

論文 Article

広島湾におけるクロダイ稚魚の出現状況と年変動

河合賢太郎¹・藤田大樹¹・海野徹也²

Horizontal distribution and annual fluctuations in abundance of settled juveniles of the black sea bream *Acanthopagrus schlegelii* in Hiroshima Bay, Japan

KAWAI Kentaro¹, FUJITA Hiroki¹ and UMINO Tetsuya²

要旨：広島湾においてクロダイ稚魚の着底・育成に適した環境条件を把握する目的で、同湾沿岸の稚魚の生息密度を明らかにした。稚魚は2006–2009年6–7月に広島湾内18定点で採集した(n=2,488)。さらに、調査定点のうち最も高い稚魚密度(35.83 inds./100m²)を観測した能美島鹿田において、2013–2016年の7–9月にかけて稚魚を採集し(n=1,588)、密度の年変動を観察した。その結果、広島湾の全平均密度は3.78 inds./100m²となり、密度の高い4定点はいずれも巖島、能美島西岸であった。密度が高い定点の特徴として、潮流が物理的に遮られた静穏域の砂浜帯で、淡水流入があることが挙げられた。密度には年変動があり、近年は減少傾向にあることが判明した。広島湾クロダイの資源加入量が低下している可能性が示唆された。

キーワード：クロダイ、砂浜海岸、稚魚、広島湾

Abstract: To obtain basic information on the optimal nursery grounds for black sea bream *Acanthopagrus schlegelii* recruits, juvenile density in Hiroshima Bay was calculated. Juveniles (n=2,488) were collected from 18 sampling stations around Hiroshima Bay using surf zone nets during the early summer from 2006 to 2009. To assess the annual fluctuations of juvenile density, samples were continuously caught from one station (St. 1) on the western side of Noumishima Island from 2013 to 2016. Relatively high densities were recorded from four stations (St. 1, 2, 6 and 10) located along the Ohno Seto Strait and the western side of Noumishima Island. These sampling stations shared three common characteristics that likely explain the observed higher juvenile density, namely (1) moderate currents with calm areas protected by physical barrier, (2) sandy muddy beaches (tidal flats) and (3) freshwater inflows or run-off. Juvenile density showed an annual decreasing trend, suggesting that fish stock levels of black sea bream are declining in Hiroshima Bay.

Keywords: black sea bream, Hiroshima Bay, juvenile, sandy beach

I. 緒言

クロダイ *Acanthopagrus schlegelii* は南シナ海から日本や韓国の沿岸にかけて広く分布しており、我が国の水産業において重要種になっている (Jeong et al., 2007; 海野, 2010; Yamashita et al., 2015)。クロダイの漁獲量は瀬戸内海が全国の50%以上を占め (農林水産省, 2019)、中でも広島湾は本種の好漁場で、かつ重要な産卵場が形成されている (Gonzalez et al., 2008; 河合ら, 2017)。広島湾のクロダイ漁獲量は1970年代に乱獲や環境悪化の影響で激減したものの、その後の放流事業によって漁獲量が回復した (海野, 2010)。現在、広島県のクロダイの放流事業は中止さ

れており、自律資源となった本種の漁獲量は減少傾向にある (農林水産省, 2019)。そのため、今後、広島湾において、本種の積極的な資源管理が必要になる。

魚類の資源管理や資源量推定を行う上で、対象種の仔稚魚の分布や生息密度を把握し、次世代の加入量を予測することは必要不可欠である (望岡ら, 2015)。中でも資源加入量に直結する新規加入群の多寡は、将来の資源量の推定・予測に必須な情報である。広島湾のクロダイふ化仔魚は、概ね1ヶ月の浮遊期間を経て碎砂帯や干潟に着底し、稚魚へと移行する (海野, 2010)。また、本種仔稚魚の生息環境は主に碎波帯で、低塩分環境で特に多くみられる傾向がある (木下,

1 広島大学大学院生物圏科学研究科: Graduate School of Biosphere Science, Hiroshima University

2 広島大学大学院統合生命科学研究科: Graduate School of Integrated Sciences for Life, Hiroshima University

1993)。ただし、同湾のクロダイ稚魚の分布状況に関する情報は乏しく、関連知見は1980年代まで遡る(米司, 1986)。また、近年は湾奥部の埋立や富栄養状態の改善などにより広島湾を取り巻く環境が激変したため(橋本ら, 2007; 川上ら, 2012), クロダイ稚魚の分布状況も再確認する必要がある。

本研究では、広島湾クロダイの資源管理のための基礎知見の蓄積を目的として、同湾内に着底した稚魚の分布状況を把握するとともに、密度から稚魚の着底・成育に適した環境条件を明らかにした。さらに、密度の年変動を把握するため、比較的、高い密度が観測された定点について、計8カ年にわたる調査を行った。

II. 材料と方法

1. 広島湾の稚魚分布

クロダイ稚魚の採集は広島湾の18定点で(図1)、2006–2009年にかけて実施した。採集には二人曳きの小型曳き網(幅4.0 m, 高さ1.0 m, 目合い1.0 mm; Kinoshita, 1985を改変)を用い、昼間に海岸線と平行に碎波帯を50 m曳網した。調査1回の曳網回数は3回とし、採集物からクロダイ稚魚を選別した後、100 m²当たりの密度を算出した。調査は6–7月にかけて

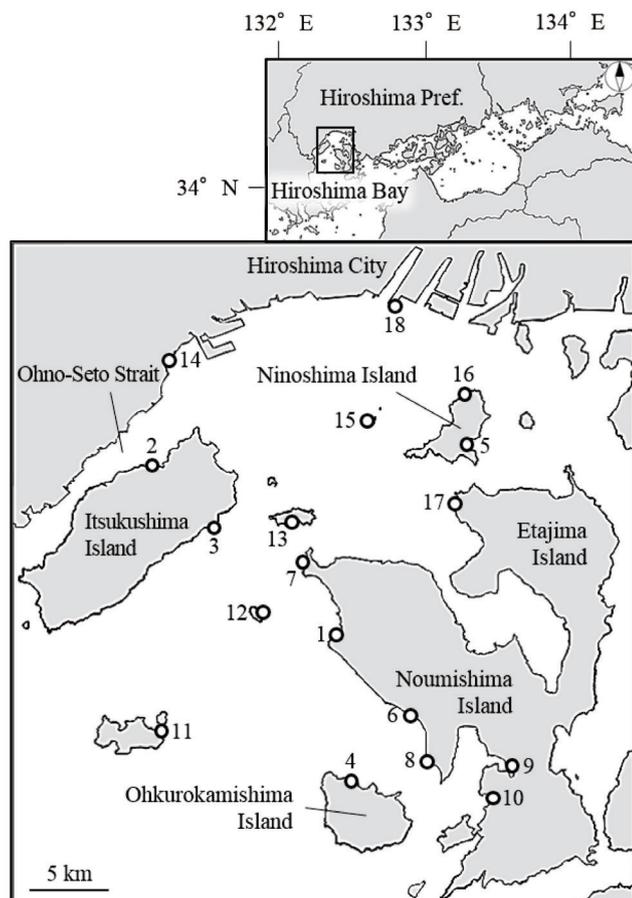


図1 広島湾における18調査定点

行い、2006年はSt.1およびSt.6–10で2–3回、2007年はSt.1–7およびSt.11–18で4–8回、2008年はSt.1–5で5回、2009年はSt.1–5で3回行い、定点毎に密度を算出した。

2. 能美島鹿田における稚魚密度の年変動

クロダイ稚魚の採集は、江田島市能美島西側の鹿田(St.1)において、2013–2016年の各年6–9月に行った。調査は2013年に7回、2014年に7回、2015年に10回、2016年に9回行い、採集方法は先述の稚魚分布調査に準じた。また、2006–2009年の稚魚分布調査で得たSt.1のデータも加え、年度毎の100 m²当たりの密度の年変動を明らかにした。

III. 結果と考察

1. 広島湾の稚魚分布

2006–2009年にかけての4年間の調査において、広島湾18定点におけるのべ155回の調査で採集した稚魚は計2,488個体に達した。広島湾全体の18定点の稚魚の平均密度は3.78 inds./100m²となり、中でも比較的高い密度(>10inds./100m²)が観測されたのは、St.1, 2, 6, 10であった(表1)。

米司(1986)による1984年の広島湾の調査では、大野瀬戸、能美島西側および大黒神島北部で多くのクロダイ稚魚が採集されている。本研究において高い密度が観測された定点はいずれも大野瀬戸および能美島西側に位置する(図2)。よって、広島湾を取り巻く環境が大きく変化した現在も、これら沿岸はクロダイ稚魚の着底・成育場として機能していると考えられる。

クロダイ仔稚魚は砂浜海岸碎波帯の代表種として知られている(Kinoshita and Tanaka, 1990; 木下, 1993)。また、クロダイをはじめ、一般に仔稚魚が多く出現する砂浜海岸は波高が低く、かつ流速が遅い傾向があるという(荒山・河野, 2015)。これは、遊泳力が弱い仔稚魚は波が高く流れが速い水域では定位置が困難となり、滞留できないためである。しかしながら、浮遊期の仔魚は砂浜海岸への来遊に潮流を利用しており(Boehlert and Mundy, 1988; Tanaka et al., 1989), 潮流が速い海岸であっても防波堤付近などの静穏域で稚魚などの小型魚が出現することもある(Tatamaru et al., 2014)。本研究において、高い密度が観測された定点はいずれも、潮流が岬や構造物で遮られた入り江や漁港周辺の砂浜帯であった。

本研究で高い密度が観測された定点の周辺は、小規模河川や流れ込み等による淡水流入も確認された(図

表1 各年・各定点におけるクロダイ稚魚の採集個体数、調査回数、100m² 当たり個体密度および標準偏差

Years	Sts.	Num. of inds.	Density		surveys	
			inds./100m ²	S. D.		
2006	1	645	35.83	±24.94	3	
	6	242	13.44	±4.63	3	
	7	61	3.39	±4.22	3	
	8	3	0.25	±0.25	2	
	9	52	2.89	±2.63	3	
	10	194	10.78	±5.85	3	
2007	1	31	0.86	±0.70	8	
	2	522	21.75	±19.86	6	
	3	15	0.54	±1.02	7	
	4	1	0.04	±0.09	7	
	5	150	5.36	±5.38	7	
	6	9	0.32	±0.46	7	
	7	1	0.04	±0.09	7	
	11	5	0.18	±0.35	7	
	12	4	0.14	±0.18	7	
	13	21	0.88	±1.85	6	
	14	17	1.06	±1.02	4	
	15	2	0.07	±0.17	7	
	16	4	0.17	±0.28	6	
	17	12	0.50	±0.63	6	
	18	32	1.33	±1.99	6	
	2008	1	24	1.20	±2.05	5
		2	291	14.55	±27.98	5
		3	0	0.00	±0.00	5
4		24	1.20	±1.92	5	
5		9	0.45	±0.78	5	
2009	1	27	2.25	±1.14	3	
	2	25	2.08	±0.47	3	
2009	3	0	0.00	±0.00	3	
	4	32	2.67	±3.60	3	
	5	33	2.75	±0.94	3	
Total		2,488	3.78	±10.16	155	

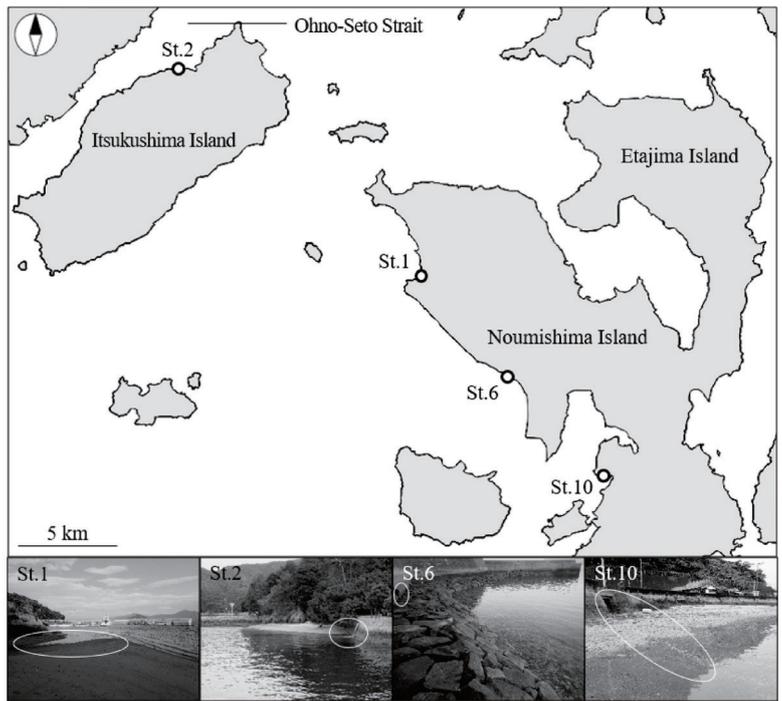


図2 クロダイ稚魚の密度が高い定点(St. 1, 2, 6, 10)の位置と全景写真 (白丸は淡水流入を示す)

着底・成育に適した環境条件は、1) 潮流が物理的に遮られ、静穏域が形成されている、2) 砂浜帯である、3) 淡水流入がある、の3つが重要であると考えられる。

2. 能美島鹿田における稚魚密度の年変動

2013–2016年にかけて St.1 で行った 33 回の調査で、計 1,588 個体のクロダイ稚魚を採集した。各年の平均密度は 2013 年が 23.22 inds./100m² (n=743)、2014 年が 7.83 inds./100m² (n=329)、2015 年が 4.75 inds./100m² (n=285)、2016 年が 4.28 inds./100m² (n=231) であった。これらに加えて、稚魚の分布調

2). 他海域でも、クロダイ稚魚が多く採集されている場所は低塩分帯、もしくは淡水流入が確認されている(木下, 1993; 藤田, 1998)。こうした淡水の流入する場所は栄養供給が豊富で基礎生産力が高いため、クロダイのみならず、仔稚魚にとって好適な摂餌場である(田中ら, 2009)。クロダイ仔稚魚が低塩分に対する高い順応性を持っていることはよく知られており(石渡, 1979; 北島・塚島, 1983)、塩分勾配が大きな高濁度環境は外敵からの捕食圧を低減させる効果がある(小路, 2008)。さらには、海産魚の仔稚魚の場合、低塩分環境下では浸透圧調節に必要なエネルギーを節約でき、成長が早くなるという知見もある(North and Houde, 2003)。低塩分に高い適応力を持つクロダイ稚魚にとって(甲田ら, 2016)、淡水流入のある場所は、摂餌機会を増加させるとともに、被食リスクが低減されるため、結果的に生残に有利な環境であるといえる。概括すれば、広島湾においてクロダイ稚魚の

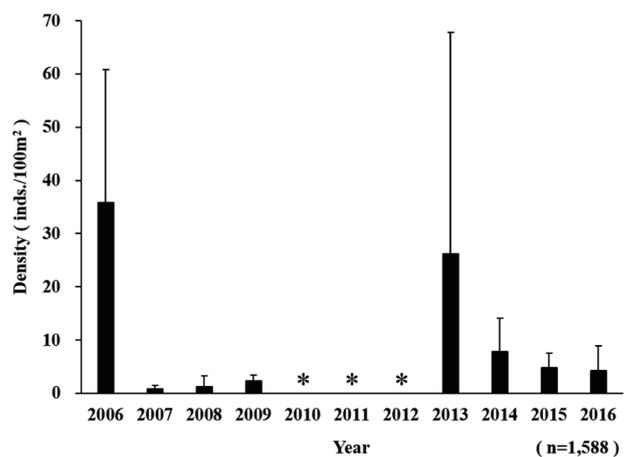


図3 St.1 におけるクロダイ稚魚密度の年変動

*はデータ無し

査で2006–2009年のSt.1で得られた密度も踏まえ、密度の年変動を調べた。その結果、密度は年によって大きく異なり、また、2013–2016年にかけて減少傾向を示した。

クロダイ稚魚の出現量が年によって異なることは、1980年代にも高知県土佐湾（木下、1993）や広島湾（米司、1986）で報告されており、原因として、仔稚魚の初期生残率の低下や、親魚の小型化もしくは親魚数の減少が指摘されている。仔稚魚の初期生残率については不明であるものの、密度が減少傾向を示した2013–2016年は広島湾の漁獲量も同様に減少していた（農林水産省、2019）。広島湾の漁獲は五智網による産卵親魚群への依存度が高く、産卵期には遊漁による釣獲圧も高いことが示唆されている（海野、2010）。放流事業が中止され、自律資源となった広島湾クロダイにおいて、産卵期における親魚の集中的な漁獲は卵仔稚の密度低下を引き起こし、最終的には本種の資源量に甚大な影響を及ぼす恐れがある。

広島湾のクロダイ稚魚の着底・成育に好適な場の多くは人間活動の場でもあり、埋立や干拓などの人為的環境改変の影響を受けやすいと考えられる。広島湾のように、稚魚の成育場となっている内湾の保全には、継続した環境モニタリングや生態学的調査が求められているものの（八木ら、2015）、これまで同湾のクロダイ稚魚の密度や分布、成育場の環境に関する継続的データは蓄積されていない。

本研究によって広島湾のクロダイ稚魚の生息密度が減少傾向にあることが判明したが、今後は新規加入群の低下によって将来的に資源が低迷する可能性もある。広島湾における本種の資源管理と持続的利用を進めるためには、新規加入群としての稚魚の生息状況のモニタリングを実施することが望ましい。産卵親魚については、市場調査や単位努力量あたりの漁獲量（CPUE）の推移を把握することに加え、産卵状況の把握のための定量性の高い卵密度データを得ることも有効だろう。卵密度は卵数法（Parker, 1985）による産卵親魚数の推定にも必要であることから、広島湾のクロダイの資源動向を把握する上で貴重な情報となる。このような新規加入群や親魚群の資源動態の把握に加えて、卵仔稚の減耗率やその要因を調査するなど、広島湾のクロダイの資源管理に必要な多面的知見を早急に収集する必要があると考える。

謝辞

本論文執筆に際し、広島大学大学院統合生命科学研究科のLiao Lawrence Manzano 准教授には快く英文校

閲の労を賜った。ここ広島湾におけるクロダイ稚魚の採集に際し、広島市在住の圓山晴信氏には多大なるご協力を頂いた。また、本学生物圏科学研究科に在学していた塩崎博氏、赤木拓峰氏、谷口良太氏には、クロダイ稚魚の採集においてご尽力頂いた。

この場を借りて、深謝の意を表す。

引用文献

- 荒山和則・河野 博（2015）：砂浜海岸－波が碎ける場所における仔稚魚の生き残り戦略。望岡典隆・木下 泉・南 卓志編：『魚類の初期生活史研究』恒星社厚生閣、55-64。
- 石渡 卓（1979）：クロダイ種苗生産技術開発試験。昭和52年大阪府水産試験場事業報告、94-108。
- 海野徹也（2010）：クロダイの生物学とチヌの釣魚学。成山堂書店、174。
- 河合賢太郎・岡崎隆真・菅野哲史・海野徹也（2017）：DNA 種同定による広島湾における分離浮遊卵の季節変化。日本水産学会誌、83、215-217。
- 川上佐知・菅野孝則・田中英治・中元雄二・林 貴行・高浜繁盛（2012）：ミチゲーションにより造成した干潟の20年にわたる順応的管理の実践。土木学会論文集B3（海洋開発）、68、I_558-I_563。
- 北島 力・塚島康生（1983）：ヘダイとクロダイの交雑種の形態、成長、低水温・低塩分耐性。魚類学雑誌、30、275-283。
- 木下 泉（1993）：砂浜海岸砕波帯に出現するヘダイ亜科仔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。
- 甲田和也・津行篤士・海野徹也・竹下直彦・辻村浩隆（2016）：飼育塩分がクロダイ幼魚の成長、魚体成分および耳石Sr:Ca比に及ぼす影響。日本水産学会誌、82、720-726。
- 小路 淳（2008）：仔稚魚成育場としての河口域高濁度水塊。山下 洋・田中 克編：『森川海のつながりと河口・沿岸域の生物生産』恒星社厚生閣、11-22。
- 田中 克・田川正朋・中川耕至（2009）：『稚魚 生残と変態の生理生態学』京都大学学術出版会。
- 農林水産省（2019）：平成29年漁業・養殖業生産統計、確報。海面漁業生産統計調査：e-Stat 政府統計の総合窓口 総務省ホームページ、<https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00500216&tsstat=000001015174&cycle=7&year=20170&month=0&class1=000001015175&class2=000001124915>（2019年5月23日閲覧）
- 橋本俊也・青野 豊・山本民次（2007）：広島湾生態系の保全と管理。山本民次・古谷 研編：『閉鎖性海域の環境再生』恒星社厚生閣、57-68。
- 藤田真二（1998）：砂浜海岸と河口域浅所との比較。千田哲資・木下 泉編：『砂浜海岸における仔稚魚の生物学』恒星社

- 厚生閣, 42-51.
- 望岡典隆・木下 泉・南 卓志 (2015) : 魚類初期生活史研究のこれまでとこれから. 望岡典隆・木下 泉・南 卓志編 : 『魚類の初期生活史研究』 恒星社厚生閣, 9-15.
- 八木佑太・木下 泉・藤田真二 (2015) : 内湾 - 高濁度汽水域での仔稚魚の生き残り戦略. 望岡典隆・木下 泉・南 卓志編 : 『魚類の初期生活史研究』 恒星社厚生閣, 78-88.
- 米司 隆 (1986) : 広島湾におけるクロダイ稚魚の分布と年変動. 第 18 回南西海区ブロック内海漁業研究会報告, 41-47.
- Boehlert, G. W. and B. C. Mundy(1988) : Roles of behavior and physical factors in larval and juvenile fishes recruitment to estuarine nursery areas. *American Fisheries Society Symposium*, 3, 51-67.
- Gonzalez, E. B., T. Umino and K. Nagasawa(2008) : Stock enhancement programme for black sea bream, *Acanthopagrus schlegelii*(Bleeker), in Hiroshima Bay, Japan : a review. *Aquaculture Research*, 39, 1307-1315.
- Jeong, D. S., E. B. Gonzalez, K. Morishima, K. Arai and T. Umino(2007) : Parentage assignment of stocked black sea bream *Acanthopagrus schlegelii* in Hiroshima Bay using microsatellite DNA markers. *Fisheries Science*, 73, 823-830.
- Kinoshita, I.(1985) : Postlarvae and juveniles of silver sea bream, *Sparus sarba* occurring in the surf zones of Tosa Bay, Japan. *Japanese Journal of Ichthyology*, 33, 7-12.
- Kinoshita, I. and M. Tanaka(1990) : Differentiated spatial distribution of larvae and juveniles of the two sparids, red and black sea bream, in Shijiki Bay. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 56, 1807-1813.
- North, E. W. and E. D. Houde(2003) : Linking ETM physics, zooplankton prey, and fish early-life histories to striped bass *Morone saxatilis* and white perch *M. americana* recruitment. *Marine Ecology Progress Series*, 260, 219-236.
- Parker, K.(1985) : Biomass model for the egg production method. Lasker, R. eds. : *An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: application to the northern anchovy, *Engraulis mordax**. National Marine Fisheries Service, Silver Spring, 36: 5-6
- Tanaka, M., T. Goto, M. Tomiyama and H. Sudo(1989) : Immigration, settlement and mortality of flounder (*Paralichthys olivaceus*) larvae and juveniles in a nursery ground, Shijiki Bay, Japan. *Netherlands Journal of Sea Research*, 24, 57-67.
- Tatamaru, S., S. Usui, T. Kanai, Y. Tanaka, W. Hyakunari, S. Kaneko, K. Kanou and M. Sano(2014) : Influence of artificial headlands on fish assemblage structure in the surf zone of a sandy beach, Kashimanada Coast, Ibaraki Prefecture, central Japan. *Fisheries Science*, 80, 555-568.
- Yamashita, H., S. Katayama and T. Komiya(2015) : Age and growth of black sea bream *Acanthopagrus schlegelii*(Bleeker 1854)in Tokyo Bay. *Asian Fisheries Science*, 28, 47-59.
- (2019年8月31日受付)
(2019年12月5日受理)