

論文 Article

瀬戸内海広島湾のアサリ漁場の干潟における大型クロダイ *Acanthopagrus schlegelii* (タイ科) の出現の季節変化

重田利拓^{1,2}・斉藤英俊²・富山 毅²・坂井陽一²・清水則雄³

Seasonal Occurrence of Large-sized Black Porgy, *Acanthopagrus schlegelii* in an Intertidal Short-neck Clam Fishery Ground in Hiroshima Bay, Japan.

Toshihiro SHIGETA^{1,2}, Hidetoshi SAITO², Takeshi TOMIYAMA², Yoichi SAKAI² and Norio SHIMIZU³

要旨：広島湾最大のアサリ漁獲量のある漁場である広島県廿日市の前潟干潟において、2003年2月から2004年1月の1年間にわたり刺網による調査を行い、アサリ食害魚種である大型のクロダイ *Acanthopagrus schlegelii* の出現状況を明らかにした。9種73個体の魚類が採集され、クロダイ(23.6~48.5cm TL)が全個体数の79%を占める優占種であった。クロダイの月別CPUE(個体数/300m/回)は0~18.8の範囲であり、6月末に急上昇し、7月末には最高値の18.8を示し、8月末、9月末も高値を示した。本種は、初夏から秋季の6月末~10月末の5ヶ月間に多く出現すること、この間は、体サイズにかかわらず干潟域を利用することが明らかになった。

キーワード：アサリ、クロダイ、干潟、広島湾、*Acanthopagrus schlegelii*

Abstract: Black porgy, *Acanthopagrus schlegelii* (Family: Sparidae), is a commercially important fish in Japan. This species is known as a major predator of the short-neck clam *Ruditapes philippinarum* in tidal flats. Seasonal occurrence of large fishes such as the porgy was investigated from February 2003 to January 2004 at the Maegata tidal flat, which has the largest catch of short-neck clam in Hiroshima Bay, western Seto Inland Sea. As a result, 73 individuals from nine species were collected by monthly gill net sampling. *A. schlegelii*, 23.6-48.5 cm total length was the dominant species and accounted for 79% of the total individuals. The catch per unit effort (CPUE: number of fish caught/300 m of netting) of the porgy was 0-18.8. The CPUE rapidly increased in late June. In late July, it reached 18.8, the highest annual value, after which the CPUE maintained high values during late August and late September. From late November values were low (0-3.0) again. These results indicate that large-sized *A. schlegelii* occur seasonally in the tidal flats from late June to late October.

Key word: *Acanthopagrus schlegelii*, Black porgy, Hiroshima Bay, Short-neck clam, tidal flat

I. 緒言

タイ科に属するクロダイ *Acanthopagrus schlegelii* は河口干潟域、岩礁域など広い範囲に生息する沿岸魚で(林・萩原, 2013), 2014年には全国で3,124t, 瀬戸内海では1,491tが漁獲される(農林水産省, 2016a)。本種は、河口や干潟域を利用する習性を持つことからアサリ *Ruditapes philippinarum* と同所的に生息すること、着底初期を除く稚魚から成魚までのすべてのサイズでアサリを食害すること、個体数も多いことから、

瀬戸内海では最も重要なアサリ食害魚種と考えられる(重田, 2008; 重田・薄, 2012)。瀬戸内海のアサリ漁獲量は、1985年の45,023tをピークとして、2014年には、ピーク時の実に1/265となる過去最低の170tにまで激減している(重田・薄, 2012; 農林水産省, 2016a)。栽培漁業種として、毎年多数のクロダイの人工種苗が放流される(水産総合研究センター, 2015)一方、被食されるアサリも重要な栽培漁業種である。干潟域を代表する鍵種でもあるアサリ資源の回復・再

1 国立研究開発法人 水産研究・教育機構 瀬戸内海区水産研究所; National Research Institute of Fisheries and Environment of Inland Sea, Fisheries Research and Education Agency (FRA), Japan

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

3 広島大学総合博物館; Hiroshima University Museum, Japan

生に当たり、クロダイの干潟域への出現状況は、食害防除・対策に向けて、正確に把握しておくべき最も重要な生態情報である。

第1筆者ほかは、2003～2004年に広島湾北西海域において、クロダイなど比較的大型の魚類の分布や移動を把握するため、干潟域、岩礁域、かき筏、魚礁など多様な生息場所に定点を設けて刺網による採集調査を実施した。本報では、これらの定点のうち、広島湾最大のアサリ漁獲量がある大野瀬戸の干潟において把握された、アサリ成貝（殻長20mm以上）への食害が問題となる大型のクロダイ（全長25cm前後以上）の出現状況について詳細を報告する。

II. 材料と方法

1. 調査場所と標本の採集

本報の調査場所は、広島湾最大のアサリ漁獲量のある広島県廿日市市大野の前潟(まえがた)干潟である。一般的に、アサリ成貝は、体サイズが大きく、遊泳・移動能力が高く、かつ活発に行動する魚種による食害の影響を強く受けると考えられる。そこで、魚類の採集には、クロダイを主な漁獲対象とした「ちぬ建て」と呼ばれる三枚底刺網を用いた。本漁法は、脅した魚類が瞬時に深所へ逃避する性質を利用したものである。網の目合(展開した際にできる正方形の一边の長さ)は4.5cm、高さは1.35m、長さは60m、網の上縁には浮子が、下縁には沈子が装着されている。この60mの網を3～5枚連結して使用した。調査は2003年2月～2004年1月の毎月末1回、昼間に行い、干潟から深所へ逃避する魚類を採集するため、干潟の先端から海底へ続く斜面へ岸に対して平行に入網した。調査時の入網水深は2.0～8.2mで、羅網した魚類は直ちに回収した(入網開始から揚網開始までは7～23分間)。単位努力量当たり採集個体数(CPUE)は、5連結(300m)当たりの採集個体数(個体数/300m/回)で表した。

2. 種同定と標本の形態学的分析

採集した魚類標本は、直ちに研究室に持ち帰り、以下の分析に供した。種の同定について、日本産タイ科の同定は林・萩原(2013)に、他魚種の同定、および本報で用いた魚類の学名と和名は中坊(2013)に従った。標本の諸形質の確認と計測は生鮮時に行い、全長(TL)はデジタルノギスを使用し0.01mm単位で計測した。計数・計測方法はHubbs and Lagler(1958)に従った。各標本はラベルを付して、20%中性ホルマリン液で固定・保存した。

クロダイは毎年多数の人工種苗が放流されており

(水産総合研究センター, 2015)、2002年には広島市、広島県および山口県の3機関によって、広島湾で計42.6万個体が放流されている(水産庁・水産総合研究センター, 2004)。天然個体と放流個体を形態学的に可能な限り区別するため、各標本について、1. 左右の鼻孔隔皮欠損(天然個体では認められない)(松岡, 2000)、2. 左右の胸鰭軟条の強い乱れ(天然個体での出現率は低く、かつ軽微)(唐川, 1990)、3. 左右の条数など腹鰭の異常(天然個体では認められない)(唐川, 1990)、4. その他の形態・体型異常(脊柱屈曲症(北島, 1979)など、放流個体で異常が認められることがある)の計4形質の有無により、これらいずれかの異常を有する個体を放流個体とした。広島湾北部海域で大量に放流された広島市生産の人工種苗では、約2割の個体で上記3の腹鰭の異常が認められ、これが人工種苗を判別する自然標識となる(重田ほか, 未発表)。

3. 採集場所の生息環境

物理・化学的環境について、2～6月までは携帯型水温・塩分計(YSI ナノテック, Model 30)を用いて水温と塩分を、貧酸素水塊が発生する夏季に向けて、7月以降は携帯型水温・塩分・DO計(YSI ナノテック, Model 85)を用いて水温、塩分およびDO(溶存酸素量)を標本採集時に計測した。計測層は、表層と底層および原則として水面下0.5, 1, 2, 3, 4, 5, 7m層とし、表層の水温・塩分は水面下0.04m層あるいは0.1m層を、DOは水面下0.1m層を計測した。採集時刻における大野瀬戸(広島港を使用)の推算潮位をPCソフトの「潮時表(WSIO21)」(酒巻輝幸)を用いて算出した。

生物学的環境について、干潟の生産性(クロダイ等魚類の餌環境)の指標として、ここではアサリの単位面積当たり年間漁獲量を用いた。調査を実施した2003年と最近年の2014年について値を求めた。アサリの漁獲量は農林水産省統計年報(中国四国農政局広島統計情報事務所, 2002; 中国四国農政局広島統計・情報センター, 2003; 2004; 2006; 農林水産省, 2016b)を使用した。ただし、2005年以前の年報では本報の調査場所が含まれる「大野」の他、「廿日市」および「宮島」の3区分で掲載されていた漁業地区が、2006年に統合され、それ以降「廿日市市」として掲載されるようになった。そこで、統合直前の5年間(2001～2005年)における3漁業地区の漁獲量の比率を算出し、2014年の廿日市市の漁獲量にこれに乗ずることにより、2014年の大野の漁獲量を推計した。さらに、漁業地区「大野」の漁獲量は、大野瀬戸を挟んで、旧

大野町側の前潟 (浜毛保), 大国新開などの他, 旧宮島町側の多々良潟, 大江・大川浦など 12 カ所の漁場より構成される。大野町 (1989, 1990, 1991) の資料を基に, 1988 ~ 1990 年の 3 年間の「大野」の統計値に漁場別漁獲割合を乗じて, 前潟における漁獲量を推計した。なお, 1989 年度と 1990 年度の調査資料 (大野町, 1990; 1991) では, 12 カ所の漁場のうち上位 7 カ所のみ記載であること, これら 7 カ所で全体の漁獲量の 97% を占めることより, これら 7 カ所の合計を「大野」として扱った。前潟の干潟面積は環境省自然環境保全基礎調査 (緑の国勢調査) の成果などに基づく, 環境省生物多様性センター運営の生物多様性情報システムを用いて求めた。

Ⅲ. 結果と考察

1. クロダイの出現の季節変化と体サイズ

全 12 回の調査により, コノシロ *Konosirus punctatus* (ニシン科) からマハゼ *Acanthogobius flavimanus* (ハゼ科) までの 9 種 73 個体が採集された。このうち, クロダイが 58 個体 (23.6 ~ 48.5 cm TL) で, 全個体数の 79% を占める優占種であった。クロダイ 58 個体のうち, 放流個体と判定されたのは 1 個体 (左右の腹鰭条数異常) のみであった。なお, 既述の広島湾北西海域全域の刺網調査によって, クロダイは 320 個体 (20.7 ~ 48.5 cm TL) が採集され, その全長組成のモードは 25.0 ~ 26.0 cm TL であった (重田ほか, 未発表)。

図 1 に, 前潟干潟における大型クロダイの CPUE の月別変化を示した。2 月末から 5 月末まで, ほとんど採集されていない。ところが 6 月末に CPUE 値は 8.8 に急上昇し, 7 月末には最高値の 18.8 に達した。この時期同干潟において, 本種はととても多く出現していることが理解できよう。続く, 8 月末, 9 月末も高値を維持している。秋季の 10 月末には 6.0 となり, 夏季と比べるとやや減少するものの, 依然として, 干潟に出現していることが分かる。11 月末 ~ 1 月末の晩秋から冬季には, 再びほとんど採集されず, 干潟で活動しなくなることが明らかになった。すなわち, 前潟干潟において, 大型のクロダイは 6 月末 ~ 10 月末の 5 ヶ月間は有意に多く干潟に出現するものの, それ以外の期間での出現は有意に少ないことが明らかになった (t 検定, $t=5.61$, $df=10$, $P<0.01$)。

次に, 各月別のクロダイの全長組成を図 2 に示す。大型のクロダイが干潟に出現する 6 月末 ~ 10 月末までの 5 ヶ月間において, 各月で全長の平均値に有意な差は認められなかった (ANOVA, $P>0.56$)。この間, 大型のクロダイは体サイズにかかわらず同干潟を利用

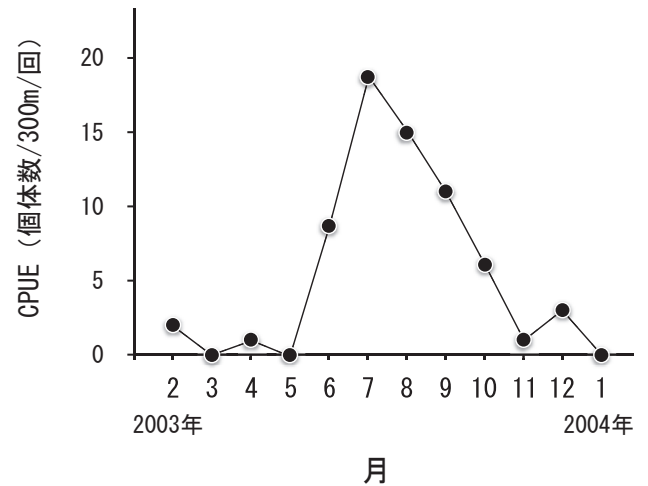


図 1. 前潟干潟における大型クロダイの出現の月別変化
CPUE は単位努力量当たり採集個体数。6 月末 ~ 10 月末の 5 ヶ月間は, 他期間と比べて有意に多い (t 検定, $t=5.61$, $df=10$, $P<0.01$)。

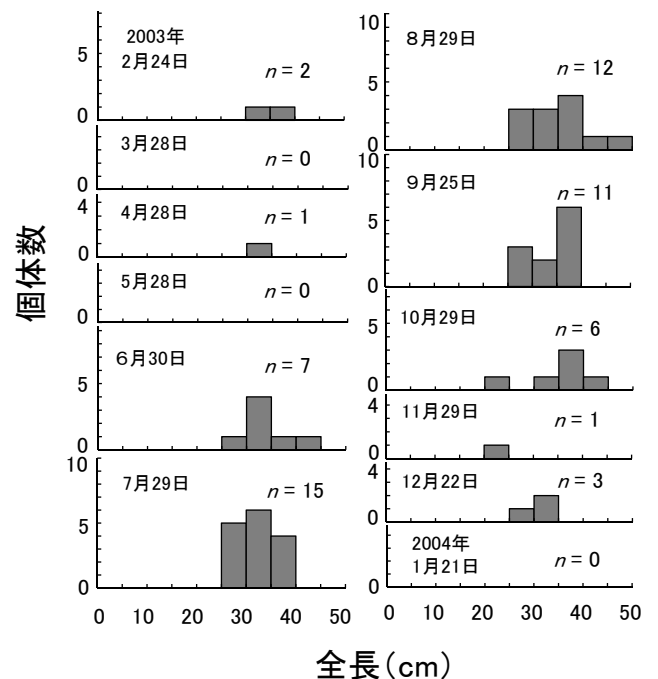


図 2. 前潟干潟における月別のクロダイの全長組成
6 ~ 10 月末の各月で全長の平均値に有意差は無い (ANOVA, $P>0.56$)。

しているものと考えられる。同干潟において, 本種各個体の栄養状態 (腹腔内脂肪重量指数) は, 繁殖期後の 6 月末の低い状態から, 早くも 8 月末には繁殖期前の高い栄養状態に回復し 9 月末には年間の最高値を示すことから (重田ほか, 未発表), 餌資源の豊富な干潟での採食活動が体力の回復に極めて重要であることが示唆される。その餌資源となるのがアサリである (重田・薄, 2012)。

2. クロダイの出現と生息環境との関係

魚類の生態学的生活史戦略の視点からは, 成長し生存を高める体組織に関わる努力と, 繁殖の成功度を

増加させる繁殖努力という二つの大きな要素があり、これらへのエネルギー配分が重要となる（グロス・前川, 1989）。動物（魚類）ではこのエネルギーを採食により獲得しており、従って、採食行動に影響を与える個体を取りまく生息環境が極めて重要なものとなる。**物理・化学的環境**：採集場所における採集時の表層と底層の水温、塩分の季節変化を図3に、各層のDOの季節変化を図4に示した。水温は、春季から夏季にかけて表層と底層では最高で4.1℃の温度差が認められ、この時期には成層構造を形成していることが分かる。クロダイなどが生息する底層では、海水の上下循環の開始により成層構造が消失する9月末には最高値の23.8℃となり、その後下降を続けて12月末以降は13℃以下となった。塩分は、表層では24.7~33.7psuの幅のある値を示すが、底層では32.0~33.7psuの比較的安定した値を示した。底層のDOは、成層期で水温が高い夏季の7月末と8月末にそれぞれ2.74mg/L、3.24mg/Lのやや低い値を示したが、干潟の先端直下以浅の水深帯（7月末では水面下2m層以浅、8月末では同3m層以浅）では5mg/L以上であった。9月末以降の循環期には、表層、底層とも4.35mg/L以上の値となった。循環期は最終観測の1月下旬まで継続し、この間水温、塩分およびDOとも表層と底層で概ね同じ値を示した。

これら生息環境と大型クロダイの前潟干潟での出現について検討する。第1筆者ほか（未発表）は、本調査に先立つ2000年7月から2005年8月の5年間にわたり、大野瀬戸内にあり前潟干潟とは異なる干潟に

定点を設けて、毎月1, 2回、目視観察（5cm TL以上の魚類の全数を計数）による野外調査を実施した。その結果、25cm TL未満の中・小型クロダイでは、水温が14℃前後以上に昇温する頃から干潟で活動を始め、14℃前後以下に降温する頃に干潟での活動を終えることから、水温が干潟への出現を規定する要因であることが示された。広島湾では、概ね、前者が4月中旬頃、後者が12月中旬頃である。水温の上昇および下降時期は、年によって2, 3週間程度のずれが観察されることがあり、中・小型の本種の行動はこのずれに合致していた。本種の未成魚・成魚の生存水温は4~5.9℃以上、摂餌水温は6~8℃以上とされる（下茂ほか, 2000）。しかし、上記の野外での観察では、14℃以下になると本種の行動は極めて不活発であった。一方、本調査では底層水温が15.3℃に上昇した5月末でも大型個体のCPUEは0.0であり、18.1℃になった6月末になってようやく8.8に上昇した。また、水温が16.8℃を保っている11月末のCPUEは早くも1.0まで低下し、干潟からほぼ逸散した。前述の中・小型個体での観察結果と比較すると、本調査で対象とした大型個体では前潟干潟への来遊が遅い一方、同干潟からの逸散は早いことから、大型個体では水温のみならず、他の要因によっても行動が規定されることが示唆される。

魚類の成長、摂餌量など生理的变化を引き起こすDOの臨界濃度は3.0mg/L（4.3mg/L）、底生魚類の致死濃度は1.5mg/L（2.1mg/L）とされる（日本水産資源保護協会, 2006）。大野瀬戸では7月末から8月末

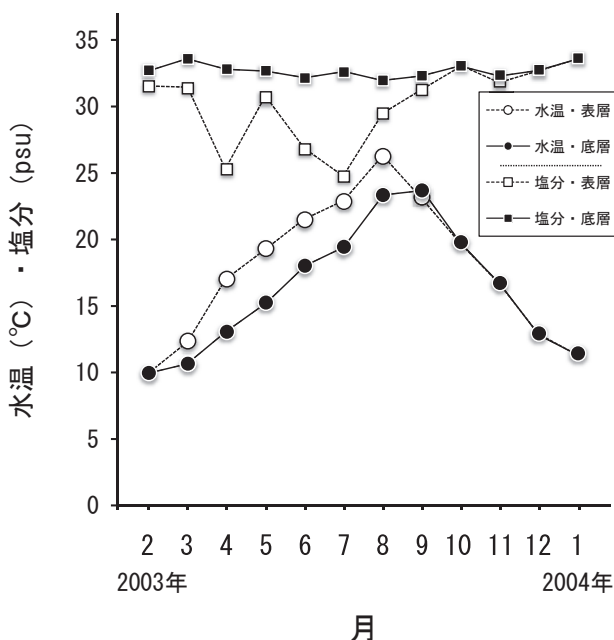


図3. 採集場所における表層と底層の水温、塩分の季節変化

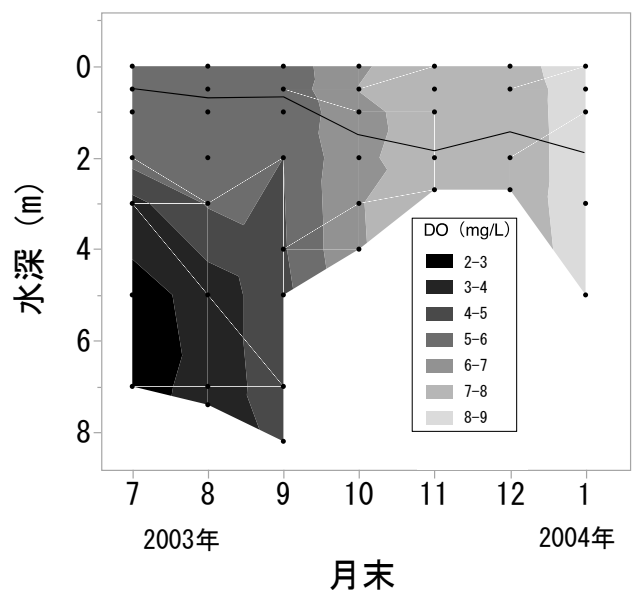


図4. 採集場所における表層から底層のDOの季節変化
黒点は測点。折れ線は、干潟の沖側先端の地盤高である潮位30cm面を示す。

の夏季に底層に貧酸素水塊が形成される年があり、既述の広島湾北西海域の広域刺網調査における、前潟干潟から2km沖以内に位置する2定点の同年7月末と8月末の底層(水深10.7~13.5m)のDOは、1.45~2.03 mg/Lを示し、致死濃度を下回る貧酸素状態であった(重田ほか、未発表)。既述のとおり、大野瀬戸のクロダイは初夏から秋季に干潟を利用する習性を持つが、7月末と8月末のCPUEは特に高く、周辺海域における貧酸素水塊の発生が本種の行動に影響を与えることが推察される。すなわち、干潟の周辺海域での貧酸素状態が、干潟のアサリ漁場におけるクロダイの出現個体数を増加させ、アサリの食害に拍車をかける可能性を否定できない。今後、干潟とその周辺海域の複数定点におけるクロダイの生息個体数とDOとの関係の分析により、これらの関係の有無が明らかにできるだろう。

生物学的環境：大型クロダイの干潟域への来遊は、繁殖後の体力回復のための採食を主な目的として、健康の維持増進(寄生虫の駆除)のためのクリーニング(Shigeta et al., 2003)や淡水浴(重田ほか、未発表)も副次的な目的としていると考えられる。ここでは、最も重要である採食の視点から検討する。前潟干潟において、5月末には水温が14℃を超えているにもかかわらず本種は全く出現せず、突如として、6月末から干潟での出現が認められるようになる。これは本種の繁殖生態と密接な関係があると考えられる。すなわち、広島湾における繁殖期は5月から6月下旬までで、盛期は5月下旬から6月中旬であること(木村, 1958; 米司・慶徳, 1986)、25cm TL前後以上の大型個体は成魚であること(木村, 1958)より、繁殖を終えた個体が餌の豊富な干潟へ採食のために来遊したためと考えられる。事実、第1筆者ほか(2003年6月末~10月末に同所で採集した大型個体(24.7~42.3cm TL, $n=21$)の胃内容を調べたところ、アサリ出現頻度(アサリが検出された個体の割合)は76%に達し、アサリは胃内容物重量の72.5%を占めている(重田・薄, 2012)。アサリを指標とした干潟の生産性(クロダイ等魚類の餌環境)について、2003年の「大野」におけるアサリ漁獲量は71tであった。1988~1990年度の「大野」では前潟の漁獲割合が最も高く、 $40.9 \pm 5.6\%$ ($n=3$, 平均値 \pm 標準偏差, 以下同様)を占め、従って、前潟の漁獲量は29tと推計された。前潟の干潟面積は11haであり、2003年のアサリ生産性は2.6t/ha/年と推計される。現在(2014年)では、2014年の「廿日市市」におけるアサリ漁獲量が59tであったこと、2001~2005年の「大野」, 「廿日市」

および「宮島」の割合は、 $96.0 \pm 2.4\%$ ($n=5$), $3.6 \pm 1.5\%$ ($n=5$) および $0.4 \pm 0.9\%$ ($n=5$) であったことより、大野は57t、このうち前潟は23tと推計される。従って、2014年における前潟のアサリ生産性は2.1t/ha/年と推計される。重田(2012)は、魚類生産(資源)にとって、アサリ1.5~3t/ha/年(150~300g/m²/年)以上を持続的に生産できる干潟環境が必要と指摘している。前潟干潟は本調査を実施した2003年当時および現在でもこれを満たしており、クロダイにとって良好な餌環境を有すると言えよう。

秋季の10月末までは大型個体の干潟への出現が認められるが、11月末以降は干潟から逸散する。海水の上下循環が発達して海水温の低下が進む時期ではあるが、11月末には同所の水温は依然として17℃前後と高く、クロダイの活動を妨げるものではない。このような逸散は本種個体の何らかの生理状態を反映すると推察される。例えば、6月末~9月末までの夏季の干潟での十分な採食による栄養状態(体力)の回復状況に応じて干潟から逸散する可能性も考えられ、そのメカニズムの解明が期待される。

瀬戸内海のアサリ漁業は、周防灘などかつての主力産地で資源が崩壊してしまい、2014年現在、低位ながら資源が残存する廿日市市が漁獲量第1位の産地となっている。備後・芸予瀬戸の松永湾にある山波の洲(広島県尾道市)も数少ない残された産地であるが、資源量の甚だしい低下により、2015年4月から1年間の完全禁漁に追い込まれ(中国新聞, 2015)、2016年度も回復の目途が立たないことから、2年連続の完全禁漁の実施に至っている(中国新聞, 2016)。クロダイは現存量が多く、大型個体では採食量が多く移動能力も高いなど、瀬戸内海では最も注意しなければならないアサリ食害魚種である(重田, 2008; 重田・薄, 2012)。広島湾内で唯一の放流機関となっていた広島市も、2008年を最後に本種の種苗生産・放流を休止するに至っている(広島市農林水産振興センター水産部, 2010)。本報告では、大型クロダイの前潟干潟への来遊期間は6月末~10月末までの5ヶ月間であることが明らかになった。大型個体の行動習性から、少なくともこの期間は、干潟のアサリ漁場において被覆網を設置するなど食害対策が必要であろう。

【謝辞】

広島湾でのクロダイ等魚類採集調査に多大なるご協力を頂いた広島県大野町漁業協同組合の松本博和氏に深く感謝するとともに厚くお礼申し上げます。市場調査や魚類採集などご協力を頂いた元同漁協の広畑裕一

郎氏を始めとする関係諸氏，広島県くば漁業協同組合の北林 隆氏および元同漁協の平田 悟氏を始めとする関係諸氏，クロダイ放流種苗の入手や情報・共同研究でお世話になった広島市役所および広島市水産振興協会の荒谷義章氏，佐藤 幹氏，安田 健氏，中原周作氏，田村往生氏，石津敏之氏，岡田賢治氏，峠 恭雄氏，徳村 守氏，安永大介氏，ならびに関係諸氏，クロダイ放流種苗の入手や情報でお世話になった元広島県水産試験場の高場 稔博士，同水試および広島県庁の加藤友久氏，村田憲一氏，竹本広司氏，相田 聡氏，安江 浩氏，横内昭一氏，飯田悦左博士，ならびに関係諸氏，広島県栽培漁業協会の平川浩司氏，ならびに関係諸氏，広島県大柿町漁業組合，元山口県水産研究センター内海研究部の木村 博氏，山口県庁および同県水研センターの岡田浩司氏，内田喜隆氏，宮内 聡氏，ならびに関係諸氏，山口県大島漁業協同組合の沖本鐘夫氏，ならびに関係諸氏，山口県大島町役場の齊郷壮哲氏，クロダイの採集に協力頂いた広島県大竹市の釣りクラブの関係諸氏，クロダイ稚魚採集や分析でお世話になった水土舎の深瀬一之氏，元広島県環境保健協会の有吉英治氏，同環保協の中西 毅氏，笹田一喜氏を始めとする関係諸氏，漁港漁村建設技術研究所の押谷美由紀氏，前潟漁場やアサリについて情報提供や調査協力を頂いた水産研究・教育機構瀬戸内海区水産研究所（現増養殖研究所）の薄 浩則博士，広島県浜毛保漁業協同組合の浜崎譲治氏，ならびに関係諸氏，濱本水産の濱本恵津生氏，大野町の水産業に関する資料・情報を提供頂いた広島県大野町役場（現廿日市市役所），研究を支援して頂いたアサリ資源全国協議会を構成する道県や水産研究・教育機構等の関係各位，元水産総合研究センター瀬戸内海区水産研究所の有馬郷司氏，秋山敏男博士，データ入力等を手伝って頂いた元水産総合研究センター瀬戸内海区水産研究所の南部美枝子氏，魚類採集や計測を手伝って頂いた広島市の重田恭子氏，本原稿への意見を頂いた水産研究・教育機構瀬戸内海区水産研究所の首藤宏幸博士，本報告の掲載の機会を頂いた広島大学総合博物館，および有益なご指摘を頂いた査読者に厚くお礼申し上げます。

【引用文献】

大野町（1989）：『大野瀬戸水産資源量調査 昭和 63 年度報告書』
 大野町（1990）：『大野瀬戸水産資源量調査 平成元年度報告書』
 大野町（1991）：『大野瀬戸水産資源量調査 平成 2 年度報告書』
 唐川純一（1990）：第 5 章 標識手法。栽培漁業放流技術開発事業 クロダイ班 総括報告書（Ⅱ），62-68。
 北島 力（1979）：クロダイ人工種苗の鰾の異常および脊柱屈

曲症について，長崎県水産試験場研究報告，5，27-32。
 木村知博（1958）：広島湾のクロダイ（*Mylio macrocephalus* Basilewsky）について。広島県水産試験場報告，19，12-19。
 グロス，M. R.・前川光司（1989）：魚類の繁殖戦略の進化。後藤 晃・前川光司編：『魚類の繁殖行動—その様式と戦略をめぐって』東海大学出版会，161-201。
 重田利拓（2008）：瀬戸内海の魚類に見られる異変と諸問題。日水誌，74，868-872。
 重田利拓（2012）：干潟の餌環境の指標としてのアサリ資源の変動が瀬戸内海の魚類生産へ及ぼす影響に関する研究。瀬戸内海，63，61-64。
 重田利拓・薄 浩則（2012）：魚類によるアサリ食害—野外標本に基づく食害魚種リスト—。水産技術，5，1-19。
 下茂 繁・秋本 泰・高浜 洋（2000）：海生生物の温度影響に関する文献調査。海生研報，2，1-351。
 水産総合研究センター（2015）：『平成 25 年度 栽培漁業・海面養殖用種苗の生産・入手・放流実績（全国）～総括編・動向編～』
 水産庁・水産総合研究センター（2004）：『平成 14 年度 栽培漁業種苗生産 入手・放流実績（全国）～資料編～』
 中国四国農政局広島統計情報事務所（2002）：『広島農林水産統計年報 平成 13～14 年 2001～2002』
 中国四国農政局広島統計・情報センター（2003）：『広島農林水産統計年報 平成 14～15 年 2002～2003』
 中国四国農政局広島統計・情報センター（2004）：『広島農林水産統計年報 平成 15～16 年 2003～2004』
 中国四国農政局広島統計・情報センター（2006）：『広島農林水産統計年報 平成 16～17 年 2004～2005』
 中国四国農政局広島農政事務所（2007）：『広島農林水産統計年報 平成 17～18 年 2005～2006』
 中国新聞（2015）：山波アサリ初の 1 年禁漁。2015 年 3 月 24 日朝刊，32。
 中国新聞（2016）：尾道「山波の州」2 年連続完全禁漁 アサリ復活漁業者模索。2016 年 4 月 10 日朝刊，25。
 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。
 日本水産資源保護協会（2006）：『水産用水基準（2005 年版）』日本水産資源保護協会。
 農林水産省（2016a）：平成 26 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，http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/GL08020103.do?_toGL08020103_&listID=000001141864&disp=Other&requestSender=dsearch（2016 年 8 月 17 日閲覧）
 農林水産省（2016b）：広島県，平成 26 年産市町村別データ，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，<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/GL08020103>。

- do?_toGL08020103_&listID=000001147476&disp=Other&requestSender=dsearch (2016年8月17日閲覧)
- 林 公義・萩原清司 (2013): タイ科 Sparidae. 中坊徹次編: 『日本産魚類検索 全種の同定 第三版』東海大学出版会, 955-959.
- 広島市農林水産振興センター水産部 (2010): 『平成20年度業務報告』
- 松岡正信 (2000): クロダイの鼻孔隔皮欠損症について. 水産増殖, 48, 675-676.
- 米司 隆・慶徳尚寿 (1986): II 広島県. 『昭和60年度栽培漁業放流技術開発事業 クロダイ班 総合報告書』
- Hubbs, C. L. and K. F. Lagler (1958): Fishes of the Great Lakes region. *Bull. Cranbrook Inst. Sci.*, 26, 1-213.
- Shigeta, T., H. Usuki and K. Gushima (2003): Interaction between cleaner and host: the Black porgy cleaning behavior of juvenile Sharpnose tigerfish, *Rhyncopelates oxyrhynchus* in the Seto Inland Sea, western Japan. *UJNR Technical Report*, 30, 139-147.
- (2016年8月31日受付)
- (2016年12月6日受理)