

シイラ (*Coryphaena hippurus*) とエビスシイラ  
(*C. equiselis*) の体部の相対成長ならびにエビ  
スシイラの性的成熟\*

高橋 和 嗣・森 慶 一 郎  
(千葉県水産部漁政課) (遠洋水産研究所)

Studies on relative growth in body parts compared in  
*Coryphaena hippurus* and *C. equiselis*, and notes on  
gonadal maturation in the latter species.

Masashi TAKAHASHI and Keiichiro MORI  
(Fisheries Division, Chiba Prefecture) (Far Seas Fisheries Research Laboratory)

The two distinct species of oceanic dolphin fish, *Coryphaena hippurus* and *C. equiselis* are nearly cosmopolitan in distribution and the former especially carries commercial value in some waters in the world. The present study based on 130 specimens of *C. equiselis* and 28 *C. hippurus* (Appendix Table 1) was attempted to find the relative growth of several body parts mainly of bony structures (Fig. 1 and Table 1) against the standard length of a fish, so that fragments of bones, which are often collected in the stomachs of tunas and billfishes, are served to estimate the original size of the fish. Also, numerous specimens of *C. equiselis* at hand permitted to measure their sexual maturation, which indicated particular life stanza and was reflected on the mode of relative growth of body parts.

The allometry equation,  $Y=bX^a$ , was adopted for the calculation and the data of dependent variables were plotted on logarithmic papers against the length of fish (independable variables); the power regression was calculated by least square method. The high lights of the findings are as follows.

Four parts in head (Appendix Fig. 1 and Table 2) in *C. hippurus* grow generally under similar trend without sexual dimorphism, nor observed inflexion by growth stanza; relative growth coefficients of each part calculated are smaller than 1.0, or allometry invariably negative. But, in *C. equiselis* (App. Fig. 2 and Table 3) there occur two rather sharp growth inflexions nearly simultaneously on each part at the size of fish 180 and 300 mm in standard length.

For the growth of vertebral column the two species show different trends. In *C. hippurus* (Fig. 2) the length of each vertebra (measured on centrum horizontally) is nearly equivalent during juvenile stage, but in adult fishes the size of centrum varies significantly with the largest one on the 22nd, thus, the "vertebral length curve", linear presentation of the length of vertebrae in series, is skewed greatly. The relative growth of vertebrae naturally show diffe-

\* 1973年6月27日受理 遠洋水産研究所業績 第103号

rent trend by four portions studied (App. Fig. 3 and Table 5). The species showed no sexual distinction in vertebral length curve nor in relative growth in the portions of vertebral column. Whereas in *C. equiselis* the "vertebral length curve" (Fig. 3) is much less skewed than in the other species, and within the species the skewness is more prominent especially in large male fishes. Also, the largest vertebra is found around 27th instead of 22nd. In large females there is indication of bimodal pattern in the "vertebral length curve" in *C. equiselis*. The relative growth coefficients of vertebrae in this species show, by the two different portions (pre. and caudal), growth inflexions at 180 mm in length of body and sexual differences in larger (over 180 mm) fishes. The two portions above with different growth coefficient value appear to be compensating to make the growth of entire vertebrae not effected by inflexion (Fig. 5).

As to the external features, the depth of body (App. Fig. 7 and 8, Table 5) in *C. hippurus* increases in slightly lower rate than in *C. equiselis*, and inflexion of relative growth is observed at around 40 mm in body length in the latter species, but not in the former, presumably reflecting the incomplete size coverage. The weight of body appears to increase steadily in *C. hippurus* over the size range covered. There are some studies in this connection which show that males are heavier than females for fish exceeding certain sizes. The sexual difference may not be detected because of the scarcity of numbers of fish measured in this study. In *C. equiselis* the increase of weight of body inflexes at 40 mm in body length as observed for its depth.

On the basis of two gonadal measurements, diameter of ovarian ova of two females (Fig. 6), and gonad indices of 30 males and 55 females of *C. equiselis* (Fig. 7), it is suggested that the species enter spawning at the size of 200 mm, with gonad indices over 18 for ovary and maximum of 8 for testis; fully mature eggs (transparent) measure 1.1-1.4 mm in diameter carrying a single oil globule of 0.3-0.4 mm; ovarian eggs develop to maturation by parts, indicating the repeated disposition.

The general feature of heterauxesis of the two species examined in the present study is found in disharmony, admitting that the number and size range of specimens be by no means satisfactory, especially juvenile fishes (smaller than 50 mm) for *C. hippurus* being lacking. This fact alone may be responsible to the "straight" growth lines, with no growth inflexions, represented by each character tested in the species. Whereas in *C. equiselis*, there are recognizable 3 growth inflexions demonstrated by the characters tested. The first growth inflexion takes place at the body length of 40 mm shown in the depth and weight of body, which roughly coincide with the transition from larval to juvenile stage characterized by disappearance of cephalic spination. The second inflexion taking place in the length 180 mm is witnessed in 4 head components (male and female) and posterior precaudal vertebrae (female), and it may be noted that the inflexion occurs preceding to the first sexual activity. The third growth inflexion is found in 4 elements in head, takes place at the length of 300 mm, but this inflexion seems not to be associated with changes in any other biological characters.

## 序 文

シイラ属 (Genus *Coryphaena*) には、いずれも汎世界的な分布域をもつシイラ (*C. hippurus* L.) とエビスシイラ (*C. equiselis* L.) の2種が知られている。

シイラ属の分類が過去において非常に混乱していたのを、LÜTKEN (1880) は多少の疑問を残しながらも上

記2種に整理した。その後においても両種の差異を明瞭には認めていない研究者もあり (BARNHART, 1936, DERANIYAGALA, 1933, NORMAN and FRASER, 1949), また両者を互いに亜種として取扱った例もある (DERANIYAGALA, 1952)。しかし, LÜTKEN の分類に従った研究者は多く, 特に現在では両者が別種であることには疑いないようである (BÖHLKE and CHAPLIN, 1968, FOWLER, 1928, 1936, 1959, GIBBS and COLLETTE, 1959, 1969, GÜNTHER 1889, 蒲原 1940, 松原, 1955, SMITH 1949 等)。

これら2種の魚類は, 沿岸海域で漁業の対象となるばかりでなく, 沖合においてもカツオ竿釣漁業, マグロ延縄漁業によりしばしば混獲される。また, 両者は沖合海域における大型魚食性魚類の天然餌料として重要な位置を占め, カジキ類などの胃内容物としてかなり頻繁に出現する。一方, 沖合海域でシイラ類を主な対象とする漁業はないから, 大型の魚食性魚類の胃内容物として得られるシイラ類は, 彼等の分布, 洄游その他の生物学的研究のための貴重な材料となる。しかし, 胃内容物として得られた標本は消化のためにその体長の測定さえ困難な場合が多く, 研究材料としての価値が著しく減じてしまう。

本研究は, このような, 消化の進んだ標本からも, もとの体長を推定し得るように体部分長と体長との関係を明らかにすることを主な目的として行われたものである。GIBBS and COLLETTE (1959) は, シイラ属魚類2種の相対成長を詳しく研究し, 数多くの部分長と体長との関係を示しているが, 彼等の取りあげている体部は主に外部形質であって消化の進んだ標本を扱って原体長を推定する際には必ずしも有益な参考とはならない。よって, 本研究では彼等がとりあげていない中軸骨格の各部位を主にとりあげ, これら部分長と体長との関係をもとめた。さらに, これら魚体の各部分と体長との相対成長にみられる成長屈折の生理的, 生態的な意義の考察をこころみだ。また, エビスシイラについては, 従来解明されなかった性成熟開始時の体長等を生殖巣の状態と関連させつつ推定し, これを体部分の成長屈折と関連させて考察した。

本研究を進めるにあたり, 遠洋水産研究所浮魚資源部長須田明氏, 同第2研究室長上柳昭治氏はじめ多くの方々のご指導を受けた。

特に本間操氏には測定値の統計的取扱いについてのご指導をいただいた。黒沼勝造博士には原稿の校閲を受け, 宮内庁東宮侍従富士舜博士には LÜTKEN の報告 (1880) の一部の英訳をしていただいた。材料の入手にあたっては, 遠洋水研焼津分室薬科衛生技官, 東北水研焼津分室・田中有技官にもご協力をいただいた。これらの方々には深く謝意を表する。

## 方 法

測定部位の選定にあたっては, 本研究の主目的が胃内容物として得られた標本の原体長推定にあり, また, 使用した材料の主要部分が胃内容物から得られたものであることを考慮し, 未消化の状態に残ることの多い頭部骨格と中軸骨格から測定すべき部位を選んだ (第1表)。同じ理由から, 体部位の相対成長の基準はすべて標準体長とした。骨格各部位の長さの他に, 可能な限り, 体高, 体重, 生殖腺重量をも測定して従来の研究結果とも対比させるようにした。

大型の標本は, 生鮮状態で外部形態の測定を行ってから, 煮沸して中軸骨格をとり出し, 乾燥する前に各部位長を測定した。煮とり後直ちに測定を行なえない場合には, 骨格を水に漬けて低温保存し, 翌日測定した。

体長 30 cm 以下の標本は, その採集方法の如何にかかわらず全てホルマリン液漬であったため, 中軸骨格の測定にあたっては, 左体側の筋肉を除去し, 必要に応じ, 更にアリザリン染色を施して測定した。体長 50 mm 未満の標本は CLOTHIER の方法 (高橋, 1962) で透明化及び染色を行ってから測定した。

椎体長の測定に際しては, 椎体を個々に分離せず脊柱のまま測り, 椎体間軟骨は椎体長に含めなかった。第1椎体の長さは腹面の中軸に沿って, 他の椎体長は側面正中線上で測った。

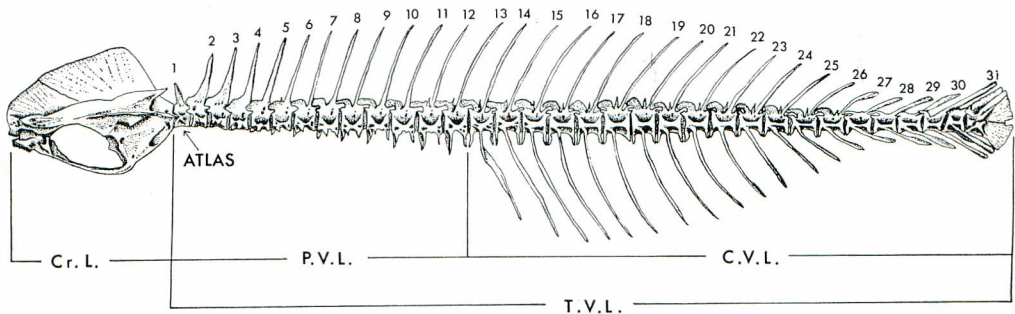
長さの測定には鋼製キャリパー, 同ダイヤルキャリパー及び顕微鏡マイクロメーターのいずれかを用い, 重量測定には台秤あるいは直示天秤を使用した。

測定値は全て両対数グラフ上に体長に対してプロットするとともに, 対数に変換して対長に対する回帰を,

最少二乗法を用いて、計算した。対数への変換を含めて、これらの計算は農林研究計算センターのハイタック・8500により行なった。測定した全体長範囲にわたって1本の回帰線をあてはめることが不適当であると判

**Table 1.** Portions of body examined with abbreviations used (in parenthesis) and the way of measurements in the present study. See also Fig. 1.

Body part, length	Way of measurement
Standard length (S.L.)	Distance from the tip of snout to the posteriormost point of vertebral column.
Head length (H.L.)	Distance from the tip of snout to the posteriormost margin of operculum.
Cranial length (Cr.L.)	Distance from the anterior tip of vomer to the postero-ventral tip of basioccipital.
Upper jaw length (U.J.L.)	Distance from the tip of snout to the posterior tip of maxillary.
Lower jaw length (L.J.L.)	Distance from the anterior tip of dentary to the posteriormost point of articular.
Total vertebrae length (T.V.L.)	The entire length of vertebral column, or the distance from the antero-ventral point of atlas to the posteriormost point of hypural plate.
Precaudal vertebrae length (P.V.L.)	Distance from the antero-ventral tip of atlas to the posterior end of the 13th vertebra.
Caudal vertebrae length (C.V.L.)	Distance from the anterior tip of the 14th vertebra to the posterior end of hypural plate (18 vertebrae in <i>C. hippurus</i> and 20 vertebrae in <i>C. equiselis</i> ).
Vertebral length, including Hypural plate length (Hy.P.L.)	Horizontal distance from the anterior tip to the posterior tip of respective vertebra, including hypural plate (terminal vertebra). Measurements are taken horizontally along the mid-ventral line of the centrum in atlas and along the mid-lateral line in other vertebrae.
Body depth (B.D.)	Vertical distance through the body at the deepest portion.



**Fig. 1.** Axial skeleton of *Coryphaena equiselis*, 324 mm in standard length, and the parts measured with their designation. Also see Table 1.

断された場合には、グラフ上の点の散布を肉眼で判定し得る2又は3のグループに分け、それぞれのグループごとに回帰のパラメーターを計算した。従って、計算式としては、体部位長を  $Y$ 、標準体長を  $X$  として、 $Y=bX^\alpha$  又は  $\log Y=\log b+\alpha\cdot\log X$  を用いたことになる。そしてこの式を各部位の標準体長に対する相対成長を表現するものとみなし、清水 (1947) と MARTIN (1949) に従って、相対成長式 (relative growth equation)、 $\alpha$  を相対成長係数 (relative growth coefficient)、 $b$  を始原成長指数 (initial growth index) と定義した。同じく、相対成長係数が1に等しい場合を等成長 (isauexesis)、1と異なる場合をそれぞれ優成長 (tachyauexesis)、劣成長 (bradyauexesis) とした。また、ある体部位の体長に対する相対成長に於て、相対成長係数がある体長において変化する場合を、落合 (1970) に従って成長屈折\* (growth inflexion) とした。

## I 体各部の、体長に対する相対成長

### 1. 頭部

頭部に於ては、頭長 (H.L.)、頭蓋骨長 (Cr.L.)、上顎長 (U.J.L.)、下顎長 (L.J.L.) の4部位を測定した (測定方法; 第1表参照)。

#### シイラ (附図1)

体長の小さい標本については、性別判定が困難であった。よって、全体の測定体長範囲は 49.1~1,015.5mm であるが、性別が明らかなのは、雄では 170.5 mm 以上、雌では 231.9 mm 以上の個体だけとなっている。

各部位について、体長に対する回帰に性による差があるか否かをまず調べた。その方法としては、性別の明らかにされた標本について雌雄別々に直線回帰を推定してそのパラメーターを計算し、両者間で回帰係数、修正平均値の差の有意性の検定 (F検定) を行なった (第2表)。その結果、頭部の4部位については、いずれについても、雌雄間の差が5%水準あるいはそれ以下の水準で有意であると判定されることはなかった。

次に、性別の明らかな標本を、雌雄含めて1ケのグループとし、新たに回帰計算を行ない、これと性別不明の体長の小さいグループについて計算した回帰との間で同様の検定を行なった。その結果、上顎長の回帰係数について、5%水準で、有意な差がみとめられた他には、いずれの部位についても、5%水準では、有意の差はみとめられなかった (第2表)。

この結果から、上顎長を除く3部位については、性別不明の体長の小さい個体をも含めて、測定体長範囲の全体を通じて1本の回帰線をあてはめる事にさほど無理はないと思われる。試みに、全体長範囲をこみにして回帰を計算してみると、3部位とも体長との相関はきわめて高い (附図1, 第5表)。

上顎長の場合について更に詳しく調べると、性別不明群と雌との間で回帰係数について、5%水準で、差が有意であるのみで、雌と性別不明群の修正平均値間にも、雄と性別不明群の間には回帰係数、修正平均値のいずれにも、5%水準で、差は有意であるとは判定されない。試みに、上顎長について、他の頭部3部位と同様に、全体をこみにして回帰を計算してみると、各測定値はこの1本の回帰線によく回帰するし、各測定値間の相関もきわめて高い。全体に測定数も少ないので、決定的な推論は下せないが、もし、雌の上顎長について回帰係数に、ある体長で不連続的な変化が起こる、すなわち成長屈折があるとしても、それは少くともあまり顕著なものではあるまいと推察した。

このように、シイラの頭部4部位については、性による相対成長度に特に顕著な差もなく、測定体長範囲ではそれぞれ一定の成長度を示し、顕著な成長屈折は存在しないように観察される。これら4部位間の成長度の順位は、両顎長 (下顎 ( $\alpha=0.946$ ), 上顎 ( $\alpha=0.919$ )) > 頭長 ( $\alpha=0.896$ ) > 頭蓋骨長 ( $\alpha=0.858$ ) の関係にある。そして、いずれの部位も体長に対して、劣成長の関係にあり、体長の増加に伴って、その相対的な大きさ

\* 清水 (前出) は growth inflexion に「変異点」の訳語をあてているが、この語は他にも用いられているのであまり適当でない (落合, 1970)。

**Table 2.** Covariance analyses of Length of body portion and body weight on standard length, in *C. hippurus*, among three groups, ie, male, female and unsexed. Black stars represent the level of significance for regression coefficients and white stars for adjusted mean values.

Body part Comparison between	H.L.	Cr.L.	U.J.L.	L.J.L.	Atlas	Vert 10-13	Vert 14-18	Vert 22	Hy.P	P.V.L.	C.V.L.	T.V.L.	B.D.	B.W.
Male and Female	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Male & Fem. combined and Sex unid.	—	—	★	—	—	—	—	—	☆☆	—	—	—	—	—
Male and Sex unid.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Female and Sex unid.	—	—	★	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

☆, ★ : Significant at 5% level ; ☆☆, ★★ : Significant at 1% level ; ☆☆☆, ★★★★★ : Significant at 0.1% level.

は継続的に減少して行くことを示している。

#### エビスシイラ (附図2)

各形質についての測定値を体長に対して描いてみたところ、測定体長範囲の全域にわたって1本の回帰線をあてはめるのは不相当と観察された。すなわち、グラフから、体長180 mm 附近と300 mm 附近に回帰係数に不連続的な変化が起っているように見える。よって、この2点を境にして全体を3区間に分け、さらに、180 mm 以上300 mm 未満の区間については雌雄別々に、それぞれ回帰を計算した。体長180 mm 未満の標本は、そのほとんどが性別不明であるし、一方、300 mm 以上のものはほとんど雄であって、雌雄間の回帰のパラメーターの比較は出来ない。よって、180 mm 未満のものについては雌雄・性別不明をこみにして1ヶの回帰を、300 mm 以上のものでは雄のみについて回帰を計算した。これらの計算結果をもとに次の検定を行なった(第3表)。

まず、体長区間180 mm 以上300 mm 未満の雌雄間で、回帰係数、修正平均値の差の有意性の検定を行なった。その結果、上顎長を除く他の3部位では、5%水準で有意の差は検出されなかったもので、これらの部位では性による相対成長度の差は少くとも著しくはないと判断し、あらためて雌雄こみにして、この体長区間の回帰を計算した。

次に、上顎長を除く3部位について、180 mm を境とする両区間、すなわち体長180 mm 未満のグループと180 mm 以上300 mm 未満の両グループ間で回帰係数、修正平均値の差の検定を行なった。3

**Table 3.** Covariance analyses of lengths of four body portions in head of *C. equiselis* on standard length, among several groups by sex and body length in mm. Legends are same as in Table 2.

Comparison between Body part	H. L.	Cr. L.	U. J. L.	L. J. L.
Male, 180-300 and Female, 180-300	—	—	★ ★	—
M. & F., 180-300 and M., F. & Sex unid., smaller than 180	★ ★ ★	★ ★ ★	/	★ ★ ★
Male, larger than 300 and Male, 180-300	★ ★	★ ★	★	★ ★
Male, 180-300 and M., F. & Sex unid., smaller than 180	/	/	—	/
Female, 180-300 and M., F. & Sex unid., smaller than 180	/	/	★ ★ ★	/
			☆☆☆	
			☆☆☆	

部位とも 0.1% の水準で回帰係数, 修正平均値に差の有意性が検出され, 体長 180 mm 附近で, これらの部位の成長度に不連続的な変化が起こることを示唆している。

体長 300 mm 以上のものと, 180 以上 300 mm 未満の両グループの回帰の差の検定は, 両グループの雄のみについて行なった。前述のとうり, 体長 300 mm を超える測定標本はほとんど雄ばかりであるためである。その結果, いずれの部位についても回帰係数に有意の差が検出された。

上顎長については, 体長 180~300 mm の雌雄間で回帰に差がみられたので, 他の体長区間との回帰の差の検定は雌雄別々に行なった。その結果, 体長 180 mm, 300 mm 附近で, この部位についても, 成長度に不連続的な変化が起こるらしい。

以上の結果から, エビスシイラの頭部の 4 部位については, 体長 180 mm 附近で両性に共通して成長屈折が起こる。さらに, 体長 300 mm 附近で少くとも雄には成長屈折が起こるものと考えられる。これら部位の, 測定体長範囲における相対成長度は, シイラの場合と同様, 両顎長 > 頭長 > 頭蓋骨長の順で表わされ, 体長 180 mm 附近まではいずれの部位も劣成長, 180 mm~300 mm では顕著な優成長, そして体長 300 mm 附近で再び劣成長に転じるものと解釈される。

## 2. 脊 柱

胃内容物として得られる魚類標本においては, かなり消化が進んだ状態でも, 脊柱の一部はほぼ完全に残存することが多い。そのため, 脊柱やその部分は原体長推定のための測定部位として, 従来多く採用されて来た。一方, 三谷 (1958) のブリ, 堀田・相沢 (1961) のサンマ, 山田 (1961-a) のマアジ, FORD (1937) および山田 (1961-b) が行なった多数の硬骨魚種についての研究が示しているように, 各脊椎骨の相対的な大きさは脊柱上の位置によっても異なり, また, 魚種によっては成長につれて変化することも知られている。したがって, 原体長推定を目的とする場合には, 脊柱のいずれの部位を選ぶかについての事前の検討が必要である。

山田 (1961-a, b) に従って, 各椎体の序数をグラフの横軸に, 各個体ごとあるいは体長の近似した数個体間で平均した各椎体の長さを縦軸にとり, それぞれを折れ線で結んだいわゆる「椎体長曲線 (Vertebral length curve)」を描いた (第 2, 3

図)。これにより, まず, 体長の増加に伴う各椎体の長さの変化を総観的に観察した。次に, 一層具体的な観察を行なうために, 代表的な椎体と部位について, 個々に, 体長に対する相対成長を調べた。なお, 椎体長曲線を描くにあたり山田 (前出) は各椎体長の脊柱全長に対する比を用いているが, ここでは実測値をそのまま用いた。

**シイラ** 各体長のシイラの椎体長曲線を図示した (第 2 図)。性別不明の体長の小さい個体においては, その椎体長曲線は平坦であり, 脊柱中央附近の椎体は脊柱両端に近い椎体よりも大きいとは云え, その差は著るしくはない。しかるに, 体長が 200mm を超えると, 椎体長曲線は, 尾椎のほぼ中央の第 22 椎体を頂点とする, いわゆる「後峰型」を示すようになる。この傾向は, その後の体長の増加に伴って, さらに著るしくなっていく。測定数が少ないので, 断定はし得ないが, 図から見るかぎり, 上記の傾向は両性に共通の現象であるように見受けられる。

以上見たとおり, 体長の増加につれて, いずれの椎体もその長さを増すが, その成長度は脊柱上の部位によって甚だしく異なる。しかも, 椎体長曲線自体は, 体長の増加に伴って, 連続的かつ規則的に変化すると観察される。この観察結果から, 各々の椎体

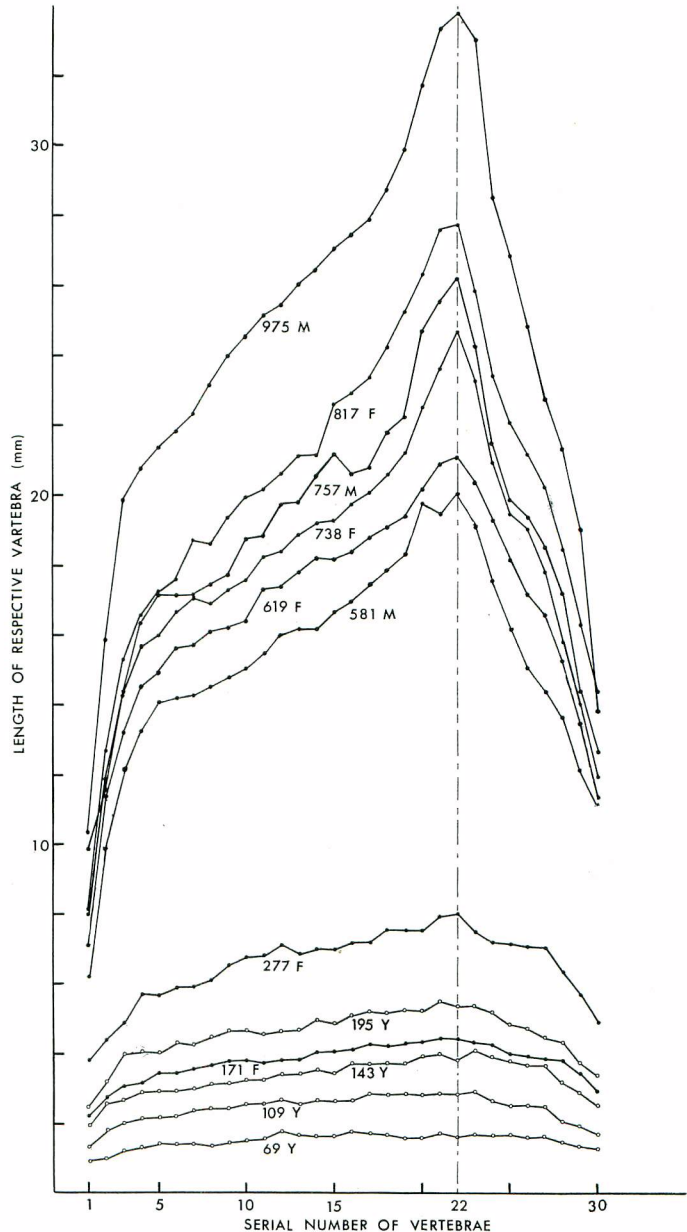


Fig. 2. "Vertebral length curve" for *C. hippurus* showing the length of each vertebra from the first to the second last. Measurements were made on 12 specimens of males (M), females (F) and sex unknown (Y), 69 to 975 mm in standard length. Each curve is denoted by standard length in mm. Note the 22nd vertebra is the longest in adult.



長も体長の増加に対応して、連続的かつ規則的に増加するものであることが予想される。

次に、個々の部位の体長に対する相対成長を観察することとした。そのために、第1椎体、第10—13椎体(但、1椎体あたりの平均値)、第14—18椎体(同じく平均値)、第22椎体、尾扇骨の各部位を代表として選び、各々の長さを個体ごとに体長に対してプロットした(附図3)。但し、第10—13椎体は、第14—18椎体の場合と、測定値そのものにも、成長度の変化の様相にも、ほとんど差がみられなかったので、図には示さなかった。

これら脊柱の各部位について、頭部の諸部位について行なったと同様の、性別、体長の大小による回帰係数及び修正平均値の差の有意性の検定を行なった。その結果、尾扇骨において雌雄間で修正平均値に有意の差(1%水準)が検出された他には、いずれの部位についても、5%水準で有意の差は検出されなかった(第2表)。このことは、尾扇骨を除く諸部位では、体長に対する相対成長が、この測定体長範囲では、雌雄間、体長の大小によって、少くとも著るしくは違わないことを示していると考えられる。

尾扇骨は第1椎体と同様、各測定値の分散が大きく、雌雄間における回帰の差や成長屈折の有無を論ずるに適当でないと思われる。ここでは、尾扇骨をも含めて、各部位ごとに全個体をこみにした1本の回帰線を計算した(附図3、第5表)。

図によると、第14—18椎体(図示していないが第10—13椎体もこれと同様)と第22椎体は、計算により得られた1本の回帰直線によく回帰し、この体長範囲では、成長度自体は変化しないようである。即ち、顕著な成長屈折は起こらないものと推察される。尾扇骨については、回帰線からの分散が大きく、成長屈折の存否は図からも見究め難いので、一応、他の部位と同様全体長区間に1本の回帰線をあてはめた。各部位の相対成長度は、脊柱の前後両端にあたる第1椎体( $\alpha=0.890$ )と尾扇骨( $\alpha=0.961$ )では小さく、いずれも劣成長、脊柱中央附近の第10—13椎体( $\alpha=1.036$ )と第14—18椎体( $\alpha=1.065$ )ではほぼ等成長、尾椎中央に近い第22椎体( $\alpha=1.128$ )では著しい優成長を示し、椎体長曲線の体長による変化と、当然ながら、対応している。

東シナ海のマジについて、山田(1961-a)は、老成段階に至って急激に尾部が伸長することを椎体長曲線の変化から傍証している。シイラにおける、第22椎体を中心とする尾椎中央部の長さの急激な増加は、ある体長に達した後に不連続的に起こるものではなく、むしろ、発育のかなり初期の段階で定まった相対成長度自体の大きさによるものであることを上記の観察結果は示していると考えられる。

さらに、原体長推定の便のために、腹椎長および脊柱全長をとりあげ、図上に測定値を体長に対して描くとともに、その回帰のパラメーターを計算した(附図5、第2表)上述のとおり、相対成長係数として表される成長度は、脊柱上の部位により異なるから、脊柱の全長をはじめ、腹椎長、尾椎長などの相対成長は、個々の椎体の相対成長の結果が複雑に組み合わせられたものであると云える。しかし、好都合なことに、脊柱全長、腹椎長、尾椎長はそれぞれ体長に対して直線回帰するし(附図5)、性、体長の大・小による回帰を比較してみても顕著な差はみられない。したがって、脊柱の各部で相対成長の型が異なるにもかかわらず、脊柱全体あるいはその部分から原体長を推定することには困難はないと云える。

**エビスシイラ** 体長の大きい個体は測定数が少いので、個体別に、小さい個体については測定数が多いので20mm体長級ごとにまとめて各椎体ごとにその平均値をとり、各体長における椎体長曲線を描いた(第3図)。

シイラの場合と同じく、体長の小さい段階では、椎体長曲線は平坦で個々の椎体の長さの差も小さい。その後の体長の増加に伴う成長は、脊柱の両端に近い各椎体では遅く、脊柱中央附近、第10から第27—28椎体では速い。その結果、椎体長曲線は全体に緩やかな台形を呈するようになり、この傾向は体長がほぼ200mmに達するまで続く。しかしこの段階では、脊柱の中央に近い各椎体の大きさの差は僅かであるし、性によって曲線の型に差異がみとめられるということもない。

体長が200mmを超えると、雄では尾柄に近い第27椎体を中心とする数ヶの椎体の成長が顕著になり、椎体長曲線はこの附近を頂点とする緩やかな「後峰型」になる。他方、雌では、第27椎体に加えて、腹椎後部に位置する第10—13椎体の成長度も大きいため、椎体長曲線全体としては、この2ヶ所を頂点とする緩やか

な「双峰型」になる。すなわち、体長がある段階を超えると、椎体長曲線の形態に性による分化がみられる。

脊柱各部位における成長度をさらに具体的に観察するために、椎体長曲線についての観察を参考にして、第1椎体、第10—13椎体、第14—18椎体、第27椎体及び尾扇骨を脊柱各部位の代表として選び、各々について体長に対する測定値を図に描いた(第4図, 附図4)。図からも、第1椎体については測定値そのものの

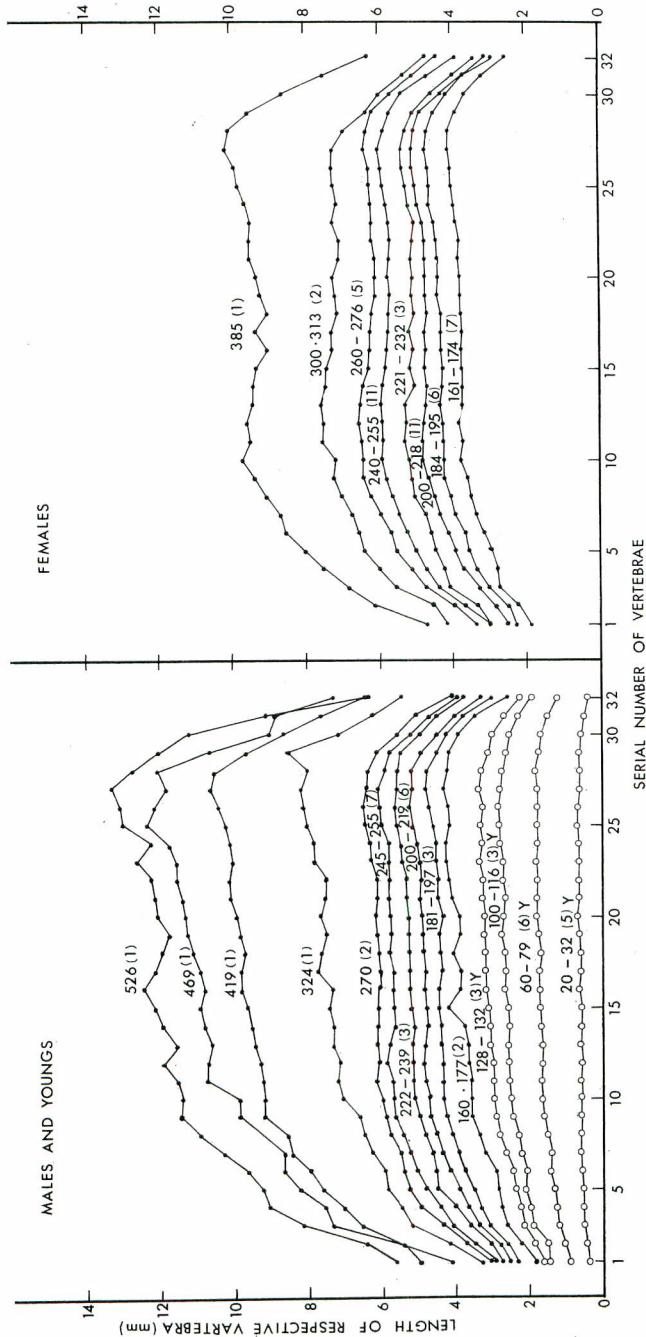


Fig. 3. "Vertebral length curve" for *C. equiselis* presented in the same manner as Fig. 2. Each curve is denoted by standard length in mm and the number of fishes represented. Measurements were made on 90 specimens of males (M), females (F) and sex unknown (Y), 20 to 526 mm in standard length. In case where more than two fishes were available for each 20 mm class of standard length, the curve was given as the arithmetical mean of all the fishes measured within the class.

分散がきわめて大きく、雌雄や、体長の大小による回帰のパラメーターの差もさほど有意なものではない(第4表)。このため、この部位については、全個体をこみにした1本の回帰線を計算した。

第1椎体を除く他の脊柱上の各部位の体長に対する相対成長を概観すると(附图4)、尾扇骨と腹椎後方の

Table 4. Covariance analyses of length of body portions and body weight of *C. equiselis* on standard length, among several groups by sex and body length in mm. Legends are same as in Table 2.

Comparison between	Body part	Atlas	Vert. 10-13	Vert. 14-18	Vert. 27	Hy. P	P. V. L.	C. V. L.	T. V. L.	B. D.	B. W.
Male, 142-526 and Female, 102-397		★ ☆	★★★ ☆☆	—	—	— ☆	★★★ ☆☆☆	★★★ ☆☆☆	—	—	— ☆
Male, 142-526 and Sex unid, 11-132		/	★ —	/	/	★★ ☆☆	★ ☆☆☆	—	/	★★★ ☆☆☆	/
Female, 102-397 and Sex unid, 11-132		/	★ —	/	★★ —	★ ☆	★★★ ☆☆☆	★ —	/	★★★ ☆☆☆	/
M. & F. combined, 102-526 and Sex unid, 11-132		★ —	— —	★ —	★ —	★★★ —	/	/	★★ ☆	/	/
M., F. & Sex unid. comb., smaller than 180 and M., F. & Sex unid. larger than 180		/	/	/	/	★★ ☆☆	/	/	/	/	/
Sex unid, smaller than 40 and M., F. & Sex unid. comb., larger than 40		/	/	/	/	/	/	/	/	★★★ ★★★ ☆☆☆	★★★ ★★★ ☆☆☆
M., F. & Sex unid. comb., smaller than 180 and M. & F. combined, 180-300		/	/	/	/	/	/	/	★ —	/	/
M. & F. comined, 180-300 and M. & F. combined, larger than 300		/	/	/	/	/	/	/	★ ☆☆	/	/

第 10~13 椎体で、体長 100 mm から 200 mm の間で成長度の不連続的な変化がみとめられるが、他の 2 部位、すなわち第 14~18 椎体、第 27 椎体では少くとも顕著な成長度の変化はみとめられない。よって、第 1 椎体を除く脊柱上の各部位については、まず雌雄間で、次に体長の大小によって、体長に対する回帰に有意な差があるか否かを検討することとした。

ここで、性別不明の標本の体長範囲は 11~132 mm、雄と明らかなもの；142~526 mm、雌と明らかなもの；102~397 mm となっている。雌雄間で回帰に有意な差がみられない場合、雌雄をこみにして体長の大きいグループとして扱い、性別不明群を体長の小さいグループとして相互に比較することとした。この際、両グループは、体長 102~132 mm の間で重複するが、この体長区間の標本数は実際にはきわめて少い。

雌雄間で回帰の差の有意性の検定を行なった結果、腹椎後方の、第 10~13 椎体については、性によるかなり有意な差が検出された（第 4 表）。

このことは図による観察結果とも一致している。図に示された両性の回帰線の交点の位置から、同一体長における椎体長に両性間の差が表れ始める体長はほぼ 180 mm であろうと推察される。雌雄それぞれの回帰のパラメーターと体長のより小さい性別不明群のそれとの差の有意性を検定してみると、いずれの組合せに於ても差は有意（5%水準）であるところから、体長 180 mm 附近で起こる成長度の変化は、雌雄いずれか一方に限られたものではないと思われる。

尾椎前方の第 14~18 椎体に於ては、雌雄間で回帰のパラメーターに有意な差はみられない。第 27 椎体と尾扇骨では、修正平均値についてのみ、5%水準で、性による有意の差がみとめられた。回帰係数間の差が有意でなく、修正平均値間の差のみ有意であるというこの結果にもとづいて、少くとも顕著な回帰の差は雌雄間ではないものと解釈した。そこで、これら 3 部位について、雌雄を一まとめにした体長の大きいグループと、体長の小さい性別不明群とで回帰の差の検定を行なった。その結果、いずれの部位とも、回帰係数に有意の差がみられ、特に尾扇骨で著しい。

尾扇骨に於ては、体長 170~180 mm で成長度に変化が起ることが図からも観察される（附図）。そこで、仮に、体長 180 mm を境として全体の標本を 2 群に分け、あらためて各々について回帰をもとめ、両者間の差の検定を行なったところ、かなり高い水準（1%）で有意の差がみられ、図による観察結果と一致した。

他の 2 部位、第 14~18 椎体、第 27 椎体では、体長の大小間での回帰のパラメーターの差はさほど明瞭には検出されなかった（第 4 表、5 表）。これらの部位については、図からも著しい成長度の変化を読みとることは出来ない（附図 4）。

以上を整理すると、腹椎後方の椎体（ここでは第 10~13 椎体）では、体長 180 mm 附近から、性により成長度に差異が生じるが、他の 3 部位では性による成長度の差はあまり著しくはない。尾扇骨では、体長 180 mm 附近で雌雄に共通した成長屈折がみられる。尾椎前方の脊体（ここでは第 14~18 椎体）と第 27 椎体では、測定体長範囲では、少くとも顕著な成長屈折はみとめられない……ということになる。よって、多少の矛盾は残るが、成長屈折が明らかにみとめられる第 10~13 椎体と尾扇骨を除き、他の 2 部位については、全ての標本を含めて単一の直線回帰関係を想定し、そのパラメーターを新たに計算し、各部位間の大局的な比較に供することとした（附図 4、第 5 表）。

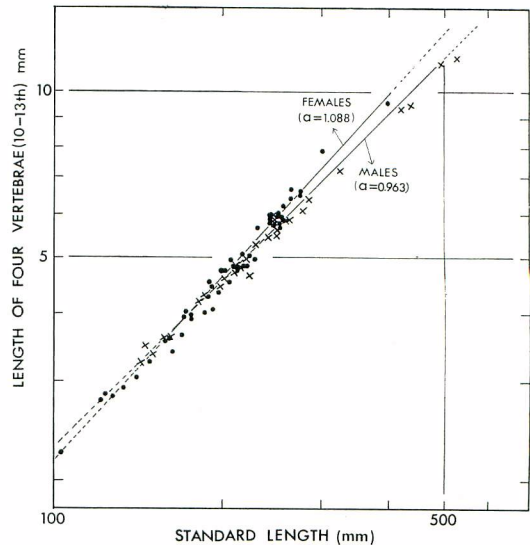


Fig. 4. Combined length of vertebrae from 10th to 13th for 83 males and females of *C. equisetis*, 102-526 mm in standard length, [referred to the standard length.]

結局、エビスシイラでは、第1椎体、尾扇骨をも含めて、各部位の相対成長係数間に、シイラの場合ほど著しい差がみられないことが特徴的である。このことは、エビスシイラの椎体長曲線が、シイラのそれのように鋭い頂点を形成することなく、全体的になだらかであるという観察結果(第3図)と対応している。

すでに述べたように、腹椎後部(第10—13椎体)では、体長180 mmより大きい体長範囲で成長に雌雄差が指摘できるようになる。更に詳しく云うと、雄では相対成長係数がより体長の小さい段階におけるよりも小さくなり、雌では逆に大きくなる(第4図、第5表)。その結果、雌では、この部位の成長度の方が尾椎前方の成長度( $x=1.0149$ )や尾椎中央・第27椎体の成長度( $x=1.0144$ )よりも大きくなる。このことは、体長が200 mmを超えるあたりで椎体長曲線の型が雌雄で分化し、雄では尾椎中央附近のみに峰が形成されるに対し雌では腹椎後方にも緩やかな峰が観察される(第3図)ことと対応している。

原体長推定の手掛りとしてとりあげた腹椎長、尾椎長、脊柱全長の3部位についても、前記脊柱各部位について行なったと同様の検定を行なった。その結果、腹椎、尾椎とも性による回帰の差が顕著に検出された(第5図、附図6、第4表)。腹椎では、体長180 mm附近で、雌雄ともに、それ以下の体長のものに較べて、成長度に変化が生じ、特に雌では成長度の増加が著しい。雌の成長度の変化は、腹椎後部の数ヶの脊椎(ここでは第10—13椎体)の相対成長度の増加を反映したものと思われる。尾椎ではこれと対照的な変化が、体長180 mm附近で起こる。すなわち、雄では成長度が僅かながら増加するに対し、雌では逆に低下する。

脊柱全長については、性による成長度の差は著しくはないようである。雌の場合、おそらく、体長180 mm附近でおこる腹椎と尾椎の成長度の変化が逆方向のものであるために、脊柱全長としてはそれらの影響がたがいに打ち消し合うことになるためと思われる。この部位については、体長の大きいグループ(雌雄あわせのもの)と小さいグループ(性別不明)の間にもやや顕著な回帰の差が検出された。脊柱全長の、体長に対する相対成長を検討するに際しては、頭部、特に頭蓋骨長の相対成長を無視することは出来ない。その理由

は、脊柱全長と頭蓋骨長の合計は、体長のほとんどの部分を占めるから、仮に、脊柱全長自体に成長度の変化が起こらなくとも、頭蓋骨長に顕著な成長度の変化が起これば、それが脊柱全長の相対成長として反映されるはずだからである。頭蓋骨長については、体長180 mm附近、および300 mm附近でかなり顕著な成長度の変化が起こることがすでに明らかとなっている。このような頭蓋骨長の成長度の変化の脊柱全長の成長度への影響を検討するために、脊柱全長について、標本全体を体長180 mm、300 mmの2点を境として3群に分け、3者間で回帰の差の検定を行なってみた。果して、有意の差が検出されたが、その差はさほど著しいものではなく、図からも成長度の変化を明瞭に読みとることも出来ない。おそらく、頭蓋骨長の成長度の変化と脊柱全長自体の成長度の変化とが複雑に組合さった結果、前者の影響が弱められたものと考えられる。

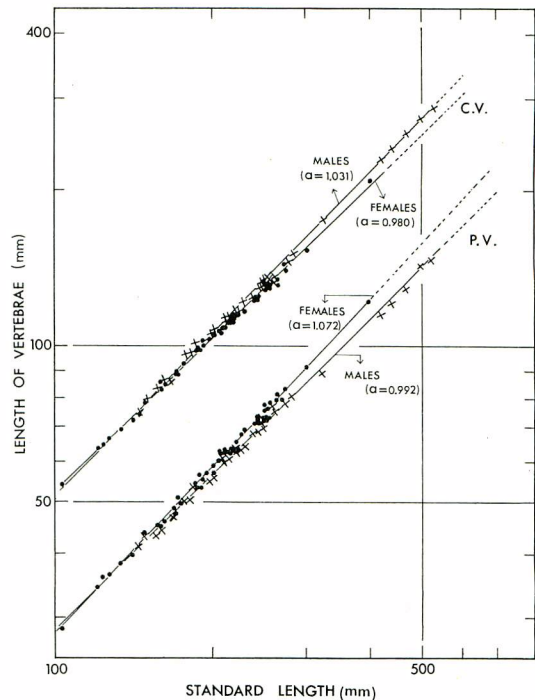


Fig. 5 Length of precaudal (1-13th) and caudal (14-33rd) vertebrae in mm referred to standard length (also in mm) in *C. equiselis*. Measurements were made on 81 specimens of both sexes.

**Table 5.** Correlation coefficients ( $r$ ) and parameters ( $a$  and  $b$ ) calculated in the allometry equation ( $Y=bX^a$ ) for the two species of *Coryphaena*. For the definition of each body portion, see Table 1. For *C. equiselis* the calculations were made for three size groups and partly by sexes.

Species	<i>C. hippurus</i>	<i>C. equiselis</i>		
Size range	49-1,015	11-180	180-300	300-526
Nos. of specimens exmd.	28	63	56	8
Head length (H.L.)	a=0.896 b=-0.389 r=0.9987	a=0.934 b=-0.489 r=0.9994	a=1.087 b=-0.831 r=0.9388	a=0.752 b=-0.002 r=0.9776
Cranial length (Cr.L.)	a=0.858 b=-0.462 r=0.9988	a=0.847 b=-0.439 r=0.9984	a=1.079 b=-0.958 r=0.9279	a=0.761 b=-0.196 r=0.9915
Upper jaw length (U.J.L.)	a=0.919 b=-0.783 r=0.9985	a=0.927 b=-0.869 r=0.9977	a=1.100 b=-1.251 r=0.9350	a=0.705 b=-0.251 r=0.9778
Lower jaw length (L.J.L.)	a=0.946 b=-0.766 r=0.9985	a=0.925 b=-0.793 r=0.9973	a=1.123 b=-1.236 r=0.9461	a=0.706 b=-0.181 r=0.9563
Vertebral length (atlas)	a=0.890 b=-1.653 r=0.9872	a=0.959 b=-1.829 r=0.9773		
Vertebral length (10th-13th)	a=1.036 b=-1.713 r=0.9834	a=1.027 b=-1.708 r=0.9971	Male a=0.963 b=-1.556 r=0.9970	Fem. a=1.088 b=-1.840 r=0.9917
Vertebral length (14th-18th)	a=1.065 b=-1.742 r=0.9986	a=1.015 b=-1.673 r=0.9972		
Vertebral length (22nd)	a=1.128 b=-1.845 r=0.9992			
Vertebral length (27th)		a=1.014 b=-1.641 r=0.9967		
Vertebral length (hypural plate)	a=0.961 b=-1.314 r=0.9965	a=0.963 b=-1.338 r=0.9950	a=1.069 b=-1.564 r=0.9838	

Precaudal vertebrae length (P. V. L.)	a=1.016 b=-0.554 r=0.9995	a=0.949 b=-0.456 r=0.9986	Male a=0.989 b=-0.519 r=0.9986
			Fem. a=1.075 b=-0.705 r=0.9980
Caudal vertebrae length (C. V. L.)	a=1.038 b=-0.380 r=0.9996	a=1.008 b=-0.297 r=0.9987	Male a=1.025 b=-0.332 r=0.9988
			Fem. a=0.970 b=-0.215 r=0.9985
Total vertebrae length (T. V. L.)	a=1.033 b=-0.169 r=0.9996	a=1.002 b=-0.095 r=0.9994	
Size range	49-1,015	11-40	40-526
No. of specimens exmd.	28	10	117
Body depth (B. D.)	a=0.996 b=-0.682 r=0.9846	a=0.750 b=-0.340 r=0.9863	a=1.201 b=-1.080 r=0.9957
Body weight (B. W.)	a=2.793 b=-4.473 r=0.9776	a=2.157 b=-3.713 r=0.9865	a=3.140 b=-5.254 r=0.9978

### 3. 体高・体重

これまで述べて来たような中軸骨格の各部位と異なり、消化の影響その他で不完全となっている標本については体高、体重は測定し得ない。そのため、他の部位に較べて測定標本数が少ない。

#### シイラ

体高測定数が22個体、体重測定数が23個体と著しく少ないのみならず、測定体長範囲も狭く、体長40mm以下の測定例がない。

測定し得た範囲で雌、雄、性別不明の各群に分け、それぞれについて回帰を計算し、それらの中で回帰係数、平均値の差を検定してみたところ、いずれの場合についても5%水準で有意の差は検出されなかった(第2表)。よって、全測定範囲を通して1本の回帰線をあてはめ、そのパラメーターを計算した(附図7, 8, 第5表)。

この結果にそのまま従えば、測定体長範囲ではシイラの体高は、体長の増加に伴って一定の成長度で増加して行くものと考えられる。しかも、その相対成長係数は1.0に近く、体長に対しほぼ等成長とも云えるであろう。体重についても、体高の場合と同様に、測定範囲内では、その増加率に変化はないかのように思われる。

しかるに、シイラの体長・体重関係についての従来の研究では、いずれもある体長を超えると、雄の方が相対的に重くなるという結論になっている。雌雄の差が表れはじめる体長は BEARDSLY (1967) によれば45cm, GIBBS and COLLETTE (1959) では95cm, 児島 (1966) では100cm となっている。本報告で、雌雄間に、従来の研究で指摘されて来たような差が検出されなかったのは、前述のとうり、測定数が少ないことが原

因していると思われる。

### エビスシイラ

体高、体重とも体長に対する回帰に雌雄間で著しい差はないが、雌雄各々と体長不明群の間では顕著な差が検出された(第4表)。体長と体高、体重の関係図(附図7, 8)にみられるように、体高、体重の相対成長に変化があらわれるのは、体長40mm附近であるように観察されたので、試みにこの体長を境として全体を2群に分け、回帰の差を検定してみたところ、著しく有意の差が検出された。この結果、エビスシイラの体高は体長40mm附近に達するまでは体長に対して劣成長であるが、ここで優成長に転じ、その後この成長型を維持すると解釈される。体重についても、体長40mm附近で成長屈折が起こり、成長度が急増する。

体長40mm以上のエビスシイラの体高の相対成長係数(1.201)がシイラのそれ(0.996)に較べて著しく大きいことは、エビスシイラがシイラに較べて著しく体高が高い事実と対応している。もっとも、両種の体型には相違があり、シイラでは最大体高を示す部位は常に鰓蓋後縁附近にある。エビスシイラでも、体長60mm以下では、最大体高はシイラと同じ部位で観察されるが、この体長を超えると、最大体高を示す部位は徐々に後方に転移し、大型の個体ではほぼ体の中央附近にまで後退するようになる。

## II エビスシイラの成熟体長、抱卵数および熟卵の卵径

シイラの成熟については詳細な研究がある(BEARDSLEY 1967, 児島 1966, SCHUCK 1951)が、エビスシイラの成熟については知られているところが少ない。今回取扱った材料のうち、シイラは全体の数も少ない上に成熟した個体も含まれていなかったの、この課題についての検討は行なえなかったが、エビスシイラでは本研究で使用した材料中にも成熟した個体が含まれていた。そこで、まず、本章で最小成熟体長を検し、あわせて、未報告と思われる抱卵数、熟卵の卵径について観察を行なったのち、次章において、性成熟と体各部位の成長屈折との関連を考察することとした。

**成熟卵巣** 供試材料中に、よく発達した卵粒を含み、産卵中かあるいはやがて産卵すると思われる卵巣をもった個体が2例見られた。これらの卵巣は大きく膨満し、卵巣壁は薄く、内部の卵粒が外側から肉眼で明瞭にみとめられた。卵巣は、後方部を除いて左右に画然と分離せず、特に前方では完全に癒合していた。

この2個体の卵巣卵の卵径組成を3級移動平均して第6図に示した。卵径測定にあたっては、卵巣壁から機械的に全ての卵粒を剝離し、よく混合した後、その一部分を400粒に達するまで測った。卵径の読み取りには万能投映機を使用した。卵径0.2mm以下の卵粒は解剖針等では個々に分離させることが出来ず、正確には算え得ないので、このような小型卵は卵径組成ではその頻度が過少に評価されているが、実際にはより大型の卵粒よりもはるかに多数あった。

体長207mmの個体から得られた重量18.6gの卵巣(第6図-I)では、やゝ小型の卵群(仮にa群とする)と、よく発達した大型の卵群(b群とする)の2群に識別された。a群の卵を更に詳細に観察すると、0.3mm附近にモードを有する卵群と0.5mm附近にモードがある卵群の2群に分離している。卵群bは1.3mm附近にモードがあり、そのうち直径1.1mm以上の卵はすでに卵黄が透明になっており、直径0.30~0.40mmの油球が1ヶ認められた。b群の卵の一部はすでに卵巣壁から離れ、髄腔にたまった状態のものもあった。この事実から、これらb群の透明卵は近日中に排出されると思われた。b群のモードの位置からみて、エビスシイラの産出卵の径はほぼ1.3mmであると思われる。上述の観察から推すと、エビスシイラの卵径はシイラの卵径(成熟卵巣卵の径は1.30~1.64mm, 天然浮性卵は1.28~1.62mm, 水戸, 1960)と等しいかあるいはそれよりもやゝ小さいと思われる。

体長236mmの個体から得られた重量23.0gの卵巣(第6図-II)では、0.5mm附近にモードをもつ卵群(仮にc群)と0.9mm附近にモードをもつ卵群(d群)の2群に明瞭に識別された。d群の卵中には透明化した卵粒はみられなかったが、Iの卵巣のb群の卵径と比較推定して、成熟後期にあるものと推察した。

**抱卵数** I, IIの卵巣について卵巣内卵数の推定を試みた。前述のように、径が0.2mm未満の微小な



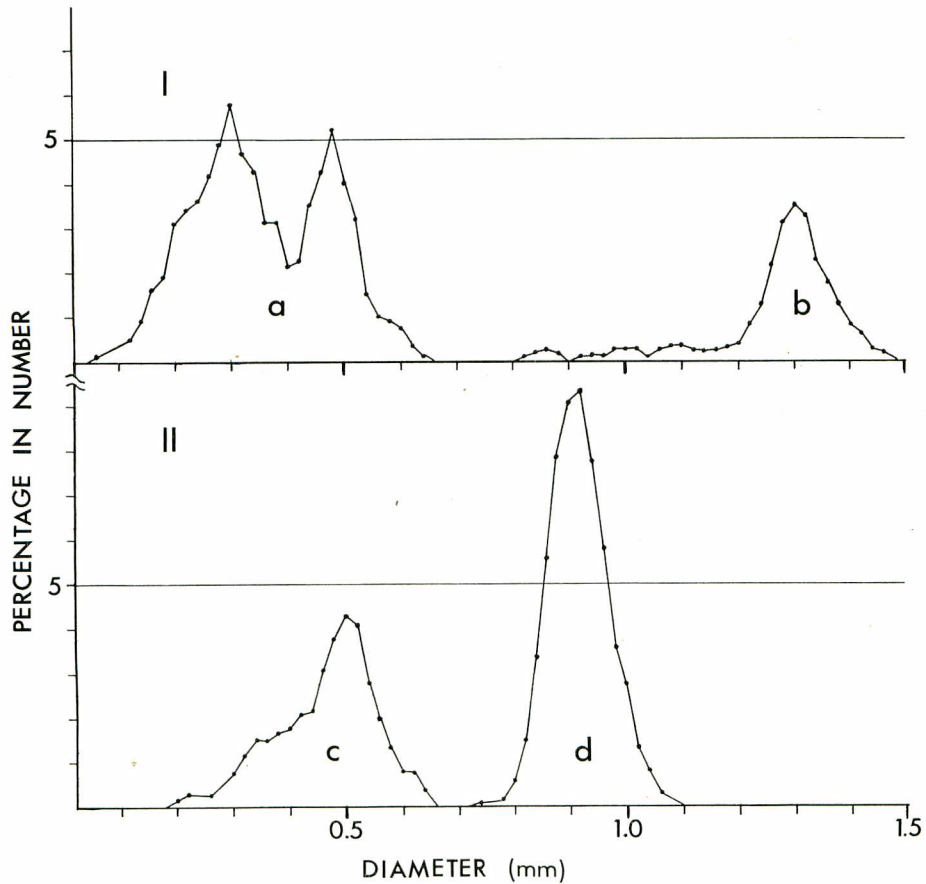


Fig. 6. Frequency distribution of diameter of ovarian ova for two ovaries of *C. equisetis*, estimated by measuring 400 ova taken at random from each ovary. Upper pannel (I); ovary weight was 18.6 g from a fish of 207 mm in standard length, captured at 15° 07'N : 139° 48'E on July 19, 1960. Lower pannel (II); ovary weight was 23.0 g from a fish of 236 mm, taken at 07° 29'N : 102° 0'W on January 18, 1964. Estimated number of ova is 52,000 for I, and 61,000 for II, respectively. The graph was smoothed by taking three point average within range of 0.06 mm of diameter. a, b, c and d are designated for each size group.

卵は正確な計数が不可能なため抱卵数に含めないこととした。

卵巣 I の b 群の卵を実際に算えたところ、約 14,400 粒あった。この数に、卵径分布における b 群と a 群の出現比（但し、a 群のうち 0.2 mm 未満の卵を除く）を乗じて a 群の卵数をもとめ、両者を合計して卵巣 I の卵数を約 52,000 粒と推定した。卵巣 II では、卵巣を横断するように後部と中央部から 2 片を輪切りにし、両片について d 群の卵のみを肉眼で計測して 1 g あたりの平均数をもとめ、これに卵巣重量を乗じて卵巣全体の d 群の卵数推定値 35,500 粒を得た。次に卵巣 I の場合と同様の計算を行なって推定総卵数 61,000 粒を得た。

卵巣 I の b 群の卵は、その卵巣の状態から推して、既に一部放出されていることも考えられるので、この卵団の数をもってエビスシイラの一回当り産卵数とするには多少危険がある。卵巣 II の d 群の卵が、もし 1 回に産み出されるとすれば、この卵巣の産出卵数は約 35,500 粒ということになる。

シイラの抱卵数は、BEEBE and TEE-VAN (1928) によれば 50 万、児島 (1966) によれば 20 万 (体長 55 cm) ~ 222 万 (93 cm), SCHUCK (1951) によれば 170 万 (約 70 cm, 同著の体長・体重関係のグラフにより体重より換算) ~ 600 万 (97 cm, 同じく) となっている。研究者によって、計数方法がそれぞれに違うので、今回の結果と正確な比較は出来ないが、0.4 mm 以上の径の卵のみを算えた児島 (前出) の結果と比較しても、エビスシイラの抱卵数はシイラのそれに較べてはるかに少ない。また、著者等が、卵巣 II (第 6 図) の d 群の卵数 (35,500 粒) 推定を行なった場合と同様に、シイラについて最大卵径群の卵のみを算えた BEARDSLEY (1967, 卵数 8 万~100 万) の結果と比較しても、エビスシイラの卵数はシイラのそれよりもはるかに少ない。このことは、産出時の卵径は両種間ではほぼ等しいか、エビスシイラの方がやゝ小さいにすぎないのに、エビスシイラの魚体の大きさがシイラのそれに較べて著しく小さいことと対応している。

### 最小成熟体長

本報告の材料中、生殖腺重量の測定が可能で、しかも性別を判定出来たエビスシイラは雄 30 個体、雌 57 個体であった。これらについて、体長に対する生殖腺の発達程度の指標である生殖腺指数 (gonad index, G. I. =  $G. W. (g) / SL^3 (mm) \times 10^7$ , 但し、G. W. は生殖腺重量) を求めた (第 7 図)。図に示されるごとく、体長の小さい個体では G. I. はきわめて小さく生殖腺は休止期にあるとみられる。体長が 170 mm 附近に達すると G. I. のやゝ大きくなる個体が出はじめ、200 mm 附近に達すると雌雄ともに G. I. は急激に増大する。

本報告の材料中、体長 207 mm の雌には熟卵がみられたことは既に述べた。GIBBS and COLLETTE (1959) は「よく発達した卵粒をもつ」205 mm の個体を報告している。これらの事実と、本節で検討した生殖腺指数の変化の状況から、エビスシイラの最小成熟体長は 200 mm 附近であろうと推定される。同じく生殖腺指数の変化状況から推して、体長 250 mm 以上に達した個体は雌雄ともそのほとんどが生殖に参加するものと思

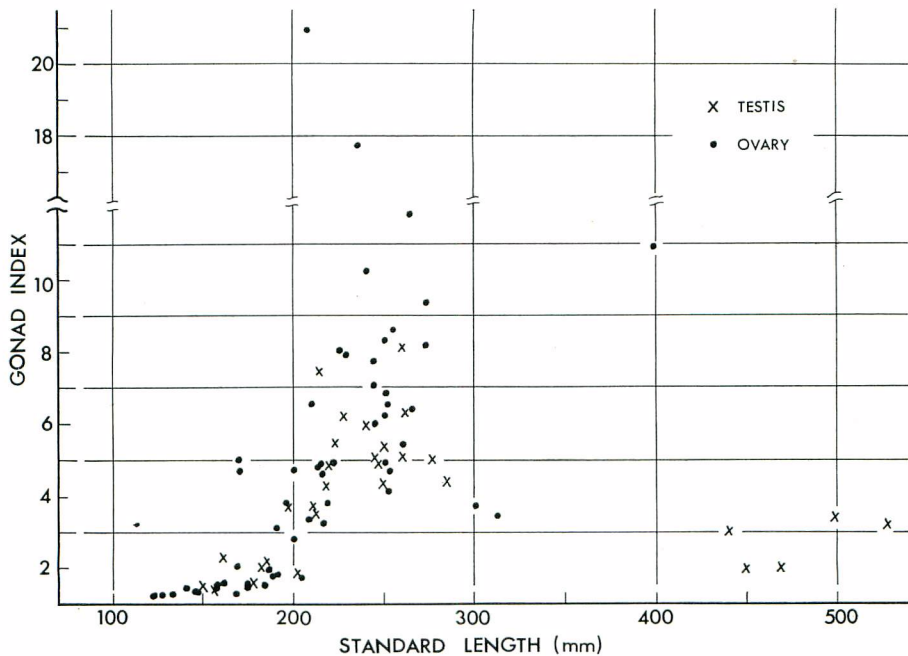


Fig. 7. Gonad indices ( $\frac{\text{Gonad weight (g)}}{\text{Standard length (mm)}^3} \times 10^7$ ) measured on 85 males and females of *C. equiselis* referred to standard length of fish. The two larger indices (21.0 and 17.5) were obtained for the fully matured females which were treated in Fig. 6.

われる。

### III 論 議

#### 1. 椎体長曲線について

今回の観察結果の中で、椎体長曲線に関して興味深いと思われるものが2点あった。

山田 (1961a) は、マアジについて、椎体長曲線には性による差はみとめられないとしている。本研究でも、シイラについては、測定数が少ないながらもおよその傾向としては、雌雄ともに同じ型の椎体長曲線が観察されている (第2図)。一方、エビスシイラでは、成熟体長に達した個体では、椎体長曲線の型が雌雄で分化することが観察された (第3図)。そして、この性による分化の主な原因は、体長 180 mm 附近で腹椎後方の数ヶの脊椎の成長度に性による差があらわれるためであると推察された (第4図)。

このような現象、すなわち、性による椎体長曲線の分化が、他の硬骨魚にも汎くみられるかどうかここでは論じ得ないが、種によっては性により体型が著しく異なる例は特に稀ではないし、FORD (1937) が *Labrus bergyllta* について示したように、性によって脊椎骨の形状に差がある場合さえあることを考えると、他の種の魚類の椎体長曲線についても、性による差があり得ることは充分予測し得る。

同じく山田 (1961-b) は、シイラがゴマサバ、ヒラマサ、イボダイとともに成長に無関係に一定の型の椎体長曲線を有するとしている。しかし、第4図から明らかな如く、シイラの椎体長曲線は稚魚と大型魚とでは著しく違う。おそらく山田の場合は測定した体長の範囲がかなり小さかったのではなかろうか。

#### 2. 測定した各部位の原体長推定のための形質としての評価

原体長推定にあたっては、その形質、部位が測定しやすく、しかもその部位の長さや体長との関係にバラツキが少なければよい筈である。本研究では、測定部位を選ぶにあたり、測定の容易さは当初から考慮してあるので、あとは2つの測定値間に観察されるバラツキの大小が、ここで採りあげた各部分長が原対長推定のためになり得る測定部位として優れているかどうかの判断材料となる。

第1椎体 (atlas) と尾扇骨はシイラ、エビスシイラいずれについても体長との関係にバラツキが大きく、体長の正確な推定に用いる key としては適わしくないと判断される。

エビスシイラの尾椎長、腹椎長についてみると、体長 180 mm 以上の個体では、体長との相対的長さに性による差が生じるから、体長が 180 mm を超える場合には性別を明らかにした上で体長推定を行う方がよいと考えられる。

著者等の経験によれば、脊柱の中央部が捕食者の消化管内で残存する機会が多い。この際、測定している椎体が脊柱上のいずれの部位のものかが明らかでないと正確な体長推定が不可能なことはすでに行なった椎体長曲線の検討結果から指摘されることである。この場合、第1尾椎 (シイラ、エビスシイラともに第14番目の脊椎) はその形状からそれと判定しやすいので、この脊椎を中心とする数ヶの脊椎が体長復原には好都合と云えよう。エビスシイラの場合、第1尾椎より前方の脊椎ではその体長に対する相対的な長さに差が生じることは先述のとおりであるから、第1尾椎から後方に数ヶの脊椎を選ぶのが賢明と思われる。

脊柱全長の体長に対するバラツキは小さいし、シイラ・エビスシイラの場合とも性による差は著しくないので、脊柱全長がわかれば、正確な体長推定も期待し得るが、実際の作業に於て使用される頻度はさほど多くはないであろう。

頭部の4形質 (頭長、頭蓋骨長、上顎長、下顎長) は測定値のバラツキが少なく、体長推定に好都合な形質と云える。エビスシイラの場合、これらの部位に成長屈折がみられるが、これは特に体長推定の妨げにはならないし、上顎長にみられる雌雄間の回帰の差も実際には無視し得る程度のものであると考えられる。

以上をとりまとめると、当初とりあげた各部位 (第2表) のうち、第1椎体と尾扇骨を除けば、多少の制約はあるけれどもいずれの部位も原体長推定に使用し得るということになる。

実際に多数の標本について原体長推定の作業を行うには、対数関係で表現された相対成長式は不便である。そこで、このような作業の便のために、体長復原に特に有効と考えられる諸部位について、その体長との関係を実数で表した(附表1)。この場合、実数グラフにプロットした測定値を、必要に応じて肉眼でいくつかのグループに分けて回帰計算を行なっているので、回帰係数の変異点は必ずしも成長屈折のおこる体長を意味しない。

### 3. エビスシイラにみられた成長屈折の生理・生態との関連

生物一般に相対成長係数( $\alpha$ )が一定不変であることは極めて稀であって、異なる相対成長係数の値で示されるいくつかの成長期に細分されるのが普通である(清水, 1947)。また、この成長屈折は、生態または生理上の転換期に相当しており、魚類では食性の転換、変態、若魚期への移行、卵巢の発達期、性的成熟期等と一致する(落合, 1970)。

本研究では、シイラについては取上げたいずれの部位についても成長屈折を見出すことは出来なかった。しかし、シイラについては標本の体長巾が小さいために、本来あるはずの成長屈折が見落された可能性もあり、成長屈折は起こらないとは言い切れない。

エビスシイラにおいては、体高と体重について体長 40 mm 附近で、成長屈折が観察された。GIBBS and COLLETTE (1959) は、シイラ、エビスシイラともに体長が 10 mm を超えると、頭部の数ヶ所に棘が発達するけれども、これらの棘はシイラでは体長 40 mm 附近で、エビスシイラでは 35 mm 附近で消失するとしている。この稚魚期に特有な形質の消失が、体高、体重の体長に対する急激な変化と相前後して起こることは興味深い。

横田・他(1961)は体容積と体長との関係で表わされる肥満度には体の成長に伴い「変曲点」があり、この「変曲点」は稚魚としての体型が成魚型に変化する時期と対応することを多くの硬骨魚についてたしかめている。本研究では横田らの云う肥満度はもとめていないけれども、体長に対して体高が急に増加し、しかも体重もこれにつれて増加することは横田らの云う肥満度も変化することを示していると考えられる。これらの既往の研究結果からすると、本研究でエビスシイラについてみられた体長 40 mm 附近で体高、体重に起こる成長屈折は本種の稚魚期から幼魚期への移行と関連しているものと思われる。

エビスシイラに於て体長 180 mm 附近にみられる成長屈折は、取上げた測定部位では頭部の4ヶ所と脊柱、それも特に雌の後部腹椎に著しい。雌の腹椎長、尾椎長のこの体長附近における成長屈折はむしろ後部腹椎における成長屈折を反映したものにすぎないことは第1章ですでに述べた。また、第2章で、エビスシイラの最小成熟体長は 200 mm 附近であり、これに先だって生殖腺が発達しはじめることが明らかになった(第7図)。すなわち、頭部の4部位と腹椎後方の椎体に成長屈折のおこる体長は、性成熟の始まる体長とほぼ一致している。

腹椎における相対成長係数の増加が、性成熟と関連しておりながら、何故雌に於てのみ顕著で雄ではさほど明瞭でないかについては立入って論じ得ない。しかし、一概に成熟した生殖巣と云っても、同じ体長の魚で較べると、卵巢の方が精巣よりはるかに大きい。このことから、雌の腹椎における性成熟開始と前後して起こる成長度の急激な増加は、発達した卵巢を体腔に収容するための形態的適応ではないかとも考えられる。

エビスシイラの頭部諸部位の、体長 300 mm 附近に観察される成長屈折の生理・生態的な意味については、現段階では、立入った検討が出来ない。

### 文 献

- BARNHART, P. S. 1936. Marins fisher of Southern California. Univ. Calif. Press, Berkeley: i-iv, 1-209; Figs. 1-290.
- BEARDSLEY, G. L., Jr. 1967. Age, growth and reproduction of the dolphin, *Coryphaena hippurus*, in the Straight of Florida. *Copeia* 1967 (2): 441-451, Figs. 1-11.

- BEEBE, W. and J. TEE-VAN 1928. The fishes of Port-au-Prince Bay, Haiti. *Zoologica*, Sci. Contributions. N. Y. Zool. Soc. **10**: 101-279.
- BÖHLKE, J. E. and C. C. G. CHAPLIN 1968. Fishes of the Bahamas and adjacent tropical waters. Acad. Nat. Sci. Philadelphia, i-xxx+1-771, Figs. 1-222, pls. 1-36.
- DERANIYAGALA, P. E. P. 1933. Some large Rhegnosteri of Ceylon. *Ceylon Jour. Sci.* B, **18** (1): 37-60, Figs. 1-6, Pls. 1-4.
- 1952. A colored atlas of some vertebrates from Ceylon. Vol. 1 Fishes. Ceylon Gov. Press: i-xi, 1-149, Figs. 1-60, Pls. 1-34.
- FORD, E. 1937. Vertebral variation in teleostean fishes. *Jour. Mar. Biol. Assoc.* **22**: 1-60, Pls. 1-16.
- FOWLER, H. W. 1928. The fishes of Oceania. *Mem. Bernice P. Bishop Mus.*, **10**: i-iii, 1-540, Figs. 1-82, Pls. 1-49.
- 1936. The marine fishes of West Africa. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.* LXX, 1936, vii+1493 pp., 567 Figs.
- 1959. Fishes of Fiji. Government of Fiji, Suva, Fiji, i-v, 1-670.
- GIBBS, R. H., Jr. and B. B. COLLETTE 1959. On the identification, distribution, and biology of the dolphin, *Coryphaena hippurus* and *C. equiselis*. *Bull. Mar. Sci. Gulf and Caribb.* **9** (2): 117-152.
- 1969. Vertebral numbers and identification of the two species of dolphin (*Coryphaena*). *Copeia*, 1969 (3): 630-631.
- GUNTHER, A. 1889. Report on the pelagic fishes collected by H. M. S. Challenger during the years 1873-76. Report of the scientific results of the exploring voyage of H. M. S. Challenger 1873-76. Zool. XXXI; 1-44, Pls. 1-6.
- 堀田秀之・相沢幸雄 1961. 東北海区に於ける漁期以外のサンマ群の分布と胃内容物にみられるサンマの原形復原について. 東北水研報 **19**: 42-48.
- 蒲原稔治 1940. 日本動物分類 **15** (2) 5 鱧型族鯖群, 三省堂, 東京: 1-8, 1-225, Figs. 1-102.
- 児島俊平 1926. シイラの漁業生物学的研究. 108 pp.
- LÜTKEN, C. 1880. Spolia Atlantica: Bidrag til kundskab om formforandringer hos fiske under deres vaext udvikling, saerligt hos nogle af Atlanterhavets Højsøfiske. Bianco Lunos Kgl. Hof-Bogtrykkeri, Kjøbenhavn.
- MATRIN, W. R. 1949. The mechanics of environmental control of body form in fishes. *Univ. Toronto Quarterly*, Biol. Ser. **58**: 5-72.
- 松原喜代松 1955. 魚類の形態と検索, 石崎書店, 東京: 3 vols., 1-1, 605, Figs. 1-536, pls. 1-135.
- 三谷文夫 1958. ブリの成長と年令に関する研究-I. 年令形質としての脊椎骨の検討. 日水会誌 **24** (8): 628-629.
- 水戸敏 1960. シイラの卵発生と仔魚期. 日水会誌 **26** (3): 223-226.
- NORMAN, J. R. and F. C. FRASER 1949. Field book of giant fishes. Putnam's Sons, New York: i-xxii, 1-376, Figs. 1-97, Pls. 1-8.
- 落合明 1970. 成長. 川本信之(編) 魚類生理. 恒星社厚生閣, 東京, 554 pp.
- SCHUCK, H. A. 1951.-a. New Gulf of Maine record for occurrence of dolphin, *Coryphaena hippurus*, and data on small specimens. *Copeia*, 1951 (2): 171.
- b. Notes on the dolphin (*Coryphaena hippurus*) in North Carolina waters. *Ibid.* 1951 (1): 35-39.
- 清水三雄 1947. 骨の成長に関する研究. 北隆館, 東京, 167 pp.

SMITH, J. L. B. 1949. The sea fishes of Southern Africa. Central News Agency, Ltd., South Africa: I-XVI, 580 pp.

高橋善弥 1962. 瀬戸内海とその隣接海域産硬骨魚類の脊梁構造による種の査定のための研究. 内海水研報 **16**: 1-62, 122 pls.

山田鉄雄 1961-a. マアジの椎体長曲線の研究. 長崎大工学研報 **10**: 192-209.

—— 1961-b. 硬骨魚の椎体長曲線について. 日水会誌 **27** (6): 510-515.

横田滝雄・通山正弘・金井富久子・野村星二 1961. 魚類の食性の研究. 南海区水研報 **14**: 1-234.

Appendix table 1. The data of materials examined in the present study. Sizes of predators are represented in fork length for tunas, and eye-fork length for billfishes.

Date	Locality	Number	Size in mm	Sex	Predator or method of capture	ship name
<i>C. hippurus</i> (28 specimens)						
Aug. '51	"Western Pacific"	2	109, 139	?	Scooped by dipnet	Tenyo-maru
Jul. 1, '60	06-21'N, 137-30'W	1	277	Fem.	Yellowfin tuna, 137 cm	Daifuji-maru
Nov. 30, '60	01-32'N, 11-35'W	2	474, 643	Male	Tuna longline	Shoyo-maru
Jun. 30, '63	06-36'N, 100-47'W	1	231	Fem.	Blue marlin	Taisei-maru
Jan. 6, '65	06-25'N, 85-33'W	4	84-143	?	Scooped by dipnet	Shoyo-maru
Dec. 30, '65	09-37'6N, 30-14'0W	1	618	Fem.	Tuna longline	Shoyo-maru
Dec. 31, '65	11-46'N, 30-20'W	1	581	Male	Tuna longline	Shoyo-maru
Jul. 13, '67	09-49'1S, 158-22'E	1	168	Male	Sailfish, 187 cm	Chosui-maru
Oct. 10, '67	18-12' S, 150-27'E	1	195	?	Black marlin, 191 cm	Wakatori-maru
Feb. 25, '70	00-35'7S, 96-36'0E	2	49, 69	?	Larva-net	Seiwa-maru
Jun. '70	"Western North Pacific"	4	698-757	Fem.	Pole and line	?
Jul. 20, '70	Near Bonin Ids.	6	728-1,015	2M, 4F	Surface troling with lure	Shunyo-maru
Jul. to Aug. '70	South of New Guinea	1	651	Male	From stomach of unknown fish	?
?	"Western Pacific"	1	175	?	?	?
<i>C. equiselis</i> (127 specimens)						
Jul. 9, '32	17-53'N, 149-38'E	1	142	Male	Larva-net	Kuroshio-maru, No. 3
Aug. 14, '51	05-N, 150E	1	80	?	Scooped by dipnet	Tenyo-maru
Aug. 30, '51	01-10'N, 159-50'E	2	102, 133	Fem.	Scooped by dipnet.	Tenyo-maru
Jun. 25, '53	14-00'N, 164-40'E	1	90	?	Skipjack	Kuroshio-maru, No. 3
Jun. 15, '54	08-30'N, 157-09'E	3	55-123	1F, 2?	Scooped by dipnet	Shunkotsu-maru
Jun. 29, '54	20-00'N, 147-21'E	1	49	?	Larva-net	?
Mar. 3, '55	06-34'S, 69-16'E	1	94	?	Scooped by dipnet	Tone-maru
Jun. 14, '56	12-03'N, 157-30'E	3	55-140	1F, 2?	Scooped by dipnet	Shunkotsu-maru
Jul. 19, '60	15-07'N, 139-48'E	2	130, 207	1F, 1?	Scooped by dipnet	Shunyo-maru
Oct. 26, '60	09-45.2'S, 00-32.1'E	1	448	Male	Tuna longline	Shoyo-maru
Aug. 20, '61	07-55.5'S, 116-07.8'W	1	397	Fem.	Yellowfin tuna, 144 cm	Boso-maru
Sep. 4, '61	12-08'S, 152-58'E	1	177	Male	Yellowfin tuna, 124 cm	Fukushima-maru

シイラ (*Coryphaena hippurus*) と エビスシイラ (*C. equiselis*) の体部の相対成長ならびにエビスシイラの性的成熟

Date	Locality	Number	Size in mm	Sex	Predator or method of capture	ship name
May 9, '62	04-17'N, 146-06'E	1	246	Male	Yellowfin tuna, 121 cm	OT-Kuroshio-maru
Jul. 22, '62	0-56.3'S, 105-58.5'E	1	273	Fem.	Yellowfin tuna, 102 cm	Tosa-Kaien-maru
May '63	"Western Pacific"	1	53	?	Scooped by dipnet	Shunyo-maru
May 7, '63	East of Philippine	1	120	Fem.	<i>do</i>	<i>do</i>
May 22, '63	12-54'N, 139-55'E	1	160	Male	Sailfish, 182 cm	<i>do</i>
May 27, '63	02-02'N, 134-31'E	1	116	?	Scooped by dipnet	<i>do</i>
Jun. 7, '63	10-37'S, 156-20'E	1	158	Fem.	Blue marlin, 140 cm	Fukushima-maru
Jun. 12, '63	20-47'N, 130-53.5'E	1	170	Fem.	Sailfish, 159 cm	Shunyo-maru
Jun. 30, '63	06-36'N, 100-47'W	1	242	Fem.	Blue marlin	Taisei-maru
Aug. 21, '63	06-46'N, 151-11'W	1	157	Male	Blue marlin, 176 cm	Kashima-maru
Oct. 9, '63	02-39'N, 150-07'E	3	72-83	?	Yellowfin tuna, 102 cm	Miura-maru
Oct. 18, '63	05-37'N, 179-08'W	1	200	Fem.	Yellowfin tuna	Miyagi-maru
Nov. 2, '63	03-15'N, 147-11.5'E	1	132	?	Sailfish, 163 cm	YG-Kuroshio-maru
Nov. 10, '63	07-02'N, 146-48'W	1	227	Male	Blue marlin, 194 cm	Boso-maru
Dec. 23, '63	02-43'N, 86-47'W	2	184, 188	Fem.	Sailfish	Taisei-maru
Jan. 18, '64	07-29'N, 102-00'W	1	236	Fem.	Hand line	Shoyo-maru
Feb. to Mar. '64	06-14'N, 156-172'W	1	240	Fem.	From stomach of unknown fish	Fukushima-maru
Feb. 4, '64	07-28'N, 116-37'W	4	17-27	?	Larva-net	Shoyo-maru
Feb. 4, '64	10-04'N, 114-23'W	1	79	?	Scooped by dipnet	<i>do</i>
Feb. 25, '64	05-21'N, 150-18'W	1	16	?	Larva-net	Iwate-maru
Apr. 22, '64	21-57'N, 126-18'E	1	264	Fem.	Swordfish	OT-Kuroshio-maru
May 22, '64	03-40'N, 161-44'W	1	222	Male	Blue marlin, 155 cm	Ehime-maru
Jan. 6, '64	22-45'N, 123-51'E	1	197	Male	Sailfish	Muroto
Aug. 16, '64	02-00'N, 91-52'E	1	221	Fem.	Blue marlin, 156 cm	Kashima-maru
Oct. 31, '64	05-13'S, 153-10.3'E	1	79	?	Scooped by dipnet	Shunyo-maru
Nov. 2, '64	09-04'S, 157-48'E	2	87, 89	?	<i>do</i>	<i>do</i>
Nov. 5, '64	13-36'S, 165-56'E	1	100	?	<i>do</i>	<i>do</i>
Nov. 13, '64	03-05'S, 161-46'E	2	13, 32	?	Larva-net	Takuyo-maru
Nov. 16, '64	02-52'S, 156-21'E	1	57	?	<i>do</i>	<i>do</i>
Nov. 26, '64	10-15'S, 162-46'E	1	60	?	Scooped by dipnet	Shunyo-maru

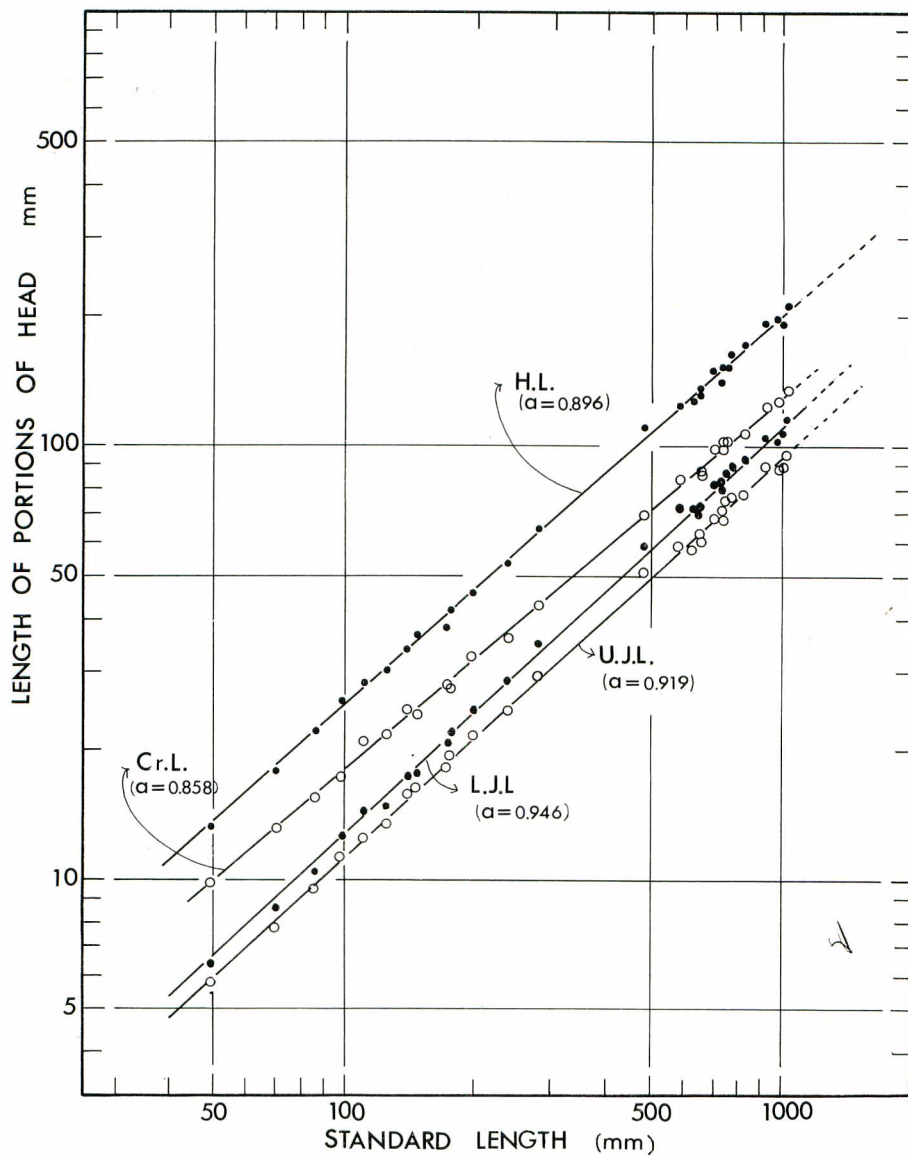


Date	Locality	Number	Size in mm	Sex	Predator or method of capture	ship name
Nov. 28, '64	06-34' S, 158-15' E	1	82	?	<i>do</i>	<i>do</i>
Dec. 27, '64	05-20' N, 145-08' E	1	126	F	Larva-net	Takuyo-maru
Jan. 5, '65	05-58' N, 89-50' W	1	11	?	<i>do</i>	Shoyo-maru
Feb. 17, '65	02-34' S, 164-44' E	1	20	?	<i>do</i>	Etsuzan-maru
Apr. 24, '65	21-52' N, 125-01' E	1	15	?	<i>do</i>	Muroto
Nov. 1, '65	16-31.5' S, 146-29' E	1	249	Male	Black marlin, 150 cm	Ehime-maru
Apr. 27, '66	07-10' N, 126-13' W	1	200	Fem.	Blue marlin, 161 cm	Shin-Miyagi-maru
Oct. 9, '66	09-50' S, 67-28' E	2	252, 276	Fem.	Striped marlin, 175 cm	Iwate-maru
Oct. 24, '66	02-56' S, 159-50' W	1	259	Male	Blue marlin, 161 cm	Aomori-maru
Nov. 16, '66	05-29' S, 152-41' W	1	248	Male	a billfish, 160 cm	<i>do</i>
Nov. 21, '66	09-58' N, 161-46' E	1	169	Fem.	Shortbill spearfish, 103 cm	Mito-maru
Nov. 25, '66	04-20' N, 144-46' E	1	149	Male	Blue marlin, 113 cm	Kano-maru
Dec. 2, '66	02-52' N, 164-45' E	1	145	Male	Blue marlin, 146 cm	Miyako-maru
Dec. 4, '66	12-04' N, 166-34' E	1	161	Fem.	Blue marlin, 185 cm	Chishio-maru
Dec. 23, '66	07-09' S, 148-56' W	1	283	Male	Blue marlin, 152 cm	Miyagi-maru
Jan. 6, '67	09-59.7' N, 34-58' W	1	313	Fem.	Longbill spearfish, 137 cm	Shoyo-maru
Jan. 10, '67	05-36.0' N, 160-20' E	1	211	Male	Blue marlin, 132 cm	Etsuzan-maru
Feb. 2, '67	00-28' S, 147-42' E	1	214	Male	Sailfish, 145 cm	Kano-maru
Feb. 5, '67	09-43' N, 149-23' E	1	229	Fem.	Blue marlin, 133 cm	Ariiso-maru
Feb. 15, '67	05-41' N, 138-46' E	1	226	Fem.	Sailfish, 150 cm	OT-Kuroshio-maru
Feb. 24, '67	00-37' S, 140-54' E	1	170	Fem.	Sailfish, 163 cm	<i>do</i>
Mar. 20, '67	02-06.7' N, 172-07' W	1	251	Fem.	Blue marlin	Wakatori-maru
Mar. 31, '67	09-50' S, 159-30' E	1	261	Male	Black marlin, 142 cm	Satsumaseiun-maru
Apr. 5, '67	08-04' S, 155-08' E	2	216, 219	1M, 1F	Shortbill spearfish, 131 cm	<i>do</i>
May 14, '67	15-47' N, 158-40' W	2	190, 210	Fem.	Shortbill spearfish, 133 cm	Wakachiba-maru
May 22, '67	06-08' S, 136-37' E	1	265	Fem.	Striped marlin, 207 cm	Tosakaien-maru
Jun. 8, '67	02-52' N, 146-39' W	1	213	Fem.	Blue marlin, 150 cm	Iwate-maru
Sep. to Nov. '67	06-10' S, 59-82' E	2	147, 204	Fem.	"a billfish"	<i>do</i>
Oct. 21, '67	18-45' S, 156-43' E	1	245	Fem.	Striped marlin, 175 cm	Wakatori-maru
Nov. 7, '67	08-47' S, 69-47' E	1	250	Fem.	Sailfish, 173 cm	<i>do</i>

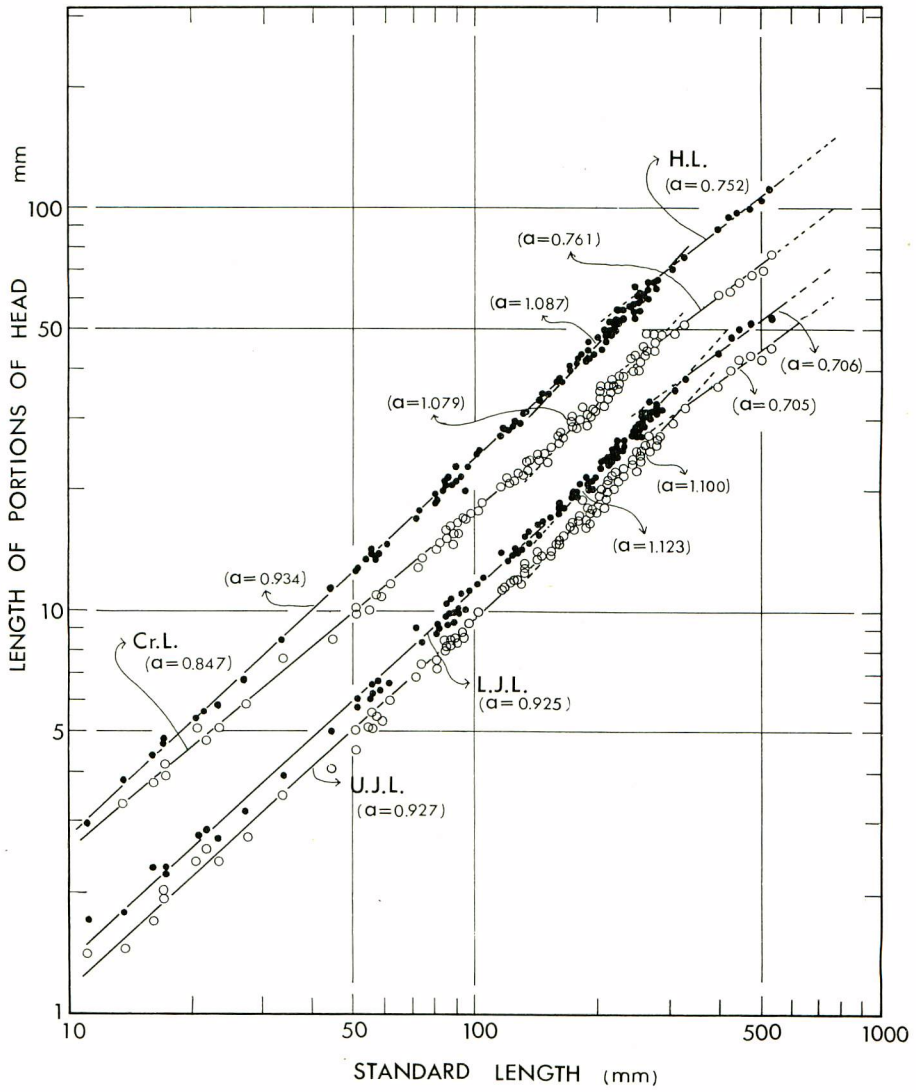
Date	Locality	Number	Size in mm	Sex	Predator or method of capture	ship name
Nov. 13, '67	11-41' N, 132-42' E	1	217	Fem.	Sailfish, 165 cm	OT-Kuroshio-maru
Nov. 19, '67	16-25' N, 160-10' W	2	208, 253	Fem.	Blue marlin, 138 cm	Wakachiba-maru
Nov. 25, '67	09-58' N, 135-34' E	2	196, 210	1M, 1F	Blue marlin, 112 cm	OT-Kuroshio-maru
<i>do</i>	<i>do</i>	2	186, 191	Fem.	Sailfish, 156 cm	<i>do</i>
Nov. 30, '67	03-44' N, 160-25' E	1	242	Fem.	Blue marlin, 135 cm	Kitakami-maru
Dec. 7, '67	07-30' N, 140-11' E	1	185	Male	Sailfish, 166 cm	Kano-maru
Dec. 9, '67	07-09' N, 158-46' W	3	214-218	1M, 2F	Shortbill spearfish, 134 cm	Aomori-maru
Jan. 3, '68	04-16' S, 143-55' W	1	174	Fem.	Shortbill spearfish, 125 cm	<i>do</i>
Jan. 5, '68	03-26' S, 143-58' W	2	248, 276	Male	Shortbill spearfish, 126 cm	<i>do</i>
Jan. 25, '68	06-49' N, 162-36' E	1	250	Fem.	Blue marlin, 143 cm	Miyako-maru
Jan. 27, '68	05-53' N, 158-59' W	1	174	Fem.	Striped marlin, 155 cm	Tsurugi-maru
Dec. 26, '69	05-22' N, 174-12' W	1	49	?	Larva-net	Jinkai-maru
Jan. 10, '70	04-28' N, 169-19' W	1	85	?	<i>do</i>	<i>do</i>
Feb. 8, '70	02-12' N, 168-29' W	1	43	?	<i>do</i>	Jinkai-maru
Feb. 27, '70	13-22' S, 120-30' E	1	83	?	<i>do</i>	Satsumaseiun-maru, No. 2
May 5, '70	03-08' N, 160-13' E	1	95	?	<i>do</i>	Oshima-maru
Jun. to Aug. '70	South of New Guinea	5	300-526	4M, 1F	Pole and line	?
Sep. 25, '70	ENE of Torishima	1	323	Male	<i>do</i>	Benten-maru
Sep. '70	"Western tropical Pacific"	1	419	Male	<i>do</i>	Eiko-maru
Jun. 4, ?	13-40' N, 145-30' E	1	116	?	Scooped by dipnet	?
Jan. 12, ?	04-03' S, 67-11' E	1	70	?	<i>do</i>	?
Jun. 11, ?	?	1	158	Fem.	<i>do</i>	?
?	?	1	87	?	From stomach of unknown fish	?
?	?	1	128	?	?	?
?	"Western Pacific"	1	181	Male	?	?
?	?	1	200	Male	From stomach of unknown fish	?
?	?	1	255	Fem.	?	?

**Appendix table 2.** Parameters calculated in the regression equation ( $Y=a+bX$ , when  $Y$ =length of each body portion in mm,  $X$ =standard length in mm) for the two species of *Coryphaena*. The coefficients of regression ( $b$ ) is shown in bold figures and the  $Y$  intercept ( $a$ ) in parentheses. For the definition of each body portion, see Table 1. For *C. equiselis* the calculation were made partly by sexes.

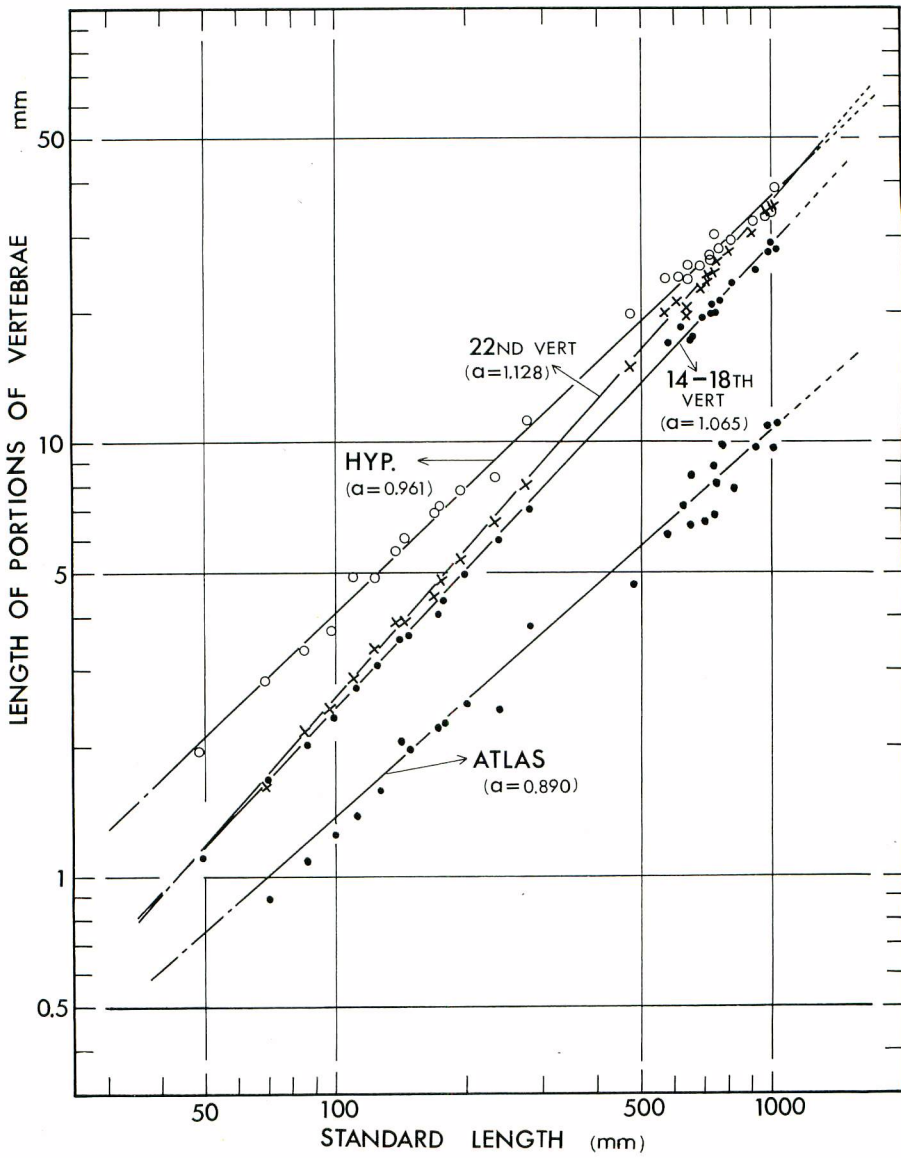
Species	<i>C. hippurus</i>		<i>C. equiselis</i>		
	49~400	400~1,015	11~180	180~300	300~526
Size range (S.L. in mm)	49~400	400~1,015	11~180	180~300	300~526
No. of specimens examined	11	17	63	56	8
Head length (H.L.)	<b>0.216</b> (3.658)	<b>0.184</b> (15.935)	<b>0.229</b> (0.882)	<b>0.255</b> (-4.130)	<b>0.176</b> (18.653)
Cranial length (Cr.L.)	<b>0.142</b> (3.701)	<b>0.111</b> (17.949)	<b>0.162</b> (1.623)	<b>0.179</b> (-2.340)	<b>0.117</b> (13.726)
Upper jaw length (U.J.L.)	<b>0.105</b> (0.807)	<b>0.082</b> (10.706)	<b>0.094</b> (0.206)	<b>0.109</b> (-2.757)	<b>0.075</b> (7.469)
Lower jaw length (L.J.L.)	<b>0.125</b> (0.140)	<b>0.099</b> (11.388)	<b>0.111</b> (0.273)	<b>0.128</b> (-3.216)	<b>0.088</b> (8.679)
Precaudal vertebrae length (P.V.L.)	<b>0.306</b> (-0.761)		<b>0.286</b> (-0.216)	M <b>0.299</b> (-2.776)	M <b>0.280</b> (0.916)
				F <b>0.325</b> (-6.443)	F <b>0.309</b> (-3.501)
Caudal vertebrae length (C.V.L.)	<b>0.540</b> (-4.918)		<b>0.531</b> (-0.558)	M <b>0.508</b> (5.173)	M <b>0.581</b> (-15.509)
				F <b>0.467</b> (11.339)	F <b>0.554</b> (-12.271)
Total vertebrae length (T.V.L.)	<b>0.847</b> (-5.770)		<b>0.817</b> (0.728)	<b>0.788</b> (5.631)	<b>0.863</b> (-15.535)
Vertebrae length (14th-18th)	<b>0.026</b> (-0.169)	<b>0.030</b> (-1.746)		<b>0.023</b> (-0.009)	



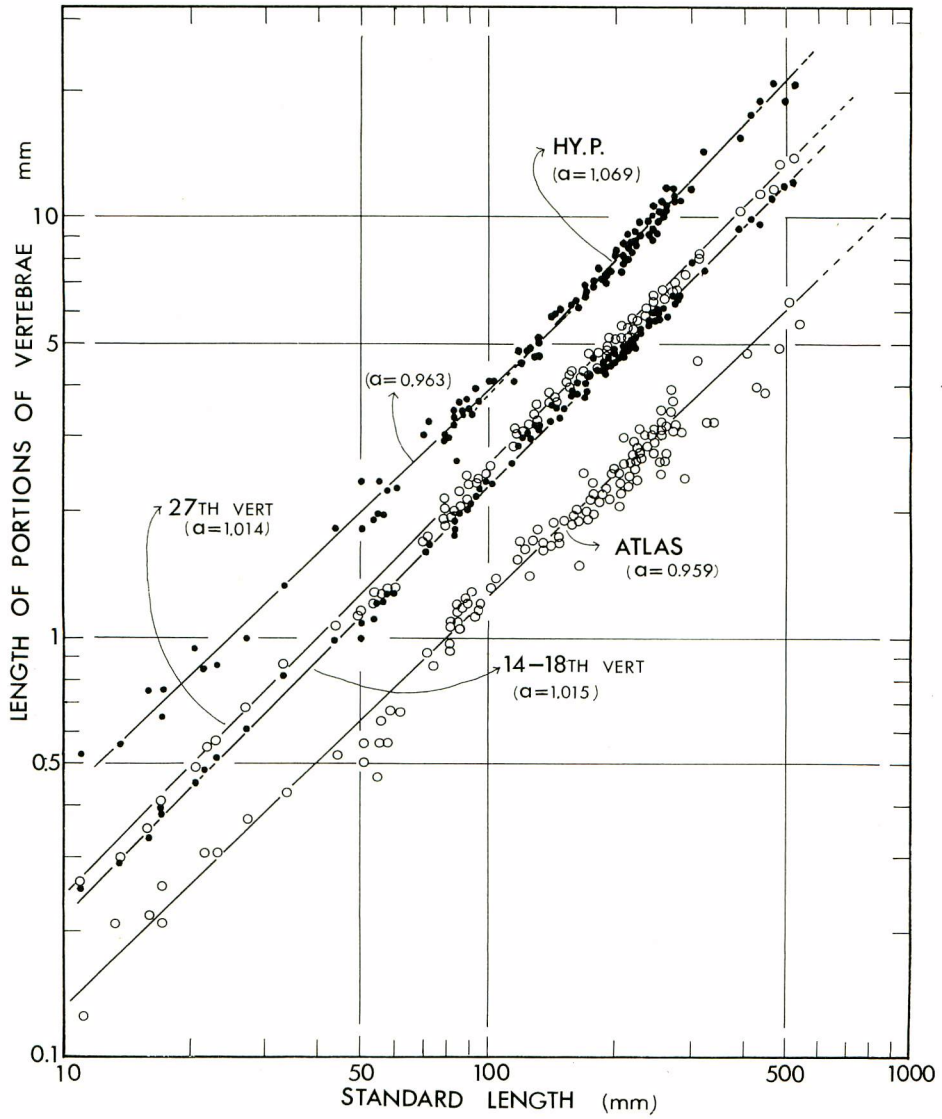
Appendix Fig. 1. Logarithmic plotting of four portions of head, *ie* head length (H. L.), cranial length (Cr. L.), upper jaw length (U. J. L.) and lower jaw length (L. J. L.) against standard length in *C. hippurus*.



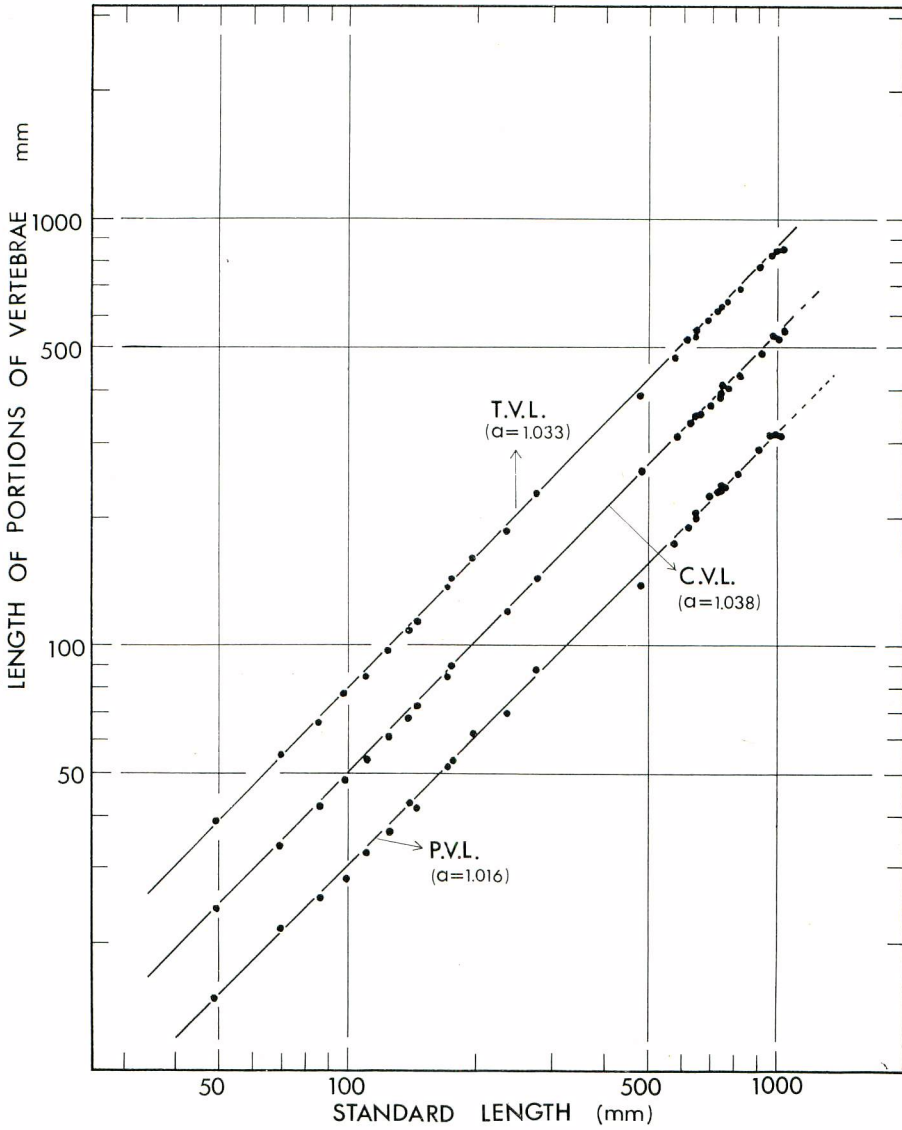
Appendix Fig. 2. The explanation is the same as Appendix Fig. 1, for *C. equiselis*.



Appendix Fig. 3. Four component portions of vertebrae—the length of the atlas, 14-18th, 22nd and hypural against standard length plotted logarithmically for *C. hippurus*.

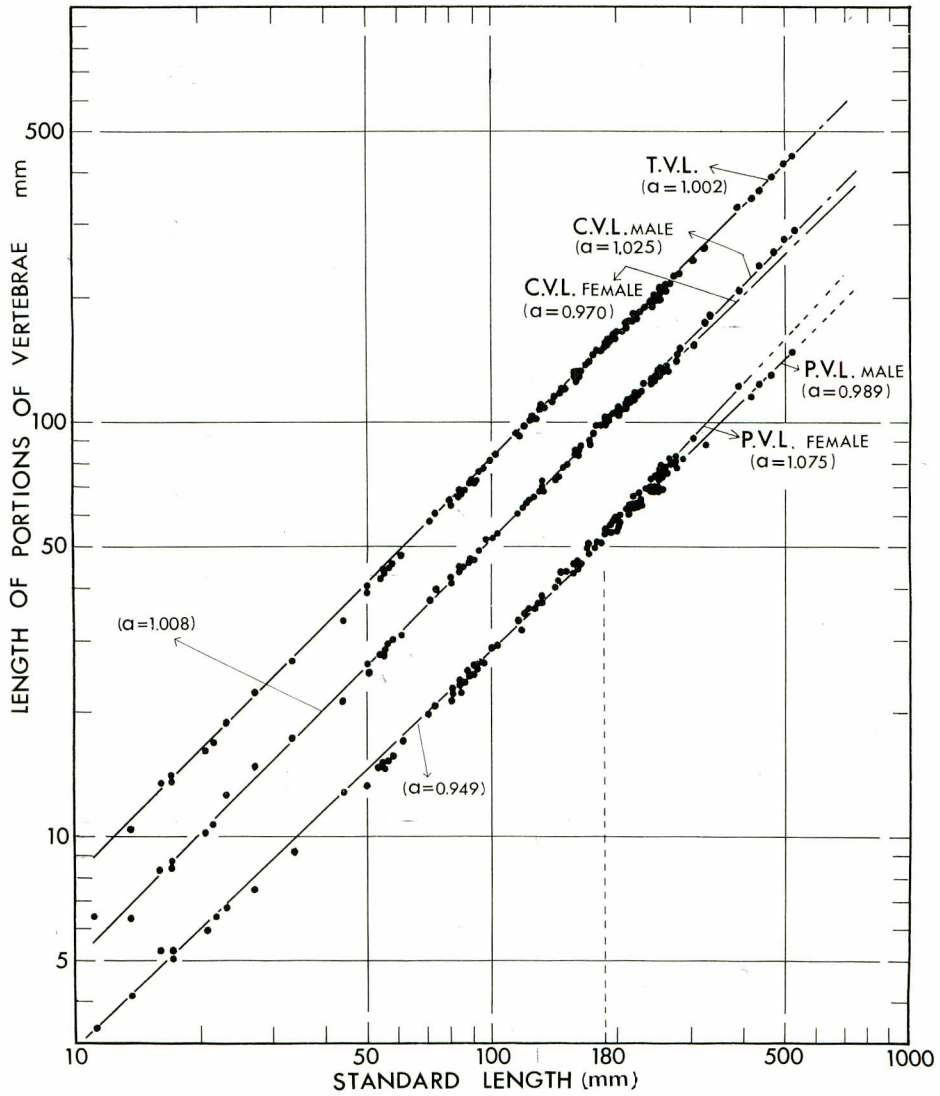


Appendix Fig. 4. The explanation is the same as Appendix Fig. 3, for *C. equiselis*.

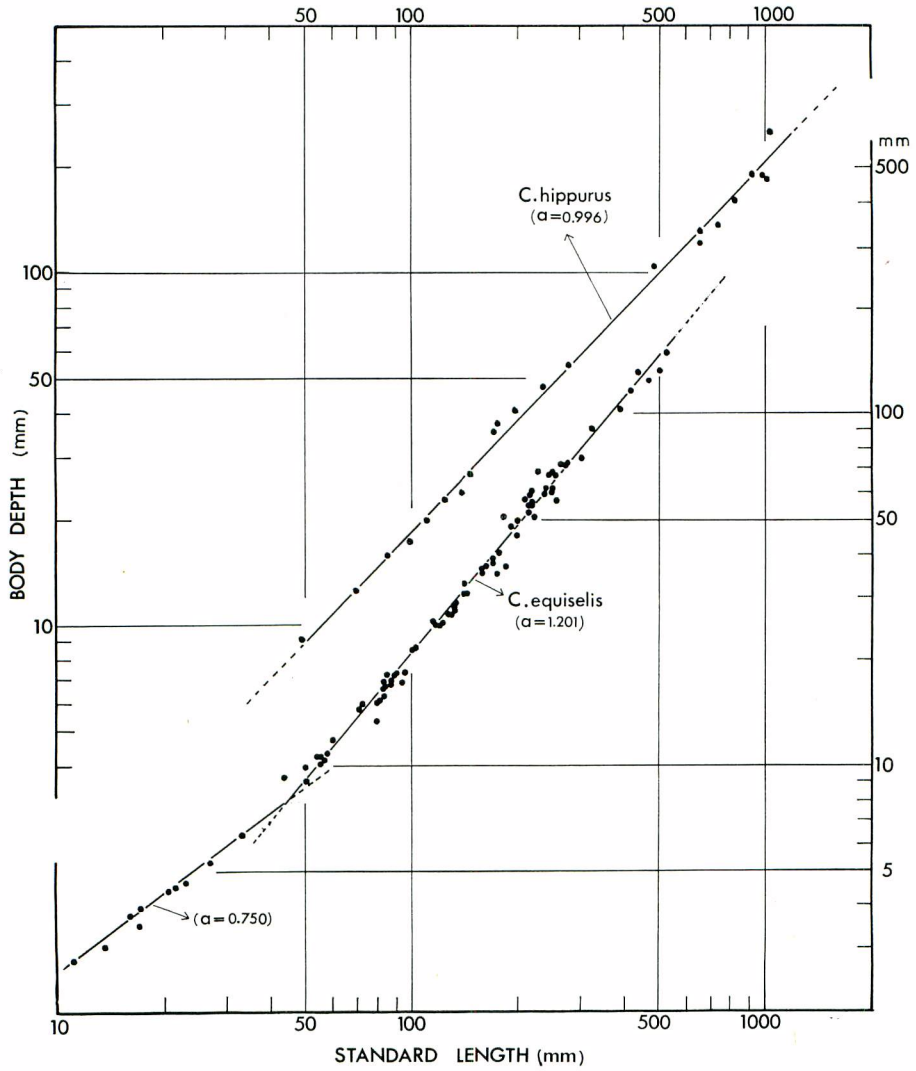


Appendix Fig. 5. Logarithmic plotting of the length of total (T.V.L.), caudal (C.V.L.) and precaudal vertebrae (P.V.L.) against standard length for *C. hippurus*.

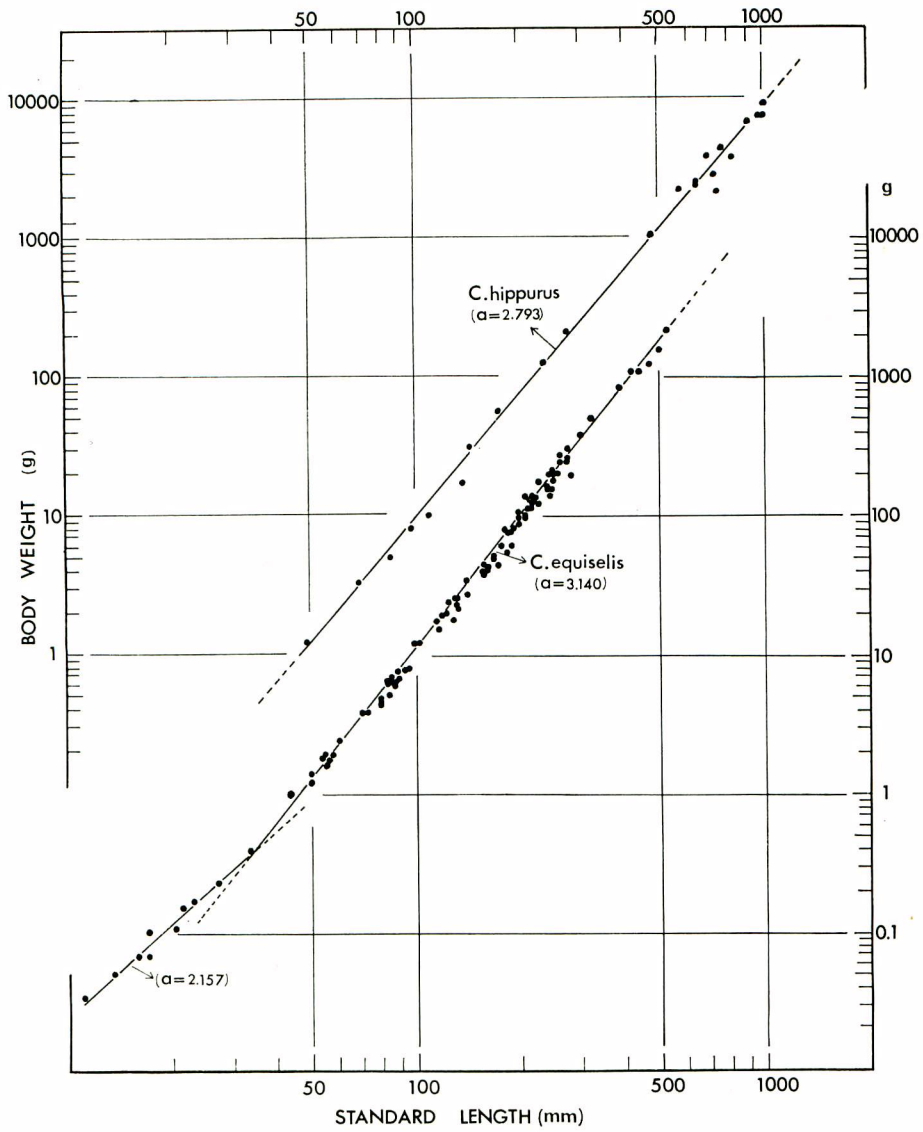




Appendix Fig. 6. The explanation is the same as Appendix Fig. 5, for *C. equiselis*, but for larger fishes being shown by sexes.



Appendix Fig. 7. Length-body depth relation presented by logarithmic plotting for *C. hippurus* and *C. epuiselis*.



Appendix Fig. 8. Length-weight relation in logarithmic plotting for *C. hippurus* and *C. equiselis*.