

諫早湾干拓調整池における イケチョウガイの地蒔き飼育の可能性に関する研究

陣野宏宙、船越章裕、玉屋千晶、富永勇太、山内康生

Study on the Possibility of *Hyriopsis schlegeli* Ground Aquaculture in Isahaya Bay Regulating Reservoir

Hirooki JINNO, Akihiro FUNAGOSHI, Chiaki TAMAYA,
Yuta TOMINAGA and Yasuo YAMAUCHI

Key words: Isahaya Bay, regulating reservoir, *Hyriopsis schlegeli*

キーワード: 諫早湾、調整池、イケチョウガイ

はじめに

諫早湾干拓調整池(以下「調整池」という。)は、国営諫早湾干拓事業によって1997年4月に潮受け堤防が締切られ誕生した。調整池の水質には水質保全目標値(COD:5 mg/L以下、T-N:1 mg/L以下、T-P:0.1 mg/L以下)が設定されているが、現在のところ目標を超過した状態が続いている¹⁾。

長崎県環境保健研究センターでは濾過摂食性である二枚貝類の水質浄化能力に着目し、二枚貝を用いた調整池の水質改善手法の開発に取り組んできた²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾。特に琵琶湖・淀川固有種の淡水二枚貝で、淡水真珠の

母貝として利用されているイケチョウガイ(*Hyriopsis schlegeli*)は大型化することから大きな水質浄化効果が期待され、調整池においても垂下式飼育方法によって良好に成長することが確認されている²⁾。

しかしながら垂下式飼育は水面付近に籠をつるさなければならず、設置コストや維持管理の問題から大量に飼育することは困難である。

したがって、本研究では調整池内での大量飼育につなげていくために、イケチョウガイを調整池において地蒔き飼育し、その生育状況等について調査を行い、地蒔き飼育の可能性について検証した。

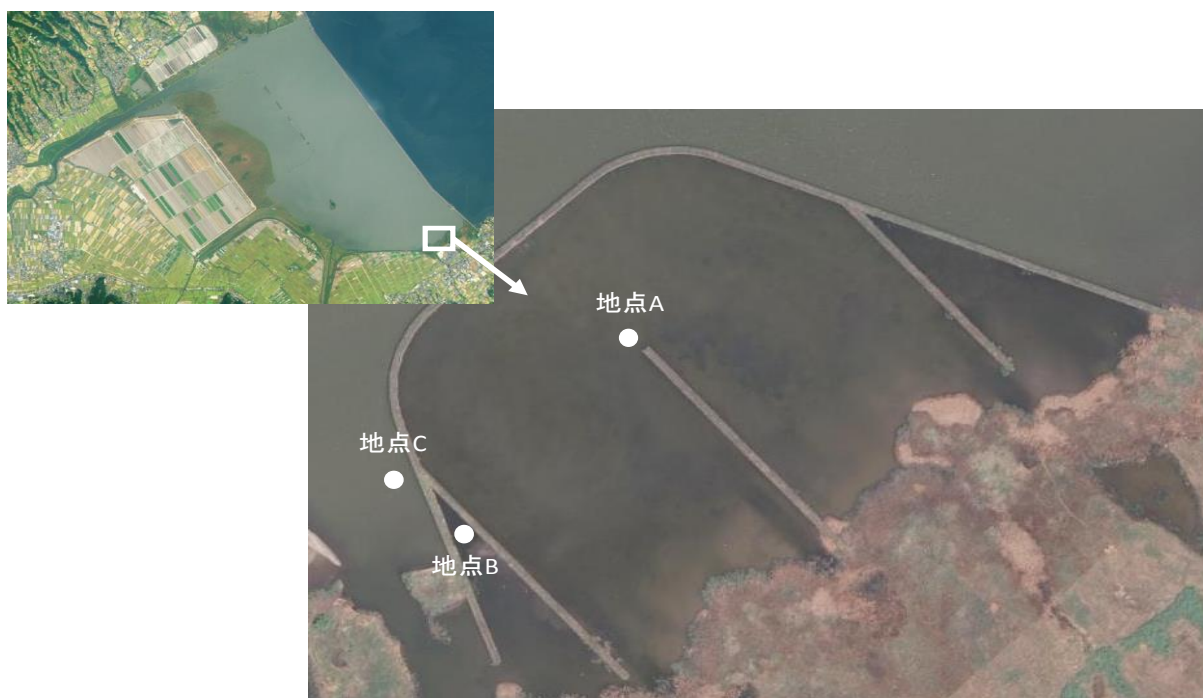


図1 飼育試験実施場所位置図

調査内容

1 調査地点

調査は調整池のヨシ進出促進工(以下「ヨシ進出工」という。)内に地点Aと地点Bの2地点、ヨシ進出工外に地点Cの1地点、合計3地点を設けた(図1)。ヨシ進出工は、ヨシの進出促進を目的として設置された木柵工で、その内側は海砂で覆砂され、水深約30~50 cmの浅場となっている。

なお、各地点の概要を表1に、底質の状態を図2に示す。

2 調査項目および方法

(1) 飼育環境調査

1) 水質調査

地蒔き飼育地点表層の水質を隔月で調査した。

- ・調査地点: 地点A、B、C
- ・調査回数: 5回(6、8、10、12、2月)
- ・調査項目: 水温、水深、pH、SS、DO、Cl、COD、D-COD、NH₄-N、NO₂-N、NO₃-N、D-T-N、TN、PO₄-P、D-T-P、T-P、クロロフィルa

2) 連続モニタリング調査

水質調査の補足データとして、地点Aに多項目水質計(東亜 DKK 社製 WQC-24)を設置して水質の長期変動を観察した。

- ・調査期間: 2015年5月18日~12月1日
- ・調査項目: 水温、DO

3) 底質調査

地蒔き地点の底質環境について調査を行った。

- ・調査地点: 地点A、B、C
- ・調査回数: 2回(8月、12月)
- ・調査項目: 強熱減量、COD、硫化物

(2) 成長および生残調査

毎月1回生残個体数を確認し、殻長をノギスで測定した。飼育個体、方法、調査期間等については以下のとおり。

1) 飼育個体

地蒔き飼育には、過去の垂下式飼育試験²⁾で飼育し、調整池の環境によくなじんだ年齢10歳程度、殻長18 cm前後のイケチョウガイ(以下「成貝」とする。)と、今回新たに滋賀県の淡水真珠養殖業者から購入した年齢2歳程度、殻長10 cm前後のイケチョウガイ(以下「2年貝」とする。)の2種類のイケチョウガイを用いた(図3)。

2) 飼育方法および飼育個体数

メッシュコンテナ(524×365×309 mm)に調査地点の底質を約15 cm厚となるように入れて、それぞれの調査地点に深さ5 cm程度までコンテナを埋め込んでイケチョウガイの地蒔き飼育場とした。なお2年貝については調査開始後、魚類等による捕食が確認されたため、コンテナ上部を15 mmメッシュの網で覆った(図4)。

成貝については1コンテナあたり5個体入れ、1地点につきコンテナ2つ設置し計10個体とした。2年貝は1コンテナに10個体入れ、各地点10個体とした。

表1 調査地点の概要

	地点A	地点B	地点C
場所	ヨシ進出工内	ヨシ進出工内	ヨシ進出工外
底質	砂泥	砂泥 (浮泥の堆積あり)	細砂
水深	約40 cm	約30 cm	約50 cm



図2 調査地点の底質

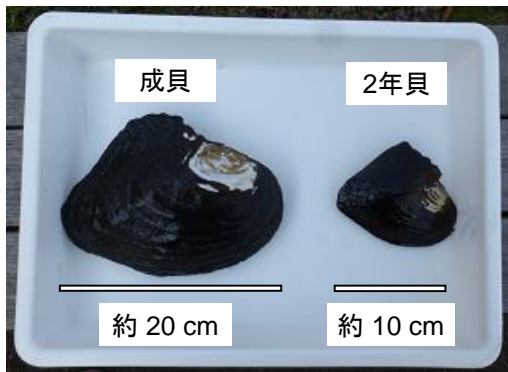


図3 飼育に用いたイケチョウガイ



図4 飼育コンテナ

3) 調査期間

(成貝)

成貝については地点 A、B、C にそれぞれ 2015 年 5 月 1 日、18 日、29 日に飼育場を設置し、地蒔き飼育を開始した。

(2 年貝)

2 年貝については全地点で 2015 年 6 月 23 日に飼育場を設置し地蒔き飼育を開始したが、全ての地点で魚類等による捕食により貝の消失が確認された。そこで各地点 10 個体になるよう新たに 2 年貝を追加し、地点 B につい

ては 7 月 17 日、地点 A および地点 C については 7 月 28 日に調査を再スタートした。なお進出工外地点 (地点 C) では波浪により底質への貝の定着が困難であったため途中で調査を中止し、地点 A 及び地点 B のみ飼育調査を実施した。

調査は当初、飼育開始から 12 月まで実施する予定であったが、2016 年 1 月 25 日に諫早市に隣接する大村市で観測史上最低気温である -6.2 °C が確認されたため、低温耐性を確認する意味で 2 月 1 日も調査を実施した。

表2 水質調査結果

調査項目	単位	調査地点	6月2日	8月11日	10月6日	12月1日	2月1日
			曇り	晴れ	快晴	晴れ	曇り
水温	°C	地点A	24.9	31.5	20.3	15.2	9.4
		地点B	25.2	31.6	20.9	15.3	10.1
		地点C	24.3	31.9	20.0	15.3	9.9
水深	m	地点A	0.42	0.30	0.34	0.28	0.36
		地点B	0.40	0.25	0.36	0.28	0.36
		地点C	0.45	0.41	0.51	0.49	0.52
pH		地点A	8.9	9.30	8.9	8.6	8.7
		地点B	7.7	7.31	8.3	8.3	8.0
		地点C	8.1	8.56	8.3	8.7	7.7
SS	mg/L	地点A	59	49	89	21	60
		地点B	66	42	31	25	43
		地点C	78	43	37	50	38
DO	mg/L	地点A	8.5	10	10	12	12
		地点B	7.5	4.8	10	11	10
		地点C	8.4	9.7	10	13	11
Cl	mg/L	地点A	210	130	87	200	290
		地点B	240	56	88	190	300
		地点C	230	220	150	280	330
COD	mg/L	地点A	19	28	20	13	10
		地点B	16	16	12	18	8.9
		地点C	8.0	8.3	4.3	6.5	5.2
D-COD	mg/L	地点A	12	17	7.7	9.3	6.1
		地点B	10	11	8.0	7.8	5.8
		地点C	4.9	4.8	3.5	3.3	3.8
NH ₄ -N	mg/L	地点A	0.01	0.06	0.01	0.01	<0.01
		地点B	<0.01	0.05	0.01	0.02	0.01
		地点C	<0.01	0.05	0.02	0.01	0.11
NO ₂ -N	mg/L	地点A	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
		地点B	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
		地点C	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
NO ₃ -N	mg/L	地点A	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
		地点B	<0.02	<0.02	<0.02	0.07	0.17
		地点C	0.68	0.26	1.0	0.55	1.6
D-T-N	mg/L	地点A	0.74	1.0	0.36	0.50	0.29
		地点B	0.60	0.59	0.38	0.48	0.51
		地点C	0.93	0.49	1.1	0.76	1.7
T-N	mg/L	地点A	1.4	2.5	1.4	1.0	1.2
		地点B	1.4	1.1	0.99	0.80	1.0
		地点C	1.4	1.0	1.4	1.2	2.0
PO ₄ -P	mg/L	地点A	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003
		地点B	0.042	0.46	0.013	0.024	0.016
		地点C	0.098	0.11	0.078	0.032	0.081
D-T-P	mg/L	地点A	0.029	0.043	0.015	0.016	0.019
		地点B	0.088	0.49	0.031	0.044	0.037
		地点C	0.13	0.14	0.094	0.044	0.10
T-P	mg/L	地点A	0.16	0.22	0.21	0.094	0.15
		地点B	0.30	0.75	0.14	0.11	0.13
		地点C	0.28	0.27	0.13	0.15	0.17
Chl.a	µg/L	地点A	62	120	47	31	66
		地点B	62	35	41	16	39
		地点C	51	48	12	44	7.8

結果と考察

1 飼育環境調査結果

(水質調査)

水質調査の結果を表 2 に示す。その中で COD、T-N、T-P、クロロフィル a および塩化物イオン濃度についての隔月の変化を図 5 に示す。

水質保全目標値が設定されている COD、T-N、T-P について調査月によっては目標値を下回る地点もあったが、年平均で見ると全地点で水質保全目標値を上回っていた。なかでも COD については、ヨシ進出工内地点である地点 A および地点 B において 15 mg/L を超える月もあり、調整池(8.0~11 mg/L)¹⁾と比べても高い値となっている。ヨシ進出工内は木柵工によって調整池と隔てられており、水の交換が少ないことから有機物が滞留しやすくなっていると考えられる。

イケチョウガイの餌である植物プランクトンの指標となるクロロフィル a は 8 月の地点 A において 120 µg/L と高い値となっており、植物プランクトンが増殖していることが確認された。年平均値は地点 A、B、C でそれぞれ 65、38、32 µg/L であった。これは、イケチョウガイの養殖漁場である滋賀県西の湖における調査結果(28.8~30.8 µg/L)²⁾と同等以上の値であり、今回の地蒔き飼育地点においてもイケチョウガイの餌が十分に存在することがわかった。

塩化物イオン濃度の年平均値は 170~240 mg/L であり、調整池における年平均値(280~420 mg/L)¹⁾と比べて低い値であった。地点別にみると、地点 A および B が地点 C よりも低い傾向にあった。過去のイケチョウガイの垂下式飼育調査においては塩化物イオン濃度が 250~540 mg/L であった地点においても 90 %以上の生残率を示している²⁾。今回の地蒔き飼育地点は過去の垂下式飼育地点よりも塩化物イオン濃度が低く、淡水二枚貝であるイケチョウガイの成育にはより適した場所であると考えられる。(連続モニタリング調査)

水温、DO の連続モニタリング調査結果を図 6 に示す。途中、電池交換や電極点検などのメンテナンス期間や機器の故障期間については欠測となっている。

飼育場の水温は 8.3~36.9 °C で、DO は 0.07~21 mg/L で推移した。夏場になると昼間の水温が上昇し、植物プランクトンによる光合成によって一時的に DO が 15 mg/L を超えた状態になるが、夜になると徐々に DO が低下していき、3 mg/L を下回った貧酸素状態となる。貧酸素状態は時間の経過とともに解消され、長くて 9 時間程度しか続かないことが観察された。

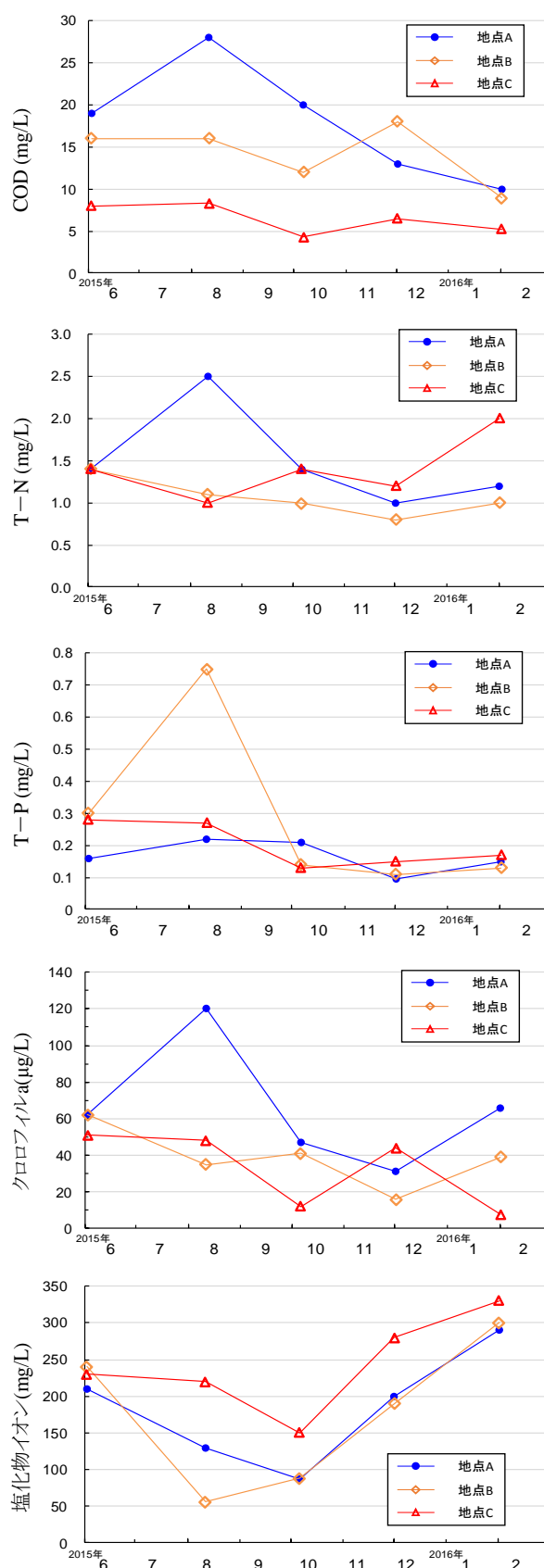


図 5 水質調査結果

(底質調査)

底質調査結果を表3に示す。有機物の指標である強熱減量は2.4~3.7%であった。8月、12月ともに地点Bが3地点の中で最も高く、地点Cが最も低い値をとった。またCODについては1.4~6.6 mgO/gであり、強熱減量と同様に8月、12月ともに地点Bが最も高く、地点Cが最も低い結果となった。地点Bは図1のとおりヨシ進出工内の1部分をさらに木柵工で仕切った地点であり、水の交換がおこりにくく底質が悪化しやすい地点だと考えられる。また、強熱減量、CODともに地点AおよびBで8月よりも12

月が高い値をとる傾向にあった。地点AおよびBでは7月中旬から10月下旬にかけてヒシ等の水草の繁茂が確認されており、冬にかけて枯れた水草の影響で底質の有機物量が上昇したものと思われる。硫化物は8月に0.090~0.15 mgS/g、12月に0.059~0.075 mgS/gであった。

平成9~26年度に実施した調整池の底質調査において、強熱減量は平均8%、CODは平均14 mgO/g、硫化物は平均0.18 mgS/gであり、今回の地蒔き飼育地点は調整池内の底質よりも全項目で低い結果となった。

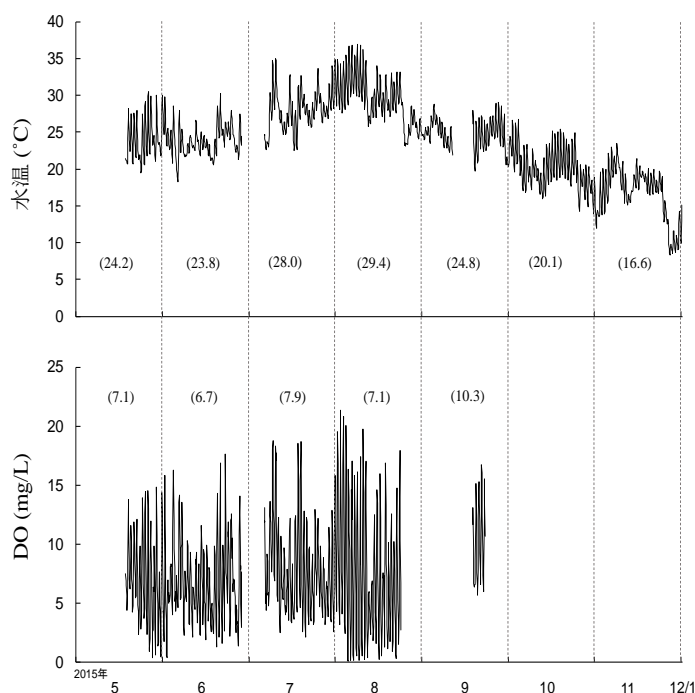


図6 連続モニタリング調査結果。図中の括弧内の数値はその月の平均を表す。

2 成長および生残調査結果

イケチョウガイの生残率を図7に示す。成貝は8月の調査で地点Bにおいて2個体の死亡が確認され、最終的な生残率は80%であった。地点AおよびCにおいては、生残率はともに100%であった。2年貝については7月の調査開始から約2ヶ月後の9月の調査で地点A、地点Bともに2個体の死亡が確認され、最終的な生残率は両地点ともに80%であった。過去の調整池における2年貝の垂下式飼育試験においては調整池10地点の平均生残率が69%⁸⁾であり、今回の地蒔き飼育での生残率は垂下式飼育と比べて高い結果となった。

イケチョウガイの殻長の推移を図8に示す。成貝については調査期間を通して殻長の成長が見られなかった。

これらの貝の年齢は10歳程度であり、既に殻長が上限に達しているものと考えられる。2年貝については9月から12月にかけて大きな成長を示し、最終的には地点Aで平均0.80 cm、地点Bで平均0.79 cmの殻長の増加があった。既往の調査²⁹⁾から殻長は5月~10月に最大の成長を示すことがわかっているが、今回の調査では7月~9月にかけて殻長の成長が小さかった。過去の垂下式飼育においても飼育開始から約2ヶ月は殻長の増加がみられず、飼育地点の環境に慣れるまでに2ヶ月程度の時間が必要なものと考えられる。なお、殻長の成長量を調査日数で割った日成長率についてみると、地点Aで0.039%、地点Bで0.038%であり、調整池での垂下式飼育における10地点平均の日成長率0.037%⁸⁾と同程度の日成長率を示した。

表3 底質調査結果

8月			
	強熱減量(%)	COD(mgO/g)	硫化物(mgS/g)
地点A	2.6	1.7	0.090
地点B	3.3	5.3	0.15
地点C	2.4	1.5	0.095
12月			
	強熱減量(%)	COD(mgO/g)	硫化物(mgS/g)
地点A	3.0	3.0	0.059
地点B	3.7	6.6	0.068
地点C	2.5	1.4	0.075

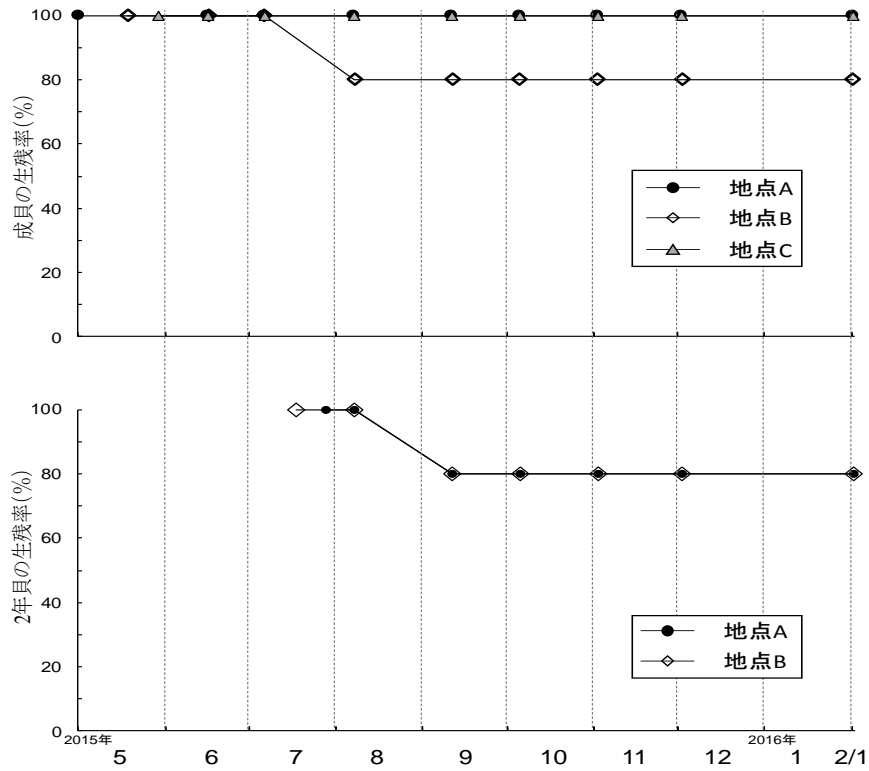


図7 イケチョウガイの生残率の推移

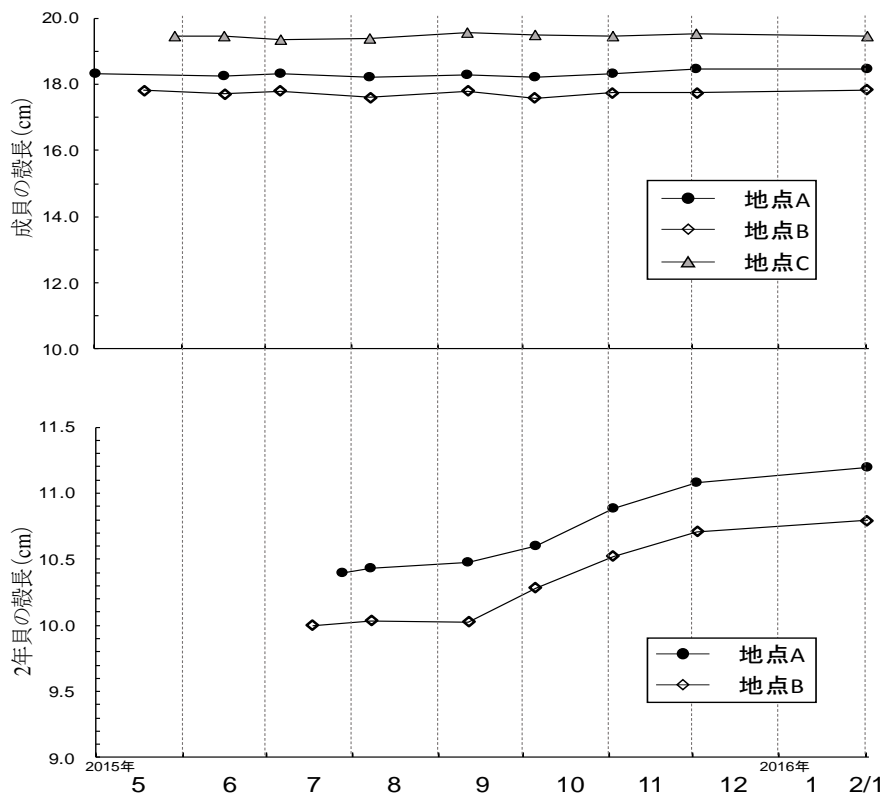


図8 イケチョウガイの殻長の推移

ま と め

調整池での大量飼育につなげていくため、イケチョウガイの地蒔き飼育の可能性について調査を行った。地蒔き飼育場の水環境については、餌となる植物プランクトンが滋賀県のイケチョウガイ養殖漁場と同等以上存在していることがわかった。また、地蒔き飼育での生残率は成貝で平均93%、2年貝で平均80%であり、両者ともに調整池における垂下式飼育での平均生残率の69%⁸⁾と比べても高い結果であった。イケチョウガイの成長についても、殻長18cm程度の成貝については殻長の増加は見られなかったが、殻長10cm程度の2年貝については9月以降に殻長の増加が観察され、日成長率は垂下式飼育におけるもの⁸⁾と同程度であった。当初懸念していた高水温(30℃以上)となる夏季においても80%以上の生残率であり、また順調に生育していたことから、ヨシ進出工内でのイケチョウガイの地蒔き飼育はほぼ可能との見通しが得られた。しかしながら、調査開始当初に魚類等による2年貝の捕食が確認されたことから、調整池での地蒔き飼育にあたっては、貝の殻長がある程度の大きさになるまでは捕食防止対策が必要であると考えられる。

参 考 文 献

- 1) 陣野 宏宙ほか: 諫早湾干拓調整池水質等調査結果(2014年度), 長崎県環境保健研究センター所報, 60, 85-92, (2014)
- 2) 石崎 修造ほか: イケチョウガイによる諫早湾干拓調整池の水質浄化に関する研究, 長崎県環境保健研究

センター所報, 53, 47-52, (2007)

- 3) 荒木 孝保ほか: 諫早湾干拓調整池におけるヤマトシジミ垂下式養殖の検討, 長崎県環境保健研究センター所報, 56, 64-67, (2010)
- 4) 荒木 孝保ほか: 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, 長崎県環境保健研究センター所報, 57, 54-64, (2011)
- 5) 粕谷 智之ほか: 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, 長崎県環境保健研究センター所報, 58, 45-51, (2012)
- 6) 大前 信輔ほか: 真珠漁場モニタリング調査, 滋賀県水産試験場報告, (2009)
- 7) 気象庁ホームページ 気象統計情報
<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>
- 8) 平成18年度国営干拓環境対策調査 水生生物を活用した水質保全対策検討委託事業報告書(イケチョウガイによる諫早湾干拓調整池の水質浄化に関する研究)
- 9) 水本 三朗ほか: イケチョウガイの増殖に関する研究-VII(イケチョウガイの成長について), 滋賀県水産試験場研究報告, 10, 19-31, (1959)