

# 諫早湾干拓調整池および中央遊水池における二枚貝(ヤマトシジミ およびイケチョウガイ)の生残、成長及び再生産に関する研究

粕谷智之、荒木孝保

## Study on the Survival, Growth, and Reproduction of two Bivalve Species *Corbicula japonica* and *Hyriopsis schlegelii* farmed in the Detention Pond and Prevention Reservoir originating from Isahaya-Bay Land Reclamation

Tomoyuki KASUYA, Takayasu ARAKI

Two bivalve species, *Corbicula japonica* Prime and *Hyriopsis schlegelii* (v. Martens), were farmed in a net basket suspended in the detention pond and an experimental-creek adjacent the prevention reservoir around the reclaimed land of Isahaya Bay. The authors determined their survival and growth rates and examined a possibility of reproduction in the pond and creek. *Corbicula japonica* more than half of the number survived and increased their shell length and wet weight in the detention pond. However, in the creek, although most of *H. schlegelii* survived and increased their shell length and wet weight, all of *C. japonica* were dead within two months. Water in the creek contains high quantity suspended matters such as phytoplankters, resulting in an increase of organic matter accumulation in a net basket. Decomposition of organic matters probably causes hypoxia or anoxia of water in a net basket in the creek.

In the detention pond, although juveniles of bivalves were sampled in a seedling collector put in the net basket, they were different species from *C. japonica*. Because salinity of water in the detention pond is lower than the threshold necessary to hatch an egg of *C. japonica*, *C. japonica* possibly is not able to breed in the detention pond, even though they can survive and grow there. In the experimental creek, although *C. japonica* can not be alive, as *H. schlegelii* can be alive on muddy bottom, this clam may be able to be farmed in a hanged net basket there, which seems to lead *H. schlegelii* to breed in the prevention reservoir.

**Key words:** benthos, spawning, cultivate experiment, water purification

キーワード: ベントス、産卵、飼育実験、水質浄化

### はじめに

諫早湾干拓事業は、優良農地の造成、かんがい用水の確保および防災機能の強化を目的として実施された。この干拓事業に伴い、諫早湾の湾奥部が潮受堤防により締め切られ、約 2,600 ha の諫早湾干拓調整池(以下、「調整池」という)が創出された。調整池には環境基準が設定され、基準達成のためにさまざまな対策や事業が展開されている。しかし、調整池の水質は環境基準を達成しておらず、水質保全対策のさらなる推進が求められている。

このような背景のもと、環境保健研究センターでは水

質を浄化する役割を持つと考えられる二枚貝に着目し、二枚貝の増殖と水質改善を組み合わせた環境改善手法の開発に取り組んでおり、平成 21 年度から平成 23 年度にかけて調整池などでヤマトシジミ(*Corbicula japonica* Prime)とイケチョウガイ(*Hyriopsis schlegelii* (v. Martens))の飼育実験を実施した<sup>1, 2, 3)</sup>。その結果、調整池および中央遊水池(以下「遊水池」という)では両種ともに垂下式養殖で生残・成長することが確認された。また、調整池底でコンテナ内飼育した場合には生残率は低くなるもののヤマトシジミは成長したことから、同種は調整池において自然繁殖の可能性があることが分かっ

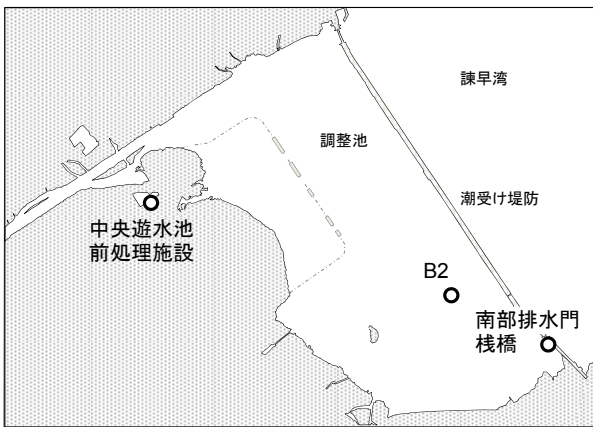


図1 飼育調査場所

た。さらに、遊水池では干拓地の冠水を防ぐための排水作業などにより、飼育コンテナが水面上に晒されるなどしたことによってヤマトシジミが斃死した可能性があることが分かった。そこで、本報文では調整池と比較的水位が安定している遊水池実験施設内前処理施設(以下、「前処理施設」という)で飼育実験を行い、成長および生残率を調べるとともに再生産の可能性について検証した。

### 材料および方法

(調整池)

平成24年6月から平成24年11月にかけて調整池内のB2地点および南部排水門棧橋でヤマトシジミを飼育してその成長と生残を調べるとともに、ヤマトシジミ稚貝の採集を試みた(図1)。

飼育調査には予めB2地点および南部排水門棧橋で1ヶ月間程度垂下式飼育し、調査地点の環境に馴致させた個体を用いた。飼育カゴには直径44cm、高さ28cmの段付き丸カゴで、上段10cmの目合いが5mm、下段18cmの目合いが1mmのものを使用した。底質材としてアンスラサイトを5cm厚程度に敷いた飼育カゴを6個用意し、それぞれのカゴにヤマトシジミを30個体入れるとともに採苗器を2個取り付けた(図2)。魚類などによる捕食を防ぐため蓋をした後、B2地点および南部排水門棧橋に3個ずつ垂下した(図2, 3)。飼育水深は両調査地点ともおよそ50cmである。

生残の確認は月1回の頻度で行った。生残個体数を計数するとともに、総重量を電子秤を用いて計量して1個体あたりの平均重量を求めた。さらに、10個体を無作為に抽出し個々の殻長をノギスを用いて計測した。

採苗器の回収は生残確認時に行った。二つの調査地点から採苗器をそれぞれ1つずつ回収して研究室に持ち帰り、目合500μmの篩いの中で洗浄したのち、残

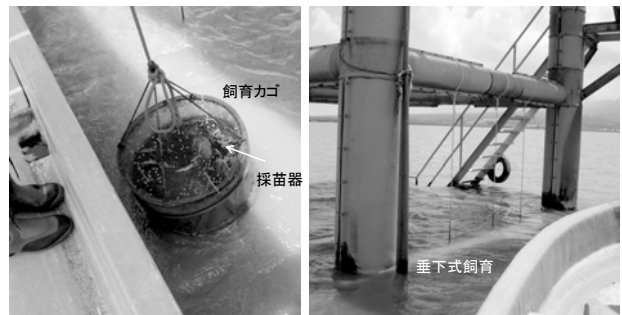


図2 B2地点におけるヤマトシジミの飼育



図3 南部排水門棧橋におけるヤマトシジミの飼育

渣から稚貝を採取した。得られた稚貝については簡易同定法<sup>4)</sup>に従ってヤマトシジミか否かを判定した。

ヤマトシジミの生息や増殖に関連すると考えられる環境項目(水温、塩分、溶存酸素量)については、南部排水門棧橋において多項目水質計(東亜DKK WQC-24)を飼育水深と同じ水深50cmに垂下し連続測定した。

(遊水池)

平成24年5月から平成24年9月にかけて遊水池脇にある前処理施設(図1, 4)でヤマトシジミを飼育し成長と生残を調べるとともに稚貝の出現を調査した。また、平成24年5月から平成25年1月にかけてイケチョウガイの飼育も合わせて行い、成長と生残を調査した。

【ヤマトシジミ】飼育調査には、予め遊水池内に設置されている筏内のコンテナで2週間飼育し、遊水池の環境に馴致させた個体を用いた。飼育コンテナにはサンコー製サンテナーB#25-5(530×363×208mm)を使用した。底面に底質材としてアンスラサイトを敷いた飼育コンテナとHIビーズを敷いた飼育コンテナを3個ずつ用意し、各コンテナにヤマトシジミを30個体ずつ入れるとともに採苗器を2個取り付けて前処理施設の排水部水溜底に設置した(図4)。アンスラサイトとHIビーズの厚さは

どちらも 5 cm 程度とした。飼育水深はおよそ 75 cm である。

排水部水溜での飼育は 6 月にはヤマトシジミが全滅したため、7 月以降は入水部水溜で垂下式飼育した(図 4)。飼育に用いたカゴは調整池で使用したものと同じである。底面にアンストラサイトを敷いた飼育カゴと HI ビーズを敷いた飼育カゴを 1 個ずつ用意し、それぞれにヤマトシジミを 30 個体ずつ入れ、水深およそ 30 cm となるように垂下した。カゴ内の底質材の厚さは 5 cm 程度である。各カゴ内には採苗器を取り付けた。

【イケチョウガイ】 6 月までの飼育は前述のヤマトシジミと同様の方法で行った。アンストラサイトを敷いたコンテナと HI ビーズを敷いたコンテナを 3 個ずつ用意し、各コンテナにイケチョウガイを 10 個体ずつ入れて前処理施設の排水部水溜底に設置した(図 4)。なお、各個体の殻には油性ペイントマーカーを用いて番号を記入し個体識別できるようにした。

7 月以降の飼育についてはヤマトシジミと同様の方法で入水部水溜において垂下式で行った。底面にアンストラサイトを敷いた飼育カゴと HI ビーズを敷いた飼育カゴを 1 個ずつ用意し(図 4)、それぞれにイケチョウガイを 5 個体ずつ入れた。

【測定など】 生残確認および採苗器の回収などは両種ともに月 1 回の頻度で実施した。ヤマトシジミについては調整池と同様の方法で殻長などを計測した。イケチョウガイについては各個体の殻長および重量をそれぞれ



図 4 中央遊水池実験施設内 前処理施設概要

れノギスと電子秤を用いて測定した。

排水部水溜および入水部水溜の水温、塩分、溶存酸素量は多項目水質計(東亜 DKK WQC-24)を水深 10 cm~75 cm 付近に設置して連続測定した。

### 結果 (調整池)

【ヤマトシジミの生残と成長】 飼育開始以降、ヤマトシジミの生残率は徐々に低下し、調査終了時には B2 地点で 86%、南部排水門棧橋で 55%となった(図 5)。この時の平均殻長は B2 地点で 21.4 mm、南部排水門棧橋で 20.6 mm であり、飼育開始時(19.0 mm と 18.8 mm)のそれぞれ 112%および 109%に成長した。平均重量については調査終了時には B2 地点で 4.1 g、南部排水門棧

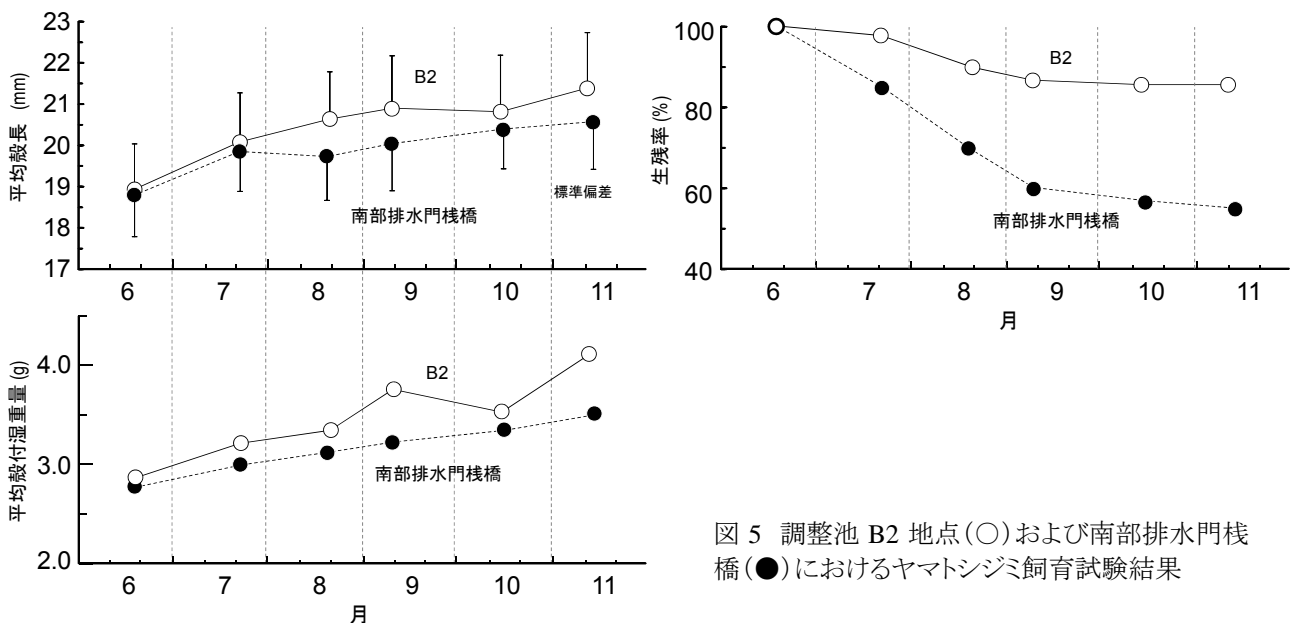


図 5 調整池 B2 地点(○)および南部排水門棧橋(●)におけるヤマトシジミ飼育試験結果

表 1 各飼育調査地点における稚貝出現状況

場所	月	5	6	7	8	9	10	11
遊水池		0	0	0	0	0	—	—
南部排水門 棧橋		—	0	0	2	0	0	—
B2		—	0	0	0	0	0	0

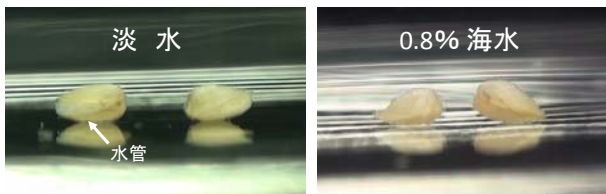


図 6 淡水性種および汽水性種の簡易判定試験

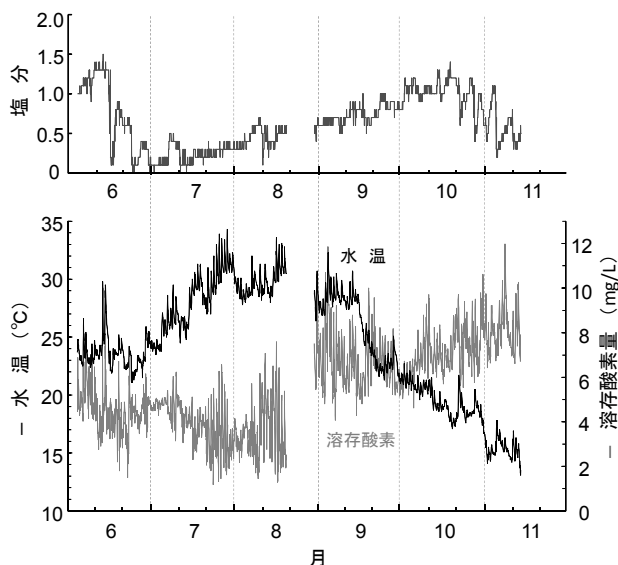


図 7 調整池(南部排水門棧橋)における水温、塩分および溶存酸素量の季節変動

橋で 3.5 g に達し、飼育開始時(2.9 g と 2.8 g)のそれぞれ 141% および 125% に増加した。

【稚貝の出現状況】 稚貝は B2 地点の飼育カゴからは採集されなかったものの、南部排水門棧橋からは 8 月に 2 個体の稚貝が採集された(表 1)。採集された稚貝については実験室に持ち帰り、簡易同定法<sup>4)</sup>に従い淡水(蒸留水)および 0.8% の塩水の入ったシャーレに交互に入れて水管の状態を観察した。稚貝は淡水中では 2 個体ともに水管を出したものの、塩水中では出さなかったことから(図 6)、汽水性(すなわち、ヤマトシジミ)ではなく、淡水性であった。

南部排水門棧橋における水温、塩分、および溶存酸素量の季節変化を図 7 に示す。水温は 13.1~34.3°C の範囲であった。7 月下旬から 9 月上旬にかけて水温は

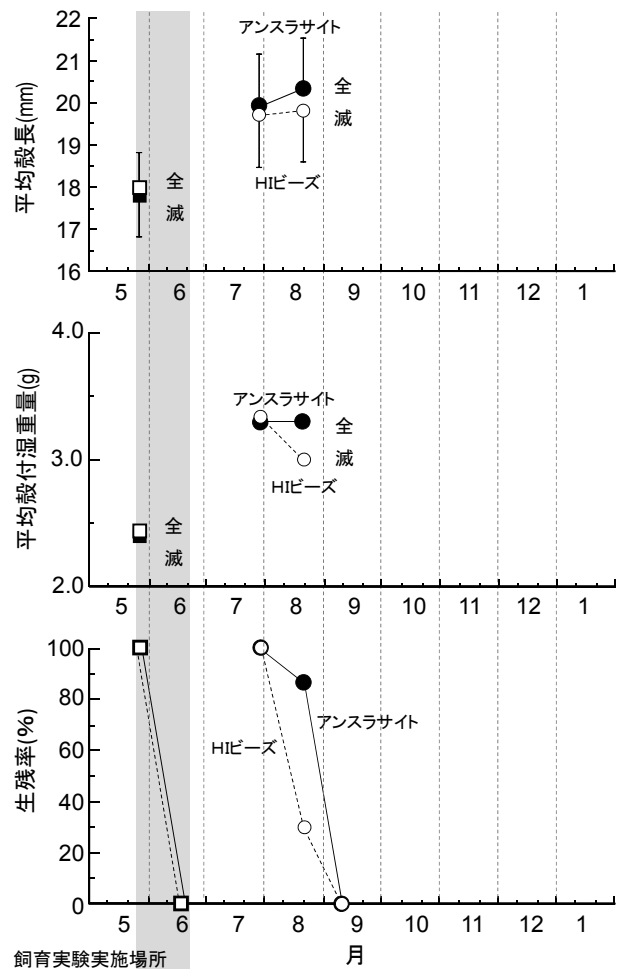


図 8 遊水池前処理施設におけるシジミ飼育調査結果

30°C前後で推移し、最高値は 7 月 29 日に記録された。塩分は 0~1.5 の範囲となり、7 月から 8 月にかけて低い傾向がみられた。溶存酸素量は 1.1~11.9 mg/L の範囲であり、7 月から 8 月にかけて低い傾向がみられた。

(遊水池)

【ヤマトシジミの生残と成長】 5 月の飼育開始から 1 ヶ月後にはヤマトシジミは全てのコンテナで全滅した(図 8)。6 月の排水部水溜は、水温は 25°C前後であったものの底層は無酸素の状態であったことから(図 9)、無酸素水を避けるために試験的に二段重ねたコンテナの上段にヤマトシジミ 30 個体を入れて飼育した。

前処理施設では入水部水溜からろ過材を通して排水部水溜へ水が流れることから(図 4)、ろ過材内での有機物分解による酸素消費が無い入水部水溜のほうが溶存酸素量は高い。そこで、入水部水溜にも底に飼育コンテナ 1 つを設置してヤマトシジミ 30 個体を試験的に飼育

した。2週間後に生残を調べたところ、排水部水溜内の

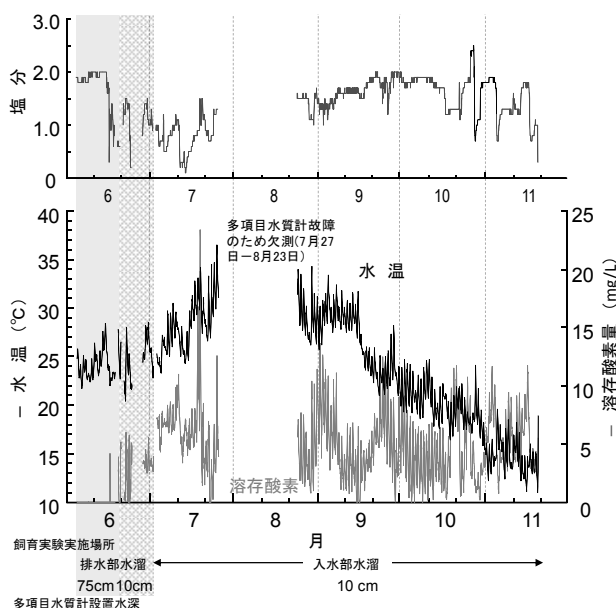


図 9 遊水池前処理施設における水温、塩分および溶存酸素量の季節変動

コンテナではヤマトシジミは全滅していたが、入水部水溜内のコンテナでは30個体中26個体が生残していた。そこで7月からは入水部水溜で垂下式で飼育した。

8月の時点では生残率はアンスラサイトの入ったカゴでは87%、HIビーズのカゴでは30%であったが、9月には両カゴともヤマトシジミは全滅した(図8)。平均殻長は7月から8月にかけてアンスラサイトのカゴでは19.9mmから20.3mmに若干増加したものの、HIビーズのカゴでは19.7mmから19.8mmとほとんど変わらなかった(図8)。また、平均重量はアンスラサイトでは3.3gで変化はなかったものの、HIビーズでは3.3gから3.0gに減少した(図8)。なお、調査期間中、飼育カゴに設置した採苗器からは稚貝は採集されなかった(表1)。

【イケチョウガイの生残と成長】イケチョウガイは6月の時点においても半数が生残していた。殻長については変化は見られなかったものの、平均重量はアンスラサイトのカゴで44gから48g、HIビーズのカゴで33gから36gに増加した。しかし、7月の調査で全個体の死亡が確認された。

7月以降はヤマトシジミと同様に入水部水溜において垂下式飼育した。11月まで飼育した結果、アンスラサイトのカゴではイケチョウガイは5個体中3個体が生残し、HIビーズのカゴでは全個体生残した(図10)。殻長はアンスラサイトのカゴでは88mmから94mmに、HIビーズのカゴでは85mmから92mmに成長した。また、重量はアンスラサイトでのカゴでは55gから71gに、HIビーズ

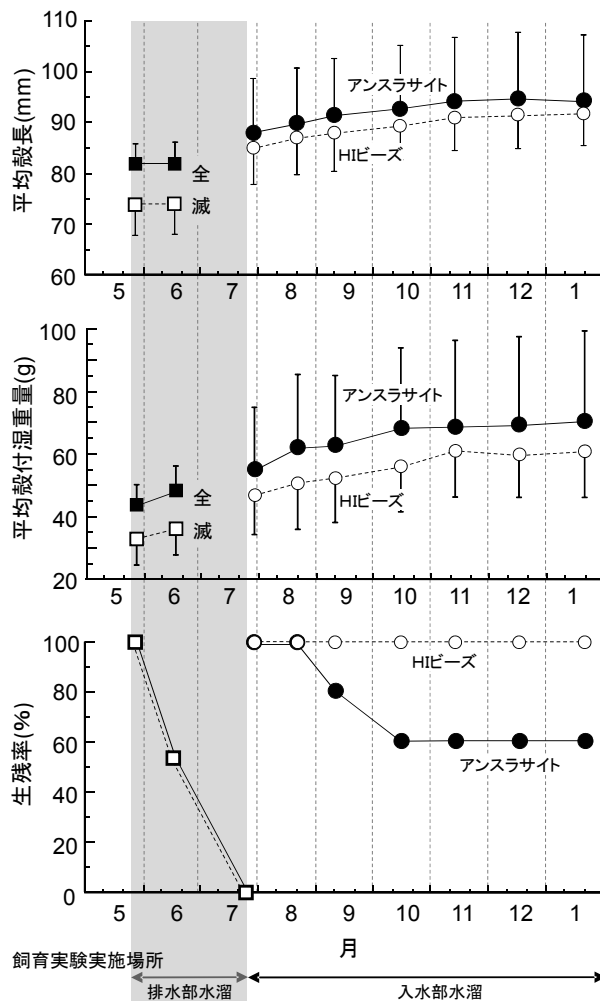


図 10 遊水池前処理施設におけるイケチョウガイ飼育調査結果

のカゴでは47gから61gに増加した。

入水部水溜の水環境は、水温および塩分はそれぞれ11~36.5°C、および0.1~2.5の範囲であった。溶存酸素量は0~23.3 mg/Lの範囲であり、大概すると3 mg/L前後で推移した(図9)。

### 考 察

【ヤマトシジミ生息場としての調整池の適性】ヤマトシジミが生息可能な環境条件は水温が0~32°C程度、塩分は0~22、溶存酸素量は1.5 mg/L以上などである(表2)。南部排水門棧橋の水環境データを概観すると、水温や溶存酸素量などでヤマトシジミの生息可能条件を満たさないことがあったものの、長期に渡ってその状態が続くことはなかった。また、垂下式飼育による生残率はB2地点では86%に達することから、調整池の水環境は概ね同種が生息可能な範囲にあると思われる。

飼育個体の生残率はカゴ間で差が見られたものの、

表2 ヤマトシジミの減耗・活力低下の原因

要因	要因に対する生態的特性
水温	生残可能範囲は 0～32℃程度。水温が高い状態に長時間さらされると死滅する。 <sup>5)</sup>
塩分	0～22‰で生残。産卵・発生には 5‰程度が最適であり、水温、餌等の条件がよければ 2‰程度でも産卵・発生が可能。 <sup>6)</sup>
浮泥	浮泥により水管がつまり窒息死する事がある。 <sup>7)</sup>
溶存酸素	28℃以下では 1.5 mg/L 以上で 30 日間生残に問題なし。 <sup>5)</sup>
泥分	ヤマトシジミは砂礫ないし砂泥底に生息する。底質中のシルトと粘土分が増えると個体数が減少する。 <sup>8)</sup>
腐敗水	貝の大量斃死による腐敗水で斃死し、流れが停滞する場所ではさらに大量に斃死する。

総じて B2 地点のほうが高い結果となった。南部排水門 栈橋では飼育カゴ 1 個が流出したうえに、他の飼育カゴには破損が見られたことから、流動などによる動揺が B2 地点よりも大きく、ヤマトシジミにストレスが掛かった可能性がある。

調整池における稚貝の発生については平成 23 年度調査に引き続き採苗器内に稚貝が確認されたが、昨年度と同様に全て淡水性種であった。ヤマトシジミの産卵期は一般に 6～9 月<sup>12)</sup>で、卵の発生には 2～5 程度の塩分が必要である<sup>6)</sup>。しかし、調整池の塩分は一般に夏期に低く、調査を行った南部排水門では 1.5 以下であった(図 7)。本研究における飼育カゴ内のヤマトシジミは、成長は確認されたものの、成熟については不明である。しかし、産卵が行われたとしても低塩分により卵は発生しない可能性が高いことから、調整池においてはヤマトシジミの自然繁殖は難しいと考えられる。

【ヤマトシジミおよびイケチョウガイ生息場としての遊水池前処理施設の適性】多項目水質計の故障により 7 月 27 日から 8 月 23 日までの環境データが欠測となったが、この間、ヤマトシジミは 30%～80%の個体が生残していたことから急激な水質悪化はなかったと思われる。入水部水溜は遊水池から汲み上げた水に含まれる浮遊物を沈殿させる役割を持つ。その上、飼育カゴ下部は底質材が落ちないように目目が細かいことから、調査期間中、カゴ内に泥が堆積する傾向が見られた(図 11)。この結果、カゴ内の水通しが悪くなるとともに有機物分解によって常に貧酸素状態となった可能性がある。末光ら<sup>10)</sup>は無酸素化で飼育したヤマトシジミの肥満度は減少することを確認し、これを嫌気呼吸による体内蓄積栄養の急

速な消費を反映した現象と推察した。本調査でも HI ビ



図 11 泥が堆積したヤマトシジミ(左)とイケチョウガイ(右)の飼育カゴ。底質素材はアンストラサイト。

ズカゴのヤマトシジミで重量の減少が確認されたことから、貧酸素下で体内蓄積栄養を消耗したことによって死亡したと考えられる。

イケチョウガイについてはヤマトシジミが全滅した 6 月の時点においても排水部水溜において半数が生残していたことから、同種は貧酸素に対する耐性がヤマトシジミよりも高いのであろう。排水部水溜のイケチョウガイが全滅した 6 月から 7 月にかけて、水温が急激に上昇し、7 月中旬以降は頻繁に 30℃以上となっていることが入水部水溜に設置した多項目水質計のデータから見てとれる(図 9)。一般に、二枚貝は水温上昇に伴い貧酸素に対する耐性が低下する<sup>11)</sup>。排水部水溜の 7 月の水質データは得られていないが、6 月において底層はほぼ無酸素状態であったことから、7 月においても同様と思われる。また、水温については入水部水溜と同等に上昇していると予想されることから、排水部水溜で飼育したイケチョウガイは水温の上昇に伴い貧酸素耐性が低下した状態となり死亡に至った可能性がある。一方で入水部水溜で



は垂下式で飼育したことによって貧酸素水を避けることができ、60%以上のイケチョウガイが生育できたと考えられる。

飼育カゴ内への泥の堆積を防ぐには底質を敷かずに目合の大きなカゴを使うことが有効である。しかし、平成22年度に調整池で行った飼育実験では、飼育カゴ内に底質材を敷かずに垂下飼育したヤマトシジミは、底質材を敷いて飼育した個体よりも成長率が低かった<sup>3)</sup>。また、ヤマトシジミ以外にもアカガイなどは底質が無い飼育環境では姿勢を安定できず、十分な摂餌活動が出来ない可能性があることが報告されている<sup>13)</sup>。ヤマトシジミの飼育にはカゴ内に底質材を敷くことが望ましいが、同種は泥質では生息できないことから、遊水池前処理施設内の池では同種の飼育および繁殖は難しいであろう。一方、イケチョウガイについては泥質でも生息可能であることから<sup>14)</sup>、遊水池前処理施設のような環境下でも底層の貧酸素水の影響を受けにくい垂下式飼育であれば飼育は可能と思われる。同種の再生産の有無については今後の検討課題である。

#### おわりに ー二枚貝を利用した水質改善についてー

当センターが試験的に実施した調整池南部水域における鋤簾による底生生物採集では淡水性シジミ 2 個体が採集された。調整池においてはヤマトシジミの増殖は難しいものの、淡水性シジミについては稚貝と成貝が採集されたことから自然繁殖が行われていることが明らかとなった。さらに、淡水性シジミについては調整池に流入する境川支流で地域の環境保全団体により放流が行われていることから、成貝の確保はヤマトシジミよりも容易と考えられる。調整池では淡水性シジミを活用することで水質改善の効果を上げることができると考えられる。

遊水池前処理施設においてはヤマトシジミは生育できないものの、イケチョウガイについては入水部水溜で垂下式飼育により生育可能である。イケチョウガイはヤマトシジミよりもはるかに大きく、寿命も非常に長いことから<sup>14)</sup>、成長に伴い長期間に渡って栄養を体に保持する。多数を飼育することによって植物プランクトンが利用できる栄養が減少し、結果として水質改善に繋がると考えられる。

#### 参 考 文 献

1) 平成 21 年度国営干拓環境対策調査 水生生物を活用した調整池水質保全対策検討委託事業報告書

長崎県環境保健研究センター所報 58,(2012) 報文 (諫早湾干拓調整池でのヤマトシジミの垂下式養殖の適応性に関する研究)

- 2) 平成 22 年度国営干拓環境対策調査 水生生物を活用した調整池水質保全対策検討委託事業報告書 (諫早湾干拓調整池でのヤマトシジミの生息適応性に関する研究)
- 3) 平成 23 年度国営干拓環境対策調査 水生生物を活用した調整池水質保全対策検討委託事業報告書 (諫早湾干拓調整池及び中央遊水池における二枚貝(ヤマトシジミ及びイケチョウガイ)の生息適応性に関する研究)
- 4) 三浦常廣, 後藤悦郎:シジミ同定技術確立試験, 平成 15 年度島根県内水面水産試験場事業報告, 94 ~101
- 5) 国土交通省 東北地方整備局:湖沼底質環境・調査手引き, 29, (2009)
- 6) 佐々木義隆:ヤマトシジミの人工種苗生産に関する研究, 魚と水, 47, 4~8, (2010)
- 7) 中村幹雄:日本のシジミ漁業, たたら書房, (2000)
- 8) (財)リバーフロント整備センター:川の生物辞典, (1996)
- 9) 相崎守弘, 高橋愛, 山口啓子:ヤマトシジミの大量斃死に関する基礎的研究 I, LAGUNA, 8, 31~37, (2001)
- 10) 末光健治, 山口啓子, 相崎守弘:ヤマトシジミの大量斃死機構に関する基礎的研究 II, LAGUNA, 8, 39~46, (2001)
- 11) 中村幹夫, 品川明, 戸田顕史, 中尾繁:ヤマトシジミの貧酸素耐性, 水産増殖, 45, 9~15, (1997)
- 12) 川島隆寿, 後藤悦郎:宍道湖におけるヤマトシジミ D型幼生の出現時期について, 島根県水産試験場研究報告, 5, 103~112, (1988)
- 13) 沼口勝之:アカガイ垂下式養殖の可能性と問題点, 中央水研ニュース No.22, (1998)
- 14) 近藤高貴:イケチョウガイ, 日本の希少な野生生物に関する基礎資料(I), 25~32, 日本水産資源保護協会, 東京, (1995)