

선망어업의 생산성 향상에 관한 연구*

- 단선식 시험조업에 있어서 선망의 운동특성 -

김석종[†] · 최찬문 · 정용진

제주대학교

Studies on the Improvement of the Productivity of the Purse Seine Fishery*

- The characteristics on the motion of purse seine in the experimental operation of one boat system -

Suk-Jong KIM[†], Chan-Moon CHOI and Yong-Jin CHUNG
Cheju National University

Abstract

The fundamental studies on the productivity improvement of the purse seine fishery are presented in this paper. The experiment on net shooting and hauling was carried out in the near sea of Jeju Island (33°37.8' N, 126°31.1' E) by using the Cheju national university training ship (A-Ra, 990tons) which was constructed for the one boat system operation of purse seine. The corkline and leadline of the purse seine used for the experiment were 829.1m and 995.7m in length, respectively.

Micro data recorder system, net sonde, and tensiometer were used to measure the depth of leadline and the tension of purse seine. Based on the measurement data, the motion and tension of purse seine at the time of shooting, hauling, and pursing were characterized.

The experimental results are summarized as follows :

1. The shooting and hauling of net were found to be possible in the one boat system experimental operation.
2. At the time of purse seine shooting, the relationship between the depth (Dp) of leadline and elapsed time (Et) was found to be $Dp=7.58Et-6.48$.
3. At the time of pursing, the relationship between the depth (Dp) of leadline and elapsed time (Et) was found to be $Dp=-0.81Et^2+7.42Et+92.04$.
4. At the time of pursing, the tension (metric tons) of purse seine attained its maximum value (14.7tons) when the elapsed time is 8 minutes. The relationship with the elapsed time was found to be $T=-0.13Et^2+3.23Et-5.72$.

Key words : Motion and tension characteristics analysis(운동과 장력특성 해석), One boat system experimental operation(단선식 시험조업), Purse seine(선망)

* 이 논문은 2002년도 두뇌한국21사업에 의하여 지원된 연구임

[†] Corresponding author : ksukjong@cheju.ac.kr

서 론

우리 나라의 수산물 총 생산량은 2001년 2,665천톤인데, 연근해어업 생산량은 1,252천톤으로 약 47%를 차지하고 있다. 이 중 선망어업의 생산량은 244천톤으로 우리 나라의 연근해 어업중에서는 중요한 위치를 차지하고 있다.

이와 같은 우리 나라의 선망어업은 제주도 주변해역, 소흑산도 및 대마도 동북방 해역 등과 동중국해 해역에서 고등어, 전갱이, 정어리 등 부어류(浮魚類)를 주 어획 대상으로 연중 조업이 이루어지며 연근해 어업중에 그 규모가 가장 큰 업종이다. 대형 선망조업에서 사용하는 망선은 60~130톤급으로 그물의 크기는 망선의 선급에 따라 다른데 어로장의 경험에 의해서 그 크기가 결정되고 있는 것이 일반적이다.

최근 연근해 어업에 대한 환경변화가 심화되면서 수산자원의 고갈, 어업인력 부족과 조업경비 과다 등의 문제로 어로작업의 생력화가 필요하며 그 업종과 환경특성에 알맞으면서 수산자원의 생산성 향상에 기여할 새로운 어구어법 개발이 요망되고 있다.

선망어업은 다른 어업에 비하여 어구가 대형이고 조업방법이 복잡하며 신속한 어구의 조작을 요한다. 이 어업은 그동안 조업방법과 어로장비의 개량 및 과학화를 꾀하며 발전을 거듭하여 어획성능을 향상시켜 왔으나, 수척의 어선이 하나의 조업단위를 구성하고 있고 많은 노동력을 필요로 하는 어업으로 개선의 여지가 많다. 특히, 우리나라의 선망어업은 주변 어장 환경의 변화와 남획으로 인한 어획 자원의 고갈로 어려움이 크고, 통(統)당 80여명이나 필요한 과다한 조업인력과 경비의 문제로 절감방안 등을 포함한 구조개선이 요구되면서 선단 조업 형태에서 단선 조업의 형태로 전환을 시도해야 하는 시점에 이르렀고, 이에 알맞은 선망어구 설계 및 어로방법 개선이 시급한 실정이다.

지금까지의 선망 어업에 관한 연구로서는 주로 어구의 성능 향상 및 그물 설계와 조업 방법 등을 개선하기 위한 것으로서, Iitaka (1954, 1955, 1956, 1958), Kawakami (1964), Konagaya (1970, 1971), Nomura *et al.* (1987), Park *et al.* (1986, 1989, 1991, 1997, 1999), Kim *et al.* (1992, 1995, 1998, 1999) 등의 연구보고가 있다.

선단 조업 형태의 조업 시스템을 생력화 할 수 있는 단선식 조업을 위한 연구는 우리 나라와 거의 동일한 조업환경과 어구어법을 사용하고 있는 일본이 근래에 와서 단선식 조업선을 사용하여 어장환경에

대한 적응성과 조업에 대한 기술적인 분야를 검토하는 시험 연구를 수행하고 있다. 국내에서는 선단구성과 어선의 노령화에 대한 신조 어선의 건조 방향을 제시하는 연구를 종합적으로 보고한 Choi (2001)의 연구보고가 있을 뿐이고, 그 외에는 아직까지 보고된 바 없는 실정이다.

이 연구에서는 선망어업이 안고 있는 과제를 해결하기 위한 일련의 기초 연구로서, 제주도 주변해역의 어장에서 단선조업이 가능하도록 건조된 시험 조업선을 이용하여 투망과 양망 등의 실험을 실시하고 기초적인 선망의 침강특성 등 수중 운동특성을 몇 가지 해석하였는데, 그 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

실험에 사용한 선망의 설계도를 Fig. 1에 나타내었는데, 시험 조업선과 어장환경특성을 고려하여 제작하였으며, 뜰줄의 길이 829.1m, 발줄의 길이 995.7m이다. 그리고 망지와 부속구의 명세를 Table 1과 2에 나타냈다.

사용한 조업선은 저층 트롤과 단선식 선망어업이 가능하도록 설계 건조된 제주대학교 실습선 아라호를 이용하였는데, 이 선박과 부속선 스킵 보트(skiff boat)의 체원을 각각 Table 3과 4에 나타냈다. 이들 선박에는 다목적으로 어로 실습이 가능하도록 어로 기기 등의 설비가 완비되어 있다.

실험은 2002년 4월 11일 주간에 제주항에서 북쪽으로 10마일 떨어진 33°37.8' N, 126°31.1' E인 수심 127m 해역에서 실시했다. 선망그물 찜주 부분 상부 끝단에 연결된 본선은 시계 방향으로 선회하며 풍향은 우현에서 만도록 조선하면서 씨 앵커(sea anchor, L1.8×B1.8m)의 투하와 함께 투망을 개시하였으며, 투망과 양망을 반복 실시했다.

실험에서는 원활하게 그물이 투망되도록 하기 위해서 투망 할 때의 선속은 8~10knot 범위를 유지하도록 했다. 그리고 시험 조업선의 시설과 설비 특성을 고려하여 동시에 두가닥의 찜줄을 그물과 함께 내보내고 그물이 절반 정도 투망되면 우선 좌현 찜줄 윈치를 사용하여 천천히 감아들였으며, 반면에 우현 찜줄 윈치는 그물이 완전히 투망 될 때까지 계속적으로 풀고 난 후, 쇼카 윈치(chocker winch)에 감긴 고삐줄의 길이를 조절하고 그물의 전개상태를 확인하면서 감아들여 트리플렉스 넷 윈치(triplex net winch)에 넘겨주는 과정으로 실시했다. 이때 투망은 9분, 양망은 45분 정도의 시간이 소요됐는데, 시험 조업해역의 표층수온은 12.9℃였으며, 유속은

선망어업의 생산성 향상에 관한 연구

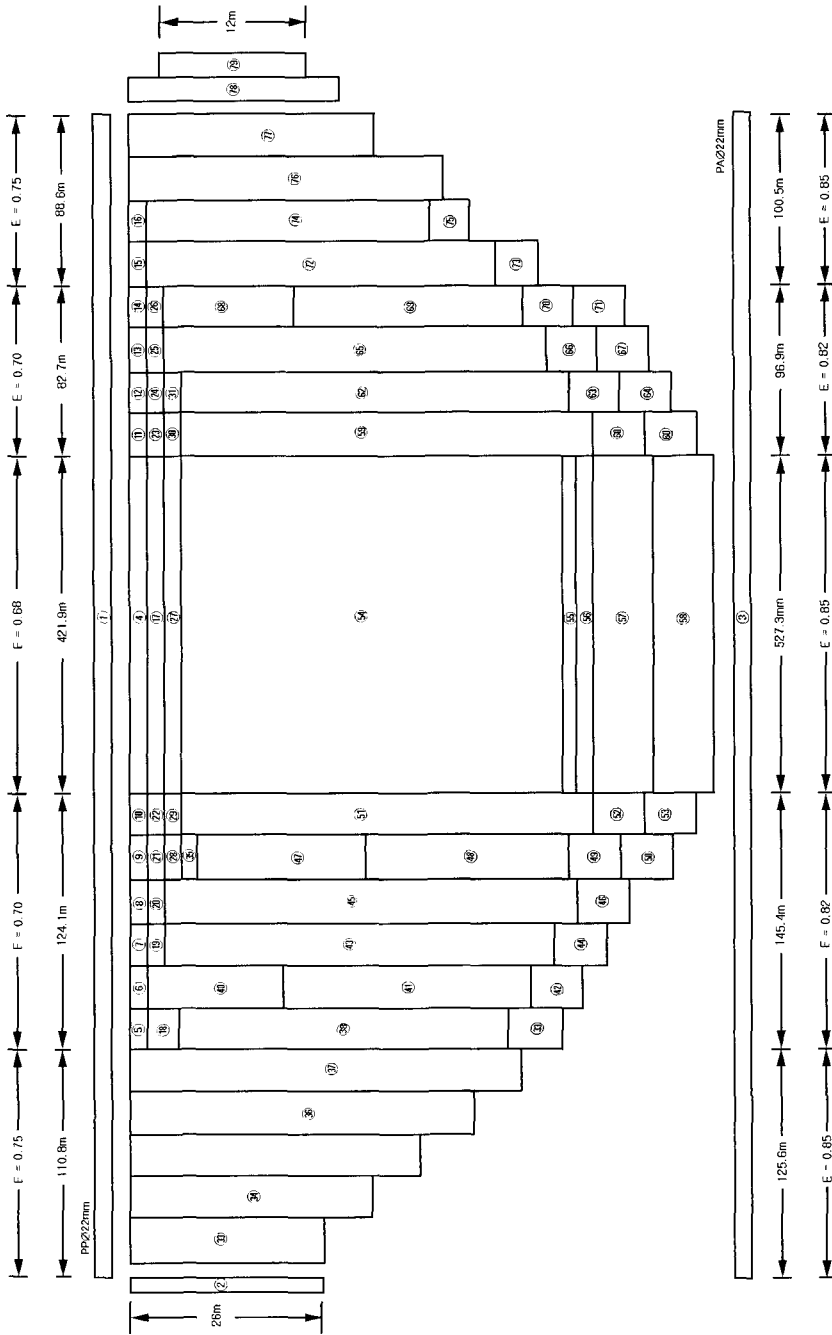


Fig. 1. Construction of the purse seine used for experiments.

Table 1. Specification of netting for the purse seine

Netting section	Material (<i>Knot</i>)	Twine No. (210 <i>den</i>)	Mesh size (<i>mm</i>)	Depth meshes	Webbing length(<i>m</i>)	Sheets	Remark
1,3	polyamide	120	60.6	25	1,200	1	each
2	"	120	60.6	25	1.52	"	
4	"	45	30.3	100	630	21	21panel
5~16	"	"	"	"	30	1	each
17	"	36	"	"	630	21	21panel
18	"	"	"	200	30	1	
19~26	"	"	"	100	"	"	each
27	"	30	"	"	630	21	21panel
28~31	"	"	"	"	30	1	each
32	"	24	"	"	"	1	
33	"	72	"	"	"	13	1panel×13stair
34	"	"	"	"	"	17	1panel×17stair
35	"	60	"	"	"	22	1panel×22stair
36	"	51	"	"	"	27	1panel×27stair
37	"	45	"	"	"	32	1panel×32stair
38	"	36	"	"	"	30	1panel×30stair
39	"	60	"	"	"	4	1panel×4stair
40	"	36	"	200	"	6	1panel×6stair
41	"	"	"	100	"	22	1panel×22stair
42	"	60	"	"	"	4	1panel×4stair
43	"	30	"	"	"	35	1panel×35stair
44	"	60	"	"	"	4	1panel×4stair
45	"	30	"	"	"	37	1panel×37stair
46	"	60	"	"	"	4	1panel×4stair
47	"	24	"	200	"	9	1panel×9stair
48	"	"	"	100	"	15	1panel×15stair
49	"	36	"	"	"	4	1panel×4stair
50	"	60	"	"	"	"	"
51	"	24	"	"	"	36	1panel×36stair
52	"	36	"	"	"	4	1panel×4stair
53	"	60	"	"	"	"	"
54	"	18	"	200	630	357	21panel×17stair
55	"	"	"	100	"	21	21panel
56	"	30	"	"	"	"	21panel
57	"	36	60.6	"	"	42	21panel×2stair
58	"	60	"	"	"	"	"
59	"	24	30.3	"	30	36	1panel×36stair
60	"	36	60.6	"	"	2	1panel×2stair
61	"	60	"	"	"	"	"
62	"	24	30.3	"	"	33	1panel×33stair
63	"	36	60.6	"	"	2	1panel×2stair
64	"	60	"	"	"	"	"
65	"	30	30.3	"	"	29	1panel×29stair
66	"	36	60.6	"	"	2	1panel×2stair

선망어업의 생산성 향상에 관한 연구

Table 1. Continued

Netting section	Material (Knot)	Twine No. (210 den)	Mesh size (mm)	Depth meshes	Webbing length(m)	Sheets	Remark
67	polyamide	60	"	"	"	"	"
68	"	30	30.3	200	30	5	1panel×5stair
69	"	30	30.3	100	"	18	1panel×18stair
70	"	36	60.6	"	"	2	1panel×2stair
71	"	60	"	"	"	"	"
72	"	45	30.3	"	"	15	1panel×15stair
73	"	60	60.6	"	"	2	1panel×2stair
74	"	45	30.3	"	"	13	1panel×13stair
75	"	60	60.6	"	"	2	1panel×2stair
76	"	"	"	"	"	14	1panel×14stair
77	"	72	"	"	"	10	1panel×10stair
78	"	120	"	400	3.03	1	
79	"	"	"	100	"	1	

Table 2. Specification of riggings for the purse seine

Items	Material*	Diameter (mm)	Buoyancy and weight (kg)	Quantity**
Cork line	PA	14		5coil
Two rope for the float line	PP	22		10coil
Lead line	PA	22		5coil
Rope for the lead line	PA	22		5coil
Purse line	WR	24		13coil
Tow line	WR	18		2coil
Float	PVC		2.7	3,03pcs
Lead	Pb		0.54~0.56	3,17pcs
Ring	ST		7.75~8.0	67pcs
Ring bridle	PP	20		4coil
tapling	PA	10		10coil

* PA : Polyamide, PP : Polypropylene, WR : Wire rope, PVC : Poly vinyl chloride, Pb : Lead, ST : Steel ** 1 coil : 200m

Table 3. Principal particular of the trial purse seiner

Length (m)	Breadth (m)	Depth (m)	Main engine (HP)	Electric volume (kw)	Surface right (W)	Underwater right (W)
7.2	3.7	1.5	230×2 blades 2,100 rpm	12.5	5,000 (500W×10set)	1,500 (250W×6set)

Table 4. Principal particular of the skiff boat

Ship name	GT (ton)	Length (m)	Breadth (m)	Depth (m)	Main engine (HP)	Speed (Knots)	Bow thruster (kw)
A-Ra	990	68.5	12.4	7.3	2,600×4blades 775 rpm	13.5	200

수심 30m 층 0.1~1.4Knot, 50m 층 0.1~0.7 Knot, 70m 층 0.1~0.3Knot 범위였다.

그물을 투망 할 때 조류와 바람의 영향을 고려하여 가능한 한 그물이 선체 쪽으로 밀려들지 않도록 했으며, 양망 할 때는 본선이 그물 방향으로 끌려가지 않도록 하기 위해서 선수부분은 스러스트를 사용하고, 선미부분은 스킵 보트를 이용하여 좌현 선미 끝단에서 V자 방향으로 당겨 주었다. 시험조업 장면과 사용했던 Sea anchor를 각각 Fig. 2과 Fig. 3에 나타냈다.

선망의 수중운동 특성을 분석하기 위해서 수심 측정이 가능한 초소형 메모리 계측기(Alec electronics co. MDS-D)를 이용하여 계측했다. 그물의 발줄 길이를 일정간격으로 8등분하고 그 위치의 줍고리줄 상단부 일정한 높이의 장소에 심도계 8개를 부착하여 씌지그물쪽에서부터 I~VIII번이라고 명칭을 부여했으며, 부착한 것 중 한 장면을 Fig. 4에 나타냈다. 그리고 병행해서 그물 중앙부 발줄 부분에 망심계(FNZ1810J70)를 부착하고 중앙부 침강수심을 측정했다. 또한, 그물의 유체력은 줍줄죄기 과정에서 좌



Fig. 3. The sea anchor used for experiments.



Fig. 4. An examples of micro data recorder used for measurement of the seine depth.

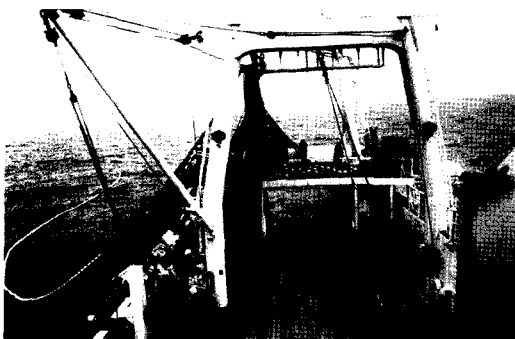
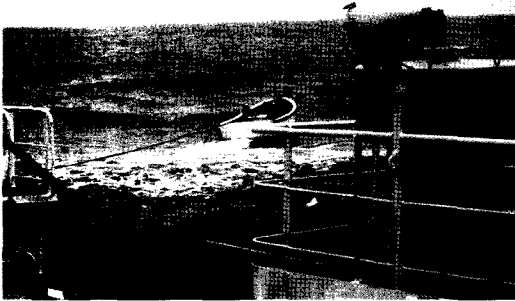


Fig. 2. Sight of operational fishing of the trial purse seiner.

현과 우현 윈치에 작용하는 것을 시험 조업선의 윈치 조종실에 설치되어 있는 장력계를 이용하여 측정하였는데, 측정값의 평균을 실험값으로 했다.

결과 및 고찰

선망은 투망 후 윈을 그리며 신속하게 수평적으로 전개되면서 침강하였는데, 경과시간에 따른 그물 아랫자락의 침강상태는 전체적으로 같은 경향을 나타내서 직선적인 형상을 나타냈다. 연속적으로 수면에 투망된 그물에서 설정된 부위의 침강수심은 일정한 시간 경과 후부터 측정이 가능하였는데, 침강시작 시점부터 경과 시간 1분 간격으로 측정부위 I~VIII 까지, 즉 그물아랫자락의 도달수심을 프롯트하여 Fig. 5에 나타냈다. 수중에 침강하는 시점에서 경과시간 15일 때 그물 아랫자락의 도달수심은 각각 I에서 94.6m, II에서 99.3m, III에서 109.2m, IV에서 109.9m, V에서 110.5m, VI에서 94.5m, VII에서 98.5m, VIII에서 86.2m로 나타나 그물 중앙부와 근접한 측정부위 IV와 V에서의 도달수심

선망어업의 생산성 향상에 관한 연구

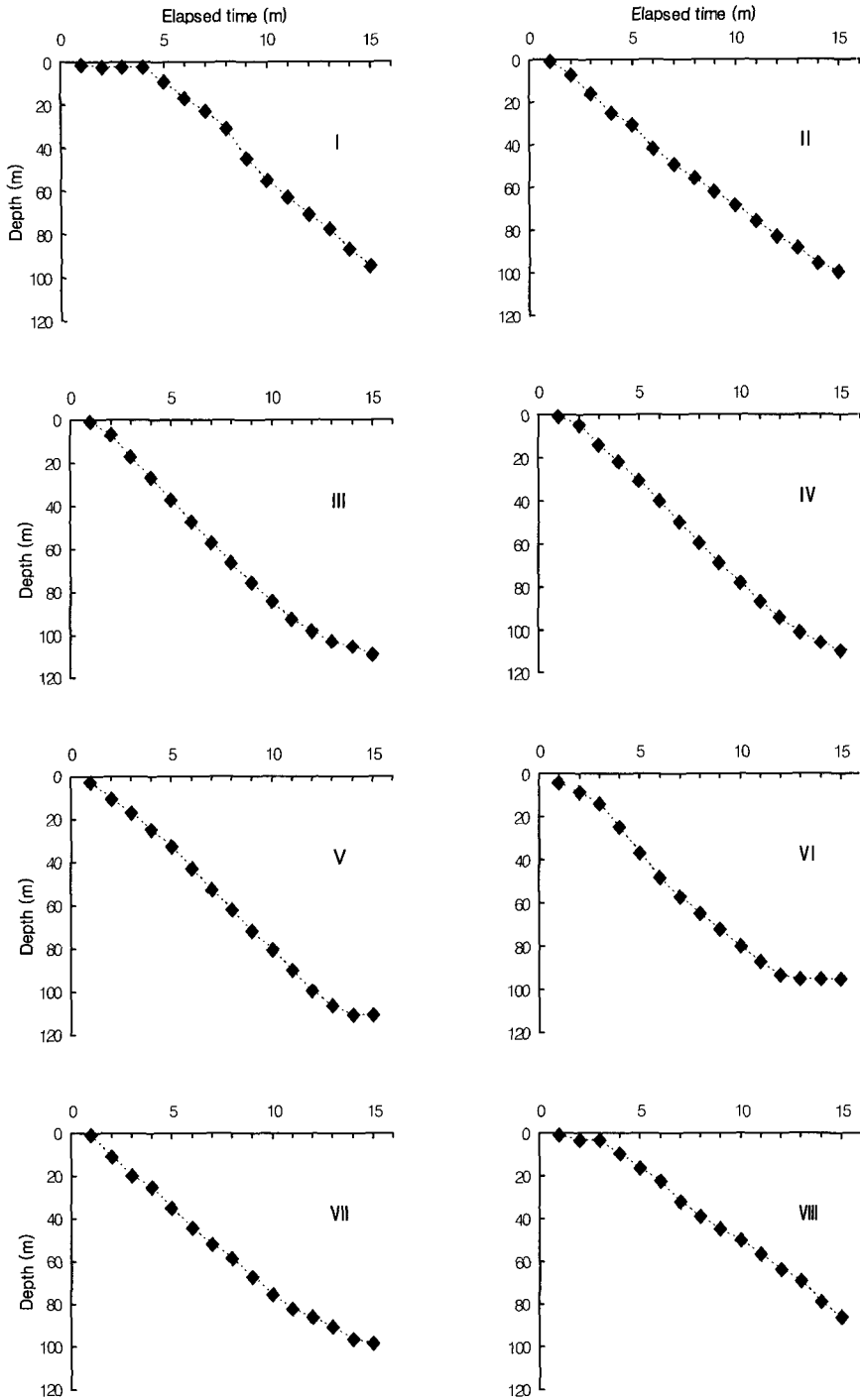


Fig. 5. The relationship between elapsed time (*min*) and depth (*m*) of the leadline, from I to VIII measuring parts for the purse seine at the time shooting.

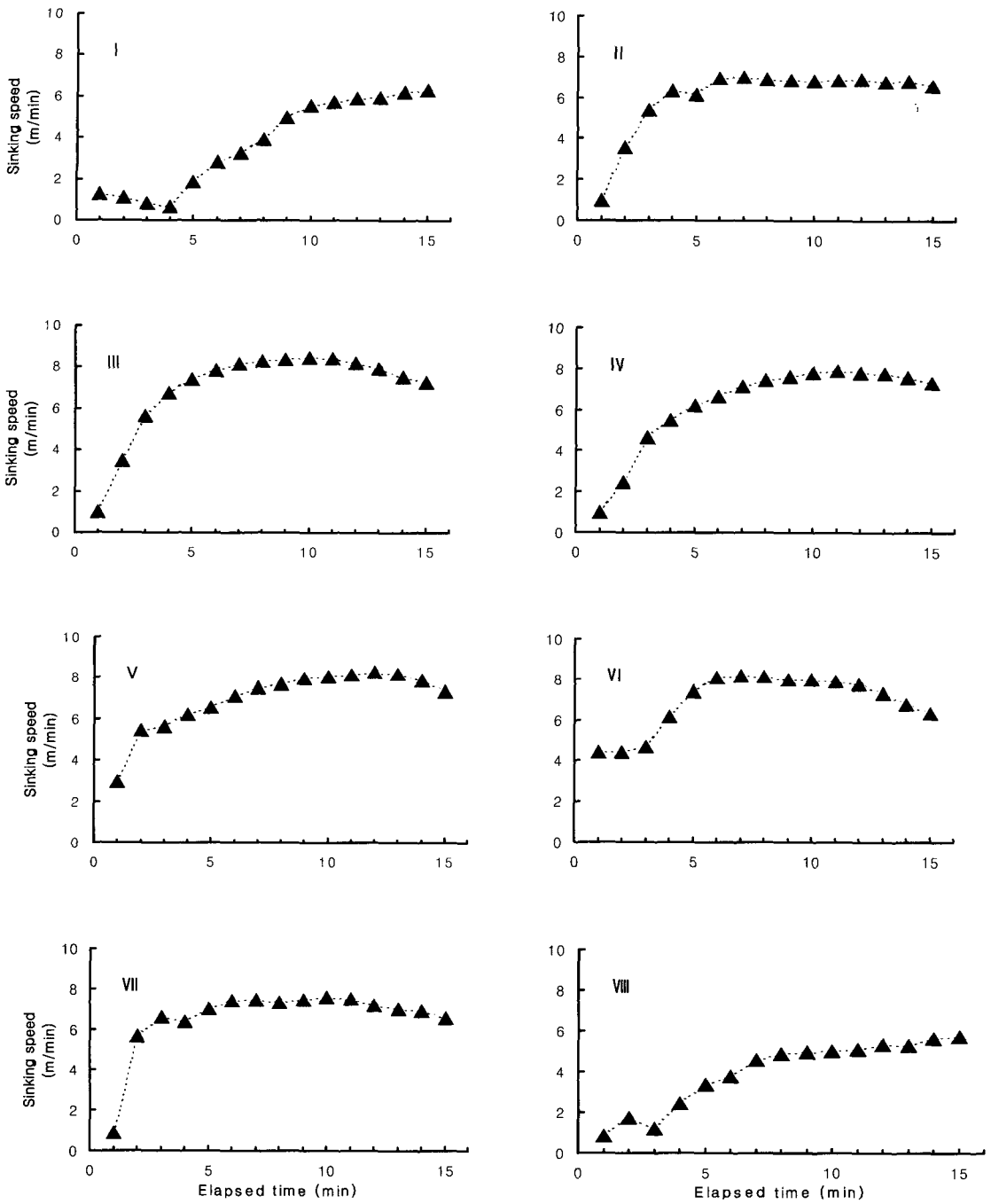


Fig. 6. The relationship between elapsed time (*min*) and sinking speed (*m/min*) of the leadline, from I to VIII measuring parts for the purse seine at the time of shooting.

이 다른 것들 보다 크게 나타났다. 그리고 각 측정부위에 있어서 경과시간과 침강속도의 관계를 Fig. 6에 나타냈다. 경과시간 15분일 때 평균 침강속도는 측정부위 I에서 6.3m/min, II에서 6.6m/min, III에서 7.3m/min, IV에서 7.3m/min, V에서 7.4m/min, VI에서 6.3m/min, VII에서 6.6m/min, VIII에서 5.8m/min으로 나타났는데, 침강상태는 측정부위에 따라 다소 차이를 나타내고 있으나, 전체적으로는 초기에 급속히 증가하면서 완만한 곡선을 그리다가 서서히 감소하는 현상을 나타냈으며, 그물 끝단 부분인 I, VIII 부위에서는 침강 시작 초기에는 감소하다가 증가하는데, 시간경과에 따라 감소와 증가를 반복하는 현상을 보이고 있어서 그물이 엉키는 다발현상이 발생된 것으로 보여진다.

망심계를 사용하여 측정한 그물 중앙부 그물 아랫자락은 다른 측정부위들과 거의 같은 형상으로 침강하였는데, 경과시간에 따른 도달수심을 Fig. 7에 나타냈다.

경과시간 11분까지는 직선적으로 급속히 침강하다가 그 후부터는 변화가 둔화된 형상을 나타냈으며, 경과시간 15분일 때 도달수심은 115.0m이었다.

경과시간에 따른 측정부위 I ~ VIII 까지, 즉 그물 아랫자락의 도달수심은 전체적으로 같은 경향으로 직선적인 형상을 나타내므로(Fig. 5), 침강수심(Dp)과 경과시간(Et)와의 관계는 값의 설정 범위에서 다음의 식으로 표시할 수 있다.

$$D_p = a Et - b \dots\dots\dots (1)$$

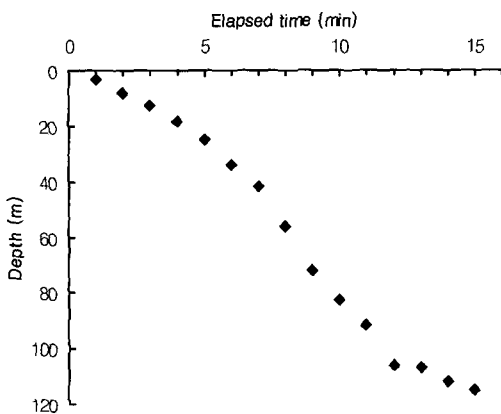


Fig. 7. The relationship between elapsed time (min) and depth (m) for the leadline of purse seine center part, the measured by the net sonde at the time of the shooting.

Table 5. The values of a, b and correlation coefficients r

Measuring part	a	b	r
I	7.38	10.29	0.96
II	7.18	4.18	0.99
III	8.30	4.51	0.98
IV	8.41	9.51	0.99
V	8.44	6.53	0.99
VI	7.34	3.32	0.96
VII	7.19	1.25	0.99
VIII	6.36	12.36	0.99

이 때 a와 b의 값과 상관계수 r을 정리하면 Table 5와 같다. 여기서 a와 b의 값은 변화경향에서 규칙성이 보이지 않으므로 그물 아랫자락의 침강현상을 일정하게 표현하기 위하여 각각 평균값을 취하고, 그 결과를 (1)식에 대입하면 (2)식과 같이 나타낼 수 있다.

$$D_p = 7.58 Et - 6.48 \dots\dots\dots (2)$$

망심계에 의하여 측정된 그물 중앙부 아랫자락의 침강상태는 직선적인 경향을 나타내고 있으므로(Fig. 8), 침강수심과 경과시간의 관계를 (3)식과 같이 나타냈다.

$$D_p = 8.12 Et - 9.97 (r=0.98) \dots\dots\dots (3)$$

여기서 (2)식과 (3)식의 결과에서 다소 차이를 보이고 있으나 Table 5에 나타낸 것과 같이 그물 중앙부 위치인 측정부위 IV와 V의 값과는 비슷한 상관 관계를 나타냈다.

취조를 죄기 시작하고 양망하는 과정에서 변화되는 그물 아랫자락의 수심과 경과시간의 관계를 Fig. 8에 나타냈다. 측정부위 I ~ VIII 까지, 즉 그물 아랫자락의 수심은 초기에 작은 변화를 보이다가 시간이 경과함에 따라 급속한 변화를 일으키면서 곡선적인 형상을 나타냈는데, 변화 폭이 커지기 시작하는 시간대인 경과시간 7분일 때 그물 아랫자락의 수심은 측정부위 I에서 109.9m, II에서 31.7m, III에서 96.4m, IV에서 105.1m, V에서 115.5m, VI에서 71.7m, VII에서 71.2m, VIII에서 66.9m이었다. 이와 같이 측정부위에 있어서 측정값의 차이를 보이는데, 실험어장의 조류의 영향 등으로 조업선이 밀리면서 그물이 원래의 형상을 유지하지 못하고 부분에 따라 발생된 그물다발 현상 등이 영향을 끼친 것으로 판단된다.

측정부위별로 경과시간에 따른 그물 아랫자락 수심

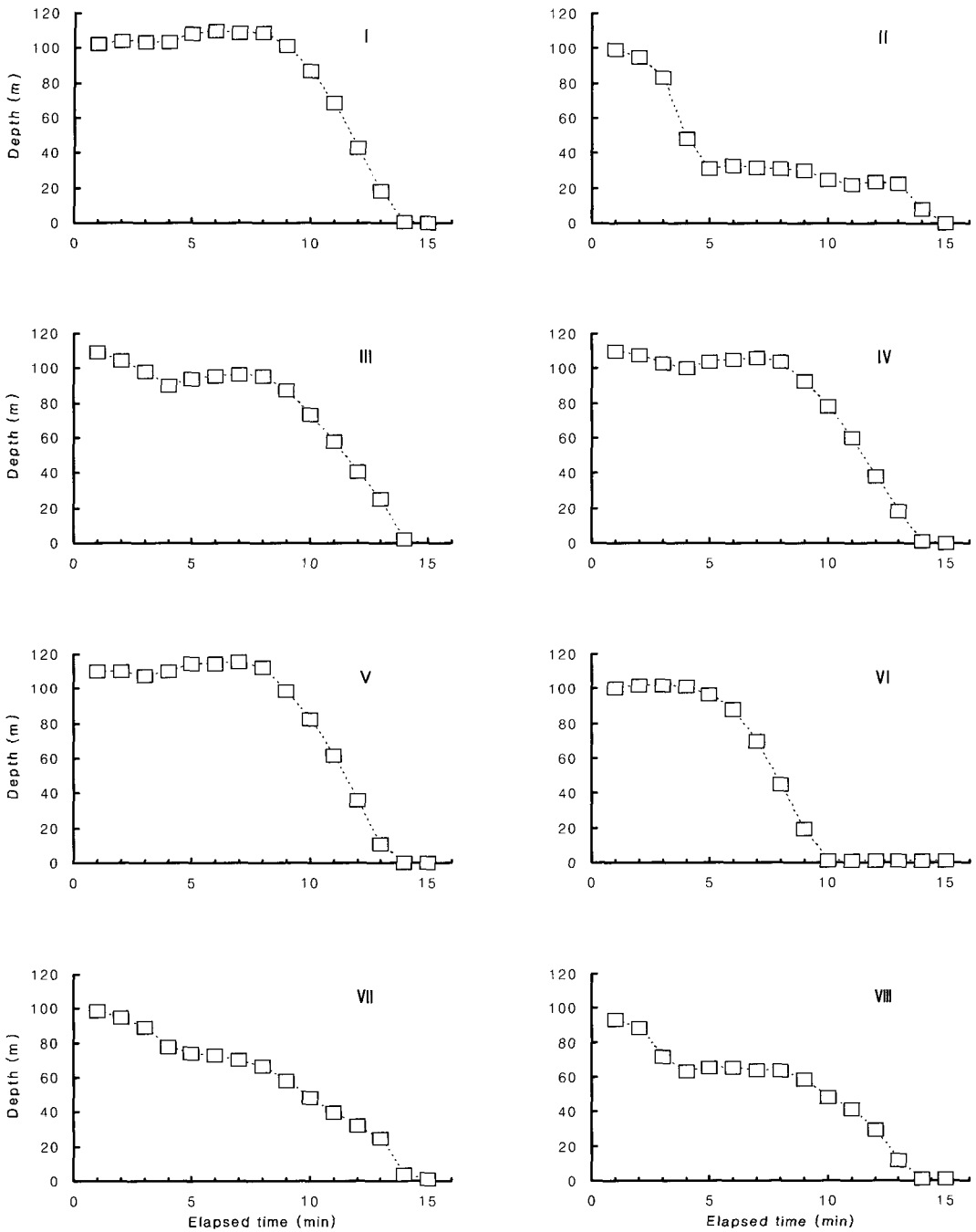


Fig. 8. The relationship between elapsed time (min) and depth (m) of the leadline, from I to VIII measuring parts for the purse seine at the time of hauling.

Table 6. The values of a, b and correlation coefficients r

Measuring part	c	d	e	r
I	-1.22	11.82	84.46	0.96
II	0.55	-14.68	110.99	0.83
III	-0.82	5.63	94.22	0.96
IV	-0.99	7.83	95.10	0.96
V	-1.17	10.04	95.98	0.96
VI	0.14	-11.95	132.58	0.84
VII	-0.30	-2.03	97.47	0.99
VIII	-0.33	-0.80	85.01	0.94

의 변화는 커브현상을 나타내서 값의 설정 범위에서 다음과 같은 다항식 근사곡선방정식으로 표시할 수 있다.

$$Dp = c Et^2 + d Et + e \dots\dots\dots (4)$$

이 때 c, d, e의 값과 상관계수 r을 정리하면 Table 6과 같다. 여기서 c, d, e의 값은 변화경향에서 규칙성이 보이지 않으므로 그물 아랫자락의 변화 경향을 일정하게 표현하기 위하여 각각 평균값을 취하였는데, 이때 정도가 조금 떨어지는 상관계수 0.90 이하인 것들을 제외하여 계산했다. 계산한 결과를 (4)식에 대입하면 (5)식과 같이 나타낼 수 있다.

$$Dp = -0.81 Et^2 + 7.42 Et + 92.04 \dots\dots (5)$$

그물어구의 장력은 줍줄을 죄기 시작할 때부터 좌현과 우현원치에서 측정이 가능하였는데, 시간경과에 따라 급속히 곡선적으로 증가하는 형상을 나타내며 경과시간 8분일 때 최대의 값을 나타내서 좌현과 우현원치에서 각각 7.2톤, 7.5톤이었다. 이 때 좌현과 우현원치에서 얻어진 측정값을 합산하여 구한 결과를 프롯트하여 Fig. 9에 나타냈으며 경과시간에 따른 그물어구의 장력(T)에 대한 변화 커브는 값의 설정범위에서 다음과 같은 다항 근사곡선의 방정식으로 표시할 수 있다.

$$T = -0.13 Et^2 + 3.23 Et - 5.72 (r=0.92) (6)$$

Park *et al.* (1999)는 제주도 주변해역해역에서 총톤수 130톤급의 조업선이 사용하고 있는 고등어 선망의 모형망을 제작하고 수조실험을 실시하여 정수시와 이중조 해역에 있어서 조업중 망형 변화에 따른 줍줄의 장력변화를 비교 해석하였는데, 이 연구의 결과와 비슷한 경향을 나타내고 있다.

선망어법의 조업과정은 대략 어군탐색, 투망, 줍줄 죄기, 양망, 어획물 수납의 순서로 이루어지는데, 어군의 유영속도와 진행방향, 어장환경 등을 고려하여 투망지점을 결정하고 투망을 실시한다. 이 때 신속하게 투망을 시작하고 어군을 수평적으로 포위함과 동시에 수직적으로 차단하여 어획을 하는데, 이 과정에서 어장환경의 여러 요소와 함께 그물어구의 운동특성도 중요하게 작용한다. 이 연구에서는 이러한 문제와 관련하여 단선식 조업방법을 사용하고 조업 과정을 투망과 양망으로 단순화하여 실험하고 선망의 수중운동특성 등을 해석하였는데, 앞으로 좀더 체계적이고 구체적인 실험이 추가되어야 할 것이다.

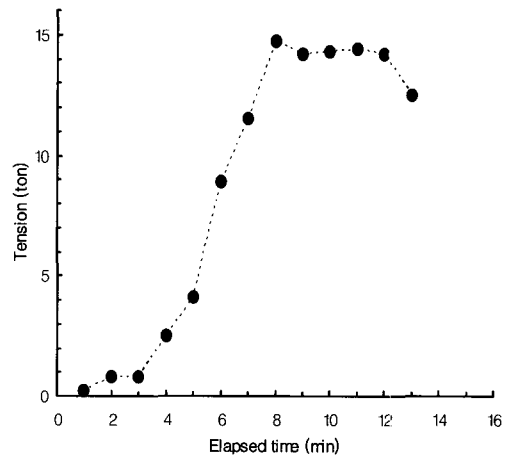


Fig. 9. The relationship between elapsed time (min) and tension (ton) for the purse seine at the time of pursing.

요약

선망어업의 생산성 향상에 관한 기초 연구로서 제주도 주변 해역어장(33°27.3' N, 126°31.1' E)에서 단선조업이 가능하도록 건조된 시험 조업선인 제주대학교 해양과학대학 실습선 아라호(990톤)를 사용하여 투망과 양망 등의 실험을 실시했다. 실험에 사용한 선망은 뜰줄의 길이 829.1m, 발줄의 길이 995.7m이다.

초소형 메모리 계측기와 망심계, 장력계를 사용하여 그물 아랫자락의 수심과 선망의 장력을 측정하였으며, 측정된 자료를 이용하여 투망과 양망할 때의 그물어구의 운동특성과 장력특성을 해석하였는데, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 단선식 조업방법에 의해 실시한 시험조업에서

선망의 투망과 양망이 가능했다.

2. 선망을 투망할 때 그물 아랫자락의 침강수심(Dp)과 경과시간(Et)의 관계는 값의 설정범위에서 다음과 같은 실험식으로 나타낼 수 있다.

$$Dp=7.58Et-6.48$$

3. 줍줄을 질 때 그물 아랫자락의 침강수심과 경과시간의 관계는 값의 설정 범위에서 다음과 같은 실험식으로 나타낼 수 있다.

$$Dp=-0.81Et^2+7.42Et+92.04$$

4. 줍줄을 질 때 선망의 장력은 경과시간 8분일 때 최대값(14.7톤)을 나타냈으며, 장력과 경과시간의 관계는 값의 설정범위에서 다음과 같은 실험식으로 나타낼 수 있다.

$$T=-0.13Et^2+3.23Et-5.72$$

사 사

이 연구를 수행함에 있어서 실험에 협조하여 주신 제주대학교 실습선 아라호 승선원과 자료정리에 도움을 준 구명성 대학원생에게 깊이 감사드린다.

참고문헌

- Choi, C. M. (2001) : A study minimization of fleet size purse seiner for improvement of techno-economic evaluation of fishery, Pukyong Nat. Univ. graduate school, 1-118.
- Iitaka, Y. (1954) : Model experiments on the sardine purse seine operating in Hyuganada -1, Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 20(7), 571-575.
- Iitaka, Y. (1955) : Model experiments on the sardine purse seine operating in Hyuganada -2, Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 21(1), 6-11.
- Iitaka, Y. (1955) : Model experiments on the sardine purse seine operating in Hyuganada -3, Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 21(7), 459-462.
- Iitaka, Y. (1956) : Model experiments on the sardine purse seine operating in Hyuganada -4, Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 22(7), 389-392.
- Iitaka, Y. (1958) : Model experiments on the sardine purse seine operating in Hyuganada -5, Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 23(9), 511-513.
- Iitaka, Y. (1958) : Model experiments on the sardine purse seine operating in Hyuganada -6, Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 24(6&7), 407-410.
- Kawakami, T. (1964) : The theory of desiging and testing fishing nets in model, Modern fishing gear of the world-II. Fishing News Books, London, 471-481.
- Kim, S. J., Imai, T. and Kikukawa, H. (1992) : An analysis on the sinking characteristics of weighted netting, Nippon suisan gakkaihi, 58(6), 1037-1042.
- Kim, S. J., Imai T. and Park, J. S. (1995) : 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.
- Kim, S. J. and Park, J. S. (1995) : 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.
- Kim, S. J. (1995) : 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.
- Kim, S. J. and Park, J. S. (1998) : An analysis of sinking resistance for purse seine, In the case of the model seine with different d/l, Bull. Korean Soc. Fish. Tech., 34(3), 274-282.
- Kim, S. J. (1999) : Studies on the improvement of the fishing efficiency of purse seine in the sea area of cheju island, The changes of seine volume and tension in the purseline during pursing, Bull. Korean Soc. Fish. Tech., 35(2), 93-101.
- Konagaya, T. (1970) : Studies on the design of the purse seine-II, Effect of the mesh and the specific gravity of webbing, Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 37(1), 8-12.
- Konagaya, T. (1971) : Studies on the design of

- the purse seine, Jour. Fac. Fish. Pre. Univ. Mie, 8(3), 209-296.
- Nomura, M., Mori, K., Tawara, Y. and Kumura K. (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.
- Park, J. S. (1986) : 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.
- Park, J. S. (1986) : Studies on the mackerel purse seine operating in the sea area of Cheju Island-1, Model experiment on the changes of net shape in stagnant water, Bull. Korean Fish. Tech. Soc., 22(2), 7-15.
- Park, J. S., Aoyama, T. and Suzuki M. (1986) : Studies on the mackerel purse seine operating in the sea area of Cheju Island-2, Model experiment on the deformation of net in two layer current, Bull. Korean Fish. Tech. Soc., 22(4), 32-40.
- 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 classes of boat size, Bull. Korean Fish. Tech. Soc., 25(2), 61-69.
- 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.
- Park, J. S., Kim S. J. and Kim, S. K. (1997) : A study on the behaviour of fish schools in the process of catch of the purse seine fishing method, Bull. Korean Soc. Fish. Tech., 33(3), 173-182.
- Park, J. S., Kikukawa, H. and Kim, S. J. (1999) : A Study on the tension of a purseline in the process of catch of the purse seine fishing method-I, Model experiment on the tension of a purseline by net shapes, Bull. Korean Fish. Tech. Soc., 35(1), 1-10.

2003년 3월 4일 접수

2003년 4월 29일 수리