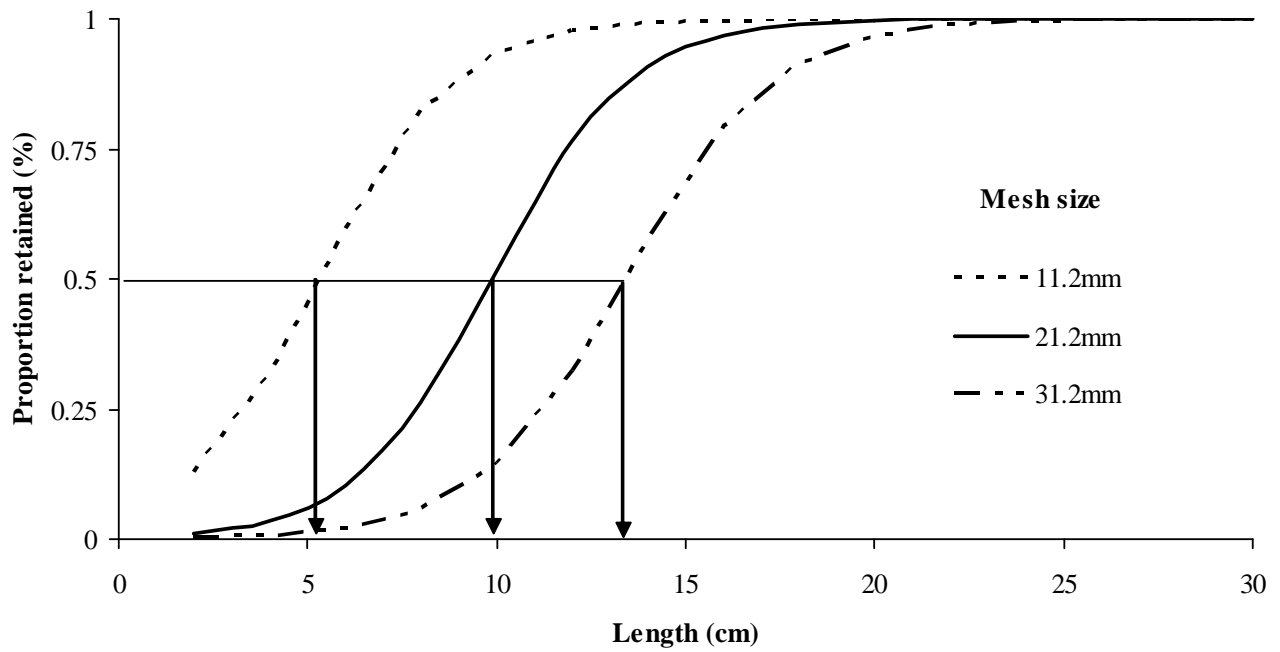


그림 21. 주머니업애그물 어구선택 체장 곡선

#### 다. 주요목표어종의 어구선택성

각 어업에서 주요 목표 어종의 어구선택성 평가를 위해 어획물에 대한 종별 개체수 및 중량을 계수·계측해 왔으며, 어획개체수의 누적비율을 계산하기 위해 어획 대상 새우류의 갑각장 (carapace length)을 정밀 분석하였다. 주요 목표어종은 젓새우류 (젓새우; *Acetes japonicus*, 중국젓새우; *Acetes chinensis*)와 돛대기새우류 (돛대기새우; *Leptochela gracilis*, 둥근돛대기새우; *Leptochela aculeocaudata*)로 나타났으며, 이들 중에 대한 각 체장계급에 따른 출현빈도를 누적적으로 표시하여 어구의 선택체장을 추정하였다. 어구의 선택체장은 일반적으로 선택율이 25%, 50%, 75%에 해당되는 체장으로 표시하였으며, 이때 각각의 선택체장을  $S_{25\%}$ ,  $S_{50\%}$ ,  $S_{75\%}$ 로 나타내었다. 체장의 선택범위 (Selection range)는 선택율 25%와 75%의 해당되는 체장의 차이로 계산하였다. 선택요인 (SF: Selection Factor)은  $SF=(S_{50\%}/\text{망목크기})$ 로 계산하였다.

젓새우의  $S_{25\%}$ 는 4.23mm,  $S_{50\%}$ 는 4.55mm,  $S_{75\%}$ 는 4.89mm로 나타났다. 젓새우의 선택범위는 0.66으로 나타났다 (그림 22). 선택요인은 망목크기를 11.2mm로 하였을 때 0.41로 나타났으며, 망목크기를 21.2mm로 하였을 때 0.21이었으며, 망목의 크기를 31.2mm로 하였을 때 0.15로 망목크기가 증가함에 따라 선택요인이 점차적으로 감소하였다. 망목의 크기가 21.2mm였을 때 50%가 선택되는 체장은 9.10mm였으며, 망목크기가 31.2mm였을 때 선택되는 체장은 13.65mm로 증가하였다. 따라서 21.2mm나 31.2mm의 망목크기를 이용하였을 때는 50%가 선택되는 체장은 관찰된 최대 체장보다 높은 체장으로 21.2mm나 31.2mm의 망목크기를 이용하였을 때 대부분의 젓새우가 망구를 빠져나간다는 것을 의미한다.

중국젓새우의  $S_{25\%}$ 는 5.53mm,  $S_{50\%}$ 는 6.23mm,  $S_{75\%}$ 는 6.95mm로 나타났다. 중국젓새우의 선택범위는 1.42로 나타났다 (그림 23). 선택요인은 망목크기를 11.2mm로 하였을 때 0.56으로 나타났으며, 망목크기를 21.2mm로 하였을 때 0.29였으며, 망목의 크기를 31.2mm로 하였을 때 0.20으로 망목크기가 증가함에 따라 선택요인이 점차적으로 감소하였다. 망목의 크기가 21.2mm였을 때 50%가 선택되는 체장은 12.5mm였으며, 망목크기가 31.2mm였을 때 선택되는 체장은 18.75mm로 증가하였다. 따라서 21.2mm나 31.2mm의 망목크기를 이용하였을 때는 대부분의 중국젓새우가 망구를 빠져나간다는 것을 의미한다.

돛대기새우의  $S_{25\%}$ 는 7.31mm,  $S_{50\%}$ 는 8.35mm,  $S_{75\%}$ 는 9.39mm로 나타났다. 돛대기새우의 선택범위는 2.08로 다른 새우류에 비하여 선택범위가 가장 크게 나타났는데, 이것은 선택성이 느슨하다는 것을 의미한다 (그림 24). 선택요인은 망목크기를 11.2mm로 하였을 때 0.75로 나타났으며, 망목크기를 21.2mm로 하였을 때 0.39였으며, 망목의 크기를 31.2mm로 하였을 때 0.27로 망목크기가 증가함에 따라 선택요인이 점차적으로 감소하였다. 망목의 크기가 21.2mm였을 때 50%가 선택되는 체장은 14.6mm였으며, 망목크기가 31.2mm였을 때 선택되는 체장은

21.90mm로 증가하였다. 따라서 21.2mm나 31.2mm의 망목크기를 이용하였을 때는 50%가 선택되는 체장은 관찰된 최대 체장보다 높은 체장으로 21.2mm나 31.2mm의 망목크기를 이용하였을 때 대부분의 돛대기새우가 망구를 빠져나간다는 것을 의미한다.

둥근돛대기새우의  $S_{25\%}$ 는 5.40mm,  $S_{50\%}$ 는 5.89mm,  $S_{75\%}$ 는 6.39mm로 나타났다. 둥근돛대기새우의 선택범위는 1.00으로 다른 새우류에 비하여 비교적 선택범위가 작게 나타났는데, 이것은 선택성이 날카롭다는 것을 의미한다 (그림 25). 선택요인은 망목크기를 11.2mm로 하였을 때 0.53으로 나타났으며, 망목크기를 21.2mm로 하였을 때 0.28이었으며, 망목의 크기를 31.2mm로 하였을 때 0.19로 망목크기가 증가함에 따라 선택요인이 점차적으로 감소하였다. 망목의 크기가 21.2mm였을 때 50%가 선택되는 체장은 10.8mm였으며, 망목크기가 31.2mm였을 때 선택되는 체장은 16.20mm로 증가하였다. 따라서 21.2mm나 31.2mm의 망목크기를 이용하였을 때는 50%가 선택되는 체장은 관찰된 최대 체장보다 높은 체장으로 21.2mm나 31.2mm의 망목크기를 이용하였을 때 대부분의 둥근돛대기새우가 망구를 빠져나간다는 것을 의미한다.

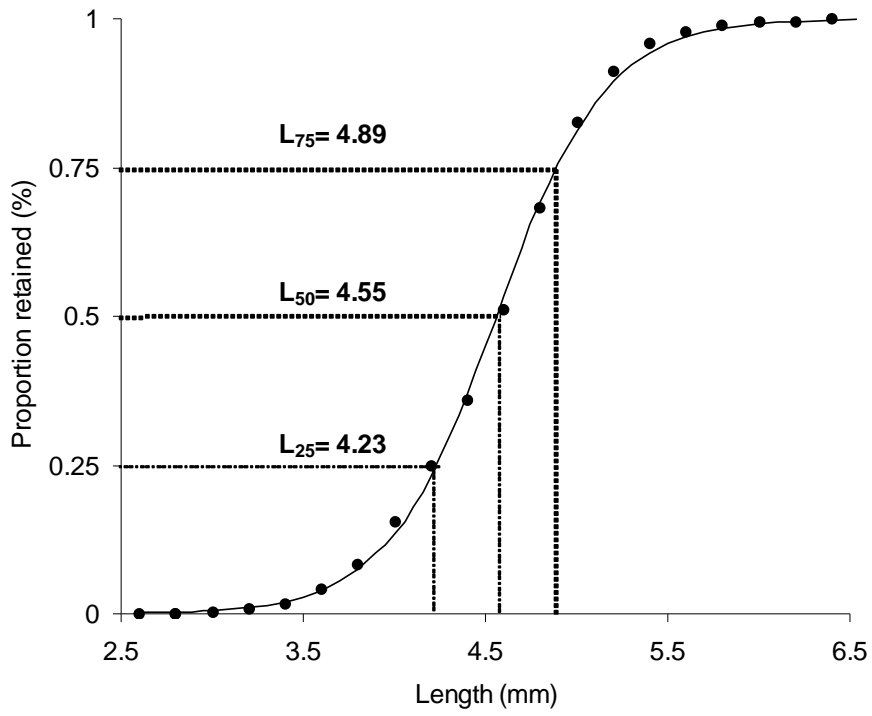


그림 22. 젓새우의 어획물 선택곡선

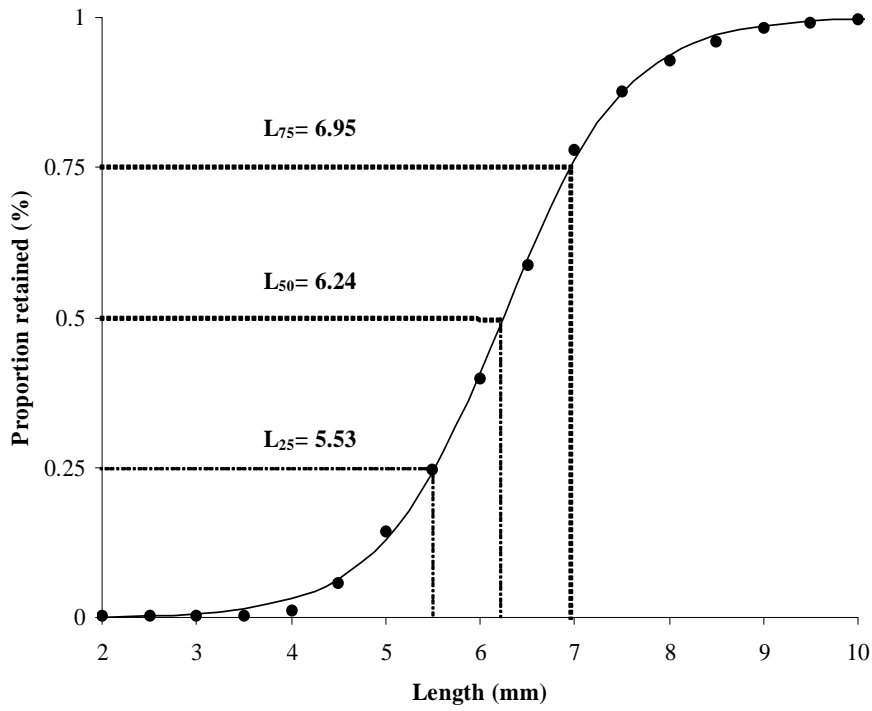


그림 23. 중국젓새우의 어획물 선택곡선

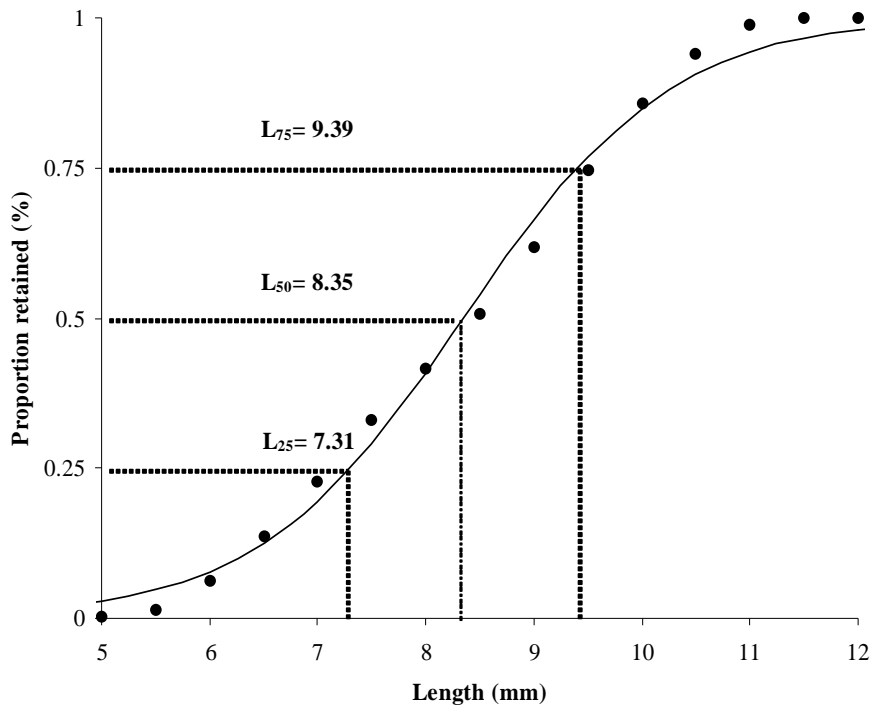


그림 24. 뚝대기새우의 어획물 선택곡선

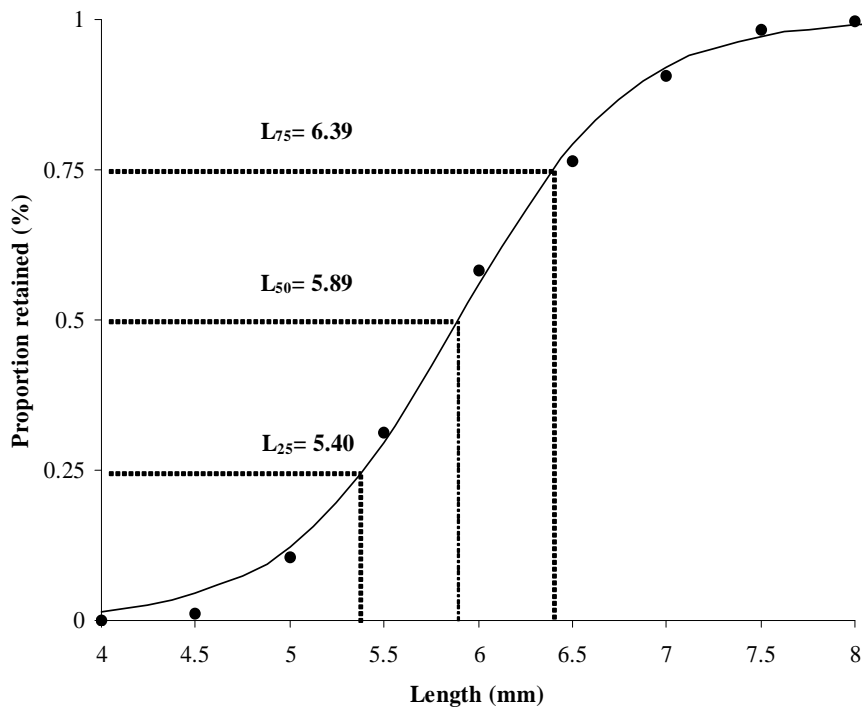


그림 25. 둥근뚝대기새우의 어획물 선택곡선



#### 4. 종합평가

수산자원생물을 대상으로 행해지는 다양한 어구어법 중에서 새우류 어업은 사용되는 어구의 망목 크기가 작기 때문에 총 어획량에서 부수어획량이 차지하는 비율이 가장 높은 것으로 알려져 있으며, 이들 부수어획량의 대부분은 어린개체들이나 상업적인 가치가 없는 어종으로 구성되어 있기 때문에 대부분 바다에 폐기처분 되는 실정이다. 바다에 폐기처분되는 부수어획물은 해양 생태계 내에서 생물 자체의 개체군에 직접적으로 영향을 미칠 뿐만 아니라 여러 영양단계에 직·간접적으로 영향을 미치며 결국 생태계의 에너지 순환을 유지하는데 영향을 미치는 것으로 평가되고 있다. 우리나라의 새우류 생산량이 가장 높은 지역에 속하는 서남해역의 새우류 어업으로서 조망과 주머니업애그물 어업을 대상으로 어획물 조성을 조사하고 부수어획물의 양과 종조성을 평가하여 이들 부수어획량을 감소시키기 위한 자원관리 모델을 정립하는데 필요한 기초자료를 확보하고자 본 연구를 수행하였다.

어구 망목 실험 결과 조망에 있어서 망목 크기를 증가시킬수록 총 어획물은 감소하는 것으로 나타났다. 총 어획량에서 목표어종인 새우류가 차지하는 비율은 현재 사용 중인 망목 크기인 21.2mm에서 13.4%였으나 망목크기를 41.2mm로 증가시켰을 경우 15.9%로 새우류의 비율은 늘어난 반면 부수어획물의 비율은 86.6%에서 84.1%로 오히려 감소하는 것으로 나타났다. 주머니업애그물의 경우 조망과 유사한 경향을 보여주었는데 현재 사용 중인 망목크기인 11.2mm에서 31.2mm로 망목크기를 증가시켰을 경우 새우류가 차지하는 비율은 76.5%에서 81.2%로 총 어획량에서 새우류가 차지하는 비율이 증가한 반면 부수어획물의 비율은 23.5%에서 18.8%로 감소하는 경향을 보여주었다 (표 9). 이러한 결과는 어구의 망목이 어느 정도 증가하더라도 새우류의 어구가입은 크게 변화가 없지만 기타 부수 어획종, 특히 어류는 늘어난 망목을 빠져 나가는 것으로 판단되며, 이는 새우류의 형태적인 특징, 즉, 많은 부속지로 인하여 망목을 빠져나갈 기회가 다른 생물에 비해 낮은 것으로 판단된다. 따라서 새우조망과 주머니업애그물 어구의 망목 크기를 증가시킬수록 총 어획량은 감소하지만 총 어획량에서 부수어획량이 차지하는 비율은 오히려 감소하는 것으로 판단해 볼 때 어구의 망목크기를 적정 수준으로 증가시키는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

어획통계 조사와 현장 조사를 통해 우리나라 서남해역의 새우류 어업인 조망과 주머니업애그물의 연간 단위노력당 어획량을 산정한 결과 조망의 경우 1회 조업시 2시간 정도 인망 후 그물을 끌어올리며, 1회 인망시 평균 어획량은 114kg정도인 것으로 조사되었다. 대부분의 어업자는 하루에 2회 인망작업을 실시하므로 일일 평균 어획량은 228kg으로 나타났으며, 월평균 조업일수 20일을 고려한 연간 단위노력당 어획량은 약 55톤으로 추정되었다. 주머니업애그물의 경우 하루에 평균 3회 양망작업이 이루어지며, 1회 양망시 평균 어획량은 180kg으로서 일일

평균 어획량은 540kg으로 조사되었다. 주머니업애그물의 경우 주요 어획대상 새우는 첫새우류로서 현재 금어기가 설정되어 있어 7월 1일부터 8월 15일 동안에 조업이 불가능하며, 동계에는 기상 조건의 악화와 주 어획대상 새우류의 어장 이동으로 인하여 조업이 어렵기 때문에 대부분의 어업자는 휴어기를 갖기 때문에 이들 기간을 제외한 연간 평균 조업일수 180일을 고려할 경우 연간 단위노력당 어획량은 약 97톤으로 추정되었다 (표 10).

어획물 구성에 있어서 목표어종인 새우류를 제외한 부수어획종이 전체 어획물에서 차지하는 비율은 조망의 경우 85.7%로 부수어획물이 차지하는 양이 매우 높게 나타났으나 주머니업애그물의 경우 25.6%로서 일반적인 새우류 어업에서 나타나는 부수어획물의 비보다 상대적으로 매우 낮은 비율을 보여주었다. 이러한 결과를 바탕으로 우리나라 서남해역에서 조망과 주머니업애그물로 새우류를 어획하고 있는 어선척수를 고려한 연간 총 부수어획량은 조망의 경우 약 610톤, 주머니업애그물의 경우 약 5,375톤으로 추정되었다. 이들 부수어획량 중에서 상업적 또는 산업적으로 이용되지 못하고 곧바로 바다에 폐기처분되는 양은 조망어업에서 54%, 주머니업애그물어업에서 87%로 조사되었으며, 이를 적용해 볼 때 폐기처분되는 어획량은 조망과 주머니업애그물 어업에서 연간 약 329톤과 4,676톤으로 추정된다 (표 10).

바다에 폐기처분되는 부수어획물의 대부분은 어획시점부터 선상처리가 끝나고 다시 바다에 버려질 때까지 물리·화학적 환경변화에 따른 스트레스를 견디지 못하고 대부분 폐사에 이른다. 새우 트롤 어업에서 이들 부수어획물의 생존율에 관한 기존 연구 (Hill and Wassenberg, 1990)에 따르면 부수어획종의 평균 생존율은 11%인 것으로 추정하고 있는데 이를 본 연구 대상 어업에 적용하여 폐기되는 부수어획량 중에서 바다에서 그대로 폐사되는 연간 부수어획량은 조망의 경우 293톤, 주머니업애그물의 경우 4,162톤으로 추정해 볼 수 있다. 그러나 주머니업애그물 어획물의 경우 어획물이 어획시점부터 바다에 버려질 때까지의 시간이 트롤이나 조망에 비해 훨씬 길기 때문에 실제 어획된 부수어획종의 사망률은 이보다 높아질 것으로 추정된다.

우리나라 서남해역의 대표적인 새우류 어업인 조망과 주머니업애그물 어업에 있어서 어획물의 종구성, 생태학적 지수인 다양도 지수와 균등도 지수 및 부수어획량의 변화양상을 살펴본 결과 목표어종에 대한 뚜렷한 선택경향을 보이지는 않는 것으로 드러났다. 그러나 서남해역의 물리해양학적 특징을 시간적인 요인만으로 분석하는 데에는 무리가 있으며, 각 어장의 충분한 해양환경 요소들의 측정과 함께 생물간 상호작용들에 관한 보다 면밀한 조사자료가 뒷받침되어야 할 것으로 판단된다. 어구 망목 크기를 변화시켜 시험어업을 실시한 결과 어구 망목을 증가시킬수록 조망과 주머니업애그물의 총 어획량은 감소하는 결과를 보여주었다. 그러나 총 어획량의 감소는 목표어종인 새우류의 감소보다는 부수어획종의 감소가 더 큰 영향을 미치는 것

으로 평가되었으며, 부수어획량의 감소를 위한 자원관리 방안을 어구망목 규제면에서 고려한다면 조망의 경우 21.2mm~31.2mm, 주머니업애그물의 경우 11.2mm~21.2mm의 범위가 타당할 것으로 판단된다.

표 9. 어구선택성 평가

	조망			주머니업애그물		
	21.2	31.2	41.2	11.2	21.2	31.2
어구 망목(mm)	21.2	31.2	41.2	11.2	21.2	31.2
총 어획량(kg)/1회 양망	114	101	93	180	164	155
목표어종(kg)	15.3	14.9	14.8	137.7	127.8	125.9
총 어획량에 대한 목표어종의 비	13.4	14.8	15.9	76.5	77.9	81.2
부수어획물(kg)	98.7	86.1	78.2	42.3	36.2	29.1
총 어획량에 대한 부수어획량의 비	86.6	85.2	84.1	23.5	22.1	18.8

표 10. 우리나라 서남해역 새우류 어업의 연간 단위노력당 부수어획물량

	조망	주머니업애그물
1회 양망시 총 어획량(kg)	114	180
일일 평균 양망 회수	2	3
연 평균 조업일수(일)	240	180
연간 단위노력당 총어획량(kg)	54,720	97,200
어획물 조성비(%)	목표어종	74.4
	부수어획종	25.6
단위노력당 연간 부수어획물량(kg)	46,895	24,883
조업척수(척)	13	256
연간 총 부수어획물량(kg)	609,635	5,374,728
폐기처분되는 어획물의 비(%)	54	87
연간 총 폐기되는 부수어획물량(kg)	329,202	4,676,013

## 제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

### 제 1절 연구개발 목표의 달성도

본 연구는 전라남도 함평만 주변해역에서 조업중인 새우 조망 어업과 신안군 임자면 주변 해역에서 조업중인 주머니업애그물 어업에 대한 어획물을 월별 채집하고 이들의 양과 종조성을 파악하였다. 현장조사와 어획물의 정밀분석은 2004년 8월까지 완료되었으며, 각각의 어업에서 조사된 어획물의 양과 종조성에 관한 자료를 바탕으로 이들의 월별 변화를 파악하였고 다양도 지수와 균등도 지수를 산정하여 이들의 월별 변화양상을 파악하였다.

새우 조망과 새우 주머니업애그물 어업에서 발생하는 부수어획물에 대한 양과 종조성을 조사하였으며, 이 중에서 높은 출현비율을 차지하는 어종에 대한 체장 및 체중을 계측하였다. 그리고 각 어업에서 발생하는 총 어획물에 대한 부수어획물이 차지하는 비를 월별 산정하였으며, 연간 총 부수어획물의 양과 폐기처분되는 양에 관한 정보를 확보하였다. 또한 조망과 주머니업애그물 어업에서 발생하는 목표어종(target species)의 체장에 대한 정밀 분석을 통해 목표어종의 체급에 따른 출현비를 이용하여 각각의 어구 선택체장을 로지스틱 모델(logistic model)을 이용하여 추정하고 선택범위 및 선택요인을 추정하였다. 위와 같은 결과에 기초하여 새우 조망과 주머니업애그물 어업에서 목표어종인 새우류의 어획 비율을 증가시키고 부수어획물의 양을 줄일 수 있는 방안으로서 적정 망목을 제시하였다.

### 제 2절 관련분야에의 기여도

#### 1. 기술적 측면

세계적 추세로 볼 때 수산물의 수요량은 지속적으로 증가하고 있으며, 세계 각국의 EEZ 선포와 연안어족 자원의 감소로 해양생물의 생산량은 감소일로에 있어 자원증강을 위한 획기적인 관리정책이 시급한 실정이다. 부수 어획물의 종조성 및 자원량의 정보는 자원의 가입시기, 가입량을 추정할 수 있으며, 이러한 정보는 자원 평가 및 자원 관리시에 필수적인 정보 제공할 수 있다. 버려지는 부수 어획물양이 저층에 쌓여서 분해되는 과정에 저서환경에 영향을 미칠 수 있으므로 저서 생물 군집이나 저서 생태계 변화에 영향을 미치는 영향 요인으로서 관련된 연구에 연계가 가능할 것이다. 부수 어획물이 조류에 의해 연안지역으로 운반되어 연안역에 쌓임으로써 연안역의 환경오염 및 연안역의 생산성에 변화를 줄 수 있으므로 연안역 보존 및 관리에 관한 연구에도 도움을 줄 수 있을 것이다. 또한 부수 어획물의 종조성의 계절적 변화를 통해 새우류와 부수 어획종간의 생태적 상호작용(먹이 및 공간 경쟁, 먹이연쇄 등) 및 섭

식 생태를 연구하는데 중요한 정보 제공할 수 있으며, 특히 어장에 가입 될 수 있는 산업적 가치가 높은 자원생물의 가입군이 부수적으로 어획됨에 따라 이들 중에 대한 수산자원 변동요소(성장, 사망, 가입) 중에서 부수 어획물에 의한 감소로 야기되는 성장 남획 과정 (growth overfishing process)을 규명하는데 기여할 것으로 판단된다.

## 2. 경제 · 산업적 측면

우리나라 서남해역의 새우류 어망의 어획물 선택 곡선을 추정하여 어획선택체장(L50)을 추정하여 조망과 주머니업애그물에 대한 적정망목 크기를 제시함으로써 망목규제(mesh-size regulation)와 같은 수산정책 결정시 중요한 정보 제공할 수 있으며, 새우류 조업으로부터 발생하는 부수 어획물의 총량을 추산함으로써 영양학적 측면이나 양식사료학적 측면에서 부수 어획물을 이용한 식료품 개발 또는 양식생물 먹이로서 개발 가능성을 인식하게 하고 아울러 부수 어획물 효율성을 증대시켜서 어가의 소득원 향상에 기여할 수 있을 뿐만 아니라 부수 어획물의 감소를 기대해 볼 수 있다. 특히 유용 부수 어획생물의 초기 사망을 예방함으로써 타 어업에 이용되는 자원생물의 증강에 기여할 수 있으며, 부수 어획물 종조성을 밝힘으로써 산업적 가치가 큰 어종의 회유 경로를 생활사와 관련하여 이해함으로써 어황 예측에 유용한 정보 제공할 수 있다. 또한 새우류와 부수 어획물의 사회 · 경제학적 관점에서 새우류 어획물의 가격과 부수 어획물의 가치를 비교할 수 있는 논의점을 제공할 수 있을 것으로 판단된다.

## 3. 사회 · 문화적 측면

세계 각국의 EEZ 확장 및 연안 어족자원의 감소로 해양생물의 생산량이 감소추세인 시점에서 자원의 자급화로 수산물의 안정적인 공급을 도모할 수 있으며, 새우류 어업에 있어 목표 어종의 선택성을 증가시킴으로써 새우류 생산물의 품질을 향상시키고 부수어획물의 타 산업에의 이용으로 새로운 고용창출 기대할 수 있다. 그리고 새우류 어업으로 인한 유용 부수어획생물의 자원낭비를 막고 타 어업의 어획생물로 이용함으로써 어업 간 분쟁을 해소할 수 있으며, 부수어획물이 해양생태계내에 야기시키는 악영향을 해소함으로써 환경을 보존하면서 자원을 증강시켜야 한다는 환경보존 및 자원관리의 중요성을 고취시키는 계기를 마련할 것으로 판단된다. 또한 새우류 어업으로 발생하는 생태학적 · 경제학적 단점을 보완하고 새로운 자원관리 모델의 기술 보급이 성공적으로 수행될 경우 국가가 주도하는 연구사업의 성과를 수산업에 적용할 수 있으므로 국민의 국가 신용 및 정부 정책에 대한 신뢰를 더욱 확고히 할 수 있을 것이다.

## 제 5 장 연구개발결과의 활용계획

본 연구의 핵심적인 연구결과는 새우류 어업에서 발생하는 어획물의 양과 종조성을 파악하고 생태학적 지수로서 다양도와 균등도의 월별 변화를 파악하여 이들 어업에서 목표어종인 새우류의 어획비율을 높일수 있는 방안을 모색할 수 있다는 데 있다. 또한 새우류 어업에서 어획되는 부수어획종은 생물학적 또는 경제·산업적 중요성이 배제되어 그대로 폐기처분 되는 문제가 발생하는데 적절한 자원관리 방안 모색하는데 중요한 기초자료를 제시할 수 있으며, 새우 조망과 주머니업애그물의 주요 어종에 대한 어구 선택성을 평가하여 이들 어종에 대한 어구 선택성을 최적화함으로써 자원의 낭비를 최소화 할 수 있을 것이다. 그리고 이러한 결과를 바탕으로 현장에서 어업활동에 참여하는 어업인을 대상으로 목표어종의 어획비율을 높이고 부수어획물량을 최소화할 수 있도록 조업기간이나 적정 어구의 사용을 유도함으로써 조업으로 인한 해양생태계의 피해를 최소화할 수 있으리라 판단된다.

본 연구 결과를 기초로 하여 학문적인 성과로는 학술지 논문을 총 2편 게재하였으며, 학술 회의에 참가하여 총 3편의 연구결과를 발표하였다.

### ※ 논문게재 실적

제 목	발표자	학술지명	통권, 호	년, 월	발행기관
한국 서해남부 해역에 분포하는 넓적뿔꼬마새우( <i>Latreutes planirostris</i> )의 생식생태 및 개체군 동태	오철웅 나종현 마채우	한국수산학회지	36, 2	2003. 4	한국수산학회
Reproduction and population dynamics of <i>Acetes chinensis</i> (Decapoda: Sergestidae) on the western coast of Korea, Yellow Sea	오철웅 정인주	Journal of Crustacean Biology	23, 4	2003. 11	미국 갑각류학회

※ 학술회의 발표 실적

제 목	발표자	학술회의명	호	발표년월일	발행기관
줄새우, <i>Palaemon paucidens</i> 의 개체군 역학과 생식	마채우 김종준 오철웅 임성도	수산관련학회 공동학술대회		2003	한국수산학회
우리나라 서해남부 해역에 분포하는 넓적빨꼬마새우 ( <i>Latreutes planirostris</i> )의 생식생태 및 개체군 동태에 관한 연구	나종현 오철웅 박경양 마채우 장창익	수산관련학회 공동학술대회		2003	한국수산학회
우리나라 서해남부해역에 서식하는 부유성 새우류인 돛대기새우류( <i>Lepidochela</i> sp.)와 젓새우류( <i>Acetes</i> sp.)의 생식생태에 관한 비교 연구	오철웅 정인주 김장용 마채우	한국수산학회학술대회		2003	한국수산학회

## 제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보로는 호주에서 수행된 최근 연구에 의하여 새우류 트롤이 타 어업자원을 대량으로 죽게하기 때문에 트롤어업으로부터 부수 어획물을 줄일 수 있는 방법으로서 부수 어획물 감소장비(BRD: bycatch reduction devices)를 2000년도부터 면허를 가진 새우 조업선이 의무적으로 갖추도록 하였으며, 이렇게 도입된 BRD는 어획물의 질을 크게 향상시켰고 타어업자원의 양을 줄일 수 있게 됨에 따라 대상어획물의 산업적 가치를 높일 수 있었고 동시에 부수 어획자원에 대한 영향을 크게 감소시켜 경제적 이득을 야기시키는 것으로 보고되고 있다는 것이다 (Salini et al., 2000).

쿠웨이트에서도 최근 새우류 조업지역에서 동시에 어획되는 부수 어획물 및 버려지는 어획물의 종조성 및 양을 조사함으로써 자원관리 기초 자료로 활용하기 위한 연구들이 활발히 수행되고 있는데 Ye et al. (2000)은 부수 어획물과 새우류의 비를 조사하여 전체 부수 어획물과 전체 새우류의 양을 계절별로 추정하였으며, 그들의 결과에 따르면 두 무리의 어획량의 비는 어획 대상종의 생활사와 관련하여 계절적인 변화 양상을 보여 주었다고 보고하였으며, 부수 어획물의 양을 줄이기 위해서 새우류 어장을 성육장으로 이용하는 자원생물의 조사에 기초하여 금어기(seasonal closure)를 설정하는 것이 부수어획물 자원관리에 효과적이라고 제안하고 있다.

유럽지역에서 중요 새우류 자원인 북해의 자주새우류(Crangon crangon) 어업에서는 있어서 어린 넙치, 대구, 가자미와 같은 북해의 주요 어류자원들이 부수어획물로서 어획됨으로서 새우어업이 이들 자원에 미치는 영향이 중대한 문제로 제기(Polet, 2000)됨에 따라 부수 어획물을 줄이기 위하여 연구가 1995년에 Belgian Sea Fisheries Department 에서 시작되었으며, 연구의 첫 단계로서 새우류 트롤에 대한 선택특성에 관한 연구가 수행되고 있으며, 수산 자원관리를 위하여 영국, 독일, 네덜란드와 같은 북해 연안국가들이 공동으로 Consortium을 구성하여 부수 어획물의 세부적인 조사를 수행하고 있다는 정보를 들 수 있다.



## 제 7 장 참고문헌

- Alverson, D.L., Freebeg, M.H., Pope, J.G., Murawski, S.A., 1994. A global assessment of fisheries bycatch and discards. FAO Fish. Tech. Pap., vol. 329, 233pp.
- Alverson, D.L., Hughes, S.E., 1996. Bycatch: from emotion to effective natural resource management. Rev. Fish Biol. Fish. 6, 443-462.
- Andrew, N.L., Pepperell, J.G., 1992 The by-catch of shrimp fisheries. Ann. Rev. Oceanogr. Mar. Biol. 30, 527-565.
- Brewer, D., Rawlison, N., Eayrs, S., Burridge, C., 1998. An assessment of bycatch reduction devices in a tropical Australian Prawn trawl fishery. Fish. Res. 720, 1-21.
- Broadhurst, M.K., Kennelly, S.J., 1994. Reducing the bycatch of juvenile fish (mulloway) in the Hawkesbury River prawn-trawl fishery using square-mesh panels in codends. Fish. Res. 19, 321-331.
- Broadhurst, M.K., Kennelly, S.J., 1995. A trouser-trawl experiment to assess codends that exclude juvenile mulloway (*Argyrosomus hololepidotus*) in the Hawkesbury River prawn-trawl fishery. Marine Freshwater Res. 46(6), 953-958.
- Caddy, J.F., 1993. Some future perspectives for assessment and management of Mediterranean fisheries. Sci. Mar. 57 (2-3), 120-130.
- Dayton, P.K., Thrush, S.F., Agardy, M.T., Hofman, R.J., 1995. Enviromental effects of marine fishing. Aqua. Cons.: Mar. Freshw. Ecosyst. 5, 205-232.
- Hill, B.J., Wassenberg, T.J., 1990. Fate of discards from prawn trawlers in Torres Strait. Aust. J. Mar. Freshw. Res. 41, 53-64.
- Holthuis, L.B., 1980. FAO Species Catalogue. Shrimps and Prawns of the World: An Annotated Catalogue of Species of Interest to Fisheries. FAO Fish. Synop., No. 125, Vol. 1, 271pp.
- Kennelly, S.J., 1995. The issue of bycatch in Australias demersal trawl fisheries. Rev. Fish Biol. 5, 213-234.
- Pender, P.J., Willing, R.S., 1989. Trash or treasure? Aust. Fish. 48, 35-36.
- Polet, H., 2000. Codend and whole trawl selectivity of a shrimp beam trawl used in the North Sea. Fish. Res. 48, 167-183.
- Roper, C.F.E., M.J. Sweeney and C.E. Nauen. 1984. FAO species catalogue. Vol. 3. Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of species of interest

- to fisheries. FAO Fish. Synop., No. 125, Vol. 3, 277pp.
- Saila, S.B., 1983. Importance and assessment of discards in commercial fisheries. FAO Fish. Circ., vol. 765, 62pp.
- Salini, J., Brewer, D., Farmer, M., Rawlinson, N., 2000. Assessment and benefits of damage reduction in prawns due to use of different bycatch reduction devices in the Gulf of Carpentaria, Australia. Fish. Res. 45, 1-8.
- Stratoudakis Y., R.J. Fryer, R.M. Cook, G.J. Pierce and K.A. Coull, 2001. Fish bycatch and discardion in Nephrops trawlers in the Firth of Clyde (west of Scotland). Aquat. Living Resour. 14. 283-291.
- Ye, Y., Alsaffar, A.H., Mohammed, H.M.A., 2000. Bycatch and discards of the Kuwait shrimp fishery. Fish. Res. 45, 9-19.
- 국립수산진흥원. 1999. 한국연근해 유용연체동물도감. 구덕, 197pp.
- 김용억 · 명정구 · 김영섭 · 한경호 · 강충배 · 김진구. 2001. 한국해산어류도감. 도서 출판 한글, 382pp.
- 김훈수. 1973. 한국동식물도감. 제 14권, 동물편(집게 · 게류). 문교부, 694pp.