

北太平洋流刺網網目選擇性研究

廖學耕·黃士宗

Study on the mesh size selectivity of gill nets in North Pacific ocean

Shyue-Geng Liao and Shih-Tsung Hwang

In order to understand the mesh size selectivity of gill net in North Pacific Ocean, eight different mesh sizes (6 cm, 8 cm, 11 cm, 14 cm, 16 cm, 18 cm, and 20 cm) of gill net were used. All of the experiments were conducted within the North Pacific transitional zone R/V Hai-Kung during July - September, 1988 and 1989. Number, body length (mantle length), and body weight of fishes retained in the gill net were recorded. Hotelling's T method and Tukey's boxplot method were used to analyze the catch-ability of different mesh size.

The results are as follows:

1. The major catch by 6 cm mesh size were small flying squid and boreal chubhook squid. The mantle length interval for 90 % of small flying squid was 18 - 32 cm, and that for boreal chubhook squid was 21 - 30 cm.
2. The species retained in 8 cm mesh size were middle flying squid and large boreal chubhook squid, the mantle length interval for both were 22 - 34 cm. Most of the Japanese mackerel were also caught by this mesh size, and the fork length interval was 30 - 40 cm.
3. The species retained in 14 cm mesh size were large flying squid, small albacore, middle chum salmon, skipjack, and small promfret, about 90 % of their length interval were 34 - 50 cm, 52 - 79 cm, 50 - 74 cm, 47 - 53 cm, and 40 - 50 cm, respectively.
4. The species retained in 11 cm mesh size were large flying squid, small albacore, and small chum salmon. About 90 % of their length interval were 24 - 48 cm, 51 - 65 cm, and 45 - 60 cm, respectively.
5. The major species caught by 16 cm mesh size were large flying squid, medial albacore, large chum salmon, skipjack, and promfret. 90 % of their length interval were 36 - 52 cm, 52 - 80 cm, 51 - 75 cm, 48 - 60 cm, and 41 - 51 cm, respectively.
6. The major species retained in 20 cm mesh size was large albacore only, and

its length interval was 65 - 89 cm.

7. The marine mammals were easily caught by large mesh size, especially the 16 cm, 18 cm, and 20 cm mesh size of gill net.

Key words: Mesh size selectivity, Gill net, North Pacific ocean.

前 言

民國六十五年，世界各沿海國紛紛實施二〇〇浬經濟水域政策，原在二〇〇浬內作業之我國漁船被迫改至二〇〇浬外之公海作業。同時由於衛星科技蓬勃發展，廣水域海洋表水溫之遙測逐漸可行，魚群易被偵測圍捕，以致密度較大的表層漁業資源日漸減少。因此業者開始注意分佈於公海零散魚群之適當漁捕方法。當時由於公海捕魚自由及較少約束，在日本沿岸不受歡迎之流刺網亦被推廣至北太平洋。其間由於能源危機，且流刺網亦被證明捕魷有效，因此民國七十年起國內魷釣船及部份鮫釣船亦逐漸改成流刺網船使用目大 8 公分至 11 公分之流刺網於太平洋漁捕赤魷，18 公分至 22 公分之流刺網則捕捉長鰭鮪。十年之間北太平洋作業之我國籍流刺網船由民國六十九年之 39 艘增加至民國七十八年之 250 艘，引起國際海上強權極大的關注。因此由民國七十四年起我國即被迫頒訂『台灣地區鮫漁船赴北太平洋海域作業管理要點』，且年年與美國協商談判執行情形。七十八年起由於南太平洋之流網問題亦日趨嚴重，我國亦頒佈『台灣地區魷漁船赴南太平洋作業管理要點』。至此，中華民國已對整個太平洋之流刺網漁業作了最大的自我抑制。

流刺網是否如歐美人士所形容之『死亡之牆』，是否言過其實，本文不採用過去有關流刺網漁捕機制之假說⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾，如魚被流刺網罹獲主要係魚體鰓蓋末端周徑小於流刺網目大，而最大體周徑大於目大等等。本文以海功號至北太平洋實地觀察流刺網之漁獲情形及少部份海洋哺乳類之罹網情形，以第一手之原始資料並選用適當之統計方法評估各種不同目大流刺網對北太平洋表層主要魚種之捕獲範圍。若流刺網將來在北太平洋仍然能夠存在，則可供吾人作為北太平洋流刺網網目大小管理之參考。

材料與方法

一、材料：

本報告採樣之流刺網使使用尼龍單絲流網，目大 6 公分、8 公分、11 公分稱為小目魷流刺網，每件長 27 公尺、深 11 公尺。目大 12 公分、14 公分、16 公分、18 公分、20 公分為大目流刺網，每件長 37 公尺、深 15.7 公尺。1988 年使用之試驗用流刺網計 6 公分 30 件，8 公分 7 件、11 公分 30 件、12 公分 20 件、14 公分 20 件、16 公分 20 件、18 公分 10 件，合計 200 件，其編排係以每 5 件為一組作完全隨機排列縫合，以降低採樣之機差。1989 年前 3 網次使用 6 公分 20 件，14 公分 22 件、16 公分 19 件、18 公分 9 件合計 196 件。後 17 網次使用 8 公分 40 件、11 公分 40 件、14 公分 10 件、20 公分 10 件，合計 100 件。

三方法：不同目大捕獲魚種體長一體重信賴界推估
HOTELLING'S T^2 區間推估 (3) :

$$X = \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_i \\ \vdots \\ X_p \end{pmatrix}, S = \begin{pmatrix} S_{11} & S_{12} & \dots & S_{1p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ S_{p1} & S_{p2} & \dots & S_{pp} \end{pmatrix} = \frac{1}{(n-1)} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(X_i - \bar{X})'$$

\bar{X} , \bar{S} 分別為樣本之均值統計量及共變異矩陣統計量。

由 \bar{X} , \bar{S} 推估族群均值 μ 之 95% ($\alpha=0.05$) 信賴區間

99% ($\alpha=0.01$) 信賴區間：

若 X 服從 $N_p(\mu, \Sigma)$, 當樣本選出後 \bar{X} , \bar{S} 已定, 族群均值 μ 之信賴區為

$$P \left[n(X - \mu)' S^{-1} (\bar{X} - \mu) \leq \frac{(n-1)P}{(n-P)} F_{P, n-P}(\alpha) \right] = 1 - \alpha$$

μ 在以 \bar{X} 為中心之超橢圓內之或然率為 $1 - \alpha$

$n(\bar{X} - \mu)' S^{-1} (\bar{X} - \mu) \leq (n-1)P F_{P, n-P}(\alpha) / (n-P)$ 超橢圓蓋住之區域稱為 μ 之信賴區。寫成分量之形式如下：

$$\bar{X}_1 - \sqrt{\frac{P(n-1)}{P(n-P)} F_{P, n-P}(\alpha)} \sqrt{\frac{S_{11}}{n}} < \mu_1 < \bar{X}_1 + \sqrt{\frac{P(n-1)}{P(n-P)} F_{P, n-P}(\alpha)} \sqrt{\frac{S_{11}}{n}}$$

$$\bar{X}_2 - \sqrt{\frac{P(n-1)}{P(n-P)} F_{P, n-P}(\alpha)} \sqrt{\frac{S_{22}}{n}} < \mu_2 < \bar{X}_2 + \sqrt{\frac{P(n-1)}{P(n-P)} F_{P, n-P}(\alpha)} \sqrt{\frac{S_{22}}{n}}$$

$$\bar{X}_p - \sqrt{\frac{P(n-1)}{P(n-P)} F_{P, n-P}(\alpha)} \sqrt{\frac{S_{pp}}{n}} < \mu_p < \bar{X}_p + \sqrt{\frac{P(n-1)}{P(n-P)} F_{P, n-P}(\alpha)} \sqrt{\frac{S_{pp}}{n}}$$

三各不同目大流網於 $L-W$ (體長一體重) 圖上之 50% 及 95% 捕獲範圍

設流刺網捕獲某一魚種之體長、體重值在 $L-W$ 圖上係一隨機變點 (Random Point) \bar{X} , \bar{X} 服從 $N_p(\mu, \Sigma)$ 則某一目大流刺網捕獲範圍僅為 $L-W$ 空間之一部份, 50% 及 95% 捕獲範圍則為一以 μ 為中心之橢圓, 橢圓長短軸向量為 $\pm C\sqrt{\lambda_i} e_i, i=1, 2, \dots, P$

(λ_i, e_i) 為 Σ 之特徵值及特徵向量, 橢圓之方程式為：

$$(\bar{X} - \mu)' \Sigma^{-1} (\bar{X} - \mu) = C^2 = \bar{X}^2(\alpha)$$

P 為自由度 (本文中為 2)

實際計算則以 \bar{X} 代替 μ

\bar{S} 代替 Σ

即逢機變點 X 在橢圓內之或然率為 $1 - \alpha$

$\alpha = 0.05$ 時 $C = 2.48$

$\alpha = 0.50$ 時 $C = 1.18$

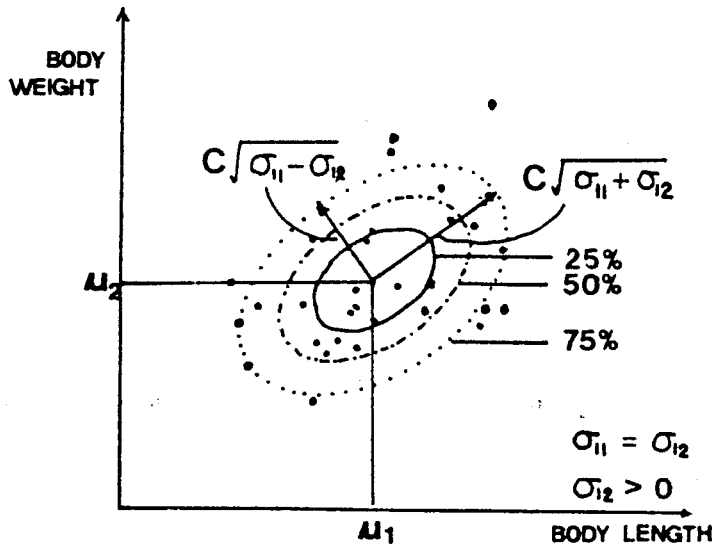


圖1 體長體重平面上之正規分佈範圍

Fig.1 Normal distribution in body length-weight plane.

因此每一網目捕獲某一魚種之體長—體重樣本共變異矩陣 S 求出後，即可求出該矩陣之特徵值及特徵向量 (λ_i, e_i)，如此即可求出其所應對橢圓之長短軸之大小及方向，再訂出該橢圓之大小及方向。

結 果

一本試驗使用表層流刺網採樣分析之魚種列表一，其乃北太平洋流刺網漁獲對象中之主要經濟魚種。表中亦列出各樣本魚種之體長範圍，其中除赤魷，北日本爪魷之長度度量是以外套長度量外，其餘魚種之長度皆以尾叉長度量。

二各不同目大流刺網捕獲魚種之尾叉長(外套長)，體重均值之信賴區推估

表二列出八種不同目大(6公分, 8公分, 11公分, 12公分, 14公分, 16公分, 18公分, 20公分)流網捕獲樣本推估之 95%，99%各對象魚種之尾叉長(外套長)，體重信賴區。以6公分網目為例，其主要捕獲魚種如下：

(1) 赤魷 (*Ommastrephes bartrani*)

赤魷取樣 193 尾，體長最大 39 公分 最小 17.6 公分

體重最大 2.39 公斤 最小 0.13 公斤

體長均值之 95% 信賴區之推估範圍為 21.38 公分至 22.46 公分

表 1 本試驗捕獲之主要魚種

Table 1 Name of the major species caught in this experiment

Species No.	Chinese name	English common name	Scientific name	Range of body length(in cm)	Length Dimension
1	赤魷	Flying squid	<i>Ommastrephes bartramii</i>	21.5-52.0	ML
2	北日本爪魷	Boreal hook squid	<i>Onychoteuthis borealijaponica</i>	20.5-35.5	ML
3	長鯖鮪	Albacore	<i>Thunnus alalunga</i>	49.0-86.0	FL
4	正鰹	Skipjack tuna	<i>Katsuwonus pelamis</i>	46.8-61.5	FL
5	白鮭	Chum salmon	<i>Oncorhynchus keta</i>	43.5-76.0	FL
6	日本白腹鯖	Japanese mackerel	<i>Scomber japonicus</i>	29.5-40.5	FL
7	藍鰺	Pacific pomfret	<i>Brama japonica</i>	40.0-51.5	FL

* Length dimension : ML., mantle length; FL., fork length.

體長均值之 99 % 信賴區之推估範圍為 21.25 公分至 22.59 公分
體重均值之 95 % 信賴區之推估範圍為 247 公克至 329 公克
體重均值之 99 % 信賴區之推估範圍為 237 公克至 339 公克

(2) 北日本爪魷 (*Onychoteuthis borealijaponica*)

北日本爪魷取樣 132 尾

樣本體長最大 31.7 公分 最小 20.5 公分

樣本體重最大 640 公分 最小 150 公分

體長均值之 95 % 信賴區之推估範圍為 23.01 公分至 23.80 公分

體長均值之 99 % 信賴區之推估範圍為 22.91 公分至 23.90 公分

體重均值之 95 % 信賴區之推估範圍為 232 公克至 265 公克

體重均值之 99 % 信賴區之推估範圍為 228 公克至 269 公克

其餘各種不同目大捕獲魚種之可能體長、體重範圍如表二，其對應之鬚盒圖 (Boxplots) (••) 如圖二至圖十五，其中樣本採樣多者其均值推估之信賴區間顯然較窄，其較能顯示捕獲之平均體長體重位置，而樣本數大也較能顯示出其可能被捕之範圍，此等圖表可作為流刺網漁業管理之參考。

由被某一網目捕獲之單一魚種之體長，體重資料所得之樣本共變異矩陣及由樣本共變異矩陣推算之 50 % 橢圓，95 % 橢圓所對應之特徵值及特徵向量如表三，各不同目大所捕獲主要魚種之外套長 (魷類) 或尾叉長 (魚類) 之範圍如下：

- (1) 6 公分尼龍單絲流刺網：對小型赤魷，其 90 % 體長捕獲範圍為 17.7—32.0 公分，北日本爪魷 90 % 體長捕獲範圍為 21—30 公分，對其他種類則無捕獲。
- (2) 8 公分尼龍單絲流刺網，90 % 捕獲對象為中型赤魷 (體長 22—45 公分)、日本白腹鯖 (體長 30—40 公分)、北日本爪魷 (22—34 公分)，其他魚類無捕獲。
- (3) 11 公分尼龍單絲流刺網，90 % 捕獲對象為大型赤魷 (體長 24—48 公分)、長鰭鯖 (體長 51—65 公分)、白鮭 (45—60 公分) 及其他少數鳥類哺乳類。
- (4) 14 公分尼龍單絲流刺網，90 % 捕獲對象為小型長鰭鯖 (52—79 公分)、白鮭 (50—74 公分)、大型赤魷 (34—50 公分)、藍鯧 (40—50 公分)、正鯉 (47—53 公分) 及其他少數鳥類哺乳類。
- (5) 16 公分尼龍單絲流刺網，90 % 捕獲對象為中型長鰭鯖 (52—80 公分)、白鮭 (51—75 公分)、大型赤魷 (36—52 公分)、藍鯧 (41—51 公分)、正鯉 (48—60 公分) 及其他少數鳥類、旗魚類。
- (6) 20 公分尼龍單絲流刺網，捕獲對象為中大型長鰭鯖 (65—89 公分) 鯊類、旗魚類及少數哺乳類。

赤魷、白鮭、長鰭鯖，由各不同目大流網捕獲之體長一體重分佈點及其 50 %、90 % 或 95 % 捕獲範圍如圖十八至圖廿。

討 論

一流刺網之漁獲效率雖然甚高，但仍然具有非常大之選擇性，以 20 公分目大為例，其捕獲範圍僅限於中大型長鰭鯖、鯊類、旗魚類及極少數哺乳類，對於鮭鱒類、魷類、藍鯧、小型長鰭鯖、正鯉及其他小型魚種則較少捕獲。

由圖十八至圖廿，不同目大流刺網對赤魷、白鮭、長鰭鯖之捕獲範圍來看，目大 8 公分以下流刺網捕獲者皆為小型魷類，11 公分目大者則以捕獲外套長約 35 公分之赤魷，且捕獲之分散範圍較目大 14 公分者為大，做為業者所喜用。但該流刺網傷害範圍甚大，除可捕獲小型白鮭外，亦可捕獲小型長鰭鯖。目大 14 公分之流刺網則雖可捕獲大型赤魷，但亦會捕到白鮭及小型長鰭鯖。

表2 不同網目對主要魚種捕獲體長、體重均值之推估範圍

Table 2 The interval estimation of body length and weight.

魚種 SPECIES	目大 MS	樣本數 No.	95%體長 均推估範圍		99%體長 均推估範圍		Min Length	Man Length	95%體重 均推估範圍		99%體重 均推估範圍		Min Weight	Max Weight
			Lci($\alpha=0.05$)	Lci($\alpha=0.01$)	Lci($\alpha=0.05$)	Lci($\alpha=0.01$)			Wci($\alpha=0.05$)	Wci($\alpha=0.01$)	Wci($\alpha=0.05$)	Wci($\alpha=0.01$)		
1 FLYING SOUID	6	193	22.4625	21.3845	22.5905	21.2555	17.6	36.0	0.3293	0.2477	0.3391	0.2379	0.1300	2.3900
2 NJS	6	132	23.8070	23.0126	23.9021	22.9175	20.5	31.7	0.2657	0.2325	0.2697	0.2285	0.1500	0.6400
1 FLYING SOUID	8	290	28.9765	27.8195	29.1151	27.6809	21.5	50.8	0.7550	0.6462	0.7681	0.6331	0.2000	3.7200
2 MACKEREL	8	61	33.7766	32.5906	33.9292	32.4380	29.5	40.5	0.5019	0.4417	0.5097	0.4339	0.3400	0.9600
3 NJS	8	112	30.3840	29.1320	30.5410	28.9750	21.5	35.5	0.6031	0.5367	0.6115	0.5283	0.2200	0.9800
1 ALBACORE	11	14	53.6069	50.8451	54.0691	50.3829	49.0	70.0	3.00115	1.5265	3.2484	1.2796	2.1800	6.8000
2 CHUM SALMON	11	91	53.9590	51.4790	54.2723	51.1657	43.5	63.5	2.0722	1.7834	2.1087	1.7469	1.1200	3.5500
3 FLYING SOUID	11	177	37.1733	34.8807	37.4480	34.6060	23.0	51.0	1.6841	1.3919	1.7191	1.3569	0.2700	4.8000
4 NJS	11	21	29.7716	25.0744	30.4714	24.3746	21.3	33.5	0.5526	0.2912	0.5915	0.2523	0.1300	0.7600
1 CHUM SALMON	12	69	56.4259	53.3821	56.8167	52.9913	47.5	62.0	2.2885	1.8835	2.3405	1.8315	1.3500	3.2000
2 FLYING SOUID	12	188	43.3081	41.9659	43.4689	41.8051	34.3	49.5	2.5540	2.3300	2.5808	2.3032	1.3000	3.7000
3 POMFRET	12	32	45.3584	42.4536	45.7566	42.0554	40.0	50.0	1.6052	1.2848	1.6492	1.2408	0.9900	2.2100
4 SKIPJACK	12	34	54.0871	49.7769	54.8311	49.0329	46.8	61.0	2.9926	2.2094	3.1278	2.0742	1.7000	4.6000
1 ALBACORE	14	103	54.3622	51.8958	54.6731	51.5849	48.2	82.5	3.0594	2.5206	3.1274	2.4526	2.1000	9.9000
2 CHUM SALMON	14	44	64.6925	60.0335	65.3119	59.4141	49.5	74.0	3.6431	2.8663	3.7464	2.7630	1.4500	5.600
3 FLYING SOUID	14	134	45.8998	44.3122	46.0900	44.1220	34.5	51.5	2.9689	2.6811	3.0034	2.6466	1.1400	4.2000
4 POMFRET	14	228	44.5528	43.6952	44.6556	43.5924	40.0	51.0	1.5525	1.4615	1.5634	1.4506	1.0000	2.2200
5 SKIPJACK	14	16	53.4088	49.5786	54.0203	48.9671	47.0	56.0	2.7667	1.7719	2.9256	1.6130	1.5000	3.4500
1 ALBACORE	16	57	59.1909	54.1635	59.7968	53.5576	49.0	82.5	4.0363	2.8493	4.1793	2.7063	2.1500	10.8000
2 CHUM SALMON	16	27	65.9413	58.7253	66.9581	57.7085	49.0	76.0	3.0928	2.6104	4.0849	2.4283	1.5500	5.8000
3 FLYING SOUID	16	49	47.1317	44.5989	47.4634	44.2672	36.0	52.0	3.3685	2.8673	3.4342	2.8016	1.4800	4.2000
4 POMFRET	16	132	45.2523	43.9997	45.4024	43.8496	38.5	51.5	1.5999	1.4761	1.6147	1.4613	1.0100	2.2100
5 SKIPJACK	16	24	55.0890	51.0110	55.6793	50.4207	46.5	61.5	3.1383	2.3897	3.2467	2.2813	1.9000	4.3000
1 ALBACORE	18	15	70.5339	54.3981	73.1649	51.7671	51.0	86.0	7.2599	2.8214	7.9836	2.0977	1.7500	12.5000
2 POMFRET	18	76	46.3300	44.6840	46.5409	44.4731	32.3	51.0	1.7635	1.5961	1.7850	1.5746	0.6800	2.5700
1 ALBACORE	20	25	79.5000	72.1400	83.2600	71.0800	68.5	89.0	9.4000	6.9200	9.7500	6.5700	5.9000	12.6000

表 3 不同目大對不同魚種捕獲橢圓範圍之特徵值及特徵向量

Table 3. Table of Sample Covariance Matrix and it's Eigenvalue, Eigenvector.

魚種網 目組合	S11	S22	S12	S	COS11	COS22	COS12	S	EIG1	EIG2	S	之特徵值	S	之特徵向量斜率	樣本數	垂直 軸對值
ALBA18	111.048	8.402	29.845	118.98	9.002142	31.97678	127.6015	0.380560	0.269620	-3.70892	15	-1				
ALBA16	53.63	2.98	11.85	54.58767	3.033214	12.06160	57.27003	0.350859	0.222387	-4.49664	57	-1				
ALBA14	24.77	1.182	5.285	25.01284	1.193588	5.336813	26.15391	0.052514	0.213811	-4.67700	103	-1				
ALBA11	2.941	0.839	0.000066	3.176230	0.903538	0.000071	3.167230	0.903538	0.000031	-31848.4	14	-0.99999				
CHUM16	48	1.5398	6.595	49.84615	1.599023	6.9525	50.82803	0.617137	0.141227	-7.08076	27	-1				
CHUM14	35.39	0.9838	5.668	36.21302	1.006679	5.799813	37.14386	0.075841	0.160494	-6.23074	44	-1				
CHUM11	22.001	0.2983	2.411	22.24545	0.301614	2.437788	22.51301	0.034057	0.109753	-9.11128	91	-1				
FLY16	11.814	0.462	2.205	12.06012	0.471625	2.250937	12.48198	0.049762	0.187416	-5.33571	49	-1				
FLY14	13.863	0.455	2.344	13.96723	0.458421	2.361624	14.36819	0.057460	0.169781	-5.88991	134	-1				
FLY12	13.961	0.388	2.179	14.03565	0.390074	2.190652	14.37871	0.047013	0.156602	-6.38560	188	-1				
FLY11	38.325	0.6225	4.416	38.54275	0.626036	4.441090	39.05598	0.112809	0.115563	-8.65326	177	-1				
FLY08	16.06	0.142	2.31	16.11557	0.142491	2.317993	16.44515	-0.18709	0.142184	-7.03309	290	-1				
FLY06	9.23	0.0531	0.626	9.278072	0.053376	0.629260	9.320799	0.010649	0.067900	-14.7274	193	-1				
SKIP16	13.295	0.448	2.352	13.87304	0.467478	2.454260	14.30823	0.032285	0.177321	-5.63948	24	-1				
SKIP14	6.864	0.4531	-0.143	7.3216	0.493973	-0.15253	7.325005	0.490567	-0.02232	44.78386	16	-1				
SKIP12	17.096	0.5913	3.1461	18.44860	0.609218	3.241436	19.01932	0.038503	0.176068	-5.67961	34	-1				
ALBA20	45.770	5.1941	20.1616	47.67013	5.406213	21.913043	56.97531	-3.905231	0.424691	-2.35391	25	-1				

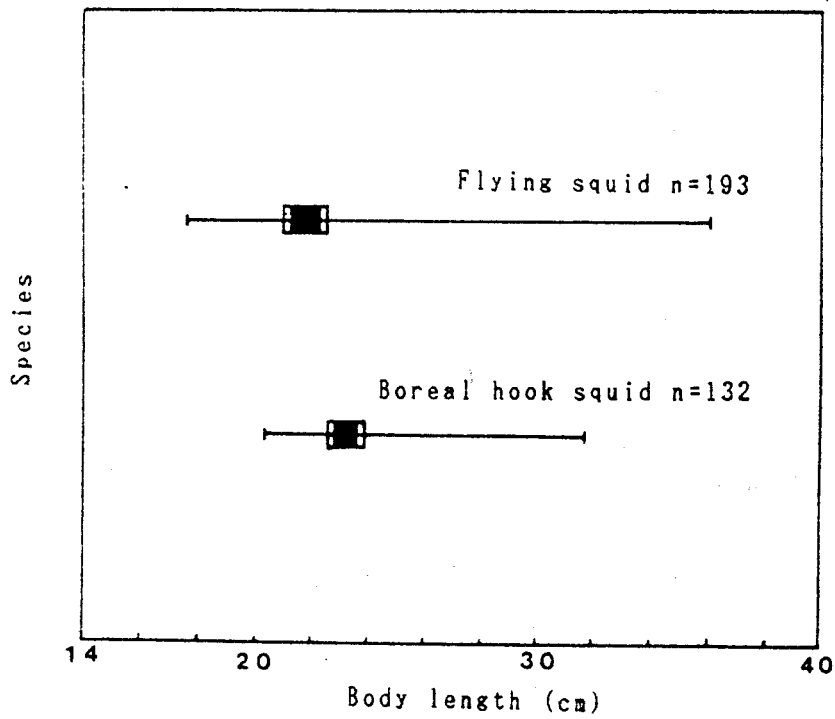


圖2 6公分網目捕獲魚種體長分布範圍
 ■ 95%體長均值推估範圍
 □ 99%體長均值推估範圍
 | | 樣本範圍

Fig. 2 Mantle length boxplot caught by 6 cm gill net.

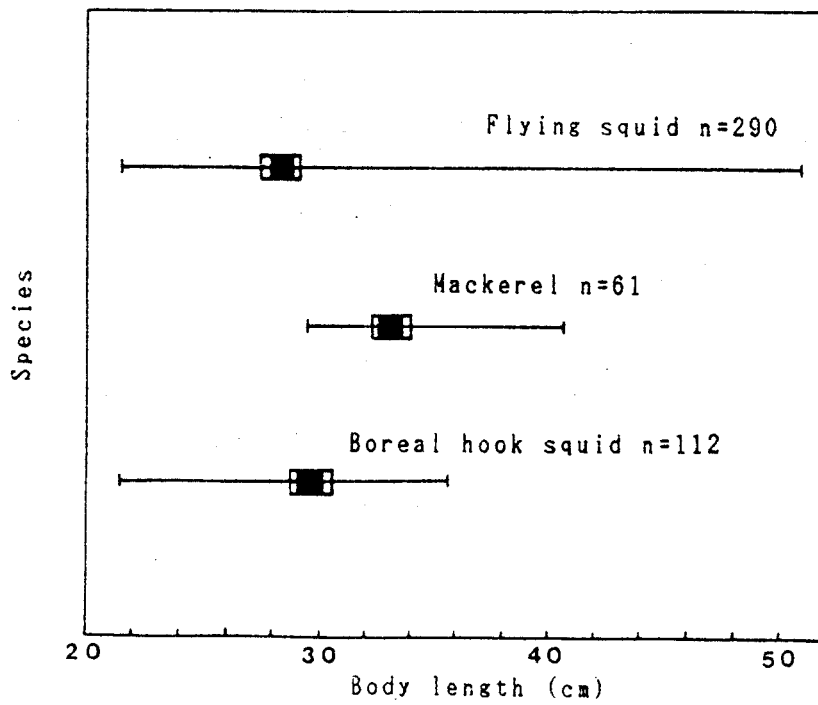


圖3 8公分網目捕獲魚種體長分布範圍
 ■ 95%體長均值推估範圍
 □ 99%體長均值推估範圍
 | | 樣本範圍

Fig. 3 Fork length boxplot caught by 8 cm gill net.

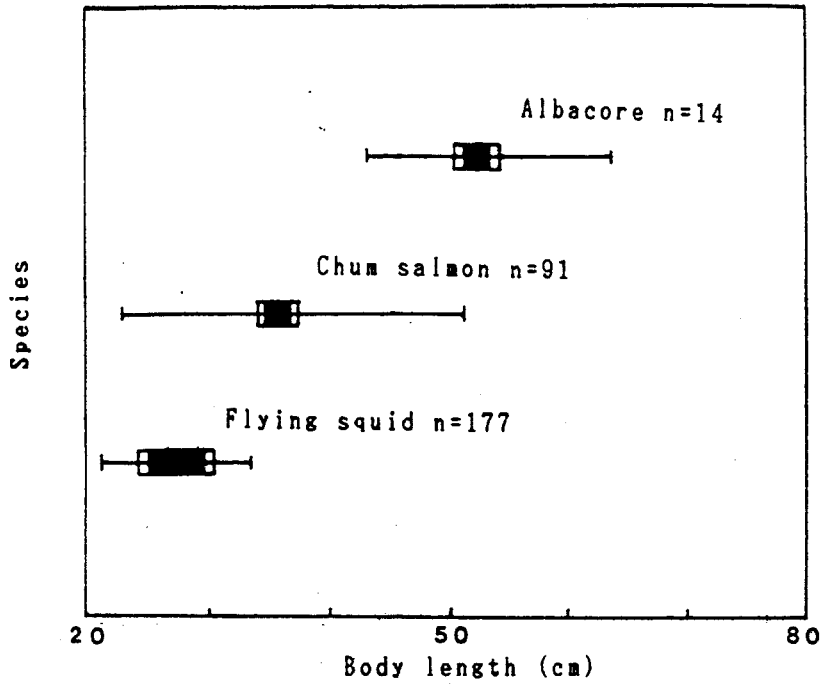


圖4 11公分網目捕獲魚種體長分布範圍
 ■ 95%體長均值推估範圍
 □ 99%體長均值推估範圍
 |——| 樣本範圍

Fig. 4 Fork length boxplot caught by 11 cm gill net.

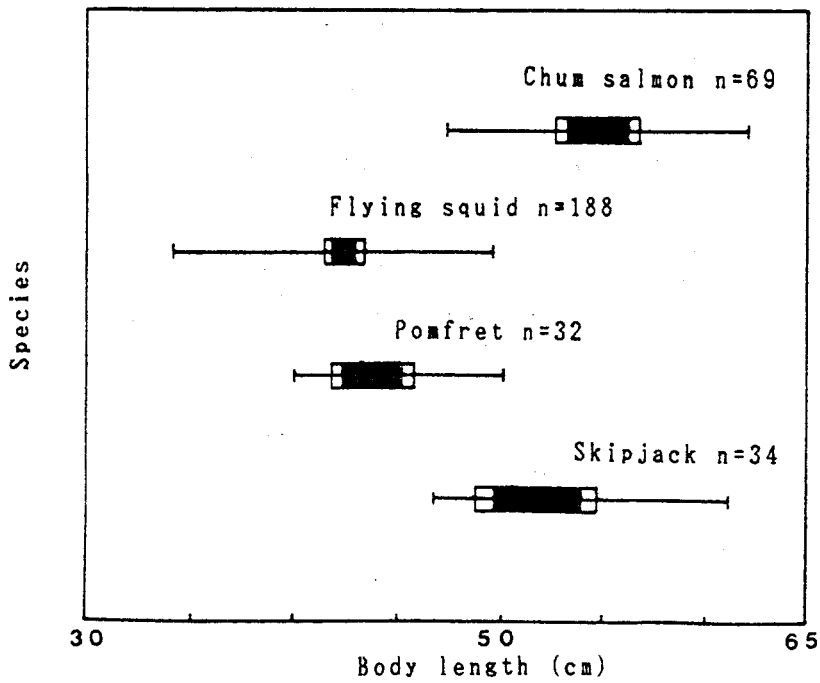


圖5 12公分網目捕獲魚種體長分布範圍
 ■ 95%體長均值推估範圍
 □ 99%體長均值推估範圍
 |——| 樣本範圍

Fig. 5 Fork length boxplot caught by 12 cm gill net.

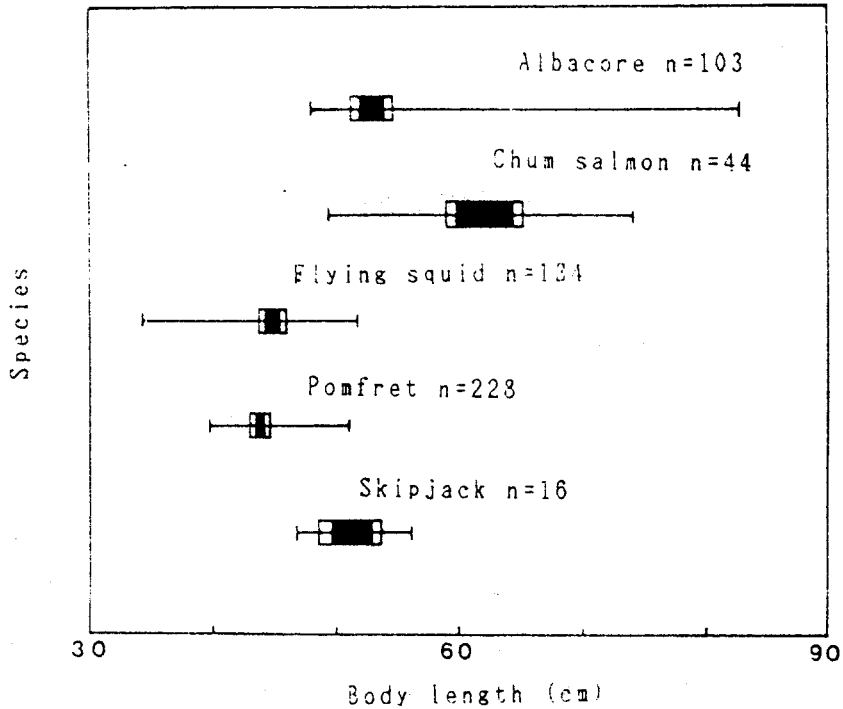


圖 6 14公分網目捕獲魚種體長分布範圍
 ■ 95% 體長均值推估範圍
 □ 99% 體長均值推估範圍
 |——| 樣本範圍

Fig. 6 Fork length boxplot caught by 14 cm gill net.

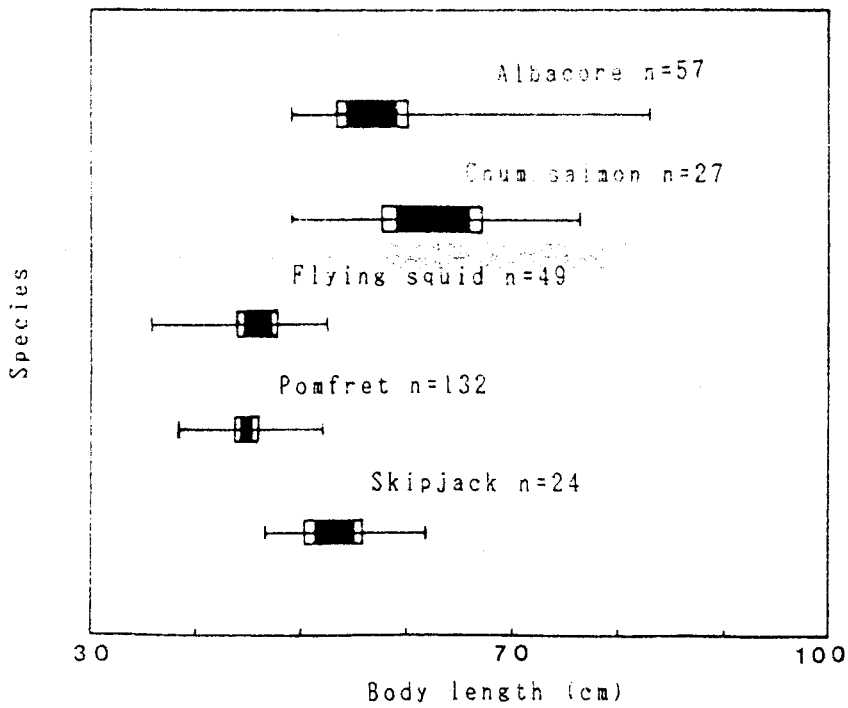


圖 7 16公分網目捕獲魚種體長分布範圍
 ■ 95% 體長均值推估範圍
 □ 99% 體長均值推估範圍
 |——| 樣本範圍

Fig. 7 Fork length boxplot caught by 16 cm gill net.

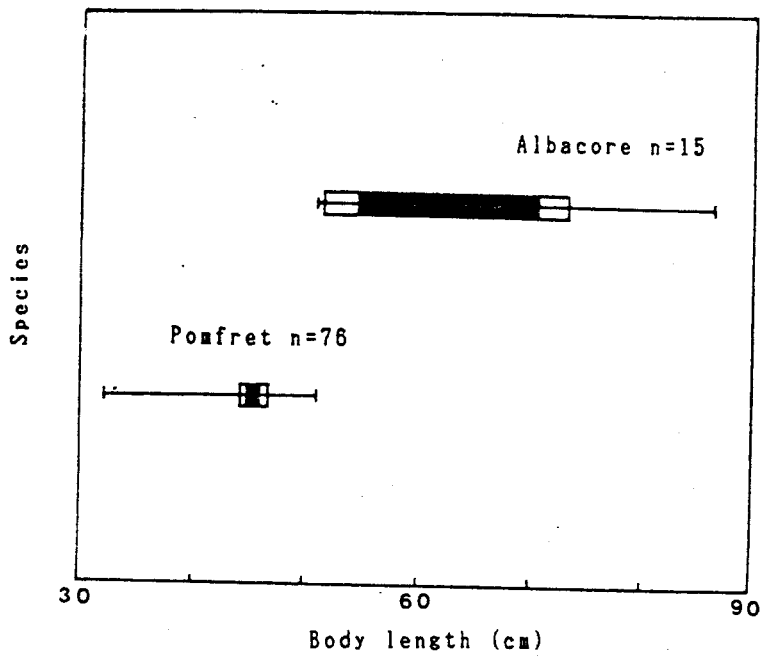


圖8 18公分網目捕獲魚種體長分布範圍
 ■ 95% 體長均值推估範圍
 □ 99% 體長均值推估範圍
 ┌───┐ 樣本範圍

Fig. 8 Fork length boxplot caught by 18 cm gill net.

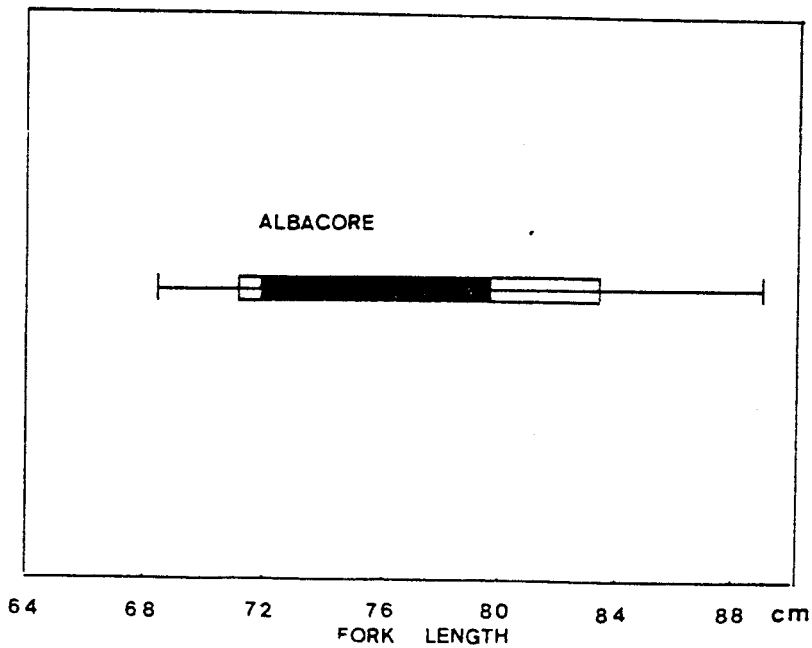


圖9 20公分網目捕獲魚種體長分布範圍
 ■ 95% 體長均值推估範圍
 □ 99% 體長均值推估範圍
 ┌───┐ 樣本範圍

Fig. 9 Fork length boxplot caught by 20 cm gill net.

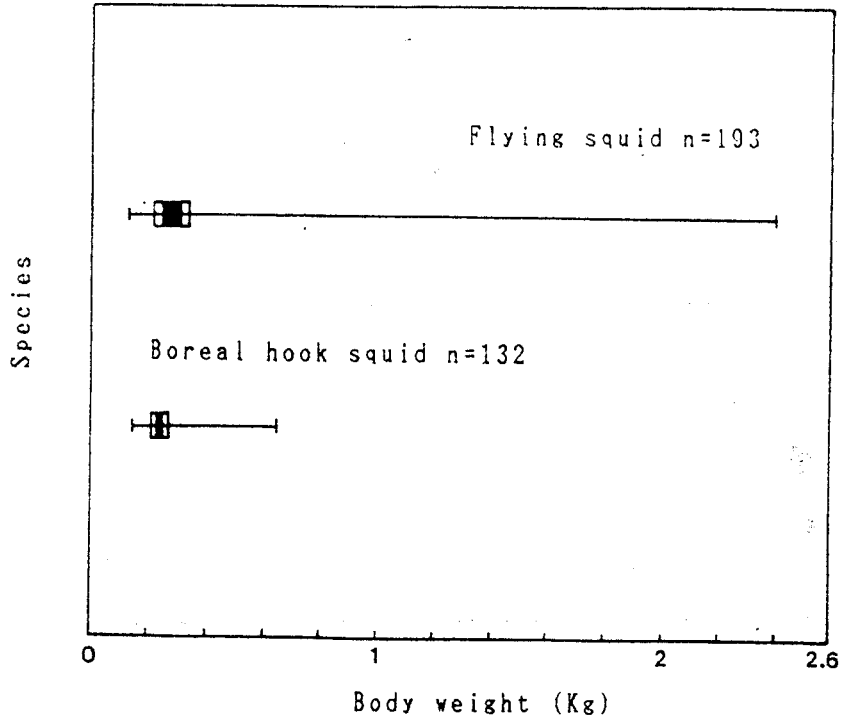


圖10 6公分網目捕獲魚種體重分布範圍
 ■ 95%體重均值推估範圍
 □ 99%體重均值推估範圍
 ━━ 樣本範圍

Fig. 10 Body weight boxplot caught by 6 cm gill net.

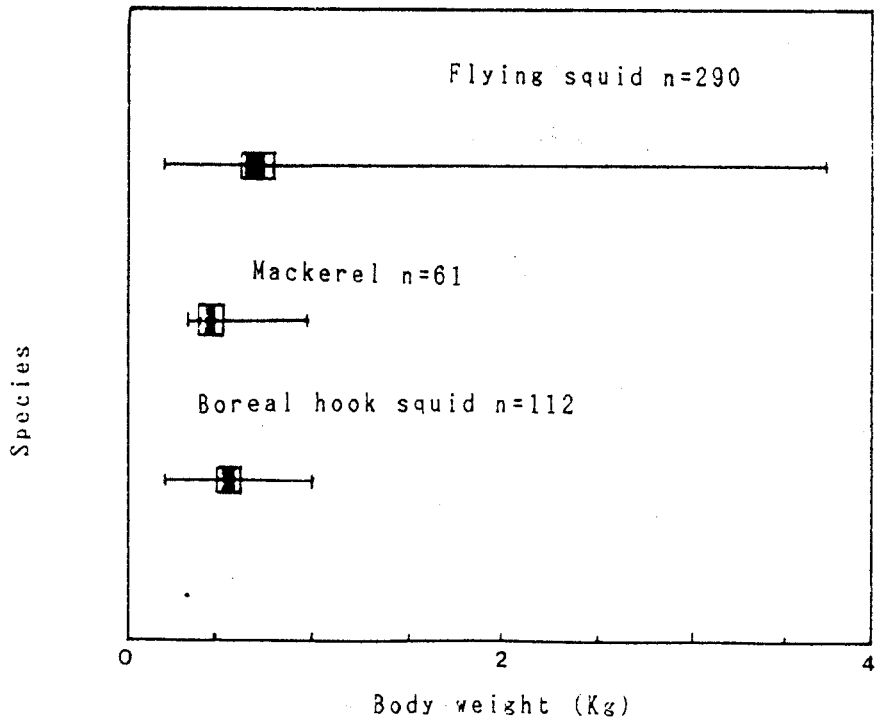


圖11 8公分網目捕獲魚種體重分布範圍
 ■ 95%體重均值推估範圍
 □ 99%體重均值推估範圍
 ━━ 樣本範圍

Fig. 11 Body weight boxplot caught by 8 cm gill net.

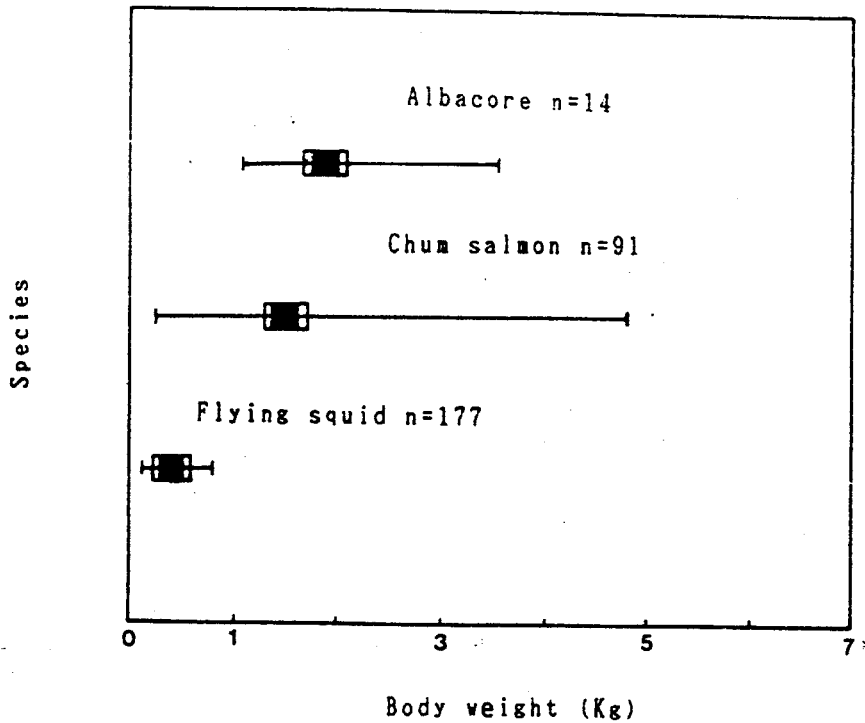


圖 12 11公分網目捕獲魚種體重分布範圍
 ■ 95% 體重均值推估範圍
 □ 99% 體重均值推估範圍
 |——| 樣本範圍

Fig. 12 Body weight boxplot caught by 11 cm gill net.

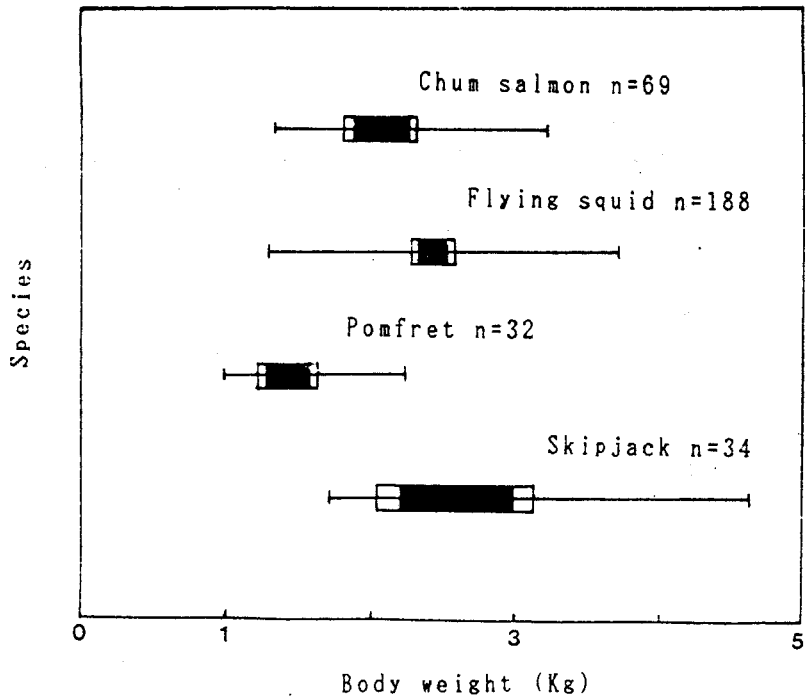


圖 13 12公分網目捕獲魚種體重分布範圍
 ■ 95% 體重均值推估範圍
 □ 99% 體重均值推估範圍
 |——| 樣本範圍

Fig. 13 Body weight boxplot caught by 12 cm gill net.

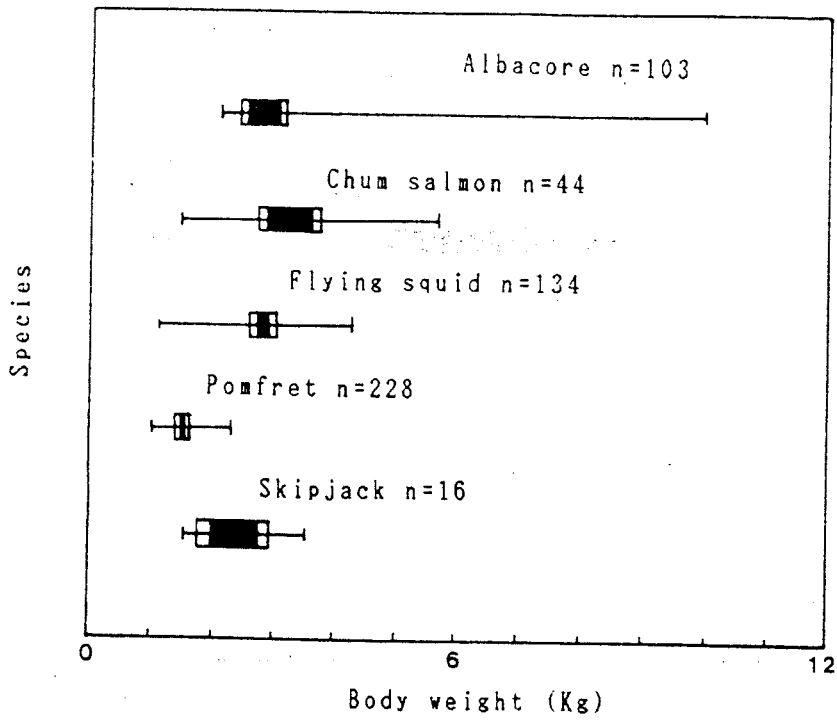


圖 14 14公分網目捕獲魚種體重分布範圍

- 95% 體重均值推估範圍
- 99% 體重均值推估範圍
- 樣本範圍

Fig. 14 Body weight boxplot caught by 14 cm gill net.

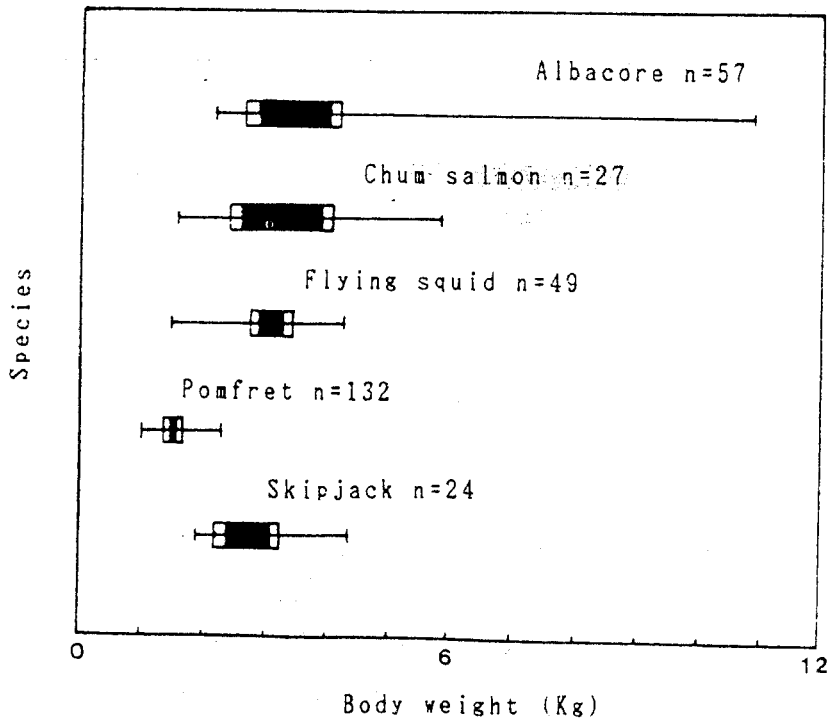


圖 15 16公分網目捕獲魚種體重分布範圍

- 95% 體重均值推估範圍
- 99% 體重均值推估範圍
- 樣本範圍

Fig. 15 Body weight boxplot caught by 16 cm gill net.

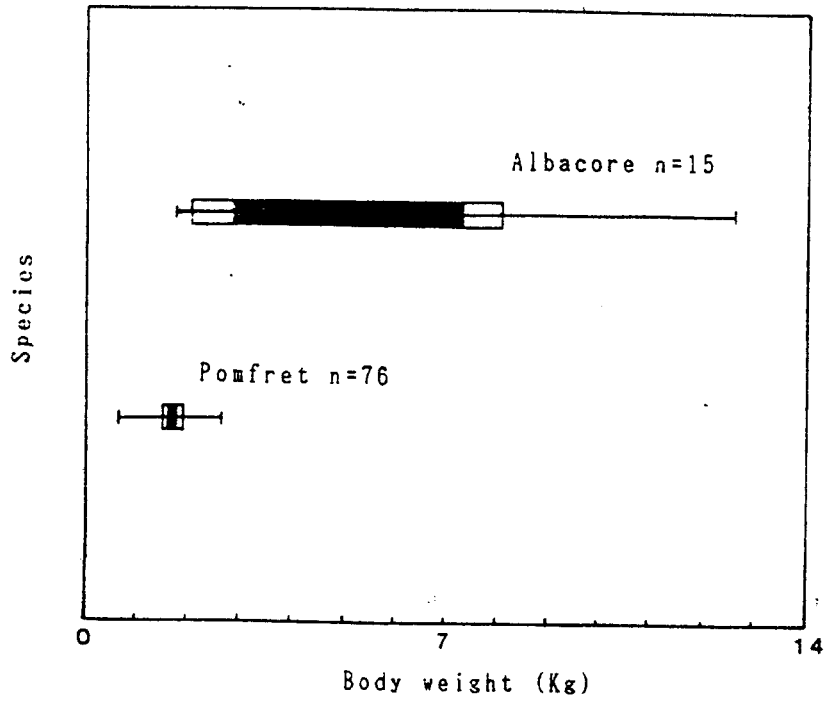


圖 16 18公分網目捕獲魚種體重分布範圍
 ■ 95% 體重均值推估範圍
 □ 99% 體重均值推估範圍
 ┆ 樣本範圍

Fig. 16 Body weight boxplot caught by 18 cm gill net.

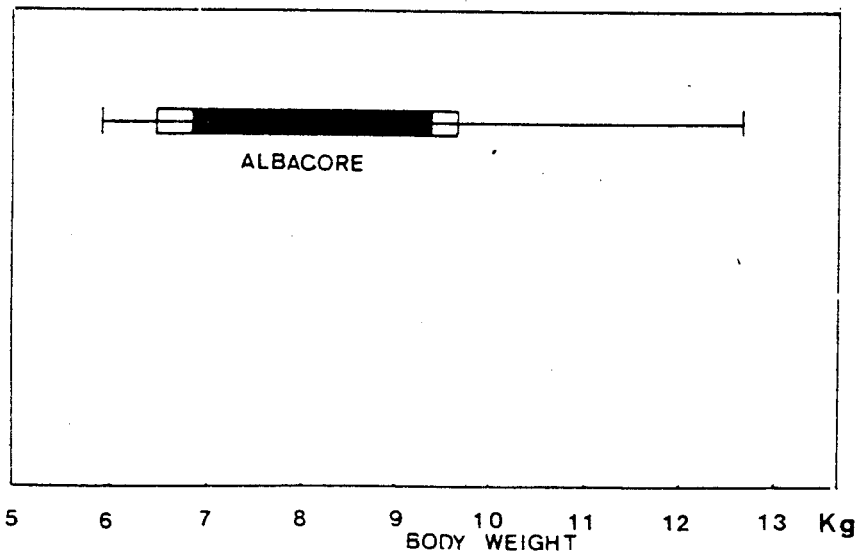


圖 17 20公分網目捕獲魚種體重分布範圍
 ■ 95% 體重均值推估範圍
 □ 99% 體重均值推估範圍
 ┆ 樣本範圍

Fig. 17 Body weight boxplot caught by 20 cm gill net.

FLYING SQUID

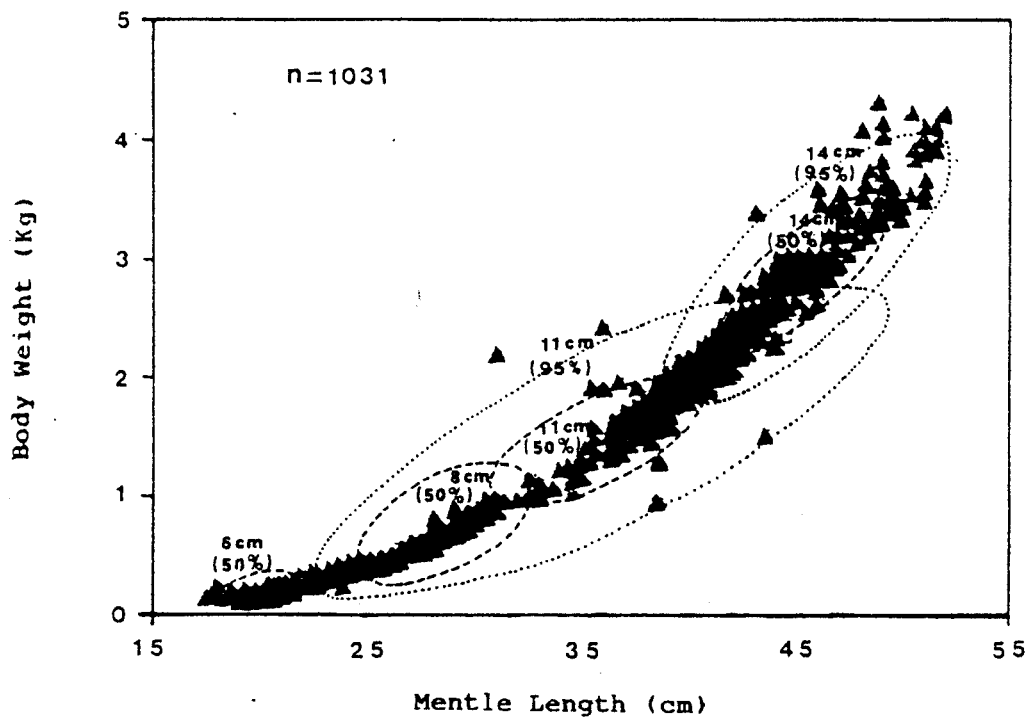


圖 18 不同目大流刺網對赤魷的捕獲範圍

Fig. 18 Caught domain of flying squid for different mesh size.

CHUM SALOM

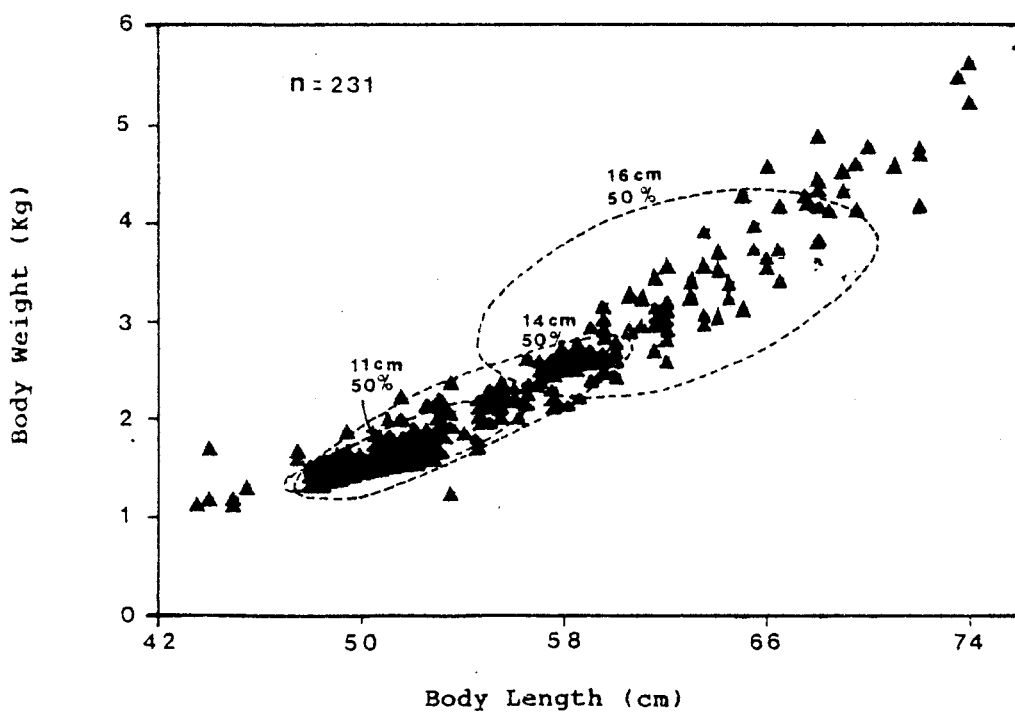


圖 19 11公分、14公分、16公分目大流刺網對白鮭之捕獲範圍

Fig. 19 Caught domain of chum salmon for 11 cm, 14 cm, and 16 cm gill nets.

ALBACORE-TOTAL

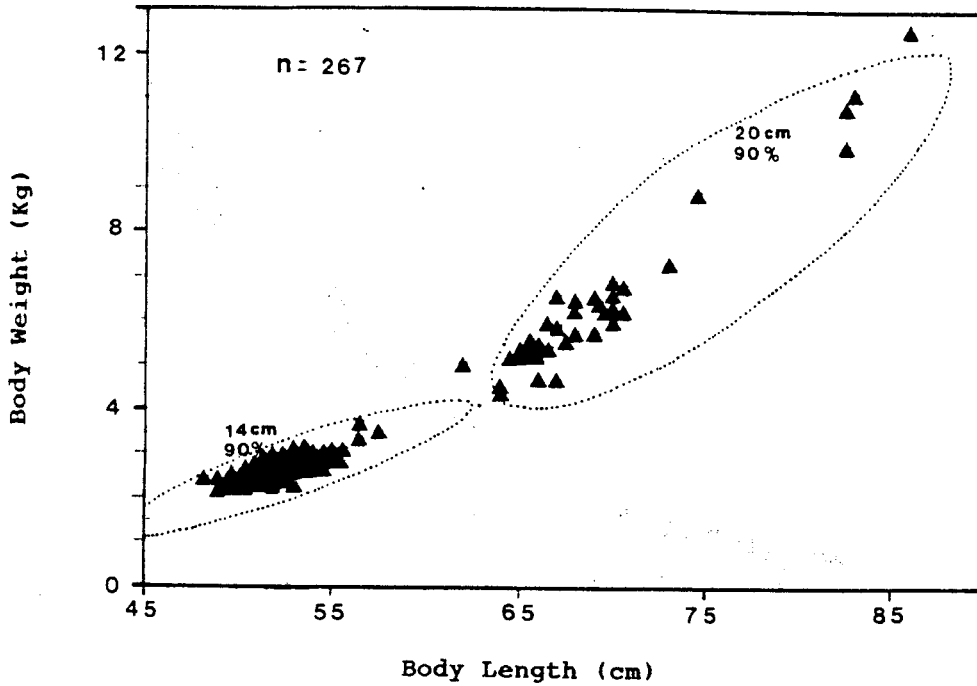


圖 20 14 公分 20 公分目大流刺網對長鰭鮪之捕獲範圍

Fig. 20 Caught domain of albacore for 14 cm and 20 cm gill nets.

因此若使用目大 11 公分~ 14 公分流網，捕大型赤魷，宜作漁區之限制以避免捕獲白魷。一般來說，北太平洋亞極過渡區中大型赤魷常分佈於鋒面北側水溫 12°~15°C 水域，因此，若以 11~14 公分網目作業有可能誤捕白魷。

目大 6 公分 8 公分網目除赤魷外對其他魷類、鮪類、哺乳類亦無傷害，但總體漁獲物經濟價值不高，但使用目大 11~16 公分流網，雖可捕獲大型赤魷，但亦會誤捕魷類及海洋哺乳類及小型長鰭鮪，雖然總體價值甚高，但為資源保育所詬病。因此使用目大 20 公分以上之網目在短期內應為可行之道。

在海上測量魚體體重，當風浪較大時，船體由波峰降至波谷常劇烈打擊海面，重力加速度為一隨機向量，除使人員不舒服外，電動天秤計測之誤差有達 20% 者。因此體長、體重之測量應由同一組人使用桿秤測量。另外除目大 20 公分網片之捕獲資料係來自 1989 年度之試驗資料外，其餘資料為 1988 年同一航次所測得，目的在提供前後一致之計量結果，減少其他誤差。

分析藍鰨、正鰨之捕獲資料顯示網目大小和魚體之大小正相關性相當低。這二種魚種被流刺網捕獲主要可能以纏絡為主。

流刺網對魷類及白魷之捕獲範圍較大，可能係魷類多足且胴體富彈性，白魷則鰓蓋之末端較軟，容易刺入流刺網之故。

本文應將所有確網之魚種均加以計算分析，即不管其為刺獲、纏絡或咬絲等均加以計算。因此其捕獲範圍可能較傳統以正當刺獲者作為捕獲範圍者來得大。

在最適網目或各不同目大網目對不同體長魚種之相對效率方面，以本文之同樣資料採用 Ishida 的方法來處理。6 公分、8 公分、11 公分目大流刺網對各種體長赤魷捕獲之相對效率如圖廿一所示。該圖中縱軸為相對效率單位為%，橫軸為赤魷之外套長單位為公分。6 公分目大流刺網對外套長

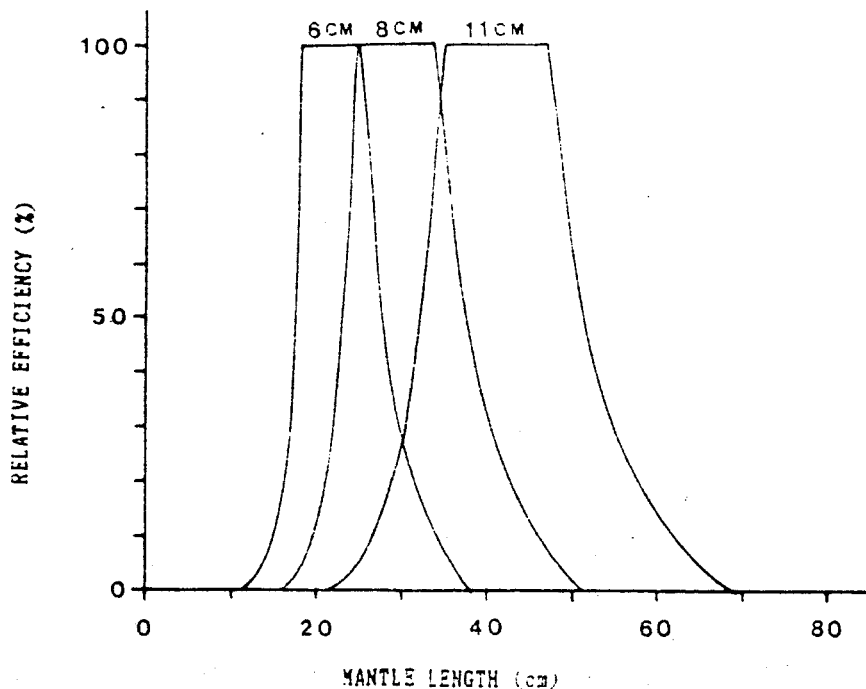


圖 21 目大 6 公分、8 公分、11 公分流刺網對各體長赤魷捕獲之相對效率

Fig. 21 Mesh selectivity curve of 6, 8 and 11 cm gill nets for flying squid.

20 公分至 25 公分之赤魷其相對效率在 90% 以上，8 公分目大流刺網對外套長 27 公分至 30 公分之赤魷之相對效率亦達 90% 以上，而目大 11 公分流刺網之 90% 相對效率在 35 公分至 47 公分間。此與本文圖二至圖四之推估值亦相當接近。

統計方法之堅韌性 (Robust) 問題之檢定方面，本文所用之多變數統計方法係採用正規分佈之模式，採用正規模式係因數學之處理較為簡易。圖廿二至圖廿三為由目大 11 公分流刺網捕獲白魷體長體重是否為正規分佈之檢定，橫軸在圖廿二為體長，圖廿三為體重，縱軸則均為累積或然率，若點線為一直線則為標準百分之百正規分佈，圖廿二、廿三顯示偏離正規分佈之程度仍屬輕微因此尚無需作正規分析前之正規轉換。

由流刺網捕獲之長鰭鮪之體長—體重平面圖廿顯示，表層流刺網捕獲之長鰭鮪似乎有三個年級群，20 公分目大流刺網捕獲者，體長峰值有二處，一為 80 公分者，一為 68 公分者。而 14 公分網目流刺網捕獲者為體長峰值在 53 公分者。是否為三個年級群尚須作進一步生物學上之測定。

摘 要

為瞭解北太平洋商業性流刺網對北太平洋亞極過渡區表層主要魚種之捕獲範圍，使用本所海功號試驗船於 1988、1989 年度使用目大 6 公分、8 公分、11 公分魷流刺網及目大 12 公分、14 公分、16 公分、18 公分、20 公分鮪流刺網網於北太平洋試驗，這些流刺網與現行商業流刺網具有相同之結構，並包含目前使用之網目大小，其試驗結果如下：

90% 體長捕獲範圍為

一魷流刺網

6 公分流刺網對赤魷之 90% 體長捕獲範圍為 17.7 ~ 32.0 公分；8 公分者為 22-45 公分；11 公

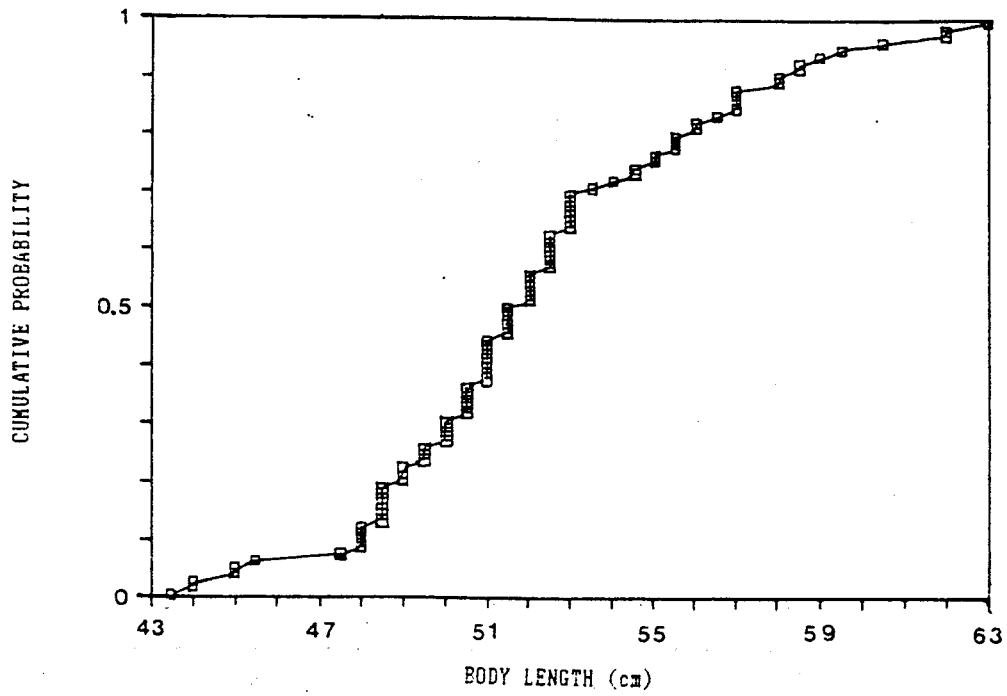


圖 22 由目大 11 公分流刺網捕獲白鮭體長是否正規分佈之檢定

Fig. 22 Normality test of chum salmon fork length distribution caught by 11 cm gill net.

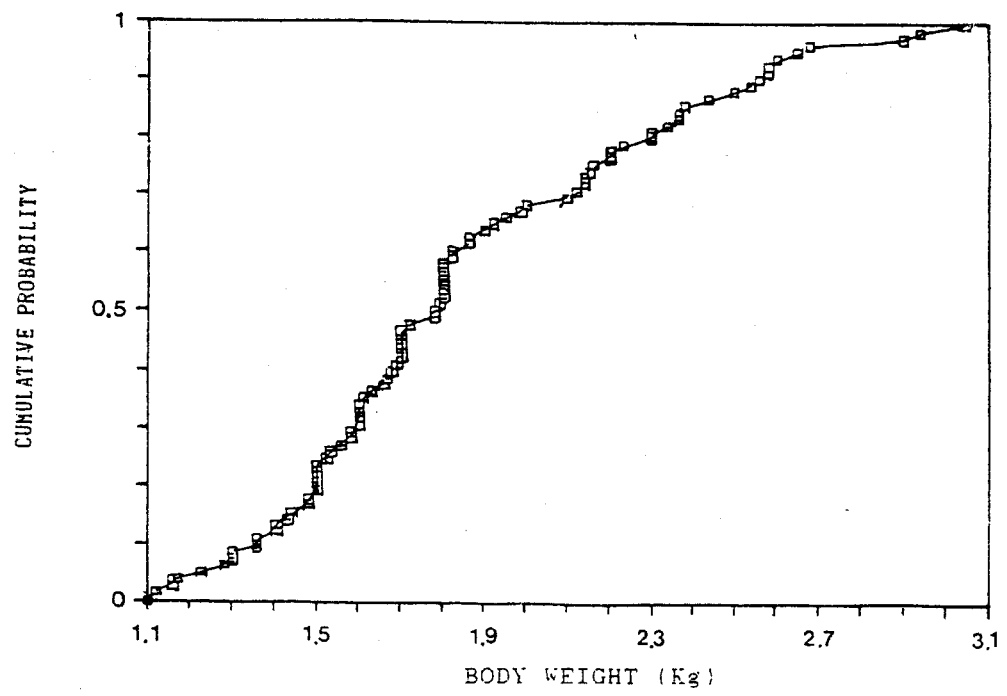


圖 23 由目大 11 公分流刺網捕獲白鮭體重是否正規分佈之檢定

Fig. 23 Normality test of chum salmon weight distribution caught by 11 cm gill net.

分者爲 24-48 公分。對北日本爪魷爲 6 公分者 21 - 30 公分；8 公分者 22 - 34 公分。另外魷流刺網中之 11 公分目大者，其對小型長鰷、小型白魷亦有傷害，其對應之 90% 體長捕獲範圍分別爲 51 - 65 公分、45 - 60 公分。

三 鮪流刺網

14 公分流刺網 90% 體長捕獲範圍爲小型長鰷 52 - 79 公分、白魷 50 - 47 公分、大型赤魷 34 - 50 公分、藍鰨 40 - 50 公分、正鰹 47 - 53 公分。

16 公分流刺網爲長鰷 52 - 80 公分、白魷 51 - 75 公分、赤魷 36 - 52 公分、藍鰨 41 - 51 公分、正鰹 48 - 60 公分。

20 公分流刺網長鰷爲 65 - 80 公分。

三 流刺網雖然效率甚高，但仍然具有相當大之選擇性，非一網打盡，以 20 公分鮪流刺網爲例，其捕獲對象僅爲中大型長鰷及鯊旗類，對魷類、小型長鰷、魷類及藍鰨則無害。另使用目大 8 公分以下流刺網亦僅對魷類，魷類及長鰷無捕獲。

四 目大 12 公分、14 公分、16 公分流刺網則對小型長鰷、藍鰨、魷類、海洋哺乳類。傷害顯著。

謝 辭

本研究得以順利完成，要感謝本所廖所長一久博士之督導協助，海功號呂船長及全船同仁之協助試驗。另外對本所郭主任慶老、李副研究員定安之提供意見亦一併致謝。

參考文獻

1. Mcombie, A.M. and A.H. Berst (1969). Some effects of shape and structure of gill-net. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 26(10):2681-2689.
2. Ishida, T. (1962). On the gill-net mesh selectivity curve. *Bull. Hokkaido. Reg. Fish. Res. Lab.*, 25:20-25.
3. Ishida, T. (1964). On the gill-net mesh selectivity curve. *Bull. Hokkaido. Reg. Fish. Res. Lab.*, 29:1-9.
4. Regier, H.A. and D.S. Robson (1966). Selectivity of gill nets, especially to Lake Whitefish. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 23(3):423-454.
5. Johnson R.A. and J. Strenio (1981). *Boxplots and Batch Comparison, understanding robust and exploratory data analysis.* (D.C. Hoaglin, ed.) Daxbary Press.