

台灣東部漁業資源調查及漁具漁法改進研究

圓花鯷刺網網目選擇研究

廖學耕

Studies on the Optimal Gill

Net Mesh Size for Frigate Mackerel

Shyue-Geng Liao

It is assume here that the maximum body girth G_m , and girth at the end of opercle G_o , distributed according to a bivariate normal distribution $N_2(\mu, \Sigma)$. Where μ represents the expected value of the random vector $[G_m, G_o]$, and the 2×2 matrix Σ is its variance covariance matrix.

The probability of fish which will be exact retained by the gill net may be described by the flowing integral

$$P = \int_{Y_1 = G_{mci} - 17.8167}^{\infty} \int_{Y_2 = -\infty}^{G_{oci} - 16.1525} 0.1422e^{-0.8065Y_1^2 - 0.5625Y_2^2} \times e^{1.0131Y_1Y_2} dY_2 dY_1 \quad (i = 1, 2, 3, 4)$$

Where (G_{mci}, G_{oci}) represents the critical value of $[G_m, G_o]$ for i th mesh size (the critical values of G_m, G_o have different values depending on the mesh size of gill net).

The Frigate Madkerel gill net used locally are usually from 6.5 cm to 7.4 cm in mesh size and the bivariate normal model indicate that :

- 7.4 cm mesh size has 37.1 % efficiency.
- 7.1 cm mesh size has 25.3 % efficiency.
- 6.8 cm mesh size has 10.2 % efficiency.
- 6.5 cm mesh size has 3.8 % efficiency.

And the optimum mesh size is 7.5cm for Frigate Mackerel gill net in December.

前 言

刺網漁業為我重要近海沿岸漁業，其規格種類繁多。以目大來分，如(一)目大 20 公分以上，以捕鯊旗等大型魚類為主之大目流刺網，(二)目大 12 ~ 20 公分以捕鰆、黑鯧、正鯷、巴鯷、兩傘旗魚為主之中目流刺網，(三)目大 12 公分以下以捕圓花鯷、魷、飛魚等為主之小目流刺網。

在各式刺網中，其漁獲型式各有不同，如大目之刺網其捕獲主要以纏終為主，而小目之刺網則以刺獲為主，由過去之經驗小目刺網的網目大小與漁獲物之質與量有密切之關係，其網目之大小可決定

漁獲魚體之大小。即此類刺網網目之選擇性相當敏銳，其上限下限之選擇域較為狹小，即在某上下限範圍以外之魚體被漁獲之可能性相當少。因此網目大小之輕微變動能提高對某種目的魚之捕獲率，其目大之限制亦能保護過小體長魚種之被捕。

在過去刺網網目選擇曲線之研究中據 Regier⁽³⁾ 等之說法概分成三類，一類為直接法（現已少用），二為間接法如 Olsem⁽⁷⁾ 及 McCombie⁽⁶⁾ 等之研究，三為疊代法（iterative methods）如 Ishide⁽³⁾ 等的方法。至 1972 年 Kawamura 再建立新的或然率模式研究鯧魚刺網之選擇曲線，1976 年陳⁽¹⁾ 亦應用 Kawamura 之模式研究本省巴鯧、瀾腹刺網之最適目大。

本文則另以多變數統計分析之技巧⁽²⁾⁽⁴⁾，發展一二維之刺網網目選擇模式，並由該分佈模式計算各目大刺網之刺魚或然率，此計算或然率值並和實際捕魚之統計值比較，其結果尚為合理。

理論解析

假設在一般情況下，魚體之最大周徑小於網目周長時，魚類便可安然通過，反之若鰓蓋周徑大於網目周長時，這些魚類便無法正當刺獲（但均可能因其咬絲或纏絡而擱獲）。惟有魚體之鰓蓋末端周徑小於網目周長且魚體最大周徑大於網目周長時，此型之魚類才能為該網目正當刺獲。即目大一定之刺網其網目選擇範圍決定於魚體鰓蓋末端周徑及魚體最大體周徑之二點間。

一、常態模式（normal model）：

設圓花鯧之族群內，其最大體周徑 G_m ，鰓蓋末端周徑 G_o 之分佈為一雙變常態分佈（bivariate normal distribution）如圖 1，其等密度（或然率）之 (G_m, G_o) 分佈成一橢圓。

$[G_m, G_o]$ 為一隨機向量（random vector），令其簡寫為 X ，即 $X_1 = G_m, X_2 = G_o$
 $X = [X_1, X_2] = [G_m, G_o]$

則 X 之或然率密度函數（Probability density function）為

$$f(X) = \frac{1}{2\pi |\Sigma|^{1/2}} \exp \left\{ -\frac{1}{2} (X - \mu) \Sigma^{-1} (X - \mu)' \right\} \dots \dots \dots (1)$$

其中 μ 為 X 之均值（mean）， $(X - \mu)'$ 為 $(X - \mu)$ 之轉置矩陣

Σ 為 X 之協變矩陣（covariance matrix）

(1) 式 寫為純量之型式為

$$f(X_1, X_2) = \frac{1}{2\pi \sqrt{\sigma_{11}\sigma_{22}(1-\rho_{12}^2)}} \exp \left\{ -\frac{1}{2(1-\rho_{12}^2)} \left[\left(\frac{X_1 - \mu_1}{\sqrt{\sigma_{11}}} \right)^2 + \left(\frac{X_2 - \mu_2}{\sqrt{\sigma_{22}}} \right)^2 - 2\rho_{12} \left(\frac{X_1 - \mu_1}{\sqrt{\sigma_{11}}} \right) \left(\frac{X_2 - \mu_2}{\sqrt{\sigma_{22}}} \right) \right] \right\} \dots \dots \dots (2)$$

$$\text{其中 } \mu = \begin{bmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \end{bmatrix}, \Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} \\ \sigma_{12} & \sigma_{22} \end{bmatrix}, \rho_{12} = \frac{\sigma_{12}}{\sqrt{\sigma_{11}}\sqrt{\sigma_{22}}}$$

又設 G_{mc} 為某一網目能刺魚最大體周徑臨界值（即魚體之最大體周徑大於此值時，則保證無法通過此網目） G_{oc} 為某一網目能刺魚之鰓蓋末端周徑臨界值（即魚體之鰓蓋末端周徑小於此值即能刺入）。

因此能被臨界值為 $[G_{mo}, G_{oc}]$ 之網地所正當刺獲之魚之或然率 P 為

$$P = \int_{G_{mc}}^{\infty} \int_{-\infty}^{G_{oc}} f(X_1, X_2) dX_2 dX_1 \dots \dots \dots (3)$$

$f(X_1, X_2)$ 如(2)式所示，其中 $G_{oc} < G_{mc}$

$$0 < P < 1$$

其中 G_{mc}, G_{oc} 均為目大之函數。

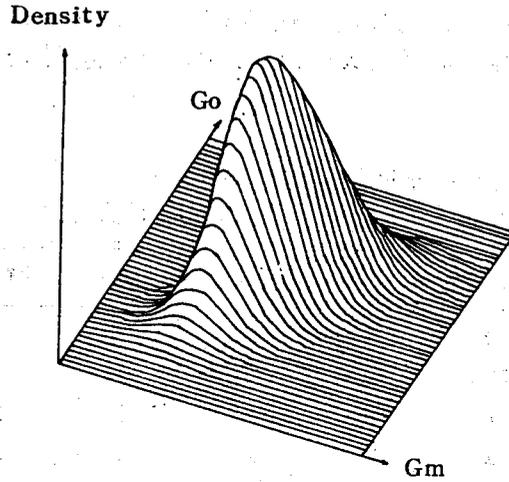


圖1 (Gm, Go)之常態分佈 $\sigma_{11} = \sigma_{22}, \rho_{12} = 0.75$ 時
 Fig. 1 Normal distribution of (Gm, Go), $\sigma_{11} = \sigma_{22}, \rho_{12} = 0.75$

材料與方法

一、試驗材料：

本試驗所使用之漁具：尼龍單絲（直徑 0.5 mm）刺網目大計有 2.1 寸（6.5 公分），2.2 寸（6.8 公分），2.3 寸（7.1 公分）及 2.4 寸（7.4 公分）等四種規格網片，各網片上下方縮結不同，上方縮結 4 成，下方縮結 2.5 成，該流刺網之結構如附表 1。

表 1 圓花鯷尼龍單絲流刺網網具規格
 Table 1 Detail of material for frigate mackerel gill net.

名稱	材料	規格	數量	備註
身網	NYLON	顏色：淡青		浮子方縮結係數 = 0.04
		粗大：0.4 mm		沈子方縮結係數 = 0.25
		目大：6.5 cm	8 片	
		6.8 cm	8 片	共 32 片
		7.1 cm	8 片	
		7.4 cm	8 片	
		每片深度：200 目		
		每片長度：500 目		
浮子網	PE	直徑 0.6 cm	2 條	
浮子	PE	長 6cm × 寬 5.3cm 中空圓柱形浮子	1 條 PE 燃線	每隔 50cm 1 個
沈子網	PE 包鉛	粗：0.5 cm 重：48 g/m	1 條 PE 包鉛	PE 包鉛線每隔 25 cm 12 g 沈子 1 粒

每片網地長 500 目，深 200 目，每一種目大之網片為 8 片 4 種目大共計 32 片。為消除試驗之機差，每片指定一亂數，32 片網地再按亂數之大小由大至小排列，後再按此次序縫成整片刺網（網片排列次序如附表 2）。

表 2 網片完全隨機排列次序表

Table 2 Complete randomized arrangement of gill net sheet.

網片循序編號	目大	網片循序編號	目大	網片循序編號	目大	網片循序編號	目大
1	B	9	A	17	A	25	C
2	D	10	A	18	B	26	A
3	D	11	D	19	B	27	A
4	B	12	B	20	C	28	D
5	C	13	B	21	A	29	D
6	C	14	C	22	A	30	D
7	D	15	C	23	B	31	B
8	C	16	D	24	A	32	C

二試驗方法：

本試驗於 71 年 12 月間實施，使用本分所之小海農號試驗筏，每次出海之時間均在凌晨 4 點左右出港，航行 1 小時後抵達漁場停車、下網，約 20 分鐘投網完畢。投網之方向大部份均與流水方向略成垂直，投網後任其漂流。至晨九點左右開始揚網，然後分別量出不同網目所正當刺獲之圓花鯉尾叉長，鰓蓋末端之體周徑刺網部份周徑（Netted Girth length），魚體最大體周徑和刺網部位（Netted position），至於咬絲、纏絡，或攔網部位不詳之圓花鯉則僅記錄其尾叉長，鰓蓋末端周徑及最大體周徑。

另外於同期中，抽取圓花鯉 78 尾樣本，每尾量其鰓蓋末端周徑 G_0 ，最大體周徑 G_m 。

三圓花鯉〔 G_m, G_0 〕或然率密度函數估計

(一) 周徑均值，周徑協變矩陣計算：

$$\mu \text{ 之計算係使用無偏估計值 } \bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{\alpha=1}^N X_{\alpha} \dots\dots\dots(4)$$

\bar{X} 稱樣本均值 (Sample mean)

$$S \text{ 之計算係使用無偏估計值 } S = \frac{1}{N-1} \sum_{\alpha=1}^N (X_{\alpha} - \bar{X})(X_{\alpha} - \bar{X})' \dots\dots\dots(5)$$

S 稱樣本協變矩陣 (Sample covariance matrix)

於 71 年 12 月圓花鯉漁期中抽取 78 尾圓花鯉樣本，每尾測其鰓蓋末端周徑 G_0 ，最大體周徑 G_m ，其點標於圖 2 上。

使用(4)式

78 尾圓花鯉 G_m 之均值為 17.8167 cm

G_0 之均值為 16.1525 cm

$$\bar{X} = [17.8167, 16.1525]'$$

78 尾圓花鯉〔 G_m, G_0 〕之協變矩陣使用(5)計算

$$S = \begin{bmatrix} 1.417 & 1.272 \\ 1.272 & 2.021 \end{bmatrix} \dots\dots(6) \quad S_{11} = 1.417 \quad S_{22} = 2.021 \\ S_{12} = 1.272$$

因係大樣本

$$\sigma_{11} \approx 1.417, \sigma_{22} \approx 2.021$$

$$\sigma_{12} \approx 1.272$$

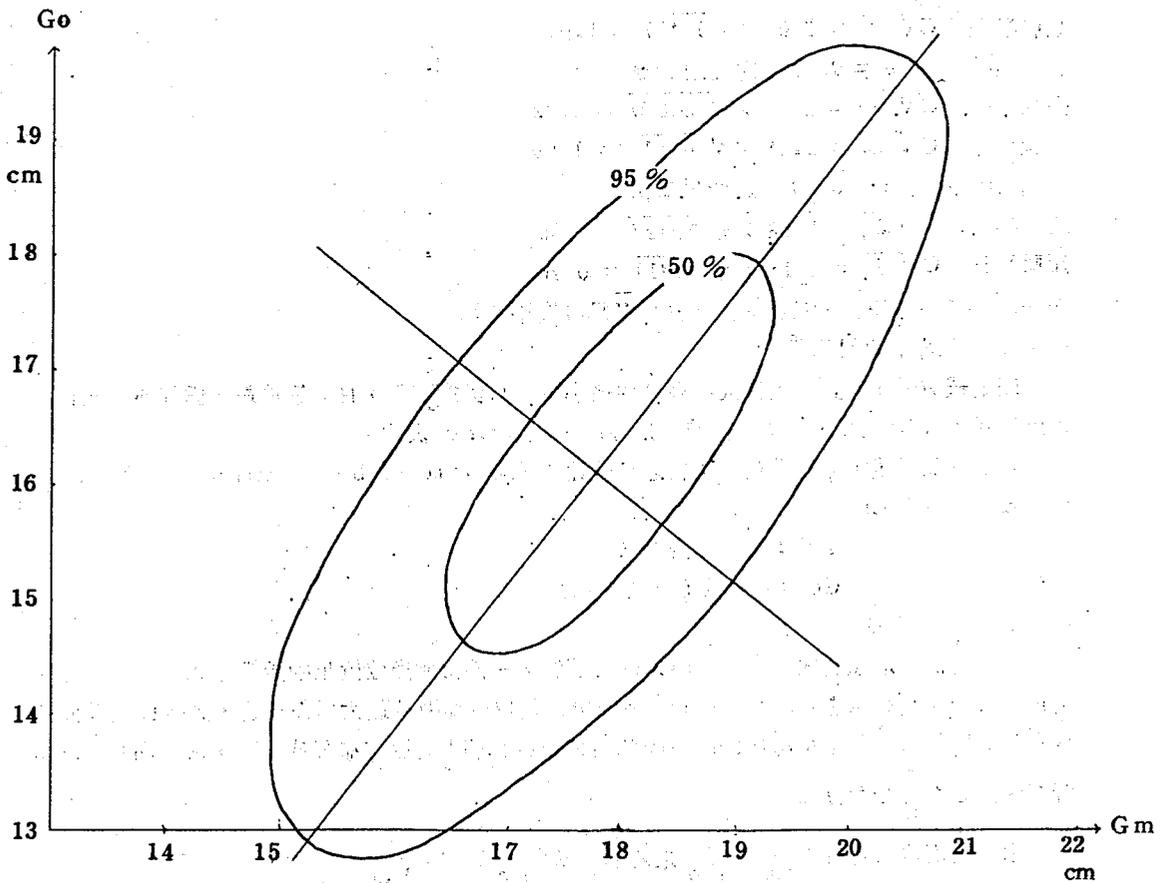


圖 2 (Gm,Go) 點變態常態分佈古典型

Fig. 2 Canonical form of 2-variate (Gm,Go) normal model.

(二) 等密度曲線計算

S 矩陣之二個特徵組 $(\lambda_1, e_1), (\lambda_2, e_2)$ 為

特徵值 (eigenvalue) $\lambda_1 = 3.027$ 時, 其對應之特徵向量 (eigenvector) e 為

$$e_1 = [0.4162, 0.5261]'$$

e_1 為等密度曲線橢圓之長軸向量

特徵值 $\lambda_2 = 0.411$ 時

$$e_2 = [-0.7845, 0.6202]$$

e_2 為等密度曲線橢圓短軸向量, 又

二變常態分佈等密度曲線為

$$(X - \bar{X})' S^{-1} (X - \bar{X}) = \chi^2_2(\alpha) = C^2 \dots \dots \dots (7)$$

即 X 點落在 $(X - \bar{X})' S^{-1} (X - \bar{X}) \leq \chi^2_2(\alpha) = C^2$ 之橢圓內之或然率為 $1 - \alpha$

$$\alpha = 0.01 \quad \chi^2_2(0.01) = C^2 = 9.21, \quad C = 3.03$$

$$\alpha = 0.05 \quad \chi^2_2(0.05) = C^2 = 5.99, \quad C = 2.48$$

$$\alpha = 0.50 \quad \chi^2_2(0.50) = C^2 = 1.39, \quad C = 1.18$$

99 % 或然率 ($\alpha = 0.01$) 之橢圓曲線

$$\text{長軸半長 } C\sqrt{\lambda_1} = 3.03 \times \sqrt{3.027} = 5.27$$

$$\text{短軸半長 } C\sqrt{\lambda_2} = 3.03 \times \sqrt{0.411} = 1.94$$

95 % 或然率 ($\alpha = 0.05$) 之橢圓曲線

$$\text{長軸半長 } C\sqrt{\lambda_1} = 2.48 \times \sqrt{3.027} = 4.32$$

$$\text{短軸半長 } C\sqrt{\lambda_2} = 2.48 \times \sqrt{0.411} = 1.59$$

50 % 或然率 ($\alpha = 0.50$) 之橢圓曲線

$$\text{長軸半長 } C\sqrt{\lambda_1} = 1.18 \times \sqrt{3.027} = 2.05$$

$$\text{短軸半長 } C\sqrt{\lambda_2} = 1.18 \times \sqrt{0.411} = 0.76$$

50 %, 95 % 之橢圓繪於圖 2 上, 其中 X 為橢圓中心點。

(三) G_m, G_o 臨界值之計算⁽⁵⁾ :

因網綫有彈性, 實際上目大較鰓蓋周徑小時, 魚仍能刺入, 目大等於最大體周徑時魚仍能衝出網目, 故 G_m, G_o 有其臨界值, 其各以 G_{mc}, G_{oc} 表之。

設魚於刺網後, 魚體受網目束縛之束縮比 (The rate of body contraction) 為 K , 則 $K = 2\phi / G_n$

2ϕ : 網目周長

G_n : 魚體擺致部位之周徑

其中 $2\phi \leq G_n$

上式之計算以魚正式刺入網內時分成二部份, 一部份刺獲位置集中於鰓蓋末端附近, 此時之 K 值近似等於鰓蓋之魚體束縮比 K_o 一部份刺獲位置集中於最大周徑附近, 此時 K 值近似等於在最大周徑處之魚體束縮比 K_m , 因此由實際魚體刺獲之位置概分成二類, 依不同目大作如圖 3 ~ 圖 6 之 $\frac{1}{K}$ 類度分佈圖表。

由此圖表內求各目大 $\frac{1}{K_o}, \frac{1}{K_m}$ 之均值 $E(\frac{1}{K_o}), E(\frac{1}{K_m})$

$$G_{oc} = E(\frac{1}{K_o}) \times 2\phi$$

$$G_{mc} = E(\frac{1}{K_m}) \times 2\phi$$

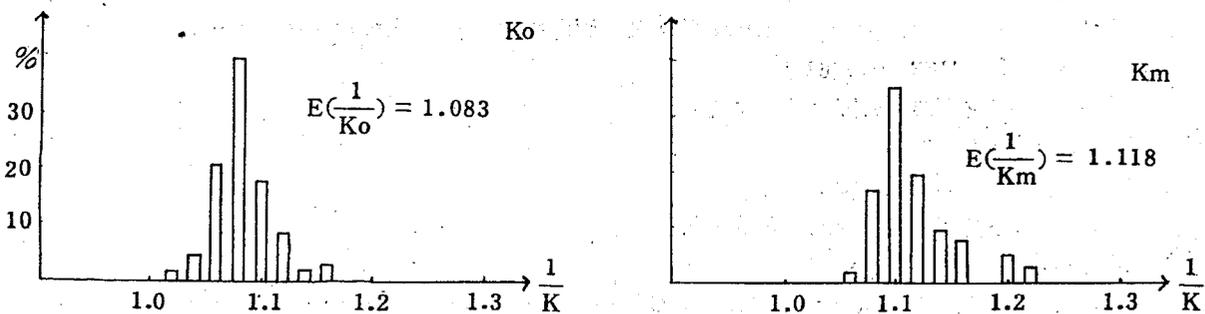


圖 3 圓花鯷 $\frac{1}{K}$ 分佈圖 (目大 $2\phi = 6.5$ cm)

Fig. 3 Distribution of $1/K$ for frigate mackerel ($2\phi = 6.5$ cm)

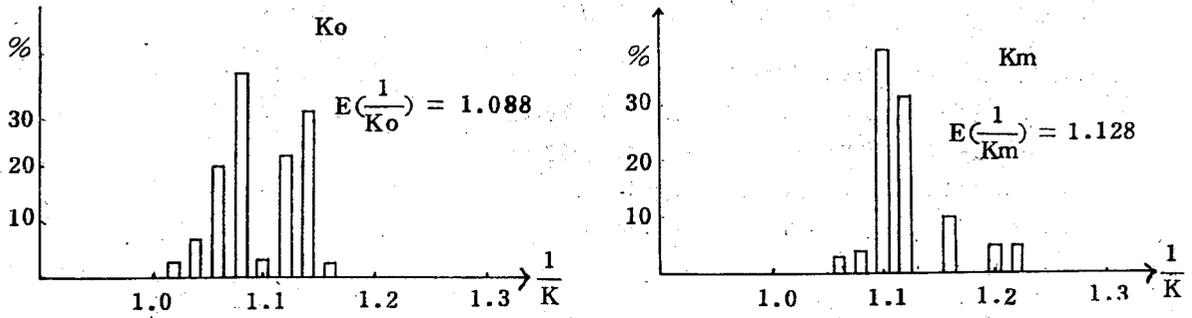


圖 4 圓花鯷 $\frac{1}{K}$ 分佈圖 (目大 $2\phi = 6.8$ cm)

Fig. 4 Distribution of $\frac{1}{K}$ for frigate mackerel ($2\phi = 6.8$ cm)

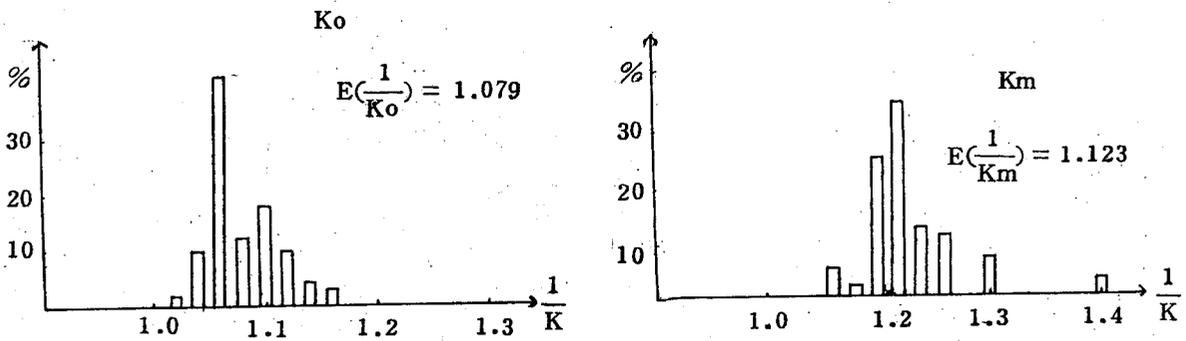


圖 5 圓花鯷 $\frac{1}{K}$ 分佈圖 (目大 $2\phi = 7.1$ cm)

Fig. 5 Distribution of $\frac{1}{K}$ for frigate mackerel ($2\phi = 7.1$ cm)

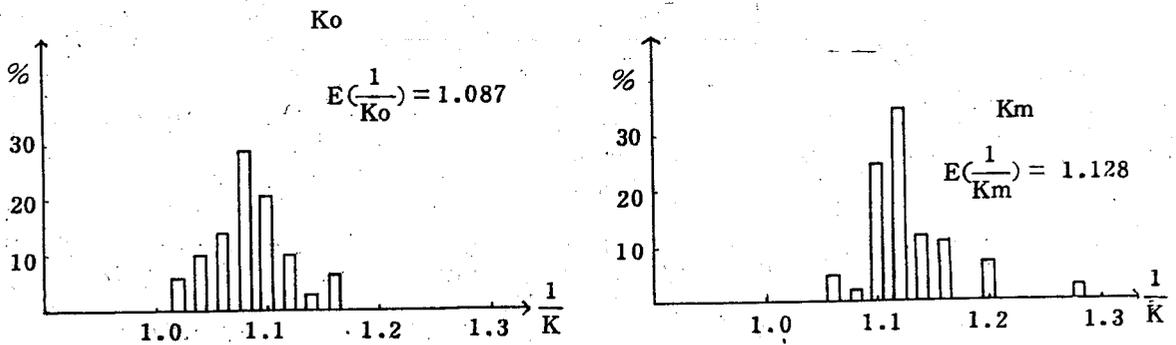


圖 6 圓花鯷 $\frac{1}{K}$ 分佈圖 (目大 $2\phi = 7.4$ cm)

Fig. 6 Distribution of $\frac{1}{K}$ for frigate mackerel ($2\phi = 7.4$ cm)

由圖3中 $E\left(\frac{1}{K_0}\right) = 1.083$, $E\left(\frac{1}{K_m}\right) = 1.118$

故目大 6.5 cm 刺網之 G_{oc} , G_{mc} 為

$$G_{mc} = 2\phi \times 1.118 = 6.5 \times 1.118 = 14.534 \text{ cm}$$

$$G_{oc} = 2\phi \times 1.083 = 6.5 \times 1.083 = 14.079 \text{ cm}$$

$$[G_{mc}, G_{oc}] = [14.534, 14.079]$$

目大 6.8 cm 刺網之臨界值

$$[G_{mc}, G_{oc}] = [15.341, 14.797]$$

目大 7.1 cm 刺網之臨界值

$$[G_{mc}, G_{oc}] = [15.974, 15.322]$$

目大 7.4 cm 刺網之臨界值

$$[G_{mc}, G_{oc}] = [16.694, 16.088]$$

此四點標繪於圖7上，其直線迴歸方程式為

$$G_{oc} = 0.9248 G_{mc} + 0.6174, \text{ 如圖7上之粗點線}$$

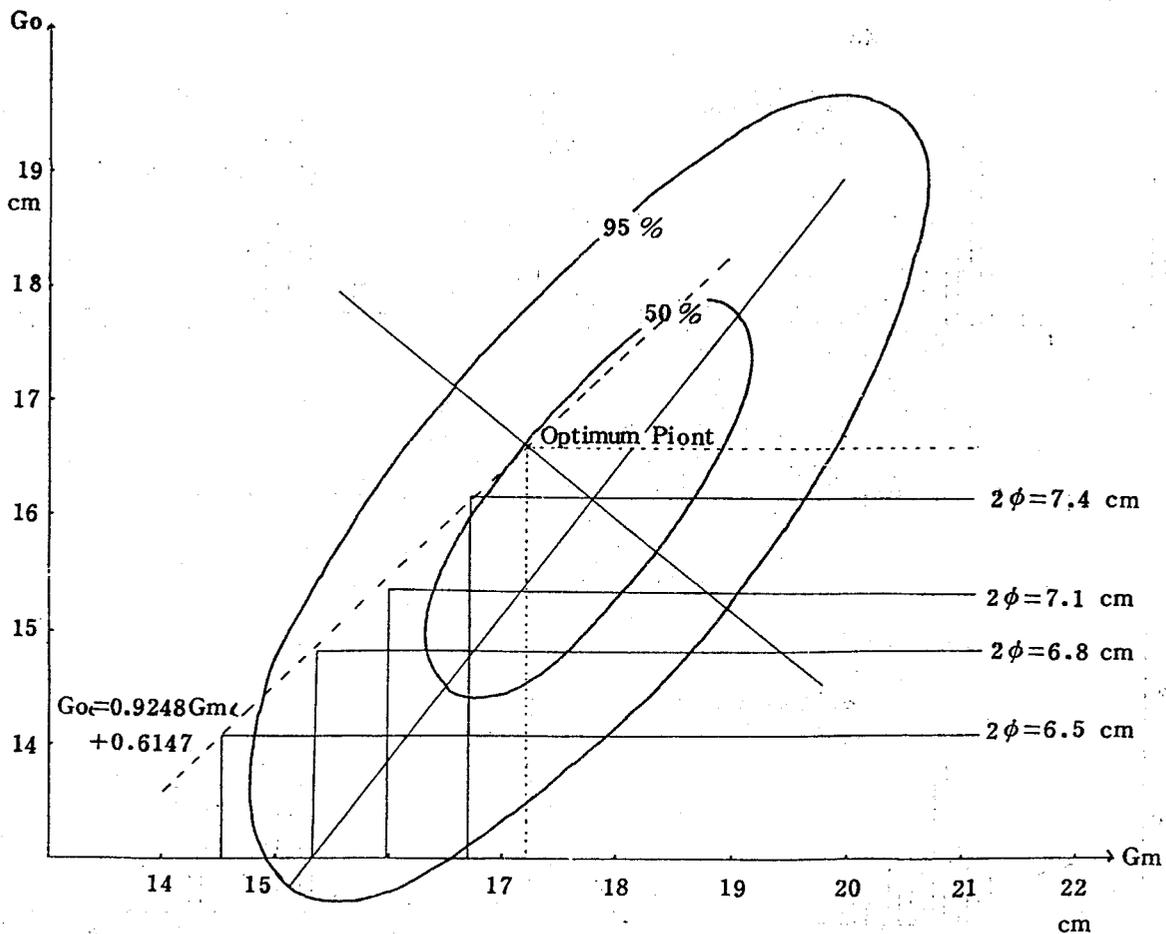


圖7 圓花鯷流刺網最適目大選擇圖

Fig. 7 Optimal mesh size for frigate mackerel gill net.

因此各不同目大刺網對整個圓花鯉族群（於12月間）之有效捕獲概率為 由(3)式

$$\int_{X_1=Gmci}^{X_1=\infty} \int_{X_2=-\infty}^{X_2=Goci} \frac{1}{2\pi\sqrt{\sigma_{11}\sigma_{22}(1-\rho_{12}^2)}} \exp \left\{ -\frac{1}{2(1-\rho_{12}^2)} \left[\left(\frac{X_1-\mu_1}{\sqrt{\sigma_{11}}} \right)^2 + \left(\frac{X_2-\mu_2}{\sqrt{\sigma_{22}}} \right)^2 - 2\rho_{12} \left(\frac{X_1-\mu_1}{\sqrt{\sigma_{11}}} \right) \left(\frac{X_2-\mu_2}{\sqrt{\sigma_{22}}} \right) \right] \right\} \dots\dots\dots(9)$$

其中 $\mu_1 = 17.8167$, $\mu_2 = 16.1525$

$$\sigma_{11} = 1.417, \sigma_{22} = 2.021, \rho_{12} = \frac{\sigma_{12}}{\sqrt{\sigma_{11}\sigma_{22}}} = 0.75$$

$f(X_1, X_2)$ 之離散值如圖8所示。

(9)式作

$Y_1 = X_1 - \mu_1, Y_2 = X_2 - \mu_2$ 之積分變數變換

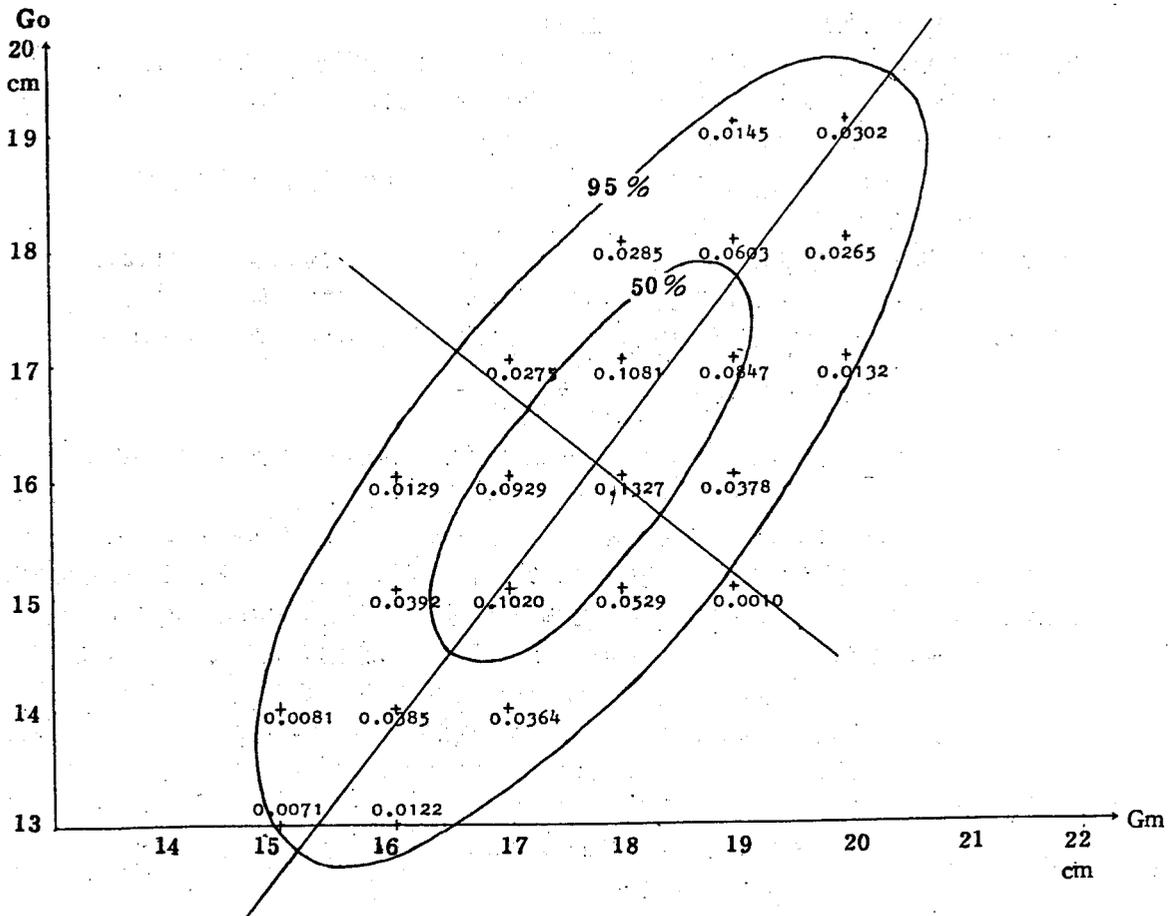


圖8 (Gm, Go) 之或然率密度離散值
 Fig. 8 Probability density of (Gm, Go).

經整理可得

$$\int_{Y_1 = Gmci - 17.8167}^{\infty} \int_{Y_2 = -\infty}^{Goci - 16.1525} 0.1422 \times e^{-0.8065Y_1^2} \times e^{-0.5625Y_2^2} \times e^{1.0131Y_1Y_2} dY_2 dY_1 \dots\dots\dots(10)$$

$i = 1, 2, 3, 4$, 表四種網目。

四試驗結果及計算結果

(一)本試驗於 71 年 12 月間試驗計捕 456 尾圓花鯉，其中正當刺獲者 316 尾，其餘 140 尾為咬絲，纏絡或攔獲情況不明者 316 尾正當刺獲圓花鯉中，為 2.4 寸目刺獲者 135 尾，2.3 寸目刺獲者 113 尾，2.2 寸目刺獲者 57 尾，2.1 寸目刺獲者 11 尾。

- (二) 2.4 寸目刺獲者佔全體捕獲數 (456 尾) 中之 29.6 %
- 2.3 寸目刺獲者佔全體捕獲數 (456 尾) 中之 24.7 %
- 2.2 寸目刺獲者佔全體捕獲數 (456 尾) 中之 12.5 %
- 2.1 寸目刺獲者佔全體捕獲數 (456 尾) 中之 2.4 %
- 咬絲纏絡者佔全體捕獲數 (456 尾) 中之 30.7 %

(三)圓花鯉之最大體周徑 G_m ，及鰓蓋末端周徑 G_o 之分佈如圖 2，其近似於雙變常態分佈。

四各 [G_m, G_o] 點之計算或然率密度如圖 8，如 G_m 長度 17.5 公分至 18.5 公分， G_o 長為 15.5 公分至 16.5 公分之體型的圓花鯉佔 13.27 %。

(四)目大 2.4 寸其 [G_{mc}, G_{oc}] 值為 [16,694 , 16,088] 由(10)式使用數值積分在 $G_{mci} = 16.694$ 時得值為 0.371。

目大 2.3 寸其 [G_{mc}, G_{oc}] 值為 [15.947 , 15.322] 由(10)式數值積分值為 0.253。

目大 2.2 寸其 [G_{mc}, G_{oc}] 值為 [15.341 , 14.797] 由(10)式數值積分值 0.102。

目大 2.1 寸其 [G_{mc}, G_{oc}] 值為 [14.534 , 14.079] 由(10)式數值積分值為 0.038。

結果與討論

一圓花鯉於十二月期間使用目大 2.1 寸，2.2 寸，2.3 寸，2.4 寸流刺網捕獲時正常刺獲以 2.4 寸目為佳。

二本文之理論預測於 12 月間以目大 2.4 寸之刺網來說，經過其危險域之圓花鯉有 37.1 % 可能被捕，目大 2.3 寸之刺網，經過其危險域之圓花鯉有 25.3 % 可能被捕。目大 2.2 寸之刺網，經過其危險域之圓花鯉有 10.2 % 可能被捕。目大 2.1 寸之刺網，經過其危險域之圓花鯉有 3.8 % 可能被捕。

三最佳選擇點可能在圖 7 內 $G_{oc} = 0.9248 G_{mc} + 0.6147$ 迴歸線和橢圓短軸之交點，此點本文稱為圓花鯉流刺網之網目大小最佳選擇點 (Optimum Point)，其對應之目大為 $2\phi = 7.5$ cm。

四若以 2.4 寸目大之刺網其效率為 100 % 時，四種刺網之理論漁獲相對效率為：

$$37.1 : 25.3 : 10.2 : 3.8 = 100 \% : 68.2 \% : 27.4 \% : 6.6 \%$$

實際漁獲相對效率為：

$$29.6 \% : 24.7 \% : 12.5 \% : 2.4 \% = 100 \% : 83.4 \% : 42.2 \% : 8.1 \%$$

二者除目大 2.2 寸、2.3 寸之網目外可謂相當一致。

五於其他月份圓花鯉體型於不同大小時最適刺網網目可能非目大 $2\phi = 7.5$ cm，此點尚須研究。目前漁民圓花鯉刺網目之習用目大為 $2\phi = 6.8 \sim 8.0$ 公分。

六本文為數學處理上之方便一開始便直接認定圓花鯉最大體周徑—鰓蓋末端周徑之聯合分佈為一雙常態分佈，此種認定只為一種近似。由圖 2 知其點分佈於左下端較右上端為多，此為本文理論值和試

驗值有所差異之主因。因此使用其他多變分佈如多變伽碼分佈 (Multivariate Gamma Distribution) 或多變貝他分佈 (Multivariate Beta Distribution) 等可能所得結果不同。

七本試驗因對於進入刺網危險域之圓花鯉其因感到危險折回或其他原因而能逃脫之數目無法估計，故無法驗證四種目大刺網對某一族群圓花鯉之理論效率各為 37.1%，25.3%，10.2%，3.8%。

八大型圓花鯉或其他大型魚類如平花鯉，鯪類等其鰓蓋末端周徑遠大於目大，但亦常硬撞刺網造成咬絲，纏絡而被捕者亦為數衆多，此顯示魚類可能具有只知前進不知後退之奮戰精神。此點涉及魚類行為尚須進一步研究。

摘 要

- 一圓花鯉之鰓蓋末端周徑及最大體周徑之聯合或然率密度函數可以一雙變常態密度函數近似表示。
- 二本文之理論預測於 12 月間，使用目大 2.4 寸之刺網，經過其危險域之圓花鯉有 37.1% 可能被捕，2.3 寸之刺網為 25.3%，2.2 寸之刺網為 10.2%，2.1 寸之刺網為 3.8%。
- 三本文之理論估計於 12 月間捕圓花鯉之最適流刺網網目應為目大 $2\phi = 7.5$ 公分。且此目大隨圓花鯉族群之成長而變動。
- 四隨著漁期將刺網網目作微小適正地變動，能提高刺網之漁獲。
- 五圓花鯉刺網於 12 月間能恰當刺獲圓花鯉之或然率 P 能以下式近似表示

$$\int_{Y_1 = G_{mci} - 17.8167}^{\infty} \int_{Y_2 = -\infty}^{G_{oci} - 16.1525} 0.1422 e^{-0.8065 Y_1^2} \times e^{-0.5625 Y_2^2} \times e^{1.0131 Y_1 Y_2} dY_2 dY_1$$

其中 G_{mci} , G_{oci} 為該片刺網 G_m , G_o 之臨界值。

謝 辭

本報告承蒙李所長燦然博士之策勵，技術員龔大慶君技工吳坤林君之協助，使試驗順利進行。另外對於本分所技工林忠仙君協助繪圖，林美枝小姐協助打字亦表示由衷之謝忱。

參考文獻

- 1 陳中和 (1976). 刺網網目選擇曲線研究，台灣省立海洋學院漁業研究所碩士學位論文。
- 2 Anderson, T. W. (1958). *An Introduction to multivariate Statistical Analysis*, New York. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- 3 ISHIDA, T. (1962). *On the gill-net selectivity curve*. *Bull. Hokkaido Regional Fisheries Res. Lab.*, 25, 6P.
- 4 Johnson, N. L. and S. Kotz. (1972). *Distribution in Statistics: Continuous Multivariate Distribution*. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- 5 Kawamura, G. (1972). Gill net mesh selectivity Curve developed from length-girth relationship *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 38 (10), 119-1127.
- 6 Mc Combie, A. M. and A. H. Berst. (1969). Some effects of shape and structure of fish on selectivity of gill nets, *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 26 (10), 2681-2689.
- 7 OLSEN, S. (1959). Mesh selection in herring gill nets, *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 16 (13), 339-349.

8 Regier, H. A. and D. S. Robson. (1966). *Selectivity of gill nets, especially to lake white fish. J. Fish. Res. Bd. Canada, 23 (3), 423-454.*