

최 증
연구보고서

자원관리형 자망, 통발 어구어법 기술개발

**Fishing Gear Technology and Methods for Fisheries
Resource Management**

2004. 9.

주관연구기관
부 경 대 학 교

해 양 수 산 부

제 출 문

해양수산부 장관 귀하

본 보고서를 “자원관리형 자망, 통발 어구어법 기술개발” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2004년 9월 일

주관연구기관명 : 부 경 대 학 교
총괄연구책임자 : 이 주 희
연 구 원 : 이 춘 우
연 구 원 : 권 병 국
위탁연구기관명 : 국립수산과학원
협동연구책임자 : 박 창 두
위탁연구기관명 : 군 산 대 학 교
협동연구책임자 : 조 봉 곤

요 약 문

I. 제 목

자원관리형 자망, 통발 어구어법 기술개발

II. 연구개발의 목적 및 중요성

우리나라 연근해 어업은 1960년대 이후 계속 발전하는 추세를 보여 왔다. 연근해 어업의 생산량을 보면 1960년대 초에는 불과 40만 톤의 수준에 불과하였으나, 어선의 고성능화, 어장의 확대, 어로장비의 현대화 등으로 1970년대 초에는 100만 톤을 초과하였으며, 1990년대 초반에는 150만 톤을 기록하는 급속한 성장을 나타내었다. 또한, 우리나라 국민 1인당의 수산물 소비량도 1970년에 17.3kg이었으나, 1990년에는 36.2kg, 2001년에는 42.9kg으로 증가하였다. 최근에는 어업활동으로 얻어진 수산 식품에 육상의 동식물에는 거의 존재하지 않는 DHA, EPA 등의 특수한 불포화지방산이 포함되어 있고, 여타 생리활성물질들이 속속 발견되고 있어 수산식품의 중요성이나 기호도는 증가하는 추세에 있다.

그러나, 1990년 후반부터 우리나라의 어업 생산량은 주변 수역의 어업자원 감소 등의 영향으로 감소 추세를 나타내고 있다. 따라서 국민들에게 안정적이고 지속적인 수산물 공급을 위한 어업자원 관리방안 강구가 중요한 과제로 대두되었다.

연안 수역에 서식하는 어업자원의 관리 및 유효이용을 위해서는 자원의 자연 증가량만큼 어획하는 총허용어획량(TAC) 제도의 도입, 어선의 크기 제한, 망목 규제, 포획체장 제한, 금어기 설정 등의 방법이 있으며, 특히, 유치어 또는 비목표 어종의 혼획과 투기를 방지하기 위한 선택적 어구어법의 적용이 중요하다.

본 연구사업의 최종목표는 우리 나라 남해, 동해, 서해 연안에서 행하여지고 있는 허가건수 총 36,232건(복합어업포함의 경우 총 79,769건)의 자망, 통발어업을 대상으로 해역별 대상어종별로 어구어법 및 조업시스템 등과 같은 어업 전반의 실태를 조사·분석하여 목적어 및 부수어획 어종 간의 혼획 실태, 치자어 남획요인 및 그 정도, 어획노력량의 적정성 여부에 대한 기초자료를 확보하고, 해역별 대상어종별로 어획기구상의 대표어구를 표출, 상정하여 이들에 대한 어구별 어획선택성을 시험하여 자원관리를 전제로 한 대상어종별 어구별 적정 망목 크기 및 적정 통발입구크기, 적정 어구규모를 규명하고, 이들 자료를 근거로 자망, 통발의 대상어종별 자원관리형 어구를 제시하고 시험조업 등을 통하여 개량형 어구를 개발, 보급할 목적으로 수행하였다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

본 연구는 해역별 자망, 통발어업의 자원관리형 어구어법의 도출 및 보급형의 개발로 설정하고, 연구내용 및 범위는 해역별 대상어종별 어획기구상의 대표어구에 대한 어획선택성 시험을 행하여 어획물의 종조성, 체장조성, 혼획율을 조사하고 망목선택성을 분석하여 자원관리형 어구어법을 도출하고 보급형을 개발하는 것으로 하였다.

1. 동해구 자원관리형 자망, 통발 어구어법 기술개발

가. 대게 자망 어업

동해 특산인 대게는 주로 자망으로 어획되고 있으며, 자원의 보호를 위하여 수산자원보호령으로 암컷과 체장(최대갑장) 9cm 이하인 수컷의 포획을 금지하고 있다. 본 연구에서는 포획이 금지된 대게(암컷과 체장 9cm 이하인 수컷)의 혼획과 투기를 감소시킬 수 있는 자원관리형 어구어법 기술개발을 위하여 망목크기가 다른 대게 자망을 설계, 제작하여 해상시험을 수행하고 자망에 대한 대게의 망목 선택성과 투기후의 생존율 등을 조사, 분석하였다.

나. 대구 자망 및 삼중자망 어업

삼중자망의 사용은 수산자원보호령으로 동해 왕돌초 주변수역에 국한되어 있으나, 지금까지 삼중자망의 어획성능 등에 대한 과학적 연구 자료는 부족한 실정에 있다. 따라서 본 연구에서는 대구를 목표어종으로 하는 자망과 삼중자망을 설계, 제작하여 해상시험을 수행하고 망목선택성 및 타어종의 혼획 실태 등을 비교 분석하였다.

다. 새우·골뱅이 통발 어업

동해 연안에는 물렁가시붉은새우, 도화새우, 북쪽분홍새우 등의 새우류와 물레고둥, 세고리물레고둥, 명주매물고둥 등이 분포하고 있으며, 새우·골뱅이 통발을 사용하여 이들 어종을 포획하고 있다. 본 연구에서는 동해안에서 사용되고 있는 새우·골뱅이 통발의 망목선택성을 조사하기 위하여 망목 크기가 다른 새우·골뱅이 통발을 설계, 제작하여 해상시험을 수행하고 본 통발의 망목선택성 등을 분석하였다.

2. 서해구 자원관리형 자망, 통발 어구어법 기술개발

가. 어구의 보완 설계 및 제작

○ 민어 자망의 망목선택성 추정 결과 적정 망목으로 추정된 망목 142mm의 그물에 수중전개 망고를 고려하여 깊이방향의 망목수를 75코로 보완하여 설계·제작하였음.

- 꽃게 및 소라(피빨고둥) 통발어구의 해저 착지시 자세의 안정을 위하여 통발을 구성하는 원형 테두리의 윗판과 밑판에 각각 $\phi 9\text{mm}$ 의 철근 봉을 보완하여 통발을 제작하였음.

나. 망목선택성 및 투기어의 생존율 분석

- 병어 자망의 망목선택성을 조사하기 위하여 망목 120mm, 135mm, 148mm 및 155mm의 4 종류의 자망을 사용하여 시험 조업을 실시하였음.

- 꽃게 통발의 망목선택성 추정 자료를 보완하기 위하여 망목 35mm, 50mm 및 65mm의 3 종류의 통발을 사용하여 시험 조업을 계획하고 있음.

- 기타 통발의 어획 대상이 되는 꽃게, 피빨고둥(소라) 및 쥐노래미에 대한 투기어의 생존율을 조사하였음.

다. 자원관리형 어구어법 기술개발

- 민어 자망의 적정 망목으로 추정된 망목 142mm 그물의 수중전개망목이 조류 등의 움살이 생겨 줄어드는 것을 고려하여 망목을 160mm로 크게 하고, 깊이방향의 망목수를 68코로 구성하여 망목 142mm와 160mm 그물의 어획성능을 비교 검토하였음.

- 꽃게 및 소라(피빨고둥) 통발의 망목선택성 추정 결과 적정 망목으로 각각 추정된 50mm 및 40mm에 대하여 현용 어구에서 사용하고 있는 35mm 망목의 통발과 50mm 및 65mm 망목의 통발에 대한 어획성능을 비교 검토하였음.

- 꽃게 통발의 미끼에 대한 선택성을 분석하기 위하여 현재 어장에서 미끼로 사용되고 있는 고등어, 정어리 및 멸치의 3종류에 대한 유인효과의 비교와 미끼 종류별 유인효과의 지속시간을 분석하였음.

3. 남해구 자원관리형 자망, 통발 어구어법 기술개발

가. 가자미, 보리새우 자망의 시험조업 및 타 어종 혼획율 조사

- 시험 어구의 설계 및 제작

자망 및 3중자망에 대한 가자미 등의 망목 선택성, 어획 성능 및 타 어종의 혼획률 조사하기 위한 시험 어구를 설계, 제작함.

- 어획물 체장조성 및 타 어종 혼획 비율 조사

시험 어구(자망 및 3중자망)에서 어획된 가자미의 체장 조성, 타 어종의 혼획율을 조사하였으며, 본 자료는 어구의 어획 선택성 해석 및 가자미 자원의 지속적 유효이용을 위한 기초 자료로 활용됨.

- 자망 및 3중자망에 대한 가자미의 망목 선택성 조사

자망 및 3중자망에 대한 가자미의 망목 선택성 및 어획 성능은 현재 분석중에 있으며, 본 결

과는 가자미 자원의 지속적 유효이용을 위한 시책 자료로 활용됨.

나. 붕장어, 잡어 통발의 시험조업 및 타 어종 혼획율 조사

○ 시험 어구의 설계 및 제작

통발에 대한 붕장어 및 잡어의 망목 선택성을 조사하기 위하여 망목의 크기가 다른 시험 어구를 설계, 제작함.

○ 어획물 체장조성 및 타 어종 혼획 비율 조사

시험통발을 사용하여 시험조업을 행하여, 어획된 어종, 체장조성, 타 어종의 혼획 비율을 조사하였으며, 본 자료는 붕장어 및 잡어 통발의 망목 선택성 해석 및 자원의 지속적 유효이용을 위한 기초 자료로 활용됨

○ 통발에 대한 붕장어의 망목 선택성 조사

통발의 망목 선택성 및 어획 성능은 현재 분석 중에 있으며, 본 결과는 붕장어 및 잡어의 지속적 유효이용을 위한 시책 자료로 활용됨

○ 붕장어 통발의 허그물 구조에 따른 어종 및 어획 선택성 조사

잡어통발의 허그물의 구조를 조정함으로써 잡어통발 조업시 목표어종인 붕장어를 제외한 타어종의 혼획방지효과가 확인됨.

다. 자원관리형 어구어법 기술개발

○ 붕장어 어획용 플라스틱 통발과 잡어통발(스프링)의 시험조업 결과 플라스틱 통발에서는 제한체장 35cm 이하의 붕장어가 상당량 어획되었고, 잡어통발은 망목의 크기가 20mm에서 제한체장이하의 붕장어 어획률이 감소하기 시작하여 24-25mm에서는 50%선택성을 보이고, 30mm에서는 붕장어의 어획이 급감하고, 제한 망목 35mm에서는 붕장어 어획이 전무하였고, 붕장어에 대한 잡어통발의 적정망목은 50% 선택점을 이용하여 최소성숙체장 500mm(국립수산진흥원, 2000)를 대입하여 추정하였는데, 그 결과 적정망목은 약 34.0mm로 나타났으며, 수산자원보호령상의 붕장어의 체포금지체장 350mm에 대한 50% 선택점을 이용한 적정망목은 약 24mm이었음.

○ 잡어통발의 허그물의 구조를 조정함으로써 잡어통발 조업시 목표어종인 붕장어를 제외한 타어종의 혼획방지효과가 확인됨.

○ 가자미 자망 및 삼중자망

물가자미의 적정망목은 홑자망이 132mm이고, 삼중자망이 141mm로 나타나서 삼중자망이 홑자망보다 9mm 크고, 이때 50% 어획률을 가지는 체장범위는 홑자망이 265~398mm, 삼중자망이 265~474이며, 50% 선택구간이 삼중자망이 홑자망에 비하여 1.5배 넓게 나타나서 선택성이 떨어지는 경향을 보이고, 어종선택성을 고려하면 삼중자망이 홑자망에 비하여 약 1.5~2.0배의 어획강도를 가진다고 볼 수 있음.

○ 보리새우 자망 및 통발

기존 보리새우의 어획은 불법어구인 삼중자망에 의하여 이루어지는 관계로 합법적인 통발어구어법의 개발을 위하여 해상실험을 하였으나 어획이 극히 부진하였고, 보리새우의 생태 및 행동특성을 파악하기 위한 수조실험을 실시한 결과 보리새우는 야행성이며, 조심성이 매우 커서 작은 소음이나 진동에도 놀라서 뒤쪽으로 뛰어올라 도피하는 행동특성을 가지며, 시험어구의 입롱부가 저면에 위치하고 반달모양으로 보다 크게 하여야 할 것으로 파악되었음.

IV. 연구개발결과

1. 동해구 자원관리형 자망, 통발 어구어법 기술개발

가. 자망에 대한 대게의 망목 선택성

망목 크기가 각각 180, 210, 240, 270, 300mm인 대게 자망 어구를 설계, 제작하여 시험조업을 행하고, 망목 크기별 어획된 어류의 종류, 체장조성 등을 조사하였다.

시험조업 결과, 대게 자망에 혼획되는 타 어종은 고무걱정이, 대구, 명주매물고등, 물레고등, 기름가자미, 장치(벌레문치) 등이었으며, 이들 어종의 혼획 비율은 약 3%로서 매우 낮은 수준을 나타내었다. 또한, 어획된 대게 중에서 포획이 금지된 암컷과 체장(최대갑장) 9cm 이하인 수컷의 비율은 망목이 작을 경우에는 매우 높으나, 망목 크기가 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었다. 이와 같은 결과는 대게 자망의 망목 크기 조정을 통하여 포획이 금지된 암컷 및 소형 수컷(체장 9cm 이하인 수컷)의 혼획 비율을 감소시킬 수 있다는 것을 나타낸다.

자망에 대한 대게의 망목선택성은 Kitahara 방법(Kitahara, 1968)을 사용하여 해석하였다. 대게 수컷의 망목선택성 곡선으로부터 선택률 0.5, 0.4, 0.3, 0.2, 0.1을 나타내는 상대체장(최대갑장/망목(RL/m))의 값은 각각 0.356, 0.334, 0.31, 0.281, 0.241을 나타내었다. 이것으로부터 포획이 허용된 체장(최대갑장) 9cm인 대게 수컷이 50%, 40%, 30%, 20%, 10% 어획되는 망목 크기는 각각 253, 270, 290, 320, 373mm 이라는 것을 알 수 있다.

나. 대구 자망 및 삼중자망의 어획특성 비교

자망과 삼중자망의 어획특성을 비교분석하기 위하여 망목크기(삼중자망의 경우, 내망)가 각각 83, 89, 104, 119mm인 자망과 삼중자망을 설계, 제작하고 대구를 목표 어종으로 하여 시험조업을 수행하였다.

시험조업 결과, 어획물의 종류는 목표 어종인 대구와 기타 어종(고무걱정이(지방명 통수), 기름가자미, 황볼락, 용가자미, 물레고등, 명주매물고등, 공각지고등, 굵은띠매물고등, 대구횃대, 꼼치, 임연수어, 방어, 도루묵, 문어 등)이었다. 또한, 동해 연안에서 대구를 대상으로 하는 자망

또는 삼중자망의 망목으로 많이 사용되는 망목크기 89mm 및 104mm의 경우, 삼중자망의 전체 어획미수는 자망에 비하여 1.64~1.93배 많고, 기타어종의 어획 비율은 삼중자망이 66~68%, 자망이 51~59%이었다. 자망과 삼중자망의 대구에 대한 망목선택성 곡선으로부터 50%선택범위를 비교하면 삼중자망이 자망에 비하여 1.8배 넓게 나타났다. 이와 같은 결과로부터 대구 삼중자망은 자망에 비하여 어획성능 및 기타 어종의 혼획 비율이 높고, 체장이 작은 개체에서부터 큰 개체까지 어획한다는 것을 알 수 있다.

다. 새우·골뱅이 통발의 망목선택성

동해 연안에서 사용되고 있는 새우·골뱅이 통발의 대상 어종 및 망목선택성을 조사하기 위하여 망목 크기가 각각 17, 25, 35, 40, 48mm인 새우·골뱅이 통발을 사용하여 시험조업을 수행하고 그 결과를 분석하였다. 새우·골뱅이 통발에 어획되는 주요 어종은 물렁가시붉은새우, 물레고둥, 세고리물레고둥, 명주매물고둥이었으며, 비목표 어종으로 대게가 혼획되고 있었다. 본 통발에 대한 주요 어종에 대한 망목선택성을 SELECT 방법(Millar and Walsh, 1992)을 사용하여 분석한 결과, 물렁가시붉은새우, 물레고둥, 세고리물레고둥의 50%선택률을 나타내는 상대체장(두흉갑장(각고)/망목)은 각각 0.673, 1.227, 1.385를 나타내었다.

2. 서해구 자원관리형 자망, 통발 어구어법 기술개발

가. 어구의 보완 설계 및 제작

○ 민어 자망을 망목선택성 추정 결과 추정된 적정 망목 142mm의 그물을 깊이방향의 망목수를 50코에서 75코로 변경하고, 부력과 침강력을 조정하여 보완한 민어 자망에 대하여 어구 설계 및 해석 시스템(MPSL, Korea)에 의한 시뮬레이션 결과 수중전개 망고가 망목수 50코일 때 2.0m에서 망목수 75코일 때는 약 4.6m로 높아져 민어 자망의 소해 면적이 약 2.3배 정도 향상될 것으로 평가되나, 망목 142mm의 자망은 조업시 조류 등의 영향으로 수중전개 망목이 크게 줄어들게 되어 40~90cm의 소형 민어만 어획되었음.

○ 통발을 구성하는 원형 테두리의 윗판과 밑판에 각각 $\phi 9$ mm의 철근 봉을 보완한 통발에 대하여 회류수조에서 유속 1.2m/s로 시험한 결과 해저에 착지하였을 때 일반 통발(수중중량 2.6Kg)에 비해 철근 봉을 보완한 통발(수중중량 3.2Kg)이 약 30% 정도 덜 압류되는 것으로 나타나 통발의 안정감이 다소 향상되었음.

나. 망목선택성 및 투기어의 생존율 분석

○ 병어 자망의 망목선택성을 조사하기 위하여 망목 120mm, 135mm, 148mm 및 155mm의 4 종류의 자망을 사용하여 시험 조업을 실시하였음.

- 꽃게 통발의 망목선택성 추정 자료를 보완하기 위하여 망목 35mm, 50mm 및 65mm의 3 종류의 통발을 사용하여 시험 조업을 계획하고 있음.
- 기타 통발의 어획 대상이 되는 꽃게, 피뿔고둥(소라) 및 쥐노래미에 대한 투기어의 생존율을 조사하였음.

다. 자원관리형 어구어법 기술개발

- 민어 자망의 적정 망목으로 추정된 망목 142mm 그물의 수중전개망목이 조류 등의 움살이 생겨 줄어드는 것을 고려하여 망목을 160mm로 크게 하고, 깊이방향의 망목수를 68코로 구성하여 망목 142mm와 160mm 그물의 어획성능을 비교 검토하였음.
- 꽃게 및 소라(피뿔고둥) 통발의 망목선택성 추정 결과 적정 망목으로 각각 추정된 50mm 및 40mm에 대하여 현용 어구에서 사용하고 있는 35mm 망목의 통발과 50mm 및 65mm 망목의 통발에 대한 어획성능을 비교 검토하였음.
- 꽃게 통발의 미끼에 대한 선택성을 분석하기 위하여 현재 어장에서 미끼로 사용되고 있는 고등어, 정어리 및 멸치의 3종류에 대한 유인효과의 비교와 미끼 종류별 유인효과의 지속시간을 분석하였음.

3. 남해구 자원관리형 자망, 통발 어구어법 기술개발

가. 가자미, 보리새우 자망의 시험조업 및 타 어종 혼획율 조사

- 시험 어구의 설계 및 제작
자망 및 3중자망에 대한 가자미 등의 망목 선택성, 어획 성능 및 타 어종의 혼획률 조사하기 위한 시험 어구를 설계, 제작함.
- 어획물 체장조성 및 타 어종 혼획 비율 조사
시험 어구(자망 및 3중자망)에서 어획된 가자미의 체장 조성, 타 어종의 혼획율을 조사하였으며, 본 자료는 어구의 어획 선택성 해석 및 가자미 자원의 지속적 유효이용을 위한 기초 자료로 활용됨.
- 자망 및 3중자망에 대한 가자미의 망목 선택성 조사
자망 및 3중자망에 대한 가자미의 망목 선택성 및 어획 성능은 현재 분석중에 있으며, 본 결과는 가자미 자원의 지속적 유효이용을 위한 시책 자료로 활용됨.

나. 붕장어, 잡어 통발의 시험조업 및 타 어종 혼획율 조사

- 시험 어구의 설계 및 제작
통발에 대한 붕장어 및 잡어의 망목 선택성을 조사하기 위하여 망목의 크기가 다른 시험 어

구를 설계, 제작함.

- 어획물 체장조성 및 타 어종 혼획 비율 조사

시험통발을 사용하여 시험조업을 행하여, 어획된 어종, 체장조성, 타 어종의 혼획 비율을 조사하였으며, 본 자료는 붕장어 및 잡어 통발의 망목 선택성 해석 및 자원의 지속적 유효이용을 위한 기초 자료로 활용됨

- 통발에 대한 붕장어의 망목 선택성 조사

통발의 망목 선택성 및 어획 성능은 현재 분석 중에 있으며, 본 결과는 붕장어 및 잡어의 지속적 유효이용을 위한 시책 자료로 활용됨

- 붕장어 통발의 허그물 구조에 따른 어종 및 어획 선택성 조사

잡어통발의 허그물의 구조를 조정함으로써 잡어통발 조업시 목표어종인 붕장어를 제외한 타 어종의 혼획방지효과가 확인됨.

다. 자원관리형 어구어법 기술개발

- 붕장어 어획용 플라스틱 통발과 잡어통발(스프링)의 시험조업 결과 플라스틱 통발에서는 제한체장 35cm 이하의 붕장어가 상당량 어획되었고, 잡어통발은 망목의 크기가 20mm에서 제한체장이하의 붕장어 어획률이 감소하기 시작하여 24-25mm에서는 50%선택성을 보이고, 30mm에서는 붕장어의 어획이 급감하고, 제한 망목 35mm에서는 붕장어 어획이 전무하였다.

- 붕장어에 대한 잡어통발의 적정망목은 50% 선택점을 이용하여 최소성숙체장 500mm(국립수산진흥원, 2000)를 대입하여 추정하였는데, 그 결과 적정망목은 약 34.0mm로 나타났으며, 수산자원보호령상의 붕장어의 체포금지체장 350mm에 대한 50% 선택점을 이용한 적정망목은 약 24mm이었음.

- 잡어통발의 허그물의 구조를 조정함으로써 잡어통발 조업시 목표어종인 붕장어를 제외한 타어종의 혼획방지효과가 확인됨.

- 가자미 자망 및 삼중자망

물가자미의 적정망목은 홀자망이 132mm이고, 삼중자망이 141mm로 나타나서 삼중자망이 홀자망보다 9mm 크고, 이때 50% 어획률을 가지는 체장범위는 홀자망이 265~398mm, 삼중자망이 265~474이며, 50% 선택구간이 삼중자망이 홀자망에 비하여 1.5배 넓게 나타나서 선택성이 떨어지는 경향을 보이고, 어종선택성을 고려하면 삼중자망이 홀자망에 비하여 약 1.5~2.0배의 어획강도를 가진다고 볼 수 있음.

- 보리새우 자망 및 통발

기존 보리새우의 어획은 불법어구인 삼중자망에 의하여 이루어지는 관계로 합법적인 통발어구어법의 개발을 위하여 해상실험을 하였으나 어획이 극히 부진하였고, 보리새우의 생태 및 행동특성을 파악하기 위한 수조실험을 실시한 결과 보리새우는 야행성이며, 조심성이 매우 커서 작은 소음이나 진동에도 놀라서 뒤쪽으로 뛰어올라 도피하는 행동특성을 가지며, 시험어구의

입롱부가 저면에 위치하고 반달모양으로 보다 크게 하여야 할 것으로 파악되었음.

V. 연구개발결과의 활용계획

어업의 혼획량을 추정한 FAO보고서(Alverson et al. 1994)에 의하면 전세계 어획량(약 1억 2,500만톤)의 25%가 법률적·경제적 이유로 투기되고 있다는 결과를 제시하고 있다. 비목표 어종이 다량 혼획될 경우, 선상 선별작업에 많은 시간과 노동력이 소요되며, 이들 어류들이 바다로 투기된 이후에 생존할 확률이 적으므로 자원의 유효이용 측면에서 혼획과 투기를 감소시키는 것은 필요하다. 이를 위해서는 어구의 망목선택성을 활용하여 유치어 또는 비목표어종이 어획되기 전에 탈출할 수 있도록 하는 선택적 어구어법 기술의 개발이 매우 중요하다.

본 연구에서는 먼저 포획이 금지된 대게 암컷과 체장 9cm 이하인 수컷의 혼획을 감소시킬 목적으로 자망에 대한 대게의 망목선택성을 해석하고, 자망의 망목 크기의 조정을 통하여 법률적 이유로 투기되는 암컷과 체장 9cm 이하인 수컷의 혼획을 감소시킬 수 있다는 결과를 제시하였다. 또한, 자망과 삼중자망의 어획특성에 관한 연구를 수행하고, 삼중자망의 어획성능 및 타 어종 어획비율이 자망에 비하여 높다는 결과를 제시하였다. 그리고 새우·골뱅이 통발의 대상 어종과 이들 어종의 망목선택성을 제시하였다. 본 연구를 통하여 얻어진 이들 결과들은 금후, 동해안 어업자원의 지속적 유효이용 및 관리를 위한 정책 자료로 활용될 것이며, 수산자원 보호령의 개정 등에 활용될 것으로 기대된다.

민어 자망의 망목선택성 추정 결과는 민어 자망 선주협회 등을 방문하여 선주들에게 민어 자망의 적정 망목의 기준을 제시할 것으로 판단되며, 가자미 자망의 망목선택성 추정 결과는 자망협회 홍보자료, 어민 재교육자료, 대학 및 대학원 교육자료로 활용할 예정이며, 붕장어 그물 통발의 혀그물 구조에 따른 어종 및 어획선택성 추정 결과는 연안통발협회에 관련 자료를 홍보하여 정책반영 시 건의토록 할 예정이다.

SUMMARY

A series of experiments were carried out in waters off the east coast of Korea to lay out a scheme for management of valuable fisheries resources. The size selectivity of fishing gears and species composition were described using the catch data obtained from the fishing experiments.

The results are summarized as follows:

1. Gill nets for snow crabs with five different mesh sizes (180, 210, 240, 270, 300mm) were manufactured and tested in the field experiments, where other species were caught under 3% of the total catches.

The optimum relative length (max. carapace length/mesh size : RL/m) was 0.549 at the retention probability of 1. When the retention probability were shifted to 1.0, 0.5, 0.4, 0.3, 0.2 or 0.1, the relative length(max. carapace length/mesh size : RL/m) revealed its value as 0.356, 0.334, 0.31, 0.281 and 0.241, respectively.

Since the gill net with large mesh size can decrease discards of snow crabs (eg, female or smaller than 9 cm in max. carapace length), measurements need to be taken with regard to the mesh size.

2. Comparative fishing experiments were carried out using gill nets and trammel nets for cods with four different mesh sizes (83, 89, 104, 119 mm) in order to investigate the size selectivity and the catch species composition. The optimum relative lengths were 4.41 for the gill nets and 4.549 for the trammel nets. And the 50% selection range of the trammel nets reached 1.8 times of that of the gill nets. In the case of 89 mm and 104 mm, which are commonly used mesh sizes in the gill nets and trammel nets for cods, the total catches of the trammel nets were 1.64~1.93 times larger than those of the gill nets. With the non-target fishes considered, 66~68% of the total were bycaught in the trammel nets and 51~59% in the gill nets. In consequence, the trammel for cod net has showed the bigger fishing efficiency and the higher bycatch rate compared to the gill net. And a wide range of the body length was found in haul.

3. The catch species composition and mesh selectivity of costal trap were studied in the fishing experiments using the mesh sizes of 17, 25, 35, 40 and 48mm. While the main

target fishes were morotoge shrimp and whelk(Finely-striate buccinum and *Buccinum opisoplectum*), snow crabs were bycaught. The selectivity curves of each mesh size showed that traps of larger mesh size allowed more shrimp or whelk of small size to escape. The relative body lengths(carapace length(shell height)/mesh size), which accounted for the 50% retention probabilities of Morotoge Shrimp, Finely-striate buccinum and *Buccinum opisoplectum* were 0.673, 1.227 and 1.385, respectively.

CONTENTS

Chapter 1. Instruction	17
-1. Background	17
-2. Purpose	17
Chapter 2. Material and Method	19
-1. Improvement of Gill net and trap net fishing for the resource management in the East sea of Korea.	19
1. Test and design of fishing implements.	19
2. Estimated curve of net selectivity.	22
-2. Improvement of Gill neat and trap net fishing for the resource management in the Yellow sea of Korea.	23
1. Complement, design and production of fishing gear.	23
2. Analysis of net selectivity and survival rate of discard catches.	23
3. Improvement of fishing gear and method for the resource management.	24
-3. Improvement of Gill net and trap net fishing for the resource management in the Southern sea of Korea	24
1. Test operation of gill net of flatfish (<i>Eopsetta grigorjewi</i>) and prawn (<i>Penaeus japonicus</i>) and by-catch rate.	24
2. Test operation of trap net fishing of Conger eel (<i>Conger myriaster</i>) and by-catch rate.	25
3. Improvement of species and catch selectivity according to the type of flpper of Conger eel trap net fishing.	26
4. Improvement of technique of fishing gear and method for the resource management.	26
Chapter 3. Results and Consideration	28
-1. Improvement of gill net and trap net fishing for the resource	

management in the East sea of Korea.	28
1. Net selectivity of gill net for catching tanner crab (<i>Chionoecetes opilio</i>).	28
2. Characteristic of catching by trammel net and gill net pollack (<i>Gadus macrocephalus</i>).	35
3. Net selectivity of trap net fishing of shrimp and dall (<i>Neptunea constricta</i>).	38
-2. Improvement of gill net and trap net fishing for the resource management in the Yellow sea of Korea.	41
1. Investigation of actual condition for gill net and trap net fishing.	41
2. Complement , design and production of Gill net and trap net fishing.	42
3. Analysis of net selectivity and survival rate of discard catches.	46
4. Improvement of technique of fishing gear and method for the resource management.	49
-3. Improvement of gill net and trap net fishing for the resource management in the Southern sea of Korea.	53
1. Test operation of gill net of flatfish (<i>Eopsetta grigorjewi</i>) and prawn (<i>Penaeus japonicus</i>) and bycatch rate.	53
2. Test operation of trap net fishing of Conger eel (<i>Conger myriaster</i>) and bycatch rate.	65
3. Improvement of species and catch selectivity according to flapper spring of Conger eel (<i>Conger myriaster</i>) trap net fishing.	71
4. Bycatch and release rate of plastic Conger eel trap net according to soak time.	78
5. Improvement of alternate fishing gear and method for trammel net of prawn (<i>Penaeus japonicus</i>).	79
6. Improvement of technique of fishing gear and method for the resource management.	81
Chapter 4. Research result and plan for practical use	83
Chapter 5. Reference	85

목 차

제 1 장 서론	17
제 1 절 연구배경	17
제 2 절 연구목적	17
제 2 장 재료 및 방법	19
제 1 절 동해구 자원관리형 자망, 통발 어구어법 개발	19
1. 시험어구 설계 및 실험	19
2. 망목선택성 곡선 추정	22
제 2 절 서해구 자원관리형 자망, 통발 어구어법 개발	23
1. 어구의 보완 설계 및 제작	23
2. 망목선택성 및 투기어의 생존율 분석	23
3. 자원관리형 어구어법 기술개발	24
제 3 절 남해구 자원관리형 자망, 통발 어구어법 개발	24
1. 가자미, 보리새우 자망의 시험조업 및 타 어종 혼획율 조사	24
2. 붕장어, 잡어 통발의 시험조업 및 타 어종 혼획율 조사	25
3. 붕장어 통발의 허그물 구조에 따른 어종 및 어획선택성 조사	26
4. 자원관리형 어구어법 기술개발	26
제 3 장 결과 및 고찰	28
제 1 절 동해구 자원관리형 자망, 통발 어구어법 개발	28
1. 자망에 대한 대게의 망목 선택성	28
2. 대구 자망 및 삼중자망의 어획 특성	35
3. 새우·골뱅이 통발의 망목선택성	38
제 2 절 서해구 자원관리형 자망, 통발 어구어법 개발	41
1. 자망 및 통발어업의 실태조사	41
2. 자망 및 통발어구의 보완 설계 및 제작	42

3. 망목선택성 및 투기어의 생존율 분석	46
4. 자원관리형 어구어법 기술개발	49
제 3 절 남해구 자원관리형 자망, 통발 어구어법 개발	53
1. 가자미, 보리새우 자망의 시험조업 및 타 어종 혼획율 조사	53
2. 붕장어 통발 어업의 조업실태 및 혼획율 조사	65
3. 붕장어 스프링 그물통발의 허그물구조에 따른 어종 및 어획선택성	71
4. 침지시간에 따른 플라스틱 붕장어통발의 혼획률과 탈출률	78
5. 보리새우 삼중자망 대체 어구어법 개발	79
6. 자원관리형 어구어법 기술개발	81
제 4 장 연구결과 활용계획	83
제 5 장 참고문헌	85

제 1 장 서 론

제 1 절 연구배경

우리나라 연근해 어업은 1960년대 이후 계속 발전하는 추세를 보여 왔다. 연근해 어업의 생산량을 보면 1960년대 초에는 불과 40만 톤의 수준에 불과하였으나, 어선의 고성능화, 어장의 확대, 어로장비의 현대화 등으로 1970년대 초에는 100만 톤을 초과하였으며, 1990년대 초반에는 150만 톤을 기록하는 급속한 성장을 나타내었다. 또한, 국민 1인당의 수산물 소비량도 1970년에 17.3kg이었으나, 1990년에는 36.2kg, 2001년에는 42.9kg으로 증가하였다. 최근에는 어업활동으로 얻어진 수산 식품에 육상의 동식물에 거의 존재하지 않는 DHA, EPA 등의 특수한 불포화지방산이 포함되어 있고, 여타 생리활성물질들이 속속 발견되고 있어 수산식품의 중요성이나 기호도는 증가하는 추세에 있다.

그러나, 1990년 후반부터 연근해 어업 생산량은 주변 수역의 어업자원 감소 등의 영향 등으로 감소 추세를 나타내고 있다. 국제적으로는 UN해양법 협약이 발효(1994년 11월)됨에 따라 200해리 배타적 경제수역체제가 확립되었으며, 연안국은 자국 수역의 어업자원의 보존에 관한 책임을 지게 되었다. 따라서 안정적이고 지속적인 수산물 공급을 위한 어업자원의 보존 및 관리방안 강구가 중요한 과제로 대두되었다.

제 2 절 연구목적

연근해 수역에 서식하는 어업자원의 관리 및 지속적 유효이용을 위한 제도로써 생물자원의 자연 증가량 만큼 어획하는 총허용어획량(TAC) 제도의 도입, 어선의 크기 제한, 망목 크기의 규제, 포획체장의 제한, 금어기 설정 등의 방법이 있다. 기술적 측면에서는 어업에서 일어나는 비목표 어종의 혼획과 투기를 방지하기 위한 선택적 어구어법 기술개발과 그 적용이 중요하다.

본 연구사업의 최종목표는 우리 나라 남해, 동해, 서해 연안에서 행하여지고 있는 허가건수 총 36,232건(복합어업포함의 경우 총 79,769건)의 자망, 통발어업을 대상으로 해역별 대상어종별로 어구어법 및 조업시스템 등과 같은 어업 전반의 실태를 조사·분석하여 목적어 및 부수어획 어종 간의 혼획 실태, 치자어 남획요인 및 그 정도, 어획노력량의 적정성 여부에 대한 기초자료를 확보하고, 해역별 대상어종별로 어획기구상의 대표어구를 표출, 상정하여 이들에 대

한 어구별 어획선택성을 시험하여 자원관리를 전제로 한 대상어종별 어구별 적정 망목 크기 및 적정 통발입구크기, 적정 어구규모를 규명하자한다.

또한, 이들 자료를 근거로 자망, 통발의 대상어종별 자원관리형 어구를 제시하고 시험조업 등을 통하여 개량형 어구를 개발, 보급할 목적으로 수행하였다.

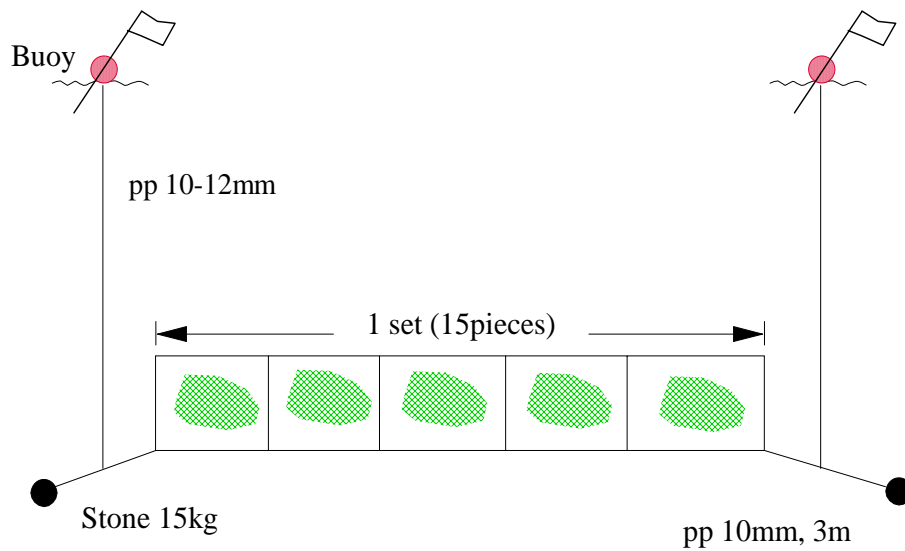
제 2 장 재료 및 방법

제 1 절 동해구 자원관리형 자망, 통발 어구어법 개발

1. 시험어구 설계 및 실험

가. 대게 자망

대게 어업의 현황 및 실태를 파악하기 위하여 문헌 조사와 병행하여 동해 연안의 자망 협회 등을 방문하여 자료를 수집하였다. 시험조업에 사용한 어구의 설계 및 제작은 조업실태 조사 결과에 기초하여 상업선에서 많이 사용하고 있는 240mm 전후의 망목크기를 선택하였다. 시험조업용 대게 자망의 망목 크기는 5종류로서 180mm(세로 20코, 경심4호(ϕ 0.331)), 210mm(세로 17코, 경심5호(ϕ 0.370)), 240mm (세로 15코, 경심6호(ϕ 0.405)), 270mm(세로 14코, 경심8호(ϕ 0.468)), 300mm(세로 11코, 경심8호(ϕ 0.468))를 사용하였고, 망지의 길이는 모두 200장대(300m)로 동일하게 제작하였다. 완성된 어구의 1폭 길이는 뜰줄 약 90m, 발줄 약 100m이며, 가로 성형율은 약 30%정도로 하였다. 어구의 뜰줄에는 실제 조업선과 동일하게 뜰을 부착하지 않았으며, 발줄에는 10모메(37.5g)의 낚을 39cm 간격으로 부착하였으며, 뜰줄에는 99cm 간격으로 망지를 부착하였다. 시험 어구의 1틀(조)은 20폭으로 구성하였으며 각 망목 크기별 4폭씩으로 하였다. 시험 선박은 죽변 자망협회 소속의 자망 어선 성광호(6.33톤)와 광용호(7.93톤)를 용선하여 사용하였다.



<그림 1> 대게 자망의 어구 부설 모식도

시험조업에서 얻어진 어획물은 망목 크기별로 나누어 어종별 체장조성을 조사하였다. 어획된 대게의 갑폭, 갑장 등을 디지털 캘리퍼스를 사용하여 0.1mm 단위로 측정하였으며, 전수조사를 행하였다. 망목 크기별 체장조성은 어구의 망목선택성 해석에 필요한 자료로 사용하였다.

<그림 2> 대게의 각부 측정 위치

CW : 갑폭(carapace width), *CL* : 갑장(carapace length (eye orbit)), *RL* : 최대갑장(maximum carapace length (rostral horn)), *Ch* : chela height, *Cw* : chela width

상업선에서 어획된 후 해상에 투기되는 암컷 및 소형 수컷(최대 갑장 9cm 이하인 수컷)의 생존율을 조사하기 위하여 해상에서 생존율을 조사하였다. 어획된 대게는 선상에서 양륙 가능한 개체(최대갑장 9cm 이상의 수컷)와 법률적 이유로 양륙 불가능한 개체(암컷, 최장갑장 9cm 이하인 수컷)로 선별된 후, 투기되는 암컷 및 수컷 대게를 붉은대게 통발 속에 넣어 닦으로 고정시키고, 시일 경과에 따른 생존율을 조사하였다. 해상에서 투기되는 대게의 생존율은 선별 작업 과정에서 입는 상처 또는 어획과정에서 경험하는 급격한 수온차이, 공기중 노출 등의 영향을 받을 수 있다. 본 연구에서는 대게의 서식 수온과 어획과정의 온도 차이를 조사하기 위하여 CTD를 사용하여 수온의 연직 분포를 측정하였다.

나. 대구 자망 및 삼중자망

대구 자망 및 삼중자망 어업의 현황 및 실태를 파악하기 위하여 동해 연안의 자망 협회 및 어선을 방문하여 자료를 수집하였다. 시험조업에 사용한 어구의 설계 및 제작은 조업실태 조사 결과에 기초하여 상업선에서 많이 사용하고 있는 90mm 및 105mm전후의 망목크기를 선택하였다. 시험 조업용 대구 자망 및 삼중자망 내망의 망목 크기는 4종류로서 각각 83mm(50코×140장대(210m), 경심3호(ø0.286)), 89mm(50코×140장대(210m), 경심3호(ø0.286)), 104mm(44코×144

장대(216m), 경심3호($\phi 0.286$)), 120mm(40코 \times 141장대(211m), 경심3호($\phi 0.286$))를 사용하였다. 시험조업에 사용한 삼중자망의 외망은 망목 크기 51cm(1.7자), 세로 코수 5.5코, 길이 100장대(150m)이며, 망지 재료는 나일론 15합사를 사용하였다. 자망 어구의 1폭의 길이는 뜰줄 약 59장대(88.5m), 발줄 약 70장대(105m)이며, 높이 약 4m, 가로 성형율은 약 42%, 세로 성형율은 약 91%로 하였다. 삼중자망 어구의 1폭의 길이는 자망 어구와 동일하나, 높이는 약 2m로서 Slack을 약 200%로 하였으며 삼중자망 외망의 가로 및 세로 성형율은 각각 약 71%로 하였다. 각 어구의 뜰줄에는 뜰(길이 5.8cm, 외경 3.5cm, 내경 1cm)을 90cm 간격으로 98개 부착하고, 발줄에는 10모메(37.5g)의 낚을 36cm 간격으로 약 292개 부착하였다. 각 어구의 1틀(조)은 16폭으로서 각 망목 크기별 4폭씩으로 구성하였으며, 시험어선 1척당 자망 1틀(조)과 삼중자망 1틀(조)을 동시에 사용하였다. 시험어선은 죽변 자망협회 소속의 자망 어선 성광호(6.33톤)와 광용호(7.93톤) 용선하여 사용하였다. 시험조업에서 얻어진 어획물은 어구별 망목 크기에 따른 어종별 체장조성을 조사하였다. 어획물의 체장은 1mm 단위의 어체 측정판을 사용하여 측정하였으며, 전수조사를 행하였다. 망목 크기별 체장조성은 어구의 망목선택성 해석 자료로 사용하였다.

다. 새우·골뱅이 통발

새우·골뱅이 통발 어업의 현황 및 실태를 파악하기 위하여 동해 연안의 통발 어선을 방문하여 자료를 수집하였다. 현재 연안통발의 망목 크기는 수산자원보호령으로 35mm 이하의 망목(제6조 11항)은 사용하지 못하게 되어 있으나, 시험에는 5종류의 망목(17.1, 24.8, 35.3, 39.8, 48.3mm)을 사용하여 어구를 제작하였다. 새우·골뱅이 통발의 크기는 하면 직경 57cm, 높이 37cm, 입구 직경 12cm(2곳), 무게 700g 이었으며, 시험조업은 경북 포항시 대보항 주변수역에서 통발어선 대해호(5.81톤)를 용선하여 수행하였다. 어획물은 통발의 망목 크기별로 분류하여 고동류는 각고(Shell height), 새우류는 갑장(Carapace length)을 디지털 캘리퍼스를 사용하여 0.1mm 단위로 측정하였으며, 전수 조사를 행하였다.

시험조업에서 얻어진 망목 크기별 어종별 체장조성은 어구의 망목선택성 곡선의 추정 자료로 사용하였다.

2. 망목선택성 곡선 추정

본 연구에서는 시험조업에서 얻어진 어획 데이터를 사용하여 어구별 망목선택성 곡선을 추정하였다. 자망 또는 삼중자망의 망목선택성 곡선은 비교적 계산이 간단한 Kitahara 방법(Kitahara, 1968)을 사용하여 해석하였고, 통발의 경우에는 SELECT 모델(Millar and Walsh, 1992 ; Jeong et al., 2000)을 적용하여 추정하였다.

본 연구에서 사용한 자망(또는 삼중자망) 및 통발의 망목선택성 곡선은 각각 이하의 함수로 나타내었다. 수식의 R 은 상대체장(체장/망목)을 나타내고, m 은 망목크기, RL 은 대계의 최대갑장, a 및 b 는 계수를 나타낸다.

Gill net or trammel net

$$: S(R) = S(RL/m) = \exp((a_3R^3 - a_2R^2 + a_1R - a_0) - F_{\max})$$

Trap

$$: S(R) = \exp(a + bR) / [1 + \exp(a + bR)]$$

제 2 절 서해구 자원관리형 자망, 통발 어구어법 개발

1. 어구의 보완 설계 및 제작

○ 민어 자망의 망목선택성 추정 결과 적정 망목으로 추정된 망목 142mm의 깊이방향의 망목수를 75코로 하여 1조는 12폭으로 구성하여 2조를 시험어구로 제작하였음.

○ 현장 조사 결과 꽃게 및 소라(피빨고둥) 통발어구의 해저 착지시 조류 등의 영향으로 통발이 해저에서 움직이게 되면 대상 어종이 통발로 들어갈 때 방해받기 쉬우므로, 해저 착지시 자세의 안정을 도모하기 위하여 통발을 구성하는 원형 테두리의 윗판과 밑판에 각각 $\phi 9\text{mm}$ 의 철근봉을 보완하여 통발을 제작하였음.

2. 망목선택성 및 투기어의 생존율 분석

○ 병어 자망의 망목선택성을 조사하기 위하여 전남 목포 선적 자망어선 명선호(4.99톤)를 용선하여 2004년 6월 23일부터 6월 30일까지 망목 120mm, 135mm, 148mm 및 155mm의 4종류의 그물을 사용하여 시험 조업을 실시하였음.

○ 꽃게 통발의 망목선택성 추정을 위한 어획 자료를 보완하기 위하여 충남 대천 선적의 통발어선 봉진호(7.93톤)를 용선하여 2004년 6월 16일부터 6월 20일까지 망목 35mm, 50mm 및 65mm의 3종류의 통발을 사용하여 시험 조업을 실시하였음.

○ 통발에 대한 투기어의 생존율을 분석하기 위하여 시험조업에서 어획된 꽃게, 소라(피빨고둥) 및 쥐노래미를 수거하여 충남 보령군 소재 서해수산연구소 종묘배양장의 사육수조(ϕ

2,155×700Hmm)에서 2004년 6월 16일부터 6월 25일까지 각 어종별로 3일간씩의 생존율을 조사 하였음.

3. 자원관리형 어구어법 기술개발

○ 민어 자망의 망목선택성 추정 결과 적정 망목으로 추정된 142mm 망목의 자망은 조업 현장에서 조류 등의 영향으로 소형어만 어획되게 되므로, 어획효율, 어장의 특성, 조업의 효율성 및 제망(製網)의 편의성 등을 고려하여 망목을 160mm로 하고, 어구규모도 조정하여, 시험 어구 2조(12폭/1조)를 제작하여 2004년 8월 14일부터 8월 22일까지 시험조업을 실시하였음.

○ 꽃게 및 소라(피빨고둥) 통발의 적정망목으로 각각 추정된 50mm 및 40mm에 대하여 현용 어구의 망목 35mm인 통발과 50mm 및 65mm 망목의 통발에 대한 어획성능 평가와 혼획비율과 체장조성을 규명하기 위한 시험조업을 2004년 6월 16일부터 6월 20일까지 시험 조업을 실시하였음.

○ 꽃게 통발의 미끼에 대한 선택성을 분석하기 위하여 2004년 7월 30일부터 8월 20일까지 충남 보령군 소재 서해수산연구소 종묘배양장의 대형 원형수조(φ64,000×10,600Hmm)에서 수심을 90cm로 유지하여 현재 어장에서 미끼로 사용되고 있는 고등어, 정어리 및 멸치의 3종류의 각각의 미끼에 대하여 꽃게 30마리를 투입한 후 각각 9시간 동안 매시간별 입롱행동을 각각 10회씩 수중 감시 시스템을 이용하여 녹화한 후 분석하여 미끼의 유인효과의 지속시간을 조사하고, 수조에 3종류의 미끼를 각각 3개의 통발에 넣어 꽃게의 미끼 선택성을 조사하였음.

제 3 절 남해구 자원관리형 자망, 통발 어구어법 개발

1. 가자미, 보리새우 자망의 시험조업 및 타 어종 혼획율 조사

가. 가자미·보리새우 자망 어업의 실태 조사

- 1) 가자미·보리새우 자망 어업자에 대한 청취조사를 수행함
- 2) 제망회사에 대한 현장조사를 수행함
- 3) 조업 어선에 승선하여 조업실태 및 혼획율에 대한 현장조사를 수행함

나. 시험조업 어구의 설계 및 제작

실태조사에 근거하여 자망 및 3중자망에 대한 가자미 등의 망목 선택성, 어획 성능 및 타 어

종의 혼획 비율을 조사하기 위한 망목의 크기를 3가지로 하여 6종의 시험 어구와 보리새우 3중자망의 시험어구를 설계, 제작함.

다. 타 어종의 혼획율 조사

현장조사와 시험조업을 실시하여 어획된 어류의 종조성 및 혼획율을 조사함

라. 해상 시험 조업 수행 및 어획물 체장조성 조사

- 1) 거제 창성수산 소속의 정치망 관리선과 능포항 선적의 자망어선을 시험어선으로 하여 2003년부터 현재까지 주기적으로 현장조사 및 시험조업을 실시하고 있음
- 2) 1회 조업에 사용할 시험 어구는 3종류의 홑자망과 3종류의 3중자망 및 1종류의 보리새우 3중자망 각 5폭씩 총 35폭을 1조로 구성하여 3조의 어구를 교대로 시험조업을 실시함
- 3) 망목 크기별로 포획된 어획물의 종류 및 체장, 체중 등을 측정함
- 4) Kitahara 방법으로 가자미 등에 대한 자망의 망목 선택성을 분석함

2. 붕장어, 잡어 통발의 시험조업 및 타 어종 혼획율 조사

가. 붕장어, 잡어 통발 어업의 실태조사

- 1) 붕장어, 잡어 통발 어업자에 대한 청취조사를 수행함
- 2) 통발 제작회사를 방문하여 현장조사를 수행함
- 3) 실제 조업 어선에 승선하여 조업실태 및 혼획율에 대한 현장조사를 수행함

나. 시험조업 어구의 설계 및 제작

실태조사에 근거하여 붕장어 통발은 망목의 크기가 다른 4종의 스프링통발(잡어통발)과 1종의 플라스틱통발(붕장어통발)을 설계·제작하였고, 또한 보리새우 3중자망을 대체하기 위한 4종의 새우통발을 설계·제작하였음

다. 타 어종의 혼획율 및 투기량 조사

현장 조사 및 시험조업으로부터 수집된 어획물의 종조성 및 혼획율을 조사함

라. 해상 시험조업 수행 및 어획물 체장조성 조사

- 1) 거제 창성수산 소속의 정치망 관리선과 능포항 선적의 통발어선을 시험어선으로 하여 2003년부터 현재까지 주기적으로 현장조사 및 시험조업을 실시하고 있음
- 2) 1회 조업에서 붕장어통발은 잡어통발 4종과 플라스틱통발 1종을 각 50개씩 총 250개를 1조로 구성하였으며, 새우통발은 4종에 대하여 각 15개씩 총 60개를 1조로 구성하였음

- 3) 망목 크기별로 포획된 어획물의 종류 및 체장, 체중 등을 측정함
- 4) Kitahara 방법으로 통발의 망목 선택성을 분석함

3. 붕장어 통발의 허그물 구조에 따른 어종 및 어획선택성 조사

가. 시험조업 어구의 설계 및 제작과 해상 시험조업 수행

시험어구는 남해안에서 어민들이 주로 사용하고 있는 일반 그물통발어구인 15mm 망목과 20mm 그리고 수산자원보호령상의 망목규정인 35mm, 각각 시험의 연속성을 위해 25mm, 30mm 망목의 통발을 제작하여 그 어획어종별 어획성능을 시험하였으며, 어획 어종의 변화를 조사하기 위하여 각 망목별로 통발의 허그물을 좌우로 뺀혀 형상을 납작하게 하여 비교 실험 하였음.

나. 해상 시험조업 수행 및 어획물 조사

- 1) 시험조업은 2004년 11월 4일에 좌사리도 연안에서, 5일에 소리도와 안도 사이에서 실시하였고, 투승은 일몰시 무렵에 양승은 일출시 무렵이며, 미끼는 각각 통발별로 정어리 2미를 사용하였음.
- 2) 어획물은 각각의 어구별로 분류하여 전수 조사를 행하였고, 어획물은 종류별로 분류한 후 어종에 따라 전장, 표준체장, 갑각류에 대해서는 갑장, 갑폭 등을 측정하였으며, 시험의 대상 어종인 붕장어에 대해서는 전장)과 체중 및 동주를 측정하였음.
- 3) 또한, 일반적으로 붕장어 어업에 보편적으로 사용되고 있는 플라스틱 통발을 대조어구로 하여 어획성능을 비교하였음.

4. 자원관리형 어구어법 기술개발

- 붕장어 어획용 플라스틱 통발과 잡어통발(스프링)의 시험조업을 통하여 적정망목을 제시하고, 어업의 문제점을 규명하여 효율적인 어업 및 자원 관리방안을 위한 기초자료에 대하여 분석함.
- 잡어통발의 허그물의 구조를 조정하여 잡어통발 조업시 목표어종인 붕장어를 제외한 타 어종의 혼획방지효과에 대해서 분석함.
- 가자미 자망 및 삼중자망
 - 가자미 자망 및 삼중자망에 대한 시험조업을 통하여 적정망목을 제시하고, 두 어구의 어종 및 체장의 선택성을 기초로 하여 두 어구의 어획강도를 비교함으로써 효율적이 어업관리 방안 에 대하여 분석중.
- 보리새우 자망 및 통발

보리새우의 효율적인 어획을 위한 어구어법을 도출하기 위하여 수조 및 해상에서 시험조업을 실시하여 어획기구에 대한 다각적인 검토 중에 있음.

제 3 장 결과 및 고찰

제 1 절 동해구 자원관리형 자망, 통발 어구어법 개발

1. 자망에 대한 대게의 망목 선택성

가.. 대게 어업의 현황 및 실태

대게(*Chionoecetes opilio*)는 한국 동해안, 일본의 서해안 및 태평양 연안, 북태평양의 베링해, 오호츠크해, 알래스카 연안, 북대서양 캐나다 연안, 그린란드 서해안 등에 분포하며, 고가로 판매되므로 어업인들의 중요한 소득원이 되고 있다. 서식 수심은 50~600m의 사니질 또는 니질의 해저에 분포하며, 어장 수온은 0~5℃이다. 우리나라의 대게라는 명칭은 영덕군 축산면 축산항 죽도(竹島)에서 처음 발견되어 한자로 죽해(竹蟹)라고 적은 것으로부터 유래한다는 이야기도 있고, 대게의 다리 모양이 대나무처럼 곧다고 하여 붙여졌다는 주장도 있다. 영어로는 Snow Crab이라고 하며, 일본어로는 Zuwai-gani라고 부른다.

동해 연안의 대게자망 어선 크기는 2~10톤이며, 항해장비는 레이더, 어탐기, 플로터(전자해도, 선박위치 파악), 무전기(27Mhz) 등을 사용한다. 대게 자망 어선의 주된 어로장비는 가이드롤러와 양망기(유압식이 많음)가 있고, 자망 어구의 투망은 선미에서 행하고 양망은 선수갑판에서 행한다. 양망시에는 선수의 가이드롤러를 선외로 내어 자망이 가이드롤러의 중앙부를 통과하도록 한 다음, 유압식 양망기에 뜰줄과 발줄을 수회 감아 양망한다.

현재, 수산자원보호령에 의하면 대게의 포획 금지 체장은 갑장 9cm 이하(제10조 12항)이고, 포획 금지 기간은 6월 1일부터 10월 31일(제9조 8항)까지이며, 대게 암컷은 자원보호를 위하여 연중 포획이 금지(제11조)되어 있다. 대게 통발의 경우, 망목 크기 150mm 이하의 사용이 금지(제6조 10항)되어 있으나, 연근해 대게 자망의 망목 제한에 관한 규제는 없는 실정이다. 따라서 연안 대게 자망의 경우에는 약 240mm 전후의 망목 크기를 사용하고 있으며, 근해 대게 자망의 경우에는 약 300mm 의 망목 크기를 사용하고 있다. 어업별 대게 어획량은 자망이 90% 이상을 차지하며, 통발 9%, 트롤 및 저인망 등에서 일부가 어획되고 있다(朴 등, 2003).

연안 대게 자망의 주된 어장은 경상북도 연안의 수심 150~400m 수역이며, 대부분의 어선들이 사용하는 어구 1폭은 200장대(300m)의 나일론 단일섬유(mono-filament) 망지를 길이 약 90m의 뜰줄에 부착하여 제작한다. 어구 1틀은 15~20폭(1,350~2,250m)으로 구성되고, 사용 어구의 수는 8~15틀(10,800~27,000m)이며, 1일 2틀을 양망하는 경우가 많고, 침지 시간은 7~30일 정도이다. 한 어기(11월 1일 - 익년 5월 31일) 동안의 연안어선 1척당 사용 어구 수는 약 1,000필 정도이며, 최근 대게 자원의 보호를 위하여 물게가 많이 어획되는 11월에는 조업을 자

제하는 자율관리형 어업을 실시하는 지역(울진군 등)도 있다.

나. 타 어종 혼획율 및 투기량

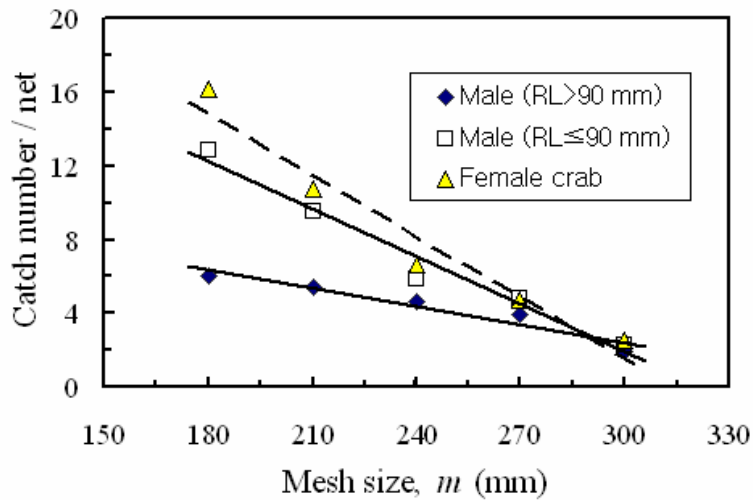
자망 어선 2척을 용선하여 시험조업을 행하고, 수심이 깊어 어획이 적었던 경우를 제외한 총 1회(망목 크기별 각각 44폭)의 망목 크기별 어획 미수를 <표 1>에 나타내었다. 어종별 어획 미수(<표 1>)를 보면, 대게 자망에 혼획되는 어종은 고무걱정이(지방명 통수), 대구, 명주매물고등, 물레고등, 기름가자미, 장치(벌레문치) 등이며, 이들 타 어종의 혼획율은 3%로서 매우 낮다는 것을 알 수 있다. 또한, 타 어종의 혼획 비율은 주로 망목이 작은 180mm 및 210mm에서 높고, 수산자원보호령으로 포획이 금지된 대게 암컷과 체장(본 연구에서는 최대갑장을 나타냄) 90mm 이하의 수컷은 망목이 클수록 어획 미수가 감소한다.

망목 크기별 단위 폭당의 대게 암컷, 최대갑장 90mm 이하의 수컷, 갑장 90mm 이상의 수컷 미수를 <그림3>에 나타내었다. <그림 3>로부터 망목이 커질수록 포획이 금지된 대게 암컷 및 갑장 90mm 이하의 수컷의 어획량은 급격히 감소하나, 최대갑장 90mm를 초과하는 수컷의 어획미수는 완만하게 감소한다.

<표 1> 시험 어구(각 망목별 44폭 사용)에서 어획된 어종별 어획미수

()의 숫자는 폭당 평균미수임

어 종		망목 크기별 어획 미수				
		180mm	210mm	240mm	270mm	300mm
대 게	대게 수컷 (갑장 90mm 초과)	265 (6.0)	239 (5.4)	202 (4.6)	171 (3.9)	83 (1.9)
	대게 수컷 (갑장 90mm 이하)	565 (12.8)	420 (9.5)	257 (5.8)	210 (4.8)	101 (2.3)
	대게 암컷	710 (16.1)	474 (10.8)	292 (6.6)	207 (4.7)	111 (2.5)
기 타 어 종	고무걱정이(통수)	23	6	2	1	4
	대 구	7	1	-	-	-
	명주매물고등	19	16	6	11	8
	물 레 고 등	6	11	-	1	4
	기름가자미	1	-	-	-	-
	벌레(문치장치)	-	1	3	-	-



<그림 3> 대게 자망의 망목 크기별 단위 폭당 어획미수
RL : 최대갑장

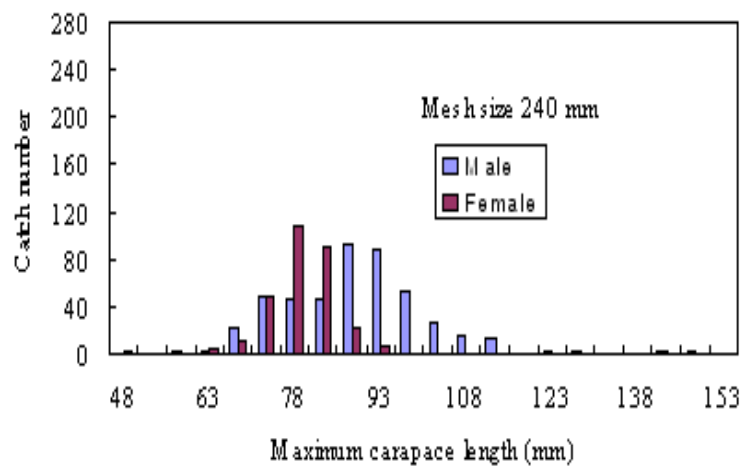
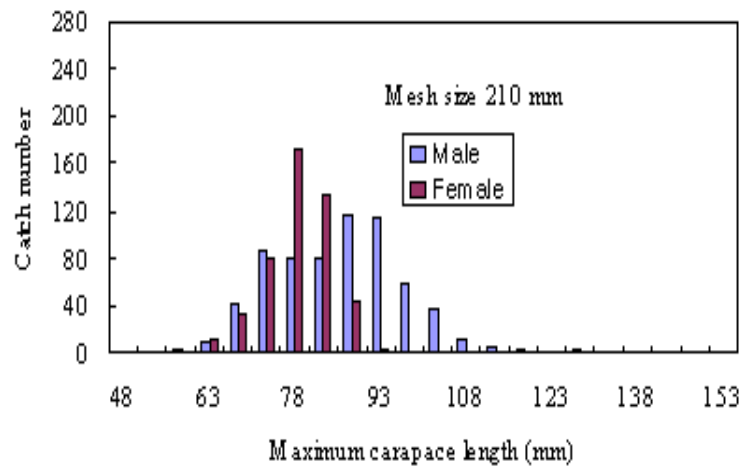
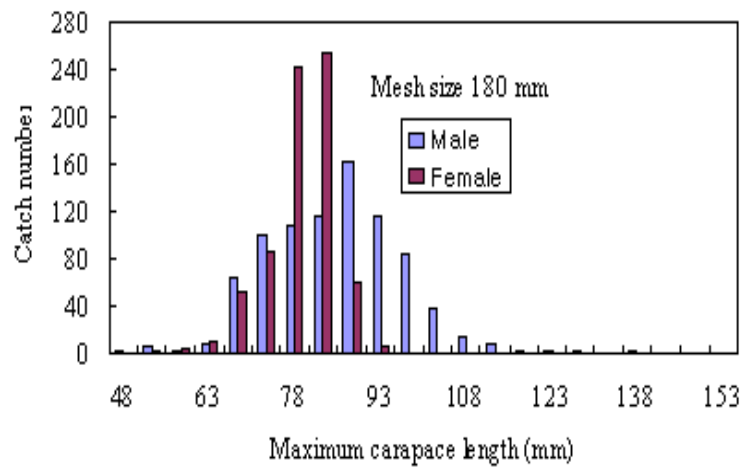
다. 자망에 대한 대게의 망목선택성

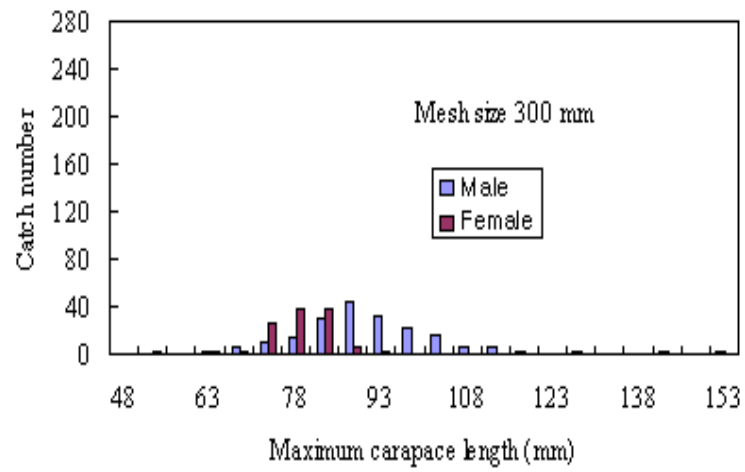
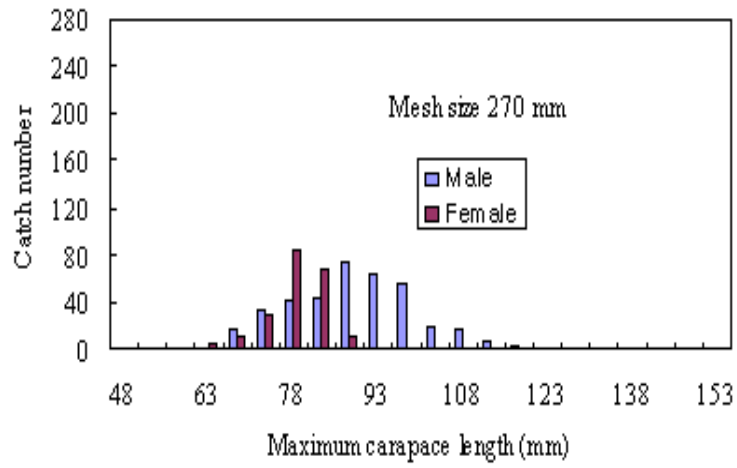
시험조업 결과로부터 얻어진 망목 크기별 대게 암컷 및 수컷의 최대갑장 조성을 <그림 4>에 나타내었다. 대게 암컷 및 수컷의 mode는 각각 최대갑장 78mm와 88mm에서 나타나며, 암컷의 최대갑장 범위는 50~95mm, 수컷의 최대갑장 범위는 50~150mm이다. 시험조업 결과로부터 얻어진 망목 크기별 체장 분포로부터 자망에 대한 대게 수컷 및 암컷의 망목 선택성을 Kitahara 방법(Kitahara, 1968)에 의하여 추정하였다(<그림 5>). 추정된 대게 수컷과 암컷의 망목선택성 곡선은 이하의 수식으로 나타내었다.

$$\text{Male : } S(R) = S(RL / m) = \exp((44.06 R^3 - 84.16 R^2 + 52.30 R - 5.46) - 5.17)$$

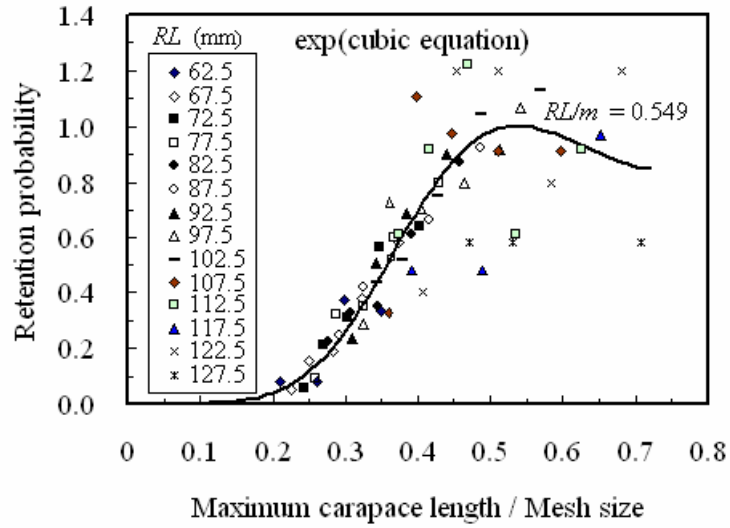
$$\text{Female : } S(R) = S(RL / m) = \exp((45.30 R^3 - 88.55 R^2 + 56.23 R - 5.74) - 5.93)$$

체장조성 결과로부터 암컷은 수컷에 비하여 개체 크기가 작고 대부분 최대갑장 90mm 이하이다. 따라서 수컷의 망목선택성을 어업에 적용하면, 포획이 금지된 최대갑장 90mm의 수컷이 50%, 40%, 30%, 20%, 10% 어획되는 망목의 크기는 각각 253mm, 270mm, 290mm, 320mm, 373mm가 된다는 것을 알 수있다.

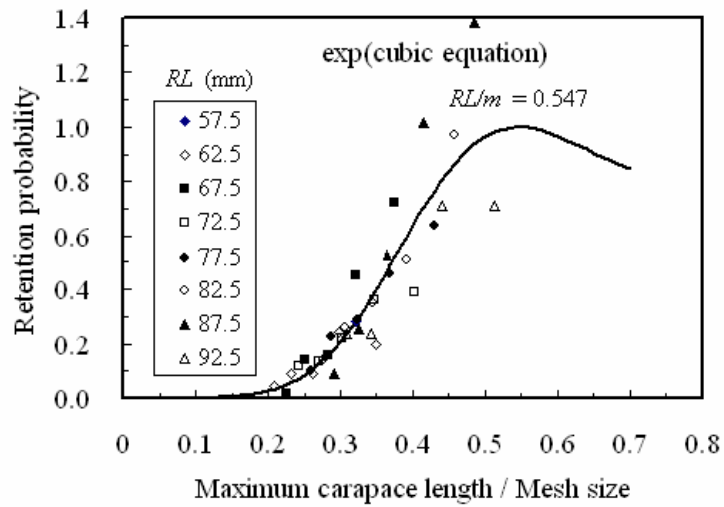




<그림 4> 시험조업으로부터 얻어진 대게의 망목크기별 체장조성



(a) 수컷 대게

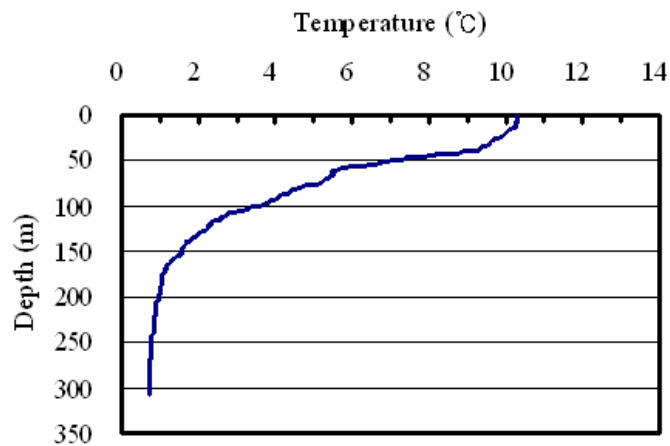


(b) 암컷 대게

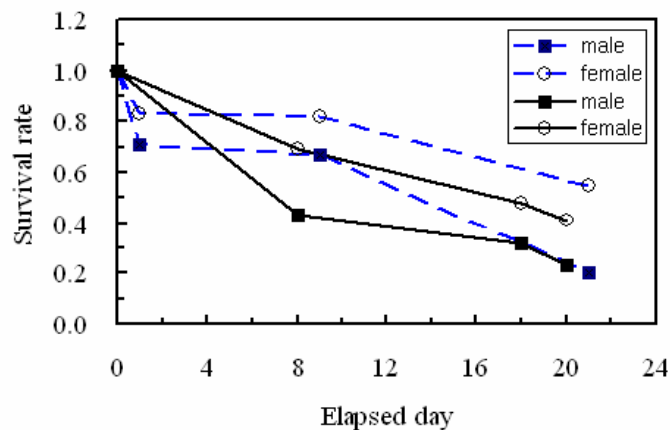
<그림 5> 자망에 대한 대게의 망목선택성 곡선

라. 투기되는 대게의 생존율

어획된 후, 선상에서 선별되어 해상에 투기되는 대게(암컷, 최대갑장 9cm 이하의 수컷)의 생존율 연구를 위하여 투기되는 대게를 붉은대게 통발에 넣어 시간 경과에 따른 생존율 변화를 조사하였다. 일반적으로 투기되는 대게는 어획과정에서 매우 큰 수온의 변화를 경험하며, 선별 과정에서 공기 중에 노출되고, 어망에서 분리되는 과정에서 상처를 입을 수 있으므로 생존율이 낮을 것으로 예상된다. 본 연구에서는 대게의 서식 수온과 어획과정의 온도 차이를 조사하기 위하여 CTD를 사용하여 수온의 연직 분포를 측정하였다. CTD를 사용하여 수온의 연직 분포를 측정한 결과에 의하면, 대게의 서식 수온은 0.5~4℃ 이며, 표층 수온은 10℃ 전후이므로 투기되는 대게는 6~10℃의 수온 차이를 경험하게 된다(<그림 6>). 2회에 걸친 실험결과에 의하면, 투기된 대게의 생존율은 시간 경과에 따라 감소하며, 20일이 경과하면 암컷의 생존율은 각각 41% 및 55%, 수컷의 생존율은 20% 및 23%를 나타내었다. 이와 같은 결과는 적어도 투기어의 45% 이상이 사망하며, 수컷의 생존율이 매우 낮다는 것을 알 수 있다.



<그림 6> 대게 어장의 수온 연직 분포



<그림 7> 시간 경과에 따른 투기된 대게의 생존율

2. 대구 자망 및 삼중자망의 어획 특성

가. 대구 자망 및 삼중자망 어업의 현황 및 실태

대구(*Gadus macrocephalus* Tilesius)는 동해, 남해 및 서해 등에 분포하며 특히, 동해에 서식하는 대구(성숙체장 60cm)는 자망 어업인들의 중요한 소득원이 되고 있다. 대구를 어획하는 자망 어선의 어로 장비는 대게 자망어선과 비슷하며, 경상북도 어업인들의 대부분은 대게 조업(11월부터 익년 5월까지)이 끝난 후에 대구를 포획한다. 현재, 수산자원보호령으로 대구는 자원의 보호를 위하여 체장 21cm 이하의 대구 포획은 금지(제10조)되어 있으며, 부산광역시, 울산광역시, 경상남도의 연안에서는 1월1일부터 1월31일까지 포획이 금지(제9조)되어 있다. 대구를 어획하는 자망어선의 주된 어장은 수심 80~200m의 암반(초)이 있는 수역이며, 수심 200m 이상에서도 대구의 어획이 가능하나, 트롤, 저인망 어선에 의한 어구 손실이 일어날 수 있으므로 깊은 수심에서 어획하는 것을 피하고 있다. 대구를 어획 대상으로 하는 삼중자망은 왕돌초 주변 수역에서 사용이 승인되어 있다. 대구 자망 및 3중자망의 망목(삼중자망은 내망) 크기는 9cm 또는 10.5cm이며, 지역에 따라 보다 작은 망목을 사용하기도 한다. 대구 삼중자망(왕돌초 수역에서 조업 허용됨)의 외망(나일론 15합, 세로 5.5코)의 망목크기는 45cm 또는 51cm이며, Slack은 지역에 따라 다소 차이는 있으나, 대부분 200%이다. 자망 또는 3중자망의 1폭 길이는 약 90m이며, 1틀(조)은 15폭으로 구성되고, 침지시간은 3~4일이다. 1일에 2틀(조)을 양망하며, 어선 1척이 사용하는 전체 어구의 수는 6틀(조) 전후이다.

나. 타 어종 혼획율 및 투기량

죽변 자망협회 소속의 자망 어선 2척을 용선하여 총 12회의 시험조업을 행하고, 어구별 망목 크기에 따른 어종별 어획 미수를 조사하였다. 각 선박별 사용 시험어구의 수는 자망 16폭(망목 크기별 4폭)과 삼중자망 16폭(내망의 망목크기별 4폭)이었으며, 상업선과 동일한 방법으로 조업을 행하였다. 시험 조업에서 얻어진 어구별 망목 크기별 어획 미수를 <표 2>에 나타내었다. <표2>로부터 대구를 어획대상으로 하는 자망 및 삼중자망에 혼획되는 어종은 고무꺼정어(지방명 통수), 기름가자미, 황볼락, 용가자미, 물레고둥, 명주매물고둥, 공작지고둥, 굽은띠매물고둥, 대구횃대, 꼼치, 임연수어, 방어, 도루묵, 문어 등임을 알 수 있다. 자망 및 삼중자망에는 비슷한 어종이 혼획되나, 대구 이외의 타 어종 혼획량은 자망에 비하여 삼중자망이 많은 경향을 나타낸다. 대구를 대상으로 하는 자망 또는 삼중자망의 망목으로 많이 사용되는 망목크기에 가까운 89mm 및 104mm의 경우, 삼중자망의 전체 어획미수는 자망에 비하여 1.64~1.93배 많고, 기타어종의 어획 비율은 삼중자망이 66~68%, 자망이 51~59%로 나타났다.

<표 2> 대구 자망 및 3중자망에 어획된 어종별 어획미수

어 종	자망 망목 크기별 어획미수				삼중자망 망목(내망) 크기별 어획미수			
	83mm	89mm	104mm	119mm	83mm	89mm	104mm	119mm
대 구	138	131	91	92	120	152	134	114
고무깍정어	15	26	50	62	40	66	83	61
기름가자미	55	44	34	14	115	126	84	33
황볼락	72	30	16	4	26	19	32	15
물레고둥	30	24	19	9	41	38	50	13
명주매물고둥	4	7	4	6	16	13	9	5
꽁깍지고둥	1	2	2	-	3	2	1	2
꿈 치	-	-	-	1	8	15	24	9
용가자미	1	-	1	1	3	1	-	1
굵은띠매물고둥	1	-	-	-	1	2	-	-
대구횃대	1	1	-	-	-	1	1	-
임연수어	8	4	-	-	3	5	-	-
도루묵	-	-	-	-	1	1	-	-
방 어	3	-	-	-	-	1	-	-
문 어	2	-	-	-	-	-	-	1
소 계	331	269	217	189	377	442	418	254

다. 자망 및 삼중자망에 대한 대구의 망목선택성

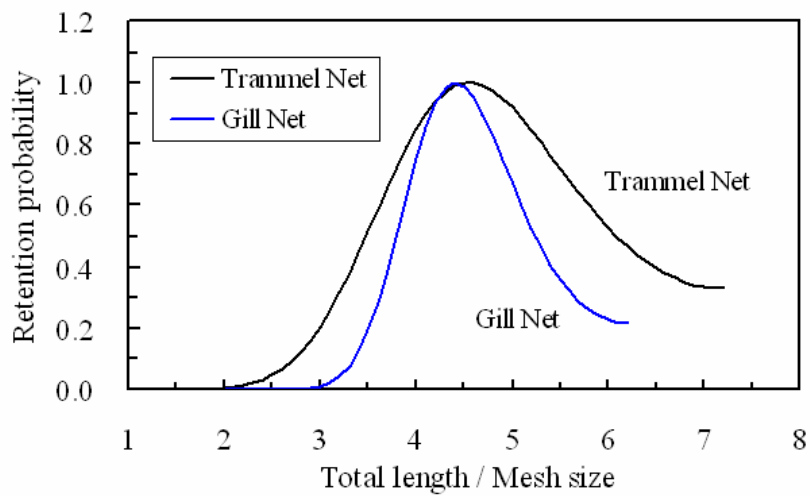
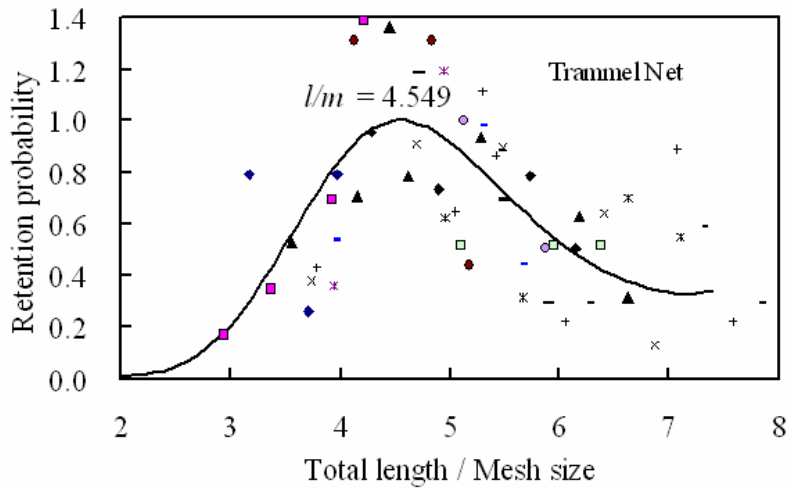
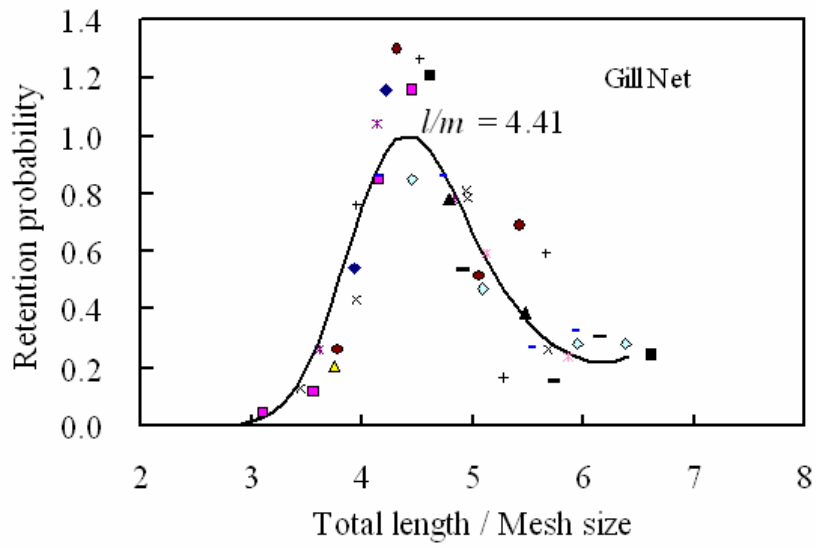
시험조업 결과로부터 얻어진 자망과 삼중자망에 대한 대구의 망목선택성 곡선을 <그림 8>에 나타내었다. <그림 8>로부터 선택률이 1을 나타내는 상대 체장(전장/망목, l/m)은 자망의 경우에는 4.41, 삼중자망의 경우에는 4.549를 나타낸다. 50%선택범위를 비교하면 삼중자망이 자망에 비하여 1.8배 넓게 나타났다. 이와 같은 결과로부터 삼중자망은 자망에 비하여 어획성능 및 기타 어종의 혼획 비율이 높고, 체장이 작은 개체에서부터 큰 개체까지 어획한다는 것을 알 수 있다.

Gill net :

$$S(R) = S(RL / m) = \exp((0.555R^3 - 8.81R^2 + 45.33R - 73.87) - 2.30)$$

Trammel net :

$$S(R) = S(RL / m) = \exp((0.12R^3 - 2.11R^2 + 11.76R - 18.23) - 2.88)$$



<그림 8> 자망 및 삼중자망에 대한 대구의 망목선택성 곡선

3. 새우·골뱅이 통발의 망목선택성

가. 새우·골뱅이 통발 어업의 현황 및 실태

동해안 새우·골뱅이 통발 어업은 연안 통발어선 및 근해 통발어선에 의하여 수심 100~1,000m에서 조업이 행해지고 있다. 어장의 저질은 펄, 자갈, 돌이며, 미끼는 주로 정어리를 사용하며, 통발 1개당 2~3마리를 넣어 사용한다. 어구 침지시간은 약 3일이며, 양망시 유압식 양승기를 사용한다.

근해 통발 어선의 경우에는 30톤 전후의 선박에 선원이 8~9명 승선하며, 1틀(조)에 1,500~1,600개의 통발이 매달린 어구 2틀을 하루에 투·양망한다. 어장에는 6틀(조)의 어구를 부설하고, 교대로 투·양망하면서 조업한다. 연안 통발어선은 2명이 승선하여 조업하며 1틀(조)에 약 200개의 통발이 매달린 어구 2틀을 하루에 투·양망한다. 연안 통발어선의 경우에는 양승기의 양승 능력이 충분하지 못하므로 주로 수심 100~300m에서 조업하고 있다.

나. 타 어종 혼획율 및 투기량

연안 통발어선 대해호(5.81톤)를 용선하여 포항시 대보항 주변 수역에서 16회의 시험조업을 수행하고 그 결과를 정리하였다. 통발의 형태는 북쪽분홍새우 통발(국립수산과학원, 2002)과 거의 동일한 반구형 새우·골뱅이 통발(하면 직경 57cm, 높이 37cm, 직경 12cm의 입구 2곳)을 사용하였으며 통발의 망목 크기(mesh opening)는 5종류(17, 25, 35, 40, 48mm)로 하였고, 어장 수심은 120-220m이었다.

시험조업에서 어획된 통발의 망목 크기에 따른 어종별 어획미수를 <표 3>에 나타내었다. 조업시험 결과로부터 주요 어종은 물레고둥(*Buccinum striatissimum*), 명주매물고둥(*Neptunea constricta*), 물렁가시붉은새우(*Pandalopsis japonica*), 세고리물레고둥(*Buccinum opisthoplectum*), 굵은띠매물고둥(*Neptunea frater*)이었으며 비목표 어종인 대게가 혼획되었다.

<표 3>에 나타낸 통발수는 16회 조업 중에서 각 어종별 어획이 있는 조업시에 사용된 통발의 수를 합하여 나타낸 것이다. 어종별 사용 통발수는 물레고둥이 가장 많고, 대게, 명주매물고둥, 물렁가시붉은새우, 세고리물레고둥, 굵은띠물레고둥의 순으로 나타났다. 물레고둥의 경우에는 16회의 시험 조업에 있어서 매번 어획이 있었으므로 시험 조업에 사용한 망목크기별 총 통발수는 물레고둥의 통발수와 일치한다. 굵은띠매물고둥의 경우에는 1회의 조업에서만 어획이 있었으므로 사용 통발수가 가장 적었으며, 이것은 본 종이 특정 수역에만 분포하기 때문에 나타나는 현상으로 생각된다. <표 3>의 어종별 사용 통발수는 어장에 분포하는 어종의 분포 범위를 나타내고 있다고 생각되며, 명주매물고둥은 통발수에 비하여 평균 값(통발당 어획미수)이 작으므로 어장에 넓게 분포하나 분포밀도가 낮다고 생각된다.

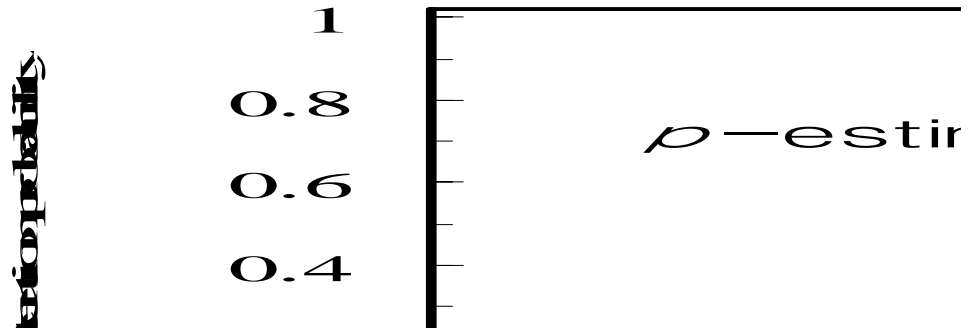
<표 3> 새우·골뱅이 통발에서 어획된 어종별 어획 미수

어 종	망목 크기별 어획 미수														
	17mm			25mm			35mm			40mm			48mm		
	어획 미수	통발 수	평균	어획 미수	통발 수	평균	어획 미수	통발 수	평균	어획 미수	통발 수	평균	어획 미수	통발 수	평균
물레고둥	2927	569	5.1	2719	591	4.6	2673	579	4.6	2277	574	4.0	1630	570	2.9
명주매물 고둥	196	481	0.4	334	501	0.7	165	485	0.3	153	486	0.3	142	480	0.3
세고리 물레고둥	1103	241	4.6	1123	258	4.4	938	250	3.8	803	248	3.2	573	248	2.3
물렁가시 붉은새우	663	411	1.6	709	427	1.7	376	422	0.9	194	417	0.5	22	412	0.1
굵은띠 매물고둥	24	37	0.7	18	43	0.4	32	40	0.8	26	40	0.7	16	40	0.4
대 계	233	455	0.5	407	474	0.9	515	461	1.1	625	460	1.4	702	453	1.5

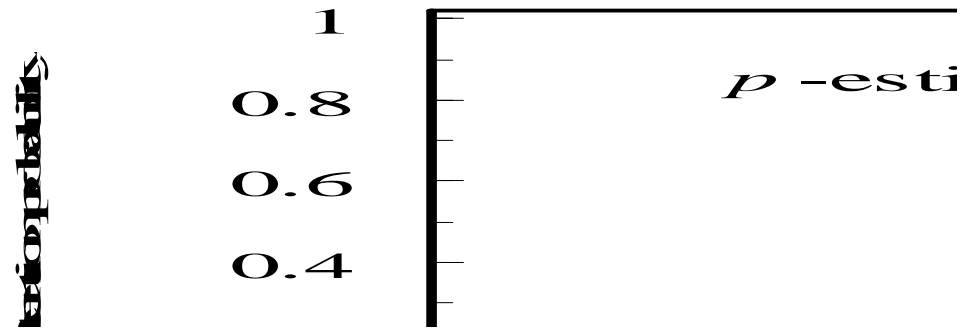
다. 새우·골뱅이 통발의 망목선택성

시험조업 결과로부터 얻어진 새우·골뱅이 통발의 대상 어종 중에서 비교적 어획량이 많은 물레고둥, 물렁가시붉은새우, 세고리물레고둥의 망목선택성 곡선을 SELECT 모델(Millar and Walsh, 1992 ; Jeong et al., 2000)을 적용하여 분석하고 각 어종별 망목선택성 곡선 ($S(R) = \exp(a + bR) / [1 + \exp(a + bR)]$)을 <그림 9>, <그림 10>, <그림 11>에 나타내었다.

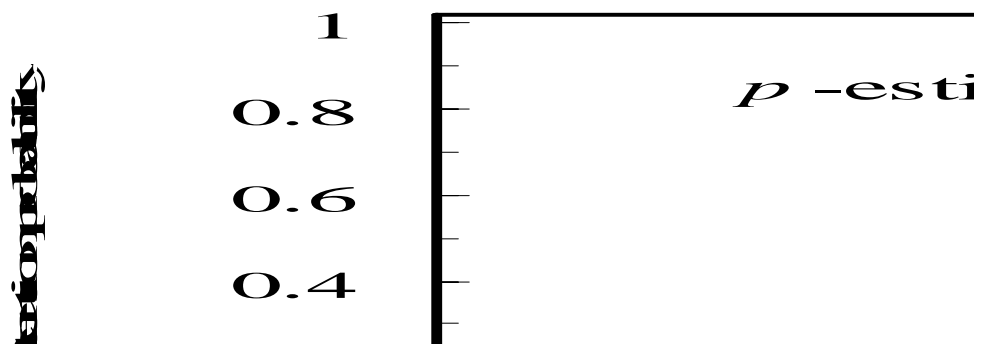
물레고둥(성숙 각장은 80mm 이상)의 경우에는 50%상대선택각장(L_{50})은 1.227, 상대선택범위($L_{75}-L_{25}$)는 0.19이며, 망목크기가 17, 25, 35, 48, 60mm로 증가함에 따른 50% 선택 각장(L_{50})은 각각 20.9, 30.7, 42.9, 58.9, 73.6mm를 나타낸다(<그림 9>). 물렁가시붉은새우의 50%상대선택각장(L_{50})은 0.673, 상대선택범위($L_{75}-L_{25}$)는 0.13이며, 망목 크기가 17, 25, 35, 48mm로 증가함에 따른 50%선택각장(L_{50})은 각각 11.4, 16.8, 23.5, 32.3mm를 나타낸다(<그림 10>). 세고리물레고둥의 50%상대선택각장(L_{50})은 1.385, 상대선택범위($L_{75}-L_{25}$)는 0.27이며, 망목 크기가 17, 25, 35, 48, 60mm로 증가함에 따른 50%선택각장(L_{50})은 각각 23.5, 34.6, 48.5, 66.5, 3.1mm를 나타낸다(<그림 11>).



<그림 9> 통발에 대한 물레고동의 망목선택성 곡선



<그림 10> 통발에 대한 물렁가시붉은새우의 망목선택성 곡선



<그림 11> 통발에 대한 세고리물레고동의 망목선택성 곡선

제 2 절 서해구 자원관리형 자망, 통발 어구어법 개발

1. 자망 및 통발어업의 실태조사

가. 민어 자망어업

- 1) 민어(*Miichthys miuuy*)는 주로 우리나라 서·남해, 동중국해, 일본의 남부 홋카이도 남부 해역에 분포하며, 고가로 판매되므로 어업인들의 중요한 소득원.
- 2) 민어 자망의 주어장은 전남 서해 연안의 섬 주변의 수심 약 15~50m(주로 2에서 조업), 저질은 펄 또는 사니질인 해역에 분포하며, 여기는 7월 중순~9월 초순이고, 민어의 최소성숙 체장은 500mm 임(국립수산진흥원,2000).
- 3) 우리나라의 민어 총어획량은 2,156 M/T이며, 어업별 민어의 어획량은 연승1,024 M/T(47%), 저인망 725 M/T(34%), 자망 318 M/T(15%), 기타 89M/T(4%)를 차지하고 있음(해양수산부, 2001).
- 4) 민어 유자망어업에서 사용하고 있는 어구는 주로 망목 150mm, NY Td210 15합사 유자망 그물을 어선의 규모에 따라 8~12폭을 1조로 구성하여 4~6조를 사용함.
- 5) 조업은 저질이 펄 또는 사니질인 해역에서 사리 때를 전후하여 1일 1~2회 주일 정도 창조시 투망하여 1~2시간 정도 어구가 조류에 표류하도록 한 후 투망함.

나. 꽃게 통발어업

- 1) 연안 통발어업의 대상이 되는 꽃게(*Portunus trituberculatus*)는 주로 서해안의 수심 10~20m, 저질이 펄인 해역에 분포하고, 꽃게의 최소성숙갑폭은 110mm임(국립수산진흥원, 2000).
- 2) 우리나라의 꽃게 총어획량은 13,016 M/T이며, 어업별 꽃게의 어획량은 자망 8,252 M/T(63.4%), 통발 1,858 M/T(14.3%), 안강망 1,804 M/T(13.9%), 기타 1,102 M/T(8.4%)를 차지하고 있음(해양수산부, 2001).
- 3) 꽃게 통발 어구는 서해구에서는 일반적으로 Fig. 8에 나타낸 바와 같이 직경 9mm의 철근으로 만든 원형 테두리 580D×210Hmm에 망목 35mm, NY 21합사 그물감을 씌워 틀을 만들고, 망목 29mm NY 12합사 그물감으로 아궁이 (조구)를 만들고, 200~300개의 통발을 1조로 구성하여 8~12개조를 사용.
- 4) 조업은 저질이 펄인 해역에서 보통 전날 투망하여 다음 날 양망하며, 미끼는 주로 고등어를 3~6등분하여 한 도막을 사용하나, 어황이 좋을 때에는 대략 6시간 침지한 후 양망함.

다. 피빨고등 통발어업

- 1) 연안 통발어업의 대상이 되는 피빨고등(*Rapana venosa*)은 주로 서해안의 조간대에서 수심 10~20m, 저질이 사니질인 해역에 분포하며, 어획금지각고는 50mm임(수산자원보호령 제10

조 19호).

2) 우리나라의 피뿔고등(통칭 소라)의 어획량은 6,274M/T이었으며, 업종별로는 마을어업 2,266M/T (36.1%), 통발어업 1,844M/T (29.4%), 자망어업 841M/T(13.4%), 안강망어업 309M/T (4.9%)의 순으로 어획량이 많은 것으로 조사됨(해양수산부, 2001).

3) 피뿔고등 통발 어구는 지역에 따라 차이가 있으나 대체로 꽃게용 통발 어구와 겸용으로 사용하고 있음.

4) 조업은 저질이 펠인 해역에서 보통 전날 투망하여 다음 날 양망하며, 미끼는 주로 고등어를 3~6등분하여 한 도막을 사용하는 것으로 조사됨.

2. 자망 및 통발어구의 보완 설계 및 제작

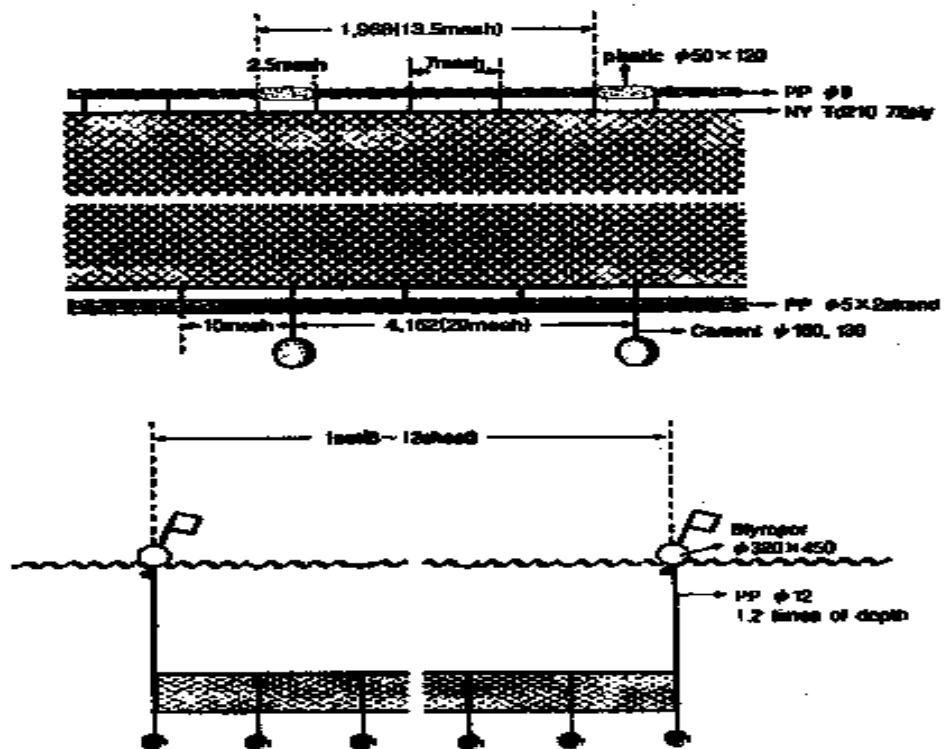
○ 민어 자망의 망목 142mm 그물을 깊이방향의 망목수를 75코로 하여 부력과 침강력을 조정하여 설계를 보완하였으며, 1조는 12폭으로 구성하여 2조를 시험용 민어 자망으로 제작하였음(<그림 12>).

○ 꽃게 및 소라(피뿔고등) 통발어구의 해저 착지시 자세의 안정을 도모하기 위하여 통발을 구성하는 원형 테두리의 윗판과 밑판에 각각 $\phi 9\text{mm}$ 의 철근봉을 보완하여 시험용 통발을 주문 제작하였음(<그림 13>).

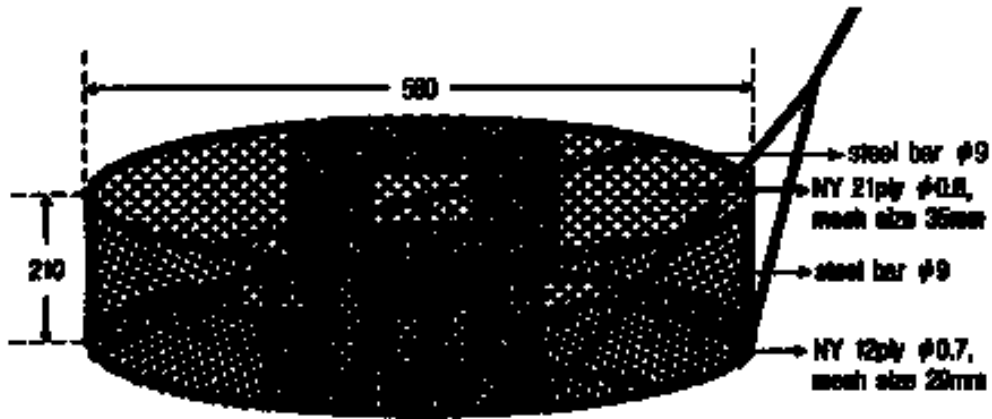
PP ϕ 8 63,000

75mesh	Knot NY Td210 18ply mesh size 142mm
--------	-------------------------------------

PP ϕ 5 88,800

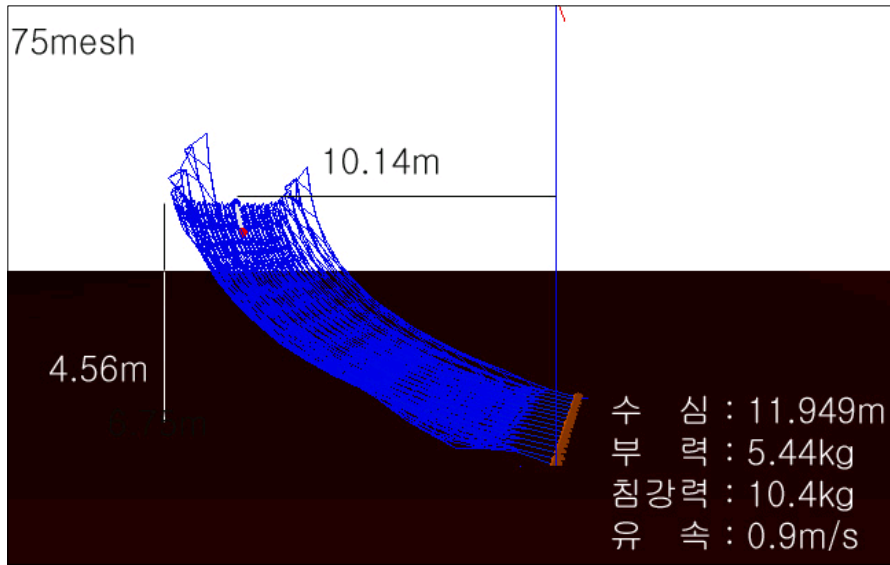


<그림 12> 시험용 민어 자망의 구성도 (망목 142mm).



<그림 13> 철근을 보완한 통발의 구성도.

○ 민어 자망을 망목선택성 추정 결과 추정된 적정 망목 142mm의 그물을 깊이 방향의 망목수를 50코에서 75코로 변경하고, 부력과 침강력을 조정하여 보완한 민어 자망에 대하여 어구 설계 및 해석 시스템(MPSL, Korea)에 의한 시뮬레이션 결과 수중전개 망고가 망목수 50코일 때 2.0m에서 망목수 75코일 때는 약 4.6m(그림 14)로 높아져 민어 자망의 소해 면적이 약 2.3배 정도 향상될 것으로 평가되나, 망목 142mm의 자망은 조업시 조류 등의 영향으로 수중전개 망목이 크게 줄어들게 되어 40~90cm의 소형 민어만 어획되었음.



<그림 14> 시험용 민어 자망(망목 142mm)의 수중전개 시뮬레이션 결과.

○ 통발을 구성하는 원형 테두리의 윗판과 밑판에 각각 $\phi 9\text{mm}$ 의 철근 봉을 <그림 15> 및 <그림 16>과 같이 보완한 통발에 대하여 회류수조에서 유속 1.2m/s로 시험한 결과 해저에 착지하였을 때 일반 통발(수중중량 2.6Kg)에 비해 철근 봉을 보완한 통발(수중중량 3.2Kg)이 약 30% 정도 덜 압류되는 것으로 나타나 통발의 안정감이 다소 향상되었음.



<그림 15> 철근 봉을 보완한 통발의 정면 사진.



<그림 16> 철근 봉을 보완한 통발의 측면 사진.

3. 망목선택성 및 투기어의 생존율 분석

○ 병어 자망의 망목선택성을 조사하기 위하여 <그림 17>과 같은 현용 어구를 기준으로 망목 120mm, 135mm, 148mm 및 155mm의 4종류의 그물을 <그림 18>과 같이 1폭씩 교호로 연결하여 12폭을 1조로 구성하고, 시험어구로 2조를 사용하여 시험조업을 실시하였음.

○ 꽃게 통발의 망목선택성 추정을 위한 어획 자료를 보완하기 위하여 망목 35mm, 50mm 및 65mm의 3종류의 통발을 각각 70개씩 교호로 연결하여 통발 210개를 1조로 구성하고, 2조를 사용하여 시험조업을 실시하였음.

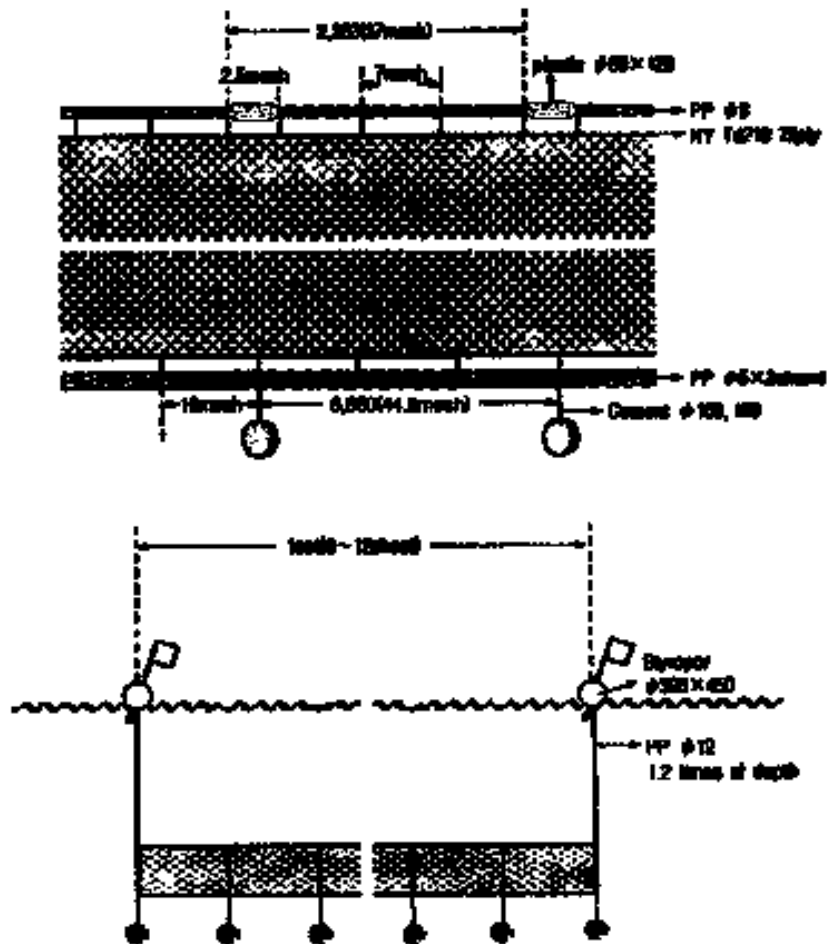
○ 통발에 대한 투기어의 생존율을 분석하기 위하여 시험조업에서 어획된 꽃게, 소라(피빨고둥) 및 쥐노래미를 수거하여 충남 보령군 소재 서해수산연구소종묘배양장의 사육수조에서 각 어종별 생존상태를 조사하였음.

○ 민어, 농어 및 병어 자망의 경우에는 큰 망목의 어구를 사용하기 때문에 혼획되는 어종이 수산자원보호령의 어획금지체장 및 최소성숙체장 보다 큰 개체가 어획되므로 미성숙 개체는 어획되지 않는 것으로 조사되었기 때문에 자망의 투기어에 대한 생존율 분석은 생략하였음.

PP φ8 89,000

100mesh	Knot NY Td21D 12ply mesh size 140mm
---------	-------------------------------------

PP φ5 86,000



<그림 17> 병어 자망의 구성도(현용 어구).

G _A	G _B	G _C	G _D	G _A	G _B	G _C	G _D	G _A	G _B	G _C	G _D
----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

<그림 18> 시험용 병어 자망의 배열.

G_A : 망목 120mm, G_B : 망목 135mm,

G_C : 망목 148mm, G_D : 망목 155mm,

○ 병어 자망의 망목선택성을 조사하기 위하여 망목 120mm, 135mm, 148mm 및 155mm의 4종류의 자망을 사용하여 시험 조업을 실시한 결과 <표 4>과 같이 조사되었으나, 황천 및 어구의 유실 등으로 망목선택성을 추정하기 위한 어획 자료가 미흡하여 병어 자망어업의 어기(漁期)를 기다려 보완 조사를 수행할 계획으로 있음.

<표 4> 병어 자망어업의 시험조업 결과 어획된 망목별·어종별 어획미수

어 종		망목별 어획미수			
		120mm	135mm	148mm	155mm
주대상어종	병 어	111	135	155	171
혼획어종	아 귀	53	62	55	68
	성 대	8	8	11	9
	꽃 게	2	0	1	2
	기 타	6	5	7	3

○ 꽃게 통발의 망목선택성 추정을 위한 어획 자료를 보완하기 위하여 망목35mm, 50mm 및 65mm의 3종류의 통발을 사용하여 시험 조업을 실시하였으나, 금년도(2004년)의 꽃게 어황이 극히 저조하고, 7~8월의 꽃게 금어기까지 겹쳐 꽃게 통발의 망목선택성 추정을 위한 어획 자료를 확보하지 못하였기 때문에 금어기가 해제되는 9월 이후 시험 조업을 계획하고 있음.

○ 통발에서 어획된 꽃게, 피빨고둥(소라) 및 쥐노래미를 사육수조에 옮겨 3일간 각 어종에 대한 생존율을 조사한 결과, 꽃게 및 피빨고둥(소라)은 3일 이상 생존하였으나, 쥐노래미는 8~18시간 이내에 대부분 폐사하는 것으로 조사되었음. 이것은 꽃게나 피빨고둥의 경우에는 미성숙 개체나 경제성이 없는 개체를 해중에 투기하여도 생존할 수 있을 것으로 판단할 수 있으며, 쥐노래미와 같은 어류의 경우에는 통발에서 어획물을 수거하는 과정에 어체에 상처가 나기 쉽고, 특히 고수온기에는 더 빨리 폐사하게 될 것으로 판단됨.

○ 민어, 농어 및 병어 자망의 경우에는 비교적 큰 망목의 어구를 사용하기 때문에 혼획되는

어종이 수산자원보호령의 어획금지체장 및 최소성숙체장보다 큰 개체가 어획되므로 미성숙 개체는 어획되지 않는 것으로 조사되었기 때문에 자망의 투기어에 대한 생존율 분석은 생략하였음.

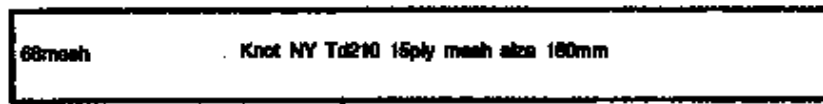
4. 자원관리형 어구어법 기술개발

○ 민어 자망의 망목선택성 추정 결과 적정 망목으로 추정된 142mm 망목의 자망은 조업 현장에서는 조류 등의 영향으로 움살이 생기고 수류저항에 의하여 어구가 기울어지게 됨으로 실제 수중전개 망목은 훨씬 작아지게 되어 소형어만 어획되므로, 수중에서도 적정 망목을 유지하고, 어획 효율도 높이기 위하여 <그림 19>와 같이 망목을 160mm로 하고, 깊이방향의 망목수를 현용 50코에서 68코로 변경하여 부력과 침강력을 적절히 조정하였으며, 1조는 12폭으로 구성하여 2조를 시험어구로 제작하여 시험조업을 실시하였음.

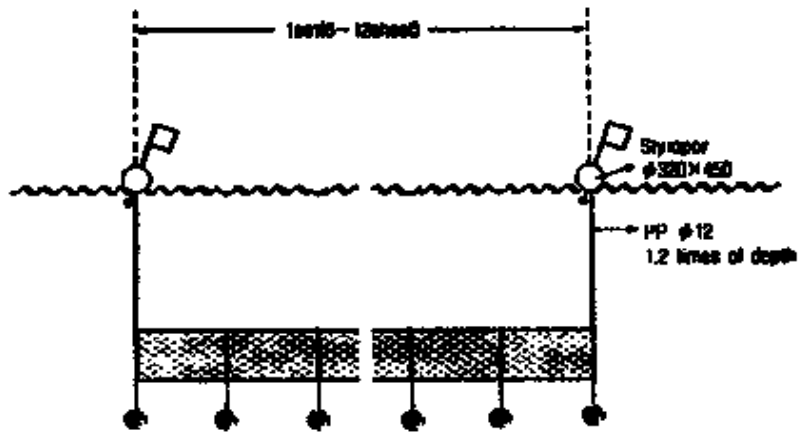
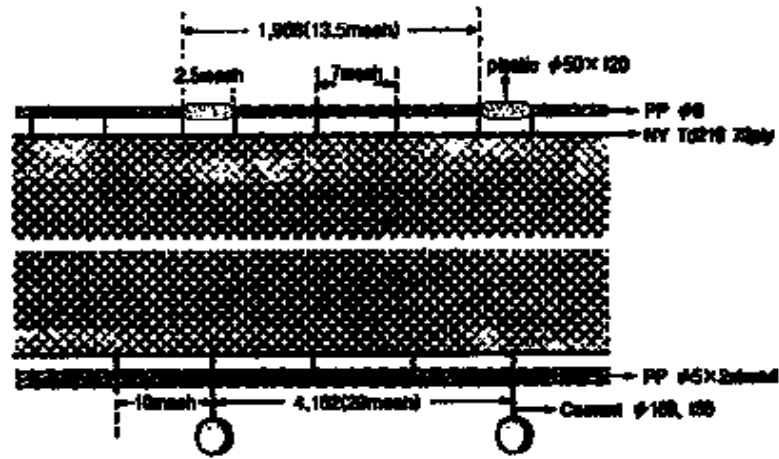
○ 꽃게 및 소라(피빨고둥) 통발의 망목선택성 추정 결과 적정망목으로 각각 추정된 50mm 및 40mm에 대하여 현용 어구에서 사용하고 있는 35mm 망목의 통발과 50mm 및 65mm 망목의 통발에 대한 어획가능 평가와 혼획어종의 체장조성을 분석하여 미성숙 개체의 어획을 제한하기 위한 망목의 기준을 제시하기 위하여 시험 조업을 실시하였음.

○ 꽃게 통발의 미끼는 대부분 고등어를 사용하고 있으나, 지역에 따라 정어리, 멸치 등을 사용하고 있으므로, 꽃게 통발의 미끼에 대한 선택성을 분석하기 위하여 충남 보령군 소재 서해수산연구소 종묘배양장의 대형 원형 수조($\psi 64,000 \times 10,600Hmm$)에서 수심을 90cm로 유지하여 현재 어장에서 미끼로 사용되고 있는 고등어, 정어리 및 멸치의 3종류의 각각의 미끼에 대하여 <그림20>과 같은 수중 감시 시스템을 이용하여 녹화한 후 분석하여 미끼의 유인효과의 지속시간을 조사하고, 수조에 3종류의 미끼를 각각 3개의 통발에 넣어 꽃게의 미끼 선택성을 조사하였음.

PP ϕ 6 83,000



PP ϕ 5 65,000



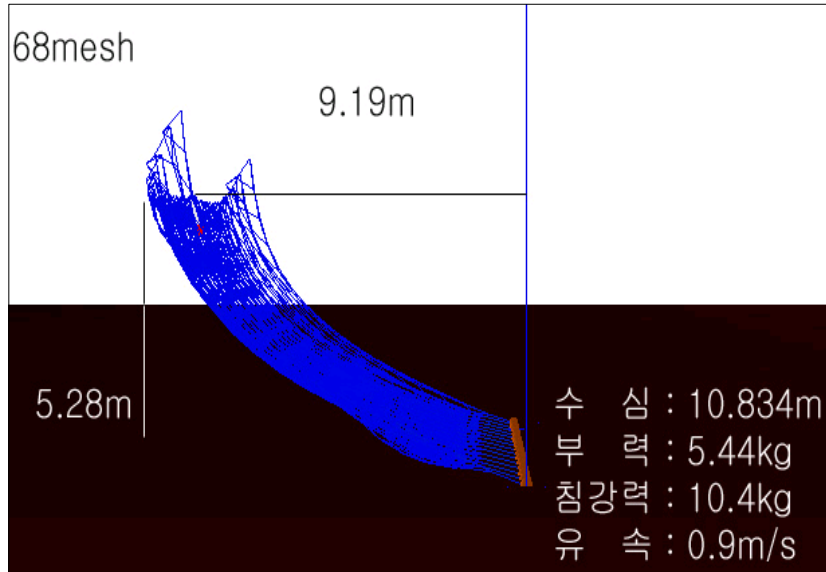
<그림 19> 시험용 민어 자망의 구성도 (망목 160mm).



<그림 20> 수중 감시 시스템 구성도.

A : Video ray(수중 카메라), B : 모니터,
C : Timer, D : Video deck.

○ 민어 자망의 망목선택성 추정 결과 적정 망목으로 추정된 망목 142mm의 어구는 조류 등의 영향으로 실제 수중에서는 움살이 생겨 전개망목이 훨씬 작아지게 되므로, 소형어는 그물을 빠져나가고 대형어만 어획되도록 망목을 160mm로 크게 하고, 깊이방향의 망목수를 68코로 구성하여 부력과 침강력을 조정한 시험용 민어 자망은 50코로 구성한 현용 어구보다 조류의 영향 등에 의한 수중전개 망고가 2.4m에서 약 5.3m(그림 21)로 높아지게 되어 소해면적이 약 2.2배 넓어지게 되므로, 망목선택성 추정 결과 적정 망목으로 추정된 142mm보다 망목 160mm의 그물을 사용하는 것이 자원보호적인 측면과 어획의 증대에 기여할 수 있을 것으로 기대됨.



<그림 21> 시험용 민어 자망(망목 160mm)의 수중전개시물레이션 결과.

○ 꽃게 및 소라(피빨고둥) 통발의 망목선택성 추정 결과 적정망목으로 각각 추정된 50mm 및 40mm에 대하여 현용 어구에서 사용하고 있는 35mm 망목의 통발과 50mm 및 65mm 망목의 통발에 대한 어획성능 평가와 혼획 어종의 체장조성을 분석하여 미성숙 개체의 어획을 제한하기 위한 망목의 기준을 제시하기 위하여 시험 조업을 실시하였으나, 금년도(2004년)는 예년에 비해 꽃게의 어황이 극히 나빴고, 꽃게 금어기(7~8월)까지 겹쳐 분석에 필요한 자료를 확보하지 못하였기 때문에 꽃게 금어기가 해제되는 9월부터 보완 시험 조업을 실시할 예정으로 있음.

○ 꽃게 통발의 미끼는 대부분 고등어를 사용하고 있으나, 지역에 따라 정어리, 멸치 등을 사용하고 있으므로, 꽃게 통발의 미끼에 대한 유인효과를 분석하기 위하여 3종류(고등어, 정어리 및 멸치)의 각각의 미끼를 넣은 통발을 9시간 동안 침지하여 각 10회씩 수중 감시 시스템으로 녹화 분석한 결과에 의하면, 대체로 통발 침지후 1~3시간에 80% 이상의 꽃게가 입통하였으며, 시간이 경과할수록 유인효과는 급격히 떨어지는 것으로 나타났음. 또한, 한 수조에 3종류의 미끼를 각각 넣은 통발을 9시간 침지하여 10회에 걸쳐 미끼의 선택성을 조사한 결과에 의하면, 고등어를 미끼로 사용한 통발에는 평균 6.2마리, 정어리를 미끼로 사용한 통발에는 평균 1.8마리, 멸치를 미끼로 사용한 통발에는 평균 0.2마리로 나타나 고등어의 유인 효과가 다른 미끼에 비해 월등한 것으로 평가되었으므로, 인공미끼 또는 대체미끼의 개발의 지표는 고등어의 유인 성능을 기준으로 하는 것이 타당한 것으로 판단됨.

제 3 절 남해구 자원관리형 자망, 통발 어구어법 개발

1. 가자미, 보리새우 자망의 시험조업 및 타 어종 혼획율 조사

가. 가자미 자망어업의 어구어법 실태조사

1) 어선 1척당 약 10~20폭의 어구를 준비하여 5~10폭을 1조로 하여 1일 교대로 사용한다. 망사는 Nylon 210Td 3합사이고, 망목의 크기는 120mm내외인 망지를 주로 사용하며, 성형율은 뜰줄부 약 38%, 발줄부 약 35%를 준다. 어구 1폭의 공기중 무게는 약 5kg 정도로 흡수시 약 7kg이고, 어획물을 고려하면 약 10kg 미만이다. 따라서 어선 1척의 조업중 어구중량은 약 100~200kg이 됨.

2) 어선은 목선 1~3톤급, 10~35마력 내외에 2명이 승선 조업하고, 어로장비는 주기전도식 사이드드럼과 양망용 드럼 각 1대씩이고, 항해계기는 마그네틱컴파스 1대가 있다. 또한, 소형 어군탐지기가 1대씩 비치되어 있음

3) 어획물은 가자미 약 60%, 기타 노래미, 불락, 게류 등이 약 40%이고, 어기는 연중 조업이 이루어지며, 성어기는 5~10월이다. 어장은 남해 연안일원의 수심 20~50m인 해역이고, 저질은 사니질이 좋다.

나. 가자미 자망 및 삼중자망의 혼획율 및 망목선택성 조사

1) 시험어구의 제작

○ 시험어구는 구조를 서로 동일하게 하여 삼중자망과 홑자망을 각각 제작하였으며, 어구의 구성, 망목 크기와 재질 및 규격은 <표 5>와 같다.

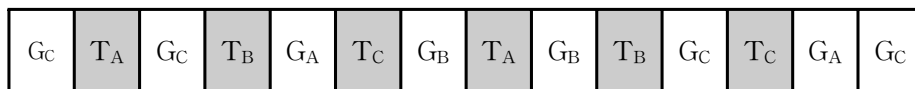
<표 5> 시험어구의 채원

Item	Experimental net		
	Trammel net	Gill net	
Out net	Mesh size(mm)	450	Nothing
	Materials	Knot NY210Td/15 Multifilament	Nothing
	Number of vertical mesh(mesh)	100	Nothing
Inner net	Mesh size(mm)	60, 75, 90	60, 75, 90
	Materials	Knot NY No. 2 Monofilament	Knot NY No. 2 Monofilament
	Number of vertical mesh(mesh)	100	100
Float line (m)		82	82
Sink line (m)		95	95

2) 시험조업

○ 부산시 수영만에서 0.98톤의 연안유자망어선을 이용하여 홑자망과 삼중자망의 비교 시험을 실시하였으며, 이때 어구 배치는 <그림 22>와 같이 각각의 망지 2쪽을 무작위로 배열하였고, 조업은 1일 1회 행하였다.

A, B 및 C는 각각 내망의 망목 크기가 60, 75 및 90mm를 의미한다.



<그림 22> 시험어구의 배열. G : 홑자망, T : 삼중자망

○ 어획물은 각각의 망목별로 전수 조사를 행하였으며, 종류별로 분류 후 어종에 따라 전장, 가랭이체장, 표준체장 등을 측정하였고, 시험의 대상 어종인 가자미는 전장(Total Length)을 측정하였다.

3) 어획미수 및 체장분포

○ 시험 조업 결과, 삼중자망에서 어획종은 30여종이고, 총 어획미수는 2,331미이고, 홑자망에서는 20여종에 총 어획미수 1,433미가 어획되었다.

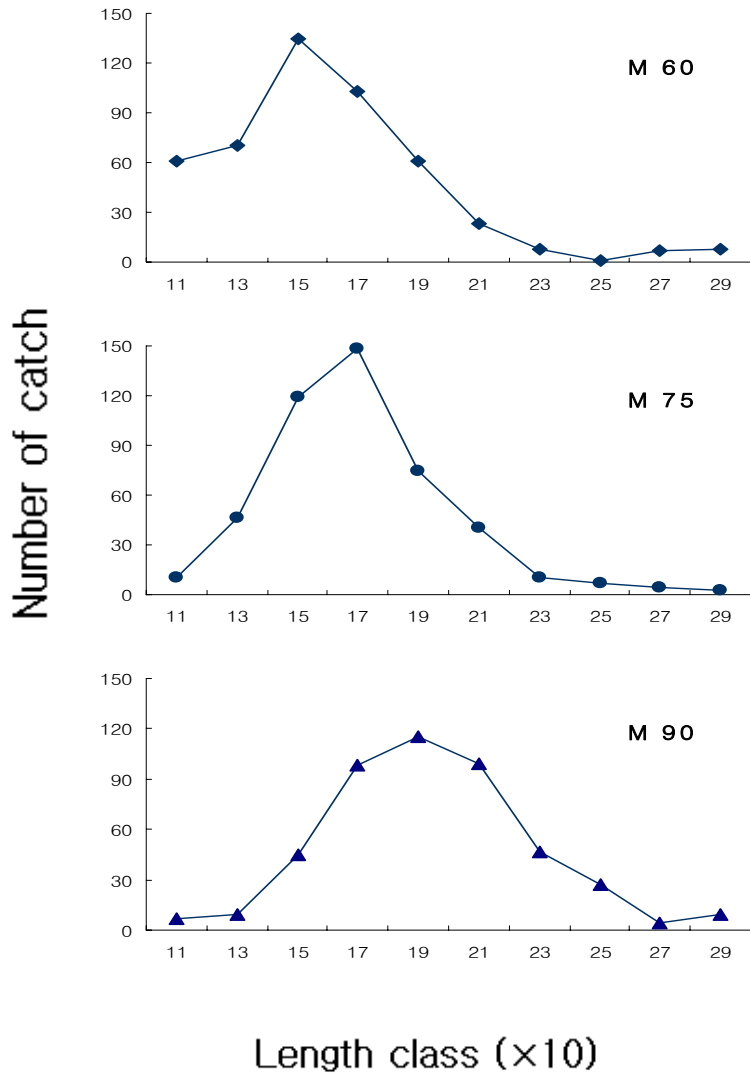
○ 삼중자망은 내망의 망목 크기가 60mm에서 180mm로 커짐에 따라 총어획미수가 작아지는 경향을 보였는데, 특히 가자미류와 대구의 어획에서 그 양상이 뚜렷하게 나타났다. 어종별 어획 비율은 <표 6>과 같다.

○ 가자미류는 총 어획미수 중 약 60.1%의 어획률을 보였으며, 가자미류 중 90%이상의 어획량을 보인 물가자미(*Eopsetta grigorjewi*)에 대해 망목별 체장계급에 따른 어획미수는 <그림 23> 및 <표 7>과 같다.

<표 6> 삼중자망의 망목 크기에 따른 어획 어종별 어획미수와 어획률

Fish species	Number of catch			Total number of catch	Percent(%)
	60mm	75mm	90mm		
flat fish	477	462	460	1,399	60.1
false	53	59	93	205	8.8
ocean perch	88	8	4	100	4.3
sole	43	29	26	98	4.2
indian flathead	47	23	16	86	3.7
cod	36	27	8	71	3.0
tongue fish	35	28	4	67	2.9
mackerel	23	7	18	48	2.1
horse king fish	38	0	0	38	1.6
sculpin	19	8	3	30	1.3
bastard	9	8	12	29	1.2
searobin guarnard	8	4	7	19	0.8
tiger shark	12	2	2	16	0.7
rock fish	10	4	0	14	0.6
atka-fish	10	0	0	10	0.4
rock trout	8	0	2	10	0.4
yellow drum	7	1	2	10	0.4
other	34	27	20	81	3.5
Total number of catch	957	697	677	2,331	100

※ 60mm, 75mm, 90mm : Mesh size of inner net, respectively



<그림 23> 삼중자망의 망목 크기에 따른 물가자미의 체장 분포
 * M60, M75, M90 : Mesh size of inner net 60, 75, 90mm, respectively.

<표7> 삼중자망의 망목 크기에 따른 물가자미의 어획미수

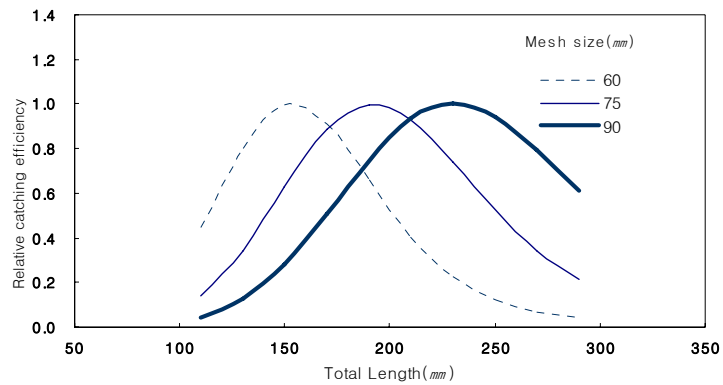
Rank (TL, mm)	Mid size (TL, mm)	Number of catch			
		60mm	75mm	90mm	Total
110	100	61	10	7	78
130	120	70	46	9	125
150	140	135	119	45	299
170	160	103	148	98	349
190	180	61	75	115	251
210	200	23	40	99	162
230	220	8	10	47	65
250	240	1	7	27	35
270	260	7	4	4	15
290	280	6	3	9	20
≤	Total	477	462	460	1,399

※ TL : Total Length

60mm, 75mm, 90mm : Mesh size of inner net, respectively

4) 삼중자망의 물가자미류에 대한 적정망목의 추정

○ 물가자미의 적정망목은 <그림 24>와 <그림 25>에 의해 선택성 곡선 50%선택점의 값이 1.88이므로, 최소성숙체장 265mm(국립수산진흥원, 2000)에 대한 적정망목은 141mm로 추정되었으며, 현재 강원도 주문진 해역과 부산 수영만에서 사용되는 내망의 크기 75mm~90mm보다 다소 크게 나타났다. 추정된 적정망목으로 141mm로 조업할 경우 50%선택체장 범위는 265mm~474mm로 나타났다.



<그림 24> 삼중자망의 망목의 크기별 물가자미의 망목선택성

<그림 25> 기타하라방법에 의한 삼중자망의 물가자미에 대한 망목선택성 곡선

5) 가자미 홀자망의 혼획율 및 망목선택성 분석

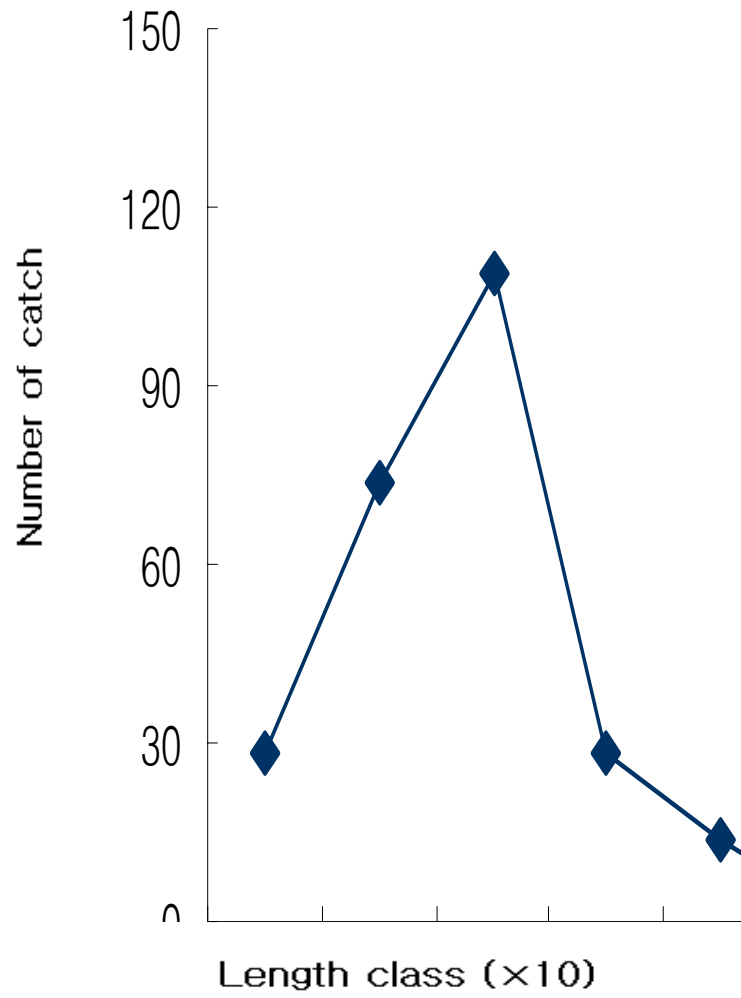
○ 어획미수 및 체장분포

시험조업 결과 홀자망은 어획종은 20여 종이고, 총 어획미수는 1,433미이다. 어종별 어획률은 <표 8>과 같고, 가자미류는 총 어획미수 중 약 59.8%의 어획률을 보였으며, 이 중 90%이상이 물가자미였다. 물가자미의 망목별 체장계급에 따른 어획미수는 <그림 26> 및 <표 9>와 같다.

<표 8> 홀자망의 망목의 크기에 어획 어종별 어획미수와 어획률

Fish species	Number of catch			Total number of catch	Percent(%)
	60mm	75mm	90mm		
flat fish	256	333	268	857	59.8
yellow drum	57	9	36	102	7.1
tongue fish	38	33	29	100	7.0
mackerel	24	20	37	81	5.7
false	19	36	24	79	5.5
ocean perch	30	9	12	51	3.6
indian flathead	26	7	9	42	2.9
sole	4	13	19	36	2.5
searobin gurnard	4	3	5	12	0.8
rock troud	4	3	2	9	0.6
japanese anchovy	3	1	5	9	0.6
sea raven	5	2	2	9	0.6
horse king fish	8	0	0	8	0.6
crocker	4	0	0	4	0.3
other	16	12	6	34	2.4
Total	498	481	454	1,433	100

※ 60mm, 75mm, 90mm : Mesh size



<그림 26> 흘자망의 망목 크기에 따른 물가자미의 체장분포

* M60, M75, M90 : Mesh size

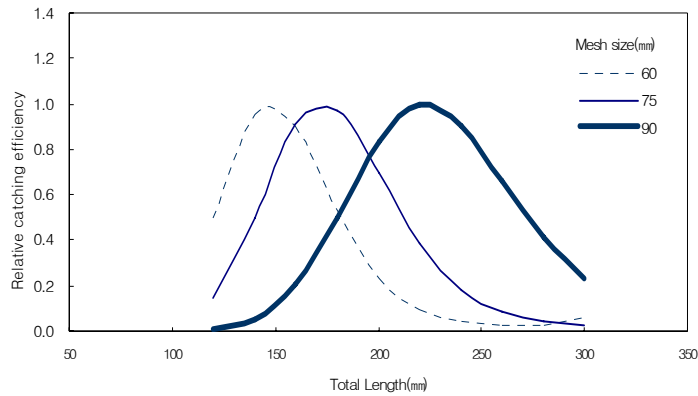
<표 9> 홀자망의 망목 크기에 따른 물가자미의 체장계급별 어획미수

Rank (TL, mm)	Mid size (TL, mm)	Number of catch			
		60mm	75mm	90mm	Total
110	100	28	0	0	28
130	120	74	0	0	74
150	140	109	15	0	124
170	160	28	60	23	111
190	180	14	99	30	143
210	200	2	120	76	198
230	220	1	35	103	139
250	240	0	4	28	32
270	260	0	0	6	6
290	280	0	0	2	2
≤	Total	256	333	268	857

※ TL : Total Length, 60mm, 75mm, 90mm : Mesh size

○ 적정망목의 추정

물가자미의 적정망목은 <그림 27>과 <그림 28>에서 선택성곡선 50%선택점의 값이 2.00 이므로, 최소성숙체장 265mm(국립수산진흥원, 2000)에 대한 적정망목은 132mm이고, 부산 수영만의 가자미 홀자망의 망목 크기 75mm~90mm보다 다소 크게 추정되어졌다. 추정된 적정망목 132mm로 조업 시 50%선택체장 범위는 265mm~398mm이다.



<그림 27> 홑자망의 망목 크기에 따른 물가자미의 망목선택성

<그림 28> 기타하라방법에 의한 홑자망의 물가자미에 대한 망목선택성 곡선

6) 홑자망과 삼중자망의 선택성 비교

○ 기타하라방법으로 구한 홑자망과 삼중자망의 물가자미에 대한 망목선택성 곡선은 <그림 29>와 같다.

○ 50% 선택구간은 삼중자망이 1.48, 홑자망이 1.02로 삼중자망이 홑자망에 비해 약 1.5배 넓게 나타났고, 선택성은 작은 체장계급에서는 비슷하고 큰 체장계급에서는 다소 떨어지는 경향을 보였다.

○ 최소성숙체장이 50%의 어획률을 가지는 적정망목은 삼중자망이 141mm로, 홑자망이 132mm로 나타났다. 이들 망목으로 어획시 50% 어획률을 가지는 체장범위는 삼중자망이 265mm~474mm이고, 홑자망이 265mm~398mm이다. 따라서, 두 어구의 적정망목은 어종에 따라서는 상이하겠지만, 가자미를 주대상으로 했을 때는 삼중자망이 홑자망에 비해 약 10mm정도의 더 크고, 현재 시험조업 해역에서 사용되는 망목보다 크게 나타났다. 어획어종의 수는 삼중자망이 30여종,

홀자망이 20여종으로 삼중자망의 혼획비율이 약 1.5배 크게 나타났다.

<그림 29> 카타하라방법에 의한 가자미 홀자망과 삼중자망의 망목선택성 곡선

7) 냉수대에서의 홀자망과 삼중자망의 어획성능 비교

○ 2004년에는 냉수대가 남해 전 연안수역에 걸쳐 장기간 형성되어 어획이 극히 부진하였으며, 전년도에 비하여 전혀 다른 어획 어종의 양상을 보인다(표 10).

○ 표에서와 같이 삼중자망은 망목 크기가 커질수록 어종수는 서서히 감소하고, 어획미수는 60mm와 75mm는 비슷하나 90mm에서 크게 감소하고, 홀자망은 어종수와 어획미수가 급격히 감소하는 경향을 보이며, 또한 삼중자망은 홀자망에 비하여 망목이 클수록 어획종 수와 어획성능의 차가 급격히 커진다.

<표 10> 냉수대 어장에서의 흘자망과 삼중자망의 어획 어종과 어획미수

어종	삼중자망의 망목 크기(mm)				흘자망의 망목 크기(mm)				합계
	60	75	90	소계	60	75	90	소계	
가자미	2			2					2
갯가재		2		2	3	3		6	8
게르치	1	1		2					2
고등어	1			1					1
깍다귀	1			1		1		1	2
깍치	1	1	1	3					3
넙치	8	14	1	23	1			1	24
노래미	2	2	6	10	2	2		4	14
능성어	2	1	1	4	1	1		2	6
달고기		2		2					2
닭새우							1	1	1
도다리	2		2	4					4
말쥐치	9	10	3	22			1	1	23
망상어	16	24	2	42	11		4	15	57
메가리		4		4	5			5	9
멸치					1			1	1
모래무지					1			1	1
문어		1		1					1
병어					1			1	1
보리새우					1			1	1
블락	3	3	5	11	4	1		5	16
뽕고등	2	1	1	4					4
삼수기	1			1					1
산갈치	1			1					1
서대	8	1		9	1			1	10
성대	1			1					1
솜뱅이	11	7	1	19	2			2	21
양태	7	2		9	10	5		15	24
열기							1	1	1
우렁쟁이					1			1	1
임연수어	1		1	2	2			2	4
자리돔			1	1	1		1	2	3
점가자미					2			2	2
조기		1		1					1
조피블락	1		1	2					2
쥐치		2	2	4					4
참돔					1	1		2	2
철갑붕어		1		1	1			1	2
통구메기	1			1		1		1	2
기타	7	1	1	9		3		3	12
합계	89	81	29	199	52	18	8	78	277
어획종	23	20	15	31	20	9	5	26	40

2. 붕장어 통발 어업의 조업실태 및 혼획을 조사

가. 붕장어 통발어업의 어구어법

1) 우리나라 연근해에서는 1998년 현재 9,723척의 통발 어선이 붕장어, 붉은대게, 꽃게, 문어, 골뱅이, 조피볼락 등 다양한 어종을 대상으로 조업하고 있다. 어업생산통계(통계청, 1999년 12월)에 의하면 통발 어업에 의한 어획량 50,996톤은 연근해 어업 총어획량 1,334,839톤의 3.8%를 차지하고 있다.

2) 통발 어업의 어종별 어획 비율은 붕장어 총어획량 10,160톤의 54.4%, 붉은대게 22,366톤의 99.8%, 골뱅이 1,670톤의 50.3%, 문어 8,719톤의 71.1%, 꽃게 11,819톤의 10.2%이며, 통발 어업의 어획량이 50% 이상을 차지하는 붕장어, 붉은대게, 골뱅이, 문어 통발어업에 대한 합리적인 관리 방안이 필요하다.

3) 최근, 그물통발의 망목 크기 규정에 대해 이의 제기하는 사례가 빈번하다. 즉, 근해 꽃게 통발업계는 규정망목 65mm를 40mm이하로, 연안 통발업계는 붕장어 그물통발에 대해 규정망목 35mm이하로 조정해주길 원하고 있다.

나. 붕장어 통발(스프링형 그물통발 및 플라스틱통발)의 혼획을 및 망목선택성 조사

1) 시험어구 및 시험조업

○ 시험어구는 경남연안통발협회 소속의 어민들이 사용하고 있는 현용 그물통발어구인 망목 15mm와 20mm 그리고 수산자원보호령상의 망목규정인 35mm, 각각 시험의 연속성을 위해 25mm, 30mm 망목의 통발을 제작하여 그 어획성능 및 망목선택성을 시험하였다. 그리고, 현재 연안통발의 경우 붕장어를 어획하기 위해 일반적인 플라스틱 통발보다는 스프링형 그물통발을 더 선호하고 있는 실태이므로 스프링형 그물통발에 대한 대조어구로써 플라스틱 통발도 함께 실험하여 어획성능을 비교하였다. 각각의 시험어구는 그림 30 및 표 11과 같다.



(a)



(b)

<그림 30> 시험조업에 사용된 플라스틱통발과 스프링형 그물통발

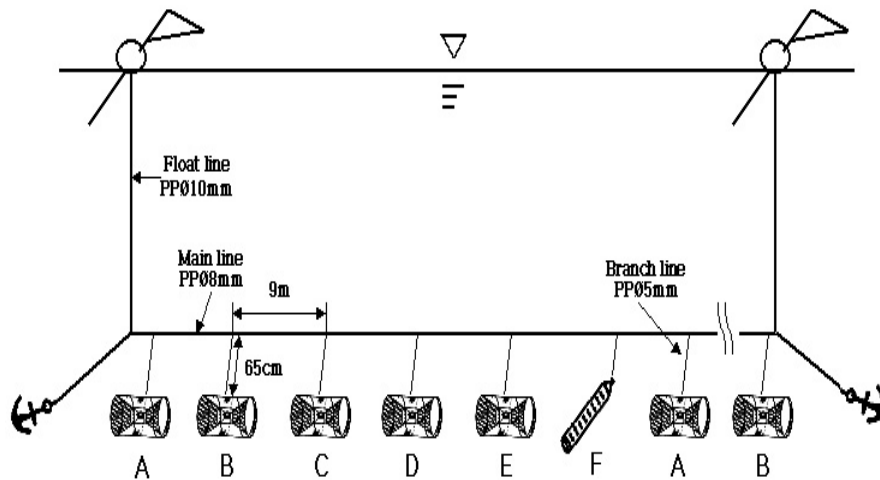
(a) 스프링형 그물통발 (b) 플라스틱통발

<표 11> 붕장어 통발 시험어구의 재원

Item	Dimension			Number
	Length(mm)	Diameter(mm)	Volume(cm ³)	
Spring frame trap 15mm	585	285	1,667	50
Spring frame trap 20mm	585	285	1,667	50
Spring frame trap 25mm	585	285	1,667	50
Spring frame trap 30mm	585	285	1,667	50
Spring frame trap 35mm	585	285	1,667	50
Plastic pot 6.7mm*	510	110	561	50

* indicates diameter of hole in Plastic pot.

○ 시험조업은 현재의 붕장어 통발어장을 대상으로, 시간적인 면과 기상상태 등을 고려하여 통영 및 거제도 인근을 조업지역으로 하였으며, 시험어구는 각각의 통발을 50개씩 사용하여 구성하였으며, 어획량 비교를 위하여 각각의 통발을 <그림31>과 같이 배열하였다.

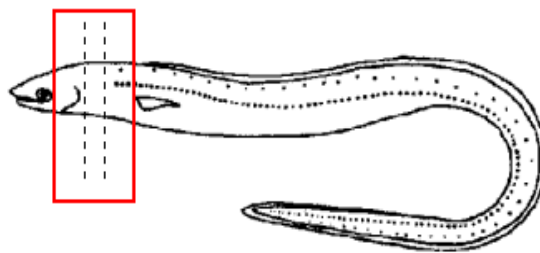


<그림 31> 시험어구의 배열

A, B, C, D, E is mesh size of 15, 20, 25, 30, 35mm In spring frame traps;

F is 6.7mm of diameter of hole in plastic pot.

○ 어획물은 각각의 통발에 어획된 어획물은 통발의 종류별로 분류하여 전수 측정하였다. 각 종류별 어획물은 분류한 후 어류는 전장, 표준체장, 갑각류는 갑장, 갑폭 등을 측정하였다. 그리고 시험대상 어종인 붕장어는 전장, 체고 및 체폭을 측정하였으며, 어획된 모든 붕장어에 대하여 동주 및 체중을 정밀측정하였다(<그림 32>).



<그림 32> 붕장어의 체고, 체폭, 최대 동주의 측정부위

2) 적정망목과 망목선택성 곡선 추정 이론

○ 적정망목은 붕장어의 최소성숙체장(국립수산진흥원, 2000)인 500mm에 대해 50%의 선택률을 가지는 망목을 적정망목(OMS : Optimum Mesh Size)으로 하고, 적정망목에 대한 산출은 선택성 곡선의 50% 선택점에 최소성숙체장을 대입하여 구하였다.

○ 망목선택성 곡선은 Kitahara(1968)방법에 의하여 선택성 곡선(Master curve)의 적용 함수를 아래의 다항식으로 표현하였다.

$$s(R) = \exp(a_n R^n + a_{n-1} R^{n-1} + a_{n-2} R^{n-2} + \dots + a_0 - F_{\max})$$

이 때 다항식의 파라미터는 최소자승법을 이용하여 각각 구하였다.

3) 어획미수 및 체장분포

○ 경남 거제시 능포 인근해역에서 조업한 결과, 어획물은 모두 7종 835미 이었다. 어획물의 조성은 시험대상어종인 붕장어가 총 537미로 전체 어획량 중 약 64.4%를 차지하였고, 게류는 225미로 약 26.9%, 그 외 갯가재, 게, 문어 등이 73미로 약 8.7%를 차지하였다

붕장어의 체장계급별 어획미수 및 체장분포는 <표 12>와 같다.

<표 12> 시험어구에 어획된 붕장어의 체장계급별 어획미수

Rank (TL, mm)	Mid size (TL, mm)	Number of catch						Plastic	Total
		15mm	20mm	25mm	30mm	35mm			
240	230	4	0	0	0	0	0	4	
270	260	2	0	0	0	0	0	2	
300	290	4	3	1	0	0	2	8	
330	320	20	15	10	2	0	12	47	
360	350	86	44	39	23	0	25	192	
390	380	79	37	35	25	0	19	176	
420	410	16	10	7	10	0	3	43	
450	440	1	0	1	1	0	0	3	
480	470	1	0	0	0	0	0	1	
510	500	0	0	0	0	0	0	0	
≤	Total	213	109	93	61	0	61	537	

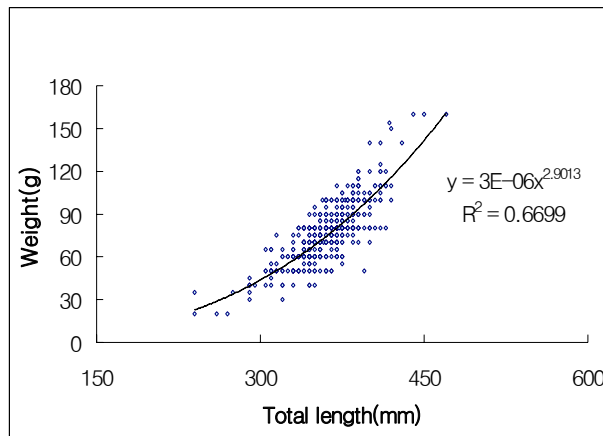
※ TL : Total Length,

15, 20, 25, 30 and 35mm : Mesh size of spring trap, respectively

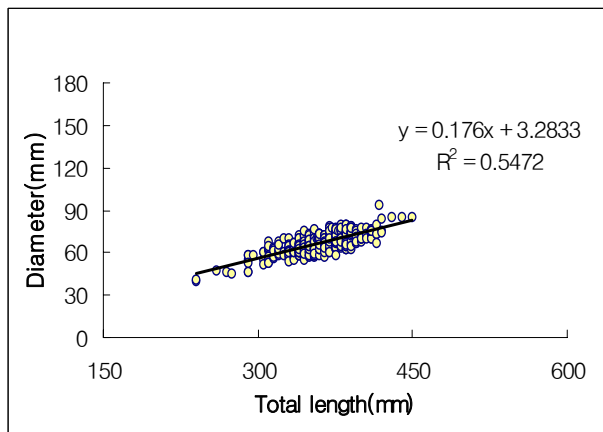
○ 이 어장의 붕장어 분포는 전장 350~390mm의 것이 전체의 약 70%로 대부분을 차지하며, 어획미수는 망목 15mm를 기준으로 20, 25 및 30mm의 것이 각각 약 50%, 60% 및 70% 감소하여 어획성능이 급격히 감소하였고, 수산자원보호령상의 규정 망목인 35mm의 통발에서는 어획이 전무하였다. 또한, 플라스틱 통발은 붕장어의 어획미수가 총 61미로 스프링형 그물통발에 비해 어획량이 현저히 작았으며, 그물통발과 비교해보면 어획미수가 30mm 망목의 것과 비슷하지만 제한체장 350mm이하의 붕장어 어획률이 약 22%로, 30mm망목의 3%에 비하여 크게 높고, 25mm 망목의 11%에 비해서도 2배 정도 높다.

○ 체장과 체중의 상관관계 분석

전장(L, mm)과 체중(W, g)의 관계는 <그림 32>과 같이 $W = aL^b$ 인 형태로 나타내는데 a 및 b 가 3×10^{-6} 및 2.902이고, 상관계수 r 은 0.67이며, 전장과 굵기(D, mm)와의 관계는 <그림 33>과 같이 $D = aL + b$ 인 형태로 나타내는데 a 및 b 가 0.176 및 3.283이고, 상관계수 r 은 0.547이다.



<그림 32> 붕장어의 전장과 체중과의 관계



<그림 33> 붕장어의 전장과 체고와의 관계

4) 망목선택성 곡선 작성과 적정망목의 추정

○ 망목선택성 곡선의 Master curve 다항식은 아래의 식과 같다.

Master curve 다항식의 파라미터들은 어획자료를 이용하여 최소자승법에 의해<표 13>과 같이 추정되었으며, 다항식은 아래의 식과 같다.

$$s(R) = \exp\{(0.0004R^3 + 0.031R^2 - 0.865R - 3.533) + 4.3042\}$$

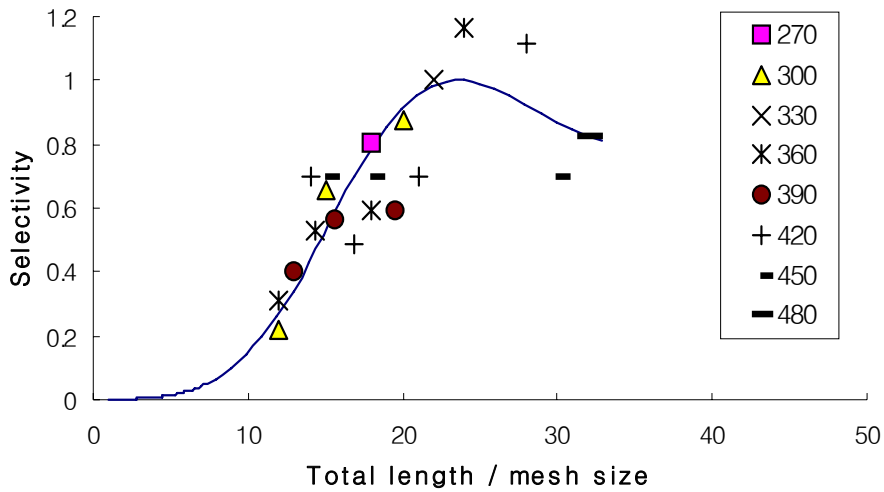
<표 13> Master curve 다항식의 파라미터

a_3	a_2	a_1	a_0	$(l/m)_{25}$	$(l/m)_{50}$	$(l/m)_{75}$
0.0004	0.031	-0.865	-3.533	6.0	14.7	17.5

○ 망목선택성 곡선은 <그림 34>과 같고, 최적의 전장/망목의 크기(l/m)의 값은 선택률이 1일 때는 23.9이었고, 선택률이 0.25일 때는 6.0, 선택율이 0.5일때는 14.7 그리고 0.75가 되는 선택점 17.5로 각각 나타났다.

○ 봉장어에 대한 스프링 그물통발의 적정망목은 Kitahara(1968) 및 Fujimori(1996)의 방법에서와 같이 일반적으로 적용되는 선택성곡선 50% 선택점을 이용하여 최소성숙체장 500mm(국립수산진흥원, 2000)를 대입하여 추정하였는데, 그 결과 적정망목은 약 34.0mm로 나타났다. 이러한 망목의 크기는 현재 경남 통영지역이나 기타 지역에서 봉장어를 잡기 위해 사용되고 있는 그물통발의 망목의 크기 16mm~20mm와는 큰 차이가 있었으며, 수산자원보호령에서 규정하고 있는 망목 크기 35mm와는 거의 비슷하였다.

○ 또한, 수산자원보호령상의 봉장어의 체포금지체장 350mm에 대한 적정망목은 선택성곡선상의 50% 선택점 값인 14.7을 이용하여 구하면 약 24mm이고, 이값은 현재 연안어민이 주로 사용하는 봉장어 그물통발의 망목 크기 16mm~20mm보다 다소 큰 값이다.



<그림 34> 키타하라방법에 의한 붕장어 그물통발의 망목선택성 곡선

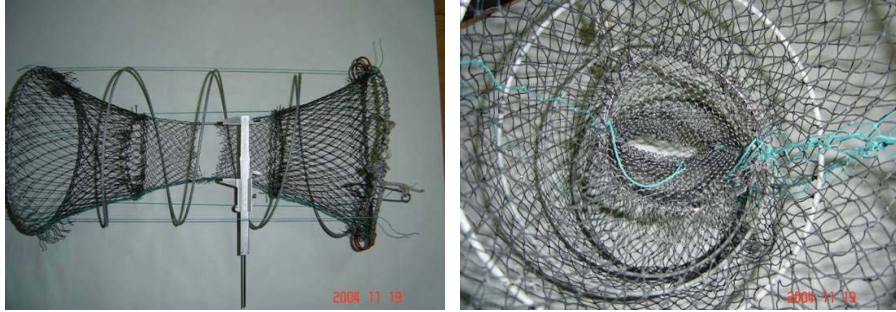
3. 붕장어 스프링 그물통발의 허그물구조에 따른 어종 및 어획선택성

○ 본 실험에서는 혼획을 방지하고, 미성어를 보호하기 위하여 다양한 망목과 조구의 형태를 변화시킨 그물통발을 이용한 어획어종의 종다양성과 어획성능을 파악하며, 근해 통발에서 붕장어를 주대상으로 이루어지는 스프링형 그물통발에 대한 어종 및 어획선택성을 향상시키기 위하여 입구(조구) 및 허그물의 구조를 달리하여 그 어획 성능을 조사하였다.

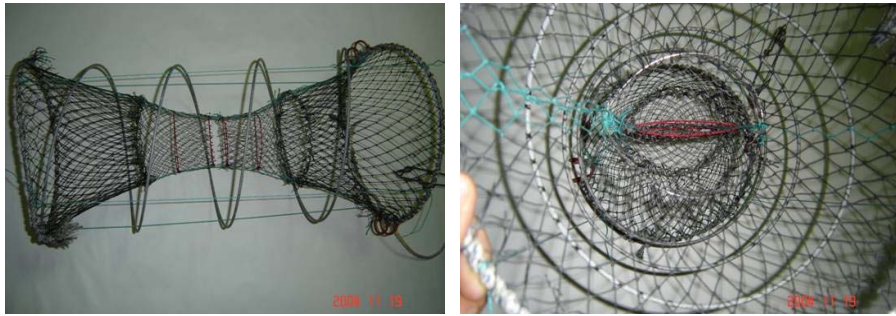
가. 시험어구 및 시험조업

1) 시험어구는 남해안에서 어민들이 주로 사용하고 있는 일반 그물통발어구인 15mm 망목과 20mm 그리고 수산자원보호령상의 망목규정인 35mm, 각각 시험의 연속성을 위해 25mm, 30mm 망목의 통발을 제작하여 그 어획어종별 어획성능을 시험하였으며, 어획 어종의 변화를 조사하기 위하여 각 망목별로 통발의 허그물을 좌우로 뺀혀 형상을 납작하게 하여 비교 실험하였다. 또한, 일반적으로 붕장어 어업에 보편적으로 사용되고 있는 플라스틱 통발을 대조어구로 하여 어획성능을 비교하였다.

2) 각각의 시험어구는 <그림 35> 및 <표 14>와 같고, 어구 배열은 시험어구들은 각각 15개씩 구성을 하였으나, 어획물 자료의 신뢰성을 위해 무작위로 배열하였다(<그림 36>).



(a)



(b)

<그림 35> 시험어구의 구조

(a) 일반그물통발 (b) 편친 혀그물 그물통발

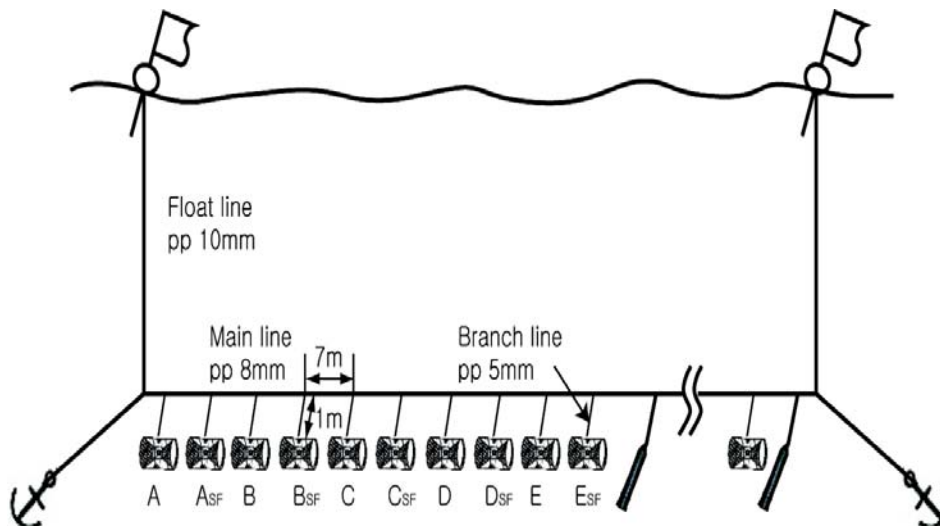
<표 14> 시험어구의 재원

Item	Dimension			Number of used
	Length(mm)	Diameter(mm)	Volume(cm ³)	
Spring Frame trap 15mm a, b*	585	285	1,667	15
Spring Frame trap 20mm a, b	600	340	2,040	15
Spring Frame trap 25mm a, b	585	285	1,667	15
Spring Frame trap 30mm a, b	585	285	1,667	15
Spring Frame trap 35mm a, b	585	285	1,667	15
Plastic pot 6.7mm**	510	110	561	15

* "a" is common spring trap,

"b" is spring Frame trap with stretched flapper

** indicates diameter of hole in Plastic pot



<그림 36> 시험어구의 배열

A, B, C, D, E are mesh size of 16, 20, 25, 30, 35mm in spring traps;

SF is stretched flapper.

3) 시험조업은 2004년 11월 4일에 좌사리도 연안에서, 5일에 소리도와 안도 사이에서 실시하였다. 투승은 일몰시 무렵에 양승은 일출시 무렵이며, 미끼는 각 통발별로 정어리 2미를 사용하였다.

4) 어획물은 각각의 어구별로 분류하여 전수 조사를 행하였다. 어획물은 종류별로 분류한 후 어종에 따라 전장, 표준체장, 갑각류에 대해서는 갑장, 갑폭 등을 측정하였으며, 시험의 대상 어종인 붕장어에 대해서는 전장)과 체중 및 동주를 측정하였다

나. 어구별 어종별 어획미수

1) 남해안 좌사리도와 소리도-안도에서 조업한 결과 총 11종, 총 어획미수는 112미가 어획되었으며, 이 중 주대상어종인 붕장어는 총 90미로 전체 어획량 중 약 79.6%이를 차지하였고, 게류 6미 5.3%, 기타 떡장어, 갯장어, 보구치, 갯장어, 붉은메기, 문어 등이 15.1%를 차지하였다.

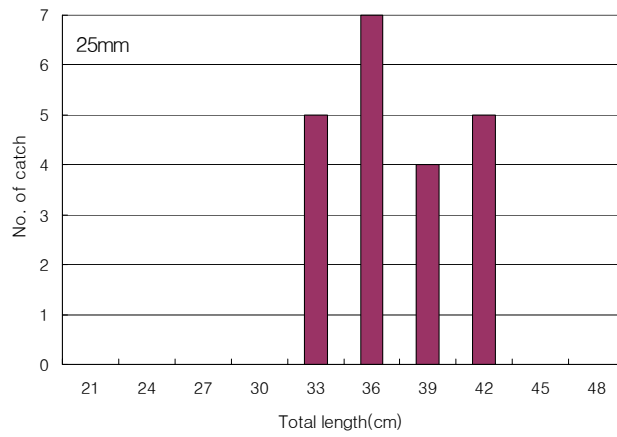
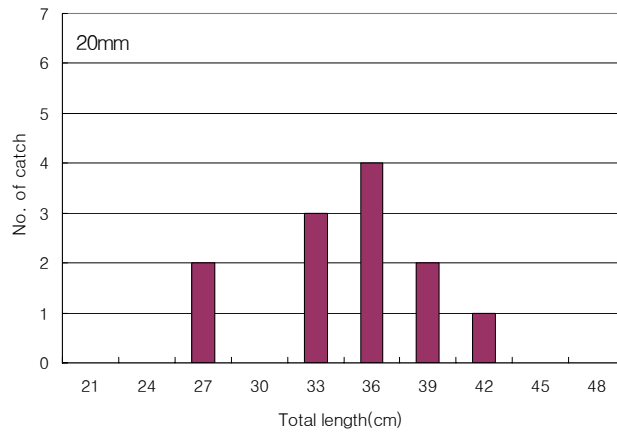
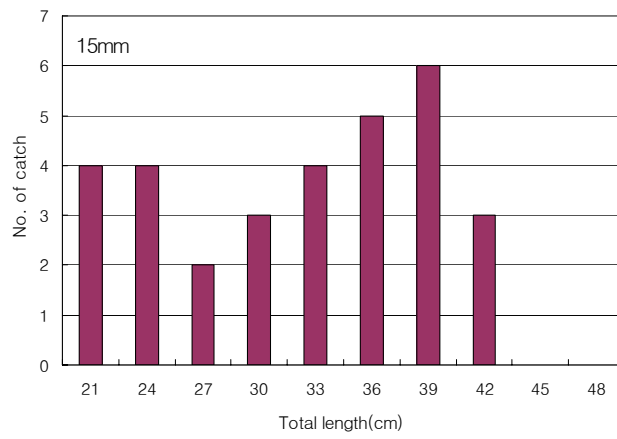
2) 일반 통발과 뺨힌 허그물 통발을 어획어종을 비교하여 보면, 일반 통발에는 다양한 어종이 어획된 반면에 뺨힌 허그물 통발에는 장어류 만이 어획되었다. 어획미수로는 일반 통발이 붕장어 50미를 포함한 72미였고, 2중 허그물 통발은 붕장어 19미 떡장어 1미가 어획되어, 뺨힌 허그물 통발이 어종 선택성은 있으나, 어획성능은 그다지 좋지 않게 나타났다(<표 15>).

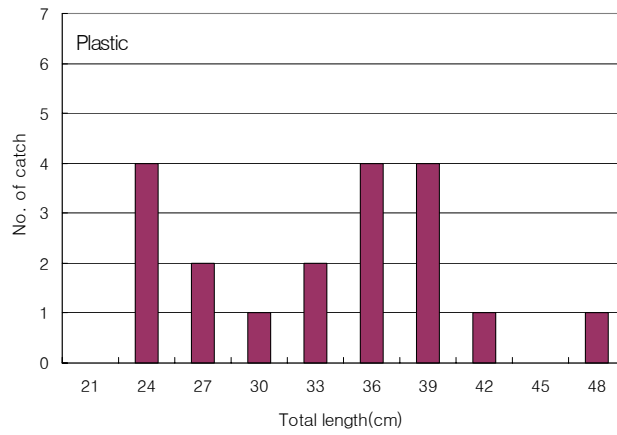
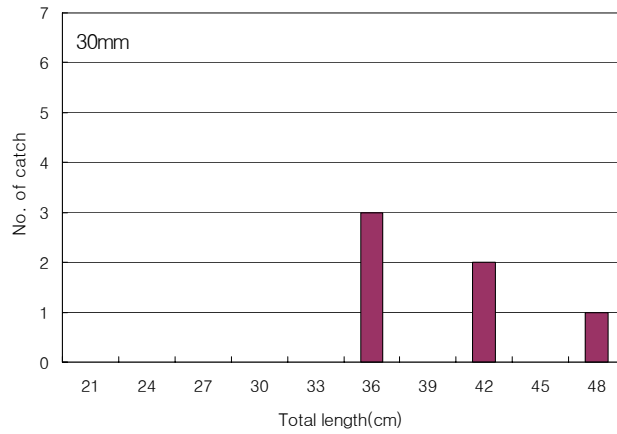
<표 15> 시험어구별 어종별 어획미수

Item	No. of catch					Total
	conger eel	other eel	crap	fishes	others	
Spring frame trap 15mm	24	-	1	2	-	27
Spring frame trap 20mm	7	3	2	1	1	14
Spring frame trap 25mm	13	1	-	3	2	19
Spring frame trap 30mm	6	-	3	1	-	10
Spring frame trap 35mm	-	-	-	2	-	2
Stretched flapper 15mm	7	-	-	-	-	7
Stretched flapper 20mm	5	-	-	-	-	5
Stretched flapper 25mm	8	-	-	-	-	8
Stretched flapper 30mm	-	-	-	-	-	0
Stretched flapper 35mm	1	-	-	-	-	1
Plastic pot 6.7mm*	19	1	-	-	-	20
Total	90	5	6	9	3	113

다. 어구별 붕장어의 어획미수 및 체장계급분포

1) 어구별 붕장어의 어획량은 15mm 망목에 31미(34.5%), 20mm 망목에 12미(13.3%), 25mm 망목에 21미(23.3%), 30mm 망목에 6미(6.7%), 35mm 망목에 1미(0.0%)가 어획되었으며, 플라스틱 붕장어 통발에는 19미(21.1%)가 어획되었다. 망목이 커짐에 따라 어획된 붕장어의 체장계급분포는 오른쪽으로 이동하고 있으며, 어획미수도 감소하는 경향을 보이고 있다. 플라스틱 붕장어 통발에서의 체장계급은 다양하게 분포하고 있다(<그림 37>).





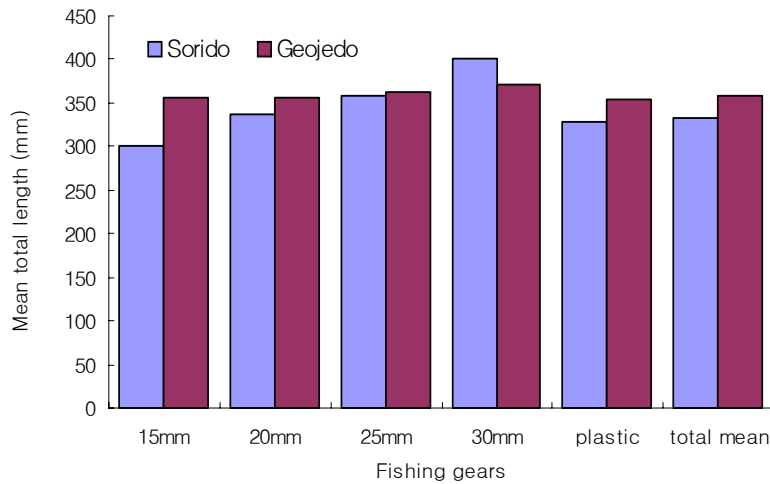
<그림 37> 어구별 붕장어의 어획미수 및 체장계급분포

라. 소리도 연안 시험조업과 거제·통영 시험조업의 비교

1) 소리도 연안 시험 조업의 경우 붕장어의 평균 체장은 332.0mm로 나타났으며, 망목이 15mm에서 30mm로 커짐에 따라 301.0mm, 336.2mm, 357.8mm 그리고 400.8mm로 나타남에 따라 망목이 커짐에 따라 현저히 커짐.

2) 거제·통영 연안 시험 조업의 경우 붕장어의 평균 체장은 359.0mm, 망목크기 증가에 따라서는 357.0mm, 356.8mm, 361.7mm, 370.2mm로 나타남으로 망목크기 증가에 따른 어획 평균 체장의 변화는 매우 적었음.

3) 거제·통영 연안에서 어획된 개체가 전체 평균 및 전체적으로 체장이 큰 것으로 나타났으나, 30mm망에서는 소리도 연안이 큰 것으로 나타남(<그림 38>).



<그림 38> 소리도 연안과 거제 연안 어구별 붕장어의 평균전장 비교.

마. 어종 및 어획선택성과 망목선택성

1) 실험 결과 허그물을 조정한 통발은 일반 그물통발에 비해 장어류 만이 어획된 것으로 볼 때, 허그물을 뺀힘으로서 장어류에 대한 어종 선택성이 탁월한 것으로 판단된다. 또한, 현장에서의 추가 실험과 수조에서의 대망(입룡)행동 관찰 실험을 함으로써 장어류 어획에 적합한 어구로 개량할 수 있을 것으로 판단된다.

2) 실험 결과 망목이 커짐에 따라 체장빈도분포가 오른쪽으로 이동하는 것으로 나타남에 따라 추가 현장실험을 통하여 동주와 전장에 대한 망목선택성을 추정할 수 있다. 특히 동주에 대한 망목선택성을 추정함으로써 서식환경에 따른 성장 속도 및 비만도에 알맞은 적정 망목을 제시할 수 있을 것으로 판단된다.

4. 침지시간에 따른 플라스틱 붕장어통발의 혼획률과 탈출률

○ 침지시간 12시간의 시험조업에서는 혼획률이 1.5~3%로 매우 낮았으나, 24시간 이상의 침지시간과 3회의 긴 침지시간의 시험조업에서는 침지시간이 경과함에 따라 베도라치와 갯가재의 어획이 증가였으며, 불가사리의 통발 부착율이 증가하였다. 48시간 경과 후 베도라치가 13마리(7%), 갯가재 4마리(2%)가 어획되었고, 72시간 경과 후에 베도라치는 38마리(17%)로 늘어났으나, 갯가재는 4마리로 변화가 없었다. 이와 같이 침지시간이 커짐에 따라 혼획률이 커지는 것은 주요 혼획종인 베도라치의 활동시간에 따른 영향과 미끼에 대한 선호도가 붕장어와

다르기 때문인 것으로 추정된다.

○ 혼획의 증가는 혼획어류가 붕장어가 섭이하는 어류이므로, 플라스틱 붕장어 통발의 Ghost fishing을 증가시키는 요인이 될 것으로 생각된다.

○ 통발에 대한 붕장어의 탈출을 조사하기 위한 실험에 사용된 11마리의 붕장어(체중 163~294g) 가운데 5마리는 실험 8일째 통발이 유실되었고, 2마리는 실험 시작 7일~14일 사이에 사망하였으며, 나머지 4마리는 탈출하지 못하고 41일간(2002년 2월 16일~3월 28일) 통발에 남아 있었다. 남은 붕장어의 체중은 12~18% 감소했으며, 이들의 위내용물 조사에서는 아무것도 발견되지 않았다. 즉, 붕장어는 정상적인 섭이를 할 수 없는 상황에서도 일부는 상당한 기간 동안 생존할 수 있으며, 이들을 유실된 통발 속에서 탈출할 수 있도록 해 준다면 가용자원으로 다시 가입할 수 있을 것으로 생각된다.

○ 수거된 유실 통발에 들어있던 붕장어에 대한 위내용물 조사에서, 위내용물이 전혀 없는 붕장어의 비율은 통발 조업선에서 어획된 붕장어는 5.0%, 트롤 끝자루에 어획된 붕장어는 4.2%, 그리고 유실 통발에 어획된 붕장어는 87.6%였다. 이와 같이 유실 통발에 어획된 붕장어는 어획되기 전까지 정상적인 섭이활동을 하였을 것으로 추정되는 다른 어구에 어획된 붕장어와 비교할 때 위내용물이 없는 공위율이 17~20배 높은 것으로 나타났다. 또한 평균 전장에서 큰 차이가 없는 유실된 통발에 어획된 붕장어와 트롤 끝자루에 어획된 붕장어의 비만도는 1.292와 1.514로 유실된 통발에 어획된 붕장어의 비만도가 약15% 낮게 나타났다. 이것은 유실된 붕장어 통발에 들어있었던 붕장어가 통발속에서 상당 기간 동안 정상적인 섭이를 하지 못한 결과 성장이 지연되었거나 체중이 감소한 것으로 추정되었다.

5. 보리새우 삼중자망 대체 어구어법 개발

○ 현재 보리새우 삼중자망은 어획성능은 아주 우수하나 자원남획으로 인하여 사용이 제한되어 있는 금지어구이다. 따라서 대체어구의 개발이 시급하나 개량된 홀자망이나 현재 타 지역에서 사용 중인 통발 그대로를 보리새우 어획용으로 사용할 수는 없는 실정이다.

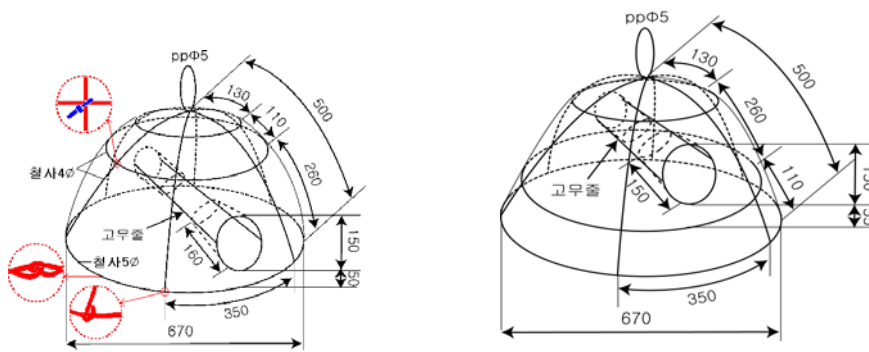
○ 보리새우를 삼중자망이 아닌 다른 방법으로 어획하기 위한 대체 어구의 개발이 시급하게 요청되고 있는바, 현용 어구 중에서 삼중자망을 대체하기 위한 연구개발이 진행되고 있다. 그 예로 삼중자망과 같은 어획효과를 낼 수 있도록 홀자망을 개량한 연구가 행해진바 있다(김 등, 2001년). 즉, 한 겹의 망지로 어족이 잘 얽히게 하기 위해서는 망지가 부분별로 주머니 형태로 되는 것이 유리하고, 그러기 위해서는 망지에 주름을 많이 주는 과축결 또는 과성형 상태가 되어야한다. 망지가 불룩하게 부푸는 주머니의 크기는 어족의 크기에 따라 어느 정도 비례하는 것이 바람직하다(국립수산과학

원, 1989).

○ 최근, 현장 조사를 통하여 개량 홀자망의 사용 실태를 파악해 본 결과, 이 홀자망을 사용하여 보리새우를 어획하기 위한 어업 허가가 20건 정도로 저조하고, 실제 현장에서는 어업인들이 이 허가를 받았음에도 삼중자망을 관습적으로 사용하고 있어 불법 어업 시비가 계속되고 있는 실정이었다.

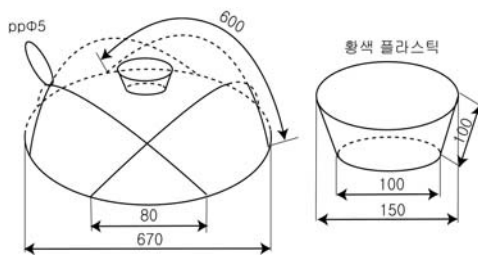
○ 따라서, 보리새우를 자망이 아닌 통발로서 어획하기 위한 시도로, 현재 우리나라 동해안과 일본에서 사용중인 새우통발을 응용해서 보리새우의 어획성능을 삼중자망의 수준까지 향상시키고 삼중자망을 대체할 자원관리형 통발을 개발하고자 하였다.

○ 시험어구는 3종의 구조(재래형, 개량형, 일본형)에 대하여 망목의 크기를 25, 35, 45mm의 3가지로 다르게 하여 총 9종으로 설계·제작하였다. 이 3종의 어구의 구조적 특징은 입구의 위치가 재래형의 경우 하부에, 개량형은 중앙부에, 일본형은 상부에 위치한다는 점이다.



(a) 재래형

(b) 개량형



(c) 일본형

통발형태	망 목	개 수	계
재래형	25mm 35mm 45mm	각각 10개씩	30
개량형	"	"	"
일본형	"	"	"
			총 90개


<그림 39> 새우통발의 시험어구

○ 시험조업은 거제 능포 인근해역에서 시험선을 이용하여 2003년 7월 말부터 8월말까지, 그리고 2004년 7월 초순부터 8월 중순까지 실시하였다. 또한, 이에 병행하여 수조에서 수중 CCTV를 이용하여 보리새우 등에 대한 통발의 어획메커니즘을 규명하여 보다 바람직한 어구 구조를 도출하기 위한 기초자료를 얻고자 하였다.

○ 2003년도에는 시험어구(그림 39)를 제작하여 해상시험을 실시하였으나 어획이 극히 저조하였다. 그리고, 태풍 메미로 인하여 시험어구가 유실 또는 파손되는 일이 발생하는 등 애로 점이 많았다.

○ 2004년도에도 <그림 39>의 시험어구를 다시 제작하여 해상시험을 실시하였으나, 장기간에 걸친 연안냉수대의 확산과 태풍 메미에 의한 보리새우 종묘생산설비의 유실에 따른 보리새우 방류사업의 중단으로 어획이 극히 부진하였다.

○ 수조실험에서 보리새우는 주간에는 모래 속이나 장애물에 은신하여 활동을 거의 하지 않고 있다가 야간에 활발한 활동을 하며, 대체로 해저를 기어 다니거나 상당시간 유영하기도 하였다. 그리고, 주위의 소음이나 진동 등 외부 자극에 대하여 매우 민감한 반응을 보였으며, 작은 자극에도 크게 놀라 꼬리로 해저를 치면서 뒤쪽으로 뛰어 달아나는 행동을 자주 보이고 있다.

○ 따라서, 보리새우 통발은 높이는 낮추는 대신에 폭을 넓히고, 입구를 바닥서부터 원형이 아닌 의 모양으로 다소 크게 만드는 것이 바람직하다고 본다.

6. 자원관리형 어구어법 기술개발

○ 플라스틱 통발은 잡어통발에 비하여 어획성능이 현저하게 떨어질 뿐만 아니라 제한체장 35cm 이하의 붕장어가 상당량 어획되고, 어획과정에서 선별과정이 별도로 없다는 것이 문제점으로 지적되었고, 영세어업이기 때문에 근해어업과 달리 자동조업시스템의 도입도 어려운 실정이다.

○ 잡어통발은 망목의 크기가 20mm에서 제한체장이하의 붕장어 어획률이 감소하기 시작하여 24~25mm에서는 50%선택성을 보이고, 30mm에서는 붕장어의 어획이 급감하고, 제한 망목 35mm에서는 붕장어 어획이 전무하였다. 그리고, 붕장어에 대한 잡어통발의 적정망목은 50% 선택점을 이용하여 최소성숙체장 500mm(국립수산진흥원, 2000)를 대입하여 추정하였는데, 그 결과 적정망목은 약 34.0mm로 나타났다. 또한, 수산자원보호령상의 붕장어의 체포금지체장 350mm에 대한 적정망목은 50% 선택점으로 구했을 때 약 24mm이었다.

○ 잡어통발의 허그물의 구조를 조정하여 실험한 결과 허그물을 조정한 통발은 일반 그물통발에 비해 장어류 만이 어획된 것으로 볼 때, 허그물을 뺀힘으로서 장어류에 대한 어종 선택성이 탁월한 것으로 판단되므로 잡어통발 조업시 목표 어종인 붕장어를 제외한 타어종의 혼획방지효과가 있었다.

○ 가자미 자망 및 삼중자망

가자미 자망 및 삼중자망에 대한 시험조업을 통하여 적정망목을 제시하고, 두 어구의 어종 및 체장의 선택성을 기초로 하여 두 어구의 어획강도를 비교함으로써 효율적인 어업관리 방안 에 대하여 분석중.

○ 물가자미의 최소성숙체장이 50%의 어획률을 가지는 적정망목은 삼중자망이 141mm로, 홑자망이 132mm로 나타났다. 이들 망목으로 어획시 50% 어획률을 가지는 물가자미의 체장 범위는 삼중자망이 265mm~474mm이고, 홑자망이 265mm~398mm이다. 따라서, 물가자미의 적정망목은 삼중자망이 홑자망에 비하여 약 10mm정도 더 크고, 현재 시험조업 해역에서 사용되는 망목보다 크게 나타났다. 어획종의 수는 삼중자망이 30여종, 홑자망이 20여종으로 삼중자망의 혼획비율이 약 1.5배 크게 나타났다.

○ 보리새우 자망 및 통발

보리새우의 효율적인 어획을 위한 어구어법을 도출하기 위하여 수조 및 해상에서 시험조업을 실시하여 어획기구에 대한 다각적인 검토 중에 있음.

제 4 장 연구결과 활용계획

어업의 혼획량을 추정한 FAO보고서(Alverson et al. 1994)에 의하면 전세계 어획량(약 1억 2,500만톤)의 25%가 법률적·경제적 이유로 투기되고 있다는 결과를 제시하고 있다. 비목표 어종이 다량 혼획될 경우, 선상 선별작업에 많은 시간과 노동력이 소요되며, 이들 어류들이 바다로 투기된 이후에 생존할 확률이 적으므로 자원의 유효이용 측면에서 혼획과 투기를 감소시키는 것은 필요하다. 이를 위해서는 어구의 망목선택성을 활용하여 유치어 또는 비목표어종이 어획되기 전에 탈출할 수 있도록 하는 선택적 어구어법 기술의 개발이 매우 중요하다.

본 연구에서는 먼저 포획이 금지된 대게 암컷과 체장 9cm 이하인 수컷의 혼획을 감소시킬 목적으로 자망에 대한 대게의 망목선택성을 해석하고, 자망의 망목 크기의 조정을 통하여 법률적 이유로 투기되는 암컷과 체장 9cm 이하인 수컷의 혼획을 감소시킬 수 있다는 결과를 제시하였다. 본 결과는 금후, 대게자원의 관리 및 보존에 관한 정책 자료로 유용하게 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

대구를 어획 대상으로 하는 자망과 삼중자망의 타어종 혼획 비율, 망목 선택성 등에 관한 연구를 통하여 삼중자망의 어획성능 및 타어종 어획비율이 자망에 비하여 높다는 결과는 제시하였다. 본 연구 결과는 삼중자망의 어획 특성을 이해하고 연안 어업의 자원관리 방안을 제시하는데 유용하게 활용될 것이다.

새우·골뱅이 통발의 대상 어종과 이들 어종의 망목선택성 등을 제시하였다. 본 연구 결과는 새우·골뱅이 통발의 주요 대상 어종인 물레고둥, 세고리물레고둥, 물렁가시붉은새우의 자원관리 및 보호 방안의 수립에 필요한 기초 자료로 활용될 것이다.

본 연구를 통하여 얻어진 이들 각종 결과들은 금후, 동해안 어업자원의 지속적 유효이용 및 관리를 위한 정책 자료 등으로 많이 활용될 것으로 기대된다.

그리고, 민어 자망의 망목선택성을 추정함으로써 민어 자망의 적정 망목을 제시하였으며, 기존 민어자망 어구의 성능을 극대화시킬 수 있도록 민어 자망어구를 개량함으로써 어획 증대를 꾀할 수 있을 것으로 기대된다.

피빨고둥(소라) 통발의 망목선택성을 추정함으로써 피빨고둥 통발의 적정 망목을 제시하였으며, 꽃게 통발의 미끼 선택성을 평가함으로써 선주들의 미끼 선택에 도움을 주고, 인공미끼 개발의 기초자료를 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

또한, 본 연구에서 얻어진 통발, 자망, 삼중자망의 망목선택성 연구결과는 금후 어업정책에 반영될 수 있도록 시책 건의할 계획이며, 통발에 대한 물레고둥, 세고리물레고둥, 물렁가시붉은새우의 망목 선택성 결과는 이들 자원의 지속적 유효이용을 위한 자료로 활용될 것으로 기대된다.

또한, 연구를 수행하는 동안의 활용 계획 및 실적은 다음과 같다.

- 본 연구에서 얻어진 통발, 자망, 삼중자망의 망목선택성 연구결과는 금후 어업정책에 반영될 수 있도록 시책 건의할 계획임
 - 통발에 대한 물레고동, 세고리물레고동, 물렁가시붉은새우의 망목 선택성 결과는 이들 자원의 지속적 유효이용을 위한 자료로 활용됨
 - 민어 자망의 망목선택성 추정 결과는 민어 자망 선주협회 등을 방문하여 선주들에게 민어 자망의 적정 망목의 기준을 제시함
 - 피뿔고동 통발의 망목선택성 추정 결과는 기타 통발 선주협회 등을 방문하여 선주들에게 피뿔고동(소라) 통발의 적정 망목의 기준을 제시함
 - 민어 자망의 어구 개량 결과는 민어 자망 선주협회 등을 방문하여 선주들에게 민어 자망의 어획 증대를 위한 최적 어구의 구성을 홍보함
 - 꽃게 통발의 미끼 선택성 분석 결과는 꽃게 통발의 인공미끼 개발을 위한 기초자료로 제공하고, 꽃게 통발 선주협회 등을 방문하여 선주들에게 미끼의 유인성능을 홍보함
 - 봉장어 그물통발의 적정망목 크기에 대한 결과는 연안 통발협회 및 관련어민들에게 홍보함.
-
- 대게 자망어업 시험연구결과 설명회 개최(2003.6.24) : 대게 자망 어업인에게 연구결과 설명회 개최(울진군청).
 - 신문사, 방송국 등에 보도자료 배부 (2003. 6. 23) : 대게 자원관리를 위한 적정망목(그물코 크기) 기준 마련(국립수산과학원 보도자료)
 - 대게 자원관리에 관한 한·일 학술심포지엄 개최(2003.8.26) : 시군의 공무원, 수협 직원, 연근해에서 자망을 사용하여 대게를 어획하는 어업인들에게 연구결과를 설명하는 심포지엄 개최(포항시청)
 - 수산자원관리 및 현안사항 개선에 관한 발표(2003.12.5) : 해수부 및 시군의 공무원, 수협 직원, 어업인들에게 대게자망의 망목선택성에 관한 연구결과를 설명(울산지방해양수산청)
 - 동해 연안에서 사용되고 있는 자망과 삼중자망의 혼획 및 망목선택성에 관하여 발표(2004.4.23) : 수산분야 공무원, 연구원, 수협 직원, 어업인들에게 동해 왕돌초 수역에서 사용되고 있는 자망과 삼중자망의 망목선택성 등에 관하여 설명 (동해수산연구소, 울진군청)
 - 신문사, 방송국 등에 보도자료 배부 (2003. 6. 23) : 대게 자원관리를 위한 적정망목(그물코 크기) 기준 마련(국립수산과학원 보도자료)

제 5 장 참고문헌

- 1) 小池 篤・大河原正壯・竹内正一 : 二重かごによるホッコクアカエビの 漁獲について, 日水誌 1981 47(4) 457
- 2) 梨本勝昭・佐佐木成二・目黒敏美 : 刺網の揚網時に作用する沈子棚張力 の推定方法と實測による検討, 日水誌 1981 47(4) 469
- 3) 小池 篤・竹内正一 : ワカサギ刺網における漁獲の飽和について, 日水誌 1982 48(12) 1711
- 4) 小池 篤・竹内正一 : 三枚網の内網の網目の大小が漁獲におよぼす影響, 日水誌 1985 51(6) 895
- 5) 峰村哲哉・添田秀男 : か流網漁業によける漁具の浸漬時間と漁獲傾向, 日水誌 1985 51(12) 1927
- 6) 石田行正 : 平行流し網実験による漁獲効率とシロザケ資源量の推定, 日水誌 1986 52(2) 239
- 7) 小池 篤・松田 皎 : 三枚網の内網のためみ、内網の網目変化と漁獲, 日水誌 1988 54(2) 221
- 8) 藤森康澄, 松 田, Loel P. Losanes, 小池 篤 : 水槽実験による刺網の漁獲効率と網目選擇性, 日水誌 1990 56(12) 2019
- 9) Loel P. Losanes・松田 皎・小池 篤 : 三枚網および二枚網の網高さの推定, 日水誌 1990 56(3) 467
- 10) 松岡達郎 : 三枚網の選擇性要素に関するテイラピアを用いた水槽実験, 日水誌 1991 57(7) 1331
- 11) 赤松友成・畠山良己・石田 憲・添田秀男・峰村哲哉・小島隆人 : ハンドウイルカの流し網の認知部分と羅網過程に関する実験, 日水誌 1991 57(4) 591
- 12) 藤石昭生・永松公明・手島和之 : サザエ刺網(在來型と改良型)の漁獲性能の比較, 日水誌 1992 58(7) 1243
- 13) 藤森康澄, 松田 皎・Loel P. Losanes : 水槽実験における刺網の選擇 性曲線のモンテカルロ・シミュレーションによる推定, 日水誌 1992 58(2) 193
- 14) 山根 猛・飯高勇之助・富田克司 : 脱かごと入り口の高さ, 日水誌 1987 53(8) 1399
- 15) 山根 猛・飯高勇之助 : 小型エビかご内における個体數の日變動, 日水誌 1990 53(8) 1399
- 16) 山根 猛 : 琵琶湖南湖エビかご漁場での漁獲に及ぼす波浪の影響, 日水誌 1991 57(5) 981
- 17) 綿貴尙彦・岩下 撤・川村軍藏 : いかかごで漁獲されたコオイカの性 比と成熟度, 日水誌 1993 59(6) 919
- 18) 김동식 : 삼치 유자망 어구의 선택성에 관하여, 韓水誌 1972 5(1) 11
- 19) 손태준 : 濟州道 刺網羅網率에 關하여-고등어 刺網의 羅網率比較, 韓水誌 1975 8(1) 7
- 20) 손태준・김진건 : 멸치 刺網 漁獲量의 分布와 海況, 韓水誌 1983 16(4) 11
- 21) 손태준・이병기・장호영 : 멸치 刺網 漁獲量의 季節變動 및 漁場形成, 韓水誌 1984 17(2) 92

- 22) 고관서·김대안 : 통발에 대한 魚類의 行動과 漁獲性能에 관한 研究, 韓水誌 1984 17(1) 15
- 23) 고관서·권병국 : 붕장어 통발의 改良,, 韓水誌 1987 20(2) 95-105
- 24) 김대안·고관서 : 통발漁具의 漁獲機構 및 改良에 관한 研究- 1. 대통발과 플라스틱 통발에 대한 붕장어의 행동, 韓水誌 1987 20(4) 341
- 25) 김대안·고관서 : 통발漁具의 漁獲機構 및 改良에 관한 研究- 2. 그물통발류에 대한 민꽃게의 행동, 韓水誌 1987 20(4) 348
- 26) 김대안·고관서 : 통발漁具의 漁獲機構 및 改良에 관한 研究- 4. 민꽃게통발의 改良實驗, 韓水誌 1987 23(4) 310
- 27) 김대안·고관서 : 통발漁具의 漁獲機構 및 改良에 관한 研究- 5. 붕장어통발의 改良實驗, 韓水誌 1987 23(4) 315
- 28) 이병문, 전성택, 오희국 : 보리새우 저층유망에 관한 시험연구. 수진연구보고 1988 39, 65-72
- 29) 임성호·고관서·권병국 : 주꾸미의 色에 대한 選擇性과 단지의 改良. 韓國漁業技術學會誌 1990 26(3) 237-243
- 30) 염말구 : 미끼의 종류에 따른 통발어획율의 변화, 韓國漁業技術學會誌 1991 27(4) 232-237
- 31) 염말구 : 통발용 인공미끼의 개발, 韓國漁業技術學會誌 1998 34(4) 185-190
- 32) 조영복·박창두·이주희 : 서대 3중자망의 망목 선택성에 관한 연구, 韓國漁業技術學會誌 2000 36(2), 89-95.
- 33) 장호영·조봉곤·박종수·두성균. 서해구 자원관리형 자망·통발 어구어법 기술개발에 관한 연구-서해구 자망·
- 34) 통발어업의 현황과 주어획물의 체장분포, 韓國漁業技術學會誌 2003, 39(1), 50-55.
- 35) 장호영·조봉곤·고광수·한민숙. 서해구 자원관리형 자망·통발 어구어법 기술개발에 관한 연구-수조에서의 통발에 대한 어군의 입통행동, 韓國漁業技術學會誌 2003, 39(1), 56-62.
- 36) 장호영·조봉곤·박종수·두성균. 서해구 자원관리형 자망·통발 어구어법 기술개발에 관한 연구-민어 *Miichthys miiuy* 자망의 망목선택성, 韓國漁業技術學會誌 2004, 40(3), 169-175.
- 37) 장호영·조봉곤·박종수·신종근. 서해구 자원관리형 자망·통발 어구어법 기술개발에 관한 연구-피빨고둥 *Rapane venosa* 통발의 망목선택성, 韓國漁業技術學會誌 2004, 40(3), 176-181.
- 38) 거제시 : 거제도 연안 보리새우 자원조사 1997, 54p
- 39) 국립수산물과학원: 한국새우류도감 2001, 해양수산부 국립수산물과학원
- 40) 김용해, 장충식, 권병국: 보리새우의 나망행동 관찰과 자망 시험조업결과 분석. 2001년도 추계 수산물관련학회 공동학술대회 발표요지집 51-52
- 41) 거제시 : 보리새우 채포 자원량 조사 및 어구개발, 2002

- 42) 국립수산물과학원 : 한국어구도감, 2002 해양수산부 국립수산물과학원 565p
- 43) 국립수산물과학원 : 한국어구도감. 한글과그래픽스, 2002, 579p.
- 44) Takeshi Yamane, Yunosuke Itaka and Katsushi Tomita : Relation between prawn escape and pot neck height. *Nippon suisan gakkaiishi* 1987 53(8), 1399-1405
- 45) Takeshi Yamane, Yunosuke Itaka : Relation between ingress, escape and height of pot entrance. *Nippon suisan gakkaiishi* 1987 53(12), 2145-2150
- 46) L.E. Miranda, A.A. Agostinho and L.C. Gomes : Appraisal of the elective properties of gill nets and implications for yield and value of the fisheries at the Itaipu Reservoir, Brazil-Paraguay, *Fisheries Res* 2000 45(2) 105-116
- 47) Teemu S. Makinen, Eero Niemela, Kjell Moen and Reijo
- 48) Lindstrom: Behaviour of gill-net and rod-captured Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) during upstream migration and following radio tagging, *Fisheries Res* 2000 45(2) 117-127
- 49) E.G. Reis and M.G. Pawson : Fish morphology and estimating selectivity by gillnets
- 50) H. Peltonen, J. Ruuhijarvi, T. Malinen and J. Horppila: Estimation of roach (*Rutilus rutilus* (L.)) and smelt (*Osmerus eperlanus* (L.)) stocks with virtual population analysis, hydroacoustics and gillnet CPUE, *Fisheries Res* 1999 39(3) 263-273
- 51) N. Madsen, R. Holst, D. Wileman and T. Moth-Poulsen :Size selectivity of sole gill nets fished in the North Sea, *Fisheries Res* 1999 44(1) 59-73
- 52) Miguel Neves Santos, Carlos Costa Monteiro, Karim Erzini and
- 53) Gerard Lasserre : Maturation and gill-net selectivity of two small sea breams (genus *Diplodus*) from the Algarve coast (south Portugal), *Fisheries Res* 1998 36(2-3) 185-194
- 54) I. Psuty and W. Borowski : The selectivity of gill nets to bream (*Abramis brama* L.) fished in the Polish part of the Vistula Lagoon, *Fisheries Res* 1997 32(3) 249-261
- 55) G. Petrakis and K.I. Stergiou : Gill net selectivity for four fish species (*Mullus barbatus*, *Pagellus erythrinus*, *Pagellus acarne* and *Spicara flexuosa*) in Greek waters, *Fisheries Res* 1996 27(1-3) 17-27
- 56) G. Petrakis and K.I. Stergiou : Gill net selectivity for *Diplodus annularis* and *Mullus surmuletus* in Greek waters, *Fisheries Res* 1995 21(3-4) 455-464
- 57) Alejandro R. Acosta and Richard S. Appeldoorn : Catching efficiency and selectivity of gillnets and trammel nets in coral reefs from southwestern Puerto Rico, *Fisheries Res* 1995 22(3-4) 175-196
- 58) Miguel Neves Santos, Carlos Costa Monteiro and Karim Erzini : Aspects of the biology and gillnet selectivity of the axillary seabream (*Pagellus acarne*, Risso) and common

- pandora (*Pagellus erythrinus*, Linnaeus) from the Algarve (south Portugal), *Fisheries Res* 1995 23(3-4) 223-236
- 59) J.S. Pet, C. Pet-Soede and W.L.T. van Densen : Comparison of methods for the estimation of gillnet selectivity to tilapia, cyprinids and other fish species in a Sri Lankan reservoir, *Fisheries Res.* 1995 24(2) 141-164
- 60) M.A.M. Machiels, M. Klinge, R. Lanfers and W.L.T. van Densen : Effect of snood length and hanging ratio on efficiency and selectivity of bottom-set gillnets for pikeperch, *Stizostedion lucioperca* L., and bream, *Abramis brama*, *Fisheries Res* 1994 9(3-4) 231-239
- 61) E.G. Reis and M.G. Pawson : Determination of gill-net selectivity for bass (*Dicentrarchus labrax* L.) using commercial catch data, *Fisheries Res* 1992 13(2) 173-187
- 62) Loel P. Losanes, Ko Matuda and Yasuzumi Fujimori : Outdoor tank experiments on the influence of soaking time on the catch efficiency of gillnets and entangling nets, *Fisheries Res* 1992 15(3) 217-227
- 63) Daniel C. Njoku : Comparative efficiency and techno-economics of multifilament and monofilament gillnets on the Oguta Lake, Nigeria, *Fisheries Res* 1991 12(1) 23-30
- 64) Takeshi Yamane, Yunosuke Iitaka : Daily variation in the number of prawns in small prawn pots. *Nippon suisan gakkaiishi* 1990 56(10), 1537-1541
- 65) Fusimori. Y., Tokai, T., Hirayama, S., Matuda, K. : Selectivity and gear efficiency of trammel nets for kuruma prawn *Penaeus japonicus*. *Fisheries Research* 1996 26, 113-124
- 66) Takeshi Yamane : Application of the Rayleigh distribution to size selectivity of small prawn pots for the oriental river prawn, *Macrobrachium nipponense*. *Fisheries Research* 1998 36(2) 27-33
- 67) David Robichaud, Wayne Hunte and Hazel A. Oxenford : Effects of increased mesh size on catch and fishing power of coral reef fish traps, *Fisheries Res* 1999 39(3) 275-294
- 68) Stephen J. Newman and David McB. Williams : Mesh size selection and diel variability in catch of fish traps on the central Great Barrier Reef, Australia: a preliminary investigation, *Fisheries Res* 1995 23(3-4) 237-253
- 69) Dag M. Furevik and Svein Løkkeborg : Fishing trials in Norway for torsk (*Brosme brosme*) and cod (*Gadus morhua*) using baited commercial pots, *Fisheries Res* 1994 19(3-4) 219-229
- 70) Chun-Woo LEE, Ju-Hee LEE and In-Jin KIM : Application of a fuzzy controller to

depth control of a midwater trawl net, *Fisheries Sci* 2000 66(5) 858-862

71) Chun-Woo LEE, Ju-Hee LEE : Modeling of a midwater trawl system with respect to the vertical movements,,*Fisheries Sci* 2000 66(5) 851-857

72) Eu-Chul Jeong, Chang-Doo Park, Ju-Hee LEE and Tadashi TOKAI : Size selectivity of traps for male red queen crab *Chionoecetes japonicus* with the extended SELECT model, *Fisheries Sci* 66(8) 494-501

주 의

1. 이 보고서는 해양수산부에서 시행한 수산특정연구개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 해양수산부에서 시행한 수산특정연구개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안됩니다.