東シナ海におけるケンサキイカの外套長体重関係の変動性

山 田 陽 巳

(1997年2月20日受付)

Variability in Mantle Length-Body Weight Relationships
of the Swordtip Squid in the East China Sea*1

Harumi Yamada*2

Mantle length-body weight relationships of the swordtip squid *Photololigo edulis* in the East China Sea were studied using samples from 1986 to 1995 bottom trawl surveys. Allometry formulae of the body weight (BW in gram) against the mantle length (ML in mm) of this squid were estimated by using linear analysis as follows, which showed clear differences between both sexes and sizes by AIC values; in males less than 13 cm ML, $BW=2.7730 \cdot 10^{-4} \cdot ML^{2.5961}$, 13 cm and larger, $BW=4.1228 \cdot 10^{-3} \cdot ML^{2.0429}$; in females less than 13 cm ML, $BW=2.0434 \cdot 10^{-4} \cdot ML^{2.6705}$, 13 cm and larger, $BW=1.2271 \cdot 10^{-3} \cdot ML^{2.3002}$. This squid tended to have a more slender body shape in males, and in larger squids regardless of sex. It is suggested that the difference of development of reproductive organs causes the difference of body shape in sex. Mantle length-body weight relationships of this squid by season were also estimated by dividing each sex into two size groups.

キーワード: ケンサキイカ, 相対成長, 外套長, 体重, 体型, 東シナ海, AIC

日本近海のケンサキイカ *Photololigo edulis* は青森県以南の太平洋岸, 日本海岸そして東シナ海にかけて広く分布する。¹⁾ そのうち, 山陰から九州北西岸にかけては, 2万トン前後がいかつり漁業などの沿岸漁業により, 1万トン前後が沖合底びき網漁業により利用されてきた重要水産資源の一つで, 古くから資源生物学的な研究が行なわれ, 組織的な調査研究も進められてきた。²⁻⁴⁾ 一方, 東シナ海では1970年代半ばより以西底びき網漁業により急速に漁獲量が増加し1987年に年間1.5万トンに達し, その後も年間5千トン以上が漁獲されている。最近では中型いかつり漁船や外国漁船によっても利用されるようになってきた重要資源だが, 当海域での生物学的知見は極めて少ない。

本種の外套長体重関係については, 田代ら⁵⁾が東シナ海で, 山田ら⁶⁾が山陰沿岸で調査している。しかし, これらはいずれも, いかつり漁具により採集された外套長約10 cm以上の標本を対象として推定されている。また, 採集時期も主に春から秋であるため, 単年生である本種の外套長に対する体重の相対成長を示すものとしては不十分である。

そこで本研究では, 東シナ海における本種の外套長に

対する体重の相対成長式を1986年から1995年に行なわれた底びき漁具により各季節にわたって採集された外套長約5 cm以上の標本を用いて, 推定することを主な目的とした。そして, 推定された相対成長式が性および外套長群で差があるかどうかを検討し, その変動要因を主に生殖器官の発達との観点から考察した。さらに既往の知見と比較するため, 得られた相対成長式を考慮して季節別の外套長体重関係を記載した。

材料および方法

標本の採集と測定 本研究に用いたケンサキイカは, 1986年から1995年にかけて熊本丸(熊本県立水産高校所属, 380トン)および海邦丸(沖縄県教育庁所属, 466トン)を用船した底びき網調査によるものである(Table 1)。用いた底びき網はいずれも同型で, 曳網中の袖先間隔は20 m, 網高さは5 mほどで, コッドエンドの内径目合は約15 mmである。調査海域は日韓共同規制水域, 以西底びき網漁業の操業禁止区域および各時期の休漁区を除いた北緯26°30'以北, 東経128°以西, 水深200 m以浅の東シナ海, 黄海であるが, 本種のほとんどは東シナ海で漁獲されている。

*1 西海区水産研究所業績545号 (Contribution from Seikai National Fisheries Research Institute, No. 545).

*2 西海区水産研究所 (Seikai National Fisheries Research Institute, Kokubu, Nagasaki 850, Japan).

標本は、本種が漁獲されたほとんどの地点においてその漁獲物中から、1986年から1991年は無作為に、1993年および1995年は漁獲物の外套長範囲から広く標本が得られるよう作法的に抽出採集した。抽出後、標本は船上で直ちに冷凍し、研究室に持ち帰り解凍後すぐに、外套長は外套背長をmm単位で、体重は湿重量をg単位で測定した。1993年と1995年に採集された標本については、さらに生殖器官として、雌では卵巣、輸卵管、輸卵管腺、濾卵腺および副濾卵腺のそれぞれを、雄では精巣、精莖囊の各器官と輸精管、貯精囊、貯精囊付属腺、陰茎を合わせた器官をそれぞれ摘出し、それらの湿重量を0.1g単位で測定した。性は交接腕あるいは生殖器官を肉眼で観察することにより識別したが、ここでは雌雄が明らかな個体のみを用いた。

資料の概要とその取り扱い 各調査で得られた標本の雄と雌はほぼ同数で、合計で雄7612個体、雌7913個体に基づく資料を本研究に供した。本研究に用いた標本を、その採集月に基いて、4~6月のものを春、7~9月を夏、10~12月を秋、そして1,2月を冬とし、季節別の標本数の分布状況を標本の抽出方法とともに

Table 2に示す。3月には調査をしていない。どの年もある一時期の調査であるため、季節間で外套長体重関係の差を検討するには年の効果を分離できないため不可能である。1993年と1995年はそれぞれ1989年、1991年と同じ季節に調査を行なったが、標本の抽出方法や標本数が大きく異なっているため、これらの資料を用いて、外套長体重関係における年による差を検討することは困難であると判断された。そこで、ここでは各調査の資料をまとめて、1986年から1995年までを平均した東シナ海における本種の外套長体重関係として論議を進めた。

本種は単年生であるため、このように季節も込みにした外套長体重関係は本種の相対成長を表すことになる。用いた標本は、いずれの季節とも性にかかわらず5cm前後以上のものであったことから、当海域では周年にわたった発生群が存在していることが推察された。しかし、ここではこれら発生群を分離する手だてがないので、本研究で検討した相対成長はこの調査で採集された全ての発生群を込みにしたものとなる。

資料の解析 外套長に対する体重の相対成長を表す式

Table 1. Sampling data for the swordtip squid used in this study

Sampling Period	Vessel Name	No. of Specimens	
		Male	Female
22 Oct.-14 Dec. 1986	R/V Kumamoto-Maru	1989	1979
28 May -20 Jul. 1987	R/V Kumamoto-Maru	1819	1826
16 Apr.-8 Jun. 1988	R/V Kumamoto-Maru	884	958
18 Aug.-12 Oct. 1989	R/V Kaiho-Maru	1980	2218
15 Jan.-4 Feb. 1991	R/V Kaiho-Maru	467	467
10 Sep.-1 Oct. 1993	R/V Kaiho-Maru	328	295
21 Jan.-16 Feb. 1995	R/V Kaiho-Maru	145	170
Total		7612	7913

Table 2. Frequency of number of specimens by season in each year surveyed with sampling method from catches

Year surveyed	Spring (Apr.-June)	Summer (July-Sep.)	Autumn (Oct.-Dec.)	Winter (Jan.-Feb.)	Sampling method
1986			3968		Random
1987	1154	2491			Random
1988	1842				Random
1989		3986	212		Random
1991				934	Random
1993		572	51		Selective
1995				315	Selective
Total	2996	7049	4231	1249	

として、以下の相対成長式

$$BW = a \cdot ML^b$$

を用いた。ここで BW は体重 (g), ML は外套長 (mm) を示す。パラメータ a, b は、用いた資料の外套長と体重を対数軸で図示したところ、体重の誤差分散は外套長によらず、ほぼ同様の正規分布を持つと見なせたので、線形最小二乗法により推定した。

相対成長式における性別および外套長群による差を検討するために、それぞれの有無を組み合わせた四つのモデルを作成した。その選択に当たっては、いくつかの関係式で等分散性が確保できず共分散分析を適用できなかったため、AIC 値を用いた。一般に、より低い AIC 値を与えるモデルが最適であることが知られている。

各モデルの AIC 値は以下の式で表される。

$$AIC = \sum_i N_i \cdot \ln(2\pi \cdot SS_i / N_i) + \sum_i N_i + 2 \sum_i NP_i$$

ここで、

N : 標本数

SS : 残差平方和

NP : パラメータ数

i : 雌雄あるいは外套長群のカテゴリーを示す添字

また、これまで本種の外套長と体重の関係を表す式として、先に示した相対成長式がよく用いられてきた。^{5,6)} そこで、これらの知見と比較するため、ここでもこの式により季節毎に雌雄別の外套長体重関係を推定した。この推定された関係式は採集された季節毎の標本に対するもので、発生群の相対成長を表すものではないが、この関係式は採集された標本の外套長からの体重の変換式として実用性を持つと考えられる。

結 果

相対成長 Fig. 1 に今回用いた資料の外套長と体重の関係を対数軸で雌雄別に示す。雌雄ともそれらは直線関係になく、外套長 10~20 cm 付近を境として、外套長群により異なる 2 つの相対成長式を持たせたほうが適当であることが示唆された。そこで、雌雄それぞれについて 10~20 cm の範囲で 1 cm ごとに外套長群の境を変化させ、それにより分けられた小型群、大型群別に相対成長式を推定し、それぞれの残差平方和の和が最小になるようにして最適な外套長群の境を選択した。その結果、雌雄とも、その境を 13 cm とした場合に最もその残差平方和が小さくなり、これにより小型群と大型群を分け、それぞれに相対成長式を与えることが最適であると判断された。

次にこの 13 cm を境にした外套長群の差の有無を検討した。この際、併せて雌雄差の有無も同時に検討するため、それぞれの有無を組み合わせた四つのモデルを作

Fig. 1. Relationships between mantle length and body weight of the swordtip squid by sex in the East China Sea.

成し、AIC 値により最適なモデルを選択した (Table 3)。その結果、性別および外套長群別に相対成長式を設定した以下のモデルが最適であると判断された。すなわち、性別や外套長群で本種の外套長に対する体重の相対成長には差があり、本研究に用いた標本には雌雄別により外套長群を分けて相対成長式を与えることが適当であると判断された。

雄; $ML < 130$; $BW = 2.7730 \cdot 10^{-4} \cdot ML^{2.5961}$

($N=5129$, $r=0.963$)

$ML \geq 130$; $BW = 4.1228 \cdot 10^{-3} \cdot ML^{2.0429}$

($N=2483$, $r=0.950$)

雌; $ML < 130$; $BW = 2.0434 \cdot 10^{-4} \cdot ML^{2.6705}$

($N=5506$, $r=0.966$)

$ML \geq 130$; $BW = 1.2271 \cdot 10^{-3} \cdot ML^{2.3002}$

($N=2407$, $r=0.956$)

ここで、 N は標本数、 r は外套長、体重ともに対数変換した時の相関係数を示す。Fig. 2 に今回用いた資料の外套長と体重の関係を、選択された相対成長式のモデルとともに雌雄別に示す。これより、本研究に用いた標本では、外套長 6 cm を越えると雌は雄よりも同一外套長における体重が重く、雌雄とも大型群は小型群よりも体重の増加割合の小さい傾向が認められた。雌雄差は大型群において顕著で、雌は雄より 20 cm で 34g, 16%, 30

Table 3. AIC values for the mantle length-body weight relationship models in sex and size categories

Model*	Number of specimens	Sum of square	AIC
Sex-and size-separated			111438.6
Male; $ML < 130$; $BW = 2.7730 \cdot 10^{-4} \cdot ML^{2.5961}$	5129	148077	
$ML \geq 130$; $BW = 4.1228 \cdot 10^{-3} \cdot ML^{2.0429}$	2483	1678205	
Female; $ML < 130$; $BW = 2.0434 \cdot 10^{-4} \cdot ML^{2.6705}$	5506	174939	
$ML \geq 130$; $BW = 1.2271 \cdot 10^{-3} \cdot ML^{2.3002}$	2407	1167911	
Sex-separated, size-combined			134535.7
Male; $BW = 7.1920 \cdot 10^{-4} \cdot ML^{2.3855}$	7612	4047984	
Female; $BW = 3.7018 \cdot 10^{-4} \cdot ML^{2.5383}$	7913	1743304	
Sex-combined, size-separated			113583.9
$ML < 130$; $BW = 2.3567 \cdot 10^{-4} \cdot ML^{2.6356}$	10635	334536	
$ML \geq 130$; $BW = 2.8635 \cdot 10^{-3} \cdot ML^{2.1237}$	4890	4034148	
Sex- and size-combined			141444.1
$BW = 5.2830 \cdot 10^{-4} \cdot ML^{2.4568}$	15525	8224860	

* ML and BW represent mantle length in mm and body weight in gram, respectively.

Fig. 2. Mantle length-body weight relationships of the swordtip squid by sex in the East China Sea.

Curves show the estimated allometry curves of the body weight against the mantle length.

cmで140 g, 29%ほど重くなる。また、雄では外套長に対する体重の変動が大きく、その相関係数は小型群、大型群とも雌に比べてやや低かった。

Fig. 3. Relationship between mantle length and weight of reproductive organs of the swordtip squid by sex in summer of 1993 and winter of 1995 in the East China Sea.

Reproductive organs in this study are ovary, oviduct, oviduct gland, nidamental glands and accessory nidamental glands in female, and testis, spermiduct, seminal vesicle, accessory gland, spermatophoral sac and penis in male. Solid and open circles show males and females, respectively.

外套長と生殖器官重量の関係 Fig. 3に1993年夏秋と1995年冬に採集された本種の外套長と生殖器官重量の関係を雌雄別に示す。雌雄ともこの関係に時期による相違が認められなかったため、採集時期を区別せずに図示した。雄は成長に伴い、生殖器官重量が徐々に増し、30 cmで10 g程度に発達する。一方、雌の成長に伴う生殖器官重量の増加は急で、外套長10 cmを越えると10 gを越えるような個体が見られ出し、25 cmで70 g

を越す個体が見られた。雌では、外套長に対する生殖器官重量の変動が雄に比べかなり大きい、平均的には20 cmで20 g, 25 cmで40 g程度に発達するといえる。

季節別外套長体重関係 Fig. 4に本研究に用いた標本を採集月に基づき季節毎に分けた本種のコイル長と体重の関係を示す。季節別外套長体重関係は、ここでも対数変換した外套長と体重の間には直線関係が認められなかった。そこで、相対成長式を求めた時と同じように雌雄別に残差平方和が最小になるように2つの外套長群に分けて推定した。Table 4に推定された外套長体重関係式を示し、Fig. 4にこれらの関係式を図示した。これにより、外套長7 cm以上では季節によらず、雌の方が同一外套長の雄に比べ体重の重いことが認められた。また、雌は季節にかかわらず、外套長13 cmを境にして最適な関係式が得られたが、雄では季節毎に推定された関係式のコイル長群の境が春は10 cm, 夏は14 cm, そして秋と冬は13 cmと異なった。

考 察

本研究では、本種の相対成長式あるいは季節別外套長体重関係式を2つの外套長群に分けて与えた。その際、

境となる外套長でどちらの関係式を用いても同じ体重が得られるような配慮はしていない。しかし、今回得られた相対成長式では、その差は雄で0.6 g, 雌で0.9 gとそれほど大きくなく、問題は少ないと思われる。

Natsukari and Tashiro⁷⁾は沿岸に分布している本種のコイル長と体重を対数変換してもそれらの関係は本研究と同様に直線関係になく、外套長により徐々に体重の相対成長が変化する二重指数曲線で表される関係であろうと推測している。これに対する検討は、発生群別に厳密に検討できるような標本条件や測定条件を満たすことにより意義を持つと考えられたので、ここではこのモデルを考慮しなかった。本研究ではAIC値を用いて性や、外套長13 cmを境とする大小2群でその相対成長が異なっていることを示したが、以下に考察するように、これらの違いが生殖器官の発達状況など生物学的な要因によるものであることが示唆されたので、本研究で検討した相対成長におけるモデルの設定に問題はなかったと考えられる。

本研究の結果、本種の相対成長は雌雄とも外套長13 cmを境に異なっていることが明らかにされた。沿岸に分布する本種で推定されているロジスティック成長曲

Fig. 4. Mantle length-body weight relationships of the swordtip squid by sex in each season of the East China Sea.

Solid and open circles show males and females, solid and broken curves show the estimated relationship curves for males and females, respectively. The relationship equations are shown in Table 4.

Table 4. Equations of the mantle length-body weight relationships of the swordtip squid by sex and season in the East China Sea

Sex	Season	Equation* ¹	Number of specimens	Correlation coefficient* ²
MALE				
	Spring	$ML < 100; BW = 2.4445 \cdot 10^{-4} \cdot ML^{2.6120}$	849	$r = 0.9528$
		$ML \geq 100; BW = 1.0604 \cdot 10^{-3} \cdot ML^{2.2947}$	592	$r = 0.9824$
	Summer	$ML < 140; BW = 4.1268 \cdot 10^{-4} \cdot ML^{2.5053}$	2313	$r = 0.9702$
		$ML \geq 140; BW = 8.0865 \cdot 10^{-3} \cdot ML^{1.9045}$	1130	$r = 0.9617$
	Autumn	$ML < 130; BW = 2.3245 \cdot 10^{-4} \cdot ML^{2.6496}$	1480	$r = 0.9690$
		$ML \geq 130; BW = 2.6227 \cdot 10^{-3} \cdot ML^{2.1504}$	634	$r = 0.9657$
	Winter	$ML < 130; BW = 1.7662 \cdot 10^{-4} \cdot ML^{2.7007}$	355	$r = 0.9789$
		$ML \geq 130; BW = 1.9690 \cdot 10^{-3} \cdot ML^{2.2045}$	257	$r = 0.9667$
FEMALE				
	Spring	$ML < 130; BW = 2.2115 \cdot 10^{-4} \cdot ML^{2.6361}$	1319	$r = 0.9820$
		$ML \geq 130; BW = 1.6685 \cdot 10^{-3} \cdot ML^{2.2245}$	236	$r = 0.9771$
	Summer	$ML < 130; BW = 2.6084 \cdot 10^{-4} \cdot ML^{2.6152}$	2329	$r = 0.9712$
		$ML \geq 130; BW = 1.8521 \cdot 10^{-3} \cdot ML^{2.2111}$	1275	$r = 0.9498$
	Autumn	$ML < 130; BW = 2.2273 \cdot 10^{-4} \cdot ML^{2.6674}$	1542	$r = 0.9662$
		$ML \geq 130; BW = 1.4696 \cdot 10^{-3} \cdot ML^{2.2813}$	575	$r = 0.9723$
	Winter	$ML < 130; BW = 1.3405 \cdot 10^{-4} \cdot ML^{2.7684}$	316	$r = 0.9742$
		$ML \geq 130; BW = 1.4595 \cdot 10^{-3} \cdot ML^{2.2793}$	321	$r = 0.9773$

*1 *ML* and *BW* represent mantle length in mm and body weight in gram, respectively.

*2 Correlation coefficient shows in logarithm *BW* against logarithm *ML*.

線⁹⁾によれば、雌雄とも、外套長 10~15 cm にその変曲点が見られる。また、島根県沿岸に分布する本種の食性は、外套長 5~10 cm でそれまでの甲殻類主体から魚類主体に変化することが観察されている。⁹⁾ 本研究において相対成長が変化した外套長 13 cm はこれらの外套長とはほぼ一致し、食性の変化に伴い、雌雄ともこのころを境に外套長、体重の成長過程が変化しているものと考えられる。

外套長 13 cm 以上になると、同一外套長における体重の雌雄差は成長とともに大きくなり、雌が雄より顕著に重くなることが明らかになった。本種の生殖器官は雌雄とも成長とともにその重量を増すが、雌では外套長 10 cm を越すと急激にその重量を増す。しかし、その生殖器官重量の雌雄差は同一外套長における体重の雌雄差よりも小さい。1993 年と 1995 年の資料では、外套長と生殖器官を除いた体重の関係において、なお雌の方が重い傾向が認められ、この体重の雌雄差が生殖器官重量の雌雄差でないことが示唆された。また頭胸部の長さは外套長と比例関係にあり性による差も認められない¹⁰⁾ ことから、同一外套長における体重の雌雄差は主に外套膜重量の雌雄差によるものと考えられる。すなわち、外

套長 10 cm を越えると雌は生殖器官を急激に発達させるが、それと同時にその生殖器官を包み込むために外套部を太くし、外套腔を広げているものと推察される。一方、雄は生殖器官の発達にそれほど重点をおかず、そのまま外套長を成長させるため、相対的に雄は細長く、雌は太短い体型を呈することになると思われる。実際、東シナ海に分布する本種では雌の外套幅の方がやや広い傾向にある^{*3}ことが観察されている。

東シナ海において本種を対象としている漁業者によれば、春から夏には細長いものが、秋には太短いものが漁獲される。本研究では、このような体型の違いが雌雄間で認められた。本研究で得られた標本の外套長範囲 (Fig. 4) や田代ら⁵⁾から雌は周年にわたって外套長 30 cm を越えて成長することはないが、雄では夏にこれを越えて大型化するものと考えられる。そのため、夏には 30 cm を越える、より細長い雌が漁獲物に多く混じるため、季節で体型が変化するようなみかけの現象を生じているものと考えられる。山陰沿岸に分布する本種には、秋から冬にかけて外套部のやや太いものが漁獲され、これらは本種の季節型であるブドウイカとされている。¹⁾ しかし、これらはほぼ同一外套長の雄を同じ条件で測定

*3 谷 綾子：東シナ海から漁獲された *Loligo edulis* ケンサキイカの形態学的研究。平成 3 年度東京水産大学卒業論文，pp. 1-93.

した時にのみ、その体型の違いが認められるにすぎず、¹¹⁾ 未だ両者に遺伝的差異も見いだされていない。¹²⁾ 東シナ海において認められる季節による体型の違いをこのような本種の季節型の存在に帰することは本研究では限界があり、今後、季節発生群毎に相対成長が解析できるような資料を収集してから、検討する必要がある。

本種の外套長体重関係について、東シナ海で田代ら⁹⁾が、沿岸では山田ら⁶⁾が報告している。彼らの報告は外套長約 10 cm 以上のものを対象としたものであるので、ここでは本研究により推定された大型群の関係式と比較する。東シナ海の 6~10 月における本種の月別外套長体重関係式⁹⁾では、それらのべき乗数はいつも雌が雄より大きく、さらに平均外套長の大きい月ほど小さい。本研究においても、雌のべき乗数は春を除き、どの季節においても雄より大きく、これとほぼ一致した。また、最大出現外套長が季節により大きく異なった雄において、35 cm を越えるような個体が出現した夏でべき乗数が最も小さく、反対に 25 cm までしか出現しなかった春に最も大きく、この点においても既往の報告⁹⁾とよく一致した。沿岸においては春と夏以降¹⁴⁾に採集された標本の関係式を比較し、夏以降のものの方がべき乗数が大きい傾向を認めており、⁶⁾ 東シナ海では夏に小さいという傾向と若干異なった。沿岸において推定された外套長体重関係式は夏以降よりも春において 30 cm を越えるより大型の個体を用いており、ここで認められた違いは季節毎に用いた標本の外套長範囲の違いによるものと推察される。つまり、外套長体重関係式におけるべき乗数は、より大型の標本を用いることにより小さくなり、この傾向は東シナ海と山陰沿岸で共通に認められる現象と思われる。

日本沿岸では発生時期毎に成長曲線が推定されており、⁹⁾ 特に、雄の成長は発生時期により大きく異なることが示されている。本研究においても、季節によらず、ほぼ同一条件で標本を漁獲物から抽出したにもかかわらず、雄はその出現外套長範囲が季節により大きく異なり、また季節により最適な外套長体重関係式を与える外套長群の境が異なった。このことは、東シナ海においても少なくとも雄では、発生時期により異なる成長式を持っていることを示唆する。

謝 辞

本稿をまとめるにあたり、西海区水産研究所時村宗春、栗原健夫、中央水産研究所原一郎各氏には有益なご助言をいただき感謝する。資料の使用にあたっては当水産研究所底魚資源管理研究室の皆様にご便宜を図っていただいた。お礼申し上げる。

文 献

- 1) 奥谷喬司：原色世界イカ類図鑑，全国いか加工業協同組合，東京，1995，pp. 56-57.
- 2) 西海区水産研究所，福岡県福岡水産試験場，佐賀県水産試験場，長崎県水産試験場，島根県水産試験場：西日本海域におけるケンサキイカ資源生態調査報告書，西海区水産研究所，長崎，1978，pp. 1-92.
- 3) 山口県外海水産試験場，島根県水産試験場，鳥取県水産試験場，兵庫県但馬水産事務所：日本海西部海域に生息する“シロイカ”（ケンサキイカ・ブドウイカ）に関する共同研究報告書第 1 号，島根県水産試験場，浜田，1983，pp. 1-122.
- 4) 山口県外海水産試験場，島根県水産試験場，鳥取県水産試験場，兵庫県但馬水産事務所：日本海西部海域に生息する“シロイカ”（ケンサキイカ・ブドウイカ）に関する共同研究報告書第 2 号，鳥取県水産試験場，岩美，1986，pp. 1-186.
- 5) 田代征秋，徳永武雄，町田末広，高田純司：東シナ海域に分布するケンサキイカについて，長崎水試研報，7，21-30 (1981).
- 6) 山田英明，小川嘉彦，森脇晋平，岡島義和：日本海西部沿岸域におけるケンサキイカ・ブドウイカの生物学的特性，日本海西部海域に生息する“シロイカ”（ケンサキイカ・ブドウイカ）に関する共同研究報告書，1，29-50 (1983).
- 7) Y. Natsukari and M. Tashiro: Neritic squid resources and cuttlefish resources in Japan. *Mar. Behav. Physiol.*, 18, 149-226 (1991).
- 8) Y. Natsukari, T. Nakanose, and K. Oda: Age and growth of loliginid squid *Photoligo edulis* (Hoyle, 1885). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 116, 177-190 (1988).
- 9) 石田健次：ケンサキイカの食性から見た生態について，島根水試研報，3，31-35 (1981).
- 10) 山田陽巳：計量魚探による東シナ海に分布するケンサキイカの現存量推定の可能性，イカ類資源・漁海況検討会議研究報告（平成 6 年度），北水研，15-27 (1996).
- 11) 夏刈 豊：十本足の姉妹，「イカの春秋」（奥谷喬司編），成山堂書店，東京，1995，pp. 31-37.
- 12) 夏刈 豊，西山雄峰，中西裕子：ケンサキイカのアイソザイム（予報），日本海西部海域に生息する“シロイカ”（ケンサキイカ・ブドウイカ）に関する共同研究報告書，2，145-151 (1986).

¹⁴⁾ 山田ら⁶⁾による当該記述中には季節と月の対応が明示されていないが、その報告の他の項では 4~6 月を春、7~12 月を夏以降と記述されており、外套長体重関係における季節分けもそれと同様と理解した。