

## ミミズアナゴの変態と潜砂習性

落合 明・野沢 靖

### On the Metamorphosis and Burrowing Habits of the Snake Eel, *Muraenichthys gymnotus*

Akira Ochiai and Yasushi Nozawa

(Received July 8, 1980)

The leptocephali of the snake eel, *Muraenichthys gymnotus* Bleeker, were collected from the inshore waters of Tosa Bay, Kochi Pref., Japan, from October through December in 1976 and 1977. The premetamorphic larvae are small, ultimately reaching about 70 mm in total length just before the onset of metamorphosis. The number of larval teeth is expressed by 0~1 (grasping tooth) + 0~V (anterior teeth) + 0~8 (posterior teeth) in the upper jaw, and 0~1+I~VI+0~4 in the lower.

The pectoral fin is feeble and short, about 5 times in head length. The origin of the dorsal fin is situated slightly in advance of the anus. The total myomeres are 131 to 140, preanal myomeres 66 to 70, and postanal myomeres 64 to 71. The anterior margin of the gall-bladder is at level of myomeres 18 to 23, the 1st vertical blood vessel at myomeres 16 to 20, the last vertical blood vessel at myomeres 58 to 65. The alimentary canal is long and narrow, looped slightly in 6 to 9 places. The pigmentation of the body is conspicuous and characteristic.

From the results of our rearing experiment, it can be concluded that the metamorphosis of the larvae is accomplished rapidly in about one week. The larval teeth on both jaws are lost entirely on the 2nd day after the onset of metamorphosis, and the conical teeth begin to appear on the 5th day. During the metamorphosing stage the position of the anus slowly moves forward, then the dorsal fin originates above or slightly behind the anus on the 5th day. Small melanophores are scattered on the snout, lower lip and dorso-lateral surface of the body on the 4th day. The total length reaches its minimum size, 51.2 mm in average, on the 5th day.

The juvenile stage lasts for about 20 days in the rearing experiment. The body is well elongate, its depth is lower than 30 times in total length. The pectoral fin is scarcely visible or entirely absent. In the last juvenile stage the dorsal fin originates behind the anus at a distance about equal to the length of the snout, and the bodies are colored with light brown.

The premetamorphic larvae cease to be planktonic and burrow themselves into the sand bottom just before metamorphosis. The snake eel is a typical head burrower throughout metamorphosing and juvenile stages.

(Department of Cultural Fisheries, Faculty of Agriculture, Kochi University, Nangoku 783, Japan)

高知県香美郡赤岡町地先のイワシラス漁場では、例年 10 月から 12 月にかけて、2~3 のウミヘビ類の葉形幼生が採捕される。これらを室内飼育したところ、その 1 種がミミズアナゴ *Muraenichthys gymnotus* Bleeker の幼生であることが判明した。本種の変態は著しく早くて 1 週間あまりで終わること、潜砂生活が変態や摂餌行

動と深い関連があることなどが解明されたので、ここに取りまとめて報告する。

#### 材 料 と 方 法

使用した材料は、1976 年 10~11 月および 1977 年 11~12 月の間に、高知県香美郡赤岡町地先のイワシ

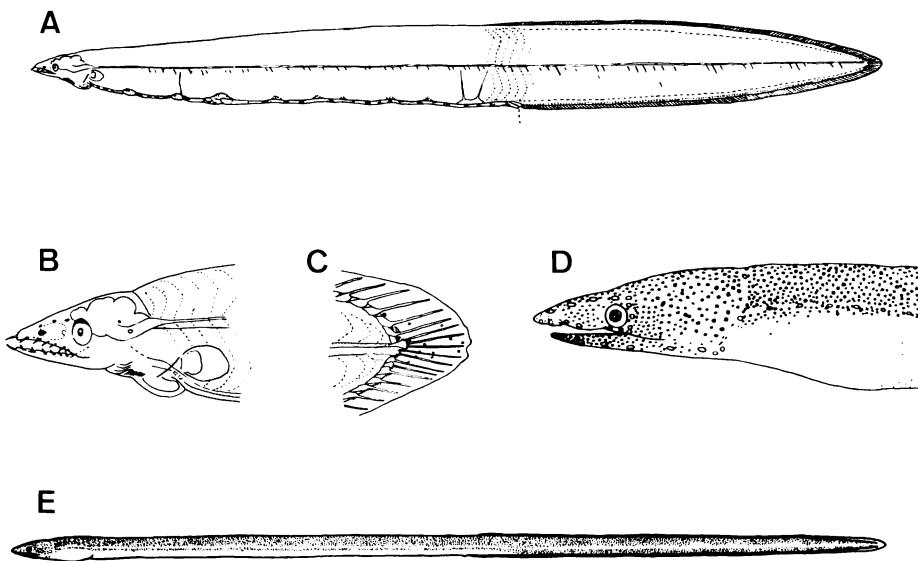


Fig. 1. Larvae just before onset of metamorphosis (A~C; 60.5 mm in total length) and immature fish (D~E; 107.5 mm in total length) of *Muraenichthys gymnotus*. A: Lateral view of body. B: Head and trunk. C: Caudal region. D: Head and trunk. E: Body.

ラス漁場でバッヂ網によって漁獲された変態末期の幼生と、これらを $20^{\circ}\text{C}$ で室内飼育し、変態期から稚魚期まで成長させたものからなる。形態を測定した魚体数は、伸長末期幼生 23 個体、変態移行の幼生 3 個体、変態幼生 21 個体、稚魚 15 個体である。これらとは別に、底に砂を入れない水槽での行動を観察するため 5 個体を参考魚として用いた。

$20^{\circ}\text{C}$  恒温室内に設置したアクリル水槽 ( $30\text{ cm} \times 15\text{ cm} \times 23\text{ cm}$ ) を用い底層には約 2 cm の厚さに海砂を敷いたが、1 水槽には砂を入れなかった。飼育水の比重は 1.025 になるよう調節し、飼料としてはイワシシラスを毎日 1 回投与した。

幼歯は前方から把握歯、前歯、後歯と呼ぶことにする。把握歯は口の前端にある長い歯である。両頬の側方に並ぶ歯のうち大型のものが前歯、口角部近くに並ぶ微小な歯が後歯である。幼歯の数は把握歯・前歯・後歯の順に、前歯はローマ数字、その他はアラビア数字で表わした。

前背鰭長は吻端から背鰭始部までの距離、前肛門長は吻端から肛門後縁までの距離、体高は肛門後縁における高さを測定した。筋節数は総数のほか肛門の前と後とに分けて表示した。計測はビノキュラーの下でノギスを用い、脊椎骨数は Fuji-softex による X 線写真によって計数した。計数、測定値の平均値はカッコ内に示した。

## 結果

伸長末期から稚魚期にかけて、体は適度またはよく伸長し、吻が長くて尖がり、背鰭が体のほぼ中央部または肛門上かそれよりやや前方または後方から始まる。尾鰭は短く、原則として 3 (下尾骨上部) + 2 (下尾骨下部) = 5 軟条で支えられ (Fig. 1C)、消化管が 6~9 か所で曲がり、脊椎骨数は 133~140 (136.5) である。筋節数は 131~140 (135.9)。胆嚢の前端は第 18~23 (21.2) 筋節、第 1 垂直血管は第 16~20 (17.6) 筋節、最終垂直血管は第 58~65 (61.7) 筋節に位置する。しかし、変態期を中心にして全長、体型、頭長、眼の形と大きさ、後鼻孔の位置、歯、胸鰭長、肛門の位置および体色などが著しく変化する。

伸長末期幼生 (Fig. 2A, B) 全長 70 mm 前後、全長は前背鰭長の 1.7~2.0 (1.9) 倍、前肛門長の 1.7~1.9 (1.8) 倍、筋節数 66~70 (67.8) + 64~71 (67.7) = 135~137 (136.0)、背鰭始部と肛門間の筋節数 3~7 (5.2)。体は薄くて適度に伸長し、全長は頭長の 15 倍前後、体高の 20 倍以下。眼はだ円形で横径より縦径がやや大きく、眼径は頭長の 1/8 以下。後鼻孔は眼のやや前方に開く。幼歯はある。胸鰭は団扇状で短く、頭長の約 1/5。背鰭は体のほぼ中央またはそれよりやや後方から始まり、臀鰭とともに尾鰭に接続し、多数の繊細な軟条で支持されている。肛門は体の中央部よりやや後方に開く。

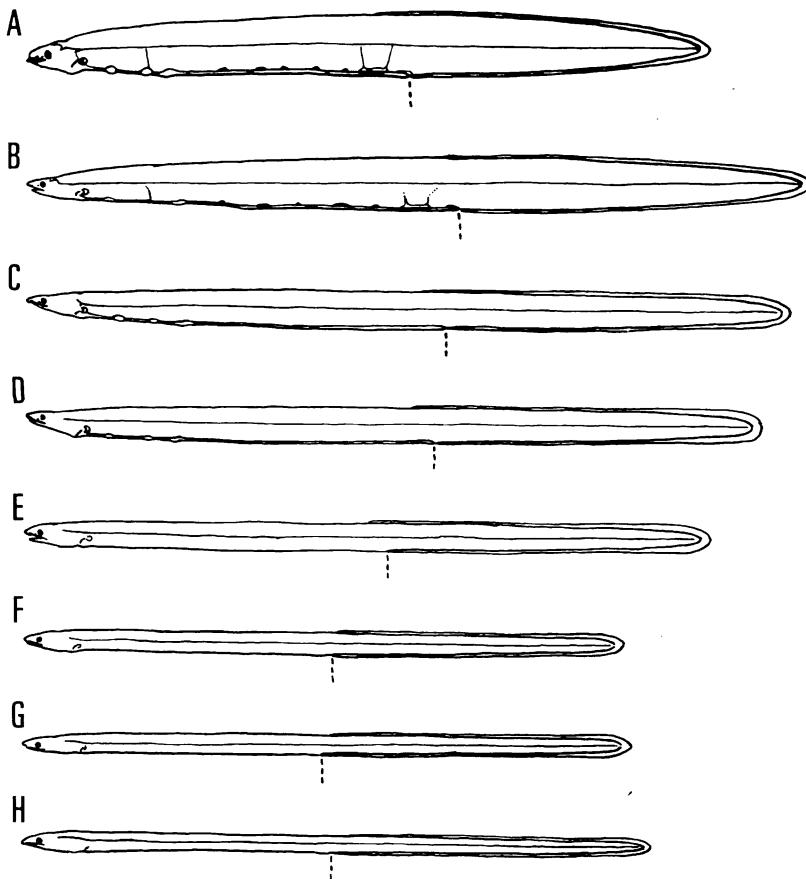


Fig. 2. Larval development of *Muraenichthys gymnotus* from leptocephalus (A~F) to juvenile (G~H). A: 1 day before metamorphosis, 60.5 mm in total length. B: Just after burrow, 69.4 mm. C: 1st day after onset of metamorphosis, 67.5 mm. D: 2nd day, 65.3 mm. E: 4th day, 60.5 mm. F: 5th day, 53.1 mm. G: 9th day, 53.9 mm. H: 13th day, 55.5 mm.

体はほとんど透明。体側正中線付近には筋節 1~3 個の間隔を置いて筋隔膜上に斜めに縦走する黒点列があり、これらのうち尾部にある数個はやや長くて濃い (Fig. 1A)。胸部腹面の正中線上には小さな黒色素胞群が 1 列に、また、尾部の腹面に微細な黒点が 1 列に並ぶ。さらに消化管の湾曲部上にも黒色素胞群がある。

変態 1 日前に遊泳していた 23 幼生では全長 52.8~67.7 (59.2) mm (Figs. 1A~C, 2A)。全長は頭長の 13.3~16.7 (14.7) 倍、体高の 8.9~13.7 (11.1) 倍。両顎に幼歯があり、上顎では 1+IV~V+4~8、下顎で 1+V~VI+1~4 である (Fig. 3A~B)。砂中に潜入した 3 幼生は同夜半にさらに伸長して全長 68.0~73.4 (70.2) mm となる (Fig. 2B)。体はやや細まり、全長は頭長の 14.7~15.9 (15.3) 倍、体高の 15.4~18.1

(16.5) 倍。幼歯はほとんど脱落し、上顎では 0+0+1 または全く無く、下顎で 0+I+0 である (Fig. 3C)。

変態期幼生 (Fig. 2C~F) 全長 50~70 mm 前後。全長は前背鰭長の 1.8~2.1(2.0) 倍、前肛門長の 1.7~2.0 (1.8) 倍。筋節数は 60~70 (66.0)+66~76 (70.0)=131~140 (136.3)、背鰭始部と肛門間の筋節数は 1~6 (3.5)。体は側扁型から円筒型に変わり細長くなる。全長は頭長の 10~15 倍、体高の 20~30 倍。眼はだ円形、眼径は頭長の 1/9 前後。後鼻孔は上唇縁の側方または内縁に開く (Fig. 3D~F)。幼歯は多少あるか全く無く、代って円錐歯が分化しただす。

背鰭は体のほぼ中央付近から始まる。胸鰭はあるが短くて頭長の 1/10 前後。肛門はやや前進して体の中央部またはそれよりやや後方に開く。体は次第に不透明にな

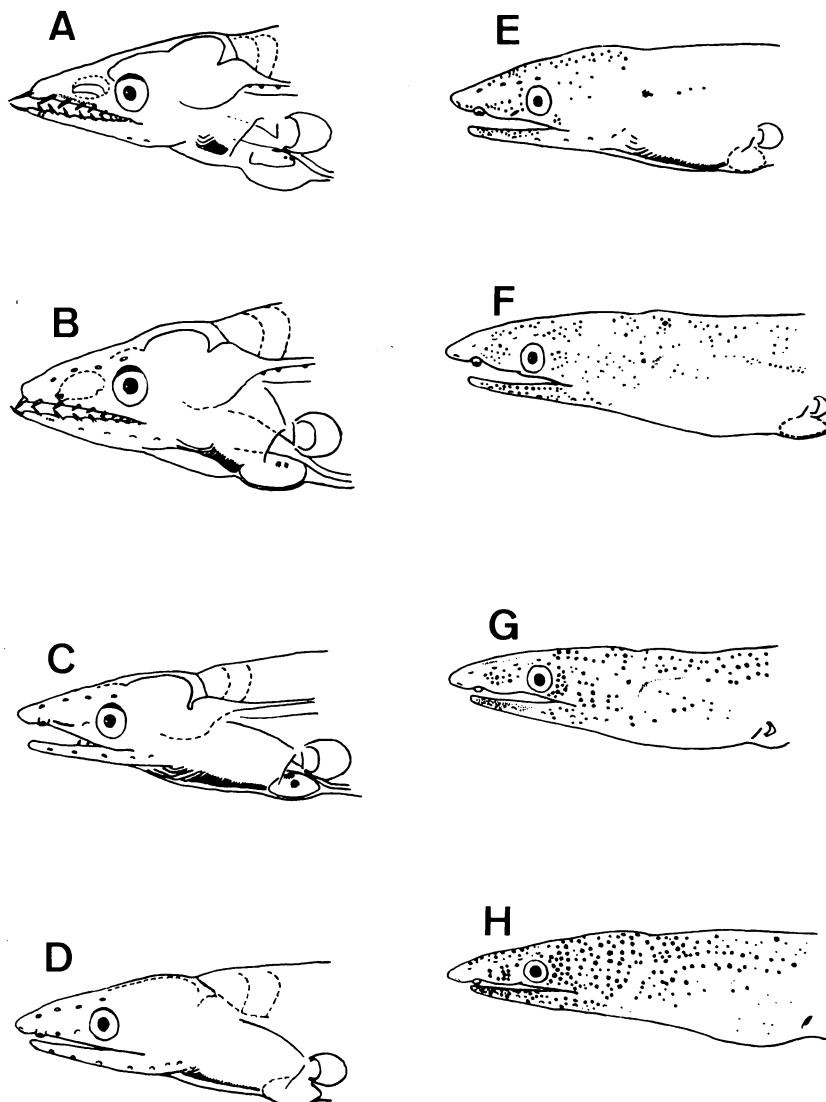


Fig. 3. Lateral view of head of leptocephalic larvae before metamorphosis (A~C), metamorphosing larvae (D~F) and juvenile (G~H) in *Muraenichthys gymnotus*. A: 1 day before metamorphosis, 53.9 mm in total length. B: 1 day before metamorphosis, 60.5 mm. C: Just after burrowing, 73.4 mm. D: 2nd day after metamorphosis, 65.3 mm. E: 4th day, 58.9 mm. F: 5th day, 60.5 mm. G: 9th day, 50.0 mm. H: 13th day, 53.9 mm.

り、幼型の色斑も薄くなって消え、代って変態末期に新しく黒色素胞が出現する。

変態1日目の5幼生は全長 61.9~69.2 (66.7) mm (Fig. 2C)。全長は頭長の 13.9~15.1 (14.4) 倍、体高の 16.2~23.0 (20.0) 倍、前肛門長の 1.7~1.8 (1.8) 倍。筋節数は 67~69 (68.2)+68~70 (68.8)=135~138 (137.0)、背鰓始部と肛門間の筋節数は 4~5 (4.6)。体はやや収縮して著しく細まる。後鼻孔は上唇に近づきそ

の側方に開く。幼歯は全く無いか上顎で 0+IV+3~4, 1+0+0, 下顎で 1+VI+0, 0+II~IV+0, 0+I+0。胸鰓は短くて頭長の約 1/6。背鰓は肛門よりやや前方から始まる。幼型色斑は明らかであり、消化管の湾曲部や腎臓に血色素が出現しただす。

変態2日目の5幼生は全長 64.2~71.7 (67.0) mm (Figs. 2D, 3D)。全長は頭長の 14.0~15.5 (14.4) 倍、体高の 20.7~25.1 (23.0) 倍、前肛門長の 1.7~1.9

(1.8) 倍。筋節数は 64~69 (66.6) + 67~70 (68.6) = 131~138 (135.6), 背鰓始部と肛門間の筋節数 3~6 (4.8)。体は細長い。後鼻孔は上唇の側方に開く。幼歯は両顎とも完全に脱落して無い。胸鰓は短くて頭長の約 1/6。背鰓は肛門上よりやや前方から始まる。幼型の色斑は明らかであり、背大動脈に血色素が見られる。

変態 4 日目の 5 幼生は全長 58.9~62.0 (60.3) mm (Figs. 2E, 3E)。全長は頭長の 11.2~13.4 (12.6) 倍、体高の 25.0~28.0 (26.5) 倍、前肛門長の 1.7~1.9 (1.8) 倍。筋節数は 63~70 (66.0) + 69~73 (70.6) = 133~139 (136.2)。背鰓始部と肛門間の筋節数 2~3 (2.5)。体は細くて丸味を帯びる。後鼻孔は上唇の腹側方に開く。歯は全く無い。胸鰓は退縮が著しく頭長の約 1/8。背鰓は肛門上あるいはそれよりやや前方から始まる。幼型色斑のはか、新しく黒色素胞が吻、下唇、体の背面などに出現した。

変態 5 日目の 6 幼生は体が最も収縮して全長 46.0~60.5 (51.2) mm (Figs. 2F, 3F)。この大きさは平均して変態前の最大長の 72.9% に相当する。全長は頭長の 10.4~12.3 (11.3) 倍、体高の 24.2~29.5 (26.9) 倍、前肛門長の 1.8~1.9 (1.9) 倍。筋節数は 60~65 (63.4) + 71~76 (73.2) = 135~140 (136.5)。背鰓始部と肛門間の筋節数 0~1 (0.5)。体は長円筒型となる。後鼻孔は上唇の内縁に開く。新しい歯が口腔皮下に分化した。胸鰓は痕跡的な皮弁となり、その長さは頭長の約 1/15。背鰓は肛門上かそれよりやや後方から始まる。体はやや不透明、幼型色斑が薄くなり、黒色素胞が吻部を除く全域に散在する。

稚魚 (Figs. 2G, H, 3G, H) 全長は 50 mm 以上。全長は前背鰓長の 1.9~2.1 (2.0) 倍、前肛門長の 2.0~2.2 (2.1) 倍。体は細長い円筒型。全長は頭長の 10 倍以下、体高の 30 倍以上。眼は小さくて円形となり、眼径は頭長の 1/10 またはそれ以下。後鼻孔は上唇の内縁に開孔する。両顎と鋤骨に小円錐歯が発達する。胸鰓は痕跡的か全く無い。背鰓は体の中央部付近から始まる。肛門は体の中央部またはそれよりやや前方に開く。

黒点が頭と胴の背側面、尾部のほぼ全面に散在するが、尾部腹正中線上の幼型黒点列はなお残存する。体の側線が明瞭になる。

変態開始後 8~9 日日の 5 稚魚は全長 50.0~55.5 (53.2) mm (Figs. 2G, 3G)。全長は頭長の 9.8~10.8 (10.1) 倍、体高の 30.5~32.6 (31.4) 倍、前肛門長の 2.0 倍。眼径は頭長の 1/10 前後。胸鰓は痕跡的。背鰓は肛門上とほぼ同位置かやや後方。幼型斑紋が微かに残っているが、淡い黒点が体の全面に粗に散在する。

変態開始後 13 日日の 5 稚魚は全長 45.5~56.7 (53.6) mm (Figs. 2H, 3H)。全長は頭長の 9.1~10.3 (9.6) 倍、体高の 35.0~45.3 (39.2) 倍、前肛門長の 2.0~2.1 (2.1) 倍。眼径は頭長の 1/10 前後。小円錐歯が上顎前部に数本、下顎に 1 列に並ぶ。胸鰓は著しく退縮して測定不可能となる。背鰓は肛門よりやや後方から始まる。体表の黒点は濃くなり、幼型斑紋はほとんど消失する。

変態開始後 27 日日の 5 稚魚は全長 50.6~61.2 (57.1) mm。全長は頭長の 8.5~9.2 (8.9) 倍、体高の 41.6~47.0 (44.7) 倍、前肛門長の 2.0~2.2 (2.1) 倍。眼径は頭長の約 1/13。体は著しく細長い。円錐歯は上顎で 1 列、下顎では前部で 2 列、中・後部で 1 列に並ぶ。鋤骨歯は顎歯よりも強く、2~3 本が 1 列に並ぶ。胸鰓は全く無い。背鰓は肛門よりやや後方から始まり、両者間の距離はほぼ吻長に等しい。体の背側面は淡褐色。

潜砂習性 採捕したのち飼育水槽に収容するとしばらくは水中を遊泳するが、やがて水底に降りてゆっくり蛇行し、収容して半日ほどで頭部から砂中に潜入した。その後は変態期・稚魚期を通じて砂中から出ることなく、砂中に入った直後に全長が最大に達する。潜砂直前には両唇縁部の皮ふが肥厚して歯の傾きが多少とも変わり、幼歯脱落への組織的変化がなされている。しかし、頭部から砂中へ潜入するため、機械的な衝撃で幼歯の脱落が多少とも早められる。砂を欠く水槽に入れた幼生では、変態 1 日目でもなお相当数の幼歯を持ち、2 日目になつて全ての歯が脱落してしまった。なお、同時に飼育したウミヘビ亜科に属する不明種では尾部から潜砂し、本種のように頭部から潜砂するものは全く見られなかった。

潜砂した幼生は完全に体を砂の中に埋めるか、または、吻ないしは頭部のみを砂から出していた。摂餌活動は変態開始後 20 日ごろから活発となった。砂中に潜んだ稚魚は、投餌後数分たつと頭から胴部を砂上にあらわして餌をとったが、その行動範囲内に餌がないと砂中を移動して再び同様な索餌行動をし、砂から完全に体を露出することはなかった。餌を捕捉すると直ちに完全に潜砂したのち、口内から消化管へ餌を移動させた。砂を欠く水槽では水底づたいに活発に遊泳して餌をとったが、口からはみ出る大きさの餌をのみこむことはなかった。

## 考 察

変態開始後 27 日日の稚魚はミミズアナゴの特徴をほぼそなえていたが、変態を開始してから約 7 カ月 (1976 年 11 月 1 日から 1977 年 6 月 2 日または 1976 年 11 月 2 日から 1977 年 5 月 23 日) にわたり室内飼育し、全長

98.9~107.5 mm に成長させた3尾の未成魚は次の特徴をもっていた (Fig. 1D, E)。全長は頭長の 10.6~10.8 (10.7) 倍、体高の 41.3~47.1 (44.7) 倍、前背鰭長 2.0~2.1 (2.0) 倍、前肛門長 2.1 倍。背鰭始部は肛門より後方にあり、その距離は吻長よりやや短い。頭長は吻長の 5.0~5.7 (5.4) 倍、眼径の 14.0~16.3 (15.3) 倍、口裂長の 2.6~2.7 (2.7) 倍。両顎には多数の円錐歯が前半部に2列、後半部に1列に並ぶほか、前上顎骨に数個、鋸骨上に1列に並ぶ円錐歯がある。この歯型は本種に同定された Bleeker (1864) や Schultz (1953) の図および記載とよく一致した。

頭部感覺孔はよく発達し (Fig. 1D), 基本的には Schultz (1953) や Nelson (1966) の図とよく似ているが、眼後孔 (postorbital pore) が本標本では2個、Schultz らの熱帯域のものは1個である点が異なる。しかし、今の段階ではインド—太平洋から知られている 19 種のうち (McCoska 1977), ミミズアナゴに最もよく相似している。McCoska (1977) はミミズアナゴ属を2亜属 (*Muraenichthys* と *Scolecenchelys*) に分けたが、本種は吻が尖がること、後鼻孔が口内に開くこと、両鼻孔の間に2個の感覺孔があること、両顎歯が1~2列に並ぶこと、体が著しく延長することなどで *Scolecenchelys* に属する。

南 Fiji 海域産で Castle (1964) が *Muraenichthys australis*? として報告した変態前の幼生は、体が短いこと (全長 48.1 mm), 尾部の黒点の配列、消化管の弯曲など本幼生に似ているが、眼が大きいこと、背鰭始部が肛門より後方にあることなどで異なる。また、Castle (1965) がオーストラリア近海から採捕して *Muraenichthys* sp. とした伸長期の1幼生は、体型、各鰭の位置や発達状態、体側の黒点列、消化管の曲がり方など本種と似ているが、体は大きく (179 mm), 筋節数が 172 と著しく多い。Schultz (1953) が若干の疑問をはさみながらも本種の変態幼生と査定した標本 (全長 57 mm) は、全長から推して変態末期のものと考えられる。

本種は小型で成魚でも 20 cm 未満である。Schultz (1953) によれば、北部 Marshall 群島の環礁から取った全長 44~142 mm の 57 尾のうち、大きな数個体が進んだ成熟卵を持っていたということである。この飼育実験でも変態期や稚魚期が非常に短く、初期発育が早いことが特徴的である。同じ環境条件で飼育したクロアナゴでは、変態により最大体長から最小体長になるのに

27~29 日を要したが (落合ほか, 1978), 本種で 5 日間であり、27 日目すでに稚魚末期に達し、約 7 カ月たった 5~6 月には 100 mm 前後に成長した。飼育での成長と自然界での成長とは必ずしも一致しないが、それでも上に記した諸事実を総合すると、変態後初めての晩夏または初秋には成体となって産卵し、ふ化した仔魚は 2~3 カ月浮遊して伸長期を終ったのち、11 月前後に底生生活に入って変態する可能性がある。Castle (1972) によればインド—太平洋に生息して本種に近縁な小型のウミヘビ類 *Benthenchelys cartieri indicus* Castle は、最大長が 150 mm であり、雌雄とも生殖腺は全長 80 mm 前後から肉眼的に認められ 120 mm 前後でよく成熟するという。

## 謝 辞

この研究を取りまとめるにあたって有益な助言をいただき、必要な文献を貸与された近畿大学浅野博利教授に心よりお礼を申しあげる。

## 引 用 文 献

- Bleeker, P. 1864. Atlas ichthyologique des Indes orientales Néerlandaises. 4. Amsterdam, 132 pp., 48 pls.
- Castle, P. H. J. 1964. Eels and eel-larvae of the Tui Oceanographic Cruise 1962, to the South Fiji Basin. Trans. Roy. Soc. N. Z., Zool., 5(7): 71~84, fig. 1.
- Castle, P. H. J. 1965. Ophichthid leptocephali in Australasian waters. Trans. Roy. Soc. N. Z., Zool., 7(6): 97~123, figs. 1~3.
- Castle, P. H. J. 1972. The eel genus *Benthenchelys* (fam. Ophichthidae) in the Indo-Pacific. Dana Rep., (82): 1~32, figs. 1~28.
- McCosker, J. E. 1977. The osteology, classification, and relationships of the eel family Ophichthidae. Proc. California Acad. Sci., 41(I): 1~123, figs. 1~45.
- Nelson, G. J. 1966. Gill arches of teleostean fishes of the order Anguilliformes. Pacific Sci., 20(4): 391~408, figs. 1~58.
- 落合 明・池上健夫・野沢 靖. 1978. 土佐湾のクロアナゴ葉形幼生の変体と同定について. 魚類学雑誌, 25(3): 205~210, figs. 1~4.
- Schultz, L. P. 1953. Fishes of the Marshall and Marianas Islands. Vol. 1. U. S. Nat. Mus., Bull. 202, xxxii+685 pp., 90 figs., 74 pls.,

(783 南国市物部乙 200 高知大学農学部)