

論文

日本海西部で漁獲されたソデイカ *Thysanoteuthis rhombus* の外套長-体重関係宮原一隆^{*1}・五利江重昭^{*2}Mantle Length – Body Weight Relationship of the Diamond Squid *Thysanoteuthis rhombus* Caught in the Western Part of the Sea of Japan.Kazutaka MIYAHARA^{*1} and Shigeaki GORIE^{*2}

Mantle length (ML) - body weight (BW) relationships were investigated on the diamond squid *Thysanoteuthis rhombus* caught in the western part of the Sea of Japan from 1999 to 2002. Using data sets measured in the laboratory, allometry formulae of BW in kg against ML in cm were estimated for male and female, respectively. Since sexual difference was not significant ($P>0.05$), the formulae were combined as $BW = 3.511 \times 10^{-5} \times ML^{3.018}$ ($n=171$, $r^2=0.996$, $P<0.001$). Data sets from market research without sex information were also applied to the formula and expressed as $BW = 4.199 \times 10^{-5} \times ML^{2.970}$ ($n=10261$, $r^2=0.945$, $P<0.001$), which was not significantly different from the combined formula above ($P>0.05$). Then, these formulae were united as $BW = 4.008 \times 10^{-5} \times ML^{2.982}$ ($n=10432$, $r^2=0.963$, $P<0.001$). As the result of twenty-four-hour cold storage experiments with ice and seawater, BW increased by 4.1-9.5% while ML did not. Around the studied area, catches of this species are stored in similar ways and this is probably one reason our results showed heavier BW compared with those of tropical-subtropical waters and off Okinawa in the same ML.

キーワード：ソデイカ, 日本海, アロメトリー, 外套長, 体重, 冷蔵保存

ソデイカ *Thysanoteuthis rhombus* は、日本海西部において多獲されるイカ類の一種である。¹⁻³⁾ 1960年以前は、定置網等でわずかに漁獲されるに過ぎなかったが、⁴⁾ 1960年代に兵庫県但馬地域の漁業者が効率的な釣獲方法(樽流し立て縄漁業)^{1,5)}を開発し、以降、この漁法およびこれより派生した漁法がわが国各地に広まった。1990年代に入り、沖縄県や鹿児島県でソデイカ漁業が基幹漁業となり、⁶⁻⁷⁾ 全国的な流通経路や販路

が拡大した。⁸⁾ これに伴い、現在では全国で年間5000-6000トン、兵庫県だけでも多い年には1000トンを上回る漁獲が行われている。

本種は、全世界の熱帯・亜熱帯海域を主な生息域とし、⁹⁻¹¹⁾ 日本海等の温帯域は分布の縁辺部と考えられている。¹²⁻¹³⁾ 日本海では、大型個体の交接痕や成熟が確認されているが、^{1,5,14)} これまで卵塊¹⁵⁾は発見されていない。このため、いずれかの成長段階、おそらく

^{*1}兵庫県立農林水産技術総合センター但馬水産技術センター (669-6541 兵庫県城崎郡香住町境 1126-5)

^{*2}兵庫県立農林水産技術総合センター水産技術センター (674-0093 兵庫県明石市二見町南二見 22-2)

Table 2. Data of the diamond squid, *Thysanoteuthis rhombus*, sampled for ML-BW relationships

Year	Month	Measured in lab.						Measured at market			
		Male		Female		No sex data		Total	No sex data		
		n	Range of ML* (cm)	n	Range of ML* (cm)	n	Range of ML* (cm)	n	Range of ML* (cm)		
1999	Aug.	1	46.7	3	54.3-59.5	0	-	4	46.7-59.5	38	39-66
	Sep.	10	32.7-68.3	10	30.1-74.5	0	-	20	30.1-74.5	325	37-73
	Oct.	2	42.5-49.3	3	54.3-60.6	0	-	5	42.5-73.2	362	46-76
	Nov.	7	50.4-71.2	3	56.6-73.2	0	-	10	50.4-73.2	488	48-80
	Dec.	2	39.8-40.3	3	37.5-40.7	0	-	5	37.5-40.7	123	45-80
2000	Aug.	1	29.5	1	38.2	0	-	2	29.5-38.2	130	35-66
	Sep.	6	20.1-35.1	5	33.6-38.1	0	-	11	20.1-38.1	321	36-75
	Oct.	0	-	0	-	0	-	0	-	597	38-76
	Nov.	0	-	0	-	0	-	0	-	429	40-75
	Dec.	0	-	0	-	0	-	0	-	361	44-76
2001	Jan.	1	25.5	5	19.4-23.6	0	-	6	-	0	-
	Aug.	0	-	1	21.3	30	11.0-25.4	31	11.0-25.4	163	37-67
	Sep.	0	-	0	-	0	-	0	-	641	32-76
	Oct.	0	-	0	-	0	-	0	-	1035	39-77
	Nov.	0	-	0	-	12	15.4-36.5	12	15.4-36.5	1415	43-79
	Dec.	9	32.1-42.3	9	29.6-41.7	3	13.6-38.7	21	13.6-42.3	747	43-77
2002	Jan.	8	21.2-33.0	17	19.9-30.2	1	29.1	26	19.9-33.0	21	46-71
	Aug.	0	-	0	-	0	-	0	-	205	37-69
	Sep.	0	-	0	-	0	-	0	-	963	36-75
	Oct.	8	28.9-60.9	9	27.1-58.5	1	55.7	18	27.1-60.9	913	44-79
	Nov.	0	-	0	-	0	-	0	-	764	44-80
	Dec.	0	-	0	-	0	-	0	-	220	45-78
Total		55		69		47		171		10261	
Average ± SD			40.9±14.06		37.0±13.96		22.9±9.6		34.4±14.79		59.2±7.97

* ML: Mantle length

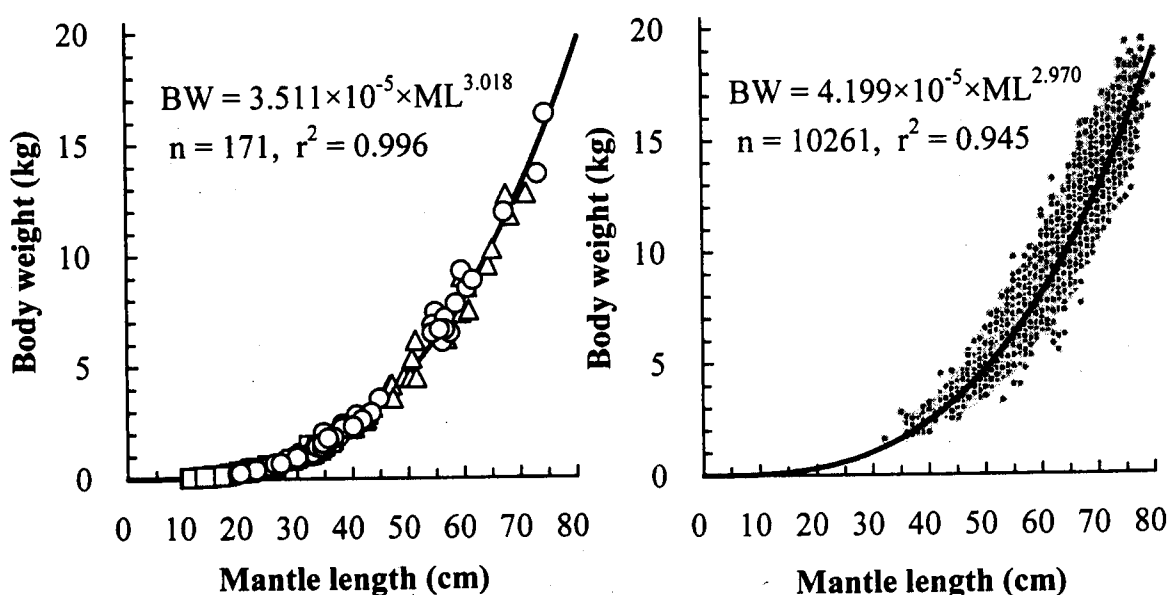


Fig. 2 Relationship between mantle length (ML in cm) and body weight (BW in kg) of the diamond squid caught in the western part of the Sea of Japan. Δ : male measured in the laboratory, \circ : female measured in the laboratory, \square : measured in the laboratory but with no sex data, \bullet : measured at the market with no sex data. Difference between male and female was not significant ($P>0.05$). Difference between samples measured in the laboratory and at the market was not significant, either ($P>0.05$), and the relationship was combined as $BW = 4.008 \times 10^{-5} \times ML^{2.982}$ ($n=10432$, $r^2=0.963$, $P<0.001$).

求めると、次式のとおりとなった (Fig.2)。

雌雄込み：

$$BW=3.511 \times 10^{-5} \times ML^{3.018} \quad (n=171, r^2=0.996, P<0.001)$$

…式3

市場調査の測定結果による外套長-体重関係 市場調査における年別・月別測定個体数と外套長範囲を Table 2 に示した。雌雄込みで 10261 個体を測定し、外套長範囲は 32-80cm、平均値±標準偏差は 59.2±7.97cm であった。

雌雄込みの外套長-体重式は次式のとおりとなった (Fig.2)。

$$BW=4.199 \times 10^{-5} \times ML^{2.970} \quad (n=10261, r^2=0.945, P<0.001)$$

…式4

精密測定で用いた標本の外套長 (雌雄込み) との間に等分散性が確保されたため (F 検定, $P > 0.05$)、共分散分析により差異を検討したところ、統計的に有意な差は認められなかった ($P > 0.05$)。

そこで、式3および式4に用いた全個体 ($n=10432$) を用いて再度外套長-体重式を計算すると、次式のとおりとなった。

$$BW=4.008 \times 10^{-5} \times ML^{2.982} \quad (n=10432, r^2=0.963, P<0.001)$$

…式5

保存時の外套長と体重の変化試験 第1回試験および第2回試験時の外套長、体重、保存水温、および塩分の変化をそれぞれ Fig.3 および Fig.4 に示した。両試験では供試したソデイカの大きさ、履歴、冷蔵保存時の水温と塩分の条件が異なるが、いずれの試験においても外套長はほとんど変化しなかった。一方、体重には増加傾向が見られたため、各測定時における体重の試験開始時との差 ($n=5$) について *t* 検定を行ったところ、第1回試験では 4~24 時間後の全て、第2回試験では 2~24 時間後の全てにおいて有意な差が認められた ($P < 0.05$)。24 時間後の体重の増分は、第1回試験で 5.8-7.2%、第2回試験では 4.1-9.5%であった。また保存時に、全ての個体において墨の吐出が見られた。

考 察

ソデイカの外套長-体重関係は、明確な雌雄差が確認されなかった。この点については、熱帯・亜熱帯海

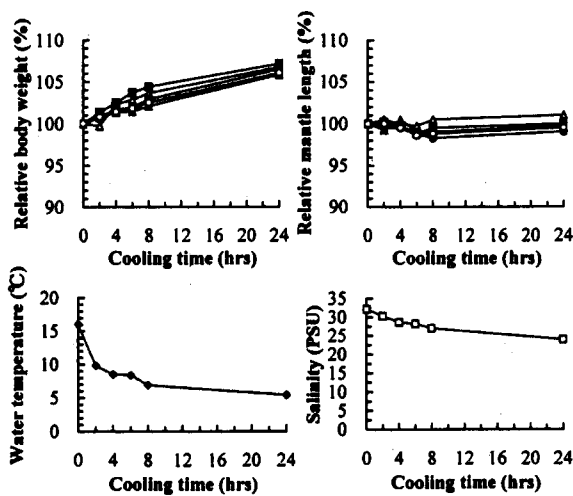


Fig. 3 Change of body weight, mantle length, water temperature and salinity during the first cold storage experiment. Five samples of the diamond squid were stored in a large cooler with 94.1 L of filtrated seawater and 30.8 kg of ice made of tap water. Initial data and signs were shown in Table 2.

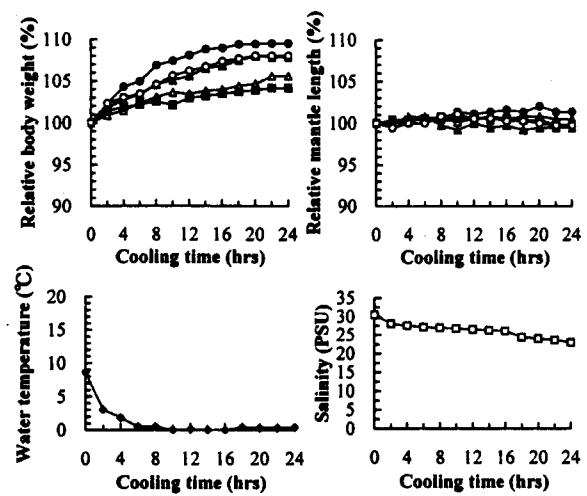


Fig. 4 Change of body weight, mantle length, water temperature and salinity during the second cold storage experiment. Five samples of the diamond squid were stored in a large cooler with 109.4 L of filtrated seawater and 32.6 kg of ice made of tap water. Initial data and signs were shown in Table 2.

域のソデイカでも同様の報告がなされており、⁹⁾ 本種の外套長一体重関係は、雌雄を区別せずに取り扱っても問題がないと考えられる。また、精密測定と市場調査から別個に求めた外套長一体重関係にも統計学的有意差が認められなかったため、外套長一体重関係については、市場調査で得られたデータを精密測定結果と同等に用いても問題ないことが明らかになった。

そこで、本報告の調査結果(式5)を、上記の熱帯・亜熱帯海域⁹⁾、沖縄周辺海域^{*1)}、および名角の報告¹⁾と比較した。それぞれ、雌雄込みの関係は、次のように報告されている。

熱帯・亜熱帯海域⁹⁾

$$BW = 5.6 \times 10^{-5} \times ML^{2.89} \quad (n = \text{不明})$$

沖縄周辺海域^{*1)}

$$BW = 2.655 \times 10^{-5} \times ML^{3.03} \quad (n = 245)$$

名角¹⁾

$$BW = 9.86 \times 10^{-5} \times ML^{2.7405} \quad (n = 10, \text{ただし階級値})$$

しかし、測定データが記載されていないため、これらの式の違いについて統計学的な検定はできない。そこで、日本海西部で漁獲されるソデイカの主体である外套長30-80cmについて、5cmごとに同一外套長における計算上の体重を比較した(Table 3)。

この結果、本研究の調査対象となったソデイカは、外套長40cm以上の階級で熱帯・亜熱帯地域のソデイカよりも、また全ての階級で沖縄周辺海域のソデイカよりも体重が重かった。

測定時までの保存方法の詳細は不明であるが、熱帯・亜熱帯海域の報告では、調査船による夜間燈火調査時により採集した試料を測定したと記載されている。⁹⁾ このことから考えると、本報告で用いた試料のように出荷前に冷却海水中で保存された可能性は少ない。

今回の試験結果から、海水と氷を用いてソデイカを冷蔵保存すると体重が明らかに増加し、増加量は24時間で4-10%程度となることが確認された。実際の漁業現場では、漁家により冷蔵保存時に使用する海水と氷の温度と量が異なるうえ、漁期により気温等の環境条件も大きく変化する。今回の試験条件は、2例に過ぎないが、全ての供試個体で体重が増加したことから、本報告で外套長一体重関係を調査した個体は、この冷蔵保存の影響を受けていることは明らかである。このことが、他地域のソデイカと比較した場合に体重が重くなった一因であろう。

ただし、沖縄周辺海域のソデイカと本報告を比較した

Table 3. Comparison of mantle length - body weight relationship.

Mantle length (cm)	Calculated body weight (kg) and comparison						
	This study (A)	Tropical-subtropical waters ⁹⁾ (B)	A/B	Off Okinawa ^{*1)} (C)	A/C	Western Sea of Japan ¹⁾ (D)	A/D
30	1.02	1.04	0.98	0.85	1.20	1.10	0.92
35	1.61	1.62	0.99	1.35	1.19	1.68	0.96
40	2.40	2.39	1.00	2.03	1.18	2.42	0.99
45	3.41	3.36	1.02	2.90	1.18	3.35	1.02
50	4.67	4.55	1.03	3.99	1.17	4.47	1.05
55	6.20	6.00	1.03	5.33	1.16	5.80	1.07
60	8.04	7.71	1.04	6.94	1.16	7.36	1.09
65	10.21	9.72	1.05	8.85	1.15	9.17	1.11
70	12.74	12.04	1.06	11.07	1.15	11.23	1.13
75	15.64	14.69	1.06	13.65	1.15	13.57	1.15
80	18.96	17.71	1.07	16.60	1.14	16.19	1.17

^{*1)} 鹿熊信一郎：ソデイカの資源管理と調査への一考察。沖縄県水産試験場，1996年 pp.1-13

場合、外套長 30-80cm の全ての段階で、本報告での計算値のほうに 14-20% 重い結果となった (Table 3)。この割合は、冷蔵保存によって増加すると考えられる割合よりも大きく、冷蔵保存以外にも別の要因が作用した可能性がある。

イカ類の外套長-体重関係は、季節や成長段階によって変動することがあり、その要因として水温や食性の変化等が挙げられている (例えば、山田¹⁷⁾)。日本海のソデイカの場合、漁獲される期間が概ね 9-12 月と短いため、季節性を検討するには本研究の試料では不十分であった。しかしながら、武田と反田^{5,14)}が推測したように日本海への来遊が「索餌回遊」であるとするれば、豊富な餌料生物を背景として肥満度が高まっている可能性もある。海域による外套長-体重関係の差については、測定条件や近隣府県における測定結果の比較を行うなど、さらに検討する必要があるだろう。

本報告により、兵庫県の但馬海域で漁獲されるソデイカの出荷時における外套長-体重関係が明らかとなった。今後、この関係を用いて、年別漁獲尾数の算出等、資源解析を行っていくことが課題となる。

謝 辞

本研究を取りまとめるにあたり、有益なご教示をいただいた但馬水産技術センター武田雷介所長に感謝の意を表します。また各地域のソデイカの保存方法に関して情報を提供していただいた日本海沿岸府県水産試験研究機関の担当者各位にお礼申し上げます。

文 献

- 1) 名角辰郎：山陰東部水域のソデイカ漁業と生態。兵庫水試研報，15，15-34 (1975)。
- 2) 飯塚覚，井上寿，宗清正廣：京都府海域に来遊するソデイカの漁況について。京都府海洋センター研報，10，13-18 (1986)。
- 3) 玉木哲也：1985 年但馬沿岸におけるソデイカの漁況。日本海ブロック試験研究集録，9，99-104 (1987)。
- 4) 笠原昭吾：イカーその生物から消費まで - (奈須敬二，奥谷喬司，小倉通男編)，第 1 版，成山堂書店，東京，1991，pp.143-158。
- 5) 武田雷介，反田實：外洋性大型イカ類に関する国際シンポジウム講演集 (奥谷喬司編)，第 1 版，海洋水産資源開発センター，東京，1998，pp.193-199。
- 6) 川崎一男，鹿熊信一郎：外洋性大型イカ類に関する国際シンポジウム講演集 (奥谷喬司編)，第 1 版，海洋水産資源開発センター，東京，1998，pp.185-191。
- 7) 川崎一男：ソデイカの漁場形成と生態。平成 2 年度沖縄県水産試験場事業報告書，8-20 (1992)。
- 8) 大本茂之，梶田淳，白石博美：外洋性大型イカ類に関する国際シンポジウム講演集 (奥谷喬司編)，第 1 版，海洋水産資源開発センター，東京，1998，pp.201-207。
- 9) C. M. Nigmatullin, A. I. Arkhipkin: A review of the biology of the diamond squid, *Thysanoteuthis rhombus* (Oegopsida: Thysanoteuthidae). in "Contributed papers to international symposium on large pelagic squids" (ed. by T. Okutani), Japan Marine Fishery Resources Research Center, Tokyo, 1998, pp.155-181。
- 10) C. M. Nigmatullin, A. I. Arkhipkin, R. M. Sabirov: Age, growth and reproductive biology of diamond-shaped squid *Thysanoteuthis rhombus* (Oegopsida: Thysanoteuthidae). *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 124, 73-87 (1995)。
- 11) K. Yano, Y. Ochi: Diurnal swimming patterns of the Diamond squid as observed by ultrasonic telemetry. in "Biotelemetry 15 Proceedings of the 15th international symposium on biotelemetry" (ed. by J. H. Elier, D. J. Alcorn, M. R. Neuman), International Society on Biotelemetry, Wageningen, 2000, pp.108-116。
- 12) M. Okiyama: Kinds, Abundance and distribution of the oceanic squids in the Sea of Japan, in "Recent Advances in cephalopod fisheries biology" (ed. by T.

- Okutani, R. K. O'Dor, T. Kubodera), Tokai Univ. Press, Tokyo, 1993, pp. 403-415.
- 13) S. Nishimura: Notes on the occurrence and biology of the oceanic squid, *Thysanoteuthis rhombus* Trocshel, in Japan. Publ. Seto Mar. Biol. Lab., 14, 327-349 (1966).
- 14) 武田雷介, 反田實: 但馬海域で漁獲されたソデイカについて. 日本海ブロック試験研究集録, 36, 1-7 (1997).
- 15) H. Misaki, T. Okutani: Studies on early life history of decapodan mollusca-VI. An evidence of spawning of an oceanic squid, *Thysanoteuthis rhombus* Trocshel, in the Japanese waters. *Venus*, 36, 211-213 (1976).
- 16) 名角辰郎: 1974年, 日本海・但馬水域で採捕された2,3のイカ類について. 兵庫水試研報, 15, 9-13 (1975).
- 17) 山田陽巳: 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. 日本水産学会誌, 63, 964-970 (1997).
- 15) H. Misaki, T. Okutani: Studies on early life history of

和文要旨

日本海西部で漁獲量が急増しているソデイカについて, 外套長 (ML: cm) と体重 (BW: kg) との関係を明らかにした。精密測定の結果から, 雌雄別のアロメトリー式には有意な差がなかったため, 雌雄込みとして $BW = 3.511 \times 10^{-5} \times ML^{3.018}$ を得た。また, 市場調査の結果から得た雌雄込みのアロメトリー式, $BW = 4.199 \times 10^{-5} \times ML^{2.970}$, との間にも有意な差は確認されず, 全データを併せて $BW = 4.008 \times 10^{-5} \times ML^{2.982}$ を得た。海水と氷を用いた冷蔵保存試験の結果, ソデイカの体重は24時間で4.1-9.5%増加したが, 外套長は変化しなかった。日本海西部では, 漁獲後のソデイカは同様の方法により保存されることが多く, 外套長-体重関係の地域差に影響を及ぼしている一因であると考えられた。