

학공치 표층에망어구 모형의 운동특성*

김 석 종

제주대학교

(2001년 10월 9일 접수)

Dynamic Characteristics for the Model of Horn Fish *Hemiramphus Sajor* Surface Pair Trawl Gear*

Suk-Jong KIM

Cheju National University

(Received October 9, 2001)

Abstract

This study describes the analysis on the dynamic characteristics of model as a fundamental studies for the horn fish *Hemiramphus sajour* surface pair trawl gear. The model experiments were carried out in a flume tank by using model net for the horn fish surface pair trawl gear. The model net was made to the scale of 1/40 by scaling down two surface pair trawl boats of 6.67 and 9.98 ton used for sea experiment in the coast of Jeju Island. Dimensions of the model net were 1.2m for stretch length of net, 1.3m for float line, 1.0m for sinker line, 2.5g for floats, and 0.86g for sinkers.

Experiments were conducted in the observation channel of a flume tank with experimental equipments used to change the distance between paired boats and towing velocity. Motion of model net during towing was recorded by two sets of digital camera which were placed in the top and side of the model net. The leading coordinate of net height and net mouth width was captured by the photograph analysis system.

Through the experiment, we obtained the following results:

1. The relationship between the net height(Nh) and towing velocity(Vt) during towing was found to be $Nh=(2.39Db^{-0.62})Vt^{-0.56}$ and the relationship between the net mouth width(Nw) and towing velocity during towing was $Nw=(0.96Db^{0.62})Vt^{0.11}$, where Db is the distance between paired boats.
2. The relationship between the net tension(Nt) and towing velocity during towing was found to be $Nt=106.94Vt+1.43$ and the model net becomes parallel to the water surface at the towing velocity larger than 1.5 Knot.
3. The relationship between the net opening area(Na) and towing velocity during towing was found to be $Na=(2.28Db^{0.37})Vt^{-0.45}$, and the relationship between the filtering volume(Fv) and towing velocity during towing was $Fv=(69.9Db^{0.37})Vt^{0.55}$. The net opening area and filtering volume reach maximum value at the distance of 25m between paired boats.

Key words : dynamic characteristics analysis, model net, horn fish surface fair trawl

* 이 논문은 2000년도 두뇌한국21사업에 의하여 지원된 연구임.

서 론

근래에 와서 우리나라는 연근해 어업에 대한 환경변화가 심화되면서 어로작업의 생력화와 지역특성에 알맞은 어구어법개발이 필요시 되고 있는데, 제주도의 경우 주변국가와의 어업협정 이후에 어장축소 등으로 말미암아 종래의 어선어업이 위축되면서 연안의 유용수산자원을 개발하고 어민소득증대에 기여할 새로운 어구어법 개발이 시급히 요구되고 있다.

학공치 표층예망어구는 장차 이러한 문제를 해결 할 수 있는 연안 어선어업의 하나이다. 지금까지도 학공치는 주로 선망, 자망, 정치망, 연승, 초망 및 들망 등의 연안 소형어구에 혼획되고 있으며, 이외에 1990년 무렵부터 일본의 표층예망어구를 도입하여 개량한 어구를 동해안과 남해안에서 사용하고 있는데, 여기에서 생산된 어획물은 거의 대부분 일본 등에 수출되고 있는 주요 업종이다.

학공치 *Hemiramphus Sajor*는 동갈치목 학공치과에 속하는 어종으로 우리나라 전 연안에 분포하고 있으며 4~7월에 연안의 해조류가 무성한 곳이나 흘러 다니는 해조류에 산란을 하며 부화 후 만 1년이 되면 체장은 19~20cm, 2년이 되면 24~25cm 정도까지 성장을 한다. 이 어종은 주로 표층에 군을 형성하여 유영하면서 주간에 해면위로 뛰어오르는 습성이 있는데, 표층예망 어업에서는 해면에 유영하는 어군의 움직임 등을 관찰하면서 주간에 2척의 어선이 한 통의 그물을 1~2시간 정도 예인하여 어획하고 있으며 1일 4~5회 정도 투·양망을 한다. 그리고 9월부터 12월까지 연안해역에서 조업하고 1월부터 4월까지는 연안에서 10해리 정도 떨어진 해역에서 조업하고 있다.

학공치에 관한 연구에서 김 등(1984)은 학공치 난발생과 부화치어에 관하여 보고하였으며, 이(1993)는 학공치 치자어의 형태와 골격의 발달에 관하여 보고했다. 그리고 조(1999)는 학공치의 생태학적인 특성과 어획 등을 분석하고 시험조업계획에 의하여 설계된 표층예망어구를 사용하여 제주도 연안 해역에서 어획성능을 검토하는 기초적인 연구를 수행하여 보고하였는데, 이외에 표층예망어구의 설계에 필요한 기초적인 특성을 체계적으로 실험에 의하여 구명한 연구는 거의 없는 실

정이다.

현재 제주도 연안에서는 항포구나 방파제 등에서 대낚시로 학공치를 어획하고 있을 뿐이며 표층예망어구는 사용하지 않고 있다. 따라서 어업소득 향상에 기여할 새로운 어구어법도입을 목적으로 일차적으로 동해안에서 사용하고 있는 학공치 표층예망어구의 설계도를 기준으로 시험어구를 제작하고 해상시험을 실시하여 어획성능을 검토하고 가능성을 확인했다(조, 1999).

이 연구는 이와 관련한 학공치 표층예망어구에 대한 일련의 기초연구로서 해상시험어구의 실물 어구를 축소하고 제작한 모형어구를 사용하여 수조실험을 실시하고 표층예망어구의 수중형상 및 장력 등의 운동특성을 구명하여 제주도 연안 어장환경특성에 적합하고 효율적인 그물어구 설계에 필요한 기초자료를 제공하며 적절한 조업방법을 제시하는데 기여하고자 한다.

재료 및 방법

실험에는 표층예망어구 쌍끌이용 어선 9.98톤과 6.67톤을 이용하여 해상시험을 실시했던 실물어구(그물의 뽀친 길이 48.0m, 뜰줄의 길이 50.7m, 발줄의 길이 40.5m, 뜰 34.4kg, 발들 11.5kg)를 기준으로 하여 축척비를 1/40로 정하고 Tauti의 모형망 비교법칙에 따라 제작한 모형어구(그물의 뽀친 길이 1.2m, 뜰줄의 길이 1.3m, 발줄의 길이 1.0m, 뜰 2.5g, 발들 0.86g)를 사용했다(Fig. 1).

실험은 가고시마(Kagoshima)대학 수산학부 회류수조(관측수로 L6.0×B2.0×D1.0m)에서 실시했다. Fig. 2에 나타난 것과 같이 관측수로 내에 2개의 철제 지주를 세웠는데 그 하단부 끝이 수면과 거의 일치하도록 설치하고 그것에 모형어구의 끌줄을 연결했다. 모형어구의 끌줄과 지주의 접촉부에 로드 셀을 부착하고 모형어구에 작용하는 유체력을 측정했다. 로드 셀에서 검출된 유체력은 샘플링 주파수 20Hz에서 A/D 변환시켰다. 측정은 30초간 실시하였는데 합계 600개의 데이터를 컴퓨터에 저장하고 측정된 데이터의 평균값을 구해서 실험값으로 했으며, 측정할 때 비교 검토용으로 기록계(Pen recorder)를 연결하여 동시에 기록하도록 했다. 그리고 지주의 간격을 현장에서 조업하는 어선 2척의 간격 5~25m에 상당하

는 범위인 13.0~63.0cm의 사이에서 같은 간격으로 5단계 순차 변화시켰으며 설정유속은 현장의 예인속도 0.5~4.0Knot에 상당하는 범위인 9.0~72.0cm/sec의 사이를 같은 간격으로 6단계 변화시키고 실험을 실시했으며 실험시 수온은 9.0℃였다. 또한 관측수로 상방과 측면에 디지털 카메라를 설치하여 모형어구의 수중 단면형상을 촬영하고 망고와 그물입구의 폭 등을 측정했는데, Fig. 3에 측정용 사진 중 한 장면을 나타냈다.

결과 및 고찰

모형어구에 대하여 양선 간격별로 망고(網高)와 유속의 관계를 Fig. 4에 나타냈다. 망고는 전체적으로 유속이 빠를수록 작게 나타났는데 곡선적으로 완만하게 감소하는 변화 경향을 보였다. 그리고 그물입구의 폭(網幅)과 유속과의 관계를 Fig. 5에 나타냈으며, 그물어구의 장력(張力)과 유속과의 관계를 Fig. 6에 나타냈다. 그물입구의 폭은 전체적으로 유속이 빠를수록 크게 나타나서 유속 변화에 따라 곡선적으로 완만하게 증가하는 변화 경향을 보였다. 그리고 장력은 전체적으로 유속이 빠를수록 크게 나타났는데 유속변화에 따라 직선적으로 증가하는 변화 경향을 보였다.

모형어구에서 얻은 실험값을 실물어구의 값으로 환산하고 망고, 그물입구의 폭, 장력, 망구면적(網口面積), 여과수량(濾過水量) 등의 항목에 대하여 단계적으로 해석을 행했다. 여기서, 망구면적은 망고와 그물입구의 폭을 곱하여 구하였으며, 여과수량(시간당)은 망구면적에 예인속도를 곱하여 구하였다(이 등, 1995).

양선 간격별로 망고와 예인속도의 관계를 Fig. 7에 나타냈다. 망고의 변화의 범위는 양선 간격 5m일 때 0.6~1.8m, 양선 간격 10m일 때 0.6~1.6m, 양선 간격 15m일 때 0.5~1.5m, 양선 간격 20m일 때 0.5~1.4m, 양선 간격 25m일 때 0.4~1.3m이었는데 변화의 폭은 최저 0.9m, 최고 1.2m이었다. 망고는 양선 간격과 예인속도의 변화에 따라 일정한 경향으로 변하므로 망고(Nh)와 예인속도(Vt)와의 관계를 (1)식과 같은 곡선식으로 나타낼 수 있으며 그 결과를 그래프에 실선으로 나타냈다.

$$Nh = a Vt^b \dots\dots\dots (1)$$

이 때 상수 a와 b의 값과 상관계수 r를 정리하면 Table 1과 같다. 여기서 a의 값은 양선 간격 변화의 값이 증가할수록 어느 정도 일정하게 감소하여 의존하는 경향을 보이고 있으므로 다음의 (2)식으로 나타내고(상관계수 0.92), b의 값은 양선 간격 변화의 경향에 의존하지 않았기 때문에 평균값을 취하여 각각 (1)식에 대입하면 (3)식과 같이 나타낼 수 있다.

$$a = 2.39 Db^{-0.62} \dots\dots\dots (2)$$

$$Nh = (2.39 Db^{-0.62}) Vt^{-0.56} \dots\dots\dots (3)$$

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

Db	a	b	r
5m	1.52	-0.59	0.86
10m	1.41	-0.54	0.84
15m	1.23	-0.53	0.89
20m	1.13	-0.53	0.92
25m	1.00	-0.59	0.95

양선 간격별로 그물입구의 폭과 예인속도의 관계를 Fig. 8에 나타냈다. 그물입구 폭의 변화 범위는 양선 간격 5m일 때 2.5~3.0m, 양선 간격 10m일 때 3.8~4.4m, 양선 간격 15m일 때 4.4~6.0m, 양선 간격 20m일 때 5.8~7.3m, 양선 간격 25m일 때 6.5~8.9m이었는데 변화의 폭은 최저 0.5m, 최고 2.4m이었다. 그물입구의 폭은 양선 간격과 예인속도의 변화에 따라 일정한 경향으로 변하므로 그물입구의 폭(Nw)과 예인속도와의 관계를 (4)식과 같은 곡선식으로 나타낼 수 있으며 그 결과를 그래프에 실선으로 나타냈다.

$$Nw = c Vt^d \dots\dots\dots (4)$$

이 때 상수 c와 d의 값과 상관계수 r를 정리하면 Table 2와 같다. 여기서 c의 값은 양선 간격의 값이 증가할수록 일정하게 증가하여 의존하는 경향을 보이고 있으므로 (5)식과 같이 나타내고(상관계수 0.99), d의 값은 증감 변화가 일정하지

않아서 양선 간격 변화의 경향에 의존하지 않았기 때문에 평균값을 취하여 각각 (4)식에 대입하면 (6)식과 같이 나타낼 수 있다.

$$c = 0.96 Db^{0.62} \dots\dots\dots (5)$$

$$Nw = (0.96 Db^{0.62}) Vt^{0.11} \dots\dots\dots (6)$$

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

Db	c	d	r
5m	2.67	0.10	0.95
10m	3.93	0.07	0.95
15m	5.05	0.14	0.95
20m	6.33	0.11	0.97
25m	7.21	0.11	0.93

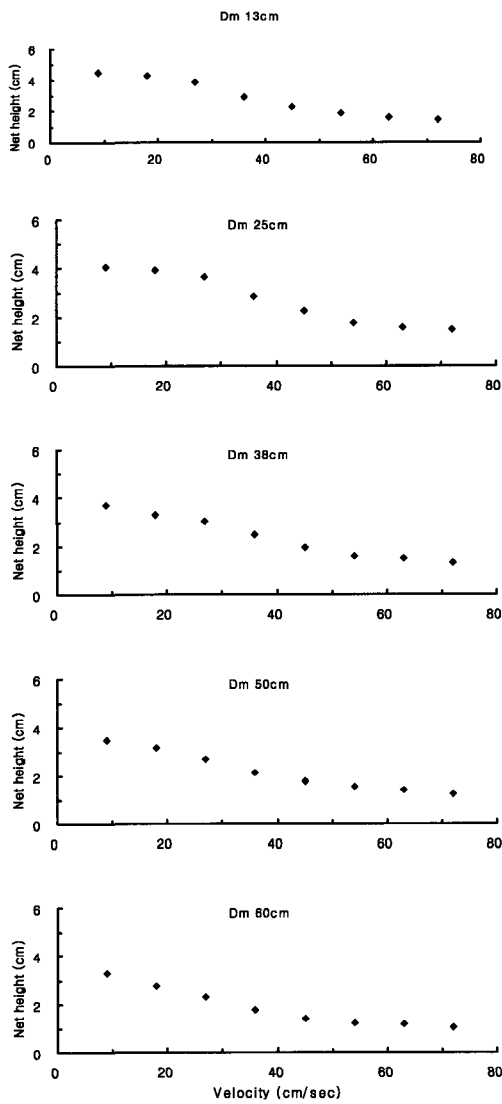


Fig. 4. The net height of model net according to the velocity.

Dm : Model scale corresponds to the distance between paired boats of full scale.

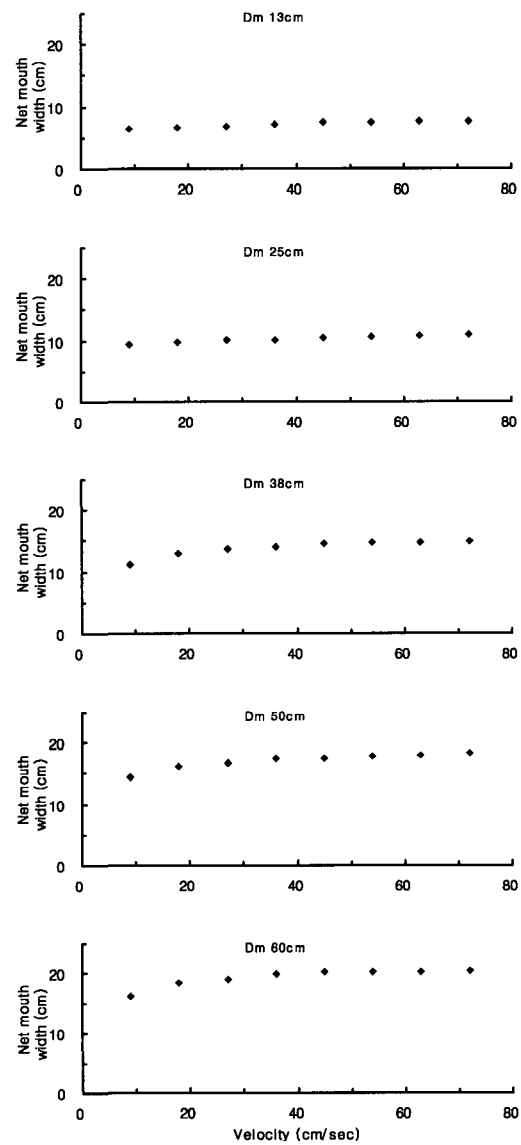


Fig. 5. The net mouth width of model net according to the velocity.

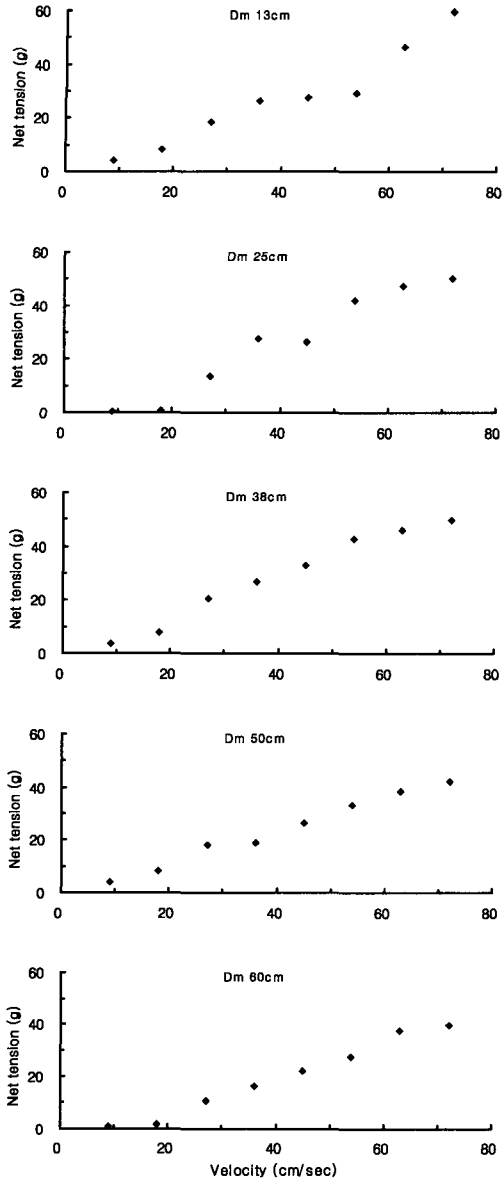


Fig. 6. The net tension of model net according to the velocity.

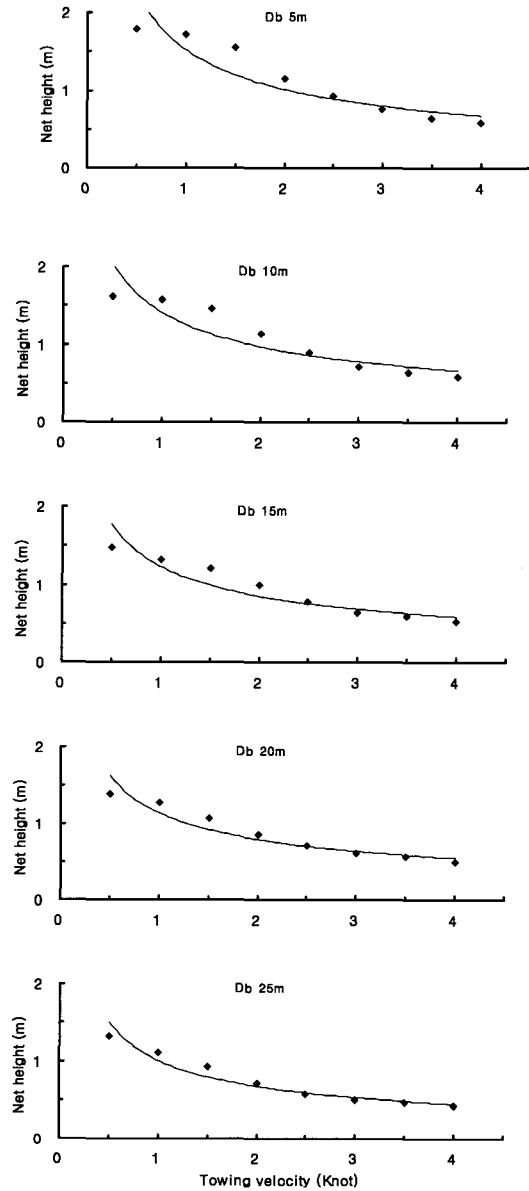


Fig. 7. Relationship between the towing velocity and the net height according to the distance between paired boats.
Db : Distance between paired boats.

양선 간격별로 그물어구의 장력과 예인속도의 관계를 Fig. 9에 나타냈다. 그물어구 장력의 변화 범위는 양선 간격 5m일 때 0~792.4kg, 양선 간격 10m일 때 0~670.7kg, 양선 간격 15m일 때 0~665.1kg, 양선 간격 20m일 때 0~564.0kg,

양선 간격 25m일 때 0~531.0kg이었는데 변화의 폭은 최저 531.0kg, 최고 792.4kg이었다. 그물어구의 장력은 예인속도와는 비례하고 양선 간격과는 반비례하는 변화 경향을 보였는데, 그물어구의 장력(Nt)과 예인속도와와의 관계를 (7)식과 같은 직

선식으로 나타내고, 그 결과를 그래프에 실선으로 나타냈다.

$$N_t = e V_t + f \dots\dots\dots (7)$$

이 때 상수 e와 f의 값과 상관계수 r를 정리하

면 Table 3과 같다. 여기서 e와 f의 값은 증감 변화가 일정하지 않아서 양선 간격 변화의 경향에 의존하지 않았기 때문에 양자 모두 평균값을 취하여 각각 (7)식에 대입하면 (8)식과 같이 나타낼 수 있다.

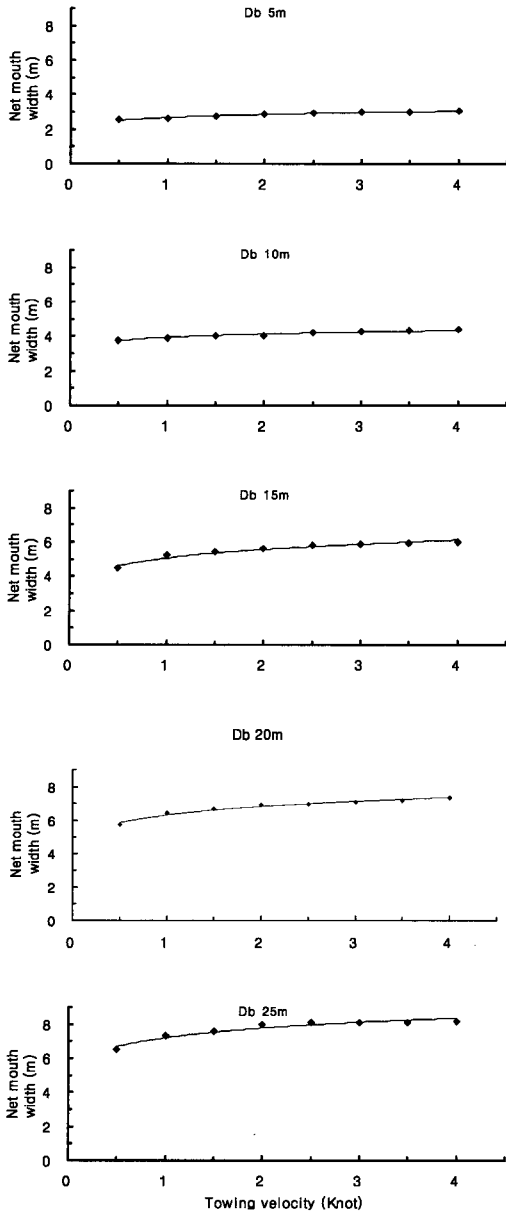


Fig. 8. Relationship between the towing velocity and the net mouth width according to the distance between paired boats.

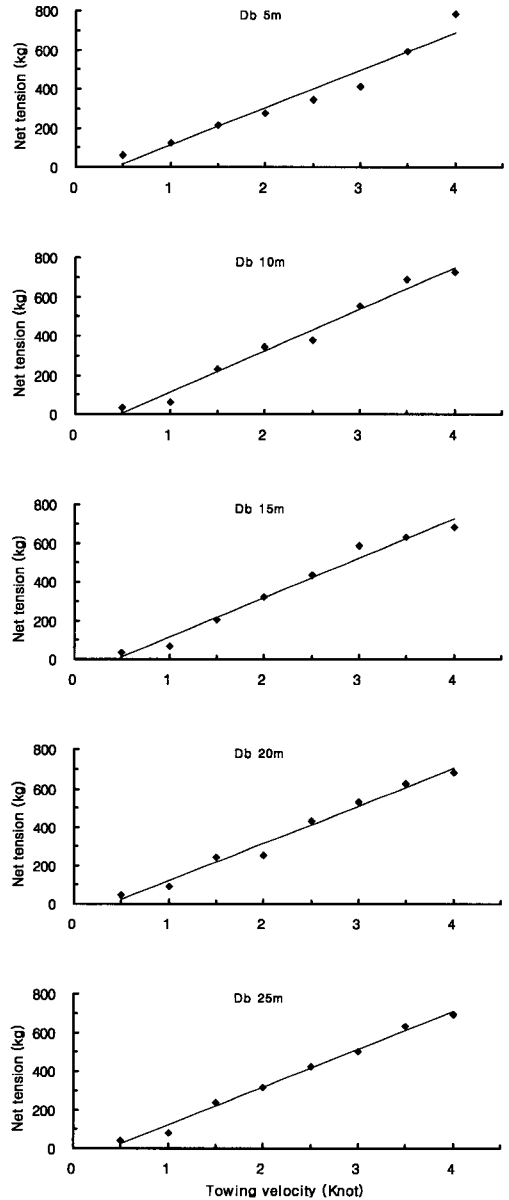


Fig. 9. Relationship between the towing velocity and the net tension according to the distance between paired boats.

$$N_t = 106.94 V_t + 1.43 \dots\dots\dots (8)$$

Table 3. The constant of e, f and correlation coefficients r

Db	e	f	r
5m	131.61	1.16	0.98
10m	92.02	1.60	0.97
15m	96.59	1.54	0.98
20m	111.71	1.37	0.98
25m	102.79	1.46	0.98

표층예망어구의 수중형상 중에서 가장 중요한 항목이 망구면적이데, 이것을 해석하기 위하여 양선 간격별로 망구면적과 예인속도와의 관계를 Fig. 10에 나타냈다. 망구면적의 변화의 범위는 양선 간격 5m일 때 1.8~4.5m², 양선 간격 10m일 때 2.6~6.1m², 양선 간격 15m일 때 3.1~6.6m², 양선 간격 20m일 때 3.6~8.0m², 양선 간격 25m일 때 3.7~8.6m²이었는데 변화의 폭은 최저 2.7m², 최고 4.9m²이었으며 망구면적은 전반적으로 예인속도가 빠를수록 작게 나타났다.

망구면적은 양선 간격과 예인속도의 변화에 따라 일정한 경향으로 뚜렷하게 변하므로 망구면적(Na)과 예인속도와의 관계를 (9)식과 같은 곡선식으로 나타낼 수 있으며 그 결과를 그래프에 실선으로 나타냈다.

$$N_a = g V_t^h \dots\dots\dots (9)$$

이 때 상수 g와 h의 값과 상관계수 r를 정리하면 Table 4와 같다. 여기서 g의 값은 양선 간격 변화의 값이 증가할수록 뚜렷하게 증가하여 의존하는 경향을 보이고 있으므로 (10)식과 같이 나타내고(상관계수 0.98), h의 값은 증감변화가 일정하지 않아서 양선 간격 변화의 경향에 의존하지 않았기 때문에 평균값을 취하여 각각 (9)식에 대입하면 (11)식과 같이 나타낼 수 있다.

$$g = 2.28 Db^{0.37} \dots\dots\dots (10)$$

$$N_a = (2.28 Db^{0.37}) V_t^{-0.45} \dots\dots\dots (11)$$

Table 4. The constant of g, h and correlation coefficients r

Db	g	h	r
5m	4.05	-0.49	0.83
10m	5.54	-0.47	0.82
15m	6.21	-0.40	0.77
20m	7.18	-0.42	0.86
25m	7.23	-0.48	0.91

어군이 일정하게 분포하고 있다고 가정하면 그 물어구 내부로 들어와 빠져나가는 물의 량에 따라 어획량이 결정되므로 양선 간격별로 망구면적에 예인속도를 곱하여 구한 시간당 여과수량(Fv)과 예인속도와의 관계를 Fig. 11에 나타냈다. 여과수량의 변화의 범위는 양선 간격 5m일 때 70.1~220.1m³, 양선 간격 10m일 때 94.7~317.1m³, 양선 간격 15m일 때 101.3~381.3m³, 양선 간격 20m일 때 123.2~446.9m³, 양선 간격 25m일 때 132.4~455.8m³이었는데 변화의 폭은 최저 150.0m³, 최고 323.7m³이었으며 여과수량은 전반적으로 예인속도가 빠를수록 크게 나타났다. 여과수량은 양선 간격과 예인속도의 변화에 따라 일정한 경향으로 뚜렷하게 변하므로 여과수량(Fv)과 예인속도와의 관계를 (12)식과 같은 곡선식으로 나타낼 수 있으며 그 결과를 그래프에 실선으로 나타냈다.

$$F_v = m V_t^n \dots\dots\dots (12)$$

이 때 상수 m과 n의 값과 상관계수 r를 정리하면 Table 5와 같다. 여기서 m의 값은 양선 간격 변화의 값이 증가할수록 뚜렷하게 증가하여 의존하는 경향을 보이고 있으므로 (13)식과 같이 나타내고(상관계수 0.98), n의 값은 증감변화가 일정하지 않아서 양선 간격 변화의 경향에 의존하지 않았기 때문에 평균값을 취하여 각각 (12)식에 대입하면 (14)식과 같이 나타낼 수 있다.

$$m = 69.9 Db^{0.37} \dots\dots\dots (13)$$

$$F_v = (69.9 Db^{0.37}) V_t^{0.55} \dots\dots\dots (14)$$

Table 5. The constant of m, n and correlation coefficients r

Db	m	n	r
5m	124.61	0.51	0.84
10m	170.48	0.53	0.85
15m	191.15	0.61	0.89
20m	221.16	0.58	0.92
25m	222.86	0.53	0.93

이 실험에서 표층예망어구는 전체적으로 예인속도 1.5Knot 이상부터 표층부근에 자리를 잡아 수면과 수평이 되는 수중형상을 나타내서 그것보다 큰 속도로 예인하여야 함을 나타냈다.

끝줄의 길이를 고정하고 양선 간격과 예인속도를 변화요소로 하여 실시한 이 실험의 결과에서는 양선 간격변화에 따라 망고는 완만하게 곡선적으로 변화하여 양선 간격이 커짐에 따라 망고는 완만하게 낮아지는 경향을 보였는데 양선간격과 예인속도와는 반비례 현상을 나타냈다. 이 등 (1995)은 쌍끌이 중층트롤 모형어구에 대한 실험을 실시하고 그 연구결과에서 예인속도의 증가에 따른 망고가 곡선적으로 감소하는 것은 예인속도를 증가시키면 그물어구의 유체저항이 커지므로 끝줄에 걸리는 장력이 급격히 커지고, 그에 따라 발줄이 끌려 올라가기 때문이라고 하였는데 어구의 종류는 다르나 일치되는 현상과 결과를 보였다.

그물입구 폭의 변화에 가장 영향을 주는 요소는 양선 간격인데 예인속도와는 곡선적으로 변화하여 비례하는 현상을 나타내며 양선 간격 변화에 따라 급격히 변화하는 경향을 보였다. 그리고 그물어구의 장력은 양선 간격과 반비례하고 예인속도와는 비례하는 현상을 나타냈다. 망구면적은 양선간격과 비례하고 예인속도와는 반비례하는 현상을 나타냈는데, 예인속도 변화에 크게 영향을 받아 곡선적으로 감소하는 경향을 보여 이 등 (1995)의 연구와 일치되는 결과를 나타냈다.

표·중층예망어구의 수중현상 중에서 중요한 요소가 망구면적이고 또한 어군의 어획량을 결정하는데 중요한 요소가 여과수량인데, 이 실험결과에서는 양선 간격 25m일 때 망구면적과 여과수량은 최대로 나타났으나, 양선 간격 20m일 때와는 그

차가 거의 없었으며 양선 간격 15m이하와는 차가 크게 나타났다.

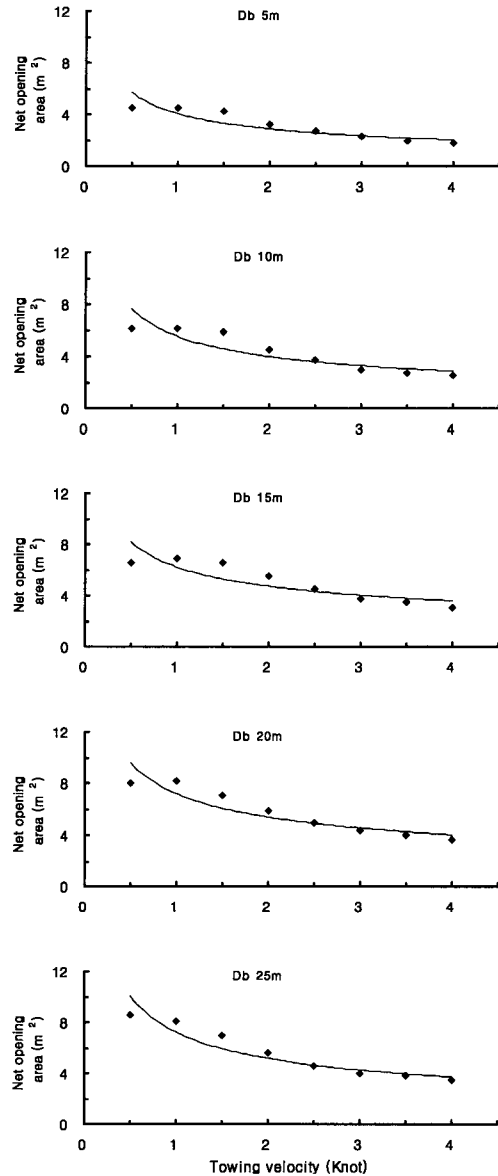


Fig. 10. Relationship between the towing velocity and the net opening area according to the distance between paired boats.

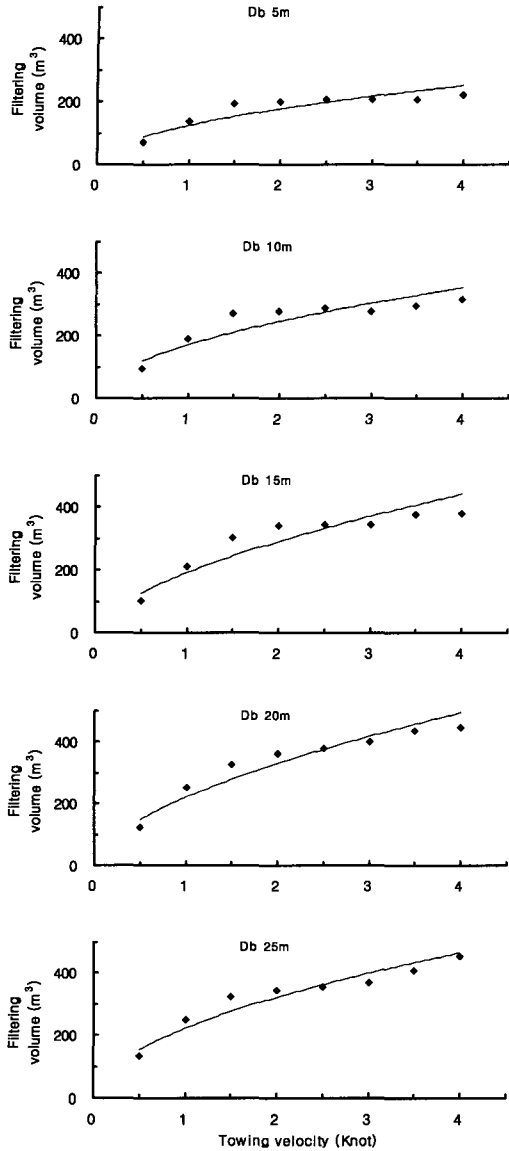


Fig. 11. Relationship between the towing velocity and the filtering volume according to the distance between paired boats.

사 사

이 연구를 수행함에 있어서 실험에 협조하여 주신 Kgosshima대학 수산학부 不破 茂 교수, 江 幡惠吾 조교와 丸儀雅孝씨, 그리고 자료 정리에 도움을 준 구명성군에게 깊이 감사드립니다.

요 약

항공치 표층예망어구에 대한 일련의 기초 연구로서 표층예망어구 쌍끌이용 어선 9.98톤과 6.67톤을 이용하여 해상실험을 실시했던 실물어구를 기준으로 하여 축척비를 1/40로 정하고 Tauti의 모형망 비교법칙에 따라 제작한 모형어구(그물의 뻗긴 길이 1.2m, 뜰줄의 길이 1.3m, 발줄의 길이 1.0m, 뜰 2.5g, 발돌 0.86g)를 사용하여 수조실험을 실시하였다.

양선 간격과 예인속도 변화에 따른 표층예망어구의 장력을 측정하고 동시에 수중형상을 관측수로 상방과 측면에 디지털 카메라를 설치하여 촬영하고 망고와 그물입구의 폭 등을 측정하고 이것들을 이용하여 실물어구의 망구면적과 여과수량 등을 해석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 망고(Nh)와 예인속도(Vt)와는 $Nh=(2.39Db)^{-0.62} Vt^{-0.56}$, 그물입구의 폭(Nw)과 예인속도와는 $Nw=(0.96Db)^{0.62} Vt^{0.11}$ 의 관계식으로 나타낼 수 있다. 단 Db는 양선간격이다.
2. 그물어구의 장력(Nt)과 예인속도와는 $Nt=106.94Vt+1.43$ 의 관계식으로 나타낼 수 있는데, 표층예망어구는 예인속도 1.5Kont 이상에서 수면과 수평이 되는 수중형상을 보였다.
3. 망구면적(Na)과 예인속도와는 $Na=(2.28Db)^{0.37} Vt^{-0.45}$, 여과수량(Fv)과 예인속도와의 관계는 $Fv=(69.9Db)^{0.37} Vt^{0.55}$ 의 관계식으로 나타낼 수 있는데, 망구면적과 여과수량은 양선 간격 25m일 때 최대를 나타냈으나 양선 간격 20m일 때와는 그 차가 거의 없었으며 양선 간격 15m이하와는 차가 크게 나타났다.

참고문헌

1. 조동근(1999) : 항공치 표층예망어구에 관한 기초적 연구, 제주대학교 산업대학원, 1~30.
2. 장충식 · 김용해 · 안영수(2000) : 기선권현망어업의 어구개량과 자동화 조업시스템 개발-1. 시험어구의 수중형상, 한국어업기술학회지 36(4), 299~308.

학공치 표층예망어구 모형의 운동특성

3. 김용익·명정구·최상웅(1984) : 학공치의 난발생과 부화치어, 한국수산학회지 17(2), 125~131.
4. 김진건(2000) : 연근해어구어법학, 유일문화사, 275~314.
5. 국립수산진흥원(1989) : 현대한국어구도감, 317~331.
6. 이병기·김기윤·이대재·장충식(1995) : 쌍끌이 중층트롤어법의 연구- I. 모형어구의 망구현상에 관하여, 한국어업기술학회지 31(1), 29~44.
7. 이병기·김기윤·이대재·장충식(1995) : 쌍끌이 중층트롤어법의 연구-II. 모형어구의 깊이에 관하여, 한국어업기술학회지 31(1), 45~53.
8. 이병기(1989) : 현대트롤어법, 태화출판사, 184~202.
9. 이승주(1993) : 학공치 *Hemiramphus sajor* 치자어의 형태와 골격의 발달, 부경대학교 대학원, 1~35.
10. 金田禎之(1986) : 日本漁具·漁法圖說, 成山堂書店, 141~142.
11. 野村正恒(1990) : 最新漁業技術一般, 成山堂書店, 60~70.