短

報

瀬戸内海西部における市場での
ハモの魚体測定方法亘 真吾,^{1*} 村田 実,² 馬場俊典,²
樋下雄一,³ 三代和樹,⁴
尾田成幸,⁵ 石谷 誠⁶

(2013年7月2日受付, 2013年9月8日受理)

¹水産総合研究センター瀬戸内海区水産研究所,²山口県水産研究センター,³大分県農林水産研究指導センター水産研究部,⁴大分県東部振興局,⁵福岡県水産海洋技術センター,⁶福岡県農林水産部A method of measuring the body size of daggertooth
pike-conger *Muraenesox cinereus* at fish markets
in the western Seto Inland Sea, JapanSHINGO WATARI,^{1*} MINORU MURATA,²TOSHINORI BABA,² YUICHI HINOSHITA,³KAZUKI MISHIRO,⁴ SHIGEYUKI ODA⁵AND MAKOTO ISHITANI⁶

¹National Research Institute of Fisheries and Environment of Inland Sea, Fisheries Research Agency, Hatsukaichi, Hiroshima 739-0452, ²Yamaguchi Prefectural Fisheries Research Center, Aiofutajima, Yamaguchi 754-0893, ³Fisheries Research Division, Oita Prefectural Agriculture, Forestry and Fisheries Research Center, Usa, Oita 879-0608, ⁴Oita Prefecture Eastern Region Bureau, Kunisaki, Oita 873-0504, ⁵Fukuoka Fisheries and Marine Technology Research Center, Buzen, Fukuoka 828-0022, ⁶Department of Agriculture, Forestry and Fisheries, Fukuoka Prefectural Government, Hakata, Fukuoka 812-8577, Japan

キーワード：市場調査, 魚体測定, 瀬戸内海, 全長, 体重, ハモ

瀬戸内海西部の山口県, 福岡県, 大分県, 愛媛県に囲まれる安芸灘, 伊予灘, 周防灘では, 多くの魚種で漁獲量が減少傾向にあるなか, ハモ *Muraenesox cinereus* の年間漁獲量は, 1970年代の平均45トンから, 2000年以降は平均800トン以上へと大幅に増加している。^{1,2)} ハモは関西圏において高級食材として取扱われており,³⁾ 山口県では山口県漁協などが中心になり, 関西圏へ共同出荷の取り組みがなされている。高水準の漁獲が今後も継続するか否かは, 漁業者や加工業者の重要な関心事であり, 資源調査体制の構築と資源管理の推進が望

まれている。市場における漁獲物の体長や体重の計測は, 資源の持続的利用を図る上で基礎的情報として, 多くの魚種で定期的に行われている。⁴⁾ しかし, ハモは, 活魚で出荷される場合, 小型のバケツやコンテナに湾曲して収められているため, 定規を用い簡単に全長を計測することが出来ない。仮に全長の計測を試みても, 臙猛なハモに測定中に噛みつかれる危険があり, 魚体測定は困難を極める。また, 活締めの場合は, 漁業者が出荷前に後頭部を切断するため, 全長を正確に測定することが出来ない (Fig. 1a, b)。このため, 高水準の漁獲が続くハモであるが, これまで, 市場調査で全長組成を把握するためのサイズ計測が十分に実施されてこなかった。そこで, 活魚, 活締めそれぞれで, 安全かつ正確に測定可能な部位を検討するとともに, 全長, 体重への換

Fig. 1 Handling of daggertooth pike-conger at fish markets of the western Seto Inland Sea area. (a) Live fish, (b) spiking, (c) putting many individuals in one box.

Fig. 2 Measurement points of total length, predorsal length and length of lower jaw. The dotted-line triangle shows the cutting part for spiking.

Table 1 Parameter estimates, coefficient of determination (R^2) and Akaike's information criterion (AIC) values of the allometric equation between total length (TL , mm) and body length (BL , mm), and between body weight (W , g) and body length

BL	Sex	$(TL = \alpha BL^\beta)$	β	R^2	AIC
Predorsal length	Unsexed	16.34 (0.34)	0.82 (0.004)	0.94	22,085
	Male	18.96 (0.91)	0.78 (0.011)	0.88	22,007
	Female	17.73 (0.47)	0.80 (0.006)	0.93	
Length of lower jaw	Unsexed	36.79 (0.73)	0.76 (0.005)	0.91	22,881
	Male	45.71 (2.01)	0.70 (0.012)	0.84	22,803
	Female	38.41 (0.98)	0.75 (0.006)	0.91	
BL	Sex	$(W = a BL^b)$	b	R^2	AIC
Predorsal length	Unsexed	0.0023 (0.000198)	2.65 (0.018)	0.92	27,390
	Male	0.0042 (0.000984)	2.52 (0.051)	0.86	27,362
	Female	0.0026 (0.000266)	2.63 (0.021)	0.92	
Length of lower jaw	Unsexed	0.030 (0.00262)	2.49 (0.021)	0.89	28,267
	Male	0.044 (0.01067)	2.38 (0.062)	0.82	28,246
	Female	0.036 (0.00366)	2.45 (0.025)	0.88	
TL	Sex	$(W = a TL^b)$			
Total length	Unsexed	$3.36 \times 10^{-7} (3.43 \times 10^{-8})$	3.21 (0.015)	0.96	25,941
	Male	$7.70 \times 10^{-7} (2.22 \times 10^{-7})$	3.08 (0.044)	0.93	25,935
	Female	$2.96 \times 10^{-7} (3.60 \times 10^{-8})$	3.23 (0.018)	0.96	

Values in parentheses show the standard error of the parameters.

算式を推定し、ハモの測定方法を確立する必要がある。

活魚の場合、基本的に背面を上にして遊泳しているため、吻端から背鰭起部は容易に認識できるうえ、遊泳による湾曲も少なく直線で計測可能な部位である。また、首を切断された活締めの場合、下顎は切断箇所の影響がなく、認識が容易で長さを計測できる部位と考えられる (Fig. 2)。これらの部位から全長 TL (mm) や体重 W (g) を推定することの妥当性を検証するため、2010 年 11 月～2012 年 9 月に、瀬戸内海西部で小型底曳網漁船で捕獲したハモの雄 827 尾 (TL : 307～828 mm)、雌 1,443 尾 (TL : 270～1,253 mm) をもちい、各個体の TL を定規で 1 mm 単位、背鰭前長 (吻端から背鰭起部までの長さ)⁵⁾、下顎長 (下顎の先端からその最後端までの長さ)⁶⁾ を電子ノギスで 0.01 mm 単位、 W を電子天秤を用い 1 g 単位で計測した。生殖腺を摘出し、実体顕微鏡ま

たは目視で雌雄を判定した。計測部位 (背鰭前長または下顎長) BL から TL , W への換算式として、アロメトリー式 $TL = \alpha BL^\beta$, $W = a BL^b$ を使用した。また、 TL から W の関係式 $W = a TL^b$ も併せて推定した。

BL と TL , BL と W , TL と W の関係のアロメトリー式のパラメータの点推定値と標準誤差を Table 1 に示す。 BL と TL の間の決定係数はいずれも 0.84 以上で、モデル式はデータをよく説明した。また、全長、背鰭前長、下顎長のいずれの部位も、 W との間に正の相関がみられた。雌雄込みと雌雄別の関係式の赤池情報量規準 (AIC) の値を比較したところ、いずれの部位と TL , W の関係式においても雌雄別に推定した換算式の方が、当てはまりが良いと判断された。なお、予備的に直線関係の回帰式も推定し AIC を比較したが、アロメトリー式のあてはまりが良かった。

背鰭前長, 下顎長から TL を推定するアロメトリー式はいずれも, 係数 β が 1 未満で上に凸の曲線となる。これは背鰭前長と TL , 下顎長と TL が正比例の関係にないことを示す。換算式はいずれの部位も, 雌雄別に推定した方が当てはまりがよかった。産卵期の抱卵個体など外見から雌と判断できるケースもあるが, 通常の調査では, 雌雄込みの換算式を使用することになる。雌雄別の換算式で得られる全長に対する, 雌雄込みの換算式で得られる全長の比率は, 漁獲対象サイズである全長 600 mm 以上では, 背鰭前長からの換算で $-2\% \sim +1\%$, 下顎長からの換算で $-3\% \sim +1\%$ であった。同様に体重では, 背鰭前長からの換算で $-6\% \sim +2\%$, 下顎長からの換算で $-6\% \sim +3\%$ であった。このうち, 雌では $\pm 2\%$ の範囲で収まり, 雄の大型個体になるにつれ誤差が拡大した。これは雄より雌の方が大きく成長するため, 雌の大型個体の影響を受けるためと考えられる。雄については精度が落ちるが, その誤差の程度は少なく, かつ, 外見での雌雄の判定は困難なことから, 便宜に雌雄込みの換算式を使用するのが妥当と考えられる。

市場で水揚げ物の全長や体長を直接計測する以外の方法として, 写真画像解析による測定^{7,8)}が考案されている。今井ら⁷⁾が紹介しているムシガレイの例では, 吻端から尾鰭後端までの 2 点間の直線距離を画像解析ソフトウェアで計測し, 全長を推定しているが, 魚体が湾曲している場合には, 体軸上を通る 2~5 本に分割した測定線を合計し全長を推定している。活締めハモの場合, Fig. 1a に示すように, ほとんどの個体で湾曲して容器に収められており, 写真画像から全長を推定するには, 5 本または, それ以上の測定線を足しあわせ, 全長に換算する必要がある。1 つの箱に納められているハモが少ない場合には, 写真画像から下顎長や背鰭前長を計測することで TL や W の推定が可能である。しかし, 盛漁期には, 1 つの箱に一部活魚のハモが大量に納められ, 頭部が他のハモの下に隠れる場合もあり, 写真撮影では十分に計測部位を把握できない (Fig. 1c)。ハモの細長い体形や, 瀬戸内海西部での取扱形態を考慮すると, 下顎長や背鰭前長を直接計測し, TL や W に換算するのが, 簡便かつ確実に情報を得られる方法と考えられる。

実際の市場での活魚の測定においては, 単に定規を頭部に当てるのではなく, 直角定規など L 字型の計測器具を用いることで, ハモの噛みつきによる負傷の危険性を減少させることが可能である。市場によっては, 活魚

のハモが小型のバケツやコンテナではなく, 大型水槽に収容され遊泳しており, 背鰭前長などを直接計測することが困難な場合がある。このような場合でも, 水揚げまでの取扱いの過程で死亡する個体が一部存在する。サイズ別死亡率について別途検証する必要があるが, 死亡する個体の全長組成を利用し, 大型水槽内におけるハモの全長組成を推定することは可能と考えられる。また, 下顎長の測定は, 市場調査のみならず, サワラ調査で行われているように,⁹⁾ 通常廃棄物として捨てられる頭部を, 水産物加工場から調達することで, 大量かつ容易に水揚げ物の全長組成を把握することが可能と考えられる。本研究で得られた換算式と, 漁業現場の実態を考慮した工夫を加味することで, 従来困難であったハモのサイズ組成の情報が得られる。また, 他海域のハモについても本研究で示した体サイズの計測方法が, ハモの資源調査の推進に役立つものと考えられる。

謝 辞

ハモのサンプル収集にご協力頂いた, 大分県漁業協同組合の岡部藤岡氏, 渡辺英敏氏, 寺本 操氏に深謝いたします。本論文の作成にあたり有益な助言を頂いた, 日本海区水産研究所の銭谷 弘博士に深く感謝いたします。本研究の一部は, 「水産庁我が国周辺水域資源評価等推進委託事業」により実施しました。

文 献

- 1) 瀬戸内海漁業灘別漁獲統計累年表 (昭和 27~59 年). 日本水産資源保護協会, 東京. 1986.
- 2) 平成 12~17 年瀬戸内海区及び太平洋南区における漁業動向. 中国四国農政局統計部, 岡山. 2002~2007.
- 3) 多紀保彦, 武田正倫, 近江 卓. 「食材魚介大百科 第一巻 エビ・カニ類+魚類」平凡社, 東京. 1999.
- 4) 平成 23 年度我が国周辺水域の漁業資源評価. 水産庁, 水産総合研究センター, 東京. 2012.
- 5) 山田梅芳, 時村宗春, 堀川博史, 中坊徹次. 「東シナ海・黄海の魚類誌」東海大学出版会, 秦野. 2007.
- 6) 高井 徹. 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. 水産講習所研究報告 1959; 8: 209-555.
- 7) 今井千文, 宮崎義信, 時村宗春, 山本圭介. 写真画像解析による体長測定法の開発: ムシガレイ漁獲物の銘柄別全長組成推定への応用. 水産海洋研究 2005; 69: 18-26.
- 8) 内山 勇. 写真画像によるベニズワイガニ漁獲物のサイズ測定方法. 富山県農林水産総合技術センター水産研究所研究報告 2009; 1: 1-6.
- 9) 千葉真佐光, 加藤利弘, 河野芳巳, 関 信一郎. 愛媛県伊予灘におけるサワラの漁況予測の可能性. 水産海洋研究 2010; 74: 81-87.