

## ウマヅラハギ *Navodon modestus* の体長—体重関係について

角 田 俊 平

広島大学生物生産学部  
1979年4月28日 受理

### On the Length-Weight Relationship of the File-fish, *Navodon modestus*

Shunpei KAKUDA

*Faculty of Applied Biological Science, Hiroshima University, Fukuyama*

(Figs. 1-3, Tables 1-7)

漁業生物学の見地から、魚類の個体群についてしばしば体長と体重との関係式が求められる。そしてこの関係については Allometry 式を適用することの妥当性が示されている<sup>1-3)</sup>。ウマヅラハギ *Navodon modestus* (GÜNTHER) についても同様であって、木幡・岡部<sup>4)</sup> は Allometry の式によって全長と体重との関係式を報告している。また池原<sup>5)</sup> はウマヅラハギについて雌雄の判別が困難な全長 150 mm 未満のものと 150 mm 以上のものに分け、さらに 150 mm 以上のものについては雌雄別にして、それぞれの全長と体重との関係式を求めている。本種の成魚は形態的にその雌雄を判別することができる<sup>6,7)</sup> から、体長(全長)と体重との関係式も雌雄別に表すのが妥当であると考えられる。

しかしながらより厳密に検討すると、ウマヅラハギの成魚は産卵期には生殖腺が発達してその重量が著しく増し、それにつれて体重も増加するため、体長と体重との関係式を雌雄別に推定するのみではなお不充分であって、産卵期とそれ以外の時期とに分けて雌雄別に両者の関係を求める必要があるように考える。そこで本報では産卵期およびそれ以外の時期に採集したウマヅラハギの標本について、それぞれ雌雄別に体長と体重との関係を Allometry の式で示し、これを統計的方法によって検討したので、その結果について述べる。

本報告を行なうに当たり、ウマヅラハギの魚体測定についてご便宜を与えて頂いた尾道魚市場の株式会社ケンスイ社長三宅敬一氏、笠岡魚市場株式会社社長藤原秀夫氏に対し深甚の謝意を表する。

### 材 料 と 方 法

体長と体重との関係を求めるに当って使用した標本は 1964 年 10 月から '65 年 5 月までの間に瀬戸内海の中部海域で漁獲されたウマヅラハギであって、これらの標本の採集日と雌雄別の個体数を Table 1 に示す。この表の 1964 年 10 月から '65 年 1 月までの標本は採集後、実験室にて各個体の体長を mm の単位で、体重を g の単位で生のまま測定した。そして生殖腺を摘出して雌雄を判別した。ウマヅラハギは産卵期間中はその形態的な特徴によって雌雄を容易に区別することができる<sup>7)</sup> から、Table 1 の標本のうち 5 月 17, 19, 24 日の標本については尾道魚市場または笠岡魚市場で、各個体について外観的に雌雄を判別した後、生のまま体長と体重を上述のように測定した。

Table 1. Number of individuals of the each sample measured.

Item of the sample fish Sampling date	Immature fish (0 year old)		Adult fish (1 - 3 years old)			
	Male	Female	non-spawning cluster		spawning cluster	
			Male	Female	Male	Female
Oct. 14, 1964	55	55	2	4		
Nov. 12, 1964	54	51	15	9		
Dec. 10, 1964			18	18		
Jan. 15, 1965			15	20		
May 17, 1965					38	45
" 19 "					20	22
" 24 "					102	127
Total	109	106	50	51	160	194

## 結 果 と 考 察

瀬戸内海におけるウマヅラハギの産卵期は5月と6月であることが既に報告されている<sup>8,9)</sup>。そこで Table 1 に示された5月の標本, 雄160尾と雌194尾を産卵期中の標本とし, 1964年5月から1965年1月までの間に採集した個体を産卵期以外の標本とした。さらに産卵期以外の標本は Table 1 に示したように未成魚である0年魚と成魚である1-3年魚に分けて, 雌雄別に両者の体長-体重関係を求めた。なお産卵群の最小個体の体長は16 cmであるとされているが<sup>7)</sup>, ここで産卵期中の標本とした中での最小個体の体長は雌雄

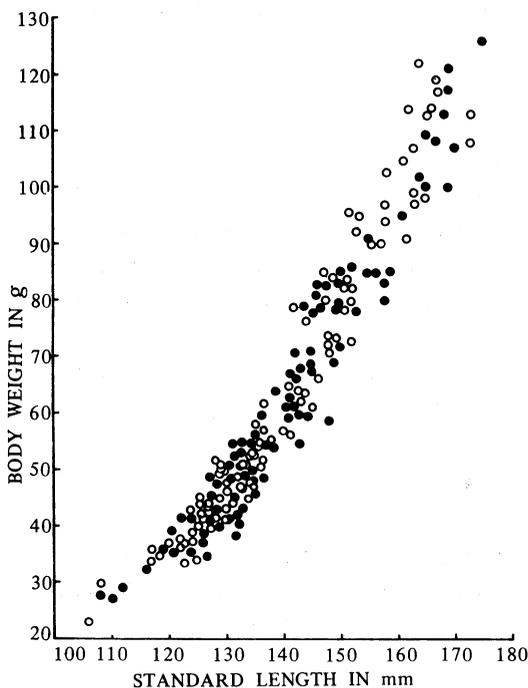


Fig. 1. Length-weight relationship of immature filefish. Open circle, female; solid circle, male.

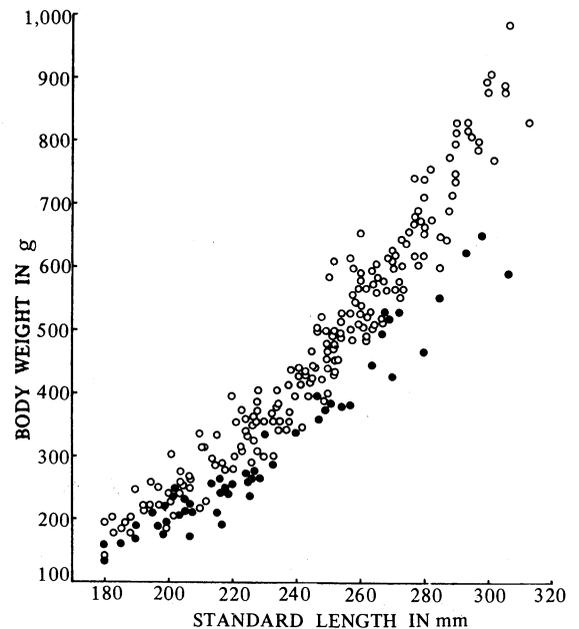


Fig. 2. Length-weight relationship of the female adult fish sampled in the spawning season and other season (non-spawning season). Open circle, sample of the spawning season; solid circle, sample of the non-spawning season.

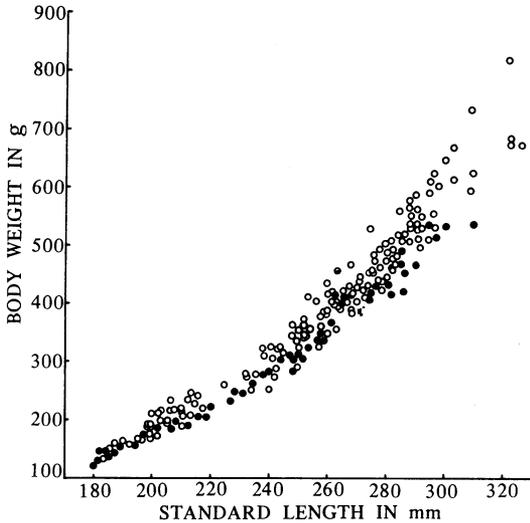


Fig. 3. Length-weight relationship of the male adult fish sampled in the spawning season and non-spawning season. Open circle, sample of the spawning season; solid circle, sample of non-spawning season.

- 未成魚の雄 ;  $W = 2.710 \times 10^{-6} L^{3.4198} \dots\dots(2)$
- 未成魚の雌 ;  $W = 1.835 \times 10^{-6} L^{3.5037} \dots\dots(3)$
- 産卵期以外の成魚の雄 ;  $W = 1.703 \times 10^{-4} L^{2.6168} \dots\dots(4)$
- 産卵期以外の成魚の雌 ;  $W = 5.005 \times 10^{-5} L^{2.8632} \dots\dots(5)$
- 産卵期の成魚の雄 ;  $W = 5.024 \times 10^{-5} L^{2.8519} \dots\dots(6)$
- 産卵期の成魚の雌 ;  $W = 1.517 \times 10^{-5} L^{3.1242} \dots\dots(7)$

ここで  $W$  (g) は体重を表し,  $L$  (mm) は体長を表す。つぎに上記の体長-体重の関係式について統計的方法によって検討を行なうが, この点に関して伊藤<sup>10)</sup>は体長-体重関係を表す(1)式の対数式すなわち

$$w = k + \beta l \dots\dots(8)$$

(ただし,  $w = \log W, k = \log \alpha, l = \log L$  である。)

による体長-体重直線の“傾斜の差”ならびに“位置の差”の有意性検定を示している。そこで(2)~(7)式で表されたそれぞれの群について体長-体重関係を相互に統計的に検討する。すなわち(2)~(7)式を求めるについて使用されたそれぞれの統計量に基づき, 未成魚については雌雄間の比較を行ない, 成魚についてはつぎのような4つの組合せについて比較する。すなわち

- (I) 産卵期以外の時期の標本についての雌雄間の比較
- (II) 産卵期の標本についての雌雄間の比較
- (III) 産卵期の雄とそれ以外の時期の雄との比較
- (IV) 産卵期の雌とそれ以外の時期の雌との比較

についてそれぞれの体長-体重直線の“傾斜の差 ( $\beta$ )”ならびに“位置の差 ( $k$ )”の有意性検定を行なった (Table 2~6)。

その結果, 未成魚の雌雄間では(8)式の  $\beta$  の値ならびに  $k$  の値についてはともに有意の差は認められない (Table 2)。すなわち未成魚の体長と体重との関係は雌雄を同一に扱ってよいといえる。一方, 成魚については, 産卵期以外の時期に採集した標本について雌雄間で比較すると, (8)式の  $\beta$  の値は  $F_0 = 4.295$  であり,  $k$  の値は  $F_0 = 45.456$  であって, 前者は5%, 後者は1%の危険率を以て有意の差が認められる (Table 3)。また産卵期に採集した標本についての雌雄間の比較では,  $\beta$  および  $k$  はともに1%の危険率を以て  $F_0 > F_\alpha$  であり, 両者ともに有意の差が認められる (Table 4)。さらに産卵期の雄とそれ以外の時期の雄とについて比較した結果は  $\beta, k$  ともに1%の危険率を以て  $F_0 > F_\alpha$  となり, 有意の差が認め

ともに180 mmであった。このような標本の雌雄別の体長と体重との関係を Fig. 1~3 に示す。

ウマヅラハギの未成魚では雌雄の間に形態的な差異はなく, したがって外観的に雌雄を判別することは出来ない。また体長-体重関係については図のように雌雄の間で差は認め難い (Fig. 1)。一方, 成魚の雌では同一体長に対する体重は産卵期に採集した個体がそれ以外の時期に採集した個体に比べてより重いことが明らかである (Fig. 2)。また雄においては雌にみられるほどに明確ではないが, 同様な傾向が認められる (Fig. 3)。

魚類の体長と体重との関係は一般に Allometry の式

$$W = \alpha L^\beta \dots\dots(1)$$

によって表わされる。そこで Fig 1~3 に示された6つの群について, それぞれの体長-体重関係を求めた結果, 次のような Allometry の式が得られた。

られる (Table 5)。同様に産卵期の雌とそれ以外の時期の雌とについて比較した結果は  $\beta$  が 5% の危険率で、また  $k$  は 1% の危険率でそれぞれ  $F_0 > F_\alpha$  となり、有意の差が認められる (Table 6)。

各群間の体長-体重関係の比較については Table 3, 6 に示される通り、Allometry line は“傾斜の差”よりも“位置の差”において著しい差異のあることが認められ、また Table 2~6 においては“位置の差”について求められた  $F_0$  の値が“傾斜の差”の  $F_0$  の値より常に大きい。この点は MARTIN<sup>11)</sup> が個体群の体長-体重関係に関してみられる個体群間での差異は Allometry line の“傾斜の差”よりも“位置の差”に現れる場合が多いと述べていることと符合する。

Table 2. Test of significance of “slope and positional differences” between male and female in the sample of immature fishes.

Residue form	Sum of squares (s.s.)	Degree of freedom (d.f.)	s.s./d.f.
Separate lines	0.33475	211	0.00159
Slope difference	0.00070	1	0.00070
Parallel lines	0.33545	212	$F_0 = 2.271$
Parallel lines	0.33545	212	0.00158
Positional differences	0.00576	1	0.00576
Single line	0.34121	213	$F_0 = 3.646$

Table 3. Test of significance of “slope and positional differences” between male and female in adult fishes (non-spawning cluster) sampled in the season except spawning one.

Residue form	Sum of squares (s.s.)	Degree of freedom (d.f.)	s.s./d.f.
Separate lines	0.12781	97	0.00132
Slope difference	0.00567	1	0.00567
Parallel lines	0.13348	98	$F_0 = 4.295^*$
Parallel lines	0.13348	98	0.00136
Positional differences	0.06182	1	0.06182
Single line	0.19530	99	$F_0 = 45.456^{**}$

\* Significant (5% level); \*\* Highly significant (1% level)

Table 4. Test of significance of “slope and positional differences” between male and female in adult fishes (spawning cluster) sampled in the spawning season.

Residue form	Sum of squares (s.s.)	Degree of freedom (d.f.)	s.s./d.f.
Separate lines	0.48210	350	0.00138
Slope difference	0.02245	1	0.02245
Parallel lines	0.50455	351	$F_0 = 16.268^{**}$
Parallel lines	0.50455	351	0.00144
Positional differences	1.52342	1	1.52342
Single line	2.02797	352	$F_0 = 1057.931^{**}$

\*\* Highly significant (1% level)

Table 5. Test of significance of "slope and positional differences" between the spawning cluster and non-spawning one in the male.

Residue form	Sum of squares (s.s.)	Degree of freedom (d.f.)	s.s./d.f.
Separate lines	0.19470	206	0.00095
Slope difference	0.00913	1	0.00913
Parallel lines	0.20383	207	F <sub>o</sub> = 9.611**
Parallel lines	0.20383	207	0.00098
Positional differences	0.03205	1	0.03205
Single line	0.23588	208	F <sub>o</sub> = 32.704**

\*\* Highly significant (1% level)

Table 6. Test of significance of "slope and positional differences" between the spawning cluster and non-spawning one in the female.

Residue form	Sum of squares (s.s.)	Degree of freedom (d.f.)	s.s./d.f.
Separate lines	0.41475	241	0.00172
Slope difference	0.00880	1	0.00880
Parallel lines	0.42355	242	F <sub>o</sub> = 5.116*
Parallel lines	0.42355	242	0.00175
Positional differences	0.36110	1	0.36110
Single line	0.78465	243	F <sub>o</sub> = 206.343**

\* Significant (5% level); \*\* Highly significant (1% level)

上述の結果から、成魚の体長-体重関係は雌雄で異なり、また産卵期とそれ以外の時期とで異なることがわかった。したがってそれぞれを使い分ける必要があるが、それらの関係は(4)~(7)式で示された通りである。

未成魚については先に述べた通り、雌雄間に差のないことが明らかになったので、(2)、(3)式を求めるについて使用したデータを合せて未成魚の体長-体重の関係式を求めると次式が得られる。

$$W = 2.196 \times 10^{-6} L^{3.4649} \dots\dots(9)$$

ちなみに瀬戸内海のウマヅラハギについて、(4)~(7)式および(9)式によって、ある体長に対する体重を計算すると Table 7 の値になる。この表でわかるようにウマヅラハギの成魚では産卵期の体重がそれ以外の時期の体重に比べてかなり大きく、雌においてそのような傾向がより著しい。さらにこの表の値と日本

Table 7. The calculated body weight (in g) of the fill-fish by Allometry method (equations 4~7 and 9) for each standard length.

Standard length Sex	Immature		Adult					
	100mm	150mm	Non-spawning cluster			Spawning cluster		
			200mm	250mm	300mm	200mm	250mm	300mm
Male	} 18.7	} 76.1	178.9	320.7	516.8	183.4	346.5	582.8
Female			194.0	367.4	619.3	234.3	470.6	831.8

海のウマヅラハギについて求められた体長-体重の関係式<sup>5)</sup>から得られる値とを比較すると、未成魚については殆んど差がない。しかし成魚では瀬戸内海の産卵期以外の時期のウマヅラハギの体重は日本海のものより小さく、産卵期のウマヅラハギの体重は瀬戸内海のものの方がより大きい結果となる。この点に関しては、日本海のウマヅラハギの体長-体重の関係式は、これを求めるについて使用された標本が周年にわたって採集されたものであって、これらのデータを産卵期とそれ以外の時期とに分けないで扱って得た式であることに起因しているように考えられる。

## 要 約

瀬戸内海で漁獲されたウマヅラハギの体長-体重の関係式を求めるについて、標本を未成魚と成魚に分け、成魚は雌雄別に、また産卵期とそれ以外の時期とに分けて、それぞれを Allometry の方法によって表わした。これらの関係式は成魚と未成魚で異なり、さらに前者は雌雄間でも異なると同時に産卵期とそれ以外の時期とでも異なることを統計的方法により検討して示した。すなわちウマヅラハギの体長-体重関係は未成魚(体長18 cm未満)と成魚(体長18 cm以上)に分けて扱うこと、さらに成魚は雌雄別にそして産卵期のものと産卵期以外のものとに分けて扱うことが必要である。そしてそれぞれの群について求めた体長(L)と体重(W)との関係式は次の通りである。

未成魚	;	$W = 2.196 \times 10^{-6} L^{3.4649}$
産卵期の成魚の雄	;	$W = 5.024 \times 10^{-5} L^{2.8519}$
産卵期の成魚の雌	;	$W = 1.517 \times 10^{-5} L^{3.1242}$
産卵期以外の成魚の雄	;	$W = 1.703 \times 10^{-4} L^{2.6168}$
産卵期以外の成魚の雌	;	$W = 5.005 \times 10^{-5} L^{2.8632}$

## 引 用 文 献

- 1) 落合 明: 日水誌, **18**(4), 139 - 146 (1952) .
- 2) 伊藤 隆: 日水誌, **19**(8), 905 - 911 (1953) .
- 3) 児玉康雄: 淡水研報, **13**(2), 105 - 111 (1963) .
- 4) 木幡 孜・岡部 勝: 神奈川水試相模支所報(昭和45年度年報), 24 - 41 (1971) .
- 5) 池原宏二: 日水研報告(27), 41 - 50 (1976) .
- 6) EBINA K. *J. Imp. Fish. Inst.*, **27**, (1,2), 15 - 18 (1932) .
- 7) 角田俊平: 広大水畜紀要, **17**, 165 - 173 (1978) .
- 8) 北島 力 川西正衛・竹内卓三: 水産増殖, **12**(1), 45 - 54 (1964) .
- 9) 村上 豊・遠部 卓: 広大水畜紀要, **7**(1), 63 - 75 (1967) .
- 10) 伊藤 隆: 相対成長の推測統計学的考察, 科学教育研究会, 1 - 45 (プリント) (1951) .
- 11) MARTIN, W.R.: *University of Tronto Studies*, **58**, 1 - 78 (1949) .

## SUMMARY

The present paper aims at clarifying the length-weight relationship of file-fish, *Navodon modestus* GÜNTER. The samples are of immature and adult fishes collected from the catches of a small set net and a gill net, from October in 1964 to May in 1965 in the Seto Inland Sea. The adult fishes consist of the spawning cluster sampled in May and the non-spawning one sampled in the months from October to January.

The samples was divided into six groups: immature male fishes, female ones, males of spawning cluster, females of spawning cluster, males of non-spawning cluster and female of non-spawning cluster. The length-weight relationship of each group was expressed by the Allometric method. The results of statistical analysis of Allometry formula  $W = \alpha L^\beta$ , or  $w = k + \beta l$  by Iro<sup>10</sup>) were applied to the length-weight relationship in each group of the file-fish. A test of significance of "slope and positional differences" of length-weight lines was used for comparison of two groups. As results, the following equations expressed by the Allometric method were obtained for each group:

Immature file-fish;  $w = 2.196 \times 10^{-6} L^{3.4649}$

Male of adult sampled in the spawning season;

$$W = 5.024 \times 10^{-5} L^{2.8519}$$

Female of adult sampled in the spawning season;

$$W = 1.517 \times 10^{-5} L^{3.1242}$$

Male of adult sampled in the season except the spawning season;

$$W = 1.703 \times 10^{-4} L^{2.6168}$$

Female of adult sampled in the season except the spawning season;

$$W = 5.005 \times 10^{-5} L^{2.8632}$$

(Received April 28, 1979)