



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

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

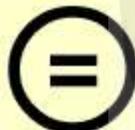
다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



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](#)

석사학위논문

참조기 유자망 어구의 개량과 생력화용
양망장치 개발에 관한 연구



제주대학교 대학원

어업학과

강경범

2006年 12月

참조기 유자망 어구의 개량과 생력화용 양망장치 개발에 관한 연구

지도교수 김 석 종

강 경 범

이 논문을 수산학 석사학위 논문으로 제출함

2006년 12월 일

강경범의 수산학 석사학위 논문을 인준함

심사위원장 서 두 옥 인

위 원 문 일 주 인

위 원 김 석 종 인

제주대학교 대학원

2006년 12월

Studies on the Improvement of Fishing Gear and
Development of the Labor-Saving-Type Drum
Net Hauler in the Yellow Croaker Drift Gill Net

Kyoung-Bum Kang

(Supervised by professor Suk-Jong Kim)

A thesis submitted in partial fulfillment of the
requirement for the degree of
master of fisheries science

DEPARTMENT OF FISHERIES SCIENCE

GRADUATE SCHOOL

CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

2006. 12

목 차

LIST OF TABLES	ii
LIST OF FIGURES	iii
SUMMARY	1
I. 서론	3
II. 재료 및 방법	6
1. 참조기 유자망 어구	6
2. 생력화용 5단 양망기	9
3. 조업어선	13
4. 조업어장	13
5. 해상 성능 시험	18
5.1 개량용 조기유자망 어구의 해상 성능시험	18
5.2 생력화용 양망기의 해상 성능 시험	22
III. 결과	23
1. 개량용 조기유자망 어구의 해상 성능 시험	23
1.1 투망 과정에서의 어구별 수중 운동 특성	23
1.2 양망 과정에서의 어구별 수중 운동 특성	44
2. 생력화용 5단 양망기의 해상 성능 시험	66
2.1 양망장치별 조업시스템	66
2.2 양망장치별 조업 과정에서의 사고 현황	70
2.3 양망장치별 조업 과정에서의 어획물 조성	73
IV. 고찰	75
V. 요약	77
참고문헌	79
감사의 글	80

LIST OF TABLES

Table 1. Specifications of materials for yellow croaker drift gill net using quarter rope	7
Table 2. Specifications of materials for yellow croaker drift gill net without using quarter rope	8
Table 3. Specifications of materials for yellow croaker drift gill net for the field tests at sea	20
Table 4. The constant of a, b and correlation coefficients r	29
Table 5. The constant of a, b and correlation coefficients r	36
Table 6. The constant of a, b and correlation coefficients r	43
Table 7. The constant of c, d and correlation coefficients r	50
Table 8. The constant of c, d and correlation coefficients r	57
Table 9. The constant of c, d and correlation coefficients r	64
Table 10. The number of broken pannel in the field tests at sea	71
Table 11. The number of entanglement pannel in the field tests at sea	71

LIST OF FIGURES

Fig. 1. Morphological features of yellow croaker.	4
Fig. 2. Schematic of yellow croaker drift gill net to using quarter rope.	7
Fig. 3. Schematic of yellow croaker drift gill net not using quarter rope.	8
Fig. 4. Construction of the labor saving-type-five-step drum net hauler.	11
Fig. 5. Pictures of 108 Daeungho mounting labor-saving-type-five-step drum net hauler.	12
Fig. 6. Schematic view of 108 Daeheungho used in the field tests at sea.	14
Fig. 7. Pictures of 108 Daeheungho mounted with labor-saving-type-five-step drum net hauler and triple 'V' type net hauler.	15
Fig. 8. Locations of operation fishing ground for yellow croaker.	16
Fig. 9. Locations of operation fishing ground for the performance field tests at sea.	17
Fig. 10. Pictures of sinkers for yellow croaker drift gill net.	19
Fig. 11. Schematic of yellow croaker drift gill net used in the field tests at sea.	20
Fig. 12. The scene of the field test at sea.	21
Fig. 13. The relationship between elapsed time(min) and depth(cm) according to shooting of yellow croaker drift gill net at experiment(July 25).	25
Fig. 14. Same as in Fig. 13 except experiment at August 2.	32
Fig. 15. Same as in Fig. 13 except experiment at August 25.	39
Fig. 16. The relationship between elapsed time(min) and depth(cm) according to hauling of yellow croaker drift gill net at experiment(July 25).	46
Fig. 17. Same as in Fig. 16 except experiment at August 2.	53

Fig. 18. Same as in Fig. 16 except experiment at August 25.	60
Fig. 19. Schematic drawing of the operation fishing using a quarter rope and triple ' V ' type net hauler.	67
Fig. 20. The work scene using quarter rope and triple ' V ' type net hauler. ...	67
Fig. 21. Schematic drawing of the operation fishing using the quarter rope and to hauling by the manpower.	68
Fig. 22. The work scene using hauling by the manpower.	68
Fig. 23. Schematic drawing of the operation fishing using labor-saving-type-five-step drum net hauler and drift gill net not using quarter rope.	69
Fig. 24. The work scene using labor-saving-type five-step drum net hauler. ...	69
Fig. 25. The scene of broken yellow croaker drift gill net using triple ' V ' type net hauler in the field tests.	72
Fig. 26. The scene of entanglement fishing implement using labor-saving-type-five-step drum net hauler in the field tests.	72
Fig. 27. The catches of vessel using the triple ' V ' type net hauler.	73
Fig. 28. The catches of vessel using the manpower.	74
Fig. 29. The catches of vessel using the labor saving type five-step drum net hauler.	74

SUMMARY

As a series of studies on the improvement of yellow coroker drift gill net fishing gear and the labor-saving fishing system, this study analyzed the kinetic characteristics of fishing gear in water for the fishing system using different fishing gears, by making the drift gill net fishing gear which does not use three types of quarter rope with different sinker materials and conducting the maritime experiment on the coastal area of Jeju. The labor-saving-type-five-step drum net hauler designed on the basis of the result derived from the test of mock net hauler' performance was installed in the 108 Daeungho, a shipping boat operating in the sea near Chujado island, in order to test its maritime performance. The fishing method using triple ' V ' type, labor-saving-five-type drum net hauler and manpower, and the ensuing broken and entanglement of net, and the composition of caught fish were compared and analyzed, and the following conclusions were drawn:

1. The result of maritime performance test indicated that the fishing gear which used the bio ceramics reached the maximum depth of water the fastest, followed by the lead and the ceramic, which was conducted to figure out the relationship between the passage of time and depth of water when the net was cast.
2. The result of maritime performance test indicated that the fishing gear which used the bio ceramics was hauled to the surface of water the fastest, followed by the lead and the ceramic, which was conducted to shed light on the relationship between the passage of time and depth of water when the net was hauled. This indicates that the use of bio ceramics as the materials for sinker does not affect the fishing operation very much.

3. 3.8%, 2.3%, 3.0% of the entire cast net's width were ruptured when the triple 'V' type net hauler, manpower and labor-saving-five-type drum net hauler were used for the hauling, respectively. It was found that the broken reduced by approximately 1.5% when the labor-saving-five-type drum net hauler was used, compared with when the triple 'V' type net hauler was used.
4. 2.7%, 0%, 2.3% of the entire cast net' width were rolled when the triple 'V' type net hauler, manpower and labor-saving-five-type drum net hauler were used for the hauling, respectively, and it was found that the entanglement reduced by approximately 0.4% when the labor-saving-five-type drum net hauler was used, compared with when the triple 'V' type net hauler was used.
5. 6,121kg of fish were caught in total during the marine performance test, and the fish caught by the labor-saving-five-type drum net hauler comprised 77% of the total caught fish, the greatest portion.
6. Only 10 persons were required in case of the fishing by the labor-saving -five drum net hauler, which suggests that the fishing by the labor-saving -five drum net hauler led to more saving of manpower than when the triple 'V' type net hauler and manpower were used.

I. 서 론

참조기 유자망은 어구 분류상 유동식 다공접착 어구류에 속하며 대상어류가 어구를 인식하지 못하고 부딪친 대상어류를 그물코에 꽂히게 해서 어획하는 어구류로서 가는 그물실로 된 그물감으로 기다란 띠 모양의 직사각형인 것이 일반적이며, 부딪친 어류가 잘 꽂힐 수 있도록 하기 위하여 그물감의 상변에 뜸(浮子)을 부착하고 하변에 받돌(沈子)을 부착하여 수중에서 수직으로 뻗혀 서도록 하고 바다의 저층부분에서 조류에 따라 떠내려가면서 조우하는 어류를 그물코에 꽂히게 하여 어획한다.

여기에서는 추자도 참조기 유자망 어업을 중심으로 연구를 수행하였는데, 참조기를 대상으로 하는 어업은 이와 같은 방법에 따라 이루어지고 있다 (김대안, 1999).

참조기(*Yellow croaker, larimichthys polyactis*)는 농어목 민어과에 속하는 어종으로 우리나라 서해 연안과 황해 및 동중국해에 광범위하게 수심 40~160m인 바닥이 모래나 펄인 지역에 분포하고 있으며, 우리나라 서해안으로 회유해 오는 어군은 겨울철에 제주도 남서쪽 및 중국 상해 동남쪽에서 월동하고 봄이 되면 난류세력을 따라 북상하여 5월경 주산란장인 연평도 근해에서 산란하고 산란을 마친 어군은 계속 북상하거나 황해의 가장 깊은 중심 해역으로 이동하여 활발한 먹이 섭취 활동을 하다가 가을이 되면 남하한다. 산란기는 3월~6월로서 남쪽일수록 빠르고 북쪽일수록 늦으며 산란장은 우리나라 서해안 일대와 중국연안 해역으로, 체장은 30cm 정도이며 3만~7만개의 알을 산란한다. 몸 빛깔은 등쪽은 회색을 띤 황금색, 옆줄 아래쪽은 선명한 황금색을 띠고 있으며, 입술은 붉은색을 띠고 있다. 입안은 회고 아가미 구멍은 검은색을 띠고, 몸의 형태는 가슴지느러미에서 뒷지느러미에 이르는 몸통 높이가 큰 차이 없이 밋밋한 기다란 사각형에 가깝다(Fig. 1).

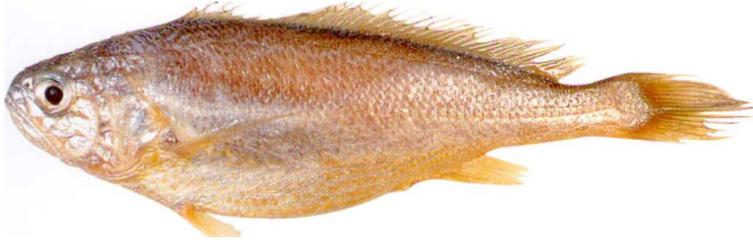


Fig. 1. Morphological features of yellow croaker.

참조기 유자망 어업은 9월말 부터 다음해 3월말 까지 약 7개월간이 성어기로 이시기에만 중점적으로 조업이 이루어지며 가장 많은 어획을 올리지만, 매년 단절적인 어업을 할 수 밖에 없는 실정이다. 이외의 시기에는 갈치, 고등어, 옥돔 등을 대상으로 조업을 하기도 하지만 생산성이 떨어진다. 이러한 특성 때문에 현재까지도 경쟁력이 뒤떨어진 조업을 할 수 밖에 없는 실정이라는 하나 참조기 유자망 어업은 다른 어업에 비해 조업선과 어구의 규모가 소형임에도 불구하고 어획량과 어획고는 상위 수준을 유지함은 물론 어획물의 선도유지와 생산성이 높아서 경쟁력이 있는 어업으로 평가 받고 있다. 그러나, 어구의 구조와 조업 방법의 시스템에 있어서는 지금까지도 생력화를 완성하는 구조와 시스템이 미비하여 인력확보 등 어려움을 안고 있다.

참조기 유자망 어업에서 조업 어선(29~50ton)이 어장으로 출어할 때 적재하는 어구의 규모는 1회당 700폭(폭당 25m)정도인데, 200폭은 파망사고 등을 대비하기 위하여 예비로 적재하며 실제 조업에는 500폭을 사용한다. 이렇게 해서 1년간 조업과정에서 사용되는 그물감은 보통 3000폭 정도로 조사되었다. 유자망 어구의 구성에 있어서 발돌의 역할은 매우 중요하며 대체적으로 1폭당 사용되는 발돌은 낚으로 만들어진 발돌(공기중 무게 77g)로 500개 정도의 많은 양이 사용되고 있다. 이 낚 재료의 발돌은 조업 시 인체에 해로울 뿐만 아니라 많은 양의 유자망 어구가 유실되는 것으로 나타났는데, 생태계에 많은 피해영향을 끼치고

있는 실정이다.

참조기 어업에 대한 연구는 자원과 생태학 분야에서, 이 등(2000), 조와 이(1993)가 연구를 수행하였으며, 다른 업종에 대하여 기계화하는 분야에서도 장 등(1993), 서 등(2001), 오 등(2001), 해양수산부(2000, 2001, 2003)가 연구를 행하여 보고하였다. 이 중에서 조와 이(1993)는 조기 저층유자망 양망기 개발에 관하여 연구하였으나 생력화 조업시스템 개발 분야의 총체적인 연구 등은 미흡한 실정이어서 이 분야의 연구가 요망되고 있다.

김 등(2005a, b, c)은 이러한 문제해결을 목표로 조기유자망 어구의 개량 및 생력화 조업시스템 개발에 관하여 일련의 연구를 단계적이고 구체적으로 실시하였는데, 먼저 추자도 주변 연근해 해역을 중심으로 조업하고 있는 참조기 유자망 어업에 대하여 현장 조사를 실시하고 양망 방법별로 조업시스템을 비교 분석하여 보고하였고, 다음으로 어체 손상 방지 및 어구 슬립현상을 저감시키기 위한 모형 5단 양망기를 제작하고 실내실험을 실시하여 양망과정에서의 양망과 장력 특성을 분석하여 보고하였는데, 실험 결과 전체적으로 3단일 때 보다 5단일 때가 어구의 슬립현상은 적고 양망은 안정적으로 수행할 수 있는 것으로 나타났다. 그리고, 이들의 자료를 기초하여 개발한 생력화용 5단 양망기를 제작하고 조업어선에 설치하여 실용화하는 기초적인 해상 성능 시험을 실시하였다.

이 연구는 조기유자망 어구의 개량과 생력화 조업시스템 개발에 관한 일련의 연구로서 우선 조업과 어장환경에 많은 피해영향이 있는 조기유자망의 문제점을 검토하기 위하여 발돌 재료가 다른 3종류의 돌움줄을 사용하지 않는 유자망어구를 제작하고 제주도 연안해역에서 해상시험을 실시하여 어구별 투망과 양망 과정에서의 수중 운동 특성을 분석하였다. 다음으로, 생력화용 5단 양망기를 추자도 연근해 해역을 중심으로 조업하고 있는 조업 어선에 설치하여 해상 성능 시험을 실시하고, 3단 V형 양망기와 생력화용 5단 양망기 그리고 인력으로 양망하는 조업방법과 이들 조업방법에서의 파망과 순대말이 현상 및 어획물의 조성을 비교 분석하였으며, 관련 어업분야의 현장애로 해결과 생력형 조업시스템 개발에 필요한 기초자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

II. 재료 및 방법

1. 참조기 유자망 어구

추자도 연근해 해역을 중심으로 조업하고 있는 참조기 유자망 어업에서 사용하고 있는 어구는 돛움줄을 사용하는 어구와 돛움줄을 사용하지 않는 어구로 구분된다. 이들 두 종류의 어구에 대한 구성도를 Fig. 2과 Fig. 3에 나타냈는데, 이들 어구들은 돛움줄(h), 돛움줄 연결줄(i) 부분(Fig. 2)을 제외하고는 어구의 기본 구조는 동일하다. 돛움줄을 사용하는 어구에 대한 그물감과 부속구의 명세를 Table 1에, 돛움줄을 사용하지 않는 어구에 대한 그물감과 부속구의 명세를 Table 2에 나타냈다.

어구구성의 기본단위인 1폭은 뜰줄의 길이 25m를 기준으로 하는데, 그물감은 PA계 210d 6합사, 그물코의 크기는 5절(75mm)을 일반적으로 이용하여 왔으나 최근에 와서는 자원의 감소 등의 영향으로 어획강도를 높이기 위하여 대부분 7절(50.5mm)을 사용하고 있으며 설은 200코가 보통인데, 완성된 설의 길이는 대략 10~12m 정도이다. 600코(뺨인길이 45m)의 그물감에 뜰줄을 PE 9φ, 26m내외(성형율 51%내외), 발줄을 PE 6φ, 31m내외(성형율 54%내외)를 붙여 구성하며 발줄의 길이가 뜰줄의 길이보다 약 5% 정도 길다. 발돌은 시멘트로 만들어진 도우넛형(250gw)인 것을 다량 부착하여 사용하다가 최근에 와서는 투망과 양망시 그물에 걸리는 등의 불편함으로 인해 대부분 납 재질인 발돌을 부착하여 사용하고 있다.

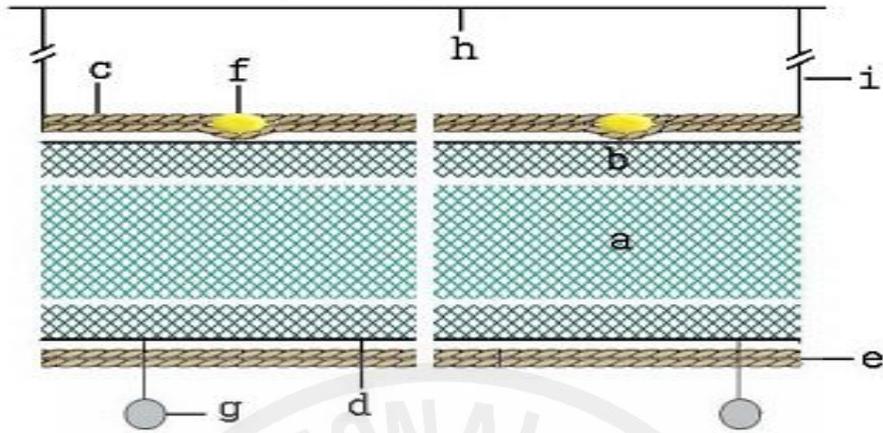


Fig. 2. Schematic of yellow croaker drift gill net to using quarter rope.

a : Main net, b : Guarding net c : Float line,
d : Sinker line, e: Bloch line, f: Float,
g : Sinker, h : Quarter rope,
i : Connection rope of quarter rope

Table 1. Specifications of materials for yellow croaker drift gill net using quarter rope

Symbols	Parts	Materials	Dimensions
a	Main net	Nylon 210 D/2×3 75mm	200 mesh×600 mesh
b	Guarding net	Nylon 210 D/4×3 75mm	5mesh×2×45m
c	Float line	PE rope 9 φ	26m×2strand
d	Sinker line	PE rope 6 φ	31m×2strand
e	Bloch line	Vinyon Nec 20/20×3	60m×2strand
f	Float	Plastic float(buoyancy 140g)	14ea
g	Sinker	Doughnut type cement (weight 250g)	8ea
h	Quarter rope	PE rope 15 φ	28m
i	Connection rope of quarter rope	PE rope 9 φ	9m

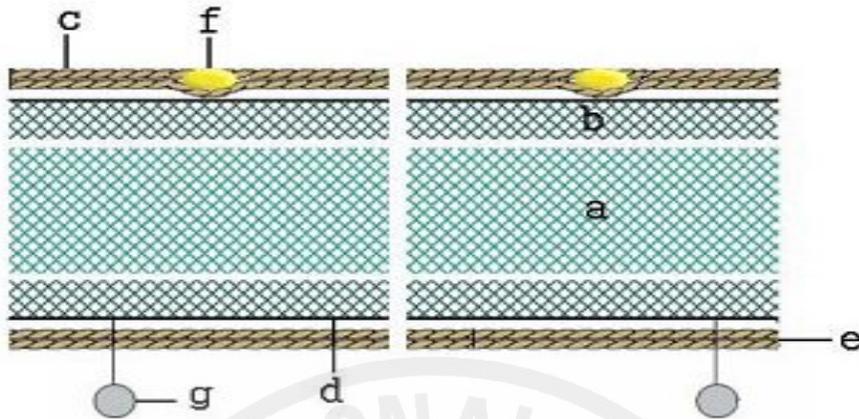


Fig. 3. Schematic of yellow croaker drift gill net not using quarter rope.

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

Table 2. Specifications of materials for yellow croaker drift gill net without using quarter rope

Symbols	Parts	Materials	Dimensions
a	Main net	Nylon 210 D/2×3 75mm	200 mesh× 600 mesh
b	Guarding net	Nylon 210 D/4×3 75mm	5mesh×2×45m
c	Float line	PE rope 9 φ	26m×2strand
d	Sinker line	PE rope 6 φ	31m×2strand
e	Bloch line	Vynylon Nec 20/20×3	60m×2strand
f	Float	Plastic float(buoyancy 140g)	14ea
g	Sinker	Doughnut type cement (weight 250g)	8ea

2. 생력화용 5단 양망기

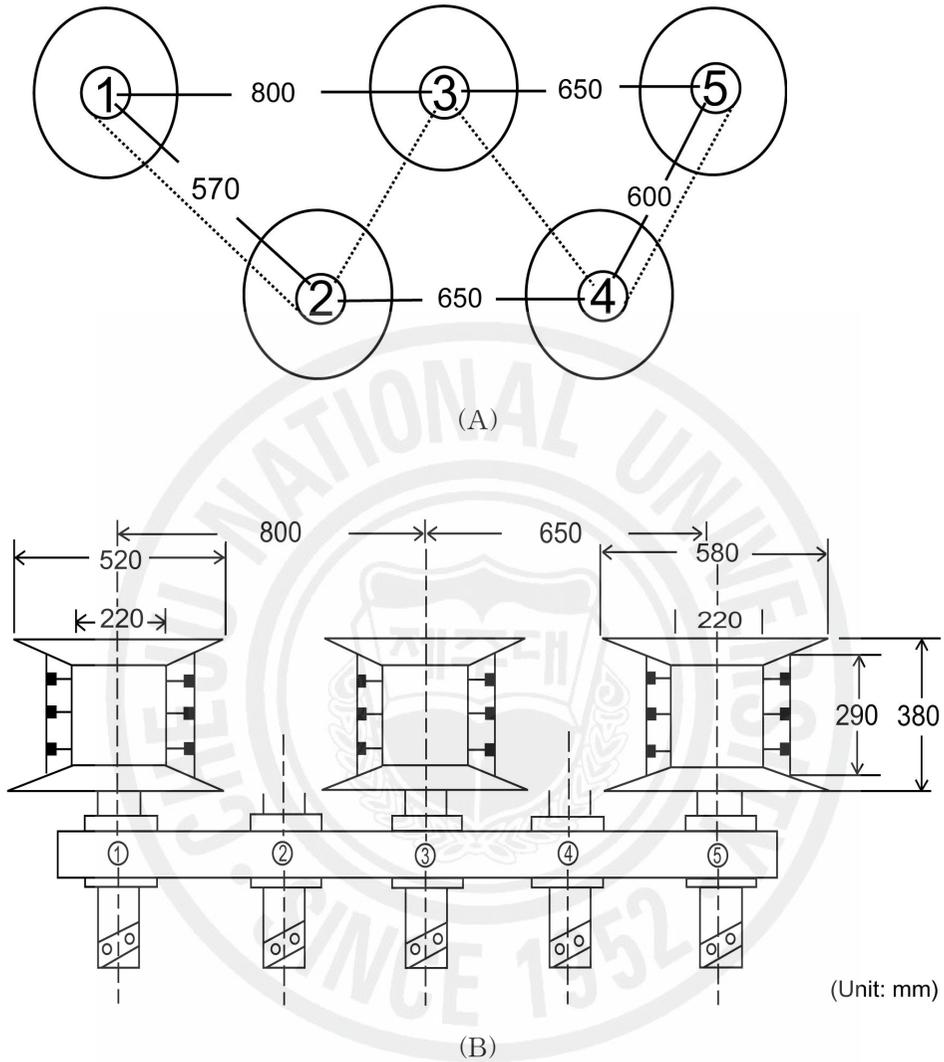
추자도 참조기 유자망 조업에서의 양망방법은 3가지방법으로 구분할 수 있다. 첫째, 돋움줄을 사용하는 어구를 사이드 롤러를 사용하여 12명의 인력으로 양망하는 방법으로 조업이 이루어지는데 돋움줄을 선수에 있는 “U”자형 돋움줄 유도 롤러를 거쳐 사이드롤러로 감아올리면 연결줄 끝에 매달린 그물 첫 부분이 올라오게 되는데 올라오는 그물을 현측(보통 우현)에서 인력으로 잡아당기면서 양망한다. 둘째, 돋움줄을 사용하여 어구를 사이드 롤러와 3단 V형 양망기를 이용하여 양망하는 방법으로 조업이 이루어지는데 돋움줄을 선수에 있는 “U”자형 돋움줄 유도 롤러를 거쳐 사이드롤러로 감아올리면 연결줄 끝에 매달린 그물 첫 부분이 올라오게 되는데 올라오는 그물을 3단 V형 양망기를 사용하여 그물을 양망한다. 그리고, 양망시 조업선은 조류나 풍향을 선수 정면으로 받으면서 주기관은 사용하지 않고 돋움줄이 감기는 힘과 속력에 의해 전진하면서 조업을 한다. 셋째, 돋움줄을 사용하지 않는 어구를 트리플렉스 양망기만을 이용하여 양망하는 방법으로 조업이 이루어지는데 배잡이줄이나 초망줄을 트리플렉스 양망기를 이용하여 감아올리면 연결줄 끝에 매달린 그물 첫 부분 그물이 올라오면서부터 양망이 시작된다. 양망시 조업선은 돋움줄을 사용하는 어구와는 달리 조류나 풍향을 선미부에서 받으면서 주기관을 이용하여 어구 위치의 진행방향을 따라 이동하면서 조업한다.

추자도 참조기 유자망 어선은 95% 정도가 전술한 3단 V형 양망기를 사용하고 있으나, 조업선의 양망 진로 방향과 조류와 풍향이 맞지 않으면 양망기 드럼 날개 부분이 파손되기도 하며 어구를 기기의 힘으로 끌어올리면서 어구의 슬립현상이 발생하여 어체가 손상되기도 하며 양망 작업 중에 드럼각이 고정되어 있어서 조절이 불가능하기 때문에 어획량 증가시 양망시간이 지연되고 어체가 손상되는 등 여러 가지의 어려움을 안고 있다.

이를 해결하기 위하여 김 등(2005b)이 연구를 수행하였는데, 모형실험 결과 드럼의 중심 축간의 각도가 작을 수록 양망시간은 다소 빠른 경향을 보였으며, 드럼이 3단일 때 보다 5단일 때가 양망시간은 다소 빠르게 나타났고, 어구의 슬립 현상도 적어 안정적이었다. 그리고 장력은 드럼이 3단일 때 보다 5단일 때가 다소 크게 나타났으나, 최대값과 최소값의 변화의 범위는 적어서 안정적이었다. 이러한 결과와 현장

조사, 애로의 내용에 따라서 생력화용 5단 양망기를 설계 제작하였는데, 이 장치의 구성도를 Fig. 4에 나타냈다. 각 드럼의 명칭을 ①~⑤번 까지 부여하였고, 모형실험의 결과를 기초로 하여 드럼 ①~③ 사이의 중심 축간의 각도를 약 85°, 드럼 ③~⑤ 사이의 중심 축간의 각도를 약 65°로 하였고, 양망할 때 양망되는 그물어구와 드럼의 각도가 유연하게 일치 되도록 하기 위하여 양망기 본체를 좌우 회전이 가능하도록 제작하였다. 이 장치를 추자도 선적 참조기 유자망 어선 108대홍호(50ton)에 설치하여(Fig. 5) 해상 성능 시험을 실시하였다.





(Unit : mm)

Fig. 4. Construction of the labor saving-type-five-step drum net hauler.

①~⑤ : Number of drum

(A) : The distance between drum construction and central axis

(B) : The construction plane view of drum net hauler



Fig. 5. Pictures of 108 Daeungho mounted labor-saving-type-five-step drum net hauler.

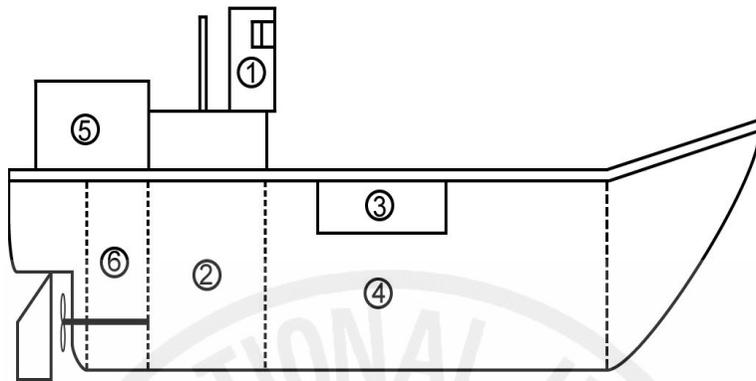
3. 조업어선

해상성능 시험에서 이용한 조업 어선의 측면도와 평면도를 Fig. 6에 나타내었다. A는 측면도인데 조타실(①)을 중심으로 바로 하부에 기관실(②)이 있고, 이 기관실에는 주기관 1대(평균 550마력), 보조기관 2대(평균 190마력)가 설치되어 있다. 앞쪽 선수부 상갑판에는 그물 적재칸(③), 이 그물 적재 칸을 중심으로 앞과 뒤쪽에는 어창입구가 있고 바로 하부에는 어창과 예비어구 보관 창고(④)가 있으며 조타실 뒷부분에는 취사실(⑤), 그 하부에는 2~3평 정도의 선원실(⑥)이 있다. 그리고, B는 평면도인데 양망시에 사용되는 관련장치 등의 위치를 나타내고 있다. 양망을 할 때 선체중앙부의 기관실 양쪽에 설치된 사이드 롤러(①)를 사용해서 돛줄을 감아 올리는데, 선수 부분에서 돛줄의 이탈을 방지하고 일정한 방향으로 원활하게 안내유지 하기 위한 “U”자형 모양의 돛줄 유도롤러(②)가 있다. 그리고 돛줄과 더불어 그물을 끌어올리기 위한 양망장치(③)가 중앙부 전면 우측과 좌측에 설치되어져 있으며, 선미 쪽에는 부표기 연결줄을 감아올리는 홈 마찰자 롤러(④)가 설치되어져 있다.

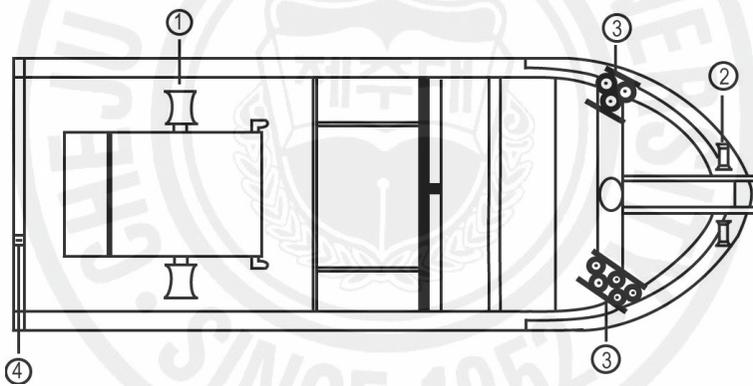
조업어선의 선수 우현측에 생력화용 5단 양망기를 설치하고 좌현측에 3단 V형 양망기를 설치하여 조업시스템에 대한 성능을 비교했다(Fig. 7).

4. 조업어장

추자도 참조기 유자망 어업의 주조업은 9월 추석(음력 8월 15일) 전후를 시점으로 시작하는데 다음해인 1월 까지는 제주도과 추자도 주변 연근해 해역(N 33° 29' 26", E 126° 12' 97")을 중심으로 소흑산도 까지 221, 222, 232 해구 부근에서 이루어지며, 2월 중순(음력 1월 1일)을 전후로 해서는 동경 126도 선을 따라 동중국해상까지 내려가 동중국해 해역(N 30° 30' 79", E 126° 2' 114")을 중심으로 727, 558, 527, 465, 475, 485, 395 해구에서 조업을 하다가 점차 올라오면서 245, 242, 232 해구 수역에서 참조기 조업이 행하여지고 있으며, 3월말이 되면 참조기 조업 어기는 끝난다. 4월 부터 6월 까지는 서귀포, 홍도 연근해 해역에서 옥돔과 보구치를 대상으로 110, 243, 242 해구에서 조업이 이루어지며, 7월, 8월에는 백도 주변해역에서 고등어, 갈치를 대상으로 조업을 한다(Fig. 8). 해상 성능 시험은 Fig. 9에 나타낸 것과 같이 251, 252 해구에서 실시하였다. 이때의 수온은 평균 29℃였으며, 수심은 90m~100m였다.



(A)



(B)

Fig. 6. Schematic view of 108 Daeheungho used in the field tests at sea.

A : Side view

B : Plane view



Fig. 7. Pictures of 108 Daeheungho mounted with labor-saving-type-five-step drum net hauler and triple V type net hauler.

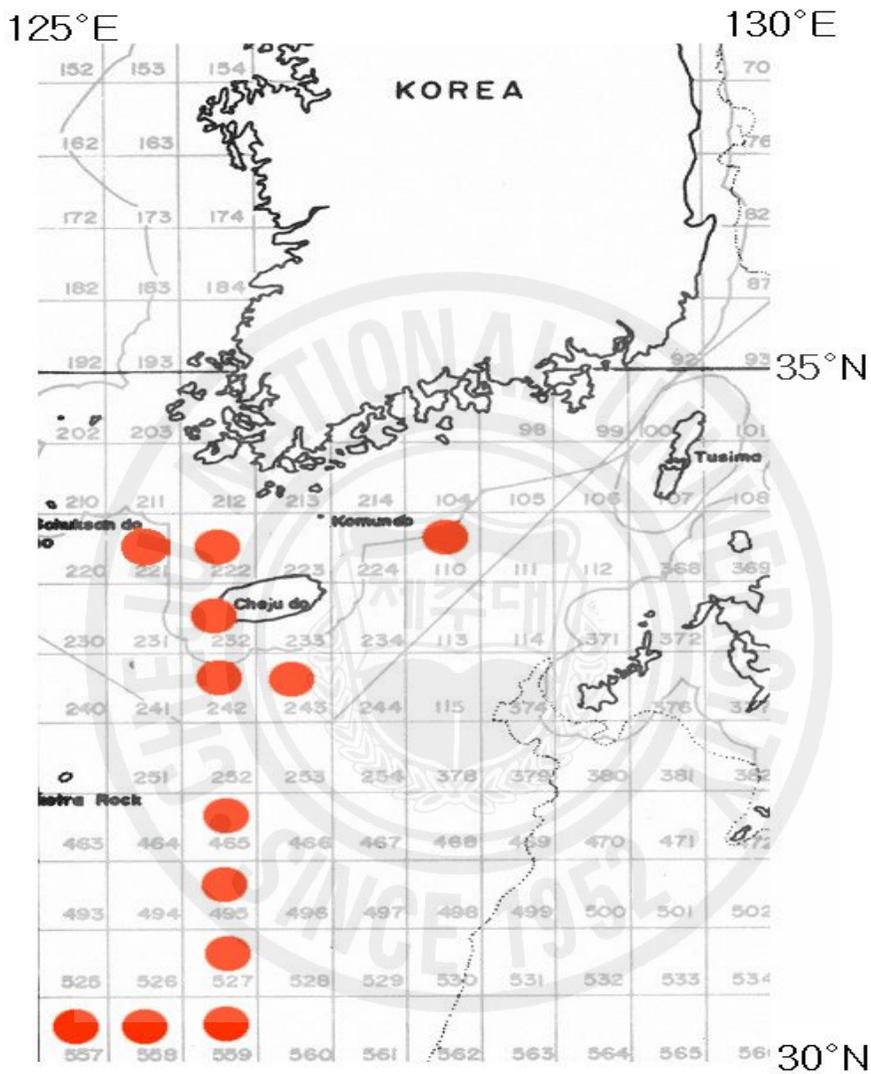


Fig. 8. Locations of operation fishing ground for yellow croaker.

(● : Operation fishing ground)

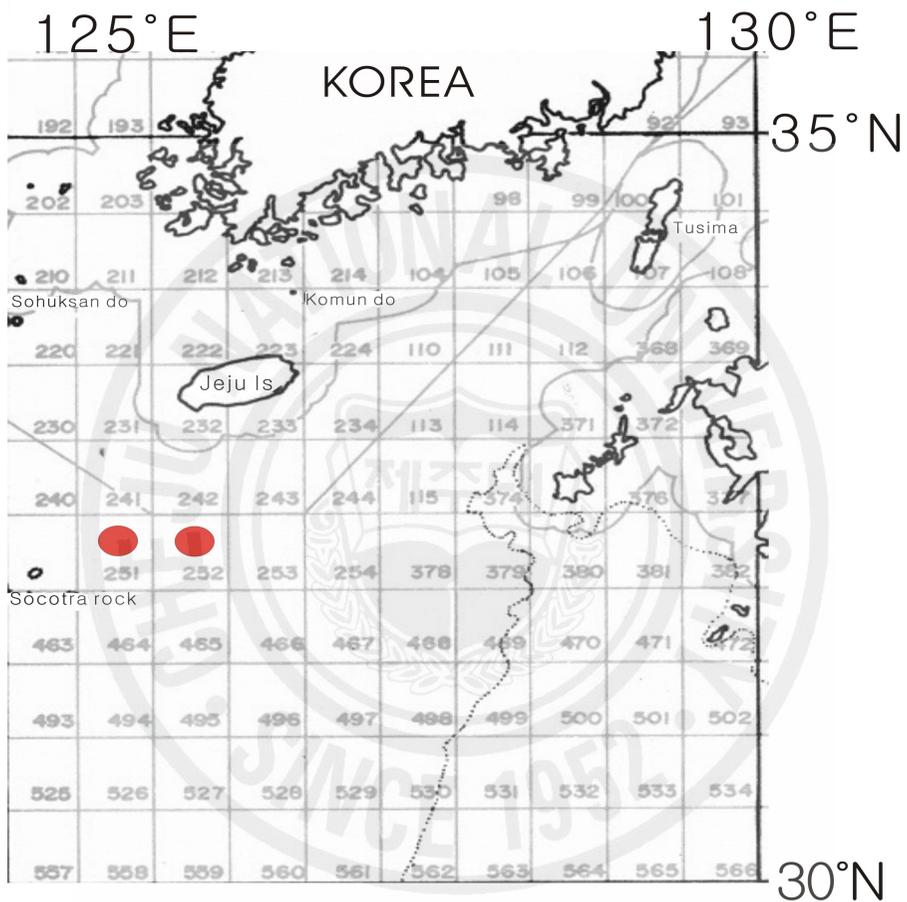


Fig. 9. Locations of operation fishing ground for the performance field tests at sea.

(● : Operation fishing ground)

5. 해상 성능 시험

5.1 개량용 조기유자망 어구의 해상 성능 시험

해상 성능 시험에 사용한 조기유자망 어구는 3종류인데, 모두 돈음줄을 사용하지 않는 어구로 모든 부속구와 규격은 모두 동일하고 발돌 재료만 기존의 납과 최근에 와서 친환경적 재료로 불리워지고 있는 도자기, 바이오세라믹을 사용하여 각각 다르게 구성하였는데, 이 발돌들을 Fig. 10에 나타냈다. 조기 유자망 어구의 길이는 25m×4폭이고, 설은 12m이었으며, 이들 1폭당 어구의 무게는 납을 사용한 어구는 13kg, 도자기를 사용한 어구는 13.7kg, 바이오세라믹을 사용한 어구는 13.7kg이었다. 개량용 유자망어구의 구성도를 Fig. 11에 그물감과 부속구의 명세를 Table 3에 나타냈다.

제주도 연안해역에서 들망어업 어선 동운호(총톤수 7.93ton)를 사용하여 제주도 비양도 부근 연안해역에서 해상 성능 시험을 실시했다. 1차는 2006년 7월 25일 126° 12' E, 33° 24' N 어장의 평균수심 46m에서, 2차는 8월 2일 126° 09' E, 33° 21' N 어장의 평균수심 50m에서, 3차는 8월 25일 126° 09' E, 33° 21' N 어장의 평균수심 59m에서 실시하였는데 각각 3회씩 순서대로 투망하고 양망하였다. 이 때의 해상 성능 시험 장면은 Fig. 12과 같다.

개량용 유자망 어구의 수중 운동 특성을 분석하기 위하여 초소형메모리계측기 (MDS - D)를 뜰줄부분에는 앞 끝단에 1개, 중앙에 1개, 끝 끝단에 1개, 총 3개를 부착하였고, 발줄부분에는 앞 끝단에서부터 끝 끝단까지 20m 등간격으로 총 5개를 부착하여 계측하였는데, 이 계측기들의 번호를 앞단부터 뜰줄 부분은 각각 F-1, F-2, F-3, 그리고, 발줄부분은 각각 S-1, S-2, S-3, S-4, S-5이라고 부여했다.

해상 성능 시험은 어선의 현측(우현)에서 투망과 양망이 이루어졌는데, 투망은 선미쪽에서 어구의 위치를 알 수 있도록 부표기를 투하한 후 뜰줄과 발줄을 동시에 투망하였고, 뜰줄부분 끝 끝단에 연결된 끌줄을 선수 정면에 있는 “U”자형 유도롤러를 통하여 사이드롤러에 고정시켜 투망을 종료하였는데, 이 때의 배의 속력은 약 1.5knot이고 수심은 약 52m였다. 또한 시험어구에 대한 전개현상과 수중운동을 알아보기 위해 각각의 어구에 대하여 대기시간을 15분으로 했다. 양망은 우

선 뜰부분 끝 끝단에 연결된 배잡이 줄을 기관실 측면에 설치된 사이드롤러로 감아올린 후 볼형 양망기를 이용하여 양망하였는데, 어구의 끝단부를 고무 볼 사이를 통과하게 하여 양망을 하였다. 이 때의 조류속도는 약 0.1~0.2knot였다.

투망과 양망과정에서의 모든 장면을 Digital camera(Olympus E-1) 와 Video camera(Sony DCR-PC1000)를 이용하여 촬영하고 실험 자료의 검토분석에 추가하였다.



Fig. 10. Pictures of sinkers for yellow croaker drift gill net.

- (A) : Lead
- (B) : Ceramic
- (C) : Bio ceramic

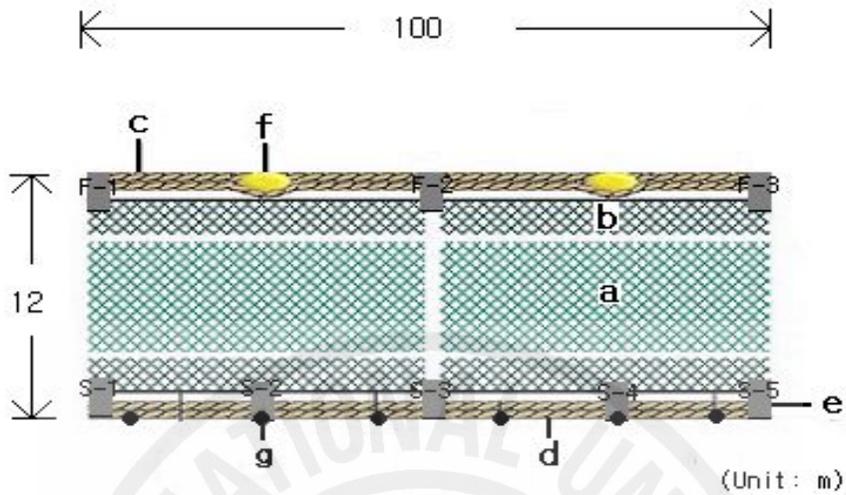


Fig. 11. Schematic of yellow croaker drift gill net used in the field tests at sea.

a : Main net, b : Guarding, c : Float line, d : Sinker line,
 e : Bloch line, f : Float, g : Sinker
 F1~3, S1~5 : Number of depth meter

Table 3. Specifications of materials for yellow croaker drift gill net for the field tests at sea

Symbols	Parts	Materials	Dimensions
a	Main net	Nylon mono 0.289 52mm	250mesh×950mesh
b	Guarding	Nylon 210 D/4×3 68mm	7mesh×2×50m
c	Float line	PP rope 11 φ	25m×1strand
d	Sinker line	PP rope 8 φ	29.5m×1strand
e	Bloch line	PE rope 8 φ	13m×2strand
f	Float	Plastic float(buoyancy 140g)	24ea
g	Sinker	lead(weight 77g)	28ea
		ceramic(weight 69g)	36ea
		bio ceramic(weight 58g)	46ea



(A)



(B)

Fig. 12. The scene of the field test at sea.

(A) : Shooting

(B) : Hauling

5.2 생력화용 5단 양망기의 해상 성능 시험

생력화용 양망장치 개발을 위하여 설계 제작한 생력화용 5단 양망기를 추자도 선적 참조기 유자망 어선 108대홍호(총톤수 50ton)에 설치하여 2005년 8월 11일부터 8월 17일까지(7일간) 실용화를 시도하는 해상 성능 시험을 실시하였다.

해상 성능 시험 기간에서의 투망은 새벽 05~07 조업 어장에 도착하여 GPS와 어군탐지기를 이용해서 어구의 투망 위치를 정한 후 초망(어구의 첫 투망 시작부분)에 부표등이 부착된 부표기 연결줄을 연결하고 투하였다. 어구의 규모를 1회당 500폭으로 하여 투망하였는데 50~80분 정도가 소요되었으며, 조류의 흐름 방향과 수직 방향으로 조업선은 풍향을 정선수로 받으며 6~8knot의 속력으로 후진하면서 어구를 투망하고 정선수 방향의 우현측에서 그물적재간에 정리하고 적재된 순서대로 투망하였다. 어구를 모두 투망하여 어구의 마지막 끝 부분에 배 잡이 줄(닷줄)을 연결하고 조업선을 고정시켰는데, 수심을 고려하여 줄의 길이를 조정했다. 조업어장의 저질은 펄이고, 어구 투망 수심은 60~120m이었다.

조업시스템별로 조업성능을 비교하기 위하여 총 6회의 투망과 양망을 실시하였는데, 1회와 2회에는 3단 V형 양망기를 이용하여 양망하였으며, 3회와 4회에는 인력으로 양망하였고, 5회와 6회에는 생력화용 5단 양망기를 이용하여 양망하였다. 투망은 모두 동일한 방법으로 행하였다. 3단 V형 양망기와 인력을 이용하여 양망하는 방법에서는 돌움줄을 사용하는 어구를 이용하였으며, 생력화용 5단 양망기를 이용하는 양망방법에서는 돌움줄을 사용하지 않는 어구를 이용하여 해상 성능 시험을 행하였다.

Ⅲ. 결 과

1. 개량용 조기유자망 어구의 해상 성능 시험

1.1 투망 과정에서의 어구별 수중 운동 특성

1차 해상 성능 시험에서 개량용 유자망 어구는 투망 후 신속하게 수평방향으로 전개되면서 침강하였는데, 투망 초기에는 서서히 침강하다가 경과시간 10분일 때 낚, 바이오세라믹, 도자기 순으로 급속히 침강하고 최대도달수심 부근에서는 서서히 침강하는 경향을 나타냈다. 투망 후 계측기 번호별로 경과시간 1분 간격으로 프롯트하여 경과시간과 수심과의 관계를 Fig. 13에 나타냈는데, 투망하였을 때 F-1에서 발돌 재료 별로 최대 도달 수심까지 경과되는 시간은 낚 12분, 도자기 14분, 바이오세라믹 11분이었다. 따라서 바이오세라믹이 낚 보다 7%, 도자기 보다 11% 빠르게 나타났다. F-2에서 발돌 재료 별로 최대 도달 수심까지 경과되는 시간은 낚 12분, 도자기 14분, 바이오세라믹 11분이었다. 따라서 바이오세라믹이 낚 보다 7%, 도자기 보다 11% 빠르게 나타났다. F-3에서 발돌 재료별로 최대 도달 수심까지 경과되는 시간은 낚 11분, 도자기 12분, 바이오세라믹 11분이었다. 따라서 바이오세라믹과 낚이 도자기 보다 8%정도 빠르게 나타났다. S-1에서 발돌 재료별로 최대 도달 수심까지 경과되는 시간은 낚 12분, 도자기 13분, 바이오세라믹 12분이었다. 따라서 바이오세라믹과 낚이 도자기 보다 8%정도 빠르게 나타났다. S-2에서 발돌 재료별로 최대 도달 수심까지 경과되는 시간은 낚 13분, 도자기 13분, 바이오세라믹 12분이었다. 따라서 바이오세라믹이 낚과 도자기 보다 8%정도 빠르게 나타났다. S-3에서 발돌 재료별로 최대 도달 수심까지 경과되는 시간은 낚 12분, 도자기 13분, 바이오세라믹 11분이었다. 따라서 바이오세라믹이 낚보다 8%, 도자기 보다 15%정도 빠르게 나타났다. S-4에서 발돌 재료별로 최대 도달 수심까지 경과되는 시간은 낚 11분, 도자기 13분, 바이오세라믹 11분이었다. 따라서 바이오세라믹과 낚이 도자기 보다 15%정도 빠르게 나타

났다. S-5에서 발돌 재료별로 최대 도달 수심까지 경과되는 시간은 납 10분, 도자기 13분, 바이오세라믹 10분이었다. 따라서 바이오세라믹과 납이 도자기 보다 23%정도 빠르게 나타났다.

전체적으로 보면 바이오세라믹을 사용한 어구가 최대 도달 수심에 빠르게 도달하는 것으로 나타났고, 다음으로 납, 도자기 순이었다.

투망하였을 때의 경과시간(St)과 발돌 재료별 수심(Ds)의 변화는 직선적인 경향을 나타내므로 값의 설정범위에서 다음의 식으로 표시할 수 있다.

$$Ds = aSt + b \quad (1)$$

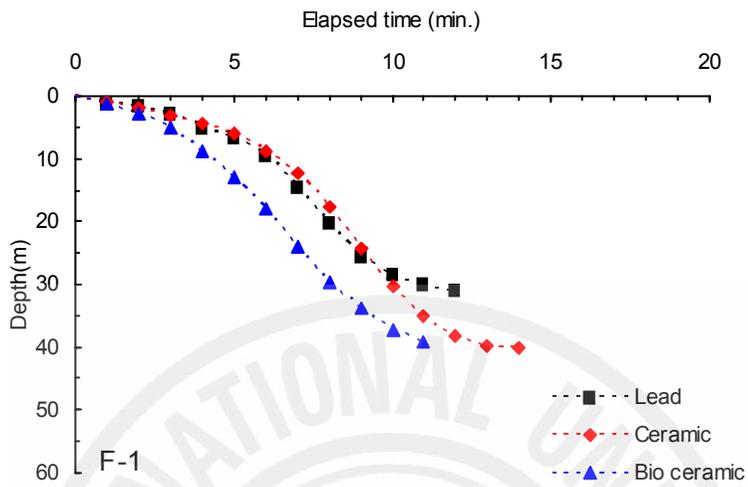
이 때 계측기 번호별로 a , b 의 값과 상관계수 r 을 정리하여 Table 4-1~3에 나타냈다. 여기서 a , b 의 값은 변화경향에서 규칙성이 보이지 않으므로 계측기 번호별로 침강현상을 일정하게 표현하기 위하여 각각 평균값을 취하고, 발돌 재료별로 그 결과를 (1)식에 대입하면 각각 (2), (3), (4)식과 같이 나타낼 수 있다.

$$Dsl = 3.28St + 1.28 \quad (2)$$

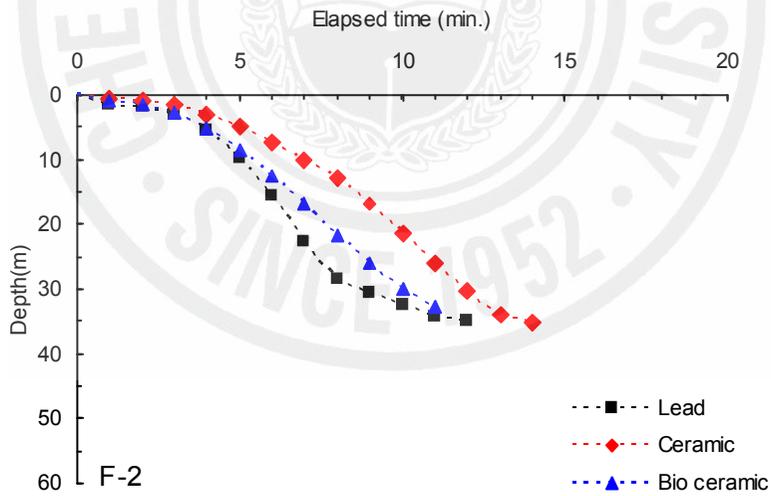
$$Dsc = 3.16St - 0.84 \quad (3)$$

$$Dsb = 3.63St - 0.16 \quad (4)$$

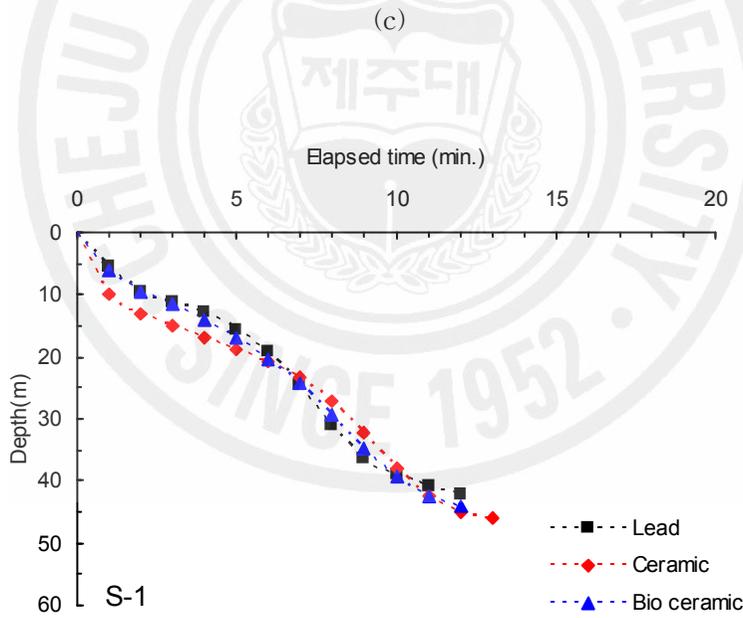
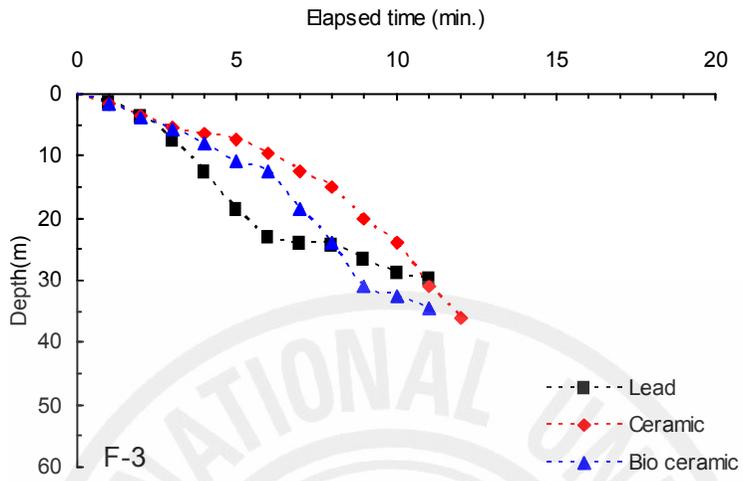
단, (2)식의 Dsl 은 납을 사용한 어구의 경과시간에 따른 수심이고, (3)식의 Dsc 은 도자기를 사용한 어구의 경과시간에 따른 수심, (4)식의 Dsb 은 바이오세라믹을 사용한 어구의 경과시간에 따른 수심이다.



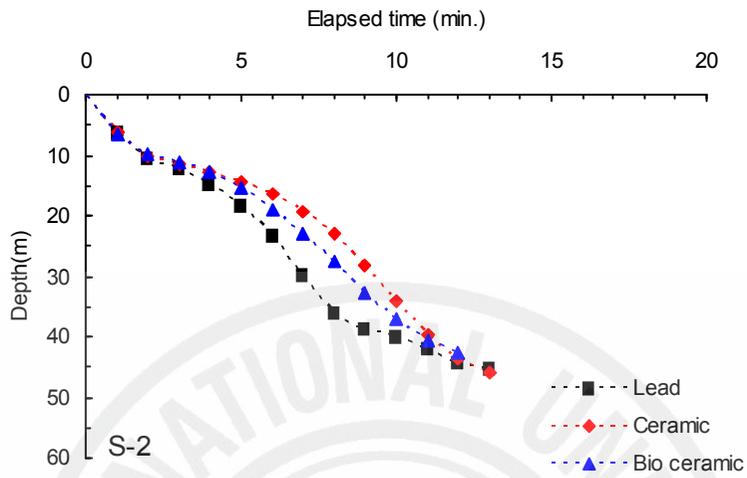
(a)



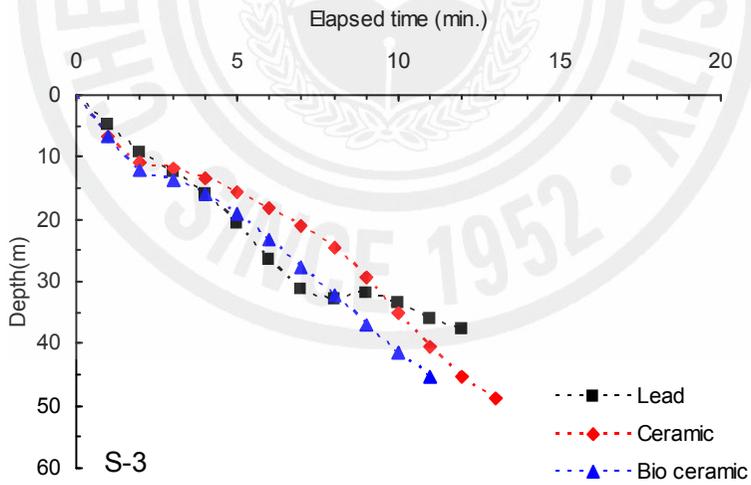
(b)



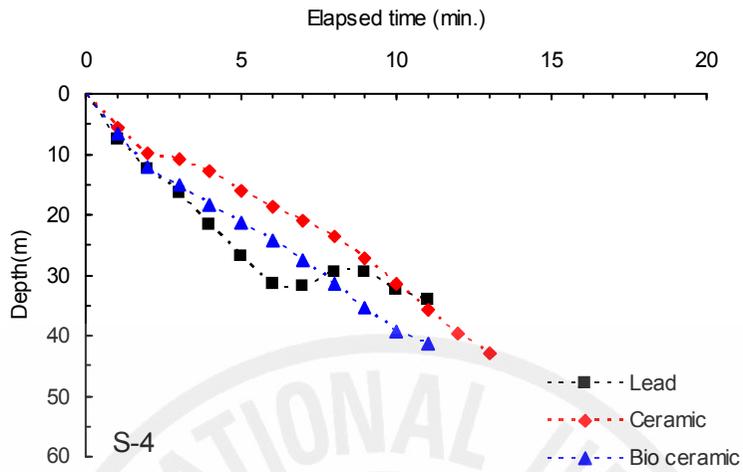
(d)



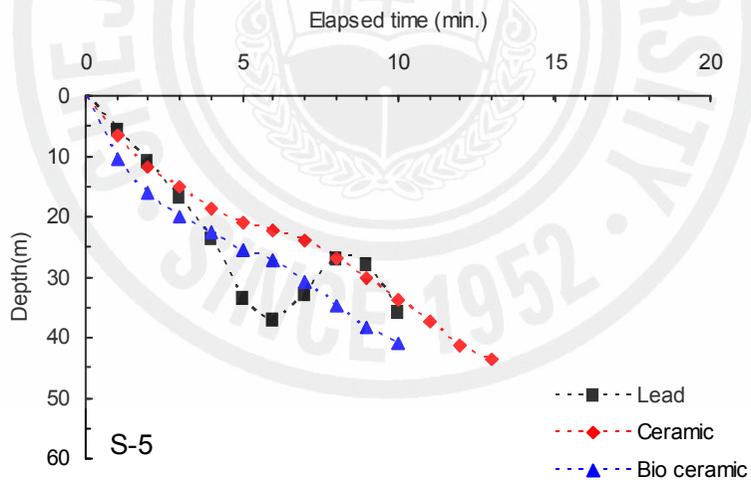
(e)



(f)



(g)



(h)

Fig. 13. The relationship between elapsed time(min) and depth(cm) according to shooting of yellow croaker drift gill net at experiment(July 25) for (a) F-1, (b) F-2, (c) F-3, (d) S-1, (e) S-2, (f) S-3, (g) S-4 and (h) S-5.

Table 4-1. The constant of a, b and correlation coefficients r

Number of depth meter	Lead		
	a	b	r
F-1	2.96	-4.15	0.98
F-2	3.52	-4.02	0.98
F-3	3.00	0.06	0.98
S-1	3.69	0.11	0.99
S-2	3.67	1.89	0.99
S-3	3.20	3.24	0.97
S-4	2.90	6.87	0.92
S-5	3.32	6.23	0.86

Table 4-2. The constant of a, b and correlation coefficients r

Number of depth meter	Ceramic		
	a	b	r
F-1	3.38	-6.16	0.97
F-2	2.75	-5.54	0.97
F-3	2.77	-3.31	0.95
S-1	3.31	3.34	0.99
S-2	3.41	-0.46	0.98
S-3	3.51	0.20	0.98
S-4	3.08	1.14	0.99
S-5	3.03	4.09	0.99

Table 4-3. The constant of a, b and correlation coefficients r

Number of depth meter	Bio ceramic		
	a	b	r
F-1	4.00	-4.27	0.99
F-2	3.27	-4.63	0.98
F-3	3.44	-3.65	0.98
S-1	3.71	0.21	0.99
S-2	3.52	0.44	0.99
S-3	3.87	1.56	0.99
S-4	3.55	3.06	0.99
S-5	3.64	6.00	0.98

2차 해상 성능 시험에서 개량용 유자망 어구는 투망 후 신속하게 수평방향으로 전개되면서 침강하였는데, 투망 초기에는 서서히 침강하다가 경과시간 10분에서는 바이오세라믹, 납, 도자기 순으로 급속히 침강하고 최대도달수심 부근에서는 서서히 침강하는 경향을 나타냈다. 투망 후 계측기 번호별로 경과시간 1분 간격으로 프롯트하여 경과시간과 수심과의 관계를 Fig. 14에 나타냈는데, 투망하였을 때 F-1에서 발돌 재료 별로 최대 도달 수심까지 경과되는 시간은 납 16분, 도자기 19분, 바이오세라믹 13분이었다. 따라서 바이오세라믹이 납 보다 16%, 도자기 보다 32% 빠르게 나타났다. F-2에서 발돌 재료 별로 최대 도달 수심까지 경과되는 시간은 납 14분, 도자기 17분, 바이오세라믹 13분이었다. 따라서 바이오세라믹이 납 보다 6%, 도자기 보다 24% 빠르게 나타났다. F-3에서 발돌 재료별로 최대 도달 수심까지 경과되는 시간은 납 11분, 도자기 17분, 바이오세라믹 12분이었다. 따라서 납이 바이오세라믹보다 6%, 도자기 보다 36%정도 빠르게 나타

났다. S-1에서 발돌 재료별로 최대 도달 수심까지 경과되는 시간은 납 17분, 도자기 19분, 바이오세라믹 17분이었다. 따라서 바이오세라믹과 납이 도자기 보다 11%정도 빠르게 나타났다. S-2에서 발돌 재료별로 최대 도달 수심까지 경과되는 시간은 납 18분, 도자기 18분, 바이오세라믹 14분이었다. 따라서 바이오세라믹이 납과 도자기 보다 23%정도 빠르게 나타났다. S-3에서 발돌 재료별로 최대 도달 수심까지 경과되는 시간은 납 16분, 도자기 18분, 바이오세라믹 14분이었다. 따라서 바이오세라믹이 납보다 11%, 도자기 보다 23%정도 빠르게 나타났다. S-4에서 발돌 재료별로 최대 도달 수심까지 경과되는 시간은 납 16분, 도자기 17분, 바이오세라믹 13분이었다. 따라서 바이오세라믹이 납보다 18%, 도자기 보다 24% 정도 빠르게 나타났다. S-5에서 발돌 재료별로 최대 도달 수심까지 경과되는 시간은 납 12분, 도자기 17분, 바이오세라믹 13분이었다. 따라서 납이 도자기 보다 30%, 바이오세라믹 보다 6%정도 빠르게 나타났다. 전체적으로 보면 바이오세라믹을 사용한 어구가 최대 도달 수심에 빠르게 도달하는 것으로 나타났고, 다음으로 납, 도자기 순이었다.

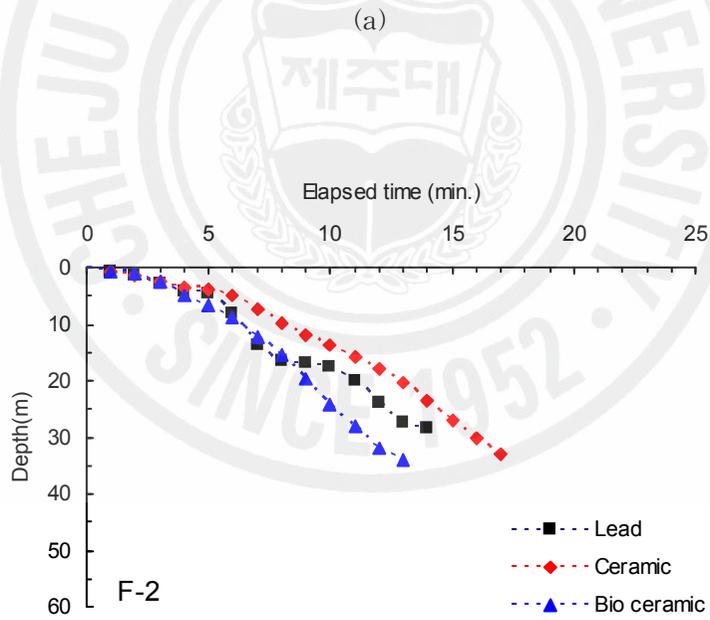
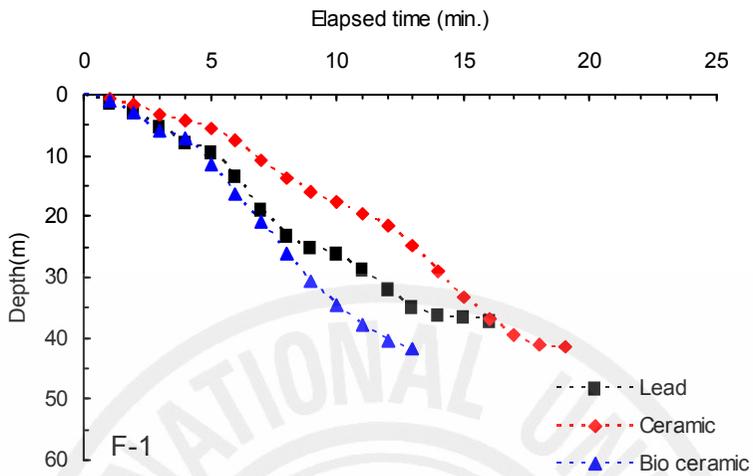
투망하였을 때의 경과시간(St)과 발돌 재료별 수심(Ds)의 변화는 식(1)과 같이 표시할 수 있으며, 계측기 번호별로 a, b의 값과 상관계수 r을 정리하여 Table 5-1~3에 나타냈다. 여기서 a, b의 값은 변화경향에서 규칙성이 보이지 않으므로 계측기 번호별로 침강현상을 일정하게 표현하기 위하여 각각 평균값을 취하고, 발돌 재료별로 그 결과를 (1)식에 대입하면 각각 (5), (6), (7)식과 같이 나타낼 수 있다.

$$D_{sl} = 2.55St + 1.58 \quad (5)$$

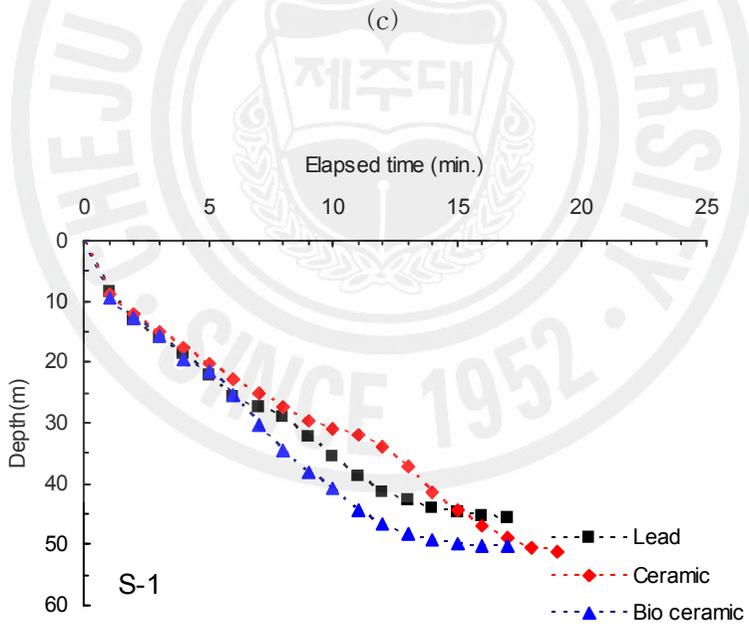
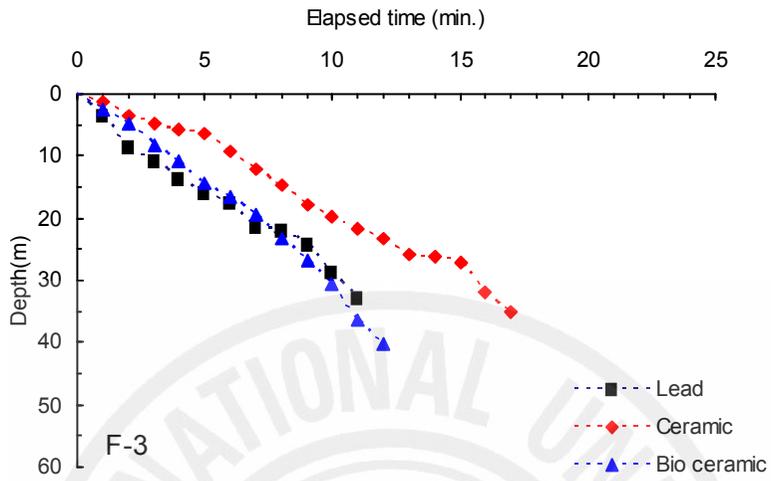
$$D_{sc} = 2.01St + 0.92 \quad (6)$$

$$D_{sb} = 3.10St - 0.90 \quad (7)$$

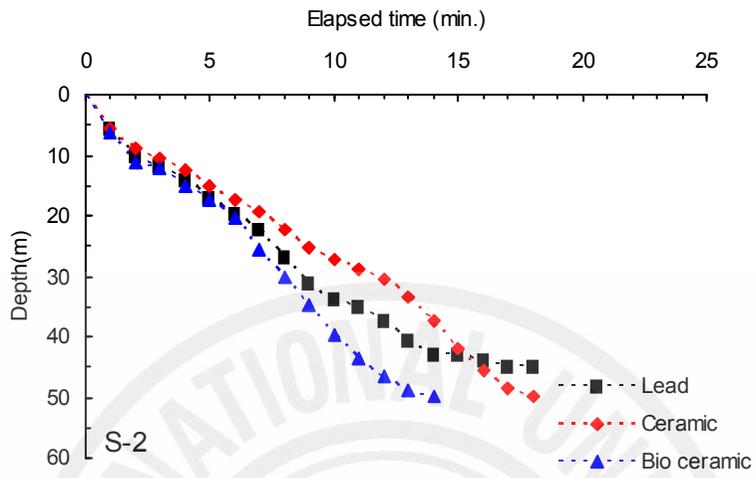
단, (2)식의 D_{sl} 은 납을 사용한 어구의 경과시간에 따른 수심이고, (3)식의 D_{sc} 은 도자기를 사용한 어구의 경과시간에 따른 수심, (4)식의 D_{sb} 은 바이오세라믹을 사용한 어구의 경과시간에 따른 수심이다.



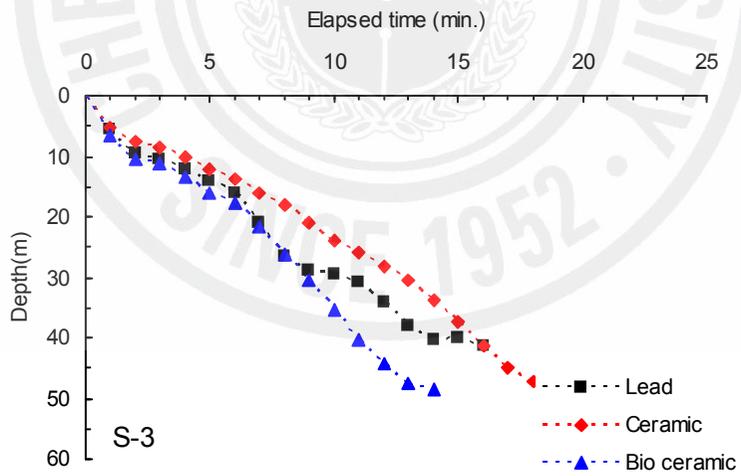
(b)



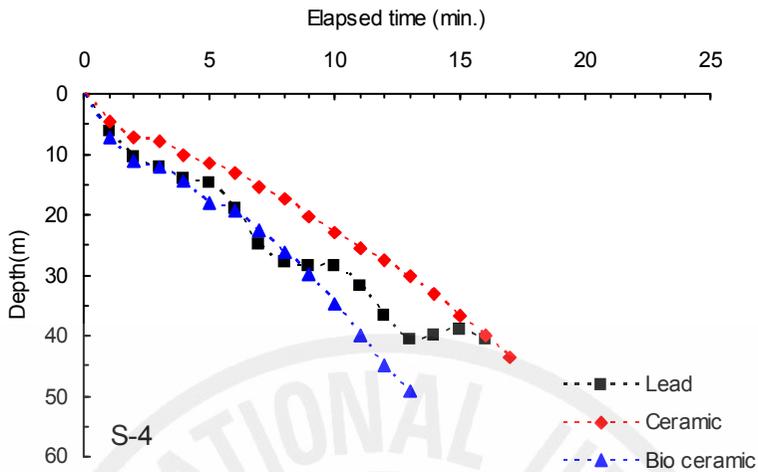
(d)



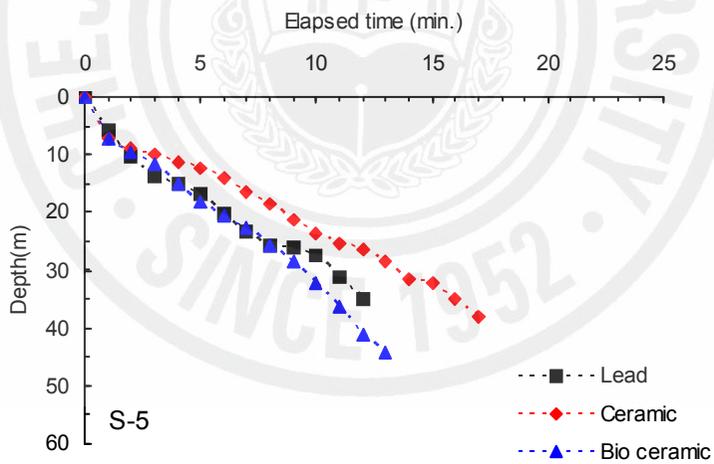
(e)



(f)



(g)



(h)

Fig. 14. The relationship between elapsed time(min) and depth(cm) according to shooting of yellow croaker drift gill net at experiment(August 2) for (a) F-1, (b) F-2, (c) F-3, (d) S-1, (e) S-2, (f) S-3, (g) S-4 and (h) S-5.

Table 5-1. The constant of a, b and correlation coefficients r

Number of depth meter	Lead		
	a	b	r
F-1	2.63	-3.81	0.99
F-2	2.18	-2.74	0.99
F-3	2.70	1.89	0.99
S-1	2.59	7.53	0.98
S-2	2.57	4.54	0.98
S-3	2.61	2.63	0.99
S-4	2.57	1.31	0.98
S-5	2.57	1.27	0.99

Table 5-2. The constant of a, b and correlation coefficients r

Number of depth meter	Ceramic		
	a	b	r
F-1	2.41	-6.90	0.99
F-2	1.93	-3.64	0.98
F-3	2.06	-1.60	0.99
S-1	2.47	6.31	0.99
S-2	2.67	1.20	0.99
S-3	2.49	-0.09	0.99
S-4	2.40	-2.32	0.99
S-5	2.01	0.92	0.99

Table 5-3. The constant of a, b and correlation coefficients r

Number of depth meter	Bio ceramic		
	a	b	r
F-1	3.66	-7.63	0.99
F-2	2.81	-4.74	0.98
F-3	3.27	-1.61	0.99
S-1	2.97	7.33	0.97
S-2	3.70	0.88	0.99
S-3	3.43	0.56	0.99
S-4	3.49	-2.63	0.99
S-5	3.10	-0.90	0.99

3차 해상 성능 시험에서 개량용 유자망 어구는 투망 후 신속하게 수평방향으로 전개되면서 침강하였는데, 투망 초기에는 서서히 침강하다가 경과시간 10분에서는 낚, 도자기, 바이오세라믹 순으로 급속히 침강하고 최대도달수심 부근에서는 서서히 침강하는 경향을 나타냈다. 투망 후 계측기 번호별로 경과시간 1분 간격으로 프롯트하여 경과시간과 수심과의 관계를 Fig. 15에 나타냈는데, 투망하였을 때 F-1에서 발돌 재료 별로 최대 도달 수심까지 경과되는 시간은 낚 17분, 도자기 16분, 바이오세라믹 20분이었다. 따라서 도자기가 낚 보다 5%, 바이오세라믹 보다 20% 빠르게 나타났다. F-2에서 발돌 재료 별로 최대 도달 수심까지 경과되는 시간은 낚 17분, 도자기 16분, 바이오세라믹 18분이었다. 따라서 도자기가 낚 보다 6%, 바이오세라믹 보다 12% 빠르게 나타났다. F-3에서 발돌 재료별로 최대 도달 수심까지 경과되는 시간은 낚 16분, 도자기 15분, 바이오세라믹 17분이었다. 따라서 도자기가 낚 보다 6%, 바이오세라믹 보다 12%정도 빠르게 나타났다. S-1에서 발돌 재료별로 최대 도달 수심까지 경과되는 시간은 낚 19분, 도자기 19분, 바이오세라믹 21분이었다. 따라서 도자기와 낚이 바이오세라믹 보

다 10%정도 빠르게 나타났다. S-2에서 발돌 재료별로 최대 도달 수심까지 경과되는 시간은 납 18분, 도자기 18분, 바이오세라믹 21분이었다. 따라서 도자기와 납이 바이오세라믹 보다 15%정도 빠르게 나타났다. S-3에서 발돌 재료별로 최대 도달 수심까지 경과되는 시간은 납 17분, 도자기 17분, 바이오세라믹 19분이었다. 따라서 도자기와 납이 바이오세라믹 보다 11%, 빠르게 나타났다. S-4에서 발돌 재료별로 최대 도달 수심까지 경과되는 시간은 납 18분, 도자기 17분, 바이오세라믹 18분이었다. 따라서 도자기가 납과 바이오세라믹 보다 6%정도 빠르게 나타났다. S-5에서 발돌 재료별로 최대 도달 수심까지 경과되는 시간은 납 17분, 도자기 16분, 바이오세라믹 18분이었다. 따라서 도자기가 납 보다 6%, 바이오세라믹 보다 12%정도 빠르게 나타났다. 전체적으로 보면 도자기를 사용한 어구가 최대 도달 수심에 빠르게 도달하는 것으로 나타났고, 다음으로 납, 바이오세라믹 순이었다.

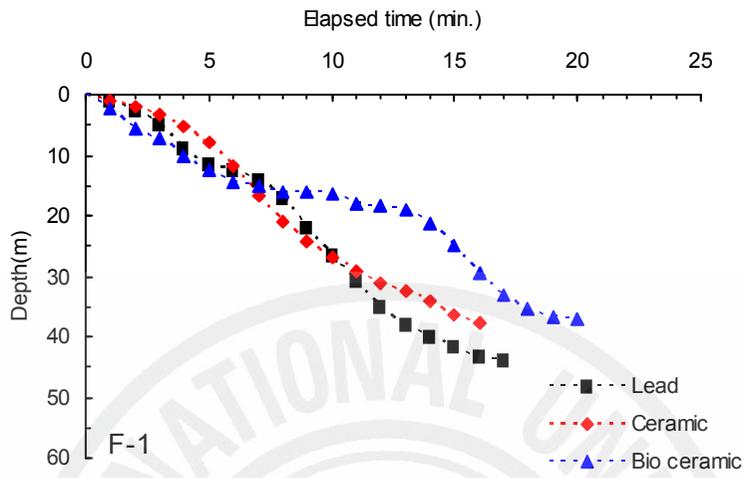
투망하였을 때의 경과시간(St)과 발돌 재료별 수심(Ds)의 변화는 식(1)과 같이 표시할 수 있으며, 계측기 번호별로 a , b 의 값과 상관계수 r 을 정리하여 Table 6-1~3에 나타냈다. 여기서 a , b 의 값은 변화경향에서 규칙성이 보이지 않으므로 계측기 번호별로 침강현상을 일정하게 표현하기 위하여 각각 평균값을 취하고, 발돌 재료별로 그 결과를 (1)식에 대입하면 각각 (8), (9), (10)식과 같이 나타낼 수 있다.

$$D_{s1} = 2.88St - 0.93 \quad (8)$$

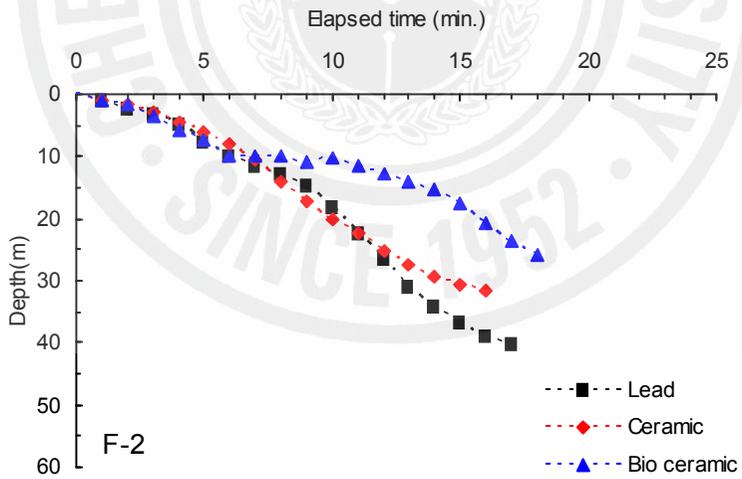
$$D_{s2} = 2.48St + 0.29 \quad (9)$$

$$D_{s3} = 1.57St + 3.99 \quad (10)$$

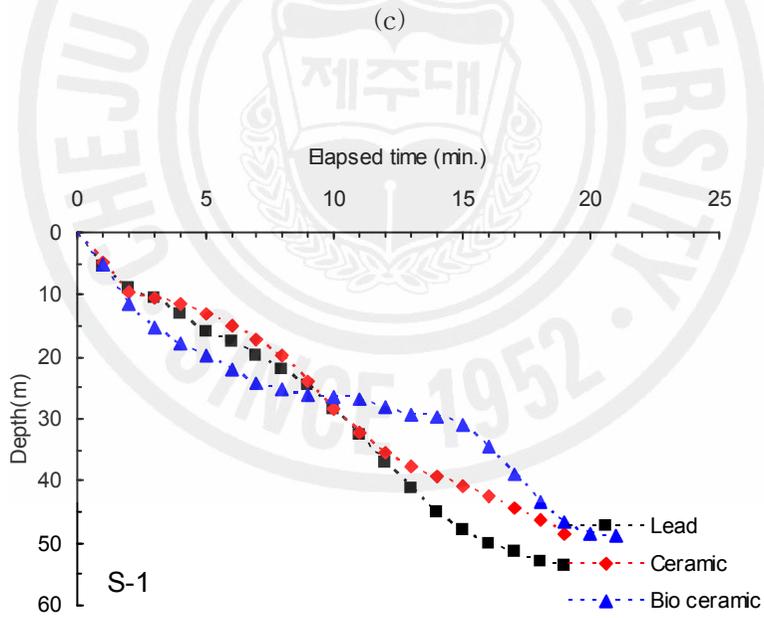
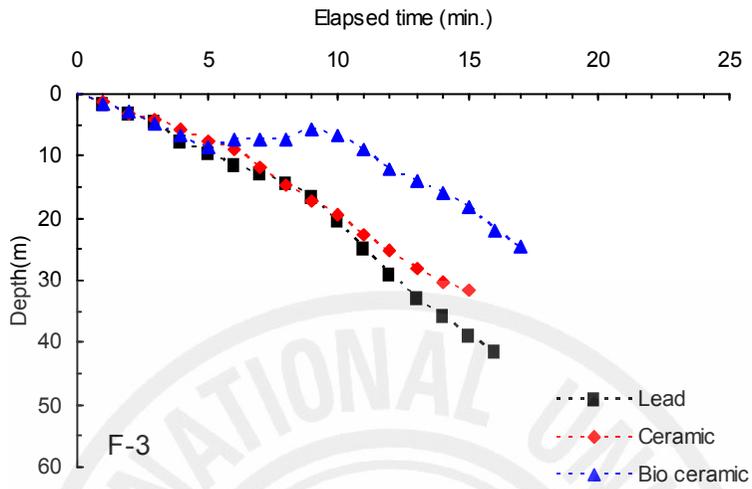
단, (2)식의 D_{s1} 은 납을 사용한 어구의 경과시간에 따른 수심이고, (3)식의 D_{s2} 은 도자기를 사용한 어구의 경과시간에 따른 수심, (4)식의 D_{s3} 은 바이오세라믹을 사용한 어구의 경과시간에 따른 수심이다.



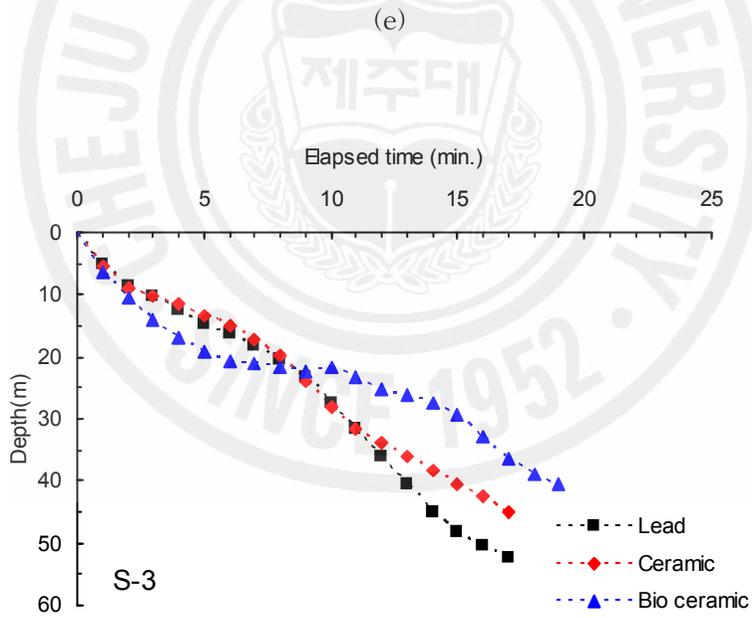
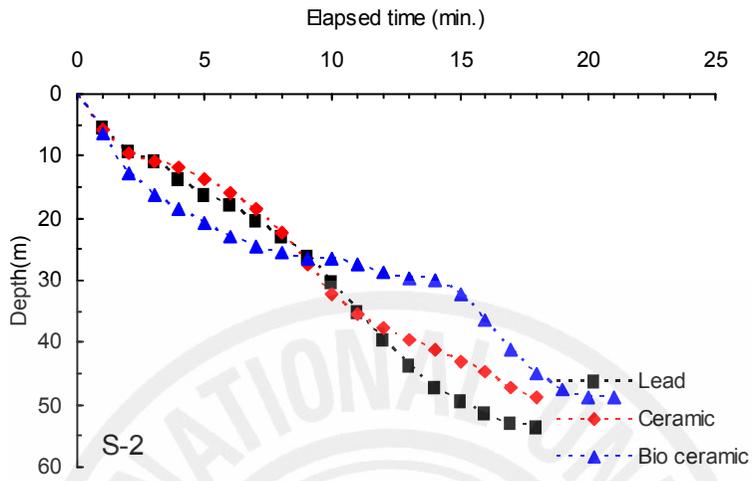
(a)



(b)



(d)



(f)

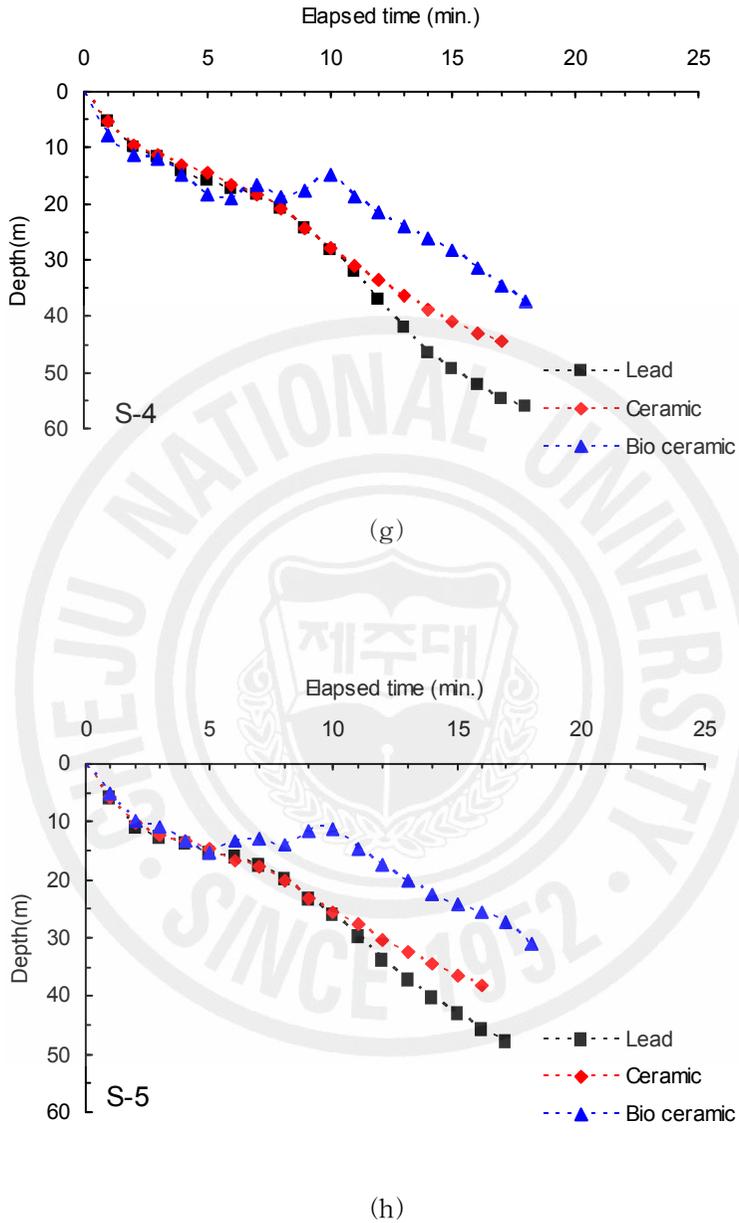


Fig. 15. The relationship between elapsed time(min) and depth(cm) according to shooting of yellow croaker drift gill net at experiment(August 25) for (a) F-1, (b) F-2, (c) F-3, (d) S-1, (e) S-2, (f) S-3, (g) S-4 and (h) S-5.

Table 6-1. The constant of a, b and correlation coefficients r

Number of depth meter	Lead		
	a	b	r
F-1	2.92	-2.89	0.99
F-2	2.57	-4.26	0.99
F-3	2.63	-3.00	0.99
S-1	2.95	0.89	0.99
S-2	3.12	0.66	0.99
S-3	3.06	-0.54	0.99
S-4	3.13	-0.03	0.99
S-5	2.66	1.70	0.99

Table 6-2. The constant of a, b and correlation coefficients r

Number of depth meter	Ceramic		
	a	b	r
F-1	2.70	-2.67	0.99
F-2	2.24	-3.06	0.99
F-3	2.25	-2.28	0.99
S-1	2.57	1.63	0.99
S-2	2.74	1.95	0.99
S-3	2.60	1.26	0.99
S-4	2.58	1.93	0.99
S-5	2.19	3.59	0.99

Table 6-3. The constant of a, b and correlation coefficients r

Number of depth meter	Bio ceramic		
	a	b	r
F-1	1.71	1.30	0.97
F-2	1.25	-0.10	0.97
F-3	1.19	-0.36	0.92
S-1	1.95	6.65	0.97
S-2	1.96	7.46	0.97
S-3	1.67	6.81	0.96
S-4	1.54	5.84	0.94
S-5	1.27	4.30	0.92

1.2 양망 과정에서의 어구별 수중 운동 특성

1차 해상 성능 시험에서 개량용 유자망 어구는 전체적으로 신속하게 양망되었는데, 양망 초기에는 어구가 서서히 올라오다가 수면부근까지는 낚, 바이오세라믹, 도자기 순으로 급격히 양망되는 경향을 나타냈다. 양망 후 계측기 번호별로 경과시간 1분 간격으로 프롯트하여 경과시간과 수심과의 관계를 Fig. 16에 나타냈는데, 양망하였을 때 F-1에서 발돌 재료 별로 수면까지 양망에 소요되는 시간은 낚 9분, 도자기 7분, 바이오세라믹 6분이었다. 따라서 바이오세라믹이 낚 보다 34%, 도자기 보다 11% 빠르게 나타났다. F-2에서 발돌 재료 별로 수면까지 양망에 소요되는 시간은 낚 6분, 도자기 5분, 바이오세라믹 5분이었다. 따라서 바이오세라믹과 도자기가 낚 보다 17% 빠르게 나타났다. F-3에서 발돌 재료 별로 수면까지 양망에 소요되는 시간은 낚 5분, 도자기 2분, 바이오세라믹 2분이었다. 따라서 바이오세라믹과 도자기가 낚 보다 60% 빠르게 나타났다. S-1에서 발돌 재료 별로 수면까지 양망에 소요되는 시간은 낚 6분, 도자기 8분, 바이오세라믹 7분이었다. 따라서 낚이 도자기 보다 25%, 바이오세라믹 보다 12% 빠르게 나타

났다. S-2에서 발돌 재료 별로 수면까지 양망에 소요되는 시간은 납 6분, 도자기 8분, 바이오세라믹 6분이었다. 따라서 납과 바이오세라믹이 도자기 보다 25% 빠르게 나타났다. S-3에서 발돌 재료 별로 수면까지 양망에 소요되는 시간은 납 5분, 도자기 7분, 바이오세라믹 5분이었다. 따라서 납과 바이오세라믹이 도자기 보다 29% 빠르게 나타났다. S-4에서 발돌 재료 별로 수면까지 양망에 소요되는 시간은 납 4분, 도자기 5분, 바이오세라믹 4분이었다. 따라서 납과 바이오세라믹이 도자기 보다 20% 빠르게 나타났다. S-3에서 발돌 재료 별로 수면까지 양망에 소요되는 시간은 납 2분, 도자기 4분, 바이오세라믹 4분이었다. 따라서 납이 도자기와 바이오세라믹 보다 50% 빠르게 나타났다.

전체적으로 보면 납을 사용한 어구가 수면까지 양망되는 소요시간이 빠르게 양망되는 것으로 나타났고, 다음으로 바이오세라믹, 도자기 순이었다.

양망하였을 때의 경과시간(Ht)과 발돌 재료별 수심(Dh)의 변화는 직선적인 경향을 나타내므로 값의 설정범위에서 다음의 식으로 표시할 수 있다.

$$Dh = cHt + d \quad (11)$$

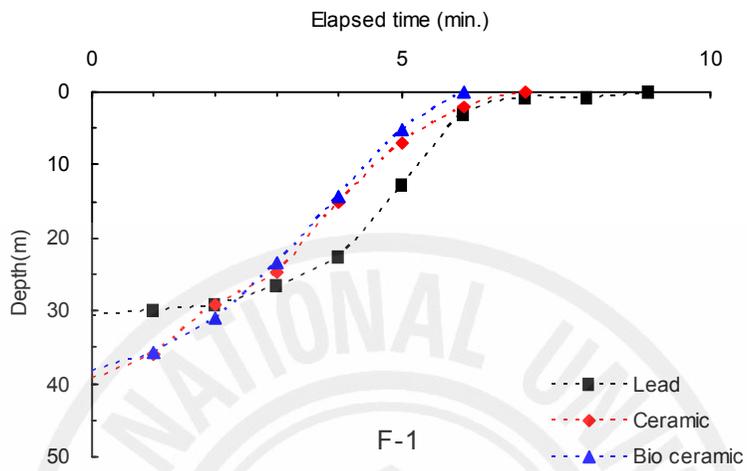
이 때 계측기 번호별로 c, d의 값과 상관계수 r을 정리하여 Table 7-1~3에 나타냈다. 여기서 c, d의 값은 변화경향에서 규칙성이 보이지 않으므로 계측기 번호별로 침강현상을 일정하게 표현하기 위하여 각각 평균값을 취하고, 발돌 재료별로 그 결과를 (11)식에 대입하면 각각 (12), (13), (14)식과 같이 나타낼 수 있다.

$$Dh_l = -7.88Ht + 35.48 \quad (12)$$

$$Dh_c = -7.80Ht + 40.01 \quad (13)$$

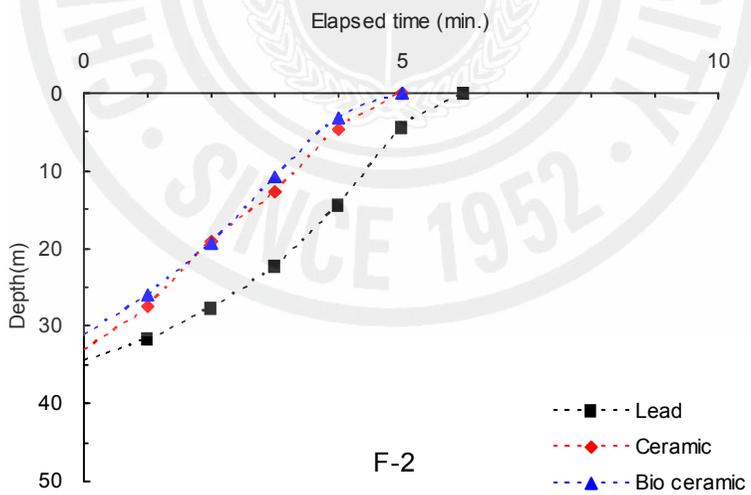
$$Dh_b = -7.95Ht + 36.44 \quad (14)$$

단, (12)식의 Dh_l은 납을 사용한 어구의 경과시간에 따른 수심이고, (13)식의 Dh_c은 도자기를 사용한 어구의 경과시간에 따른 수심, (14)식의 Dh_b은 바이오세라믹을 사용한 어구의 경과시간에 따른 수심이다.



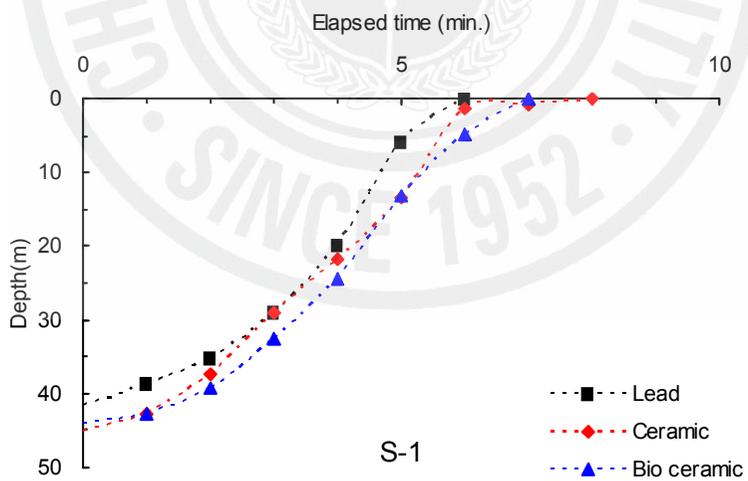
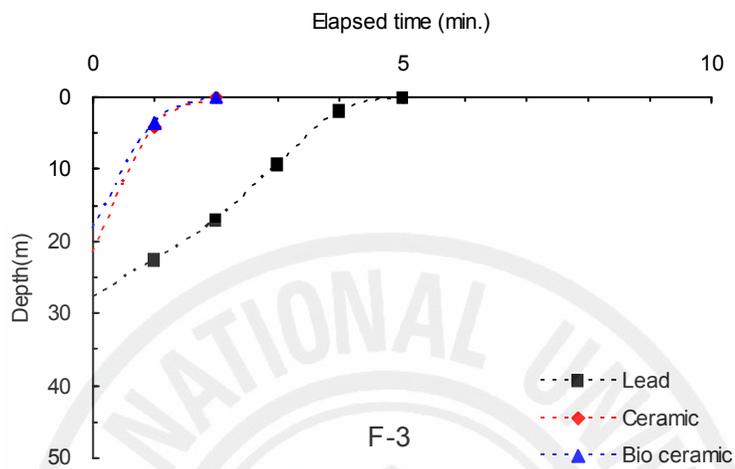
F-1

(a)

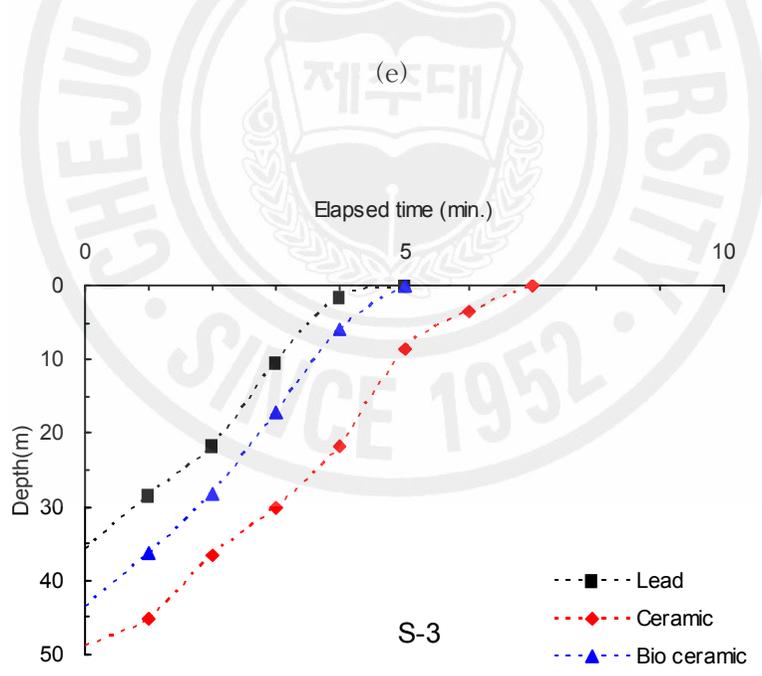
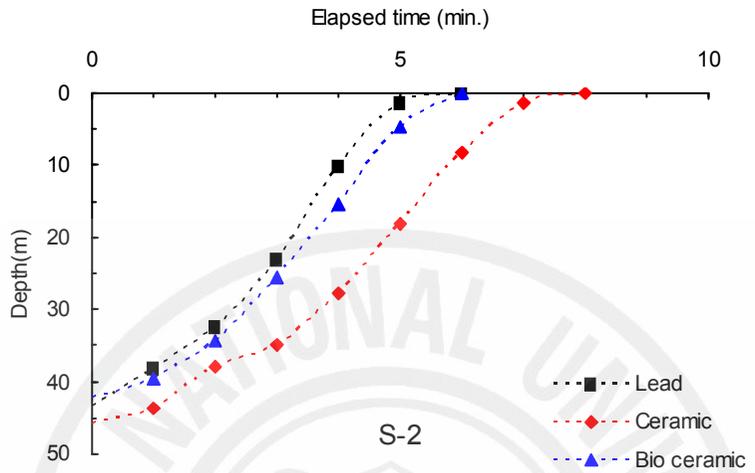


F-2

(b)



(d)



(f)

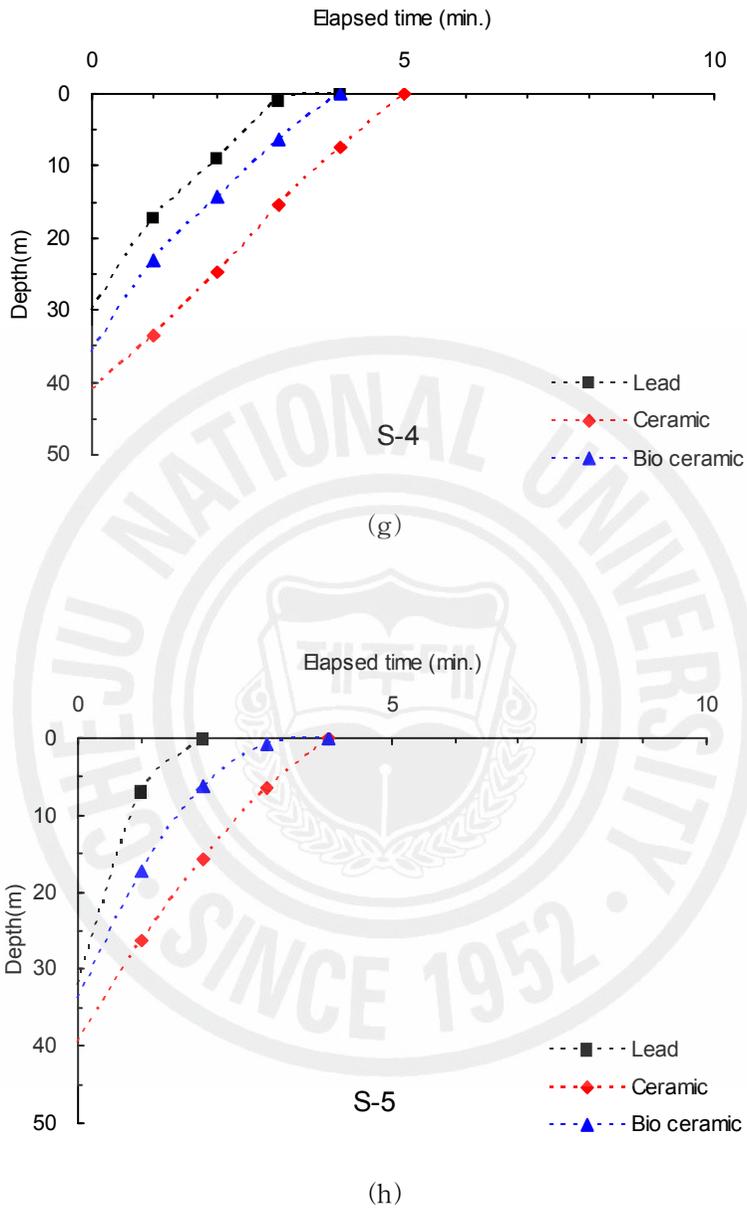


Fig. 16. The relationship between elapsed time(min) and depth(cm) according to hauling of yellow croaker drift gill net at experiment(July 25) for (a) F-1, (b) F-2, (c) F-3, (d) S-1, (e) S-2, (f) S-3, (g) S-4 and (h) S-5.

Table 7-1. The constant of c, d and correlation coefficients r

Number of depth meter	Lead		
	c	d	r
F-1	-4.27	35.00	0.96
F-2	-6.18	37.96	0.99
F-3	-5.94	27.86	0.99
S-1	-7.39	46.61	0.98
S-2	-8.04	45.11	0.99
S-3	-7.69	35.71	0.99
S-4	-7.60	26.60	0.96
S-5	-16.00	29.00	0.95

Table 7-2. The constant of c, d and correlation coefficients r

Number of depth meter	Ceramic		
	c	d	r
F-1	-6.18	40.75	0.99
F-2	-6.77	33.10	0.99
F-3	-10.50	18.83	0.94
S-1	-6.55	47.53	0.98
S-2	-6.45	50.13	0.99
S-3	-7.68	51.25	0.99
S-4	-8.46	41.48	0.99
S-5	-9.80	37.00	0.99

Table 7-3. The constant of c, d and correlation coefficients r

Number of depth meter	Bio ceramic		
	c	d	r
F-1	-6.89	41.68	0.99
F-2	-6.63	31.57	0.99
F-3	-9.00	16.00	0.93
S-1	-6.95	49.33	0.98
S-2	-7.68	46.18	0.99
S-3	-9.17	44.76	0.99
S-4	-8.90	33.60	0.99
S-5	-8.40	28.40	0.93

2차 해상 성능 시험에서 개량용 유자망 어구는 신속하게 양망되었는데, 양망 초기에는 어구가 서서히 올라오다가 수면부근까지는 바이오세라믹, 납, 도자기 순으로 급격히 양망되는 경향을 나타냈다. 양망 후 계측기 번호별로 경과시간 1분 간격으로 플롯트하여 경과시간과 수심과의 관계를 Fig. 17에 나타냈는데, 양망하였을 때 F-1에서 발돌 재료 별로 수면까지 양망에 소요되는 시간은 납 7분, 도자기 7분, 바이오세라믹 6분이었다. 따라서 바이오세라믹이 납과 도자기 보다 15% 빠르게 나타났다. F-2에서 발돌 재료 별로 수면까지 양망에 소요되는 시간은 납 6분, 도자기 6분, 바이오세라믹 5분이었다. 따라서 바이오세라믹이 납과 도자기 보다 17% 빠르게 나타났다. F-3에서 발돌 재료 별로 수면까지 양망에 소요되는 시간은 납 4분, 도자기 2분, 바이오세라믹 3분이었다. 따라서 도자기가 납보다 50% 바이오세라믹 보다 25% 빠르게 나타났다. S-1에서 발돌 재료 별로 수면까지 양망에 소요되는 시간은 납 7분, 도자기 9분, 바이오세라믹 5분이었다. 따라서 바이오세라믹이 납 보다 22% 도자기 보다 45% 빠르게 나타났다. S-2에서 발돌 재료 별로 수면까지 양망에 소요되는 시간은 납 8분, 도자기 8분, 바이오세라믹 5분이었다. 따라서 바이오세라믹이 납과 도자기 보다 38% 빠르게 나타났다.

S-3에서 발돌 재료 별로 수면까지 양망에 소요되는 시간은 납 7분, 도자기 7분, 바이오세라믹 5분이였다. 따라서 바이오세라믹이 납과 도자기 보다 29% 빠르게 나타났다. S-4에서 발돌 재료 별로 수면까지 양망에 소요되는 시간은 납 6분, 도자기 6분, 바이오세라믹 5분이였다. 따라서 바이오세라믹이 납과 도자기 보다 17% 빠르게 나타났다. S-5에서 발돌 재료 별로 수면까지 양망에 소요되는 시간은 납 6분, 도자기 5분, 바이오세라믹 4분이였다. 따라서 바이오세라믹이 납 보다 34% 도자기 보다 17% 빠르게 나타났다. 전체적으로 보면 바이오세라믹을 사용한 어구가 수면까지 양망되는 소요시간이 빠르게 양망되는 것으로 나타났고, 다음으로 도자기, 납 순이였다.

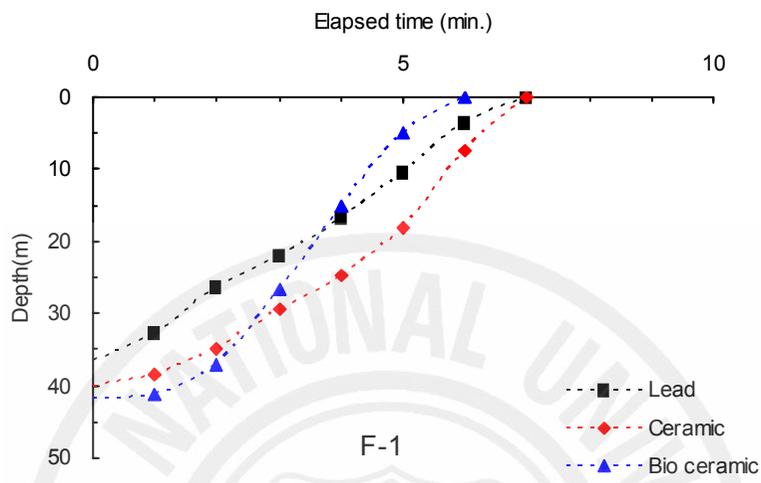
양망하였을 때의 수면까지의 경과시간(Ht)과 발돌 재료별 수심(Dh)의 변화는 식(11)과 같이 표시할 수 있으며, 계측기 번호별로 c, d의 값과 상관계수 r을 정리하여 Table 8-1~3에 나타냈다. 여기서 c, d의 값은 변화경향에서 규칙성이 보이지 않으므로 계측기 번호별로 침강현상을 일정하게 표현하기 위하여 각각 평균값을 취하고, 발돌 재료별로 그 결과를 (11)식에 대입하면 각각 (15), (16), (17)식과 같이 나타낼 수 있다.

$$Dh_l = -6.04Ht + 41.12 \quad (15)$$

$$Dh_c = -7.08Ht + 43.56 \quad (16)$$

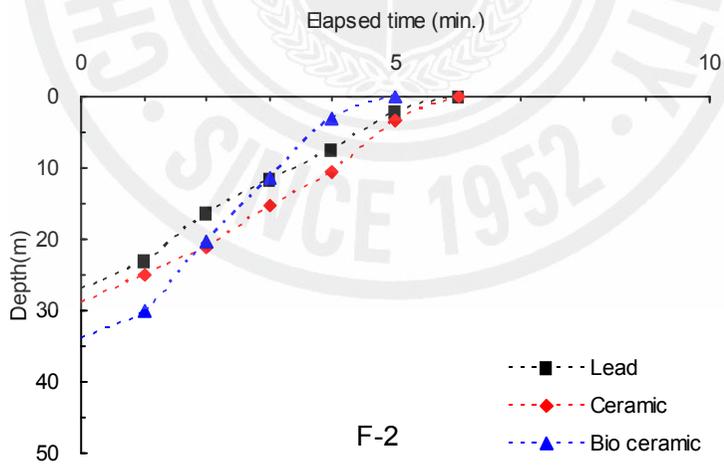
$$Dh_b = -9.69Ht + 46.41 \quad (17)$$

단, (15)식의 Dh_l은 납을 사용한 어구의 경과시간에 따른 수심이고, (16)식의 Dh_c은 도자기를 사용한 어구의 경과시간에 따른 수심, (17)식의 Dh_b은 바이오세라믹을 사용한 어구의 경과시간에 따른 수심이다.



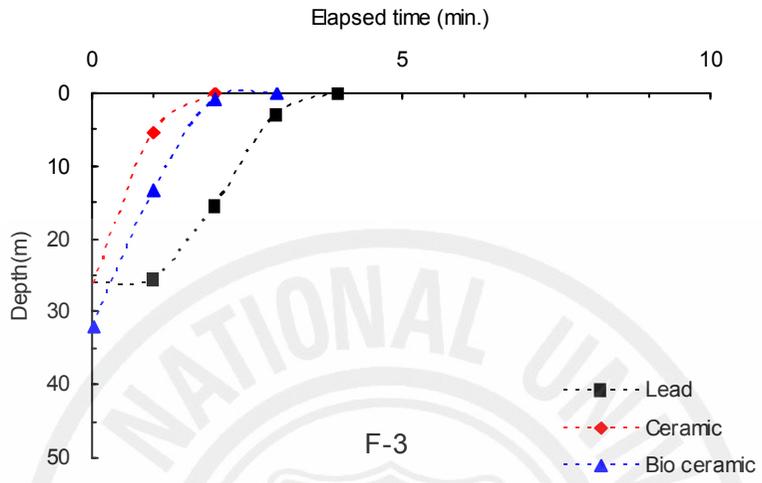
F-1

(a)



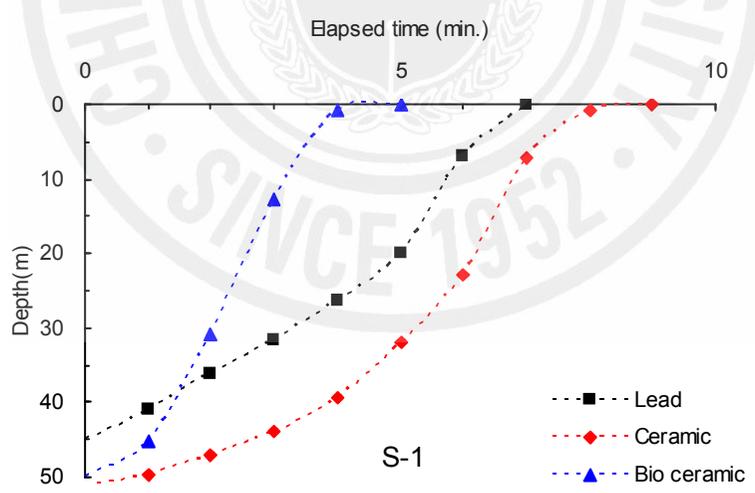
F-2

(b)



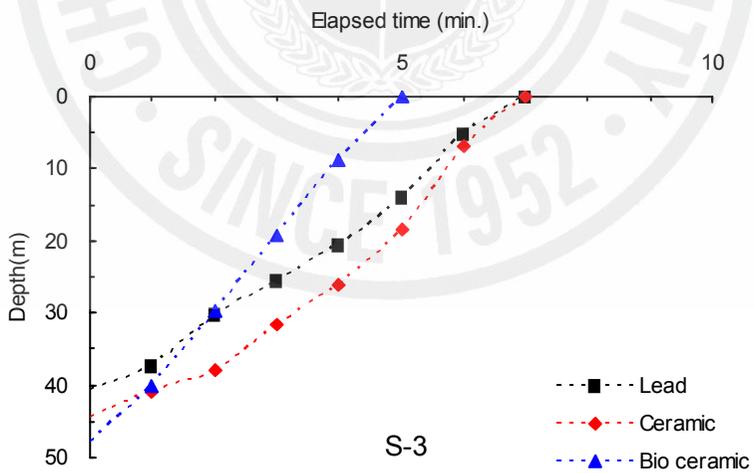
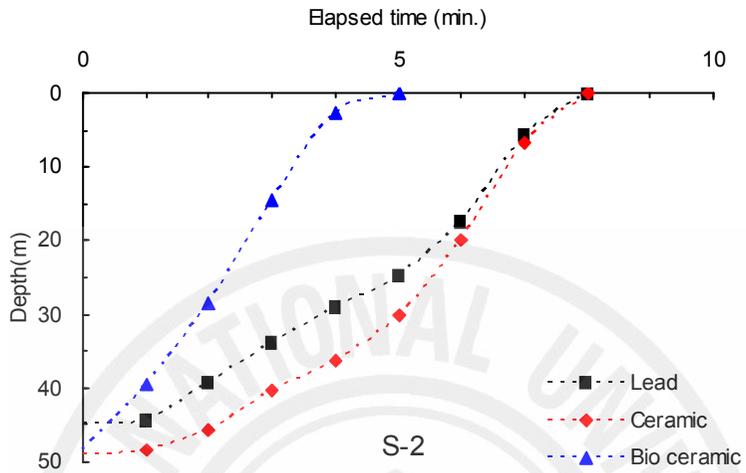
F-3

(c)



S-1

(d)



(f)

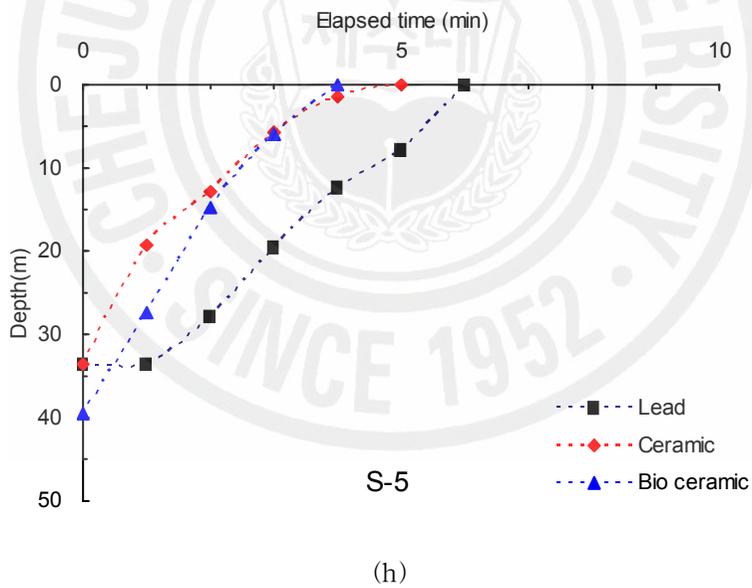
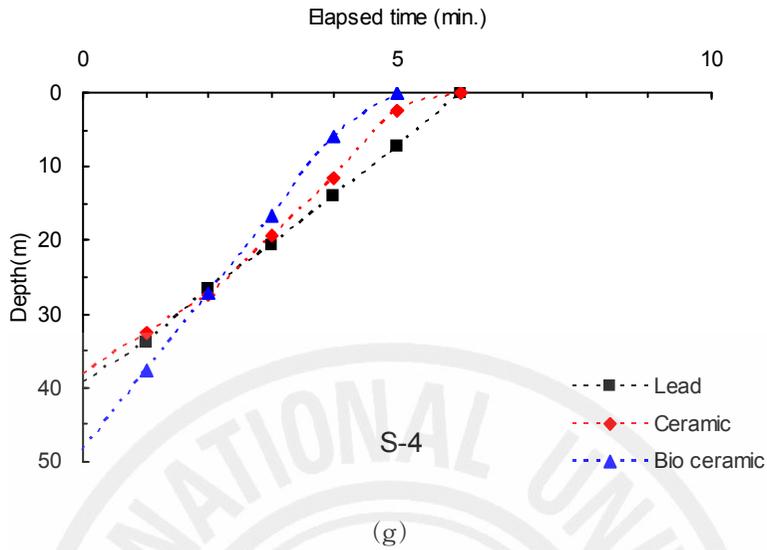


Fig. 17. The relationship between elapsed time(min) and depth(cm) according to hauling of yellow croaker drift gill net at experiment(August 2) for (a) F-1, (b) F-2, (c) F-3, (d) S-1, (e) S-2, (f) S-3, (g) S-4 and (h) S-5.

Table 8-1. The constant of c, d and correlation coefficients r

Number of depth meter	Lead		
	c	d	r
F-1	-5.50	43.25	0.99
F-2	-4.68	26.61	0.99
F-3	-7.40	28.60	0.97
S-1	-6.42	48.33	0.98
S-2	-5.78	49.69	0.98
S-3	-5.95	42.58	0.99
S-4	-6.57	46.57	0.99
S-5	-6.00	43.29	0.99

Table 8-2. The constant of c, d and correlation coefficients r

Number of depth meter	Ceramic		
	c	d	r
F-1	-5.90	50.64	0.98
F-2	-5.07	29.93	0.99
F-3	-13.00	23.67	0.96
S-1	-6.50	58.64	0.97
S-2	-6.35	56.07	0.96
S-3	-6.56	48.83	0.98
S-4	-6.68	45.43	0.99
S-5	-6.60	35.28	0.96

Table 8-3. The constant of c, d and correlation coefficients r

Number of depth meter	Bio ceramic		
	c	d	r
F-1	-7.86	55.29	0.98
F-2	-7.43	34.91	0.99
F-3	-10.80	27.70	0.94
S-1	-11.43	51.91	0.98
S-2	-10.34	48.19	0.99
S-3	-9.83	48.91	0.99
S-4	-9.89	57.27	0.99
S-5	-9.90	47.10	0.99

3차 해상 성능 시험에서 개량용 유자망 어구는 신속하게 양망되었는데, 양망 초기에는 어구가 서서히 올라오다가 수면부근까지는 바이오세라믹, 도자기, 납 순으로 급격히 양망되는 경향을 나타냈다. 양망 후 계측기 번호별로 경과시간 1분 간격으로 프롯트하여 경과시간과 수심과의 관계를 Fig. 18에 나타냈는데, 양망하였을 때 F-1에서 발돌 재료 별로 수면까지 양망에 소요되는 시간은 납 10분, 도자기 10분, 바이오세라믹 8분이었다. 따라서 바이오세라믹이 납과 도자기 보다 20% 빠르게 나타났다. F-2에서 발돌 재료 별로 수면까지 양망에 소요되는 시간은 납 8분, 도자기 7분, 바이오세라믹 8분이었다. 따라서 도자기가 납과 바이오세라믹 보다 13% 빠르게 나타났다. F-3에서 발돌 재료 별로 수면까지 양망에 소요되는 시간은 납 5분, 도자기 6분, 바이오세라믹 5분이었다. 따라서 납과 바이오세라믹이 도자기 보다 17% 빠르게 나타났다. S-1에서 발돌 재료 별로 수면까지 양망에 소요되는 시간은 납 13분, 도자기 13분, 바이오세라믹 9분이었다. 따라서 바이오세라믹이 납과 도자기 보다 31% 빠르게 나타났다. S-2에서 발돌 재료

별로 수면까지 양망에 소요되는 시간은 낚 11분, 도자기 11분, 바이오세라믹 8분이였다. 따라서 바이오세라믹이 낚과 도자기 보다 27% 빠르게 나타났다. S-3에서 발돌 재료 별로 수면까지 양망에 소요되는 시간은 낚 9분, 도자기 9분, 바이오세라믹 10분이였다. 따라서 낚과 도자기가 바이오세라믹 보다 10% 빠르게 나타났다. S-4에서 발돌 재료 별로 수면까지 양망에 소요되는 시간은 낚 7분, 도자기 7분, 바이오세라믹 8분이였다. 따라서 낚과 도자기가 바이오세라믹 보다 13% 빠르게 나타났다. S-5에서 발돌 재료 별로 수면까지 양망에 소요되는 시간은 낚 6분, 도자기 6분, 바이오세라믹 6분이였다. 따라서 낚과 도자기, 바이오세라믹이 동일하게 나타났다. 전체적으로 보면 낚, 도자기, 바이오세라믹을 사용한 어구가 수면까지 양망되는 소요시간이 동일하게 나타났다.

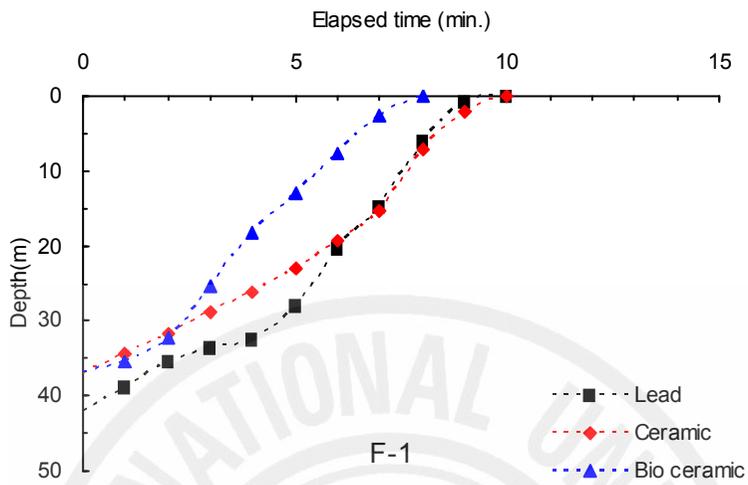
양망하였을 때의 수면까지의 경과시간(Ht)과 발돌 재료별 수심(Dh)의 변화는 식(2)과 같이 표시할 수 있으며, 계측기 번호별로 c, d의 값과 상관계수 r을 정리하여 Table 9-1~3에 나타냈다. 여기서 c, d의 값은 변화경향에서 규칙성이 보이지 않으므로 계측기 번호별로 침강현상을 일정하게 표현하기 위하여 각각 평균 값을 취하고, 발돌 재료별로 그 결과를 (11)식에 대입하면 각각 (18), (19), (20)식과 같이 나타낼 수 있다.

$$Dh_l = -5.29Ht + 45.00 \quad (18)$$

$$Dh_c = -4.85Ht + 40.67 \quad (19)$$

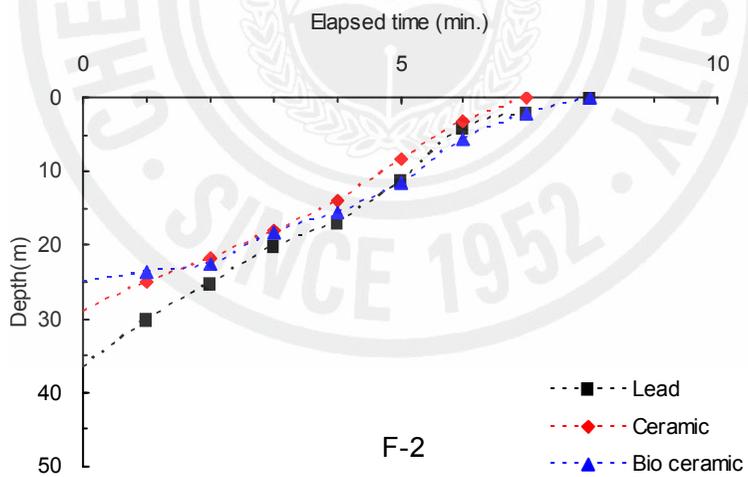
$$Dh_b = -4.60Ht + 36.58 \quad (20)$$

단, (18)식의 Dh_l은 낚을 사용한 어구의 경과시간에 따른 수심이고, (19)식의 Dh_c은 도자기를 사용한 어구의 경과시간에 따른 수심, (20)식의 Dh_b은 바이오세라믹을 사용한 어구의 경과시간에 따른 수심이다.



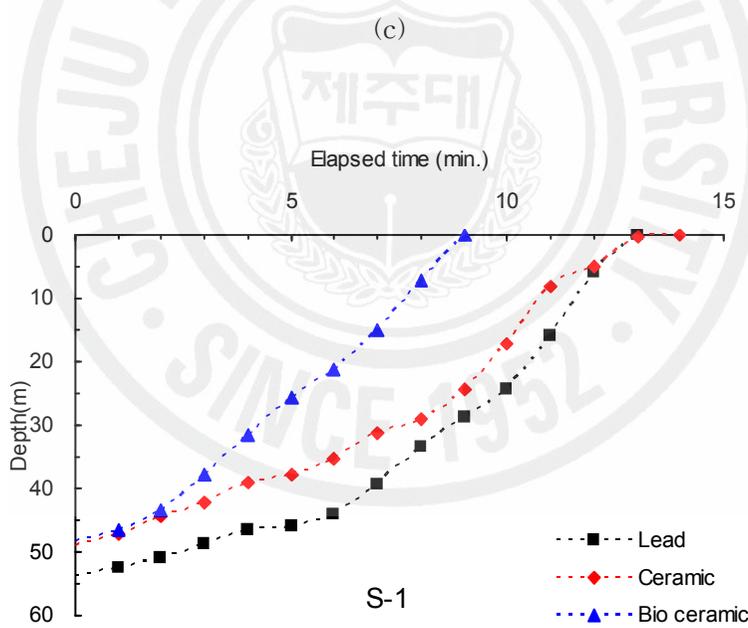
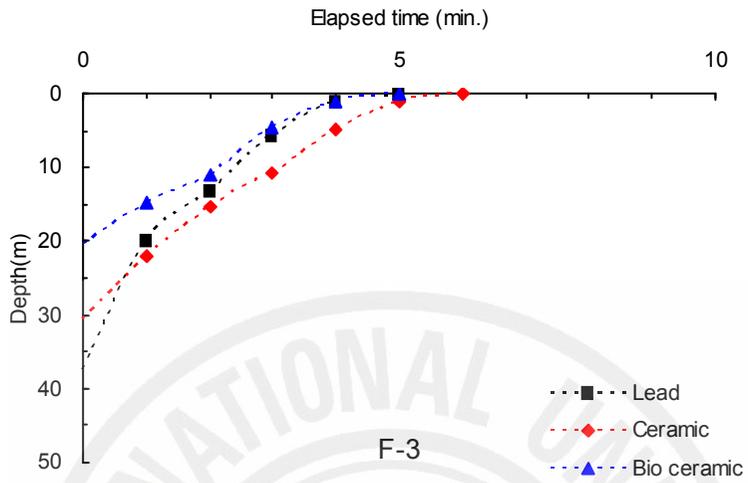
F-1

(a)

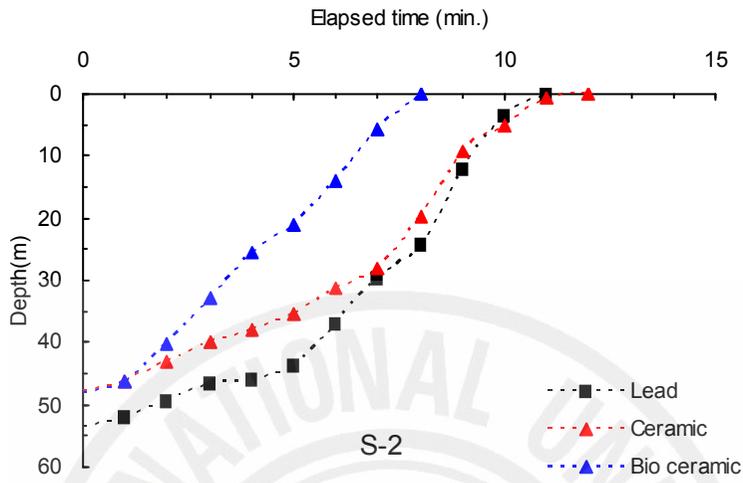


F-2

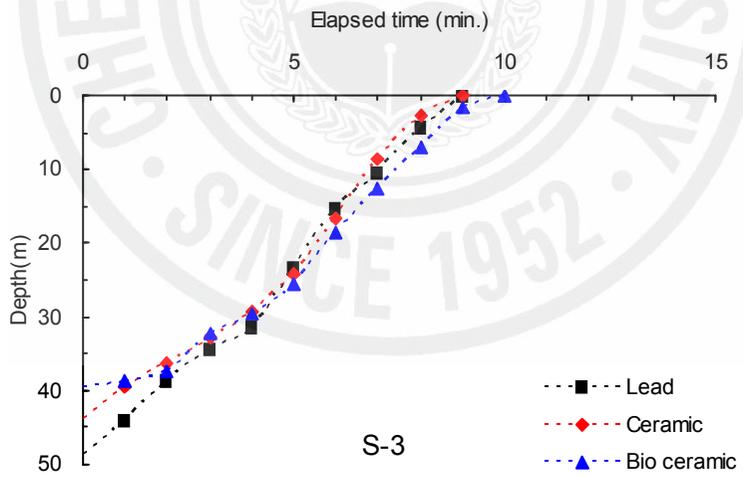
(b)



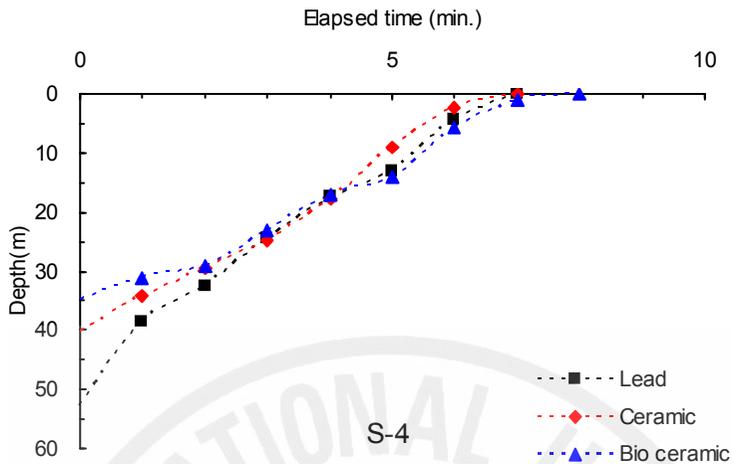
(d)



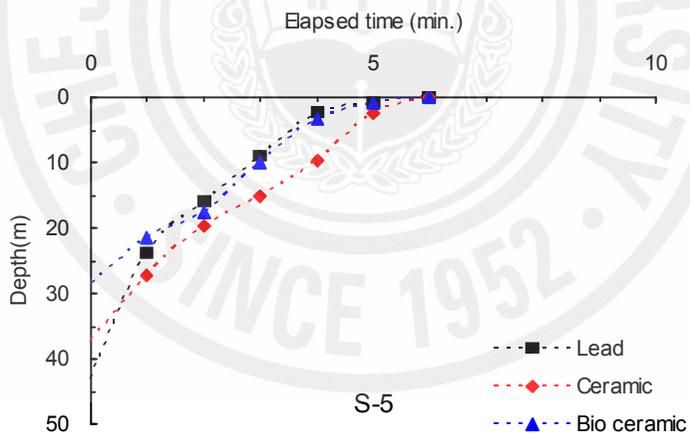
(e)



(f)



(g)



(h)

Fig. 18. The relationship between elapsed time(min) and depth(cm) according to hauling of yellow croaker drift gill net at experiment(August 25) for (a) F-1, (b) F-2, (c) F-3, (d) S-1, (e) S-2, (f) S-3, (g) S-4 and (h) S-5.

Table 9-1. The constant of c, d and correlation coefficients r

Number of depth meter	Lead		
	c	d	r
F-1	-4.57	45.96	0.98
F-2	-4.72	35.09	0.99
F-3	-7.11	30.62	0.95
S-1	-4.02	61.03	0.95
S-2	-5.09	61.23	0.96
S-3	-5.65	50.42	0.99
S-4	-7.26	48.17	0.99
S-5	-3.93	27.47	0.84

Table 9-2. The constant of c, d and correlation coefficients r

Number of depth meter	Ceramic		
	c	d	r
F-1	-3.85	39.59	0.99
F-2	-4.27	29.83	0.99
F-3	-5.18	27.68	0.98
S-1	-3.77	53.60	0.99
S-2	-4.43	52.96	0.98
S-3	-5.11	46.49	0.99
S-4	-6.07	41.00	0.99
S-5	-6.11	34.18	0.99

Table 9-3. The constant of c, d and correlation coefficients r

Number of depth meter	Bio ceramic		
	c	d	r
F-1	-5.07	39.27	0.99
F-2	-3.43	27.73	0.98
F-3	-4.23	19.24	0.99
S-1	-5.51	52.49	0.99
S-2	-6.27	51.07	0.99
S-3	-4.39	43.96	0.99
S-4	-4.75	36.33	0.99
S-5	-3.12	22.55	0.90

2. 생력화용 5단 양망기의 해상 성능 시험

2.1 양망장치별 조업시스템

3단 V형 양망기를 이용하여 조업하는 방법에서는 돛음줄을 사용하는 어구를 3단 V형 양망기를 이용하여 12명의 인력으로 양망하는 방법으로 이루어졌는데 양망과정의 모식도를 Fig. 19, 조업장면을 Fig. 20에 나타냈다. 돛음줄을 선수에 있는 “U”자형 돛음줄 유도 롤러를 거쳐 사이드롤러로 감아올려 연결줄 끝에 매달린 그물 첫 부분이 올라오는데 올라오는 그물을 좌현에서 3단 V형 양망기를 사용하여 양망하였다. 그리고, 양망시 조업선은 조류나 풍향을 선수 정면으로 받으면서 주기관은 사용하지 않고 돛음줄이 감기는 힘과 속력에 의해 전진하면서 조업이 이루어졌다. 인력으로 양망하는 조업방법에서는 돛음줄을 사용하는 어구를 12명의 인력을 이용하여 양망하는 방법으로 이루어졌는데 양망과정의 모식도를 Fig. 21, 조업장면을 Fig. 22에 나타냈다. 이 방법은 돛음줄을 선수에 있는 “U”자형 돛음줄 유도 롤러를 거쳐 사이드롤러로 감아올려 연결줄 끝에 매달린 그물 첫 부분이 올라오는데 올라오는 그물을 우현에서 인력으로 잡아당기면서 양망을 하였다. 생력화용 5단 양망기를 이용하여 조업하는 방법에서는 돛음줄을 사용하지 않는 어구를 생력화용 5단 양망기를 이용하여 10명의 인력으로 양망하는 방법으로 이루어졌는데 양망과정의 모식도를 Fig. 23, 조업장면을 Fig. 24에 나타냈다. 배잡이줄이나 초망줄을 생력화용 5단 양망기를 이용하여 감아올리고 나서 연결줄 끝에 매달린 그물 첫 부분이 올라오는데 올라오는 그물을 우현에서 생력화용 5단 양망기를 사용하여 양망했다. 양망시 조업선은 돛음줄을 사용하는 어구를 사용할 때와는 달리 조류나 풍향을 선미부에서 받으면서 주기관을 이용하여 어구위치의 진행방향을 따라 이동하면서 조업했다.

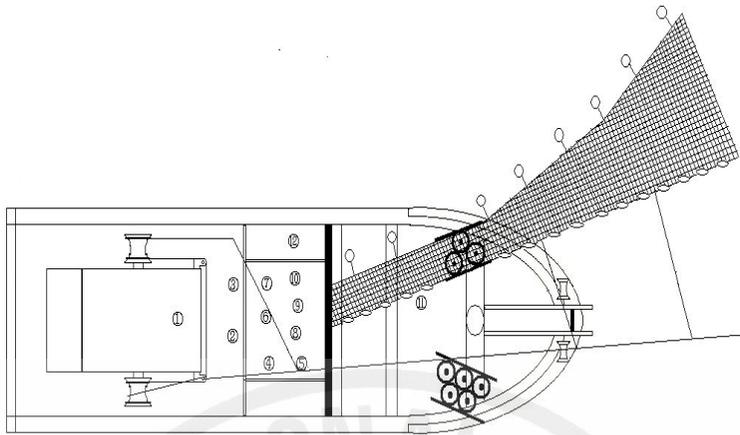


Fig. 19. Schematic drawing of the operation fishing using a quarter rope and triple 'V' type net hauler.

①~⑫ : Operation person and work arrangement place



Fig 20. The work scene using quarter rope and triple 'V' type net hauler.

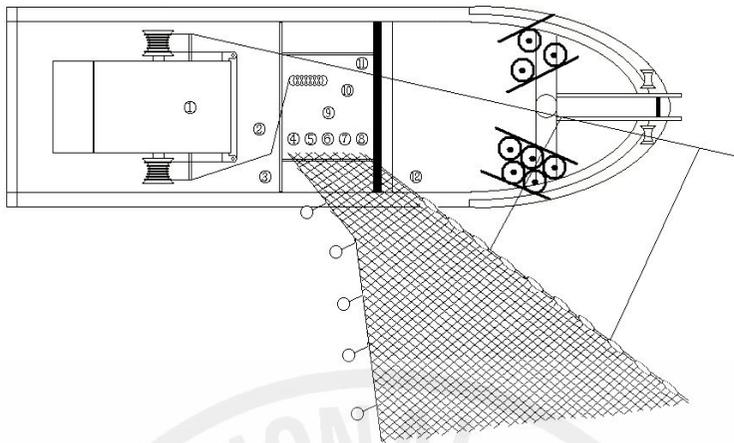


Fig. 21. Schematic drawing of the operation fishing using the quarter rope and to hauling by the manpower.

①~⑫ : Operation person and work arrangement place



Fig. 22. The work scene using hauling by the manpower.

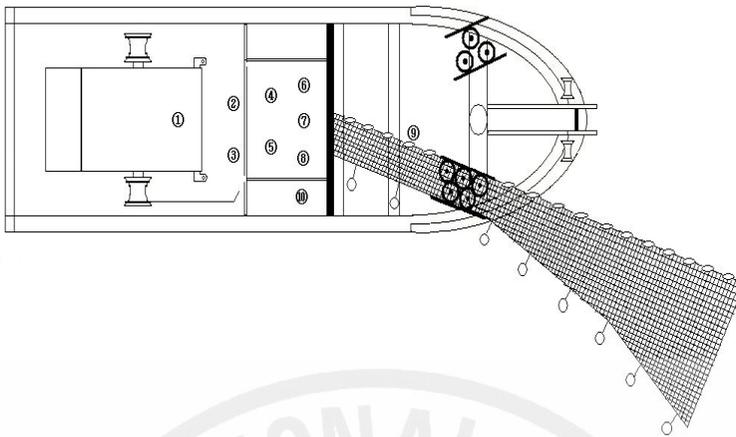


Fig. 23. Schematic drawing of the operation fishing using labor-saving-type-five-step drum net hauler and drift gill net not using quarter rope.

① ~ ⑩ : Operation person and work arrangement place



Fig. 24. The work scene using labor-saving-type-five-step drum net hauler.

2.2 양망장치별 조업 과정에서의 사고 현황

해상 성능 시험 기간 중 투망 어구에 대한 양망시 파망과 양망경과시간 및 순대말이 폭 수를 조사하여 Table 10 와 Table 11에 나타냈다. 참조기 유자망어구 500폭을 양망방법 별로 각각 2회씩 투망하여 총 6회 양망한 결과 어구파망은 3단 V 양망기를 이용하였을 때는 38폭 파망이 되어 전체 투망 폭 수의 3.8%가 파망 되었으며, 인력으로 양망하였을 때는 23폭이 파망 되어 전체 투망 폭 수의 2.3%가 파망 되었고 생력화용 5단 양망기를 이용하여 양망하였을 때는 30폭이 파망되어 전체 투망 폭 수의 3.0%가 파망되었다. 시험중 3단 V형 양망기를 이용하여 양망하였을 때의 파망장면을 Fig. 25에 나타냈다.

순대말이 현상은 3단 V형 양망기를 이용하였을 때는 27폭이 파마 되어 전체 투망 폭 수의 2.7%가 순대말이 되었으며, 인력으로 양망하였을 때는 순대말이 현상이 나타나지 않았다. 그리고, 생력화용 5단 양망기를 이용하였을 때는 23폭이 순대말이되어 전체 투망 폭 수의 2.3%가 순대말이되었다. 시험중 생력화용 5단 양망기를 이용하여 양망하였을 때의 순대말이 장면을 Fig. 26에 나타냈다. 양망경과시간은 3단 V형 양망기를 이용하였을 때는 평균 6시간 23분, 인력으로 양망하였을 때는 평균 7시간 7분, 생력화용 5단 양망기를 이용하였을 때는 평균 5시간 45분이었다. 인력으로 양망할 때에는 그물이 펼쳐져서 올라오기 때문에 순대말이 현상이 일어나지 않았다. 돈음줄을 사용하는 어구와 3단 V형 양망기를 이용할 때가 돈음줄을 사용하지 않는 어구와 생력형 5단 양망기를 이용할 때 보다 파망현상은 전체적으로 1.5% 정도 많았고, 순대말이 현상은 0.4% 정도 많이 나타났다. 그리고, 양망경과시간은 생력화용 5단 양망기를 이용하였을 때가 가장 많이 단축되었는데 3단 V형 양망기와 인력을 이용하여 양망하였을 때보다 각각 10%, 19% 단축되었다.

Table 10. The number of broken pannel in the field tests at sea

Section	Number of hauling times	Number of shooting pannel	Total number of shooting pannel(A)	Total number of broken pannel(B)	Ratio n (B/A)	Elapsed time of hauling
Hauling, by the triple 'V' type net hauler	2	500	1,000	38	3.8	6h 23m
Hauling by the manpower	2	500	1,000	23	2.3	7h 7m
Labor-saving-type-five-step drum net hauler	2	500	1,000	30	3.0	5h 45m

Table 11. The number of entanglement pannel in the field tests at sea

Section	Number of hauling times	Number of shooting pannel	Total number of shooting pannel(A)	Total number of entanglement pannel(B)	Ration (B/A)
Hauling, by the triple 'V' type net hauler	2	500	1,000	27	3.8
Hauling by the manpower	2	500	1,000	0	0.0
Labor-saving-type-five-step drum net hauler	2	500	1,000	23	2.3



Fig 25. The scene of broken yellow croaker drift gill net using triple ' V ' type net hauler in the field tests.



Fig. 26. The scene of entanglement fishing implement using labor-saving-type-five-step drum net hauler in the field tests.

2.3 양망장치별 어획물 조성

해상 성능 시험 기간 중 총 어획량은 6,121kg이었다. 이 어획량 중 3단 V형 양망기를 이용하였을 때의 총 어획량은 469kg 정도였고, 이 중에서 참조기가 60%로 가장 많이 어획되었으며, 갈치 4%, 기타 36% 순이었는데 그 결과를 Fig. 27에 나타내었다. 그리고, 인력으로 양망하였을 때의 총 어획량은 946kg 정도였고, 이 중에서 참조기가 36%로 가장 많이 어획되었으며, 오징어 32%, 갈치 20%, 기타 12% 순이었는데, 그 결과를 Fig. 28에 나타냈다. 또한 생력화용 5단 양망기를 이용하였을 때의 총 어획량은 4,707kg 정도였고, 고등어 95%로 가장 많이 어획되었으며, 조기 3%, 기타 2% 순이었는데, 그 결과를 Fig. 29에 나타냈다. 어획된 것들 중 기타 어획물의 종류로서는 갯장어, 불락, 아구, 논볼대, 새우류 등 이었으며, 생력화용 5단 양망기를 이용하였을 때가 가장 많이 어획되어 전체 어획량의 77% 정도를 차지하였다.

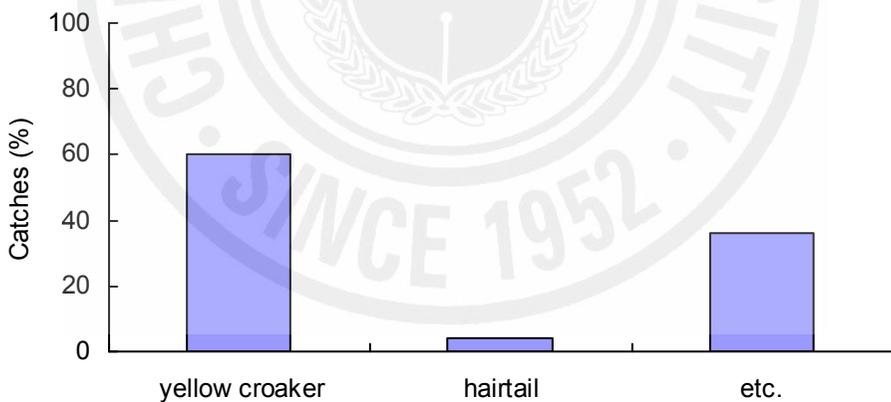


Fig. 27. The catches of vessel using the triple 'V' type net hauler.

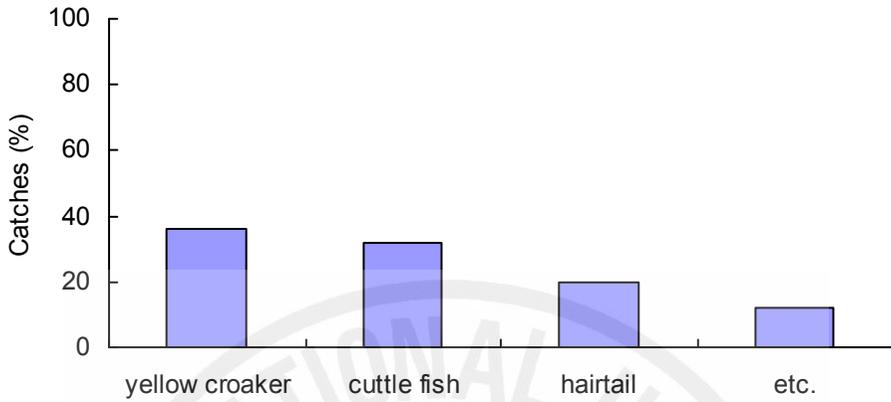


Fig. 28. The catches of vessel using the manpower.

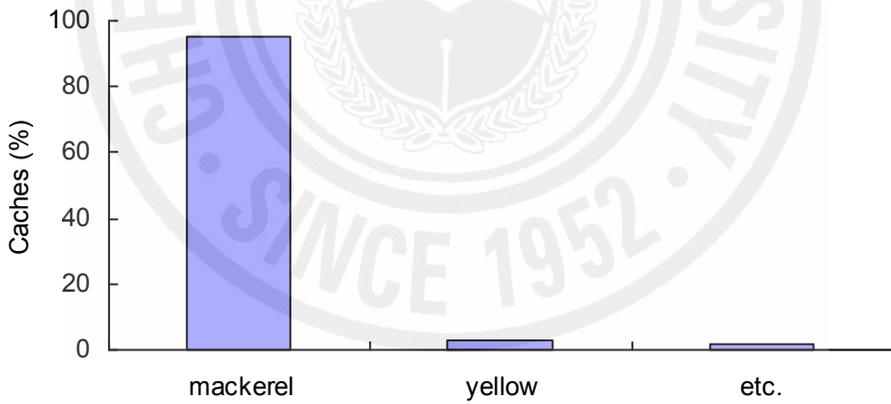


Fig. 29. The catches of vessel using the labor saving type five-step drum net hauler.

IV. 고찰

참조기 유자망 어구의 개량을 위하여 발돌 재료별로 어구를 구성하여 해상 성능 시험을 하였는데, 바이오세라믹을 사용한 어구가 다른 어구에 비해 수중 운동 특성이 빠르게 나타나서 이를 송어 등 유영행동이 빠른 어류를 대상으로 하는 어업에 적용할 경우 바이오세라믹 발돌이 다른 발돌에 비해 어획효율이 높을 것으로 생각된다.

참조기 유자망 조업어선에서는 파망 사고 등을 대비하기 위하여 200폭 정도 적재하여 조업이 이루어지고 있는데, 조업 중 어구의 유실 등으로 인하여 어구가 해양에 투기되는 경우가 있어 생태계에 많은 피해를 주고 있고 유실된 어구는 대부분이 해양오염을 일으키는 어구 재료로 이를 개선하기 위하여 환경친화적인 바이오세라믹을 사용한 어구를 제작함으로써 해양에 도움을 줄 뿐만 아니라 폐어구수거 등 경제적 비용을 절감시킬 수 있을 것으로 생각되며 차후 이에 대한 연구가 지속적으로 필요하다고 사료된다.

해상 성능 시험 기간 중 실시된 조업에서 양망방법 별로 살펴보면, 돛줄을 사용하는 어구를 인력으로 양망했을 때와 3단 V형 양망기를 이용하여 양망했을 때는 조업인원 12명이 필요했으나, 돛줄을 사용하지 않는 어구를 생력화용 5단 양망기를 이용하여 양망하였을 때는 조업인원 10명으로 조업이 가능하였다. 현재 추자도 선적 유자망 어선 중 돛줄을 사용하는 어구와 3단 V형 양망기를 이용하여 양망하는 방법을 선택하고 조업하는 유자망 어선은 95% 정도이나, 이 방법으로 조업할 때는 조업선이 양망하면서 진행되는 방향과 조류, 풍향의 방향이 맞지 않으면 양망기 드럼 날개부분이 파손되기도 하면 어구를 기기의 힘으로 끌러 올리면서 슬립 현상이 발생하여 어체가 손상되기도 한다. 그리고, 3단 V형 양망기는 고정 설치되어 있어서 양망과정 중에 좌·우회전이 불가능하여 양망되는 그물과 드럼의 각도 조절이 불가능하기 때문에 어획량이 증가되면 양망시간이 지연되고 어체 손상이 증가되는 등 문제가 많다. 그리고, 인력으로 양망할 때는 파망과 순대말이 사고가 현저히 줄거나 없지만, 지속적인 인력소모로 양망시간이 지연되고 안전사고의 위험이 크다. 그러나, 생력화용 5단 양망기는 슬립현상이

적이고, 양망과정 중 좌·우회전이 가능하도록 설계하여 조업어선에 설치되어 있으므로 양망되는 그물과 드럼의 각도를 조절할 수가 있어서 어획량이 증가하여도 양망시간 단축이 가능하였으며, 어체의 손상 등을 감소시킬 수 있었다.



V. 요약

참조기 유자망 어구의 개량과 생력화 조업시스템에 관한 일련의 연구로서 발달 재료가 다른 3종류의 돌움줄을 사용하지 않는 유자망 어구를 제작하여 제주도 연안해역에서 해상실험을 실시하고 어구별 조업시스템에서의 수중 운동 특성을 분석하였다. 다음으로, 모형양망기 성능 시험에서 얻은 결과를 기초로 하여 설계 제작한 생력화용 5단 양망기를 추자도 연근해 해역을 중심으로 조업하고 있는 조업어선 108대홍호에 설치하여 해상 성능 시험을 실시하고, 3단 V형과 생력화용 5단 양망기와 인력으로 양망하는 조업방법과 이들 조업방법에서의 과망과 순대말이 현상 및 어획물의 조성을 비교 분석하였는데, 그 결과는 다음과 같다.

1. 해상 성능 시험 결과 투망하였을 때의 경과시간과 수심과의 관계에서 바이오세라믹을 사용한 어구가 최대 도달 수심에 빠르게 도달하는 것으로 나타났고, 다음으로 낚, 도자기 순이었다.
2. 해상 성능 시험 결과 양망하였을 때의 경과시간과 수심과의 관계에서 바이오세라믹을 사용한 어구가 수면까지 양망되는 경과시간이 빠르게 양망하는 것으로 나타났고, 다음으로 낚, 도자기 순으로 나타나서 발달 재료로 바이오세라믹을 사용해도 조업에 피해영향이 없을 것 같다.
3. 과망현상은 3단 V형 양망기, 인력, 생력화용 5단 양망기를 이용하여 양망하였을 때 각각 전체 투망 폭 수의 3.8%, 2.3%, 3.0%였는데, 생력화용 5단 양망기를 이용하였을 때가 3단 V형 양망기를 이용하였을 때 보다 1.5%정도 감소하였다.
4. 순대말이 현상은 3단 V형 양망기, 인력, 생력화용 5단 양망기를 이용하여 양망하였을 때 각각 전체 투망 폭 수의 2.7%, 0%, 2.3%였는데, 생력화용 5단 양망기를 이용하였을 때가 3단 V형 양망기를 이용하였을 때 보다 0.4%정도 감소하였다.

5. 해상 성능 시험 기간 중 총 어획량은 6,121kg이었는데, 생력화용 5단 양망기를 이용하였을 때가 전체의 77%를 차지하여 가장 많이 어획되었다.
6. 생력화용 5단 양망기를 이용하여 조업하였을 때 인원 10명으로 조업이 가능하여 3단 V형 양망기와 인력을 이용하여 조업하였을 때 보다 조업인원을 감축 할 수 있었다.



참고문헌

- 김대안(1999). 어구설계학, 평화인쇄출판공사, 순천, pp. 249~266.
- 김석중·김병엽·구명성. 2005a. 조기유자망 어구의 개량 및 생력화 조업시스템 개발, 1. 현장 조업시스템 비교 분석에 관하여. 제주대학교 해양과환경연구소 연구논문집, 29(1) : 1-8.
- 김석중·구명성. 2005b. 조기유자망 어구의 개량 및 생력화 조업시스템 개발, 2. 생력형 모형양망기의 성능 시험. 한국어업기술학회지, 41(3) : 199-206.
- 김석중·구명성. 2005c. 조기유자망 어구의 개량 및 생력화 조업시스템 개발, 3. 생력형 5단 양망기의 해상 성능 시험. 제주대학교 해양과환경연구소 연구논문집, 29(2) : 15-25.
- 서두옥·이창현·서익조·오승훈·김병엽·김동근. 2001. 제주도 연안 갈치 채낚기 어구의 기계화. 제주경제개발연구, 3 : 167-185.
- 이병기·박승원·김진건(1989). 연근해어업개론. p.204~205. 태화출판사.
- 장충식·김용해·안영수. 2000. 기선권형망 어업의 어구 개량과 자동화 조업시스템 개발, I, 시험어구 수중 현상. 한국어업기술학회지, 36(4) : 299-308.
- 조현태·이병문.1993. 조기 저층유자망 양망기 개발에 관한 연구. 국립수산진흥원 연구보고, 48 : 187-195.
- 해양수산부. 2000. 멸치 유자망어업의 기계화 양망장치 및 탈망 시스템 개발. 수산특정 연구과제 최종 연구보고서, pp. 1-183.
- 해양수산부. 2001. 기선권형망어업의 어구 개량과 자동화 조업시스템 개발. 수산특정 연구과제 최종 연구보고서, pp. 1-148.
- 해양수산부. 2003. 멸치 들망어구의 개량 및 조업 시스템 개발. 수산특정 연구과제 최종 연구보고서, pp. 1-183.

감사의 글

학부생활부터 지금까지 부족함이 많은 저에게 큰 가르침을 주시고 때론 호되게, 때론 자상하게 늘 곁에서 참된 사람으로 되기를 바라며 헌신적으로 격려해 주신 김석중 교수님의 큰 은혜에 머리 숙여 깊이 감사드립니다.

아울러 논문을 심사함에 있어 서툰 문장과 글맵시를 꼼꼼히 다듬어 주시고 따뜻한 조언과 자상한 관심을 가져주신 서두옥 교수님과 문일주 교수님께 깊이 감사드립니다. 그리고 학위과정 동안 부족한 저에게 지대한 관심과 격려를 아끼지 않으신 안영화 교수님께 진심으로 감사드리고, 해양과학대학 학장님이시면서 바쁜 일정 속에서 저에게 따뜻한 말로 저를 격려해 주신 안장영 교수님께 진심으로 감사드립니다. 또한, 힘든 일정 속에서 차를 다려 주시며 열심히 하라고 격려해 주신 정용진 교수님과 지금 여기에는 없으나 먼 곳 일본에서 저를 격려해 주신 최찬문 교수님께 진심으로 감사드립니다.

그리고, 이 연구를 원활하게 수행할 수 있도록 도와주시고 배려해주신 추자도에 계신 이전재 사장님과 모슬포에 계신 이일수 사장님께 감사의 마음을 전합니다.

이 논문을 완성하기까지 격려와 조언을 아끼지 않으신 김병엽 박사님께 감사를 드리고, 학위과정에서 여러 가지 도움을 주신 양정훈 선배님께 감사드립니다. 지금은 제주도에 없지만 학부생활부터 지금까지 동고동락하며 지냈고 현재 일본에서 유학중인 구명성 선배님의 관심과 격려에 감사드리고, 함께 연구를 하며 지냈던 서대범 동기에게 감사를 드립니다. 또 연구하는 동안 현장에서 힘들고 어려운 여건 속에서 항상 믿고 따르던 최희승, 김영범, 윤민국 후배님에게 감사드립니다.

논문작성을 같이하면서 저에게 여러 가지 도움을 주었던 고영식 선배님과 어업학과의 든든한 버팀목이 되어주신 김태완 선배님께 감사의 마음을 전합니다.

끝으로, 어렸을 때부터 지금까지 저에게 온갖 정성과 깊은 사랑으로 헌신하시는 어머니, 암으로 고생하시면서 항상 밝은 미소를 잊지 않고 격려해주시는 큰 누님, 일본에서 힘든 생활을 하시면서 항상 열심히 하는 모습을 보여주시는 둘째

누님, 힘겨운 여건 속에서 늘 화목한 가정을 가꾸고 있는 셋째 누님, 올해 결혼해서 늘 어머님과 저를 걱정하시는 막내 누님께 깊은 감사를 드립니다.

석사학위를 지내온 기간 동안 힘들고, 지치고, 어려운 시간들이 많았지만 옆에서 항상 지켜 봐주시고 도움을 주신 여러분들이 있어 이 순간이 온 것이라고 생각이 듭니다. 부족함이 많은 저에게 관심을 주신 여러분들에게 감사의 마음을 전하여 앞으로도 열심히 하는 모습을 보여 드리고자 합니다.

