

BULLETIN
OF
YAMAGUCHI PREFECTURAL FISHERIES RESEARCH CENTER

No. 18
March, 2021

山口県水産研究センター研究報告
第18号
令和3年3月

山口県水産研究センター

外海研究部：〒759-4106 長門市仙崎 2861-3
内海研究部：〒754-0893 山口市秋穂二島 437-77

Yamaguchi Prefectural Fisheries Research Center
Japan Sea Research Division: Senzaki, Nagato-city, 759-4106, Japan
Inland Sea Research Division: Aiofutajima, Yamaguchi-city, 754-0893, Japan

目 次

山口県瀬戸内海域で漁獲されるハモ (<i>Muraenesox cinereus</i>) の食性	1
山口県日本海域におけるヒラメの成長の再検討	9
日本海南西海域における沖合底びき網によるヒラメ無眼側黒化魚の漁獲実態	13
2010~2015年に山口県日本海沿岸域に放流したヒラメ人工種苗の放流効果 (短報)	17
日本海南西海域におけるケンサキイカの初期生活史 (短報)	19
山口県見島西方日本海で採集されたケンサキイカ卵囊 (短報)	23
日本海南西海域におけるアカアマダイ幼魚の分布 (短報)	25
〈抄録〉	
山口県日本海域の危険生物目録 (Ⅲ) 自然毒による食中毒を起こしうるもの — ②二枚貝類 (軟体動物門: 二枚貝綱)	29
紅藻カイガラアマノリ低塩分耐性候補株2株の生長に及ぼす塩分の影響	30
証拠標本および画像に基づく山口県日本海産魚類目録	31
鯨類研究室による鯨類目視調査(1)	32
二枚貝養殖における新しい餌料としてのユーグレナ藻 <i>Eutreptiella eupharyngea</i> の利用価値	33

山口県瀬戸内海域で漁獲される ハモ (*Muraenesox cinereus*) の食性

國森拓也・本田宇聖

Feeding Habits of Daggertooth Pike Conger, *Muraenesox cinereus*
Caught in the Western Seto Inland Sea off Yamaguchi Prefecture.

Takuya KUNIMORI and Usei HONDA

Feeding habits of daggertooth pike conger *Muraenesox cinereus* were studied by their stomach contents of 312 specimens caught in the western Seto Inland Sea from June to October in 2018 and 2019. Portunid crab *Charybdis bimaculata* and Japanese anchovy *Engraulis japonicus* showed high values in the index of relative importance percentage (%IRI) through the period. %IRI of decapods was high in June and July, and that of fish was high in October.

Though the composition of prey organisms varied by year and sea area among the previous studies, both the present and previous studies had in common that the pike congers fed mainly decapods and / or fish.

It was suggested that the pike congers in this area mainly eat portunid crabs from June to July, which can be obtained stably without using much energy, and then they eat fish in October because the crabs disappeared.

Key words: Daggertooth pike conger; *Muraenesox cinereus*; Feeding habits; Western Seto Inland Sea

ハモ (*Muraenesox cinereus*) は山口県瀬戸内海において重要な漁業対象種であり、資源状態や生態について、漁業者をはじめとする水産関係者の関心が強い。

当海域周辺のハモについては、Watari et al.^{1,2)}による瀬戸内海西部における成長や資源解析に関する報告、宮内ら³⁾による福岡県豊前海域の漁獲実態や成熟、脂質含量などに関する報告、村田⁴⁾による山口県瀬戸内海における漁獲実態、雌雄比および年齢組成などに関する報告など、近年の調査に基づくいくつかの報告がある。

しかし、本種の食性に関しては1950年代の周防灘^{5,6)}および東シナ海⁷⁾、2011年の韓国慶尚南道固城郡沿岸(東シナ海)⁸⁾、2015年~2019年の伊勢・三河湾^{9,10)}の報告があるのみで、近年の当海域周辺における報告は見当たらない。

当海域における過去の報告からは既に60年以上が経過しており、その間の海洋環境の変化¹¹⁾や近年の漁獲量の増加⁴⁾などを考慮すれば、最近の食性が当時と異なっても不思議ではない。

そこで本研究では、最近の山口県瀬戸内海域のハモの食性を胃内容物の観察により明らかにするとともに、先行研究との比較を行い、さらに本種の摂餌戦略について考察した。

材料および方法

標本魚の入手

標本魚は2018年6~10月および2019年6~10月の毎月1~2回、小型機船底びき網漁船1隻が山口県瀬戸内海海域(周防灘および伊予灘)(Fig.1)で漁獲したものを入手した(Table 1)。

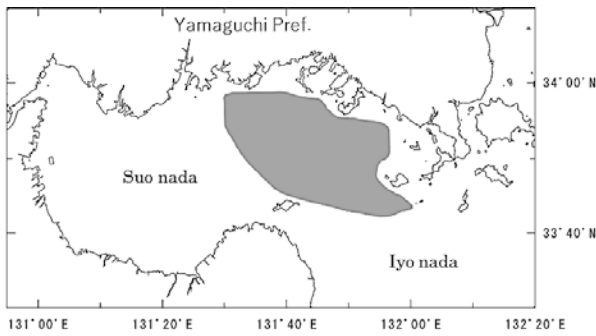


Fig.1 Map showing the sampling area of *Muraenesox cinereus* (shaded region).

Table 1 Samples of *M. cinereus* caught in the western Seto Inland Sea during the period of 2018 to 2019.

Sampling Date			N. of specimens	Range of Body Weight (g)	Empty stomachs (%)
Year	Month	Day			
2018	June	26	31	197 - 2631	29
	July	5	32	235 - 989	38
	Aug.	29	30	152 - 1600	73
	Sep.	10	30	197 - 1530	77
	Oct.	17	32	239 - 1297	66
2019	June	25	32	231 - 1914	13
	July	23	30	201 - 3111	23
	Aug.	28	30	262 - 1510	73
	Sep.	24	30	209 - 1894	67
	Oct.	16, 21	35	153 - 1161	60
Total			312	152 - 3111	50

胃内容物分析

入手したハモを研究室に持ち帰り、体重を 1g 単位で測定後、胃を取り出し 10%ホルマリンで固定した。

胃内容物の分析は胃から出現した餌生物を可能な限り下位の分類群まで分類し、個体数を計数後、餌生物種ごとの重量を計測した。個体数は捕食時や消化時に分断された状態のものは 1 個体につき 1 か所存在する形質（頭部、尾部など）や 2 か所存在する形質（カニ類の鉗脚など）等を考慮し、破片から推定できる最低個体数とした。餌生物の同定には魚類、甲殻類および頭足類の検索図鑑¹²⁻¹⁶⁾を用いた。

餌生物の重要度の指標とするため、出現個体数割合 (%N)、出現重量割合 (%W)、出現頻度割合 (%F) を求め、餌生物重要度指数 (index of relative importance: IRI) およびその百分率 (%IRI)¹⁷⁾を算出した。餌生物 *i* についての各指標は次式を用いた。

$$\%N = \frac{\text{全標本から出現した } i \text{ の総個体数}}{\text{全餌生物の総個体数}} \times 10^2$$

$$\%W = \frac{\text{全標本から出現した } i \text{ の総重量}}{\text{全餌生物の総重量}} \times 10^2$$

$$\%F = \frac{i \text{ が確認された標本の総数}}{\text{餌生物が確認された標本の総数}} \times 10^2$$

$$IRI = (\%W + \%N) \times \%F$$

$$\%IRI = \left(\frac{IRI}{\sum_{i=1}^n IRI} \right) \times 10^2$$

なお、消化が進み餌生物をまったく特定できないものは消化物として扱い、指標の算出からは除外した。

結果

空胃率の経月変化

分析したハモ 312 個体のうち、155 個体が空胃で、調査期間を通した空胃率は 50%であった。月別に空胃率をみると、2018 年、2019 年ともに 6 月および 7 月は 40%以下であるが、8 月に急増し 70%を超え、以降は横ばいか緩やかに低下する傾向がみられた (Fig.2)。

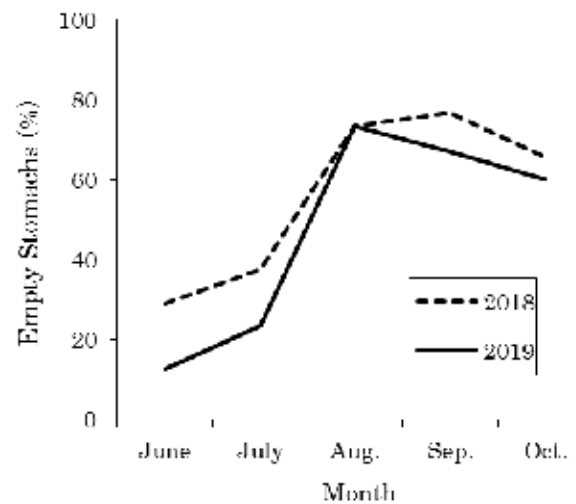


Fig.2 Monthly changes of percent of empty stomachs of *M. cinereus*

Table 2 Composition of the stomach contents of *M. cinereus* by number of individuals (%N), weight (%W), frequency of occurrence (%F) and index of relative importance (%IRI).

Prey item	%N	%W	%F	%IRI
Crustacea	63.7	43.7	69.5	66.1
Decapoda	51.2	32.9	58.2	55.0
<i>Charybdis bimaculata</i>	28.7	14.8	30.9	41.1
Unidentified brachyura	8.2	3.6	11.7	5.6
<i>Metapenaeopsis barbata</i>	5.8	4.3	6.3	3.2
<i>Trachysalambria curvirostris</i>	1.1	3.6	2.0	1.7
<i>Metapenaeopsis acclivis</i>	1.3	3.1	1.7	1.3
Alpheidae sp.	1.9	1.2	4.0	0.9
<i>Metapenaeopsis dalei</i>	1.5	1.6	2.1	0.8
<i>Arcania heptacantha</i>	0.2	0.1	0.5	0.0
<i>Solenocera koelberi</i>	0.3	0.0	0.5	0.0
<i>Crangon affinis</i>	0.1	0.1	0.5	0.0
Unidentified decapods	2.1	0.6	3.7	0.4
Stomatopoda	6.2	7.2	11.2	4.0
<i>Anchisquilla fasciata</i>	3.9	3.4	7.0	2.3
<i>Oratosquilla oratoria</i>	1.2	3.3	2.3	1.3
Unidentified stomatopods	1.1	0.5	2.9	0.3
Unidentified crustaceans	6.3	3.6	13.0	7.1
Cephalopoda	5.3	17.4	5.3	3.2
Teuthoidea				
<i>Loliolus japonica</i>	2.5	5.1	0.9	1.3
Unidentified teuthoidea	2.1	0.8	2.9	0.8
Octopoda				
<i>Callistoctopus minor</i>	0.6	11.3	1.0	1.1
Unidentified octopods	0.1	0.1	0.5	0.0
Teleostei	31.0	38.9	39.6	30.7
Clupeiformes				
<i>Engraulis japonicus</i>	11.2	10.7	12.3	11.3
Perciformes				
<i>Jaydia lineata</i>	5.9	7.9	5.2	8.4
<i>Sphyraena pinguis</i>	0.1	4.9	0.5	0.5
<i>Trachurus japonicus</i>	1.0	1.5	1.2	0.3
<i>Amblychaeturichthys hexanema</i>	0.3	0.4	1.0	0.1
Pleuronectiformes				
<i>Cynoglossus interruptus</i>	4.1	5.6	5.9	5.1
<i>Heteromycteris japonica</i>	0.1	0.0	0.0	0.0
Gadiforme				
<i>Bregmaceros</i> sp.	1.3	0.9	1.7	0.6
Anguilliformes				
<i>Muraenesox cinereus</i>	1.0	0.7	0.9	0.3
Unidentified Teleostei	6.0	6.4	13.6	4.1

%N, numerical percentage; %W, gravimetric percentage; %F, frequency of occurrence percentage; %IRI, index of relative importance percentage.

食性指標値

各指標値についてみると (Table 2), %Nは十脚目 51.2%, 魚類 31.0%, 口脚目 6.2%, 頭足類 5.3%の順で, %Wは魚類 38.9%, 十脚目 32.9%, 頭足類 17.4%, 口脚目 7.2%の順で, %Fは十脚目 58.2%, 魚類 39.6%, 口脚目 11.2%, 頭足類 5.3%の順で, %IRIは十脚目 55.0%, 魚類 30.7%, 口脚目 4.0%, 頭足類 3.2%の順で高かった。

餌生物種ごとの%IRIは, フタホシイシガニ *Charybdis bimaculata* (41.1%), カタクチイワシ *Engraulis japonicus* (11.3%), テンジクダイ *Jaydia lineata* (8.4%), ゲンコ *Cynoglossus interruptus* (5.1%) アカエビ *Metapenaeopsis barbata* (3.2%) スジオシヤコ *Anchisquilla fasciata* (2.3%) の順で高かった。このうちフタホシイシガニは%N,%W,%Fでも最も高い値を示した (Table 2)。

月別の各指標値の推移を Fig.3 に示す。%Nは6月, 7月に十脚目が高く, 10月に魚類が高かった。%Wは期間を通して十脚目または魚類が高いが, 2018年6月, 10月, 2019年6月には, 出現した頭足類の重量が大きかった影響で頭足類が高くなった。%Fは期間を通して十脚目および魚類が高かった。%IRIは6月, 7月にフタホシイシガニを主体とする十脚目が高いこと, および10月に魚類 (2018年にはカタクチイワシ主体, 2019年にはゲンコ主体) が高くなる傾向は2年とも共通していたが, 8月, 9月の組成は2018年には魚類 (8月: テンジクダイ主体, 9月: カタクチイワシ主体) が高かったのに対し, 2019年には十脚目 (フタホシイシガニ主体) または不明甲殻類が高かった点で異なっていた。

考 察

空胃率の経月変化

本研究では空胃率が8月に急激に高くなった (Fig.2)。このような現象は, 1950年代に本海域でハモの食性を調べた高井⁵⁾や松清⁶⁾も報告しており, 高井⁵⁾はこのような捕食率の低下は生殖腺の発達に伴う生理的な体質変化に起因すると思われると報告した。当海域の産卵期は生殖腺の発達状態から8~9月と推定されており¹⁸⁾, 本研究においても産卵期のハモは生殖腺の発達に伴い摂餌しなくなる個体が多いと考えられた。

%IRIの経月変化

%IRIは2018年および2019年ともに6月, 7月にはフタホシイシガニを主体とした十脚目が, 10月にはカタクチイワシまたはゲンコを主体とした魚類が高い値を示し (Fig.3), これらが各月の重要な餌となっていることが明らかになった。一方, 8月, 9月の%IRIの値は, 2018年には魚類が高かったのに対し, 2019年には十脚目または不明甲殻類が高く, 両年で異なっていた (Fig.3)。これは前述のようにこの時期には空胃個体が多く, 胃内容物種を確認できた個体が少なかったためと考えられる。

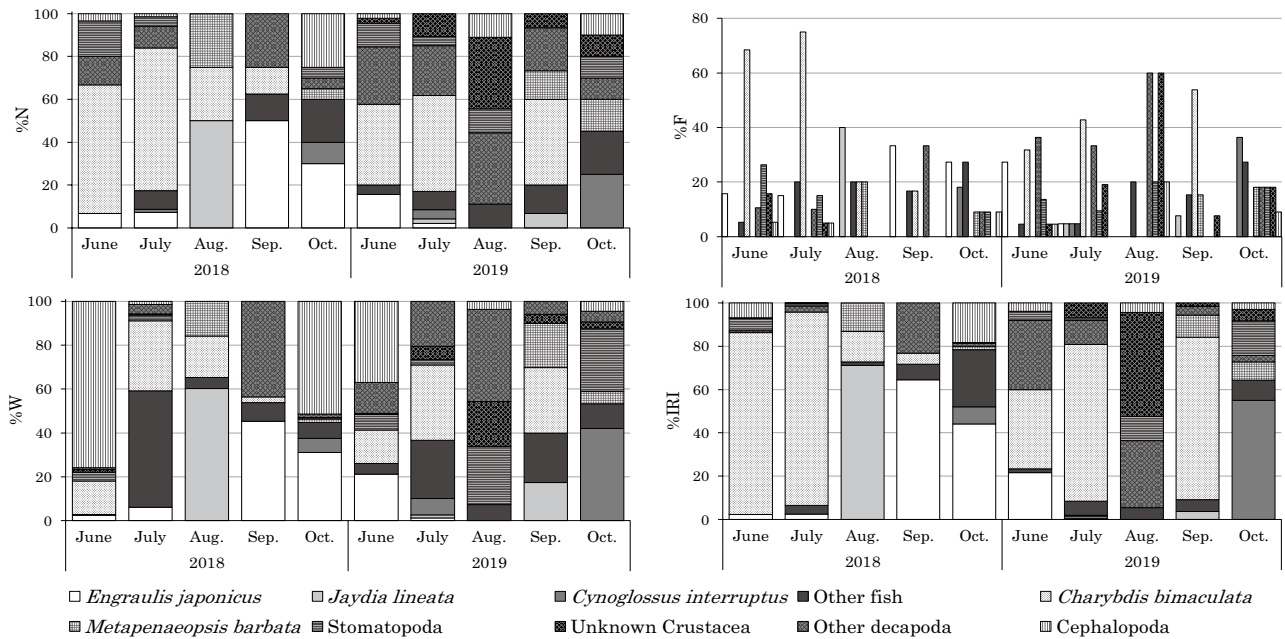


Fig.3 Monthly changes in composition of stomach contents by number of individuals (%N), weight (%W), frequency occurrence (%F) and index of relative importance (%IRI).

%N, %W, %F, %IRI のいずれの食性指標でも最も高い値を示したフタホシイシガニ (Table2) は、当海域では小型底びき網の投棄魚中に普通にみられる種であり¹⁹⁾、1987年から1991年の投棄魚調査における本種の生息密度は5月から8月に高く、10月から12月に低かった²⁰⁾。当海域に隣接する豊前海の投棄魚においてもほぼ同様に、6月から出現が増えはじめ、9月にピークを迎え10月以降は極端に少なくなると報告されている²¹⁾。当海域における本種の生態に関する知見はないが、東京湾では10~11月に孵化し6月に甲幅18mm、9月に20mmほどに成長しその後産卵して死亡する(寿命は1年)ことが報告されている²²⁾。これらのことから、このような本種の季節的出現傾向は、本種の生活史に基づくもので瀬戸内海および東京湾で共通していると考えられる。

このように、フタホシイシガニの消長のタイミングとハモの胃から本種が出現する時期がよく一致していることから、ハモは6月以降、フタホシイシガニを主要な餌として利用するが、10月には本種の個体数が少なくなるため、上記のような魚類など別の餌を主に摂餌するようになると考えられる。

次に、10月にカタクチイワシまたはゲンコを主体とする魚類の%IRIが高かった理由を以下に考察する。

%IRIが調査期間中2番目に高かったカタクチイ

ワシは、2018年9月および10月、2019年6月に高い値を示した(Fig.3)。調査海域に近い周南地方卸売市場水産物市場の調査年におけるカタクチイワシの水揚量を調査した結果、水揚げは1月から5月が主体であり、それ以降の水揚げはほとんどなかった(Fig.4)ことから、調査当時この海域にカタクチイワシが多かった可能性は低く、ハモは偶然回遊してきた本種を捕食したものと推測される。

また、ゲンコはフタホシイシガニ同様に小型底びき網の投棄魚中に周年出現する優占種である¹⁹⁾ことから、ハモの生息水域に多く存在していたため捕食されたと推測される。

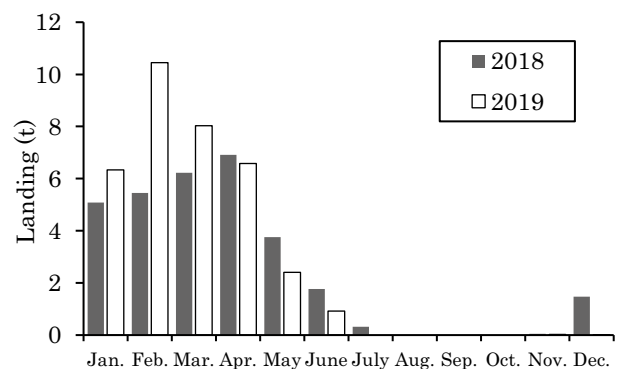


Fig.4 Monthly changes in landings of Japanese anchovy *Engraulis japonicus* at Shunan fish market near the survey area.

Table 3 Comparison of food habits of *M. cinereus* by weight (%W), number of individuals (%N), and index of relative importance (%IRI) among studies.

Year	Sampling Area	Indices*	Prey Items				
			Pisces	Decapoda	Stomatopoda	Cephalopoda	Others
2017-2018	Western Seto Inland Sea	%N	31.0	51.2	6.2	5.3	6.3
1953-1957	Western Seto Inland Sea	%N	17.3	70.2	2.9	8.7	1.0
2017-2018	Western Seto Inland Sea	%W	38.9	32.9	5.5	17.4	5.3
1951-1953	East China Sea	%W	36.3	40.0	4.7	18.5	0.5
1957-1958	Western Seto Inland Sea	%W	67.2	12.2	3.3	14.9	2.3
2015 - 2019	Ise Bay	%W (Annual Mean)	68.0	3.4	16.2	0.7	11.7
2017-2018	Western Seto Inland Sea	%IRI	30.7	55.0	4.0	3.2	7.1
2011	East China Sea	%IRI	94.0	5.6	-	0.4	-

*See Table2 for the indices.

先行研究との比較

胃内容物の組成を過去の食性に関する報告と比較する(Table 3)。

本研究では%N, %W, %F, %IRIとも十脚目および魚類が高い値を示した (Table 2)。

過去の当海域では, 1953年から1957年の調査で%Nが十脚目70.2%, 魚類17.3%, 頭足類8.7%, 口脚目2.9%, 多毛類1.0%⁵⁾, 1957年から1958年の調査では%Wが魚類67.2%, 頭足類14.9%, 十脚目12.2%, 口脚類3.3%と報告されている⁶⁾。また, 東シナ海では1951年から1953年の調査で%Wが十脚目40.0%, 魚類36.3%, 頭足類18.5%, 口脚類4.7%⁷⁾, 2011年の調査で%IRIが魚類94.0%(うちカタクチイワシ66.8%), 十脚目5.6%, 頭足類0.4%と報告されている⁸⁾。さらに, 伊勢湾では2014年から2019年の調査^{9,10)}の平均値で%Wが魚類68.0%, 十脚目3.4%, 頭足類0.7%と報告されている。

このように, 餌生物の組成は年代や海域によって異なっているものの, 魚類または十脚目を主な餌として利用している点では共通している。

当海域における餌生物種の詳細について, 1950年代の先行研究と比較すると, 本研究で出現している餌生物種のほとんどが高井⁵⁾の報告にも出現している。また, フタホシイシガニ, シャコ, カタクチイワシ, テンジクダイの重量割合が高い点は松清⁶⁾の報告と一致している。しかし, 松清⁶⁾の報告で比較的多く出現したマエソ属やキス属, マイワシなどは本研究では確認されなかった。

高井⁵⁾は胃内容物の種組成と生息水域の底生生物群集を比較し, 両者はきわめてよく似ていると述べている。また本研究においても, 村田¹⁹⁾が報告した周防灘で操業する小型底びき網漁業の投棄魚種(テ

ンジクダイ, ゲンコ, フタホシイシガニ, アカエビなど)が胃内容物中に比較的多く出現した (Table 2)。これらのことから, 松清⁶⁾の報告との相違点は, 生息水域の生物相の相違に起因している可能性が高い。実際に当時(1957年および1958年)農林水産統計²³⁾の対象種であったエソ類の漁獲量は平均488トンを, 統計データのある直近年である2006年の漁獲量²⁴⁾91トンと比較して約5倍であり, 当時これらの魚種が現在よりも多く存在していたと推測される。

ハモの摂餌戦略

動物は一般的に, より楽に獲得でき, かつエネルギー価の高い餌をなるべく安全な方法を選択して摂餌し, 結果的にその生息場において最も効率よくエネルギーが得られるように行動するとされている(最適採餌理論)²⁵⁾。

ハモと同様に海産の肉食魚であるスズキの場合²⁶⁾, エネルギー価の低い甲殻類は胃内容物からの出現率がかなり低く, エネルギー価の高いカタクチイワシやサッパなどの浮魚類が最も多く出現しており, これはスズキが比較的エネルギー価が高く, なおかつ大きな群れを作りとらえやすい餌生物を選択的に捕食するという摂餌戦略を持つためであるとされている。本研究でも10月にはカタクチイワシ, ゲンコなどの魚類を多く捕食していたが, 6月, 7月にはエネルギー価の低いフタホシイシガニなどの十脚目を多く捕食していた。(Fig.3)

岡崎ら²⁷⁾によると, ハモは海底に巣穴を形成し, 夜間に巣穴から出て遊泳するが, 人工巣穴(塩ビパイプ)による飼育実験では, 行動が活発な夏期(6月および8月)であっても, 一斉に巣穴から出るのではなく, 一部の個体から徐々に巣穴から出て出入り

行動を繰り返すとされている。

また、著者が飼育中のハモの摂餌を観察したところ、摂餌方法は尾部を人工巣穴（塩ビパイプ）に入れたまま頭部だけを出し、餌に1~2度強く噛みついたあと、すばやく巣穴に引きずり込み、巣穴内で飲み込みやすい向きに啜え直して飲み込むという手順であることがほとんどであり、巣穴から出る時間を最小限にして安全性を高めているように思われた。

これらの観察結果から、ハモは巣穴で過ごす時間が長いこと、遊泳している浮魚類よりも、海底付近に生息する生物を捕食するほうが捕食にかかるエネルギーと被食のリスクを少なくできると考えられる。

このため、生息水域にフタホシイシガニなど底生の餌生物が安定的に出現し、魚類が少なければ、巣穴から出て魚類を捕食するよりも、リスクが低く得られるエネルギーが多くなるため、これらを捕食すると考えられる。しかし、遇来する浮魚類が多ければ、捕食のためにエネルギーを使ってもエネルギーの高い浮魚類を捕食するのではないかと推察される。近年ハモを対象とした漁業は好漁が続いているが、高次捕食者であるハモの資源を高位で安定させるためには、それを支える相当量の餌が必要である。本海域のように、主要な餌を十脚目を主体とする底生生物に依存している場合、十脚目の多くが単年性で、その資源量は環境変化の影響を受けやすいため注意が必要である。たとえば、伊勢湾のフタホシイシガニは夏期の貧酸素水塊の影響で個体数が減少したとの報告がある²²⁾。

急激な餌生物の減少が生じた場合、ハモ資源も減少する可能性が高いので、現在資源状態の把握のために行われている CPUE や年齢組成の把握に加え、胃内容物や生息水域の底生生物のモニタリングも継続して行い、その変化に注意を払う必要がある。

謝 辞

本研究を行うにあたり、標本採集に際して多大な協力をいただいた山口県漁協吉佐支店向島支所の秀漁丸船長ならびに漁協職員の皆様に感謝する。また、試料の測定および整理に協力いただいた山口県水産研究センター職員の方々に感謝する。本研究で使用した標本の一部は、水産庁の資源・漁獲情報ネットワーク構築事業で採集したものを利用した。

文 献

1) Watari S., M. Murata, Y. Hinoshita, K. Mishiro,

S. Oda, M. Ishitani (2013): Re-examination of age and growth of daggertooth pike conger *Muraenesox cinereus* in the western Seto Inland Sea, Japan. *Fisheries Science*, **79**, 367-373.

- 2) Watari S., M. Murata, T. Baba, S. Oda, M. Ishitani, K. Mishiro, Y. Uchida (2014): Fisheries resource management of the daggertooth pike conger, *Muraenesox cinereus*, using existing limited datasets in the western Seto Inland Sea, Japan. *Fisheries Management and Ecology*, **21**, 470-479.
- 3) 宮内正幸・俵積田貴彦 (2016): 福岡県豊前海域におけるハモの漁獲実態と生物学的特性. 福岡県水産海洋技術センター研究報告, **26**, 39-46.
- 4) 村田 実 (2017): 山口県瀬戸内海産ハモの漁獲実態. 山口県水産研究センター研究報告, (14), 27-43.
- 5) 高井 徹 (1959): 日本産重要ウナギ目魚類の形態, 生態および増殖に関する研究. 水産講習所研究報告, **8**, 1-349.
- 6) 松清恵一 (1959): 山口県瀬戸内海における重要生物の生態学的研究, 第 20 報, ハモ *Muraenesox cinereus* (FORSKAL), 山口県内海水産試験場業績, **10** (1), 93-100.
- 7) 野中英夫 (1956): ハモ属の資源生物学的研究—II, ハモ *Muraenesox cinereus* の食性. 日本水産学会誌, **22** (2), 73-81.
- 8) Young S. A., J. M. Park, H. J. Kim, G. W. Baeck (2012): Feeding Habits of Daggertooth Pike Conger *Muraenesox cinereus* in the Coastal Water off Goseong, Korea. *Korean journal of fisheries and aquatic sciences*. **45**(1), 76-81.
- 9) 愛知県・和歌山県・徳島県・高知県・大分県 (2016-2018): ハモ. 資源評価調査報告書 (資源動向調査), (http://abchan.fra.go.jp/resource_trends_report/index.html, 2020年11月19日)
- 10) 愛知県・和歌山県・徳島県・高知県・大分県 (2019-2020): ハモ. 資源評価調査報告書, (http://abchan.fra.go.jp/resource_trends_report/2018/201803.pdf, 2020年11月19日, <http://abchan.fra.go.jp/digests2019/trends/201903.pdf>, 2020年11月19日)
- 11) 和西昭仁 (2004): 山口県周防灘海域における最近30年間の水温変動, 山口県水産研究センター研究報告, (2), 1-25.

- 12) 中坊徹次編 (2013) : 日本産魚類検索 全種の同定 第三版. 東海大学出版会, 神奈川, 2428pp.
- 13) 林 健一(1992) : 日本産エビ類の分類と生態 I. 根鰓亜目. 生物研究社, 東京, 300pp.
- 14) 林 健一(1992) : 日本産エビ類の分類と生態 II. コエビ下目(1). 生物研究社, 東京, 292pp.
- 15) 浜野龍夫 (1995) : トゲエビ亜目. 原色検索日本海岸動物図鑑 [II] (西村三郎編), 保育社, 大阪, 144-152.
- 16) 窪寺恒己 (2000) : 頭足綱. 日本近海産貝類図鑑 (奥谷喬司編), 東海大学出版会, 東京, 1131-1151.
- 17) Pinkas L, Oliphant MS, Iverson IK. (1971): Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. *California Fish and Game*. **152**, 1-105.
- 18) 國森拓也・馬場俊典・秦 伸介 (2020) : 漁業生産増大推進事業 (小型底びき網漁業) - ハモの資源動向に関する研究 - 平成 30 年度山口県水産研究センター事業報告, 46.
- 19) 村田 実 (2018) : 山口県周防灘竹島・佐波島沖で操業する小型底びき網漁業の漁獲物の変遷. 山口県水産研究センター研究報告, (15), 17-22.
- 20) 木村博・檜山節久・吉岡貞範・岡部千里 (1993) 小型底曳網漁船の投棄魚の研究 - II. 山口県内海試験場報告, (22), 26-35
- 21) 石谷誠・江藤拓也(2009) : 小型底びき網漁業における混獲投棄魚の実態について. 福岡県水産海洋技術センター研究報告, **19**, 21-27.
- 22) Doi W., Y. Masashi, C. A. Strüssmann, S. Watanabe (2008) : Growth and reproduction of the portunid crab *Charybdis bimaculata* (Decapoda: Brachyura) in Tokyo Bay. *Journal of Crustacean Biology*, **28**(4), 641-651.
- 23) 農林省山口統計調査事務所 (1958-1959) : 山口農林水産統計年報.
- 24) 中国四国農政局山口農政事務所 (2008) : 第 54 次山口農林水産統計年報.
- 25) Stephens, D. W., J. R. Krebs. (1986): *Foraging Theory*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 262pp.
- 26) 森 友彦 (2015) : 野生下におけるスズキ *Lateolabrax japonicas* のエネルギー収支に関する研究. 東京大学大学院農学生命科学科博士論文, 138pp.
- 27) 岡崎孝博・上田幸男・浜野龍夫 (2011) : ハモの巣穴出入行動における日周および季節変化. 日本水産学会誌, **77**(4), 600-605.
- 28) Narita T., M. Ganmanee, H. Sekiguchi (2008): Population dynamics of portunid crab *Charybdis bimaculata* in Ise Bay, central Japan. *Fisheries Science*, **74**, 28-40.

山口県日本海域におけるヒラメの成長の再検討

河野光久

Re-examination of Growth of Japanese Flounder *Paralichthys olivaceus*
in Waters off Yamaguchi Prefecture, Southwestern Japan Sea

Mitsuhisa KAWANO

The author re-examined the growth equation based on the number of rings in the otolith and the elapsed time after hatching, because the growth equation of Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* in the coastal waters off Yamaguchi Prefecture, southwestern Japan Sea by Kawano (1992) had a problem which the growth of the young fish was very slow. The length-at-age data were fitted to the von Bertalanffy's equations by non-linear least squares method. The equations were estimated as follows: $Lt = 816.2 (1 - \exp(-0.139 (t + 2.053)))$ for males and $Lt = 1042.2 (1 - \exp(-0.144 (t + 1.034)))$ for females, where Lt is the total length (mm) at t year-old. The growth of the young fish estimated by this equation was faster than that estimated by Kawano (1992), but slower than that estimated by pursuing the mode of the monthly total length. The total lengths of one and two-year age fish were estimated by pursuing the mode were 28-30 cm and 40-42 cm, respectively. They were nearly equal to those in the waters off northwest of Kyushu and off Tajima.

Key words: *Paralichthys olivaceus*; Growth; Southwestern Japan Sea

山口県日本海域のヒラメ *Paralichthys olivaceus* の成長については、河野¹⁾が1997年に耳石の年輪を基に von Bertalanffy の成長式を雌雄別に求めている。本種の成長は日本海および太平洋岸ではほぼ南の海域ほど成長が早いことが知られているが²⁾、河野¹⁾の成長式では他海域に比べ若齢魚の成長が悪すぎる（例えば、雌は1歳で全長167mmとされ、北方の青森県³⁾のそれ(213mm)より小さい。）という問題があった。これは本海域では1~3歳の若齢魚主体で漁獲されるヒラメの全長組成を年齢分解する上で致命的な問題である。本報告ではこの問題を解決するため、河野¹⁾の耳石輪読データにおける各個体の採集月の情報を活かして、ふ化後経過月数を求め、それを年換算して年齢として成長式を推定するとともに、市場に水揚げされたヒラメの全長組成の経月変化を調べ、推定された若齢魚の成長の妥当性について検討した。さらに、本種は成長に雌雄差があることが知られており¹⁻³⁾、全長組成を年齢組成に変換するためには、性比の情報が必要となることから、全長階級別の性比を調べた。本海域のヒラメの性比についてはすでに河野¹⁾により報告されているが、用いた標本数が488個体と少なかったため、その後得られた標本を

め、標本数を3,103個体に増やして調べた結果を報告する。

材料および方法

耳石による成長推定に用いたデータは、河野¹⁾と同一の1988~1995年に山口県日本海沿岸域で刺網または小型底曳網により漁獲されたヒラメ314個体(雄167個体、雌131個体、性不明12個体)の全長(mm)と耳石の年輪数である。成長式の推定は、本海域における産卵期が3~5月とされていることから¹⁾、4月をふ化月として各個体のふ化後経過月数を年換算してそれを年齢とし、年齢と全長との関係を von Bertalanffy の成長式に当てはめて推定した。成長式の各パラメータは五利江⁴⁾に従い MS-Excel のソルバー機能により非線形最小二乗法を用いて推定した。なお雌雄別の成長式推定に際しては、小型の性不明個体を雌雄それぞれに含めてデータを解析した。

若齢魚の成長を推定するために用いた全長データは、1994年1月から1995年12月に小型底びき網、刺網、定置網などの沿岸漁業により仙崎漁協地方卸売市場(現山口県漁協仙崎地方卸売市場;以下、仙崎市場)に水揚げされたヒラメを山口県外海水産試験場職員が市場で

計測して得られたものである。データの解析にあたっては、2か年の全長データを月別に1cm階級でまとめて3項移動平均を行い、ヒストグラムを作成した。そして、4月をふ化月として全長組成のモードの推移から2歳魚までのvon Bertalanffyの成長式を推定した。成長式のパラメータ推定は五利江⁹⁾に従った。

全長階級別の性比を明らかにするために用いたデータは、1988年から2019年に前述の沿岸漁業により主に仙崎市場に水揚げされ精密測定に供された3,103個体の全長データである。

結 果

耳石による年齢と成長

雌雄別のふ化後経過年数 (t) と全長 (Lt, mm) から非線形最小二乗法によって推定されたvon Bertalanffyの成長式は以下のとおりであった (Fig. 1)。

$$\text{雄: } Lt = 816.2 (1 - \exp(-0.139(t + 2.053))), \\ n = 179$$

$$\text{雌: } Lt = 1042.2 (1 - \exp(-0.144(t + 1.034))), \\ n = 143$$

これらの成長式から計算された満年齢の雌雄別の全長は、雄では1歳283mm, 2歳353mm, 3歳413mm, 4歳465mm, 5歳511mm, 6歳551mm, 7歳585mm, 雌では1歳265mm, 2歳369mm, 3歳460mm, 4歳538mm, 5歳605mm, 6歳664mm, 7歳715mmであった。

全長モードに基づく若齢魚の成長

全長組成の山のモードに注目すると (Fig. 2), 0歳

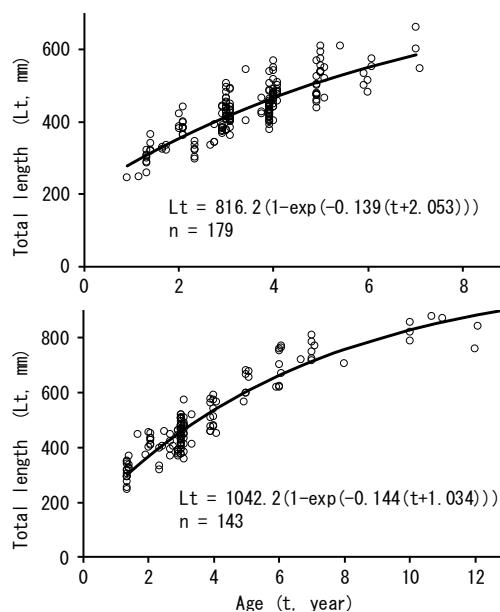


Fig.1 Relationships between the age and total length for male (upper) and female (lower) *Paralichthys olivaceus*. The line indicates the estimated von Bertalanffy growth equation. Small circles show the observed data.

魚を示す山は8月に全長モード18cmで初めて出現した。その後0歳魚の全長モードは経月的に大きくなり、1月には28cmになった。しかし、2~3月には0歳魚の比率が低下し、その全長モードは不明瞭になった。5~9月には1歳魚を示す山の全長モードが30~33cmに出現し、10~11月には38~42cmと大きくなったが、12~3月には40~43cmとほとんど大きくならなかった。その後4月には2歳魚となり、42cmに全長モードが出現した。

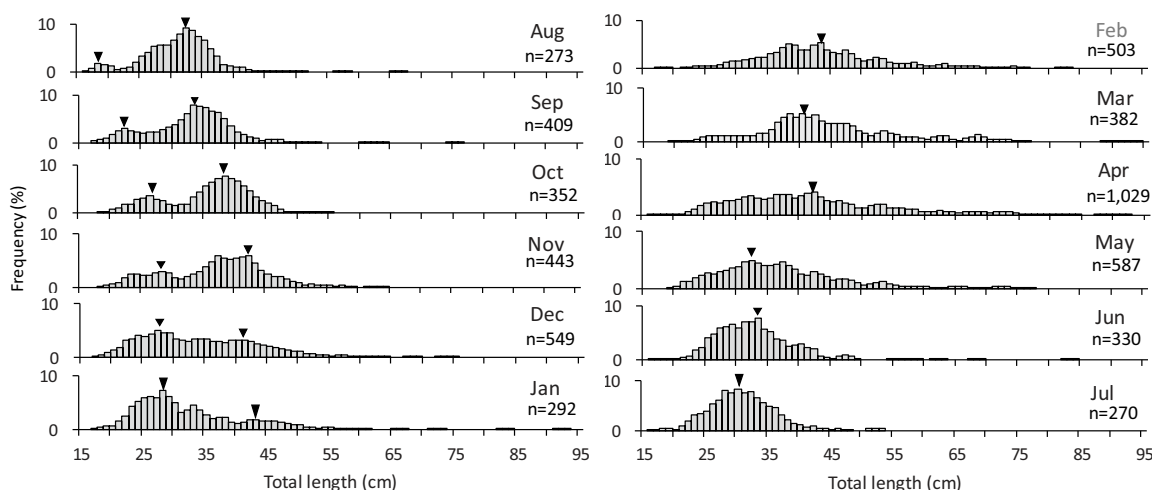


Fig.2 Monthly changes in total length of *Paralichthys olivaceus* caught in coastal waters off Yamaguchi Prefecture, southwestern Japan Sea. Black triangles show the modes of 0 - 1 year ages.

4月をふ化月として全長組成のモードの推移からふ化後24カ月(2歳魚)までの von Bertalanffy の成長式を以下のとおり推定した (Fig. 3)。

$$L_t = 42.3 (1 - \exp(-0.128t))$$

ここで L_t はふ化後 t カ月後の全長 (cm) である。

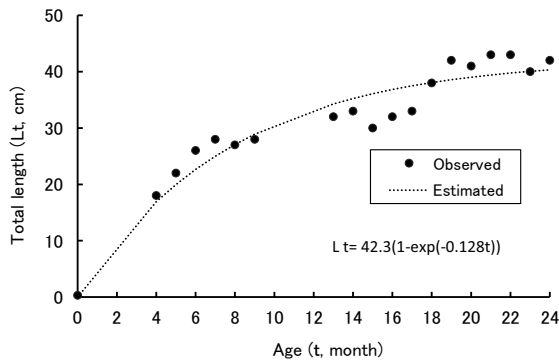


Fig.3 Relationships between the age and total length of young *Paralichthys olivaceus*. The line indicates the estimated von Bertalanffy growth equation. Small circles show the observed modes in the total lengths.

全長階級別性比

雌の出現率は全長 450mm 未満では 30.4~37.7% と 50% を下回ったが、全長 450mm 以上で 50% を超え、概ね全長が大きくなるほど雌の出現率が高くなり、全長 750mm 以上では 100% となった (Table 1)。

Table 1 Frequency of females by total length.

Total length (mm)	N. of females	N. of males	Frequency of females (%)
200-299	38	87	30.4
300-349	105	202	34.2
350-399	210	425	33.1
400-449	331	547	37.7
450-499	306	237	56.4
500-549	164	103	61.4
550-599	117	29	80.1
600-649	60	26	69.8
650-699	36	4	90.0
700-749	23	2	92.0
750-900	51	0	100.0
Total	1441	1662	46.4

考 察

今回、各個体のふ化後経過月数を考慮して成長式を求めた結果、1歳の雌の全長は 265 mm と推定され、青森県の 1歳の雌 (213mm) より大きく、若齢魚の成長が極端に悪いという問題は改善できた。

しかし、仙崎市場に水揚げされた 0 歳魚の全長モードはふ化後 9 カ月の 1 月には 28cm に達し、さらに 1 歳魚になった 5~9 月には全長モードが 30~33cm になったことから (Fig. 2)、満 1 歳の 4 月には全長モードは 28~30cm には達するものと推察され、推定された成長式ではまだ若齢魚の成長が過小に評価されている可能性が高い。

満 1 歳の全長モードが 28~30cm と推定されること、および満 2 歳となる 4 月の全長モードが 42cm であったこと (Fig. 2)、さらに全長 450mm 未満では雌の出現率が 30% 台であること (Table 1) を考慮すると、既往研究のヒラメの成長式の中で本海域の若齢魚の成長に近い成長を示すのは、近隣の九州北西部海域⁵⁾および兵庫県但馬海域⁶⁾である (Table 2)。

Table 2 Comparison of growths of young *Paralichthys olivaceus* among different localities.

Age (year)	Total length (mm)				
	This study*	NW off Kyushu ⁵⁾		Tajima ⁶⁾	
	Female+Male	Female	Male	Female	Male
1	280-300	311	306	284	280
2	420	433	397	409	375

*Based on the mode in total length.

本海域のヒラメの性比について河野¹⁾は、長崎県沿岸域と比較的よく似ており、全長 30~60cm では雄の方が多く、それ以上の大きさでは雌の方が多くと報告している。今回標本数を大幅に増やした結果、全長 450mm 未満では雄の方が多く、全長 450mm 以上で雌の方が多くなることが明らかになった。このことは、性比が標本数に影響を受けることを示しており、全長別性比を把握するために可能な限り標本数を増やした方がよいと考えられる。

これまで本海域のヒラメの年齢別漁獲尾数の算出にあたっては、但馬海域の Age-length key⁶⁾が用いられてきた。しかし、福岡県筑前海で放流された個体が福岡県の他に長崎県および山口県で再捕されていることから⁷⁾、九州北西部海域のヒラメは本海域のヒラメと同一系群と考えられること、および但馬海域の Age-length key は雌雄込みで作成されていることから、今後は今回得られた全長階級別性比を基に雌雄別に漁獲物の全長組成を求めた上で、九州北西部海域の雌雄別 Age-length key⁵⁾を適用して年齢別漁獲尾数を算出する方がより適切であると考えられる。

文 献

- 1) 河野光久 (1997) : 山口県沿岸海域におけるヒラメの資源生物学的研究. 山口外海水産試験場研究報告. **26**, 27-58.
- 2) 小澤貴和・三浦信昭・鶴田和弘 (1995) : 九州南西海域産ヒラメ *Paralichthys olivaceus* の年齢と成長. 日本水産学会誌, **61**(4), 505-509.
- 3) 小田切譲二・池内 仁・奈良賢静・小倉大二郎 (1985) : 青森県北部日本海におけるヒラメの年令と成長. 昭和 59 年度青森県水産試験場事業報告. (15), 165-176.
- 4) 五利江重昭 (2001) : MS-Excel を用いた成長式のパラメータ推定. 水産増殖, **49**, 519-527
- 5) 金丸彦一郎・一丸俊雄・伊藤正博 (2007) : 九州北西部海域におけるヒラメの Age-Length Key. 佐賀県玄海水産振興センター研究報告, (4), 75-78.
- 6) 五利江重昭・大谷徹也・宮原一隆 (2005) : 兵庫県但馬沿岸域におけるヒラメの資源特性. 兵庫県立農林水産技術総合センター研究報告, (38), 7-13.
- 7) 伊藤正博・寺井千尋 (1993) : 標識放流からみたヒラメの季節回遊について. 福岡県海洋水産技術センター研究報告, (1), 1-18.

謝 辞

本研究で使用したデータの一部は我が国周辺水産資源調査・評価等推進委託事業で得られたものである。

日本海南西海域における沖合底びき網による ヒラメ無眼側黒化魚の漁獲実態

河野光久

Fishing Condition of Blackened Japanese Flounder, *Paralichthys olivaceus* on the Blind Side
by Offshore Trawl in the Southwestern Japan Sea

Mitsuhsisa KAWANO

The author analysed landings of Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus* by offshore trawl operated in the southwestern Japan Sea. Landings of the fish had decreased during 2008 to 2015 and then increased. On the other hand, landings of the blackened fish on the blind side had decreased during the period of 2008 to 2019. The landings were composed of mainly 2-3 year age fishes. The mix rate (number of blackened fish / total catch in number) decreased from 2.2 % in 2008 to 0.3 % in 2019.

Key words: *Paralichthys olivaceus*; Blackened Japanese flounder; Offshore trawl; Southwestern Japan Sea

2019年度ヒラメ (*Paralichthys olivaceus*) 日本海西部・東シナ海系群の資源評価¹⁾によれば、当該海域におけるヒラメの10.8~15.9%は放流種苗由来であり、天然の加入群を下支えする一定の効果があると考えられている。その効果の算定に当たっては、海域ごとに無眼側黒化魚(以下、黒化魚という。)を放流魚の指標として、その混入率を基に1歳魚への放流魚の添加効率が推定されているが、黒化魚の混入率は各県の沿岸漁業の調査結果が用いられているだけである。本種は日本海南西海域において小型底びき網、釣り、定置網などの沿岸漁業の他に沖合底びき網2そうびき(以下、沖底という。)でも漁獲されており、近年毎年100トン前後、金額で5~8千万円のヒラメが下関漁港に水揚げされている(下関中央魚市場株式会社資料)。しかし、その実態は十分に解明されているとはいえず、特に黒化魚の混入状況についてはまったく知見がない。そこで、本研究は下関漁港を根拠港とする沖底によるヒラメの漁獲実態を調べ、黒化魚の混入状況を明らかにすることを目的とした。

材料および方法

本研究で用いたヒラメの水揚げ資料は、下関漁港を根拠港とする沖底によって2008~2019年に下関漁港に水揚げされた入数別水揚げ箱数(下関中央魚市場株式会社資料)である。

水揚げされたヒラメの年齢別漁獲尾数を推定するため、まず2005~2017年に沖底により下関漁港に水揚げされヒラメの全長を市場で入数別に測定することにより、入数別全長組成を求めた(Appendix table)。そして、年別入数別箱数と入数別全長組成を基に年別全長組成を推定した。なお、入数不明の箱については入数別箱数の組成を当てはめた。さらに、年別全長組成に五利江ら²⁾の年齢-全長キーを適用して2008~2019年の年別年齢別漁獲尾数を求めた。

水揚げ資料では黒化魚は魚名上、“平目紋”として天然魚とは区別されているので、ヒラメ漁獲尾数に占める“平目紋”の漁獲尾数の比率(%)を黒化魚の混入率とした。

結 果

水揚げ箱数の経年変化および経月変化

下関漁港における沖底によるヒラメの水揚げ箱数は、2009~2012年までは11千箱台を維持していたが、その後減少傾向となり、2016年は7千箱台まで減少した。その後は増加傾向に転じ、2019年には再び11千箱台に回復した(Fig.1)。

一方、黒化魚の水揚げ箱数は2008年の233箱から2019年まで減少傾向が継続し、2019年にはわずか38箱にまで減少した(Fig.1)。

沖底によるヒラメの盛漁期は12~5月で、黒化魚の多

獲月も同様であった (Fig. 2)。

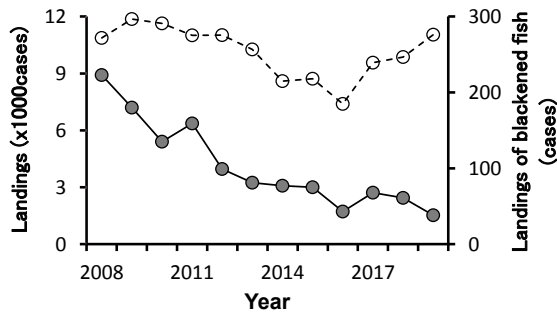


Fig.1 Trends of landings of *Paralichthys olivaceus* caught by offshore trawl in the southwestern Japan Sea. Open circle and closed circle show the total and blackened fish, respectively.

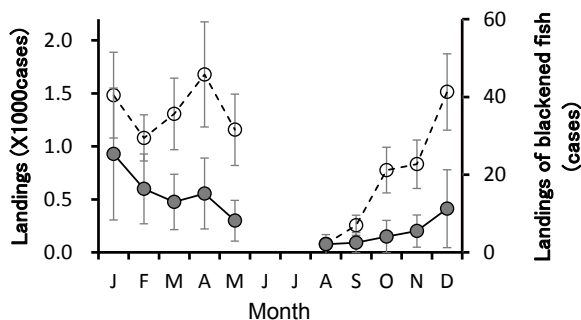


Fig.2 Monthly mean landings of *Paralichthys olivaceus* caught by offshore trawl in the southwestern Japan Sea during the period of 2008 to 2019. Symbols are same as shown in Fig.1. Vertical bars show the standard deviations.

年齢別漁獲尾数

漁獲尾数について見ると、総漁獲尾数は 2008 年の 55 千尾を最高として、その後 2016 年まで減少傾向が続き、2016 年には 25 千尾となったが、2017~2019 年には 34~38 千尾まで増加した (Fig. 3)。

一方、黒化魚の漁獲尾数は、黒化魚の水揚箱数と同様に 2008 年以降減少傾向が続き、2008 年の 1.2 千尾から 2019 年には 0.1 千尾に大きく減少した (Fig. 4)。

漁獲尾数を年齢別に見ると、総漁獲尾数および黒化魚漁獲尾数ともに 2 歳魚が最も多く、2 歳魚と 3 歳魚を併せるとそれぞれ 40~60%を占めた (Figs. 3, 4)。

黒化魚混入率

黒化魚の混入率は 2008 年以降減少傾向が続き、2008 年

の 2.2%から 2018 年には 0.5%、さらに 2019 年には 0.3%まで顕著に低下した (Fig. 5)。

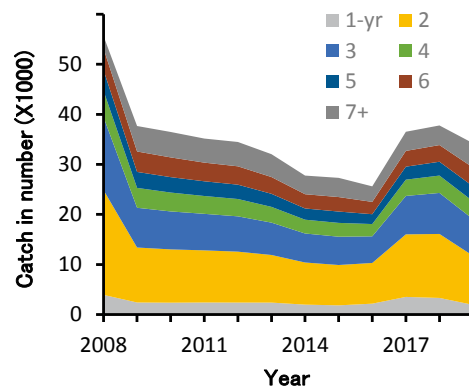


Fig.3 Trend of catch in number of *Paralichthys olivaceus* caught by offshore trawl in the southwestern Japan Sea by age.

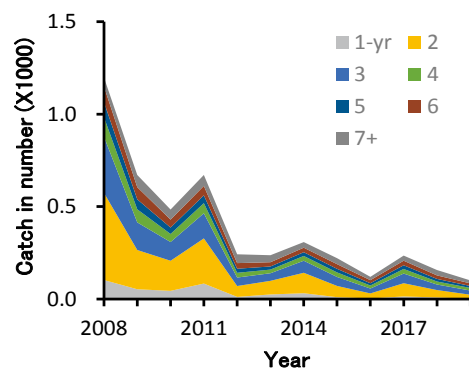


Fig.4 Trend of catch in number of blackened *Paralichthys olivaceus* caught by offshore trawl in the southwestern Japan Sea by age.

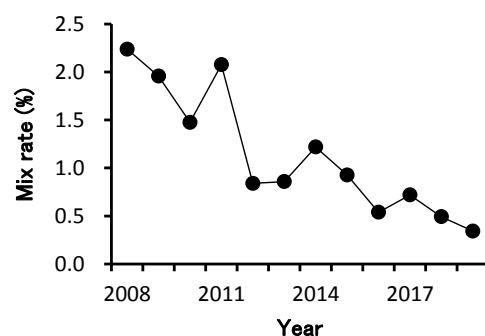


Fig.5 Trend of mix rate (number of blackened fish / total catch in number) of blackened *Paralichthys olivaceus* caught by offshore trawl in the southwestern Japan Sea..

考 察

2018年の黒化魚の混入率は沖底では0.5%であったのに対し (Fig. 5), 日本海西部沿岸の各県では4.6~14.3%, 東シナ海沿岸の各県では14.9~28.7%であった¹⁾ことから, 沖底の黒化魚混入率は沿岸漁業のそれに比べかなり低いといえる。また, 沖底による水揚箱数および漁獲尾数を調べた結果, 水揚箱数および漁獲尾数は共に2008年以降2016年まで減少傾向を示した後増加に転じたが (Figs. 1, 3), 黒化魚のそれらは2019年まで減少傾向が続き (Figs. 1, 4), それが黒化魚混入率の顕著な低下 (Fig. 5) につながっていることが明らかになった。

山口県日本海沿岸域では, ヒラメ放流魚は1~2歳魚主体に漁獲されるが³⁾, その沖合の日本海南西海域で操業する沖底ではそれより大型の2~3歳魚が主に漁獲されていること (Fig. 3), および黒化魚の漁獲尾数が近年著しく減少している (Fig. 4) ことから, ヒラメ放流魚は2歳魚以上になると沖合域へ分布を広げるが, 沖合域での放流魚の生き残りは沿岸域に比べ悪く, しかも近年いっそう

悪化していることが示唆される。

このため, 沖底で漁獲されたヒラメ黒化魚に山口県日本海沿岸域で放流された人工種苗が多く含まれると仮定して, それを山口県の放流効果に加えたとしても, 近年0.1%以下と低迷する放流魚の回収率³⁾の向上にはあまり貢献しないであろう。

文 献

- 1) 西海区水産研究所: 令和元(2019)年度ヒラメ日本海西部・東シナ海系群の資源評価 . (abchan.fra.go.jp/digest2019/details/201963.pdf, 2020年9月15日参照)
- 2) 五利江重昭・大谷徹也・宮原一隆(2005): 兵庫県但馬沿岸域におけるヒラメの資源特性. 兵庫県立農林水産技術総合センター研究報告, **38**, 7-13.
- 3) 河野光久・大田寿行(2021): 2010~2015年に山口県日本海沿岸域に放流したヒラメ人工種苗の放流効果(短報). 山口県水産研究センター研究報告, (18), 17-18.

Appendix table Composition of total length of *Paralichthys olivaceus* by commercial size category "Iri" (number of fish laid in a tray).

TL (mm)	Commercial size category "Iri"										
	1	2	3	4	5-6	7-8	9-10	11-12	13-15	16-20	21-
300-309											
310-319											
320-329										1	2
330-339									1	2	1
340-349									3	1	1
350-359								1	3	4	5
360-369						1	5	2	1	3	0
370-379					1	6	3	4	2	3	7
380-389					6	5	11	8	7	3	10
390-399				4	7	6	8	3	5	2	6
400-409			1	2	5	13	9	3	10	7	4
410-419			2	1	5	6	17	10	8	12	7
420-429			1	2	10	9	18	6	6	9	4
430-439			0	0	7	12	19	7	5	11	5
440-449			4	0	14	21	15	6	3	7	5
450-459			2	6	11	14	15	5	1	10	4
460-469		1	2	4	17	20	13	7	3	9	2
470-479		2	2	8	14	12	16	3	0	8	1
480-489		2	7	13	23	18	12	4	1	5	2
490-499		3	5	19	22	14	18	1	1	1	1
500-509		3	3	13	14	15	5	4	1	4	
510-519		6	9	26	29	10	5	6	1	3	
520-529		9	13	16	19	10	3	3	0	2	
530-539		11	9	21	26	14	2	2	2	1	
540-549		5	13	23	17	12	4	4	0		
550-559		14	14	21	11	9	2	2	1		
560-569		19	19	24	15	10	3	2	1		
570-579		15	15	21	13	6	6	2			
580-589		27	11	27	10	9	0	2			
590-599		8	19	20	11	4	4	2			
600-609	1	19	26	14	8	2	1				
610-619	3	21	21	17	9	1					
620-629	4	15	15	9	9	2					
630-639	3	29	19	6	11	2					
640-649	2	17	13	3	10	2					
650-659	11	31	11	8	7	2					
660-669	10	18	11	2	5						
670-679	10	25	8	5	4						
680-689	6	17	9	2	5						
690-699	9	26	5	3	1						
700-709	18	26	2	2							
710-719	19	21	0								
720-729	13	14	1								
730-739	20	13	1								
740-749	13	13	1								
750-759	10	8									
760-769	13	6									
770-779	18	8									
780-789	15	4									
790-799	11	5									
800-809	8	2									
810-819	18	6									
820-829	14	1									
830-839	13										
840-849	12										
850-859	5										
860-869	3										
870-879	4										
880-889	4										
890-899	3										
Total	293	470	294	342	376	267	214	99	66	108	67

2010～2015年に山口県日本海沿岸域に放流した ヒラメ人工種苗の放流効果（短報）

河野光久・大田寿行*

Effectiveness of the Releases of Hatchery-produced Japanese Flounder,
Paralichthys olivaceus Released in Coastal Waters off Yamaguchi Prefecture,
Southwestern Japan Sea during 2010-2015 (Short paper)

Mitsuhisa KAWANO and Hisayuki OTA

A total of 3,311,000 hatchery-produced Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus* (41-95mm TL) were released in coastal waters off Yamaguchi Prefecture, southwestern Japan Sea during 2010 to 2015. We investigated the effectiveness of the releases of the fishes by finding blackened ones on the blind side at major fish markets in Yamaguchi Prefecture during 2010 to 2019. The released fish were mainly caught during one to three year-ages. Recapture rate and economic efficiency of the fish were 0.16-0.27% and less than 0.10, respectively.

Key words: *Paralichthys olivaceus*; Hatchery-produced Japanese flounder; Effectiveness of releases

山口県日本海域では1989年に放流効果実証事業としてヒラメ人工種苗の放流が開始されて以来、毎年人工種苗が放流されてきている。しかし、その放流効果については1991～1993年に長門海域で放流された種苗（平均全長52～120mm）の回収率が6.5～15.5%¹⁾、2005～2006年放流群（平均全長30～82mm）の日本海中西部海域（石川～山口県）における1～3歳の回収率が0.55～0.79%²⁾と推定されているのみで、近年の放流効果については明確にされていない。

本報告は2010～2015年各年放流群の放流効果の解明を目的とし、放流後概ね5歳までの放流効果を調べた。

放流種苗は（公社）山口県栽培漁業公社により生産されたもので、直接あるいは中間育成後、2010年以降毎年50万尾前後、2015年までの6年間で合計3,311千尾が放流された（Table 1）。放流種苗の全長は41～95mmで、無眼側の黒化率は27.2～74.5%であった（Table 1）。

放流魚の検出は、2010～2019年に山口県水産研究センターの職員が山口県漁協萩地方卸売市場（以下、萩市場）

Table 1 Summarized results of release of hatchery-produced Japanese flounder in coastal waters off Yamaguchi Prefecture, southwestern Japan Sea .

Releasing year	N. fish released	N. fish blackened	Blackened rate (%)	TL (mm)
2010	567,000	422,415	74.5	80- 81
2011	614,000	352,436	57.4	52- 76
2012	547,000	306,320	56.0	41- 74
2013	614,000	349,366	56.9	56- 81
2014	528,000	212,784	40.3	51- 85
2015	441,000	119,952	27.2	57- 95
Total	3,311,000	1,763,273		

* 山口県農林水産部水産振興課

および山口県漁協仙崎地方卸売市場（以下、仙崎市場）に水揚げされたヒラメの全長を測定するとともに、無眼側の黒化の有無を判定することにより行った。黒化の判定は宮津栽培漁業センターの判定基準³⁾に従った。

放流効果の推定は以下の方法で行った。まず、五利江⁴⁾の年齢—全長キーを用いて黒化魚と天然魚の年間の全長組成を年級分解した。次に、検出した年齢別黒化魚の尾数を各年放流群の黒化率で補正した後、五利江⁴⁾の全長—体重関係式を基に調査重量を算出し、市場漁獲量と調査重量の比で引き伸ばして放流魚の漁獲尾数を求めた。市場漁獲量は萩市場と仙崎市場の合計値を使用した。利益率は、年級別の放流魚の漁獲金額を種苗費用で除して求めた。ここで放流魚の漁獲金額は、年齢別体重に萩市場における2015年の平均単価(1,358円/kg)を乗じて算出した年齢別単価を年齢別漁獲尾数に乗じて求めた。また、種苗費用は種苗1尾当たりの単価を32円として放流尾数を乗じて求めた。

各年放流群の回収尾数は920~1,667尾で、回収率は0.16~0.27%と著しく低かった(Table 2)。

漁獲の主体は概ね1~2歳魚であった(Table 2)。

種苗費用は1.4~2千万円近く掛かったのに対し、放流魚の漁獲金額は120~180万円しかなかったため、利益率は0.1以下で1を大きく下回った(Table 2)。

山口県放流群のうち日本海中西部における自県回収割合は、1歳魚で0.66~0.89、2歳魚で0.49~0.88、3歳魚で0.25~0.44と推定されている²⁾ほか、福岡県以西の海域での再捕も考えられることから、推定された回収率および利益率は過小評価になっていると考えられる。しかし、これらの過小評価を考慮しても、回収率が1%を下回り、利益率が1を大きく下回っていることはほぼ間違いないであろう。

今回推定された2010~2015年放流群の回収率(0.16~0.27%)は、2005~2006年放流群の回収率(0.55~0.79%)²⁾より低いことから、近年山口県日本海域におけるヒラメの放流効果がいつそう低下してきていることが窺える。本県瀬戸内海域でも回収率が1990年代以降2000年代にかけて経年的に低下しており⁵⁾、その原因についていわし等の餌生物の減少⁵⁾や環境収容力を超えた放流⁶⁾が影響した可能性が指摘されている。同様に、本県

日本海域でもヒラメの成育環境が悪化している可能性が高い。このような成育環境の悪化に加え、山口県では1990年代初めに比べ近年ヒラメを獲る漁業者が激減していることも影響していると考えられる。

日本海中西部各府県間の放流群の回収率には明瞭な差があり、京都府および石川県では2.6~10.0%と高いが、山口、島根、兵庫県では1%以下と著しく低いことがわかっている²⁾が、その原因は明確ではない。このため、本県単独で費用対効果を1以上にする対策を講じることは現状では難しく、トラフグのように広域での資源維持・増大を目指した適地放流を徹底するなど、放流のあり方を見直す必要がある。

謝 辞

市場調査に御配慮いただいた萩市場並びに仙崎市場の職員の皆様に感謝する。なお、市場調査は我が国周辺水域資源調査推進委託事業で実施した。

文 献

- 1) 社団法人山口県栽培漁業公社(1996):マダイ・ヒラメ放流効果実証事業報告書, 35pp.
- 2) 石川県・福井県・京都府・兵庫県・鳥取県・島根県・山口県(2010):日本海中西部ヒラメ広域連携調査総括報告書.平成21年度栽培漁業資源回復等対策事業報告書,社団法人豊かな海づくり推進協会,278-299.
- 3) 宮津栽培漁業センター(2006):日本海中西部ヒラメ連携調査における無眼側黒化判定基準.平成17年度日本海中西部ヒラメ広域連携調査事業報告書,1-6.
- 4) 五利江重昭・大谷徹也・宮原一隆(2005):兵庫県但馬沿岸域におけるヒラメの資源特性.兵庫県立農林水産技術総合センター研究報告,38,7-13.
- 5) 吉松隆司・木村博・三村勝則(2007):放流効果の検討把握(マダイ,ヒラメ:内海).平成18年度山口県水産研究センター事業報告,208-214.
- 6) 村田実・木村博・内田喜隆(2009):放流効果の検討把握(ヒラメ:内海).平成20年度山口県水産研究センター事業報告,164-167.

Table 2 Recapture rate and economic efficiency of hatchery-produced Japanese flounder by releasing year during 2010 to 2015.

Releasing year	N. released	N. recaptured by year									Recapture rate (%)	Cost of seedlings (C)(×1,000 yen)	Amount of recaptured fishes (B)(×1,000 yen)	Economic efficiency (B/C)	
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019					Total
2015	441,000					1	331	620	81	65	1,098	0.25	14,112	1,209	0.09
2014	528,000				3	687	450	181	33	41	1,395	0.26	16,896	1,676	0.10
2013	614,000			4	449	617	141	56	5		1,272	0.21	19,648	1,570	0.08
2012	547,000		3	270	540	321	53	38			1,225	0.22	17,504	1,731	0.10
2011	614,000		751	595	231	61	29				1,667	0.27	19,648	1,804	0.09
2010	567,000	65	530	224	56	45					920	0.16	18,144	1,470	0.08

日本海南西海域におけるケンサキイカの初期生活史 (短報)

河野光久

Early Life History of Swordtip Squid (*Uroteuthis edulis*) in the Southwestern Japan Sea (Short paper)

Mitsuhisa KAWANO

Monthly larval samplings were conducted in surface waters of the southwestern Japan Sea during May to October in 1986. The maximum mantle length (ML) of collected paralarvae (estimated almost *Uroteuthis edulis*) was 10 mm and approximately 90 % of them were smaller than 60 mm ML (estimated less than 30 days after hatching). They were collected in the coastal waters off Yamaguchi Prefecture southern 35°N. The hatching area was estimated to had been in coastal waters northwest of Kyushu to north of Yamaguchi Prefecture based on the days after hatching, the current velocity and the fishing grounds. The paralarvae were collected at night-time except for the one individual in September, suggesting that they would move to surface waters at night-time and deeper layer at day-time. It was estimated that the paralarvae would move to the bottom layer life at a larger size than 7 mm ML and the transition would almost finish at a size of 10 mm ML.

Key words: *Uroteuthis edulis*; Paralarva; Early life history; Southwestern Japan Sea

ケンサキイカ *Uroteuthis edulis* は日本海南西海域では主にいか釣り漁業で漁獲される重要魚種である¹⁾が、本種の生残に大きく影響すると考えられる初期生活史に関する知見は著しく不足している。

河野¹⁾は先に日本海南西海域表層で採集されたヤリイカ科のパララーバの外套長、分布と環境について報告しているが、初期生活史に焦点を当てた考察が不十分であった。そこで本報告では、河野¹⁾が1986年5~10月各月に日本海南西山口県沖(30定点)で山口県漁業調査船くろしお(116トン)による丸稚ネット(口径130cm, 側長450cm, 後部150cmは網地NGG54, 網目0.33×0.33mmの篩布)の表層10分水平曳きによって採集したパララーバと環境のデータを再利用し、採集されたパララーバの発生場所を推定するとともに、近年の飼育実験結果など新たな知見を含め、日本海南西海域における本種の孵化から底層生活期に至る初期生活史を推定した。

河野¹⁾は1986年当時本種のパララーバをヤリイカ科の他種と区別できなかったため、ヤリイカ科パララーバとして解析している。しかし、本報告では、ケンサキイカ以外で本海域に出現するヤリイカ科5種²⁾のうち(1)ヤリイカ *Heterololigo bleekeri* は産卵期が1~3月で³⁾ケン

サキイカの産卵期(4~9月)⁴⁾よりも早く、パララーバの出現盛期は1~4月と推定されること、(2)アオリイカ *Sepioteuthis lessoniana* とは鰭の形状が異なる⁵⁾こと、

(3)ジンドウイカ *Loliolus (Nipponololigo) japonica*, ウイジンドウイカ *Loliolus (Nipponololigo) uyii* およびヒメジンドウイカ *Loliolus (Nipponololigo) smatrensis* は内湾を中心としたごく沿岸域でわずかに漁獲されるだけである²⁾ことから、採集されたパララーバはケンサキイカであると見なした。

河野¹⁾よればパララーバは主に5~6月に北緯35度以南の山口県日本海沿岸域で採集され、外套長は1~10mmでモードは3mmであったと報告されている。その採集海域の水深は64~135mで、採集個体の外套長は6mm以下が約90%を占めていた(河野¹⁾のFig. 6)。

パララーバが採集された北緯35度以南の海域(18定点)に限定して昼夜別のパララーバの採集曳網数および個体数を比較すると、昼間は51曳網中、9月の1曳網、1個体しか採集されなかったのに対し、夜間には57曳網中、14曳網、103個体が採集された(Table 1)。

Table 1 Comparison of the paralarval collection data between night-time and day-time in the southwestern Japan Sea southern 35°N.

	Day-time	Night-time	Total
Number of present tows	1	14	15
	(1)	(103)	(104)
Number of absent tows	50	43	93
Total	51	57	108

*Number in parentheses show the number of individuals collected.

このように日本海南西の表層ではパララーバは9月の1個体を除きすべて夜間に採集されたこと (Table 1), および北緯34度43分以南の山口県日本海沿岸域 (水深50~100m) で1981年6月および1982年5~10月各月の昼間に実施された底びきネット (開口巾150cm, 高さ50cm, 目合2mm) の海底直上採集により, 外套長2~13mm台 (モード6~7mm台) のケンサキイカが主体とみられるヤリイカ科稚仔が採集されている¹¹⁾ことから, パララーバは夜間に表層, 昼間に底層に鉛直移動していると推察される。

パララーバが採集された北緯35度以南の山口県日本海沿岸域には, 対馬海流第一分枝が流れている⁶⁾ことから, パララーバは対馬海流によって山口県以南の海域から運ばれてきたと推測できる。そのふ化場所を推定すると, 本海域の表層における対馬海流の平均流速⁷⁾ (0.3kts) およびパララーバのふ化後経過日数 (江口⁸⁾ の初期成長式から外套長6mmで日齢30日と推定) から, 最大約400km南方の鹿児島県西沖の東シナ海と推定される。しかし, 昼夜の鉛直移動, 底層での流速の減少⁹⁾, およびパララーバの外套長モードが3mmであったことを考慮すると, 主要なふ化場所は成熟群の漁場が形成され, 実際に卵塊の確認もされている山口県~九州北西沿岸域^{10,11)} であろう (Fig. 1)。

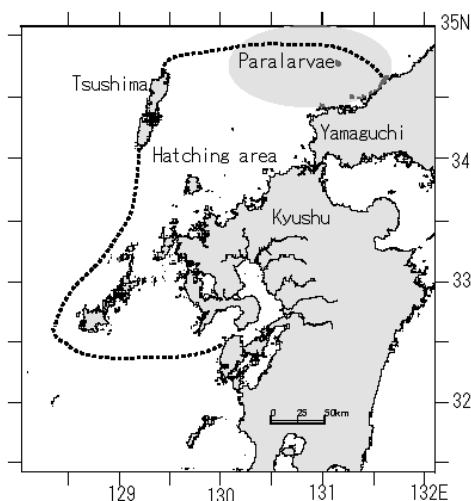


Fig.1 Estimated main hatching area (enclosed by the dotted line and coast) of *Uroteuthis edulis*. The shaded area shows the distribution area of the paralarvae.

飼育実験によれば, ふ化稚仔はふ化直後から多くの個体が水面付近に蟄集するが, 40日齢頃になると外套長10mm程度の大型個体が数個体で群れを作り水槽底層に定位することが確認されている⁸⁾。また, 1978~1982年の各月に島根県浜田市沖で実施された板曳網 (開口巾約6m, 高さ約3m, 袋網目合7.3mm) 調査では水深40~120mで主に7~12月に外套長1cm以上のケンサキイカが主体と考えられるヤリイカ科の幼いか (モード2~3cm) が採集されている¹²⁾。これらの知見に, 稚魚ネットの表層曳き採集による最大外套長が10mmであったこと, および6mm以下の個体が大部分を占めたこと¹⁾を併せて考えると, 日本海南西海域では孵化後約1カ月で外套長7mm以上になると多くが底層生活へ移行し, 外套長約10mmになると移行がほぼ終了するのではないかと推察される。飼育試験によれば外套背長7~9mmで色素胞の急激な増加と発光器の伸長が見られたため, このサイズでパララーバから幼いかへの移行が起きるとされている¹³⁾ことから, 底層生活への移行は形態変化を伴って起きていると考えられる。

文 献

- 1) 河野光久 (1997) : 日本海南西海域におけるケンサキイカの資源生態学的研究. 山口県外海水産試験場研究報告, **26**, 1-25.
- 2) 河野光久・堀 成夫・土井啓行 (2013) : 山口県日本海域の頭足類相 (予報). 山口県水産研究センター研究報告, (10), 7-24.
- 3) 河野光久 (1997) : 山口県日本海沿岸域におけるヤリイカの漁獲実態. 山口県水産研究センター研究報告, (3), 65-68.
- 4) 山田英明・小川嘉彦・森脇晋平・岡島義和 (1983) : 日本海西部沿岸域におけるケンサキイカ・ブドウイカの生物学的特性. 日本海西部海域に生息する“シロイカ”(ケンサキイカ・ブドウイカ)に関する共同研究報告書, (1), 29-50.
- 5) 崔 相・大島泰雄 (1961) : アオリイカ (*Sepioteuthis lessoniana* Lesson) の発生と稚仔の成長について. *VENUS*, **21** (1), 462-476.
- 6) Katoh O. (1994) : Structure of Tsushima Current in the Southwestern of Japan Sea. *Journal of Oceanography*, **50**, 317-338.
- 7) 小川嘉彦 (1981) : 日本海南西沿岸水域の海況特性とその漁業生物学的意義. 山口県外海水産試験場研究報告, **18**, 1-96.
- 8) 江口勝久 (2013) : ケンサキイカ孵化稚仔の65日令までの人工飼育. 佐賀県玄海水産振興センター研究報告, **6**, 1-4.

- 9) Takikawa T. (2005) : The Tsushima Warm Current through Tsushima Straits Estimated from Ferryboat ADCP Data. *Journal of Physical Oceanography*, **35**, 1154-1168.
- 10) 河野光久 (2006) : 山口県日本海沿岸域で発見したケンサキイカ卵囊塊. 山口県水産研究センター研究報告, (4), 69-72.
- 11) 田代征秋 (1977) : 九州北西沿岸域のケンサキイカとその漁業. 日本海ブロック試験研究集録, (1), 81-93.
- 12) 森脇晋平・中原民男・山田英明 (1983) : 日本海西部沿岸水域における“シロイカ”成熟群の来遊状況と幼イカの出現状況. 日本海西部海域に生息する“シロイカ”(ケンサキイカ・ブドウイカ)に関する共同研究報告書, (1), 51-63.
- 13) Toyofuku, T. and T. Wada (2018) : Chromatophore arrangement and photophore formation in the early development of swordtip squid *Uroteuthis (Photololigo) edulis*. *Fisheries Science*, **84**, 9-15.

山口県見島西方日本海で採集されたケンサキイカ卵囊 (短報)

河野光久・大田寿行*

Egg Capsules of Swordtip Squid (*Uroteuthis edulis*) Collected in the Southwestern Japan Sea off West of Mishima Island, Yamaguchi Prefecture (Short paper)

Mitsuhisa KAWANO and Hisayuki OTA

Egg capsules of *Uroteuthis edulis* were collected in the southwestern Japan Sea west of Mishima island, Yamaguchi Prefecture by beam trawl on June 19, 2018 and July 17, 2019. The depths and water temperatures were 125 - 132 m and 15.5 - 16.3 °C. These were the deepest collection data of egg capsules of this species.

Key words: *Uroteuthis edulis*; Egg capsules; Southwestern Japan Sea; Spawning depth

山口県日本海沿岸域では、ケンサキイカ *Uroteuthis edulis* の好漁があった 1978 年当時には春に県北西部沿岸長門海域の水深 50m 以浅で昼いか釣り漁船が何か所も集中して投錨して操業し、操業場所の潜水調査により本種の卵囊塊がいくつも連続して発見された¹⁾。しかし春漁が低調となった 2004 年 6 月に同海域で行われた水中テレビロボット (ROV) による探索では、卵囊塊はまったく発見されなかった²⁾。調査を担当した河野²⁾は同海域ではいか釣り漁船の操業も確認できなかったが、沖合の見島西方海域では多数のいか釣り漁船の操業が認められたことから、長門海域よりも沖合の見島周辺海域で本種の産卵が行われたのではないかと推察した。しかし、見島西方海域 (Fig. 1) は水深が 100m 以深で急深な海底地形となっているため、ROV による探索は実施できず、100m 以深の深所での本種の産卵を確認することはできなかった。

その後 14 年が経過した 2018 年 6 月 19 日に山口県水産研究センターが山口県漁業調査船かいせい (125 トン) を用いて見島西方海域 (Fig. 1) で実施した桁網調査において、ケンサキイカの卵囊を採集した。さらに翌年の 2019 年 7 月 17 日にも同海域で卵囊を採集したので、ここにその概要を報告する。

桁網調査は我が国周辺水域資源調査推進委託事業で実施したもので、調査で使用した桁の幅は 4.5m、魚捕部目合は 15 節、各調査点での曳網時間は 30 分であった。

2018 年 6 月 19 日に卵囊が採集された場所は、見島西方 (34° 46.037' N, 130° 56.172' E~34° 46.831' N,

130° 56.973' E) の水深 127~132m の海域で (Fig. 1), 採集された卵囊は約 500 個であった (Fig. 2, Table 1)。また、2019 年 7 月 17 日に採集された場所は見島西方 (34° 47.483' N, 130° 58.137' E~34° 48.229' N, 130° 58.986' E) の水深 125~126m の海域で (Fig. 1), 採集された卵囊は約 50 個であった (Table 1)。

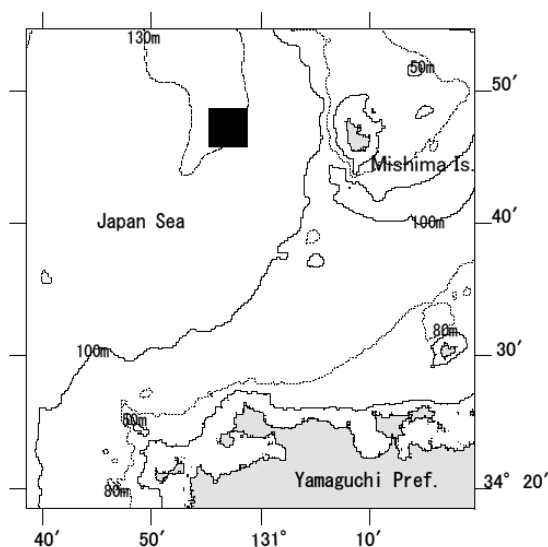


Fig.1 Map showing the location (black square) where egg capsules of *Uroteuthis edulis* were collected.

採集された卵囊の長さは約 3~15cm、幅は約 1~2cm で 1992 年 5 月 13 日に山口県川尻地先 (水深 40m) で採集さ

* 山口県農林水産部水産振興課

Table 1 Summarized collection data of egg capsules of *Uroteuthis edulis*.

Date	Location	Depth (m)	Temperature (°C)	N. of egg capsules
June 19, 2018	34° 46.037' N, 130° 56.172' E - 34° 46.831' N, 130° 56.973' E	127-132	16.1-16.3	ca. 500
July 17, 2019	34° 47.483' N, 130° 58.137' E - 34° 48.229' N, 130° 58.986' E	125-126	15.5-16.1	ca. 50



Fig.2 Egg capsules of *Uroteuthis edulis* collected in the southwestern Japan Sea off west of Mishima island on June 19, 2018.

れたケンサキイカ卵囊の形状³⁾と一致していたこと、および6~7月は本種の産卵期にあたる^{2,3)}ことから、これらの卵囊はケンサキイカの卵囊と判断された。

これまで本種の卵囊は主に水深60m以浅で確認されており^{2,4)}、本報告は本種の卵囊の最深所における採集記録である。

採集海域の底層水温は2018年6月19日には16.1~16.3°C、2019年7月17日には15.5~16.1°Cであった (Table 1)。本種の卵の飼育実験結果によれば、10°Cでは発生がほとんど進まないが、15°Cおよび20°Cではふ化率が高く、発生適温とされている⁵⁾ことから、採集海域の底層水温(15.5~16.3°C)は発生適温であったといえる。また、採集海域の底質は今回調査していないが、池原・川端⁶⁾によれば細砂~極細砂で、本種が産卵基質として選択しやすい底質⁷⁾であったと推定される。

近年、本種資源の減少に伴い、漁場形成が不安定になり、漁場が水深50m以浅にほとんど形成されず、沖合化している⁸⁾。これまで本県沖合の漁場で産卵が行われているか不明であったが、今回水深100m以深の海域にも産

卵適地は存在し、実際に産卵が行われていることが明らかになったことから、水深50m以深の沖合域でも成熟群の漁場では産卵が行われている可能性が高い。ただし、日本海南西部北緯35度以北の陸棚底層には四季を通じて東西に広く10°C以下の底部冷水が存在する⁹⁾ため、底部冷水が存在する海域ではたとえ産卵が行われたとしても、発生が進まず無効産卵になると思われる。

文 献

- 1) 山口県 (1981) : 長門海域総合報告書. 82-87.
- 2) 河野光久 (2006) : 山口県日本海沿岸域で発見したケンサキイカ卵囊塊. 山口県水産研究センター研究報告, (4), 69-72.
- 3) 河野光久 (1997) : 日本海南西海域におけるケンサキイカの資源生態学的研究. 山口県外海水産試験場研究報告, **26**, 1-25.
- 4) 上田 拓 (2009) : ケンサキイカ産卵場と海水温との関係, 福岡県水産海洋技術センター研究報告, (19), 61-67.
- 5) Natsukari, Y. and M. Tashiro (1991) : Neritic squid resources and cuttlefish resources in Japan. Mar. Behav. Physiol., **18**, 149-226.
- 6) 池原 研・川端徳高 (1986) : 北九州・山陰沖の表層堆積物. 西南日本周辺大陸棚の海底地質に関する研究昭和60年度研究報告書一響灘・見島沖海域一. 工業技術院地質調査所, 68-102.
- 7) 江口勝久・金丸彦一郎 (2013) : 産卵実験によるケンサキイカの産卵基質粒径選択性. 佐賀県玄海水産振興センター研究報告, **6**, 5-7.
- 8) 河野光久 (2017) : 山口県日本海沿岸域におけるケンサキイカ釣り漁場の形成要因. 山口県水産研究センター研究報告, (14), 7-10.
- 9) 森脇晋平・小川嘉彦 (1989) : 日本海南西海域における“底部冷水”の底魚類への影響. 東北区水産研究所研究報告, (51), 167-181.

日本海南西海域におけるアカアマダイ幼魚の分布 (短報)

河野光久・大田寿行*

Distribution of Young Red Tilefish *Branchiostegus japonicus* in the Southwestern Japan Sea (Short paper)

Mitsuhisa KAWANO and Hisayuki OTA

Young red tilefish *Branchiostegus japonicus* were caught by beam trawl in the southwestern Japan Sea mainly at depths of 100 - 130 m during the period of June 2015 to July 2020. Water temperatures and salinities of the distribution area were 9.6 - 18.5 °C and 34.1 - 34.5, respectively. The distribution depths were same as those of the larvae and adults reported in previous studies. These results show that the fish would be distributed mainly at depths of 100 - 130 m through larva to adult stages in this area.

Key words: *Branchiostegus japonicus*; Young fish; Distribution ; Southwestern Japan Sea

日本海西・九州北西部海域に生息するアカアマダイ *Branchiostegus japonicus* 資源は低水準にあり¹⁾、適切な管理が必要とされている。管理を適切に行うためには、基礎的情報として対象種的生活史を把握しておく必要がある。しかし、本海域では延縄²⁾および沖合底曳網³⁾の本種の漁場や浮遊期仔魚の分布⁴⁾については報告があるが、幼魚の分布に関する知見はほとんどない。

山口県水産研究センターでは2015年から底魚類の加入量把握を目的として桁網調査を実施している。この桁網調査により本種の幼魚が採捕され、その分布域と環境について知見を得ることができたのでここに報告する。なお、桁網調査は我が国周辺水域資源調査推進委託事業で実施したものである。

桁網の曳網は2015年6月から2020年7月の間、主に6～7月を中心として、日本海南西海域 (Fig. 1) において延べ91点で実施した (Table 1)。調査でを使用した桁の幅は4.5m、魚捕部目合は15節、各調査点での曳網時間は30分である。また、各調査点においてCTD (SEA-BIRD社製 SBE19 plusV2) による水温・塩分の観測を行った。

桁網調査の結果、採捕されたアカアマダイは合計42個体で全長は88～360mmであった (Table 1)。

月別の全長組成を河野・天野⁵⁾のAge-length keyを参考にして年齢に換算して見ると、6月には全長90～120mm

の0歳魚、7月には80～150mmの0歳魚を主体として160～210mmの1歳魚と320mmの4+歳魚、ふ化月の9月には100～150mmの1歳魚を主体に180～200mmの2歳魚と300mm以上の4+歳魚が出現した (Fig. 2)。

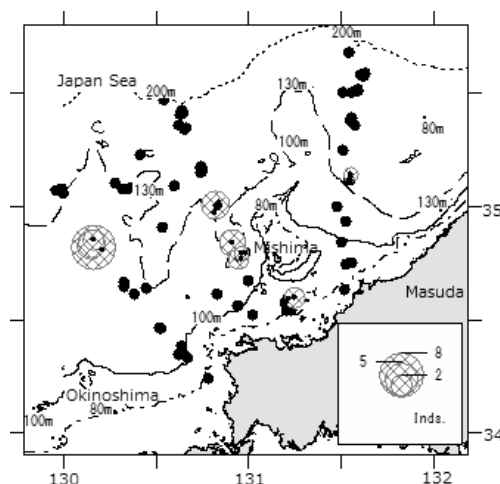


Fig.1 Map showing the survey area. Dots show the sampling sites. The hatched circles show the sites where young *Branchiostegus japonicus* were collected.

*山口県農林水産部水産振興課

全長 150mm 以下の幼魚 (6~7 月の 0 歳魚と 9 月の 1 歳魚) の採捕場所に注目すると, 幼魚は水深 80~130m で採捕され, 特に沖ノ島北方から見島西方海域を中心とした水深 100~130m の海域で多かった (Fig. 1)。採捕場所の底層水温および塩分は, 調査海域の水温および塩分がそれぞれ 3.8~20.7°C, 33.8~34.6 と比較的広範囲であった中で, 水温 9.6~18.5°C, 塩分 34.1~34.5 の相対的に温暖・高塩分な水域に限られた (Fig. 3)。

Table 1 Summarised results of collecting *Branchiostegus japonicus* by beam trawl in the southwestern Japan Sea.

Sampling date		N. of samling sites	N. of red tile fish collected	Total length (mm)
Year	Day			
2015	Jun. 15	6	7	93-111
	Jul. 29-30	7	0	
2016	Oct. 17	4	0	
	Dec. 12	5	0	
2017	Jan. 26	6	0	
	Jun. 19-20	6	0	
	Jul. 12-13	6	4	99-326
	Jul. 19-20	6	3	167-215
2018	Jun. 18-19	5	4	96-127
	Jul. 17-18	5	3	95-142
	Jun. 20-21	5	0	
2019	Jul. 16-17	5	0	
	Aug. 1-2	5	0	
	Sep. 4-5	5	17	105-360
2020	Jul. 8-9	5	1	119
	Jul. 16-17	5	1	155
	Jul. 29-30	5	2	88-177
Total		91	42	

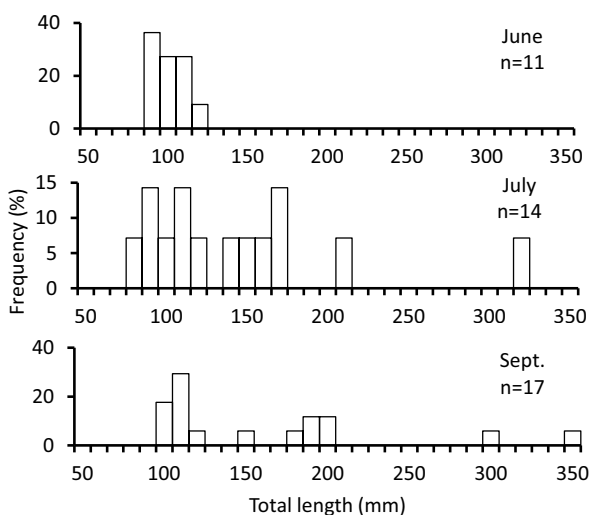


Fig.2 Monthly frequency distributions of total length of *Branchiostegus japonicus*.

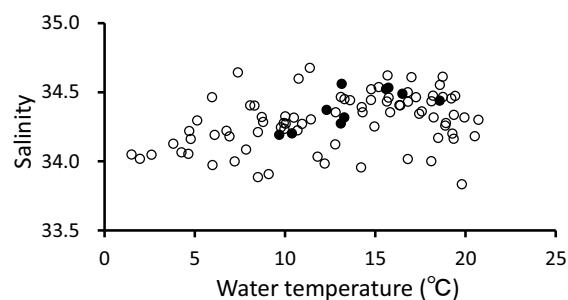


Fig.3 Water temperatures and salinities at the sites where young *Branchiostegus japonicus* were caught (closed circles) and were not caught (open circles).

日本海南西海域では浮遊期仔魚が沖ノ島北方から見島北方を経て益田沿岸につながる水深 100~130m に出現し⁴⁾, 全長 290~360mm を主体とする成魚の主漁場も同様に水深 100~130m に形成される³⁾ことが知られている。今回, 幼魚も主に水深 100~130m の海域で採捕されたことから, 本種は日本海南西海域では仔魚から成魚に至るすべての発育段階で主に水深 100~130m に分布すると推定することができる。つまり, 本海域では 100m の等深線に沿って流れる対馬海流第一分枝の主流⁶⁾によって運ばれてきた仔魚がそのまま主流域に着底し, 穴居生活^{7,8)}を送りながら成長し成魚になると考えられる。一方, 同じ日本海でも丹後海では幼魚は本海域よりも浅い水深 60~80m に多く, 延縄による本種の漁場も水深 60~80m 付近に形成されることが報告されている⁹⁾。また, 同海域で幼魚が水深 80m 前後に多い理由の一つとして, 幼魚の餌となる生物が他の水深帯に比べ豊富であることが考えられている⁹⁾。本海域では丹後海と異なり, 水深 100~130m 帯が他の水深帯に比べ, 本種の生息に適した条件 (餌生物量や底質など) を備えており, 特に沖ノ島北方と見島西方海域で好条件となっている可能性が高いが, それを確かめるためには今後の調査が必要である。

文 献

- 1) 西海区水産研究所 (2019) : 令和元 (2019) 年度アカアマダイ日本海西・九州北西部の資源評価. (<http://abchan.fra.go.jp/digests2019/details/201944.pdf>, 2020 年 8 月 25 日)
- 2) 河野光久・天野千絵 (2005) : 日本海南西部山口県沖におけるアカアマダイの資源管理に関する研究—I 山口県におけるあまだい漁業の実態. 山口県水産研究センター研究報告, (3), 55-59.
- 3) 河野光久 (2011) : 日本海南西海域における沖合底び

- き網によるアカアマダイの漁獲実態. 山口県水産研究センター研究報告, **(9)**, 105-110.
- 4) 河野光久 (1997) : 日本海南西海域におけるアカアマダイの産卵期・産卵場および仔魚の出現. 山口県水産研究センター研究報告, **(6)**, 31-36.
- 5) 河野光久・天野千絵 (2020) : 山口県日本海域におけるアカアマダイの成長と成熟. 山口県水産研究センター研究報告, **(17)**, 1-8.
- 6) Katoh O. (1994) : Structure of the Tsushima Current in the southwestern Japan Sea. *Journal of Oceanography*, **50**, 317-338.
- 7) 本藤 靖・益田玲爾・津崎龍雄 (2002) : アカアマダイ人工種苗の巣穴形成能力の発現. *栽培技研*, **29**(2), 85-89.
- 8) 林 泰行 (1985) : 東シナ海産アカアマダイの漁業生物学的研究. 山口県外海水産試験場研究報告, **20**, 1-95.
- 9) 京都府立海洋センター (2000) : 丹後海のアカアマダイ. *季報*, **(69)**, 1-11.

山口県日本海域の危険生物目録（Ⅲ） 自然毒による食中毒を起こしうるもの—② 二枚貝類（軟体動物門：二枚貝綱）

堀 成夫*1・河野光久・園山貴之*2・荻本啓介*2・椋木博昭*1

萩博物館調査研究報告, (15), 1-12 (2019)

山口県萩市・阿武町・長門市・下関市に面する日本海域から確認されている二枚貝類（軟体動物門：二枚貝綱）のうち、自然毒（貝毒）による食中毒を起こしうる種として、海域に関わらず食中毒例があるもの、他種で食中毒を起こしたものと同一貝毒の検出例があるものを調査し目録化したところ、26種が確認された。それらが持ちうる貝毒は種によって異なるが、麻痺性貝毒、下痢性貝毒、記憶喪失性貝毒、神経性貝毒、アザスピロ酸、アサリ毒の6種となる。実際の当海域産二枚貝からの食中毒例は1979年に仙崎湾の養殖マガキ *Crassostrea gigas* による麻痺性貝毒1件のみである。今後も麻痺性貝毒と下痢性貝毒については注視が必要と考えられ、山口県の関係機関が実施している毒化原因プランクトンのモニタリング調査や検体貝毒検査の体制を継続することが重要である。

キーワード：二枚貝；食中毒；山口県日本海

*1 萩博物館. *2 下関市立しものせき水族館

紅藻カイガラアマノリ低塩分耐性候補株2株の
生長に及ぼす塩分の影響

Influences of salinity on growth of two *Pyropia tenuipedalis*
strains selected in low salinity condition

阿部真比古*¹・大柱智美*¹・村瀬 昇*¹・岸岡正伸*²

Mahiko Abe*, Tomomi Ohashira*, Noboru Murase*, Masanobu Kishioka

水産大学校研究報告, 68 (1), 11-15 (2019)

We investigated the influence of salinity on growth of two strains of *Pyropia tenuipedalis* selected in low salinity condition (approximately 3 salinity). At the different salinity conditions of sea water concentrations (0, 25, 50, and 100%), original, a month selection and four months selection strains were able to grow under 25-100% (approximately 8-32 salinity) seawater conditions, particularly it had well growth under 75% condition. The growth of original and a month selection strains under 100% condition were better than those under 50% condition. On the other hand, the growth of four months selection strain under 50% condition was better than that under 100% condition. Therefore, it was thought that four months selection strain had tolerance to the lower salinity in comparison with the original and a month selection strains. Moreover, it was thought that the cell selection technique in the present study was useful for *Pyropia* breeding.

カイガラアマノリの低塩分株2株の生長に及ぼす塩分の影響を調べた。異なる塩分区(0, 25, 50, 75, 100%)で試験を行った結果、元株、1ヵ月低塩分選抜株、4ヵ月低塩分選抜株は25~100%区で生長でき、特に75%区で生長が良かった。100%区の元株と1ヵ月低塩分選抜株の生長は50%区より良かった。一方、50%区の4ヵ月低塩分選抜株の生長は100%区より良かった。これらの結果から4ヵ月低塩分選抜株は、元株及び1ヵ月低塩分選抜株に比べより低塩分耐性を有すると考えられた。また、本研究の細胞選抜技術はアマノリ属の品種作出に有効であると考えられた。

Key words : *Pyropia tenuipedalis*; Cell selection; Growth; Low salinity

*1 国立研究開発法人 水産研究・教育機構 水産大学校生物生産学科, *2 元:内海研究部, 現:山口市在住

証拠標本および画像に基づく山口県日本海産魚類目録 An Annotated Checklist of Marine Fishes of the Sea of Japan off Yamaguchi Prefecture, Japan with 74 New Records

園山貴之*1・萩本啓介*1・堀 成夫*2・内田喜隆*3・河野光久
Takayuki Sonoyama, Keisuke Ogimoto, Shigeo Hori,
Yoshitaka Uchida, Mitsuhisa Kawano

鹿児島大学総合研究博物館研究報告, (11), 1-152 (2020)

An annotated checklist of marine fishes of the Sea of Japan off Yamaguchi Prefecture, Japan was compiled from specimen and literature surveys. A total of 767 species (484 genera and 199 families), including 74 species that represent the first reliable records from Yamaguchi prefecture on the basis of collected specimens and/or photographs, is listed with citation of literature, registration numbers, sizes, localities in the prefecture, and some remarks. The following 21 species represent the first records from the Sea of Japan: *Chiloscyllium punctatum* (Hemiscylliidae), *Proscyllium habereri* (Proscylliidae), *Strophidon ui* (Muraenidae), *Callechelys kuro* (Ophichthidae), *Glossanodon lineatus* (Argentinidae), *Chlorophthalmus acutifrons* (Chlorophthalmidae), *Ventrifossa garmani* (Macrouridae), *Antennatus coccineus* (Antennariidae), *Scorpaenopsis papuensis* (Scorpaenidae), *Synanceia verrucosa* (Synanceiidae), *Epinephelus chlorostigma*, *Pseudanthias rubrizonatus*, *Pseudanthias* sp. (Serranidae), *Stalix immaculata* (Opistognathidae), *Chromis katoi* (Pomacentridae), *Stlengis misakia* (Cottidae), *Parapercis aurantiaca* (Pinguipedidae), *Astrabe flavimaculata*, *Vanderhorstia* sp. (Gobiidae), *Sphyraena jello* (Sphyraenidae), and *Symphurus orientalis* (Cynoglossidae).

標本と文献調査により山口県日本海産魚類目録を作成した。199科484属767種(標本および画像に基づく山口県日本海初記録種74種を含む。)が文献,登録番号,体長,採集地,および備考とともに掲載された。以下の21種は日本海初記録種である。*Chiloscyllium punctatum* イヌザメ(テンジクザメ科), *Proscyllium habereri* タイワンザメ(タイワンザメ科), *Strophidon ui* タケウツボ(ウツボ科), *Callechelys kuro* クロウミヘビ(ウミヘビ科), *Glossanodon lineatus* イチモンジイワシ(ニギス科), *Chlorophthalmus acutifrons* トモメヒカリ(アオメエソ科), *Ventrifossa garmani* サガミソコダラ(ソコダラ科), *Antennarius coccineus* ウルマカエルアンコウ(カエルアンコウ科), *Scorpaenopsis papuensis* ウルマカサゴ(フサカサゴ科), *Synanceia verrucosa* オニダルマオコゼ(オニカサゴ科), *Epinephelus chlorostigma* ホウセキハタ, *Pseudanthias rubrizonatus* アカオビハナダイ, *Pseudanthias* sp. ベニハナダイ(ハタ科), *Stalix immaculata* ヒメアゴアマダイ(アゴアマダイ科), *Chromis katoi* ナノハナスズメダイ(スズメダイ科), *Stlengis misakia* ウロコカジカ(カジカ科), *Parapercis aurantiaca* アカトラギス(トラギス科), *Astrabe flavimaculata* キマダラハゼ, *Vanderhorstia* sp. クサハゼ(ハゼ科), *Sphyraena jello* トラカマス(カマス科), *Symphurus orientalis* アズマガレイ(ウシノシタ科)。

キーワード: 魚類目録; 山口県日本海; 証拠標本; 画像

*1 下関市立しものせき水族館, *2 萩博物館, *3 山口県農林水産部水産振興課

鯨類研究室による鯨類目視調査(1) Whale Sighting Survey Conducted by the Whale Laboratory (1)

石川 創*・渡邊俊輝・廣畑二郎
Hajime Ishikawa, Toshiteru Watanabe, Jiro Hirohata

下関鯨類研究室報告, 7, 1-16 (2020)

Whale Laboratory has been conducted whale sighting survey off Yamaguchi prefecture in the Sea of Japan from 2013 to 2019 in collaboration with Yamaguchi Prefectural Fisheries Research Center. The sighting survey was performed 28 times by a researcher (one of the authors) during regular fixed line oceanographic observations of the Fisheries Research Center. A total of 18 schools / 365 individuals of six species was observed during the sighting survey and 10 schools / 85 individuals of two species were also recorded during the other activity of the research vessel. Following species (frequency) were recorded; Risso's dolphin *Grampus griseus* (5), common bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* (5), false killer whale *Pseudorca crassidens* (3), common minke whale *Balaenoptera acutorostrata* (3), fin whale *B. physalus* (1), long-beaked common dolphin *Delphinus capensis* (1), Pacific white-sided dolphin *Lagenorhynchus obliquidens* (1), and killer whale *Orcinus orca* (1). Risso's dolphins were observed offshore from May to June. Common bottlenose dolphins were found with false killer whales offshore whereas independent herds were found inshore. Baleen whales were found from July to September, which suggests they distribute off Yamaguchi prefecture in summer season.

下関鯨類研究室では「山口県を中心とする日本海に生息する鯨類の季節的分布変動」を研究課題の一つとして、山口県水産研究センターと共同で同センター調査船を利用した船上からの目視調査を 2012 年から 2019 年まで続けて来た。8 月を除く各月に行った合計 28 回の乗船目視調査で、合計 6 種 18 群 365 頭の鯨類の発見と観察を行った（頭数には種不明も含む）。また乗船目視調査外でも同船による 2 種 10 群 85 頭の発見が記録された。乗船調査で発見された鯨種は、ナガスクジラ、ミンククジラ、ハナゴンドウ、バンドウイルカ、オキゴンドウ、ハセイルカで、乗船調査外ではシャチとカマイルカの発見があった。最も発見頻度が多かったのはハナゴンドウとバンドウイルカ（各 5 回）で、次いでミンククジラとオキゴンドウ（各 3 回）であった。ハナゴンドウの発見は 5 月～6 月の初夏で沖合に多かった。バンドウイルカの発見はほぼ周年であったが、沖合での発見ではオキゴンドウとの混群で、他は沿岸での発見だった。ミンククジラとナガスクジラは 7 月～9 月に発見され、ヒゲクジラ類が夏期にも山口県沖に分布していることを示した。

キーワード：鯨類；目視調査；山口県日本海

* 元：下関鯨類研究室，現：株式会社大阪海洋研究所

Usefulness of the euglenophyte *Eutreptiella eupharyngea* as a new diet alga for clam culture

二枚貝養殖における新しい餌料としてのユーグレナ藻 *Eutreptiella eupharyngea* の利用価値

Yasuhiro Yamasaki^{*a}, Keita Ishii^{*b}, Risako Hikiyama^{*c}, Mami Ishimaru^{*d}, Fumito Sato^{*a},
Shigeru Taga^{*e}, Masanobu Kishioka^{*e}, Shigeru Matsunaga^{*f}, Tomoyuki Shikata^{*g}, Mahiko Abe^{*a},
Sueo Kato^{*h}, Ryusuke Tanaka^{*c}, Noboru Murase^{*a}

山崎康裕^{*a}・石井慶太^{*b}・引原梨里子^{*c}・石丸真美^{*d}・佐藤史都^{*a}・
多賀 茂・岸岡正伸・松永 茂^{*e}・紫加田知幸^{*f}・阿部 真比古^{*a}・
加藤季夫^{*g}・田中竜介^{*c}・村瀬 昇^{*a}

Algal Research 40 (2019) 101493

In laboratory experiments, the euglenophyte *Eutreptiella eupharyngea* grew well at water temperatures of 10–25 °C, but could not grow at 30 °C. In outdoor experiments, *E. eupharyngea* also grew well in mid-winter, and produced maximum cell densities of 3.2×10^5 cells mL⁻¹ and 2.5×10^5 cells mL⁻¹ at salinities of 25 and 30, respectively. During these experiments, water temperatures ranged from 4.0 to 20.3 °C, with a mean of 10.1 °C. The dietary effect of *E. eupharyngea* per dry weight on juvenile *Ruditapes philippinarum* of >1.5mm shell length exceeded that of the diatom *Chaetoceros neogracile*. This high nutritional value, combined with the species' high growth potential at low temperatures, means that *E. eupharyngea* may offer significant advantages as a new diet alga for the seed production of mollusks in late fall and spring.

室内実験でユーグレナ藻 *Eutreptiella eupharyngea* は水温 10～25°C で良好な増殖を示したが、30°C では増殖しなかった。屋外実験でも、*E. eupharyngea* は真冬に良好な増殖を示し、25 および 30 の塩分でそれぞれ 3.2×10^5 細胞 mL⁻¹ および 2.5×10^5 細胞 mL⁻¹ の最大細胞密度を示した。これらの実験期間中の水温は 4.0°C から 20.3°C の範囲で、平均 10.1°C であった。殻長 1.5mm 超のアサリ *Ruditapes philippinarum* 稚貝の場合、単位乾燥重量当たりの *E. eupharyngea* の餌料効果は珪藻 *Chaetoceros neogracile* のそれを超えた。

本種は、高い餌料価値と低温下における高い増殖能力をもつことから、晩秋から春にかけての二枚貝種苗生産の新しい餌料藻類として有望であることを示唆している。

Key words: Aquaculture; Diet microalgae; *Eutreptiella eupharyngea*; Nutritive constituents; Polyunsaturated fatty acids; *Ruditapes philippinarum*

*a 国立研究開発法人水産研究・教育機構 水産大学校, *b 国立研究開発法人水産研究・教育機構 水産技術研究所, *c 国立大学法人 宮崎大学農学部海洋生物環境学科, *d 国立大学法人 宮崎大学大学院 農学工学総合研究科, *e 浜松ホトニクス株式会社中央研究所, *f 国立研究開発法人水産研究・教育機構 水産技術研究所, *g 國學院大学 人間開発部

山口県水産研究センター研究報告 第18号

2021年3月発行

編集・発行者 山口県水産研究センター

〒759-4106 山口県長門市仙崎 2861-3

TEL: 0837-26-0711 FAX: 0837-26-1042

E-mail: a16402@pref.yamaguchi.lg.jp

<https://www.pref.yamaguchi.lg.jp/cms/a16500/uminari/uminari-top.html>

外海研究部 (同上)

内海研究部 〒754-0893 山口市秋穂二島 437-77

TEL: 083-984-2116 FAX: 083-984-2209

E-mail: a16403@pref.yamaguchi.lg.jp

印刷所 有限会社 有誠社印刷所

〒759-4102 山口県長門市西深川 3411