

資料

広島湾の砂浜海岸，河口域およびアマモ場における魚類相

吉田侑生*・上原大知*・小路 淳*・富山 毅*

Fish fauna off sandy beaches, in an estuary, and in a seagrass bed in Hiroshima Bay, Seto Inland Sea

Yusei YOSHIDA*, Daichi UEHARA*, Jun SHOJI* and Takeshi TOMIYAMA*

From February 2015 to January 2016, we collected fish monthly using a beach seine net at two sandy beaches (B1 and B2), in a muddy sand estuary (MS), and in a seagrass bed (SG) in Hiroshima Bay, western Japan. A total of 2920 fish in 50 species were collected. The number of species, individuals, and biomass (total weight) were greater at SG and MS than at B1 and B2. The numerically most dominant species were *Favonigobius gymnauchen* and *Tridentiger trigonocephalus* at B1 and B2, *F. gymnauchen* and *Acentrogobius* sp. 2 at MS, and *Plotosus japonicus* and *Rudarius ercodes* at SG. Fish diversity also was higher at MS and SG than at B1 and B2 throughout the year. Fish assemblages and their patterns varied between sites, indicating that each habitat plays an important role as the nursery ground for different fishes.

キーワード：成育場，多様性，仔稚魚，環境特性
2017年9月15日受付 2019年9月20日受理

浅海域は生物の多様性が高く（多田2008），河口域，アマモ場，および砂浜海岸といった魚類の重要な成育場を多く含んでいる（東1981，Brown and McLachlan 1990，Costanza *et al.* 1997，大森・鶴田1998）。特に，河口域では河川を通じた栄養塩の流入があること（笠井2008），アマモ場では魚類の餌料となる葉上生物が多いことや，捕食者からの逃避場となること（小路2009）が明らかにされ，高い成育場機能があると考えられている。

これまで，様々な生息場で魚類相に関する研究が行われ，底質や海岸の形状，流入河川や藻場の有無等により魚類相が大きく変化することが明らかにされている（藤田1998，鈴木・家田2003）。また，埋め立てや護岸工事といった沿岸開発によって浅海域における魚類の生息場の減少が続いている（吉田・高杉2001）。魚類の多様性

や生産性を持続させるためには，多様な環境の特性とその環境に生息する魚類についての知見の集積が不可欠である。

広島湾は瀬戸内海中西部に位置し，複数の河川の流入や藻場の存在などによって瀬戸内海の中でも魚類の生産力が比較的高い水域の1つとなっている（門谷1996）。広島湾内の砂浜海岸では，ごく数種の優占種で構成されることや，種数および個体数は夏に多く冬に少ない傾向がみられている（岩本ら2009）。しかし，河口域やアマモ場も含めた多様な生息場における出現種や特徴については十分に把握されていない。

本研究では，広島湾における異なる環境特性の生息場（砂浜海岸，河口域，アマモ場）について，魚類相の特徴を把握することを目的とした。

* 広島大学大学院生物圏科学研究科
〒739-8528 広島県東広島市鏡山1-4-4

* Graduate School of Biosphere Science, Hiroshima University, 1-4-4 Kagamiyama, Higashi-Hiroshima, Hiroshima 739-8528, Japan.
ysd1014.marineview@gmail.com

材料と方法

調査地概要 広島湾奥部（広島県広島市）の浅海域から、3生息場の4地点（砂浜海岸（2ヶ所）、河口域、アマモ場）を調査定点として設定した（図1）。砂浜海岸として、広島市南区元宇品町の2定点を選定し、それぞれ定点B1（34°20′26″N, 132°27′43″E）およびB2（34°20′30″N, 132°27′51″E）とした。定点MS（34°22′32″N, 132°25′06″E）は河口域（広島市西区観音新町）にあり、広島市内を流れる太田川放水路の西側沿岸に位置する。定点SG（34°21′24″N, 132°21′17″E）はアマモ場（広島市佐伯区楽々園）にあり、潮間帯～潮下帯にアマモ *Zostera marina* がパッチ状に繁茂する。

野外調査 2015年2月から2016年1月に各月1回の頻度で計12回、各定点において大潮の日中干潮時に定量採集を行った。魚類の採集には小型地曳網（網口の幅2m, 高さ1m, 袖網の長さ2m, 袋網の長さ3m, 目合い3mm（ナイロンモジ網160径））を用いた。網口前部にはおどしチェーンを付け、網口が底面に接地した状態で、約1mの水深帯を汀線と平行に、2人の調査者により約0.3m/秒で30m曳網した。曳網は各定点において1回行った。採集した魚類は冷蔵保管して実験室に持ち帰った。併せて水温および塩分の観測を、底面付近（水深約1m）においてマルチ水質測定器Multi 3420（WTW社）を用

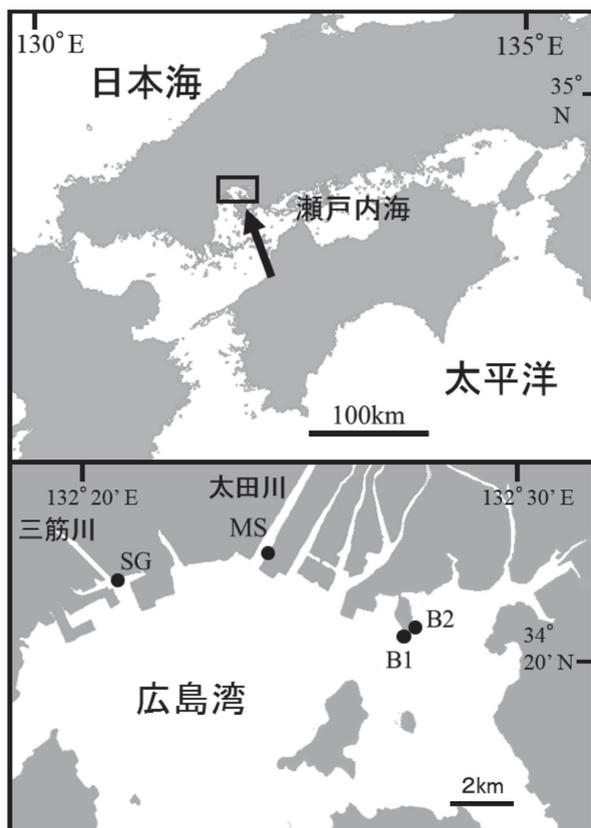


図1. 調査地とその位置
 定点B1とB2は砂浜海岸、MSは河口域、SGはアマモ場にそれぞれ位置する

いて行った。また、同一時期における定点間の底質比較のため、2015年6月に各定点において底土表面から約5cmの深さの範囲で100gの底質を採集して持ち帰り、各定点の底質を評価するための試料とした。

観察および解析 実験室にて魚類の種同定を中坊（2013）および沖山（2014）に従って可能な限り下位の分類群まで行った。標準和名と学名は中坊（2013）に従って記載した。カレイ目魚類の学名はCooper and Chapleau（1998）に従って記載した。各魚種の個体数を計数し、各個体の体長を0.1mmまで、湿重量を0.01gまで計測した。

各定点（砂浜海岸は全体的に個体数が少ないため、2定点の合計）において30個体以上採集された種や、複数の環境に出現した種（以下、主要種とする）について、各生息場の利用様式を検討するため、体長組成の経月変化を調べた。また、定点間での群集の多様度を比較するため、各定点、各月においてShannon-Wienerの多様度指数（ H' ）を次式により求めた。

$$H' = -\sum_{i=1}^s \frac{n_i}{N} \log \frac{n_i}{N}$$

ここで、 S は全種数、 N は全個体数、 n_i は種 i の個体数である。なお、種を特定できなかったメバル属 *Sebastes* spp. に関しては、まとめて1種として扱った。

底質の分析は以下のように行った。各定点から持ち帰った底質に純水を加え、よく攪拌して脱塩処理を行った後、30%過酸化水素水を加えて有機物の分解を行った。残った試料を110°Cの乾燥機に48時間収容し、水分を除去した。目合2, 1, 0.5, 0.25, 0.125, 0.063mmの6種類の篩と受け皿を重ね、篩の一番上に試料を入れて十分に振とうさせ、各目合いの篩と受け皿に残った試料の重量を0.1mgまで計測した。各粒度の重量から中央粒径値とこれに基づく粒径区分（Wentworth 1922）、および泥分率（0.063mm未満の重量比）を求めた。

結果

環境条件 水温は全ての定点において、8月に27.2～29.0°Cと最も高く、2月に10.5～11.9°Cと最も低かった（図2）。各定点における調査時の塩分（調査全12回の平均値±標準偏差）は、定点B1で29.8±1.3、定点B2で29.6±1.4、定点MSで20.3±3.8、定点SGで28.5±1.9であった。底質の中央粒径値および泥分率は、定点B1で2.83mm（礫）および0.1%、定点B2で1.07mm（極粗砂）および0.1%、定点MSで0.10mm（極細砂）および22.1%、定点SGで0.35mm（中砂）および2.6%であった（図3）。

採集された魚類 調査期間中に各定点12回、計48回の曳網を実施し、25科50種2,920個体7,367gの魚類を採集した。各定点における採集種数・個体数・重量は、定点B1では10科12種67個体422g、定点B2では7科9種

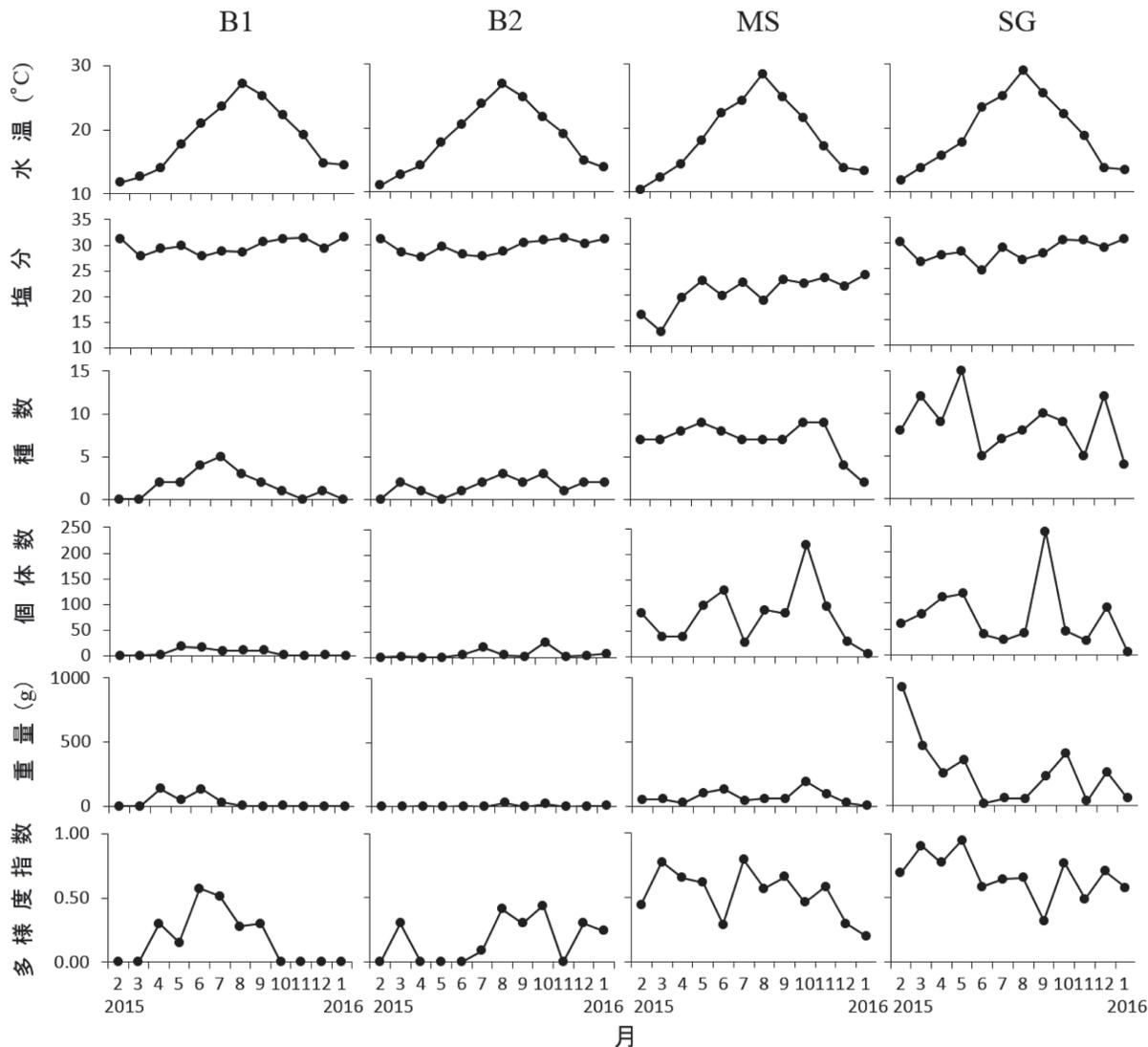


図2. 各定点における水温・塩分・種数・個体数・重量・Shannon-Wiener多様度指数 (H') の季節変化
 定点SGにおいて、9月にゴンズイが900尾以上採集されたが、図の見やすさを保持するため個体数および重量のデータからは除いた

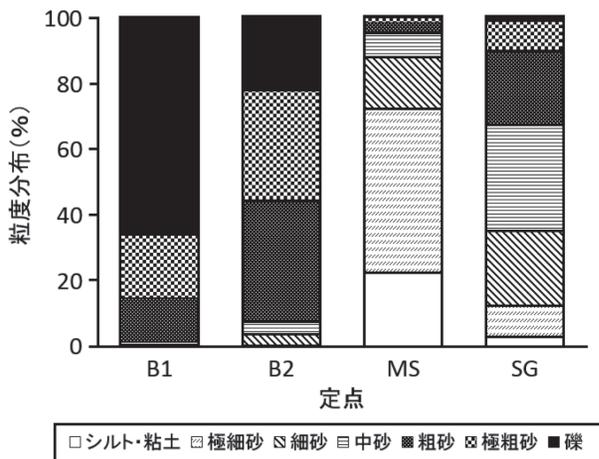


図3. 2015年6月における各定点の粒度分布
 シルト・粘土 = 粒径0.063 mm未満, 極細砂 = 粒径0.063 ~ 0.125 mm, 細砂 = 粒径0.125 ~ 0.25 mm, 中砂 = 粒径0.25 ~ 0.5 mm, 粗砂 = 粒径0.5 ~ 1 mm, 極粗砂 = 粒径1 ~ 2 mm, 礫 = 粒径2 mm以上

84個体70g, 定点MSでは13科24種947個体852g, 定点SGでは17科32種1,822個体6,023gであり(表1), 種数・個体数・重量全てにおいて定点SGで最も多く、次いで定点MSで多かった。

各定点で採集された魚種ごとの個体数割合は、定点B1ではヒメハゼ *Favonigobius gymnauchen* (35.8%), アカオビシマハゼ *Tridentiger trignocephalus* (14.8%), ウミタナゴ *Ditrema temminckii temminckii* (14.8%) で多く、定点B2 (ヒメハゼ, 34.5%; アカオビシマハゼ, 31.0%; トウゴロウイワシ *Hypoatherina valenciennei*, 22.6%) であり上位2種は同一であった。定点MSではヒメハゼ (46.8%), ツマグロスジハゼ *Acentrogobius* sp.2 (18.1%) が多く、定点SGではゴンズイ *Plotosus japonicus* (51.1%), アミメハギ *Rudarius ercodes* (12.2%) が優占種であった。

科ごとにみると、定点B1ではハゼ科 (50.7%), ウミ

表1. 各定点における採集魚類と個体数, 重量, 採集月 (2015年2月~2016年1月)

科名	種名	学名	定点B1			定点B2			定点MS			定点SG		
			個体数	重量(g)	採集月	個体数	重量(g)	採集月	個体数	重量(g)	採集月	個体数	重量(g)	採集月
カタクチイワシ科	カタクチイワシ	<i>Engraulis japonica</i>	1	3.1	10	5	16.9	10				931	2945.7	5, 9
ゴンズイ科	ゴンズイ	<i>Plotosus japonicus</i>	6	127.9	6, 7									
アユ科	アユ	<i>Plecoglossus altivelis altivelis</i>							60	46.2	2			
シラウオ科	シラウオ	<i>Salangichthys microdon</i>							6	0.5	9, 11	2	0.2	12
ヨウジウオ科	オクヨウジ	<i>Urocampus nanus</i>										34	10.5	5-9
	ヨウジウオ	<i>Syngnathus schlegelii</i>										102	137.9	2-10, 12, 1
	ガンテンイシヨウジ	<i>Hippichthys penicillus</i>							1	1.1	7			
	タツノオトシゴ	<i>Hippocampus coronatus</i>										1	0.4	9
トウゴロウイワシ科	トウゴロウイワシ	<i>Hypoatherina valenciennei</i>				19	0.9	7						
サヨリ科	サヨリ	<i>Hyporhamphus sajarie</i>							1	10.5	11			
メバル科	アカメバル	<i>Sebastes inermis</i>										11	12.8	4, 5, 9
	シロメバル	<i>Sebastes cheni</i>										4	10.1	5
	メバル属	<i>Sebastes spp.</i>										6	1.0	5
	タケノコメバル	<i>Sebastes oblongus</i>	1	103.2	4									
ハオコゼ科	ハオコゼ	<i>Hypodytes rubripinnis</i>										21	11.5	9-12
コチ科	コチ	<i>Platycephalus sp.1</i>							6	9.5	2, 3			
	マゴチ	<i>Platycephalus sp.2</i>							63	47.2	8-11			
スズキ科	スズキ	<i>Lateolabrax japonicus</i>				1	0.1	3	13	1.3	2	34	15.6	2-5, 1
ヒイラギ科	ヒイラギ	<i>Nachequinia nichialis</i>							10	29.1	5, 6, 8			
イサキ科	セトダイ	<i>Hapalogerys analis</i>							1	1.3	1			
	ヒゲソリダイ	<i>Hapalogerys nigripinnis</i>	1	1.3	8							1	1.5	8
	コショウダイ	<i>Plectorhinchus cinctus</i>										1	18.2	9
タイ科	クロダイ	<i>Acanthopagrus schlegelii</i>				1	0.1	7	2	0.1	7	1	0.3	7
	キチヌ	<i>Acanthopagrus latus</i>							1	22.6	3	27	1.0	10-12
キス科	シロギス	<i>Sillago japonica</i>	5	0.2	9	1	0.1	9	1	1.4	11			
ウミタナゴ科	アオタナゴ	<i>Ditrema viride</i>	3	13.4	6, 7									
	ウミタナゴ	<i>Ditrema temminckii temminckii</i>	10	40.7	6, 7							6	9.6	5, 7, 9
アイナメ科	クジメ	<i>Hexagrammos agrammus</i>	1	95.7	4									
カジカ科	アサヒアナハゼ	<i>Pseudoblennius cottoides</i>										102	50.1	2-5
	アナハゼ	<i>Pseudoblennius percoides</i>										17	34.7	3-5, 7
ニシキギンボ科	ギンボ	<i>Pholis nebulosa</i>	4	13.9	6							1	1.1	6
ネズボ科	ハタタテスメリ	<i>Repomucenus valenciennei</i>							4	4.3	11	3	9.2	3
	トビヌメリ	<i>Repomucenus beniteguri</i>				1	6.3	8						
	セトヌメリ	<i>Repomucenus ornatipinnis</i>				1	17.0	8				1	9.0	7
ハゼ科	シロウオ	<i>Leucopsarion petersii</i>							20	10.7	4	2	0.6	4
	マハゼ	<i>Acanthogobius flavimanus</i>							22	122.5	2, 4-11	2	83.5	12
	アカオビシマハゼ	<i>Tridentiger trigonocephalus</i>	10	2.3	7, 8, 12	26	4.4	4, 10-1						
	ツマグロスジハゼ	<i>Acentrogobius sp.2</i>							163	118.9	4-12	2	0.8	10
	スジハゼ	<i>Acentrogobius virgatus</i>							25	21.9	2-4, 6-12	53	26.5	5, 9, 10, 12
	ヒメハゼ	<i>Favonigobius gymnauchen</i>	24	18.2	5, 7-9	29	24.2	3, 8-10, 12, 1	443	361.6	2-1	75	21.2	2-5, 8-1
	スミウキゴリ	<i>Gymnogobius petchiliensis</i>							11	2.5	6, 7			
	ニクハゼ	<i>Gymnogobius heptacanthus</i>							15	15.6	3-6, 8-10	66	38.2	3, 5, 8-12
	ピリンゴ	<i>Gymnogobius breunigii</i>							27	12.0	2, 4-8, 10-12	37	12.3	2-4
	チクゼンハゼ	<i>Gymnogobius uchidai</i>							34	4.2	5			
アイゴ科	アイゴ	<i>Siganus fuscescens</i>										2	8.2	12
カレイ科	イシガレイ	<i>Platichthys bicoloratus</i>							5	4.4	3			
	マコガレイ	<i>Pseudopleuronectes yokohamae</i>							13	2.8	3	2	0.4	3
カワハギ科	アミメハギ	<i>Rudarius ercodes</i>										223	109.9	2, 3, 5, 8-10, 12
フグ科	クサフグ	<i>Takifugu niphobles</i>	1	2.4	7							51	2419.0	2-8, 10-1
	コモンフグ	<i>Takifugu poecilnotus</i>										1	21.5	5
計			67	422.3		84	70.0		947	852.2		1822	6022.5	

タナゴ科 (19.4%) が個体数割合で多く、定点B2ではハゼ科 (65.5%), トウゴロウイワシ科 (22.6%) が多かった。定点MSではハゼ科 (80.3%), コチ科 (7.3%) が多く出現し、定点SGではゴンズイ科 (51.1%), ハゼ科 (13.0%) が多かった。

魚類相および多様性の季節変化 種数は、定点B1やB2では7~8月に多く、最大で5種であった。また、概ね夏に多く冬に少ないという傾向がみられた (図2)。定点MSでは、冬季の12月 (4種) および1月 (2種) を除いた月の種数は7~9種の間で安定していた。定点SGでは、5月で15種と最も多く、1月で4種と最も少なく、月による変動が大きかった。個体数については、定点MSおよび定点SGは月による変動が大きく、定点B1およびB2は全体的に少なく季節変動は小さかった。重量は、B1, B2およびMSの3定点では全体的に少なく、定点SGでは月による変動が大きかった。多様性指数は、全ての定点において月による変動が大きかったが、定点間では6月および9月を除く全ての月において定点SGが最も高かった。

主要種の体サイズ 定点B1およびB2ではヒメハゼ、アカオビシマハゼ、定点MSではヒメハゼ、マゴチ *Platycephalus sp.2*、定点SGではアミメハギ、アサヒアナハゼ *Pseudoblennius cottoides*、スズキ *Lateolabrax japonicus*、ニクハゼ *Gymnogobius heptacanthus* において、季節の進行とともに体長組成のモードが大きくなった

(図4)。定点B1およびB2では、ヒメハゼは5月から8月および9月から1月にかけて体長が大きくなった。アカオビシマハゼは7月から1月にかけて体長が大きくなった。定点MSでは、ヒメハゼは2月から8月にかけて体長が大きくなったのに加えて、8月に新規加入群とみられる個体が多数採集され、その後12月にかけて大きくなった。マゴチは8月から11月にかけて大きくなった。定点SGでは、アミメハギは3月から5月および8月から12月にかけて体長が大きくなった。アサヒアナハゼとスズキは2月から5月にかけて、ニクハゼは8月から12月にかけて、それぞれ体長が大きくなった。

キチヌ *Acanthopagrus latus*、シロウオ *Leucopsarion petersii*、シロギス *Sillago japonica* およびシラウオ *Salangichthys microdon* の4種については、地点間で体長および出現時期に差異がみられた (図5)。キチヌは定点MSで3月に体長94mmの個体が採捕されたのに対し、定点SGでは秋から冬にかけて体長10~20mmの個体が出現した。シロウオは4月に定点MSと定点SGにおいて出現し、定点MSの出現個体の体長は定点SGに比べて大きかった。シロギスは定点B1およびB2で9月に体長10~20mmの個体が出現し、定点SGでは11月に体長47mmの個体が出現した。シラウオは体長31~42mmの個体が9月と11月に定点MSで出現し、体長24~25mmの個体が12月に定点SGで出現した。

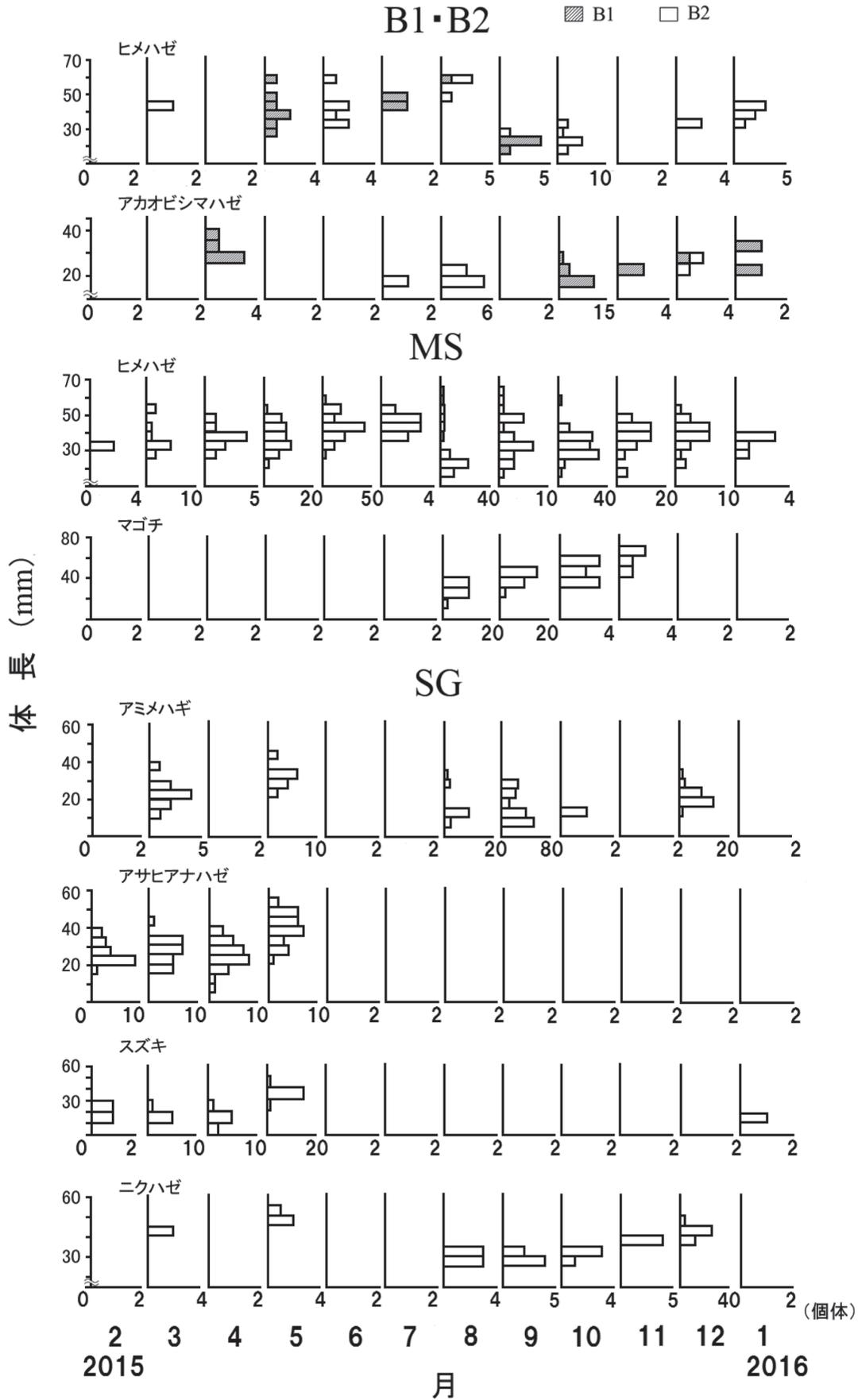


図4. 各定点で30個体以上採集された魚種において、季節の進行とともに体長組成のモードが大きくなった種の、体長組成の経月変化

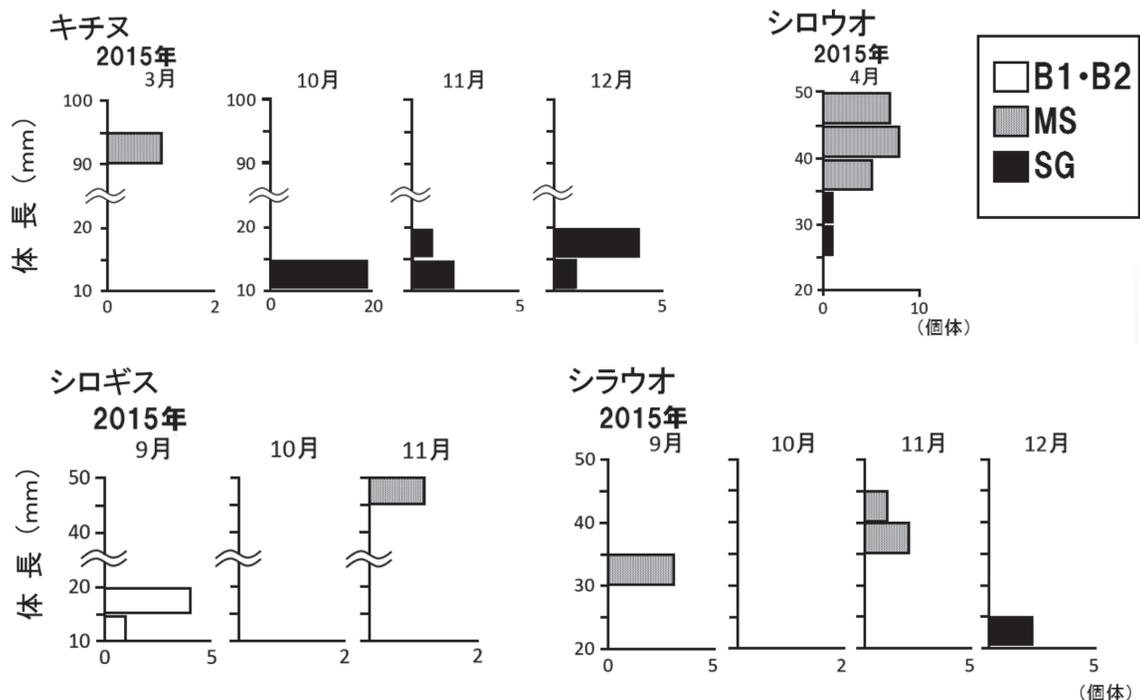


図5. 複数の生息場に出現した魚種で、生息場間で体長組成および出現時期に差異がみられた魚種の、体長組成の経月変化

考 察

砂浜海岸の定点間では、6月の底質において定点B1が定点B2よりも粒径の大きな底質で構成されており(図3)、波当たりの強さが影響している可能性が考えられたが、その他の環境要因(水温、塩分、泥分率)や魚類相およびその季節変化に顕著な差異はみられなかった。これらの砂浜海岸では、河口域やアマモ場と比べて、年間を通して魚類の多様性が低い傾向がみられた。しかし、アカオビシマハゼで7~8月に、ヒメハゼで9~10月に小型個体の加入、その後に体サイズの増大がみられたことから(図4)、複数の魚種の成育場としての役割が示唆された。砂浜海岸を成育場として利用することは、他にもシロギスなど多くの魚種で知られている(木下1993, 日下部1998, 荒山ら2003)。本研究でも体長10~20mmの小型のシロギスが実際に採集された。

本研究の結果を、広島湾の砂浜海岸における過去の調査結果(岩本ら2009)と比較したところ、ごく少数の魚種が優占したことや、ハゼ科魚類が優占したことが共通していた。一方で、過去の調査では第一優占種であったクロダイ *Acanthopagrus schlegelii* の採集個体数が本研究では少ないなど、相違点もあった。この違いは、使用した漁具の目合いおよび曳網層といった違いが関係している可能性が考えられる。魚類相の調査に際しては、使用する漁具の採捕特性を十分に考慮する必要があるだろう。

河口域では他の生息場よりも泥分が多く(図3)、ハゼ科魚類が主に優占していた。ハゼ科魚類の優占は他の多くの河口域における魚類相において共通する特徴である(本多ら1997, 加納ら2000, 青木ら2014)とともに、

河口域は砂浜海岸と比べてハゼ科魚類が多様で量的にも多いことが特徴とされている(藤田1998)。本研究でも同様の特徴が確認された。また、河口域では甲殻類の巣穴が多く(Reise 1985)、これらを生息孔や産卵床として利用するスジハゼやツマグロスジハゼといったハゼ科魚類にとっては好適な生息場となることが考えられる(瀬能2004, Horinouchi 2007)。

アマモ場では他の生息域よりも多様度指数が高い傾向があり(図2)、ゴンズイやアミメハギ等の藻場をよく利用する魚種(阿部1987)が優占し、ハゼ科魚類の割合(13.0%)は相対的に低かった。同様の傾向が他海域でも報告されている(小池・西脇1977, Mattila *et al.* 1999, 鈴木・家田2003)。一方で、本研究で使用した漁具では、底面を曳く際にアマモの株が妨げとなって着底後のハゼ科魚類を効率よく採集できなかった可能性も考えられる。他海域におけるアマモ場の優占種は、伊豆半島下田湾ではスジハゼ *Acentrogobius virgatus* やハオコゼ *Hypodytes rubripinnis*、三重県の英虞湾湾口部ではゴンズイやギンポ *Pholis nebulosa* であり、海域によって異なる(小池・西脇1977, 木村ら1983)。今後は、漁具効率やアマモの株密度、塩分といった環境要素を考慮したうえでの海域間比較も必要であろう。

河口域およびアマモ場において、複数種で小型個体の加入とその後の成長が確認された(図4)。ヒメハゼおよびマゴチは河口域を、アミメハギ、アサヒアナハゼ、スズキおよびニクハゼはアマモ場をそれぞれ重要な成育場として利用していると考えられる。今後、成育場での成長を支えている餌生物や成育場機能として必要な条件を魚種ごとに明らかにすることが、成育場機能の保全の

ために重要である。

本研究により、広島湾の砂浜海岸、河口域およびアマモ場といった浅海域の生息場間において、出現する魚種やその様式が大きく異なることが明らかとなった。また、各生息場が複数の魚類の成育場としてそれぞれ重要な役割を担っていることが示唆された。これらの結果が、広島湾の魚類成育場を保全するための基盤知見として活用されることが期待される。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、調査の協力をいただいた広島大学の学生諸氏に感謝申し上げます。原稿に貴重なご意見をいただいた2名の査読者と編集委員に感謝申し上げます。

文 献

阿部宗明 (1987) 原色魚類大図鑑. 北隆館, 東京, 433p.

青木貴志, 笠井亮秀, 富士泰期, 上野正博, 山下 洋 (2014) 由良川河口域における魚類群集と餌生物の季節変動. 水産海洋研究, **78**, 1-12.

荒山和則, 今井 仁, 河野 博, 藤田 清 (2003) 砂浜海岸砕波帯におけるシロギスの初期生活史. 日本水産学会誌, **69**, 359-367.

東 幹夫 (1981) 稚魚成育場としてのアマモ場の役割. 「藻場・海中林」(八塚 剛・三浦昭雄・斎藤雄之助・須藤俊造編), 恒星社厚生閣, 東京, pp. 34-56.

Brown AC, McLachlan A (1990) *Ecology of sandy shores*. Elsevier, Amsterdam, 328p.

Cooper JA, Chapleau F (1998) Monophyly and intrarelationships of the family Pleuronectidae (pleuronectiforms), with a revised classification. *Fish. Bull.*, **96**, 686-726.

Costanza R, d'Arge R, De Groot R, Faber S, Grasso M, Hannon B, Limburg K, Naeem S, O'Neil RV, Paruelo J, Raskin RG, Sutton P, Van den Belt M (1997) The values of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, **387**, 253-260.

藤田真二 (1998) 砂浜海岸と河口域浅所との比較. 「砂浜海岸における稚魚の生物学」(千田哲資・木下 泉編), 恒星社厚生閣, 東京, pp.42-51.

本多 仁・片山知史・伊藤絹子・千田良雄・大森迪夫・大方明弘 (1997) 河口汽水域における魚類集団の生産構造と機能. 沿岸海洋研究, **35**, 57-68.

Horinouchi M (2007) Distribution patterns of benthic juvenile gobies in and around seagrass habitats: effectiveness of seagrass shelter against predators. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **72**, 657-664.

岩本有司・三代和樹・森田拓真・上村泰洋・水野健一郎・海野哲也・小路 淳 (2009) 広島湾奥部の砂浜海岸に出現する仔稚魚. 水産増殖, **57**, 639-643.

加納光樹・小池 哲・河野 博 (2000) 東京湾内湾の干潟域の魚類相とその多様性. 魚類学雑誌, **47**, 115-129.

笠井亮秀 (2008) 河口・沿岸域での陸上有機物の挙動. 「森川海のつながりと河口・沿岸域の生物生産」(山下 洋・田中 克編), 恒星社厚生閣, 東京, pp.26-37.

木村清志・中村行延・有瀧真人・木村文子・森浩一郎・鈴木 清 (1983) 英虞湾湾口部アマモ場の魚類に関する生態学的研究. 三重大学水産学部研究報告, **10**, 71-93.

木下 泉 (1993) 砂浜海岸砕波帯に出現するヘダイ亜科稚魚の生態学的研究. 高知大学海洋生物教育研究センター研究報告, **13**, 21-99.

小池啓一・西脇三郎 (1977) 伊豆半島下田湾および鍋田湾アマモ場の魚類相の季節的变化. 魚類学雑誌, **24**, 182-192.

日下部敬之 (1998) 砂浜海岸と垂直岸壁の比較. 「砂浜海岸における仔稚魚の生物学」(千田哲資・木下 泉編), 恒星社厚生閣, 東京, pp.30-41.

Mattila J, Chaplin G, Eilers MR, Heck KL jr, O'Neal JP (1999) Spatial and diurnal distribution of invertebrate and fish fauna of a *Zostera marina* bed and nearby unvegetated sediments in Damariscotta River, Maine (USA). *J. Sea Res.*, **41**, 321-332.

門谷 茂 (1996) 瀬戸内海の環境と漁業の関わり. 「瀬戸内海の生物資源と環境」(岡市友利・小森星児・中西 弘編), 恒星社厚生閣, 東京, pp.1-40.

中坊徹次 (2013) 日本産魚類検索図鑑 全種の同定 第3版 I-II. 東海大学出版会, 秦野, 1747p.

沖山宗雄 (2014) 日本産稚魚図鑑 第2版. 東海大学出版会, 秦野, 1639p.

大森迪夫・鶴田義成 (1998) 河口域の魚. 「河口・沿岸域の生態学とエコテクノロジー」(栗原 康編著), 東海大学出版会, 東京, pp.108-118.

Reise K (1985) *Tidal flat ecology: An experimental approach to species interactions*. Springer-Verlag, Berlin, 191 p.

瀬能 宏 (2004) 決定版 日本のハゼ. 平凡社, 東京, 534p.

小路 淳 (2009) 藻場とさかな 魚類生産学入門. 成山堂書店, 東京, 178p.

鈴木輝明・家田喜一 (2003) 三河湾奥に存在するアマモ場内・外の魚類群集の相違. 愛知県水産試験場研究報告, **10**, 21-24.

多田邦尚 (2008) 浅海域の生物生産環境. 学術の動向, **13**, 24-29.

Wentworth CK (1922) A scale of grade and class terms for clastic sediments. *J. Geol.*, **30**, 377-392.

吉田みゆき・高杉由夫 (2001) 沿岸開発に伴う瀬戸内海の潮汐変動-過去30年間の潮汐変化-. 海の研究, **10**, 123-135.