



# HOKKAIDO UNIVERSITY

|                  |                                                                                                                          |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Title            | 噴火湾におけるアカガレイ成魚の生活年周期                                                                                                     |
| Author(s)        | 横山, 信一; 前田, 辰昭; 高橋, 豊美 他                                                                                                 |
| Citation         | 日本水産学会誌, 57(8), 1469-1476<br><a href="https://doi.org/10.2331/suisan.57.1469">https://doi.org/10.2331/suisan.57.1469</a> |
| Issue Date       | 1991                                                                                                                     |
| Doc URL          | <a href="https://hdl.handle.net/2115/38666">https://hdl.handle.net/2115/38666</a>                                        |
| Rights           | © 1991 公益社団法人日本水産学会                                                                                                      |
| Type             | journal article                                                                                                          |
| File Information | takahashi1-20.pdf                                                                                                        |



## 噴火湾におけるアカガレイ成魚の生活年周期

横山 信一, 前田 辰昭, 高橋 豊美  
中谷 敏邦, 松島 寛治

(1991 年 1 月 19 日受付)

Annual Life Cycle of Adult *Hippoglossoides dubius* in  
Funka Bay, HokkaidoShin-ichi Yokoyama,\*<sup>1</sup> Tatsuaki Maeda,\*<sup>2</sup> Toyomi Takahashi\*<sup>2</sup>  
Toshikuni Nakatani,\*<sup>2</sup> and Hiroharu Matsushima\*<sup>2</sup>

Temporal changes in gonadosomatic index (GSI), hepatosomatic index (HSI), condition factor (K) and stomach content index (SCI) have been examined to reveal the annual life cycle of adult female and male *Hippoglossoides dubius* in Funka Bay from 1985 to 1988.

The spawning season was from January to April. *H. dubius* dominated the near shore and hardly took any food in this season. The spawning ground was formed at a 30-60 m depth in the coastal area from the northern inner part to the southern middle part of the bay. Seasonal changes in the condition factor suggest that somatic growth occurs from May to October in males and from April to October in females.

The active feeding season was from May to July. *H. dubius* migrated to the southern middle part of the bay, which is probably their feeding ground. It seems that they migrated there according to their degree of food requirement. The inactive feeding season was from August to November. *H. dubius* concentrated in the deepest area where the cold bottom water remained (less than 7°C).

一定水域内における底生魚類群集の生産構造を解明するためには、その群集構造と優占種の生活期別の生態を明らかにすることが重要である。著者らはさきに当海域においてアカガレイ *Hippoglossoides dubius* およびスケトウダラ *Theragra chalcogramm* 幼魚が優占種として出現し、<sup>1)</sup> このうちアカガレイは年間を通じて湾内を主生活域としていることを明らかにした。<sup>2)</sup>

アカガレイの生活期の中で産卵期についてはこれまで多くの報告があり、<sup>3-9), \*3, 4</sup> その中でも石田・北片<sup>3)</sup> は生殖腺の組織学的観察から、雌の性成熟について詳細な報告をしている。しかし、一年間にわたる生活期区分は林<sup>4)</sup>、\*3 および加賀ら<sup>5)</sup> によって報告はされているものの、生活期区分の指標となる肥満度、生殖腺体指数等の十分な検討が行われていない。

本報では月別の採集標本からアカガレイの生物測定を行い、雌雄成魚の一年間の生活を区分し、その分布を検討したので報告する。

本報告にあたり、標本採集に御協力頂いた北海道大学

水産学部研究調査船うしお丸の乗組員諸氏に深謝する。また、標本採集および生物測定に労を願った北海道大学大学院生藤岡 崇氏、武藤卓志氏、高津哲也氏ならびに加賀 均氏、鈴木一幸氏、村上智士氏、高橋俊介氏ほか昭和 60~63 年度北海道大学水産学部漁場学講座学生諸氏に対し、厚く御礼申し上げる。なお本研究の一部は文部省科学研究費補助金 (No. 63560178) によって行われた。

## 材料および方法

本研究で扱った材料は 1985 年 3 月から 1988 年 5 月までの期間、北海道噴火湾で (Fig. 1), 北海道大学水産学部研究調査船うしお丸 (107.85 トン) を使用して得られた。アカガレイを採集するため、1 地点につきオッター・トロール漁具 (オッター・ボード間隔: 30 m, 袖網先端間隔: 10.4 m, 袖網の長さ: 10 m, 袖網の目合: 90 mm, 袋網の長さ: 17 m, 袋網の目合: 60 mm, 胴尻の内網目合: 12 mm) を速力 3 ノットで 15 分間曳網した。曳

\*<sup>1</sup> 現北海道立網走水産試験場 (Abashiri Fisheries Experimental Station, Abashiri 099-31, Japan).

\*<sup>2</sup> 北海道大学水産学部 (Faculty of Fisheries, Hokkaido University, Hakodate 041, Japan).

\*<sup>3</sup> 林 清: 北海道沿岸漁業資源調査並びに漁業経営試験報告書, 156-165 (1967).

\*<sup>4</sup> 加賀吉栄, 松山秀子, 高 幸子: 北海道沿岸漁業資源調査並びに漁業経営試験報告書, 143-156 (1967).

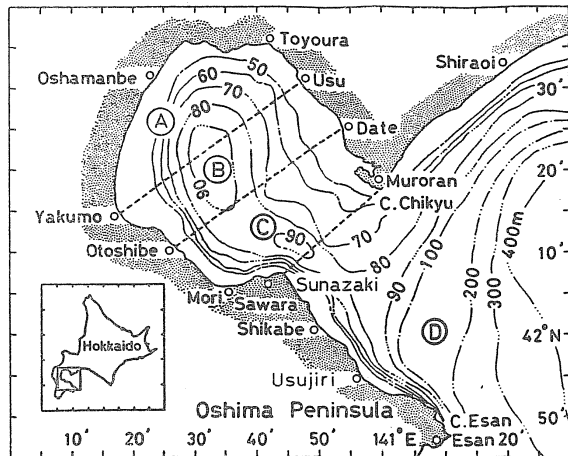


Fig. 1. Bottom topography in Funka Bay and its offshore waters. Encircled letters indicate areas divided by broken lines; ④: inner part of the bay, ③: middle part of the bay, ②: mouth of the bay, ①: outside of the bay.

網距離は網口上部に取り付けられたネット・モニターおよびドップラー・カラーグラフ (DCG-20B 型) を用いて対地距離から計算された。採集は各月とも午前 10 時から午後 3 時までの間に行われ、採集されたアカガレイは合計 7055 尾で、このうち、標本として 1 地点あたり 100 尾までを凍結して持ち帰ったが、採集数が 100 尾を越える場合は、船上において残りを測定し、雌雄ごとに全長を記録した。

凍結標本は研究室において解凍後、全長 (TL)、体重 (BW)、生殖腺重量 (GW) および肝臓重量 (LW) を測定し、石田・北片<sup>8)</sup> および石田ら<sup>9)</sup> による肉眼観察法にしたがって雌雄別に熟度の判定を行うとともに胃を採取した。採取した胃は 10% フォルマリンで固定し、後日ろ紙で過剰の水分を除去して内容物全体の湿重量 (SCW) を測定した。また、補足標本として 1987 年 7 月, 10 月, 12 月および 1988 年 1 月, 2 月, 4 月に噴火湾沿岸の森漁業協同組合より、雌雄 25 尾ずつのアカガレイを購入した。購入標本は生鮮のまま持ち帰り、上記と同様の測定を行った。

成魚の生活年周期を推定するために各月の標本から生殖腺体指数 (GSI)、比肝重値 (HSI)、肥満度 (K) および胃内容物指数 (SCI) を求めた。各指数は次式によって算出した。

$$GSI = GW \times 10^2 / BW$$

$$HSI = LW \times 10^2 / BW$$

$$K = (BW - GW) \times 10^5 / TL^3$$

$$SCI = SCW \times 10^2 / BW$$

ここで、肥満度の計算は、魚体内の栄養状態の変化をみる上で、生殖腺の発達による増加分を取り除く必要がある。

るため、体重から生殖腺重量を差し引いた。また、アカガレイの体重は雌雄ともに全長の 3 乗の関数として近似できるので、上述の式を用いた。

## 結 果

**成熟体長** アカガレイの性成熟個体および未成熟個体の肉眼判別は成熟進期および産卵期を除いて困難であるため、後述する産卵盛期にあたる 1986 年 2 月の標本を用いて成魚に達する体長を求めた (Fig. 2)。それによると、雄では体長約 220 mm、雌では 270~280 mm で約 50% が性成熟に達し、100% 成熟するのは雄では約 260 mm 以上、雌では約 290 mm 以上であった。また、成熟最小体長は雄 208 mm、雌 255 mm であった。これらの結果から、本報では成熟魚の判定が困難な産卵期以外の成魚の基準として、雄では 220 mm 以上、雌では 270 mm 以上の個体を成魚として扱った。

### 生殖腺体指数、比肝重値および肥満度の季節変化

1987 年 6 月から 1988 年 5 月までの生殖腺指数 (GSI) の月別変化を Fig. 3 に示した。それによると、雌の GSI 値は 7 月下旬に最低値を示すが、その後増加して、1 月下旬に最大値に達した後、5 月にかけて急激に低下する (Fig. 3)。雄の GSI 値は雌に比べて著しく低いが、7 月から漸増し、雌よりも 1 カ月以上早い 12 月上旬に最大値に達した後、減少し 5 月に最低値となる。雌雄ともに最大値の前で信頼区間の幅が大きくなるが、これは生殖腺の状態に個体差が生ずるためと考えられる。このことは GSI 値が最大を示す前後の期間では、産卵・放精を開始し、なお継続中の個体とそれらが完了した個体とが混在していることを示唆している。

Fig. 4 は産卵直後の雌の割合を示したものである。これは石田・北片<sup>8)</sup> の成熟度区分によれば Stage 6 に該当し、産卵を完了した直後の卵巣を持つ個体の割合を指すもので、この卵巣は収縮し暗紫色または暗赤色を示し、触れると柔らかいことから容易に判別できる。それによると、産卵直後の割合は 12~1 月には 4~5% と低いが、2 月に 37% と急増し、4 月上旬には 50% を越える個

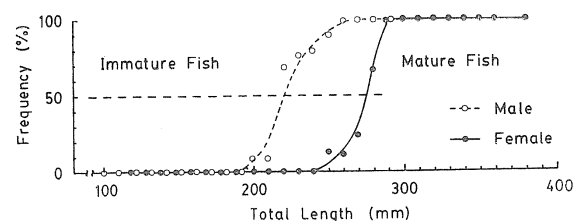


Fig. 2. Relationship between percentage frequency of mature fish and total length of female (solid circle) and male (open circle) *Hippoglossoides dubius* in Funka Bay in February 1986.

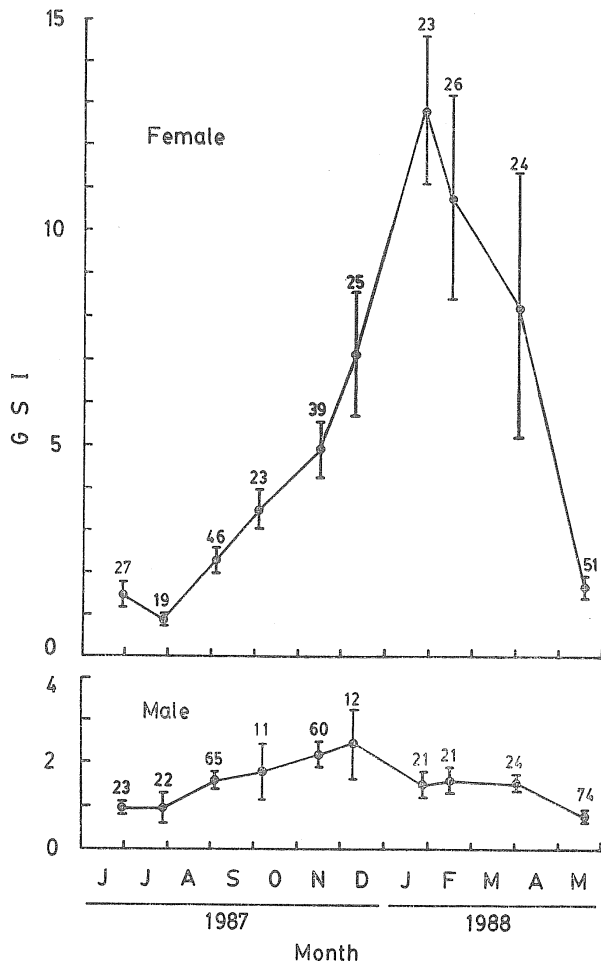


Fig. 3. Seasonal changes in gonadosomatic index (GSI) of adult female and male *Hippoglossoides dubius* in Funka Bay from June 1987 to May 1988. Each point and bar represent the mean and 95% confidence interval. Numbers above bars denote sample size.

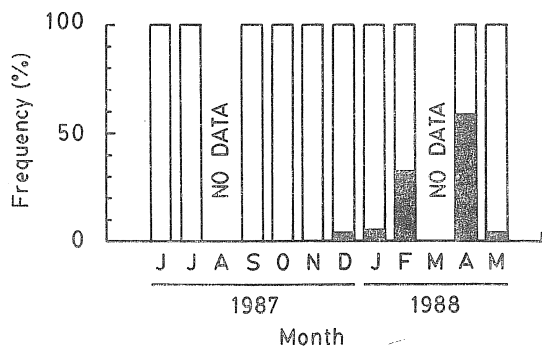


Fig. 4. Percentages of spent fish (by the maturation stage of Ishida and Kitakata<sup>30</sup>) of adult female *Hippoglossoides dubius* in Funka Bay from June 1987 to May 1988.

体が産卵を終えていた。その後、5月には著しく減少することから、4月は産卵活動の終了に近いものと考えられる。これらのことから (Fig. 3, 4), アカガレイの産卵期は1月から4月下旬で、その盛期は2~3月にあるものと推定される。

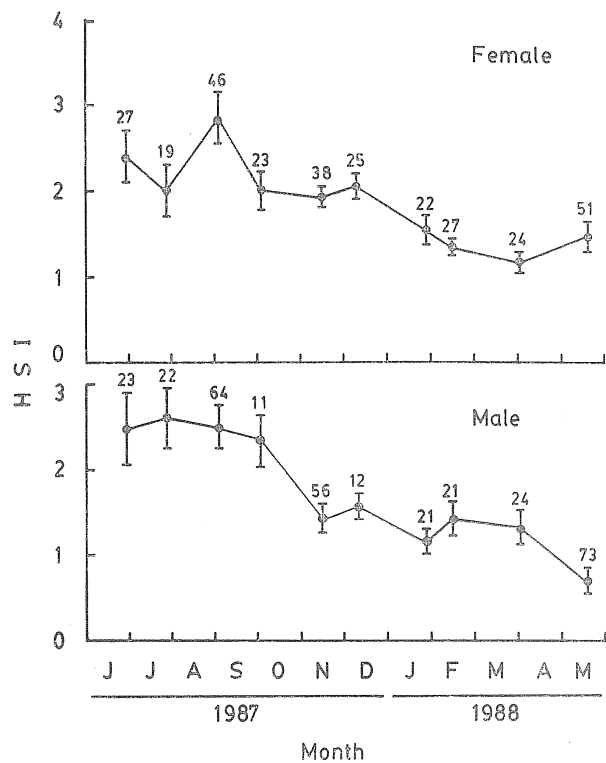


Fig. 5. Seasonal changes in hepatosomatic index (HSI) of adult female and male *Hippoglossoides dubius* in Funka Bay from June 1987 to May 1988. Each point and bar represent the mean and 95% confidence interval. Numbers above bars denote sample size.

比肝重値 (HSI) は雌雄ともに生殖腺体指数よりも早く最大値に達し、産卵期にかけて減少する。すなわち、雌の HSI 値は 9 月上旬に最大値に達すると、4 月上旬までほぼ減少傾向を示し、雄の HSI 値も 7 月下旬に最大値を示し、以後 5 月中旬まで減少傾向を示す (Fig. 5)。

雌の肥満度 (K) は 10 月上旬に最大値に達すると、4 月上旬まで減少し、雄の K 値も雌と同じように 10 月上旬に最大値となり、その後減少するが、雌より 1 か月遅れの 5 月中旬に最低値を示す (Fig. 6)。雌雄の K 値が最低値を示す時期は産卵が終了する時期とほぼ一致することから、産卵後の 5 月から K 値が最大値となる 10 月上旬までの期間を回復期とみなすことができる。

摂餌強度 Fig. 7 は 1985 年 3 月から 1988 年 5 月の各月におけるアカガレイ成魚の SCI 値と SCI<0.5 の出現率を雌雄別に示したものである。SCI 値は雌雄ともにバラつきが大きい、これは年によって採集時刻や採集地点が異なったことや、胃内容物組成の違いによって消化速度が異なったことなどによるものと考えられる。これによると、雌雄の SCI 値はほぼ同様の傾向を示し、産卵期間中の 2, 3 月は著しく低い、それから顕著に増加し 5~7 月にかけて最大値を示す。その後はやや減少

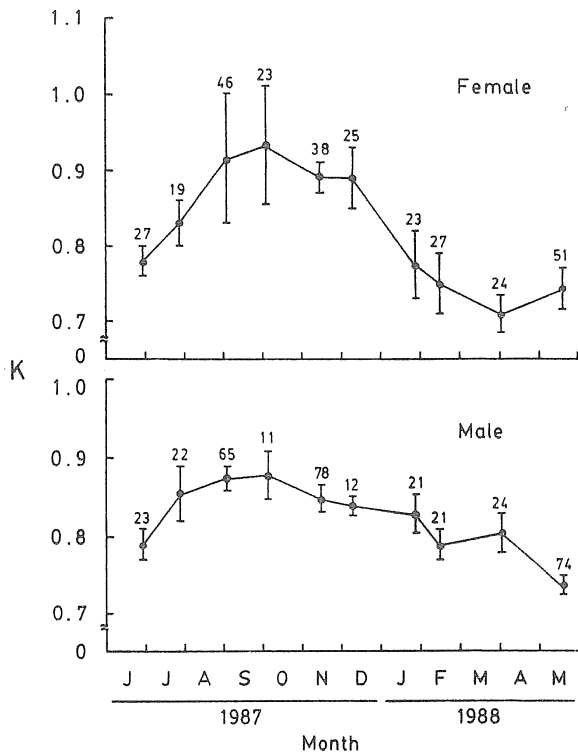
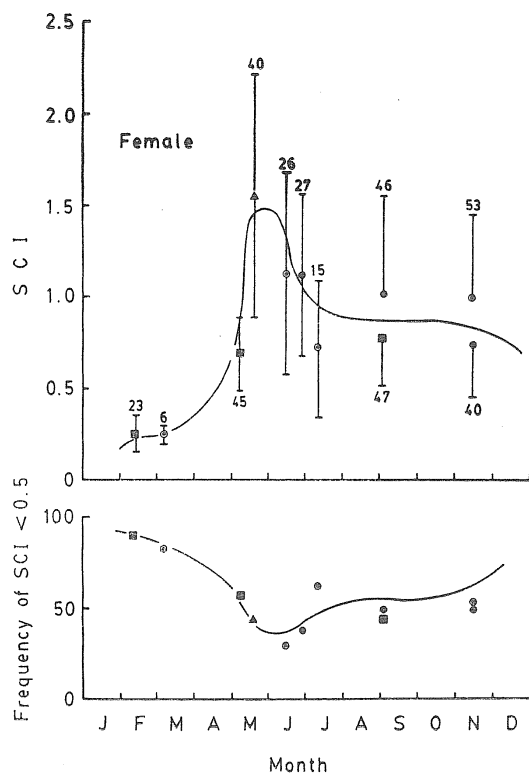


Fig. 6. Seasonal changes in condition factor (K) of adult female and male *Hippoglossoides dubius* in Funka Bay from June 1987 to May 1988. Each point and bar represent the mean and 95% confidence interval. Numbers above bars denote sample size.



するものの 11 月頃まで比較的高い値を維持する。一方、これとは逆の傾向を示す  $SCI < 0.5$  の出現率は、産卵期間中の 2, 3 月は高く、摂餌活動をほとんど行っていないが、5~7 月には低い。これらのことから、アカガレイの摂餌盛期は 5~7 月と考えられ、その後産卵期までの摂餌強度がやや低下する期間を摂餌緩慢期と区分できる。

雌雄別の SCI 値を比較すると、産卵期の 1~4 月を除けば、雌が雄よりも摂餌強度が高く、とりわけ摂餌盛期の 5~7 月では約 2 倍の開きがみられる。

Fig. 8 はアカガレイの摂餌盛期期間中の 5, 6 月における地点別の SCI 値を示したものである。これによれば、いずれも湾中央南部および湾口南部で高い値を示している。

**体長組成** Fig. 9~11 は 1985 年 11 月、1986 年 2 月および 5 月の体長組成を示したものである。生殖腺の肉眼観察によると、産卵期直前にあたる 1985 年 11 月 (Fig. 9) は 200~300 mm の成熟した雄の群が多く、sta-1 を除く他の地点ではモードが 230~250 mm の成熟した比較的大型の雄がみられる。これに対し、成熟した雌の割合は少ないが、sta-1, 3, 4, 8 の比較的前沿に近い地点で 300 mm を超える成熟した雌の大型個体が出現している。

産卵盛期の 2 月 (Fig. 10) になると湾中央南部の sta-5, 6 以外ほとどの地点も採集個体数が少なく、11 月に比べて

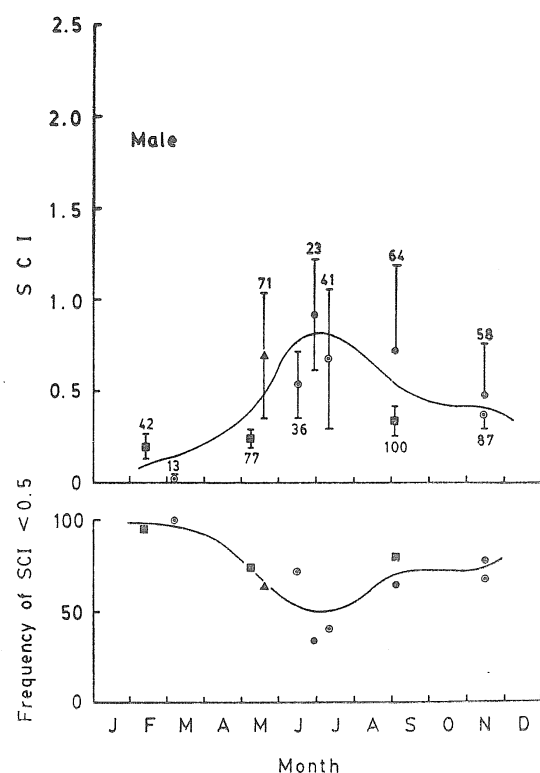


Fig. 7. Seasonal changes in stomach content index (SCI) and percent occurrence of SCI lower than 0.5 of adult female (left) and male (right) *Hippoglossoides dubius* in Funka Bay from March 1985 to May 1988. Each point and bar represent the mean and 95% confidence interval. Sample size is shown near bars. ○: 1985, ■: 1986, ●: 1987, ▲: 1988.

雌雄成魚がとりわけ減少している。肉眼観察による成熟魚の性比をみると、sta-5では雄が多く(♀:♂=1:5.7),

沿岸域に近い sta-6 ではほぼ等しくなっているが(♀:♂=1:1.2), その個体数は他の地点に比べて卓越している。

産卵後の摂餌盛期における5月(Fig. 11)になると湾中央南部の sta-5, 6 および湾奥部の sta-7 を中心に高密度域が形成され、これらの地点では 200~300 mm の群が多く、沿岸域に近い sta-3, 6, 7 では雌雄の大型の個体が出現しており、11月の組成に類似している。

## 考 察

当海域で 1985 年 3 月から 1988 年 5 月までの期間に採集されたアカガレイの生殖腺体指数、産卵終了魚の出現率、比肝重値、肥満度および胃内容物指数等のほか(Fig. 3~7), 本研究で得られた魚群密度の水平分布に基づいて,<sup>1,2)</sup> 一年を通じての生活期および分布域等について検討した。

当海域のアカガレイの産卵期について、林<sup>\*1</sup>は1957~1965年に毎月の成熟段階を観察し、1月中旬~3月と推定している。これは本研究とはほぼ一致し、鈴内<sup>\*2-4</sup>が当海域のアカガレイ卵は、2, 3月に多く分布すると報告したことも、この時期の産卵を裏づけている。しかし、石

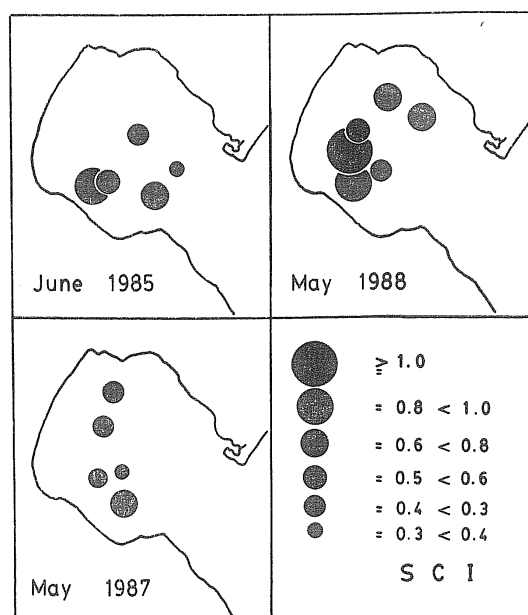


Fig. 8. Distribution of SCI of adult *Hippoglossoides dubius* in June 1985, May 1987 and May 1988 in Funka Bay.

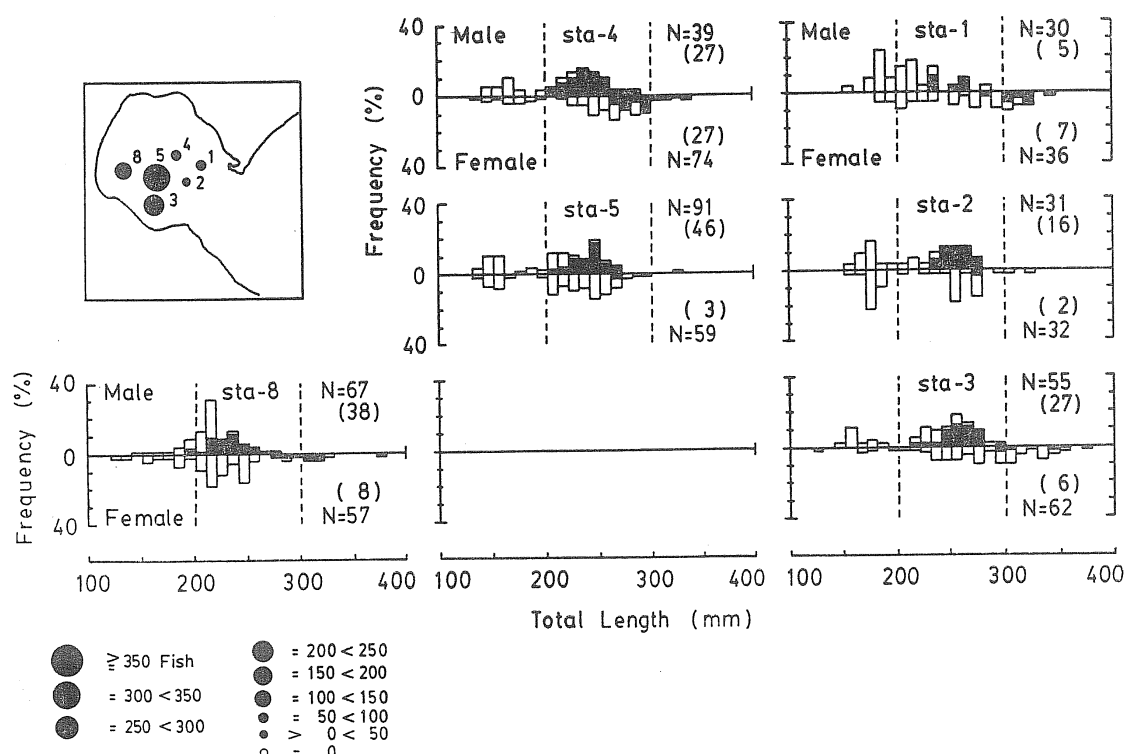


Fig. 9. Distribution of number of fish caught per 0.75 miles towing distance by otter trawl (upper left) and total length frequency distributions of *Hippoglossoides dubius* specimens in Funka Bay in November 1985. Black rectangles show mature fish. Figures in parentheses are numbers of mature fish. The station number is shown near the circle (upper left). N: number of fish measured.

\*1 林 清: 北海道沿岸漁業資源調査並びに漁業経営試験報告書, 156-165 (1967).

\*2 鈴内孝行: 昭和 56 年度北海道立函館水産試験場事業報告書, 10-11 (1982).

\*3 鈴内孝行: 昭和 57 年度北海道立函館水産試験場事業報告書, 15-22 (1983).

\*4 鈴内孝行: 昭和 58 年度北海道立函館水産試験場事業報告書, 17-22 (1984).

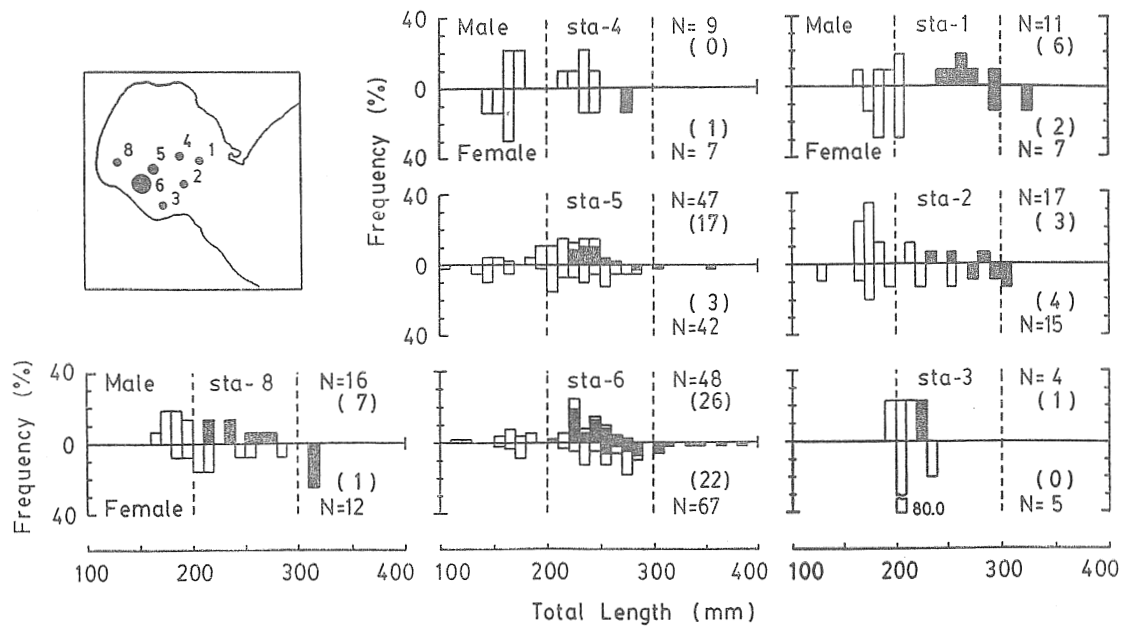


Fig. 10. Distribution of number of fish caught per 0.75 miles towing distance by otter trawl (upper left) and total length frequency distributions of *Hippoglossoides dubius* specimens in Funka Bay in February 1986. Black rectangles show mature fish. Figures in parentheses are numbers of mature fish. The station number is shown near the circle (upper left). The symbols are the same as in Fig. 9. N: number of fish measured.

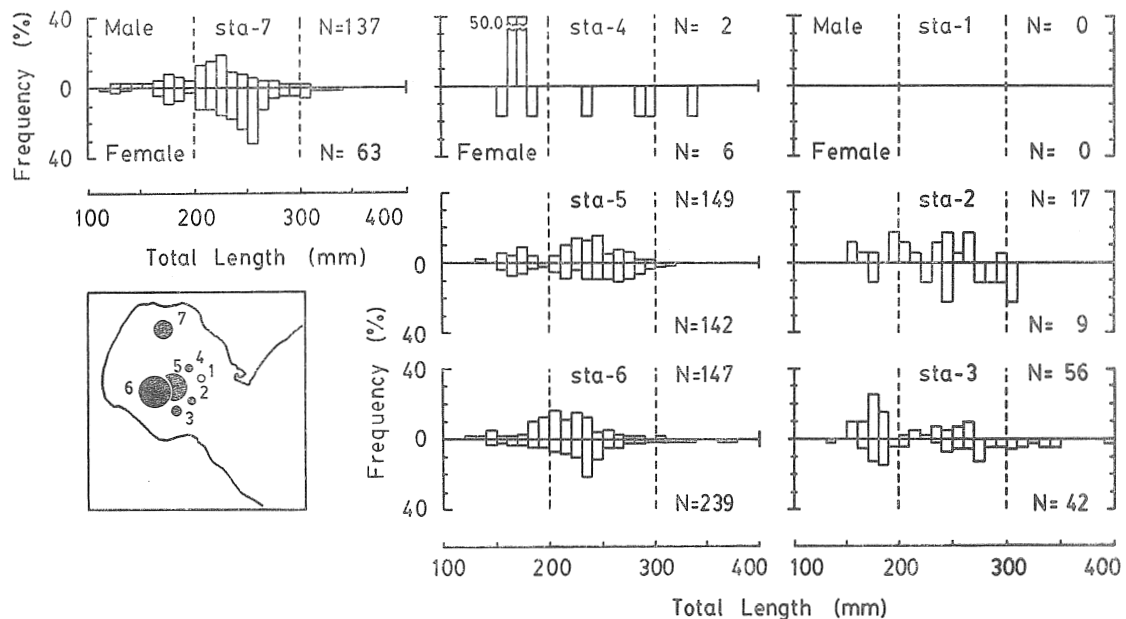


Fig. 11. Distribution of number of fish caught per 0.75 miles towing distance by otter trawl (lower left) and total length frequency distributions of *Hippoglossoides dubius* specimens in Funka Bay in May 1986. Black rectangles show mature fish. Figures in parentheses are numbers of mature fish. The station number is shown near the circle (lower left). The symbols are the same as in Fig. 9. N: number of fish measured.

田・北片<sup>\*)</sup>は1951~1954年の標本を用いて、4~6月と推定しており、食い違いがみられる。これは海洋環境の相違によって魚体の生殖周期が変化したことや標本の個体差によることなどが考えられる。

産卵場については、林<sup>4,\*1)</sup>が水深60~80mの砂泥質域と推定しているが、アカガレイの産卵場は一般に沿岸域に形成されることが知られており、<sup>5,7-9),\*2)</sup>当海域においても11月および2月の成熟個体の分布からみて沿岸域

\*1) 林 清: 北海道沿岸漁業資源調査並びに漁業経営試験報告書, 156-165 (1967).

\*2) 加賀吉栄, 松山秀子, 高 幸子: 北海道沿岸漁業資源調査並びに漁業経営試験報告書, 143-156 (1967),

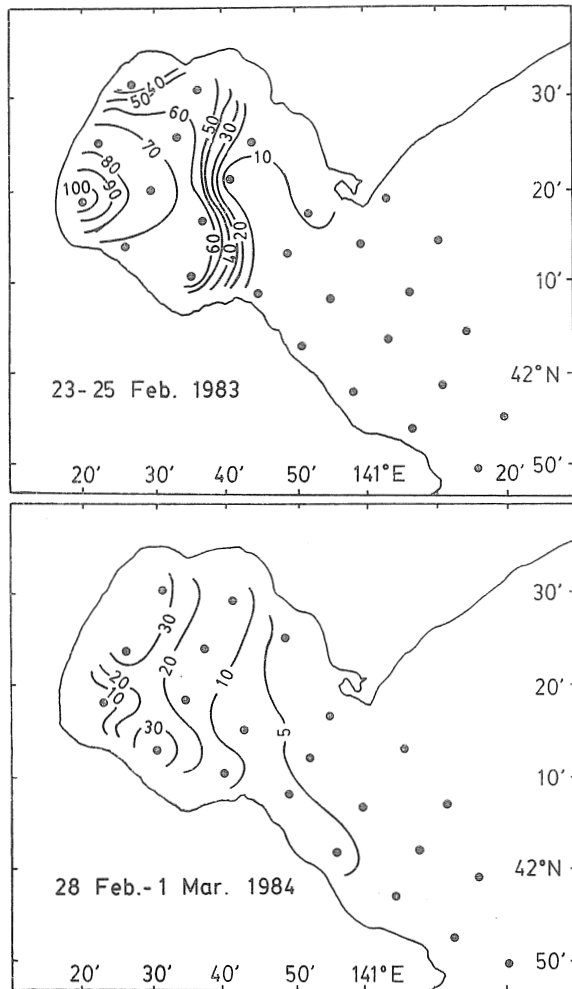


Fig. 12. Distribution of number of *Hippoglossoides dubius* eggs per square meter during the period from 23 to 25 February in 1983 and February 28 to March 1 in 1984 in Funka Bay. (Based on data from Suzuuchi,<sup>\*1,2</sup>).

に形成されるものと考えられる (Fig. 9, 10)。しかし、噴火湾沿岸の水深 60 m 以浅の海域には養殖施設が設置されており、本研究では成魚の採集が困難であった。そこで鈴内<sup>\*1,2</sup>によるアカガレイ卵の採集資料 (稚魚ネット垂直曳き) を用いて、その分布図を作成した (Fig. 12)。これによると、卵の高密度域は 1983 年 2 月では湾奥南部の沿岸域にみられる。この時期の湾内には、湾口北部の表層より流入した親潮系水が渡島半島に沿って湾口南部から湾外に流出するため、反時計回りの還流が存在する。<sup>10)</sup> こうした水塊の移動は、発生段階の進んだ卵や稚仔魚が湾内南部に分布することを示唆するが、鈴内<sup>\*1,2</sup>によれば、卵の発生段階別の割合は、地点間による差異が認められないとしており、Fig. 12 にみられる

卵の高密度域は、産卵場に近いものと考えられる。また、漁業者からの聞き取り調査によると、冬季間には水深 30~60 m の養殖施設内で大型のアカガレイが漁獲され、水深 20 m 以浅では魚群が出現しないという。したがって、アカガレイの産卵場は湾奥北部から湾中央部の水深 30~60 m 付近の中砂域から細砂域<sup>1)</sup>と推定される。

産卵前の 11 月頃は湾中央部で魚群の分布密度が高く、それを取り囲むように、沿岸域に成熟した大型雌が分布しており (Fig. 9)、生殖腺の成熟ともなって沿岸域へ移動することを示している。これは 10 月以降の表層からの冷却による鉛直混合によって沿岸域の底水温が低下<sup>10)</sup>することにより引き起こされたものと考えられる。こうした魚群の回遊は 12 月頃から湾内底層が 2~4°C のほぼ均一な水温に覆われる<sup>2)</sup>ことによって一層促進される。Перцева-Остроумова<sup>9)</sup>はアカガレイの産卵適水温を 2~3°C と報告していることから、こうした魚群の分布回遊は底水温の変化と対応したものと推察される。

産卵末期の 4 月以降の成魚は沿岸域から湾内泥質域 (水深 60 m 以深) に広く分布するが、<sup>1)</sup> 標識放流の結果によると、アカガレイは 5~7 月の摂餌盛期には湾中央南部に移動している。<sup>2)</sup> また、アカガレイの SCI 値がこの地域で高いことからみて (Fig. 8)、湾中央南部が摂餌の中心域となっていることが考えられる。

津軽暖流水が湾内に流入し始める 8 月以降、湾内の浅海域は津軽暖流水に覆われるのに対し、湾内深部は冬期間に冷却された底冷水が残存するため、底層の水温差が大きくなり、アカガレイは湾内深部 (水深 80 m 以深) の 7°C 以下の低水温域に集中する。<sup>2)</sup> したがって、8 月以降の摂餌緩慢期におけるアカガレイは鉛直混合によって、水温の水平差が小さくなる冬季まで、湾内深部に形成される低水温域を中心に分布し、魚体を回復させた後、次の産卵期に備えて成熟を進行させるものと推察される。

以上のことを生活期別の分布図として模式的に示すと Fig. 13 のように要約されよう。すなわち、産卵期の 1~4 月は成熟の進んだものから湾奥北部から湾中央部の沿岸域に移動して産卵し、産卵が終了すると湾内の泥質域に広く分布するが、摂餌盛期の 5~7 月は湾中央南部を中心に分布する。8~12 月の摂餌緩慢期になるとアカガレイ成魚の分布域は湾内深部に移行する。また、摂餌盛期から摂餌緩慢期にかけての 5~10 月は産卵後の回復期にもあたる。

アカガレイの各生活期と分布との関係の中で、親潮系水が湾内に広く滞留することによって、水温、塩分の水平分布に大きな変化がみられない 5~7 月<sup>1,2)</sup>に、活発な

\*1 鈴内孝行: 昭和 57 年度北海道立函館水産試験場事業報告書, 15-22 (1983).

\*2 鈴内孝行: 昭和 58 年度北海道立函館水産試験場事業報告書, 17-22 (1984).

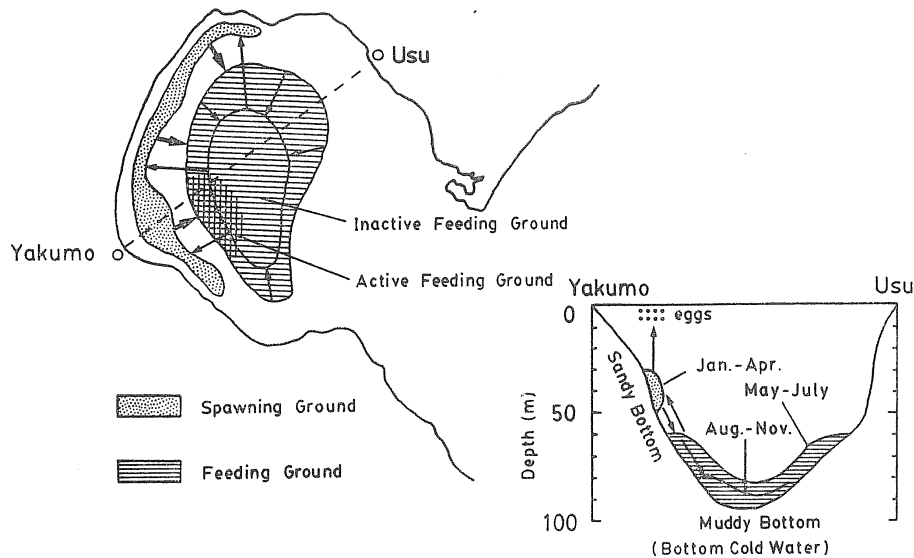


Fig. 13. Diagrammatic representation of annual life cycle in adult *Hippoglossoides dubius* in Funka Bay.

摂餌活動を行っているアカガレイが湾中央南部を中心に分布したことは、餌生物環境との関係が考えられ、今後はアカガレイの餌生物環境を明らかにするとともにその摂餌生態について検討したい。

また、本研究では GSI 値、K 値および SCI 値の雌雄差が大きく (Fig. 3, 6, 7), とりわけ K 値は産卵前の 9~10 月に雌の値が雄を上回るのに対し、12~5 月にはそれが逆転して雄の方が高い値を示す (Fig. 6)。これは産卵期の雌にとっては摂餌によるエネルギー摂取よりも生殖腺の発達や代謝による消費の方が大きいことを示している。同様に摂餌盛期の SCI 値が雄よりも雌の方が高い値を示すのは、産卵期に消費されるエネルギーが雄より雌の方が大きいことを示すものと考えられる。

一方、HSI 値は他の異体類<sup>11,12,\*1</sup>と同様に K 値とほぼ同じような変化傾向を示すが、K 値ほど雌雄差が顕著ではない。会田<sup>13</sup>)によればマコガレイでは雌特異性血漿たん白 (FSPP) が肝臓で合成されるため、HSI 値に雌雄差がみられると報告しているが、生殖腺重量の増大に関与するたん白質や脂質の貯蔵場所は種によって異なるので、<sup>14</sup>) アカガレイについても、その成熟過程を調べる上で、今後これらの物質の貯蔵場所を確認する必要がある。

## 文 献

- 1) 横山信一, 前田辰昭, 高橋豊美, 中谷敏邦, 松島寛治: 北大水産彙報, **40**, 8-21 (1989).
- 2) 横山信一, 前田辰昭, 高橋豊美, 中谷敏邦, 松島寛治: 水産海洋研究, **54**, 373-380 (1990).
- 3) 石田力一, 北片正章: 東海水研報, **107**, 61-105 (1982).
- 4) 林 清: 北水試月報, **20**, 6-15 (1963).
- 5) 加賀吉栄, 佐々木 清, 菅問慧一, 苅米地洋文, 森田 祥: 北水試月報, **19**, 351-359 (1962).
- 6) 石田力一, 北片正章, 有田節子: 北海道区資源調査要報, **14**, 61-78 (1957).
- 7) 大内 明: 日水研年報, **1**, 17-25 (1954).
- 8) 渡部 徹: 日水研報, **4**, 281-292 (1956).
- 9) T. A. Перцева-Остроумова: 日ソ漁業科学技術協力翻訳印刷文献 (カレイ編の 1) (平野義見訳), 水産庁, 東京, 1973, pp. 67-78.
- 10) 大谷清隆, 木戸和男: 北大水産彙報, **31**, 84-114 (1980).
- 11) 高橋豊美, 斎藤重男, 前田辰昭, 木村 大: 日水誌, **49**, 663-670 (1983).
- 12) M. Htan-Han: *J. Fish Biol.*, **13**, 369-378 (1978).
- 13) 会田勝美: 魚類の成熟と産卵, (日本水産学会編) 水産学シリーズ 6, 恒星社厚生閣, 東京, 1974, pp. 88-99.
- 14) 川崎 健: 浮魚資源, 第 1 版, 恒星社厚生閣, 東京, 1982, pp. 83-98.

\*1 富永 修, 前田辰昭: 海洋生物資源の生産能力と海洋環境に関する研究, 北陸沿岸地域調査成果報告, 145-159 (1984).