

濟州島近海 曳繩漁具의 流体抵抗과 줄의 굵기에 관하여

孫 泰 俊*

On the Hydrodynamic Resistance and the Diameter of the Lines of Trolling Gears, used in the Coastal Waters of Jeju Island.

Tae-jun SOHN*

Abstract

Skipjack, *Katsuwonus vagans*, yellow tail *Seriola quinqueradiata* and *Scomberomorus sinensis* are largely caught by trolling gear in the coastal waters of Jeju Island.

The author determined the hydrodynamic resistance of the trolling gears used in the waters, estimated the pulling force of the fish species above mentioned by use of body weight, and then calculated the minimum diameter of the lines of trolling gears.

The results obtained are as follows:

1. The hydrodynamic resistance of the trolling gears present linear relationship in accordance with the towing speed of the gears.
2. The diameter of seizing leader, leader gut and branch line used in the waters might be durable to catch skipjack and yellow tail, whereas the diameter of those must be weak in intensity for *Scomberomorus sinensis*.

緒 論

濟州島近海는 黑潮流域에 위치하고 있어 暖流性 魚類인 가다랑어, 방어, 제방어 등이 來游하여, 주로 8月에서 10月까지 좋은 漁場이 形成되고 있으며, 방어는 겨울까지도 어획 된다.

최근 이 어류들을 대상으로 하는 曳繩漁業과 觀光 遊漁가 西歸浦, 菴琴浦를 中心한 濟州南部沿岸海域에서 이 地方의 새로운 漁業으로서 개발되고 있다.

그러나, 現在 濟州島에서 사용하고 있는 曳繩漁具의 줄의 굵기는 거의 經驗의으로 定해지고 있다. 따라서, 曳航中 高기가 낚였을 때 줄이 절단되는 것을 방지하기 위해서는 曳繩漁具의 曳航速度와 魚種에 따라 적합한 줄의 굵기를 규명할 필요가 있다. 여기

서 高기가 낚였을 때 曳繩에 작용하는 最大 流体 抵抗을 測定하고, 이에 알맞은 曳繩의 最少 굵기를 檢討하였다.

資料 및 方法

實驗에 사용한 曳繩漁具는 濟州島西歸浦에서 조업하고 있는 두 종류(A_1, B_1)와 山下式 다섯종류(A_2, B_2, B_3, C_1, C_2)(山下 1966)이며, 여기서 A 類는 나일론 힘줄에 추(錘)가 달린 錘線曳繩이고, B 類는 潛水板이 배모양인 船型潛水板曳繩이며, C 類는 潛水板이 로켓(rocket)모양인 로켓型潛水板曳繩이다.

그리고, 첨자 1은 濟州島 近海에서 쓰이는 것으로, 끝줄은 PP이며, 2는 山下式중 끝줄이 PP인 것을, 3은 山下式중 끝줄이 나일론 힘줄인 것을 나타낸다.

* 濟州大學, Jeju University

孫 泰 俊

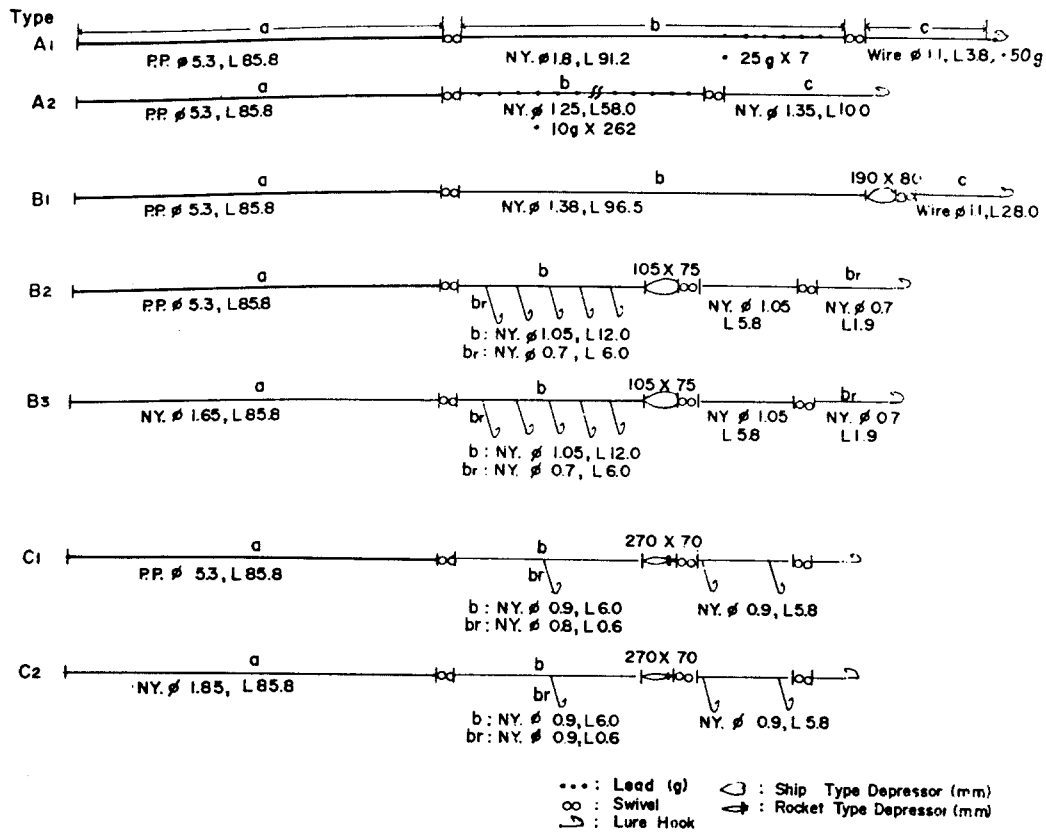


Fig. 1. Schematic drawing of the experimented trolling gears.

a: trolling line, b: seizing leader, c: leader gut or leader wire, br: branch line, P.P: polypropylene, Ny: nylon, L: length in m, φ: diameter in mm.

實驗에 사용된 漁具의 구조는 Fig. 1과 같다. 이들 漁具의 각부 줄의 굵기는 비니어 캘리퍼 (vernier caliper)로서 측정했으며, 流体抵抗은 濟州大學 實習船 白鯨號의 부속선(GT. 2t)을 이용하여 각각의 漁具별로 1~4m/sec로서 曳引하면서 측정했다. 이 때 曳引速度는 CM-1A型 電氣流速計(東邦電線, (株)製)으로서, 流体抵抗은 容量 10, 50, 100, 150kg짜리 튀게저울로서 측정했다. 또, 측정 당시의 海況은 風速 0.5~1.0m/sec, 波高 0~0.5m, 潮流는 미약하였으므로 海況의 영향은 무시했다.

고기가 낚였을 때, 고기가 曳繩을 당기는 最大拘引力 T_{max} 는 坂詰, 金盛(1971)에 따라

$$T_{max}(kg) = 3.31W + 0.51 \dots \dots \dots (1)$$

(단, W는 魚體의 重量)

에 의하여 계산했다.

고기가 낚였을 때의 曳繩의 最大 流体抵抗($T=kg$)은 漁具의 流体抵抗과 고기의 最大拘引力을 합한 것

으로 보고, 이로부터 曳繩의 最少굵기를 계산했다.

曳繩의 최소 굵기를 구할 때, 줄의 굵기에 따른 破斷強度 T는 다음 식에 따르기로 하고, T는 曳繩의 最大抵抗과 같다고 보았다.

$$\left. \begin{aligned} \text{나일론 힘줄} &: T = 38.7d_1^2 \quad (\text{高, 1975}) \\ \text{PP 힘줄} &: T = 10d_2^2 \quad (\text{李, 1977}) \\ \text{와이어 끝줄} &: T = 46d_3^2 \quad (\text{李, 1977}) \end{aligned} \right\} \dots (2)$$

結果 및 考察

1. 曳繩漁具의 流体抵抗

潛水板의 유무와 종류, 줄의 材料, 曳引速度 별로 끝줄의 張力을 구한것은 Fig. 2과 같다.

여기서 엄밀히는 끝줄의 張力의 水平分力으로서 漁具의 流体抵抗이라고 보아야 할 것이나, 끝줄의 俯角 θ는 대체로 5°미만이고, cos θ는 0.996미만이므

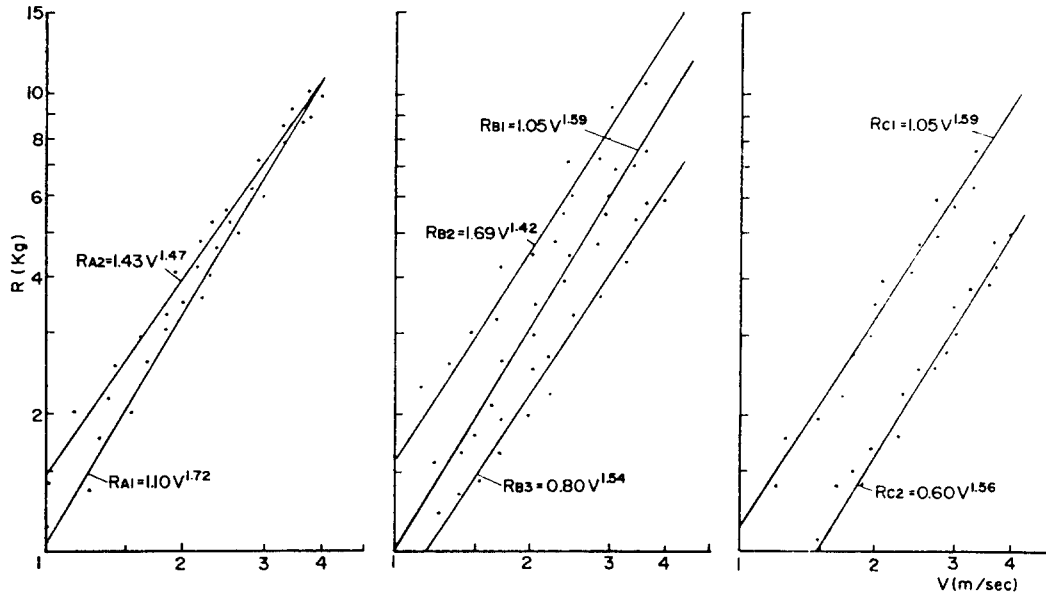


Fig. 2. Relationship between towing speed v (m/sec) and maximum hydrodynamic resistance R (kg) of the experimented gears. Symbols of the gear accords with that in Fig. 1.

로 俯角에 따른 보정을 하지 않고, 끝줄의 張力을 바로 漁具의 流体抵抗이라고 보았다.

曳引速度는 坂詰, 金盛, (1971)에 따르면 $2\sim 4$ m/sec가 적당하다고 하나, 濟州島式 曳繩의 曳引速度는 보통 $2.5\sim 3.5$ m/sec인데, 이것은 曳引船이 小型船이기 때문인 것 같다.

Fig. 1부터 曳引速度 V (m/sec)와 漁具의 流体抵抗 R (kg)의 關係式을 구하면 다음과 같다.

錘線 曳繩	$A_1: R_{A1} = 1.10v^{1.72}$
"	$A_2: R_{A2} = 1.43v^{1.47}$
船型潛水板 曳繩	$B_1: R_{B1} = 1.05v^{1.59}$
"	$B_2: R_{B2} = 1.69v^{1.42}$
"	$B_3: R_{B3} = 0.80v^{1.54}$
로켓型潛水板 曳繩	$C_1: R_{C1} = 1.05v^{1.59}$
"	$C_2: R_{C2} = 0.60v^{1.56}$

(단, $1\text{m/sec} \leq v \leq 4\text{m/sec}$)

漁具抵抗은 R_{A1} , R_{A2} 의 경우 $1.1\sim 10.7$ kg, R_{B1} , R_{B2} 의 경우 $1.0\sim 13.0$ kg, R_{C1} , R_{C2} 의 경우 $0.7\sim 8.1$ kg의 범위에 있어서, 3종류의 어구중에서는 船型潛水板 曳繩의 抵抗이 가장 크며, 로켓型潛水板 曳繩의 抵抗이 가장 적는데, 이것은 後者가 水面에 浮上되어

滑走되는 경향이 있기 때문인 것 같다. 그리고 錘線 曳繩의 流体抵抗속에는 漁具의 순수한 流体抵抗 이외에, 추의 무게도 포함되어 있다.

山下式 曳繩의 流体抵抗(R_{A2} , R_{B2})은 濟州島式 曳繩의 流体抵抗(R_{A1} , R_{B2})보다 다소 크다.

2. 最大抵抗

西歸浦沿岸에서 曳繩漁法으로 어획된 魚體의 平均重量(kg)은 가다랭이 2.4 kg, 방어 3.5 kg, 재방어 43.0 kg였으며, 이것을 (1)식에 적용시켜 最大拘引力 T_{max} 를 계산하고, 이로부터 漁具抵抗과 最大拘引力을 향한 最大抵抗을 구한 것은 Tab. 1과 같다. 또 이 값을 (2)식의 T 의 값이라 보고, 줄의 최소 굵기를 구한 것은 Tab. 2와 같다.

3. 各부줄의 最少 굵기

Tab. 2에서 계산한 굵기와 실제 曳繩漁業에 쓰고 있는 굵기를 비교하면, A_1 의 옷줄(Fig. 1의 b)은 가다랭이 및 방어를 대상으로 하는 경우는 계산치가 나일론 0.74 mm이나, 제주도에서 실제 사용하고 있

Tab. 1. Calculated maximum hydrodynamic resistance of the experimented gear according to the caught species

fish species	mean body weight (kg)	speed towing (m/sec)	resistance of trolling gear in kg							
			A ₁	A ₂	B ₁	B ₂	B ₃	C ₁	C ₂	
Skipjack	2.4	2.5	13.76	13.94	12.95	14.65	11.73	12.95	10.95	
	2.4	3.0	15.72	15.64	14.74	16.49	12.79	14.47	11.78	
	2.4	3.5	17.93	17.46	15.95	18.46	13.95	15.95	12.68	
Yellow tail	3.5	2.5	17.41	17.59	16.60	18.30	15.38	16.60	14.60	
	3.5	3.0	19.37	19.29	17.99	20.13	16.44	17.99	15.43	
	3.5	3.5	21.58	21.11	19.60	22.11	17.60	19.60	16.33	
<i>Scomberomorus sinensis</i>	43.0	2.5	148.15	148.33	147.35	149.04	146.12	147.34	145.34	
	43.0	3.0	150.11	150.30	148.73	150.88	147.18	148.73	146.17	
	43.0	3.5	152.32	151.85	150.34	152.85	148.34	150.34	147.07	

Tab. 2. Calculated diameter of trolling lines durable to the maximum hydrodynamic resistance of trolling gear according to the caught species. Ny and PP indicate nylon and polypropylene respectively,

fish species	speed towing m/sec	diameter of the lines according to the materials in mm								
		A ₁			A ₂			B ₁		
		Ny	PP	wire	Ny	PP	wire	Ny	PP	wire
Skipjack	2.5	0.59	1.17	0.54	0.60	1.18	0.55	0.57	1.13	0.53
	3.0	0.63	1.25	0.58	0.63	1.25	0.58	0.61	1.20	0.56
	3.5	0.68	1.34	0.62	0.67	1.32	0.61	0.64	1.27	0.59
Yellow tail	2.5	0.67	1.32	0.61	0.67	1.62	0.61	0.65	1.28	0.60
	3.0	0.70	1.39	0.64	0.70	1.38	0.64	0.68	1.34	0.62
	3.5	0.74	1.46	0.68	0.73	1.45	0.67	0.71	1.40	0.65
<i>Scomberomorus sinensis</i>	2.5	1.95	3.84	1.79	1.95	3.85	1.79	1.95	3.83	1.78
	3.0	1.97	3.87	1.80	1.96	3.87	1.80	1.96	3.85	1.79
	3.5	1.98	3.90	1.82	1.98	3.89	1.81	1.97	3.88	1.80

fish species	B ₂			B ₃			C ₁		C ₂	
	Ny	PP	Wire	Ny	PP	Wire	Ny	PP	Ny	PP
Skipjack	0.61	1.21	0.56	0.55	1.08	0.50	0.57	1.13	0.53	1.04
	0.65	1.28	0.59	0.57	1.13	0.52	0.61	1.20	0.55	1.08
	0.69	1.35	0.63	0.60	1.18	0.55	0.64	1.27	0.57	1.12
Yellow tail	0.68	1.35	0.63	0.63	1.24	0.57	0.65	1.28	0.64	1.20
	0.72	1.41	0.66	0.65	1.28	0.59	0.68	1.34	0.63	1.24
	0.75	1.48	0.69	0.67	1.32	0.61	0.71	1.40	0.65	1.27
<i>Scomberomorus sinensis</i>	1.96	3.86	1.80	1.94	3.82	1.78	1.95	3.83	1.93	3.81
	1.97	3.88	1.81	1.95	3.83	1.78	1.96	3.85	1.94	3.82
	1.98	3.91	1.82	1.95	3.85	1.79	1.97	3.88	1.95	3.83

는 사용치는 나일론 1.80mm 이므로 굵기가 충분하
나, 제방어를 대상으로 하는 경우는 계산치가 나일
론 1.98mm이므로 조금 약한 셈이다. A₁의 끌줄(Fig.
1의 a)은 계산치가 3.90mm인데 비하여 사용치가 PP

5.30mm이므로 3어종에 대하여 굵기가 충분하다.
A₁의 목줄(Fig.1의 c)은 계산치가 가다랑어를 대
상으로 하는 경우는 와이어 0.62mm, 방어를 대상으
로 하는 경우는 와이어 0.68mm, 제방어를 대상으로

濟州近海 曳繩漁具의 流体抵抗과 줄의 굵기에 關하여

하는 경우는 와이어 1.82mm인데, 사용치는 와이어 1.10mm이므로 가다랑어와 방어에 대해서는 충분하나, 제방어에 대해서는 가늘다.

A_2 의 옷줄은 모두 나일론이며, 계산치는 가다랑어를 대상으로 하는 경우는 0.67mm, 방어를 대상으로 하는 경우는 0.73mm, 제방어를 대상으로 하는 경우는 1.98mm인데, 사용치는 1.38mm이므로 A_1 과 같이 가다랑어와 방어를 대상으로 하는 경우는 충분하나, 제방어를 대상으로 하는 데는 다소 약하다.

A_2 의 끝줄은 PP이며, 계산치는 3.89mm인데 사용치는 5.30mm이므로, A_1 과 같이 3어종에 대하여 굵기가 충분하다.

A_2 의 목줄은 모두 나일론이며, 계산치는 A_2 의 옷줄의 계산치와 같고, 사용치는 나일론 1.35mm이므로, A_1 과 같이 가다랑어와 방어를 대상으로 하는 경우는 충분하나, 제방어에 대해서는 매우 약하다.

B_1 의 옷줄은 모두 나일론이며, 계산치는 가다랑어를 대상으로 하는 경우는 0.64mm, 방어를 대상으로 하는 경우는 0.71mm, 제방어를 대상으로 하는 경우는 1.97mm인데, 사용치는 1.38mm이므로 가다랑어와 방어를 대상으로 하는 경우는 충분하나, 제방어에 대해서는 매우 약하다.

B_1 의 끝줄의 계산치는 세어종에 대하여 다같이 PP 3.88mm이고, 사용치는 PP 5.30mm이므로, 굵기가 충분하다. B_1 의 목줄은 와이어이며, 계산치는 가다랑어를 대상으로 하는 경우 0.59mm, 방어를 대상으로 하는 경우 0.65mm이고, 제방어를 대상으로 하는 경우 1.80mm인데, 사용치는 1.10mm이므로 가다랑어 및 방어에 대해서는 충분하나, 제방어에 대해서는 매우 약하다.

B_2 의 옷줄은 나일론이며, 계산치는 가다랑어를 대상으로 하는 경우 0.69mm, 방어를 대상으로 하는 경우 0.75mm이고, 제방어를 대상으로 하는 경우 1.98mm인데, 사용치는 1.05mm로서 가다랑어 및 방어에 대해서는 충분하나, 제방어에 대해서는 매우 약하다.

B_2 는 목줄이 없고, 그 대신 옷줄에서 나일론 0.70mm의 가짓줄을 사용하고 있다. 따라서, 고기가 낚였을 때, 曳繩의 最大抵抗이 가짓줄에 작용하면 가다랑어에 대해서는 충분하나, 방어에 대해서는 다소 약하고, 제방어에 대해서는 매우 약하다.

B_2 의 끝줄은 모두 PP이며, 계산치가 가다랑어를 대상으로 하는 경우 1.35mm, 방어를 대상으로 하는 경우 1.48mm, 제방어를 대상으로 하는 경우 3.91mm인데, 사용치는 5.30mm이므로 3어종에 대하여 충분하다.

B_3 의 옷줄과 목줄은 B_2 와 같으므로, 굵기의 비교는

같은 결과가 되고, B_3 의 끝줄은 나일론이며, 계산치가 가다랑어를 대상으로 하는 경우 0.60mm, 방어를 대상으로 하는 경우 0.67mm이고, 제방어를 대상으로 하는 경우 1.95mm인데, 사용치는 1.65mm이므로 가다랑어 및 방어에는 충분하나, 제방어에는 조금 약하다.

C_1 의 옷줄은 나일론이며, 계산치가 가다랑어를 대상으로 하는 경우 0.64mm, 방어를 대상으로 하는 경우 0.71mm이고, 제방어를 대상으로 하는 경우 1.97mm인데, 사용치는 0.90mm이므로 가다랑어 및 방어에는 충분하나, 제방어에 대해서는 대단히 약하다.

C_1 은 목줄이 없고, 그 대신 가짓줄이 있는데, 가짓줄의 계산치는 옷줄의 계산치와 같으며, 사용치는 나일론 0.8mm이므로, 가다랑어 및 방어에 대해서는 충분하나, 제방어에는 대단히 약하다.

C_1 의 끝줄은 PP이며, 계산치가 가다랑어를 대상으로 하는 경우 1.27mm, 방어를 대상으로 하는 경우 1.40mm, 제방어를 대상으로 하는 경우 3.88mm인데, 사용치는 5.30mm이므로 3어종에 대하여 충분하다.

C_2 는 끝줄은 나일론이고 그 이외는 C_1 과 같다. 따라서, C_2 의 옷줄 및 목줄의 굵기는 계산치와 사용치의 비교는 C_1 과 같고, C_2 의 끝줄은 나일론이고, 계산치가 가다랑어를 대상으로 하는 경우 0.57mm, 방어를 대상으로 하는 경우는 0.65mm이고, 제방어를 대상으로 하는 경우는 1.95mm인데, 사용치는 나일론 1.85mm이므로 가다랑어 및 방어에 대해서는 충분하나, 제방어에 대해서 조금 약하다.

濟州島式 曳繩의 굵기와 山下式 曳繩의 굵기를 Tab. 2에서 비교하면 錘線曳繩과 船型潛水板曳繩의 굵기는 거의 같고, 濟州島式 曳繩의 굵기가 다소 약하다. 그리고 로켓型潛水板曳繩은 낚시 길이의 誤節이 곤란하고, 줄의 굵기가 약하여 濟州島 近海에서 제방어를 대상으로 하는 데는 부적당하다고 보아진다.

要 約

濟州島에서 실제 조업에 쓰이는 曳繩漁具와 山下式 曳繩漁具의 流体抵抗을 測定하고, 고기가 낚였을 때 曳繩에 作用하는 最大抵抗을 유도하였으며, 이로부터 각부 줄의 굵기를 檢討한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 漁具의 流体抵抗 $R(\text{kg})$ 과 曳引速度 $v(\text{m/sec})$ 의 關係式은 다음과 같다.

濟州島錘線曳繩	$R_{A1} = 1.10v^{1.72}$
山下式 "	$R_{A2} = 1.43v^{1.47}$
濟州島船型潛水板曳繩	$R_{B1} = 1.05v^{1.59}$
山下式 " "	$R_{B2} = 1.69v^{1.42}$
山下式 " "	$R_{B3} = 0.80v^{1.54}$
山下式로켓型潛水板曳繩	$R_{C1} = 1.05v^{1.59}$
山下式 " "	$R_{C2} = 0.60v^{1.56}$

(단, $1m/sec \leq v \leq 4m/sec$)

2. 고기가 낚였을 때 漁具에 걸리는 最大抵抗(T)은 漁具의 流体抵抗(R)과, 대상 魚體의 重量(W)에 따른 고기의 最大拘引力(T_{max})을 합한 것으로 보면 가다랑어 및 방어를 대상으로 하는 경우 錘線曳繩이 17.94kg, 船型潛水板曳繩이 18.46kg, 로켓型潛水板曳繩이 15.96kg이고, 방어를 대상으로 하는 경우 錘線曳繩이 21.59kg, 船型潛水板曳繩이 22.11kg, 로켓型潛水板曳繩이 19.61kg이며, 제방어를 대상으로 하는 경우 錘線曳繩이 152.33kg, 船型潛水板曳繩이 152.85kg, 로켓型潛水板曳繩이 150.34kg이다.

3. 現在 濟州島에서 실제 사용하고 있는 曳繩漁具의 옷줄(Ny 1.80mm, Ny 1.40mm, Ny 0.90mm), 목줄(와이어 1.10mm), 가짓줄(Ny 0.80mm) 등의 굵기는 가다랑어 및 방어를 대상으로 하는 경우에는 충분하다고 보아지나, 제방어를 대상으로 하는 경우에는 조금 약한 것 같다. PP 끈줄 5.30mm는 새어종의 어느것에 대해서도 충분하나, 나일론 끈줄(1.65mm, 1.85mm)은 제방어에 대해서는 조금 약하다.

濟州島式曳繩 (A_1, B_1)의 굵기와 山下式曳繩(A_2, B_2, B_3)의 굵기를 비교하면 거의 같고, A_1, B_1 이 다소 약하다.

로켓型潛水板曳繩(C_1, C_2)은 제주도에서 제방어를 대상으로 하는 경우에는 부적당하다.

謝 辭

이 研究를 위하여 實驗材料를 제공하여 주신 三友인더스트리얼 株式會社 社長 李翼燮씨에게 深甚한 感謝를 드립니다.

參 考 文 獻

- R. Steinberg(1964) : Monofilament gillnets in freshwater experiment and practice. Modern Fishing Gear of the World 2, Fishing News Ltd, pp. 111—114.
- F. A. O. (1972) : Catalogue of Fishing Gear Designs. Fishig News Ltd, pp. 155.
- 山下楠太郎(1966) : 新しい釣漁業の技術, 叢文社 pp. 106—111.
- 坂詰博, 金盛浩吉(1971) : 曳繩釣漁業の研究-Ⅲ. 日水會誌, 37(10), pp. 953—959.
- 高冠瑞(1975) : 漁具漁法學. 高麗出版社, pp. 153.
- 李秉錡(1976) : 現代 트로울 漁法. 大和出版社 pp. 64, 120.
- 孫泰俊(1976) : 濟州島近海產重要魚類와 그 漁法, 漁業技術, 12(1), pp. 13—17.
- 李秉錡(1977) : 은대구룡발 捲揚中の 流体抵抗에 관하여. 漁業技術, 13(2), pp. 1—4.
- 九州山口水試(1977) : 曳繩漁法, 恒星社, pp. 67—70.