

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年4月16日現在

機関番号：32644

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2008～2012

課題番号：20580213

研究課題名（和文） 駿河湾に出現する深海底棲性魚類の初期生活史に関する研究

研究課題名（英文） Early life history of deep-sea demersal fishes collected near-bottom on the upper continental slope of Suruga Bay, Japan

研究代表者

福井 篤 (FUKUI ATSUSHI)

東海大学・海洋学部・教授

研究者番号：90307249

研究成果の概要（和文）：深海底棲性魚類の個体発育を明らかにするために、駿河湾西側の陸棚斜面（水深200–1,000 m）において、海底上1–10 mの近底層の採集方法を構築し、月例調査を実施した。これによって、今まで知見がほとんどなかったセキトリエワシ科、クサウオ科およびソコダラ科の個体発育を明らかにした。近底層の採集結果を表層から中層までの採集結果と比較し、深海底棲性魚類の近底層の利用状況を明らかにし、分布モデルを提示した。

研究成果の概要（英文）：The early life histories of most deep-sea demersal fishes remain unknown, despite some epipelagic larvae. We undertook a near-bottom larval sampling programme on the upper continental slope (200–1000 m depth) of Suruga Bay, southern Japan, during monthly cruises of the T/V *Hokuto* (Tokai University). The ontogeny of alepocephalids (*Leptoderma lubricum* and *L. retropinnum*), liparids (*Paraliparis dipterous*) and macrourids (*Coelorinchus kishinouyei*) were clarified. Three distribution patterns of deep-sea demersal fishes related to the water column were determined. Illustration of three types based on ontogeny of near-bottom species on the upper continental slope of Suruga Bay was shown.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2009年度	400,000	120,000	520,000
2010年度	500,000	150,000	650,000
2011年度	600,000	180,000	780,000
2012年度	500,000	150,000	650,000
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：水産学・水産学一般

キーワード：(1) 駿河湾, (2) 卵稚仔, (3) ソコダラ科, (4) セキトリエワシ科, (5) アシロ科, (6) クサウオ科, (7) 近底層, (8) 個体発育

1. 研究開始当初の背景

海産魚類の形態発育に関する研究は1980年以降、著しく進展し、多数の叢書が出版されてきた。しかし、成魚が豊富に現存しているにもかかわらず深海底棲性魚類の仔稚魚に関しては、未解明のまま残されていた。研究代表者は、この原因として、従来の仔稚魚

の採集努力が表層から中層に集中しており、深海近底層での採集努力が不足していることにあると考えた。しかし、深海近底層での仔稚魚採集は困難を極め、採集法すらも確立されていない。そこで、駿河湾の水深200–1,000mの陸棚斜面をフィールドとし、海底上1–約10 mの近底層の採集方法を構築す

ることとした。この近底層を対象とした月例調査を実施することによって、深海底棲性魚類の個体発育を明らかにし、稚魚分類学や魚類生活史の知見を大幅に引き上げる計画を立案した。

2. 研究の目的

- (1) 駿河湾陸棚斜面近底層の採集方法の構築
- (2) 駿河湾陸棚斜面近底層に出現する深海性魚類の種組成
- (3) 深海底棲性魚類の個体発育(形態, 分布, 消化管内容物)
- (4) 深海底棲性魚類の魚類相の充実
- (5) 深海底棲性魚類の個体発育にともなう分布モデル

3. 研究の方法

東海大学海洋学部の小型舟艇北斗 (20 t) を用い、駿河湾奥部に位置する三保沖で近底層の採集調査を実施した (Fig. 1)。三保沖では海底地形が複雑であるため、汀線とほぼ垂直な2つの曳網測点を設定した。羽衣海底谷とそれに続く斜面の水深約 200–1000 m (st. I) および南駒越沖海底谷とそれに続く斜面の水深約 500–1000 m (st. J) である。St. I では 2006 年 10 月から、st. J では 2007 年 5 月から原則的に各月 1 回調査を行い、現時点でも実施している。

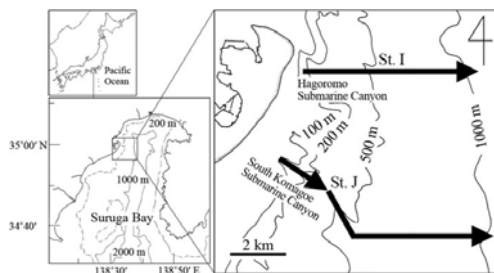


Fig. 1 Near-bottom sampling stations in Suruga Bay, southern Japan. Arrowed lines indicate range and direction of towed larval net

北斗に加え、東海大学の望星丸で駿河湾から得られた 2 標本も用いた。

比較標本として、駿河湾とその近傍沖合で実施された表層から中層にかけて北斗や東京大学海洋研究所 (現 JAMSTEC) の淡青丸による標本も用いた。

観察と同定 仔稚魚の同定には、主に沖山編 (1988b) などのほか、Nakabo (2002) などを用いて可能な限り種レベルまで決定した。種を決定できない仔稚魚については上位分類群で止め、タイプとして扱った。ソコダ科魚類では、駿河湾に生息する本科成魚の DNA 塩基配列データベースを作成し、仔稚魚と成魚の DNA 塩基配列の一致により同定を行った。発育段階は主に Kendall et al. (1984) に基づいた。ソコダ科卵については、ふ化

実験を行い、卵内発生と前期仔魚の形態も明らかにした。

近底層とは海底直上から海底上約 10 m までの層を、水柱とは海底上の約 100 m から表層までの層とした。

4. 研究成果

(1) 駿河湾陸棚斜面近底層の採集方法

本研究で考案した棚斜面近底層の採集器具一式を Fig. 2 に示す。

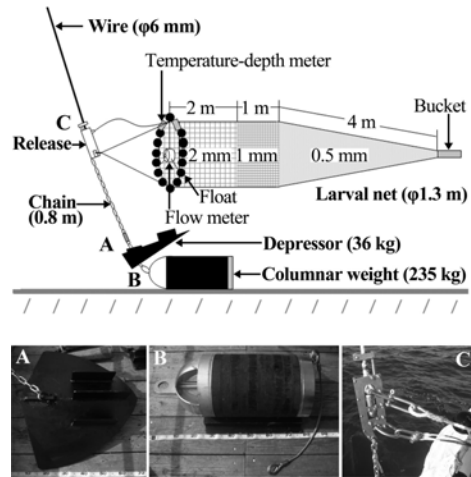


Fig. 2 Illustration of near-bottom sampling device

曳網方法は以下のとおりである。

- ① 曳網開始地点で、停船後、曳索ワイヤーを「水深+約 5–10 m」繰り出し、レッドを着底。
- ② レッド着底と同時に、船速約 1.7 kt で航走。
- ③ その後、約 30 秒ごとに曳索ワイヤーを約 2–10 m 繰り出しながら曳網。
- ④ 曳網中、魚群探知機の水深を記録。
- ⑤ ワイヤーアウト (曳索ワイヤー長、以降、WO と称す) が「水深+50–70 m」まで達すると、船を停船、直ちに WO を「水深+5–10 m」まで巻き上げ。
- ⑥ レッドの着底の確認と同時に、再び船速約 1.7 kt で航走。
- ⑦ ②–⑥ を曳網終了水深まで繰り返す。
- ⑧ 曳網終了水深の位置で、WO を「水深–10 m」まで巻き上げ (メッセンジャーを投入し、ネットを閉鎖後)、ネット一式を揚収。風力階級 2 までならば、以上の曳網方法によって、水深 97–1121 m の海底上 1–8 m を安定して曳網することができた (Fig. 3)。

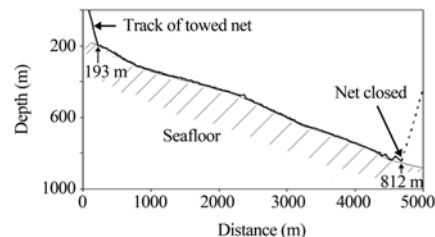


Fig. 3 Relationship between track of towed larval net and bottom depth (station I, 8 April 2009)

(2) 駿河湾陸棚斜面近底層に出現する深海性魚類の種組成

本研究で採集された近底層性魚類は 14 目 23 科 38 属 57 種 (あるいはタイプ) であった。これらのうち仔稚魚が出現したものは 9 目 13 科 16 属 28 種 (あるいはタイプ) であった (Table 1)。

Table 1 Larvae and juveniles of near-bottom species (type) collected in the near-bottom of the upper continental slope in Suruga Bay

Order name	Family name	Scientific name	Developmental stage	RIN
Notacanthiformes	Notacanthidae	<i>Notacanthus abbotti</i>	Juvenile	
Anguilliformes	Synbranchidae	<i>Simenchelys parasiticus</i>	Juvenile-Adult	5
		<i>Ilyophis brunneus</i>	Juvenile-Adult	
		<i>Synbranchus affinis</i>	Juvenile-Adult	
		<i>Synbranchus</i> sp. 1	Juvenile	3
Argentiniformes	Nettastomatidae	<i>Nettastoma parviceps</i>	Juvenile-Adult	
	Alepocephalidae	<i>Leptoderma lubricum</i>	Postflexion-Adult	6
		<i>L. retropinnum</i>	Yolk-sac-Adult	7
	Alepocephalidae gen. sp. 1	Postflexion		
Stomiiformes	Phosichthyidae	<i>Polydora elongata</i>	Juvenile	1
Mycetophiformes	Neoscopelidae	<i>Neoscopelus macrolepidotus</i>	Juvenile	
		<i>Neoscopelus</i> sp. 1	Juvenile	
Gadiformes	Moridae	Moridae gen. sp. 1	Preflexion	
	Macrouridae	<i>Coryphaenoides marginatus</i>	Larva-Adult	
		<i>Coelorinchus kishinouyei</i>	Larva-Juvenile	2
		<i>Coelorinchus</i> sp. 1	Larva	
		Macrouridae gen. sp. 1	Larva	
		Macrouridae gen. sp. 2	Juvenile	
Macrouridae gen. sp. 3	Larva			
Macrouridae gen. sp. 4	Juvenile			
Ophidiiformes	Ophiidae	<i>Hoplobrotula armata</i>	Juvenile	
		<i>Dicrolene tristis</i>	Juvenile-Adult	
		Ophiidae gen. sp. 1	Juvenile	
		<i>Hoplichthyidae</i> gen. sp. 1	Juvenile	
Scorpaeniformes	Hoplichthyidae	<i>Hoplichthyidae</i> gen. sp. 1	Juvenile	
	Psychrolutidae	<i>Ebinania</i> sp. 1	Juvenile	
	Liparidae	<i>Careproctus rhodomelas</i>	Juvenile-Adult	
Perciformes	Zoaridae	<i>Paraliparis dipterus</i>	Yolk-sac-Adult	4
		<i>Melanostigma orientale</i>	Juvenile-Adult	

水柱との出現状況と比較した結果、仔稚魚の出現状況は以下の 3 タイプに分けられた。

(A) 卵黄期仔魚から成魚まで、すべての発育段階が近底層から採集されるタイプ

スルガインキウオ、ナメライワシおよびヤセナメライワシ。水柱では採集されない。

(B-1) 近底層と水柱の両方で採集されるタイプ

リュウグウハダカ、チゴダラ科 gen. sp. 1, ヘリダラ, ムグラヒゲ, トウジン属 sp. 1

Coelorinchus sp. 1, およびヨロイタチウオなどの 9 種 (あるいはタイプ)。近底層に出現する発育段階は主に稚魚期以降で、屈曲後期から稚魚早期までは水柱に出現する。

(B-2) 近底層で稚魚のみが採集され、仔魚が採集されていないタイプ

コンゴウアナゴ, リュウキュウホラアナゴ, およびホラアナゴ属 gen. sp. 1, ソトオリワシ, ソコダラ科 gen. sp. 4, トウヨウモモイタチウオ, バラビクニンなどの 16 種。

以上, A タイプは生活史を通じ近底層のみを生活圏としている, B-1 タイプは近底層を主に稚魚期以降の生活圏としていることが明らかになった。

(3) 深海底棲性魚類の個体発育

(3)-a A タイプの個体発育

セキトリワシ科ナメライワシ属ナメライワシ *Leptoderma lubricum* (Fig. 4)

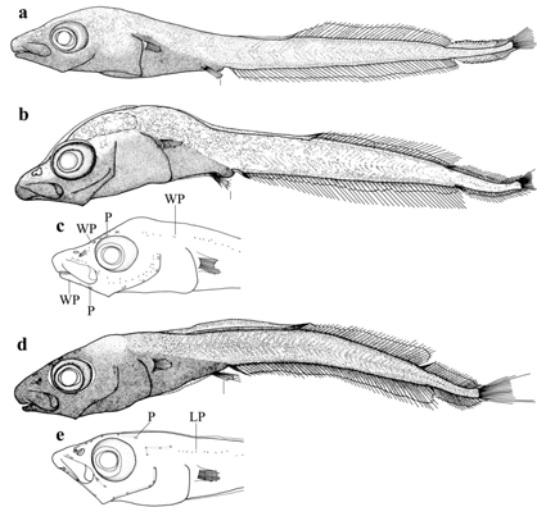


Fig. 4 Larvae and juveniles of *Leptoderma lubricum*. **a** 26.9 mm SL, postflexion stage; **b** 31.8 mm SL, juvenile stage; **c** Sensory system of head and trunk, 36.2 mm SL; **d** 42.9 mm SL, juvenile stage; **e** Sensory system of head and trunk, 69.0 mm SL; LP lateral line pores, P sensory pores, WP whitish papillae

セキトリワシ科ヤセナメライワシ *Leptoderma retropinnum* (Fig. 5)

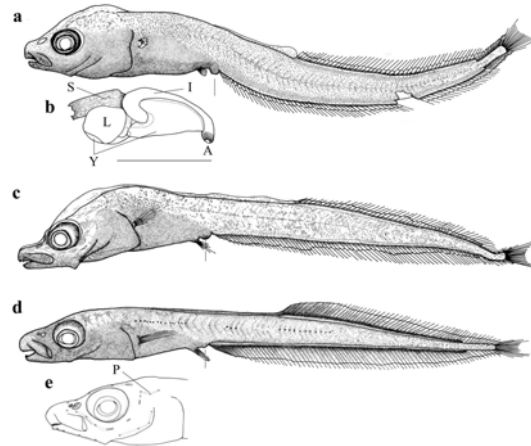


Fig. 5 Larvae and juveniles of *Leptoderma retropinnum*. **a** 22.2 mm SL, yolk-sac stage; **b** internal organ, 22.2 mm SL; **c** 28.4 mm SL, juvenile stage; **d** 57.5 mm SL, juvenile stage; **e** Head sensory system, 57.6 mm SL; A anus, I intestine, L liver, P sensory pores, S stomach, Y yolk-sac. Bar 2 mm

本属 2 種の仔稚魚は、成魚と同様な特徴によって、識別できる。例えば、背・臀鰭と尾鰭不完全鰭条との境界の形状 (ナメライワシでは分離 vs. ヤセナメライワシでは連続) や肛門前長の体長比 (41.0-44.8% vs. 38.3-40.2%) など。本属の初期発育は、変態期を欠いた漸進的成長を呈し、屈曲後期以前に成魚期の一般的特徴を獲得する一方、乏しい仔魚期の特徴を稚魚末期まで保持する。消化管内容物には、底棲性あるいは近底層性の分類群 (多毛類, ハルパクチクス目, クーマ目および端脚目) が認められた。

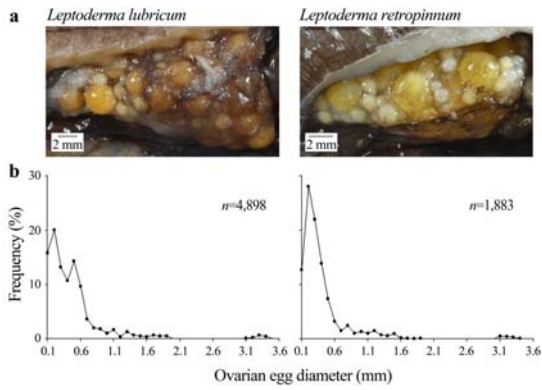


Fig. 6 Photographs of matured gonads of preserved adult specimens (in 10% seawater formalin) (a) and frequency distributions of ovarian egg diameters (b). *Leptoderma lubricum*, 229.9 mm SL; *Leptoderma retropinna*, 163.1 mm SL

本属2種の成熟卵群の卵径は3.1–3.6 mmで、既知のセキトイワシ科と同様に大きな卵を産出する (Fig. 6). ヤセナメライワシの卵黄期仔魚と成熟卵を有したメスの出現時期から、本種は周年産卵することが示唆された。

クサウオ科インキウオ属スルガインキウオ *Paraliparis dipterus* (Fig. 7)

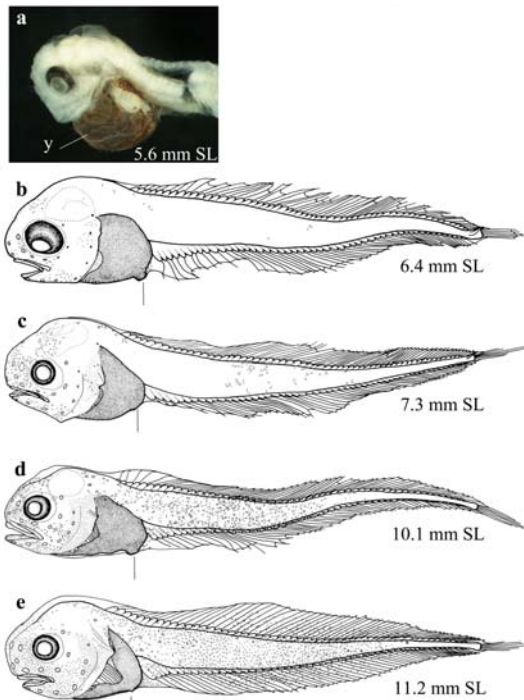


Fig. 7 Larvae and juveniles of *Paraliparis dipterus*. a photograph of 5.6 mm SL, yolk-sac stage; b 6.4 mm SL, yolk-sac stage; c 7.3 mm SL, flexion stage; d 10.1 mm SL, postflexion stage; e 11.2 mm SL, juvenile stage. y yolk-sac

スルガインキウオの仔稚魚は、背鰭条数 54–58、臀鰭条数 48–54 および尾鰭条数 6 に

よって、日本産インキウオ属9種とは識別できる。本種の個体発育は変態期を欠く、成魚の形質を屈曲期までに獲得する、および黒色素胞配列などが稚魚期から成魚期まで漸進的に変化することによって特徴づけられる。採集最小個体 (5.6 mm SL) は卵黄を有していることから孵化直後と判断されたが、既に胸鰭を除く各鰭条が定数に達し、鰓孔も成魚期とほぼ同位置にある。加えて、多くの頭部感覚孔も定数に達している。11.1 mm SLで稚魚になるが、屈曲後期から稚魚期への顕著な形態変化は認められない。黒色素胞は稚魚期以降も漸進的に出現し、色素胞配列の完成は成魚初期 (18.3 mm SL) である。消化管内容物の優占分類群は放散虫類、ハルパクチクス目およびその他カイアシ類であった。

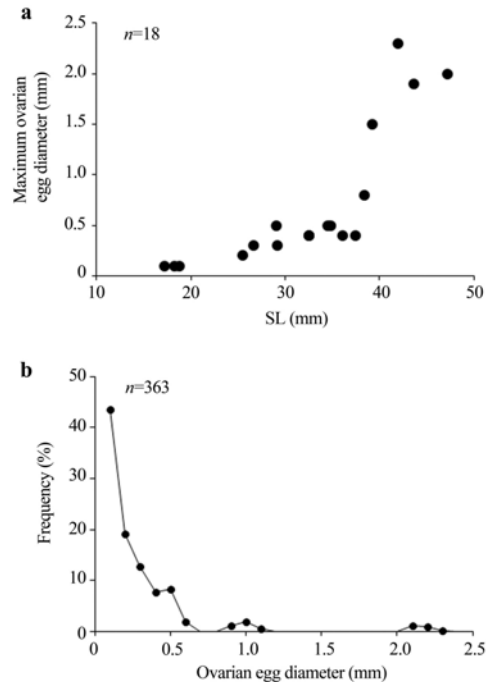


Fig. 8 Relationship between standard length and maximum ovarian egg diameter (n=18, 17.2–47.2 mm SL) (a) and frequency distribution of ovarian egg diameters (41.9 mm SL) (b) of female specimens of *Paraliparis dipterus*

スルガインキウオの卵巣卵の最大卵径 (2.3 mm; Fig. 8) は本属既知11種では (2.0–4.5 mm), 小さなグループであった。Stein (1980) によるクサウオ科の最大卵数に基づく区分に従うと、本種は連続産卵タイプとなる。卵黄期仔魚と成熟卵群を有した雌の出現時期から、本種は周年産卵であることが示唆された。

(3)-b B-1 タイプの個体発育

ソコダラ科トウジン属ムグラヒゲ *Coelrinchus kishinouyei*

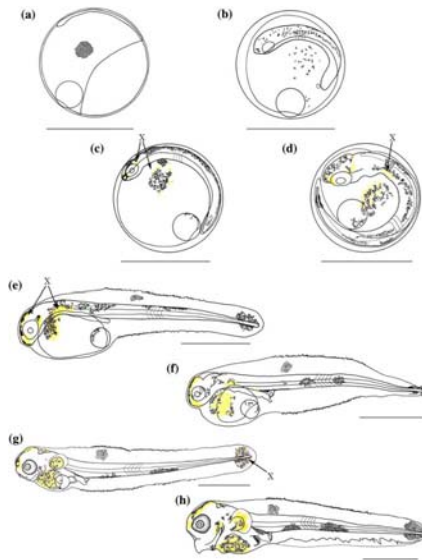


Fig. 9 Pelagic eggs and yolk-sac larvae of *Coelorinchus kishinouyei*. a Egg at stage A; b egg at stage B; c egg at stage C-1; d egg at stage C-2; e yolk-sac larva, just after hatching, 3.5 mm NL; f yolk-sac larva, 19 h after hatching, 4.6 mm NL; g yolk-sac larva, 5 days after hatching, 4.3 mm NL; h yolk-sac larva, 8 days after hatching, 4.3 mm NL (0.7 mm HL). X xanthophores. Bars 1 mm

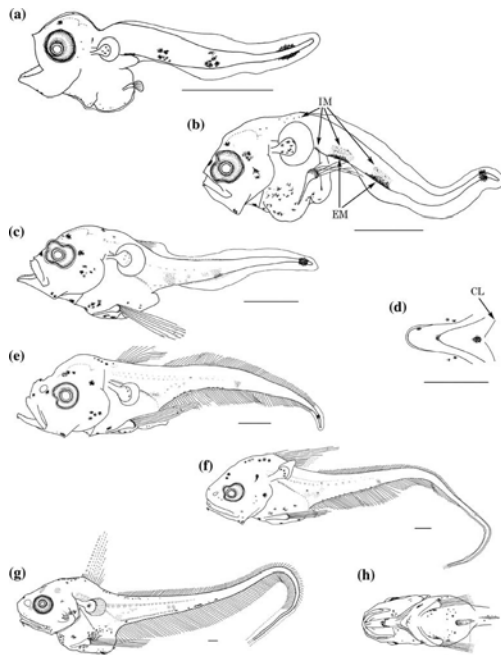


Fig. 10 Pelagic larvae of *Coelorinchus kishinouyei*. a 0.6 mm HL (2.8 mm NL); b 0.9 mm HL (3.3 mm NL); c 1.3 mm HL (5.6 mm NL); d ventral view of head and abdomen, 1.3 mm HL (5.6 mm NL); e 2.6 mm HL (9.3 mm NL); f 3.9 mm HL (19.0 mm TL); g 5.4 mm HL (31.4? mm TL); h ventral view of head and abdomen, 5.4 mm HL (31.4? mm TL). CL cleithrum, EM external melanophores, IM internal melanophores. Bars 1 mm

本種の卵および約 3 mm HL までの仔魚は 350 m 層以浅で多く、それ以降の仔魚が近底層に出現する。卵径や黒色素胞配列などにより、卵・仔魚とも同定可能である。

(4) 深海底棲性魚類の魚類相の充実

駿河湾から日本初記録のアシロ科フクメンイタチウオ属 2 種の形態を記載し、標準和名ナンヨウフクメンイタチウオ (新称) *Bassozetus glutinosus* (Fig. 11) と標準和名イシフクメンイタチウオ (新称) *Bassozetus robustus* (Fig. 12) を提唱した。

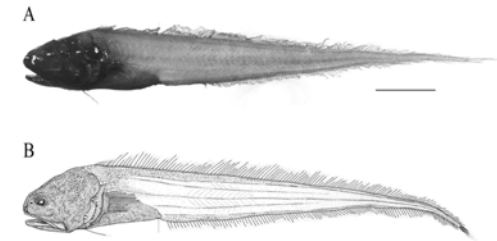


Fig. 11 *Bassozetus glutinosus*, MSM-09-6, 148.1 mm SL, Suruga Bay, Japan. A, photograph of fresh specimen; B, schematic illustration of preserved specimen. Bars 20 mm (from Tomiyama et. al. 2011)

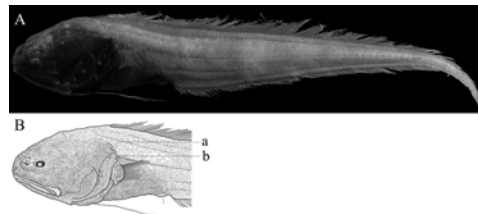


Fig. 12 *Bassozetus robustus*, MSM-10-445, 84.1 mm SL, Suruga Bay, Japan. A, photograph of 70% ethanol-preserved specimen; B, illustration of head and trunk of preserved specimen. (a) opercular spine, (b) spine just above pectoral fin base

(5) 深海底棲性魚類の個体発育にともなう分布モデル

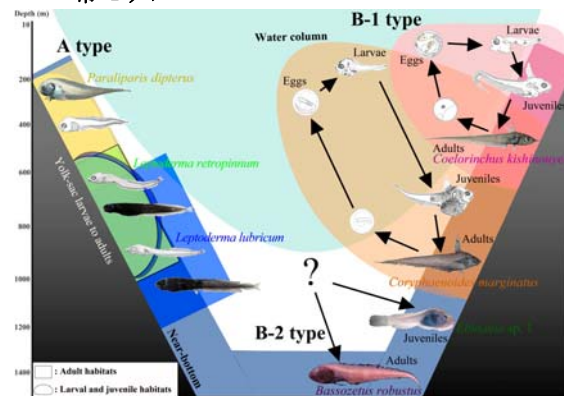


Fig. 13 Illustration of three types based on ontogeny of near-bottom species on the upper continental slope of Suruga Bay

深海底棲性魚類の個体発育は個体発育的鉛直移動を行うか否かにより、2 つに分けられる。A タイプでは個体発育的鉛直移動を行わず、生活史を通し近底層のみを生活圏とする

る。B-1タイプは個体発育の鉛直移動を行い、卵～仔魚期には水柱へ浮上し、稚魚期以降を近底層に依存する。両タイプには、次のような相違がある。①Aタイプでは発育初期に鰭条数が定数化し、体部比などの成魚期の一般的特徴を獲得する vs. B-1タイプでは未熟な状態でふ化し、発育後、鰭条が形成する、②Aタイプは漸進的な成長 vs. B-1タイプは顕著ではないが変態期がある、および③Aタイプの産出卵は大型沈性卵 vs. B-1タイプの多くは分離浮性卵。深海底棲性魚類がより小さな体長で成魚期の形態を完成させることは、被食魚からの逃避、すなわち被食圧の軽減もあることが考えられた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計7件)

① M. Takami, A. Fukui, Ontogenetic development of a rare liparid, *Paraliparis dipterus*, collected from Suruga Bay, Japan, with notes on its reproduction, Ichthyological Research, 査読有, 2012, 134-142

② 富山晋一, 高見宗広, 福井 篤, 日本初記録の深海性アシロ科魚類ナンヨウフクメンイタチウオ (新称) *Bassozetus glutinosus*, 魚類学雑誌, 査読有, 2011, 93-97

③ 高見宗広, 富山晋一, 福井 篤, 日本初記録の深海性アシロ科魚類イシフクメンイタチウオ (新称) *Bassozetus robustus*, 魚類学雑誌, 査読有, 2011, 177-180

④ M. Takami, A. Fukui, Larvae and juveniles of *Leptoderma lubricum* and *L. retropinnum* (Argentiformes: Alepocephalidae) collected from Suruga Bay, Japan, Ichthyological Research, 査読有, 2010, 406-415

⑤ A. Fukui M. Takami, T. Tsuchiya K. Sezaki Y. Igarashi S. Kinoshita, S. Watabe, Pelagic eggs and larvae of *Coelorinchus kishinouyei* (Gadiformes: Macrouridae) collected from Suruga Bay, Japan, Ichthyological Research, 査読有, 2010, 169-179

⑥ 水澤信之, 福井 篤, 青森県太平洋沖で採集された日本初記録のデメニギス科魚類キタヒナデメニギス, 日本魚類学会誌, 査読有, 2009, 149-152

⑦ A. Fukui, T. Tsuchiya, K. Sezaki, S. Watabe, Pelagic eggs and larvae of *Coryphaenoides marginatus* (Gadiformes: Macrouridae) collected from Suruga Bay, Japan, Ichthyological Research, 査読有, 2008, 284-293

[学会発表] (計4件)

① 高見宗広, 福井 篤, 駿河湾の海底谷近底層から採集されたセキトリイワシ科ナメライワシとヤセナメライワシの仔稚魚, および成魚の再生産に関する知見, 2009年度日本魚類学会年会, 2009年10月10日, 東京海洋大学

② M. Takami, A. Fukui, Early development of the slickhead fishes *Leptoderma lubricum* and *Leptoderma retropinnum* (Alepocephaloidei: Alepocephalidae) from Suruga Bay, Japan, 8th Indo Pacific Fish Conference, 2009年6月4日, Freemantle

③ A. Fukui, M. Takami, Current studies on the early development of macrourid fishes from the Suruga Bay, Japan, 8th Indo Pacific Fish Conference, 2009年6月4日, Freemantle

④ 水澤信之, 福井 篤, 北西太平洋マリアナ海域から採集された希少なデメニギス科魚類 *Dolichopteryx anascopa* Brauer, 2008年度日本魚類学会年会, 2008年9月21日, 愛媛大学

6. 研究組織

(1) 研究代表者

福井 篤 (FUKUI ATSUSHI)
東海大学・海洋学部・教授
研究者番号: 90307249

(4) 研究協力者

高見宗広 (TAKAMI MUNEHIRO)
東海大学・生物科学研究科
(現, 東海大学・非常勤講師)

富山晋一 (TOMIYAMA SHINNICHI)
東海大学・海洋科学博物館

瀬崎啓次郎 (SEZAKI KEIJIRO)
東海大学・非常勤講師