

# 東北沖太平洋の大陸斜面における イラコアナゴの分布と繁殖生態に関する研究

2008年3月 自然環境学専攻 66724 萩原聖士

指導教員 教授 塚本勝巳

キーワード；ウナギ目、イラコアナゴ、ホラアナゴ、東北海域、成熟、分布、回遊

## 1. 背景

ホラアナゴ属魚類 *Synaphobranchus spp.* は水深約 200m から 3000m の大陸斜面に優占する底生性のウナギ目魚類である。また、釧路、八戸、石巻では沖合底曳網で多く漁獲され、主に加工用として水揚げされている。ウナギ目魚類の生態に関する知見のほとんどは、ウナギ、マアナゴ、ハモなどの水産重要種に限られている。また、多くのウナギ目魚類において完熟した成魚の採集例は稀で、その産卵場や繁殖生態についてはレプトセファルス出現傾向から論じられてきた。しかし、ホラアナゴ科魚類においては、成魚の広い分布域や高い分布密度にもかかわらず、小型のレプトセファルスの採集例が稀で、比較的採集が容易である成魚に関しても研究例が少ないため、産卵生態に関する知見は乏しい。

本研究では、東北沖太平洋（以下、東北海域）の大陸斜面で採集されたイラコアナゴ *S. kaupii* の分布と成熟について明らかにし、本種の回遊と産卵生態に関する知見を集積することを目的とした。

## 2. 標本の採集

2007年4月（春季）と10、11月（秋季）に、青森県沖から茨城県沖に至る東北海域全域に、南北ほぼ等間隔に設けた東西方向の8測線において、着底トロール網を用いてホラアナゴ属魚類を採集した。春季には水深120～550mで計40曳網、秋季には水深150～1500mで計110曳網を行った。各網の漁獲尾数が50個体を越えた場合は、少なくとも50個体ずつを無作為抽出し標本とした。この他に、2007年2～11月には毎月1回福島県沖水深500mで、同様の標本採集を行った。さらに、2007年5月と8月には茨城県沖水深450mで同様の標本採集を行った。

## 3. 種同定

波戸岡（2000）に従い、東北海域で採集したホラアナゴ属魚類149個体の同定を試みたところ、全長300mm以上の個体については体側の鱗の形状でイラコアナゴとホラアナゴ *S. affinis* を明瞭に識別することができた。すなわち、脊椎骨数が142～150であるイラコアナゴの鱗は棒状、脊椎骨数が134～138であるホラアナゴの鱗は楕円状であった。しかし、TL300mm未満の未発達個体は鱗の形状による判別が難しく、軟X線写真により脊椎骨数を計数して種同定した。その結果、全長300以下の331個体中、322個体がイラコアナゴ、9個体がホラアナゴだった。

#### 4. 分布

イラコアナゴは春季には調査水深 120~550m のうち水深 350~550m に、秋季には調査水深 150~1500m のうち水深 350~1500m に出現した。ホラアナゴは春秋ともに東北海域南部 (36°20'N~37°10'N の側線) にのみ出現した。漁獲尾数をトロール網の掃海面積で除して各測点におけるイラコアナゴの分布密度を算出したところ、分布密度は水深 450m 以浅の全ての測点において春季は秋季よりも高く、逆に水深 550m では春季は秋季に比べ低かった。この結果は、夏季から秋季にかけての高水温期にイラコアナゴは深場へ移動することを示唆する。また、春季には調査海域南部の水深 350、450m において分布密度が高く、秋季には水深 550~750m に分布密度の高い観測点が集中していたことから、北方への移動も存在することが推察された。

春秋ともに東北海域南部の 650m 以浅の海域に小型個体が多く分布しており、北部では南部に比べてきわめて少なかった。この結果から、東北海域南部の浅海域に着底した仔魚は成長するに伴い、次第に東北海域全域に分散していくと考えられる。深度別の全長組成をみると、水深 750~1500m の深海域では全長 250mm 以下の小型個体は出現せず、さらに水深 1200 以深では雌で全長 445-680mm、雄で全長 420-596mm の中サイズの個体のみ出現した。このことは、浅海に着底後、成長に伴い深場へ移動し、さらに、大型化するにつれて再度浅場へ移動する可能性を示唆している。

#### 5. 成熟と産卵

イラコアナゴの雌 146 個体 (405-964mm)、雄 51 個体 (391-780mm) について、生殖腺の組織学的観察を行い、成熟段階を記載した。雌では染色仁期から第三次卵黄球期まで観察され、雄では精小嚢に精子をもつ個体と精子が観察されない個体が出現した。雌では第一次卵黄球期以降の卵母細胞を持つ個体、雄では精小嚢に精子が観察された個体を性的に成熟している成魚とし、全長と全長 20mm ほどの成熟個体の割合の関係に Logistic 曲線を当てはめた結果、半数成熟全長は雌で約 705mm、雄で約 607mm となった。イラコアナゴの雌 1776 個体 (203-964mm)、雄 1054 個体 (223-780mm)、性判別できなかった 247 個体 (93-268mm) の、計 3077 個体について全長を比べたところ、雄 (平均 479mm) より雌 (平均 554mm) が有意に大きかった。成熟全長、最大全長ともに雌が大型であることの原因として、エネルギー資源の種内分配を雌に傾けることによる繁殖力の増大が考えられる。また、卵黄形成期の生殖腺においても、第一次成長期の未熟な卵母細胞が常に観察されたことから、イラコアナゴは 1 産卵期もしくは複数年に及ぶ多回産卵を行うものと推察された。

イラコアナゴの雌 613 個体 (321-964mm)、雄 325 個体 (308-780mm) について GSI を算出したところ、GSI が 9 以上の成熟の進んだ雌は、4、8、10、11 月に出現したことから、イラコアナゴはおよそ半年以上にもおよぶ長期に亘って産卵を行っているものと推測された。また、深度・緯度に関わらず東北海域全域から GSI が 9 以上の雌が出現したこと、さらに GSI と深度あるいは緯度の間に有意な相関関係が存在しなかったことから、イラコアナゴは従来指摘されているような、特定の産卵場を目指した大規模な集団産卵回遊は行わず、成育場の近傍で三々五々産卵する「小規模分散型」の産卵生態をもつものと推察された。

# Distribution and reproductive biology of *Synaphobranchus kaupii* on the continental slope of the western North Pacific Ocean off the Tohoku district

Mar. 2008, Department of Natural Environmental Studies, 66724, Seishi Hagihara

Supervisor: Professor Katsumi Tsukamoto

Key words: Anguilliformes, *S. kaupii*, *S. affinis*, Tohoku, distribution, maturity, migration

## 1. Introduction

The deep-sea eels of the genus *Synaphobranchus* live in relatively deep waters between about 200 m to 3000 m and are one of dominant species on the upper continental slopes of the world oceans. Synaphobranchid eels are frequently caught by offshore fisheries bottom trawlers in Kushiro, Hachinohe, and Ishinomaki in northern Japan. Most biological knowledge about the Anguilliformes presently comes from the important fishery species such as *Anguilla* spp., *Conger myriaster*, and *Muraenesox cinereus*. The collection of ripe eels has been rare for most species of Anguilliformes though, so information about their spawning grounds and reproduction primarily have been obtained from the distribution of their leptocephali. However, the collection of small synaphobranchid leptocephali has been rare despite their adults having a wide distribution and high densities. In addition, there is limited knowledge about the adults even though their collection is comparatively easy. Therefore, knowledge about the reproductive ecology of *Synaphobranchus* spp. is scarce.

The purpose of this study was to describe the biological characteristics of *S. kaupii* collected from the continental slope of the western North Pacific off the Tohoku district with a focus on their distribution and maturity, and to accumulate knowledge concerning their migration and reproduction.

## 2. Sampling

Samples of *Synaphobranchus* spp. were collected by offshore benthic fish trawlers in the western North Pacific off northern Japan in April (spring), November and October (autumn) 2007. The survey lines were east to west and spaced at equal north-south intervals. In spring, trawls were made 40 times between 120-550 m, and in autumn the trawls were made 110 times between 150-1500 m. When the catches of each net exceeded 50 individuals, a random sub-sample of at least 50 individuals was made. Samples were also collected by trawlers off Fukushima of northern Japan every month from February to November 2007 and off Ibaraki of northern Japan in May and August.

## 3. Identification

The identification of 149 *Synaphobranchus* spp. eels was attempted based on Hatooka (2000). The individuals of *S. kaupii* and *S. affinis* that were 300 mm TL or more were able to be identified completely by the shape of the scales on the side of their body. The scales of *S. kaupii* with 142-150 vertebrate had a rod shape, and the scales of *S. affinis* with 134-138 vertebrate were oval in shape. However, the identification of undeveloped individuals smaller than 300 mm TL was difficult using the shape of the scales. Therefore, the number of vertebrate of 331 individuals (smaller than 300 mm TL) was counted using soft X-ray photographs and were identified based on their number of vertebrate. As a result, 322 individuals were identified a *S. kaupii*, and 9 individuals as *S. affinis*.

#### 4. Distribution

*S. kaupii* individuals were collected from depths of 350-550 m in spring (survey depth: 120-550 m), and 350-1500 m in autumn (survey depth: 150-1500 m). *S. affinis* appeared only in the southern part of the study area (36°20'N-37°10'N) in both seasons. The density of *S. kaupii* at each station was calculated from the number caught and the area swept by the trawl. The density of eels in spring was higher than that in autumn at all stations shallower than 450 m. On the other hand, the density of eels in spring was lower than that of autumn at all stations deeper than 550 m. The seasonal change in distribution within the study area appeared to be related to seasonal movements to the deeper zone. The density of eels was high from 350-450 m in the southern part of study area in spring. However, the stations where density was high in autumn were at depths of 550-750 m. This seasonal change in distribution appeared to be related to seasonal movements to the north.

Many small individuals were distributed shallower than 650 m in the southern part of the study area in both seasons. It appears that the small eels recruit to the bottom in the southern region off Tohoku and then distribute to all over the region off Tohoku gradually with growth. Small individuals (smaller than 250 mm) did not appear in the deeper zone (750-1500 m). Moreover, from 1200-1500 m, only middle size individuals appeared (female: 445-680 mm TL; male: 420-596 mm TL). This result suggests that some individuals that move to the deeper zone move back to the shallower zone again with growth.

#### 5. Maturity and Spawning

Fish size at maturity was examined using histological observations of the ovaries of 197 individuals (146 females, 51 males). In the females, oocytes from the chromatin nucleolus stage to tertiary yolk stage were observed. In the males, some individuals reserved sperm in the lobular lumen, but others had no sperm. The length when 50% of the females mature was estimated by fitting a logistic function to the percentage of females in each 20 mm size class interval with ovaries at the vitellogenic stage. The length when 50% of the males mature was estimated by fitting the logistic function to the percentage of males in each 20 mm with sperm in the lobular lumen. The TL when 50% of fish matured for the females was 705 mm and that of the males was 607 mm. The TL of 1776 females (203-964 mm) and 1054 males (223-780 mm) and 247 unknown individuals (93-268 mm) were measured, and TL was compared between males and females. Females were larger than males in TL and length at maturity. The probable reason for such a partitioning of the consumed energy within a population is to improve the fertility because food resources are limited in deep-sea areas. Oocytes at the primary growth phase were observed in the ovaries of all maturity stages. *S. kaupii* appears to spawn two or more times in one spawning season or over several years. The gonad-somatic index (GSI) of 613 females and 325 males were calculated. Ripe females (GSI > 9) appeared in April, August, October, and November. It was suggested that *S. kaupii* has a long spawning season of more than about half a year. The females of GSI > 9 appeared from all over off Tohoku regardless of depth or latitude. In addition, there was no correlation between GSI and depth or latitude. It was suggested *S. kaupii* does not have a large-scale spawning migration to a specific spawning ground. It is probable that *S. kaupii* spawns individually or in small groups near the juvenile growth habitats.