



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

이학석사 학위논문

부력조정에 의한 외끌이기선저인망의
어획성능 개선



부경대학교 대학원

수산물리학과

이 혜 옥

이학석사 학위논문

부력조정에 의한 외끌이기선저인망의
어획성능 개선

지도교수 이 주 희

이 논문을 이학석사 학위논문으로 제출함.

2007년 2월

부경대학교 대학원

수산물리학과

이 혜 옥

이혜옥의 이학석사 학위논문을 인준함

2006년 12월 19일

주심 수산학박사 권 병 국



위원 수산학박사 이 춘 우



위원 수산학박사 이 주 희



목 차

Abstract	1
서 론	4
재료 및 방법	6
1. 실험어구	6
1.1. 현용어구	6
1.2. 개량어구	11
2. 실험장치	14
3. 실험 및 분석방법	15
결과 및 고찰	19
1. 현용어구의 전개성능	19
1.1. 현용어구 분석	19
1.2. 현용어구 해상실험	22
2. 현용어구의 부력조정에 따른 전개성능	26
3. 현용어구의 부력조정에 따른 어획성능 분석	33
4. 개량어구 전개성능	36
5. 고찰	41
요 약	45
감사의 글	47
참고문헌	48

Improvement of Fishing Efficiency of Danish Seine to ratio of Buoyancy by Sinking force

Hye Ok LEE

*Department of Fisheries Physics, Graduate School,
Pukyong National University*

Abstract

This study was carried out to offer fundamental data for improving the fishing efficiency of the danish seine. The net height and the shape in the water were measured to analyze the efficiency of the existing danish seine. And then, an improved fishing gear was developed based on the results and was tested in the field.

Measuring devices were attached on center of a ground rope and a head rope. The net height is the spread distance between the ground rope and the head rope, which was measured on the different ratio of buoyancy.

The results are obtained as follows :

1. The net height estimated from the design plan of horizontal hanging ratio 0.40 in the existing danish seine A and B calculated the same value as 4.94m.

2. The net height of the existing danish seine A and B was 1.8m and 2.3m, which form 36.4% and 46.2% of the net height estimated from the design plan.

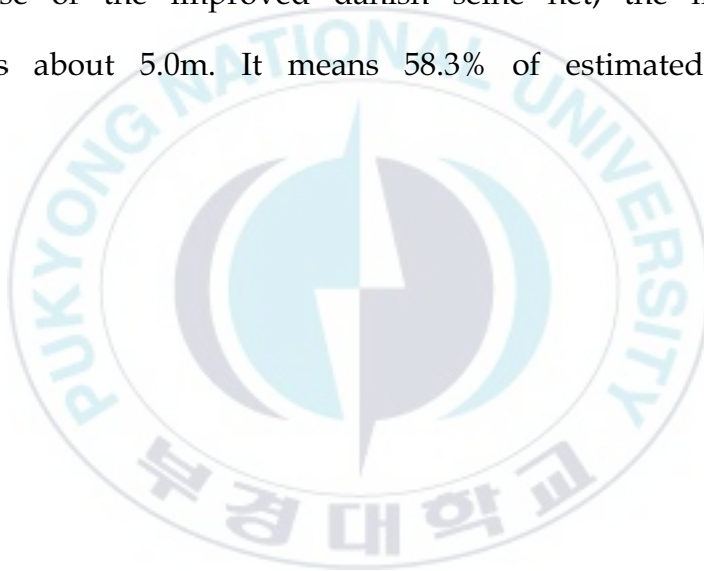
3. Water temperature of towing depth was about 13.2~13.3℃ and surface temperature was 23.4~28.2℃

4. Buoyancy was changed as 79.5% and 96.2% relative to the sinking force in the existing danish seine. The net height of 79.5% was 3.95m which increased to 80% of the estimated net height. The

other shows the same result with the first case.

5. It is not necessarily that the high buoyancy and sinking force ratio make the high net height, 80% is adequate as the buoyancy and sinking force ratio.

6. In case of the improved danish seine net, the mean of net height was about 5.0m. It means 58.3% of estimated net height 8.58m.



서론

후리어구류에 속하는 외끌이기선저인망 어구는 두리그물과 같이 어획대상물을 공간적으로 포위하는 것이 아니라 긴 후릿줄에 의한 평면적으로 포위하는 형태를 가지며 끌어구에 비하여 극히 제한적이고도 소극적으로 예망하는 등, 특이한 조업 형태를 하고 있기 때문에 다양한 조업 환경에 적극적인 대처가 불가능한 어법적 특징을 가진다.

최근 남획과 환경오염으로 인한 자원부족과 생태계의 변화로 기존 외끌이기선저인망 어업의 주 대상이 되는 아귀, 눈볼대, 가자미류 등 저서어류의 어획이 감소하여 어획고가 예년에 비해 많이 떨어진 상태이다. 따라서 다른 어종으로의 전환이 필요한 실정이다. 다른 대체어종으로는 부세, 조기류 등을 들 수 있는데 특히, 이 어종들은 늦가을부터 자망이나 안강망 등 망고가 높은 어구에 많이 어획되는 사례가 있다.

현재의 외끌이기선저인망은 과거에 행하던 어법을 현재까지 그대로 하고 있고 어법 특성상 기술개발이 극히 어렵다는 평가를 받고 있다. 또한 다른 어업에 비해 어업경쟁력이 상대적으로 크게 약화되는 실정 이므로 대상어종의 전환이 필요한 현시점에 적합한 어구어법의 개발이 시급하다.

외끌이기선저인망에 관련 연구로는 먼저, 국내에서는 외끌이기선저인망의 어구 개량을 위한 기초 연구(이, 1987), 외끌이기선저인망 그물의

전개성능에 관한 연구(신 등, 1988) 등 외끌이기선저인망의 어구개량을 위한 연구가 있고, 동해구 중형 외끌이기선저인망에 관한 연구(이 등, 2001)가 있다. 국외에서는 외끌이기선저인망의 어구와 어획성능(肥後伸夫, 1966), 그물형성에 관한 연구(不破茂, 1973)와 천장망에 기인되는 양력에 관한 연구(不破茂, 1983) 등이 있다. 이들 연구는 주로 어구역학에 관한 연구가 주를 이루고 있으며 현용어구분석, 설계이론적 분석 및 어장에서의 어구형성에 대한 연구는 이루어지지 않았다.

따라서, 본 연구에서는 어획의 대상이 되는 대체어종의 생태변화에 맞게 어구를 개량하기 위해 현용어구에 대한 분석 및 실제 조업시 어구의 수중전개형상을 정확히 규명하여 현용어구의 운용에 대한 보완을 하고 나아가 망고를 크게 하고, 어획성능을 개선에 관한 기초적 연구를 하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험어구

1.1. 현용어구

본 연구에 사용된 어구는 현재 우리나라 서남해구 대형외끌이기선저인망 어선(88톤급, 420마력)에서 사용되고 있는 어구로써 설계도는 Fig. 1~Fig. 4와 같다. 현용어구 A에서 사용한 망지는 재질이 폴리에틸렌(PE)으로 날개부분의 엽음장과 끝자루를 제외한 모든 부분에서 망사의 합사수와 망목의 크기는 18합사, 38mm이었으며, 엽음장에는 45합사 120mm, 끝자루에는 60합사 38mm이었다. 자루그물은 개량 4매식이며, 엽음장 끝에는 갯대가 있다. 그물의 길이는 66.6m, 폭이 53.2m이다. 또한, 후릿줄은 1,750m로 로프-체인-로프-체인의 순으로 구성되며 로프는 $\phi 36\text{mm}$ 의 연심로프를 사용하였다. 뜸줄은 $\phi 12\text{mm}$ 의 와이어로프에 PP strand로 감은 $\phi 15\text{mm}$ 인 SWR를 사용하였고 뜸은 $\phi 105\text{mm}$ 인 중공형 뜸(내압 수심 500m)을 일정하게 배열하여 사용하였다. 발줄은 $\phi 12\text{mm}$ 의 와이어로프에 나일론 그물을 감고 그 위에 PP strand로 감은 $\phi 70\text{mm}$ 인 SWR를 사용하였다. 현용어구 B의 경우는 현용어구 A보다 날개부분이 26m 더 길며 발줄에 낚을 33.75kg 추가로 부착하여 침강력을 더 주었으며 뜸의 개수도 $\phi 105\text{mm}$ 뜸을 12개 더 부착하였다.

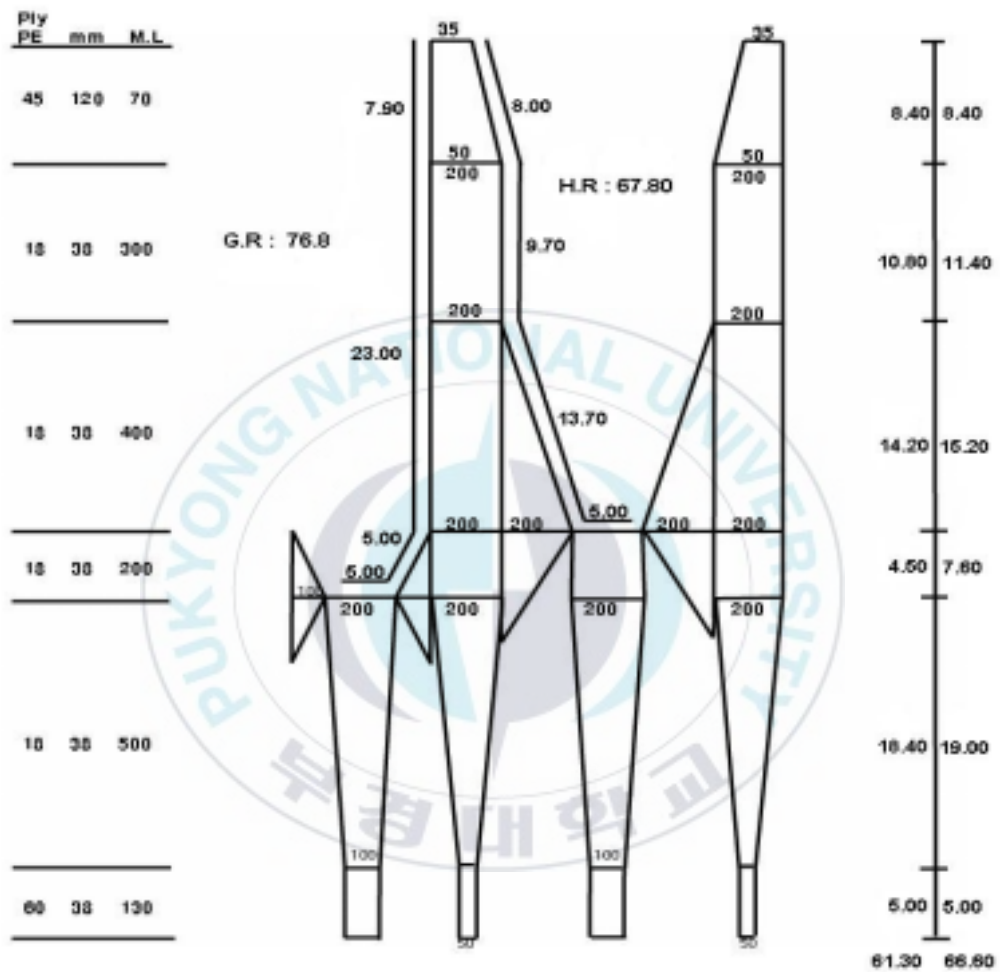


Fig. 1. Plan of the existing danish seine of A type.

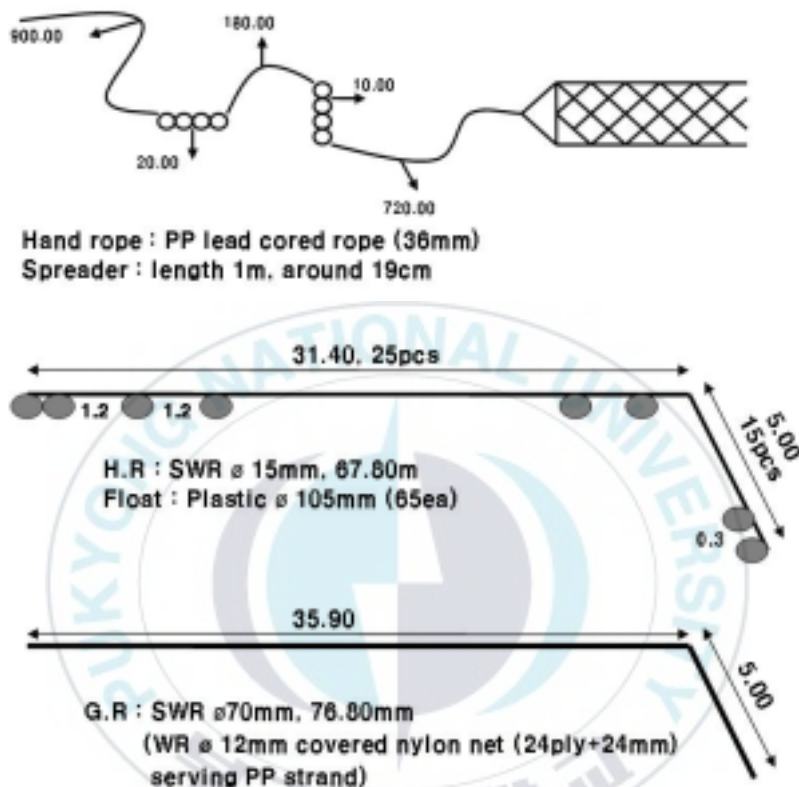


Fig. 2. Arrangement of hand rope, head rope and ground rope of the existing danish seine of A type.

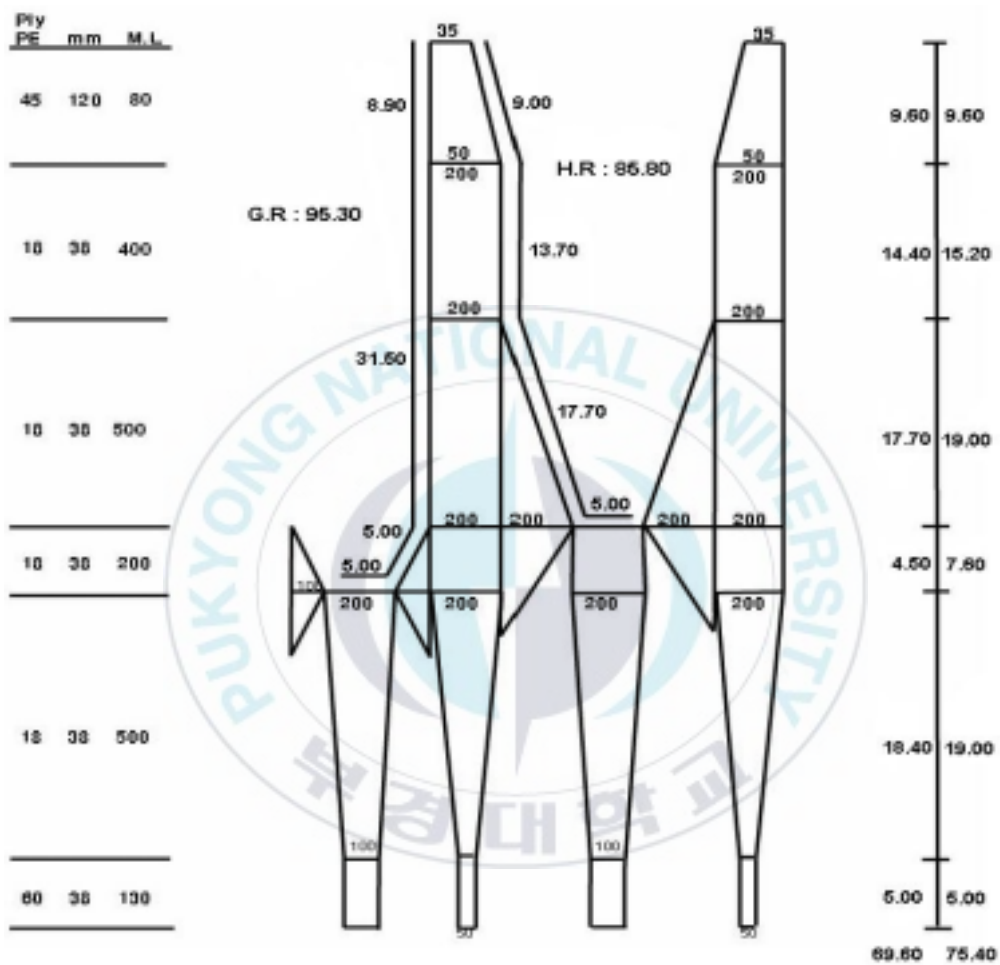


Fig. 3. Plan of the existing danish seine of B type.

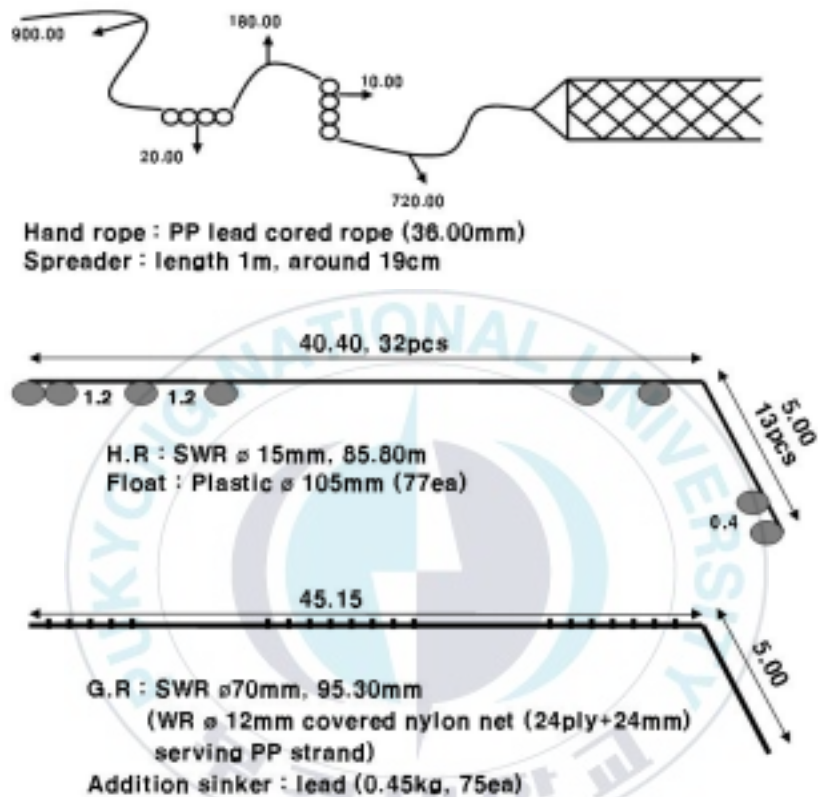
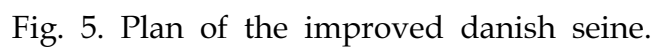


Fig. 4. Arrangement of hand rope, head rope and ground rope of the existing danish seine of B type.

1.2. 개량어구

개량어구는 현용어구를 기본으로 하여 부력조정에 따른 해당 시험조업의 결과와 어민들의 의견 및 어구저항을 고려하여 설계·제작하였다. 개량어구는 여러 차례 시험 조업하여 수정하였으며 개량어구의 설계도는 Fig. 5와 Fig. 6과 같다. 그물의 길이는 99m, 폭이 66.2m이다. 뜰줄은 $\phi 16\text{mm}$ PP 컴파운드 로프를 사용하였고 뜰은 $\phi 105\text{m}$, 210m, 240m의 중공형 뜰(내압 수심 500m)을 일정하게 배열하여 사용하였다. 발줄은 $\phi 12\text{mm}$ 의 와이어로프에 PP 9mm를 감고 그 위에 T/C 로프 13mm, 15mm로 감은 $\phi 34\text{mm}$, 36mm인 SWR를 사용하였다. 후릿줄은 기존의 것을 그대로 사용하였다.



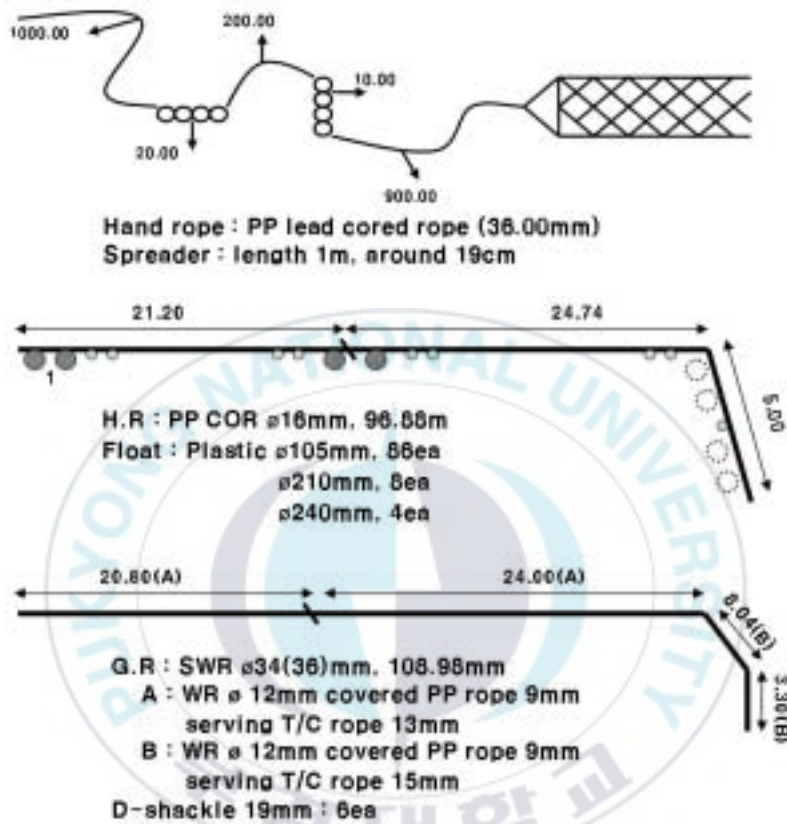


Fig. 6. Arrangement of hand rope, head rope and ground rope of the improved danish seine.

2. 실험장치

수심 및 망고를 측정하기 위해 MDS (MARK5/D, ALEC ELECTRO-NICS, 범위 : 1~100m, 분해능 : 0.05m, 정확도 : $\pm 1\%$)를 사용하였고, 수온은 MINILOG (8-TD, VEMCO, 범위:1~500m)로 측정하였다.

예망수심 및 망고, 수온을 측정하기 위해 투망하기 전에 MDS 2개와 MINILOG 2개를 뜰줄과 밧줄 정중앙에 각각 1개씩 총 4개를 부착하였다. 데이터 수집은 MDS는 1분당 1개, MINILOG는 30초당 1개의 데이터를 샘플링 하도록 설정하였으며, 투망에서 양망까지의 시간동안 샘플링하여 계측기 전용 프로그램으로 분석하였다.

그 밖에 실험장치는 어군탐지기로 수심을 측정하여 MDS로 구한 수심과 비교하였고 GPS플로터를 이용하여 그물의 투·양망경로를 확인했으며 조업시 위치 및 예망거리 시간을 파악하였다.



Fig. 7. Experimental equipment and attached position

3. 실험 및 분석방법

현용어구에 대한 해상실험은 5회 실시하였다. 1차 조사는 2005년 8월 9일에, 2차 조사는 2005년 10월 20일에 각각 행하였다. 1차 조사에서는 현용어구 A의 정확한 설계도를 작성하고 어구에 대한 망고를 2회 조사하였고, 2차 조사에서는 현용어구 B에 부력을 변화시키면서 그물의 전개상태를 3회 측정하였다. 시험어선과 해상실험장소는 Fig. 8과 같이 서남해구 대형 외끌이기선저인망 어선인 유정1호(88.47톤, 420마력)와 7유성호(77.54톤, 420마력)를 이용하여 부산근해에서 실시하였다.

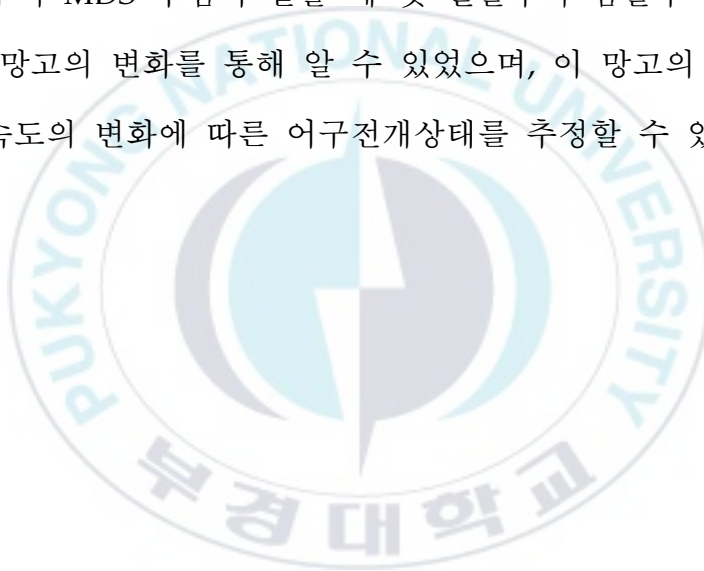
개량어구에 대한 해상실험은 2005년 11월 18일에 2회 실시하였으며, 개량어구에 대한 망고를 측정하였다. 해상실험장소는 부산 근해이며 시험어선은 1백구호(98.08톤, 420마력)이었다.

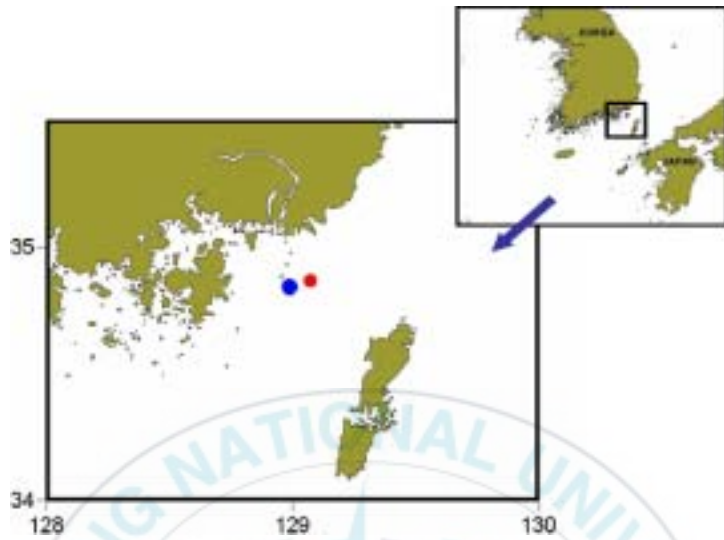
실험은 현용 외끌이기선저인망의 뜸줄과 발줄의 정중앙부에 MDS와 MINILOG를 각 1개씩 부착하여 투망하였고 양망하고 난 후 MDS와 MINILOG의 자료를 받아 분석하였다. 부력조정은 Fig. 9와 같이 기존의 $\phi 105\text{mm}$ 의 뜸에 $\phi 210\text{mm}$, $\phi 240\text{mm}$ (내압수심 500m)의 중공형 뜸을 추가하여 80%와 96%의 부력으로 조정하였다. 망고는 뜸줄과 발줄의 정중앙부의 MDS 수심 자료를 이용하여 발줄 수심에서 뜸줄 수심의 차로써 구하였다. 추정망고는 설계도상 옆판의 뺀친 길이에 가로성형률(0.40)을 고려하여 구하였고 추정망고에 대해 해상시험에서 구한 평균 망고의 비율을 구해 전개효율을 구하였다. 시험조업에서의 예망속도는

실제 조업에서와 같도록 하였으며, 평균 1.2knot의 속도로 예망하다가 양망하기 전 2.2knot의 속도로 높였다. 투망시간은 약 15~20분, 예망시간은 평균 50분, 양망시간은 25~30분 정도였다.

개랑어구에 대한 실험은 현용어구에 대한 실험과 마찬가지로 MDS를 이용하여 망고를 측정하였다.

해상실험에서 발줄이 해저에 접지하는 것은 어군탐지기상의 수심과 발줄 중앙부의 MDS 수심이 같을 때 및 발줄부와 뜰줄부의 MDS 수심의 차이인 망고의 변화를 통해 알 수 있었으며, 이 망고의 변화를 분석하여 예망속도의 변화에 따른 어구전개상태를 추정할 수 있었다.





(a)



(b)

Fig. 8. Experimental position (a) and experimental boat (b) of the field experiment in this study.

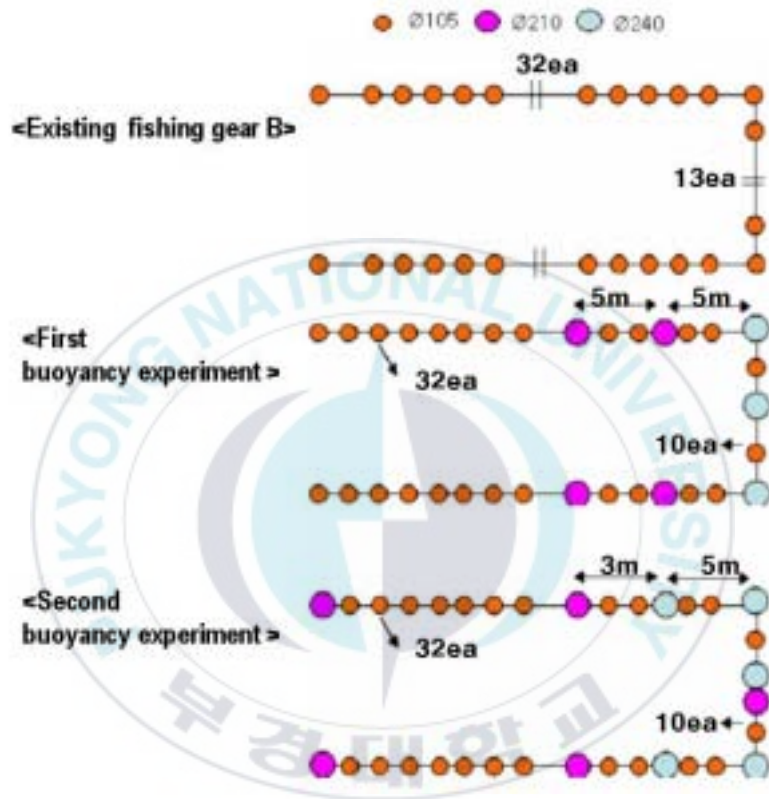


Fig. 9. Float plan of buoyancy experiment in the existing fishing gear of B type.

결과 및 고찰

1. 현용어구의 전개성능

1.1 현용어구 분석

외끌이기선저인망 어업에서 현재 사용하고 있는 어구, 즉 현용어구는 개량 4매식 어구를 기본으로 하여 어선의 마력수 또는 선장의 경험에 의하여 약간씩 다르게 사용하고 있었고, 사용어구를 어선에서 적정 제작하고 있으며, 설계도를 비치하지 않고 있기 때문에 규모나 치수의 규격화를 하기에는 애로점이 많았다.

이러한 이유로, 본 연구에서는 두 차례 다른 어선에서 사용하는 현용어구에 대해 조사하였다. 1차 조사에 사용한 현용어구를 A라 하고 2차 조사에 사용한 현용어구를 B라 하였다.

Table 1에서 나타낸 바와 같이 현용 외끌이기선저인망에서 사용되는 어구를 분석한 결과, 현용어구 A는 뜰줄이 67.8m, 발줄이 76.8m이고 부력은 26kg, 침강력은 56.7kg으로 침강력에 대해 부력이 약 45.9%이다.

현용어구 B는 뜰줄이 85.8m, 발줄이 95.3m이고 부력은 38.5kg, 침강력은 85.8kg로 선장의 경험에 의해 낚을 발출에 추가하였고 부력과 침강력의 비가 약 44.9%로 나타났다.

저층트롤어업에서 보면, 대상어족에 따라 부력/침강력 및 예망속도

를 다르게 하여 조업하고 있다. 즉, 유영속도가 느린 저서성어족의 경우 부력과 침강력의 비가 약 60%, 예망속도 약 2~2.5knot이고 유영속도가 보통인 저서어족의 경우 약 80%, 2.5~3.5knot이며, 유영속도가 빠른 저서어족의 경우는 약 100%, 3~4knot이다.

외끌이기선저인망 어업의 예망시에 이 기준을 적용해보면, 가자미류와 같이 유영속도가 느린 저서어족을 1.2~2knot의 속도로 예망하는 경우 부력과 침강력의 비가 50% 정도는 타당하다고 보이며, 유영속도가 다소 빠른 조기류의 경우 망고를 높이기 위해서는 부력과 침강력의 비를 80~100%로 조정하여 예망하는 것이 바람직할 것이라고 본다.

이러한 관점에서 보면 두 현용어구도 부력이 침강력에 비해 낮은 것으로 나타나 망고가 낮아질 것으로 예상되었다.

Table 1. Buoyancy and sinking force analysis of the existing danish seine

		Existing fishing gear A	Existing fishing gear B
Buoyancy (a)	Head rope, m	67.80	85.80
	Float(ø 105), ea	65.00	77.00
	Total buoyancy, kg	26.00	38.50
	Buoyancy per meter, kg/m	0.40	0.50
Sinking force (b)	Ground rope, m	76.80	95.30
	Addition sinker	-	lead sinker (0.45kg×75ea)
	Total sinking force, kg	56.70	85.80
	Sinking force per meter, kg/m	0.70	0.90
a/b×100, %		45.9	44.9

1.2 현용어구 해상실험

Table 2에서 나타낸 바와 같이 해상에서의 실험 결과, 현용어구 A의 발줄과 뜰줄의 수심 및 망고변화는 Fig. 10과 같고 평균망고는 약 1.8m로 나타났다. 이 값은 설계도상 추정 가능한 망고 4.94m의 약 36.4%의 높이였다. 현용어구 B의 발줄과 뜰줄의 수심 및 망고변화는 Fig. 11과 같고 평균망고 약 2.3m로 나타났다. 이 값은 설계도상 추정 가능한 망고 4.9m의 약 46.2%의 높이를 나타내었다. 이때 시험조업어선의 예망 속도는 평균 1.2knot이었고, 투망이 완료된 후 그물이 안정되기까지 약 10분이 소요되었으며, 그물전개형상이 안정된 후 2종류 그물의 망고는 각각 평균 1.8m와 2.3m를 나타내었다. 두 현용어구의 망고가 설계도상 추정 가능한 망고에 대해 매우 낮은 효율을 보여 현용어구의 설계에 문제가 있음을 알 수 있었다.

Table 2. Net height analysis of field experiment in the existing fishing gear

Item	Existing fishing gear A	Existing fishing gear B
Extended height, m	19.00	19.00
Estimated net height ^(c) , m	4.94	4.94
Experimented net height ^(d) , m	1.80	2.30
Efficiency($d/c \times 100$), %	36.4	46.2

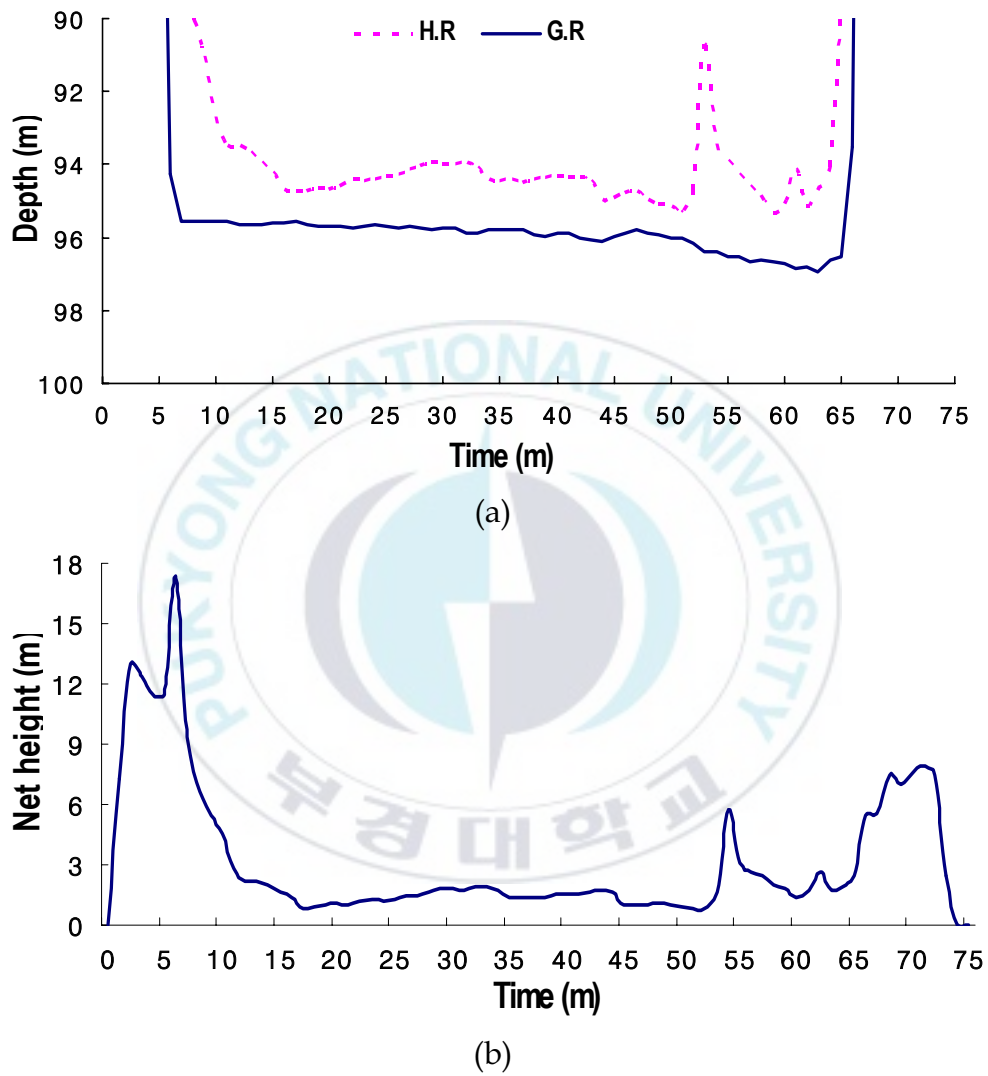


Fig. 10. Variation of the depth of G.R and H.R (a) and net height(b) in the existing fishing gear A.

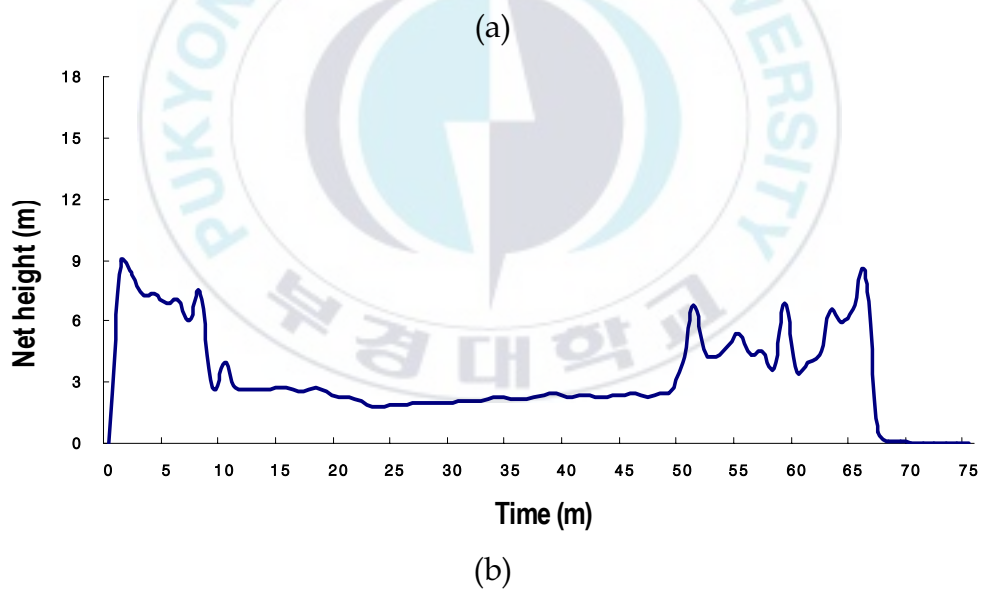
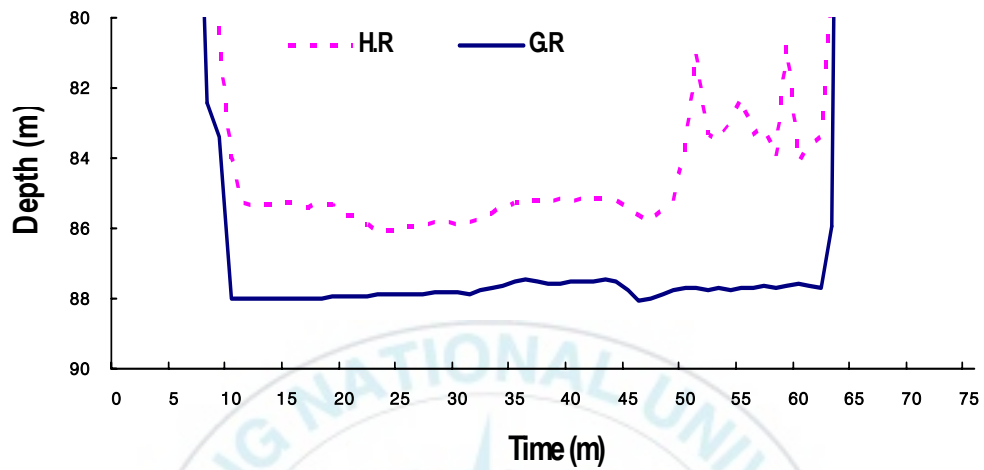


Fig. 11. Variation of the depth of G.R and H.R (a) and net height(b) in the existing fishing gear B.

시험어장의 예망수심별 수온분포는 약 13.2~28.2℃로 나타났다. 8월, 10월 표면수온은 28.2℃와 23.4℃로 약간의 차이를 보이나 해저의 수온은 13.3℃와 13.2℃로 거의 차이가 없게 나타났다.

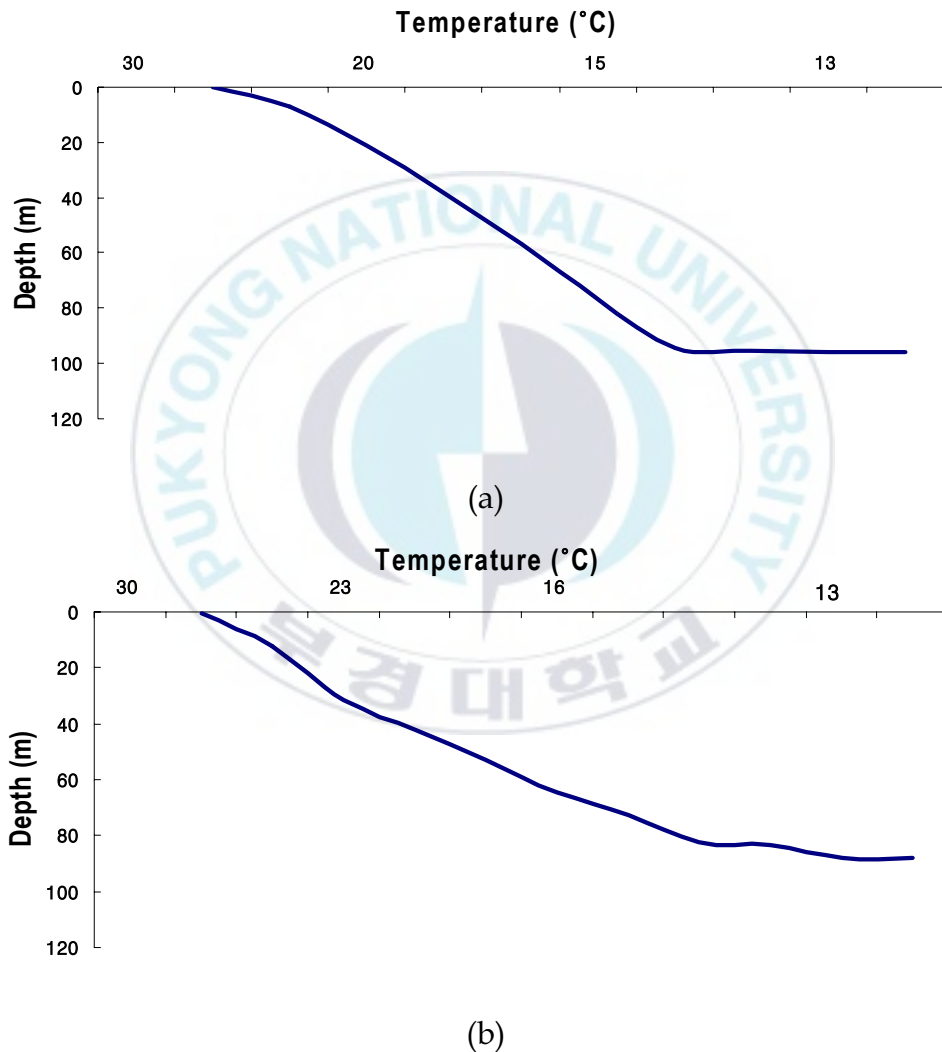


Fig. 12. Variation of temperature according to depth.
(a)existing fishing gear A (b)existing fishing gear B

2. 현용어구의 부력조정에 따른 전개성능

현용어구의 부력조정에 따른 전개성능을 조사하기 위해 현용어구 B를 사용하여 실험하였다. 현용어구 A를 분석하여 기존형 어구가 침강력에 비해 부력이 낮아 망고가 상당히 낮음으로 부력을 높임으로써 망고를 높일 수 있다는 예상 하에 현용어구 B를 통해 실험해 보았다. 현용어구B의 부력은 38.5kg, 침강력은 85.8kg으로 그 비는 44.9%였으며, 이 어구를 Table 3과 같이 부력과 침강력의 비를 각각 약 79.5%와 96.2%로 조정하여 실험을 하였다. 첫 번째로 현용어구 B의 부력과 침강력 비는 44.9%로 부력을 29.7kg 추가하여 34.6% 높임으로써 약 두 배인 80%하여 실험하였다. 두 번째는 부력을 45.5kg 추가하여 51.3%를 높임으로써 거의 부력과 침강력이 같은 96%로 조정하였으며 부력을 증가시키기 위해서 기존의 105mm 뜸에 210mm와 240mm 뜸을 추가하였다. 현용어구 B는 77개의 뜸 가운데 뜸줄 중앙부에 13개, 양쪽 날개부에 32개의 뜸이 일정하게 배열되어 있었다. Table 3에서 나타낸 바와 같이 우선, 부력과 침강력 비를 79.5%로 조정하기 위해, 중앙부와 양쪽 어깨받이 부분의 105mm 뜸 3개를 제거하여 240mm 뜸 3개로 대체하였고 날개부분에 5m의 간격으로 210mm 뜸 4개를 추가로 부착하여 부력을 68.2kg으로 조정하였다. 부력과 침강력 비를 96.2%로 조정하기 위해서는 앞의 79.5%를 조정한 배치에서 중앙부에 210mm 뜸을 하나 더 추가하고 날개에서 5m 떨어진 부분에 앞의 실험에서 210mm 뜸 대신

에 240mm 뜸을 달고 날개 앞부분에 210mm 뜸을 부착하여 부력을 82.5kg으로 조정하였다.

Table 3. Buoyancy calculation of the existing fishing gear B

Item	Existing fishing gear B	First buoyancy experiment	Second buoyancy experiment
Buoyancy, kg (a)	float Ø105 (0.5kg/1ea) 77ea $0.5 \times 77 = 38.5$	float Ø105 3ea remove Ø240 3ea (5.2kg/1ea) Ø210 4ea (3.9kg/1ea) $38.5 + (5.2 \times 3) + (3.9 \times 4)$ $-(0.5 \times 3) = 68.2$	float Ø105 3ea remove Ø240 5ea (5.2kg/1ea) Ø210 5ea (3.9kg/1ea) $38.5 + (5.2 \times 5) + (3.9 \times 5)$ $-(0.5 \times 3) = 82.5$
Sinking force, kg (b)	wire Ø14mm, lead 500g(weight) 75개 $52 + 0.45 \times 75 = 85.8$	85.8	85.8
(a)/(b) ×100, %	$38.5 / 85.8 \times 100 = 44.9$	$68.2 / 85.8 \times 100 = 79.5$	$82.5 / 85.8 \times 100 = 96.2$

Fig. 13~16에서 나타낸 것과 같이 부력을 79.5%로 조정하여 시험조업 한 결과 기존 평균망고 2.3m보다 높은 3.95m를 나타내었고 설계도상 추정 가능한 망고 4.94m에 대해 80%의 효율을 보였다. 부력을

96.2%로 한 시험조업의 경우는 기존보다 높은 3.96m를 나타내었고 설 계도상 추정 가능한 망고에 대해 80%의 효율을 나타내었다. 그물이 안정되기까지는 약 13분이 소요되었으며, 이는 부력이 증가하였기 때문에 기존의 현용어구보다는 시간이 조금 더 소요된 것으로 생각된다. 부력을 79.5%로 조정 한 망고와 96.2%로 조정 한 망고의 높이가 차이를 보이지 않는 것으로 보아 부력을 증가시킨다고 해서 망고를 높일 수는 없 으며 일정한 한계가 되면 더 이상의 부력은 의미가 없는 것으로 생각 된다.

또한 해상실험 중 발줄이 해저에 닿는 것을 알아보기 위해 어군탐지기 수심과 발줄에 부착한 MDS 수심을 비교해본 결과는 Table 5와 같 으며 차이가 약 50cm 정도이고 이는 발줄이 해저를 충분히 끄는 것으로 판단된다.

Table 4. Buoyancy and sinking force analysis of field experiment according to buoyancy change

Item	Existing fishing gear B	First buoyancy experiment	Second buoyancy experiment
Sinking force, kg (a)	85.80	85.80	85.80
Buoyancy, kg (b)	38.50	Additional Buoyancy (29.7kg, 34.6%) Total 68.20	Additional Buoyancy (45.5kg, 51.3%) Total 82.50
a/b×100, %	44.90	79.50	96.20
Estimated net height (c), m	4.94	4.94	4.94
Mean net height of experiment (d), m	2.28	3.95	3.96
Efficiency (d/c×100), %	43.9	80.0	80.0

Table 5. Comparison of MDS and fish finder depth

Item	Existing fishing gear B	First buoyancy experiment	Second buoyancy experiment
MDS depth, m	87.18	86.68	87.59
Fish finder depth, m	87.78	86.64	88.32

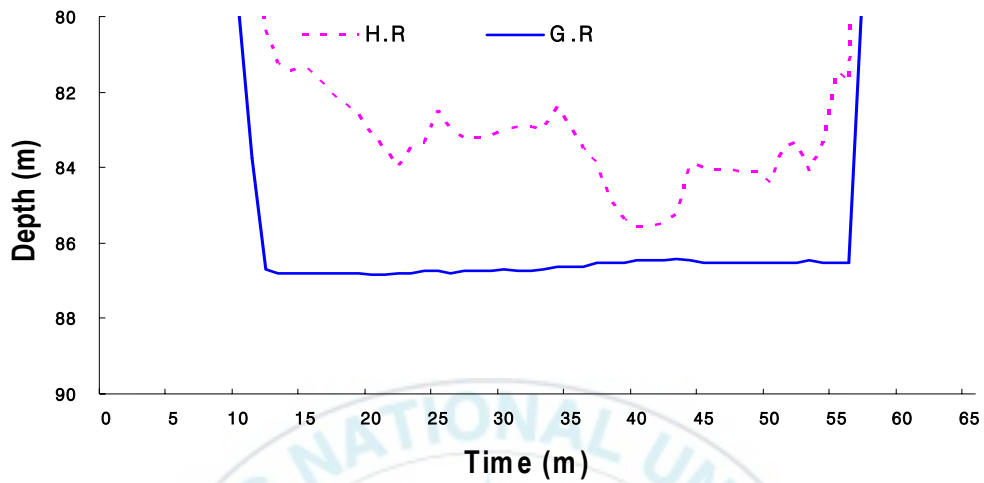


Fig 13. Variation of depth of G.R and H.R in the 79.5% buoyancy force.



Fig 14. Variation of the net height in the 79.5% buoyancy force.

- (a) net shooting (b) towing start (c) normal towing
- (d) towing end (e) net hauling (f) net hauling end
- (g) minimum vertical height (h) maximum vertical height

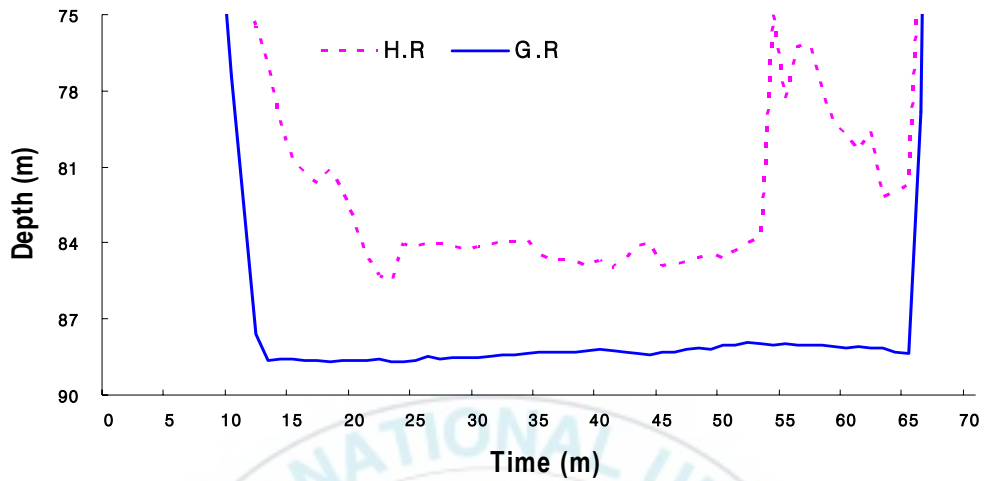


Fig 15. Variation of depth of G.R and H.R in the 96% buoyancy force.

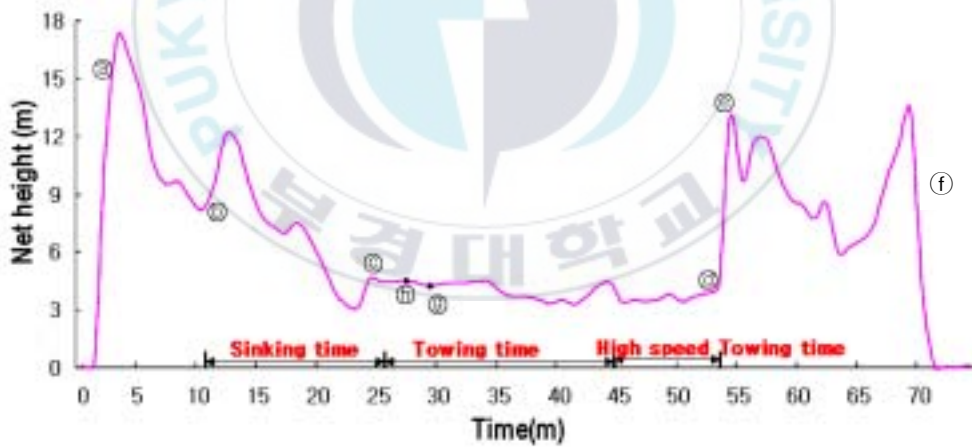


Fig 16. Variation of the net height in the 96% buoyancy force.

- Ⓐ net shooting Ⓑ towing start Ⓒ normal towing
- Ⓓ towing end Ⓔ net hauling Ⓕ net hauling end
- Ⓖ minimum vertical height Ⓗ maximum vertical height

현용 외끌이기선저인망의 어구는 전통적으로 전해오는 어구를 그대로 사용하고 있었으며 설계상의 변화는 미미한 상황이었다. 기존의 현용어구는 침강력에 비해 부력이 낮았으며, 본 실험 결과에서도 망고가 평균 2.0m으로 매우 낮게 나타났다. 현재 해황은 과거와 많이 다르다. 이는 자원부족, 환경오염 등 많은 요인으로 물고기의 생태 등도 변화하고 있음을 말해주고 그로인해 현재의 어구로는 과거와 같은 생산성을 기대하기 어렵기 때문에 현용어구에 대해 망고를 높이는 등의 개량의 필요성을 나타내준다.

따라서 현용어구에 뜸을 추가하여 망고를 조사하였으며 현용어구보다는 망고가 약 2배인 4.0m의 높이를 얻을 수 있었다. 또한 부력이 80%일 때 그물의 안정기의 망고가 부력이 96%일 때보다 고른 상태를 유지하였기 때문에 개량어구 설계시 부력을 침강력에 비해 80%로 해야 함을 보여준다.

3. 현용어구의 부력조정에 따른 어획성능 분석

Table 6은 부력조정 결과를 적용한 어선과 적용하지 않은 어선의 위판실적을 나타낸 표이다. 주 대상어종인 조기류는 참조기, 부세, 강달이, 보구치, 민어 등을 포함하고 있다. 위판실적을 살펴보면, 부력조정을 적용한 어선은 총 35종의 어종이 어획되었으며 총 725상자로 주 대상어종인 조기류는 553 상자가 어획되었다. 적용하지 않은 어선은 총 21종의 어종이 어획되었으며 총 704 상자로 조기류는 497상자가 어획되었다.

조기류 뿐 아니라 저중층 어종인 갈치를 살펴보면, 적용어선에서 갈치는 총 16상자로 적용하지 않은 어선의 6상자보다 두 배 이상의 어획이 되었다. 이는 망고가 적용하지 않는 어선에 비해 크기 때문에 갈치 같은 뜯 고기가 많이 어획된 것으로 사료된다.

Table 6. Result of the field operation in case of buoyancy and sinking force ratio is 80%

<existing fishing boat of 50%>

No.	Species	Box(ea)	Amount(won)
1	ray	2	82,000
2	pleuronectidae(medium)	23	3,026,000
3	pleuronectidae(small)	2	73,000
4	hairtail(medium)	4	284,000
5	hairtail(small)	2	45,000
6	edible cuttle fish	3	139,000
7	croaker	262	8,646,000
8	conger pike(small)	7	408,000
9	other sea bream	6	208,000
10	other fishes	60	1,292,000
11	blackthroat seaperch	25	1,002,000
12	brown croaker	13	1,257,000
13	white croaker	26	1,795,000
14	shrimp	24	781,500
15	bluefin searobin	16	395,000
16	yellow drum	1	66,000
17	blackmouth angler	33	1,916,000
18	yellow croaker(4 grade)	10	5,900,000
19	yellow croaker(5 grade)	84	13,440,000
20	yellow croaker(6 grade)	101	10,490,000
total		704	51,245,500

<application fishing boat of 80%>

No.	Species	Box(ea)	Amount(won)
1	ray	7	676,000
2	pleuronectidae	2	207,000
3	hairtail(large)	2	390,000
4	hairtail(medium)	7	145,000
5	hairtail(small)	7	525,000
6	croaker	334	8,238,000
7	conger pike	3	146,000
8	other crab	1	40,000
9	other sea bream	3	247,000
10	other shrimp	5	280,000
11	other croaker	2	157,000
12	flatfish	2	120,000
13	blackthroat seaperch	17	645,000
14	spiny lobster	19	418,000
15	brushtooth lizardfish	9	143,000
16	octopus	1	27,000
17	brown croaker(4 grade)	20	1,763,000
18	brown croaker(small)	1	58,000
19	butterfish(small)	39	234,000
20	white croaker	52	1,808,000
21	puffer	1	56,000
22	conger eel	5	530,000
23	shark	2	76,000
24	tonguefish	1	58,000
25	bluefin searobin	2	74,000
26	flathead mullet	5	125,000
27	scorpion fish	1	38,000
28	blackmouth angler	12	694,000
29	squid	14	784,000
30	red horsehead	5	270,000
31	yellow croaker(4 grade)	5	3,300,000
32	yellow croaker(5 grade)	57	12,840,000
33	yellow croaker(6 grade)	67	6,566,000
35	yellow croaker(7 grade)	15	990,000
total		725	42,668,000

4. 개량어구 전개성능

개량어구 설계는 현용어구의 부력 조정 실험결과와 어민들의 의견을 수렴하여 제작하였다. 먼저, 현용어구 A와 개량어구의 어구저항비를 구하였다. 어구저항(R)은 $R = C \cdot \frac{d}{l} \cdot a \cdot b \cdot v^2$ 의 식에 근거하여 분석하였으며, 그 결과 계수 C와 예망속도 v 를 동일하게 두고 C와 v 항목을 소거하여 저항의 비교치를 구하면 Table 6과 같다. 개량어구 설계는 현용어구 A를 1.0으로 두고 어구 저항비를 현용어구보다 같거나 작게 설계하였다.

Table 7. Resistance comparison index of improved danish seine and existing danish seine

Item	Existing danish seine A type	Improved danish seine
d/l	0.077	0.046
a, m	66.60	99.00
b, m	53.20	55.60
(d/l)×a×b	272.82	253.20
comparison index	1.00	0.93

개량어구를 분석한 결과, 발줄과 뜀줄의 길이를 108.98m와 96.88m로 기존보다 길게 하였으며 그물코의 크기도 날개부터 200mm, 150mm, 100mm 의 순으로 점점 작게 하여 끝자루가 40mm로 설계하였다. 뜀줄은 PP 컴파운드 로프로 $\phi 16\text{mm}$ 이고 뜀은 $\phi 105\text{mm}$ 중공형 86개, $\phi 210\text{mm}$ 이 8개, $\phi 240\text{mm}$ 이 4개로 구성하였다. 발줄은 두 가지로 구성되었는데 날개쪽 부분은 와이어 12mm, PP 로프 9mm에 T/C 로프 13mm로 써빙한 로프를 사용하였고 중앙부에는 와이어 12mm, PP 로프 9mm에 T/C 로프 15mm로 감은 로프를 사용하였다. Table 7에서 나타낸 바와 같이 부력은 76.2kg, 침강력은 94.6kg으로 침강력에 비해 부력이 약 80.5%이었다.

Table 8. Analysis of the improved danish seine net

Item	Improved danish seine
Head Rope, m	96.88
Buoyancy (a), kg	76.20
Float ($\phi 105$), ea	86
($\phi 210$)	8
($\phi 240$)	4
Ground Rope, m	108.98
Sinking force (b), kg	94.60
$a/b \times 100$, %	80.5

개랑어구의 해상실험 결과, 발줄과 뜸줄의 수심변화는 Fig. 17과 Table 9에서 나타내었듯이 평균망고는 약 5.0m이고 망고가 설계도상 추정 가능한 망고 8.58m의 약 58.3%의 높이였다. 이 값은 현용어구 B의 평균망고 2.3보다 약 두 배의 값이다. 이때 시험조업어선의 예망속도는 평균 1.4knot이고, 투망이 완료된 후 그물이 안정되기까지 약 20분이 소요되었다.

Table 9. Analysis of field experiment in the improved danish seine

Item	Improved danish seine
Estimated net height ^(c) , m	8.58
Experimented net height ^(d) , m	5.00
Efficiency($d/c \times 100$), %	58.3

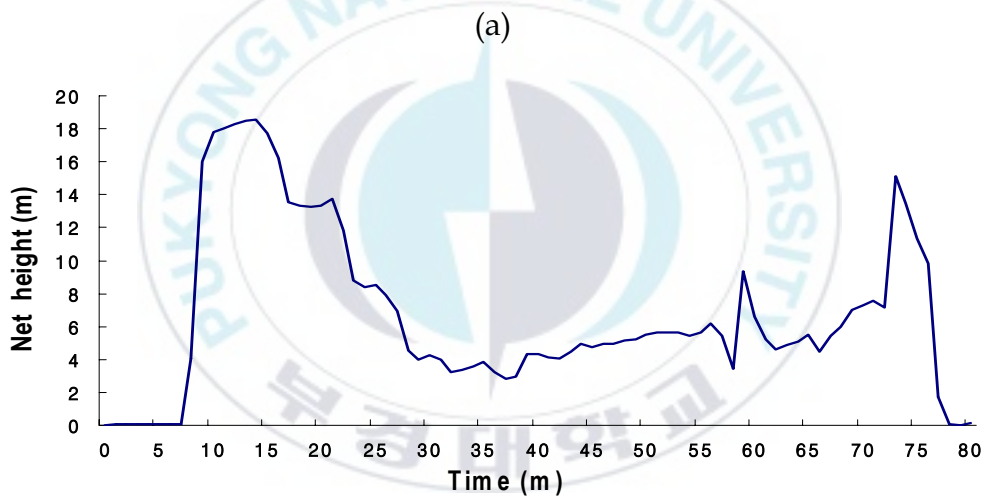
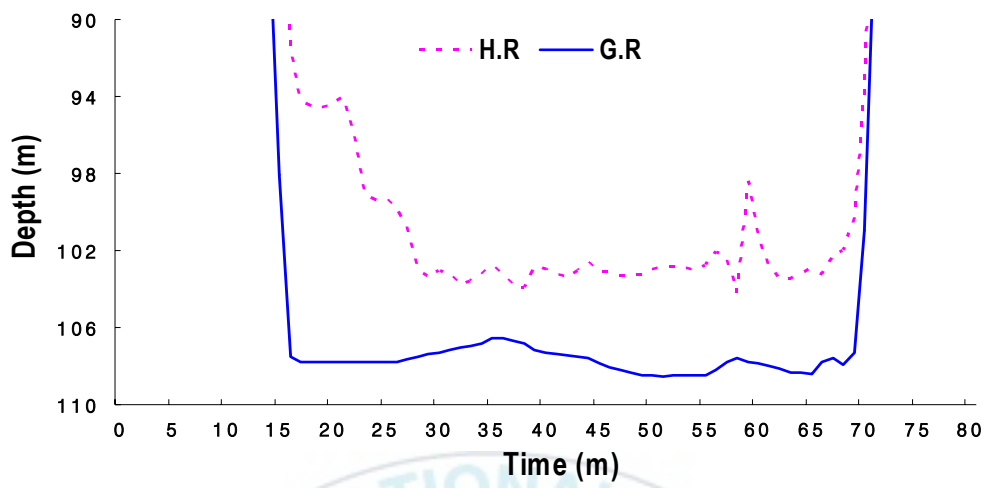


Fig. 17. Variation of the depth of G.R and H.R (a) and net height (b) in the improved seine.



(a)



(b)



(c)



(d)

Fig. 18. Field experiment with the improved danish seine.

- (a) fishing gear load
- (b) attachment of depth sounder
- (c) shooting net
- (d) hauling net

5. 고찰

현용 외끌이기선저인망에 대해 분석한 결과 약 2.0m의 낮은 망고를 나타냈으며 설계도로 추정할 수 있는 망고의 43% 정도로 효율이 매우 낮았다. 이것은 부력과 침강력을 비교해 볼 때 침강력에 비해 부력이 매우 낮은 것으로 사료된다. 이를 근거로 현용어구에 부력을 높임으로써 망고를 키울 수 있음을 가정하고 실험하였다. 부력을 80%와 96%로 높혀 실험한 결과 기존현용어구보다 망고가 약 2배로 높아지는 것을 검증하였으며 이 결과를 적용하여 갈치와 같은 저중층어종이 어획됨으로써 그 어획성능을 확인할 수 있었다.

이를 바탕으로 개량어구를 제작하여 해상 실험하였다. 실험과정에서 날개부분 그물코의 크기가 커서 $\phi 105\text{mm}$ 뜰이 그물코 사이로 들어가 뭉치는 현상을 보였고, 부세가 끝자루에 어획되지 않고 날개부분의 망목에 꽂혀 어체손상을 입으므로 보다 작은 망목이 요구되었다. 또한 발줄이 기존보다 뾰뚱하여 갑판 위에서 줄을 사릴 때 어민들의 불편함이 있었으며 갈치와 같은 뜰 고기가 많이 빠져나가는 등의 문제점이 발생하였다.

이에 어민들의 요구사항과 실험결과를 바탕으로 제작과정에 선주 및 선장이 직접 참여하여 실제 사용되고 있는 어구의 수준으로 새로운 개량어구(Fig. 19)를 설계하여 완성도를 높였으며 현재 시험조업을 준비중에 있다.

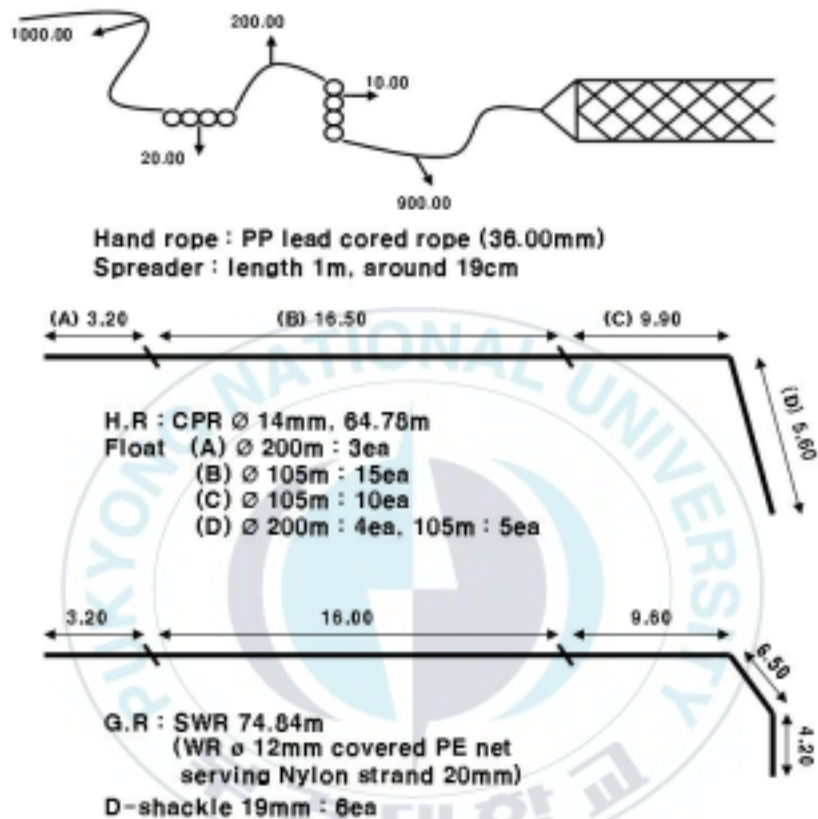


Fig. 20. Arrangement of hand rope, head rope and ground rope of the improved danish seine.

외끌이기선저인망은 다른 쌍끌이기선저인망, 트롤 보다 어구의 규모 면에서 2/3 수준이다. 유류 소비량으로 비교해 볼 때, 쌍끌이기선저인망은 하루에 50드럼, 트롤은 30드럼을 사용하지만 외끌이기선저인망은 2~3드럼을 사용해서 다른 기선저인망에 비해 매우 적은 양을 소모한다. 생산량을 비교해보면 2004년을 기준으로 쌍끌이기선저인망 79,560톤, 트롤 77,939톤, 외끌이기선저인망 5,410톤으로 다른 업종에 비해 낮은 생산량을 보이지만 장기적으로 고유가 시대에 낮은 기름소모량에 비해 일정한 생산량을 유지하기 위해서는 외끌이기선저인망이 다른 업종에 비해 유리하다고 생각된다. 또한 FAO에서는 트롤이나 쌍끌이는 환경 및 자원파괴가 큰 어법이므로 이와 같은 강력한 예망어구의 대체 어구로써 외끌이기선저인망의 사용을 권장하고 있다.

따라서 본 연구를 통해 기존 외끌이기선저인망의 생산성을 향상시키는 동시에 나아가 남획이나 투기 문제 등을 고려하고 그리드와 같은 소형어 탈출장치를 통해 어린치자어를 보호하는 자원관리형 어구로 발전한다면 장래성 있는 어업으로 지속될 것으로 사료된다.

요 약

본 연구는 현재 사용되고 있는 외끌이기선저인망의 어획성능 향상을 위한 기초연구로써 현용어구의 정확한 분석과 수중전개형상을 규명하기 위해 현용어구에 대한 망고를 측정하고자 하였다. 또한, 그 자료를 바탕으로 개량어구를 만들어 성능을 실험하였다.

이를 위해 현용 외끌이기선저인망에의 발줄과 뜰줄의 중앙부에 측심기를 부착하여 망고를 측정하였고 현용어구에 부력을 변화시켜 망고를 계측하였다.

그 실험결과를 보면 다음과 같다.

1. 현용어구에서 가로 성형률 0.40인 설계도상의 망고는 각각 4.34m와 4.34m로 추정되었다.
2. 현용어구의 해상실험에서 망고는 현용어구 A가 1.8m와 현용어구 B가 2.3m로 설계도상 추정 가능한 망고의 각각 36.4%, 46.2%로 나타났다.
3. 예망수심의 수온은 13.2~13.3℃이고 표층수온은 23.4℃와 28.2℃로 나타났다.

4. 현용어구의 침강력에 대해 부력을 79.5%와 96.2%로 조정하여 실험한 결과 79.5%의 부력은 기존의 망고보다 높은 3.95m로 설계도상 추정 가능한 망고의 80%였다. 그리고 96.2%로 조정하여 실험한 결과, 망고는 3.96m로 설계도상 추정 가능한 망고에 80%를 나타냈다.

5. 침강력에 비해 부력의 비를 높인다고 망고가 커지는 것이 아니며 침강력에 비해 부력의 비를 80%로 조정하는 것이 적합하다고 생각된다.

6. 개량어구의 해상 실험 결과, 평균망고는 5.0m이고 설계도상 추정 가능한 망고 8.58m의 약 58.3%를 나타냈다.

감사의 글

본 논문이 완성되기까지 부족한 저에게 세심하고 따뜻한 가르침을 주신 이주희 교수님께 깊은 감사와 존경의 마음을 드립니다. 그리고 바쁘신 와중에서도 깊은 관심과 많은 조언으로 논문의 결실을 맺도록 이끌어 주신 권병국 교수님과 이춘우 교수님께 깊은 감사의 마음을 드립니다.

본 논문을 준비하는 과정에서 어구제작에 도움을 주신 대어산업 이관희 실장님을 비롯한 직원 분들과 현장실험을 도와주신 김삼룡 외끌이기선저인망 협회장님을 비롯한 선주 및 어민 분들에게도 진심으로 감사드립니다. 또한 논문을 쓰는데 있어 많은 격려와 조언을 해주신 유제범 선배님, 항상 따뜻한 조언과 옆에서 힘이 되어주신 김부영 선배님, 그리고 실험실에서 동고동락하는 김병수 선배님께 감사의 마음을 전합니다.

아낌없이 조언을 해주신 수산물리학과 교수님들과 선·후배님들께 감사드리며, 옆에서 응원해준 최무열 선배님, 박희원, 권유정, 성미란, 김영애 동기님께도 감사하는 마음을 전합니다.

끝으로, 항상 만물을 믿어주시고 힘이 되어준 아버지, 어머니에게 감사와 사랑하는 마음을 글로나마 전합니다. 그리고 동생 채길이와 이모, 이모부에게도 감사의 마음을 전하며, 이 논문이 가족들에게 작은 선물이 되었으면 하는 바램입니다.

참고문헌

- suzuki O. (1963) : Behaviour of Sweep Line in Danish Seining-1.
Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 29(12), 1071~1076.
- Mouri K. · N. Higo · M. Gotoh (1976) : On an Approximation
Equation Applicable to the Designing of the Trawl Net- I .
Mem. Fac. Fish., Kagoshima Univ., 25(1), 107~115.
- 谷口武夫 (1961) : 二艘曳機船底曳網の模型實驗-II. 農水講研報, 17,
1~13.
- 肥後伸夫 (1966) : 機船底引網の漁具と漁獲性能に関する研究- I , 日水誌,
32(2), 130~136.
- 不破茂 · 肥後伸夫 (1973) : 底引網の網成りに研究, 鹿大水紀要, 23,
35~43.
- 不破茂(1983) : 底曳網の天井網に起因する揚力について. 鹿大水紀要, 32,
245~251.
- 김인진 · 이춘우 (1999) : 중층 트롤 어구의 망구 형상 해석, 한국어업기
술학회지, 35(2), 118~128.
- 김부영 (2004) : 흐름에 대한 모형 정치망의 형상 변화, 부경대학교 대
학원 석사학위논문, 36.
- 김대안 · 고관서 (1985) : 어구학, 교문출판사. 245~251.
- 박진영 (1999) : 중층 트롤 그물의 저항 분포 해석, 부경대학교 대학원
석사학위논문, 38.

- 이주희 (1985) : 저인망의 어구형상에 관한 기본적 연구(Ⅲ), 한국어업기술학회지, 21(2), 89~98.
- 이주희 (1987) : 중형 외끌이기선저인망의 어구 개량을 위한 기초연구, 서남구기선저인망수협보고, 1~8.
- 이주희 · 신종근 (1988) : 외끌이기선저인망 그물의 전개성능에 관한 모형실험, 한국어업기술학회지, 24(1), 22-29.
- 장충식 (1996) : 쌍끌이 중층트롤의 전개성능과 조업특성에 관한 연구, 부산수산대학교 대학원 박사학위논문, 122.
- 이주희 · 유제범 · 이춘우 · 권병국 · 김정문 (2003) : 무부자 쌍끌이 중층방 어구어법의 개발(Ⅰ) -아래끌줄의 길이에 따른 모형어구의 전개성능-, 한국어업기술학회지, 39(1), 33~43.
- 이병기 (1985) : 근해 저인망 · 트롤어법 태화출판사, 14~17.
- 이병기 · 박승원 · 김진건 (1985) : 연근해어업개론 · 태화출판사, 246~299.
- 국립수산과학원 (2002) : 한국어구도감, 391-392.
- 해양수산부 (2001) : 동해구트를 및 외끌이기선저인망의 조업시스템 및 어구 개량, 179.