

小笠原諸島海域で採集したアカイカとトビイカに 関する漁業生物学的知見

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

Some Fishery Biological Data on Two Flying Squids *Ommastrephes bartrami* and *Sthenoteuthis oualaniensis* Collected from the Ogasawara Islands Waters, Southern Japan

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

アカイカ *Ommastrephes bartrami* (地方名: ムラサキイカ, バカイカ) は赤道海域を除く世界の温・熱帯外洋域に分布し^{1, 2)}, 「さきいか」の原料やロールイカ等の加工品として広く利用されている。また, トビイカ *Sthenoteuthis oualaniensis* は太平洋とインド洋の温・熱帯海域に広く分布し^{1, 2)}, 台湾・沖縄では漁業対象種となっている。しかし, これまで, 小笠原海域ではいずれの種に対してもイカ漁業が行われていなかったため, これらの2種に関する漁業生物学的知見も得られなかった。今回, 東京都小笠原水産センター所属の漁業調査指導船「興洋」(46 t) (以下「興洋」) によるソデイカ *Thysanoteuthis rhombus* の資源開発調査³⁾ 時に多くのアカイカ, トビイカが混獲されたことから, 小笠原海域におけるこれら2種の漁業資源としての開発を目的に調査を行ったので報告する。

材料と方法

アカイカ調査標本は, 安藤ら³⁾ が小笠原海域で「興洋」により行ったソデイカ調査時に混獲されたものを用いた。採集は, 同調査で用いたソデイカ立縄調査用漁具での釣獲により行った。調査は1993年12月～2000年3月までの8ヶ年に各年とも8, 9月の2ヶ月をのぞき, 賀島列島から母島列島に至る海域および硫黄島周辺海域で延べ132回行い, CPUE (1日1隻当たりの釣獲個体数) を算出した。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。

トビイカ調査標本は上記のソデイカ調査で混獲されたものと, アカイカ用のイカ鉤を用いて手釣りにより釣獲したものを用いた。調査期間は1994年11月～

1996年12月の3ヶ年で, 延べ8回行った。

測定に供したアカイカは, 1994年1月～2000年3月の7ヶ年に釣獲された全901個体で, 外套長または外套長と体重を測定し, このうち764個体については開腹して, 雌雄判別を行った。また, このうちの596個体について生殖器官の測定を行った。なお, 雌の生殖器官については卵巣, 輸卵管 (輸卵管腺含む), 包卵腺を, 雄の生殖器官については, 精巣, ニーダム氏囊塊 (輸精管, 貯精囊, 精莖囊) について重量測定を行った。

トビイカ調査標本は1994年11月～1996年12月までの3ヶ年間に釣獲された125個体で, 外套長と体重を測定後, このうちの54個体について開腹し, 雌雄判別を行った。また, 雌の生殖器官については, 27個体について卵巣重量を, 10, 11月の11個体について, 卵巣, 輸卵管 (輸卵管腺含む) 包卵腺の測定を行った。雄の生殖器官については, 精巣の重量測定を行った。

アカイカとトビイカ両種についての生殖腺成熟度指数を下式で算出した。

雄: (精巣重量+ニーダム氏囊塊重量) / 体重 × 100

雌: (卵巣重量+輸卵管重量) / 体重 × 100

また, 卵巣重量と輸卵管重量の関係から産卵疲弊度を下式で算出した。

産卵疲弊度 = 輸卵管重量 / 卵巣重量

雌の口器周辺の交接痕の保有の有無から, 交接率を下式で求めた。

交接率 = 交接痕保有数 / 測定個体数 × 100

* 東京海洋大学 〒108-8477 東京都港区港南4丁目5番7号

結 果

1. アカイカ

釣獲位置 釣獲位置の分布をみると、アカイカは聟島から母島列島線の東側海域で多く釣獲され、CPUEは東側が5.37個体/日、西側が3.95個体/日であった(図1)。釣獲調査に基づくCPUEの月別変化では、最も高い値を示したのは1997年2月の16個体/日で、CPUEは1～4月に高い値を示した(図2)。

漁場環境 アカイカ来遊初期の10, 11月における釣獲時の漁場の水温は海面が24.0～28.0, 水深400～500m層で9.8～14.7℃, 塩分は34.26～34.70PSUであった。来遊盛期の1, 2月における釣獲時の漁場の水温は海面が19.7～22.5, 水深400～500m層で10.2～15.8℃, 塩分は34.25～34.71PSUであった(図3, 4)。来遊初期の10, 11月の海面～100m層水温は、高水温の傾向がみられた。

性比 開腹調査の結果、雄は73個体、雌は691個体で、性比(♂/♀)は0.11と圧倒的に雌の比率が高かった。月別にみると、雄の漁獲割合が10%を越えたのは10, 11月と2月の3ヶ月であった(図5)。

体重組成 雄の体重範囲は750～2,600(平均1,434.8±446.9)gで、モードが1,100g台にみられた。雌の体重範囲は1,230～8,100(平均3,299.0±1010.6)gで、モードが2,300g台と4,300g台にみられた。雌の分散は大きく、雌と雄では体重組成に大きな

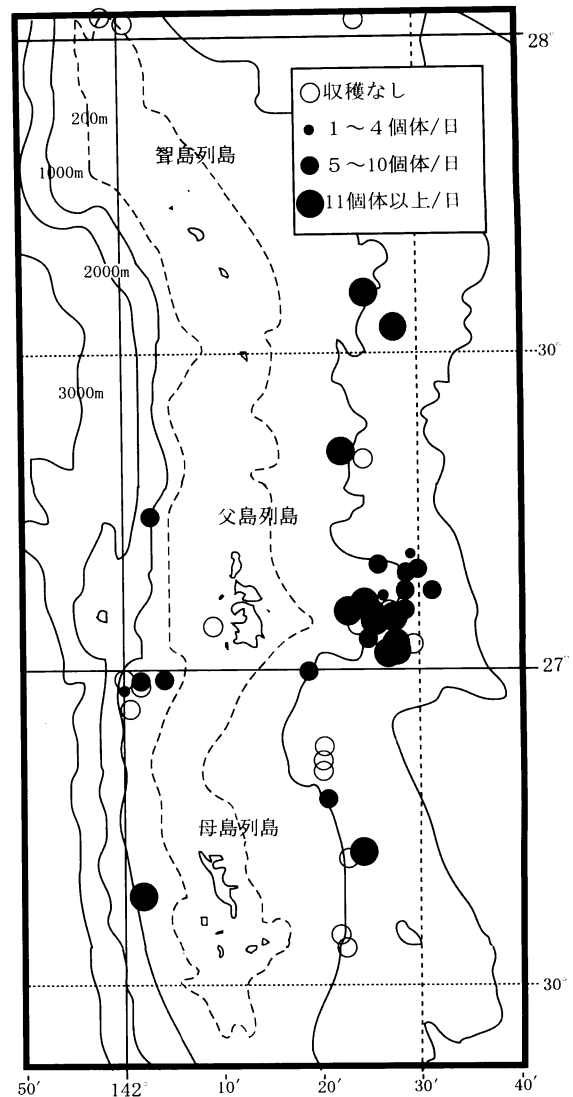


図1 アカイカの釣獲調査位別CPUE

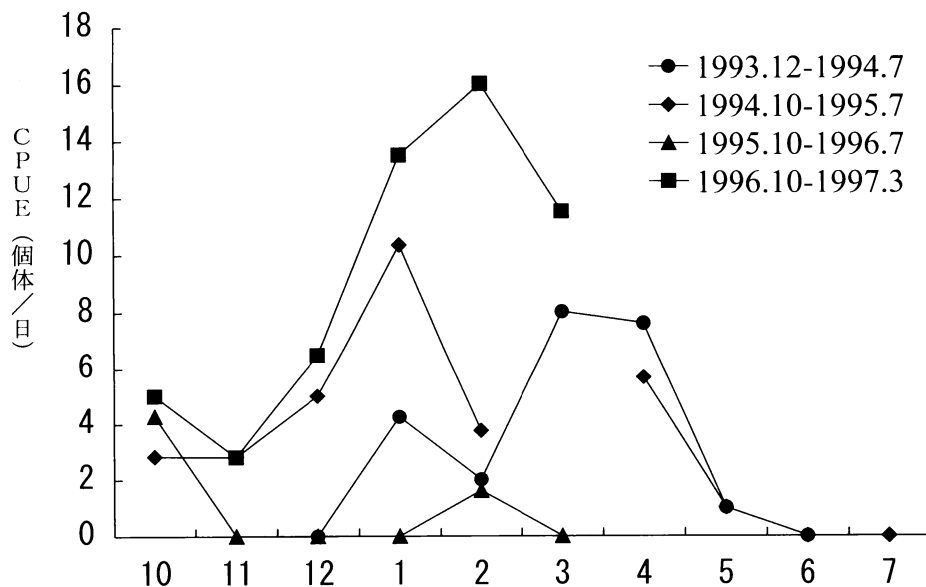


図2 アカイカCPUEの月別変化

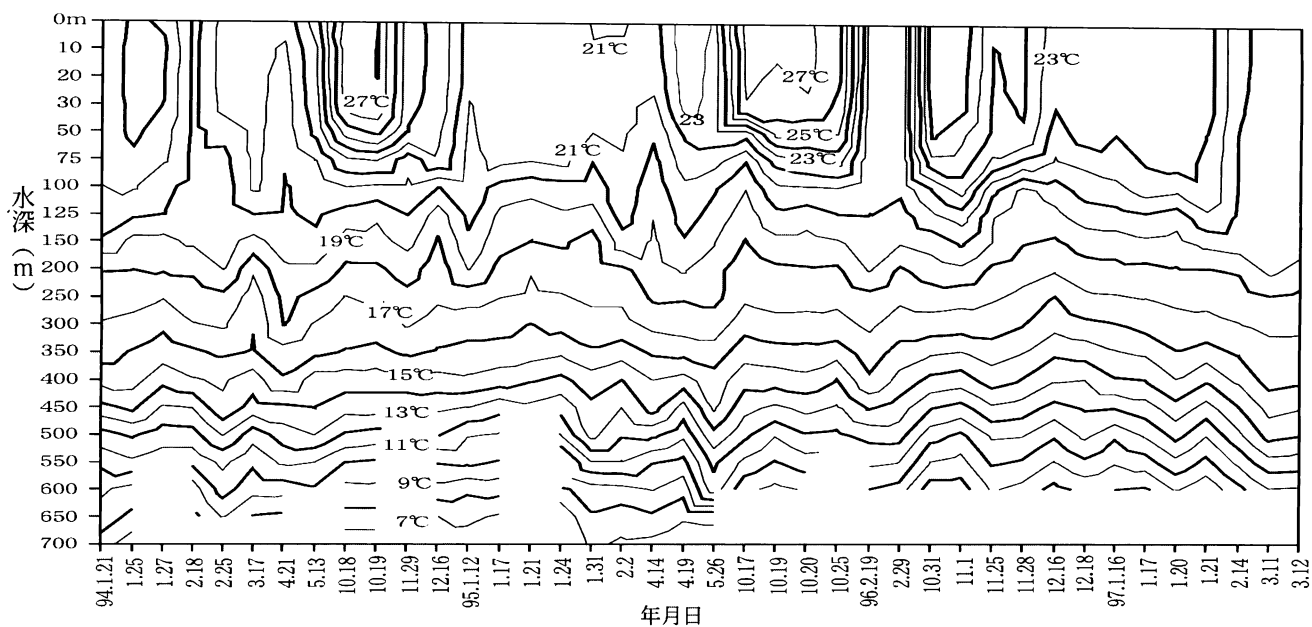


図3 アカイカ釣獲時の漁場水温 (°C)

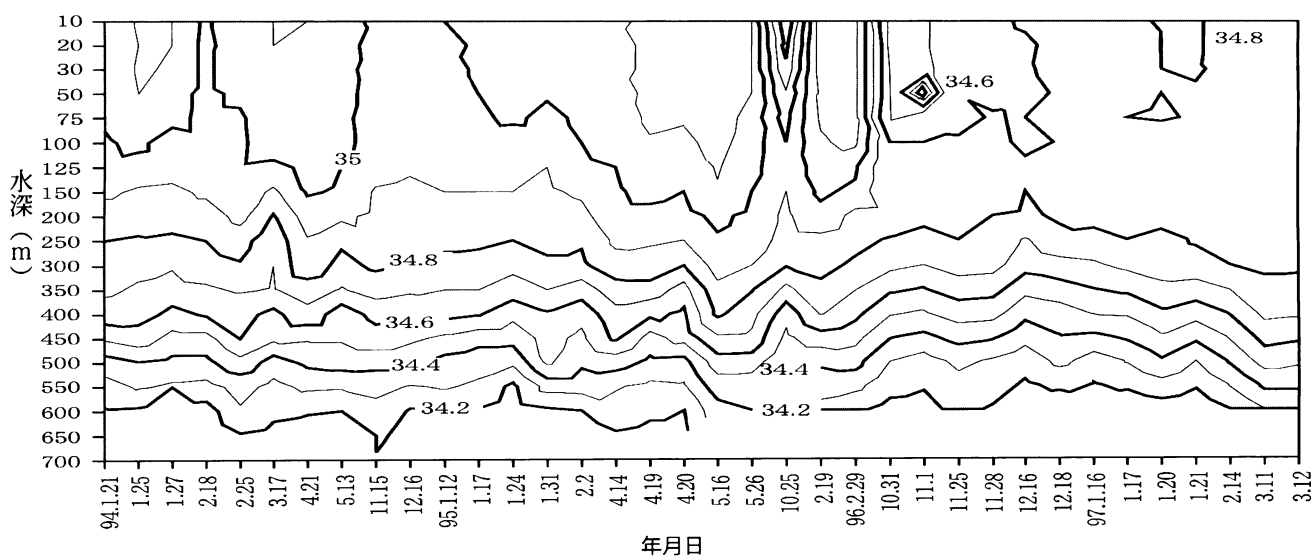


図4 アカイカ釣獲時の漁場塩分濃度 (PSU)

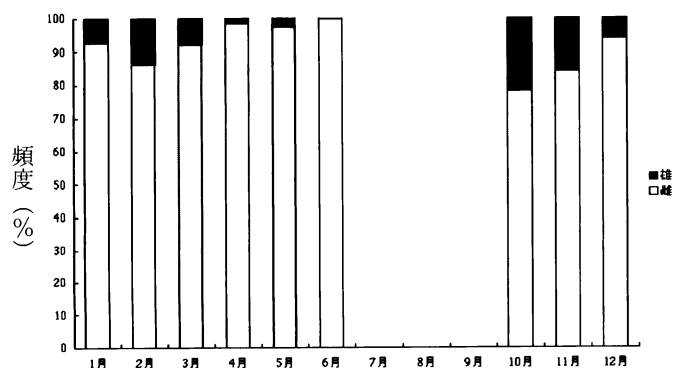


図5 アカイカの月別性比

違いが認められた。

外套長組成 雄の外套長範囲は30.9～37.8 (平均 34.5 ± 1.95) cmで、平均外套長、釣獲個体数とも10月が最も高かった。雄の月別平均値は年間を通して31～35cm台と、大きな変化はなかった(図6)。一方、雌の外套長範囲は38.0～60.0 (平均 47.6 ± 4.64) cmであった。

11～3月の雌の外套長組成は、多峰分布型を示していたため、体長頻度分布データからの世代解析プログラム⁴⁾を用いて多峰型の分離を行った。この結果、11～3月の6ヶ月とも2峰に分離できた。雌の外套長が50cmを越える大型個体は10、11月に多く漁

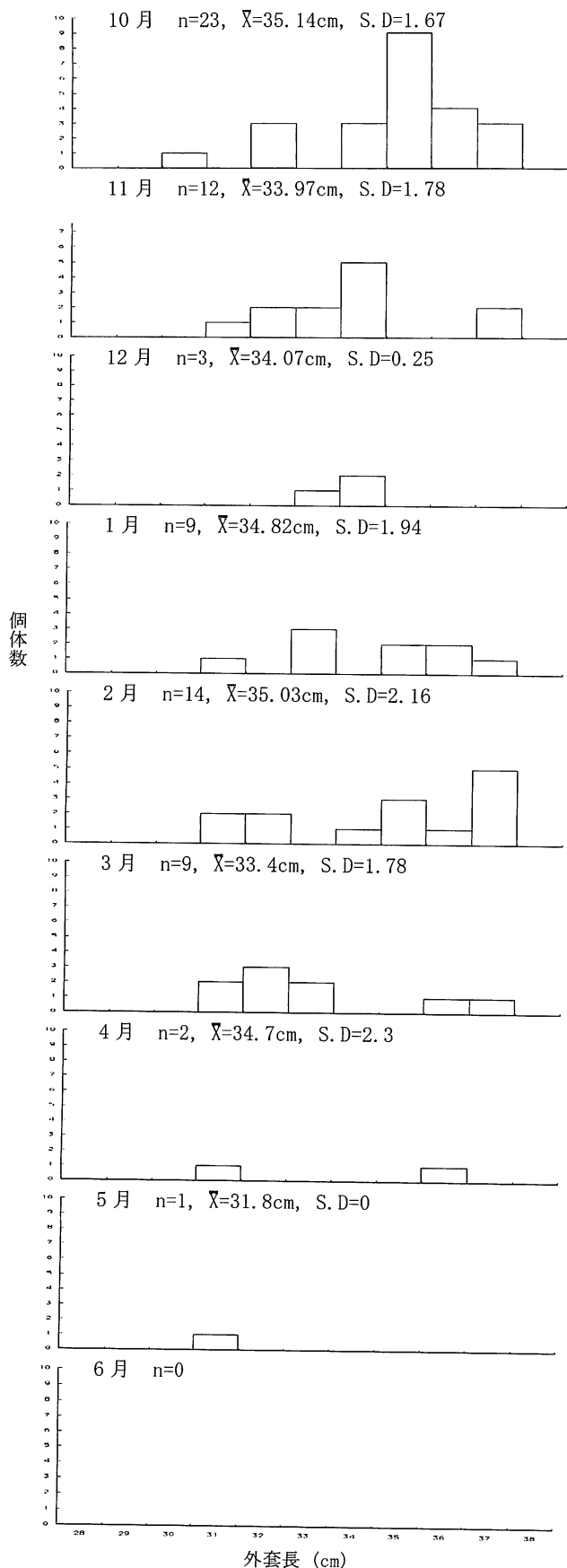


図6 アカイカ雄の月別外套長組成

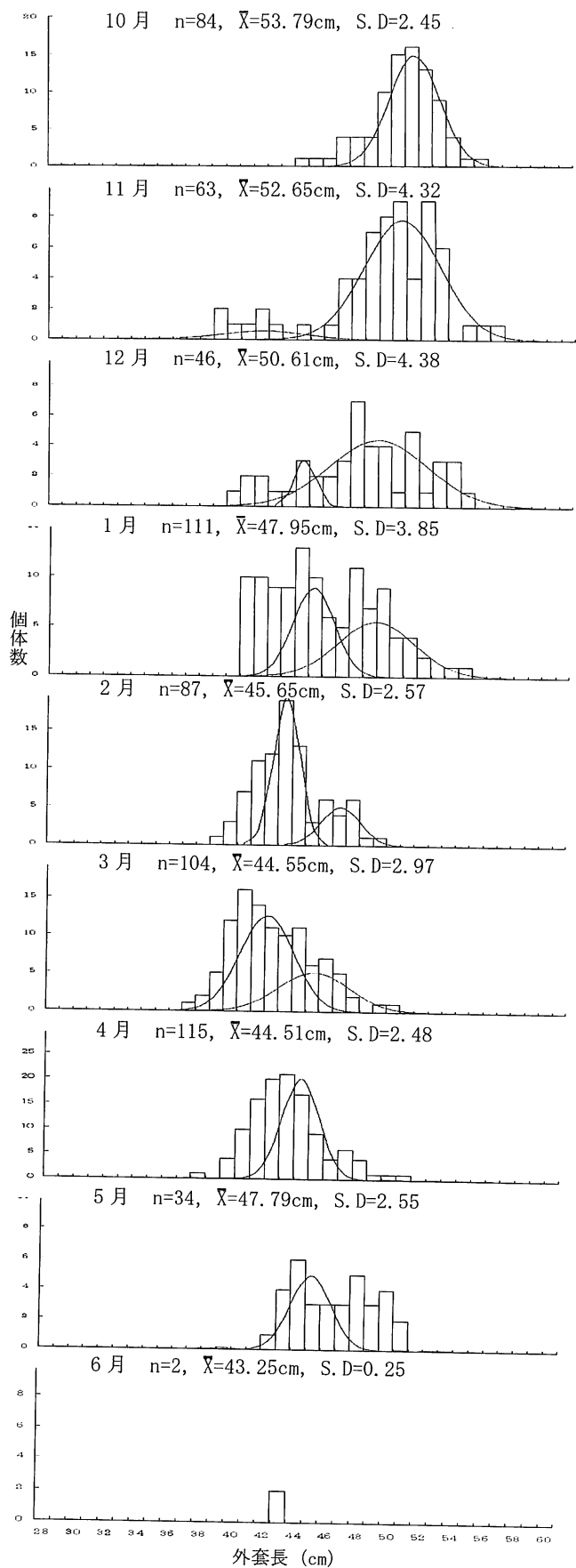


図7 アカイカ雌の月別外套長組成

獲される傾向がみられ、平均外套長も 10 ～ 12 月には 50cm を越えていた。これに対して、1 ～ 6 月の平均外套長は 40cm 台であった。月別の平均外套長は 10 ～ 4 月の間減少を続け、5 月にはやや増加したが、6 月には再び減少した (図 7)。

体重-外套長関係 雄と雌では明らかに大きさに違いがみられた。雌雄別のアロメトリー式 (外套長 L : cm, 体重 W : kg) は下記のように示された (図 8)。

$$\text{雄: } W = 0.190 \cdot L^{2.48} \quad (r = 0.78, N = 71)$$

$$\text{雌: } W = 0.076 \cdot L^{2.75} \quad (r = 0.92, N = 689)$$

成熟 雄の外套長と生殖腺重量 (精巣重量 + ニーダム囊重量) との間に強い相関関係は認められなかった ($r = 0.48$) (図 9)。精巣重量とニーダム氏囊重量との関係においても相関係数はさらに小さい値を示した ($r = 0.24$) (図 10)。生殖腺重量が最大の個体は、1996 年 1 月 24 日に漁獲された外套長 37.8cm, 体重 1,560g の個体であった。全個体を通じて生殖腺成熟度指数は 2.12 ～ 9.16 (平均 5.82) で、月別平均値に大きな変化は認められなかった (図 11)。また、雄は全個体が精英を有していた。

一方、開腹した雌 525 個体のうち、世代解析プログラムにより分離された 10 ～ 12 月に来遊する大型主体群 (以下、秋期来遊群) は 149 個体、1 ～ 6 月に来遊する小型主体群 (以下、春期来遊群) は 376 個体であった。秋期来遊群の外套長範囲は 40.0 ～ 59.2 (平均

51.88) cm, 体重範囲は 1,920 ～ 8,100 (平均 4,265.4) g, 春期来遊群の外套長範囲は 38.0 ～ 58.6 (平均 45.71) cm, 体重範囲は 1,230 ～ 5,665 (平均 2,889.0) g であった。

成熟の過程を明らかにするために、秋季および春期来遊群のおのおのについて、卵巢重量と輸卵管重量との関係をみると、両群の相関係数は、秋期来遊群が 0.43, 春期来遊群が 0.40 といずれも低い値を示した (図 12, 13)。産卵疲弊度をみると、秋期来遊群で 20%, 春期来遊群で 11% の個体で輸卵管重量が卵巢重量を上回っていた。

雌の生殖腺成熟度指数と外套長との関係をみると、秋期・春期来遊群とも各個体間の生殖腺成熟度指数の値は分散が大きく、様々な熟度の個体が混ざっていた。

卵巢重量と輸卵管重量の値についても両者に相関関係は認められなかった。生殖腺成熟度指数と輸卵管重量の間には比較的高い相関関係が認められ ($r = 0.69$), 輸卵管重量が 390g 以上あった 2 個体は外套長 55cm 以上、体重 5,000g 以上の大型の個体であった (図 14)。

雌の外套長と生殖器官重量 (卵巢重量 + 輸卵管 + 輸卵管腺) の関係は、外套長と卵巢重量 ($r = 0.58$), 同じく包卵腺重量 ($r = 0.51$), 輸卵管重量 ($r = 0.33$), 生殖腺成熟度指数 ($r = 0.09$) との間にはいずれも相関関係が認められなかった (図 15)。卵巢重量と輸卵管重量を合わせた生殖器官重量との関係 ($r = 0.50$) においても、分散が大きく相関関係は認められなかった。月別に各生殖器官重量の変化をみると、卵巢重量、包卵腺

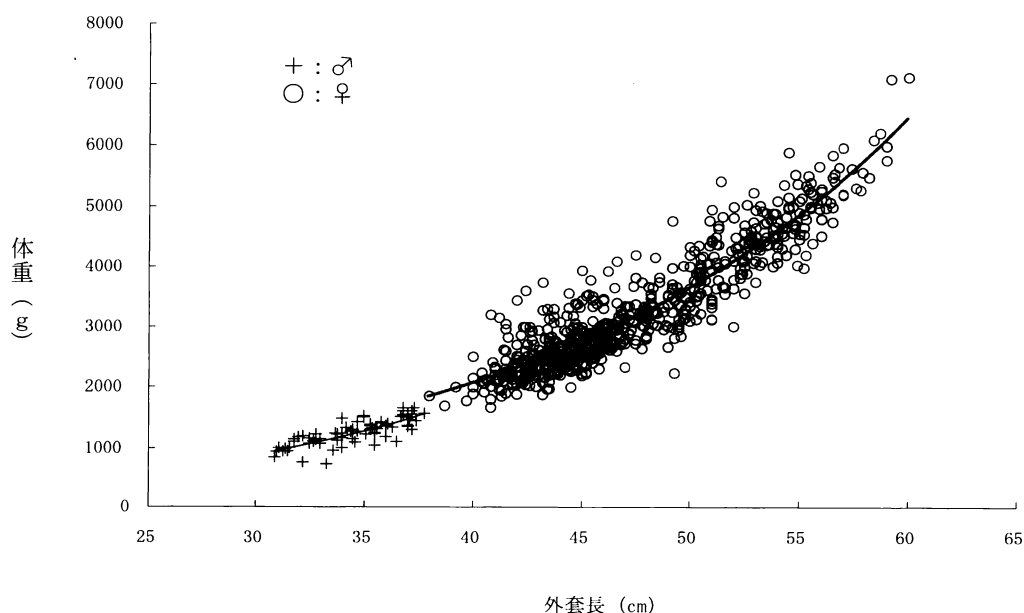


図 8 アカイカの外套長と体重の関係

重量、輸卵管重量とも最大値は10月から2月にかけて減少し、各平均重量も減少していた。一方、生殖腺成熟度指数の月別変化では10月から2月にかけて平均値は6.3から5.9と減少するものの、3、5月に8.2、7.7と高い値を示した(図16)。また、外套長50cm以上の秋期来遊群においても、輸卵管重量が100g以下から400gを越えるものまであり、分散が大きかった。一方、秋期来遊群の各生殖器官の重量は、卵巢重量範囲15～302(平均162.7)g、包卵腺重量範囲3～262.2(同100.1)g、輸卵管重量範囲が2.3～564(同108.4)gであったのに対して、春期来遊群では卵巢重量範囲8～244(平均126.2)g、包卵腺重量範囲が9～183.9(同74.9)g、輸卵管重量範囲が0.4～291.9(同69.7)gといずれも前者の方が大きかった。

交接率は95.1%で調査した大半の個体が交接痕保有個体であった。また、交接痕非保有個体のうち82%は3、4月に18%は12月に採集された。交接痕非保有個体の外套長範囲40～54.2(平均43.45)cmで最大の個体は12月に、最小の個体は3月に採集された。

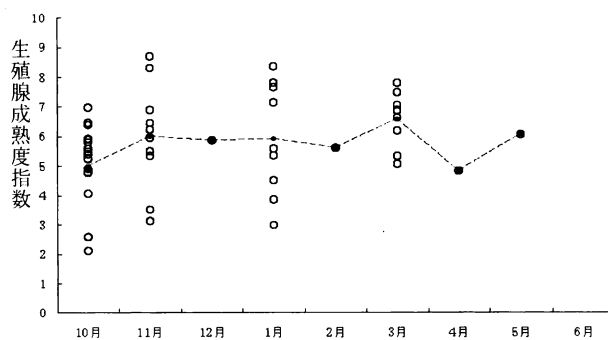


図11 アカイカ雄の月別にみた生殖腺成熟度指数の推移

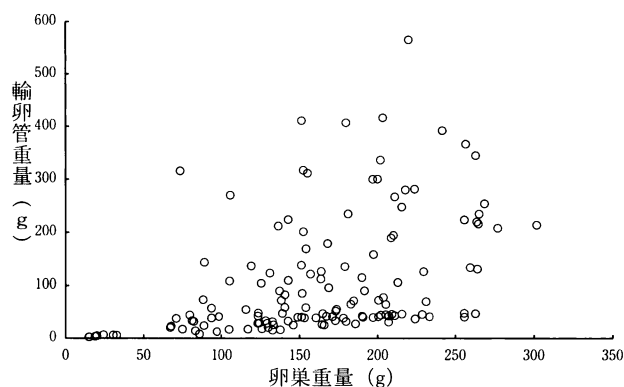


図12 アカイカ雌秋季来遊群の卵巢重量と輸卵管重量の関係

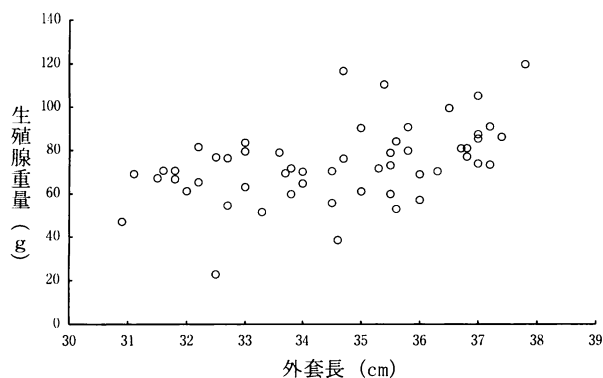


図9 アカイカ雄の外套長と生殖腺重量との関係

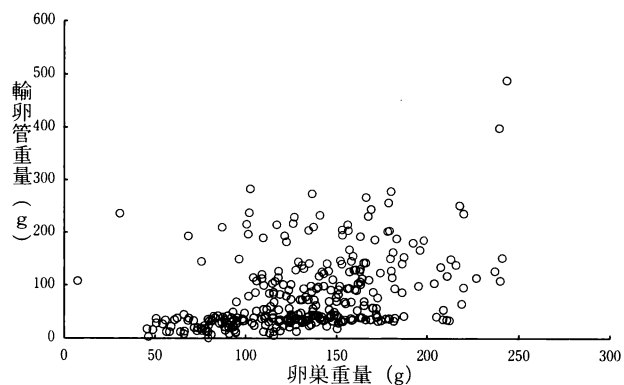


図13 アカイカ春季来遊群の卵巢重量と輸卵管重量の関係

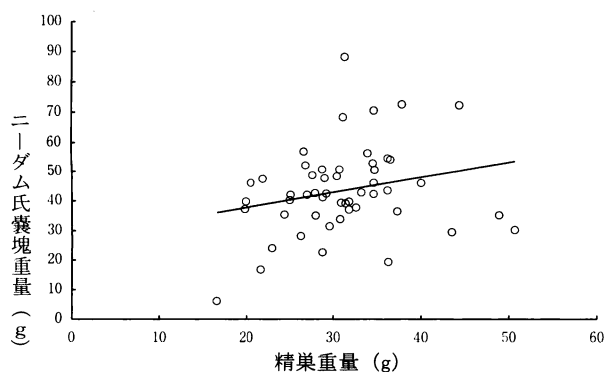


図10 アカイカ雄の精巢重量とニーダム氏囊塊重量との関係

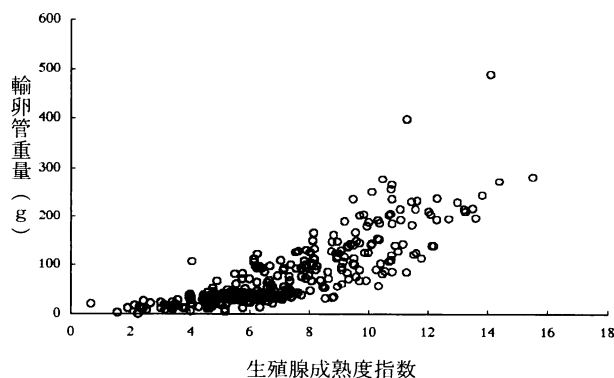


図14 アカイカ春季来遊群の生殖腺成熟度指数と輸卵管重量の関係

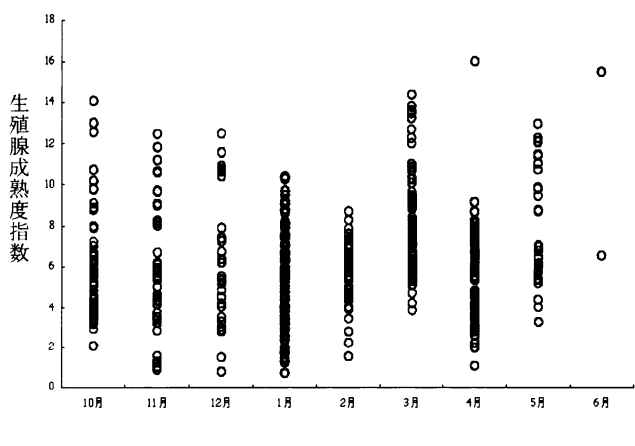
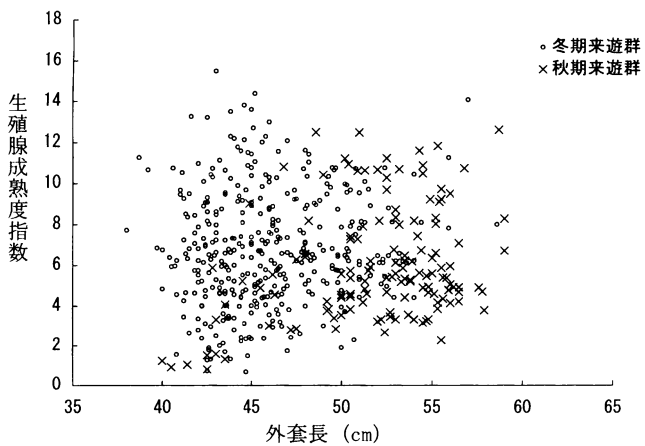
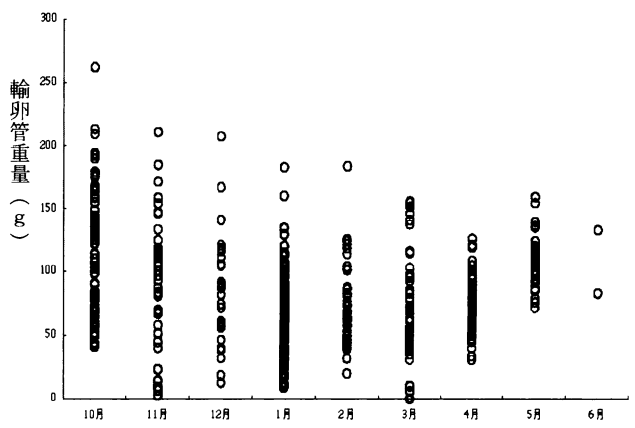
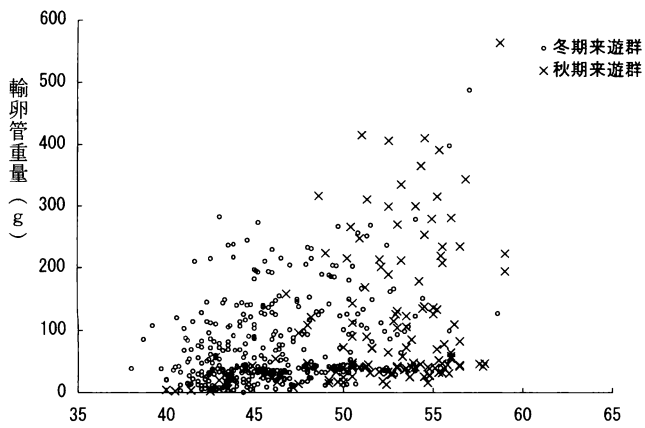
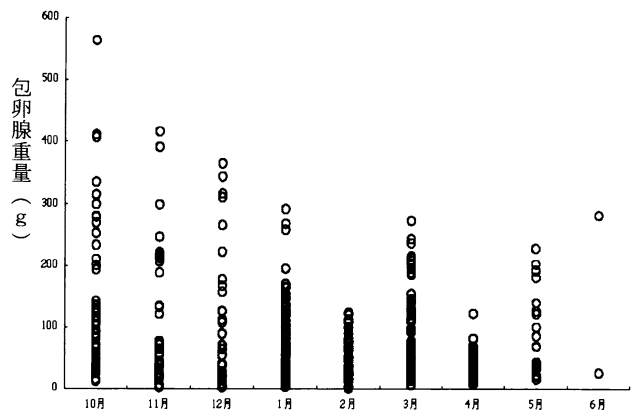
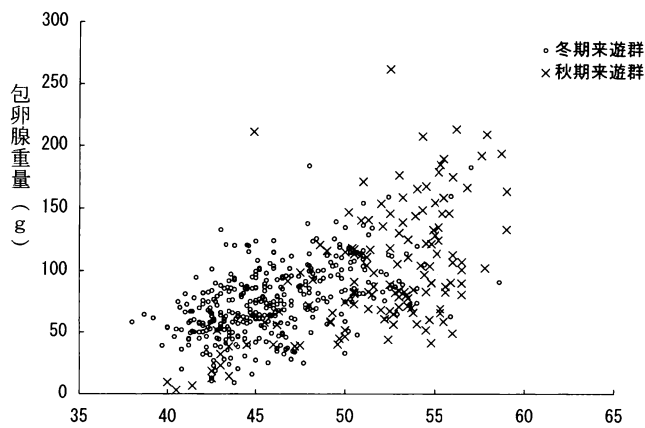
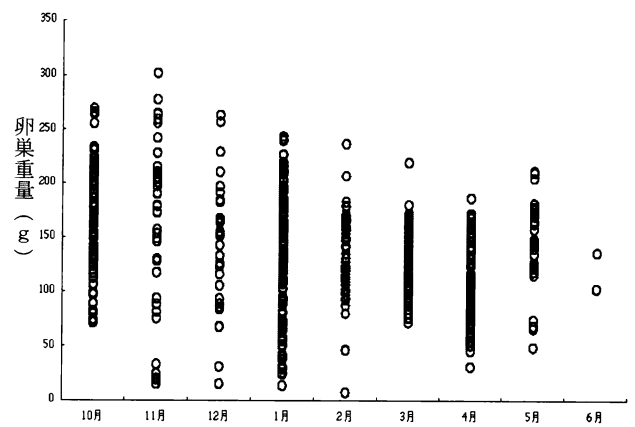
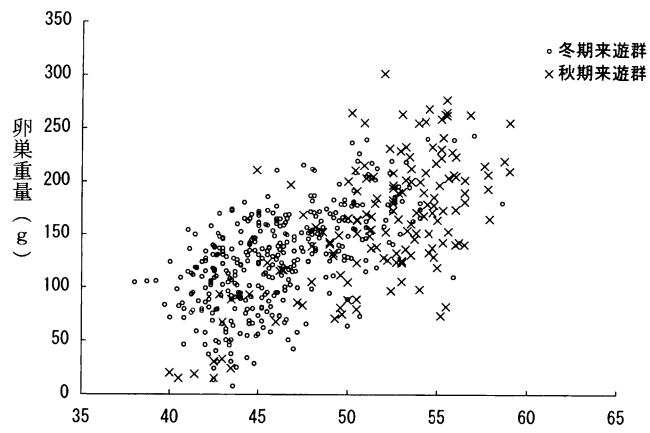


図 15 アカイカ雌の外套長と成熟状況の関係

図 16 アカイカ雌の成熟状況の月別変化

2. トビイカ

釣獲調査 1994年11月から1996年12月までの3ヶ年間に採集されたトビイカは、雄は17個体、雌は38個体、雌雄不明なものが70個体で、9～12月の4ヶ月間にのみ採集された。

体重組成 雌雄別の体重組成は、雄の体重範囲は120.7～1,496.0（平均374.21）g、雌では106.5～1,160.0（同535.96）gで雌の方が大きかった（図17）。

外套長組成 雌雄別の外套長組成は、雄の外套長範囲は13.4～36.7（平均18.94）cm、雌は13.8～30.3（同21.51）cmであった（図18）。

体重-外套長関係 雌雄別の外套長と体重の関係を図19に示した。1997年12月に採集された外套長31cmを越える大型の2個体はいずれも雄であった。雌雄別の体重と外套長の関係は下式で表された（図19）。

$$\text{雄} : W = 0.165 \cdot L^{2.551} \quad (r = 0.99, N = 17)$$

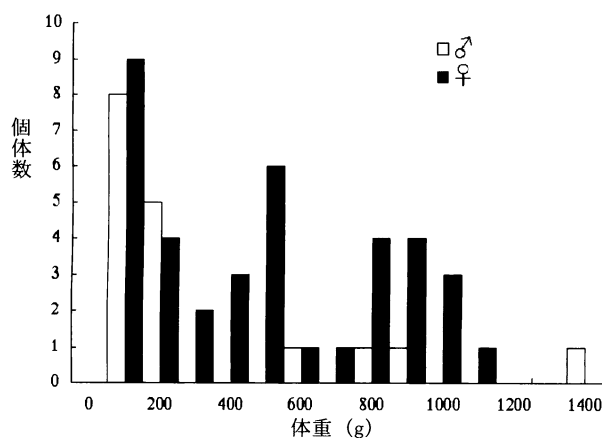


図17 トビイカ体重組成

$$\text{雌} : W = 0.069 \cdot L^{2.870} \quad (r = 0.99, N = 38)$$

月別の外套長組成をみると、9月に平均外套長が15.4cmだったものが10月には22.6cm、11月には29.8cm（1個体のみ）、12月には34.6cmと、月毎にサイズが大きくなった。

成熟 雄の月別の精巣重量範囲は9、10月が0.4～4.0（平均2.28）gであるのに対して、12月は32.1～32.7（平均32.4）gと増重していた（図20）。外套長と精巣重量の関係をみると、外套長が31cm以上の個体では精巣重量が急激に増加した（図21）。

雌の外套長と卵巣重量の関係では、20cm以上の個体で卵巣重量に違いがみられた（図22）。卵巣重量が10g以上のものは1997年10月に採集されたもので、1998年10月の個体では6g以下のものが多かった。10、11月の卵巣重量と輸卵管重量の関係をみると、卵巣重量が16g以上で輸卵管重量も増加しており、両者の間には高い相関関係が認められた（ $r = 0.85$ ）。雌雄比は0.45で雌の割合が多かった（図23）。

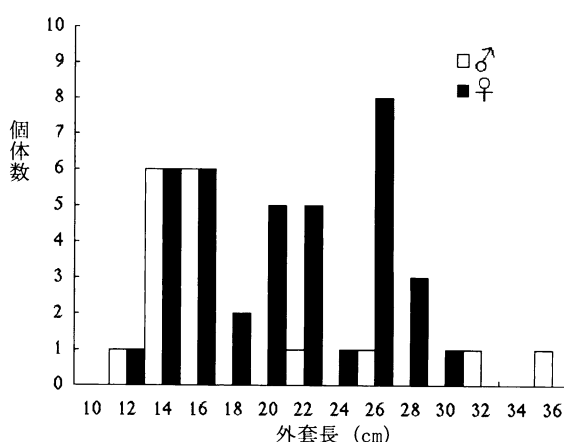


図18 トビイカ外套長組成

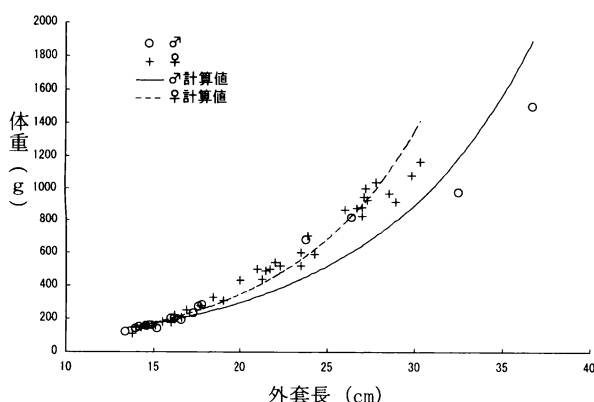


図19 トビイカの外套長と体重の関係

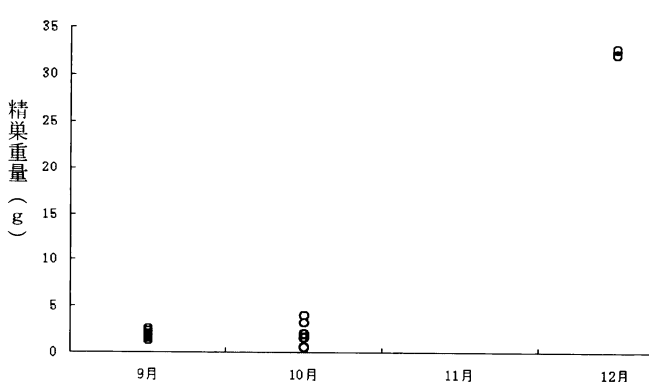


図20 トビイカの月別の精巣重量

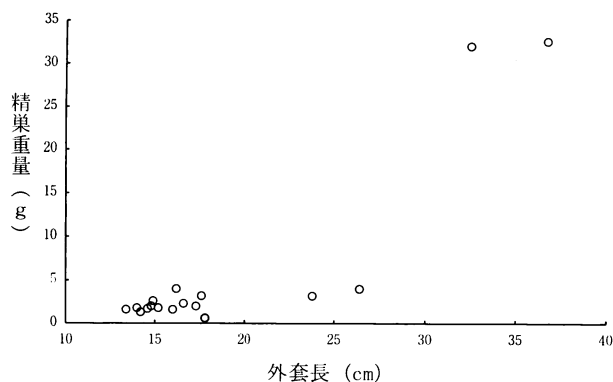


図 21 トビイカ雄の外套長と精巣重量の関係

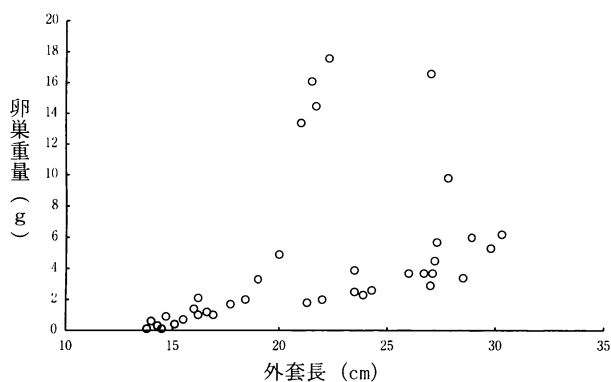


図 22 トビイカ雌の外套長と卵巣重量の関係

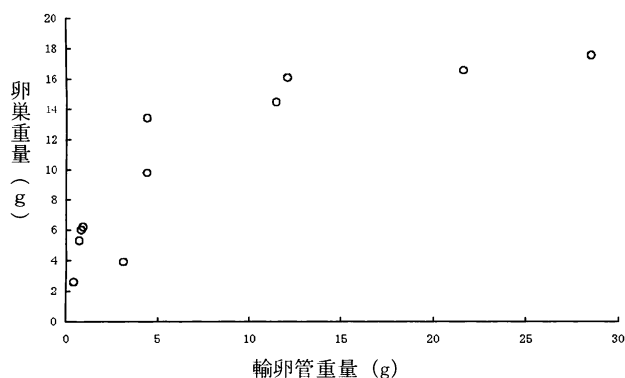


図 23 トビイカ雌の卵巣重量と輸卵管重量の関係

考 察

アカイカの来遊時期 今回の調査で採集されたアカイカの雌では、10～12月に来遊し平均外套長が50cmを越える大型群と、1～6月に来遊し平均外套長が40cm台の小型群が認められた。また、外套長組成の多峰型分離によっても11～3月の採集個体は2群に

分離できた。

村田・中村⁵⁾によれば、北太平洋のアカイカは、冬から春に産卵・ふ化する「春生まれ群」と夏から秋に産卵・ふ化する「秋生まれ群」の2群から構成され、前者は6～8月に外套長15～30cmにモードを持つ群、後者は同時期に外套長35～45cmにモードを持つ群と考えられている。一方、中村⁶⁾は1986、1987両年の4、5月に、小笠原海域の、北緯27°30'と28°30'の東経140°線付近と北緯28°30'、東経145°付近の3地点における流し刺網操業で外套長40～46cmの雌のアカイカを漁獲している。

今回の調査では、4、5月に釣獲された雌のアカイカの外套長範囲は38～52cmであり、これが、村田・中村⁵⁾のいう「春生まれ群」に相当するとすれば、4、5月に採集されたものは、満1歳を経過した個体と考えるのが妥当と思われる。また、今回の調査では、外套長範囲が40～60cmと上記の「春生まれ群」より平均外套長で5～9cm大型のアカイカが10～11月を中心に漁獲された。このうち10月に漁獲された個体の外套長範囲は46～59cmであり、平衡石の輪紋数から得られた日間成長率(1.2～2.5mm/日)⁷⁾を用いて計算すると、これらは6～8月に外套長組成35～45cmにモードを持つ「秋生まれ群」⁵⁾が、成長したものと考えられた。また、「秋生まれ群」の主たる来遊時期の10～11月における100m以浅の水温は18.7～28.0℃と高水温であった。人工受精卵による発生適水温⁸⁾をみると15～24℃の範囲では高水温ほどふ化までの時間は短いことから、小笠原周辺の大型個体が主体の「秋生まれ群」は、秋の比較的高水温期の同海域に産卵回遊するものと考えられた。

これまでの知見⁵⁾によれば、小笠原海域には「春生まれ群」は来遊するものの、「秋生まれ群」の産卵場や回遊海域とはされていない。しかし、1997年2月22日に小笠原海域において、「興洋」の夜間タモ抄い調査により5個体のアカイカが採集されている(安藤、未発表)。これらの外套長範囲は13.8～15.2(平均14.3)cmで、日間成長率⁷⁾(1.2～2.5mm/日)から計算すると、9～12月の間にふ化したものと考えられた。これらの結果から、小笠原海域で10～12月に漁獲される秋期来遊群は、村田・中村⁵⁾のいう「秋生まれ群」の満1歳経過個体と推測される。これらの事実からアカイカの「秋生まれ群」は従来言われていた分布域よりもさらに西方の小笠原周辺にも生息して

いることが判明した。したがって、小笠原海域には、産卵・ふ化時期の異なる「春生まれ群」、「秋生まれ群」の2群の雌が来遊しているものと考えられた。

黒潮前線以南の反流域では、雌よりも成熟期の早い雄が先に来遊し、遅れて雌が南下する。このため当初低い雌の比率はしだいに高くなり、性比は逆転すると考えられている⁶⁾。中村⁶⁾による1987年の4、5月の調査では、雌雄の漁獲個体数は、雄の方が多く、調査地点の大部分で70%以上を占めていたが、今回の「興洋」による1994～2000年における4、5月の調査では、雌の比率が98%と圧倒的に高くなっていた。これは、「興洋」ではソデイカ用の立縄漁具を用いて漁獲しているため、最大外套長が37.8（平均34.5）cmの小型個体が主体の雄は、最小外套長が38.0（平均47.6）cmの大型個体が主体の雌に比べて大型の鉤にかかりづらく、漁具による選択性が影響した可能性が考えられる。

アカイカの成熟 雄の成熟については、外套長と生殖器官の発達の関係、月別生殖器官の発達、精巣とニーダム氏囊塊重量の関係について検討を行ったが季節変化に乏しく、明確な成熟期を判定することができなかった。しかし、雄は雌に比べて小型で成熟し、雄性先熟すると考えられることや⁹⁾、雌の交接痕保有率が高かったことから、小笠原海域に来遊する雄のアカイカも十分に成熟状態にあると考えられる。森¹⁰⁾による伊豆・小笠原海域、谷津ら¹¹⁾の北太平洋海域における調査では、成熟雄の外套長は28～40cmで採集月による外套長の変化は認められておらず、本調査の雄においても同様な結果が得られた。

雌では、外套長40～50cmの冬～春生まれ群（冬～春期来遊群）と50～60cmの秋生まれ群（秋期来遊群）の2群とも、生殖腺成熟度指数が10以上を示す個体が認められた。1月に漁獲される個体の外套長組成は2峰に分離されたが、2峰の曲線が交差する47cm付近を境に分けて検討すると、外套長が47cm未満の個体の生殖腺成熟度指数は0.72～10.43（平均4.21）、47cm以上の個体では1.74～10.31（同6.71）と成熟の進んだ秋生まれ群と成熟途上にある冬～春生まれ群とが混在しているものと思われた。今回の調査で釣獲したアカイカの卵巣と輸卵管を肉眼で観察した結果では、調査期間を通して大半の個体が飴色の卵で満たされており、測定のため取り出すと卵巣膜が破れて卵が流れ出るような状態であった。未成熟と思われた

個体は、1994年1月21日に漁獲されたもので外套長41.5cm、体重2300g、卵巣重量61gで卵巣は白色を呈していた。「春生まれ群」は日本近海から北米西岸沖に至る21～35°Nの亜熱帯水域で産卵・ふ化すると考えられ、春～初夏に亜熱帯域を北上し、南下回遊は成熟の進む時期、すなわち雄では10～11月、雌では11～12月に始まると考えられている⁵⁾。北緯27°東経142°付近に位置する小笠原は「春生まれ群」の産卵場範囲の南西に位置している。小笠原海域に来遊する秋生まれ群では、漁獲の始まる10月には生殖腺成熟度指数は2.08～14.06（平均6.20）と高い状態にあり、また、冬～春生まれ群では3月には生殖腺成熟度指数は3.89～14.37（同8.12）と十分に高い値を示すものが存在している。また、秋・春来遊群内において産卵疲弊個体がそれぞれ20%、11%みられたことから、両群とも小笠原海域で産卵していると考えられた。森¹⁰⁾による産卵海域（冬期33°29'N以南）における性比は0.84（12～1月）、1.6（9月）と本調査とは大きく異なっていた。一方、小笠原海域における漁獲対象群は、性比が0.11と雌の割合が高く、上述のように生殖腺成熟度指数も高い値を示すことから産卵来遊群が主対象となっている可能性がある。

アカイカの漁場環境 今回、小笠原周辺海域のアカイカは列島線の東側で多く漁獲された。斉藤¹²⁾によるアカイカ幼生の分布調査では、東経145°線の北緯28°～26°30'の東方ないし南東海域での採集個体が多かった。このことから、今回調査した小笠原海域よりもさらに東方海域にも漁獲対象となるアカイカの生息が考えられる。小笠原海域では漁獲されたアカイカを餌料としてマグロ、カジキ類の漁獲を行っており、アカイカはメカジキ *Xiphias gladius* やメバチ *Thunnus obesus* 等により捕食されている。また、ソデイカもアカイカと同じ海域で多獲されており、この海域が小笠原周辺の外洋性イカ類の生息に適した環境があるものと思われ、今後の調査が待たれる。そして、小笠原海域でのアカイカ漁場は島の近くに形成されることから、価格的な条件が合えば十分に漁業として成立するものと考えられる。

トビイカの生態 トビイカは分布域、発光器の有無、体の大きさ等から5つの型に分けられると考えられているが^{13, 14)}、今回の小笠原海域の調査で得られたトビイカは、外套長の大きさ等から、外套背面に小判状の発光器を有する中型群と考えられた。月別の外套長

組成から小笠原海域に生息するトビイカは9～12月にかけて成長段階にあるものと考えられた。成熟状態は、雄では12月に採集された2個体で精巣重量が大きく増加し、成熟段階が進んだものと考えられた。雌では外套長が20～25cmで卵巣重量が最大値を示し、外套長25cm以上では卵巣重量が減少傾向を示すことから、熟卵が卵巣から輸卵管へ排卵しているものと思われた。また、卵巣重量と輸卵管重量の関係をみると、両者には相関関係がみられ、輸卵管重量の減少が認められないことから、産卵には至っていないものと推察された。

トビイカは南西日本太平洋側を含むインド・太平洋の熱帯域の表層に分布している^{1,2)}が、今回の調査は、トビイカのみを対象に表層域で行ったものではなかった。このため、釣獲個体数も少なく、今後小笠原海域のトビイカ資源についてはさらに詳細な調査が必要である。

謝 辞

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に厚くお礼申し上げます。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。これらの方々にお礼を申し上げます。また、調査全般の便宜をはかった斉藤実、堤清樹、米沢純爾、青木雄二の水産センター歴代の各所長にもお礼を申し上げます。

文 献

- 1) 窪寺恒己 (2000) アカイカ科。奥谷喬司 (編) 日本近海産貝類図鑑。東海大学出版会、東京：pp. 1068-1069.
- 2) 奥谷喬司 (1987) 日本陸棚周辺の頭足類。日本水産資源保護協会：pp142-143, 146-147.
- 3) 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 (2004) 小笠原海域におけるソデイカの漁業生物学的特性。東京水試調査報告, (213) : 1-22.
- 4) 東海区水産研究所数理統計部編。堤裕明・田中雅生 (1988) 体長頻度分布データからの世代解析。パソコンによる資源解析プログラム集：189-207.
- 5) 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.
- 6) 中村好和 (1988) 伊豆・小笠原諸島周辺におけるアカイカの春期の分布と成熟状態。北水研報告, 52 : 139-149.
- 7) 谷津明彦・島田貴裕 (1996) 北太平洋におけるアカイカの発生時期と成長。平成6年度イカ類資源・漁海況検討会議研究報告：75-90.
- 8) Sakurai, Y., R.E. Young, J. Hirota, K. Mangold, M. Vecchione, M. R. Clarke and J. Bower (1995) Artificial fertilization and development through hatching in the oceanic squids *Ommastrephes bartamii* and *Sthenoteuthis oualaniensis* (Cephalopoda: ommastrephidae). Veliger, 38(3) : 185-191.
- 9) 早瀬茂雄 (1990) アカイカの産卵生態にまつわる一考察。水産海洋研究, 54 (4) : 416-418.
- 10) 森純太 (1998) 冬季に日本近海の亜熱帯域に出現したアカイカ (*Ommastrephes bartamii*) について。平成8年度イカ類資源研究会議報告：81-91.
- 11) 谷津明彦・田中博之・森純太 (1998) 北太平洋におけるアカイカ *Ommastrephes bartamii* の資源構造。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：29-46.
- 12) 斉藤和範 (1994) 小笠原東方海域におけるアカイカとスジイカの稚仔の分布について。北水研報告, 58 : 15-23.
- 13) ヤング, リチャード E., ジェット ヒロタ (1998) ハワイ諸島近海におけるトビイカの生態に関する総説。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：113-145.
- 14) 谷津明彦・甲藤幸一・柿添太・山中完一・水野恵介 (1998) インド洋におけるトビイカの分布と生物学的特性。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：147-155.