

胃内容物として得られるカツオの体部分長 による原体長復原*

森 慶 一 郎
(遠洋水産研究所)

Estimation of body length based on partial lengths in skipjack
(*Katsuwonus pelamis*) found in the stomachs of apex predators.

Keiichiro MORI

Juveniles of tunas are frequently found in the stomachs of larger predators such as tunas and billfishes. These specimens collected from stomach contents occupy an important role in the study of juvenile stage of tunas. Nevertheless, the difficulty in the identification of species and in the measurement of actual body length of the fish, mainly due to the bad condition caused by digestion, sometimes hinder the effective use of the specimens.

The present author attempted to establish a practical method for estimating the body length of skipjack found in the stomachs by the use of the relationship between body length and length of skeletal part of the fish that was possible to be measured even after digestion of soft part. For this purpose, 229 skipjack of various sizes from 17 mm to 734 mm in standard length were used as the materials which had been taken mainly in the western Pacific (Appendix table 1). The portions to be measured were selected in view of the practical value for the actual work of estimation (Table 1 and Fig. 1).

Central length (length of the centrum of each vertebra), one of the nine characters adopted, was represented by the length of the first caudal vertebra because of its easy detection from other vertebrae even in half-digested condition of the fish. It is obvious through the comparison of the "vertebral column length curves" in various sizes of skipjack (Fig. 2), however, that any vertebra in the vicinity (from about 10th to 34th) can substitute for it.

The results of measurement are shown in graphs (Appendix fig. 1-9) and it is apparent, from these figures, that these portions indicate very regular growth in relation to the standard length. One (or two, if reflexion point is present in the graph) relative growth equation ($y=Ax^b$) was fitted to the respective relation. Value of indices and coefficients were shown in Table 2.

Among the nine characters adopted for the estimation, T. V. L. (total or complete vertebral column length), C. V. L. (caudal vertebrae length), P. V. L. (precaudal vertebrae length), H. L. (head length), and Ce. L. (length of the centrum of the first caudal vertebra) show the highest correlation with body length and Cr. L. (length of cranium) and U. J. L. (upper jaw length) next to them. From this fact, these seven characters are considered to be

* 1971年12月14日受理 遠洋水産研究所業績 第67号

appropriate ones for the estimation of body length. Although L. J. L. (lower jaw length) and Hyp. L. (length of hypural plate) do not show very high correlation with body length, but are considered to be applicable to a practical work, if high accuracy is not required.

In order to enable the direct estimation of original body length, regression equation ($Y = A + BX$) were fitted to the relation between respective character and body length, because too much complicated process is necessary for practical work in the case of the relative growth equation ($Y = AX^b$).

It is noted that the growth inflexions, which are observed in several cases, occur mostly around the body length of 100 mm. This may suggest that some unknown behavioral, as well as morphological, change occur at about this size in the early life history of skipjack.

カツオ・マグロ類等の遊泳力の大きい沖合性魚類の幼魚については、これらを対象とする漁業がなく、また稚魚網、灯火等通常の方法による採集が困難であるために、なかなか研究材料が集めにくい。むしろ通常の方法に代わってこの種幼魚をカジキ類その他の大型魚食性魚類の胃内容物に求めるのが有効であることがしばしば指摘されて来た。しかし、このようにして得られる標本は通常捕食者の消化作用による損傷を受けており、たとえ種の同定が可能であっても体長の測定すら不可能なことが多い。筆者が予備的に検討した結果では、カジキ類705尾の胃内容物として得られ種または属までの同定が可能であったカツオ、マグロ属、シイラ属について、体長測定が可能であったものはそれぞれ全数の29%、23%、51%であった(南海区水研海洋部、1967)。このように、破損の著しい材料を用いるようなケースでは、材料の利用効率を高めるためにも、未消化の状態に残された魚体のいづれかの部分から、もとの体長を推定することが極めて重要なこととなるので、この目的に沿った研究もすでにいくつか行なわれている。林・山口(1960)はカタクチイワシ、ワニギスその他の魚類について脊椎骨1ヶの長さ(椎体長)が、堀田・相沢(1961)はサンマの脊柱の全長と椎体長が、それぞれ体長との関係において直線に回帰することに基づいて、これらの形質を原体長の復原に用いている。多々良他(1962)は椎体長から原体長、原体重を推定するための関係式を内海性魚類74種についてもとめた。YOSHIDA(1968)はピンナガの原体長推定のために脊柱の全長、腹椎長、尾椎長ほか2ヶ所の脊柱の部位について体長との回帰式をもとめた。筆者はマグロ類およびこれに近縁の魚類について、実際の体長復原作業を目的として魚体の各部位の長さ(部分長)と体長との関係をもとめることを試み、そのうちカツオについて結果を得たので報告する。

材 料

測定材料に供したカツオは229尾で主として西部太平洋から得られたものである。その他に大西洋からのもの4尾、印度洋・東部太平洋からのもの7尾、西部太平洋からのものであることは確かであるが正確な記録が失われているもの若干尾をも加えた。これらの材料のうち、おおむね30 cm以上の体長のもは竿釣、旋網、まぐる延縄、表層曳縄により漁獲されたものである。体長が30 cmより小さいカツオは前述のとおり通常の方法では入手しにくいので、ここではカジキ類、マグロ類の胃内容物として出現したものの中から偶々あまり消化の影響を受けておらずほぼ完全な状態を保っているものを選んで用いた。なお、捕獲の方法、年月、位置等の詳細は附表1に示した。

測 定 部 位

体長、体重復原のためにとりあげるべき形質としては耳石、内部骨格等の消化作用を受けにくい硬組織の部分であることがまず必要であり、更にこの部位は体長との関係がバラツキのすくないものであることが望ましい。しかしながら、例えば脊柱の全長や頭骨長では、体長との関係が安定していても、消化の影響を受けた標本では損傷が甚だしくて測定出来ないことが多いとして、復原のための測定部位としてはとりあげず、椎体長のみをとりにあげている研究例(多々良他1962)もある。

Table 1. Definition of standard length and nine characters adopted for the estimation of standard length.

Standard length (S. L.)	Snout tip to the most posterior point of the hypural plate.
Head length (H. L.)	Snout tip to the most posterior point of the opercular margin.
Upper jaw length (U. J. L.)	Snout tip to the posterior distal point of the maxillary.
Lower jaw length (L. J. L.)	Anterior tip of the dentary to the most distal point of the mandibular.
Total vertebrae length (T. V. L.)	Lowermost point of the suture between the basioccipital and the atlas to the most posterior point of the hypural plate.
Cranial length (Cr. L.)	Tip of the vomer to the lowermost point of the suture between basioccipital and the atlas.
Precaudal vertebrae length (P. V. L.)	Lowermost point of the suture between the basioccipital and the atlas to the posterior point of the twentieth vertebra.
Caudal vertebrae length (C. V. L.)	Anterior tip of the first caudal vertebra (twenty first vertebra) to the most posterior point of the hypural plate.
Hypural plate length (Hy. L.)	Length of the hypural plate measured along the mid-lateral line.
Central length (Ce. L.)	Length of the first caudal (twenty first) vertebra measured along the mid-lateral line.

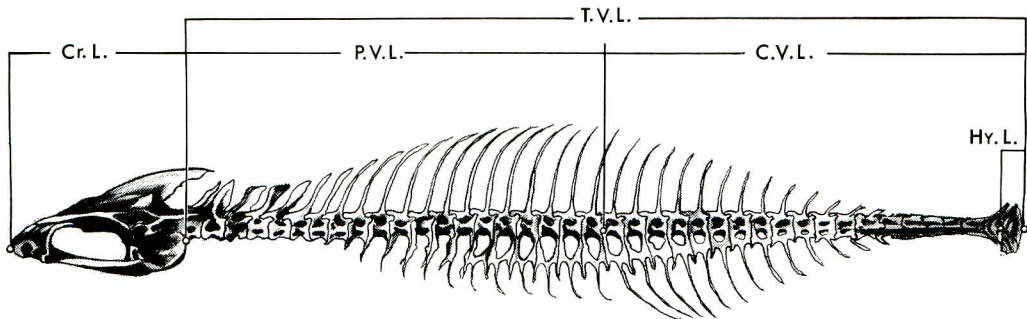


Fig. 1. Axial skeleton of skipjack and characters adopted for the estimation of standard length on it. Silhouette of skeleton was slightly modified from GODSIL and BYERS (1944).

しかし、カツオ・マグロ類の場合についてみると、その中軸骨格は特に強固であって、胃内容物として得られた場合でも脊柱の全長やその他の部位も測定し得る場合が少くない(例えば須田(1953), YOSHIDA (1968))し、相対的に大きい部分を測定する方が測定誤差も小さく、実際の手順としても簡単である。また、特定の1, 2の部位でなく、なるべく数多くの部位について体長との関係が求められている方が体長復原作業には好都合である。そこで、ここでは椎体長や脊柱全長を含め、筆者の経験から胃内容物として得られたカツオで計測しやすいと考えられる9形質(第1表, 第1図)をまずとりあげて体長との関係を求め、その計測値と体長との相関の程度を吟味して、体長復原に用いるための形質としての価値を検討した。

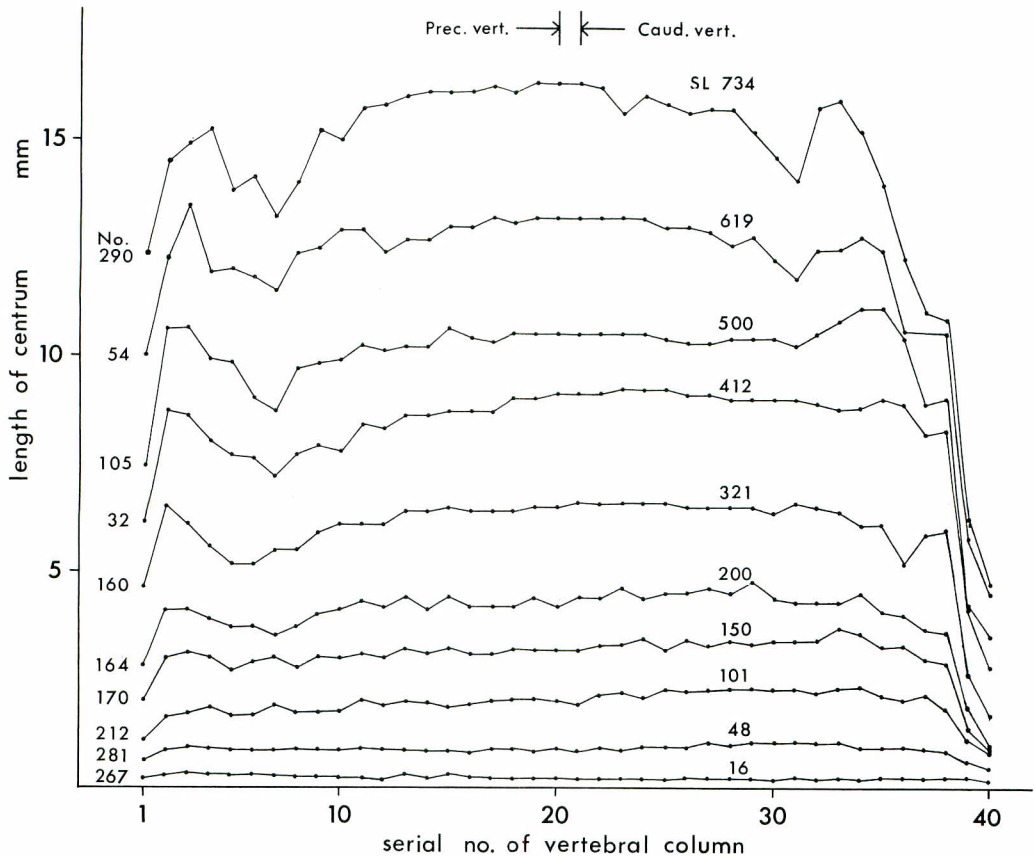


Fig. 2. Central length (=Vertebral column length) curves of the skipjack.

原体長復原のためにとりあげた9形質のうち、椎体長については、数多い椎体のうちいづれの部分をとるか魚種によっては問題である。そこで、グラフの横軸に各椎体の序数を取り縦軸に各椎体の長さをとってプロットし、個体ごとにこの点を線で結んで「椎体長曲線」(山田 '61)として成長に伴う各椎体の長さの変化の状況を、稚魚期から成魚期にわたる10例について比較した(第2図)。この図から、幼期におけるカツオの椎体長曲線はきわめて平坦で各椎体の長さにはほとんど差がないが、その後の成長速度には部位により甚しい差が生じ、その結果として椎体の大きさにも著しい差がみられるようになることが明らかである。しかし、脊柱のほぼ中央の部分、おおよそ10番めから34番めまでについてみると、椎体長曲線はすべての個体を通じてほとんど水平に近く、各椎体間の長さの差は僅かである。したがって復原のための部位としては脊柱のおおよそ中ほどの椎体ならばどれをとっても大差ないものと言える。ところで、実際に胃内容物として出現するカツオの脊椎骨についてみると、両端に近い部分は失われているが第1尾椎(21番めの脊椎)を中心とした数ヶの脊椎骨が一团となって残っている場合がかなりある。また、この第1尾椎は他の脊椎骨と異なり形状から容易にそれと識別し得る利点をもっている。そのため、本報告では第1尾椎の長さをもって椎体長とした。

他の測定部位については椎体長のようにいづれの1ヶを選ぶかという様な問題はないが、正確さを期するためと、他のマグロ類とも共通して使用することも考慮してそれぞれについて定義を行なった(第1図, 第1表)。

カツオ・マグロ類では、尾扇骨上を基部が深く2又した尾鰭条が覆っているために標準体長は測定しにくく、そのため普通には尾又長が体長として使われるけれども、本報告では胃内容物としての条件と測定の正確

さを考慮してあえて標準体長を用いることとした。

測 定 方 法

鮮魚（主として大型のもの）はあらかじめ体長，頭長，両頰長を魚体の左側について測定した後，煮とり法によって中軸骨格をとり出し，乾燥する以前に中軸骨格各部位の測定を行なった。より小型の個体については胃内容物として得られたものも，それ以外のものも，全てホルマリン漬として保存されていたので，外部形質の測定後左側の半身をはがし，必要な場合には更に HOLLISTER 法を簡略化した方法（高橋，1962）で透明化と染色を行なった後測定を行なった。各椎体の長さの測定にあたっては，椎体を1ヶずつ分離する方法はとらず，脊柱のままの状態で側面正中線上で *intervertebral ligament* の中点をとった。頭部に近い前方7ヶの脊椎骨では側面の境界は明らかでないのでこの場合のみ腹面正中線上で測った。第1番めの脊椎 (*atlas*) の起点は椎体の前端とせず腹面正中線上で基底後頭骨と接している点をとった。その理由は，カツオではマグロ属魚類ほど顕著ではないにしても，*atlas* が頭骨と癒着する傾向にあって正確に椎体の前端を見分け難いためである。

測定にはキャリパー及びダイヤル・キャリパー（最小目盛 0.05 mm）を用い，細部には顕微鏡下でマイクロメーター及び微動載物台を用いて測った。測定値は全て mm で表し，特に微細な部分については少数以下2桁まで，それ以外の部位については少数1桁までもとめた。

結 果

各部位についての測定結果は測定した各部分長を x ，標準体長を y とし両者の関係を両対数グラフ上に示した（附図1～9）。これらの図に於て各形質と標準体長とはきわめて高い相関関係にあり，かつそれぞれについて1ないし2個の直線回帰関係を想定すれば夫々の測定値はいづれも小さい誤差で回帰直線の近くにおちる。そこで， $\log y = A + B \log x$ として最少2乗法により回帰直線式をもとめた。肉眼で判断して1本の直線をあてはめることが不可能な場合は標本を2群に分け，夫々の群毎に回帰式を計算した。このようにして求めた回帰式を更に相対成長式 $y = A x^b$ になおし，この式における始原成長指数 (A) と相対成長係数 (b) の値，および相関係数 r の値を第2表に示した。附図1～9と第2表の r の値に示されるように，頭長，脊柱全長，腹椎長，尾椎長，椎体長については標準体長との相関度がきわめて高く，体長復原のためには特に都合のよい形質であると考えられ，頭骨長，上顎長がこれらに次いでいる。下顎長，尾扇骨長は相関係数から判断したところでは他の形質にやや劣るけれども，体長復原の作業そのものが高い精度を常に要求するものとは考えられないので，この2形質も実際の使用には耐えるものと考えられる。

ところで，第2表に示すように仮に2本の回帰直線をあてはめた場合でも，双方の回帰直線の回帰係数 B の値は互いに似ているばかりでなくそれぞれ 1.0 に非常に近い。したがって， $y = A x^b$ の形であらわされたこれら各部位の長さとの関係は，少くとも測定を行なわれている範囲では，かなり直線関係に近く， $y = A + Bx$ の形で近似できると言えよう。実用的には両者の関係は直線で示されている方が使いやすいし，精度について極端な厳密さが要求されない限り直線関係でも使用に耐えらる。そのため，別に部分長・標準体長の関係に1ないし2本の回帰直線 $y = A + Bx$ を想定して A ， B の値を計算し第3表に示した。更に，特に体長復原のために有効と考えられる7形質について，この直線式によりもとめた体長への換算値を附表2に示した。

一般に，生物では全生活史を通じて相対成長速度に変化がないことは稀であって，異なる相対成長係数の値で示される幾つかの成長期に細分されるのが普通（清水1947）であり，それぞれの成長屈折は何らかの生態上の変化と関連していると考えられている（落合1970）。カツオの場合でも，附図1～9にみるとおり各形質の体長に対する相対成長は単一の回帰関係では表わしきれず，回帰係数が途中で変化することが示唆される場合が多く，しかもこれらの屈折の起こる点は体長を基準としてみると 100 mm の前後であることが多いのである。すなわち，おおよその体長を境として頭部では，頭長，上顎長，下顎長，頭骨長と，採りあげた全ての形質で相対成長係数が増大し，この体長附近から頭部諸形質の成長速度が相対的に大きくなることを示してい

Table 2. Parameters in the relative growth equations and correlative coefficients of the nine characters on the standard body length.

The relative growth equation is given as $y = Ax^b$, where,

y : length of respective character

x : standard length in mm

A : initial growth index

b : relative growth coefficient

Abbreviations for the names of characters are identical

with that in Table 1.

Character and its range (mm)	Parameters		Correlative coefficient
	A	b	
H. L. $\begin{matrix} \sphericalangle \\ \sphericalangle \\ \sphericalangle \end{matrix}$ 27.0	0.60716	0.8137	0.9960
	0.17022	1.0933	0.9995
U. J. L. $\begin{matrix} \sphericalangle \\ \sphericalangle \\ \sphericalangle \end{matrix}$ 12.1	0.42649	0.7036	0.9946
	0.07945	1.0565	0.9985
L. J. L. $\begin{matrix} \sphericalangle \\ \sphericalangle \\ \sphericalangle \end{matrix}$ 14.0	0.38435	0.7712	0.9889
	0.10983	1.0431	0.9827
P. V. L.	0.31770	1.0370	0.9997
C. V. L. $\begin{matrix} \sphericalangle \\ \sphericalangle \\ \sphericalangle \end{matrix}$ 42.8	0.24066	1.1275	0.9990
	0.50450	0.9666	0.9996
T. V. L. $\begin{matrix} \sphericalangle \\ \sphericalangle \\ \sphericalangle \end{matrix}$ 77.65	0.52429	1.0965	0.9995
	0.80598	1.0004	0.9998
Ce. L. $\begin{matrix} \sphericalangle \\ \sphericalangle \\ \sphericalangle \end{matrix}$ 1.96	0.01006	1.1650	0.9993
	0.02014	1.0100	0.9986
Cr. L. $\begin{matrix} \sphericalangle \\ \sphericalangle \\ \sphericalangle \end{matrix}$ 15.90	0.63512	0.7101	0.9943
	0.22273	0.9433	0.9972
Hy. L. $\begin{matrix} \sphericalangle \\ \sphericalangle \\ \sphericalangle \end{matrix}$ 2.81	0.05970	0.812	0.9659
	0.02891	0.981	0.9899

る。頭部を除く他の中軸骨格では、腹椎長の相対成長係数には変化がみられないが第1尾椎を含めて尾椎長では僅かながら相対成長係数の減少がみられる。このような尾椎長の標準体長に対する相対成長係数の減少は、標準体長を尾椎長と分け合う他の主要構成部分である頭骨長の係数の増加の結果を反映しているものとも思われるが、その他にも第2図の椎体長曲線にも見られるとおり尾端附近、特に第39、40番目の椎体の成長が他の形質に比較して極めて遅いことも原因していると考えられる。ただし、尾扇骨長については、一見相対成長係数の増大があるかのようでもあるが、各点のバラツキが大きすぎて現象そのものが明瞭に把握し得ない。

このように、いくつかの形質に関して体長 100 mm 附近で相対成長速度に変化が起こることが示唆されるが、これはこの体長附近でカツオの生態に何らかの変化がおきることを暗示しているものと考えられる。川崎('60)はカツオについて胸鰭長の体長に対す相対成長をしらべ、体長 30 cm と 60 cm の間で胸鰭の成長が特によいことを見出し、これをカツオの運動性が特に増大する時期と結びつけて考えているが、今回まとめられた成長屈折と生態上の変化との関連は現在のところ明らかでない。

謝 辞

本研究の材料の入手にあたり、東北区水産研究所田中有技官、遠洋水産研究所薬科侑生技官にお世話になった。小型魚の測定には東海大学女子短期大学部講師 古屋八重子氏の手をわずらわし、図表の作製、計算には大東和子、土井禎子両氏その他の方々のお力を受けた。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には原稿を校閲していただいた他、同部本間操氏はじめ多くの方にもご指導をいただいた。これ

Table 3. Regression parameters of the nine characters on the standard length.The regression equation is given as $y=A+Bx$, where, y : length of respective character x : standard lengthA : y -intercept

B : regression coefficient

Abbreviations for the names of characters are identical with that in

Table 1.

Character and it's range	Regression parameters	
	A	B
H. L. $\begin{matrix} \leq 51.0 \\ > \end{matrix}$	1.38	0.2568
$\begin{matrix} > \\ > \end{matrix}$ "	-6.33	0.3186
U. J. L. $\begin{matrix} \leq 19.5 \\ > \end{matrix}$	1.76	0.0931
$\begin{matrix} > \\ > \end{matrix}$ "	-3.65	0.1207
L. J. L. $\begin{matrix} \leq 24.5 \\ > \end{matrix}$	1.58	0.1208
$\begin{matrix} > \\ > \end{matrix}$ "	-2.87	0.1499
P. V. L. $\begin{matrix} \leq 95.7 \\ > \end{matrix}$	-1.38	0.3944
$\begin{matrix} > \\ > \end{matrix}$ "	-9.67	0.4180
C. V. L. $\begin{matrix} \leq 93.6 \\ > \end{matrix}$	1.56	0.4388
$\begin{matrix} > \\ > \end{matrix}$ "	7.37	0.3947
T. V. L.	-1.01	0.8102
Ce. L. $\begin{matrix} \leq 52.8 \\ > \end{matrix}$	-0.12	0.0220
$\begin{matrix} > \\ > \end{matrix}$ "	-0.55	0.0225
Cr. L.	3.13	0.1502
Hy. L.	0.16	0.0253

らの方々に深謝の意を表する。

文 献

- 1) GODSIL, H. C. and BYERS, R. D. 1944 : A systematic study of the Pacific tunas. *Calif. Fish and Game, Fish Bull.* **60**, 131 p.
- 2) 林 知夫, 山口義明 1960 : 魚食性底魚類の食性に関する研究, 農林水産技術会議事務局, 113 p.
- 3) 堀田透之, 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型復原について, 東北水研研報 **19**, 42—48.
- 4) 川崎 健 1960 : カツオ・マグロ類の生態の比較について (第2報), 同上 **16**, 1—40.
- 5) 南海区水産研究所海洋部 1967 : カジキ類胃内容物調査中間報告 (昭和41年度マグロ漁業研究協議会資料), 5 p. (謄写印刷).
- 6) 落合 明 1970 : 成長, 川本信之 (編) 魚類生理, 554 p, 恒星社厚生閣, 東京.
- 7) 清水三雄 1947 : 骨の成長に関する研究, 北隆館, 東京.
- 8) 須田 明 1953 : マグロ・カジキ類の胃内容物にみられるカツオ若年魚, 日・水・誌 **19** (4), 319—340.
- 9) 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, 内海区水研研報 **16**, 1—62, 122 pls.
- 10) 多々良 薫, 山口義昭, 林 知夫 1962 : 脊椎骨椎体長による体長, 体重復原のための研究, 内海区水研研報, **16**, 199—228.
- 11) 山田鉄雄 1961 : マアジの椎体長曲線の研究, 長崎大学水産学部研報 **10**, 192—209.
- 12) YOSHIDA, H. O. 1968 : Early life history and spawning of the albacore, *Thunnus alalunga*, in Hawaiian waters. *U. S. Fish Wildl. Serv., Fish. Bull.* **67**, 205—211.

附 記

本報告の完成後、YOSHIDA (1971)^{*} の論文が筆者の知るところとなった。同論文は稚魚期・幼魚期のカツオについて分布、豊度、年令と成長、成熟等の多岐の項目にわたって論述したものであるが、その中で同氏は以前にピンナガで用いた方法、(YOSHIDA, 1968) に則り、本報告と同じくカツオの部分長から原体長を推定することを目的として、① 脊柱全長 (complete vertebral column length = 本報の **T. V. L.**)、② 腹椎長 (**P. V. L.**)、③ 尾椎長 (**C. V. L.**)、④ 1～10番までの脊椎の長さ、⑤ 21～30番までの脊椎の長さ——について体長との回帰関係を示している。これらの諸形質のうち、①～③は本報告で用いているのと全く同じ部位であるが、同著では $SL = \text{部分長} \times A + B$ の式で回帰関係を表しているのをこれを本報告の表現になおすと、

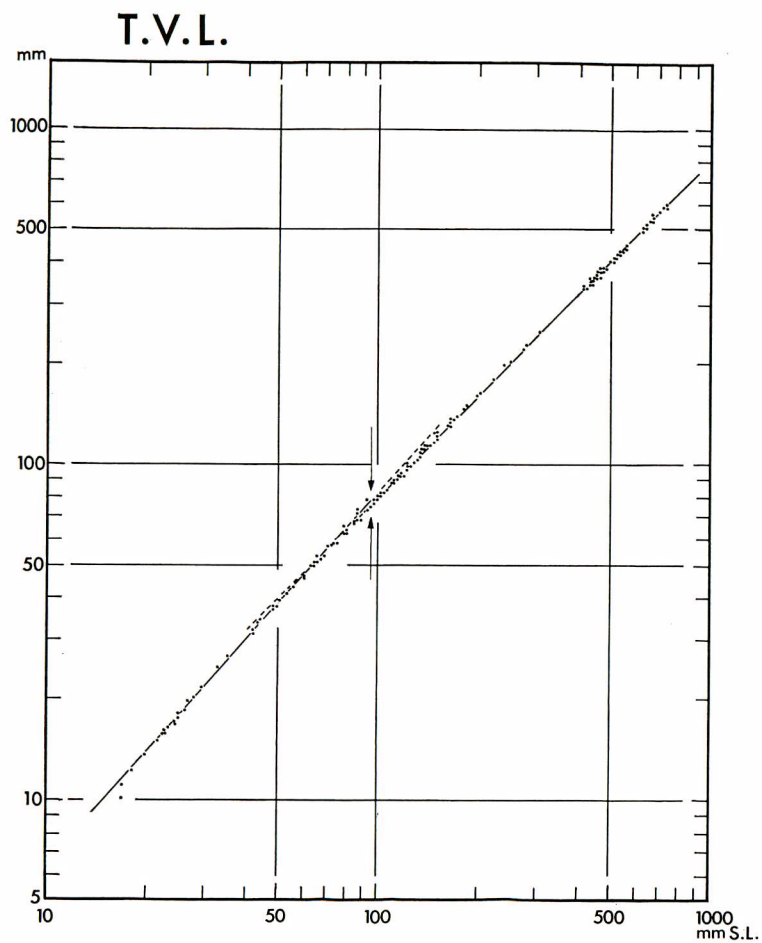
$$\mathbf{T. V. L.} = 0.8155 \cdot \mathbf{SL} - 0.0565$$

$$\mathbf{P. V. L.} = 0.4012 \cdot \mathbf{SL} - 0.2625$$

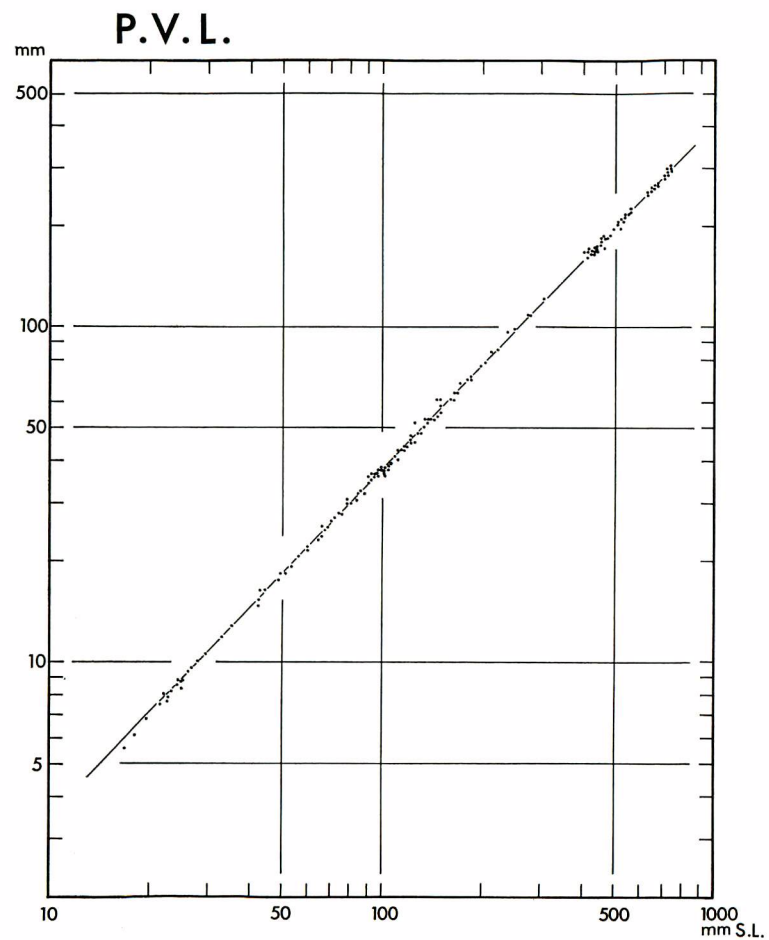
$$\mathbf{C. V. L.} = 0.4133 \cdot \mathbf{SL} + 0.1824$$

となり、本報告第3表に示した回帰係数、 Δ 切片の値ときわめて近似している。

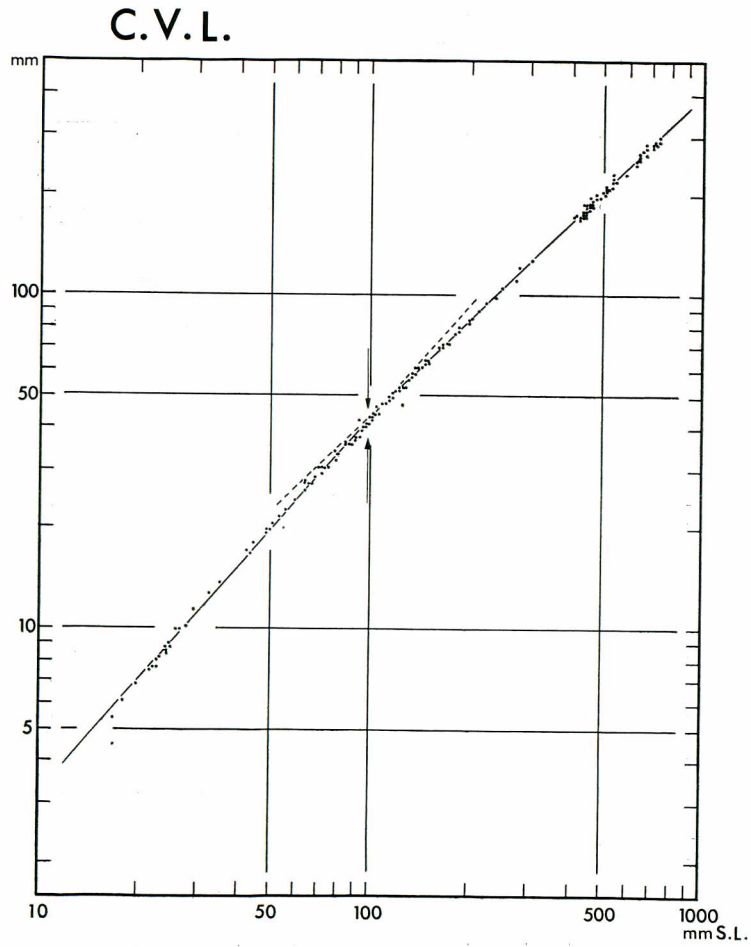
* YOSHIDA, H. O. 1971: The early life history of skipjack tuna, *Katsuwonus pelamis*, in the Pacific Ocean. *Fish. Bull.* 69 (3), July 1971.



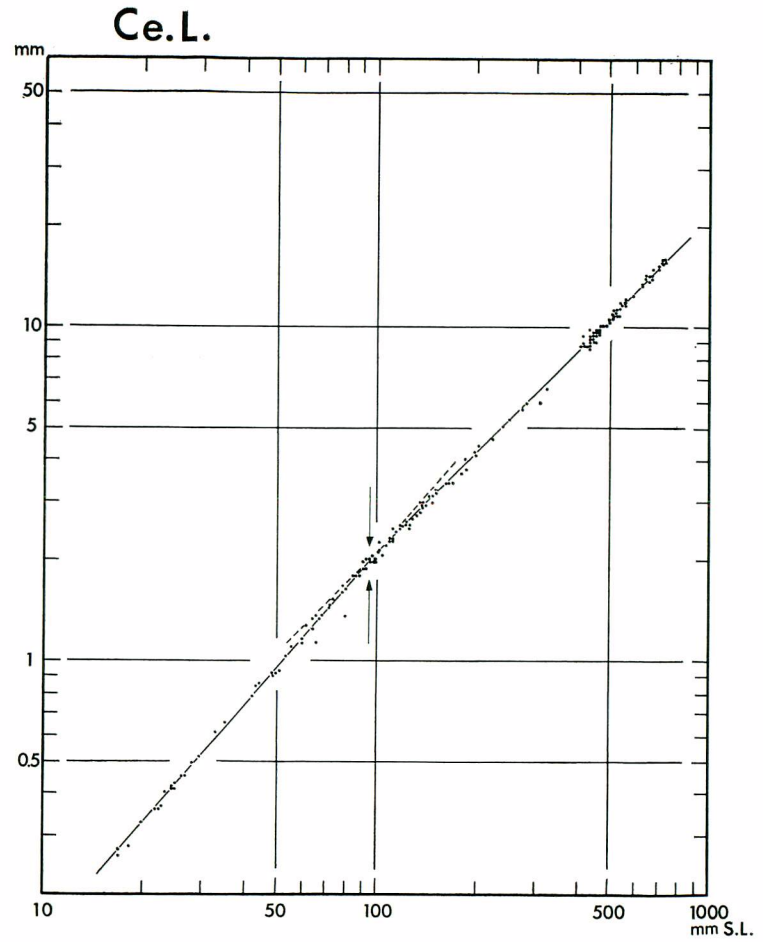
Appendix figure 1. Regression and observed data of total vertebral column length (T. V. L.) and standard length,



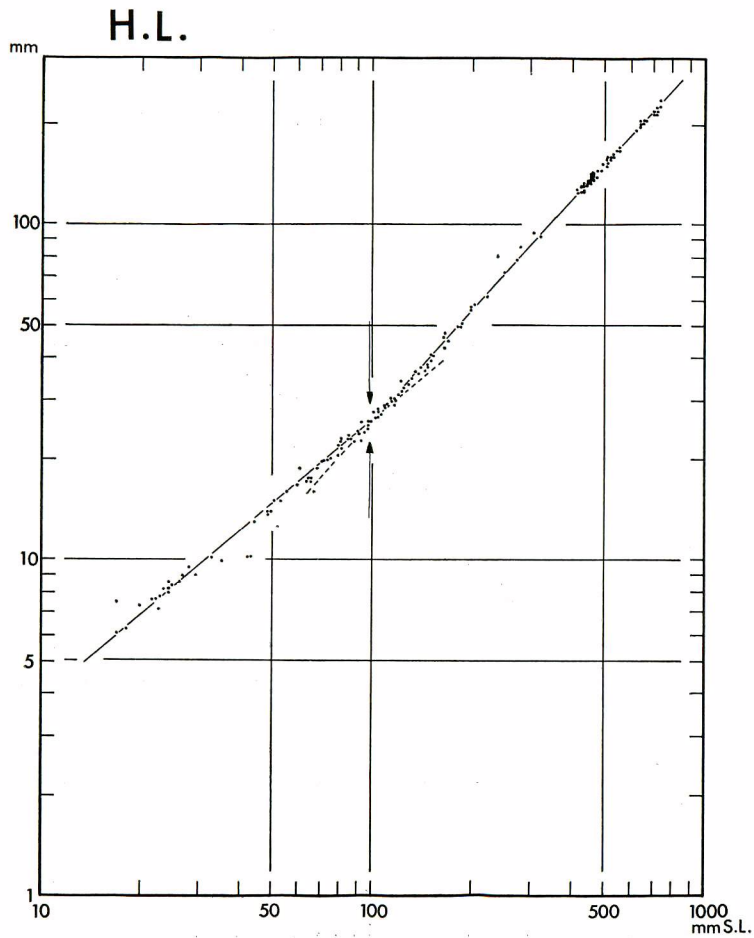
Appendix figure 2. Regression and observed data of precaudal vertebrae length (P. V. L.) and standard length.



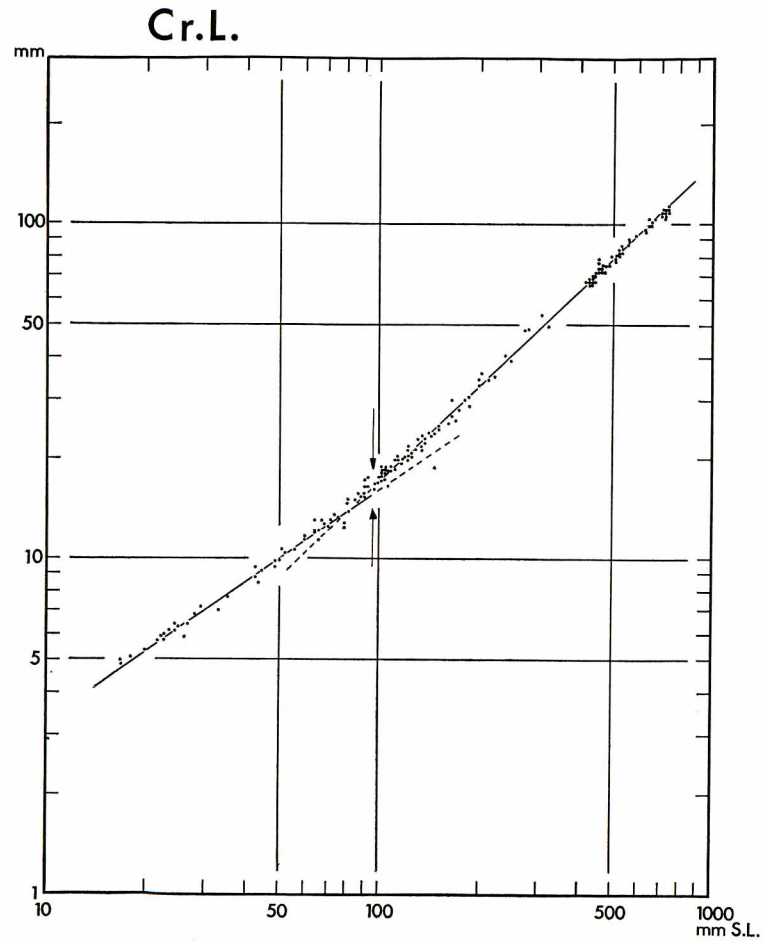
Appendix figure 3. Regression and observed data of caudal vertebrae length (C. V. L.) and standard length.



Appendix figure 4. Regression and observed data of central length (Ce. L.) and standard length.

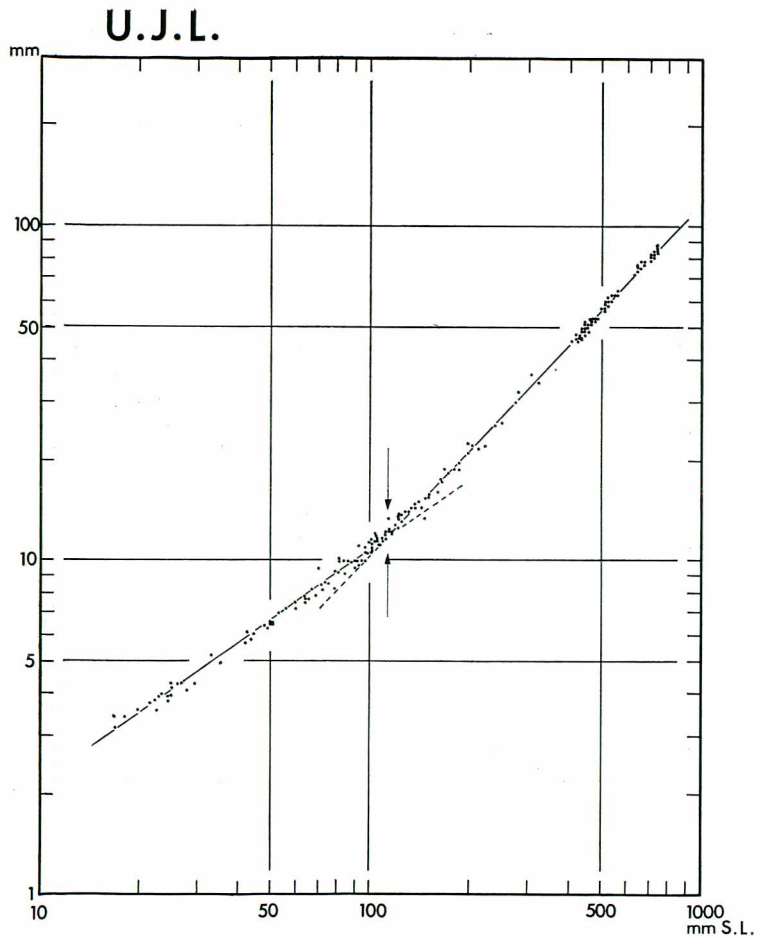


Appendix figure 5. Regression and observed data of head length (H. L.) and standard length.

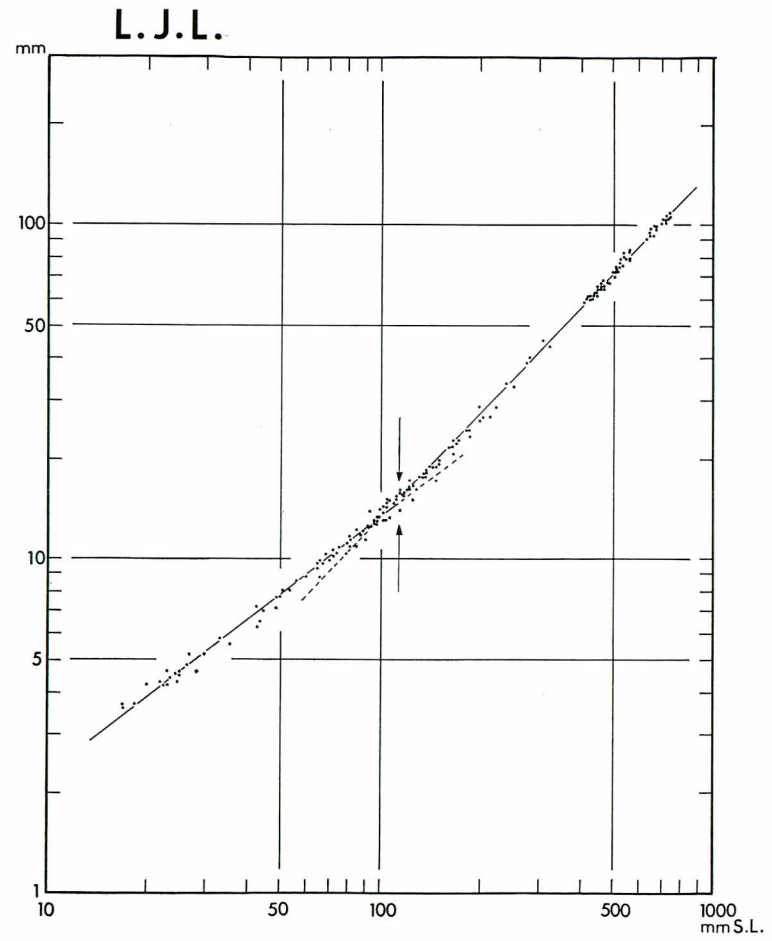


Appendix figure 6. Regression and observed data of cranial length (Cr. L.) and standard length.

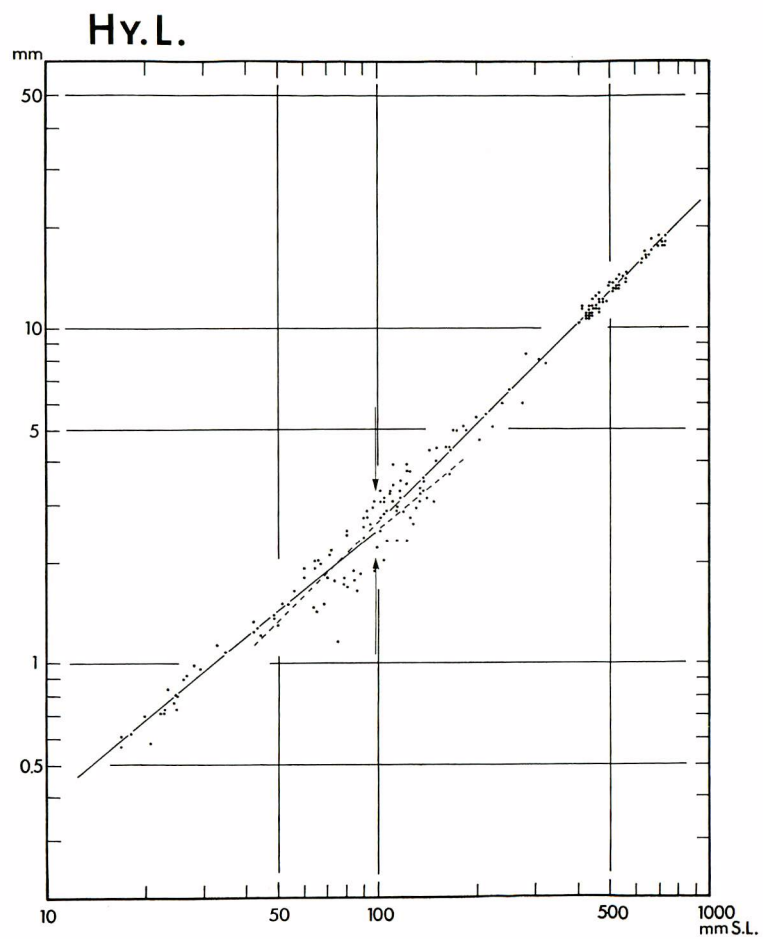
胃内容物として得られるカツオの体部分長による原体長復原



Appendix figure 7. Regression and observed data of upper jaw length (U. J. L.) and standard length.



Appendix figure 8. Regression and observed data of lower jaw length (L. J. L.) and standard length.



Appendix figure 9. Regression and observed data of hypural plate length (Hy. L.) and standard length.

Appendix Table 1. Data of locality, date, and method of capture of the materials.
 Abbreviations : P. L., pole and line fishing with live-bait ; L. L.,
 longline ; P. S., purse seine ; Trol., surface trolling with lure.
 Fish name in parenthesis indicate that the skipjack was taken
 from which as stomach content.

No.	Sex	B. L.	Locality		Date of capture	Method of capture	Ship	
			Lat.	long.				
26		415.2	5°~8°N	143°~147°E	'68. I.	P. L.	Sumiyoshi-maru, No. 52	
27		426.6	"	"	"	"		
28		448.6	"	"	"	"		
29		427.1	"	"	"	"		
30		434.6	"	"	"	"		
31		442.9	"	"	"	"		
32		412.0	"	"	"	"		
33		409.0	"	"	"	"		
49		585.4	8°~12°N	142°~143°E	'68. III.	P. L.		Fukuichi-maru Ino-maru, No. 1
51	♂	649.6	10° 40' N	143° 45' E	'68. III. 10	P. L.		
52	♂	671.2	"	"	"	"		
53	♂	658.1	"	"	"	"		
54	♂	619.4	"	"	"	"		
55	♂	638.0	"	"	"	"		
56	♂	672.4	"	"	"	"		
57	♂	664.0	"	"	"	"		
58	♀	642.6	"	"	"	"		
59	♀	645.4	"	"	"	"		
60	♂	623.4	"	"	"	"		
61	♀	551.6	"	"	"	"		
62	♂	539.0	"	"	"	"		
63	♂	501.7	"	"	"	"		
64	○	444.5	"	"	"	"		
65	♂	511.5	"	"	"	"		
66	♀	522.9	"	"	"	"		
67	♀	465.9	"	"	"	"		
68	♀	517.2	"	"	"	"		
69	♂	502.3	"	"	"	"		
70	♂	511.2	"	"	"	"		
71	♀	454.9	"	"	"	"		
72	♂	452.3	"	"	"	"		
73	♂	460.9	"	"	"	"		
74	♂	462.9	"	"	"	"		
75	♂	517.4	"	"	"	"		
76	♀	452.0	"	"	"	"		
77	♂	443.3	"	"	"	"		
78	♂	436.1	"	"	"	"		
79	♂	472.9	"	"	"	"		
80	♀	512.0	"	"	"	"		

No.	Sex	B. L.	Locality		Date of capture	Method of capture	Ship
			Lat.	long.			
88	♂	553.7	33°~34°N	140°~143°E	'68. IV. 27~29	P. L.	Seiyō-maru, No. 3
89	.	552.0	"	"	"	"	"
90	♀	415.2	"	"	"	"	"
91	♀	535.1	"	"	"	"	"
93		427.1	"	"	"	"	"
94	♀	528.2	"	"	"	"	"
95	♂	537.0	"	"	"	"	"
98	♀	558.3	"	"	"	"	"
99		462.0	"	"	"	"	"
100		460.0	"	"	"	"	"
101	♀	502.3	"	"	"	"	"
102	♀	502.7	"	"	"	"	"
103	♀	514.1	"	"	"	"	"
104	♂	499.6	"	"	"	"	"
105	♂	500.4	"	"	"	"	"
106	♀	550.5	"	"	"	"	"
108	♀	405.7	"	"	"	"	"
109		454.5	"	"	"	"	"
110	♀	435.4	"	"	"	"	"
130	♀	461.5	35 mls, S/E of	Nojima-zaki	'68. V. 23	P. S.	Taihō-maru
131	♀	454.3	"	"	"	"	"
132		451.9	"	"	"	"	"
133		457.5	"	"	"	"	"
134		435.5	"	"	"	"	"
135	♀	470.6	"	"	"	"	"
136		442.8	"	"	"	"	"
137	♂	482.2	"	"	"	"	"
138		443.5	"	"	"	"	"
139		428.6	"	"	"	"	"
140		439.8	"	"	"	"	"
141	♀	441.2	"	"	"	"	"
142		443.6	"	"	"	"	"
143	♀	437.7	"	"	"	"	"
144	♀	427.8	"	"	"	"	"
145		431.4	"	"	"	"	"
146	♀	438.8	"	"	"	"	"
147	♀	429.2	"	"	"	"	"
148		425.6	"	"	"	"	"
149	♀	424.5	"	"	"	"	"
150		420.0	"	"	"	"	"
151	♀	428.1	"	"	"	"	"
152		436.9	"	"	"	"	"
153	♀	434.3	"	"	"	"	"
154	♀	435.0	"	"	"	"	"
155	♀	432.5	"	"	"	"	"

No.	Sex	B. L.	Locality		Date of capture	Method of capture	Ship
			Lat.	long.			
156		437.8	35 mls, S/E of	Nojima-zaki	'68. V. 23	P. S.	Taihō-maru
157	♀	423.7	"	"	"	"	"
160		321.6	"	"	"	"	"
161		248.5	6° 18' N	139° 12' E	'66. VII. 22	L. L. (sailfish)	Chōsui-maru
162		245.5	9° 08' S	70° 26' E	'66. X. 7	L. L. (striped marlin)	Iwate-maru
163		270	5° 07' N	34° 54' W	'67. I. 8	L. L. (yellowfin)	Shōyō-maru
164		200.1	1° 23' N	143° 18' E	'66. XI. 30	L. L. (sailfish)	Kanō-maru
165		182	4° 43' N	139° 52' E	'66. VII. 5	L. L. (sailfish)	Chōsui-maru
166		113.3	"	"	"	"	"
167		150	9° 56' N	151° 14' E	'67. III. 29	L. L. (pred. unknown)	Chishio-maru
168		163.4	"	"	"	"	"
169		197.5	4° 21' N	138° 15' E	'66. VII. 29	L. L. (sailfish)	Chōsui-maru
170		150.0	6° 27' N	141° 35' E	'67. II. 11	L. L. (sailfish)	Kanō-maru
171		184.2	8° 56' N	141° 31' E	'66. XII. 10	L. L. (pred. unknown)	Ariiso-maru
172		163.5	4° 54' N	141° 53.2' E	'66. VII. 13	L. L. (sailfish)	Chōsui-maru
173		304	14° 24' N	169° 57' W	'66. XII. 3	L. L. (striped marlin)	Wakachiba-maru
174		281.0	14° 58' N	35° 18' W	'67. I. 4	L. L. (spearfish)	Shōyō-maru
175		167.0	6° 08' S	131° 35' E	'67. XI. 30	L. L. (black marlin)	Wakashio-maru
176		123.0	?	?	'49. X. 11	L. L. (dolphin)	?
177		132.0	?	?	?	?	?
178		133.0	?	?	?	?	?
179		121.6	19° 30' N	122° 42' E	'53. V. 7	L. L. (sailfish)	Niishio-maru
180		141.7	7° 04' N	133° 19' E	'66. X. 4	L. L. (sailfish)	Chōsui-maru
181		122.1	4° 30' N	160° 00' E	'51. IX. 6	L. L. (pred. unknown)	Ten-yō-maru
182		117.0	?	?	'51. IX. 15	L. L. (yellowfin)	?
183		123.6	?	?	'51. IX. 5	L. L. (yellowfin)	?
184		140.0	9° 42' S	159° 26' E	'53. VII. 9	L. L. (yellowfin)	Azuma-maru, No. 3
185		126.7	"	"	"	"	"
186		117.2	9°~10° N	176°~177° E	'53. II. 12	L. L. (blue marlin)	Taiyō-maru
187		135.0			'49. V.	L. L. (pred. unknown)	Musashi-maru
188		134.5	25° 03' N	156° 57' E	'50. IV. 10	L. L. (striped marlin)	?
189		113.2	5° 11' N	166° 02' E	'63. VII.	L. L. (blue marlin)	Chōsui-maru
190		124.2	5° 06' N	165° 03' E	'63. VII. 12	L. L. (blue marlin)	"
191		122.6	"	"	"	"	"
192		114.8	7° 29' N	173° E	'66. X. 24	L. L. (blue marlin)	Takuyō-maru
193		98.4	?	?	?	L. L. (pred. unknown)	?
194		99.7	?	?	?	L. L. (pred. unknown)	?
195		80.8	1° 42' N	153° 16' E	'50. VII. 10	L. L. (yellowfin)	Taiyō-maru, No. 1
196		74.4	"	"	"	"	"
197		87.05	3° 18' S	142° 29' E	'60. I. 30	L. L. (bigeye)	Miura-maru
198		95.10	"	"	"	"	"
199		84.95	13° 00' N	166° 25' E	'66. XII. 5	L. L. (blue marlin)	Miyako-maru
200		101.55	12° 52' N	166° 45' E	'66. XII. 6	"	"
201		129.5	9° 20' N	162° 13' E	'66. XI. 26	"	"
202		108.5	13° 02' N	165° 20' E	'66. XI. 20	"	"

No.	Sex	B. L.	Locality		Date of capture	Method of capture	Ship
			Lat.	long.			
203		146	7° 25'4N	133° 00'5E	'66. IX. 17	L. L. (blue marlin)	Chōsui-maru
204		95.8	?	?	?	Trol.	Shun-yō-maru
205		89.7	7° 17'N	173° 05'E	'66. X. 20	L. L. (blue marlin)	Takuyō-maru
206		111.1	0° 43'N	150° 00'5E	'51. VIII. 21	L. L. (pred. unknown)	Ten-yō-maru
207		101.8	0° 09'S	147° 02'5E	'67. I. 31	L. L. (pred. unknown)	Kanō-maru, No. 13
208		104.2	"	"	"	"	"
209		105.2	"	"	"	"	"
210		118.7	10° 37'S	157° 35'E	'66. VIII. 21	L. L. (pred. unknown)	Hiyoshi-maru
211		80.8	6° 10'N	137° 38'E	'66. XII. 2	L. L. (sailfish)	Takuyō-maru
212		101.1	10° 37'S	157° 35'E	'66. VIII. 21	L. L. (blue marlin)	Hiyoshi-maru
213		115.3	2° 58'N	159° 56'5E	'51. IX. 2	L. L. (pred. unknown)	Ten-yō-maru
214		148.0	6° 55'N	146° 02'E	'50. VII. 5	L. L. (blue marlin)	Taiyō-maru, No. 1
215		64.25	0° 09'S	147° 02'5E	'67. I. 31	L. L. (sailfish)	Kanō-maru
216		109.70	"	"	"	"	"
217		66.60	"	"	"	"	"
218		63.40	"	"	"	"	"
219		90.60	7° 06'S	154° 41'E	'68. III. 13	P. S. (skipjack)	Nis-shō-maru
220		101.45	0° 28'S	147° 42'E	'67. II. 2	L. L. (sailfish)	Kanō-maru
221		94.90	0° 09'S	149° 02'5E	'67. I. 31	"	"
222		102.4	"	"	"	"	"
223		109.4	"	"	"	"	"
224		94.3	"	"	"	"	"
225		91.7	"	"	"	"	"
226		58.9	7° 35'N	173° 02'E	'66. X. 23	L. L. (blue marlin)	Takuyō-maru
227		65.55	"	"	"	L. L. (pred. unknown)	"
228		113	6° 05'N	148° 23'E	'67. XI. 29	L. L. (blue marlin)	Ooita-Koroshio-maru
229		104.8	11° 41'N	132° 42'E	'67. XI. 13	L. L. (sailfish)	"
230		160	?	?	?	?	?
231		92.9	6° 05'N	148° 23'E	'67. XI. 29	L. L. (blue marlin)	Ooita-Kuroshio-maru
232		101.1	"	"	"	L. L. (blue marlin)	"
233		103.6	19° 49'S	134° 32'W	'67. XI. 9	L. L. (spearfish)	Ōshimane-maru
234		103.5	"	"	"	"	"
235		103.2	"	"	"	"	"
236		136.5	"	"	"	"	"
237		165.8	6° 35'N	139° 05'E	'67. XII. 5	L. L. (blue-marlin)	Kanō-maru
238		178.1	9° 13'N	141° 59'E	'67. X. 7	L. L. (blue-marlin)	?
239		173.1	4° 35'N	137° 17'E		L. L. (sailfish)	Takuyō-maru
240		213.2	6° 31'N	140° 52'E	'67. X. 27	L. L. (blue marlin)	?
241		221.3	"	"	"	L. L. (blue marlin)	?
242		110.3	4° 49'N	140° 20'E	'67. X. 21	L. L. (sailfish)	?
243		137.5	"	"	"	L. L. (sailfish)	?
244		89.2	6° 47'N	161° 26'E	'67. II. 2	L. L. (blue marlin)	Chiba-maru
245		87.45	"	"	"	"	"
246		68.20	9°~10°S	159°E	'53. VII. 12	L. L. (yellowfin)	Azuma-maru, No. 3
247		195	19°S	135°W	'67. XI. 26	L. L. (blue marlin)	Ōshimane-maru

No.	Sex	B. L.	Locality		Date of capture	Method of capture	Ship
			Lat.	long.			
248		64.7	75mIs W.	of Torishima	'50. V. 22	? (skipjack)	?
249		71.6	6° 20'0S	154° 35'0E	'64. XI. 1	Trol. (skipjack)	Shun-yō-maru
250		84.5	"	"	"	"	"
251		79.0	"	"	"	"	"
252		74.0	"	"	"	"	"
253		70.0	"	"	"	"	"
254		78.0	"	"	"	"	"
255		63.75	9°~10°S	159°E	'53. VII. 12	L. L. (yellowfin)	Azuma-maru, No. 3
256		80.80	"	"	"	"	"
257		72.0	"	"	"	"	"
258		96.3	"	"	"	Dipnet (scooped)	Kuroshio-maru, No. 3
259		24.5	1° 38'S	145° 06'E	'68. III. 17	P. S. (yellowfin)	Nis-shō-maru
260		26.0	"	"	"	"	"
261		23.0	"	"	"	"	"
262		26.8	"	"	"	"	"
263		32.46	"	"	"	"	"
264		27.99	"	"	"	"	"
265		24.55	"	"	"	"	"
266		21.90	"	"	"	"	"
267		16.67	"	"	"	"	"
268		21.41	"	"	"	"	"
269		24.28	"	"	"	"	"
270		24.23	"	"	"	"	"
271		22.66	1° 38'S	145° 06'E	'68. III. 13	"	"
272		24.88	"	"	"	"	"
273		58.9	?	?	'49. IX. 5	?	?
274		42.25	19° 17'3N	40° 24'6W	'60. XI. 29	L. L. (spearfish)	Shōyō-maru
275		29.23	"	"	"	"	"
276		34.7	3° 23'N	133° 09'E	'62. II. 14	?	Ōshima-maru
277		18.02	1° 38'S	145° 06'E	'68. III. 17	P. S. (yellowfin)	Nis-shō-maru
278		22.63	"	"	"	"	"
279		52.6	8° 59'5N	144° 44'3E	'59. XII. 7	Dipnet (scooped)	Shun-yō-maru
280		41.85	"	"	"	"	"
281		48.30	"	"	"	"	"
282		44.50	"	"	"	"	"
283		42.95	6° 53'1S	159° 12'E	'64. XI. 28	"	"
284		49.98	8° 59'5N	144° 44'3E	'59. XII. 7	"	"
285		51.10	"	"	"	"	"
286		55.91	"	"	"	"	"
287		19.83	1° 38'S	145° 06'E	'68. III. 17	P. S. (yellowfin)	Nis-shō-maru
288		16.80	"	"	"	"	"
289		47.96	0° 21'5S	149° 06'5E	'64. X. 29	?	Shun-yō-maru
290		734	7°~10°N	143°~147°E	'70. II.	P. L.	Kotoura-maru, No. 8
292		714.3	"	"	"	"	"
293		731	"	"	"	"	"

No.	Sex	B. L.	Locality		Date of capture	Method of capture	Ship
			Lat.	long.			
295		723.5	7°~10°N	143°~147°E	'70 . II .	P. L.	Kotoura-maru, No. 8
296		721.2	"	"	"	"	"
297		698.2	"	"	"	"	"
298		714	"	"	"	"	"
299		704.8	"	"	"	"	"
300		732.3	"	"	"	"	"
301		703.7	"	"	"	"	"
302		717.6	"	"	"	"	"
303		718.0	"	"	"	"	"
304		732.0	"	"	"	"	"

Appendix table 2 Conversion from the length of seven skeletal characters to standard length of skipjack.

Definitions and abbreviations are as shown in Table 1.

S. L.	T. V. L.	P. V. L.	C. V. L.	Ce. L.	H. L.	U. J. L.	Cr. L.
15.0	11.1	4.54	8.14	0.21	5.23	3.16	5.38
20.0	15.2	6.51	10.3	0.32	6.52	3.62	6.13
25.0	19.2	8.48	12.5	0.43	7.80	4.09	6.89
30.0	23.3	10.5	14.7	0.54	9.08	4.55	7.64
35.0	27.3	12.4	16.9	0.65	10.4	5.02	8.39
40.0	31.4	14.4	19.1	0.76	11.7	5.48	9.14
45.0	35.4	16.4	21.3	0.87	12.9	5.95	9.89
50.0	39.5	18.3	23.5	0.98	14.2	6.42	10.6
60.0	47.6	22.3	27.9	1.20	16.8	7.35	12.1
70.0	55.7	26.2	32.3	1.42	19.4	8.28	13.6
80.0	63.8	30.2	36.7	1.64	21.9	9.21	15.1
90.0	71.9	34.1	41.1	1.86	24.5	10.1	16.6
100.0	80.0	38.1	45.4	2.08	27.1	11.1	18.2
110.0	88.1	42.0	49.8	2.30	29.6	12.0	19.7
120.0	96.2	45.9	54.2	2.52	32.2	12.9	21.2
130.0	104.3	49.9	58.6	2.74	34.8	13.9	22.7
140.0	112.4	53.8	63.0	2.96	37.3	14.8	24.2
150.0	120.5	57.8	67.4	3.18	39.9	15.7	25.7
160.0	128.6	61.7	71.7	3.40	42.5	16.7	27.2
170.0	136.7	65.7	76.2	3.62	45.0	17.6	28.7
180.0	144.8	69.6	80.5	3.84	47.6	18.5	30.2
190.0	152.9	73.6	84.9	4.06	50.2	19.4	31.7
200.0	161.0	77.5	89.3	4.28	57.4	20.5	33.2
210.0	169.1	81.4	91.8	4.50	60.6	21.7	34.7
220.0	177.2	85.4	94.2	4.72	63.8	22.9	36.2
230.0	185.3	89.3	98.2	4.94	66.9	24.1	37.7
240.0	193.4	93.3	102.1	5.16	70.1	25.3	39.2
250.0	201.5	94.8	106.0	5.23	73.3	26.5	40.7
260.0	209.6	99.0	110.0	5.30	76.5	27.7	42.2
270.0	217.7	103.2	113.9	5.53	79.7	28.9	43.7
280.0	225.8	107.4	117.9	5.75	82.9	30.1	45.2
290.0	233.9	111.6	121.8	5.98	86.1	31.4	46.7
300.0	242.1	115.7	125.8	6.20	89.3	32.6	48.2
310.0	250.2	119.9	129.7	6.43	92.4	33.8	49.7
320.0	258.3	124.1	133.7	6.65	95.6	35.0	51.2
330.0	266.4	128.3	137.6	6.88	98.8	36.2	52.7
340.0	274.5	132.5	141.6	7.10	102.0	37.4	54.2
350.0	282.6	136.6	145.5	7.33	105.2	38.6	55.7
360.0	290.7	140.8	149.5	7.55	108.4	39.8	57.2
370.0	298.7	145.0	153.4	7.78	111.6	41.0	58.7
380.0	306.9	149.2	157.4	8.00	114.7	42.2	60.2
390.0	315.0	153.4	161.3	8.23	117.9	43.4	61.7
400.0	323.1	157.5	165.3	8.45	121.1	44.6	63.2

S. L.	T. V. L.	P. V. L.	C. V. L.	Ce. L.	H. L.	U. J. L.	Cr. L.
410.0	331.2	161.7	169.2	8.68	124.3	45.8	64.7
420.0	339.3	165.9	173.1	8.90	127.5	47.0	66.2
430.0	347.4	170.1	177.1	9.13	130.7	48.3	67.7
440.0	355.5	174.3	181.0	9.35	133.9	49.5	69.2
450.0	363.6	178.4	185.0	9.58	137.0	50.7	70.7
460.0	371.7	182.6	188.9	9.80	140.2	51.9	72.2
470.0	379.8	186.8	192.9	10.03	143.4	53.1	73.7
480.0	387.9	191.0	196.8	10.25	146.6	54.3	75.2
490.0	396.0	195.2	200.8	10.48	149.8	55.5	76.7
500.0	404.1	199.3	204.7	10.70	153.0	56.7	78.2
510.0	412.2	203.5	208.7	10.93	156.2	57.9	79.7
520.0	420.3	207.7	212.6	11.15	159.3	59.1	81.2
530.0	428.4	211.9	216.6	11.37	162.5	60.3	82.7
540.0	436.5	216.1	220.5	11.60	165.7	61.5	84.2
550.0	444.6	220.2	224.5	11.83	168.9	62.7	85.7
560.0	452.7	224.4	228.4	12.05	172.1	63.9	87.2
570.0	460.8	228.6	232.3	12.28	175.3	65.1	88.7
580.0	468.9	232.8	236.3	12.50	178.5	66.4	90.2
590.0	477.0	237.0	240.2	12.73	181.6	67.6	91.7
600.0	485.1	241.1	244.2	12.95	184.8	68.8	93.3
610.0	493.2	245.3	248.1	13.18	188.0	70.0	94.8
620.0	501.3	249.5	252.1	13.40	191.2	71.2	96.3
630.0	509.4	253.7	256.0	13.63	194.4	72.4	97.8
640.0	517.5	257.9	260.0	13.85	197.6	73.6	99.3
650.0	525.6	262.0	263.9	14.08	200.8	74.8	100.8
660.0	533.7	266.2	267.9	14.30	203.9	76.0	102.3
670.0	541.8	270.4	271.8	14.53	207.1	77.2	103.8
680.0	549.9	274.6	275.8	14.75	210.3	78.4	105.3
690.0	558.0	278.8	279.7	14.98	213.5	79.6	106.8
700.0	566.1	282.9	283.7	15.20	216.7	80.8	108.3
710.0	574.2	287.1	287.6	15.43	219.9	82.0	109.8
720.0	582.3	291.3	291.6	15.65	223.1	83.3	111.3
730.0	590.4	295.5	295.5	15.88	226.2	84.5	112.8
740.0	598.5	299.7	299.4	16.10	229.4	85.7	114.3
750.0	606.6	303.8	303.4	16.33	232.6	86.9	115.8
760.0	614.7	308.0	307.3	16.55	235.8	88.1	117.3
770.0	622.8	312.2	311.3	16.78	239.0	89.3	118.8
780.0	630.9	316.4	315.2	17.00	242.2	90.5	120.3
790.0	639.0	320.6	319.2	17.23	245.4	91.7	121.8
800.0	647.2	324.7	323.1	17.45	248.6	92.9	123.3