

GOVP1200509637

멸치 들망어구의 개량 및 조업 시스템 개발

Development of Anchovy Lift Net
and its Operating System

2002. 11

주관연구기관 : 여 수 대 학 교

해 양 수 산 부

제 출 문

해양수산부 장관 귀하

본 보고서를 “멸치 들망어구의 개량 및 조업시스템 개발” 과제의 최종 보고서로 제출합니다.

2003년 11월 일

주관연구기관명 : 여수대학교
총괄연구책임자 : 김 대 안
연 구 원 : 김 용 주
연 구 원 : 정 채 만
연 구 원 : 장 덕 중
연 구 원 : 고 재 윤
연 구 원 : 김 대 진

요 약 문

I. 제 목

멸치 들망어구의 개량 및 조업 시스템 개발

II. 연구개발의 목적 및 중요성

멸치 들망 어업은 최근 들어 비합리적인 어업 기술과 과다한 어업 경비, 어업 생산성과 경제성의 저하, 어법이 유사한 다른 어업과의 마찰 등 여러 가지 어려움을 겪고 있는데, 그 어려움들은 근본적으로 어구 구조·규모의 비합리성과 생력화되지 못한 조업 시스템에 가장 큰 원인이 있고, 이와 같은 어구 및 조업 시스템상의 문제점은 3척의 선박이 함께 조업하는 선단 조업에서 기인된 것들이라고 볼 수 있기 때문에, 멸치 들망 어업의 발전을 위해서는 어구의 구조·규모와 조업 시스템을 단선 조업 방식에 맞도록 합리적으로 개선하는 것이 가장 중요하다고 볼 수 있다.

따라서 본 연구개발에서는 멸치 들망어구의 구조·규모와 조업 시스템을 단선 조업 방식에 맞도록 합리적으로 개선해내는 것을 목적으로 하여, 연구개발의 최종 목표를 “멸치 들망어구의 적정 구조·규모 및 생력화 조업 시스템의 개발”로 정하고, 현용의 어구 및 조업 시스템을 전면적으로 개편하여 현행의 선단 조업을 단선 조업으로 전환할 수 있는 방법을 구해내는 데 주력하였으며, 대부분의 개발 실험을 실제 조업 현장에서 반복적으로 실시하여 문제점을 계속 수정·보완함으로써 실용화에 아무런 문제가 없는 어구 및 조업 시스템이 개발되도록 하였다.

III. 연구개발 내용 및 범위

본 연구 개발에서는 멸치 들망어구의 구조·규모와 조업 시스템을 단선 조업 방식에 맞도록 합리적으로 개선해내는 것을 목적으로 하여, 최종 목표를 “멸치 들망어구의 적정 구조·규모 및 생력화 조업 시스템의 개발”로 정하고, 그에 따른 세부 목표를

- 생력형 어구의 개발(1차년도 주된 목표)
- 생력화 조업 시스템의 개발(2차년도 주된 목표)
- 개발된 어구 및 조업 시스템의 현장 실용화 실험(3차년도 주된 목표)

의 세 가지로 정하여 2000년 11월부터 2003년 10월까지 3년간에 걸쳐 연구를 수행하였으며, 본 연구에서 행한 연구 내용을 모두 종합하여 주요 과제별로 구분해 보면 다음과 같다.

1) 멸치 들망 어업의 현황 조사

- 조업 어장
- 사용 어구·어법
- 조업 장치 및 방법
- 멸치 들망의 생산 동향
- 어업 현황 조사로부터 본 문제점의 종합 및 개발 방향 설정

2) 생력형 어구의 개발을 위한 연구

- 멸치 들망에 유사한 어구·어법의 수집 및 멸치 들망과의 장단점 비교·분석
- 집어등 하에서의 멸치 어군의 분포 형태·규모 및 행동 양식 조사
- 멸치 들망의 단위 노력당 어획량 조사
- 멸치 들망어구의 개량 방향 설정 및 그것을 이용한 개량형 어구들의 고안
- 개량형 어구들의 실험적 검토를 통한 최적 어구의 선정
- 최적 어구의 적정 구조와 구성 재료 도출을 위한 1/4 모형 실험
- 최적 어구의 실물 제작 및 전개 성능 조사

3) 생력화 조업 시스템의 개발을 위한 연구

- 조업 보조 선박들의 효과 점검을 통한 최적의 조업 선단 규모 도출
- 멸치 들망과 어구·어법이 유사한 어구들의 조업 장치와 방법에 관한 검토·분석
- 최적화 양망 방법의 개발을 위한 어구 구조의 검토 및 1/4 모형에 의한 모의 양망 실험
- 생력화 조업 장치의 개발 및 그 배치
- 개발 어구와 조업 장치의 조합 및 해상 실물 실험을 통한 적합성 검토

4) 개발 어구 및 조업 시스템의 현장 실용화 실험

- 개발 어구와 기계화 조업 장치를 조합한 현장 적응실험
- 개발 어구와 기계화 조업 장치를 조합한 현장 어획실험
- 현장 실험의 결과를 이용한 어구 및 조업 시스템의 최종 확정 및 어획 실험

5) 개발 효과 및 경제성 분석

- 조업 선박에 관한 효과
- 어구에 관한 효과
- 조업 방법 및 인력에 관한 효과
- 조업 경비에 관한 효과
- 어획 성능에 관한 효과

IV. 연구개발 결과

본 연구개발에서는 먼저 멸치 들망 어업의 현황을 조사하고 그 결과로부터 문제점을 종합하여 멸치 들망 어업의 개선 방향을 설정한 뒤에, 그 방향에 맞도록 생력형 어구와 생력화 조업 시스템을 개발하고 개발된 어구와 조업 시스템을 조합하여 이들의 적합성을 검토하였으며, 이어 현장 적응 실험과 어획 실험을 통해 개발 어구와 조업 시스템을 수정·보완하여 어구 및 조업 시스템을 최종적으로 확정된 뒤에 다시 어획 실험을 실시하였으며, 최종적으로 개발 효과와 경제성을 분석하였다. 연구를 통해 얻어진 결과를 주요 항목별로 요약하면 다음과 같다.

1. 멸치 들망 어업의 현황으로부터 본 문제점의 종합 및 개발 방향 설정

멸치 들망 어업의 현황을 조사해 본 결과, 이 어업은 여러 가지 문제점을 지니고 있다는 것을 확인할 수 있었는데, 그 중에서도 중요한 것들을 들면 그물배와 어탐선 및 불배가 하나의 선단을 이루어 조업하므로 선박 건조·유지비를 비롯한 선박 연료비, 인건비 등의 생산 경비가 많이 소요되고 어구 규모가 방대하며, 어법 자체가 순수 들망어법을 벗어나 예방적 요소를 많이 내포하고 있기 때문에 인근 해역에서 조업하는 기선권현망과의 마찰·분쟁이 계속되고 있고, 수심보다 깊이가 더 큰 그물을 예인하는 방식으로 조업하기 때문에 대형의 파망 사고를 자주 일으켜서 조업이 실패로 돌아가는 일이 빈발하고 있다는 점 등이었다. 따라서 멸치 들망 어업을 개선하기 위해서는 이들 문제점을 시급히 해결하지 않으면 안 되는데, 그 방법은 1척의 선박이 조업을 전담하는 단선 조업 방식으로 전환하는 것이라고 판단되었다.

2. 생력형 어구의 개발 연구

생력형 어구를 개발하는 데 있어서는 멸치 들망에 유사한 어구·어법의 수집 및 멸치 들망과의 장단점 비교·분석 결과와 집어등 하에서의 멸치 어군의 분포 형태·규모 및 행동 양식 조사 결과 및 멸치 들망의 단위 노력당 어획량 조사 결과를 이용하여 3가지 개량형 어구, 즉 현용 어구를 축소·변형시킨 어구와 수암해식 어구 및 전개범식 어구를 고안하고, 이들 각각에 대해 모형 실험을 실시하여 각각의 성능을 비교·분석한 결과 전개범식 어구가 최적의 어구로 판명되었기 때문에, 전개범식 어구의 바람직한 구조 및 구성 재료를 도출하기 위하여 1/4 모형을 제작하되 그 구조 및 구성 재료를 여러 가지로 바꿔 가면서 실험하였다. 그 결과, 그물은 그 전체를 여자 그물감(Nylod Td 210×6·8, 120경)으로 구성한 것(A형)과 그물의 좌우 양쪽 1/8씩을 여자 그물감 대신 코가 큰 랫셀 그물감(Nylod Td 210×9, 20.2mm)으로 구성한 것(B형) 및 B형 그물의 중앙부를 랫셀 그물감(Nylod Td 210×9, 11.7mm)으로 교체한 것(C형)의 3가지가 적절하다고 보여졌고, 그물 지지줄은 전개 장치의 상단 철펠과 중앙부 철펠 및 하단 철펠에

서 각각 1가닥씩의 밧줄을 내고 중앙부 밧줄은 상부 밧줄의 중간에 연결하고 하부 밧줄은 상부 밧줄 끝에 연결한 구조의 것이 적절하다고 보여졌으며, 줍줄은 전개 장치를 구성하는 각 철봉의 바깥쪽 끝과 밧줄에 일정 간격으로 부착된 고리 속으로 줍줄을 통과시킨 것이 가장 적절하다고 보여졌고, 전개 장치의 길이는 1.5m가 가장 적절하다고 보여졌다. 따라서 실물 어구는 이상의 모형 어구를 확대하여 제작하면 되는데, 개발된 3가지 그물 중에서는 A형 그물보다도 B형 그물과 C형 그물이 더 많은 조사를 필요로 하나, C형 그물은 그물코가 커서 실제 어획 실험을 통해 그것의 적합성 여부를 조사해야 하기 때문에, B형 그물만을 실물로 제작하여 전개 성능을 조사해 본 결과, 이 그물은 1/10 또는 1/4 모형 그물과 마찬가지로 수중에서 충분한 망폭을 유지하면서 안정적으로 전개되었기 때문에, 본 연구에서 개발한 전개범식 어구는 전개 성능이 매우 큰 어구라는 것을 확인할 수 있었다.

3. 생력화 조업 시스템의 개발 연구

생력화 조업 시스템을 개발하는 데 있어서는 먼저 조업 보조 선박들의 효과 점검을 통해 최적의 조업 선단 규모를 도출해 내고, 현용의 조업 장치와 방법 및 유사 어업의 조업 장치와 방법을 검토·분석한 뒤에, 조업에 필요한 각종의 장치를 개발하고 5톤 선박에 배치하였다.

개발된 조업 장치 중 먼저 양망기는 주기 전도식의 권동식 양망기로서, 상하 2개의 원치로 구성하여 상부 원치는 그물 지지줄 권양용으로, 하부 원치는 줍줄 권양용으로 사용하는 것으로 하였고, 각각의 원치는 레버를 이용하여 정전·정지·역전과 회전 속도를 자유로이 조절할 수 있도록 하였으며, 그물배의 우현 선수와 선미에 각각 1대씩 설치하되, 선수미 양망기의 간격을 가능한 한 크게 해서 대략 10m가 되도록 하였다.

다음, 집어등은 선수에 회전이 가능한 기둥을 세우고 그것에서 5m 길이의 철봉으로 된 집어등 인출봉을 내어 그 끝에 집어등을 부착하는 형태로 제작하고, 집어시에는 집어등 인출봉을 회전시켜서 집어등이 우현 선수 쪽으로 멀리 나가게 하고, 집어가 완료되면 집어등 인출봉을 우현 중앙 쪽으로 서서히 회전시켜서 어군을 그물 위로 유도하는 방식을 취하였다.

한편, 어군 탐지기는 일반 어선의 경우 송수파기를 선저에 설치하는 것이 보통이나, 본 연구에서는 집어등 밑에 모인 어군의 행동을 연속적으로 파악하기 위하여, 집어등 인출봉의 끝에서 1m 안쪽에 철고리를 부착하고 그것에 송수파기를 부착한 밧줄을 통과시킨 뒤에 송수파기가 수면하 1m 깊이에 내려지도록 하였다.

4. 개발 어구와 조업 시스템의 적합성을 검토하기 위한 해상 실물 실험

개발 어구와 조업 시스템의 적합성을 검토하기 위한 실물 실험은 전기한 A~C형의 3가지

그물 중 어느 것을 사용해도 되나, 본 연구에서는 B형 그물을 사용하여 해상 실험을 통해 개발 어구와 조업 시스템의 적합성을 검토하였는데, 그 결과 어구가 투망된 후 충분한 망폭을 유지하면서 전개되었을 뿐만 아니라 양망을 위해 그물 지지줄을 감을 때에도 안정적으로 배 쪽으로 접근하였으며, 어구가 가벼워서 투양망 작업도 간편하였기 때문에, 개발 어구는 어구로서의 적합성이 인정되었을 뿐만 아니라 멸치를 어획하는 데에 큰 문제가 없을 것으로 보여졌고, 어구를 조작하는 조업 장치와 조업 방법도 적절한 것으로 보여졌다.

5. 개발 어구와 기계화 조업 장치를 조합한 현장 적용 실험 및 어획 실험

개발 어구와 기계화 조업 장치를 조합한 현장 적용 실험에서는 B형 그물을 사용하고 현장 어획 실험에서는 B형 그물과 C형 그물을 사용하였는데, 이들 실험의 결과 좌우 전개 장치 사이의 총 전개폭은 B형 그물과 C형 그물 둘 다 15m 정도였고, B형 그물에서는 중앙부 그물로 멸치 어군이 탈출하지 못하였으나 C형 그물에서는 중앙부 그물로 소형 멸치가 탈출하였으며, 두 그물 모두 좌우 날개그물을 통한 어군 탈출은 보이지 않았으나 그물을 수중에 장시간 방치하면 소량의 어군이 탈출하였기 때문에, 전개 장치를 인양한 뒤에 날개그물을 신속히 인양할 것이 필요하였다. 또한, 개발 어구가 집어등에 모인 어군을 안정적으로 어획하기 위해서는 평소 평면 형상에 가깝던 그물이 양망시가 되면 입체적 형상으로 바뀔 것이 필요한데, 어획 성능을 최대로 할 수 있는 양망시의 그물의 최적 형상은 바구니 모양이라고 판단되었고, 집어등은 배의 현측에서 멀리 나갈수록 유리하다고 보여졌으며, 전개 장치의 인양을 용이하게 하기 위해서는 그것을 인양할 때 그 전체가 작은 크기로 가지런히 접혀진 채로 인양될 것이 필요하였다. 한편, 양망시에 줍줄을 감을 때 발줄이 활 모양으로 굽어진 채로 부상함으로써 발줄과 배 사이에 큰 공간이 형성되어 그곳으로 어군이 탈출할 염려가 있었기 때문에, 이러한 탈출을 방지할 수 있는 방법이 강구되어야 할 것으로 사료되었다.

6. 현장 실험의 결과를 이용한 어구 및 조업 시스템의 최종 확정 및 어획 실험

현장 실험의 결과를 이용하여 개발 어구 및 조업 시스템에 수정·보완을 가함으로써 개발 어구 및 조업 시스템을 최종적으로 확정하였는데, 확정된 어구 및 조업 시스템은 다음과 같다.

① 그물은 완성 길이 및 깊이가 각각 20m 및 10m인 직사각형 그물감의 하단에 완성 깊이가 3.3m인 삼각망을 부착한 구조로 하되, 그 전체를 여자 그물감(Nylod Td 210×6·8, 120경) 또는 랫셀 그물감(Nylod Td 210×9, 36절; 20.2mm)으로 구성하고, 양망시에 바구니 모양을 이루도록 하기 위하여 그물감의 성형률을 가로 및 세로 방향으로 각각 80%가 되도록 하며, 직사각형 그물감의 하단에 부착되는 원래 발줄 외에 그물 깊이의 2/3 되는 곳에 또하나의 보조 발줄

을 부착하고 총 침강력을 원래 발줄과 보조 발줄에 2:1의 비율로 나누어 부착하며, 원래 발줄 밑에 부착된 삼각망은 그물이 바꾸니 모양을 이루게 하는 역할을 함과 동시에 배 밑으로의 어군 탈출 경로를 차단하는 역할을 겸하게 한다. 또한 보조 발줄 중앙에 돋음줄을 부착하고 원래 발줄 중앙에 부착되어 있는 고리를 통과하여 삼각망 끝에 부착되어 있는 고리에 걸어두었다가, 양망시에 돋음줄을 인양함으로써 보조 발줄 아래쪽의 그물이 쉽게 인양되도록 한다.

㉞ 양망시 전개 장치가 쉽게 인양되도록 하기 위하여 각 철봉의 중앙에서 50cm 간격으로 철고리를 달고 각각의 범포에도 같은 간격으로 2개씩의 구멍을 2열로 나란히 내어 그들 고리와 구멍 속으로 줍줄을 통과시키고, 전개 장치 하단에서 발줄에 연결된 줍줄과 하나로 합쳐져서 양망기의 하부 윈치에 연결되도록 한다.

㉟ 집어등은 배의 우현 중앙에 세운 기둥에 연결된 6m 길이의 인출봉 끝에 부착하여 배의 우현 정형 5m 거리에 돌출되도록 함으로써 집어등 불빛이 선체 영향을 전혀 받지 않도록 하고, 집어시에는 집어등을 선수 쪽으로 돌려 집어를 하고 집어가 완료되면 우현 정형으로 이동시켜서 어군을 그물 위로 유도하도록 한다.

이상과 같이 확정된 어구 및 조업 시스템을 사용하여 2003년 6월 초부터 8월 말 사이에 총 35일에 걸쳐 98회의 어획 실험을 행한 결과, 10kg 미만이 어획된 것은 32회, 10~50kg 미만이 어획된 것은 53회, 50~100kg 미만이 어획된 것은 7회, 100~130kg이 어획된 것은 6회였으며, 어획물은 멸치를 비롯하여 전어, 전갱이, 병어, 갈치, 오징어, 도다리, 문절망둑, 게, 갯가재 등으로 표층 어류부터 저서 어류까지가 모두 어획되었기 때문에, 본 연구에서 개발한 전개범식 어구는 집어등 불빛이 미치는 범위를 수면에서 해저까지 완전히 차단하여 어획하는 성능 높은 어구라는 것을 알 수 있었다. 또한, 상기한 두 가지 그물 외에 그물의 좌우 양쪽에 코가 큰 랫셀 그물감으로 만든 날개그물을 부착한 것도 실용화 가능성이 충분히 인정된 그물이라고 볼 수 있기 때문에, 그물의 유수저항을 줄여서 망폭을 늘리고자 할 경우나 그물의 규모를 더욱 늘리고자 할 경우는 그물의 좌우 양쪽에 날개그물을 부착한 것도 유효하게 이용될 것으로 보여졌다.

7. 개발 효과 및 경제성 분석

기존의 어구 및 조업 시스템에 대해 본 연구가 개발한 전개범식 어구 및 조업 시스템의 개발 효과는 조업 선박, 어구, 조업 방법 및 인력, 조업 경비 및 어획 성능의 5가지 측면에서 분석하였는데, 그 결과는 다음과 같다.

㉠ 조업 선박은 3척의 선박(총 15~18톤, 670~720마력)이 1척의 선박(5톤, 250마력)으로 축소되었다.

㉞ 순수 들망어법의 어구가 개발됨으로써 불법성 어구에서 준법 어구로 전환하는 계기가 마련되었고, 어구의 구조가 입체적 구조에서 평면 구조로 바뀌었으며, 어구의 규모는 대표 치수가 80~100m에서 20m로 크게 축소되었고, 어구 재료 소요량은 여자 그물감 80필에서 그 1/16인 5필로 절감되었으며, 그물이 해저에 걸리거나 빨을 뜨는 사고 위험성이 완전히 제거되었다.

㉟ 순수 들망어법이 개발됨으로써 기선권현망과의 마찰이 해소되었고, 단선 조업이 실현됨으로써 각종 어업 경비가 절감되고 조업의 간편화가 도모되었을 뿐만 아니라 조업 인력이 7명에서 4명으로 감축되었고, 조업의 간편화로 인해 전문 기술 인력의 필요성이 적어졌으며 그로 인해 인건비가 절감되었고, 조업 선박간의 접촉·충돌 위험성이 제거되었다.

㊱ 어선 1척당 순수 조업 경비가 1일당 45만원 정도가 감축되므로 연평균 150일 조업으로 보면 연평균 6천 7백여만원이 절감되고, 어구비는 연평균 450만원, 선박, 어구, 어로 장비 등의 수리비는 연평균 2,500만원이 절감되므로 어선 1척당 연평균 총 1억원 정도가 절감되며, 이것에 선박 건조비와 어로 기계 시설비를 포함하면 총 절감액은 연평균 1억원을 크게 상회한다.

㊲ 여수 해역에서 최우수 어획 성적을 보이고 있는 5척의 조업선과 본 연구의 시험선에 대해 2003년 7월 1일부터 10일까지의 조업당 평균 어획량을 날짜별로 구하여 비교해 본 결과, 순수 조업 경비상 시험선의 어획량은 조업선의 절반 정도이면 충분하나 조업선보다 많은 날이 4일이나 되었기 때문에, 시험선은 면적이 1/16 밖에 안 되는 소형 어구로 최우수 조업선들과 대등한 어획 성능을 발휘하였다고 볼 수 있으며, 아울러 본 연구에서 개발한 전개범식 어구 및 조업 시스템은 매우 성공적인 것이라고 평가할 수 있었다.

V. 연구개발 결과의 활용 계획

본 연구개발은 현재와 같은 비합리적이고 비경제적인 멸치 들망어구의 구조·규모 및 조업 시스템을 개선하여 실용화시키는 것을 목적으로 하였는데, 연구개발이 성공적으로 수행됨으로써 연구개발의 결과로 얻어진 어구 및 조업 시스템은 많은 실험을 통해 그 효과뿐만 아니라 실용성이 충분히 증명되었기 때문에 현재 실시 완료 단계에 있고, 특히 철봉과 범포로 구성되어 어구를 확실하게 전개시키는 전개 장치는 본 연구개발이 이루어낸 핵심 기술로서 국내외에서 처음으로 개발된 것이기 때문에 현재 특허 출원 중에 있다. 따라서 본 연구개발에서 이루어낸 어구 및 조업 시스템은 실용화 가능성이 매우 크기 때문에, 이 어구와 조업 시스템을 실제 어민들에게 보급하기 위하여 그 우수성을 어민들에게 홍보하고 그 효과를 실감하도록 하며, 어구 설계·제작 방법을 비롯한 조업 장치, 조업 방법 등을 지도하여 현장 보급이 조속히 이루어지도록 한다.

S U M M A R Y

I . Subject

Development of anchovy lift net and its operating system

II . Purpose and importance of research

Recently the anchovy lift net is suffering a variety of difficulties, e. g., unreasonable fishing technique, excessive fishery expenses, reduction of fishery productivity and economic benefit, troubles with the other fishery having similar fishing method, etc. These difficulties are ascribed mainly to the unreasonable structure and size of net and the laborious operating system due to the fleet operation by three vessels and so the improvement of net structure and operating system into the form of single vessel operation is very important in the lift net.

Therefore, this research was designed to modify reasonably the net structure and operating system of anchovy lift net into the single vessel operation and so the ultimate object of this research was determined as the development of proper structure and size of anchovy lift net with its operating system. For the development, the method for converting the present fleet operation by three vessels into the single vessel one, i. e., the method for modifying the present net and operating system extensively, was investigated and the most of experiments were carried out at the actual fishing ground in order to obtain the net structure and operating system without any problems.

III . Contents and extent of research

This research determined its ultimate object as the development of proper structure and size of anchovy lift net with its operating system and performed a variety of investigations and experiments necessary for the development for three years from Nov., 2000 to Sep., 2003 under the annual objects as follows;

- Object in 1st year : Development of laborsaving net
- Object in 2nd year : Development of laborsaving operating system
- Object in 3rd year : Experiments for putting the net and operating system developed to practical use

Gathering all the contents of research carried out and dividing them according to main objects gives the followings;

- 1) Investigation of present trend of anchovy lift-net fishery
 - Fishing ground
 - Fishing net and method
 - Operating equipment and method
 - Catching trend of anchovy by lift nets
 - Synthesis of problems derived from the investigation of present fishery trend and establishment of development course
- 2) Research for developing the laborsaving net
 - Collection of fishing nets and methods similar to anchovy lift net and comparison of their merits and demerits with the lift net
 - Investigation of behavior of anchovy school under fishing lamp
 - Investigation of CPUE in anchovy of lift net
 - Establishment of improvement course of anchovy lift net and design of reformed type of nets by using the course
 - Selection of optimum net through experimental inspection of reformed type of nets
 - 1/4 model experiment for deriving the proper structure and material of optimum net
 - Making of full scale net for optimum one and investigation of its spreading ability
- 3) Research for developing the laborsaving operating system
 - Derivation of optimum operating fleet by checking the effects of auxiliary vessels
 - Investigation and analysis on the operating equipment and method of fishing nets similar in net structure and fishing method with anchovy lift net
 - Inspection of net structure for developing the optimum net-hauling method and imitation experiment of net-hauling by 1/4 model net
 - Development of laborsaving operating equipments and their arrangement
 - Combination of net and operating system developed and investigation of their suitability through field experiments
- 4) Experiment for putting the net and operating system developed to practical use
 - Adaptation experiment of combined net and operating system
 - Catch experiment of combined net and operating system

- Final decision of net and operating system by using the field experimental results and catch experiment
- 5) Analysis of development effect and economic benefit
- Effect in fishing vessels
 - Effect in fishing net
 - Effect in fishing method and crew
 - Effect in fishing expense
 - Effect in fishing ability

IV. Results of research

This research investigated the present trend of anchovy lift-net fishery and established the development course by analyzing the problems of the fishery obtained from the investigation. Then, the laborsaving net and operating system were developed under the development course and their suitability was investigated through field experiments. Subsequently, the net and operating system were finally decided by the correction through the adaptation and catch experiments in fishing ground and the catch experiment using them was carried out again. Summarizing the results obtained gives the followings.

1. Synthesis of problems derived from the investigation of present fishery trend and establishment of development course

The investigation of present trend of anchovy lift-net fishery disclosed that the fishery had a variety of problems, e. g., high expenses in building and maintaining vessels, much fuel oils, large net size, fishing method similar to the anchovy drag net, frequent occurrence of operation failure by large breakage of nettings ascribed to the drag of net larger in depth than the water depth. It was therefore emphasized that the lift net should be improved in way in which the net was operated by single vessel.

2. Research for developing the laborsaving net

For developing the laborsaving lift net, three kinds of nets, i. e., the net reduced and transformed from the present net, the beam type of net, and the net with spreading devices, were derived by using the results of collection and analysis on the fishing nets

and methods similar to the anchovy lift net, the investigation results on the behavior of anchovy school under fishing lamp, and those on CPUE of anchovy lift net and then the model experiments for the three kinds of nets were carried out in order to compare their properties with one another. The comparison exposed that the net with spreading devices was the most appropriate one and so 1/4 model experiment for the net was practised by using various structures of nets alternately in order to find out the most proper structure and materials of the net. From the model experiment, the three types of model nets, i. e., the A type of net made of minnow netting(Nylon Td 210×6·8, 120warps), the B type of net made of which mid part, seven eighths, was made of minnow netting and both sides, one eighths, was made of Raschel netting(Nylon Td 210×9, 20.2mm) and the C type of net of which mid part was made of Raschel netting(Nylon Td 210×9, 11.7mm) instead of the minnow netting constituting the mid part of B type of net, were regarded to be appropriate nets. The model experiment also produced the structure of net-holding line made in form in which three ropes were connected respectively to the highest, mid and lowest iron bars of the spreading device and that of purse line made in form in which it pass the steel rings attached to the outside ends of iron bars and also to the sinker line at a fixed interval. On the other hand, the optimum length of spreading device was regarded to be 1.5m.

Therefore, by enlarging these models the full scale net for only B type of net was made and its spreading ability was investigated. The investigation showed that the net was spreaded easily keeping a sufficient net width as in 1/10 and 1/4 models and so the net with spreading devices was estimated to have a excellent spreading ability.

3. Research for developing the laborsaving operating system

For developing the laborsaving operating system of anchovy lift net, the optimum operating fleet was derived by inspecting the effects of auxiliary vessels and the operating equipment and method used in present lift-net fishery and those used in the other fishery with similar fishing method were inspected and analyzed. Then, the operating equipments developed were installed in a vessel of 5 tons.

The net hauler developed was a drum type of hauler, driven by main engine, composed of upper and lower winches in which upper one was used for hauling the net-holding line

and lower one for the purse line. The turning direction and speed of winches were freely controlled by levers attached to them and the fore and aft net haulers were installed at an interval of 10m on the vessel. The fishing lamp was attached to the end of iron pipe, 5m long, connected to a pole fitted on the prow of vessel to move the lamp freely and the sensor of fish finder was stepped down at a depth of 1m by passing the rope with the sensor through the ring attached to the iron pipe.

4. Field experiment for investigating the suitability of net and operating system developed by this research

For investigating the suitability of net and operating system developed by this research, field experiments were carried out by using the B type of net. The investigation gave that the net was spreaded easily keeping a sufficient net width and approached in stable form to the vessel when the net-holding line was hauled up. Moreover, the net-casting and net-hauling operations were conducted easily on account of the small weight of net. It could be therefore seen that the net was a suitable one without any problems in catching anchovy school and also the equipment and method operating the net were appropriate ones.

5. Adaptation and catch experiments in field of net and operating system developed

In the adaptation experiment in field of net and operating system developed by this research the B type of net was used and in the catch experiment the B type and C type of nets were used. The spread width of net between right and left spreading devices was about 15m long in the two nets. In the B type of net the fishes could not escape through the meshes at the mid part of net, but the escapement was shown in the C type of net. The escapement of fishes through meshes of wing nets fitted to the right and left side of net was not found, but a little escapement was found in the net left alone for a long time, and so it was required that the wing nets should be hauled up rapidly as soon as the spreading devices hauled up. The fish school gathered under the fishing lamp was caught easily by the net because of its shape changed from a plane shape to a cubic one when the purse line was hauled up and the optimum shape of net ascribing the highest fishing ability was regarded to be a shape like a basket. The fishing lamp was most profitable

when it kept away from the vessel. The sinker line was hauled up in a bent shape like a bow and so a large space, between the line and vessel, which the fishes lied on the net could escape was made. Thus, the method to prevent the escape was required.

6. Final decision of net and operating system by using the results of field experiments and catch experiment

The net and operating system developed were corrected by using th results obtained in the field experiments and the net and operating system were finally decided as follows;

Ⓐ The net was composed of a rectangular netting, 20m long and 10m deep, and a triangular netting, 10m long and 3.3m deep, respectively made of minnow netting(Nylon Td 210×6·8, 120warps) or Raschel netting(Nylon Td 210×9, 8.6mm). For changing the shape of net from a plane one to a basket one when the purse line was hauled up, the nettings were attached at hanging ratio of 80% to the lines sustaining them and a auxiliary sinker line was attached to the 2/3 depth of rectangular netting. The total weight of sinkers was divided into a ratio of 2:1 to the main and auxiliary sinker lines. A net-hauling line was attached to the center auxiliary sinker line and hung on the ring on the apex of triangular netting after passing through a ring fitted to the center of main sinker line in order to haul easily the nettings below the auxiliary sinker line.

Ⓑ The steel rings were attached at a interval of 50cm to the iron bars constructing the spreading device and the two rows of holes were made at the same interval to the canvas constructing the device. The two purse lines were passed through the rings and holes and combined with the line passed through the rings on the triangular netting.

Ⓒ The fishing lamp was attached to the end of iron pipe, 6m long, connected to a pole set up on the center of vessel's starboard side to move the lamp freely and so projected as much as 5m out of vessel to receive no influences from the vessel. The lamp was situated at the vessel's prow when it gathered fish school, but at the vessel's starboard side when it attracted the school on the net.

On the other hand, the catch experiment was carried out at the Kamak bay of Yeosu, the main fishing ground of anchovy lift nets, 98 times for 35 days from Jun. to Aug., 2003. The catch below 10kg was 32 times, that of 10 to 50kg 53 times, that of 50 to 100kg 7 times, and that of 100 to 130kg 6 times, and the fishes from the surface ones to the

bottom ones, e. g., gizzard-shad, horse mackerel, harvest fish, hair-tail, squid, frog flounder, goby, crab, squilla etc. were caught. It could be therefore seen that the net with spreading devices had a very higher fishing ability by intercepting the space to which the lamp light was shedding and catching all the fishes intercepted. On the other hand, the net with wing nettings of large meshes at its right and left sides was regarded to be also a capable net for catching anchovy, but in using the net the rapid haul of wing nettings was required.

7. Analysis of development effect and economic benefit

The development effect and economic benefit were analyzed in five respects such as fishing vessels, fishing nets, fishing method and crew, fishery expenses and catching ability as follows;

① Fishing vessels were reduced from three vessels to one vessel.

② The development of pure lift-net method gave a moment which the present unlawful fishing was converted to the law-abiding fishing. The net was converted from a cubic structure to a plane one and the quantity of minnow netting required for constructing the net was reduced from 80 rolls to 5 rolls. Moreover, the risk that the net was hung to the bottom and ladled the bottom mud was eliminated.

③ The development of pure lift-net method dissolved the trouble of lift net with anchovy drag net and the actualization of single vessel operation reduced the operating expenses and ascribed the simplicity of operation. The crewmen were reduced from 7 persons to 4 ones and the risk of collision among operating vessels was eliminated.

④ The pure operating expense in a vessel was reduced as much as ₩ 450,000 in a day, reducing as much as about ₩ 67,000,000 in a year because the operation was carried out for about 150 days in a year, and the repair expense of vessel, net and operating equipment was reduced as much as ₩ 25,000,000. Thus, the total operating expense in a vessel reduced as much as about one hundred million in a year and, if the expenses for building vessels and installing operating machinery were included, the expense reduced exceeded one hundred million much more.

⑤ Comparing CPUE for 10 days, from Jul. 1 to Jul. 10 in 2003, of experimental vessel adopted in this research and that of five fishing vessels landing excellent catches at the

Yeosu sea area gave that the experimental vessel showed less catch than the fishing vessels for 6 days, but the reverse took place for 4 days. It could be therefore seen that the net with spreading devices and its operating system developed by this research, even if its area was one sixteenths of that of present net, showed almost equal catch with the present net and so the net with spreading devices and its operating system were evaluated to be very successful ones.

V. Application plan of results obtained in this research

As this research designed to develop the laborsaving net and operating system of anchovy lift net, the net and operating system developed by this research will be introduced to fishermen and much efforts to put them to practical use will be made.

CONTENTS

Chapter 1. Outline of research subject	23
Section 1. Necessity of research	23
Section 2. Object and extent of research	25
Chapter 2. Internal and foreign trend of technique development	27
Chapter 3. Contents and results of research	28
Section 1. Present trend of anchovy lift-net fishery	28
1. Introduction	28
2. Fishing ground	28
3. Fishing net and method	29
4. Operating equipment and method	33
5. Catching trend of anchovy by lift nets	38
6. Synthesis of problems derived from the investigation of present fishery trend and establishment of development course	45
Section 2. Research for developing the laborsaving net	48
1. Introduction	48
2. Collection of fishing nets and methods similar to anchovy lift net and comparison of their merits and demerits with the lift net	48
3. Investigation of behavior of anchovy school under fishing lamp	62
4. Investigation of CPUE in anchovy of lift net	72
5. Establishment of improvement course of anchovy lift net and design of reformed type of nets by using the course	73
6. Selection of optimum net through experimental inspection of reformed type of nets	78
7. 1/4 model experiment for deriving the proper structure and material of optimum net	89

8. Making of full scale net for optimum one and investigation of its spreading ability	100
Section 3. Research for developing the laborsaving operating system	103
1. Introduction	103
2. Derivation of optimum operating fleet by checking the effects of auxiliary vessels	103
3. Investigation and analysis on the operating equipment and method of nets similar in net structure and fishing method with anchovy lift net	108
4. Inspection of net structure for developing the optimum net-hauling method and imitation experiment of net-hauling by 1/4 model net	121
5. Development of laborsaving operating equipments and their arrangement	126
6. Combination of net and operating system developed and investigation of their suitability through field experiments	129
Section 4. Adaptation experiment in field of combined net and operating system	139
1. Introduction	139
2. Net used and method of experiment	139
3. Inspection of net-casting and net-hauling methods	140
4. Spreading form of net according to wind and tide and adaptation method	141
5. Operating condition of fore and aft net-haulers for optimum net-hauling	143
6. Optimum operating persons	144
Section 5. Catch experiment of combined net and operating system	145
1. Introduction	145
2. Nets used and method of experiment	146
3. Spreading ability of nets	146
4. Change in shape of float line when net-holding lines were hauled and beginning time of hauling purse line	147
5. Changes in shape of net and floating shape of sinker line when purse line was hauled	148
6. Hauling method of spreading devices	149
7. Escape of fishes through meshes and influence of netting kind on the escape	149

8. Colour of netting and behavior of fishes	150
9. Relation in position of fishing lamp and net	151
Section 6. Final decision of net and operating system by using the field experimental results and catch experiment	151
1. Introduction	151
2. Optimum net and operating system corrected	152
3. Catch experiment by net and operating system decided finally	158
Section 7. Analysis of development effect and economic benefit	174
1. Introduction	174
2. Effect in fishing vessels	174
3. Effect in fishing net	175
4. Effect in fishing method and crew	176
5. Effect in fishing expense	176
6. Effect in fishing ability	178
Chapter 4. Accomplishment degree of object and contribution degree to field referred	180
Chapter 5. Application plan of results obtained in this research	182
Chapter 6. Foreign scientific information collected through research	182
Chapter 7. References	183

목 차

제 1장 연구개발 과제의 개요	23
제 1절 연구개발의 필요성	23
제 2절 연구개발의 목표(목적) 및 범위	25
제 2장 국내외 기술개발 현황	27
제 3장 연구개발 수행 내용 및 결과	28
제 1절 멸치 들망 어업의 현황	28
1. 서언	28
2. 조업 어장	28
3. 사용 어구 및 어법	29
4. 조업 장치 및 방법	33
5. 들망에 의한 멸치의 생산 동향	38
6. 어업 현황 조사로부터 본 문제점의 종합 및 개발 방향 설정	45
제 2절 생력형 어구의 개발을 위한 연구	48
1. 서언	48
2. 멸치 들망에 유사한 어구·어법의 수집 및 멸치 들망과의 장단점 비교·분석	48
3. 집어등 하에서의 멸치 어군의 분포 형태·규모 및 행동 양식 조사	62
4. 어선별 단위 노력당 어획량	72
5. 멸치 들망어구의 개량 방향 설정 및 그것을 이용한 개량형 어구들의 고안	73
6. 개량형 어구들의 실험적 검토를 통한 최적 어구의 선정	78
7. 최적 어구로 선정된 전개범식 어구의 적정 구조와 구성 재료 도출을 위한 1/4 모형 실험 ...	89
8. 전개범식 어구의 실물 제작 및 전개 성능 조사	100
제 3절 생력화 조업 시스템의 개발을 위한 연구	103
1. 서언	103
2. 조업 보조 선박들의 효과 점검을 통한 최적의 조업 선단 규모 도출	103
3. 멸치 들망과 어구·어법이 유사한 어구들의 조업 장치와 방법에 관한 검토·분석	108

4. 최적화 양망 방법의 개발을 위한 어구 구조의 검토 및 1/4 모형에 의한 모의 양망 실험 ...	121
5. 생력화 조업 장치의 개발 및 그 배치	126
6. 개발 어구와 조업 장치의 조합 및 해상 실험을 통한 적합성 검토	129
제 4절 개발 어구와 조업 시스템의 현장 적용 실험	139
1. 서언	139
2. 사용 어구 및 실험 방법	139
3. 투양망 방법의 검토	140
4. 바람과 조류의 영향에 따른 그물의 전개 상태 및 대응 방법	141
5. 적정 양망을 위한 선수미 양망기의 작동 요건	143
6. 적정 조업 인원	144
제 5절 개발된 어구와 조업 시스템의 현장 어획 실험	145
1. 서언	145
2. 사용 어구 및 실험 방법	146
3. 그물의 종류별 전개 성능	146
4. 그물 지지줄 권양시의 뜰줄의 형상 변화 및 줍줄의 권양 시작 시점	147
5. 줍줄 권양시의 그물의 형상 변화 및 발줄의 부상 형태	148
6. 전개 장치의 인양 방법	149
7. 그물코를 통한 고기의 탈출 및 그물감의 종류에 따른 영향	149
8. 그물감의 색깔과 어군 행동	150
9. 집어등과 그물과의 위치 관계	151
제 6절 현장 실험의 결과를 이용한 어구 및 조업 시스템의 최종 확정 및 어획 실험	151
1. 서언	151
2. 어구 및 조업 시스템에 수정·보완을 가한 최적의 형태	152
3. 확정된 어구 및 조업 시스템에 의한 어획 실험	158
제 7절 개발 효과 및 경제성 분석	174
1. 서언	174
2. 조업 선박에 관한 효과	174
3. 어구에 관한 효과	175
4. 조업 방법 및 인력에 관한 효과	176
5. 조업 경비에 관한 효과	176

6. 어획 성능에 관한 효과	178
제 4장 목표 달성도 및 관련 분야에의 기여도	180
제 5장 연구개발 결과의 활용 계획	182
제 6장 연구개발 과정에서 수집한 해외 과학기술 정보	182
제 7장 참고 문헌	183

제 1장 연구 개발 과제의 개요

제 1절 연구 개발의 필요성

멸치는 우리 나라 연근해 어업에서 가장 많이 어획되는 주요 어종으로서, 각종 낙망이나 낭장망, 기선권현망, 분기초망 등에 의해서도 많이 어획되지만, 들망과 같이 수중의 일정 깊이에 어구를 침하시켜 놓고 집어등을 이용해서 멸치 어군을 모은 뒤에 들어올려 어획하는 어구에 의해서도 많이 어획되고 있다(金^{1,2}).

우리 나라의 경우 멸치 들망 어업은 경상남도와 전라남도를 비롯한 남해안 일대와 제주도 및 강원도에 이르는 광범위한 해역에서 행해지고 있으나(국립수산진흥원³), 어업 기술이 매우 낙후되어 있어서 급변하는 어업 환경 변화에 능동적으로 대처하지 못하고 있을 뿐만 아니라 어업 경영이 날로 악화되어 심각한 경영난에 처해 있으며, 특히 최근에는 어법 관계로 멸치를 대상으로 하는 다른 업종과의 마찰도 자주 발생하는 등 매우 어려운 국면에 처해 있다. 따라서 이들 어려움을 극복하지 않고서는 멸치 들망의 발전을 기대하기 어렵게 되었는데, 그 어려움들은 근본적으로 어구 구조·규모의 비합리성과 생력화되지 못한 조업 시스템에 가장 큰 원인이 있다고 볼 수 있기 때문에, 이들 문제점을 중심으로 어구·어법을 개선해 나가는 것이 시급하다고 볼 수 있으며, 그러한 개선의 필요성을 기술적 측면과 경제·산업적 측면 및 사회·문화적 측면으로 나누어 보면 다음과 같다.

1. 기술적 측면

○ 멸치 들망은 과거부터 주로 영세 어민들에 의해 사용되어 왔기 때문에 선진 기술이 도입되기 어려운 환경에 있었고, 그로 인해 어업 기술이 전반적으로 낙후되어 있을 뿐만 아니라 어구 구조·규모 및 조업 방법 등에서 여러 가지 문제점을 지니고 있는 데도 지금까지 개발 노력이 거의 가해지지 않고 있다.

○ 멸치 들망에서는 9~10톤 규모의 그물배 1척(5명 승선)을 비롯하여 5~6톤 규모의 어탐선 1척(어로장 승선)과 1~2톤 규모의 불배(집어선) 1척(1명 승선)이 하나의 선단을 이루어 조업하고, 어획물이 많을 경우는 3~5톤 규모의 어획물 운반선 1척(2명 승선)을 추가하는 등 어업 규모가 매우 커서 평소 선박 건조·유지비, 선박 유류비, 조업 인건비 등의 생산 경비가 과다하게 소요되므로, 우선적으로 어업 규모를 줄이는 방향으로 기술 개발이 시급하고 최종적으로는 단

선 조업 방식으로의 기술 개발이 절실하다.

○ 멸치 들망은 집어등으로 모은 어군을 단순하게 들어올리는 것만으로 어획을 달성하는 매우 간단한 어법을 가진 어구라고 볼 수 있는데, 현용의 어구는 그 구조가 복잡하고 규모도 필요 이상으로 크므로 어구 구성에 많은 재료를 필요로 할 뿐만 아니라 어구 제작이 복잡하고 조업 과정도 복잡하며 많은 선박과 인력을 필요로 하는 등 여러 가지 부작용을 낳고 있기 때문에, 우선 어구 구조·규모의 간소화를 위한 기술 개발이 절실하다.

○ 멸치 들망의 규모는 멸치 자원량을 기준으로 하여 결정해야 하나, 멸치 자원량은 과거에 비해 매우 감소하였는 데도 불구하고 어구 규모는 오히려 과거에 비해 크게 증대됨으로써 어업의 생산성이 크게 떨어져 있기 때문에, 단위 노력당 어획량과 좋은 조화를 이룰 수 있는 어구 규모의 개발이 절실하다.

○ 멸치 들망은 그물의 깊이가 조업 어장의 수심보다 큰 데다 조업 중 그물이 예인되는 경우가 많기 때문에, 그물의 하부가 해저에 걸려서 대형의 파망 사고를 일으키는 일이 많고, 그로 인해 조업이 실패로 돌아가는 일이 빈발하기 때문에, 이와 같은 파망 사고가 발생하지 않도록 어구 구조와 규모 및 어법을 개선할 것이 필요하다.

○ 멸치 들망의 조업에는 예망적 요소가 내포되어 있어서 예망 어법을 가지는 다른 업종과의 마찰이 심하므로, 그러한 요소를 제거하는 쪽으로 기술 개발이 필요하다.

2. 경제·산업적 측면

○ 우리 나라 연안의 멸치 자원은 과거에 비해 크게 감소하였는 데도 불구하고 멸치 들망은 어구, 어선, 어로 장비 등이 모두 대형화되는 등 어획 노력이 계속 증대되고 있기 때문에, 조업의 실패율이 높을 뿐만 아니라 생산성이 크게 저하되어 있다.

○ 멸치 들망은 어구 규모가 크고 조업에 많은 선박과 인력이 동원되는 관계로 어구비, 선박 건조·유지비, 선박 유류비, 조업 인건비 등의 생산 경비가 과다하게 소요되며, 그로 인해 대량 어획을 올리지 않는 한 이윤을 남기기 어렵기 때문에 어업의 경제성이 날로 떨어지고 있다.

○ 멸치는 고가의 어종이므로 그것을 어획하는 들망은 어업의 경제성을 확보하기가 비교적 쉬운 어구라고 볼 수 있으나, 지금까지는 어획 노력의 과다 투입으로 어업 성공률이 매우 낮아지는 등 멸치가 가지는 장점을 어업 경영에 활용하지 못하는 결과를 낳고 있기 때문에, 현 상태를 지속하고서는 들망 어업의 중요성은 날로 떨어질 수밖에 없다.

3. 사회·문화적 측면

○ 멸치 들망 어업에는 생산 경비가 과다하게 소요되어 대량 어획을 올리지 않으면 안 되는

부담이 항시 따르기 때문에, 어선들마다 경쟁적으로 조업에 임하고 이것이 멸치 자원을 감소시키는 큰 원인이 되고 있다.

○ 멸치 들망은 3척의 선박이 선단을 이루어 조업하는 데다 조업 시간도 야간에 한정되므로 조업 선박간의 접촉·충돌 사고가 항시 염려되고, 특히 최근에는 내만을 벗어나 외해까지 진출하므로 선박 안전이 염려될 뿐만 아니라 다른 어법으로 멸치를 어획하는 선박들과의 마찰·갈등도 점차 커지고 있는 실정이다.

○ 최근 들어 승선 기피 현상이 뚜렷해짐에 따라 승선 인력의 확보가 매우 어려워졌고 그로 인해 인건비가 크게 상승하였는데, 멸치 들망은 3척의 선박이 함께 조업하고 각 선박의 책임자는 전문 인력이 되지 않으면 안 되기 때문에, 전문 기술을 가진 인력의 확보는 더욱 어려워졌을 뿐만 아니라 그에 대한 인건비도 계속 높아지고 있다.

○ 멸치 자원량의 감소로 들망 어선들이 출어 자체를 포기하여 휴업을 하는 날이 많고, 출어한다 해도 어획량이 적어서 수지타산이 맞지 않는 경우가 많기 때문에, 선원들의 생계가 매우 어려운 실정에 있다.

제 2절 연구 개발의 목표와 범위

전기했던 바와 같이 멸치 들망 어업은 최근 들어 많은 어려움을 겪고 있으나 그 어려움들은 근본적으로 어구 구조·규모의 비합리성과 생력화되지 못한 조업 시스템에 가장 큰 원인이 있다고 볼 수 있는데, 이와 같은 어구 및 조업 시스템상의 문제점은 3척의 선박이 함께 조업하는 선단 조업 방식에 기인하는 것들이기 때문에, 멸치 들망 어업의 발전을 위해서는 어구의 구조·규모와 조업 시스템을 단선 조업 방식에 맞도록 합리적으로 개선하는 것이 가장 중요하다고 볼 수 있다.

따라서 본 연구개발에서는 멸치 들망어구의 구조·규모와 조업 시스템을 단선 조업 방식에 맞도록 합리적으로 개선해내는 것을 목적으로 하여, 최종 목표를 “멸치 들망어구의 적정 구조·규모 및 생력화 조업 시스템의 개발”로 정하고, 그에 따른 세부 목표를

- 생력형 어구의 개발(1차년도 주된 목표)
- 생력화 조업 시스템의 개발(2차년도 주된 목표)
- 개발된 어구 및 조업 시스템의 현장 실용화 실험(3차년도 주된 목표)

의 세 가지로 정하여 2000년 11월부터 2003년 10월까지 3년간에 걸쳐 연구를 수행하였다.

그러나 어떤 어업이든지 그것을 개선하는 데 있어서는 현행의 어업에 대한 현황을 먼저 조

사하고 그 조사 결과로부터 개선 방향을 설정하는 것이 중요하기 때문에, 본 연구에서도 멸치 들망 어업의 현황을 먼저 조사하고 현행 어업이 지니고 있는 문제점을 종합한 뒤에 그 문제점들을 개선하는 방향으로 상기한 세 가지 연구를 수행하였는데, 본 연구에서 행한 연구 내용을 모두 종합하여 주요 과제별로 구분해 보면 다음과 같다.

1) 멸치 들망 어업의 현황

- 조업 어장
- 사용 어구 및 어법
- 조업 장치 및 방법
- 들망에 의한 멸치의 생산 동향
- 어업 현황 조사로부터 본 문제점의 종합 및 개발 방향 설정

2) 생력형 어구의 개발을 위한 연구

- 멸치 들망에 유사한 어구·어법의 수집 및 멸치 들망과의 장단점 비교·분석
- 집어등 하에서의 멸치 어군의 분포 형태·규모 및 행동 양식 조사
- 멸치 들망의 단위 노력당 어획량 조사
- 멸치 들망어구의 개발 방향 설정 및 그것을 이용한 개량형 어구들의 고안
- 개량형 어구들의 실험적 검토를 통한 최적 어구의 선정
- 최적 어구의 적정 구조와 구성 재료 도출을 위한 1/4 모형 실험
- 최적 어구의 실물 제작 및 전개 성능 조사

3) 생력화 조업 시스템의 개발을 위한 연구

- 조업 보조 선박들의 효과 점검을 통한 최적의 조업 선단 규모 도출
- 현용의 조업 장치와 방법 및 유사 어업의 조업 장치와 방법에 대한 검토·분석
- 최적의 기계화 조업 장치 및 방법 개발
- 개발 어구와 조업 장치의 조합 및 해상 실물 실험을 통한 적합성 검토

4) 개발 어구 및 조업 시스템의 현장 실용화 실험

- 개발 어구와 기계화 조업 장치를 조합한 현장 적응실험
- 개발 어구와 기계화 조업 장치를 조합한 현장 어획실험
- 현장 실험의 결과를 이용한 어구 및 조업 시스템의 최종 확정 및 어획 실험

5) 개발 효과 및 경제성 분석

- 조업 선박에 관한 효과
- 어구에 관한 효과
- 조업 방법 및 인력에 관한 효과

- 조업 경비에 관한 효과
- 어획 성능에 관한 효과

제 2장 국내외 기술개발 현황

어구는 어떤 것일지라도 오랜 세월 사용해 오는 동안에 많은 시행착오를 거듭하면서 조금씩 수정·보완되어 오늘에 이른 것들이 대부분이기 때문에, 지금까지 사용해 온 어구들은 나름대로 많은 장점을 지니고 있는 것이 보통이다. 따라서 하나의 어구를 개량하거나 개발하는 데 있어서는 지금까지 사용해 온 어구들을 참조하는 것이 가장 우선적인 일이라고 볼 수 있는데, 본 연구의 개발 대상 어구인 멸치 들망은 집어등으로 멸치 어군을 모아서 그물 위로 유도한 뒤에 그물을 들어올려 어획하는 어구로서, 어구 분류상으로는 어군의 하방에서 들어올려 어획하는 인양어구류에 속하기 때문에, 본 연구를 수행하는 데 있어서는 우선 인양어구류에 속하는 어구들의 구조, 규모, 구성 재료, 조업 장치, 조업 방법 등이 큰 참고 자료가 될 수 있다.

그러나 인양어구류는 국내외 할 것 없이 연안에서 소규모로 행해지는 것들이 대부분이어서 그 종류가 비교적 많은 편이기 때문에, 지금까지 개발되어 사용되고 있는 것들도 반디그물, 사수망, 자리돔 채들망, 송어 들망, 2척 들망, 화살오징어 들망, 자리돔 3척 들망, 전갱이·정어리 4척 들망, 고등어·전갱이 8척 들망, 멸치 챗배그물, 각종의 붕수망 등 여러 가지가 있으나, 본 연구가 최종적 개발 목표로 삼고 있는 그물배 1척만에 의한 단선 조업 방식에 바로 적용할 수 있는 것은 없다. 따라서 본 연구개발이 성공적으로 수행되어 그물배 1척만이 집어, 투양망, 어획, 어획물 처리 등 조업의 전 과정을 전담할 수 있는 어구 및 조업 시스템이 개발된다면, 그 어구 및 조업 시스템은 국내외적으로 새로운 기술 개발이라고 볼 수 있을 뿐만 아니라 인양어구류의 어구·어법을 획기적으로 발전시킨 것이라고 볼 수 있다.

제 3장 연구개발 수행내용 및 결과

제 1절 멸치 들망 어업의 현황

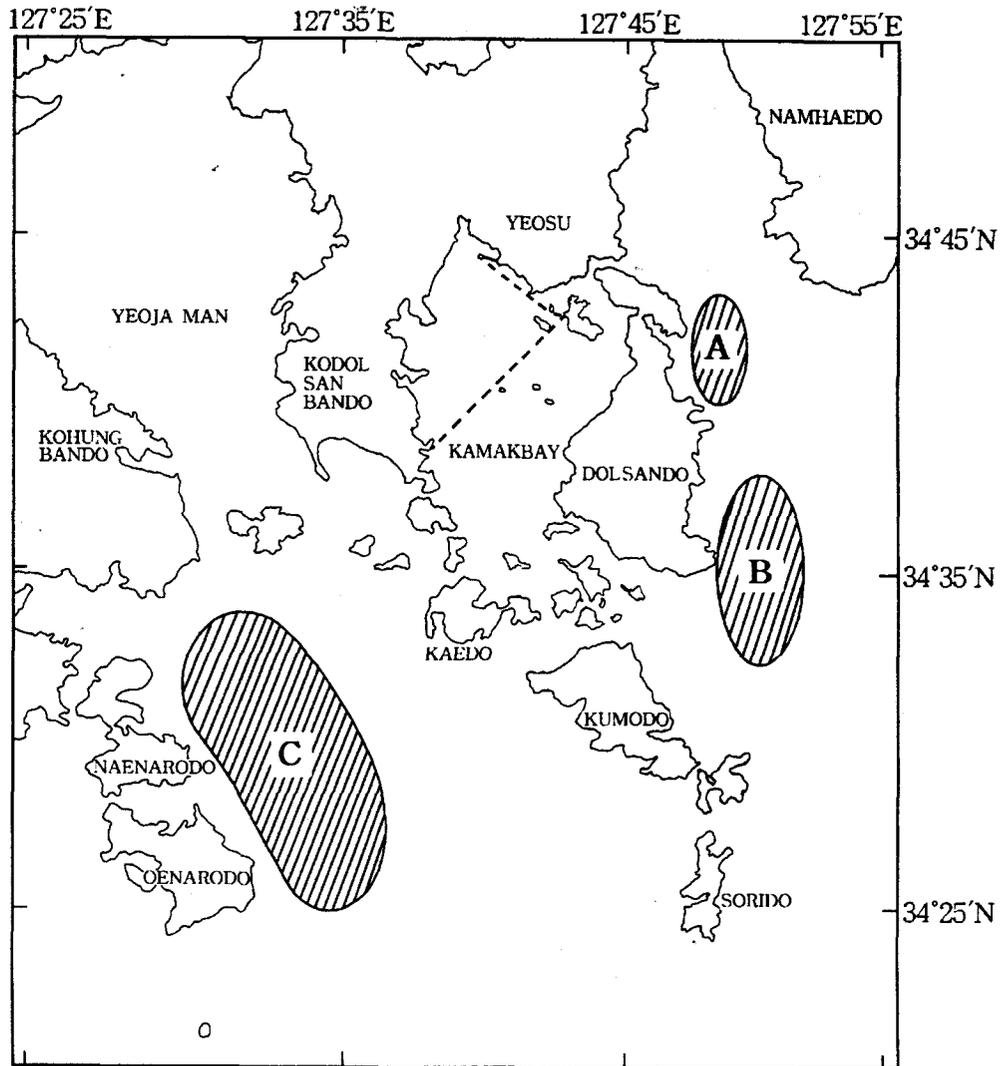
1. 서언

어떤 어업이든지 그 일부 또는 전부를 개선하는 데 있어서는 우선 현행의 어업에 대한 현황을 구체적으로 조사하고 그 조사 결과로부터 그 어업이 지니고 있는 문제점들을 파악하여 그들을 해소하는 방향으로 개선 방향을 설정하지 않으면 안 되는데, 멸치 들망의 경우 중요하게 조사해야 할 사항으로는 조업 어장, 사용 어구·어법, 조업 장치와 방법, 대상 어류의 생산 동향 등이 있기 때문에, 본 연구에서는 멸치 들망 어업의 합리적인 개선 방향을 찾아낼 목적으로 현행의 멸치 들망 어업에 대해 상기 요소들의 실태와 함께 각각이 지니고 있는 문제점들을 조사하였다.

2. 조업 어장

전기했던 바와 같이 멸치 들망 어업은 경상남도과 전라남도를 비롯한 남해안 일대와 제주도 및 강원도에 이르는 광범위한 해역에서 행해지고 있으나, 전라남도의 경우는 <그림 1>에 보이는 여수 가막만 해역이 전통적인 멸치 어장이기 때문에, 오랜 옛날부터 이 해역을 중심으로 멸치 들망이 발달해 왔다. 그러나 이 해역은 그 전체가 수심이 10m 이하이나 조업은 수심이 7~10m 되는 곳에서만 행해지고 또 멸치는 회유성 어족이어서 이동이 심하기 때문에, 멸치 들망의 조업은 항상 가막만 해역으로만 한정되는 것은 아니고, 그곳을 벗어나서 인근 해역으로 진출하는 일이 많은데, 비교적 많이 진출하는 해역은 <그림 1>에 A, B 및 C로 각각 표시한 돌산도 동북부 해역과 동남부 해역 및 나로도 동부 해역이며, 그 중에서도 비교적 거리가 가까운 돌산도 해역으로 진출하는 일이 많다. 그러나 현재의 들망 어선들은 기동력이 좋아서 상기한 해역 중 어느 한 곳에서 조업을 시작하였다 할지라도 하룻밤 동안 그곳에서 계속 조업하는 것이 아니고 어획량을 보아가며 여러 어장을 순회하는 것이 보통이다.

그런데 우리 나라 수산자원보호령 제 7조 제 13항에 의하면, 전라남도 해역의 경우 <그림 1>에서 점선으로 표시한 경계 밖의 해역에서는 매년 4월 1일부터 6월 30일까지 멸치를 포획할 목적으로 들망을 사용하는 것을 금지하고 있기 때문에, 이 기간 내에는 상기한 경계 내의 해역이 멸치 들망의 주 어장으로 활용되고 있다.



<그림 1> 멸치 들망의 조업 해역.

주어장: 가막만 해역, A 어장: 돌산도 동북부 해역, B 어장: 돌산도 동남부 해역, C 어장: 나로도 동부 해역, 점선 밖의 해역: 4월 1일부터 6월 30일 까지 조업 금지.

3. 사용 어구 및 어법

여수 해역의 멸치 들망 어선들은 가막만이라고 하는 매우 좁은 해역에서 서로의 어구 규모를 확인해 가면서 조업하고 있으면서도 실제 규모는 서로간에 차이나는 경우가 많은데, 여기서는 어민들이 일반형이라고 부르는 어구들에 대해 설계·제작 실태 및 문제점에 대한 조사 결과를 주로 기술하고 그보다 소형이거나 대형인 것은 일반형과 다른 점만을 기술하기로 한다.

가. 그물감의 설계·제작

본 연구에서 조사한 일반형 멸치 들망어구의 설계도는 <그림 2>와 같고 까래그물의 배치도

는 <그림 3>과 같은데, 이들을 기준으로 하여 그물감의 설계·제작 실태를 보면 다음과 같다.

㉠ 그물은 까래그물과 양쪽 섯그물 및 뒤쪽 어포부의 세 부분으로 구성되는데, 이들은 모두 폭이 50cm인 여자 그물감으로 구성하고, 그물코의 크기는 과거에는 어포부에서 140경, 그 밖의 부분에서는 105경으로 하였으나, 최근에는 그물 전체에 걸쳐 120경으로 한다. 그러나 실제 조업시 그물감에 걸리는 장력은 씨실보다도 낱실이 더 많이 부담하므로, 그물실의 굵기는 씨실에서 Td 210×6, 낱실에서 Td 210×9로 한다. 단, 일부 어구에서는 사용 중에 파단이 자주 발생하는 까래그물 앞쪽에 한해 그물코의 크기를 105경으로 하고, 그물실의 굵기를 씨실에서 Td 210×12, 낱실에서 Td 210×16으로 하기도 한다.

㉡ 멸치 들망의 경우는 폭이 50cm이고 길이가 10.5m 되는 그물감을 다수 준비하고 그들을 연결하여 구성하는 것이 보통인데, 이 경우 폭이 50cm인 것을 1골이라 부르고 길이가 10.5m인 것을 1동(胴)이라 부르기 때문에, 어구의 규모는 골과 동의 수로 표시된다. 현용 그물의 규모는 과거보다 다양해져서 일반형과 소형 및 대형으로 나눌 수 있는데, 모두가 어포부 하변의 폭은 24골(12m)로 일정하나, 그물 앞끝의 길이(=까래그물 앞폭 + 섯 앞폭×2)는 일반형의 경우 212골(106m)인 데 비해, 소형은 186골(93m), 대형은 250골(125m)이며 최근 들어서는 280골(140m)까지도 등장하고 있고, 그물의 길이는 일반형과 소형의 경우 6단인 데 비해 대형의 경우는 7단이며 최근에는 8단까지도 등장하고 있다. 또한 어포부 깊이는 일반형의 경우 15.0m인 데 비해 대형의 경우는 18m이고, 섯그물의 높이는 일반형의 경우 25골(12.5m)인 데 비해 대형의 경우는 30골(15m) 이상으로 한다.

㉢ 완성된 그물의 길이는 일반형의 경우 까래그물 앞끝이 80m, 섯의 길이가 49.5m, 어포부 길이가 9m이고, 섯의 높이는 12.5m, 어포부의 높이는 15m로 하는데, 여기서 섯보다 어포부의 높이를 더 크게 하는 것은 어포부가 자루 모양이 되도록 하기 위함이다.

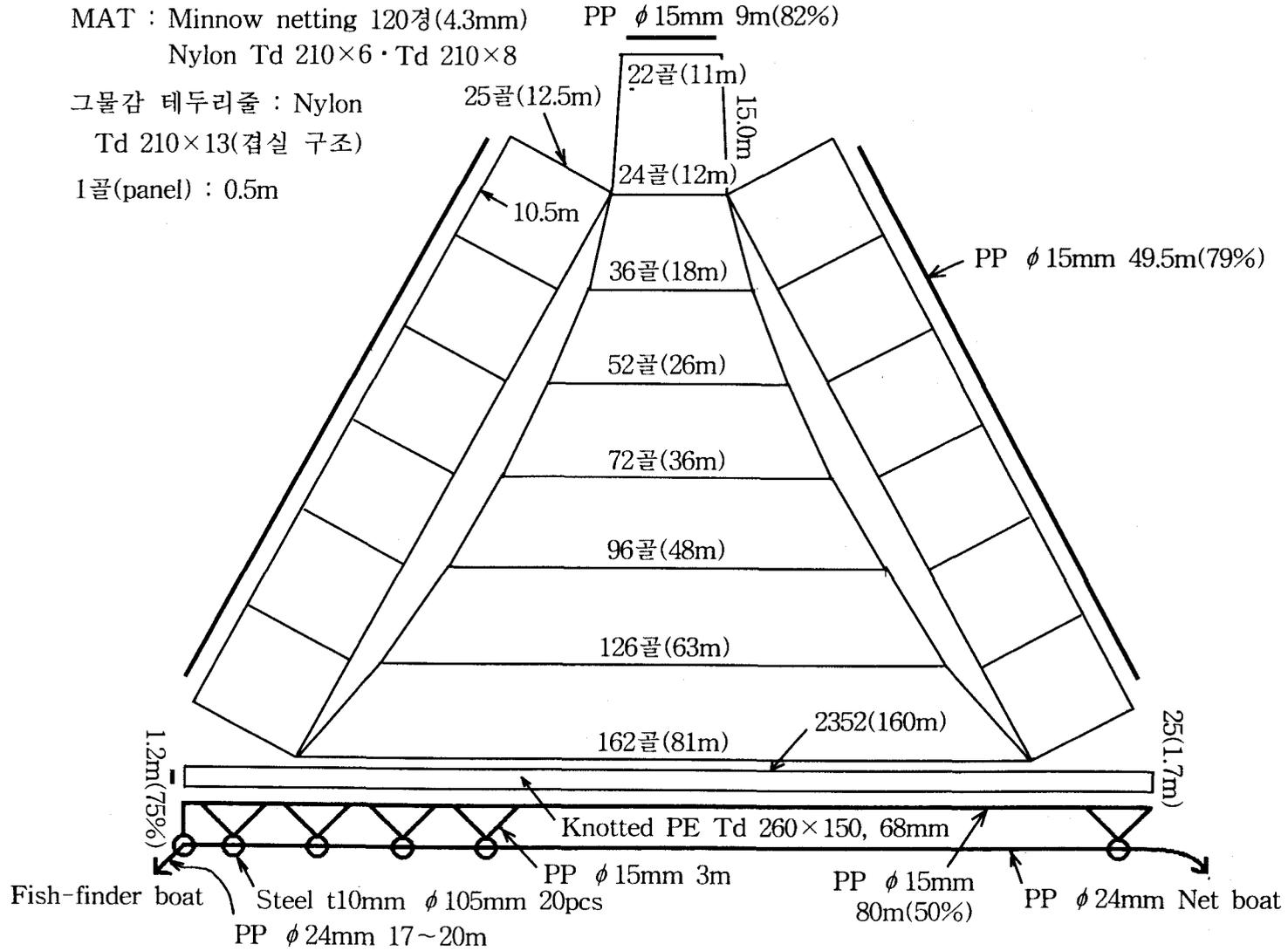
㉣ 까래그물의 앞끝에는 직사각형으로 된 빨갈이 그물이라고 부르는 것을 부착하여 그물이 해저에 닿았을 때 빨을 뜨지 않도록 하는데, 이 그물은 막매듭 그물감(PE Td 260×150, 6절=68mm)로 구성한다.

㉤ 그물의 대형화는 그물의 길이, 즉 동의 수를 늘리고 까래그물의 중앙에 삼각망 또는 사각망을 삽입하는 것에 의하며, 대형 그물일수록 동의 수가 많아지고 까래그물의 중앙에 삽입하는 그물의 골 수도 많아진다.

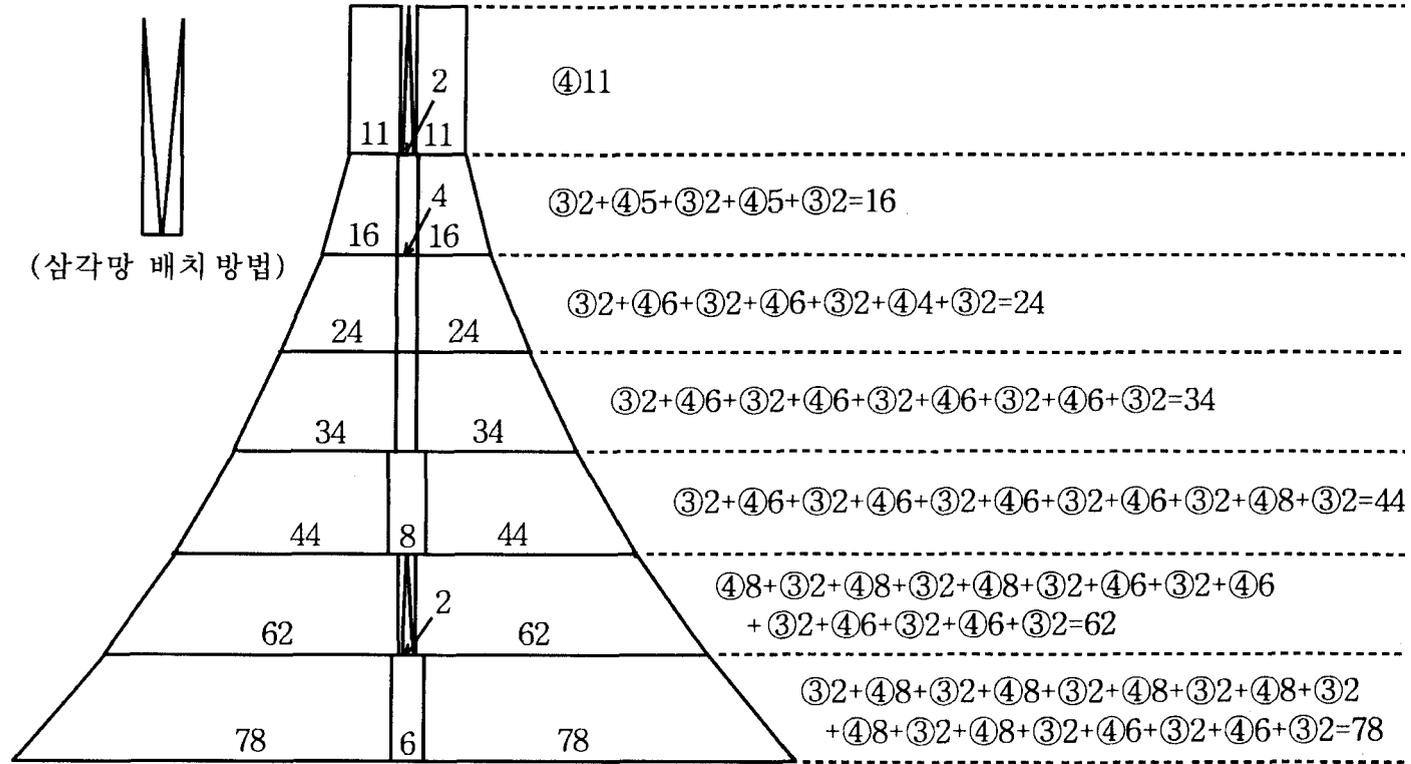
㉥ 까래그물의 폭이 어포부 쪽으로 갈수록 좁아지므로, 폭 50cm, 길이가 10.5m 되는 직사각형 그물감 외에 직사각형 그물감을 2등분한 직각 삼각형 그물감을 다수 부착한다.

㉦ 그물감끼리의 봉합은 3가닥의 봉합사(Nylon Td 210×13)를 동시에 사용하는 특수 재봉틀에 의하고, 그물감끼리 접지한 후 재봉틀에 의해 박음 처리를 한다.

<그림 2> 펼쳐 들만어구의 설계도(Td 210×6 : 씨실, Td 210×8 : 날실).



(좌측 또는 우측 그물의 배치 방법)



<그림 3> 멸치 들망어구의 까래그물 배치도(숫자:물수, ③:삼각망, ④:사각망).

나. 밧줄의 설계·제작

일반형 멸치 들망어구에 대해 밧줄의 설계·제작 실태를 조사한 결과는 다음과 같다.

- ㉠ 빨갈이 그물 앞끝에 밧줄과 고리줄 및 고리를 차례로 부착하고 고리 속으로 줍줄을 끼워 넣으며, 줍줄의 한쪽 끝은 끌줄에 묶어 고정하고 다른 쪽 끝은 그물배에 연결한다.
- ㉡ 고리줄은 PP ϕ 15mm 3m 2가닥을 사용하여 V자 형태로 구성한다.
- ㉢ 끌줄은 PP ϕ 24mm로 구성하되 길이는 17~20m로 한다.
- ㉣ 일부 어구에 한해 까래그물 아래쪽에서 길이 방향으로 PP 9mm의 힘줄을 중앙 및 좌우 각각에 1가닥씩 또는 좌우 각각 2가닥씩 부착하는 경우가 있는데, 부착 길이는 까래그물 전장에 걸치기도 하고 까래그물 3~4단에서 어포부 하단까지 걸치기도 한다.

다. 부속구의 설계·제작

일반형 멸치 들망어구에 대해 각종 부속구의 설계·제작 실태를 조사한 결과는 다음과 같다.

- ㉠ 뜸은 모두가 원주형으로서 그 규격은 140×170mm의 대형과 120×170mm의 중형 및 75×130mm의 소형으로 나누어지는데, 이들 중 대형의 것은 어포부에 총 30~40개를 간격 없이 부착하고, 중형과 소형의 것은 섯그물에 부착하되, 그 중 중형의 것은 어포부 쪽에 좌우 각각 100개씩 총 200개를 간격 없이 부착하며, 소형의 것은 중형의 것 다음에 총 600개를 5cm 간격으로 부착한다.
- ㉡ 밧들은 낱 200g 짜리를 사용하되, 그물 하단 전체에 걸쳐 20cm 간격으로 부착한다.
- ㉢ 줍줄 고리는 재료 지름이 10mm, 고리 외경이 105mm인 것을 총 20개 사용한다.

4. 조업 장치 및 방법

멸치 들망 어업은 여러 척의 선박이 하나의 선단을 구성하여 조업하되, 매 조업시의 어획량은 어장 위치의 결정 방법, 어군 탐색 방법, 어군 집어·유도 방법, 투양망 방법 등에 따라 크게 달라지기 때문에, 본 연구에서는 이들 각각의 실태에 대해 조사하였는데 그 결과는 다음과 같다.

가. 조업 선단 구성

멸치 들망의 조업에 소요되는 선박 수 및 그 규모를 보면, 그물배 1척(9~10톤, 그림 4)과 어탐선 1척(5~6톤, 그림 5), 불배(집어선) 1척(1~2톤, 그림 6) 및 어획물 운반선 1척(3~5톤)이 소요되며, 각 선박의 승선 인원 및 역할은 다음과 같다.

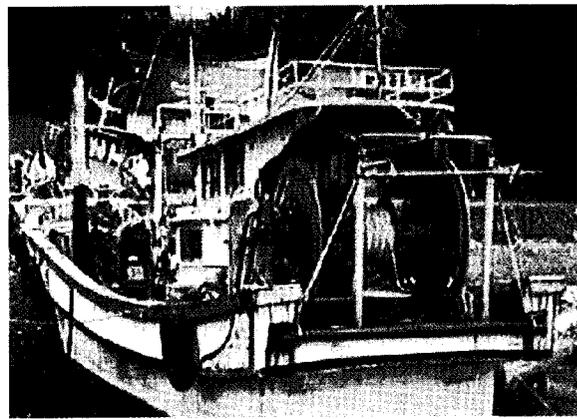
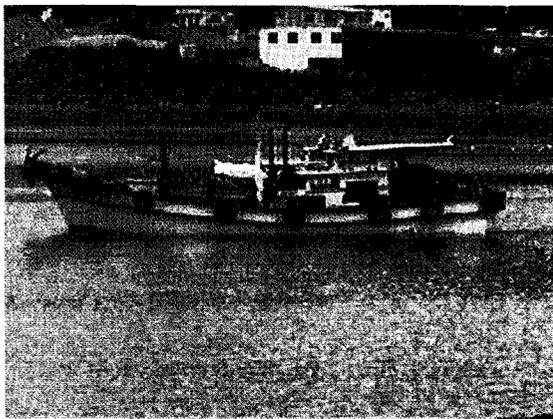
- ㉠ 그물배 : 선장, 기관장, 선원 3명 등 총 5명이 승선하여 그물을 싣고 다니다가 어탐선에

승선한 어로장의 지시에 따라 어탐선의 보조를 받아가면서 투양망 작업을 전담하며, 어획물을 인양하면 가마솥에 넣어 삶고 건조발로 떠서 갑판상에 쌓는다.

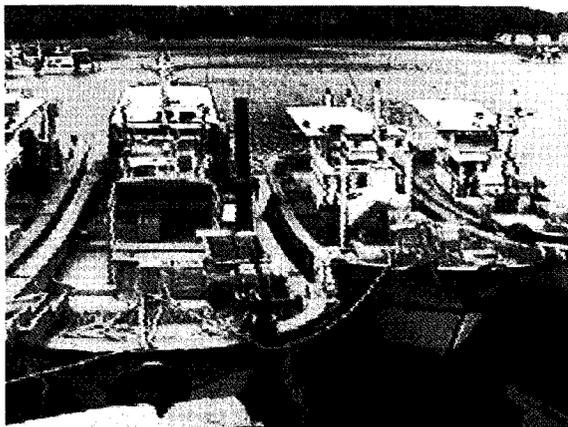
㉞ 어탐선 : 수직형 어군 탐지기를 장비하고 있고 어로장이 승선하여 조업의 전 과정을 총괄 지휘하며, 투망시와 양망시에는 그물배에 대한 보조선 역할을 한다.

㉟ 불배 : 집어등을 장비하고 있고 경운기 엔진과 노를 장착하고 있어서 평소 항해시에는 경운기 엔진으로 운전하고, 집어시 및 집어한 어군의 유도시는 노를 저어 이동한다.

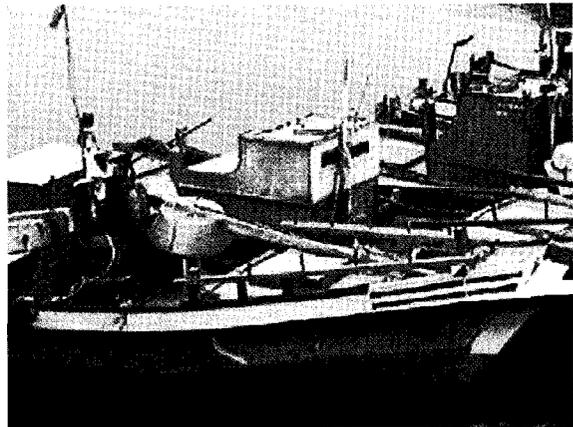
㊱ 운반선 : 어획량이 많을 때에 한해서 동원되는데, 승선 인원은 선장과 선원으로 총 2명이 고, 그물배로부터 삶은 멸치를 환적하여 육상의 건조장으로 옮기는 역할을 한다.



<그림 4> 그물배.



<그림 5> 그물배(좌)와 어탐선(우).



<그림 6> 불배.

나. 조업 어장의 위치 결정 방법

멸치 들망 어선은 매일 정오경에 출항하는데, 조업 예정 위치는 전일의 조업 성적과 다른 선박들의 조업 정보 등을 이용하여 결정하고, 그 위치에 도달하면 표류 또는 항행을 하면서 일몰 시까지 어군 탐지기로 멸치 어군을 탐색하며, 그 결과로써 조업 위치를 결정한다. 그러나 조업

선박들의 기동력이 좋아서 조업 목표로 정한 해역일지라도 어획이 저조하거나 다른 어장의 정보가 입수되면 바로 이동하기 때문에, 하룻밤에도 <그림 1>에 표시된 네 어장을 모두 순회하는 일이 허다하다.

다. 어군 탐색 방법

멸치 들망에 의한 조업은 일몰시부터 일출시 사이에 이루어지므로 어군의 발견은 수직식 어군 탐지거나 소나에 의존할 수밖에 없는데, 인접 해역에서 같은 멸치를 대상으로 조업하는 기선권현망은 소나에 의해 어군을 탐색하는 데 비해, 여수 가막만 해역은 수심이 최대 10m이어서 극히 가까운 거리가 아닌 한 초음파의 수면 반사와 해저 반사로 인해 소나에 의한 어군 탐색이 불가능하기 때문에, 모든 선단이 어탐선에 수직식 어군 탐지기를 장비하고 그것을 이용하여 어군을 탐색하고 있다.

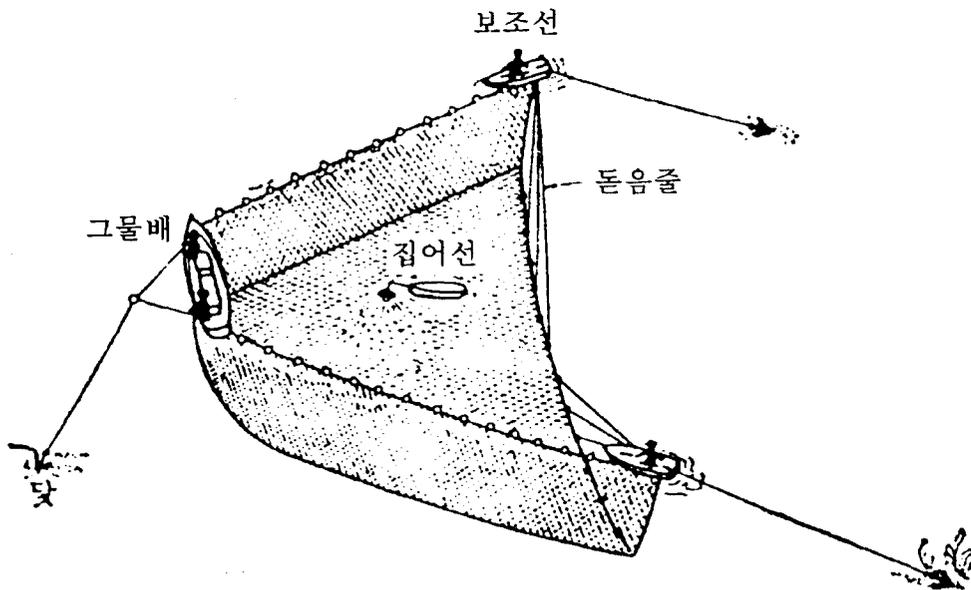
라. 어군 집어·유도 방법

어군의 집어 및 집어진 어군의 그물 위로의 유도는 집어등을 장비한 불배가 전담하는데, 불배는 어탐선이 어군을 탐색하면서 항행할 때는 기관을 전속으로 가동하여 어탐선을 계속 따라다니고, 조업이 시작되면 모든 행동은 어탐선에 승선해 있는 어로장의 지시에 따른다. 즉, 어탐선의 어로장으로부터 어군의 위치와 함께 집어 지시가 내리면 불배는 그 위치로 이동하여 기관을 정지하고 노를 저으면서 집어하기 시작하고, 어구가 완전히 전개되어 어로장으로부터 이동 지시가 내리면 서서히 그물 위로 이동하며, 어군이 어포부 쪽으로 완전히 유도되어 갇히게 되면 어포부 상단을 넘어 그물 밖으로 빠져나온다.

집어등으로는 메탈 할라이드 등을 사용하되, 과거에는 500W 짜리 2개를 사용하였으나, 차차로 커져서 최근에는 1.5kW짜리 2~4개를 함께 묶고 반사갓을 씌워서 불배의 선수 쪽으로 낸 2m 길이의 막대에 묶어 사용하며, 집어등의 사용 개수는 선박마다 달라 매우 다양하다. 그런데 멸치는 평소에 군을 잘 형성하고 멸치 들망은 그러한 어군을 충분히 포위할 수 있을 만큼 대형으로 만들기 때문에, 멸치 들망에서의 집어등의 역할이란 그것을 장시간 점등함으로써 넓은 범위에 흩어져 있는 어군을 계속적으로 모으는 것이라기보다는 발견한 어군을 어구가 쉽게 포위할 수 있도록 어군을 집어등 가까이로 부상하게 하여 그 밑에 정체시켜 주는 정도의 역할을 하는 데 불과하다. 특히, 본 연구의 주 대상 해역인 여수 가막만 해역은 수심이 10m 이하이어서 멸치의 분포 수층이 매우 얇고, 그로 인해 발견한 어군을 어획하기 쉽도록 집어등 밑에 정체시키는 데에는 장시간을 필요로 하지 않기 때문에, 실제 조업시 집어에 소요되는 시간은 5~10분 정도에 그치고 있다.

마. 투양망 및 조업 방법

멸치 들망은 과거에 비해 어구의 구조는 약간 달라지는 것에 그쳤지만 조업 방법은 크게 달라졌는데, 먼저 과거의 재래식 조업 방법을 보면 <그림 7>에서와 같이 까래그물 앞끝에 여러 가닥의 뜬음줄을 부착하고, 조업시에는 그물배 1척과 보조선 2척이 각기 닻을 내리고 그물을 전개하여 그물의 세 모서리를 각기 붙잡고 있으며, 그 동안에 불배가 집어등으로 어군을 모으고 완전히 모아지면 까래그물 앞끝을 통과하여 그물 위로 서서히 이동함으로써 어군을 그물 위로 놓이게 하며, 이어 뜬음줄을 이용하여 까래그물의 앞끝을 들어올리고 갇힌 고기를 어포부 쪽으로 몰아가는 방식을 취하였다.



<그림 7> 멸치 들망의 재래식 조업 방법.

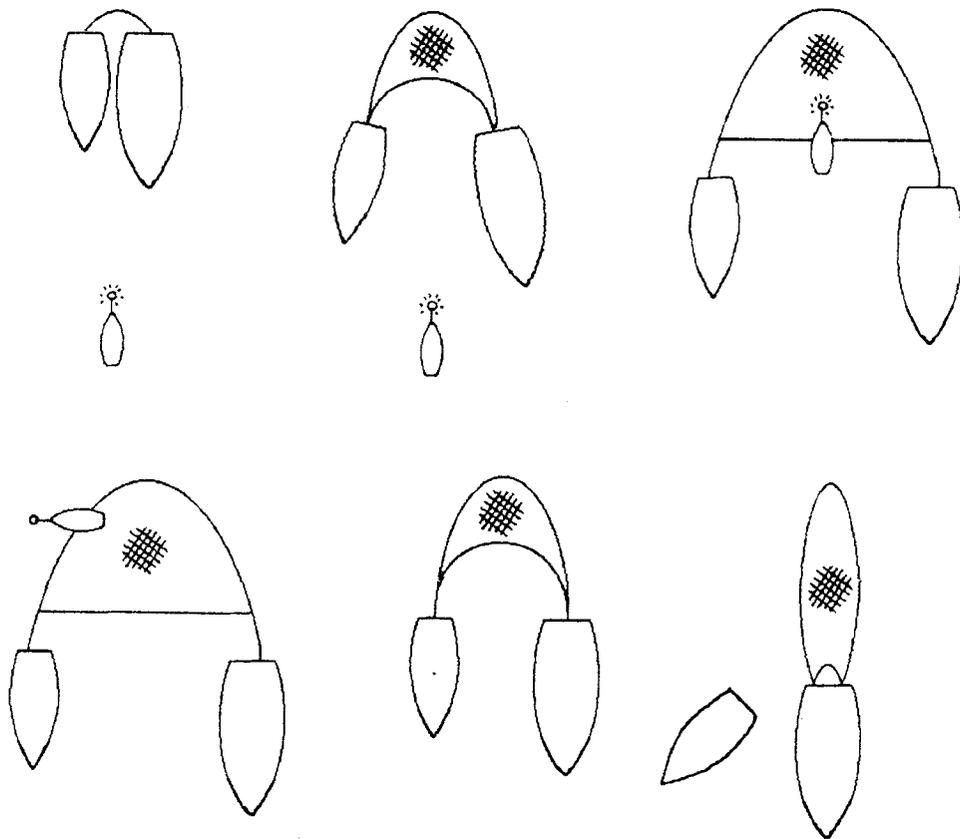
반면, 현재의 개량식 조업 방법에서는 <그림 2>에서 보았던 바와 같이 까래그물 앞끝에 부착한 뜬음줄을 제거하고 그 대신 다수의 썸줄 고리를 일정 간격으로 부착하여 썸줄을 통과시켰으며, 조업상의 특징은 다음과 같다.

㉠ 1일당 조업 횟수는 어군의 분포량에 따라 달라지나, 보편적으로 10~20회이고 평균적으로는 15회이다.

㉡ 투양망은 어로장의 지시에 따라 그물배가 어탐선의 보조를 받아 행하는데, 투망 지시가 내리면 <그림 8>에서와 같이 그물배는 어탐선에 한 쪽 끝줄을 넘겨주고, 서로 일정 각도를 유지하면서 떨어지는 동안에 끝줄과 그물을 차례로 투하하며, 그물이 완전히 투하되면 그물의 형상이 좌우 대칭으로 잘 유지되도록 전진과 정지를 계속하면서 불배가 그물 위로 올라오기를 기다린다. 투망에 소요되는 시간은 10분 정도가 보통인데, 멸치 들망은 그물코가 작은 관계로

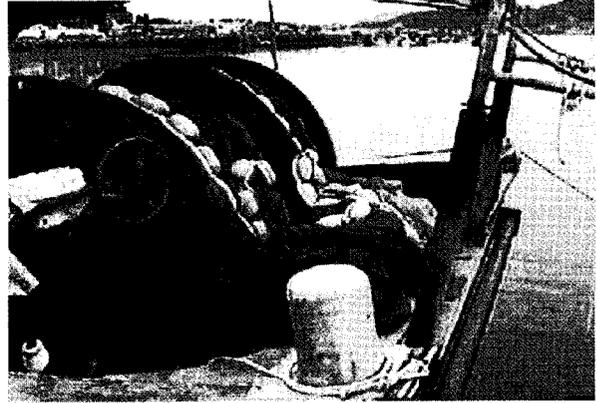
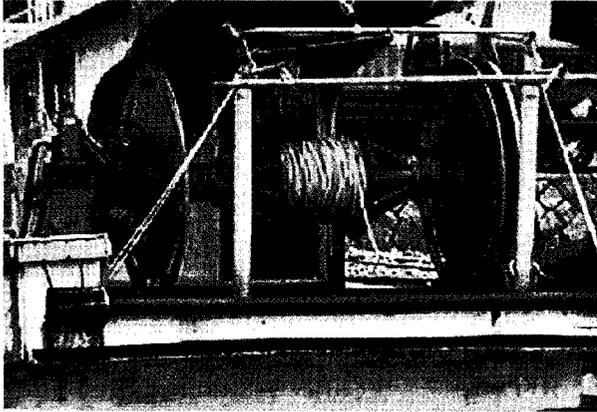
유수저항이 커서 그물 형상이 조류의 영향을 크게 받기 때문에, 조업시에는 그물이 어군의 조하 쪽에 놓이도록 하여 그물이 잘 전개되도록 함과 동시에 불배와 어군이 조류에 밀려 그물 위로 쉽게 오르도록 한다.

㉔ 양망시에는 그물배와 어탐선이 서서히 간격을 좁히고 그와 동시에 그물배가 까래그물 앞 끝에 달려 있는 줍줄을 감아 올리며, 줍줄을 감아 올림에 따라 까래그물 앞끝이 서서히 죄어지게 된다. 그 후 줍줄 권양이 완료되면 그물배가 어탐선으로부터 끌줄 끝을 인수하고 양망 롤러에 고정한 후 끌줄부터 감기 시작하며, 끌줄이 감긴 다음에는 그물을 차례로 감아 올린다. 이 경우 양망에 소요되는 시간은 10~15분 정도이다.



<그림 8> 멸치 들망의 개량식 조업 방법.

㉕ 투양망에 사용되는 기계는 주기 전도식의 유압식 양망기로서(그림 9), 그 축이 중앙부와 좌우부의 3구획으로 나누어져 있는데, 중앙부 축은 끌줄 권양용으로 사용되고 좌우부 축은 그물 권양용으로 사용된다. 또한, 좌우부 축은 그물이 감겨질 때 서로 복잡하게 얽히지 않도록 하기 위하여 중앙부 쪽을 원추형으로 만들어서 그물이 감기는 동안에 뜰줄이 양쪽 가로 밀리게 한다.



<그림 9> 멸치 들망의 양망기(좌: 그물이 감기지 않은 상태, 우: 그물이 감긴 상태)

5. 들망에 의한 멸치의 생산 동향

멸치 들망의 생산 동향을 알아보기 위하여 여수 해역에서의 조업 어선과 연도별 총 생산 실적, 월별 총 어획량의 변동, 어선별 연간 총 어획량, 어선별 일별 어획량의 변화 등을 조사하였는데, 그 결과는 다음과 같다.

가. 조업 어선 및 연도별 총 생산 실적

우리 나라의 멸치 들망 어업의 허가 건수는 전국 총 119건이고, 지방별로는 경상남도가 53건, 전라남도가 36건, 제주도가 29건, 강원도가 1건인데(국립수산진흥원³⁾), 이들 중 전라남도의 어업 허가는 거의가 여수 가막만 해역에 집중되어 있다. 이는 여수 가막만 해역이 천혜적인 멸치 어장이기 때문이라고 볼 수 있는데, 실제로 조업에 임하고 있는 선박은 여수수산업협동조합 위판 통계 자료로부터 볼 때 <표 1>에서와 같이 연간 24~26척의 범위로서 연평균 25척에 불과하고, 그것도 이들 25척의 선박 모두가 고정적으로 매년 조업하는 것이 아니라 휴어를 거듭하는 선박들이 많기 때문에, 1997년부터 2000년까지에 걸쳐 4년 연속 조업한 것은 18척으로 전체 36척의 절반에 불과하며, 전혀 조업을 하지 않은 것도 5척이나 된다.

<표 1> 여수 해역의 연도별 조업 척수 변동

연도별 조업 척수					기간별 조업 척수					
1997년	1998년	1999년	2000년	연평균	4년 연속 조업	3년 조업	2년 조업	1년 조업	4년 연속 휴업	계
25	26	25	24	25	18	6	3	4	5	36

다음, 국립수산진흥원이 조사한 우리 나라 멸치 들망 어선의 톤급별 어선 척수를 보면(표 2),

전체 어선의 80% 정도가 5톤 미만의 소형 선박인 데 비해, 여수 해역에서 조업해 온 27척의 들망 어선에 대해 본 연구에서 조사한 결과에 의하면(표 3), 모두가 4.99~9.77톤의 범위이고 그 중에서도 9톤 이상의 어선이 13척으로서 전체 어선 수의 약 절반에 이른다. 이와 같은 두 조사간의 차이는 각 어선의 실제 톤수가 등록 톤수와 다른 것에도 원인이 있겠지만, 본 연구의 조사가 국립수산진흥원의 조사보다 더욱 최근에 행해진 것이기 때문에, 최근 들어 어선이 매우 대형화되었다는 것에도 원인이 있다고 볼 수 있다.

<표 2> 톤급별 그물배 척수(국립수산진흥원³⁾)

어선 규모	그물배 척수	비율(%)
1톤 미만	22	42
1~2톤	22	36
2~3톤	16	24
3~4톤	10	14
4~5톤	42	17
5~6톤	8	7
6~7톤	6	3
7~8톤	13	8
8톤 이상	2	3
계	141	154

<표 3> 여수 해역의 톤급별 그물배 척수(2000년 12월 현재)

톤수	척수	비율(%)
9.77	10	37.0
9.16	3	11.1
8.67	1	3.7
7.93	5	18.5
7.31	1	3.7
5.62	1	3.7
5.50	3	11.1
4.99	2	7.4
4.96	1	3.7
계	27	100

한편, 멸치 들망 어선의 어획 강도나 어획 노력량은 1990년대에 들어서서 크게 증대되었는데 비해, 내유 어군량은 최근 들어 급속히 감소하였다는 것이 어민들의 일반적 견해이기 때문에, 이 관계를 알아보기 위하여 1997년부터 2000년까지 4년간에 걸쳐 여수수산업협동조합을 통한 각 어선별 건멸치의 위판 실적으로부터 멸치의 연도별 총 위판량과 총 위판액을 조사한 결과를 나타낸 <표 4>를 보면, 총 위판량은 1997년에 총 540톤 정도이던 것이 1998년에는 730톤 정도로 증가하였다가 1999년부터는 감소하여 2000년에는 430톤 정도에 그치고 있고 척당 평균 위판량도 같은 경향이며, 총 위판액은 1997년에 총 38억원 정도이던 것이 차차로 감소하여 1999년에는 27억원 정도에 그쳤고 2000년에는 41억원 정도로 크게 증가하였으며, 척당 평균 위판액도 대략 같은 경향이다.

<표 4> 여수수산업협동조합의 위판 실적으로부터 조사한 연도별 건멸치의 위판량과 위판액

연도	위판량(kg)		위판액(천원)	
	총계	척당 평균	총계	척당 평균
1997	538,914	21,557	3,816,951	152,678
1998	729,779	28,068	3,533,530	135,905
1999	560,775	22,431	2,662,464	106,499
2000	430,997	17,958	4,096,926	170,705
평균	565,116	22,504	3,527,468	141,447

이상으로부터 보면, 위판량은 1998년을 정점으로 하여 계속 감소하고 있고 여기서 위판량은 바로 어획량을 나타내기 때문에, 멸치 들망의 어획량은 1998년을 정점으로 하여 계속 감소하고 있다는 결과가 되는데, 상기한 4년 동안에 각 어선의 어획 강도나 어획 노력량은 줄어들지 않았는데 비해 어획량은 감소하였기 때문에, 어획량의 감소 원인은 멸치 자원량의 감소에 의한 내유 어군량의 감소 때문이라고 볼 수 있다. 반면, 위판액은 어획량과는 약간 달리 1997년 이후 차차로 감소하였다가 2000년에 크게 증가하였는데, 이는 어획량의 감소로 인한 건멸치 가격의 폭등 때문이라고 볼 수 있다.

나. 여수해역에서의 월별 총 어획량의 변동

일반 어류는 어획 후 활어 상태로 보관하거나 냉장 또는 냉동시킨 뒤에 판매하는 것이 보통

이지만, 멸치는 육질이 약하여 변질되기 쉬우므로 어획 즉시 바로 삶아서 하루 정도 건조시킨 뒤에 소정의 box(box당 무게 : 2000년 7월 9일까지 3kg, 10일부터는 2kg)에 넣어 수산업협동조합을 통해 위판하는 것이 보통이기 때문에, 멸치의 경우 당일의 위판량은 전일의 어획량을 나타낸다. 따라서 본 연구에서는 여수수산업협동조합을 통한 위판량(건멸치의 무게, kg)을 위판 전일의 어획량으로 표시하기로 하고, 1997년부터 2000년까지의 4년간에 걸쳐 상기 조합에 보관된 위판 당일의 상품, 중품 및 하품의 box당 단가와 선박별 위판 총액으로부터 위판 당일의 box당 단가의 평균치를 구한 후 선박별 위판 총액을 box당 단가의 평균치로 나누어서 위판된 box 수를 구하였으며, 그 box 수에 box당 건멸치의 무게를 곱하여 위판 당일의 선박별 위판량, 즉 전일의 어획량을 구하였다.

이상의 방법에 의해 1997년부터 2000년까지의 어선별 일별 어획량을 조사하고, 그것을 집계하여 여수 해역에서의 월별 총 어획량을 구한 후 그들을 연도별로 표시한 결과는 <그림 10>부터 <그림 13>까지와 같다. 이들에 의하면, 어획은 연도에 관계없이 거의 연중에 걸쳐 이루어지고 있으나 월별로 어획량에 상당한 차이를 보이고 있기 때문에, 어획량이 1ton을 초과하는 달들만을 대상으로 월별 어획량의 순위를 정리해 보면 다음과 같아진다.

1997년 : 7월 > 8월 > 6월 ≒ 9월 ≒ 10월

1998년 : 7월 > 8월 ≒ 9월 > 6월 > 5월 ≒ 10월 ≒ 11월 ≒ 12월

1999년 : 8월 > 5월 ≒ 6월 ≒ 7월 > 9월 ≒ 10월

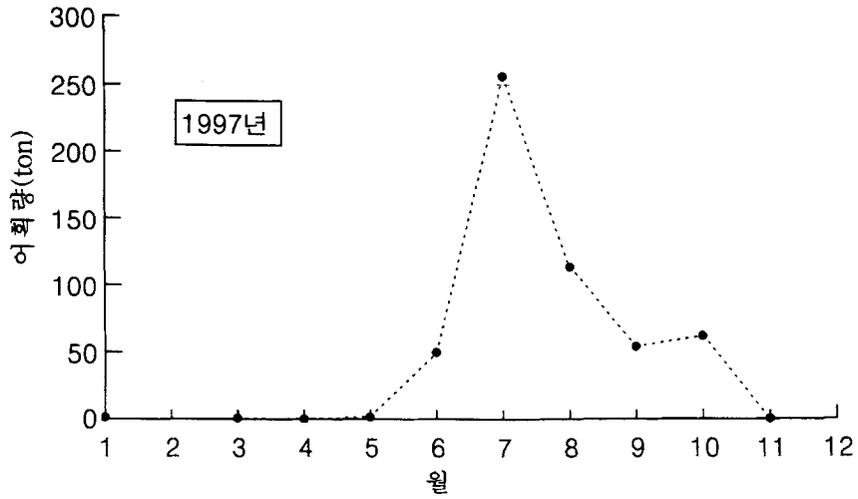
2000년 : 10월 > 6월 ≒ 11월 > 5월 ≒ 7월 ≒ 8월

이상으로부터 보면, 어획량은 전체적으로 7월과 8월에 많은 편이나, 2000년에는 오히려 7월과 8월에 매우 적고 10월에 가장 많다. 따라서 어획량의 월별 변동은 고정적이 아니라는 것을 알 수 있고, 그 원인으로는 어장 환경이 연도마다 월별로 달라지기 때문이라고 볼 수 있는데, 어획량의 월별 변동에 관한 전체적인 경향을 파악해 보기 위하여 상기 4년간의 어획량을 월별로 집계하고 그것으로부터 월별 평균 어획량을 구해 보면 <표 5>가 얻어지며, 이것으로부터 월별 평균 어획량의 순위를 구해 보면

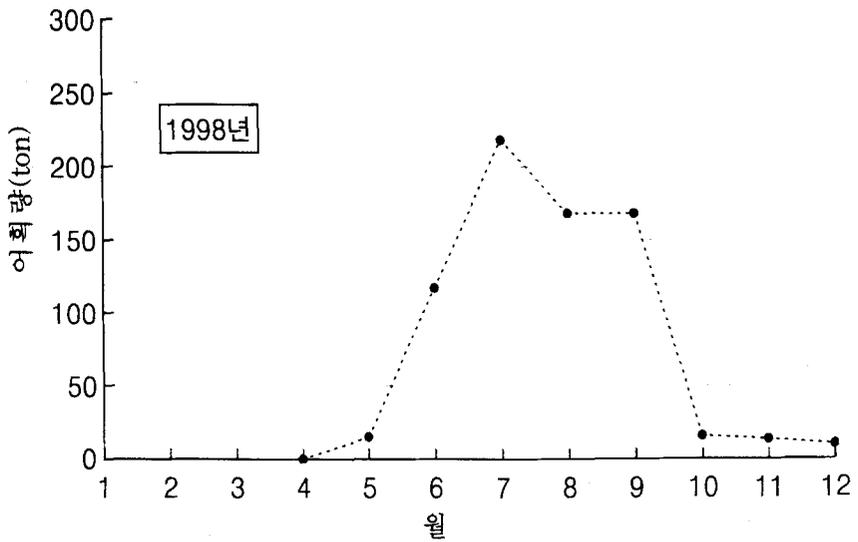
7월 > 8월 > 6월 > 9월 ≒ 10월 > 5월 > 11월

로 주어지고, 이들을 제외한 나머지 달들에는 어획이 매우 적어서 3ton 정도에 불과하거나 그 미만이다.

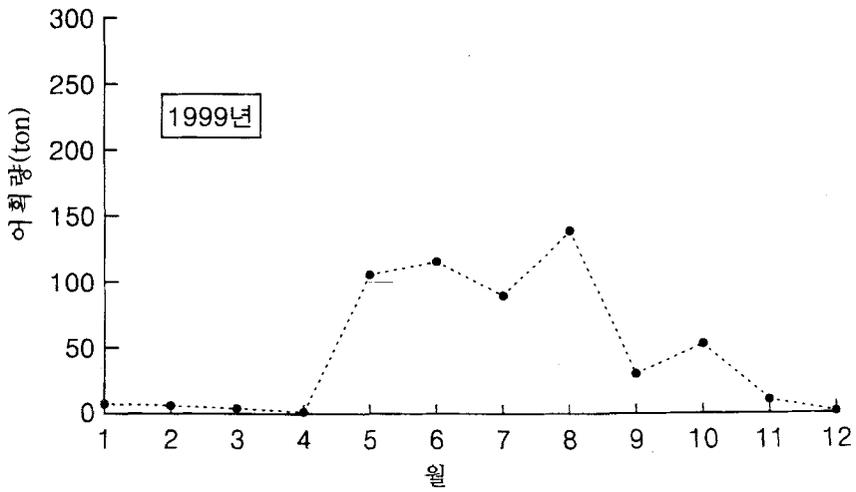
결국, 멸치의 어획은 연도별로 일정하지는 않으나 5월부터 10월 또는 길게 보아도 11월 사이에 주로 이루어지고, 어획이 특히 많은 것은 7월을 중심으로 한 3개월 동안이기 때문에, 멸치들망의 주어기는 6~8월이라고 볼 수 있다.



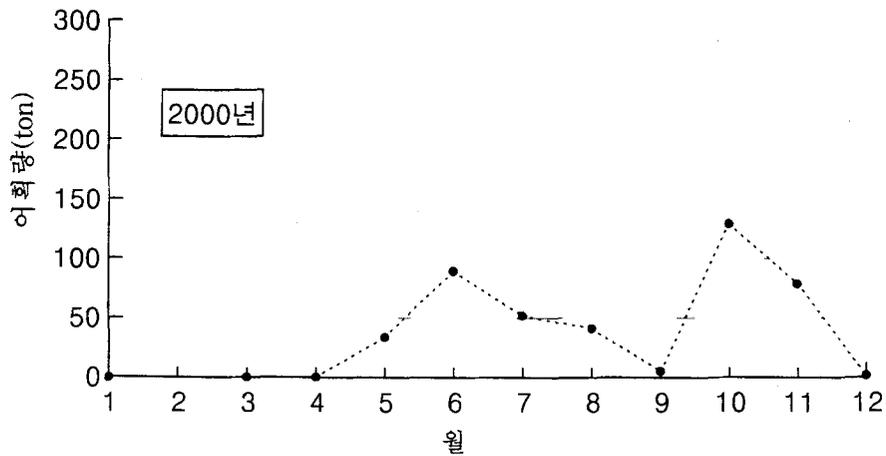
<그림 10> 1997년의 월별 총 어획량의 변화.



<그림 11> 1998년의 월별 총 어획량의 변화.



<그림 12> 1999년의 월별 총 어획량의 변화.



<그림 13> 2000년의 월별 총 어획량의 변화.

<표 5> 1997년부터 2000년까지의 월별 평균 어획량

	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
평균 어획량(ton)	2.1	1.5	1.1	0.4	38.1	90.5	172.1	114.5	65.7	64.6	25.9	3.3

다. 어선별 연간 총 어획량

1997년부터 2000년까지의 4년간에 걸쳐 여수수산업협동조합을 통한 각 어선별 건멸치의 일별 위판 실적으로부터 어선별 일별 어획량을 조사하고, 그것을 집계하여 각 어선별 연간 총 어획량을 구한 후, 그것을 4로 나누어서 각 어선별 연평균 총 어획량을 구해 본 결과, 각 어선별 연평균 총 어획량은 7.1~38.0ton 범위로서 어획이 가장 좋은 어선과 어획이 가장 나쁜 어선과의 어획 차는 무려 30ton 정도에 이르렀고 전체 어선에 대한 평균치는 18.2ton이었으며, 평균치에 미달하는 어선은 10척, 평균치를 초과하는 어선은 21척이었다. 또한 어선별 연평균 총 어획량을 5ton 간격으로 구분해 보면(표 6), 모든 구간마다 3척 이상의 어선이 분포하고, 다른 구간에 비해 월등하게 많이 분포하는 20~25ton 미만의 구간을 제외하면 분포 어선 수의 차이도 크지 않아 3~6척의 범위이다.

이상에서 조업 구역이 가막만이라고 하는 한정된 수역에서 주로 이루어지는 데도 불구하고 어획이 가장 좋은 어선과 어획이 가장 나쁜 어선과의 어획 차가 무려 30ton 정도에 이르고, 어선별 연평균 총 어획량을 5ton 간격으로 구분했을 때 각 구간마다 3척 이상의 어선이 분포하며 월등하게 많이 분포하는 20~25ton 미만의 구간을 제외하면 분포 어선 수의 차이가 그다지 크지 않은 것은 어선별로 어획 차가 상당하다는 것을 나타내 주는 결과라고 볼 수 있다. 이와

같은 현상이 발생하는 원인으로서는 어선별로 어구 규모가 다른 때문이라고도 볼 수 있으나, 어구가 매우 대형화된 현재로서는 높은 어획을 올리지 못할 만큼 규모가 작은 어구는 없다고 볼 수 있기 때문에, 선원들의 어로 기술이 어선별로 다른 것에 더 큰 원인이 있다고 볼 수 있다.

<표 6> 1997년부터 2000년까지의 어선별 연평균 총 어획량의 분포

연평균 총 어획량(ton)	어선 수(척)
10ton 미만	3
10~15ton 미만	5
15~20ton 미만	4
20~25ton 미만	10
25~30ton 미만	3
30ton 이상	6

라. 어선별 일별 어획량의 변화

1997년부터 2000년까지의 4년간에 걸쳐 여수수산업협동조합을 통한 각 어선별 건멸치의 일별 위판 실적으로부터 어선별 일별 어획량을 조사하고, 그것으로부터 각각의 연도 및 월에 대해 일별 평균 어획량의 변화 범위, 즉 조업 당일 어선 전체의 어획량을 어선 척수로 나눈 값 중에서 월별 최소치와 최대치를 구하여 변화 범위로 택한 결과는 <표 7>과 같다. 단, 이것에서 어획량이 한 가지 값만으로 표시된 것은 어선 1척이 1회만의 조업을 하였기 때문이다.

<표 7>에서 보면, 일별 평균 어획량의 변화 범위는 연도별로 다를 뿐만 아니라 각각의 연도마다 월별로도 크게 다른데, 그 최소치는 10kg에도 미치지 못하는 경우가 많고 연도별 최대치는 1,000~1,800kg 정도에 이르나, 여기서 최소치가 10kg에도 미치지 못하는 것은 조업 어선 수나 조업 횟수가 극히 적은 때문이기 때문에 이러한 경우를 제외하더라도 최소치와 최대치의 차이는 전체적으로 매우 큰 경향이다. 또한 전기했던 바와 같이 멸치 들망의 주어기는 5월부터 10월 또는 길게 보아도 11월까지라고 볼 수 있으나, 어획이 전혀 없거나 단 한번으로 끝나는 경우도 연도마다 달라지며, 최대치가 나타나는 달도 일정하지 않아 1997년과 2000년에는 10월이었는데 비해 1998년에는 11월이고 1999년에는 5월이다.

따라서 멸치의 일별 어획량은 연도별로 다를 뿐만 아니라 각각의 연도에 있어서는 월별로도 달라지며, 같은 달일지라도 일별로 달라진다는 것을 알 수 있는데, 이와 같은 현상은 멸치가 희유성 어족인 데다 어장 환경 요건에 민감하여 여수 해역에 내유하는 어군의 크기가 연도별 및 월별로는 물론이고 일별로도 크게 달라지기 때문이라고 볼 수 있다. 따라서 여수 가막만과

같이 한정된 수역에서 멸치 들망을 행하는 경우는 어군 내유량의 예측이나 내유한 어군의 탐색이 어획에 중요한 영향을 끼친다는 것을 알 수 있다.

<표 7> 1997년부터 2000년까지의 어선 1척당 일별 평균 어획량의 변화 범위(단위:kg)

연도 월	1997년	1998년	1999년	2000년
1월	39~408	-	57~990	213
2월	-	-	45~975	-
3월	160	-	102~422	30
4월	156	36	65~405	60~87
5월	6~64	21~435	12~1,835	12~579
6월	15~279	9~693	41~426	78~383
7월	185~811	60~1,197	36~499	37~309
8월	97~482	87~680	29~951	9~249
9월	30~575	30~1,199	27~768	23~983
10월	3~1,182	41~581	37~1,220	84~1,006
11월	6~286	83~1,370	63~1,263	65~868
12월	-	72~1,098	81~270	318~748
전체 변화 범위	3~1,182	9~1,370	12~1,835	9~1,006

6. 어업 현황 조사로부터 본 문제점의 종합 및 개발 방향 설정

전기했던 바와 같이 본 연구에서는 멸치 들망 어업의 합리적인 개선 방향을 찾아낼 목적으로 현행의 멸치 들망 어업에 대해 조업 어장, 사용 어구·어법, 조업 장치와 방법, 대상 어류의 생산 동향 등의 현황을 조사하였는데, 이들 조사 결과로부터 현행의 멸치 들망 어업이 지니고 있는 문제점들을 종합하고 그들을 합리적으로 해소하는 방향으로 개발 방향을 설정해 보면 다음과 같다.

가. 조업 어장 및 생산 동향상의 문제점

① 주된 조업 어장이 가막만이라고 하는 좁은 해역이어서 멸치 어군의 내유 정도에 따라 어획량이 결정되기 때문에 어획량의 변동이 심하다.

② 가막만 해역에서 어군이 형성되지 않을 때는 외해 쪽으로 자주 진출하므로, 그로 인한 선박 연료 소비가 많고 선박의 안전에도 위험이 따른다.

③ 여수 해역에서의 멸치 들망의 허가 건수는 모두 36건이나 실제로 조업하고 있는 것은 2

4~26건의 범위이고, 그것도 모두가 고정적으로 매년 조업에 임하고 있는 것이 아니라 1997년부터 2000년까지 4년 연속으로 조업에 임한 것은 18건으로 전체 36척의 절반에 불과하며 전혀 조업을 하지 않은 것도 4건이나 된다.

㉔ 조업 기간이 매년 5월 초에서 10월 말 또는 11월 초까지로서 총 6개월에 불과하기 때문에, 휴어 기간이 너무 길다.

㉕ 현용 멸치 들망의 단위 노력당 어획량은 가능한 한 크게 잡아도 그 최대치가 200~400kg에 불과하다.

나. 어구·어법상의 문제점

㉖ 어구가 입체적 구조를 이루고 있으므로 매우 단순한 평면적 구조를 가지는 일반 인양어구류에 비해 구조가 복잡하며, 그로 인해 어구 설계·제작이 복잡할 뿐만 아니라 어구 수리가 불편하고 조업 방법도 복잡하다.

㉗ 어구가 2척의 선박이 함께 조작하지 않으면 안 되는 구조로 되어 있어서 단선 조업이 불가능하기 때문에 조업 선박과 조업 인력을 많이 필요로 하고, 이것이 원인이 되어 조업 인력난과 생산 경비를 증대시키며, 결국에는 어업의 경제성을 저하시킨다.

㉘ 완성된 그물의 길이는 까래그물 앞끝이 80m, 섶이 49.5m, 어포부가 9m이고, 완성된 그물의 깊이는 섶이 12.5m, 어포부가 15m로서 전체적으로 어구 규모가 너무 크므로, 어구 재료 및 어구 제작비가 과다하게 소요되고 조업이 불편할 뿐만 아니라 조업 시간이 길며, 그로 인해 어업 생산성과 경제성이 낮아지는 결과를 초래한다.

㉙ 1960년대에는 완성된 그물의 길이가 까래그물 앞끝에서 50m, 섶에서 30m, 어포부에서 7.5~9.0m이었으나(국립수산진흥원⁴⁾), 2000년대 초에는 상기한 바와 같이 까래그물 앞끝에서 80m, 섶에서 49.5m, 어포부에서 9m로 각각 증대하였는데, 이와 같은 어구 규모의 증대는 멸치 자원량의 추이를 무시한 규모라고 볼 수 있다. 즉, 어떤 어구이든지 그 규모는 대상 어류의 자원량 추이에 대응하도록 정하는 것이 원칙이라고 볼 수 있는데, 멸치 자원량은 크게 감소하고 있는데도 어구 규모는 반대로 크게 증대되고 있기 때문에, 현재와 같은 어구 규모는 매우 비합리적인 것일 뿐만 아니라 어업 생산성과 경제성을 저하시키는 원인으로 작용하고 있다.

㉚ 어구 규모가 너무 크므로 구성 재료가 많이 소요되고 제작에 많은 시간이 소요되어 제작 인건비도 많이 소요되는 등 어구비가 많이 소요된다.

㉛ 여수 가막만 해역은 수심이 10m 이하이나, 이 해역에서 조업하는 어구들은 까래그물의 깊이가 12.5m, 어포부 깊이가 15m인 데다 조업 중에 그물이 예인되는 경우가 많기 때문에, 까래그물의 많은 부분이 해저에 자주 걸려서 대형의 파망 사고가 빈발한다.

다. 조업 시스템상의 문제점

㉠ 멸치 들망의 조업에는 9~10톤 규모의 그물배 1척과 5~6톤 규모의 어탐선 1척 및 1~2톤 규모의 불배 1척이 소요되고 어획물이 많을 경우는 3~5톤 규모의 어획물 운반선 1척이 추가되므로, 운반선을 제외한 순수 조업선만을 보더라도 총 3척에 15~18톤의 선폭이 소요되는 등 조업 선박의 규모가 너무 크며, 그로 인해 기관 연료, 조업 인력 등이 많이 소요된다.

㉡ 멸치 들망의 순수 조업 인원은 그물배에 5명, 어탐선에 1명 및 불배에 1명으로 총 7명이므로, 조업 인원이 너무 많고 그로 인해 인건비가 많이 소요된다.

㉢ 조업 방법상 그물배 외에 1척의 투양망 보조 선박이 반드시 필요하기 때문에, 투양망 작업이 복잡하고 조업 경비와 인력을 어느 이하로 줄이기가 곤란하며 단선 조업이 불가능하다.

㉣ 조업 과정에 있어서 불배의 이동 방향·속도와 그물배와의 조화, 투망된 그물의 양호한 전개와 원활한 투양망 작업을 위한 그물배와 어탐선의 조화 및 어탐선의 숙련된 보조, 투양망 작업시 그물배와 어탐선의 안전한 접근·이탈 및 해상 상태 불량시의 충돌 방지 등이 필수적 구비 요건이 되기 때문에, 조업 전반에 걸쳐 예리한 조작을 필요로 하고 그것이 여의치 않을 때는 어구, 선박, 선원 등에 대한 사고가 발생하기 쉽다.

㉤ 그물의 앞폭은 80m인 데 비해 양망기의 폭은 2m에 불과하여 양망시에 그물이 한 데 뭉쳐져서 인양되므로, 그물에 무리한 장력이 많이 걸리고 파망 사고도 자주 발생한다.

㉥ 전기했던 바와 같이 과거에는 500W짜리 집어등 2개(1kW)를 사용하였는 데 비해 현재에는 1.5KW짜리 집어등 2~4개(3~6KW)를 사용하므로 집어등의 광력은 3~6배로 증대되었으나, 이는 명확한 근거에 바탕을 둔 것이 아니고 어민들의 경쟁 조업에서 유발된 것이기 때문에, 현용 집어등의 광력은 합리적인 것이라고 말하기 곤란하다.

㉦ 멸치 들망은 원래 3척의 선박이 각기 닻을 투하하고 투양망을 하는 것이었으나, 현재에는 닻을 투하하지 않고 그물배와 어탐선이 이동하면서 투양망을 하기 때문에, 조업 방식에 예망적 요소가 많이 내포되어 있어서 인접 해역에서 조업하는 기선권현망과 잦은 마찰을 일으키고 있다.

라. 멸치 들망의 개발 방향

이상으로부터 보면, 멸치 들망 어업은 여러 가지 문제점을 지니고 있으나 그 문제점들은 근본적으로 어구 구조·규모의 비합리성과 생력화되지 못한 조업 시스템에 기인하는 것들이고, 이와 같은 어구 및 조업 시스템상의 문제점은 3척의 선박이 함께 조업하는 선단 조업에서 비롯된 결과들이기 때문에, 멸치 들망은 1척의 선박이 조업을 전담하는 단선 조업을 실현하는 방향으로 어구의 구조·규모와 조업 시스템을 개선해 나가는 것이 중요하다고 볼 수 있다.

제 2절 생력형 어구의 개발을 위한 연구

1. 서언

본 연구 개발의 최종적 목표는 생력형 멸치 들망어구와 그에 맞는 조업 시스템을 개발해 내는 것인데, 이를 위해서는 어구를 비롯하여 어선 척수, 조업 장치, 조업 방법 등 조업 전반에 걸친 요소들이 거의 모두 바뀌지지 않으면 안 되고 또 바뀌진 것들간에도 좋은 조화가 생겨나지 않으면 안 되기 때문에, 본 연구 개발의 첫 단계인 어구 개발도 다른 요소들과 관계없이 별개로 이루어져서는 안 되고 새로이 개발될 어선 척수, 조업 장치, 조업 방법 등을 충분히 고려하면서 이루어져야 한다.

따라서 본 연구에서 개발해내야 할 어구는 현용의 어구를 적당하게 수정·보완하거나 멸치 들망에 유사한 어법을 가진 어구들 중 어느 하나를 모방하는 방식으로는 곤란하고 전혀 새로운 형태의 것이 되지 않으면 안 되기 때문에, 현 단계로서 크게 참고할 만한 어구는 없다. 그러나 하나의 어구를 새로이 개발해내는 데 있어서는 지금까지 사용해 온 어구·어법들이 큰 참고가 될 수 있기 때문에, 본 연구에서는 우선 멸치 들망과 유사한 어구·어법을 수집하여 멸치 들망과의 장단점을 비교·분석함으로써 개발 어구의 적정 구조와 규모를 도출해내는 데 주력하였으며, 또 어떠한 어구이든지 그것의 구조와 규모를 구체적으로 결정하는 데 있어서는 대상 어류의 행동 특성과 어구의 단위 노력당 어획량이 중요한 기준이 되기 때문에, 본 연구에서는 집어등 하에서의 멸치 어군의 분포 형태·규모 및 행동 양식을 조사하고 그 결과와 전기했던 단위 노력당 어획량을 함께 고려하여 개발 어구의 구조와 규모를 결정하는 것으로 하였다.

2. 멸치 들망에 유사한 어구·어법의 수집 및 멸치 들망과의 장단점 비교·분석

전기했던 바와 같이 멸치 들망은 어구 분류상 인양어구류의 일종이기 때문에, 인양어구류 전체에 대해 어구 구조와 어법을 조사하고 멸치 들망의 어구 구조 및 어법과 비교·분석하는 것은 멸치 들망어구의 적정 구조를 도출해내는 데 큰 도움이 된다고 볼 수 있다.

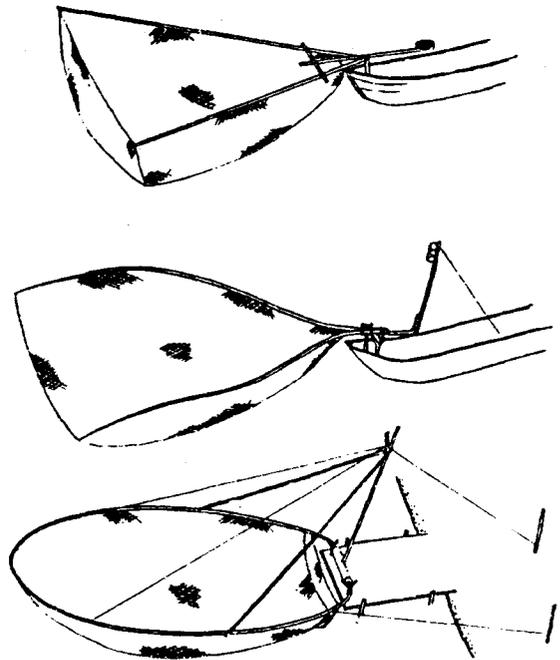
가. 멸치 들망에 유사한 어구·어법의 종류 및 특징

멸치 들망과 같은 인양어구류의 종류를 들어보면, 쪽지그물, 반디그물, 사수망, 자리돔 채들망, 송어 들망, 2척 들망, 화살오징어 들망, 자리돔 3척 들망, 손들망, 전갱이·정어리 4척 들망, 고등어·전갱이 8척 들망, 멸치 챗배그물, 각종의 봉수망 등 여러 가지가 있는데, 이들 중 쪽지그물과 손들망은 규모가 매우 작아서 멸치 들망의 구조를 개선하는 데 참고가 되기 어렵기 때

문에, 이들 이외의 어구들에 대해 각각의 어법과 구조상의 특징을 보면 다음과 같다.

(1) 반디그물(scrape net)

사각형 모양을 한 그물의 양쪽 가장자리에 채(棒)를 부착하고 해변이나 배에서 지지하여 수중에 내려 놓았다가, 어군이 그물위를 지나갈 때들어올려 어획하는 어구이다(그림 14). 채의 조작은 수동으로 하는 것도 있으나 대부분은 기계적인 힘에 의하는데, <그림 14>의 첫 번째 것은 일본에서, 두 번째 것은 아프리카에서, 세 번째 것은 카메룬에서 사용한다.

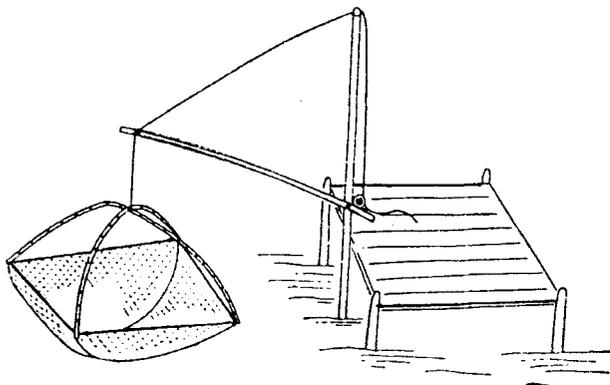


<그림 14> 반디그물.

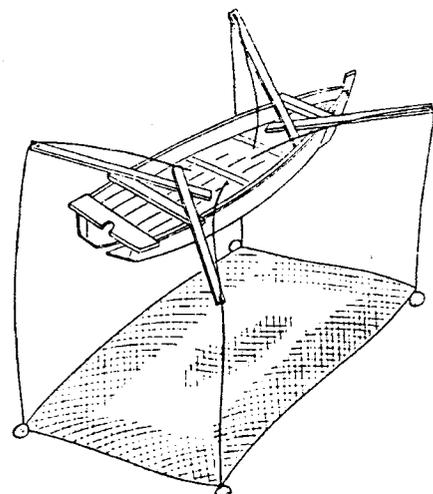
(2) 사수망(四手網)

활처럼 굽은 2개의 대나무 또는 나뭇가지를 직각으로 교차시켜 묶고, 그들 끝에 정사각형으로 된 그물의 네 모서리를 각각 묶은 뒤 교차점에 채를 부착한 것으로서(그림 15), 하천이나 호수에 부설해 놓았다가 붕어, 송어, 피리 등이 그 위로 올라올 때 채를 이용하거나 도르래에 밧줄을 끼워서 그물을 들어올린다.

그러나 사수망에는 이것 외에 일본에서 화살오징어(한치)를 대상으로 하는 것(그림 16)도 있는데, 이것은 그물이 정사각형에 가깝고 그 네 모서리에는 하나씩의 돌과 돌음줄을 부착하며,



<그림 15> 일반 사수망.

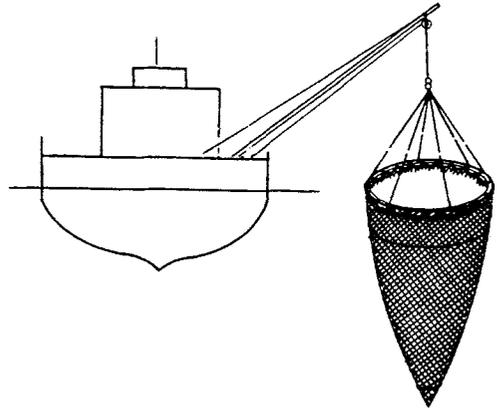


<그림 16> 화살오징어 사수망.

그물을 펴주기 위한 나무 막대 4개를 선수 및 선미 쪽에서 좌우로 각각 내고 그들 끝에 활차를 부착하여 뜬음줄을 통과시키는 구조로 되어 있다. 일몰 전에 어장을 탐색하여 배가 조류에 직각이 되도록 닻을 투하하여 고정된 뒤에 어구가 해저에 걸리지 않도록 투입한 후 집어등을 점등한다. 집어등을 점등하면 화살오징어는 처음에는 소규모로 회유하기 시작하나 점차로 그물위를 통과하게 되므로, 그 때 뜬음줄을 인양하고 어군을 조하 쪽으로 공격하여 둘러싼다.

(3) 자리돔 채들망

배에서 현측으로 낸 기다란 채에 자루 형태의 그물을 매달고 수중에 내려 놓았다가, 자리돔이 그물 위로 올라올 때 들어올려 잡는 것으로서(그림 17), 수심이 10m 내외인 얕은 곳에서는 물안경을 사용하여 어군의 유무를 확인한 후 들어올리나, 수심이 깊은 곳에서는 경험에 의존하여 적당 시간 기다린 후에 들어올린다.

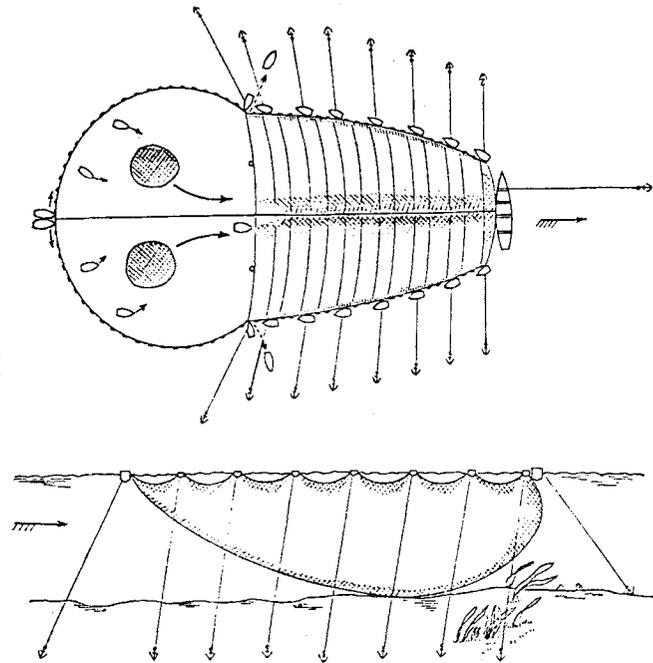


<그림 17> 자리돔 채들망.

(4) 숭어 들망

이 어구로 조업할 때는 들망과 길그물 및 견질망의 세 어구를 함께 사용하는데(그림 18), 모두가 대형이고 조업에는 그물배 1척, 그물을 펴주는 배 14척, 들망의 입구를 닫는 입구선 2척, 견질망선 1척, 길그물선 2척, 어군 위협선 4척으로 총 24척이 사용되며, 이들 중 그물배는 6톤 규모이나 나머지 배들은 1~4톤이다.

숭어와 농어를 주로 어획하는데, 어군이 바닷가에 접근하면 그물을 펴주는 배들이 닻을 내리고 그물배로부터 그물 끝을 건네 받을 준비를 하며, 길그물선은 길그물의 중앙부를 봉합하고 들망의 양측에 달하도록 어군을 포위하



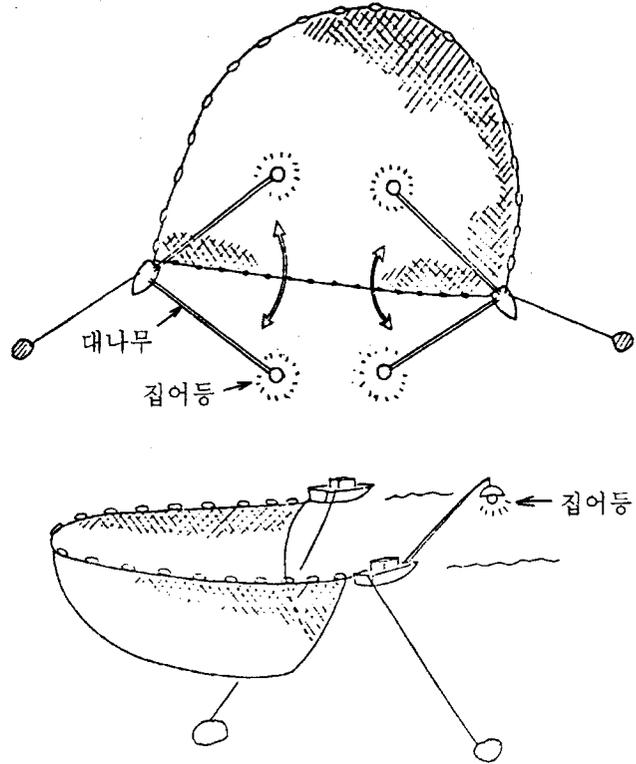
<그림 18> 숭어 들망(상:평면도, 하:측면도).

며, 건절망선은 길그물의 중앙부에 뜰줄을 부착하고 들망의 입구 중앙까지 펴서 세우며, 어군 위협선은 대나무 막대, 돌 등으로 어군을 들망 쪽으로 쫓는다. 어군이 그물 위로 오르는 것을 확인하면 입구선은 오르막 입구 쪽의 그물을 인양하고 이어서 그물배가 양망을 한다.

(5) 2척 들망

2척의 배로 그물 입구를 벌리고 집어등으로 모은 어군이 그물 위로 올라오면 들어올려 어획하는 것으로서, 그물은 까래그물과 옆판 및 어포부로 구성된다(그림 19).

어군 탐지기로 어군을 발견하면 2척의 그물배가 그물 앞끝을 붙잡은 채로 펴서 수중에 투입하고, 그물이 바람, 조류 등에 의해 이동하지 않도록 닻으로 배를 각각 고정하며, 각각의 그물배로부터 집어등 지지봉을 내고 집어등을 점등하여 어군을 모은다. 어군이 충분히 모이면 집어등 지지봉을 그물 안쪽으로 서서히



<그림 19> 2척 들망(상:평면도, 하:측면도).

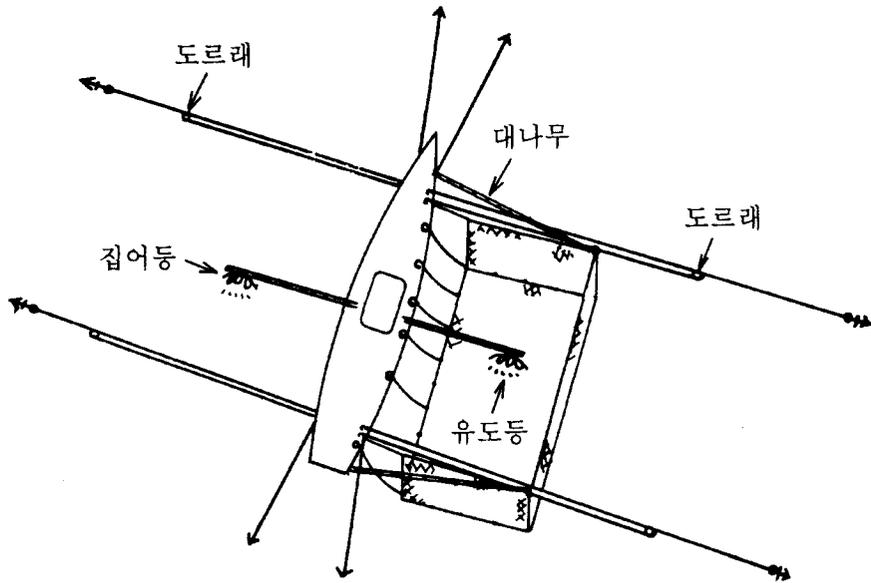
회전시켜서 어군이 집어등을 따라 유도되도록 하며, 어군이 그물 위로 올라오면 닻을 올리고 밧줄부터 양망한다. 어선은 1~톤이고, 주된 어획물은 새줄멸, 고등어 등이다.

(6) 화살오징어 들망

까래그물과 썩그물 및 어포부의 세 부분으로 구성되어 전체적으로 입구 쪽이 열린 상자 형태를 이루는 것으로서, 어포부 양쪽 끝에는 그물을 밀어내고 당기기 위한 뺨침대가 부착되어 있고, 까래그물 앞끝에는 돌음줄이 부착되어 있다(그림 20).

조업시에는 그물배가 좌우 선수미에 각각 1개씩 총 4개의 닻을 투하하고, 닻줄에 연결되어 있는 도르래줄과 뺨침대를 함께 사용하여 투양망을 한다. 그물 투입이 완료되면 그물 반대쪽 현의 대나무 막대에 부착되어 있는 집어등을 켜서 어군을 모으고, 어군이 충분히 모이면 집어등을 끄고 동시에 그물 쪽 현의 대나무 막대에 부착되어 있는 유도등을 켜서 어군이 그물 위로 이동되도록 하며, 어군이 그물 위로 완전히 이동되면 까래그물 앞끝에 부착되어 있는 돌음

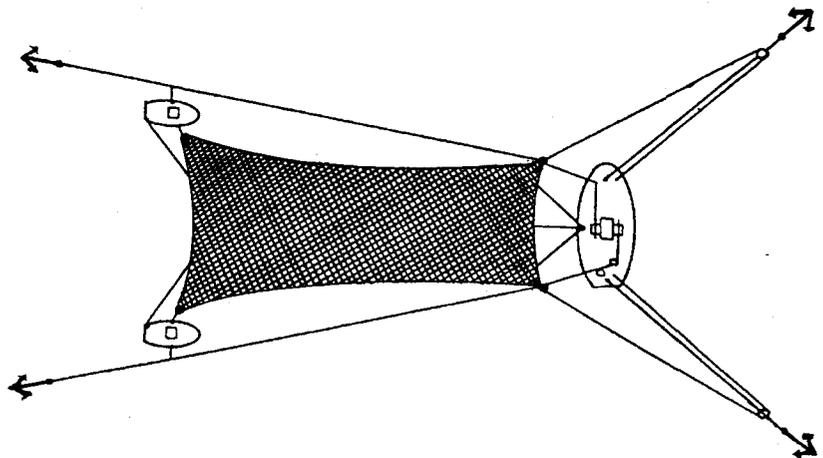
줄을 잡아당겨 어포부에 갇히도록 한다.



<그림 20> 화살오징어 들망.

(7) 자리돔 3척 들망

직사각형으로 된 그물을 3척의 선박에 의해 미리 수중에 내려놓았다가 어군이 그 위로 올라올 때 들어올려 잡는 것으로서(그림 21), 그물이 볼록하게 쳐지도록 하기 위하여 그물전체에 일정 간격으로 다수의 낚을 부착하며, 그물배 1척(5톤)



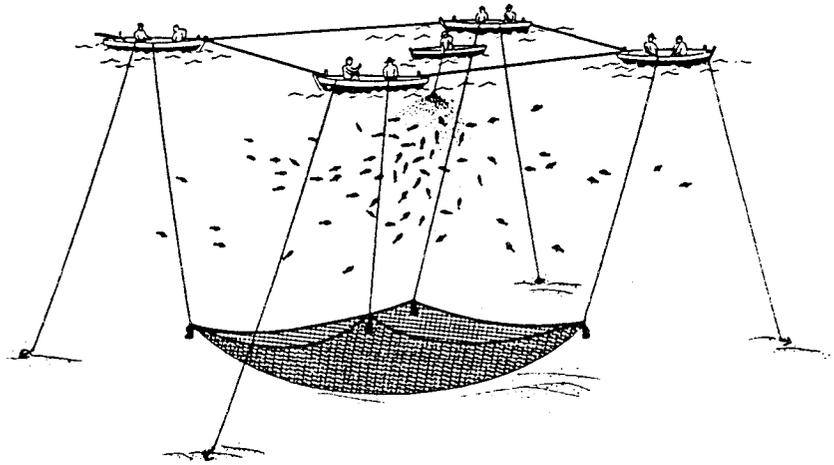
<그림 21> 자리돔 3척 들망.

과 보조선 2척(0.5톤)으로 우리 나라 제주도 연안에서 조업한다.

조업시에는 그물배가 조류에 직각으로 선 채로 보조선의 도움을 받아 조상 쪽 선수미에 큰 닻 2개를, 조하 쪽 선수미에 작은 닻 2개를 각각 투하하고, 투망시는 보조선 2척이 그물 모서리에 연결된 뜬줄을 붙잡고 조하 쪽 닻줄을 따라가면서 그물을 펴고, 그물배는 그 쪽 그물의 양쪽 모서리에 묶은 줄을 조상 쪽 닻줄에 장치한 도르래에 통과시켜 잡아당김으로써 그물이 펴지도록 하며, 양망시는 이와 반대로 한다. 투망이 완료되면 어군이 그물 위로 올라오기를 기다렸다가 어군이 그물 위로 올라올 때 각 배가 양망을 한다.

(8) 전갱이·정어리 4척 들망

정사각형 그물의 네 모서리에 추를 달고 그곳에서 돌음줄을 내어 닻을 내린 4척의 배가 지지한 후, 그물 위에서 정어리를 부순 미끼를 뿌려서 전갱이나 정어리 어군이 모여들 때 들어올려 어획하는 것으로서 (그림 22). 주로 일본에서 사용해 왔다.

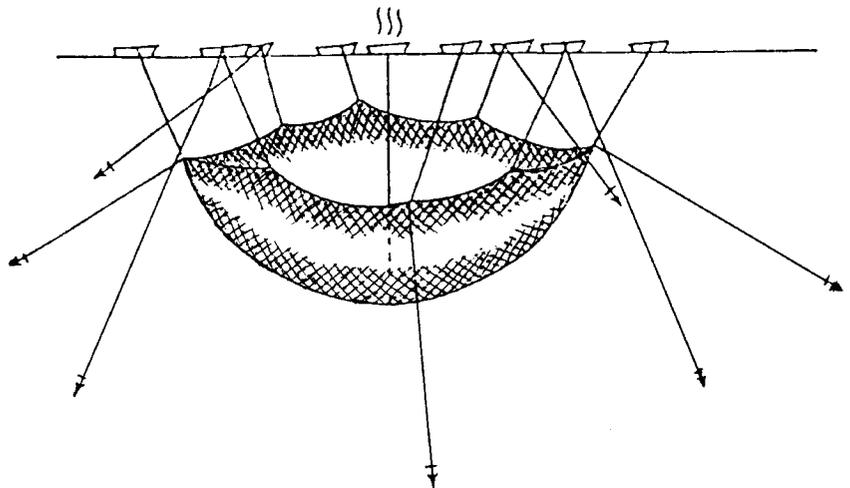


<그림 22> 전갱이·정어리 4척 들망.

조업시에는 그물의 네 모서리를 붙잡고 있어야 하므로 조업은 1톤 미만의 선박 4척이 행하는데, 어장에 도착하면 그물배들은 닻을 내리고 그물 모서리에 발돌과 돌음줄을 붙여서 해저로 내리며, 이어 조상 쪽에서 그물 위로 전갱이, 눈통멸 등을 부순 미끼를 뿌린 다음, 고기가 모여드는 것을 확인하면 양망한다.

(9) 고등어·전갱이 8척 들망

정사각형에 가까운 그물의 네 모서리에 닻을 달아 투입하고 8척의 배가 네 모서리와 각 변의 중앙에서 그물을 지지한 후, 그물의 중앙 상부에서 집어선 1척이 집어등을 켜서 고등어나 전갱이 어군을 모은 뒤에 들어올려 어획하는 것으로서(그림 23), 일본에서 주로 사용되어 왔다. 어장에 도착하면 조업선 8척이 그물의 모서리와 각 변의 중앙부로부터 돌음줄을 인출하여 그물을 수중에 가라앉히고, 이어 집어선이 그물 위로 어군을 모으며, 적



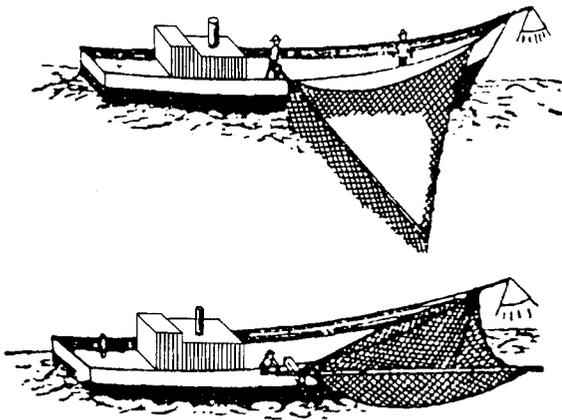
<그림 23> 고등어·전갱이 8척 들망.

당한 시기에 돌음줄을 인양하여 어획한다.

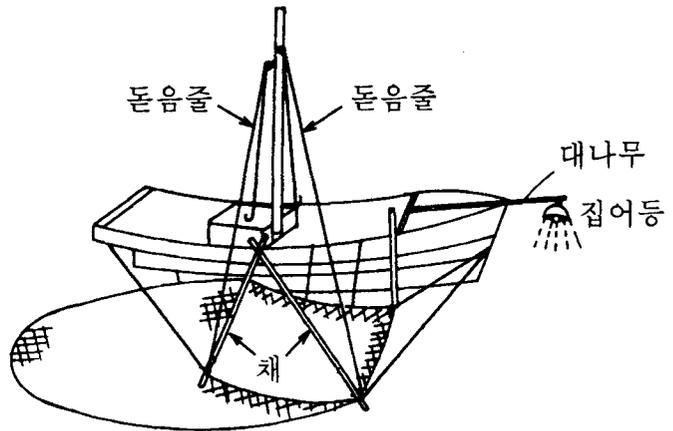
(10) 멸치 켈배그물(焚寄抄網)

집어등으로 모은 멸치 어군을 그물에 부착된 채를 이용해서 들어올려 어획하는 어구로서, 과거부터 우리 나라 남해안에서 소규모로 사용해 온 재래식 어구(그림 24)와 제주도 연안에서 비교적 대규모로 사용해 온 개량식 어구(그림 25)로 구분할 수 있다.

두 어구 모두 집어등으로 멸치 어군을 모은 뒤에 채를 이용하여 그물을 들어올린다는 점에서는 서로 같으나, 전자는 그물이 사다리꼴이고 채는 지렛대 방식으로 조작되며 사람의 손으로 채를 조작하는 데 비해, 후자는 그물이 자루 모양이고 채는 배의 돛대에서 낸 돌음줄에 묶어서 들어올리며, 어군을 모은 뒤에 채를 이동시켜서 자루그물 속으로 들어가게 하여 어획한다는 점이 특히 다르다.



<그림 24> 재래식 멸치 켈배그물.



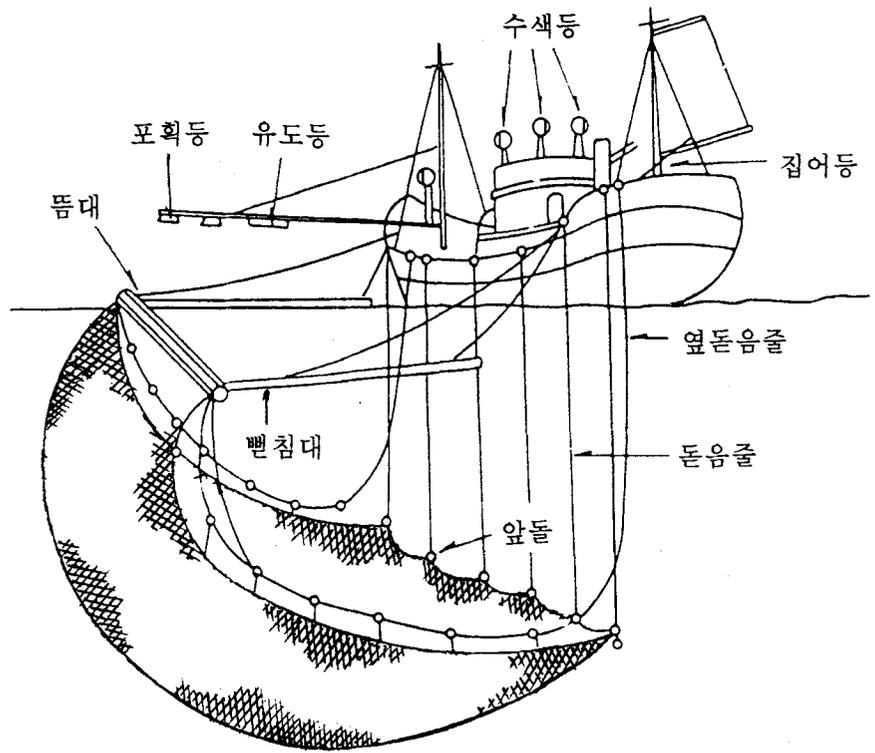
<그림 25> 개량식 멸치 켈배그물.

(11) 풍치 봉수망

풍치 봉수망은 직사각형 그물의 한 쪽 변에 그것을 펴서 수면에 지지하기 위한 뜰대와 뜰대의 인출·수거를 용이하게 하기 위한 뺨침대를 부착하고, 반대쪽 변에는 그물을 수면 하에 가라앉게 하기 위한 발돌과 그물의 인양을 쉽게 하기 위한 돌음줄을 부착한 것으로서(그림 26), 집어등을 켜서 풍치 어군을 모으고 모아진 어군을 그물 위로 유도한 후 돌음줄을 감아 올려 어획한다.

풍치 봉수망은 일본에서 주로 사용되어 왔고 5~200톤 규모의 다양한 선박이 조업에 임하고 있는데, 어선은 우현(집어현) 쪽에 집어를 위한 다수의 집어등을 장비하고 있고, 좌현(투망현) 쪽에는 모은 어군을 그물 위로 유도시키기 위한 다수의 유도등을 장비하고 있다. 어군 탐색시는 탐조등을 주로 사용하고 소나와 어군 탐지기를 병용하는데, 어군을 발견하면 먼저 기관을

미속으로 낮추고 집어현 쪽에 있는 집어등을 켜서 집어하기 시작하며, 그 도중에 투망현이 조하 쪽에 놓이도록 배를 조류에 직각으로 세운다. 배가 조류에 직각으로 서면 투망현에서 뜰대를 투하하고 그것을 뺨침대로 밀어내면서 그물을 투하하고, 그물이 조류에 밀려 수직으로 잘 전개되도록 한다. 한편, 집어현 쪽에서 고기가 충분히 모아지면 그 쪽 등을 끄



<그림 26> 풍치 봉수망.

동시에 투망현 쪽의 유도등을 켜서 어군을 그물 위로 유도시키는데, 그 방법에는 어군이 선저 밑을 따라 유도되도록 하는 방법과 선수를 돌아 유도되도록 하는 방법이 있다.

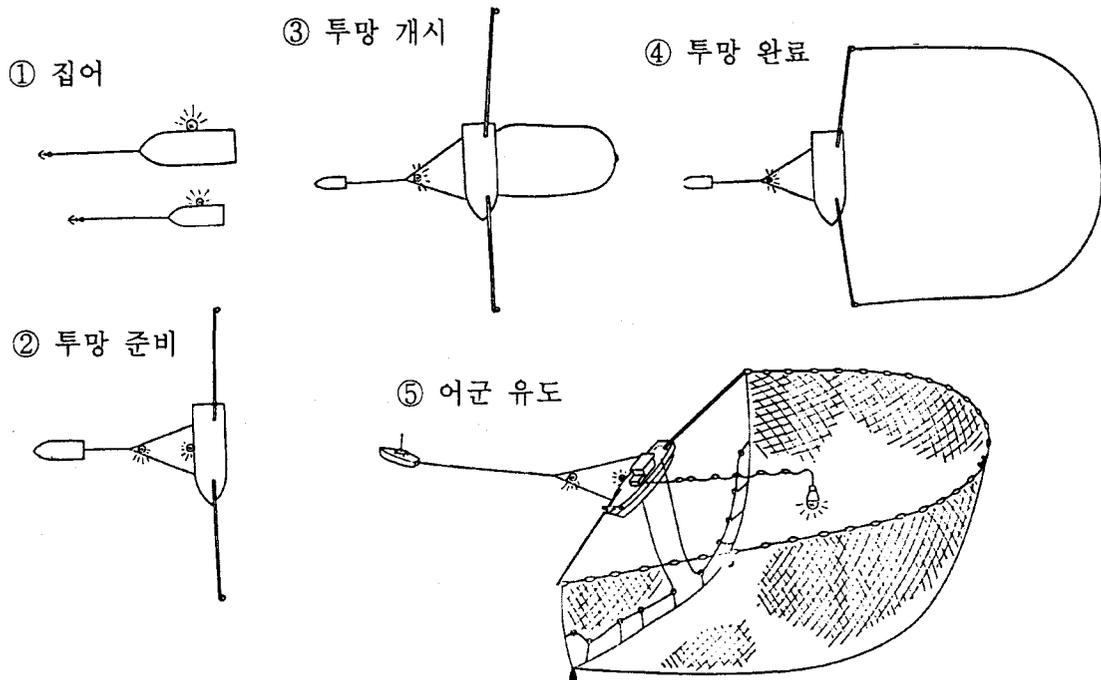
이상의 방법 중 첫 번째 것은 흘수가 작은 소형선에서 사용하는 방법으로, 집어현에 고기가 충분히 모였다고 생각될 때 그 쪽의 집어등을 끄고 동시에 투망현의 유도등을 켜서 선저 밑을 통해 어군을 이동시키며, 두 번째 방법은 흘수가 큰 대형선에서 사용하는 방법으로, 집어현 선미 쪽 등을 하나씩 끄고 동시에 투망현 선수 쪽 등을 하나씩 켜므로써 고기가 선수를 돌아 투망현 쪽으로 이동하도록 한다. 그물 위로의 어군 유도가 완료되면 유도등을 모두 끄고 동시에 투망현 중앙에서 정횡으로 낸 막대 끝에 설치된 적색등을 켜서 흥분되어 있는 어군을 안정시키고 불빛 가까이로 부상하여 밀집되도록 하며, 이어서 어군이 그물 위에서 선회 운동을 하기 시작하면 돌음줄을 감아 올리고 발줄 쪽에서부터 그물을 차례로 들어올려 뜰대 하부의 어포부 쪽으로 어군을 몰며, 어군이 몰리면 그물을 배 쪽으로 잡아당겨서 어군을 더욱 밀집시킨 다음 고기 펌프로 퍼 올린다.

그러나 풍치 역시도 그 자원량이 최근 들어 크게 감소하고 있기 때문에, 최근 들어서는 어구의 규모를 크게 해서 조업 1회당의 어획량을 높이기보다는 어구의 규모를 줄여서 작은 어구이라도 놓치지 않고 1일당 20회 이상 자주 조업하는 데 주력하고 있다.

(12) 고등어·전갱이 봉수망

일본에서 고등어, 전갱이 등을 어획하는 것으로서(그림 27), 그물은 입구부와 까래부 및 어포부의 세 부분으로 구성되고 받줄에는 짐줄 고리가 부착되어 있으며, 그것에 짐줄을 양쪽에서 통과시켜 입구부의 중앙에서 선내로 집어넣는다.

조업시에는 그물배와 예선이 한 조가 되어 각기 닻으로 고정하고 집어하며, 어군이 모이면 그물배는 양묘하여 조류 방향에 직각이 되도록 배를 세우고, 예선은 그물배의 선수 및 선미에서 낸 2가닥의 줄을 한데 모아 그물배가 조류에 떠내려가지 않도록 예방한다. 이 동안에 그물배는 집어등을 멀리 내고 선수 및 선미에서 선수미 방향으로 뺨침대를 내어 투망하며, 투망이 완료되면 집어등을 원래의 위치로 되돌리고 반대쪽 현의 유도등으로 바꾼 뒤에 유도등을 부착한 받줄을 풀어줌으로써 유도등이 그물 안쪽으로 옮겨지게 하며, 그것을 따라 어군이 이동되도록 한다. 유도등이 그물의 중앙부에 도달하고 어군의 반응이 멈춰지면 짐줄을 죄고 양망하여 어획물을 쪽지그물로 퍼올린다.



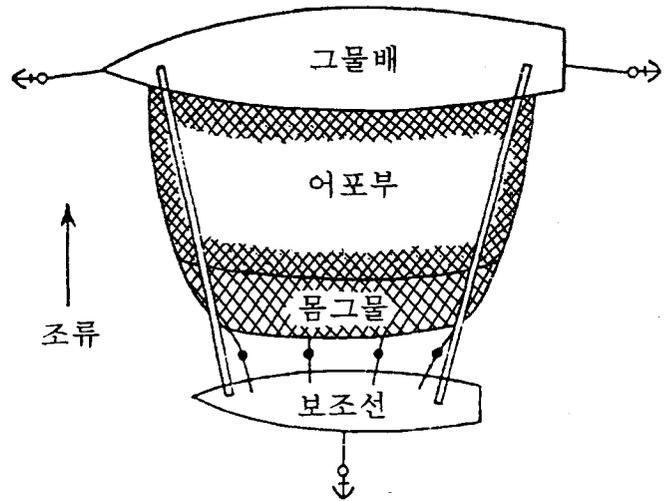
<그림 27> 고등어·전갱이 봉수망.

(13) 까나리 봉수망

일본에서 까나리를 어획하는 데 사용되는 것으로서, 그물배와 보조선이 함께 조업하며, 그물은 몸그물과 어포부 및 테두리 그물의 세 부분으로 구성된다(그림 28).

어군 탐색에는 전등을 사용하고, 해면에 고기가 도약하는 것을 발견하면 바로 정지하되, 그

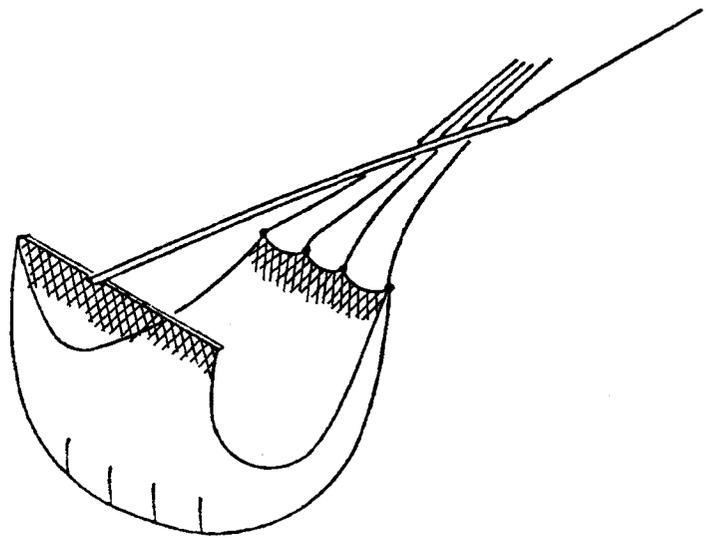
물배는 조하 쪽에 위치하여 선수및 선미에 1개씩의 닻을 놓고 보조선은 조상 쪽에 위치하여 그 쪽으로 1개의 닻을 놓아 각기 조류 방향에 직각으로 서도록 한다. 집어등은 그물배에서 조상 쪽으로 내고, 어군이 집어등에 모이는 시기를 보아 그물배에서 투망을 하며, 보조선은 그물이 침하하는 것을 보고 끌줄을 잡아당겨서 그물을 인양하고, 그물이 자루모양이 되어서부터 그물배에 접근하고 고기를 쪽지그물로 퍼 올린다.



<그림 28> 까나리 봉수망.

(14) 멸치 봉수망

그물은 뜸줄 쪽이 발줄 쪽보다 짧은 사다리꼴이고 그 상변에 뜸대가 부착되어 있으며, 그것의 중앙에서 직각으로 뺨침대가 부착되어 있다(그림 29). 어군을 발견하면 풍상 쪽에 투망하고, 조류에 의해 그물이 잘 전개되도록 조정하며, 그물 형상이 좋아지면 소금에 절인 미끼를 하나씩 던져서 집어한 후 발줄 쪽부터 들어올려 어획한다.

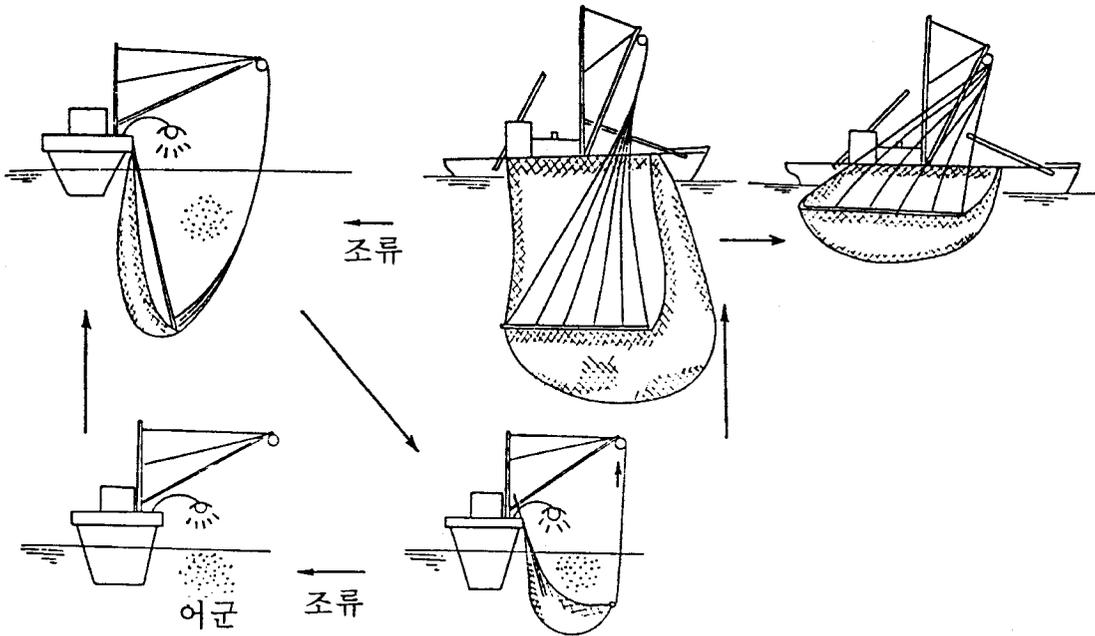


<그림 29> 멸치 봉수망.

(15) 정어리 봉수망

1개의 철재 파이프와 2개의 대나무를 ㄷ자형으로 묶고, 철재 파이프의 앞끝에 정사각형에 가까운 그물감을 부착한 것으로서(그림 30), 배(2~5톤)에서 어군을 발견하면 배를 정지시키고 그물 양쪽의 대나무를 수면에 수직으로 투하하여 투망하고, 이어 집어등을 쳐서 어군을 모은다. 어군이 밀집해서 해면보다도 어군이 높아진 시기를 보아 돌음줄로 그물을 감아 올리며, 양쪽의

대나무를 선내로 잡아당겨 고기를 수거한다.



<그림 30> 정어리 봉수망.

나. 멸치 들망과 어법이 유사한 어구들과의 장단점 비교

현재까지 사용해 온 어구들은 모두가 각기 나름대로의 장단점을 지니고 있기 때문에, 생력형 멸치 들망을 개선하는 데 있어서는 우선 어구·어법이 유사한 다른 어구들과 장단점을 비교하는 과정이 필수적으로 선행되어야 한다.

그런데 전기했던 바와 같이 멸치 들망과 어구·어법이 유사한 어구들 중 멸치 들망의 구조 개선에 참고가 될 수 있는 것으로는 반디그물, 사수망, 자리돔 채들망, 송어 들망, 2척 들망, 자리돔 3척 들망, 전갱이·정어리 4척 들망, 고등어·전갱이 8척 들망, 멸치 챗배그물, 각종의 봉수망 등이 있기 때문에, 이들 각각의 어구와 멸치 들망의 장단점을 비교해 보면 다음과 같아진다.

(1) 반디그물, 사수망 및 자리돔 채들망과의 비교

이들 어구는 모두가 그물을 하강·인양시키는 데에 채를 사용하는데, 채의 조작은 비교적 간단한 편이므로 그물의 하강·인양이 신속하다는 장점을 가지기는 하나, 채는 그 길이를 크게 할 경우 파단하기 쉽고 하강·인양 작업도 불편해지기 때문에 채를 사용하는 한 어구를 소형으로 할 수밖에 없다는 한계성이 따른다. 따라서 이들 어구보다 훨씬 더 큰 규모를 요구하는 멸치 들망을 개선하는 데에는 참고로 하기가 곤란하다.

(2) 승어 들망과의 비교

승어 들망은 규모가 매우 큰 데다 길그물과 견절망을 함께 사용해야만 어획이 이루어지고 사용 어선도 모두 24척이나 되므로, 생력화 면에서 멸치 들망에 크게 뒤지는 어구라고 볼 수 있고, 이 때문에 어구 규모의 간소화와 조업의 생력화가 크게 요구되고 있는 멸치 들망의 개선에는 참고로 하기가 곤란하다.

(3) 2척 들망과의 비교

2척 들망은 그물의 구조상 2척의 선박이 함께 조업해야 하고 그물 형상을 유지하기 위해서 각각의 선박을 닻으로 고정해야 하며 그로 인해 기동성이 크게 떨어지기 때문에, 조업의 생력화 및 기동성에서 멸치 들망보다 떨어진다. 그러나 멸치 들망과 같이 불배를 따로 사용하는 것이 아니라 기다란 막대 끝에 집어등을 부착하고 그것을 회전시킴에 의해 어군을 간단하게 그물 위로 유도시키기 때문에, 집어한 어군의 유도 방법은 멸치 들망보다 간편하다고 볼 수 있다. 따라서 2척 들망의 어구 조작이나 기타 조업 방법 등은 단선 조업과 조업의 편의성이 크게 요구되고 있는 멸치 들망의 개선에 참고로 하기가 곤란하지만, 어군 유도 방법은 참고로 할 만하다.

(4) 화살오징어 들망과의 비교

화살오징어 들망은 1척의 그물배로 조업하고 불배가 필요 없이 그물배에서 좌우로 낸 막대 끝에 집어등과 유도등을 각각 달아 어군을 모은 뒤에 그물 위로 유도시켜 어획하기 때문에, 어군 집어부터 어획의 단계까지는 멸치 들망보다 우수하나, 집어에 들어가기 전에 총 8개의 닻을 투하해야 하고 그 작업에 전마선을 필요로 하므로 집어하기 전의 과정이 복잡하며, 그로 인해 전체적인 조업 시간이 멸치 들망보다 오래 걸린다는 단점을 가진다. 또한 집어한 어군이 그물배 밑을 통과하여 그물 위로 유도되도록 하고 있기 때문에, 집어등을 켜올 경우 수면 가까이에 모여서 유평하는 성질을 가진 멸치에게는 적용하기 곤란한 어군 유도 방법이라고 볼 수 있다.

따라서 화살오징어 들망에서의 어군 유도 방법은 멸치 들망을 개선시키는 데에 참고로 할 것이 못 되지만, 단선 조업을 위한 그물배와 어구의 배치 방법은 참고로 할 만하다.

(5) 자리돔 3척 들망과의 비교

자리돔 3척 들망은 투양망 작업에 3척의 선박이 필요하고 총 4개의 닻을 투하해야 하기 때문에, 투양망 작업이 복잡하고 조업 시간도 오래 걸리며 조업 인원도 많이 소요된다는 단점을 가진다. 따라서 단선 조업과 조업의 생력화가 크게 요구되고 있는 멸치 들망을 개선시키는 데

에는 참고로 하기가 곤란하다.

(6) 전갱이·정어리 4척 들망 및 고등어·전갱이 8척 들망과의 비교

전갱이·정어리 4척 들망과 고등어·전갱이 8척 들망은 무엇보다도 먼저 조업 선박이 너무 많아서 생력화되지 못한 조업 형태를 취하고 있기 때문에, 현용의 멸치 들망보다 나을 것이 없고 멸치 들망을 개선시키는 데에도 참고로 할 만한 것이 없다.

(7) 멸치 챗배그물과의 비교

전기했던 바와 같이 멸치 챗배그물에는 채래식 어구와 개량식 어구가 있는데, 전자는 그물이 인력으로 투양망이 가능할 만큼 소형이기 때문에 멸치 들망을 개선시키는 데 있어서 참고로 한다면 후자를 참고로 해야 할 것이나, 채는 그물이 일정 규모 이상으로 커질 경우 그 조작이 매우 복잡해지므로, 챗배그물보다 더욱 대형의 그물을 필요로 하는 멸치 들망에서는 참고로 하기가 곤란하다.

(8) 쫑치 봉수망과의 비교

쫑치 봉수망은 그물의 형상이 단순한 접시 모양이어서 고기를 완벽하게 가두어 두는 장치가 없는 데다 그물의 상변은 수면에 지지되고 하변은 수면 하 20m 정도에 수하되기 때문에, 그물 위로 유도된 어군이라 할지라도 도피할 공간이나 시간적 여유가 충분하다는 단점을 가지나, 멸치 들망에 비해 다음과 같은 여러 가지 장점을 지니고 있기 때문에 멸치 들망의 개선에 좋은 참고가 될 수 있다.

㉠ 쫑치 봉수망은 그물의 구조가 평면적이어서 매우 간단하고 설계·구성 방법도 쉽다.

㉡ 쫑치 봉수망은 다른 그물어구에 비해 그물의 규모가 작아서 조업이 간편하다.

㉢ 쫑치 봉수망은 조업의 전 과정을 1척의 그물배만으로 수행한다.

㉣ 쫑치 봉수망은 집어등으로 모은 어군을 소형선의 경우는 배 밑을 통해 그물 위로 유도시키고 대형선의 경우는 선수를 돌아 그물 위로 유도시키고 있기 때문에, 어군 유도 방법이 매우 발달해 있다.

(9) 고등어·전갱이 봉수망과의 비교

고등어·전갱이 봉수망은 그물배 1척만으로 집어, 어군 유도 및 어획을 완료하기 때문에, 조업 선박 수, 조업의 간편성 등에서는 멸치 들망보다 우수하다고 볼 수 있다. 또한 기다란 밧줄에 일정 간격으로 뜸을 부착하고 그 끝에 유도등을 부착하여 풀어줌으로써 유도등이 배로부터

떨어져서 그물 안쪽으로 옮겨지게 하는 방법은 매우 특이한 어군 유도 방법이므로, 멸치 들망에서도 적용 여부를 검토해 볼 필요가 있다. 그러나 그물배와 예선이 닳을 투입한 채로 함께 조업하며, 집어한 어군을 그물배 밑을 통해 그물 위로 유도하는 것 등은 멸치 들망을 개선시키는 데에 이용하기 어려운 점들이라고 볼 수 있다.

(10) 까나리 봉수망과의 비교

까나리 봉수망은 그물이 평면적 구조로서 매우 간단하나, 보조선을 사용하는 데다 그물배는 조하 쪽에, 보조선은 조상 쪽에 위치하여 각기 조류 방향에 직각으로 선 채로 보조선은 1개의 닳을, 그물배는 2개의 닳을 놓는 등 조업 과정이 매우 복잡하기 때문에, 멸치 들망보다 생략화되지 못한 조업 형태를 취하고 있다고 볼 수 있다.

(11) 멸치 봉수망과의 비교

멸치 봉수망은 그물이 평면적 구조로서 매우 간단하나, 뜰을 대나무로 구성하고 뺨침대를 사용하여 그물을 인출·수거하므로 그물의 규모를 어느 이상으로 크게 할 수 없다는 단점을 가지며, 조업 과정 전체에 걸쳐 멸치 들망의 개선에 특별히 참고로 할 것이 없다.

(12) 정어리 봉수망과의 비교

정어리 봉수망은 철재 파이프와 2개의 대나무를 ㄷ자형으로 묶고 철재 파이프 앞끝에 그물을 부착하여 조업하므로, 어구 조작성이 불편하고 어구 규모를 어느 이상으로 크게 하기 곤란하다는 등의 단점을 가지나 조업의 전 과정을 1척의 그물배만으로 달성하므로, 이와 같은 조업 방법은 멸치 들망을 개선시키는 데에 참고로 할 만 하다.

(13) 종합

이상 기술한 바와 같이 멸치 들망을 어구·어법이 유사한 다른 어구들과 비교해 본 결과, 멸치 들망의 개선에 참고로 할만한 것들을 종합해 보면 대략 다음과 같아진다.

- ① 2척 들망과 같이 불배를 따로 사용하지 않고 기다란 막대 끝에 집어등을 부착한 후 그것을 회전시킴에 의해 어군을 그물 위로 유도시키는 방법
- ② 화살오징어 들망, 멸치 챗배그물, 쫑치 봉수망, 고등어·전갱이 봉수망, 까나리 봉수망, 정어리 봉수망 등과 같이 그물배의 한 쪽 현 외측에 어구를 배치하는 방법
- ③ 쫑치 봉수망, 까나리 봉수망, 멸치 봉수망 등과 같이 그물을 평면 구조로 하는 방법
- ④ 쫑치 봉수망과 같이 그물 규모를 작게 하여 조업을 간편하게 여러 번 행하는 방법

㉔ 뽕치 봉수망, 멸치 봉수망, 정어리 봉수망 등과 같이 조업의 전 과정을 1척의 그물배만으로 수행하는 방법

㉕ 뽕치 봉수망과 같이 집어한 어군을 선수를 돌아 그물 위로 유도시키는 방법

㉖ 고등어·전갱이 봉수망과 같이 기다란 밧줄에 일정 간격으로 뜬을 부착하고 그 끝에 유도등을 부착하여 풀어줌으로써 유도등이 배에서 그물 안쪽으로 옮겨지게 하는 방법.

3. 집어등 하에서의 멸치 어군의 분포 형태·규모 및 행동 양식 조사

들망어구에 대한 멸치의 행동·습성은 어구의 적정 구조 및 규모를 도출해 내는 데 중요한 자료로 활용될 수 있기 때문에, 본 연구에서는 별도로 준비한 조사선에 집어등(1.5kW 4개)과 어군 탐지기, 소나, 수중 조도계 및 유속계를 장비하고 조업 현장에서 직접 어군을 집어하거나 조사선을 타고 조업선을 따라 다니면서 그 주변에서 멸치 어군의 행동·습성을 조사하였으며, 주된 조사 항목은 다음과 같이 정하였다.

- 집어등의 광력별 수심의 변화에 따른 조도 변화
- 집어등 점등 후의 어군의 반응 형태 및 집어 소요 시간
- 점등 시간의 경과에 따른 어군의 집어량과 행동 양식의 변화
- 집어선이 이동할 경우 어군의 추종 상태
- 어군이 그물 위로 오른 뒤의 행동 및 그물에 대한 반응
- 양망 개시 후의 어군 행동 및 그물로부터의 탈출 여부
- 음향에 의한 집어 가능성 및 효과

이상의 조사에 있어서 집어등을 점등했을 때의 수중 조도는 수중 조도계(LI-250 light meter)를 사용하여 측정하되, 그 조도는 해수 투명도에 따라 달라지고 해수 투명도는 유속에 따라 달라지므로, 수중 조도 측정시는 디지털 유속계(FP201)를 사용하여 유속도 함께 측정하였으며, 집어등 불빛에 대한 멸치 어군의 각종 행동은 TFT LCD형 GPS/ DGPS 칼라플로터 어군 탐지기(DSF-3000LA)와 소나(CH-26 Sonar Video PCB)를 사용하여 조사하였다. 그러나 어군 탐지기를 사용한 경우는 멸치 어군이 잘 나타나는 데 비해, 소나를 사용한 경우는 조사 해역의 수심이 10m 이하로 매우 낮아서 해면이나 해저 반사로 인한 잡음으로 인해 어군의 식별이 용이하지 않았기 때문에, 소나에 의한 측정 자료는 참고 자료로 이용하고 주로 어군 탐지기 에 의한 측정 자료를 이용하였으며, 어군 탐지기나 소나로 측정할 수 없는 어군 행동, 즉 불배가 집어등으로 어군을 모은 다음 그물 위로 이동할 때부터 어군을 어포부로 완전히 이동시킬 때까지 어군이 나타내는 행동은 조사자가 불배에 직접 승선하여 육안으로 관찰하거나 사진 촬영을 하여 조사하였다.

가. 집어등의 광력별 수심의 변화에 따른 조도 변화

집어등을 켜올 때의 멸치 어군의 행동은 그 때의 수중 조도에 따라 달라지고 그 수중 조도는 기본적으로 집어등의 광력에 따라 달라지므로, 집어등 불빛에 대한 어군의 행동을 규명하기 위해서는 집어등의 광력에 따른 수중 조도의 변화를 먼저 구해내야 한다.

그런데 현행 멸치 들망에서는 1.5kW 짜리 집어등을 사용하되 그 수는 선박에 따라 2~4개 범위이기 때문에, 본 연구에서는 먼저 집어등의 광력별로 수심의 변화에 따른 수중 조도의 변화를 조사하기 위하여, 야간 22~24시 사이에 조사선에서 정황 2m 밖으로 낸 철봉에 1.5kW 짜리 집어등 4개를 부착하고(집어등의 높이 : 수면상 1.5m), 조사선을 멸치 들망 어장인 가막만 해역의 중앙부에 닻을 투하하여 고정시킨 다음, 점등한 집어등의 수를 1개부터 4개까지 차례로 늘리고 그 각각에 대해 수중 조도계(LI-250 light meter)를 수면에 수직으로 0.5m 내릴 때마다 조도를 측정하는 것을 음력 물때별로 10회에 걸쳐 반복하였다. <그림 31>은 그 결과를 나타내는데, 이것에서 보면 점등한 집어등의 수가 같을지라도 수심의 변화에 따른 수중 조도의 변화는 날짜별로 약간씩 달라지기는 하나 큰 차이는 보이지 않고 있으며, 각각의 수심별 수중 조도는 집어등의 수가 많을수록 커지기는 하나, 어느 경우에도 수중 조도는 수심이 증가함에 따라 지수함수적으로 감소해 가는 경향을 나타내고 있다.

그런데 수면 위에서 집어등을 켜올 경우 수면에서의 불빛의 밝기를 $I_0(\text{lux})$ 라 하면 수심 $x(\text{m})$ 에서의 밝기 $I(\text{lux})$ 는

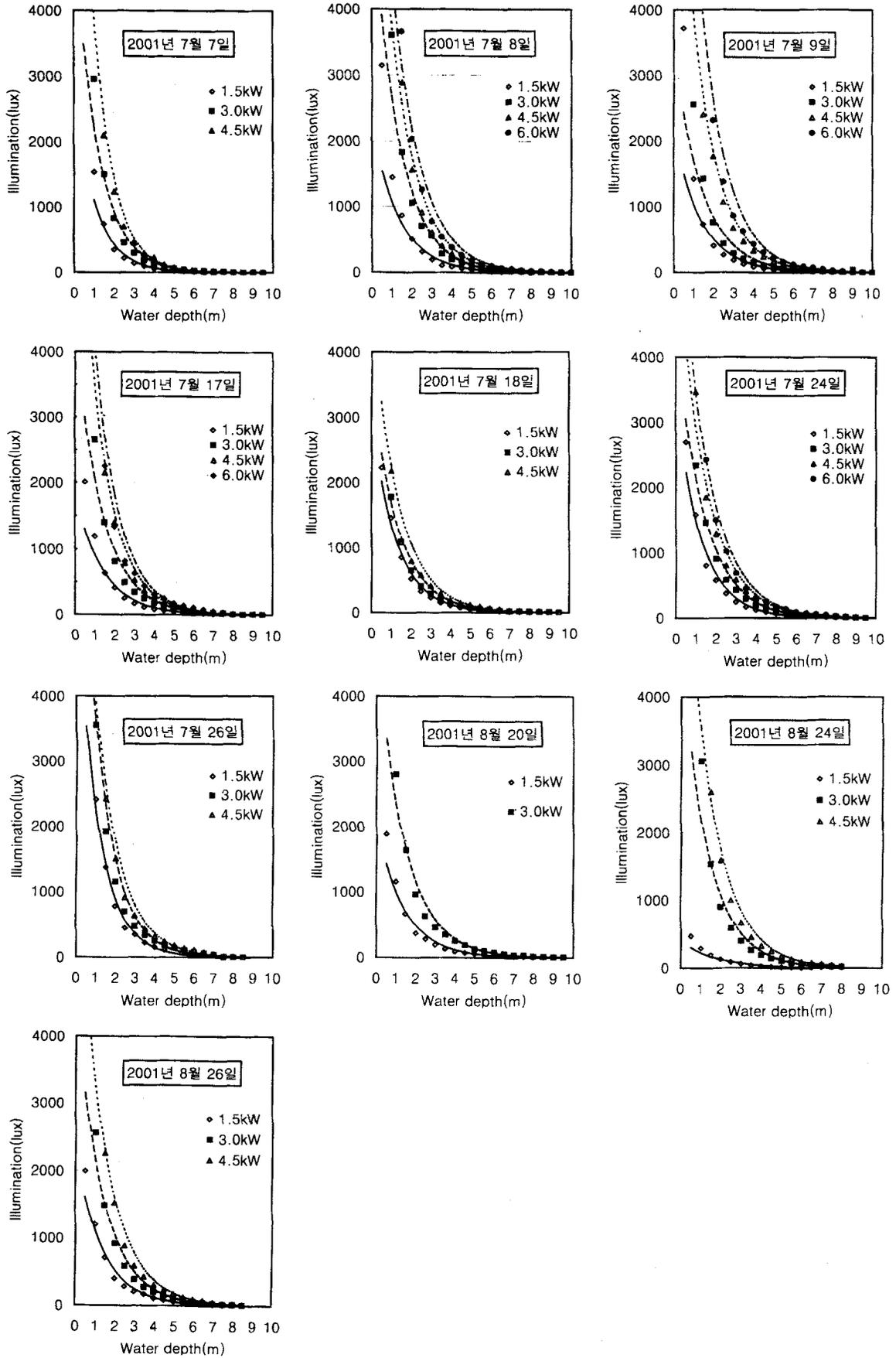
$$I = I_0 x^{-2} e^{-bx} \quad (1)$$

로 주어지는 것이 보통이고(金⁵⁾, 여기서 b 는 빛의 감쇄 계수를 나타내므로, 본 연구에서 조사한 <그림 31>의 결과들도 윗식에 따른다고 보고, 윗식을

$$I = a e^{-bx} \quad (2)$$

로 바꾸어서 <그림 31>의 결과들에 대해 비례상수 a 와 감쇄 계수 b 를 구한 후 그들의 평균치를 구해 보면 <표 8>이 얻어진다. 이것에서 보면, 비례상수 a 의 값은 어느 날에도 집어등의 광력이 커짐에 따라 커지기는 하나 측정 일자마다 그 값이 크게 달라지는 데 비해, 감쇄 계수 b 의 값은 측정 일자뿐만 아니라 광력에 따라서도 크게 달라지지 않아 평균치가 0.75~0.78 범위에 들어온다.

이상에서 비례상수 a 의 값이 측정 일자에 관계없이 집어등의 광력이 커짐에 따라 커지는 것은 당연한 일이나, 그 값이 측정 일자마다 크게 달라지는 것은 측정 일자별로 달빛을 비롯한 기상 상태가 달라지기 때문으로 여겨지고, 감쇄 계수 b 의 값이 측정 일자뿐만 아니라 광력에 따라서도 크게 달라지지 않는 것은 측정 해역인 여수 가막만 해역이 해수 투명도가 측정 일자별로 거의 차이 나지 않기 때문으로 보여진다.



<그림 31> 날짜별로 측정된 수심의 변화에 따른 수중 조도의 변화.

<표 8> <그림 31>에 대한 비례상수 $a(\text{lux})$ 와 감쇄 계수 b 의 값 및 그 평균치

측정 일자	집어등 광력별 a 값				집어등 광력별 b 값			
	1.5kW	3.0kW	4.5kW	6.0kW	1.5kW	3.0kW	4.5kW	6.0kW
2001. 7. 7	2,825	5,407	10,776	-	0.93	0.88	1.00	-
2001. 7. 8	2,228	5,752	8,030	9,282	0.73	0.77	0.76	0.72
2001. 7. 9	2,148	3,453	8,434	11,958	0.72	0.70	0.76	0.76
2001. 7. 17	1,865	4,360	7,772	9,058	0.72	0.75	0.81	0.80
2001. 7. 18	3,013	3,552	4,670	-	0.80	0.74	0.74	-
2001. 7. 24	3,327	4,372	5,937	6,977	0.80	0.72	0.71	0.70
2001. 7. 26	5,580	8,569	8,466	-	0.91	0.87	0.78	-
2001. 8. 20	2,049	4,756	-	-	0.71	0.70	-	-
2001. 8. 24	407	4,589	7,161	-	0.58	0.73	0.71	-
2001. 8. 26	2,339	4,552	6,822	-	0.74	0.73	0.72	-
평균	-	-	-	-	0.76	0.76	0.78	0.75

한편, 본 연구의 조사 대상 해역인 여수 가막만 해역은 수심이 최대 10m인데, 전기했던 바와 같이 수중 조도는 수심이 커짐에 따라 급감하고, 어류는 평소 암순응된 상태에서 불빛에 자극되어야만 반응을 일으키며 그 불빛의 밝기가 적정 조도일 때 가장 잘 반응하기 때문에, 수심별로 집어등의 광력별 조도를 구해볼 필요가 있다.

따라서 <그림 31>의 자료를 이용하여 각 수심별로 집어등의 광력별 조도 값을 발췌하고 그들의 평균치를 구해 보면 <표 9>가 얻어진다. 이것에서 보면, 수중 조도는 어느 광력에서도 수심이 커짐에 따라 급히 감소하는데, 집어등의 광력별로 수심 10m에서의 조도를 보면 집어등의 광력이 1.5kW일 때 1.5lux, 3.0kW일 때 2.5lux, 4.5kW일 때 4.5lux, 6.0kW일 때 8.5lux이다. 이에 비해 어류가 물체를 인식할 수 있는 최저 조도는 0.01~0.001lux 범위이고(金⁵⁾, 집어등 불빛에 대해 어류가 반응을 일으키는 것은 불빛 밝기의 절대치에 좌우되는 것이 아니라 상대적인 명암차 및 시간의 경과에 따른 불빛의 변화량에 좌우되기 때문에(金⁵⁾, 최대 수심이 10m 정도 되는 여수 가막만 해역에서는 1.5kW의 광력만으로도 해저에 분포하는 멸치 어군까지 반응을 일으키게 할 수 있다고 볼 수 있다.

<표 9> 수심의 변화에 따른 집어등의 광력별 평균 조도

수심(m)	집어등 광력별 평균 조도(lux)			
	1.5kW	3.0kW	4.5kW	6.0kW
1	1,256	2,672	4,132	5,765
2	410	858	1,368	1,739
3	181	380	554	717
4	87	177	275	351
5	49	97	146	190
6	28	54	82	109
7	16	30	44	60
8	8	15	19	25
9	3	6	7	12
10	1.5	2.5	4.5	8.5

나. 집어등 점등 후의 어군의 반응 형태 및 집어 소요 시간

본 연구에서는 조사선에서 닻을 내려 일정 위치에 고정하고 어군 탐지기의 센서를 조사선 현측 1m 깊이에 내린 후, 1.5kW 집어등을 1~4개(1.5~6.0kW) 점등하여 멸치 어군의 반응 형태, 집어 소요 시간 등을 어군 탐지기 및 육안으로 조사하였는데, 어군 탐지기로 조사한 결과는 <그림 32>부터 <그림 36>까지와 같고, 이 결과와 육안으로 조사한 결과를 종합하면 집어등 점등 후의 어군의 반응 형태 및 집어 소요 시간은 다음과 같아진다.

㉠ 어군 탐지기로 멸치 어군을 발견한 후에 집어등을 점등하면, 집어등의 수에 관계없이 대체적으로 5~10분을 초과하지 않는 범위 내에서 어군이 불빛에 모이는 경향이였다.

㉡ 집어등 밑에 모인 어군은 집어등의 광력이나 날짜, 기상 상태 등에 관계없이 집어등 밑에 가만히 정체하는 일은 없고 불빛이 밝게 비치는 구역(지름 5m 정도의 원) 내에서 거의 항상 원에 가까운 형태를 이루면서 매우 활발한 유영 운동을 계속하였다. 이 경우 운동 형태는 시계 방향, 반시계 방향, 직선형, S자형, 바깥쪽을 향한 방사형, 안쪽을 향한 축소형 등 여러 가지이였으나, 어느 한 가지를 지속하는 것이 아니고 수시로 그 형태가 바뀌었으며, 이들 운동 형태에 따라 원에 가까운 형태에서 다른 형태로 변형되더라도 다시 원에 가까운 형태로 되돌아오는 것을 반복하였기 때문에, 멸치 어군이 이루는 기본적 형태는 원에 가까운 형태라고 볼 수 있었다.

㉔ 집어등 밑에 모인 어군은 집어등 불빛이 밝게 비치는 구역을 잘 벗어나지 않는 데 비해, 집어등 불빛이 밝게 비치는 구역은 집어등에 부착한 반사각의 영향으로 수면 하에서 원추대형을 이루기 때문에, 집어등 밑에 모인 어군도 대체로 원추대형을 이룬 채로 유행 운동을 계속하였다.

㉕ 집어등에 모인 어군은 소형일 경우 대략 5m 이심에 산발적으로 분포하는 일도 있지만, 대부분은 0~5m 수층에 분포하고 대형의 어군일수록 더욱 그러하였다.

㉖ 집어등에 모인 어군은 가끔 상층군과 하층군의 두 군으로 나누어지는 일이 있는데, 이 때에는 체장이 작은 고기들이 상층에 분포하고 체장이 큰 고기들이 하층에 분포하며, 각 군의 분포 수층은 항시 일정하지는 않으나 상층군은 대체적으로 2m 이천에 분포하고 하층군은 대체적으로 3~5m 층에 분포하였다.

㉗ 집어등 밑에 모인 어군이 상층군과 하층군으로 나누어지지 않고 하나의 군만을 형성한다 할지라도, 항시 체장이 작은 고기들이 위쪽에 위치하고 체장이 큰 고기들이 아래쪽에 위치하는 경향이였다.

㉘ 집어등을 점등하면 멸치 어군이 수면 위로 튀어 오르기도 하였는데, 이러한 현상은 집어등 불빛이 밝게 비치는 구역의 바깥쪽 경계에서 주로 발생하였다.

㉙ 하늘이 맑게 개이고 바람, 풍랑 등이 없는 고요한 날에는 불빛에 모여든 어군이 수면 바로 밑으로 부상하였으나, 기상 상태가 나빠질수록 수면으로부터 멀어지는 경향이였으며, 특히 파랑이 강한 날에는 수면 가까이로 부상하지 않았다.

㉚ 집어등 밑에 모인 어군이 원인 모르게 갑자기 사라지는 경우가 자주 발생하였는데, 사라질 때는 분산하여 5m 이상의 깊은 곳으로 침하하였고, 사라진 어군이 다시 나타날 때는 5m 이천의 수층에서 산발적으로 나타난 뒤 수분 내에 다시 밀집하였다.

㉛ 집어등 밑에 모인 어군일지라도 삼치, 오징어, 전갱이 등의 천적이 나타나면 순간 흩어졌다가 천적이 사라지면 1분이 경과하기도 전에 다시 모였다.

㉜ 집어등 밑에 모이는 어군량이 최대가 될 때까지 소요되는 시간은 집어 당일의 어군 분포량이나 집어 장소로의 어군의 내유 여부, 내유 시점 등에 따라 달라졌기 때문에, 전혀 일정하지 않았다.

㉝ 집어등을 1개 점등하면 어군이 한꺼번에 군집을 이루고 모여든다기보다는 처음에는 매우 적은 양이 모이고 점차 시간이 흐름에 따라 군을 이루는 경향이였기 때문에, 집어에 소요되는 시간이 길어지고 집어되는 어군량도 적은 편이였으나, 한 번 모인 어군은 비교적 안정적이고 사라지는 일도 적었다.

㉞ 집어등을 2개 점등하면 1개 점등했을 때보다 집어에 소요되는 시간이 짧아지고 집어되는

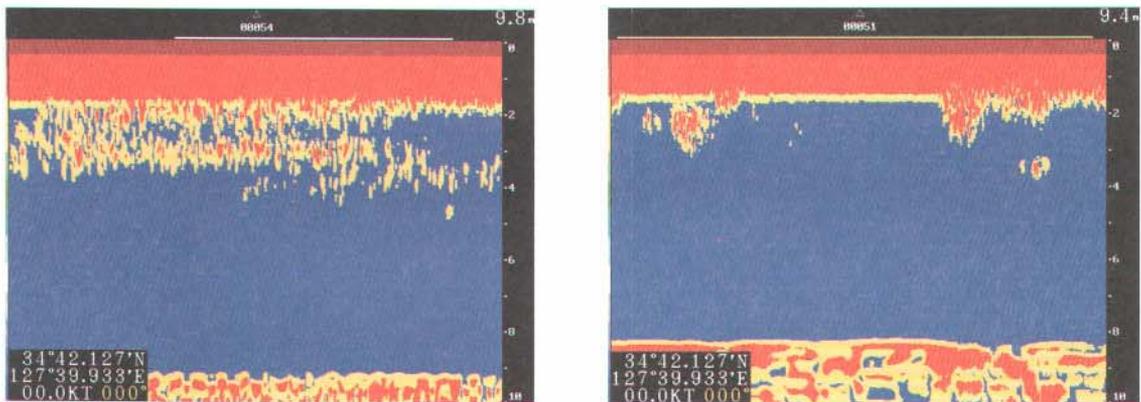
어군량도 많아졌으나, 모였던 어군이 흩어지는 일도 빨리 발생하였다.

㉓ 집어등을 3개 점등했을 때는 2개 점등했을 때보다 어군이 더 많이 모이는 경향이 보였고 집어등 밑에서 대형군을 형성하는 일이 많았으나, 집어되는 어군의 크기는 집어등의 광력보다도 어장에서의 어군 분포량에 의해 더욱 크게 달라졌기 때문에, 집어등을 3개 점등한 것이 2개 점등한 것보다 항상 더 낫다고 볼 수는 없었다.

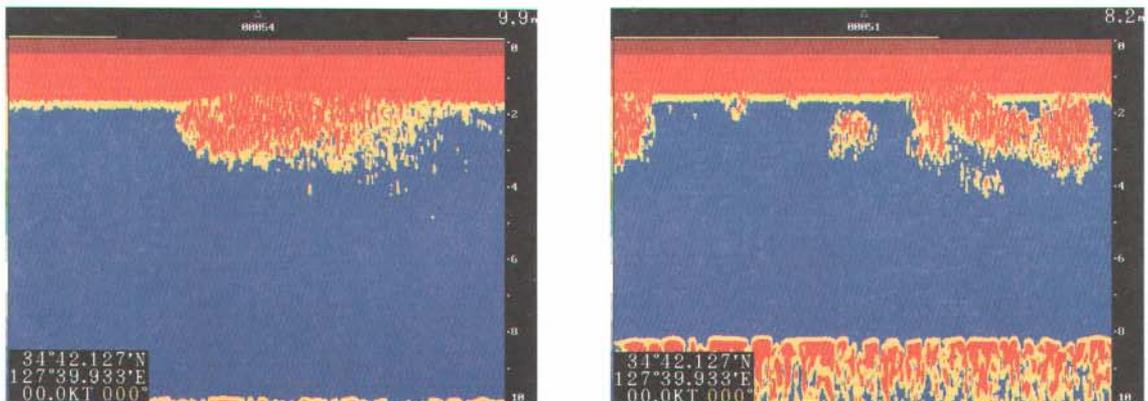
㉔ 반달 이상의 달이 뜬 날이나 다른 배의 집어등 불빛에 방해받을 경우 등은 집어등을 2개 점등하는 것보다 3개 점등하는 것이 더 효과적이었다.

㉕ 집어등을 4개 점등했을 때는 수중 조도가 매우 커짐으로 인해 깊은 곳에 분포하는 어군이 가끔 불빛 가까이로 부상하기도 하였으나, 3개 점등했을 때보다 특별하게 어군이 더 많이 모인다는 현상은 보이지 않았고, 발전기에 과부하가 걸리기 때문에 장시간 점등하기도 곤란하였다.

㉖ 집어등을 모두 소등하면 불빛을 따르던 어군은 바로 사방으로 흩어져서 가라앉아 버렸다.



<그림 32> 1.5kW 집어등을 1개 점등했을 때의 멸치 어군.



<그림 33> 1.5kW 집어등을 2개 점등했을 때의 멸치 어군.

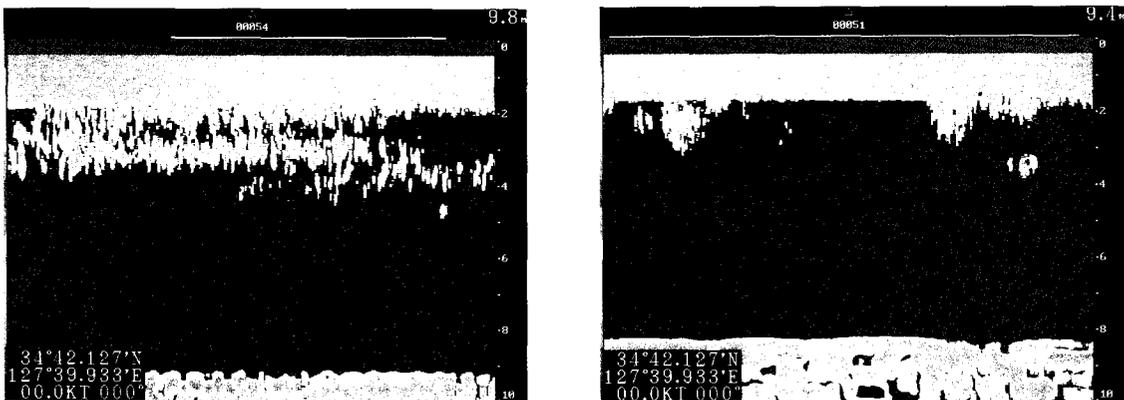
어군량도 많아졌으나, 모였던 어군이 흩어지는 일도 빨리 발생하였다.

㉑ 집어등을 3개 점등했을 때는 2개 점등했을 때보다 어군이 더 많이 모이는 경향이 보였고 집어등 밑에서 대형군을 형성하는 일이 많았으나, 집어되는 어군의 크기는 집어등의 광력보다도 어장에서의 어군 분포량에 의해 더욱 크게 달라졌기 때문에, 집어등을 3개 점등한 것이 2개 점등한 것보다 항상 더 낫다고 볼 수는 없었다.

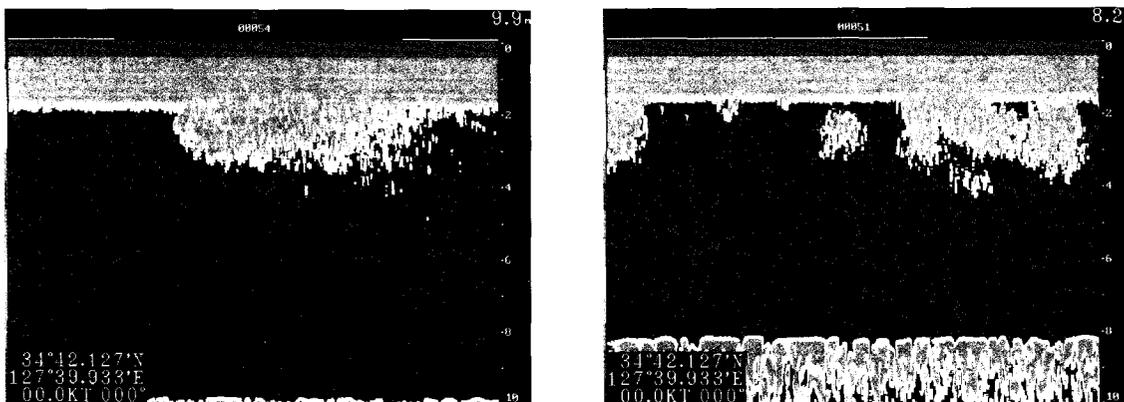
㉒ 반달 이상의 달이 뜬 날이나 다른 배의 집어등 불빛에 방해받을 경우 등은 집어등을 2개 점등하는 것보다 3개 점등하는 것이 더 효과적이었다.

㉓ 집어등을 4개 점등했을 때는 수중 조도가 매우 커짐으로 인해 깊은 곳에 분포하는 어군이 가끔 불빛 가까스로 부상하기도 하였으나, 3개 점등했을 때보다 특별하게 어군이 더 많이 모인다는 현상은 보이지 않았고, 발전기에 과부하가 걸리기 때문에 장시간 점등하기도 곤란하였다.

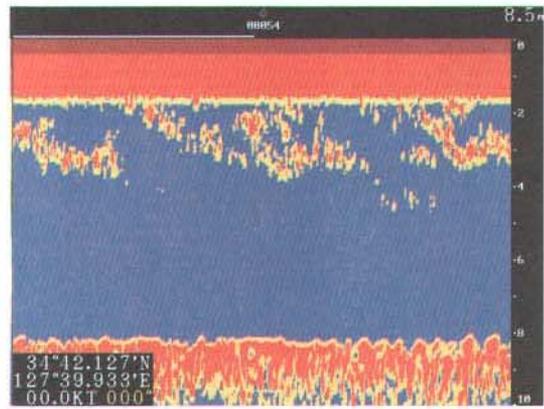
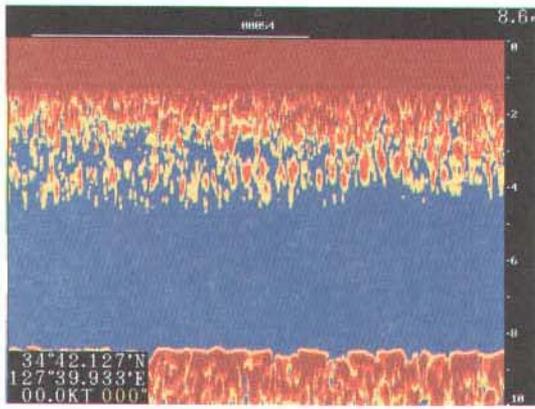
㉔ 집어등을 모두 소등하면 불빛을 따르던 어군은 바로 사방으로 흩어져서 가라앉아 버렸다.



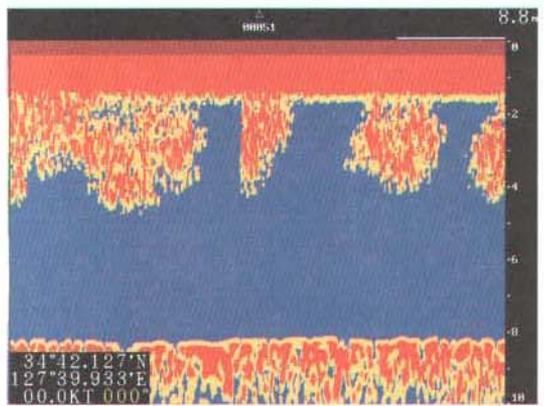
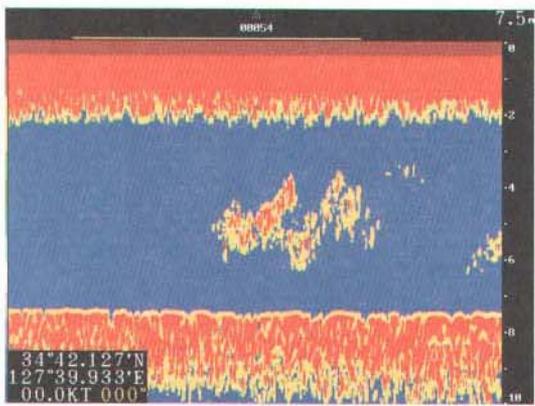
<그림 32> 1.5kW 집어등을 1개 점등했을 때의 멸치 어군.



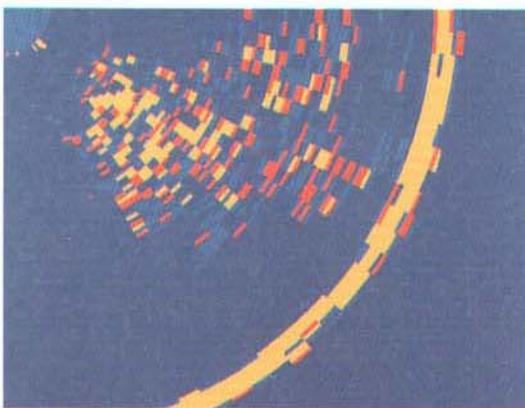
<그림 33> 1.5kW 집어등을 2개 점등했을 때의 멸치 어군.



<그림 34> 1.5kW 집어등을 3개 점등했을 때의 멸치 어군.



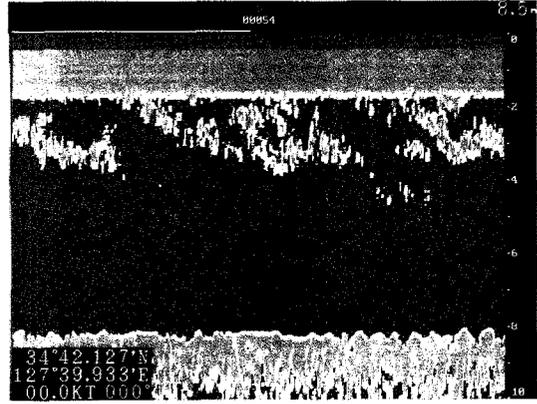
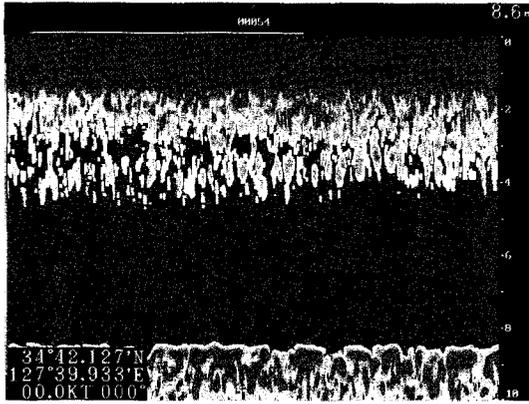
<그림 35> 1.5kW 집어등을 4개 점등했을 때의 멸치 어군.



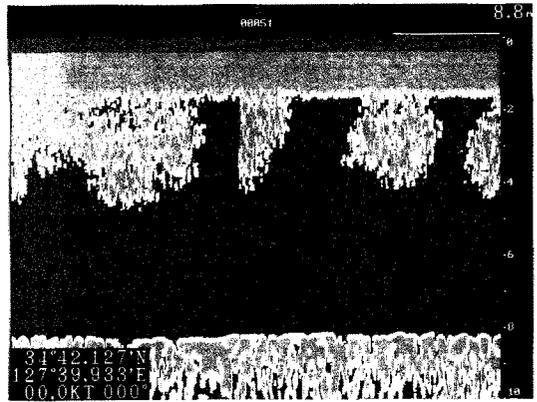
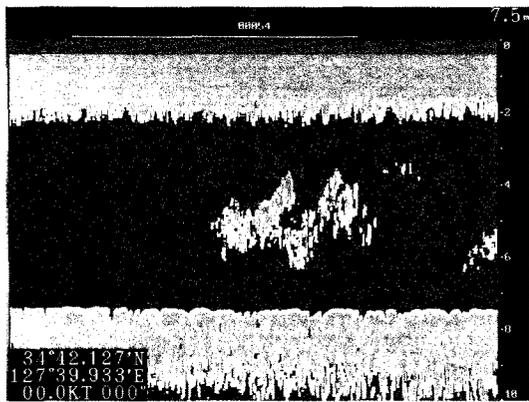
<그림 36> 조사선에서 소나로 조사한 조업 불배 밑의 어군.

다. 점등 시간의 경과에 따른 어군의 집어량과 행동 양식의 변화

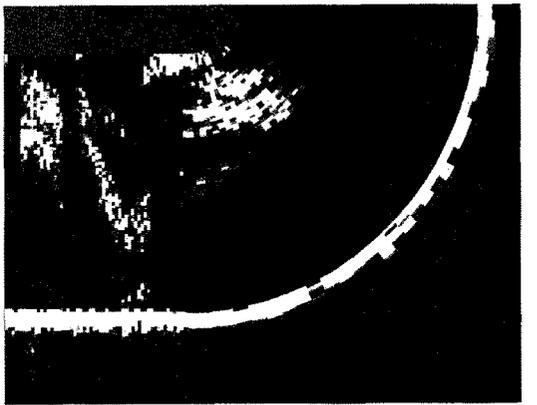
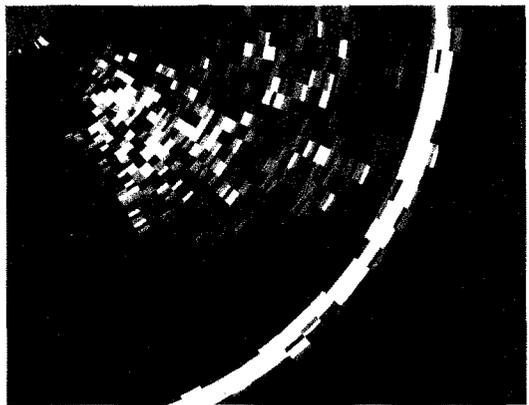
조사선을 일정 위치에 맞으로 고정하고 어군 탐지기의 센서를 현측 1m 깊이에 부착한 후, 1.5 kW 집어등을 1~4개(1.5~6.0kW) 점등하여 점등 시간의 경과에 따른 어군의 집어량과 집어 수층 및 행동 양식의 변화를 어군 탐지기 및 육안으로 조사한 결과는 다음과 같다.



<그림 34> 1.5kW 집어등을 3개 점등했을 때의 멸치 어군.



<그림 35> 1.5kW 집어등을 4개 점등했을 때의 멸치 어군.



<그림 36> 조사선에서 소나로 조사한 조업 불배 밑의 어군.

다. 점등 시간의 경과에 따른 어군의 집어량과 행동 양식의 변화

조사선을 일정 위치에 닻으로 고정하고 어군 탐지기의 센서를 현측 1m 깊이에 부착한 후 1.5 kW 집어등을 1~4개(1.5~6.0kW) 점등하여 점등 시간의 경과에 따른 어군의 집어량과 집어 수층 및 행동 양식의 변화를 어군 탐지기 및 육안으로 조사한 결과는 다음과 같다.

㉔ 집어등을 1개 점등했을 때는 점등 시간에 거의 비례하는 형태로 어군량이 많아지는 경향이었으나, 집어등을 2개 이상 점등했을 때는 비례 관계가 보이지 않고 어군량이 갑자기 많아지는 경향이었으며, 집어등 수가 많아질수록 그 경향이 뚜렷하였다.

㉕ 집어등을 장시간 점등할 경우 비교적 깊은 곳에 모인 어군들은 나타났다가 사라지는 것을 반복하는 일이 많았지만, 수면 가까이에 모인 어군은 점등 시간의 경과에 관계없이 계속 활발하게 유평하며, 그러한 행동을 3시간이 초과할 때까지 계속하는 일도 있었다.

㉖ 집어등을 4개 점등하여 어군을 모으고 있다가 일정 시간 간격으로 1개씩을 소등해 가면, 소등 직후에는 어군이 순간적으로 놀라서 우왕좌왕하였으나 바로 정상 상태로 되돌아왔고, 집어등의 점등 수를 4개에서 2개로 줄일 때까지는 어군의 분포 수층에 큰 변화가 보이지 않았으나, 집어등의 점등 수를 2개에서 1개로 줄이면 어군이 불빛 가까스로 부상하는 경향이 보였다. 그러나 이러한 현상은 비교적 깊은 곳에서 유평하는 체장이 큰 고기들보다 비교적 얇은 곳에서 유평하는 체장이 작은 고기들에서 더 강하게 나타났다.

라. 집어선이 이동할 경우 어군의 추종 상태

조사선에서 닻을 내려 일정 위치에 고정하고 집어등으로 어군을 모은 뒤에 집어등을 이동시키거나 조사선 자체를 이동시켜서 멀리 어군의 추종 상태를 어군 탐지기 및 육안으로 조사한 결과는 다음과 같다.

① 집어등을 1~3개 점등하고 집어등 지지봉을 배의 선미를 돌아 한쪽 현에서 다른 쪽 현으로 반원을 그리듯이 서서히 이동시킨 결과, 어느 경우에도 불빛 밑에서 선회하던 어군은 집어등을 따라 질서정연하게 이동하였고 어군 탐지기에 나타나는 깊은 곳의 어군도 함께 이동하였으며, 5분 정도 경과한 후에 다시 반대쪽 현으로 집어등을 이동시킨 결과 같은 현상을 보였다. 또한 집어등을 이동시키는 도중에 어군 규모나 형상 등에 변화는 보이지 않았다.

② 집어등을 이동시키지 않고 고정한 채로 기관을 사용하여 배를 회전시켜서 집어등의 위치를 변화시킨 결과, 어군은 배의 빠른 속력 때문에 집어등을 따라오지 못하였다.

③ 집어등을 1~3개 점등한 채로 배를 미속으로 전진하였을 경우는 어군이 집어등을 따라오지 못하고 사라져 버리나, 기관을 정지한 채로 배를 조류에 밀리게 하거나 노를 서서히 저어서 진행할 경우는 어군이 잘 따라왔다. 그러나 노를 빨리 저을 경우는 따라오지 못하였기 때문에, 배가 조금만 빨라져도 어군은 따라오지 못한다는 것을 알 수 있었다.

마. 어군이 그물 위로 오른 뒤의 행동 및 그물에 대한 반응

실제 조업 중인 그물배에 승선하여 불배를 따라 그물 위로 올라오는 어군의 행동을 육안으

로 관찰한 결과, 줍줄을 감기 시작하면 일부 어군이 줍줄 고리와의 마찰 소리에 놀라기도 하나 그 정도가 미약하였고, 줍줄이 거의 모두 감겨지면서 까래그물 앞끝이 들어올려지면 역시 그 부근에 있는 일부 어군이 놀라기도 하나 대부분의 고기들은 거의 놀라지 않고 불배를 따라 그물 위로 잘 올라가는 편이었다. 따라서 불배가 그물 위로 올라올 때 생기는 줍줄 감는 소리와 까래그물 앞끝의 부상은 그물 안쪽으로의 어군 유도에 거의 지장을 주지 않는 것으로 보여졌다.

바. 양망 개시 후의 어군 행동 및 그물로부터의 탈출 여부

조업 중인 그물배에 승선하여 양망을 개시한 이후의 어군 행동 및 그물로부터의 탈출 여부를 육안으로 관찰한 결과, 까래그물 앞끝을 들어올리고 양망기로 그물을 감아올리기 시작하면 까래그물이 앞쪽에서부터 차례로 들어올려져서 수면으로부터 그물까지의 수직 거리가 작아지기 때문에, 까래그물 위의 어군들은 이리저리로 불규칙적인 도피 행동을 보였다. 그러나 어군 모두가 그물 안에 완전히 갇힌 상태이기 때문에 그물로부터의 탈출은 전혀 발생하지 않았다.

사. 음향에 의한 집어 가능성 및 효과

대부분의 어류는 음원이 매우 가까운 곳에 있지 않는 한 음원의 방향을 식별할 능력이 없다고 알려져 있는데, 특히 본 연구가 조사 대상으로 하고 있는 멸치는 강한 주광성을 보인다고는 알려져 있지만 주음성을 가진다고는 알려져 있지 않기 때문에, 멸치 어군을 음향에 의해 집어 한다는 것은 가능성이 희박하다고 볼 수 있다.

그러나 음향을 수중에 방성하는 것은 집어등을 사용하는 것보다도 장비나 사용 방법이 매우 간단하고 사용 경비도 저렴하며, 짧은 시간 내에 집어등 불빛보다 훨씬 더 먼 거리까지 영향을 미칠 수 있기 때문에, 본 연구에서는 상기 가능성을 타진하기 위하여 집어등을 점등하여 수면 가까이 어군을 모아 놓고 미리 녹음해 두었던 여러 소리들을 배 위에서 방성하거나 배 위에서 인위적으로 소리를 내게 하여 그 때의 어군 행동을 조사하였는데, 그 결과는 다음과 같다.

① 단속적으로 연속된 부자 소리나 각종의 음악 소리를 방성한 결과, 어군은 오히려 놀라는 편이었고 놀라는 정도는 음량이 높을수록 커지는 경향이였다.

② 기관을 계속해서 동작시키고 있을 때는 어군이 기관 소리에 대해 별다른 반응을 보이지 않았으나, 기관을 정지했다가 다시 시동을 걸어 동작시켰을 때는 그 때의 굉음 소리에 놀라 순간 사방으로 흩어졌다. 그러나 흩어진 어군이 다시 모이는 데에는 1분이 경과하지 않았다.

③ 조용한 상태에서 갑자기 뱃전을 두들기거나 고함 소리를 내면, 어군은 일시적으로 놀라 사방으로 흩어졌으나 곧 바로 다시 모여들었다.

4. 어선별 단위 노력당 어획량

전기했던 바와 같이 멸치는 어획 즉시 바로 삶아서 하루 정도 건조시킨 뒤에 수산업협동조합을 통해 위판하는 것이 보통이기 때문에, 위판 당일의 위판량을 전일의 어획량으로 표시하기로 하고, 1997년부터 2000년까지의 4년간에 걸쳐 여수수산업협동조합을 통한 각 어선별 건멸치의 일별 위판 실적으로부터 어선별 일별 어획량을 조사한 후, 각각의 연도 및 월별로 일별 어획량이 가장 큰 어선의 어획량을 표시한 결과는 <표 10>과 같다. 이것에서 보면, 어선별 일별 어획량의 최대치는 연도별로 크게 다를 뿐만 아니라 월별로도 크게 달라지는데, 연도별로 분 최대치는 대략 3~6ton 범위이다.

따라서 상기한 일별 최대 어획량을 조업 당일의 조업 횟수로 나누면 어구의 최대 규모를 결정하는 데 중요한 기준이 될 수 있는 어선 1척에 대한 단위 노력당 어획량의 최대치를 구할 수 있는데, 1일당 조업 횟수는 일별로 다르고 같은 날에도 어선에 따라 달라지나 대개가 10~20회의 범위이고 평균치는 15회이며 특히 어획이 좋은 날은 20~25회인 것이 보통이기 때문에, 단위 노력당 어획량을 가능한 한 크게 잡는 것으로 하여 1일당 조업 횟수를 평균치에 해당하는 15회로 잡고, 상기한 어선별 일별 어획량의 최대치인 3~6ton을 15로 나누면, 단위 노력당 어획량의 최대치는 200~400kg이 된다.

<표 10> 1997년부터 2000년까지 어선 전체를 통해 본 일별 어획량의 최대치(단위:kg)

연도 월	1997년	1998년	1999년	2000년
1월	408	-	624	213
2월	-	-	975	-
3월	348	-	555	30
4월	156	36	405	87
5월	111	798	5,865	4,677
6월	618	1,467	1,251	2,067
7월	4,962	3,329	4,788	783
8월	1,599	2,436	2,517	1,400
9월	5,691	2,028	2,439	1,962
10월	1,680	825	1,890	1,866
11월	438	1,593	2,289	2,104
12월	-	1,098	303	748
변화 범위	111~5,691	36~3,329	303~5,865	30~4,677

5. 멸치 들망어구의 개량 방향 설정 및 그것을 이용한 개량형 어구들의 고안

본 연구에서는 멸치 들망어구의 적정 구조 및 규모를 도출해내기 위하여 현용 어구·어법의 조사·분석을 통해 문제점을 찾아내고, 멸치 들망과 어구·어법이 유사한 어구들을 수집하여 멸치 들망과의 장단점을 비교·분석하였으며, 집어등 하에서의 멸치 어군의 분포 형태·규모 및 행동 양식과 멸치 들망의 단위 노력당 어획량을 조사하였는데, 이들 조사에서 얻어진 결과들 중 어구의 적정 구조 및 규모 도출에 이용 가능한 것들을 모두 나열하고 그 각각으로부터 어구·어법의 개량 방향을 구해 보면 다음과 같아진다.

㉠ 현용의 어구는 입체적 구조를 이루고 있어서 어구의 설계·제작이 복잡할 뿐만 아니라 어구 수리의 불편이나 조업 방법의 복잡 등을 초래하기 때문에, 이러한 문제점들을 해결하기 위해서는 어구 구조를 매우 단순한 평면적 구조로 바꿀 필요가 있다.

㉡ 현용의 어구는 2척의 선박이 조작하지 않으면 안 되는 구조로 되어 있어서 단선 조업이 불가하고, 그로 인해 조업 선박 수와 조업 인력의 증대를 초래하여 조업 인력난과 생산 경비를 증대시키고 있기 때문에, 이러한 문제점들을 해결하기 위해서는 어구의 구조를 단선 조업이 가능한 형태로 바꾸지 않으면 안 된다.

㉢ 현용의 어구는 까래그물 앞끝이 80m, 양쪽 쇄의 높이 및 길이가 각각 12.5m 및 49.5m, 어포부의 깊이 및 길이가 각각 15m 및 9m 되는 대형이어서 어구비와 조업 인력, 조업 경비 등이 많이 소요되고 있는 데 비해, 전체 어선에 대한 단위 노력당 어획량의 최대치는 200~400kg에 불과하기 때문에, 현용 어구를 그대로 사용한다 해도 어구 규모를 크게 축소하지 않으면 안 된다.

㉣ 멸치 들망과 어구·어법이 유사한 어구들을 수집하고 장단점을 비교·분석해 본 결과, 기다란 막대 끝에 집어등을 부착한 후 그것을 회전시킴에 의해 어군을 그물 위로 유도시키거나, 여러 개의 집어등을 장비하고 어군을 모은 후 그들을 차례로 점등·소등시켜서 어군을 선수를 돌아 그물 위로 유도시키는 방법이 실제로 사용되고 있기 때문에, 이러한 방법을 적용함으로써 불배를 따로 사용하지 않는 방법을 고려해 볼 필요가 있다.

㉤ 멸치 들망과 어구·어법이 유사한 어구들을 수집하고 장단점을 비교·분석해 본 결과, 단선 조업을 하고 그물배의 한 쪽 현 외측에 어구를 배치하는 방법이 실제로 사용되고 있기 때문에, 이러한 방법을 적용해 볼 필요가 있다.

㉥ 멸치 들망과 어구·어법이 유사한 어구들을 수집하고 장단점을 비교·분석해 본 결과, 그물을 평면적 구조로 한 어구들이 많기 때문에 이러한 구조를 적용해 볼 필요가 있다.

㉦ 어떤 어구이든지 그 규모를 크게 해서 1일당 조업 횟수를 적게 하는 방법과 반대로 어구 규모를 작게 해서 1일당 조업 횟수를 많게 하는 방법의 두 가지 조업 형태를 생각할 수 있는

데, 멸치 들망과 어구·어법이 유사한 어구들을 수집하고 장단점을 비교·분석해 본 결과, 최근 들어서는 두 번째 조업 형태를 취하는 것이 일반적 경향이므로 그물의 규모를 축소시킴으로써 조업을 간편하게 여러 번 행하는 방법을 구사해 볼 필요가 있다.

㉔ 멸치 들망과 어구·어법이 유사한 어구들을 수집하고 장단점을 비교·분석해 본 결과, 조업의 전 과정을 1척의 그물배만으로 수행하는 방법들이 많이 사용되고 있기 때문에, 이러한 방법을 적극적으로 적용해 볼 필요가 있다.

㉕ 멸치 들망의 단위 노력당 어획량을 조사해 본 결과, 전체 어선에 대한 단위 노력당 어획량의 최대치는 200~400kg에 불과하기 때문에, 새로운 어구를 개발해낸다 할지라도 어구 규모는 이러한 어획량을 어획할 수 있는 크기로 억제할 필요가 있다.

㉖ 집어등을 점등하면 그 수에 관계없이 어군은 대체적으로 5~10분을 초과하지 않는 범위 내에서 불빛에 모이므로, 개량형 어구는 구조가 간단하고 규모가 작아서 신속하게 조작할 수 있는 것일수록 좋다고 볼 수 있다.

㉗ 집어등 밑에 모인 어군은 집어등 불빛이 밝게 비치는 구역을 잘 벗어나지 않고 원추대형을 이룬 채로 회전 운동을 계속하며 회전권의 지름은 5m 범위이기 때문에, 개량형 어구의 그물 폭은 수평으로 5m 정도를 완벽하게 차단할 수 있는 것이면 충분하다고 볼 수 있다.

㉘ 집어등에 모인 어군은 소형일 경우 5m 이심에 산발적으로 분포하는 일도 있지만, 대부분은 0~5m 수층에 분포하고 대형 어군일수록 더욱 그러하기 때문에, 개량형 어구의 그물 높이는 수직으로 5m 정도를 완벽하게 차단할 수 있는 것이면 충분하다고 볼 수 있다.

㉙ 멸치 어군의 집어에 필요한 집어등의 광력은 1.5kW짜리 집어등 1~3개 범위이나, 집어등 1개를 점등했을 때는 집어된 어군이 대형화되는 데 많은 시간이 소요되므로 일반적인 경우는 2개를 점등하는 것이 적당하다고 볼 수 있고, 달밤이나 다른 배의 집어등에 방해받을 때에 한해서 3개가 필요하므로, 집어등은 평소 3개를 비치하고 있다가 필요에 따라 2개 또는 3개를 사용하면 된다고 볼 수 있다.

㉚ 집어등으로 어군을 모은 뒤에 기관을 사용하여 배를 이동시키거나 집어등 지지봉을 빨리 이동시키면 모인 어군이 잘 따라오지 못하나, 집어등 지지봉을 반원을 그리듯이 서서히 이동시키면 모인 어군이 잘 따라오기 때문에, 불배를 사용하지 않고 그물배에서 집어등 지지봉을 이동시켜서 모인 어군을 그물 위로 유도시키는 방법을 적용해 볼 필요가 있다.

㉛ 집어등 밑에 모인 어군은 불빛에 현혹되어 그물이나 각종 부속구에 크게 놀라지 않기 때문에, 그물의 규모에 너무 큰 여유를 둘 필요는 없다고 볼 수 있다.

㉜ 멸치 어군은 배에서 나는 갑작스런 소음에는 순간 놀라 흩어질지라도 짧은 시간내에 다시 모이므로, 조업 중에 나는 각종의 소음에는 크게 신경 쓸 필요가 없다고 볼 수 있다.

이상의 결과들을 요약하면 멸치 들망어구는 그물을 단순한 평면 구조로 하는 것이 좋고, 규모는 수평 및 수직으로 각각 5m 범위를 완전히 차단할 수 있는 것이면 충분하며, 조업의 전 과정을 1척의 그물배만으로 수행하되 어구는 그물배의 한 쪽 현 외측에 배치하고, 선수 또는 선미에서 집어등으로 어군을 모은 뒤에 집어등 지지봉을 서서히 그물 위로 이동시켜서 어군을 그물 위로 유도시키는 방법을 택하며, 집어등은 1.5kW짜리를 3개 비치하고 있다. 일반적인 경우는 2개를 사용하고 달밤이나 다른 배의 집어등에 방해받을 때는 3개를 사용하면 된다고 볼 수 있다.

따라서 본 연구에서는 이상의 점들을 기초로 하여 다음과 같은 세 가지 어구를 고안해 보았다.

㉠ 현용 어구를 축소·변형시킨 어구(그림 37) : 현용의 어구는 집어된 어군의 분포권 크기나 어획량에 비해 그 규모가 너무 크고 조업 선박 수가 많아서 조업 경비가 많이 소요되므로, 구조는 현용의 어구와 같게 하되 까래그물 앞쪽을 80m에서 50m로, 쇄의 길이를 50m에서 30m로, 쇄의 높이를 12.5m에서 10.0m로 각각 축소시키고, 조업 방법도 약간 바꾼 형태의 것이다. 즉, 불배를 사용하지 않는 대신 그물배에서 집어등을 부착한 부표를 수면에 띄우고 일정 길이의 집어등 전선과 부표 연결줄을 함께 내어 어군을 모은 후, 집어등 전선과 부표 연결줄을 붙잡은 채로 선회하면서 그물을 차례로 투하하고, 원래 위치로 되돌아 왔을 때 양망을 시작한다. 이러한 조업 형태가 가능해진다고 하면 어탐선과 불배의 필요성이 없어지므로 멸치 들망은 생력화가 크게 도모되는 셈이 된다.

㉡ 수암해식 어구(그림 38) : 이 어구의 구조는 전체적으로 콩치 봉수망에 가까우나 콩치 봉수망에서 사용하는 발줄 대신 철봉으로 된 암해를 부착하고 수해는 대나무로 만든 것으로서, 조업을 할 때는 배의 한 쪽 현에서 그물을 투하하여 조류에 의해 그물이 배에서 멀어지게 하고, 선수에 부착한 집어등에 의해 어군을 모은 뒤에 집어등 지지봉을 그물현 쪽으로 서서히 이동시킨 뒤에 어군이 놀라지 않도록 암해부터 서서히 잡아당겨 올려서 어군이 그물 위에 갇히도록 한다. 이 어구는 수해와 암해를 사용함으로써 그물의 수평 전개가 확실하다는 장점이 있으나, 수해와 암해를 배의 길이보다 길게 하기 곤란하다는 단점을 가진다.

㉢ 전개범식 어구(그림 39) : 이 어구는 그물을 길이보다 길이가 더 긴 직사각형으로 만들고 그 좌우 양쪽 상하부에 범포로 된 전개 장치를 부착한 형태의 것으로서, 조업 방법은 상기한 수암해식 어구와 거의 같으나, 전개 장치의 전개력을 조정함에 의해 그물의 크기를 자유롭게 조정할 수 있기 때문에, 수암해식 어구의 단점, 즉 그물의 길이가 배의 길이를 초과하기 곤란하다는 점을 개선한 것이라고 볼 수 있다.

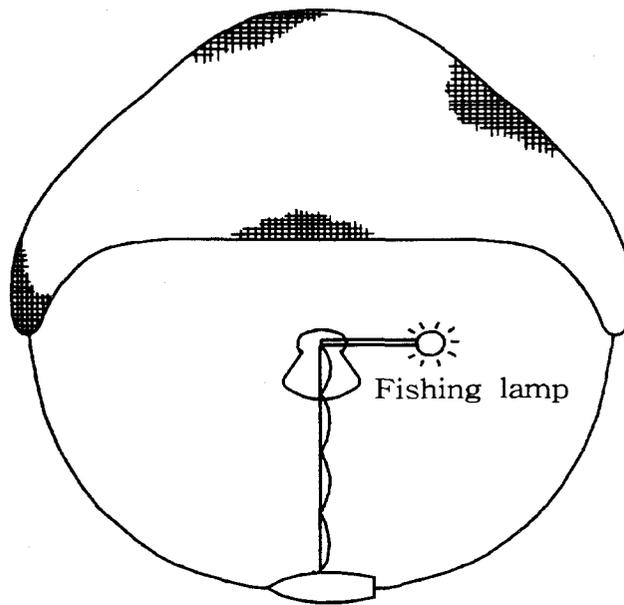
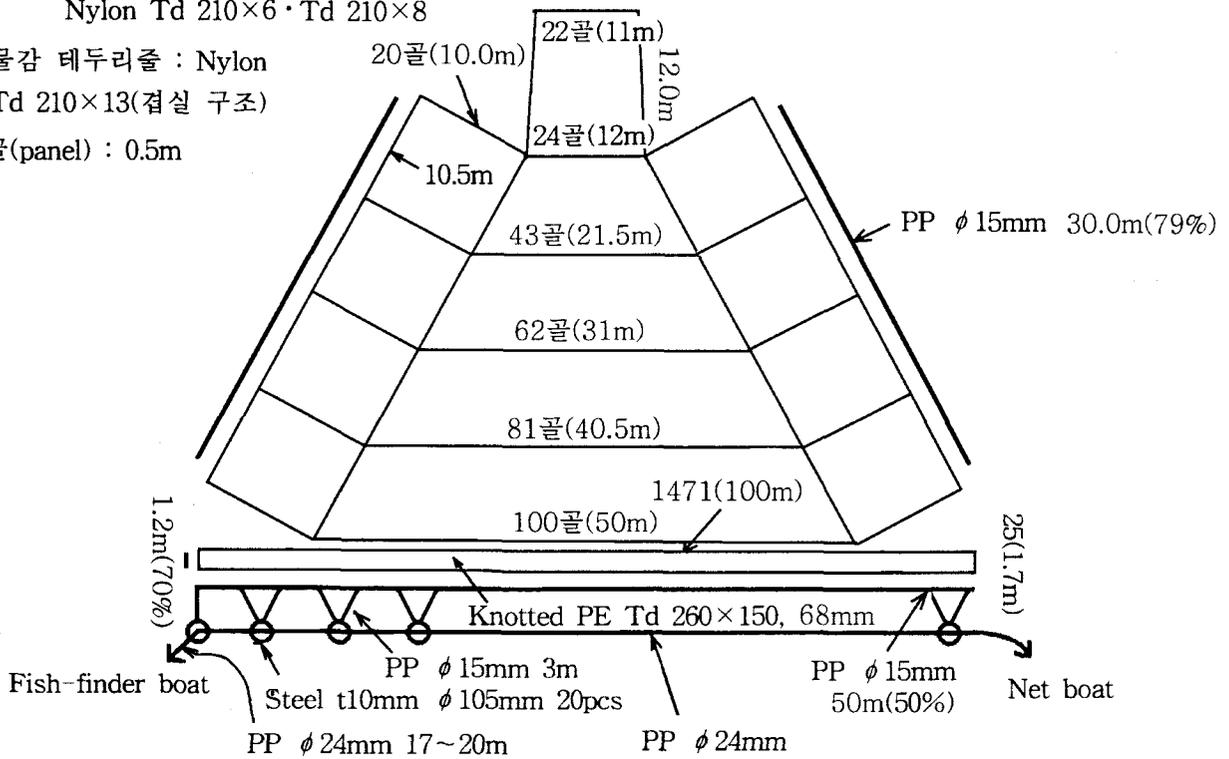
MAT : Minnow netting 120경(4.3mm) PP ϕ 15mm 9m(82%)

Nylon Td 210 \times 6 · Td 210 \times 8

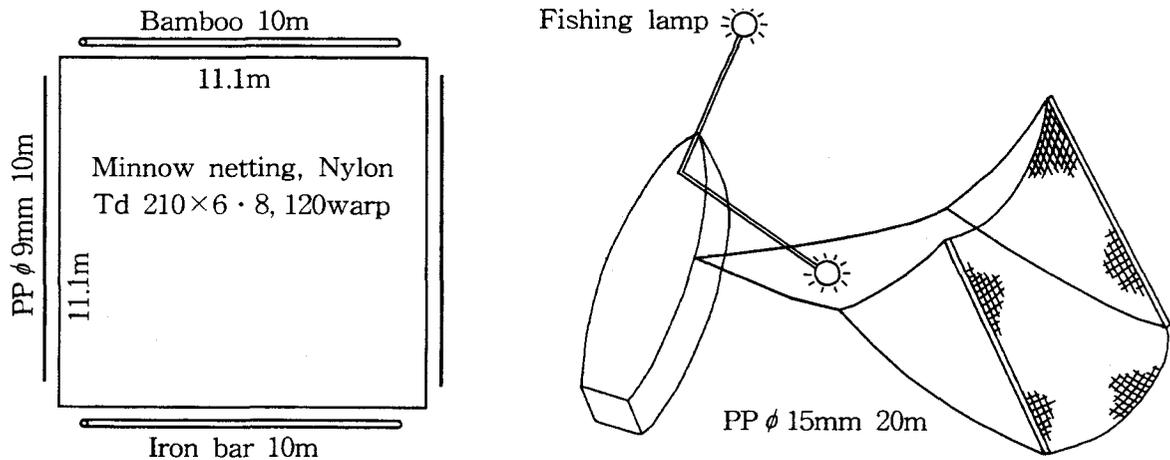
그물감 테두리줄 : Nylon

Td 210 \times 13(겹실 구조)

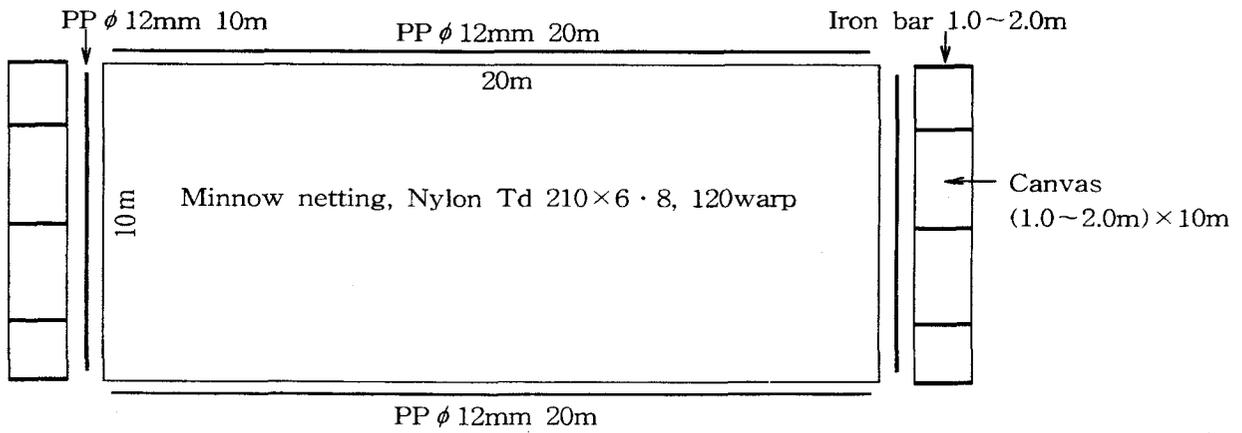
1골(panel) : 0.5m



<그림 37> 현용 어구를 축소·변형시킨 어구.



<그림 38> 수암해식 어구.



<그림 39> 전개범식 어구.

6. 개량형 어구들의 실험적 검토를 통한 최적 어구의 선정

전기했던 바와 같이 본 연구에서 개량형 멸치 들망으로 선정된 것은 현용 어구를 축소·변형시킨 어구(그림 37)와 수암해식 어구(그림 38) 및 전개범식 어구(그림 39)의 세 가지이기 때문에, 이들 중 어느 것이 개량형 멸치 들망으로 가장 적합하고 그것의 구체적인 구조와 규모 및 규격이 어떠해야 하는가를 찾아내는 것이 중요하다. 그러나 이를 위해서는 모형 실험을 통해 각 어구의 성능을 비교하고 그 결과로부터 개량형 멸치 들망으로 가장 적합한 어구를 선정된 뒤에, 그것의 구조와 규모 및 구성 재료를 여러 가지로 바꿔 가면서 구체적인 모형 실험 및 실물 실험을 행하는 것이 가장 바람직하다고 볼 수 있기 때문에, 본 연구에서는 이러한 연구를 효과적으로 수행하기 위하여 다음과 같은 실험을 실시하였다.

- 현용 어구를 축소·변형시킨 어구의 1/10 모형 실험
- 수암해식 어구의 1/5 모형 실험
- 전개범식 어구의 1/10 모형 실험
- 개량형 어구들의 장단점 비교를 통한 최적 어구의 선정
- 최적 어구로 선정된 전개범식 어구의 바람직한 구조·규모·구성 재료 도출을 위한 1/4 모형 실험
- 전개범식 어구의 실물 제작 및 전개 성능 조사

가. 모형 어구의 제작 및 실험 방법

어구에 관한 모형 실험은 모형과 실물 어구와의 기하학적 및 역학적 관계를 규정한 모형 수칙에 따라 행해야 하고, 이러한 모형 수칙에는 여러 가지 것이 있지만(Tauti⁶⁾, Dickson⁷⁾, Kawakami⁸⁾, 宮崎⁹⁾, Fridman¹⁰⁾) 구체적인 자료를 사용하여 실물과 모형과의 관계를 정도 높게 규정한 최근의 것으로는 김(金^{10,11)})의 수칙이 있기 때문에, 본 연구에서는 이 수칙에 따라 모형 실험을 실시하였다.

따라서 우선 김(金^{10,11)})이 제시한 모형 수칙의 원리 및 그에 따른 실물과 모형과의 관계를 보면, 그물은 어떤 것이든지 그것의 영역권 내로 물을 유입한 후 영역권 밖으로 투과시키는 하나의 유공성 구조물로 간주할 수 있으므로, 벽 면적이 S 되는 그물이 유속 v 에서 받는 유수저항 R 을

$$R = k S v^2 \quad (3)$$

으로 표시하면, 저항계수 k 는 흐름에 수직인 평면에 대한 그물 입구의 투영 면적을 S_m , 그물 전체의 투영 면적을 S_n , 레이놀즈수를 R_e 라 할 때

$$k = f\left(R_e, \frac{S_m}{S}, \frac{S_n}{S_m}\right) \quad (4)$$

으로 주어지고, 이들로부터 실물(첨자 1)과 모형(첨자 2)과의 관계를 구하면 다음과 같아진다. 단, L_2/L_1 는 축척비이다.

- ㉠ 그물실의 지름 d 와 그물코 크기 $2l$ 의 비 : $\frac{d_2}{d_1} = \sqrt{\frac{l_2}{l_1}}$
- ㉡ 그물콧수 N 과 그물코의 전개각 φ 의 비 : $\frac{N_2}{N_1} = \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^{1.5} \frac{L_2}{L_1}$, $\varphi_1 = \varphi_2$
- ㉢ 밧줄의 지름 d_r 과 길이 l_r 의 비 : $\frac{l_{r2}}{l_{r1}} = \frac{L_2}{L_1}$, $\frac{d_{r2}}{d_{r1}} = \sqrt{\frac{L_2(\rho_{r2} - \rho_{w2})}{L_1(\rho_{r2} - \rho_{w1})}}$
- ㉣ 부속구의 부력 B 와 침강력 W 의 비 : $\frac{B_2}{B_1} = \frac{W_2}{W_1} = \left(\frac{L_2}{L_1}\right)^2$
- ㉤ 실험 유속 v 의 비 : $v_1 = v_2$
- ㉥ 유수저항 R 의 비 : $\frac{R_2}{R_1} = \left(\frac{L_2}{L_1}\right)^2$

그런데 모형 실험의 경우 축척비를 너무 작게 해서 모형 어구의 크기를 매우 작게 하고 수조에서 실험하면 모형 어구의 제작 및 실험 자체가 편리해지는 장점이 따르기는 하나, 실물 어구에서 발생해야 할 현상들이 재현되지 않는 경우가 많고 실험 과정에서 생기는 작은 오차도 실물 어구로 환산하면 매우 커지며, 특히 멀치 들망의 경우는 여자 그물감으로 구성되는 관계로 일반 매듭 그물감과 달리 그물실의 굵기나 그물코의 크기를 축소시키는 것도 불가능하기 때문에, 본 연구에서는 모형 어구의 크기를 실물 어구의 현상들이 훼손되는 일이 없도록 가능한 한 크게 하여 5톤 크기의 어선으로 해상에서 실험하는 것을 원칙으로 하였다.

그런데 어느 어구 할 것 없이 모형 제작용 그물감은 모두 현용의 실물 어구에서 사용하는 것과 완전히 같은 Nylon Td 210×6·8, 120경(4.3mm)을 사용하였기 때문에, 전기했던 모형 수척 중 그물실의 지름 d , 그물코의 크기 l 과 전개각 φ 및 수 N , 밧줄의 지름 d_r 과 길이 l_r , 부속구의 부력 B 와 침강력 W , 유속 v 및 그물의 유수저항 R 의 비는

$$\frac{d_2}{d_1} = \frac{l_2}{l_1} = 1, \quad \frac{N_2}{N_1} = \frac{L_2}{L_1}, \quad \varphi_1 = \varphi_2, \quad \frac{d_{r2}}{d_{r1}} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}}, \quad \frac{l_{r2}}{l_{r1}} = \frac{L_2}{L_1},$$

$$\frac{B_2}{B_1} = \frac{W_2}{W_1} = \left(\frac{L_2}{L_1}\right)^2, \quad v_1 = v_2, \quad \frac{R_2}{R_1} = \left(\frac{L_2}{L_1}\right)^2$$

가 되는데, 이상에서 밧줄의 지름 d_r 은 어구 저항에 큰 영향을 끼치지 않으므로 적절히 정하는 것으로 하였고, 뜸의 부력 B 와 밧줄의 침강력 W 는 미리 정하지 않고 모형 실험

을 통해 구하는 것으로 하였다. 즉, 수암해식 어구와 전개범식 어구는 전기했던 <그림 38> 및 <그림 39>에서 보았던 바와 같이 뜬, 발돋 등과 같은 부속구의 부력 및 침강력이 전혀 정해지지 않았고, 현용 어구를 축소·변형시킨 어구는 현용 어구의 부력과 침강력을 기준으로 하여 부력과 침강력을 정할 수는 있으나, 현용 어구의 부력과 침강력은 부적절한 값이라고 생각되어 그대로 이용하기가 곤란하였기 때문에, 3가지 어구 모두에 있어 부속구의 부력과 침강력은 모형 실험을 통해 정하는 것으로 하였다.

모형 실험은 모형 어구의 수중 형상과 전개 성능을 관찰하기 위한 것과 유수저항을 측정하기 위한 것으로 나누어 실시하였는데, 수중 형상과 전개 성능의 관찰은 해상의 유속이 0.1~0.2m/sec 범위일 때 행하였고, 어구의 유수저항은 유속이 0.05~0.45m/sec 범위일 때 측정하였다. 이들 중 유수저항을 측정할 때는 어구를 지지하는 줄을 배의 현측에 설치된 롤러를 통과시켜서 좌우 편각 및 상하 각이 0°가 되도록 하고 그 끝을 전자전지식 장력계(CAS, 100kg, 200kg)에 연결하여 장력을 측정하였으며, 이 경우 어구 지지줄과 롤러와의 마찰력은 배의 진동으로 인한 오차에 비해 매우 작았기 때문에 무시하였다.

나. 현용 어구를 축소·변형시킨 어구의 1/10 모형 실험

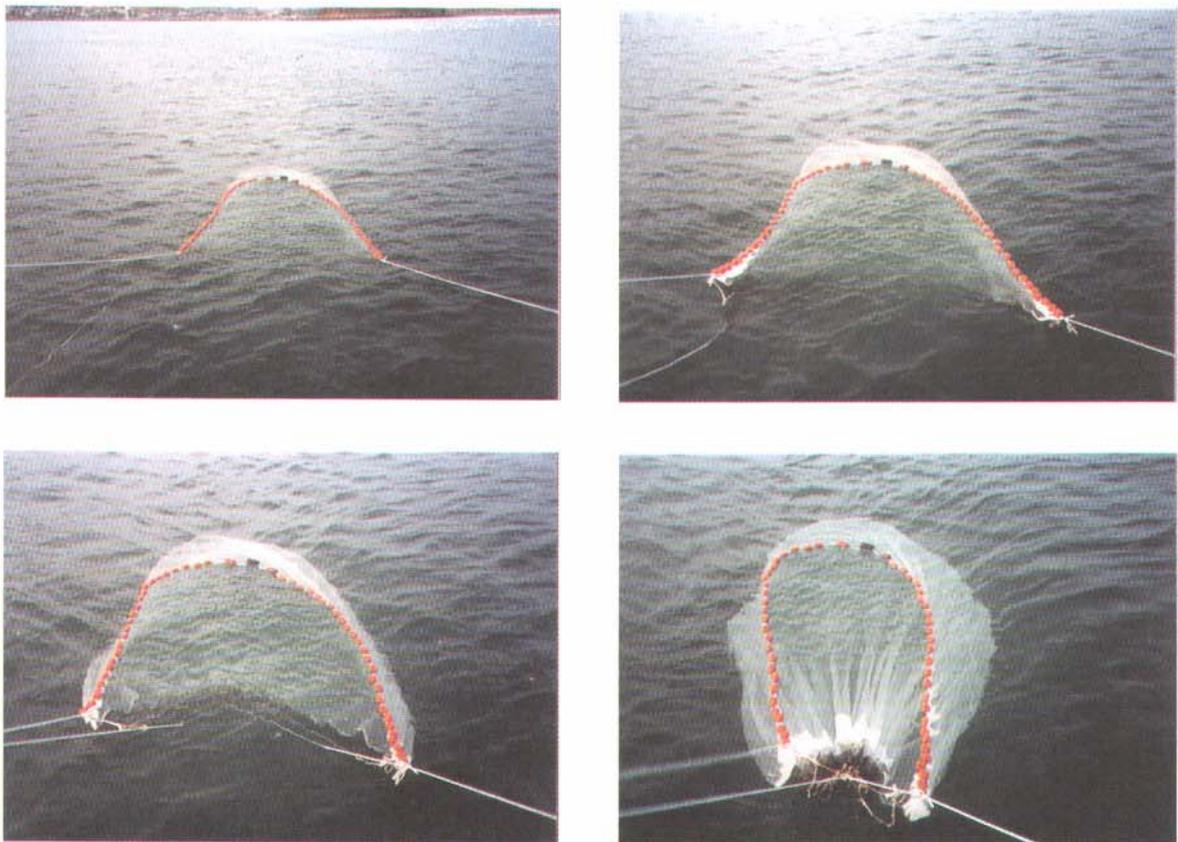
<그림 37>에 표시한 현용 어구를 축소·변형시킨 어구에 대해 전기했던 모형 수칙을 적용하여 1/10 모형 어구를 설계한 결과는 <그림 40>과 같다. 그런데 전기했던 바와 같이 이 모형 어구에 있어 부속구, 즉 뜬과 발돋의 적정 부력과 침강력은 실험을 통해 정하는 것으로 하였기 때문에, 본 연구에서는 이들 부력과 침강력을 결정하기 위한 실험을 먼저 행하고, 결정된 부력과 침강력을 부여하여 어구의 수중 형상을 관찰하였다.

먼저, 뜬의 적정 부력과 발돋의 적정 침강력을 구하는 데 있어서는 처음에는 소형의 뜬과 발돋을 소수 부착하고 그 수를 차차로 늘려가면서 그물의 수중 형상을 관찰한 후, 그물이 유속 0.1~0.2m/sec 범위에서 크게 긴장하지 않으면서 상하로 잘 전개될 때의 값을 적정 부력과 침강력으로 정하였다. 그 결과, 뜬의 총 부력은 2,600g, 발돋의 총 침강력은 507g(짐줄 고리의 침강력 23g 포함)으로 하는 것이 적절하다고 판단되었기 때문에, 뜬의 총 부력은 발돋의 총 침강력의 약 4.9배가 된다.

그런데 <그림 37>의 실물 어구는 그물배를 선회시키면서 그물을 차례로 투하하고 원래 위치로 되돌아 왔을 때 양망을 시작하는 조업 형태를 취하고 있으나, <그림 40>의 1/10 모형은 크기가 작아서 이와 같은 조업 형태를 취할 수 없기 때문에, 본 연구에서는 기존의 조업 형태와 유사한 방법으로 실험하되, 그물배의 선회에 의한 투망 방식을 취할 때는 그물의 형상이 어떻게 달라지는가도 함께 조사하였다. 즉, 기존의 조업 형태를 보면

는 데 사용되는 키(winnow) 모양을 이루고 있지만, 수중에서는 그물감이 주로 뜬줄에 지지된 채로 뒤쪽으로 날리기 때문에 그것과는 전혀 달리 자루 모양을 이루게 되며, 그물감이 뜬줄부 쪽에서 가장 크게 긴장되고 까래그물 쪽으로 갈수록 느슨해지며 그물감에 놀아나는 부분이 많이 생기기 때문에, 그물 곳곳에 움살이 많이 생기는 것 같다.

다음, 그물배의 선회 방식에 의한 투망 종료시와 마찬가지로 일정 거리만큼 벌려진 양쪽 끝줄을 중앙 쪽으로 급히 합친 다음 그물의 변형 과정을 관찰한 결과에 의하면, 조류가 거의 없을 때는 그물 입구가 양쪽 끝줄을 인양함에 따라 서서히 좁아지는 경향이었으나, 조류가 0.1m/sec만 되어도 수 초 이내에 그물의 양쪽 끝이 완전히 좁아져버렸다.

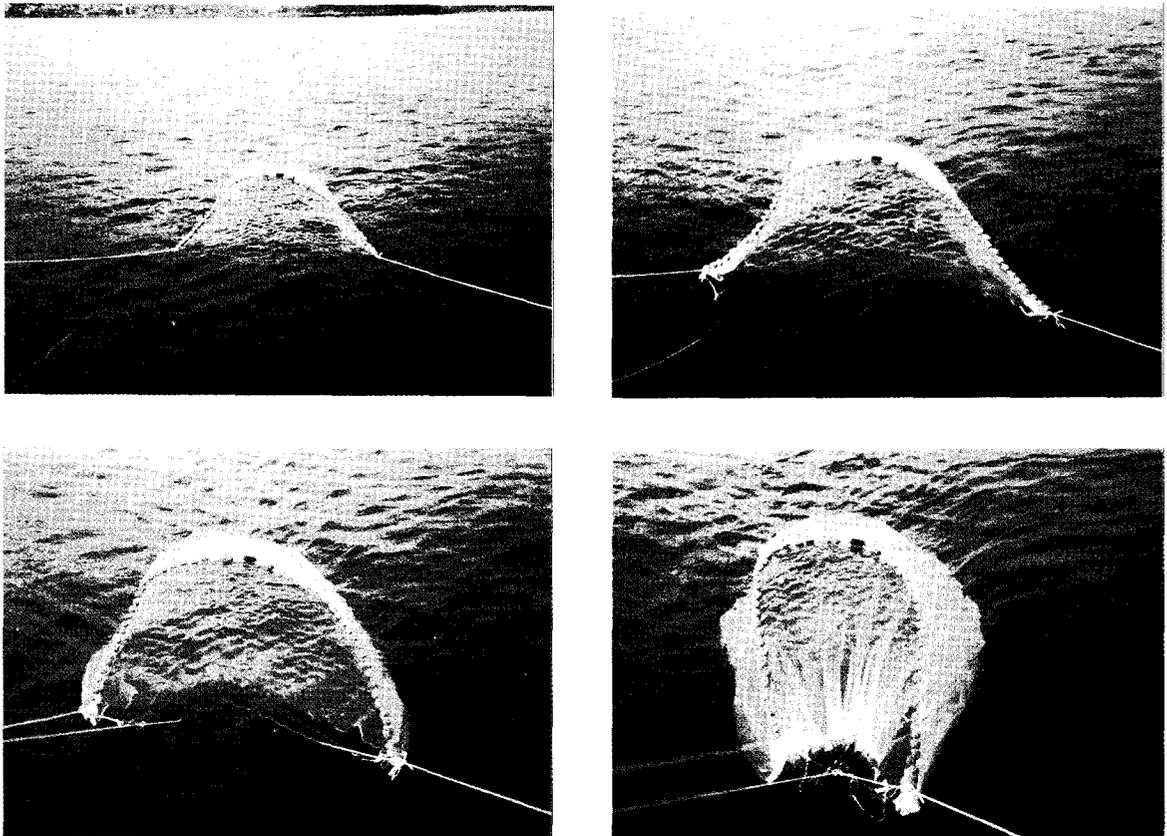


<그림 41> 현용 어구를 축소·변형시킨 어구에 대한 1/10 모형의 수중 형상(뜸의 총 부력: 2,600g, 발들의 총 침강력: 507g, 유속: 0.1~0.2m/sec).

이상의 결과들로부터 보면, 현용 어구를 축소·변형시킨 어구는 우선 구조 및 구성 방법이 부적절할 뿐만 아니라 설계도만으로는 그들의 수중 형상을 예측하기 곤란한 어구라는 것을 알 수 있는데, 특히 그물감 곳곳에 생기는 움살은 장력의 불균형을 초래하여 그물감의 강도를 감소시키고 해저 등의 장애물에도 걸리기 쉬워지도록 하여 파망 사고를 일으키는 원인이 될 뿐만 아니라, 그물 위의 어군을 놀라게 하는 원인이 될 수도 있기

는 데 사용되는 키(winnow) 모양을 이루고 있지만, 수중에서는 그물감이 주로 뜬줄에 지지된 채로 뒤쪽으로 날리기 때문에 그것과는 전혀 달리 자루 모양을 이루게 되며, 그물감이 뜬줄부 쪽에서 가장 크게 긴장되고 까래그물 쪽으로 갈수록 느슨해지며 그물감에 돌아나는 부분이 많이 생기기 때문에, 그물 곳곳에 움살이 많이 생기는 것 같다.

다음, 그물배의 선회 방식에 의한 투망 종료시와 마찬가지로 일정 거리만큼 벌려진 양쪽 끝줄을 중앙 쪽으로 급히 합친 다음 그물의 변형 과정을 관찰한 결과에 의하면, 조류가 거의 없을 때는 그물 입구가 양쪽 끝줄을 인양함에 따라 서서히 좁아지는 경향이었으나, 조류가 0.1m/sec만 되어도 수 초 이내에 그물의 양쪽 끝이 완전히 좁아져버렸다.



<그림 41> 현용 어구를 축소·변형시킨 어구에 대한 1/10 모형의 수중 형상(뜸의 총 부력: 2,600g, 발돌의 총 침강력: 507g, 유속: 0.1~0.2m/sec).

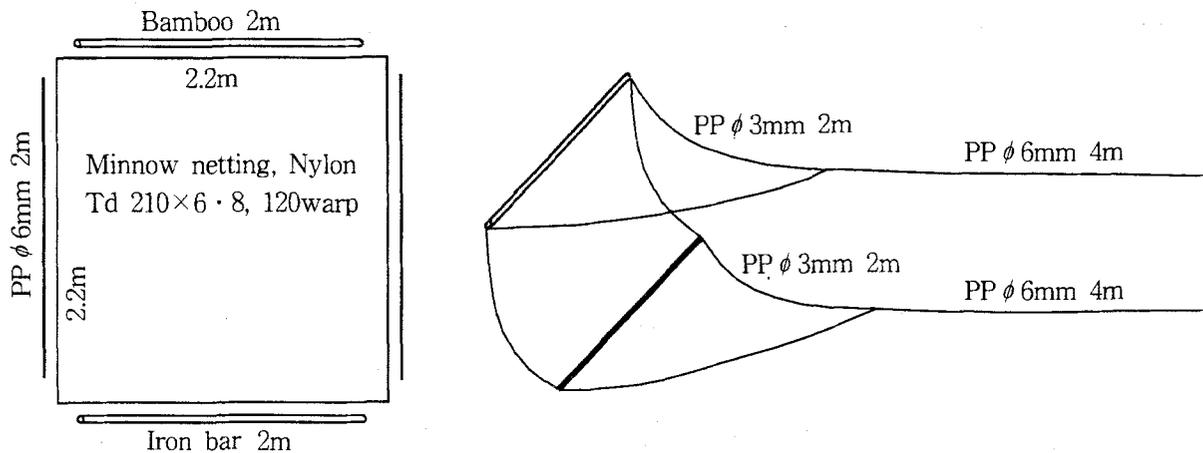
이상의 결과들로부터 보면, 현용 어구를 축소·변형시킨 어구는 우선 구조 및 구성 방법이 부적절할 뿐만 아니라 설계도만으로는 그들의 수중 형상을 예측하기 곤란한 어구라는 것을 알 수 있는데, 특히 그물감 곳곳에 생기는 움살은 장력의 불균형을 초래하여 그물감의 강도를 감소시키고 해저 등의 장애물에도 걸리기 쉬워지도록 하여 파망 사고를 일으키는 원인이 될 뿐만 아니라, 그물 위의 어군을 놀라게 하는 원인이 될 수도 있기

때문에, 이와 같은 그물 곳곳의 움살은 매우 나쁜 현상이라고 볼 수 있다.

또한, 현용 어구를 축소·변형시킨 어구는 그물을 전개시키는 장치가 전혀 없이 그물배의 선회에 의해 그물 입구가 전개되고, 그물배가 한 바퀴 선회하여 투망 시작점에 도착한 뒤에 양쪽 끝줄을 붙잡고 양망하는 조업 형태를 취하고 있으나, 조류가 조금만 있어도 양쪽 끝줄을 붙잡자마자 그물 입구가 쉽게 좁아져버리기 때문에, 이 어구는 조류가 거의 없을 때에 한해서 사용 가능하고, 실제 어장과 같이 항상 조류가 있는 곳에서는 그물배가 투망 시작점에 도착한 후 매우 빨리 양망 과정에 들어가지 않는 한 포위한 어군이 끝줄 밖으로 도피해버리는 것을 방지하기가 어렵다고 볼 수 있다.

다. 수압해식 어구의 1/5 모형 실험

<그림 38>의 수압해식 어구에 대해 전기했던 모형 수칙을 적용하여 1/5 모형 어구를 설계한 결과는 <그림 42>와 같다. 이것에서 수해는 대나무로 제작하고 암해는 철봉으로 제작하였는데, 이 어구 역시 수해와 암해의 적정 부력과 침강력은 실험을 통해 정하는 것으로 하였기 때문에, 본 연구에서는 이들 부력과 침강력을 결정하기 위한 실험을 먼저 행하고, 결정된 부력과 침강력을 부여하여 어구의 수중 형상을 관찰하는 것으로 하였다.

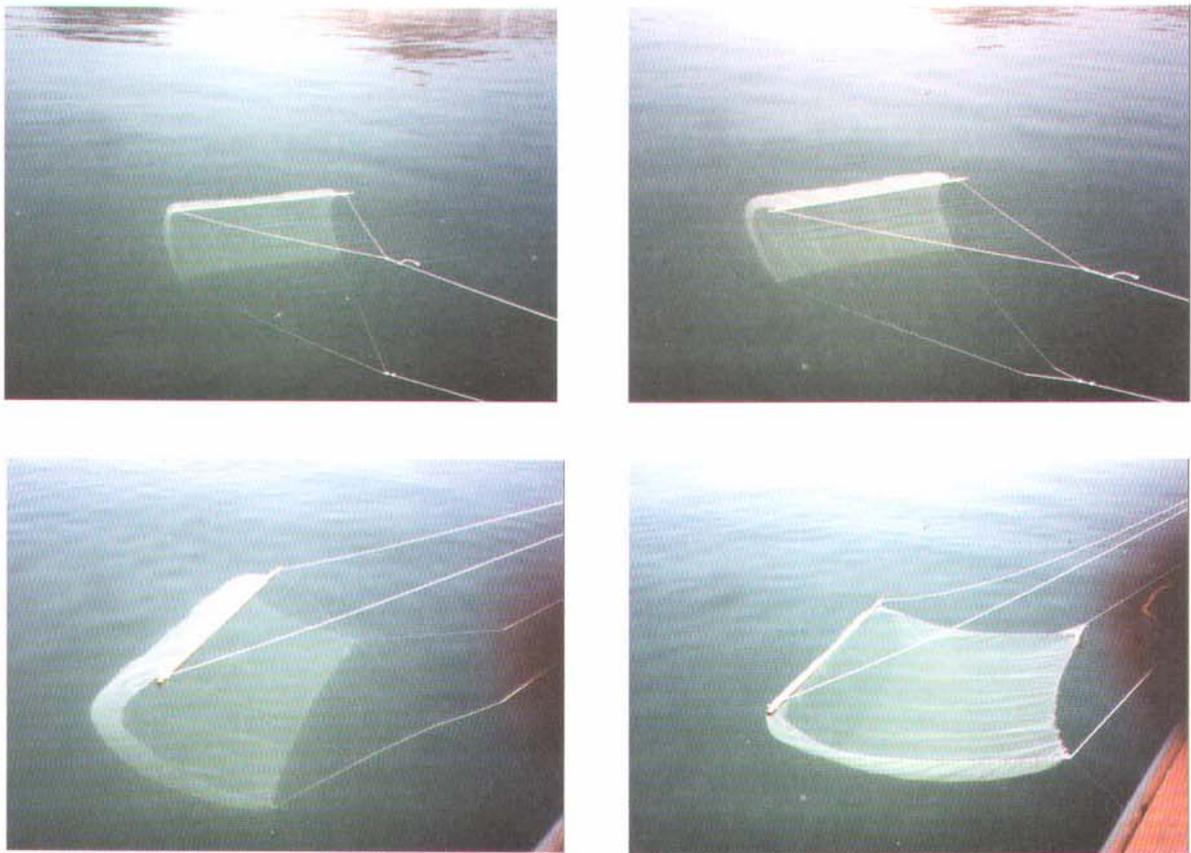


<그림 42> 수압해식 어구의 1/5 모형.

그런데 <그림 42>의 모형 어구에 있어 그물감은 평면 형태로 설계될지라도 평소 조업시에는 조류에 날려 조하 쪽으로 약간 볼록해져 있는 것이 그물 부근의 어군을 놀라게 하지 않을 뿐만 아니라 그물 밖으로의 어군 탈출을 방지하는 측면에서도 좋을 것이라고 생각되었기 때문에, 이들 수해와 암해의 적정 부력 및 침강력을 구하는 데 있어서는 유속이 0.1~0.2m/sec일 때 수해와 암해의 수중 간격이 옆줄 길이의 70% 정도가 될 때를

그물의 최적 형상이라고 간주하고, 대나무와 철봉을 매우 가는 것부터 시작하여 차차로 그 두께를 늘려가면서 상기 간격이 얻어질 때의 수해와 암해의 두께를 적정 부력과 침강력을 가진 수해 및 암해로 정하였다.

이러한 방법에 의해 구한 수해의 부력은 1,438g이고 암해의 침강력은 537g이므로, 이들 수해와 암해를 부착하여 어구를 구성한 후, 실험 해역의 유속이 0.1~0.2m/sec일 때 어구의 수중 형상을 조사하였는데, 그 결과는 <그림 43>과 같다. 이것에서 보면, 그물은 수해와 암해의 작용으로 인해 수평 방향으로 거의 만곡되지 않고 연직 방향으로만 크게 만곡되는데, 그물이 배 가까이 접근했을 때 그것을 들어올리기 위해 암해를 잡아당기면 연직 방향의 만곡도가 급격히 작아지면서 그물이 평면에 가까워진다.

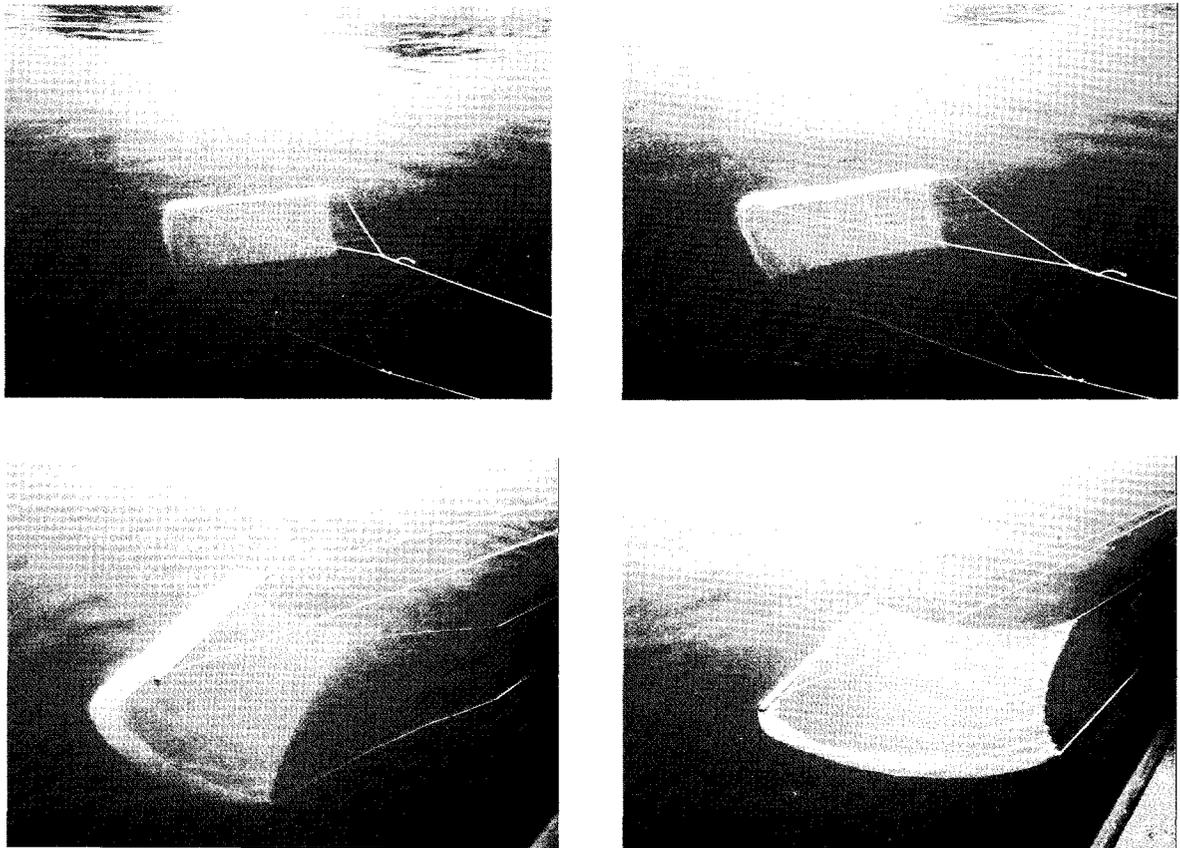


<그림 43> 수압해식 어구에 대한 1/5 모형의 수중 형상(수해 부력: 1,438g, 암해 침강력: 537g, 유속: 0.1~0.2m/sec).

그런데 그물이 수평 또는 연직 방향으로 만곡되는 정도가 작으면 실제 조업시 그 쪽 방향에서의 어군 차단 거리가 커지기는 하나 어군을 그물 속에 가두기가 곤란해지기 때문에 그물은 수평 및 연직 방향으로 크게 만곡되는 것이 좋다고 볼 수 있는데, 그물이 연

그물의 최적 형상이라고 간주하고, 대나무와 철봉을 매우 가는 것부터 시작하여 차차로 그 두께를 늘려가면서 상기 간격이 얻어질 때의 수해와 암해의 두께를 적정 부력과 침강력을 가진 수해 및 암해로 정하였다.

이러한 방법에 의해 구한 수해의 부력은 1,438g이고 암해의 침강력은 537g이므로, 이들 수해와 암해를 부착하여 어구를 구성한 후, 실험 해역의 유속이 0.1~0.2m/sec일 때 어구의 수중 형상을 조사하였는데, 그 결과는 <그림 43>과 같다. 이것에서 보면, 그물은 수해와 암해의 작용으로 인해 수평 방향으로 거의 만곡되지 않고 연직 방향으로만 크게 만곡되는데, 그물이 배 가까이 접근했을 때 그것을 들어올리기 위해 암해를 잡아당기면 연직 방향의 만곡도가 급격히 작아지면서 그물이 평면에 가까워진다.



<그림 43> 수암해식 어구에 대한 1/5 모형의 수중 형상(수해 부력: 1,438g, 암해 침강력: 537g, 유속: 0.1~0.2m/sec).

그런데 그물이 수평 또는 연직 방향으로 만곡되는 정도가 작으면 실제 조업시 그 쪽 방향에서의 어군 차단 거리가 커지기는 하나 어군을 그물 속에 가두기가 곤란해지기 때문에 그물은 수평 및 연직 방향으로 크게 만곡되는 것이 좋다고 볼 수 있는데, 그물이 연

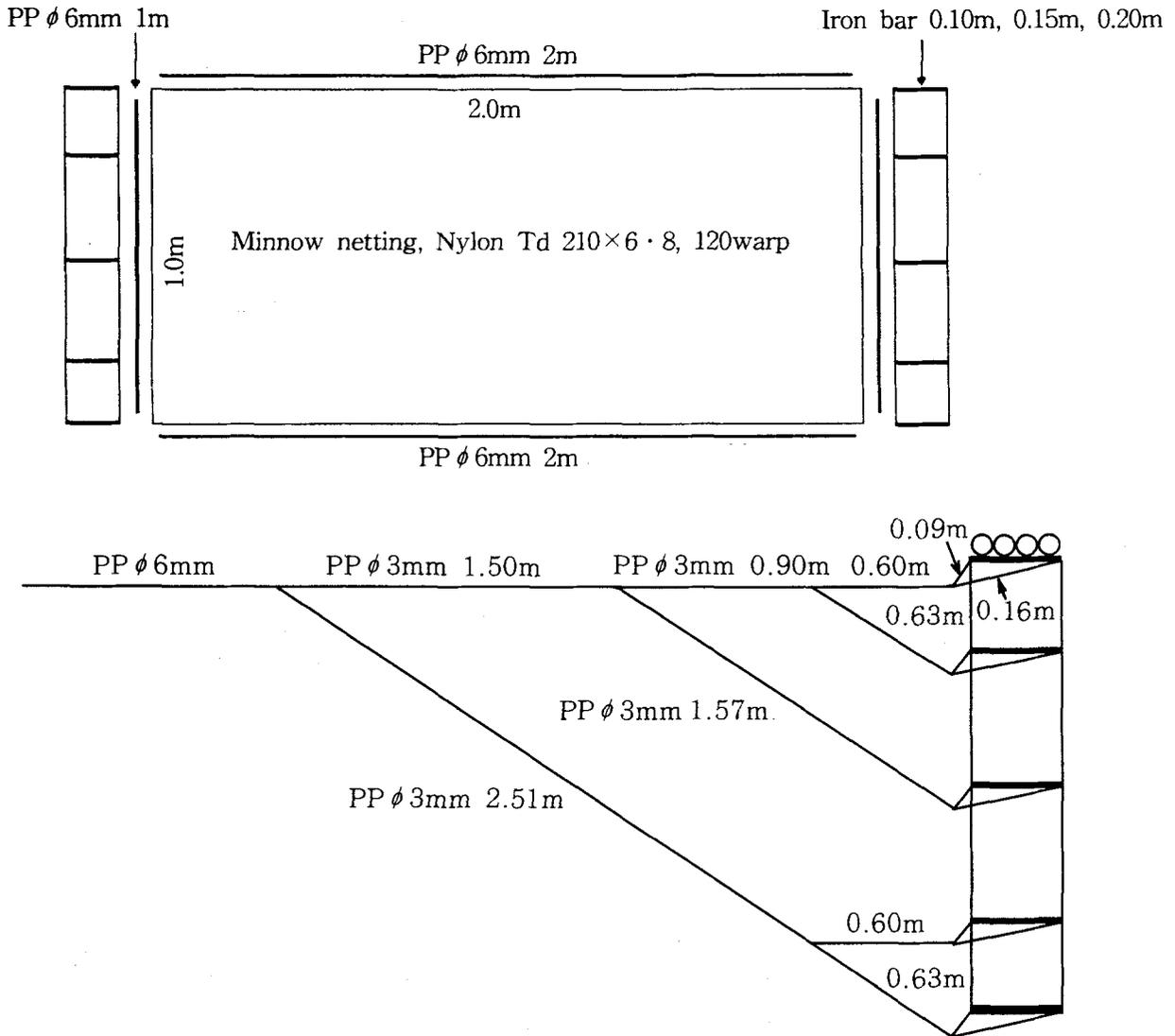
직 방향으로 크게 만곡되다가도 양망을 위해 암해를 잡아당기면 평면에 가까워져버리기 때문에, 수암해식 어구는 양망시에 그물이 그 위에 놓인 어군을 위협하여 그물 밖으로 쫓아버릴 염려가 큰 어구라고 볼 수 있다. 물론, 그물의 만곡도를 크게 하는 방법으로는 그물감의 성형률을 가로 및 세로 방향으로 작게 하는 방법이 있긴 하나, 그 성형률을 매우 작게 한다 해도 그물감의 소요량만이 크게 증대될 뿐 수해·암해로 인해 만곡도가 어느 이상으로 커지기는 곤란하기 때문에, 수암해식 어구에 있어 그물의 만곡도를 크게 하는 것은 근본적으로 해결하기 어려운 문제라고 볼 수 있다.

라. 전개범식 어구의 1/10 모형 실험

전기했던 바와 같이 <그림 39>에 표시된 전개범식 어구는 그물을 직사각형으로 하고 그 좌우 양쪽에 범포로 된 전개 장치를 부착하여 그것의 전개력으로 그물을 전개시키는 형태의 것으로서, 조업 방법은 전기했던 수암해식 어구와 거의 같으나, 그물의 규모가 그물배의 크기에는 관계없이 전개 장치의 전개력에 의해 결정된다는 것이 수암해식 어구와 크게 다르다. 따라서 이 어구에서는 그물의 적정 규모가 정해지면 그것을 적정 크기로 전개시킬 수 있는 전개 장치의 전개력이 구해져야 하고, 그 전개력은 전개 장치의 면적, 즉 전개 장치의 길이와 깊이에 따라 결정되어야 하는데, 여기서 전개 장치의 깊이는 그물의 깊이와 같아야 하고 그물의 깊이는 조업 어장의 수심과 같게 하는 것이 좋기 때문에, 멸치 들망의 조업 어장인 가막만 해역의 최대 수심이 10m 내외인 것을 고려하여 전개 장치의 깊이를 10m로 고정하고 전개 장치의 길이는 실험을 통해 1~2m 범위에서 찾아내는 것으로 하였다.

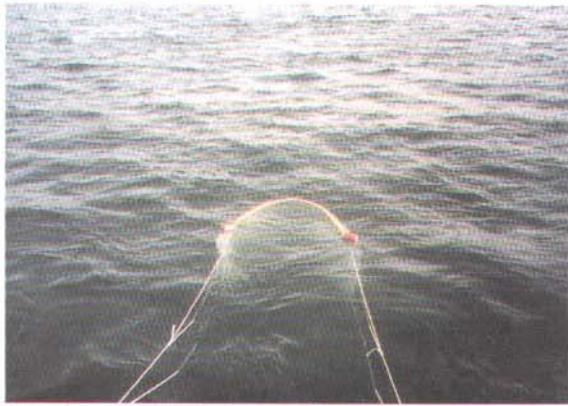
따라서 본 연구에서는 <그림 39>의 전개범식 어구에 대해 전기했던 모형 수칙을 적용하여 <그림 44>와 같은 1/10 모형 어구를 설계·제작하되, 전개 장치의 깊이는 100cm로 일정하게 하고 그 길이는 10~20cm 범위에서 찾아내는 것으로 하여, 깊이가 100cm이고 길이가 각각 10cm와 15cm 및 20cm 되는 세 가지 전개 장치를 Nylon 천을 부착하여 제작하였다. 단, 이 어구 역시 각부 부력과 침강력은 실험을 통해 구하는 것으로 하였기 때문에, 뜬줄과 발줄에 부착하는 뜬과 발돌 및 전개 장치의 상단에 부착하는 뜬과 하단에 부착하는 철봉에 대해 처음에는 그 부력과 침강력을 매우 작게 하였다가 점차 증가시켜 가면서 유속이 0.1~0.2m/sec일 때 망고가 옆줄 길이의 90% 이상 되는 값을 적정 부력과 침강력으로 정하였다. 그 결과 뜬줄에서의 부력은 1,000g, 발줄에서의 침강력은 400g으로 정해졌고, 전개 장치 상단에서의 부력은 좌우 각각 320g, 전개 장치 하단에서의 침강력은 좌우 각각 176g으로 정해졌기 때문에, 이들 부력과 침강력을 부여하여 어구를 완

성하고 유속이 0.1~0.2m/sec일 때 배에서의 양쪽 그물 지지줄(그물에서 배로 연결되는 밧줄)의 간격을 뜰줄 길이의 1/2인 1m로 하여 어구의 수중 형상을 조사하였다.



<그림 44> 전개범식 어구의 1/10 모형.

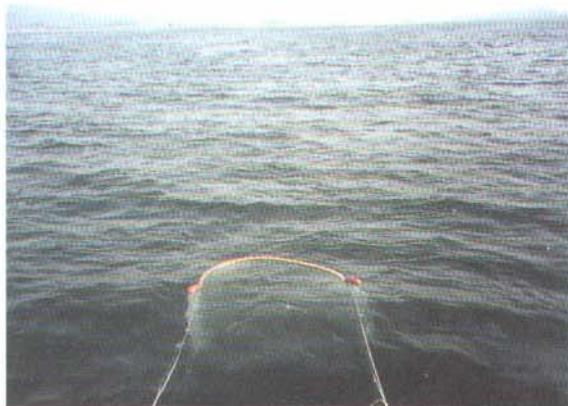
<그림 45>는 전개범식 어구의 1/10 모형에 대해 상기한 실험 조건으로 조사한 수중 형상을 나타내는데, 이것으로부터 각각의 경우에 대한 망폭(뜰줄의 양끝 사이의 간격)과 총 전개폭(좌우 전개 장치의 양끝 사이의 간격)을 구하고, 다시 뜰줄 길이에 대한 망폭의 비 및 뜰줄과 좌우 전개 장치를 합한 길이에 대한 총 전개폭의 비를 계산하면(표 11), 망폭은 뜰줄 길이의 53~69% 범위에서 변화하고 총 전개폭은 뜰줄과 좌우 전개 장치를 합한 길이의 55~71% 범위에서 변화하며, 둘 다 전개 장치의 길이가 커질수록 커지는 경향이다.



(L=10cm)



(L=15cm)



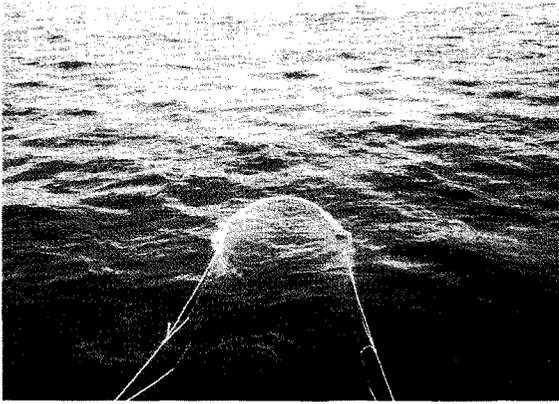
(L=20cm)

<그림 45> 전개범식 1/10 모형 어구의 수중 형상(L: 전개 장치 길이, 뜰줄 및 밧줄에서의 부력: 각각 1,000kg 및 400g, 전개 장치 상단에서의 부력과 하단에서의 침강력: 각각 320g 및 176g, 유속: 0.1~0.2m/sec).

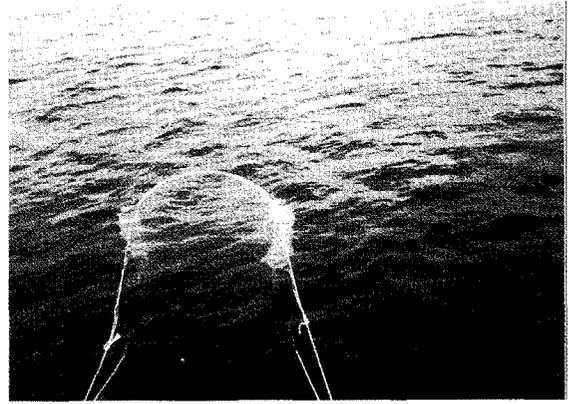
<표 11> 전개범식 1/10 모형 어구의 전개 정도(L_n : 뜰줄 길이, L_t : 뜰줄과 좌우 전개 장치를 합한 길이: L_t)

전개 장치 길이(cm)	망폭 B_n (cm)	B_n/L_n (%)	총 전개폭 B_t (cm)	B_t/L_t (%)
10	105	53	120	55
15	126	63	148	64
20	138	69	170	71

이상의 결과에 있어서 전개 장치의 길이가 커질수록 망폭이 커지는 것은 전개 장치의 길이가 커질수록 그 면적이 커지고 그에 따라 그것의 전개력이 커지기 때문으로 볼 수 있는데, 전기했던 바와 같이 수면에 대한 집어등 불빛의 조명 범위는 지름이 5m 정도이고 멸치 어군은 그 범위 내에서 유영 운동을 하므로 이를 1/10로 축소하면 50cm가 되는데 비해, 1/10 모형 어구의 경우 총 전개폭은 전개 장치의 길이가 각각 10cm, 15m 및 20cm일 때 각각 120cm, 148cm 및 170cm가 되므로, 어떤 길이의 전개 장치를 사용한다



(L=10cm)



(L=15cm)



(L=20cm)

<그림 45> 전개범식 1/10 모형 어구의 수중 형상(L: 전개 장치 길이, 뜰줄 및 밧줄에서의 부력: 각각 1,000kg 및 400g, 전개 장치 상단에서의 부력과 하단에서의 침강력: 각각 320g 및 176g, 유속: 0.1~0.2m/sec).

<표 11> 전개범식 1/10 모형 어구의 전개 정도(L_n : 뜰줄 길이, L_t : 뜰줄과 좌우 전개 장치를 합한 길이: L_t)

전개 장치 길이(cm)	망폭 B_n (cm)	$B_n/L_n(\%)$	총 전개폭 B_t (cm)	$B_t/L_t(\%)$
10	105	53	120	55
15	126	63	148	64
20	138	69	170	71

이상의 결과에 있어서 전개 장치의 길이가 커질수록 망폭이 커지는 것은 전개 장치의 길이가 커질수록 그 면적이 커지고 그에 따라 그것의 전개력이 커지기 때문으로 볼 수 있는데, 전기했던 바와 같이 수면에 대한 집어등 불빛의 조명 범위는 지름이 5m 정도이고 멸치 어군은 그 범위 내에서 유영 운동을 하므로 이를 1/10로 축소하면 50cm가 되는데 비해, 1/10 모형 어구의 경우 총 전개폭은 전개 장치의 길이가 각각 10cm, 15m 및 20cm일 때 각각 120cm, 148cm 및 170cm가 되므로, 어떤 길이의 전개 장치를 사용한다

해도 망폭은 어군 폭보다 훨씬 더 커서 멀치 어군을 어획하는 데에는 별다른 문제가 없다고 볼 수 있다. 그러나 멀치 어군의 안정적인 어획을 위해서는 어구의 총 전개폭이 크면 클수록 좋기 때문에, 전개 장치의 길이가 크므로 인한 조업상의 불편이 없는 한 그 길이를 크게 하는 것이 좋다고 볼 수 있는데, 전개 장치의 길이가 10cm일 때와 같이 총 전개폭이 뜰줄과 전개 장치를 합한 길이의 55% 정도에 불과한 것은 전개 장치의 효율이 낮은 경우라고 볼 수 있기 때문에, 1/10 모형 어구의 경우는 전개 장치의 길이가 15cm 이상이어야 하고, 실물 어구로 확대하였을 경우 조업상의 불편이 생기지 않는다고 하면 그 길이를 더욱 크게 하는 것이 좋다고 볼 수 있다.

나. 개량형 어구들의 장단점 비교를 통한 최적 어구의 선정

이상 기술한 모형 실험 결과들로부터 보면 본 연구에서 개발한 세 가지 어구들은 모두 나름대로의 특성을 가지는데, 본 연구의 1차적 목적은 성능이 가장 우수한 어구를 찾아내는 데에 있기 때문에 각 어구의 장단점을 비교해 볼 필요가 있다.

먼저, 현용 어구를 축소·변형시킨 어구는 원래 2척의 선박으로 조업하던 현용의 들망 어구를 축소·변형시켜서 1척의 선박만으로 투양망 작업을 하기 위한 것이었으나, 그물의 수중 형상이 설계도와 크게 달라짐으로써 설계도로 수중 형상을 예측하기 곤란하고 그물의 구조 및 구성 방법이 적절하지 못하다는 등의 단점 외에도, 그물배가 선회하여 투망한 뒤에 양망을 위해 양쪽 끝줄을 중앙 쪽으로 합치면 조류가 0.1m/sec만 되어도 수 초 이내에 그물의 양쪽 끝이 좁아져버려서 포위한 어군이 끝줄 밖으로 도피해버릴 염려가 크기 때문에, 이 어구는 1척의 선박만으로 투양망을 전담하는 단선 조업에 적용하기 곤란한 어구라고 볼 수 있다.

다음, 수압해식 어구는 평면 그물감에 수해와 암해만을 부착하면 그물이 완성되기 때문에 어구 구성이 매우 쉽고, 그물이 수평 방향으로 수해·암해의 길이만큼 확실하게 전개된다는 장점이 있으나, 그물의 길이가 항상 수해·암해의 길이로 한정되고 수해·암해의 길이는 배의 길이로 한정되기 때문에, 그물의 길이를 배의 길이보다 크게 하기 어렵다는 문제점을 가지며, 또 전기했던 바와 같이 그물이 수평 방향으로 크게 만곡되지 못하고 특히 양망시에 그물 전체가 평면에 가까운 형태로 올라오기 때문에, 그물 위의 어군을 위협하여 그물 밖으로 도피하게 할 우려가 있으나, 그물의 만곡도를 높이는 것은 근본적으로 해결하기 어려운 문제이기 때문에, 수압해식 어구는 몇 가지 장점은 가진다 할지라도 외부 자극에 대해 비교적 민감하게 반응하는 멀치를 어획하는 데에는 바람직하지 못하다고 볼 수 있다. 또한, 양망시에 암해 쪽 그물이 평면에 가까워지는 것을 방지하는 방

법으로는 끈치 봉수망과 같이 암해를 없애고 그 대신 밧줄에 여러 가닥의 돌음줄을 부착하는 방법을 생각할 수 있지만, 멀치 들망 어선과 같은 소형선에서 그러한 방식을 취하면 그물 하단의 전개폭이 작아져서 그 위에 있는 어군을 완벽하게 들어올리지 못할 뿐만 아니라, 돌음줄을 감아올리기 위한 장치의 배치 및 조작 방법도 매우 복잡해지기 때문에, 암해를 없애고 밧줄에 여러 가닥의 돌음줄을 부착하는 방법도 바람직한 것이라고는 볼 수 없다.

한편, 전개범식 어구는 평면 그물감에 전개 장치만을 부착하면 그물이 완성되므로 어구 구성이 매우 쉽고, 전개 장치의 면적을 조절함으로써 그물의 규모를 자유롭게 조절할 수 있으며, 그물의 길이를 배의 길이에 구애받지 않고 크게 할 수 있고, 그물이 수평 및 수직으로 곡면을 이루기 때문에 어군을 가두기가 용이하다는 등의 장점을 가진다.

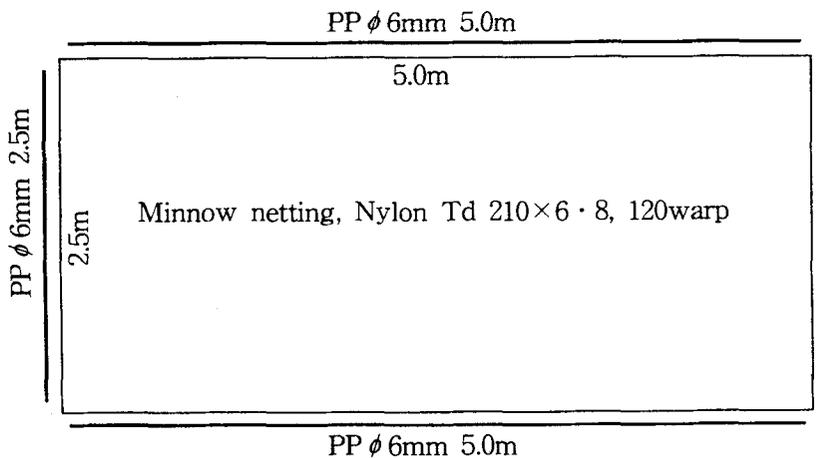
따라서 이상 기술한 세 가지 개량형 어구 중에서는 전개범식 어구가 성능이 가장 우수하다고 볼 수 있기 때문에, 생력형 멀치 들망을 개발해내는 데 있어서는 이 어구를 기준으로 하는 것이 가장 좋다고 볼 수 있다.

7. 최적 어구로 선정된 전개범식 어구의 적정 구조와 구성 재료 도출을 위한 1/4 모형 실험

전기한 세 가지 개량형 어구 중에서 최적의 어구로 선정된 것은 전개범식 어구인데, 이 어구에 관한 지금까지의 실험은 단순히 어구의 전체적 구조를 결정하는 데 지나지 않았기 때문에, 이 어구를 최적의 멀치 들망으로 결정하기 위해서는 그것의 구조와 구성 재료 및 전개 성능에 관해 구체적으로 조사할 필요가 있다. 그러나 이러한 구체적인 조사에는 축척비가 작은 1/10 모형보다도 축척비가 큰 1/4 모형을 사용하는 것이 더 좋기 때문에, 본 연구에서는 <그림 44>의 1/10 모형을 김(金^{10,11})의 모형 수칙에 따라 1/4 모형으로 확대하되 그 구조와 구성 재료를 여러 가지로 변화시켜서 그에 따른 성능 변화를 조사하는 것으로 하였으며, 이를 위해 그물은 <그림 46>에서와 같이 A~E형의 5가지를 준비하고 그물 지지줄은 <그림 47>에서와 같이 a형과 b형의 2가지를 준비하였으며, 전개 장치는 그 길이가 각각 0.25m, 0.375m 및 0.50m 되는 3가지를 준비하였다. 단, 전개 장치의 구성 범포는 Nylon 재료로 하되 그 전체를 1장으로 구성하지 않고 깊이가 25cm 되는 것 10장씩으로 구성하였다.

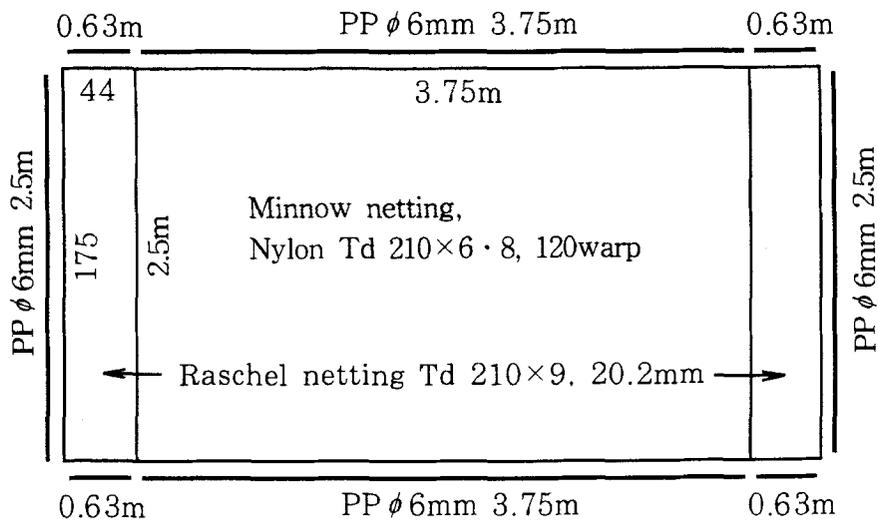
또한 1/4 모형 어구를 침자 1로, 1/10 모형 어구를 침자 2로 표시하면 두 어구간의 축척비는 $L_2/L_1=1/2.5$ 이 되고, 둘 다 같은 규격의 그물감을 사용하기로 하면 두 어구의 부력 B 와 침강력 W 의 비는 $B_2/B_1=W_2/W_1=1/6.25$ 가 되므로, 이것에 1/10 모형 어구의 각부

부력과 침강력을 대입하여 1/4 모형 어구의 각부 부력과 침강력을 구하면 뜰줄에서의 부력은 6.24kg, 밧줄에서의 침강력은 2.53kg, 전개 장치 상단에서의 부력은 좌우 각각 2.00kg, 전개 장치 하단에서의 침강력은 좌우 각각 1.10kg이 되는데, 이들 값을 적용하여 어구를 제작하고 예비 실험을 해 본 결과, 전개 장치 상단에서의 부력과 하단에서의 침강력은 전개 장치의 길이가 0.375m일 때는 적합하였으나 그 길이가 0.25m일 때는 필요 이상으로 컸고 0.50m일 때는 부족하였기 때문에, 길이 0.25m짜리 전개 장치를 사용할 때는 그 상단에서의 부력과 하단에서의 침강력을 각각 1.50kg 및 0.83kg으로 낮추었고, 길이 0.50m짜리 전개 장치를 사용할 때는 그 상단에서의 부력과 하단에서의 침강력을 각각 2.50kg 및 1.38kg으로 높였다.

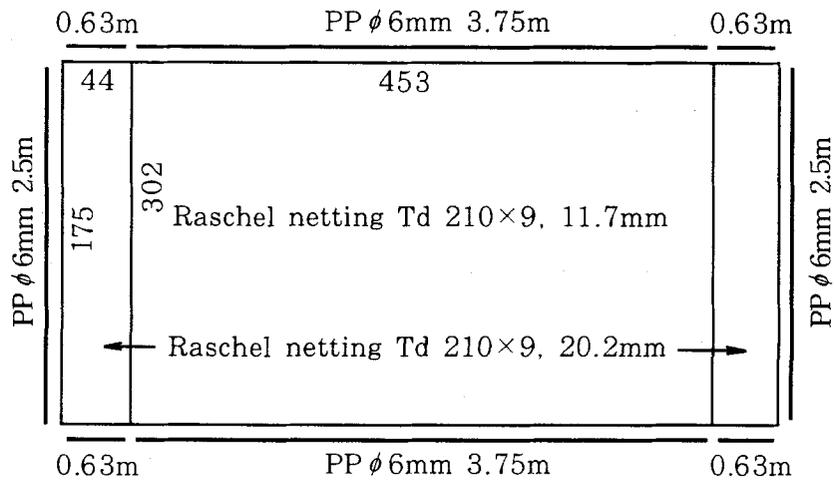


<그림 46> 전개범식 어구의 1/4 모형 그물(A형).

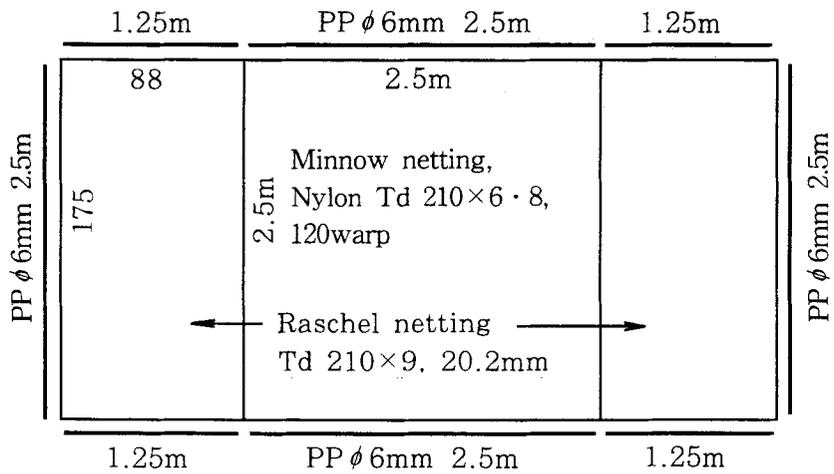
(뜰줄에서의 부력: 6.24kg, 밧줄에서의 침강력: 2.53kg)



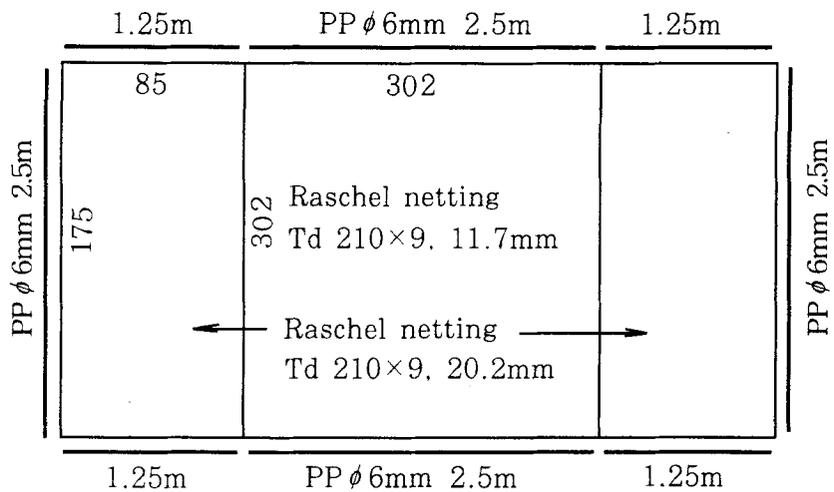
<그림 46> 계속(B형).



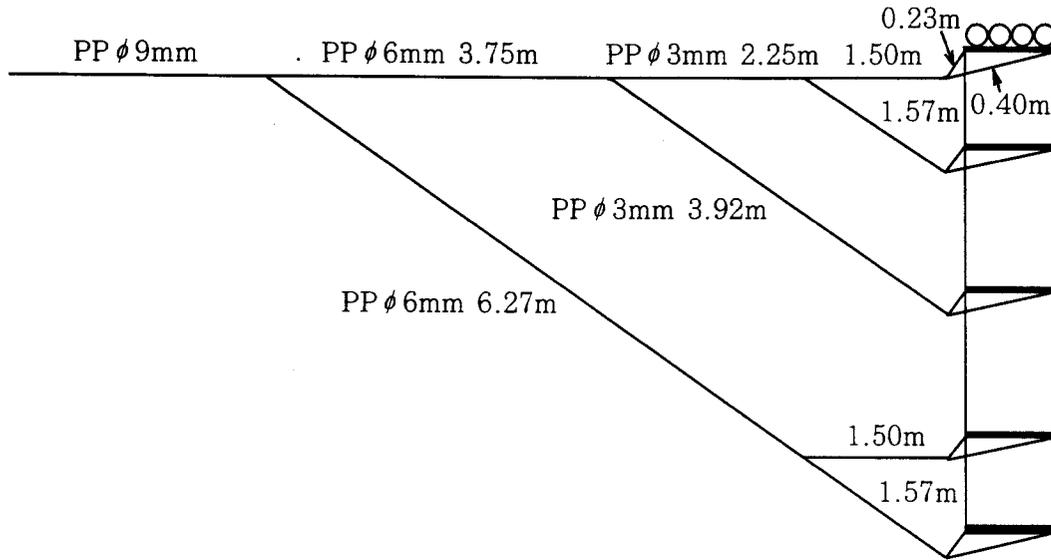
<그림 46> 계속(C형).



<그림 46> 계속(D형).

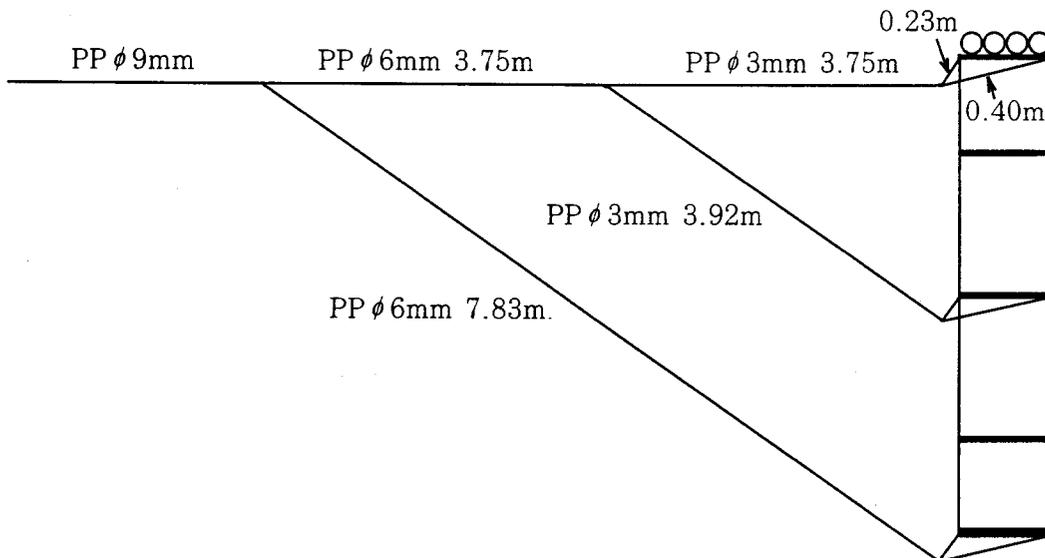


<그림 46> 계속(E형).



<그림 47> 전개범식 1/4 모형 어구의 그물 지지줄(a형).

(전개 장치 길이 L : 0.25m, 0.375m 및 0.50m, 전개 장치 상단에서의 부력과 하단에서의 침강력: $L=0.25m$ 일 때 1.50kg 및 0.83kg, $L=0.375m$ 일 때 2.00kg 및 1.10kg, $L=0.50m$ 일 때 2.50kg 및 1.38kg)



<그림 47> 계속(b형).

(1) 전개 장치의 길이 또는 면적에 따른 전개 성능의 변화

전개범식 어구의 경우 그것의 전개 정도는 전개 장치의 전개력에 따라 달라지고 그 전개력은 전개 장치의 크기 또는 면적에 따라 달라지는데, 전개 장치의 깊이는 그물의 깊이와 같은 값으로 고정되어 버리고, 그로 인해 전개 장치의 면적은 그것의 길이와 그것에 부착된 범포의 수에 따라 달라지기 때문에, 전개 장치의 전개 정도는 그것의 길이와

그것에 부착된 범포의 수에 따라 달라진다.

따라서 본 연구에서는 전개 장치의 길이 및 그것에 부착된 범포의 수에 따라 어구의 전개 정도가 어떻게 달라지는가를 보기 위하여, 먼저 <그림 46>의 A형 그물에 <그림 47>의 a형 지지줄을 부착하여 어구를 구성하되 길이가 각각 0.25m, 0.375m 및 0.50m 되는 전개 장치를 교대로 부착하고, 배에서의 양쪽 지지줄 간격을 뜰줄 길이의 1/2인 2.5m로 하여 유속이 0.1~0.2m/sec인 해상에서 그물의 전개 상태를 조사하였다. 그 결과를 나타낸 <그림 48>을 보면, 그물의 전개 정도는 전개 장치의 길이가 커질수록 커지는 경향이므로, 이를 구체적으로 보기 위하여 전개 장치의 길이별로 망폭과 좌우 전개 장치 사이의 총 전개폭을 구해 보면 <표 12>가 얻어진다. 이것에서 보면, 전개 장치의 길이가 0.250m일 때는 망폭이 28m, 총 전개폭이 3.3m이고, 전개 장치의 길이가 0.375m일 때는 망폭이 3.1m, 총 전개폭이 3.7m이며, 전개 장치의 길이가 0.50m일 때는 망폭이 3.5m, 총 전개폭이 4.2m로서, 이들 값을 1/10 모형 어구의 경우와 비교하면 양자 사이에는 큰 차이가 없다.



($L=0.25m$)



($L=0.375m$)

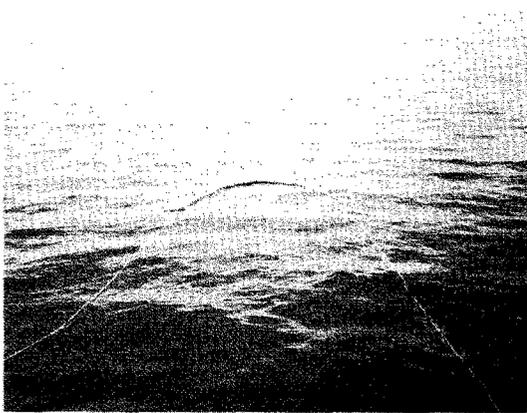


($L=0.50m$)

<그림 48> 전개범식 1/4 모형에서 전개 장치의 길이(L)를 달리 했을 때의 그물의 전개 상태 변화.

그것에 부착된 범포의 수에 따라 달라진다.

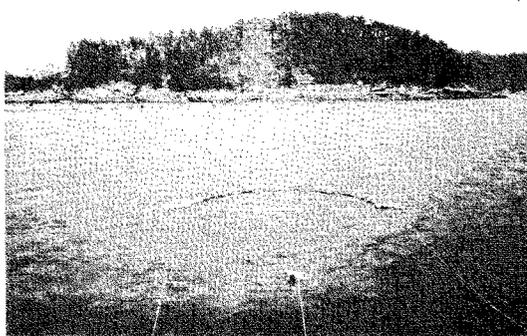
따라서 본 연구에서는 전개 장치의 길이 및 그것에 부착된 범포의 수에 따라 어구의 전개 정도가 어떻게 달라지는가를 보기 위하여, 먼저 <그림 46>의 A형 그물에 <그림 47>의 a형 지지줄을 부착하여 어구를 구성하되 길이가 각각 0.25m, 0.375m 및 0.50m 되는 전개 장치를 교대로 부착하고, 배에서의 양쪽 지지줄 간격을 뜰줄 길이의 1/2인 2.5m로 하여 유속이 0.1~0.2m/sec인 해상에서 그물의 전개 상태를 조사하였다. 그 결과를 나타낸 <그림 48>을 보면, 그물의 전개 정도는 전개 장치의 길이가 커질수록 커지는 경향이므로, 이를 구체적으로 보기 위하여 전개 장치의 길이별로 망폭과 좌우 전개 장치 사이의 총 전개폭을 구해 보면 <표 12>가 얻어진다. 이것에서 보면, 전개 장치의 길이가 0.250m일 때는 망폭이 28m, 총 전개폭이 3.3m이고, 전개 장치의 길이가 0.375m일 때는 망폭이 3.1m, 총 전개폭이 3.7m이며, 전개 장치의 길이가 0.50m일 때는 망폭이 3.5m, 총 전개폭이 4.2m로서, 이들 값을 1/10 모형 어구의 경우와 비교하면 양자 사이에는 큰 차이가 없다.



($L=0.25m$)



($L=0.375m$)



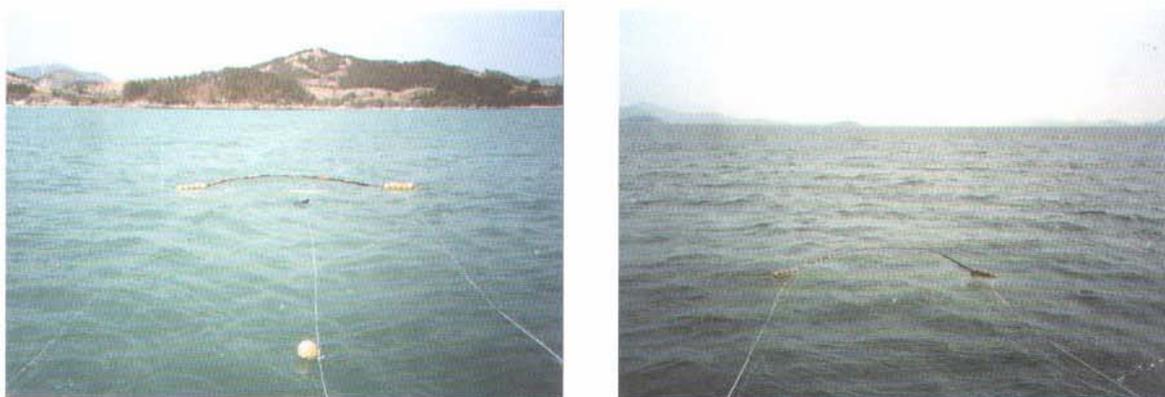
($L=0.50m$)

<그림 48> 전개범식 1/4 모형에서 전개 장치의 길이(L)를 달리 했을 때의 그물의 전개 상태 변화.

<표 12> 전개범식 1/4 모형에서 전개 장치의 길이에 따른 망폭 및 총 전개폭의 변화
(L_n : 뜰줄 길이, L_t : 뜰줄과 좌우 전개 장치를 합한 길이)

전개 장치 길이(m)	망폭 B_n (m)	B_n/L_n (%)	총 전개폭 B_t (m)	B_t/L_t (%)
0.250	2.8	56	3.3	60
0.375	3.1	62	3.7	64
0.500	3.5	70	4.2	70

따라서 망폭과 총 전개폭은 전개 장치의 길이가 0.50m일 때 가장 크므로, 이 전개 장치에 대해 그 중앙에서 범포를 상하로 2장씩 차례로 제거해 가되 전개 장치의 안정을 위해 제거한 부분에 매듭 그물감(PE Td 270×15, 50mm)을 부착하여 실험하였는데, 그 결과를 나타낸 <그림 49>에 의하면, 범포를 상하로 2장씩 제거했을 때는 망폭이 3.3m 정도가 되어 제거하지 않았을 때보다 약간 작아지나, 범포를 상하로 4장씩 제거했을 때는 망폭이 2.8m 정도가 되어 제거하지 않았을 때보다 크게 작아진다.



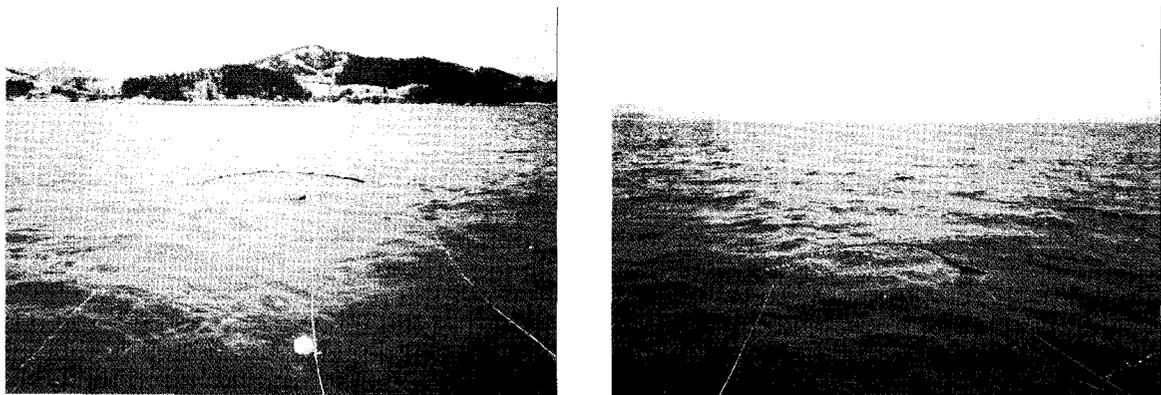
<그림 49> 전개범식 1/4 모형에서 전개 장치의 중앙에서 상하로 범포를 2장 제거한 경우(좌)와 4장 제거한 경우(우)의 전개 상태(전개 장치 길이: 0.5m, 유속: 0.1~0.2m/sec).

이상의 결과들 중 뜰줄 길이에 대한 망폭의 비 및 뜰줄과 좌우 전개 장치를 합한 길이에 대한 총 전개폭의 비가 전기했던 1/10 모형 어구의 실험 결과와 거의 일치하는 것은 김(金^{10,11})의 모형 수척 및 본 연구에서의 모형 제작 방법이 매우 정확하였다는 것을 말해주는 결과라고 볼 수 있는데, 망폭은 길이 0.50m짜리 전개 장치를 사용했을 때 가장 커지고 그 전개 장치에서 일부 범포를 제거하면 망폭이 작아지기 때문에, 전개범식 어구의 전개 성능은 범포의 면적에 크게 좌우된다고 볼 수 있다. 그러나 범포는 유수저항을 크게 받는 재료이어서 그 면적이 어구 전체의 유수저항에 미치는 영향도 크기 때문에,

<표 12> 전개범식 1/4 모형에서 전개 장치의 길이에 따른 망폭 및 총 전개폭의 변화
(L_n : 뜰줄 길이, L_t : 뜰줄과 좌우 전개 장치를 합한 길이)

전개 장치 길이(m)	망폭 B_n (m)	B_n/L_n (%)	총 전개폭 B_t (m)	B_t/L_t (%)
0.250	2.8	56	3.3	60
0.375	3.1	62	3.7	64
0.500	3.5	70	4.2	70

따라서 망폭과 총 전개폭은 전개 장치의 길이가 0.50m일 때 가장 크므로, 이 전개 장치에 대해 그 중앙에서 범포를 상하로 2장씩 차례로 제거해 가되 전개 장치의 안정을 위해 제거한 부분에 매듭 그물감(PE Td 270×15, 50mm)을 부착하여 실험하였는데, 그 결과를 나타낸 <그림 49>에 의하면, 범포를 상하로 2장씩 제거했을 때는 망폭이 3.3m 정도가 되어 제거하지 않았을 때보다 약간 작아지나, 범포를 상하로 4장씩 제거했을 때는 망폭이 2.8m 정도가 되어 제거하지 않았을 때보다 크게 작아진다.



<그림 49> 전개범식 1/4 모형에서 전개 장치의 중앙에서 상하로 범포를 2장 제거한 경우(좌)와 4장 제거한 경우(우)의 전개 상태(전개 장치 길이: 0.5m, 유속: 0.1~0.2m/sec).

이상의 결과들 중 뜰줄 길이에 대한 망폭의 비 및 뜰줄과 좌우 전개 장치를 합한 길이에 대한 총 전개폭의 비가 전기했던 1/10 모형 어구의 실험 결과와 거의 일치하는 것은 김(金^{10,11})의 모형 수척 및 본 연구에서의 모형 제작 방법이 매우 정확하였다는 것을 말해주는 결과라고 볼 수 있는데, 망폭은 길이 0.50m짜리 전개 장치를 사용했을 때 가장 커지고 그 전개 장치에서 일부 범포를 제거하면 망폭이 작아지기 때문에, 전개범식 어구의 전개 성능은 범포의 면적에 크게 좌우된다고 볼 수 있다. 그러나 범포는 우수저항을 크게 받는 재료이어서 그 면적이 어구 전체의 우수저항에 미치는 영향도 크기 때문에,

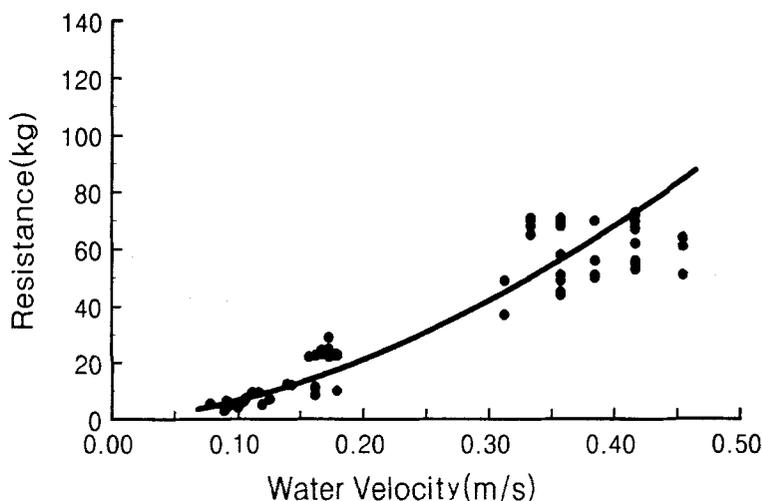
전개 장치의 길이와 부착 범포의 면적을 결정할 때는 어구의 전개 성능과 유수저항을 동시에 고려하지 않으면 안 된다.

따라서 전개 장치에서 범포의 일부를 제거하는 것이 좋은가의 여부도 어구의 유수저항을 알고 난 뒤에 결정해야 할 일이기 때문에, 본 연구에서는 길이 0.50m짜리 전개 장치를 사용하되 범포를 전혀 제거하지 않고 유속 v 가 0.05~0.45m/sec일 때 그것의 유수저항 R (kg)을 측정하였는데, 그 결과를 나타낸 <그림 50>에 의하면 R 과 v 와의 관계는

$$R = 320 v^{1.7} \quad (5)$$

로 주어진다. 여기서 R 이 v 의 2승에 비례하지 않고 1.7승에 비례하는 것은 어구 각부가 레이놀즈수의 영향을 받기 때문이라고도 볼 수 있지만, 그보다는 v 가 증가함에 따라 그물이 조하 쪽으로 볼록해지는 정도가 커져서 그물 각부의 영각이 작아지는 것에 더 큰 원인이 있다고 볼 수 있는데, 실험 기간 중에 멸치 들망 어장인 여수 가막만 해역에서 물때별로 유속을 측정해 본 결과 협수로가 아닌 한 0.2m/sec를 초과하는 일은 거의 없었고, 또 전개범식 어구 자체가 투망 후에는 배와 함께 표류하면서 조작되는 관계로 조류가 강하다 할지라도 그 영향은 적게 받을 것이기 때문에, 이 유속을 멸치 들망 어장의 최고 유속으로 보고 윗식에 대입하면 어구 저항의 최고치는 20kg 정도가 되고, 이것을 실물로 환산하면 $R_2/R_1=(L_2/L_1)^2=1/16$ 인 관계로부터 320kg 정도가 되며, 다시 그물의 좌우 지지줄로 나누면 각각의 지지줄에 걸리는 최대 장력은 160kg 정도가 된다.

결국, 전개범식 어구의 좌우 지지줄 각각에 걸리는 최대 장력은 160kg 정도가 되고, 최대 장력이 이 정도 되는 것은 조업상 크게 문제될 것이 없기 때문에, 또다른 문제점이 없는 한 전개 장치에서 범포를 전혀 제거하지 않는 것이 좋다고 볼 수 있다.



<그림 50> 전개범식 1/4 모형(전개 장치 길이: 0.5m)의 유속 v (m/sec)에 따른 유수저항 R (kg)의 변화.

이상의 결과들을 모두 종합해 보면, 전개범식 어구의 망폭은 전개 장치의 길이가 클수록 커지고, 어구 전체의 유수저항은 비교적 작은 편이므로 그것을 줄이기 위해 전개 장치에서 범포를 부분적으로 제거할 필요는 없다고 볼 수 있는데, 망폭이 크면 어군을 포위할 수 있는 면적이 커져서 좋긴 하나 그것이 너무 크면 그물이 평면에 가까워져서 어군을 가두기가 어렵고, 또 망폭을 크게 하기 위해서는 전개 장치의 길이를 크게 하지 않으면 안 되어 조업에 큰 불편을 초래할 수 있기 때문에, 망폭만을 생각하여 전개 장치의 길이를 매우 크게 하는 것보다는 망폭이 적절해지는 전개 장치의 길이를 구함으로써 어군을 쉽게 포위하고 조업의 편리성을 도모하는 것이 더 좋다고 볼 수 있다. 이러한 관점에서 보면, 1/4 모형에서 사용한 실물 환산치가 각각 1.0m, 1.5m 및 2.0m 되는 3가지 길이의 전개 장치 중 1.0m짜리는 망폭이 너무 작고 2.0m짜리는 망폭이 크긴 하나 조업상 불편을 초래할 것으로 보여지기 때문에, 전개 장치의 길이는 1.5m로 하는 것이 가장 좋을 것으로 보여진다.

(2) 그물의 구조 및 구성 재료에 따른 전개 성능의 변화

현용의 멸치 들망은 여자 그물감(Td 210×6·8, 120경)으로 구성되기 때문에 전개범식 어구의 그물도 이 그물감으로 구성한 <그림 46>의 A형 그물이 기본적인 것이라고 볼 수 있으나, 전개범식 어구의 경우는 양망시에 전개 장치를 가장 먼저 인양해야 하고, 그로 인해 그물의 양쪽 끝이 가장 먼저 인양되며 갇힌 어군은 중앙부에 놓이게 되므로, 그물 전체보다는 주로 중앙부 그물이 어군을 차단하여 포획하는 역할을 담당하게 된다. 따라서 그물 전체를 유수저항이 큰 여자 그물감으로 구성하는 것보다는 <그림 46>의 B~E 그물과 같이 중앙부 그물만을 여자 그물감으로 구성하고 좌우 양쪽은 코가 큰 랫셀 그물감으로 구성하거나 그물 전체를 코가 큰 랫셀 그물감으로 구성하여 유수저항을 줄이는 대신 망폭을 늘리는 것도 생각해 볼 필요가 있다. 여기서 여자 그물감 대신으로 랫셀 그물감을 생각한 것은 여자 그물감의 경우 마디 부위의 고정도가 작아서 씨실과 날실 중 하나라도 파단되면 계속 풀려버릴 염려가 있고, 날실보다도 씨실이 더 가늘어서 전개범식 어구와 같이 양망 중에 그물의 폭 방향으로 큰 장력이 가해지는 경우에는 파단 사고가 빈발할 수도 있는 데 비해, 랫셀 그물감은 길이 방향 인장시보다 폭 방향 인장시에 항장력이 더 작기는 하나 그 차이가 여자 그물감보다는 훨씬 다 작다고 볼 수 있고, 마디 부위의 고정도가 커서 일부 파단이 넓은 범위로 전파될 염려가 적으며, 그물코가 마름모꼴이어서 사용 중에 좁아지기 쉬운 관계로 설사 그물코의 크기가 여자 그물감보다 크다 할지라도 멸치 개체의 탈출이 용이하지 않다는 등의 장점을 가지기 때문이다.

그런데 <그림 46>의 A형 그물에 대한 전개 성능은 이미 조사되었고 그 조사에서 전개 장치의 적정 길이는 0.375m(실물 환산치: 1.5m)라고 밝혀졌기 때문에, 본 연구에서는 <그림 46>의 B~E형 그물에 <그림 47>의 a형 지지줄을 부착하여 유속이 0.1~0.2m/sec 되는 해역에서 그물의 전개 상태를 조사하였다. 그 결과를 나타낸 <그림 51>에 의하면, 망폭은 B형 그물에서 3.2m 정도, C형 그물에서 3.4m 정도, D형 그물에서 3.3m 정도, E형 그물은 3.6m 정도로서 각 그물간에 큰 차이는 보이지 않으나, 구체적으로 보면 중앙부 그물감이 서로 같은 B형 그물과 D형 그물간의 차 및 C형 그물과 E형 그물의 차보다는 중앙부 그물감이 서로 다른 B형 그물과 C형 그물간의 차 및 D형 그물과 E형 그물간의 차가 더 크다. 또한 이들 망폭을 <그림 46>의 A형 그물에 길이가 0.375m 되는 전개 장치를 부착한 것의 망폭(표 12의 3.1m)과 비교하면, 어느 것도 A형 그물보다 망폭이 더 크다.



(B형 그물)



(C형 그물)



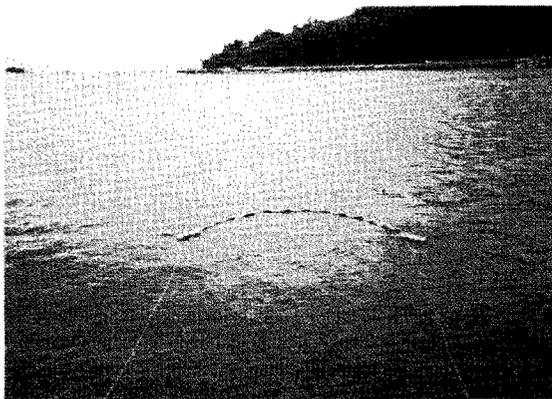
(D형 그물)



(E형 그물)

<그림 51> <그림 46>의 B~E형 그물에 <그림 47>의 a형 지지줄을 부착하여 그물의 전개 상태를 조사한 결과(전개 장치 길이: 0.375m, 유속: 0.1~0.2m/sec).

그런데 <그림 46>의 A형 그물에 대한 전개 성능은 이미 조사되었고 그 조사에서 전개 장치의 적정 길이는 0.375m(실물 환산치: 1.5m)라고 밝혀졌기 때문에, 본 연구에서는 <그림 46>의 B~E형 그물에 <그림 47>의 a형 지지줄을 부착하여 유속이 0.1~0.2m/sec 되는 해역에서 그물의 전개 상태를 조사하였다. 그 결과를 나타낸 <그림 51>에 의하면, 망폭은 B형 그물에서 3.2m 정도, C형 그물에서 3.4m 정도, D형 그물에서 3.3m 정도, E형 그물은 3.6m 정도로서 각 그물간에 큰 차이는 보이지 않으나, 구체적으로 보면 중앙부 그물감이 서로 같은 B형 그물과 D형 그물간의 차 및 C형 그물과 E형 그물의 차보다는 중앙부 그물감이 서로 다른 B형 그물과 C형 그물간의 차 및 D형 그물과 E형 그물간의 차가 더 크다. 또한 이들 망폭을 <그림 46>의 A형 그물에 길이가 0.375m 되는 전개 장치를 부착한 것의 망폭(표 12의 3.1m)과 비교하면, 어느 것도 A형 그물보다 망폭이 더 크다.



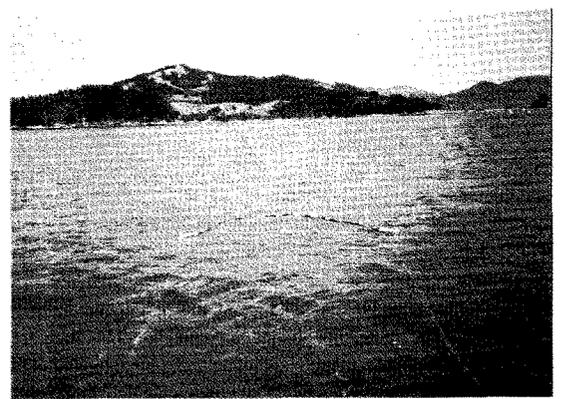
(B형 그물)



(C형 그물)



(D형 그물)



(E형 그물)

<그림 51> <그림 46>의 B~E형 그물에 <그림 47>의 a형 지지줄을 부착하여 그물의 전개 상태를 조사한 결과(전개 장치 길이: 0.375m, 유속: 0.1~0.2m/sec).

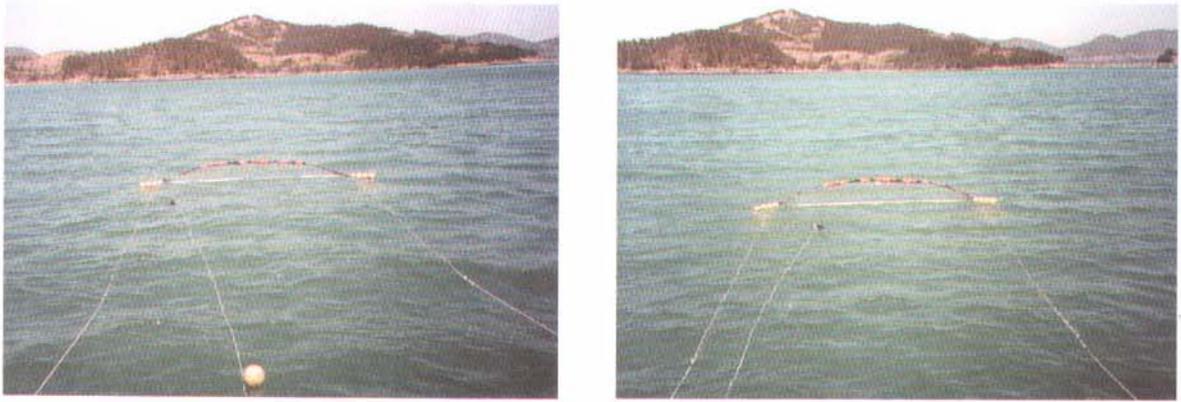
이상에서 각 그물의 그물코 크기가 상당히 다른데도 불구하고 망폭이 크게 차이 나지 않는 것은 각각의 그물이 받는 유수저항이 크게 차이 나지 않기 때문인 것 같다. 즉, B~E형 그물이 흐름의 작용을 받았을 때 모두가 완전한 평면을 이룬다고 하면 각각의 그물이 받는 유수저항은 크게 달라질 것이나, 어느 그물도 흐름의 작용을 받으면 조하 쪽으로 블록해져서 흐름에 대한 영각이 그물의 중앙부에서 커지고 양쪽 전개 장치 쪽으로 갈수록 작아지며, 그로 인해 그물의 중앙부가 유수저항을 크게 받고 전개 장치 부근에서는 유수저항을 작게 받기 때문에, 비록 B~E형 그물의 그물코 크기가 서로 다르다 할지라도 중앙부의 그물코 크기가 크게 차이 나지 않는 관계로 유수저항도 크게 차이 나지 않는 것 같다.

따라서 전개범식 어구의 유수저항은 그물 중앙부의 그물코 크기에 따라 주로 달라지고, 그로 인해 망폭도 그물 중앙부의 그물코 크기에 따라 주로 달라진다고 볼 수 있는데, 그물 중앙부의 그물코 크기는 B형 그물과 D형 그물에서는 서로 같고 C형 그물과 E형 그물에서도 서로 같은 데 비해, B형 그물과 C형 그물에서는 서로 다르고 D형 그물과 E형 그물에서도 서로 다르기 때문에, 망폭도 B형 그물과 D형 그물간의 차 및 C형 그물과 E형 그물간의 차보다는 B형 그물과 C형 그물간의 차 및 D형 그물과 E형 그물간의 차가 더 크게 나타난 것 같다.

또한 이들 B~E형 그물의 망폭은 모두가 <그림 46>의 A형 그물의 망폭보다도 크게 나타났는데, E형 그물의 망폭이 A형 그물의 망폭보다도 실물로 환산하여 2m 정도 더 클 뿐 B~D형 그물의 망폭은 실물로 환산하여 1m 이내로 커진 것에 불과하다. 또한 B~E형 그물에 있어 중앙부 그물감이 서로 같은 B형 그물과 D형 그물 및 C형 그물과 E형 그물을 각각 비교하면, D형 그물과 E형 그물은 망폭이 B형 그물과 C형 그물보다 실물로 환산하여 각각 1m 미만으로 커진 데 불과하나 좌우 양쪽의 그물코가 커서 그물코를 통한 고기의 탈출 염려는 더욱 크기 때문에, D형 그물과 E형 그물은 B형 그물과 C형 그물에 비해 유수저항을 줄이지도 못하면서 그물코를 통한 고기의 탈출 가능성만을 높였다고 볼 수 있다.

따라서 전개범식 멸치 들망의 그물은 <그림 46>의 A형으로 하거나 B형 또는 C형으로 하는 것이 바람직하다고 볼 수 있는데, 그물의 전개 성능은 그물 지지줄의 구조에 따라서도 달라질 수 있기 때문에, 상기한 A~C 그물 중 B형 그물을 선정하고, 그것에 <그림 47>의 a형 지지줄과 b형 지지줄을 교대로 부착하여 그물의 전개 상태를 조사하였다. 그 결과를 나타낸 <그림 52>에 의하면, 망폭은 그물 지지줄의 구조에 관계없이 3.2m 정도이기 때문에, 그물 지지줄은 그 구조가 복잡한 a형보다도 구조가 간단한 b형이 더 낫

다고 볼 수 있다.

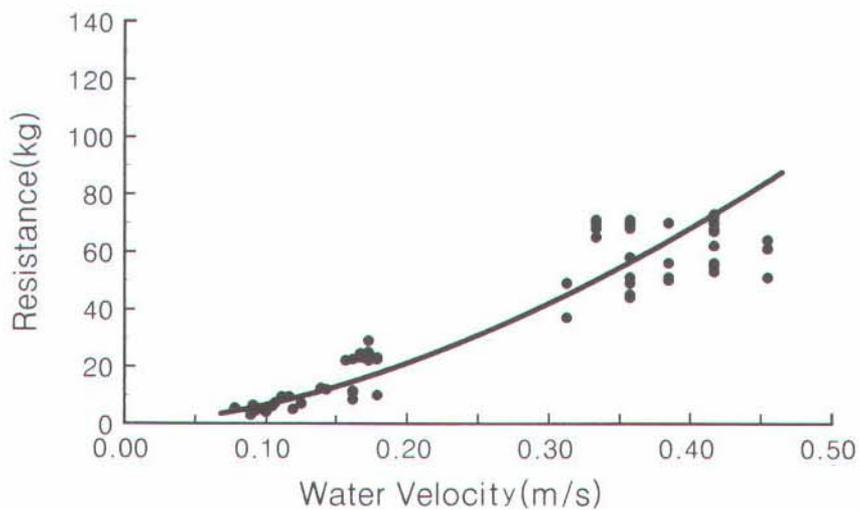


<그림 52> <그림 46>의 B형 그물에 <그림 47>의 a형 지지줄을 부착한 어구(좌)와 b형 지지줄을 부착한 어구(우)의 전개 상태(유속: 0.1~0.2m/sec).

따라서 전개범식 어구의 바람직한 구조는 A~C 그물에 b형 지지줄을 부착한 것이라고 볼 수 있기 때문에, 이 어구의 유수저항을 알아보기 위하여 세 그물 중에서 B형 그물을 선정하고 그것에 b형 지지줄을 부착하여 유속의 변화가 비교적 심한 해상에서 유속 v 가 0.05~0.36m/sec 범위일 때 그것의 유수저항 R (kg)을 측정하였다. 그 결과를 나타낸 <그림 53>에 의하면, R 과 v 와의 관계는

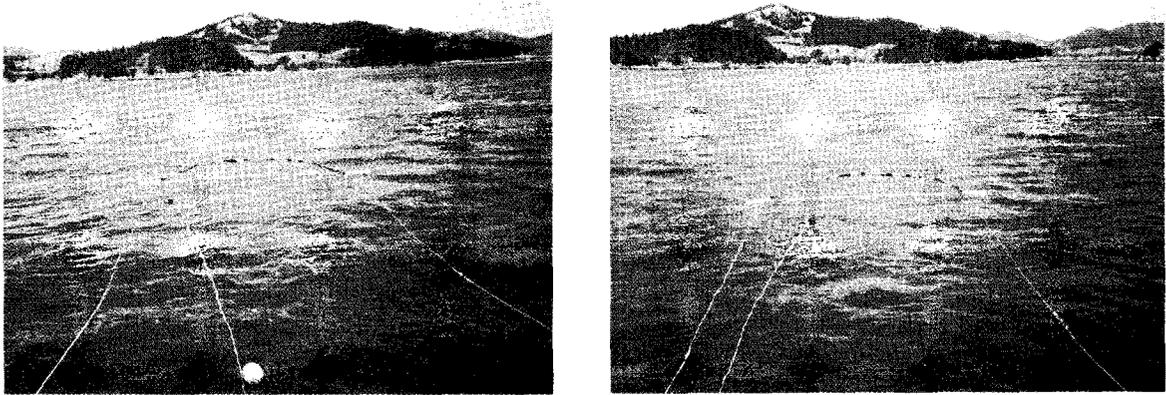
$$R = 330 v^{1.8} \quad (6)$$

로 주어진다.



<그림 53> <그림 46>의 B형 그물에 <그림 47>의 b형 지지줄을 부착한 어구의 유속 v 에 따른 유수저항 R 의 변화.

다고 볼 수 있다.

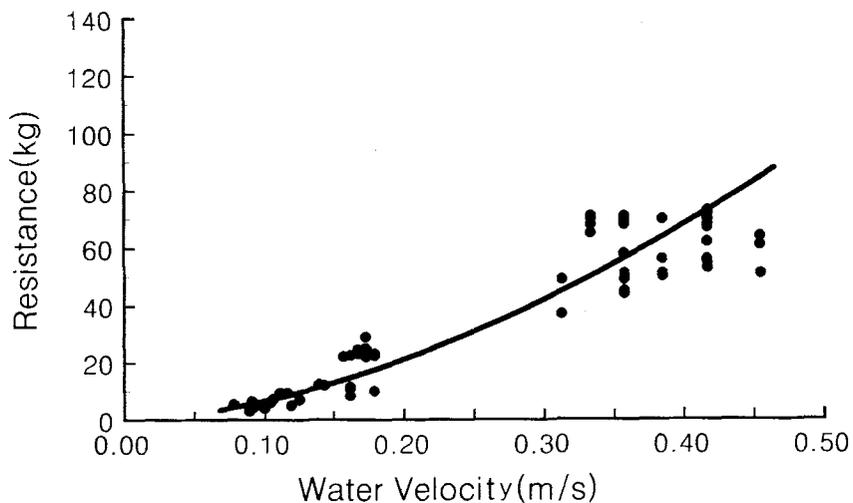


<그림 52> <그림 46>의 B형 그물에 <그림 47>의 a형 지지줄을 부착한 어구(좌)와 b형 지지줄을 부착한 어구(우)의 전개 상태(유속: 0.1~0.2m/sec).

따라서 전개범식 어구의 바람직한 구조는 A~C 그물에 b형 지지줄을 부착한 것이라고 볼 수 있기 때문에, 이 어구의 유수저항을 알아보기 위하여 세 그물 중에서 B형 그물을 선정하고 그것에 b형 지지줄을 부착하여 유속의 변화가 비교적 심한 해상에서 유속 v 가 0.05~0.36m/sec 범위일 때 그것의 유수저항 R (kg)을 측정하였다. 그 결과를 나타낸 <그림 53>에 의하면, R 과 v 와의 관계는

$$R = 330 v^{1.8} \quad (6)$$

로 주어진다.



<그림 53> <그림 46>의 B형 그물에 <그림 47>의 b형 지지줄을 부착한 어구의 유속 v 에 따른 유수저항 R 의 변화.

여기서 <그림 53>의 결과를 <그림 46>의 A형 그물이 받는 유수저항을 나타내는 (5) 식과 비교하면, B형 그물에서는 A형 그물보다 전개 장치의 면적이 더 작아졌는 데도 불구하고 유수저항은 거의 같으며, 구체적으로 보면 A형 그물보다 유수저항이 약간 더 크다. 그러나 이러한 결과는 실험 장소가 해상이어서 파도나 바람 등으로 실험 선박과 어구의 진동이 심하고 실험 선박과 어구와의 각도가 수시로 변화함에 따른 오차가 포함되어 있기 때문으로 생각되기 때문에, 두 어구는 전개 장치의 면적이 서로 다를지라도 유수저항에는 큰 차이가 없다고 보는 것이 좋을 것 같다.

8. 전개범식 어구의 실물 제작 및 전개 성능 조사

전기했던 바와 같이 본 연구에서 개발한 전개범식 어구의 1/4 모형 그물은 <그림 46>의 A형 그물과 B형 그물 및 C형 그물이고 그물 지지줄의 구조는 <그림 47>의 a형 지지줄인데, C형 그물은 그물코가 커서 그것의 적합성 여부는 실물로 확대하여 실제 어획 실험을 통해 조사해야 하기 때문에, 전개 성능을 조사하기 위한 실물 실험은 나머지 두 그물을 대상으로 하면 된다. 그러나 나머지 두 그물의 실용화가 모두 가능하다고 하면 더욱 구체적인 조사가 필요한 것은 B형 그물이기 때문에, 여기서는 B형 그물만을 실물로 확대하여 전개 성능을 조사하는 것으로 하였다.

따라서 김(金^{10,11})의 모형 수척에서 실물 어구를 첨자 1로, 1/4 모형 어구를 첨자 2로 표시하면, 두 어구간의 축척비는 $L_2/L_1=1/4$ 이어서 그물실의 지름 d , 그물코의 크기 l , 그물코수 N , 밧줄의 길이 l_r , 부속구의 부력 B 와 침강력 W , 유속 v 및 유수저항 R 의 비는 각각

$$\frac{d_2}{d_1} = \frac{l_2}{l_1} = 1, \quad \frac{N_2}{N_1} = \frac{l_{r2}}{l_{r1}} = \frac{1}{4}, \quad \frac{B_2}{B_1} = \frac{W_2}{W_1} = \frac{1}{16}, \quad v_1 = v_2, \quad \frac{R_2}{R_1} = \frac{1}{16}$$

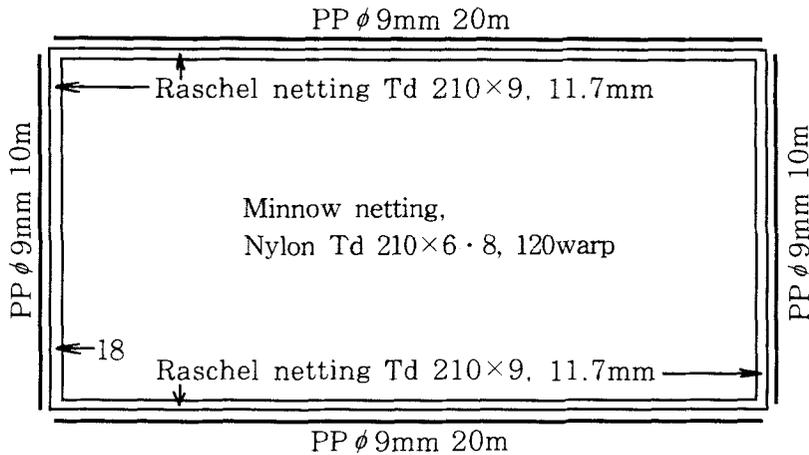
이 되므로, 본 연구에서는 이들 조건에 맞도록 <그림 46>의 B형 그물 및 <그림 47>의 a형 지지줄을 실물로 확대하였는데, 그 결과는 <그림 54> 및 <그림 55>와 같다.

그러나 이들 그물을 어구를 자세히 보면 상기한 모형 수척을 따르지 않은 부분들이 있는데, 그 이유는 모형 수척을 완벽하게 따를 경우 약간의 문제점이 생길 것으로 생각되어 다음과 같은 몇 가지 점을 수정하였기 때문이다.

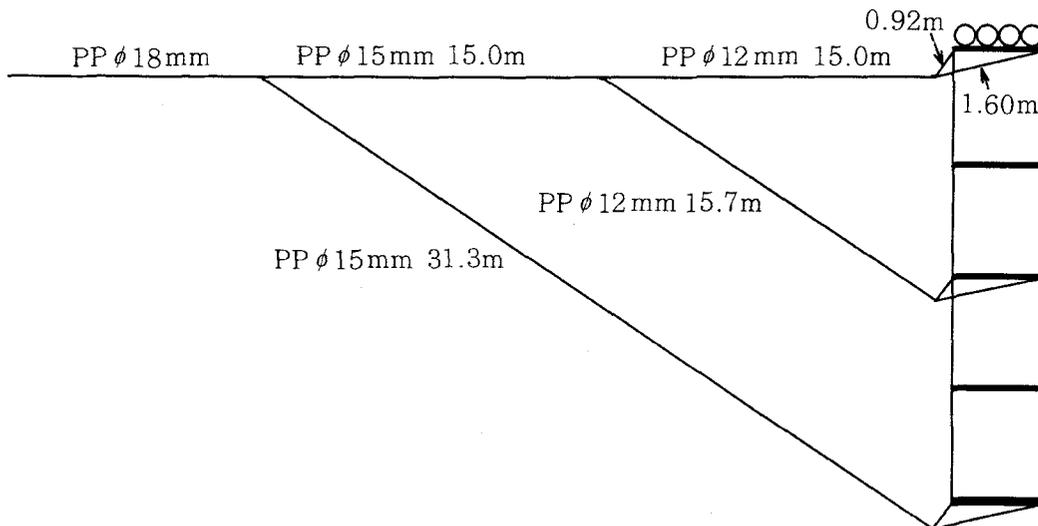
㉠ <그림 46>의 B형 그물은 중앙부가 여자 그물감으로 구성되었는 데도 불구하고 주름을 전혀 주지 않아 사용 중에 뜰줄 및 밧줄과의 연결부에서 파단이 자주 발생할 것으로 생각되었고, 좌우 양쪽의 랫셀 그물감을 실물 그물에서 그대로 쓸 경우 양망시 전개 장치를 인양할 때 그 그물감에 하중이 많이 걸려서 파단되기 쉬울 것으로 생각되었기 때문에, 이 그물을 확대한 실물 그물에서는 그물코의 크기가 11.7mm인 랫셀 그물감으로

완성 폭이 15cm가 되도록 테두리 그물을 제작하여 부착하고, 좌우 양쪽의 랏셀 그물감의 그물실 굵기를 9합사에서 12합사로 늘렸다.

㉞ 그물 지지줄의 구조를 <그림 47>의 b형과 같이 할 경우 전개 장치에 부착된 5개의 철봉은 별다른 이유 없이 서로 다른 간격으로 부착된 셈이 되어 투양망 작업에 불편을 초래할 것으로 생각되었기 때문에, 실물 어구에서는 <그림 55>에서 보는 바와 같이 5개의 철봉을 서로 같은 간격으로 부착하였다.



<그림 54> <그림 46>의 B형 그물을 실물로 확대한 것(뜸줄에서의 부력: 74kg으로 축소, 발줄에서의 침강력: 30kg으로 축소).



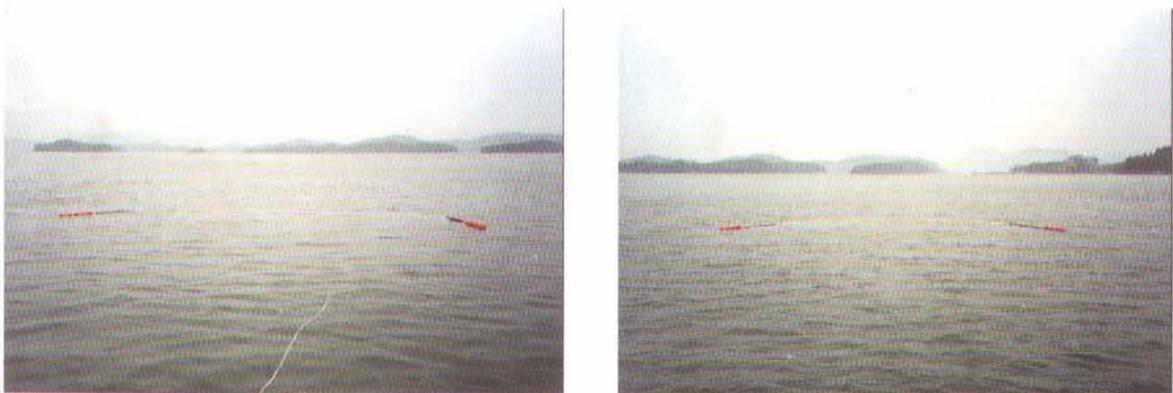
<그림 55> <그림 47>의 b형 지지줄을 실물로 확대한 것(전개 장치 뜸의 부력: 30kg, 전개 장치 철봉의 침강력: $[1.23\text{kg} \times 4\text{개}] + 3.70\text{kg} = 8.60\text{kg}$).

㉟ 상기한 모형 수칙에 의해 실물 어구의 뜸줄에서의 부력은 100kg이 되고 발줄에서의 침강력은 40kg이 되는데, 실물 어구의 뜸줄에 현용의 멸치 들망에서 사용하고 있는 규격

이 107×170mm(부력: 755g) 되는 원주형의 기포형 뜬을 부착해 본 결과 20m 길이의 뜬줄에 98개밖에 부착할 수 없었기 때문에, 상기한 부력 100kg는 과다한 것이라고 생각되어 뜬줄에서의 부력을 755g×98개=74kg으로 축소하고, 밧줄에서의 침강력도 같은 비율로 축소하여 30kg(납 130g×230개)으로 하였다.

④ 상기한 모형 수척에 의해 실물 어구의 전개 장치 상단에서의 부력은 좌우 각각 32kg이 되고 하단에서의 침강력은 좌우 각각 18kg이 되는데, 전개 장치의 상단은 조업 중 어떤 외력의 작용에도 침하하는 일이 없어야 하므로, 중공형 뜬 ø240mm(부력: 6.6kg) 3개와 ø220mm(부력: 5.0kg) 2개를 부착하여 총 부력을 32kg에 가까운 30kg으로 하였고, 전개 장치 하단에서의 침강력은 그것에 부착된 5개의 철봉에 분산시키는 것으로 하되, 상기한 18kg은 생력형 조업에 지장을 초래할 수 있는 무게라고 생각되었기 때문에, 침강력을 축소시킴으로 인해 발생하는 문제점은 차후에 검토하기로 하고, 우선 최상단 철봉부터 네 번째 철봉까지를 침강력이 1.23kg(양단이 밀폐된 ø36mm 철봉, 공기중 무게: 3kg)인 철봉으로 제작하고, 다섯 번째 철봉만을 침강력이 3.7kg(양단이 밀폐된 ø48.6mm 철봉, 공기중 무게: 6kg)인 철봉으로 제작하여 총 침강력을 8.6kg으로 크게 줄였다.

<그림 56>은 <그림 54>의 그물에 <그림 55>의 지지줄을 각각 부착하여 유속이 0.1~0.2m/sec 되는 해역에서 5톤 크기의 선박으로 조선에 의해 전개시킨 그물의 형상을 나타내는 것으로서, 좌측 것은 전개 직후의 상태를 나타내고 우측 것은 전개시킨 뒤에 시간이 경과하여 그물의 형상이 더 이상 변하지 않고 고정되었을 때의 것을 나타낸다. 이것에서 보면, 배의 조선에 의한 전개 직후는 뜬줄이 직선에 가깝고, 그 후 형상이 고정되었을 때의 좌우 전개 장치 사이의 총 전개폭은 측정 결과 15m 정도이기 때문에, 실험의 결과가 전기했던 1/4 모형 실험의 결과와 매우 잘 일치할 뿐만 아니라 본 연구에서 개발한 전개범식 어구는 전개 성능이 매우 큰 어구라는 것을 확인할 수 있다.

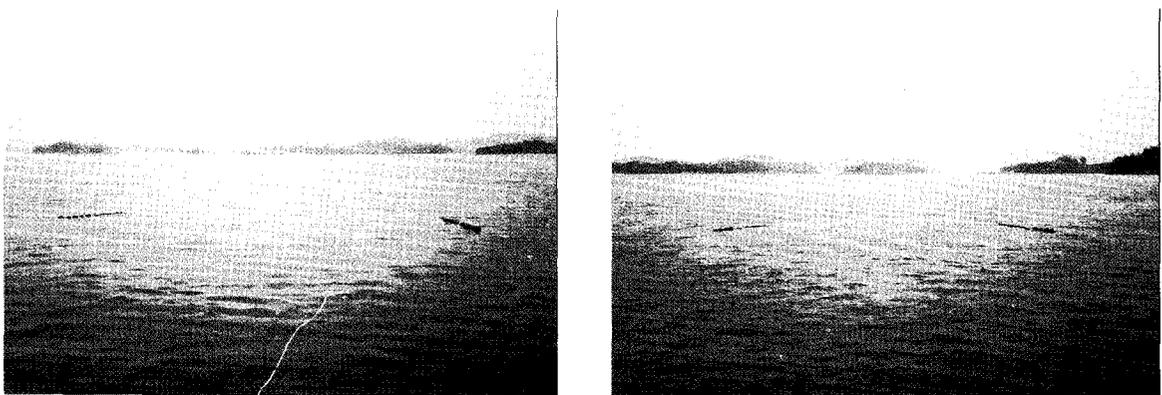


<그림 56> <그림 54> 및 <그림 55>에 표시된 어구의 전개 상태(좌: 조선에 의해 전개시킨 경우, 우: 조선에 의한 전개 후 시간이 경과하여 그물의 형상이 고정된 경우).

이 107×170mm(부력: 755g) 되는 원주형의 기포형 뜬을 부착해 본 결과 20m 길이의 뜬줄에 98개밖에 부착할 수 없었기 때문에, 상기한 부력 100kg는 과다한 것이라고 생각되어 뜬줄에서의 부력을 755g×98개=74kg으로 축소하고, 밧줄에서의 침강력도 같은 비율로 축소하여 30kg(납 130g×230개)으로 하였다.

④ 상기한 모형 수척에 의해 실물 어구의 전개 장치 상단에서의 부력은 좌우 각각 32kg이 되고 하단에서의 침강력은 좌우 각각 18kg이 되는데, 전개 장치의 상단은 조업 중 어떤 외력의 작용에도 침하하는 일이 없어야 하므로, 중공형 뜬 $\phi 240\text{mm}$ (부력: 6.6kg) 3개와 $\phi 220\text{mm}$ (부력: 5.0kg) 2개를 부착하여 총 부력을 32kg에 가까운 30kg으로 하였고, 전개 장치 하단에서의 침강력은 그것에 부착된 5개의 철봉에 분산시키는 것으로 하되, 상기한 18kg은 생력형 조업에 지장을 초래할 수 있는 무게라고 생각되었기 때문에, 침강력을 축소시킴으로 인해 발생하는 문제점은 차후에 검토하기로 하고, 우선 최상단 철봉부터 네 번째 철봉까지를 침강력이 1.23kg(양단이 밀폐된 $\phi 36\text{mm}$ 철봉, 공기중 무게: 3kg)인 철봉으로 제작하고, 다섯 번째 철봉만을 침강력이 3.7kg(양단이 밀폐된 $\phi 48.6\text{mm}$ 철봉, 공기중 무게: 6kg)인 철봉으로 제작하여 총 침강력을 8.6kg으로 크게 줄였다.

<그림 56>은 <그림 54>의 그물에 <그림 55>의 지지줄을 각각 부착하여 유속이 0.1~0.2m/sec 되는 해역에서 5톤 크기의 선박으로 조선에 의해 전개시킨 그물의 형상을 나타내는 것으로서, 좌측 것은 전개 직후의 상태를 나타내고 우측 것은 전개시킨 뒤에 시간이 경과하여 그물의 형상이 더 이상 변하지 않고 고정되었을 때의 것을 나타낸다. 이것에서 보면, 배의 조선에 의한 전개 직후는 뜬줄이 직선에 가깝고, 그 후 형상이 고정되었을 때의 좌우 전개 장치 사이의 총 전개폭은 측정 결과 15m 정도이기 때문에, 실험의 결과가 전기했던 1/4 모형 실험의 결과와 매우 잘 일치할 뿐만 아니라 본 연구에서 개발한 전개법식 어구는 전개 성능이 매우 큰 어구라는 것을 확인할 수 있다.



<그림 56> <그림 54> 및 <그림 55>에 표시된 어구의 전개 상태(좌: 조선에 의해 전개시킨 경우, 우: 조선에 의한 전개 후 시간이 경과하여 그물의 형상이 고정된 경우).

제 3절 생력화 조업 시스템의 개발을 위한 연구

1. 서언

멸치 들망은 멸치 자원의 감소로 생산성이 낮은 데다 여러 척의 선박이 선단을 이루어 조업하며 조업 인력도 많이 소요되는 등 생산 경비가 많이 소요되기 때문에 어업의 경제성도 크게 떨어져 있다. 따라서 멸치 들망어업은 어업 경영이 날로 악화되어 심각한 경영난에 처해 있고 최근에는 어업 현황 조사에서 밝혀진 바와 같이 휴업하는 선박들도 늘어나고 있는 실정인데, 이러한 문제점들을 해결하기 위해서는 생력화 조업 시스템으로 시급히 전환함으로써 어업의 경제성을 높이는 것이 가장 바람직한 방법이라고 볼 수 있다. 그러나 멸치 들망의 경우 생력화 조업 시스템으로 전환한다 해도 현재와 같은 조업 시스템을 그대로 유지하면서 부분적으로 수정을 가하는 정도로는 큰 효과를 기대할 수 없기 때문에, 지금까지와는 완전히 다른 방법으로 생력화 조업 시스템을 구축할 것이 필요한데, 그 방법으로는 그물배 1척이 조업의 전 과정을 전담하는 단선 조업 시스템이 가장 바람직하다고 볼 수 있다.

따라서 본 연구에서는 현용의 멸치 들망에 대해 조업 보조 선박들의 효과를 점검하고 멸치 들망과 어구·어법이 유사한 어업들에 대해 그 조업 장치와 조업 방법을 검토·분석함으로써 멸치 들망의 경우 단선 조업이 가능한가를 먼저 진단함과 동시에 그 방법을 찾아내는 것으로 하였으며, 이어 멸치 들망의 단선 조업에 적합한 양망기와 양망 방법 및 최적화 양망을 위한 어구의 세부 구조를 도출해내고, 1/4 모형에 의한 육상 모의 실험을 실시하여 단선 조업의 시행 방법과 각종 어로 장비의 배치 및 조작 방법을 도출해내며, 최종적으로는 개발된 어구와 조업 장치를 조합하여 해상에서의 모의 조업 실험을 실시함으로써 단선 조업 시스템을 완성하는 것으로 하였다.

2. 조업 보조 선박들의 효과 점검을 통한 최적의 조업 선단 규모 도출

현행의 멸치 들망어업에서는 9~10톤 규모의 그물배 1척과 5~6톤 규모의 어탐선 1척 및 1~2톤 규모의 불배(집어선) 1척이 선단을 이루어 조업하고 어획량이 많을 경우에는 3~5톤 규모의 어획물 운반선 1척을 추가하는데, 이와 같이 여러 척의 선박을 사용하는 것 자체가 멸치 들망어업의 경제성을 떨어트리는 큰 요인이 되고 있기 때문에, 본 연구에서는 우선 조업 보조 선박에 해당하는 어탐선과 불배 및 운반선에 대한 효과를 조사하고, 이들 보조 선박들의 사용이 필수적인가를 점검함으로써 멸치 들망에 있어 최적의 조업 선단 규모가

어떠해야 하는가를 찾아내며, 이어 단선 조업으로의 전환 가능성 및 그 전환을 위해 필요한 사항들을 조사함으로써 단선 조업의 실현을 위한 방안을 마련하였다.

가. 어탐선의 효과 점검 및 어탐선 없이 가능한 어탐 방법의 개발

멸치 들망어업에 종사하는 선박들은 매일 정오경에 출항하여 조업 해역에 도착한 뒤에 함께 표류하거나 항행을 하고, 그 동안에 어탐선이 일몰시까지 어군을 탐색하여 조업 어장의 위치를 결정하며 일몰 이후가 되면 조업을 시작하는데, 어탐선에는 어군 탐지기가 비치되어 있고 어로장이 승선하여 조업을 총괄 지휘하며, 투양망시에는 그물배에 대한 보조선 역할을 한다. 따라서 멸치 들망어업이 현재와 같은 조업 형태를 지속한다고 하면 어탐선은 필수적이라고 볼 수 있다.

그러나 어군 탐지기는 송수파기를 선저에 부착하고 그것에서 발사되는 초음파를 이용하여 어군의 크기와 밀도 등을 조사하는 것이 사용 목적이기 때문에, 어군 탐지기의 부착을 특정 선박에 한정시킬 필요는 없다. 따라서 멸치 들망의 경우도 어군 탐지기를 그물배에 비치한다고 해서 별다른 문제가 생길 것은 없는데, 멸치 들망어업에서 오랜 기간에 걸쳐 어탐선에 어군 탐지기를 부착해서 사용해 온 것은 이 어업의 전통적인 조업 특성과 어구 구조상 조업을 2척의 선박에 의해 행하지 않으면 안 되기 때문이라고 볼 수 있다. 즉, 현행의 멸치 들망어업에서는 표층 쌍끌이 그물과 유사하게 2척의 선박이 그물의 양쪽 앞끝에 달린 끌줄을 붙잡고 그물 입구를 벌려가면서 투망을 하고, 양망시에는 반대로 그물 입구를 좁혀가면서 끌줄을 1척의 선박에 인도하는 조업 형태를 취하고 있기 때문에, 2척의 선박 중 1척은 투양망 작업을 전담해야 하는 반면, 나머지 1척은 투양망 작업을 보조하는 정도에 지나지 않아 여유 시간이 많은 관계로 어군 탐지기를 장착하여 어탐선으로 활용하게 된 것이다.

결국, 멸치 들망에서 규모가 5~6톤이나 되는 어탐선을 따로 사용하는 것은 어군 탐색의 목적도 있지만, 어로장이 승선하여 어군 탐색을 해가면서 조업 전체를 원활하게 지휘하고 투양망시에 그물배에 대한 보조선 역할을 하는 데 더 큰 목적이 있다고 볼 수 있는데, 어군 탐지기를 그물배에 비치한다고 해서 어군 탐색에 큰 지장이 생기는 것이 아니고, 어탐선을 따로 사용하는 만큼 어탐선의 건조·유지비와 승선 인력, 선박 유류비 등의 어업 경비만이 늘어날 뿐이기 때문에, 실사 어탐선을 따로 사용하지 않음으로 인해 어획량이 적어진다 할지라도 어업의 경제성은 더 높아질 수밖에 없다.

따라서 멸치 들망어업의 발전을 위해서는 어탐선을 따로 사용하는 것보다도 어군 탐지기를 그물배에 비치함으로써 어업의 경제성을 높이는 것이 더욱 효과적이라고 볼 수 있

는데, <그림 39>에서 보았던 바와 같이 본 연구에서 개발한 전개범식 어구는 배의 한 쪽 현에서 투망을 하고 집어등으로 모은 어군도 그 쪽 현으로 유도해서 그물 위에 간히게 하기 때문에, 일반 어선과 같이 선저 중앙에 어군 탐지기의 송수과기를 부착하면 항행을 하면서 어군을 발견하기는 용이하나 집어하는 동안에는 어군의 동태를 파악하기는 곤란하다.

따라서 어군 탐지기의 송수과기를 그물배의 선저 중앙과 집어등 인출봉에 각각 부착하고, 항행시는 전자를 사용하고 집어시는 후자를 사용하면 탐어와 집어 및 집어시의 어군 동태 파악 등이 매우 용이해질 것이기 때문에, 본 연구에서는 이러한 방법을 최적의 어탐 방법으로 간주하고 이 방법을 도입하기로 하였다. 단, 집어등은 그 인출봉의 앞 끝에 부착하므로 어군 탐지기의 송수과기가 집어등에 방해되지 않도록 하기 위하여 집어등 인출봉 앞끝에서 0.5m 되는 곳에 수직으로 길이 2.5m의 철 파이프를 부착하고 그 속으로 전선을 연결하여 하단에 송수과기를 설치하며, 집어시에는 송수과기가 수면 하 1m 깊이에 내려가도록 하였다.

나. 불배의 효과 점검 및 불배 없이 가능한 집어 방법의 개발

현행 멀치 들망에 있어서 어군의 집어 및 집어진 어군의 그물 위로의 유도는 집어등을 장비한 불배가 전담하는데, 불배는 1~2톤 규모이고 1명이 승선하며, 경운기 엔진과 노를 장착하고 있어서 평소 항해시에는 경운기 엔진으로 운전하고, 어로장으로부터 어군의 위치를 통보 받으면 그 위치로 이동하여 집어를 하기 시작하며, 투망한 그물이 완전히 전개되면 모은 어군이 놀라지 않도록 노를 저어서 서서히 그물 위로 오르고, 어군이 어포부 쪽으로 완전히 유도되어 간히게 되면 어포부 상단을 넘어 그물 밖으로 빠져 나온다.

따라서 멀치 들망에서는 불배의 사용으로 인한 선박 건조·유지비와 인건비, 선박 유류비 등의 경비 지출도 문제되고 있지만, 해상 상태에 관계없이 소형의 선박으로 항시 조업에 임해야 하기 때문에, 선박 및 인명의 안전도 크게 문제되고 있다. 따라서 가능하다고만 하면 불배를 사용하지 않고 집어등을 그물배에 설치하여 그물배로 하여금 집어하게 하는 방법을 강구할 필요가 있는데, 이를 위해서는 다른 어업의 집어 실태를 참조하는 것이 좋기 때문에, 전기했던 어구·어법 조사 자료로부터 집어등을 이용하는 어업들에 대해 집어 실태를 조사하여 각 어업을 집어 방법별로 구분해 보면 다음과 같은 4가지 유형으로 집약된다.

① 닻을 내려서 고정한 그물배가 선수 쪽과 선미 쪽에서 각기 하나씩의 수중 집어등을 내리되, 선미 쪽 집어등은 배로부터 100m 정도 멀어지게 하여 각기 어군을 모으고, 어군

이 충분히 모이면 선미 쪽 집어등을 서서히 잡아당겨서 배에 가까이 오게 한 뒤에, 선수 쪽 집어등을 꺼서 어군이 선미 쪽 집어등에 합쳐지도록 하는 방법 : 가다랭이 채낚이 미끼용 멸치 봉수망.

㉞ 그물배가 집어등을 켜서 집어하고, 충분히 집어되면 집어등을 부착한 인출봉을 그물 쪽으로 서서히 회전시켜서 어군을 그물 위로 유도시키는 방법 : 2척 들망.

㉟ 그물배가 그물을 투입해 두고 그 위쪽 또는 가까이에서 집어등을 켜서 어군을 모은 뒤에 그물을 들어올리는 방법 : 멸치 챗배그물, 까나리 봉수망, 정어리 봉수망.

㊱ 그물배가 양현 쪽에 집어등과 유도등을 각각 장비하고 있다가 집어등을 켜서 집어한 후, 그것을 끄고 동시에 그물 위쪽에 설치된 유도등을 켜서 어군을 그물 위로 유도시키는 방법 : 풍치 봉수망, 화살오징어 들망, 고등어·전갱이 봉수망.

이상으로부터 보면, 집어등을 이용하는 어업들은 거의가 불배 없이도 어군을 잘 집어하여 어획하고 있고, 특히 멸치를 대상으로 하는 어업에서는 불배 없이 그물배만으로 집어하여 어획하고 있을 뿐만 아니라, 집어등을 이동시킴에 의해 멸치 어군을 원하는 곳으로 이동시킬 수도 있다는 것을 알 수 있다. 따라서 멸치 들망에서도 불배 없이 조업할 수 있다는 것을 알 수 있는데, 상기한 4가지 방법들은 오랜 기간에 걸친 경험을 통해 얻어진 것들이기 때문에, 멸치 들망에서 그물배만으로 집어한다고 하면 상기한 방법들 중 가장 바람직한 것을 참고로 하여 적절한 집어 방법을 찾아내는 것이 좋다고 볼 수 있다.

따라서 상기한 4가지 집어 방법들을 차례로 검토해 보면, 첫 번째 방법은 배에서 멀리 떨어져 있는 어군까지 집어가 가능하나 수중 집어등을 사용하고 기다란 전선을 해상에 내린다는 것이 불편하다고 볼 수 있고, 두 번째 방법은 기다란 집어등 인출봉을 조작하는 데에 불편이 따르기는 하나 집어진 어군의 위치를 쉽게 변경할 수 있다는 장점이 있으며, 세 번째 방법은 매우 간단한 방법이긴 하나 집어등과 그물을 배의 한 쪽 현에서 함께 내려야 하기 때문에 서로 방해가 될 염려가 있다. 한편, 네 번째 방법은 배의 양현에서 각기 집어등과 그물을 내리므로 서로 방해될 염려는 없으나, 멸치가 표층성 어종이므로 집어등을 끄고 유도등을 켤 때 어군이 선체로부터 방해를 받아 유도등 쪽으로 쉽게 이동하지 못하고 흩어져버릴 염려가 있다. 따라서 멸치 들망에 적용한다고 하면 두 번째 방법이 가장 바람직하다고 볼 수 있기 때문에, 본 연구에서는 두 번째 방법을 최적의 집어 방법으로 간주하고 이 방법을 이용하여 멸치 어군을 집어하기로 하였다.

다. 운반선의 활용도 점검 및 운반선 없이 가능한 운반 방법의 개발

멸치는 육질이 약한 어종이어서 선도가 나빠지기 쉽고 그렇게 되면 상품 가치가 크게

떨어지기 때문에, 멸치 들망에서는 멸치를 어획한 후 바로 삶아서 건조시키는데, 이 작업은 그물배가 담당한다. 즉, 그물배는 선미에서 어획물을 인양하면 좌현 선수 쪽에 설치된 가마솥에 넣어 바로 삶고, 삶은 것을 건조발로 떠서 가마솥 뒤쪽에 만든 건조발 틀에 차례로 쌓아두었다가, 일출시가 되어 입항을 하면 건조장으로 옮겨서 건조시킨다.

따라서 어획량이 적을 경우는 삶은 멸치를 건조발로 떠서 갑판상에 쌓아두면 되지만, 어획량이 많을 경우는 좁은 갑판상에 많은 건조발을 쌓기가 어려울 뿐만 아니라 바람이나 파도 등으로 쌓아둔 건조발이 넘어지기 쉽고 조업에도 지장을 초래하며, 선내 보관 시간이 길어지는 멸치의 양도 많아져서 선로도 전체적으로 떨어지는 등 여러 가지 문제점이 발생한다. 따라서 어획량이 많은 경우는 삶은 멸치를 가능한 한 빨리 육상의 건조장으로 옮길 것이 필요한데, 그물배나 어탐선 및 불배 중의 하나가 그 일을 담당하면 조업을 중단해야 하기 때문에, 어획물 운반선을 따로 추가하는 것이 보통이다.

그러나 어획물 운반선을 따로 준비하면 상기한 바와 같은 어획량이 많을 때의 문제점들을 해소하는 측면에서는 좋지만, 그것의 사용으로 인한 선박 건조·유지비와 인건비, 선박 유류비 등의 어업 경비가 늘어나서 어업의 경제성이 떨어지기 때문에, 어획물 운반선의 사용 여부는 어획량이 많을 때의 문제점과 어업의 경제성을 함께 고려해서 결정하지 않으면 안 된다. 즉, 선박 구입·유지비와 인건비, 선박 유류비 등의 어업 경비가 일정할 경우 어획량이 많으면 어업의 경제성은 높아질 수밖에 없기 때문에, 이러한 경우는 어획량이 많을 때의 문제점을 해소하기 위해 운반선을 사용하는 것이 좋고, 그 반대이면 운반선을 사용하지 않는 것이 좋으며, 어업 경비가 상당히 높다 할지라도 어획량이 매우 많고 높은 어가를 확보할 수 있으면 운반선을 사용하는 것이 좋다고 볼 수 있다.

결국, 어획물 운반선의 필요성이나 효과는 어획량과 어업의 경제성에 의해 결정된다고 볼 수 있는데, 과거와 같이 어획량이 많았던 시절에는 어업 경비도 저렴하여 운반선 사용에 큰 부담이 따르지 않았기 때문에, 조업 선단마다 3~5톤 규모의 어획물 운반선(선장과 선원 1명이 승선)을 사용하는 것이 보통이었으나, 최근에는 멸치 어획량이 크게 감소한 데다 어업 경비도 크게 양등하였기 때문에, 운반선을 사용하는 일이 거의 없어졌다.

그런데 본 연구에서 개발한 전개범식 어구는 구조가 간단하고 규모도 작아서 어구비가 적게 들고, 멸치 어군을 차단하는 면적이 커서 어획 성능이 높을 것으로 예상되며, 그물배 1척만으로 조업할 수 있어서 선박 구입·유지비와 선박 유류비가 적게 들고, 어구 조작이 간편하여 적은 인력으로도 조업이 가능한 관계로 조업 인건비도 적게 들 것이기 때문에, 이 어구가 성공적으로 조업에 임하게 되면 어업 경비를 크게 줄일 수 있다. 따라서 본 연구에서 개발한 어구를 사용할 경우 어획물 운반선의 사용을 충분히 검토해 볼 수

있는데, 현재로서는 이 어구의 1일당 어획량을 추정해낼 수 없고 멸치 건조발의 선적 방법에 대한 검토도 이루어지지 않은 상태이므로, 본 연구에서는 우선 어획물 운반선 없이 그물배만으로 어획 및 어획물의 처리 과정까지를 모두 달성하는 것으로 하여, 우선은 어획물 운반선을 사용하지 않는 것을 기본 방침으로 정하고, 실제 어장에서 조업을 반복하는 도중에 어획물 운반선의 필요성이 대두되면 그 때에 다시 검토하는 것으로 하였다.

라. 종합 및 결론

이상 기술한 바와 같이 멸치 들망에서 조업 보조 선박으로 이용되는 어탐선과 불배 및 운반선에 대해 각각의 효과를 점검하고 그들을 사용하는 경우와 사용하지 않는 경우의 장단점을 비교·검토해 본 결과, 어군 탐지기와 집어등은 그물배에 설치해도 되고 운반선은 사용하지 않아도 별 문제가 없는 것으로 판단되었기 때문에, 멸치 들망의 경우는 그물배 1척이 조업을 전담하는 단선 조업으로 전환할 수 있다는 것을 알 수 있다.

그러나 현재와 같은 조업 방법을 유지하고서는 투양망 보조선 1척이 반드시 필요하여 불배 1척만을 줄이는 데 그칠 수밖에 없기 때문에, 단선 조업을 위해서는 조업 방법을 바꾸는 것이 우선적으로 필요하다. 또한, 단선 조업을 규모가 가장 큰 그물배에 의존한다 하더라도 그물을 비롯하여 어군 탐지기와 집어등, 양망기, 어획물 삶는 장치 및 건조발을 선적할 수 있는 공간이 확보되어야 하기 때문에, 단선 조업을 효과적으로 달성하기 위해서는 조업 방법을 바꿈과 동시에 각종 어로 장비의 배치를 위한 공간 확보와 배치 방법에 대해 충분한 검토가 행해지지 않으면 안 될 것으로 생각된다.

3. 멸치 들망과 어구·어법이 유사한 어구들의 조업 장치와 방법에 관한 검토·분석

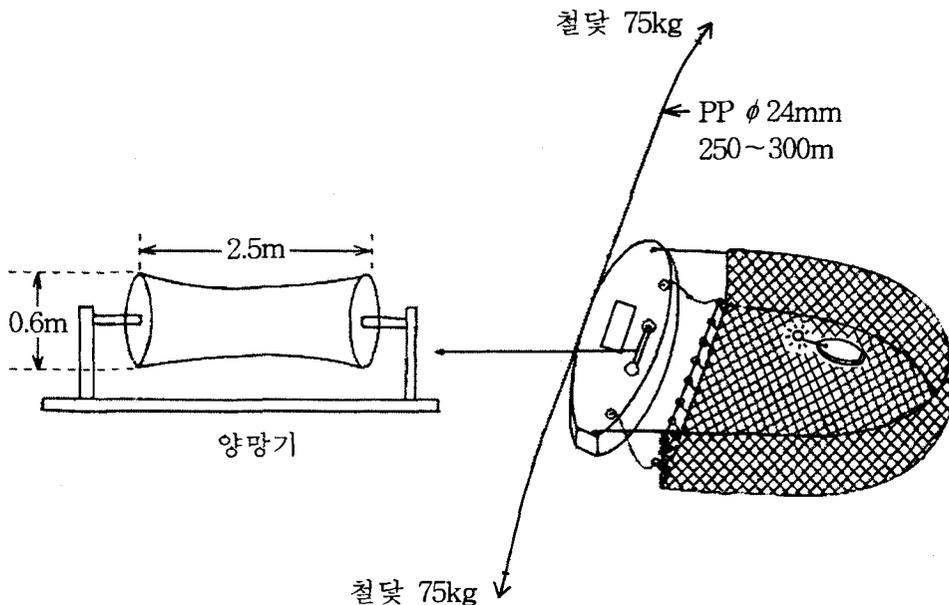
멸치 들망과 어구·어법이 유사한 어구들은 여러 가지가 있으나 본 연구에서와 같이 최적화 조업 장치 및 방법을 개발하는 데 참고가 될 수 있는 것은 어구의 구조 및 규모가 본 연구에서 개발한 전개범식 어구와 유사하고 조업을 기계에 의존하는 것들에 한정될 수밖에 없기 때문에, 본 연구에서는 먼저 멸치 들망과 어구·어법이 유사한 어구들 중에서 이상과 같은 조건들을 갖춘 어구들을 선정하고, 그들에 대해 조업 장치와 방법을 조사한 후 각각의 장단점을 검토·분석하였다.

가. 멸치 채들망

그물의 형태는 까래그물 양측에 날개그물이 있고 그 뒤쪽에 어포부가 부착된 쓰레받기 형태를 이루고 있고, 까래그물 앞끝의 발줄에는 다수의 침줄 고리를 부착하여 침줄이 통

과하도록 되어 있다.

이 어구는 5톤 규모의 그물배(6~7명 승선)와 1톤 규모의 불배(1~2명 승선) 및 5톤 규모의 운반선(2~3명 승선)이 하나의 선단을 이루어 조업하는데, 조업시에는 <그림 57>에서 보는 바와 같이 그물배가 양끝에 하나씩의 닻이 부착되어 있는 닻줄을 조류 방향에 직각으로 투하하고, 그 중앙부에 선체를 고정하여 조류 방향에 직각으로 선 다음, 조하 쪽으로 어포부부터 차례로 투망을 하며, 투망이 완료되면 날개그물의 양끝을 충분히 벌려서 닻줄에 고정하고 닻줄을 타고 그물 밖으로 빠져 나온다. 이어 조상 쪽에서 집어등으로 멸치 어군을 모은 불배가 서서히 이동하여 어군을 그물 위로 유도시키고, 어군이 충분히 유도되면 그물배가 다시 닻줄을 타고 그물 쪽으로 이동하여 닻줄에 연결된 줍줄을 풀고 사이드 드럼으로 감아 올린다. 줍줄이 완전히 죄어져서 발줄이 배 위로 올라오면, 그물 전체를 한 데 모아 선미 우현 쪽에 설치되어 있는 주기 전도 방식의 권동식 유압 양망기로 감아들이고, 어포부로 쫓긴 어군을 쪽지그물로 운반선에 퍼 올린다.



<그림 57> 멸치 채들망의 조업 장치와 방법.

이상으로부터 보면, 멸치 채들망은 조업 장치와 방법에 있어 여러 가지 장점과 단점을 가진다고 볼 수 있는데, 먼저 장점을 보면

① 그물로부터의 그물배의 이탈 및 복귀를 하나의 닻줄에 의존하기 때문에, 이탈 및 복귀 방법이 비교적 합리적이라고 볼 수 있다.

② 폭이 2.5m나 되는 주기 전도식의 대형 양망기를 사용하여 그물을 쉽게 내리고 감

아 올린다.

등을 들 수 있고, 단점으로는 다음과 같은 것들을 들 수 있다.

㉠ 조업 방법상 그물배 외에 불배가 반드시 필요하기 때문에 단선 조업이 불가능하고, 그로 인해 조업 경비 및 인력을 어느 이하로 줄이는 것이 불가능하다.

㉡ 조업 과정에 있어서 2개의 닻을 투입하는 작업이 불편할 뿐만 아니라 닻줄이 조류 방향에 직각으로 서도록 하는 것이 어렵고, 조류의 영향으로 닻줄에 걸리는 장력이 커서 그물배가 붙잡고 있는 것이 어려운 데다 그물배가 경사하기 쉬우며, 심할 경우는 선박의 안전이 문제된다.

㉢ 양망시 줍줄을 감을 때 까래그물이 해저에 닿아 과망되는 일이 많고, 그물을 양망기 하나로 무리하게 감아올리기 때문에 그물감에 걸리는 장력이 커서 임의 부분에서 과망이 발생할 경우 넓은 범위로 쉽게 전파된다.

㉣ 대형의 어포부를 인력으로 양망하고 어획물도 쪽지그물을 사용하여 인력으로 인양하기 때문에, 어획물 인양에 많은 시간이 걸리고 어획물의 손상도 많다.

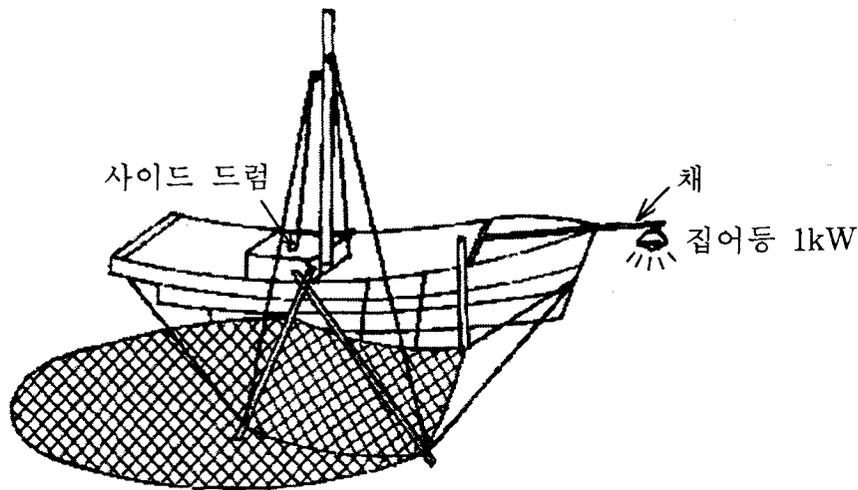
이상 기술한 것들을 종합하여 본 연구에서 개발한 전개범식 어구에 적용할 조업 장치와 방법을 생각해 보면, 멸치 채들망은 주기 전도식의 권동식 유압 양망기를 사용하여 비교적 기계화된 조업을 행하고 있다고 볼 수 있으며, 그물로부터의 그물배의 이탈 및 복귀 방법도 비교적 합리적이라고 볼 수 있기 때문에 이러한 점들은 참고로 할 만 하나, 단선 조업이 불가능한 것이 큰 단점이고 그로 인해 과다한 조업 경비와 인력, 조업의 불편성 등을 해소하기 곤란할 뿐만 아니라 그물로부터의 그물배의 이탈 및 복귀 작업도 불편한 데다 위험성이 따르기 때문에, 이러한 점들은 참고로 하기가 곤란하다고 볼 수 있다.

나. 멸치 켈배그물

<그림 58>에서 보는 바와 같이 그물은 전체적으로 자루 모양을 이루되 사각형으로 된 입구 하단이 상단보다 더 튀어나와 있는 구조로 되어 있고, 그물 입구의 각 모서리나 배쪽 변은 밧줄로 연결하여 배에서 지지하도록 되어 있으며, 그물 입구의 바다 쪽 변의 상단과 하단은 배의 마스트에 올려서 묶고 내릴 수 있는 2개의 채(棒)에 각각 연결되어 있다. 이 경우 2개의 채를 올리고 내리는 것은 그들 끝에 부착된 밧줄을 마스트 상부에 부착된 도르레를 통과시켜 배의 양쪽에 설치된 사이드 드럼으로 감거나 풀어줌에 의하는데, 2개의 채는 가위 모양으로 벌리고 접을 수 있어서 마스트에 감아 올리면 접어지고 풀어주면 일정 간격만큼 벌어진다.

이 어구에 의한 조업은 어선 1척만이 조업을 전담하는 단선 조업으로 이루어지고 있는데, 어선의 크기는 5~10톤 규모이고 6~9명이 승선하며, 어로 장비는 매우 간단하여 2~3m 길이의 대나무 막대에 부착한 1kW 내외의 집어등(백열등) 1개와 배의 양쪽에 설치된 사이드 드럼에 불과하다.

조업은 야간에 실시하는데, 조업 어장에 도착하면 배를 미속으로 전진시키면서 어군 탐지기로 어군을 탐색하는 한편, 집어등을 부착한 막대를 사람이 잡고 선수 쪽에서 어군을 집어하며, 어군이 충분히 집어되면 배를 정지시킨 다음, 2개의 채를 가위 모양으로 벌려서 내리고 그물을 투입하되, 2개의 채 중 앞쪽 것은 그 끝이 4m 깊이에 닿도록 하고 뒤쪽 것은 그 끝이 수면에 닿도록 함으로써, 그물이 배의 우현 쪽에서 배와 나란히 선 채로 전개되도록 한다. 그물이 잘 전개되면, 다시 배를 미속으로 전진시킴과 동시에 집어등을 그물 뒤쪽으로 이동시켜서 어군을 그물 속으로 유도하고, 어군이 그물 속으로 유도되면 사이드 드럼으로 도르레줄을 신속하게 감아 올리면서 그물 입구에 부착된 밧줄들을 들어올리며, 이어 그물 입구가 차단되어 배 위로 올라오면 차차로 그물을 잡아당겨 어군을 자루 뒤쪽으로 모으고 쪽지그물로 퍼 올린다.



<그림 58> 멸치 챗배그물의 조업 장치와 방법.

이상으로부터 보면, 멸치 챗배그물의 조업 장치와 방법은 여러 가지 장단점을 가진다고 볼 수 있는데, 그 중에서 먼저 장점을 보면

- ㉠ 조업 전체를 1척의 선박이 전담하는 단선 조업을 행하고 있기 때문에, 조업 경비와 인력 등이 적게 소요되어 경제성이 높다고 볼 수 있다.
- ㉡ 그물의 투입 및 인양은 인력에 의존하는 부분이 많으나 2개의 무거운 채를 사이드

드림으로 비교적 쉽게 인양하기 때문에, 투망과 양망이 비교적 신속하게 이루어진다.

㉔ 집어 후 집어등을 이동시킴에 의해 어군을 비교적 쉽게 그물 속으로 유도시킨다. 등을 들 수 있고, 단점으로는 다음과 같은 것들을 들 수 있다.

㉕ 투양망을 위해서는 항시 2개의 무거운 채를 내리고 올려야 하기 때문에, 그로 인한 불편과 위험이 따른다.

㉖ 항시 배의 우현에서 2개의 무거운 채와 그물을 지지하므로 선박 안전상 위험이 따른다.

이상 기술한 것들을 종합하여 본 연구에서 개발한 전개범식 어구에 적용할 조업 장치와 방법을 생각해 보면, 단선 조업의 수행, 투망과 양망의 신속성, 집어한 어군의 그물 속으로의 유도 방법 등은 참고로 할 만 하나 나머지 것들은 참고로 하기가 곤란하다고 볼 수 있다.

다. 화살오징어 들망

그물은 까래그물과 날개그물 및 어포부의 세 부분으로 되어 있으나 전체적인 모양은 한쪽 면이 트인 상자형을 이루고 있으며, 조업은 20톤 규모의 그물배(7~8명 승선)와 0.5톤 규모의 전마선(1명 승선)으로 이루어진다.

조업시에는 <그림 20>에서 보았던 바와 같이 전마선을 이용하여 그물배의 선수 및 선미에서 길이 방향으로 각기 2개씩 총 4개의 그물배 고정용 닻을 투입하고, 다시 선수 및 선미에서 좌우 정횡으로 각기 2개씩 총 4개의 어구 부설용 닻을 투입한 다음, 어구 부설용 닻줄에 연결되어 있는 도르레줄과 뺨침대를 함께 사용하여 그물배의 우현 쪽에 그물을 투입한다. 그물 투입이 완료되면, 좌현에서 정횡으로 낸 막대에 부착되어 있는 집어등을 점등하여 어군을 모으고, 어군이 충분히 모이면 집어등을 끄고 동시에 우현에서 정횡으로 낸 막대에 부착되어 있는 유도등을 켜서 어군을 유도한 다음, 인력으로 돌음줄을 잡아당겨 발줄을 들어올리며, 이어 당김줄과 뺨침대를 잡아당겨서 그물을 끌어올리고 어군을 어포부에 모아 어획한다.

이상으로부터 보면, 화살오징어 들망은 조업 장치와 방법에 있어 여러 가지 장점과 단점을 가진다고 볼 수 있는 데, 먼저 장점을 보면

㉗ 닻 투입 작업은 전마선에 의존하나 그 밖의 모든 조업은 그물배 1척만이 전담하는 단선 조업 형태를 취하고 있기 때문에, 단선 조업으로 발전시킬 수 있는 가능성이 높다.

㉘ 그물배 1척에서 좌우현으로 각각 집어등과 유도등을 내고 집어 후 집어등을 소등함과 동시에 유도등을 점등하는 방식을 취하고 있기 때문에, 그물 위로의 어군 유도가 쉽

다.

등을 들 수 있고, 단점으로는 다음과 같은 것들을 들 수 있다.

㉑ 조업에 이용되는 전마선은 그 크기가 작긴 하나 그것이 없으면 조업이 불가능하기 때문에 완전한 단선 조업이 불가능하고, 그로 인해 조업 경비 및 인력을 어느 이하로 줄이는 것이 불가능하다.

㉒ 조업시에 전마선이 총 8개의 닻을 비교적 정확한 위치에 투입해야 하기 때문에 닻 투입 작업이 불편할 뿐만 아니라 위험이 따르고, 바람, 조류 등의 영향으로 정확한 위치에 투입하기도 어려우며, 그 위치가 정확하지 못할 때는 조업에 지장을 초래한다.

㉓ 닻을 이용하여 어구를 부설하는 관계로 조업 어장의 수심이 10~15m 정도로 한정되기 때문에, 수심이 깊은 곳에서는 조업 자체가 곤란하다.

㉔ 투양망의 전 과정을 인력에 의존하기 때문에, 조업 경비에서 인건비가 차지하는 비중이 높고 어획물 인양에 많은 시간이 걸린다.

㉕ 그물배의 흘수가 작을 때는 집어등에 모인 어군을 유도등 쪽으로 비교적 쉽게 유도시킬 수 있으나, 그물배의 흘수가 클 때는 유도등의 불빛이 선저에 가려서 어군 유도가 어려워진다.

이상 기술한 것들을 종합하여 본 연구에서 개발한 전개범식 어구에 적용할 조업 장치와 방법을 생각해 보면, 조업을 그물배 1척에 의존하는 것 및 집어등과 유도등의 겸용 및 배치 방법은 참고로 할 만 하나 나머지 것들은 참고로 하기가 곤란할 것 같다.

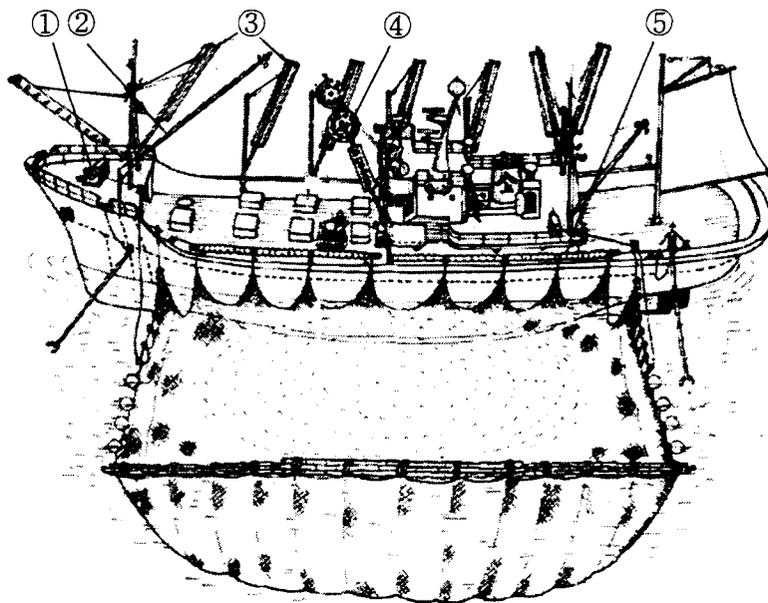
라. 풍치 봉수망

그물은 단순한 사각형으로 되어 있고, 그 상단에는 뜰대 및 뺨침대가, 하단에는 발들과 돌음줄이, 좌우 양단에는 줍줄 고리가 각각 부착되어 있으며, 줍줄 고리에는 줍줄이 통과되어 있다. 이 어구에 의한 조업은 어선 1척만이 조업을 전담하는 단선 조업으로 이루어지고 있는데, 어선의 크기는 5톤에서 200톤까지에 이르나 소형선에 해당하는 5~10톤과 대형선에 해당하는 100~200톤이 주류를 이루고 있으며, 어로 장비는 어선의 크기에 따라 약간씩 달라지기는 하나 대개가 <그림 59>에서 보는 바와 같이 어군 탐색용 탐조등과 집어등, 유도등, 스캐닝 소나 및 양망 윈치를 비치하고 있다. 이들 중 탐조등으로는 1~2kW 백색등을 사용하되 그것을 조타실 상부에 1개만 설치하거나 조타실 상부 및 선수에 각각 1개씩을 설치하며, 집어등으로는 배의 투망 반대현(우현)에서 정황으로 낸 7~8개의 기다란 막대에 0.5~1kW 청색등을 5~10개씩 부착한 것을 사용하고, 유도등으로는 배의 투망현(좌현)에서 정황으로 낸 1개의 기다란 막대에 0.5~1kW 백열등 10개와

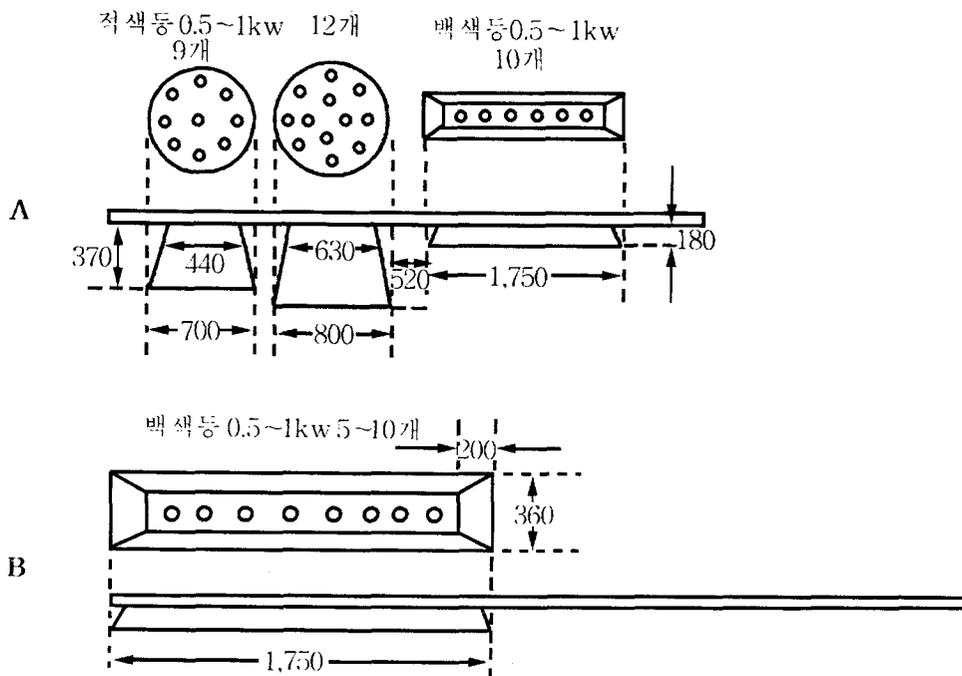
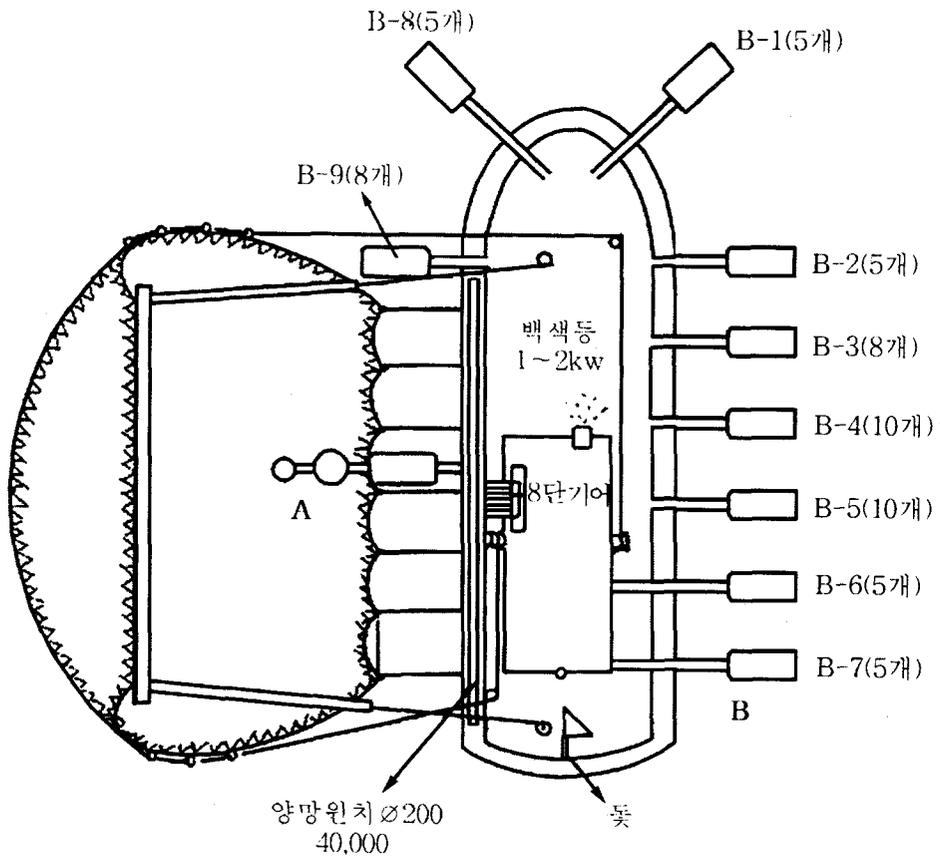
적색등 21개를 함께 부착한 것을 사용한다(그림 60). 한편, 양망 원치로는 주기 전도식의 권동식 유압 원치를 사용하되, 그 수를 돋음줄 및 짐줄의 수와 같게 함으로써 각각의 원치가 1개씩의 돋음줄이나 짐줄을 감아올리도록 하며, 각각의 원치 앞쪽에 페어 리더(Fair leader)를 설치하여 양망시에 돋음줄이 배의 현과 마찰하는 것을 방지한다.

조업은 야간에 실시하되 해가 진 직후부터 본격적으로 탐조등과 스캐닝 소나를 사용하여 어군을 탐색한다. 어군이 발견되면 배의 우현에 설치된 집어등을 켜고 배를 미속으로 전진하면서 어군을 집어하며, 어군이 충분히 집어되면 배를 정지하되 조하 쪽에 배의 좌현 즉, 투망현이 오도록 배를 조류 방향에 직각으로 세운 다음, 그 쪽 현에 길게 매달려 있는 뜰대를 먼저 투하하고 뺨침대로 밀어내면서 그물감과 발줄 및 돋음줄을 차례로 투하하며, 완전히 투하되면 그물이 배로부터 충분히 멀어지도록 돋음줄과 짐줄을 길게 내주고 그들 끝을 배에서 잡고 있다.

이상과 같이 해서 투망이 완료되면, 우현 선미 쪽 집어등부터 차례로 끄면서 어군을 선수 쪽으로 유도하고, 이어 좌현 쪽 유도등을 켜서 어군을 배와 그물 사이로 유도하며, 어군이 그물 위쪽으로 유도되면 유도등 중 적색등은 남겨두고 백색등만을 모두 꺼서 어군의 행동을 둔화시킴과 동시에 수면 가까이로 부상하게 한다. 어군이 수면 가까이로 부상하면, 양망 원치로 돋음줄과 짐줄을 감아 그물이 오목한 주머니 모양이 되게 하여 어군을 가둔 다음, 발줄 쪽 그물감부터 차례로 잡아당겨 뜰대 쪽에 있는 어포부에 어군을 모아 쪽대그물이나 고기 펌프로 퍼 올린다.



<그림 59> 콩치 봉수망의 조업 장치와 방법(① 짐줄 원치, ② 양망용 붐, ③ 집어등, ④ 유도등, ⑤ 양망 원치).



<그림 60> 풍치 봉수망 어선에서 사용되는 집어등과 유도등.

이상으로부터 보면, 쫓치 봉수망은 조업 장치와 방법에 있어 여러 가지 장점과 단점을 가진다고 볼 수 있는 데, 먼저 장점을 보면

㉠ 조업 전체를 1척의 선박이 전담하는 단선 조업을 행하고 있기 때문에, 조업 경비와 인력 등이 적게 소요되어 경제성이 높다고 볼 수 있다.

㉡ 그물의 투입 및 인양은 인력에 의존하는 부분이 많으나 장력이 크게 작용하는 돈음줄과 줍줄의 인양을 양망 원ちに 의존하고 있기 때문에, 조업이 비교적 기계화되어 있다고 볼 수 있다.

㉢ 그물배 1척에서 좌우현으로 각각 집어등과 유도등을 내고 집어한 후 집어등을 소등함과 동시에 유도등을 점등하는 방식을 취하고 있기 때문에, 그물 위로의 어군 유도가 쉽다.

㉣ 어군이 그물 위로 유도되면 유도등 중 적색등만을 남겨 놓고 백색등을 모두 꺼서 어군의 행동을 둔화시킴과 동시에 수면 가까이로 부상하게 하고 있기 때문에, 어군의 행동·습성을 잘 이용한 어법을 취하고 있다고 볼 수 있다.

등을 들 수 있고, 단점으로는 다음과 같은 것들을 들 수 있다.

㉠ 양망 원치의 수를 돈음줄 및 줍줄의 수와 같게 해야 하기 때문에, 다수의 원치가 필요하고 그들 모두를 작동시키는 데 많은 동력이 소요된다.

㉡ 여러 개의 양망 원치는 같은 속도로 돈음줄과 줍줄을 인양해야 하기 때문에, 이들 줄이 어구의 다른 부분과 얽히거나 원치 중 어느 하나라도 문제가 생기면 그것을 수정하는 만큼 작업이 지연된다.

㉢ 집어등으로 어군을 모은 뒤에 파랑이나 배의 그림자 영향 등으로 유도등 쪽으로 원활하게 유도하지 못하면 집어한 어군이 도피할 수 있다.

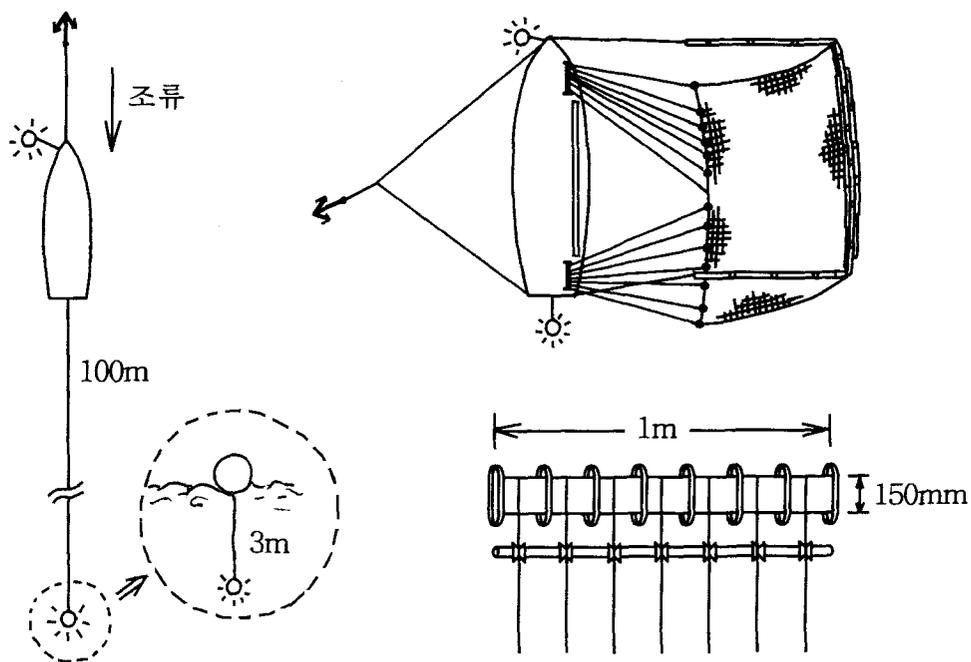
이상 기술한 것들을 종합하여 본 연구에서 개발한 전개범식 어구에 적용할 조업 장치와 방법을 생각해 보면, 단선 조업, 양망 원치의 구조와 구동 방법, 돈음줄과 줍줄의 권양 방법, 집어등과 유도등의 겸용과 배치 방법, 집어등에서 유도등으로의 어군 유도 방법, 유도등 쪽으로 어군이 유도되었을 때 적색등만을 남겨 놓고 백색등을 소등하는 방법 등은 참고로 할 만 하나 나머지 것들은 참고로 하기가 곤란하다고 볼 수 있다.

마. 가다랭이 채낚이 미끼용 떨치 봉수망

가다랭이 채낚이 어업에서는 야간에 봉수망으로 떨치를 어획하여 활어 상태로 보관하고 있다가 다음 날 미끼로 사용하여 가다랭이를 어획하는데, 미끼의 사용 가능 양과 활어 여부는 가다랭이의 어획에 큰 영향을 끼치기 때문에, 가다랭이 채낚이 어업에서는 가

다랭이를 어획하는 것 못지 않게 멸치 어획을 중요하게 취급한다.

따라서 가다랭이 채낚이 어업에서 사용하는 멸치 봉수망도 본 연구의 수행에 큰 도움이 될 수 있기 때문에 그것의 구조와 조업 장치 및 조업 방법을 보면, 먼저 그물은 정사각형에 가깝게 하되, 어선의 길이가 30m 정도이고 조업 어장의 수심도 30m 정도이므로 그물 각 변의 완성 길이 및 뜰대의 길이를 30m 정도로 하고, 밧줄에는 14가닥의 뜰음줄에 연결된 14개의 추를 같은 간격으로 1개씩 부착한 구조로 되어 있으며, 양망 장치는 <그림 61>에서 보는 바와 같이 투망현에 해당되는 배의 우현 선수와 선미 쪽에 각각 1대씩 설치된 주기 전도식의 유압 양망 원치(원주형으로 축의 지름은 150mm, 길이는 1m 정도)와 보조 롤러 및 이들보다 더욱 현측에 설치된 양망 롤러로 이루어진다. 이들 중 각각의 양망 원치는 7가닥씩의 뜰음줄을 감아 올려야 하기 때문에 7개의 구획으로 나누어져 있고, 보조 롤러는 각각의 뜰음줄이 배의 현측과 마찰하지 않고 쉽게 인양되도록 하는 것이기 때문에 7개씩의 롤러가 한 조를 이루고 있으며, 양망 롤러는 원통형으로서 고무 제품으로 되어 있다.



<그림 61> 가다랭이 채낚이 미끼용 멸치 봉수망의 조업 장치와 방법.

따라서 어구의 전체적 구조·규모와 구성 방법 및 조업 장치와 방법은 썩치 봉수망의 경우와 대체적으로 유사하다고 볼 수 있으나, 구체적으로 보면 집어등의 사용 방법이나 집어 방법이 크게 다르고 조업 장치와 방법도 부분적으로 다르다. 즉, 멸치 봉수망에서는 조업 어장에 도착하면 먼저 선수 닻줄과 선미 닻줄에 함께 연결된 하나의 닻을 투하하고

선미 닻줄을 충분히 인출하여 배가 조류 방향으로 서도록 한 다음, 수중 집어등이 3m 정도 깊이에 잠기도록 닻줄을 연결한 지름 300mm 정도의 부표를 닻줄에 연결하여 선미에서 투입하고 배로부터 100m 정도 멀어지게 하며, 동시에 좌현 선수에서 3~4m 깊이에 또하나의 수중 집어등을 내린다.

따라서 집어는 두 곳에서 함께 행해지는 셈이 되는데, 어군이 충분히 집어되었다고 판단되면 선미 닻줄과 선미에 내린 집어등 연결줄을 서서히 잡아당김으로써 배는 조류 방향에 직각이 되도록 하고 선미 집어등은 배에 가까워지게 하며, 배가 조류 방향에 완전히 직각이 되고 선미 집어등이 배에 접근하면 선수 집어등은 소등하고 선미 집어등은 선미에 고정하되 그 광력을 처음의 50% 정도로 줄여서 어군이 집어등 가까이로 부상하도록 한다. 이어 배의 우현에서 뜰대·뺨침대·그물감·발줄·돈음줄 순으로 어구를 투입하고 5분 정도 경과한 후에 그물의 전개 상태를 점검하며, 전개 상태가 양호하다고 판단되면 사람이 선미 집어등을 매단 부표를 서서히 움직여서 배의 우현 중앙 쪽으로 이동시키고, 어군이 그 쪽으로 유도되면 집어등의 광력을 처음의 30% 정도로 줄여서 어군을 수면 쪽으로 부상시킨 뒤에 양망에 들어간다.

양망은 그물 하단에 부착된 14가닥의 돈음줄을 2대의 양망 원치가 7가닥씩 권양하는 것으로부터 시작되는데, 각각의 돈음줄이 완전히 권양되면 그 하단에 부착된 14개의 추를 배의 현측에 올리고, 뺨침대에 부착되어 있는 당김줄을 서서히 잡아당겨 뺨침대를 수거하며, 이어 15명 정도의 선원이 함께 그물을 차차로 인양하면서 배의 현측에 쌓아두고 어군을 뜰대 쪽으로 몰아 쪽지그물로 퍼 올린다.

이상으로부터 보면, 멸치 봉수망의 조업 장치와 방법은 콩치 봉수망의 경우와 유사한 점이 많아서 하여 조업 장치와 방법상의 장단점도 콩치 봉수망의 경우와 유사하다고 볼 수 있는데, 그 중에서 먼저 장점을 보면

㉠ 조업 전체를 1척의 선박이 전담하는 단선 조업을 행하고 있기 때문에, 조업 경비와 인력 등이 적게 소요되어 경제성이 높다고 볼 수 있다.

㉡ 그물의 투입 및 인양은 인력에 의존하는 부분이 많으나 하중이 크게 걸리는 돈음줄과 줍줄의 인양을 양망 원치에 의존하고 있기 때문에, 조업이 비교적 기계화되어 있다고 볼 수 있다.

㉢ 집어등을 선수 쪽과 선미 100m 거리에 내어 두 곳에서 집어한 후 하나로 합치는 방법을 택하고 있기 때문에, 1개의 집어등을 사용하는 경우보다 많은 양의 어군을 모을 수 있다.

㉣ 선수 쪽과 선미 쪽에서 모은 어군을 하나로 합친 뒤에 집어등의 광력을 처음의

50% 정도로 줄여서 어군이 집어등에 가까워지도록 하고, 어군이 그물 위로 유도되면 집어등의 광력을 처음의 30% 정도로 줄여서 어군을 수면 쪽으로 부상시킨 뒤에 양망에 들어가기 때문에, 어군의 행동·습성을 잘 이용한 어법을 취하고 있다고 볼 수 있다.

㉔ 수중 집어등을 사용하고 있어서 집어등 불빛의 수면 반사가 적기 때문에, 수상 집어등을 사용하는 경우보다 불빛의 도달 거리가 크고 수심이 같을 경우 수중 조도도 더 크다.

등을 들 수 있고, 단점으로는 다음과 같은 것들을 들 수 있다.

㉕ 조업시에는 항시 닻을 투입해야 하고 조업이 끝나면 닻을 인양해야 하기 때문에, 닻의 투입 및 인양으로 인한 불편과 시간 소비가 많다.

㉖ 어군이 충분히 집어되면 선미 닻줄을 잡아당겨 배를 조류 방향에 직각으로 세워야 하기 때문에, 이로 인한 불편과 시간 소비가 많다.

㉗ 여러 가닥의 뜰줄이 같은 속도로 인양되어야 하기 때문에, 뜰줄 중 어느 하나라도 문제가 생기면 그것을 수정하는 만큼 작업이 지연된다.

㉘ 수중 집어등을 사용하는 관계로 기다란 전선을 연결하여 배에서 내리고 올리는 작업을 반복해야 하기 때문에, 수상 집어등을 사용하는 경우보다 전선 사용으로 인한 경비가 많이 소요되는 데다 전선 파열로 인한 사고가 많을 수 밖에 없다.

이상 기술한 것들을 종합하여 본 연구에서 개발한 전개범식 어구에 적용할 조업 장치와 방법을 생각해 보면, 단선 조업의 수행, 양망 원치의 구조와 구동 방법, 뜰줄의 권양 방법, 수중 집어등의 사용, 집어등의 2개 사용 및 각각이 모은 어군을 합치는 방법, 집어 후 집어등의 광력을 줄이는 방법 등은 참고로 할 만 하나 나머지 것들은 참고로 하기가 곤란하다고 볼 수 있다.

바. 자리돔 3척 들망

그물은 평면 구조이되 그 전체에 일정 간격으로 낚을 부착함으로써 네 모서리를 잡고 들어올릴 때 오목한 주머니 모양이 되도록 한 것으로서, 조업 장치로는 그물배의 좌현과 우현에 각각 1대씩 설치된 사이드 드럼이 있다.

조업은 5톤 규모의 그물배 1척(2명 승선)과 0.5톤 규모의 보조선(무동력선, 2명 승선) 2척에 의해 이루어지는데, 해뜨기 전에 어장에 도착하여 전기했던 <그림 21>에서 보았던 바와 같이 그물배는 조류 방향에 직각으로 배를 세우고 보조선의 도움을 받아 조상 쪽 선수미에 큰 닻 2개를, 조하 쪽 선수미에 작은 닻 2개를 투하하고, 이어 보조선 2척은 그물배로 돌아와 그물 한 쪽의 양 모서리에 연결되어 있는 뜰줄을 하나씩 그물배로부터

넘겨받고 조하 쪽에 투하한 작은 닻의 닻줄을 따라가면서 투망하며, 동시에 그물배는 그물의 반대 쪽 양 모서리에 연결되어 있는 돋음줄을 큰 닻줄에 부착되어 있는 도르래를 통해 잡아당겨서 그물이 충분히 벌어지도록 한다.

투망이 완료되면 그물배와 보조선은 각기 돋음줄의 길이를 조절하여 그물을 해저 바닥까지 내린 다음 어군이 그물 위로 올라올 때까지 기다리고, 어군이 올라오면 그물배와 보조선은 돋음줄을 신속하게 잡아당겨서 그물을 인양하되, 보조선이 그물배 쪽으로 이동하면서 그물을 인양해 감으로써 어군을 그물배 쪽으로 몰고, 어군이 완전히 몰리면 쪽지 그물로 퍼 올린다. 이 경우 그물배에서 돋음줄을 인양하는 것은 사이드 드럼에 의존하는데, 그물배의 선수 쪽 돋음줄은 선수에 부착되어 있는 안내 롤러를 통해 좌현 사이드 드럼으로 감아 올리고, 선미 쪽 돋음줄은 선미에 부착되어 있는 안내 롤러를 통해 우현 사이드 드럼으로 감아 올리며, 그물 끝에 부착되어 있는 3가닥의 돋음줄은 한데 합쳐 인력으로 당겨 올리고, 2척의 보조선에서는 돋음줄 한 가닥씩을 인력으로 당겨 올린다.

이상으로부터 보면, 자리돔 3척 들망의 조업 장치와 방법은 여러 가지 장단점을 가진다고 볼 수 있는데, 그 중에서 먼저 장점을 보면

㉠ 평면 그물의 네 모서리를 3척의 선박이 붙잡고 전개시키므로 그물의 전개 면적이 크고, 그로 인해 유효 어획역이 크다.

㉡ 3척의 선박이 함께 조업하므로 투망 과정이 비교적 신속하게 이루어진다.

㉢ 돋음줄의 인양을 사이드 드럼에 의존하므로 인양 작업이 비교적 간편하다.

등을 들 수 있고, 단점으로는 다음과 같은 것들을 들 수 있다.

㉠ 조업을 3척의 선박에 의존하므로 조업 경비와 인력이 많이 소요되어 경제성이 낮다.

㉡ 조업시에는 항상 4개의 닻을 투입해야 하고 조업이 끝나면 그들 모두를 인양해야 하기 때문에, 닻의 투입 및 인양으로 인한 불편과 시간 소비가 많다.

㉢ 그물의 인양을 완전히 인력에 의존하고 보조선에서의 돋음줄 인양도 인력에 의존하므로 조업 인력이 많이 소요된다.

이상 기술한 것들을 종합하여 본 연구에서 개발한 전개범식 어구에 적용할 조업 장치와 방법을 생각해 보면, 돋음줄의 인양을 사이드 드럼에 의존하는 것은 참고로 할 만 하나 나머지 것들은 참고로 하기가 곤란하다고 볼 수 있다.

사. 종합 및 결론

이상 현용의 멸치 들망을 비롯하여 그와 어구·어법이 유사한 멸치 채들망, 멸치 챗배

그물, 화살오징어 들망, 콩치 봉수망, 가다랭이 채낚이 미끼용 멸치 봉수망 및 자리돔 3척 들망에 대해 각각의 조업 장치와 방법을 조사하고 장단점을 검토·분석한 결과를 종합하여, 본 연구에서 최적의 멸치 들망으로 선정된 전개범식 어구의 조업 장치와 방법을 개발해 내는 데 참고가 될 수 있는 것들을 어구 종류별로 나열하면 다음과 같다.

㉑ 현용의 멸치 들망에서 채용하고 있는 권동식 유압 양망기.

㉒ 멸치 채들망에서 채용하고 있는 권동식 유압 양망기 및 그물로부터의 그물배의 이탈·복귀 방법.

㉓ 멸치 챗배그물에서 채용하고 있는 단선 조업, 신속한 투양망 및 집어한 어군의 그물 속으로의 유도 방법.

㉔ 화살오징어 들망에서 채용하고 있는 그물배의 조업 방식과 집어등 및 유도등의 검용과 배치 방법.

㉕ 콩치 봉수망에서 채용하고 있는 단선 조업, 양망 원치의 구조와 구동 방법, 돛음줄과 줍줄의 권양 방법, 집어등과 유도등의 검용과 배치 방법, 집어등에서 유도등으로의 어군 유도 방법 및 유도등 쪽으로 어군이 유도되었을 때 적색등만을 남겨 놓고 백색등을 소등하는 방법.

㉖ 가다랭이 채낚이 미끼용 멸치 봉수망에서 채용하고 있는 단선 조업, 양망 원치의 구조와 구동 방법, 돛음줄의 권양 방법, 수중 집어등의 사용, 집어등의 2개 사용과 각각이 모은 어군을 합치는 방법 및 집어 후 집어등의 광력을 줄이는 방법.

㉗ 자리돔 3척 들망에서 채용하고 있는 사이드 드럼에 의한 돛음줄의 인양.

4. 최적화 양망 방법의 개발을 위한 어구 구조의 검토 및 1/4 모형에 의한 모의 양망 실험

본 연구에서 개발한 전개범식 멸치 들망은 직사각형으로 된 그물의 좌우 양쪽에 전개장치가 부착되어 있고 그것에 다시 그물 지지줄이 부착된 구조로 되어 있으며, 양망시에는 그물 지지줄을 먼저 감아서 그물을 배 쪽으로 접근시키고 어느 정도 접근하면 전개장치와 발줄을 들어올려서 어군의 탈출 경로를 차단해야 하기 때문에, 좌우 양쪽의 그물 지지줄은 가능한 한 넓은 간격을 유지하는 것이 좋고, 전개 장치와 발줄은 양망시에 어군의 탈출 경로를 신속하게 차단할 수 있어야 한다.

따라서 실제로 조업할 경우 좌우 양쪽의 그물 지지줄은 선수 쪽과 선미 쪽에서 감아올려야 하는데, 이러한 양망 실험을 실물 어구를 사용하여 실제 해상에서 행하면 그물의 전체적 형상을 쉽게 파악하지 못할 뿐만 아니라 조류나 파도, 바람 등의 영향으로 어군

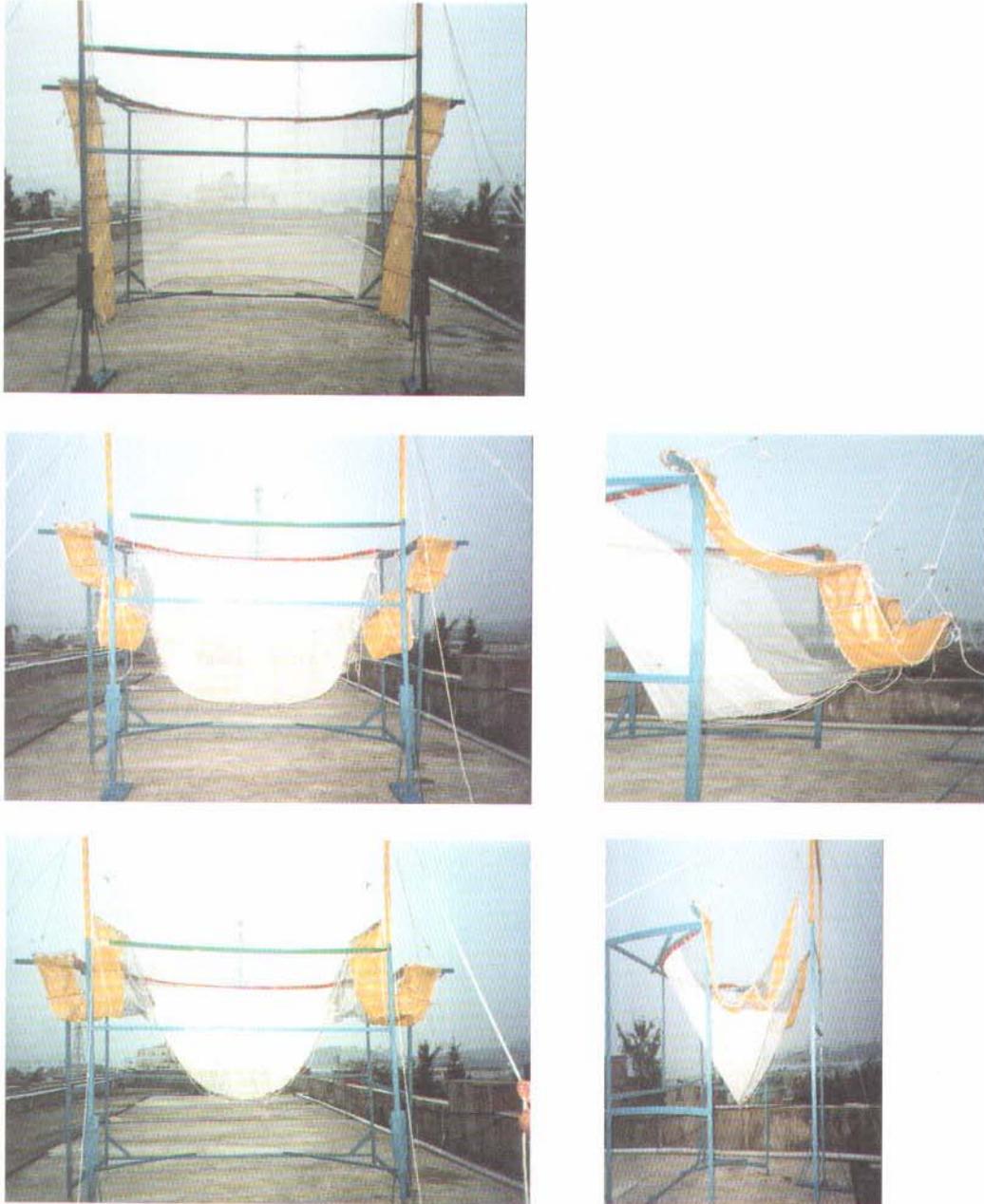
의 탈출 경로를 확실하게 차단하는 방법을 구해내기가 어렵기 때문에, 본 연구에서는 조류나 파도, 바람 등의 영향 무시되는 육상에서 1/4 모형 어구(그림 46의 B형 그물)를 사용하여 모의 양망 실험을 실시함으로써, 어군의 탈출 경로를 신속하게 차단할 수 있는 양망 방법을 개발해내는 것으로 하였다.

그러나 육상에서 모형 어구에 의한 모의 양망 실험을 하기 위해서는 모형 어구를 설치할 때 그 형상이 실제 선박에서 투입한 것과 유사해야 하고 실험 조건도 해상 실험의 경우와 가능한 한 가까워야 하기 때문에, 본 연구에서는 <그림 62>에서와 같이 목재로 그물 부착용 틀과 양망기 부착용 틀을 각각 설계·제작하되, 좌우 양망 롤러간의 간격은 2.5m(실제 조업선의 선수미 양망기 간격의 1/4)로, 좌우 전개 장치 사이의 총 전개폭은 3.5m(뚝줄과 좌우 전개 장치를 합한 길이의 70%)로 하고, 양망기 부착틀은 한 위치에 고정된 반면 그물 부착틀은 양쪽의 그물 지지줄을 잡아당길 때 양망기 쪽으로 이동되도록 하여, 모의 양망을 진행함에 따른 그물의 형상 변화를 조사하였다. 단, 그물은 양망시에 바람직한 곡면을 이루어서 그 위에 있는 어군을 놀라지 않게 해야 하고, 그 곡면의 형상은 그물 부착틀이 양망기 부착틀에 어느 정도로 접근하였을 때 양망을 시작하는가에 따라 달라지기 때문에, 본 연구에서 그 거리를 미리 조사해 본 결과 그물의 완성 깊이와 같은 2.5m가 적당하다고 보여졌기 때문에, 그물 부착틀이 양망기 틀에 2.5m만큼 접근하였을 때 모의 양망을 시작하였다.

<그림 62>를 보면, 첫 번째 그림과 같이 양망을 하기 전에는 그물이 연직 방향으로 완전히 펴져 있으나, 두 번째 그림과 같이 그물 지지줄을 인양하기 시작하였을 때에는 지지줄이 부착된 전개 장치의 첩봉이 먼저 올라오기 때문에, 각 첩봉간의 간격이 좁아지면서 첩봉 사이의 범포는 아래쪽으로 쳐지기 시작하고, 밧줄은 전체적으로는 부상하나 양쪽 끝이 올라오고 중앙부가 쳐지는 형태를 이루며, 세 번째 그림과 같이 전개 장치의 최하단 첩봉이 수면 위로 부상하도록 지지줄을 인양하면 첩봉간의 간격은 더욱 좁아지면서 범포가 더 많이 쳐지고 밧줄 중앙부더 크게 쳐진다. 그러나 이들 전개 장치와 밧줄에서 생기는 공간은 그물의 규모에 비해 비교적 커서 어군의 탈출을 용이하게 할 것이 분명하기 때문에, 이러한 양망 방법으로는 어군의 탈출을 방지할 수가 없다.

따라서 전개 장치와 밧줄에 생기는 공간을 없앨 수 있는 방법을 강구하지 않으면 안 되는데, 그 방법으로는 멸치 들망과 어구·어법이 유사한 어구들에서 사용하고 있는 줍줄이나 돌음줄을 사용하는 방법을 생각할 수 있다. 그러나 돌음줄은 여러 가닥을 사용해야 하는 관계로 양망 작업에 불편을 초래할 염려가 많기 때문에, 본 연구에서는 전개 장치와 밧줄에 다수의 줍줄 고리를 달고 그 속으로 줍줄을 통과시켜 그물의 좌우변과 하변을

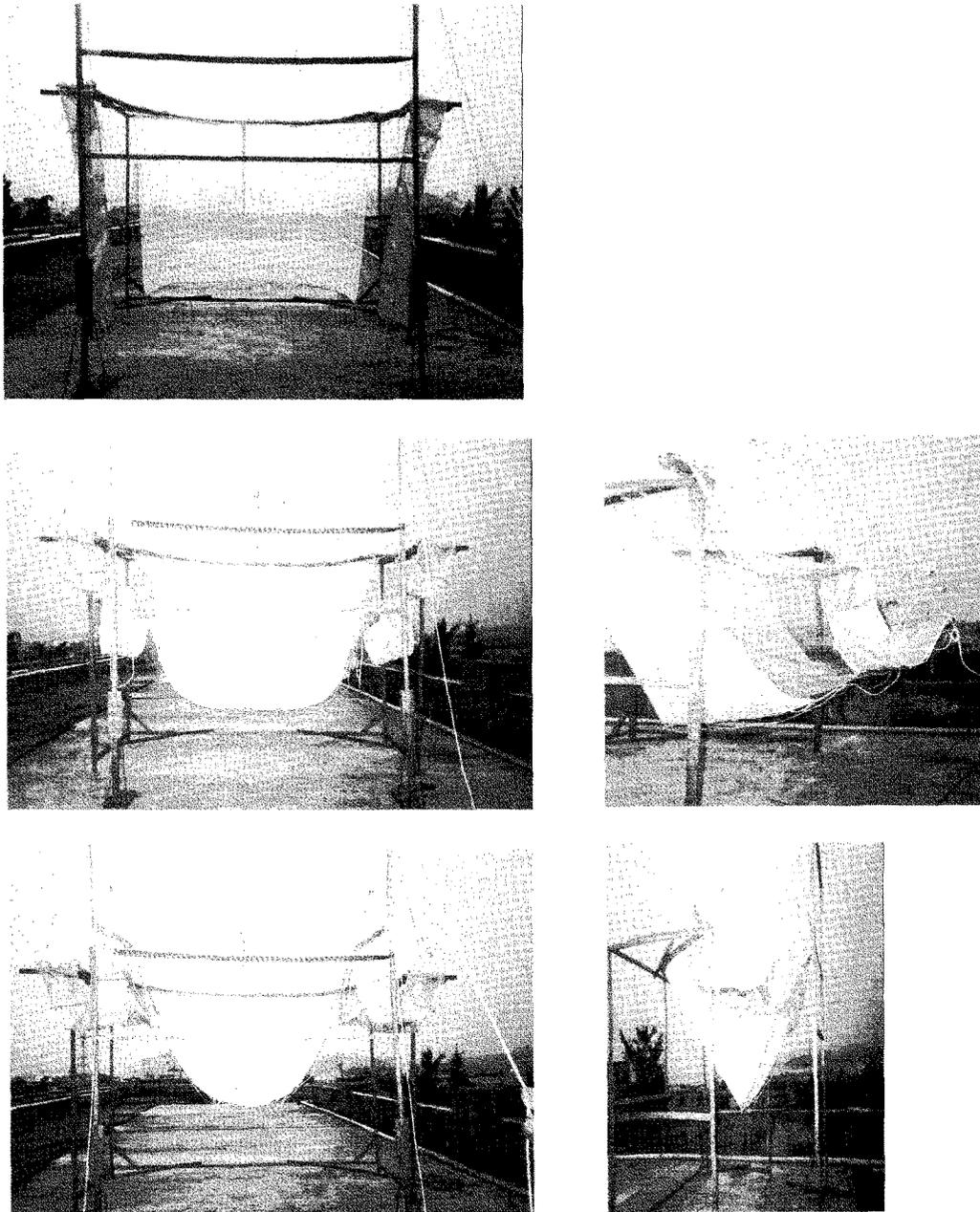
동시에 죄면서 수면으로 부상시키는 방법을 취하기로 하고, 줍줄 고리와 줍줄의 부착 위치 및 방법을 여러 가지로 바꿔서 실험해 본 결과, 전개 장치와 발줄에 부착하는 줍줄의 구조는 <그림 63>의 것이 적당할 것으로 보여졌다.



<그림 62> 1/4 모형 어구에 의한 육상에서의 모의 조업 실험 장치(좌: 정면 형상, 우: 측면 형상, 최상단 가로 막대: 수면).

<그림 63>에서 보면, 발줄은 중앙부 0.25m를 남겨둔 채 좌우의 둘로 나누어서 반씩 죄는 방식이고, 발줄에 부착된 줍줄과 전개 장치에 부착된 줍줄은 전개 장치의 하단 양

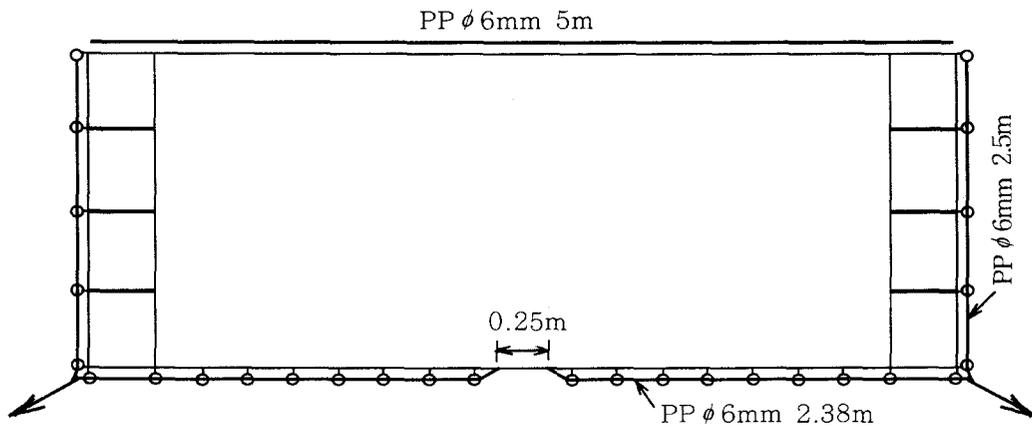
동시에 좌면서 수면으로 부상시키는 방법을 취하기로 하고, 줍줄 고리와 줍줄의 부착 위치 및 방법을 여러 가지로 바꿔서 실험해 본 결과, 전개 장치와 발줄에 부착하는 줍줄의 구조는 <그림 63>의 것이 적당할 것으로 보여졌다.



<그림 62> 1/4 모형 어구에 의한 육상에서의 모의 조업 실험 장치(좌: 정면 형상, 우: 측면 형상, 최상단 가로 막대: 수면).

<그림 63>에서 보면, 발줄은 중앙부 0.25m를 남겨둔 채 좌우의 둘로 나누어서 반씩 죄는 방식이고, 발줄에 부착된 줍줄과 전개 장치에 부착된 줍줄은 전개 장치의 하단 양

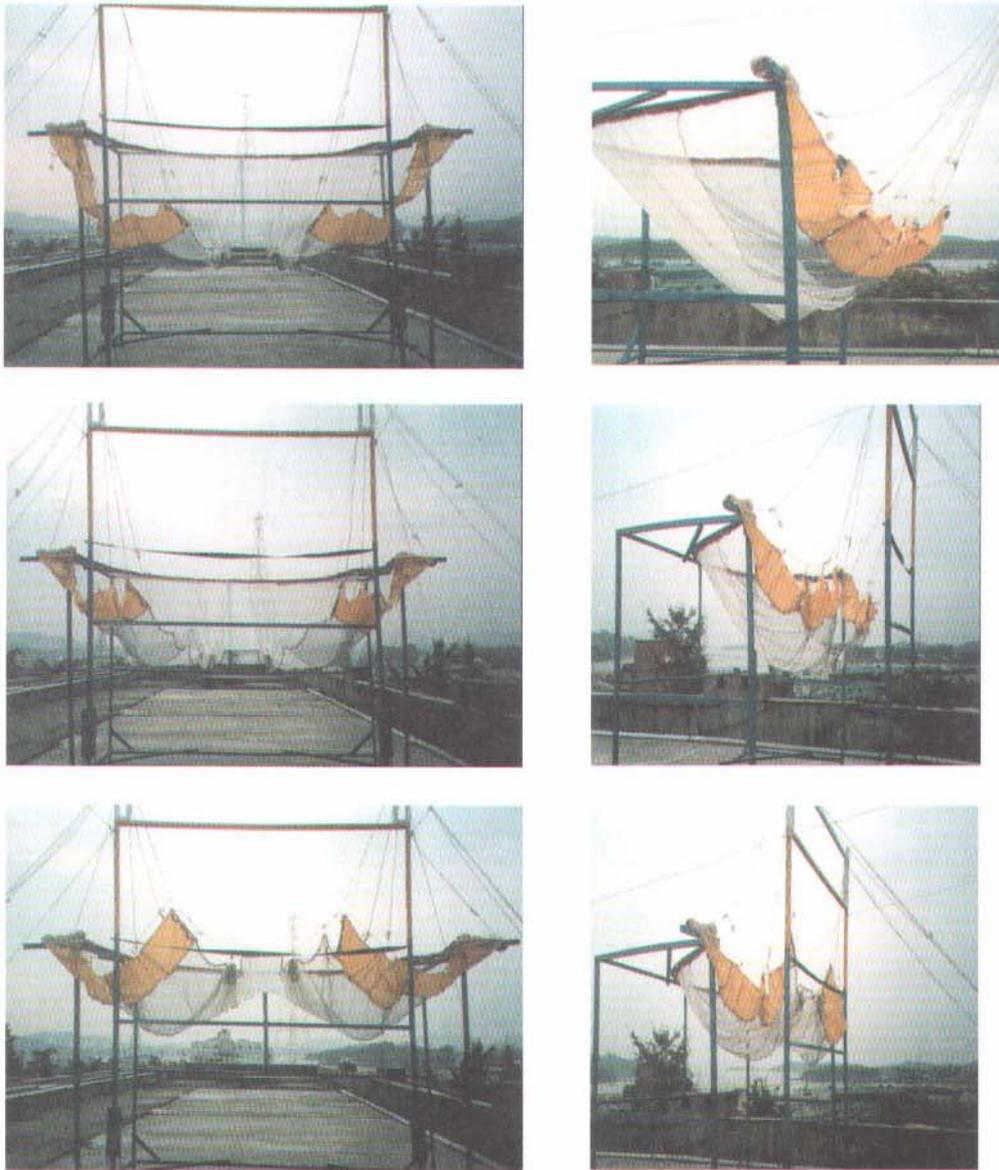
끝에서 한 가닥으로 합쳐지므로, 그 합쳐진 줄을 감아 올리면 전개 장치와 발줄이 동시에 죄어지게 된다. 그러나 줍줄을 완전히 감아 올리면 전개 장치에 부착된 철봉들이 완전히 달라붙어야 하고, 그와 동시에 발줄은 선수미 양망기 사이에서 긴장된 채로 직선을 이루어야 하기 때문에, 전개 장치에 부착된 줍줄의 길이와 발줄에 부착된 줍줄의 길이는 서로 같아야 한다. 즉, 전개 장치의 높이는 2.5m이므로 그것에 부착된 줍줄의 길이도 2.5m가 되어야 하고, 발줄의 길이는 5m이나 중앙부 0.25m를 남겨 두므로 4.75m를 둘로 나누면 발줄에 부착되는 좌우 각각의 줍줄 길이는 2.38m가 되어야 한다.



<그림 63> 1/4 모형 어구의 전개 장치와 발줄에 부착한 줍줄의 구조.

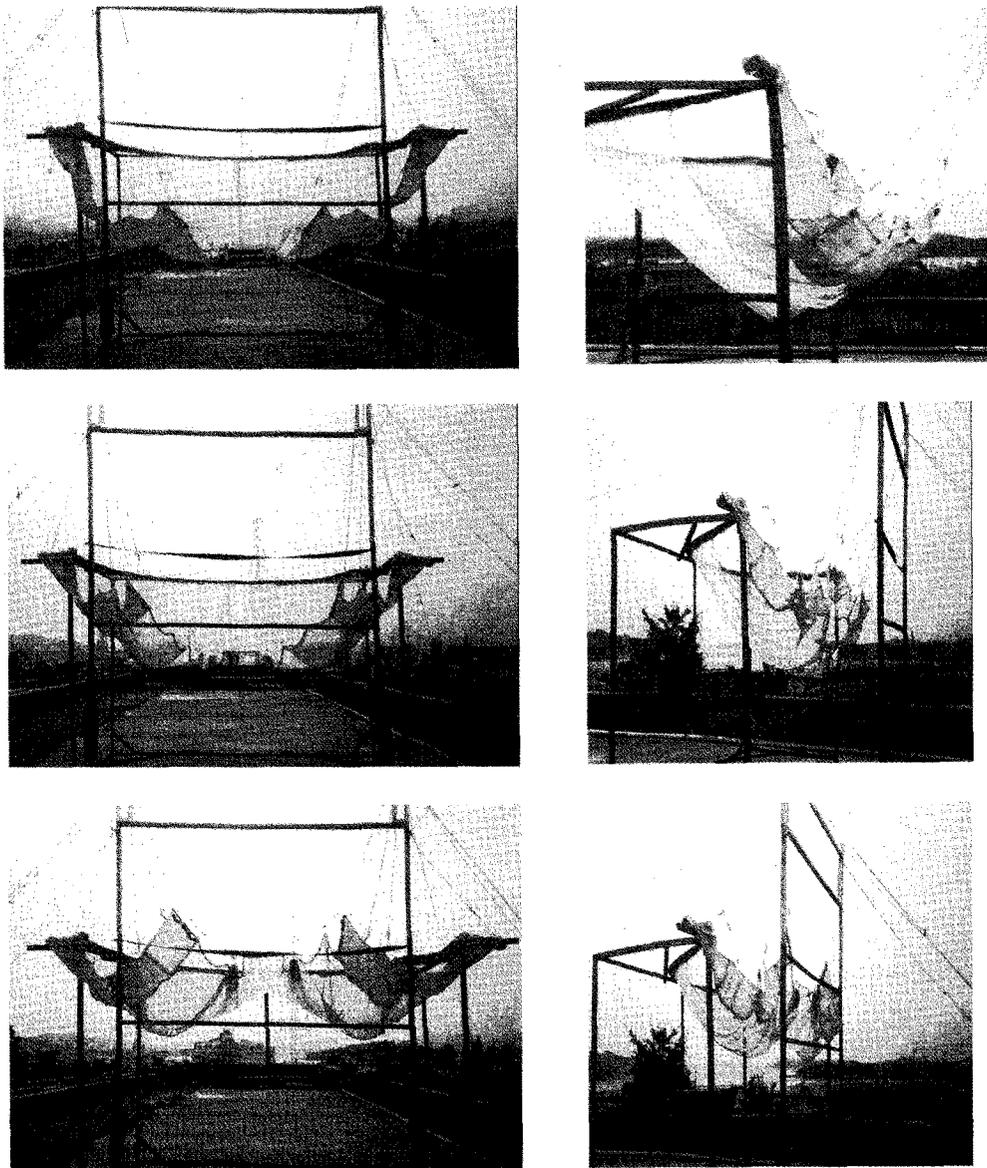
따라서 본 연구에서는 이상과 같은 방법으로 줍줄을 부착한 1/4 모형 어구를 사용하여 전기했던 방법대로 그물 부착틀이 양망기 틀에 2.5m만큼 접근하였을 때 모의 양망을 시작하였는데, 양망 방법 또는 양망의 순서를 어떻게 정하느냐에 따라 그물의 형상과 줍줄에 걸리는 장력, 어군의 탈출 경로를 차단하는 데에 소요되는 시간 등이 달라졌기 때문에, 이들 요소를 조사하기 위한 실험을 먼저 실시하였다. 즉, 상기한 어구의 양망은 <그림 62>의 실험 때와 같이 전개 장치의 최하단 철봉이 수면 위로 올라올 때까지 그물 지지줄을 감고 이어서 줍줄을 감기 시작하는 방법과, 반대로 줍줄을 먼저 감아 올리고 이어 느슨해진 그물 지지줄을 감는 방법의 두 가지로 나누어서 생각할 수 있기 때문에, 어느 방법이 더 좋은가를 조사해 본 결과, 전자의 방법은 줍줄에 걸리는 장력이 작아서 작은 힘으로도 그것을 쉽게 감아 올릴 수 있었으나, 전개 장치를 들어올림에 따라 그물 각부가 부상하고 줍줄을 감기 시작할 때까지 많은 시간이 소요되었기 때문에, 그물 위에 있는 어군을 놀라게 하여 탈출 노력을 조장시킬 염려가 큰 것으로 보여졌고, 후자의 방법은 줍줄에 걸리는 장력이 커서 그것을 감아 올리는 데에는 비교적 큰 힘이 소요되었으나 어군의 탈출 경로가 빨리 차단되는 장점을 가지는 것으로 보여졌다.

따라서 본 연구에서는 후자의 방법을 택하여 모의 양망을 실시하고 그것을 진행함에 따른 그물의 형상 변화를 조사하였는데, 그 결과는 <그림 64>와 같다. 이것에서 보면, 줍줄을 감기 시작함에 따라 전개 장치와 발줄이 함께 죄어짐과 동시에 부상하기 시작하고, 줍줄을 계속 감아 전개 장치의 최하단 철봉이 수면에 부상하도록 하면 전개 장치는 크게 접어진 채로 수면에 부상하며 동시에 발줄은 긴장된 채로 수면으로 부상하게 된다. 따라서 어군의 탈출 경로는 완전히 폐쇄되어 그물 속에 어군이 완전히 갇히는 결과가 되므로, 이러한 양망 방법은 실물 어구의 양망 방법을 개발해 내는 데 좋은 기초 자료가 될 것으로 생각된다.



<그림 64> 줍줄을 부착한 1/4 모형 어구를 사용하여 모의 양망을 진행함에 따른 그물의 형상 변화를 조사한 결과(좌: 정면 형상, 우: 측면 형상).

따라서 본 연구에서는 후자의 방법을 택하여 모의 양망을 실시하고 그것을 진행함에 따른 그물의 형상 변화를 조사하였는데, 그 결과는 <그림 64>와 같다. 이것에서 보면, 줍줄을 감기 시작함에 따라 전개 장치와 밧줄이 함께 죄어짐과 동시에 부상하기 시작하고, 줍줄을 계속 감아 전개 장치의 최하단 철봉이 수면에 부상하도록 하면 전개 장치는 크게 접어진 채로 수면에 부상하며 동시에 밧줄은 긴장된 채로 수면으로 부상하게 된다. 따라서 어군의 탈출 경로는 완전히 폐쇄되어 그물 속에 어군이 완전히 갇히는 결과가 되므로, 이러한 양망 방법은 실물 어구의 양망 방법을 개발해 내는 데 좋은 기초 자료가 될 것으로 생각된다.



<그림 64> 줍줄을 부착한 1/4 모형 어구를 사용하여 모의 양망을 진행함에 따른 그물의 형상 변화를 조사한 결과(좌: 정면 형상, 우: 측면 형상).

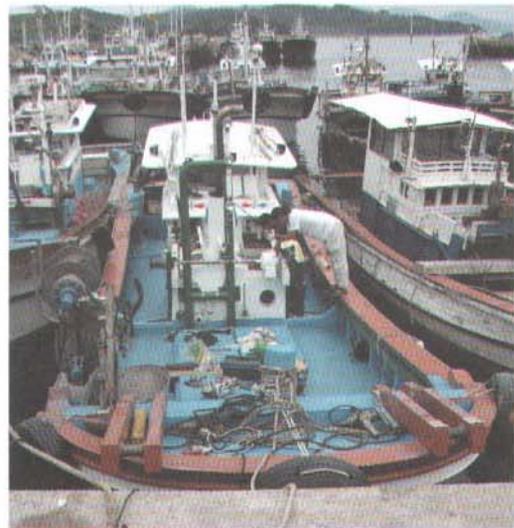
5. 생력화 조업 장치의 개발 및 그 배치

전기했던 바와 같이 전개범식 멸치 들망에 적합한 양망기와 각종의 조업 장치를 개발해 내는 데 있어서는 현용의 멸치 들망과 어구·어법이 유사한 어구들로부터 여러 가지 것을 참고로 할 수 있는데, 이들 기존의 어구들에서 채용하고 있는 양망기와 조업 장치는 비록 해당 어구들에 있어서는 합리적인 것들이라 할지라도 전개범식 멸치 들망의 특성에 맞는 것들에 한해서 이용할 수 있고 그렇지 않는 것들은 이용할 수 없다.

따라서 본 연구에서는 멸치 들망과 어구·어법이 유사한 어구들로부터 얻어낸 참고 자료들을 기준으로 하여 먼저 전개범식 멸치 들망을 사용할 수 있는 실험 선박을 선정하고, 그 선박에 의해 단선 조업을 할 수 있는 형태로 양망기를 비롯한 각종의 조업 장치를 개발한 뒤에, 그들의 갑판상 배치 방법에 대해 검토하였다.

가. 실험 선박의 선정

현재 멸치 들망 어업에 종사하고 있는 그물배들은 거의가 10톤 미만의 소형 선박이어서 갑판 면적이 작은 편에 속하는 데 비해, 단선 조업을 실행하기 위해서는 갑판상에 어구를 비롯하여 집어등, 양망기, 어획물 삶는 가마솥, 어획물 건조발 등을 장비해야 하기 때문에 실험 선박은 가능한 한 클수록 좋다. 그러나 실제로 조업에 종사하고 있는 선박들을 실험 선박으로 선정하는 것은 곤란하기 때문에, 본 연구에서는 비록 부족하기는 하지만 <그림 65>에서와 같은 5톤 크



<그림 65> 실험 선박.

기의 선박을 실험 선박으로 선정하고 그것에 어구를 비롯한 각종의 조업 장치를 장비하여 어구 및 조업 시스템의 개발에 관한 모든 연구를 수행하는 것으로 하였다.

나. 양망기의 개발 및 배치

전개범식 멸치 들망은 평면 구조로 된 그물의 좌우 양쪽에 전개 장치가 부착되어 있고 좌우 전개 장치에서 3가닥씩의 그물 지지줄이 배로 연결되며, 또 좌우 전개 장치와 발줄에 부착되어 있는 줍줄이 서로 합쳐져서 배로 연결되기 때문에, 양망시에 선수 및 선미에서 이들 그물 지지줄과 줍줄을 감아 올리지 않으면 안 되는데, 그 장치로는 권동식 양

5. 생력화 조업 장치의 개발 및 그 배치

전기했던 바와 같이 전개범식 멸치 들망에 적합한 양망기와 각종의 조업 장치를 개발해 내는 데 있어서는 현용의 멸치 들망과 어구·어법이 유사한 어구들로부터 여러 가지 것을 참고로 할 수 있는데, 이들 기존의 어구들에서 채용하고 있는 양망기와 조업 장치는 비록 해당 어구들에 있어서는 합리적인 것들이라 할지라도 전개범식 멸치 들망의 특성에 맞는 것들에 한해서 이용할 수 있고 그렇지 않는 것들은 이용할 수 없다.

따라서 본 연구에서는 멸치 들망과 어구·어법이 유사한 어구들로부터 얻어낸 참고 자료들을 기준으로 하여 먼저 전개범식 멸치 들망을 사용할 수 있는 실험 선박을 선정하고, 그 선박에 의해 단선 조업을 할 수 있는 형태로 양망기를 비롯한 각종의 조업 장치를 개발한 뒤에, 그들의 갑판상 배치 방법에 대해 검토하였다.

가. 실험 선박의 선정

현재 멸치 들망 어업에 종사하고 있는 그물배들은 거의가 10톤 미만의 소형 선박이어서 갑판 면적이 작은 편에 속하는 데 비해, 단선 조업을 실행하기 위해서는 갑판상에 어구를 비롯하여 집어등, 양망기, 어획물 삶는 가마솥, 어획물 건조발 등을 장비해야 하기 때문에 실험 선박은 가능한 한 클수록 좋다. 그러나 실제로 조업에 종사하고 있는 선박들을 실험 선박으로 선정하는 것은 곤란하기 때문에, 본 연구에서는 비록 부족하기는 하지만 <그림 65>에서와 같은 5톤 크기의 선박을 실험 선박으로 선정하고 그것에 어구를 비롯한 각종의 조업 장치를 장비하여 어구 및 조업 시스템의 개발에 관한 모든 연구를 수행하는 것으로 하였다.



<그림 65> 실험 선박.

나. 양망기의 개발 및 배치

전개범식 멸치 들망은 평면 구조로 된 그물의 좌우 양쪽에 전개 장치가 부착되어 있고 좌우 전개 장치에서 3가닥씩의 그물 지지줄이 배로 연결되며, 또 좌우 전개 장치와 발줄에 부착되어 있는 줍줄이 서로 합쳐져서 배로 연결되기 때문에, 양망시에 선수 및 선미에서 이들 그물 지지줄과 줍줄을 감아 올리지 않으면 안 되는데, 그 장치로는 권동식 양

망기나 사이드 드럼을 생각할 수 있다. 그러나 멸치 들망 어선은 갑판 면적이 좁아서 감아 올린 그물 지지줄과 줍줄을 갑판상에 새려 놓기가 곤란하기 때문에, 멸치 들망의 양망기로는 사이드 드럼보다도 권동식 양망기가 더 좋다고 볼 수 있고, 그 수는 선수 및 선미에 각기 1대씩으로 하는 것이 좋다고 볼 수 있다.

그러나 그물 지지줄과 줍줄은 길이가 서로 달라서 하나의 양망기로는 감아 올리기 곤란하기 때문에, 선수 및 선미에 각기 2대씩의 양망기를 설치할 필요가 있는데, 그렇게 하면 갑판상의 여유 면적이 그만큼 좁아지고 양망 작업도 불편해지므로, 선수 및 선미에 각기 1대씩의 양망기를 설치하되, 각각의 양망기에 상하로 2개의 윈치를 배치하여 상부 윈치는 그물 지지줄 권양용으로 사용하고 하부 윈치는 줍줄 권양용으로 사용하는 것이 좋다고 볼 수 있다.

이상에서 권동식 양망기는 주기 전도식의 유압 장치로도 할 수 있고 전동식으로도 할 수 있지만, 구동 동력이나 경제성, 안정성, 설치 공간 등에서 주기 전도식이 더 유리하기 때문에, 본 연구에서는 우선 주기 전도식의 유압 윈치로 정하고, 선수미 양망기에 설치된 2개씩의 윈치는 각기 레버를 이용하여 정전·정지·역전과 회전 속도의 자유로운 조절이 가능하도록 하였으며, 조업을 하지 않을 때는 양망기의 두부가 선내로 들어와 있는 것이 좋고 조업시에는 그 두부가 현외로 돌출되는 것이 좋기 때문에, 양망기 자체를 수평으로 180°까지 회전시킬 수 구조로 설계·제작하였다(그림 66 및 67).

한편, 모든 투양망 작업은 그물배의 우현에서 행하는 것으로 하였기 때문에 양망기는 그물배의 우현에 설치해야 하는데, 전기했던 바와 같이 좌우 양쪽의 그물 지지줄은 가능한 한 넓은 간격을 유지하는 것이 좋기 때문에, 본 연구에서는 실험 선박의 갑판 여건을 고려하여 선수미 양망기의 간격을 가능한 한 높인 결과 대략 10m가 얻어졌다.



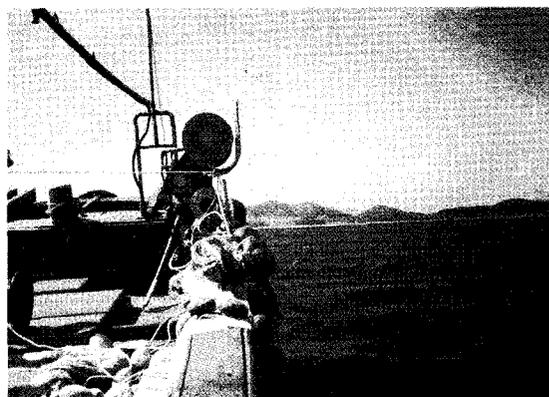
<그림 66> 실험 선박에 설치된 선수 양망기(좌: 양망기를 선내로 돌려놓은 상태, 우: 양망기를 선외로 돌려놓은 상태).

망기나 사이드 드럼을 생각할 수 있다. 그러나 멸치 들망 어선은 갑판 면적이 좁아서 감아 올린 그물 지지줄과 줍줄을 갑판상에 새려 놓기가 곤란하기 때문에, 멸치 들망의 양망기로는 사이드 드럼보다도 권동식 양망기가 더 좋다고 볼 수 있고, 그 수는 선수 및 선미에 각기 1대씩으로 하는 것이 좋다고 볼 수 있다.

그러나 그물 지지줄과 줍줄은 길이가 서로 달라서 하나의 양망기로는 감아 올리기 곤란하기 때문에, 선수 및 선미에 각기 2대씩의 양망기를 설치할 필요가 있는데, 그렇게 하면 갑판상의 여유 면적이 그만큼 좁아지고 양망 작업도 불편해지므로, 선수 및 선미에 각기 1대씩의 양망기를 설치하되, 각각의 양망기에 상하로 2개의 윈치를 배치하여 상부 윈치는 그물 지지줄 권양용으로 사용하고 하부 윈치는 줍줄 권양용으로 사용하는 것이 좋다고 볼 수 있다.

이상에서 권동식 양망기는 주기 전도식의 유압 장치로도 할 수 있고 전동식으로도 할 수 있지만, 구동 동력이나 경제성, 안정성, 설치 공간 등에서 주기 전도식이 더 유리하기 때문에, 본 연구에서는 우선 주기 전도식의 유압 윈치로 정하고, 선수미 양망기에 설치된 2개씩의 윈치는 각기 레버를 이용하여 정전·정지·역전과 회전 속도의 자유로운 조절이 가능하도록 하였으며, 조업을 하지 않을 때는 양망기의 두부가 선내로 들어와 있는 것이 좋고 조업시에는 그 두부가 현외로 돌출되는 것이 좋기 때문에, 양망기 자체를 수평으로 180°까지 회전시킬 수 구조로 설계·제작하였다(그림 66 및 67).

한편, 모든 투양망 작업은 그물배의 우현에서 행하는 것으로 하였기 때문에 양망기는 그물배의 우현에 설치해야 하는데, 전기했던 바와 같이 좌우 양쪽의 그물 지지줄은 가능한 한 넓은 간격을 유지하는 것이 좋기 때문에, 본 연구에서는 실험 선박의 갑판 여건을 고려하여 선수미 양망기의 간격을 가능한 한 높인 결과 대략 10m가 얻어졌다.



<그림 66> 실험 선박에 설치된 선수 양망기(좌: 양망기를 선내로 돌려놓은 상태, 우: 양망기를 선외로 돌려놓은 상태).



<그림 67> 실험 선박에 설치된 선미 양망기(좌: 양망기를 선내로 돌려놓은 상태, 우: 양망기를 선외로 돌려놓은 상태).

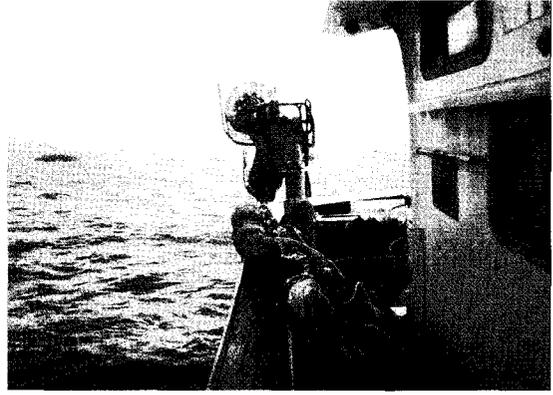
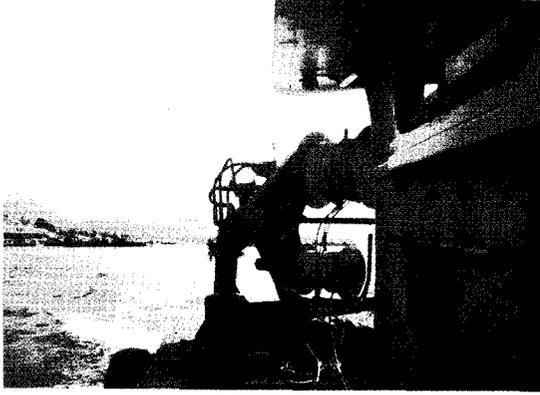
다. 집어등의 이동 장치 개발 및 배치

전기했던 현용의 멸치 들망 및 그와 어구·어법이 유사한 어구들에 대한 조업 장치 및 방법에 관한 조사 결과들로부터 집어등으로 어군을 모아서 어획에 이르게 하는 방법들을 보면, 집어등으로 어군을 모으고 그 밑으로 그물을 이동시켜 어획하는 방법과, 집어등으로 어군을 모은 뒤에 집어등을 이동시킴에 의해 어군을 그물 위로 유도하여 어획하는 방법 및 배의 한 쪽 현에서 집어등으로 어군을 모은 뒤에 그것을 소등함과 동시에 반대쪽 현의 그물 위에 설치된 유도등을 점등하여 어군을 그물 위로 유도해서 어획하는 방법의 세 가지로 요약할 수 있다. 그러나 이상의 방법들 중 첫 번째 것은 본 연구에서 개발한 전개범식 들망과 어법이 달라서 적용하기 곤란하고, 세 번째 것은 유명 수층이 비교적 깊은 어류에게는 적용하기 좋으나 멸치와 같이 표층성 어류인 데다 집어등을 켜 경우 수면 가까이로 부상하는 성질을 지니는 있는 어류에게 적용하면 집어등을 소등하고 유도등을 점등할 때 그들 불빛이 선체에 가려서 어군을 흩어지게 할 염려가 있기 때문에, 이 역시 전개범식 들망에 적용하기는 곤란하다고 볼 수 있다.

결국, 전개범식 들망에는 두 번째 방법을 적용하는 것이 가장 바람직하다고 볼 수 있기 때문에, 본 연구에서는 <그림 68>에서와 같이 선수에 회전이 가능한 기둥을 세우고



<그림 68> 집어등의 제작 및 설치.

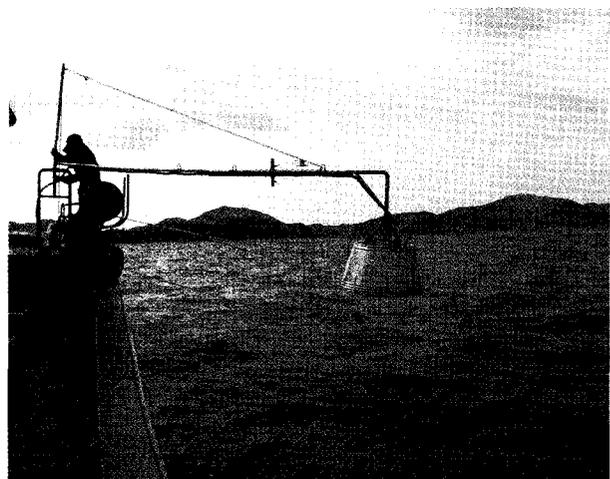


<그림 67> 실험 선박에 설치된 선미 양망기(좌: 양망기를 선내로 돌려놓은 상태, 우: 양망기를 선외로 돌려놓은 상태).

다. 집어등의 이동 장치 개발 및 배치

전기했던 현용의 멸치 들망 및 그와 어구·어법이 유사한 어구들에 대한 조업 장치 및 방법에 관한 조사 결과들로부터 집어등으로 어군을 모아서 어획에 이르게 하는 방법들을 보면, 집어등으로 어군을 모으고 그 밑으로 그물을 이동시켜 어획하는 방법과, 집어등으로 어군을 모은 뒤에 집어등을 이동시킴에 의해 어군을 그물 위로 유도하여 어획하는 방법 및 배의 한 쪽 현에서 집어등으로 어군을 모은 뒤에 그것을 소등함과 동시에 반대쪽 현의 그물 위에 설치된 유도등을 점등하여 어군을 그물 위로 유도해서 어획하는 방법의 세 가지로 요약할 수 있다. 그러나 이상의 방법들 중 첫 번째 것은 본 연구에서 개발한 전개범식 들망과 어법이 달라서 적용하기 곤란하고, 세 번째 것은 유명 수층이 비교적 깊은 어류에게는 적용하기 좋으나 멸치와 같이 표층성 어류인 데다 집어등을 켤 경우 수면 가까이로 부상하는 성질을 지니는 있는 어류에게 적용하면 집어등을 소등하고 유도등을 점등할 때 그들 불빛이 선체에 가려서 어군을 흩어지게 할 염려가 있기 때문에, 이 역시 전개범식 들망에 적용하기는 곤란하다고 볼 수 있다.

결국, 전개범식 들망에는 두 번째 방법을 적용하는 것이 가장 바람직하다고 볼 수 있기 때문에, 본 연구에서는 <그림 68>에서와 같이 선수에 회전이 가능한 기둥을 세우고



<그림 68> 집어등의 제작 및 설치.

그것에서 5m 길이의 철봉으로 된 집어등 인출봉을 내어 그 끝에 집어등을 부착하는 방식의 장치를 제작하고, 집어시에는 집어등 인출봉을 회전시켜서 집어등이 우현 선수 쪽으로 멀리 나가게 하고, 집어가 완료되면 다시 집어등 인출봉을 우현 중앙 쪽으로 서서히 회전시켜서 어군을 그물 위로 유도하는 방식을 채택하였다.

라. 어군 탐지기의 설치

일반 어선의 경우 어군 탐지기의 송수파기는 선저에 설치하는 것이 보통이나, 멸치 들망 어선의 경우 송수파기를 그물배의 선저에 설치하면 항행을 하면서 어군을 탐색하는데에는 편리할지라도 집어등 밑에 모인 어군의 행동을 파악하기는 곤란하다. 따라서 본 연구에서는 그물배의 선저에 어군 탐지기의 송수파기를 설치하는 것은 각 어선의 의향에 맡기기로 하고, 집어등 밑에 모인 어군의 행동을 쉽게 연속적으로 파악할 수 있도록 송수파기를 집어등 부근의 수심 1m 깊이에 내리는 것으로 하였으며, 이를 위해 <그림 68>에서 보았던 바와 같이 집어등 인출봉의 끝 부위에서 하방으로 다시 철봉을 내리고 그 끝에 휴대용 어군 탐지기의 송수파기를 부착하는 것으로 하였다.

마. 기타 조업 장치의 배치

본 연구에서 개발한 전개범식 멸치 들망의 생력화 조업에 사용될 조업 장치로는 전기 양망기와 집어등 및 어군 탐지기 외에 어획물 삶는 가마솥, 어획물 건조발 등이 있는데, 본 연구에서 사용한 실험 선박은 일반 멸치 들망 어선과 마찬가지로 선수 쪽 갑판이 비교적 넓고 선미 쪽 갑판은 여유 면적이 거의 없으며 조업은 우현에서 행해지기 때문에, 멸치 삶는 가마솥과 건조발의 선적 상자는 실험 선박의 좌현 선수 쪽에 배치하는 것으로 하였다.

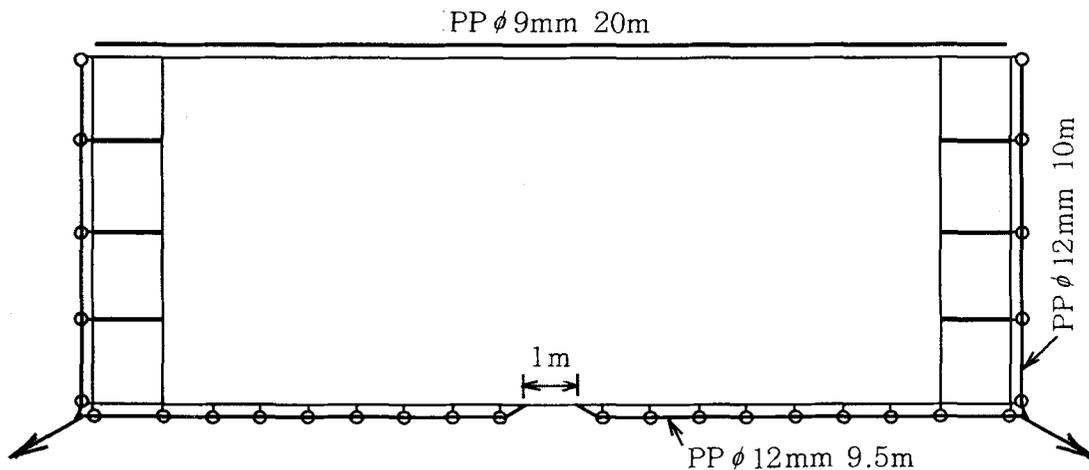
6. 개발 어구와 조업 장치의 조합 및 해상 실물 실험을 통한 적합성 검토

본 연구에서 개발한 전개범식 멸치 들망은 조업의 전 과정을 통해 어선과 어구가 함께 바람이나 조류에 떠밀리면서 조작되기 때문에, 조업 중에 어선과 어구 및 조업 장치가 서로 좋은 조화를 이루지 못하고 각기 따로 조작되면 투망부터 원활해지지 못할 뿐 아니라 투망된 그물의 전개 상태가 나빠지고 양망도 불편해지며 집어등으로 모은 어군도 완전히 어획할 수 없게 된다. 따라서 전개범식 멸치 들망의 경우는 어선과 어구 및 조업 장치가 좋은 조화를 이루면서 원활하게 조작될 것이 필수적 요건이기 때문에, 본 연구에서는 이들의 조화 정도를 중심으로 본 연구가 개발해 낸 어구와 조업 장치의 적합성을 검토하였다.

그런데 멸치 들망의 조업은 일몰시부터 일출시까지의 야간에 이루어지기 때문에, 본 연구에서 개발한 전개범식 어구와 조업 장치의 적합성 여부도 야간에 조사하는 것이 당연하나, 야간 실험에서는 어구 각부와 조업 장치에서 생기는 문제점을 쉽게 발견하지 못하는 경우가 많기 때문에, 본 연구에서는 먼저 주간 실험을 통해 개발된 어구와 조업 장치의 적합성을 검토하고, 이어 주간 실험에서 밝혀진 문제점들을 수정하여 야간 실험을 행하는 것으로 하였다.

가. 주간 조업 실험에 의한 적합성 검토

전기했던 바와 같이 1/4 모형 어구를 사용하여 육상에서 모의 양망 실험을 한 결과에 의하면, 전개범식 멸치 들망의 가장 바람직한 양망 방법은 좌우 전개 장치와 발줄에 다수의 줍줄 고리를 달고 그 속으로 줍줄을 통과시켜 좌우 전개 장치와 발줄을 동시에 죄면서 수면으로 부상시키는 방법이라고 볼 수 있는데, 여기서 좌우 전개 장치와 발줄에 부착하는 줍줄의 구조는 <그림 63>의 것이 적합하다고 보여졌기 때문에, 본 연구에서는 <그림 63>의 것을 실물로 확대하여 실물 어구의 줍줄 구조를 <그림 69>와 같이 제작하고, <그림 54>의 B형 그물에 <그림 55>의 그물 지지줄과 <그림 69>의 줍줄을 부착한 후, <그림 65>의 실험 선박에 <그림 66> 및 <그림 67>의 양망기를 설치하여 실제 해상에서 조업 실험을 다수에 걸쳐 반복하였다.



<그림 69> 실물 어구의 전개 장치와 발줄에 부착한 줍줄의 구조.

<그림 70>은 투망을 시작한 후 그물이 배로부터 멀어지면서 전개되고 있는 상태를 나타내는데, 이것에서 보면 어구는 수중에 투입된 직후에는 배의 현측 가까이에서 자유로운 형상을 취하나, 점차 배에서 멀어지면서 전개되기 시작하고, 배에서 더욱 멀어질수록

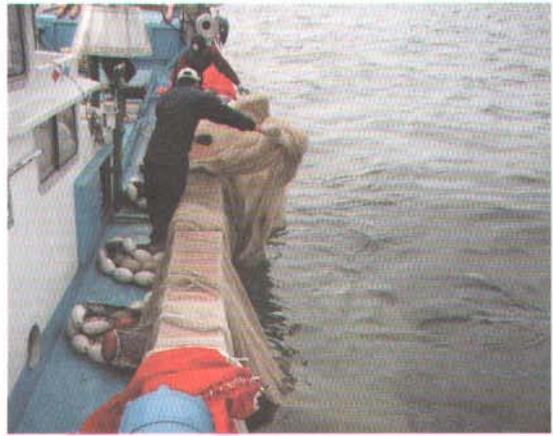
전개 장치가 수력을 받아 전개력을 발휘함으로 인해 망폭이 커지기 시작하며, 배에서 30m 정도 멀어지면 좌우 전개 장치 사이의 총 전개폭이 15m 정도로 최대가 되면서 그물이 안정된 자세를 취한다. 또한 이 실험에 사용한 실물 어구는 전기했던 바와 같이 전개 장치에 부착된 철봉의 무게를 1/4 모형으로부터의 실물 환산치보다 훨씬 더 작게 하였는데, 그물이 전개되는 동안에 전개 장치는 연직 방향으로 잘 퍼져서 철봉의 무게가 작음으로 인한 문제점은 전혀 발생하지 않았고 오히려 철봉이 가벼워서 취급이 매우 간편하였기 때문에, 전개 장치에 부착된 철봉의 무게는 매우 적절하게 정해진 것으로 판단되었다.

다음, <그림 71>은 양망기로 그물 지지줄을 권양하여 그물이 배에 10m 거리로 접근했을 때, 줍줄을 감기 시작하여 양망하는 과정을 나타낸다. 이것에서 보면, 그물은 배로 접근함에 따라 망폭이 점차로 감소하고, 배에 거의 접근하였을 때에는 뜰줄이 반원에 가까운 곡선을 그리며, 그물이 10m 거리에 접근하였을 때 줍줄을 감으면 전개 장치에 부착된 철봉들이 부상하면서 서로 붙기 시작하고, 줍줄을 더욱 감아 전개 장치를 수면 위로 부상시키면 철봉들의 바깥쪽 끝이 서로 붙으면서 범포가 접어지며, 그물 지지줄을 감아서 전개 장치를 수면 위로 더욱 인양하면 전개 장치 쪽의 뜰줄이 수면 위로 부상함과 동시에 발줄도 수면으로 부상하고, 줍줄을 더욱 감으면 발줄이 배의 현측으로 올라와서 어군의 탈출 경로가 차단된다. 또한, 배의 현측에 올라온 그물을 선내로 인양하는 과정을 보면, 발줄이 현측으로 올라왔을 때는 긴장된 채로 직선을 이루기 때문에, 발줄부 그물을 선내로 인양하는 데에 약간의 힘이 드나 그 다음부터는 매우 쉽게 인양되고, 어포부만을 제외하고 그물을 모두 인양하였을 때에는 어포부 쪽 뜰줄이 반원에 가까운 곡선을 그리나, 그물이 Nylon 그물감으로 되어 있어서 비중이 작으므로 어포부 그물이 수면 가까이로 부상한다.

이상으로부터 보면, 본 연구에서 개발한 전개범식 어구는 우선 망폭이 배의 길이보다 더 크므로 배의 길이보다 더 큰 범위로 어군을 차단할 수 있고, 전개 장치에 부착된 철봉을 비롯하여 어구가 전체적으로 가벼운 데다 어구와 조업 장치간에 좋은 조화가 이루어져서 투양망 작업이 매우 간편하고 신속하게 이루어지기 때문에, 본 연구에서 개발한 전개범식 어구와 조업 장치의 적합성은 충분히 인정될 뿐만 아니라 멸치 어군의 어획에도 유효하게 이용될 것으로 사료된다. 그러나 양망시에 어포부 그물이 수면 가까이로 부상하는 것은 그 위에 있는 어군을 위협하는 요소로 작용할 뿐만 아니라 어체가 그물과 마찰하여 어체 표피를 상하게 할 염려가 있기 때문에, 이러한 점은 수정하지 않으면 안 될 요소라고 볼 수 있다.



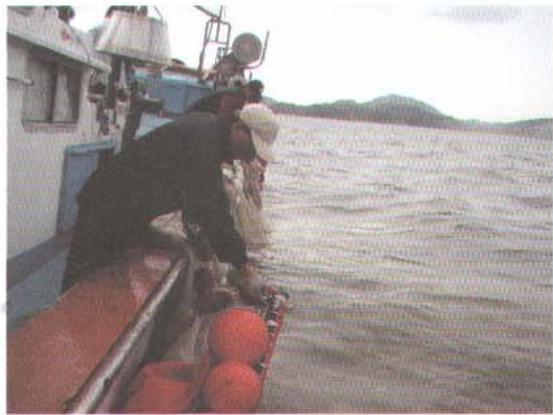
① 투망 준비 완료



② 밧줄부터 투망 시작



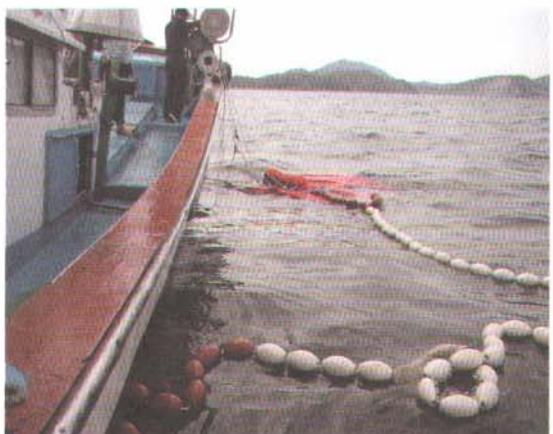
③ 전개 장치 투입 준비



④ 전개 장치 투입

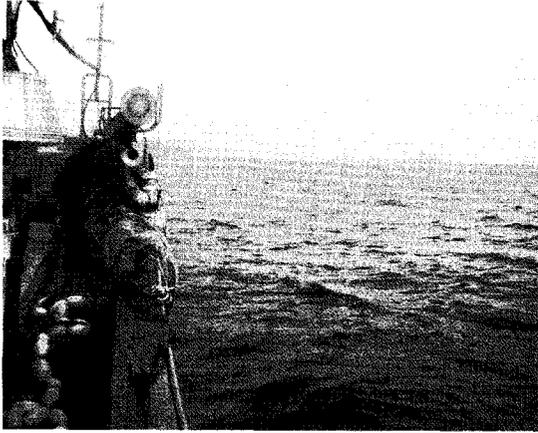


⑤ 투망 완료

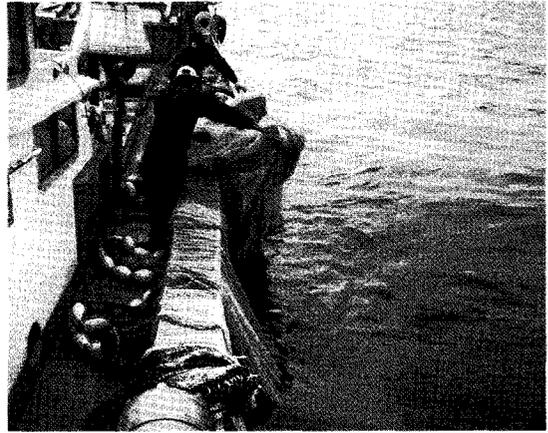


⑥ 그물이 배로부터 멀어지면서 전개

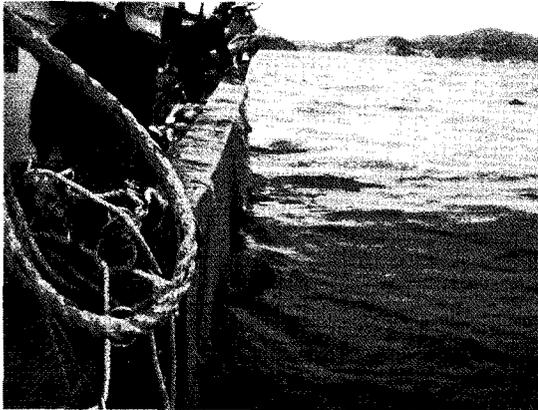
<그림 70> 투망 과정.



① 투망 준비 완료



② 밧줄부터 투망 시작



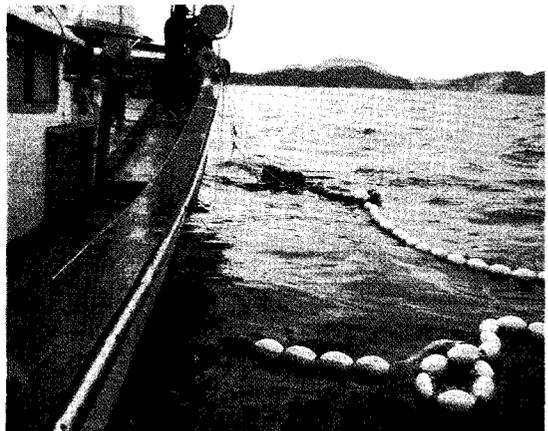
③ 전개 장치 투입 준비



④ 전개 장치 투입



⑤ 투망 완료



⑥ 그물이 배로부터 멀어지면서 전개

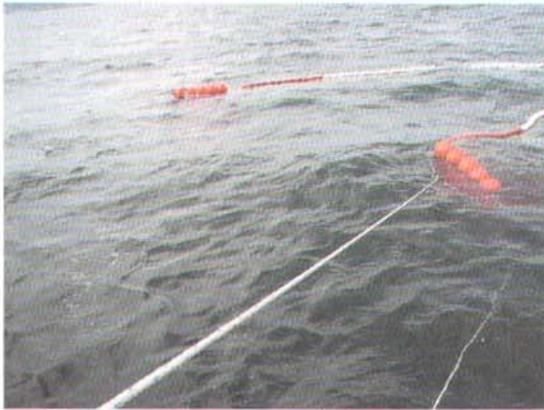
<그림 70> 투망 과정.



⑦ 조류에 의한 그물 전개 - 1



⑧ 조류에 의한 그물 전개 - 2



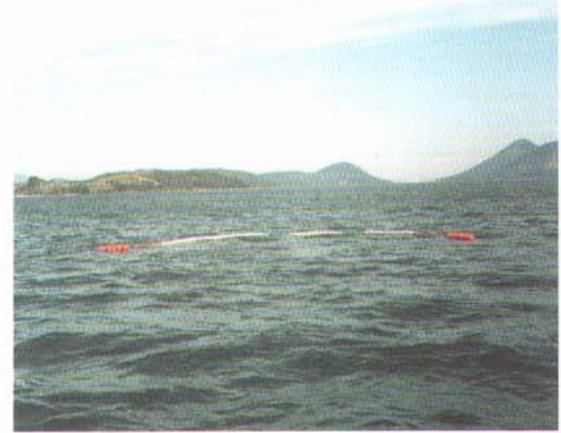
⑨ 조선에 의한 그물 전개 - 1



⑩ 조선에 의한 그물 전개 - 2

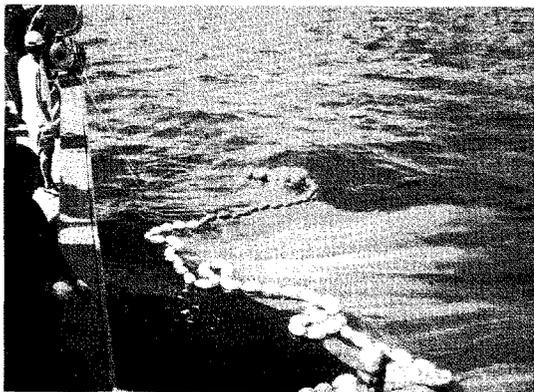


⑪ 조선에 의한 그물 전개 완료

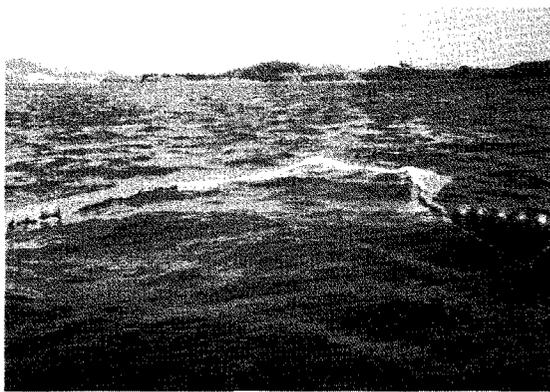


⑫ 조류에 의한 그물 전개 완료

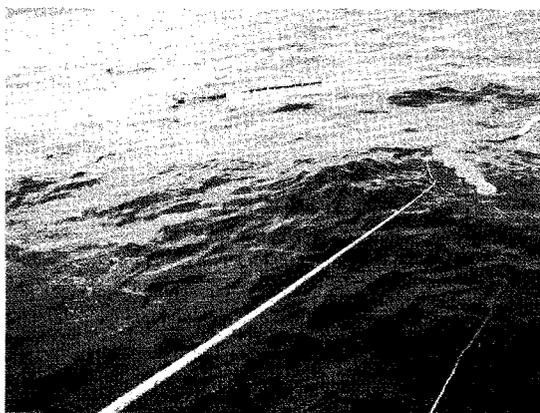
<그림 70> 계속.



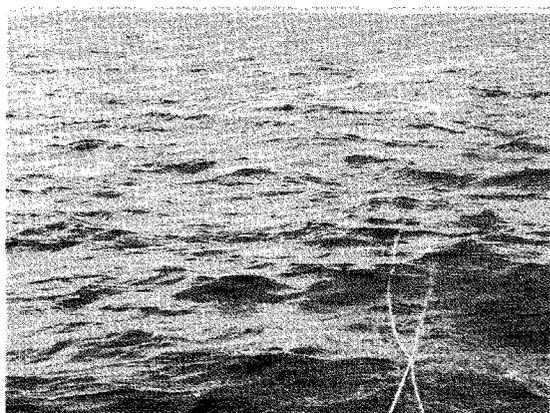
⑦ 조류에 의한 그물 전개 - 1



⑧ 조류에 의한 그물 전개 - 2



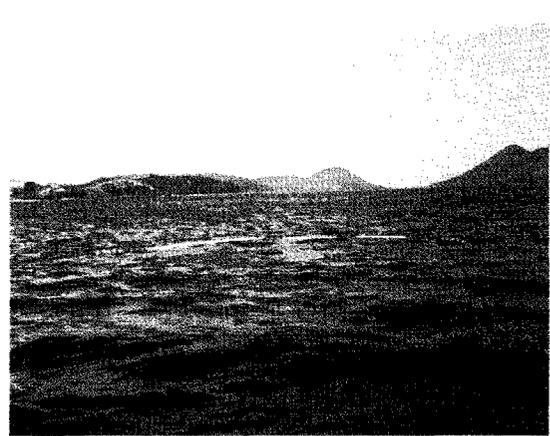
⑨ 조선에 의한 그물 전개 - 1



⑩ 조선에 의한 그물 전개 - 2



⑪ 조선에 의한 그물 전개 완료



⑫ 조류에 의한 그물 전개 완료

<그림 70> 계속.



① 선수 양망기로 그물 지지줄 권양



② 선미 양망기로 그물 지지줄 권양



③ 그물이 배에 접근 중



④ 그물이 10m 거리에 접근

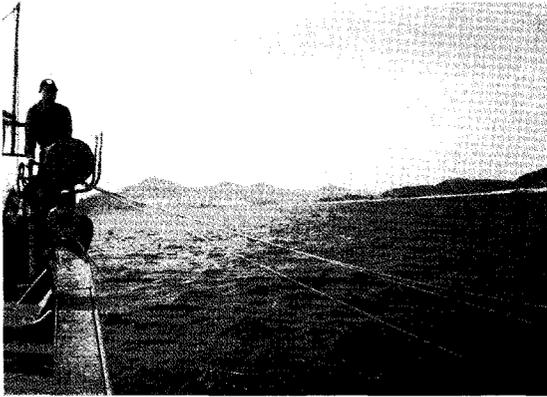


⑤ 줍줄에 의한 전개 장치 인양 시작



⑥ 줍줄에 의한 전개 장치 인양 중

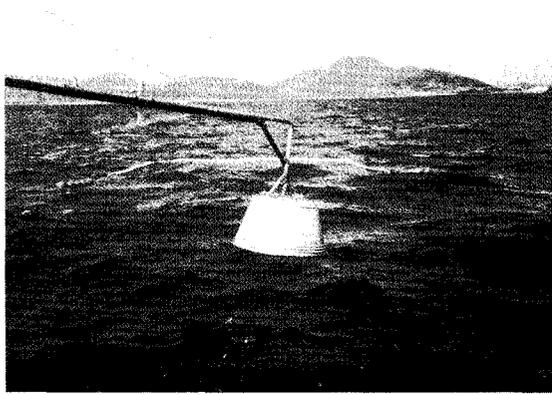
<그림 71> 양망 과정.



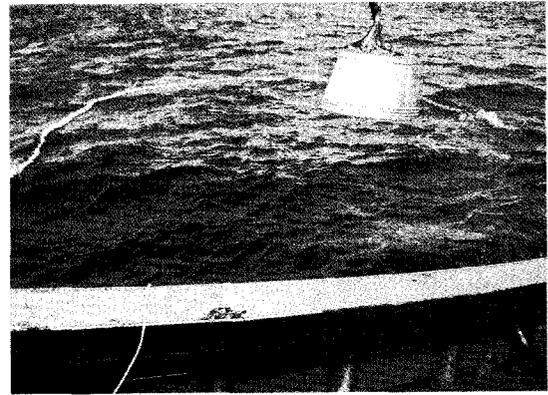
① 선수 양망기로 그물 지지줄 권양



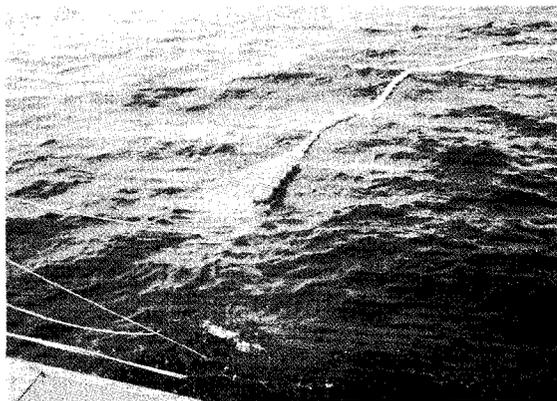
② 선미 양망기로 그물 지지줄 권양



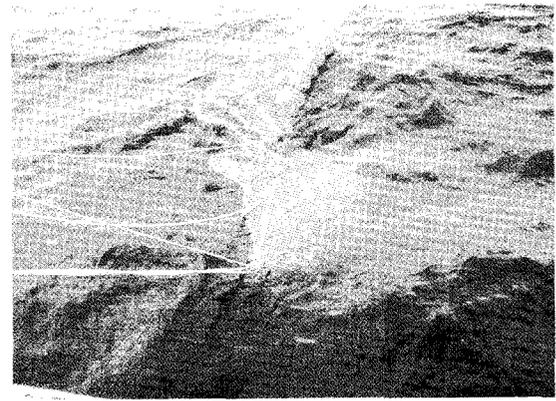
③ 그물이 배에 접근 중



④ 그물이 10m 거리에 접근



⑤ 줍줄에 의한 전개 장치 인양 시작



⑥ 줍줄에 의한 전개 장치 인양 중

<그림 71> 양망 과정.



⑦ 전개 장치로 선수 쪽 차단



⑧ 전개 장치로 선미 쪽 차단



⑨ 침줄에 의한 발줄 인양 중



⑩ 그물 인양 시작

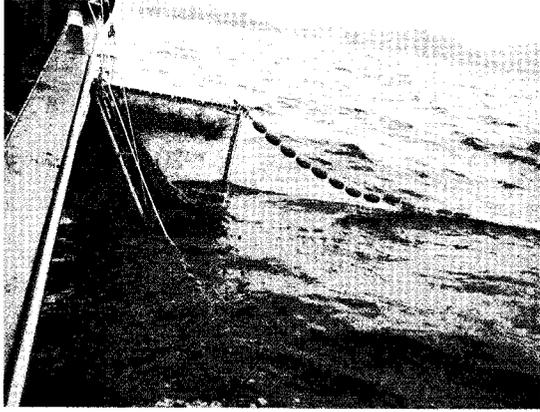


⑪ 그물 인양 중

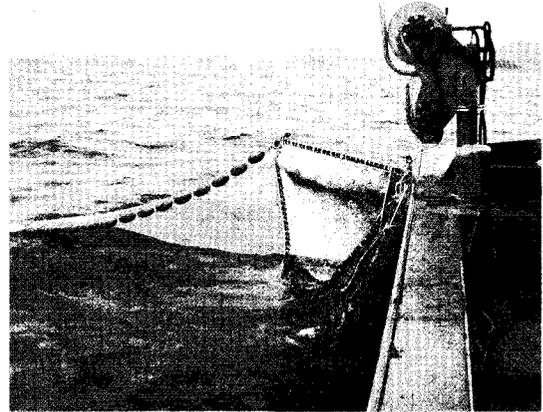


⑫ 어포부를 제외한 양망 완료

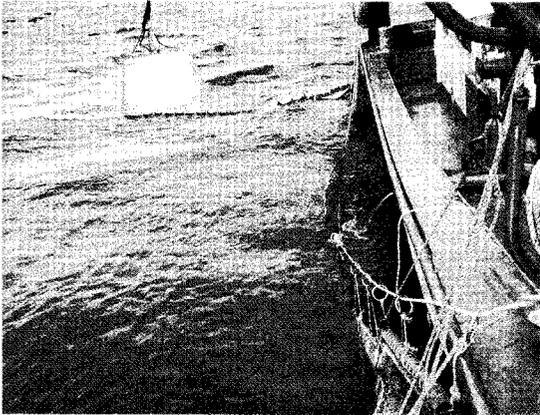
<그림 71> 계속.



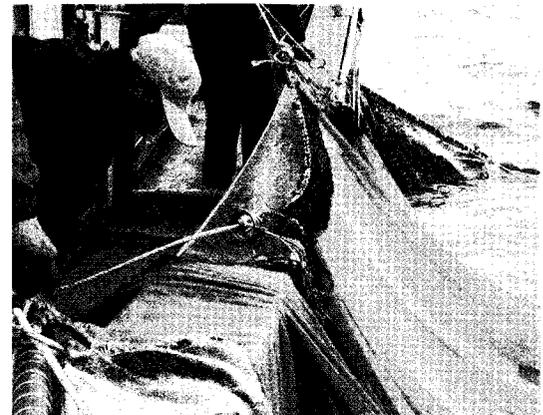
⑦ 전개 장치로 선수 쪽 차단



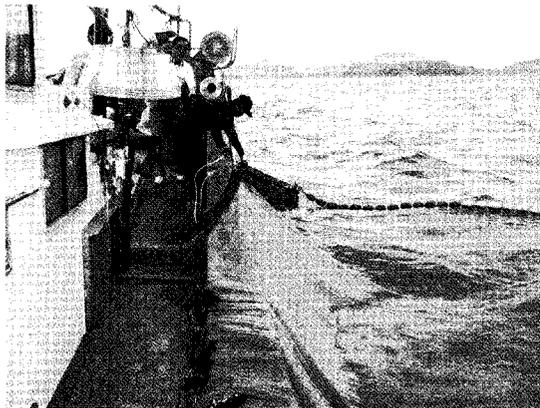
⑧ 전개 장치로 선미 쪽 차단



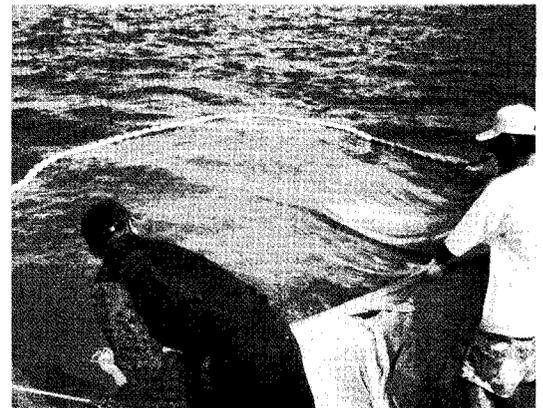
⑨ 침줄에 의한 발줄 인양 중



⑩ 그물 인양 시작



⑪ 그물 인양 중



⑫ 어포부를 제외한 양망 완료

<그림 71> 계속.

나. 야간 조업 실험에 의한 적합성 검토

본 연구가 개발한 전개범식 어구와 조업 장치의 적합성을 검토하기 위한 야간 조업 실험에서는 전기한 주간 조업 실험에서 사용하였던 어구를 그대로 사용하는 것으로 하였는데, 주간 조업 실험을 통해 양망시에 어포부 그물이 수면 가까이로 부상하는 문제점이 발견되었기 때문에, 이러한 문제점을 해소할 목적으로 여자 그물감으로 된 중앙부 그물감에 총횡 모두 1m 간격으로 수중 무게가 40g 되는 납을 총 144개(총 침강력: 5.76kg)를 부착하고, 조업 어장인 여수 가막만 해역에서 야간에 조업 실험을 반복적으로 실시하였다.

<그림 72>는 그 결과를 나타내는데, 이것에서 보면 투망된 그물은 주간 실험 때와 마찬가지로 잘 전개되고, 그물 지지줄을 모두 인출하여 그물이 배에서 30m 거리로 떨어졌을 때의 뜰줄 형상도 주간 실험 때의 것과 매우 유사하며, 양망시에 그물이 점차로 배에 접근할 때는 뜰줄의 곡률이 서서히 커지면서 매우 안정적으로 배에 가까워지고, 배로 접근하는 그물과 집어등과의 조화도 잘 이루어지고 있다. 또한, 뜰줄을 감기 시작하여 전개 장치와 발줄이 수면 위로 부상하기까지 어군의 탈출 경로를 차단하는 과정도 주간 조업 때와 마찬가지로 순조롭게 이루어지고 있으며, 어포부만을 제외하고 그물을 모두 인양하였을 때는 어포부 그물이 수면으로 부상하는 정도가 주간 조업 실험의 경우보다 작기 때문에, 그물의 중앙부 그물감에 대한 납의 부착 및 그 부착량이 비교적 적절하였다는 것을 알 수 있을 뿐만 아니라, 실제 조업시에 어포부 그물이 그 위에 있는 어군을 위협하는 일도 적어질 것으로 보여진다.

따라서 본 연구에서 개발한 전개범식 어구와 조업 장치는 서로 좋은 조화를 이룸으로써 조업 전체가 원활하게 이루어진다는 것을 알 수 있기 때문에, 전개범식 어구와 조업 장치의 적합성은 주간 조업 실험에서만 아니라 야간 조업 실험에서도 충분히 인정되며, 이들을 더욱 발전시키면 생력형 멸치 들망의 최적 조업 시스템이 완성될 것으로 기대된다.



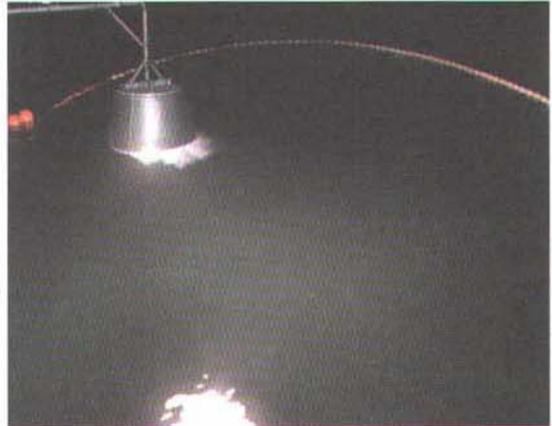
① 집어하면서 투망 준비



② 투망 시작



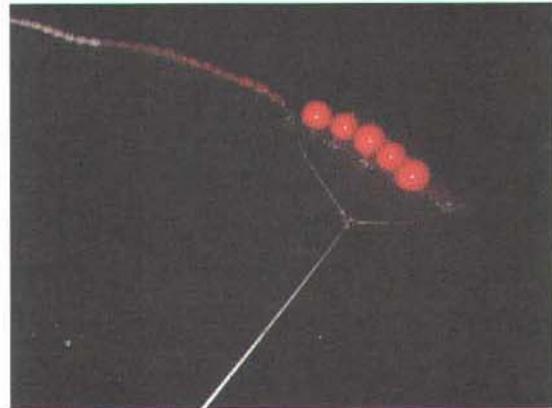
③ 투망 후 그물 전개 완료, 집어등을 우현으로 이동



④ 양망을 위한 지지줄 권양으로 그물이 배에 접근 중

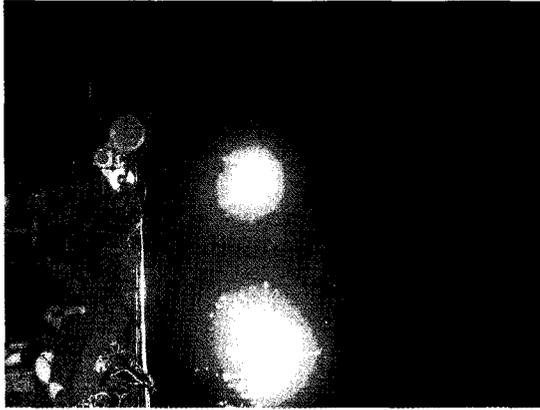


⑤ 그물이 배에 접근 중



⑥ 배에 접근한 전개 장치

<그림 72> 야간에 행한 조업 실험 결과.



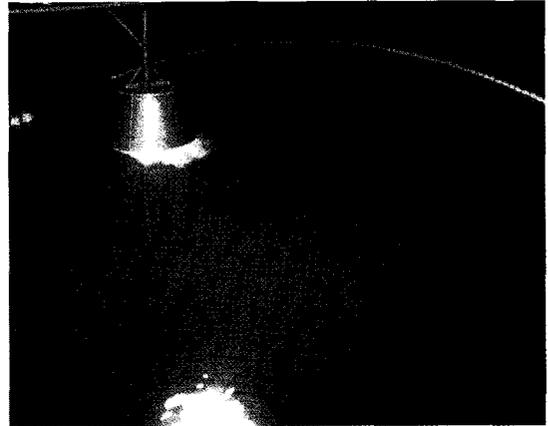
① 집어하면서 투망 준비



② 투망 시작



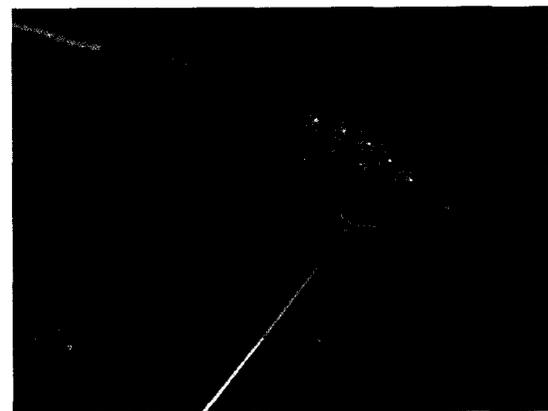
③ 투망 후 그물 전개 완료, 집어등을 우현으로 이동



④ 양망을 위한 지지줄 권양으로 그물이 배에 접근 중

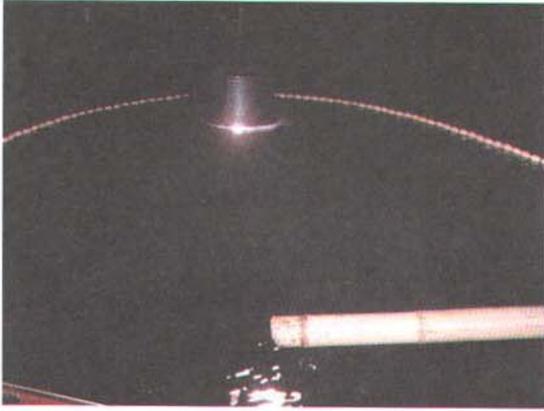


⑤ 그물이 배에 접근 중



⑥ 배에 접근한 전개 장치

<그림 72> 야간에 행한 조업 실험 결과.



⑦ 배에 완전히 접근한 그물



⑧ 줍줄 권양에 의한 발줄의 수면 부상



⑨ 줍줄 권양에 의한 발줄의 현측 부상



⑩ 양망 시작

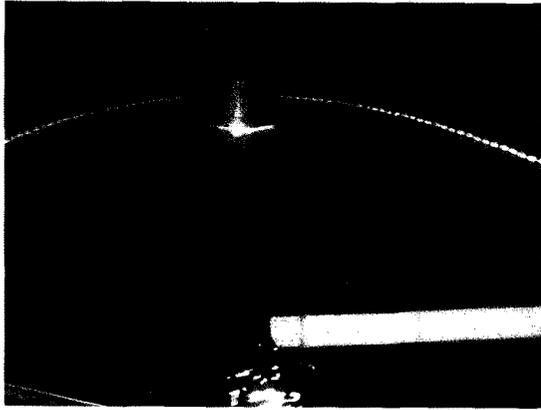


⑪ 양망 계속

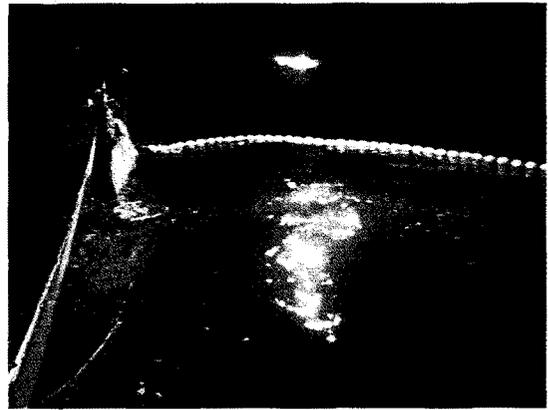


⑫ 어포부를 제외한 양망 완료

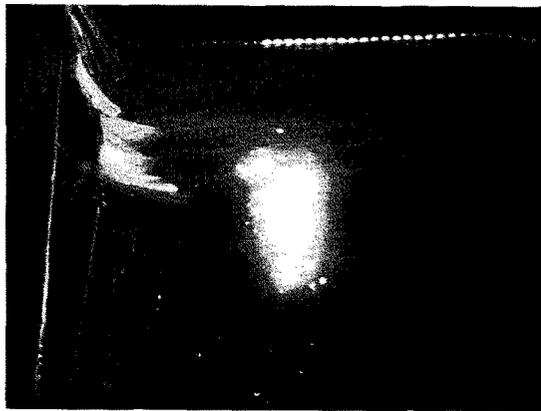
<그림 72> 계속.



⑦ 배에 완전히 접근한 그물



⑧ 줍줄 권양에 의한 밭줄의 수면 부상



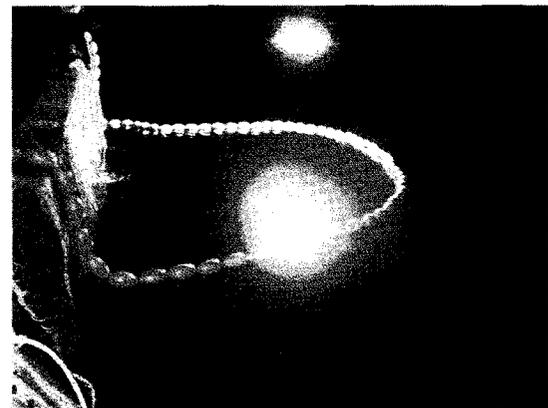
⑨ 줍줄 권양에 의한 밭줄의 현측 부상



⑩ 양망 시작



⑪ 양망 계속



⑫ 어포부를 제외한 양망 완료

<그림 72> 계속.

제 4절 개발된 어구와 조업 시스템의 현장 적응 실험

1. 서언

전기했던 바와 같이 본 연구에서는 멸치 들망에 대해 생력형 어구를 개발하고 이어 그것을 조작하기 위한 생력화 조업 시스템을 개발하였는데, 이들 어구 및 조업 시스템이 각기 충분한 이론과 기술을 바탕으로 하여 만들어졌다 할지라도 조업 현장에서의 실용성이 입증되지 않으면 최적의 것이라고는 볼 수 없기 때문에, 개발한 어구 및 조업 시스템의 최적화를 위해서는 어구와 조업 시스템을 조합하여 조업 현장에서 적응 실험을 실시하는 것이 필수적이라고 볼 수 있다.

그런데 현장 적응 실험에서 가장 중요시해야 하는 요소들은 어구의 수중 형상이나 동작 상태, 조업 장치의 조작 방법, 투양망 작업의 원활성, 적정 조업 인원, 바람과 조류의 영향을 고려한 적정의 투양망 방법 등이기 때문에, 본 연구에서는 개발된 어구와 조업 시스템을 사용하여 조업 현장인 여수 가막만 해역에서 적응 실험을 반복함으로써 이들 요소들을 상세하게 조사하고, 그 결과로부터 어구와 조업 장치의 개선점 및 최적의 조업 방법을 찾아내는 것으로 하였다.

2. 사용 어구 및 실험 방법

전기했던 바와 같이 본 연구에서 개발한 전개범식 어구를 1/4 모형으로 보면 그물의 구조는 <그림 46>의 A형과 B형 및 C형이고 그물 지지줄의 구조는 <그림 47>의 b형인데, A형 그물은 여자 그물감만으로 구성되어 있는 데 비해, B형 그물과 C형 그물은 좌우 양쪽에 코가 큰 랫셀 그물감으로 만든 날개그물이 부착되어 있어서 전개 성능은 더 클지라도 어군이 날개그물을 통해 탈출할 우려가 있기 때문에, 이들 두 그물은 A형 그물보다 더 많은 조사를 필요로 한다. 그러나 그물의 중앙부도 코가 큰 랫셀 그물감으로 구성된 C형 그물의 적합성 여부는 실물로 확대하여 실제 어획 실험을 통해 조사하는 것이 좋기 때문에, 본 연구에서는 B형 그물과 b형 지지줄을 실물로 확대한 <그림 54>와 <그림 55> 및 이들에 <그림 69>의 침줄을 부착한 어구를 사용하여, 5톤 규모의 실험 선박으로 조업 어장인 여수 가막만 해역에서 15회에 걸쳐 집어등을 켜지 않은 채로 투양망 작업의 반복에 의한 현장 적응 실험을 실시하였다. 단, 이와 같은 현장 적응 실험의 큰 목적 중의 하나는 적정의 투양망 방법과 해상 상태의 다양한 변화에 따른 적응 방법을 찾아내는 데에 있기 때문에, 투양망은 인력에 의존하되 그 방법을 여러 가지로 달리 하

여 어떤 방법이 가장 바람직한가를 찾아내는 데 주력하였으며, 바람이나 조류의 방향 및 세기가 다른 여러 날을 선택하여 실험함으로써 바람이나 조류 등의 해상 상태가 달라짐에 따른 대응 방법을 찾아내는 데에도 주력하였다.

3. 투양망 방법의 검토

<그림 54>의 B형 그물과 <그림 55>의 그물 지지줄 및 <그림 69>의 줍줄을 조합한 어구를 사용하여 인력에 의해 여러 가지 방법으로 투양망 작업을 실시한 결과, 투양망은 다음과 같은 방법으로 하는 것이 좋을 것으로 판단되었다.

㉠ 그물 지지줄과 줍줄의 인출·권양을 담당하는 선수미의 양망기는 상부 원치와 하부 원치로 구성되어 있는데, 이들 두 원치에 그물 지지줄과 줍줄을 교대로 연결하여 투양망을 해 본 결과, 그물 지지줄의 인출·권양은 상부 원치에 의존하고 줍줄의 인출·권양은 하부 원치에 의존하는 것이 좋았다.

㉡ 평소 조업을 하지 않을 때는 전개 장치와 그물을 배의 우현 갑판상에 기다랗게 정렬해 놓으면 되나, 조업을 계속할 때는 투망 직전과 양망 직후에 좌우 전개 장치를 선수미 원치에 각각 매단 채로 뱃전 위에 올려놓고 발줄은 선수미 원치들 사이에서 직선을 이룬 채 긴장해 있도록 하며, 단지 그물만이 뱃전 안쪽의 갑판상에 놓이도록 하는 것이 좋았다.

㉢ 투망시에는 선수미의 상부 원치와 하부 원치를 함께 풀어서 그들 원치에 연결되어 있는 전개 장치와 발줄을 낙하시키듯이 투입하고 이어 그들을 따라 그물이 내려가도록 한 뒤에, 배 안에 남아 있는 그물을 인력에 의해 차례로 뱃전 위로 넘겨주면, 투망 작업은 인력으로도 비교적 쉽게 달성되었다.

㉣ 투망시 전개 장치와 그물이 모두 투입되면 상하부 원치를 함께 풀어서 그물 지지줄과 줍줄이 충분히 내려지도록 한 뒤에, 바람이나 조류에 의해 그물이 배로부터 멀어지면서 전개되도록 하거나 배를 Z자 형태로 전진 또는 후진시켜서 그물이 배에서 멀어지면서 전개되도록 하였는데, 이 경우 그물 지지줄의 최대 인출 길이는 30m가 적당하였다.

㉤ 양망 방법을 여러 가지로 바꿔서 양망을 해 본 결과, 먼저 선수미의 상부 원치로 그물 지지줄을 서서히 감고, 적당 길이만큼 감았을 때 감는 것을 중지한 다음 하부 원치로 줍줄을 서서히 감기 시작하며, 그 때 차차로 느슨해지는 그물 지지줄은 상부 원치로 서서히 감는 방법이 가장 좋았다.

㉦ 양망시 줍줄을 감는 시점이 너무 빠르면 발줄이 멀리서부터 부상해버리고 그 시점이 너무 늦으면 뜰줄이 배에 가까워져버리기 때문에, 줍줄을 감기 시작하는 시점은 어획

에 큰 영향을 끼칠 것으로 보여졌는데, 그 시점을 여러 가지로 바꿔서 실험해 본 결과, 그 시점은 전개 장치가 배에 10~15m 정도 접근하였을 때라고 보여졌다.

㉔ 양망시 그물 지지줄과 쉼줄을 완전히 감아서 전개 장치가 양망기에 매달리고 발줄이 수면 위로 올라오면, 발줄은 뱃전에 걸친 채로 그대로 두고 인력에 의해 전개 장치의 철봉들을 차례로 뱃전 위로 들어올린 다음 그물을 좌우 양쪽부터 시작하여 중앙부 쪽으로 옮겨가면서 배 안으로 들어올리는 방법을 반복해 보았는데, 그 결과 이와 같은 작업은 인력으로도 충분히 가능하다는 것을 알 수 있었다.

㉕ 본 연구에서 개발한 전개 장치는 좌우 각각 1.5×2.5m 크기의 범포 4장과 1.5m 길이의 양끝이 막힌 철봉 5개로 구성되어 있고, 이들 중 무게가 큰 철봉은 최하단의 것만이 $\phi 48.6\text{mm}$ (침강력: 6kg)짜리일 뿐 나머지 4개는 $\phi 36\text{mm}$ (침강력: 3kg)짜리이어서 철봉의 총 침강력이 18kg에 불과하기 때문에, 그 조작은 인력으로도 충분히 가능하였다. 그러나 전개 장치가 무질서하게 올라오고 높이가 2.5m 되는 각각의 범포도 물에 젖은 채로 절반으로 접어져서 수면 아래로 쳐졌기 때문에, 양망 작업 중에서 가장 복잡하고 가장 큰 힘이 소요되는 부분은 전개 장치를 배 위로 들어올리는 것이었다. 따라서 양망기가 전개 장치를 수면 위로 완전히 들어올릴 수 있도록 하고 그물도 무거운 부분은 기계력에 의존하여 들어올리는 것이 좋을 것으로 보여졌다.

4. 바람과 조류의 영향에 따른 그물의 전개 상태 및 대응 방법

본 연구에서 개발한 전개범식 어구는 그물의 좌우 양쪽에 부착되어 있는 전개 장치가 수력을 받아 그물을 전개시키도록 되어 있고, 그 수력은 배나 그물의 이동에 의해 생기며 그 이동은 바람과 조류의 방향 및 세기에 따라 크게 달라지므로, 투망 후의 그물의 전개 상태는 조업시의 바람과 조류의 방향 및 세기에 따라 크게 달라진다.

따라서 바람과 조류가 없는 경우는 배의 조선에 의해 인위적으로 전개시켜 주지 않으면 안 되지만, 바람과 조류가 있는 경우는 그들을 적절히 이용함으로써 그물이 자연적으로 전개되도록 해야 하기 때문에, 본 연구에서는 조업 시스템의 현장 적용 실험을 반복하는 동안에 출현하였던 바람과 조류의 상태를 조사하고 각각의 경우별로 가장 바람직한 대처 방법을 구하는 것으로 하였다. 즉, 멸치 들망의 조업 어장인 가막만 해역은 조류가 매우 약한 것이 큰 특징이고 바람은 오전에는 거의 없다가 오후가 되면 항시 일기 시작하는 것이 보통이었는데, 조업 현장에서 출현하였던 바람과 조류의 상태를 모두 종합해보면 대략 다음과 같았다.

㉖ 바람과 조류가 있고 그 방향이 서로 반대인 경우

- ㉞ 바람과 조류가 있고 그 방향이 서로 같은 경우
- ㉟ 바람과 조류가 있고 그 방향이 직각 또는 그에 유사한 각을 이루는 경우
- ㊱ 바람은 있고 조류가 없는 경우
- ㊲ 조류는 있고 바람이 없는 경우
- ㊳ 바람과 조류가 거의 없는 경우

따라서 이들 각각의 경우에 대해 가장 바람직한 대응 방법을 구하지 않으면 안 되는데, 본 연구에서 조업 시스템의 현장 적용 실험을 반복하는 동안에 그 방법을 구한 결과는 다음과 같다.

㉞의 경우는 배가 풍하 쪽에 서서 그물을 조하 쪽으로 투입하면, 배와 그물이 서로 반대 방향으로 밀리므로 그물이 잘 전개된다.

㉟의 경우는 바람과 조류 중 어느 것이 더 강한가에 따라 그물의 전개 정도가 달라진다. 즉, 바람이 조류보다 더 강할 때는 배가 풍하 쪽에 서서 그물을 풍상 쪽으로 투입하면 그물이 밀리는 것보다도 배가 더 많이 밀리므로 그물이 잘 전개되고, 반대로 조류가 바람보다 더 강할 때는 배가 조상 쪽에 서서 그물을 조하 쪽으로 투입하면 그물이 잘 전개된다.

㊱의 경우는 배와 그물이 서로 직각 또는 그에 유사한 각을 이루어서 그물이 어느 한 쪽으로 썩그러지기 쉬우므로 어느 정도의 조선이 필요한 경우이나, 그 조선은 바람과 조류의 세기에 따라 달라져야 한다. 즉, 바람이 조류보다 더 강할 경우는 배가 풍하 쪽으로 밀리도록 풍상 쪽에 그물을 투입하고 적절하게 조선을 하여 조정하며, 조류가 바람보다 더 강할 경우는 바람 방향에 관계없이 그물이 조하 쪽으로 밀리도록 투입하여 적절하게 조선을 하여 조정한다.

㊲의 경우는 배가 풍하 쪽에 서서 그물을 풍상 쪽으로 투입하면 잘 전개된다.

㊳의 경우는 배가 조상 쪽에 서서 그물을 조하 쪽으로 투입하면 잘 전개된다.

㊴의 경우는 완전히 배의 조선에 의해 그물을 전개시켜야 하는데, 가장 쉬운 조선 방법은 Z자 형태로 조선하는 것이었다. 즉, 그물을 투입한 직후에는 <그림 73>에 보이는 밀대를 사용하여 그물이 배에서 멀어지게 하고, 어느 정도 멀어지면 배



<그림 73> 밀대.

가 선수 쪽 지지줄을 붙잡고 선미 쪽 지지줄을 풀어주면서 그물로부터 멀어지는 형태로 전진하고, 어느 정도 전진하면 반대로 선미 쪽 지지줄을 붙잡고 선수 쪽 지지줄을 풀어주면서 그물로부터 멀어지는 형태로 후진하면 그물이 평면에 가까운 형태로 전개되면서 뜸줄이 직선에 가까운 형상을 이루었다.

㉠의 경우, 배가 직접 그물을 전개시키지 않고 투망된 상태로 그대로 둔 채 멀리 떨어져 있다가 그물 지지줄을 감으면, 그물이 배로 접근하는 동안에 차차로 전개되어 배 가까이 접근했을 때는 집어등에 모인 어군을 충분히 어획할 수 있을 정도로 전개되었기 때문에, 그물이 스스로 전개되기를 기다릴 시간적 여유가 없을 때에는 이와 같은 방법도 효과적으로 이용될 수 있을 것으로 보여졌다.

그런데 상기한 바와 같이 멸치 들망의 조업 어장인 가막만 해역은 조류가 매우 약한 것이 특징이고 바람은 오전에는 거의 없다가 오후가 되면 항시 일기 시작하는 것이 보통이었기 때문에, 조업 시스템의 현장 적용 실험을 반복하는 동안에 가장 많이 조우하였던 것은 바람은 있고 조류가 없는 경우이었으며 그 다음으로 바람과 조류가 거의 없는 경우이었기 때문에, 전자의 경우는 배를 바람에 밀리게 하여 그물을 쉽게 전개시킬 수 있었고, 후자의 경우는 조선을 적절히 함에 의해 그물을 쉽게 전개시킬 수 있었다. 특히 후자의 경우는 그물을 전개시키는 데에 시간이 걸리기는 하나, 한 번 전개시켜 놓으면 배와 그물이 거의 움직이지 않고 한 장소에 고정되기 때문에, 집어하는 데 장시간을 필요로 하거나 한 장소에 멸치 어군이 계속 출현하는 경우 등은 매우 좋았으며, 특히 가막만과 같이 각종의 양식장이 즐비하고 있어서 조업 가능 면적이 협소한 해역에서는 매우 바람직한 방법이라고 보여졌다.

5. 적정 양망을 위한 선수미 양망기의 작동 요건

본 연구에서 개발한 전개범식 어구는 배의 우현 쪽에서 투입된 뒤에 선수미 양망기의 중앙에 선 채로 배의 길이 방향에 평행하게 배로부터 멀어져야만 좌우 전개 장치가 조류를 균등하게 받아 잘 전개되고, 양망시에도 선수미 양망기의 중앙에 선 채로 좌우 전개 장치가 나란히 배로 접근해야만 최대의 망폭을 유지하면서 배 쪽으로 접근할 뿐만 아니라 집어등이 그물의 중앙에 놓이는 결과가 되어 어획도 용이해진다.

따라서 바람 방향과 조류 방향이 일직선상에 놓일 때는 배와 그물이 평행하게 놓이므로 선수미 양망기에서 그물 지지줄을 같은 속도로 풀어주거나 같은 속도로 감아 올리면 되는데, 바람 방향과 조류 방향이 일직선상에 놓이지 않을 때는 배와 그물이 평행하게 놓이지 않아 그물이 선수미 양망기의 중앙을 벗어나려고 하기 때문에, 그물이 두 양망기

의 중앙에 서도록 두 양망기에서 그물 지지줄의 인출 길이를 적절하게 조절해 줄 것이 필요하였다.

그런데 선수 양망기와 선미 양망기는 각기 별개로 작동되므로 양망기를 조작하는 두 선원이 서로를 주시하지 않고 자유로 양망기를 조작해버리면, 바람 방향과 조류 방향이 일직선상에 놓인 경우에도 그물이 두 양망기의 중앙을 벗어나 전개 상태가 나빠질 뿐만 아니라, 심할 경우는 전개 장치가 반대로 돌아버리는 일도 발생하였다. 따라서 선수미 양망기를 조작하는 두 선원은 항상 서로를 계속 주시해 가면서 양망기를 조작할 것이 필요하였고, 특히 바람 방향과 조류 방향이 일직선상에 놓이지 않는 경우에는 그물이 두 양망기의 중앙에 서도록 각기 서로 다른 속도로 조절해 가면서 양망기를 조작할 것이 필요하였다.

6. 적정 조업 인원

본 연구에서 개발한 전개범식 어구에 의한 조업은 주로 양망기가 담당하나 조업에는 선원이 반드시 필요하므로, 이 어구에 의한 조업을 하는 데 있어 선원이 해야 할 작업의 종류를 보면 다음과 같은 7가지를 들 수 있다.

- ㉠ 투망시 배의 조선
- ㉡ 선수미 양망기의 조작
- ㉢ 투망시 전개 장치와 그물의 투입
- ㉣ 투망후 그물이 완전히 전개되었을 때 선수에서 우현으로의 집어등의 회전
- ㉤ 양망시 발줄과 전개 장치 및 그물의 인양
- ㉥ 양망 후 쪽지그물로 어획물을 퍼 올리는 작업
- ㉦ 어획물을 삶는 작업

이상의 작업 중 투망시의 배의 조선과 선수미 양망기의 조작은 동시에 이루어지고 선수미 양망기의 조작에는 2명의 선원이 반드시 필요하므로, 조선을 담당하는 선장과 양망기를 조작하는 선원 2명은 필수 인원이 되는데, 멸치 들망의 경우는 어획물을 삶는 작업이 소금의 투입량, 삶는 시간의 조절 등 숙련된 기술을 필요로 하여 이러한 가공 작업에 1명의 선원이 반드시 필요하므로, 전개범식 멸치 들망에는 총 4명의 선원이 필수 인원이 된다.

따라서 이들 4명의 선원을 고용하기로 하면 상기한 7가지 작업 중 ㉠·㉡·㉦의 3가지 작업은 해결되고 ㉢~㉥의 4가지 작업이 남게 되는데, 이들 작업은 다음과 같은 방법으로 달성할 수 있다.

- ㉢ 투망시 전개 장치와 그물의 투입은 선수 쪽과 선미 쪽에서 동시에 이루어져야 하고,

이를 위해서는 선수 쪽과 선미 쪽에 각각 2명씩의 선원을 배치해야 하는데, 이미 양망기를 조작하는 선원이 선수 쪽과 선미 쪽에 1명씩 배치되어 있기 때문에, 이들 선원에 선장과 가공 선원이 추가로 투입되면 된다.

㉞ 투망후 그물이 완전히 전개되었을 때 선수에서 우현으로 집어등을 회전시키는 것은 매우 손쉬운 작업이므로, 이 작업은 4명의 선원 중 어느 한 사람이 담당하면 된다.

㉟ 양망시 발줄과 전개 장치는 양망기가 인양하므로 이를 위한 별도의 선원은 필요 없고 그물의 인양에 선수 쪽 2명과 선미 쪽 2명이 필요한데, 이 작업은 이미 배치되어 있는 2명씩의 선원이 담당하면 된다.

㊱ 양망 후 쪽지그물로 어획물을 퍼 올리는 작업은 아무나 할 수 있는 것이므로 별도의 선원이 필요 없다.

이상으로부터 보면, 전개범식 멸치 들망에는 총 4명의 선원이 필수 인원이기도 하지만, 선원을 더 추가하지 않아도 조업의 전 과정을 충분히 달성해 낼 수 있다는 것을 알 수 있다.

제 5절 개발된 어구와 조업 시스템의 현장 어획 실험

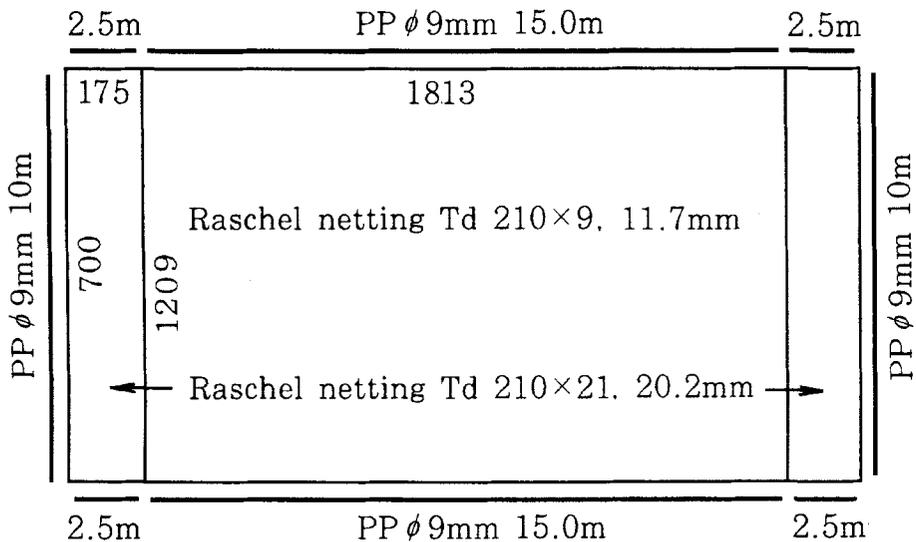
1. 서언

전기한 현장 적응 실험의 결과에 의하면 본 연구가 개발한 어구와 조업 시스템은 몇 가지 문제점을 가진다는 것이 발견되었는데, 이와 같은 현장 적응 실험은 집어등을 점등하지 않고 행한 것이어서 대상 어류인 멸치를 완전히 배제한 상태에서 행한 것이기 때문에, 이 실험의 결과만으로는 상기한 어구 및 조업 시스템의 성능을 완전히 파악하기가 곤란하다.

따라서 본 연구가 개발한 어구 및 조업 시스템의 성능을 확실하게 파악하기 위해서는 집어등으로 어군을 모아서 실험하는 현장 어획 실험을 통하는 것이 필수적이라고 볼 수 있는데, 집어등 밑에 모인 어군을 어느 정도로 어획할 수 있는가는 그물에 의한 포위권의 크기, 즉 그물의 전개 성능과 그물 지지줄을 감을 때의 뜸줄이 이루는 형상에 따라 우선적으로 달라지고, 또 줌줄을 감기 시작하는 시점, 줌줄을 감을 때 그물이 이루는 형상과 발줄이 부상하는 형태, 그물감의 종류와 색깔 및 그물코의 크기, 집어등과 그물과의 위치 관계 등에 따라서도 달라지기 때문에, 본 연구에서는 이들 각각의 요소에 대해 조사하였다.

2. 사용 어구 및 실험 방법

전기했던 바와 같이 본 연구에서 개발한 전개범식 어구의 세 가지 그물 중에서는 여자 그물감만으로 구성된 A형 그물보다도 좌우 양쪽에 날개그물이 부착된 B형 그물이나 그물감 전체가 크가 큰 랏셀 그물감으로 구성된 C형 그물이 더 많은 조사를 필요로 하며, 특히 그물코를 통한 어군의 탈출 여부를 조사할 수 있는 현장 어획 실험에서는 더욱 그러하기 때문에, 본 연구에서는 전기한 현장 적용 실험에서 사용하였던 <그림 54>의 B형 그물과, <그림 46>의 C형 그물을 실물로 확대한 <그림 74>의 그물에 <그림 55>의 그물 지지줄과 <그림 69>의 줌줄을 교대로 부착하여, 조업 현장인 여수 가막만 해역에서 집어등으로 멸치 어군을 모은 뒤에 어획 실험을 실시하였다.



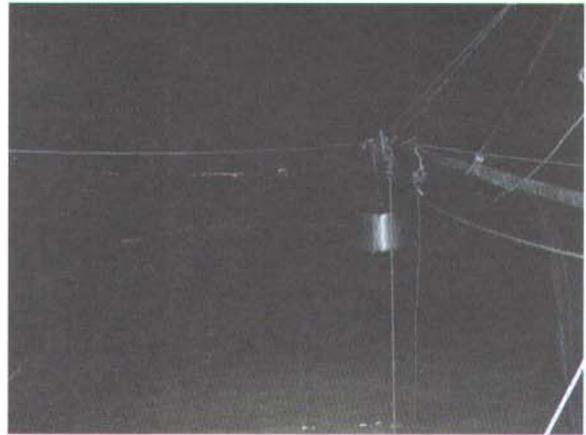
<그림 74> <그림 46>의 C형 그물을 실물로 확대한 것.

3. 그물의 종류별 전개 성능

상기한 바와 같이 본 연구에서 사용한 그물은 <그림 54>의 B형 그물과 <그림 74>의 C형 그물인데, 두 그물에 부착하는 전개 장치의 크기가 같을 경우 그물의 전개 정도는 유수저항이 작은 그물에서 더 크고 유수저항은 그물코가 큰 그물에서 더 작을 것이기 때문에, 그물의 전개 정도는 B형 그물보다도 그물코가 더 큰 C형 그물이 더 크다고 볼 수 있다. 그러나 이들 두 그물에 <그림 55>의 그물 지지줄과 <그림 69>의 줌줄을 교대로 부착하여 투망을 하고 그물 지지줄을 30m 인출하여 각 그물의 전개 정도를 조사한 <그림 75>에 의하면, 그물의 전개 정도는 두 그물에서 거의 차이나지 않고, 좌우 전개 장치 사이의 총 전개폭도 두 그물 모두 대략 15m 정도가 된다.



<그림 54>의 B형 그물



<그림 74>의 C형 그물

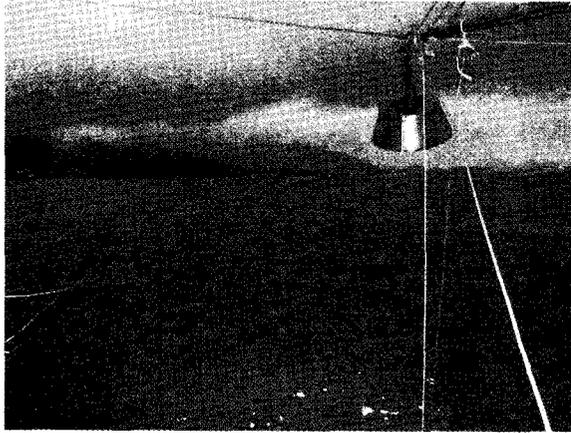
<그림 75> B형 그물(그림 54)과 C형 그물(그림 75)에 그물 지지줄(그림 55)과 줍줄(그림 69)을 각각 부착하고, 지지줄을 30m 인출하여 전개 상태를 조사한 결과,

4. 그물 지지줄 권양시의 뜸줄의 형상 변화 및 줍줄의 권양 시작 시점

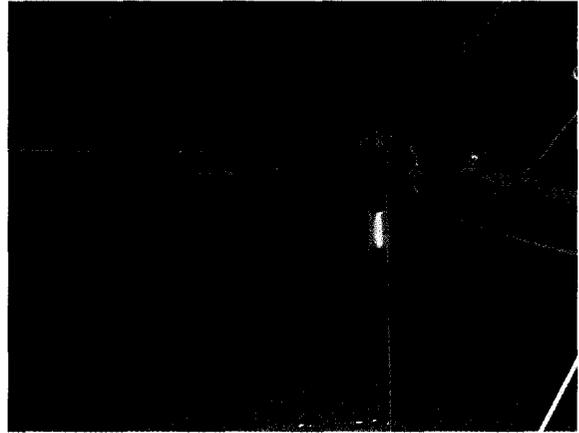
그물 지지줄의 총 인출 길이는 30m이므로 그 모두를 인출하면 그물은 잘 전개되어 충분한 망폭을 유지하였으나, 조류나 바람이 없어서 전개가 충분하게 안 된 경우일지라도 그물 지지줄을 감으면 그물이 배로 접근하는 동안에 전개 장치가 수력을 받아서 전개력을 발휘하고, 그로 인해 그물이 서서히 전개되었기 때문에, 그물의 전개 여부에 구애받지 않고 그물 지지줄을 감으면 집어등 밑의 어군을 어획하는 데에는 별다른 문제가 생기지 않았다.

한편, 양망을 위해 그물 지지줄을 감다가 그것을 중지하고 줍줄을 감기 시작하면 그물의 하부가 부상하기 시작하므로, 줍줄을 감는 과정은 집어등으로 모은 어군을 그물 위에 갇히게 하는 과정이라고 볼 수 있는데, 그물 지지줄을 너무 많이 감은 뒤에 줍줄을 감기 시작하면 그물이 배에 너무 가까이 접근함으로써 인해 집어등 밑의 어군이 배 밑으로 탈출해버릴 염려가 있고, 반대로 그물 지지줄을 너무 적게 감은 뒤에 줍줄을 감기 시작하면 그물이 멀리서 들어올려지게 되어 집어등과의 위치 조화가 나빠질 뿐만 아니라 그물의 최심부 깊이가 작아지므로 집어등 밑의 어군을 쫓아버릴 염려가 있다.

따라서 줍줄을 감기 시작하는 시점은 집어등 밑에 모인 어군을 어느 정도로 어획할 수 있는가를 결정하는 중요한 요소가 되는데, 전기했던 현장 적용 실험에서 그 시점은 배에 대한 전개 장치의 접근 거리가 10~15m 정도일 때라고 보여졌기 때문에, 이 범위 내에서 거리를 바꿔가면서 조업 실험을 반복해 본 결과, 그 시점으로 가장 적합한 것은 배에 대한 전개 장치의 접근 거리가 15m일 때, 즉 상부 지지줄과 중간 지지줄과의 연결부가



<그림 54>의 B형 그물



<그림 74>의 C형 그물

<그림 75> B형 그물(그림 54)과 C형 그물(그림 75)에 그물 지지줄(그림 55)과 줍줄(그림 69)을 각각 부착하고, 지지줄을 30m 인출하여 전개 상태를 조사한 결과.

4. 그물 지지줄 권양시의 뜬줄의 형상 변화 및 줍줄의 권양 시작 시점

그물 지지줄의 총 인출 길이는 30m이므로 그 모두를 인출하면 그물은 잘 전개되어 충분한 망폭을 유지하였으나, 조류나 바람이 없어서 전개가 충분하게 안 된 경우일지라도 그물 지지줄을 감으면 그물이 배로 접근하는 동안에 전개 장치가 수력을 받아서 전개력을 발휘하고, 그로 인해 그물이 서서히 전개되었기 때문에, 그물의 전개 여부에 구애받지 않고 그물 지지줄을 감으면 집어등 밑의 어군을 어획하는 데에는 별다른 문제가 생기지 않았다.

한편, 양망을 위해 그물 지지줄을 감다가 그것을 중지하고 줍줄을 감기 시작하면 그물의 하부가 부상하기 시작하므로, 줍줄을 감는 과정은 집어등으로 모은 어군을 그물 위에 간히게 하는 과정이라고 볼 수 있는데, 그물 지지줄을 너무 많이 감은 뒤에 줍줄을 감기 시작하면 그물이 배에 너무 가까이 접근함으로 인해 집어등 밑의 어군이 배 밑으로 탈출해버릴 염려가 있고, 반대로 그물 지지줄을 너무 적게 감은 뒤에 줍줄을 감기 시작하면 그물이 멀어서 들어올려지게 되어 집어등과의 위치 조화가 나빠질 뿐만 아니라 그물의 최심부 깊이가 작아지므로 집어등 밑의 어군을 쫓아버릴 염려가 있다.

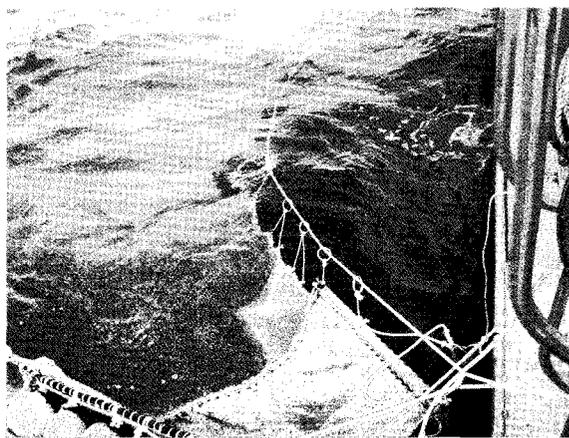
따라서 줍줄을 감기 시작하는 시점은 집어등 밑에 모인 어군을 어느 정도로 어획할 수 있는가를 결정하는 중요한 요소가 되는데, 전기했던 현장 적응 실험에서 그 시점은 배에 대한 전개 장치의 접근 거리가 10~15m 정도일 때라고 보여졌기 때문에, 이 범위 내에서 거리를 바꿔가면서 조업 실험을 반복해 본 결과, 그 시점으로 가장 적합한 것은 배에 대한 전개 장치의 접근 거리가 15m일 때, 즉 상부 지지줄과 중간 지지줄과의 연결부가

원치에 도달했을 때라고 보여졌다.

5. 줍줄 권양시의 그물의 형상 변화 및 발줄의 부상 형태

<그림 69>에서 보았던 바와 같이 전개범식 어구에서는 줍줄을 부착하는 줍줄 고리를 발줄 및 전개 장치를 구성하는 철봉들의 바깥쪽 끝에 각각 부착하고, 이들 고리를 통과한 줍줄은 발줄의 절반 길이에 끼워져 있는 것과 한 쪽 전개 장치에 끼워져 있는 것의 길이를 서로 같게 함으로써, 줍줄을 완전히 감았을 때 전개 장치가 완전히 죄어지고 발줄은 배의 현측까지 올라오도록 하였는데, 줍줄을 감기 시작하였을 때 그물의 상부가 이루는 형상은 항시 육안으로 확인할 수 있었는데 비해, 그물의 하부나 발줄이 이루는 형상은 수면 가까이에 부상하고서야 확인할 수 있었다.

그 확인 결과에 의하면, 그물은 수면 쪽으로 부상함에 따라 평면 형태에서 곡면 형태로 점차 변형되기는 하였으나, 평면에 가까운 형상을 이루는 시간이 상당히 길었고, 줍줄을 완전히 감아 올렸을 때에도 그물의 중앙부가 하방으로 충분히 쳐지지 못하였으며, 발줄은 <그림 76>에서 보는 바와 같이 수면 쪽으로 부상함에 따라 그 양끝이 배에서 가깝고 중앙부로 갈수록 배에서 멀어지는 활 모양을 이루었고, 활 모양으로 굽어진 정도는 수면 하 깊은 곳에서 컸다가 수면에 가까워짐에 따라 작아지는 경향이였다.



<그림 76> 줍줄을 감을 때의 발줄의 부상 형태.

이상의 결과에서 그물이 수면 쪽으로 부상하는 동안에 주로 평면에 가까운 형상을 이루는 시간이 길고, 줍줄을 완전히 감아 올린 뒤에도 그물의 중앙부가 하방으로 충분히 쳐지지 못하는 것은 그물이 수면 쪽으로 부상하는 동안에 집어등 밑에 모인 어군을 위협하여 그물 밖으로 쫓아버리는 원인이 될 수 있으며, 발줄이 수면 쪽으로 부상함에 따라 그 양끝이 배에서 가깝고 중앙부로 갈수록 배에서 멀어지는 활 모양을 이루는 것은 그물 위의 어군을 배 쪽으로 도망하게 하는 탈출구 역할을 할 우려가 있다.

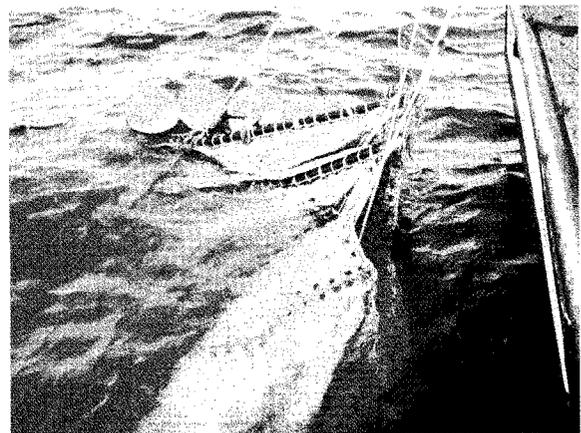
이상과 같은 문제점 중 그물에서 생기는 문제점은 그것의 구조가 완벽하지 못한 데다 비중이 비교적 작은 Nylon 그물감으로 구성되어 있고 그물감에 주름을 전혀 주지 않은 것 등에 그 원인이 있으며, 발줄에서 생기는 문제점은 줍줄을 감을 때 전개 장치의 하단

이 가장 먼저 수면 쪽으로 올라오고 밧줄은 그물에 작용하는 수력으로 인해 중앙부로 갈수록 늦게 올라오는 것에 그 원인이 있다고 볼 수 있는데, 이상에서 그물감에 주름을 전혀 주지 않았던 것은 줍줄을 감을 때 그물감이 좌우 전개 장치 쪽과 밧줄 쪽에서 점차 축소됨으로 인해 주름을 준 것과 같은 효과를 발휘할 것으로 기대하였기 때문이었으나, 밧줄이 활 모양을 이루는 것은 전혀 예상하지 못한 현상이었다. 그러나 줍줄을 감음으로 인해 그물감에 주름을 준 것과 같은 효과는 매우 서서히 나타나고 그 정도도 미약하였기 때문에, 그물은 그 구조를 수정·보완함과 동시에 그물감의 무게를 증가시키고 그물감에 주름을 주어서 줍줄 권양시에 그 위에 있는 어군을 위협하지 않도록 그물의 중앙부가 하방으로 크게 쳐지는 하나의 바구니 모양을 이루는 것이 가장 좋을 것으로 생각되었고, 밧줄이 활 모양을 이루지 않고 직선에 가까운 형태로 부상하도록 하기 위해서는 그물의 깊이를 양쪽 가에서 가장 작게 하고 중앙부로 갈수록 크게 해 가는 것이 좋을 것으로 생각되었다.

6. 전개 장치의 인양 방법

본 연구에서는 양망시 그물 지지줄과 줍줄을 모두 감아서 전개 장치의 바깥쪽 끝을 선수미의 원치에 매단 뒤에, 전개 장치의 안쪽 끝과 그 쪽의 그물을 함께 들어올려서 뱃전에 걸치도록 하였는데, 전개 장치를 구성하는 철봉들의 바깥쪽 끝만에 줍줄 고리가 부착되어 있기 때문에, 전개 장치가 인양될 때는 <그림 77>에서 보는 바와 같이 그것의 바깥쪽 끝만이 접혀지고 안쪽 끝은 자유로이 방치되어 있어서 인양하는 데에 불편이 많았다.

따라서 전개 장치가 인양될 때는 그 전체가 작은 크기로 가지런히 접혀진 채로 인양될 것이 필요하였는데, 이를 위해서는 전개 장치 인양시에 각각의 철봉이 수평을 유지하고, 각 범포는 여러 겹으로 접혀지는 것이 좋을 것으로 보여졌다.



<그림 77> 전개 장치의 인양 형태.

7. 그물코를 통한 고기의 탈출 및 그물감의 종류에 따른 영향

현장 어획 실험에서 사용한 A형 그물과 B형 그물은 그들의 중앙부가 어포부가 되고

좌우 양쪽 날개그물은 간헐 어군을 어포부 쪽으로 구집하는 보조부 역할을 하기 때문에, 중앙부는 어포부용의 여자 그물감과 랫셀 그물감으로 각각 구성하고 양쪽 날개그물은 그물코의 크기가 20.2mm인 랫셀 그물감으로 구성하였는데, 두 그물을 사용하여 어획 실험을 실시해 본 결과, 양망시에 어군을 모은 집어등이 그물의 중앙부 위쪽에 위치해 있기 때문에, 어군이 좌우 날개그물 쪽으로 이동하여 그 그물코를 통해 탈출하는 일은 거의 발생하지 않았다. 그러나 날개그물을 수중에 장시간 방치해 두면 어군이 이리저리 유영하는 도중에 날개그물에 부딪쳐서 그것의 그물코를 통해 탈출하는 일이 가끔 발생하였기 때문에, B형 그물과 C형 그물을 사용할 경우는 날개그물을 신속히 인양할 것이 필요하였다.

한편, A형 그물과 B형 그물에 대해 좌우 양쪽의 날개그물을 인양하고 중앙부 그물만을 수중에 남겨 놓은 채 어군의 탈출 여부를 조사해 본 결과, 속칭 실멸치라고 부르는 치어 멸치는 두 그물 모두에서 그물코를 통해 쉽게 탈출하였고, 실멸치보다는 크나 소형에 해당하는 멸치는 A형 그물에서는 그물코를 통해 탈출하는 일이 거의 발견되지 않았으나 B형 그물에서는 그물코를 통해 탈출하는 일이 자주 발견되었다. 이러한 현상은 그물감의 종류에 기인한 것이 아니고 그물코의 크기에 기인한 것이기 때문에, B형 그물의 중앙부를 구성하는 11.7mm(27절)의 그물감은 멸치를 어획하는 데 너무 큰 그물코라고 보여졌다. 따라서 B형 그물의 중앙부 그물감은 그물코의 크기를 축소시킬 것이 필요하였는데, 여자 그물감의 그물코 크기는 발 하나의 길이로 표시되는 데 비해 랫셀 그물감의 그물코 크기는 발 두 개의 길이로 표시되기 때문에, B형 그물의 중앙부를 구성하는 랫셀 그물감의 그물코의 크기는 여자 그물감(120경; 4.3mm)의 2배인 8.6mm 정도로 하는 것이 좋을 것으로 보여졌다.

8. 그물감의 색깔과 어군 행동

본 연구에서 사용한 B형 그물과 C형 그물은 구성 그물감이 백색인 데다 광택이 좋아서 양망시에 집어등이 그 위로 이동되면, 집어등 불빛이 반사되어 매우 반짝거려 보였다. 그러나 어획 실험을 다수 반복하는 동안에 이와 같은 그물감의 반짝거림이 어군을 크게 위협하는 일은 전혀 발견할 수 없었으나, 이동 중인 그물을 어군이 피하려는 행동은 가끔 보여졌다.

따라서 그물감의 색깔은 어군 행동에 큰 영향을 끼치지 않지만 밝은 것보다는 어두운 것이 더 좋다고 볼 수 있기 때문에, 현재 어민들이 행하고 있는 것과 같이 그물감에는 갈 염색을 하여 그 색깔을 어둡게 하는 것이 좋을 것으로 보여졌다.

9. 집어등과 그물과의 위치 관계

본 연구에서 개발한 집어 장치는 선수 쪽에 기둥을 세우고 그 기둥에서 5m 길이의 철봉을 내어 철봉 끝에 집어등을 부착한 형태의 것이고, 이것에 의한 어군의 집어·유도 방법은 <그림 68>에서 보았던 바와 같이 집어등을 선수 쪽으로 돌려서 집어를 하고, 충분히 집어되면 그물이 놓여 있는 우현 쪽으로 서서히 돌려서 어군을 그물 위로 유도하는 방법이었다.

그러나 이러한 방법으로 다수의 어획 실험을 반복해 본 결과, 어군 집어시에는 집어등이 선수 쪽으로 멀리 나가 있기 때문에 선체가 집어에 방해되지 않았고 집어도 비교적 순조롭게 이루어졌으나, 집어등을 그물이 놓여 있는 배의 우현 쪽으로 이동시켰을 경우에는 배로부터 집어등까지의 거리가 2m 정도에 불과하였기 때문에, 어군이 배 가까이에서 유영하였고 그로 인해 줍줄을 감아서 그물을 들어올릴 때 많은 고기가 배 밑으로 도망해버릴 가능성이 높아 보였다. 이와 같은 배 밑으로의 어군 도망은 멸치의 경우는 육안으로 발견할 수 없었으나, 집어등 불빛 밑에서 노닐던 소형의 오징어가 최종 어획물에서 발견되지 않는 일이 가끔 발생하는 것으로 보아, 이들 오징어는 배 밑으로 탈출했을 것으로 생각되었고, 그 가장 큰 원인은 집어등이 배에 너무 가까이 있는 것이라고 생각되었기 때문에, 집어등과 배와의 거리는 가능한 한 크게 하는 것이 좋을 것으로 생각되었다.

제 6절 현장 실험의 결과를 이용한 어구 및 조업 시스템의 최종 확정 및 어획 실험

1. 서언

전기한 현장 적응 실험과 어획 실험에서는 본 연구에서 개발한 전개범식 어구와 조업 장치에 대해 그물의 전개 성능과 수중 형상, 조업 장치의 조작 방법, 원활한 투양망을 위한 방법, 바람과 조류의 영향을 고려한 적정의 투양망 방법, 그물 지지줄을 감을 때의 뜸줄의 형상 변화, 줍줄을 감기 시작하는 적정 시점, 줍줄을 감을 때의 그물의 형상 변화와 발출의 부상 형태, 전개 장치의 적정 인양 방법, 그물코를 통한 고기의 탈출과 그물감의 종류에 따른 영향, 그물감의 색깔과 어군 행동, 집어등과 그물과의 위치 관계, 적정 조업 인원 등 조사가 필요한 사항들이 거의 모두 조사되었고, 그 결과로부터 수정·보완이 요

구되는 점들이 구체적으로 제시되었기 때문에, 본 연구에서는 그러한 점들을 수정·보완하여 어구 및 조업 장치를 최종적으로 확정하고, 그들을 사용하여 어획 실험을 다수행하고 어획 실적을 분석함으로써, 최종 확정된 전개범식 어구의 어획 성능이 당초 계획하였던 개발 목표대로 우수하게 나타나며 어구의 최적화가 달성되었는가를 조사하는 데 주력하였다.

2. 어구 및 조업 시스템에 수정·보완을 가한 최적의 형태

전기한 현장 적용 실험과 어획 실험의 결과로부터 어구 및 조업 시스템에 수정·보완이 요구되는 점들을 종합해 보면, 그들은 어구에 관한 것과 집어등에 관한 것으로 요약할 수 있기 때문에, 이들 각각에 대한 수정·보완 방법 및 수정·보완된 최적의 형태를 보면 다음과 같다.

가. 어구의 수정·보완 및 최적 어구의 구조

본 연구에서 개발한 전개범식 어구를 구성 요소별로 보면 그물과 전개 장치, 그물 지지줄 및 줍줄의 4가지로 나눌 수 있는데, 이들 중 전개 장치와 그물 지지줄은 전기한 현장 적용 실험과 어획 실험을 통해 그 구조가 적절하다고 판명되었으나, 그물과 줍줄에 대해서는 수정·보완하지 않으면 안 될 점들이 많이 지적되었기 때문에, 그러한 점들을 들고 각각에 대한 수정·보완 방향을 기술하면 다음과 같아진다.

㉑ 줍줄을 감음에 따라 그물이 부상할 때 그물의 형상이 평면에 가까운 형상에서 바구니 모양으로 변형되는 것이 집어등 밑에 모인 어군을 완벽하게 가둘 수 있어 가장 바람직하다고 보여졌기 때문에, 이를 위해 그물의 구조를 수정·보완함과 동시에 그물감의 무게를 늘리고 그물감에 주름을 주는 것이 좋을 것으로 보여졌으며, 특히 그물감의 무게를 늘리는 것은 그물의 중앙부가 하방으로 크게 처지게 함으로써 그 위에 있는 어군을 위협하지 않게 하는 데 도움이 될 것으로 보여졌다.

㉒ 줍줄을 감을 때 발줄이 활 모양을 이루면서 부상함으로써 발줄과 배 사이에 큰 공간이 형성되고, 그곳으로 어군이 탈출할 염려가 있기 때문에, 발줄이 직선에 가까운 형태로 부상하게 하기 위하여 그물의 깊이를 양쪽 가에서 가장 작게 하고 중앙부로 갈수록 크게 해 가는 것이 좋을 것으로 보여졌다.

㉓ 그물은 그 전체를 대상 멸치가 빠져나갈 수 없는 어포부용 그물감으로 구성하는 방법과 그물의 좌우 양쪽에 코가 큰 날개그물을 부착하는 방법을 생각할 수 있는데, 날개그물을 부착한 경우는 양망시에 그것을 신속하게 인양할 것이 필요하였다.

㉔ 그물을 여자 그물감 120경으로 구성한 경우는 그물에 갇힌 고기가 그물코를 통해 탈출하지 못하였는 데 비해, 그물코의 크기가 11.7mm(27절)인 랫셀 그물감으로 구성된 경우는 소형어가 그물코를 통해 탈출하였기 때문에, 그물을 랫셀 그물감으로 구성할 경우는 그물코의 크기를 여자 그물감 120경과 같은 크기로 하는 것이 좋을 것으로 보여졌다.

㉕ 그물감에는 갈 염색을 하여 그 색깔을 어둡게 함으로써 그물 지지줄을 감음에 따라 그물이 배 쪽으로 접근할 때 어군을 위협하는 일이 없도록 하는 것이 좋을 것으로 보여졌다.

㉖ 양망시에 전개 장치가 무질서하게 올라올 뿐만 아니라 그것을 구성하는 각각의 범포가 물에 젖은 채로 수면 아래로 쳐져서 인양 작업이 불편하였기 때문에, 전개 장치는 그 전체가 작은 크기로 가지런히 접혀진 채로 수면 위로 완전히 들어올려지는 것이 좋고, 이를 위해서는 줍줄을 모두 감아 전개 장치의 철봉이 원치에 매달릴 때 경사하는 일이 없이 수평이 되게 하고 각각의 범포가 여러 겹으로 접혀지는 것이 좋을 것으로 보여졌다.

㉗ 양망 작업 중에서 가장 복잡하고 큰 힘이 소요되는 부분은 전개 장치를 인양하는 것이었지만, 양망 작업을 더욱 원활하게 하기 위해서는 그물의 무거운 부분도 기계력으로 인양하는 것이 좋을 것으로 보여졌다.

따라서 본 연구에서는 이상과 같은 방향으로 수정·보완된 어구를 최적의 어구로 보고 그것을 도출해 내기 위하여 여러 가지 방법을 모색해 보았으며, 그 결과 그물로는 <그림 78>의 F형 그물과 <그림 79>의 G형 그물의 두 가지를 얻어냈고, 전개 장치와 그물 지지줄로는 <그림 80>의 것을 얻어냈는데, 이들의 구조, 구성 재료 및 구성 방법상의 특징은 다음과 같다.

㉘ 양망을 위해 원치로 줍줄을 감을 때 그물이 평면에 가까운 형상에서 바구니 모양으로 변형되도록 하기 위하여, 완성 길이 및 깊이가 각각 20m 및 10m인 직사각형 그물감의 하단에 완성 깊이가 3.3m인 삼각망을 부착하고, 직사각형 그물감의 하단에 부착하는 원래의 발줄 외에 그 그물감의 2/3 깊이 되는 곳에 보조 발줄을 부착하되, 총 침강력을 이들 원래 발줄과 보조 발줄에 2:1로 분할하며, 그물감의 성형률을 가로 및 세로 방향으로 각각 80%가 되도록 한다. 이상에 있어서 삼각망의 부착은 그물이 바구니 모양으로 쉽게 변형되도록 하는 데에 그 일차적 목적이 있지만, 그물 위의 어군이 발줄과 배 사이로 탈출하는 것을 방지하는 역할과 줍줄을 감을 때 발줄이 활 모양을 이루지 않고 직선에 가까운 형태로 부상하게 하는 역할도 겸하게 된다.

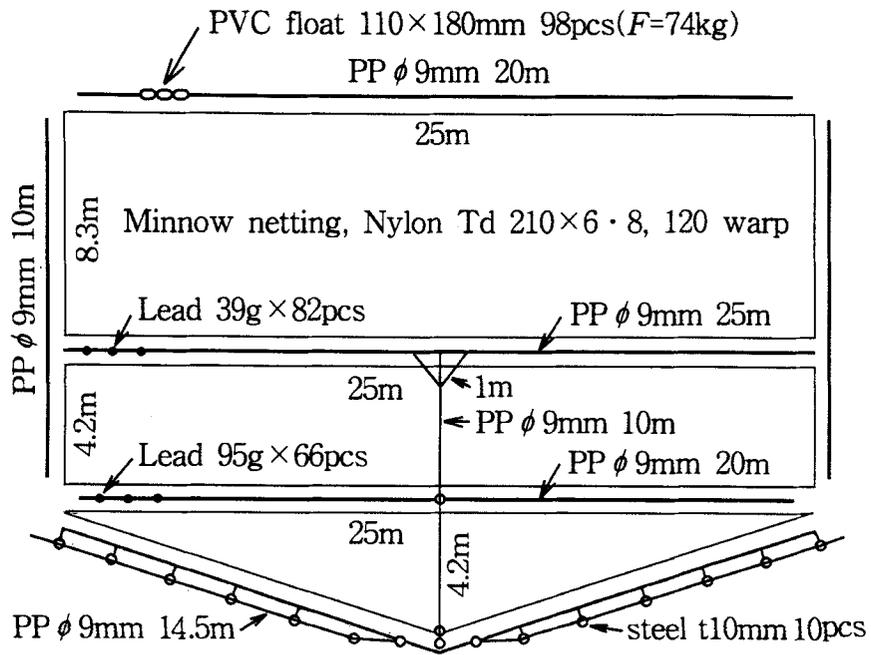
㉞ 양망시 원치로 줍줄을 감으면 삼각망은 수면 위로 쉽게 부상하나, 원래 밧줄과 보조 밧줄 사이에 있는 그물이 깊게 쳐져 있어서 들어올리는 데 큰 힘이 소요되기 때문에, 이 부분을 쉽게 들어올리기 위하여 보조 밧줄의 중앙에서 좌우로 1m 간격으로 길이가 1m씩 되는 세 가닥의 밧줄을 부착하고, 그들 끝을 하나로 합쳐 원래 밧줄 중앙에 부착되어 있는 고리를 통과시켜서 삼각망의 꼭지점에 부착되어 있는 고리에 연결해 두었다가 양망시에 뜰음줄로 활용한다.

㉟ 구성 그물감은 그물 전체에 걸쳐 여자 그물감(Nylod Td 210×6·8, 120경)으로 하거나 그것과 그물코의 크기가 같은 랫셀 그물감(Nylon Td 210×9, 8.7mm)으로 하고, 둘 다 갈 염색을 한다.

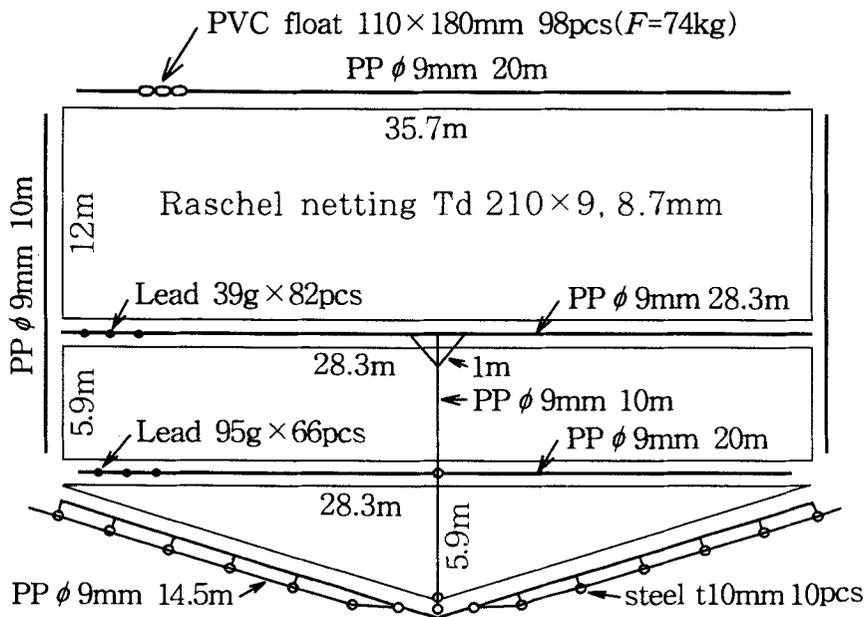
㊱ 그물감에 주름을 준 관계로 그것의 전체 침강력이 증가하였기 때문에, 뜰음줄에서의 부력은 <그림 54>의 B형 그물 및 <그림 74>의 C형 그물에서와 같이 74kg으로 하되, 원래 밧줄과 보조 밧줄에서의 침강력 합계는 이들 두 그물 각각의 침강력인 10.4kg보다도 약간 작게 하였다. 즉, 원래 밧줄에는 침강력이 95g 되는 낚을 66개 부착하여 총 침강력을 6.3kg으로 하고 보조 밧줄에는 침강력이 39g 되는 낚을 82개 부착하여 총 침강력이 3.2kg이 되게 하였기 때문에, 두 밧줄에서의 침강력 비는 2:1이 되고 그 합계는 9.5kg이 된다.

㊲ 양망시 그물의 중앙부가 하방으로 크게 쳐져서 그 위에 있는 어군을 위협하지 않도록 하기 위하여 <그림 54>의 B형 그물에서와 같이 그물감에 일정 간격으로 다수의 낚을 부착하는 방법을 생각할 수 있으나, 이러한 방법은 낚의 부착에 많은 불편이 따르고 그물실이 가늘어서 부착해 놓은 낚도 떨어질 염려가 많으며, 또 F형 그물과 G형 그물에서는 보조 밧줄에 침강력을 부여함으로써 그물감의 무게를 늘린 것과 같은 결과를 낳았기 때문에, 그물감에 더 이상의 낚은 부착하지 않는 것으로 하였다.

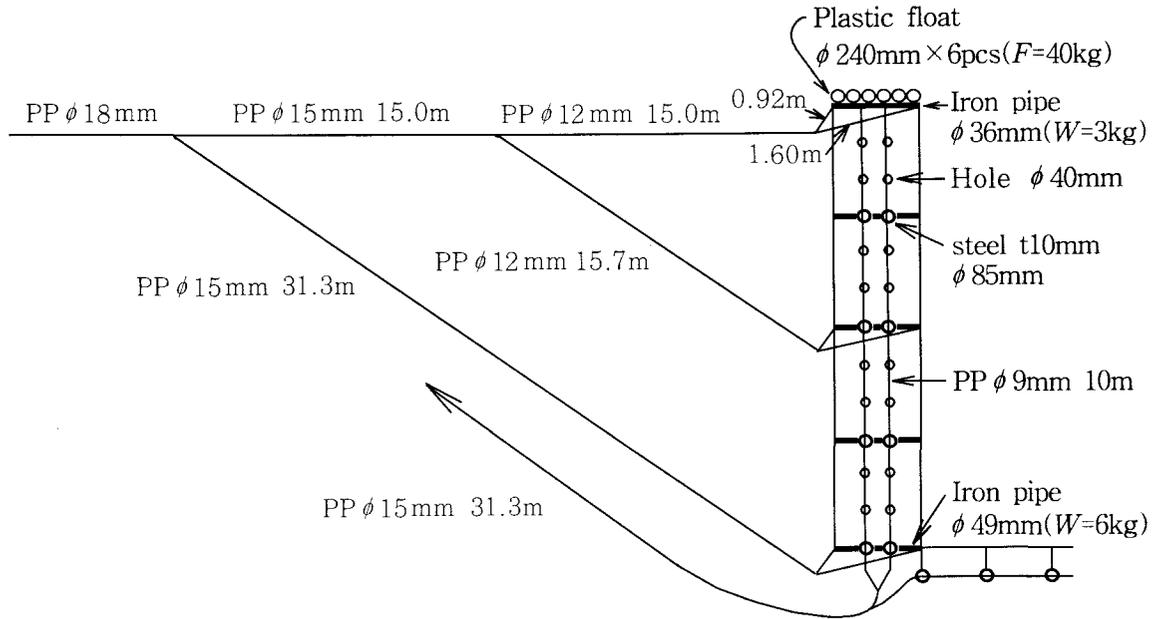
㊳ 전개 장치의 경우는 양망시에 수면 위로 완전히 들어올려지고 그것이 원치에 매달릴 때 경사하지 않도록 하기 위하여 <그림 80> 및 <그림 81>에서 보는 바와 같이 각각의 철봉에 일정 간격으로 2개씩의 줍줄 고리를 부착하고 그 속으로 줍줄을 통과시키되, 그 간격이 너무 좁으면 경사하기 쉬워지고 너무 넓으면 줍줄을 감을 때 두 가닥의 줍줄이 긴장하여 원치 바퀴 위로 오르지 못하기 때문에, 그 간격을 50cm로 하되 그것의 중간이 철봉의 중앙에 오도록 하였다. 또한 각 범포가 여러 겹으로 접혀지게 하기 위해서는 그들에 구멍을 내어 줍줄을 통과시켜야 하는데, 그 구멍은 철봉에 부착된 줍줄 고리와 나란해야 하므로 범포를 깊이 방향으로 3등분하는 두 지점에 50cm 간격으로 2개씩의 구멍을 뚫었다.



<그림 78> 최종 확정된 전개범식 어구의 그물(F형).

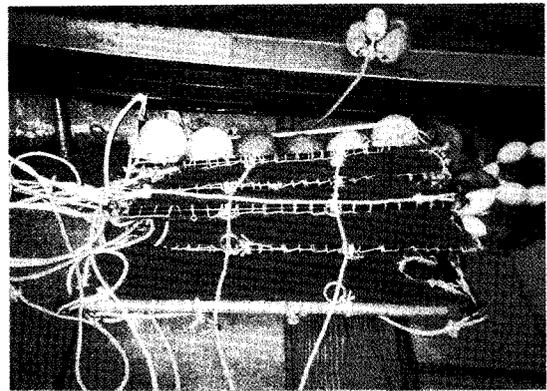


<그림 79> 최종 확정된 전개범식 어구의 그물(G형).



<그림 80> 최종 확정된 전개범식 어구의 전개 장치와 그물 지지줄.

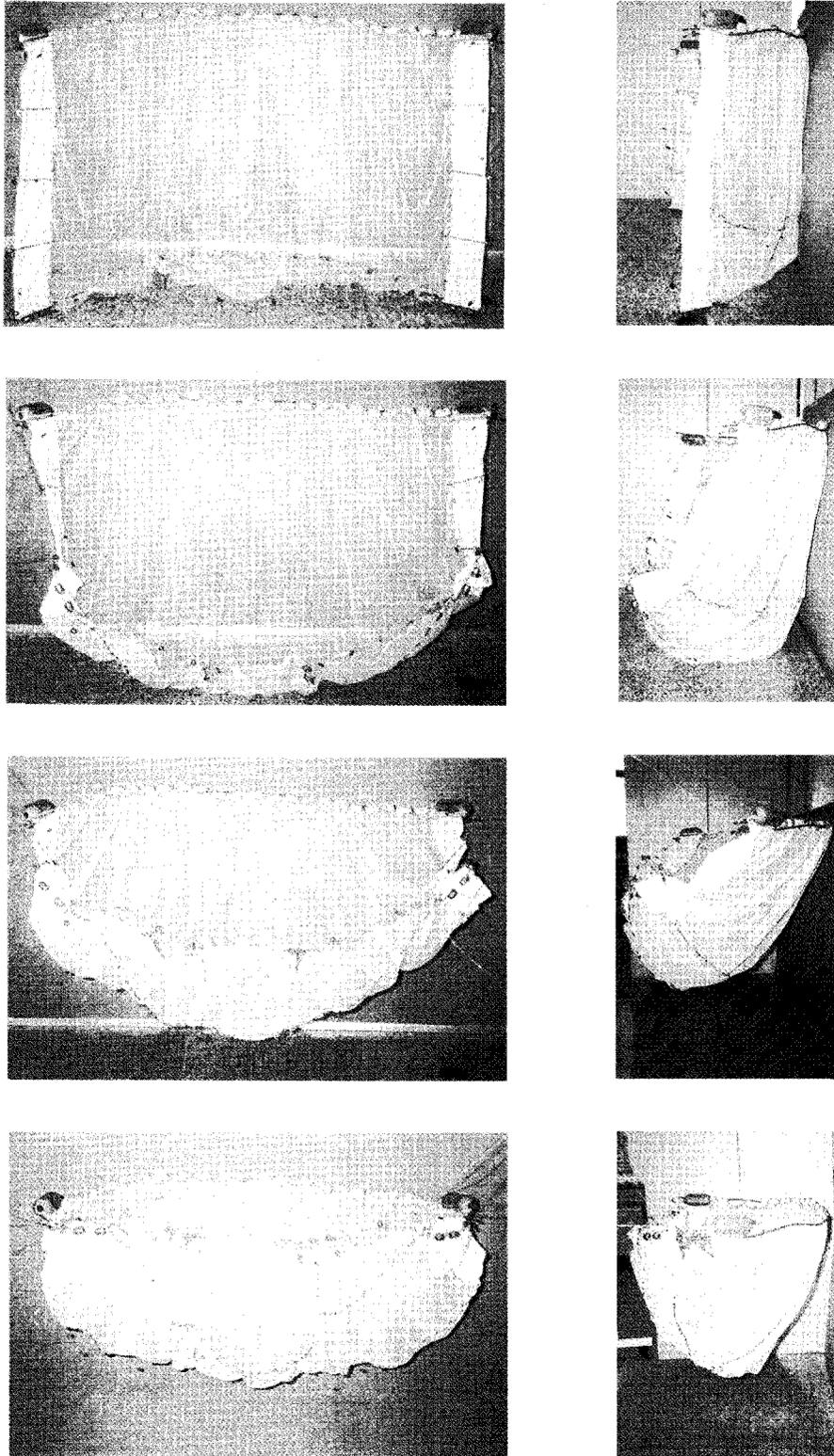
이상에서 보면, <그림 78>의 F형 그물과 <그림 79>의 G형 그물이 가지는 큰 특징은 삼각망과 보조 밧줄을 부착한 것이기 때문에, 이들의 부착 효과 및 그물의 형상이 바구니 모양에 가까워지는가를 보기 위하여, F형 그물에 대한 1/10 모형을 제작하고 좌우 전개 장치 사이의 간격이 실물 어구가 나타낸 값의 1/10인 1.5m가 되도록 굵은 철사를 굽힌 것에 뜬줄을 부



<그림 81> 전개 장치에 부착된 뜬줄.

착한 뒤에, 육상의 실내에서 밧줄의 하단이 바닥에 닿도록 고정해 두고 뜬줄을 감음에 따른 그물 형상의 변화를 정면 및 측면에서 각각 촬영하였다. 그 결과를 나타낸 <그림 82>에 의하면, 뜬줄을 전혀 감지 않았을 때에도 삼각망이 원래 밧줄 앞쪽으로 튀어나와 있고, 뜬줄을 감기 시작하면 삼각망이 쉽게 올라오면서 그물이 바구니 모양으로 변형되기 시작하며, 뜬줄을 더욱 감으면 삼각망이 크게 들어올려져서 그물이 전체적으로 바구니 모양에 가까워지고, 보조 밧줄은 하방으로 깊게 쳐져서 그것의 상부 그물감이 배 쪽으로 크게 접근하지 않으며, 뜬줄을 모두 감으면 삼각망은 배 쪽으로 큰 장벽을 이루면서 그물의 전체적 형상이 바구니 모양과 흡사해진다는 것을 알 수 있다. 따라서 <그림

78>의 그물은 매우 바람직한 것이라고 보여지기 때문에, 본 연구에서는 이 그물을 최적의 그물로 확정하였다.



<그림 82> 1/10 모형에 의한 육상에서의 모의 양망 실험(좌: 정면도, 우:측면도).

나. 집어등의 수정·보완

전기한 현장 적용 실험과 어획 실험에 의하면 집어등은 배의 우현 정횡 방향으로 멀리 나가는 것이 좋다고 지적되었는데, 집어등이 배의 우현 정횡 방향으로 멀리 나가게 하기 위해서는 집어등 인출봉을 더 길게 하는 것이 가장 간단할 것으로 보여지나, 그렇게 하기 위해서는 집어등 인출봉을 매우 강한 재료로 만들어야 하고 이동시키는 데에도 큰 힘이 소요되어 오히려 불편함을 가중시킨다. 따라서 인출봉을 길게 하는 것보다는 <그림 83>에서와 같이 기둥을 배의 우현 중앙에 세우고 그것에 집어등 인출봉을 연결하여, 집어시는 인출봉을 선수 쪽으로 돌려서 선수 쪽에서 집어를 하고 어군이 충분히 잡어지면 인출봉을 돌려서 집어등이 우현 쪽의 그물 위로 이동되도록 하는 것이 더 나을 것으로 생각되었다.



<그림 83> 수정된 집어등.

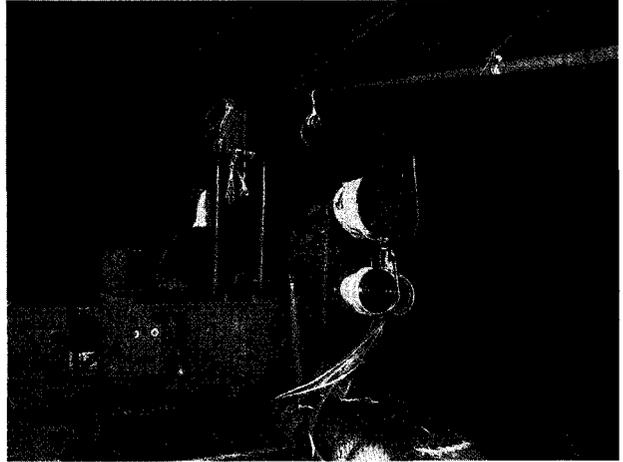
그런데 시험 선박에서 사용한 집어등은 수면상 2m 높이에 위치하고, 그 불빛의 수면에 대한 조사 범위는 대략 반경 5m 정도였기 때문에, 본 연구에서는 배의 우현 중앙이자 뱃전에서 1m 거리 되는 곳에 인출봉을 부착하기 위한 기둥을 세우고, 인출봉의 길이를 6m로 하여 인출봉이 배의 우현 중앙에 섰을 때 집어등이 뱃전에서 5m 거리에 나가게 함으로써, 집어등 불빛이 배에까지 도달하지 않도록 하였다.

3. 확정된 어구 및 조업 시스템에 의한 어획 실험

본 연구에서 확정된 최적화 조업 시스템은 <그림 78> 및 <그림 79>의 전개범식 어구와 <그림 66~67> 및 <그림 83>에서와 같은 조업 장치이기 때문에, 본 연구에서는 이들을 사용하여 조업 어장인 여수 가막만 해역에서 2003년 6월 1일부터 8월 31일 사이에 어획 실험을 하는 것으로 계획하였는데, 작은 비와 적조, 태풍 등으로 출어할 수 없는 날을 제외하고 총 49일에 걸쳐 출어하였다. 그러나 49일 동안의 출어 중에서도 어군을 전혀 발견하지 못한 날이 총 7일, 적조 내습으로 조업을 하지 못한 날이 총 3일, 강한 바람으로 조업을 하지 못한 날이 총 2일, 해파리 만연으로 조업을 하지 못한 날이 총 2일이었기 때문에, 실제로 조업한 날은 총 35일이었다.

나. 집어등의 수정·보완

전기한 현장 적용 실험과 어획 실험에 의하면 집어등은 배의 우현 정횡 방향으로 멀리 나가는 것이 좋다고 지적되었는데, 집어등이 배의 우현 정횡 방향으로 멀리 나가게 하기 위해서는 집어등 인출봉을 더 길게 하는 것이 가장 간단할 것으로 보여지나, 그렇게 하기 위해서는 집어등 인출봉을 매우 강한 재료로 만들어야 하고 이동시키는 데에도 큰 힘이 소요되어 오히려 불편함만을 가중시킨다. 따라서 인출봉을 길게 하는 것보다는 <그림 83>에서와 같이 기둥을 배의 우현 중앙에 세우고 그것에 집어등 인출봉을 연결하여, 집어시는 인출봉을 선수 쪽으로 돌려서 선수 쪽에서 집어를 하고 어군이 충분히 집어되면 인출봉을 돌려서 집어등이 우현 쪽의 그물 위로 이동되도록 하는 것이 더 나을 것으로 생각되었다.



<그림 83> 수정된 집어등.

그런데 시험 선박에서 사용한 집어등은 수면상 2m 높이에 위치하고, 그 불빛의 수면에 대한 조사 범위는 대략 반경 5m 정도였기 때문에, 본 연구에서는 배의 우현 중앙이자 뱃전에서 1m 거리 되는 곳에 인출봉을 부착하기 위한 기둥을 세우고, 인출봉의 길이를 6m로 하여 인출봉이 배의 우현 중앙에 섰을 때 집어등이 뱃전에서 5m 거리에 나가게 함으로써, 집어등 불빛이 배에까지 도달하지 않도록 하였다.

3. 확정된 어구 및 조업 시스템에 의한 어획 실험

본 연구에서 확정된 최적화 조업 시스템은 <그림 78> 및 <그림 79>의 전개범식 어구와 <그림 66~67> 및 <그림 83>에서와 같은 조업 장치이기 때문에, 본 연구에서는 이들을 사용하여 조업 어장인 여수 가막만 해역에서 2003년 6월 1일부터 8월 31일 사이에 어획 실험을 하는 것으로 계획하였는데, 작은 비와 적조, 태풍 등으로 출어할 수 없는 날을 제외하고 총 49일에 걸쳐 출어하였다. 그러나 49일 동안의 출어 중에서도 어군을 전혀 발견하지 못한 날이 총 7일, 적조 내습으로 조업을 하지 못한 날이 총 3일, 강한 바람으로 조업을 하지 못한 날이 총 2일, 해파리 만연으로 조업을 하지 못한 날이 총 2일이었기 때문에, 실제로 조업한 날은 총 35일이었다.

조업일에는 18시에 출항하여 24시까지 어군 탐색과 조업을 반복하였는데, 이 경우 조업 방법은 다음과 같은 방법이 가장 좋은 것으로 판명되었기 때문에, 모든 조업은 이 방법으로 실시하였다.

㉑ 평소 조업을 하지 않을 때에는 선수미 양망기의 상하 윈치를 선내 쪽으로 돌려 놓고, 두 양망기 사이의 갑판상에 좌우 전개 장치와 그물을 기다랗게 정렬해 놓는다.

㉒ 조업을 위해 어장에 도착하면 선수미 양망기의 윈치를 바다 쪽으로 돌려서 그 두부가 선외로 돌출되도록 한 뒤에, 윈치로 그물 지지줄을 완전히 감아서 좌우 전개 장치가 접혀진 채로 선수미의 윈치에 각기 매달리도록 하고, 밧줄은 선수미 윈치 사이에서 직선을 이룬 채 긴장해 있도록 하며, 단지 그물만이 현측 안쪽의 갑판상에 놓이도록 한다.

㉓ 어군이 발견되면 배를 조종하여 조류 방향 또는 바람 방향에 직각으로 세우고 집어등을 켜서 어군을 모은 뒤에, 선수미의 상하 윈치를 함께 풀어서 그들 윈치에 매달려 있는 전개 장치와 밧줄을 낙하시키듯이 투입하며, 이어 그들을 따라 내려가는 그물은 인력에 의해 차례로 뱃전 위로 넘겨준다. 전개 장치와 그물이 모두 투입되면 상하 윈치를 함께 풀어서 그물 지지줄과 줍줄이 충분히 내려지도록 하고 바람이나 조류 또는 조선에 의해 그물이 배로부터 멀어지면서 전개되도록 한다.

㉔ 그물 지지줄이 30m 인출되어 그물이 완전히 전개되고 그 형상이 고정되면 어군이 모아지기를 기다리고, 충분히 모아지면 집어등을 배의 우현 정횡 쪽으로 서서히 회전시켜서 모아진 어군을 그 쪽으로 유도시킨다.

㉕ 양망시에는 먼저 선수미의 상부 윈치로 그물 지지줄을 서서히 감아 그물이 배에 가까워지도록 하고, 상부 지지줄과 중간 지지줄과의 연결부가 윈치에 도달하면 하부 윈치를 작동시켜서 전개 장치와 밧줄이 수면으로 부상하도록 그들에 부착된 줍줄을 감아 올리며, 이 과정에서 차차로 느슨해지는 그물 지지줄은 상부 양망기로 서서히 감는다.

㉖ 그물 지지줄과 줍줄을 완전히 감아 전개 장치와 밧줄이 수면 위로 부상하여 어군의 탈출 경로가 완전히 차단되면, 전개 장치는 접혀진 채로 윈치에 매달리도록 하고 밧줄은 뱃전(bulwark) 위로 올라오도록 한다.

㉗ 전개 장치가 고정되고 밧줄이 뱃전 위로 올라오면 그물의 하단 중앙에 연결되어 있는 돌음줄을 side drum으로 감아서 상부 밧줄이 배 위로 올라오도록 한 뒤에, 돌음줄을 고정해 놓고 선수 쪽과 선미 쪽에서 인력으로 그물을 차차로 들어올려 어군을 그물의 중앙부 뜰 쪽으로 구집시킨다. 이 때 다음의 투망을 위해 밧줄은 배 현측의 가장 바깥쪽에 놓이도록 하고 뜰줄은 배 현측의 가장 안쪽에 놓이도록 한다.

㉘ 뜰줄 중앙부 쪽 그물만을 남기고 그물이 모두 인양되면 어획물을 쪽지그물로 퍼 올

린다.

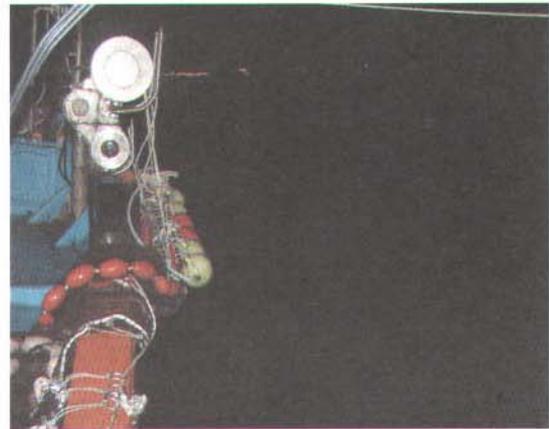
① 조업이 완전히 종료되면 어구 전체를 배의 현측으로 들어올려 놓지만, 어장이나 어군 탐색 등으로 선박이 이동하거나 조업을 계속할 때는 전개 장치를 원치에 매달린 채로 그대로 두고 그물은 배 안으로 완전히 들어올리지 않고 뱃전에 걸쳐놓아 다음의 투망이 쉽게 이루어지도록 한다.

가. 조업 시스템의 동작 상태

본 연구에서 개발한 <그림 78>, <그림 79> 및 <그림 80>의 어구와 실험 선박에 설치된 조업 장비는 최적화된 것들이기 때문에, 상기한 조사 기간 중 어획 실험은 매우 순조롭게 이루어졌고, 그 과정을 사진 촬영한 결과는 <그림 84> 및 <그림 85>와 같다.



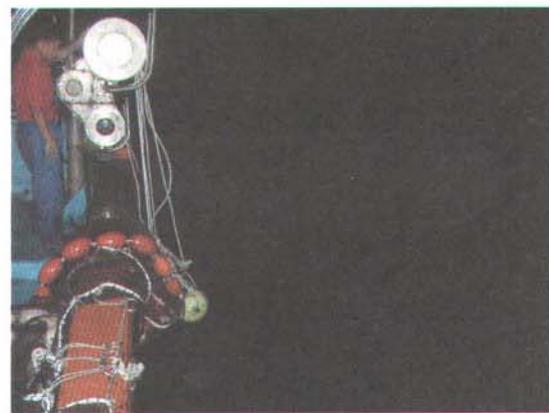
① 선수 쪽에서 집어 시작



② 선수 투망 준비



③ 선미 투망 준비



④ 선수 투망 시작

<그림 84> 최종 확정된 어구의 투망 과정.

린다.

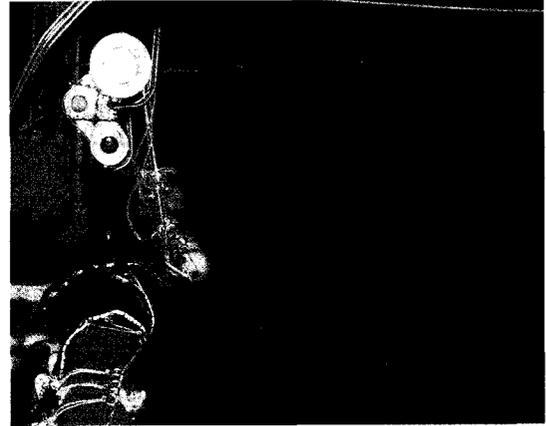
① 조업이 완전히 종료되면 어구 전체를 배의 현측으로 들어올려 놓지만, 어장이나 어군 탐색 등으로 선박이 이동하거나 조업을 계속할 때는 전개 장치를 원치에 매달린 채로 그대로 두고 그물은 배 안으로 완전히 들어올리지 않고 뱃전에 걸쳐놓아 다음의 투망이 쉽게 이루어지도록 한다.

가. 조업 시스템의 동작 상태

본 연구에서 개발한 <그림 78>, <그림 79> 및 <그림 80>의 어구와 실험 선박에 설치된 조업 장비는 최적화된 것들이기 때문에, 상기한 조사 기간 중 어획 실험은 매우 순조롭게 이루어졌고, 그 과정을 사진 촬영한 결과는 <그림 84> 및 <그림 85>와 같다.



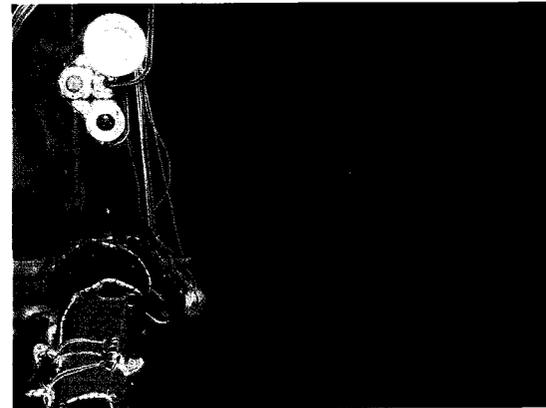
① 선수 쪽에서 집어 시작



② 선수 투망 준비



③ 선미 투망 준비

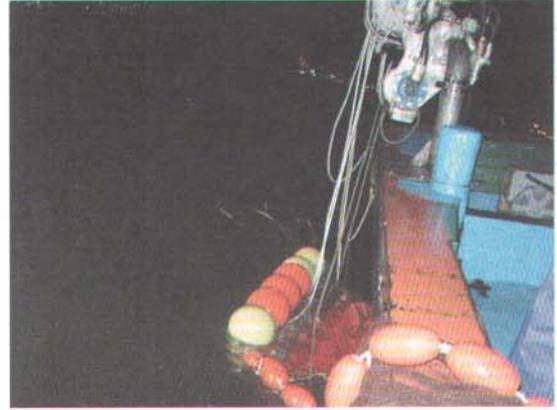


④ 선수 투망 시작

<그림 84> 최종 확정된 어구의 투망 과정.



⑤ 선미 투망 시작



⑥ 전개 장치 투입 완료



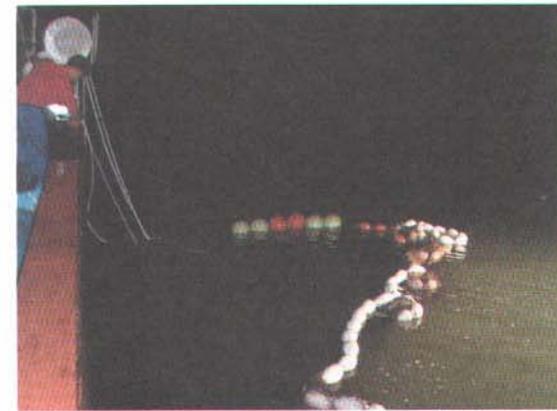
⑦ 투망 시작



⑧ 투망 계속

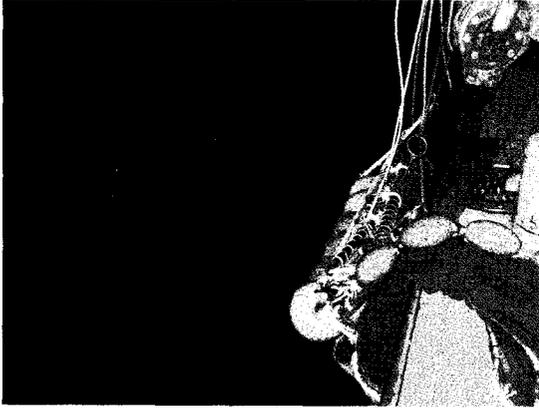


⑨ 투망 완료

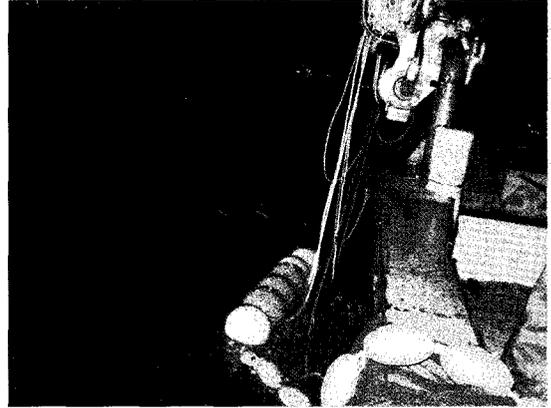


⑩ 그물이 조류에 의해 멀어지면서 전개

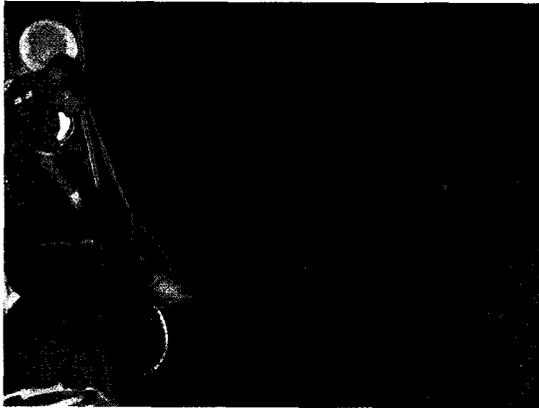
<그림 84> 계속.



⑤ 선미 투망 시작



⑥ 전개 장치 투입 완료



⑦ 투망 시작



⑧ 투망 계속



⑨ 투망 완료



⑩ 그물이 조류에 의해 멀어지면서 전개

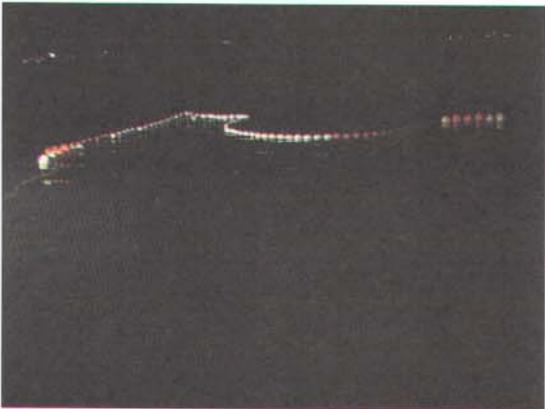
<그림 84> 계속.



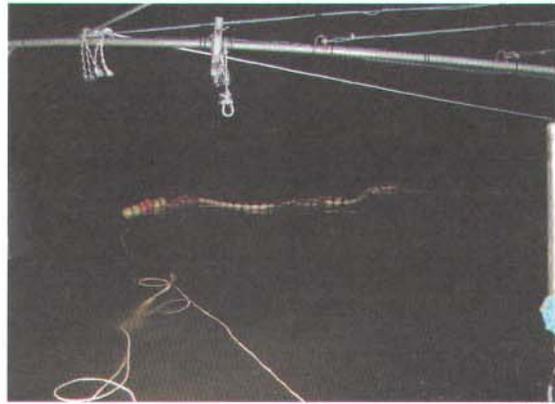
⑪ 조류에 의해 그물 전개 중



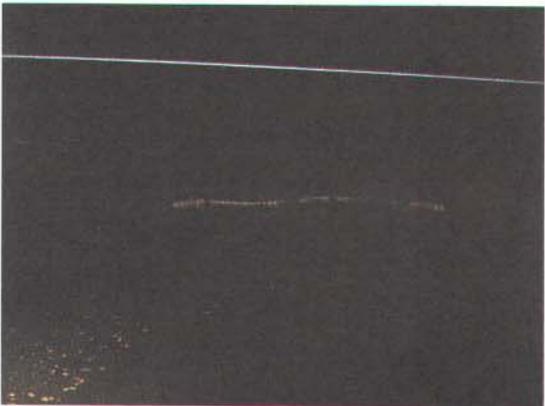
⑫ 조류에 의해 그물 전개 중



⑬ 조류에 의해 그물 전개 중



⑭ 조류에 의해 그물 전개 중



⑮ 조류에 의해 그물 전개 중



⑯ 그물 지지줄 30m 인출, 전개 완료

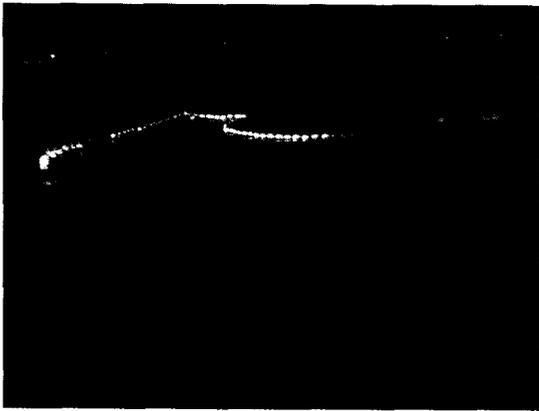
<그림 84> 계속.



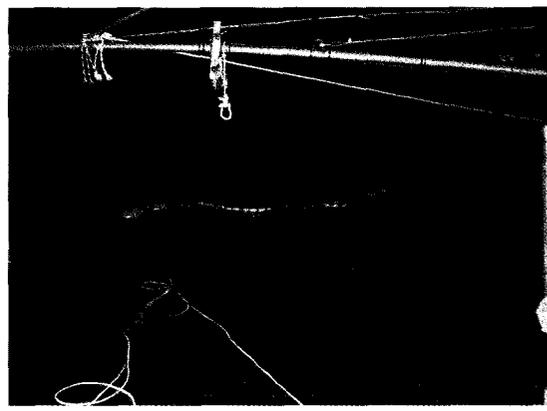
⑪ 조류에 의해 그물 전개 중



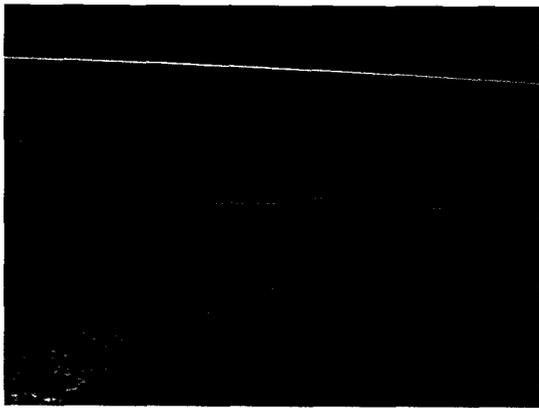
⑫ 조류에 의해 그물 전개 중



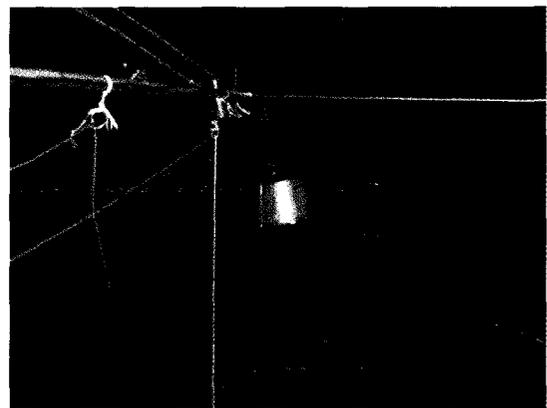
⑬ 조류에 의해 그물 전개 중



⑭ 조류에 의해 그물 전개 중



⑮ 조류에 의해 그물 전개 중



⑯ 그물 지지줄 30m 인출, 전개 완료

<그림 84> 계속.



① 양망을 위해 그물 지지줄 권양 시작



② 그물이 배로 접근 중



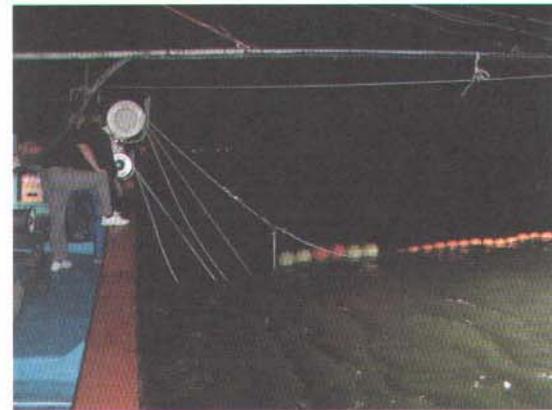
③ 그물이 배로 접근 중



④ 그물이 배로 접근 중

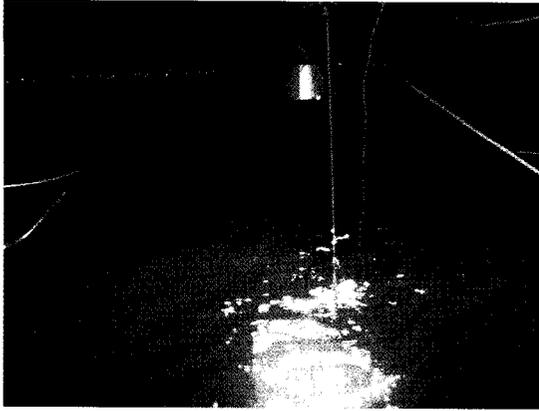


⑤ 그물이 배로 접근 중



⑥ 전개 장치가 배에 접근

<그림 85> 최종 확정된 어구의 양망 과정.



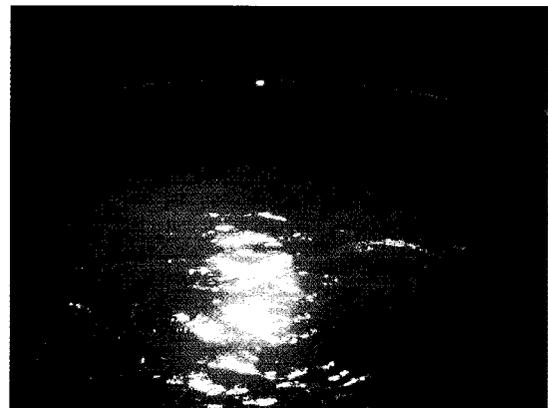
① 양망을 위해 그물 지지줄 권양 시작



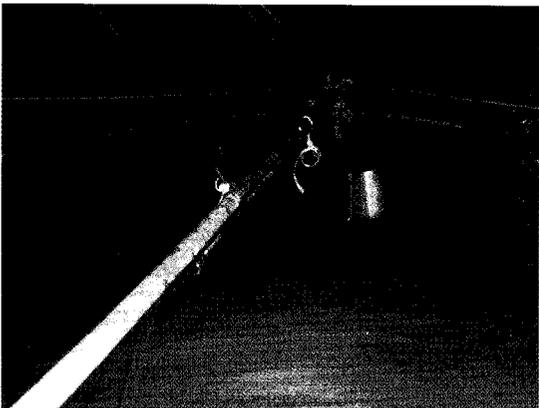
② 그물이 배로 접근 중



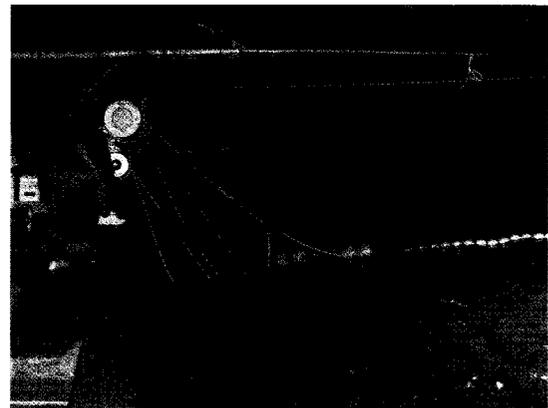
③ 그물이 배로 접근 중



④ 그물이 배로 접근 중



⑤ 그물이 배로 접근 중



⑥ 전개 장치가 배에 접근

<그림 85> 최종 확정된 어구의 양망 과정.



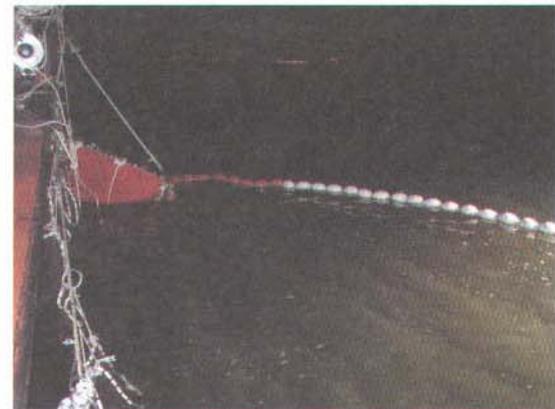
⑦ 전개 장치가 배에 완전 접근



⑧ 그물이 배에 완전 접근했을 때 집어등이 뜰줄을 넘어서는 모습



⑨ 줍줄에 의한 전개 장치 인양



⑩ 선수쪽 전개 장치와 밧줄 부상

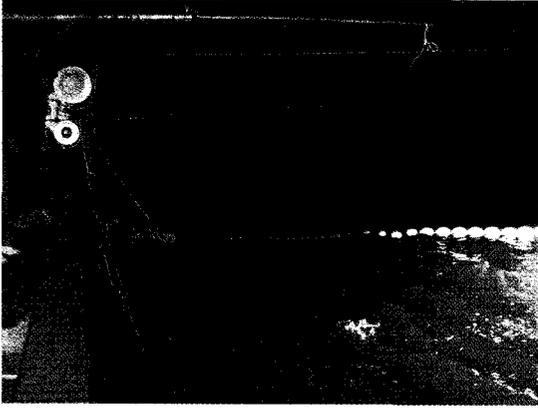


⑪ 선미쪽 전개 장치와 밧줄 부상

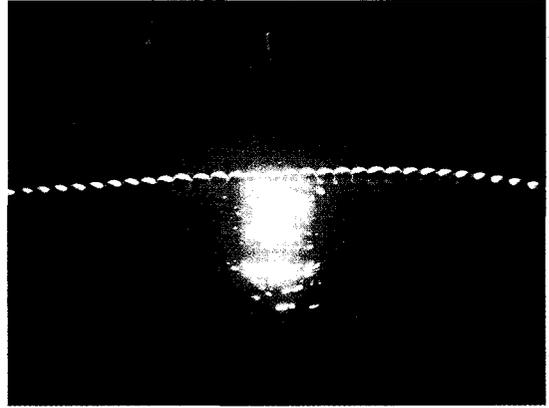


⑫ side drum으로 뜰음줄 감기 시작

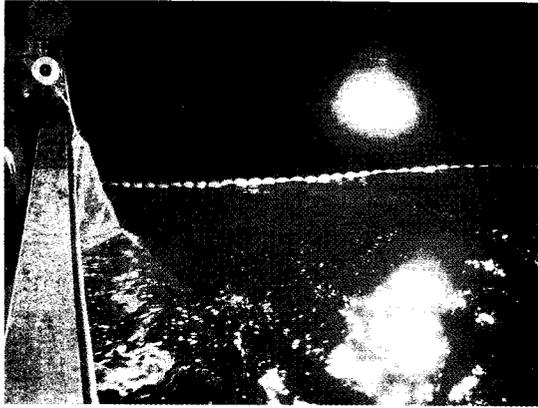
<그림 85> 계속.



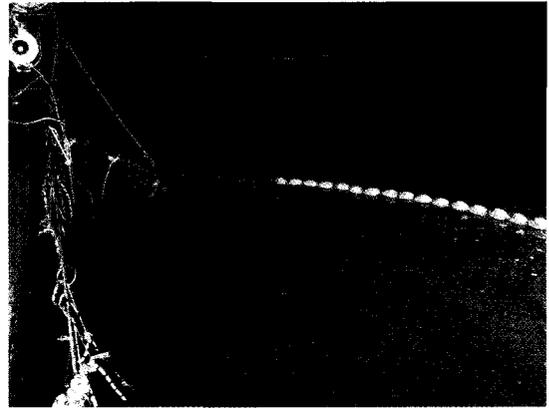
⑦ 전개 장치가 배에 완전 접근



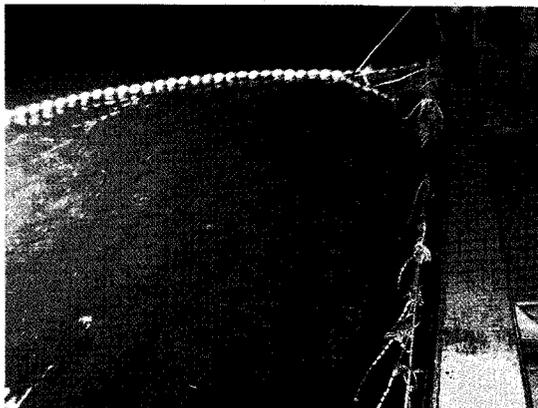
⑧ 그물이 배에 완전 접근했을 때 집어등이 뜰줄을 넘어서는 모습



⑨ 뜰줄에 의한 전개 장치 인양



⑩ 선수쪽 전개 장치와 밧줄 부상

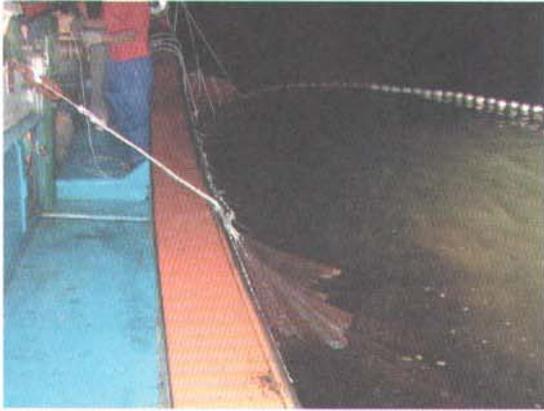


⑪ 선미쪽 전개 장치와 밧줄 부상

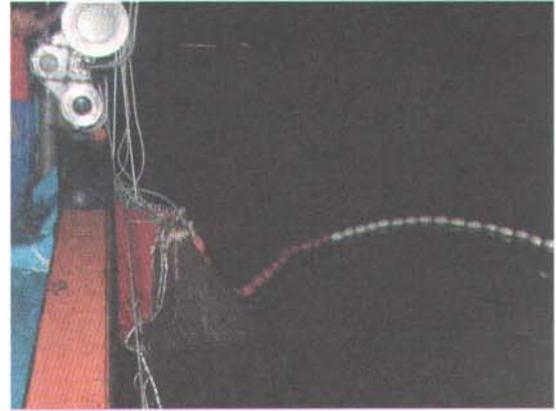


⑫ side drum으로 돌음줄 감기 시작

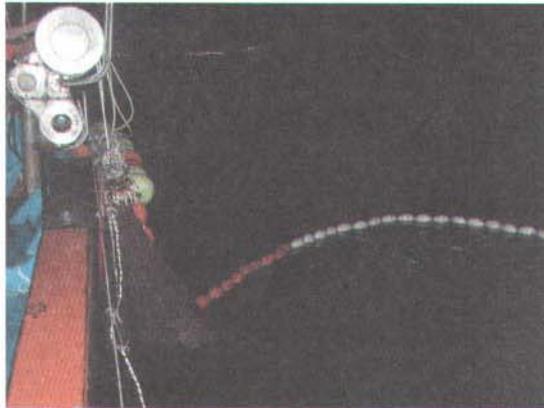
<그림 85> 계속.



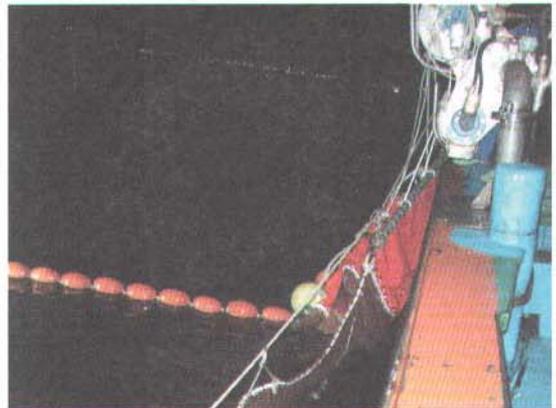
⑬ 돛음줄 감기 완료



⑭ 선수쪽 전개 장치 인양



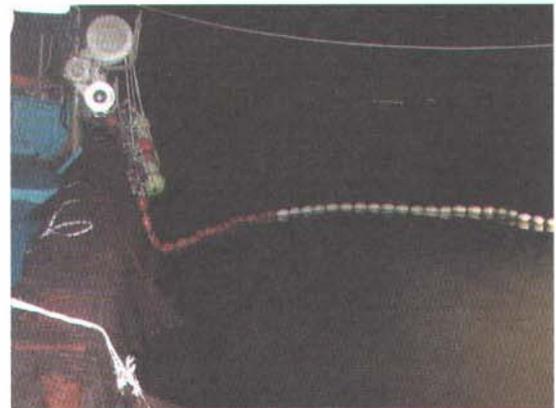
⑮ 선수쪽 전개 장치 인양



⑯ 선미쪽 전개 장치 인양

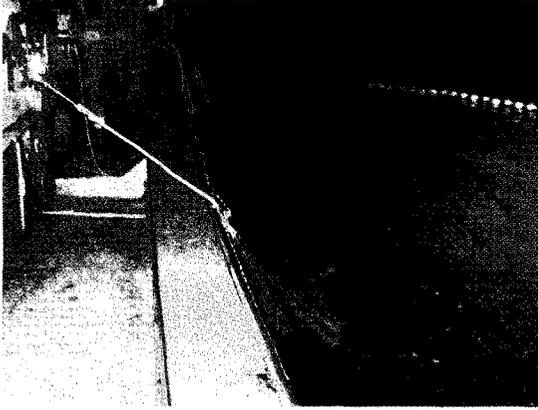


⑰ 선미쪽 전개 장치 인양

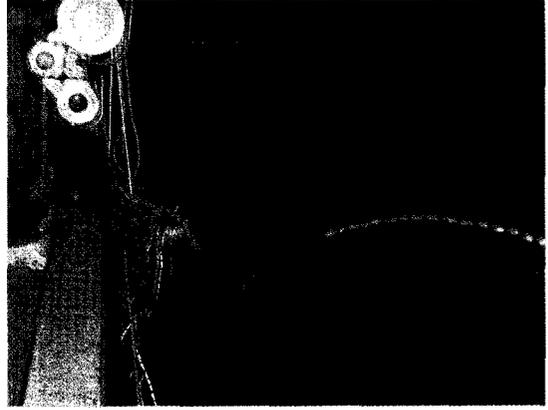


⑱ 양망 중

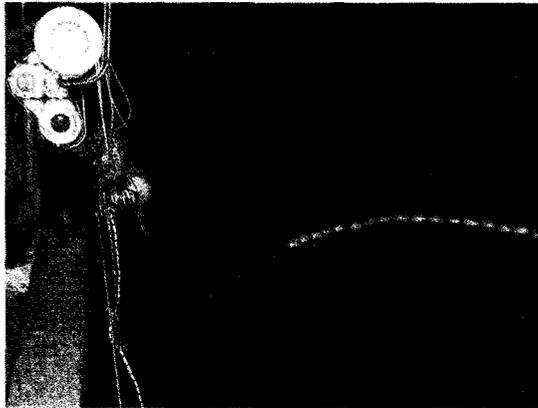
<그림 85> 계속.



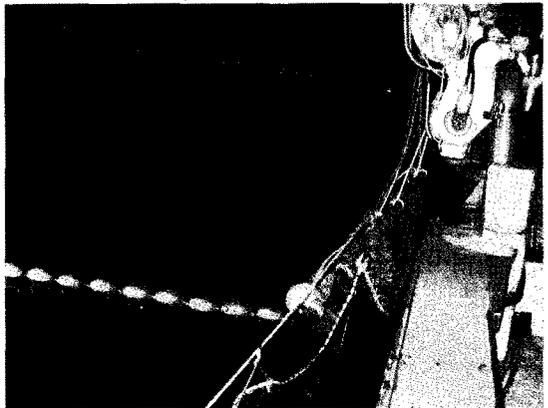
⑬ 돌음줄 감기 완료



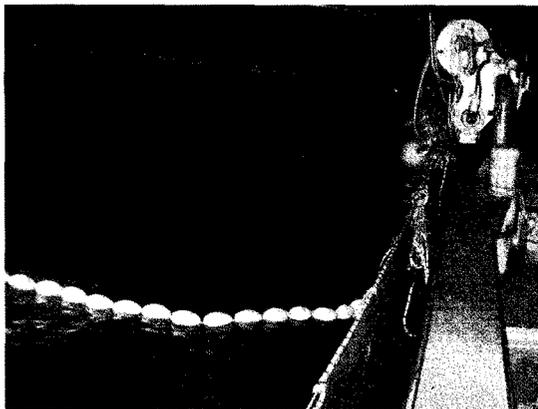
⑭ 선수쪽 전개 장치 인양



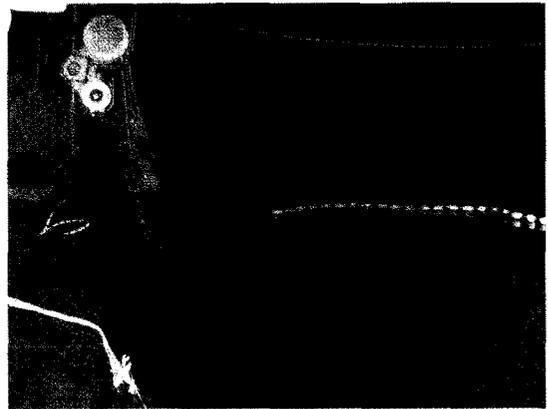
⑮ 선수쪽 전개 장치 인양



⑯ 선미쪽 전개 장치 인양

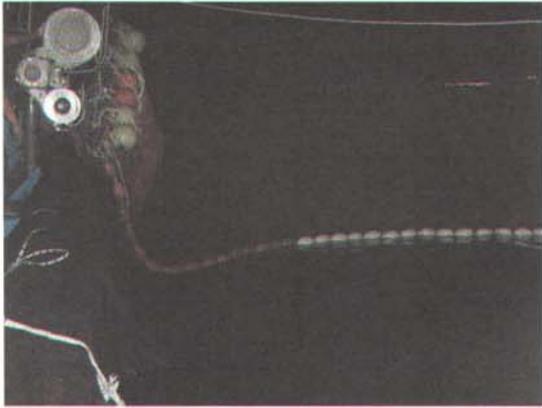


⑰ 선미쪽 전개 장치 인양



⑱ 양망 중

<그림 85> 계속.



⑲ 양망 중



⑳ 양망 중



㉑ 어포부 제외하고 양망 완료

<그림 85> 계속.

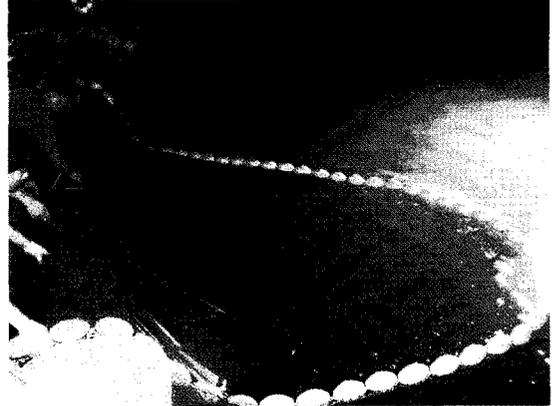
나. 개발·확정된 어구 및 조업 시스템의 어획 실적

전기했던 바와 같이 본 연구에서는 최종적으로 확정된 어구와 조업 시스템을 사용하여 어획 실험을 할 목적으로, 2003년 6월 초부터 8월 말 사이에 조업 어장인 여수 가막만 해역에 총 49일에 걸쳐 출어하였으나, 멸치 어군을 발견하지 못하거나 적조 내습, 강한 바람, 해파리 만연 등으로 총 14일은 조업을 하지 못하였기 때문에 실제로 조업을 한 날은 총 35일이었다.

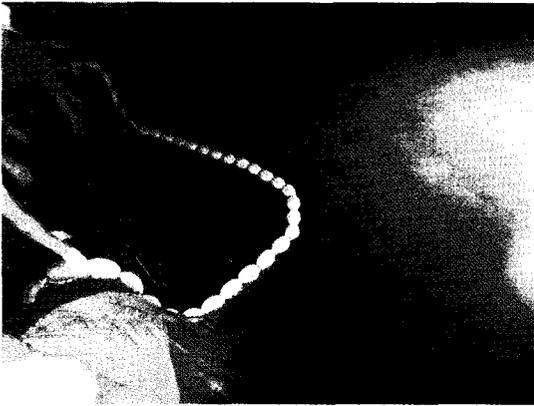
그러나 총 35일에 걸친 조업에서 대형 어군은 전혀 발견되지 않았고, 발견된 어군의 일부를 나타낸 <그림 86>에서 보는 바와 같이 대부분이 소형이었으며, 중형에 가까운 어군이 발견된 것은 7월 1일부터 10일까지의 10일만에 불과하였다. 물론, 일반 조업선들은 최대 속력이 15kts 이상이므로 가막만 해역에서 어군이 형성되지 않거나 적조 등으로 조업 여건이 나빠지면 돌산도 동부 어장과 나로도 동부 어장을 쉽게 왕복하면서 조업하



① 양망 중



② 양망 중



③ 어포부 제외하고 양망 완료

<그림 85> 계속.

나. 개발·확정된 어구 및 조업 시스템의 어획 실적

전기했던 바와 같이 본 연구에서는 최종적으로 확정된 어구와 조업 시스템을 사용하여 어획 실험을 할 목적으로, 2003년 6월 초부터 8월 말 사이에 조업 어장인 여수 가막만 해역에 총 49일에 걸쳐 출어하였으나, 멸치 어군을 발견하지 못하거나 적조 내습, 강한 바람, 해파리 만연 등으로 총 14일은 조업을 하지 못하였기 때문에 실제로 조업을 한 날은 총 35일이었다.

그러나 총 35일에 걸친 조업에서 대형 어군은 전혀 발견되지 않았고, 발견된 어군의 일부를 나타낸 <그림 86>에서 보는 바와 같이 대부분이 소형이었으며, 중형에 가까운 어군이 발견된 것은 7월 1일부터 10일까지의 10일만에 불과하였다. 물론, 일반 조업선들은 최대 속력이 15kts 이상이므로 가막만 해역에서 어군이 형성되지 않거나 적조 등으로 조업 여건이 나빠지면 돌산도 동부 어장과 나로도 동부 어장을 쉽게 왕복하면서 조업하

였고 멀리서 완도 해역에까지 진출하였으나, 본 연구의 시험선은 최대 속력이 7.5kts에 불과하여 조업 어장이 가막만 해역으로 한정될 수밖에 없었기 때문에, 발견된 어군의 크기에 관계없이 조업하는 것으로 하였다. 또한, 전기했던 바와 같이 조업선의 1일당 조업 횟수는 보통의 경우 10~20회의 범위이고 평균 15회이며 어군이 많이 내유한 날에는 20~25회인 데 비해, 본 연구의 시험선은 승선 인력이 비전문 인력으로 구성된 데다 각종의 양식장이 즐비해 있는 가막만 해역에서 어군을 찾아 야간 항행을 하는 데에도 어려움이 많았기 때문에, 조업은 24시까지만 하는 것으로 하였고 1일당 조업 횟수도 4회 이내로 그쳤다.

따라서 총 35일에 걸친 총 조업 횟수는 98회가 되었는데, 98회의 조업에서 얻어진 어획물을 정리하면

- ① 10kg 미만 어획 : 32회
- ② 10~50kg 미만 어획 : 56회
- ③ 50~100kg 미만 어획 : 7회
- ④ 100~130kg 어획 : 6회

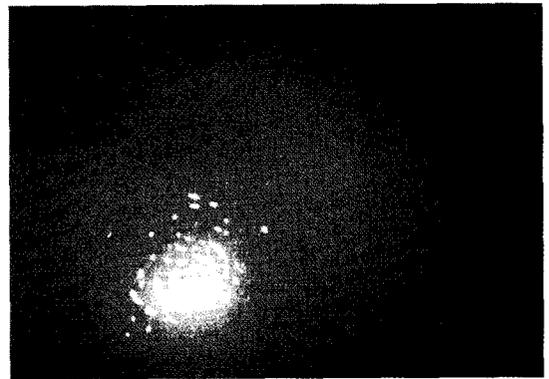
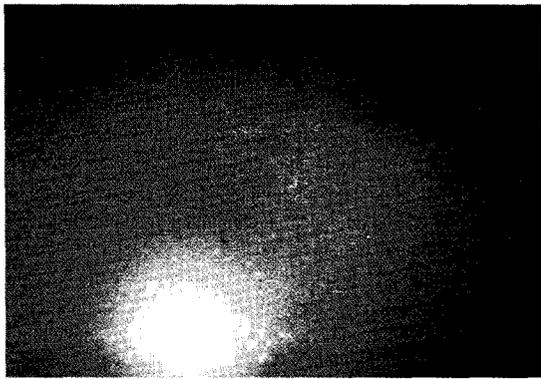
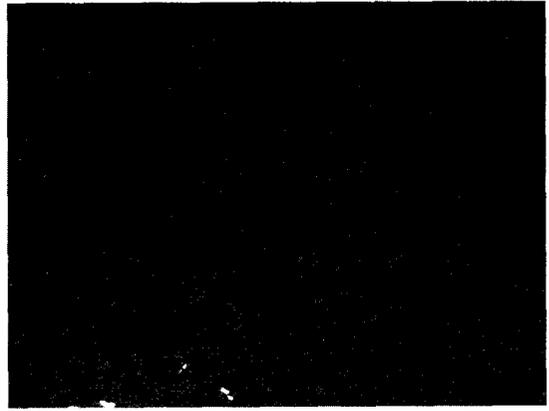
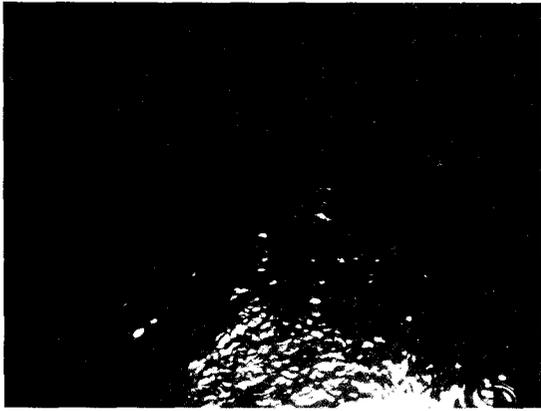
이고, 이들에서 어획이 비교적 높았던 7월 1일부터 10일까지의 어획물을 보면 <그림 88>과 같아진다.

이상으로부터 보면 조업당 어획량은 큰 변화를 보이고 있는데, 이러한 변화는 발견한 어군을 어구가 놓친 것에 원인이 있는 것이 아니라 어군의 크기가 조업시마다 달라지는 것에 원인이 있다고 볼 수 있다. 즉, 본 연구에서 개발한 전개범식 어구는 <그림 85>에서 보았던 바와 같이 양망을 위해 그물 지지줄을 감으면 그물이 배 쪽으로 서서히 접근하게 되는데, 이를 역으로 표현하면 집어등이 그물 쪽으로 서서히 이동하여 집어한 어군을 그물의 중앙 상부에 간히게 한 뒤에 뜬줄을 넘어서는 결과가 되기 때문에, 일단 집어한 어군은 모두 어획된다는 것을 알 수 있었으며, 이는 실험 도중에 육안이나 집어등 바로 옆에 부착한 어군 탐지기에 의해서도 충분히 확인할 수 있었다.

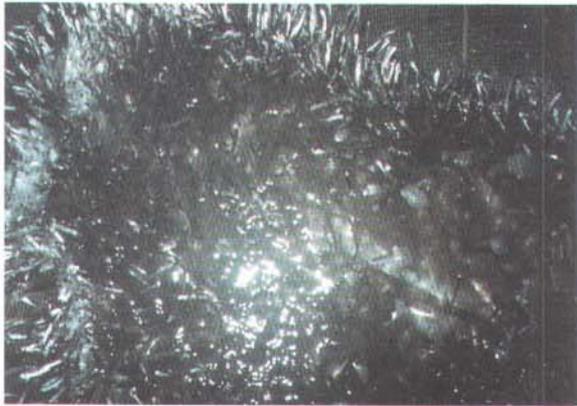
따라서 본 연구에서 개발한 전개범식 어구는 어군양이 많기만 하면 100kg 이상의 어획도 충분히 가능하다는 것을 알 수 있는데, <그림 87>에서 보는 바와 같이 어획물 중에는 멸치뿐만이 아니라 유영 행동이 활발한 전어, 전갱이, 병어, 갈치, 오징어 등을 비롯하여 저서 수층에 속하는 도다리, 문질망둑, 게, 갯가재 등도 포함되어 있어서 표층 어류에서부터 저층 어류까지 모두 어획되었다는 결과가 되기 때문에, 본 연구에서 개발한 전개범식 어구는 집어등 불빛이 미치는 범위를 수면에서부터 해저까지 완전히 차단하여 어획하는 성능 높은 어구라는 것을 확인할 수 있다.



<그림 86> 집어등 불빛 밑에 모인 멸치 어군.



<그림 86> 집어등 불빛 밑에 모인 멸치 어군.



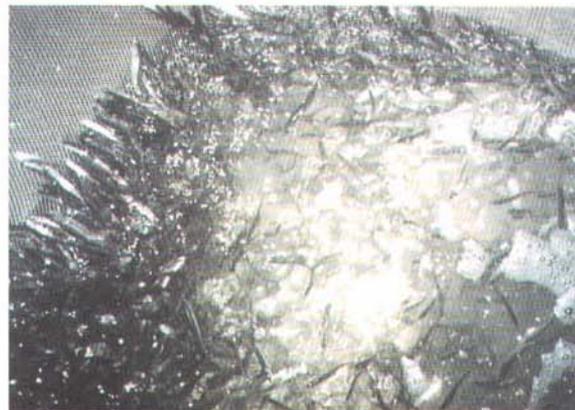
<7월 1일; 37kg>



<7월 1일; 42kg>



<7월 2일; 15kg>



<7월 2일; 17kg>

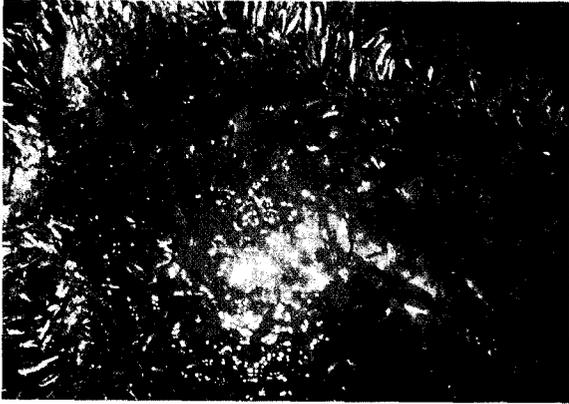


<7월 2일; 33kg>

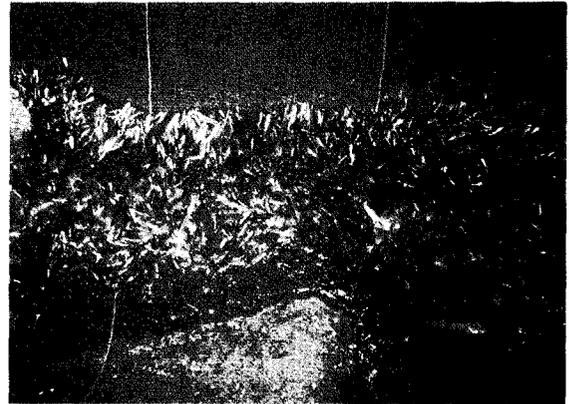


<7월 2일; 20kg>

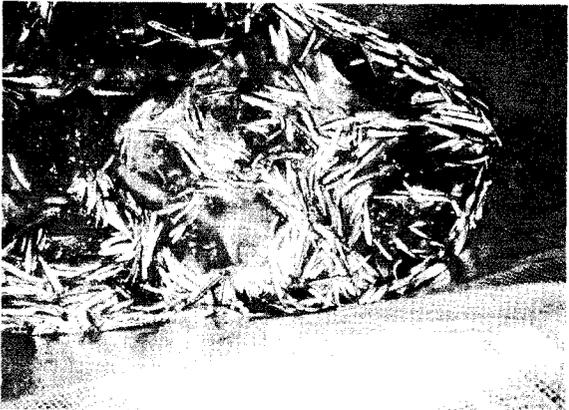
<그림 87> 2003년 7월 1일~10일의 어획실적.



<7월 1일; 37kg>



<7월 1일; 42kg>



<7월 2일; 15kg>



<7월 2일; 17kg>

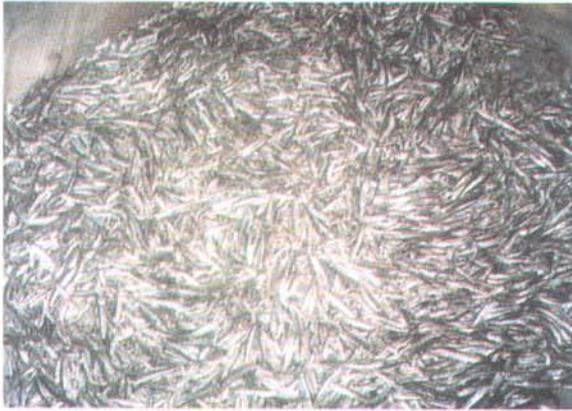


<7월 2일; 33kg>



<7월 2일; 20kg>

<그림 87> 2003년 7월 1일~10일의 어획실적.



<7월 3일; 130kg>



<7월 3일; 45kg>



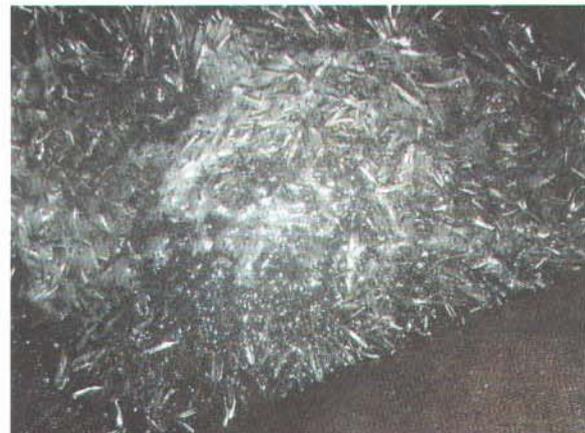
<7월 3일; 100kg>



<7월 3일; 65kg>

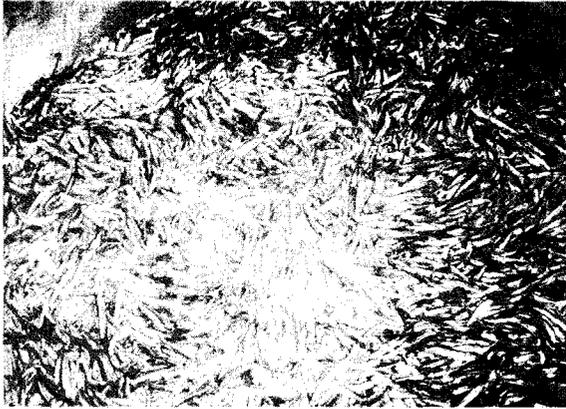


<7월 4일; 15kg>

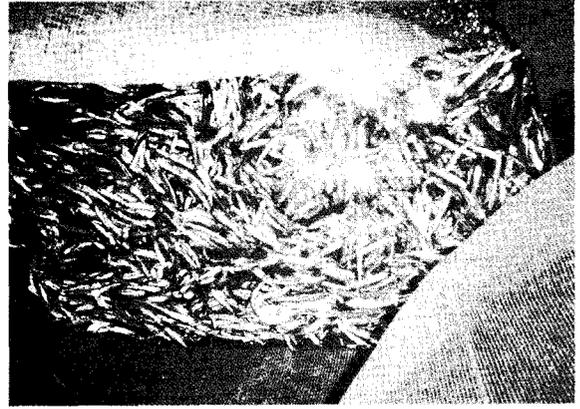


<7월 4일; 19kg>

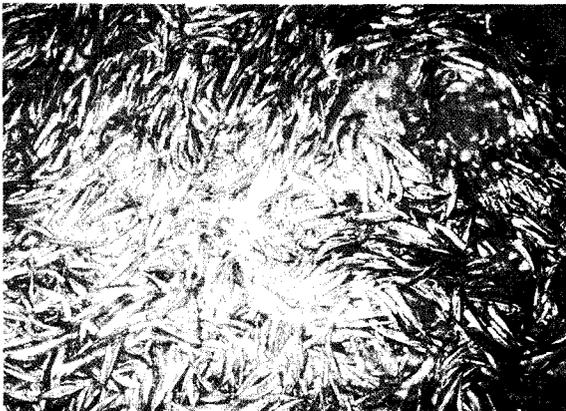
<그림 87> 계속.



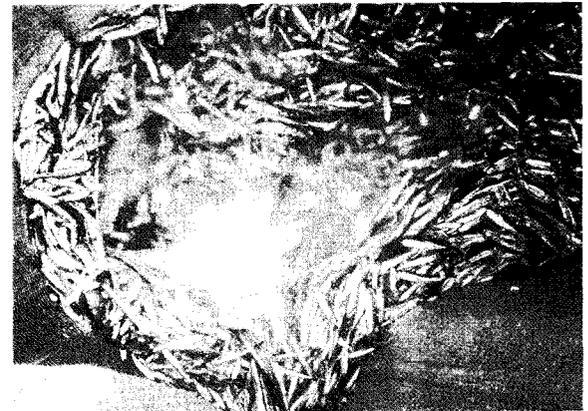
<7월 3일; 130kg>



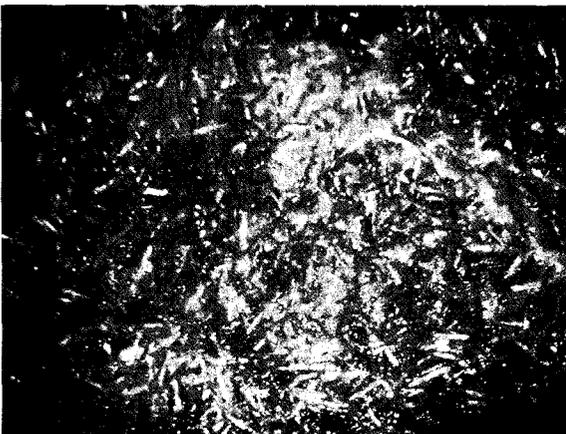
<7월 3일; 45kg>



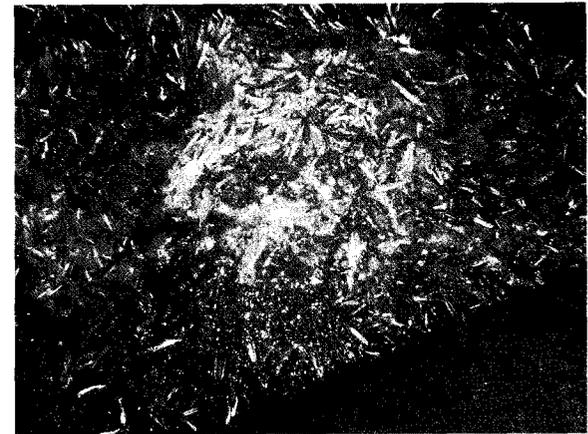
<7월 3일; 100kg>



<7월 3일; 65kg>

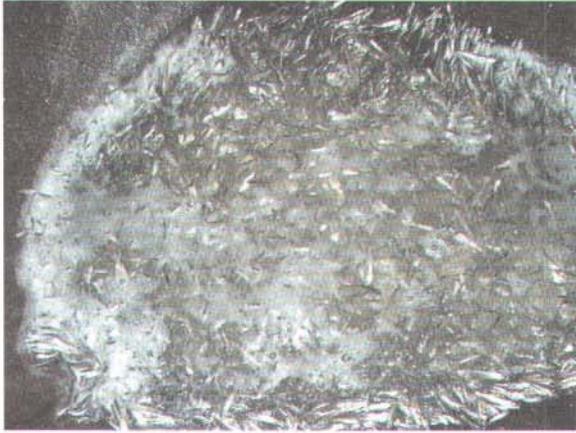


<7월 4일; 15kg>



<7월 4일; 19kg>

<그림 87> 계속.



<7월 4일; 32kg>



<7월 5일; 14kg>



<7월 5일; 10kg>



<7월 6일; 42kg>

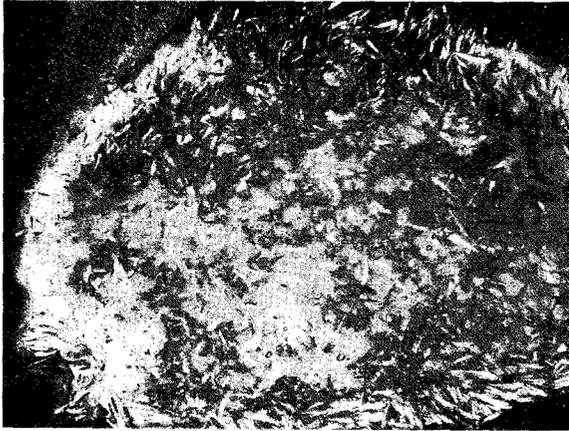


<7월 6일; 25kg>

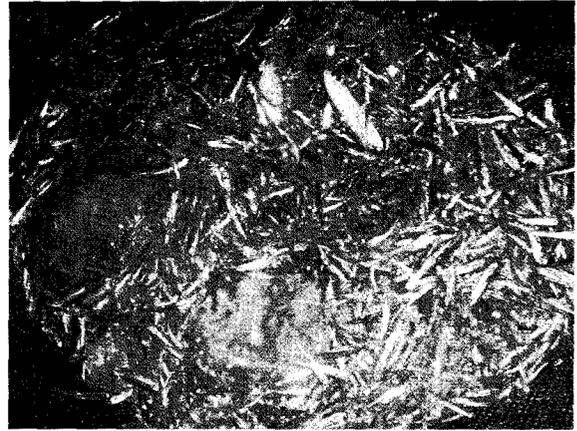


<7월 6일; 22kg>

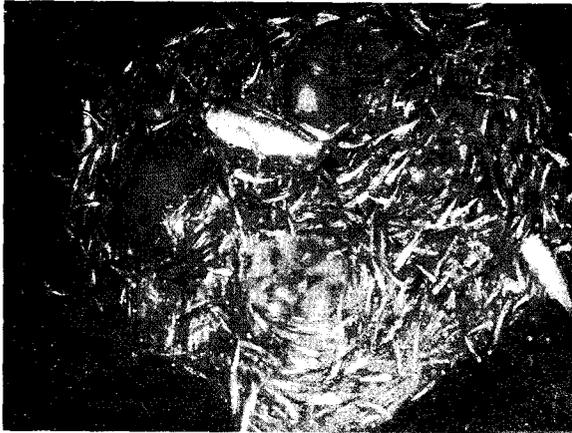
<그림 87> 계속.



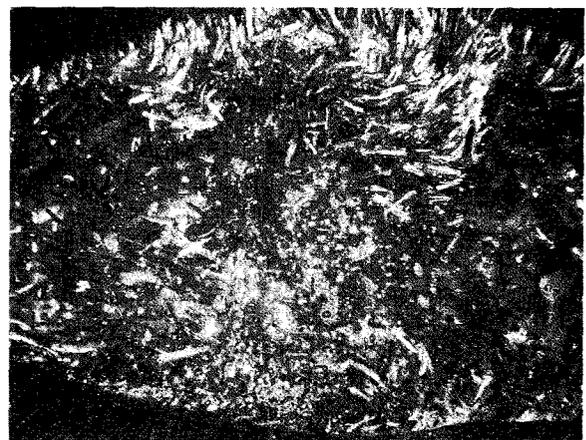
<7월 4일; 32kg>



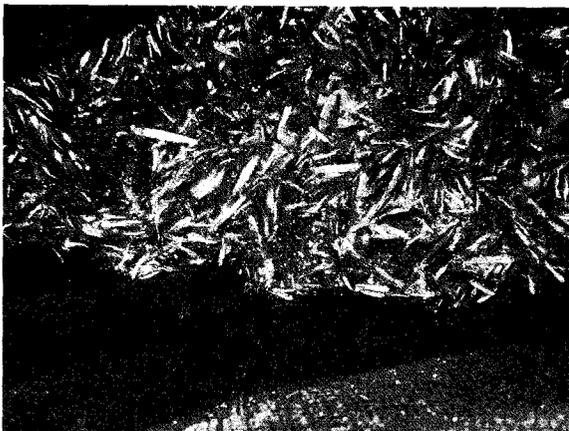
<7월 5일; 14kg>



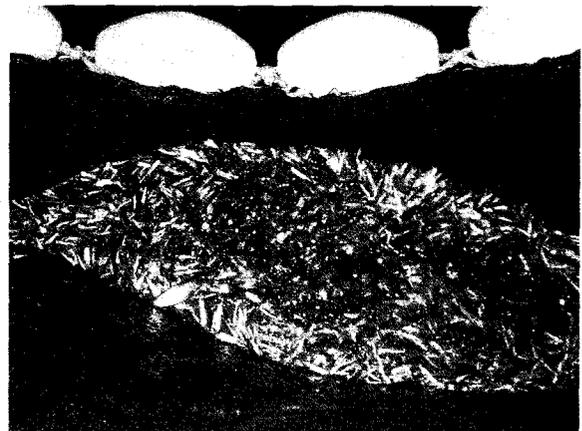
<7월 5일; 10kg>



<7월 6일; 42kg>



<7월 6일; 25kg>



<7월 6일; 22kg>

<그림 87> 계속.



<7월 7일; 105kg>



<7월 7일; 25kg>



<7월 7일; 52kg>



<7월 7일; 21kg>

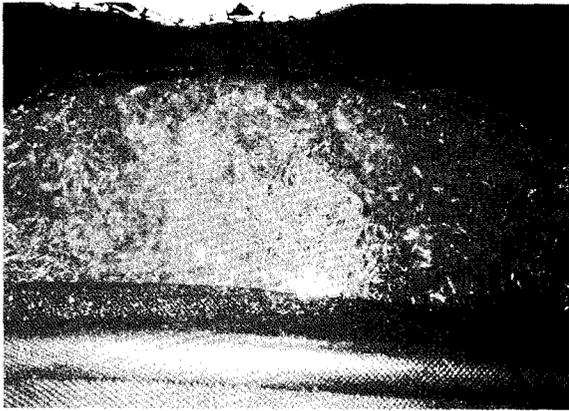


<7월 8일; 32kg>

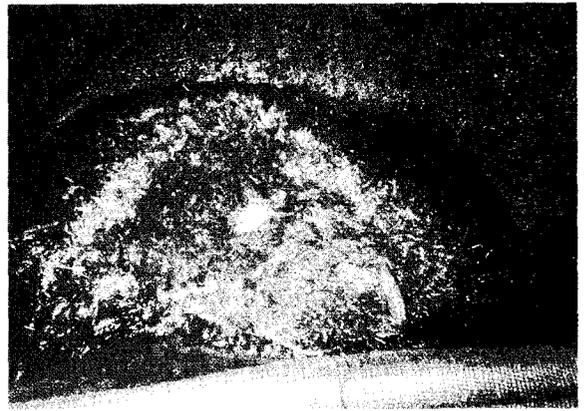


<7월 8일; 15kg>

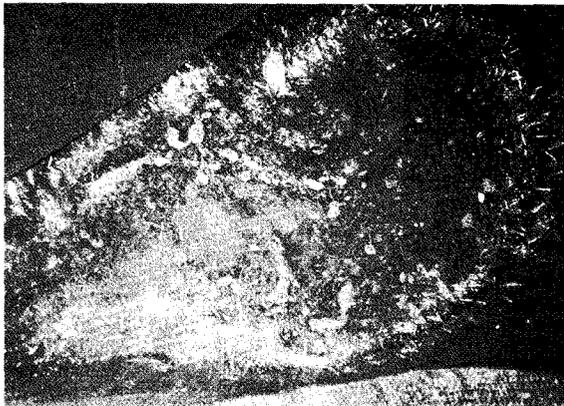
<그림 87> 계속.



<7월 7일; 105kg>



<7월 7일; 25kg>



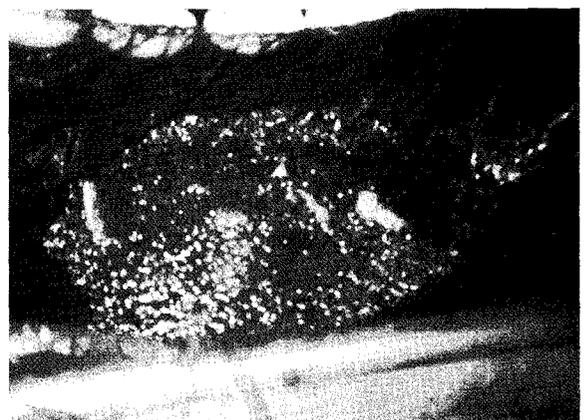
<7월 7일; 52kg>



<7월 7일; 21kg>



<7월 8일; 32kg>



<7월 8일; 15kg>

<그림 87> 계속.



<7월 8일; 16kg>



<7월 8일; 21kg>



<7월 9일; 120kg>



<7월 9일; 75kg>

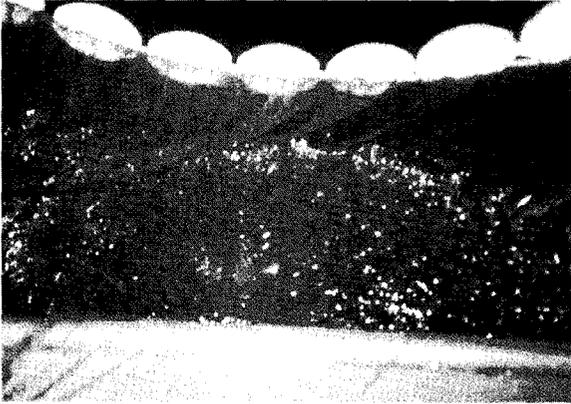


<7월 9일; 108kg>

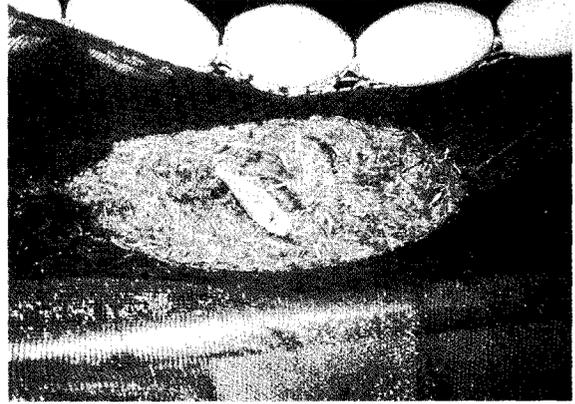


<7월 9일; 60kg>

<그림 87> 계속.



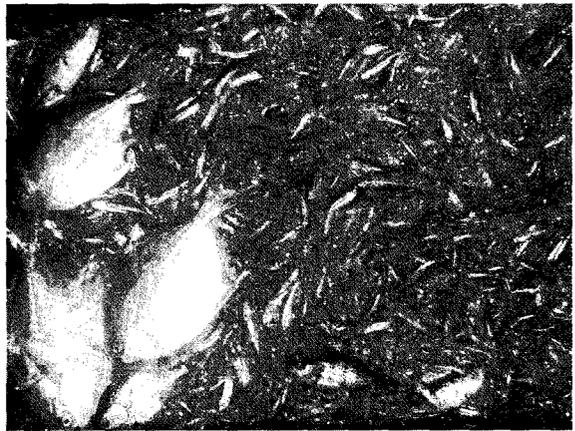
<7월 8일; 16kg>



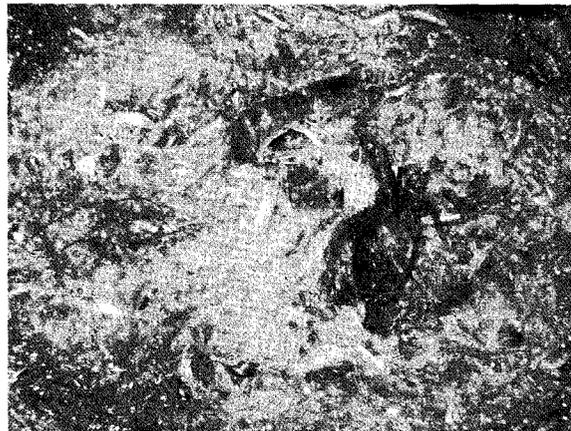
<7월 8일; 21kg>



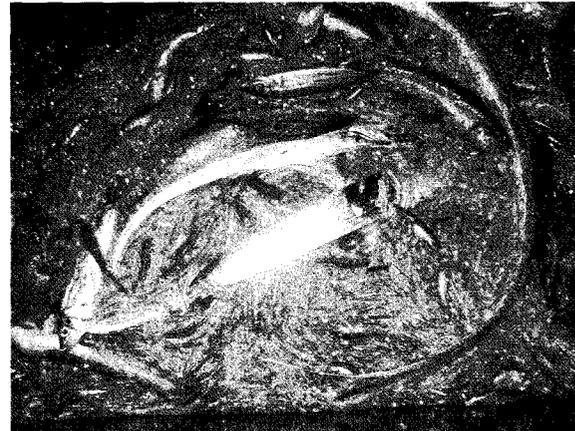
<7월 9일; 120kg>



<7월 9일; 75kg>



<7월 9일; 108kg>

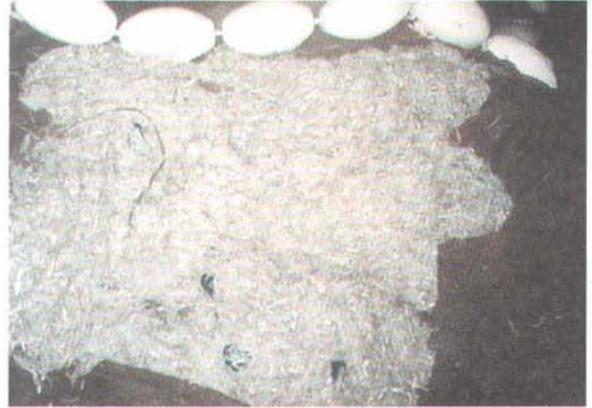


<7월 9일; 60kg>

<그림 87> 계속.



<7월 10일; 90kg>



<7월 10일; 50kg>



<7월 10일; 100kg>

<그림 87> 계속.

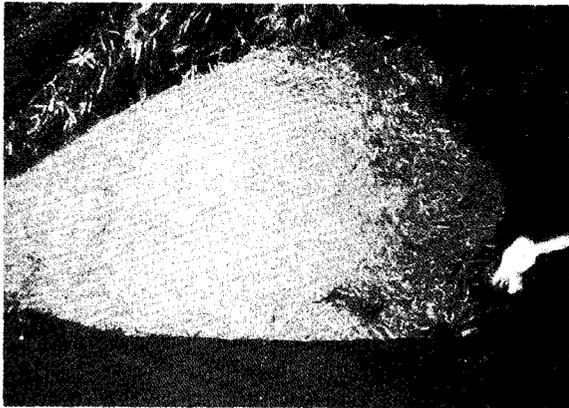
제 7절 개발 효과 및 경제성 분석

1. 서언

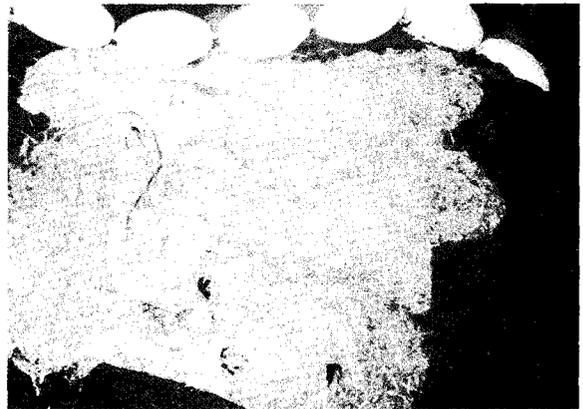
최근에 어업에서는 어업의 생산성을 높이는 것보다도 경제성을 높이는 것이 더욱 중요하기 때문에, 본 연구에서는 개발된 어구와 조업 시스템에 관한 개발 효과를 경제성을 중심으로 하여 조업 선박에 관한 것과 어구에 관한 것, 조업 방법 및 인력에 관한 것, 조업 경비에 관한 것 및 어획 성능에 관한 것의 5가지로 나누어 분석하였다.

2. 조업 선박에 관한 효과

현용의 멸치 들망은 9~10톤의 그물배(300~320마력)와 5~6톤의 어탐선(250~280마력) 및



<7월 10일; 90kg>



<7월 10일; 50kg>



<7월 10일; 100kg>

<그림 87> 계속.

제 7절 개발 효과 및 경제성 분석

1. 서언

최근에 어업에서는 어업의 생산성을 높이는 것보다도 경제성을 높이는 것이 더욱 중요하기 때문에, 본 연구에서는 개발된 어구와 조업 시스템에 관한 개발 효과를 경제성을 중심으로 하여 조업 선박에 관한 것과 어구에 관한 것, 조업 방법 및 인력에 관한 것, 조업 경비에 관한 것 및 어획 성능에 관한 것의 5가지로 나누어 분석하였다.

2. 조업 선박에 관한 효과

현용의 멸치 들망은 9~10톤의 그물배(300~320마력)와 5~6톤의 어탐선(250~280마력) 및

1~2톤의 불배(120마력)가 선단을 이루어 조업하기 때문에, 총 3척의 선박에 15~18톤의 선풍을 절대적으로 필요로 하는 데 비해, 본 연구에서 개발한 전개범식 멸치 들망은 5톤 크기의 그물배(250마력) 1척만을 필요로 하는 단선 조업 방식이기 때문에, 본 연구로 인해 멸치 들망어업은 조업 선박에 있어 획기적인 개선이 이루어졌다고 볼 수 있다.

3. 어구에 관한 효과

본 연구의 어구에 관한 개발 효과는 사용 어법, 어구 구조와 규모, 구성 재료, 조업시의 사고 발생률, 어획 성능 등으로 나누어 볼 수 있는데, 이들 각각에 대한 개발 효과를 보면 다음과 같다.

㉠ 순수 들망어법의 어구가 개발됨으로써, 불법성 어구에 가까운 현용의 어구를 준법 어구로 전환할 수 있는 계기가 마련되었다.

㉡ 어구의 구조가 입체적 구조에서 평면 구조로 간소화됨으로써, 어구 설계·제작 및 수리가 간편해졌고, 조업 어장의 수심과 선체 크기에 따른 어구 규모의 변경이 용이해졌다.

㉢ 현용 어구의 대표 치수는 그물 입구(까래그물 앞끝)의 폭이고 전개범식 어구의 대표 치수는 그물의 길이(뜸줄 길이)라고 볼 수 있는데, 이와 같은 대표 치수가 80~100m에서 20m로 축소되는 등 어구의 규모가 크게 축소됨으로써, 어구비가 절감되고 기재화 조업이 용이해졌을 뿐만 아니라 어로 기계의 용량이 작아졌고 조업이 간편해졌으며 조업 횟수를 늘림에 따른 부작용도 없어졌다.

㉣ 어구 재료가 크게 절감됨으로써 어구비가 절감되고 어구 조작성이 매우 간편해졌다. 즉, 현용의 어구를 구성하는 데에는 여자 그물감 80필을 비롯하여 PP ϕ 15mm 밧줄 2coil, PP ϕ 24mm 밧줄 1coil, 테두리줄(Nylon Td 210 \times 13) 15coil, 기포형 뜬(110 \times 180mm) 500개, 납밭돌 130g 459개, 강철 고리 20개 등이 소요되는 데 비해, 전개범식 어구를 구성하는 데에는 여자 그물감 5필을 비롯하여 PP ϕ 12mm 밧줄 1coil, PP ϕ 15mm 밧줄 1coil, 테두리줄(Nylon Td 210 \times 13) 3coil, 기포형 뜬(110 \times 180mm) 98개, 납밭돌 95g 67개와 39g 82개, 강철 고리 36개 등이 소요되는 데 불과하기 때문에, 어구비가 크게 절감되는 것은 물론이고 어구 조작성도 매우 간편해졌다. 특히, 어구 재료 중에서 가장 큰 비중을 차지하는 그물감이 기존의 80필에서 그 1/16인 5필로 크게 감축되었기 때문에, 어구 재료 절감 효과는 매우 크다고 볼 수 있다.

㉤ 어구의 구조가 합리적인 데다 규모가 작고 조업 방법도 순수 들망어법으로 전환됨으로써, 조업 중 그물이 해저에 걸리거나 빨을 뜸으로 인해 파망 사고를 일으킬 위험성이 거의 해소되었다. 즉, 멸치 들망의 주된 조업 어장인 여수 가막만 해역은 수심이 10m 이하이나, 현용의 어구는 섯의 깊이가 12.5m이고 어포부의 깊이가 15m이어서 수심을 초과하고 조업 방법도 예망

방식이기 때문에, 조업 중에 그물이 해저에 걸리거나 빨을 떼서 파망 사고를 자주 일으키고 그 규모도 매우 큰 데 비해, 전개범식 어구는 그물의 깊이가 10m이나 수심이 5~7m 되는 곳에서 조업했을 때에도 해저에 걸리거나 빨을 뜨는 일이 발생하지 않았고 그물감이 파단하는 일도 전혀 발생하지 않았다.

㉑ 집어등에 모인 멸치 어군뿐만 아니라 행동이 민첩한 오징어, 전갱이, 갈치, 전어 등의 중층 어류를 포함하여 도다리, 문절망둑, 게, 갯가재 등의 저서 어류까지도 어획하는 등 어구가 집어등 불빛이 미치는 범위를 수면에서 해저까지 완전히 차단하여 어획하기 때문에, 최소한의 규모로 최대한의 어획 성능을 발휘하는 어구의 최적화가 도모되었다.

4. 조업 방법 및 인력에 관한 효과

본 연구 개발의 큰 목표 중 하나인 조업 시스템의 개발은 조업 장치와 방법을 개발하고 조업 인력을 줄이는 것에 큰 비중을 두었는데, 본 연구 결과로 얻어진 조업 방법 및 인력에 관한 효과는 다음과 같다.

㉒ 단선 조업이 실현됨으로써 선박 건조·유지비와 선박 연료비, 인건비 등의 생산 경비가 절감되고 조업의 간편화가 도모되었으며, 조업 선박들이 조화를 이루지 못함으로 인해 조업이 실패되는 일도 없어졌고, 조업 선박간 접촉·충돌 사고의 위험성도 제거되었다.

㉓ 순수 들망어법이 개발됨으로써 인근 해역에서 조업하는 기선권현망과의 마찰이 해소되었다.

㉔ 총 7명의 선원이 4명으로 감축됨으로써 인건비가 크게 절감되었다.

㉕ 조업 방법이 간편해짐으로써 전문 기술 인력의 필요성이 감소되었고 그로 인해 인건비가 절감되었다.

㉖ 멸치 어군의 집어·유도 방법이 새로이 개발됨으로써 멸치 어획의 간편·신속성이 확보되었다.

5. 조업 경비에 관한 효과

최근의 어업에서 가장 중요시되는 점은 어업의 경제성이고, 개발 어업의 경제성은 기존 어업과의 비교를 통해 찾아내는 것이 바람직하기 때문에, 본 연구에서는 기존의 조업선 중에서 매우 높은 어획을 올리고 있는 5척의 선박을 선정하고 이들과 개발 어구를 장비한 시험선에 대해 순수 조업 경비와 그것을 제외한 나머지 어업 경비를 조사하여 서로를 비교하였다(표 13 및 14).

먼저, 순수 조업 경비를 비교한 <표 13>을 보면, 조업선의 경우는 1일당 86만원이 소요되는

데 비해 시험선의 경우는 그것의 절반에도 미치지 못하는 41만원이 소요되어 1일당 45만원 정도가 절약되므로, 연평균 조업 일수를 150일로 보면 순수 조업 경비는 연평균 6천7백여만원이 절감되는 셈이 된다. 또한, 조업 경비를 제외한 나머지 어업 경비를 비교한 <표 14>를 보면, 조업선의 경우는 어구 제작비가 1,000만원이고 그 수명이 2년인 데 비해, 시험선의 경우는 어구 제작비가 100만원에 불과하고 시험 조업 기간 중에 파단 사고가 전혀 발생하지 않아 그 수명도 2년 이상으로 추정되므로, 어구 제작비는 2년에 900만원 이상, 즉 연평균 450만원 이상이 절감되는 셈이며, 선박·어구·어로 장비 등의 수리비는 조업선의 경우 연간 3,000만원이 소요되는 데 비해 시험선의 경우는 선박 이외에 수리비가 거의 필요 없기 때문에 크게 잡아 500만원 정도로 보면, 수리비는 연간 2,500만원 정도가 절약되는 셈이 된다.

따라서 순수 조업 경비와 어구 제작비 및 각종 수리비만을 보아도 어선 1척당 연간 1억원 이상이 절감된다고 볼 수 있는데, 시험선은 어로 기계 시설비와 선박 건조비도 훨씬 더 적게 소요되기 때문에, 이들 비용까지 합하면 어선 1척당 연간 총 절감액은 1억원을 훨씬 더 상회한다고 볼 수 있다. 따라서 본 연구에서 개발한 어구 및 조업 시스템의 경제적 효과는 매우 크다고 볼 수 있고, 나아가 이 어구와 조업 시스템을 30여척이 조업하는 여수 해역의 어선 전체나 우리나라 연안에서 조업하는 140여척의 어선에 확대하면 그 경제적 효과는 실로 막대하다고 볼 수 있다.

<표 13> 5척의 조업선과 시험선에 대해 조사한 순수 조업 경비의 비교

항목	조업선	시험선
1일당 선박 연료비	평균 3.5드럼×6만원=21만원	1드럼×6만원=6만원
1일당 인건비	선장(그물배와 어탐선) 2명×9만원=18만원 그물배 가공원 1명×8만원=8만원 그물배 갑판원 1명×7만원=7만원 그물배 선원 2명×5만원=10만원 불배 선장 1명×8만원=8만원 계 51만원	선장 1명×9만원=9만원 가공원 1명×8만원=8만원 선원 2명×5만원=10만원 계 27만원
1일당 주부식비	7명×2만원=14만원	4명×2만원=8만원
계	86만원	41만원

※ 연평균 조업 일수 : 150일

<표 14> 5척의 조업선과 시험선에 대해 순수 조업 경비를 제외한 어업 경비의 비교

항목	조업선	시험선
어구 제작비·수명	재료비 : 800만원 제작인건비 : 200만원 어구 수명 : 2년	재료비 : 60만원 제작인건비 : 40만원 어구 수명 : 2.5년
어로기계 시설비	양망기 : 3,400만원 집어등 : 50만원	양망기 : 1,100만원 집어등 : 50만원
선박 건조비	그물배 : 1억원 어탐선 : 5천만원 불배 : 1천만원	그물배 : 5천만원
선박·어구·어로 장비 등의 수리비	연평균 3,000만원	연평균 500만원 추정
육상 가공인부 인건비	1일 100box 어획 : 3명×3만원=9만원 1일 200box 어획 : 5명×3만원=15만원 1일 300box 어획 : 6명×3만원=18만원	좌 동
기타	운송비 : box 당 120원 수협 위판비 : box 당 80원 육상 건조실 전기요금 : 1일당 2만5천원	좌 동

6. 어획 성능에 관한 효과

전기했던 바와 같이 본 연구에서는 전개범식 어구를 사용하여 조업 어장인 여수 가막만 해역에서 2003년 6월 초부터 8월 말 사이에 총 34일에 걸쳐 조업을 하였는데, 34일에 걸친 조업에서도 대형 어군이 내유하지 않거나 배의 속력이 낮아서 어장을 가막만 이외의 곳으로 이동하는 것이 곤란하였고 비전문 인력으로 선원을 구성한 점 등 여러 가지 악조건이 많았기 때문에, 매우 높은 어획은 올리지 못하였다.

그러나 본 연구에서는 어획 성능에 관한 개발 효과를 알아보기 위하여, 여수 해역에서 매우 높은 어획을 올리고 있는 5척의 조업선에 대해 시험선의 어획량이 비교적 높았던 7월 1일부터 10일까지의 10일 동안에 여수수산업협동조합에 위판한 건멸치의 무게(box 수×2kg)를 구하고 그것에 3(건멸치에 대한 생멸치의 무게 비)을 곱한 값을 위판 전일의 어획량으로 정한 뒤에, 날짜별로 전체 조업선에 대한 평균 어획량을 구하고 그것을 1일당 평균 조업 횟수인 15회로 나누어서 조업당 평균 어획량을 구하였으며, 그 어획량을 같은 기간 동안에 시험선이 올린 조업당 평균 어획량과 비교하였다. 그 결과를 나타낸 <표 15>에 의하면, 조업당 평균 어획량은 전체적으로 시험선보다 조업선의 경우가 더 많은 경향이나, 날짜별로 보면 총 10일 중 6일은

조업선의 평균 어획량이 더 많고 나머지 4일은 반대로 시험선의 평균 어획량이 더 많다.

이상에서 조업당 평균 어획량이 전체적으로 시험선보다 조업선에서 더 많은 것은 조업선의 경우 가막막 해역뿐만 아니라 그곳을 벗어난 외해 어장을 순회하면서 조업을 하였는데 비해, 시험선은 내유 어군이 적은 데도 불구하고 가막막 해역을 벗어나지 못하고 조업한 것에 원인이 있다고 볼 수 있는데, 그럼에도 불구하고 시험선의 평균 어획량이 여수 해역에서 우수 어획을 올리고 있는 조업선들의 것보다 높은 날이 10일 중 4일이나 되기 때문에, 본 연구에서 개발한 전개범식 어구는 내유 어군량이 많기만 하면 높은 어획을 올릴 수 있다는 것을 알 수 있다. 또한 시험선의 순수 조업 경비는 조업선의 절반에도 미치지 못하기 때문에, 시험선의 조업당 평균 어획량이 조업선의 절반 정도이면 성공적이라고 볼 수 있는데, 오히려 시험선의 조업당 평균 어획량이 조업선의 것보다 높아지고도 있기 때문에, 본 연구에서 개발한 전개범식 어구는 비록 구조가 간단하고 소형의 것에 불과하지만 매우 높은 어획 성능을 가진다고 볼 수 있으며, 아울러 이 어구를 조작하는 조업 시스템도 매우 성공적인 것이라고 평가할 수 있다.

<표 15> 여수 해역에서 우수 어획을 올리고 있는 5척의 조업선과 본 연구의 시험선에 대한 2003년 7월 1일~10일의 어획 실적 비교

조업 일자	조업당 평균 어획량(kg)	
	조업선	시험선
7/1	66.4	39.5
7/2	41.6	21.3
7/3	45.9	85.0
7/4	54.1	16.5
7/5	0	12.0
7/6	70.3	29.7
7/7	112.1	50.8
7/8	51.5	21.0
7/9	72.8	90.8
7/10	45.1	80.0

※ 조업선의 조업당 평균 어획량(kg) = 전일의 건덜치의 위판 box수 × 2kg × 3(생멸치로의 환산 배수) ÷ 15(1일당 평균 조업 횟수)

제 4장 목표 달성도 및 관련 분야에의 기여도

본 연구개발에서는 멸치 들망 어업이 지니고 있는 어구·어법의 비합리성과 생력화되지 못한 조업 시스템을 개선하기 위하여 최종 목표를 “멸치 들망어구의 적정 구조·규모 및 생력화 조업 시스템의 개발”로 정하고, 1차년도에는 생력형 어구의 개발, 2차년도에는 생력화 조업 시스템의 개발, 3차년도에는 개발된 어구 및 조업 시스템의 현장 실용화 실험에 각각 주력하였다. 그 결과, 모든 연구는 순조로이 진행되어 당초 계획하였던 연구 개발 목표가 100% 달성되었는데, 이를 구체적으로 보면 다음과 같다.

먼저, 1차년도 연구 목표인 생력형 어구의 개발에서는 세부 목표를

- 현용 어구·어법의 조사·분석을 통한 문제점 도출
- 멸치 들망에 유사한 어구·어법의 수집 및 멸치 들망과의 장단점 비교·분석
- 멸치 들망의 단위 노력당 어획량 조사
- 집어등 하에서의 멸치 어군의 분포 형태·규모 및 행동 양식 조사
- 이상의 조사·분석 결과를 이용하여 멸치 들망어구의 적정 구조 및 규모 도출

의 5가지로 정하고, 평가의 착안점을

- 멸치 들망 어구·어법의 문제점 도출 및 유사 어구·어법과의 장단점 비교 정도
- 멸치 들망의 단위 노력당 어획량 조사 결과
- 집어등에 대한 어군 행동 조사 결과의 적합성
- 개발 어구의 구조·규모에 대한 적합성

에 두어 연구를 수행하였는데, 세부 목표별로 연구가 충실히 진행되어 그 목표 달성도는 모두가 100%로 평가되었다.

다음, 2차년도 연구 목표인 생력화 조업 시스템의 개발에서는

- 개발 어구의 실험적 검토를 통한 수정 및 최적의 구조·규모 및 규격 도출
- 조업 보조 선박들의 효과 점검을 통한 최적의 조업 선단 규모 도출
- 최적화 조업 장치 및 방법의 개발
- 개발된 어구와 조업 장치를 조합한 최적화 조업 시스템의 개발

의 4가지로 정하고, 평가의 착안점을

- 개발 어구의 구조·규모 및 구성 재료의 적합성
- 어군 집어 및 그물 위로의 유도 방법의 적합성
- 기계화 조업 장치 및 방법의 적합성

- 개발 어구와 및 조업 시스템의 성능

에 두어 연구를 수행하였는데, 세부 목표별로 연구가 충실히 진행되어 그 목표 달성도는 모두가 100%로 평가되었다.

한편, 3차년도 연구 목표인 개발된 어구 및 조업 시스템의 현장 실용화 실험에서는

- 최적화 어구와 기계화 조업 장치를 조합한 조업 시스템의 현장 적용 실험
- 최적화 어구와 기계화 조업 장치를 이용한 현장 어획 실험
- 최적화 조업 시스템의 확정 및 실용화 시행
- 개발 효과 및 경제성 분석

의 4가지로 정하고, 평가의 착안점을

- 현장 적용 실험과 어획 실험을 통한 어구 및 조업 시스템의 문제점 도출 정도
- 최종 확정된 어구 및 조업 시스템의 적합성
- 최종 확정된 어구 및 조업 시스템의 어획 성능
- 개발 효과 및 경제성의 수준

에 두어 연구를 수행하였는데, 이 역시 세부 목표별로 연구가 충실히 진행되어 그 목표 달성도는 모두가 100%로 평가되었다.

따라서 본 연구개발은 매우 성공적인 것이라고 평가할 수 있는데, 이와 같이 본 연구개발이 성공적으로 수행됨에 따른 기대 효과는 매우 많으나, 무엇보다도 매우 낙후된 어업 기술로 비합리적인 어업을 수행하고 있는 멀치 들망 어업을 획기적으로 개선하는 데 크게 기여한다고 볼 수 있기 때문에, 그 기여도를 구체적으로 보면 다음과 같아진다.

- 3척의 선박이 선단을 이루어 조업하는 선단 조업 방식에서 1척의 선박이 조업을 전담하는 단선 조업 방식으로 전환됨으로써, 선박 건조·유지비는 물론이고 선박 연료비, 인건비 등의 생산 경비가 크게 절감되었고 조업의 간편성이 증대되었으며 조업 선박간의 접촉·충돌 위험성이 제거되었다.

- 순수 들망 어법의 어구가 개발됨으로써, 현행의 불법성 어구에서 준법성 어구로 전환할 수 있는 계기가 마련되었고 기선권현망과의 마찰 요인이 해소되었다.

- 어구의 구조가 입체적 구조에서 평면 구조로 간소화됨으로써, 어구 설계·구성·수리의 간편성이 증대되었고 어구 규모의 자유로운 변경이 가능해졌다.

- 어구의 대표 치수가 80~100m에서 20m로 축소되는 등 어구의 규모가 크게 축소됨으로써, 어구 구성 재료가 여자 그물감 80필에서 그 1/16인 5필로 감소되어 어구 재료비·제작비가 크게 절감되었고 어로 기계의 용량이 경감되었으며, 조업의 간편성이 증대되었고 조업 횟수를 늘림에 따른 부작용이 제거되었다.

○ 어구의 구조가 합리적으로 개선됨으로써, 그물이 해저에 걸리거나 뺄을 뜨는 위험성이 제거되었다.

○ 조업의 간편화 도모로 전문 기술 인력의 필요성이 감소된 데다 총 7명의 선원이 4명으로 감축됨으로써, 인건비가 크게 절감되었다.

○ 순수 조업 경비가 절반으로 감소되고 기타 경비도 크게 감소됨으로써, 어선 1척당 연평균 1억원을 훨씬 상회하는 경비가 절감되었다.

○ 면적이 기존 어구의 1/16 되는 소형 어구로 우수 조업선들과 대등한 어획 성능을 발휘함으로써, 최소한의 규모로 최대한의 어획 성능을 발휘하는 어구의 최적화가 도모되었다.

제 5장 연구개발 결과의 활용 계획

본 연구개발은 현재와 같은 비합리적이고 비경제적인 멸치 들망어구의 구조·규모 및 조업 시스템을 개선하여 실용화시키는 것을 목적으로 하였는데, 연구개발이 성공적으로 수행되었고 연구개발의 결과로 얻어진 어구 및 조업 시스템은 많은 실험을 통해 그 효과뿐만 아니라 실용성이 충분히 증명되었기 때문에 현재 실시 완료 단계에 있으며, 특히 철봉과 범포로 구성되어 어구를 확실하게 전개시키는 전개 장치는 본 연구개발이 이루어낸 핵심 기술로서 국내외에서 처음으로 개발된 것이기 때문에 현재 특허 출원 중에 있다. 따라서 본 연구개발에서 이루어낸 어구 및 조업 시스템은 실용화 가능성이 매우 크기 때문에, 이 어구와 조업 시스템을 실제 어민들에게 보급하기 위하여 그 우수성을 어민들에게 홍보하고 그 효과를 실감하도록 하며, 어구 설계·제작 방법을 비롯한 조업 장치, 조업 방법 등을 지도하여 현장 보급이 조속히 이루어지도록 한다.

제 6장 연구개발 과정에서 수집한 해외 과학기술 정보

어떤 어업이든지 그것을 개선하는 데 있어서는 현 어업의 실태 및 어구·어법이 유사한 다른 어업의 실태를 조사하여 참고로 하는 것이 매우 중요하기 때문에, 본 연구개발에서도 연구개발 대상인 멸치 들망 및 그것과 어법이 유사한 다른 어구들에 대해 어구의 구조·규모, 구성 재료, 조업 장치, 조업 방법 등을 조사하여 참고로 하였으나, 멸치 들망 및 그것과 어법이 유사한 어구들은 국내외 할 것 없이 연안에서 소규모로 행해지는 것들이 대부분이어서 기술 개발이 미

흡하고, 특히 본 연구에서 개발한 전개범식 멸치 들망 및 그에 따른 조업 시스템은 기존의 어구·어법이나 조업 장치·방법들을 모방하거나 수정·보완해서 얻어낸 것들이 아니고 국내뿐만 아니라 세계적으로 처음으로 개발해낸 것들이기 때문에, 본 연구개발 과정에서 본 연구개발에 직접적인 영향을 줄 수 있는 해외 과학 기술 정보는 발견하지 못할 수밖에 없었다.

제 7장 참고 문헌

- 1) 金大安(1999) : 漁具總論, 平和印刷出版公社, 順天, pp. 246~248.
- 2) 金大安(1999) : 漁具設計學, 平和印刷出版公社, 順天, pp. 291~294.
- 3) 국립수산진흥원(1997) : 연안어업 기본조사 보고서, 전국 총괄, pp. 9~20.
- 4) 국립수산진흥원(1967) : 한국어구도감-2.
- 5) 金大安(2003) : 漁獲機構論, 平和印刷出版公社, 順天, pp. 77~78.
- 6) Tauti, M.(1934) : A relation between experiments on model and full scale of net, Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 3(4), 171~177.
- 7) Dickson, W.(1959) : The use of model nets as a method of developing trawling gear, Modern fishing gear of world 1, 166~174, Fishing News, London,
- 8) 宮崎芳夫(1964) : 網地の流體抵抗に關する基礎的研究-XII, 網漁具の相似則に關する一考察, 東京水大研報 50(2), 185~189.
- 9) Fridman, A. L.(1973) : Theory and design of commercial fishing gear(Translated from Russian), Israel programs for scientific translations, Jerusalem, pp. 122~191.
- 10) 金大安(1997) : 그물漁具의 流水抵抗과 模型守則, 3. 模型守則의 樹立 및 理論的 檢討, 韓水誌 30(4), 543~549.
- 11) 金大安(1999) : 漁具設計學, 平和印刷出版公社, 順天, pp. 117~135.