太平洋赤道水域産キハダの外部形態について

鉄 健 司・檜 山 義 夫

(東京大学農学部)

Morphometric comparison of the yellowfin tuna taken from the
Equatorial Pacific

Kenji KUROGANE* and Yoshio HIYAMA*

On the yellowfin tuna distributed in the tropical and subtropical zones of the Pacific, we made a biometrical analysis on the various morphological characters, so as to know that the fins Japanese tuna fleets are catching belong either to one population or not, based upon the specimens from 1953 to date.

Samples used in this report are tabulated in Table 1, showing the origin, fishing date, number of fish, range and average of body length. All specimens were measured by the junior author at the Tokyo Central Fish Market. Measurements were made in millimeters using slide calipers and a pair of dividers in accordance with the techniques described by Marr and Schaefer (1949).

Several samples of yellowfin tuna, *Neothunnus macropterus*, from the Equatorial Pacific ranging from 130° W to 130° E were compared on sixteen different body characters (Fig. 1) and the following results were obtained.

1) The specimens of yellowfin taken from the same area in different years show difference in maxillary length, anal length and spread caudal (Table 2). But generally we can say with certainty, they have considerably similar morphometrical characteristics.

2) It appears to be a much greater degree of separation between 170° W and 150° E and between 160° W and 130° W, than between 150° E and 130° E and between 170° W and 160° W (Table 3).

3) The specimens of yellowfin from the area of 160° W have shorter head, more anteriorly positioned ventral and pectoral fin than those from the eastward and westward regions (Table 4, Fig. 2). But for eye diameter, second dorsal and anal length, the measurement is the greatest in the Western Pacific ones and the least in the Eastern Pacific ones, and this tendency agrees with Royce's result (1953).

4) By the facts above mentioned, it is morphometrically probable that there would be at least three populations rather independently but with some mixing between each other.

ま え が き

キハダは洋をとわず熱帯水域を中心に南北に広く分布し、わが国の漁船はキハダを対象に、太平洋および印度洋の広範な水域において操業している。こうした各水域に棲息するキハダの資源単位としての性格を明らかにすることは、漁業資源の管理上重要な課題である。

太平洋赤道水域のキハダに関して形態面からこの問題を取りあげたものに、Godsil (1948)¹⁾, Godsil and Greenhood (1951)²⁾, Royce (1953)³⁾, 鶴田 (1954)⁴⁾ 等の報告がある。これらによれば、キハダは比較的せまい水域に独立または半独立した系統群として存在し、かなり地域性のつよいものと考えられている。

筆者らはマグロ類の形態にもとづく系統群の査定を 1953 年から実施し、ここに太平洋赤道水域のキハダにつき若干の知見をえたので報告する。

調査の実施にあたり、便宜をはかつて戴いた南海区水産研究所所長中村広司博士および同所遠洋資源部の各位に深甚なる謝意を表する。

* (Fisheries Department, Faculty of Agriculture, University of Tokyo)

材料および方法

本報告に用いた資料は、1955 年および 1956 年に東京中央市場に水揚げされたキハダについての形態測定資料である。水揚げした各漁船の操業水域は太平洋赤道水域 130°E より 130°W にわたるもので、130°E 水域、150°E 水域および 170°W 水域よりそれぞれ 2 標本、160°W 水域および 130°W 水域よりそれぞれ 1 標本、計 8 標本 263 尾について測定をおこなった。各標本の漁場・漁期・調査尾数・体長範囲・平均体長を Table 1 に示した。

Table 1. Origin, date taken, number of fish, range and average of body length for each sample.

Origin		Date taken	No. of fish	Range of body length (mm)	Average of body length (mm)
3° N	130°-131° E	May 1955	34	701-1408	1058
7° N-4° S	128°-135° E	Apr 1956	30	840-1305	1122
1° N-5° N	156°-158° E	May 1955	36	608-1474	1124
3° N-3° S	156°-159° E	Mar. -Apr. 1956	41	784-1378	1026
3° N-0° S	174°-176° W	May 1955	28	925-1562	1265
3° N-0° S	171°-174° W	June 1956	30	1198-1593	1365
0° S-3° S	161°-165° W	Mar. -Apr. 1956	30	1202-1594	1403
5° N-5° S	127°-152° W	Aug 1956	34	1175-1597	1377

測定はおもに Marr and Schaefer(1949)⁵⁾にしたがい、キャリパーおよびデバイダーによって鉄が mm 単位でおこなった。測定形質は Fig. 1 に示すように、1) 体長、2) 頭長、3) 吻・第 1 背鰭起部、4) 吻・第 2 背鰭起部、5) 吻・臀鰭起部、6) 吻・腹鰭起部、7) 吻・胸鰭起部、8) 第 1 背鰭基底長、9) 第 2 背鰭・尾鰭、10) 臀鰭・尾鰭、11) 第 1 背鰭棘長、12) 第 2 背鰭長、13) 臀鰭長、14) 胸鰭長、15) 尾鰭高、16) 上顎長、17) 眼径の 17 形質である。

上顎長と眼径は頭長に対する回帰を、他の形質は体長に対する回帰を求め、Kendall(1948)⁶⁾にしたがつて共分散分析により各水域のキハダを比較した。こゝで第 1 背鰭棘長、第 2 背鰭長および臀鰭長の体長に対する回帰式は共に対数変換したデータを、また胸鰭長の体長に対する回帰式は体長のみ対数変換したデータを用いて、両者の関係を直線回帰としてとりあつた。

Fig. 1. Body parts measured for the present analysis.

結 果

Table 1 に示した標本について、まず異なる年度に同じ水域からえられた標本の比較をし、つぎに異なる水域のキハダを比較した。

i) 異なる年度に同じ水域からえられた標本の比較

同じ水域の標本について、水域別に一元配置の共分散分析をおこない、各形質の回帰線の差を比較した。その結果は Table 2 に示すように、130°E 水域では比較した 16 形質の中、臀鰭長と尾鰭高の 2 形質で差がみとめられ、150°E 水域と 170°W 水域では共に上顎長で差がみとめられた。この差は、各形質の成長の割合のちがいよりも、相対的な大きさのちがいによるものである。こうした二、三の形質を除けば一般に多くの形質においては差はみとめられず、同じ水域からえられたキハダの形態的な特性はかなり再現性のつよい

ものであることが考えられる。したがって同一水域の標本は各水域毎に一括して異なる水域のキハダと比較するときの標本とした。

ii) 異なる水域からえられた標本の比較

130°E, 150°E, 170°W, 160°W, 130°W 各水域の5標本について一元配置の共分散分析をおこなった。Table 3(A) に示すように、吻・第1背鰭起部、第1背鰭棘長、胸鰭長および上顎長の4形質を除く12形質においてかなり高度に有意な差がみとめられ、これら5水域のキハダは同一母集団のキハダとは考えられない。こうした差が地域的にみて除々に傾向的にことなつて全標本として大きくちがつているものであるのか、あるいは隣接水域のキハダで著るしく形態的にちがつているものがあるのかを知るために、まず隣接水域の標本の比較をおこない、Table 3(B) に示す結果がえられた。

130°E 水域と 150°E 水域：吻・第2背鰭起部、第1背鰭基底長、第2背鰭・尾鰭、臀鰭長の4形

Table 2.

Comparison of body proportion by covariance analysis for the samples taken from the same area. This significance shows the difference of the regressions.

Body character	Area		
	130°E	150°E	170°W
Head length	—	—	—
Snout to 1st dorsal	—	—	—
Snout to 2nd dorsal	—	—	—
Snout to anal	—	—	—
Snout to ventral	—	—	—
Snout to pectoral	—	—	—
1st dorsal base	—	—	—
2nd dorsal to caudal	—	—	—
Anal to caudal	—	—	—
1st dorsal spine length	—	—	—
2nd dorsal length	—	—	—
Anal length	⊙	—	—
Pectoral length	—	—	—
Spread caudal	⊙	—	—
Maxillary length	—	⊙	⊙
Diameter of iris	—	—	—

⊙ : Significant at 1 % level.

— : Not significant at 1 % level.

Table 3.

Comparison of body proportion by covariance analysis for all samples (Table A) and for the samples taken from the adjacent sea areas (Table B). This significance shows the difference of the regressions.

Body character	Samples All	Table B			
		130°E ~150°E	150°E ~170°W	170°W ~160°W	160°W ~130°W
Head length	⊙	—	—	—	⊙
Snout to 1st dorsal	—	—	—	—	—
Snout to 2nd dorsal	●	⊙	—	—	●
Snout to anal	⊙	—	—	—	—
Snout to ventral	●	—	●	⊙	●
Snout to pectoral	●	—	—	—	●
1st dorsal base	⊙	⊙	⊙	—	—
2nd dorsal to caudal	●	⊙	⊙	●	—
Anal to caudal	●	—	●	—	⊙
1st dorsal spine length	—	—	—	—	—
2nd dorsal length	●	—	●	—	—
Anal length	●	⊙	●	—	⊙
Pectoral length	—	—	⊙	—	—
Spread caudal	●	—	●	—	—
Maxillary length	—	—	—	—	—
Diameter of iris	●	—	—	—	⊙

⊙ : Significant at 1 % level. ● : Significant at 0.1 % level. — : Not significant at 1 % level.

質において有意な差がみとめられた。こゝで臀鰭長は同一水域からえられた標本間においても差のみとめられた形質であること、他の3形質は共に第2背鰭起部が関係する形質であること、有意水準がすべて1%であり、また多くの形質で差のみとめられぬことなどから、両水域のキハダには著るしい差があるとは考えられない。

150°E 水域と 170°W 水域：吻・腹鰭起部、臀鰭・尾鰭、第2背鰭長、臀鰭長および尾鰭高において高度に有意な差が、第1背鰭基底長、第2背鰭・尾鰭および胸鰭長においても差があり、両水域のキハダの形態はかなり異なるものとおもわれる。

170°W 水域と 160°W 水域：第2背鰭・尾鰭、吻・腹鰭起部を除く14形質において差はみとめられず、

両水域のキハダは比較的類似した形態であるといえる。

160°W 水域と 130°W 水域：吻・第2背鰭起部、吻・腹鰭起部、吻・胸鰭起部において著しい差があり、頭長、臀鰭・尾鰭、臀鰭長、眼径においても差がみとめられ、両水域のキハダはかなり異なるものだと考えられる。

以上の解析はいずれも各水域のキハダが形態的に同一母集団からの標本とみなせるかどうかを検定したもので、その結果 150°E 以西水域、160°W より 170°W 水域、130°W 水域附近と少なくとも3つの形態的に異なるキハダが赤道水域に存在することが考えられる。

つぎにいずれの水域のキハダが最も大きな頭長や長い鰭をもち、水域による差はどの程度であるかといった点を検討する必要がある。そのため先の5標本全体の共分散分析において、各標本の回帰係数が5%有意水準で差のみとめられない形質では各標本の回帰線は同じ回帰係数をもつものと考えて母回帰係数を求めた。これにより全標本の平均の体長または頭長における各形質の大きさ（修正平均値）およびその99%信頼区間を標本毎に推定し、これらを Table 4 に示した。ただし臀鰭長および眼径においては、170°W 水域の

Table 4. Adjusted mean value of body part, its 99% confidence limits, mean standard length in millimeters and estimated regression coefficient.

Body character	Area	130° E	150° E	170°W
Head length		308.2±1.69	307.8±1.59	306.1±1.76
Snout to 1st dorsal		342.2±2.15	340.6±2.02	340.7±2.23
Snout to anal		683.0±2.92	679.0±2.75	678.9±3.03
Snout to ventral		349.6±2.38	348.9±2.24	341.4±2.51
Snout to pectoral		312.7±1.88	312.8±1.76	309.9±1.95
2nd dorsal to caudal		624.8±2.96	629.7±2.79	625.2±3.08
Pectoral length		332.9±4.39	338.1±4.19	330.5±4.59
Maxillary length		117.6±0.89	117.1±0.83	117.6±0.91
Anal length		2.5055±0.0176*	2.5306±0.0166*	(2.4612)*
Diameter of iris		37.76±0.43	38.10±0.41	(37.37)

Body character	Area	160°W	130°W	Estimated regression coefficient	Mean standard length(mm)
Head length		304.6±2.50	309.5±2.34	0.21951	1207.0
Snout to 1st dorsal		341.5±3.18	344.8±2.96	0.24370	do
Snout to anal		677.8±4.32	683.2±4.03	0.52321	do
Snout to ventral		335.4±3.53	345.5±3.34	0.25842	1207.5
Snout to pectoral		307.3±2.77	314.2±2.59	0.22442	1207.0
2nd dorsal to caudal		618.7±4.38	621.9±4.09	0.56057	do
Pectoral length		333.0±6.50	329.1±6.16	487.02	3.0734*
Maxillary length		116.8±1.30	116.6±1.23	0.36923	307.4
Anal length		2.4770±0.0275*	2.4150±0.0257*	2.4256	3.0616*
Diameter of iris		37.07±0.66	35.86±0.62	0.07716	301.9

Note: These characters did not show the significant difference in the regression coefficient at 5% level. But diameter of iris and anal length of those taken at 170°W showed the difference, so we made the point estimation of them.

* The logarithmic transformation is applied to the raw data.

標本のみが他の4水域の標本と異なる回帰係数を示すので、この水域の2形質は他の標本とは別にこの水域の回帰係数を用いて、他の標本と同じ体長または頭長における2形質の大きさを推定（点推定）した。また Table 4 に示す形質の中、頭長、吻・腹鰭起部、吻・胸鰭起部は Fig. 2 に示した。

これによれば 160°W 水域のキハダは頭長、吻・腹鰭起部、吻・胸鰭起部の3形質で最も小さく、その東および西側の 130°W 水域、130°E 水域のキハダが大きく、170°W 水域のキハダは中間の大きさを示している。また回帰係数において5%で有意な差がみとめられた第2背鰭長や、臀鰭長、眼径等の形質で地域的に西のキハダ程大きい傾向がうかがわれる。

Fig. 2.

Adjusted mean value of body part and its 99% confidence limits.

(A) : Head lengths at 1207.0mm body length

(B) : Snout to insertion ventral at 1207.5mm body length

(C) : Snout to insertion pectoral at 1207.0mm body length

I : 130° E sample

II : 150° E sample

III : 170° W sample

IV : 160° W sample

V : 130° W sample

考 察

Royce(1953)²⁾ は Godsil, Schaefer 等の報告した資料, I. P. F. C. に提出された資料にもとづいて太平洋各水域のキハダの親疎関係を論じた。その中で赤道水域のキハダは頭長, 吻より各鰭までの距離において東部のもの程大きく, 鰭長では逆に西部のものが長いといった地理的な傾斜 (cline) が形成されることをみとめ, R. C. R. L. の値より 120°W~130°W 水域と Line Islands(160°W 水域) のキハダ, Marshall (160°E~180°) と East Caroline Islands (150°E 水域) のキハダにおいて著しく異なることを報告している。また Godsil and Greenwood (1951)²⁾ は Palmyra Island (160°W 水域) と Costa Rica のキハダを頭長, 吻より各鰭までの距離の 5 形質について比較し, Palmyra Island のキハダは体長に対する各形質の成長の割合が小さく, 70cm 以下の体長を除けば頭長は小さく各鰭は前方に位置することをみとめ, 両水域のキハダは異なる系統群であるとのべている。鶴田 (1954)⁴⁾ は Gilbert Islands (170°E 水域) よりえられたキハダを Godsil¹⁾, Schaefer (1948)⁷⁾ の Costa Rica 沖合のキハダと比較し, 前者の鰭は長く, 体の前半部が小さいことを報告している。

筆者らの調査において、Caroline 以西、Line Island 西部、130°W 水域附近と少なくとも3つの異なる形態をもつキハダが赤道水域に棲息すること、鰭が西のものの程長いこと、頭長や各鰭の起部までの距離において160°W 水域のキハダが東部太平洋のキハダより小さいといった点で Royce, Godsil, 鶴田の結果と一致する。しかし頭長や各鰭の位置に関しては必ずしも Royce の指摘した全赤道水域にわたる傾斜は形成されず、160°W 水域のキハダが東部および西部のものにくらべて最も小さい結果がえられた。この点については標本の体長組成や解析法の相違が結果に及ぼす影響を吟味する必要がある。

同一水域の標本の示す形態差について Godsil (1948)¹⁾ は同じ stock 内でもそれぞれわずかながら異なる環境で発生成育した魚群は十分均質に混合せずに棲息していると考えられ、これが同じ水域からとられた標本において差を示す原因であろうとしている。Schaefer (1952, 1955)^{8) 9)} は Godsil の意見と共に、標本の体長組成の差が結果に大きく影響を与えることをみとめ、各水域を代表するような標本をうるためのサンプリング、同一水域の標本の示す変動性を考慮して他水域の標本と比較する解析法の必要性をのべている。このためには同一水域より多数回にわたって標本をあつめ、これらの標本の変動性をおさえ、これにもとづく他水域の標本との比較をおこなうと共に、種族査定における有効な形質を選択し、こうした少数の有効な形質について多くの標本を集めて解析する段階にすんでいくべきであろう。

以上の結果を従来の知見と考えあわせるならば、太平洋赤道水域においては少なくとも3ないし4個の独立または半独立化したキハダの系統群が存在し、各系統群は明確な境界線をもつというよりもかなり広い水域で混在するのではないかと考えられる。

文 献

- 1) Godsil, H. C. : A preliminary populaion study of the yellowfin tuna and the albacore. Calif. Div. Fish and Game, Fish Bull. 70 (1948).
- 2) Godsil, H. C. and E. C. Greenhood : A comparison of the populations of yellowfin tuna, *Neothunnus macropterus*, from the Eastern and Central Pacific. Calif. Div. Fish and Game, Fish Bull. 82 (1951).
- 3) Royce, W. F. : Preliminary report on a comparison of the stocks of yellowfin tuna. I. P. F. C. 4th Meeting, Section 2 (1953).
- 4) 鶴田三郎 : 太平洋南西海区とハワイ 沿海に 於けるキハダマグロの 形態上の比較. 水産講習所研究報告, 3 (3) (1954).
- 5) Marr, J. C. and M. B. Schaefer : Definitions of body dimensions used in describing tunas. U. S. Fish and Wildlife Service, Fish. Bull. 47 (1949).
- 6) Kendall, M. G. : The advanced theory of statistics. Vol. 2 Charles Griffin and Co., London. (1948).
- 7) Schaefer, M. B. : Morphometric characteristics and relative growth of yellowfin tunas (*Neothunnus macropterus*) from Cental America. Pacific Science, 2 (2) (1948).
- 8) Schaefer, M. B. : Comparison of yellowfin tuna of Hawaiian waters and of the American west coast. U. S. Fish and Wildlife Service, Fish. Bull. 72 (1952).
- 9) Schaefer, M. B. : Morphometric comparison of yellowfin tuna from Southeast Polynesia, Central America, and Hawaii. Inter-American Tropical Tuna Comm. Bull. 1 (4) (1955).