



선망어구에 사용되는 망지들의 침강 특성에 관한 연구

구명성* · 이건호* · 차봉진†

*국립수산과학원(연구소) · †국립수산과학원(연구관)

A Study on the Sinking Performance Characteristics of Various Nets Used in Purse Seine Gear

Myung-Sung KOO* · Gun-Ho LEE* · Bong-Jin CHA†

*National Institute of Fisheries Science(researcher) · †National Institute of Fisheries Science(senior researcher)

Abstract

This study investigated to understand the basic sinking performance of nets used in a large purse seine gear. To analyze the sinking performance characteristics of the purse seine gear, the sinking speed was measured in which thirteen kind of PES knotless nets used for the purse seine gear by folded or spread. In case of same mesh size, sinking speed was faster when was thicker diameter of bar, when diameter of bar was same, longer as length of bar, the faster the sinking speed. By classified on a diameter of bar, it was calculated on the sinking speed coefficient (a_s) at larger than to spread on 0.0985 when folded 0.1121 in 10-mesh size nets. By classified a length of bar, the sinking speed coefficient (a_s) at 36-yarn was larger than 0.0208 when folded to 0.0620 when spread. Applying the results of the experiment to the large purse seine gear in Korea, there was analyzed in sinking speed between the body net to surrounding nets of the currently used for, the sinking speed difference was calculated. As a result, several parts of purse seine gear were considered to need improvement.

Key words : Sinking performance, Construction of net, Purse seine gear, Knotless nets

I. 서론

우리나라 선망어업은 고등어, 전갱이 및 정어리 등의 부어류를 주 어획 대상으로 연중 조업이 이루어지고 있으며, 연근해 어업 중에 규모가 가장 큰 어업이다. 이 어업에 사용되는 그물의 크기는 망선의 규모와 어로장의 경험에 의해서 결정되는 것이 일반적이다(Kim et al., 2003). 선망어업의 조업은 어군을 발견하거나 집어한 후 어군의 전방에서 어구를 신속하게 투망하기 시작하

여 어군을 수평적으로 포위함과 동시에 수직적으로 차단하여 어획하는 방법으로 이뤄진다(Kim, 2007).

선망은 기본적으로 수건모양으로 넓적한 몸그물(main body)의 앞쪽에 앞섶(fore wing)을 뒤쪽에 뒷섶(rear wing)을 붙인 것인데, 앞섶과 뒷섶은 여러 방향에서 힘이 가해지고, 또 충격이 주어져 찢어질 우려가 있으므로, 실이 굵은 것을 쓴다. 또 앞섶의 상단에는 고기받이(bunt)가 있는데, 이 곳은 최종적으로 어군을 몰아넣어서 퍼 올리는

† Corresponding author : 061-690-8921, holdu@korea.kr

* 이 논문은 2018년도 국립수산과학원 수산과학연구소 사업 선망어업 선진화를 위한 어구개선 연구(R2018040)의 지원으로 수행된 연구임.

곳이므로 특히 단단하게 만들어야 한다.

선망은 그물감에 미치는 힘을 고려하여 힘이 많이 미치는 곳은 실이 굵은 것을 쓰고, 힘이 덜 미치는 곳은 가는 것을 쓰며, 또 물의 저항과 어군의 도피 방식을 고려하여 아래쪽은 코가 큰 것을, 위쪽은 코가 작은 것을, 또 양 옆으로 갈수록 실이 굵은 것을 쓰는 등, 부분마다 망지를 조금씩 다르게 한다(Rims, 2015).

따라서 선망어구의 수중 형상은 어획에 있어서 중요한 요소로 작용하고 어구의 어획 성능을 향상시키기 위해서는 어군의 유영 특성에 부합하는 어구의 규모 및 규격을 파악하고 그에 알맞은 망지를 사용해야 어군에 대한 수중 포획을 높일 수 있다(Kim and Park, 1998).

선망어업에 사용되는 망지는 무수히 많은 망목으로 구성되어 있으며 유체 내에서 유연하게 거동하므로 조류 등 외력에 의해 쉽게 변형되는 특징이 있어 그 특성을 해석하는데 어려움이 있다(Kim, 1999). 특히 현재의 대형 선망어업에서 사용되는 어구는 망목의 크기와 망사의 직경이 다른 10여 가지 종류의 망지를 어구의 부위별 목적에 맞게 조합하여 사용하고 있기 때문에 각각의 망지가 서로 상호작용을 하게 된다. 따라서 각 망지의 침강 특성에 대한 정확한 지식과 정보가 있으면 보다 효율적이고 경제적인 선망어구를 설계할 수 있다.

따라서 각각의 망지가 유체 내 침강 저항과 수중 중량에 연관된다고 할 수 있기 때문에 망지의 수중 침강 특성을 파악하는 것이 중요하다(Kim and Park, 1998). 그러나 대형 선망어구는 어구의 형상은 단순하나 어구가 대형이고, 어구를 구성하는 망지의 종류가 다양하고 사용량이 많기 때문에 각각의 망지가 가지고 있는 망사의 직경 및 망목의 크기를 결정하는 그물발의 길이에 따라 수중에서 어구의 투망에 대한 침강 특성을 파악하는 것은 매우 어려운 부분이다.

이와 관련한 연구로는 모형 어구의 수중 형상

연구(Won, 2002), 줍줄 체결 중 용적과 장력 변화 연구(Kim, 1999), 원양선망의 어구구성 연구(Ryu et al., 2015) 및 나일론 무결절 망지의 저항 계수 연구(Zhou et al., 2015) 등이 있으나 어구의 침강 특성에 대한 연구는 찾아볼 수 없다. 따라서 이 연구에서는 현재 선망어구 설계의 적정성을 검토하고 선망어구의 성능을 개선하기 위한 기초 자료를 제공하는 것을 목적으로 우리나라 대형 선망어업에서 사용되는 어구를 구성하는 망지에 대한 각각의 침강 속력 및 침강 형상 등을 분석하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험 재료

선망어구 그물감의 침강 특성을 분석하기 위해 이 실험에서는 <Table 1>에 나타난 것과 같이 대형 선망어구에 사용되는 13종류의 PES(Polyethersulfone, 1.37) 무결절 그물감을 분석 대상으로 선택하였다. 이들 망지는 20합사 1종, 36합사 3종, 46합사 3종, 52합사 1종, 60합사 1종, 72합사 1종 및 90합사 3종으로 망지의 명칭은 그물발의 직경(d , mm)과 길이(l , mm)를 측정하여 망목의 특성인 직경(d)과 길이(l)의 비(d/l)로 구분하였다.

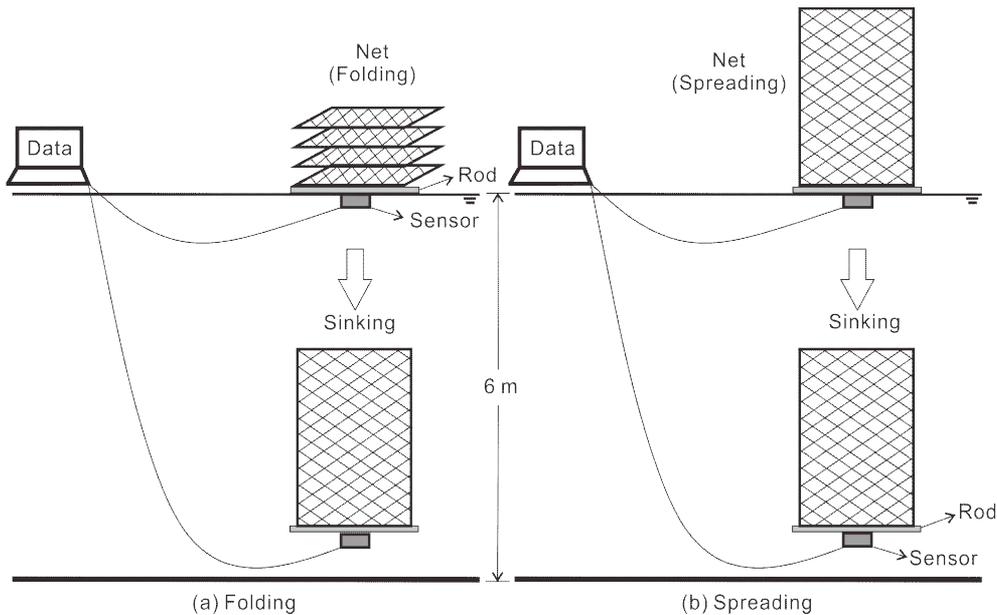
2. 실험 방법

실험은 국립수산과학원 내 조파수조(L 80 × W 10 × H 3.5 m, Ocean basin, NIFS, Korea)의 중앙에 있는 수심 6.0 m의 Hole에서 [Fig. 1]에 나타난 것과 같은 방법으로 실시하였다.

각각의 망지는 폭 1 m, 길이 2 m로 채단하여 1m의 환봉(\emptyset : 2.95 mm, Weight : 55 g)에 성형률이 75%가 되도록 길이 방향으로 망지의 아래단에 고정하고 양쪽 끝단은 지지줄로 고정하여 망지가 일정한 모양으로 유지되도록 하였다.

<Table 1> Specifications of nets used for an analysis of sinking performance

Net spec.	Remark	Mesh size (mm)	Diameter (d , mm)	Length of leg (l , mm)	Ratio of D/L (d/l)
20 × 10	30-0.078	30.2(30)	1.33	17.13	0.0776
36 × 06	60-0.043	59.1(60)	1.25	30.14	0.0428
36 × 08	40-0.063	39.4(40)	1.29	20.70	0.0633
36 × 10	30-0.075	30.3(30)	1.32	17.20	0.0750
46 × 06	60-0.050	59.1(60)	1.50	30.12	0.0496
46 × 08	40-0.070	39.4(40)	1.51	21.46	0.0704
46 × 10	30-0.090	30.3(30)	1.56	16.97	0.0919
52 × 10	30-0.094	30.3(30)	1.60	17.01	0.0941
60 × 06	60-0.054	59.1(60)	1.63	30.36	0.0536
72 × 10	30-0.107	30.4(30)	1.82	16.94	0.1074
90 × 06	60-0.066	59.1(60)	1.99	30.13	0.0661
90 × 08	40-0.092	39.9(40)	2.01	21.75	0.0924
90 × 10	30-0.120	30.0(30)	2.05	17.08	0.1194



[Fig. 1] Apparatus used of an analysis of sinking performance for net.

망지의 침강속력은 망지의 아랫단에 고정된 환봉 중심에 수심센서(Linearity $\pm 0.2\%$ FS, Full scale span 24mV, Procomm, Korea)를 설치하여 측정하였다. 측정은 망지의 아랫단이 수면에서 수

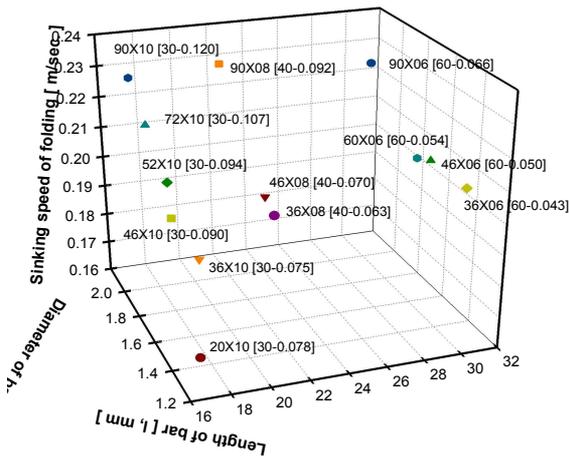
조 바닥까지 침강하는 동안 1초당 수심변화를 전압변화 진동수(100 Hz)로 하여 각각의 침강 속력을 구하였다. 이때, 망지의 침강 형상 특성을 관찰하기 위해 수중 촬영(Hero6, Gopro, China)도 병

행하였다.

침강 방법은 선망어구의 투망 형태를 고려하여 망지를 일정하게 접어서 수면에서부터 투망하여 망지가 수중에서 자연스럽게 펼쳐져서 침강되는 방법(folding)과 외부에서 망지를 펼친 후 망지의 하단 환봉부분이 수면으로 떨어져서 수중으로 침강되는 방법(spreading)의 두 가지로 하였다.

Ⅲ. 결 과

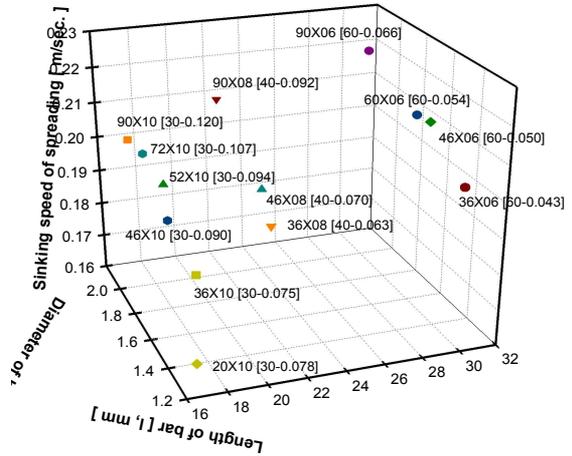
망지를 접어서 침강시킨 실험 결과를 [Fig. 2]에 나타냈다. 망목의 크기를 결정하는 그물발의 길이(l , mm)가 동일한 경우에는 그물발의 직경(d , mm)이 굵어질수록 그물감의 침강 속력이 빠르게 측정되었다. 그물발의 직경이 동일한 경우에는 그물발의 길이가 길어질수록 그물감의 침강 속력이 증가하는 것으로 나타났다.



[Fig. 2] Average sinking speed by folding of various nets depend on diameter, length of bar.

펼쳐서 침강시킨 실험 결과를 [Fig. 3]에 나타냈다. 이 실험에서도 그물을 접어서 침강시킨 실험과 유사한 결과가 나타났다. 즉 그물발의 길이가 같은 경우에는 그물발의 직경이 굵어질수록 망지의 침강 속력이 증가하는 것으로 나타났고,

그물발의 직경이 동일한 경우 그물발의 길이가 작아지면 망지의 침강 속력은 증가하는 것으로 측정되었다.



[Fig. 3] Average sinking speed by spreading of various nets depend on diameter, length of bar.

이러한 실험의 결과는 그물발의 직경 및 길이 별로 분류하여 정리하면 보다 명확하게 구분된다. 그물발의 직경에 따른 침강 속도 차이는 식 (1)을 이용하여 <Table 2, 3>에 나타냈고, 그물발의 길이에 따른 침강 속도 차이는 식 (1)을 이용하여 <Table 4, 5>에 나타내었다.

$$y = y_0 + a_s \ln(x) \dots \dots \dots (1)$$

여기서 <Table 2, 3>의 x 는 그물발의 직경이며, <Table 4, 5>에서는 x 는 그물발의 길이로 하였으며 a_s 는 침강 속도 계수이다. a_s 가 크면 망지 간의 침강 속도 차이가 크다고 해석할 수 있다.

그물발의 길이가 동일한 그물을 그물발의 직경 차이에 따른 침강 속력으로 구분할 경우(<Table 2, 3>)는 그물을 접어서 침강시킨 경우가 그물을 펼쳐서 침강시킨 경우보다 침강 속도 계수(a_s)가 크게 나타났다. 예를 들어 10절 그물(그물발 길이, $l \approx 17.0$ mm)의 경우에 접어서 침강시켰을 때 0.1121로 펼쳐서 침강시켰을 때의 0.0985보다 컸다.

그물발의 직경이 동일한 그물을 그물발의 길이 차이에 따른 침강 속력으로 구분할 경우(<Table 4, 5>)는 그물을 펼쳐서 침강시킨 경우가 그물을 접어서 침강 시킨 경우보다 침강 속력 계수가 크게 나타났다. 예를 들어 36합사(그물발 직경 $d \approx 1.3 \text{ mm}$)의 경우 펼쳐서 침강시켰을 때 0.0620로

접어서 침강시킨 경우의 0.0208보다 컸다. 즉, 실험의 결과에 의하면 망지를 접어서 침강시키는 경우는 그물발의 직경이 망지를 펼쳐서 침강시키는 경우는 그물발의 길이가 침강 속력에 상대적으로 크게 영향을 미쳤다.

<Table 2> Coefficient of sinking speed depend on diameter of bar

Spec.	Parameter	Coefficient	Min.	Max.	R ²
10-mesh (diameter)	y_0	0.1525	-0.1525	0.4575	0.7661
	a	0.1121	-0.1121	0.3363	
8-mesh (diameter)	y_0	0.1900	-0.1900	0.5701	0.8005
	a	0.0568	-0.0568	0.1705	
6-mesh (diameter)	y_0	0.1988	-0.1988	0.5963	0.5278
	a	0.0348	-0.0348	0.1045	

* Method : folding, x : diameter of bar

<Table 3> Coefficient of sinking speed depend on diameter of bar

Spec.	Parameter	Coefficient	Min.	Max.	R ²
10-mesh (diameter)	y_0	0.1431	-0.1431	0.4293	0.7470
	a	0.0985	-0.0985	0.2956	
8-mesh (diameter)	y_0	0.1907	-0.1907	0.5722	0.9639
	a	0.0303	-0.0303	0.0909	
6-mesh (diameter)	y_0	0.1968	-0.1968	0.5904	0.9248
	a	0.0368	-0.0368	0.1105	

* Method : spreading, x : diameter of bar

<Table 4> Coefficient of sinking speed depend on length of bar

Spec.	Parameter	Coefficient	Min.	Max.	R ²
36-yarns (length)	y_0	0.1416	-0.1416	0.4248	0.6963
	a	0.0208	-0.0208	0.0625	
46-yarns (length)	y_0	0.1538	-0.1538	0.4614	0.9914
	a	0.0169	-0.0169	0.0507	
90-yarns (length)	y_0	0.2400	0.2400	0.7200	0.1857
	a	-0.0032	-0.0097	0.0032	

* Method : folding, x : length of bar

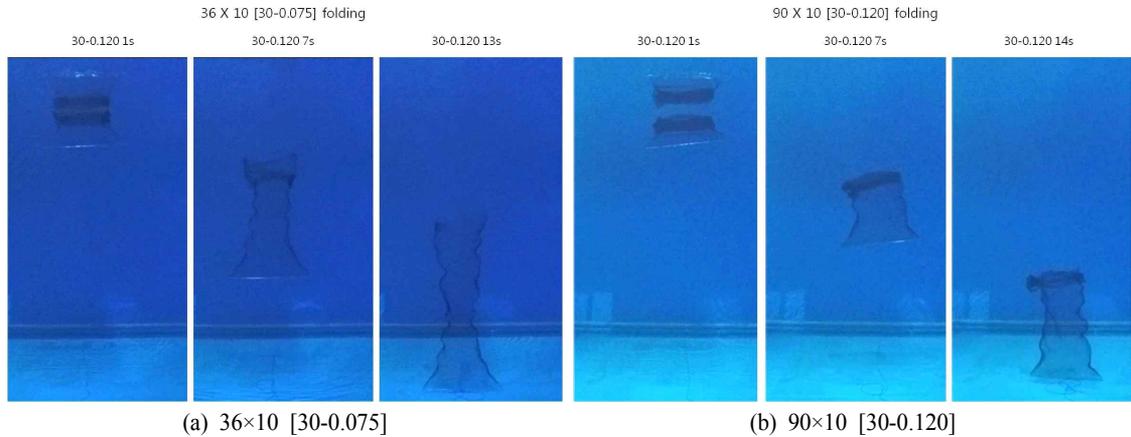
<Table 5> Coefficient of sinking speed depend on length of bar

Spec.	Parameter	Coefficient	Min.	Max.	R ²
36-yarns (length)	y_0	-0.0024	-0.0071	0.0024	0.6759
	a	0.0620	-0.0620	0.1860	
46-yarns (length)	y_0	0.0970	-0.0970	0.2909	0.9951
	a	0.0344	-0.0344	0.1032	
90-yarns (length)	y_0	0.1059	-0.1059	0.3176	0.9927
	a	0.0343	-0.0343	0.1028	

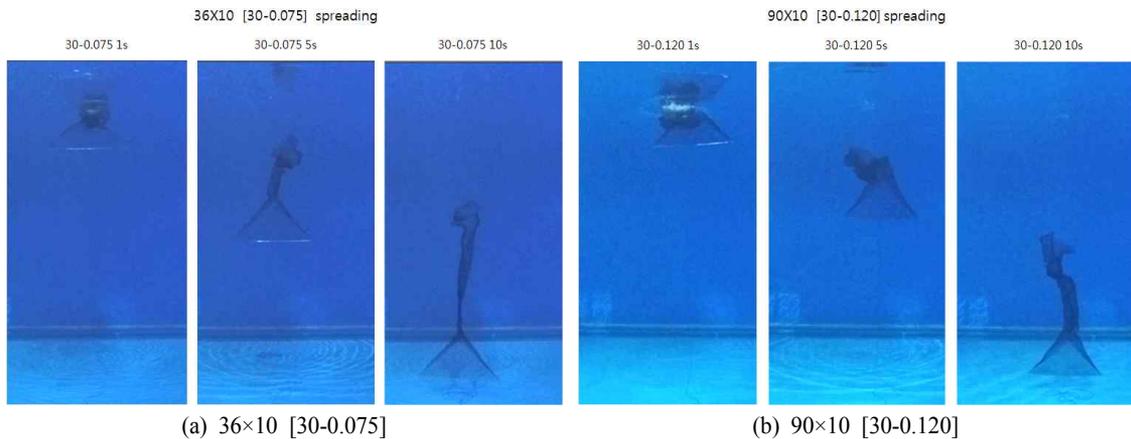
* Method : spreading, x : length of bar

망지의 침강 속력이 공극률에 의해 발생하는 저항에 전적으로 지배되지 않은 이유는 망지들의

침강 형상 분석을 통해 알 수 있다. [Fig. 4, 5]와 같이 그물밭의 길이($l \approx 30$ mm)가 같고 그물밭의



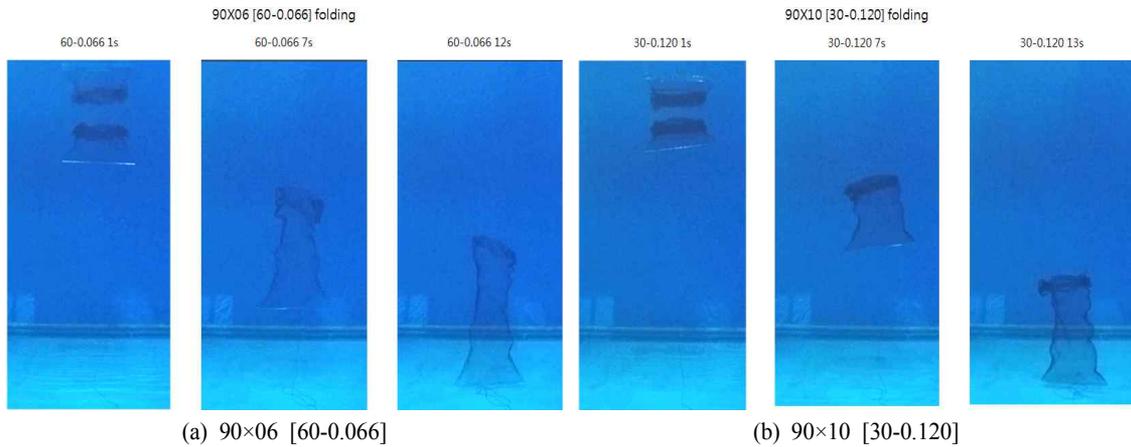
[Fig. 4] Comparing sinking shapes of two nets with same mesh size and different d/l (by folding).



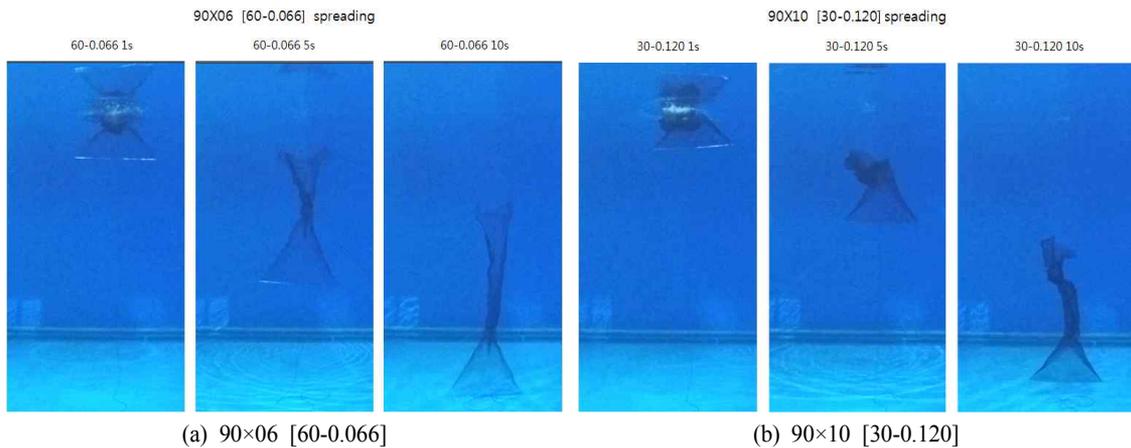
[Fig. 5] Comparing sinking shapes of two nets with same mesh size and different d/l (by spreading).

직경이 다른 경우, 즉 d/l 가 다른 동일한 망목의 망지를 뭉쳐서 투망하면 d/l 가 큰 망지는 뭉쳐서 침강하면서 침강 속력이 d/l 가 작은 동일한 망목의 망지보다 빨리 침강한다. 또한 [Fig. 6, 7]과

같이 그물밭의 직경($d \approx 2.0$ mm)이 동일하고 망목의 크기가 다른 망지에서도 d/l 가 큰 망지는 뭉쳐서 침강하면서 상대적으로 d/l 가 작은 망지의 침강 속력보다 빠르게 침강하는 것을 보여준다.



[Fig. 6] Comparing sinking shapes of two nets with same diameter of bar and different length (by folding).



[Fig. 7] Comparing sinking shapes of two nets with same diameter of bar and different length (by spreading).

이 연구 결과를 토대로 대형 선망어구를 구성하는 망지별 침강력을 분석하여 어구 설계도에 적용하면 [Fig. 8]과 같이 나타낼 수 있다. 설계도

에서 표현된 색상이 진할수록 침강 속력이 빠른 부분이다.

IV. 고찰

우리나라 대형 선망어업에 사용되는 망지들은 대부분 PES(Polyethersulfone)로 비중이 같기 때문에 침강 특성도 유사할 것으로 생각할 수 있지만, 선망어구에 사용되는 그물을 일정한 형상으로 거치한 저항 특성 연구(Kang et al., 2017)에서는 그물의 저항은 그물말의 직경(d)과 길이(l)의 비율에 따라 다르게 나타나는 것으로 보고되었다. 그러나 선망어구는 뭉쳐서 투망하기 때문에 침강 시 발생하는 현상을 파악하기 위해 앞선 연구의 결과를 그대로 적용하기 어렵고, 여기에 더해 그물의 침강은 형태가 일정하게 고정된 것이 아니라 침강하면서 그물의 형태가 유연하게 변하기 때문에 망목을 구성하는 d 와 l 의 관계가 앞선 연구보다 더 복잡할 것으로 예측된다. 또한 어구가 일정 이상 침강하여 펼쳐졌을 때에도 그물면의 저항이 영각에 대해 평형(0°)이기 때문에 기존의 그물 저항 연구들의 결과를 그대로 적용하기 어렵다.

선망어구는 본선에서 망지의 뜰줄 부위와 침자 부위가 함께 투망되기 때문에 현장에서도 이 연구에서 망지를 접어서 한 번에 침강시켰을 때와 같은 현상이 발생할 가능성이 높다. 측정된 망지의 침강 속력을 바탕으로 하여 선망어구의 설계도의 각 부분을 분석하였을 때 몸그물 주위의 그물감이 몸그물보다 침강 속력이 빠르게 나타나 투망 시 얽히거나 뒤에 투망한 망지가 앞의 망지를 끌고 내려가는 현상이 예측된다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 20합×10절 망지를 20합×9절이나 20합×8절 망지로 사용하여 침강 속력을 높여 망지들 간의 속도 차이를 줄이거나 주변 망지를 PES보다 비중이 작은 나일론 망지를 사용하는 것으로 해결할 수 있을 것으로 생각된다.

선망어구에 연결된 침자가 각 망지의 침강에 영향을 미치기 전까지는 각 망지가 가진 침강력에 의해 침강 속력이 결정되게 된다. [Fig. 8]의

설계도의 침강력 분석을 토대로 현장에서 어구를 투망하였을 때 수중에서 일어나는 어구의 형상을 예측해보면, 어포부가 위치하는 1번과 2번 섹션은 상부의 어포부와 하부의 망지 부분과 침강력 차이가 크지 않기 때문에 망지들이 같이 침강하다가 침자의 영향을 받으면 순차적으로 아랫부분의 망지부터 침강하게 될 것으로 판단된다. 3번과 4번 섹션도 앞서 투망된 1번과 2번에 비해 침강력이 낮기 때문에 순차적으로 침강하게 될 것으로 생각된다. 하지만 섹션 5번부터 45번까지는 침강 속도 차이가 큰 그물들이 혼재되어 있어 문제가 발생할 소지가 있다. 특히, 본망지(몸그물)가 있는 섹션 9번부터 42번까지는 침강 속력이 가장 느린 20합×10절 그물이 넓게 분포하고 있고, 그 상부와 투망 순서가 늦은 섹션 43번부터의 망지들은 작게는 12.0%(32합×10절)에서 많게는 37.7%(88합×6절)까지 침강 속력이 몸그물보다 빠르기 때문에 투망 시 얽히거나 뒤에 투망한 망지가 앞의 망지를 끌고 내려가는 현상이 예측된다.

선망어구를 설계하고 제작하기 전에 어구의 수중 형상을 검증할 필요가 있는데 모형실험(Kim, 2004; Kim and Park, 2009)에서는 다양한 종류의 어구를 모두 상사하여 제작하기 어렵기 때문에 컴퓨터 시뮬레이션(Machii and Nose, 1992; Kim et al., 2007)이 대안이 될 것이다. 현재까지의 시뮬레이션 연구로는 선망어구의 수중 현상을 전체적으로 파악할 수 있지만 투망 초기 그물의 세세한 부분을 분석하기 어려울 뿐만 아니라 침강 특성을 계수화하기 어려울 것으로 판단된다. 따라서 선망어구의 정확한 수중 형상을 분석하기 위해서는 다양한 망지의 침강 실험을 통해 그물별 침강 특성은 계수화 할 필요가 있다. 또한 이후의 연구에서는 그물말의 직경 및 길이가 그물의 침강 특성에 미치는 영향을 수식화 할 필요가 있다고 생각된다.

V. 요약

선망어구의 침강 특성을 정확하게 분석하기 위해서 선망어구에 사용되는 13종의 PES 무결절 망지를 접거나 펼쳐서 침강시키고 그 속력을 측정하였다. 그 결과, 실험에 사용된 그물들의 침강 속력은 일반적인 그물 저항 실험과 달리 그물의 공극률에 크게 좌우되지 않았다.

10절 망지를 망사의 굵기에 따라 분류하였을 때 접어서 침강시킨 경우 침강 속력 계수는 0.1121로 펼쳤을 때의 0.0985보다 크게 측정되었다. 36합사의 망지를 망사의 길이에 따라 분류하였을 때 펼쳐서 침강시킨 경우 침강 속력 계수는 0.0620으로 접었을 때의 0.0208보다 크게 측정되었다.

망목의 크기가 같은 경우는 망사의 굵기가 굵을수록 침강 속력이 빨랐으나 망사의 길이가 같은 경우는 망목의 크기가 큰 경우가 침강 속력이 빠른 경향을 나타냈으며 망목의 크기와 망사의 굵기가 침강 속력에 미치는 영향은 계수화가 가능하였다.

이 실험의 결과를 현재 사용되고 있는 대형 선망어구 설계도에 적용한 결과, 현재 사용되는 선망어구의 몸그물과 그 주변 그물은 침강 속력에 차이가 있어 개선이 필요할 것으로 판단되었다.

VI. 사 사

조파수조 실험을 도와주신 수산공학과 김남기, 김병곤 기사님과 문경일 연구원님께 감사드립니다.

References

Kang DY, Kim YH, Koo MS, Lee CW and Cha BJ(2017). Hydrodynamic characteristics of knotless nettings for large purse seine gear. J

Korean Soc Fish Tech, 53(3), 228~239.

Kim DA(1999). Fishing gear design. Pyoung Hwa Publications. 72~88 (in Korean).

Kim HY, Lee CW, Shin JK, Kim HS, Cha BJ and Lee GH(2007). Dynamic simulation of the behavior of purse seine gear and sea-trial verification. Fisheries Research, 88, 109~119.

Kim SJ and Park JS(1998). An Analysis of Sinking Resistance for Purse Seine-In the Case of the Model Seine with Different d/l. Bull Korean Soc Fish Tech, 34(3), 274~280.

Kim SJ(1999). Studies on the Improvement of the Fishing Efficiency of Purse Seine in the Sea Area of Cheju Island-The Change of Seine Volume and Tension in the Purseline During Pursing-. Bull Korean Soc Fish Tech, 35(2), 93~101.

Kim SJ(2004). An Analysis on the Sinking Resistance of Purse seine-2. In the Case of the Model Purse Seine with Different Netting Material and Sinkers. Bull Korean Soc Fish Tech, 40(1), 29~36.

Kim SJ(2007). Studies on the improvement of the productivity of purse seine fishery-II-The sinking movements with the flow velocity on the model purse seine of the subjective power block and triplex-. J Kor Soc Fish Tech, 43(1), 1~11.

Kim SJ, Choi CM and Chung YJ(2003). Studies on the Improvement of the Productivity of the Purse Seine Fishery-The characteristics on the motion of purse seine in the experimental operation of one boat system-. Bull Korean Soc Fish Tech, 39(2), 99~111.

Kim YH and Park MC(2009). The simulation of the geometry of a tuna purse seine under current and drift of purse seiner. Ocean Engineering, 36, 1080~1088.

RIMS(Research Institute of Medium&Small

- Shipbuilding)(2015). Purse Seine Fishing Vessel, Experimental Fishing, Fleet Reconstitution, Fishing Operation System, Hullform Development, 14.
- Ryu KJ, Lee YW and Kim HS(2015). A Change of rigging method for purse seine gear of Korea tuna purse seine fishery in the Western and Central Pacific Ocean. J Korean Soc Fish Tech, 51(1), 50~60.
- Tadanobu Machii and Yukio Nose(1992). Mechanical properties of a rectangular purse seine in ideal condition, Fisheries Research. 14, 261~271.
- Won SJ(2002). Shape of the Model Purse Seine during the Shooting and Pursing. M.S. Thesis, Pukyong National University, Korea, 30.
- Zhou C, Xu L, Hu F and Qu X(2015). Hydrodynamic characteristic of knotless nylon netting normal to free stream and effect of inclination. Ocean Engineering, 110, 89~97. (DOI:10.1016/j.oceaneng.2015.09.043)
-
- Received : 22 August 2018
 - Revised : 27 August, 2018
 - Accepted : 13 September, 2018