

濟州道 東南海域의 底棲漁業資源 調查研究

- 트롤 어획물의 조성과 어구 효율이 어군반사강도에 미치는 영향 -

이 대 재 · 이 원 우*

부경대학교 · 군산대학교*

(1996년 6월 25일 접수)

Hydroacoustic Investigations of Demersal Fisheries Resources in the Southeastern Area of the Cheju Island, Korea

- The Composition of Trawl Catches and the Influence of Net
Efficiency on the Fish School Target Strength -

Dae - Jae LEE and Won - Woo LEE*

Pukyong National University

*Kunsan National University

(Received June 25, 1996)

Abstract

The combined hydroacoustic and bottom trawl surveys were conducted in the Cheju southeastern area by the training ship "KAYA" belong to Pukyong National University in July 1995 and the training ship "NAGASAKI MARU" belong to Nagasaki University in April 1994, respectively. The main purpose of the investigations was to provide the basic data for the management and the biomass estimation of commercially important demersal fish stocks in this area.

Fish samples were collected by bottom trawling from 10 trawl stations randomly selected in the survey area, and the species and length compositions of trawl catches were examined.

The fish school target strength for demersal fish aggregations was related to the catchability of trawl net with a 90 mm mesh codend.

The most abundant species in the 1995 trawl stations were Japanese flying squid, swordtip squid and red horsehead and that of the 1994 trawl stations Japanese flying squid and black-mouth goosfish.

The average weight per cubic meter of trawl catches collected by bottom trawling in the Cheju southeastern area were $1.0791 \times 10^{-4} \text{ kg/m}^3$ in the 1994 survey area and $1.3636 \times 10^{-4} \text{ kg/m}^3$ in the 1995 survey area, respectively.

The catch data by cover net suggest that the efficiency of trawl net could affect the weight-normalized target strength values for demersal fish aggregations. That is, the average target strength per unit of weight dropped from -33.1 dB/kg using the total catch by codend and cover net to -30.5 dB/kg using only the catch data by codend, and a change of 2.6 dB/kg was observed.

이 논문은 1995년도 한국학술진흥재단의 공모과제 연구비에 의하여 연구되었음.

緒 言

韓·日兩國이 국제 해양법에 의거한 排他的 經濟 水域의 선포 방침을 공식 선언한 이후, 양국은 지금까지 유지하여 오던 한일 어업 협정의 개정 협상에서 매우 침예한 대립 양상을 보이고 있다. 이러한 상황속에서 중국 역시 자국 어선의 조업 해역을 확보하기 위해 排他的 經濟 水域의 선포 방침을 공식 선언하고 있어 한반도 주변 수역에 대한 어업 질서에 큰 변화가 예상되고 있다.

최근에는 제주도 주변 수역에 대한 중국 어선의 불법적인 조업 행위와 우리나라 어선에의 무차별적인 해적 행위가 공공연하게 자행되고 있기 때문에 관련 업계 및 행정 당국에서는 이 해역에 출어하고 있는 중·소형 어선의 조업 안전을 확보하는데 많은 노력을 기울이고 있다.

특히, 제주도 동남 해역은 한국, 중국, 일본 어선이 서로 경쟁적으로 조업하고 있는 해역의 하나로서, 이들 어선에 의한 어업 생물 자원의 남획과 불법 조업이 해마다 증가하여 어업 생산성이 날로 저하되고 있는 실정이다. 따라서, 이 해역에 대한 어업 생물 자원의 효율적 이용 및 그 관리의 필요성이 절실하게 요구되고 있지만, 현재로서는 그 방안의 수립을 위한 기초적인 연구가 매우 미흡한 실정이다^{1)~9)}.

본 연구에서는 제주도 동남 해역을 대상으로 그 해역에 서식하는 어업 생물의 자원 평가 및 그 관리에 필요한 기초 자료를 수집하기 위해 트롤 조업에 의한 어업 생물의 어획 자료 및 계량 어군 탐지기 의한 음향학적 조사 자료를 상호 연관시켜 조사 대상 해역에 대한 어업 생물의 조성파 트롤 그물의 어획 효율이 어군 반사 강도에 미치는 영향에 관하여 검토, 고찰하였다.

資料 및 方法

1. 使用船舶 및 試驗漁具

트롤에 의한 시험 조업 및 계량 어군 조사는 각각 1994년 4월과 1995년 7월에 실시하였는데, 1994년도에는 日本 長崎大學 실습선 長崎丸 (G/T 1,174, stern trawler)를 이용하여 조사를 실시하

Table 1. Principal particulars of the research vessels

Items	Kaya	Nagasaki - maru
Kind of ship	stern trawler	stern trawler
Length over all	81.7 m	62.8 m
Breadth moulded	13.2 m	11.4 m
Depth moulded	8.0 m	7.1 m
Int. gross tonnage	2,136 ton	1,174 ton
Main engine	2,976PS, 250rpm	2,800PS, 232rpm
Sea speed	13.5 knot	13.5 knot

였고, 1995년도의 조사에서는 釜慶大學校 실습선 가야호(G/T 2,136, stern trawler)를 이용하였다. 이들 조사선의 주요 계원은 Table 1과 같다.

한편, 1995년 7월의 가야호에 의한 어획 시험 조사에서 사용한 트롤 그물의 전개도는 Fig. 1과 같고, 이 어구는 저층 트롤 어구로써 뜰줄 길이가 46.3 m, 발줄 길이가 62.1 m, 그물 전체의 길이는 70.0 m이었다. 1995년도의 연구 조사에서는 그물의 끝자루(網目 90 mm)에 그물코의 내경이 약 36 mm인 cover net를 부착하여 시험 조업을 행하였다. 1994년도의 長崎丸에 의한 어획 시험 조사에서 사용한 트롤 그물은 예상 속력이 3.5 knot인 경우에 망고가 약 9 m 되는 중·저층용의 트롤 어구로써, 그물의 끝자루에 대한 그물코의 크기는 약 52 mm였고, 이 그물에 의한 어획 시험에서는 cover net를 사용하지 않았다.

2. 調査海域 및 漁獲試驗

어획 시험은 Table 2에서 나타낸 바와 같이 1994년도 및 1995년도에 각각 5 회씩 모두 10 회를 실시하였다. 어획 시험 해역은 1994년도에 있어서는 주로 北緯 33° 이남의 제주도 남방 해역을 대상으로, 또한 1995년도에 있어서는 北緯 33° 이북의 제주도 동남방 해역을 대상으로 실시하였다.

Table 2에서 1994년도의 조사 해역에 대한 표면 수온은 11.2~19.3℃였고, 1995년도의 조사 해역은 제주도에 인접한 100 m 등심선 바로 외측 해역으로써, 조사 당시의 표면 수온은 21.9~22.0℃이었다.

한편, 트롤 조업시의 曳網 時間은 30 분~2 時間 40 분이었고, 曳網 速力은 2.9~3.9 knot였으며, 또한 트롤 그물의 天井網과 展開板에는 각각 net

濟州道 東南海域의 底棲漁業資源 調查研究

H.R ; S. W. R 22M/M
 L.L ; C. P. R 24M/M
 C.W ; P. K. R 26M/M
 B. L ; P. K. R 18M/M
 M.R ; C. P. R 30M/M
 B.R ; C. P. R 24M/M

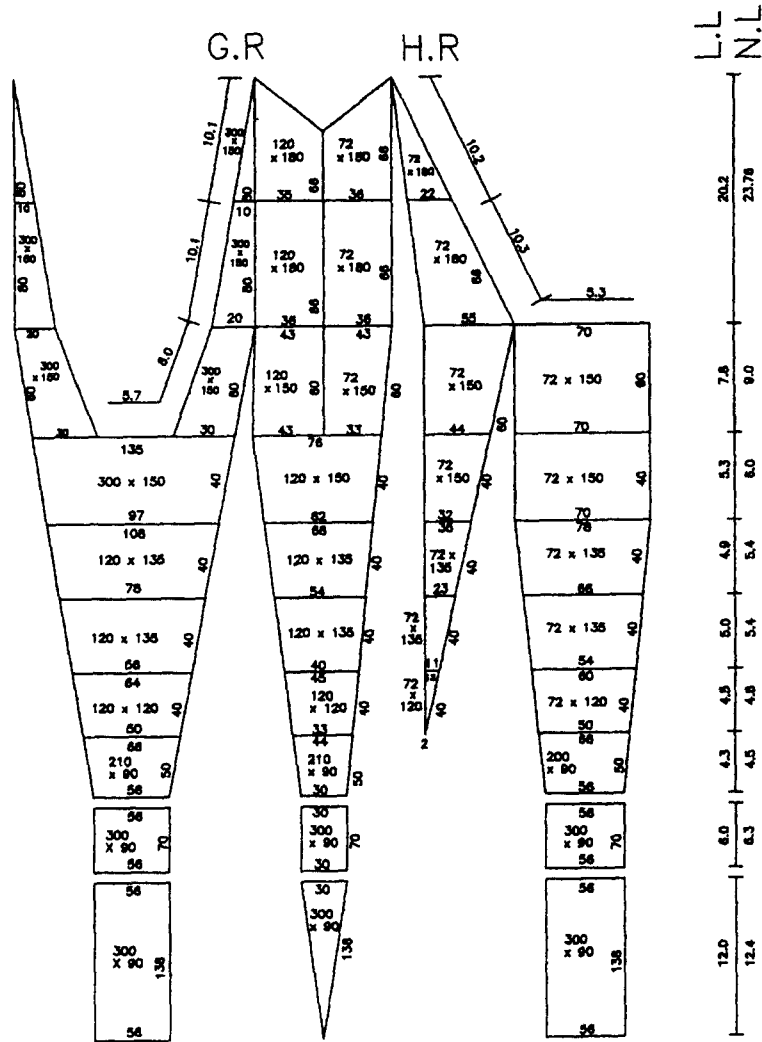


Fig. 1 Developed drawing of the trawl net used in the 1995 survey.

Table 2. Details of operation condition in the 1994 and 1995 trawl surveys

Trawl No.	Date	Position		course	Towing Durat. (h/m)	Speed (knot)	Depth (m)	Surface temp.(°C)
		Lat.(N)	Long.(E)					
94-1	'94/4/16/07 : 00 - 09 : 00	31° 36'	126° 01'	175°	2/00	3.9	74	11.2
94-2	'94/4/16/13 : 24 - 13 : 54	30° 59'	125° 59'	190°	0/30	2.9	73	13.3
94-3	'94/4/17/07 : 17 - 17 : 47	30° 22'	126° 41'	97°	0/30	3.8	93	14.8
94-4	'94/4/20/07 : 50 - 08 : 20	32° 00'	126° 39'	90°	0/30	3.7	108	15.5
94-5	'94/4/20/10 : 39 - 11 : 09	32° 13'	127° 04'	358°	0/30	3.4	125	19.3
95-1	'95/7/03/11 : 54 - 13 : 54	33° 09'	127° 11'	216°	2/00	3.5	117	21.9
95-2	'95/7/03/14 : 42 - 16 : 42	33° 03'	127° 04'	280°	2/00	3.8	108	22.2
95-3	'95/7/03/17 : 28 - 20 : 08	33° 09'	126° 59'	42°	2/40	3.5	102	21.9
95-4	'95/7/04/06 : 28 - 07 : 43	33° 14'	127° 09'	220°	1/15	3.7	112	22.0
95-5	'95/7/04/09 : 07 - 10 : 27	33° 06'	127° 03'	140°	1/20	3.8	104	21.9

recorder (海上電機, C-44N)와 otter graph (海上電機, PRC-16N)를 설치하여 트롤 그물의 網高와 展開板의 展開間隔을 측정하였고, 이들의 값을 이용하여 트롤 曳網層에 대한 空間體積(V, m^3)을 다음 식에 의해 산출하였다⁷⁾.

$$V = \frac{\pi N_h D_w}{4} \cdot R_s \cdot 1852$$

여기서, N_h 는 그물의 網高, R_s 는 曳網距離, D_w 는 날개그물 앞단의 展開幅인 데, 1994년도에 있어서는 날개 그물의 앞단에 wing sensor(Scanmar, system 4000)를 설치하여 날개 그물의 전개 폭을 측정하였다.

조사 해역에서 어획 시험을 행할 때에는 조류계(古野電氣, CI-30)에 의한 해조류의 상태, GPS(JRC, JLR-4200)에 의한 조사선의 위치, 선속거리계(Hokushin, EML-112)에 의한 항정 등을 측정하였다.

3. 魚群 反射強度의 測定

조사 해역의 단위 체적 공간에 분포하는 어군의 초음파 반사강도는 시험 조업에 의한 어획물의 중량과 트롤 조업시에 대한 예망층의 공간 체적을 이용하여 단위 체적당에 대한 어군의 분포 밀도($C, kg/m^3$)를 산출하고, 이것과 계량 어담 시스템에 의해 측정된 트롤 예망층의 단위 체적당에 대한 평균 체적산란강도($\langle SV \rangle, dB$)의 관계를 다음의 회귀 직선식에 근사시켜 구하였다⁷⁾.

$$\langle SV \rangle = TS_{kg} + 10 \log(C)$$

여기서, TS_{kg} 은 시험 조업에 의한 어획물 1kg당에 대한 魚群의 反射強度이다.

4. 漁獲物의 生物學的 測定

트롤 조업에 의해 어획된 어획물에 대해서는 각각의 어종에 대하여 30 마리씩을 無作爲로 추출하여 체장과 체중을 측정하였다.

結果 및 考察

1. 漁獲物의 生物學的 組成

1) 魚種組成

1994년도 4월에 緯度 $30^{\circ}00'N \sim 32^{\circ}30'N$, 經度 $126^{\circ}00'E \sim 128^{\circ}00'E$ 의 제주도 남방 해역의 서로 다른 5개의 조사 정점에서 실시한 저층 트롤 조업에 의해 어획된 주요 어종은 어류가 27種, 오징어 및 문어류의 연체류가 5種, 갑각류가 3種으로서, 총 어획 어종은 35種이었다.

이 해역에서 실시한 저층 트롤 조업의 각 정점에 대한 어종별 어획물의 중량은 Table 3과 같다. Table 3에서 각 트롤 정점에 대한 단위 시간당의 어획량은 $32.6 \sim 136.8 kg/hour$ 이었고, 어획 어종은 7~21종이었다. 또한, 위도 $31^{\circ}36'N$, 경도 $126^{\circ}01'E$ 의 정점(94-1)에서의 총어획 어종과 그 어획량은 각각 19種, $65.3 kg$ 이었는데, 그 중에서 깨다시꽃게 *Ovalipes punctatus*가 가장 많이 어획되어 총어획량의 15.8%를 점하였다. 한편, 위도 $32^{\circ}13'N$, 경도 $127^{\circ}04'E$ 의 정점(94-5)에서는 6魚種이 어획되었고, 그 어획량은 $68.4 kg$ 이었다. 이 해역에서는 전갱이 *Trachurus japonicus*의 어획이 가장 많아 총어획량의 66.5%를 차지하였다.

1994년도의 조사 대상 해역에 있어서 이들의 어종에 대한 어획량을 볼 때, 상업성이 있는 어종은 전갱이 *Trachurus japonicus*, 깨다시꽃게 *Ovalipes punctatus*, 살오징어 *Todarodes pacificus*, 아귀 *Lophiomus setigererus*, 칼치 *Trichiurus lepturus*, 민어 *Miichthys miiuy*, 삼치 *Scomberomorus nipponius*, 참조기 *Pseudosciaena polyactis*, 참문어 *Octopus punctata* 등이라고 판단된다.

1995년도 7월에 제주도 동남방 緯度 $33^{\circ}05'N$, 經度 $127^{\circ}05'E$ 의 주변 해역에서 실시한 5회의 저층 트롤 조업에 의해 어획된 주요 어종은 어류가 32種, 오징어 및 문어류의 연체류가 3種으로서, 총 어획 어종은 35種이었다.

1995년도에 실시한 저층 트롤 조업의 각 정점별에 대한 어종별 어획물의 중량은 Table 4와 같다. Table 4에 나타낸 바와 같이 제주도 동남 해역의 모든 정점에서는 공통적으로 살오징어와 참오징

Table 3. The composition of dominant species collected during the 1994 trawl surveys.

(unit : kg)

Scientific name	Trawl station				
	94 - 1	94 - 2	94 - 3	94 - 4	94 - 5
<i>Raeniox cinereus</i> <갯장어>	0.48	-	-	-	-
<i>Lophiomus setigerus</i> <아귀>	3.78	3.46	0.88	1.40	1.46
<i>Dentex tumifrons</i> <황돔>	-	-	-	2.76	2.12
<i>Todarodes pacificus</i> <살오징어>	3.76	0.54	13.50	6.74	9.87
<i>Branchiosterus japonicus</i> <옥돔>	-	-	2.04	-	-
<i>Argyrosomus argentatus</i> <보구치>	1.72	0.96	2.40	1.14	-
<i>Trachurus japonicus</i> <전갱이>	-	-	2.28	3.90	45.50
<i>Acropoma japonicum</i> <반딧불 게르치>	-	-	1.50	3.06	-
<i>Apogon semilineatus</i> <줄도화돔>	-	-	0.20	-	-
<i>Zeus faber</i> <달고기>	-	-	2.02	-	-
<i>Trichiurus leptulus</i> <칼치>	-	1.12	2.78	7.34	-
<i>Hoplobrotula armata</i> <붉은 메기>	-	-	-	2.08	-
<i>Pampus argenteus</i> <병어>	-	1.74	-	1.38	-
<i>Anago anago</i> <피봉장어>	1.36	1.96	-	2.28	-
<i>Pleuronichthys cornutus</i> <도다리>	1.60	1.80	-	-	-
<i>Heteromyeteris japonicus</i> <납서대>	-	0.80	-	-	-
<i>Engraulis japonicus</i> <멸치>	3.12	1.10	-	-	-
<i>Miichthys miiuy</i> <민어>	3.34	1.68	-	-	-
<i>Scomberomorus niphonius</i> <삼치>	-	-	-	6.18	-
<i>Takifugu xanthopterus</i> <가치복>	-	-	-	-	2.40
<i>Cynoglossus robustus</i> <개서대>	1.86	1.28	-	-	-
<i>Pseudosciaena polyactis</i> <참조기>	4.16	5.34	-	-	-
<i>Harpadon nelereus</i> <물천구>	6.00	0.86	-	-	-
<i>Apogon lineatus</i> <열동가리돔>	-	0.84	-	-	-
<i>Ilisha elongata</i> <준치>	2.68	0.12	-	-	-
<i>Nibeia goma</i> <꼬마민어>	1.44	-	-	-	-
<i>Ovalipes punctatus</i> <깨다시꽃게>	10.30	4.86	-	-	-
<i>Pemaeus orientalis</i> <대하>	2.54	0.66	-	-	-
<i>Sepia esculenta</i> <참갯오징어>	1.62	0.52	-	-	-
<i>Sepioteuthis lessoniana</i> <갈개풀뚜기>	1.58	-	-	-	-
<i>Pampus echinogaster</i> <덕대>	-	1.96	-	-	-
<i>Loligo japonica</i> <넓은 지느러미풀뚜기>	-	0.44	-	-	-
<i>Setipinna taty</i> <반지>	4.92	2.78	-	-	-
<i>Octopus punctata</i> <참문어>	2.78	-	2.22	-	4.80
<i>Ibacus ciliatus</i> <부채새우>	-	-	-	-	1.84
Others	6.24	4.88	3.12	10.30	2.80
Total catch(kg)	65.28	39.70	32.94	50.96	68.39

어가 주로 많이 어획되었는데, 각 트롤 정점에 대한 단위 시간당의 어획량은 39.6~111.4 kg/hour 이었고, 어획 어종은 14~25 종이였다. 특히, 위도 33° 14'N, 경도 127° 09'E의 정점 (95 - 4)에서는 18 魚種, 128.2 kg이 어획되었는데, 그 중에서 총 어획량에 대한 살오징어 *Todarodes pacificus*의 점유 비율은 74.1%로서 가장 높았고, 그 다음이 창오징어 *Photololigo edulis*로서 10.8%이었다. 한편, 위도 33° 09'N, 경도 126° 59'E의 정점 (95 - 3)

에서는 25 魚種이 어획되었고, 그 어획량은 94.9 kg이었다. 이 해역에서는 다른 해역과 달리 옥돔 *Branchiosterus japonicus*이 가장 많이 어획되어 총어획량의 27.8%를 점하였고, 그 다음이 창오징어 24.2%, 살오징어 17.3%의 어획 조성을 나타내었다.

1995년도의 제주도 동남 해역에서 어획된 어종별의 어획량을 살펴볼 때, 살오징어 *Todarodes pacificus*, 창오징어 *Photololigo edulis*, 옥돔 *Bra-*

Table 4. The composition of dominant species collected during the 1995 trawl surveys. (unit : kg)

Scientific name	Trawl station				
	94 - 1	94 - 2	94 - 3	94 - 4	94 - 5
<i>Raensox cinereus</i> <갯장어>	0.60	2.26	0.69	3.66	-
<i>Lophiomus setigererus</i> <아귀>	2.55	1.50	4.89	1.35	-
<i>Dentex tumifrons</i> <황돔>	5.56	4.88	0.55	0.66	4.91
<i>Todarodes pacificus</i> <살오징어>	64.29	68.82	16.45	94.95	53.37
<i>Branchiosterus japonicus</i> <옥돔>	4.86	9.02	26.39	7.61	4.82
<i>Kaiwarinus equula</i> <갈전갱이>	-	0.12	0.14	-	-
<i>Trachurus japonicus</i> <전갱이>	0.21	0.52	0.74	0.42	-
<i>Psenopsis anomala</i> <새돔>	-	0.14	-	-	-
<i>Lepidotrigla guentheri</i> <꼬마달재>	0.04	-	0.07	-	-
<i>Zeus faber</i> <달고기>	2.38	0.95	1.96	0.56	0.15
<i>Trichiurus leptulus</i> <칼치>	1.44	2.79	-	0.25	1.76
<i>Hoplobrotula armata</i> <붉은 메기>	0.37	1.85	9.63	1.57	-
<i>Zenopsis nebulosa</i> <민달고기>	0.69	0.13	0.04	0.94	0.93
<i>Aulopus japonicus</i> <히메치>	0.20	-	-	-	-
<i>Sebastiscus marmoratus</i> <솜뱅이>	0.24	0.38	1.00	0.10	0.14
<i>Saurida undosquamis</i> <매통이>	-	0.18	-	-	-
<i>Doederleinia berycoides</i> <눈볼대>	0.53	0.19	1.81	0.97	0.11
<i>Eopsetta grigorjewi</i> <물가자미>	1.20	-	-	-	-
<i>Scyliorhinus torazame</i> <두툼상어>	-	-	0.51	-	-
<i>Platyrrhina sinensis</i> <목탁가오리>	-	-	0.40	-	-
<i>Photololigo edulis</i> <창오징어>	12.78	27.22	22.98	13.84	10.47
<i>Sepia esculenta</i> <참갯오징어>	-	-	3.74	0.11	0.04
<i>Sphyræne pinguis</i> <꼬치고기>	0.58	0.20	-	0.34	0.22
<i>Verasper veriegatus</i> <범가자미>	-	-	0.22	-	-
<i>Daicocus peterseni</i> <별썩지성대>	0.67	-	-	-	-
<i>Nippon spinosus</i> <다금바리>	0.14	0.12	0.14	-	-
<i>Raja porosa</i> <상어가오리>	0.10	0.90	-	-	-
<i>Scomber japonicus</i> <고등어>	0.34	0.80	-	0.41	0.25
<i>Dexistes rikuzenius</i> <눈가자미>	-	-	0.38	-	-
<i>Thamnaconus modestus</i> <말쥐치>	-	-	0.45	0.22	0.21
<i>Cookeolus boops</i> <빨돔>	-	-	0.14	-	-
<i>Priacanthus macracanthus</i> <홍치>	-	-	0.94	0.20	-
<i>Caprodon longimanus</i> <꽃자리>	-	-	0.25	-	-
<i>Helicolenus hilgendorfi</i> <홍감팽>	-	-	0.43	-	-
<i>Pagrus major</i> <참돔>	-	-	-	-	0.85
Others	0.22	-	-	-	-
Total catch(kg)	100.99	122.97	94.94	128.16	78.23

nchiosterus japonicus, 아귀 *Lophiomus setigererus*, 황돔 *Dentex tumifrons*, 붉은메기 *Hoplobrotula armata*, 참갯오징어 *Sepia esculenta* 등은 상업성이 있는 어종이라 판단된다.

1995년도 7월에 제주도 동남방 해역에서 실시한 저층 트롤 조업에 의한 어획량과 트롤 예망층의 공간 체적과의 관계로부터 산출한 단위 체적당에 대한 평균적인 어획량은 $1.3636 \times 10^{-4} \text{ kg/m}^3$ 이었고, 1994년도 4월에 제주도 남방 해역에서 실시한 트

롤 조업의 결과를 토대로 산출한 단위 체적당에 대한 평균적인 어획량은 $1.0791 \times 10^{-4} \text{ kg/m}^3$ 이었다.

2) 主要魚種의 體長 組成

1994년도 및 1995년도의 저층 트롤 조업에 의해 샘플된 어종중에서 어획량이 많고, 조사 대상 해역의 중요 어업 자원중의 하나인 옥돔에 대하여 해역별 체장 조성 및 체장과 체중의 관계는 Fig. 2와 같다.

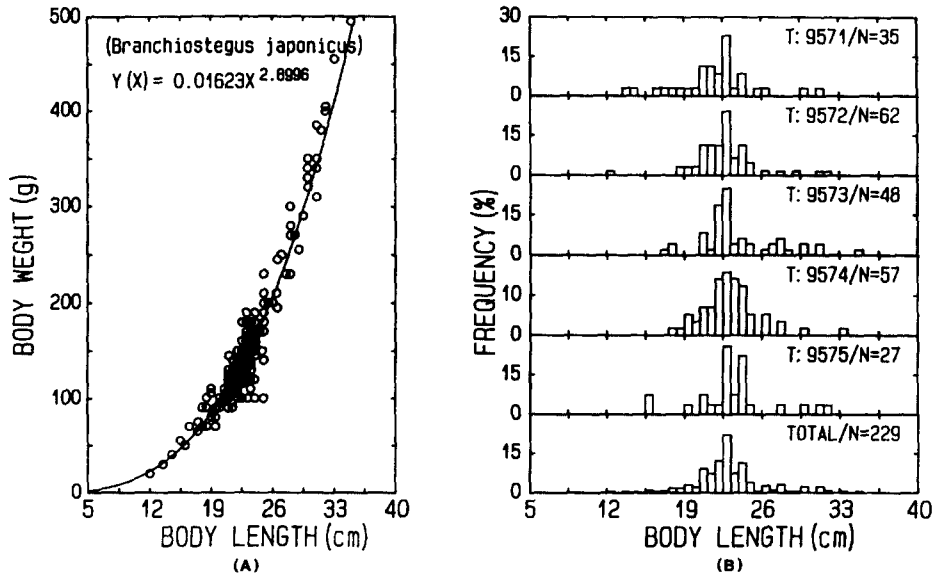


Fig. 2. (A) The relationship between body length and body weight of red horsehead, *Branchiostegus japonicus*, collected by bottom trawling during the 1995 surveys. (B) Body length frequency distributions of red horsehead.

이 그림에서 옥돔은 모든 조사 해역에서 소형어 나 대형어의 어획 비율이 낮고, 20~25 cm의 체장 범위내의 어체가 주로 어획되었는데, 옥돔의 평균 체장과 평균 체중은 각각 22.9 cm, 152.1 g이었다. 또한, 이들 옥돔의 체중은 전장의 2.9 곱에 비례하여 증가하는 경향을 나타내었다.

2. 魚群反射強度에 대한 網目選擇性的 影響

1995년도의 제주도 동남방 해역에 설정한 5개의 조사 정점에서 저층 트롤 조업에 의해 어획한 어획량과 그때의 트롤 예망층에 대한 평균 체적 산란 강도와와의 관계를 조사하였다. 이 조사에서는 저층 트롤 그물의 끝자루에 커버 네트를 부착하여 조업을 하였는데, 끝자루에 의한 어획량과 끝자루에 덮여쉬운 커버 네트에 의해 어획된 어획량을 비교, 분석한 결과는 Table 5와 같다.

Table 5에서 5 회의 조업 결과를 볼 때, 끝자루와 커버 네트에 의해 어획된 총어획량중에서 커버 네트에 의한 어획이 차지하는 비율은 해역에 따라 약간의 차이는 있으나, 그 평균적인 점유율은 44.6%였다.

Table 5. Catches by codend and cover net of trawl net during the 1995 surveys.

Trawl stations	Codend catch(kg)	Cover net catch(kg)	Total catch (kg)
95-1	54.0	44.0	98.0
95-2	66.0	59.0	125.0
95-3	52.0	42.0	94.0
95-4	72.0	55.0	127.0
95-5	46.0	32.0	78.0
Total	290.0	232.0	522.0

특히, 동중국해와 황해 및 우리나라의 주변수역에서와 같이 다수의 어종이 혼재하여 서식하는 해역에 있어서는 어종별에 대한 반사강도를 측정하여 어종별 어업자원의 분포 실태를 파악하는 것이 매우 어렵기 때문에 대개의 경우는 트롤 조업에 의한 어획 자료와 음향학적 조사 자료를 상호 관련시켜 대상 해역에 서식하는 주요 어종의 현존 자원량을 평가한다. 그러나, 이 경우 트롤 그물의 망목 선택성에 기인하여 어획량이 변동하기 때문에 최근에는 끝자루에 커버 네트를 부착하여 시험 조업을 하고 있는데, 본 연구에서는 트롤 그물의 끝자루에 커버 네트를 부착한 경우와 그렇지 않은 경우에

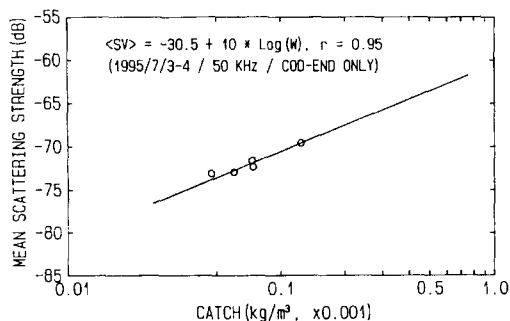


Fig. 3. The relationship between the mean volume backscattering strength(dB) and the the weight(kg/m³) of the trawl catch by codend in the southeastern area of the Cheju Island in July 1995.

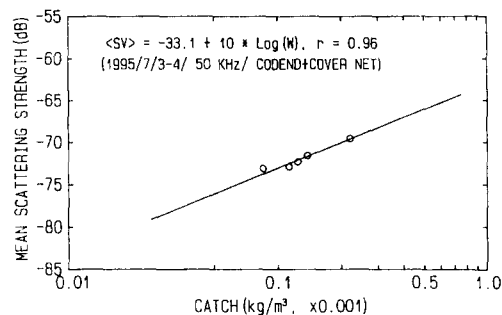


Fig. 4. The relationship between the mean volume backscattering strength(dB) and the the weight (kg/m³) of the total catch by codend and cover net in the southeastern area of the Cheju Island in July 1995.

대한 어군 반사강도를 유도하고, 이들 추정치에 대하여 비교, 분석하였다.

Fig. 3은 1995년도 7월에 제주도 동남방의 5개 조사 정점에서 저층 트롤의 끝자루와 커버 네트에 의해 어획한 총어획량과 그 때의 트롤 예망층에 대한 평균 체적 산란 강도와와의 관계를 나타낸 것이다. 그림에서 종축은 평균 체적산란강도이고, 횡축은 단위 체적당에 대한 어획량이다. Fig.5에서 트롤 예망층의 평균 체적산란강도 (<SV>, dB)와 단위 체적당에 대한 어획량(W, kg/m³)과의 사이에는

$$\langle SV \rangle = -33.1 + 10 \log(W)$$

의 회귀 직선식이 유도되었는데, 이 식에서 어획물 1 kg당에 대한 어군의 평균 반사강도의 추정치는 -33.1 dB/kg이었다.

한편, Fig. 4는 저층 트롤의 끝자루만에 의한 어획량과 그 때의 트롤 예망층에 대한 평균 체적산란 강도와와의 관계를 나타낸 것인데, 이 경우에 있어서는

$$\langle SV \rangle = -30.5 + 10 \log(W)$$

의 회귀 직선식이 유도되어 어획물 1 kg당에 대한 어군의 평균 반사강도의 추정치는 -30.5 dB/kg이었다.

Fig. 3과 Fig. 4에서 트롤 그물의 끝자루 및 끝자루를 빠져나가 커버 네트에 어획된 총어획량을 대상으로 추정된 어군 반사강도는 끝자루에 어획된 어획량만을 대상으로 추정된 어군 반사강도보다

2.6 dB 더 작았는데, 이처럼 사용 어구의 망목 선택성에 기인하여 어군의 반사강도가 변동하고 있기 때문에 향후 이 문제에 대한 검토가 필요하다고 판단된다.

要 約

제주도 동남 해역에 서식하는 어업 생물의 자원량 평가 및 그 관리에 필요한 기초 자료를 수집하기 위해 트롤 조업 및 계량 어군 탐지기에 의해 수집한 어획 자료 및 어업 생물에 대한 음향학적 자료 등을 분석하여 조사 대상 해역에 있어서의 어업 생물의 조성과 트롤 그물의 어획 효율이 어군 반사강도에 미치는 영향 등에 대하여 검토, 고찰한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 1995년도 7월에 제주도 동남방 해역에서 실시한 저층 트롤 조업에 의한 단위 체적당의 평균 어획량은 $1.3636 \times 10^{-4} \text{ kg/m}^3$ 이었고, 1994년도 4월에 제주도 남방 해역에서 어획된 단위 체적당의 평균 어획량은 $1.0791 \times 10^{-4} \text{ kg/m}^3$ 이었다.

2. 1995년도 7월에 제주도 남방 해역에서의 총 어획 어종은 35종이었는데, 그 중에서 어류가 32종, 오징어 및 문어류의 연체류가 3종이었다. 1994년도 4월에 제주도 남방 해역에 있어서의 총 어획 어종은 35종이었는데, 그 중에서 어류가 27종, 오징어 및 문어류의 연체류가 5종, 갑각류가 3종이었다.

3. 1995년도에 저층 트롤 그물의 끝자루에 커버 네트를 부착하여 조업을 행한 결과, 끝자루와 커버 네트에 의해 어획된 총어획량중에서 커버 네트에 의한 어획이 차지하는 비율은 해역에 따라 약간의 차이는 있었으나, 그 평균적인 점유율은 44.6%였다.

4. 저층 트롤의 끝자루와 커버 네트에 어획된 총어획량 ($W, kg/m^3$)과 그 때의 트롤 예상층에 대한 평균 체적산란강도 ($\langle SV \rangle, dB$)와의 사이에는

$$\langle SV \rangle = -33.1 + 10 \log(W)$$

의 관계가 성립하였는데, 이 식에서 어획물 1 kg 당에 대한 어군의 평균 반사강도의 추정치는 $-33.1 dB/kg$ 이었다.

한편, 저층 트롤의 끝자루만에 의해 어획한 총어획량 ($W, kg/m^3$)과 그 때의 트롤 예상층에 대한 평균 체적산란강도 ($\langle SV \rangle, dB$)와의 사이에는

$$\langle SV \rangle = -30.5 + 10 \log(W)$$

의 관계가 성립하였고, 이 식에서 어획물 1 kg 당에 대한 어군의 평균 반사강도의 추정치는 $-30.5 dB/kg$ 이었다.

트롤 그물의 끝자루와 커버 네트에 의한 총어획량을 대상으로 추정된 어군 반사강도는 끝자루에 의한 어획량만을 대상으로 추정된 값보다 2.6 dB 더 작았다.

參考文獻

1) 李吳在(1993): 計量魚探とトロール實測値との關

係. 底魚類資源調査に關する國際シンポジウム論文集, 北海道大學, 42-45.

- 2) MacLennan D. N. and E. J. Simmonds(1992): Fisheries Acoustics. CHAPMAN & HILL, 325P.
- 3) 朴仲熙·辛亨鎰·尹甲東·李吳在·卓圻錫(1991): 東支那海 底棲魚類의 資源調査 研究-I, 底棲魚類資源의 音響學的 調査(1989). 漁業技術 26(2), 143-150.
- 4) 李吳在(1991): 魚群探知機에 의한 魚群量推定에 관한 基礎的 研究-I, 魚群 量推定理論의 檢證實驗. 漁業技術 27(1), 1-12.
- 5) 李吳在(1991): 魚群探知機에 의한 魚群量推定에 관한 基礎的 研究-II, 魚群의 分布密度와 超音波散亂強度의 關係. 漁業技術 27(1), 13-20.
- 6) 尹甲東·梁龍林·辛亨鎰·李珠熙·曹圭大·李吳在(1993): 東支那海 底棲漁業資源의 調查研究. 漁業技術 29(3), 183-190.
- 7) 李吳在·辛亨鎰·申炯浩(1995): 音響에 의한 魚族生物의 資源調査 研究-I, 魚群反射強度의 推定. 韓國漁業技術學會誌 31(2), 142-152.
- 8) 大瀧英夫 譯(1991): 東海, 黃海의 카タクチワン及 비その他重要魚類資源의 音響學的 評價研究, -北 斗 號 1984年11月~1989年1月의 調查研究報告-. 海洋水産研究センター, 1-147.
- 9) Iversen S. A., D. Zhu, A. Johannessen and R. Toresen(1993): Stock size, distribution and biology of anchovy in the Yellow Sea and East China Sea, Fisheries Research 16, 147-163.