



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

博士學位論文

유자망 어구에 있어서 어구
자동식별 장치의 현장 적용성 및
침강재 개량에 관한 기초적 연구

濟州大學校 大學院

漁業學科

金 滄 衡

2023 年 2 月

博士學位論文

유자망 어구에 있어서 어구
자동식별 장치의 현장 적용성 및
침강재 개량에 관한 기초적 연구

濟州大學校 大學院

漁業學科

金 滄 衡

2023 年 2 月

유자망 어구에 있어서 어구 자동식별 장치의 현장 적용성 및 침강재 개량에 관한 기초적 연구

指導教授 金 碩 鍾

金 滄 衡

이 論文을 水産學 博士學位 論文으로 提出함

2022 年 12 月

金滄衡의 水産學 博士學位 論文을 認准함

審査委員長 김 광 일 (인)

委 員 김 석 중 (인)

委 員 김 경 립 (인)

委 員 구 명 성 (인)

委 員 강 경 범 (인)

濟州大學校 大學院

2022年 12月

A basic study on the field applicability and sedimentation
improvement of Automatic identification device for drift
gill net fishing gear

Keun-Hyoung Kim

(Supervised by professor Suk-Jong Kim)

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for
the degree of Doctor of Fisheries Science

2022. 12.

This thesis has been examined and approved.

Department of Fishery
GRADUATE SCHOOL
JEJU NATIONAL UNIVERSITY

목 차

List of Figures	iii
List of Tables	vii
Summary	ix
서 론	1
제1장 우리나라 근해 자망어업 현황 조사	6
1.1 조사 및 방법	6
1.1.1 자료 조사 및 분석 방법	6
1.2 결과	7
1.2.1 근해 참조기유자망 어업과 어구·어법	7
1.2.2 우리나라 근해 유자망 어선 세력	26
1.2.3 우리나라 근해 참조기유자망 어업생산량	29
1.2.4 제주도 근해 참조기유자망 어업생산량	40
1.2.5 제주도 지구별 참조기 위판실적 현황	46
1.3 고찰	57
제2장 시험용 유자망 어구에 대한 어구 자동식별 장치의 적용 가능성	60
2.1 재료 및 방법	60
2.1.1 설문조사	60
2.1.2 해상시험	61
2.2 결과	68
2.2.1 설문조사 결과	68

2.2.2 해상시험 결과	79
2.3 고찰	82
제3장 근해 참조기유자망 어구에 대한 자동식별 장치 시제품 적용 시험 ..	85
3.1 재료 및 방법	85
3.1.1 현장시험	85
3.1.2 설문조사	93
3.2 결과	94
3.2.1 해상시험 결과	94
3.2.2 설문조사 결과	102
3.3 고찰	107
제4장 근해 참조기유자망 어구의 침강재 개량	110
4.1 재료 및 방법	110
4.1.1 해상시험	110
4.2 결과	119
4.2.1 해상시험 결과	119
4.3 고찰	144
제5장 종합고찰	148
참고문헌	152
감사의 글	

List of Figures

Fig. 1-1. The bodily appearance of small yellow croaker	7
Fig. 1-2. Schematic of small yellow croaker drift gill net to using hauling line.	13
Fig. 1-3. Schematic of small yellow croaker drift gill net not using quarter line.	15
Fig. 1-4. Fishing boat for small yellow croaker drift gill net	17
Fig. 1-5. A schematic diagram of the operation method by the hauling line and manpower(1970~1990).	19
Fig. 1-6. Schematic diagram of hauling line and 3-step V-type net hauler(1990~2005). ·	21
Fig. 1-7. Schematic diagram of triplex net hauler operation method(2000~2005).	22
Fig. 1-8. Schematic diagram a net hauler of 5-step(after 2006).	24
Fig. 1-9. A scene of operation using a net hauler of 5 step.	25
Fig. 1-10. Percentage of permits for gill net fishery by region and year(2017~2021). ·	28
Fig. 1-11. Total production and amount of gill net fishery in Korea(2012~2021).	30
Fig. 1-12. Total production and amount of offshore small yellow croaker drift gill net fishery in Korea(2012~2021).	32
Fig. 1-13. The ratio of offshore small yellow croaker drift gill net fishing by species in Korea.	34
Fig. 1-14. Monthly average catch of offshore small yellow croaker drift gill net fishing in Korea(Catch: Small yellow croaker)(2017~2021).	38
Fig. 1-15. The average catch of reference fish by region in offshore small yellow croaker drift gill net fishing industry in Korea(2017~2021).	39
Fig. 1-16. Total production and amount of offshore gill net fishing in Jeju Special Self-Governing Province(2012~2021).	41
Fig. 1-17. Total production and amount of offshore small yellow croaker drift gill net fishing in Jeju Special Self-Governing Province(2012~2021).	43

Fig. 1-18. Monthly average catch ratio of offshore small yellow drift gill nets Jeju Special Self-Governing Province(2017~2021).	45
Fig. 1-19. The ratio of small yellow croaker sold in Suhyup by district of Jeju Special Self-Governing Province.	50
Fig. 1-20. Monthly sales ratio of small yellow croaker in Suhyup by region of Jeju Special Self-Governing Province(2017~2021).	51
Fig. 1-21. Monthly small yellow croaker consignment sales by district in 2017.	52
Fig. 1-22. Monthly small yellow croaker consignment sales by district in 2018.	53
Fig. 1-23. Monthly small yellow croaker consignment sales by district in 2019.	54
Fig. 1-24. Monthly small yellow croaker consignment sales by district in 2020.	55
Fig. 1-25. Monthly small yellow croaker consignment sales by district in 2021.	56
Fig. 2-1. Jeju national university research ship Jera-ho(G/T 161)	62
Fig. 2-2. Location for field experiment (1),(2),(3),(4) coastal point north and west Jeju-si, Jeju-do. Republic of Korea.	63
Fig. 2-3. Schematic diagram of GPS and depth meter attached to model drift gill net. 65	
Fig. 2-4. Depth measuring instrument used for depth measurement analysis (Dst milli-TD, Staroddi)	67
Fig. 2-5. Number of departures per month of driftnet fishing boats.	70
Fig. 2-6. Time required during one fishing on site.	71
Fig. 2-7. The length of one width of a small yellow croaker drift gill net in use at the fishing site.	72
Fig. 2-8. The amount of fishing gear put in during the first fishing operation.	73
Fig. 2-9. The amount width damage to the drift gill net during one fishing operation. 74	
Fig. 2-10. Amount of word repair and replacement amount during the first fishing operation.	75
Fig. 2-11. Number of attached underwater transmitter on automatic fishing gear	

identification system preferred in the field.	77
Fig. 2-12. Location of attached underwater transmitter on automatic fishing gear identification system.	78
Fig. 2-13. Moving track measurement of model drift gill net fishing gear.	80
Fig. 2-14. Water depth of model trial drift gill net for according to immersion time.	81
Fig. 3-1. Jeju-si hallim port loading offshore gill net fishing ship mangyeong-ho(G/T 39)	86
Fig. 3-2. Locations for field experiments coastal points offshore south sea of Korea.	87
Fig. 3-3. Schematic drawing of drift gill net used in the field tests.	90
Fig. 3-4. Composition of underwater transmitter and electronic buoy prototype of automatic fishing gear identification device.	91
Fig. 3-5. Field test scene of the automatic fishing gear identification device underwater transmitter attached to the drift net fishing gear.	92
Fig. 3-6. Result of follow up inspection electronic buoy underwater transmitter.	97
Fig. 3-7. Field test results of the electronic buoy receiver.	99
Fig. 3-8. Depth measurement results for each session.	101
Fig. 3-9. Response rate to necessity of automatic identification monitoring system for fishing gear.	103
Fig. 3-10. Response rate to the intention to use the automatic identification monitoring system for fishing gear for after completion of development.	104
Fig. 3-11. Response rate of the unnecessary of the automatic identification monitoring system for fishing gear.	105
Fig. 3-12. Response rate to the intention to use the automatic identification monitoring system for fishing gear when it is cheaper than the price of the electronic buoy used in the past.	106
Fig. 4-1. Locations for field experiments 1st ~ 7th coastal points and offshore south	

sea and Jeju sea of Korea	111
Fig. 4-2. Schematic diagram of irradiated miniature small yellow croaker drift gill nets used by partial improvement(middle: survey net, bottom: traditional net). ..	114
Fig. 4-3. Composition of the improved sedimentation material.	116
Fig. 4-4. Water depth measurement results for each number of 1 times.	123
Fig. 4-5. Water depth measurement results for each number of 2 times.	124
Fig. 4-6. Water depth measurement results for each number of 3 times.	125
Fig. 4-7. Water depth measurement results for each number of 4 times.	126
Fig. 4-8. Water depth measurement results for each number of 5 times.	127
Fig. 4-9. Water depth measurement results for each number of 6 times.	128
Fig. 4-10. Water depth measurement results for each number of 7 times.	129
Fig. 4-11. Correlation analysis results for each depth of FS and SFL for the 1st sea test.	133
Fig. 4-12. Correlation analysis results for each depth of FS and SFL for the 2nd sea test.	134
Fig. 4-13. Correlation analysis results for each depth of FS and SFL for the 3rd sea test.	135
Fig. 4-14. Correlation analysis results for each depth of FS and SFL for the 4th sea test.	136
Fig. 4-15. Correlation analysis results for each depth of FS and SFL for the 5th sea test.	137
Fig. 4-16. Correlation analysis results for each depth of FS and SFL for the 6th sea test.	138
Fig. 4-17. Correlation analysis results for each depth of FS and SFL for the 7th sea test.	139

List of Tables

Table 1-1 Life cycle of small yellow croaker by height and weight	8
Table 1-2 Importance of small yellow croaker drift gill net fishing performance survey items	9
Table 1-3 The process of change by item of fishing operation status by year of offshore small yellow croaker drift gill net fishing	10
Table 1-4 Specifications of nets and appendages of small yellow croaker drift gill nets offshore in the 1980 ~ 1990s	11
Table 1-5 Specifications of nets and appendages of small yellow croaker drift gill nets offshore in the 2000~2005	13
Table 1-6 Specifications of nets and appendages of small yellow croaker drift gill nets offshore from the after 2006 to the present	15
Table 1-7 Number of licenses for gill net fishery by region and year(2017~2021). ...	27
Table 1-8 Monthly reference machine production by year of offshore small yellow croaker fishing by region in Korea(2017~2021).	36
Table 1-9 Monthly production of off shore small yellow croaker drift net fishing near Jeju Special Self-Governing Province(2017~2021).	44
Table 1-10 The results of the analysis of the monthly performance by year of the Fisheries Cooperatives by district in Jeju Special Self-Governing Province(2017~2021).	48
Table 2-1 Shooting and hauling points of the model drift gill net and the average depth of the test sea.	64
Table 2-2 Comprehensive results of field experiment.	66
Table 2-3 Results of field experiment	79

Table 3-1 Shooting and hauling points of the small yellow croaker drift gill net and the average depth of the test sea.	87
Table 3-2 Principal particulars of drift gill net.	89
Table 3-3 Test results for each session.	95
Table 3-4 Comprehensive result of field application test of automatic fishing gear identification device.	96
Table 4-1 Shooting and hauling points of the small yellow croaker drift gill net of the test sea.	112
Table 4-2 Principal particulars of small yellow croaker drift gill net and sinking material improvement part.	117
Table 4-3 The test point for each number of times, the average depth, the required time, and the depth of the stable section.	121
Table 4-4 The summary of results about the phenomena developed under the Sea when the Partially Improved small yellow croaker drift gill net was used	122
Table 4-5 Water depth analysis by values of correlation result	132
Table 4-7 Catch amount of offshore small yellow croaker drift gill net fishing gear by number of trials	141
Table 4-8 Amount of offshore reference small yellow croaker drift net replacement during the test period	143

Summary

This study is aimed at providing basic data for development and supply of automatic fishing gear identification devices by identifying the applicability of automatic fishing gear identification monitoring system for off-shore small yellow croaker drift gill nets. In addition, this study intends to verify the operability of off-shore small yellow croaker drift gill nets by identifying their underwater deployment pattern in line with improvement of sedimentation materials of the nets. The purpose of this study is to provide basic data for waste net reduction through improvement of sedimentation materials of off-shore small yellow croaker drift gill nets. The findings are as follows.

1. There are various fishing tools for catching small yellow croakers, such as drift gill net, stow net, lage pair-trawl and pair-trawl. Nearly half of small yellow croakers are, however, caught through drift gill nets. The key factors of their performance change are tonnage of ships, the number of crew members, fishing gear materials, fishing gear usage, fishing equipment, and haulers, which have improved substantially.
2. As of 2021, the number of registered fishing boats with off-shore drift gill nets in Korea is 405. It includes 99 ships (24.44%) in Jeju Island, 148 ships (36.54%) in Jeollanam-do, and 26 ships (6.42%) in Ulsan.
3. Korea's fishing production with off-shore gill net was the lowest at 29,937 tons in 2016 and has gradually increased since the following year. Then it reached the highest level at 52,075 tons in 2020. Korea's annual fishing production with off-shore small yellow croaker drift gill net was the lowest at 12,347 tons in 2017, and has gradually increased since the following year. It reached the highest level at 24,506 tons in 2013, and stood at 17,302 tons in 2014, down 30% from the previous year.
4. In a survey of drift gill net fishermen, 40-50 width accounted for 73.1% of the net breaks (net tearing) during an operation, followed by 30-40 width and 50-60

width at 11.5%, respectively. 250-300 width accounted for 69.2% of fishing gear repairs and replacements during the first operation, followed by 300-350 width at 19.2%.

5. The average moving speed of the model drift gill net in each test is as follows. 2.08 m/s (GPS-1) and 2.08 m/s (GPS-2) in the 1st and 2nd tests. 0.23 m/s (GPS-1) and 0.24 m/s (GPS-2) in the 3rd and 4th tests. GPS measurement results showed that the gap between the two sides was very narrow in the range of 19.6 (5%-10%), based on the maximum length (196m) of the model drift gill net, in line with the movement trajectory of the gear.

6. The deployment depth of the model drift gill net showed the following result in a test. The difference in depth between the depth gauge (D-1, D-2) of the first float line and sinker line of the net, and the depth gauge (D-3, D-4) of the float line and sinker line attached to the ends was greater than the model drift gill net height (around 3m).

7. A field test on an off-shore small yellow croaker drift gill net equipped with an automatic fishing gear identification device revealed that the average casting time was 90.6 minutes. The average hauling time was 631 minutes. The moving distance of the drift gill net was 11,500m, 10,300m, and 2,033m, respectively, in the order of each round.

8. A field test on an off-shore small yellow croaker drift gill net equipped with an automatic fishing gear identification device showed that all B-type underwater transmitter prototypes had normal operations. After the field test, A-type underwater transmitter prototypes were found to be defective mechanically and electronically. It indicates that B-type underwater transmitter is a suitable type, and stick-type receiver detachable from the buoy flag pole was found to be suitable. The field test found that the communication status between the wireless node for fishing boat and the receiver was normal, based on the partial location records by time.

9. Measurement of sedimentation depth of the off-shore small yellow croaker drift

gill net led to the following result. In each round, the net sank in a gentle straight line immediately after casting and then sank in a rapidly-developed horizontal direction after 40 minutes on average. In the 1st field test, the first and middle parts of the net showed a difference of 12m in the highest water depth when they reached underwater. It confirmed that the rest of the nets except for the last net of the drift gill net were deployed in an unstable fashion underwater for the most part.

10. Following the development of automatic fishing gear identification monitoring system, 76.9% of the respondents stated "Average" when asked about their intention to use it, followed by "Necessary" at 7.7% and "Unnecessary" at 7.7%. As for the reason why the automatic fishing gear identification monitoring system is unnecessary, 50% of the respondents replied they were satisfied with the electronic buoy they were using, followed by "financial burden" at 31.8% and "difficulties with repair and management" at 18.2%. When they were asked whether they would use the automatic fishing gear identification monitoring system, if it was cheaper than the electronic buoy they were using, 61.5% of the respondents gave positive answers.

11. In the field test, the improved sinker was called “floor line.” the interaction formula as to the FS between the float line and sinker line, and the SFL between the sinker line and floor line of the drift gill net with improved sediment is as follows.

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

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

12. Coefficient of determination values R^2 for FS were in the range of 26.4% in the 4th test and 0.1% in the 6th test. Coefficient of determination values for SFL were in the range of 0.0% in the 4th test and 74% in the 6th test. R^2 values indicate that there was a low correlation between the depth change and FS in all of the seven sea tests. Despite the similar results in the changes of depth and SFL

versus the depth and FS, the 5th and 6th sea tests showed a very high correlation between the changes in depth and SFL with values of 74% and 43%, respectively.

13. Therefore, as the value approaches 1, the changes in depth have a stronger effect on the FS and SFL of off-shore small yellow croaker drift gill nets with floor lines attached. As the value is closer to 0, the effect of floor lines on the FS and SFL of off-shore small yellow croaker drift gill nets is more insignificant.

14. In terms of net replacement amount due to breakage (net tearing) of off-shore small yellow croaker drift gill net, it was identified through 200 width for those with floor lines attached and the remaining 300 width for conventional nets. The off-shore small yellow croaker drift gill nets with floor lines attached showed a very low replacement rate of 2.4% of the total net amount.

서론

참조기(*Larimichthys polyactis*)는 우리나라에서 대표적인 고급 어종의 하나로서 남서해안과 동중국해역에서 주로 유자망, 안강망, 기선저인망 등의 어구에 의해 어획된다. 이중 근해 자망어업의 총 생산량은 2016년부터 2021년까지 약 226,758톤의 어획량을 나타내었으며, 이 가운데 참조기유자망이 104,908톤으로 총 생산량의 약 46.3%를 차지하며, 우리나라 연근해 어업의 생산량에 있어서 단일 어종 중에서는 매우 높은 위치를 차지하고 있다(KOSIS, 2022).

일반적으로 참조기유자망 어업의 주 조업 시기는 참조기 금어기(04.22~08.10)가 종료되는 시점부터 이듬해 1월까지 약 6개월간 집중적으로 조업이 이루어지며, 이 시기에 가장 많이 어획된다.

이외에 기간에는 옥돔, 눈볼대, 오징어, 갈치, 기타 잡어류 등을 대상으로 조업하며, 타 어업에 비해 어선의 규모는 작지만 어획량과 어획고는 상위 수준이며, 어획물의 선도가 좋고, 경쟁력 있는 어업으로 평가받고 있다.

근해 참조기유자망 어구는 수산업법시행령 별표 1의 2에 규정에 의하면 40톤 이상 어선은 길이가 1만 6천 미터까지 사용할 수 있으며, 5천 미터 이내의 어구를 따로 실을 수 있는 자망어업 중 가장 규모가 큰 어구이다 (Kim et al, 2021).

유자망 어선(29t) 1척에 700폭(폭당 약 25m)을 싣고 출어하며, 200폭은 파망 사고 등을 대비하기 위하여 예비로 적재한다. 1년간 사용하는 그물의 양은 약 3,000폭 정도가 사용되는 것으로 나타났다(Kang and Kim, 2010).

Jong et al, 2021의 연구에 따르면 우리나라 연근해어업의 적정 어구 사용량은 연간 50,000 톤 규모이나, 실제 사용량은 2.6배인 약 130,000톤으로 정도로 추정되고 있으며, 이 중 약 40,000톤 정도가 조업 중 유실되거

나 어획 기능이 상실되어 무단으로 투기 되는 것으로 추정되고 있는 것으로 나타났으며, 이러한 폐어구 중 수거되는 폐어구는 매년 약 10,000톤으로 25%에 불과하고 나머지 약 30,000톤이 해역에 방치되는 것으로 보고 있다.

또한, 현재 어업인들은 어장 확보에 대한 경쟁으로 대부분 좁은 어장에 밀집하여 조업하기 때문에 주낙 및 통발과 같은 서로 다른 어구가 겹치게 되면서 엉키는 등 양승 및 양망 되지 못한 침적된 폐어구가 빈번하게 발생이 되고 있다. 해양에 침적된 폐어구로 인하여 연근해의 해양 환경 오염이 가속화되면서 수산자원의 서식 환경이 파괴되는 등 여러 피해를 입고 있다. 이러한 피해의 가장 큰 원인을 파악하고 어업 활동 과정에서 발생하는 어구의 유실과 수명을 다한 폐어구에 대하여 이를 관리하기 위한 기술적 방법과 대책이 요구되고 있다.

이처럼 자망 어구는 어구중에서 길이가 가장 길기 때문에 어구의 위치를 수시로 확인할 수 있어야 하며, 항해하는 선박에 의해 어구가 절단되어 유실되는 것을 방지하기 위하여 현재는 유자망 어구의 40~50폭 간격으로 부표에 어망용 전자부이를 유자망 어구의 시작 부분과 중간 부분, 끝 부분에 위치한 어망 부표에 일정한 간격으로 설치하고, 배 잡이 줄을 이용하여 어구의 한쪽 끝을 잡고 일정 시간 대기하거나, 연안과 인접한 근해에서 조업 시에는 선박 내 설치된 AIS와 연계하여 배 잡이 줄을 사용하지 않고 실시간으로 유자망 어구의 흐름을 관찰하여 일정 시간 대기 후 양망한다.

하지만 현재 사용중인 어망용 전자부이는 어구를 운용하는 어업인이 운용하는 어구 위치 파악에 대한 기능만 있을 뿐 동일 어장 내에 다른 어구와의 중복설치 여부, 어구의 절단 유무 확인에 대한 기능은 없다.

따라서, 이러한 문제를 해결하기 위하여 정부에서는 바닷속 폐어구 방치를 예방하기 위해 정보통신기술(ICT)을 어구의 사용 및 관리에 적용해 어

구 관리의 효율성을 도모하기 위한 차세대 어구 관리체계 구축을 준비하고 있으며, 어구생산부터 폐기단계까지의 모든 과정을 통합 관리하고 특히, 어업인의 사용단계에서 어구를 추적 관리하기 위한 상시적이고 연속적 운영 가능한 모니터링 방법을 포함하고 있다(Joung et al, 2021).

어구 자동식별 장치는 불법 어업을 방지하고 유실 어구 방지를 통한 해양 생태계 보호를 위해 어구 위치를 자동식별하고 모니터링할 수 있는 시스템 및 기술개발을 목적으로 개발되었으며, 다양한 어구에 있어서 어구 자동식별 장치를 부착하는 적절한 위치 및 수량을 검토하기 위해 연구가 필요한 실정이다.

근해 참조기유자망 어업과 관련된 연구로는 유자망 어구의 망목 크기의 변화에 따른 망목 선택성 규명과 적정 망목 크기를 산정하여 합리적인 자원관리를 목적으로 연구한 Kim et al(2012)의 연구와 유자망어업의 설의 높이에 따른 어획 특성을 파악한 Oh et al(2014) 등 참조기 유자망어업과 관련된 다수의 연구사례가 있으며, 어구 유실과 관련된 연구로는 명태와 참조기 어장에서 유실된 어구의 분포 현황을 조사 보고한 Ahn et al.(2001)과 Kim et al.(2010)의 연구가 있으며, 여기에서는 자망류가 가장 많이 유실되는 것으로 나타났다. 이러한 폐어구 발생에 따른 심각성을 인식하고 폐어구 발생 저감과 어구의 체계적 관리를 위해서는 우선 어구를 식별할 수 있는 전자부이 개발, 전자부이와 수중 어구와의 송수신 기술개발, 원거리의 어구를 탐지하고 관리할 수 있는 관제시스템 개발 등의 기술개발 연구가 수행되어야 하며, 이와 더불어 어업인들의 인식 개선이 시급하다.

또한, 어구 자동식별 모니터링 시스템에 관한 연구로는 Kang et al. (2018) 과 Heo et al. (2019)이 서해안에서 사용되는 안강망 어구와 제주도 연안해역에서 사용되는 고정자망 어구를 대상으로 어구의 유실 실태와 원인 규명, 어구 자동식별 장치의 설치방안을 분석하여 보고하였다. 또한 Park et al. (2020)은 어구 자동식별 모니터링 시스템의 신뢰성 파악을 위한 해상과 육상에서 시제품과의

통신에 대한 성능을 분석하여 보고하였고, Hwang et al. (2018)은 어구 자동식별 부이에 대한 효율적 어구 관제를 위한 시스템 구축 개발에 대한 연구를 진행하였으며, Jung et al. (2021)은 저전력 장거리 통신망(LoRa) 기술을 기반으로 하여 수집된 위치정보를 통한 각 관제시스템의 관제 기능을 파악하였다.

이와 같이 다수의 연구가 보고되어 있으나 현재 개발중인 어구 자동식별 장치 시제품을 활용한 조업 현장의 적용 시험에 대한 연구는 없는 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 우선 참조기유자망 어구에 대한 수중 전개 현상과 어구 자동식별 장치의 부착 위치 및 적정 수량에 대한 의견 수렴을 위해 설문조사를 실시하였으며, 그 다음으로 의견 수렴 결과를 반영하여 규모를 축소한 모형유자망 어구를 활용해 현장의 참조기유자망 어구에 있어서 어구 자동식별 장치를 부착할 경우 투망과 양망 과정에서 발생할 수 있는 문제점을 검토하였고, 선행연구 결과를 바탕으로 남해 근해 및 제주특별자치도(이하, 제주도) 근해 참조기 어장에서 조업하고 있는 근해 참조기유자망 어구에 현재 개발중에 있는 어구 자동식별 장치의 수중발신기 및 전자부이 수신기 시제품을 부착하여 조업 과정에서 발생할 수 있는 문제점 파악을 위한 현장 적용성 시험과 설문조사를 수행하였으며, 어구 자동식별 장치의 현장에서의 운용 가능성 검증에 대한 연구를 진행하였다.

또한, 자망어업에 있어서 근해 유자망 어구는 다른 운용 어구에 비해서 그물의 형태가 단순 하나 규모가 크고 그물감의 사용량이 매우 많기 때문에 어구 자동식별 모니터링 시스템 적용과 더불어 조업 중 어구의 손상을 최소화하기 위하여 본래 근해 참조기유자망 어구에서 침강재로 사용되고 있는 시멘트 발돌을 대체 할 수 있도록 이에 대한 침강력을 갖추기 위해서 길이 1.5 m 로프에 납을 부착하여 유자망 어구의 투망 과정에서 발돌의 투입과 순서에 따른 현장의 애로사항을 해결하고 조업 시 개량된 침강재에 의하여 유자망 어구가 해저면과 발줄이 일정한 간격을 유지됨에 따라 안정적인 조업과 더불어 침적된 해양폐기물 및 폐어구에 의한 어구

의 손상 등을 최소화하고자 한다.

따라서, 이 연구에서는 근해 참조기유자망 어업을 대상으로 어구 자동식별 모니터링 시스템의 적용 가능성을 파악하여 최종적으로 어구 자동식별 장치의 개발과 보급에 대한 기초자료 제공과 근해 참조기유자망 어구의 침강재 개량에 따른 근해 참조기유자망 어구의 수중 전개 현상을 파악하여 조업 가능성을 검증하고 근해 참조기유자망 어구의 침강재 개량을 통하여 폐그물 발생 저감을 위한 방안을 제시하고자 한다.

제1장에서는 근해 유자망어업에 대한 어구어법과 관련한 자료 수집을 통한 근해 유자망어업의 세력, 어업생산량 및 제주도내 지구별 참조기 위판실적 분석 등을 실시하였다. 제2장에서는 모형유자망 어구에 대한 수중 전개 현상과 어구 자동식별 장치의 부착 위치 및 적정량 파악 등의 현장 적용성을 검토했다. 제3장에서는 어구 자동식별 장치의 시제품을 부착한 근해 참조기유자망 어구에 대하여 수중 전개 현상을 파악하고 현장에서 운용 가능성에 대하여 검토하였다. 제4장에서는 제2장 및 제3장의 연구에서의 수중 전개 현상 분석 결과를 바탕으로 개량된 침강재를 부착한 근해 참조기유자망 어구의 수중 전개 현상을 분석하고 검증하였으며, 침강재 개량에 따른 근해 참조기유자망 어구의 성능을 파악하고, 제5장에서 이 연구를 종합적으로 고찰하였다.

제1장 우리나라 근해 자망어업 현황 조사

1.1 조사 및 방법

1.1.1 자료 조사 및 분석 방법

우리나라의 근해 유자망어업 현황을 파악하기 위하여 참조기의 생태적 특성, 참조기유자망 어구의 어구어법과 국내 근해 유자망 어선 및 어업생산량에 대한 자료를 조사하고 분석하였다. 국립수산과학원에서 연구한 “어선 및 어구의 발달에 따른 어획 성능 추정 연구”(NIFS, 2016)의 내용 중 참조기유자망 어구의 어획 성능 발달과정에 대한 자료를 일부 인용하여 근해 참조기유자망 어획 성능에 영향을 미칠 주요 항목 중요도와 톤수, 마력, 망목, 어구 사용 폭 수, 양망기, 어군탐지기, 항해 장비 8개 항목을 대상으로 정리하여 분석했다. 그리고 현장의 근해 유자망 어구의 규격과 투망 및 양망 과정을 시대별(1960년 ~ 현재)로 구분하였다. 그리고 제주도 근해 유자망 어선 세력과 어업생산량 및 도내 지구별 위판 자료를 조사하여 분석하였다. 국내의 자망어선 척수에 대한 시도별, 연도별 및 월별 세력과 참조기에 대한 어업별, 연도별 및 월별 생산량은 국가통계포털 (KOSIS, 2022a)의 지난 10년(2012~2021년)간의 통계자료를 활용하여 분석하였다.

또한, 제주도 내 참조기 위판실적에 대한 자료는 제주도의 어선어업 월별 동향 자료(JSGP, 2022)와 제주연구원(JRI)에서 수행한 제주도 내 6개 지구별수협(제주시, 한림읍, 모슬포, 서귀포시, 성산읍, 추자면)의 각 지구별 참조기 위판실적(2017~2021년)자료를 협조받아 분석하였다.

1.2 결과

1.2.1 근해 참조기 유자망어업과 어구·어법

1) 참조기 생태학적 특성

참조기(*Larimichthys polyactis*)는 어류의 분류학상

脊索動物門 Phylum Chordata

脊椎動物亞門 Subphylum Vertebrata

顎口上綱 Superclass Agnatha

硬骨魚綱 Class Osteichthyes

硬骨上目 Superorder Teleostei

농어目 Order Percida

민어科 Family Sciaenidae

조기속 Genus *Pseudosciaena*



Fig. 1-1. The bodily appearance of small yellow croaker.

에 속하고 학명은 *Larimichthys polyactis* (*Pseudosciaena manchurica*), 영명으로 Small yellow croaker, 일명으로는 Kiguchi(키그치), 제주도 방언으로는 노란 조기라 불린다. 형태적 특징으로서 몸 빛깔은 등 쪽은 회색을 띤 황금색, 옆줄 아래쪽은 선명한 황금색을 띠고 있으며, 입술은 붉은색을 띠고 입안은 희고 아가미구멍은 검은색을 띤다. 몸의 형태는 가슴지느러미에서 뒷지느러미에 이르는 몸통 높이가 큰 차이 없이 뾰족하고 길다란 사각형에 가깝고, 등·뒷지느러미 연 주부의 지느러미 막에는 기저에서 약 2/3 이상이 작은 둥근비늘로 덮여 있으며, 꼬리지느러미에도 작은 비늘이 덮여 있다. 비늘은 다소 큰 편이며, 등지느러미 기부에서 옆줄 사이에 5~6줄의 비늘이 있고, 옆줄구멍은 부세보다 크며 꼬리자루 높이도 두툼한 편이다(Kang, 2011).

수심 40~200m의 바닥이 모래나 펄인 해역에 서식하는 연안 회유성 어류에 속하며 (Baik et al, 2004), 부세(*Larimichthys crocea*) 와 생물학적 특성이 매우 유사하지만, 개체의 외형 크기와 생태학적 습성 차이로 인해 육질이 부세보다는 월등히 우수한 어종으로 알려져 있다 (Jung, 1977; Lee and Park, 1992).

산란기는 3~6월로서 남쪽일수록 빠르고 북쪽일수록 늦으며, 산란장은 우리나라 서해안 일대와 중국 연안해역이다. 전장 30cm 정도면 3만~7만 개의 알을 산란한다(NIFS, 2022), <Table 1-1>.

Table 1-1 Life cycle of small yellow croaker by height and weight

Age	1	2	3	4	5	6	7
Length(cm)	15.7	21.7	25.8	28.6	30.5	31.8	32.7
Weight(g)	32	88	154	215	265	303	332
Spawning					●		
Egg	●				Size : 1.45 - 1.56mm		
Incubation	●				Spawning eggs 30,000 - 100,000		
					Eggs size : 3.3 - 3.5mm		

2) 근해 참조기유자망 어업의 연도별 어획 성능변화 과정

근해 참조기유자망 어선의 어획 성능변화 과정 및 어구의 시대별 구성 조사 분석은 어획 성능에 영향을 미칠 주요 조사항목을 Table 1-2와 같이 구분하고 선박 톤수, 어구 구성, 어탐 장비, 항해 장비, 어로 기기 등으로 구분했다. 이러한 조사 항목의 시대별 변화(1960 ~ 2021년) 과정을 조사한 결과를 Table 1-3에 나타내었다.

Table 1-2 Importance of small yellow croaker drift gill net fishing performance survey items

Investigation items	Ship			Fishing gear			Fish detection		Navigation		hauler
	Tonnage	HP	Fishermen (Persons)	Materials	Mesh	Width of use	Fish finder	Water temperature device	Rader	GPS plotter	Net hauler
Importance	◎	+	◎	◎	◎	◎	◎	+	+	+	◎

Table 1-3 The process of change by item of fishing operation status by year of offshore small yellow croaker drift gill net fishing

Investigation items		Yearly												
Main category	Category	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2021
	Tonnage [⊙]	13	----->	18	----->	26	29	----->	35	40	----->			
Ship	HP	35	----->	56	----->	90	220	----->	330	400	600	----->	900	----->
	Fishermen(Persons) [⊙]	9~10	----->	11	----->			----->		12	----->			
	Net material [⊙]			Nylon	----->									
Finishing gear	Mesh size (mm) [⊙]	75	----->			60.6	----->			51	----->			
	Width of use (1width/25m) [⊙]	100	----->	150~300	----->	250~350	-->	400~500	----->	500~700	----->			
Fish detection	Fish finder [⊙]								Fish finder	----->				
	Water temperature divice ⁺								Water temperature divice	----->				
	Rader ⁺								Rader	----->				
Navigation	GPS plotter ⁺						Rolan-C		GPS plotter	----->				
							Rotary oval(1-step type)	----->						
hauler	Net hauler [⊙]								3-step(V-type)	---->				
	(4 type)								Triplex(spiral type)	----->				
											5-step type	----->		
	Side drum [⊙]			Side drum	----->									

⊙ : Very importance, + : Importance

근해 참조기유자망 어구의 시대별 구성을 Table 1-4에 나타낸 결과를 보면, 1980년부터 1990년까지는 참조기유자망 어구 사용 기본단위인 1폭(25m)의 어구 구성, 그물감 및 부속구는 Fig. 1-2와 같다.

그물감은 Nylon 210 Td/6 합사, 그물코(망목) 크기는 5절(75mm)을 사용하였고, 그물의 설(높이)는 180-200코를 사용하였다. 그물감에 뜬줄(PE Ø9)의 주름(성형율)은 약 51%, 발줄(PE Ø6)의 주름(성형율)은 54%로 발줄의 길이가 뜬줄의 길이보다 약 5% 길다. 보호망은 Nylon 210d/12합사로 그물코(망목) 5절(75mm)을 5코 정도를 뜬줄과 발줄 쪽에 각각 붙이고, 코걸이 줄은 PP 260Td/120 합사를 사용했다. 뜬은 플라스틱(Ø45×120)재질로 된 것을 사용하였고, 시멘트 발돌(무게 250g)을 3m간격으로 부착하여 사용한다. 기계적 양망방법을 이용하기 위하여 기존 어구에 뜬줄(h)은 PE Ø15와 뜬줄 연결줄(i) PE Ø9을 연결하여 사용하기 시작하였다. 어구 사용 폭 수는 배의 크기에 따라 차이가 있으나 10톤급에서 150폭, 20톤급 300폭, 30톤급 400폭, 50톤급 500~600폭 내외를 사용한다.

Table 1-4 Specifications of nets and appendages of small yellow croaker drift gill nets offshore in the 1980 ~ 1990s

Symbols	Position	Materials	Dimensions
a	Main Net	Nylon 210 D/2×3, 75mm	180~200mesh
b	Guarding net	Nylon 210 D/4×3, 75mm	5mesh×2×45m
c	Float line	PP rope Ø9	26m, 2twist
d	Poach line	PE260Td/90 PP260Td/120	60m 2twist
e	Sinker line	PPrope Ø6~Ø9	31m, 2twist
f	Float	Plastic float Ø45×120 (buoyancy 140g)	2.5~3m interval
g	Sinker	Doughnut type cement (weight 250g)	3m interval 8ea
h	Hauling line	PP rope 15-Ø20	28m
i	Hauling line pendant	PP rope 9-Ø12	9m

2000년대에 들어와서는 근해 참조기유자망 어구의 규모가 어획 강도를 높이기 위한 구조로 변하기 시작하였다. 특히 양망기를 이용하기 위해 돛음줄을 사용하였고 이방법은 2005년도 초반까지 사용되었다.

그물감은 Nylon 210Td/6 합사, 그물코(망목) 크기는 59~53mm, 그물의 폭(설, 키)은 200~230코를 사용하였다. 그물감에 뜸줄(PE \varnothing 9)의 주름(성형율)은 약 51%, 발줄(PE \varnothing 6)의 주름(성형율)은 54%로 발줄의 길이가 뜸줄의 길이보다 약 5% 길다. 보호망은 Nylon 210d/12 합사로 그물코(망목) 5절(75mm)을 5코 정도를 뜸줄과 발줄 쪽에 각각 붙이고, 코걸이 줄은 PP 260Td/120 합사를 사용했다. 뜸은 플라스틱(\varnothing 45 ×120)재질로 된 것을 사용하였고, 시멘트 발들은 무게 250g 인 것을 3m간격으로 부착하여 사용한다.

기계적 양망 방법을 이용하기 위하여 기존 어구에 돛음줄(h)은 PP \varnothing 20와 돛음줄 연결줄(i) PP \varnothing 12을 연결 사용하였다. 어구 사용 폭수는 배의 크기에 따라 차이가 있으나 10톤급에서 150폭, 20톤급 300폭, 30톤급 400폭, 50톤급 500~600폭 내외를 사용 한다 <Table 1-5>.

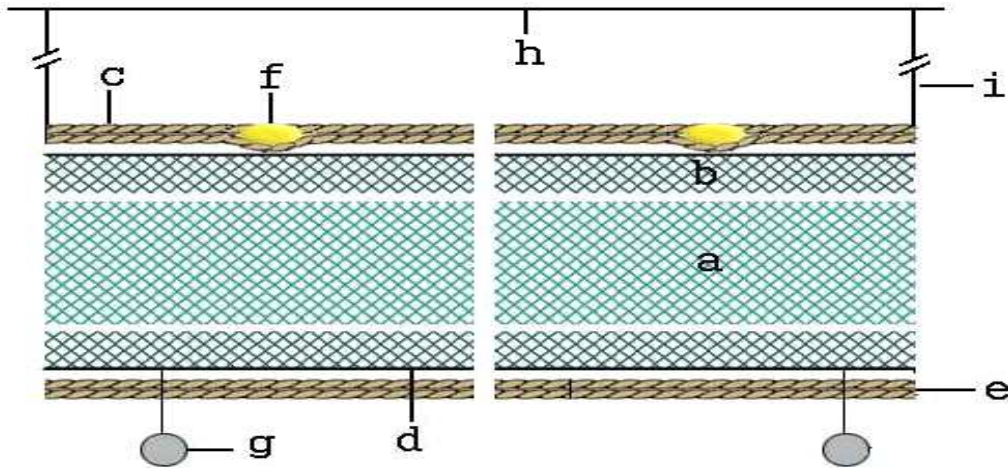


Fig. 1-2. Schematic of small yellow croaker drift gill net to using hauling line.

a : Main net, b : Guarding net, c : Float line, d : Poach line,
 e : Sinker line f : Float, g : Sinker, h : Hauling line, i : Hauling line
 pendant

Table 1-5 Specifications of nets and appendages of small yellow croaker drift gill nets offshore in the 2000~2005

Symbols	Position	Materials	Dimensions
a	Main Net	Nylon 210 D/2×3, 50-53mm	180~200mesh
b	Guarding net	Nylon 210 D/4×3, 75mm	5mesh×2×45m
c	Float line	PP rope Ø9	26m, 2twist
d	Poach line	PE260Td/90 PP260Td/120	60m 2twist
e	Sinker line	PP rope Ø6	31m, 2twist
f	Float	Plastic float Ø45×120 (buoyancy 140g)	2.5~3m interval
g	Sinker	Doughnut type cement (weight 250g)	8ea
h	Hauling line	PP rope Ø20	28m
i	Hauling line pendant	PP rope Ø12	9m

2006년 이후부터 인력구인난, 고령화 및 조업경비 가중 등으로 인하여 어업 과정 생력화 차원에서 다양한 양망기기 시스템이 개발되면서 돈움줄(h), 돈움줄 연결줄(i)을 제거하였고 현재까지 사용하고 있다.

그물감은 Nylon 210Td/6합사, 그물코(망목) 크기는 48~51mm로 목포지역 유자망 어구는 48~50mm, 제주지역 유자망 어구는 59~51mm, 그물의 설(높이)은 230~260코를 사용한다. 그물감에 뜬줄(PE 9 \emptyset)의 주름(성형율)은 약 51%, 발줄(PE \emptyset 6)의 주름(성형율)은 54%로 발줄의 길이가 뜬줄의 길이보다 약 5% 길다. 보호망은 Nylon 210d/12 합사로 그물코(망목) 5절(75mm)을 5코 정도를 뜬줄과 발줄 쪽에 각각 붙이고, 코걸이 줄은 PP 260Td/120 합사를 사용했다. 뜬은 플라스틱(\emptyset 45 ×120)재질로 된 것을 사용하였고, 시멘트 발돌 250g 인것을 3m간격으로 부착하여 사용 되어지다가 2010년 부터는 투망과 양망시 그물에 걸리는 등의 불편함으로 인해 납 재질인 발돌을 부착하여 사용 되어지고 있다. 참조기유자망 어선이 평균 톤수 30톤 이상급에서는 조업에 사용되는 어구의 폭 수는 600~700폭 정도이며, 예비 어구를 100~200폭 정도 싣고 출어하고 있다(Fig. 1-3), <Table 1-6>.

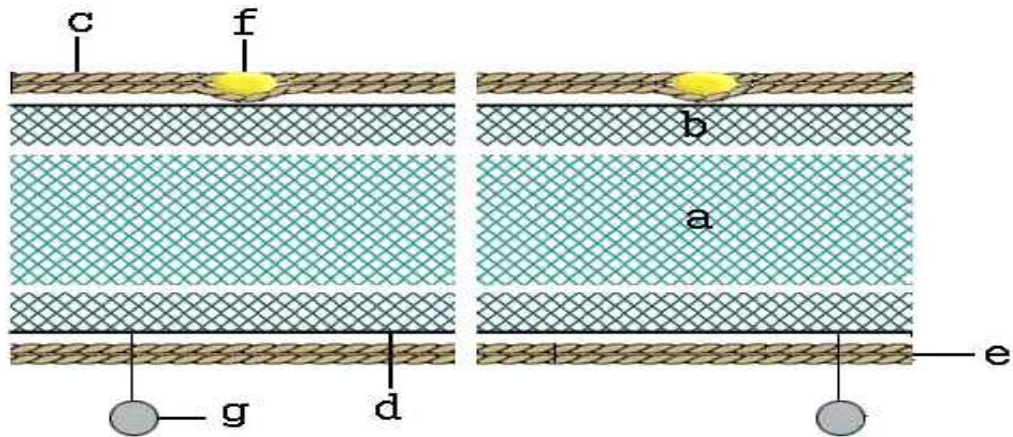


Fig. 1-3. Schematic of small yellow croaker drift gill net not using quarter line.

a : Main net, b : Guarding net, c : Float line, d : Poach line,
 e : Sinker line f : Float, g : Sinker

Table 1-6 Specifications of nets and appendages of small yellow croaker drift gill nets offshore from the after 2006 to the present

Symbols	Position	Materials	Dimensions
a	Main Net	Nylon 210 D/2×3, 48-51mm	230-260mesh
b	Guarding net	Nylon 210 D/4×3, 75mm	5mesh×2×45m
c	Float line	PP rope Ø9	26m, 2twist
d	Poach line	PE260Td/90 PP260Td/120	60m 2twist
e	Sinker line	PPrope Ø6	31m, 2twist
f	Float	Plastic float Ø45×120 (buoyancy 140g)	31m interval
g	Sinker	Doughnut type cement (weight 250g)	8ea

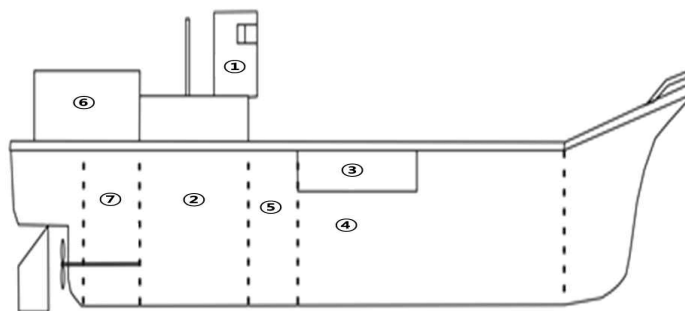
3) 근해 참조기유자망 어선의 구조

근해 참조기유자망 어선은 1980년대까지는 대부분 목선이였으며, 1990년대에 들어서면서 FRP 재질로 변하였다. 20~50톤급 어선의 구성과 구조에 따른 배치도를 그림 Fig. 1-4에 나타내었다.

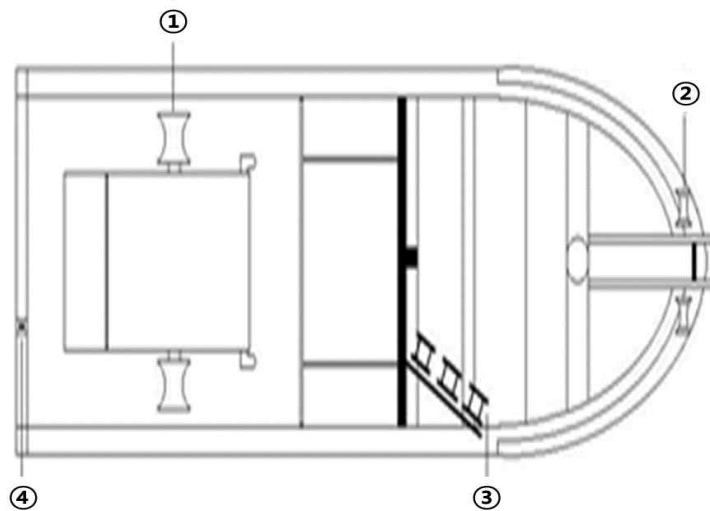
Fig. 1-4의 A는 실물도이며 B는 측면도로 구조는 조타실(B ①)을 중심으로 바로 밑에 기관실(B ②)에 주기관 1대(평균 550마력), 보조기관 2대 (평균 190마력)가 설치되어져 있고, 앞쪽 선수부 상갑판에는 그물 적재칸(B ③), 그물 적재 칸을 중심으로 앞과 뒤쪽에는 어창 입구가 있고 바로 밑에는 어창과 예비 어구 보관 창고(B ④)가 있으며 조타실 뒷부분에는 취사실(B ⑤), 그 밑은 선원 12~14명 정도가 머물 수 있는 공간의 선원실(B ⑥)이 있다. 그리고 C는 평면도로서 양망 시에 사용되는 권양 장치 시스템 위치를 나타내고 있다. 양망시 선체 중앙부의 기관실 양쪽에 설치된 사이드롤러(C ①)에 의해 돈음줄을 감아올려지게 되는데 이때 돈음줄의 이탈을 방지하고 일정한 방향으로 원활한 이동을 시키기 위한 도움 장치가 설치되어 있다. 선수(이물) 양쪽에 “U”형 모양의 돈음줄 유도 롤러(C ②)가 있으며 돈음줄과 더불어 그물을 끌어올리기 위한 권양 장치(C ③)가 있고 선미(그물) 쪽에는 부표가 연결줄을 감아올릴 수 있는 홈 마찰자 롤러(C ④)가 설치되어 있다.



(A)



(B)



(C)

Fig. 1-4. Fishing boat for small yellow croaker drift gill net

A : Fishing boat.

B : Side view C : Floor plan

4) 근해 참조기유자망 어업의 조업 장비 및 조업 방법

1960년대는 어선의 규모가 10~20 톤이었으며, 조업 선박은 조류는 순조를 받고 바람은 선박 뒤쪽에서 받으면서 자연의 힘을 이용하여 조업이 이루어졌다. 어구의 설(높이)은 100 코로 사용 폭 수도 적었기 때문에 9~10명의 선원들은 조업 선박의 현 측에 나란히 위치하여 손으로 그물을 잡아당기는 인력으로 양망이 이루어졌다.

1970~1990년대 중반까지는 점차적으로 어선의 규모 증가와 함께 어구의 사용 폭 수가 증가와 조업 어장 범위가 확대되었고 조업 수심도 깊어지고 이에 따른 어구 설(높이)도 깊어지면서 기계의 힘을 이용한 양망 방법을 이용하기 시작하였다. 기존 어구에 돛줄과 돛줄 연결줄을 연결하여 유도롤러를 통해 사이드드럼 권양 장치를 사용하였다. 돛줄을 선수에 있는 “U”형 롤러를 거쳐 사이드롤러로 감아올리면 연결줄 끝에 매달린 그물 첫 부분이 올라오는데, 올라오는 그물을 현측(보통 우현)에 선원들이 나란히 위치하여 인력으로 잡아당기면서 양망을 실시한다. 양망에 있어서 선원들이 힘을 덜 쓰게 하여 약간의 피로감을 줄일 수 있었으나 돛줄 사용으로 조업 인원은 3명 정도가 증가하게 되어 선주가 비용부담이 늘었다. 권양 장치인 사이드드럼(side drum)은 주기관으로부터 평 벨트·삿갓형 톱니바퀴·전도 축 등에 의하여 구동되는 사이드드럼이 기관실 앞쪽 윗부분에 장치되어 사용되어 졌고 조업 인원은 12~13명이다(Fig. 1-5).

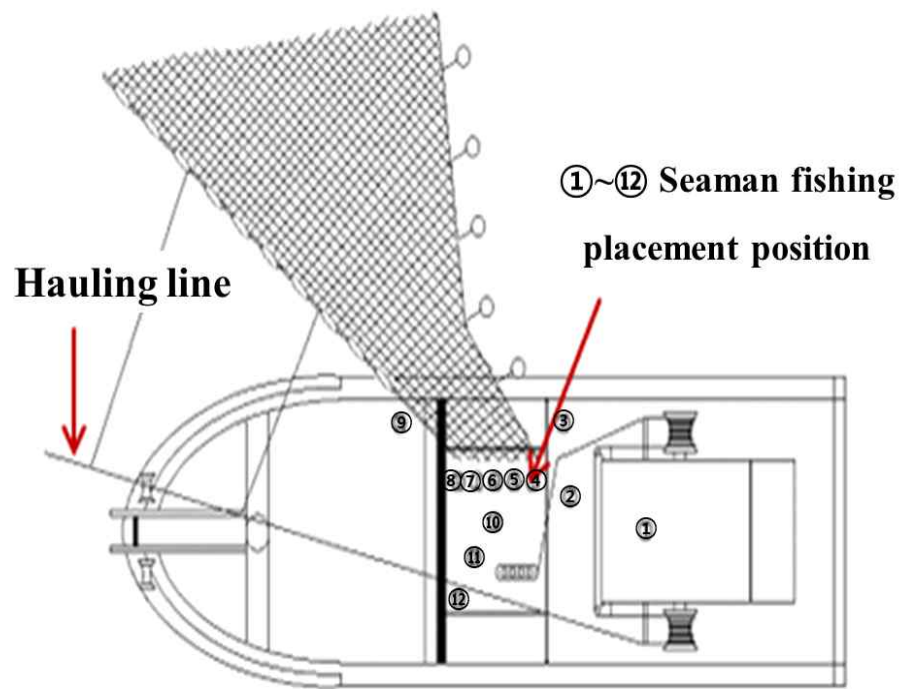


Fig. 1-5. A schematic diagram of the operation method by the hauling line and manpower(1970~1990).

1990년대 중반에 들어서면서 어선어업이 3D업종으로 분류되었고, 경비와 선원 수급 및 인건비 상승 등으로 경비를 줄이고 간편 조업 방법을 강구하기 시작한 시기이다. 양망은 돛줄을 이용하는 방법에서 그물 전체를 기계적인 힘을 이용해 끌어올리는 방법으로 돛줄을 사이드롤러로 감아올리는 방법과 3단 V형이 양망기를 같이 사용하였다.

돛줄을 선수에 있는 “U”자형 돛줄 유도 롤러를 거쳐 사이드롤러로 감아올리면 연결줄 끝에 매달린 그물 첫 부분이 올라오게 하는 동시에 그물 전체를 3단 V형 양망기를 이용하여 감아올린다. 되면 선원들은 감아 올려진 그물에서 어획물을 처리하고 동시에 어구 정리가 이루어진다. 양망 시 조업선은 조류나 풍향을 선수 정면으로 받으면서 주기관은 사용하지 않고 돛줄이 감기는 힘에 의해 전진하면서 조업을 한다. 그러나 조업 과정에서 양망 진행 방향과 조류와 풍향 등의 외적인 환경이 변하면 양망기 사용이 어려운 단점도 있었다(Fig. 1-6).

2000년대 초반에는 인원 절감과 생력화를 위하여, 유자망 어구에 돛줄을 제거하여 어구 전체를 감아 올릴 수 있는 방법으로 4단 나선(트리플렉스)형 양망기를 이용하였고, 조업 인원은 10~11명이었다. 양망할 때 조업선은 돛줄 사용 어구와는 달리 조류나 풍향은 선미부에서 받고 조업선은 주기관을 이용하여 어구 위치의 진행 방향에 따라 선장이 계속 키를 잡고 이동하여야 한다. 이러한 조업 방법과 양망기기는 전라남도 목포지역 근해 참조기 유자망 어선에서 많이 사용되었다(Fig. 1-7).

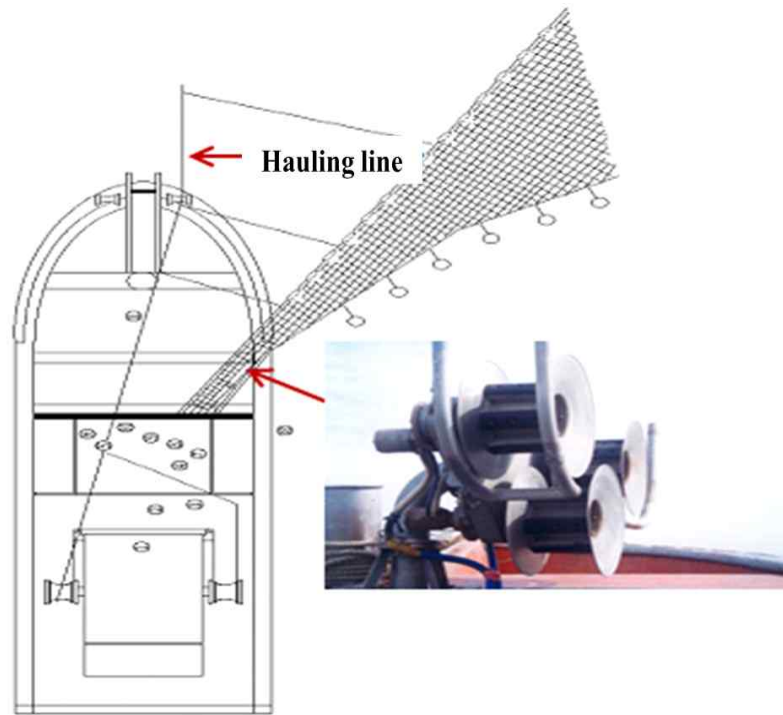


Fig. 1-6. Schematic diagram of hauling line and 3-step V-type net hauler(1990~ 2005).

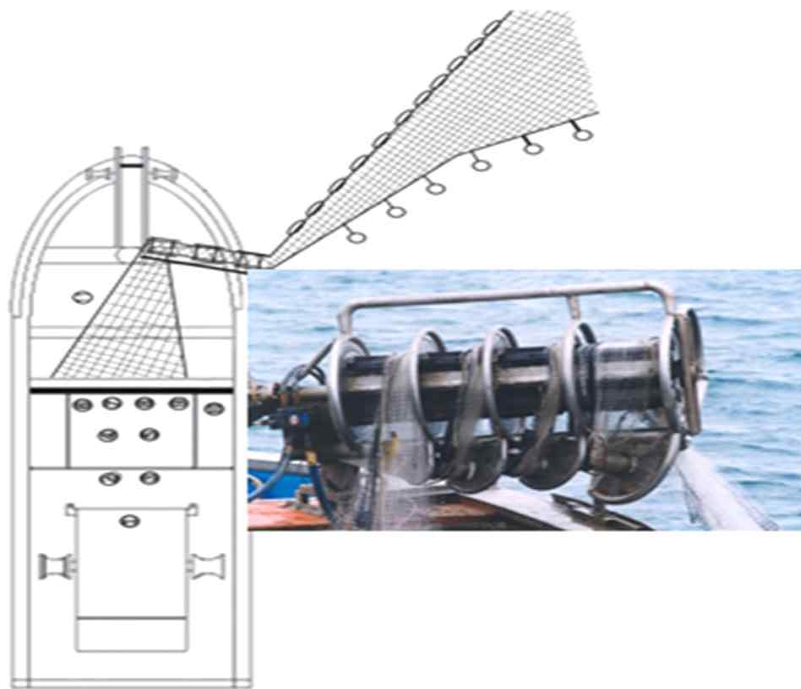


Fig. 1-7. Schematic diagram of triplex net hauler operation method(2000~2005).

2006년 이후에 들어서는 인력구인난, 고령화 및 조업경비 가중 등으로 인하여 조업 과정 생력화 차원에서 대부분 돛줄이 없는 어구가 사용되면서 여기에 맞는 양망기기 시스템이 개발되어 사용 되어지고 있으며, 5단 양망기를 이용하는 조업하는 방법에서는 유자망 어구의 부착된 돛줄을 제거하여 그물 전체를 감아올리는 방법으로 배 잡이 줄이나 초망줄을 5단 양망기를 이용하여 감아올리면 연결줄 끝에 매달린 그물 첫 부분이 올라오는데 올라오는 그물 전체를 감아올린다.

양망 시 조업선은 조류나 풍향을 선미부에서 받으면서 주기관을 이용하여 어구 위치의 진행 방향을 따라 이동하면서 조업이 이루어지며 조업 인원은 12~13명이었다.

5단 양망기는 생력화와 조업 인원 절감 차원에서 개발하였으나 외국인 선원들이 50% 이상을 차지하면서 인력을 줄이지 못하였지만, 생력화 조업 방법이 이용 되어지고 있다. 이러한 조업 방법과 양망기기는 대부분이 전남, 제주지역 근해 참조기유자망 어선에서 80% 이상 사용되어지고 있다(Fig. 1-8), (Fig. 1-9).

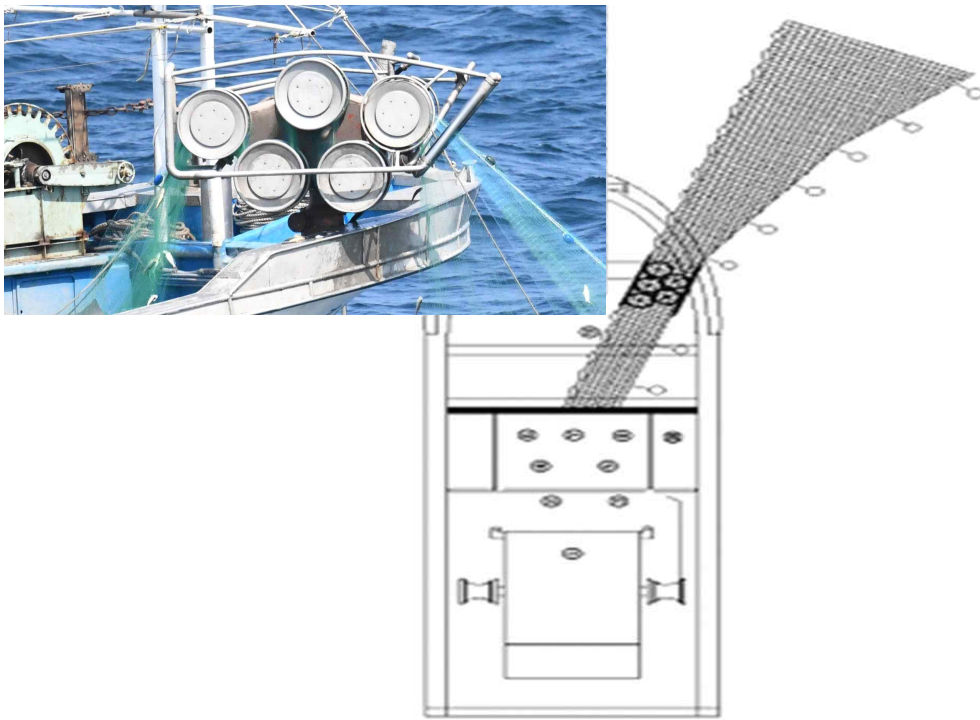


Fig. 1-8. Schematic diagram a net hauler of 5-step (after 2006).



Fig. 1-9. A scene of operation using a net hauler of 5 step.

1.2.2 우리나라 근해 유자망 어선 세력

2021년을 기준으로 우리나라 근해 유자망 어선의 등록 척수는 총 405척이다. 이중 전라남도가 148척 (36.54%), 제주도가 99척 (24.44%), 울산이 26척 (6.42%) 순으로 나타났다.

최근 5년간(2017~2021) 근해 유자망 어선의 총 척수를 살펴보면 보면 2017년부터 서서히 증가하다가 2019년을 중심으로 2020년부터는 감소하는 추세를 보이고 있었으나, 경상남도 지역에서는 증가하는 추세를 보이고 있었다 <Table 1-7>, <Fig. 1-10>.

Table 1-7 Number of licenses for gill net fishery by region and year(2017~2021)

(unit : Number of vessels)

Year	Bu san	In cheon	Ulsan	Gang woun	Chung nam	Joen buk	Joen nam	Gyeong buk	Gyeong nam	Jeju	Total
2021	7	36	26	1	20	9	148	21	38	99	405
2020	7	38	29	1	28	0	155	23	21	104	406
2019	9	37	30	0	22	2	150	23	42	104	419
2018	11	35	31	0	23	1	148	13	26	107	395
2017	10	35	26	1	23	3	126	13	25	94	356
Total	44	181	142	3	116	15	727	93	152	508	1,981
Average	8.80	36.20	28.40	1.00	23.20	3.75	145.40	18.60	30.40	101.60	397
Average ratio(%)	2.21%	9.11%	7.15%	0.25%	5.84%	0.94%	36.59%	4.68%	7.65%	25.57%	100%

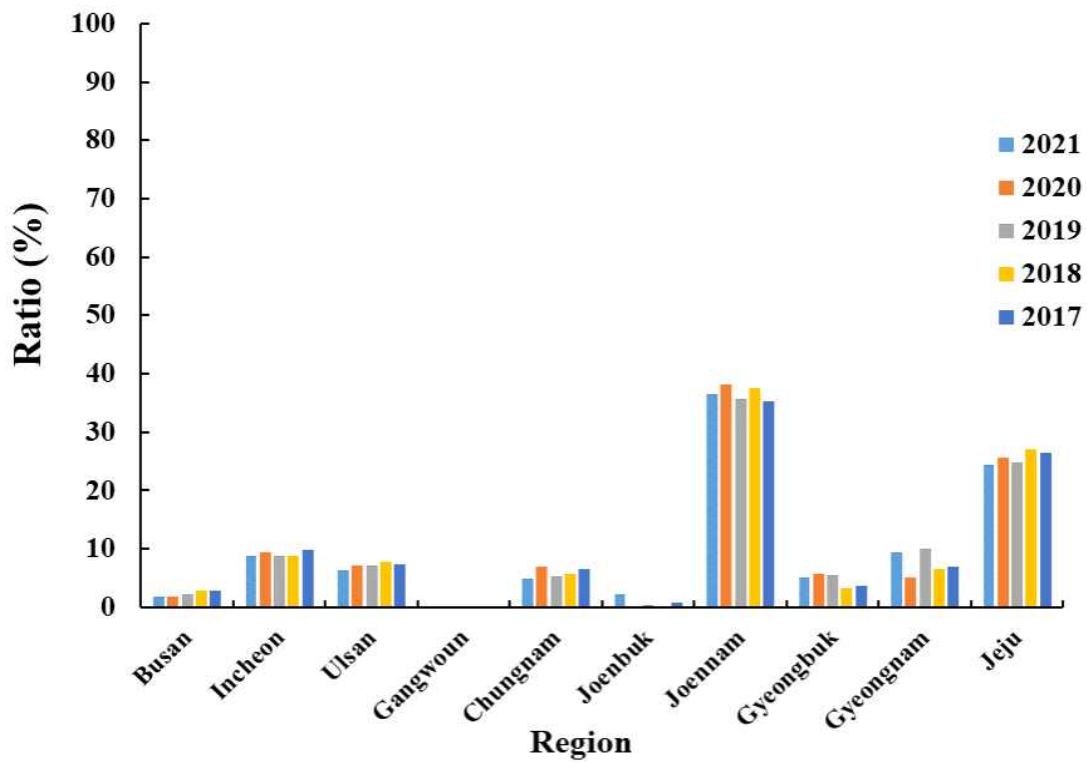


Fig. 1-10 Percentage of permits for gill net fishery by region and year.(2017~2021).

1.2.3 우리나라 근해 참조기유자망 어업생산량

1) 근해 자망어업 어업생산량(2012~2021)

우리나라 근해 자망어업의 생산량은 최근 10년간(2012~2021)에 대한 국가 통계포털(<http://kosis.kr>) 자료를 수집하여 연간 생산량과 연간 생산금액의 변화를 분석하였는데 그 결과는 Fig. 1-11과 같다. 연간 생산량은 2016년이 29,937 톤으로 가장 낮았고, 이듬해부터 서서히 증가하다가 2020년에 52,075 톤으로 가장 높게 나타났으며, 다시 이듬해부터 점차 감소하였다. 연간 생산금액은 2012년 202,576,829천 원으로 가장 낮았으며, 2016년까지 증감하다가 2017년에 260,900,557천 원으로 2020년까지 꾸준히 증가하였으며, 이를 정점으로 2021년에 312,202,028천 원으로 다시 감소하는 경향을 보였다.

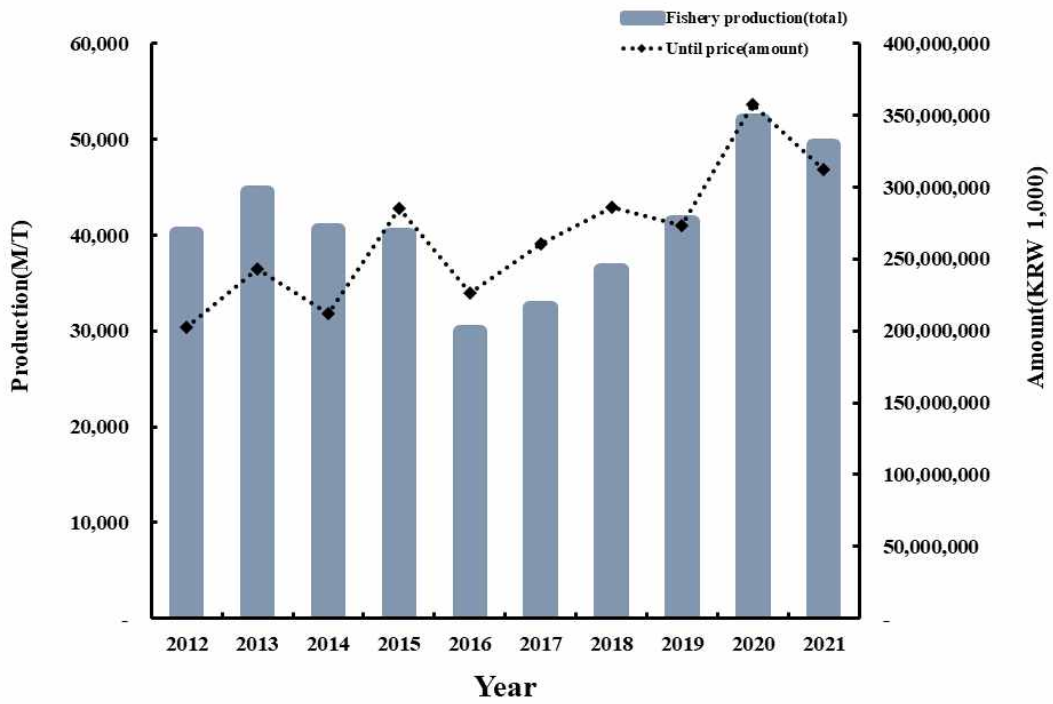


Fig. 1-11. Total production and amount of gill net fishery in Korea(2012~2021).

2) 근해 참조기유자망 어업의 어업생산량(2012~2021)

우리나라 근해 참조기유자망 어업의 연간 생산량과 연간 생산금액의 변화를 분석한 결과는 Fig. 1-12와 같다. 연간 생산량은 2017년이 12,347 톤으로 가장 낮았고, 이듬해부터 서서히 증가하다가 2013년에 24,506 톤으로 가장 높게 나타났으며, 2014년에는 17,302 톤으로 약 30% 가량 감소하는 경향을 보였다. 또한, 이듬해 소폭 증가하였다가 2017년까지 꾸준히 감소하였으며, 2018년부터 2020년까지 꾸준히 증가하는 경향을 보였다. 연간 생산금액은 2014년 125,298,002천 원으로 가장 낮았으며, 2015년에 191,774,388천 원으로 약 35%까지 증가하였다가 2016년에 136,167,822천 원으로 다시 감소하였으며, 2017년부터 2020년까지 꾸준히 증가하였다가 해당 연도를 정점으로 2021년에 157,526,428천 원으로 다시 감소하는 경향을 보였다.

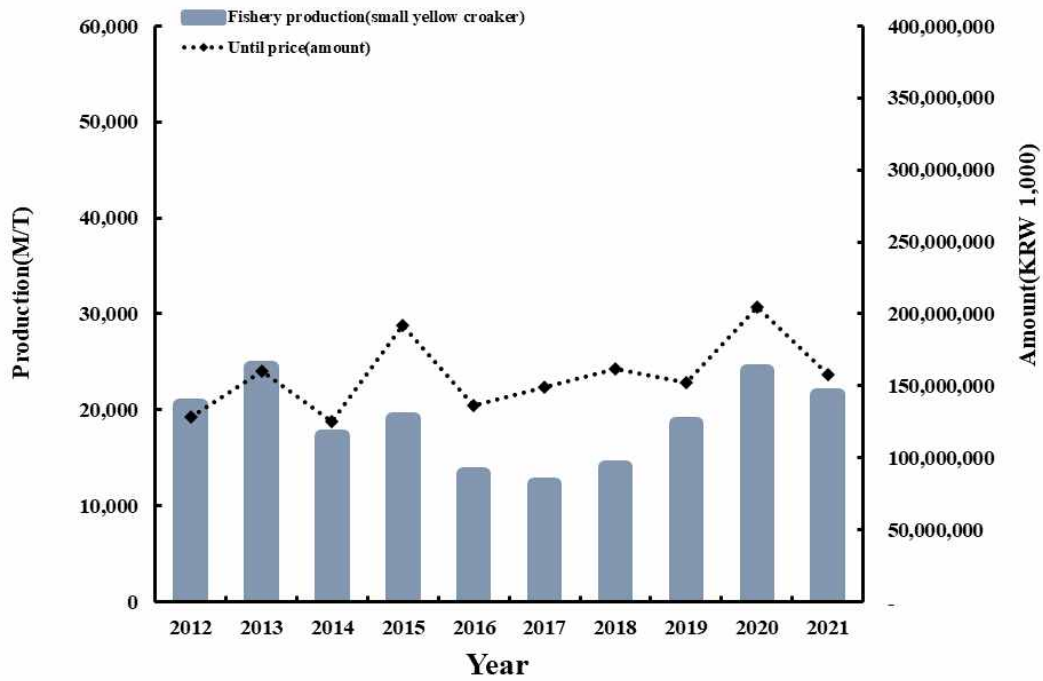


Fig. 1-12. Total production and amount of offshore small yellow croaker drift gill net fishery in Korea(2012~2021).

3) 우리나라 근해 참조기유자망 어업의 어종별 어획량

우리나라의 근해 참조기유자망 어업의 어종별 어획량은 국가통계포털 (<http://kosis.kr>) 자료에서 조사한 5년간(2017~2021)에 자료를 분석하였으며, 그 결과를 Fig. 1-13에 나타냈다. 참조기가 50.80%로 가장 많았고, 다음으로 기타 어종이 15.36%, 멸치 13.93%, 가자미류 8.09% 및 갈치 5.09% 순으로 나타났다. 이 외에 고등어, 강달이류, 아귀류, 병어류, 꽂치 및 민어 등이 어획되는 것으로 나타났다.

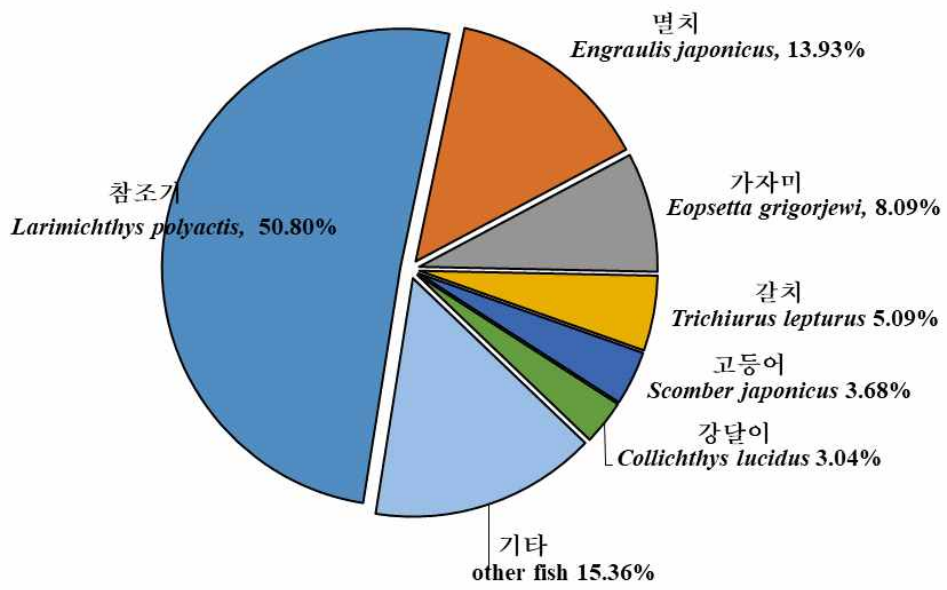


Fig. 1-13. The ratio of off shore small yellow croaker drift gill net fishing by species in Korea.

4) 우리나라 지역별 근해 유자망어업의 월별 및 지역별 참조기 생산량

우리나라 근해 참조기유자망 어업에 대하여 2017년부터 2021년까지 총 5년간 월별 및 시도별로 구분하여 생산량을 분석한 결과는 Table 1-8과 Fig. 1-14와 같다.

우선, 월별 평균 어획량의 경우 10월이 29.03%로 가장 높게 나타났다. 그 다음으로는 11월이 24.72%, 12월이 18.82% 순으로 나타났으며, 참조기 금어기(4.22~8.10)를 제외한 2월이 0.49%로 가장 낮았다.

또한, 참조기 금어기(4.22~8.10)가 종료되는 8월까지의 참조기 생산량이 평균적으로 낮게 나타나다가 10월에 9월 어획량의 약 1.7배 이상 증가하였으며, 11월부터는 점차 감소하다가 이듬해 1월부터 급격히 감소하는 경향을 보였다.

지역별 참조기 평균 어획량을 살펴보면 전남이 54.39%로 가장 높았고, 그 다음이 제주도가 45.25%로 뒤를 이었다(Fig. 1-15).

Table 1-8 Monthly reference machine production by year of offshore small yellow croaker fishing by region in Korea(2017~2021)

(Unit: M/T)

2017	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total	Average
Chungnam	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	6	0.50
Joennam	80	12	12	1	1	0	0	286	1,501	1,352	1,693	1,700	6,640	553.17
Jeju	94	16	5	1	0	0	0	283	1133	1465	1690	1016	5703	475.25
Total	174	28	148	1	2	0	0	569	2632	2817	3384	2721	12,347	1039.67
2018	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total	Average
Chungnam	5	0	0	0	1	0	0	0	0	5	6	0	17	1.42
Joennam	402	41	211	187	0	0	0	555	1,449	1,923	1,401	727	6,896	574.67
Gyeongnam	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.08
Jeju	226	29	89	13	0	0	0	620	1466	2161	1676	842	7122	593.50
Total	633	70	300	200	1	0	0	1171	2910	4086	3078	1569	14018	1168.17

Table 1-8 continue

(Unit: M/T)														
2019	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total	Average
Incheon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	8	0	17	1.42
Chung nam	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52	33	7	92	7.67
Joebuk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3	0.25
Joennam	201	46	206	221	1	1	0	379	873	3,679	2,661	1,977	10,245	853.75
Jeju	146	20	53	17	0	0	0	467	727	3198	2194	1463	8285	690.42
Total	346	66	259	238	1	1	0	846	1600	6941	4896	3447	18641	1553.42
2020	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total	Average
Busan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0.15
Incheon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47		47	7.83
Chung nam	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	70	37	151	23.23
Joennam	448	100	58	43	0	1	0	434	2,687	3,512	4,976	2,634	14,893	2291.23
Gyeong nam	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	9	1.38
Jeju	129	55	7	3	1	0	0	299	2,099	2,906	1,534	1,996	9,029	1389.08
Total	577	155	65	46	1	1	0	733	4786	6462	6637	4667	24130	3712.31
2021	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total	Average
Busan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	1	7	1.08
Incheon	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	3	0.46
Chung nam	1	0	0	6	0	0	0	0	0	93	5	18	123	18.92
Joebuk	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.15
Joennam	436	93	195	149	2	3	0	678	2,273	3,905	1,740	2,567	12,041	1852.46
Gyeong nam	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	6	7	1.08
Jeju	124	37	19	20	0	1	1	507	1,827	2,070	2,726	2,111	9,443	1452.77
Total	561	130	214	176	3	4	1	1186	4100	6076	4471	4703	21625	3326.92
Total average (%)	2.52	0.49	1.08	0.73	0.0	0.01	0.00	4.96	17.63	29.03	24.72	18.82	100	

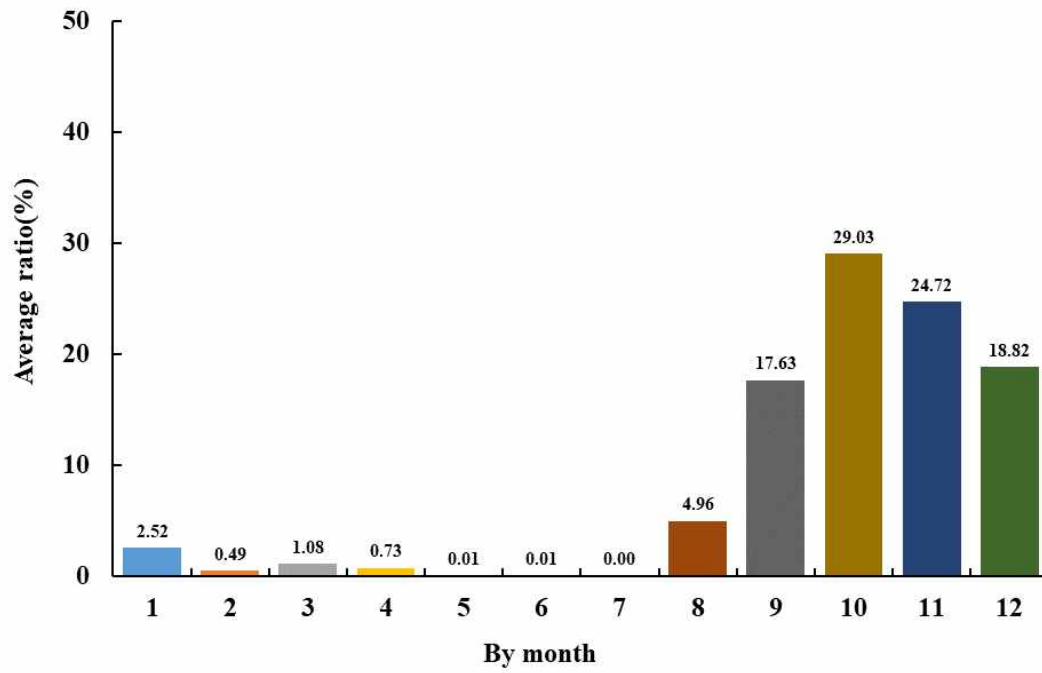


Fig. 1-14. Monthly average catch of offshore small yellow croaker drift gill net fishing in Korea(Catch: Small yellow croaker)(2017~2021).

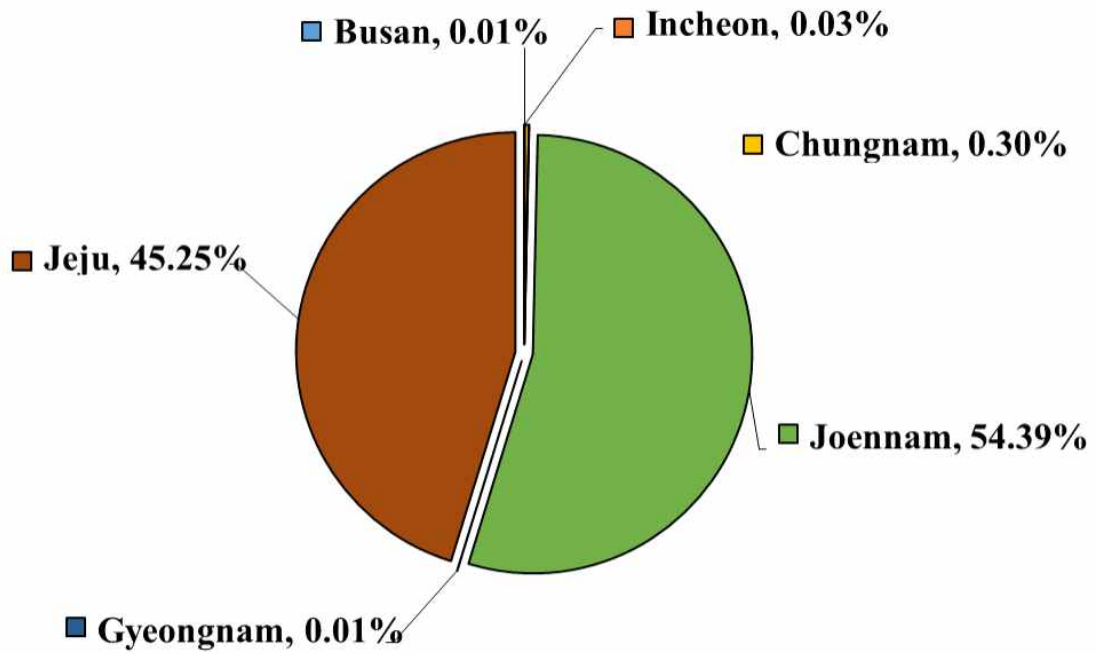


Fig. 1-15. The average catch of reference fish by region in offshore small yellow croaker drift gill net fishing industry in Korea(2017~2021).

1.2.4 제주도 근해 참조기유자망 어업생산량

1) 제주도 근해 자망어업 생산량(2012~2021)

제주도 근해 자망어업 생산량에 대해서 10년간(2012~2021)에 대한 자료를 분석하여 연간 생산량과 연간 생산금액의 변화에 대한 결과를 Fig. 1-16에 나타냈다. 연간 생산량은 2016년이 8,839톤으로 가장 낮았으며, 이듬해부터 계속 증가추세를 보이면서 2021년에는 101,100,436천 원으로 가장 높았다. 연간 생산금액의 경우 2015년이 123,643,365천 원으로 가장 높았으며, 2016년에 생산금액이 94,123,121천 원으로 약 23% 감소하였고 이듬해부터 2021년까지 증감을 반복하는 경향을 보였다.

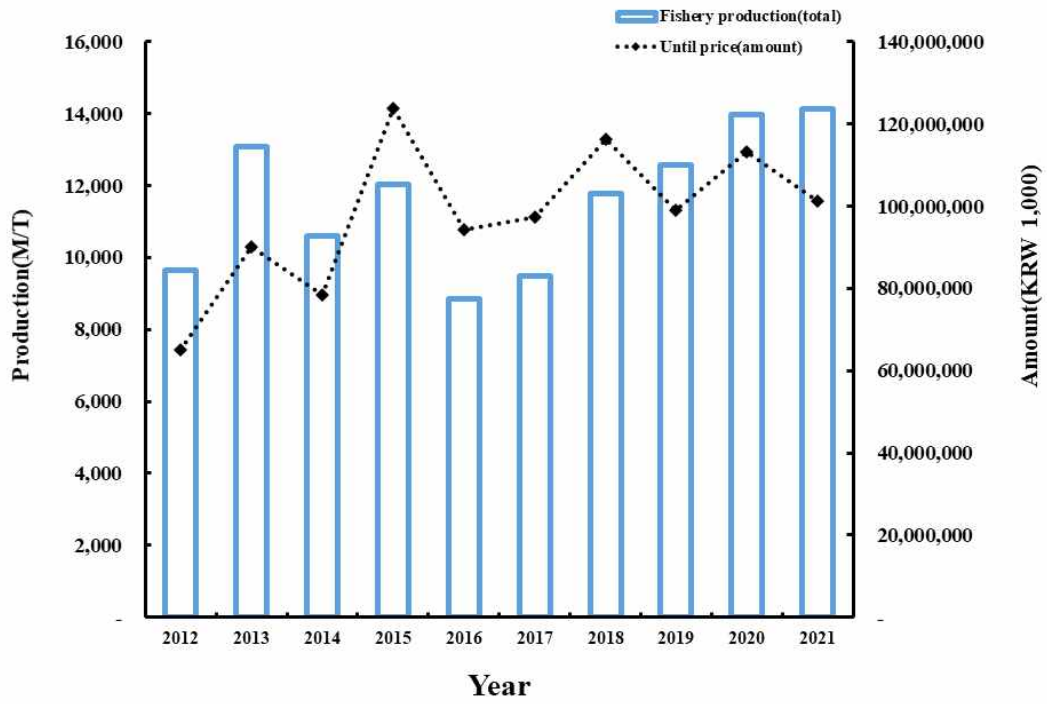


Fig. 1-16. Total production and amount of offshore gill net fishing in Jeju Special Self-Governing Province (2012-2021).

2) 제주도 근해 참조기유자망 어업생산량(2012~2021)

제주도 근해 참조기유자망 어업의 연간 생산량과 연간 생산금액의 변화를 분석한 결과를 Fig. 1-17에 나타냈다. 10년간(2012~2021) 근해 자망어업 생산량에서 근해 참조기유자망어업 생산량이 차지하는 비율은 67.15%를 나타냈으며, 연간 제주도 참조기유자망 어업에서 참조기 생산량은 2013년이 9,841톤으로 가장 높았고, 이후 생산량이 전후로 증감하다가 2016년에 5,639톤으로 감소하는 추세를 보였다. 이듬해까지 거의 비슷한 생산량을 나타냈으며, 2018년부터 2021년까지 꾸준히 생산량이 증가하는 추세를 보였다.

연간 생산금액은 2012년이 47,845,729천 원으로 가장 낮았으며, 전후로 증감하다가 2015년에는 100,810,994천 원으로 대폭 증가하는 경향을 보이다가 이듬해부터 70,362,804천 원으로 대폭 감소하였고 이후 2021년까지 전후로 증감하다가 다시 2016년과 비슷한 생산금액을 나타내고 있다.

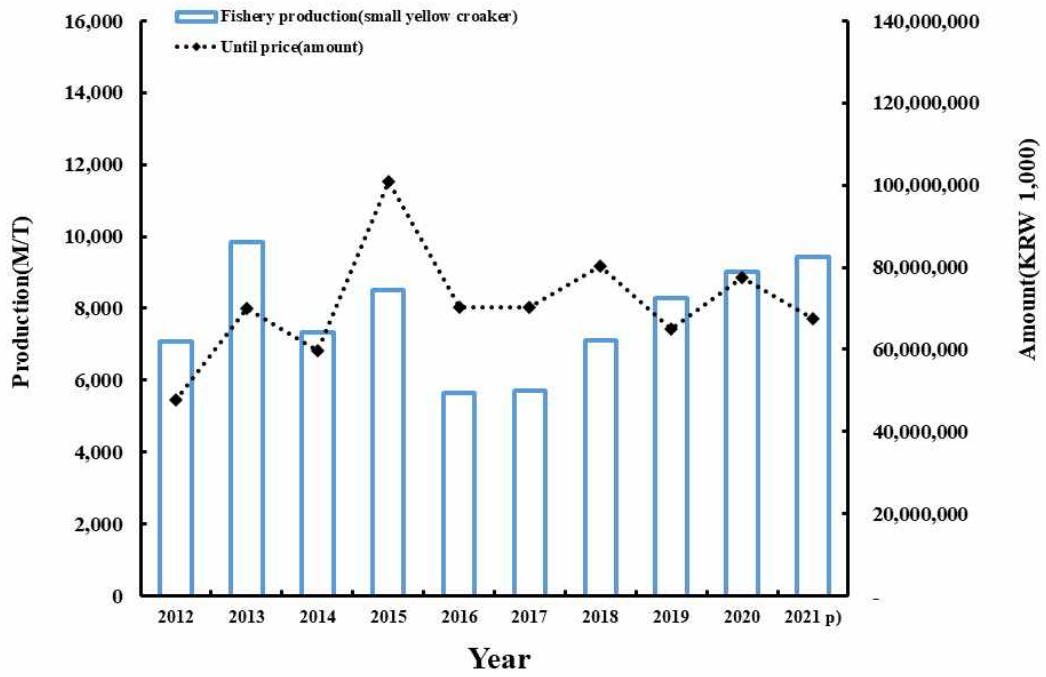


Fig. 1-17. Total production and amount of offshore small yellow croaker drift gill net fishing in Jeju Special Self-Governing Province (2012-2021).

3) 제주도 근해 유자망어업의 월별 생산량

제주도 근해 참조기 유자망어업에 대하여 2017년부터 2021년까지 총 5년간 월별로 구분하여 생산량을 분석한 결과는 Table 1-9 및 Fig. 1-18과 같다.

월별 어획량의 경우는 평균적으로 10월이 29.81%로 가장 높게 나타났으며, 그다음으로는 11월이 24.81%, 12월이 18.77% 순으로 나타났다.

그리고 금어기를 제외한 나머지 기간중에는 2월이 0.40%로 가장 낮게 나타났으며, 그다음으로는 3월이 0.44%로 나타났다.

Table 1-9 Monthly production of off shore small yellow croaker drift net fishing near Jeju Special Self-Governing Province(2017~2021) (Unit:M/T)

Month Year	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total	Average
2017	94	16	5	1	0	0	0	283	1,133	1,465	1,690	1,016	5,703	475
2018	226	29	89	13	0	0	0	620	1,466	2,161	1,676	842	7,122	594
2019	146	20	53	17	0	0	0	467	727	3,198	2,194	1,463	8,285	690
2020	129	55	7	3	1	0	0	299	2,099	2,906	1,534	1,996	9,029	752
2021	124	37	19	20	0	1	1	507	1,827	2,070	2,726	2,111	9,443	787
Total	719	157	173	54	1	1	1	2,176	7,252	11,800	9,820	7,428	39,582	3,299
Average	144	31	35	11	0	0	0	435	1,450	2,360	1,964	1,486	7,916	6,597

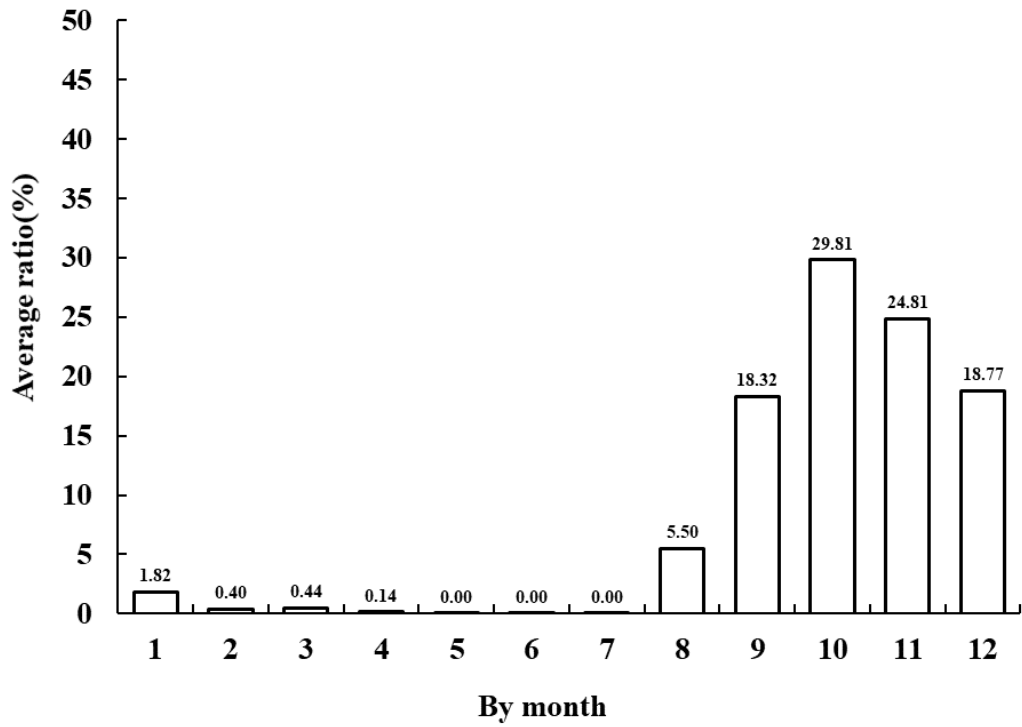


Fig. 1-18. Monthly average catch ratio of offshore small yellow drift gill nets Jeju Special Self-Governing Province (2017~2021).

1.2.5 제주도 지구별 참조기 위판실적 현황

1) 도내 지구별 근해 참조기유자망 어업의 참조기 위판량(2017~2021)

제주도내 지구별 근해 참조기유자망 어업의 2017년부터 2021년까지 총 5년간 참조기 위판량에 대한 분석 결과를 Table 1-10에 나타냈다.

제주도내 지구별 수협이 참조기 총 위판량은 48,319톤 이었으며, 각 지구별로 비교한 결과 한림수협이 28,933톤으로 가장 많았으며, 도내 지구별수협에서 약 59.88%로 가장 높은 비율을 차지했다(Fig. 1-19).

그 다음으로는 모슬포수협이 7,334톤(15.18%), 제주시수협 5,269톤(10.91%) 순으로 나타났다. 또한, 월별 위판량의 경우 Fig. 1-20과 같이 평균적으로 11월이 13,924톤(28.82%) 가장 높게 나타났다. 그다음으로는 10월이 13,262톤(27.45%), 9월이 8,679톤(17.96%) 순으로 나타났다.

월별 위판량의 경우 Fig. 1-20과 같이 평균적으로 11월이 13,924(28.82%) 가장 높게 나타났다. 그다음으로는 10월이 13,262톤(27.45%), 9월이 8,679톤(17.96%) 순으로 나타났다.

2017년의 도내 지구별 참조기 어획량은 총 6,677 톤으로 나타났으며, 이 중 한림수협이 3,703 톤으로 약 55.46%를 차지하였으며, 그 다음으로 모슬포수협이 969 톤(14.51%), 추자수협 806 톤 12.07% 순으로 나타났다. 월별 위판량의 경우 11월이 2,056톤으로 가장 높았으며, 2017년 전체 위판량 중 30.79%를 차지하였다. 그 다음으로 10월이 1,788톤 26.78%, 9월이 1,157톤, 17.33% 순으로 나타났다(Fig. 1-21).

2018년의 도내 지구별 참조기 어획량은 총 8,371 톤으로 나타났으며, 이 중 한림수협이 4,873 톤으로 약 58.21%를 차지하였으며, 그 다음으로 모슬포수협이 1,214 톤(14.50%), 제주시수협 808 톤 10.37% 순으로 나타났다. 월별 위판량의 경우 10월이 2,387톤으로 가장 높았으며, 2018년 전체 위판량 중 28.51%를

차지하였다. 그 다음으로 9월이 2,128톤 26.50%, 11월이 1,779톤, 21.25% 순으로 나타났다(Fig. 1-22).

2019년의 도내 지구별 참조기 어획량은 총 9,461 톤으로 나타났으며, 이중 한림수협이 5,588 톤으로 약 59.06%를 차지하였으며, 그 다음으로 제주시수협과 모슬포수협이 각각 1,150 톤 12.16%로 같은 위판량을 나타냈다. 그 다음 순으로는 추자수협이 892톤 9.43%로 나타났다. 월별 위판량의 경우 10월이 3,497 톤으로 가장 높았으며, 2019년 전체 위판량 중 36.961%를 차지하였다. 그 다음으로 11월이 2,569톤 27.45%, 12월이 1,767톤, 18.68% 순으로 나타났다(Fig. 1-23).

2020년의 도내 지구별 참조기 어획량은 총 13,979 톤으로 나타났으며, 이중 한림수협이 8,208 톤으로 약 58.71%를 차지하였으며, 그 다음으로 모슬포수협이 2,357 톤 16.86%, 제주시수협이 1,430톤 10.23%로 나타났다. 월별 위판량의 경우 11월이 4,764톤으로 가장 높았으며, 2020년 전체 위판량 중 34.08%를 차지하였다. 그 다음으로 10월이 3,313톤 23.70%, 9월이 2,471톤, 17.67% 순으로 나타났다(Fig. 1-24).

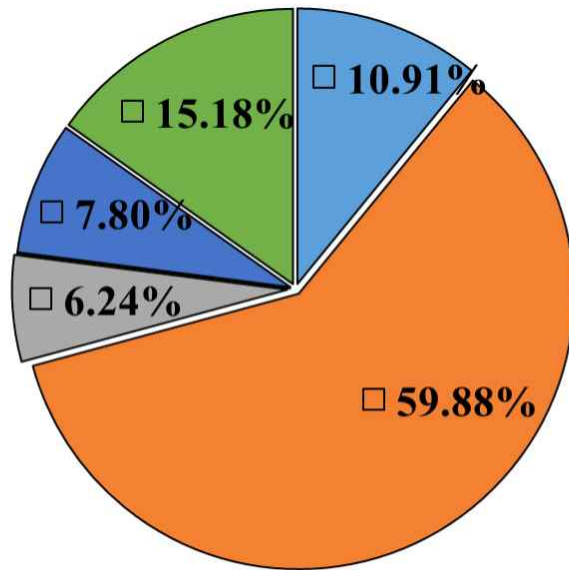
2021년의 도내 지구별 참조기 어획량은 총 10,720 톤으로 나타났으며, 이중 한림수협이 6,561 톤으로 약 61.20%를 차지하였으며, 그 다음으로 모슬포수협이 1,644 톤 15.34%, 제주시수협이 1,131톤 10.55%로 나타났다. 월별 위판량의 경우 11월이 3,084톤으로 가장 높았으며, 2021년 전체 위판량 중 28.77%를 차지하였다. 그 다음으로 10월이 2,577톤 24.03%, 12월이 2,121톤, 19.78% 순으로 나타났다(Fig. 1-25).

Table 1-10 The results of the analysis of the monthly performance by year of the Fisheries Cooperatives by district in Jeju Special Self-Governing Province(2017~2021)

By region	Year	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total	Average
Jejusi	2017	10	2	17	0	0	0	0	22	82	204	229	125	690	57.53
	2018	52	10	7	3	0	0	0	84	290	200	168	63	868	72.33
	2019	21	4	5	1	0	0	0	66	95	435	331	192	1150	95.83
	2020	43	8	2	0	0	0	0	17	325	475	539	21	1430	119.13
	2021	1	0	1	7	0	0	0	42	230	281	367	202	1131	94.28
	Total	75	24	32	11	0	0	0	231	1,022	1,595	1,634	603	5,269	439.1
	Average	23.50	4.79	6.31	2.19	0	0	0	46.27	204.33	319.05	326.89	120.51	1053.84	162.23
Halime up	2017	52	9	84	0	1	0	0	189	686	999	1073	610	3703	308.58
	2018	153	17	60	9	0	0	0	418	1290	1475	999	452	4873	406.11
	2019	84	9	44	11	0	0	0	350	556	2075	1370	1089	5588	465.67
	2020	198	49	7	3	1	1	1	265	1617	1961	2836	1269	8208	683.99
	2021	102	125	17	16	0	1	1	362	1221	1518	1826	1373	6561	546.74
	Total	589	209	212	39	2	2	2	1,584	5,370	8,028	8,104	4,793	28,933	2,411.09
	Average	117.80	41.78	42.30	7.86	0.38	0.32	0.48	316.62	1074.04	1605.66	1620.81	958.59	5786.62	890.25
Chuja myeon	2017	12	2	6	0	0	0	0	22	126	216	297	125	806	67.15
	2018	19	0	0	0	0	0	0	9	181	226	222	116	773	64.42
	2019	10	0	0	0	0	0	0	0	53	346	304	179	892	74.33
	2020	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	1	6	0.53
	2021	1	0	0	4	0	0	0	8	146	190	180	7	536	44.67
	Total	42	2	6	4	0	0	0	39	507	980	1,005	428	3,013	251.1
	Average	8.37	0.39	1.20	0.80	0	0	0	7.80	101.33	196.03	201.07	85.64	602.64	92.71

Table 1-10 Continue

By region	Year	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total	Average	
Seogwi posi	2017	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.17	
	2018	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
	2019	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
	2020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
	2021	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
	Total	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.17
	Average	0.01	0.01	0.40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.42	0.06
Sungsan eup	2017	7	1	12	0	0	0	0	24	86	141	160	75	506	42.19	
	2018	24	2	15	1	0	0	0	65	158	165	130	83	643	53.58	
	2019	16	7	0	2	0	0	0	3	41	255	235	122	681	56.75	
	2020	25	5	0	0	0	0	0	0	163	204	481	211	1089	90.73	
	2021	3	6	0	1	0	0	0	24	174	202	259	181	848	70.65	
	Total	75	21	27	4	0	0	0	116	622	967	1,265	672	3,767	313.9	
	Average	14.97	4.05	5.40	0.72	0	0	0	23.29	124.41	193.30	252.91	134.30	753.37	115.90	
Moseulpo	2017	14	2	15	0	0	0	0	59	177	228	297	177	969	80.75	
	2018	36	6	16	6	0	0	0	92	299	321	260	178	1214	101.17	
	2019	37	5	7	3	0	0	0	88	110	386	329	185	1150	95.83	
	2020	745	1	0	0	0	0	0	53	274	371	578	335	2357	196.42	
	2021	16	9	0	0	0	0	0	124	298	386	452	359	1644	137.01	
	Total	848	23	38	9	0	0	0	416	1,158	1,692	1,916	1,234	7,334	611.18	
	Average	169.61	4.66	7.60	1.80	0	0	0	83.18	231.69	338.34	383.17	246.77	1466.82	225.66	
Total		1,671	278	316	67	2	2	2	2,386	8,679	13,262	13,924	7,729	48,319	4,026.54	
Average(total)		56	9	11	2	0	0	0	80	289	442	464	258	1611	134.22	



■ Jejudi ■ Halimeup ■ Chuja ■ Seogwiposi ■ Sunganeup ■ Moseulpo

Fig. 1-19. The ratio of small yellow croaker sold in Suhyup by district of Jeju Special Self-Governing Province.

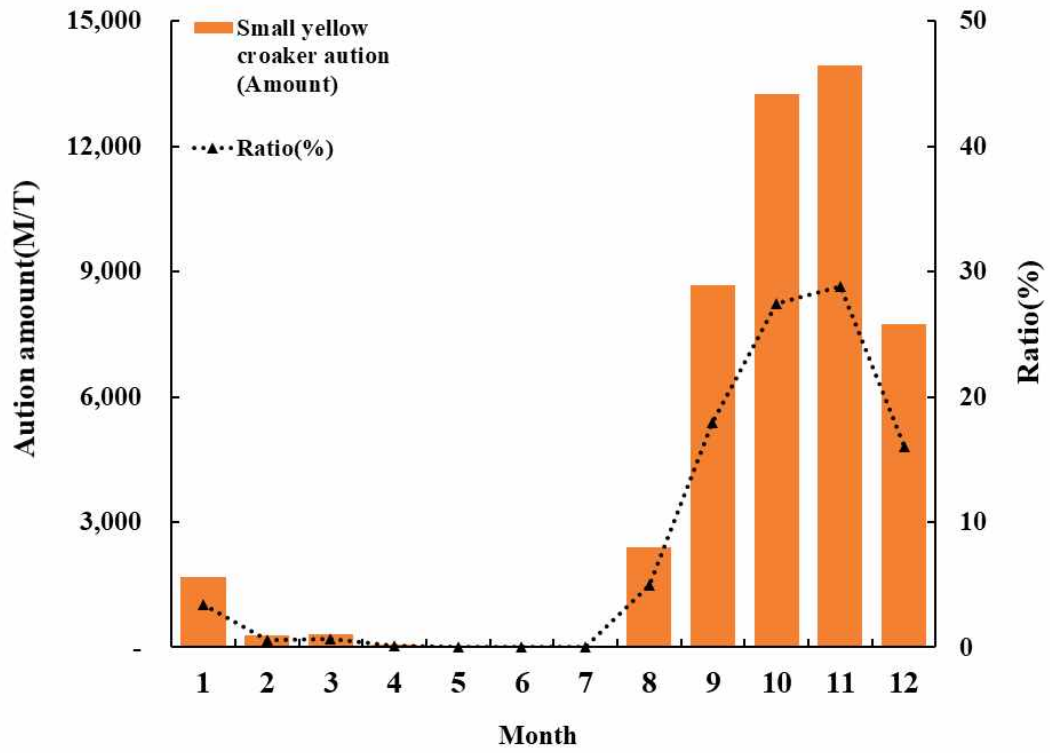


Fig. 1-20. Monthly sales ratio of small yellow croaker in Suhyup by region of Jeju Special Self-Governing Province(2017~2021).

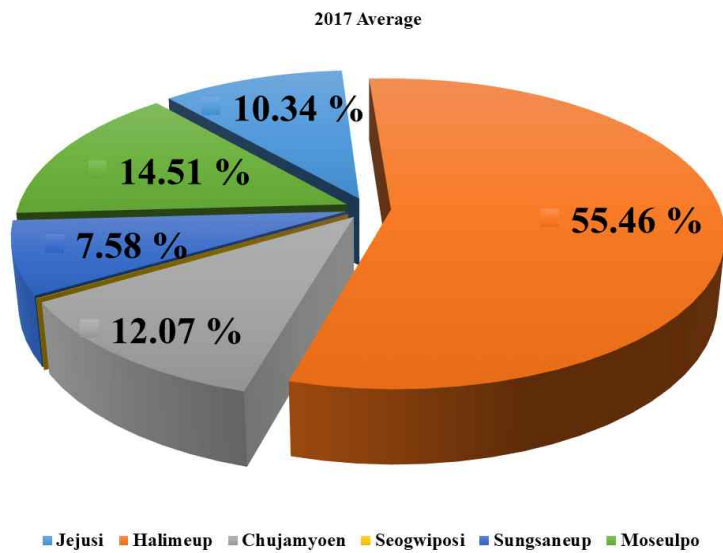
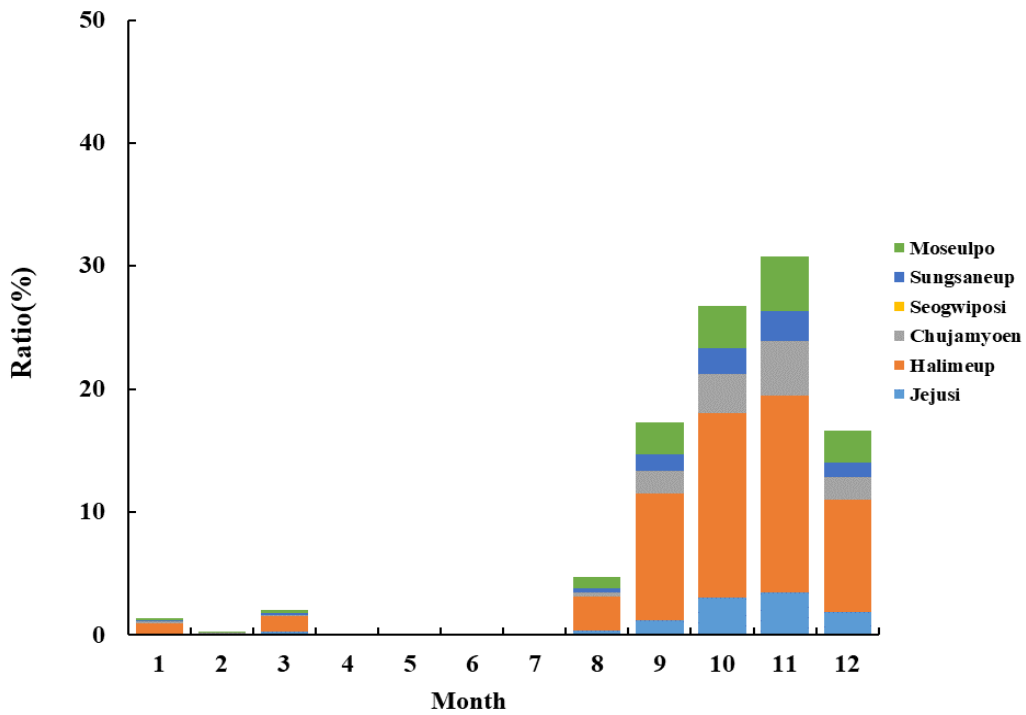


Fig. 1-21 Monthly small yellow croaker consignment sales by district in 2017.

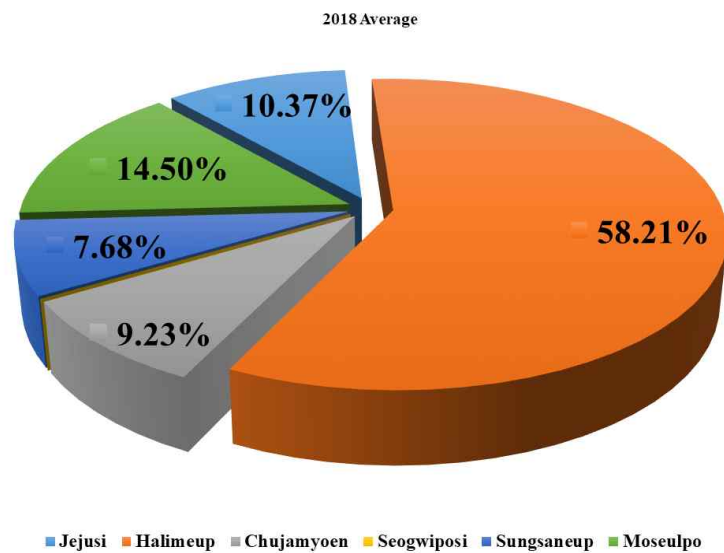
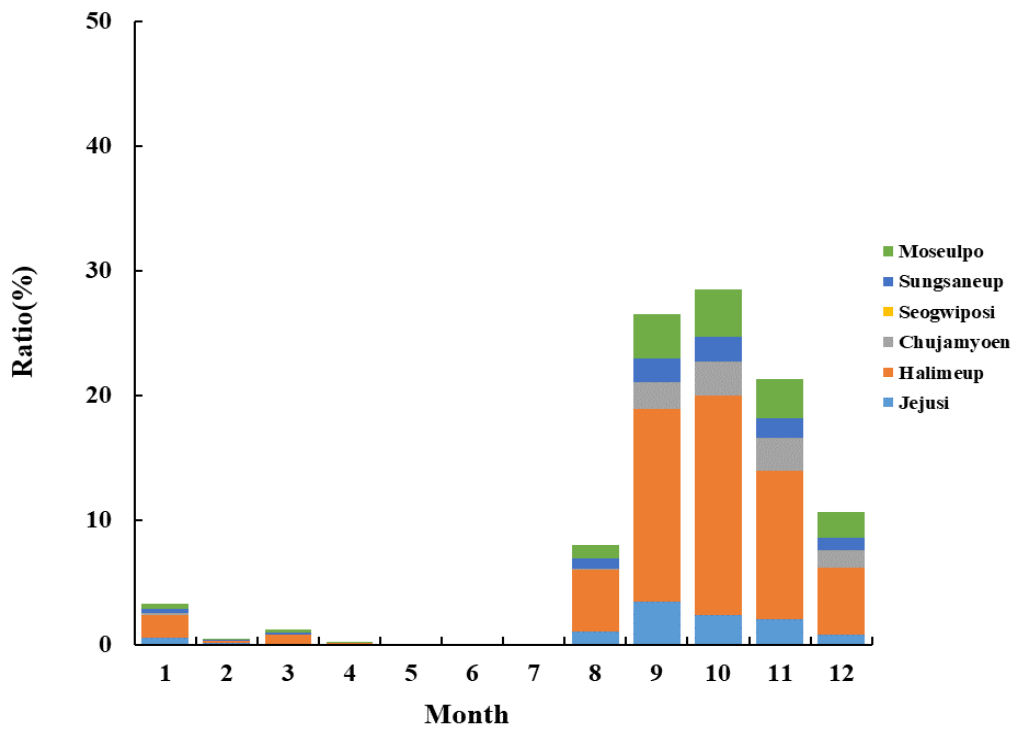


Fig. 1-22 Monthly small yellow croaker consignment sales by district in 2018.

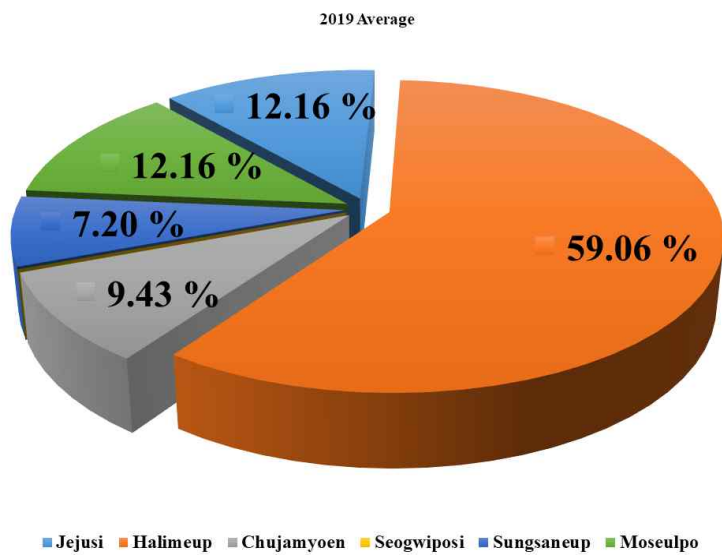
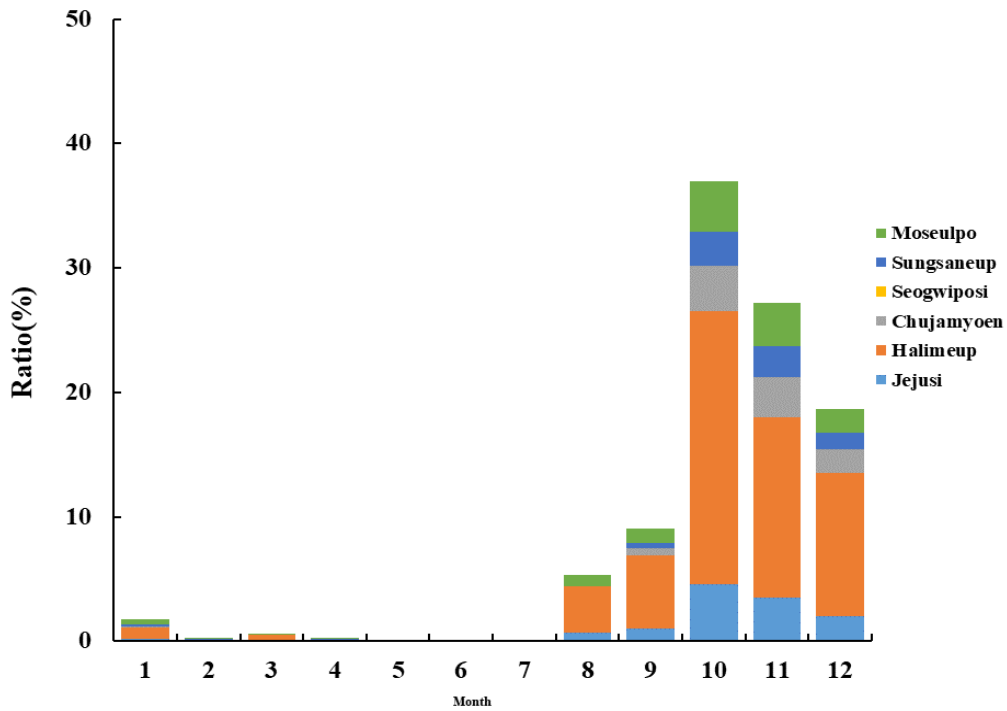


Fig. 1-23 Monthly small yellow croaker consignment sales by district in 2019.

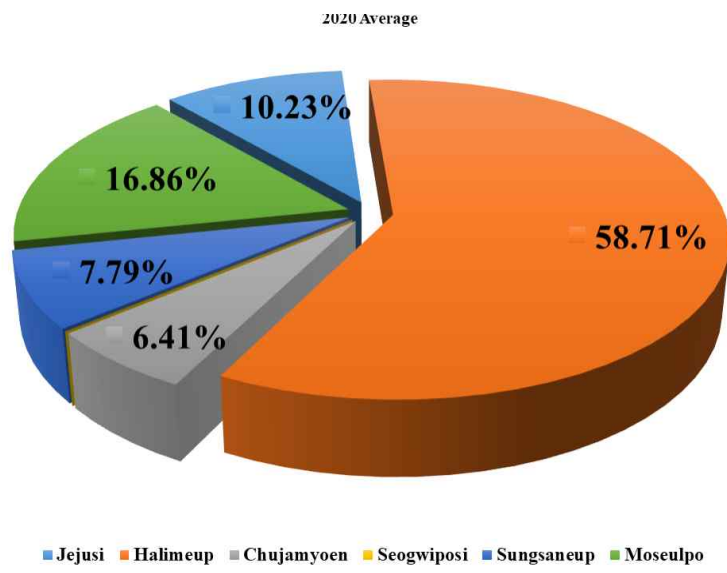
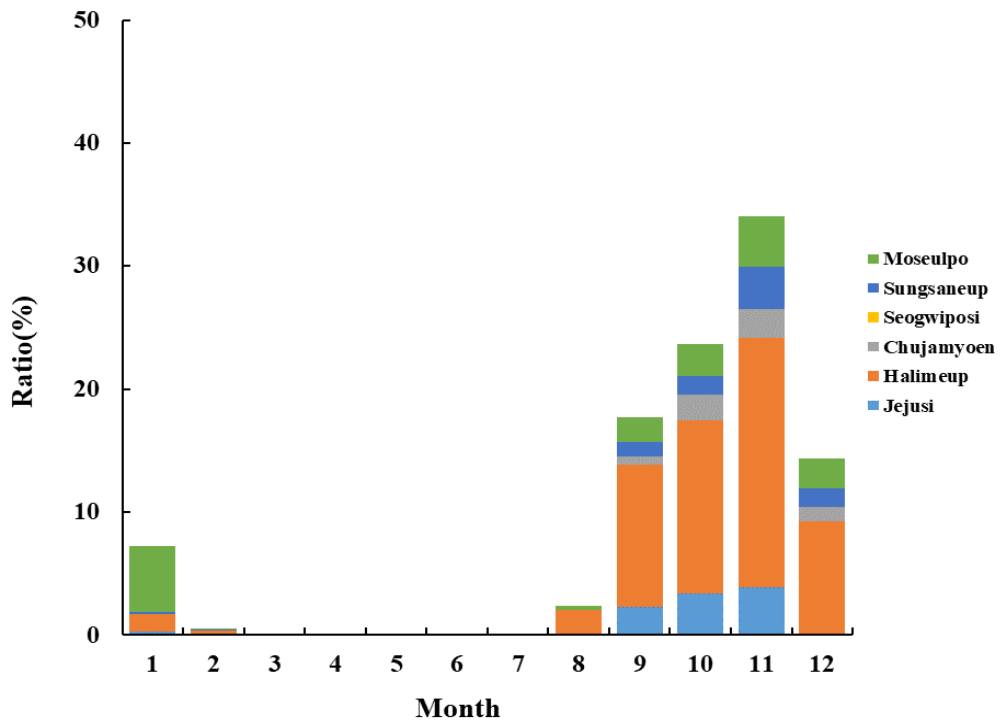


Fig. 1-24 Monthly small yellow croaker consignment sales by district in 2020.

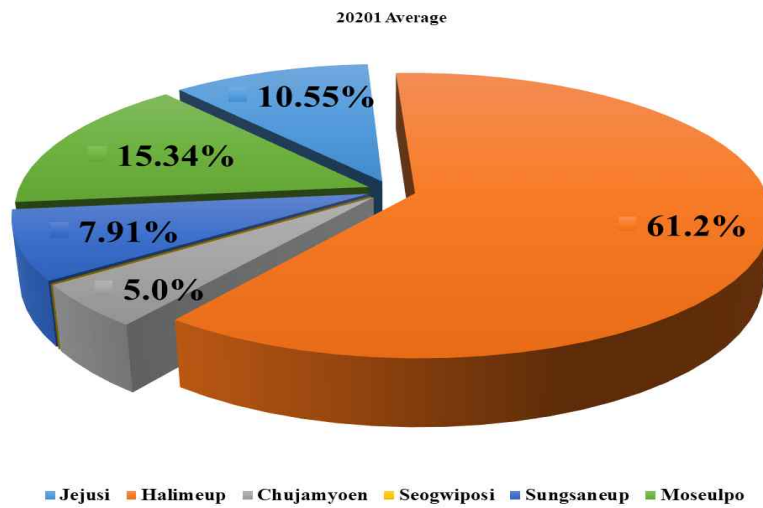
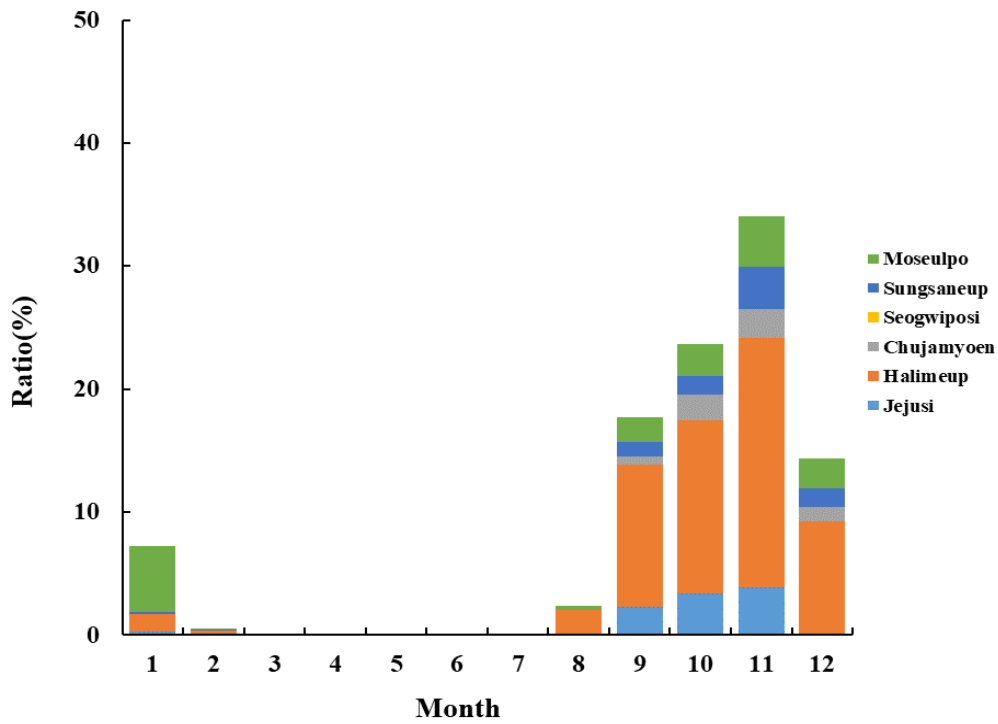


Fig. 1-25 Monthly small yellow croaker consignment sales by district in 2021.

1.3 고찰

참조기를 어획하기 위하여 행하여지고 있는 어법은 근해 유자망을 비롯한 근해 안강망, 쌍끌이, 외끌이, 기선저인망 등 다양하지만 참조기 어획량에 있어서 절반 가까이가 근해 유자망에 의해 어획되고 있다. 근해 참조기유자망 어업의 성능변화 과정에서 매우 중요한 요소인 선박의 톤수, 어구 재료, 어구 사용량, 어로 장비, 양망기 등은 현재까지 매우 발달 되어 왔으며, 생력화를 통한 단위 노력당 어획량 증가와 더불어 어획물의 선도와 품질 또한 매우 향상되었다고 생각된다.

연대별 참조기유자망 조업선의 어구 사용현황을 살펴보면 1960년대에는 망 목 75.8 mm에폭100코, 뜰줄 길이 90 m 인 그물 25폭을 사용하였고 (NFRDI, 1967), 1990년대에는 폭 200코, 뜰줄 길이 24.5 m 유자망 250~350폭을 사용하였으며 (Jo and LEE, 1993), 현재는 폭 250~300코, 뜰줄 길이 24.5 m 유자망 500~700폭을 사용하고 있어 어구규모가 커지고 있다. 이와 같이 조업성능 향상에 따라 유자망 조업선의 어구 크기와 사용량의 증가는 참조기 자원관리에 많은 문제점을 발생시키고 있다(OH at al, 2014).

유자망어업에서 합성섬유가 개발된 이후 현재까지 그물 재료로 Nylon을 사용하고 있었는데, 이 성분들은 가볍고 질기며, 내구성이 뛰어나 유자망 그물의 재료로 광범위하게 사용되어지고 있다. 이와 더불어 유자망 어구에 의한 폐어구 또한 매우 증가하면서 해양생물의 산란 및 서식공간을 침해하거나 유령어업이 지속적으로 발생됨에 따라 향후 참조기뿐만 아니라 전체 어획량은 지속적으로 감소할 것으로 생각된다.

5년간(2017~2021) 우리나라 근해 유자망 어선 세력을 살펴보면 2017년부터 서서히 증가하다가 2019년을 중심으로 감소하는 추세를 보였는데 이는 우리나라에서 시행한 근해어선 감척 사업에 의하여 감소했던 것으로 보여진다.

국내 어업생산량 및 근해 유자망어업과 제주도의 어업생산량 그리고 제주에

서 어획된 참조기 생산량 경우 2016년을 기준으로 2020년까지 지속적으로 증가하면서 서로 비슷한 추세를 보였다. 이는 우리나라 어업생산량에서 차지하는 제주도의 어업생산량과 참조기 어획량의 비중이 높다는 것을 알 수 있었다. 근해 참조기 유자망어업에서 어획되는 어종별 어획량을 살펴보면 참조기의 비중이 절반 이상이었고 그 다음으로 기타 어종의 비율이 가장 높았는데, 이는 참조기 유자망 어구에서 어획하고자 하는 목표 어종 이외에 부수 어종들이 많이 어획되고 있다는 의미이기도 하다. 이에 부수 어종 어획 저감을 위한 어구의 특색에 알맞은 개량 방법에 대한 연구가 필요하고 생각된다.

우리나라 및 제주도의 근해 유자망어업의 5년(2017~2021)간 월별 국내 참조기 생산량을 살펴보면 금어기(4.22~8.10)가 끝나는 시점부터 12월까지가 최대 성어기로 볼 수 있으며, 이듬해부터는 어획량이 저조하게 나타났다. 이는 참조기가 산란이 후 분산하여 월동장으로 다시 남하하면서 월동하는데, 최근에는 지구온난화를 포함한 수온 변화 및 기상이변으로 인한 해수의 염분농도 변화로 인하여 참조기 산란장소와 회유 경로가 다소 변경된 것으로 추정된다.

우리나라 근해 유자망어업에서 차지하는 지역별 참조기 어업생산량을 살펴보면 전라남도과 제주도가 가장 높은 비중을 차지했다. 향후 전라남도과 제주도지역의 어업인들을 대상으로 합리적인 자원관리를 위한 어구 자동식별 모니터링 시스템 적용에 따른 순응도 증가를 위하여 이에 대한 지속적인 홍보와 교육이 강화되어야 한다고 판단된다.

2017년부터 2021년까지 총 5년간 제주도내 지구별 참조기 위판량의 경우 앞서 전술한 제주도 근해 유자망어업의 참조기 생산량 다소 높게 나타났다. 이는 지구별 수협에서 위판한 참조기가 도내 지구별수협 소속 근해 유자망 어선 이외에 타 지역 소속 근해 유자망 어선이 위판하였거나, 제주시와 서귀포시를 선적항으로 둔 연안 자망에 의하여 어획된 참조기 생산량이 포함된 것으로 보여진다.

따라서, 위 내용을 종합하면 참조기는 우리나라에서 중요한 자원으로서 향후 지속적 이용 가능한 합리적인 연근해 자원관리를 위하여 현재 우리나라에서는 총 어획량제도(TAC) 중심의 어업관리를 통한 적절한 어획노력량을 유지하

기 위해 제도를 강화하고 있으며, 어구의 ‘생산-판매-사용-수거’를 통한 전 주기적 어구 관리를 위해 노력하고 있다. 이와 더불어 현재 개발중인 어구 자동 식별 장치를 적용하여 근해 참조기유자망 어구에 적용하여 대한 어구 과다 사용 방지를 꾀하고 적정 어구 설치에 의한 어획 노력량을 제한하면 남획과 불법 어업이 감소되면서 체계적인 어구 관리가 가능할 것으로 판단된다.

제2장 시험용 유자망 어구에 대한 어구 자동식별 장치의 적용 가능성

2.1 재료 및 방법

2.1.1 설문조사

근해 참조기유자망 어구의 전개 상태에 관한 기초자료수집, 어구 자동식별 장치의 부착 위치 및 적정 수량을 파악하기 위하여 근해 자망 어선원을 대상으로 설문조사를 실시하였다. 조사는 2019년 9월 1일부터 9월 30일까지 제주도 선적 근해 자망어선(제주항 16척, 추자항 22척, 한림항 44척, 서귀포항 3척, 성산포항 2척, 모슬포항 1척) 총 88척 중 가장 많은 어선이 등록되어있는 한림항에서 실시했다.

응답자는 정박 중인 근해 자망어선 14척 중 외국인 선원을 제외한 설문에 호의적인 내국인 종사자 42명중 26명이었으며, 응답률은 61.9%였다. 설문 항목은 일반사항으로 선원 수, 총톤수, 마력 수, 해역이었다. 조업 현황으로는 월별 출어 횟수, 출어기간, 조업 소요 시간, 어구의 투입량, 어구의 1폭당 길이, 어구의 파망 정도, 어구의 수리 및 교체량이었다. 다음으로 어구 자동식별 장치 수중발신기에 대해서는 어구 부착 적정 개수 및 부착 위치에 따른 선호도이었다.

2.1.2 해상시험

어구 자동식별 장치를 유자망 어구에 설치하는 방안에 대한 현장 적용성 검토를 위하여 제주대학교 조사선 제라호(G/T 161) Fig. 2-1를 활용해 모형으로 제작한 유자망 어구의 투망과 양망을 수행했다. 시험은 Fig. 2-2에 나타난 것과 같이 제주시 북서부 연안 222-8 해구(33°33'00"N ~ 126°17'00"E)이었으며, 6월 14일(4물)과 6월 21일(11물)에 1일 2회 총 4회를 실시하였다. 시험해역의 수심은 조사선에 설치된 어군탐지기(FCV-1200L, Furuno, Japan)를 활용하여 시험용 유자망 어구 투망 완료 지점에서 대기 후 양망 시작 지점까지 이동하면서 1분 간격으로 기록하였다. 시험 해역의 수심은 Table 2-1과 같이 1, 2회차 및 3, 4회차 각각 평균 약 103.6m, 104.3m 52.9m, 52.7m였다.

시험에 사용하기 위해 제작한 모형유자망 어구의 모식도와 명세를 Fig. 2-3과 Table 2-2에 나타냈다. 모형유자망 어구의 1쪽의 길이는 뜰줄 약 24m, 발줄 약 24.5m이다. 총 8쪽을 연결하여 사용하였으며, 설(높이)는 약 3.25m이다. 망지는 나일론 경심 3호, 망목은 65mm였다. 보호망을 포함한 뜰줄, 부이줄, 부자는 PP 계 재질을 사용했다. 부자 1개의 부력은 140g이며, 1쪽당 0.85m 간격 28개를 사용하였다. 발줄은 PP 연심 로프를 사용하고 있으며, 침자의 재질은 납이고 무게는 60g으로, 1쪽당 0.3m 간격 85개를 부착하였다.

모형유자망 어구의 이동 궤적은 어구의 양 끝단의 부표의 깃대 상부에 GPS 장치(SPT1310, Asen Korea)를 방수용 커버에 넣고 부착하여 약 2초 간격으로 기록했다. 모형유자망 어구의 수중 전개 상태는 수심 측정계(DST milli-TD, Staroddi)를 그물의 시작 부분과 끝 부분에 위치한 뜰줄과 발줄 양쪽 끝에 부착하여 약 5초 간격으로 기록했다(Fig. 2-4). 실험 해역의 수심은 1~2회의 경우 약 90~100m, 3~4회의 경우 약 50~60m였다. 투망과 양망은 조사선의 선미에서 실시하였으며, 조류 방향과 일직선이 되도록 투망 하였고, 투망 소요 시간은 평균 4~5분 양망 소요시간은 9~10분이었다. 해상 시험은 60분을 기준으로 실시하였다. 변화되는 경과시간에 따른 GPS의 이동 궤적과

수심측정계 장비를 활용한 자동식별 모니터링 시스템의 유자망 어구 현장 적용성 검토를 실시하였으며, 또한, 저자들이 연구한 “제주 북서부 연안해역에서의 참조기 유자망 어구에 대한 자동식별 모니터링 시스템의 현장 적용성 검토”(GIST, 2019)의 내용을 일부 인용하여 검토 분석하였다.



Fig. 2-1. Jeju national university research ship Jera-ho(G/T 161)

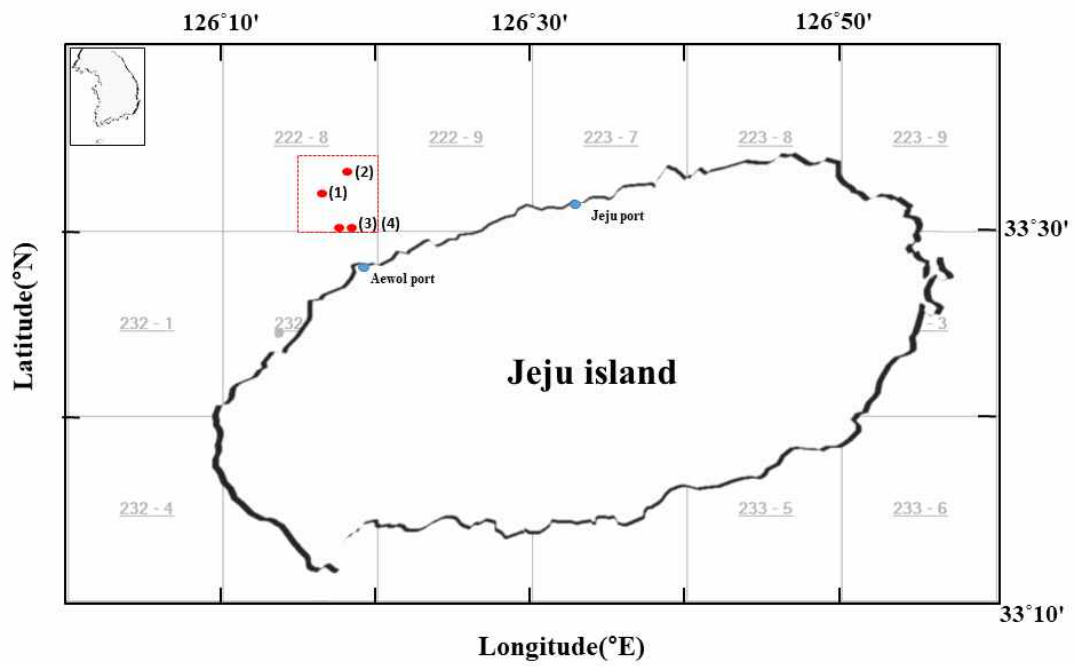


Fig. 2-2. Location for field experiment (1),(2),(3),(4) coastal point north and west jeju-si, Jeju-do. Republic of Korea.

Table 2-1 Shooting and hauling points of the model drift gill net and the average depth of the test sea.

No	Shooting position	Hauling position	Average depth(m)	Time required(min)		Total test time(min)
				shooting	Hauling	
1st	33.32.8446(N)	33.33.1676(N)	103.6	5m25s	10m 24s	75
	126.16.8398(E)	126.17.3270(E)				
2nd	33.33.0410(N)	33.33.2178(N)	104.3	5m27s	10m 40s	75
	126.18.2698(E)	126.19.3400(E)				
3rd	33.29.8227(N)	33.30.9966(N)	52.9	4m2s	09m 04s	100
	126.19.8208(E)	126.19.8307(E)				
4th	33.30.0722(N)	33.29.9390(N)	52.7	4m3s	09m 15s	105
	126.19.9567(E)	126.19.9919(E)				

PP ø 16 24.000

PP ø 5

1 mesh	Monofilament No.3 mesh size 65mm
48 mesh	Monofilament No.3 mesh size 65mm
1 mesh	Monofilament No.3 mesh size 65mm

PP ø 5

PB core ø 8.5 24.500

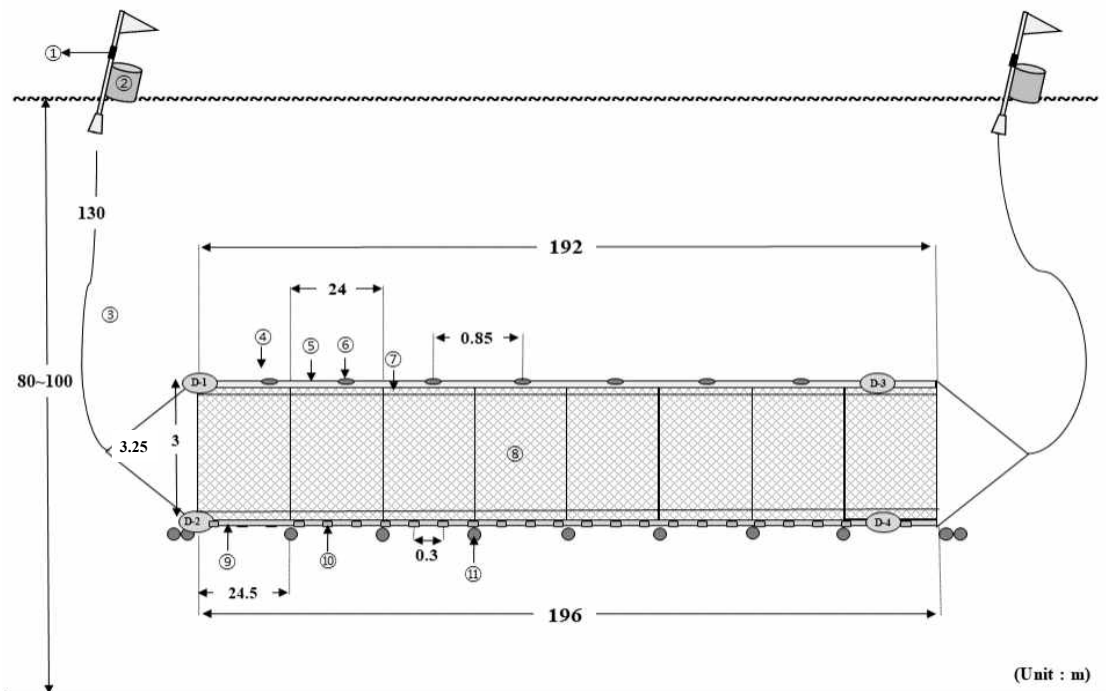


Fig. 2-3. Schematic diagram of GPS and depth meter attached to model drift gill net.

Table 2-2 Comprehensive results of field experiment.

Number	Part Names	Materials	Dimensions
①	GPS	SPT 1310 (Asenkorea)	2ea
②	Buoy	Styrofoam	2ea(150ℓ)
③	Buoy line	PP rope Ø 18	150m
④	Depth	milli-TD (Star-oddi)	4ea
⑤	Float line	PP rope Ø 16	24m × 8 width
⑥	Float	Float buoyancy(140g)	1width × 24ea
⑦	Guarding net	Monofilament No. 3 65mm	2 mesh
⑧	Main net	Monofilament No. 3 65mm	50 × 370mesh × 8 width
⑨	Sinker line	PB core Ø 8	24.5m × 8 width
⑩	Sinker(lead)	PB (60g)	85ea × 8 width
⑪	Sinker (Cement)	Doughnut-type (1.3kg)	11ea



Fig. 2-4. Depth measuring instrument used for depth measurement analysis (Dst milli-TD, Staroddi)

2.2 결과

2.2.1 설문조사 결과

1) 일반사항

설문조사 결과 근해 참조기유자망 어선 14척의 적당 평균 선원 수는 13.4명이었으며, 내국인 선원은 선장, 기관장, 갑판장을 포함하여 평균 3.5명이었다. 근해 유자망 어선의 규모는 29~46 톤이며, 평균 톤수는 35.78 톤이었다. 마력은 560~1217hp로 평균 마력수는 784.64hp이었다. 해역별 조업 구역은 남해 근해 28.6%, 서해 근해 28.6%, 제주 근해 22.9%, 동중국해 20% 순으로 나타났다.

2) 조업 현황

근해 참조기유자망 어선의 출어 횟수는 Fig. 2-5와 같이 월 2회 미만이 80.8%를 차지하였다 그다음으로 월 3회 15.4%, 월 4회 3.8% 순으로 나타났다. 출어기간은 7일이 57.7%를 차지하였고, 그다음으로 8일 이상이 42.3% 순으로 나타났다.

1회 조업 시 소요 시간은 Fig. 2-6과 같이 12시간 미만이 42.3%를 차지하였고, 그다음으로 약 13시간 미만이 26.9%, 14~15시간이 각각 11.5% 순으로 나타났다.

근해 참조기유자망 어구의 1폭당 길이에 대한 응답은 Fig. 2-7과 같이 뜰줄 23m와 발줄 28m가 76.9%를 차지하였고, 그다음으로는 뜰줄 24m와 발줄 29m가 19.2% 순으로 나타났다. 1회 조업 시 어구의 투입량에 대한 응답은

Fig. 2-8과 같이 700폭이 76.9%를 차지하였고, 그다음으로는 600폭이 11.5%, 800폭이 7.7% 순으로 나타났다.

1회 조업 시 그물 파망(그물의 찢어짐)폭 수는 Fig. 2-9과 같이 40~50폭이 73.1%를 차지하였고, 그다음으로는 30~40폭 및 50~60폭이 각각 11.5% 순으로 나타났으며, 1항차 조업 시 어구 수리와 교체량은 Fig. 2-10과 같이 250~300폭이 69.2%를 차지하였고, 그다음으로는 300~350폭이 19.2% 순으로 나타났다.

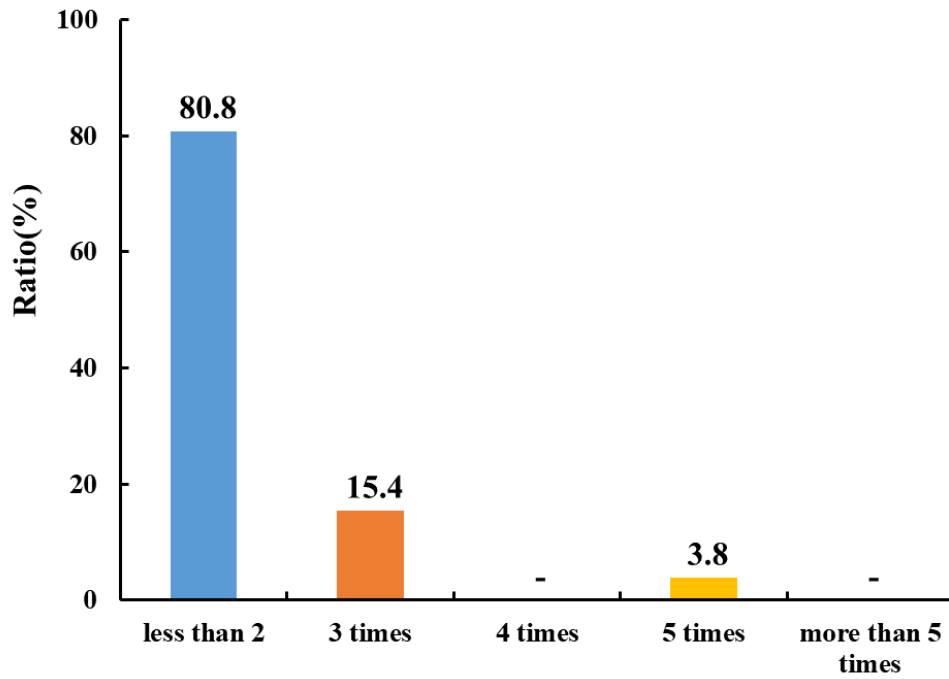


Fig. 2-5. Number of departures per month of driftnet fishing boats.

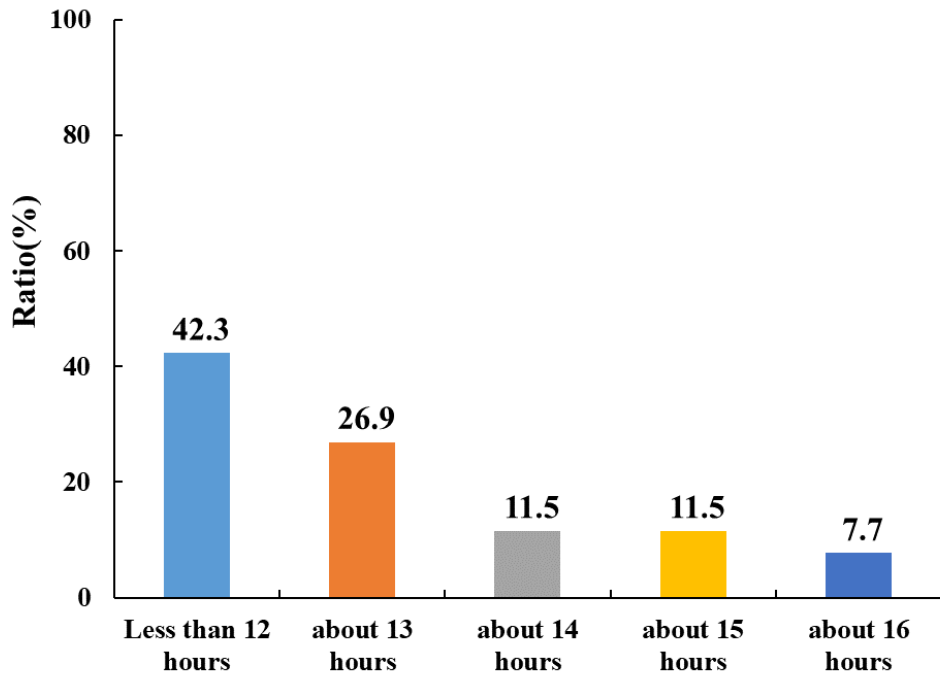


Fig. 2-6. Time required during one fishing on site.

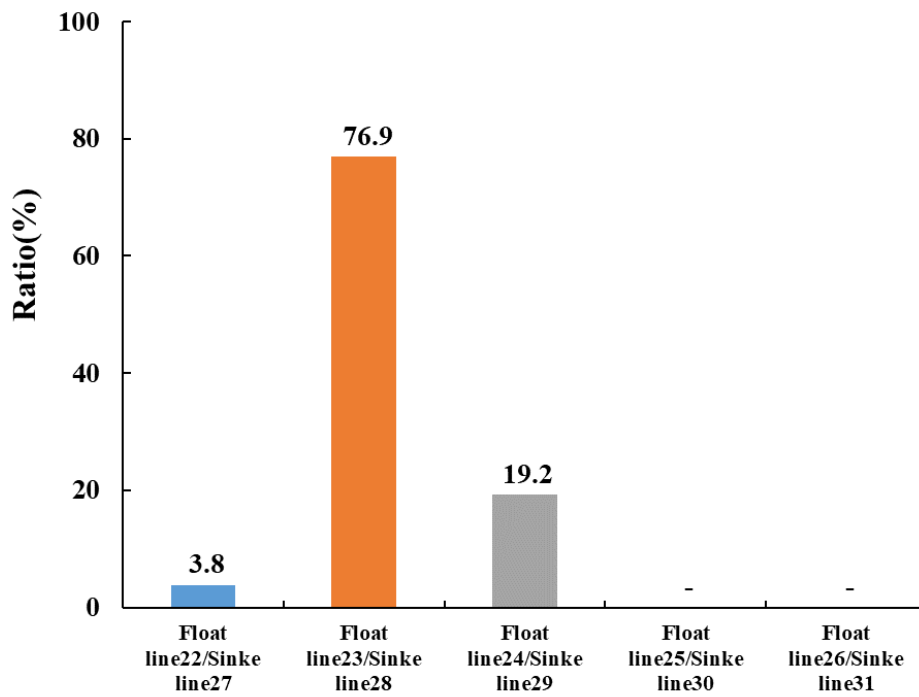


Fig..2-7. The length of one width of a small yellow croaker drift gill net in use at the fishing site.

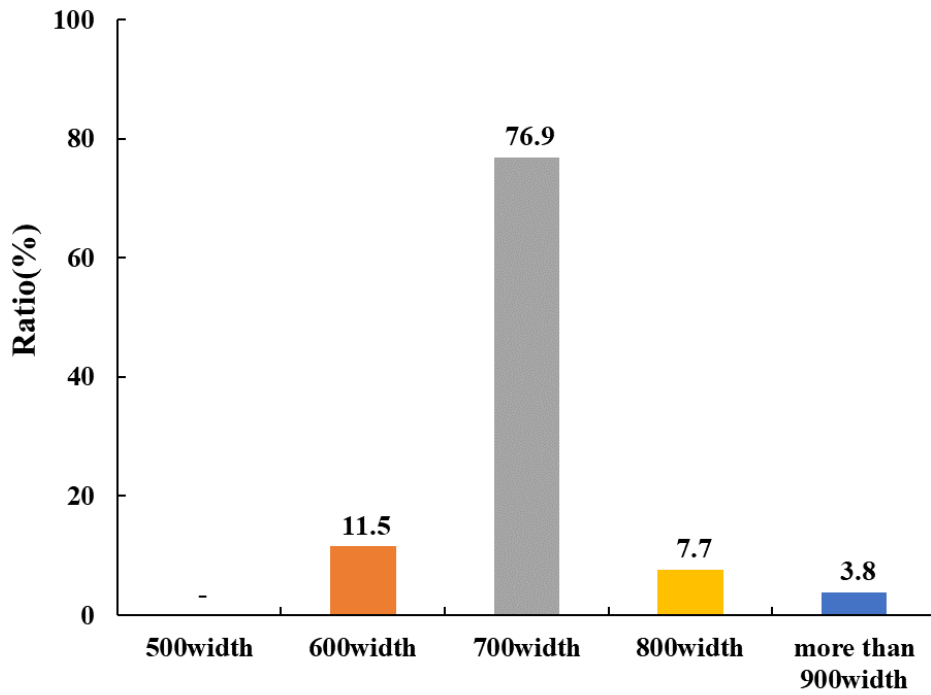


Fig.2-8. The amount of fishing gear put in during the first fishing operation.

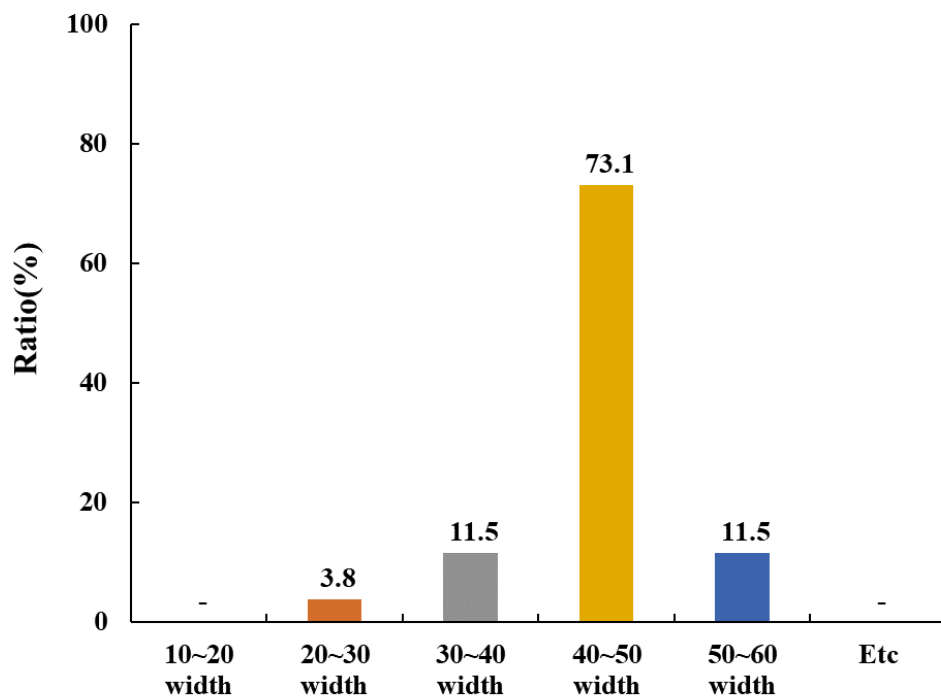


Fig. 2-9. The amount width damage to the drift gill net during one fishing operation.

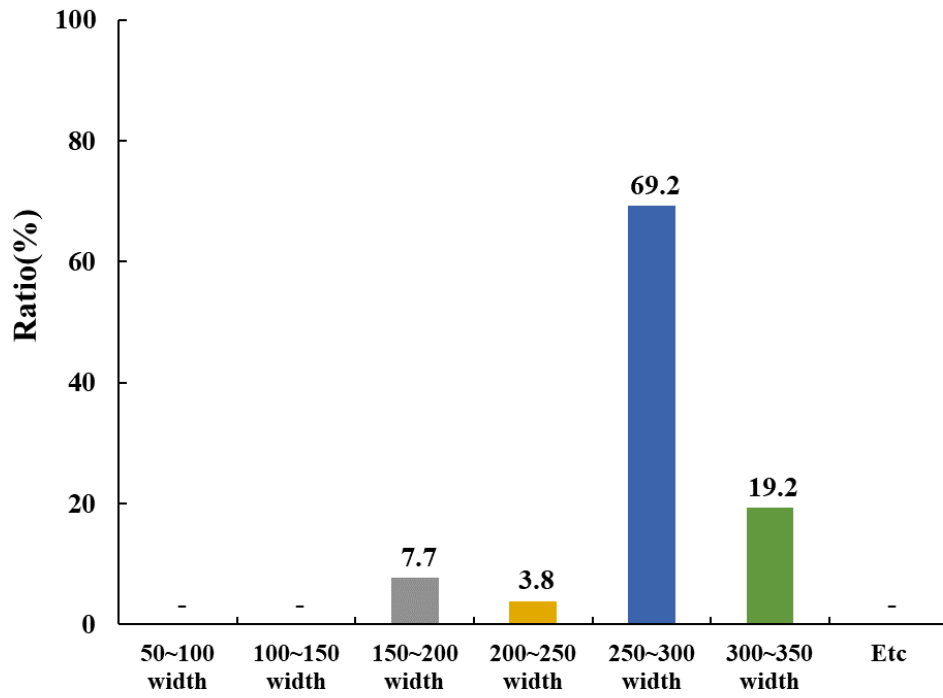
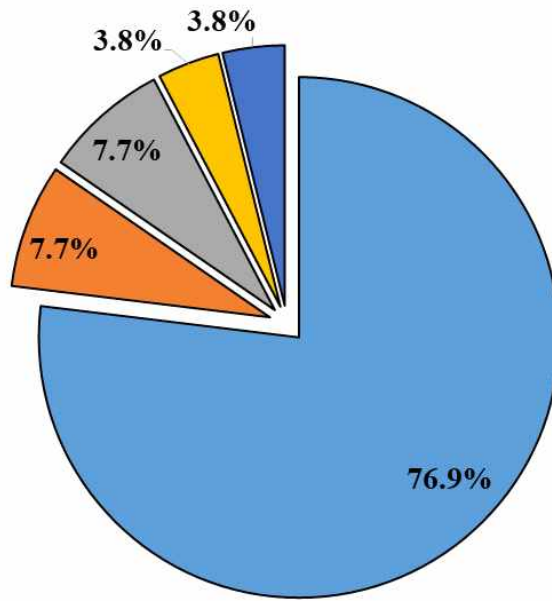


Fig. 2-10. Amount of word repair and replacement amount during the first fishing operation.

3) 어구 자동식별 장치(수중발신기) 어구 부착 선호도

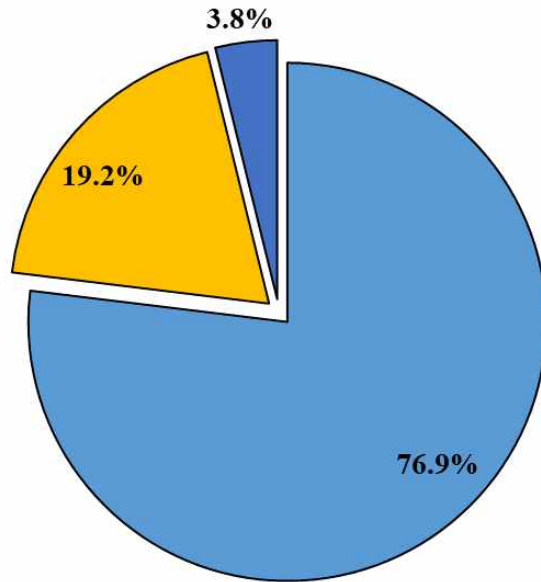
현장에서 선호하는 어구 자동식별 장치의 수중발신기 부착개수는 Fig. 2-11과 같이 1~3개가 76.9%로 가장 높았고, 다음으로 3~5개, 5~7개가 각각 7.7%, 7~10개, 기타(10개 이상)가 각각 3.8% 순으로 나타났다.

어구 자동식별 장치의 수중발신기 부착 위치는 Fig. 2-12과 같이 뜬줄이 76.9%로 가장 높았고, 뜬줄과 발줄이 19.2% 및 기타(부표)가 3.8% 순으로 나타났다.



■ 1~3 ■ 3~5 ■ 5~7 ■ 7~10 ■ Etc(More than 10)

Fig. 2-11. Number of attached underwater transmitter on automatic fishing gear identification system preferred in the field.



■ **Float line**
■ **Main net**
■ **Buoy line**
■ **Sinker line**
■ **Etc(Buoy)**

Fig. 2-12. Location of attached underwater transmitter on automatic fishing gear identification system.

2.2.2 해상시험 결과

1) 시험용 모형유자망 어구의 이동 궤적

모형유자망 어구를 이용한 해상시험의 이동 궤적 분석 결과를 Table 2-3에 나타냈다. 어구의 양끝단에 부착한 GPS 측정 장치에 기록된 모형유자망 어구의 이동 거리는 1차 및 2차 시험의 경우 평균 약 1,478m 였으며, 3차 및 4차 시험의 경우 평균 약 539m 이동하였다. 실험 횟수별 평균 이동속도는 1회차 및 2회차 시험의 경우 2.08m/s(GPS-1), 2.08 m/s(GPS-2)로 나타났으며, 3회차 및 4회차 시험의 경우 0.23 m/s(GPS-1), 0.24 m/s(GPS-2)로 나타났다. 또한, GPS 측정 결과에 있어서 Fig. 2-13과 같이 모형유자망 어구의 이동 궤적에 따라 모형유자망 어구의 최대길이(196m) 기준 약 19.6(5%~10%) 범위로 양쪽 간격이 매우 좁아지는 현상이 나타났다.

Table 2-3 Results of field experiment

Number of experiments	GPS attached net position	Shooting position	GPS attached Time(min)	Moving distance(m)	Average moving speed(m/s)
1st	First(GPS-1)	126.2794(E)/33.5467(N)	60	1,264	1.20
	Last(GPS-2)	126.2794(E)/33.5469(N)		1,466	1.86
2nd	First(GPS-1)	126.2999(E)/33.5496(N)	76	1,735	2.97
	Last(GPS-2)	126.2999(E)/33.5495(N)		1,448	2.31
3rd	First(GPS-1)	126.3299(E)/33.4984(N)	100	789.3	0.33
	Last(GPS-2)	126.3296(E)/33.4983(N)		487.6	0.10
4th	First(GPS-1)	126.3303(E)/33.4989(N)	90	462.7	0.13
	Last(GPS-2)	126.3299(E)/33.4984(N)		416.6	0.38

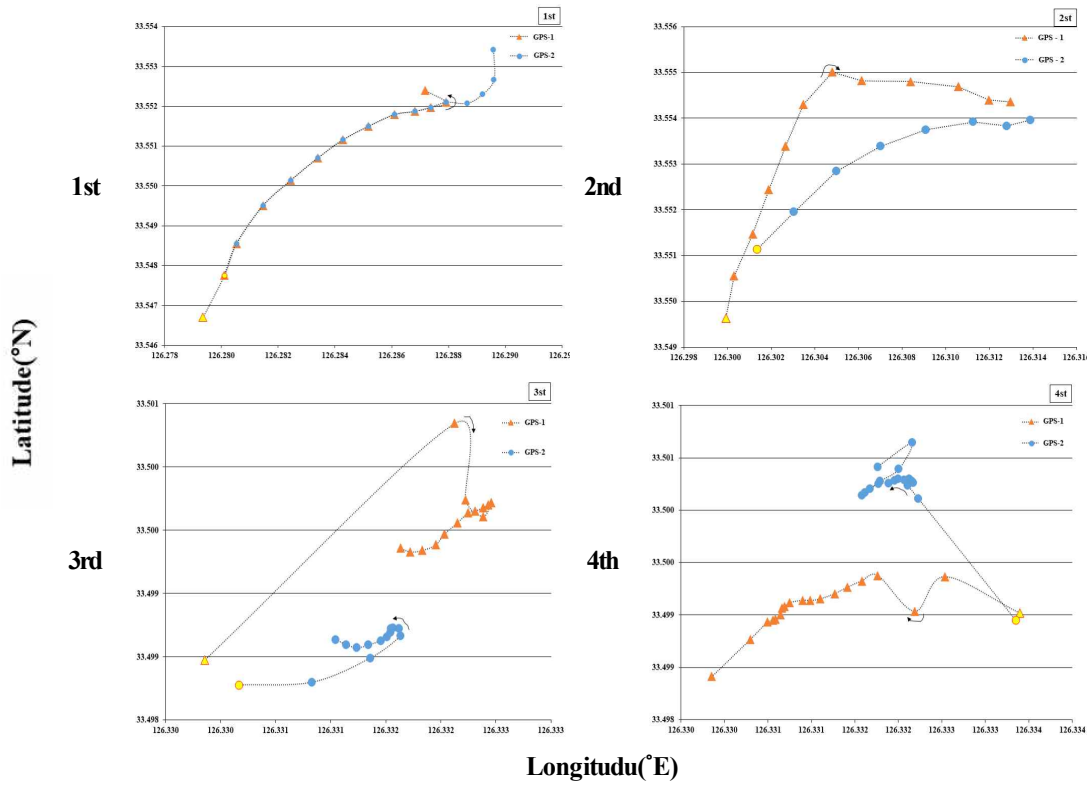


Fig. 2-13. Moving track measurement of model drift gill net fishing gear.

2) 시험용 모형유자망 어구의 전개 수심

수심 측정계 분석 결과는 Fig. 2-14에 나타냈다. 부착 시간은 80분 정도였으며, 최고수심까지 도달하는데 평균 40분 정도 소요되었다. 1회 실험의 경우 그물의 첫 번째 뜰줄과 발줄 부분의 수심 측정계(D-1, D-2) 및 끝부분에 부착한 뜰줄과 발줄 부분의 수심 측정계(D-3, D-4)와 수심 차이가 모형 유자망 어구의 설 높이(약 3m)보다 크게 나타났다.

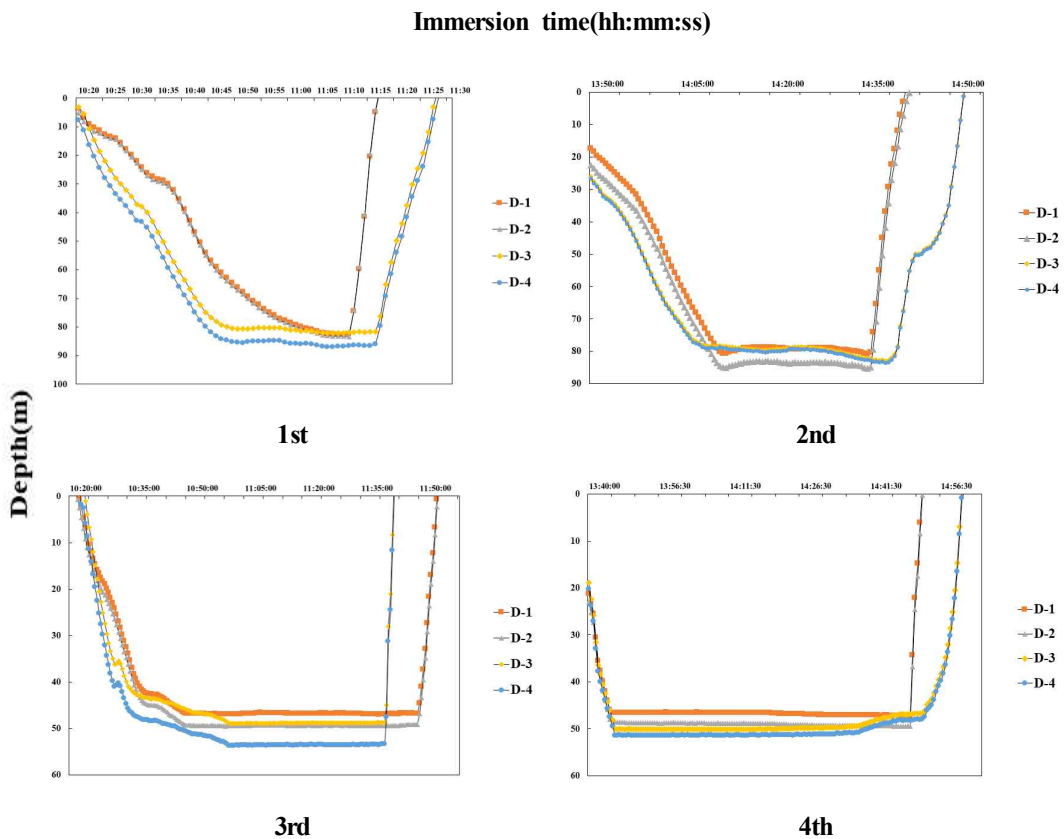


Fig. 2-14 Water depth of model trial drift gill net for according to immersion time.

2.3 고찰

어구 자동식별 장치를 적용 하는데 있어서 우선적으로 참조기유자망 어구의 전개 상태에 관한 기초자료수집, 어구 자동식별 장치의 부착 위치 및 적정 수량을 파악하기 위하여 설문조사를 실시하였다.

그리고 모형유자망 어구에 대한 수중 전개 현상과 어구 자동식별 장치의 부착 위치 및 적정량 파악등의 현장 적용성 검토에 대한 기초적 연구를 수행하고 분석했다.

근해 참조기유자망 어선의 출어 횟수에 대한 설문 결과를 살펴보면 월 2회 미만이 80.8%로 가장 높았고 출어기간은 7일이 57.7%로 가장 높게 나타났다. 이는 조업 시 기상악화와 유자망 어업 특성상 매일 조류가 강해지는 물때(사리)에는 투망 후 수중에서 강한 조류에 의하여 그물이 누워버리기 때문에 조업 실패와 연결되며, 어구의 손상 방지를 위하여 조업을 기피 하는 것으로 보여진다.

또한, 1회 조업 소요 시간은 12시간 미만이 42.3%로 가장 높게 나타났는데, 이는 양망 시 그물에 걸린 어획량에 따라 조업시간은 증감할 것으로 생각된다. 1회 조업 시 어구의 투입량에 대한 응답은 700폭, 76.9%로 가장 높았으며, 참조기 유자망 어구의 1폭당 길이에 대한 응답은 뜰줄 23m와 발줄 28m가 76.9%로 가장 높았다. 이와 관련해 청취조사를 실시한 결과 각 어선에서 사용하는 어구는 동일한 어획 어종이라도, 어선별로 선호하는 어구 설계에 따라 그물 재료 및 부력재, 침강재, 망목 선택에 따른 어구의 규모에 대한 약간에 차이가 있는 것으로 파악되었다.

1회 조업 시 그물 파망(그물의 찢어짐)폭수는 40~50폭이 73.1%로 가장 높은 응답을 보였는데 어구의 파망 위치는 대부분 원살 그물에서 주로 일어나는 것으로 조사되었다.

1회 조업 시 어구 수리와 교체량은 250~300폭이 69.2%를 차지했는데, 대부분 조업 시 양망 과정에서 파망 되는 것으로 조사 되었다. 파망이 되는 이유

는 조업 시 해양폐기물 및 폐어구가 혼획되어 양망 되거나 기상악화에 따른 높은 파도에 의해 파망이 되는 것으로 보여진다. 이 경우 그물 파망 시 어구에 대한 직접적인 수리보다는 주로 예비그물을 이용한 교체작업을 실시하는 것으로 파악되었다.

각 실험별 GPS-1과 GPS-2의 평균 이동속도는 대체적으로 비슷하게 나타났으며 이동속도가 증가할수록 이동 거리 또한 증가하는 경향을 보였다.

GPS 측정 결과에 있어서 모형유자망 어구의 이동 궤적에 따라 모형유자망 어구의 최대길이(196 m)에서 양쪽 끝 부분 간격이 매우 좁아지는 현상이 나타났는데, 이는 실험에 사용한 모형유자망 어구는 8폭으로 현장의 유자망 어구보다 규모면에서 매우 작은 규모로 사용하였으며, 유자망 어구의 설(높이)은 약 3 m 정도로 실제로 사용하는 어구의 22% 정도로 조류에 영향을 적게 받는 것으로 생각되나, 고정 자망 어구와는 달리 흐름의 영향을 많이 받기 때문에 이로 인한 어구의 날림현상으로 인하여 양쪽 간격이 줄어든 것으로 생각된다.

각 회차별로 실시한 GPS 측정 결과에서 2차 및 3차 시험의 경우 GPS 위치 오차가 다소 크게 나타났는데, 이는 어구의 투망 방향과 바람의 방향이 맞지 않아서 생긴 것으로 보여진다.

어구의 이동 궤적 측정에 있어서 어구의 규모에 따라 GPS 장비의 부착 갯수가 증가하면 증가할수록 어구의 이동 궤적에 따른 전개 현상을 보다 정확하게 파악할 수 있을 것으로 생각되나, 이번 실험에 사용한 모형유자망 어구는 현장의 참조기유자망 어구보다 규모면에서 많은 차이가 있으며, 이를 측정하기 위한 실험 장비 및 실험 횟수가 다소 부족한 환경에서 모형유자망 어구의 궤적에 따른 거동 특성 결과를 도출하는데 다소 미흡한 점이 있다. 이에 대한 측정 장비 수량을 보완하고 다양한 어장 환경에서의 추가적인 실험을 통한 데이터 확보가 필요하다고 생각된다.

1회 실험의 경우 그물의 첫 번째 뜰줄과 발줄 부분의 수심 측정계(D-1, D-2) 및 끝 부분에 부착한 뜰줄과 발줄 부분의 수심 측정계(D-3, D-4)와 수심 차이

가 모형 유자망 어구의 설 높이(약 3m)보다 크게 나타났다.

이는 투망 과정에서 뜬줄과 발줄이 서로 엉켰다가 시간이 경과함에 따라 수중에서 서서히 풀린 것으로 보여진다. 1회 실험을 제외한 나머지 실험은 대체적으로 수중에서 그물의 깊이가 안정적으로 전개된 것으로 판단되나, 실험 횟수가 한정되어 측정된 실험 데이터 수집량이 부족하였기 때문에 이번 해상시험에 있어서 모형유자망 어구의 수중 전개 현상에 대한 분석 결과를 뒷받침 하기에 다소 부족한 면이 있었다.

이를 보완하기 위해서는 다양한 어장 환경에서의 추가 실험을 통하여, 모형유자망 어구의 전개 상태를 더욱 면밀히 파악할 필요가 있다고 생각된다.

현장에서 선호하는 어구 자동식별 장치의 수중발신기 부착개수와 부착 위치에 대한 설문조사 결과를 토대로 현장의 참조기 유자망 어구의 최대길이에 따라 어구 자동식별 장치 시제품의 송수신 범위를 파악하여 수신기는 근해 참조기 유자망 어구의 양쪽 끝부분에 위치한 부이나 깃대에 설치하고 발신기는 뜬줄과 발줄에 각각 부착하면 근해 참조기 유자망 어구와 어구 자동식별 장치 시제품과의 송수신이 가능할 것으로 판단된다. 이러한 결과를 바탕으로, 강한 조류 및 악천후 등 다양한 외적인 요소가 내재된 실향역 어장에서 현재 개발중인 어구 자동식별 장치의 시제품을 이용한 실제 근해 참조기 유자망 어구의 현장 적용성에 대한 추가 검증 실험이 필요하다.

제3장 근해 참조기유자망 어구에 대한 어구 자동식별 장치 시제품 적용 시험

3.1 재료 및 방법

3.1.1 현장시험

어구 자동식별 장치의 수중발신기 및 전자부이 수신기 시제품을 현장의 근해 참조기유자망 어구에 대한 적용성 검토를 위하여 Fig. 3-1과 같이 조업선 7002 만경호(근해 자망어업 총 톤수 39ton) 승선하여 현장시험을 실시하였다. 현장시험 기간은 2019년 8월 18일(10물)부터 8월 21(13물)까지였다. 시험해역은 Fig. 3-2와 같이 우리나라 남해 근해 110 해구(33°54'5874"N ~ 126°40'6962"E)주변 해역과 제주 근해 233 해구(33°53'0765"N ~ 127°44'3568"E)주변 해역에서 각각 2회 및 1회 총 3회 실시하였다. 시험해역의 수심은 Table 3-1과 같이 1, 2 및 3회차 각각 평균 92.9m, 93.2m 및 102.7m였다. 시험해역의 수심은 조업선에 설치된 어군탐지기(H-775, Hondex, Japan)를 활용하여 유자망 어구 투망 완료 후 다시 첫 그물의 부표 지점까지 Zig-zag 방향으로 이동하면서 1분 간격으로 기록하여 평균 수심을 나타냈다.



Fig. 3-1. Jeju-si hallim port loading offshore gill net fishing ship mangyeong-ho(G/T 39).

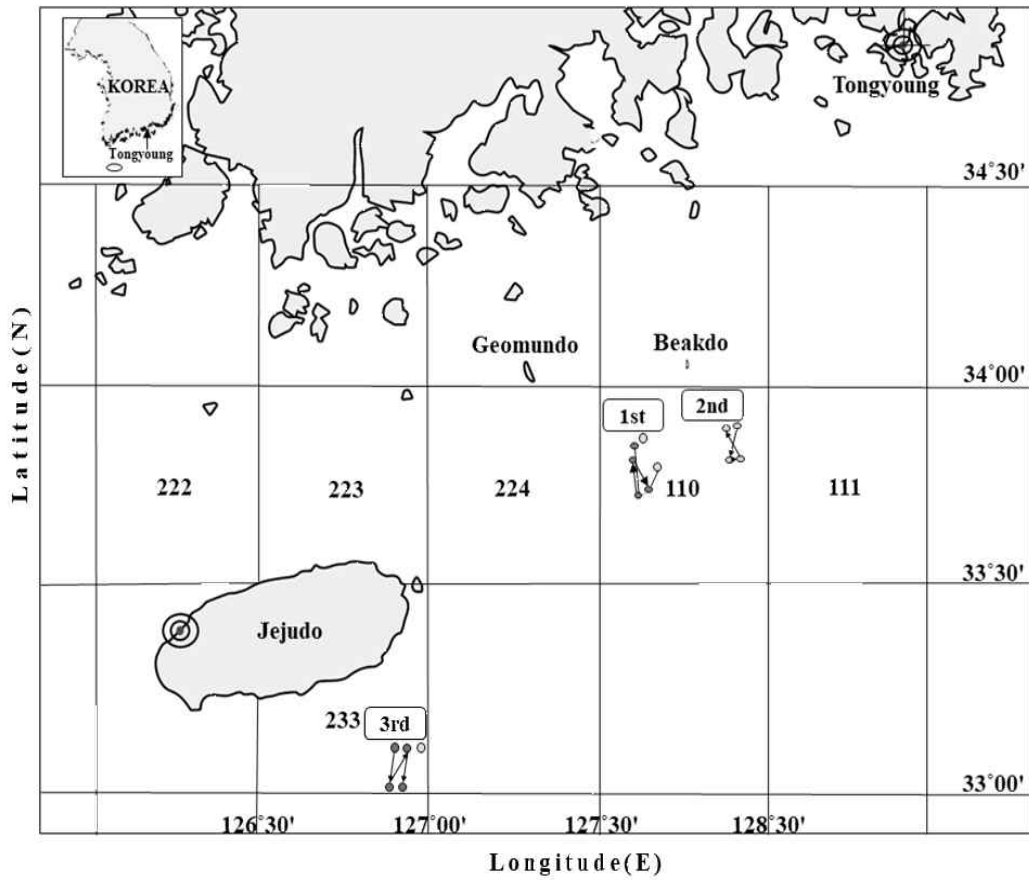


Fig. 3-2. Locations for field experiments coastal points offshore south sea of Korea.

Table 3-1 Shooting and hauling points of the small yellow croaker drift gill net and the average depth of the test sea

Number of experiments	Shooting position	Hauling position	Average depth(m)
1st	33.5509(N)	33.5508(N)	92.9
	127.4064(E)	127.4060(E)	
2nd	33.5387(N)	33.5279(N)	93.2
	127.4462(E)	127.4542(E)	
3rd	33.1020(N)	33.1037(N)	102.7
	126.5505(E)	126.5562(E)	

현장시험에 사용된 어구는 어업인이 실제 사용하고 있는 근해 참조기유자망 어구 600폭을 그대로 사용하였다. 참조기유자망 어구 구성과 어구 자동식별 장치의 시제품을 설치한 모식도와 명세는 Table 3-2과 Fig. 3-3에 각각 나타냈다. 그리고 현장시험에 사용된 어구 자동식별 장치의 수중발신기 및 전자부이 수신기 시제품에 대한 구성은 Fig. 3-4와 같다. 유자망 어구의 망지 재질은 나일론 모노필라멘트 3호이고 그물코 크기는 51mm, 그물감 1폭의 규격은 가로 1000코 × 세로 330코였다. 뜰줄은 PP로프 직경 16mm, 길이는 24m 성형률은 64%였다. 플라스틱 부력재(250g)를 1폭당 27개씩 약 0.9m 간격으로 부착하였다. 발줄은 PB rope 직경 8mm, 길이는 29m 성형률은 66%였으며, PB rope를 묶어서 만든 침자(1.5kg)를 1폭당 10개씩 부착하였다.

수중발신기 시제품의 형태에 따른 근해 유자망 어구의 적용성을 파악하기 위하여 형태가 다른 수중발신기 시제품 A형태 3개와 B형태 3개를 그물의 두번째 폭 그물의 끝부분에 위치한 뜰줄과 발줄(A-1, B-1), 중간 그물의 끝부분에 위치한 뜰줄과 발줄(B-2, A-2) 그리고 마지막 폭 그물의 끝부분에 위치한 뜰줄과 발줄(A-3, B-3)에 각각 설치하여, 양망 후 수중발신기에 대한 검사를 실시하였다.

검사 항목은 수중발신기 시제품의 외관에 대한 손상 여부, 방수기능, 전자부(PCB) 상태 및 LED 점등 여부였다. 어구 자동식별 장치의 시제품을 부착한 실험의 한 장면을 Fig. 3-5에 나타냈다. 그물의 시작 부분과 끝부분에 위치한 부표 깃대에 어구 자동식별장치 부이 형태의 수신기 시제품 Buoy-1, Buoy-2를 각각 설치하여 어선용 무선 노드와 조업선에 설치한 수신기와의 통신 시험을 실시하였다. 어구 자동식별 장치 수중발신기 시제품을 부착한 유자망 어구의 경과시간에 따른 전개 수심을 파악하기 위하여 수심 측정계(DST milli-TD, Staroddi)를 유자망 어구의 투망 시작 순서인 1번 폭 그물, 300번 폭 그물, 600번 폭 그물에 위치한 발줄 중간 부분에 부착하여 1분 간격으로 측정하면서 기록했다.

Table 3-2 Principal particulars of drift gill net

Number	Part Names	Materials	Dimensions
①	GPS	SPT 1310 (Asenkorea)	2ea
②	Buoy	Styrofoam	2ea(150ℓ)
③	Electronic buoy receiver prototype	Plastic (Globular type)	Ø 75 × 500mm × 2ea
④	Buoy line	PP rope Ø 18	150m
⑤	Float line	PP rope Ø 16	24m × 600 width
⑥	Float	Float buoyancy(250g)	1width × 27ea
⑦	Electronic buoy underwater transmitter prototype (A-type)	Plastic	Ø 49.4 × 178mm × 3ea
⑧	Main net	Monofilament No. 3 51mm	1000 × 330 mesh
⑨	Electronic buoy underwater transmitter prototype (B-type)	Plastic	Ø 49.4 × 150mm × 3ea
⑩	Depth meter	DST milil-TD (Star-oddi)	3ea
⑪	Sinker (PB rope)	Bundle-type (1.5kg)	1 width × 10ea
⑫	Sinker line	PB rope Ø 8	29m × 600 width

PPø 16 24,000

PPø 5

2 mesh	Ny monofilament mesh size 51mm
325 mesh	Ny monofilament mesh size 51mm
3 mesh	Ny monofilament mesh size 51mm

PPø 5

PB ropeø 8 29,000

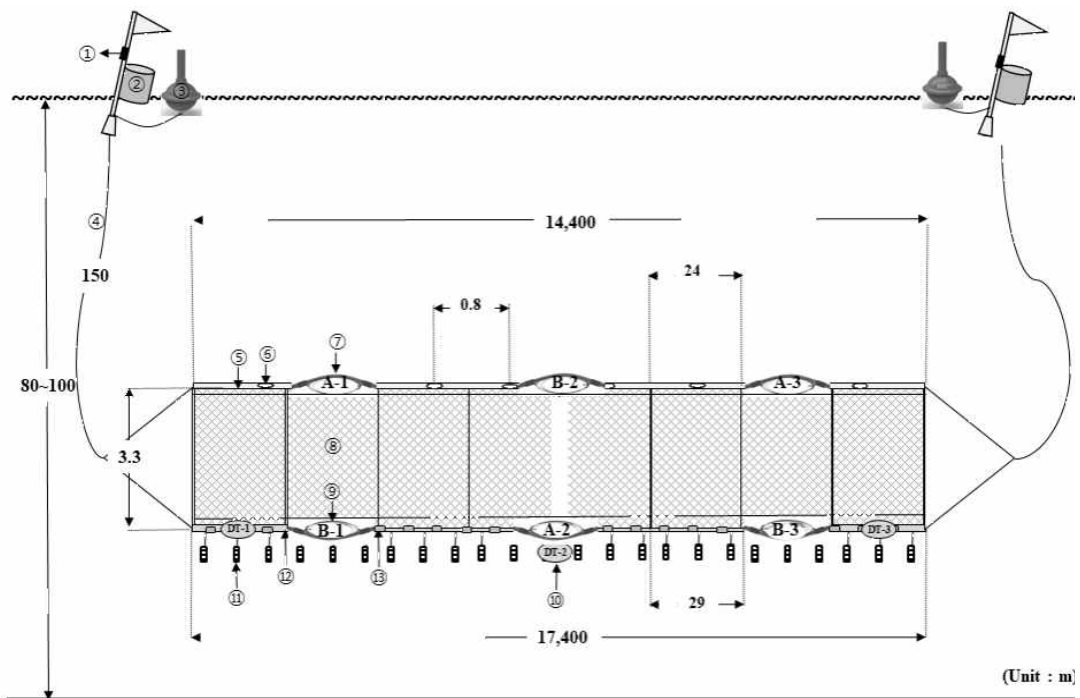


Fig. 3-3. Schematic drawing of drift gill net used in the field tests. ①:GPS, ②:Buoy, ③:Electronic buoy receiver prototype, ④:Buoy line, ⑤:Float line, ⑥:Float, ⑦:Electronic buoy underwater transmitter prototype (A-type), ⑧:Main net, ⑨:Electronic buoy underwater transmitter prototype (B-type), ⑩:Depth meter, ⑪:Sinkers(PBcore), ⑫:Sinkers line

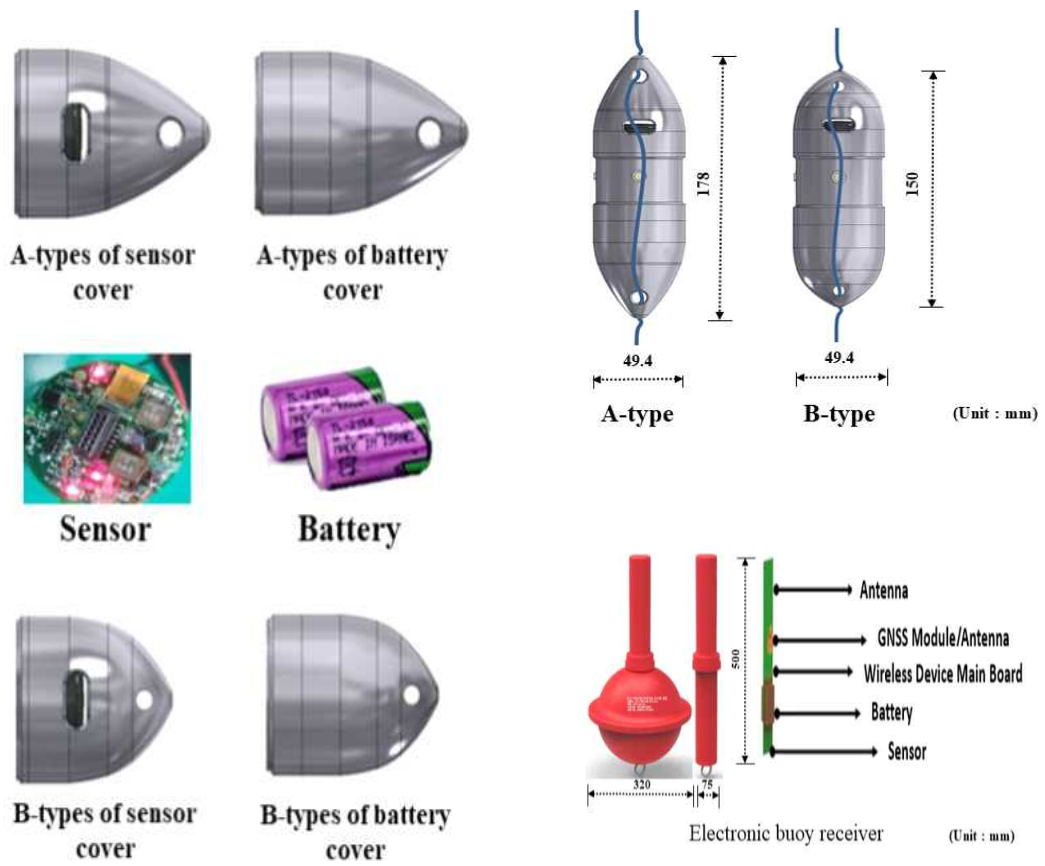


Fig. 3-4. Composition of underwater transmitter and electronic buoy prototype of automatic fishing gear identification device.



Fig. 3-5. Field test scene of the automatic fishing gear identification device underwater transmitter attached to the drift net fishing gear.

3.1.2 설문조사

어구 자동식별 장치의 개발에 대한 호응도와 필요성을 파악하기 위하여 설문조사를 실시했다.

조사 기간은 근해 자망어업의 성어기인 2019년 9월 1일부터 9월 30일까지 한림항 선적 44척을 대상으로 한림항에서 대면조사 방식으로 수행했다.

이중 설문조사에 응답한 선박은 14척이었으며, 응답한 인원은 외국인 선원을 제외한 선장 6명, 기관장 8명, 갑판장 12명으로 총 26명이었다. 설문조사 항목은 어구 자동식별 모니터링 시스템 개발의 필요성, 어구 자동식별 모니터링 시스템 개발 후 사용 의사, 어구 자동식별 모니터링 시스템이 불필요한 이유, 기존 사용 중인 전자부이보다 금액이 저렴할 경우 사용 의사 및 선호하는 전자부이 수신기의 형태이었다.

3.2 결과

3.2.1 해상시험 결과

1) 어구 자동식별 장치 시제품 현장 적용 시험 결과

조업 현장에서 사용되는 근해 참조기유자망 어구를 이용한 각 회차별 현장 시험 결과와 어구 자동식별 장치 시제품의 현장 적용성 시험 결과를 Table 3-3과 Table 3-4에 나타냈다. 현장시험 결과 투망 평균 소요 시간은 약 90.6분이었으며, 양망 평균 소요 시간은 약 631분이었다. 유자망 어구의 이동 거리는 각각 회차별로 11,500m, 10,300m 및 2,033m 순으로 나타났다.

어구 자동식별 장치 수중발신기 시제품의 현장시험 결과 Fig. 3-6과 같이 1회차 현장시험의 경우 A 형태와 B 형태의 수중발신기 시제품의 외관, 방수 기능, 전자부(PCB), LED점등 상태는 모두 정상으로 나타났다. 2회차 현장시험에서는 유자망 어구 투망 시 높은 파도로 인하여 어구 자동식별 장치 수중발신기가 선체 난간에 강한 충격을 목격하였는데, A 형태의 수중발신기 시제품 A-1, A-2는 양망 후 배터리 커버가 분리되는 현상이 나타났다. A-3은 배터리 커버가 분리되는 현상은 없었으나, 양망 후 방수기능에 문제를 확인하였으며, A 형태의 수중발신기 시제품은 전자부(PCB)에 해수가 유입되면서 전자부(PCB)가 손상되어 LED 작동 기능을 상실하였다.

B 형태의 수중발신기 시제품의 경우 현장시험 결과 모두 정상 작동을 확인하였다. 3회차 현장시험에서는 손상된 A 형태의 수중발신기 시제품은 제외하였다. B 형태의 수중발신기 시제품에 대해서만 현장시험을 실시했다. 현장시험 결과 B 형태의 수중발신기 시제품은 모두 정상 작동을 확인하였다. 현장시험 종료 후 A 형태의 수중발신기 시제품은 기구적 및 전자적으로 부적합을 확인하였다. 따라서 수중발신기는 B 형태가 적합한 것으로 나타났다.

Table 3-3 Test results for each session

Number of experiments	Shooting position	Time required (min)	Hauling position	Time required (min)	Moving distance (m)
1st	First net	95	33.5509(N)/127.4064(E)	640	11,500
	Last net		33.5508(N)/127.4060(E)		
2nd	First net	80	33.4885(N)/127.4013(E)	650	10,300
	Last net		33.4949(N)/127.4175(E)		
3rd	First net	97	33.5387(N)/127.4462(E)	605	2,033
	Last net		33.5279(N)/127.4542(E)		
	First net		33.1020(N)/126.5505(E)		
	Last net		33.1037(N)/126.5562(E)		
	First net		33.0465(N)/126.5494(E)		
	Last net		33.0418(N)/126.5399(E)		

Table 3-4 Comprehensive result of field application test of automatic fishing gear identification device

Test equipment list			1st shooting and Hauling test result		2nd shooting and Hauling test result		3rd shooting and Hauling test result		Overall result
No	Prototype	Type	Broken Lost Separation	Non-water proof	Broken Lost Separation	Non-water proof	Broken Lost Separation	Non-water proof	
1	Electronic buoy underwater transmitter	A-1			◎	◎	Test interruption		Un Suitable
		A-2			◎	◎			Un Suitable
		A-3			◎	◎			Un Suitable
		B-1						Suitable	
		B-2						Suitable	
		B-3						Suitable	
2	Electronic buoy receiver	1						Suitable	
		2				◎	Test interruption	Un Suitable	



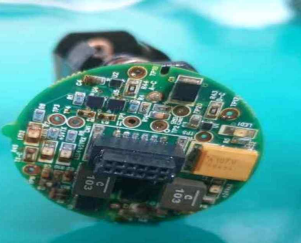


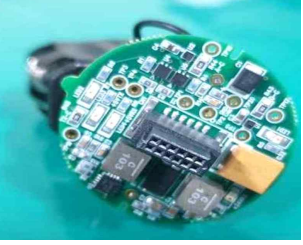

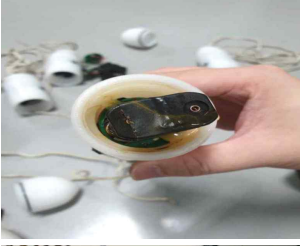



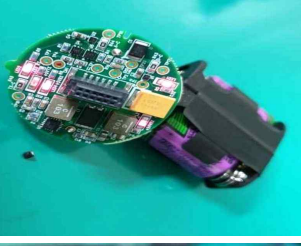


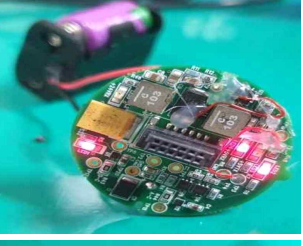


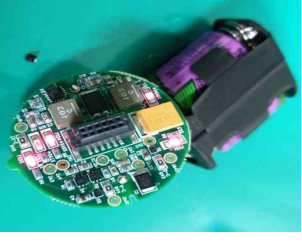
Type no.	Result of follow-up inspection for externa damage	Result of follow-up inspection for aterproofing	Result of follow-up inspection for PCB damage	follow-up test result
A-1				Abnormal
A-2				Abnormal
A-3				Abnormal
B-1				Normal
B-2				Normal
B-3				Normal

Fig. 3-6 Result of follow up inspection electronic buoy underwater transmitter.

어구 자동식별 장치 Buoy 형태의 수신기 시제품에 대한 현장시험 결과는 Fig. 3-7과 같이 Buoy-2의 경우 1회차 현장시험에서 Buoy-2와 유자망 어구의 부표 깃대와 연결된 고리가 파손되면서 유실되었다. 따라서 2회차 및 3회차 현장시험에서는 Buoy-1의 시제품에 대해서만 현장시험을 실시하였다. 현장시험 결과 어선용 무선 노드와 수신기와의 통신상태는 시간 때 별로 기록된 위치기록 일부 확인을 통하여 정상적으로 작동되었음을 알 수 있었다.

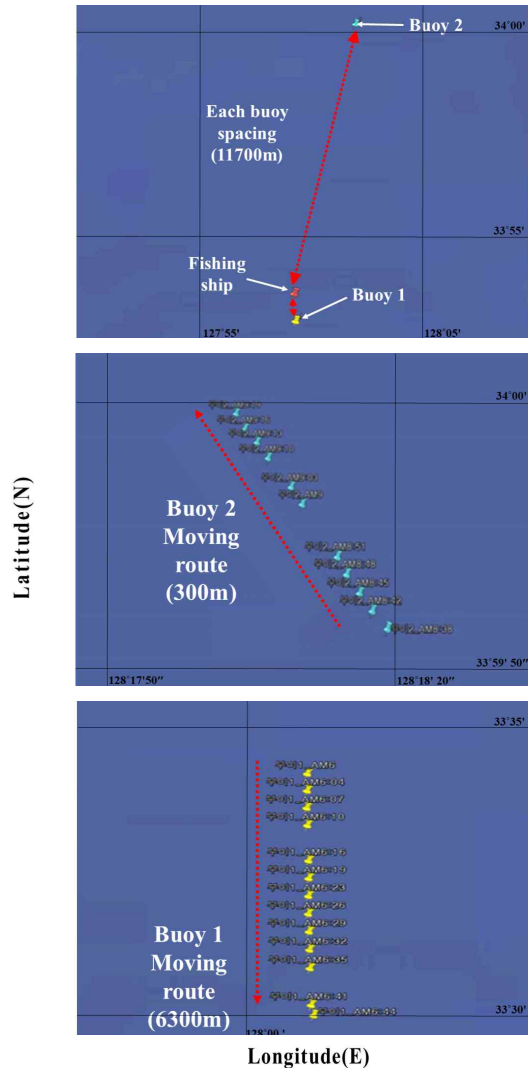


Fig. 3-7 Field test results of the electronic buoy receiver.

2) 근해 참조기유자망 어구의 전개 수심

각 회차별 경과시간에 따른 근해 참조기유자망 어구의 침강 수심 측정 결과는 Fig. 3-8과 같이 나타났다. 그물은 투망 직후 완만한 직선형으로 침강하였다가 평균 약 40분 정도 경과 후부터 신속하게 수평 방향으로 전개되면서 침강하는 경향을 나타냈다. 1회차 현장시험의 경우 그물의 첫 부분과 중간 부분이 수중에 도달된 최고수심에는 각각 약 12m 정도 차이를 보였으며, 1회차 결과에서 유자망 어구의 마지막 그물을 제외한 나머지 그물들은 전체적으로 수중에서 불안정하게 전개되었음을 파악하였다.

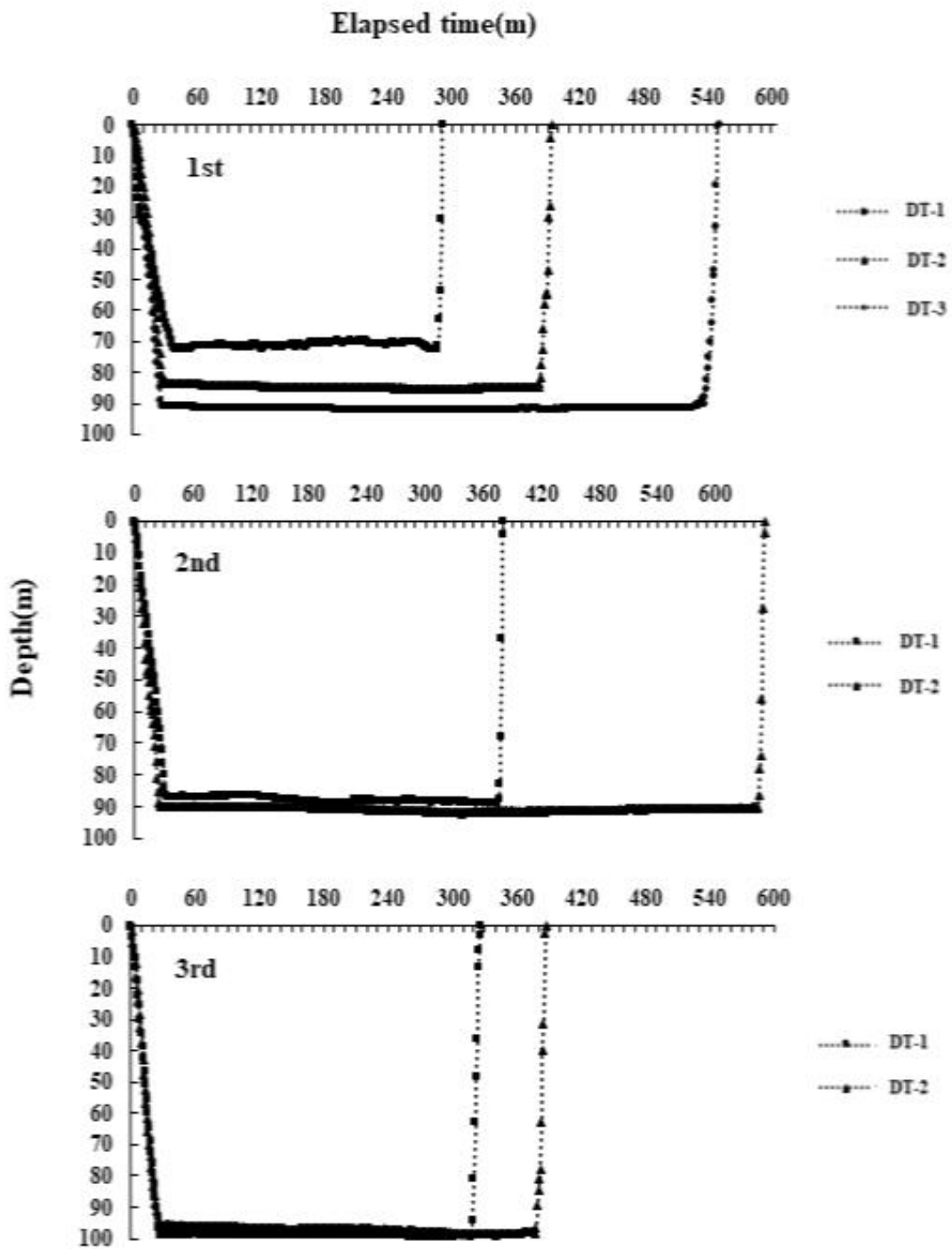


Fig. 3-8. Depth measurement results for each session.

3.2.2 설문조사 결과

1) 일반사항

근해 자망어선 14척의 척당 평균 선원 수는 13.4명이었으며, 내국인 선원은 선장, 기관장 및 갑판장을 포함하여 평균 3.5명이었다. 근해 유자망 어선의 규모는 29~46 톤이며, 평균 톤수는 35.78 톤이었다. 엔진출력은 560 ~ 1217 hp로 평균 출력은 784.64 hp 이었다.

2) 어구 자동식별 모니터링 시스템의 개발

어구 자동식별 모니터링 시스템 개발의 필요성에 대한 응답은 Fig.3-9와 같이 보통이라는 의견이 69.2%를 차지하였고, 그다음으로 불필요하다는 의견이 23.1%로 다소 부정적인 인식이었다.

어구 자동식별 모니터링 시스템 개발 후 사용 의사에 대한 응답은 Fig. 3-10과 같이 보통이라는 의견이 76.9%로 가장 높았고, 그다음으로 필요하다 의견과 불필요하다 의견이 각각 7.7% 순으로 나타났다..

어구 자동식별 모니터링 시스템이 불필요한 이유에 대한 응답은 Fig.3-11과 같이 기존 사용중인 전자부이로 만족함이 50%로 가장 높았고, 그 다음으로 경제적 부담이 31.8%, A/S 및 관리의 어려움이 18.2%로 순으로 나타났다.

어구 자동식별 모니터링 시스템이 기존 사용중인 전자부이보다 가격이 저렴할 경우 사용 의사에 대한 응답은 Fig. 3-12와 같이 긍정에 의견이 61.5%로 가장 높게 차지하였고 그 다음으로 보통에 의견이 26.9%를 차지하였으며, 어업인들이 선호하는 어구 자동식별장치 전자부이 수신기의 형태는 Bar의 형태를 100% 선호했다.

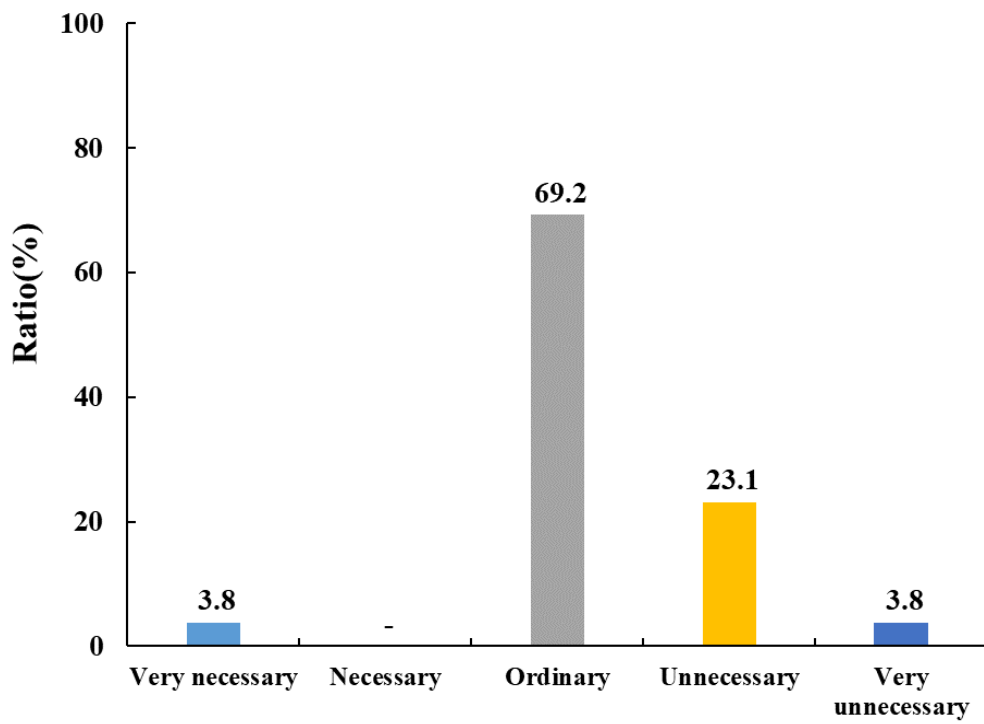


Fig. 3-9. Response rate to necessity of automatic identification monitoring system for fishing gear.

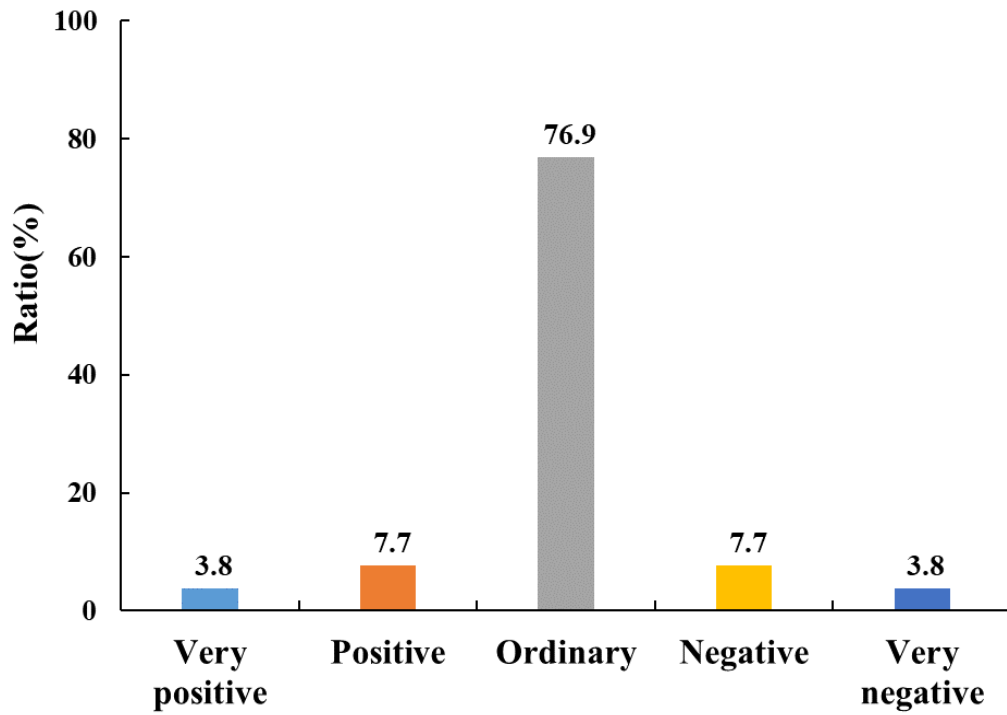


Fig. 3-10. Response rate to the intention to use the automatic identification monitoring system for fishing gear for after completion of development.

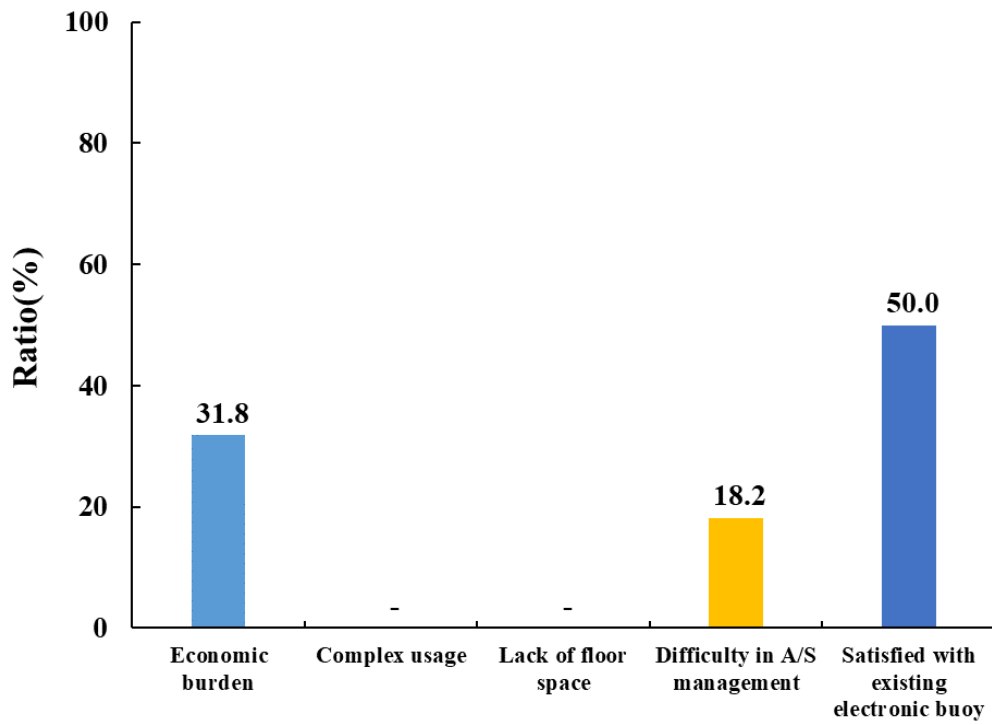


Fig. 3-11. Response rate of the unnecessary of the automatic identification monitoring system for fishing gear.

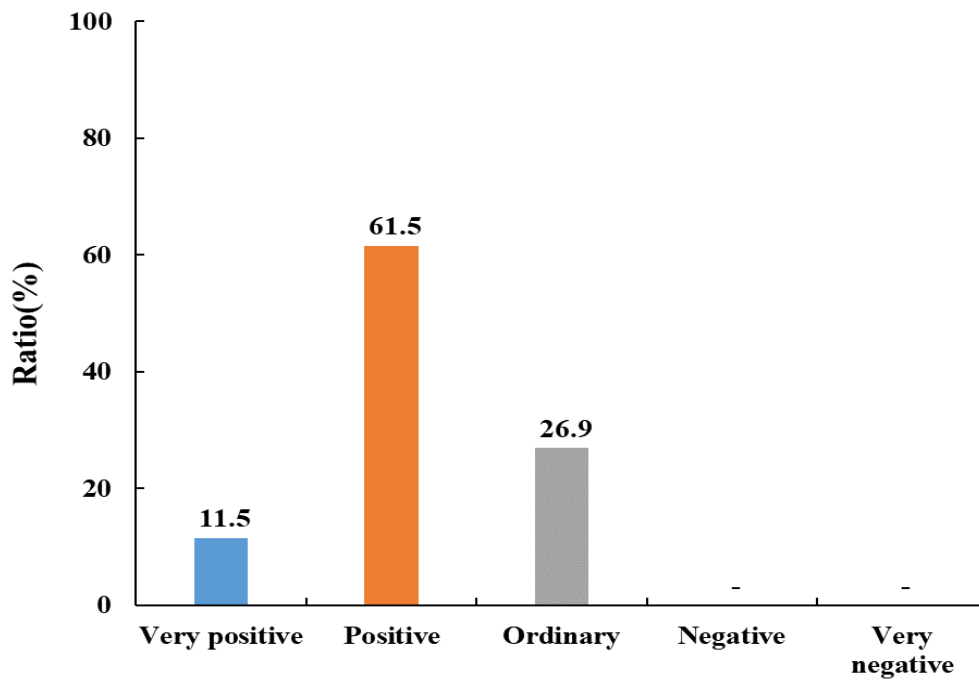


Fig. 3-12. Response rate to the intention to use the automatic identification monitoring system for fishing gear when it is cheaper than the price of the electronic buoy used in the past.

3.3 고찰

이 연구에서는 현장의 근해 유자망 어구를 대상으로 어구 자동식별 장치의 수중발신기 및 전자부이 시제품에 대하여 현장의 근해 유자망 어구에 부착할 경우 조업 과정에서 발생 될 수 있는 문제점을 파악하기 위하여, 현장 적용성 시험을 실시하였다. 그리고 어구 자동식별 장치의 호응도 및 선호도 파악을 위한 설문조사를 수행하고 분석하였으며, 어구 자동식별 장치의 근해 유자망 어구 적용 가능성과 개선사항을 확인하였다.

우선 현장시험 결과에서 근해 참조기유자망 어구의 이동 거리가 각각 회차별로 11,500m, 10,300m, 2,033m 로 차이를 보였는데, 이는 시험 해역의 물때 변화와 수심층에서 실시간 변화하는 유향 및 유속 변화로 인하여 유자망 어구의 이동 거리에 차이를 보이는 것으로 생각된다.

각 회차별 근해 참조기유자망 어구의 침강 수심에 따른 수중발신기 적용성 결과 대부분 그물이 투망 직후 완만한 직선형으로 침강하는 경향을 보였다. 경과시간 평균 약 40분 정도 후부터 신속하게 수평 방향으로 전개되면서 침강하는 경향을 나타냈고, 1회차의 경우 그물의 첫 부분과 중간 부분이 수중에 도달된 최고수심에 있어서 각각 약 12m 정도 차이를 보였으며, 시험 해역의 평균 최대수심(92.9m)까지 도달하지 못한 것을 알 수 있었는데, 이번 연구에서 근해 유자망 어구에 발줄 부위에만 수심 측정계를 부착하여 진행되었다. 유자망 어구가 최고수심에서 부분별 각각에 차이를 보였던 이유에 대해서 유자망 어구가 수직으로 어떤 형태의 전개가 이루어졌는가에 대하여 유자망 어구의 뜰줄과 발줄에 수심 변화를 명확하게 측정할 필요가 있다고 생각된다.

추후 실험에서는 뜰줄과 발줄에 수심 측정계를 부착하여 근해 참조기유자망 어구에 대한 수중 전개 상태를 조금 더 면밀하게 파악하여 근해 유자망 어구가 경과시간에 따른 수중 전개 상태 파악에 대한 실험이 추가적으로 필

요하다고 생각된다.

3차례의 어구 자동식별 장치 수중발신기 시제품에 대한 현장 적용성 시험 결과에서 B 형태의 수중발신기 시제품이 A 형태의 수중발신기 시제품 보다. 외관 상태, 방수기능 상태, 전자부(PCB)상태, LED 점등 상태 면에서 우수한 것으로 판단되며, 시제품 수신기 전자부에 해수 유입의 흔적은 없었음을 확인할 수 있었다.

또한, 1회차 결과에서 근해 참조기유자망 어구의 마지막 그물을 제외한 나머지 그물들은 전체적으로 수중에서 불안정하게 전개되었다가 양망 된 이후에도 어구 자동식별 장치 수중발신기 시제품의 상태는 모두 정상적인 상태로 작동하였는데, 어구 자동식별 장치 수중발신기의 경우 수중환경에서 발생할 수 있는 외부적 요인에 대한 물리적 손상은 미비하다고 판단된다. 하지만 유자망 조업 특성상 어구의 투망과 양망 과정을 반복할 경우 강한 물리적 충격에 의한 파손 가능성은 충분히 높다고 보여진다.

과거의 유자망 조업에서는 스티로폼 부이나 깃대에 자기만의 표식을 통하여 어망에 위치를 표시하고 투망한 어구의 부설된 장소를 단순히 좌표나 기억에 의존하여 운용하거나, 라디오 부이를 활용하여 조업했다. 그러나 기상 악화 및 파도에 의하여 파손될 경우 부설된 어구를 찾기 어렵고, 수색에 많은 노력과 연료비와 같은 경비가 상승하게 된다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 2012년에 국내의 민간기업에서 어망용 전자부이가 개발되어 대부분의 유자망 어선들에게 보급되어 현재까지 사용 되어지고 있는데 현재 개발 중에 있는 어구 자동식별 모니터링 시스템은 육상과 해상 선박과의 무선통신을 이용해 어구 소유자와 종류, 위치, 어구량 등을 실시간 모니터링 할 수 있는 사물인터넷(IoT) 기술을 적용한 스마트 장치이다.

이러한 장치를 유자망 어구에 부착하여 어구실명제 규제준수율을 높이면 과도한 어획 방지와 어구의 유실 방지 및 감시 기능 면에서는 매우 효과적일 것으로 생각된다. 또한, 해양사고 등을 미리 예방하고 피해 규모를 최소화할 수 있을 것으로 판단된다. 하지만 현재 어업인이 선박에서 사용중인

단순히 어구의 실시간 위치 파악만 가능했던 기존 어망 전자부이 보다 앞서 전술한 기능과 성능면에서 우수한 어구 자동식별 모니터링 시스템에 대한 정보에 대한 홍보가 어민들에게 다소 부족한 면이 있기 때문에 현재 어업인이 사용하고 있는 기존 전자부이와 큰 차이를 느끼지 못하여 다소 부정적인 인식이 강한 것으로 생각된다.

어구 자동식별 모니터링 시스템의 부정적인 인식 개선을 위해서는 어구 자동식별 모니터링 시스템의 최종 개발단계인 지금 기존 사용중인 전자부이와의 차별화된 기능 홍보가 시급하다. 또한, 지자체와 연계한 다양하고 적극적인 지원 방안을 모색하여 어업인의 금전적인 부담을 줄이고 어구 자동식별 장치의 설치 및 운용 방법이 기존에 사용중인 전자부이보다 간편하고 단순화된다면 충분히 긍정적인 인식 개선이 가능할 것으로 판단된다.

또한, 해상시험 수행 시 어업인은 어망용 전자부이를 부표에 일정한 간격으로 4~5개씩 부착하여 AIS에 표시된 어구의 이동을 수시로 파악하면서 어구의 유실을 최소화하기 위해 많은 노력을 기울이고 있었는데, 어구의 전체적인 감시 기능과 어구의 수중 위치정보와 어구의 도난감지 및 이상 상태 여부를 판단 가능한 어구 자동식별 모니터링 시스템을 적용한다면 어업인은 어구 유실에 따른 부담과 우려는 많이 해소될 것으로 판단된다. 또한, 어장 내에 기타 어구와의 중복설치 방지와 마찰을 최소화하여 어업인 간의 분쟁또한 해소될 것으로 생각된다. 그러나, 설문조사 결과에서 유자망 어구의 주요 손상 부위는 원살 그물에 대한 의견이 매우 높게 나타났는데, 현장시험 수행 시에도 유자망 어구는 발줄 부근에서의 그물 파망이 가장 많이 나타나고 있었으며, 주로 해저면에 투기된 폐어구나 해양폐기물이 유자망 어구의 발돌과 접촉되어 서로 엉키면서 양망 되어 그물이 파망되고 있는 것으로 판단된다.

따라서, 어구 유실 방지에 따른 어구 자동식별 모니터링 시스템 개발과 더불어 어구의 손상 최소화를 위한 방법을 모색하여 제4장에서는 유자망 어구의 손상 방지를 목적으로 침강재를 개량한 근해 참조기유자망 어구를 통한 해상시험을 수행했다.

제4장 근해 참조기유자망 어구의 침강재 개량

4.1 재료 및 방법

4.1.1 해상시험

1) 시험해역

근해 참조기유자망 어구의 침강재 개량에 따른 부설 전개 특성을 파악하기 위하여 조업선 제7002 만경호(근해 자망어업 총 톤수 39ton)에 승선하여 현장시험을 실시하였다. 해상시험 기간은 1차적으로 2021년 7월 29일(12물)부터 8월 1일(조금)까지와, 8월 19일(4물)부터 8월 22일(7물)까지 2회 실시하였으며, 일출 전 오전 5시경에 투망하여 조류를 따라 미속(3~4 knot)으로 전진하면서 선수 현측(우측)으로 투망을 실시했다.

시험 해역은 Fig. 4-1과 같이 남해 근해 106 해구(34°20'1317"N ~ 128°36'4961"E) 주변 해역 및 110 해구(34°52'1875"N ~ 127°38'3840"E) 주변 해역과 제주도 근해 241 해구(32°51'4613"N ~ 125°35'5444"E) 주변 해역에서 각각 2회, 2회, 3회 총 7회 실시하였다 <Table 4-1>.

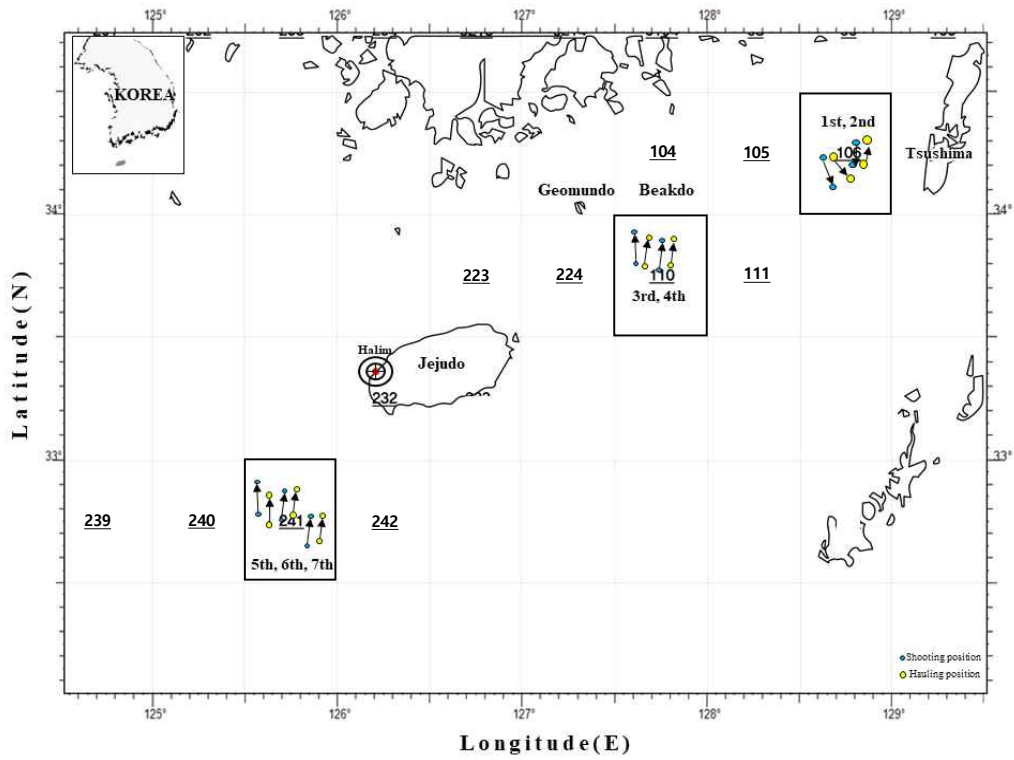


Fig. 4-1. Locations for field experiments 1st ~ 7th coastal points and offshore south sea and jeju sea of korea

Table 4-1 Shooting and hauling points 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)

2) 시험용 근해 참조기유자망 어구의 구조

근해 참조기유자망 어구의 침강재 개량에 따른 전개 특성을 파악하기 위하여 시험 조업에 사용한 유자망 어구의 구성을 Fig. 4-2와 같이 나타냈다. 1폭의 규격은, 그물감 1폭은 900코×150코로 뜬줄 길이는 24m, 발줄 27m이며, 나일론 모노필라멘트 3호로 망목이 51mm이고 뜬줄과 발줄의 성형율은 각각 49%, 54%이다.

뜬줄에는 플라스틱 부력재(직경 70mm, 길이 95mm)을 약 100cm 마다 1개씩 부착하고, 발줄은 시험용 유자망 어구의 경우 직경 8mm, Pb rope로 구성하였으며, 기존 유자망 어구는 6mm, PB rope로 구성하였다.

조업선에서 사용하는 근해 참조기유자망 어구 500폭 중 200폭에 대하여 전개면적은 동일하며, 기존에 사용했던 침자인 직경 140mm, 무게 1.4kg의 도우넛 형태의 시멘트 발돌은 제거하고 개량한 길이 1.5m 직경 8mm PP 로프에 20g 낱 15개를 약 8cm 간격으로 부착한 침자를 1폭당 발줄에 일정한 간격으로 2개씩 부착하였으며, 본 장에서는 개량된 발돌(침자)을 “아랫줄” 이라 칭하였으며, 나머지 300폭의 어구에 대해서는 기존 조업방식 그대로 행하였다.

PPø 14 24,000

PPø 5

1 mesh	Ny monofilament mesh size 51mm
148 mesh	Ny monofilament mesh size 51mm
1 mesh	Ny monofilament mesh size 51mm

PPø 5

PB rope ø 8 27,000

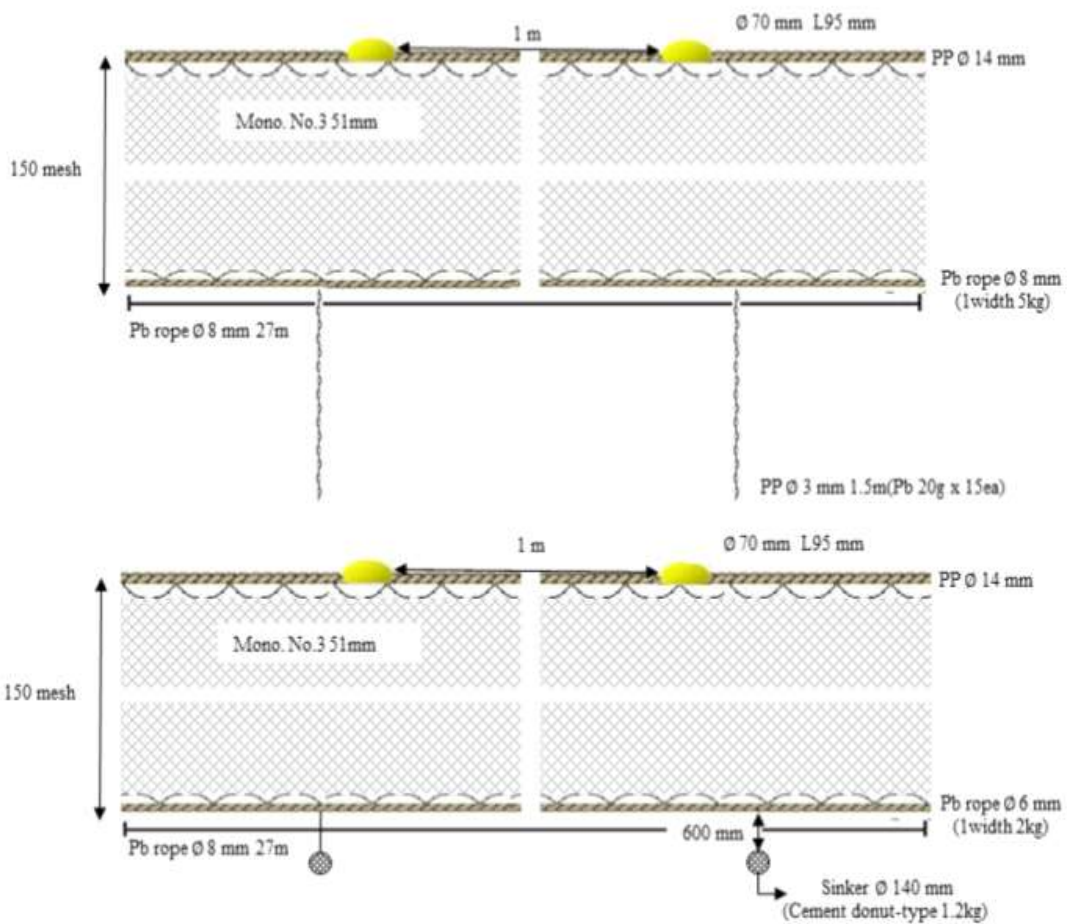


Fig. 4-2. Schematic diagram of irradiated miniature small yellow croaker drift gill nets used by partial improvement(middle: survey net, bottom: traditional net).

3) 침강재의 형태에 따른 수심 변화 분석

근해 참조기유자망 어구의 수중 경과시간에 따른 전개 수심을 파악하기 위하여 수심측정계(DST milli-TD, Staroddi)를 사용하였으며, 아랫줄 형태의 침자를 부착한 시험용 유자망 어구 200폭중 그물의 시작 지점에서 100폭 정도에 위치한 뜬줄과 발줄 그리고 아랫줄 중간 부분에 일직선 방향으로 부착하여, 1분 간격으로 측정하면서 기록했다(Fig. 4-3), <Table 4-2>.

아랫줄을 부착한 근해 참조기유자망 어구의 수중 경과시간에 따른 전개 특성을 파악하기 위하여 수심 측정계를 부착한 뜬줄(Float line), 발줄(Sinker line), 아랫줄(가칭:Floor line)의 수심 측정 결과를 분석하였으며, 전개 성능을 파악하기 위하여 뜬줄과 발줄의 간격(FS), 발줄과 아랫줄의 간격(SFL)에 대한 값을 추출하고 검증을 실시했다. 검증분석은 Python 3.5 프로그램을 활용하여, 단순회귀분석(Simple regression)을 실시하였으며, 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, 계산식은 다음과 같다.

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

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

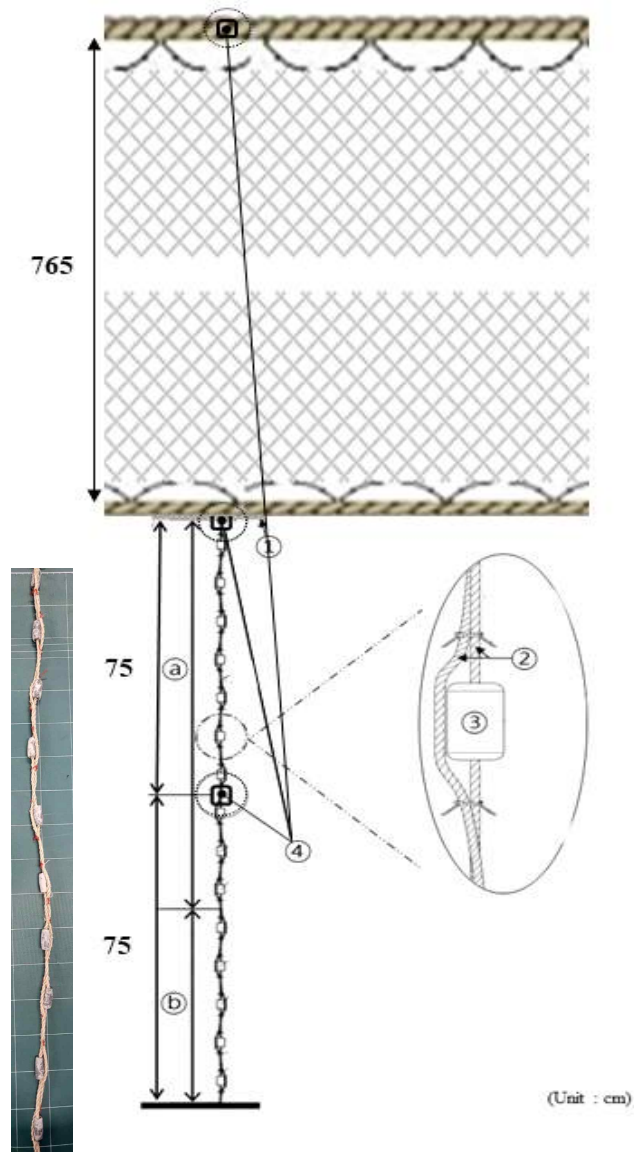


Fig. 4-3. Composition of the improved sedimentation material.

Table 4-2 Principal particulars of small yellow croaker drift gill net and sinking material improvement part

Number	Part Names	Materials	Dimensions
①	Sinker line	PB core rope Ø 8mm	29m × 500 width
②	Floor Pb line (Linear part)	PPrope Ø 3mm	1.5m
③	Floor Pb line (Adjustable weight part)	PB	20g × 15ea
④	Depth meter	milli-TD (Star-oddi)	3ea
Ⓐ	Floor Pb line	Underwater floating section linear part (100cm)	
Ⓑ	Floor Pb line	Seabed landing section linear part(50cm)	

4) 침강재 개량에 따른 근해 참조기유자망 어구의 성능

해상시험 기간 동안에 어획물 조사는 선원들의 조업에 방해가 되지 않도록 하기 위해서 어획물들은 해상시험 종료 후 위판한 수산물 매매기록장을 통하여 수량을 파악했다. 위판과 관련 없는 어획물들은 조업 과정에서 즉시 바다로 방류시켰기 때문에 수량 파악에서 제외했다.

또한, 침강재 개량에 따른 참조기 근해유자망 어구의 파망 및 교체량 파악을 위하여 양망 과정중 파망 되어 교체되는 그물량을 침강재가 개량된 어구와 침강재가 개량되지 않은 어구로 구분하여 직접 카운트하여 기록했다.

4.2 결과

4.2.1 해상시험 결과

1) 침강재 개량에 따른 어구의 전개 수심

근해 참조기유자망 어구의 침강재 개량에 따른 부설 전개 특성을 파악하기 위하여 시멘트 발돌(침자)을 제거 후 개량한 침강재를 부착한 참조기유자망 어구가 투망 이후 변화되는 경과시간에 따른 수심에 대한 전개 현상을 각 회차별로 현장시험을 실시하였으며, Table 4-3과 같이 분석 결과를 토대로 투망 후 어구가 최대수심에 도달한 구간부터 양망 직전까지의 구간을 안정 구간으로 정하고 뜬줄과 발줄 및 아랫줄의 수중 전개 현상을 파악하였다.

7차례의 해상시험에서 1회, 2회 해상시험과 3회, 4회 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 4-4에 나타났다. 각 회차별 해상시험 결과 Fig. 4-4부터 Fig. 4-10 까지의 구성은 투망과 양망까지 전체적인 수중 전개 현상에 대한 분석 결과와 경과시간에 따른 안정 구간에서의 뜬줄과 발줄 및 발줄과 아랫줄의 수중 전개 현상에 대한 분석 결과를 나타냈다.

1회 해상시험의 결과는 Fig. 4-4와 같이 수중 안정 구간까지 도달 소요 시간은 45분이었으며, 투망과 양망 소요 시간은 각각 86분 320분이었다. 뜬줄과 발줄 그리고 아랫줄의 침강하여 안정 구간까지의 평균 수심은 각각 88.36m, 93.89m, 93.99m였으며, FS와 SFL의 값은 각각 5.53m, 0.10m였다.

2회 해상시험의 결과는 Fig. 4-5와 같이 수중 안정 구간까지 도달 소요 시

간은 55분이었으며, 투망과 양망 소요 시간은 각각 120분 480분이었다. 뜬줄과 발줄 그리고 아랫줄의 안정 구간의 평균 수심은 각각 93.83m, 98.85m, 99.21m였으며, FS와 SFL의 값은 각각 5.02m, 0.36m였다.

3회 해상시험의 결과는 Fig. 4-6과 같이 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, 93.09m였으며, FS와 SFL의 값은 각각 3.19m, 0.34m였다.

4회 해상시험의 결과는 Fig. 4-7과 같이 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, 98.49m, 98.84m였으며, FS와 SFL의 값은 각각 4.98m, 0.35m였다.

5회 해상시험의 결과는 Fig. 4-8과 같이 수중 안정 구간까지 도달 소요 시간은 70분이었으며, 투망과 양망 소요 시간은 각각 80분 600분이었다. 뜬줄과 발줄 그리고 아랫줄의 안정 구간의 평균 수심은 각각 97.07m, 96.35m, 96.78m였으며, FS와 SFL의 값은 각각 -0.73m, 0.43m였다.

6회 해상시험의 결과는 Fig. 4-9와 같이 수중 안정 구간까지 도달 소요 시간은 40분이었으며, 투망과 양망 소요 시간은 각각 85분 635분이었다. 뜬줄과 발줄 그리고 아랫줄의 안정 구간의 평균 수심은 각각 85.89m, 89.04m, 89.07m였으며, FS와 SFL의 값은 각각 3.98m, 0.03m였다.

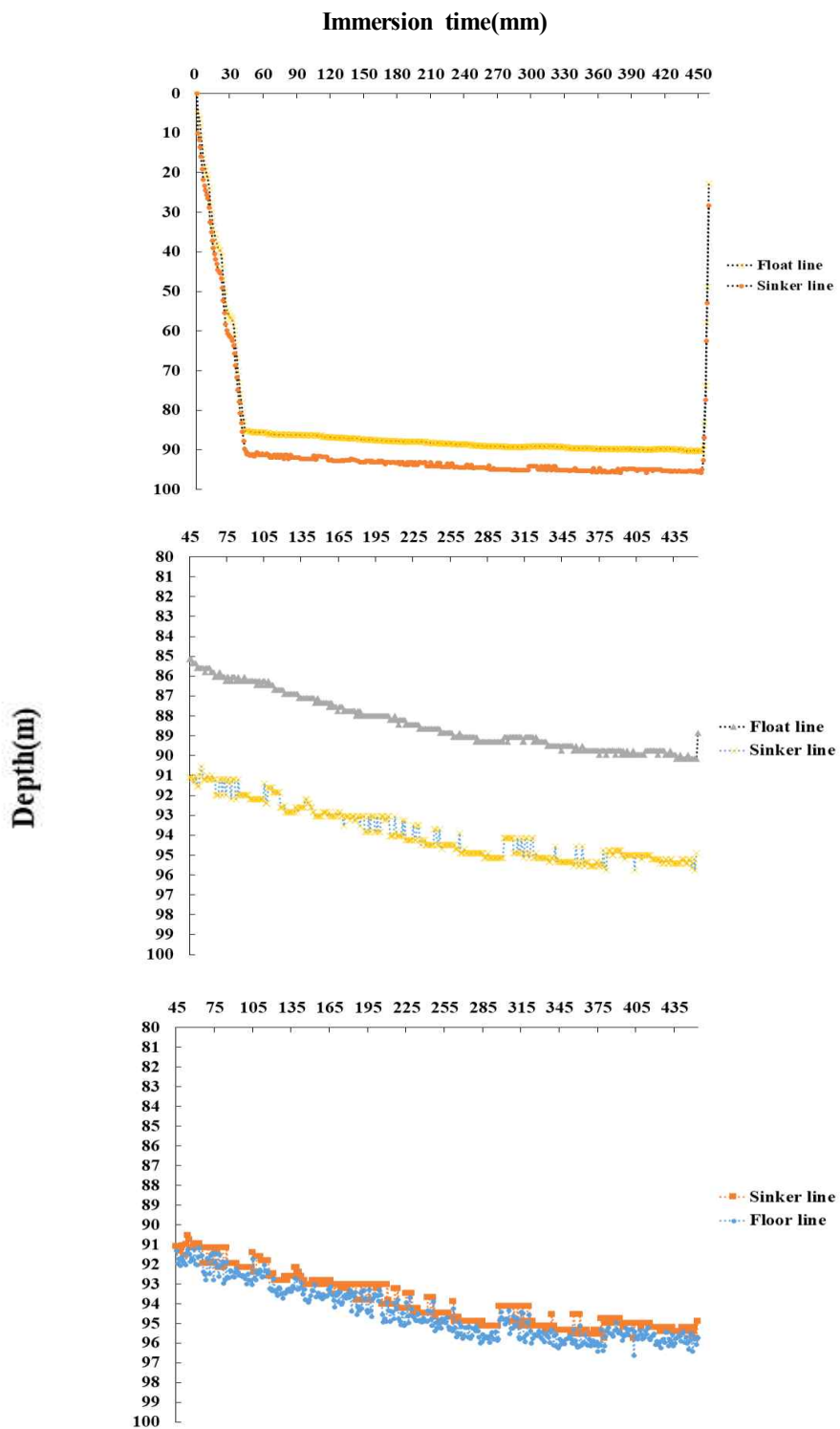
7회 해상시험의 결과는 Fig. 4-10과 같이 수중 안정 구간까지 도달 소요 시간은 100분이었으며, 투망과 양망 소요 시간은 각각 73분 630분이었다. 뜬줄과 발줄 그리고 아랫줄의 안정 구간의 평균 수심은 각각 94.21m, 98.18m, 98.63m였으며, FS와 SFL의 값은 각각 3.96m, 0.29m였다.

Table 4-3 The test point for each number of times, the average depth, the required time, and the depth of the stable section

No	Shooting position	Hauling position	Test sea average depth(m)	Time(min)		Time to stable depth (min)	Trench No.
				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	

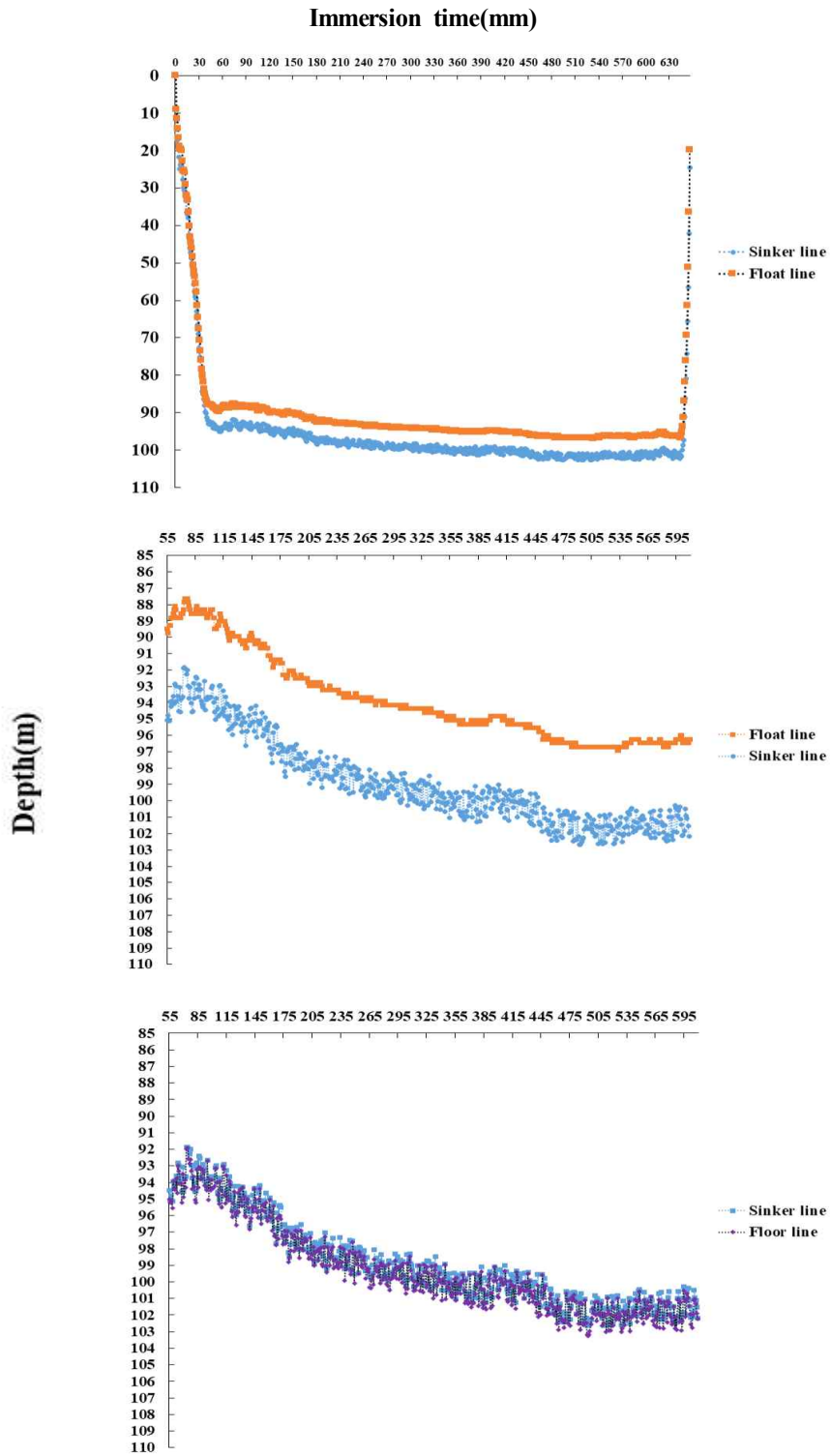
Table 4-4 The summary of results about the phenomena developed under the Sea when the Partially Improved small yellow croaker drift gill net was used

No	Float line stable depth(m) (Average)	Sinker line stable depth(m) (Average)	Floor line stable depth(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



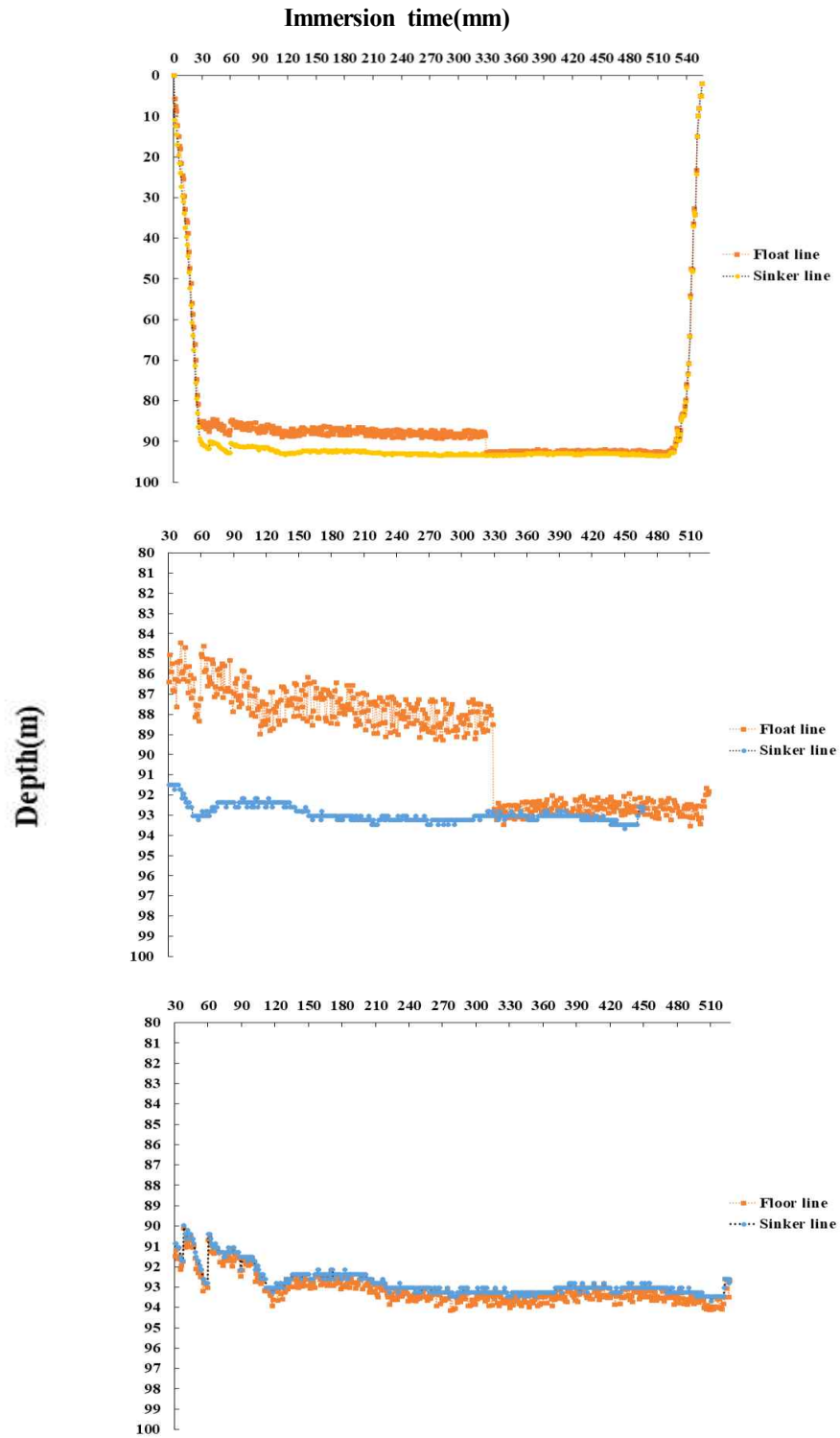
1st

Fig. 4-4. Water depth measurement results for each number of 1 times.



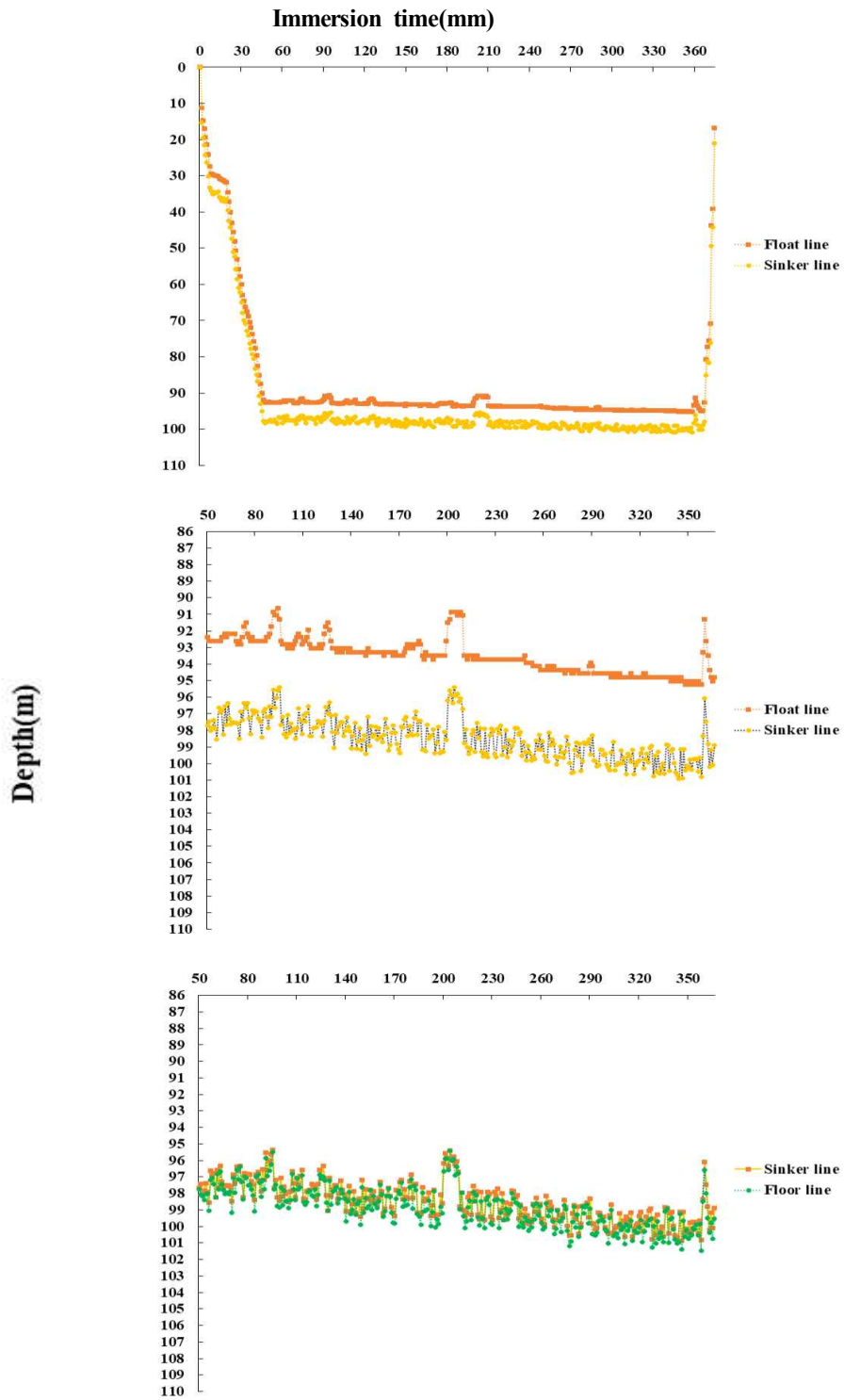
2nd

Fig. 4-5. Water depth measurement results for each number of 2 times.



3rd

Fig. 4-6. Water depth measurement results for each number of 3 times.



4th

Fig. 4-7. Water depth measurement results for each number of 4 times.

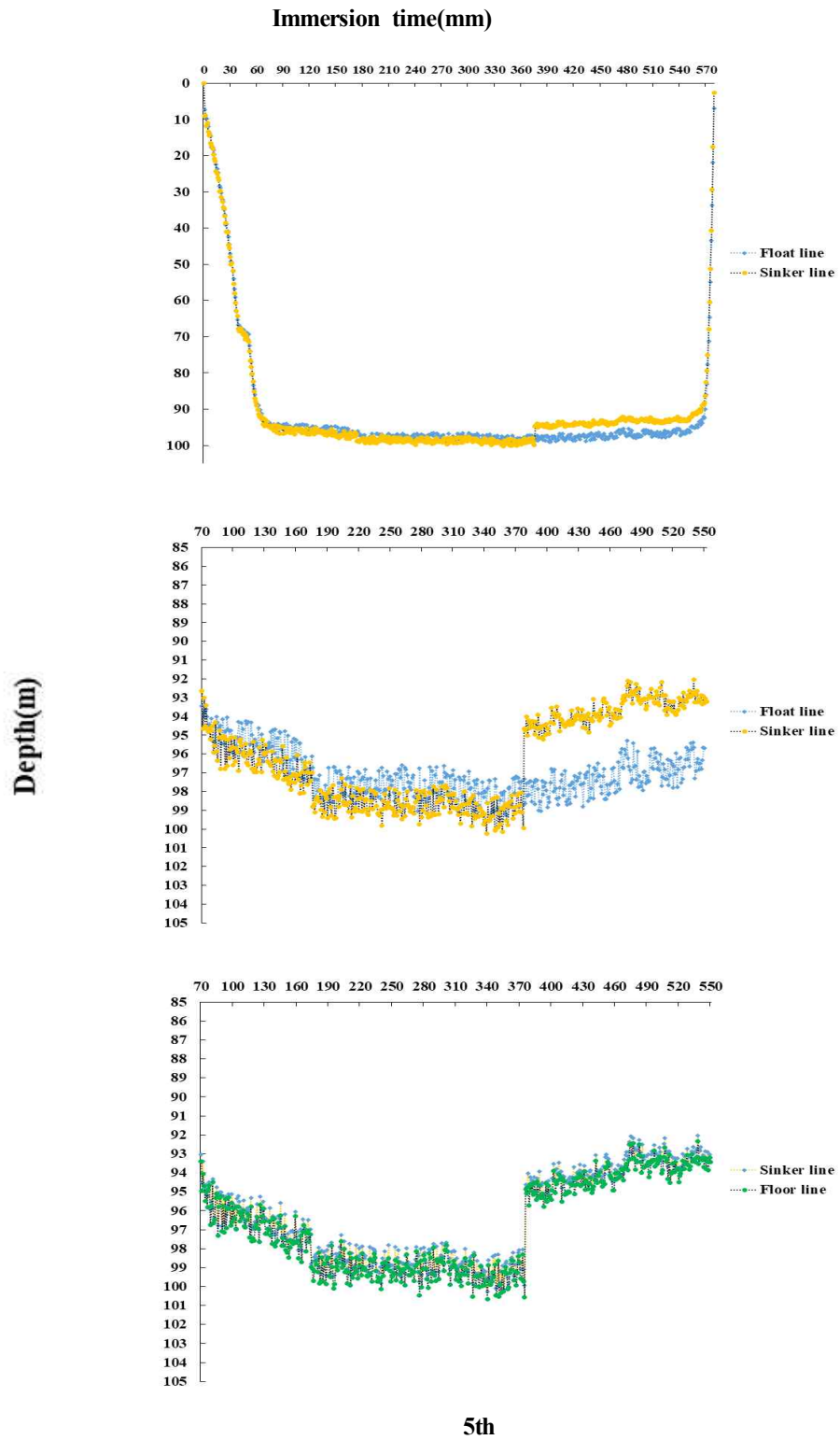


Fig. 4-8. Water depth measurement results for each number of 5 times.

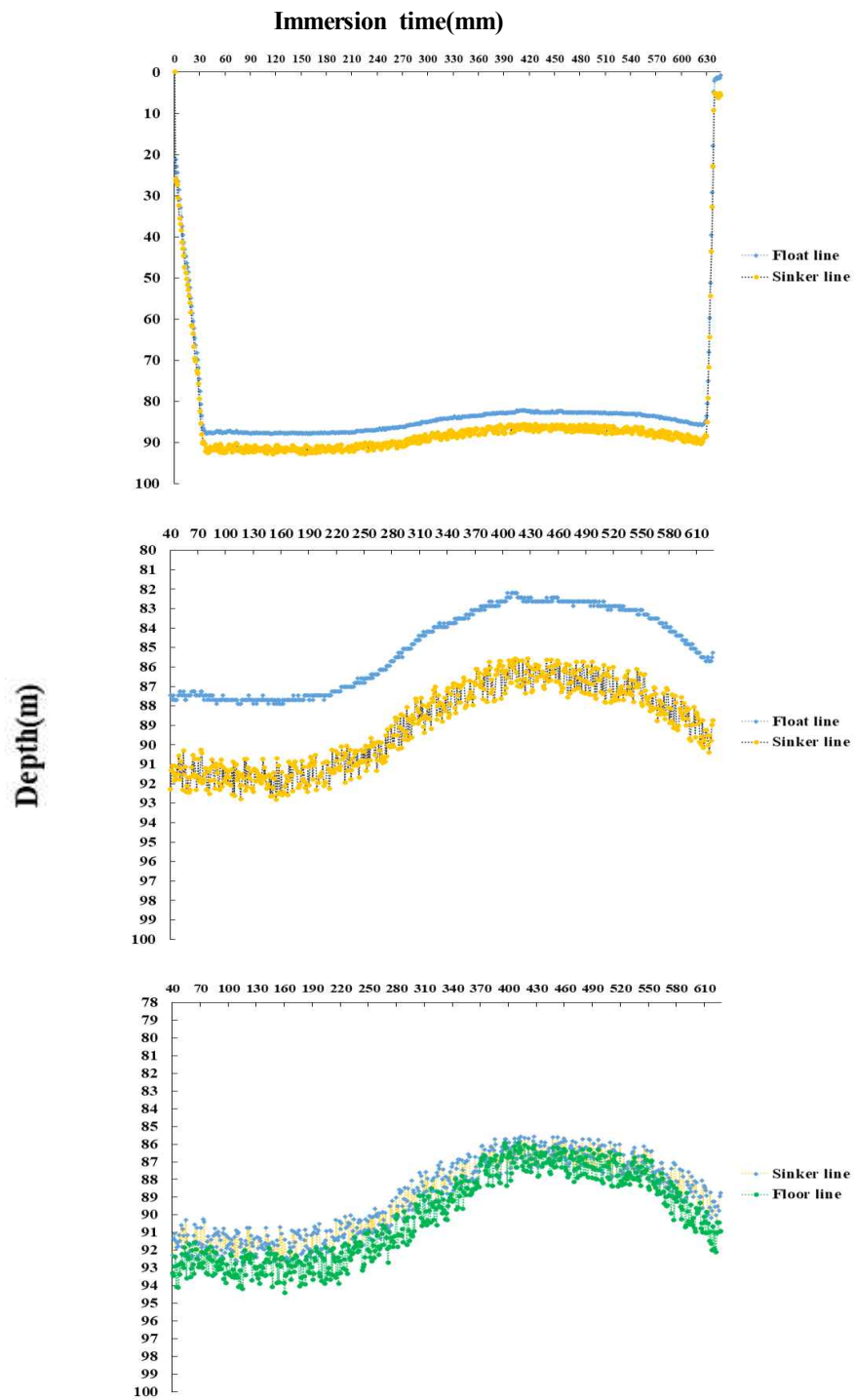


Fig. 4-9. Water depth measurement results for each number of 6 times.

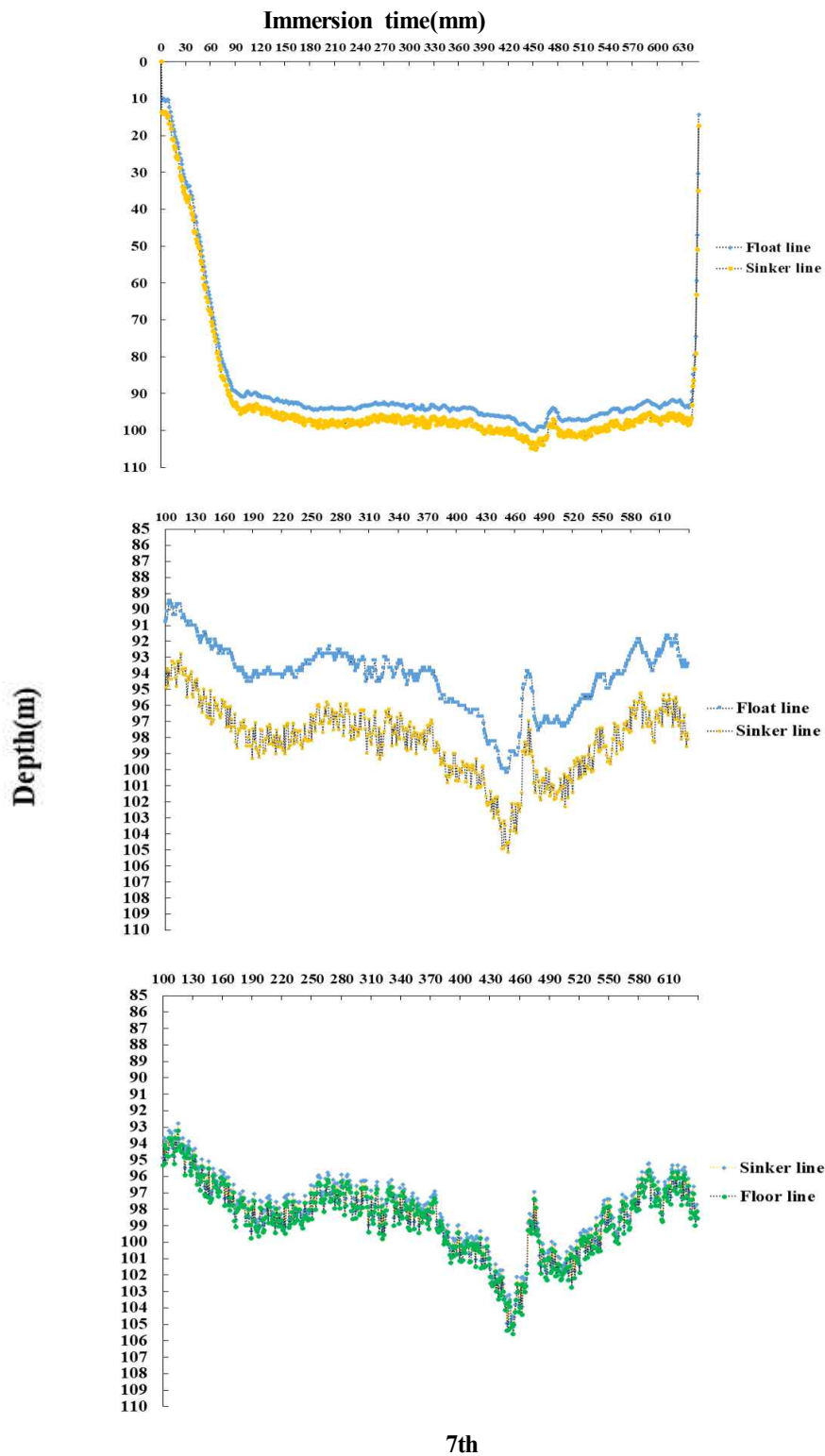


Fig. 4-10. Water depth measurement results for each number of 7 times.

2) 침강재 개량에 따른 근해 참조기유자망 어구의 전개 특성

본 장에서는 근해 참조기유자망 어구의 침강재 개량에 따른 부설 전개 특성을 파악하기 위하여 발줄에 아랫줄을 부착한 근해 참조기유자망 어구의 수중 전개 특성을 파악하여 수중 전개 가능성에 여부에 따른 해상 시험을 수행 했다.

근해 참조기유자망 어구에 아랫줄을 사용하게 되었을때 그물의 전개에 따른 수중에서의 뜬줄과 발줄 그리고 발줄과 아랫줄의 전개현상에 따른 수심 측정계 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 안정적으로 전개되는 수심을 기준으로 측정한 데이터를 기준으로 단순회귀분석(Simple regression)을 실시하였다.

결정 계수(R^2)는 반응 변수 뜬줄과 발줄 간격(FS) 그리고 발줄과 아랫줄 간격(SFL)과 시험해역 수심과의 상관 관계를 설정하는데 사용된 반응과 예측 변수 사이의 선형 관계 강도의 척도이다.

단순 선형 회귀 분석에서 R^2 는 상관 계수 r 의 제곱이며, 0과 1 사이에 있는 이 통계량은 모형에서 설명하는 전체의 변동 비율을 측정하였다. R^2 값이 1에 가까울수록 모형에서 설명하는 변동이 더 증가한다.

아랫줄 사용이 수심 변화에 따른 어구의 전개 현상에 영향 여부를 파악해 보기 위하여 검증을 실시하였는데 그 결과를 Table 4-5에 나타냈다.

수심과 FS 및 SFL의 Pearson의 상관 관계를 분석하여 어구의 안정적인 전개현상을 파악하기 위해 수심의 변화와 FS 와 SFL의 간격에 대한 관계를 파악하였으며, FS에 대한 결정 계수 R^2 값은 Fig. 4-14와 Fig. 4-15에서 각각 약 26.4% 내지와 약 0.1%의 범위를 나타내었다.

또한, 결정 계수는 Fig. 4-16과 Fig. 4-18에서 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 미비한 것으로 볼 수 있다.

Table 4-5 Water depth analysis by values of correlation result

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

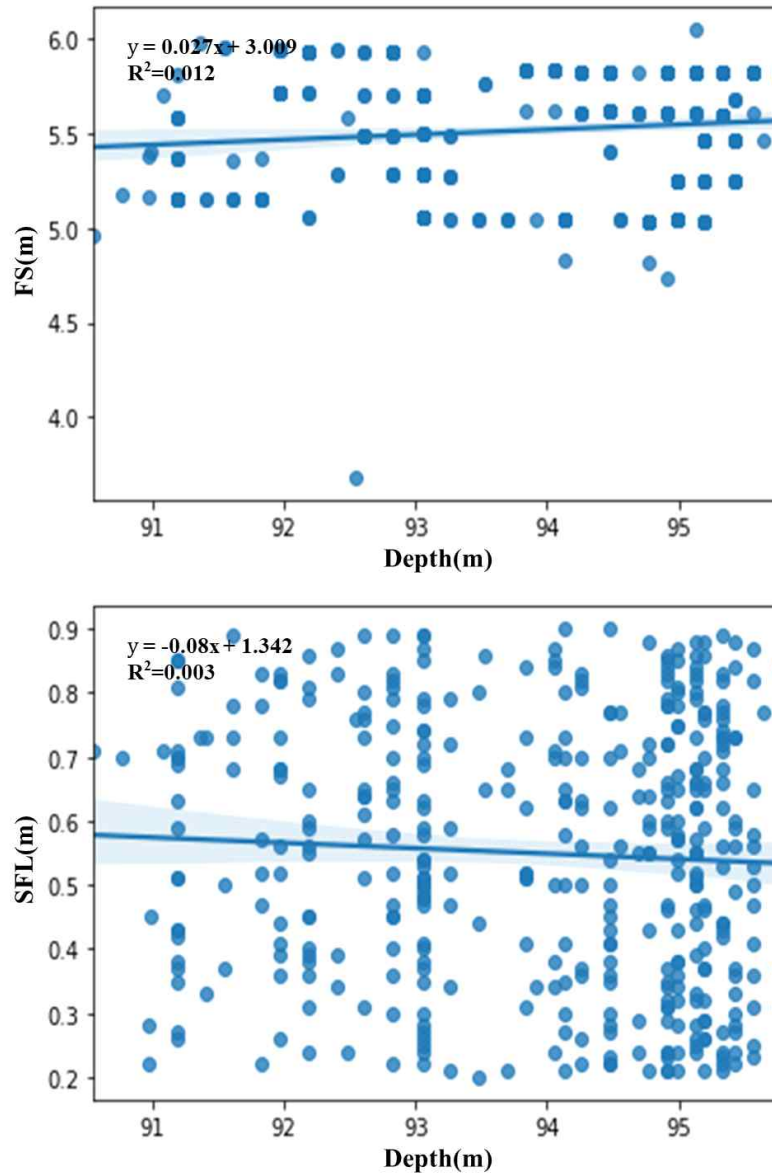


Fig. 4-11. Correlation analysis results for each depth of FS and SFL for the 1st sea test.

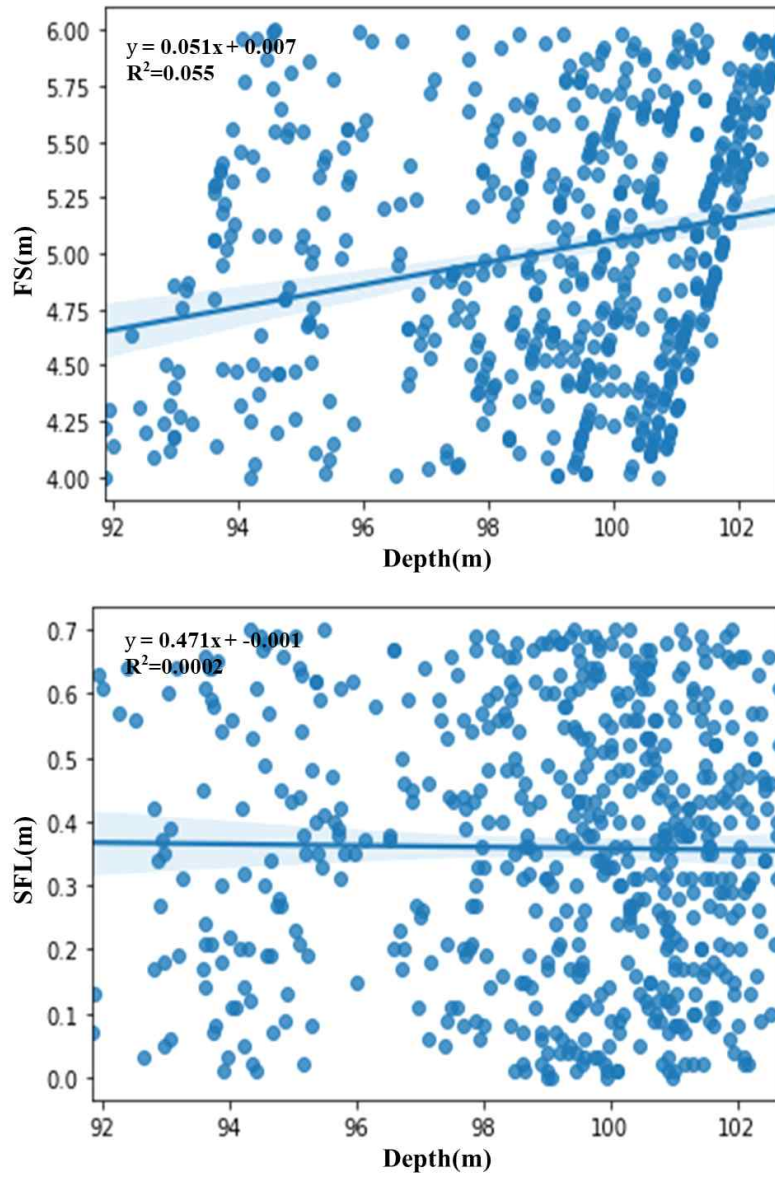


Fig. 4-12. Correlation analysis results for each depth of FS and SFL for the 2nd sea test.

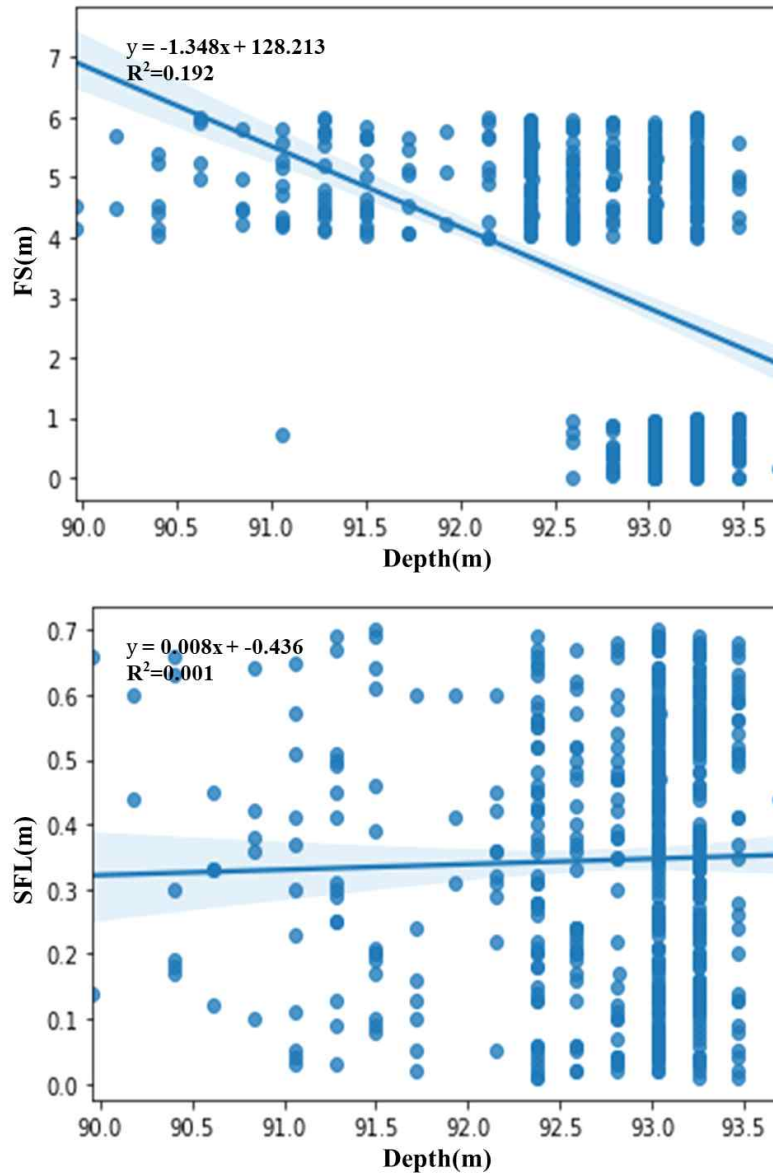


Fig. 4-13. Correlation analysis results for each depth of FS and SFL for the 3rd sea test.

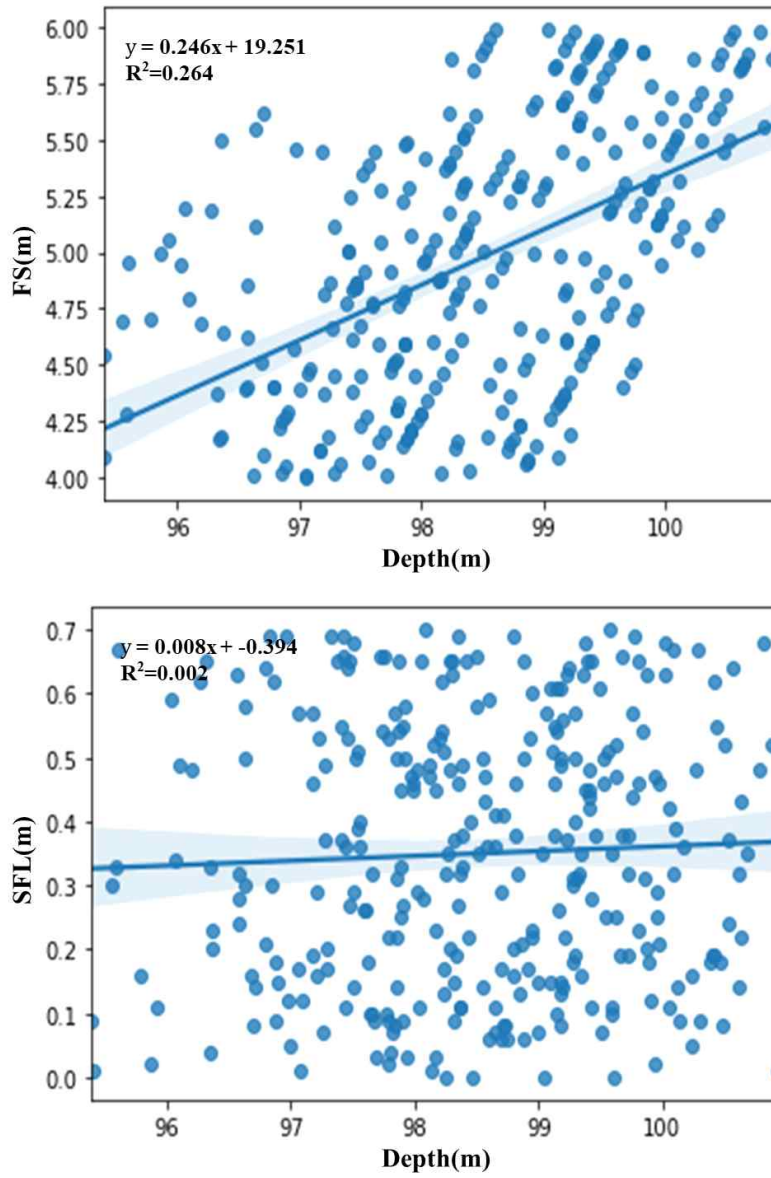


Fig. 4-14. Correlation analysis results for each depth of FS and SFL for the 4th sea test.

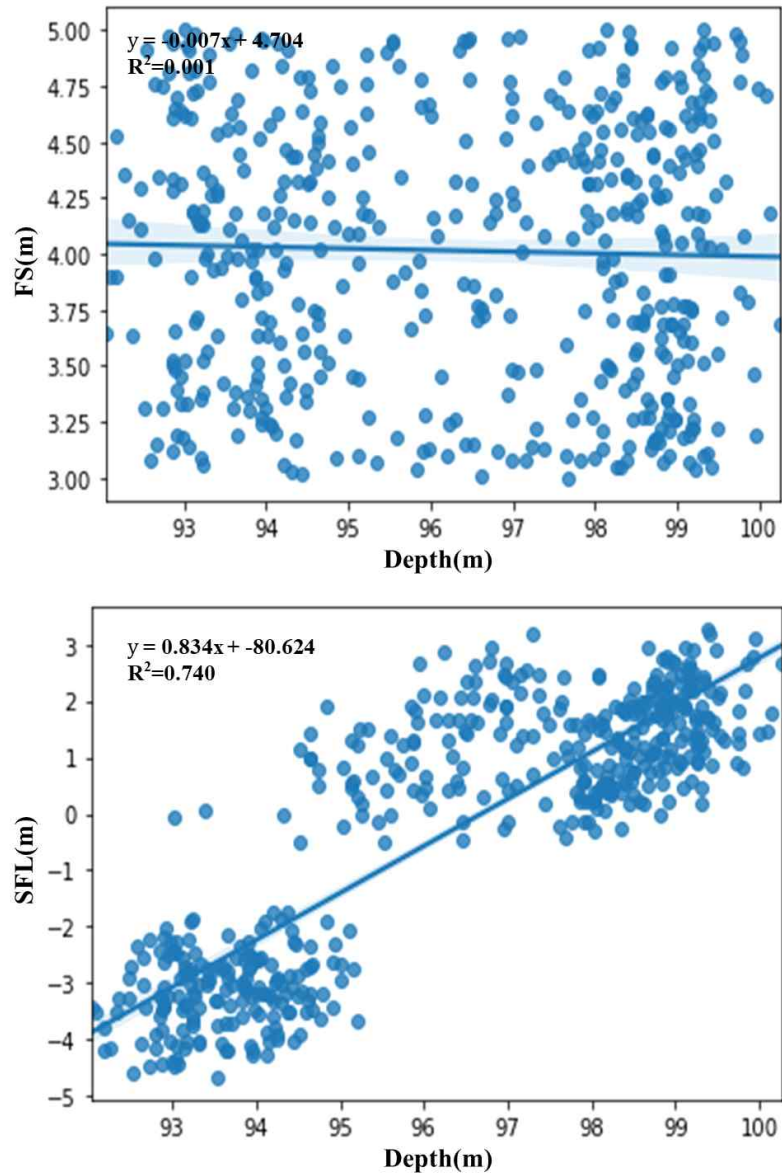


Fig. 4-15. Correlation analysis results for each depth of FS and SFL for the 5th sea test.

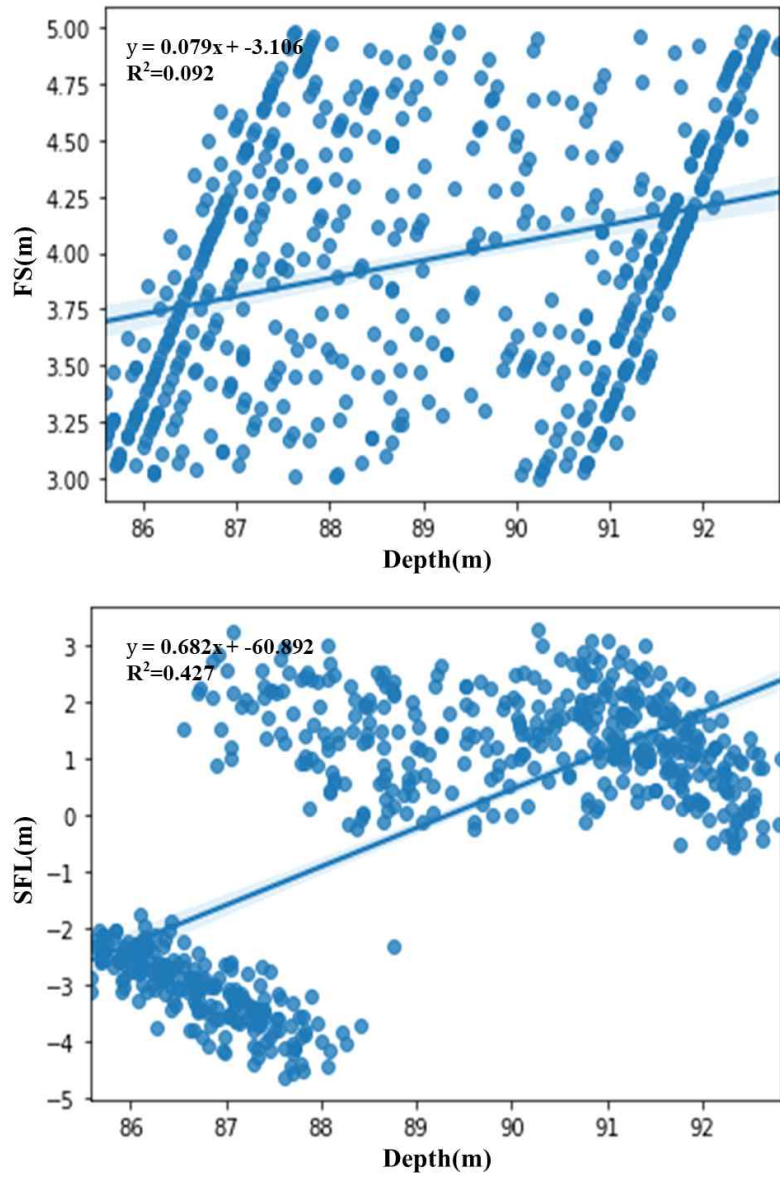


Fig. 4-16. Correlation analysis results for each depth of FS and SFL for the 6th sea test.

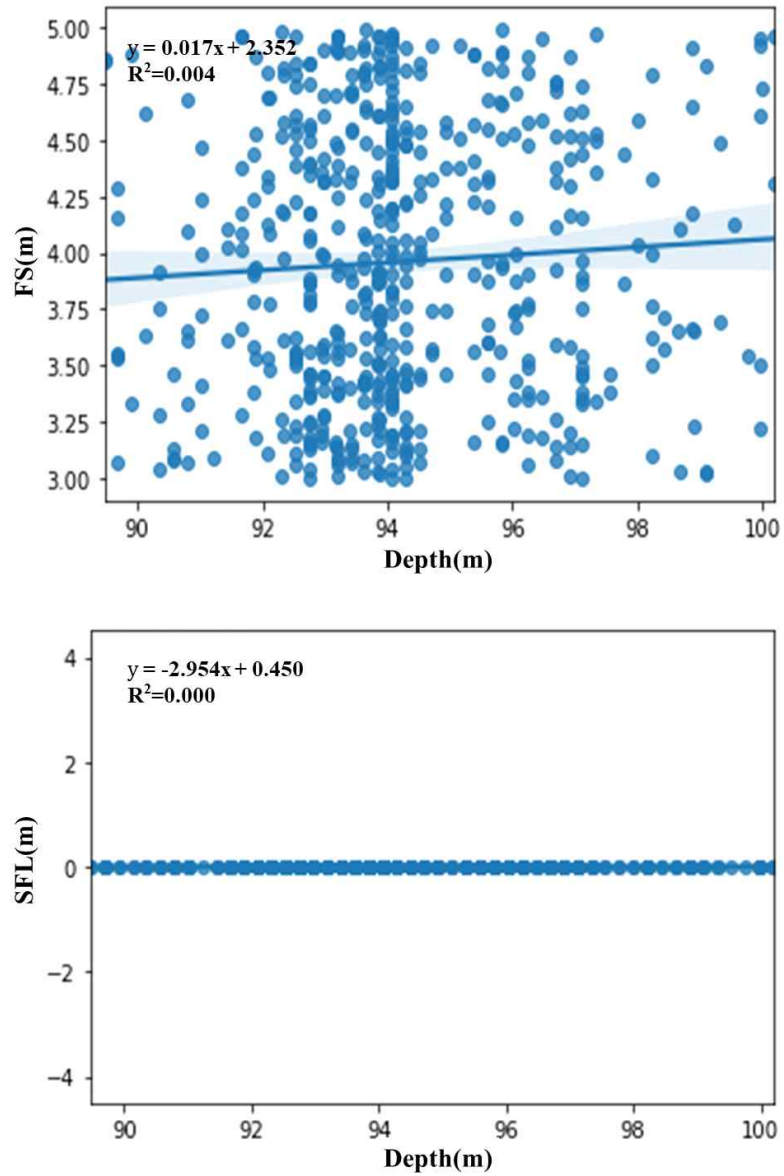


Fig. 4-17. Correlation analysis results for each depth of FS and SFL for the 7th sea test.

3) 침강재 개량에 따른 근해 참조기유자망 어구의 성능

(1) 침강재 개량에 따른 근해 참조기유자망 어구의 어획량

총 7회의 해상시험에서 근해 참조기유자망 어구의 어획량은 Table 4-7과 같다. 총 어획량은 106해구와 110해구 및 221해구에서 각각 607kg, 1,564.5kg 가 어획되었다. 106해구와 110해구에서의 어획종은 11종 이었으며, 눈볼대(*Doederleinia berycoides*)가 232kg(38.22%)로 가장 많이 어획되었으며, 황돔(*Dentex hypselosomus*)이 105kg(17.30%), 살오징어(*Todarodes pacificus*)가 104kg (17.13%) 순으로 어획되었다.

그다음으로 221해구에서의 어획종은 3종으로서 참조기(*Larimichthys polyac*)가 1,438.5kg(91.95%)로 가장 많이 어획되었고, 그다음으로는 갈치(*Trichiurus lepturus*)와 고등어(*Scomber japonicus*)가 각각 70kg(4.47%)와 56kg(3.58%) 순으로 어획되었다.

Table 4-7 Catch amount of offshore small yellow croaker drift gill net fishing gear by number of trials

Trench	No.	Scientific name	Total (kg)	Ratio(%)
106 110	1	<i>Eopsetta grigorjewi</i> 가자미	8	1.32
	2	<i>Trichiurus lepturus</i> 갈치	50	8.24
	3	<i>Scombrops boops</i> 게르치	8	1.32
	4	<i>Scomber japonicus</i> 고등어	48	7.91
	5	<i>Doederleinia berycoides</i> 눈볼대	232	38.22
	6	<i>Hoplobrotula armata</i> 붉은메기	8	1.32
	7	<i>Lophiomus setigeru</i> 아귀	20	3.28
	8	<i>Todarodes pacificus</i> 살오징어	104	17.13
	9	<i>Scorpaendae</i> 볼락류	8	1.32
	10	<i>Dentex hypselosomus</i> 황돔	105	17.30
	11	<i>Others</i> 잡어류	16	2.64
Sub total			607	100
221	1	<i>Trichiurus lepturus</i> 갈치	70	4.47
	2	<i>Scomber japonicus</i> 고등어	56	3.58
	3	<i>Larimichthys polyacti</i> 참조기	1438.5	91.95
Sub total			1,564.5	100
Total			2,171.5	100

(2) 침강재 개량에 따른 어구의 손상 및 교체량

해상시험 기간동안 근해 참조기유자망 어구의 파망에 따른 어구 교체량을 조사하여 Table 4-8과 같이 나타냈다.

Table 4-8에 의하면 해상시험에 투입된 근해 참조기유자망 어구는 총 500 폭으로 200폭은 아랫줄을 부착한 근해 참조기유자망 어구와 나머지 300폭은 기존에 사용한 일반적인 근해 참조기유자망 어구로 구분하여, 횡수별 양망 소요시간에 따른 그물 교체량을 파악했는데 어구의 파망에 따른 그물 교체량은 총 144폭이 발생했다.

이중 기존에 사용한 일반적인 근해 참조기유자망 어구가 총 132폭, 아랫줄을 부착한 근해 참조기유자망 어구가 총 12폭으로 이를 사용 폭 수의 비율로 환산하면 각각 26.4%, 2.4%로 기존에 사용한 일반적인 근해 참조기유자망 어구가 매우 높게 나타났다. 또한 양망 경과시간이 증가할수록 그물의 파망되는 폭수도 증가했다.

Table 4-8 Amount of offshore reference small yellow croaker drift net replacement during the test period

No	Shooting width (Existing form)	Shooting width (Improved form)	Net replacement quantity (Existing form)	Net replacement quantity (Improved form)	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	

4.3. 고찰

근해 참조기유자망 어구의 침강재 개량에 따른 부설 전개 특성을 파악하고자 기존에 근해 참조기유자망 어구에 부착하여 사용중인 침자인 시멘트 발돌을 대체 할 수 있는 침강재인 아랫줄을 제작하여 참조기유자망 어구에 부착한 후 수심 측정계를 뜬줄과 발줄 그리고 아랫줄 중간 부분에 부착하여 7차례의 해상시험을 실시했다.

해상시험 결과에서 근해 참조기유자망 어구는 투망 후 완만한 직선의 형태로 일정하게 침강하는 경향을 보이다가 신속하게 수평 방향으로 전개되는 특성을 보였으며, 경과시간에 따라 근해 참조기유자망 어구는 조금씩 수심이 낮아지는 현상이 나타났다. 이는 PE 및 PP 재질인 부표줄과 뜬줄이 경과되는 시간에 따라 수중에서 침지되어 습시 상태가 되면서 자연스럽게 부력이 낮아지기 때문에 어구의 수심 또한 낮아지는 것으로 보여진다. 이러한 상태에서 조업 과정을 반복할 경우 어구의 부력과 침강력 차이로 인하여 투망 후 어구의 발줄이 해저면과 밀접하게 되면서 부수 어획종이 증가하거나, 해양폐기물을 비롯한 장애물과의 마찰 발생 가능성이 있고, 이로 인해 그물이 수직으로 전개되지 못하고 뜬줄이 누워버리는 현상이 발생하여 어획 성능이 감소되는 것으로 판단된다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 투망 전 어구에 충분한 해수와의 접촉을 실시하여 습시 상태를 지속적으로 유지하면 어구의 부력과 침강력 차이는 다소 감소할 것으로 판단된다.

침강재 개량에 따른 근해 참조기유자망 어구의 전개된 수심과 시험해역의 평균 수심과의 차이는 크지 않은것으로 보여지나, 해저면에 수심은 일정하지 않다. 이번 해상시험에서는 해저면의 수심 측정을 위하여 양망 종료 후 투망 지점까지 Zig-zag 방향으로 이동하면서 3분 간격으로 기록했는데 이러한 방법은 수심이 일정하지 않은 해저면의 평균 수심을 나타내기에는 많이 부족한 면이 있다. 수심 측정계를 이용한 뜬줄과 아랫줄의 수심 측정을 실시

하여 발줄과 아랫줄의 간격을 도출했지만, 아랫줄과 해저면간의 간격을 파악할 필요가 있다. 이를 보완하기 위해서는 시험 해역의 수심자료를 사전에 수집하여 분석한 후 분석 결과를 바탕으로 조류에 따라 움직이는 유자망 어구의 거동 방향을 파악하여 조금 더 면밀한 해저면의 수심 측정이 필요하다.

Fig. 4-5부터 Fig. 4-11까지 수심 측정계 분석 결과 안정 구간에 대한 수중 전개 특성을 살펴보면 뜬줄 부분은 경과되는 시간에 따라 대부분 수평 방향으로 완만하게 전개되고 있으나 발줄과 아랫줄 부분은 불규칙 하게 상하 운동을 반복하고 있는 것으로 파악되었는데, 이는 근해 참조기유자망 어구 특성상 최적의 그물코 형태 유지를 위해 성형을 및 주름을 조절하는데 있어서 부력재와 침강재의 적절한 균형 조절을 위하여 뜬줄 보다 발줄의 길이가 약 4 ~ 5m 정도 길게 제작을 하는데, 근해 참조기유자망 어구가 수중에서 전개될 경우 뜬줄과 발줄의 길이 차이로 인하여 발줄의 본래의 길이만큼 전개되지 못하고 좁아지면서 유수 저항으로 인한 상하 운동으로 보여진다.

3회 해상시험의 경우 투망 후 안정 구간에서 경과시간 약 330분까지 뜬줄과 발줄이 약 5 ~ 6m 범위에서 불안정하게 전개되다가 직후 뜬줄과 발줄의 전개 수심이 양망 직전까지 거의 비슷하게 나타났는데 이는 그물의 전개가 수중에서 어떠한 외력으로 인하여 그물이 누워버리는 현상으로 보여지나, 이때 발줄과 아랫줄의 수심 변화는 거의 없는 것으로 나타났기 때문에 수심 측정계의 오류로 보여진다.

5회 해상시험의 경우에도 투망 후 안정 구간에서 경과시간 약 370분까지는 뜬줄과 발줄이 약 2 ~ 3m 범위에서 수중에서 불규칙적으로 전개되다가 직후 발줄의 수심이 뜬줄의 수심보다 역으로 전개되는 현상이 나타났다. 이에 대한 정확한 이유는 수심 측정계의 단순한 오류라고 생각했으나, 아랫줄 수심 측정 결과에서도 발줄과 매우 비슷한 전개 현상을 보였기 때문에 수심 측정계 오류와는 거리가 있는 것으로 판단되며, 원인 파악에 대한 추가적인 해상시험이 필요하다.

각 회차별 해상시험 결과를 바탕으로 경과하는 시간에 따른 수심에 대한

뜸줄과 발줄, 발줄과 아랫줄에 간격이 수중 전개에 미치는 영향에 대한 검증 을 위하여 투망 종료 이후 최대수심에 도달하여 양망 직전까지의 구간 을 시점으로 어구가 수중에서 안정적으로 전개되는 수심을 기준으로 측정하 는 데이터를 기준으로 단순회귀분석(Simple regression)을 실시하여 상관 계수 R^2 를 도출하여 검증했는데 7차례의 해상시험 결과에서 FS에 대한 상관 계 수는 수심 변화와 FS사이 에 상관관계는 낮은 것으로 판단하였고, SFL의 경 우에는 대부분 수심변화와 FS사이 에 비슷한 상관관계를 나타냈으나, 5회 및 6회의 해상 시험에 대한 상관 계수는 각각 74%, 43%의 값으로 매우 높은 상관관계를 나타냈으며, 이는 5회 해상시험의 수심측정 결과와 같이 경과하 는 시간에 따른 수심 변화가 FS보다 SFL의 변화에 영향을 미쳤기 때문으로 보여진다.

따라서, 종합적으로 개량된 참조기유자망 어구는 수심변화에 영향을 받지 않는다는 뜻으로 해석할 수 있다. 시멘트 발돌을 대체한 아랫줄 형태의 침 강재를 침자로 사용해도 어구 전개 및 조업 과정에 미치는 영향은 미비할 것으로 판단된다.

또한, 개량된 근해 참조기유자망 어구의 성능을 파악하기 위하여 해상 시험 기간 동안 어획된 어종 및 어획량에 대한 체장 조성에 대한 조사를 실시 하려 했으나 해당 조사를 실시하려면 선원들의 많은 협조가 요구된다. 하지만 코로나19의 영향으로 인하여, 당시 선원 수가 선장을 포함한 6명으로 매우 부족한 실정이었기 때문에 해상시험 종료 후 위판한 수산물 매매기록장 을 이용해 분석하였는데, 위판된 어종 이외에 부수적인 어획종에 대한 어획 량은 파악할 수 없었다.

향후 개량된 참조기유자망 어구의 어획 성능을 뒷받침할 수 있는 어획량 조사가 추가적으로 필요하다. 근해 참조기유자망 어구의 파망에 따른 어구 교체량의 경우 200폭은 아랫줄을 부착한 근해 참조기유자망 어구와 나머지 300 폭은 기존에 사용한 일반적인 근해 참조기유자망 어구로 구분하여 그물 교체 량을 파악했는데, 아랫줄을 부착한 근해 참조기유자망 어구가 전체 그물량 대

비 2.4%로 매우 낮은 교체량을 나타냈다.

침강재를 개량한 근해 참조기유자망 어구는 확연하게 그물 파망 방지에 대한 성능이 우수한 것으로 보여진다. 해상시험 결과에서 개량된 침강재는 현 단계에서 수심 저층을 대상으로만 적용이 가능할 것으로 판단된다. 이번 연구에서는 침강재를 개량한 유자망 어구에 대해서 일부 해역에서만 해상시험을 진행했는데, 향후 연구에서는 침강재를 개량한 유자망 어구와 종래의 유자망 어구에 대하여 다양한 외적인 요소가 내제된 어장에서 해상시험을 실시하여 비교 분석하고 추가적인 검증이 필요하다고 생각된다.

5. 종합 고찰

근해 참조기유자망 어구를 대상으로 어구 자동식별 장치의 적용 가능성 파악과 더불어 최종적으로 어구 자동식별 장치의 개발과 보급에 대한 기초자료 제공과 더불어 어구의 손상을 최소화 하기 위한 침강재 개량에 따른 근해 참조기유자망 어구에 대한 전개 특성 파악을 목적으로 자료 조사를 포함한 현장조사와 침강재를 개량한 근해 참조기유자망 어구에 대한 수중 전개 특성을 파악을 위하여 해상시험을 수행하고 분석했다.

제1장에서는 근해 유자망어업에 대한 어구어법과 관련한 자료 수집을 통한 국내 및 제주도에 대한 근해 자망어선 세력 및 근해 유자망어업의 어업생산량 그리고 제주도내 지구별 참조기 위판실적 분석을 실시하여 근해 참조기유자망 어업의 변화와 발전 과정을 파악하였고, 현재까지의 많은 발전으로 어획물의 선도와 품질은 향상되었으며, 생력화와 더불어 어획 강도 또한 매우 증가하였다. 그러나 그물 사용 폭 수 또한 매우 증가하면서 무분별한 남획과 직결되고 있음을 확인되었다. 우리나라에 등록된 근해 자망어선 세력을 포함한 참조기 생산량은 주로 전라남도 지역과 제주도의 비중이 높다는 것을 알 수 있었으며, 참조기는 우리나라에서 매우 중요한 자원으로서 합리적이고 지속 가능한 참조기 자원관리를 위하여 현재 사용중인 근해 참조기유자망 어구에 대한 규모 축소와 더불어 해양에 침적된 폐어구에 의한 어구 손상 방지를 위한 부분적 개량의 필요성을 파악했다.

제2장에서는 시험용 유자망 어구에 대한 어구 자동식별 장치의 적용 가능성과 부설 전개 특성을 파악하기 위하여 설문조사와 모형 유자망 어구를 제작하여 해상시험을 실시했다. 설문조사 결과를 종합하면 근해 참조기유자망 어선의 조업 구역은 남해에서 주로 이루어지는 것으로 판단되며, 출어 횟수는 대부분월 2회 정도 조업이 이루어지고 나머지 기간에는 태풍과 풍랑에 의한 기상악화로 인하여 조업이 불가능한 것으로 보여진다.

1회 조업 시 소요시간은 12시간 미만에 대한 의견이 많았으나 이는 어획량에 따라 각각의 차이가 있을것으로 보여진다. 설문조사 결과와 같이 유자망 어구는 뜬줄과 발줄은 1폭당 전체의 길이가 28m를 초과하지 않는 것으로 보여지며, 1회 조업시 약 700폭 정도를 사용한다는 의견이 높게 나타났는데, 어선 톤수에 따라 증감하는 것으로 보여진다. 또한 1회 조업 시 40폭에서 50폭의 그물이 파망이되고 1항차시 250폭에서 300폭정도를 교체한다는 의견이 가장 높게 나타났는데 유자망 어구는 파망 시 그물에 대한 수리가 이루어지지 않고 양망작업시 예비그물을 통하여 교체작업이 이루어진다. 또한, 양망 작업이 종료되면 파망되어 교체된 어구는 뜬줄과 발줄을 탈거해서 따로 보관 후 재활용 된다. 하지만 손상된 그물망의 경우 재사용이 불가능 하기 때문에 폐그물이 무단으로 투기되지 않도록 회수 가능한 대책 마련이 필요하다.

제2장에서는 시험용 유자망 어구를 이용한 해상시험에서는 GPS와 수심측정계를 이용하여 유자망 어구의 침강 수심과 이동 궤적을 나타냈는데 GPS 측정과 수심 측정 결과에서는 어구의 이동 방향과 이동 거리 및 수심이 비교적 잘나타나 측정이 가능하였다.

하지만 제3장에서 실시한 현장의 근해 참조기유자망 어구에 대해서는 GPS 측정이 불가능했다. 이는 GPS가 측정 가능한 배터리의 용량이 조업 소요 시간 보다 짧았기 때문이다. 향후 어구 자동식별 장치는 배터리 용량을 충분히 고려하여 개발되어야 된다고 생각된다. 또한, 강한 조류 및 악천후 등 다양한 외적인 요소가 내재된 실해역 어장에서 현재 개발중인 어구 자동식별 장치의 시제품을 이용한 실제 근해 참조기유자망 어구의 현장 적용성에 대한 추가 검증 실험이 필요하다.

제3장에서는 근해 참조기유자망 어구에 대하여 어구 자동식별 장치 시제품 적용 가능성을 위한 현장시험과 부설 전개 특성을 파악하기 위해 실시했다.

현장시험 진행시 어업인은 어구의 파망 방지와 선원들의 안전 및 작업 편의성을 위하여 시멘트 발돌 침자를 사용하지 않고 나뭇대로의 고안한 침강

력을 갖춘 Pb rope를 뭉친 침자를 제작하여 시도하고 있었으나, 무게만 비슷할 뿐 조업 과정에 얼마나 영향을 미치는가에 대해서는 알 수 없었으며, 투망 시 안정적이지 않아 그물망과 함께 걸려 나가면서 그물망이 훼손되는 현상을 목격했다. 이에 따라 해당 침자에 대한 추가적인 개발에 따른 검토가 필요하다.

제3장에서 실시한 근해 참조기유자망 어구의 수심 측정은 어구 자동식별 장치 수신기 시제품에 침강 수심에 초점을 맞췄기 때문에 참조기유자망 어구의 전개 상태를 확인하기에 다소 부족한 면이 있었다.

제3장에서 실시한 설문조사 결과 어구 자동식별 장치의 개발에 대한 호응도와 필요성은 다소 부정적인 의견이 강했는데 이를 보완하기 위해서는 기존에 사용중인 전자부이보다 금액적으로 저렴하고 기능과 운용이 편리하고 내구성이 우수하며, 이에 대한 홍보가 이루어진다면 선호할 것으로 생각된다. 또한, 어구 자동식별 장치의 완성품에 대한 시제품을 어업인들에게 보급하여 일정 기간동안 사용 후 추가적인 설문조사가 필요하다고 생각된다.

제4장에서는 제3장에서 진행한 현장시험 결과를 토대로 침강재 개량에 대한 문제를 보완하고 침강재를 부착한 근해 참조기유자망 어구의 수중에서의 부설 전개 특성을 파악하기 위해 새로운 형태의 침강재를 개량하여 해상 시험을 수행 했는데, 경과하는 시간에 따른 수심을 기준으로 FS와 SFL은 5회 6회 시험을 제외한 나머지 해상시험에서 ($0 \leq R^2 \leq 0.4$) 범위로 즉, FS와 SFL은 경과시간에 따라 변화하는 수심에 미치는 영향은 미비한 것으로 판단되며, 근해 참조기유자망 어구에 아랫줄을 부착하더라도 기존에 전개 방식과 차이가 없기 때문에 가능할 것으로 생각된다. 하지만, 어획 성능에 대한 추가 해상 시험과 추출한 데이터에 대한 추가적인 통계검증이 필요하다.

또한, 이번 해상 시험에는 수심을 측정 가능한 수심 측정계의 개수가 한정되어 총 500쪽의 근해 참조기유자망 어구 중 침강재를 개량한 200쪽 중간 부분에 위치한 뜰줄, 발줄, 아랫줄에만 수심 측정이 가능하였기 때문에 기존 사용중인 유자망 어구의 수심 측정은 불가능 하였기 때문에 비교할 수 없었

다. 해당 부분에 대한 추가적 시험이 필요하며, 향후 과제로 남는다.

설문조사 결과에서와 같이 어구 자동식별 모니터링 시스템 개발의 필요성에 대한 인식은 사회적, 경제적으로 필요한 제도임에도 불구하고 다소 부정적인 인식이 강했다. 이는 어업인들이 기존에 사용중인 어망용 전자부이에 만족하기 때문이었는데, 금액 면에서 어망용 전자부이보다 저렴하다면 충분히 긍정적인 인식으로 개선이 가능할 것으로 판단된다.

또한, 어구 자동식별 모니터링 시스템을 어업인이 이해하고 순응할 수 있도록 제도와 기술이 병행과 더불어 사용에 따른 편의성 향상을 통한 보급을 확대하면 폐어구 및 해양폐기물은 감소할 것으로 보여진다. 그러나, 어구 관리뿐만 아니라 발돌에 의한 어구의 손상도 개선을 해야 할 것으로 판단된다.

지속 가능한 어업생산량 유지를 위하여 무엇보다도 어업자원이 풍부해야 하겠지만, 이러한 풍부한 어업자원 유지를 위해서는 남획 방지를 포함한 어획에 대한 관리도 무엇보다 중요하다. 결국은 풍부한 어업자원 유지를 위해서는 수산동식물이 서식지에서 스스로 다량의 번식과 성장이 동반되어야 가능한 일이다.

따라서, 이 연구에서 근해 참조기유자망 어구의 발돌 개량을 통한 어구 손상 개선방안 제시를 통하여 어구의 근본적인 손상을 방지하고, 발생하는 폐어구가 어구 자동식별 모니터링 시스템에 의하여 어구 관리가 이루어진다면 해양 환경과 어업자원 보호에 충분히 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

따라서, 이 연구에서는 우리나라 근해어장에서 조업하는 참조기유자망 어업을 대상으로 어구 유실과 폐어구 발생 저감에 따른 어구 자동식별 장치의 적용 가능성을 제시하였고 아울러 침강재 개량에 따른 수중 전개 특성을 파악하여 조업 가능성이 확인되었으므로 저층을 대상으로한 유자망 어구의 범위에서 적용이 된다면 폐어구 발생 저감과 더불어 생력화 또한 가능할 것으로 기대된다.

참고문헌

- 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
- Baik CI, Cho KD, Lee CI, Choi KH(2004). Original Oceanographic Conditions of Fishing Ground of Yellow Croaker (*Pseudosciaena polyactis*) in Korean Waters. Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 37(3), 232-248
- GIST(2019). A review of the applicability of the automatic identification monitoring system for yellow croaker drift gill net fishing gear in the coastal water of the northwestern part of Jeju-do. final report. 1~124.
- 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>
- Heo NH, Kang KB, Koo MS, Kim KH, Kim, JB, Jwa MS, Kim JT, Jung JM, Kim BY and Kim SJ (2019). A fundamental study on the installation methods of automatic identification buoy on coastal gill net. J Korean Soc Fish Ocean Technol, 55(4), 294~302.
- Jung MK(1977). The fishes of korea. 298~299

- Cho YB(2013). Status and estimation of the optimum mesh size of a drift gill net for yellow croaker, *Larimichthys polyactis*. Bull. Puk Nat. Univ., 82
- Jo TH and Lee BM. 1993. Study on Mechanization of Net Hauler of Bottom Drift Gill Net For Yellow Croaker, *Pseudosciaena polyactis*. Bull Natl Fish Res Dev Ins Korea 48, 187 - 196.
- 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/IKEEE.2021.25.1.193>
- JSGP(Jeju special self-governing province), 2022, Fishing fleet and fishing trends by month 2017~2021. production survey. Retrieved form <https://www.jeju.go.kr/group/part11/refer.htm?act=view&seq=1380489>
- JRI(Jeju reserch institude), 2022, Fishing fleet and fishing trends by month 2017~2021. production survey. Retrieved form <https://www.jri.re.kr/contents/index.php?mid=1207> Nov 21, 2022
- 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.

- Kang SK (2011) Study on the status and the catch fluctuation of off-shore drift gill net fishery for the yellow croaker. Bull. Jeju Nat. Univ., 3~4.
- 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>
- KOSIS(2022a). Korean statistical information service, Fishery production survey. https://kosis.kr/statHtml/statHtml.Retrievedform?orgId=101&tblId=DT_1EW0005&conn_path=I3 Nov 2, 2022.
- KOSIS(2022b). Korean statistical information service, Fishing ship production survey. https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=146&tblId=DT_MLTM_5002640&conn_path=I2 Nov 2, 2022.
- 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>
- Lee CL and Park MH(1992). Taxonomic revision of the family Sciaenidae (Pisces, Perciformes) from Korea. Korean J. Ichthyol., 4, 29-53

National Institute of Fisheries Science (NIFS). 2016. A study on the stimulation of fishing performance according to the development of fishing boats and fishing gear. 23~34

NFRDI (National Fisheries Research and Development Institute). 1967. Korea Fishing Gear & Illustrations (vol 2). Shinheung Pub Co, 208p.

NIFS(2022) National Institute of Fisheries Science. A survey for the Ecology and life history of small yellow croaker https://www.nifs.go.kr/contents/actionContentsCons0088.do?MENU_ID=M0000187
Nov 13.

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>

감사의 글

이 논문을 작성한 지금 까지도 늘 부족함이 많은 저에게 때로는 아주 엄하게, 때로는 너무나도 자상하게 지금은 스승과 제자 사이를 초월한 깊은 자애와 관용으로 시종일관 지혜로 가르침을 주신 김석종 교수님의 은혜에 머리 숙여 깊은 감사 드립니다.

그리고 바쁘신 가운데 많은 지도와 편달을 통하여 세심히 심사해주신 김광일 교수님, 김경락 교수님, 과중한 업무에도 먼 길마다 하지 않고 오셔서 지도와 편달 그리고 많이 부족하고 논리적이지 못한 문장을 꼼꼼하고 세심하게 읽어주시고, 심사와 교정해주신 국립수산과학원 구명성 연구사님, 따뜻한 조언과 격려 자신감을 북돋아 주시고 심사해주신 제주특별자치도의회 강경범 박사님께 머리 숙여 깊은 감사 드립니다. 항상 깊은 관심과 배려로 석사 시절부터 많은 도움과 따뜻한 격려를 아끼지 않으신 김병엽 교수님께 깊은 감사 드립니다. 항상 따뜻한 마음으로 지켜봐 주시는 문일주 교수님께도 감사를 드립니다.

아울러, 이 논문이 완성될 수 있도록 어업 현장에서 늘 큰 가르침을 주시고 많은 배려와 도움을 주신 7002 만경호 백종진 사장님께 진심으로 감사드립니다. 지금은 어업 현장을 떠나 타 지역에서 다른 일을 하고 계셔서 너무나 아쉽지만 언제나 응원하겠습니다. 그리고 어업 현장에서 많은 애로사항과 답답함을 토로할 때마다 해결방안을 힘께 모색해주시고 제시해주신 이정관 사장님께 깊은 감사의 마음을 전합니다.

그리고 이 논문에 대하여 통계자료 분석을 함께 도와준 받은 한국인 Solomon Amoah Owiredu 에게 깊은 감사의 마음을 전합니다.

또한, 논문자료를 협조해주신 제주연구원 좌민석 박사님께 감사드리며,

한참 후배에서 어느덧 조교 선생님, 대학원생으로 행정업무와 잡다한 일도 싫은 내색 없이 도움을 준 송은아, 정현석, 김혜민, 김미나 선생님에게 깊은 감사의 마음을 전합니다.

대학원 재학 중 생활이 힘들 때마다 많은 격려와 진심 어린 마음으로 도움을 주신 친형과도 같은 태근이형 항상 감사드리고 그 마음 평생 잊지 않겠습니다.

항상 외조카 잘되기만을 바라시는 외삼촌께 항상 감사드리고 언제 어디서든 외삼촌과 동생들 앞에 자랑스러운 조카 그리고 오빠, 형이 될 수 있도록 하겠습니다.

끝으로 항상 아들 잘되기만 바라시고 온갖 정성과 헌신으로 아들 하나 믿고 살아오신 우리 어머니께 영광을 돌리며, 정성과 사랑으로 믿고 응원해주신 장모님, 장인어른께 항상 깊은 감사드립니다. 이젠 친동생 같은 장지혜 처제님에게도 고마움을 전합니다.

그리고, 넉넉하지 못한 상황에서도 내색 없이 늘 곁에서 함께해주고 내조하면서 학문에 정진할 수 있도록 보이지 않는 힘이 되어준 아내 장윤경 님과 건강하게 잘 자라주는 내 분신과도 같은 아들 유찬이와 기쁨을 함께 나누고자 합니다.

논문을 탈고하는 이 순간부터 항상 겸손한 자세로 미비한 실력이나 마 어업발전에 기여할 수 있다면 큰 영광으로 생각하겠습니다. 일일이 열거하지 못한 분들에게 머리 숙여 감사드리고 마지막으로 아버지의 영전에 이 논문을 바칩니다.