

부력조정에 의한 외끌이기선저인망의 어획성능 개선

이혜옥* · 이주희¹ · 권병국¹ · 김부영 · 김병수 · 유제범
부경대학교 수산물리학과*, ¹부경대학교 해양생산시스템관리학부

Improvement of fishing efficiency of Danish seine to ratio of buoyancy by sinking force

**Hye-Ok LEE*, Ju-Hee LEE¹, Byeong-Guk KWON¹, Bu-Yeong KIM,
Byung-Soo KIM and Je-Bum YOO**

*Department of Fisheries Physics, Graduate school, Pukyong National University,
Busan 608-737, Korea*

*¹Division of Marine Production System Management, Pukyong National University,
Busan 608-737, Korea*

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 was 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. The net height estimated from the design plan of horizontal hanging ratio 0.40 in the existing Danish seine A and B estimated both 4.94m. The net height of the existing Danish seine A and B was respectively 1.8m and 2.3m, which form 36.4% and 46.2% of the net height estimated from the design plan. 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. It is not necessarily that the high buoyancy/sinking force ratio make the high net height, 80% is adequate as the buoyancy/sinking force ratio. In case of the improved Danish seine, the mean net height was about 5.0m, means 58.3% of estimated net height 8.58m.

Key words : Danish seine, Fishing efficiency, Buoyancy, Sinking force

*Corresponding author: lho-1004@hanmail.net, Tel: 82-51-620-6122, Fax: 82-51-622-3306

서 론

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 실정이므로 대상어종의 전환이 필요한 현시점에 적합한 어구어법의 개발이 시급하다.

외끌이기선저인망에 관한 연구로는 먼저, 국내에서는 외끌이기선저인망의 어구 개량을 위한 기초 연구(Lee, 1987), 외끌이기선저인망 그물의 전개성능에 관한 연구(Shin, 1988) 등 외끌이기선저인망의 어구개량을 위한 연구가 있고, 동해구 중형 외끌이기선저인망에 관한 연구(Lee et al, 2001)가 있다. 국외에서는 후릿줄의 작용 (Suzuki, 1963), 외끌이기선저인망의 어구와 어획성능(Higo, 1966) 등이 있다. 이들 연구는 주로 어구역학에 관한 연구가 주를 이루고 있으며 현용어구분석, 설계이론적 분석 및 어장에서 어구형성에 대한 연구는 이루어지지 않았다.

따라서, 본 연구에서는 어획의 대상이 되는 대

체어종의 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

실험어구

현용어구

본 연구에 사용된 어구는 현재 우리나라 서남해구 대형외끌이기선저인망 어선(88.00G/T, 420ps)에서 사용되고 있는 어구로써 설계도는 Fig. 1-4와 같다. 현용어구 A에서 사용한 망지는 재질이 폴리에틸렌(PE)으로 날개부분의 엽음장과 끌자루를 제외한 모든 부분에서 망사의 합사수와 망목의 크기는 18합사, 38mm이었으며, 엽음장에는 45합사 120mm, 끌자루에는 60

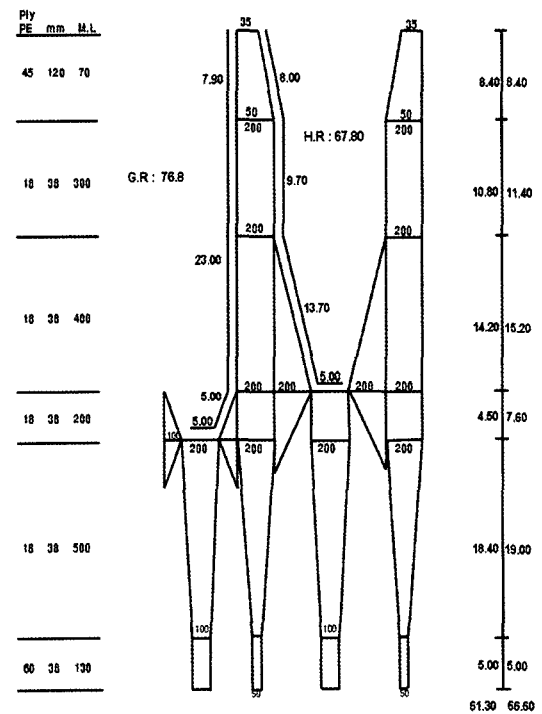


Fig. 1. Plan of the existing Danish seine of A type.

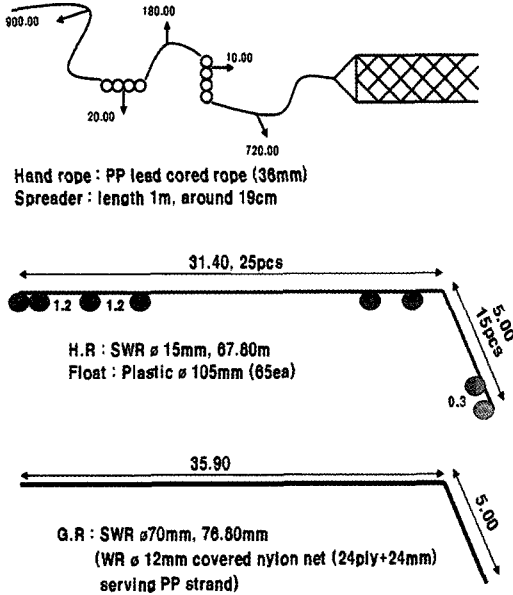


Fig. 2. Arrangement of hand rope, head rope and ground rope of the existing Danish seine of A type.

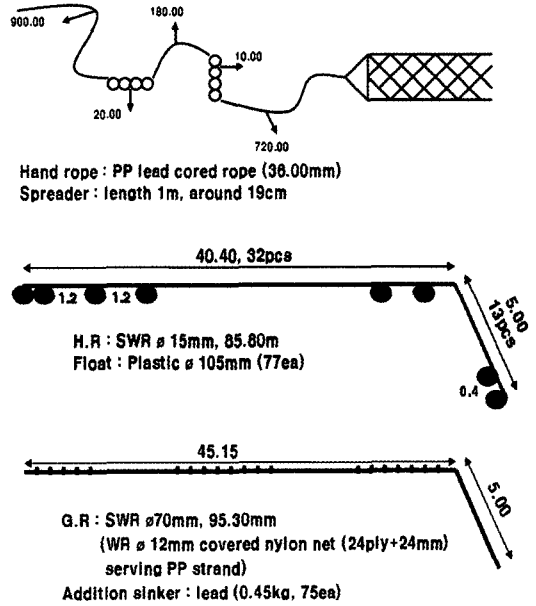


Fig. 4. Arrangement of hand rope, head rope and ground rope of the existing Danish seine of B type.

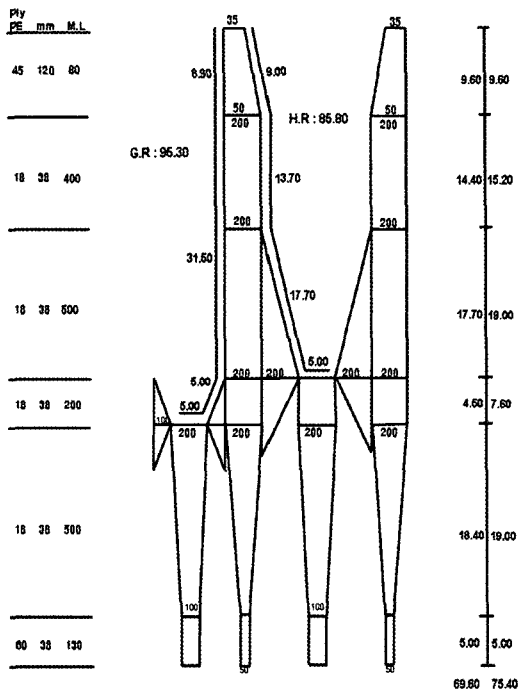


Fig. 3. Plan of the existing Danish seine of B type.

합사 38mm이었다. 자루그물은 개량4매식이며, 엽음장 끝에는 갯대가 있다. 그물의 길이는 66.6m, 폭이 53.2m이다. 또한, 후릿줄은 1,750m로 로프-체인-로프-체인의 순으로 구성되며 로프는 ϕ 36mm의 연심로프를 사용하였다. 뜰줄은 ϕ 12mm의 와이어로프에 PP strand로 감은 ϕ 15mm인 SWR를 사용하였고 뜰은 ϕ 105mm인 증공형 뜰(내압 수심 500m)을 일정하게 배열하여 사용하였다. 발줄은 ϕ 12mm의 와이어로프에 나일론 그물을 감고 그 위에 PP strand로 감은 ϕ 70mm인 SWR를 사용하였다. 현용어구 B의 경우는 현용어구 A보다 날개부분이 26m 더 길며 발줄에 납을 33.75kg 추가로 부착하여 침강력을 더 주었으며 뜰의 개수도 ϕ 105mm 뜰을 12개 더 부착하였다.

개량어구

개량어구는 현용어구를 기본으로 하여 부력조정에 따른 해당 시험조업의 결과와 어민들의

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(88.47G/T, 420ps)와 7유성호(77.54G/T, 420ps)를 이용하여 부산근해에서 실시하였다.

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

실험은 현용 외끌이기선저인망의 뜰줄과 발줄의 정중앙부에 mds 1개씩 부착하여 투망하였고 양망하고 난 후 mds의 자료를 받아 분석하였다. 부력조정은 Fig. 9와 같이 기존의 $\phi 105\text{mm}$ 의 뜰에 $\phi 210\text{mm}$, $\phi 240\text{mm}$ (내압수심 500m)의 중공형 뜰을 추가하여 80%와 96%의 부력으로 조정하였다. 망고는 뜰줄과 발줄의 정중앙부의 mds 수심 자료를 이용하여 발줄 수심에서 뜰줄 수심의 차로써 구하였다. 추정망고는 설계도상 옆판의 뺨친 길이에 가로성형률(0.4)을 고려하여 구하였고 추정망고에 대해 해상시험에서 구한 평균망고의 비율을 구해 전개효율을 알아보았다. 시험조업에서의 예망속도는 실제 조업에서와 같도록 하였으며, 평균적으로 1.2knot 정도로 예망하다가 양망하기 전 2.2knot로 속도를 높였다. 투망은 약 15-20분, 예망시간은 평균 50분, 양망시간은 25-30분 정도였다.

개량어구에 대한 실험도 mds를 이용하여 현용 외끌이기선저인망 실험과 동일하게 하여 망고를 측정하였다.

해상실험에서 발줄이 해저에 정지하는 것은 어군탐지기상의 수심과 발줄 중앙부의 mds 수

심이 같고, 발줄부와 뜰줄부의 mds 수심의 차이인 망고의 변화에서 알 수 있었으며, 이 망고의 변화를 분석하여 예망속도의 변화에 따른 어구 전개상태를 추정할 수 있었다.

결과 및 고찰

현용어구의 전개성능

현용어구분석

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

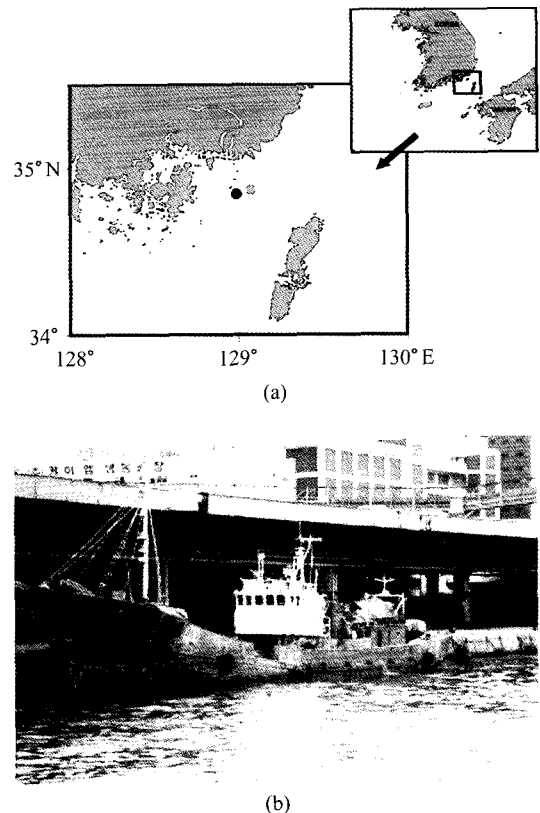


Fig. 8. Experimental position (a) and experimental boat (b) of the field experiment in this study.

어선에서 사용하는 현용어구에 대해 조사하였다. 1차 조사에 사용한 어구를 A라 하고, 2차 조사에 사용한 어구를 B라 하였다.

Table 1에서 나타낸 바와 같이 외끌이기선저인망에서 사용되는 어구를 분석한 결과, 현용어구 A는 뜰줄이 67.8m, 발줄이 76.8m이고 부력은 26.0kg, 침강력은 56.7kg으로 침강력에 대해 부력이 약 45.9%이다.

현용어구 B는 뜰줄이 85.8m, 발줄이 95.3m이

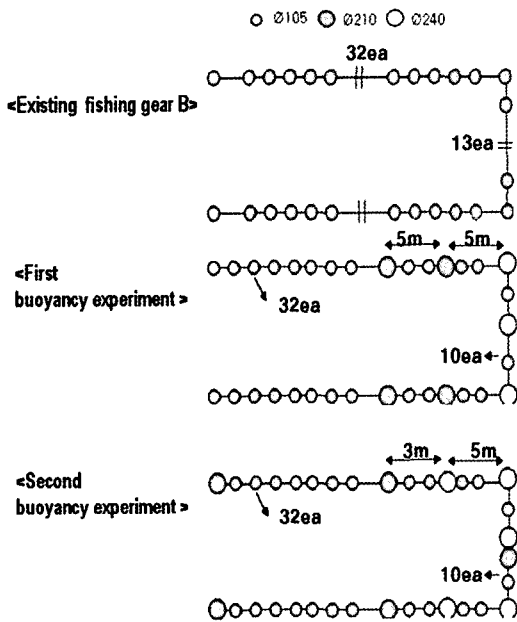


Fig. 9. Float plan of buoyancy experiment in the existing fishing gear of B type.

고 부력은 38.5kg, 침강력은 85.8kg로 선장의 경험에 의해 납을 발줄에 추가하였고 부력과 침강력의 비가 약 44.9%로 나타났다.

저층트롤어업에서 보면, 대상어족에 따라 부력/침강력 및 예망속도를 다르게 하여 조업하고 있다. 즉, 유영속도가 느린 저서성어족의 경우 부력/침강력 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 부력/침강력이 50%정도는 타당하다고 보이며, 유영속도가 다소 빠른 조기류의 경우 망고 높이기 위해서는 부력/침강력을 80-100%로 조정하여 예망하는 것이 바람직할 것이라고 본다.

이러한 관점에서 보면 두 현용어구는 부력이 침강력에 비해 낮은 것으로 나타났으며, 따라서 낮은 망고가 예상되었다.

현용어구 해상실험

Table 2에서 나타낸 바와 같이 해상에서의 실험 결과, 현용어구 A의 발줄과 뜰줄의 수심 및 망고변화는 Fig. 10과 같고 평균망고는 약 1.8m이고 망고가 설계도상 추정 가능한 망고 4.94m의 약 36.4%의 높이였다. 현용어구 B의 발줄과

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

Item		Existing fishing gear A	Existing fishing gear B
Buoyancy (a)	Head rope, m	67.80	85.80
	Float(φ 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

뜸줄의 수심 및 망고변화는 Fig. 10과 같고 평균 망고 약 2.3m이고 망고가 설계도상 추정 가능한 망고 4.9m의 약 46.2%의 높이를 나타내었다. 이때 시험조업어선의 예망속도는 평균 1.2knot이었고, 투망이 완료된 후 그물이 안정되기까지 약 10분이 걸렸으며, 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.

현용어구의 부력조정에 따른 전개성능

현용어구의 부력조정에 따른 전개성능을 조

사하기 위해 현용어구 B를 사용하여 실험하였다. 현용어구 A를 분석하여 기존형 어구가 침강력에 비해 부력이 낮아 망고가 상당히 낮음으로 부력을 높임으로써 망고를 키울 수 있을 수 있을 거라는 예상 하에 현용어구 B를 통해 실험해 보았다. 현용어구 B의 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% 높임으로써 거의 부력과 침강력이 같은 96%로 조정하였으며 부력은 증가시키기 위해서 기존의 $\phi 105\text{mm}$ 뜬에 $\phi 210\text{mm}$ 와 $\phi 240\text{mm}$ 뜬을 추가하여 조정하였다. 현용어구 B는 77개의 뜬을 센터에 13개의 뜬을 배열하고 32개의 뜬을 양쪽 날개 부분에 일정하게 배열되어 있었다. Table 3에서 나타낸 바와 같이 우선, 부력과 침강력 비를 79.5%로 조정하기 위해, 센터 중앙부분과 양쪽 어깨받이 부분의

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

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

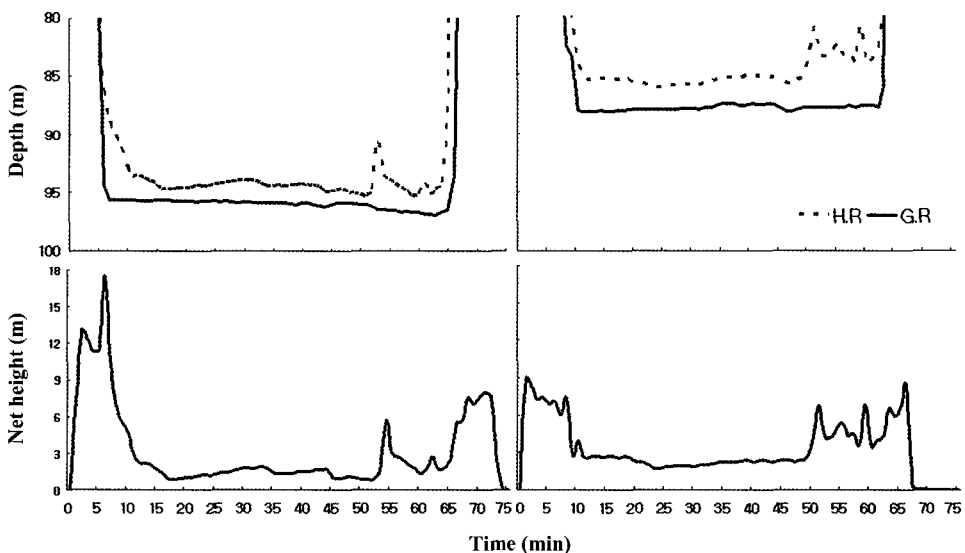


Fig. 10. Variation of the depth of G.R and H.R and net height in the existing fishing gear A (a) and in the existing fishing gear B (b).

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 $\phi 105$ (0.5kg/1ea) 77ea $0.5 \times 77 = 38.5$	float $\phi 105$ 3ea remove $\phi 240$ 3ea (5.2kg/1ea) $\phi 210$ 4ea (3.9kg/1ea) $38.5 + (5.2 \times 3) + (3.9 \times 4)$ $- (0.5 \times 3) = 68.2$	float $\phi 105$ 3ea remove $\phi 240$ 5ea (5.2kg/1ea) $\phi 210$ 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 $\phi 14$ mm, lead 500g(weight) 75ea $52 + 0.45 \times 75 = 85.8$	85.8	85.8
a/b $\times 100$, %	$38.5/85.8 \times 100 = 44.9$	$68.2/85.8 \times 100 = 79.5$	$82.5/85.8 \times 100 = 96.2$

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

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

Table 5. Comparison of depth measured with MDS and fish finder

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

$\phi 105$ mm 뜬을 3개 제거하여 $\phi 240$ mm 뜬 3개로 대체하였고 날개부분에 5m의 간격으로 $\phi 210$ mm 뜬 4개를 추가로 부착하여 부력을 68.2kg으로 조정하였다. 부력과 침강력 비를 96.2%로 조정하기 위해서는 앞의 79.5%를 조정 한 배치에서 센터 중앙에 $\phi 210$ mm 뜬을 하나 더 추가하고 날개에서 5m 떨어진 부분에 앞의 실험에서 $\phi 210$ mm 뜬 대신에 $\phi 240$ mm 뜬을 달고 날개 앞부분에 $\phi 210$ mm 뜬을 부착하여 부력을 82.5kg으로 조정하였다.

Fig. 11 - 14에서 나타난 것과 같이 부력을 79.5%로 조정하여 시험조업 한 결과 기존 평균

망고 2.3m보다 높은 3.95m를 나타내었고 설계 도상 추정 가능한 망고 4.94m에 대해 80%의 효율이었다. 부력 96.2%로 한 시험조업의 경우는 기존보다 높은 3.96m를 나타내었고 설계도상 추정 가능한 망고에 대해 80%의 효율을 나타내었다. 그물이 안정되기까지는 약 13분정도 소요되었 으며, 이는 부력이 증가하였기 때문에 기존의 현용어구보다는 시간이 조금 더 걸린 것으로 생각된다. 부력을 79.5%로 조정한 망고와 96.2%로 조정 한 망고가 차이가 나지 않는 것으로 보아 부력을 증가시킨다고 해서 망고를 높일 수는 없고 일정한 한계가 되면 더 이상의 부력은 의미가 없

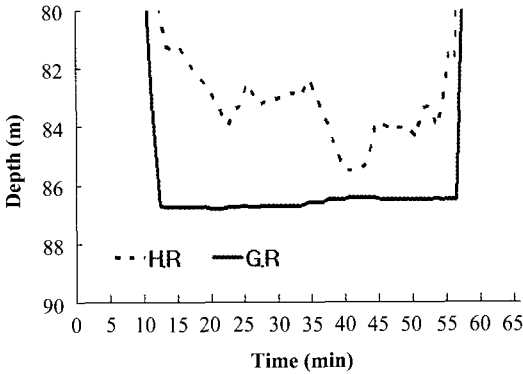


Fig. 11. Variation of depth of G.R and H.R in the existing fishing gear B with 79.5% of buoyancy and sinking force ratio.

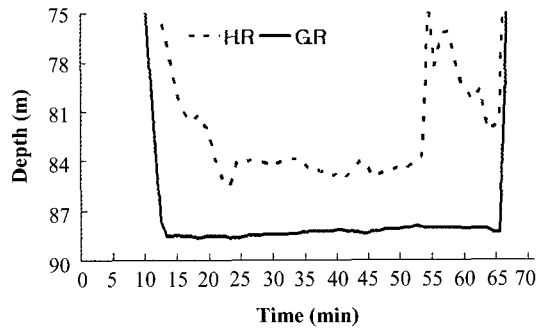


Fig. 13. Variation of depth of G.R and H.R in the existing fishing gear B with 96% of buoyancy and sinking force ratio.

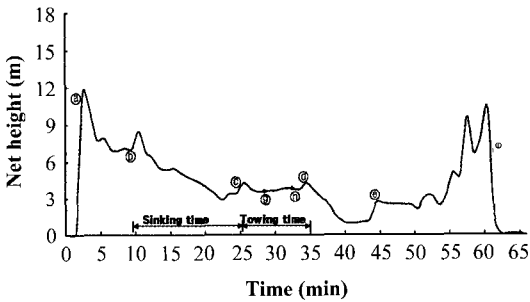


Fig. 12. Variation of the net height in the existing fishing gear B with 79.5% of buoyancy and sinking force ratio.

- ㉑ net shooting, ㉒ towing start, ㉓ normal towing,
- ㉔ towing end, ㉕ hand rope hauling, ㉖ net hauling end,
- ㉗ minimum vertical height, ㉘ maximum vertical height.

는 것으로 생각된다.

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

현용 외끌이기선저인망의 어구는 전통적으로 전해오는 어구를 그대로 사용하고 있었으며 아무런 변화를 주지 않아 왔고, 있었다고 해도 그 범위가 크지 않다. 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 변화

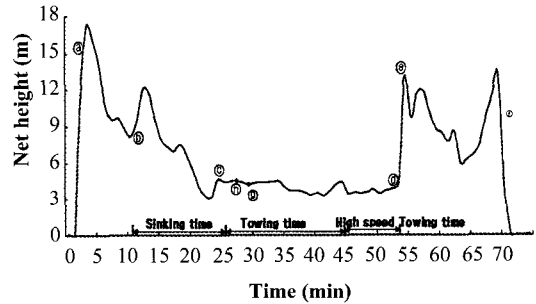


Fig. 14. Variation of the net height in the existing fishing gear B with 96% of buoyancy and sinking force ratio.

- ㉑ net shooting, ㉒ towing start, ㉓ normal towing,
- ㉔ towing end, ㉕ hand rope hauling, ㉖ net hauling end,
- ㉗ minimum vertical height, ㉘ maximum vertical height.

고 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 높은 상태를 유지하였기 때문에 개량어구 설계시 부력을 침강력에 비해 80%로 해야 함을 보여준다.

현용어구의 부력조정에 따른 어획성능 분석

Table 6은 부력조정 결과를 적용한 어선과 적

Table 6. Result of the field operation in case of buoyancy and sinking force ratio is 50% and 80%
<existing fishing boat of 50%>

Species	Box(ea)	Amount(won)
<i>Dasyatis akajei</i> etc, ray	2	82,000
<i>Cleisthenes pinetorum, Tanakius kitaharai</i> , pleuronectidae (medium)	23	3,026,000
<i>Cleisthenes pinetorum, Tanakius kitaharai</i> , pleuronectidae (small)	2	73,000
<i>Trichiurus lepturus</i> , hairtail (medium)	4	284,000
<i>Trichiurus lepturus</i> , hairtail (small)	2	45,000
<i>Sepia esculenta</i> edible, cuttle fish	3	139,000
<i>Collichthys niveatus</i> , croaker	262	8,646,000
<i>Muraenesox cinereus</i> , conger pike (small)	7	408,000
<i>Doderleinia berycoides</i> , blackthroat seaperch	25	1,002,000
<i>Miichthys miiuy</i> , brown croaker	13	1,257,000
<i>Argyrosomus argentatus</i> , white croaker	26	1,795,000
<i>Chelidonichthys spinosus</i> , bluefin searobin	16	395,000
<i>Nibea albiflora</i> , yellow drum	1	66,000
<i>Lophiomus setigerus</i> , blackmouth angler	33	1,916,000
<i>Pseudosciaena polyactis</i> , yellow croaker(4 grade)	10	5,900,000
<i>Pseudosciaena polyactis</i> , yellow croaker(5 grade)	84	13,440,000
<i>Pseudosciaena polyactis</i> , yellow croaker(6 grade)	101	10,490,000
total	614	48,964,000

<application fishing boat of 80%>

Species	Box(ea)	Amount(won)
<i>Dasyatis akajei</i> etc, ray	7	676,000
<i>Cleisthenes pinetorum, Tanakius kitaharai</i> , pleuronectidae (medium)	2	207,000
<i>Trichiurus lepturus</i> , hairtai (large)	2	390,000
<i>Trichiurus lepturus</i> , hairtail (small)	7	145,000
<i>Trichiurus lepturus</i> , hairtail (medium)	7	525,000
<i>Collichthys niveatus</i> , croaker	334	8,238,000
<i>Muraenesox cinereus</i> , conger pike	3	146,000
<i>paralichthys olivaceus</i> , flatfish	2	120,000
<i>Doderleinia berycoides</i> , blackthroat seaperch	17	645,000
<i>Ponulirus japonicus</i> , spiny lobster	19	418,000
<i>Saurida undosguamis</i> , brushtooth lizardfish	9	143,000
<i>Octopus dofleini dofleini</i> , octopus	1	27,000
<i>Miichthys miiuy</i> , brown croake	20	1,763,000
<i>Miichthys miiuy</i> , brown croake (small)	1	58,000
<i>Pampus argenteus</i> , butterfish (small)	39	234,000
<i>Argyrosomus argentatus</i> , white croaker	52	1,808,000
<i>Conger verreauxi</i> , conger eel	5	530,000
<i>Cynoglossus joyneri</i> , Gunther tonguefish	1	58,000
<i>Chelidonichthys spinosus</i> , bluefin searobin	2	74,000
<i>Mugil cephalus Linnaeus</i> , flathead mullet	5	125,000
<i>Lophiomus setigerus</i> , blackmouth angler	12	694,000
<i>Todarodes pacificus</i> , steenstrup squid	14	784,000
<i>Branchiostegus japonicus japonicusr</i> , red horsehead	5	270,000
<i>Pseudosciaena polyactis</i> , yellow croaker(4 grade)	5	3,300,000
<i>Pseudosciaena polyactis</i> , yellow croaker(5 grade)	57	12,840,000
<i>Pseudosciaena polyactis</i> , yellow croaker(6 grade)	67	6,566,000
<i>Pseudosciaena polyactis</i> , yellow croaker(7 grade)	15	990,000
total	710	41,774,000

용하지 않은 어선의 위판실적을 나타낸 표이다. 주 대상어종인 조기류는 참조기, 부세, 강달이, 보구치, 민어 등을 다 포함한 것을 말한다. 위판 실적을 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 살펴 보면, 적용어선에서 갈치는 총 16상자로 적용하지 않은 어선의 6상자보다 두 배 이상의 어획이 되었다. 이는 망고가 적용하지 않은 어선에 비해 크기 때문에 갈치 같은 뜯 고기가 많이 어획된 것으로 사료된다.

개량어구 전개성능

개량어구 설계는 현용어구의 부력 조정 실험결과와 어민들의 의견을 수렴하여 제작하였다. 먼저, 현용어구 A와 개량어구의 어구저항비를 구해 보았다. 어구저항(R)은 $R = C \cdot \frac{d}{l} \cdot a \cdot b \cdot v^2$ 의

식에 근거하여 분석하였으며, 그 결과 계수 C와 예망속도가 동일하다고 보고 C와 v항목을 소거하여 저항의 비교치를 구하면 Table 7과 같다. 개량어구 설계는 현용어구 A를 1.0로 보고 어구 저항비를 현용어구보다 같거나 작게 설계하였다.

개량어구를 분석한 결과, 발줄과 뜬줄의 길이를 108.98m와 96.88m로 기존보다 길게 하였으며 그물코의 크기도 날개부터 200mm, 150mm, 100mm 의 순으로 점점 작게 하여 끝자루가 40mm로 설계하였다. 뜬줄은 PP 컴파운드 로프로 $\phi 16$ mm이고 뜬은 $\phi 105$ mm 중공형 86개, $\phi 210$ mm이 8개, $\phi 240$ mm이 4개로 구성하였다. 발줄은 두 가지로 구성되었는데 날개쪽 부분은 와이어 12mm, PP 로프 9mm에 T/C 로프 13mm 로 써빙한 로프를 사용하였고 센터 쪽에는 와이

Table 7. Resistance comparison index of the improved and the 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

Table 8. Analysis of the improved Danish seine net

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

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

Item	Improved Danish seine
Estimated net height, m, (c)	8.58
Experimented net height, m, (d)	5.00
Efficiency(d/c × 100), %	58.3

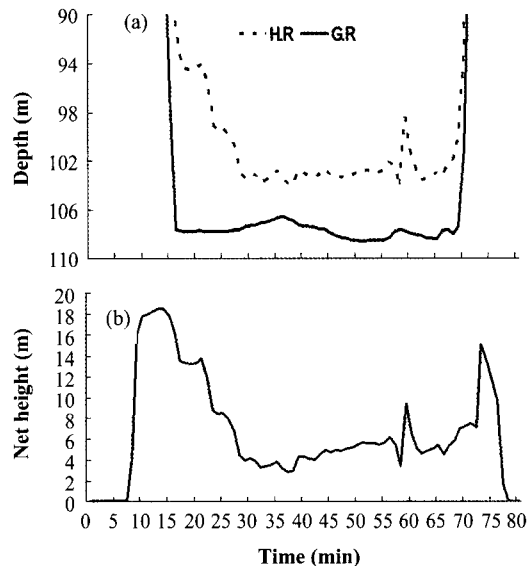


Fig. 15. Variation of the depth of G.R and H.R (a) and net height (b) in the improved Danish seine.

어 12mm, PP 로프 9mm에 T/C 로프 15mm로 감은 로프를 사용하였다. Table 8에서 나타낸 바와 같이 부력은 76.2kg, 침강력은 94.6kg으로 침강력에 비해 부력이 약 80.5%이었다.

개량어구의 해상실험 결과, 발줄과 뜰줄의 수심변화는 Fig. 15과 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 값이었다. 이때 시험조업어선의 예상속도는 평균 1.4knot이었고, 투망이 완료된 후 그물이 안정되기까지 약 20분이 걸렸다.

고찰

현용 외끌이기선저인망에 대한 분석한 결과 약 2.0m의 낮은 망고를 나타냈으며 설계도로 추정할 수 있는 망고의 43% 정도로 효율이 매우 낮았다. 이것은 부력과 침강력을 비교해볼 때 침강력에 비해 부력이 매우 낮기 때문이라 사료되었다. 이를 근거로 현용어구에 부력을 높임으로써 망고를 키울 수 있음을 가정하고 실험하였다. 부력을 80%와 96%로 키워 실험한 결과 기존현용어구보다 약 2배의 망고를 확인하였으며 이 결과를 적용하여 갈치와 같은 저중층어종의 어획 등 어획성능을 확인하였다.

이를 바탕으로 개량어구를 제작하여 해상 실험하였으며, 실험과정에서 날개부분 그물코의 크기가 커서 $\phi 105\text{mm}$ 뜰이 그물코 사이로 들어가 몽치는 현상이 일어났으며 부체가 망목에 잘 꽂혀 더 작은 망목이 요구되었다. 또한 발줄이 뺏뺏하여 갑판 위에서 줄을 사릴 때 어민들의 불편함이 있었고 갈치와 같은 뜰 고기가 많이 빠져나가는 등 문제점이 발생하였다.

이에 어민들의 요구사항과 실험결과를 바탕으로 제작과정에 선주 및 선장이 직접 참여하여 실제 사용되고 있는 어구의 수준으로 새로운 개량어구를 Fig. 16 - 17과 같이 설계하여 완성도를 높였으며 현재 시험조업을 준비 중에 있다.

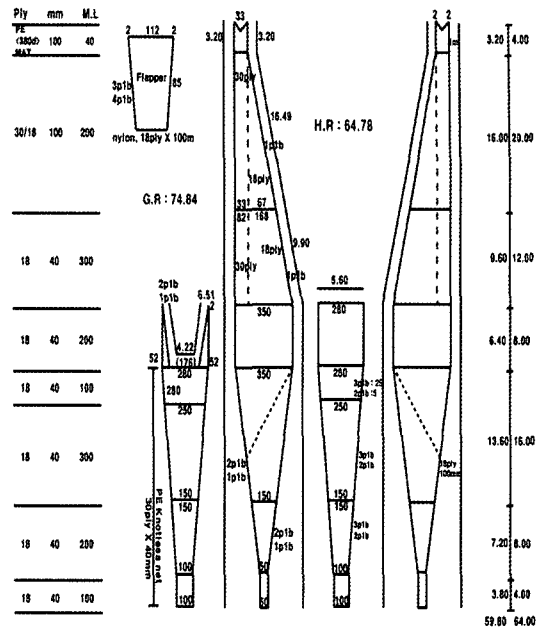


Fig. 16. Plan of the improved Danish seine.

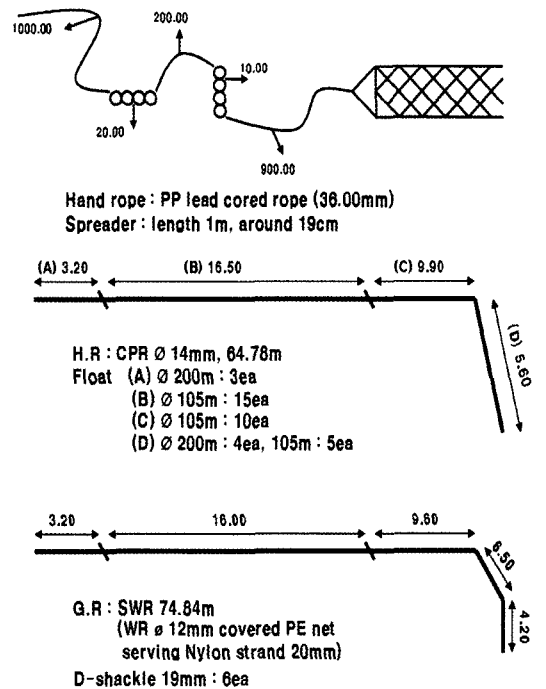


Fig. 17. Arrangement of hand rope, head rope and ground rope of the improved Danish seine.

외끌이기선저인망은 다른 쌍끌이기선저인망, 트롤 보다 어구의 규모면에서 2/3 수준이다. 유류 소비량으로 비교해 볼 때, 쌍끌이기선저인망은 하루에 50드림, 트롤은 30드림을 쓰지만 외끌이기선저인망은 2-3드림을 사용해서 다른 기선저인망에 비해 매우 적은 양을 소모한다. 생산량을 비교해보면 2004년을 기준으로 쌍끌이기선저인망 79,560ton, 트롤 77,939ton, 외끌이기선저인망 5,410 ton으로 다른 업종에 비해 낮은 생산량을 보이지만 장기적으로 고유가 시대에 낮은 기름소모량에 비해 일정한 생산량을 유지하기 위해서는 외끌이기선저인망이 다른 업종에 비해 유리하다고 본다. 또한 FAO에서는 트롤이나 쌍끌이는 환경 및 자원파괴가 크므로 이와 같은 강력한 예망어구의 대체어구로써 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.

결 론

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 뜸줄의 중앙부에 측심기를 부착하여 망고를 측정하였고 현용어구에 부력을 변화시켜 망고를 계측하였다. 이상의 결과를 종합하여 보면, 현용어구에서 가로성형을 0.40인 설계도상의 망고는 4.34m와 4.34m로 각각 추정되었다. 현용어구의 해상실험에서 망고는 현용어구 A가 1.8m와 현용어구 B가 2.3m로 설계도상 추정 가능한 망고의 36.4%, 46.2%

로 각각 나타내었다. 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 나타내었다. 침강력에 비해 부력의 비를 높인다고 망고가 커지는 것이 아니고 침강력에 비해 부력의 비를 80%로 하는 것이 적합하다고 생각된다. 개량어구의 해상 실험 결과, 평균망고는 5.0m 이고 설계도상 추정 가능한 망고 8.58m의 약 58.3%를 나타내었다.

참고문헌

- Higo. N., 1966. Studies on the relationship between the gear - types and the fishing efficiencies in the trawl nets - 1, The comparative study on the two types trawl nets in the bering sea.: Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 32(2), 130 - 136.
- Jang C.S., 1996. A study on the opening efficiency and the operational character of midwater pair trawl. Department of Fisheries Physics, Graduate School, National Fisheries University of Busan, pp. 122.
- Kim B.Y., 2004. Net shapes of the model set net in the flow. Department of Fisheries Physics, Graduate School, Pukyong National University, pp. 36
- Kim, I.J. and C.W. Lee, 1999. Analysis of the net mouth shape for a midwater Trawl Gear. Bull. Korean Fish. Tech. Soc., 35(2), 118 - 128.
- Lee J.H., 1985. Fundamental Studies on the net - shape of the drag Net (III) - The relationship between the section shape and the porosity of netting in the bag net. Bull. Korean Fish. Tech. Soc., 21(2), 89 - 98.
- Lee J.H., J.B. Yoo, C.W. Lee, B.G. Kwon and J.M. Kim, 2003. Development for fishing gear and method of the non - float midwater pair trawl net(I) - Opening efficiency of model net according to the length of lower warp. Bull. Korean Fish. Tech. Soc., 39(1), 33 - 43.
- Mouri K.N., Higo M.G., 1976. On an approximation

- equation applicable to the designing of the trawl net – I. Mem. Fac. Fish., Kagoshima Univ., 25(1), 107 – 115.
- Ministry Of Maritime Affairs & Fisheries(MOMAF), 2001 Development for the operating system and fishing gear of the eastern sea trawls and seine nets. pp. 178.
- Park J.Y., 1999. Analysis of resistance distribution of the midwater trawl net. Department of Fisheries Physics, Graduate School, Pukyong National University, pp. 38.
- Shin J.K., 1988. A model experiment on the shearing efficiency of danish seine net. Department of Fisheries Physics, Graduate School, National Fisheries University of Busan, pp. 26.
- Suzuki O., 1963. Behaviour of sweep line in danish seining – I. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 29(12), 1071 – 1076.
-
- 2007년 3월 29일 접수
2007년 5월 9일 수리