

小笠原諸島海域におけるソデイカの漁業生物学的特性

安藤和人・錦織一臣・土屋光太郎*・木村ジョンソン・米沢純爾
前田洋志・川辺勝俊・垣内喜美男

Study on the Fisheries Biology of Diamond Squid *Thysanoteuthis rhombus* in the Ogasawara Islands Waters, Southern Japan

Kazuto Ando, Kazuomi Nishikiori, Kotaro Tsuchiya, Johnson Kimura, Junji Yonezawa,
Hiroshi Maeda, Katsutoshi Kawabe, and Kimio Kakiuchi

戦後の小笠原諸島の漁業は、1968年6月26日に同諸島が日本に返還されて以降順調に業績を上げてきた。しかし、返還以来漁業の中心であった底魚一本釣り漁業は近年になって伸び悩み、漁獲量の減少や魚体の小型化が顕著となった¹⁾。そこで筆者らは、新たな漁業資源の開発研究に着手したところ、沖縄県で1989年頃からソデイカ漁業が普及し始めた²⁾との情報を得た。

戦前も含めて、小笠原海域のイカ類資源は、これまで遊漁者がアオリイカ *Sepioteuthis lessoniana* を釣る程度で、漁業資源としてはほとんど利用されてこなかった。また、外洋性のイカ類であるソデイカ *Thysanoteuthis rhombus* は、これまでたびたび小笠原諸島の海岸に漂着することがあり、その棲息は確認されていたが生態等の詳細は不明であった。筆者らは、沖縄等の情報を参考に、ソデイカ漁業の開発研究に取り組み、その結果、地元漁業者にソデイカ漁業を普及することができた。本報では、この過程で明らかになった、小笠原海域のソデイカの漁業生物学的特性について報告する。

材料と方法

発見記録および漁獲統計調査 小笠原海域におけるソデイカ成体の発見状況について、東京都小笠原水産センター(以下、水産センター)が所蔵する1972～1975年の4年間および1991～1993年の3年間、あわせて7年間の未発表資料を調査した。これらの資料は、小笠原村民または水産センター職員が発見したものを、同センター職員が発見位置、日時、外套長、重量などを記録したものである。一方、漁獲統計調査はソデイカの漁期が11～5月のため、4月～翌年3月までの年度

単位で集計された小笠原島漁協、母島漁協それぞれの1993～2000年の8ケ年の業務報告書を用い、漁船別の漁獲日、個体別の重量を調査した。

釣獲調査および漁場環境調査 釣獲調査は水産センター所属の漁業調査指導船「興洋」(46 t:以下「興洋」)を使用して、沖縄県での漁場特性²⁻⁴⁾を参考に300m以深を対象として行った。調査は1993年12月～2000年12月までの8ケ年にわたり各年とも8、9月の2ヶ月を除き、賀島から母島間および硫黄島周辺で、延べ132回行った(付表1)。

漁具は立縄仕様で、道糸(ゴーセン製スーパートト60号)の長さが300、400、500、600、700mの5種類を作製した。いずれも道糸の下にはクッションゴム(ヤマシタ製クッションゴム5mm×1.5m)と水中灯(小野金属製L型海中ランプ)を取り付けた。さらにその下に120号のナイロンテグスを接続し、3mごとに合計3本の擬似鈎(ヨーヅリ製タルイカ針)を配置して、最下端に500匁の鉛の重りを付けた。水面上には黒色の旗竿にフロートを取り付けた(図1)。

通常、1回の操業で上記の漁具12鉢を投入した。投入後、船上から漁具の見回りを行い、浮子が沈むなどの釣獲反応があったものについて回収と再投入を行った。操業は全て日中に行い、夜間の操業は行わなかった。CPUEは、1日1隻当たりの釣獲個体数で示した。また、調査に使用した漁具長が明らかな61回について、釣獲深度別の釣獲頻度を求めた。

釣獲調査時にはSTD(アレック電子社製AST-1000)を使用し、水深0～600m層の水温と塩分の観測を行った。また、父島から母島列島線の東西両海域における漁場環境を比較するため、「興洋」により毎月実施している

*東京海洋大学 〒108-8477 東京都港区港南4丁目5番7号

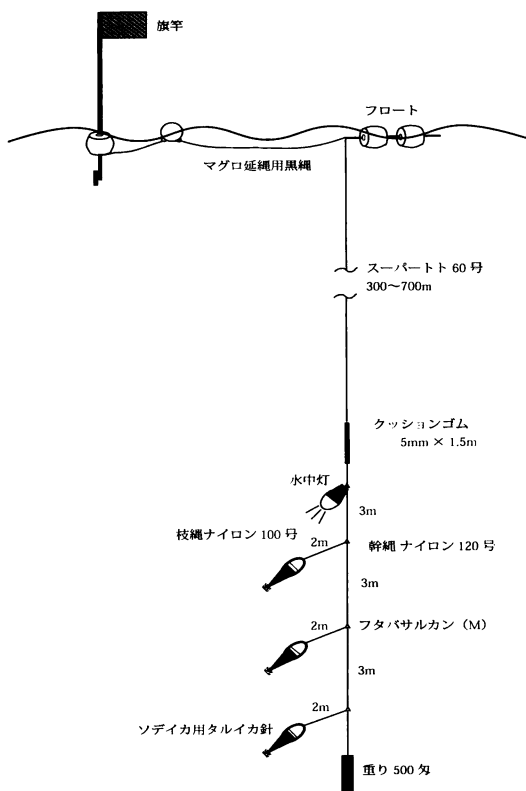


図1 ソデイカ釣獲調査に用いた漁具の構成

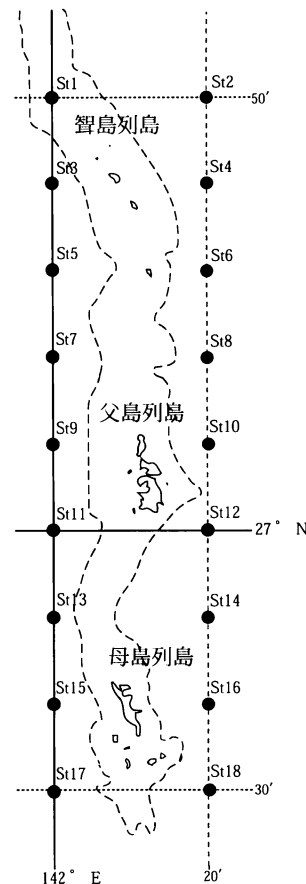


図2 小笠原列島～母島列島周辺海域に設定された18ヶ所の「興洋」定線観測地点

水温・塩分の定線観測結果(図2)を用いて、漁獲と環境条件の関連について検討した。その他、海図等により調査場所の地形特性を調査した。

漁具の到達水深 潮流等の影響により、漁具長は必ずしも漁具の到達水深を示すものではないと考えられるため、東京都水産試験場大島分場所属漁業調査指導船「みやこ」(136 t)を用い、2000年6月26～30日に小笠原周辺海域で10回の釣獲水深推定調査を行った。調査には「興洋」の釣獲調査で使用した立縄漁具(道糸長700m)を用いた。

漁具最深部の到達水深は、立縄漁具の最深部に記録式水深水温計(アレック電子社製MDS-TD)を取り付け、投入から引き上げまで1分間隔で記録された水深を基に測定した。漁具最深部の到達平均水深には、投入後漁具が伸びきり、水深が最初の極大値を示した時点から、漁具の引き上げ開始までに記録された1分間隔の測定値の平均を用いた。

測定用標本の収集および組織標本の作成 測定に供

したソデイカは、「興洋」の調査によって1994年1月～2000年3月までの7ヶ年間に釣獲された261個体と、1994年3月～1996年3月の3ヶ年間に父島の小笠原島漁協に水揚げされた漁獲物のうちの1,758個体である。「興洋」の調査で得られた標本については、外套長と体重を測定した後、251個体(♂121個体、♀130個体)を開腹し雌雄の判別を行った。このうちの雄114個体は精巣およびニーダム氏囊塊(輸精管、貯精囊、精莖囊)について、雌115個体は卵巣および輸卵管(輸卵管腺を含む)と包卵腺について、それぞれ重量を測定し、生殖腺成熟度指数を下式で算出した。

$$\text{雄} : (\text{精巣重量} + \text{ニーダム氏囊塊重量}) / \text{体重} \times 10^3$$

$$\text{雌} : (\text{卵巣重量} + \text{輸卵管重量}) / \text{体重} \times 10^2$$

さらにこのうちの、67個体(♂28個体、♀39個体)について、精巣および卵巣をブアン固定した後パラフィン包埋法により組織切片標本作製し、ヘマトキ

シリシ・エオシン染色後に光学顕微鏡で観察した。また、216個体（♂104個体，♀112個体）について肝臓重量の測定を行った。一方、小笠原島漁協所属船の漁獲物については体重を測定するとともに、一部個体については外套長の測定も行った。

食性および寄生虫調査 食性については、1994年10月～1997年3月の調査で漁獲されたソデイカ119個体の胃を摘出後冷凍保存し、東京水産大学無脊椎動物学研究室において査定した。また、その他のソデイカについては測定時に解剖し、胃内容物を肉眼で査定した。寄生虫については、外套膜内側に寄生している線虫類の虫体を採集し、5%中性ホルマリンにより固定後、独

立行政法人水産総合研究センター養殖研究所の長澤和也博士に送付し査定を依頼した。

結 果

発見記録 水産センターに保存されていた1972～75年および1991～1993年の合計7ヶ年におけるソデイカ発見記録は14件あったが、小笠原ではこれまでイカ類を対象とした漁業が行われていなかったこともあり、弟島沖で視認された1例を除く13例が、海岸に打ち上げられたへい死個体の事例であった。月別の発見記録数は、4月が5例と最も多く、3月が4例、2月が2例、7、9、11月がそれぞれ1例であった。2個体同時に発

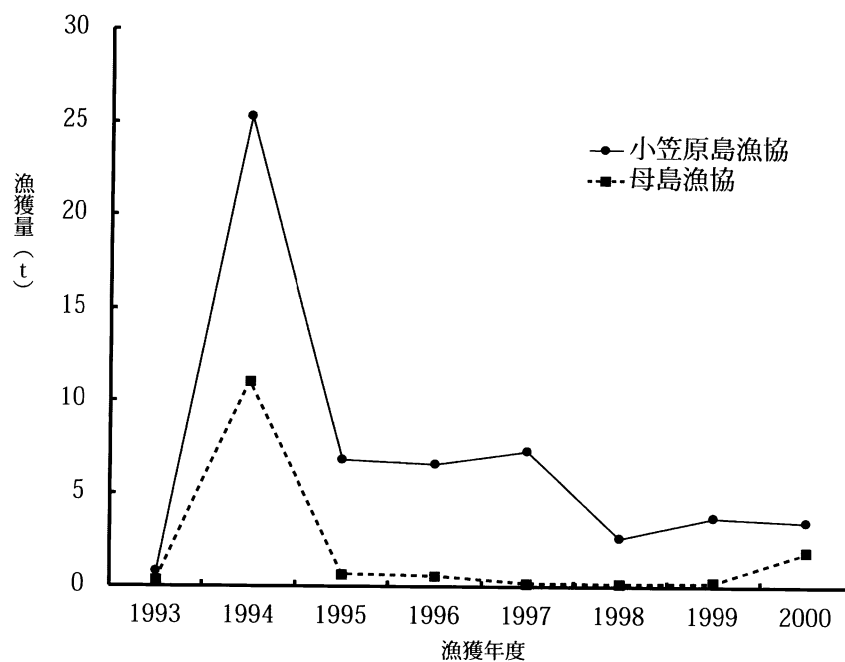


図3 小笠原海域におけるソデイカ漁獲量の経年変化

表1 小笠原におけるソデイカ成体の発見記録

年月日	発見場所	個体数	外套長 (cm)	体重 (kg)	採捕状況および成熟状況
1972. 3.31	父島宮の浜	2	81, 62		波打ち際
1973. 3.下旬	〃小港	2			波打ち際1尾, 海上1尾
1973. 4.28	〃小港	2	69, 79	15, 15	波打ち際1尾, 海上1尾
1974. 4.6	〃扇浦	2	73, 74		♂GW70g, ♀GW355g (熟卵)
1974. 9	〃小浜 (カメ浜)	1		3	打ち上げ
1975. 7.30	〃清瀬	1		20.2	♂GW100g, 精夾長10.9cm
1975. 2.4	〃宮の浜	1		8	打ち上げ
1991. 3.24	〃境浦	1		16.5	波打ち際
1991. 4.14	〃扇浦	1	64	13	波打ち際
1991. 4	嫁島前浜	1			打ち上げ
1992. 2.下旬	母島前浜	1			打ち上げ
1992. 3.27	父島ジョンビーチ	1		20	打ち上げ, 熟卵あり
1992. 4.24	賀島西海岸	1			打ち上げ
1993.11.16	弟島東沖	1	約80		視認 (20:10頃に表層を泳いでいるところを確認)

見された例は3～4月に合計4例あった。そのうち性別の確認ができた1例では、雌雄各1個体が同時に海岸に打ち上げられたものであった（表1）。

漁獲量の推移 小笠原周辺でソデイカ漁業の始まった1993年度以降2000年度までの8ヶ年度にわたる漁獲量は、漁期途中の2月から操業が始まった1993年は1tと漁獲量は少なかったが、翌1994年度には最も多い36tを漁獲し、その後は2～7tで推移した（図3）。

1995年頃からは操業中にソデイカと混獲されるアカイカ *Ommastrephes bartrami* に、メカジキ *Xiphias gladius* やメバチ *Thunnus obesus* が喰い付いてくることがわかってきた。このため、1997年以降は、前述のソデイカ漁具（図1）を改変したマグロ用立縄によるマグロ漁業が主流となり、ソデイカ対象の操業は減少した。

漁場位置 「興洋」による聟島から母島間のソデイカ釣獲調査位置と1日あたりの釣獲個体数をみると、父島の東側で釣獲個体数が多かった（図4）。聟島列島から母島列島にかけての列島線を境にした東西海域の月別釣獲比率は4、6月を除き東側の海域が高かった（図5）。1993年12月から1997年3月の5年間延べ92日の調査結果を総合すると、CPUEは父島から母島列島線の東側で1.9個体、西側で0.95個体であった。漁獲データ数の多かった1994年1、2月に同列島線の東西両側で行われた調査に限定すると、CPUEは同列島線の東側で1月は2.3個体、2月は2.5個体、西側で1月は1.0個体、2月は0個体と、両月とも東側が大きな値を示した。なお、聟島列島から母島列島周辺以外の海域における調査では、1995年2月18日に北硫黄島周辺で3個体（外套長、体重は各々76.6cm、15.7kg; 62.7cm、9.2kg; 78.0cm、15.8kg）のソデイカを釣獲した。また、地形的には、これらの釣獲場所は、いずれも海溝と陸棚の間の海底斜面であった。

釣獲水深 「みやこ」により行った漁具到達水深実測調査では、700mの漁具を用いて10回の調査を行い実測水深は597～668m、平均632mであった（図6）。この結果、漁具の最深部は漁具長より10%前後浅い水深にあることが判明した。

釣獲頻度と漁具長の関係 では、ソデイカは漁具長300～700mの全てで採集されたが、漁具長500mの鉢で釣獲された個体が全体の61.6%、同600mで釣獲されたものが24.8%で、両者合計で全体の86.4%を占め

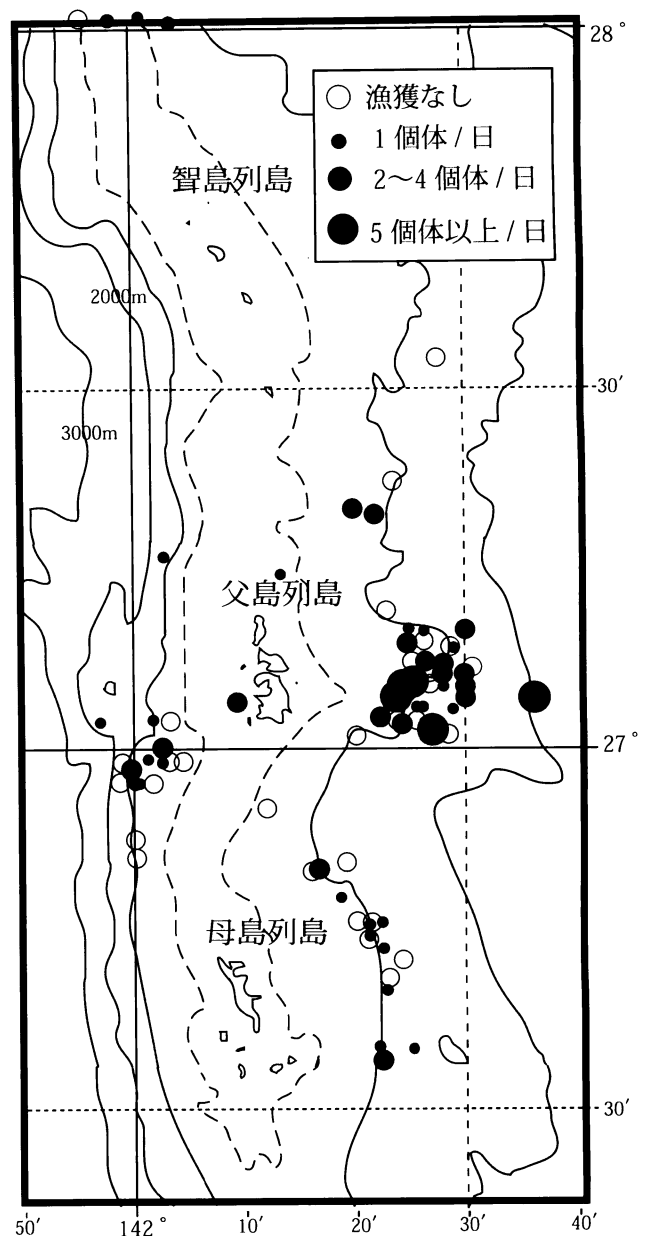


図4 ソデイカの釣獲調査位置別 CPUE

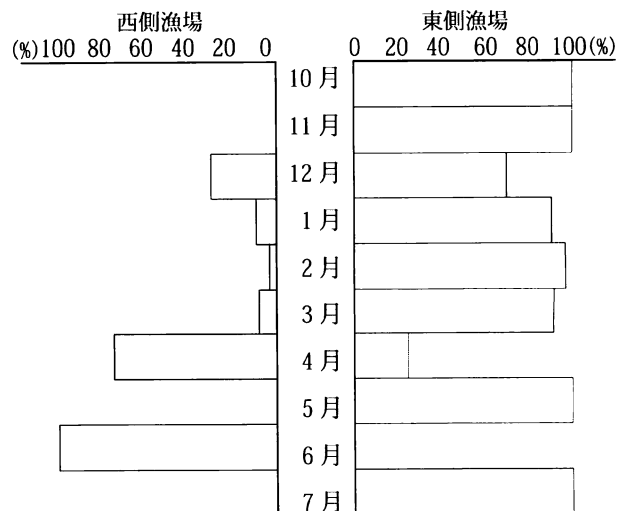


図5 聟島～母島列島線の東西海域漁場別の月別釣獲比率

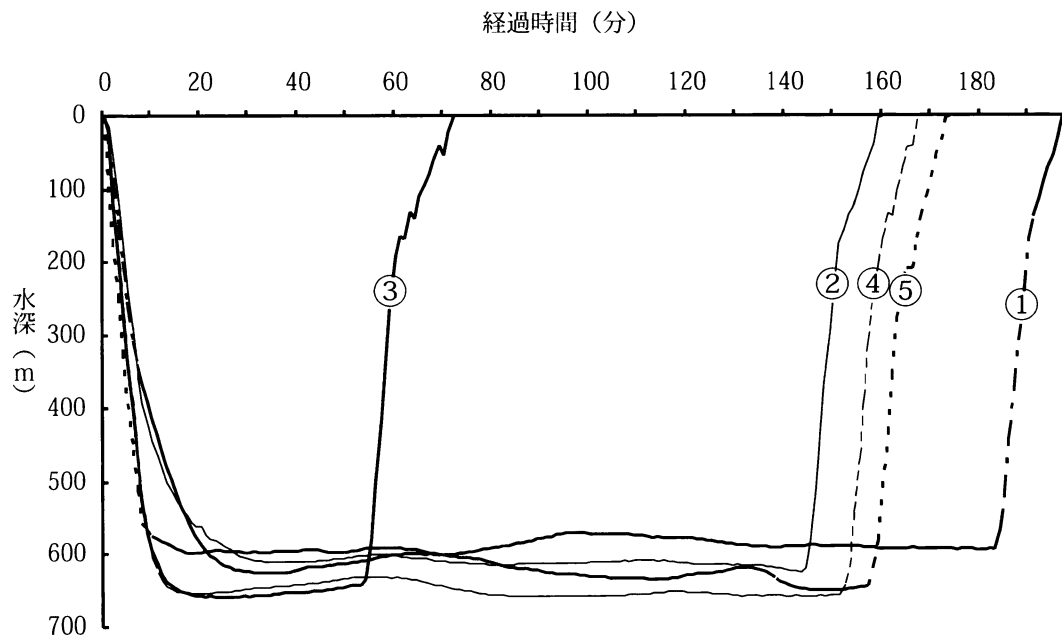


図6 ソデイカ立縄漁具の実測到達深度。調査指導船「みやこ」で行った10回の調査のうち代表的な5例を示した。
①：--- 6月26日，②：— 6月27日，③：— 6月28日，④：--- 6月29日，⑤：--- 6月30日

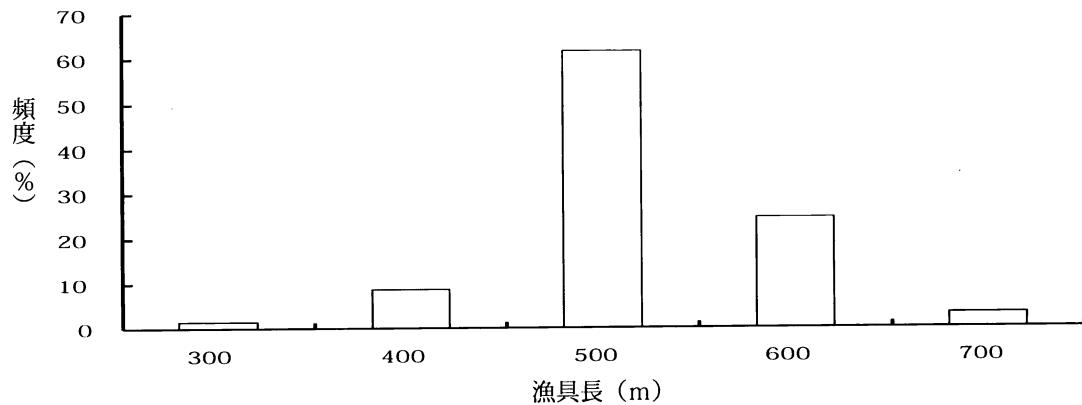


図7 ソデイカ釣獲調査に用いた立縄漁具長と釣獲頻度

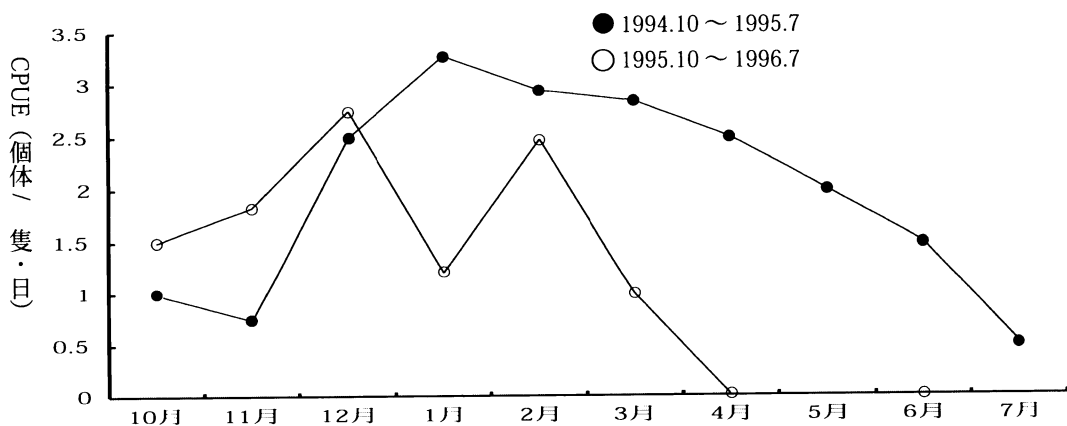


図8 ソデイカ CPUE の月別変化

た（図7）。

漁獲盛期 「興洋」の漁獲調査と漁協の漁獲統計に基づくCPUEの月別変化は、1994年10月から1995年7月漁期では、10～12月において0.75～1.0個体で推移したが、1～3月には2.85～3.25個体と高い値を示し、4～6月に1.5～2.5個体と減少し、7月にはさらに少ない0.5個体となった（図8）。

漁場環境 ソデイカ盛漁期の1,2月における釣獲時の漁場水温は水深400～500m層で10.1～16.4℃（図9）、塩分は34.24～34.83PSUであった（図10）。また、1995年の5月26日、6月15日の300m以深ではその前後の観測結果に比べ低水温、低塩分の傾向がみられた。1995年の水温・塩分の定線観測調査の結果では、賀島から母島列島線の西側（St.11）と東側（St.12）で水

温と塩分の鉛直分布に大きな差は認められなかったが、東側の4,6月の300m深で高塩分が認められた（図11,12）。

性比 「興洋」で釣獲した251個体について、性比（♀／♂）の月別変化を示した。年間を通しての性比は1.07で、雌がやや多かった（図13）。月別にみると、漁期初めの10,11月は0.67,0.56と雄が多く、盛漁期の1,2月は1.41,1.56と雌の割合が高かった。2個体以上が同日に釣獲されたときの雌雄比をみると、58例中18例（31%）で雌雄が同数釣獲され、8例（14%）で雄のみ、5例（9%）で雌のみが釣獲された。

外套長組成 性別不明の個体を含む321個体の外套長範囲は39.0～87.6（平均75.0）cmで、最大および最小の個体はいずれも雄であった。なお、雌雄別の平

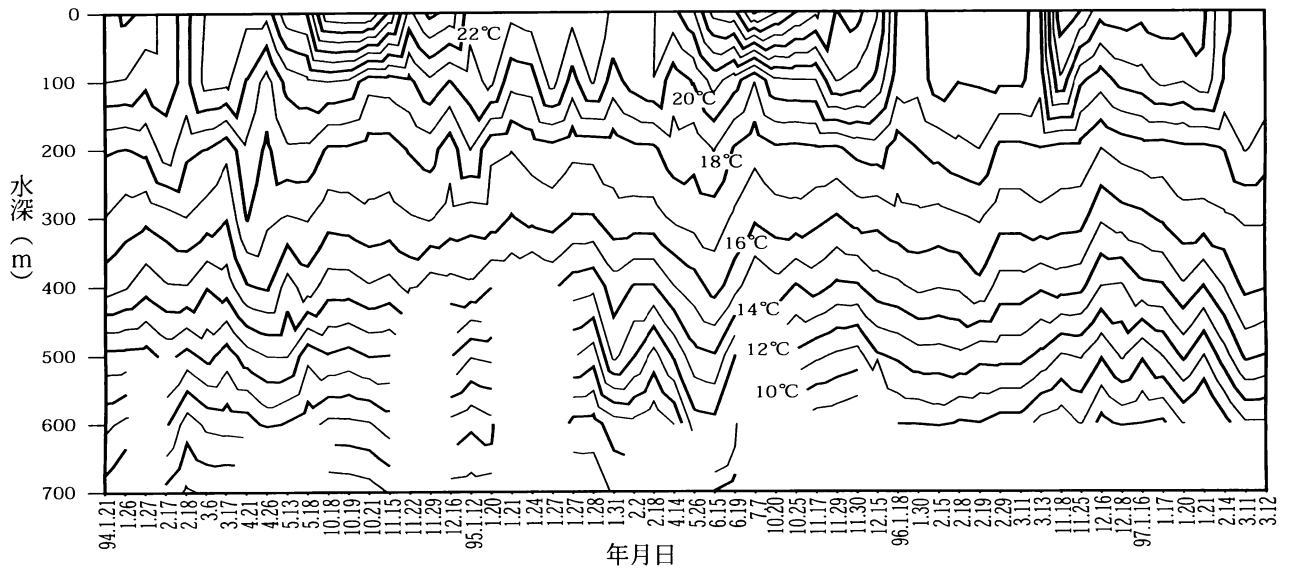


図9 ソデイカ釣獲時の漁場水温（℃）

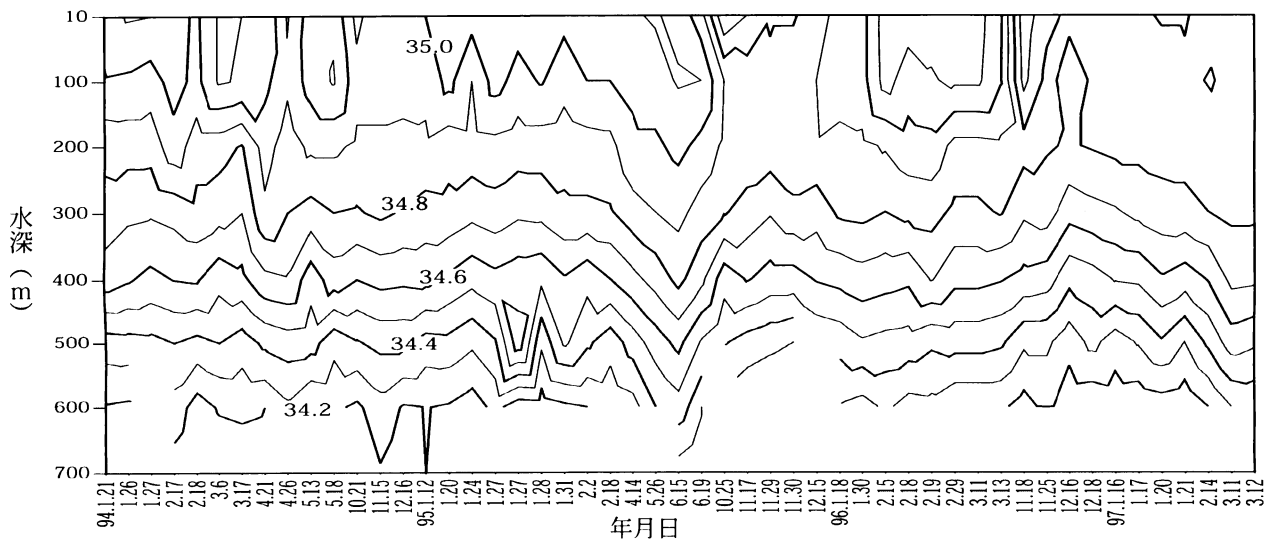


図10 ソデイカ釣獲時の漁場塩分濃度（PSU）

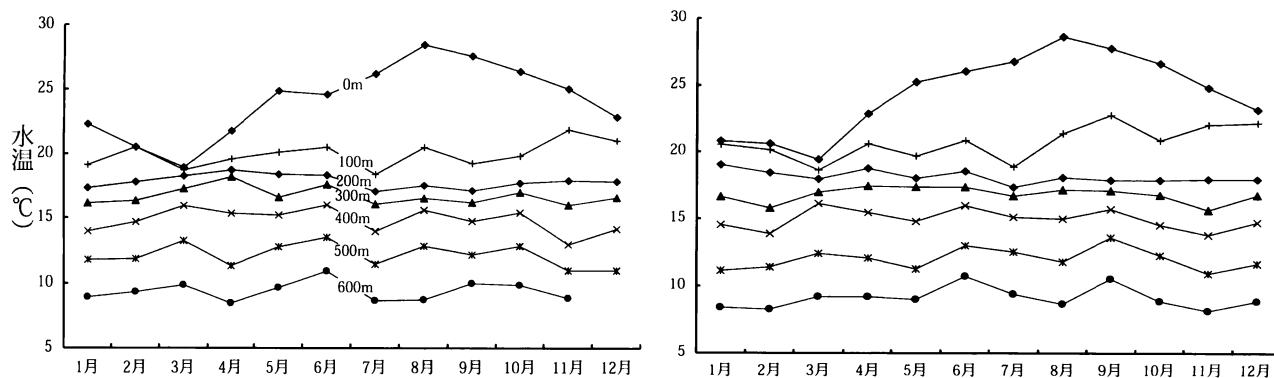


図 11 定線観測における水温測定結果 (1995 年), (左: St11, 右: St12)。
図中のメートル表示は水深を示す。

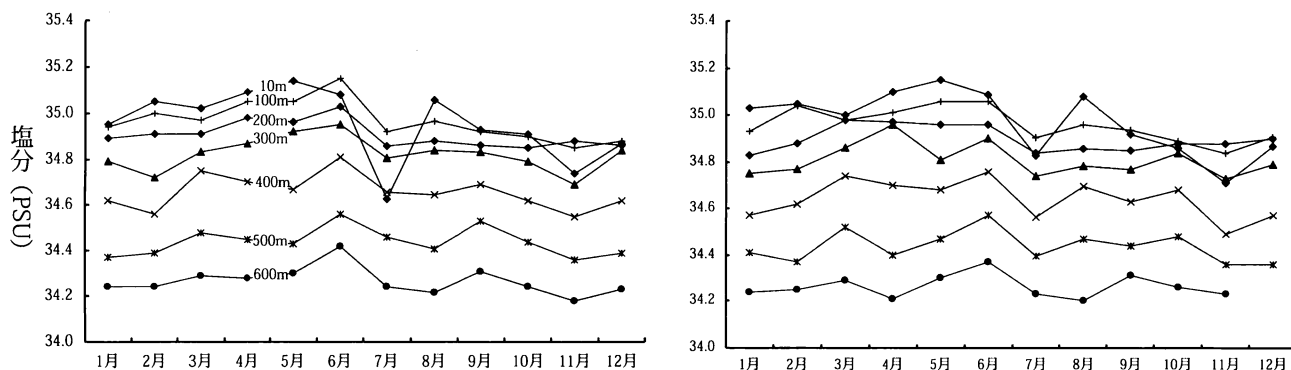


図 12 定線観測における塩分測定結果 (1995 年), (左: St11, 右: St12)。
図中のメートル表示は水深を示す。

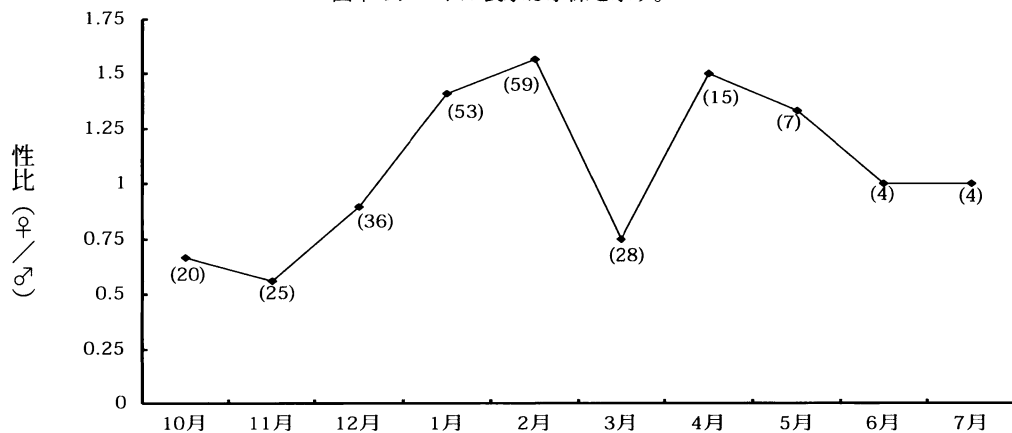


図 13 ソデイカ性比の月別変化。() 内の数字は測定個体数を示す。

均外套長 (土標準偏差, 以下同様) は雄 75.14 ± 8.91 cm, 雌 75.13 ± 5.94 cm で, 盛漁期である 1～3 月の外套長 60 cm 以上の個体の母平均の有意差を t 検定により求めた結果, 5% の有意水準で差は認められなかった。

外套長組成の月別変化をみると, 雌雄とも外套長の分散が漁期初めの 10～11 月に大きく, 盛漁期の 12～2 月には小さくなる傾向がみられた。雌のモードは 11～4 月にかけて 76～78 cm 台に形成されるなど変動幅は小さかった。雄のモードは 10～11 月には不明瞭であつ

たが, 12～4 月には 78～82 cm 台に形成された (図 14)。

体重組成 採集されたソデイカ全 2,018 個体の体重範囲は 2.0～22.4 (平均 15.0) kg であった。体重組成を月別にみると, 10 月は平均体重が 10.5 kg と最も小さく, その範囲は 3～22 kg の範囲に分散しており, 標準偏差は 5.9 と最も大きかった。そして, 全測定個体中の最小個体も 10 月に釣獲された。11 月は平均体重が 12.6 kg と増加し, 標準偏差は 4.8 と減少した。10～11 月は分散が大きく明確なモードは認められなかった。

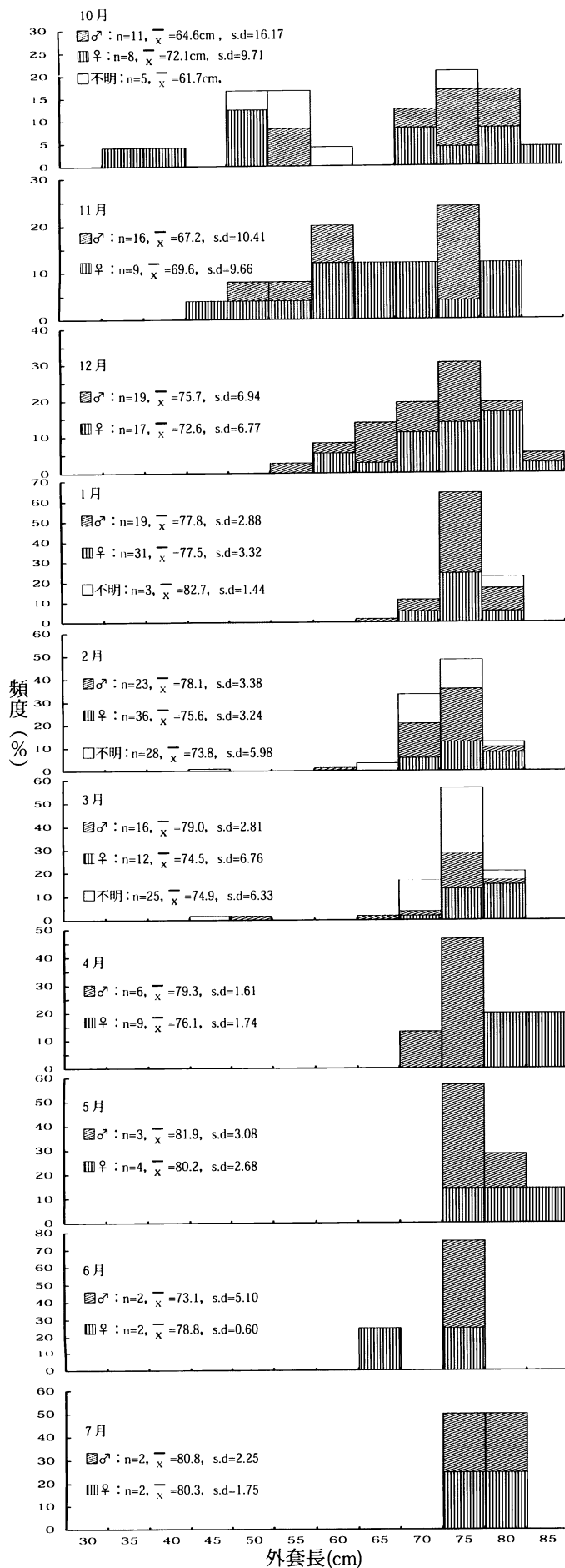


図 14 ソデিকা外套長組成の月別変化

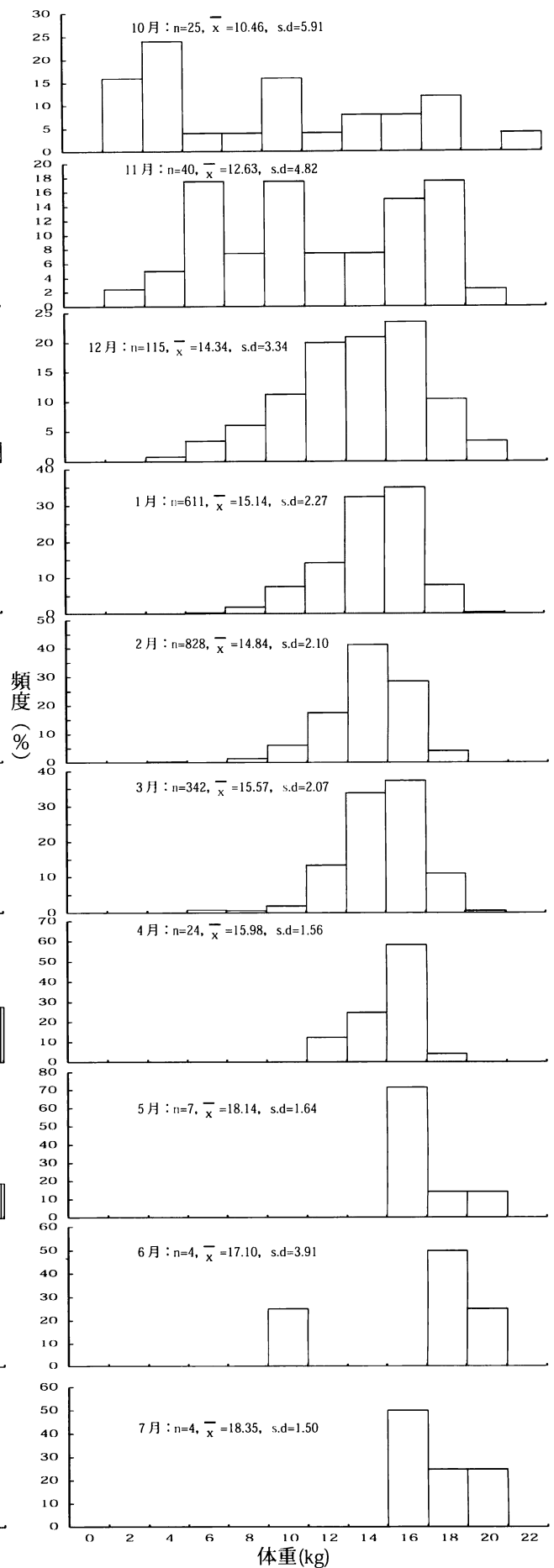


図 15 ソデিকা体重組成の月別変化

12月の平均体重は14.3kgと増加し、標準偏差は3.3とさらに減少した。1～3月は平均体重が14～15kg台となり、標準偏差も2.1～2.3と減少した。4月以降は釣獲個体数が大きく減少するが、6月を除き標準偏差は1.5～1.6と小さく、平均体重は16.0～18.4kgと大型個体が主体の漁獲であった。月別の出現状況をみると、10、11月に分散が最大となっており、この時期に様々な大きさのソデイカが釣獲された。しかし、1～3月にも10kg以下の個体が1,784個体中55個体(3.1%)みられた(図15)。

雌雄別の平均体重は雄14.60 ± 4.18kg、雌15.22 ± 3.25kgであった。

体重－外套長関係 雌雄別の体重、外套長の関係は雄118個体、雌129個体の測定結果から、下記のアロメトリー式(外套長L:cm, 体重W:kg)が得られた(図16)。初期成長定数は雌が大きいのに対し、相対成長係数は雄がやや大きかった。

$$\text{雄: } W = 3.59 \cdot L^{2.981} \cdot 10^{-5} \quad (r=0.99)$$

$$\text{雌: } W = 5.06 \cdot L^{2.916} \cdot 10^{-5} \quad (r=0.96)$$

雌雄不明の個体を合わせた307個体の外套長と体重の関係式は、下記のとおりであった。

$$W = 3.71 \cdot L^{2.997} \cdot 10^{-5} \quad (r=0.97)$$

雄の成熟 測定に供した雄の114個体は、外套長範

囲が39.0～86.0(平均75.2)cm, 体重範囲は2.0～22.4(同15.3)kgであった。10～12月の採集個体の中には外套長39.0～67.1(平均54.0)cm, 体重2.0～10.3(同5.5)kgの比較的小型な10個体が含まれていたが、これらは精莢を保有していなかった(以下、精莢非保有群という)。一方、他の109個体は全て精莢を保有していた(以下、精莢保有群という)。

精巣重量、ニーダム氏囊塊重量、生殖腺成熟度指数は外套長が70cmを越えると、いずれも急激に増加するとともに個体差が拡大した。外套長を5cm幅で区分すると、精巣重量の平均値は外套長70cm級34.2 ± 9.1g, 75cm級52.7 ± 9.9g, 80cm級57.0 ± 10.7g, 85cm級73.0 ± 8.5gで、平均値は外套長85cm級で、標準偏差は同80cm級で大きい値を示した。ニーダム氏囊塊重量の平均値は外套長70cm級30.7 ± 10.0g, 75cm級45.4 ± 12.4g, 80cm級51.4 ± 13.0g, 85cm級74.0 ± 12.7gで、平均値は外套長85cm級で、標準偏差は80cm級で高い値を示した。精莢数の平均値は外套長70cm級13.4 ± 7.02本, 75cm級11.5 ± 3.49本, 80cm級10.9 ± 3.82本, 85cm級14.0 ± 2.00本で、平均値は外套長70cm級と85cm級で高く、標準偏差は70cm級で高い値を示した(図17)。

精莢非保有群の精巣重量は、平均値が10月に3.5gであったが、12月には15.1gとなった。精莢保有群の精巣重量は、平均値が10月に41.2gで、その後3月には60g台と増加し、5月には70g台となった。標準偏差は

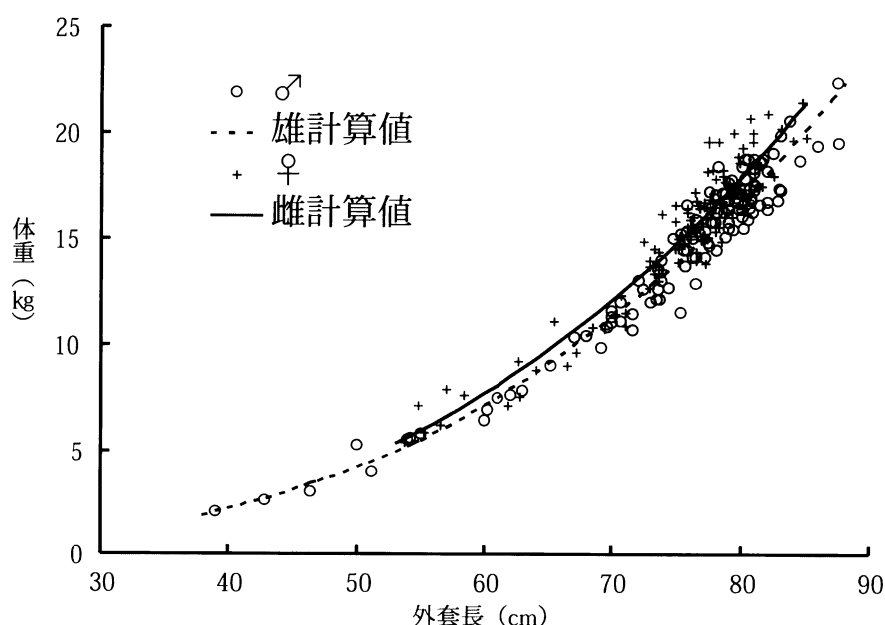


図16 ソデイカ外套長と体重の関係

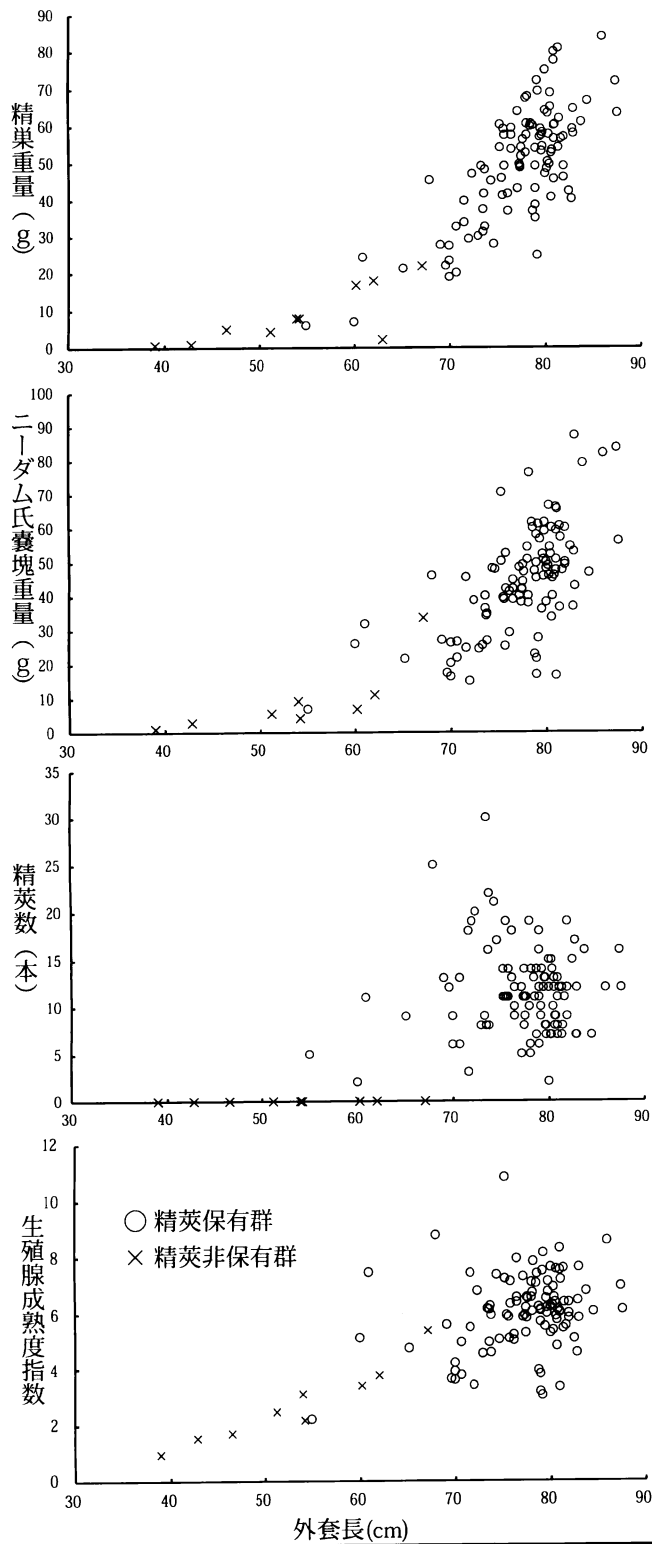


図 17 ソディカ雄の外套長と生殖器官発達状態の関係

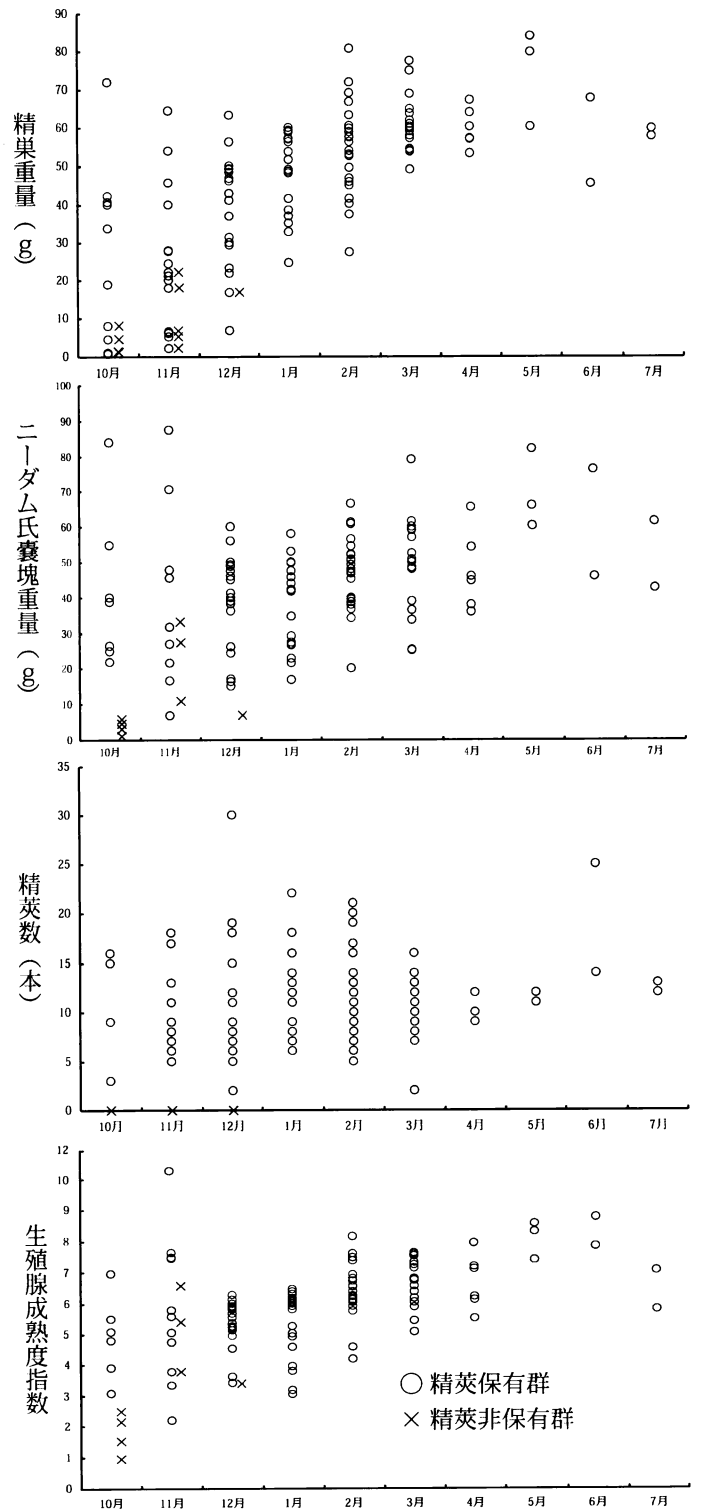


図 18 ソディカ雄の生殖器官発達状態の月別変化

10月に22.2と大きかったが、その後減少し3月には2.0となった。生殖腺成熟度指数が最大値を示したのは、11月に採集された外套長75.3cm、体重11.5kgの個体で、同指数は10.83であった。同指数が最小であった

のは10月に採集された外套長39.0cm、体重2.0kgの個体で同指数は0.95であった。精莢のない個体の同指数は0.95～5.39（平均2.80）、精莢を有している個体は2.19～10.83（同6.04）であった（図18）。母平均の

有意差を t 検定により求めた結果、5%の有意水準で差が認められた。

また、精巣重量 (GW: g) とニーダム氏囊塊重量 (NW: g) の間には高い相関があり ($r=0.81$)、下記の回帰式で近似された (図 19)。

$$GW=0.847 \cdot NW+11.285$$

スルメイカ *Todarodes pacificus* の熟度区分⁵⁾ に従ってソデイカ精巣の熟度を判別した結果、観察した 28 個体とも精小囊内に精子が形成されており、いずれも放精期と判定された (図 20)。これらの個体は全て精莢を保有しており、生殖腺成熟度指数範囲は 0.38 ~ 0.76 (平均 0.63) であった。

雌の成熟 測定に供した雌 115 個体の外套長範囲は

53.7 ~ 85.0 (平均 75.2) cm、体重範囲は 5.4 ~ 21.5 (同 15.3) kg であった。雌には周口部に交接痕 (図 21) を保有している個体 (以下、交接痕保有群という) と保有していない個体 (以下、交接痕非保有群という) があつた。交接痕保有群の生殖器官重量範囲は 9.6 ~ 1704.1 (平均 562.4) g、交接痕非保有群の生殖器官重量範囲は 7.7 ~ 1361.7 (平均 463.8) g と交接痕保有群の方が生殖器官重量が大きかった。外套長が 70cm を超えると卵巣・輸卵管・包卵腺の各重量はいずれも急激に増加するとともに、個体差が拡大した。外套長を 5cm 幅で区分すると、卵巣重量の平均値 ± 標準偏差は、外套長 70cm 級で 198.2 ± 155.3 g、75cm 級で 345.1 ± 188.7 g、80cm 級で 409.6 ± 187.1 g、85cm 級で 332.0 ± 1.0 g であった。外套長が 75cm を越えた個体も卵巣重量

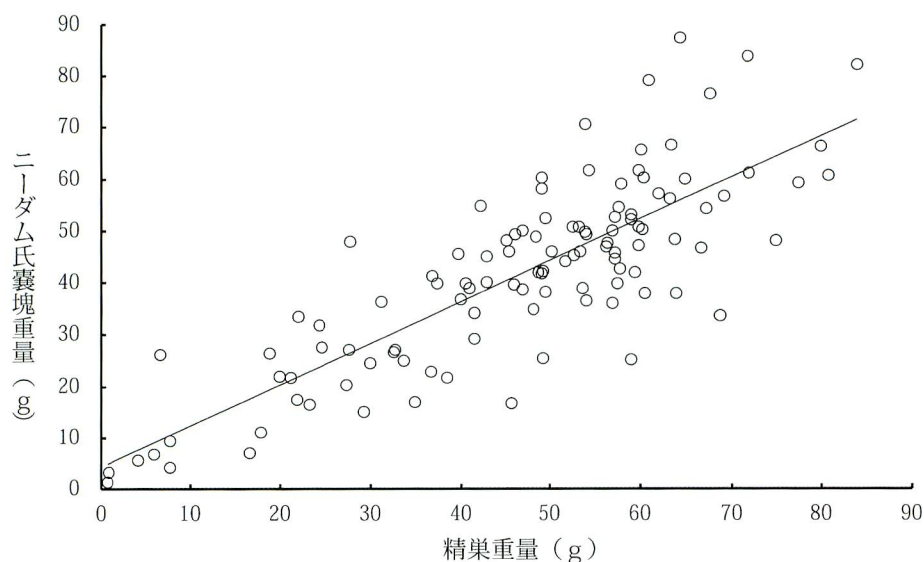


図 19 ソデイカの精巣重量とニーダム氏囊塊重量との関係

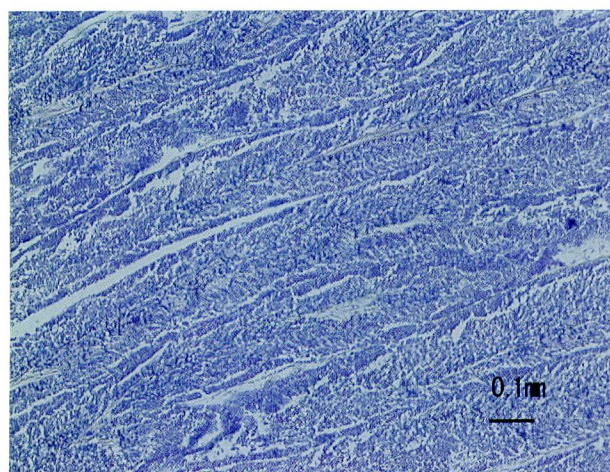


図 20 ソデイカ精巣の組織観察例
1996. 2. 19 採集 (ML81.4cm、BW18.6kg、熟度指数 7.61)



図 21 ソデイカ雌の周口部にみられる交接痕

の分散は大きい傾向がみられた。外套長63cm以下の個体は生殖腺成熟度指数が1.0以下で、いずれも交接痕非保有群であった。外套長64cm以上では生殖腺成熟度指数が1以下でも交接痕保有個体が出現した（図22）。交接痕保有率は、生殖腺熟度指数0～2の個体で61.1%、

2～4で77.3%、4～6で94.1%、6以上で87.5%と、同指数の増加に伴っておおむね高まる傾向が認められた。

生殖器官重量の変化を月別にみると、4月以降は各生殖器官の重量が高い値を示す個体が多かった。平均卵巢重量は10月に186.0gであったが、11月に140.7g

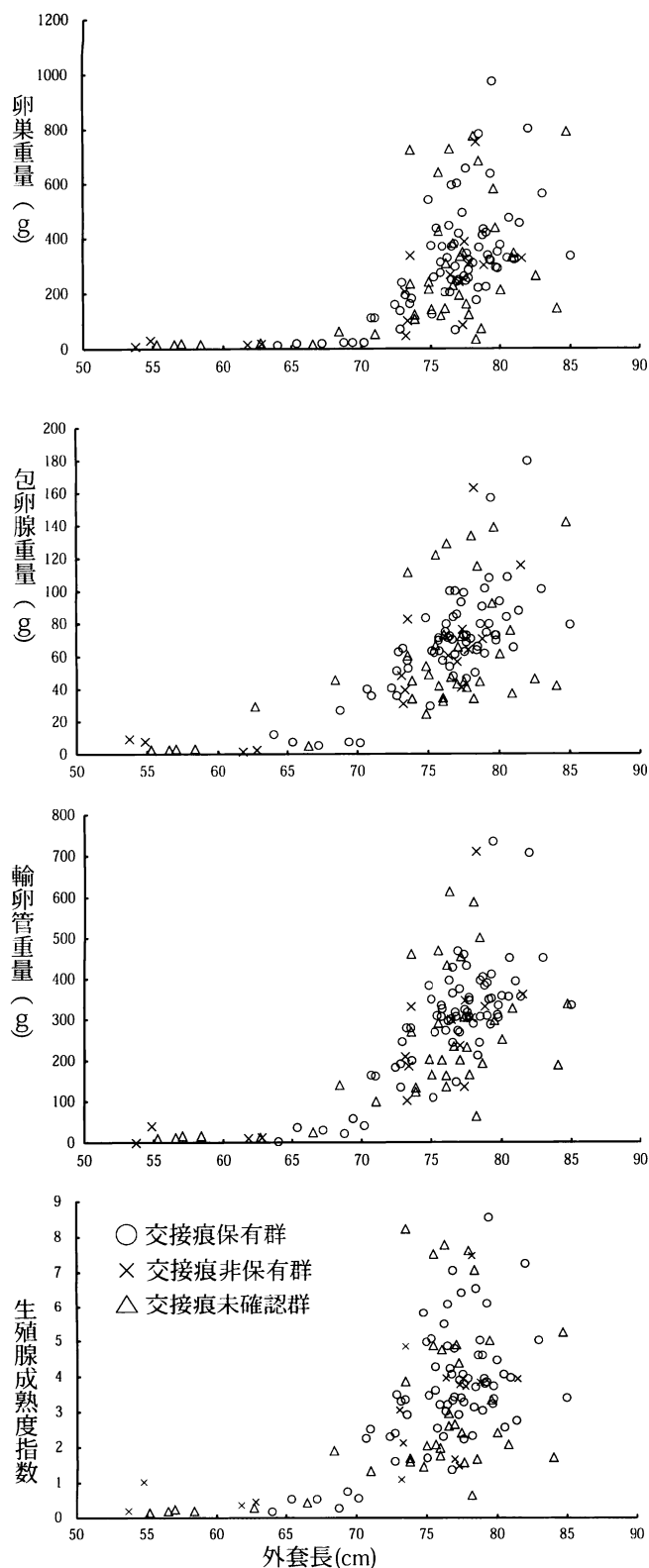


図22 ソデイカ雌の外套長と生殖器官発達状態の関係

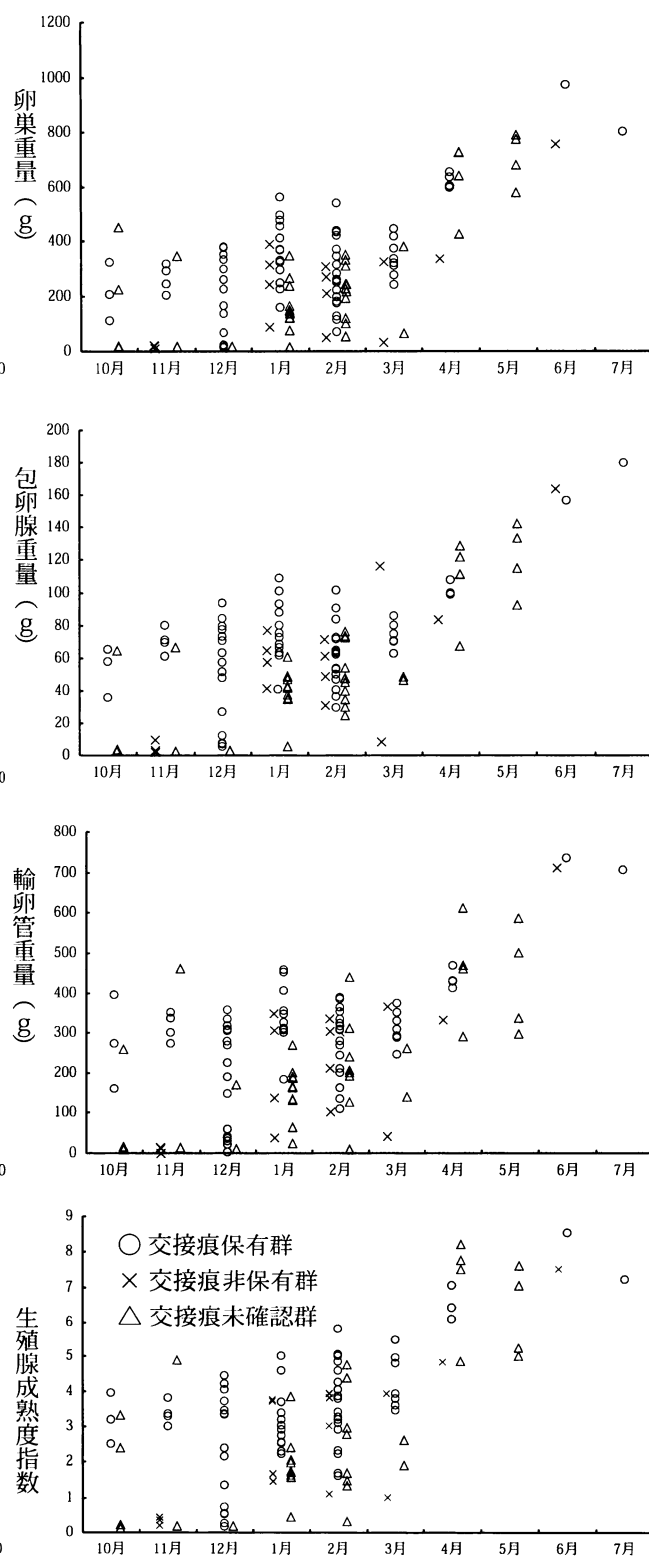


図23 ソデイカ雌の生殖器官発達状態の月別変化

と若干減少し、その後12月158.8g、1月247.9g、2月243.6gと緩やかに増加した。その後は、4月629.2g、5月706.3g、6月861.0gと4月以降に急激な増加が認められた。卵巢重量の最大値は970g、輸卵管重量の最大値は734gで、外套長79.4cmの同一個体で認められた(図23)。

卵巢重量と輸卵管重量の間には高い相関($r=0.91$)がみられたが、卵巢重量400g付近を境に、それ以下では輸卵管重量が、それ以上では卵巢重量が他方を上回った(図24)。

包卵腺長と卵巢重量、輸卵管重量、生殖腺成熟度指数間の相関係数はそれぞれ0.64、0.70、0.66で、輸卵

管重量との相関が最も高かった(図25)。

卵巢の熟度段階をスルメイカに準じて区分⁶⁾した結果、供試39個体の内訳は未成熟後期(B期)1個体、成熟開始期(C期)2個体、成熟途上期(D期)3個体、前成熟期(E期)28個体、成熟期(F期)5個体であった(図26)。

各期の特徴は以下の通りであった。

未成熟後期(B期)：細胞質がヘマトキシリンに濃染し、無卵黄後期の卵母細胞がみられる卵母細胞の大きさは80～100 μ mであった。

成熟開始期(C期)：卵巢小嚢には卵黄塊が形成され、濾胞細胞の陥入が認められた。

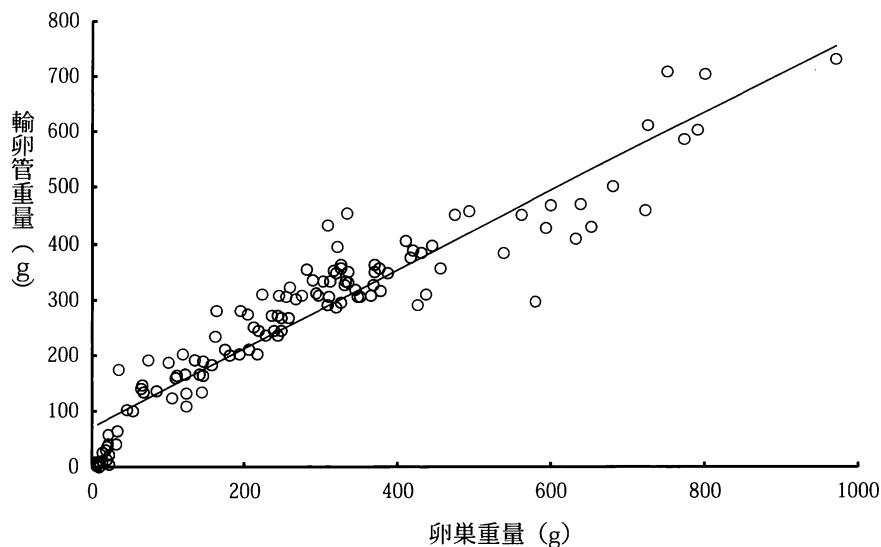


図24 ソデイカ卵巢重量と輸卵管重量の関係

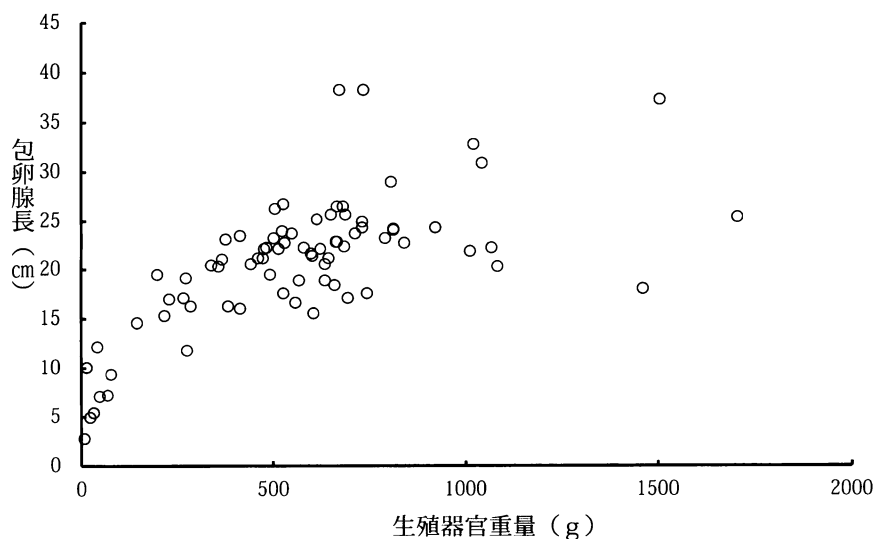
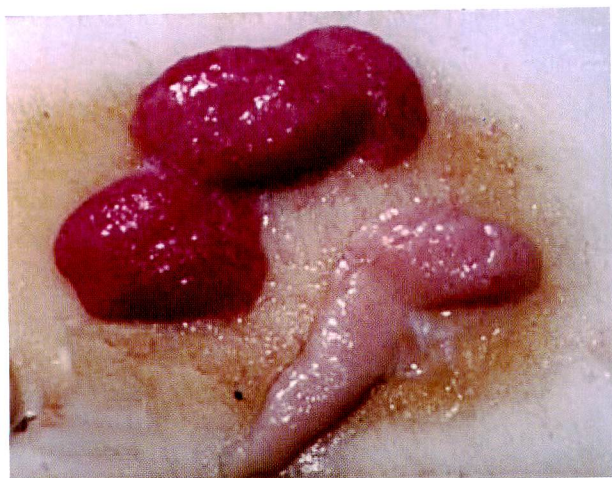
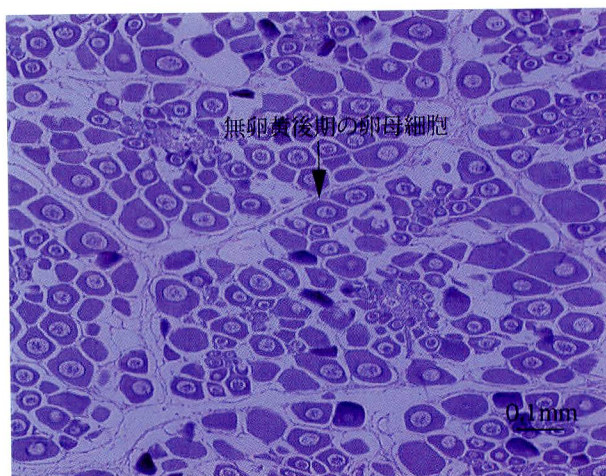


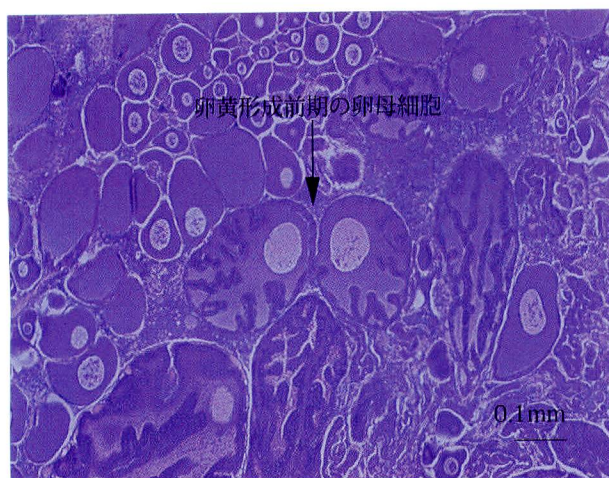
図25 ソデイカ生殖器官重量と包卵腺長の関係



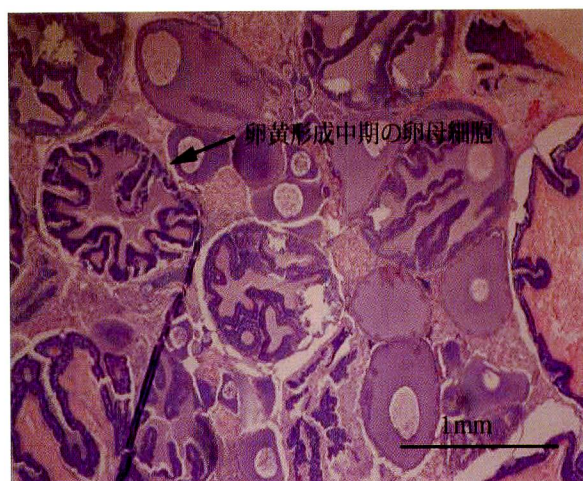
1. 2 個体分の卵巢
上が前成熟期卵，下が成熟開始期卵



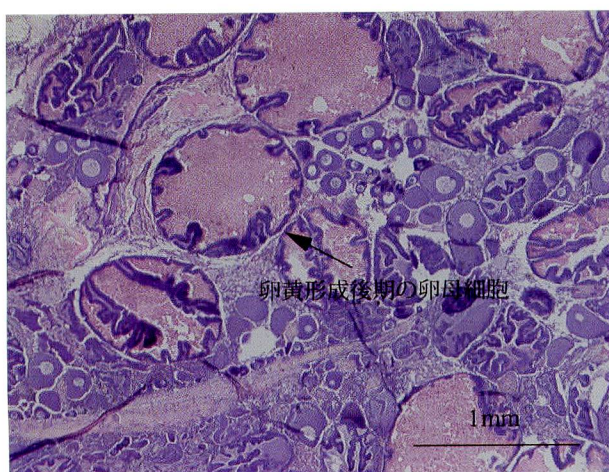
2. 未成熟期卵（B期）



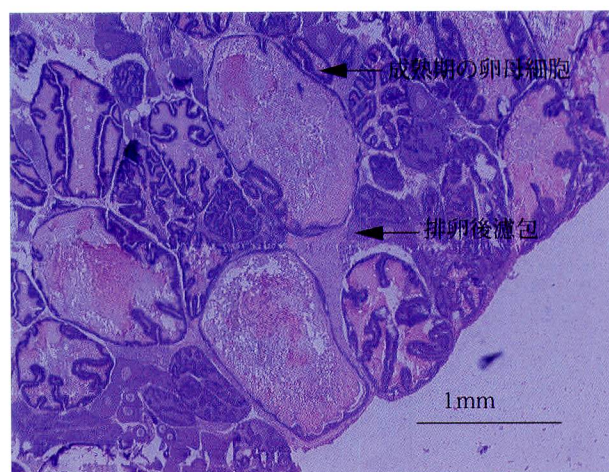
3. 成熟開始期卵（C期）



4. 成熟途上期卵（D期）



5. 前成熟期卵（E期）



6. 成熟期卵（F期）

図 26 1997 年 3 月 11 日に採集したソデイカの卵巢外観（1）と卵巢組織の観察例（2～6）

成熟途上期 (D期): 濾胞細胞の陥入がさらに進み, 卵黄の形成が認められた。卵母細胞の大きさは300 μ m以上であった。

前成熟期 (E期): 卵巣内は卵黄が占めるようになり, 濾胞細胞の陥入が少なくなった卵母細胞がみられた。

成熟期 (F期): 濾胞細胞の陥入が済み, 1mm以上になった卵母細胞と排卵後の濾胞がみられた。

卵巣の熟度段階, 生殖器官重量・交接痕保有率の関係をみると, 未成熟後期 (B期) の個体は11月に, 成熟期 (F期) の個体は1~3月に出現が確認された。CからE期個体については出現月と成熟段階の間に一定の関係はみられなかった。B期からE期にかけては, おおむね外套長の伸長と成熟段階の進展が対応する傾向がみられた。卵巣重量と輸卵管重量の間には, おおむね高い相関関係がみられたが, 卵巣重量が700g以上, 輸卵管重量が500gを越えるものは4~7月に漁獲され

たものに限られた。また, 卵巣重量に対して輸卵管重量の値の低いものは10月~5月と長期にわたり認められたが, これらは外套長76cm以上, 体重14kg以上と大型の個体が占めていた。生殖腺成熟度指数の平均値はB期で0.18と小さかったが, C期からE期にかけて増加し, F期には4.95となった。交接痕保有率はB・C期で0%であったが, D期33%, E期76%と増加し, F期には100%になった (表2)。

肝臓重量 ソデイカの肝臓重量範囲は, 雄で66.5~528.6 (平均263.4) g, 雌で96.3~628.6 (平均314.3) gであった。体重と肝臓重量の関係は体重が15kg以上になると雌の方が重たくなる傾向がみられた。肝重比 (肝臓重量/体重 $\times$ 100) は, 雄で0.6~4.2 (平均1.9) %, 雌で1.0~3.5 (平均2.1) %であった (図27)。

食性 「興洋」で採集したソデイカのうち85個体について胃重量と胃内容物の調査を行った。小笠原海域

表2 組織標本から判定したソデイカ雌の成熟段階ごとの生殖関連指標

成熟段階	個体数	採集月	外套長 (cm)	包卵腺重量 (g)	卵巣重量 (g)	輸卵管重量 (g)	生殖腺成熟 度指数	交接痕保有率 (%)
B期	1	11月	53.7	9.4	8.6	1.0	0.18	0
C期	2	2~3月	64.0 (54.8~73.2)	19.3 (7.7~30.9)	39.6 (32.3~46.8)	70.5 (39.9~101.0)	1.06 (1.01~1.10)	0
D期	3	1~2月	75.2 (73.1~77.3)	39.8 (29.6~48.8)	139.0 (85.2~206.4)	151.5 (108.6~209.8)	2.07 (1.48~3.04)	33
E期	28	12~3月	77.8 (72.4~85.0)	71.0 (39.8~115.7)	315.0 (101.0~474.6)	316.5 (182.9~451.2)	3.74 (2.10~5.05)	73
F期	5	1~3月	77.2 (74.8~81.4)	83.8 (75.1~93.1)	451.5 (326.4~538.5)	378.0 (295.5~458.3)	4.95 (3.86~5.82)	100

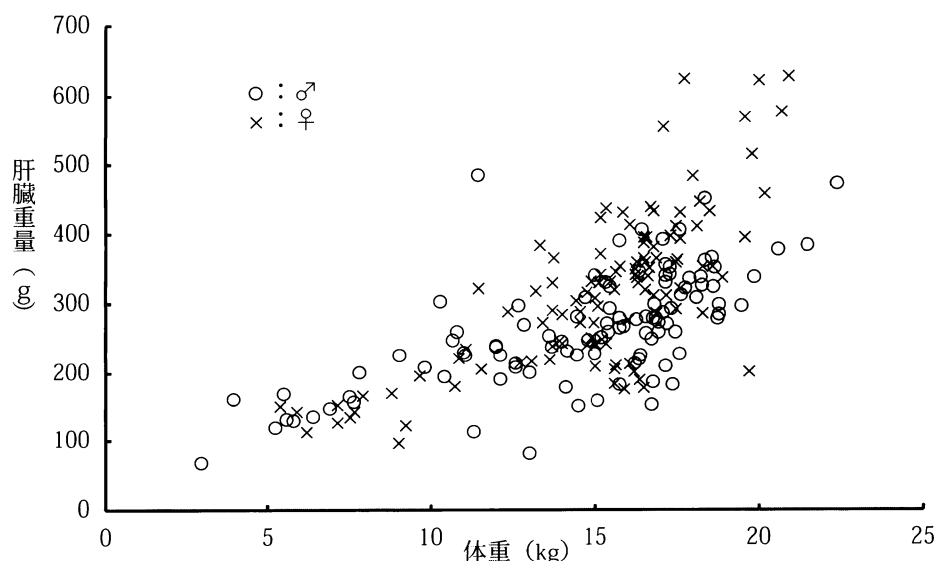


図27 ソデイカの体重と肝臓重量の関係

のソデイカの胃内容物は魚類と頭足類が大半を占めていた。胃内容物は消化が進みペースト状になっているものが多かった。種類が判別できたのは魚類ではハダカイワシ科魚類Myctophidae, 頭足類ではホタルイカモドキ *Enoplateuthis chunii* であった。胃重量範囲は30～528 (平均216) gで、体重に対する胃重量の割合は0.46～3.64 (平均1.38) %であった。胃重量が体重の1%以上を占めていたものは測定数の61%であった。

寄生虫 ソデイカの外套膜内側には寄生虫がみられ、多少の差はあるものの大半の個体に寄生が認められた。この寄生虫は外套膜内側の表面に近いところにみられ、寄生箇所は白濁しているため肉眼で簡単に確認できた(図28)。この寄生箇所にナイフ等で切れ目を入れると、容易に線虫を採集することができた。この線虫は

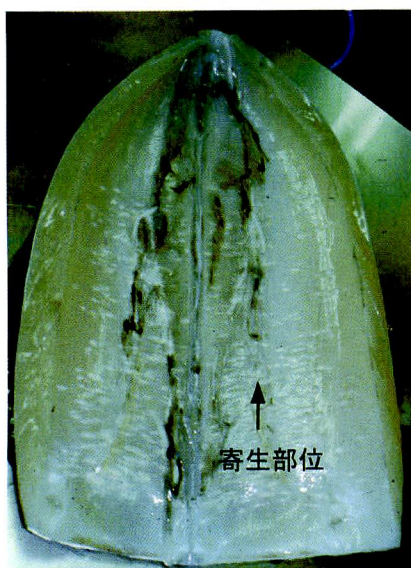


図28 ソデイカ外套膜内側に認められた線虫類 *Lappetascaris* sp. の寄生部位 (白濁部)



図29 ソデイカに寄生していた *Lappetascaris* sp. の外観

Lappetascaris sp.⁷⁾ と査定され、終宿主は魚類であり、人間には寄生しないと考えられるとのことであった(長澤, 私信)(図29)。また、この小笠原海域で認められた線虫は、漁獲の始まる10, 11月頃には少なく、3月頃から多くみられる傾向にあった。

考 察

漁場特性 ソデイカは全世界の暖海域に分布する、生息域の広い外洋性のイカ類である^{8, 9)}。小笠原以外の日本周辺海域では黒潮流域, 同反流域および対馬海流系海域でみられ、兵庫, 京都, 富山, 鳥取各県などの日本海側¹⁰⁻¹³⁾、小笠原とほぼ同緯度の沖縄^{3, 14)}などで昼間に立縄または延縄で漁獲されている。ソデイカの最大外套長は、雄が85cm, 雌が80cm程度とされているが¹⁵⁾、日本海漁場の漁獲個体は25～80cmで漁獲の主体は40～60cmと比較的小型であった¹⁰⁾。これに対して、沖縄漁場¹⁴⁾と小笠原漁場では漁獲個体は30～90cmで漁獲の主体は60～80cmと大型群を主体に漁獲されている(表3)。

小笠原海域での漁獲は10～7月の長期にわたり、CPUEは12月と2月にピークを示すことからソデイカの来遊盛期は12～2月と考えられ、釣獲頻度と漁具到達水深の関係から、昼間における主分布層は400～500mと考えられた。一方、日本海漁場の来遊盛期は対馬暖流の卓越する9～12月¹⁶⁾で釣獲水深は100mと浅かった¹⁰⁾。これに対して、沖縄漁場の来遊盛期は3～4月、主分布層は500～550m¹⁴⁾であり、これらの三海域における来遊盛期はそれぞれ異なるものの、主分布層は小笠原と沖縄がほぼ同様であった。日本海の漁場特性¹⁰⁾である水深100m, 水温17℃台を目安として、小笠原海域においても、1991～1992年にかけて水産センターの調査作業船「ウエントル3」(2 t)による釣獲調査を父島周辺で5回実施したが、イカ類を釣獲することはできなかった(安藤, 未発表)。日本海においては対馬暖流に乗っての分散が主要な分布要因であり、表層の暖水と中層水との間の躍層付近におけるイカの滞留が漁獲水深の決定要因と考えられるが、小笠原の漁期は鉛直混合期(春期)であり躍層などの滞留要因がないため、大深度までの日周鉛直移動が可能と考えられた。

日本海側と沖縄県の漁獲水深は塩分の極小層と一致するとされ¹⁷⁾、日本海におけるスルメイカの産卵場形成要因¹⁸⁾などと同様に日本海・沖縄海域¹⁵⁾では成層・

表3 日本周辺におけるソデイカ主要漁場の特性比較

	小笠原近海漁場	沖縄近海漁場	日本海漁場
主漁場水深 (m)	500 ~ 1500	1200 ~ 1500	100 ~ 500
釣獲水深 (m)	300 ~ 700	300 ~ 750	75 ~ 100
釣獲層水温 (°C)	10.13 ~ 16.44	5.77 ~ 16.7	17 ~ 19
主漁獲水深 (m)	400 ~ 500	500 ~ 550	75 ~ 100
盛漁期の外套長 (cm)	60 ~ 84	70 ~ 85	20 ~ 70
漁期 (月)	11 ~ 3	11 ~ 6	7 ~ 2
盛漁期 (月)	1 ~ 2	3 ~ 4	9 ~ 12

密度躍層の形成がソデイカの鉛直分布、漁獲水深の制限要因となっている可能性が示唆されるが、今回の小笠原の調査では主漁獲層に塩分の極小層は認められなかった。

今回の調査では、1995年の5月26日（東側）と6月15日（西側）では水温、塩分の値が大きく異なり、同年の定線観測結果では列島線東側の4、6月の300m深において塩分値が高い傾向がみられた。さらに、聳島から母島列島線における月別の東西海域別釣獲比率は、4、6月に東側海域から西側に逆転がみられており、海洋環境の影響が示唆される。

海底地形から漁場の特徴をみると、小笠原では沖縄^{14, 15)}と同様、深い海溝と陸棚の間の傾斜が緩やかな海底斜面が漁場となっていた。しかし、小笠原海域では、漁場が特定の海域に集中しており、ソデイカの釣獲数の多かった父島の東側の海底地形は、等深線が東に張り出し、島棚上の海台となっていることから、その周辺は湧昇域となっていた可能性が考えられる。

今回の調査結果から、小笠原海域のソデイカ資源は聳島～母島列島の東側海域に多く分布するものと考えられる。また、日本海では、空胃個体が約30%認められるのに対して¹⁰⁾、小笠原では空胃個体がほとんどなかった。一般的には熱帯域は温帯域に比べて生物量は少ないと考えられることから、ソデイカの生理として捕食頻度の少ない海域において、摂餌物を保持しているとも考えられる。一方、胃内容物調査では、ハダカイワシ科魚類やホタルイカモドキ等が認められ、さらに、この主漁場となった聳島～母島列島間の東側海域はソデイカだけでなく、アカイカやソデイカを捕食するメカジキ¹⁹⁾の好漁場ともなっており、イカ類を好んで食べるマッコウクジラ *Physeter macrocephalus* もよく出現する海域である^{20, 21)}。こうしたことを考え併せ

ると、小笠原海域のソデイカ漁場は島しょ周りの湧昇などにより、餌料生物の蛸集に適している海域であると考えられる。今後同海域における水産資源については上述の各種生物の食物連鎖なども考慮に入れた総合的な調査を行っていく必要がある。

胃内容物調査で得られた上記の生物は、昼夜日周移動をすると考えられており^{22, 23)}、日本海、沖縄海域でのバイオテレメトリーによる調査結果から、ソデイカでは昼夜の深浅移動²⁴⁻²⁶⁾が確認されている。一方、小笠原海域の釣獲水深調査では昼間水深500～600mで多獲されるが、夜間は表層で視認されること（表1）、あるいは伊豆諸島海域でも夜間表層で採集されている²⁷⁾ことなど、小笠原諸島海域のソデイカは餌料生物の動きに同調して深浅移動を行っている可能性が高い。

雄の成熟 雄の成熟指標として精巣およびニーダム氏囊塊（輸精管、貯精囊、精莢囊）、精莢数について検討した。この結果、精莢非保有群は外套長が70cm以下であり、10～12月に漁獲されたのに対して、精莢保有群は調査の行われなかった8、9月を除いて10～翌年7月のほぼ周年漁獲された。精莢形成を雄の成熟完了とみなせば、小笠原諸島海域では10、11月に来遊する小型群を除き、10～翌年7月に採集された個体は全て成熟し、交接可能な状態であった。また外套長5cm幅で検討した結果、精莢数の極大期が外套長70cm級にあったことから、精莢数の減少がみられた75・80cm級が活発に交接を行った可能性が高い。精子重量、ニーダム氏囊塊重量ともに外套長が85cm級で、最も高い値を示したことから、ソデイカの精子形成は外套長が70cm前後で活発になり、85cm以上のサイズでも継続されていると考えられる。

外套長70cm以上では全ての個体が精莢を保有しており、組織観察を行った外套長70.7cm以上の個体では、

全て精巣の発達状態は放精期で、かつ、精英を保有していた。今回、外套長70cm以下の個体について組織学的な検討ができなかったが、スルメイカでは放精期の個体は全て精巣に精英が形成されている⁵⁾。ソデイカについても同様の関係があると仮定して、精英の保有を成熟とみなせば、肉眼による精英の観察結果から、成熟最小個体は外套長55cm程度と考えられる。

沖縄海域では、外套長52cm以上の個体では9月以降12月まで生殖腺成熟度指数が増加し、以降1～8月は高い値を保ったままほとんど変動しない¹⁴⁾。小笠原海域でもほぼ同様な傾向を示しており、この両海域では、ほぼ同時期に成熟すると考えられる。

雌の成熟 池田ら⁹⁾の定義による組織学的な卵巣の発達段階と交接痕の有無から雌の成熟指標について検討を行った。交接痕保有率は前成熟期(E期)で73%、D期で33%であり、交接はD期の後半からE期にかけて行われているものと推定される。一方、大型個体で各生殖器官重量が十分に成熟段階に達しているにもかかわらず、交接痕を保有していない個体がみられた。アオリイカでは、大型個体で精英が付着していなくても、貯精嚢に精子を保有している²⁸⁾ことから、ソデイカも同様な生殖機構を有している可能性があり、交接痕が必ずしも成熟の指標となるとは限らないものとする。

卵巣組織に成熟期卵が形成されていたのは外套長74cm以上の個体であった。一方、交接痕を保有する最小個体は外套長64cmであった。軟甲部の成長線から得られた成長式²⁹⁾から判断して、交接痕を保有していた外套長64cmから、卵巣の成熟がみられた外套長74cmに要する期間は30～40日と推定される。したがってソデイカでは、少なくとも卵巣の成熟する1ヶ月前には交接をする個体があると考えられる。外套長5cm幅で区分した結果、卵巣の平均重量は80cm級で最も高く、85cm級では減少していた。このことから外套長が80cm前後に達すると新たな卵形成は終了し、産卵、あるいは輸卵管への卵移送により卵巣重量が減少するものと考えられる。

組織の観察により卵巣の発達状態を検討した結果、CからF期の卵巣内には、いずれも大きさの異なる卵が混在していたことから卵巣は非同期型発達をし、ソデイカは多回産卵するものと考えられる。また、小笠原諸島海域に来遊する雌の主体は前成熟期で、一部に成熟期の個体が含まれていること、また交接は卵巣卵

が成熟途上期から成熟期にかけて行われることが明らかになった。生殖腺成熟度指数は組織学的にみた成熟段階とおおむね対応するものの、各成熟段階における同指数範囲はしばしば重複した。したがって、同指数のみで成熟段階を厳密に判別することは困難と考えられる。

成長と産卵 著者らは今回の調査で得られた標本の軟甲部分を用いた年齢解析を行い、ソデイカ軟甲上の成長線は1日周期で形成されることを既に報告した²⁹⁾。そして、この成長線解析の結果、小笠原海域のソデイカは1年で外套長80cm前後まで成長すると考えられ、同じく1年で外套長80cmまで成長すると推定した山陰東部海域¹⁰⁾や沖縄海域での平衡石による輪紋解析結果の知見²⁵⁾ともよく合致した。

10～12月に来遊が確認された外套長64cm以上の大型雌は、全て交接痕保有個体であった(図21)。しかし、これらは生殖腺成熟度指数がいずれも5以下であり、卵巣等の生殖器官重量も小さかった。したがって、これらは小笠原海域では産卵期に至っておらず、また、この時期には卵塊も認められないことから熱帯海域¹⁵⁾などの他海域で産卵しているものと考えられる。

外洋性のスルメイカでは産卵時期や回遊経路から「冬生まれ群」、「夏生まれ群」、「秋生まれ群」の3群の存在³⁰⁾が知られており、北太平洋のアカイカでも、外套長の違いや、平衡石の日輪解析から「春生まれ群」と「秋生まれ群」の存在が推定されている³¹⁾。季節性の乏しい暖海域に分布するソデイカでは、このような概念を当てはめることは困難と考えられるが、これらの概念を小笠原海域の雌ソデイカにおいて検討すると、各生殖器官重量は10月～1月にかけ増重するものの、2～3月にかけ最大値が一時的に減少し、これと並行して外套長80cm以上の大型個体が1～3月にかけ減少する傾向がみられた(図14)。これらの大型個体は、10～11月に来遊がみられる外套長50～60cmの中型群が成長したものと考えられ、生後10ヶ月以上経過した個体と推定されることから、来遊前年の1～3月に生まれたものと考えられる。また、10～11月に来遊がみられる外套長60cm以上の個体はソデイカの最大外套長到達群と考えられるので、前年10～12月に生まれた個体が主群を形成していると推定された。一方、1～3月に本海域に生息する前年生まれ個体の多くは未排卵個体が多く、漁獲量およびCPUEがこの時期に減少するこ

とや卵塊発見が少ないことも考えあわせると、これらの一部は2～3月前後に小笠原で産卵、死亡すると考えられるが、主群は沖縄周辺など^{15, 24)} 他海域へ移動後に産卵しているものと推察される。

また、小笠原海域では2～6月にふ化直前期のソデイカの卵塊が確認されているが、とくに4～6月に多く確認されている³²⁾。表1に示したように、成熟サイズと考えられる外套長62～81cm、体重13～20kgのへい死個体は2～7月に海岸へ漂着している。これらをあわせて考えると、小笠原海域で産卵している主群は、4～6月に本海域に生息する前年の4～6月に生まれた個体により形成されていると考えられ、これらは小笠原近海に留まり産卵、死亡するものと考えられる。

回遊 ソデイカは遊泳に適した外形を持っているにも関わらず、海流に依存した受動的な移動を行うと考えられており¹⁵⁾、沖縄や日本海側のソデイカ資源補給には黒潮やその分流である対馬海流の影響が想定されている。小笠原周辺は黒潮反流や亜熱帯反流の影響を受けていると考えられるが、沖縄や日本海のソデイカ漁場に比べて黒潮のような強い海流の直接的な影響は

少ない。しかし、小笠原周辺の魚類相は沖縄やミクロネシアと類似性をもち、九州・本州太平洋岸の魚類相も含んでいることが指摘されている。そして、これらの魚類は、黒潮やその続流である黒潮反流によってもたらされたと考えられている³³⁾。また、外洋域の島しょや海山域ではその斜面沿いに濃密度なハダカイワシ類、小型イカ類などのマイクロネクトン群集が形成されることが知られている³⁴⁾。魚類とソデイカの分布様式を同一視することはできないが、小笠原周辺では黒潮反流や、亜熱帯反流により、大洋に分散した一部のソデイカと小笠原海域でふ化したものが、大陸棚や大陸棚斜面、島嶼まわりに生息するハダカイワシ類やホタルイカモドキ等を摂餌するため、孤島であるこの海域に集合する可能性が考えられる（図30）。

資源 ソデイカ集団構造の解析については、ミトコンドリアDNA、アイソザイムによる研究が行われており、沖縄、京都、福井、小笠原の個体間にはそれぞれの遺伝的な有意な差は認められていない³⁵⁾。形態的にソデイカ稚仔は長期浮遊、分散に適した形態をとっていると考えられ（独立行政法人水産総合研究センター

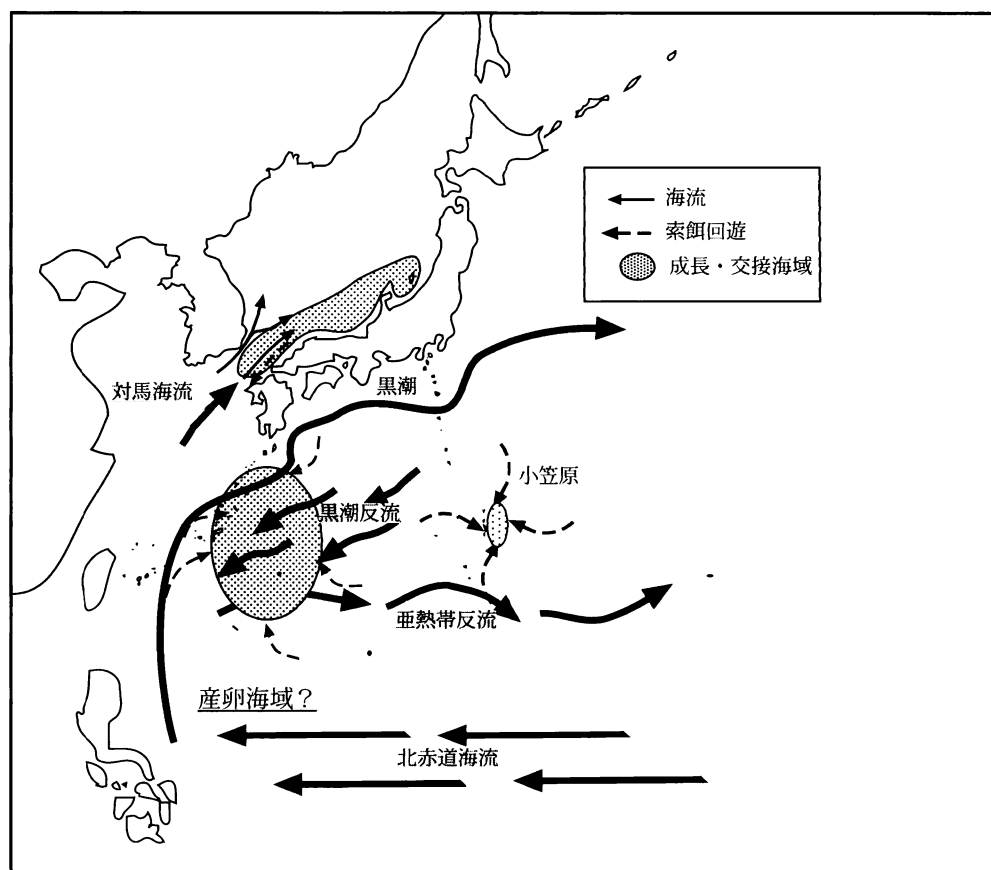


図30 ソデイカの推定回遊経路

遠洋水産研究所 若林敏江氏，私信）海域間での遺伝的・資源的な交流は大きいことが示唆される。しかし，小笠原のソデイカには線虫の *Lappetascaris* sp. の寄生が認められたが，沖縄では，条虫幼虫の *Tentacularia* sp. や，線虫幼虫の *Hysterothylacium* 属の寄生が認められている（沖縄県水産試験場 川崎一男氏，私信）。寄生虫は餌生物，摂餌に起因し，分散・浮遊・成長期において，海域（海山，島しょ）への滞留・定着を示唆すると考えられる。こうしたことから，今後は寄生虫による地域特性の検出³⁶⁾も検討していく必要がある。

現在小笠原では，小笠原海区漁業調整委員会指示事項として，幹糸1本当たりの釣数5本以内，たる流し漁具数15たる以内，禁漁期間が7月10日～10月31日，総トン数20トン以上の船舶の操業禁止を決め，資源管理体制がとられている。ソデイカは成長が早く，生食用としても利用できることから貴重な漁業資源と考えられる。日本周辺海域において，本種は沖縄をはじめ日本海側，太平洋側の広い範囲に分布しているが，資源状態や回遊経路などについてはまだ不明な点が多い。したがって，今後小笠原における資源管理を効果的に進めていくためには，沖縄や日本海等の他海域を含めて新たな管理手法を考えていく必要がある。

謝 辞

独立行政法人水産総合研究センター養殖研究所の長澤和也博士には寄生虫の査定を，沖縄県水産試験場の川崎一男氏には沖縄海域のソデイカに関する情報を提供していただいた。小笠原島漁協の村上玄朗氏には漁協に水揚げされたソデイカのデータ収集を，また，得られたデータの整理は水産センター臨時職員の湯村文子さん，平井恵美子さんにご協力頂いた。これらの方々に心よりお礼を申し上げる。また，本論文をまとめるにあたり，有益な助言をいただいた東京都水産試験場大島分場加藤憲司主任研究員，調査船「興洋」の運航を通じて研究にご協力いただいた五ノ井市朗船長ほか乗組員各位，同じく調査船「みやこ」の増田道俊船長ほか乗組員各位，調査全般の便宜をはかれた斉藤実，堤清樹，青木雄二の水産センター歴代の各所長にもお礼申し上げます。

文 献

- 1) 東京都労働経済局農林水産部水産課（1999）．東京都の水産（平成10年版）：3-70.
- 2) 川崎一男（1992）ソデイカ漁場形成と生態（漁業資源開発試験）．平成2年沖縄県水産試験場報告：8-20.
- 3) Nishimura, S. (1966) Notes on the occurrence and biology of the oceanic squid, *Thysanoteuthis rhombus* Troschel, in Japan. *Pub. Seto Mar. Biol. Lab.*, 16(4) : 327-349.
- 4) 川村軍蔵（1992）魚類の生態からみた漁法の検討（45）．ソデイカ立縄漁．水産の研究，11（5）：41-45.
- 5) 池田譲・桜井泰憲・島崎健二（1991）雄スルメイカの成熟にともなう精巣及び付属腺の発達について．日水誌，57(12) : 2237- 2241.
- 6) 池田譲・桜井泰憲・島崎健二（1991）雌スルメイカの成熟にともなう卵巣及び付属生殖器官の発達について．日水誌，57(12) : 2243-2247.
- 7) 長澤和也（1995）イカの腹の虫．奥谷喬司（編）イカの春秋．成山堂，東京：pp. 215-222.
- 8) 奥谷喬司（1995）日本の希少な野生水産生物に関する基礎資料（II）．水産資源保護協会：104-108.
- 9) 奥谷喬司（1982）ソデイカ [*Thysanoteuthis rhombus*] の生態，頭足類の生物学 20．海洋と生物，4（3）：168-169.
- 10) 名角辰郎（1975）山陰東部水域のソデイカ漁業と生態に関する2, 3の知見．兵庫県水試研報，(15) : 15-33.
- 11) 林清志（1989）1989年の富山湾でのソデイカ漁況について．水産海洋研究会報，54（3）：320-322.
- 12) 武田雷介・反田實（1997）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.
- 13) 武田雷介・反田實（1998）日本海におけるソデイカ漁場と回遊．外洋性大型イカ類に関する国際シンポジウム講演集．海洋水産資源開発センター：193-199.
- 14) 川崎一男・鹿熊信一郎（1998）沖縄周辺海域におけるソデイカの漁場分布と生物特性．外洋性大型イカ類に関する国際シンポジウム講演集．海洋水産資源開発センター：185-192.
- 15) チングス M. ニグマチュリン・アレキサンダー I. アーキブキン（1998）ソデイカ *Thysanoteuthis rhombus*（開眼類：ソデイカ科）の生物学総説．外洋性大型イカ類に関する国際シンポジウム講演集．海洋水産資源開発センター：157-184.
- 16) 小川嘉彦（1997）水産技師のための海況学入門．海洋水産資源開発センター，東京：pp. 103-182.
- 17) 矢野和成・清水弘文・小菅丈治（1998）亜熱帯沖合域の水産資源について．農林水産技術研究ジャーナル，21（2）：33-42.

- 18) 桜井泰憲・山本潤・氏良介・志村健・増田紳哉 (2002) スルメイカ産出卵塊は密度躍層に滞留する. 平成13年度イカ類資源研究会議報告: 72-75.
- 19) Tsuchiya, K., H. Okamoto, and Y. Uozumi, (1998) Cephalopods eaten by pelagic fishes in the tropical East Pacific, with special reference to the feeding habit of pelagic fish. *La Mer*, 36: 57-66.
- 20) 奥谷喬司 (1980) 頭足類の生態. 山本護太郎 (編) 海洋生態学. 東京大学出版会, 東京: pp. 79-91.
- 21) 錦織一臣 (2000) マッコウクジラの日撃ポイントとカジキ類・イカ類漁場との関係. 平成11年事業成果速報. 東京水試出版物通刊, (387): 57.
- 22) 窪寺恒己 (2000) ホタルイカの素顔. 奥谷喬司 (編) ホタルイカの素顔. 東海大学出版会, 東京: pp. 1-34.
- 23) 真木長彰・寺島裕晃・中村啓美 (1997) ハダカイワシ. 阿部宗明・本間昭郎 (監修) 現代おさかな事典, 漁場から食卓まで. エヌ・ティー・エス, 東京: pp. 542-543.
- 24) 飯塚覚 (1989) ソデイカの遊泳生態と漁場形成要因に関する一考察. イカ類資源・漁海況検討会議研究報告 (平成元年度): 63-69.
- 25) 著者不詳 (1997) 平成8年度沖合漁場等再開発基礎調査報告 (速報), 沖縄舟状海盆周辺海域. 海洋水産資源開発ニュース (219): 1-33.
- 26) 小菅丈治・清水弘文・越智洋介・矢野和成 (1997) 南海に大型イカの行動を探索. 西海水研ニュース, (89): 20-25.
- 27) 安藤和人・妹尾浩太郎・加藤憲司・堤清樹 (2004) 伊豆諸島海域における小型ソデイカの採集, 東京水試調査研報. (213): 41-43.
- 28) 和田洋蔵・西岡純・田中雅幸 (1995) 京都沿岸域に來遊するアオリイカの産卵生態について. 日水誌, 61 (6): 838-842.
- 29) 高山剛・安藤和人・錦織一臣・瀬川進・土屋光太郎 (1999) ソデイカ軟甲上の成長線に関する研究 (要旨). 平成9年度イカ類資源研究会議報告: 40-42.
- 30) 新谷久男 (1967) スルメイカの資源. 水産研究叢書, 16: 15-46.
- 31) 村田守・中村好和 (1998) 北太平洋におけるアカイカの季節的回遊及び日周鉛直運動. 海洋水産資源開発センター. 外洋性大型イカ類に関する国際シンポジウム講演集: 11-28.
- 32) 安藤和人・木村ジョンソン・前田洋志・土屋光太郎・川辺勝俊・錦織一臣・垣内喜美男 (2002) 小笠原海域におけるソデイカ卵塊の採集とふ化・飼育, 東京水試調査研報. (213): 34-40.
- 33) Randall, E. J., H. Ida, K. Kato, R. L. Pyle, J. L. Earle (1997) Annotated checklist of the inshore fishes of the Ogasawara Islands. *Nat. Sci. Mus. Monog.*, (11): 1-74.
- 34) Reid, S. B., J. Hirota, R. E. Young and L. E. Hallacher (1991) Mesopelagic-boundary community in Hawaii: micronekton at the interface between neritic and oceanic systems. *Mar. Biol.*, 109: 427-440.
- 35) Kitaura, J., G. Yamamoto, M. Nishida (1998) Genetic variation in populations of the diamond shaped squid *Thysanoteuthis rhombus* as examined by mitochondrial DNA sequence analysis. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 64 (4): 538-542.
- 36) 長澤和也・森純太・岡村寛 (1998) 北太平洋のアカイカ系群の生物学的指標としての寄生虫. 外洋性大型イカ類に関する国際シンポジウム講演集. 海洋水産資源開発センター: 47-62.

付表1 ソデイカ釣獲調査結果

No.	調査年月日	調査海域		水深 (m)	釣獲 個体数	No.	調査年月日	調査海域		水深 (m)	釣獲 個体数
		緯度	経度					緯度	経度		
1	1993.12.1	26-53N	142-00E	951	0	67	1995.10.26	27-02N	142-28E	758	0
2	1993.12.2	26-50N	142-16E	805	0	68	1995.11.16	27-05N	142-26E	1018	0
3	1994.1.21	26-59N	142-02E	770	1	69	1995.11.17	27-06N	142-26E	942	4
4	1994.1.25	26-59N	142-04E	710	0	70	1995.11.26	26-58N	141-59E		0
5	1994.1.26	26-59N	142-00E	760	2	71	1995.11.27	27-07N	142-25E	847	0
6	1994.1.27	26-58N	142-00E	586	1	72	1995.11.29	27-05N	142-26E	1037	2
7	1994.2.17	26-58N	142-03E	745	1	73	1995.11.30	27-04N	142-26E	1020	2
8	1994.2.18	27-04N	142-25E	890	6	74	1995.12.14	27-09N	142-26E	950	0
9	1994.2.25	27-03N	142-25E	928	0	75	1995.12.15	26-55N	142-01E	619	3
10	1994.3.6	26-34N	142-22E	794	4	76	1996.1.16	27-05N	142-26E	1018	0
11	1994.3.17	26-19N	142-10E	918	1	77	1996.1.17	27-06N	142-26E	942	0
12	1994.4.19	26-59N	142-00E	1050	0	78	1996.1.18	26-35N	142-21E	971	2
13	1994.4.20	26-41N	142-22E	912	0	79	1996.1.19	26-44N	142-21E	953	0
14	1994.4.21	26-39N	142-03E	768	1	80	1996.1.24	—	—		1
15	1994.4.25	28-04N	141-56E	833	0	81	1996.1.30	—	—		11
16	1994.4.26	28-02N	142-03E	740	2	82	1996.2.15	—	—		3
17	1994.5.2	27-03N	142-24E	675	0	83	1996.2.18	—	—		4
18	1994.5.13	26-07N	142-24E	794	2	84	1996.2.19	—	—		6
19	1994.5.18	27-07N	142-24E	776	3	85	1996.2.29	—	—		2
20	1994.6.20	27-05N	142-24E	753	0	86	1996.3.11	27-04N	142-30E	1369	4
21	1994.6.21	27-22N	142-23E	960	0	87	1996.3.13	—	—		3
22	1994.6.22	26-57N	142-01E	633	0	88	1996.10.28	27-10N	142-30E	1500	0
23	1994.6.30	26-20N	142-12E	733	0	89	1996.10.31	27-08N	142-29E	1120	0
24	1994.10.17	27-04N	142-24E	732	0	90	1996.11.1	27-07N	142-31E	1205	0
25	1994.10.18	27-02N	142-26E	820-915	2	91	1996.11.18	27-03N	142-29E	1130	1
26	1994.10.19	27-02N	142-26E	850-874	1	92	1996.11.21	27-09N	142-28E	1053	0
27	1994.10.20	26-46N	142-21E	810-847	0	93	1996.11.25	27-10N	142-30E	1419	3
28	1994.10.21	26-41N	142-22E	820-880	4	94	1996.11.28	27-10N	142-30E		0
29	1994.10.24	26-46N	142-20E	850	0	95	1996.12.16	27-09N	142-29E	1170	2
30	1994.11.4	27-03N	142-03E	714	1	96	1996.12.18	27-07N	142-28E	850	3
31	1994.11.15	27-04N	142-25E	779	1	97	1997.1.16	27-02N	142-27E	1240	5
32	1994.11.22	28-04N	141-58E	943	1	98	1997.1.17	27-03N	142-27E	1050	3
33	1994.11.28	26-42N	142-21E	560	0	99	1997.1.20	27-02N	142-27E	1144	8
34	1994.11.29	26-45N	142-21E	870	1	100	1997.1.21	27-10N	142-26E	1029	1
35	1994.12.2	26-59N	141-59E	1016	0	101	1997.2.14	27-05N	142-28E	1153	3
36	1994.12.16	27-04N	142-25E	825	2	102	1997.2.18	—	—		0
37	1995.1.12	27-14N	142-03E	895	1	103	1997.2.22	—	—		2
38	1995.1.17	26-42N	142-23E	1027	0	104	1997.3.11	—	—		3
39	1995.1.20	27-20N	142-24E	1018	1	105	1997.3.12	—	—		3
40	1995.1.21	27-20N	142-22E	737	2	106	1997.4.9	—	—		4
41	1995.1.24	27-04N	142-25E	947	2	107	1997.4.15	—	—		5
42	1995.1.27	26-49N	142-20E	994	10	108	1997.4.25	—	—		0
43	1995.1.28	26-48N	142-20E	927	3	109	1997.4.28	—	—		2
44	1995.1.31	26-48N	142-21E	1034	1	110	1997.5.23	—	—		0
45	1995.2.2	27-05N	142-25E	843	2	111	1997.7.15	—	—		3
46	1995.2.3	26-59N	142-04E	778	0	112	1997.10.8	—	—		5
47	1995.2.16	24-04N	141-39E	807	0	113	1997.10.30	—	—		2
48	1995.2.18	25-22N	141-20E		3	114	1997.11.14	—	—		2
49	1995.2.21	27-04N	142-26E	1009	4	115	1997.11.20	—	—		3
50	1995.4.14	27-06N	142-26E	949	1	116	1997.12.19	—	—		2
51	1995.4.19	27-05N	142-26E	922	0	117	1998.1.28	—	—		1
52	1995.4.20	—	—		0	118	1998.2.4	—	—		2
53	1995.5.15	—	—		0	119	1998.2.6	—	—		3
54	1995.5.16	—	—		0	120	1998.3.19	—	—		3
55	1995.5.26	27-07N	142-27E	789	2	121	1998.10.8	—	—		4
56	1995.6.15	28-03N	142-01E	830	1	122	1998.11.27	—	—		4
57	1995.6.19	27-05N	142-10E	876	3	123	1998.12.10	—	—		13
58	1995.6.20	27-09N	142-24E	858	0	124	1999.2.18	—	—		19
59	1995.7.6	27-11N	142-23E	874	0	125	1999.3.12	—	—		7
60	1995.7.7	27-09N	142-25E	898	1	126	1999.4.12	—	—		0
61	1995.10.16	27-06N	142-26E	973	0	127	1999.4.13	—	—		0
62	1995.10.17	27-33N	142-28E	1305	0	128	1999.10.21	—	—		5
63	1995.10.19	26-50N	142-19E	1136	0	129	1999.12.18	—	—		11
64	1995.10.20	26-36N	142-24E	939	1	130	2000.3.14	—	—		0
65	1995.10.24	27-01N	142-20E	1178	0	131	2000.12.14	—	—		0
66	1995.10.25	27-00N	142-19E	843	2	132	2000.12.18	—	—		0