



# HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	ココノホシギンザメHydrolagus barbouriの分布および繁殖生態
Author(s)	國寶, 友幸; KOKUHO, Tomoyuki; 仲谷, 一宏 他
Citation	MEMOIRS OF THE GRADUATE SCHOOL OF FISHERIES SCIENCES, HOKKAIDO UNIVERSITY, 50(2), 63-87
Issue Date	2003-12
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/22018">https://hdl.handle.net/2115/22018</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	50(2)_P63-87.pdf



# ココノホシギンザメ *Hydrolagus barbouri* の分布および繁殖生態

國寶 友幸<sup>1)2)</sup>・仲谷 一宏<sup>1)4)</sup>・北川 大二<sup>3)</sup>

## Distribution and Reproductive Biology of the Nine-spot Ratfish *Hydrolagus barbouri* (Holocephali; Chimaeridae)

Tomoyuki KOKUHO<sup>1)2)</sup>, Kazuhiro NAKAYA<sup>1)4)</sup> and Daiji KITAGAWA<sup>3)</sup>

### Abstract

Almost nothing is known about the biology of the Japanese nine-spot ratfish, *Hydrolagus barbouri*. The distribution and reproductive biology of this species were intensively studied. The specimens studied are composed of 1,613 individuals collected by bottom trawl in April, June and October during 1999 and 2001.

*Hydrolagus barbouri* is distributed along Pacific coast of northern Japan from middle Honshu to Hokkaido and in the Okhotsk Sea, at the depths of 250 to 1,100 m. The catch data indicate that the nine-spot ratfish is most abundantly distributed in northern and southern areas off Tohoku Region, with populations partly segregated from each other. Developments of gonads, shell gland, clasper and cephalic clasper show that the male becomes mature at 480 mm in precaudal length (PCL), and that the female matures at 550 mm PCL. Size of hatching was estimated to be about 80 mm PCL. No definite spawning season was detected, and this species produces eggs all the year round.

**Key words:** *Hydrolagus barbouri*, Nine-spot ratfish, Nine-spot chimaera, Biology, Distribution, Reproduction, Northern Japan, Pacific Ocean

### 緒 論

ギンザメ目魚類は、軟骨魚綱、全頭亜綱に属し、世界中の沿岸域から水深 2,000 m を越える深海域まで広く分布し、世界に 3 科 6 属 34 種が、日本周辺海域には、2 科 4 属 10 種が知られる (西田, 1996)。本目魚類の多くは深海に生息するために、標本の入手が困難で、その分類や生態はほとんど明らかになっていない。

ココノホシギンザメ *Hydrolagus barbouri* (Garman) は、ギンザメ科アカギンザメ属に属し、体側に大きな白色斑を有すること、第 1 背鰭棘が第 1 背鰭よりも著しく短いこと、第 2 背鰭上縁が深く湾入すること、臀鰭がないことなどで他種と明確に区別される (中坊, 1993)。本種は、北海道から銚子沖における太平洋岸の水深 200~1,100 m の大陸棚斜面上から知られ (西田, 1996)、北海道オホーツク海沖の北見大和堆からの採集報告もある (白井, 1983)。また、東北地方太平洋沖では水深 450~650 m で分布密度が高く、水深 550 m で最も高いことが知られている (服部ら, 1998)。

これまでのギンザメ目魚類の研究は、分類学的研究を除き、Dean (1906) による全頭類の生活史などの総合的な研究と、Stanley (1963) の泌尿生殖器に関する研究、Didier (1994a) の歯板に関する研究などの限られた部位の形態学的研究がある。一方、種レベルの生物学的研究は約 10 種を対象として行われているものの、その多くは *Hydrolagus colliei* や *Callorhynchus milii* など、いずれも浅海域に生息する種に関するものである (Johnson and Horton, 1972; Didier, 1994b; Last and Stevens, 1994)。日本近海に生息する全頭類の研究では、小林・田中 (1996) が、駿河湾に生息する全頭類の分布に関して研究を行ったが、ココノホシギンザメは採集されず、その他にも本種に関する研究がほとんど行われていないため、深海性である本種の生物学的側面は、ほとんど明らかになっていないのが現状である。

本研究は、ココノホシギンザメの分布と繁殖に関する本種の生物学的特性を明らかにすることを目的に行われた。

<sup>1)</sup> 北海道大学大学院水産科学研究科多様性生物学講座  
(Laboratory of Marine Biodiversity, Graduate School of Fisheries Sciences, Hokkaido University)

<sup>2)</sup> 現: ネスレジャパン (present: Nesle Japan)

<sup>3)</sup> 水産総合研究センター東北水産研究所  
(Tohoku National Fisheries Research Institute)

<sup>4)</sup> 別刷請求先 (Reprint to:)

謝 辞

本研究を行うにあたり、本稿の校閲および有益な御助言を頂いた北海道大学大学院水産科学研究科資源生産生態学講座の菅野泰次前教授、同多様性生物学講座矢部衛助教授および北海道大学総合博物館の今村央博士、The Academy of Natural Sciences, Philadelphia の Dominique Didier 博士に謹んで感謝の意を表します。

標本採集にあたり快く御協力を頂いた独立行政法人水産総合研究センター東北水産研究所八戸支所の成松庸二氏、東北水産研究所所属若鷹丸および兵庫県立香住高等学校練習船担州丸の船長、士官ならびに乗組員諸氏、元北海道大学大学院水産科学研究科北洋水産研究施設海洋生態学部門（現、遠洋水産研究所）の野別貴博氏、元北海道大学水産学部多様性生物学講座の鎌田まゆみ氏、東北大学農学研究科水圏資源生態学研究室の藤原邦浩氏に深く感謝いたします。

材料と方法

1. 材 料

本研究に用いたココノホシギンザメの標本は、北海道区、東北区の各水産研究所による、1999～2001年4、6および10月の東北地方太平洋沖（青森～茨城県沖）の調査、および7月の北海道東部太平洋沖（十勝～釧路沖）の調査（Fig. 1, Table 1）において水深250～900mで採集された、それぞれ1,608個体および5個体の計1,613個体である。

採集方法は、着底トロールで、調査は原則的に日の出から日没まで、一回の曳網時間を30分とした。採集した標本は、船上にて急冷、-20°Cで保存し、研究に用いた。

2. 方 法

本種は、尾鰭先端が糸状に伸長するため、基準長を尾鰭前長（PCL）とした（Fig. 2）。

本種の成熟特性を調べるため、雄では、前額交尾器、交尾器および精巣を観察・測定した（Fig. 2）。雌では、卵殻腺

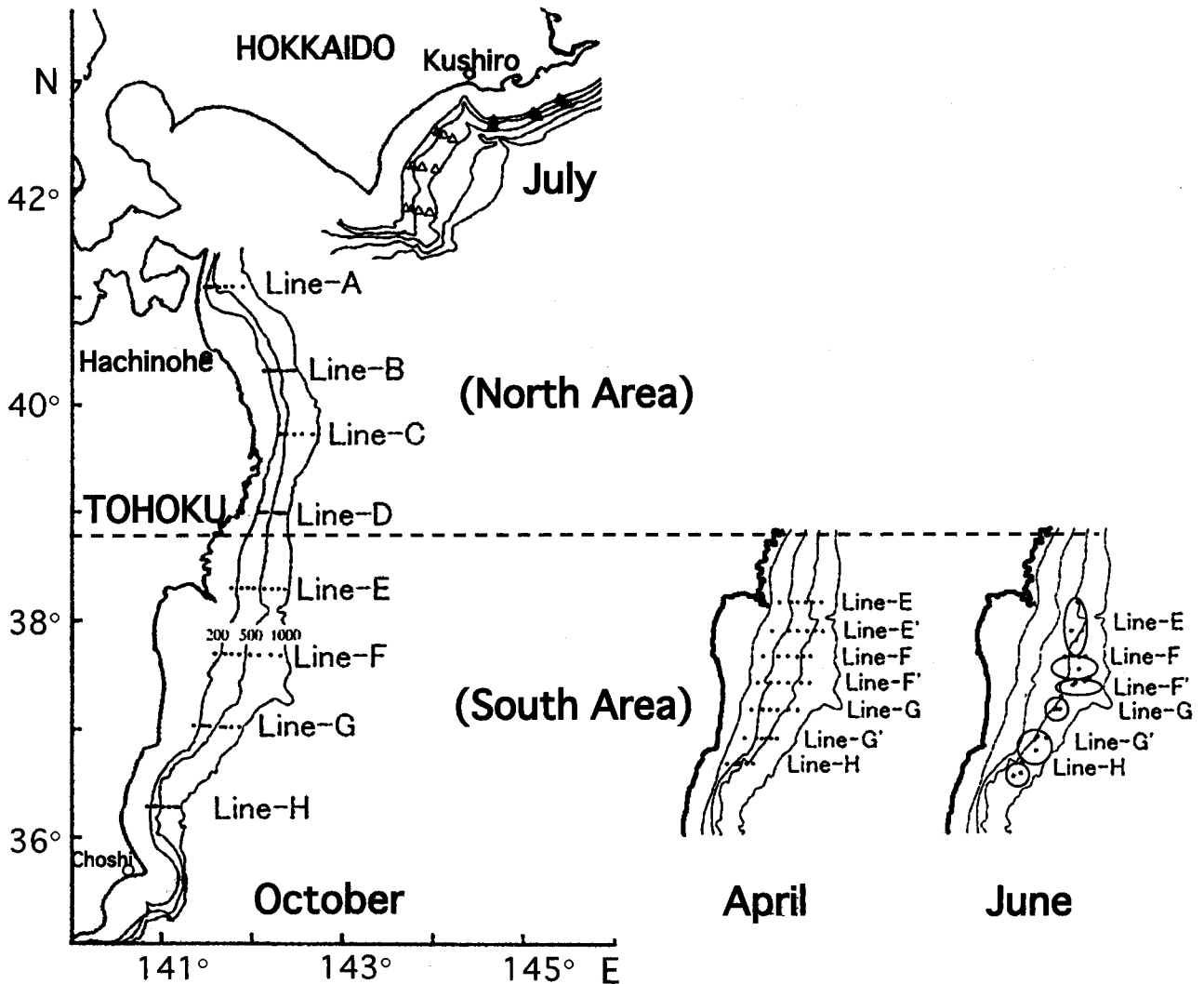


Fig. 1. Research lines (A~H) and stations (dots and triangles).

Table 1. Periods and research lines of trawl operations.

Lines	Time	1999			2000			2001		
		Apr.	Jun.	Oct.	Apr.	Jun.	Oct.	Apr.	Jun.	Oct.
A		—	—	○	—	—	○	○	—	○
B		—	—	○	—	—	○	○	—	○
C		—	—	○	—	—	○	○	—	○
D		—	—	○	—	—	○	○	—	○
E		○	○	○	○	○	○	○	○	○
E'		○	—	—	○	—	—	—	—	—
F		○	○	○	○	○	○	○	○	○
F'		○	○	—	○	○	—	—	○	—
G		○	○	○	○	○	○	○	○	○
G'		○	○	—	○	○	—	—	○	—
H		○	○	○	○	○	○	○	○	○

— : no research

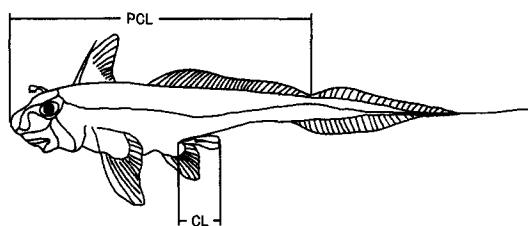


Fig. 2. Method of measurements of pre-caudal length (PCL) and clasper length (CL).

の重量と幅、および卵巣を計測・計量し、卵巣卵は最大卵径を計測した。そして雌雄ともに、摘出した生殖腺の重量を量り、生殖腺重量指数 (GSI=生殖腺重量/体重\*100) を算出した。

本種の分布様式を調べるため PCL 組成は、個体数を曳網面積で除し、1 km<sup>2</sup> 当りの個体数に補正した値を用いた。調査地点の緯度は、1999~2000 年 4 月が宮城~茨城県沖の 38.15°N~36.40°N, 1999~2001 年 6 月が宮城~茨城県沖の 38.25°N~36.40°N, 7 月が釧路~十勝沖の 42.50°N~41.45°N, そして 2001 年 4 月および 1999~2001 年 10 月が青森~茨城県沖の 41.20°N~36.20°N であった。なお、分析に際し、Line-D と Line-E の間の 38.50°N で海域を南北に区別し、それより以北の東北海域を北部海域、以南を南部海域と定義した (Fig. 1)。

各時期の東北地方太平洋沖の調査地点は、10 月に実施された、北から等深線を横切る 8 本の調査ラインのうち、最北の調査ラインを Line-A, 最南の調査ラインを Line-H とし、年による若干の地点の違いは Line-E' などと表した (Fig. 1)。調査の実施ラインとその時期については、Table 1 に示す。

また本種の成長段階を、以下のように定義した。

- 稚魚 (juvenile) : 内卵黄嚢を有する個体
- 未成熟魚 (immature) : 交尾器が完全に未発達で、それ

以外の二次性徴が全く出現していない個体

- 成熟途上魚 (maturing) : 交尾器は柔軟で、その他の二次性徴も発達途上の個体
- 成熟魚 (mature) : 交尾器は硬く、2 又し、二次性徴も完全に発達した個体

## 結 果

### A) 分 布

本種の分布様式を明らかにするために、調査地点の緯度や水深などのデータを用いて、本種の出現状況を調べた。さらに、種内での成長段階や性別による時空間別の分布域の変化を検討した。なお、水平分布および垂直分布の解析では、北海道東部太平洋沖で採集された個体は 5 個体だったため、解析からは除外し、多量に標本が採集された東北地方太平洋沖の海域のみを検討した。

#### 1. 本種の分布域

本研究に用いた標本が採集された調査地点を図に示す (Fig. 3)。

本種は、東北地方太平洋沖における調査地点の最北端部である八戸沖の Line-A (約 41°20'N) から、最南端部である Line-H (約 36°20'N) にかけての水深 250~900 m の海域で採集された。

また、北海道東部太平洋沖では、十勝沖 (約 41°50'N) の水深 550 m から採集された。

### 考 察

本研究での最南端の記録は、約 36°20'N の海域であった。また、駿河湾におけるギンザメ目魚類の調査では、本種は全く採集されていない (小林・田中, 1996) こと、伊豆半島から南下する七島・硫黄島海嶺が深海底生性軟骨魚類の分

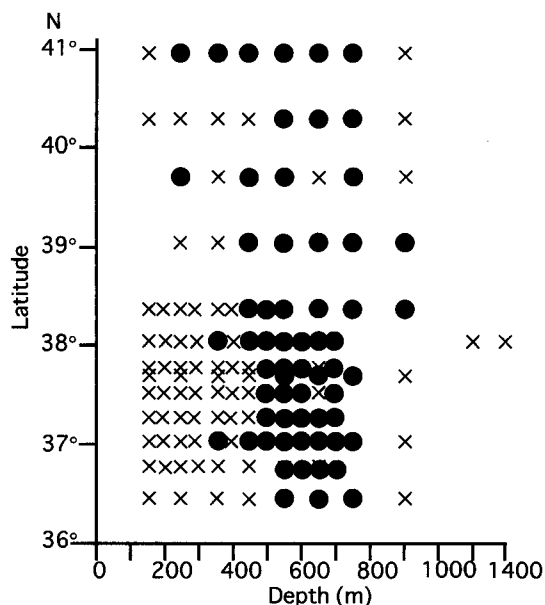


Fig. 3. Occurrence of specimens by trawl stations.  
●: collected, ×: not collected.

布に大きな影響を与え、それ以北の北方産の深海底生性軟骨魚類にとって越え難い障壁となっている (Nakaya and Shirai, 1992) ことなどから、本種の分布は関東地方沖が南限であると考えられる。

一方、本研究における東北海域での最北端の記録は、八戸沖 (約 41°N) で、北海道東部太平洋沖の十勝沖 (約

41°50'N) でも採集された。

また、北海道大学水産学部の登録標本に、北海道の臼尻沖、室蘭沖 (約 42°~43°N) および釧路沖 (およそ 43°N) から採集された標本があり、北見大和堆 (およそ 44°30'N) からの採集報告もある (白井, 1983)。

以上をまとめると、本種の確認された分布域は、関東地方沖から八戸沖、室蘭沖、そして十勝沖、釧路沖と、オホーツク海側の北見大和堆であった。従って本種は、関東地方から北海道東部太平洋沖に連続分布しているものと考えられる。一方、オホーツク海側の分布域は、太平洋側の分布域と大きく離れているが、千島列島南部海域における調査が非常に乏しいため、太平洋とオホーツク海の関係は明らかではない。しかし、後に述べるように、本種の分布水深が 250 m 以深で 450 m 以深に主に分布すること、およびウルップ島とシンシル島間のウルップ水道などの水深が 500 m 以上あること (Fig. 4) から、本種は千島列島南部の深海域を経て、北海道東部太平洋沖からオホーツク海南部に連続して分布しているものと考えられる。

また、本種の垂直分布は、本研究と過去の知見から、約 250~1,100 m であると考えられる (Fig. 5)。

## 2. 東北地方沖での水平分布

### a) 水平分布の季節変化

4月 (Fig. 6)

・1999年には、ココノホシギンザメは南部海域の北端である Line-E でごく少数が、Line-E'~Line-G' では、中

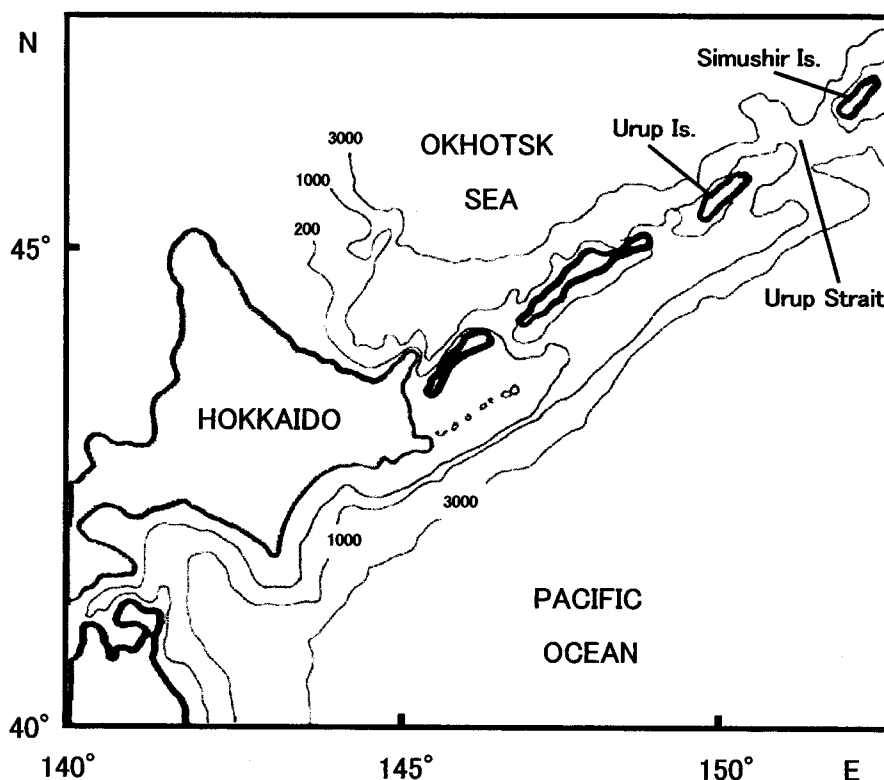


Fig. 4. Topography of eastern Hokkaido.

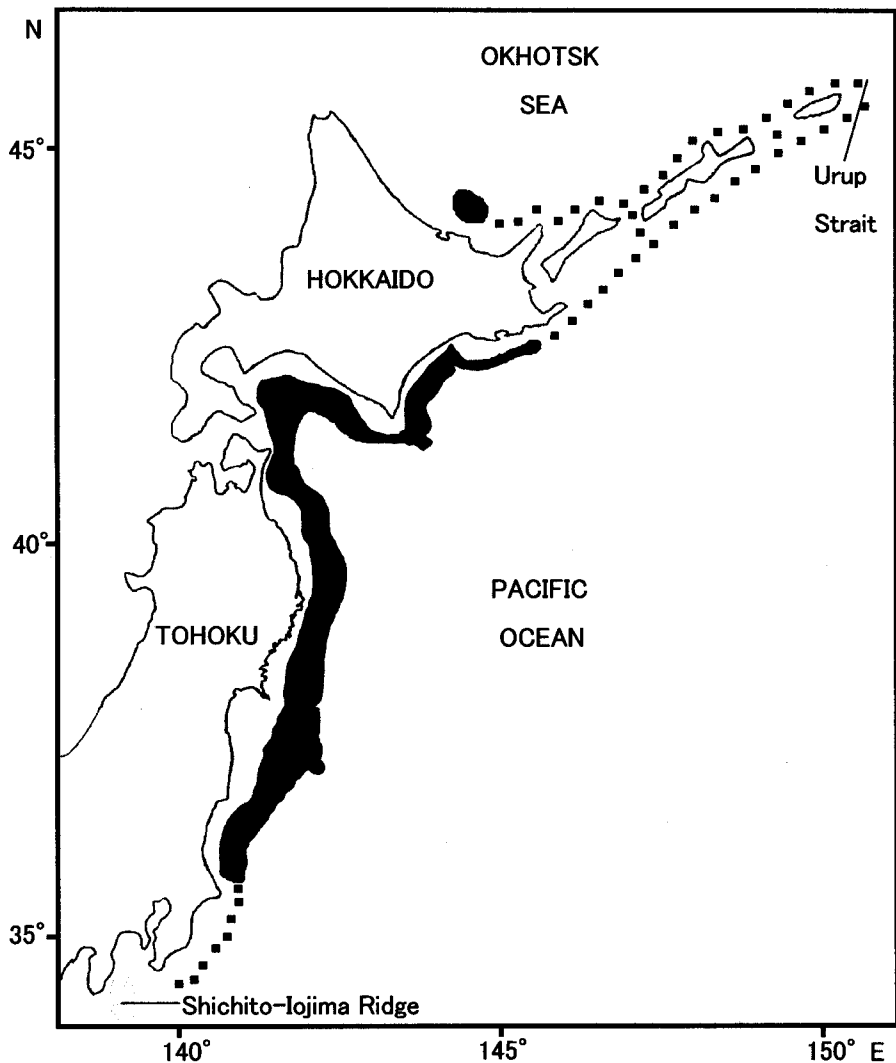


Fig. 5. Distribution of *Hydrolagus barbouri*. Dots indicate probable occurrence.

程度の個体数が採集されたが、南端である Line-H では採集されなかった。また、卵殻卵を有する個体が Line-E' および Line-F で採集された。

- 2000 年には、本種は南部海域の調査海域の北端である Line-E と南端である Line-H では、全く採集されなかった。Line-E' ~ Line-G' では中程度の個体数が採集された。
- 2001 年には、本種は北部海域の北端 Line-A で多数が採集され、Line-C でもごく少数採集された。南部海域では、Line-G で中程度の個体数が採集されたが、Line-B, -D, -E, -F, および -H では、全く採集されなかった。また、卵殻卵を有する個体が Line-G で採集された。

6 月 (Fig. 7)

- 1999 年には、本種は南部海域の北端 Line-E では全く採集されず、Line-F ~ Line-H では中程度の個体数が採集された。また、卵殻卵を有する個体が Line-H で採集された。

- 2000 年には、本種は Line-E ~ Line-H において中程度の個体数が採集された。

- 2001 年には、本種は南部海域における調査海域の北端 Line-E では、あまり採集されなかった。Line-F ~ Line-H では、中程度の個体数が採集された。また、卵殻卵を有する個体が Line-F で採集された。

10 月 (Fig. 8)

- 1999 年には、本種は北部海域の北端 Line-A で多数が採集されたが、Line-B ~ Line-E においては全くあるいは、ほとんど採集されなかった。Line-F および Line-G では多数が採集されたが、Line-H ではごく少数採集された。また、卵殻卵を有する個体が Line-F で採集された。

- 2000 年には、本種は北部海域の北端 Line-A で多数が採集されたが、Line-B ~ Line-D ではほとんど採集されなかった。Line-E ではごく少数採集され、Line-F ~ Line-H においては中程度の個体数が採集された。また、卵殻卵を有する個体が Line-A および Line-F で採

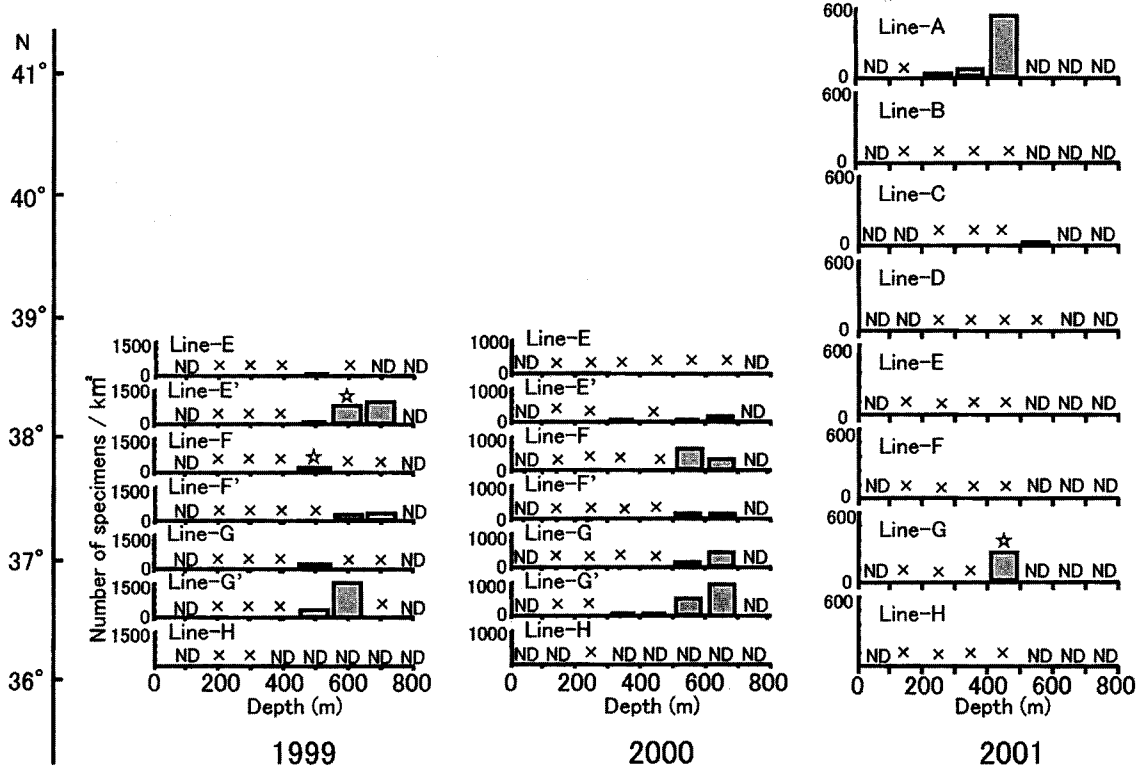


Fig. 6. Occurrence by stations in April.  
 ND: not trawled, ×: no catch, ☆: specimen with egg-cases.

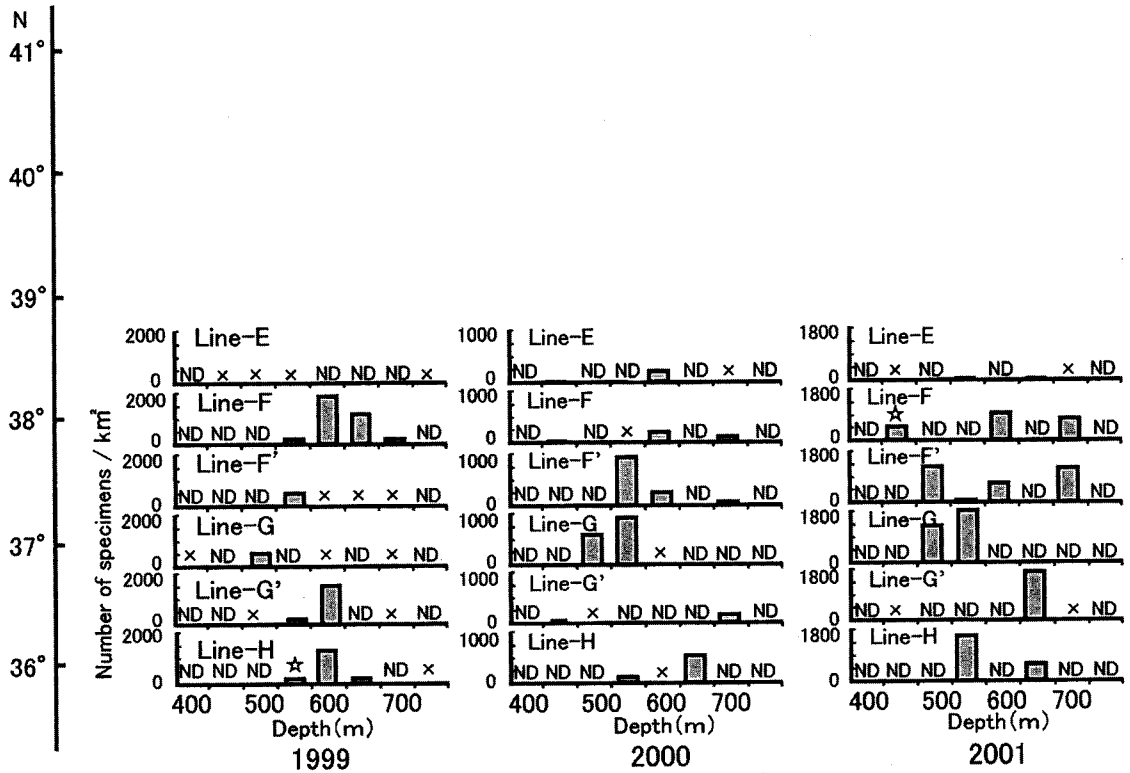


Fig. 7. Occurrence by stations in June.  
 ND: not trawled, ×: no catch, ☆: specimen with egg-cases.

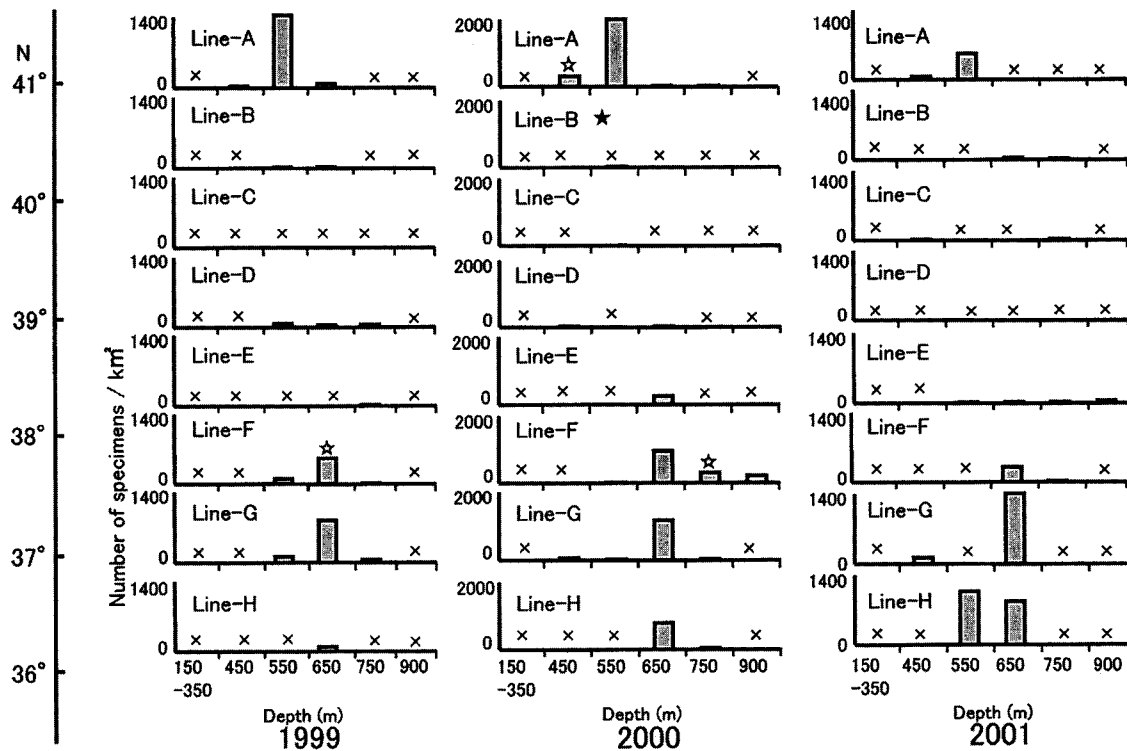


Fig. 8. Occurrence by stations in October.

× : no catch, ☆ : specimen with egg-cases, ★ : station where an egg-case was collected.

集され、Line-Bの海底から卵殻卵が採集された。

- 2001年には、本種は北部海域の北端 Line-A で中程度の個体数が採集されたが、Line-B～Line-Eにおいては、全く採集あるいは、ほとんど採集されなかった。Line-Fでは、少数が採集され、Line-G および Line-H では多数が採集された。

## 考 察

1999年～2001年の4月と6月の調査では、ココノホシギンザメは南部海域の北端 Line-E においては採集されず、他の調査ラインより個体群密度が著しく小さいが、Line-E 以南では個体群密度が高い調査ラインが存在した。10月では、北部海域と南部海域に、それぞれ本種の個体群密度が大きい Line-A と Line-F～Line-H の2つが存在し、その間の Line-B～Line-E の個体群密度は著しく小さく、その海域は、4月・6月において個体群密度が著しく小さかった Line-E を含む海域であった。一方、2000年10月の Line-B～Line-E では、イトヒキダラ、マダラおよびキチジなどがその北と南の海域と同様に多数採集されており（北川ら、2000）、北部海域と南部海域との間に特に底生魚類の分布に何らかの物理的障壁があるとは考えられない。

本研究の4、6および10月の3年間の調査結果がほぼ同様であったこと、および本種の主分布水深が550m以深であることなどから、本種は、東北地方沖においては、青森県沖合と福島県以南の2海域で個体群密度が高く、それらの海域間の岩手県から宮城県沖合には、本種の個体群密

度が著しく小さい海域が年間を通じて存在し、それぞれがほぼ独立した個体群である可能性が示唆された。

## b) 体長別の水平分布

4月、6月ならびに10月のデータを年別および南北海域別に分け、そのPCL組成 (Fig. 9) を求めた。ただし、2001年4月の調査は、南北海域の水深450m以浅で行われ、本種の主な分布水深である450m以深の調査はなされていない。

### 1999年

- 4月には、本種はPCL 100～380 mmの個体およびPCL 420～620 mmに個体が多数採集された。
- 6月には、本種はPCL 70～390 mmの個体が多数採集され、PCL 420～590 mmの個体が少数採集された。
- 10月の南部海域では、本種はPCL 110～360 mmの個体が多数、PCL 410～540 mmの個体が少数採集された。
- 10月の北部海域では、本種はPCL 100～300 mmの個体およびPCL 330～540 mmの個体が採集された。

### 2000年

- 4月には、本種はPCL 70～320 mmの個体が多数採集され、PCL 450～560 mmの個体がごく少数採集された。
- 6月には、本種はPCL 80～360 mmの個体が多数採集され、PCL 400～550 mmの個体が少数採集された。
- 10月の南部海域では、本種はPCL 110～410 mmの個体が多数、PCL 440～600 mmの個体が少数採集され

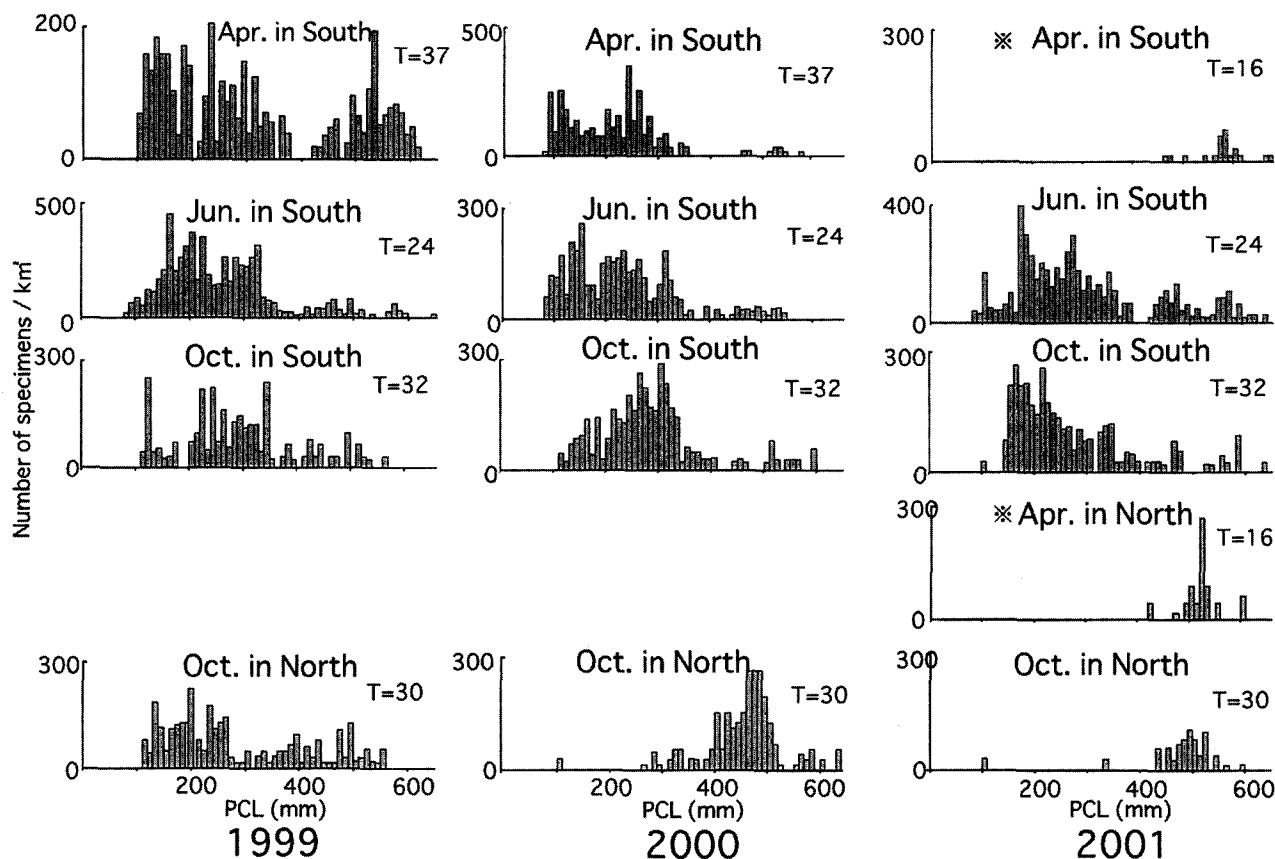


Fig. 9. Size composition by time and areas.

\*: Trawl operations were made in the depths shallower than 450 m. T: number of trawl operations.

た。

- 10月の北部海域では、本種はPCL 260~360 mmの個体およびPCL 550~640 mmの個体が少数、PCL 380~530 mmの個体が多数採集された。

2001年

- 4月の南部海域では、本種はPCL 450~680 mmの個体が採集された。
- 4月の北部海域では、本種はPCL 460~600 mmの個体が採集された。
- 6月には、PCL 80~380 mmの個体が多数、PCL 420~650 mmの個体が少数採集された。
- 10月の南部海域では、本種はPCL 140~470 mmの個体が多数、PCL 530~630 mmの個体が少数採集された。
- 10月の北部海域では、本種はPCL 430~590 mmの個体が採集された。

さらに上の結果を、雌雄に分け、同様にPCL組成を検討した。

1999年 (Fig. 10)

- 4月には、本種は若干の稚魚が採集され、未成熟個体も採集された。また、雌雄ともに若干の成熟途上の個体と成熟個体が採集され、特に雌の成熟個体が多数採集された。

- 6月には、本種は稚魚と多数の未成熟個体が採集され、雌雄ともに成熟途上および成熟個体が採集された。
- 10月の南部海域では、本種は稚魚と未成熟個体が採集され、雄の成熟途上および成熟個体も採集された。また、雌はごく少数の成熟個体が採集され、成熟途上の個体は採集されなかった。
- 10月の北部海域では、本種はごく少数の稚魚が採集され、未成熟個体も採集された。また、雌雄ともに成熟途上ならびに成熟個体も採集された。

2000年 (Fig. 11)

- 4月には、本種は稚魚と未成熟個体が採集されたが、PCL 400 mm前後の個体は全く採集されなかった。また、雌雄ともに成熟途上および成熟個体もごく少数採集された。
- 6月には、本種は稚魚と未成熟個体が多数採集され、雌雄ともに成熟ならびに成熟途上の個体も少数採集された。
- 10月の南部海域では、本種の稚魚は採集されなかったが、未成熟個体は採集された。また、雌雄ともにごく少数の成熟ならびに成熟途上の個体が採集された。
- 10月の北部海域では、本種の稚魚がごく少数採集され、未成熟個体も若干採集された。また、雌雄ともに成熟ならびに成熟途上の個体が採集され、特に雄が多

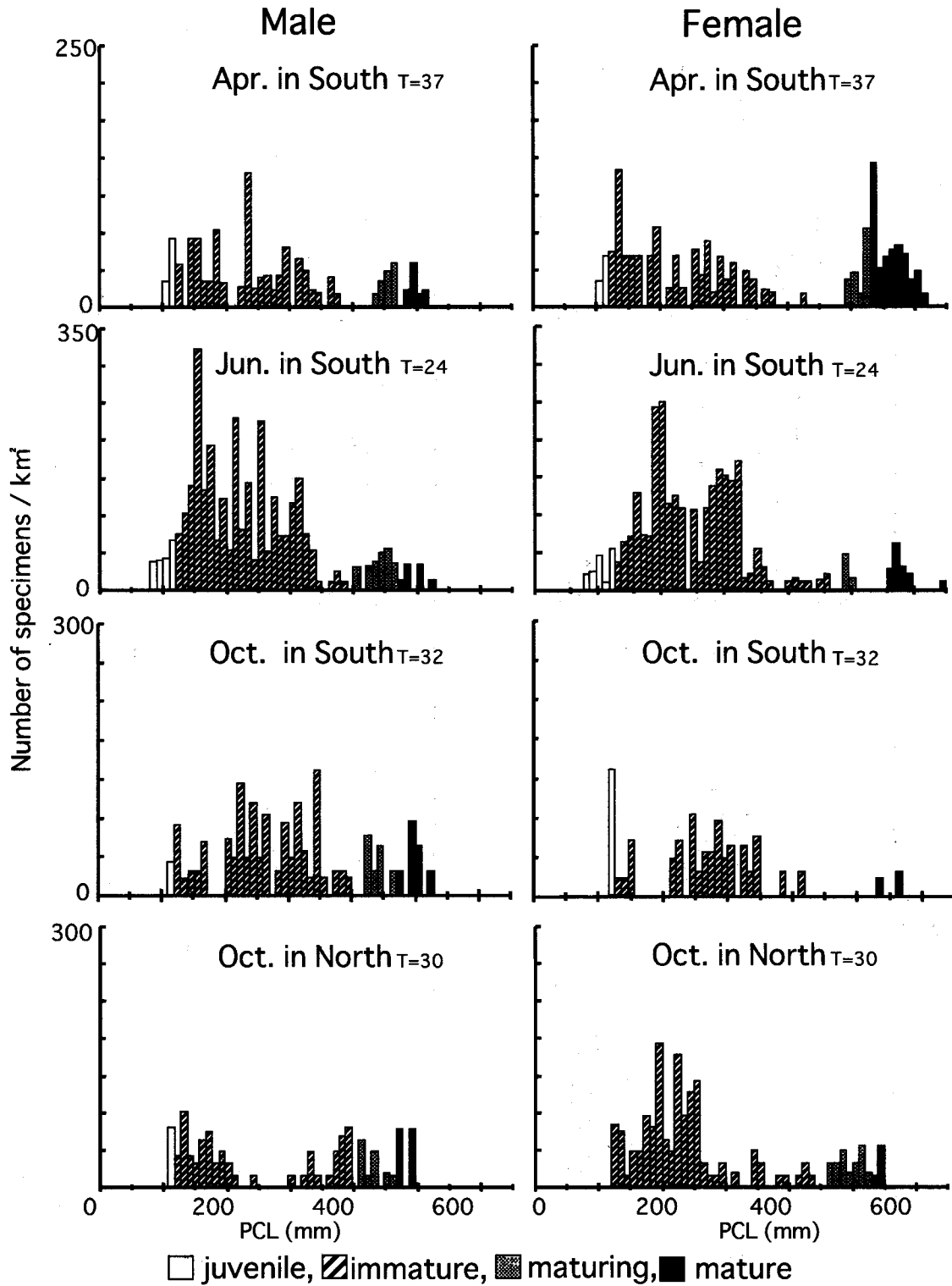


Fig. 10. Size composition by season, sex and area in 1999.  
T: number of trawl operations.

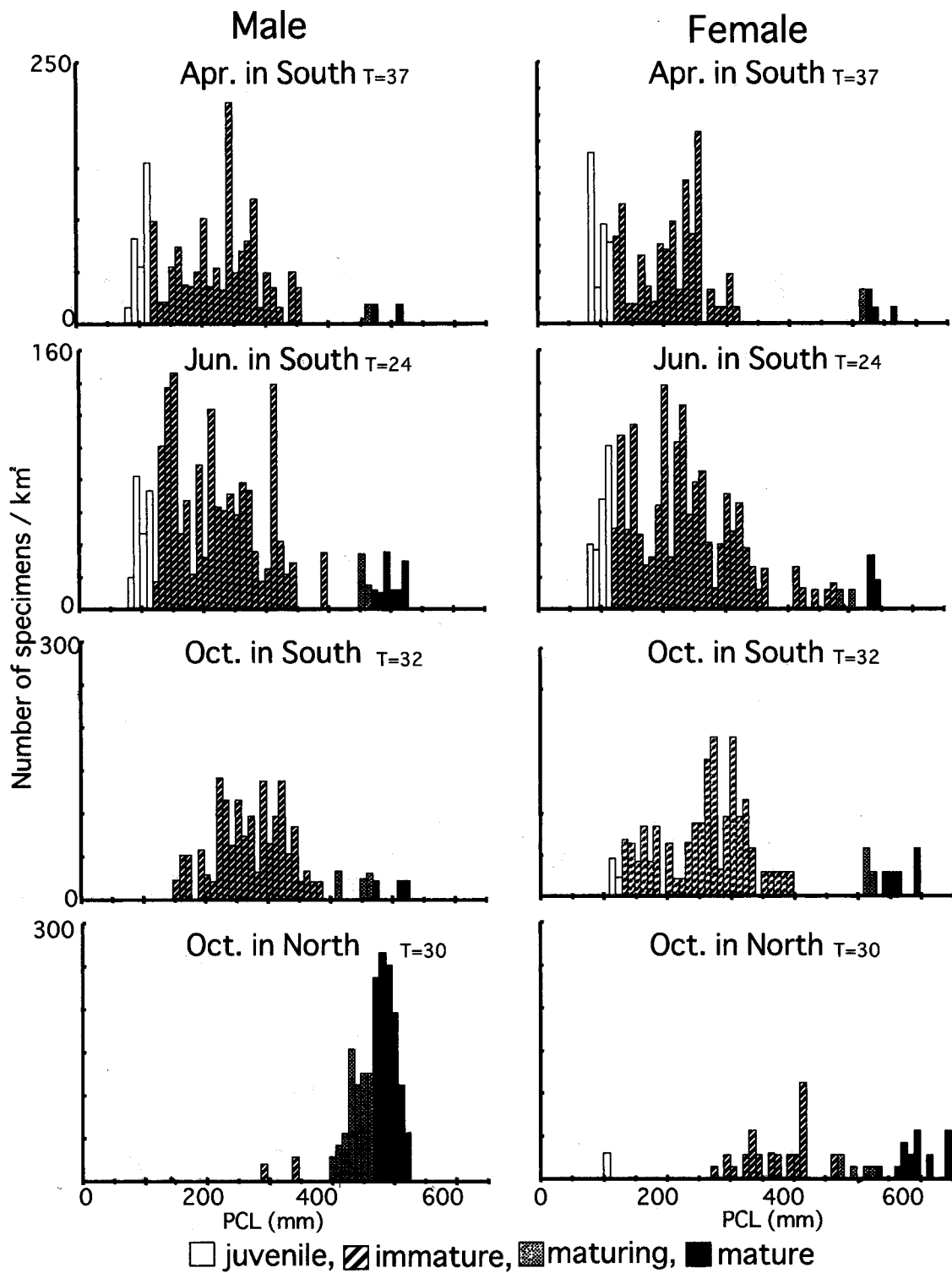


Fig. 11. Size composition by season, sex and area in 2000.  
T: number of trawl operations.

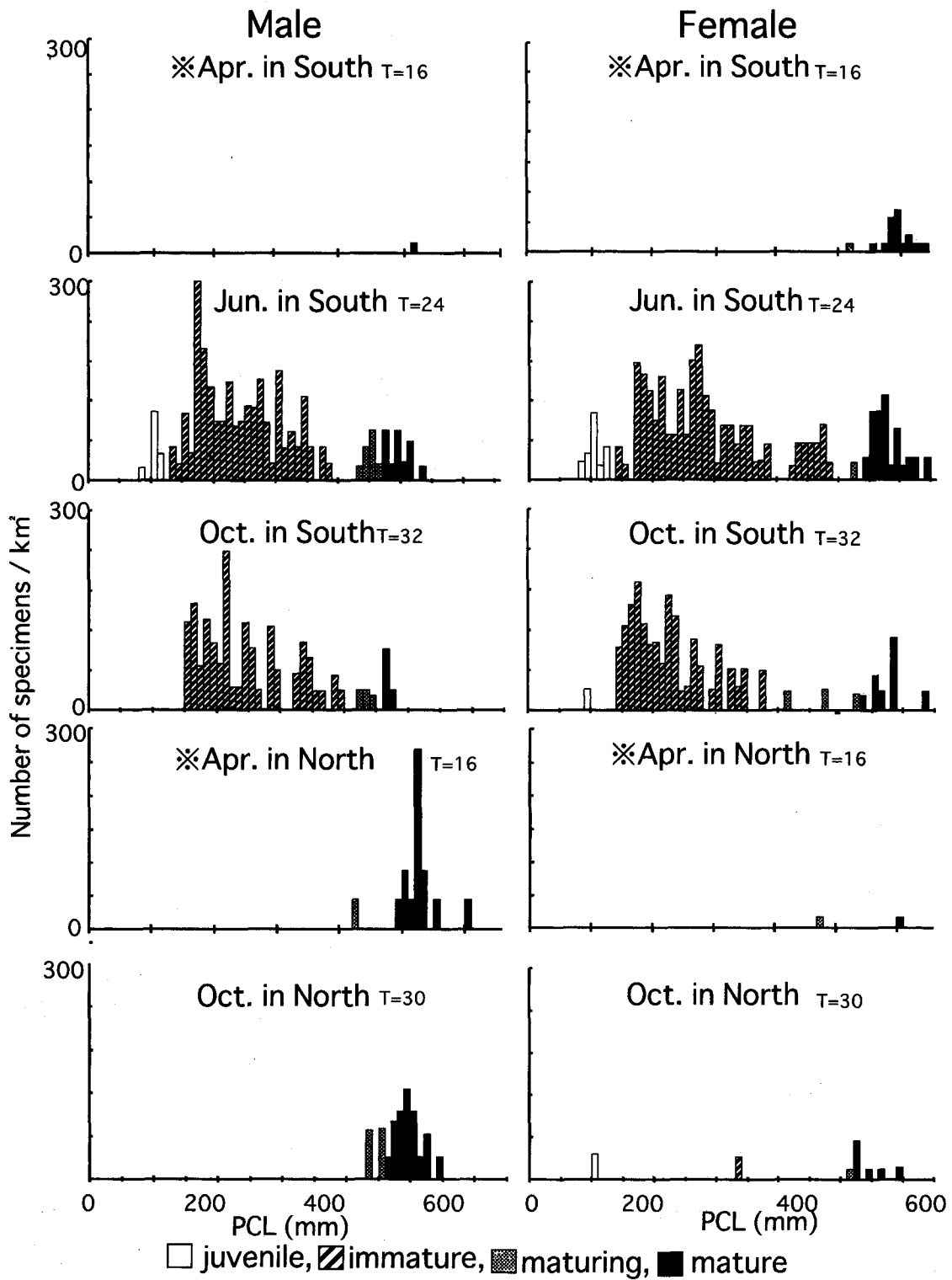


Fig. 12. Size composition by season, sex and area in 2001.

※ : Trawl operations were made in the depths shallower than 450 m. T : number of trawl operations.

数採集された。

c) 2001年 (Fig. 12)

- ・4月の南部海域は、雌雄ともにごく少数の成熟途上の個体と、多数の雌の成熟個体が採集された。
- ・4月の北部海域は、ごく少数の未成熟個体と雌の成熟ならびに成熟途上の個体が採集され、多数の雄の成熟個体が採集された。
- ・6月は、稚魚と未成熟個体が多数採集され、雌雄ともに成熟および成熟途上の個体が採集された。
- ・10月の南部海域は、ごく少数の稚魚と多くの未成熟個体が採集され、雌雄ともに成熟ならびに成熟途上の個体が少数採集された。

考 察

以上の結果から、本種は南部海域では、春期・秋期を問わず、ほぼ同様の PCL 組成を示した。すなわち、PCL 100~350 mm の個体が非常に多く採集され、PCL 400 mm 前後の個体が非常に少なく、PCL 500 mm 前後の個体が一定量採集された。つまり、南部海域では小型と大型の個体が多く、中型の個体が少なかった。

北部海域では、1999年にものみ、PCL 100~300 mm の個体が採集されたが、2000、2001年には、ほとんど採集されなかった。PCL 410 mm 以上の個体は年間を通じて採集され、PCL 組成は大型個体が多かった。また、春期・秋期ともに年間を通じて出現する個体の雌雄それぞれの PCL 組成に、差はほとんど見られなかった。

よって本種は、季節の変化に伴う体長および雌雄別による出現に違いが無く、あまり生息域を変えない可能性が示唆された。また、北部海域と南部海域では、PCL 組成に違いが見られたが、このことは、北部海域と南部海域の個体群がそれぞれ別の個体群である可能性を示唆しているものと思われる。

年間を通して、各海域で PCL 400 mm 前後の個体が雌雄ともに少ない傾向にあったが、この理由に関しては不明である。

3. 東北地方太平洋沖での垂直分布

a) 垂直分布の季節変化

4月 (Fig. 6)

- ・1999年には、本種は水深 500~700 m で採集され、多くは水深 600 m と 700 m で採集された。また、卵殻卵を有する個体が水深 500 m および 600 m で採集された。
- ・2000年には、本種は水深 350~650 m で採集され、水深 550 m と 650 m で大部分が採集された。
- ・2001年には、本種は北部海域では水深 250~550 m で採集され、その大部分は水深 450 m で採集された。南部海域では水深 450 m で採集された。また、卵殻卵を有する個体が水深 450 m で採集された。

6月 (Fig. 7)

- ・1999年には、本種は水深 500 m~700 m で採集され、水

深 550 m~650 m 多く採集された。また、卵殻卵を有する個体が水深 550 m で採集された。

- ・2000年には、本種は水深 450~700 m で採集され、水深 500 m~650 m で多く採集された。
- ・2001年には、本種は水深 450~700 m で採集され、それぞれの水深で一様に採集された。また、卵殻卵を有する個体が水深 450 m で採集された。

10月 (Fig. 8)

- ・1999年には、本種は、北部海域では水深 450~750 m で採集され、その大部分は水深 550 m で採集された。南部海域では、水深 550~750 m で採集され、多くは水深 650 m で採集された。また、卵殻卵を有する個体が水深 650 m で採集された。
- ・2000年には、本種は、北部海域では水深 450~750 m で採集され、大部分は水深 750 m で採集された。南部海域では、水深 450~900 m で採集され、多くは水深 650 m で採集された。また、卵殻卵を有する個体が水深 450 m で採集され、水深 550 m の海底から卵殻が採集された。
- ・2001年には、北部海域では水深 450~550 m で採集され、大部分は水深 450 m で採集された。南部海域では、水深 450~900 m で採集され、水深 650 m で比較的多く採集された。

b) 雌雄別垂直分布

本種の雌雄別の垂直分布を調べるため、1999年~2001年の4月および10月の調査結果をそれぞれ合わせ、本種の雌雄別・体長別の季節に伴う垂直分布の変化を検討した (Fig. 13)。ただし、4月の北部海域は、水深 450 m 以浅の調査のみである。

4月

- ・北部海域では、調査水深が 450 m 以浅であるが、雌の成熟個体が水深 250 m および 350 m で採集され、雄の成熟個体が水深 450 m で多数採集された。
- ・南部海域では、雌の成熟個体は水深 300~750 m で採集され、雄の成熟個体は水深 400~750 m で採集された。稚魚および未成熟個体は水深 500~750 m で採集され、特に水深 600~650 m で多数採集された。

10月

- ・北部海域では、雌の成熟個体が水深 450~550 m で採集された。雄の成熟個体は水深 450~750 m で採集され、特に水深 550 m で多数採集された。未成熟個体は水深 450~750 m で採集され、特に水深 550 m で PCL 300 mm 以下の雌の未成熟個体および PCL 400 mm 以上の雄の未成熟個体が多数採集された。稚魚は水深 650 m および 750 m で採集された。
- ・南部海域では、雌の成熟個体が水深 450~900 m で採集され、雄の成熟個体は水深 650 m および 750 m で採集された。未成熟個体は水深 550~900 m で採集され、特に水深 650 m で多数採集された。稚魚は 550 m および 650 m で採集された。

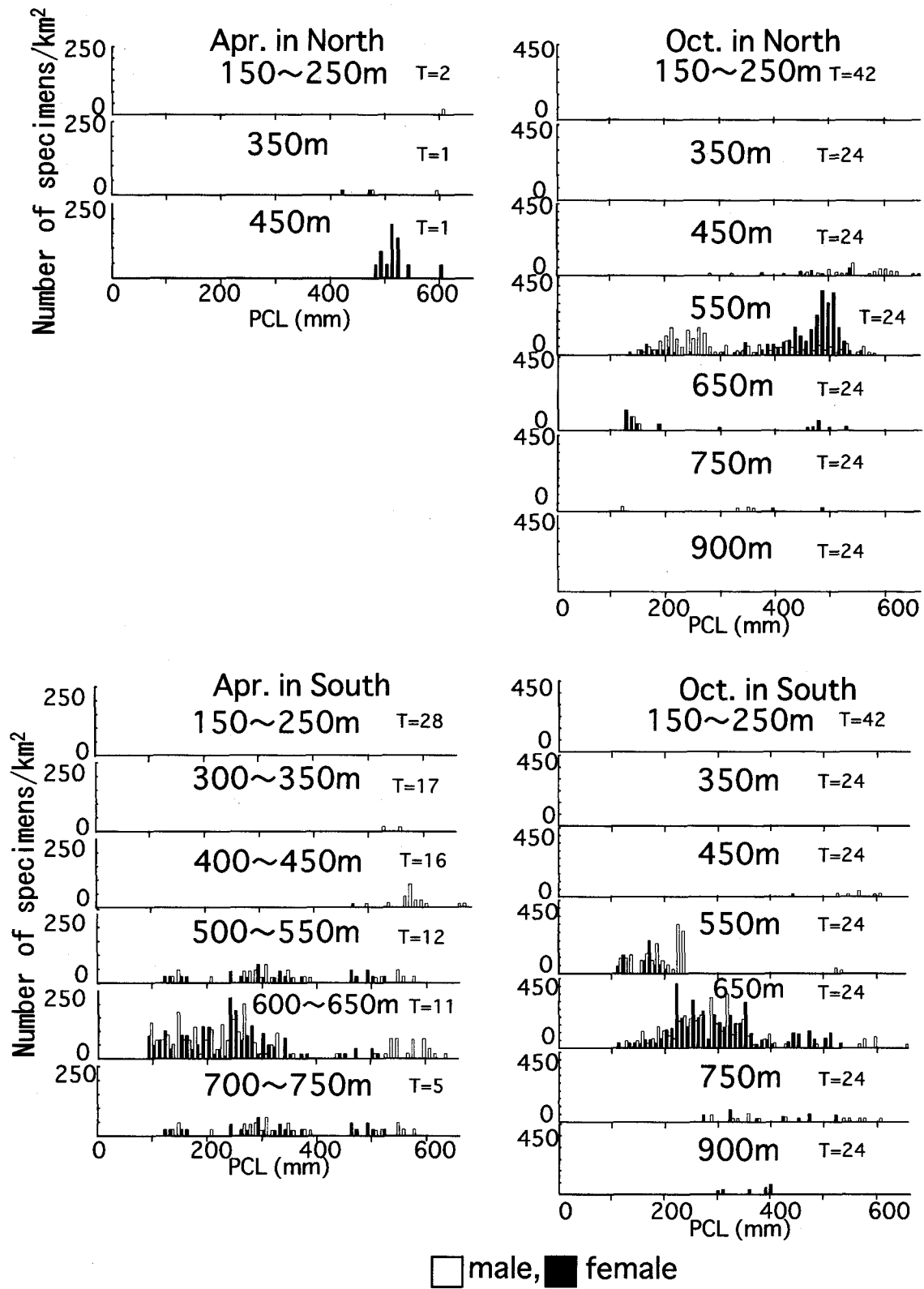


Fig. 13. Occurrence by depth.  
T: number of trawl operations.

考 察

服部ら (1998) によると, 本種は東北地方太平洋沖 (36°~38°N) の水深 450~650 m で分布密度が高く, 水深 550 m に最も多く分布するとしている。本研究においても, 本種が水深 450~650 m に多く分布することが確認された。

海域別に見ると, 北部海域の個体は, 春期・秋期および雌雄・成熟段階に関係なく, 水深 450~550 m に多く見られ, 南部海域の個体は水深 550~650 m に多く見られた。このことから, 北部海域の群は, 周年比較的に浅い所に分布し, 南部海域の群は, 周年比較的に深い所に分布していると考えられる。両海域での垂直分布の差のひとつの要因としては, 底水温が考えられるが, 両海域の本種が採集された水深別底水温 (北川ら, 2000) には, ほとんど差が見られないため, その要因とはなりえない。

成熟個体は, 雌雄ともに, 比較的浅い所から深い所まで出現し, 未成熟個体は比較的深い所に出現する傾向が見られた。特に, 雌の成熟個体は, 春期には秋期より浅い所にも出現する傾向が見られた。Quinn et al. (1980) によると,

本種と同属である *Hydrolagus colliei* は, 季節による明確な移動があり, 小林・田中 (1996) も, 駿河湾において, ギンザメ *Chimaera phantasma* に季節による垂直分布の違いが見られるとしている。しかし, *Hydrolagus colliei* は, 北太平洋の主に水深 100~150 m に生息する浅海性の種で (Allen and Smith, 1988), 駿河湾に生息するギンザメは, 主に水深 150~300 m に生息している (小林・田中, 1996)。よって, 主に水深 500~700 m に生息する深海性の本種とこれらの種を単純に比較することはできないが, 本種の雌の成熟個体は春期に浅い水深まで出現する個体が現れ, 季節により垂直移動する可能性が示唆された。

4. 集 群 性

本種の集群性を, 1999年~2001年の4月および10月の調査結果を用いて検討した。

底曳網1曳網で採集された本種の1 km<sup>2</sup>当りの個体数を調べた結果, 採集された個体が1~100個体/km<sup>2</sup>であった曳網回数は46回, 101~500個体/km<sup>2</sup>であった曳網回数は

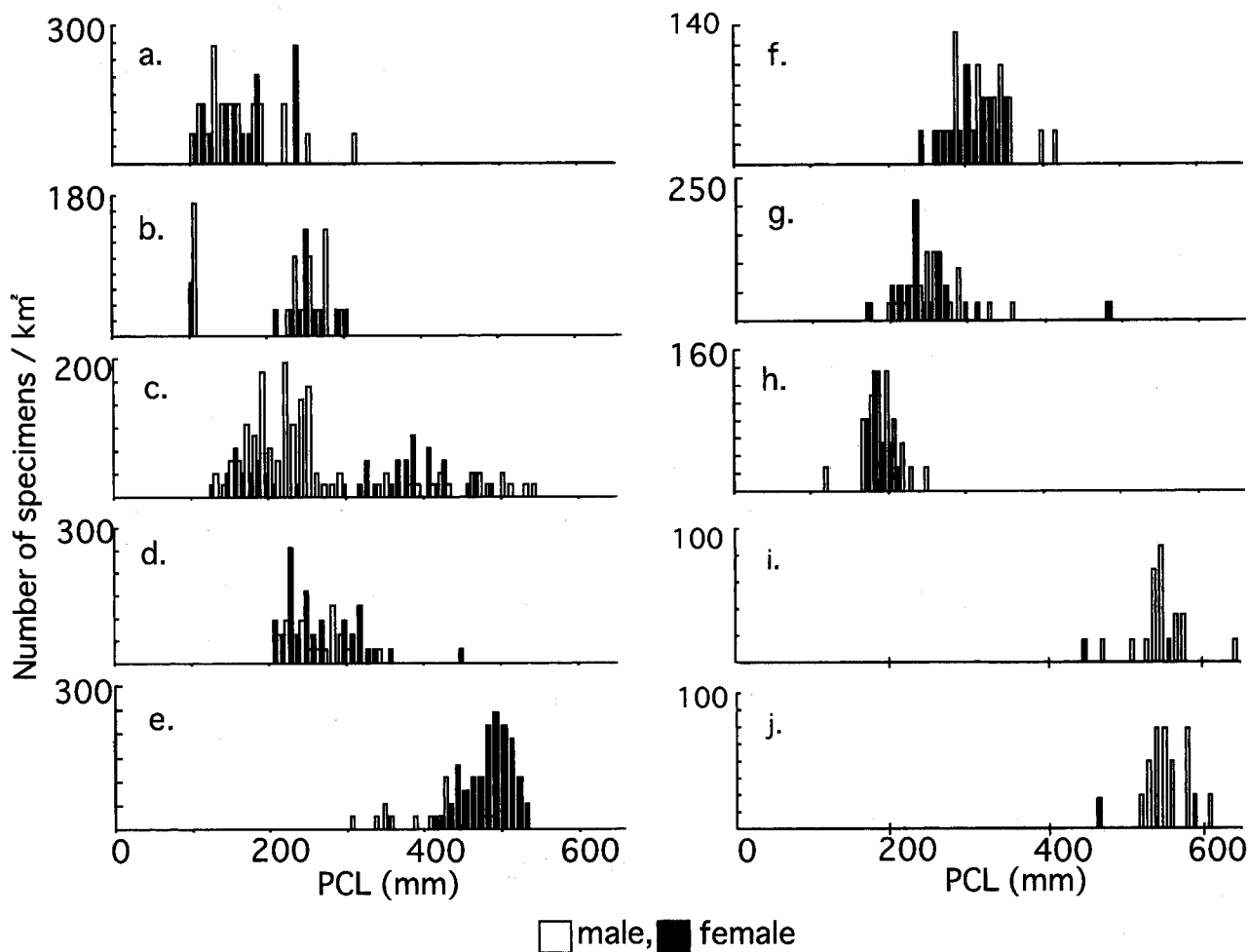


Fig. 14. PCL composition in selected stations.

a: Line-G' 600 m, Apr. 1999, b: Line-G' 650 m, Apr. 2000, c: Line-A 550 m, Oct. 1999, d: Line-G 650 m, Oct. 1999, e: Line-A 550 m, Oct. 2000, f: Line-G 650 m, Oct. 2000, g: Line-G 650 m, Oct. 2001, h: Line-H 550 m, Oct. 2001, i: Line-G' 500 m, Apr. 1999, j: Line-G 500 m, Apr. 2001.

18回, 501~1,000個体/km<sup>2</sup>であった曳網回数は9回, 1,001~2,000個体/km<sup>2</sup>であった曳網回数は6回, 2,001~3,000個体/km<sup>2</sup>であった曳網回数は1回であった。ここで, 1曳網で1,001個体/km<sup>2</sup>以上採集された個体のPCL組成を, 調査地点別に示す (Fig. 14a-h)。

4月

- 1999年のLine-G'の水深600m (Fig. 14a)では, PCL 110~200mmの稚魚を含む未成熟個体のみが採集された。
- 2000年のLine-G'の水深650m (Fig. 14b)では, 採集された個体の約78%がPCL 200~300mmの未成熟個体で, 約22%がPCL 90~100mmの稚魚であった。

10月

- 1999年のLine-Aの水深550m (Fig. 14c)では, PCL 170~560mmの未成熟, 成熟途上および成熟個体が雌雄ともに採集された。
- 1999年のLine-Gの水深650m (Fig. 14d)では, 大部分がPCL 210~360mmの未成熟個体が採集された。
- 2000年のLine-Aの水深550m (Fig. 14e)では, 採集された大部分がPCL 400~530mmの成熟および成熟途上の雄個体であった。
- 2000年のLine-Gの水深650m (Fig. 14f)では, PCL 240~400mmの未成熟個体のみが採集された。
- 2001年のLine-Gの水深650m (Fig. 14g)では, 採集された大部分がPCL 170~340mmの未成熟個体であった。
- 2001年のLine-Hの水深550m (Fig. 14h)では, 採集された大多数がPCL 150~230mmの未成熟個体であった。

## 考 察

以上の結果から, 本種の未成熟個体は雌雄に関係なく, 一定の体長範囲の個体が同時に多数出現する傾向が認められた (Fig. 14a~c, 14f~h)。また雄の成熟個体では, 同時に多数出現した調査地点が確認された (Fig. 14e)。また, 1曳網で1,000個体/km<sup>2</sup>以下の調査地点において, 雌の成熟個体がまとめて出現した調査地点が確認された (Fig. 14i, j)。したがって, 本種は, 未成熟期には体サイズごとに, また成熟期に雄・雌ごとに集群性を示すことが示唆された。

## B) 成 熟

### 1. 本種の成熟サイズ

本種を含むギンザメ目魚類は二次性徴が顕著であるため, 性成熟の進行に同調して様々な形質に変化が現れる。そこで, 雄では前額交尾器, 交尾器および精巣について, 雌では卵殻腺および卵巣について測定・観察を行い, 本種の性成熟とPCLとの関係を調査した。

#### 1) 雄

##### a. 前額交尾器 (frontal clasper)

ギンザメ目魚類の雄は, 交尾器の他に, 交尾の際に利用

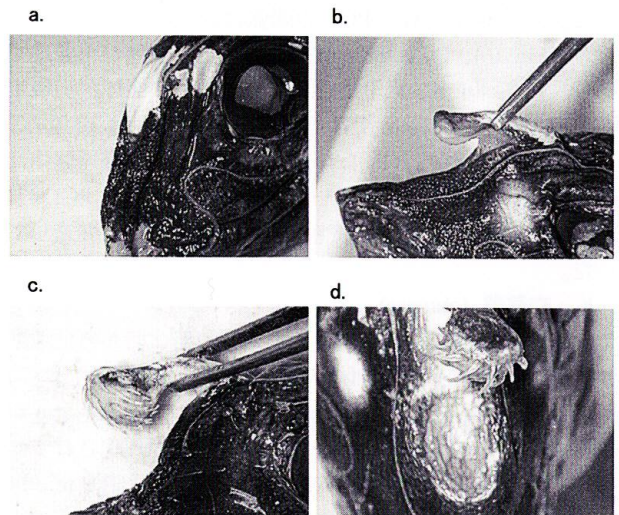


Fig. 15. Development of frontal clasper.  
a: undeveloped (PCL 304 mm), b: developing (PCL 430 mm), c, d: developed (PCL 538 mm).

される前額交尾器と腹鰭前突起の2つの交尾関連器官を有する。

前額交尾器は, 頭部に位置する1本の軟骨性の突起で, 先端には鋭い棘が密生する。前額交尾器は, 小型個体ではほとんど確認できず, 眼の前方の頭部背面中央の小さい溝に, 前額交尾器の原基が存在するのみである (Fig. 15a)。成熟に近づくとき, 前額交尾器の前方が頭部背面から分離するが, 先端の棘はほとんど形成されていない (Fig. 15b)。十分に発達した前額交尾器は硬く鋭い棘を多数有し (Fig. 15c), 前額交尾器を収める溝も大きく発達する (Fig. 15d)。

以上の前額交尾器の特徴からその発達段階を, 未発達 (undeveloped: 前額交尾器が未発達), 発達途上 (developing: 前額交尾器が頭部背面から分離するが, 棘はないか, あっても軟らかい), 発達 (developed: 硬く鋭い棘を多数有する) の3段階に区分した。

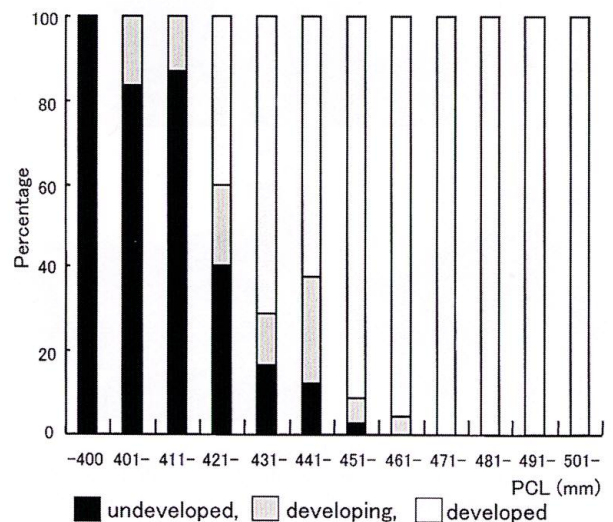


Fig. 16. Development of frontal clasper and PCL.

これらの発達段階と PCL の関係は以下のように要約される (Fig. 16)。PCL 400 mm 以下では、全個体が未発達であり、PCL 401 mm 以上になると発達途上の個体が出現する。PCL 421~460 mm では、未発達と発達途上、発達の3段階の個体が混在し、PCL 461~470 mm では未発達個体は存在せず、発達途上と発達した個体が混在する。PCL 471 mm 以上では、全ての個体で前額交尾器が、十分に発達していた。

**b. 交尾器 (clasper)**

本種の交尾器は腹鰭基底に1対あり、孵化時から幼魚期にはその先端が3又し、体の中央側に背・腹に並ぶ2本の細い middle arm と、その外側に1本の太い lateral arm が隣り合って存在する。この時期の交尾器は石灰化されておらず、柔らかい (Fig. 17a, b)。成長に伴い、背側の middle arm は幅広くなり、腹側の middle arm を包み込むように大きくなり、交尾器の石灰化も開始する (Fig. 17c)。その後、腹側の middle arm は背側の middle arm に完全に包み込まれ、交尾器は1本の middle arm と lateral arm で構成されるようになる。とともに2又した状態に変化する。また交尾器は、完全に石灰化され、硬く棒状になり、先端付近は微細な棘に覆われる (Fig. 17d)。以下、PCL と交尾器の発達の関係を論じる。

交尾器の分枝数と PCL の関係 (Fig. 18) を表す。なお、分枝数が3又から2又に変化する途中の分枝数を便宜的に2.5又とした。PCL 410 mm 以下の個体では、交尾器は全個体が3又であったが、PCL 411 mm 以上から2.5又の個体が出現し始め、PCL 411~470 mm では、3又、2.5又そして2又の個体が混在していた。PCL 471 mm 以上では、全個体が2又した交尾器を有していた。

交尾器の石灰化と PCL との関係を、未石灰化

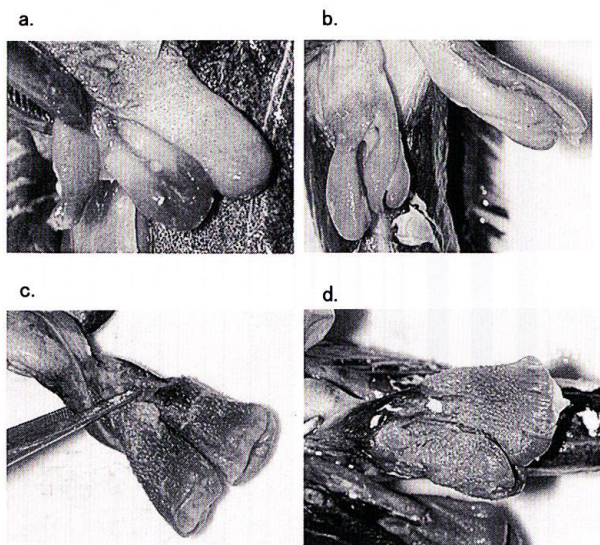


Fig. 17. Development of clasper.

a: uncalcified claspers with 3 arms (PCL 232 mm, from male), b: uncalcified claspers with 2.5 arms (PCL 413 mm), c: calcifying claspers with 2 arms (PCL 448 mm), d: calcified claspers with 2 arms (PCL 532 mm).

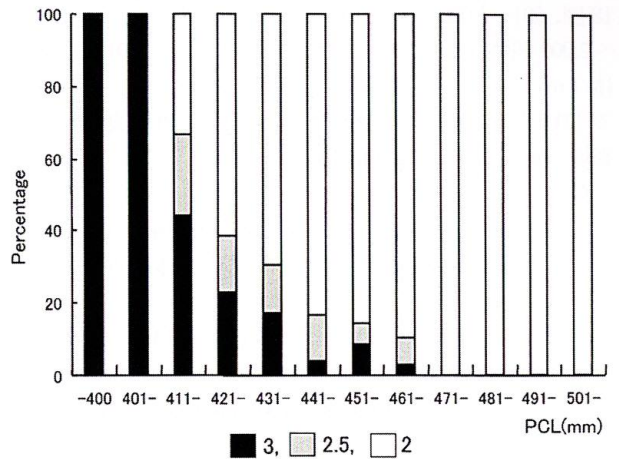


Fig. 18. Number of clasper arms and PCL.

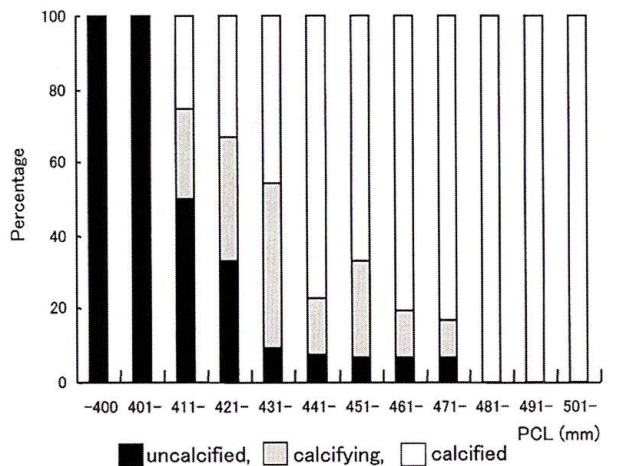


Fig. 19. Calcification of clasper and PCL.

(uncalcified: 全く石灰化されておらず、交尾器は柔らかい)、石灰化途上 (calcifying: 多少石灰化されている)、石灰化 (calcified: 完全に石灰化され、交尾器は硬い) の3段階に区分し示した (Fig. 19)。PCL 410 mm 以下の個体は、全個体が未石灰化の状態、PCL 411 mm 以上の個体から石灰化途上の個体が出現し、PCL 411~480 mm の間では、様々な段階の個体が混在し、PCL 481 mm 以上では全ての個体の交尾器は、石灰化していた。

交尾器長と PCL との関係 (Fig. 20) を見ると、交尾器は PCL 370 mm 前後までは緩やかに伸長し、その長さは 15 mm 以下である。PCL 370~410 mm では、交尾器長が約 20 mm にまで発達する個体が見られる。PCL 410~470 mm の間で交尾器は急激に伸長し、約 20~80 mm の交尾器長を有する個体が混在する。PCL 470 mm 以上では、伸長は停止し、全ての個体の交尾器長は、65~80 mm の間の値を示す。

**c. 精巢 (testis)**

精巢は、体腔背面の左右に対をなして存在する。精巢の発達を調べるため、精巢重量と PCL の関係 (Fig. 21) と、GSI と PCL の関係 (Fig. 22) を表す。

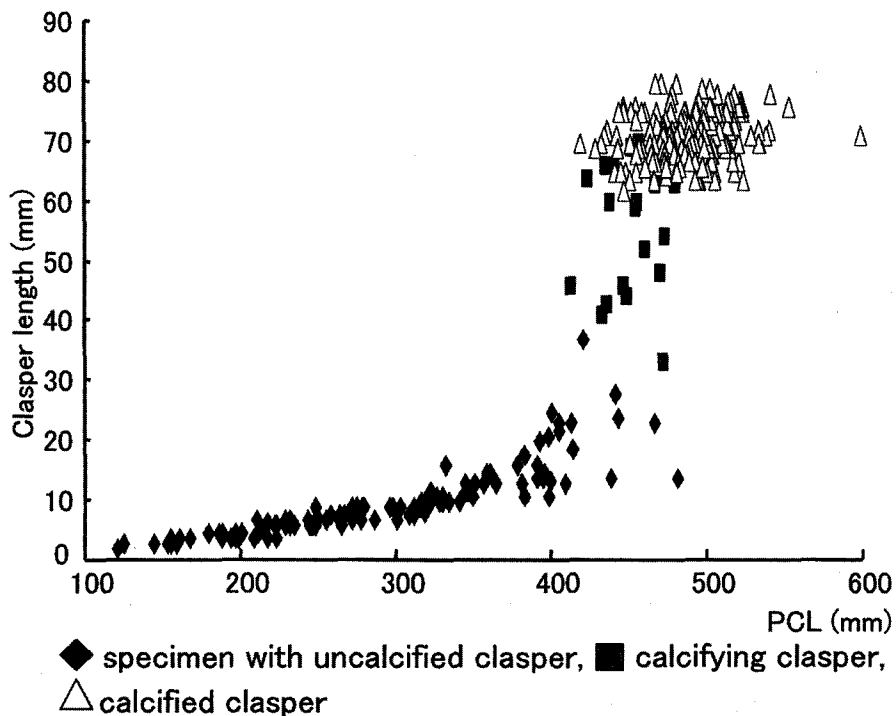


Fig. 20. Clasper length and PCL.

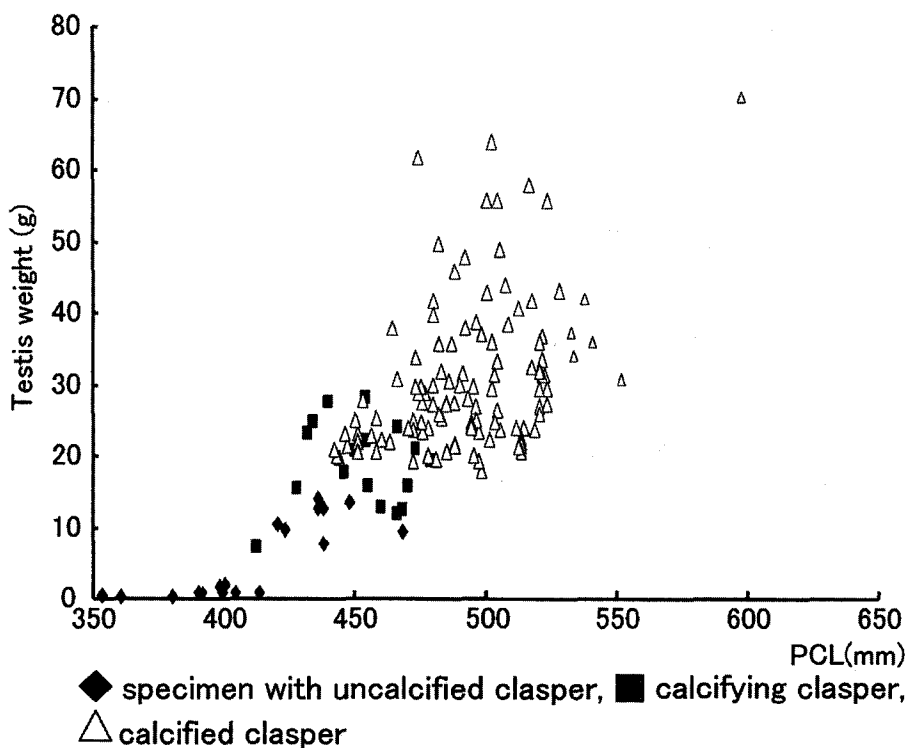


Fig. 21. Testis weight and PCL.

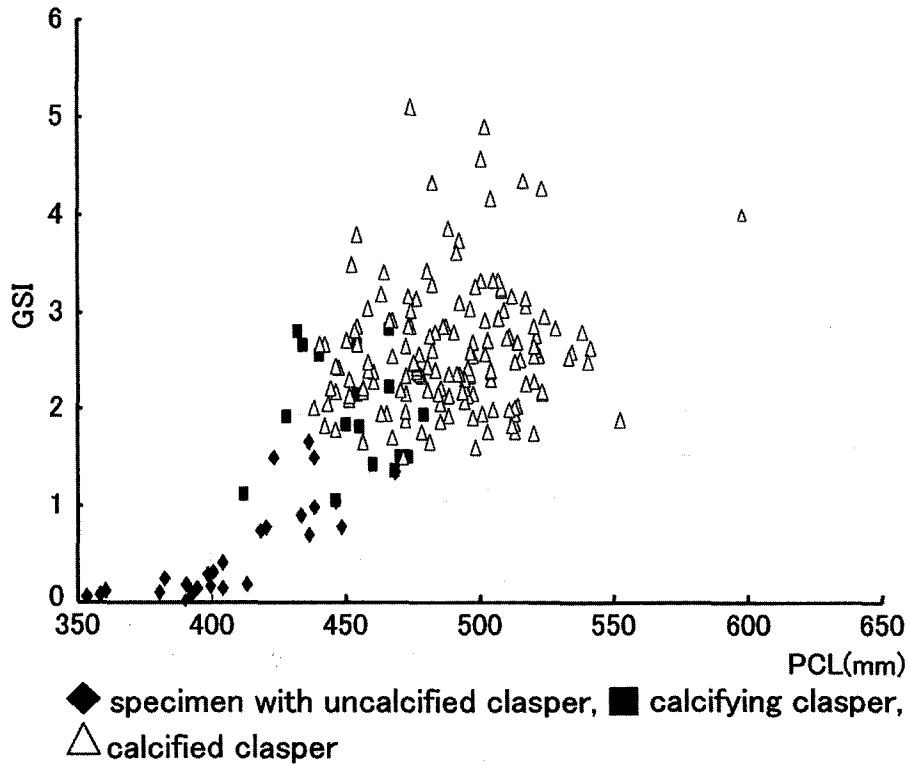


Fig. 22. GSI and PCL in males.

精巣は、PCL 400 mm までほとんど発達しておらず、その重量は約 1 g であるが、PCL 410~450 mm の間で急激に発達を開始し、約 10~30 g になる。PCL 450 mm より大きな個体では、精巣は PCL の成長とともに緩やかに増加し、その重量は約 20~70 g になるが、個体変異が極めて大き

い。

GSI と PCL の関係 (Fig. 22) を見ると、GSI は、PCL 410 mm までは約 0.1~0.4 であるが、PCL 410~450 mm の間で急激に増加し 0.8~2.0 の値を示し、PCL 450 mm 以降は 1.4~5.0 の大きな値を示すが、個体変異が極めて大きい。

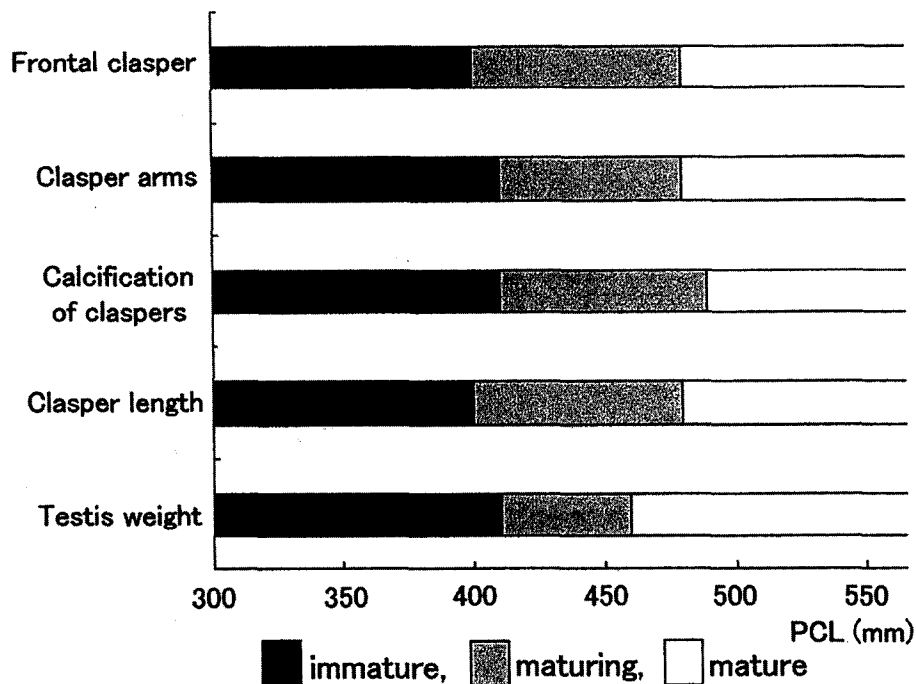


Fig. 23. Development of sexual organs and PCL.

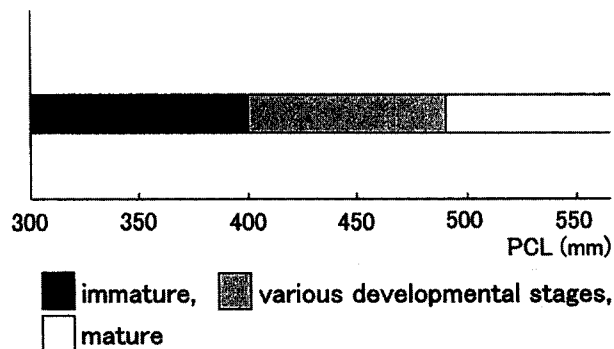


Fig. 24. Sexual maturation in male.

## 考 察

以上の結果から雄の性成熟と PCL との関係を検討すると (Fig. 23), 前額交尾器は PCL 400 mm から発達を開始し, PCL 470 mm で発達を完了する。交尾器の分枝は, PCL 410 mm から発達を開始し, PCL 470 mm で発達を完了する。交尾器の石灰化は, PCL 410 mm から開始し, PCL 480 mm で石灰化を完了する。精巢は, PCL 410 mm から成熟を開始し, PCL 450 mm で成熟を完了する。

よって, 本種の雄は, PCL 400 mm 以下は 100% 未成熟, PCL 400~480 mm は, 様々な成熟途上の個体を含み, PCL 480 mm 以上は 100% 成熟個体であると考えられる (Fig. 24)。

## 2) 雌

### a. 卵殻腺 (shell gland)

卵殻腺は, 体腔背面にある卵巣の前方から泌尿生殖孔の後方まで続く輸卵管の前半部にある。幼魚期の卵殻腺は未発達で, ほとんど輸卵管とは区分できないが, 成長に伴い,

徐々に卵殻腺は幅や厚みを増す。以下, 卵殻腺の幅および重量と PCL の関係をそれぞれ述べる。

卵殻腺の幅 (Fig. 25) は, PCL 460 mm までは約 4~10 mm で, 輸卵管とは明確に区分できないが, PCL 460 mm から急激に幅が広くなり, PCL 460~520 mm の間で約 5~15 mm になる。PCL 520 mm 以上では, 成長に伴って卵殻腺の幅は緩やかに増加し, 約 20~40 mm になる。

卵殻腺の重量 (Fig. 26) は, PCL 470 mm 以下では, 約 1~6 g であるが, PCL 470 mm から少しずつ重くなり, PCL 500 mm 位から急激に重量を増加させ, PCL 500~530 mm の間で大部分のものが約 20~40 g となる。そして PCL 530 mm 以上では, 成長に伴い緩やかに増加し, 大部分が約 30~60 g となる。

### b. 卵巣 (ovary)

卵巣は袋状で, 体腔背面から対をなして懸垂し, 淡黄白色の卵巣卵を多数含む。幼魚期の卵巣は著しく小さく, 卵巣卵も微小である。その後, 成長するに伴い卵巣も増大するが, 卵巣内には様々な発達段階の卵が不規則に混在する。

卵巣重量と PCL の関係を見ると (Fig. 27), PCL 470 mm 以下では卵巣はほとんど発達しておらず, その重量は約 5 g であるが, PCL 約 500 mm で約 50 g の個体が出現する。PCL 500~550 mm の間で卵巣重量が急激に増加し, 多くの個体で 40~90 g となり, PCL 550 mm 以上では, 大部分の個体で 50~110 g になる。

GSI と PCL の関係 (Fig. 28) では, PCL 470 mm 以下では, GSI は 0.4 以下であるが, PCL 500~550 mm の間では多くの個体が 2.0 以上の値を示し PCL 550 mm 以上では, ほとんどが 2.0~5.0 の値を示す。

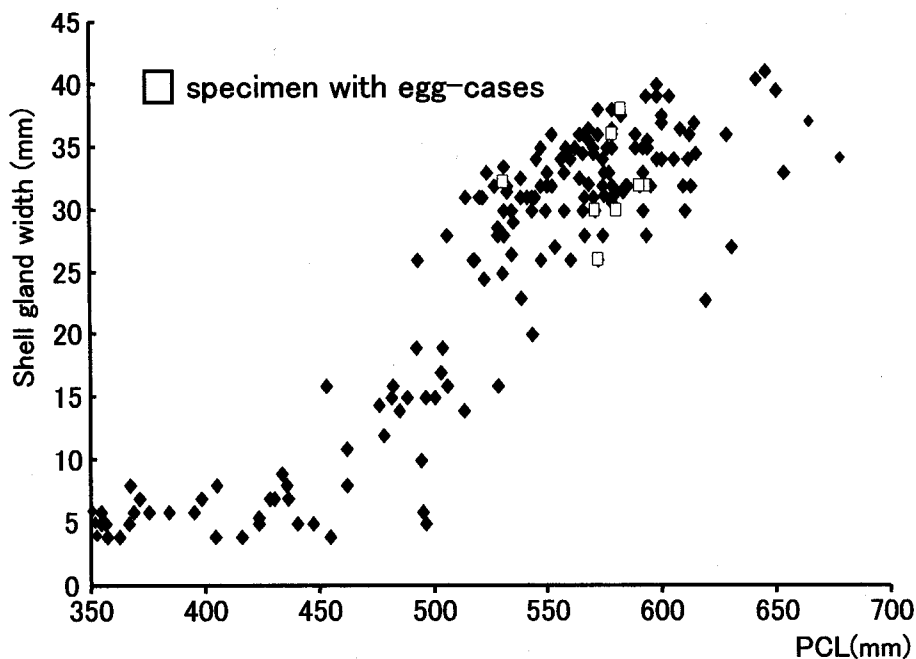


Fig. 25. Shell gland width and PCL.

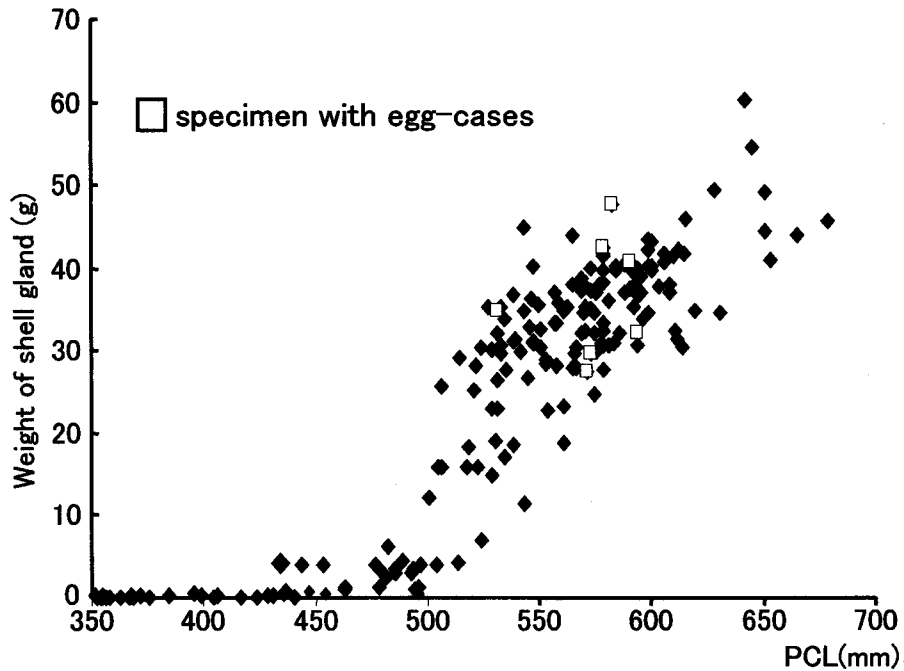


Fig. 26. Shell gland weight and PCL.

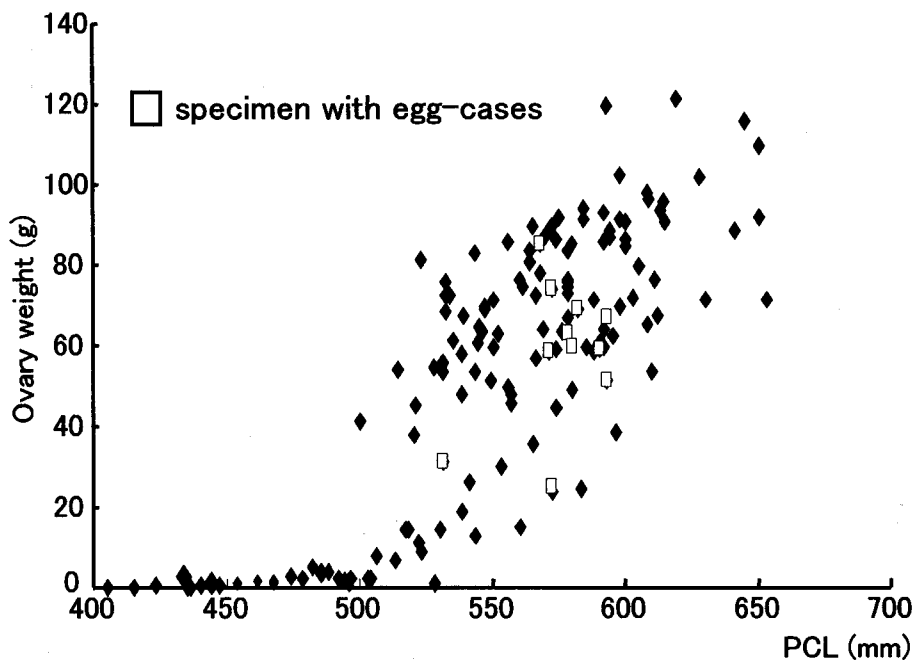


Fig. 27. Relationship between ovary weight and PCL.

最大卵径と PCL の関係を見ると (Fig. 29), PCL 470 mm 以下では, 全個体で最大卵径が 5 mm 以下であるが, PCL 470~520 mm の間では 5~10 mm の卵が見られ, PCL 520~540 mm の間で急激に卵径が大きくなり, 多くの個体では 15 mm 以上になり, PCL 540 mm 以上では, 約 20~40 mm になる。

考 察

以上の結果から雌の性成熟と PCL との関係 (Fig. 30) を考察すると, 卵殻腺の発達, PCL 460 mm から始まり, PCL 530 mm で成熟を完了する。卵巣は, PCL 470 mm から徐々に成熟を開始し, PCL 550 mm で成熟を完了する。よって, 本種の雌は, PCL 460 mm 以下は 100% 未成熟, PCL 460~550 mm は成熟途上, PCL 550 mm 以上は 100% 成熟個体であると推定した (Fig. 31)。

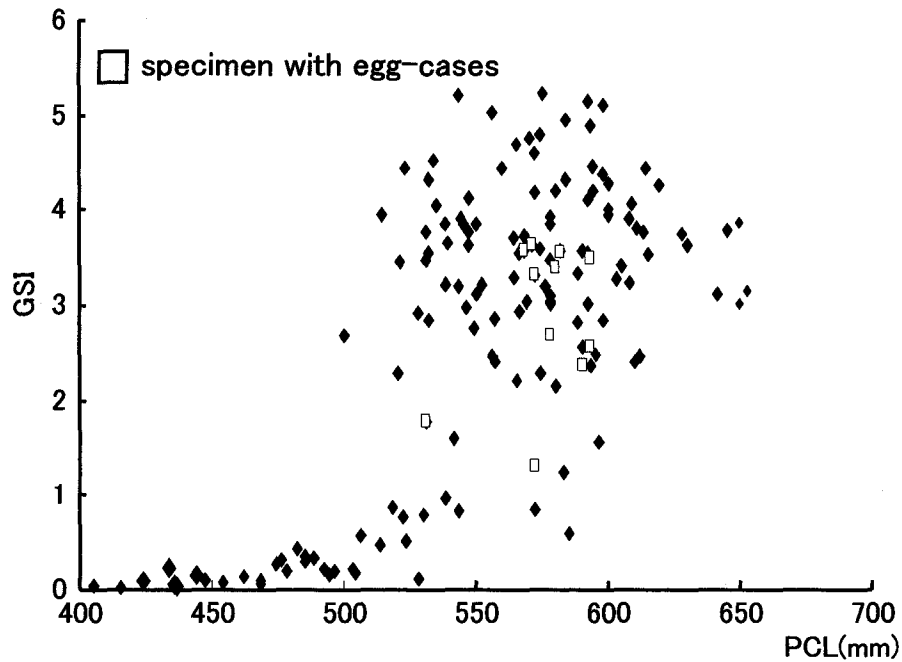


Fig. 28. GSI and PCL in females.

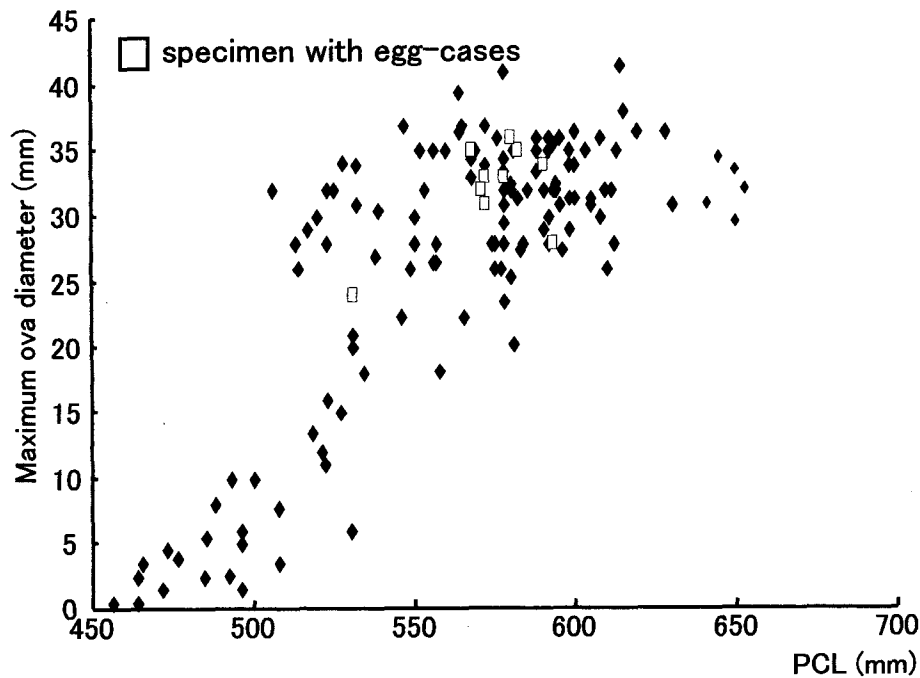


Fig. 29. Maximum ova diameter and PCL.

## 2. 卵殻の形成過程

本種を含む現生のギンザメ目魚類は、すべて卵生である。卵巣から排卵された卵は、受卵口から輸卵管に入る。一方、交尾により子宮に進入した精子は、子宮を遡り、その後、卵と精子は合体して受精卵となるが、受精卵は卵殻腺から分泌される卵殻に取り込まれ、卵殻の完成後、卵殻卵として産卵される。

本章では、本種の雌の体内から採集された様々な発達段

階の卵殻と、海底から採集された卵殻を調査し、本種の卵殻の形成過程を考察した。卵殻形成の記載に際しては、卵殻が採集された雌体内には、左右の子宮に同じ発達段階の卵殻が各々1個存在していたため、左側の卵殻を用いて記載した。

### 1) 卵殻の形状

本種の完成された卵殻 (Fig. 32e) は、黄褐色を呈し、全長約 180 mm、幅 30 mm であった。受精卵を包む膨大部と

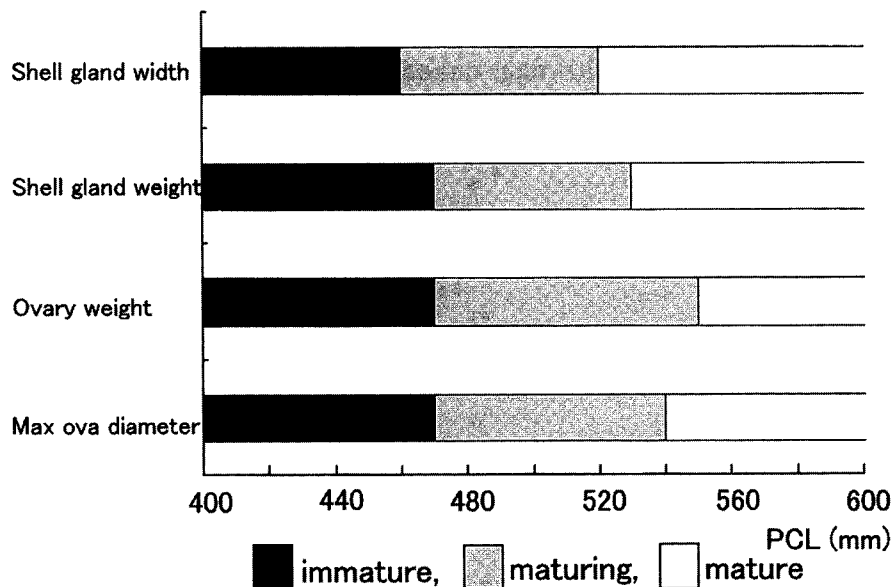


Fig. 30. Development of sexual organs and PCL.

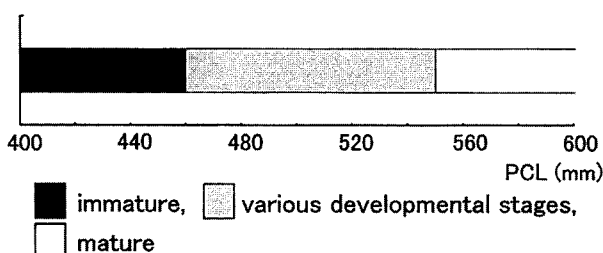


Fig. 31. Sexual maturation in female.

細長く伸長した突起部に区分され、卵殻の片面に1本の隆起線が中央部を縦走するが、反対側は隆起線が無く、平滑である。

## 2) 卵殻の形成過程

- Fig. 32a: PCL 582 mm の個体から得られた卵殻形成初期の卵殻は、膨大部の長さが約 30 mm、幅 20 mm で、突起部は形成されていない。完成部位は、黄褐色を呈し、形成中の部位は、白色を呈する。卵殻の状態が悪かったため、卵殻内の卵の有無は確認できなかった。
- Fig. 32b: PCL 593 mm の個体から得られた形成途上の卵殻は、膨大部の全長約 58 mm、幅 31 mm で、膨大部の容積も増加するが、突起部は形成されていない。この時期には、膨大部の一部が卵殻腺から出て子宮内に達する。卵殻内には卵が確認された。
- Fig. 32c: PCL 531 mm の個体から得られた卵殻は、膨大部の全長が約 82 mm、幅 32 mm で、膨大部の形成がほぼ終了していた。膨大部の大部分は子宮内にある。突起部は形成されていない。
- Fig. 32d: PCL 572 mm の個体から得られた卵殻は全長約 135 mm で、突起部の大部分が形成され、全体の

形は産卵時の卵殻とほぼ同形となる。卵殻は形成中の突起部の先端を除き、全て子宮内にあった。

- Fig. 32e: 海底から採集された産出後の卵殻は全長約 180 mm、最大幅約 30 mm。膨大部の長さは約 80 mm、全長の約 45% を占め、丸みを帯びている。突起部は長さ約 100 mm、幅約 7 mm で、全長の半分以上を占め、その先端は硬く、鋭く尖る。

卵殻の発達段階を、形成前期 (early stage: 膨大部の形成中。突起部はない; Fig. 32a-b) と形成後期 (late stage: 膨大部が完成し、突起部を形成中; Fig. 32c-d) の2段階に区分し、それらの発達段階の卵殻を有した個体数を、春期・秋期別に示した (Table 2)。その結果、形成前期の卵殻を有した個体は、春期、秋期ともに3個体が確認され、形成後期の卵殻を有した個体は、春期に4個体、秋期に1個体が確認された。

## 考 察

以上のことから、本種の卵殻形成過程は、膨大部側から始まり、その後、突起部が形成され、完成することが明らかになった。

Sathyanesan (1966) によると、本種と同属である *Hydrolagus colliei* の完全に発達した卵殻は、泌尿生殖孔から押し出され後、卵殻の突起部から伸びた糸状物によって泌尿生殖孔から4~6日間ぶら下がり、その後、産みつけられるとしている。また、セメント製水槽内では、水槽底面の石と貝殻の間に糸状物を絡ませて卵殻を産みつけ、ネットで囲まれた水槽ではネットの網目に2個の卵殻を直立状態で産みつけたと報告した。さらに、Sathyanesan (1966) は、産卵時に卵殻を付着させる物が無い場合は、柔らかい海底に垂直に産卵するものと推定した。

本種の卵殻は *H. colliei* とは異なり、突起部から伸びた糸

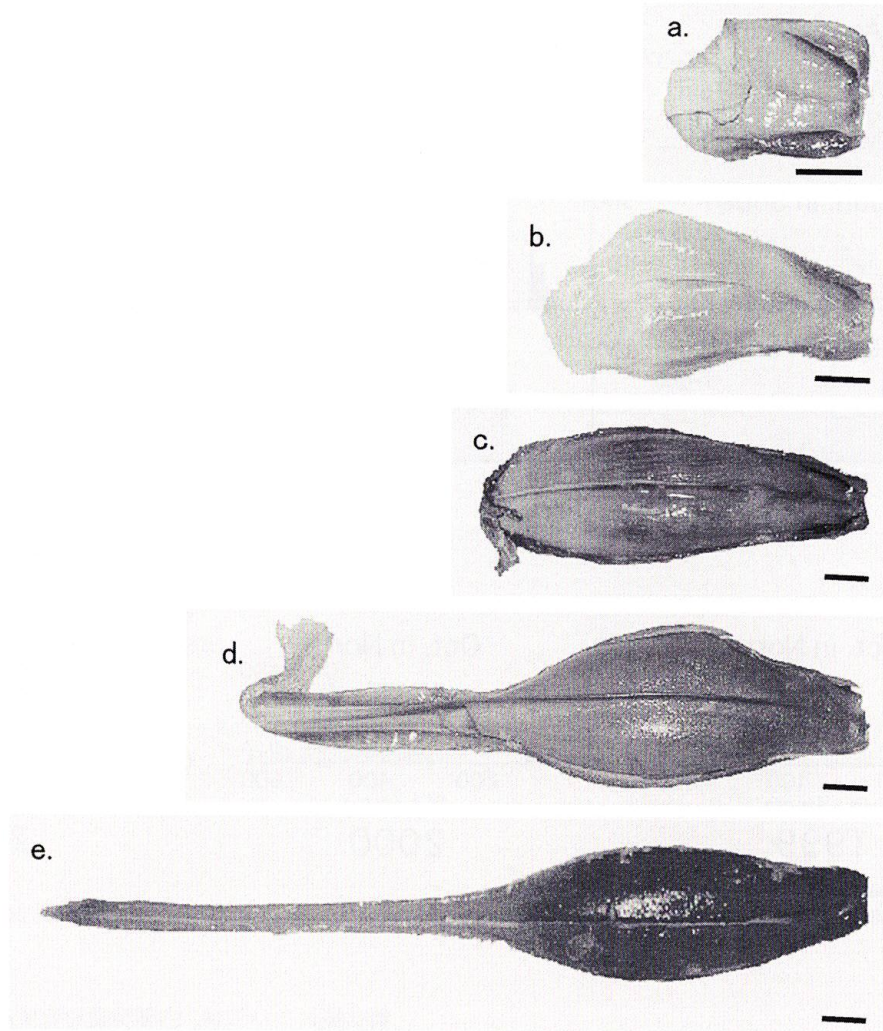


Fig. 32. Development of egg-case.  
 a: 30 mm in total length (from PCL 582 mm female), b: 58 mm (PCL 593 mm), c: 82 mm (PCL 531 mm),  
 d: 135 mm (PCL 572 mm), e: 180 mm (trawled). scale bars=10 mm.

Table 2. Number of specimens with egg-cases by seasons.

Season	Early stage	Late stage
Spring	3	4
Fall	3	1

状物がないことから (Fig. 32e), 本種は, 卵殻を石や貝殻などの基質に絡ませるのではなく, 海底に直接産出するものと考えられる。

また, 卵殻卵を有した個体は, 春期・秋期ともに採集され, 形成前期および後期の卵殻が春期・秋期ともに体内に見られたことから, 卵殻卵の形成が周年行われているものと判断される。

### 3. 産卵期, 孵化期および産卵場所

本種の産卵期および孵化期を検討するために, 孵化直後と思われる内卵黄嚢を有する稚魚 (juvenile) の出現状況

(Fig. 33) を調査した。

#### 1999年

- 4月には, 南部海域で PCL 100~120 mm の稚魚が 7 個体採集された。
- 6月には, 南部海域で PCL 80~120 mm の稚魚が 13 個体採集された。
- 10月には, 北部海域で PCL 110~120 mm の稚魚が 3 個体, 南部海域では PCL 110~120 mm の稚魚が 11 個体採集された。

#### 2000年

- 4月には, 南部海域で PCL 80~120 mm の稚魚が 27 個体採集された。
- 6月には, 南部海域で PCL 80~120 mm の稚魚が 27 個体採集された。
- 10月には, 北部海域で PCL 100 mm の稚魚が 1 個体, 南部海域では, PCL 110~120 mm の稚魚が 3 個体採集された。

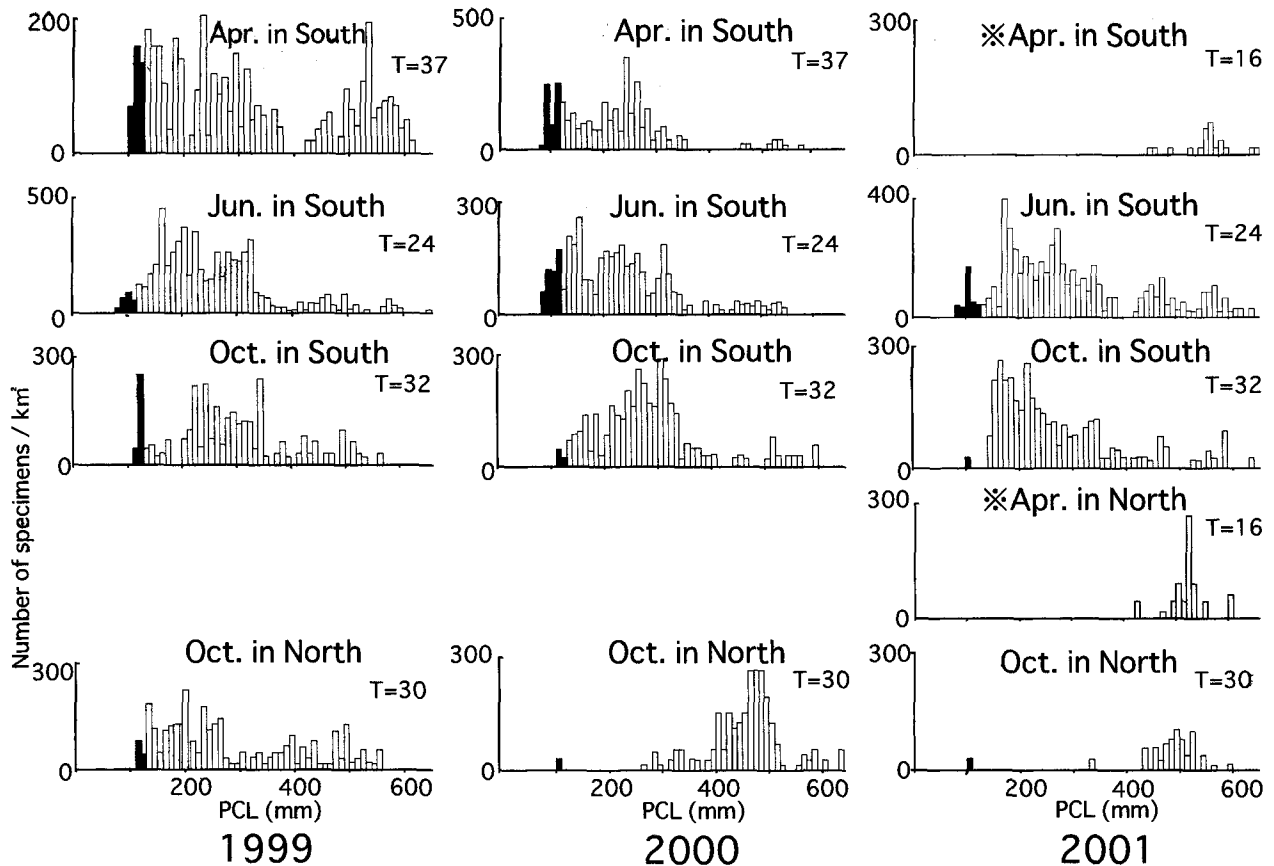


Fig. 33. Appearance of juvenile by time and areas.

■ : juvenile, ※ : Trawl operations were made in the depths shallower than 450 m. T : number of trawl operations.

2001年

- 4月には、南北海域において稚魚は採集されなかった。
- 6月には、南部海域で PCL 80~120 mm の稚魚が 16 個体採集された。
- 10月には、北部海域で PCL 100 mm の稚魚が 1 個体、南部海域では PCL 100 mm の稚魚が 1 個体採集された。

考 察

Dean (1906) は、*H. colliei* は周年産卵を行うが、産卵最盛期が晩夏から早秋に存在すると推定し、また、Sathyanesan (1966) は、*H. colliei* の卵巣内の成熟卵が 2 月に少なく、6 月・8 月に多いと報告している。

本研究のココノホシギンザメでは、卵殻を有する個体が春期・秋期ともに確認され、それらの卵殻は、春期・秋期ともに様々な発達段階を示すことが明らかになった (Table 2)。また、卵巣内には様々な発達段階の卵が存在していることが確認された。このことから、本種の卵発達は非同時発生型であり、時期を問わずに成熟した卵から排卵され、卵殻腺に送られ産卵されるものと考えられた。さらに、孵化直後と思われる稚魚が 4 月、6 月および 10 月に採集されたことから、本種は周年産卵を行うことが示唆された。

孵化期については、内卵黄嚢を有する稚魚が、10 月より 4 月・6 月により小型の稚魚が出現する傾向が認められたことから、本種の孵化盛期が春期に存在する可能性があり、このことから産卵盛期が存在する可能性も示唆される。

本研究で採集された内卵黄嚢を有する個体の最小サイズは PCL 82 mm であったことから、本種の孵化サイズは PCL 約 80 mm と推定される (Fig. 33)。また、東北地方太平洋沖の北部・南部海域において稚魚が出現していることから、本種の産卵場所は北部・南部海域の両海域にあり、水深約 500~750 m の水深帯が産卵場である可能性が示唆された (Fig. 13, 33)。

引用文献

Allen, M.J. and Smith, G.B. (1988) Atlas and zoogeography of common fishes in the Bering Sea and northeastern Pacific. *NOAA Tech. Rep.*, **66**, 1-148.  
 Dean, B. (1906) Chimaeroid fishes and their development. *Carnegie Inst. Wash., Publ.*, **32**, 1-172.  
 Didier, D.A. (1994a) Development and growth of compound tooth plates in *Callorhinchus milli* (Chondrichthyes, Holocephali) *J. Morph.*, **222**, 73-89.  
 Didier, D.A. (1994b) Capture, care, and behavioral obser-

- vations of two fishes: *Hydrolagus colliei* and *Callorhynchus milli*. *Chondros*, **5**, 1-14.
- 服部 努・北川大二・今村 央・池川正人 (1998) 1997年の底魚類資源量調査結果. 東北底魚研究, **18**, 47-67.
- Johnson, A.G. and Horton, H.F. (1972) Length-weight relationship, food habits, parasites, and sex and age determination of the ratfish, *Hydrolagus colliei*, in Puget Sound. *Fish. Bull.*, **70**, 421-429.
- 北川大二・服部 努・小向貴志・後藤友明・五十嵐 敏・高橋正和・野別貴博・藤原邦浩・下舞由貴子 (2000) 1999年の若鷹丸による底魚現存量調査結果. 東北底魚研究 **20**, 45-62.
- 小林俊一・田中 彰 (1996) 駿河湾における全頭類の分布. 月刊海洋, **28**, 399-406.
- Last, P.R. and Stevens, J.D. (1994) Sharks and rays of Australia. *CSIRO Division of Fisheries, Australia*.
- 中坊徹次 (1993) 日本産魚類検索—全種の同定—. 東海大学出版会, 東京.
- Nakaya, K. and Shirai, S. (1992) Fauna and zoogeography of deep-benthic chondrichthyan fishes around the Japanese Archipelago. *Ichthyol. Res.*, **39**, 37-48.
- 西田清徳 (1996) ギンザメ目. pp. 120-121, 千石正一・疋田 努・松井正文・仲谷一宏 (編) 日本動物大百科第5巻. 平凡社, 東京.
- Quinn, T.P., Miller, B.S. and Wingert, R.C. (1980) Depth distribution and seasonal and diel movements of ratfish, *Hydrolagus colliei*, in Puget Sound, Washington. *Fish. Bull.*, **78**, 816-821.
- Sathyanesan, A.G. (1966) Egg-laying of chimaeroid fish *Hydrolagus colliei*. *Copeia*, **1966**, 132-134.
- 白井 滋 (1983) ギンザメ科. pp. 60-63, 尼岡邦夫・仲谷一宏・新谷久男・安井達夫 (編), 東北海域・北海道オホーツク海域の魚類. 日本水産資源保護協会, 東京.
- Stanley, H.P. (1963) Urogenital morphology in the chimaeroid fish *Hydrolagus colliei* (Lay and Bennett). *J. Morph.*, **112**, 97-127.