

119 131

No. 119

カツヲとサンマの魚體温と形状に関する測定

宇 田 道 隆

日 本 水 産 學 會 誌  
第 九 卷 第 六 號 別 刷  
(昭和十六年三月)

Reprinted from Bulletin of  
the Japanese Society of Scientific Fisheries  
Vol. 9, No. 6, March, 1941.

日本水産  
学会誌  
Vol. 9, No. 6  
(昭和16.3月)  
1947

カツヲとサンマの魚體温と形狀に関する測定

宇田道隆

(水産試験場)

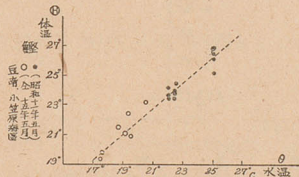
The Body-temperature and the Bodily Features of "Katuo" and "Sanma".

Mititaka UDA

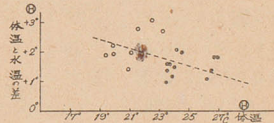
SYNOPSIS

The Body-temperature of "Katuo"  $\theta$ , measured immediately after angled up on board of fishing vessels shows a linear relation to the water temperature ( $\theta$ ) at the fishing locality, as indicated in Fig. 1, and  $\theta$  is always 1°~3°C higher than  $\theta$ , while the difference ( $\theta - \theta$ ) increases with  $\theta$  (Fig. 2~4). The elements regarding to the features of fish-body for "Katuo" and "Sanma," such as the body-weight ( $W$ ), the total length ( $L$ ), body-length ( $l$ ), height ( $h$ ), circumference ( $s$ ), thickness ( $d$ ), and density ( $\rho$ ) were measured and the factor  $k = W \times 10^3 / l^3$ , the ellipticity of the cross section ( $c$ ), the ratios,  $\alpha = h/l$ ,  $\beta = d/l$ ,  $s/l$ ,  $s/h$  and the products,  $\alpha\beta$ ,  $hd$ , etc. were computed. Then, the mutual relations among the factors were discussed (Fig. 5~11), with the empirical equations, which are almost represented in linear forms approximately. As a result of it, the relation  $k \propto \alpha\beta$  was established. Also we find that the measurement of  $s$  is useful for the rapid inference of  $k$  or  $\alpha\beta$ .

カツヲの體温 釣り上げたカツヲは數分の中に死んで了ふ。なるべく生きて水中を活動してゐる時に近い體温を測りたいのであるから、未だ甲板で生きてバタバタ暴れるのを掴へて肛門から棒状寒暖計を充分體內へ挿し入れて體温を測つた。死んだ直後のものを測つたものもある。斯うして著者が昭和十一年五月静岡縣の漁船海神丸に1航海乗り組んで小笠原方面のカツヲに就き測定した資料と昭和十五年五月水産試験場調査船蒼鷹丸の紀南及豆南海區航海中曳繩で獲つたカツヲに就き測定した資料を纏めると第1圖、第2圖、第3圖、第4圖



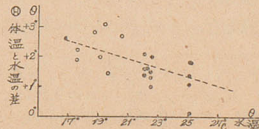
第 1 圖



第 2 圖



第 3 圖



第 4 圖

に示した通りである。

即ちカツヲの体温 ( $\theta$ ) と其の時の周りの水温 ( $\theta$ ) とは殆んど直線的な関係を示し、近似的に次の実験式で與へられる。

$$\theta = 0.9\theta + 4 \text{ (}^\circ\text{C)} \dots\dots\dots(1)$$

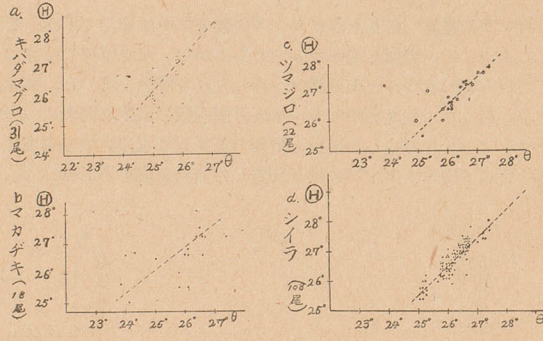
体温と水温の差も (2)、(3) の実験式で近似的に示し得られる。

$$\theta - \theta = -0.15\theta + 5 \text{ (}^\circ\text{C)} \dots\dots\dots(2)$$

$$\theta - \theta = -0.14\theta + 4.9 \text{ (}^\circ\text{C)} \dots\dots\dots(3)$$

第3圖は  $\theta - \theta$  の頻度分布を示すもので、21例中  $+1^\circ \sim +2^\circ$  の範囲のもの 62%、 $+2^\circ \sim +3^\circ$  の範囲のもの 26% で合計  $+1^\circ \sim +3^\circ$  のもの 88% を占め、 $+0^\circ \sim +1^\circ$  は 7%、 $+3^\circ \sim +4^\circ$  は 5% の僅少である。従つて以上より見てカツヲの体温は水温の高い程高く、しかも其の差は常に  $+2^\circ$  前後の過高を示してゐる。細かく見るとこの温度差は体温の低いもの程或は水温の低い程大きい値を示す傾向が認められた。體長による体温の相違に就ては昭和十五年五月の分は魚體の小さいもの程  $\theta$  の高いことを示すが、以前の資料に就ては判然としない。カツヲが所謂「適温」と見做される水温の範囲に於て其の体温を周りの水温に對して調節してゐるといふ考へは以上の (1) (2) (3) の關係から自然に導かれる。同時に体温が水温より常に高いことは魚體表面から絶えず熱を海水中に奪ひ去られてゐることを意味し、そしてそれが定常であることは、放散された熱エネルギー<sup>(1)</sup>を體内に攝取せられた食物から補給せられてをり、其の補給量が殆んど一定量であることを示す。2 kg の全魚體に就ての放散熱エネルギーは 3500 gr. cal. 前後で水温又は体温の高い場合に其の量が少く、水温又は体温の低い場合に比較的其の量が多くなつてゐる。

臺灣總督府水産試験場  
試験船照南丸が鮪延縄漁業試験を行つた時の漁獲物に就て体温を測定した記録がある<sup>(2)</sup>。之れをカツヲの場合と同様に圖示すると第5圖 a, b, c, d の如くであり、キハダに就ては水温  $\theta 25^\circ \sim 27^\circ$  に對し  $\theta = 1.1\theta - 1.3$  の近似式で示され、 $\theta$  は  $\theta$  より



第 5 圖

$1.2^\circ \sim 1.4^\circ\text{C}$  高温、マカチキでは  $\theta 24^\circ \sim 27^\circ\text{C}$  に對し  $\theta = 0.8\theta + 6.1$  で  $\theta$  は  $\theta$  より  $0.7^\circ \sim 1.3^\circ$  (平均  $1^\circ\text{C}$ ) 高温、メバチでは  $\theta 23^\circ \sim 26^\circ$  に對し  $\theta = 0.7\theta + 8.4$  で  $\theta$  は  $\theta$  より  $0.6^\circ \sim 1.5^\circ$

(1) 星野三郎：魚肉の比熱に就て、日本冷凍協會會誌 5, 51. 昭和 5 年 3 月に依ればカツヲ鮮肉の比熱は 0.882 であるから、假に生魚の比熱がこの程度であるとすれば  $2^\circ\text{C}$  の体温と水温の差に對し 2 kg のカツヲ全魚體よりの放散熱量は  $2000 \times 2 \times 0.882 = 3528 \text{ gr. cal.}$  となる。

(2) 臺灣總督府水産試験場、昭和十一年度臺灣東海鮪延縄漁業試験、(昭和十二年刊行) pp. 22~66。

(平均約 1°C) 高温、ツマジロでは  $\theta 25^{\circ}\sim 28^{\circ}\text{C}$  に對し  $\theta = 0.9\theta + 3.2$  で  $\theta$  は  $\theta$  より  $0.6^{\circ}$  位高温、シイラに就ては  $\theta 25^{\circ}\sim 28^{\circ}\text{C}$  に對し  $\theta = 0.94\theta + 2.1$  で  $\theta$  は  $\theta$  より  $0.6^{\circ}$  位高温になつてゐる。斯様にカツヲのみならずマグロ類に於ても魚體温が水温より  $0.5^{\circ}\sim 1.5^{\circ}$  高温なること、ツマジロ・シイラに於ても  $0.6^{\circ}$  位高温であることが判る。この方面の研究は更に測定資料を加へて精密にされねばならない。

サンマの魚體温測定はイワシと同様魚體の小さなため棒状寒暖計では不適當で、熱電堆又は電氣抵抗寒暖計を用ひて行ふ必要がある。

**魚體の形狀と體重** 魚の形態と運動とは種類に依つて種々様々であり、魚の大きさ、年齢に依つても變化する。魚の運動の形及び速度、運動に對する抵抗は其の形態、密度、推進力、鰭の作用等に依つて著しく相違し、之等の研究は實測と模型及び實物による水槽或は魚洞内の航空力學的實驗を基とする數理的研究を必要とするであらう。茲では魚體の形狀と體重に關する要素をカツヲ、サンマに就いて實測した記録から初歩的な吟味を試みんとするものである。今  $W$  を魚體重とし、 $l$  を體長、 $\rho$  を體各部分の密度とした場合

$$W = g \iiint \rho dx dy dz \dots\dots\dots (4) \quad \text{となる。}$$

$\rho$  は體の各部分で異なるものであり、切斷部分別に測定すべきものであるが、魚體の水中に於ける平衡状態を考慮し周りの水の密度に近似する略一定値  $\bar{\rho}$  を持つものと假定する。更に體高 ( $h$ )、體幅 ( $d$ ) の體長 ( $l$ ) に對する比率を  $\alpha, \beta$  とし ( $h = \alpha l, d = \beta l$ )、しかも體の各部分で  $dx = \alpha dl, dy = \beta dl, dz = \alpha dl$  なる轉換が可能であれば略近的に

$$W = \mu g \bar{\rho} \alpha \beta l^3 \dots\dots\dots (5)$$

従つて 
$$k = \frac{W}{l^3} \times 10^3 = \mu \bar{\rho} \alpha \beta \dots\dots\dots (6)^{(3)}$$

となる。體周  $s$  に就いては直径  $\frac{h+d}{2}$  なる圓の周とすれば

$$s = s' = \pi \frac{h+d}{2} \dots\dots\dots (7)$$

斷面を長徑  $h$ 、短徑  $d$  なる橢圓とし  $e = \frac{h-d}{h}$  が小さければ

$$s = s' + \Delta, \Delta = \frac{\pi h^2}{16} e^2 \dots\dots\dots (8)$$

次にカツヲ、サンマの魚體の諸要素に就て實測せる結果を述べる。

(1) **カツヲの魚體諸要素** 測定資料は昭和十一年五月六～九日豆南小笠原海區で著者の漁船海神丸で測定した 193 尾、同區で同年五月二十八日～六月九日千勝丸に乗つて岡本五郎三氏の測定し提供された 67 尾と、昭和十五年五月三～二十六日蒼鷹丸に乗つて曳繩で獲れたものを著者が丸山武男氏の助力を得て測定した 8 尾の合計 268 尾である。之等を纏めると

(3) 木村喜之助：魚體の肥満度と密度、日本水産學會誌 6(3), 1937, 69~72 に於て木村氏は上記の  $k$  を魚體の肥満度と定義しイワシに就て  $\bar{\rho}, W, l$  を測り、詳しく  $k$  を論じた。

$W_{(gr)}$  と  $l_{(cm)}$  との関係は<sup>(4)</sup> 第6圖に示せる如く

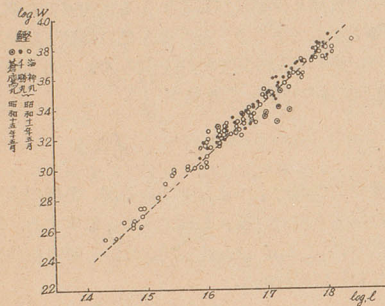
$$W = 0.205 l^{3.67} \dots\dots\dots (9)$$

となる。 $k$  は 17~30 で、 $k$  と  $l$  との関係は第7圖に示す通り  $l$  の増す程大きくなる傾向があり、(9) 式より  $k \propto l^{0.67}$  で豫想される所であるが、圖上から  $l$  との関係を求めると略次式で示される。

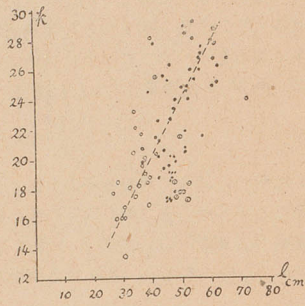
$$k = 0.4 l + 4 \dots\dots\dots (10)$$

更に體高 ( $h_2$ )、體幅 ( $d_2$ )、全長 ( $L$ ) と  $l$  との関係は第8圖に見る通り略次のやうな直線式になる。

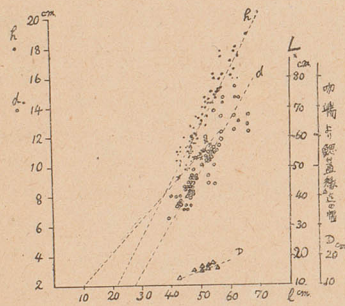
$$h_2 = 0.37 l - 6 \dots\dots\dots (11), \quad d_2 = 0.33 l - 6.7 \dots\dots\dots (12), \quad L = 1.08 l \dots\dots\dots (13)$$



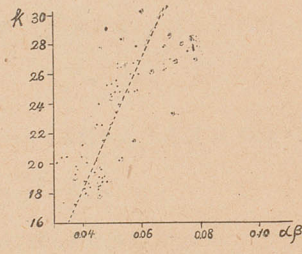
第 6 圖



第 7 圖



第 8 圖



第 9 圖

$k$  と  $\alpha\beta$  との関係は第9圖から略近的に

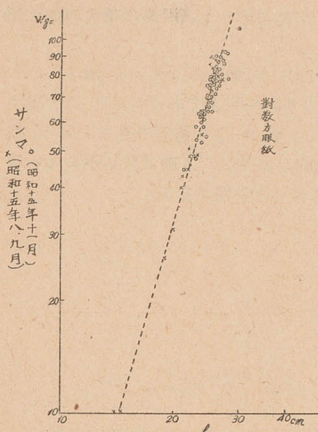
$$k = 387 \alpha\beta + 3.2 \dots\dots\dots (14)$$

$\bar{\rho}$  は水を充した容器に魚體を沈めて物尺から示される容積  $V$  で  $W$  を除して求めたが、 $V$

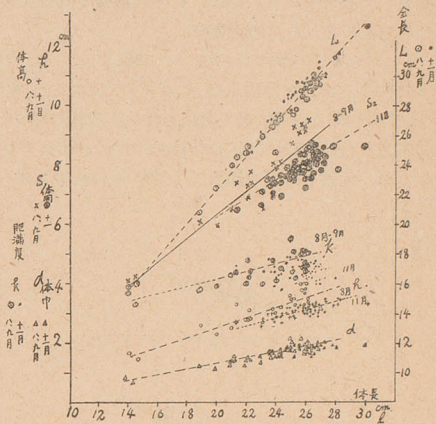
(4)  $W$  の測定は船上ではスプリング秤よりむしろ竿秤の方が正確であつた。指針の波浪ウネリ、機關の震動に依り受ける影響を消去する工夫が必要である。 $l$  は巻尺で測つた場合 0.2 cm 位の誤差を伴ふ。 $d$  は誤差が多くなるからカリバーを用ふべきである。

に誤差多きため 0.9~1.1 の値となつた。水中に平衡せる場合海水の密度 1.02~1.03 に近いと考へられるから假に  $\bar{\rho}=1$  とおくと (6) 式から  $\mu'=387$  となる。カツヲの扁平度は  $\alpha=0.2\sim 0.3$  となつた。之を入れて體周  $s$  を (8) 式で出しても (7) 式から出した結果と變りなく、直徑  $\frac{h+d}{2}$  なる圓周として考へて充分であることが分つた。

(2) サンマの魚體諸要素 昭和十五年八月十六日~九月六日著者は蒼鷹丸に乗つて北海道・千島沿海を航海中夜間採集せられたサンマ 28 尾を渡邊信雄氏の助力を得て測定した。又同年十一月二十六日蒼鷹丸は野島崎鼻でサンマ大群に遭ひ漁獲せる試料を調査員岡本五郎三氏より提供せられたので著者はこの内 60 尾を十一月二十八日測定した。今之等の結果を取纏め



第 10 圖



第 11 圖

ると第 10 圖、第 11 圖に示せるが如くで、體長  $l$  14~39 cm のサンマに就て略次のやうな實驗式が得られた。

八・九月及び十一月の兩者に就き  $W=0.00285l^{3.45}\dots(15)$  (茲に體重  $W$  の單位は gr,  $l$  の單位は cm)

八・九月分  $k=0.13l+1.6\dots(16)$

八月分の  $k$  (3.3~5.5) に對し十一月分の  $k$  は 3.5~5 の間に散布し略々同じいが、 $k$  と  $l$  との規則的な關係を認め難い。 $l$  の 27 cm 以上の大形のサンマに  $k$  が逆に減少の傾向あるは産卵後のものと思はれる。

八・九月  $h=0.16l-0.8\dots(17)$ , 十一月分  $h=0.13l-0.2\dots(17')$

,,  $d=0.1l-0.6\dots(18)$ , ,,  $d=0.07l\dots(18')$

,,  $L=1.1l\dots(19)$ , ,,  $L=1.12l\dots(19')$

,,  $s=0.4l-1.7\dots(20)$ , ,,  $s=0.37l+0.3\dots(20')$

で八・九月分の北部海區のサンマに比し十一月下旬南部(野島崎附近)サンマは體長の割合に體高、體幅狭く體周小で着せてゐると云つてよいが、體長と全長との比は略々一致して

る。更に第 12 圖に示す如く、

八・九月、十一月分共 (2 點の偏倚を除き)  $k=0.23 h l+3.2 \dots\dots(21)$

八・九月、十一月分共 (2 點の偏倚を除き)  $k=0.32 s+2.1 \dots\dots(22)$

八・九月分  $k=275 \alpha \beta+2.0 \dots\dots(23)$ , 十一月分  $k=275 \alpha \beta+2.2 \dots\dots(23')$

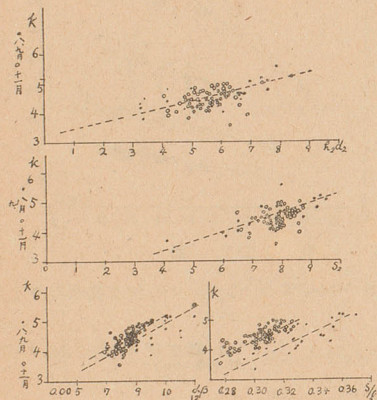
(23) 式に  $\bar{\rho}=1$  と置けば  $\mu'=275$  となり、(23') 式に實測から出した  $\bar{\rho}=1.05$  を入れ  $\mu' \approx 262$  を得る\*。

$l$  と  $\alpha=h/l$  及び  $\beta=d/l$  との関係は八・九月の分では  $l$  と共に  $\alpha=0.0027 l+0.073, \beta=0.002 l+0.025$  なる直線の附近に散布した増し方を示すが、十一月分のサンマでは  $l$  と共に幾らか増すらしいが判然としない。又  $s/h$  と  $l$  との関係は明瞭でなく、 $l$  に拘らず 2.2-2.8 の間に散布してゐるらしく、 $s/l$  と  $l$  との関係もぼんやりしてゐるが  $l$  と共に多少増す傾向が認められる。 $k$  と  $s/l$  との関係は

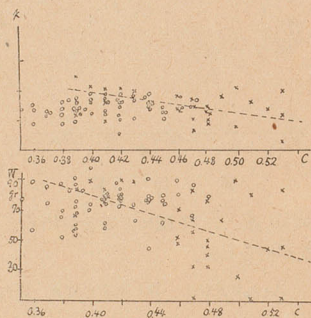
八・九月  $k=23.3 s/l-3.4 \dots\dots(24)$ ,

十一月分  $k=22.8 s/l-2.5 \dots\dots(24')$

で示される。サンマの扁平度  $c$  はカツヲに比して大きく 0.33~0.53 であるから  $s$  は大體は (7) 式で示し得るが (8) 式で表現した方が實際に近い。 $c$  と  $k, W$  との関係を見ると第 13 圖に示す通り八・九月分では  $c$  の小さい方に  $k$  が大きい傾向があり、 $W$  も點は散るが大きい傾向を示し、肥満したものの程丸味を帯びるけれども十一月分では不明である。



第 12 圖



第 13 圖

之れを要するにカツヲもサンマも共に肥満度  $k$  は主として  $\alpha$ =體高/體長と  $\beta$ =體幅/體長の相乗積に比例してをり、體長の増すと共に  $\alpha, \beta$  が増して體長の延びる割合以上に體高と體幅の増し方が大きいため丸味を帯び斷面積、従つて體容積、體重、 $k$  を増す傾向を示すものと考へられる。其れ故  $k$  或は  $\alpha \beta$  の目安に  $s$  を測定することも實際上有効な方法であることが判つた。終りに臨み測定に當り著者を援助し或は試料を提供された岡本五郎三・渡邊信雄・丸山武男の諸氏並に蒼鷹丸・海神丸・千勝丸乗組の方々々に謝意を表はす。

\*  $\bar{\rho}$  の實測は木村氏<sup>(3)</sup>がイワシで行つたと同法による。この測定に當り種々有益なる注意と測器の配慮を頂いた木村喜之助氏に感謝する。