

# 京都府沖合海域のアカガレイの生態に関する研究—Ⅳ

## —産卵期の分布様式—

山崎 淳  
大木 繁  
内野 憲  
葭矢 護



2～4月に底びき網調査を行い、産卵期におけるアカガレイの分布様式を調べた。その結果、産卵場は水深180～200 m域に形成されることが分かった。産卵場には成熟した雄が集中分布していて、成熟に達した雌が深い水深帯（水深240～260 m）から順次産卵場へ加入し繁殖活動が行われると推察された。繁殖活動を終えた雌は再び深い場所（水深220～240 m）へ移動し、雄はそのまま産卵場に留まっているようであった。産卵場での性比は大きく雄に偏った（0.01～0.15）。このような産卵様式は、多回産卵に適応した本種の繁殖戦略と考えられた。

日本海西部海域におけるアカガレイ *Hippoglossoides dubius* の漁獲量は1980年頃をピークにそれ以降減少の傾向にある。とくに、近年では底曳網で混獲される本種の未成魚が著しく減少していることから、乱獲による再生産機能の悪化が指摘されている（原，1992；永澤，1993）。資源管理の一般的な概念として、産卵親魚を保護して再生産を保証することは重要である。このような資源管理の方策を検討するためには、成熟、産卵および産卵期の分布様式などを明かにする必要がある。

当海域の本種の成熟最小体長は雄が約15 cm、雌が約25 cmであり（大内，1954；石川県水産総合センターほか，1994）、成熟率が50%に達する平均体長は雄が約17 cm、雌が約27 cmである（内野ほか，1995）。産卵期は北の海域ほど遅くなる傾向が認められているが（渡辺，1956）、概ね1～3月頃である（大内，1954；石川県水産総合センターほか，1994；内野ほか，1995）。産卵期における親魚の分布域は、主に水深200 m前後の比較的浅い海域といわれている（永澤，1993；石川県水産総合センターほか，1994；内野ほか，1997）。この分布域は漁獲統計資料（永澤，1993；石川県水産総合センターほか，1994）および標識放流の再捕資料（内野ほか，1997）の解析によるもので、巨視的なスケールで論じられている。

産卵期の親魚を効率的に保護するには、親魚のより詳細な分布様式を明かにする必要がある。著者らは本種の産卵期である2～4月に京都府沖合の水深150～270 m域で底びき網操業で採捕されたアカガレイを用いて、産卵期の分布様式を検討するとともに、産卵域での性比についても若干の知見を得たので報告する。

### 材料および方法

本研究に供したアカガレイは、1995年2月9日から4月

Table 1. Catches in individual number of males and females flat fish per haul of Danish seine from February to April 1995

Depth (m)	Number of hauls	Male					Female					Total
		immature	pre-mature	mature	spent	total	immature	pre-mature	mature	spent	total	
150-160	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
160-180	2	0	0.5	3.0	0	3.5	0	0	2.1	0	2.1	5.6
180-200	8	0	20.4	67.0	2.6	90.0	0.9	0	6.3	0.6	7.8	97.8
200-220	3	4.0	27.0	10.3	0	41.3	15.7	0	0.3	0.3	16.3	57.6
220-240	4	4.5	3.5	2.0	0	10.0	33.5	2.3	1.3	9.3	46.4	56.4
240-260	9	1.4	1.2	0.4	0	3.0	25.6	5.3	0.1	1.7	32.7	35.7
260-270	26	0.1	0.8	0.3	0.1	1.3	2.7	2.3	0.1	0.4	5.5	6.8
Total	55	10.0	53.4	83.0	2.7	149.1	78.4	9.9	10.2	12.3	110.8	259.9

19日までに京都府沖合の水深 150~270 m 域で底びき網の合計55曳網で採捕された1,695個体であった。採捕されたアカガレイについては体長が計測され、生殖腺の成熟度が調べられた。成熟度の指標には一般に生殖腺重量法が使用される。しかし、本種は多回産卵を行うため、生殖腺重量法では各熟度階層の重複が大きく正確な区分ができない(石田・北片, 1982)。そこで、雌雄の生殖腺の熟度を内野ほか(1995)にしたがい、成熟度合の異なる特徴的な4つのステージにそれぞれ区分けした。すなわち、雌では無卵黄期にあり肉眼では卵粒が認められないものを未熟(immature)、第1次卵黄期から胚胞移動期にあり卵粒は認められるが透明卵は出現しないものを半熟(pre-mature)、透明卵が出現するものを完熟(mature)および産卵が終了して卵巣が萎縮し暗紫色を呈しているものを放卵後(spent)とした。雄では精巣が白色透明なものを未熟(immature)、精巣重量が増加し乳白色不透明を呈するが、腹部を押しても精液が体外に出てこないものを半熟(pre-mature)、輸精管には精液が認められ、腹部を軽く押すだけで精液が体外に出てくるものを完熟(mature)および精巣が萎縮しているものを放精後(spent)とした。

産卵域における性比を検討するため、上述の資料に加え産卵の盛期に当たる1997年3月14日に同沖合水深 180~200 m で行われた小型底びき網2曳網で採捕された896個体の資料を用いた。産卵域での性比は繁殖活動に直接関与する雌雄の完熟個体だけを抽出し、雌/(雌+雄)を計算した。

## 結果

水深別の採捕状況 雌雄の各成熟ステージの一曳網当り

採捕個体数を水深別に整理し Table 1 に示した。水深別の一曳網当り採捕個体数は水深 180~200 m 域で97.8個体/曳網と最も多く、次いで水深 200~220 m 域(57.6個体/曳網)および220~240 m 域(56.4個体/曳網)が多かった。水深 150~160 m 域では今回の調査においては全く採捕されなかった。雌雄別の採捕状況では、雄は水深 180~200 m で最も多く採捕された(90.0個体/曳網)。この水深帯よりも浅い160~180 m 域では極端に少なくなり(3.5個体/曳網)、深い水深帯では深度が増すにしたがい少くなる傾向が認められた(41.3~1.3個体/曳網)。雌では水深 220~240 m 域で多く採捕され(46.4個体/曳網)、この水深帯から離れるにしたがい採捕個体数は減少した。雌雄の各成熟ステージの採捕状況では、雄は完熟が83.0個体/曳網(55.7%)、半熟が53.4個体/曳網(35.8%)と多かった。雌では未成熟が78.4個体/曳網で最も多く、全体の約70%を占めた。

雌雄の各成熟ステージの一曳網当り採捕個体数の水深別の出現頻度を Fig. 1 および Fig. 2 に示した。雄では未成熟個体は水深 220~240 m 域(45.0%)と200~220 m 域(40.0%)、半熟個体は水深 200~220 m 域(50.6%)での出現頻度がそれぞれ高かった。完熟および放精後個体は未成熟、半熟個体が多かった水深帯よりも浅い水深 180~200 m 域で卓越した(80.7%, 96.3%)。雌では未成熟個体は水深 220~240 m 域(42.7%)、半熟個体は水深 240~260 m 域(53.5%)が多かった。完熟個体は水深 180~200 m 域(61.8%)および放卵後個体は水深 220~240 m 域(75.6%)でそれぞれの出現割合が高かった。雌雄で共通してみられた現象は、完熟個体が水深 180~200 m 域で卓越したこと、未成熟個体が水深 220~240 m 域が多かったことであった。

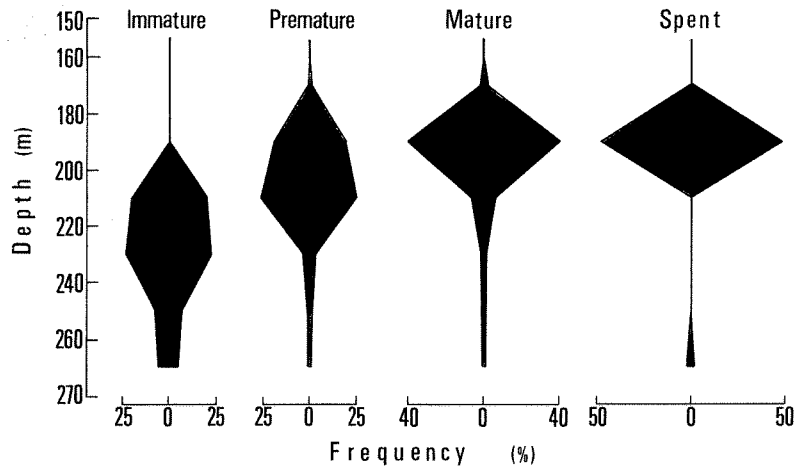


Fig. 1. Frequency of bathymetric distributions of each maturity stage of males during the spawning period from February to April 1995.

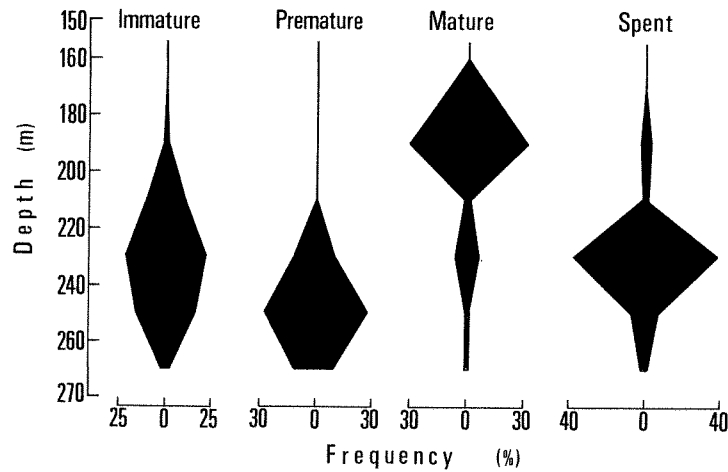


Fig. 2. Frequency of bathymetric distributions of each maturity stage of females during the spawning period from February to April 1995.

**体長組成** 産卵期に生殖活動を行う個体と行わない個体の体長の違いを調べるために、採捕された雌雄の完熟個体と未成熟個体だけを抽出し、その体長組成を Fig. 3 および Fig. 4 に示した。雄の成熟個体の体長範囲は 14~25 cm で、体長 18~19 cm 付近にモードがみられた。未成熟個体は体長 13~22 cm の範囲にあり、体長 17 cm にモードがみられた。雄では完熟個体と未成熟個体とのモードの差が 1 cm 程度であり、明瞭な違いは認められなかった。雌の完熟個体は体長 20~38 cm の範囲にあり、体長 23~24 cm と 31 cm にピークがみられた。未成熟個体の体長は 15~30 cm の範囲で、ピークは体長 20 cm 前後および 25 cm 前後にみられた。雌では完熟個体と未成熟個体とで

明瞭な体長差が認められた。

**性比** 雌雄の完熟個体が最も多く出現した水深 180~200 m 域での調査毎の性比を Table 2 に示した。性比は 1995 年の調査では 0.07~0.15 の範囲にあり、いずれも大きく雄に偏った。1997 年の調査でも性比は 0.01~0.11 で、同様に雄に偏る傾向がみられた。

### 考察

日本海におけるアカガレイの産卵場は漁獲統計および標識放流結果から、概ね水深 200 m 前後と報告されている(永澤, 1993; 石川県水産総合センターほか, 1994; 内野

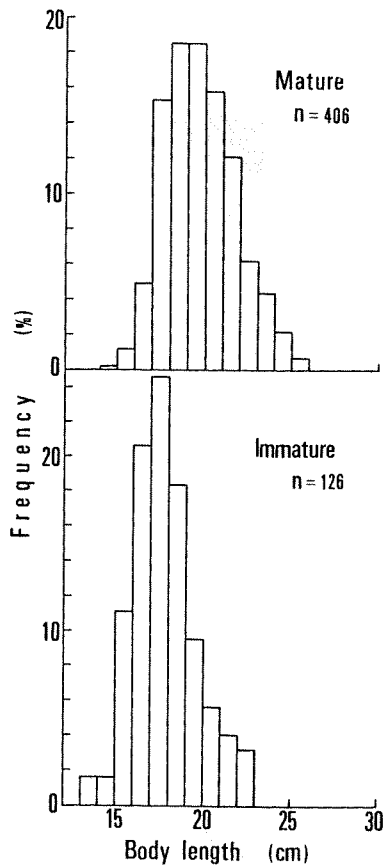


Fig. 3. Frequency distributions of body length of mature and immature males.

ほか, 1997)。本研究では水深 200 m を中心に深度 10 ~ 20 m 間隔で底びき網の調査を行った。その結果, とくに水深 180 ~ 200 m 域で産卵に直接関与する雌雄の完熟個体が卓越し, この水深帯前後の 160 ~ 180 m 域および 200 ~ 220 m 域では, 雌雄の完熟個体の出現頻度が低いことが明らかとなった。これらのことから, 京都府沖合海域の本種の産卵域は主に水深 180 ~ 200 m 域の限られた水深帯に形成されるものと推察される。Перцева-Остроумова (1973) はアカガレイの産卵適水温を 2 ~ 3°C とした。横山ほか (1991) は噴火湾で完熟雌が産卵のため浅所に集まる要因を, この産卵適水温と関連付けて考察した。本府沖合海域では, 海底水温 2 ~ 3°C の分布は産卵盛期の 3 月において水深 200 m 以深でもみられている\*。すなわち, このことは本府沖合海域で特定の水深帯に産卵場が形成される要因は, Перцева-Остроумова (1973) が指摘した産卵適水温だけではなく, それ以外の何かに起因することを示唆している。

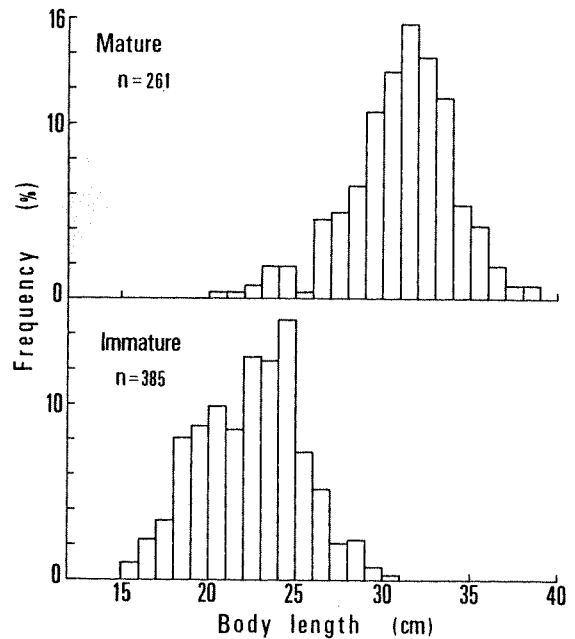


Fig. 4. Frequency distributions of body length of mature and immature females.

Table 2. Sex ratio of the flat fish between 180 m and 200 m in depths

Date	Number (♀/♂ + ♀)	Sex ratio
28 Feb. 1995	5/51	0.10
	6/83	0.07
	6/91	0.07
	9/78	0.12
	7/133	0.05
3 Mar. 1995	6/80	0.08
	9/62	0.15
29 Mar. 1995	2/16	0.13
14 Mar. 1997	27/217	0.11
	7/623	0.01

産卵場およびその周辺域における, アカガレイの産卵, 分布様式について考察する。完熟に達していない半熟個体は雄が水深 200 ~ 220 m 域および水深 180 ~ 200 m 域, 雌が水深 240 ~ 260 m 域付近でそれぞれ多く採捕された。放精後個体および放卵後個体は前者が水深 180 ~ 200 m 域, 後者が水深 220 ~ 240 m 域での出現頻度が高かった。この産卵期には生殖活動に関与しない未成熟個体は, 雌雄とも水深 220 ~ 240 m 前後で多かった。これらの結果から, 本府沖合海域の産卵期の分布様式は Fig. 5 のように現すことができよう。すなわち, 雌の半熟個体は産卵域よりも深

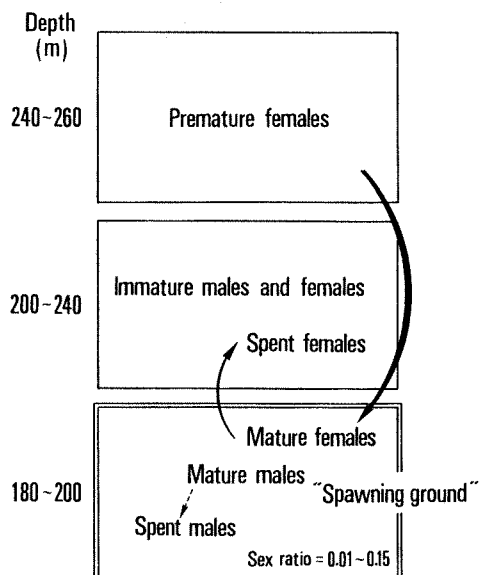


Fig. 5. Representation of bathymetric distributions and movement of the flat fish during the spawning period in the sea off Kyoto Prefecture. Solid and broken arrows indicate moving and non-moving, respectively.

い主として水深 240~260 m 前後に分布し、完熟に達した時点もしくはその直前に産卵場に移動する。産卵を終えた雌は再び深所へ戻る。一方、雄の完熟個体は産卵期間中は産卵域（水深 180~200 m）に分布し、生殖活動が終了した個体でも雌とは異なりほとんど産卵場から移動しないものと考えられる。雄の半熟個体は、完熟に達するまでは産卵場もしくはそれよりも若干深い水深帯（水深 200~220 m）に分布する。

産卵域における性比は調査毎に多少の差（0.01~0.15）がみられたが、全ての調査で大きく雄に偏った。この傾向は1995年および1997年でみられたことから、本種の普遍的な現象と考えられる。産卵場での性比が雄に偏る魚種としては、スケトウダラ *Theragra chalcogramma*（前田・平川, 1977）、クサフグ *Fugu niphobles*（HONMA *et al.*, 1980）およびタチウオ *Trichiurus lepturus*（宗清・桑原, 1984）などが報告されている。ベーリング海東部のスケトウダラでは産卵場の中心は完熟雄が卓越し（性比0.21）、その周辺に産卵直前の雌が多く分布する。産卵を終えたスペント雌は産卵場から離れる（前田・平川, 1977）。若狭湾西部のタチウオでも同様の傾向が認められている（宗清・桑原,

\* 京都府立海洋センター. 1995~1997. 沿岸定線観測結果.

1984)。本府沖合海域のアカガレイでは、産卵期間中完熟した雄が産卵域に集中分布し、そこに完熟に達した雌が沖合から順次加入し、生殖活動が行われると推察される。本種雌は多回産卵を行い、個体の産卵は一定期間続く（石田・北片, 1982）。さらに、完熟した雌から順次産卵場へ加入することを考えれば、群としての繁殖活動はかなり長期にわたる。雄の特定海域での集中分布は、長期間の産卵で高い受精率を確保するために適応した繁殖戦略といえよう。宗清・桑原（1984）はタチウオの産卵様式を、雌の成熟が非同時的で繁殖期が長く、雄はその期間集団を形成して性的活性を保持しつづけるという EMLÉN and ORING（1977）が指摘した“*Lek mating system*”に該当するとした。アカガレイの産卵、分布様式についても上述したように“*Lek mating system*”に該当するといえよう。“*Lek mating system*”は雌は雄の集団から適当な配偶者を獲得して産卵を行うという特徴をもつ。海産魚のシラコダイ *Chaetodon nippon*（SUZUKI *et al.*, 1980）、タカサゴ *Pterocaesio digramma*（YOKOYAMA *et al.*, 1994）およびササムロ *Caesio caerulea*（YOKOYAMA *et al.*, 1995）などでは、繁殖行動は基本的には雌雄一対で行われるが、対になれなかった周囲の多くの雄は産卵と同時に瞬間的に雌に近付き放精することで繁殖に加わる。産卵場での性比が大きく雄に偏る本種では、このような繁殖行動をとっているのかもしれない。

産卵期の分布様式では、完熟個体と未熟個体とが主たる生息域（水深帯）を異にする特徴がみられた。すなわち、未熟個体は産卵域よりも深い水深 200~260 m 域に主として分布した。この水深帯における未熟個体の性比は、0.88 で逆に大きく雌に偏った（Table 1）。これは、成熟率50%に達する年齢が雄で3歳、雌で5歳であり（石川県水産総合センターほか, 1994；内野ほか, 1995）、雄雌の成熟年齢が異なるためと考えられる。

京都府沖合海域では産卵期に当たる3月のアカガレイ漁場は水深 200 m 前後に形成されており（未発表）、集中分布する産卵親魚は漁獲による強い間引きを受ける。とくに、雄では産卵期中は特定的水深帯に留まるため、その傾向が顕著と考えられる。本種の再生産を保証するには、底びき網が雌雄の両資源に与える影響（間引き率）を調べ、産卵域に集中する漁獲努力量をどう調整するのかを検討する必要がある。

## 文献

- EMLÉN, S.T. and ORING, L.W.. 1977. Ecology, sexual selection, and the evolution of mating systems. *Science*, **197**: 215-223.

- 原 哲之. 1992. 若狭湾西部海域における異体類小型魚(投棄魚)の分布様式について. 京都大学農学部附属水産実験所報告, **1**: 33-40.
- HONMA, Y., OZAWA, T. and CHIBA, A.. 1980. Maturation and spawning behavior of the puffer, *Fugu niphobles*, occurring on the coast of Sado Island in Sea of Japan. *Japan. J. Ichthyol.*, **27**: 129-138.
- 石田カ一・北片正章. 1982. アカガレイ *Hippoglossoides dubius* (SCHMIDT) の雌魚の性成熟に関する研究. 東水研研報, **107**: 61-105.
- 石川県水産総合センター・福井県水産試験場・兵庫県但馬水産事務所試験研究室・鳥取県水産試験場. 1994. 重要カレイ類の生態と資源管理に関する研究. 水産関係地域重要新技術開発促進事業総合報告書. 1-118.
- 前田辰昭・平川英人. 1977. ベーリング海東部におけるスケトウダラの産卵場と分布様式について. 日水誌, **43**: 39-45.
- 宗清正廣・桑原昭彦. 1984. タチウオの産卵場, 産卵習性, 分布様式. 日水誌, **50**: 1527-1533.
- 永澤 亨. 1993. 山陰沿岸におけるアカガレイの産卵場. 漁業資源研究会議北日本底魚部会報, **26**: 19-25.
- 大内 明. 1954. 日本海カレイ類4種の産卵. 日水研業績集, **1**: 17-26.
- SUZUKI, K., TANAKA, Y. and HIOKI, S.. 1980. Spawning behavior, eggs, and larvae of the butterflyfish, *Chaetodon nippon*, in an aquarium. *Japan. J. Ichthyol.*, **26**: 334-341.
- T.A. Перцева-Остроумова 1973. 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: 67-78.
- 内野 憲・山崎 淳・藤田真吾・戸嶋 孝. 1995. 京都府沖合海域のアカガレイの生態に関する研究—II. 主産卵期・成熟体長. 京都海洋センター研報, **18**: 41-45.
- 内野 憲・藤田真吾・戸嶋 孝. 1997. 京都府沖合海域のアカガレイの生態に関する研究—III. 標識放流からみたアカガレイの移動. 京都海洋センター研報, **19**: 7-13.
- 渡辺 徹. 1956. 重要魚属の漁業生物学的研究. アカガレイ. 日水研研報, **4**: 281-292.
- YOKOYAMA, K., KAMEI, Y., TODA, M., HIRONO, K. and IWATSUKI, Y.. 1994. Reproductive behavior, eggs and larvae of a caesionine fish, *Pterocaesio digramma*, observed in an aquarium. *Japan. J. Ichthyol.*, **41**: 261-274.
- YOKOYAMA, K., KAMEI, Y., TODA, M., HIRONO, K. and IWATSUKI, Y.. 1995. Reproductive behavior, eggs and larvae of a caesionine fish, *Caesio caeruleaurea*, observed in an aquarium. *Japan. J. Ichthyol.*, **42**: 157-164.
- 横山信一・前田辰昭・高橋豊美・中谷敏邦・松島寛治. 1991. 噴火湾におけるアカガレイ成魚の生活年周期. 日水誌, **57**: 1469-1476.

## Synopsis

### Ecological Studies on Flat Fish, *Hippoglossoides dubius* in the Sea off Kyoto Prefecture—IV —Bathymetric Distribution Pattern During Spawning Period—

Astushi YAMASAKI, Shigeru OHKI, Ken UCHINO, and Mamoru YOSHIYA

In order to examine the distribution pattern and sex ratio in the spawning ground during the spawning period of a flat fish *Hippoglossoides dubius*, surveys were carried out by means of Danish seine from depths between 150 m to 270 m in the sea off Kyoto Prefecture from February to April 1995.

Mature males had aggregated distribution in the depths between 180 m and 200 m in depths throughout the spawning period. Premature females were mainly distributed between 240 m and 260 m in depths, and individuals of just after or before maturity were found in the same area in depth, as the mature males. It was ascertained that spawning ground was formed between 180 m and 200 m in depth. Spent males and females were mainly found in the spawning ground and from 220 m to 240 m in depths, respectively. Immature males and females were found from 220 m to 240 m in depth. Sex ratio ( $\frac{\text{♀}}{\text{♂} + \text{♀}}$ ) is calculated to be 0.01–0.15 in each survey.

According to the above results, it seems that females returned to deeper waters from the spawning ground after ejecting eggs, males stayed in the spawning ground after ejaculating sperm. On the other hand, immature males and females were distributed separately from mature ones. The distribution pattern of mature males, was higher in comparison with mature females in the spawning ground. This may be suitable for raising the rate of fertilization of this fish, which is a multiple-spawning species.