

碩士學位論文

模型實驗에 의한 角網漁具의 構造
改良을 위한 基礎的 研究

濟州大學校 大學院

漁業學科



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

柳昌坤

1997年 12月

模型實驗에 의한 角網漁具의 構造
改良을 위한 基礎的 研究

指導教授 金 碩 鍾

柳 昌 坤

이 論文을 水産學 碩士學位 論文으로 提出함.

1997年 12月

柳昌坤의 水産學 碩士學位 論文을 認准함.

審査委員長

委 員

委 員

濟州大學校 大學院

1997年 12月

**A Fundamental Studied to Construction
Improvement of the Fyke Net by Using
a Model Experiments**

Chang-Gon Ryu

(Supervised by professor Suk-Jong Kim)



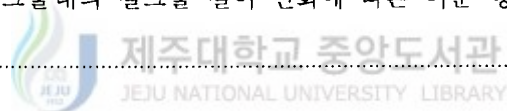
**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
MASTER OF FISHERIES SCIENCE**

**DEPARTMENT OF FISHERIES SCIENCE
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY**

1997. 12

목 차

SUMMARY	1
I . 서 론	2
II. 재료 및 방법	4
1. 실험장치	4
2. 실험방법	4
3. 해석방법	11
III. 결 과	13
1. 표준 모형 어구에 대한 어군 행동	13
2. 천장 그물 또는 등그물 설치시 어군 행동	18
3. 갈대기 그물의 길이 변화에 따른 어군 행동	24
4. 갈대기 그물내의 길그물 길이 변화에 따른 어군 행동	31
IV. 고 찰	38
V. 요 약	41
참 고 문 헌	42



List of figures

Fig. 1. Water tank and model net used in the experiment	5
Fig. 2. Video camera used in the experiment	6
Fig. 3. Recording equipments	6
Fig. 4. Construction of the fyke net setted at the coast of Hamduk-ri	7
Fig. 5-1. Construction of the fyke model nets used in the experiment	8
Fig. 5-2. Construction of the fyke model nets used in the experiment	9
Fig. 6. Relationship elapsed time(sec) and $p(\%)$ rate of entry for the fyke model net	14
Fig. 7. Relationship elapsed time(sec) and $q(\%)$ rate of escape for the fyke model net	15
Fig. 8. Relationship elapsed time(sec) and $r(\%)$ rate of remain for the fyke model net	16
Fig. 9. Example of the escaping fish behavior showed from the main net to outside in the fyke model net	17
Fig. 10. Analysis of fish school movement patterns in relation to the fyke model net. The dotted line was show the swimming trail of one of five fishes	17
Fig. 11. Relationship elapsed time(sec) and $p(\%)$ rate of entry for the fyke model net with upper net and funnel net in the mouth	19
Fig. 12. Relationship elapsed time(sec) and $q(\%)$ rate of escape for the fyke model net with upper net and funnel net in the mouth	20
Fig. 13. Relationship elapsed time(sec) and $r(\%)$ rate of remain for the fyke model net with upper net and funnel net in the mouth	21
Fig. 14-1. Example of the escaping fish behavior showed from the main net to outside for the the fyke model net with upper net in the mouth	22
Fig. 14-2. Example of the escaping fish behavior showed from the main net to outside for the the fyke model net with funnel net in the mouth	22
Fig. 15. Analysis of fish school movement patterns in relation to the fyke model net with upper net(B) and funnel net(C) in the mouth.	

The dotted line was show the swimming trail of one of five fishes	23
Fig. 16. Relationship elapsed time(sec) and $p(\%)$ rate of entry for the changes to 25, 30 and 35cm length of the upper and funnel net in the mouth of fyke model net	25
Fig. 17. Relationship elapsed time(sec) and $q(\%)$ rate of escape for the changes to 25, 30 and 35cm length of the upper and funnel net in the mouth of fyke model net	26
Fig. 18. Relationship elapsed time(sec) and $r(\%)$ rate of remain for the changes to 25, 30 and 35cm length of the upper and funnel net in the mouth of fyke model net	27
Fig. 19-1. Example of the escaping fish behavior showed from the main net to outside for 25cm length of the upper and funnel net in the mouth of fyke model net	28
Fig. 19-2. Example of the escaping fish behavior showed from the main net to outside for 30cm length of the upper and funnel net in the mouth of fyke model net	28
Fig. 19-3. Example of the escaping fish behavior showed from the main net to outside for 35cm length of the upper and funnel net in the mouth of fyke model net	29
Fig. 20. Analysis of fish school movement patterns in relation to the changes to 25(D), 30(E) and 35cm(F) length of the upper and funnel net in the mouth of fyke model net. The dotted line was show the swimming trail of one of five fishes	30
Fig. 21. Relationship elapsed time(sec) and $p(\%)$ rate of entry for the changes to 15, 0cm length of the leader net and 35cm length of the upper and funnel net in the mouth of fyke model net	32
Fig. 22. Relationship elapsed time(sec) and $q(\%)$ rate of escape for the changes to 15, 0cm length of the leader net and 35cm length of the upper and funnel net in the mouth of fyke model net	33
Fig. 23. Relationship elapsed time(sec) and $r(\%)$ rate of remain for the changes to 15, 0cm length of the leader net and 35cm length of the upper and funnel net in the mouth of fyke model net	35

Fig. 24-1. Example of the escaping fish behavior showed from the main net to outside for 15cm length of the leader net and 35cm length of the upper and funnel net in the mouth of fyke model net	36
Fig. 24-2. Example of the escaping fish behavior showed from the main net to outside for 0cm length of the leader net and 35cm length of the upper and funnel net in the mouth of fyke model net	36
Fig. 25. Analysis of fish school movement patterns in relation to the changes to 15(G), 0cm(H) length of the leader net and 35cm length of the upper and funnel net in the mouth of fyke model net. The dotted line was show the swimming trail of one of five fishes	37



SUMMARY

In order to increase fishing efficiencies of the fyke net used in the coast of Cheju Island water tank experiment was carried out entering and escaping behavior using nets that were reduced to 1/20 of the size of fyke net and were improved to have antrance structure, and mackerel *Scomber japonicus* as experimental fish.

The results of measurement are as follows:

1. The entering rate of fish school was 40% in net with 35cm length of the upper and funnel net in the mouth of fyke model net and 47% in conventional type fyke model net.
2. The escaping rate of fish school was 10% in net with 35cm length of the upper and funnel net in the mouth of fyke model net and 69% in conventional type fyke model net.
3. The remain rate of fish school was 90% in net with 35cm length of the upper and funnel net in the mouth of fyke model net and 33% in conventional type fyke model net.
4. The swimming speed of mackerel school was 24.9, 12.6 and 32cm/sec in the center space, right space of main net and in the mouth.
5. Fish school behavior in the main net was showed two different patterns: swimming in a circle in the right space of the main net and swimming back and forth in ellipse in the right and left space.

I. 서 론

제주도 정치망은 연안에 내유한 회유성 어종을 대상으로 하기 때문에 자원 남획의 우려가 적고, 어구를 가까운 연안 어장에 설치하여 운용함으로써 어구마모 및 어선 운항이 적은 에너지 절약형 어업으로 WTO 체제하의 수산물 개방화 시대에도 충분히 대응해 갈 수 있는 경쟁력이 있는 어업이다. 또한 정치망 어업은 제주도 연근해 어업 중에서 제주 도민과 관광객에게 활어 등의 수산 식품을 안정적으로 공급 할 수 있는 어업으로 점차 그 중요성이 인정되고 있다.

제주도 연안의 정치망 어업은 대모망, 소대망 및 각망어구를 이용하고 있는데, 이 어업에 대한 면허 건수는 총 66통으로 이중 각망이 97%를 차지하고 있다.

일반적으로 정치망의 어획량에 영향을 미치는 요소는 어구의 구조, 어군행동, 어장 및 주변의 환경등 다양하다. 특히 어구의 구조는 일단 입망된 어군을 다음 양망시까지 출망하지 못하게 하고, 망내에서 충분히 체류 할 수 있도록 하는 기능을 가져야 한다.

제주도 연안 정치망 어장은 파도가 세고 조류도 비교적 빨라 어구를 대형화 하기가 어렵다. 따라서 각망 어구의 대부분은 소형의 원통 그물과 짧은 길그물로 구성되어 있어서 어군이 입·출망이 쉽고 망내에서 체류하는 시간도 짧은 것으로 알려져 있다. 또한 입망된 어군을 망내에 장시간 체류시키는 데는 각망의 여러부분 중에서 원통 그물의 입구의 구조가 중요하다. 조류가 세면 원통 그물의 밑판, 문쇠그물, 길그물 등이 수력 저항을 받아 부양되어서 그 형상을 일정하게 유지하기 힘들면서 어군의 입망에 장애가 될 뿐 만 아니라 입망된 어군에게는 원통의 체적이 급격히 감소하므로 인하여 행동 범위가 좁아진다. 이러한 구조적 결함을 해소하기 위해서는 적절한 규모와 구조에 대한 근본적인 검토와 개량이 필요하다.

정치망과 관련된 어구 구조 개량에 관한 연구로서, 松田(1984)등은 길그물의

유·무, 입구의 폭의 크기에 따라 어류의 입·출망 및 잔여율의 개념을 비교분석 하였으며, 長谷川(1987)등은 내송망의 각 경사 각도별 어군 행동에 대해 보고했다. 또한 唐逸(1982)등은 망형의 구조에 따라 어획이 변화한다고 보고했으며, 金(1990)은 길그물의 구조 변경에 따라 어군의 유도 효과가 차이가 있다고 보고했다. 정치망 어장에서의 어탐기를 이용한 어군 행동에 관한 연구는 紫田(1969), 井上(1985,1986,1987), 辛(1986), 河岸(1990) 등이 있으며, 표지방류법을 이용한 어군행동에 관한 연구는 平元(1965), 小池(1982), 아(1997)등이 있다. 이러한 연구는 정치망 어구중 낙망에 관한 연구들이고, 각망어구에 대한 어군 행동 실험은 아직까지 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 제주도 연안에서 널리 사용되고 있는 각망어구에 어군이 입망을 용이하게 하면서, 입망된 어군에 대한 출망은 최대한 저지하고 원통그물내에 어군이 체류하는 시간을 연장시켜 어획 효과를 높이기 위한 목적으로 모형 각망어구에 대한 어군의 행동을 해석했다. 모형 어구 입구에 천장그물, 등그물을 설치했을 때와 등그물과 천장 그물을 함께 설치했을 때의 문쇠그물의 길이 및 길그물의 길이 변화 등의 항목에 대해 수조실험에서 고등어 어군을 이용한 입·출망 행동을 관찰 분석하여 제주도 연안 정치망 어업의 어획 성능 향상을 도모하기 위한 각망의 어구구조를 개량하는데 기초자료를 얻고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 실험장치

실험에는 함덕 해양 연구소에 설치되어 있는 옥외 수조(L2000×B200×D90cm, 콘크리트제)를 이용했으며, 이 수조의 일부분을 Fig. 1에 나타낸 것과 같이 L220×B200cm가 되도록 망지로 칸막이를 하고 모형어구를 설치했는데 이때 수심은 60cm 였다. 그리고 이 수조 천장에는 차광막을 덮어 바람등 실험 환경에 영향을 끼칠 외적 환경 변화 요인을 차단시켰다.

모형 어구에 대한 고등어 어군의 입·출망 행동을 관찰하기 위해 비디오 카메라를 실험 수조 상방 1.5m지점에 장치하고, VTR에 연결하여 모든 실험 장면을 연속적으로 촬영 녹화했다. Fig. 2~3에는 촬영에 사용한 비디오 카메라와 녹화 장치등을 나타냈다.

2. 실험방법

실험에 이용한 모형 어구는 현재 북제주군 함덕리에서 사용되고 있는 각망어구 원형(Fig. 4)을 기하학적으로 1/20로 축소하여 각부의 치수를 정하고 어구를 제작하였다. 모형 어구는 원통의 전면 부분과 길그물만을 망지로 제작했고, 그외 부분은 수조벽에 연결시켜 원형과 동일한 형태가 되도록 했다. 모형 어구 제작에 사용된 망지는 polyamid계의 결절망지 30절 17합사 20mm였다.

문쇠그물이 설치되어 있는 각망의 입구내에 천장 그물과 등그물을 같이 설치했을 때의 입구 모형 어구의 형상은 깔대기 모양을 하고 있으며 일반적으로 정치망에서 이러한 모양의 그물을 깔대기 그물이라 부르고 있어서 본 논문에서도 깔대기 그물이라고 칭하기로 했다.

모형 어구 입구의 형상은 Fig. 5-1~2에 나타낸 것과 같이 표준 입구 모형(A), 천장 그물만을 25° 경사로 설치한 것(B), 등그물만을 경사 25°로 설치한 것(C), 문쇠그물, 천장 그물, 등그물을 각각 경사 127°, 35°, 25°로 하여 깔대기 그물의 길이를 25cm로 설치한 것(D), 각각 경사 120°, 24°, 25°로 하여 깔대기

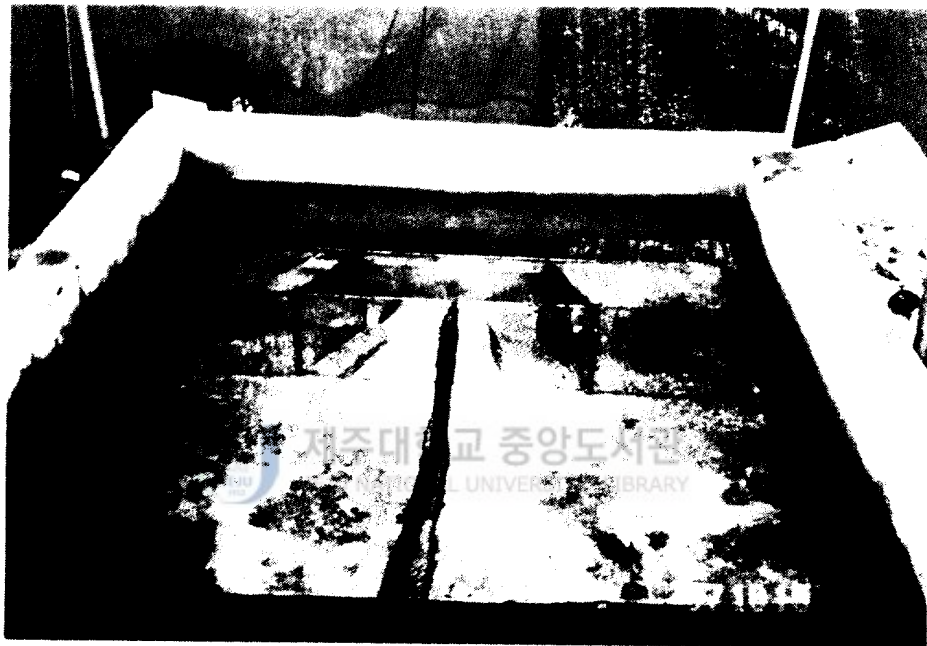


Fig. 1. Water tank and model net used in the experiment.

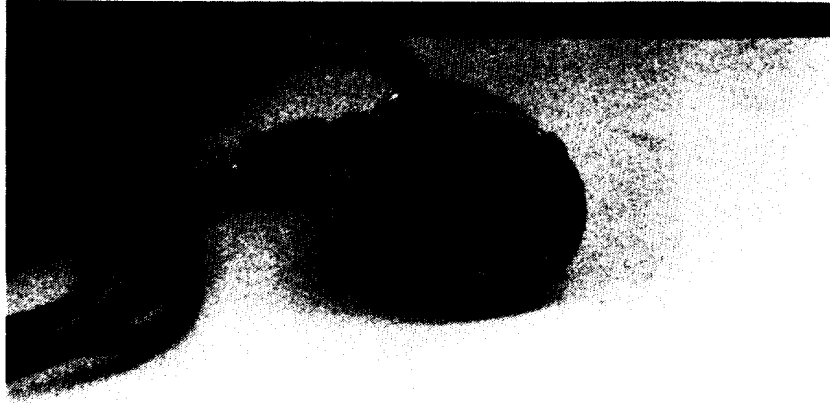


Fig. 2. Video camera used in the experiment.

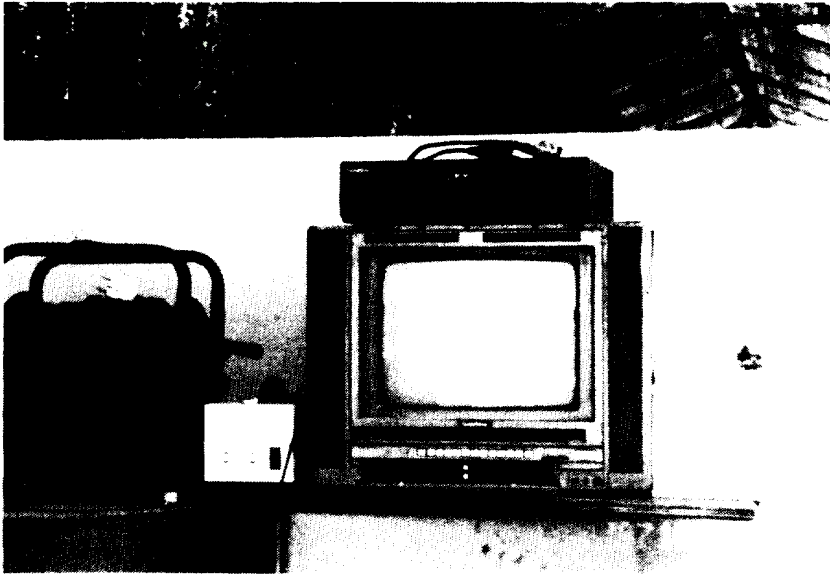


Fig. 3. Recording equipments.

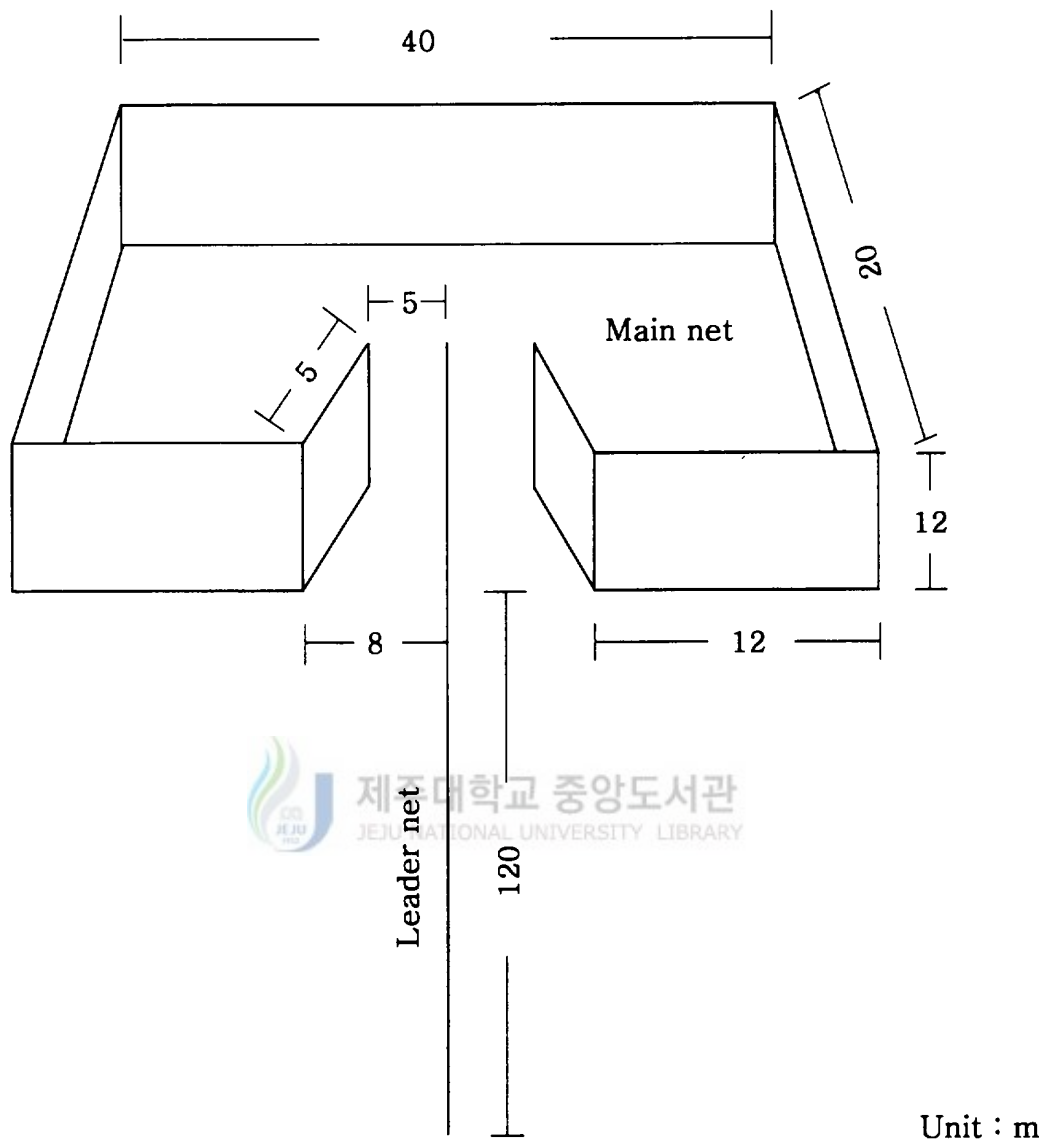


Fig. 4. Construction of the fyke net setted at the coast of Hamduk-ri.

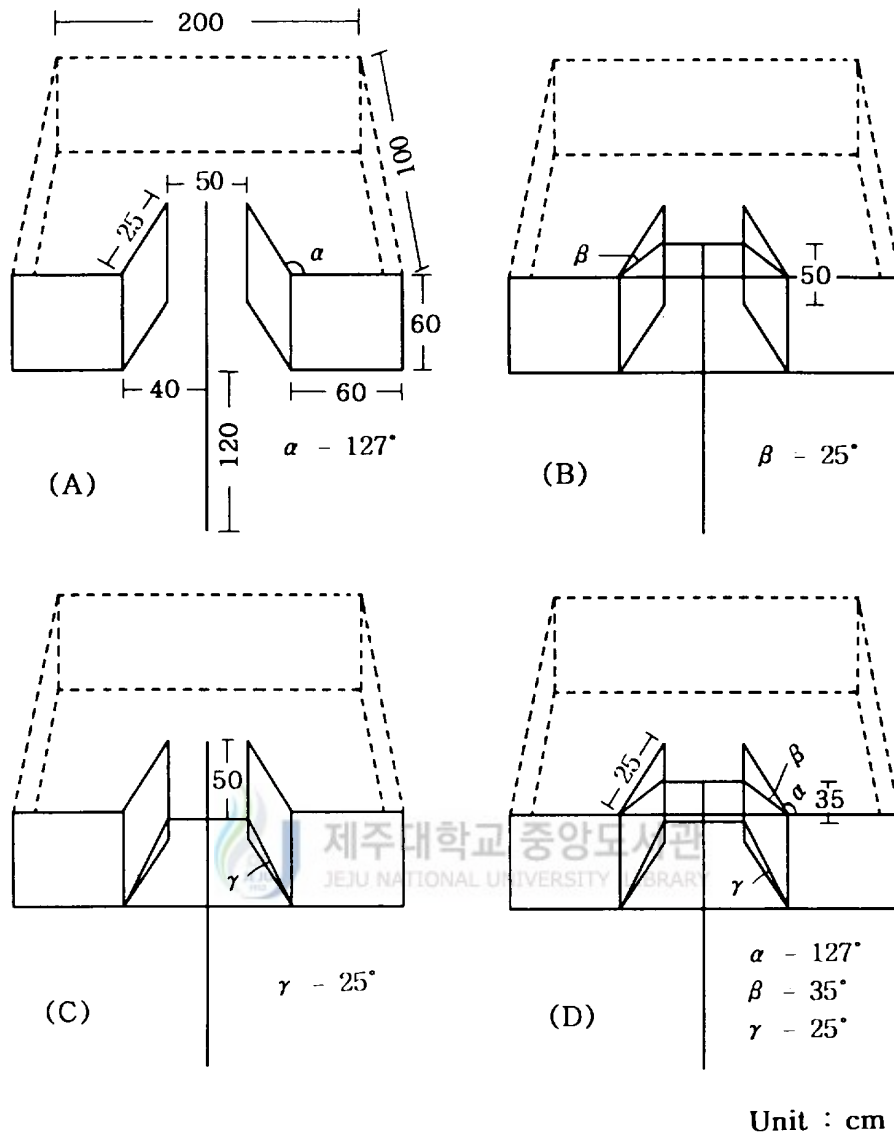


Fig. 5-1. Construction of the fyke model nets used in the experiment.

- A : Fyke model net (conventional type).**
- B : Fyke model net with upper net in the mouth.**
- C : Fyke model net with funnel net in the mouth.**
- D : Fyke model net change to 25 cm length of the upper and funnel net in the mouth of fyke model net.**

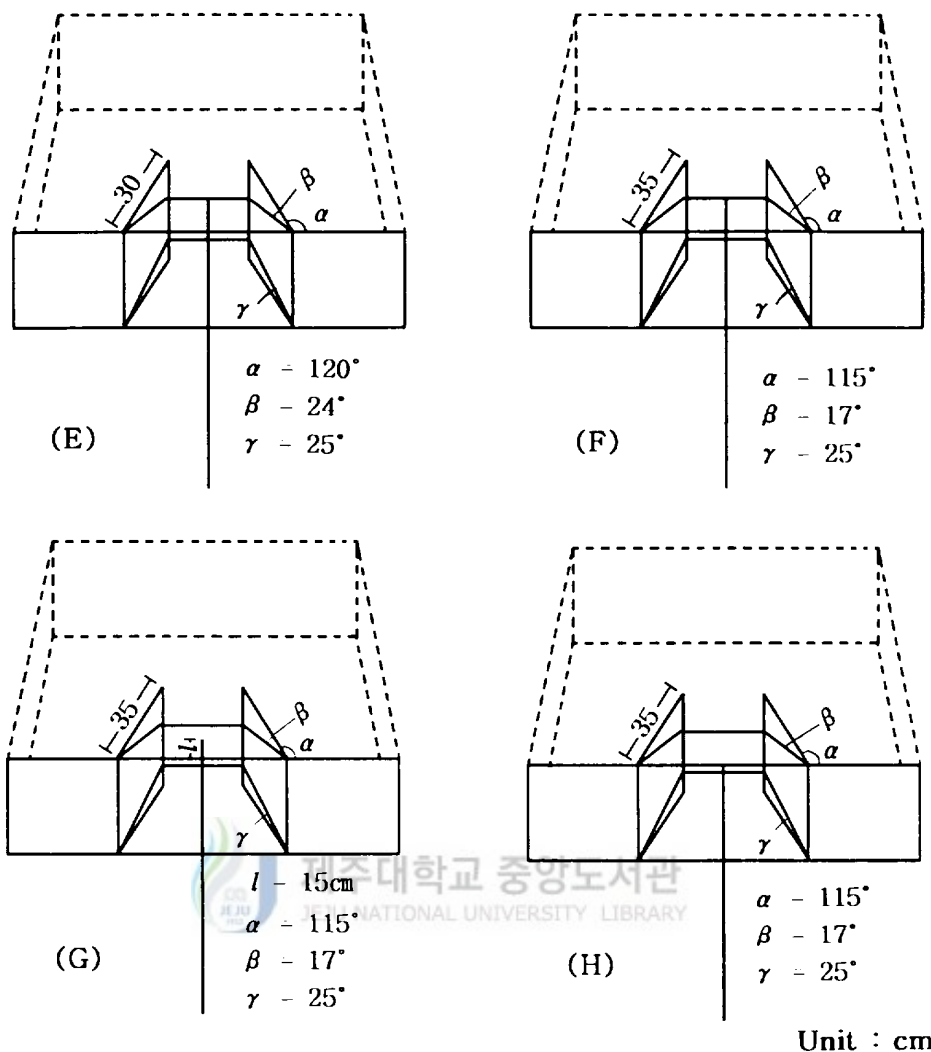


Fig. 5-2. Construction of the fyke model nets used in the experiment.

E : Fyke model net change to 30cm length of the upper and funnel net in the mouth of fyke model net.

F : Fyke model net change to 35cm length of the upper and funnel net in the mouth of fyke model net.

G : Fyke model net change to 15cm Length of the leader net and 35cm length of the upper and funnel net in the mouth of fyke model net.

H : Fyke model net change to 0cm Length of the leader net and 35cm length of the upper and funnel net in the mouth of fyke model net.

그물의 길이를 30cm로 설치한 것(E), 각각 경사 115°, 17°, 25°로 하여 깔대기 그물의 길이를 35cm로 설치한 것(F), 문쇠 그물, 천장 그물, 등그물이 각각 경사 115°, 17°, 25°인때 깔대기 그물내의 길그물의 길이가 15cm인 것(G), 길그물이 없는 것(H)등 8개의 모형어구에 대한 어군 행동을 관찰했다. 여기에서 천장 그물의 경사 각도는 하방경사, 등그물의 경사 각도는 상방경사, 문쇠 그물의 경사 각도는 좌·우방경사를 말한다.

모형 어구 입구는 길그물쪽 방향을 外口, 원통 쪽을 内口로 하였는데, 표준 모형 어구에서는 外口를 80×60cm로 일정하게 하였고, 깔대기그물에서는 内口가 50×35cm였다. 그리고 등그물 또는 천장 그물만을 설치했을 때는 内口가 50×50cm였으며, 표준 모형 어구에서는 内口가 50×60cm였다. 원통 그물의 길이는 100cm였고, 길그물의 길이는 120cm로 했다.

실험어는 제주도 연안 각망어구에서 어획된 고등어 (*Scomber japonicus*) 200마리를 사용하였으며, 사육 수조에서 약 3일간 순응시킨 후 실험에 이용하였다. 실험종료 후 무작위로 20마리를 추출하여 측정된 결과 평균 체장 23.5cm(표준편차0.6cm), 평균 체중 137.6g(표준 편차 1.1g)이었다.

실험은 1997년 7월 25일부터 8월 30일까지 표준 모형 어구를 설치하고 실험어를 이용하여 설치된 기준 모형에서 문쇠그물의 길이를 각각 30, 35, 50, 100cm로 변화시키면서 예비 실험을 행한 결과 어군 행동에 영향을 줄 수 있는 효과적인 문쇠그물의 길이는 25, 30, 35cm였다. 그 결과에 따라 정하여진 현재 제주도 표준 모형 어구 1종류와 입구의 구조를 변경한 입구 모형 7종류에 대해 1997년 9월 14일부터 10월 5일까지 주간에만 본 실험을 행했다. 어종이 균을 이루는 단위는 3마리 이상(松田.1985)이라는 정의를 근거로 하여 행한 예비실험에서 추출된 결과에 따라 본 실험에서는 매1회의 실험마다 어종의 크기, 수조의 크기 및 모형망이 크기에 적당한 규모인 실험어 5마리를 이용했다.

입망행동 관찰은 원통 그물의 입구를 차단그물로 막고 수조내 길그물밖에서 자유롭게 유평하고 있는 5마리 고등어 어군을 길그물이 설치되어 있는 곳으로

유도하여 5분간 순응 시킨 후 차단 그물을 제거함과 동시에 어군의 입망행동을 관찰했다. 출망행동은 5마리 고등어 어군이 오른쪽 원통그물내에 모두 모였을 때 실험을 시작했으며 입구의 차단그물을 제거함과 동시에 출망하는 어군 행동을 관찰했다. 모든 실험은 수조 중심에서 상방 1.5m지점에 설치된 비디오 카메라(AUTO IRIS, 3.8mm LENS)로 어군 행동을 연속적으로 촬영 녹화했다. 그리고 선명한 어군 행동의 장면을 촬영 녹화하기 위해 수조 밑바닥에 2×1m의 아크릴 판 3장을 부설하였다. 실험을 시작하여 5마리의 어군이 입구를 통과했을 때까지를 1회의 실험으로 하고, 실험 시간은 매 실험마다 5분으로 한정시켰다. 실험중 수온은 약 19℃였으며, 실험에는 학습에 의한 영향을 고려하여 같은 실험어를 1일 1회이상 이용하지 않았다. 그리고 정해진 5분안에 5마리의 어군이 입·출망에 대한 반응을 나타내지 않은 경우는 실험 자료에서 제외시켰다. 이와 같은 방법으로 실험은 각 모형어구에 대해 20회씩 반복했다.

3. 해석방법

어군 행동은 촬영 녹화한 재생 화면을 이용하여 어군의 입·출망 행동을 해석하였다. 어군의 입망율, 출망율 및 잔여율의 계산은 松田(1985)의 식을 이용하였는데, 어군의 입망율 p 는 n 회의 실험 회수 가운데 시간 t 까지 입망한 회수를 x 회라고 하며, (1)식과 같이 나타낼 수 있다. 여기서 시간 t 는 60, 120, 180, 240, 300초이다.

$$p(t) = \frac{x}{n} \quad (1)$$

또한 시간 t 까지 망외로 출망한 회수를 y 라고 하면, 출망율 q 는 (2)식과 같으며,

$$q(t) = \frac{y}{x} \quad (2)$$

따라서 잔여율 r 은 다음 (3)식과 같이 나타낼 수 있다.

$$r(t) = p(t) \{1 - q(t)\} \quad (3)$$

그리고 유영 속도는 (4)식을 이용하여 계산했는데, 어군이 어느 지점에서의 출발

시간을 t_1 , 도착 시간을 t_2 라고 하고, 시간(t)경과 후 체장의 d 배만큼 이동했을 때, 유영 속도 v 는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$v(t) = \frac{d}{(t_2 - t_1)} \quad (4)$$

어군이 입·출망에 대한 행동 패턴은 2차원적으로 화면상에 나타난 어군의 유영 행적의 화상 좌표를 이용하여 분석하였다.

III. 결 과

1. 표준 모형 어구에 대한 어군 행동

현재 제주도 주변에서 사용되고 있는 표준 모형 어구에 대해 어군의 입망행동을 관찰했는데, 길그물 주위에 있는 고등어 어군이 시간에 따른 입망율은 Fig. 6과 같다. 어군 입망율은 경과 시간 60초일 때 49%, 경과 시간 120초일 때 67%, 경과 시간 180초일 때 80%, 경과 시간 240초일 때 90%, 경과 시간 300초일 때 100%였다. 그리고 표준 모형 어구에 대해 고등어 어군이 출망행동을 관찰 했는데, 원통그물내에 있는 고등어 어군이 시간에 따른 출망율은 Fig. 7과 같다. 어군 출망율은 경과 시간 60초일 때 69%, 경과 시간 120초일 때 85%, 경과 시간 180초일 때 90%, 경과 시간 240초일 때 96%, 경과 시간 300초일 때 100%였다. 또한 표준 모형 어구에 대해 고등어 어군이 원통그물내에서 시간에 따른 잔여율은 Fig. 8과 같다. 어군 잔여율은 경과 시간 60초일 때 31%, 경과 시간 120초일 때 15%, 경과 시간 180초일 때 10%, 경과 시간 240초일 때 4%, 경과 시간 300초일 때 0%였다.

어군 유영 속도는 각 모형 어구에 대해 큰 차이를 보이지 않아 본 실험 항목에 대해서만 측정 분석하였는데 원통 그물에서 원통 그물의 중간 부분과 오른쪽 원통그물내, 그리고 출망시 입구 부분에서 어군의 유영 속도를 측정하였다. 원통 그물의 중간 부분에서는 평균 24.9cm/sec, 오른쪽 원통 그물에서는 12.6cm/sec, 입구에서는 32.4cm/sec였다.

표준 모형 어구에 대한 고등어 어군이 출망하는 유영 행동 모습은 Fig. 9에 나타냈으며, 원통 그물내에서의 유영 행동 패턴은 Fig. 10에 나타냈다. 고등어 어군이 유영 행동 패턴은 망내에서 긴 타원형 모양의 행동(A-1)과 한쪽 원통내에서만 원형으로 체류하는 행동 패턴(A-2)으로 크게 2가지 형태로 나타났다.

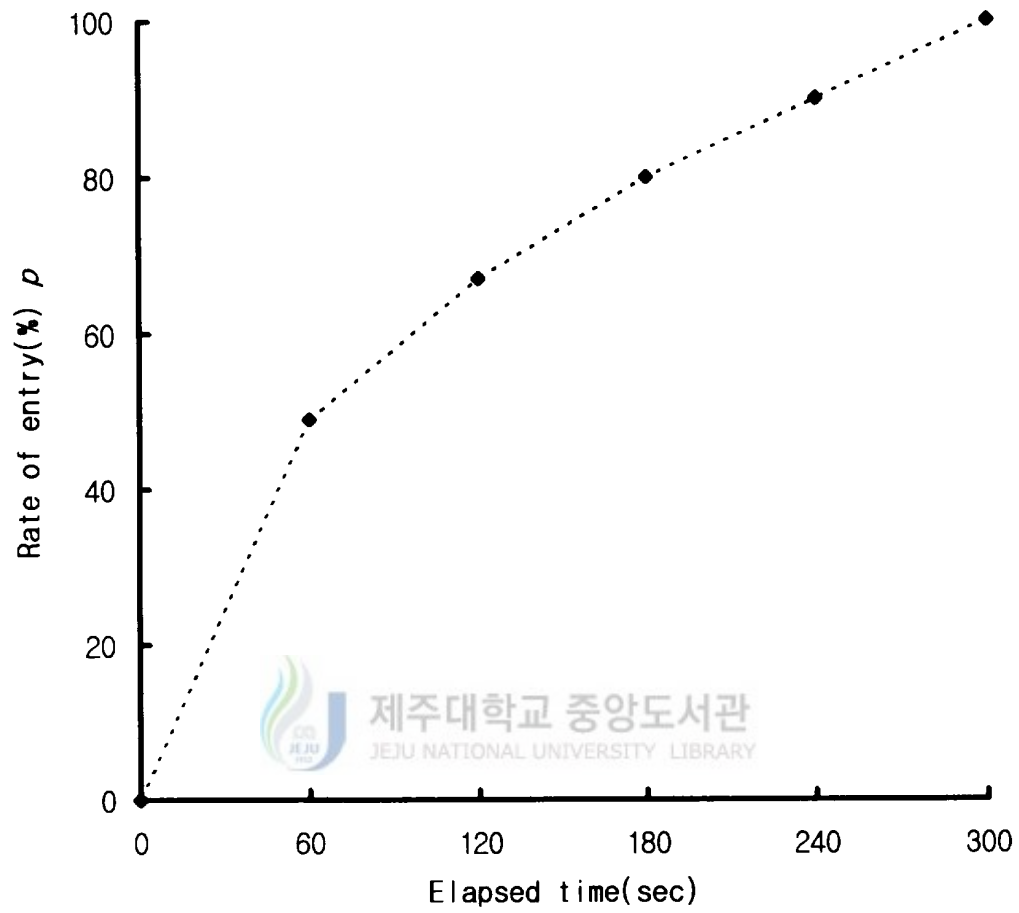


Fig. 6. Relationship elapsed time(sec) and p (%) rate of entry for the fyke model net.

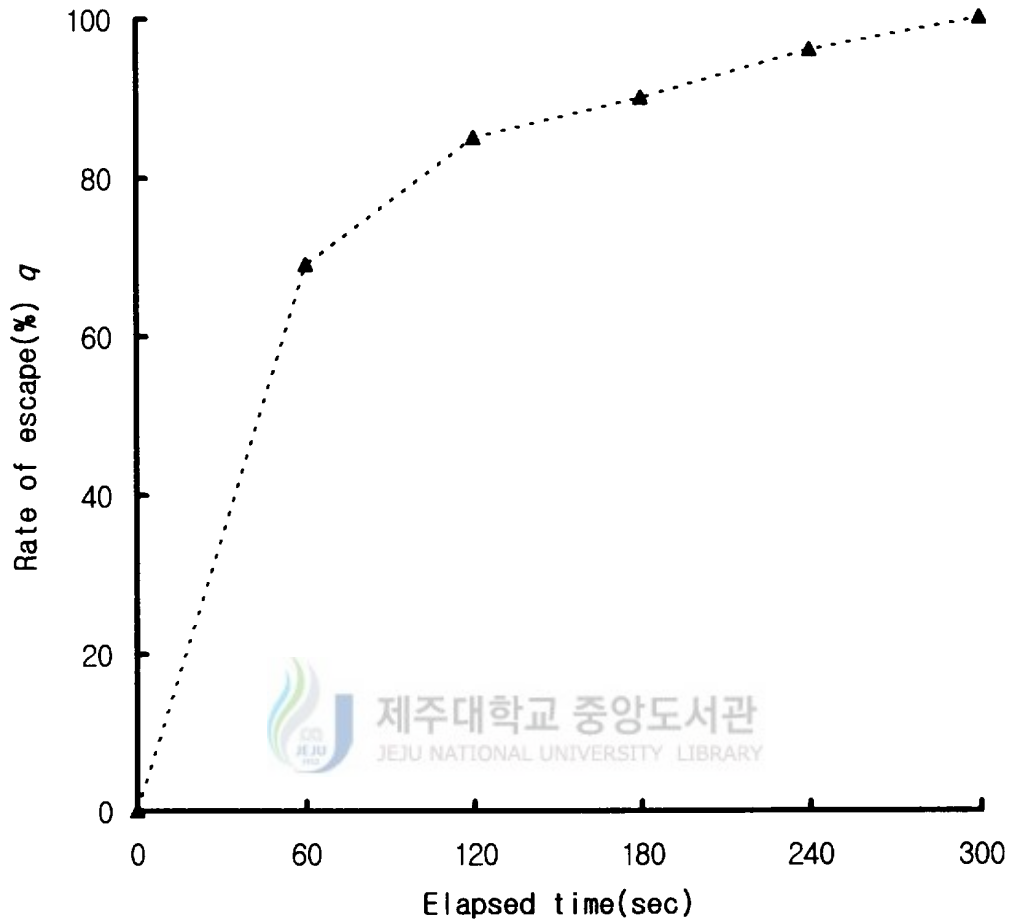


Fig. 7. Relationship elapsed time(sec) and q (%) rate of escape for the fyke model net.

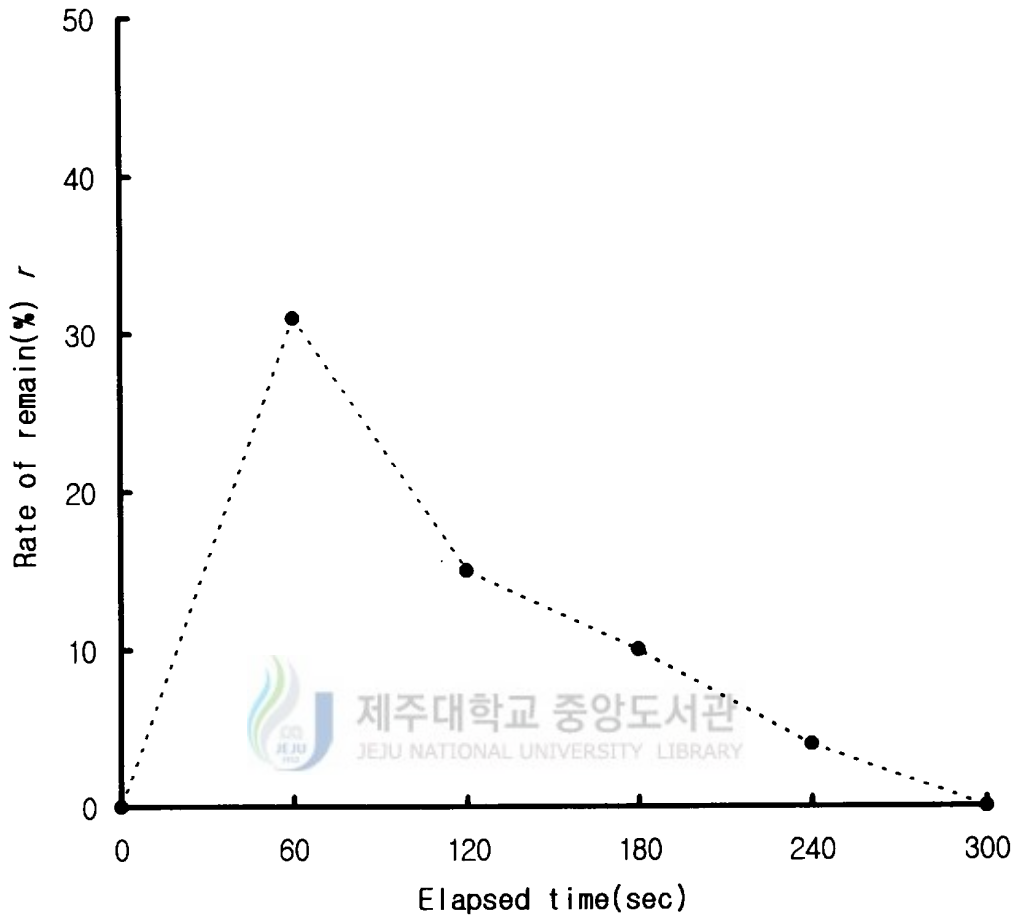


Fig. 8. Relationship elapsed time(sec) and r (%) rate of remain for the fyke model net.

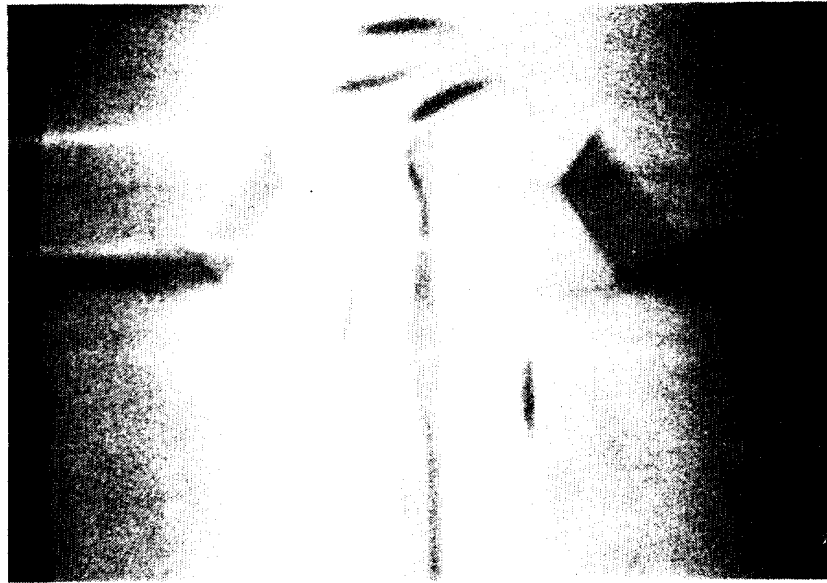


Fig. 9. Example of the escaping fish behavior showed from the main net to outside in the fyke model net.

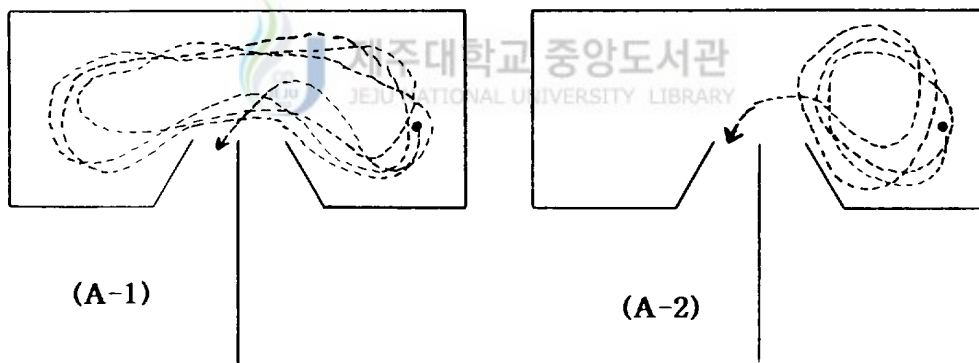


Fig. 10. Analysis of fish school movement patterns in relation to the fyke model net. The dotted line was show the swimming trail of one of five fishes. Fish school behavior patterns was (A-1) swimming back and forth in ellipse in the right and left space and (B-2)swimming in a circle in the right space.

2. 천장 그물 또는 등그물 설치시 어군 행동

표준 모형 어구 입구에 천장 그물 또는 등그물 설치시 고등어 어군이 입망행동을 관찰했는데 길그물 주위에 있는 고등어 어군이 입망율은 Fig. 11과 같다. 천장 그물과 등그물을 설치한 경우 어군 입망율은 경과 시간 60초일 때 각각 47%, 45%, 경과 시간 120초일 때 각각 63%, 61%, 경과 시간 180초일 때 각각 75%, 71%, 경과 시간 240초일 때 각각 92%, 90%였고, 경과 시간 300초일 때는 어느 모형 어구에서도 100%였다. 경과 시간 300초까지 2종류 모형 어구에 대한 입망율의 차는 평균 2%정도로 큰 차이를 보이지 않았다. 그리고 원통 그물내에 있는 고등어 어군이 출망율은 Fig. 12와 같다. 천장 그물과 등그물을 설치한 경우 어군 출망율은 경과 시간 60초일 때 각각 63%, 48%, 경과 시간 120초일 때 각각 75%, 61%, 경과 시간 180초일 때 각각 80%, 75%, 경과 시간 240초일 때 각각 87%, 84%였고, 경과 시간 300초일 때는 어느 모형 어구에서도 100%였다. 경과 시간 300초까지 2종류 모형 어구에 대한 출망율의 차는 평균 7%정도의 차이를 보였다. 또한 원통 그물내 고등어 어군이 시간에 따른 잔여율은 Fig. 13과 같다. 천장 그물과 등그물을 설치한 경우 어군 잔여율은 경과 시간 60초일 때 각각 37%, 52%, 경과 시간 120초일 때 각각 25%, 39%, 경과 시간 180초일 때 각각 20%, 25%, 경과 시간 240초일 때 각각 13%, 16%였고, 경과 시간 300초일 때는 어느 모형 어구에서도 0%였다. 경과시간 300초까지 2종류 모형 어구에 대한 잔여율의 차는 평균 7%정도의 차이를 보였다.

천장 그물 또는 등그물 설치시 고등어 어군이 출망하는 어군 행동 모습은 Fig. 14-1~2에 나타냈으며, 원통 그물내에서의 어군 유영 행동 패턴은 Fig. 15에 나타냈다. 고등어 어군이 유영하는 행동 패턴은 망내에서 긴 타원형 모양의 행동(B-1, C-1)과 한쪽 원통 내에서만 원형으로 체류하는 행동 패턴(B-2, C-2)으로 크게 2가지 형태로 나타났다. 천장 그물 설치시에는 긴 타원형 모양의 단순한 유영 패턴을 보였지만(B-1), 등그물을 설치했을 때는 좌·우 원통 그물내

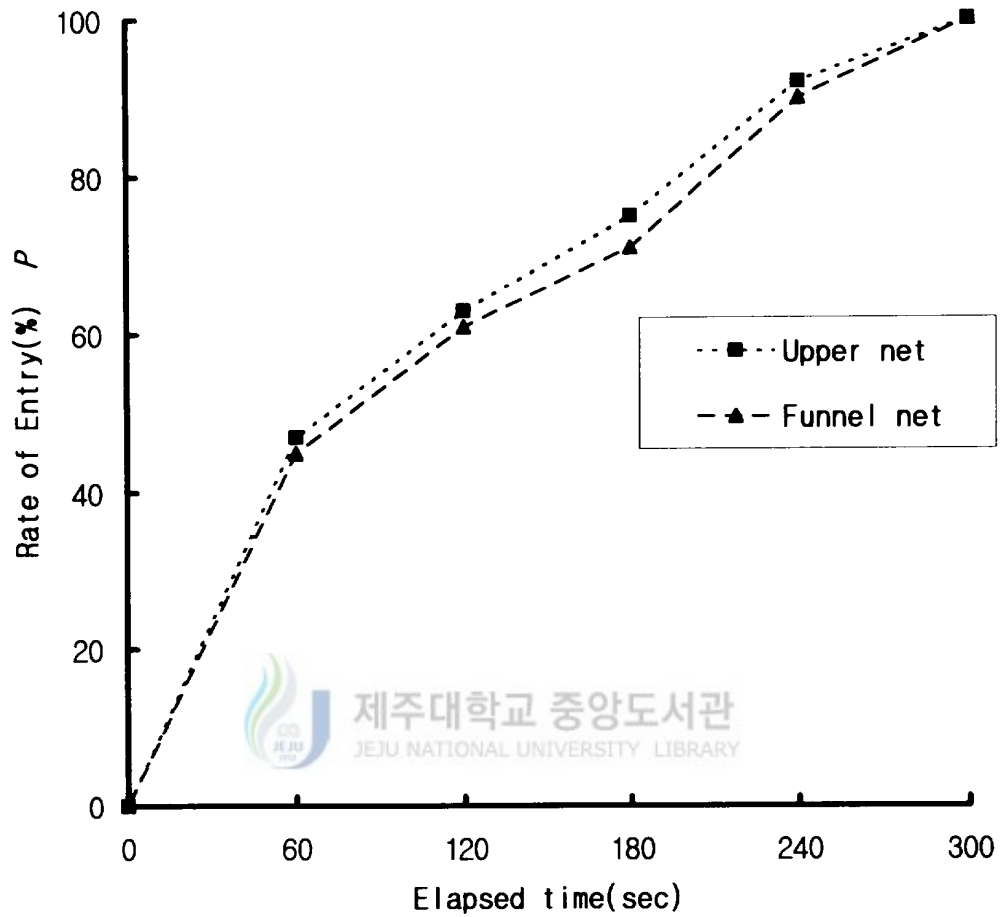


Fig. 11. Relationship elapsed time(sec) and p (%) rate of entry for the fyke model net with upper net and funnel net in the mouth.

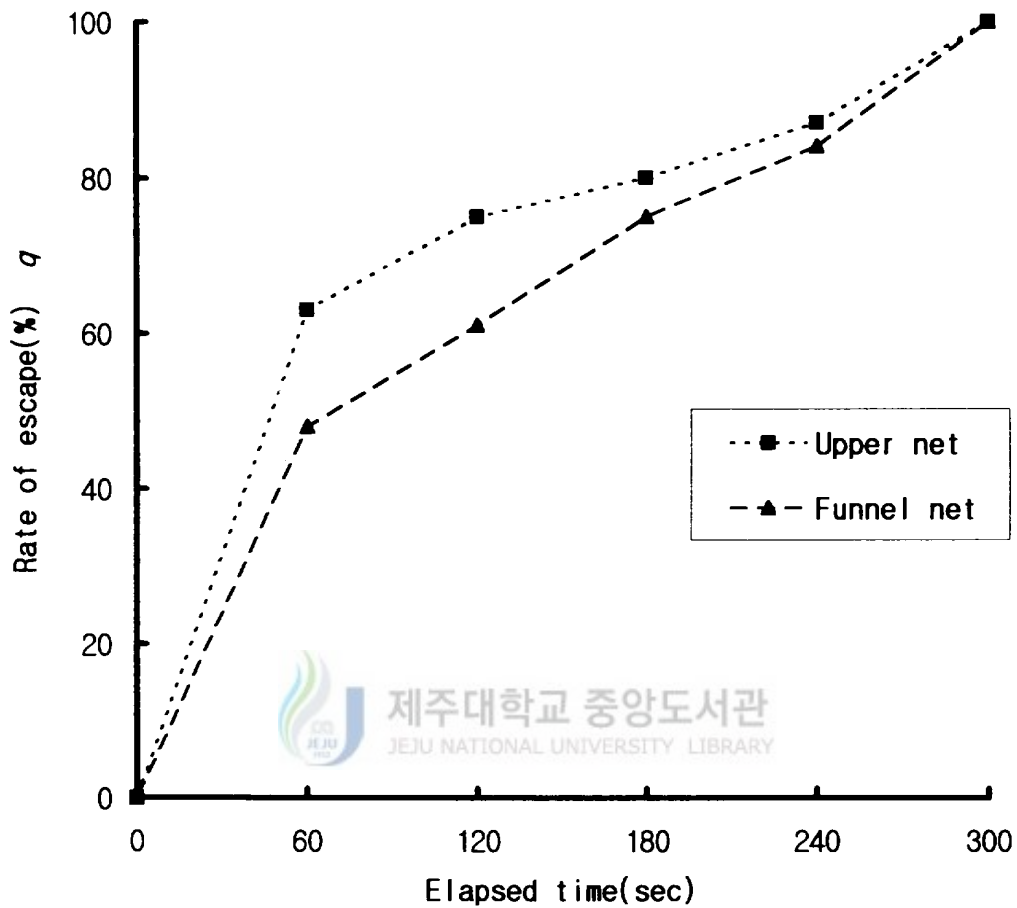


Fig. 12. Relationship elapsed time(sec) and q (%) rate of escape for the fyke model net with upper net and funnel net in the mouth.

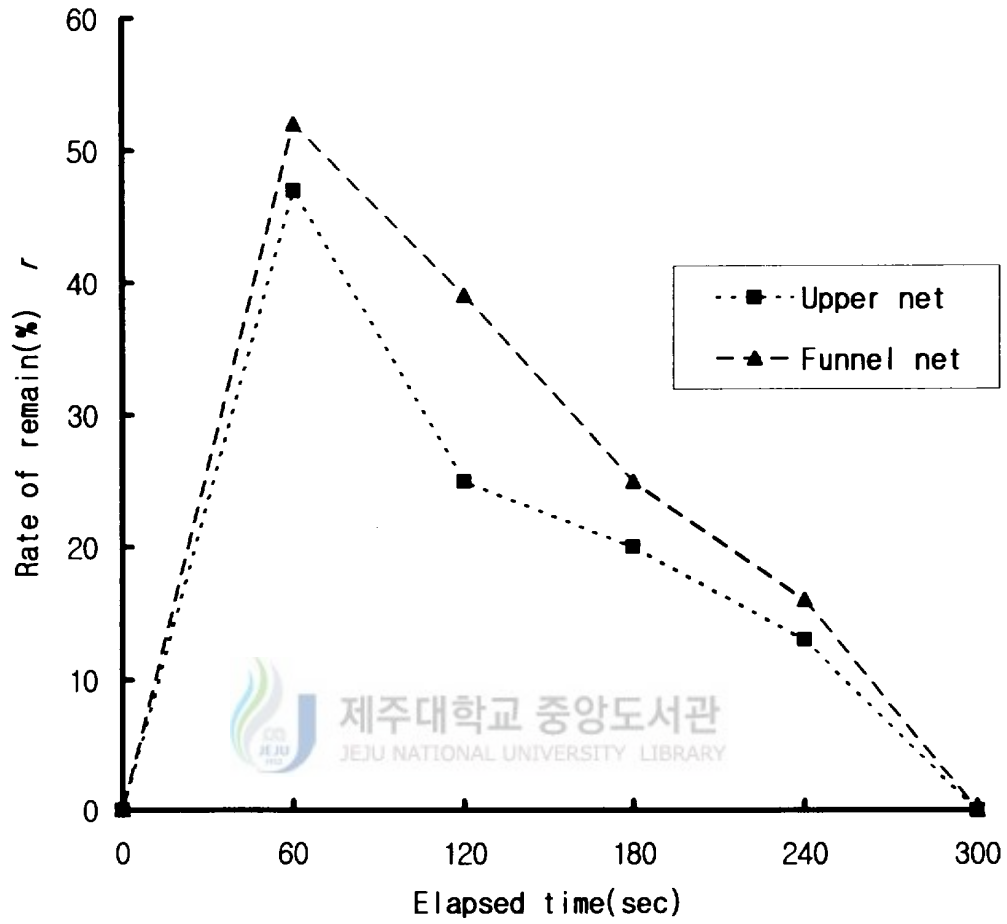


Fig. 13. Relationship elapsed time(sec) and r (%) rate of remain for the fyke model net with upper net and funnel net in the mouth.

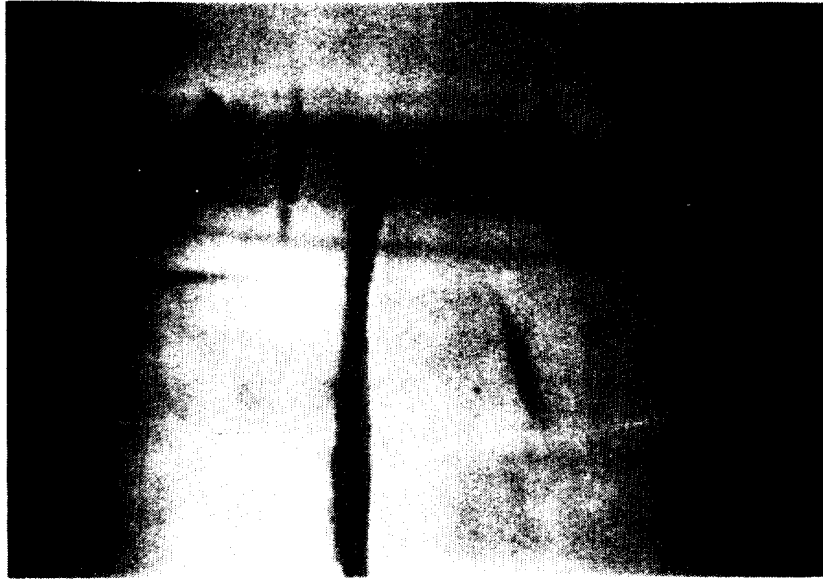


Fig. 14-1. Example of the escaping fish behavior showed from the main net to outside for the fyke model net with upper net in the mouth.



Fig. 14-2. Example of the escaping fish behavior showed from the main net to outside for the fyke model net with funnel net in the mouth.

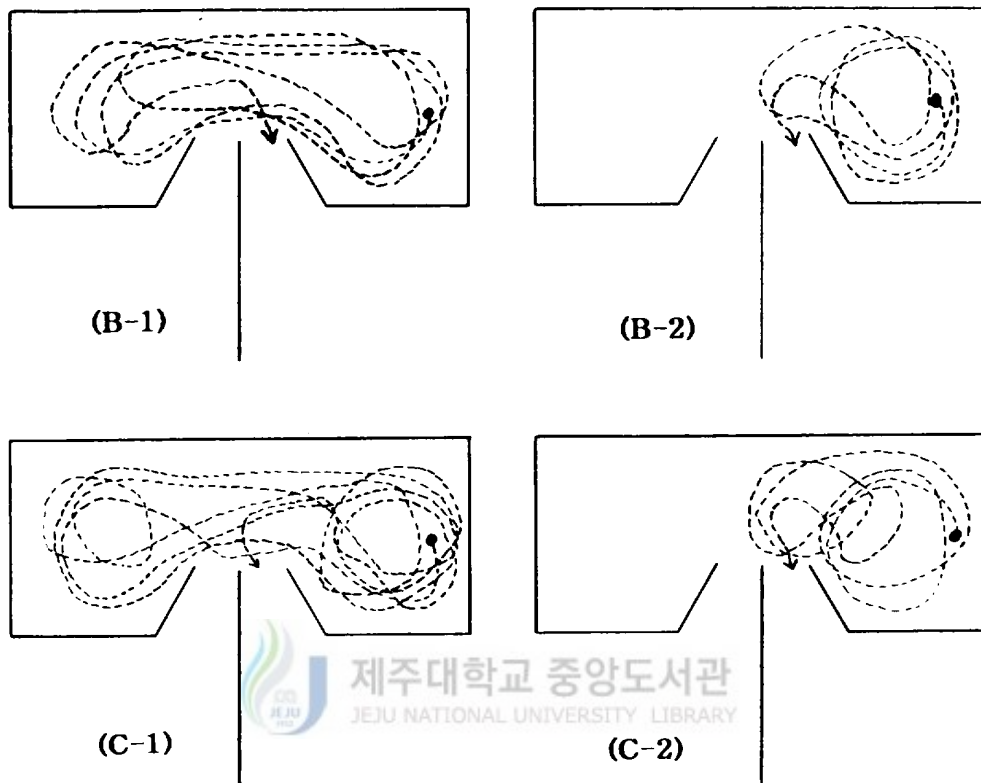


Fig. 15. Analysis of fish school movement patterns in relation to the fyke model net with upper net(B) and funnel net(C) in the mouth. The dotted line was show the swimming trail of one of five fishes. Fish school behavior patterns was (B-1,C-1)swimming back and forth in ellipse in the right and left space and (B-2,C-2)swimming in a circle in the right space.

를 왕복 수영하는 행동 중에는 짧은 시간 동안 양쪽 원통내에서 체류하다가 다시 좌·우 원통내를 왕복 수영하는 행동 패턴(C-1)도 관측되었다.

3. 깔대기 그물의 길이 변화에 따른 어군 행동

깔대기 그물의 길이 각각 25, 30, 35cm에 대해 고등어 어군이 시간에 따른 입망 행동을 관찰했는데, 길그물 주변에 있는 고등어 어군이 시간에 따른 입망율은 Fig. 16과 같다. 깔대기 그물의 길이가 25, 30, 35cm인 경우 어군 입망율은 경과 시간 60초일 때 각각 46%, 45%, 40%, 경과 시간 120초일 때 각각 60%, 55%, 52%, 경과 시간 180초일 때 각각 74%, 70%, 67%, 경과 시간 240초일 때 각각 86%, 85%, 82%였고, 경과 시간 300초일 때는 어느 모형 어구에서도 100%였다. 경과 시간 300초까지 깔대기 그물의 길이가 35cm와 25cm일 때 입망율의 차는 평균 5%, 35cm와 30cm에서는 3%정도로 큰 차이를 보이지 않았다. 그리고 깔대기 그물의 길이 각각 25, 30, 35cm에 대해 고등어 어군이 시간에 따른 출망 행동을 관찰했는데, 원통 그물내에 있는 고등어 어군이 시간에 따른 출망율은 Fig. 17과 같다. 깔대기 그물의 길이가 25, 30, 35cm인 경우 어군 출망율은 경과 시간 60초일 때 각각 37%, 30%, 10%, 경과 시간 120초일 때 각각 54%, 45%, 39%, 경과 시간 180초일 때 각각 68%, 62%, 55%, 경과 시간 240초일 때 각각 77%, 70%, 67%였고, 경과 시간 300초일 때는 어느 모형 어구에서도 100%였다. 경과 시간 300초까지 깔대기 그물의 길이가 35cm와 25cm일 때 출망율의 차는 평균 11%, 35cm와 30cm에서는 7%정도의 차이를 보였다. 특히 경과 시간 60초일 때 어군 출망율은 깔대기 그물의 길이 35cm가 25cm보다 27%, 30cm보다는 20% 적었다. 또한 깔대기 그물의 길이 각각 25, 30, 35cm에 대한 고등어 어군이 시간에 따른 잔여율은 Fig. 18과 같다. 깔대기 그물의 길이가 25, 30, 35cm인 경우 어군 잔여율은 경과 시간 60초일 때 각각 63%, 70%, 90%, 경과 시간 120초일 때 각각 46%, 55%, 61%, 경과 시간 180초일 때 각각 32%, 38%, 45%, 경과 시간

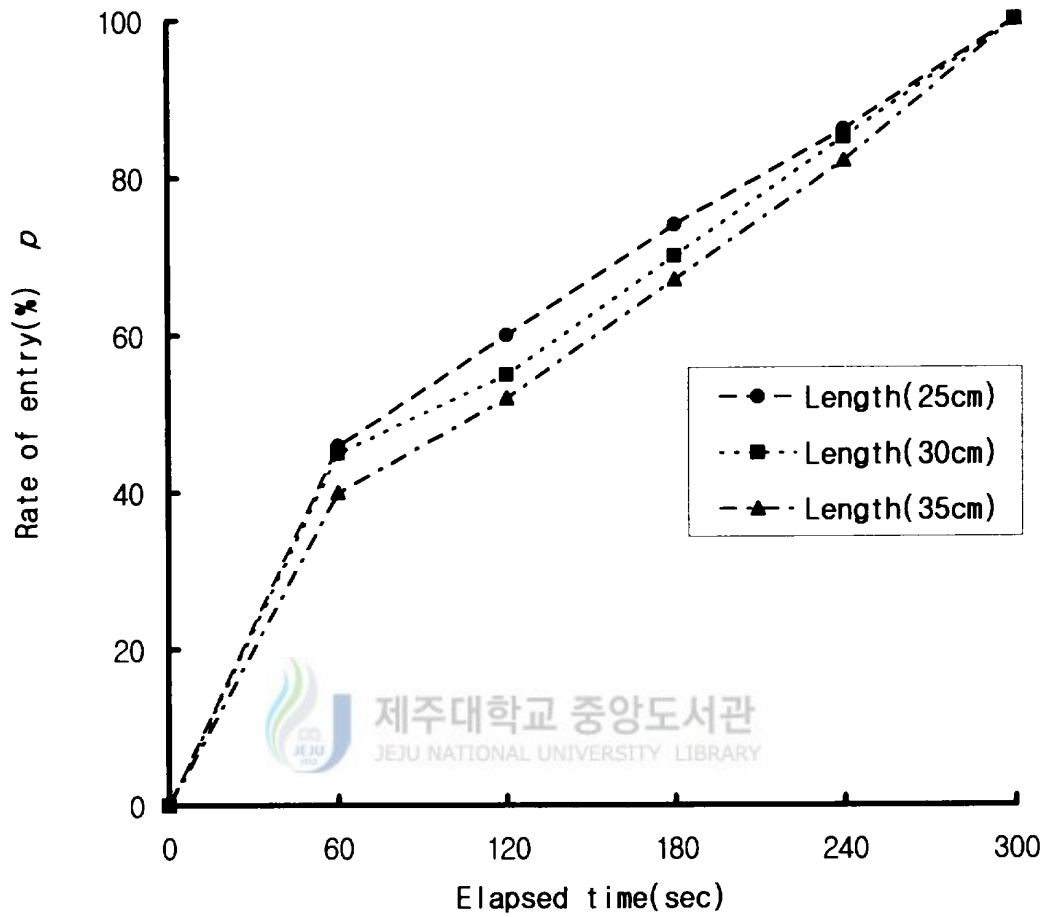


Fig. 16. Relationship elapsed time(sec) and p (%) rate of entry for the changes to 25, 30 and 35cm length of the upper and funnel net in the mouth of fyke model net.

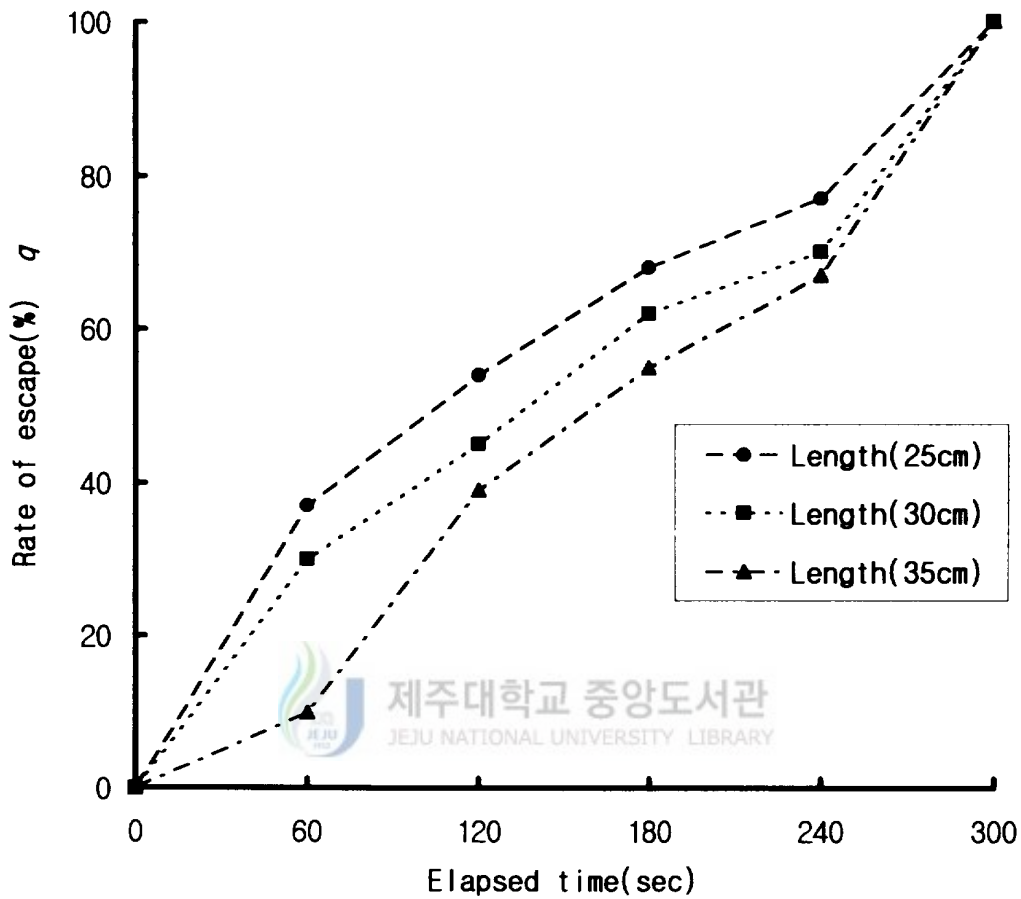


Fig. 17. Relationship elapsed time(sec) and q (%) rate of escape for the changes to 25, 30 and 35cm length of the upper and funnel net in the mouth of fyke model net.

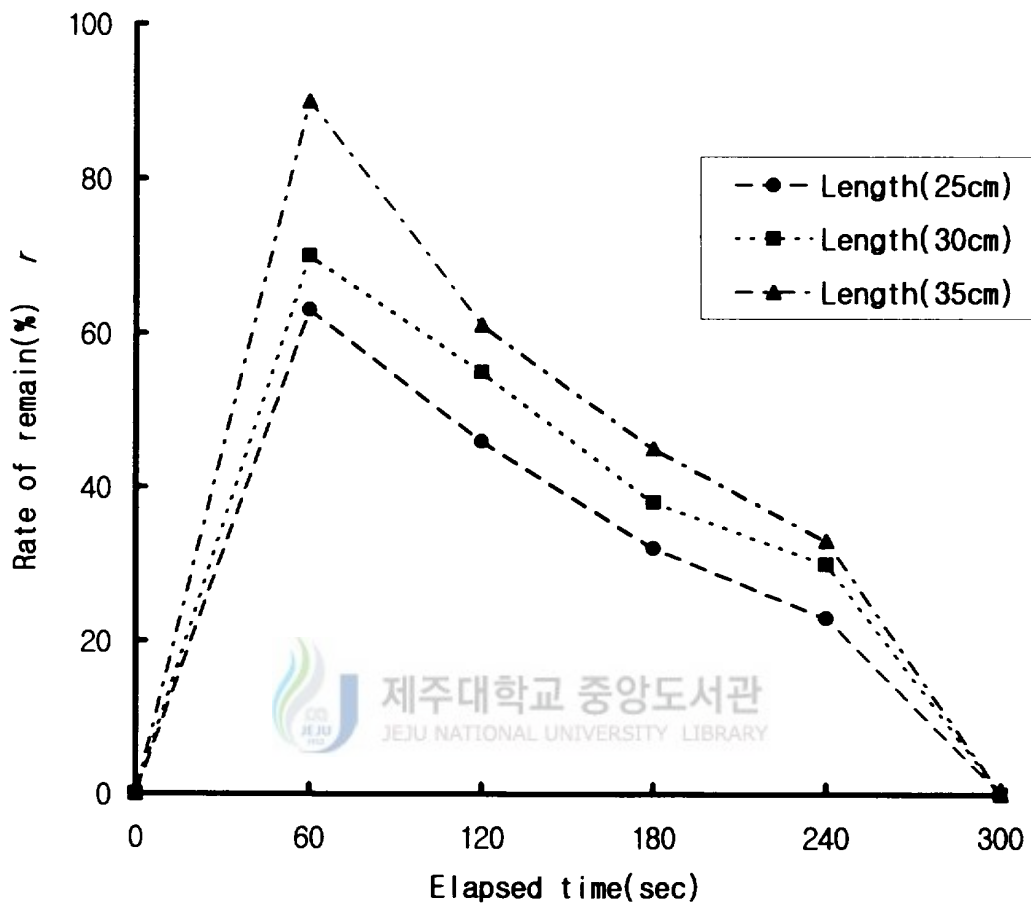


Fig. 18. Relationship elapsed time(sec) and r (%) rate of remain for the changes to 25, 30 and 35cm length of the upper and funnel net in the mouth of fyke model net.



Fig. 19-1. Example of the escaping fish behavior showed from the main net to outside for 25cm length of the upper and funnel net in the mouth of fyke model net.



Fig. 19-2. Example of the escaping fish behavior showed from the main net to outside for 30cm length of the upper and funnel net in the mouth of fyke model net.



Fig. 19-3. Example of the escaping fish behavior showed from the main net to outside for 35cm length of the upper and funnel net in the mouth of fyke model net.

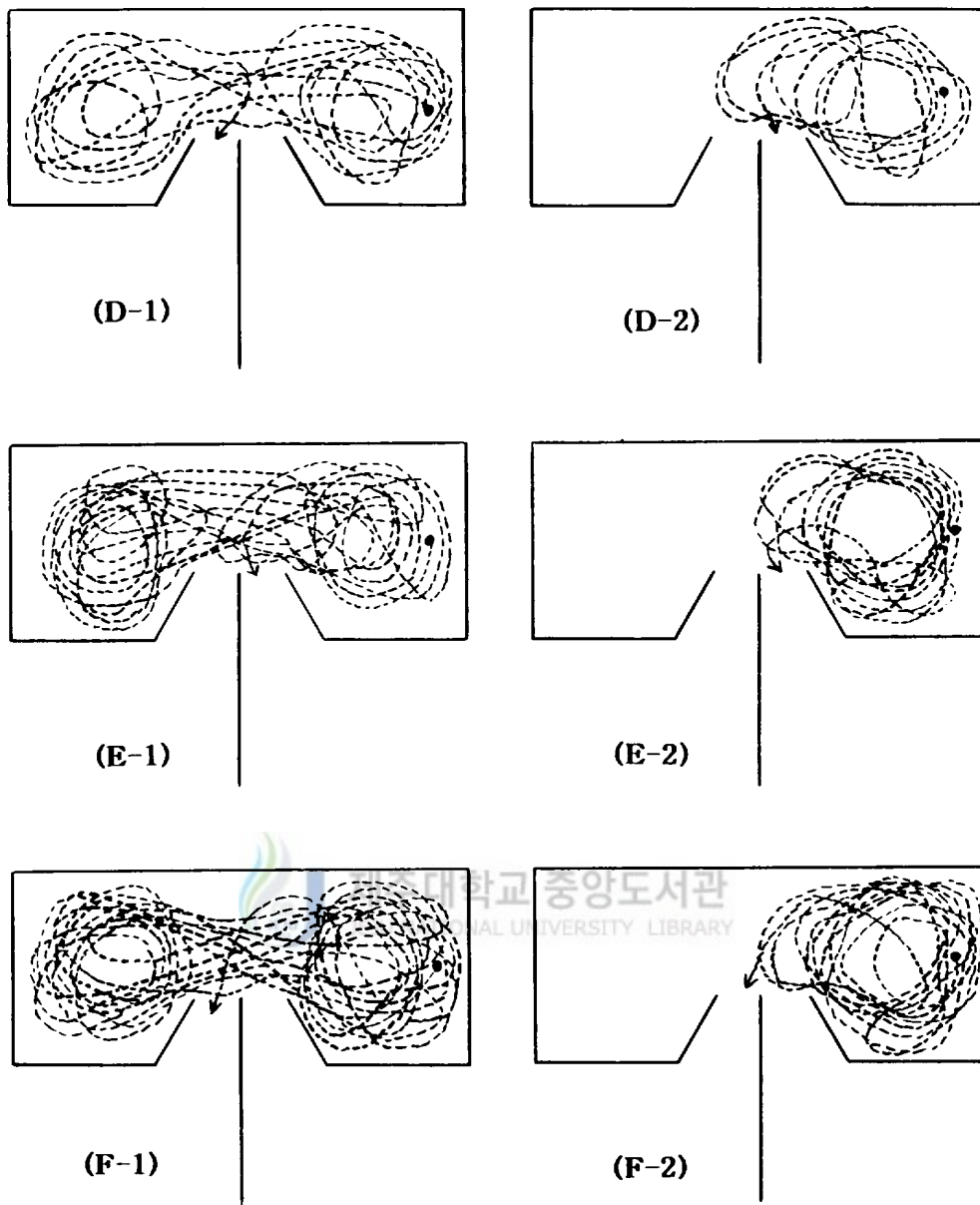


Fig. 20. Analysis of fish school movement patterns in relation to the changes to 25(D), 30(E) and 35(F) length of the upper and funnel net in the mouth of fyke model net. The dotted line was show the swimming trail of one of five fishes. Fish school behavior patterns was (D-1,E-1,F-1) swimming back and forth in ellipse in the right and left space and (D-2,E-2,F-2)swimming in a circle in the right space.

240초일 때 각각 23%, 30%, 33%였고, 경과 시간 300초일 때는 어느 모형 어구에서도 0%였다. 어군 잔여율은 경과시간 60초일 때 깔대기 그물의 길이 35cm가 25cm보다 27%, 30cm보다 20%가 많았다.

깔대기 그물의 길이 각각 25, 30, 35cm에 대한 고등어 어군이 출망하는 어군 행동 모습은 Fig. 19-1~3, 원통 그물내에서의 유영 행동 패턴은 Fig. 20과 같다. 고등어 어군이 유영하는 행동 패턴은 깔대기 그물의 길이가 25cm인때는 긴 타원형 모양의 유영 패턴(D-1)과 한쪽 원통 그물내에서 체류하다 출망하는 어군 행동 패턴(D-2) 2가지로 대별되었다. 특히 깔대기 그물의 길이가 30cm(E-1, E-2), 35cm(F-1, F-2)로 길어질수록 좌·우 원통그물내를 왕복 유영하는 행동 중(E-1, F-1)에는 양쪽원통내에서 체류하다가 다시 대각선 모양으로 좌·우 원통내를 왕복 유영하는 행동도 많이 포함되고 있었다.

4. 깔대기 그물내의 길그물 길이 변화에 따른 어군 행동

깔대기 그물내 길그물의 길이 각각 0cm(없을 때), 15cm에 대해 어군의 입망행동을 관찰했는데 길그물 주위에 있는 고등어 어군이 시간에 따른 어군 입망율은 Fig. 21과 같다. 길그물의 길이가 0cm, 15cm인 경우 어군 입망율은 경과 시간 60초일 때 각각 22%, 32%, 경과 시간 120초일 때 각각 44%, 50%, 경과 시간 180초일 때 각각 55%, 65%, 경과 시간 240초일 때 각각 67%, 80%였고, 경과 시간 300초일 때는 어느 모형 어구에서도 100%였다. 경과 시간 300초까지 길그물의 길이가 15cm와 0cm일 때 입망율의 차는 평균 6% 정도였다. 특히 경과 시간 60초일 때 길그물의 길이 15cm가 0cm(없을 때)보다 10% 많았다. 그리고 원통 그물내에 있는 고등어 어군이 시간에 따른 어군 출망율은 Fig. 22와 같다. 길그물의 길이가 0cm, 15cm인 경우 어군 출망율은 경과 시간 60초일 때 각각 62%, 48%, 경과 시간 120초일 때 각각 75%, 69%, 경과 시간 180초일 때 각각 91%, 83%, 경과 시간 240초일 때 각각 94%, 92%였고, 경과 시간 300초일 때는 어느

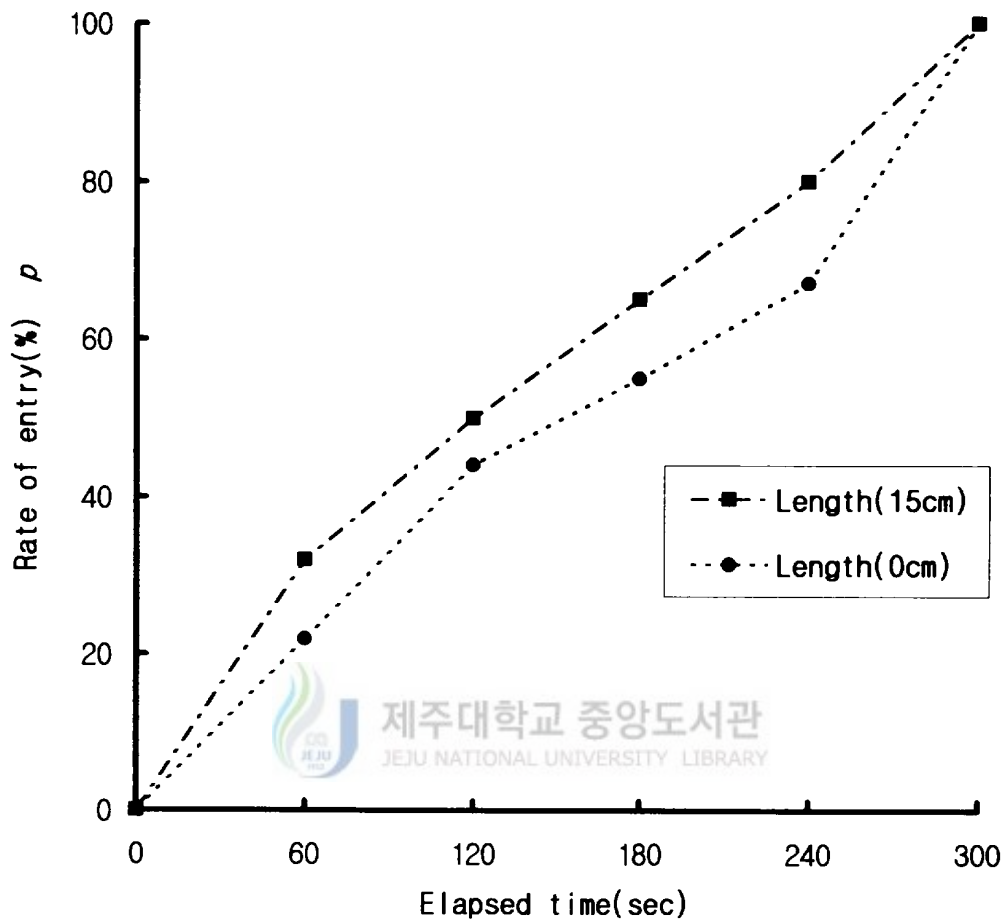


Fig. 21. Relationship elapsed time(sec) and p (%) rate of entry for the changes to 15, 0cm length of the leader net and 35cm length of the upper and funnel net in the mouth of fyke model net.

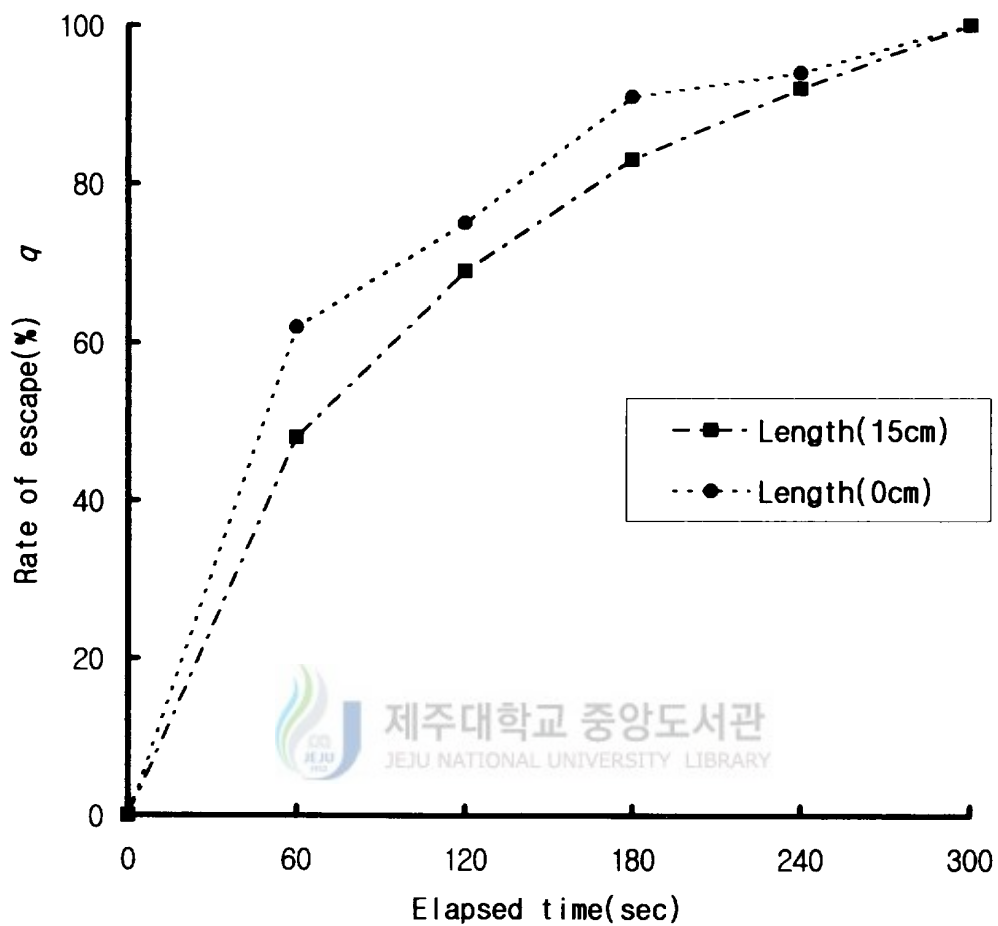


Fig. 22. Relationship elapsed time(sec) and q (%) rate of escape for the changes to 15, 0cm length of the leader net and 35cm length of the upper and funnel net in the mouth of fyke model net.

모형어구에서도 100%였다. 경과 시간 300초까지 길그물의 길이가 15cm와 0cm일 때 출망율의 차는 평균 6%정도였다. 어군 출망율은 경과 시간 60초일 때 길그물의 길이 15cm가 0cm(없을 때)보다 14%적었다. 또한 깔대기 그물내 길그물의 길이 각각 0cm(없을 때), 15cm에 대한 원통 그물내의 고등어 어군이 시간에 따른 잔여율은 Fig. 23과 같다. 길그물의 길이가 0cm, 15cm인 경우 어군 잔여율은 경과 시간 60초일 때 각각 38%, 52%, 경과 시간 120초일 때 각각 25%, 31%, 경과 시간 180초일 때 각각 9%, 17%, 경과 시간 240초일 때 각각 6%, 8%였고, 경과 시간 300초일 때는 어느 모형 어구에서도 0%였다. 어군 잔여율은 경과 시간 60초일 때 길그물의 길이 15cm가 0cm(없을때)보다 14% 많았다.

깔대기 그물내의 길그물의 길이 각각 0cm, 15cm에 대한 고등어 어군이 출망하는 어군 행동 모습은 Fig. 24-1~2, 원통 그물 내에서의 어군 유영 행동 패턴은 Fig. 25와 같다. 고등어 어군이 유영하는 행동 패턴은 긴 타원형 모양의 행동 패턴(G-1, H-1)과 한쪽 원통 그물내에서 체류하다 출망하는 어군 행동 패턴(G-2, H-2) 2가지로 대별되었다. 특히 깔대기 그물의 길이가 35cm의 조건하에서 길그물의 길이가 15cm, 0cm로 짧아질수록 원통 그물내에서 어군은 단순한 타원형 모양의 행동패턴을 나타냈고, 한쪽 원통 그물내에서 체류하는 어군도 비교적 단순한 행동패턴을 나타냈다.

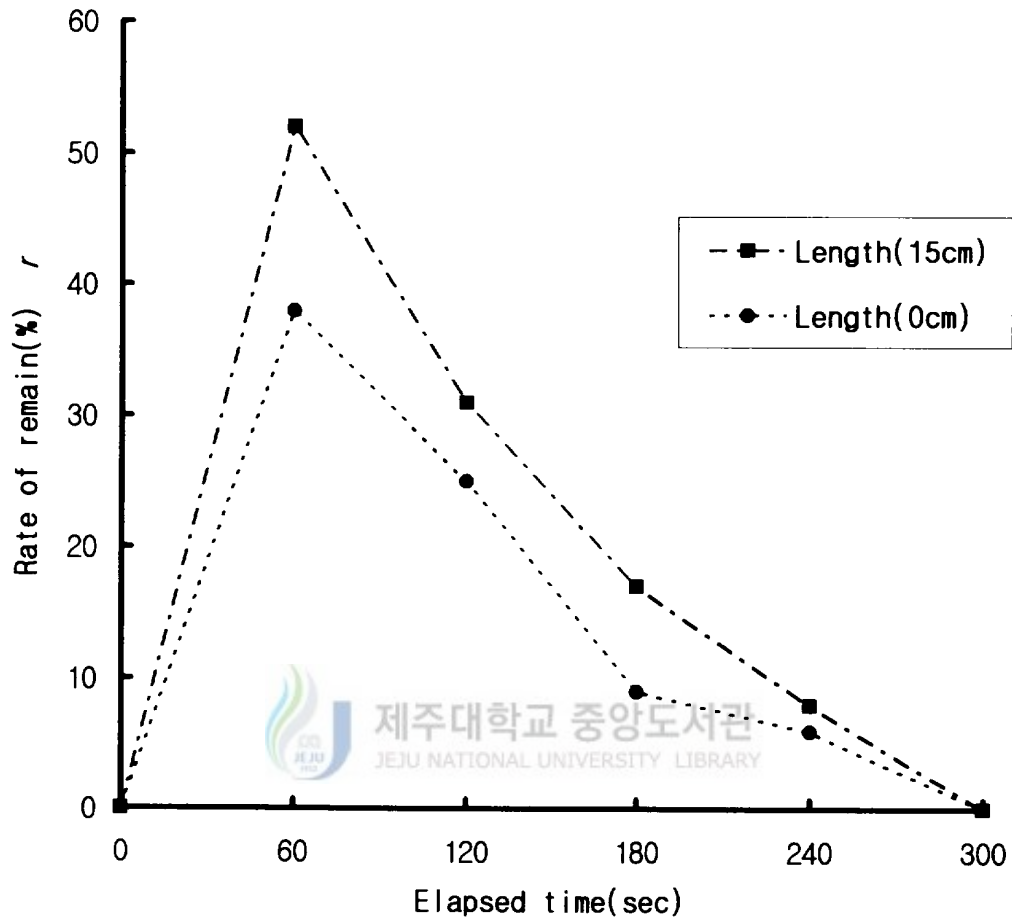


Fig. 23. Relationship elapsed time(sec) and r (%) rate of remain for the changes to 15, 0cm length of the leader net and 35cm length of the upper and funnel net in the mouth of fyke model net.



Fig. 24-1. Example of the escaping fish behavior was show from the main net to outside for 15cm length of the leader net and 35cm length of the upper and funnel net in the mouth of fyke model net.



Fig. 24-2. Example of the escaping fish behavior was show from the main net to outside for 0cm length of the leader net and 35cm length of the upper and funnel net in the mouth of fyke model net.

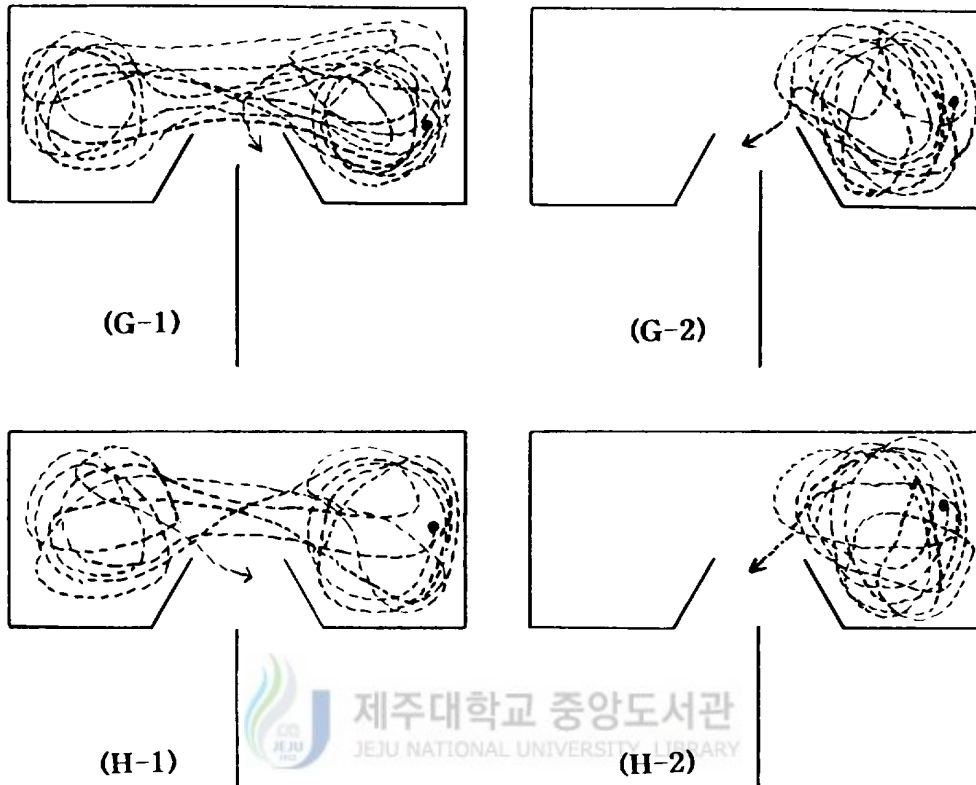


Fig. 25. Analysis of fish school movement patterns in relation to the changes to 15(G), 0cm(H) length of the leader net and 35cm length of the upper and funnel net in the mouth of fyke model net. The dotted line was show the swimming trail of one of five fishes. Fish school behavior patterns was (G-1,H-1)swimming back and forth in ellipse in the right and left space and (G-2,H-2)swimming in a circle in the right space.

IV. 고찰

정치망에서 일단 입망된 어군을 망내에 장시간 체류 시킬 수 있는 기능을 가진 어구의 구조가 어획량의 다소(多少)를 결정한다고 볼 수 있다.

제주도에서 사용되고 있는 각망 어구는 전체 구조가 단순하여 어군 출망저지에 영향을 끼치는 입구의 구조는 매우 간단한 형태의 구조로 되어 있다. 이와 같은 입구 부분의 구조 결함을 보완하여 구조 개량을 시도하기 위한 기초실험을 실시하고 어획 성능을 높이기 위하여 표준 모형 어구에 대한 어군 행동과 표준 모형 어구 입구에 천장 그물과 등그물의 설치가 어군 행동에 미치는 영향, 깔대기 그물의 길이 및 길그물의 길이가 어군 행동에 미치는 영향 등의 항목을 비교 분석하였다.

실험 수조에 모형어구를 설치하고 실험한 결과 어군의 입망율은 표준 모형 어구가 가장 빠르게 나타났으나, 입구의 구조를 변경한 Fig. 5-1~2의 (B)~(F)까지의 실험 결과와의 입망율의 차는 최고 9%미만으로 매우 낮은 차이를 나타냈다. 그러나, 깔대기 그물내의 길그물의 길이 변경에 따른 어군 입망율은 깔대기 그물의 길이가 가장 긴 35cm에서 길그물의 길이 15cm와 길그물이 길이가 없을 때(0cm), 경과 시간 60초까지 각각 32%와 22%로 나타나, 표준 모형 어구의 49%에 비해 그 차는 각각 17%, 27%의 큰 차이를 보였는데, 이것은 어군 입망시 길그물에 의해 원통그물까지 유도되지 못하고 길그물이 없는 부분에서 방향을 반대쪽 입구로 전향하여 되돌아 가버리는 현상에 기인된 것으로 보여진다.

어군의 출망율은 입구의 구조가 복잡할수록 낮게 나타났다. 특히, 깔대기 그물의 길이를 35cm로 했을 때가 출망율이 가장 낮게 나타났는데, 경과 시간 60초까지 표준 모형 어구에서는 69%의 출망율이었고, 깔대기 그물의 길이가 35cm에서는 10%로 양자의 차는 59%로 매우 큰 차이를 보였으며, 잔여율도 59%의 차이를 나타냈다. 이것은 어군이 원통 그물내에서 문쇠 그물, 천장 그물, 등그물 및

길그물의 영향으로 입구에서 방향을 전환하거나, 또는 깔대기 그물의 길이가 길어질수록 어군을 양쪽 원통그물내에 장시간 체류시켜, 입구를 찾는 시간을 연장시키므로 인해 어군 출망이 저지되었다고 할 수 있다. 또한 경과 시간 60초일 때 길그물의 길이가 15cm일 때는 48%로 표준 모형 어구의 69%에 비해 21%의 차이를 보였다. 그러나 깔대기 그물의 길이가 가장 긴 35cm에서 길그물이 없을 때는 62%로 나타나 표준 모형 어구와는 7%로 차이는 그다지 크지 않았다. 이것은 길그물이 어군의 유도 효과 뿐 만 아니라 어군의 출망저지 효과도 충분히 있다고 할 수 있다.

원통 그물내에서의 유영 행동 패턴은 표준 모형 어구와 천장 그물을 설치했을 때 긴 타원형 모양의 비교적 단순한 어군 행동을 나타냈으며, 입구의 구조가 복잡할수록 긴 타원형 모양의 어군 행동과 좌·우 원통 그물내에서 체류하는 어군 행동을 동시에 나타냈다. 특히, 한쪽 원통에서 반대쪽 원통으로 유영하는 행동 중에는 대각선으로 유영하는 행동이 많이 관찰되었으며, 어군을 좌·우 원통내에 장시간 체류시키는 것은 입구의 여러 부분 중에서도 문쇠그물의 길이의 영향이 가장 큰 것으로 예측되었다.

원통 그물내에서의 어군 이동 속도는 원통 그물내의 중간 부분에서는 평균 24.9cm/sec였고, 오른쪽 원통 그물내에서는 평균 12.6cm/sec로 이동 속도의 차이를 보였는데, 이것은 원통 그물내에있는 문쇠 그물이 어군의 유영 행동을 제한하는 것으로 보인다. 또한 입구 부분에서는 평균 32.4cm/sec로 원통 그물내에서보다 이동 속도가 빠르게 나타났는데 이것은 입구에 진입한 어군은 유영 공간이 적어지므로 인해 입구가 어군에게 자극적인 요소가 되어 유영 속도를 빠르게 한것으로 추측된다. 이동 속도에 관한 보고에서 井上(1987)는 정치망 어장에서 연어, 정어리, 망치고등어, 오징어, 날치 등의 이동 속도는 30cm/sec이하라고 보고했고, 또한 金(1993)은 전갱이, 망치고등어, 멸치 등의 이동 속도는 30cm/sec 이하의 느린 행동을 나타낸다고 보고하고 있어, 본 실험의 결과에서도 비슷한

값을 나타냈다.

본 실험은 옥외의 소형 수조에서 각망어구모형을 이용하여 고등어 어군의 입·출망 행동을 관찰하였는데, 이후 실험 결과에 대해 실제 현장 정치망 어장과 의 연계성 검토 및 구조 개량에 대한 실용화 방안과 입구내의 등그물과 천장 그물의 설치 각도, 길그물에 대한 어군 행동 등 어장 특성에 알맞는 적정 어구 선택에 필요한 구체적인 연구가 추가되어야 한다고 사료된다.



V. 요약

제주도 연안에서 널리 사용되고 있는 각망어구의 어획 성능을 향상시키기 위해서 현재 사용되고 있는 실물망을 1/20로 축소하여 개량된 입구 구조를 갖춘 모형 어구 8종류를 제작하고, 실험 수조에서 고등어 어군을 이용하여 모형 어구에 대한 어군의 입·출망 행동을 관찰 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 어군의 입망율은 경과 시간 60초일 때 표준 모형 어구에서는 47%였고, 깔대기그물이 길이가 35cm의 모형 어구에서는 40%로 나타났는데, 양자의 차이는 7%로 그다지 크지 않았다.
2. 어군의 출망율은 경과 시간 60초일 때 표준 모형 어구에서는 69%였고, 깔대기그물이 길이가 35cm의 모형 어구에서는 10%로 나타났는데, 양자의 차이는 59%로 크게 나타났다.
3. 어군의 잔여율은 경과 시간 60초일 때 표준 모형 어구에서는 31%였고, 깔대기그물이 길이가 35cm의 모형 어구에서는 90%로 나타났는데, 양자의 차이는 59%였다.
4. 모형 어구 내에서의 고등어 어군의 평균 유영 속도는 원통 그물 중간 부분에서 24.9cm/sec, 오른쪽 원통그물내에서 12.6cm/sec, 입구에서 32cm/sec였다.
5. 원통그물내에서의 어군 행동 패턴은 원형 모양으로 한쪽 원통그물내에 체류하는 행동과 긴 타원형 모양으로 좌·우 원통그물내를 왕복 유영하는 행동패턴으로 분류할 수 있었다.

참고문헌

- 아동근, 이주희. 1997. 定置網에 대한 魚群의 對網行動. 韓國漁業技術學會, 33(2), 109-117.
- 井上善洋, 有元貴文. 1985. 相模灣定置網漁場における漁郡性狀, 日本水産學會誌, 51(11), 1789-1794
- 井上善洋, 渡部俊廣. 1986. 片落とし及び兩落の定置網の漁獲過程における魚群行動. 日本水産學會誌, 52(10), 1739-1744.
- 井上善洋, 長洞辛夫, 渡部俊廣, 石田亨一. 1987. 定置網の張り建てによる魚群行動の變化. 日本水産學會誌, 53(5), 695-698.
- 井上善洋, 長洞辛夫. 1987. 三陸沿岸の定置網漁場におけるサケ魚群の行動. 日本水産學會誌, 53(5), 699-704.
- 井上善洋. 1987. 垣網の防止, 誘導效果. 日本水産學會誌, 53(7), 1135-1140.
- 平元添輔. 定置網の標識放流と居残り率について. ていち, 43, 14-21
- 平元添輔. 1965. 定置網内の標識放流と居残り率について. 神奈川県水産試験場
- 金大安, 高冠瑞. 1985. 漁具學. 교문출판사, 287-297.
- 長谷川英一, 余座和井, 添田秀男. 1987. 定置網の運動場から箱網への入網行動. 日本大學農獸醫學部, 44, 169-174.
- 長谷川英一, 余座和征, 添田秀男. 1987. 内昇りがある昇り網における魚類の 入・脱網行動. 日本大學農獸醫學部, 44, 175-179.
- 小池篤. 1982. ひさご網の身網内における標識防流試験. 昭和57年度特定研究結果報告書, 96-106
- 河岸賢, 宗清正廣, 飯塚賞. 1990. クロマグの定置網内における行動. 日本水産學會誌, 56(8), 1187-1192
- 金文官. 1990. 返し網對垣網の誘導效果に關する基礎的研究. 東京水産大學碩士

學位論文.

金文官, 井上善洋, 有元貴文, 松下吉, 1993. 定置網漁場における魚群の移動行動.

日本水産學會誌, 59(3), 473-479.

韓國水産會. 1996. 水産年鑑

松田皎, 鈴木誠, 兼廣春之. 1984. 魚群行動實驗による定置模型の端口の性能の比較. 日本水産學會誌, 50(4), 609-615.

松田皎, 兼廣春之, 鈴木誠. 1985. 落網の網型模型に對する魚群行動の水槽實驗. 日本水産學會誌, 52(4)

海洋水産部. 1995. 沿岸漁業基本調査報告書, (294-308).

唐逸民, 小池篤, 平元泰輔. 1982. 定置網の網型の變遷に伴う漁獲の變化. 日本水産學會誌, 48(7), 895-902.

紫田勇夫. 1969. 神奈川水指報告, 138-148.

신형일. 1985. 어군탐지기에 의한 정치망내의 어군행동과 어군량 추정. 어업기술학회. 22(1).



감사의 말씀

이 연구를 수행함에 있어 부족함이 많은 저에게 세심한 지도와 편달을 하여주신 김석중 지도교수님, 박정식 교수님께 진심으로 감사를 드리며, 논문 작성에 유익한 조언을 해주신 서두옥 교수님, 안장영 교수님, 그리고 과정 이수 기간중 가르침을 베풀어주신 노홍길 교수님, 안영화 교수님께 깊은 감사를 드립니다. 그리고 실험과 자료 분석에 많은 도움을 주신 김문관 선배님과 실험어를 연구소까지 수차례 운반해 준 함덕정치망 선장 김수철 선배님과 김병엽, 전양호 선배님께 감사드립니다.

또한, 자료 정리에 많은 도움을 주신 이창현 선배님과 실험 기간 중 시종일관 부족한 시간을 배려해 준 고영석 학생과 틈틈이 자료 정리 도움을 준 이영담, 김병기 학생과 친구 인옥에게도 고마움을 표합니다.

끝으로 석사 과정 이수 기간중 몰신 양면으로 뒷바라지 해주신 어머니와 사랑하는 누님께 이 작은 결실을 드립니다.

