

岡山県下におけるマアナゴの相対成長式について

福田 富男

On the Allometry of Conger-eel in Okayama Prefecture

Tomio FUKUDA

キーワード：マアナゴ，相対成長式

種々の生態調査などを実施する場合，魚類の相対成長互換式が必要になることが多い。著者は種々の魚類について相対成長互換式を算出し報告した¹⁻³⁾。今回，マアナゴ *Astoroconger myriaster* について比較的詳細に調査を実施したのでここに報告する。

方 法

供試魚は岡山県邑久郡牛窓町周辺水域で採集された未成魚，成魚である。採集漁具は小型底曳網および延縄である。測定部位は全長，肛門長，体重，胴周長である。胴直径は直接測定はしなかったが，胴周長から数学的に算出した。

胴周長は胸鰭基部を太めの尻糸を用いて測定した。他の測定項目は測定者であり誤差が出る要因は認められないが，胴周長については測定時の力加減が問題となり，できるだけ同一条件で測定したが，多少のばらつきが認められた。

計算方法について，直線関係を示すものは各項目による最小2乗法単回帰分析を用いた。直線関係を示さないものについては各項目を対数変換し，その直線一次回帰式から各々の係数を求めて指数式に変形した。対数変換は「自然対数」を用いたが便宜上「対数」と表現する。

各項目間での逆関係性は，数学的変形ではなく測定原数値を再入力して求めた。

結 果

測定した項目やその略記号などの概要についてTable 1に示した。全長の測定個体数は473尾で，平均値と標準偏差は 370.2 ± 59.63 mmである。標本の最大全長は749 mm，最小全長は100 mmであった。同様に肛門長の測定概要は473尾， 139.5 ± 23.40 mm，300 mm，34 mmであった。以下，胴周長については115尾， 58.2 ± 9.49 mm，94 mm，41 mm，体重については473尾， 80.2 ± 63.82 g，862 g，1.7 gであった。体重の分散がやや大きいと言える。胴周長を除き最小値は，大型個体の胃内容に含まれていた1尾のものである。ほとんど未消化であり測定が可能と判断した。最小値付近の測定データはその1尾のみであるが，希少なデータとして集計に加えた。従って，実質の最小値は全長244 mm，肛門長90 mm，体重16 gとなる。なお，最小個体を除外しても標本の平均値などはほとんど変化がない。

胴体の直径について実測はしていないが，調査を進める場合には胴周長よりも胴直径の方が，感覚的に大きさを把握しやすい場合が多いので，胴周長から数学的に胴

Table 1 Experimental data

Item	Abbreviation	Nos of specimen	Mean	Standard deviation	Max.	Min.
Total length	(mm) TL	473	370.2	59.63	749	100
Anal length	(mm) AL	473	139.5	23.40	300	34
Girth	(mm) G	115	58.2	9.49	94	41
Body weight	(g) BW	473	80.2	63.82	862	1.7
Diameter of trunk*	(mm) D	-	-	-	-	-

* Mathematically converted without direct measurements ($D = G / 3.1416$)

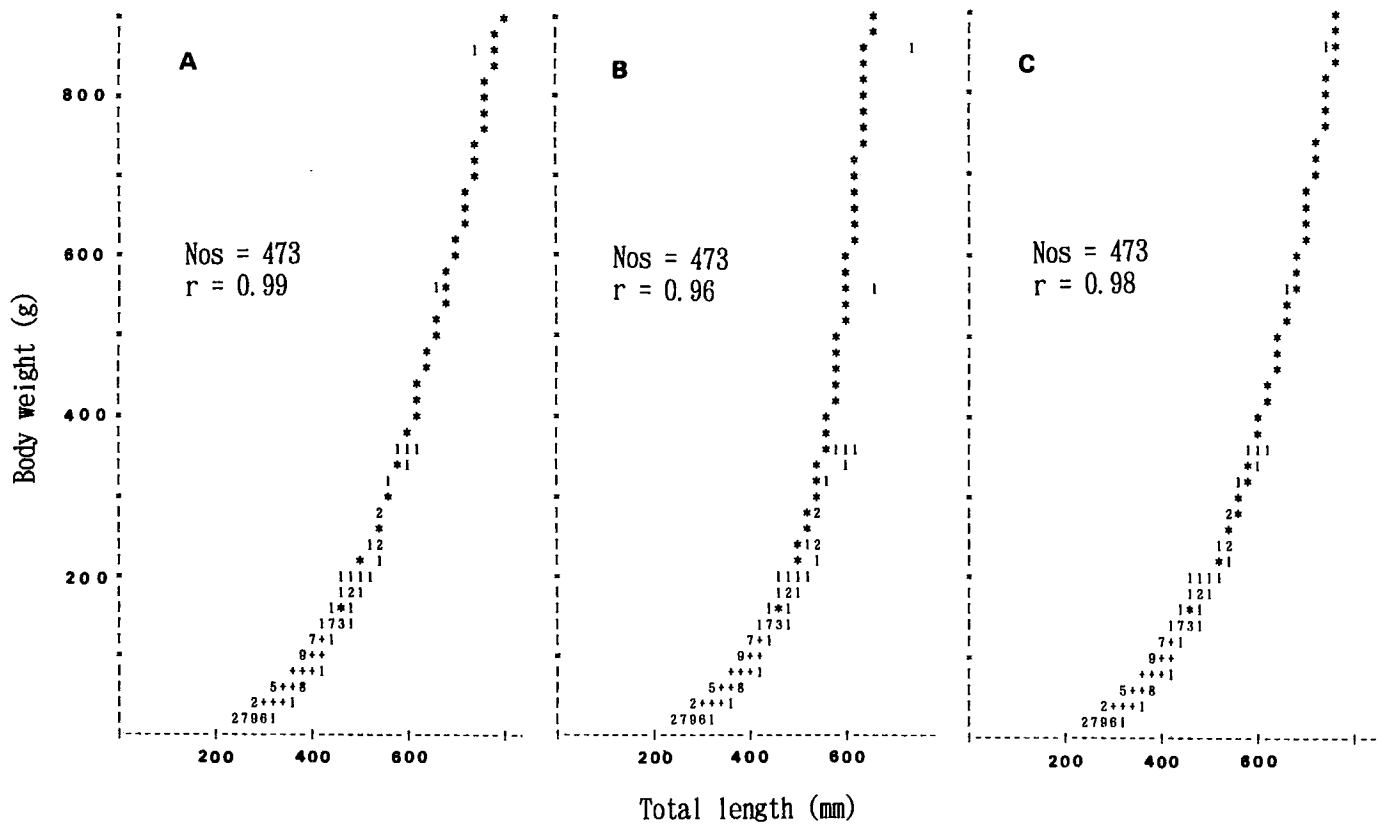


Fig. 1A-C. Comparison of the three methods of evaluating the relation between bodyweight (BW) and total-length (TL). The methods in A and C are more than adequate whereas the calculated curve in B deviates from the experimental data points.

In A, the values computed from equation $BW = \alpha TL^3 + \beta$ are represented by asterisks (*). Similarly, B shows equation $BW = \alpha \text{EXP}(\beta TL)$, and C shows equation $BW = \alpha TL^\beta$. α and β are coefficients. Each number in the figure shows individual data points, and each plus mark (+) shows ten or more data points. Nos is the total specimen number, and r is the correlation coefficient of each regression line.

直径を求め、相対成長互換式を算出した。

体重と他項目（主に長さ）の関係は、（A）長さを3乗し、体重との直線1次回帰式から必要な係数を求めて成長互換式を算出する場合、（B）体重を対数変換後同様の処理をする場合、（C）体重、長さともに対数変換後同様の処理をする場合の3ケースが一般的である。各処理の相関係数などから、どの式が最も適しているかを判断する。そこで、全長と体重の関係について、上述の3処理によって求めた成長互換式の計算値、及び実測値をプロットしたものをFig. 1に示した。

Aは全長を3乗したものと体重との関係を示し、 $BW = 1.85 TL^3 \times 10^{-6} - 21.23$ $r = 0.99$ （相関係数）である（式の表現上省くと誤解を招き易い場合以外、乗算を示す「×」は省いて表現する、以下同じ）。

Bは体重を対数変換したものと全長の関係を示し、 $BW = 2.29 \text{EXP}(0.0091TL)$ $r = 0.96$ である。

Cは全長、体重ともに対数変換したものの関係を示し、 $BW = 0.082 TL^{3.48} \times 10^{-6}$ $r = 0.98$ である。

これらにより3方法の適合度を検討すると、Bは大型魚での適合が悪く、特に全長約500mm以上で顕著である。そこで本報ではA、Cの方法を採用し、全長：体重、肛門長：体重、胴周長：体重の関係を算出した。Aの方法によると全長240mm以下の小型個体では、体重が負の値をとり現実と一致しない。その意味ではCの方法が最適といえるが、関数計算機などが手元にない場合にはA法が簡便であると思われる。

各項目間の相対成長互換式をTable2に示した。各関係とも相関係数は0.9以上で、高い相関を示している。しかし、胴周長は測定時の力加減や胃内容物の状態などでややばらつきが多いため、胴周長と他の項目間では相関係数が多少低い値を示す。

Table 2 Allometry of Conger-eel in Okayama prefecture

Factors	Nos	Correlation coefficient	Equation number	Relation I	Relation II
TL:AL	473	0.99	1	TL= 2.52AL+18.44	AL= 0.39TL-4.25
TL:G	115	0.92	2	TL= 3.90G+142.26	G= 0.22TL-21.60
AL:G	115	0.91	3	AL= 1.48G+50.99	G= 0.56AL-18.99
TL:BW*1	473	0.98	4	TL=114.48BW ^{0.28}	BW= 0.082TL ^{3.48} ×10 ⁻⁶
TL:BW*2	473	0.99	5	TL=(526.55BW+12743.50) ^{1/3} ×10	BW= 1.85TL ³ ×10 ⁻⁶ -21.23
AL:BW*1	473	0.97	6	AL= 41.64BW ^{0.28}	BW= 5.17AL ^{3.33} ×10 ⁻⁶
AL:BW*2	473	0.98	7	AL=(30.79BW+495.87) ^{1/3} ×10	BW= 31.44AL ³ ×10 ⁻⁶ -13.03
G:BW*1	115	0.96	8	G= 12.26BW ^{0.37}	BW= 2.51G ^{2.52} ×10 ⁻³
G:BW*2	115	0.95	9	G=(3.22BW-23.08) ^{1/3} ×10	BW= 282.84G ³ ×10 ⁻⁶ +13.06
TL:D*3	-	-	10	TL= 12.25D+142.26	D= 0.07TL-6.88
BW:D*3	-	-	11	D= 3.90BW ^{0.37}	BW= 44.76 D ^{2.52} ×10 ⁻³

*1 Relation was calculated by using coefficients obtained from the regression line of both factors in natural logarithms

*2 Relation was calculated by using coefficients obtained from the regression line of BW and the cube of TL (AL or G)

*3 Equations 10 and 11 were mathematically converted by using the formula D=G/3, 1416

考 察

本報で得られた相対成長互換式は原則として、計算に用いた個体の測定範囲内の大きさで利用するべきものと考えられる。しかし、稚仔魚や極大の個体を除外すれば、かなりの範囲に利用できるものと考えられる。

マアナゴの相対成長式については既報³⁾で報告したが、測定範囲、個体数の点で、かなり信頼度が低いいため以後は本報の式を利用すべきである。更に、伊佐⁴⁾は香川県産、窪田⁵⁾は伊勢湾および熊野灘産、西川⁶⁾は兵庫県産、高井⁷⁾は山口県(瀬戸内海)産、多々良⁸⁾は瀬戸内海産、OKADA⁹⁾は伊勢湾産のマアナゴについて相対成長式を求めている。これらの結果のうち本報と関係がある式についてTable3にまとめて示した。表現はで

きるだけ本報と同じように変形した。比較的差が顕著に現れる全長：体重関係について各報告の式と本報のCの方法で求めたものを比較した結果、多々良⁸⁾の相対成長式がもっとも本報と類似した結果となった。窪田⁵⁾、OKADA⁹⁾も比較的近いが、ややずれており、瀬戸内海産のマアナゴは伊勢湾、熊野灘産のマアナゴと比較し、体形に多少の差があるのかもしれない。一方、伊佐⁴⁾が求めた式とはかなり異なる結果となり、香川県産のマアナゴと岡山県産のマアナゴ間でも差が認められることになる。しかし、測定方法や測定部位の認識などで差があるのかもしれない、今後類似した水域で調査した結果との比較が必要であろう。いずれにしても、岡山県産のマアナゴに関しては本報の相対成長互換式を利用するのが適当と考えられる。

Table 3 Allometry of Conger-eel in other waters

Author	Surveyed waters	Factors	Equation number	Relation
ISA ⁴⁾	Kagawa prefecture	TL:AL	12	TL=2.45 AL+14.38
		BW:TL	13	BW=0.06(TL-14.38) ^{3.61} ×10 ⁻⁶
KUBOTA ⁵⁾	Ise-bay・Kumano-sea	BW:TL	14	BW=0.16 TL ^{3.36} ×10 ⁻⁶
NISHIKAWA ⁶⁾	Hyogo prefecture (The inland sea)	TL:AL	15	TL=2.64 AL+5.65
		G:AL	16	G=0.52 AL-4.09
TAKAI ⁷⁾	Yamaguchi prefecture (The inland sea)	BW:TL	17	BW=5.700 TL ^{2.87} ×10 ⁻⁶
TATARA ⁸⁾	Seto Inland sea	TL:AL	18	TL=2.78 AL-8.0
		BW:TL	19	BW=0.24(TL+8.0) ^{3.31} ×10 ⁻⁶
OKADA ⁹⁾	Ise-bay	BW:TL	20	BW=0.30 TL ^{3.27} ×10 ⁻⁶

要 約

1. 岡山県産のマアナゴの相対成長式を算出した。
2. 各測定項目間の成長互換式をTable2に示した。
3. 他の研究者が求めた相対成長式と比較した結果、水域などにより相対成長に多少の差が認められた。
4. 岡山県水域では本報の相対成長式を利用することが妥当と考えられた。

SUMMARY

1. Allometries of Conger-eel *Astoroconger myriaster* were obtained in Okayama prefecture.
2. The relation between each factor is shown in Table2.
3. A slight difference was observed in the relation between surveyed waters, comparing several allometries obtained by others (Table3).
4. It was concluded that using the allometries obtained in this survey were most suitable for use in other surveys in Okayama prefecture.

文 献

- 1) 福田富男, 1983: クロダイの相対成長について, 第15回南西海区ブロック内海漁業研究会報告, 13-18
- 2) -, 1986: ボラ, メナダ, セスジボラの相対成長について, 第18回同誌, 19-30
- 3) -, 1987: 各種魚類の相対成長式-体長, 全長, 体重の関係-, 岡山水試報, 2, 167-170
- 4) 伊佐良信, 1960: マアナゴの生態学的研究-I. 成長について, 日水誌, 25, 1-8
- 5) 窪田三朗, 1961: マアナゴの生態・成長ならびに変態に関する研究, 三重大水産紀要, 5(2), 190-370
- 6) 西川哲也, 反田實, 長浜達章, 東海正, 1994: 大阪湾の小型底曳網におけるマアナゴの網目選択性, 日水誌, 印刷中
- 7) 高井徹, 1959: 日本産重要ウナギ目魚類の形態, 生態および増殖に関する研究, 水講研報, 8(3), 210-555 (X I X)
- 8) 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, 内水研報, 16, 199-228
- 9) Yaichiro OKADA, and Kiyoshi SUZUKI, 1956: Ecological Studies of the Ma-anago, *Astoroconger myriaster*(BREVOORT) I. Notes on the composition of total length, the relationship between total length and body weight and the condition factor in Ise Bay, Mie Prefecture. Rep. Fac. Fish., Mie Pref. Univ. 2, 217-226