

석사학위논문

# 조기 유자망 조업시스템 개량에 관한 기초적 연구



제주대학교 대학원

어업학과

구명성

2004年 12月


# 조기 유자망 조업시스템 개량에 관한 기초적 연구

지도교수 김 석 종

구 명 성

이 논문을 수산학 석사학위 논문으로 제출함

2004년 12월 일

 제주대학교 중앙도서관  
구명성의 수산학 석사학위 논문을 인준함

심사위원장 서 두 옥 인

위 원 안 장 영 인

위 원 김 석 종 인

제주대학교 대학원

2004년 12월

A Basic Study on Improvement of Drift Gill Net  
Fishery System for Croaker

Myung-Sung Koo

(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

2004. 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. 조업어장 및 어선 .....	11
3. 해상 현장 조사 .....	15
4. 모형실험 .....	16
III. 결과 .....	24
1. 해상 현장 조사 .....	24
1.1 참조기 유자망 어구의 투망 .....	25
1.2 참조기 유자망 어구의 양망 .....	31
1.3 참조기 유자망 어구의 투망과 양망 과정에서의 사고 현황 .....	35
1.4 어획물 조성 .....	40
2. 모형실험 .....	42
2.1 양망기 드림별 양망 특성 .....	42
2.2 양망기 드림별 장력 특성 .....	51
IV. 고찰 .....	59
V. 요약 .....	62
참고문헌 .....	64

## LIST OF TABLES

Table 1. Specifications of materials for Yellow croaker drift gill net using quarter rope .....	8
Table 2. Specifications of materials for Yellow croaker drift gill net not to using quarter rope .....	9
Table 3. The state of Yellow croaker drift gill net in Chu-ja .....	10
Table 4. Specifications of materials for model drift gill net .....	17
Table 5. Condition of model experiment .....	22
Table. 5. Continue .....	22
Table 6. The current situation of accident a drift gill net from cast and hauling .....	39
Table 7. The constant of a, b and correlation coefficients r .....	49
Table 8. The constant of a, b and correlation coefficients r .....	50

## LIST OF FIGURES

Fig. 1. Schematic of Yellow croaker drift gill net to using quarter rope .....	8
Fig. 2. Schematic drawing of Yellow croaker drift gill net not to using quarter rope .....	9
Fig. 3. The location of operation fishing ground for yellow croaker .....	12
Fig. 4. Drift gill net fishing boat .....	14
Fig. 5. Five-drum model net hauler .....	18
Fig. 6. Construct of model net hauler drum .....	19
Fig. 7. Construct of five-drum model net hauler .....	20
Fig. 8. Schematic diagram of the model test .....	21
Fig. 9. The fishing implements to use quarter rope .....	26
Fig. 10. The fishing implements not to use quarter rope .....	26
Fig. 11. Scene of throwing down a buoy flag .....	27
Fig. 12. Scene of throwing down a buoy light .....	27
Fig. 13. Scene of throwing down a quarter rope and fishing implements .....	28
Fig. 14. Scene of throwing down a croaker drift gill net .....	28
Fig. 15. The operation vessel to be connected to the swing rope .....	29
Fig. 16. A fishing implements conduct trace of wheel by GPS after the netting .....	29
Fig. 17. The schematic drawing a Yellow croaker drift gill net to use the quarter rope .....	30
Fig. 18. The schematic drawing a Yellow croaker drift gill net not to use the quarter rope .....	30
Fig. 19. The schematic drawing a course use the quarter rope and to hauling	

by the manpower .....	32
Fig. 20. The work scene to hauling by the manpower .....	32
Fig. 21. The schematic drawing of the course which we use a quarter rope and Triple 'V' type net hauler .....	33
Fig. 22. The work scene to use quarter rope and Triple 'V' type net hauler .....	33
Fig. 23. The scematic drawing of the course which we use Triplex net hauler .....	34
Fig. 24. The work scene which we use a Triplex net hauler .....	34
Fig. 25. The scene of broken drift gill net .....	36
Fig. 26. The scene of entanglement fishing implement .....	37
Fig. 27. The broken float .....	38
Fig. 28. The catches of vessel to use the quarter rope .....	41
Fig. 29. The catches of vessel not to use the quarter rope .....	41
Fig. 30. Hauling time of the model net hauler according to drum angle .....	43
Fig. 31. Hauling time of the model net hauler according to drum angle .....	46
Fig. 32. Tension of the model net according to drum angle .....	52
Fig. 33. Tension of the model net according to drum angle .....	56
Fig. 34. The actual five-step net hauler .....	61

## SUMMARY

The study derived the problems according to results of field-centered synthetic analysis on yellow croakers of fishery system currently used in Chujado, Korea and then concluded as follow based on production of a model 5-step net hauler for a test, examination of net hauler system and interpretation of related some properties, in order to complement these problems.

1. For marine experiments, phenomenons of injuring fish body occurred by rotary power of net hauler drum in fishery and net got torn and materials got broken in fishing gears by stormy weather and adverse current.
2. For marine field investigations, a 3-step V type net hauler took a fixed drum angle during net drawing works in fishery so that it is impossible to adjust time of net hauler.
3. For marine field investigations, a fishery with Triflex type of net hauler system gave a lot of damage to a body of fish.
4. As a result of model experiments, it was observed that for 3-step drums, the expression between net drawing time( $Ht$ ) and the central axis of a drum( $Ag$ ) was  $Ht = (7.15Hs^{-0.81})Ag^{0.04}$   
and for 5-step drums,  $Ht = (6.45Hs^{-0.75})Ag^{0.10}$ .  
Only,  $Hs$ =net drawing times.



5. As a result model experiments, for 3-step drums, where net drawing velocity was 4cm/sec, the increase curve of tension can be expressed as following. Only, T= tension(g), x=time elapsed.

$$T = -0.0507x^3 + 2.8582x^2 - 37.011x + 458.43 \quad (r = 0.9987)$$

For 5-step drums, the increase curve of tension can be expressed as following where net drawing velocity was 4cm/sec.

$$T = -0.0055x^3 + 1.2525x^2 - 24.329x + 440.86 \quad (r = 0.9896)$$

6. In model experiments, it was observed that the narrower angle between central axis of net hauler, the faster net drawing time, whereas, the wider, the slower.

7. In model experiments, it was observed that for slipped(tripped) level, a 5-step drum was less than a 3-step drum and the process of drawing net was still safer.



## I. 서론

조기 유자망은 어구 분류상 유동식 다공접착 어구류에 속하며 대상어류가 어구를 인식하지 못하고 부딪친 대상어류를 그물코에 꽂히게해서 어획하는 어구류로서 그물은 기다란 띠 모양의 직사각형 그물감으로 되어 있는 것이 보통이고, 부딪친 고기가 잘 꽂힐 수 있도록 하기 위하여 그물감의 상변에 뜸(부자)을 부착하고 하변에 발돌(침자)을 부착하여 수중에서 수직으로 뻗혀 서도록 하고 바다의 저층부분에서 조류에 따라 떠내려가면서 조우하는 어군을 그물코에 꽂히도록하여 어획하는 것이 보통이다.

여기에서는 추자도 참조기 유자망 어업을 중심으로 조기유자망 조업시스템 개량에 관한 연구를 수행하였는데, 참조기는 농어목 민어과에 속하는 어종으로 우리나라 서해연안과 황해 및 동중국해에 광범위하게 수심 40~160m인 바닥이 모래나 펄인 지역에 분포하고 있으며, 우리나라 연근해 어업에 있어서 전통적으로 중요한 위치를 차지하고 있다.

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 남쪽일 수록 빠르고 북쪽일 수록 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 희고 아가미 구멍은 검은색을 띤다. 몸의 형태는 가슴지느러미에서 뒷지느러미에 이르는 몸통 높이가 큰 차이 없이 밋밋한 기다란 사각형에 가깝다.

전국에서 조기 어종을 주 대상으로 하는 유자망 어선은 97척이 있는데 이 중

60%정도가 추자도에 선적을 둔 선박이다. 추자도 수산업협동조합 참조기 위판 현황을 보면, 총 생산량에 대한 참조기 생산 비율은 높지 않지만 어획고는 80% 정도를 차지하며 유자망 어업으로 어획되는 참조기의 생산량이 대부분을 차지하고 있다. 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 실정이기는 하나 참조기 유자망 어업은 타 어업에 비해 조업선 및 어구의 규모가 소형임에도 불구하고 어획량과 어획고는 상위 수준을 유지함은 물론 어획물의 선도유지와 생산성이 높아서 경쟁력이 있는 어업으로 평가 받고 있다. 그러나, 유자망의 어구 및 조업 방법의 시스템에 있어서는 아직도 기계화 등의 생력화가 미진하여 영세성을 벗어나지 못하고 있는 실정이다. 이러한 문제를 해결할 시스템개발이 이루어지면 참조기 뿐만 아니라 연근해에서 조업되어지고 있는 타 단일어종을 대상으로 하는 쾡치, 오징어, 송어, 삼치, 전어 유자망 등에도 충분히 응용될 수 있으며, 양망작업에 소요되는 시간과 인원을 줄일 수 있을 뿐만 아니라, 투·양망 작업시에 빈번히 발생하는 인명사고 및 안전사고 등의 감소에 기여할 수 있을 것이다.

유자망 어선(29톤)에 신고 어장으로 출어하는 어구 규모는 700폭(폭당 25m) 정도인데, 200폭은 파망 사고 등을 대비하기 위하여 예비로 적재해 두고, 실제 조업에는 500폭을 사용한다. 유자망의 양망은 인력에 대부분 의존하여 수행되고 있으며, 선장을 제외한 12명의 많은 작업 인원을 필요로 한다. 일부 유자망 어선들은 나름대로의 기계화를 시도하고 있으나, 현재의 기계화는 작업이 편리하다는 것 뿐으로 어체의 손상 등으로 인한 생산성 저하 등의 문제해결은 물론 확실한 인력절감을 해결하지 못하고 있는 실정이다. 또한 조업선박의 양망 진로방향과 조류와 풍향이 서로 맞지 않음으로 인하여 양망 드럼의 파손이 발생되며 어구를 기기의 힘으로 끌어 올리면서 미끌림(헛도는) 현상이 발생하여 어체가 손상을 입는 현상이 발생하는 문제점도 안고 있는데, 개선이 시급한 실정이다.

참조기 어업에 대한 연구는 자원과 생태학 분야에서, 배(1960), 정(1970), 황과

최(1980), 이(1970), 장 등(1992a, 1992b, 1992c), 국립수산과학원(1988, 1990, 1993)이 연구를 다양하게 수행하였다. 1993년도에는 조기 저층유자망 양망기 개발에 관하여 연구하였으나 미흡한 상태에 있고, 어민들 나름대로 여러 가지 형태로 기계화를 시도하여 사용되고 있지만 아직도 조업현장에서 많은 문제점들이 제시되고 있어 어민들이 현실적으로 많은 어려움을 겪고 있으며, 4D현상의 가속화로 선원 인력 수급에 어려움을 겪고 있는데, 이를 해결할 방안이 시급한 실정이다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 이 연구에서는 조기 유자망 어구 개량 및 조업시스템 개발에 관한 일련의 기초연구로서 추자도에서 현재 사용하고 있는 참조기 유자망 조업시스템에 대하여 현장을 중심으로 종합적으로 분석하여 문제점을 도출하고 다음으로 이를 보완할 시험용 모형 5단 양망기를 제작하여 양망시스템 등 몇 가지 특성을 검토해석하고 조기 유자망 조업시스템 개량에 필요한 기초 자료를 제공하는데 그 목적이 있다.



## II. 재료 및 방법

### 1. 추자도 참조기 유자망 어구

이 연구에서 조기유자망 어구개량 및 조업시스템 개발에 관한 일련의 기초 연구를 목적으로 추자도 연근해 해역을 중심으로 조업하고 있는 참조기 유자망 어업의 어법과 어구를 대상으로 현장조사와 모형실험을 실시하였다.

현재 참조기 유자망 어업의 조업에서 사용되고 있는 양망방법은 3가지 형태로 첫째, 인력으로 양망하는 방법을 사용하며 조업인원은 12명인데 노동집약형으로 인력구인난과 과다경비 등의 문제로 어려움을 겪고 있다. 둘째, “3단 V형” 양망 기기를 이용하는 방법으로 조업을 하고 있으나 작업이 용이한 것 뿐으로 조업인력은 줄이지 못하고 있으며, 양망과정에서 미끌림(헛도는) 현상이 발생하여 어체의 손상이 많음은 물론 어구의 파손과 드럼의 날개부분 파손 등 많은 문제가 발생되고 있다. 셋째, 트리플렉스형 기기를 이용한 양망방법으로 인력을 줄이기 위해 어구의 돌움줄을 사용하지 않고 원살그물감만을 양망기기에 감아올리는 방법을 사용하고 있지만 어획물의 40~50%는 머리부분이 잘리는 등 어체손상이 심하다.

추자도 참조기 유자망어구는 돌움줄을 사용하는 어구와 돌움줄을 사용하지 않는 어구로 구분되며 이들 두 종류 어구에 대한 구성도를 Fig. 1과 2에 나타냈는데, Fig. 1의 돌움줄(h), 돌움줄 연결줄(i) 부분을 제외하고는 이들 어구의 기본구조는 동일하다. 돌움줄을 사용하는 어구에 대한 그물감과 부속구의 명세를 Table 1에, 돌움줄을 사용하지 않는 어구에 대한 그물감과 부속구의 명세를 Table 2에 나타냈다.

어구구성 기본단위인 1쪽은 뜰줄의 길이 25m를 기준으로 하는데, 그물감은 P A계 210d 6합사, 그물코의 크기는 5절(75mm)을 일반적으로 이용하여 왔으나 최

근에 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 뜸줄을 PE 9  $\phi$ , 26m내외(성형을 51%내외), 발줄을 PE 6  $\phi$ , 31m내외(성형을 54%내외)를 붙여 구성하며 발줄의 길이가 뜸줄의 길이보다 약 5% 정도 길다. 발돌은 시멘트로 만들어진 도우넛형(공기중 무게 250g)인 것을 다량 부착하여 사용하다가 최근에 와서는 투·양망시 그물에 걸리는 등의 불편함으로 인해 납 재질인 발돌을 부착하여 사용하는 경우가 많다. 실제 조업에 사용되는 어구의 폭 수는 500~600폭 정도이며, 예비로 100~200폭 정도 탑재한다. 현재 추자도 참조기 유자망 어선 총 62척 중 59척은 뜸줄을 사용하는 어구를 이용하여 조업하고 있다(Table 3).



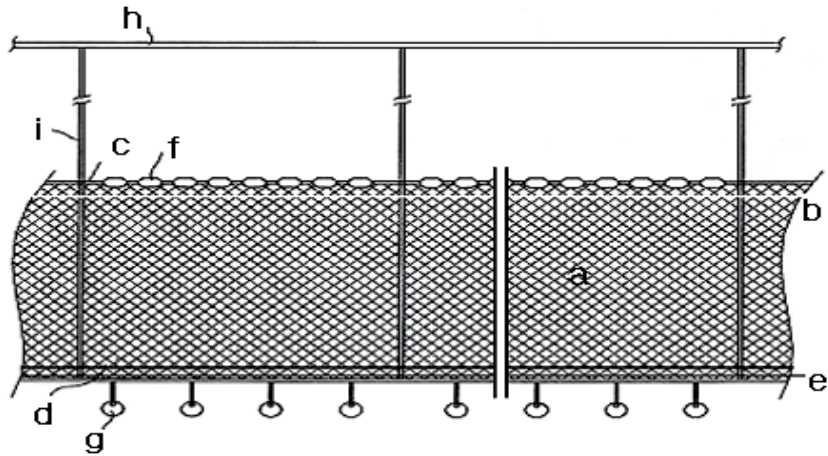


Fig. 1. Schematic of Yellow croaker drift gill net to using quarter rope

a : main net, b : guarding c : float line,

d : sinker line, e: bloch line, f: float,

g : sinker, h : quarter rope,

i : quarter rope connection rope



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

Symbol	Part	Material	Dimensions
a	main net	Nylon 210 D/2×3 75mm	200 mesh× 600 mesh
b	guarding	Nylon 210 D/4×3 75mm	5코×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
h	quarter rope	PE rope 15 ϕ	28m
i	quarter rope connection rope	PE rope 9 ϕ	9m

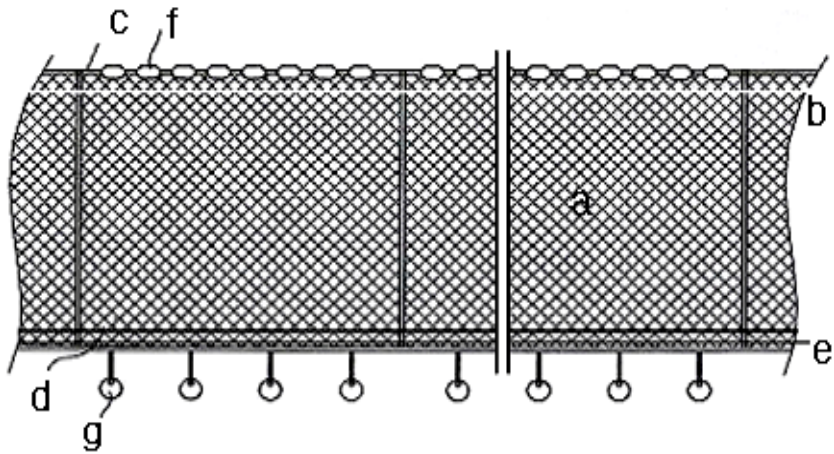


Fig. 2. Schematic drawing of Yellow croaker drift gill net not to using quarter rope

- a : main net, b : guarding,  
 c : float line, d : sinker line,  
 e : bloch line, f : float,  
 g : sinker



Table 2. Specifications of materials for Yellow croaker drift gill net not to using quarter rope

Symbol	Part	Material	Dimensions
a	main net	Nylon 210 D/2×3 75mm	200 mesh× 600 mesh
b	guarding	Nylon 210 D/4×3 75mm	5코×2×45m
c	float line	PE rope 9 ϕ	26m×2strand
d	sinker line	PE rope 6 ϕ	31m×2strand
e	bloch line	Vinylon Nec 20/20×3	60m×2strand
f	float	Plastic float(buoyancy 140g)	14ea
g	sinker	Doughnut type cement (weight 250g)	8ea



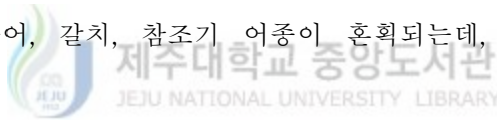
Table 3. The state of Yellow croaker drift gill net in Chu-ja

Part	Fishing implements to use quarter rope	Fishing implements not to use quarter rope
main net	○	○
guarding	○	○
float line	○	○
sinker line	○	○
bloch line	○	○
float	○	○
sinker	○	○
quarter rope	○	×
quarter rope connection rope	○	×
Total 62 vessels	59 vessels	3 vessels



## 2. 조업어장 및 어선

추자도 참조기 유자망 어업의 주조업은 9월 추석(음력 8월 15일) 전후를 시점으로 시작하는데 다음해인 1월까지는 제주도와 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 6월까지는 서귀포, 홍도 연근해 해역에서 옥돔과 보구치를 대상으로 110, 243, 242 해구에서 조업이 이루어지며, 7월, 8월에는 백도 주변해역에서 고등어, 갈치를 대상으로 조업을 한다. 이 시기부터 10월경까지는 고등어, 갈치, 참조기 어종이 혼획되는데, 참조기 조업 해역을 Fig 3.에 나타냈다.



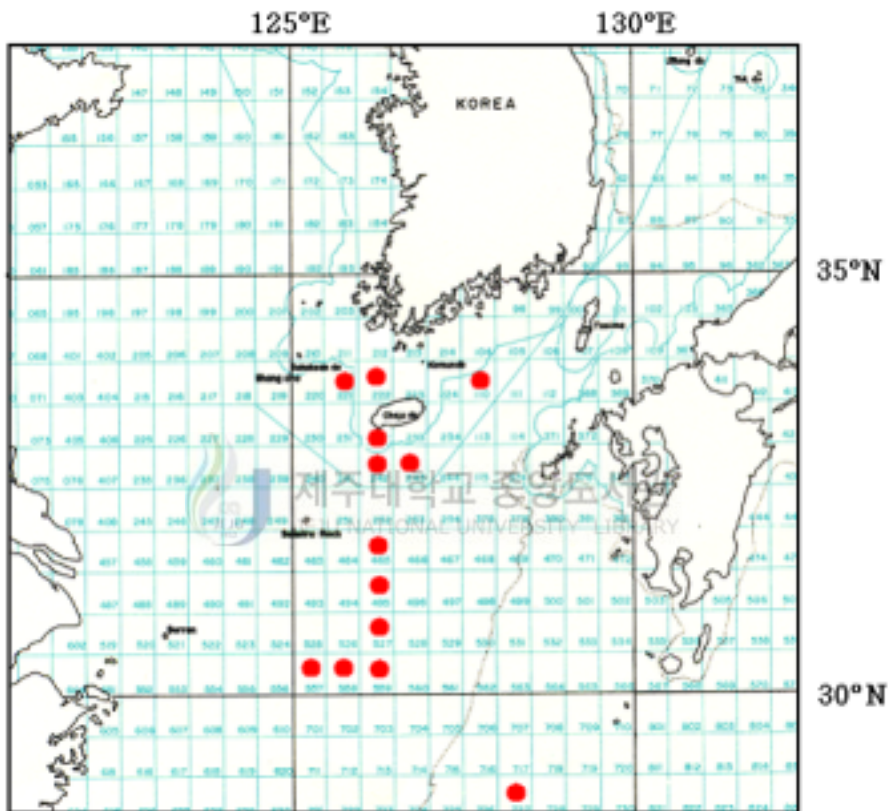


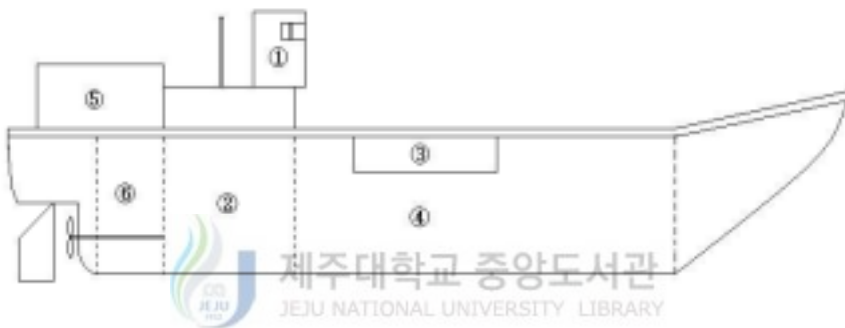
Fig. 3. The location of operation fishing ground for yellow croaker ( ● 조업 해역)

추자도 참조기 유자망 어선은 20~50톤급으로 대부분 FRP 제질로 건조되어 있는데, 유자망 조업선 측면도와 평면도 등을 Fig. 4에 나타내었다. Fig. 4의 B는 측면도로 조타실(B ①)을 중심으로 바로 하부에 기관실(B ②)이 있고, 이 기관실에는 주기관 1대(평균 550마력), 보조기관 2대(평균 190마력)가 설치되어 있다. 앞쪽 선수부 상갑판에는 그물 적재칸(B ③)과 그물 적재 칸을 중심으로 앞과 뒤쪽에는 어창입구가 있고 바로 하부에는 어창과 예비어구 보관 창고(B ④)가 있으며 조타실 뒷부분에는 취사실(B ⑤), 그 하부에는 2~3평 정도의 선원실(B ⑥)이 있다.

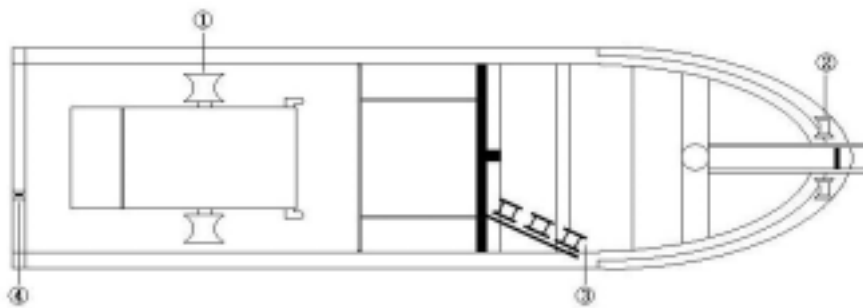
Fig. 4의 C는 평면도로서 양망시에 사용되는 권양장치 시스템 위치를 나타내고 있다. 양망시 선체중앙부의 기관실 양쪽에 설치된 사이드 롤러(C ①)에 의해 돛음줄을 감아 올려지게 되는데 이때 돛음줄의 이탈을 방지하고 일정한 방향으로 원활한 이동을 시키기 위한 도움장치가 설치되어 있다. 선수(이물) 양쪽에 “U”형 모양의 돛음줄 유도롤러(C ②)가 있으며 돛음줄과 더불어 그물을 끌어올리기 위한 권양장치(C ③)가 있고 선미(고물)쪽에는 부표가 연결 줄을 감아올릴 수 있는 홈 마찰자 롤러(C ④)가 설치 되어져 있다.



(A)



(B)



(C)

Fig. 4. Drift gill net fishing boat

A : Drift gill net operation vessel

B : Side view of drift gill net fishing boat

C : Plane view of drift gill net fishing boat

### 3. 해상 현장 조사

현장조사를 실시하기 전에 우선 추자도 수산업협동조합 관계자와 유자망 선주, 선장들을 대상으로 2003년 9월 27일부터 9월 29일(3일간)까지 유자망 어구개량과 생력화 조업시스템 개발에 대한 현지 청취조사를 실시하여 현장애로사항과 이에 대한 어구개량 및 생력화 조업시스템 개발 개념에 대한 현지 어민들의 의식과 반응에 대해서 조사를 행하였다.

해상 현장 조사는 추자도 참조기 유자망 어선에 직접 승선하여 두 차례에 걸쳐 실시하였다. 1차 조사는 2003년 11월 10일부터 11월 20일(11일간)까지 제주도 연근해 해역 어장에서 조업하는 유자망 어선 금양호(50톤)에 승선하여 돛줄이 부착된 유자망어구를 인력으로 양망하는 조업시스템과 돛줄이 부착된 어구를 3단 V형 양망기를 이용하여 양망하는 두 가지 조업시스템에 대한 전반적인 조업과정과 어구구성에 대해서 현장 조사를 행하였으며, 2차조사는 2004년 2월 20일부터 3월 4일(14일간)까지 동중국해 해역 어장에서 조업하는 유자망 어선 고려호(50톤)에 승선하여 돛줄을 사용하지 않는 어구와 트리플렉스형 양망기를 이용하여 양망하는 조업시스템에 대한 전반적인 조업과정과 어구 구성에 대한 현장 조사를 실시하였다.

#### 4. 모형실험

모형실험에 사용한 유자망의 모형은 실험수조의 규모 등을 고려하여 시판되고 있는 돋움줄이 없는 1폭(26m, 공기중의 무게 6.1kg)의 참조기 유자망 어구를 사용하였으며, 유자망 모형의 그물감과 부속구의 명세를 Table 4에 나타냈다. 모형망 양망에는 현재 사용하고 있는 3단 양망 시스템의 성능 보안을 하기 위해 고안 제작한 5단 모형 양망기의 모형(Fig. 5)을 사용하였는데, 각 드럼의 간격을 등간격으로 50°~120°까지 조절 할 수 있으며(Fig. 6), 시험용 5단 양망기 모형의 구성도를 Fig. 7에 나타냈다. 실험은 제주대학교 해양과학대학 해양생산기구학 실험실에서 실시하였는데, 수조(1,100L×50B×50Dcm)를 설치하고, 이때 수심을 45cm로 하였다. 이 수조의 상단부 끝단에 모형 양망기를 설치 고정하고, 양망을 10회 반복하고 이때 걸리는 시간을 평균하여 측정값으로 하였다. 양망시간 등의 분석을 위하여 Video Camera(Sony DCR-VX2100)를 5단 양망기 측면 50cm 거리에 설치하여 실험의 전 과정을 촬영하였으며, 녹화된 화면을 분석하여 양망시간을 측정하였다. 실험장치 배치도를 Fig. 8에 나타냈다. 모형 양망기에서 Fig. 6에 나타낸 것과 같이 드럼의 명칭을 ①~⑤번 까지 부여하고 작동은 1단(드럼 ①번 작동), 3단(드럼 ①~③번 작동), 5단(드럼 ①~⑤번 까지)의 3단계로 하였으며, 2단과 4단은 예비실험 결과 마지막 드럼이 그물에 걸리는 힘이 없어서 이번 실험에서는 제외하였다. 양망 속도는 모형 양망기의 자체 속도 조절장치(2~28cm/sec까지 조절가능)를 조절하여 일정한 간격이 되도록 4, 10, 16, 22, 28cm/sec의 5단계로 설정했다. 3단 실험에서는 ①번 드럼과 ③번 드럼의 중심축의 간격을 21.5cm, 27.5cm, 33.5cm, 39.5cm, 46.5cm로, 5단 실험은 ①번과 ⑤번 드럼의 중심 축간의 간격을 43cm, 55cm, 67cm, 79cm, 93cm로 변화시켰는데, Table 5에 나타낸 것과 같이 실험번호를 1단은 A1~A3, 3단은 B1~F5, 5단은 G1~K1까지 부여하였다. 장력측정은 양망시 그물에 걸리는 장력이 너무 작아서 측정이 불가능하였기 때문에 시험용 유자망 어구 길이와 같은 로프(길이 26m, 직경 4mm, 공기중 무게 610g)를 이용하여 측정하였다. 이때 실제 현장 조업과정에서 걸리는 힘의 현상에 어느 정도 근사시키기 위하여 양망 시작되는 로프의 끝단에 납추(공기중의 무게 150g)

1개와, 반대편 로프의 끝단에 동일한 납추 3개를 매달아 측정하였는데, 1번 드럼 하단 50cm 전방부분에 장력계(ANE 2型, Nakaasa)를 설치하고 계측하였다.

Table. 4. Specifications of materials for model drift gill net

Part	Material	Dimensions
main net	Nylon 210 D/2×3 80mm	30 mesh×750mesh
float line	PE rope 9 ϕ	25m×2strand
sinker line	PE rope 3 ϕ	26m×2strand
float	Plastic float(buoyancy 30g)	29ea
sinker	Lead(weight 20g)	100ea





Fig. 5. Five-step drum model net hauler

A : Drum

B : Control Box

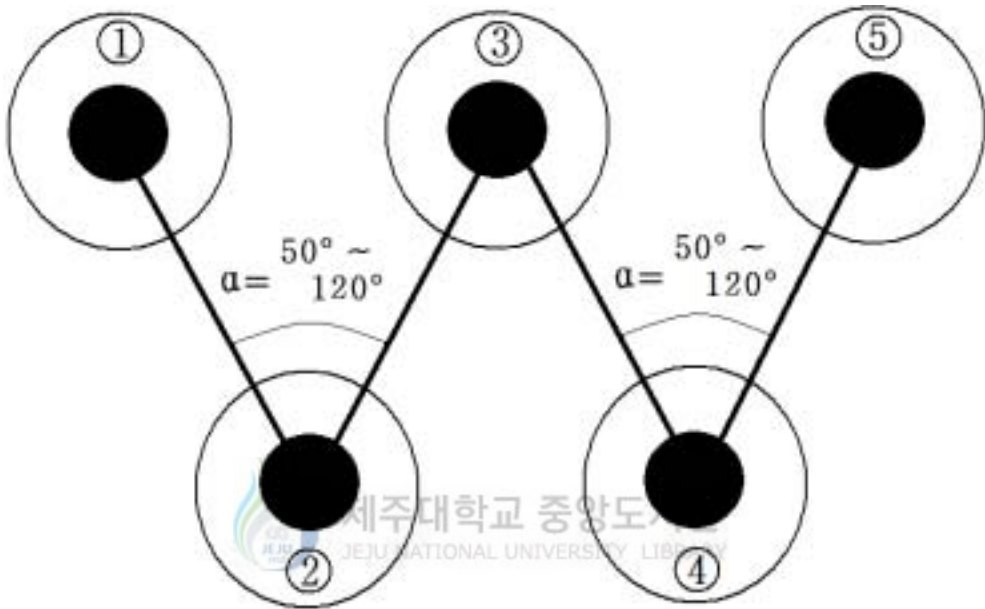


Fig. 6. Construct of model net hauler drum  
 $\alpha$  : Angle of drum central axis

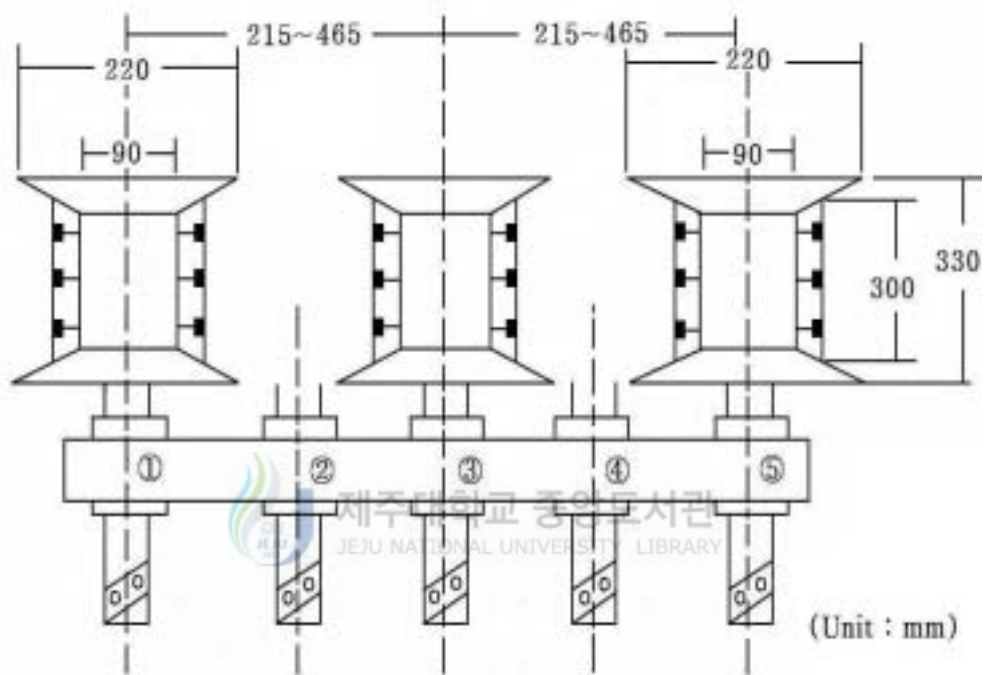


Fig. 7. Construct of five-step drum model net hauler

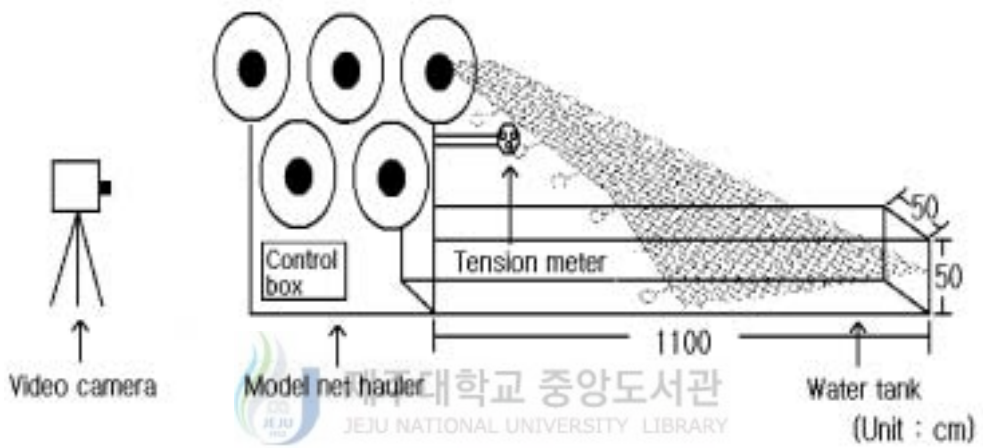


Fig. 8. Schematic diagram of the model test

Table 5. Condition of model experiment

Exp. No	Number of drum	Length of central axis(cm)	Hauling speed(cm/sec)	Angle of central axis $\alpha$ (°)
A1	1	0.0	10	0
A2	1	0.0	16	0
A3	1	0.0	22	0
B1	3	21.5	4	50
B2	3	27.5	4	65
B3	3	33.5	4	80
B4	3	39.5	4	100
B5	3	46.0	4	120
C1	3	21.5	10	50
C2	3	27.5	10	65
C3	3	33.5	10	80
C4	3	39.5	10	100
C5	3	46.0	10	120
D1	3	21.5	16	50
D2	3	27.5	16	65
D3	3	33.5	16	80
D4	3	39.5	16	100
D5	3	46.0	16	120
E1	3	21.5	22	50
E2	3	27.5	22	65
E3	3	33.5	22	80
E4	3	39.5	22	100
E5	3	46.0	22	120
F1	3	21.5	28	50
F2	3	27.5	28	65
F3	3	33.5	28	80
F4	3	39.5	28	100
F5	3	46.0	28	120

Table 5. Continue

Exp. No	Number of drum	Length of central axis(cm)	Hauling speed(cm/sec)	Angle of central axis $\alpha$ (°)
G1	5	43	4	50
G2	5	55	4	65
G3	5	67	4	80
G4	5	79	4	100
G5	5	92	4	120
H1	5	43	10	50
H2	5	55	10	65
H3	5	67	10	80
H4	5	79	10	100
H5	5	92	10	120
I1	5	43	16	50
I2	5	55	16	65
I3	5	67	16	80
I4	5	79	16	100
I5	5	92	16	120
J1	5	43	22	50
J2	5	55	22	65
J3	5	67	22	80
J4	5	79	22	100
J5	5	92	22	120
K1	5	43	28	50
K2	5	55	28	65
K3	5	67	28	80
K4	5	79	28	100
K5	5	92	28	120

### Ⅲ. 결과

#### 1. 해상 현장 조사

해상 현장 조사를 실시하기 전에 추자도 현지를 방문하여 추자도 수산업협동조합 관계자와 유자망 선주, 선장들을 대상으로 청취조사를 하였다.

조사결과, 거의 대부분이 참조기 유자망 어선에 설치되어 있는 3단 V형 양망기의 드럼 날개부분이 양망과정에서 양망 진행방향과 조류방향이 반대방향으로 엇갈리는 현상과 황천으로 인해 손상이 많이 되면서 생산성 저하와 조업경비의 과다 등의 문제점이 발생되고 있다. 또한, 선원구인난으로 인해 외국인 근로자를 채용하여 노동인력을 충당하고 있지만 음식문화 등 문화차이로 인하여 최근에 와서는 외국인 근로자들도 현장을 떠나는 현상이 나타나면서 선주들이 조업을 포기하고 있기도 했다.

이와 같은 문제를 해결하기 위해서는 유자망 어업에 적합한 어구의 구조개량이 필요하며, 개량된 어구에 알맞게 새로운 양망시스템이 개발되어야 하는 것으로 나타났다. 현재 조업에서는 대부분 돛음줄이 부착된 어구를 사용하고 있는데, 돛음줄을 사용하지 않는 양망 방법도 연구 검토할 필요가 있는 것으로 나타났다. 소수의 어선들은 돛음줄을 사용하지 않은 양망 방법을 선택하고 있으나, 조업시 양망기 드럼의 회전력에 의해 어구에 걸린 어체가 손상을 입는데 손상을 최소화할 수 있는 시스템 개발이 필요하며, 조업시에 황천과 역조류 및 양망기 드럼의 회전력에 의해 어구의 파망이 발생하는데, 이와 같은 사고를 최소화 할 수 있는 시스템 개발이 절실하며, 양망 장치는 가능한 최소의 인력으로 조업할 수 있는 생력화 조업시스템에 적합한 형태로 개발 되어야 하는 것으로 나타났다.

## 1.1 참조기 유자망 어구의 투망

참조기 유자망 어업에서 돈음줄을 사용하는 어구와 돈음줄을 사용하지 않는 어구의 투망 전 조업선에 적재된 어구 배치도를 각각 Fig. 9와 Fig. 10에 나타냈는데, 이들 두 종류 어구의 투망 과정과 방법은 모두 같다. 투망은 일출 전후(새벽 05~07시) 조업 어장에 도착하고 GPS와 어군탐지기를 이용하여 어구투망 위치를 정한 후 초망(어구의 첫 투망 시작부분)에 부표등이 부착된 부표기연결줄(망태줄)을 연결하고 투하 하는데 선주에 따라 다르기는 하지만 보통 30~40폭 간격으로 부표기연결줄을 연결한다(Fig. 11, 12). 조류의 흐름 방향에서 수직 방향으로 조업선은 풍향을 정선수로 받으며 약 6~8노트의 속력으로 후진하면서 어구를 투망하는데 대부분 정선수 방향의 우현 측에서 그물 적재칸에 정리하고 적재된 순서대로 투망한다(Fig. 13, 14). 어구가 모두 투망되면 어구의 마지막 끝 부분에 배 잡이 줄(닷줄)을 길게 내어 조업선을 고정시키는데, 이는 어구를 감시하기도 할 뿐만 아니라 조류 및 풍향 풍속에 의해 어구와 조업선이 함께 흘러가기 때문에 투망시에 느슨해진 어구가 긴장되면서 곧게 뻗혀지게 하여 어획효율을 높이는 역할도 한다(Fig. 15, 16). 이와 같은 순서에 의하여 투망된 후의 돈음줄을 사용하는 어구와 사용하지 않는 어구의 모식도를 Fig. 17과 Fig. 18에 나타냈다.

어구 투망 소요시간은 투망어구 폭 수에 따라서 보통 50~80분이 소요되며, 투망어구 폭 수(폭당 25m)는 500~600폭(길이 12.5~15km)까지 조업에 사용되며, 어장 저질은 펄이고, 어구 투망 수심은 보통 60~120m이나 가끔 최대 140m의 수심까지 투망되기도 한다.





Fig. 9. The fishing implements to use quarter rope



Fig. 10. The fishing implements not to use quarter rope



Fig. 11. Scene of throwing down a buoy flag



Fig. 12. Scene of throwing down a buoy light



Fig. 13. Scene of throwing down a quarter rope and fishing implements



Fig. 14. Scene of throwing down a croaker drift gill net



Fig. 15. The operation vessel to be connected to the swing rope

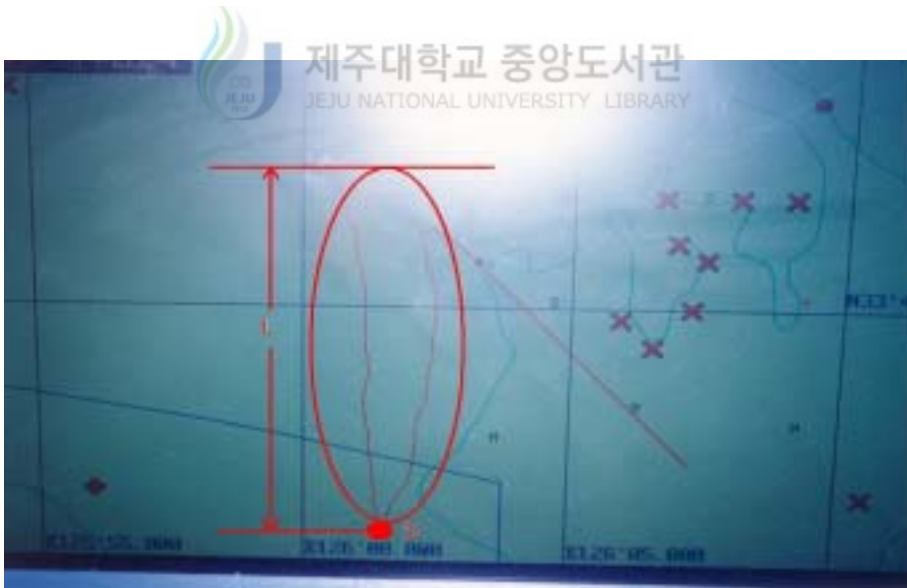


Fig. 16. A fishing implements conduct trace of wheel by  
GPS after the netting

S : Netting start point

L : Netting a croaker drift gill net



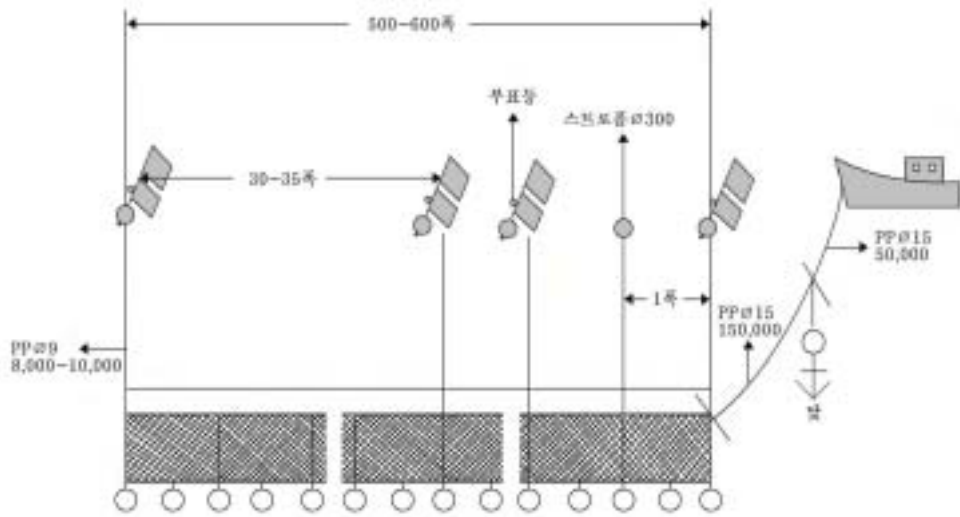


Fig. 17. The schematic drawing a Yellow croaker drift gill net to use the quarter rope

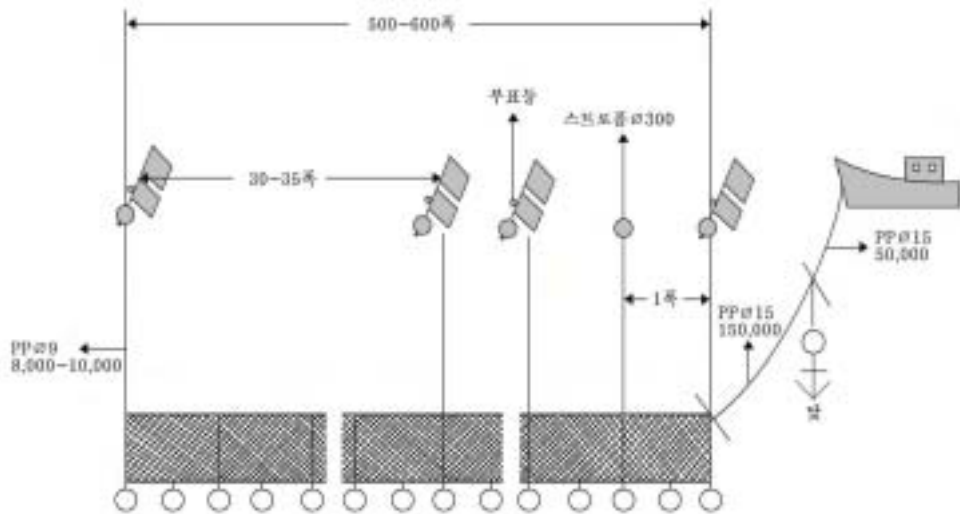


Fig. 18. The schematic drawing a Yellow croaker drift gill net not to use the quarter rope

## 1.2 참조기 유자망 어구의 양망

추자도 참조기 유자망 어업에서 양망은 3가지 방법으로 구분 할 수 있다. Fig. 19는 돌움줄이 부착된 어구를 사이드 롤러를 이용하여 12명의 인력으로 양망하는 과정을 나타낸 모식도이다. 돌움줄을 선수에 있는 “U”형 돌움줄 유도 롤러를 거쳐 사이드롤러로 감아올리면 연결줄 끝에 매달린 그물 첫 부분이 올라오게 되는데 올라오는 그물을 현측(보통 우현)에서 인력으로 잡아당기면서 조업을 수행하고 있는데, 그 조업장면을 Fig. 20에 나타냈다.

Fig. 21은 돌움줄이 부착된 어구를 사이드 롤러와 3단 V형 양망기를 이용한 조업과정을 나타낸 모식도이다. 돌움줄을 선수에 있는 “U”형 돌움줄 유도 롤러를 거쳐 사이드롤러로 감아올리면 연결줄 끝에 매달린 그물 첫 부분이 올라오게 되는데 올라오는 그물을 인력으로 당기는 것이 아니라 3단 V형 양망기를 사용하여 그물을 양망하면서 조업을 하며 조업인원은 11명이 소요된다. 그리고, 양망시 조업선은 조류나 풍향을 선수 정면으로 받으면서 주기관은 사용하지 않고 돌움줄이 감기는 힘과 속력에 의해 전진하면서 조업을 한다. 이러한 조업장면을 Fig. 22에 나타냈다. 그러나 3단 V형 양망기를 이용하는 조업에서 양망진행 방향과 조류와 풍향 등이 엇갈릴 때에는 양망기 사용이 어렵기 때문에 인력으로 양망이 이루어 지는데, 현장 조사 결과 3단 V형 양망기를 이용한 양망횟수 비율은 30% 정도였다. 이와 같이 양망기를 설치하였음에도 조업 인원을 감축하지 못하고 있는 실정이었다.

Fig. 23은 돌움줄을 사용하지 않고 트리플렉스형 양망기만을 이용한 조업과정을 나타낸 모식도이다. 배잡이줄이나 초망줄을 트리플렉스 양망기에 감아올리면 연결줄 끝에 매달린 그물 첫 부분 그물이 올라오면서 부터 조업이 시작되고 조업 인원은 10~11명이다. 이때 양망시의 조업선은 돌움줄 사용어구와는 달리 조류나 풍향은 선미부에서 받고 조업선은 주기관을 이용하여 어구위치의 진행방향에 따라 선장이 계속 키를 잡고 이동하여야 한다. 이러한 조업과정 장면을 Fig. 24에 나타냈다. 돌움줄 없이 사용되는 트리플렉스형 양망기를 이용한 방법에서는 다소의 조업인원은 감축하고 있으나 돌움줄을 사용하는 어구 보다 어구의 파망사고가 많이 나타나고 어체 손상이 심하게 나타나는 등 다소의 문제점이 포함되고 있었다.

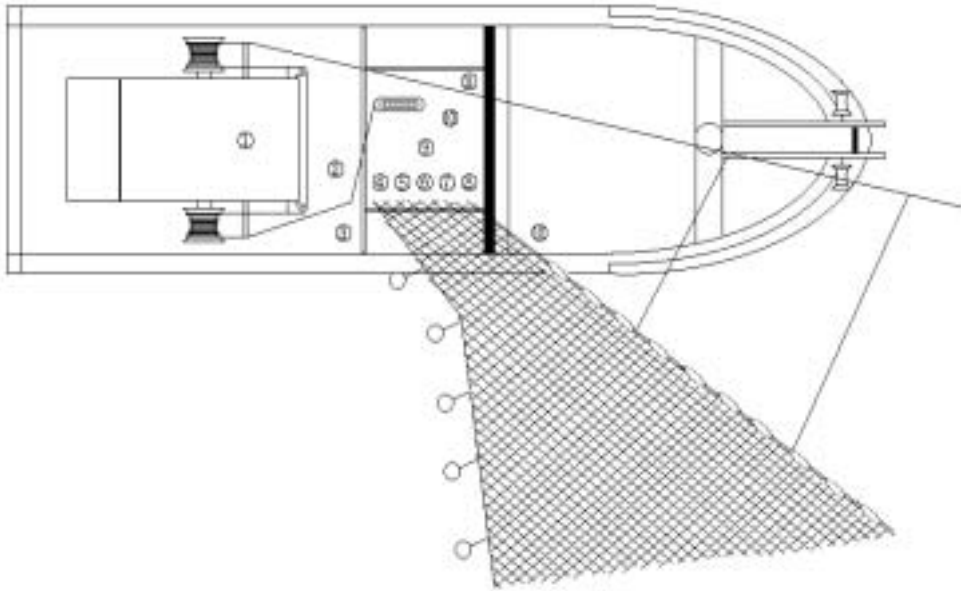


Fig. 19. The schematic drawing a course use the quarter rope and to hauling by the manpower

①~⑫ : Operation person and work arrangement place



Fig. 20. The work scene to hauling by the manpower

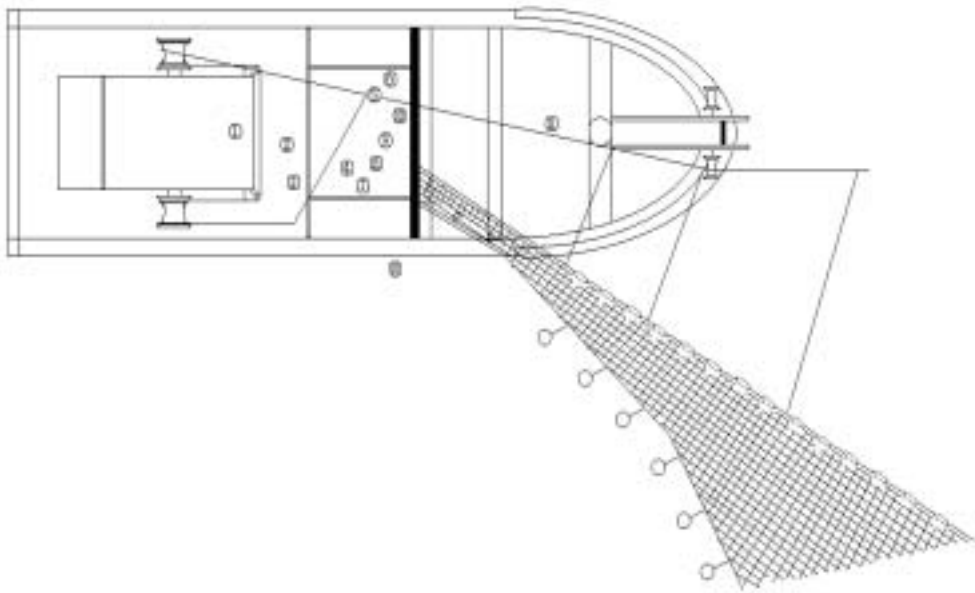


Fig. 21. The schematic drawing of the course which we use a quarter rope and Triple 'V' type net hauler

①~⑪ : Operation person and work arrangement place



Fig. 22. The work scene to use quarter rope and Triple 'V' type net hauler



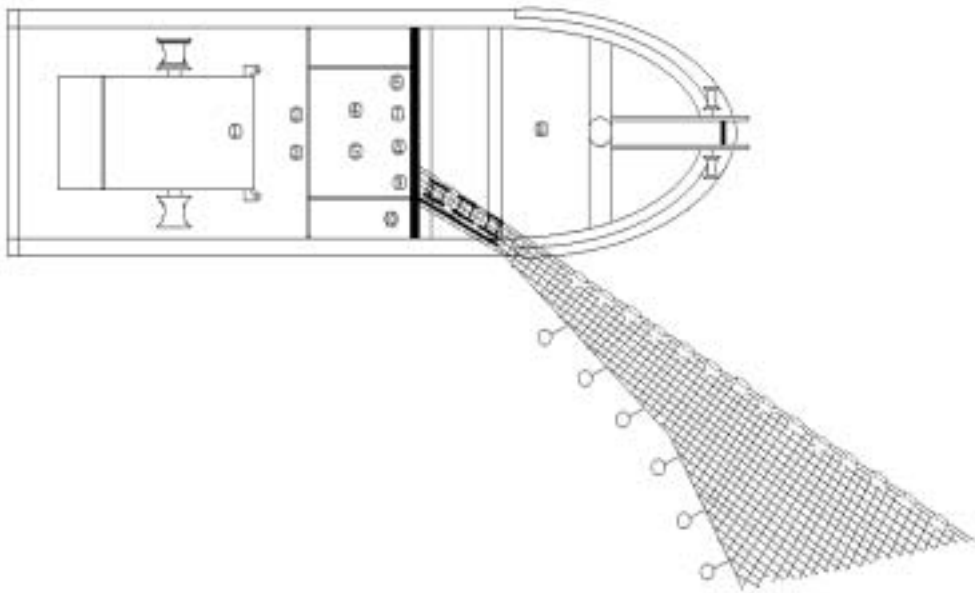


Fig. 23. The schematic drawing of the course which we use Triplex net hauler

①~⑪ : Operation person and work arrangement place



Fig. 24. The work scene which we use a Triplex net hauler

### 1.3 참조기 유자망 어구 투망과 양망 과정에서의 사고 현황

해상 현장조사 기간 중 투망 어구에 대한 양망시 파망 폭 수를 조사 하였다. 어구 500폭을 투망하여 양망한 결과 어구파망(Fig. 25)은 돌움줄을 사용하는 어구는 5회 양망 시 총 파망이 96폭, 즉 양망 당 평균 19.2폭으로 3.8%이었으며, 돌움줄을 사용하지 않는 어구는 5회 양망시 총 122폭, 즉 양망 당 평균 24.4폭으로 4.9% 파망 되었는데, 돌움줄을 사용하지 않는 어구가 총 26폭, 양망 당 5.2폭 1.4% 정도 더 많이 파망 된 것으로 나타났다. 어구 파마현상(꼬임현상(Fig. 26))은 돌움줄을 사용하는 어구는 5회 양망시 총 파마가 98폭 정도, 양망 당 평균 19.6폭으로 3.9%정도였고, 돌움줄을 사용하지 않는 어구는 총 38폭, 양망 당 평균 7.6폭으로 1.5% 정도로 나타나, 돌움줄을 사용하는 어구가 총 60폭, 양망 당 12폭으로 2.4%정도 더 많이 파마 된 것으로 나타났다(Table 6).

조업과정에서 간혹 뜬이 파손되기도 하는데(Fig. 27), 이러한 사고 현상으로 현장에서는 어려움이 가중되고 있으며, 파손과 파망어구가 투기될 경우, 생태계에 피해를 주는 등의 문제를 초래할 수 있다.



(A)



(B)

Fig. 25. The scene of broken drift gill net

A : The scene of broken drift gill net to use quarter rope

B : The scene of broken drift gill net not to use quarter rope



(A)



(B)

Fig. 26. The scene of entanglement fishing implement

A : Entanglement fishing implement to use quarter rope

B : Entanglement fishing implement not to use quarter rope





(A)



(B)

Fig. 27. The broken float

A : The broken float to use quarter rope

B : The broken float not to use quarter rope

Table 6. The current situation of accident a drift gill net from cast and hauling

Section	Number of broken pannel		Ratio (%)	Number of entanglement pannel		Ratio (%)
	Use quarter rope(A)	Not to use quarter rope(B)		Use quarter rope(A)	Not to use quarter rope(B)	
Hauling times			A/B			A/B
1	27	45	5.4	25	10	2.0
2	17	14	3.4	20	7	1.4
3	15	25	3.0	17	8	1.6
4	17	20	3.4	15	7	1.4
5	20	18	4.0	21	5	1.0
Total	96	122	3.8	98	38	1.5
Average	19.2	24.4	3.8	19.6	7.6	1.5

#### 1.4 어획물 조성

해상 현장 조사 기간 중 어획물 조성을 살펴보면 돛줄이 부착된 어구를 3단 V형 양망기로 이용하여 양망하는 유자망 어선의 총 어획량은 390상자(1상자 10kg정도)이었는데, 이 중에서 참조기가 61%로 가장 높았고, 그 다음은 갈치가 18%, 고등어 14%, 민어 5%, 기타 갯장어 등 5종의 어류와 새우류 3종류 2% 정도다. 돛줄을 사용하지 않는 어구를 트리플렉스형 양망기로 이용하는 유자망 어선의 총 어획량은 757상자였는데, 이 중에서 오징어가 58%로 가장 많이 어획되었고, 참조기는 그 다음으로 35%였으며, 다음은 보구치 4%, 부세 2%의 순이었고, 기타 민어, 갯장어, 논볼대 등의 어류가 1%정도였다. 트리플렉스형 양망기를 이용하여 양망했을 때는, 과망이 많이 되어 참조기 어획율은 낮게 나타났으나, 조업인력은 25%정도 감축할 수 있었다.



Catches(%)

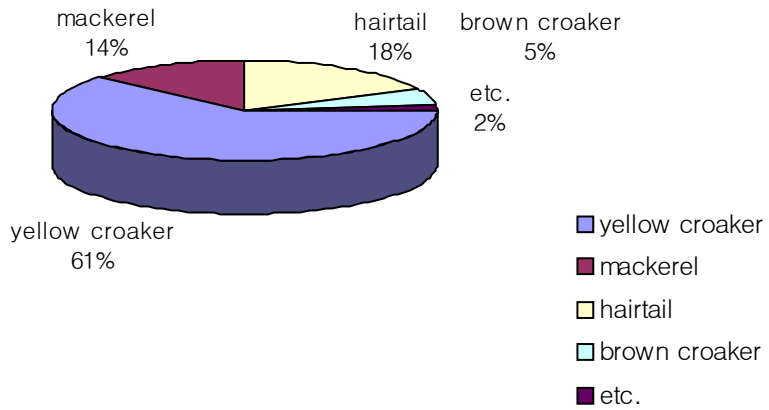
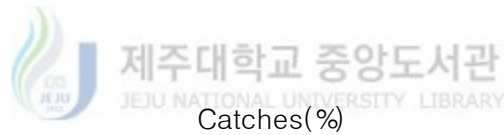


Fig. 28. The catches of vessel to use the quarter rope



Catches(%)

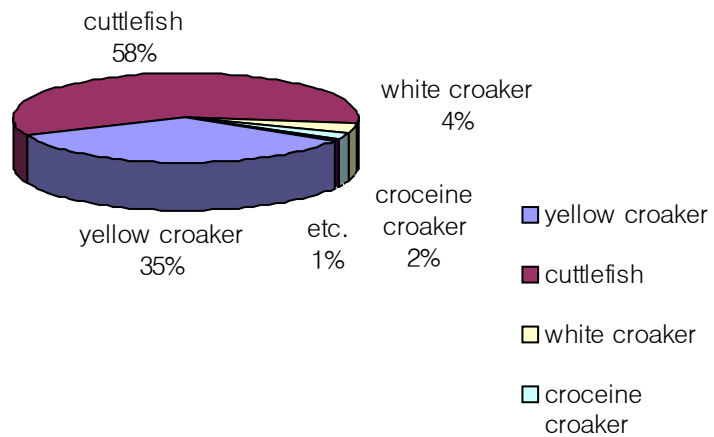


Fig. 29. The catches of vessel not to use the quarter rope



## 2. 모형실험

### 2.1 양망기 드럼별 양망 특성

양망기 드럼별 양망특성을 파악하기 위하여 각각의 실험 조건에서 모형실험을 실시하였는데, 드럼 각도별 양망시간 결과를 3단은 Fig. 30-1~5에 5단은 Fig. 31-1~5에 나타냈다. 드럼을 1단으로 하여 양망했을 때 미끌림(헛도는) 현상이 심하여 실험값을 나타낼 수 없었다. 드럼이 3단일 경우는 1단에 비해 미끌림(헛도는) 현상이 줄어들었으나 가끔씩 나타나는 경향을 보였다. 각도별(50°, 65°, 80°, 100°, 120°)로 양망속도가 4cm/sec일 때는 양망에 소요된 시간이 7분1초, 7분4초, 7분22초, 7분44초, 7분55초로 측정되었고, 최저 각도와 최대 각도인 50°와 120°의 차이는 54초(12%)의 차이를 보였다. 양망속도가 10cm/sec일 때는 양망에 소요된 시간이 5분11초, 5분26초, 5분30초, 5분33초, 5분43초로 측정되었고, 50°와 120°의 차이는 32초(10%)의 차이를 보였다. 양망속도가 16cm/sec일 때는 양망에 소요된 시간이 3분19초, 3분26초, 3분24초, 3분30초, 3분38초로 측정되었고, 50°와 120°의 차이는 19초(9%)의 차이를 보였다. 양망속도가 22cm/sec일 때는 양망에 소요된 시간이 2분29초, 2분36초, 2분34초, 2분39초, 2분44초로 측정되었고, 50°와 120°의 차이는 15초(10%)의 차이를 보였다. 양망속도가 28cm/sec일 때는 양망에 소요된 시간이 2분9초, 2분12초, 2분14초, 2분17초, 2분21초였고, 50°와 120°의 차이는 12초(9%)의 차이를 보였다. 각도가 커질 수록 양망 시간이 느려지는 경향을 나타냈으며, 양망속도가 빨라질 수록 최저각도와 최대각도와의 차이는 줄어드는 경향을 나타냈다.

드럼이 5단일 경우에 각도별(50°, 65°, 80°, 100°, 120°)로 양망속도가 4cm/sec일 때는 양망에 소요된 시간이 6분58초, 7분07초, 7분11초, 7분18초, 7분30초로 측정되었고, 최저 각도와 최대 각도인 50°와 120°의 차이는 32초(10%)의 차이를 보였다. 양망속도가 10cm/sec일 때는 양망에 소요된 시간이 4분44초, 5분11초, 5분31초, 5분15초, 5분23초로 측정되었고, 50°와 120°의 차이는 39초(13%)의 차이를 보였다. 양망속도가 16cm/sec일 때는 양망에 소요된 시간이 3분12초, 3분16초, 3분2

0초, 3분21초, 3분24초로 측정되었고, 50°와 120°의 차이는 12초(6%)의 차이를 보였다. 양망속도가 22cm/sec일 때는 양망에 소요된 시간이 2분16초, 2분26초, 2분28초, 2분31초, 2분31초였고, 50°와 120°의 차이는 15초(10%)의 차이를 보였다. 양망속도가 28cm/sec일 때는 양망에 소요된 시간이 2분03초, 2분05초, 2분10초, 2분11초, 2분13초로 측정되었고, 50°와 120°의 차이는 10초(8%)의 차이를 보였다. 드럼이 3단일 때와 비슷한 경향을 보였으며, 드럼 각도별, 속도별 양망 시간은 3단과 5단이 큰 차이를 보이지 않았지만 5단이 대체적으로 빨랐다. 간격이 가장 좁은 50°일 때가 양망 시간이 가장 빨랐으며, 간격이 가장 넓은 120°일 때가 양망 시간이 가장 느렸다.

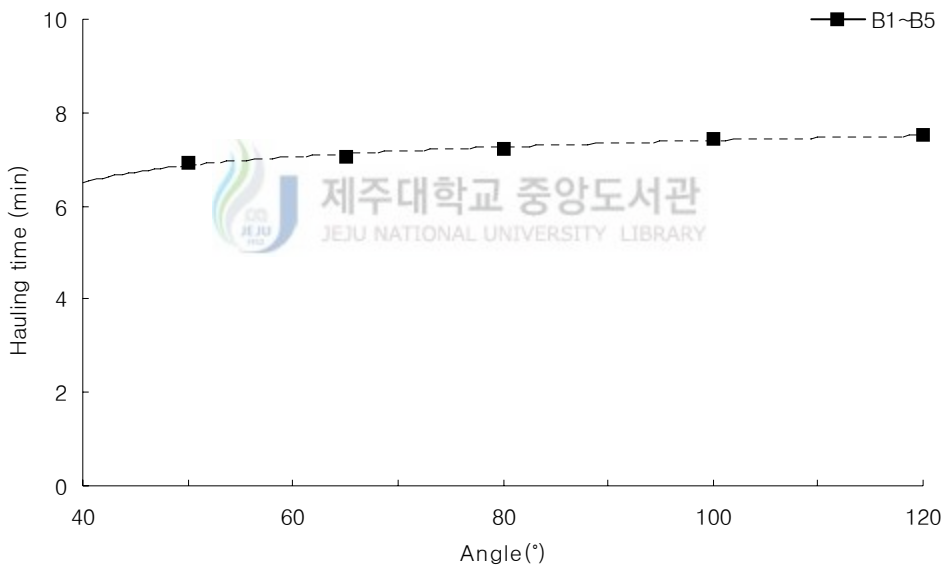


Fig. 30-1. Hauling time of the model net hauler according to drum angle

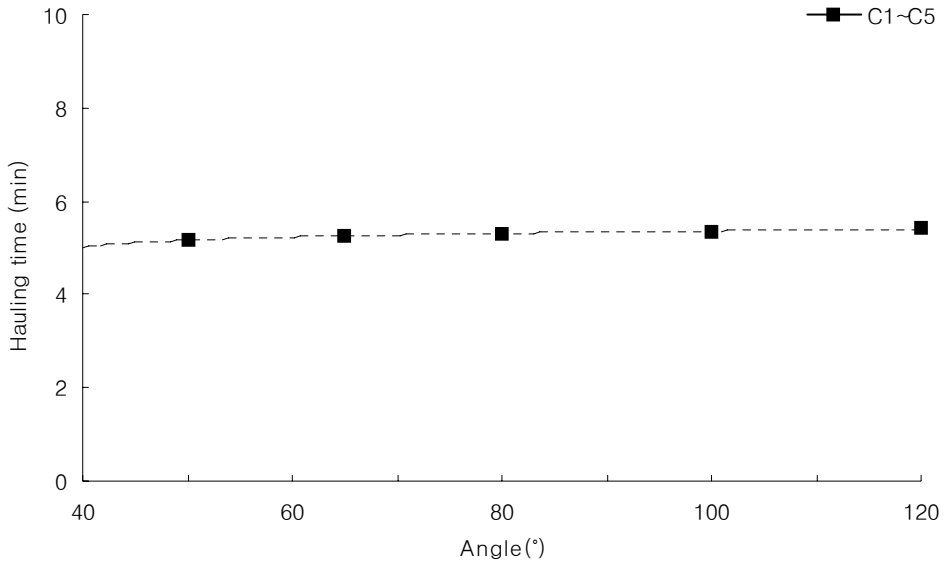


Fig. 30-2. Hauling time of the model net hauler

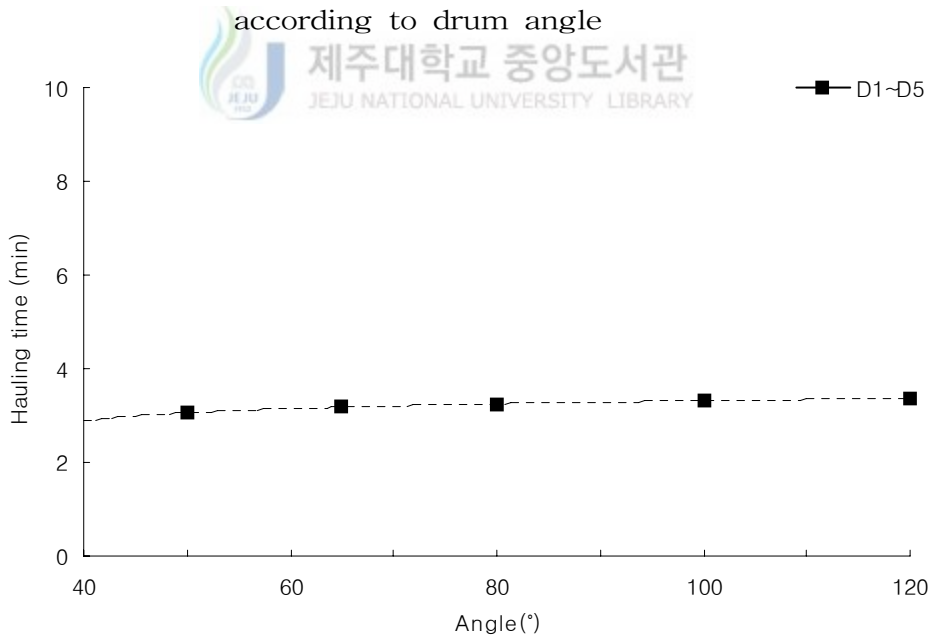


Fig. 30-3. Hauling time of the model net hauler according to drum angle

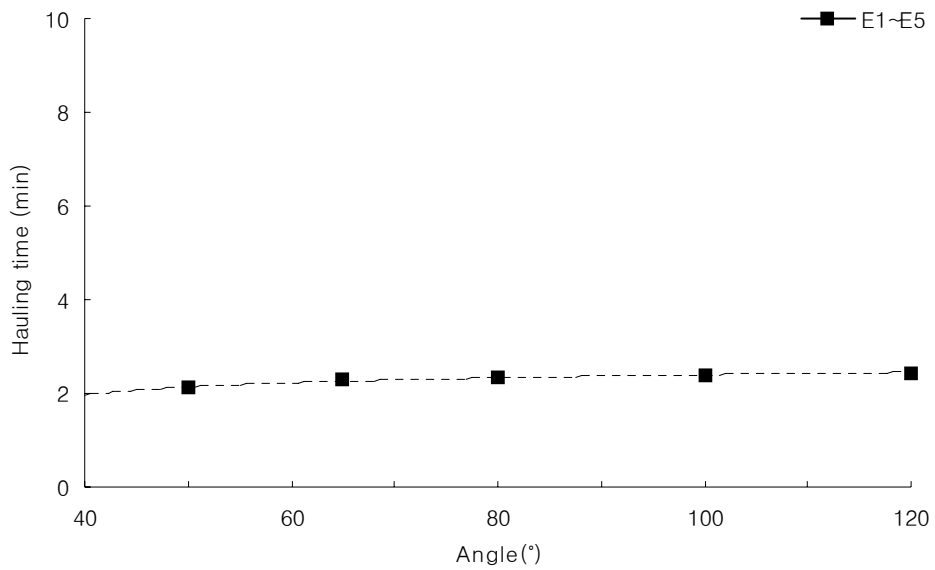


Fig. 30-4. Hauling time of the model net hauler according to drum angle

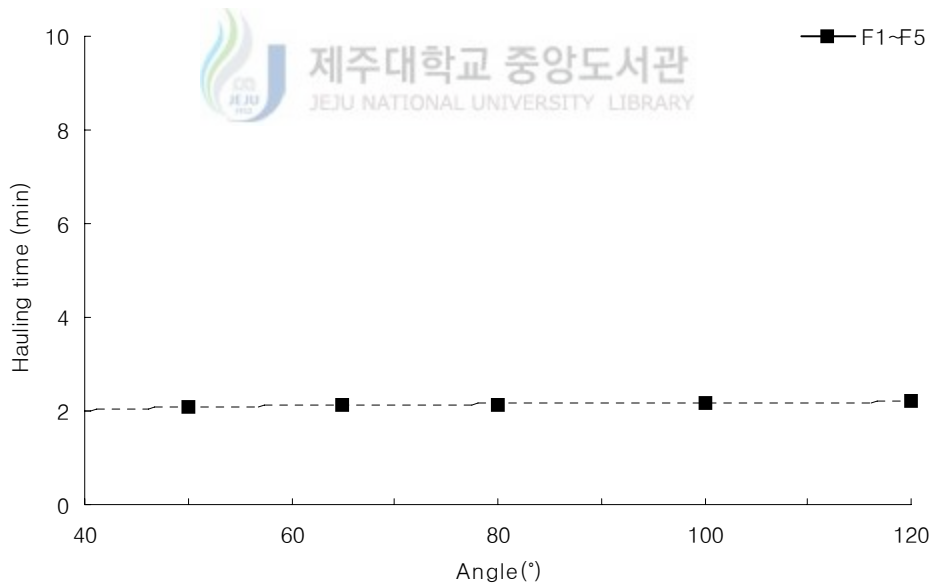


Fig. 30-5. Hauling time of the model net hauler according to drum angle

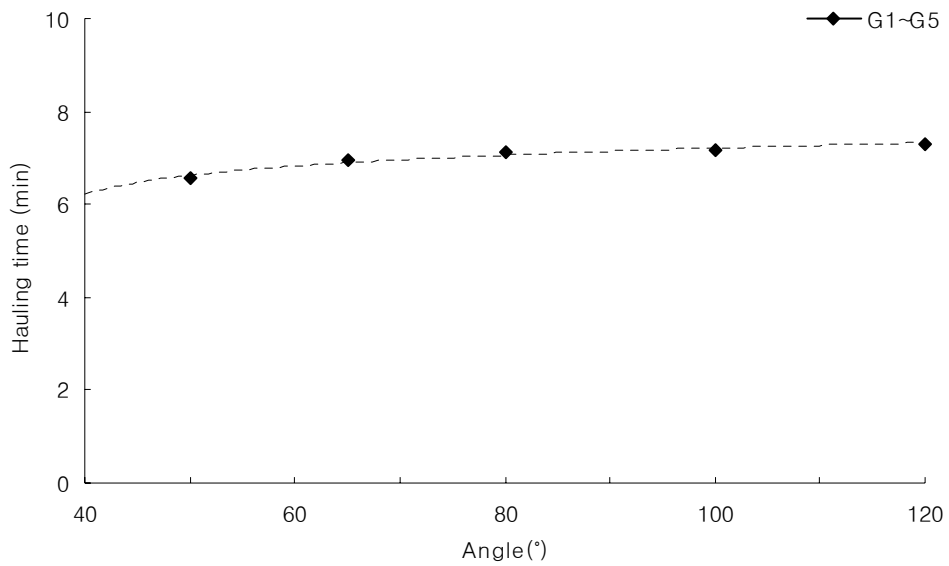


Fig. 31-1. Hauling time of the model net hauler according to drum angle

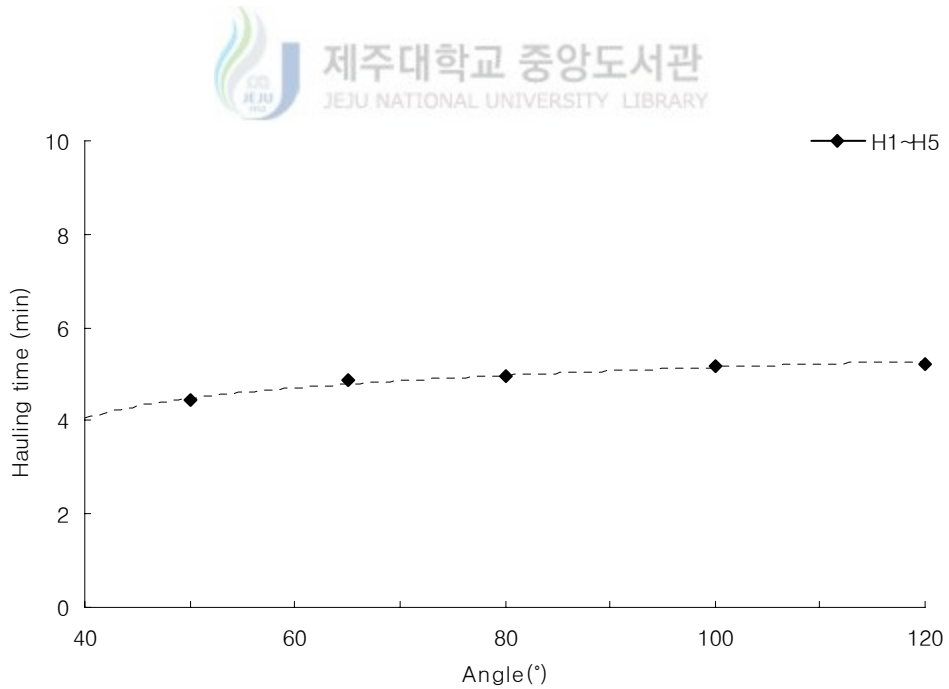


Fig. 31-2. Hauling time of the model net hauler according to drum angle

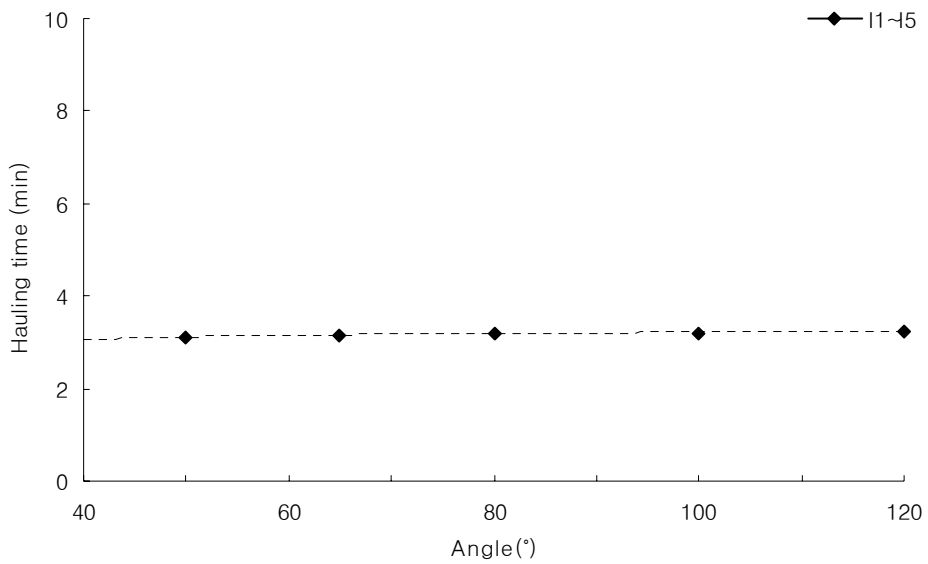


Fig. 31-3. Hauling time of the model net hauler according to drum angle

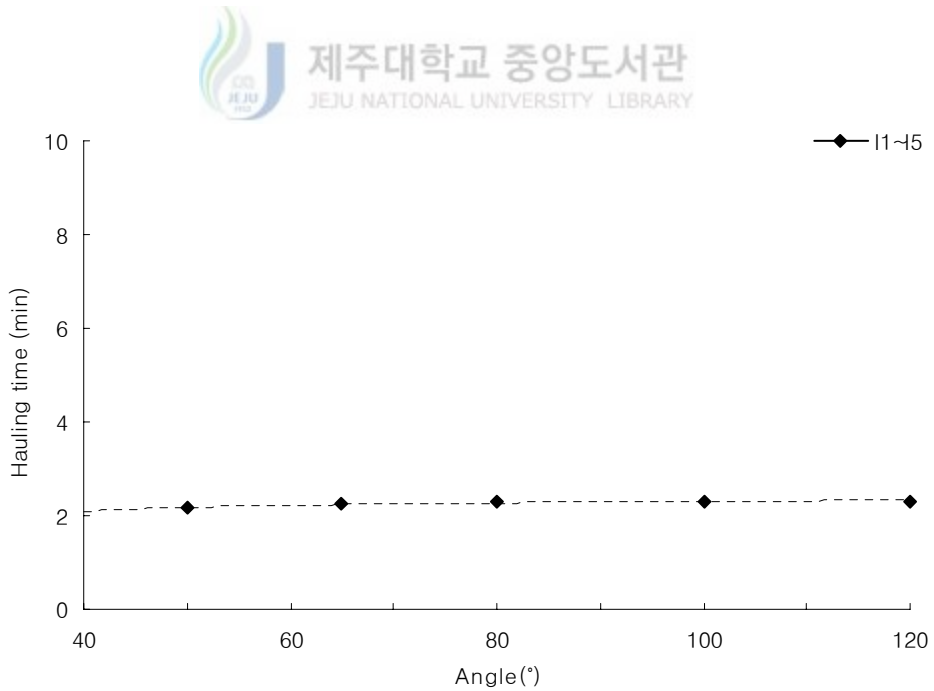


Fig. 31-4. Hauling time of the model net hauler according to drum angle

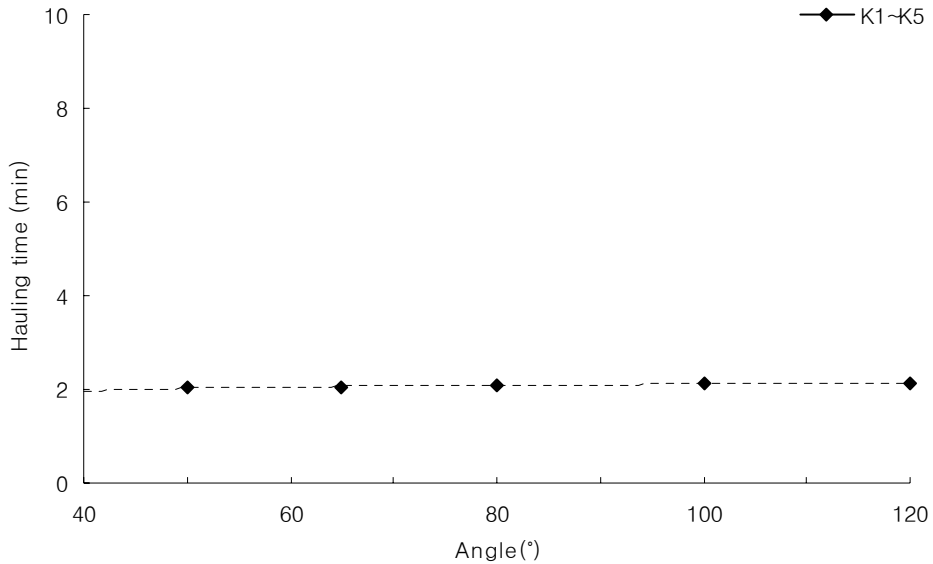


Fig. 31-5. Hauling time of the model net hauler according to drum angle

드럼 중심 축간 각도별 양망시간은 양망속도의 변화에 따라 어느 정도 일정한 경향이 변화하는 경향을 나타내므로 양망시간(Ht)와 양망기 드럼 중심 축간의 각도(Ag) 변화에 따른 양망시간과의 관계를 (1)식과 같은 곡선식으로 나타낼 수 있다.

$$Ht = aAg^b \quad (1)$$

이 때 상수 a와 b의 값과 상관계수 r을 정리하면 Table 7과 같다. 여기에서 a의 값은 양망속도의 변화의 값이 증가할수록 어느 정도 일정하게 감소하여 의존하는 경향을 보이고 있으므로 다음의 (2)식으로 나타내고(상관계수 0.92), b의 값은 양망속도 변화의 경향에 의존하지 않으므로 평균값을 취하여 각각 (1)식에 대입하면 (3)식과 같이 나타낼 수 있다.

$$a = 7.15Hs^{-0.81} \quad (2)$$

$$Ht = (7.15Hs^{-0.81})Ag^{0.04} \quad (3)$$

Table 7. The constant of a, b and correlation coefficients r

Hs	a	b	r
4cm/sec	6.49	0.05	0.95
10cm/sec	5.02	0.02	0.94
16cm/sec	2.88	0.05	0.99
22cm/sec	1.96	0.07	0.97
28cm/sec	2.01	0.03	0.93

드럼 중심 축간 각도별 양망시간은 양망속도의 변화에 따라 어느 정도 일정한 경향이 변화하는 경향을 나타내므로 양망시간(Ht)와 양망기 드럼 중심 축간의 각도(Ag) 변화에 따른 양망시간과의 관계를 (4)식과 같은 곡선식으로 나타낼 수 있다.

$$Ht = aAg^b \quad (4)$$

이 때 상수 a와 b의 값과 상관계수 r을 정리하면 Table 8과 같다. 여기에서 a의 값은 양망속도의 변화의 값이 증가할수록 어느 정도 일정하게 감소하여 의존하는 경향을 보이고 있으므로 다음의 (5)식으로 나타내고(상관계수 0.92), b의 값은



양망속도 변화의 경향에 의존하지 않으므로 평균값을 취하여 각각 (4)식에 대입하면 (6)식과 같이 나타낼 수 있다.

$$a = 6.45Hs^{-0.75} \quad (5)$$

$$Ht = (6.45Hs^{-0.75})Ag^{0.10} \quad (6)$$

Table 8. The constant of a, b and correlation coefficients r

Hs	c	d	r
4cm/sec	6.21	0.06	0.97
10cm/sec	4.04	0.09	0.97
16cm/sec	3.05	0.02	0.98
22cm/sec	2.09	0.04	0.92
28cm/sec	1.96	0.29	0.95

## 2.2 양망시 장력 특성

양망시 장력 특성을 분석하기 위하여 각각의 실험 조건에서 모형실험을 실시하였는데, 드럼이 3단일 때와 5단일 때의 드럼 축 각도를 50°, 65°, 80°, 100°, 120°로 변화 시키며 각각의 각도에 양망속도를 4~28cm/sec로하여 장력을 측정하였는데, 드럼이 3단, 양망속도가 4cm/sec일 때(Fig. 32-1) 커브선에 대한 다항 근사곡선의 방정식은 다음과 같이 표시할 수 있다. 단, T는 로프의 장력이고,  $\chi$ 는 경과 시간이며,  $\chi$ 값의 설정 범위에서 다음 식이 성립된다.

$$T = -0.0507x^3 + 2.8582x^2 - 37.011x + 458.43 \quad (r = 0.9987) \quad (7)$$

드럼이 3단, 양망속도가 10cm/sec일 때(Fig. 32-2) 커브선에 대한 다항 근사곡선의 방정식은 다음과 같이 표시할 수 있다.

$$T = -0.1244x^3 + 5.5597x^2 - 69.053x + 553.92 \quad (r = 0.9818) \quad (8)$$

드럼이 3단, 양망속도가 16cm/sec일 때(Fig. 32-3) 커브선에 대한 다항 근사곡선의 방정식은 다음과 같이 표시할 수 있다.

$$T = -0.0889x^3 + 3.987x^2 - 49.615x + 508.99 \quad (r = 0.9858) \quad (9)$$

드럼이 3단, 양망속도가 22cm/sec일 때(Fig. 32-4) 커브선에 대한 다항 근사곡선의 방정식은 다음과 같이 표시할 수 있다.

$$T = -0.0415x^3 + 1.966x^2 - 26.427x + 418.27 \quad (r = 0.9573) \quad (10)$$

드럼이 3단, 양망속도가 28cm/sec일 때(Fig. 32-5) 커브선에 대한 다항 근사곡선의 방정식은 다음과 같이 표시할 수 있다.

$$T = 0.0818x^3 - 1.6063x^2 - 0.4922x + 369.56 \quad (r = 0.9936) \quad (11)$$

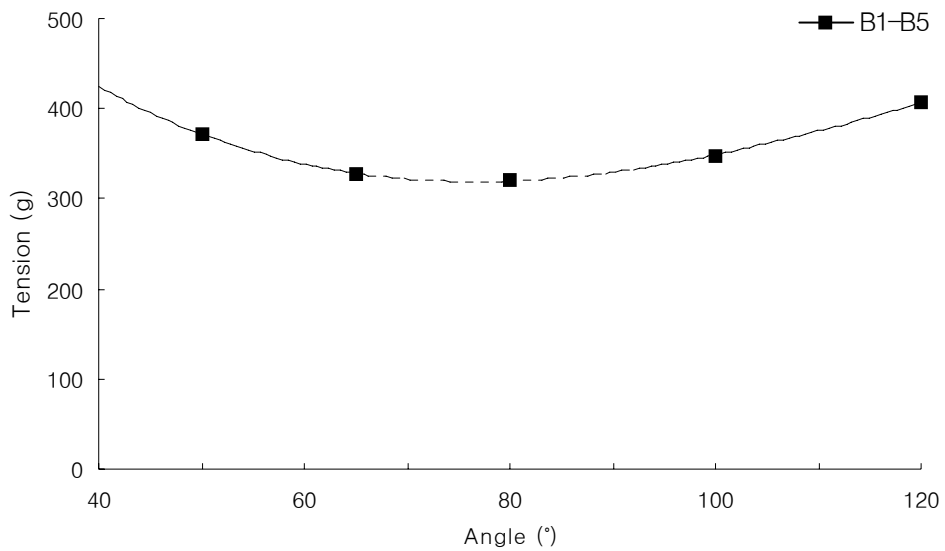


Fig. 32-1. Tension of the model net according to drum angle

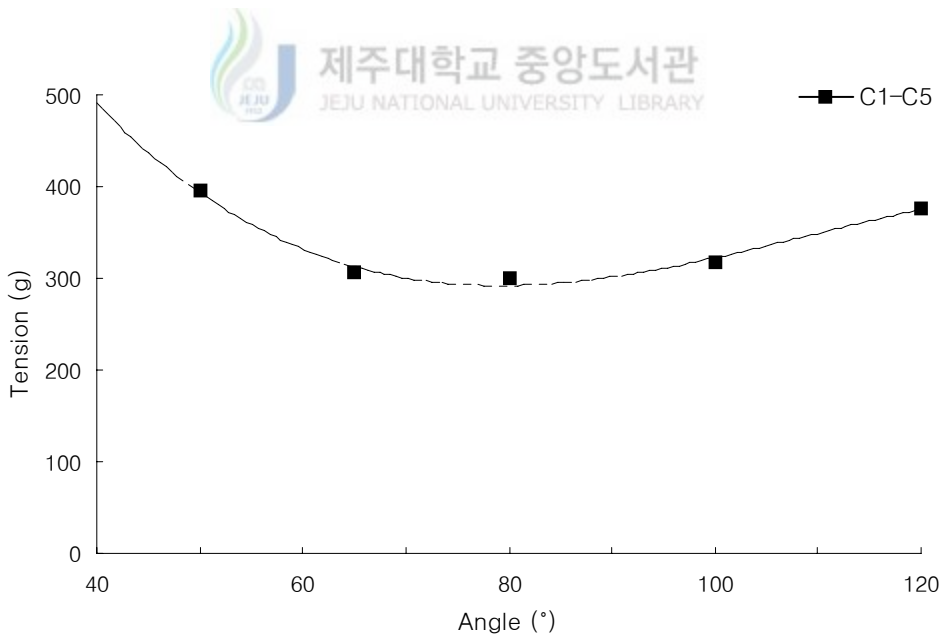


Fig. 32-2. Tension of the model net according to drum angle

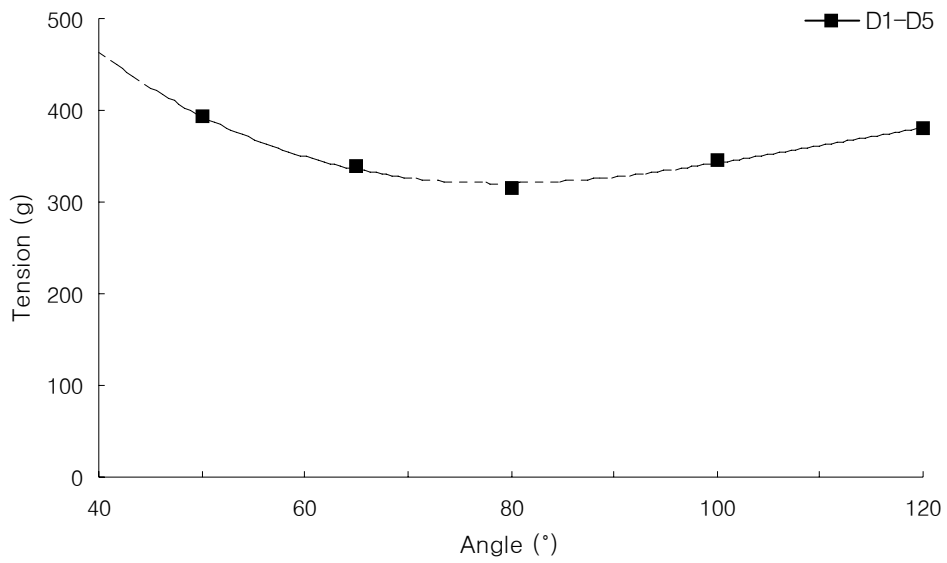


Fig. 32-3. Tension of the model net according to drum angle

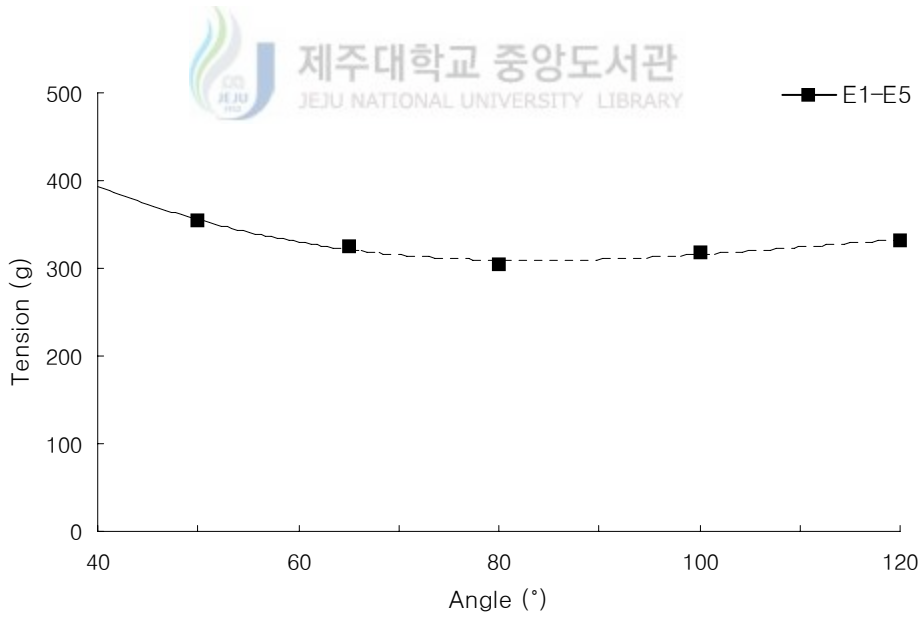


Fig. 32-4. Tension of the model net according to drum angle

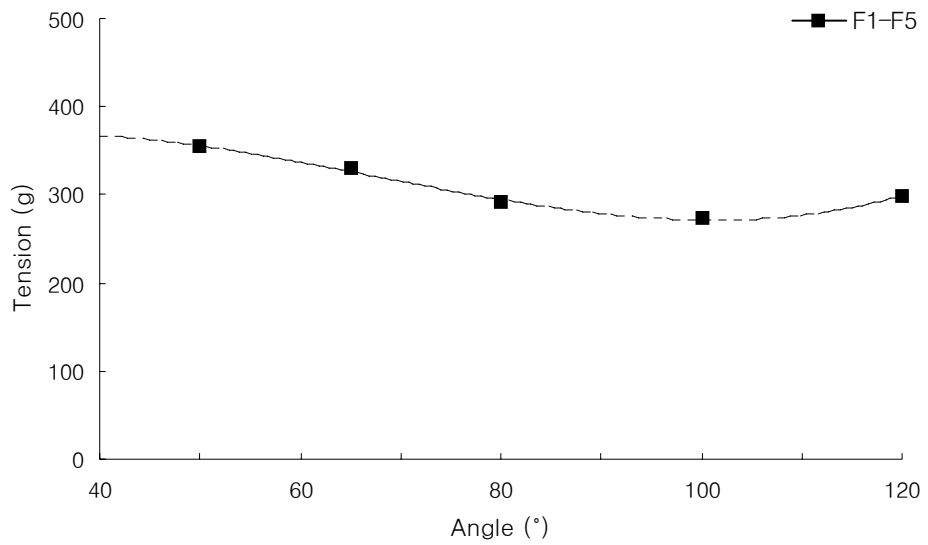


Fig. 32-5. Tension of the model net according to drum angle



드럼이 5단, 양망속도가 4cm/sec일 때(Fig. 33-1) 커브선에 대한 다항 근사곡선의 방정식은 다음과 같이 표시할 수 있다. 단, Y는 로프의 장력이고,  $\chi$ 는 경과 시간이며,  $\chi$ 값의 설정 범위에서 다음 식이 성립된다.

$$T = -0.0055x^3 + 1.2525x^2 - 24.329x + 440.86 \quad (r = 0.9896) \quad (12)$$

드럼이 5단, 양망속도가 10cm/sec일 때(Fig. 33-2) 커브선에 대한 다항 근사곡선의 방정식은 다음과 같이 표시할 수 있다.

$$T = -0.1172x^3 + 5.1059x^2 - 61.012x + 509.71 \quad (r = 0.9991) \quad (13)$$

드럼이 5단, 양망속도가 16cm/sec일 때(Fig. 33-3) 커브선에 대한 다항 근사곡선의 방정식은 다음과 같이 표시할 수 있다.

$$T = 0.0774x^3 - 1.0693x^2 - 4.5596x + 405.88 \quad (r = 0.9997) \quad (14)$$

드럼이 3단, 양망속도가 22cm/sec일 때(Fig. 33-4) 커브선에 대한 다항 근사곡선의 방정식은 다음과 같이 표시할 수 있다.

$$T = 0.0562x^3 + 0.0919x^2 - 20.506x + 430.03 \quad (r = 0.9998) \quad (15)$$

드럼이 5단, 양망속도가 28cm/sec일 때(Fig. 33-5) 커브선에 대한 다항 근사곡선의 방정식은 다음과 같이 표시할 수 있다.

$$T = -0.0051x^3 + 1.9609x^2 - 34.055x + 414.58 \quad (r = 0.9973) \quad (16)$$

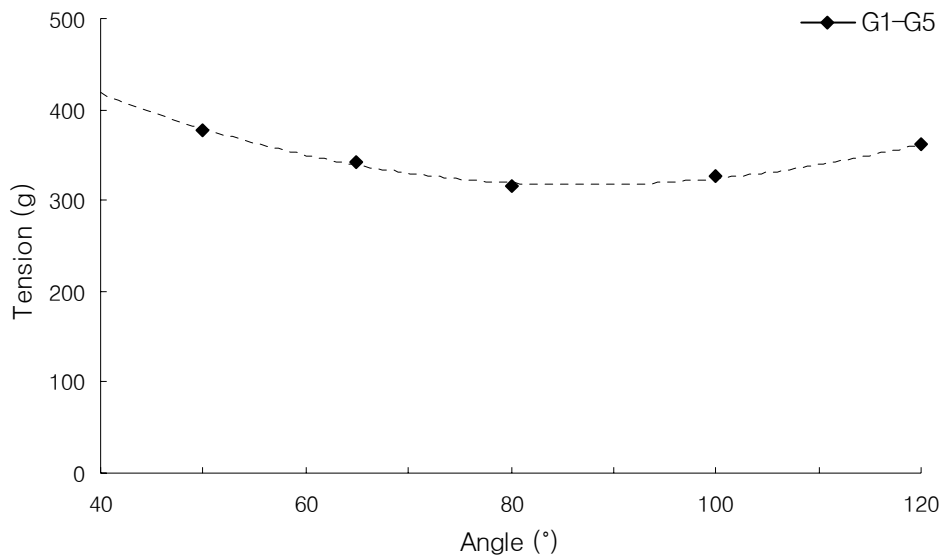


Fig. 33-1. Tension of the model net according to drum angle

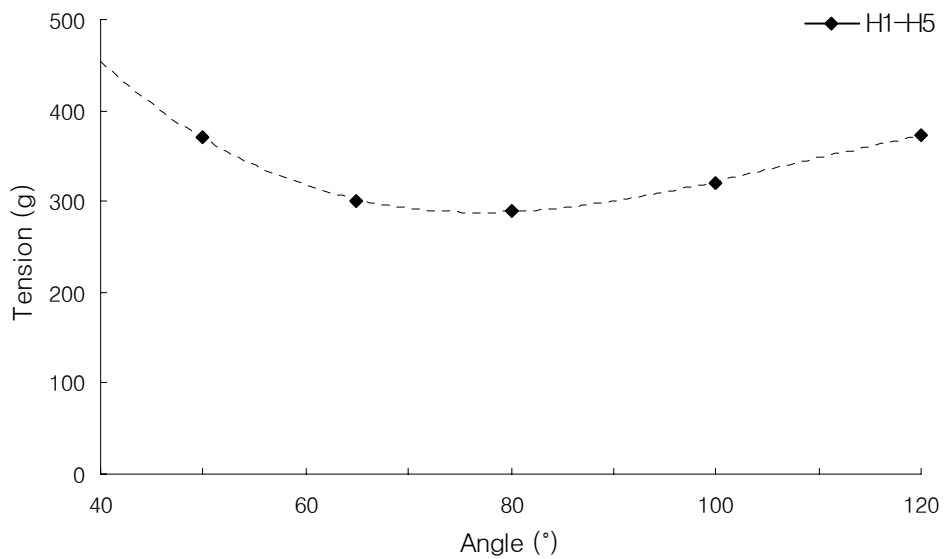


Fig. 33-2. Tension of the model net according to drum angle

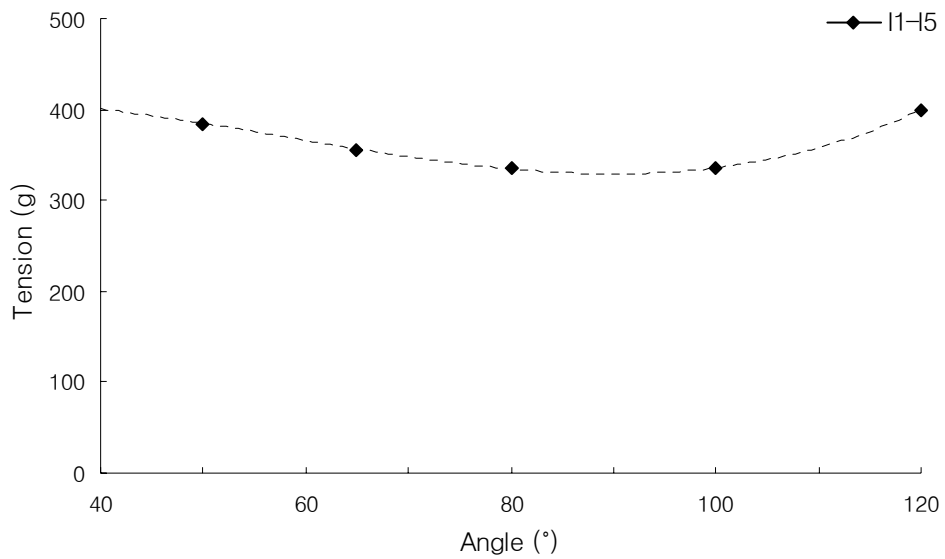


Fig. 33-3. Tension of the model net according to drum angle

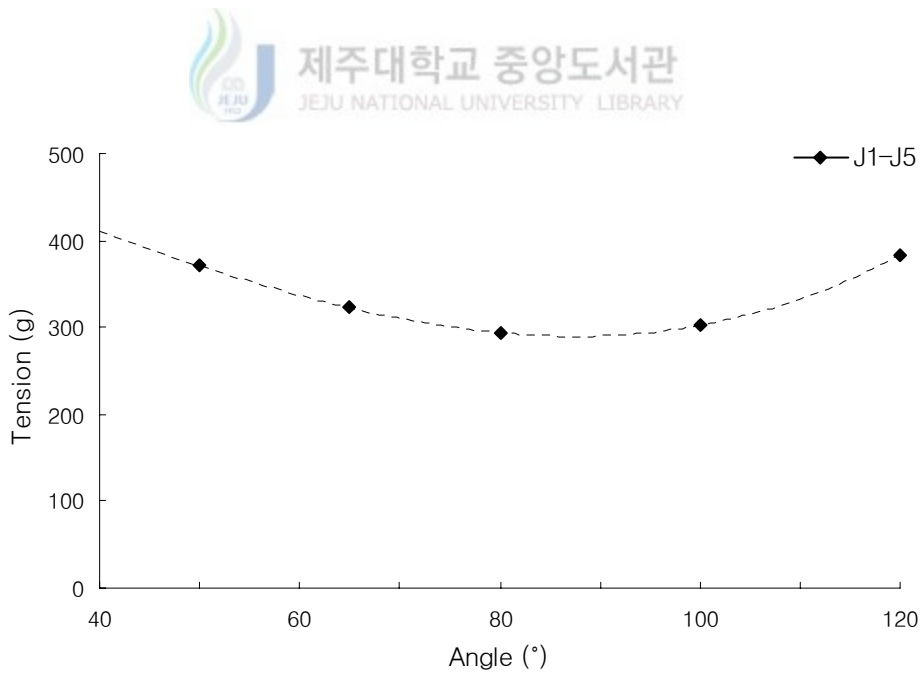


Fig. 33-4. Tension of the model net according to drum angle



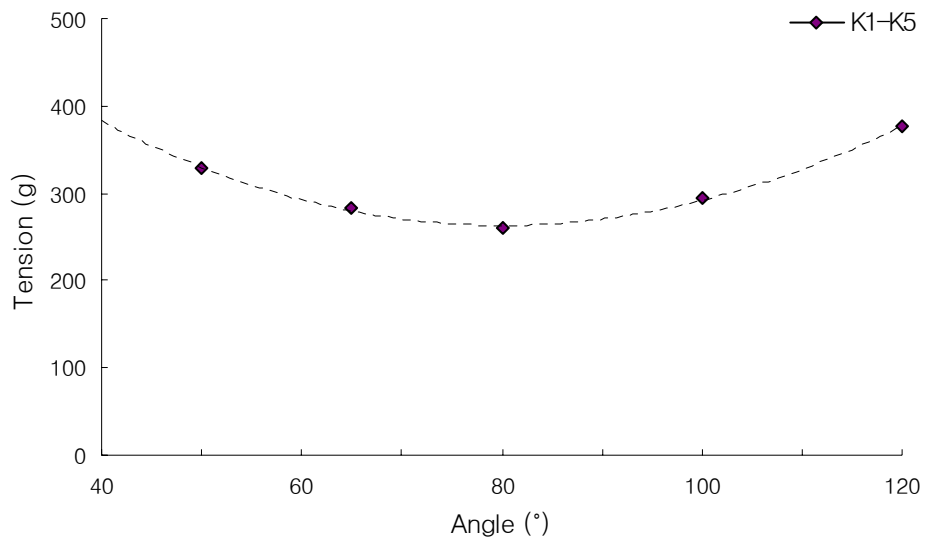


Fig. 33-5. Tension of the model net according to drum angle

## IV. 고 찰

참조기는 최대 몸길이가 40cm까지 성장을 하며, 가슴지느러미에서 뒷지느러미에 이르는 몸통 높이가 큰 차이가 없는 긴 사각형이다. 몸 등쪽은 암회색을 띠지만 배쪽은 희거나 황금색에 가깝다. 입술은 붉은색을 띠며, 입 안은 희고 아가미 구멍은 검은색을 띤다. 등지느러미와 꼬리지느러미는 연한 노란색 또는 갈색을 띠지만, 가슴지느러미·배지느러미·뒷지느러미는 선명한 노란색을 띤다. 연안성 어류로 수심 40~200m의 바닥이 모래나 펄인 해역에서 서식한다. 암수 모두 2세어(몸길이 17cm 이상)가 되면 산란을 시작한다. 산란기는 3~6월이며, 산란장은 중국 연안과 한국의 서해안 일대이다. 먹이는 주로 갑각류(젓새우류·요각류·새우류 등) 등의 동물플랑크톤을 먹는다.

현재 근해에서 사용되고 있는 조기 유자망어업의 어구개량과 생력화 조업시스템 개발에 관해서는 어민들 나름대로 여러 가지 형태로 기계화 하여 사용하고 있지만 이 분야에 대한 연구는 아직 미흡한 상태에 있다.

추자도 참조기 유자망 어선의 대부분이 사용하고 있는 3단 V형 양망기는 조업 선박의 양망 진로방향과 조류와 풍향이 서로 맞지 않음으로 인하여 양망드럼의 과손이 발생하며 어구를 기기의 힘으로 끌어올리면서 미끌림(헛도는) 현상이 발생하여 어체가 손상을 입는 현상이 발생하는 등의 문제점이 있는데, 이 3단 V형 양망기를 개량하기 위하여 5단 모형 양망기를 제작하여 모형 실험을 하였으며 실제 현장에는 추자도 선적 50톤급 유자망 어선 대흥호에 5단 양망기를 설치하였다(Fig. 34).

3단 V형 양망기를 이용한 양망획수 비율은 30%에 정도였다. 양망기를 설치하였음에도 조업현장의 어려운 현상으로 조업인원을 감축하지 못하고 있는 실정이다.

모형양망기 실험에서 드럼을 1단, 2단, 3단, 4단, 5단으로 실험을 하려고 하였으나 예비 실험결과 1단은 미끌림(헛도는) 현상 때문에 거의 양망이 되지 않아 실

힘에서 제외하였으며, 2단, 4단은 마지막 드럼에 그물이 걸리는 힘이 없어서 제외하여 모형실험은 3단과 5단만 실시하였다.

드럼이 3단일 때에 비해 5단일 때가 미끌림(헛도는) 현상이 적었으며, 5단일 때가 양망에 소요된 시간이 적었고, 그물을 양망할 때 그물에 더 큰 힘이 전달되어 팽팽하게 되는 현상이 나타났다.

현재 추자도의 유자망 어선이 대부분 사용하고 있는 3단 V형 양망기는 드럼이 3개로 구성되어있고, 드럼의 간격을 움직일 수 없다. 이 3단 V형 양망기를 모델로하여 5단 모형 양망기를 고안 제작하였다. 이 모델 5단 양망기는 기존의 양망기와는 다르게 드럼이 5개로 2개가 추가되었고, 드럼의 간격을 조절할 수 있다.

모형실험 결과 드럼 축간 간격이 좁을 수록 양망에 소요되는 시간이 짧았으며, 드럼 축간 간격이 넓어질 수록 양망에 소요되는 시간이 길어졌다. 그 이유는 드럼 축간 간격이 좁을 수록 드럼에 그물이 닿는 면적이 많아져 양망에 소요되는 시간이 짧아지는 것으로 실험결과 분석되었다. 이 결과를 실제 양망에 응용을 하게되면 어획량이 적을때는 양망기 드럼 축간 간격을 좁게하여 양망을 빨리하여 다음 투망을 준비할 수 있고, 어획량이 많으면 드럼에 닿는 면적을 줄여 드럼에 닿아 어체가 손상되는 것을 줄일 수 있을 것이다.



Fig. 34. The actual five-step net hauler

## V. 요약

조기 유자망 어구 개량 및 조업시스템 개발에 관한 일련의 기초연구로서 추자도에서 현재 사용하고 있는 참조기 유자망 조업시스템에 대하여 현장을 중심으로 종합적으로 분석하여 문제점을 도출하고 다음으로 이를 보완할 시험용 모형 5단 양망기를 제작하여 양망시스템 등 몇 가지 특성을 검토해석한 결과는 다음과 같다.

1. 해상실험에서 조업시 양망기 드럼의 회전력에 의해 어구에 걸린 어체가 손상을 입는 현상이 있으며, 황천과 역조류에 의해 어구의 파망 및 파마가 발생한다.
2. 해상 현장 조사 조업시 3단 V형 양망기는 양망작업 중 드럼각이 고정되어 있어 어획량의 변동에 따른 양망시간 조절이 불가능했다.
3. 해상 현장 조사시 트리플렉스형 양망기에 의한 조업에서는 어체의 손상이 많았다.
4. 모형실험 결과 드럼이 3단일 경우 양망시간( $Ht$ )과 드럼 중심 축간의 각도( $Ag$ )와는  $Ht = (7.15Hs^{-0.81})Ag^{0.04}$ ,  
드럼이 5단일 경우  $Ht = (6.45Hs^{-0.75})Ag^{0.10}$ 의 관계식을 나타낼 수 있다.  
단  $Hs$ 는 양망시간이다.
5. 모형실험 결과 드럼이 3단, 양망속도가 4cm/sec일때 장력의 증가 곡선은 다음 식으로 표시할 수 있다. 단,  $T$ 는 장력(g)이고,  $x$ 는 경과시간이다.

$$T = -0.0507x^3 + 2.8582x^2 - 37.011x + 458.43 \quad (r = 0.9987)$$

드럼 5단, 양망속도 4cm/sec일 때 장력의 증가 곡선은 다음 식으로 표시할 수 있다.

$$T = -0.0055x^3 + 1.2525x^2 - 24.329x + 440.86 \quad (r = 0.9896)$$

6. 모형실험에서 양망기의 중심 축간의 각도가 좁을수록 양망시간이 빨랐고, 넓을수록 양망시간이 느려지는 경향이 나타났다.
7. 모형실험에서 드럼이 3단일 때에 비해 5단일 때 미끌림(헛도는)현상이 적었으며, 양망과정이 더욱 안정적이었다.



## 참고문헌

- 국립수산진흥원(1967). 한국어구도감-2.
- 김석종·구명성, 2004. 선망어업의 생산성 향상에 관한 연구, 파워블록용과 트리플렉스용 선망 모형의 운동 특성, 한국어업기술학회 추계학술대회 논문집, pp. 30~33.
- 김석종·김병엽·구명성, 2004. 조기 유자망 어구의 개량 및 생력화 조업시스템 개발, 현장 양망 조업시스템 비교 분석에 관하여, 한국어업기술학회 추계학술대회 논문집, pp. 34~36
- 金大安(1999). 漁具設計學, 平和印刷出版公社, 順天, pp. 249~266.
- 서두옥·이창현·서익조·오승훈·김병엽·김동근, 2001. 제주도 연안 갈치 채낚기 어구의 기계화, 제주경제개발연구, 3, pp. 167~185.
- 이만우·장창익·이장욱. 이석을 이용한 참조기(*Pseudosciaena polyactis* Beeker)의 연령사정과 성장식 추정. 한국어업기술학회지, 36(3), p. 222~231.
- 李秉錡·朴丞源·金鎮乾(1989). 沿近海漁業概論. p.204~205. 太和出版社.
- 오승훈·서익조·김병엽·이창현·김석종·서두옥·김동근, 2001. 제주도 연안 갈치 채낚기 어구의 생력화, 1. 자동식 채낚기 어구의 모형실험, 제주대학교 해양연구소 연구논문집, 25, pp. 11~16.
- 조현태, 이병문(1993). 조기 低層流刺網 揚網機 開發에 관한 연구. 수산진흥원 연구보고, 48, p.187~195.
- 해양수산부(2001). 멸치 유자망어업의 기계화 양망장치 및 탈망 시스템 개발.
- 해양수산부(2001). 기선권현망어업의 어구 개량과 자동화 조업시스템 개발.
- 해양수산부(2003). 멸치 들망어구의 개량 및 조업 시스템 개발.
- A. Yatsu, K. Hiramatsu and S. Hayase(1993). *Bull. Int. North Pacific Fish. Commn.*, 53, p.5~24.
- A. Yatsu, M. Dahlberg and S. McKinnell(1995). *Fish. Res.*, 23, p.23~35.

- A. Yatsu, K. Hiramatsu and S. Hayase(1994). *Rep. Int. Whal Commn. Spec Issue.*, 15, p.365~379.
- D. Hembree and M. B. Harwood(1987). *Rep. Int. Whal. Commn.*, 37, p.369~373.
- L. L. Jones, M. Dahlberg and S. Fitzgerald(1990). *Int. Whale Commn.*, SC/090/G43, p.1~17.
- S.-Y. Yeh and I.-H. Tung(1993). *Bull. int. North Pacific Fish. Commn.*, 53, p.71~76.
- S. P. Northridge(1991). *FAO Fish. Tech. Pap.*, 320, p.1-115.
- S. Hayase and A. Yatsu(1993). *Bull. Int. North Pacific Fish. commn.*, 53, p.557~576.
- W. T. Bruke, M. Freeberg and E. L. Miles(1994). *Ocean Devel. Int. Law.*, 25, p.127~186.
- Y. Gong, Y.-S. Kim and S.-J. Hwang(1993). *Bull. Int. North Pacific Fish Commn.*, 53, p.45~69.





## 감사의 글

부족함이 많은 저를 늘 일깨워 주시고, 이 논문이 완성되기까지 정열과 성의로 아낌없는 지도와 편달을 해 주신 김석중 교수님께 이 자리를 빌어 깊은 감사를 드립니다.

아울러 바쁘신 와중에도 미흡한 논문을 세심하고 자상하게 다듬어 주신 서두옥 교수님과 안장영 교수님께 진심으로 감사를 드리며, 항상 깊은 관심과 따뜻한 조언을 아끼지 않으셨던, 안영화 교수님, 최찬문 교수님, 정용진 교수님께도 감사를 드립니다.

그리고, 이 연구를 원활히 수행할 수 있도록 배려를 해주신 형제디젤 이전재 사장님께 고마움을 전하고자 합니다. 특히, 이 논문의 시작부터 끝까지 연구를 행함에 있어서 많은 조언을 해주신 김병엽 선배님께 다시 한번 감사를 드립니다.

그리고, 힘들어도 아무런 내색 없이 실험을 도와준 변경훈, 이종현, 최병규 후배에게 감사를 드리며, 어려울 때 뒤에서 격려를 아끼시지 않으신 고준철 선배님 그리고 조교업무와 논문작성을 같이하면서도 저에게 여러 가지 도움을 주었던 양정훈 선배와 항상 자신보다 선후배를 먼저 챙기는 안쌤마 후배에게도 감사의 마음을 전합니다.

또한, 바쁜 연구 수행의 어려움 속에서도 묵묵히 참아내고 자료 정리에 도움을 준 서대범, 양진성 후배에게도 고마움을 표시합니다.

끝으로, 자식의 밝은 미래를 위해 사랑과 정성으로 희생을 아끼지 않고 심혈을 다해 뒷바라지 해주신 부모님과 가족들에게 저의 작은 결실이 보답이 되었으면 합니다.