

## タイムラプスカメラを用いた潮下帯に移植されたアサリ稚貝を捕食する魚類の観察

日比野学・村田将之・山田穂高

(2021年9月22日受付, 2021年12月3日受理)

### Under water observation of fish predators for Asari Clam *Ruditapes philippinarum* juveniles transplanted using time-lapse camera

HIBINO Manabu<sup>\*1</sup>, MURATA Masayuki<sup>\*1</sup> and YAMADA Hotaka<sup>\*2</sup>

**Abstract :** Fish predators for Asari Clam *Ruditapes philippinarum* juveniles transplanted were observed using underwater time-lapse camera in subtidal zone of Mikawa bay, Japan. A total of 48,000 images were recorded for about 2 days excluding nighttime, and revealed that 3 species of Sparinae fish (10,307 individuals of *Acanthopagrus schlegelii*, 1,064 ind. of *Rhabdosargus sarba* and 561 ind. of *Acanthopagrus latus*) and short-nosed tripod fish (7,914 ind. of *Triacanthus biaculeatus*) dominantly occurred after clam juveniles were transplanted. In particular, short-nosed tripod fish is the first report of Asari clam-eating species. These fish were abundantly observed during high tide and rarely at approximately under 100cm in water depth. These fish showed feeding behavior such as bringing their snouts closer to the seabed. The abundance of these fish was more than 10 times higher than previously reported in a nearby intertidal natural habitat. It was considered that these fish were concentrated in the transplanted juveniles as there were few clams in the surrounding area. It was considered that fish predation would be one of significant causes of mortality for transplanted clam juveniles, with a decrease in condition factor suggested in the previous study. It is necessary to examine methods for transplanting clams according to the feeding habits of fish and to restore the biomass of bivalves or other benthos on shallow waters and tidal flats as food resources for fish with improvement of inner bay environment such as nutrient management.

キーワード: アサリ, 稚貝移植, 捕食者, 魚類, クロダイ, ギマ, タイムラプスカメラ

愛知県におけるアサリ *Ruditapes philippinarum* 漁獲量は, 1960年代以降長らく年間約1-2万トン程度と安定し, 国内生産量の中で主要なシェアを維持してきた<sup>1)</sup>が, 2014年以降に顕著な減少が見られ, 2017年には1,635トンと直近のピークである2008年の18,412トンの僅か8.9%となっている。<sup>2)</sup> 愛知県では, 三河湾奥部の豊川河口の六条潟等で発生したアサリ稚貝を, 大規模に漁場に移植することで, アサリ資源増殖が図られてきた。<sup>1)</sup> <sup>3)</sup>しかし近年, 移植稚貝が産卵を迎える秋冬期に減耗し,

資源添加に繋がらない問題が生じている。<sup>4)</sup> また漁場によっては, 夏期の移植直後に稚貝密度が減少する事例もあり, その要因は多岐にわたる可能性がある。

従来から, 愛知県海域ではアサリの捕食者としてツメタガイ,<sup>5)</sup> キセワタガイ,<sup>6)</sup> ヒトデ類<sup>7)</sup> 等のベントス類に関する研究が行われ, 稚貝移植を効果的なものとするため, 漁業者による駆除や防除が実施されてきた。<sup>1)</sup> <sup>3)</sup> 一方, 近年では, 魚類のアサリ資源減少に対する影響が指摘され, 国内各地のアサリ生息域において, 潜在的

\*1 愛知県水産試験場漁業生産研究所 (Marine Resources Research Center, Aichi Fisheries Research Institute, Toyohama, Minamichita, Aichi 470-3412, Japan)

\*2 現所属) 公益財団法人愛知県水産業振興基金栽培漁業部 (Aichi Prefectural Sea Farming Center, Konakayama, Tahara, Aichi 441-3618, Japan)

捕食者となる魚種や、<sup>8)</sup> アサリへの食害の実態<sup>9)</sup> が、水中カメラを用いた調査等で報告されている。しかしながら、愛知県海域においては、魚類による捕食の移植稚貝への影響や捕食種は明らかにされておらず、これらを把握することで、稚貝移植をより効果的に行う必要がある。

そこで、本研究では、アサリ稚貝移植後の魚類による食害実態を把握するため、三河湾の潮下帯に位置する漁場にアサリ稚貝を試験移植し、タイムラプスカメラによる観察を行い、移植場所への出現種や出現頻度を明らかにすることを目的とした。

## 材料及び方法

### 調査場所とカメラの設置

調査は、三河湾北部の一色干潟中央部に位置する衣崎漁港周辺において、潮下帯に位置する小型底びき網のアサリ漁場、及び潮間帯に位置する潮干狩場 (Fig. 1) に 20×20m の試験区を設け実施した。2020 年 8 月 4 日に豊川河口で採捕されたアサリ稚貝 (平均殻長 13.8mm) を、同日午前 10 時 30 分に試験区内に約 1,000 個/m<sup>2</sup> の密度となるよう移植放流した。移植後のアサリ分布密度の推移を調査するため、2020 年 8 月 6 日、9 月 4 日及び 10 月 6 日に、潜水による簡易グラブ採泥器 (特開 2015-099059 ; 採取面積 0.05m<sup>2</sup>; 採泥深さ約 15cm) による採泥を各区 5 回ずつ行い、目開き 2mm のふるいにかけた後にアサリを選別し個体数を計数し殻長を測定した。なお、期間中に天然アサリ稚貝の加入が見られたため、相澤・滝口<sup>10)</sup> の方法によりコホートを分離した上で、その組成から移植稚貝コホートの密度を算定した。

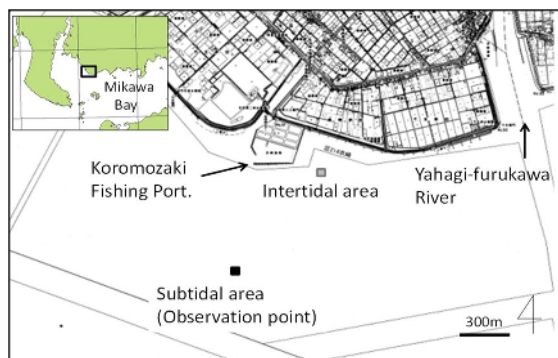


Fig.1 Map showing the experimental area in subtidal observation point by time-lapse underwater camera and intertidal area of examination in clam density as a control, at Isshiki tidal flat in Mikawa Bay.

水中タイムラプスカメラによる観察は、潮下帯試験区 (Fig. 1) で行った。試験区の北西角に打設した海苔養殖用支柱から試験区内に向けて、自作の水中ハウジングに収容したタイムラプスカメラ ((株) バイコム製 TLC200PRO ; 以下カメラという) を、海底面の約 60cm 上方から海底面に対し約 30° の角度で設置した (Fig. 2)。撮影はトワイライトモードで行い、撮影間隔は 2 秒に 1 回とし、稚貝放流時から 8 月 6 日午前 8 時 30 分まで撮影を行った。ただし、撮影された画像において被写体の認識が確実に可能な 5 時から 19 時までの日中の画像 (約 48,000 画像) を解析の対象とし、夜間 (20 時から翌日 4 時まで) の撮影は休止する設定とした。なお、調査期間は大潮であり、8 月 4 日 11 時 40 分頃から 13 時 20 分頃まで、8 月 5 日 12 時 50 分頃から 13 時 40 分頃まではカメラが干出していた。

調査期間中の水温は、カメラが設置されている支柱に、海底上約 30 cm に固定されたワイパー式メモリークロロフィル濁度計 (INFINITY-CLW ; JFE アドバンテック) による観測データを用いた。なお、同時に観測したクロロフィル蛍光値と濁度については、センサー不調による異常値のため、解析には使用しなかった。また、水深については、気象庁 WEB ページの潮汐観測資料 ([https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/db/tide/genbo/g\\_tokai.php](https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/db/tide/genbo/g_tokai.php), 2021 年 3 月 31 日) から潮位の実測値を引用し、画像からカメラが干出したと判断された時刻と、その時の潮位実測値及びカメラの設置高さ (60 cm) をもとに調査場所の水深を推定し、換算水深とした。

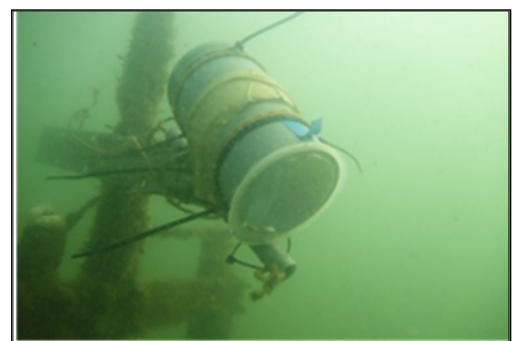


Fig.2 The time-lapse underwater camera used in the observation point.

### 解析方法

調査期間中にカメラで撮影された約 48,000 枚の画像は、Brinno Video Player ソフトウェア (<https://www.bicom-j.com/support/TLC200PRO.htm>, 2020 年 11 月 16

日)を用いてPCモニタ上に表示し、画像ごとに出現した生物種の同定と、種別の個体数を記録した。個体数は20分間(計600画像)ごとに集計し、20分あたりの延べ出現個体数を出現頻度とした。また、集計した個体数データは、Tezuka *et al.*<sup>8)</sup>の方法を準用し、次式により分布密度に換算した。

$$\text{分布密度 (個体数/m}^2\text{)} = \frac{\sum_{i=1}^n Ni}{n \cdot A}$$

この式で、nは集計対象とした画像数であり本研究ではn=600(20分間の画像数)、Niはi番目の画像中の種別の出現個体数、Aは画像の撮影面積を示す。ただし、Aは経時的な透明度の変動とともに変化するが、本研究では撮影画像中の魚体や貝殻のサイズ等から判断して透明度を一律2mと仮定した。また、水中画角は、Tezuka *et al.*<sup>8)</sup>を参考にし、カメラの仕様書にある水平画角(105°)、垂直画角(61°)及び水中屈折率(1.34)に基づき、それぞれ88.4°(水平視野)及び47.5°(垂直)と算定した。撮影面積は、透明度(2m)及び水中水平画角(88.4°)高さ(60cm)、角度(30°)及び水中垂直画角(47.5°)から算定される扇形の面積(3.08m<sup>2</sup>)から、カメラ設置から算定される直下の撮影不能面積(0.15m<sup>2</sup>)を除外した範囲とし、2.93m<sup>2</sup>とした。算出された分布密度は、100m<sup>2</sup>あたりに換算して表示した。なお、本論文の図で用いた画像は、画像処理ソフト「フォト」のフィルター機能により、コントラスト及び明るさを編集した。

## 結 果

撮影期間において、撮影画像により確認できた種及び個体数をTable 1に示した。また、出現種の一部について、比較的鮮明な画像をFig. 3に示した。撮影期間における延べ出現個体数で最も多かったのはクロダイ *Acanthopagrus schlegelii* (Fig. 3-A)の10,307個体であり、ついでギマ *Triacanthus biaculeatus* (Fig. 3-B)の7,914個体、ヘダイ *Rhabdosargus sarba* (Fig. 3-A; 右の個体)の1,064個体、キチヌ *Acanthopagrus latus* (Fig. 3-C)の561個体の順であった。その他の魚類で出現が確認されたのは、ヒゲソリダイ *Hapalogenys nigripinnis* (Fig. 3-D)、シマイサキ *Rhyncopelate Oxyhynchus* (Fig. 3-B; 左の個体)、マハゼ *Acanthogobius flavimanus* (Fig. 3-E; 矢印部)、ボラ *Mugil cephalus* (Fig. 3-F)、アイゴ *Siganus fuscescens* (Fig. 3-G)、コショウダイ *Plectorhinchus cinctus*、アカエイ *Dasyatis akajei* (Fig. 3-H)、イシガレイ *Platichthys bicoloratus*であった。撮影期間におけるクロダイ、ヘダイ及びキチヌの出現頻度(20分あたり延べ出現個体数)の平均は、それぞれ128.84、13.30及び7.01個体/20分であった。また、同様にこれら3種の分布密度の期間平均は、それぞれ7.14、0.74及び0.39個体/100m<sup>2</sup>であった。ギマの出現頻度の期間平均は、98.93個体/20分、分布密度の期間平均は5.48個体/100m<sup>2</sup>であった。

**Table 1** The species groups identified by the time-lapse camera observation, with total individual number and abundance (average individual number per 20 minutes and average individual number per 100 m<sup>2</sup> fishery ground area) during the observation period.

Japanese name	Species	Common name	Total ind.	Ave.ind./20min	Ave.ind./100m <sup>2</sup>
Kurodai	<i>Acanthopagrus schlegelii</i>	Japanese black seabream	10,307	128.84	7.14
Gima	<i>Triacanthus biaculeatus</i>	Short-nosed tripodfish	7,914	98.93	5.48
Hedai	<i>Rhabdosargus sarba</i>	Goldlined seabream	1,064	13.30	0.74
Kichinu	<i>Acanthopagrus latus</i>	Yellowfin seabream	561	7.01	0.39
Higesoridai	<i>Hapalogenys nigripinnis</i>	Short barbeled velvetchin	191	2.39	0.13
Shimaisaki	<i>Rhyncopelate Oxyhynchus</i>	Fourstriped grunter	123	1.54	0.09
Mahaze	<i>Acanthogobius flavimanus</i>	Yellowfin Goby	123	1.54	0.09
Bora	<i>Mugil cephalus</i>	Flathead mullet	48	0.60	0.03
Aigo	<i>Siganus fuscescens</i>	Mottled spinefoot	28	0.35	0.02
Kosyoudai	<i>Plectorhinchus cinctus</i>	Crescent sweetlips	7	0.09	+
Akaei	<i>Dasyatis akajei</i>	Red stingray	5	0.06	+
Ishigarei	<i>Platichthys bicoloratus</i>	Stone flounder	4	0.05	+
Gazami*	<i>Portunus trituberculatus</i>	Blue swimming crab	27	0.34	0.02

\*:Crustaceans, +:<0.01

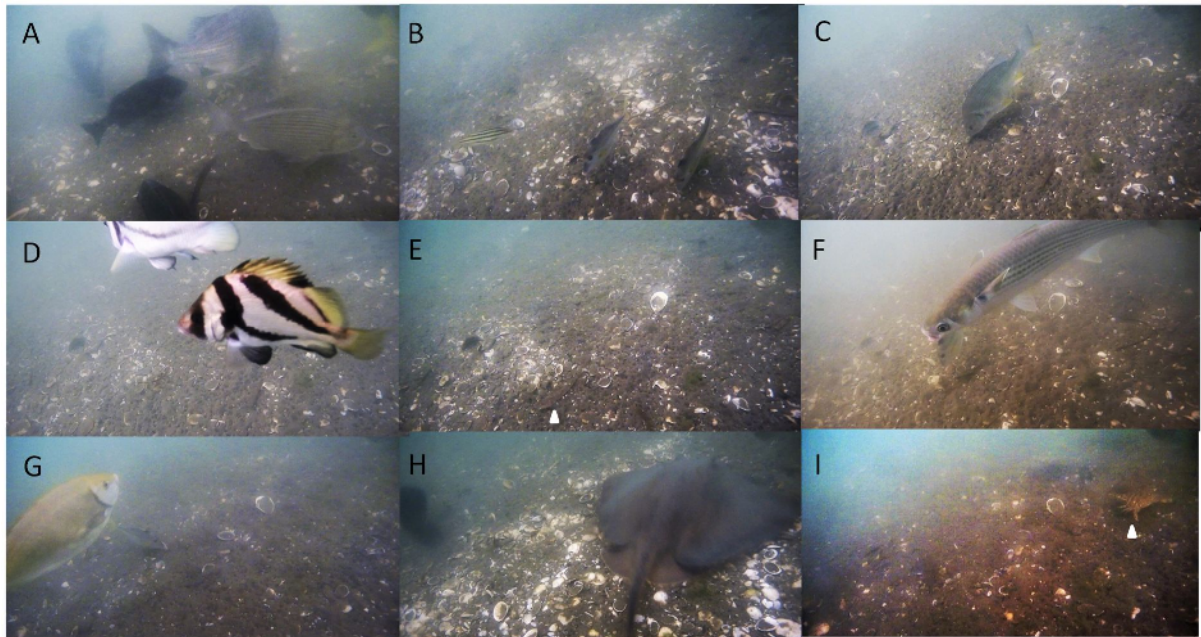


Fig. 3 Examples of images captured by the time-lapse underwater camera, *Acanthopagrus schlegelii* and *Rhabdosargus sarba* (A), *Triacanthus biaculeatus* and *Rhyncopelate Oxyhynchus* (B), *Acanthopagrus latus* (C), *Hapalogenys nigripinnis* (D), *Acanthogobius flavimanus* (E), *Mugil cephalus* (F), *Siganus fuscescens* (G), *Dasyatis akajei* (H), *Portunus trituberculatus* (I).

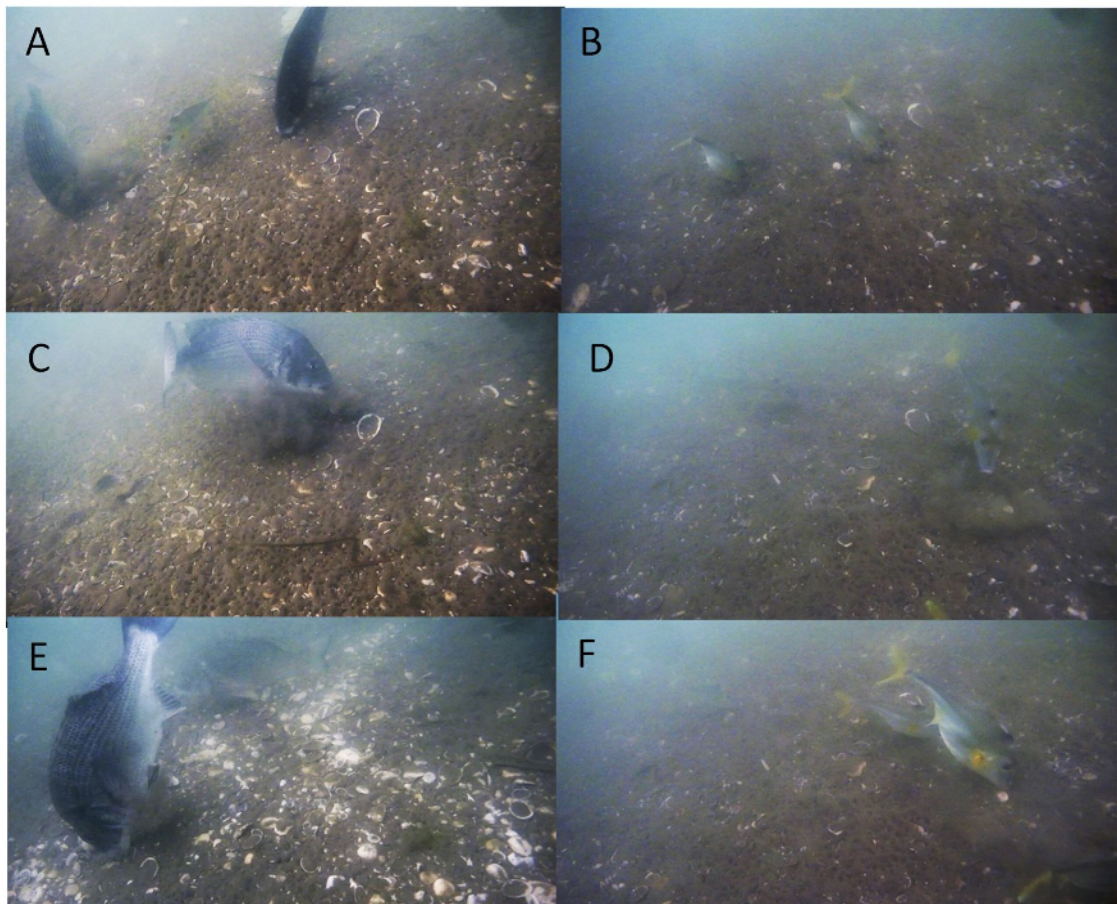


Fig. 4 The typical feeding behavior of Japanese black seabream *Acanthopagrus schlegelii* (A, C, E) and Short-nosed tripodfish *Triacanthus biaculeatus* (B, D, F).

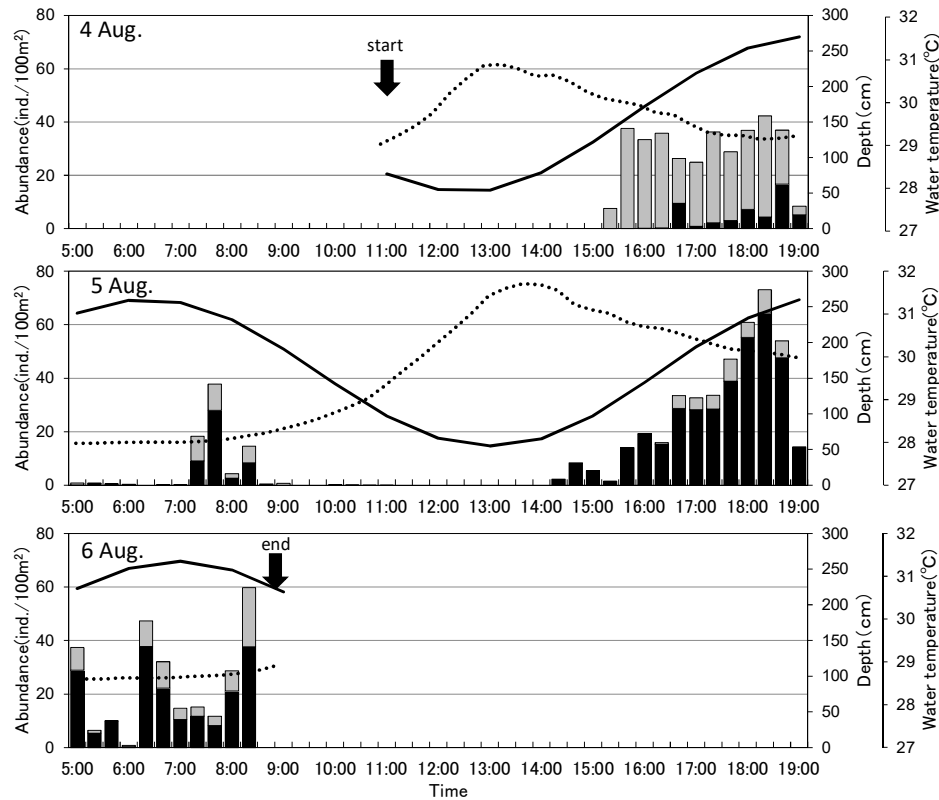


Fig. 5 Time series fluctuations in mean abundance of total Sparinae (black bar: black seabream *Acanthopagrus schlegelii*, Goldlined seabream *Rhabdosargus sarba* and Yellowfin seabream *Acanthopagrus latus*) and Short-nosed tripodfish *Triacanthus biaculeatus* (gray bar), relative to changes in water depth (solid line) and water temperature (dotted line).

延べ出現個体数の多かったクロダイ及びギマの摂餌行動を捉えた画像について Fig. 4 に示した。これら 2 種はいずれもカメラ視野内に定位または旋回遊泳する傾向がみられ、吻部を海底面に接近させる様子 (Fig. 4-A, B) や、吻部を海底に擦り付け又は吻部から海水を吐出することによって海底面を攪乱する様子 (Fig. 4-C, D), 吻部を海底に押し付け口を開ける様子 (Fig. 4-E, F) が確認された。なお、ヘダイ、キチヌ及びビマイサキについても同様な行動が確認された。一方で、それ以外の種については、ほとんどがカメラ視野内を一時的に通過しているのみであった。

クロダイ、ヘダイ及びキチヌを合計したヘダイ亜科 Sparinae 3 種及びギマの分布密度の経時変化を、水深及び水温の推移とともに Fig. 5 に示した。稚魚を移植した 8 月 4 日には、移植後から干出時間を挟んで 15 時までには他種も含めて出現しなかったが、15 時以降の上げ潮において最初にギマが出現した。また、その後水深が 200 cm を越えた 17 時前後から 19 時まで、ギマとともにヘダイ亜科の出現が継続した。8 月 5 日には、満潮から下げ潮にかかる 7 時頃から分布密度が増加したものの、下げ潮とともに 9 時以降には急激に分布密度は低下し、干潮前後の水深 80 cm を下回る時間帯では出現が確認されな

った。一方、上げ潮になるとヘダイ亜科を中心に出現し始め、特に 15 時以降の水深が 100 cm を越えた頃から分布密度は増加し、18 時 20 分にピークとなりヘダイ亜科で 64.3 個体/100m<sup>2</sup> となった。8 月 6 日には夜明け薄明時にすでに魚影が確認でき、ヘダイ亜科及びギマはカメラ引き揚げの直前まで試験区内に蟄集していた。出現した魚類は、移植当日の 8 月 4 日にはギマの割合が高かったが、8 月 5 日以降ではヘダイ亜科の割合が高くなった。撮影期間の水温は 28.0–31.7°C の範囲で推移し、日中の干潮時に最高水温 30.9°C (8 月 4 日)、及び 31.7°C (8 月 5 日) に達した。水温は午後の潮位の上昇とともに低下し、午前中の高潮位時は比較的低い水温推移を示した。ヘダイ亜科及びギマはいずれも 28.0–31.6°C の水温範囲で出現しており、種による違いは認められなかった。

潮下帯及び潮間帯の各試験区における 8 月から 10 月の移植稚魚の分布密度について Fig. 6 に示した。潮間帯試験区における稚魚密度は、8 月 6 日に 1,920 個/m<sup>2</sup> であったが、9 月 4 日には 1,108 個/m<sup>2</sup>、10 月 6 日には 388 個/m<sup>2</sup> となった。潮下帯試験区における稚魚密度は、8 月 6 日に 1,368 個/m<sup>2</sup> であったが、9 月 4 日には 260 個/m<sup>2</sup> と大きく低下し、10 月 6 日には 176 個/m<sup>2</sup> となった。

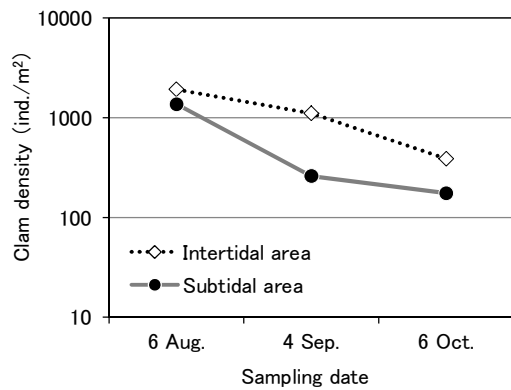


Fig. 6 The average density of transplanted clam cohort at intertidal experimental area (open square) and subtidal area where time-lapse underwater camera observation were conducted (solid dot), on each sampling date.

## 考 察

本研究により確認された魚類のうち、少なくともヘダイ亜科3種及びギマは、長時間にわたり出現が確認され摂餌行動も見られたことから、これらは試験区に蝟集し移植放流されたアサリ稚貝を摂餌していたと考えられる。アサリを食害する魚類をレビューした重田・薄<sup>10)</sup>は、23種の魚類についてアサリの食害を報告している。そのうち、本研究でも出現が確認されたクロダイ、キチヌ、マハゼ及びイシガレイについては、アサリへの食害実態について言及されている。<sup>11)</sup> また、ヘダイについても高知県浦ノ内湾において、クロダイとともにアサリを食害することが報告されている。<sup>12)</sup> 一方で、本研究において長時間にわたり確認されたギマについては、これまでアサリ食害種としての報告はない。撮影された画像からは、ギマもクロダイと同様に常に吻部を海底に近づけ、穴掘り採食行動<sup>11)</sup>に類似する行動も見られた。ギマはカワハギ科 Monacanthidae に属し、顎は小さいものの強力な門歯を備えており、貝殻を破砕することは可能と推測される。実際に、同じカワハギ科に属するカワハギ *Stephanolepis cirrhifer* は、標準体長 67-90mm と小型でも殻長 5mm 程度のアサリ稚貝を摂餌することが報告されている。<sup>13)</sup> 本研究で観察されたギマはこれより大型であり、厳密には消化管内容物を調査する必要があるが、移植されたアサリ稚貝を摂餌していたと考えられる。一方で、干潟上にはクレーター状のアカエイの潜砂跡がしばしば見られることがあり、漁業者はアカエイによる食害も多いと推量している。しかしながら、本調査では、アカエイは観察されたものの稚貝移植場所を通過するのみであり、潜砂または採食行動は観察されなかった。高

知県浦ノ内湾ではアカエイの消化管からアサリは見いだされず、<sup>14)</sup> また有明海ではアカエイは甲殻類を好んで摂餌するとの報告もある、<sup>15)</sup> 一方で、島根県宍道湖や中海では甲殻類に加え、アサリやホトトギスガイも摂餌されており、水域の底生生物相に応じた食性となっている。<sup>16)</sup> 本海域における本種の食害実態とアサリ資源への影響については今後の検討課題である。

本研究での魚類の分布密度は、高潮位時を中心に 30-50 個体/100m<sup>2</sup> 程度であり、ピーク時には 70 個体/100m<sup>2</sup> を超えた。アサリの生残率が低い大分県中津干潟の潮間帯では、クロダイの分布密度は最高でも 20 個体/100m<sup>2</sup> であり、<sup>8)</sup> 本研究の結果は約 3.5 倍の密度であった。また、本研究と同じ一色干潟における潮間帯において、2013 年 9 月及び 2014 年 7 月に 5 分または 2 分ごとに 1 日間の撮影を行った事例<sup>8)</sup> では、1 日 (計約 288 画像または 720 画像) あたりのクロダイの延べ出現個体数はわずかに 0-9 個体であったが、ヘダイ、キチヌ及びギマは撮影されていない。本研究とは撮影頻度や移植放流の有無等の条件が異なるが、2013 年及び 2014 年における結果<sup>8)</sup> は、本研究に比べ出現種数が少なく、前述のクロダイの延べ出現個体数を本研究と同じ 600 画像あたりの出現頻度に換算すると、0-18.8 個体/600 画像となり、本研究におけるヘダイ亜科及びギマの出現頻度 (248.1 個体/600 画像) に比べ 10 分の 1 以下と考えられる。2013 年及び 2014 年は、三河湾においてアサリ資源が急減する前であり、年間 1 万トン (県合計) 程度のアサリの漁獲量があり、本研究の調査場所が含まれる西三河地区はその 9 割近くを占めており、漁場にはアサリ資源が比較的高密度で現存していた。一方で、本研究を行った 2020 年の愛知県におけるアサリ漁獲量は、約 1,600 トン (令和 2 年 漁業・養殖業生産統計第 1 報 ; [https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/kaimen\\_gyosei/index.html](https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/kaimen_gyosei/index.html), 2021 年 10 月 3 日) となっており、さらに近年では西三河地区の県内における漁獲量割合は 1 割以下と低迷し、試験区の周辺でもアサリはほとんど確認できなかった。本研究では周辺漁場にアサリがほとんどいない中、稚貝移植により高密度の稚貝が試験区に限定して現存したため、かつ潮下帯という魚類の摂餌可能時間が長い場所であることにより、魚類が高密度で蝟集した可能性が考えられる。

本研究の試験区内にはアサリ稚貝を移植したが、8 月 6 日に 1,368 個体/m<sup>2</sup> であった移植稚貝の密度が、約 1 カ月後の 9 月 4 日には 260 個体/m<sup>2</sup> と約 19% まで低下したことを確認しており (Fig. 6)、アサリ移植放流後の魚類の蝟集と食害は、稚貝移植の増殖効果を低下させると考え

られた。岡山県の人工干潟におけるクロダイのアサリ捕食試験では、被覆網により保護しないと約10時間でアサリ残存率は最大で34%まで低下するとしている。<sup>9)</sup>また、高知県浦ノ内湾でもヘダイやクロダイによる食害で、放流したアサリは放流後5日後には放流量の1割まで減少し、7日後には全滅したとの報告がある。<sup>12)</sup>カメラで観察された本研究の結果からも、ヘダイ亜科等の魚類による食害のアサリ資源への影響は大きいと考えられた。

移植放流当日の出現頻度や分布密度ではギマの割合が高かったが、翌日以降はヘダイ亜科の割合が高くなった。ギマは移植直後から小型個体や損傷のある個体を中心に摂餌し、警戒心が薄れた後にクロダイが穴掘り採食行動で潜砂した個体を摂餌している<sup>11)</sup>可能性が考えられる。また、ヘダイ亜科魚類の分布密度は上げ潮から満潮にかけて高くなる一方で、水深が100cmより浅くなると極端に分布密度が低くなり水深80cm以下では出現しなかった。大分県中津干潟においても同様の出現動向が観察されており、<sup>8)</sup>本種は上げ潮から満潮時に浅場に侵入し摂餌すると考えられる。移植後の稚貝密度を潮下帯と潮間帯で比較した本研究においても、移植後1カ月間における生残率は、潮間帯(57%)に比べ潮下帯(19%)で著しく低かった(Fig. 6)。これらの結果は、地盤高が低い潮下帯では、潮間帯に比べ魚類の摂餌可能時間が長くなることを示唆しており、食害の影響が大きくなる可能性を示している。

現在の漁場環境において、稚貝移植を起点として資源回復を図る上で、食害リスクへの対策を講じることが重要である。効果的に食害を回避するには、被覆網や網袋等のアサリ保護資材の活用が考えられる。また、三河湾でも粒径の粗い砕石覆砂によるアサリの保護効果が示されているが、<sup>17)</sup>砕石の効果として食害防除があるとした研究事例<sup>18)</sup>がある一方で、クロダイ等の食害を防ぐ効果は低いとする結果もある。<sup>12)</sup>ただし、覆砂厚や砕石サイズ等によっては非常に安定した地盤となり、アサリの生息深度も深く、魚類による穴掘り採食行動<sup>11)</sup>が抑制される可能性も考えられ、砕石の食害防除効果について実験的に明らかにする必要がある。本研究の結果及び既存知見<sup>8)</sup>から、ヘダイ亜科魚類は高潮位時を中心に出現しており、下げ潮時及び深夜には少なくなる。<sup>8)</sup>これらの特徴から、夜間の下げ潮時に稚貝を移植することで、移植直後の食害を抑制できる可能性がある。また、広島県広島湾の前浜干潟での調査では、クロダイの干潟域への出現ピークは7-8月にあり、10月以降は減少することが明らかになっている。<sup>19)</sup>通常夏季に行われる稚貝移植を10月以降とするのが有効とする見方もできる

が、一方で愛知県における稚貝供給地である豊川河口(六条潟)では、極めて高い密度でアサリ稚貝が分布するため夏から秋にかけて肥満度が低下し、<sup>4)</sup>栄養状態の悪化が示唆されており、<sup>20)</sup>移植時期が遅くなると漁場移植後の死亡率が上昇する可能性も考えられる。加えて、六条潟での苦潮によるへい死リスクも高くなり、安定的な移植のためには早期の移植が有効であり、<sup>21)</sup>食害防除策の併用が求められる。また、一般的には生息密度が低いと被食率も低いと考えられるため、稚貝移植は低密度で大規模かつ広範囲に計画的に実施されるべきであるとともに、蛸集を利用してクロダイ等を有用水産資源として積極的に漁獲利用することも、食害軽減においては合理的と考えられる。

以上のように、近年、潮下帯では魚類によるアサリ資源への食害の影響が大きくなっている一方で、干出時間の長い潮間帯では食害リスクは低くなるもののアサリの餌料条件が劣るのに加え、経年的なクロロフィルa量の低下や、<sup>22)</sup>秋産卵時の低い肥満度による減耗の可能性<sup>4)</sup>もあり、様々な生息帯においてアサリの資源形成にとって不利な条件が発生していると推測される。現在では三河湾におけるアサリ資源は極めて低水準となっており、<sup>2)</sup>他の二枚貝類も減少している<sup>23)</sup>等、干潟や浅海域において魚類の餌となる底生生物の生物量が低くなっている可能性が高い。このような状況において、局所的にアサリ稚貝を移植すると、捕食魚類の蛸集を引き起こすことが予測される。このため、近年の食害リスクの増大や魚類の生態や行動に対応したアサリ稚貝の移植方法の検討が必要である。その一方で、重田・薄<sup>11)</sup>が指摘するように、魚類によるアサリ食害の軽減のためには、干潟における餌資源である豊かな底生生物群集を回復させることが本質的に極めて重要であり、従来の干潟浅場造成に加え栄養塩管理等の生物生産の基盤となる内湾環境の改善が重要であると考えられる。

## 要 約

アサリ稚貝移植後の食害実態を把握するため、三河湾の潮下帯に位置する漁場にアサリ稚貝を試験移植し、タイムラプスカメラによる観察を行い、出現種や出現動向を明らかにした。夜間を除く約二日間計48,000画像により、クロダイ(10,307個体)、ヘダイ(1,064個体)及びキチヌ(561個体)及びギマ(7,914個体)が記録された。稚貝移植後、午後の上げ潮で水深100cmを超えた水深から、ギマの出現が認められ、以降ヘダイ亜科3種が上げ潮から高潮位時にかけて長期間にわたり確認された。これらの魚類は、吻部を海底に押し付け口を開ける様子

など、穴掘り採食行動に類する摂餌行動が確認され、移植したアサリ稚貝を摂餌していると考えられた。稚貝密度は、移植後1カ月間で約19%に低下した。今回、潮下帯での撮影によって確認された魚類の出現頻度は、アサリ資源水準が高かった過去の事例の10倍以上高く、周辺にアサリが現存しない中で試験区へ局所的に稚貝が移植されたため、より高密度に蟄集した可能性が考えられた。以上から、近年の食害リスクの増大や魚類の生態や行動に対応したアサリ稚貝の移植方法の検討に加え、他の二枚貝等の底生生物も含めた干潟における豊かな餌資源を回復させるための内湾環境改善が本質的に重要であると考えられた。

### 謝 辞

試験の実施には、衣崎漁業協同組合の黒田勝春代表理事組合長はじめ組合員及び職員の皆様に御協力いただいた。国立研究開発法人水産研究・教育機構水産技術研究所廿日市庁舎の手塚尚明氏には、本稿を改善するにあたり有益な御助言を戴いた。各氏に心より御礼申し上げます。なお、本研究に使用した水温及びアサリ分布密度に関するデータは、令和2年度水産庁水産基盤整備調査委託事業「アサリ漁業復活のための大規模整備技術・維持管理手法の開発」において取得した。

### 文 献

- 1) 岡本俊治 (2009) 三河湾のアサリ資源の現状と課題。アサリと流域圏環境 - 伊勢湾・三河湾での事例を中心として (生田ほか編), 水産学シリーズ 161, 恒星社厚生閣, 東京, pp. 26-35.
- 2) 日比野学・下村友季 (2020) 水産系モニタリングデータの収集と利活用。海洋と生物, 42, 49-55.
- 3) 山田 智 (2016) 三河湾一色干潟におけるアサリ資源管理—広大な漁場におけるアサリ資源管理の成功例—。豊かな海, 38, 1-4.
- 4) 服部宏勇・松村貴晴・長谷川拓也・鈴木智博・黒田拓男・和久光靖・田中健太郎・岩田靖宏・日比野学 (2021) 愛知県内アサリ漁場における秋冬季のアサリ肥満度の変動と減耗。愛知水試研報, 26, 1-16.
- 5) 瀬川直治・服部克也 (1997) 伊勢湾小鈴谷干潟におけるツメタガイによるアサリの食害。愛知水試研報, 4, 41-48.
- 6) 瀬川直治・菅沼光則 (1996) 漁場および飼育にみる捕食者キセワタガイと被食者アサリの関係。愛知水試研報, 3, 7-15.
- 7) 瀬川直治 (1997) 食害種によるアサリの減耗。水産工学, 33, 225-229.

- 8) Tezuka N, Takada Y, Shigeta T, Uchida M (2021) Identification of potential predators for Asari Clam *Ruditapes philippinarum* using time-lapse camera observations. JARQ, 55, 85-96.
- 9) 泉川晃一・村山史康 (2018) 浅口市寄島町地先人工干潟におけるアサリ減耗要因の推定。岡山水研報告, 33, 17-28.
- 10) 相澤康・滝口直之 (1999) MS-Excel を用いたサイズ度数分布から年齢組成を推定する方法の検討。水産海洋研究, 63, 205-214.
- 11) 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.
- 12) 山下樹徹・林 芳弘・児玉 修 (2018) アサリ資源回復試験。平成 28 年度高知県水産試験場事業報告書, 100-114.
- 13) 高橋宏司・澤田英樹・益田玲爾 (2016) 日本海の舞鶴湾におけるアサリ資源の再生産および減耗要因の検討。日水誌, 82, 699-705.
- 14) 児玉 修・田井野清也 (2014) アサリ資源回復試験。平成 26 年度高知県水産試験場事業報告書, 118-134.
- 15) 金澤孝弘 (2003) 水温下降期の有明海におけるアカエイの漁獲分布と食性。福岡県水産海洋技術センター研究報告, 13 : 149-152.
- 16) 鈴木渚斗・山口啓子・門脇稔亨・門脇 祥・松本洋典・中村幹雄 (2018) 斐伊川水系における水産有用二枚貝に対するアカエイの捕食特性。Laguna, 25, 31-38.
- 17) 日比野学・松村貴晴・服部宏勇・長谷川拓也・阿知波英明・石樋由香・三輪正毅 (2021) 三河湾におけるアサリの漁場造成手段としての砕石覆砂の効果と環境要因との関連。愛知水試研報, 26, 17-30.
- 18) 竹山佳奈・佐々真志・梁 順普・渡辺啓太・齋藤輝彦 (2016) 地盤環境を考慮したアサリ成育場の新たな維持・管理手法の開発と現地試験による実証。土木学会論文集 B3 (海洋開発), 72, I\_1093-I\_1098.
- 19) 重田利拓・斉藤英俊・富山 毅・坂井陽一・清水則雄 (2016) 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。広島大学総合博物館研究報告, 8, 31-37.
- 20) 曾根亮太・和久光靖・石田俊朗・宮脇 大・山田 智 (2019) 六条潟におけるアサリ *Ruditapes philippinarum* の秋季減耗要因について。水産海洋研究, 83, 252-259.
- 21) 石田俊朗・石田基雄・家田喜一・武田和也・鈴木好



男・柳澤豊重・黒田伸郎・荒川純平（2003）夏季のアサリ小型稚貝の移植について. 愛知水試研報, 11, 43-50.

22) 蒲原 聡・高須雄二・湯口真実・美馬紀子・天野禎也（2018）三河湾における栄養塩の低下. 愛知水試研

報, 23, 30-32.

23) 服部克也・岩田靖宏・中嶋康生・甲斐正信・石元伸一・石田俊朗・大島寛俊（2019）三河湾・蒲郡地先干潟のシオフキ, カガミガイ, マテガイ, バカガイ, ハマグリ及びアサリの生息量. 愛知水試研報, 24, 26-34.