

東海、南海產金線紅姑魚外部形態形質之比較*

許建宗** · 劉錫江***

The Comparisons of External Morphometric Characters of Golden Thread, *Nemipterus virgatus* (HOULTUYN), from the East and the South China Seas*

Chien-Chung Hsu** and Hsi-Chiang Liu***

(Received Aug. 10, 1977)

This comparison is dealt with the external morphometric characters of Golden Thread, *Nemipterus virgatus* (HOULTUYN), from the southern area of the East China Sea (R1), Taiwan Strait (R2), the northern area of the South China Sea (R3), the Gulf of Tonkin (R4), and the Northern Sunda Shelf (R5). The measurements used are fork length, head length, upper jaw length, snout length, length of dorsal fin base and anal fin base and the distances from the tip of snout to insertion of dorsal fin, to pectoral fin, to ventral fin and to hard margin of preopercle.

First, each morphometric character is related to fork length by linear regression analysis and each relationship is considered as a unit character. Then, comparisons are made by covariance analysis on each character individually by sexes and regions; and then a multiple characters comparison is made by canonical multivariate analysis.

The results reveal that: (1) There are significant differences between male and female fish from the same area. (2) The sample from the Northern Sunda Shelf is significantly different from any other area mentioned above, the samples from the southern area of the East China Sea are seemingly not significantly different from those of the Taiwan Strait, and the samples from the northern area of the South China Sea and the Gulf of Tonkin are possibly the same one.

緒 言

金線魚 (Golden thread, *Nemipterus* spp.) 爲臺灣底拖網漁業重要漁獲物之一。在西太平洋主要分佈於中國東海、南海及澳洲北部等熱帶、亞熱帶之大陸棚海域。在東海及南海底拖網漁業的總漁獲量中，金線魚約佔 14%⁽¹⁾，以 *N. virgatus*、*N. marginatus*、*N. flaviventis*、*N. nemurus*、*N. mesoprion*、*N. balinenis* 等爲較重要之種類^(1,2)，其中金線紅姑魚 (*N. virgatus*)，約佔金線魚總漁獲量之 41%⁽²⁾，而爲最重要的一種，其分佈主要在東海南部至南海北部大陸棚海域⁽¹⁻³⁾。

Li (1960)^(4,5) 及 Eggleston (1968)⁽⁶⁾ 等曾就南海北部產金線紅姑魚概略作過漁業生物學上的探討。Liu and Su (1972)⁽³⁾，Kao and Liu (1974)⁽¹⁾ 曾報告南海、東海產之金線紅姑魚在產卵期及孕卵數上有所差異。至於有關其族羣構造之研究，則尙付闕如。本報告則試以外部形態形質之比較來研判東海、南海產金線紅姑魚之族羣構造。

* 國立臺灣大學海洋研究所研究報告第 115 號 (Contribution No. 115, Institute of Oceanography, National Taiwan University).

** 臺灣省水產試驗所東港分所 (Tungkang Marine Laboratory, Taiwan Fisheries Research Institute, Tungkang, Pingtung, Taiwan).

*** 國立臺灣大學海洋研究所底棲魚類資源研究中心 (Demersal Fish Research Center, Institute of Oceanography, National Taiwan University, Taipei).

材料與方法

本報告所採用之標本，係於基隆及高雄魚市場採集在東海南部 (R1)、臺灣海峽 (R2)、南海北部海域 (R3)、東京灣 (R4) 以及北巽他陸棚 (R5) 等諸漁場作業 (Fig. 1) 之底拖網漁船於 1970 年 9 月至 1971 年 4 月間所漁獲之金線紅姑魚 (Table 1)。

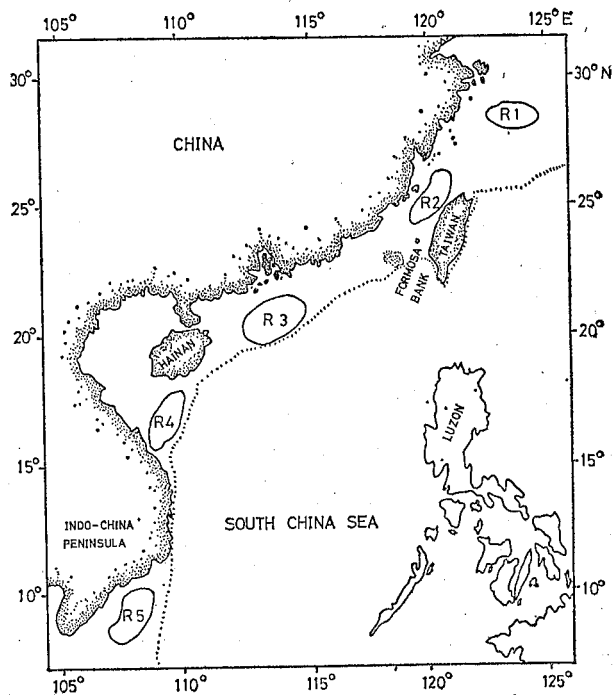


Fig. 1. Map of sampling grounds of the samples in present study.

Table 1. The specimens of golden thread, *Nemipterus virgatus* (HOULTUYN), used in present study.

Sample number	Fishing date	Sex	Sample size	Range of fork length (cm)	Mean of fork length (cm)
R1	Nov. 1970- Jan. 1971	M	141	14.0-31.0	20.61
		F	266	11.0-30.0	20.23
R2	Nov. 1970- Feb. 1971	M	122	13.0-32.0	22.61
		F	115	11.0-29.0	20.05
R3	Nov. 1970- Mar. 1971	M	148	13.0-32.0	22.98
		F	218	13.0-30.0	21.83
R4	Nov. 1970- Mar. 1971	M	220	13.0-29.0	22.65
		F	215	13.0-29.0	21.80
R5	Sept. 1970- Apr. 1971	M	112	12.0-27.0	20.32
		F	131	12.0-27.0	19.09

M: Male specimen.

F: Female specimen.

採得之冷凍標本，經自然解凍後，以魚體測量板測量尾叉長 (Fork length) 至 1 mm，其餘形質均以游標尺測量至 0.1 mm。本報告中所選用之形質及其測量部位示如 Fig. 2。

各形質俱先對尾叉長以直線迴歸關係加以檢定，並以變異係數 (Coefficient of Variation, CV)⁽⁷⁾

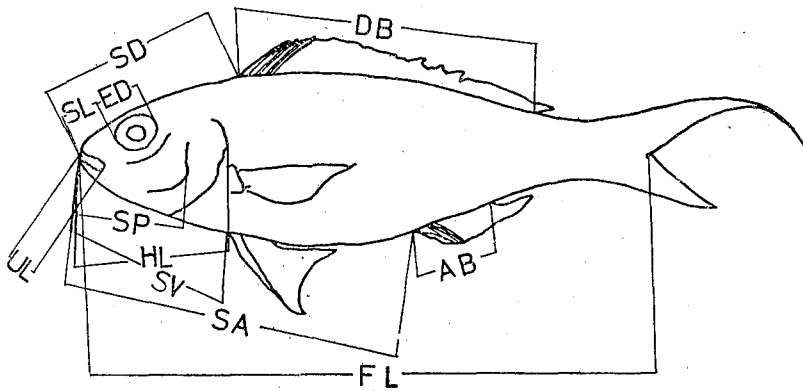


Fig. 2. Body parts measured in present study.

- FL: Fork length
 HL: Head length
 SP: Distance from snout to the margin of preopercle
 UL: Upper jaw length
 SL: Snout length
 ED: Eye diameter
 SD: Distance from snout to the insertion of dorsal fin
 DB: Length of the dorsal fin base
 SV: Distance from snout to the insertion of ventral fin
 SA: Distance from snout to the insertion of anal fin
 AB: Length of anal fin base

檢定形質測量值之可靠性。變異係數定義為 $CV = S_{y,x} / \bar{x} \times 100\%$ ， $S_{y,x}$ 為離迴歸標準偏差， \bar{x} 為尾叉長之平均值。

其次，再以變積分析法 (Analysis of Covariance)⁽⁷⁾ 兩兩比較形質與尾叉長迴歸直線間之異同。首先比較同海域標本中雌雄間之異同，並藉以斷定在分析海域別時，應將雌雄分別處理抑或合併處理。其次再檢討海域間標本之異同。

除利用單變值之變積分析外，為更確切瞭解標本之差異情形，更將測量之11個形質之資料，以正準多變值統計分析法 (Canonical multivariate analysis)^(8,9) 來分析各標本在空間所佔定之相關位置之遠近，用資輔助判定標本間之親疏關係，最後再依據上述二法之分析結果綜合研判其族羣構造。

結 果

各形質對尾叉長之直線迴歸關係檢定結果皆呈高度顯著性。而各形質之變異係數，在標本間之差異甚小，故對於測定值之可靠性似不容置疑 (Appendices 1a, 1b)。

一、雌、雄間之比較：

各標本雌、雄間各形質對尾叉長之迴歸直線比較之結果示如 Table 2，其迴歸係數或修正平均值在 $p > 0.05$ 下有差異者計：R1 標本有 4 個形質，即 SP, ED, SV, 及 SA；R2 標本有 9 個形質，即 HL, SP, UL, ED, SD, DB, SV, SA 及 AB；R3 標本有 9 個形質，即 HL, SP, UL, SL, ED, SD, DB, SV 及 SA；R4 標本有 9 個形質，即 HL, SP, UL, SL, ED, SD, SV, SA 及 AB；R5 標本有 8 個形質，即 HL, SP, SL, ED, SD, DB, SA 及 AB。

綜合上述各標本雌、雄間比較之結果，除 R1 標本只有 4 個形質顯示差異外，其他 4 組標本皆有 8 個以上之形質具有顯著差異。故在下列諸分析中，雌、雄皆分別解析。

二、各形質依海域別不同標本間之比較：

由不同海域漁獲之 5 個標本，兩兩配對比較，雌、雄皆可得 10 組配對，每組配對有 10 個形質，

Table 2. Results of regression analysis obtained from between sexes comparison of each sample by character.

Character Sample No.	HL		SP		UL		SL		ED		SD		DB		SV		SA		AB	
	Fb	Fa	Fb	Fa	Fb	Fa	Fb	Fa	Fb	Fa	Fb	Fa	Fb	Fa	Fb	Fa	Fb	Fa	Fb	Fa
R1			**	**					**	**					*			**		
R2	*	*	**	**	*				*	**	*	**	**		*			**	**	
R3	**	*		**		*		**	**	**		**	*		*			**		
R4	**			**		*	**		**	**	**	**			**	**	**	**		*
R5	**		**	**			*	**	**	**	*	**	**				**	**	**	**

Fb and Fa are the variance ratios to test the significance of regression coefficient and adjusted mean respectively.

*: significant at 5% level.

**: significant at 1% level.

故雌、雄各有 100 組迴歸直線。

1. 雄魚部份：雄魚 100 組迴歸直線之各形質標本間比較結果示如 Table 3，在 $p > 0.05$ 下，其迴歸係數或修正平均值共有 72 組具有顯著差異，其中，R1 標本和 R2 標本之比較佔 4 組 (HL, ED, SD 和 SA) 為最少；其次依序為：R1 標本和 R3 標本之比較佔 5 組 (SP, SL, ED, SD 和 SA)；R1 標本和 R4 標本以及 R2 標本和 R3 標本之比較各佔 6 組，分別為 (HL, SP, UL, SL, ED 和 DB) 及 (HL, SP, SL, ED, DB 和 SA)；R3 標本和 R4 標本以及 R4 標本和 R5 標本各佔 7 組，分別為 (HL, SP, UL, SL, DB, SV 和 SA) 及 (SP, SL, ED, SD, DB, SV 和 AB)；R2 標本和 R4 標本，R1 標本和 R5 標本以及 R2 標本和 R5 標本各佔 9 組，彼等各只有 1 個形質不顯著，分別為 AB, SA 及 SP；而 R3 標本和 R5 標本之比較，則各組皆有顯著差異。

2. 雌魚部份：雌魚 100 組迴歸直線之各形質標本間比較結果亦示於 Table 3，在 $p > 0.05$ 下，其迴歸係數或修正平均值共有 77 組具有顯著差異；其中，R3 標本和 R4 標本之比較佔 4 組 (SP, ED, SD 及 SA) 為最少；其次依序為：R1 標本和 R2 標本及 R4 標本和 R5 標本之比較佔 7 組，分別為 (HL, SP, UL, SL, ED, SD 和 SA) 及 (HL, UL, ED, SD, DB, SV 和 AB)；R1 標本和 R3 標本，R1 標本和 R4 標本，R1 標本和 R5 標本，R2 標本和 R3 標本以及 R2 標本和 R4 標本各佔 8 組，其各只有 2 組不顯著，分別為 SD 和 AB；SL 和 AB；SL 和 DB；DB 和 AB 以及 DB 和 AB；R4 標本和 R5 標本之比較佔 9 組，只有 SA 之一組不顯著；而 R2 標本和 R5 標本之比較，則 10 組皆有顯著差異。

綜合以上之結果，雄魚之 R1 標本和 R2 標本及雌魚之 R3 標本和 R4 標本較為相近，而不論雌、雄魚種，R5 標本和其他各個標本都有顯著差異。

三、正準多變值統計分析比較：

將各海域雌、雄魚共 10 個標本，同時以正準多變值分析處理，其特性根 (eigen values) 及特性根之卡方近似測驗 (Chi square approach) 結果示如 Table 4，得知 9 個特性根中 ($p > h-1$ ， p 為形質個數， h 為測試標本數，故特性根數為 $h-1$ ，其餘 $p-(h-1)$ 個為零根，Table 4 之第 10 個根即為零根)，前 6 個較大特性根皆顯著，此即表示經此誘導出之各個標本之正準變值 (canonical variates) 所構成之空間中，由各個標本之前 6 個正準變值所構成之空間之相對位置，用之於判別標本之異同，皆有意義，又因第一及第二特性根值最大，故以第一及第二正準變值所構成之空間位置，應具有較高之判別力。

今以各個標本之第一正準變值為橫座標，第二正準變值為縱座標，所得之點為圓心。以 90% 信

賴界限值 (1.645) 除以各個標本樣品數方根 ($\sqrt{N_l}$, $l=1, 2, 3, \dots, 10$) 之商為半徑，繪製各海域雌、雄共 10 個標本在空間分佈位置圖及其信賴圓如 Fig. 3。由 Fig. 3 之各組標本在空間之位置關係可得知：(1) 同海域之雌雄標本有差異存在，(2) 雄魚部份，R1 標本與 R2 標本，R3 標本與 R4 標本較為相近，R1, R2 標本與 R3, R4 標本則較相離，又 R5 標本與其他各組標本皆相距較遠，(3) 雌魚部份，R3 標本與 R4 標本較為相近，R1 標本、R2 標本及 R5 標本與其他各組標本間皆較遠離。

綜合上述變積分析和正準多變值分析之結果，R1 標本與 R2 標本間及 R3 標本與 R4 標本間

Table 3. Covariance analysis for pairs of samples by sex.

MALE								FEMALE											
R1				R2				R3				R4				R5			
*																			
**	**																		
		**																	
**																			
**	**			**	**	**	**												
**	**			**	**		*												
*	**	*		**			**												
*	**	**		**	**		**												
		**	**			**													
						**	*												
		**	*	**	*		**												
**		**	*	**															
**		**	*	**		**	**												
**	**	**	**	**	**	**	*	**	**										
**	**	*	**	**	**	**	**	**	**	*	*	**	**	*	*	**	**	**	**
**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	*	*	**	**	*	*	**	**	**	**
**	**	*	**	**	*	**	**	**	**	*	*	**	**	*	*	**	**	**	**
*		**	**	**	**	**	*	*											
Fb	Fa	Fb	Fa	Fb	Fa	Fb	Fa	Fb	Fa	Fb	Fa	Fb	Fa	Fb	Fa	Fb	Fa	Fb	Fa

Fa and Fb are the variance ratios to test the significance of the regression coefficient and adjusted mean respectively.

- *; significant at 5% level.
- **; significant at 1% level.

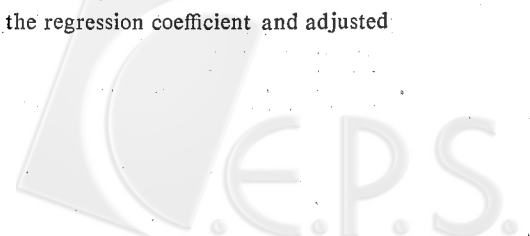


Table 4. The examination of the eigen values, λ , and the Chi square approach of both sexes samples in the canonical multivariate analysis of the present study.

j	λ_j	$\pi(1+\lambda_j)$	Chi square	Degree of freedom
1	0.3530	2.1012	1,240.15	99
2	0.2026	1.5530	735.11	80
3	0.1781	1.2914	426.87	63
4	0.0416	1.0962	153.13	48
5	0.0225	1.0524	85.06	35
6	0.0171	1.0292	47.91	24
7	0.0059	1.0119	19.63	15
8	0.0039	1.0060	9.88	8
9	0.0021	1.0021	3.45	3
10	0.0000	1.0000	0.00	0

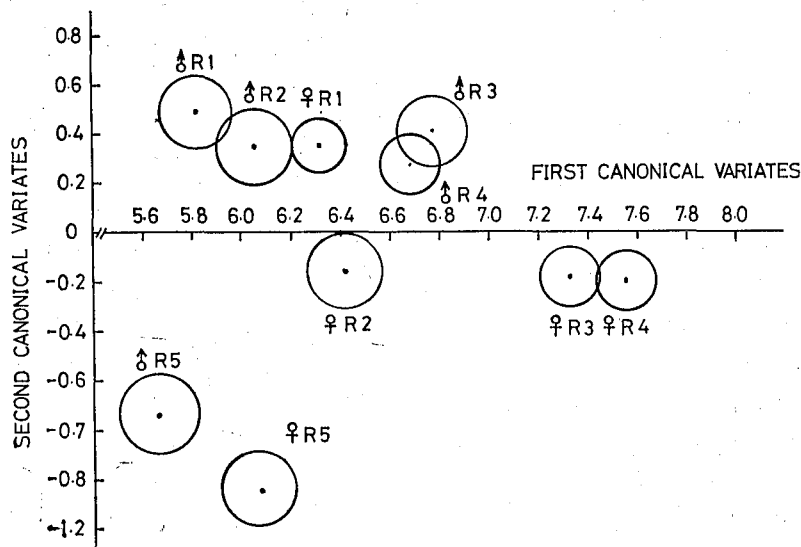


Fig. 3. Canonical variates chart showing the mutual relations of the male and the female samples based on 11 morphometric characters. The circle represents its 90% confidence limits.

差異較小，似可能為同一系羣；R5 標本與其他各組標本差異皆甚大，可能為獨立之一羣，亦即可分為臺灣海峽羣（R1 標本和 R2 標本），南海北部羣（R3 標本和取自東京灣之 R4 標本）及北巽他陸棚（Northern Sunda Shelf）羣（R5 標本）等三羣。而臺灣海峽羣與南海北部羣似可以以臺灣堆（Formosa Bank）為分界點。

討 論

本文所採用之東海南部及南海所產之金線紅姑魚標本，經利用外部形態形質加以比較結果顯示，大略可以區分為臺灣海峽羣，南海北部羣及北巽他陸棚羣等三羣。

在同海域雌、雄標本之比較亦有顯著差異，此可能雌、雄魚在成長上即有所不同所造成的，

Eggleston (1968)⁽⁶⁾, Liu and Su (1972)⁽³⁾ 和 Kao and Liu (1974)⁽¹⁾ 皆曾推論此魚雌、雄的成長率不同，且其性比 (Sex ratio) 有隨尾叉長之增大而遞減的現象。後又經郭 (1975)⁽¹⁰⁾ 的證實，雌、雄魚在成長上，確有很顯著的差異，雄魚之極限體長亦遠較雌魚者為大，此足以說明雌、雄魚在成長之基本形態上已有差異存在。

取自東海南部 (R1) 及臺灣海峽 (R2) 之標本，其外部形態形質差異較小，應可歸為臺灣海峽羣，Kao and Liu (1974)⁽¹⁾ 亦曾指明彼等之產卵季節和孕卵數皆無顯著差異。取自東京灣 (R4) 及南海北部 (R3) 者，經 Liu and Su (1972)⁽³⁾ 和 Kao and Liu (1974)⁽¹⁾ 對產卵季節之判定，亦無甚差異，在形態之比較上亦甚相近，似可歸為南海北部羣。而臺灣海峽羣和南海北部羣，在族羣密度上，經 Liu (1973)⁽²⁾ 之解析，南海北部者遠大於臺灣海峽者；在成長和產卵上，Kao and Liu (1974)⁽¹⁾ 及郭 (1975)⁽¹⁰⁾ 之分析，亦顯示在產卵季節、孕卵數及成長上皆有顯著差異，今在形態上，測驗結果亦呈高度顯著，故此兩海域之本魚種，似應屬於不同之兩羣。

以單變值之變積分析和正準多變值分析結果，雄魚之 R3 標本與 R4 標本之比較結果，略有不同；而雌魚之 R1 標本與 R2 標本之比較略顯出差異，以正準多變值分析，其距離亦相距略遠。依據正準多變值分析結果，由正準軸 (canonical axes) 或正準係數 (Appendix 2) 可看出，正準係數絕對值最大之形質均出現在頭部，此即表示在本正準多變值分析中，頭部之形質對正準變值之數值有加重影響，頭部形質之差異較其他部位形質者更形重要。雄魚 R3 標本和 R4 標本在變積分析之比較中，其頭部形質非全部顯著，尤以佔正準係數最高之 ED 形質不顯著，故在正準多變值分析中距離較近，而雌魚之 R1 標本與 R2 標本，在變積分析之比較中，頭部形質之比較皆有差異，故在相對比較上，足以影響正準變值之數值，進而影響彼等在空間分佈之位置，故適以造成其在正準多變值分析中之較大差異。究竟雌魚之 R1 標本與 R2 標本是否不為同一系羣，或是由於成長上之差異或其他因素所造成之影響，則有待更進一步之探討。

摘 要

本文為從東海南部、臺灣海峽、南海北部、東京灣及北巽他陸棚等海域所漁獲之 5 組金線紅姑魚標本，以外部形質之比較，據以判定該等海域之族羣構造。此所用於分析之外部非體節形質計有：尾叉長、頭長、上顎長、吻長、眼徑、背鰭基底長、臀鰭基底長以及吻端到前鰓蓋骨後緣、背鰭起點、腹鰭起點、臀鰭起點等 11 個形質。

首先，以每一非體節形質對尾叉長做迴歸判定，其次，以變積分析法比較各個非體節形質，在雌雄間及各海域標本間之異同。再以正準多變值統計分析法求各個海域標本，在空間分佈上所佔有的相對位置，以判定異同程度。由外部形態形質比較結果得知：(1) 同海域雌、雄間外部形態形質有顯著差異；(2) 東海南部及臺灣海峽產金線紅姑魚之族羣構造，由外部形態形質之異同情形，可判定同屬臺灣海峽羣，南海北部及東京灣者，可判定為南海北部羣，以及北巽他陸棚者，得判定自成一羣。

謝 辭

本文得以順利完成，得力於臺灣大學海洋研究所底棲魚類資源研究中心諸位同仁之協助收集標本及測量形質，又吳娟娟，蕭麗珠小姐以及臺灣省水產試驗所東港分所曾金菊小姐幫忙繪製圖表，特此誌謝。

參 考 文 獻

1. KAO, C. L. and H. C. LIU (1974). Maturity and Spawning of Golden Thread, *Nemipterus virgatus* (HOUTTUYN), in the East and the South China Seas. J. of the Fish. Soc. of Taiwan, 3(2), 85-91.

2. LIU, H. C. (1973). Demersal fish Resources of the South China and the southern part of the East China Seas. Technical Seminar on South China Sea Fisheries Resources, Thailand. SEAFDEC/SCS, 73: S-26.
3. LIU, H. C. and M. S. SU (1972). Maturity and Spawning of Golden Thread (*Nemipterus virgatus*) from the northern area of the South China Sea. J. of the Fish. Soc. of Taiwan, 1(1), 39-46.
4. LI, K. M. (1960). An Account of the Golden Thread Group Fishery in Hong Kong, and a Preliminary Notes on the Biology of *Nemipterus virgatus* (HOULTUYN). Hong Kong Univ. Fish. J. 1, 1-18.
5. LI, K. M. (1960). On the Biology of the Hong Kong Golden Thread, *Nemipterus virgatus* (HOULTUYN). Hong Kong Univ. Fish. J. 3, 89-109.
6. EGGLESTON, D. (1968). Biology of *Nemipterus virgatus* in the northern part of the South China Sea. The Kuroshio, 417-424.
7. SNEDECOR, G. W. and W. G. COCHRAN (1967). Statistical method. 6th ed. The Iowa State Univ. Press, Amer. pp. 62-64, 419-446.
8. SEAL, H. (1972). Multivariate analysis for biologist. Methuen Co. Ltd. pp. 123-152.
9. BLACKITH, R. E. and R. A. REYMENT (1971). Multivariate morphometrics. A. P. Inc. Ltd. London, pp. 88-132.
10. 郭慶老 (1975). 東海、南海產金線紅姑魚之生殖生態及年齡成長，國立臺灣大學海洋研究所碩士學位論文。



Appendix 1a. The male samples regression statistics of various characters on fork length for 5 samples.

Characters No. symbols	Region	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>r</i>	<i>cv</i>	<i>s_{y,x}</i>	<i>t</i>
HL	R1	0.398	0.237	0.977	3.228	0.171	53.801**
	R2	0.077	0.253	0.981	2.522	0.146	55.373**
	R3	0.546	0.231	0.978	2.817	0.165	56.574**
	R4	-0.123	0.264	0.974	3.081	0.180	63.572**
	R5	-0.299	0.272	0.990	3.080	0.161	72.109**
SP	R1	0.336	0.172	0.977	3.146	0.122	54.517**
	R2	0.225	0.178	0.982	2.386	0.101	56.180**
	R3	0.166	0.182	0.974	3.237	0.141	52.221**
	R4	0.097	0.187	0.966	3.394	0.147	55.247**
	R5	0.022	0.186	0.988	3.157	0.120	66.178**
UL	R1	0.057	0.091	0.944	5.412	0.104	33.677**
	R2	0.063	0.091	0.950	4.121	0.087	33.335**
	R3	-0.035	0.095	0.949	4.926	0.106	36.263**
	R4	-0.095	0.100	0.937	5.056	0.109	39.601**
	R5	-0.115	0.101	0.982	4.043	0.078	55.044**
SL	R1	-0.218	0.097	0.904	8.465	0.150	24.917**
	R2	-0.386	0.105	0.908	7.118	0.142	23.731**
	R3	-0.560	0.111	0.915	8.203	0.164	27.449**
	R4	-0.437	0.110	0.890	8.078	0.165	28.810**
	R5	-0.237	0.095	0.954	7.151	0.121	33.490**
ED	R1	0.745	0.039	0.875	4.569	0.071	21.327**
	R2	0.553	0.049	0.881	4.643	0.077	20.347**
	R3	0.727	0.044	0.773	6.931	0.120	14.740**
	R4	0.883	0.037	0.708	6.283	0.108	14.820**
	R5	0.468	0.055	0.968	3.661	0.058	40.491**
SD	R1	0.478	0.270	0.971	3.597	0.218	48.078**
	R2	0.150	0.280	0.980	2.591	0.168	53.371**
	R3	0.081	0.286	0.971	3.525	0.235	49.259**
	R4	0.209	0.282	0.959	3.701	0.244	50.187**
	R5	-0.352	0.301	0.985	3.708	0.214	60.121**
DB	R1	-0.777	0.515	0.987	2.817	0.277	71.946**
	R2	-0.711	0.512	0.987	2.251	0.245	67.006**
	R3	-1.154	0.529	0.979	3.342	0.367	58.116**
	R4	-0.544	0.501	0.974	3.184	0.344	63.283**
	R5	-0.640	0.515	0.992	2.727	0.268	82.075**
SV	R1	-0.075	0.302	0.973	3.835	0.236	49.568**
	R2	-0.011	0.298	0.973	3.061	0.206	46.320**
	R3	-0.273	0.288	0.962	3.938	0.271	42.864**
	R4	-0.437	0.318	0.954	4.352	0.295	46.922**
	R5	-0.621	0.319	0.981	4.390	0.258	52.919**
SA	R1	0.469	0.539	0.982	2.916	0.337	61.794**
	R2	-0.258	0.575	0.985	2.272	0.289	63.564**
	R3	0.595	0.539	0.982	2.703	0.351	62.048**
	R4	0.551	0.535	0.976	2.781	0.352	65.964**
	R5	0.215	0.548	0.992	2.448	0.278	84.181**
AB	R1	-0.472	0.221	0.969	4.544	0.186	46.102**
	R2	-0.746	0.234	0.978	3.240	0.147	50.868**
	R3	-0.636	0.228	0.964	4.595	0.211	43.547**
	R4	-0.528	0.224	0.957	4.413	0.200	48.633**
	R5	-0.216	0.207	0.978	4.485	0.179	49.371**

a: intercept.*r*: correlation coefficient.*s_{y,x}*: standard deviation.

**: significant at 1% level.

b: regression coefficient.*cv*: coefficient of variation.*t*: *t* value to test the significance.

Appendix 1b. The female samples regression statistics of various characters on fork length for 5 samples.

Characters No. symbols	Region	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>r</i>	<i>cv</i>	<i>s_{y,x}</i>	<i>t</i>
HL	R1	0.304	0.241	0.979	3.870	0.200	78.961**
	R2	0.511	0.237	0.958	3.355	0.190	48.497**
	R3	-0.037	0.259	0.968	3.359	0.189	56.881**
	R4	-0.159	0.266	0.983	3.388	0.175	57.790**
	R5	-0.604	0.288	0.986	3.657	0.179	67.311**
SP	R1	0.150	0.183	0.980	3.878	0.149	80.444**
	R2	0.331	0.180	0.961	3.249	0.138	50.751**
	R3	0.059	0.189	0.969	2.233	0.135	57.896**
	R4	-0.045	0.193	0.988	2.883	0.110	66.658**
	R5	-0.183	0.198	0.987	3.239	0.117	71.084**
UL	R1	0.071	0.900	0.961	5.519	0.105	56.627**
	R2	0.030	0.095	0.925	4.979	0.105	35.411**
	R3	-0.050	0.097	0.938	4.885	0.101	39.792**
	R4	-0.079	0.098	0.970	4.701	0.089	42.101**
	R5	-0.186	0.105	0.974	4.981	0.090	48.496**
SL	R1	-0.303	0.102	0.936	8.847	0.155	42.940**
	R2	-0.064	0.092	0.832	8.451	0.164	21.661**
	R3	-0.566	0.115	0.893	8.430	0.164	29.086**
	R4	-0.377	0.106	0.952	6.957	0.121	33.208**
	R5	-0.346	0.103	0.961	6.759	0.110	39.337**
ED	R1	0.606	0.048	0.910	5.579	0.088	35.714**
	R2	0.867	0.041	0.658	7.073	0.124	12.763**
	R3	0.483	0.058	0.870	5.305	0.093	25.922**
	R4	0.468	0.056	0.926	5.166	0.082	25.977**
	R5	0.197	0.071	0.972	4.041	0.063	47.338**
SD	R1	0.362	0.278	0.972	4.525	0.271	67.402**
	R2	0.807	0.258	0.932	4.163	0.268	37.564**
	R3	0.136	0.287	0.959	3.740	0.240	49.679**
	R4	-0.420	0.313	0.985	3.363	0.197	60.528**
	R5	-0.521	0.315	0.985	3.745	0.205	64.066**
DB	R1	-0.230	0.489	0.987	3.272	0.316	101.571**
	R2	-0.357	0.492	0.959	3.742	0.388	49.438**
	R3	-0.517	0.499	0.964	3.759	0.390	53.009**
	R4	-0.772	0.515	0.992	2.516	0.241	81.606**
	R5	-0.075	0.483	0.985	3.388	0.310	65.216**
SV	R1	0.025	0.300	0.973	4.716	0.288	68.562**
	R2	0.287	0.289	0.938	4.322	0.285	39.581**
	R3	-0.165	0.306	0.955	4.116	0.268	47.284**
	R4	-0.407	0.318	0.985	3.343	0.200	60.692**
	R5	-0.689	0.324	0.985	3.809	0.209	64.745**
SA	R1	0.249	0.556	0.987	3.144	0.362	101.008**
	R2	-0.203	0.584	0.979	2.600	0.326	69.900**
	R3	0.194	0.563	0.970	3.181	0.397	58.747**
	R4	-0.581	0.597	0.984	3.396	0.387	58.801**
	R5	-0.386	0.591	0.991	2.644	0.288	85.808**
AB	R1	-0.282	0.211	0.976	4.736	0.189	73.389**
	R2	-0.479	0.219	0.944	4.741	0.204	41.928**
	R3	-0.404	0.216	0.942	5.011	0.216	41.424**
	R4	-0.367	0.215	0.985	3.429	0.135	60.540**
	R5	0.289	0.177	0.969	4.532	0.166	44.542**

a: intercept.*b*: regression coefficient.*r*: correlation coefficient.*cv*: coefficient of variation.*s_{y,x}*: standard deviation.*t*: *t* value to test the significance.

**: significant at 1% level.

Appendix 2. First six canonical axes (canonical coefficient) induced from significant eigen values.

FL	HL	SP	UL	SL	ED	SD	BD	SV	SA	AB
-0.56	-1.84	4.35	-0.57	0.05	6.33	0.18	-0.98	0.47	0.51	0.28
0.17	-1.15	0.15	-3.12	-0.56	-3.86	1.64	0.75	0.97	2.21	0.31
0.97	2.21	0.31	1.88	0.81	1.42	-2.58	-0.30	-0.71	-1.46	1.16
-0.39	1.09	2.33	3.93	2.38	-2.42	0.66	-0.52	-0.39	-1.14	-0.37
0.55	-1.71	-2.54	-2.48	6.16	2.00	0.72	-0.24	-1.48	-0.18	0.56
-0.92	0.44	1.69	1.18	2.12	-6.22	-1.63	0.51	-0.24	1.95	-1.17