

旋網漁法の 漁獲過程에 있어서 魚群行動에 관한 研究

朴正埴 · 金碩鍾 · 金三坤**

濟州大學校, 釜慶大學校**

(1996년 4월 26일 접수)

A Study on the Behaviour of Fish Schools in the Process of Catch of the Purse Seine Fishing Method

Jeong - Sik Park, Seok - Jong Kim and Sam - Kon Kim**

Cheju National University, Pukyong National University**

(Received April 26, 1997)

Abstract

This study is a basic research in purse seine fishery : on the behaviour of fish schools of tilapia *Tilapia mossambica* in the process of catch of the purse seine fishing method. The experiment was carried out for the mackerel purse seine which using of power block by fishing fleet system in the near sea of Cheju Island and as a forecast in the near future on the purse seine fishing, using of triplex net winch by one boat system in the near sea of Norway. These model purse seines were made of the scale of 1/180 of its full scale.

The model purse seine test on the escaping behaviour of fish school by gap, area reducing of gap and tension of purse line was carried out in the stagnant water of experimental water tank. Designing and testing for the model purse seines were based on the Tauti's law.

The results obtained were as follows :

1. When the time for the completing of pursing was 20 minutes, average swimming speed of fish school through a gap was 9.71cm/sec for powerblock seine and 9.97cm/sec for triplex seine.

2. In the case of pursing time in actual value was 20minutes, at 50 percent of the pursing, swimming behaviour of fish school in purse seine was 10% to I section, 80% to II section, 10% to III sectional direction for powerblock seine and a similar tendency for triplex seine.

3. In the case of pursing time in actual value was 20 minutes, at the time of 10 minutes have proceeded since then, area reducing rate of gap of the seine in projected front view was 63.5% for powerblock seine and 67.5% for triplex seine.

4. In the case of pursing time in actual value was 20 minutes, escaping rate of fish school by gap in projected front view was 70% for powerblock seine and 30% for triplex seine. Maximum tension of purse line was about 8.1 tons for powerblock seine and about 8.3 tons for triplex seine.

* 이 논문은 1995년도 교육부 학술연구조성비(해양수산과학)에 의하여 연구되었음.

緒 論

旋網은 다른 漁具에 비해서 網形과 漁具의 규모가 對象魚種에 따라 다양하다. 따라서, 漁獲性能과 操業能率을 향상시키기 위해서는 對象魚群의 行動習性에 알맞게 漁具의 性能을 충분히 발휘할 수 있어야 한다.

旋網操業에서는 魚群을 등선으로 集魚하거나, 또는 遊泳하는 魚群의 진로를 차단하면서 投網하여 그 魚群을 水平 및 垂直의으로 포위한 직후에 그물 하단의 罾줄을 조여서 漁獲하게 되는데, 이때 罾줄을 죄는 과정에서 양 網端 및 그물 밑자락에 생기는 개구부를 통하여 도피하는 魚群을 여러 가지 방법을 이용해서 차단하려고 노력하고 있으나 실질적으로는 많은 양의 魚群이 개구부를 통하여 도피하므로써 때로는 어획이 실패하는 경우도 있다. 이와 같이 旋網操業의 성과는 魚群의 포위 성공 여부에 따라서 결정되며, 특히 이 漁法에서는 조류에 의한 망형 변화와 함께 魚群의 對網 行動에 관한 연구가 매우 중요시되고 있다.

지금까지 旋網漁業에 관해서는 주로 旋網의 漁獲性能을 향상시키기 위한 목적으로 행하여진 기본적인 그물의 차단 특성 및 그물의 設計와 操業方法을 검토, 해석한 연구 (Iitaka, 1954, 1955a.b, 1956, 1958a.b; Nomura et al., 1987; Konagaya, 1971; Park, 1986a.b.c, 1989, 1991; Kim et al., 1991, 1992, 1995a.b.c)가 다수 보고 되었으며, 旋

網의 漁獲過程에 있어서 魚群行動에 관한 연구로서는 Shimozaki et al.(1975)에 의한 가다랭이 및 다랑어 旋網操業에서의 魚群의 유영속도, 유영층 및 魚群과 망선의 위치 관계를 해석한 보고가 있을 뿐 그 외 旋網에 대한 魚群의 對網行動에 관한 연구는 아직 보고된 바 없는 실정이다.

이 연구에서는 이러한 문제 해결에 목적을 둔 일련의 基礎 研究로서 일반적으로 제주 근해에서 사용하고 있는 고등어 旋網漁具인 파워블록용 旋網 (Powerblock seine)과 앞으로 예상되는 단선조업에서의 고등어 旋網漁具인 트리플렉스용 旋網 (Triplex seine)의 두 가지 모형망을 이용하여 실험을 행하고, 旋網에 의해 포위된 魚群의 網內行動과 양쪽 망단의 개구부를 통하여 도피하는 魚群의 行動을 관찰 분석함과 동시에 망단의 개구부 면적 및 장력변화 등을 해석하였으므로 그 결과를 보고한다.

材料 및 方法

실험에 사용한 모형망은 제주도 주변 해역에서 망선 120톤(총톤수)급이 사용하고 있는 고등어 旋網과 노르웨이국 주변 해역에서 망선(Trawl 겸용선) 912톤(총톤수)급이 사용하고 있는 고등어 旋網을 기준 스케일로 하여 그 縮尺比를 1/180로 정하여 제작하였으며, 모형망 각 부위의 材料는 Tauti (1934)의 모형망 比較法則에 의해서 Table 1과 같이 설정하였다.

Table 1. The scale of the model purse seines in the experiment.

		Full scale	Model scale : 1/180	Note
Scale	Webbing	-	$L'/L = D'/D = 0.58 \sim 0.59$	
	Speed	-	$V'/V = 7.65 \times 10^{-1}$	
	Time	-	$T'/T = 7.26 \times 10^{-3}$	
	Rope	-	$Dr'/Dr = 5.70 \times 10^{-2}$	
	Force	-	$F'/F = 1.81 \times 10^{-5}$	
Ropes	Cork line	PP 21 mm, 963.6 m	PP 1.20 mm, 530 cm	Double
	Lead line	PVA 18 mm, 1078.2 m	PVA 1.02 mm, 590 cm*1, 570 cm*2	Double
	Selvage line	PVA 18 mm, 130 m	PVA 1.02 mm, 50 cm*1, 35 cm*2	Double
	Bridle	PVA 18 mm, 15 m	PVA 1.02 mm, 5 cm	Double
	Purse line	WR 21 mm, 1105.7 m	WR 1.20 mm, 530 cm	Double
Webbing	Bunt	PA 0.78 mm, 30.3 mm	PA 0.45 mm, 18 mm	
	Main part	PA 0.78 mm, 30.3 mm	"	
	Wing part	PA 0.78 mm, 30.3 mm	"	
Others	Float	PL Buoyancy 6,600 kg	PL 15 mm 88.4 g	
	Lead	Lead 2,475 kg	Lead 33.2 g	
	Ring	Fe 100 kg	Fe 1.4 g	
	WR	Wire 751 kg	Wire 10.1 g	

* 1 : Powerblock seine (The seine for the use of powerblock),

* 2 : Triplex seine (The seine for the use of triplex net winch)

旋網漁法の漁獲過程에 있어서 魚群行動에 관한 研究*

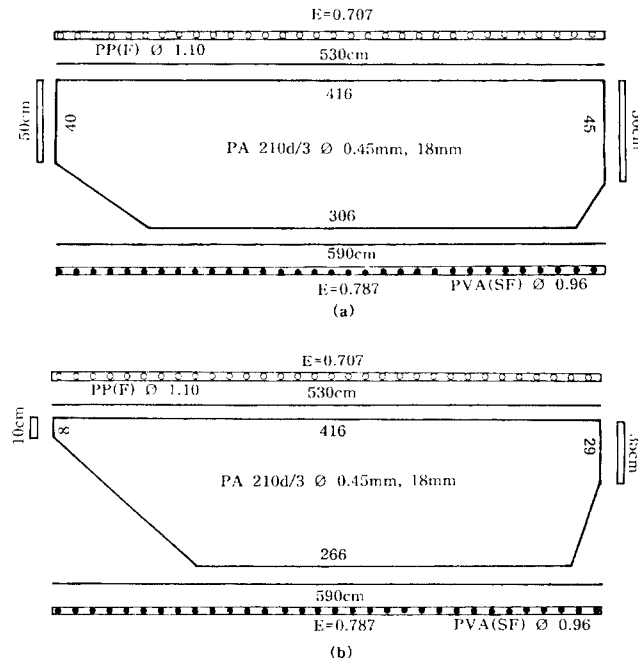


Fig. 1. Construction of the model purse seines used for experiments.
 (a) : Powerblock Seine (b) : Triples Seine.

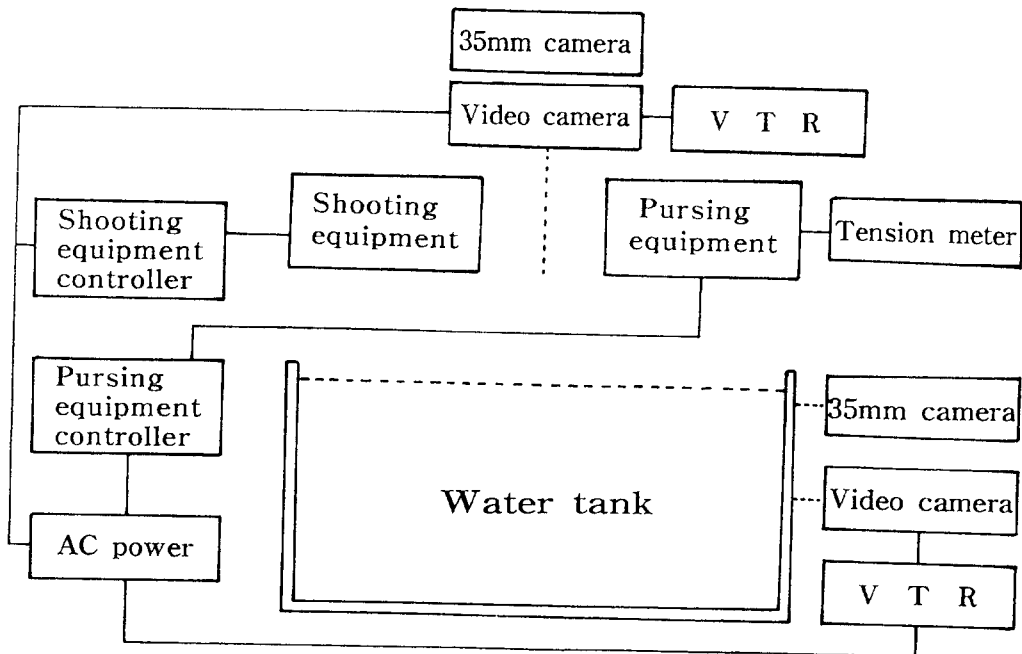


Fig. 2. Arrangement of the experimental equipments for the model purse seines.

모형망의 구성은 Fig. 1과 같으며, 이때 網地材料는 實物網의 재료와 같은 PA계 섬유를 사용하여 제작하였다. 그리고, 旋網漁業의 선단조업과 단선조업 시스템에서 사용되고 있는 漁具性能을 조사 분석하기 위해서, 편의상 한국 근해에서 선단조업의 형태로 Powerblock을 사용해서 漁撈作業을 행하는 旋網의 모형망을 『Powerblock seine』, 노르웨이국 근해에서 단선조업의 형태로 Triplex net winch를 사용해서 어로작업을 행하는 旋網의 모형망을 『Triplex seine』 이라고 이름을 붙이고 漁法上의 漁具性能을 비교했다.

실험은 Fig. 2와 같이 L200×B195×D120cm 크기의 수조 위에 투망장치, 줍줄 줍장치, 촬영장치 및 장력측정 장치 등을 배치하여 실시하였다. 실험에 이용한 魚種은 틸라피아 *Tilapia mossambica*로 양식장에서 150마리를 사육수조 (L230×B100×D100cm)에 옮겨서 7일 이상 순응시킨 후 실험에 이용하였으며, 실험을 끝낸 뒤 무작위로 10마리를 추출하여 계측한 결과, 평균체장 5.5cm (표준편차 0.7cm), 평균체중 13.5g (표준편차 3.6g)였다.

1. 投網裝置

Fig. 3(a)에 나타난 것과 같이 직경 150cm와 160cm의 철제 링 2개의 간격 5cm 사이에 철로를 만들어 회전 체인을 설치하고, 제어판에서 가변 감속모터(220V, 80W, 60HZ)에 연결된 체 인기어를

구동시켜 360° 회전식 투망장치를 考案 製作하였다. 그리고, 철로 외측에 등간격으로 L4×B2cm 크기의 凹모양의 철판을 19개 부착했다. 또한 모형망을 투망장치에 장착하기 위해서, 그 철판의 한쪽에 길이 20cm의 PE계 그물실(직경 3mm)의 한끝을 고정시키고, 다른 한끝에 동추(직경 16mm, 중량 15g)를 매달아서 추부위를 철판의 오목부에 끼우고 실의 테속에 모형망이 매달릴 수 있도록 했다. 모형망은 투망장치 작동과 동시에 체인에 부착된 메신저가 회전하면서 걸려 있는 추를 순차적으로 치면서 投網되는데, 投網速度는 제어판에서 50~270cm/sec 까지 조정이 가능하도록 제작하였다.

2. 줍 裝置 및 撮影裝置

줍줄의 줍장치는 Fig. 3(b)에 나타난 것과 같으며, 가변 전동모터(100V, 50W, 60HZ)에 부착된 감속기로서 줍줄죄기의 속도에 맞추어 드럼이 회전되도록 하였다. 줍줄에 걸리는 장력은 드럼 전방에 줍줄이 수평으로 인장되는 부위에 장력계(ANE2型, Nakaasa)를 설치하고 계측했다. 그리고 투망 및 줍줄죄기 과정에서 망형 변화와 魚群의 行動을 입체적으로 분석하기 위해서 實驗水槽 전면과 상방에 35mm 스틸 카메라 및 비디오 카메라를 설치하여 촬영했다.

실험방법은 투망속도와 줍줄죄기 개시까지의 대기시간을 일정하게 하고 줍줄죄기 속도를 변수로 하여 Table 2에 의한 실험조건에 따라 실시하였다.

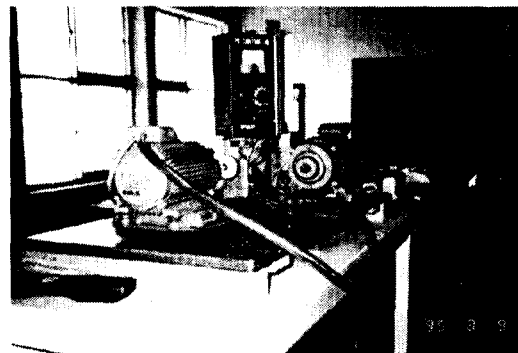
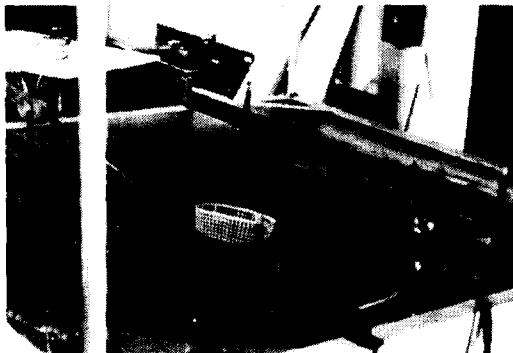


Fig. 3. Apparatus used to experiment.

(a) : Setting apparatus for the model purse seine.

(b) : Pursing apparatus for the model purse seine.

Table 2. The experimental conditions of the model purse seines

Seines	Shooting time		Waiting time		Pursing time	
	*MV (sec)	*AV (min)	*MV (sec)	*AV (min)	*MV (sec)	*AV (min)
Powerblock seine	2.5	5.0	5.0	10.0	5.0	10.0
	2.5	5.0	5.0	10.0	10.0	20.0
	2.5	5.0	5.0	10.0	15.0	20.0
	2.5	5.0	5.0	10.0	20.0	40.0
	2.5	5.0	5.0	10.0	5.0	10.0
	2.5	5.0	5.0	10.0	10.0	20.0
	2.5	5.0	5.0	10.0	15.0	30.0
	2.5	5.0	5.0	10.0	20.0	40.0

* MV : Model value, AV : Actual value.

漁獲過程에 있어서 魚群의 行動을 측정하기 위해서 사육수조의 實驗魚 10마리를 實驗水 槽의 안쪽 水面에 설치된 작은 가두리에 옮겨 일정 시간 순응시켰으며, 投網 直後 實驗魚를 방류하면서 동시에 罟줄죄기 작업을 행하였다. 각 실험조건에 의해 20회씩 투망하여 罟줄조임이 완료될 때까지 촬영 녹화했다. 촬영한 화상에서 모형망의 전면에 투영된 개구부의 면적 및 魚群의 逃避行動을 매초 간격으로 측정하였으며, 각 실험의 측정치의 평균을 실험치로 하였다.

結果 및 考察

旋網漁法の 操業過程은 대략 어군탐색, 투망, 罟줄죄기, 양망, 어획물 수납의 순서로 이루어지며, 魚群의 유영속도와 진행방향을 고려하여 어군진로의 차단성이 가장 높은 방향에서 투망을 실시하게 된다.

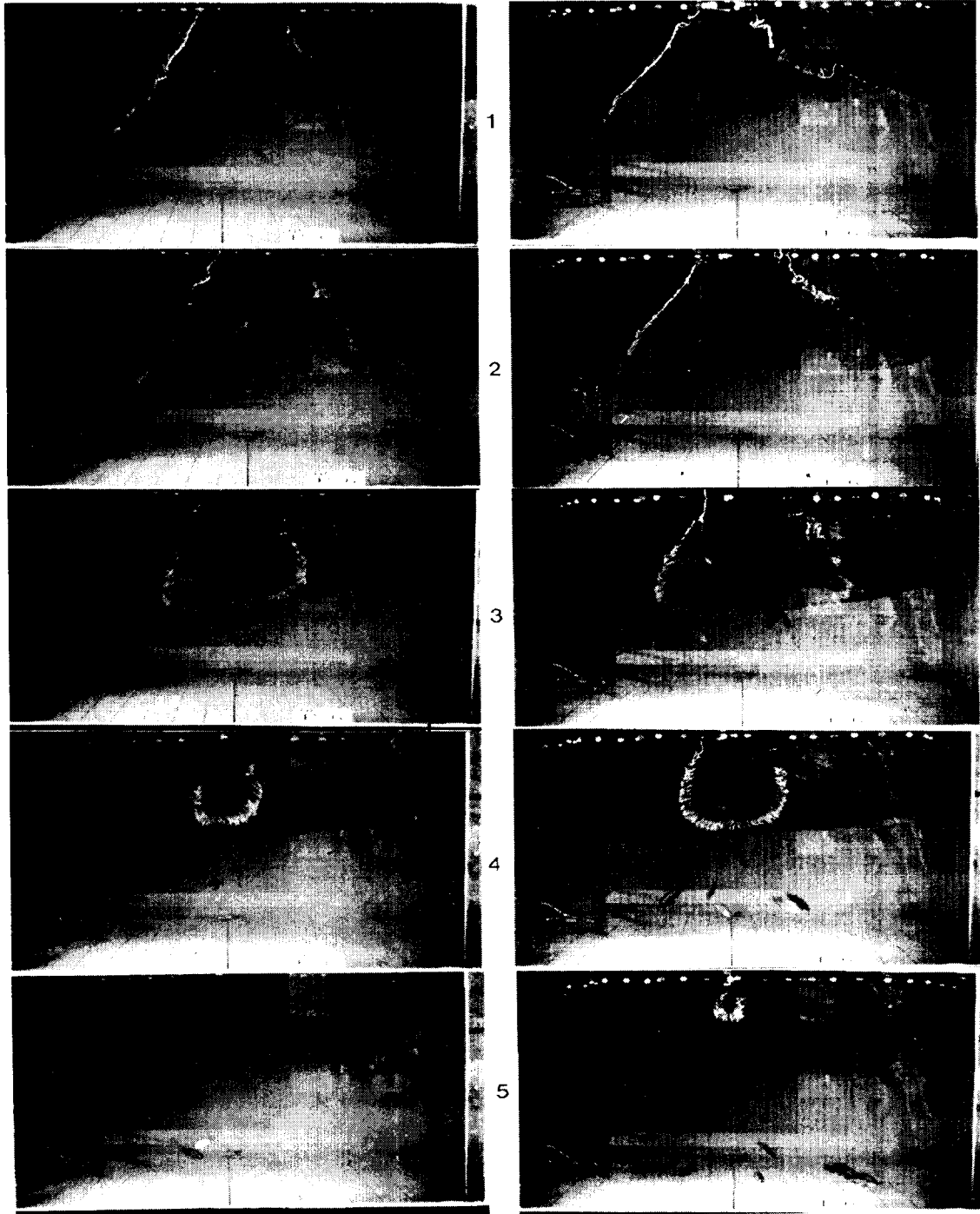
이 실험에서는 이러한 실제 조업과정을 투망과 罟줄죄기의 과정으로 단순화하고 어느 정도 어로작업이 진행된 상태라고 가정하여 魚群을 수직적으로 선망권내에 차단시킨 후 실험을 실시했다.

Powerblock seine 및 Triplex seine 模型漁具의 실험의 一例를 Fig. 4에 나타냈다. 수조에서 일정 시간 순응시킨 實驗魚를 罟줄죄기 개시와 동시에 풀어놓으면 魚群은 우선 旋網의 망벽을 따라서 유영하다가 旋網의 거동을 인식하고 좌 또는 우회전하면서 유영방향을 바꾸고 열려 있는 망의 개구부

로 도피행동을 하기 시작한다. 그래서, 網漁具의 遮斷性能보다 유영능력이 빠른 魚群은 개구부를 통하여 도피해 버리고, 그 보다 느린 魚群은 旋網에 의해 포위되어 어획된다. 罟줄죄기 소요시간 20분일 때, 개구부로 도피하는 魚群의 평균 유영속도는 Powerblock seine에서 9.71cm/sec, Triplex seine 9.97cm/sec 로 나타났다.

罟줄을 죄는 동안 선망내의 魚群行動을 분석하기 위하여 상방에서 촬영녹화한 비디오의 화상에서 Fig. 5에 나타난 것과 같이 實驗魚의 放流地點을 중심으로 旋網圈內를 方程式의 解에 의해 면적이 거의 비슷하도록 3등분으로 구획하고 魚群의 진행방향에 의한 진로를 측정하여 魚群의 逃避行動을 관찰했는데, 각 Section 방향으로 遊泳하는 魚群의 分布를 Table 3에 나타냈다. 罟줄죄기 소요시간 20분일 때, Powerblock seine의 경우 I section방향으로 10%, II section방향으로 80%, III section방향으로 10%의 魚群이 遊泳하고, Triplex seine도 같은 경향으로 나타났는데, 전체적으로 II section방향(개구부 방향)으로 유영하는 어군량이 많아서 네 가지 실험을 통하여 볼 때 Powerblock seine은 평균 70%, Triplex seine은 평균 72.5%로서, 두 어구 모두의 높은 비율을 나타냈다.

Fig. 6은 Powerblock seine과 Triplex seine에 대해서 罟줄죄기 소요시간과 前面 網端 개구부의面積 감소율과의 관계를 나타냈다. 면적감소율 A, 은 罟줄죄기 개시 직전의 개구부의 면적을 기준으



Powerblock seine

Triplex seine

Fig. 4. Examples to illustrations of escaping behaviour of fish school by gap in front view.

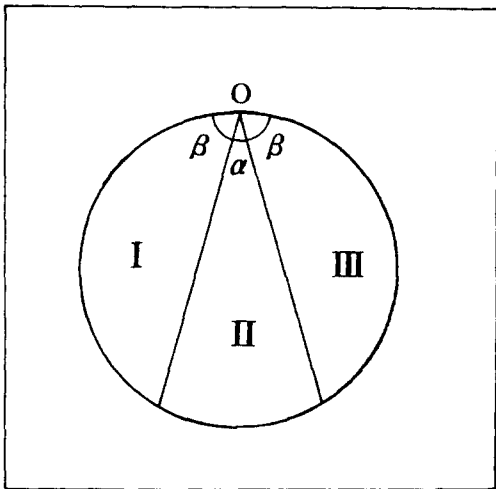


Fig. 5. Schematic drawing shows the observed section for swimming behaviour of fish school in purse seines.

o : Point of stock a tank with fish school,
 α : 30° , β : 75° , I : Section I, II : Section II,
 III : Section III.

Table 3. Frequency distribution by each section for swimming behaviour of fish school in purse seine at 50 percent of the pursuing on the all experimental conditions.

Seines	Pursing time (min)	Section		
		I (%)	II (%)	III (%)
Powerblock seine	10	20	50	30
	20	10	80	10
	30	10	90	0
	40	40	60	0
Triplex seine	10	30	60	10
	20	20	70	10
	30	20	80	0
	40	10	80	10

로 해서 (1)식을 이용하여 계산했다.

$$\left(1 - \frac{A_r}{A_0}\right) \times 100 = A_r (\%) \quad (1)$$

여기에서, A_0 는 줍줄죄기 개시 직전의 개구부 면적, A_r 는 줍줄죄기의 일정 소요시간 경과후의 개구부의 면적을 나타낸다. 줍줄죄기 소요시간 20분 중, 10분 경과시 면적감소율은 Powerblock seine

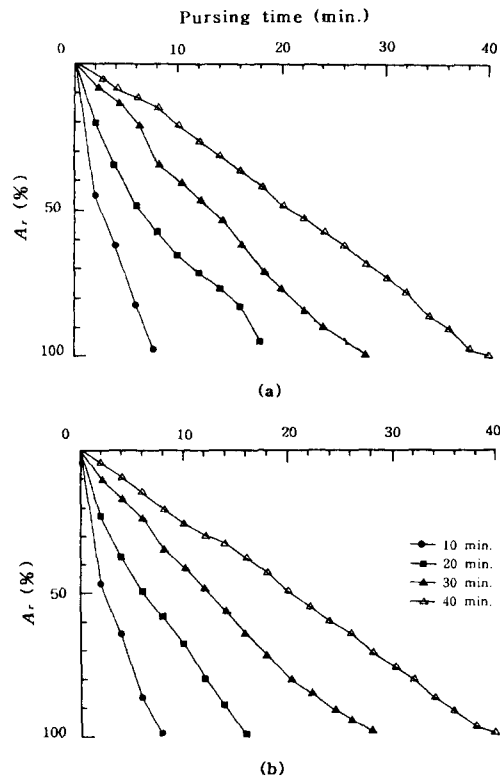


Fig. 6. Relationship between pursuing in actual value time and area reducing rate (A_r) of gap in projected front view.

(a) : Powerblock seine, (b) : Triplex seine.

63.5%, Triplex seine 67.5%였으며, 15분경과시 면적감소율은 Powerblock seine 79.5%, Triplex seine 94.5%로 나타났다. 그리고 줍줄죄기 소요시간 20분전에 개구부의 면적은 완전히 감소되는데, Powerblock seine 18분, Triplex seine 16분일 때, A_r 은 100%였다. 일반적으로 Triplex seine의 경우 감소율이 약간 크게 나타났는데, 이것은 網漁具의 삼지부분의 모양이 끝이 뾰족한 형상 (Taper type)으로 인하여 줍줄죄기 개시 직전에 형성된 개구부의 면적이 앞의 것보다 컸던 것에 기인된 것이라고 추정된다.

Powerblock seine 및 Triplex seine에 대하여 줍줄죄기 시간에 따른 魚群逃避率의 관계를 Fig. 7에 나타냈다. 魚群逃避率 E_r 은 줍줄죄기 소요시간별로 (2)식을 사용하여 계산하였다.

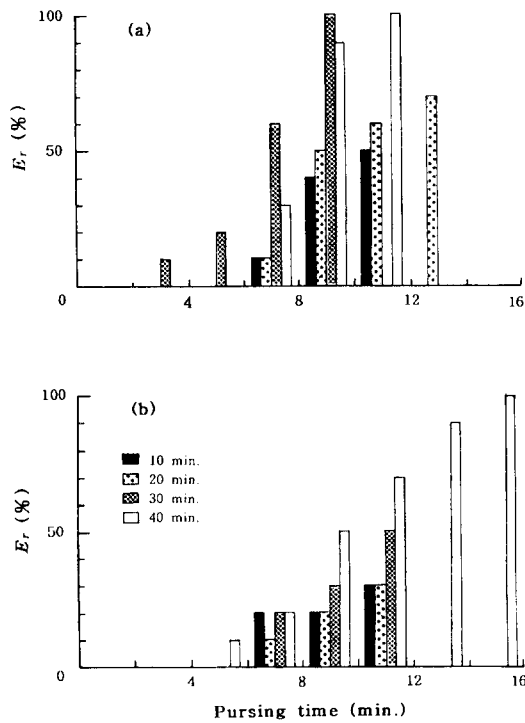


Fig. 7. Relationship between pursuing time in actual value and escaping rate(E_r) of fish school by gap in projected front view. (a) : Powerblock seine, (b) : Triplex seine.

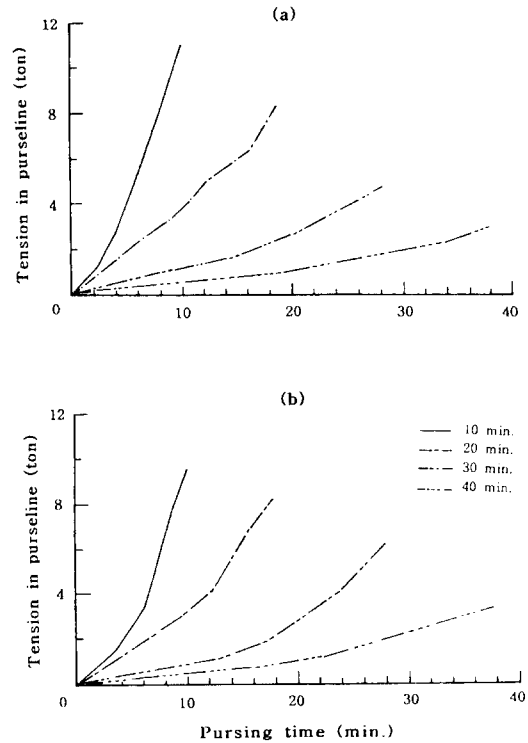


Fig. 8. Relationship between pursuing time in actual value and tension in pursuing time 10, 20, 30 and 40 minutes. (a) : Powerblock seine, (b) : Triplex seine.

$$\left(1 - \frac{FS_s}{FS_1}\right) \times 100 = E_r (\%) \quad (2)$$

여기에서, FS_1 는 전체 實驗魚 마리수, FS_s 는 경과시간별 旋網圈內 잔존 實驗魚 마리수이다.

Powerblock seine의 경우, 쫓돌죄기 소요시간 10분중 6분 경과시 약 10% 도피하고, 조임 완료시 약 50% 도피했다. 그리고, 쫓돌죄기 20분에서는 약 70%, 30분과 40분에서는 100%의 도피율을 나타냈다. Triplex seine의 경우, 쫓돌죄기 10분과 20분에서 약 30%, 30분에서 약 50%, 40분에서 100%의 도피율을 보였다. 쫓돌을 죄는 과정에서 Triplex seine이 Powerblock seine 보다 網內魚群의 도피율이 낮은 것으로 보아 漁獲性能이 다소 높게 나타났는데, 이것은 개구부의 면적이 조임에 의해 빨리 감소함에 따라 魚群 逃避에 대한 水平的

인 遮斷性이 높은 것으로 추정된다.

쫓돌에 걸리는 장력은 쫓돌죄기에 소요되는 시간에 따라 변화를 보이는 데 (Park, 1986), Fig. 8은 Powerblock seine 및 Triplex seine에 대하여 쫓돌죄기 소요시간별 장력의 변화를 나타낸 것이다. 쫓돌죄기 소요시간 10분인 경우 쫓돌의 장력은 兩者 모두 초기부터 급격히 증가하여 앞의 것에서는 약 11.0톤, 뒤의 것에서는 약 10.0톤이었다.

그리고, 20분인 경우 앞의 것의 쫓돌 장력은 완만한 곡선형으로 증가하여 약 8.3톤 정도였는데, Triplex seine과는 3%정도의 차이를 보였다. 일반적인 조업에서 쫓돌죄기의 시간이 20분일 때 소요되는 장력은 최대 약 10.2톤으로 나타나고 있는데 (Park, 1986), 이 연구의 실험 결과와는 약 20% 정도 차이를 보이고 있다.

要 約

旋網漁法の漁獲過程에 있어서 魚群行動에 관한 基礎的인 研究를 목적으로 제주 근해에서 사용하고 있는 고등어 旋網漁具인 파워블록용 旋網 (Powerblock seine)과 앞으로 예상되는 단선操業에서의 고등어 旋網漁具인 트리플렉스용 旋網 (Triplex seine)의 두 가지 모형망을 1/180로 製作하고 旋網에 의해 포위된 魚群의 網內行動과 양쪽 網端의 개구부를 통하여 逃避하는 魚群의 行動을 관찰 분석함과 동시에 망단의 개구부의 면적 및 장력변화 등을 해석하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

1. 침줄죄기 소요시간 20분일 때, 개구부로 도피하는 魚群의 평균 유영속도는 Powerblock seine에서 9.71cm/sec, Triplex seine에서 9.97cm/sec였다.

2. 침줄죄기 소요시간 20분중 침줄을 50% 정도 감아들었을 때, 선망내의 魚群은 Powerblock seine의 경우 I section 10%, II section 80%, III section 方向으로 10% 유영하는 行動을 보였다.

3. 침줄죄기 소요시간 20분중 10분 경과했을 때, 전면 망단 개구부의 면적 감소율은 Powerblock seine이 63.5%, Triplex seine이 67.5%였다.

4. 침줄죄기 소요시간 20분일 때, 魚群의 逃避率은 Powerblock seine이 70%, Triplex seine 이 30%로 나타나, Triplex seine이 魚群逃避에 대한 水平的 遮斷能力이 높았다. 그리고, 침줄에 걸리는 최대장력은 Powerblock seine이 약 8.1톤, Triplex seine이 8.3톤으로 나타났는데, 兩者의 差異는 그다지 크지 않았다.

參考文獻

- 1) Iitaka Y. (1954) : Model experiments on the sardine purse seine operating in Hyuganada - 1. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 20(7), 571 - 575.
- 2) Iitaka Y. (1955)(a) : Model experiments on the sardine purse seine operating in Hyuganada - 2. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 21(1), 6 - 11.
- 3) Iitaka Y. (1955)(b) : Model experiments on the sardine purse seine operating in Hyuganada - 3. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 21(7), 459 - 462.
- 4) Iitaka Y. (1956) : Model experiments on the sar-

- dine purse seine operating in Hyuganada - 4. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 22(7), 389 - 392.
- 5) Iitaka Y. (1958)(a) : Model experiments on the sardine purse seine operating in Hyuganada - 5. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 23(9), 511 - 513.
- 6) Iitaka Y. (1958)(b) : Model experiments on the sardine purse seine operating in Hyuganada - 6. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 24(6&7), 407 - 410.
- 7) Kim S. J., Imai T. and H. kikukawa (1991) : Analysis on the curvatures of weighted netting in flow field. Nippon suisan gakkaiishi, 57(3), 403 - 408.
- 8) Kim S. J., Imai T. and H. kikukawa (1992) : An analysis on the sinking characteristics of weighted netting. Nippon suisan gakkaiishi, 58(6), 1037 - 1042.
- 9) Kim S. J., Imai T. and J. S. Park (1995)(a) : Characteristics on the motion of purse seine - 1, The sinking behaviour of model purse seine by different netting material. Bull. Korean Soc. Fish. Tech., 31(4), 362 - 371.
- 10) Kim S. J. and J. S. Park (1995)(b) : Characteristics on the motion of purse seine - 2, An analysis on the sinking characteristics of model purse seine by different netting material. Bull. Korean Soc. Fish. Tech., 31(4), 372 - 378.
- 11) Kim S. J. (1995)(c) : An analysis on the sinking characteristics of model purse seine, On the effect of netting and sinkers. Bull. Mar. Res. Inst. Cheju Nat. Univ., 19(1), 17 - 23.
- 12) Konagaya T. (1971) : Studies on the design of the purse seine. Jour. Fac. Fish. pre. Univ. Mie, 8(3), 209 - 296.
- 13) Nomura M., Mori K., Tawara Y. and K. Kumura (1987) : Study on behaviour of purse seine - 4, Large scale model experiment of horse mackerel purse seine. Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab., 49, 63 - 80.
- 14) Park J. S. (1986)(a) : A study on the fishing ability of the mackerel purse seine operating and the fishing condition in the sea area of Cheju Island. Bull. Korean Fish. Tech. Soc., 22(3), 42 - 46.
- 15) Park J. S. (1986)(b) : Studies on the mackerel purse seine operating in the sea area of Cheju Island - 1, Model experiment on the changes of

- net shape in stag - nant water. Bull. Korean Fish. Tech. Soc., 22(2), 7 - 15.
- 16) Park J. S., Aoyama T. and M. Suzuki (1986)(c) : Studies on the mackerel purse seine operating in the sea area of Cheju Island - 2, Model experiment on the defor - mation of net in two layer current. Bull. Korean Fish. Tech. Soc., 22(4), 32 - 40.
- 17) Park J. S. (1989) : Studies on the mackerel purse seine operating in the sea area of Cheju Island - 3, Fishing ability of purse seiner by class of boat size. Bull. Korean Fish. Tech. Soc., 25(2), 61 - 69.
- 18) Park J. S. (1991) : Studies on the mackerel purse seine operating in the sea area of Cheju Island - 4, The characteristics of catch and ability in purse seine. Bull. Korean Fish. Tech. Soc., 27(4), 247 - 254.
- 19) Shimozaki Y. Ohashi E. Osawa Y. and Y. Sasakawa (1975) : Investigation on the result of fishing condition and efficiency of skipjack - tuna purse seine operation in tropical waters - 2. Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab., 81, 101 - 125.
- 20) Tauti M. (1934) : A relation between experiments on model and on full scale of fishing net. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 3(4), 171 - 177.