

## 기선권현망어구의 조업과정중 수중형상

안영수 · 장충식<sup>†</sup> · 이명규

경상대학교 해양산업연구소

## Underwater Geometry of the Anchovy Boat Seine in Process of the Fishing Operation

Young-Su AN, Choong-Sik JANG<sup>†</sup> and Myeong-kyu LEE

Institute of Marine Industry, Gyeongsang National University

This study was carried out to observe the underwater geometry of the anchovy boat seine by two fishing operation systems. One was a traditional operation system that used a fish detecting boat, another was a new operation system that used the same fishing gear with floats and sinkers in comparison with a fish detecting boat. Vertical opening of the fishing gear that used a new fishing operation was always high in comparison with a traditional operation system. After casting net, working depth of each part of the fishing gear that used a new operation system was almost constant, but was gradually shallow in a traditional operation system. Just before hauling net, working depth of each part of the fishing gear that used a new operation system was maintained stable, but was vertically unstable in a traditional operation system because a rear part of the fishing gear was risen up the upper layer. Just after hauling net, working depth of the fishing gear that used a new operation system was also maintained stable, and then anchovy school could be lead to bag net.

Key words : anchovy boat seine(기선권현망어구), casting net(투망), hauling net(양망), anchovy(멸치), bag net(자루그물)

### 서론

기선권현망어구는 표·중층성 어족에 속하는 멸치만을 대상으로 하기 때문에 초기인 60년대 말부터 90년대 이전까지는 침강력보다 부력이 훨씬 큰 표층 예망어구의 원리에 입각하여 구성되었으므로 뜬줄에 뜬(플라스틱구  $\phi 40\text{mm}$ , 26개, 스펀지 뜬  $120 \times 150\text{mm}$ , 100개)을 많이 부착하여 길이가

500~600m나 되는 오비기와 수비를 네트드럼으로 감아 들일 수가 없었다.

한편 그물배에 설치하는 네트드럼으로는 뜬을 부착한 긴 그물을 감을 수가 없어서 90년 초부터는 뜬을 달지 않는 PP로프 뜬줄을 그대로 사용하였으며, 발출의 침강력을 얻기 위해서 PP로프에 체인을 달았으나, 이 역시 네트드럼에 의한 투·양망 과정에서 많은 문제가 발생하였다. 이러한 양망과정의

<sup>†</sup>Corresponding author : jangcs@gachuk.gsnu.ac.kr

문제점을 개선하기 위해 PP로프에 납을 넣어 끈 연심로프를 발줄로 사용하게 되었으므로 투·양망 과정 중 어구의 수중형상이 어떻게 형성되는가를 확인할 필요가 있었다.

기선권현망어업은 예망어법에 속하지만 판내와 얇은 수심에서 조업을 하는 경우와 연안의 양식장 사이에서 조업을 할 경우에는 선망어법에 속하는 램파라네트의 조업원리와 동일하게 어군을 둘러싼 직후에 곧바로 양망을 시작하여 자루그물로 어군이 들어가도록 하여 어획과정을 완료하게 되는데, 이러한 경우에 어획효율을 높이기 위해서는 투양망 과정중의 어구형상이 대단히 중요하다. 즉, 멀치는 군행동을 하면서도 유영력이 좋은 어중에 속하므로 투양망 과정중의 어구형상이 안정되지 않으면 대부분의 멀치가 수비입구에서 입망 회피 또는 입망된 어군이 자루그물 내에서 예망방향을 거슬러서 탈출하게 되는데, 중형이상 크기인 멀치의 경우에는 탈출율이 매우 높은 실정이다.

이와 같은 현상을 막기 위해서는 투·양망을 신속하게 하고 예망속도를 빠르게 하면 가능하다고 판단되는데, 그물배의 예망마력은 수산자원보호령의 규정에 의하여 350HP으로 한정되어 있고, 어구의 크기는 매우 커서 700m나 널 뿐만 아니라 멀치를 최종적으로 거두어들이는 자루그물의 코크기가 140경(3.8mm)으로 매우 작다. 따라서 유체저항이 매우 크기 때문에 예망속도를 1k't보다 빠르게 하는 것은 불가능한 실정이므로 투·양망과정 중 수중에서의 어구 형상은 매우 중요하다고 할 것이며, 특히 양망과정 중의 형상은 더욱 그러하다.

그러므로 본 연구에서는 현재 사용하는 어구를 1/2로 축소하여 제작한 시험어구로써 어탐선을 이용하는 기존의 조업방식과 어탐선을 대신하여 대형 뜰과 발돌을 사용하는 조업방식으로 해상실선실험을 실시하여 투망과정, 양망직전 및 양망초기의 수중형상을 분석·검토하여 어획효율을 높일 수 있는 어구의 개발뿐만 아니라 조업시스템의 개선 등을 모색하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 시험어구

시험어구는 前報(장 등, 2000)와 같이 현재 사

용하는 어구를 1/2의 크기로 축소하여 제작한 것을 사용하였으며, 시험어구는 A, B로 구분하여 前報(장 등, 2000)의 실험과 동일한 방식으로 실험하였는데, 시험어구 A는 현용어구의 문제점과 수중형상 분석을 위하여 시험어구에 현장조업선의 조업방식과 동일하게 조업 중 어탐선이 자루그물 입구에 머무르면서 그물을 들어 주어 그물이 전개되도록 한 것이며, 시험어구 B는 시험어구 앞장의 뜰줄에 뜰( $\phi 285$ , 10개)과 문턱의 발줄에 체인(130kg)을 추가로 부착하여 그물자체의 부력 및 침강력에 의하여 수직전개가 이루어지도록 한 것이다.

### 실험방법

해상실험은 축소형 실물어구를 사용하여 2000년 6월 1일부터 6월 30일까지 1개월 동안 거제도 해역에서 신광수산 소속 조업선 17, 19신광호(장 등, 2000)를 이용하여 17신광호를 주선으로 하고 19신광호를 종선으로 하여 실시하였다.

어구의 망고와 형상은 조업의 전 과정을 파악하기 위하여 투망, 양망직전, 양망초기과정으로 구분하여 분석하였다.

투망과정은 조업선이 양선간격을 벌리면서 자루그물부터 투망을 시작하여 오비기까지 어구 전체가 투입된 후 예망속도와 양선간격을 일정하게 유지하면서 시간대별로 어구의 형상 변화를 측정하였다.

양망직전과정은 예망작업이 완료된 후 양선간격을 좁히기 시작하여 양선이 접선상태에 이르렀을 때와 양망직전의 어구의 형상 변화를 측정하였다.

양망초기는 양선이 접현을 완료하여 어구가 나란해지도록 일정시간 예망 후 양망기로 어구를 감기 시작한 5분 후의 어구의 형상 변화를 측정하였다.

예망속도 측정은 前報(장 등, 2000)와 같은 방법으로 실험을 행하였으며, 양선간격은 거리측정의 정밀도가 3.5cm(김 등, 2000)로 매우 높은 선간거리계(김, 2000)를 이용하여 측정하였으며, 그 원리는 Fig. 1과 같이 하나는 기준국(MCS)으로 하여 주선에 설치하고 실시간으로 위치정보를 전송하게 하였으며, 또 다른 하나는 이동국(MS)으로 하여 양선간의 거리와 상대방위를 지시할 수 있도록 노트북 컴퓨터를 부착하여 종선에 설치함으로써 실시간에 따른 조업위치, 양선간격, 예망침로 등을 1초 간격으로 측정할 수 있도록 하였다.

어구 각 부분의 형상은 12개의 자기식수온수심계(Vemco, Minilog-TDR)를 이용하여 前報(장

등, 2000)와 같이 오비기, 수비, 앞창 및 문턱, 자루입구, 깔때기, 자루 뒤끝의 상·하단에 각각 부착하여 계측하였으며, 부착위치는 어구전체 길이에 오비기 앞끝을 기준으로 해서 오비기는 176m, 수비 264m, 앞창 282m, 자루그물 입구 288m, 깔때기 296m, 자루뒤끝 315m지점에 부착하였다.

시험어구 A의 실험은 현재의 조업방식과 동일하게 어탐선이 투망 후에 앞창의 입구로 이동하여 뜬줄에 연결된 로프를 잡은 후 엔진을 정지하여 예망중인 어구에 달려가는 방식으로 실시하였고, 시험어구 B에 대해서는 어구를 단독으로 예망할 경우의 문제점을 파악하고 조업척수를 줄이기 위하여 어탐선이 자루그물 입구에 머무르지 않는 대신에 앞창과 문턱에 각각 뜬줄과 발돌을 부착하여 어구 자체의 부력과 침강력에 의하여 어구가 전개되도록 하여 실시하였다.

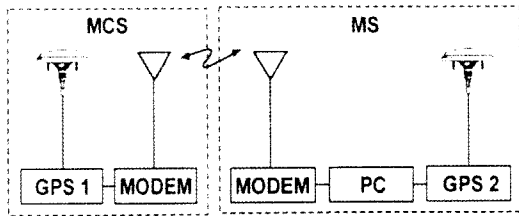


Fig. 1. Schematic of set-up for of ship's distance measuring system.

## 결과 및 고찰

### 투망과정

예망속도 0.9k't, 양선간격 300m로 일정하게 유지하면서 투망직후 5분 간격으로 측정한 시험어구 A와 B의 망고에 따른 각각의 형상 변화는 Fig. 2와 같다.

시험어구 A의 오비기, 수비, 앞창, 자루그물 입구, 깔때기와 자루그물 뒤끝의 망고는 각각 6.6~7.1, 5.9~7.2, 5.8~7.9, 4.8~6.1, 4.6~4.8, 7.0~7.6m이었고, 각 부분의 실제 전개율은 각각 22~24, 11~13, 14~19, 37~47, 85~89, 47~51%로 나타나서, 전개성능은 깔때기, 자루그물 뒤끝, 자루그물 입구, 오비기, 앞창, 수비의 순으로 낮아졌다.

시험어구 A의 형상 변화는 투망초기에는 가라앉은 후, 시간이 흐를수록 서서히 떠오르는 경향을 보였으며, 그 변화의 폭은 수비에서 자루에 이르기까

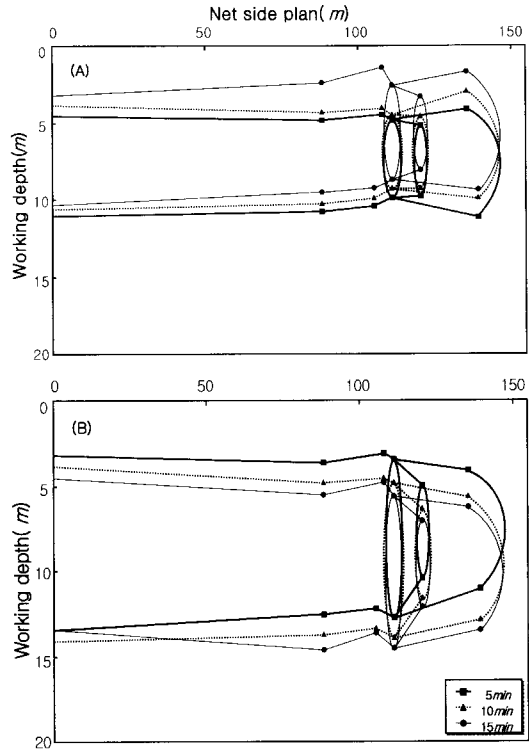


Fig. 2. Working depth of the half size prototype net A and B as function of the elapsed time from cast.

지는 다른 부분보다 다소 크게 나타났으며, 투망 후, 시간이 경과할수록 그 변화폭이 크다. 그리고 발줄 쪽 보다는 뜬줄 쪽의 변화폭이 크고 전체적으로 수직전개가 낮게 나타났다.

그러므로 오비기에서 수비에 이르기까지 지나치게 낮게 형성되는 망고 및 투망과정에 어탐선이 자루그물 입구에 머무르면서 앞창을 들어주는 조업방식 때문에 투망 후 안정된 예망수층을 형성해야할 어구가 전체적으로 들리므로 인해 오비기와 수비는 어군의 구집 또는 유집의 역할을 하지 못하였다. 특히, 수비에서의 매우 낮은 망고는 여분의 많은 그물 감에 의한 어구의 저항 증대와 포켓형상(徐, 1969 ; 李 등, 1970 ; 李 등, 1978 ; 안 등, 1997 ; 장 등, 2001)이 더욱 뚜렷하게 나타나게 되었고, 멸치군을 발견하는 즉시 근접거리에서 투망을 실시하는 현재의 조업방식에서 투망초기부터 어구의 형상이 안정되지 못하고 떠오르는 현상은 어군의 입망에 직접적인 위협요소가 되므로서 어획효율이 저하되

는 요인으로 판단된다.

시험어구 B의 오비기, 수비, 앞창, 자루그물 입구, 깔때기와 자루그물 뒤끝의 망고는 각각 9.0~10.3, 8.9~9.1, 8.7~9.1, 9.0~9.3, 5.1~5.4, 7.0~7.2m이었고, 각 부분의 실제 전개율은 각각 30~34, 16, 21~22, 69~72, 94~100, 47~48%로 나타나서, 전개성능은 깔때기, 자루그물 입구, 자루그물 뒤끝, 오비기, 앞창, 수비의 순으로 낮아졌다.

시험어구 B의 형상 변화는 투망초기부터 시험어구 A에 비해 수직전개가 양호하고 시간이 경과함에 따라 서서히 가라앉는 경향을 나타내었으며 그 변화폭은 시간경과에 따라 점차 줄어들어 안정되고 있음을 확인할 수 있었다.

전체적인 어구 형상이 안정된 전개를 나타내고 있으며, 특히 앞창과 자루입구에서의 망고가 시험어구 A에 비해 개선되어 어군의 구집 및 입망에 매우 유리하고 각 부분의 수직전개가 양호하였다.

그런데, 앞창이나 문턱에 부력과 침강력을 너무 많이 주면 수직전개는 좋을 수 있으나, 문턱이 펴를 뜨게 되거나 해저 돌출물과의 접촉에 의해 망지 파손의 우려가 있다고 판단되었다.

따라서, 투망과정에서는 현재의 조업방식에서 탈피하여 어탐선이 자루그물 입구에 머무르지 않고 적정한 뜰과 발돌을 부착하는 시험어구 B 방식의 조업방식을 채택하여 투망 직후부터 정상적인 수직전개를 이룰 수 있게 함과 동시에 어탐을 통한 어군의 수심에 적합한 예망수층을 형성할 수 있는 방안으로 Net recorder를 설치하는 것이 좋다고 판단된다.

### 양망직전과정

예망속도를 1.2kt로 일정하게 하고, 양선간격을 서서히 좁혀서 양선이 접현하였을 때와 네트드럼에 의한 양망직전에서의 시험어구 A와 B의 어구 형상 변화는 Fig. 3과 같다.

시험어구 A의 오비기, 수비, 앞창, 자루그물 입구, 깔때기와 자루그물 뒤끝의 망고는 각각 11.2~11.8, 12.1~12.6, 11.9~12.1, 10.6~11.1, 4.9~5.3, 8.1~9.5m이었고, 각 부분의 실제 전개율은 각각 37~39, 22~23, 29~30, 82~85, 91~98, 54~63%로 나타나서, 전개성능은 깔때기, 자루그

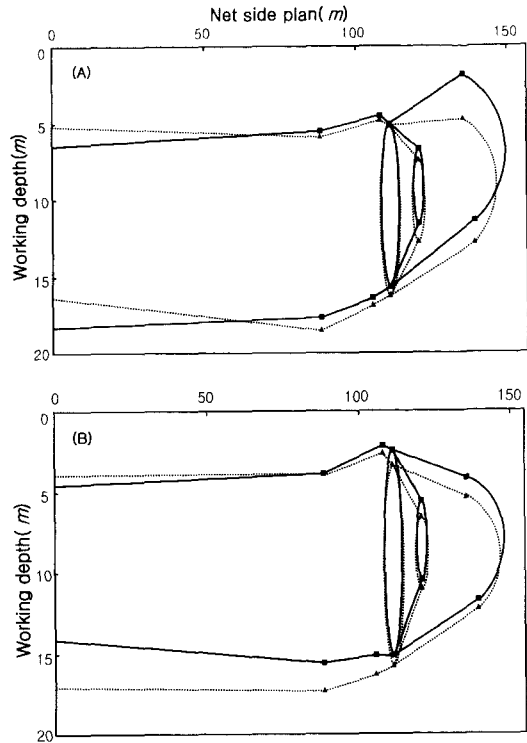


Fig. 3. Working depth of the half size prototype net A and B after decreased distance between boats(■) and just before net hauling(▲).

물 입구, 자루그물 뒤끝, 오비기, 앞창, 수비의 순으로 낮아졌다.

시험어구 A의 형상 변화는 양선의 접현 시에 오비기에서 수비까지 수직전개가 양호하나 자루뒤끝이 급격히 들리는 경향을 보였으며, 양망직전에는 어구에 미치는 장력의 영향으로 오비기의 예망수층이 회복되고 있으며 자루그물이 가라앉고 있음을 볼 수 있었다.

그러나 권현망에서 양선의 접현 시와 양망직전에는 구집 또는 유집된 어군이 최종적으로 자루그물 안으로 입망되도록 하는 과정이기 때문에 어획 효율 측면에서는 가장 중요한 시기인데도 불구하고 시험어구 A에서는 자루그물 뒤끝이 급격히 들리는 현상은 멸치의 전장이 클수록 시각 및 유영능력이 증대되어 적극적인 도피행동을 나타내었고, 입망된 멸치 어군이 자루그물에서 깔때기를 지나 수비 방향으로 떠 모양의 형태를 이루어 탈출(김 등,

2001)하며, 수중카메라 및 수중다이버에 의한 수중관찰에서도 확인(안, 2003)된 어군의 도피 증대로 볼 때 어획효율 저하에 직접적인 요인으로 판단된다.

따라서 이를 개선하기 위해서는 양망직전에 어탐선이 자루입구를 들어주지 않는 경우에도 앞창과 문턱이 안정된 예망수층을 형성할 수 있는 어구의 개발 및 조업시스템의 개선이 필요하다고 판단된다.

시험어구 B의 오비기, 수비, 앞창, 자루그물 입구, 깔때기와 자루그물 뒤끝의 망고는 각각 9.6~13.1, 11.7~13.5, 13.0~13.8, 12.4~12.8, 4.5~4.8, 6.9~7.6m이었고, 각 부분의 실제 전개율은 각각 32~44, 21~24, 32~34, 95~98, 83~89, 46~51%로 나타나서, 전개성능은 자루그물 입구, 깔때기, 자루그물 뒤끝, 오비기, 앞창, 수비의 순으로 낮아졌다.

시험어구 B의 형상 변화는 양선의 접현 시에 앞창 및 문턱과 자루그물이 매우 안정된 수직전개를 이루고 있어 오비기와 수비의 형상 변화폭이 크지 않으며, 양망직전에는 오비기에서 수비에 이르는 수직전개가 다소 커 짐을 볼 수 있으나, 전체적으로 시험어구 A에 비해 안정된 수직전개를 나타내고 있다.

따라서, 양망직전과정에서도 시험어구 B 방식에 적절한 뜬과 발돌을 부착하는 조업방식을 채택하여 어군의 도피 가능성을 저감시켜 어획효율을 높일 수 있는 방안으로의 어구 개량 및 조업시스템의 개선이 필요하다고 판단된다.

### 양망초기

네트드럼으로 오비기를 100m 정도 양망한 상태의 시험어구 A와 B의 형상 변화는 Fig. 4와 같다.

시험어구 A는 오비기의 앞부분은 매우 낮은 수직전개를 나타내고 오비기 앞끝에서부터 수비 뒤끝에 이르도록 거의 직선적으로 가라앉고 있으며, 자루그물의 형상은 양망직전에 비해 양호하였다.

시험어구 B는 오비기 앞끝에서 수비 뒤끝에 이르는 망고가 양호하고, 형상 변화폭이 시험어구 A에 보다 적어 안정된 수직전개를 보였다.

시험어구 A에 비해 시험어구 B의 조업과정 중 어구형상이 안정되었고, 어군의 유도가 원활하였으며, 기존의 조업형태인 조업 중 어탐선이 자루입구에 머무르는 방식보다는 적절한 량의 뜬과 발돌을 부착하면 조업 중 어구의 안정성을 이룰 수 있고,

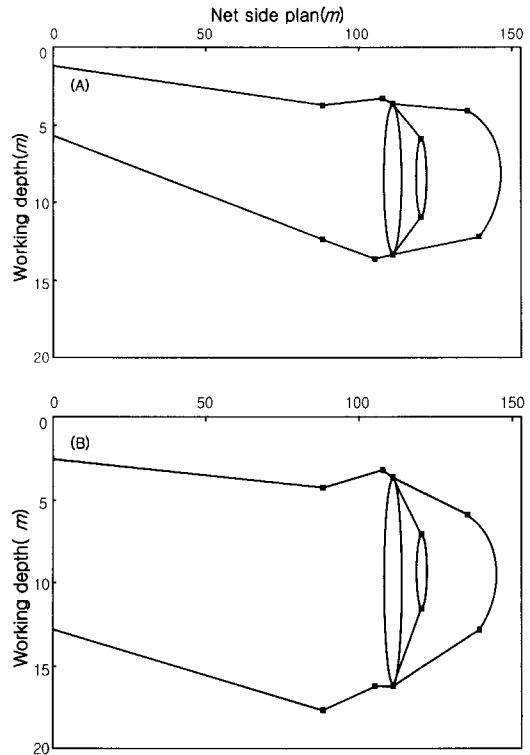


Fig. 4. Working depth of the half size prototype net A and B after started net hauling.

입망 효율도 개선될 것으로 판단된다.

그러나 예망과정중의 해저지형의 변화에 즉각적으로 대처할 수 있다는 측면과 어군의 입망 상황을 언제든지 알 수 있다는 측면에서는 현재 일반적으로 사용되고 있는 시험어구 A의 조업방식이 유리하나, 이를 보완하기 위해서는 양 망선에 어탐기를 설치하여 예망을 하면서 계속 어탐을 하면 될 것으로 판단된다. 그리하면 어탐선의 역할을 양 망선이 할 수 있으므로 저격적어법이 가능하게 되어 어획효율을 높일 수 있고, 어선수를 줄이므로 경영합리화를 꾀할 수 있을 것으로 판단된다.

### 결론

본 연구에서는 현재 사용하는 어구를 1/2로 축소 한 시험어구로써 현행 조업선의 조업방식인 어탐선을 이용하는 것(A)과 어탐선 대신에 앞창과 문턱에 뜬과 발돌을 설치하는 조업방식(B)으로 구분하여 현장조업선에 의한 해상실험을 실시하여 투망, 양망

직진, 양망초기 과정의 어구 형상을 관찰하였으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

투망과정 중 시험어구 A는 투망초기에는 가라앉은 후, 시간이 경과 할수록 예망수층이 낮게 형성되어 수비와 자루에서 변화폭이 크게 나타났으나, 시험어구 B는 투망초기부터 수직전개가 양호하고 안정된 수중형상을 이루어 어군의 구집이 매우 원활하게 나타났다.

양망직전에서 시험어구 A는 자루그물 뒤끝이 급격히 들리는 불안정한 형상을 나타내었으나, 시험어구 B는 앞창, 문턱 및 자루그물의 수직방향 전개성능이 개선되어 전체적인 어구의 형상이 안정되게 나타났다.

양망초기 시험어구 B는 오비기에서 수비에 이르는 수직전개가 양호하였으며, 변화폭도 시험어구 A에 보다 적고 안정되어 어군의 유도가 원활하였다.

### 참고문헌

김광홍(2000) : GPS船間距離計測 시스템의 구성과 그 응용에 관한 研究, 부경대학교 대학원 박사학위논문, 32-86.

김광홍 · 신형일 · 장충식 · 안영수(2000) : GPS 선간거리계측 시스템의 권현망 조업에의 응용, 한국어업기술학회지 36(4), 287-298.

김용해 · 장충식 · 안영수 · 김형석(2001) : 기선권현

망어업의 어구 개량과 자동화조업시스템 개발-II - 수중광 및 예망유속과 멸치의 도피반응 행동 분석-, 한국어업기술학회지 37(2), 78-84.

徐永台(1969) : 機船權現網漁業에 對한 研究, 統營水專 論文集 5, 1-24.

안영수 · 장충식 · 이주희(1997) : 권현망어구의 전개성능, 한국어업기술학회지 33(2), 118-132.

안영수(2003) : 기선권현망 어구어법의 개량에 관한 연구, 부경대학교 대학원박사학위논문, 46-47.

李秉錡 · 梁龍林 · 徐永台 · 孫富一(1970) : 機船權現網漁業의 研究-I, 漁具의 流體抵抗과 網形形成, 1970년도 機船權現網水協 研究結果報告, 3-48.

李秉錡 · 徐永台 · 韓熙鏐(1978) : 機船權現網의 研究-II, 파치網의 流體抵抗과 그물끝에 관하여, 어업기술연구 14(2), 63-68.

장충식 · 김용해 · 안영수(2001) : 기권기선권현망어업의 어구 개량과 자동화 조업시스템 개발-III - 실물어구의 수중형상-, 한국어업기술학회지 37(4), 267-274.

2005년 3월 14일 접수

2005년 4월 18일 수리