

# 平衡石の日周輪解析をもとにした1996年の日本海における スルメイカの成長

木所 英昭<sup>1)</sup>・和田 洋藏<sup>2)</sup>・四方 崇文<sup>3)</sup>・佐野 勝雄<sup>4)</sup>・氏 良介<sup>5)</sup>

## Growth of the Japanese Common Squid *Todarodes pacificus* in the Sea of Japan in 1996 Analyzed from Statolith Microstructure

Hideaki KIDOKORO<sup>1)</sup>, YOZO WADA<sup>2)</sup>, Takahumi SHIKATA<sup>3)</sup>,  
Katsuo SANO<sup>4)</sup> and Ryosuke UJI<sup>5)</sup>

### Abstract

Growth of the Japanese common squid *Todarodes pacificus* caught in the Sea of Japan in 1996 was examined from statolith microstructure analysis. Specimens were taken by set nets in Wakasa Bay from March to May, and caught by squid jiggers set on research vessels and a commercial fishing vessel in the offshore region of the Sea of Japan from May to August. These specimens were measured dorsal mantle length and taken statoliths in order to estimate their ages. The range of dorsal mantle length of specimens caught in Wakasa Bay and the offshore region of the Sea of Japan were 3-15 cm and 17-26 cm respectively, and ages estimated at 90-190 days and 170-260 days. From the estimated number of days after hatching, 90% of specimens were found to have hatched during November and December, 1995. Therefore, we were able to consider that the specimens examined hatched in the same period. The relationship between mantle length and estimated number of days after hatching of the specimens was "S" shaped, so that the growth curves fitted a logistic equation. The growth curves were estimated for males and females separately as follow:

$$\text{Male ; } DML = 253 / (1 + e^{(4.50-0.0262 t)})$$
$$\text{Female ; } DML = 268 / (1 + e^{(4.54-0.0257 t)})$$

Where *DML* is the dorsal mantle length (mm) and *t* is the number of days after hatching.

**Key words** : *Todarodes pacificus*, growth curve, Sea of Japan, statolith

---

1998年12月18日受理 日本海区水産研究所業績A第533号

1998年12月18日受理 京都府立海洋センター業績第124号

<sup>1)</sup> 〒951-8121 新潟市水道町1丁目5939-22 日本海区水産研究所

(Japan Sea National Fisheries Research Institute, Suido-cho, Niigata 951-8121, Japan)

<sup>2)</sup> 〒626-0052 京都府宮津市宇小田宿野 京都府立海洋センター

(Kyoto Institute of Oceanic and Fishery Science, Miyazu, Kyoto 626-0052, Japan)

<sup>3)</sup> 〒927-0435 石川県鳳至郡能都町宇出津新港3-7 石川県水産総合センター

(Ishikawa Prefecture Fisheries Research Center, Noto-machi, Ishikawa 927-0435, Japan)

<sup>4)</sup> 〒950-2171 新潟市五十嵐3の町13098-8 新潟県水産海洋研究所

(Niigata Prefecture Fisheries Oceanography Research Institute, Niigata 951-2171, Japan)

<sup>5)</sup> 〒684-0046 鳥取県境港市竹内団地107 鳥取県水産試験場

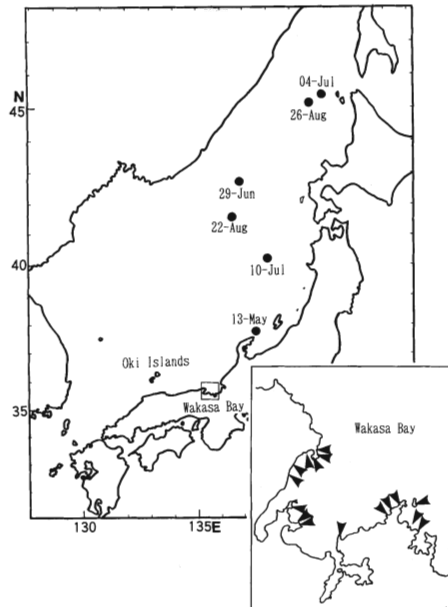
(Tottori Prefectural Fisheries Experimental Station, Sakaiminato, Tottori 684-0046, Japan)

## は じ め に

これまでスルメイカ*Todarodes pacificus*の成長様式は、主に漁獲物の外套背長組成を夏季、秋季、冬季の各季節発生群に分離し、各群で仮定した発生時期と漁獲物の外套背長組成の経月変化から推定されてきた(添田 1950; 伊藤 1952; 伊東ら 1965; 浜部・清水 1966; 新谷 1967; 新谷・石井 1972; 通山ら 1972; 安達 1975, 1988). しかしこの方法では発生時期や群構造に实际的でない条件を仮定する必要がある(ARKHIPKIN 1991), スルメイカの成長様式の推定には必ずしも有効な手法とは言えない.

一方, 1980年代になるとイカ類の成長様式は平衡石の日周輪から孵化後の日数(日齢)を推定し, その結果を用いて解析されるようになり, 1990年代ではこの手法を用いた解析が主流となっている. この方法では査定した日齢をもとに解析するため, 従来の方と比べて仮定する条件が少ないうえ, 精度の高い結果が期待できる. そのため, すでに我が国でもケンサキイカ*Photololigo edulis* (NATSUKARI *et al.* 1988), ヤリイカ*Heterololigo bleekeri* (木下 1989), アルゼンチンイレックス*Illex argentinus* (UOZUMI and SHIBA 1993), アカイカ*Ommastrephes bartrami* (YATSU *et al.* 1997), ニューゼalandスルメイカ*Nototodarus gouldi* and *N. sloanii* (UOZUMI 1997), アメリカオオアカイカ*Dosidicus gigas* (MASUDA *et al.* 1988)の成長様式がこの手法を用いて調べられている.

しかし, スルメイカを対象としては発生時期の推定と, 季節発生群の識別に多く利用されている(中村 1987; 飴・中村 1987; NAKAMURA and SAKURAI 1993; 中田 1994; 山本 1996; 木所・和田 1997a)ものの, 成長様式の解析には漁獲加入前の発育段階(木所・和田 1997b)以外は殆ど利用されていない. そこで本研究では, 1996年の3~8月にかけて日本海の沿岸域から沖合域で採集した個体を対象として, スルメイカの成長様式を平衡石による日齢査定法を用いて検討した.



**Fig. 1.** Map showing sampling sites in the Sea of Japan and Wakasa Bay. Specimens were caught by commercial set nets (▼) in Wakasa Bay, and caught by squid jiggers set on research or commercial vessels in the offshore region of the Sea of Japan.

## 材 料 と 方 法

成長解析に用いたスルメイカは、1996年3～5月に若狭湾をはじめとする本州沿岸域、および6～8月に日本海沖合海域で採集されたものである (Fig. 1). これらは、定置網で漁獲された若狭湾の試料以外は、自動イカ釣り機で採集した。また、自動イカ釣り機で採集した試料は、5月15日に境港で水揚 (隠岐諸島周辺で漁獲) された個体を除き、全て調査船の試験操業で採集した個体より無作為に抽出したものである。これらの試料は採集後、速やかに冷凍保存し、測定の際は解凍して雌雄の判別と外套背長の測定を行った。ただし、若狭湾で採集した個体は雌雄の区別をせずに外套背長のみ測定し、一括して若齢個体として扱った。

日齢査定に用いた平衡石は、まず摘出した左右1対のうちのいずれかを任意に選び、エポキシ系の接着剤でスライドガラス上に固着させ、後部面のみを研磨シート (ラッピングフィルム) で研磨した後、日周輪の観察と計数に供した。日周輪の計数は光学顕微鏡に装着したCCDカメラを通して得られた顕微鏡の画像 (倍率×500～1000) をもとに、オリンパス社製のビデオマイクロメーターを用いて行い、原則として中心部より縁辺方向、および縁辺部より中心方向に各2回ずつ計4回計数した。そして計数した日周輪数から最小値と最大値を除いた計数値の平均値を日齢とした。

これらの手順で求めた日齢と外套背長の関係から成長様式を検討し、成長式を推定した。成長式は孵化後の日数を10日間隔ごとに階級分けし、各階級の平均外套背長を用いて推定した。ただし、若狭湾で採集した個体が多く占めていた孵化後160日の階級までは雌雄を区分せずに取り扱い、それ以上の階級では自動イカ釣り機で採集し、雌雄の判別を行った個体のみを用いた。

**Table 1.** Mean ( $\pm$ S. E.) mantle length and age (days) of samples caught in Wakasa Bay and the offshore region of the Sea of Japan from March to August in 1996.

Sampling date	Sampling site	No. of inds. examined	Mean mantle length (mm)	Mean age (days)
18-Mar	Wakasa Bay	23	26.3 $\pm$ 0.97	101 $\pm$ 1.78
19-Mar	Wakasa Bay	22	36.4 $\pm$ 0.93	110 $\pm$ 1.96
30-Apr	Wakasa Bay	23	59.6 $\pm$ 1.45	133 $\pm$ 1.94
25-Apr	Wakasa Bay	24	88.0 $\pm$ 2.00	150 $\pm$ 1.95
09-May	Wakasa Bay	24	124 $\pm$ 2.03	178 $\pm$ 1.58
15-May	Wakasa Bay	22	137 $\pm$ 1.97	177 $\pm$ 1.92
13-May	37.46N ; 137.28 E	23	141 $\pm$ 2.78	183 $\pm$ 2.64
15-May	Off Oki Islands	16	150 $\pm$ 1.57	175 $\pm$ 2.77
29-Jun	42.40N ; 136.50 E	32	183 $\pm$ 2.78	201 $\pm$ 2.85
04-Jul	45.20N ; 140.20 E	33	170 $\pm$ 1.92	196 $\pm$ 2.02
10-Jul	40.10N ; 138.00 E	33	216 $\pm$ 2.12	227 $\pm$ 2.43
22-Aug	41.36N ; 136.30 E	22	236 $\pm$ 4.20	253 $\pm$ 3.73
26-Aug	45.08N ; 139.47 E	22	229 $\pm$ 3.70	257 $\pm$ 3.93

## 結 果

1996年3～8月に若狭湾および日本海の沖合域で採集したスルメイカの外套背長、および孵化後の日数の平均値(±標準誤差)をTable 1に示す。若狭湾で採集した個体の平均外套背長は、3月18日から5月15日までの期間に26.3 mmから137 mmに達し、採集日の経過と共に大きくなった。また、日本海沖合海域で採集した個体の平均外套背長は6～7月時には170～216 mmであったが8月下旬には229～236 mmに達し、採集した日時経過と共に大きくなった。

平衡石を用いて査定した日齢の平均値は、3月に若狭湾で採集した個体では101～110日、4月の個体では133～150日、5月には180日前後となった。また、日本海沖合海域で採集した個体の日齢の平均値は6～7月に採集した個体では200日前後であったが、8月下旬の個体では255日前後と、採集した月日の経過とともに増加した。このように若狭湾と日本海沖合海域で3～8月に採集した個体の日齢はいずれも採集月日の経過とともに増加していた。

採集月日と孵化後の日数から求めた試料個体の孵化時期は、90%以上が前年の11月から12月に集中していた(Fig. 2)。したがって、本研究で用いた個体はほとんどが1995年11～12月に孵化し、成長しながら日本海の本州沿岸域を經由して1996年の夏季には日本海の沖合域に達した同一の回遊群とみなすことが出来る。そこでこの回遊群の孵化後の日数と外套背長の関係を整理し、この回遊群の成長様式としてFig. 3に示した。さらに、この回遊群の外套背長と日齢との関係はS字形に近い関係になっていたことから、各階級値の平均値をもとに logistic 曲線に当てはめて以下の成長式を得た。

$$\text{雄； } DML = 253 / (1 + e^{(4.50 - 0.0262 t)})$$

$$\text{雌； } DML = 268 / (1 + e^{(4.54 - 0.0257 t)})$$

ここで  $DML$  は外套背長、 $t$  は孵化後の日数を示す。

この成長式をもとに試算すると、単年生とされる本種の最大外套背長(寿命を360日として)は、雄で252 mm、雌で266 mmとなり、雌の方が14 mmほど大きくなった。また、この成長式より試算される成長速度は、最大外套背長の半分である外套背長130 mm前後の時(孵化後の日数約170日)に最大となり、1日あたり1.7 mm成長することになる。

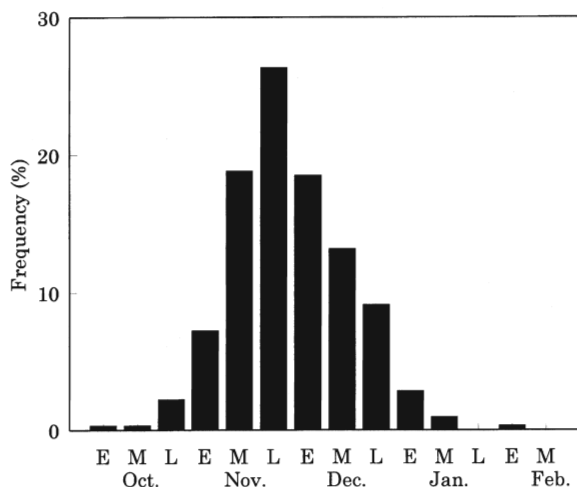
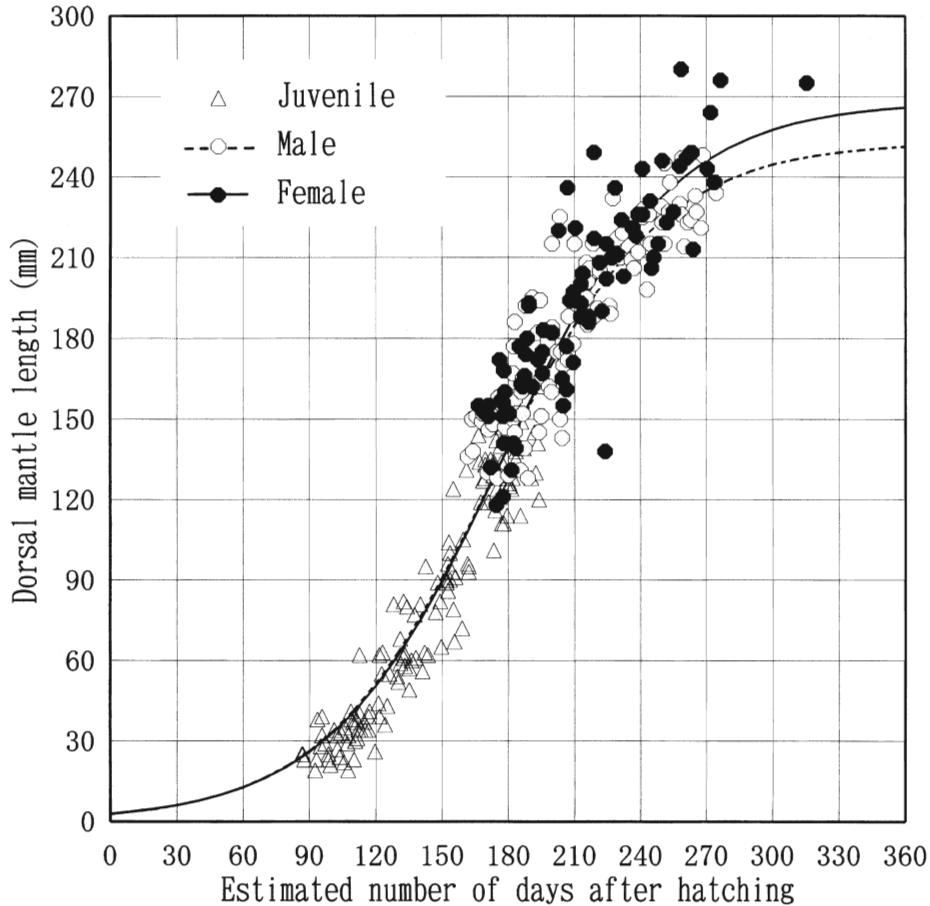


Fig. 2. Frequency distribution of the hatching dates of *T. pacificus* determined from statolith microstructure analysis. 'E', 'M', 'L' indicated the early, middle and late part of each month.



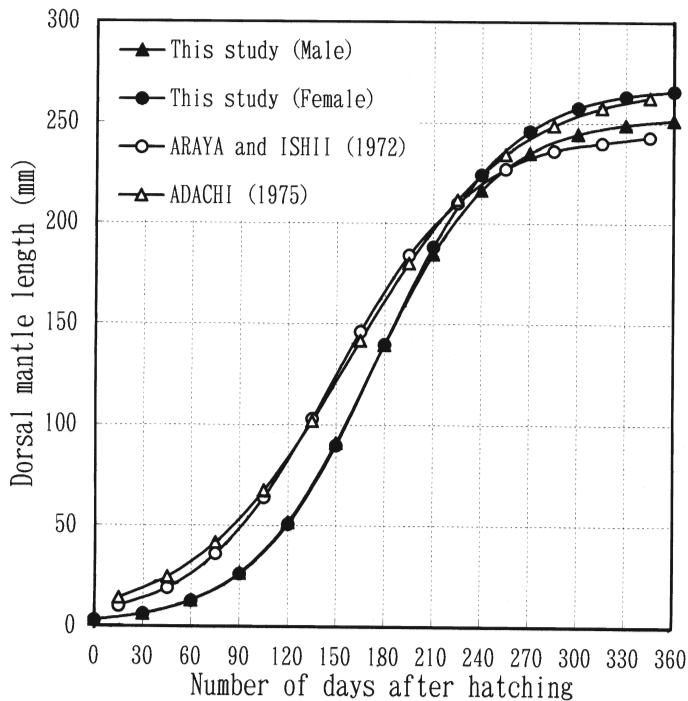
**Fig. 3.** Relationship between estimated age (days) and mantle length (mm) for *T. pacificus*. Males and females caught at the offshore region of the Sea of Japan are shown by dark and white dots respectively, and individuals caught in Wakasa Bay, for which sexes were pooled, are shown by open triangles.

### 考 察

これまでスルメイカの成長は発生時期や系群によって異なる(浜部・清水 1966)とされ、安達(1975)は漁獲物の外套背長組成の経月変化をもとに、秋季に日本海で発生したスルメイカの成長式を logistic 曲線に当てはめて推定している。また、発生時期や分布海域は異なるが、新谷・石井(1972)も太平洋側を回遊する群の成長様式を 1 月に発生したと仮定し、漁獲物組成の経月変化をもとに logistic 曲線にあてはめている。そこで本研究で求めた成長曲線とこれら既報の成長曲線を比較検討する(Fig. 4)。

安達(1975)の成長曲線は、本研究で推定した成長曲線と比較して孵化後210日までの期間において異なり、同じ外套背長でも安達(1975)の成長曲線で示される方が本研究の成長曲線よりも15~30日早く到達している。また新谷・石井(1972)の成長曲線は最大外套背長が小さいのに加えて、安達(1975)の成長曲線と同様、孵化後210日までの期間において本研究で求めた曲線よりも15~30日成長が早い傾向がある。すなわち、ここで比較に用いた既報の成長曲線では孵

化後7ヶ月までの成長が過大に評価されている。これは、従来の手法を用いて解析したこれらの報告では、用いた試料のうち漁獲対象となる以前の発育段階の個体においては実際の発生時期と仮定した発生時期が異なっており、それによって孵化後の月数を過小に評価することとなり、結果的にこの期間における成長を過大に評価していた可能性を示唆するものである。したがって今後、平衡石の日齢査定手法を用いてこれまで各季節発生群別に推定されている本種の成長様式についてさらに検討し、既報の成長様式についても検証していく必要があると考える。



**Fig. 4.** Comparison between the growth curves estimated in the present study and those of reported by ARAYA and ISHII (1972) and ADACHI (1975). Growth curves estimated by ARAYA and ISHII (1972) and ADACHI (1975) were determined from mode-frequency analysis.

## 文 献

- 安達二期 (1975) スルメイカの資源学的研究— I 日本海南西海域における系統群についての検討. 水産海洋研究会報, (27), 15-28.
- 安達二期 (1988) 日本海西部海域におけるスルメイカ, *Todarodes pacificus* STEENSTRUP, の漁業生物学的研究. 島根県水産試験場研究報告, (5), 1-93.
- 鈴 俊博・中村好和 (1987) 1984・1985年に三陸・道東海域で漁獲されたスルメイカの平衡石による日齢査定および成長解析の試み. イカ類資源・漁海況検討会議研究報告 (昭和61年度), 75-80, 東北水研.
- 新谷久男 (1967) スルメイカの資源. 水産研究叢書, (16), 1-60, 日本水産資源保護協会.
- 新谷久男・石井 正 (1972) 北海道周辺海域におけるスルメイカの系統群. pp.192-205. 農林水産技術会議編 スルメイカの漁況予測精度向上のための資源変動機構に関する研究, 研究成果, (57).
- ARKHIPKIN, A. I. (1991) Methods for cephalopod age and growth studies with emphasis on statolith ageing techniques. pp. 11-17. In *Squid age determination using statoliths. Proceedings of the international workshop held in the Istituto di Tecnologia della Pesca e del Pescato (ITPP-CNR), Mazara del Vall,*

- Italy*, 9-14 October 1989. eds. by JEREB, P., RAGONESE, S. and BOLETZKY, S. V., N.T.R.-I.T.P.P. Special Publications, Mazara del Vall, Italy.
- 浜部基次・清水虎夫 (1966) 日本海西南海域を主としたスルメイカの生態学的研究. 日水研報告, (16), 13-55.
- 伊藤勝千代 (1952) 佐渡両津湾におけるスルメイカの測定学的観察. pp. 43-49. 日本海区水産研究所創立3周年記念論文集.
- 伊東祐方・沖山宗雄・笠原昭吾 (1965) 日本海沖合におけるスルメイカについての2・3の考察. 日水研報告, (15), 55-70.
- 木所英昭・和田洋藏 (1997a) 春季に若狭湾に来遊するスルメイカ若齢個体の平衡石による発生時期の推定. 日水研報告, (47), 105-110.
- 木所英昭・和田洋藏 (1997b) 平衡石の日齢査定法によるスルメイカの若齢期における成長と年変動の解析. 平成8年度イカ類資源研究会議報告, 13-18, 遠水研.
- 木下貴裕 (1989) 日周輪からみたヤリイカの成長について. 西水研報告, (67), 59-68.
- MASUDA, S., YOKAWA, K., YATSU, A. and KAWAHARA, S. (1998) Growth and Population Structure of *Dosidicus gigas* in the Southern Pacific Ocean. pp.107-118. In *Large Pelagic Squids*, ed. by OKUTANI, T., Japan Marine Fishery Resources Research Center, Tokyo.
- 中村好和 (1987) 岩手県沿岸定置網で漁獲された若令スルメイカの平衡石の観察. 昭和60年度イカ類資源・漁海況検討会議研究報告, 73-76, 日水研.
- NAKAMURA, Y. and SAKURAI, Y. (1993) Age determination from daily growth increments in statoliths of some group of Japanese common squid *Todarodes pacificus*. pp.337-342. In *Recent Advances in Cephalopod Fisheries Biology*, eds. by OKUTANI, T., O'DOR, R. K. and KUBODERA, T., Tokai University Press, Tokyo.
- 中田 淳 (1994) 平衡石日齢査定による道南日本海のスルメイカの発生時期の推定. 平成4年度イカ類資源・漁海況検討会議報告, 1-11, 遠水研.
- NATSUKARI, Y., NAKANOSE, T. and ODA, K. (1988) Age and growth of the loliginid squid *Photololigo edulis* (Hoyle, 1885). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **116**(2), 177-190.
- 添田潤助 (1950) 日本海沿岸に於ける"するめいか" *Ommastrephes sloani pacificus* (STEENSTRUP) の回遊について. 北水試報告, (4), 1-30.
- 通山正弘・花岡藤雄・工藤晋二・浅見忠彦・浜部基次 (1972) 南西海域におけるスルメイカの系統群. pp.154-167. 農林水産技術会議編 スルメイカの漁況予測精度向上のための資源変動機構に関する研究, 研究成果, (57).
- UOZUMI, Y. and SHIBA, C. (1993) Growth and age composition of *Illex argentinus* (Cephalopoda: Oegopsida) based on daily increments counts in statoliths. pp.591-605. In *Recent Advances in Cephalopod Fisheries Biology*, eds. by OKUTANI, T., O'DOR, R. K. and KUBODERA, T., Tokai University Press, Tokyo.
- UOZUMI, Y. (1997) Fisheries biology on arrow squids, *Nototodarus gouldi* and *N. sloanii*, in New Zealand waters. pp. 224, National Research Institute of Far Seas Fisheries, Shimizu, Japan.
- 山本 祐 (1996) 岩手県南部沿岸で漁獲されたスルメイカの平衡石による日齢査定. 平成6年度イカ類資源・漁海況検討会議研究報告, 51-56, 北水研.
- YATSU, A., MIDORIKAWA S., SHIMADA, T. and UOZUMI, Y. (1997) Age and growth of the neon flying squid, *Ommastrephes bartramii*, in the North Pacific Ocean. *Fisheries Research*, **29**, 257-270.