

東支那海 底棲魚類의 資源調查 研究

2. 底棲魚類資源의 音響學的 調查(1989年)

朴仲熙 · 辛亨鎰 · 尹甲東 · 李昊在 · 卓圻錫

釜山水產大學校

(1990년 4월 30일 접수)

Investigation of demersal fisheries resources of the East China Sea

2. Hydroacoustic-Bottom Trawl Survey, November 1989

Jung-Hee PARK, Hyeong-ILSHIN, Gab-Dong YOON, Dae-Jae LEE and Ki-Seok TAK

National Fisheries University of Pusan

(Received April 30, 1990)

A cooperative Korea-Japan investigation for the demersal fisheries resources of the East China Sea was carried out by using the training ship "Oshoro Maru" belong to Hokkaido University, Japan, during 5-12 November, 1989.

The research vessel sampled 24 stations with demersal trawls on the East China Sea continental shelf, and 96 nautical miles of track line were surveyed hydroacoustically.

The echo sounder used during the survey was of a scientific type having echo integration capabilities and the computer system was programmed to obtain echo integration data for each depth stratum between the transducer and the bottom.

The target strength of fish school(TS per 1kg) was estimated from the relationship between mean volume backscattering strength and catches caught by the demersal trawls.

The results obtained can be summarized as follows :

1. Approximately 96 species were identified from survey catches.
2. The mean volume backscattering strength for the layer occupied by bottom trawls at 25 and 100 KHz were -63.9 dB and -67.3 dB, respectively. Then the average catch per unit time of each trawl haul was 58.8 kg/hour.
3. The mean volume backscattering strength for the entire layer between the transducer and the bottom at 25 and 100KHz were -61.9dB and -67.0dB, respectively.
4. The mean fish school target strength per unit weight(TS/kg) at 25 and 100 KHz were -23.6 dB/kg and -26.6 dB/kg, respectively.

緒 言

東支那海는 漁業生産力 및 規模面에서 世界 屈

指的 大陸棚漁場이면서도 200海里 漁業專管水域 이 설정되어 있지 않은 海域이다. 따라서, 이 海域에 地理的으로 인접하고 있는 韓國, 日本 및

* 이 논문은 1989년도 재단법인 동원학술연구재단의 학술연구비 지원에 의하여 연구(출판)되었음.

中國 등은 各各 相互間에 獨自의인 漁業協定을 締結하고, 이들 協定에 따라 各國의 漁船이 共同으로 漁業에 從事하고 있는 海域이기도 하다.

그러나 最近 이 海域에 분포하는 底魚資源이 減少하고 있다는 것이 沿岸諸國의 많은 研究者들의 공통된 인식이고, 또 이와같은 資源減少의 문제가 제기되면서부터 各國의 여러 研究機關에서는 이 海域에 棲息하는 漁業資源을 適正하게 利用하기 위한 방안을 모색하는데 온갖 노력을 다 하고 있다.

本 研究도 이와같은 취지에 입각하여 日本 北海道大學과 東支那海의 底層漁業資源을 共同으로 調査하기 위한 研究計畫을 수립, 추진하여 1989年 11월에 約 8日間에 걸친 1次 東支那海의 底魚資源調査를 실시하였다.

本 研究에서는 이 共同調査中에서 計量魚群探知機를 이용하여 底層魚族資源의 現存量을 推定하는 데 필요한 各種의 基礎資料를 收集, 分析한 結果에 대해서 報告한다.

調査方法

本 調査는 1989年 11月 5일부터 11月 12일까지 日本 北海道大學 實習船 Oshoro Maru(Stern Trawler, G/T 1,383)를 이용하여 Fig. 1과 設定한 東支那海의 24個 調査 Line을 대상으로 실시하였다.

Fig. 2의 (A), (B), (C)는 각각 調査船, 計量魚探 및 附屬裝置, 底層 Trawl에 의해 漁獲된 漁獲物 등을 나타낸 것으로서, 計量魚群探知機(海上電機, KFC-200型)에 의한 魚群散亂信號의 計測은 底層 Trawl 操業과 동시에 行하였고, Trawl 操業은 每日 3회씩 總 24회를 實施하였다.

Trawl 操業은 曳網針路 000° 및 180°, 船速 3~4k/t, 曳網時間 2時間으로 하여 晝間에만 실시하였고, 各 調査에 대한 底層水溫은 8.4~21.0°C 範圍였다.

한편, 本 調査에서는 Trawl 操業과 병행하여 CTD(Neil Brown, Mark III B)에 의한 海洋觀測, OtterGraph(海上電機, KOG-10L 型)에 의한 Otter Board間隔測定, Net Recorder(海上電機, G-10 型)에 의한 入網魚群의 把握 및 網高

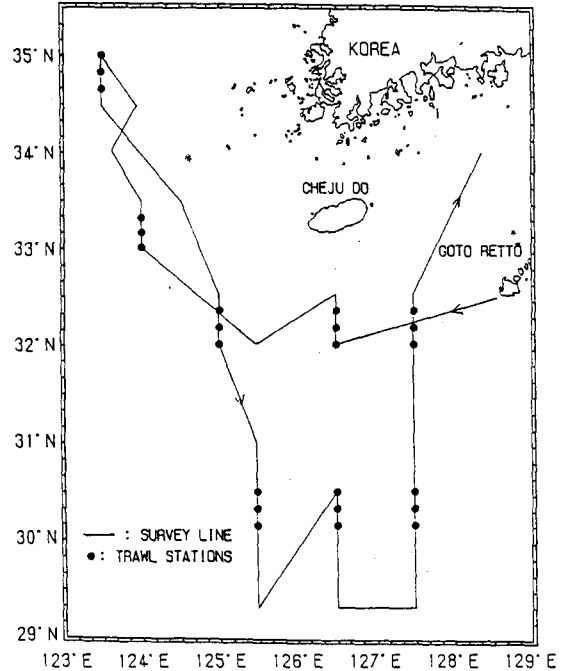


Fig. 1. Track line of the research vessel during the KOREA-JAPAN demersal trawl surveys in the East China Sea in Nov. 1989.

測定等を 行하였다.

底層 Trawl에 의해 底層魚族의 生物學的 Sampling을 行하는 동안 海底上 約 5m의 水深層 및 全 水深層에 分布하는 魚群으로부터 散亂되는 超音波의 Echo 強度(後方體積散亂強度)는 計量魚群探知機에 연결되어 있는 Micro-Computer(Epson, PC-286LE)를 利用하여 實時間(Real Time) 處理를 行하면서 Floppy Disk에 收錄하고, 또 동시에 2分間隔으로 25KHz와 100 KHz에 대한 水深層別의 魚群 SV值와 各種의 航海情報(GPS 位置, 曳網針路, 速力, 水深) 및 海洋情報(水深層別 流向, 流速)를 Printer(Epson, FP-80)에 出力하였다. 이와같이 Floppy Disk에 收錄한 計量魚探資料는 後日 實驗실에서 再生시키면서 Micro-Computer(NEC, PC-9801Vm2)로서 分析, 檢討하고, 또 結果는 X-Y Plotter(Graphtec, MP-3100)로서 圖表化하였다.

한편 Trawl 操業에 의해 漁獲된 漁獲物은 魚種別로 分類하여 各 魚種當 30尾의 標本을 抽出하여 體長, 體重, 體高 및 體幅을 測定하고, 各

結果 및 考察

1. 漁獲物의 生物學的 組成

本 調査의 主目的中的의 하나는 底層 Trawl 操業에 의해 收集한 漁獲物의 生物學的 情報(魚群의 分布量, 魚種組成, 體長組成 等)와 計量魚群 探知機에 의해 測定한 魚群의 音響學的 散亂強度에 관한 情報를 相互 關聯시켜 兩者間에 成立하는 比例關係를 導出하는 것이다. 底層 Trawl에 의해 漁獲된 漁獲物의 組成을 各 調査 Line別로 나타낸 結果는 Table 1과 같다. Table 1에서 알 수 있는 바와같이 東支那海의 各 調査海域에서는 多數의 魚種이 混獲되었고, 本 調査에서 漁獲된 總 魚種數만도 96魚種에 달한다. 漁獲量은 調査 海域에 따라 약간의 差異는 있으나 대개의 경우 1時間 曳網當의 漁獲은 100kg 未滿이었으며, 漁獲이 가장 많았던 8926調査 Line에서의 漁獲量은 666.5kg으로서, 이 중 말퀴치(*Thamnaconus modestus*)가 차지하는 比率이 約 78.8%였다.

Fig. 3은 本 調査에서 漁獲된 漁獲物中 병어(*Pampus argentues*)에 대한 體長과 體重의 關係(A) 및 調査海域別 體長組成(B)을 나타낸 것이다. Fig. 3의 (A)에서 병어의 體長(X)과 體重(Y)과의 사이에 다음의 關係式을 얻었다.

$$Y(X) = 0.00325 X^{3.6749} \dots\dots\dots(1)$$

한편, Fig. 3의 (B)에서 알 수 있는 바와같이 各 海域에 따라 魚體의 體長組成이 매우 相異하며, 또 全 海域에 대한 魚體의 體長範圍는 12~40cm였다. 이와같이 多數의 魚種이 混在하여 分布하면서 各 魚種에 대한 體長組成이 海域에 따라 매우 相異한 條件等은 計量魚群探知機를 이용해서 魚群量을 推定하는 경우에 誤差를 초래하는 要因이 된다. 따라서 앞으로 이와같은 條件下에서 對象魚群을 구성하는 魚體의 平均的인 反射強度를 推定하는 問題에 대해서는 충분한 檢討가 필요하다고 판단된다.

2. 魚族資源의 魚群反射強度

魚族資源의 魚群反射強度는 全 水深層 및 底層 Trawl을 행한 水深層으로 區分하여 推定하였다.

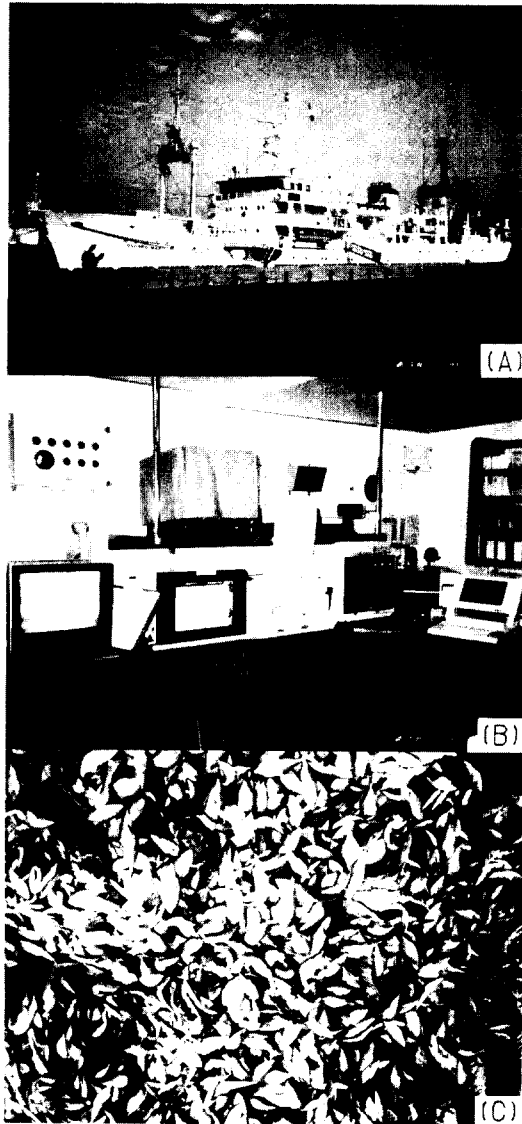


Fig. 2. (A) Research vessel(Oshoro Maru, Stern Trawler, G/T 1,383).
(B) Data collection-processing system.
(C) File fish, *Thamnaconus modestus*, caught by bottom trawl.

調査 Line에 대한 漁獲物의 總 漁獲量에서 各 魚種이 比率을 調査하였다.

最終的으로는 이와같은 魚群 SV値와 漁獲物의 生物學的 組成에 대한 資料를 土台로 底魚資源의 kg當에 대한 平均反射強度를 推定하였다.

Table 1. Proportion of species having a major portion in catches taken during the 1989 demersal trawl survey in the East China Sea

Trawl station	No. species	Total catch (kg)	Major species	Proportion (%)
8906	9	89.6	<i>Trichiurus lepturus</i>	46.2
			<i>Pampus argenteus</i>	44.6
8907	6(11)	74.8	<i>Trichiurus lepturus</i>	45.5
			<i>Pampus argenteus</i>	40.1
			<i>Sarda orientalis</i>	7.2
8908	7(14)	109.4	<i>Trichiurus lepturus</i>	31.1
			<i>Pampus argenteus</i>	50.3
			<i>Scomberomorus niphonius</i>	10.8
8909	8(20)	125.5	<i>Aurelia aurita</i>	92.4
8910	10(22)	76.3	<i>Aurelia aurita</i>	61.6
			<i>Portunus trituberculatus</i>	26.2
8911	19(32)	113.9	<i>Trichiurus lepturus</i>	51.4
			<i>Portunus trituberculatus</i>	33.4
			<i>Pampus argenteus</i>	9.7
8912	2(32)	3.0	<i>Nipponololigo japonica</i>	...
8913	6(35)	9.2	<i>Engraulis japonicus</i>	...
8914	5(35)	21.4	<i>Liparis tanakai</i>	54.7
			<i>lophiomus setigerus</i>	36.9
8915	11(38)	9.3	<i>Portunus trituberculatus</i>	...
8916	16(42)	55.0	<i>Portunus trituberculatus</i>	56.4
			<i>Miichthys miiuy</i>	20.0
			<i>Pampus argenteus</i>	7.3
8917	19(48)	71.8	<i>Portunus trituberculatus</i>	58.5
			<i>Miichthys miiuy</i>	10.5
			<i>Raja kenoei</i>	8.8
8918	16(52)	58.5	<i>Scomberomorus niphonius</i>	56.4
			<i>Photololigo edulis</i>	56.4
			<i>Sepia esculenta</i>	6.3
8919	16(58)	52.9	<i>Scomberomorus niphonius</i>	58.6
			<i>Parastromateus niger</i>	18.0
			<i>Photololigo edulis</i>	8.8
8920	17(62)	62.9	<i>Scomberomorus niphonius</i>	49.3
			<i>Parastromateus niger</i>	22.3
			<i>Photololigo edulis</i>	14.3
8921	18(63)	52.6	<i>Photololigo edulis</i>	39.9
			<i>Scomberomorus niphonius</i>	25.7
			<i>Trichiurus lepturus</i>	14.3
			<i>Pampus argenteus</i>	12.4
8922	22(68)	90.4	<i>Acomberomorus niphonius</i>	26.6

			<i>Pampus argenteus</i>	24.3
			<i>Photololigo edulis</i>	21.0
			<i>Sarda orientalis</i>	7.6
8923	16(72)	52.5	<i>Photololigo edulis</i>	31.4
			<i>Trichiurus lepturus</i>	25.7
			<i>Scomberomorus niphonius</i>	19.1
8924	22(81)	46.4	<i>Ovalipes punctatus</i>	34.5
			<i>Trachurus japonicus</i>	25.9
			<i>Ibacus ciliatus</i>	9.7
8925	25(88)	199.8	<i>Thamnaconus modestus</i>	69.1
			<i>Ovalipes punctatus</i>	21.5
8926	22(90)	666.5	<i>Thamnaconus modestus</i>	78.8
			<i>Ovalipes punctatus</i>	19.1
8927	31(95)	36.2	<i>Thamnaconus modestus</i>	24.9
			<i>Photololigo edulis</i>	19.3
8928	21(96)	16.5	<i>Photololigo edulis</i>	23.6
8929	16(96)	25.5	<i>Photololigo edulis</i>	56.1
			<i>Ibacus ciliatus</i>	7.8

() : Number of accumulated species

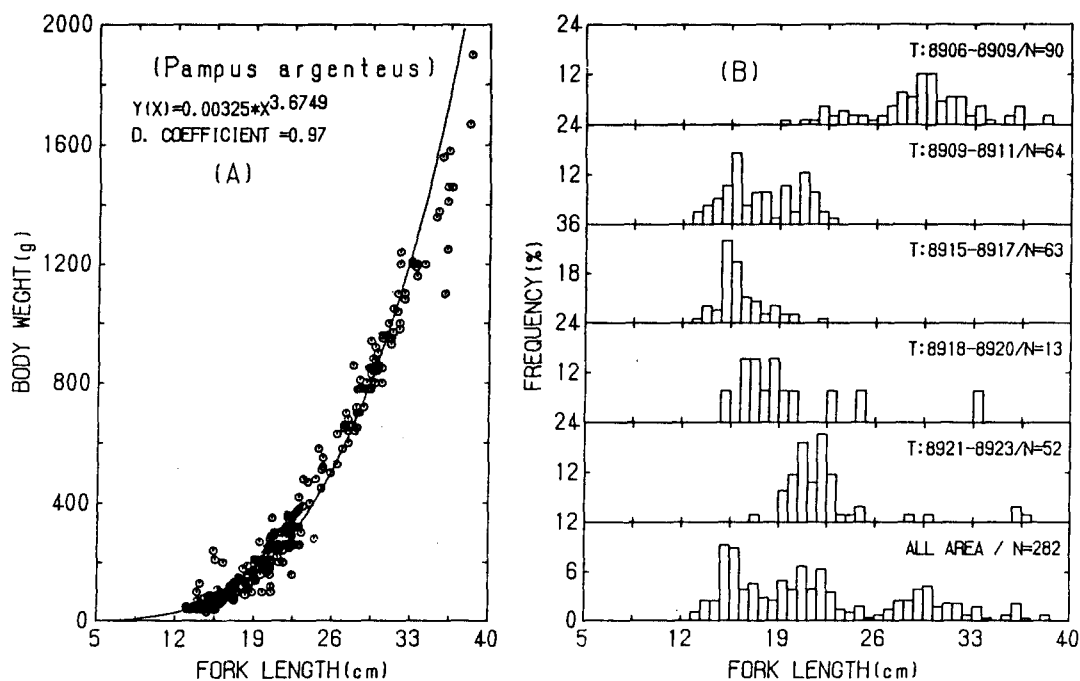


Fig. 3. (A) Relationship between the fork length and the body weight.
(B) Fork length frequency distributions of Promfrets, *Pampus argenteus*, caught in five different stations of the East China Sea.

Fig. 4는 計量魚群探知機(A), Ottergraph (B), Netrecorder 記錄(C)의 一例로서, 底層 Trawl의 展開板 間隔은 約 80m이었고, 網高는 約 4.5 m였다.

Fig. 5는 計量魚群探知機에 의해 測定한 全 水深層에 있어서의 體積散亂強度이 空間的인 分布의 一例를 25KHz와 100KHz의 周波數에 대하여 나타낸 것이다. Fig. 5의 魚群은 쥐치群으로서 海底附近의 一部分이 入網되는 상태를 Netrecorder로서 記錄한 것이 Fig. 4의 (C)이다. Fig. 5에서 全 水深層에 대한 體積散亂強度는 25KHz의 경우가 100KHz의 경우보다 높은 경향을 나타내고 있는 것을 알 수 있다. 또한 30m와 100m前後의 水深層에 있어서 魚群의 分布密度는 다른 水深層보다 매우 높은 경향을 나타내고 있다.

Table 2는 東支那海의 24個 調查 Line에 대하여 計測한 魚群의 體積散亂強度의 空間分布로부터 全 水深層과 底層 Trawl을 行한 水深層에 대하여 각각 平均體積散亂強度를 구하고 이것을 漁獲資料와 相互 聯關시켜 漁獲物 1kg當에 대한 魚

群의 平均反射強度를 推定한 結果이다. Table 2에서 底層 Trawl을 行한 水深層(約 4.5m)에 대한 魚群의 平均體積散亂強度는 25KHz와 100 KHz에서 各各 -63.9dB, -67.3dB이었고, 全 水深層(送受波器과 海底間)에 대한 平均體積散亂強度는 各各 -61.9dB, -67.0dB로서 高周波數의 경우보다 底周波數에서 더 높은 경향을 나타내었다. 한편, 底層 Trawl을 行한 水深層에 分布하는 魚群의 平均體積散亂強度(SV, dB)와 이때 漁獲된 單位體積當의 平均漁獲量(kg)으로부터 推定한 漁獲物 1kg當의 平均反射強度는 25KHz와 100KHz에서 各各 -23.6dB/kg, -26.3dB/kg로서 底周波數의 경우가 高周波數보다 約 2.7dB/kg더 컸다.

對象海域에 대한 漁業資源의 現存量은, 全調查 Line의 全水深層에 대한 魚群의 平均體積散亂強度와 上記의 kg當 魚群의 平均反射強度로부터 單位體積 當에 대한 魚群의 分布量을 算出하여, 이 資料를 對象海域의 全體積(m³)에 대하여 適用하면 推定할 수 있으나, 이 調査는 向後 數年間 지속적으로 실시될 것이기 때문에 앞으로 보다

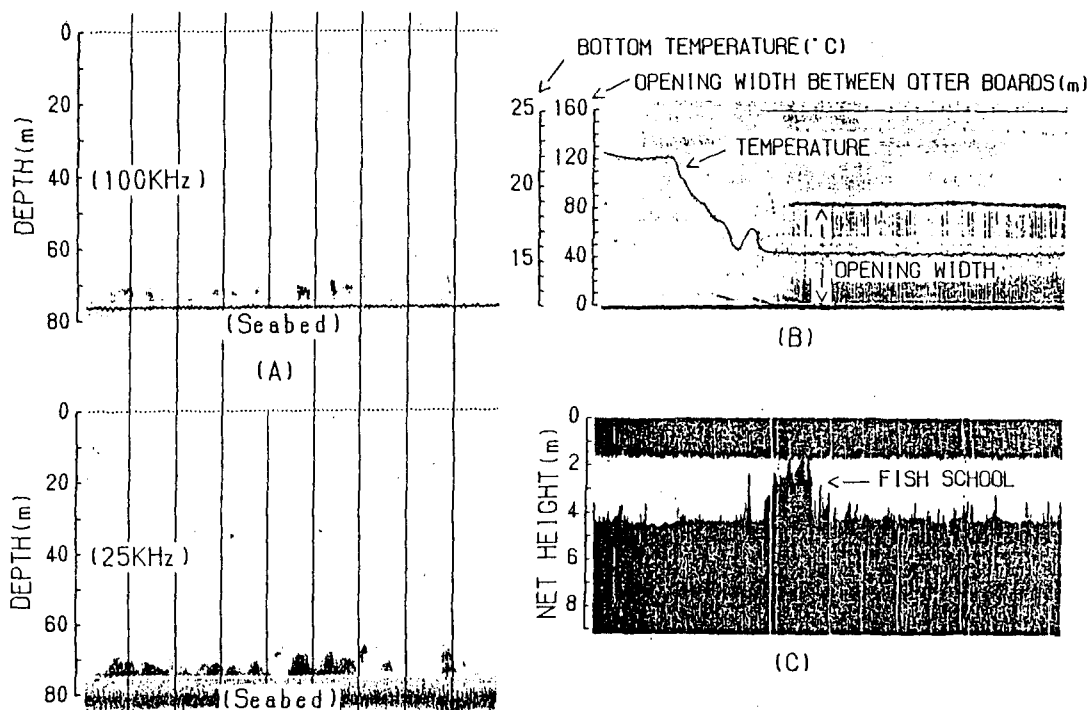


Fig. 4. Echograms of scientific echo-sounder (A), ottergraph (B), and net recorder(C).

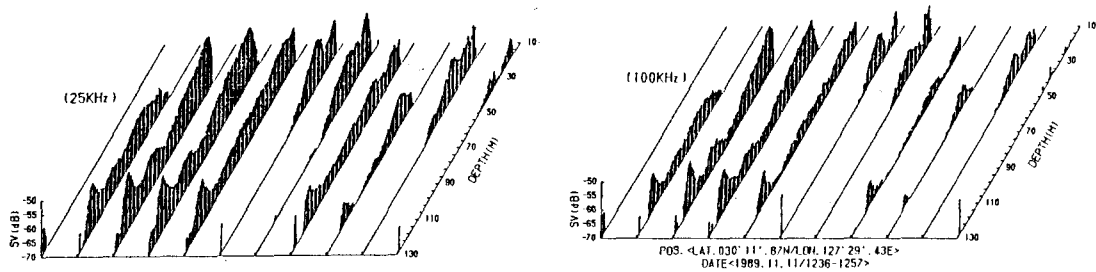


Fig. 5. Variations in the volume backscattering strengths with time and depth.

Table 2. Fish-school target strength(dB/kg) estimated from the hydroacoustic-demersal trawl survey

TRAWL STATION	BOTTOM L.SV (dB)	BOTTOM H.SV (dB)	COLUMN L.SV (dB)	COLUMN H.SV (dB)	CATCH		TS (dB/kg)	
					(kg/h)	(g/1000m ³)	L, SV	H, SV
8906	-66.15	-67.05	-64.71	-74.10	44.8	87.51	-25.6	-26.5
8907	-65.56	-67.62	-65.69	-76.22	37.4	61.67	-23.5	-25.5
8908	-63.11	-66.80	-65.17	-75.36	54.7	87.88	-22.5	-26.2
8909	-65.82	-68.10	-62.07	-68.07	62.8	112.25	-26.3	-28.6
8910	-65.81	-68.11	-61.82	-68.22	38.2	61.33	-23.7	-26.0
8911	-66.30	-69.46	-60.82	-69.23	56.9	100.41	-26.3	-29.5
8912	-57.42	-61.55	-62.53	-69.81	1.0	1.86	...	...
8913	-64.81	-66.77	-65.81	-78.69	4.6	9.27	...	...
8914	-60.41	-64.36	-63.52	-73.59	10.7	18.12	...	...
8915	-63.15	-66.31	-60.95	-64.33	4.7	10.20	...	...
8916	-62.98	-66.04	-60.25	-63.64	27.5	48.48	-19.8	-22.9
8917	-63.25	-66.68	-59.79	-63.93	35.9	66.09	-21.5	-24.9
8918	-62.55	-66.10	-60.00	-62.79	29.3	57.15	-20.1	-23.7
8919	-61.78	-65.99	-60.87	-64.42	26.4	44.17	-18.2	-22.4
8920	-62.14	-66.39	-59.73	-63.42	31.4	53.92	-19.5	-23.7
8921	-58.79	-64.58	-61.60	-66.67	26.3	53.89	-16.1	-21.9
8922	-65.00	-68.25	-61.59	-67.07	45.2	80.84	-24.1	-27.3
8923	-65.78	-68.75	-61.64	-67.57	26.3	49.02	-22.7	-25.7
8924	-68.42	-70.16	-66.01	-78.75	23.2	53.58	-25.7	-27.5
8925	-66.78	-68.35	-65.40	-76.47	99.9	181.20	-29.4	-30.9
8926	-68.64	-70.40	-63.98	-73.51	333.3	641.15	-36.7	-38.5
8927	-69.77	-71.30	-65.30	-77.34	18.1	32.40	...	...
8928	-70.17	-71.31	-66.07	-78.46	8.2	31.71	...	...
8929	-70.22	-71.12	-65.46	-77.30	12.8	25.34	...	...
MEAN	-63.87	-67.31	-61.93	-67.03	58.8	108.27	-23.6	-26.6

* L.SV : Mean volume backscattering strength for low frequency(25KHz).

H.SV : Mean volume backscattering strength for high frequency(100KHz).

많은 資料를 收集, 分析한 후에 資源量의 評價를 시도하는 것이 바람직하다고 판단되어 本 報告에서는 이 問題에 대하여 論하지 않았다.

要 約

東支那海의 漁業資源量을 定量的으로 評價하기 위한 시도로서, 釜山水産大學校와 日本 北海道大

學이 共同으로 實施한 第1次 東支那海의 底棲魚族資源調查中에서 計量魚群探知機를 이용하여 收集한 各種의 基礎資料를 分析, 檢討한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 東支那海의 24個 調査 Line에서 底層 Trawl에 의해 漁獲된 魚種數는 總 96魚種이고, 1時間 曳網當 平均漁獲量은 58.8kg/hour이었다.
2. 底層 Trawl을 행한 水探層(約 4.5m)에 分布

하는 魚群의 平均體積散亂強度는 25KHz와 100 KHz에서 各各 -63.9dB, -67.3dB로서 低周波數의 경우가 高周波數보다 約 3.4dB 더 높았다.

3. 全水深層(送受波器과 海底間)에 分布하는 魚群의 平均體積散亂強度는 25KHz와 100KHz에서 各各 -61.9dB, -67.0dB로서 역시 低周波數의 경우가 高周波數보다 約 5.1dB 더 높았다.

4. 底層 Trawl을 행한 水深層에 分布하는 魚群의 平均體積散亂強度(SV, dB)와 이 때 漁獲된 單位體積當의 平均漁獲量(kg)으로부터 推定한 kg當의 平均反射強度는 25KHz와 100KHz에서 各各 -23.6dB/kg, -26.3dB/kg로서 低周波數의 경우가 高周波數보다 約 2.7dB/kg 더 컸다.

參考文獻

- 1) Wakabayahi, K. and R.G. Bakkala(1985): Results of cooperative U.S.- Japan investigations in the Bering Sea during May -August 1979, INPFC Bulletin 44, 243.
- 2) Traynor, J.J.(1986): Symposium on biology, stock assessment, and management of pollock, pacific cod, and hake in the North Pacific Region. INPFC Bulletin 44, 121-135.
- 3) Thomas A.D., M.O. Nelson, J.J. Traynor, and E.P. Nunnallee(1980): The distribution, abundance, and biological characteristics of pacific whiting, *Merluccius productus*, in the California-British Columbia Region during July - September 1977. Marine Fisheries Review 42, 17-33.
- 4) Shotton, R.(1983): Linearity of echo response from herring schools. Fish Capture Committee, C.M.1983/B: 33, 20.
- 5) 北島忠弘 · 田川 勝 · 岸田周三(1976): 九州南 西海域の大陸斜面及び沖繩丹狀海盆における トロール調査結果について. 西海區水産研究所 業績 318, 47-92.