

# 無浮子 쌍끌이 中層網 어구어법의 개발(II)\*

- 추와 날개끝 추의 무게에 따른 모형어구의 전개성능 -

유제범<sup>†</sup> · 이주희 · 이춘우 · 권병국 · 김정문<sup>\*\*</sup>

부경대학교, <sup>\*\*</sup> 대어산업(주)

## Development for Fishing Gear and Method of the Non-Float Midwater Pair Trawl Net(II)\*

- Opening Efficiency of the Model Net according to Front Weight and Wing-end Weight -

Jae-Bum YOO<sup>†</sup>, Ju-Hee LEE, Chun-Woo LEE, Byeong-Guk KWON and Jeong-Mun KIM<sup>\*\*</sup>  
Pukyong National University, <sup>\*\*</sup>Dae Yeo Industry Co., Ltd

### Abstract

In this study, the vertical opening of the non-float midwater pair trawl net was maintained by controlling the length of upper warp. This was because the head rope was able to be kept linearly and the working depth was not nearly as changed with the variation of flow speed as former experiments in this series of studies have demonstrated. We confirmed that the opening efficiency of the non-float midwater pair trawl net was able to be developed according to the increase in front weight and wing-end weight.

In this study, we described the opening efficiency of the non-float midwater pair trawl net according to the variation of front weight and wing-end weight obtained by model experiment in circulation water channel. We compared the opening efficiency of the proto type with that of the non-float type.

The results obtained can be summarized as follows :

1. The hydrodynamic resistance was almost increased linearly in proportion to the flow speed and was increased in accordance with the increase in front weight and wing-end weight. The increasing rate of hydrodynamic resistance was displayed as an increasing tendency in accordance with the increase in flow speed.
2. The net height of the non-float type was almost decreased linearly in accordance with the increase in flow speed. As the reduced rate of the net height of the non-float type was smaller than that of the net height of the proto type against increase of flow speed, the net height of the non-float type was bigger than that of the proto type over 4.0 *knot*.

The net width of the non-float type was about 10 *m* bigger than that of the proto type and the change rate of net width varied by no more than 2 *m* according to the variation of the front weight and wing-end weight.

\* 이 논문은 2001학년도 부경대학교발전기금재단의 지원에 의하여 연구되었음.

<sup>†</sup> Corresponding author : yoojb@mail1.pknu.ac.kr

3. The mouth area of the non-float type was maximized at 1.75 ton of the front weight and 1.11 ton of the wing-end weight, and was smaller than that of the proto type at 2.0~3.0 knot, but was bigger than that of the proto type at 4.0~5.0 knot.
4. The filtering volume was maximized at 3.0 knot in the proto type and at 4.0 knot in the non-float type. The optimal front weight was 1.40 ton.

key word : midwater pair trawl(쌍끌이 중층트롤), wing-end weight(날개끝 추), front weight(추), non-float midwater pair trawl(무부자 쌍끌이 중층트롤), opening efficiency(전개성능)

## 서 론

쌍끌이 중층 트롤과 같은 예망어구는 뜬의 부력과 발줄, 발줄의 침자 그리고 추(Front weight)와 날개 끝 추(Wing-end weight) 등의 침강력이 그물의 상하전개에 관여하는 요소들 중 대표적인 것들이다. 그러나, 고속으로 예망할 때는 뜬은 오히려 뜬 자체의 저항으로 망고의 전개에 효과적으로 작용하지 못한다(Akio Fujiishi, 1990; 권, 1995). 따라서, 망고 전개는 주로 발줄의 침자와 추, 날개끝 추에 의존된다고 볼 수 있다. 그리고, 양망시 네트드립의 용량을 크게 하며, 드립에 감긴 그물을 투망시 뜬에 그물코가 얽혀서 파망이나 안전사고를 유발하기도 한다(권, 1995).

따라서, 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 前報(이 등, 2003)에서 뜬이 없는 무부자 쌍끌이 중층망에 대하여 연구하였다. 그 결과 무부자 쌍끌이 중층망은 유속에 관계없이 뜬줄은 거의 일직선으로 유지되었고 뜬줄의 깊이 변화는 없었으며, 뜬이 없으므로 뜬에 의한 부력은 작용하지 않지만 발줄의 침자와 추와 날개끝 추에 의한 침강력으로 망고가 유지되고, 동시에 아래 끌줄의 길이를 조절함으로써 망고의 크기를 더욱 증대시킬 수 있다는 결과를 얻었다. 그러나, 아래 끌줄 길이를 계속적으로 길게 하여도 망고는 어느 한계 이상 더 커지지 않았으며, 오히려 어구형상은 불안정하게 되었다.

그러므로, 어구의 형상을 안정적으로 유지하면서 망구면적을 더욱 증대시키기 위해서는 발줄의 침강력 뿐만 아니라 추와 날개끝 추 등의 침강력을 증가시키는 방법을 생각할 수 있다. 이와 관련하여 국내에서는 張(1996)이 쌍끌이 중층트롤의 전개성능에 관한 연구가 있으며, 국외에서는 Akio Fujiishi(1990)가 중층트롤의 전개성능에 추와 날개끝 추의 무게가 미치는 영향에 대하여 보고하였다.

본 연구에서는 무부자 쌍끌이 중층망의 추와 날개

끝 추의 무게에 따른 전개성능을 모형실험을 통하여 규명하고 적정무게를 구하는 것과 동시에 우리 나라 쌍끌이 중층망에 적용 가능성을 검토하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 모형어구

본 실험에서 사용한 실물어구, 모형어구, 실험수조 및 실험장치는 前報(이 등, 2003)와 동일하다. 단, 모형어구의 양쪽 끌줄은 상하 2가닥으로 분리하였으며 아래 끌줄 길이는 前報(이 등, 2003)에서 보고한 적정길이 90cm( $dL=30cm$ )로 윗 끌줄보다 길게 하여 고정하였다. 또한, 모형어구의 뜬은 모두 제거하였고, 기준형은 前報(이 등, 2003)에서와 동일하다(Fig. 1).

### 2. 실험방법

모형어구의 아래 끌줄의 길이는 90cm( $dL=30cm$ )로 고정하고, 추(Front weight)와 날개끝 추(Wing-end weight)의 부착 위치는 Fig. 1(c)에 나타난 바와 같다. 추의 부착 위치를 Fig. 1(c)와 같이 한 이 유는 前報(이 등, 2003)의 보고에서 유속이 증가함에 따라 ④번과 ⑤번 그물목줄 사이의 망고가 감소되는 현상이 가장 두드러진 것으로 나타나 이 위치가 가장 최적위치로 판단되었기 때문이다. 또한, 실험 순서는 먼저 추의 무게를 변화시켜가며 실험하였고, 추의 적정무게를 구한 후, 추의 무게를 적정무게로 고정된 상태에서 날개끝 추의 무게를 변화시켜가며 실험하였다.

먼저, 무부자망의 추의 적정무게를 구하기 위하여 추의 무게를 기준형의 추의 무게인 6.80g(실물환산 0.70ton)을 기준으로 하여 3.40g(실물환산 0.35ton)씩 증가시켜 6.80g, 10.20g, 13.60g, 17.00g(실물환

산 0.70ton, 1.05ton, 1.40ton, 1.75ton)의 4단계로 변화시키면서 유체저항, 망고 및 망폭을 측정하고 망구면적과 여과량을 구하였다.

날개끝 추의 무게에 따른 실험은 추의 무게를 13.60g으로 고정시키고 날개끝 추의 무게를 앞쪽 추의 무게 13.60g의 1/5인 2.72g(실물환산 0.28ton)씩 증가시켜 2.72g, 5.44g, 8.16g, 10.88g(실물환산 0.28ton, 0.56ton, 0.84ton, 1.11ton)의 4단계로 변화시키면서 유체저항, 망고 및 망폭을 측정하고 망구면적과 여과량을 구하였다.

실험유속의 적용, 유체저항, 망고, 망폭, 망구면적, 여과량의 측정방법 및 그 외 실험조건은 前報(이 등, 2003)에서와 동일하게 하였으며, 측정자료는 상사법칙에 따라 실제유속 및 실제치로 환산하여 분석하였다.

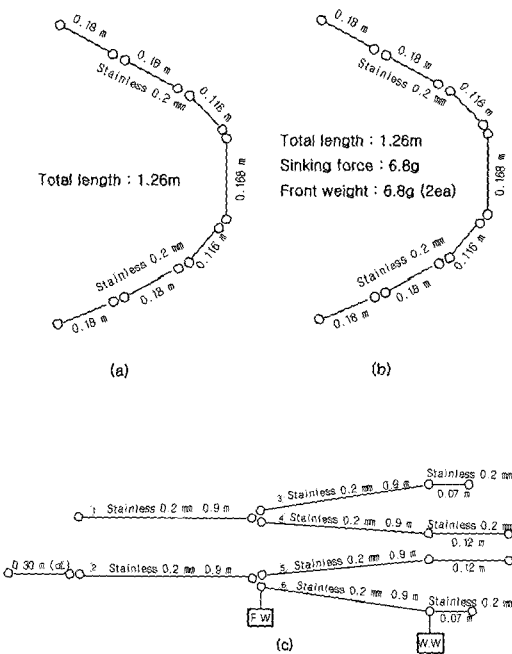


Fig. 1. Schematic arrangement of drawing H.R, G.R and net pendant of the model non-float midwater pair trawl net.  
 (a) : head rope arrangement (H.R)  
 (b) : ground rope arrangement (G.R)  
 (c) : net pendant arrangement  
 (F.W : Front weight, W.W : Wing-end weight)

## 결과 및 고찰

### 1. 추(Front weight)의 무게에 따른 전개성능

#### 가. 유체저항

무부자망의 추의 무게별 유속에 따른 유체저항은 Fig. 2에 나타난 바와 같이 전체적으로 유속이 2.0~5.0knot로 증가함에 따라 거의 직선적으로 증가하였고, 추의 무게가 0.70ton에서 1.75ton으로 단계적으로 증가함에 따라 조금씩 증가하는 경향을 나타내었다. 추의 무게에 따른 무부자망의 유체저항은 추의 무게가 1.75ton일 때 기준형보다 약 10% 더 크게 나타났으나, 추의 무게가 0.70~1.40ton인 무부자망은 2.0~3.0knot에서는 기준형과 거의 비슷하였고 4.0~5.0knot에서는 기준형보다 약 5~10% 더 작게 나타났다.

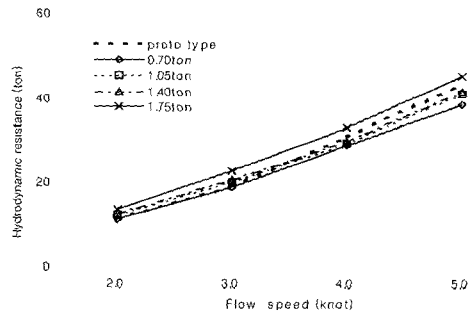


Fig. 2. Relationship between hydrodynamic resistance and flow speed according to the front weight in the non-float midwater pair trawl net when  $DL$  is 30 m.

#### 나. 망고 및 망폭

무부자망의 추의 무게에 따른 망고와 망폭은 실제로 환산하여 Fig. 3과 Fig. 4에 나타내었다.

망고는 Fig. 3에 나타난 바와 같이 모든 실험어구에서 유속이 증가함에 따라 직선적으로 감소하는 경향을 보였으며, 모든 무부자망의 망고는 추의 무게가 0.70에서 1.75ton으로 증가할 때 각 단계별로 약 2m씩 증가하였다.

유속의 증가에 따른 망고 감소율은 무부자망이 기준형보다 낮게 나타났고, 추의 무게가 1.40ton일 때를 기준으로 무부자망과 기준형의 망고를 비교하면 유속이 2.0knot, 3.0knot, 4.0knot일 때 기준형이 각각 약 30%, 23%, 3%씩 더 컸지만, 5.0knot일 때는 무부자망의 망고가 기준형의 망고보다 약 15% 더 컸다.

망폭은 Fig. 4에 나타난 바와 같이 유속이 증가함에 따라 모든 무부자망이 기준형 보다 크게 나타났고, 추의 무게가 1.40ton일 때를 기준으로 비교했을 때 모든 유속단계에서 기준형보다 무부자망의 망폭이 약 10m 더 크게 나타났다.

기준형의 망폭 변화는 유속이 3.0~4.0knot까지 완만히 증가하다 다시 감소하는 경향을 보였고, 무부자망은 유속이 2.0knot에서 5.0knot로 증가함에 따라 약 2m정도로 약간 증가하는 경향을 보였으나 전체적으로는 유속 및 추의 무게가 변화에 따라 망폭의 변화는 2m 내외로 거의 일정하였다.

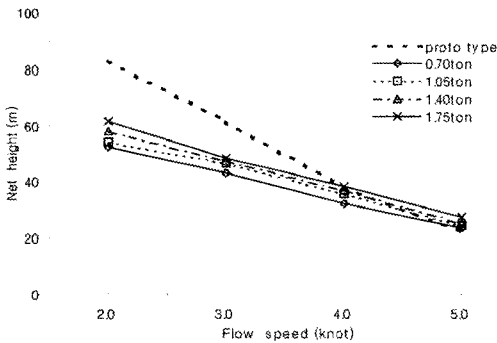


Fig. 3. Relationship between net height and flow speed according to the front weight in the non-float midwater pair trawl net when  $dL$  is 30 m.

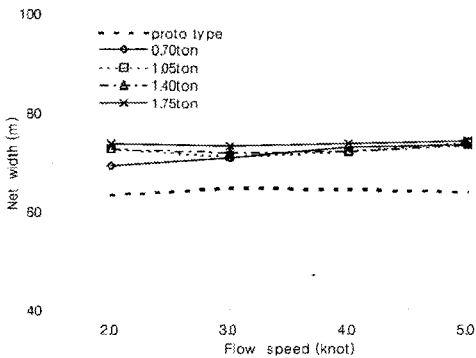


Fig. 4. Relationship between net width and flow speed according to the front weight in the non-float midwater pair trawl net when  $dL$  is 30 m.

#### 다. 망구면적 및 여과량

무부자망의 추의 무게에 따른 망구면적과 여과량은 망고가 최대가 되는 관측점의 단면을 기준으로 구하여 각각 Fig. 5와 Fig. 6에 나타내었다.

망구면적은 Fig. 5에 나타난 바와 같이 유속이 커짐에 따라 거의 직선적으로 감소하는 경향을 보였으며, 유속이 2.0~3.0knot에서는 기준형이 무부자망보다 약 15~25% 더 컸지만, 약 3.5knot에서는 무부자망이 기준형에 거의 근접하였으며, 4.0~5.0knot에서는 무부자망이 기준형 보다 약 8~25% 더 컸다.

여과량은 Fig. 6에 나타난 바와 같이 모든 무부자망이 전체적으로 유속이 증가함에 따라 점차 증가하다가 다시 감소하는 경향을 나타내었다. 무부자망의 여과량이 최대가 되는 유속과 추의 무게는 각각 4.0knot와 1.75ton이었다. 또, 추의 무게가 1.40ton일 때를 기준으로 무부자망과 기준형의 여과량을 비교해 보면 유속이 2.0knot일 때는 기준형이 무부자망보다 약 20% 3.0knot일 때는 약 15% 더 컸지만, 4.0knot일 때는 약 10% 5.0knot일 때는 약 32% 기준형보다 무부자망의 여과량 더 컸다.

추의 적정무게는 망구면적과 여과량이 최대가 되는 1.75ton이라고 볼 수 있지만, 앞서 기술한 바와 같이 추의 무게가 0.70~1.40ton인 무부자망은 유체저항이 기준형보다 모두 작았는데 비해, 1.75ton일 때의 무부자망은 오히려 기준형보다 유체저항이 더 컸다. 또한, 추의 무게의 계속적인 증가는 어구의 예망수심을 지나치게 깊게 하여 발줄이 바닥에 닿는 경향이 있었다. 따라서, 모형실험에서 추의 적정무게는 어구 저항이 기준형보다 작고, 여과량은 기준형보다 더 크며, 추의 무게가 1.75ton인 무부자망을 제외한 모든 실험어구 중에서 여과량이 최대가 되는 1.40ton일 때라고 판단된다.

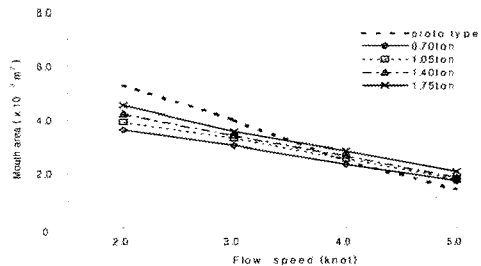


Fig. 5. Relationship between mouth area and flow speed in the non-float midwater pair trawl net according to the front weight when  $dL$  is 30 m.

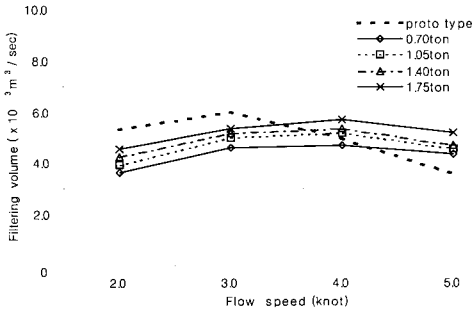


Fig. 6. Relationship between filtering volume and flow speed in the non-float mid-water pair trawl net according to the front weight when  $dL$  is 30 m.

## 2. 날개끝 추(Wing-end weight)의 무게에 따른 전개성능

### 가. 유체저항

무부자망의 날개끝 추의 무게에 따른 유속별 어구의 유체저항은 Fig. 7에 나타난 바와 같이 전체적으로 유속이 2.0~5.0knot로 증가함에 따라 직선적으로 증가하는 경향을 나타내었다. 조업시 주 예망속도인 4.0knot를 기준으로 무부자망의 유체저항을 기준형과 비교해 보면, 무부자망이 기준형보다 날개끝 추의 무게가 0.28ton일 때에 약 4%, 0.56ton일 때에 약 10%, 0.84ton일 때에 약 14%, 1.11ton일 때에 약 15% 더 컸다. 또, 동일 유속에서 날개끝 추의 무게가 클수록 유체저항도 증가하였다.

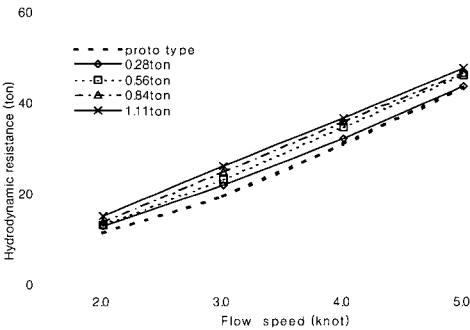


Fig. 7. Relationship between hydrodynamic resistance and flow speed according to wing-end weight in the non-float mid-water pair trawl net when  $dL$  is 30 m and the front weight is 1.40 ton.

이것은 무부자망의 망구면적이 기준형에 비해 상대적으로 월등히 커진 것 때문에 유체저항이 증가된 것으로 판단된다. 즉, 망구면적이 증가하면 유체흐름에 대한 영각도 동시에 커지므로 이에 따라 어구의 유체저항이 증가한 것이다.

### 나. 망고 및 망폭

무부자망의 날개끝 추의 무게에 따른 망고 및 망폭을 실제치로 환산하여 Fig. 8과 Fig. 9에 각각 나타내었다.

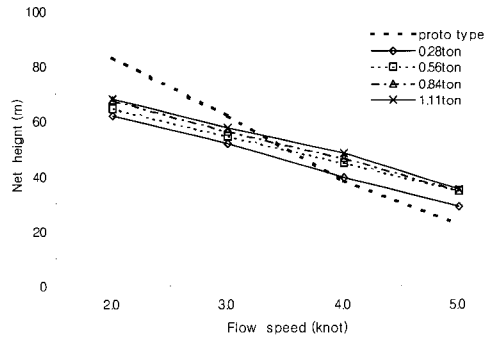


Fig. 8. Relationship between net height and flow speed according to wing-end weight in the non-float midwater pair trawl net when  $dL$  is 30 m and the front weight is 1.40 ton.

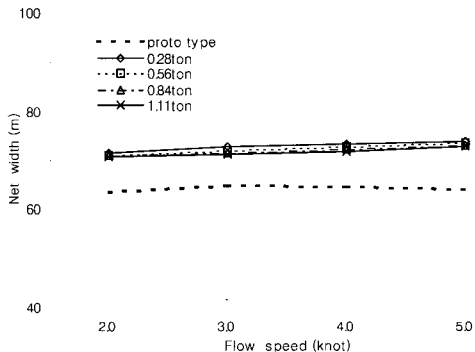


Fig. 9. Relationship between net width and flow speed according to wing-end weight in the non-float midwater pair trawl net when  $dL$  is 30 m and the front weight is 1.40 ton.

망고는 Fig. 8에 나타난 바와 같이 전체적으로 모든 무부자망이 거의 직선적으로 감소하는 경향을 보였으며, 유속의 증가에 따른 망고 감소율은 뜬이 있는 기준형보다 무부자망에서 낮게 나타났다. 날개끝 추의 무게가 0.28ton에서 1.11ton으로 증가할 때 각 단계별로 망고는 약 1m씩 증가하였고, 날개끝 추의 무게가 1.11ton일 때를 기준으로 무부자망의 망고를 기준형의 망고와 비교하면 무부자망은 기준형의 망고보다 2.0knot일 때 약 18% 3.0knot일 때 약 7% 더 작았지만, 4.0knot일 때는 약 26% 5.0knot일 때는 약 58% 기준형보다 무부자망의 망고가 더 크게 나타났다.

저속에서 무부자망의 망고가 기준형의 망고보다 낮은 것은 뜬이 없어 초기부력이 약하기 때문으로 판단되며, 이것은 실제 조업시 투망 초기에 뜬줄을 잡아 주는 중간줄(Center line)을 사용하거나 뜬줄 중앙부에 대형 뜬을 부착한다면 초기의 망고를 충분히 유지할 수 있을 것으로 판단된다.

망폭은 Fig. 9에 나타난 바와 같이 기준형에 비해 무부자망이 약 10% 더 크게 나타났으며, 유속이 증가함에 따라 무부자망의 망폭도 약 2m 증가하였다. 그러나, 이 망폭의 변화는 추의 무게에 따른 전개성능 실험에서의 망폭 변화와 크게 다르지 않아 날개끝 추의 무게가 망폭에는 크게 영향을 주지 않는 것으로 판단된다.

다. 망구면적 및 여과량

무부자망의 날개끝 추의 무게에 따른 망구면적과 여과량은 망고가 최대가 되는 관측점의 단면을 기준으로 구하여 각각 Fig. 10과 Fig. 11에 나타내었다.

망구면적은 Fig. 10에 나타난 바와 같이 유속이 증가함에 따라 거의 직선적으로 감소하는 경향을 보였다. 또한, 날개끝 추의 무게가 증가함에 따라 망구면적도 동시에 증가하여 1.11ton일 때 최대가 되었다. 유속이 증가함에 따른 망구면적의 감소율은 뜬이 있는 기준형의 경우, 유속 2.0knot일 때의 망구면적을 기준으로 3.0knot일 때는 0.81배, 4.0knot일 때는 0.47배로 유속이 증가함에 따라 급격히 작아졌지만, 날개끝 추의 무게가 1.11ton인 무부자망의 경우, 2.0knot일 때의 망구면적을 기준으로 3.0knot일 때는 0.86배, 4.0knot일 때는 0.72배로 나타나 망구면적의 감소율이 기준형에 비해서 작다는 것을 알 수 있다.

여과량은 Fig. 11에 나타난 바와 같이 전체적으로 유속이 증가함에 따라 점차 증가하다가 다시 감소하는 경향을 보였다. 여과량이 최대가 되는 유속은 기

준형의 경우 3.0knot인데 비하여 무부자망의 경우에는 4.0knot이었다. 그리고, 유속이 2.0~3.0knot까지는 기준형의 여과량이 무부자망의 여과량 보다 다소 큰 것으로 나타났지만, 유속이 4.0~5.0knot일 때는 기준형보다 무부자망이 더 컸다. 즉, 날개끝 추의 무게가 1.11ton인 무부자망을 기준으로 기준형과 비교해 보면, 유속이 2.0knot일 때는 기준형의 여과량이 무부자망의 여과량보다 약 10% 더 컸지만, 3.0knot일 때는 거의 같았고, 4.0~5.0knot일 때는 무부자망의 여과량이 기준형의 여과량 보다 약 35~70% 더 컸다.

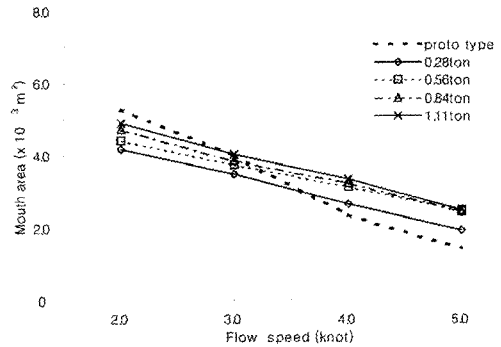


Fig. 10. Relationship between mouth area and flow speed according to wing-end weight in the non-float midwater pair trawl net when  $dL$  is 30 m and the front weight is 1.40 ton.

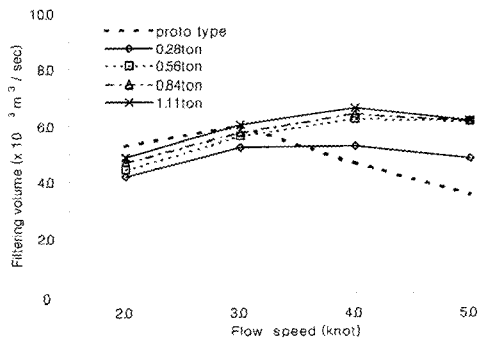


Fig. 11. Relationship between filtering volume and flow speed according to wing-end weight in the non-float midwater pair trawl net when  $dL$  is 30 m and the front weight is 1.40 ton.

따라서, 무부자망은 뜬이 있는 기준형보다 고속에서도 그 전개성능이 우수하므로 중층의 유영속도가 빠른 어종을 대상으로 조업 시 유리할 것으로 판단된다.

본 실험에서 날개끝 추의 적정무게는 망구면적과 여과량이 최대가 되는 1.11ton이라고 볼 수 있지만, 날개끝 추의 무게가 증가함에 따라 어구저항도 동시에 커지고, 또한 어구의 예망수십이 지나치게 낮아져 발줄이 바닥에 닿기 때문에 실제 조업시 날개끝 추의 무게는 이러한 점을 고려하여 결정해야 할 것으로 판단된다

## 요 약

무부자 쌍끌이 중층망은 유속에 관계없이 뜬줄은 거의 일직선으로 유지되고 뜬줄의 깊이 변화가 없었다. 또한, 뜬이 없기 때문에 부력은 작용하지 않지만 아래 끝줄의 길이를 조절함으로써 망고를 유지할 수 있었다. 그리고, 무부자 쌍끌이 중층망의 전개성능은 발줄의 침차 외에도 추(Front weight)와 날개끝 추(Wing-end weight)의 침강력을 증가시킴으로써 더욱 향상될 수 있었다.

연구는 회류수조에서의 모형실험을 통하여 무부자 쌍끌이 중층망의 추와 날개끝 추의 무게에 따른 전개성능을 규명하고 그 결과를 기준형과 비교 분석하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 유체저항은 유속이 2.0~5.0knot로 증가함에 따라 거의 직선적으로 증가하였으며, 느린 유속에서는 저항의 증가폭이 작지만, 유속이 빠를 때는 저항의 증가폭이 커지는 경향을 보였다. 추의 무게 및 날개끝 추의 무게의 증가함에 따라라도 유체저항은 증가하였다.

2. 망고는 유속이 증가함에 따라 거의 직선적으로 감소하는 경향을 나타내었으며, 망고의 감소율은 기준형보다 무부자망이 낮았다. 추의 무게가 0.70ton에서 1.75ton으로 증가할 때 각 단계별로 약 2m씩, 날개끝 추의 무게가 0.28ton에서 1.11ton으로 증가할 때 각 단계별로 약 1m씩 각각 망고가 증가하였다.

망폭은 기준형보다 모든 무부자망이 약 10m 정도 더 컸으며, 추와 날개끝 추의 무게가 증가함에 따라 그 변화폭은 2m 내외로 거의 일정하였다.

3. 망구면적은 추의 무게가 1.75ton일 때, 날개끝 추의 무게가 1.11ton일 때 최대가 되었고 유속이 2.0~3.0knot에서는 무부자망이 기준형보다 작았으나, 4.0~5.0knot에서는 무부자망이 기준형보다 더 컸다.

4. 여과량은 기준형에서는 3.0knot일 때, 무부자망에서는 4.0knot일 때 각각 최대가 되었으며, 추의 적정무게는 1.40ton이었다.

## 참 고 문 헌

- Wileman, David · Yngvesson, Stig Rune and Hansed, Kurt(1988) : DANISH MIDWATER TRAWL DESIGN TECHIQUES, PROCEEDINGS WORLD SYMPOSIUM ON FISHING GEAR AND FISHG VESSEL DESIGN, 306-313.
- Fridman (1986) : Calculations for fishing gear desings, FAO Fishing Manuals, 66-69.
- Fujiiishi, Akio(1990) : Model Test of a High-Speed Midwater Rope Trawl for estimating the Optimum Buoyance-Weight Ratio, Nippon Suisan Gakkaishi, 56(12), 2011-2018.
- 藤石昭生(1990) : 高速曳網用超大目中層トロール網の模型實驗, 日本水産學會誌, 56(5), 743-747.
- 高冠瑞 · 金大安(1985) : 漁具學, 敎文出版社, 204-213, 225-239.
- 권병국(1995) : 쌍끌이 중층망의 전개성능 향상을 위한 모형실험, 韓國漁業技術學會誌, 31(4), 340-349.
- 김정문 · 김진건(2000) : 쌍끌이 中層網의 展開性能에 대한 模型實驗, 韓國漁業技術學會誌, 36(2), 73-84.
- 예영희(1993) : 로프 트롤 그물의 基本性能에 관한 模型實驗, 釜山水産大學校大學院碩士論文, 7-12.
- 李秉錡(1985) : 現代 트로울 漁法, 太和出版社, 184-202.
- 李珠熙(1984) : 底曳網의 漁具形狀에 關한 基礎的研究 - II, 單純化 模型에 의한 4폭자리 자루 그물의 斷面形狀에 關해서, 漁業技術 20(2), 65-71.
- 李珠熙(1985) : 底曳網의 漁具形狀에 關한 基礎的研究 - III, 構成網地의 多空率과 자루그물의 斷面形狀에 關해서, 漁業技術 20(2), 65-71.
- 이주희 · 유제범 · 이춘우 · 권병국 · 김정문(2003) : 無浮子 쌍끌이 中層網 어구어법 기술개발(1), 韓國漁業技術學會誌, 39(1), 33-43.
- 張志元 · 徐斗玉(1981) : 漁具工學, 新韓出版社, 126-142.
- 張忠植(1996) : 쌍끌이 中層트롤의 展開性能과 漁業

유제범 · 이주희 · 이춘우 · 권병국 · 김정문

특성에 관한 研究, 釜山水産大學校大學院博 士學  
位論文, 12-27.

---

2003년 6월 11일 접수  
2003년 7월 21일 수리