

근해 참조기유자망 어구의 침강재 개량에 관한 기초적 연구

김근형 · 김석종†

제주대학교(강사) · †제주대학교(교수)

A Basic Study on the Sinking Material Improvement for Offshore Small Yellow Croaker Drift Gill Net Fishing Gear

Keun-Hyoung KIM · Suk-Jong KIM†

Jeju National University(lecturer) · †Jeju National University(professor)

Abstract

This study is aimed to improve the sinker that is the sinking material of the offshore small yellow croaker drift gill net currently used in the field so that the sinker line of the net can float while maintaining a distance from marine wastes deposited on the seabed. Therefore, targeting the offshore small yellow croaker drift gill net equipped with the improved sinking material to prevent the damage or loss of the fishing gear, this researcher figured out the development characteristics of the attachment according to the improvement of the sinking material and carried out marine tests to analyze and investigate that. According to the results of the tests other than the fifth and sixth tests conducted according to water depth over time, in the range ($0 \leq R^2 \leq 0.4$), the FS and SFL seem to influence the changing water depth over time insufficiently. It would be okay to attach the floor line to the offshore small yellow croaker drift gill net because the way of development is not different from the previous one. When R^2 comes closer to 1, the change of water depth influences the FS and SFL of the offshore small yellow croaker drift gill net equipped with the floor line significantly. And when it comes closer to zero, the floor line influences the FS and SFL of the offshore small yellow croaker drift gill net insignificantly. Also, Nets are divided into the offshore small yellow croaker drift gill nets equipped with the floor line with the width of 200 and the offshore small yellow croaker drift gill nets with the width of 300 previously used to figure out the replacement of the nets. According to the findings, the offshore small yellow croaker drift gill nets equipped with the floor line indicate a very low replacement rate as 2.4% out of the total amount of the nets.

Key words : Fishing gear, Small yellow croaker, Drift gill net, Sinker, Sinking material, Floor line

I. 서론

우리나라의 최근 3년간(2020~2022년) 참조기(*Pseudosciaena polyactis*) 총 생산량은 평균 29,554톤이며, 이 중 평균 19,007톤(64.3%)이 근해 참조기유자망 어업에 의하여 어획되고 있다(KOSIS,

2023).

「수산업법시행령 별표 2의 2」에 의하면 근해 참조기유자망 어구는 40톤 이상 어선인 경우는 어구의 길이를 1만 6천 미터까지 사용할 수 있으며, 5천 미터 이내의 어구를 따로 실을 수 있는 자망어구 중 가장 규모가 크다(Kim et al., 2021).

† Corresponding author : 064-754-3411, ksukjong@jejunu.ac.kr

* 이 논문은 2023학년도 제주대학교 교원성과 지원사업에 의해 연구되었음.

근해 참조기유자망 어구는 다른 운용 어구에 비해서 그물의 형태가 단순하나 그물감의 사용량이 매우 많기 때문에 어구의 위치를 수시로 확인할 수 있어야 하며, 항해 및 조업중인 선박과 다른 조업방식의 어구와 어법에 의해 어구가 절단되거나 유실되는데, 이를 방지하기 위하여 어업인들은 실시간으로 어구의 흐름을 파악하는 등 많은 노력을 기울이고 있다.

그러나, 현재 조업 현장에서는 어장 확보에 대한 경쟁으로 대부분 좁은 어장에 여러 어선들이 밀집하여 조업하고 있는 실정이다. 또한, 어장에서 유실 및 침적되는 폐어구의 양은 연간 약 44,000톤으로 추정되고 있으며, 이로 인한 해양 생태계 피해 및 어획량 손실 등의 관련 피해액은 약 3,800억 원에 이르는 것으로 추산하고 있다. 이 중 연간 81,000톤이 사용되고 있으며, 자망은 전체 주요 어구의 연간 유실량 총량인 약 44,000톤 중 32%의 비중을 차지하고 있는 것으로 나타났다(KMI, 2021).

또한, 현재 조업 어장에 침적되어있는 폐어구로 인하여 저층의 수심을 대상으로 한 근해 참조기유자망 어구는 한 폭당 발줄에 통상 ‘시멘트 발돌’ 이라고 호칭 되는 공기 중 무게 약 1.4 ~ 1.5kg 가량의 콘크리트 원형체(이하 ‘발돌’)를 약 4~5개 정도를 부착하여 조업하는데 조업 중 발돌에 의하여 해저면과의 마찰이 발생되고 이로 인해 다른 종류의 폐어구와 엉키면서 조업 손실, 어획량 감소 및 어망 유지보수 비용 증가로 인한 경제성이 저하되고 있는 실정이다.

또한, 발돌이나 해양폐기물에 의해 손상된 어구는 현장에서 양망하는데 많은 시간과 노동력이 소요되어 수중에 그대로 방치되고 해저면에 침적되면서 해양 생태계 파괴 등이 지속적으로 발생하고 있다.

이러한 근해 참조기유자망 어업의 어구 유실과 관련된 연구로는 명태와 참조기 어장에서 유실된 어구의 분포 현황을 조사 보고한 Ahn et al.,(2001)과 Kim et al.,(2010)이 있다. 이 연구에서

는 자망류가 가장 많이 유실되는 것으로 보고하고 있다.

근해 참조기유자망 어업과 관련된 연구로는 유자망 어구의 망목 선택성 규명과 적정 망목 크기를 산정하여 합리적인 자원관리를 위한 Kim et al.,(2012)의 연구와 유자망 어구의 설 높이에 따른 어획 특성을 파악한 Oh et al.(2014) 등 참조기유자망어업과 관련된 다수의 연구사례가 있으나, 침강재 개량과 관련된 연구는 없는 실정이다.

한편, 우리나라 정부에서는 어구 관리의 효율성을 도모하기 위한 정책으로 어구의 유실 및 폐어구 발생을 예방하기 위하여 정보통신기술(ICT)을 어구의 사용 및 관리에 적용해 차세대 어구 관리체계 구축에 따른 어구 자동식별 장치 개발을 위한 해상시험과 현장에서의 운용 가능성 검증을 위하여 다양한 연구가 수행되었다(Kang et al., 2018; Hwang et al., 2018; Park et al., 2020; Kim et al., 2021; Jung et al., 2021).

그러나, 정보통신기술(ICT)을 기반으로 한 어구 자동식별 모니터링 시스템만으로는 근본적인 폐어구 발생과 어구의 손상 방지에는 한계가 있다.

이러한 문제를 해결하기 위해서 정보통신기술(ICT) 기반인 어구 자동식별 모니터링 시스템 적용에 따른 어구 유실 방지 및 조업 중 어구의 손상 감소를 통하여 폐어구 발생을 최소화할 필요가 있다고 판단되었다.

또한, 현재 어업현장에서 사용되고 있는 근해 참조기유자망 어구에서 침강재인 발돌 개량을 통하여 어망의 발줄이 해저면에 침적된 해양폐기물과 이격 거리를 유지하면서 부유 되도록 하고자 하였다.

따라서, 본 연구에서는 근해 참조기유자망 어구의 손상 및 손실 방지를 피하기 위하여 침강재를 개량하였고 이것을 부착한 근해 참조기유자망 어구를 대상으로 침강재 개량에 따른 부설 전개 특성을 파악하여, 이에 대한 분석과 검토를 목적으로 해상시험을 실시하였는데, 그 결과를 보고하고자 한다.

II. 재료 및 방법

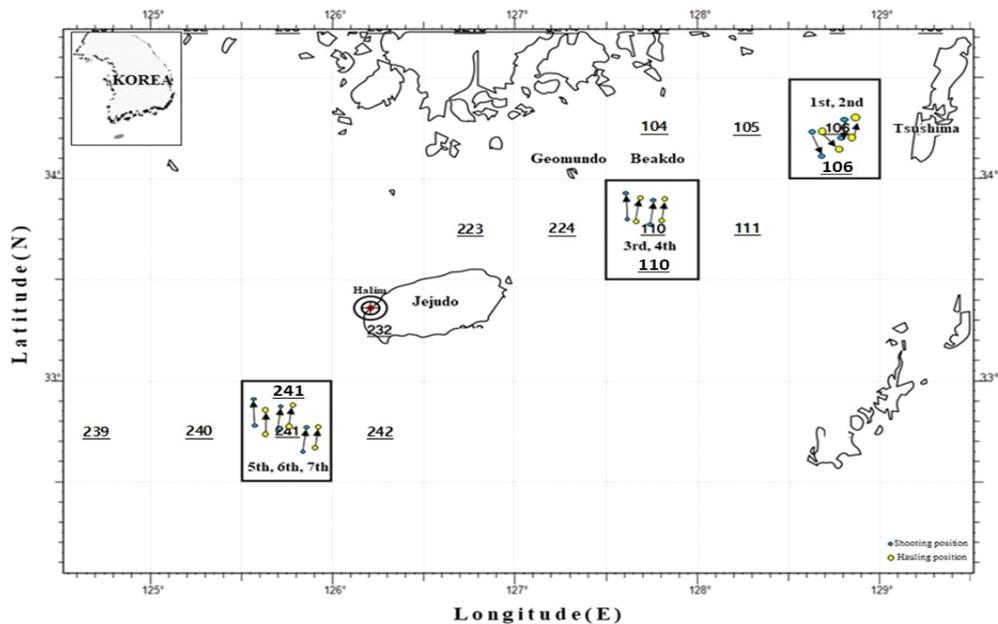
1. 시험해역

근해 참조기유자망 어구의 침강재 개량에 따른 부설 및 전개 특성을 파악하기 위하여 조업선 제 7002만경호(근해 자망어업 허가, 총 톤수 39ton)에 승선하여 해상시험을 실시하였다. 해상시험 기간은 2021년 7월 29일(12물)부터 8월 1일(조금)까지 및 8월 19일(4물)부터 8월 22일(7물)까지 2회 실시했다. 조업 방법은 일출 전 오전 5시경에 조류를 따라 미속(3~4 knot)으로 전진하면서 선수 현측(우측)으로 하였고, 약 2시간 뒤 양망하는 방법으로 일반적인 조업 방법과 동일하게 하였다.

시험 조업의 위치는 [Fig. 1]과 같이 나타냈으며, 남해 근해 106 해구 주변 해역에서 2회, 110 해구 주변 해역에서 2회, 제주도 근해 241 해구 주변 해역에서 3회로 총 7회 실시하였으며, 각각의 투망 위치와 양망 위치를 <Table 1>에 나타냈다.

<Table 1> Shooting and hauling position of the small yellow croaker drift gill net of the test sea

No	Shooting position	Hauling position
1st	34.13.1834(N)	34.10.0135(N)
	128.36.5960(E)	128.41.4320(E)
2nd	34.18.4207(N)	34.18.3005(N)
	128.40.0817(E)	128.41.0115(E)
3rd	34.48.1978(N)	33.55.2076(N)
	127.38.4082(E)	127.43.0325(E)
4th	33.49.2629(N)	33.55.1025(N)
	127.35.1297(E)	127.40.3623(E)
5th	32.46.1005(N)	32.47.6430(N)
	125.58.3123(E)	125.47.6412(E)
6th	32.39.5144(N)	32.38.1862(N)
	125.39.9892(E)	125.53.9648(E)
7th	32.47.9775(N)	32.47.0393(N)
	125.53.9648(E)	125.54.7379(E)



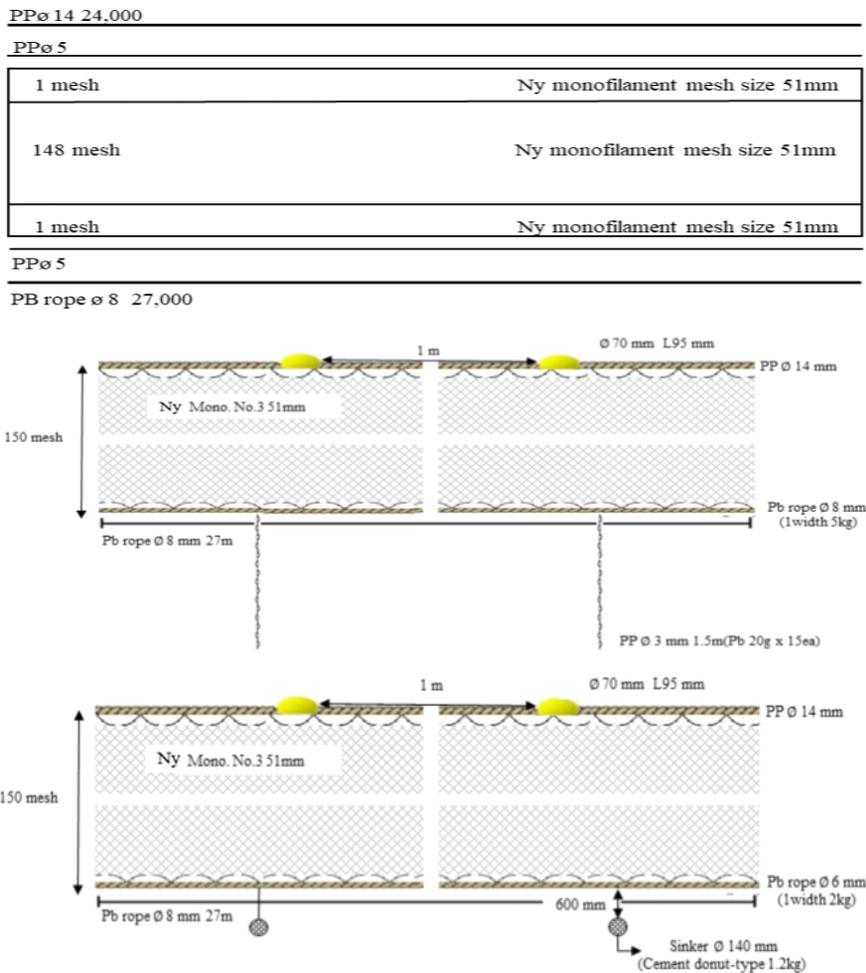
[Fig. 1] Locations for field experiments 1st ~ 7th coastal points and offshore south sea and jeju sea of Korea.

2. 시험용 근해 참조기유자망 어구의 구조

근해 참조기유자망 어구의 침강재 개량에 따른 전개 특성을 파악하기 위하여 시험 조업에 사용한 유자망 어구의 구성을 [Fig. 2]와 같이 나타냈다. 그물감 1폭의 규격은 900 × 150코로 뜬줄 길이는 24m, 발줄의 길이는 27m이며, 그물감의재료는 나일론 모노 필라멘트 3호로 망목은 51mm이었다. 뜬줄과 발줄의 성형율은 각각 49%, 54%이다. 뜬줄에는 플라스틱 부력재(직경 70mm, 길이 95mm)를 약 100cm 마다 1개씩 부착했고, 발줄은 기존 유

자망 어구가 6mm PB rope로 사용하는 것과 다르게 시험용 유자망 어구의 경우에는 개량된 침강재를 부착함에 있어서 기존 시멘트 발돌과 비슷한 침강력을 유지하기 위해 직경8mm, PB rope로 구성하였다.

시험 조업에 사용한 기존 근해 참조기유자망 어구 500폭 중 200폭의 전개면적은 동일하며, 기존에 사용했던 침자인 직경 140mm, 무게 약1.4kg의 도우넛 형태의 시멘트 발돌은 제거하고 개량한 길이 1.5m 직경 8mm PP 로프에 20g 납 15개를



[Fig. 2] Schematic diagram of irradiated miniature small yellow croaker drift gill nets used by partial improvement(middle: survey net, bottom: traditional net).

약 8cm 간격으로 부착한 침자를 1폭당 발줄에 일정한 간격으로 2개씩 부착했다([Fig. 3]). 여기에서는 개량된 발줄을 ‘아랫줄’이라 칭하였으며, 나머지 300폭의 어구는 기존 어구와 동일한 구조로 구성했다(<Table 2>).

<Table 2> Principal particulars of small yellow croaker drift gill net and sinking material improvement part

No	Part Names	Materials	Dimensions
①	Sinker line	PB core rope Ø 8mm	29 m × 500 width
②	Floor PB line (Linear part)	PP rope Ø 3mm	1.5 m
③	Floor PB line (Adjustable weight part)	PB	20 g × 15 ea
④	Depth meter	milli-TD (Star-oddi)	3 ea
a	Floor PB line	Underwater floating section linear part (100cm)	
b	Floor PB line	Seabed landing section linear part(50cm)	

3. 개량된 침강재 부착에 따른 수심 변화 분석 및 그물 교체량

근해 참조기유자망 어구의 수중 침강 경과 시간에 따른 전개 형상을 파악하기 위하여 수심 측정계(DST milli-TD, Staroddi, Iceland)를 사용하였으며, 아랫줄 형태의 침자를 부착한 시험용 유자망 어구 200폭 중 그물의 시작 지점에서 100폭 정도에 위치한 뜬줄과 발줄 그리고 아랫줄 중간 부분에 일직선 방향으로 부착하여, 1분 간격으로 측정하면서 기록했다.

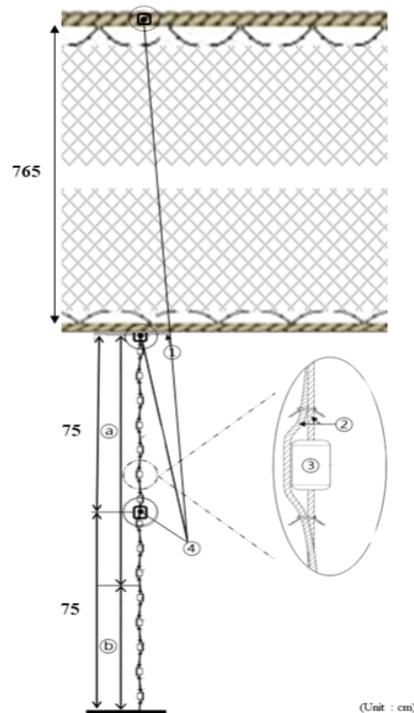
아랫줄을 부착한 근해 참조기유자망 어구의 뜬

줄(Float line), 발줄(Sinker line), 아랫줄(Floor line)의 수심 측정 결과를 분석하였으며, 전개 성능을 파악하기 위하여 뜬줄과 발줄의 간격(FS), 발줄과 아랫줄의 간격(SFL)에 대한 값을 추출하고 검증 을 실시했다.

검증분석은 Python 3.5 프로그램을 활용하여, 단순회귀분석(Simple regression)을 실시하였다. 분석은 해상시험 횟수에 따른 시험해역(구)으로 구분하고 어구가 최대수심에 도달하여 전개되면서 양망하기 직전까지 즉 안정적으로 전개된 수심(x)과 추출된 FS 및 SFL과의 상관계수(R^2)를 구하였으며, 식 (1)과 (2)와 같다.

$$FS = depth(x) + c \dots\dots\dots (1)$$

$$SFL = depth(x) + c \dots\dots\dots (2)$$



[Fig. 3] Composition of the improved sinking material.

또한, 침강재 개량의 주 목적인 참조기 근해유 자망 어구의 파망 및 교체량 파악을 위하여 양망 과정 중 파망 되어 교체되는 그물량을 침강재가 개량된 어구와 침강재가 개량되지 않은 어구로 구분하여 목시 관찰로 기록했다.

III. 결과 및 고찰

1. 침강재 개량에 따른 어구의 전개 수심

근해 참조기유자망 어구의 침강재 개량에 따른 수중부설 전개 특성을 파악하기 위하여 시멘트 발돌(침자)을 제거 후 개량한 침강재를 부착한 참조기유자망 어구가 투망 이후 경과시간에 따른 수심에 대한 전개 형상을 분석하였다.

<Table 3>과 같이 분석 결과를 기초로 투망 후 어구가 최대수심에 도달한 구간부터 양망 직전까지의 구간을 안정 구간으로 정하고 뜬줄과 발줄 및 아랫줄의 수중 전개 현상을 파악하였다.

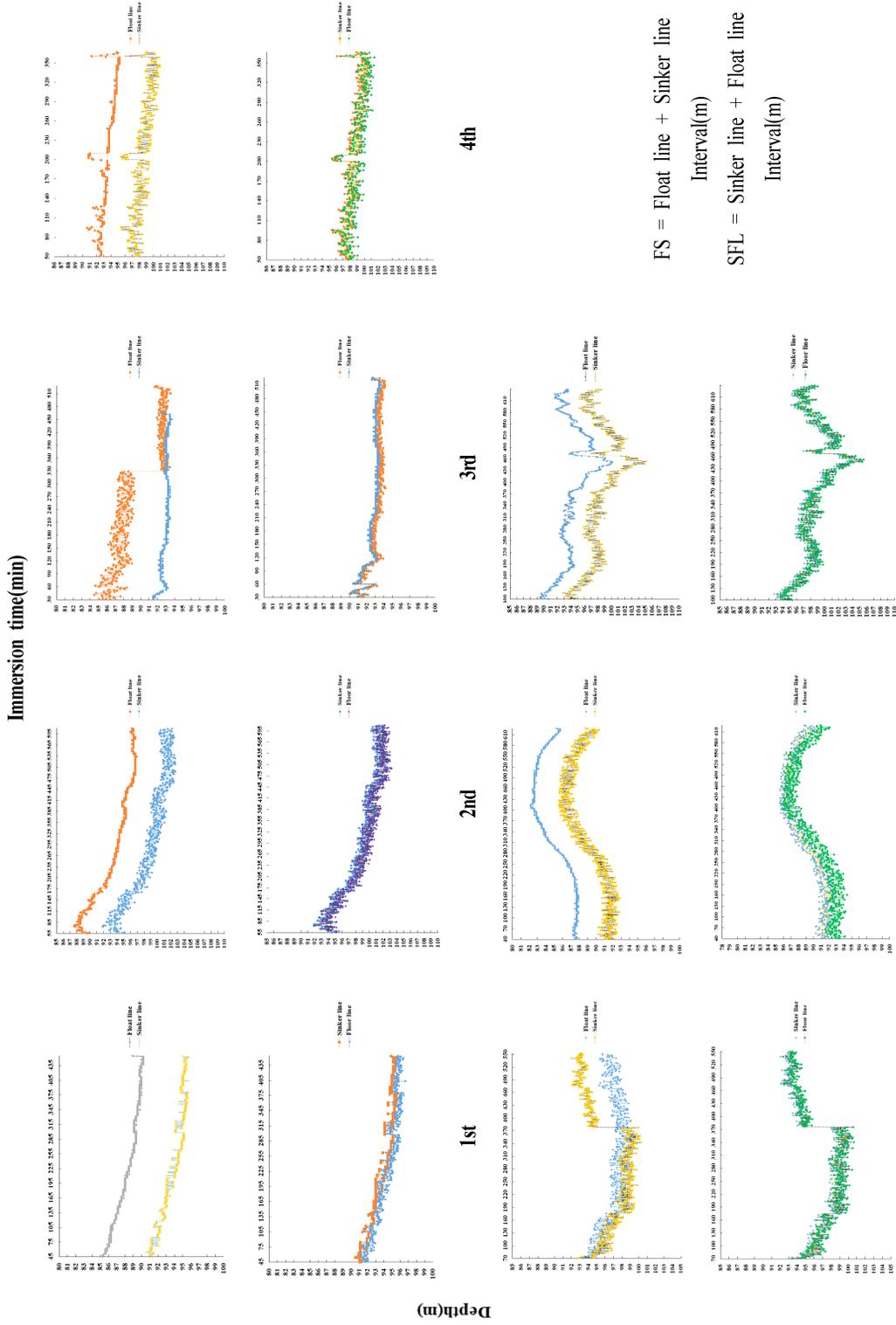
7차례의 해상시험은 우리나라 남해 근해 106 해구와 110 해구에서 실시하였으며, 5회, 6회, 7회 해상시험은 제주도 남동쪽 근해 241 해구에서 실시하였다. 시험해역의 해구별 평균 수심은 106 해구 98.28m, 110 해구 96.45m, 241 해구 98.9m였다.

근해 참조기유자망 어구는 투망 후 수심 측정계를 부착한 뜬줄과 발줄 및 아랫줄의 최대수심에 도달하여 전개된 안정 구간 평균 수심은 <Table 4>에 나타났다. 각 회차별 해상시험 결과는 [Fig. 4]와 같으며, 경과시간에 따른 안정구간에서의 뜬줄과 발줄 및 발줄과 아랫줄의 수중 전개 현상에 대한 분석 결과를 나타냈다.

1회 해상시험 결과에서는 수중 안정 구간까지 도달 소요 시간은 45분이었으며, 투망과 양망 소요 시간은 각각 86분과 320분이었다. 뜬줄과 발줄 그리고 아랫줄의 침강하여 안정 구간까지의 평균 수심은 각각 88.36m, 93.89m 및 93.99m였으며, FS와 SFL의 값은 각각 5.53m과 0.10m였다.

<Table 3> The test position for each number of times, the average depth, the required time, and the depth of the stable section

No	Shooting position	Hauling position	Average depth test sea(m)	Elapsed time(min)		Time to stable depth (min)	Marine zone	
				Shooting	Hauling			
1st	34.13.1834(N)	34.10.0135(N)	95.36	86	320	45	106	
	128.36.5960(E)	128.41.4320(E)						
2nd	34.18.4207(N)	34.18.3005(N)	101.2	120	480	55		
	128.40.0817(E)	128.41.0115(E)						
3rd	34.48.1978(N)	33.55.2076(N)	93.15	90	330	30		110
	127.38.4082(E)	127.43.0325(E)						
4th	33.49.2629(N)	33.55.1025(N)	99.75	73	610	50		
	127.35.1297(E)	127.40.3623(E)						
5th	32.46.1005(N)	32.47.6430(N)	97.4	80	600	70		
	125.58.3123(E)	125.47.6412(E)						
6th	32.39.5144(N)	32.38.1862(N)	93.1	85	635	40	241	
	125.39.9892(E)	125.53.9648(E)						
7th	32.47.9775(N)	32.47.0393(N)	106.2	73	630	100		
	125.53.9648(E)	125.54.7379(E)						
Average			98.02	86.71	515.0	55.71		



FS = Float line + Sinker line
 Interval(m)
 SFL = Sinker line + Float line
 Interval(m)

5th 6th 7th [Fig. 4] Results of water depth measurement for float line, sinker line and floor line of 1st ~ 7th.

<Table 4> The summary of results about the phenomena developed under the Sea when the Partially Improved small yellow croaker drift gill net was used

No	Stable depth of float line(m) (Average)	Stable depth of sinker line(m) (Average)	Stable depth of floor line(m) (Average)	FS(m) (Average)	SFL(m) (Average)
1st	88.36	93.89	93.99	5.53	0.10
2nd	93.83	98.85	99.21	5.02	0.36
3rd	89.55	92.74	93.09	3.19	0.34
4th	93.52	98.49	98.84	4.98	0.35
5th	97.07	96.35	96.78	-0.73	0.43
6th	85.06	89.04	89.07	3.98	0.03
7th	94.21	98.18	98.63	3.96	0.45
Average	91.66	95.36	95.66	3.70	0.29

2회 해상시험 결과에서는 수중 안정 구간까지 도달 소요 시간은 55분이었으며, 투망과 양망 소요 시간은 각각 120분 480분이었다. 뜬줄과 발줄 그리고 아랫줄의 안정 구간의 평균 수심은 각각 93.83m, 98.85m 및 99.21m였으며, FS와 SFL의 값은 각각 5.02m과 0.36m였다.

3회 해상시험 결과에서는 수중 안정 구간까지 도달 소요 시간은 30분이었으며, 투망과 양망 소요 시간은 각각 90분 330분이었다. 뜬줄과 발줄 그리고 아랫줄의 안정 구간의 평균 수심은 각각 89.55m, 92.74m 및 93.09m였으며, FS와 SFL의 값은 각각 3.19m과 0.34m였다.

4회 해상시험 결과에서는 수중 안정 구간까지 도달 소요 시간은 50분이었으며, 투망과 양망 소요 시간은 각각 73분 610분이었다. 뜬줄과 발줄 그리고 아랫줄의 안정 구간의 평균 수심은 각각 93.52m, 98.49m과 98.84m였으며, FS와 SFL의 값은 각각 4.98m과 0.35m였다.

5회 해상시험 결과에서는 수중 안정 구간까지 도달 소요 시간은 70분이었으며, 투망과 망 소요 시간은 각각 80분 600분이었다. 뜬줄과 발줄 그리고 아랫줄의 안정 구간의 평균 수심은 각각 97.07m, 96.35m 및 96.78m였으며, FS와 SFL의 값은 각각 -0.73m과 0.43m였다.

6회 해상시험 결과에서는 수중 안정 구간까지 도달 소요 시간은 40분이었으며, 투망과 양망 소요 시간은 각각 85분 635분이었다. 뜬줄과 발줄 그리고 아랫줄의 안정 구간 평균 수심은 각각 85.89m, 89.04m 및 89.07m였으며, FS와 SFL의 값은 각각 3.98m과 0.03m였다.

7회 해상시험 결과에서는 수중 안정 구간까지 도달 소요 시간은 100분이었으며, 투망과 양망 소요 시간은 각각 73분 630분이었다. 뜬줄과 발줄 그리고 아랫줄의 안정 구간의 평균 수심은 각각 94.21m, 98.18m 및 98.63m였으며, FS와 SFL의 값은 각각 3.96m과 0.29m였다.

2. 침강재 개량에 따른 어구의 전개 특성 및 어구 교체량

근해 참조기유자망 어구에 아랫줄을 사용하게 되었을때 그물의 전개에 따른 수중에서의 뜬줄과 발줄 그리고 발줄과 아랫줄의 전개현상에 따른 수심측정계 측정 부위별 간격에 대하여 파악을 실시했다. 투망 후 경과하는 시간에 따른 수심에 대한 뜬줄과 발줄, 발줄과 아랫줄에 간격이 수중 전개에 미치는 영향을 파악하기 위하여 투망 종료 이후 최대수심에 도달하여 양망 직전까지의 구간을 시점으로 하여 어구가 수중에서 안정적인

로 전개되는 수심을 기준으로 측정된 데이터를 기준으로 단순회귀분석(Simple regression)을 실시하였다.

아랫줄 사용이 수심 변화에 따른 어구의 전개 현상에 영향 여부를 파악해 보기 위하여 검증을 실시하였는데 그 결과를 <Table 5>에 나타냈다.

수심과 FS 및 SFL 간 Pearson의 상관관계를 분석하여 어구의 안정적인 전개 현상을 분석하기 위해 수심의 변화와 FS 와 SFL의 간격에 대한 관계를 파악하였으며, FS에 대한 결정 계수 R^2 값은 4회와 5회 분석 결과에서 각각 약 26.4% 내지와 약 0.1%의 범위를 나타내었다.

결정 계수는 6회과 7회 분석 결과에서 각각 SFL에 대한 값이 0.0% 내지 74%의 범위를 나타내었다. R^2 값은 7차례의 해상시험 결과 모두 수심 변화와 FS 사이에서 낮은 상관관계가 있음을

나타냈다. 그러나 수심과 SFL의 변화에 대한 수심과 FS와의 비슷한 결과에도 불구하고 5회 및 6회의 해상시험에서는 각각 74%와 43%의 값으로 수심의 변화와 SFL 사이에 매우 높은 상관관계를 나타냈다.

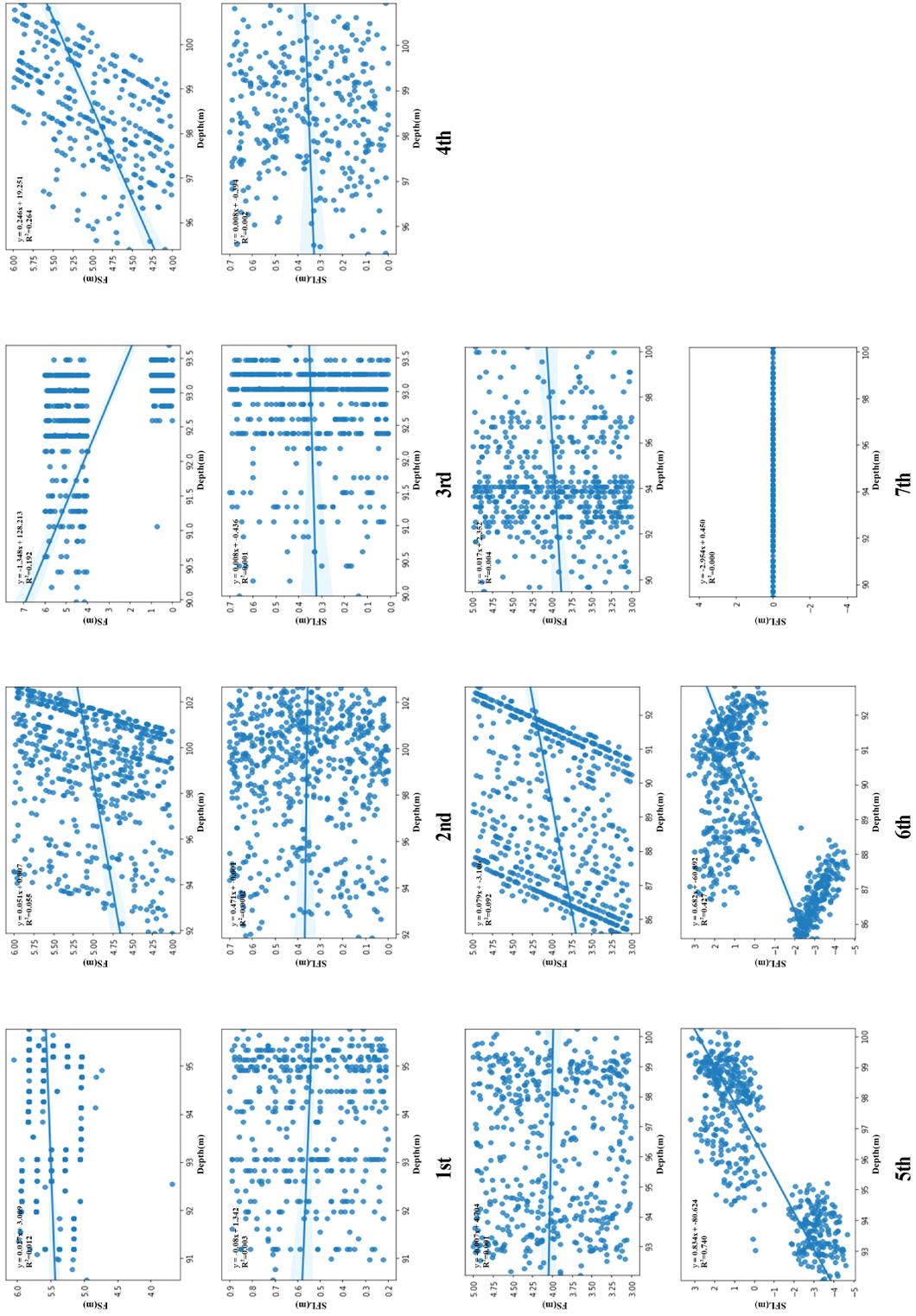
따라서, R^2 값이 1과 근접할수록 수심 변화에 따라 아랫줄을 부착한 근해 참조기유자망 어구의 FS와 SFL에 미치는 영향이 관계가 있음을 나타내며, R^2 값이 0과 가까울수록 아랫줄이 근해 참조기유자망 어구의 FS와 SFL에 미치는 영향은 미미한것으로 보여진다(Fig. 5).

또한, 근해 참조기유자망 어구의 파망에 따른 어구 교체량은 총 144폭이 발생했는데, 이 중 기존의 어구에서 132폭, 아랫줄을 부착하여 개량한 어구에서 12폭이 발생했다.

<Table 5> Correlation analysis result according to FS and SFL measurement for each round

Marine zone	No	FS	SFL
116	1st	$R^2= 0.011973771$	$R^2= 0.003183215$
		$c= 3.0089965840575426$	$c= 1.342372964900953$
		$m= 0.02672816$	$m= -0.00844121$
110	2nd	$R^2= 0.054901828$	$R^2= 0.000213763$
		$c= 0.006627516168115299$	$c= 0.47090532848216904$
		$m= 0.0505588$	$m= -0.00112921$
241	3rd	$R^2= 0.19078336$	$R^2= 0.000927341$
		$c= 128.21322172214298$	$c= -0.43623195493345$
		$m= -1.3482963$	$m= 0.00842044$
110	4th	$R^2= 0.263663978$	$R^2= 0.002000178$
		$c= -19.250559374616333$	$c= -0.39397837380688605$
		$m= 0.24597435$	$m= 0.00755237$
241	5th	$R^2= 0.000831593$	$R^2= 0.740153689$
		$c= 4.704048362320237$	$c= -80.623838412809$
		$m= -0.00715697$	$m= 0.8338618$
241	6th	$R^2= 0.091739558$	$R^2= 0.427273087$
		$c= -3.1057372144178284$	$c= -60.89181494672529$
		$m= 0.07945854$	$m= 0.6815826$
241	7th	$R^2= 0.003511009$	$R^2= 0$
		$c= 2.351563485586354$	$c= 0.4500000000001$
		$m= 0.01707807$	$m= -2.95368475e-31$

근해 참조기유자망 어구의 침강재 개량에 관한 기초적 연구



[Fig. 5] Correlation analysis results for each depth of FS and SFL for the 1st ~ 7th.

<Table 6> Amount of offshore reference small yellow croaker drift net replacement during the test period

No	Shooting width (Existing type)	Shooting width (Improved type)	Net replacement quantity (Existing type)	Net replacement quantity (Improved type)	Total	Elapsed time of hauling
1st	300	200	9	0	9	320
2nd	300	200	14	1	15	480
3rd	300	200	10	2	12	330
4th	300	200	20	2	22	610
5th	300	200	26	3	29	600
6th	300	200	29	2	31	635
7th	300	200	24	2	26	630
Total			132	12	144	

아랫줄을 부착한 어구에서 전체 그물량 대비 2.4%로 매우 낮은 교체량을 나타냈다(<Table 6>).

침강재를 개량한 근해 참조기유자망 어구는 확연하게 그물의 파망 방지 효과에 대한 성능이 있음을 확인했다. 이번 연구에서는 침강재를 개량한 유자망 어구에 대해서 일부 해역에서만 해상시험을 진행했는데, 향후 연구에서는 침강재를 개량한 근해 참조기유자망 어구와 기존의 근해 참조기유자망 어구에 대하여 다양한 외적인 요소가 내재된 어장에서 각각 수심 측정계를 부착하고 해상시험을 실시하여 비교 분석과 추가적인 검증이 필요하다고 사료된다.

IV. 결론

본 연구에서는 근해 참조기유자망 어구를 대상으로 어구 자동식별 장치의 적용 가능성 파악과 더불어 최종적으로 어구 자동식별 장치의 개발과 보급에 대한 기초자료 제공과 더불어 어구의 손상을 최소화하기 위한 침강재 개량에 따른 근해 참조기유자망 어구에 대한 수중 전개 특성을 파악을 위하여 7차례의 해상시험을 수행하고 분석하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

첫째, FS에 대한 결정 계수 R^2 값은 4회 실험과 6회 실험에서 각각 약 26.4%와 약 0.1%의 범

위를 나타내었다. 또한, 결정 계수는 4회 실험과 6회 실험에서 각각 SFL에 대한 값이 0.0%와 74%의 범위를 나타내었다. R^2 값은 7차례의 해상시험 결과 모두 수심 변화와 FS 사이에서 낮은 상관관계가 있음을 나타냈다. 그러나 수심과 SFL의 변화에 대한 수심과 FS와의 비슷한 결과에서도 5회 및 6회의 해상시험에서는 각각 74%와 43%의 값으로 수심의 변화와 SFL 사이에 매우 높은 상관관계를 나타냈다.

둘째, R^2 값이 1과 근접할수록 수심 변화에 따라 아랫줄(Floor line)을 부착한 근해 참조기유자망 어구의 FS와 SFL에 미치는 영향이 관계가 있음을 나타내며, 0과 가까울수록 아랫줄이 근해 참조기유자망 어구의 FS와 SFL에 미치는 영향은 미미한 것으로 볼 수 있다.

셋째, 근해 참조기유자망 어구의 파망 (그물이 찢어짐)에 따른 어구 교체량의 경우 200폭은 아랫줄을 부착한 근해 참조기유자망 어구와 나머지 300폭은 기존에 사용한 일반적인 근해 참조기유자망 어구로 구분하여 그물 교체량을 파악한 결과 아랫줄을 부착한 근해 참조기유자망 어구가 전체 그물량 대비 2.4%로 매우 낮은 교체량을 나타내 개량에 따른 성능이 확인되었다.

또한, 본 연구가 갖는 한계로는 해상시험에 있어서 시험용 근해 참조기유자망 어구에 부착하여

측정한 수심 측정계의 개수가 한정되어 총 500폭의 근해 참조기유자망 어구 중 침강재를 개량한 200폭 중간 부분에 위치한 뜰줄, 발줄, 아랫줄에 서만 수심 측정이 가능하였기 때문에 기존 근해 참조기유자망 어구의 수심 측정은 불가능하여 비교할 수 없었다. 향후 해당 부분에 대한 추가적인 해상시험이 필요하며, 이에 대한 자료를 확보하고 비교 분석을 통한 추가 검증을 실시하여 침강재를 개량한 근해 참조기유자망 어구의 거동에 대한 추가적인 분석과 연구가 요구된다.

References

- Ahn YI, Park JH and Jo HJ(2001). Recovery of Lost Fishing Gear in Alaska Pollack Fishing Ground of the East Coast in Korea Bull. Korean Soc. Fish. Tech. 37(1), 9~16
- Hwang HG, Kim BS, Woo SM, Woo YT, Kim, NS, Nam GT and Lee YG(2018). A Development of Integrated Monitoring and Control System for Identification and Management of Fishing Gears. Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering, 22(9), 1228~1236. <https://doi.org/10.6109/JKIICE.2018.22.9.1228>
- Joung JM, Park HJ, Kim, MS, Kwak MS and Seon, HJ(2021). Implementation of Automatic Identification Monitoring System for Fishing Gears based on Wireless Communication Network and Establishment of Test Environment. Journal of IKEEE, 25(1), 193~200. <https://doi.org/10.7471/IKEE.2021.25.1.193>
- Kang KB and Kim SJ(2010). The behavior characteristics according to the quality of the sinkers of the yellow croaker drift gill net in the field. J. Kor. Soc. Fish. Tech., 46(1), 10~19.
- Kim BY, Seo DO, Choi CM, Lee CH, Chang DS, Oh TY, Kim YH and Kim JN(2010). Characteristics of lost fishing gear distribution on the seabed around gillnet fishing ground for yellow croaker in the near sea of Jeju, Korea. J Kor Soc Fish Tech 46(4), 441~448.
- Kim SH, Park SW, Lee KH and Yang YS(2012). The estimation of the optimum mesh size selectivity of a drift net for yellow croaker (*Larimichthys polyactis*) using by the SELECT model J. Kor. Soc. Fish. Tech., 48 (1), 010~109. <http://dx.doi.org/10.3796/KSFT.2012.48.1.010>
- Kang KB, Kim JB, Heo NH and Kim SJ(2018). A Study on the Installation Methods of Automatic Identification Buoy of Fishing Gear on Coastal Stow Net. JFMSE, 30(4), 1453~1462 <https://doi.org/10.13000/JFMSE.2018.08.30.4.1453>
- Kim KH, Heo NH, Kang KB and Kim SJ(2021). A Fundamental Study on the Applicability of Automatic Fishing Gear Identification System Small Yellow Croaker Drift Gill Net. JFMSE, 33(6), 1305~1315. <http://doi.org/10.13000/JFMSE.2021.12.33.6.1305>
- Kim KH, Heo NH, Kang KB and Kim SJ(2021). A Fundamental Study on the Applicability of Automatic Fishing Gear Identification System Small Yellow Croaker Drift Gill Net. JFMSE, 33(6), 1305~1315. <http://doi.org/10.13000/JFMSE.2021.12.33.6.1305>
- KMI(2021). A study on fishing waste rosourcelization using the circular economy. Korea Maritime Institute, Reserch Report: 61~67.
- Oh TY, Cho YB, Seo YI, Kim BY and Lee CH (2014). Fishing characteristics of small yellow croaker drift gill net by net height J Kor Soc Fish Technol, 50 (3), 368~377. <http://dx.doi.org/10.3796/KSFT.2014.50.3.368>
- Park HJ, Joung JM, Sthapit Pranesh, Kim MS and Kim KS(2020) PerformanceAnalysis of Automatic Fishing Gear Monitoring System over Seawater. Journal of IKEEE, 24(4), 1069~1073. <http://doi.org/10.7471/ikeee.2020.24.4.1069>

-
- Received : 01 May, 2023
 - Revised : 31 May, 2023
 - Accepted : 08 June, 2023