

モニタリング調査から推定したマガキの身入り不良要因

村山 史康・濱崎 正明・山下 泰司・草加 耕司

The Cause of Poor Growth of the Pacific Oyster *Crassostrea gigas* Inferred from Monitoring Surveys

Fumiyasu MURAYAMA, Masaaki HAMAZAKI, Yasushi YAMASHITA and Koji KUSAKA

マガキ *Crassostrea gigas* (以下、カキ) は、日本および中国の内海に分布する二枚貝である¹⁾。岡山県では東部および西部の計6漁協でカキ養殖が行われており、国内生産量の8%にあたる13,746t (殻付き換算) が生産され (2016年)²⁾、全国でも有数のカキ養殖産地となっている。しかし、'14年度漁期 (漁期は通常、10月から翌5月) は県下でカキの身入り不良が発生したため、生産量および生産金額が大きく減少した³⁾。一般的に、身入りとは殻内容積に対する軟体部重量の比を指し、餌料環境⁴⁾ や水温⁵⁾ などの影響を受ける。身入り不良のカキは殻を剥いた際、見た目の印象が悪く、商品価値が下がるとされている。特に、生産初期の10月下旬から11月上旬に身入り不良が生じると、他産地との競争に不利となるだけでなく、ブランド化を推進するうえでも大きな障害となる。

身入り不良の原因を特定するためには、長期モニタリングによって海況と成育状況との関係を把握したうえで、身入り不良が生じた年のデータと比較する方法が有効と考えられる。これまでカキの身入りに関する調査は、豊前海⁶⁾ や兵庫県における漁場環境とカキの成育状況調査⁷⁾ などの事例があるものの、特定の漁場における海況およびカキの成育状況を長期的かつ連続的にモニタリングし、身入り不良が生じる要因について検討した事例はほとんどない。

本研究では、'15~'17年度の間モニタリング調査を行い、'17年度の生産初期に身入り不良が生じた要因について検討したので報告する。

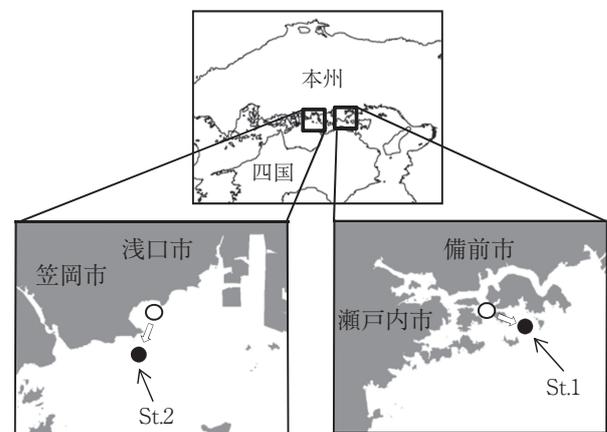
材料と方法

調査漁場 '15~'17年の6月から翌1月のカキ養殖漁場において、備前市日生町地先 (St. 1) および浅口市寄島町地先 (St. 2) で調査を行った (図1)。各養殖漁

場に設置されている養殖筏のうち、1台をモニタリング用筏 (以下、調査筏) とした。なお、図中の白丸は抑制漁場を、黒丸は養成漁場を示し、通常の養殖工程に準じて、調査筏を6~9月は抑制漁場に、10~1月は養成漁場に移動させた。

環境調査 各調査筏にクロロフィル濁度計 (INFINITY-CLW, JFEアドバンテック社製) を海面下1mの位置に垂下し、30分間隔で水温およびクロロフィル蛍光値の測定データを得た。このデータを平均して日平均値を算出した。

カキ調査 各調査筏に、コレクター5枚を取り付けたモニタリング用垂下連 (以下、垂下連: 図2) を8本ずつ垂下した。なお、コレクターの種苗は、各漁期の前年度に岡山県で採苗されたものである。調査期間中、毎月下旬に1本ずつ回収して水産研究所に持ち込み、附着物を落とした後、コレクター1枚当たりのカキ生残個体数を計数した。その後、コレクターからカキを外して無作為に30個体を選出し、殻高、殻重量および軟体部重量を測定した。さらに、磯野らの方法⁸⁾ を参考に、軟体部重



(○ 抑制漁場、● 養成漁場)

図1 調査漁場

量を殻重量で除して100を乗じたものを身入り指数として算出した。

気象条件 '17年9～11月における各調査漁場に隣接する瀬戸内市および笠岡市の日照時間のデータを気象庁のHP (<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>) から引用し、旬別に示した。

結 果

水温 年度および漁場ごとに水温（日平均値）の推移を図3に示した。St.1においては、'15年度は8月9日に最高値となる29.6℃を示し、その後低下して1月22日に最低値となる8.4℃を示した。'16年度は8月15日に最高値となる29.8℃を示し、1月25日に最低値となる8.1℃を示した。'17年度は8月6日に最高値となる29.8℃を示し、1月31日に最低値となる6.6℃を示した。一方、St.2においては、'15年度は8月11日に最高値となる29.1℃を示し、1月26日に最低値となる7.8℃を示した。'16年度は8月26日に最高値となる30.0℃を示し、1月28日に最低値となる9.0℃を示した。'17年度は8月30日に最高値となる29.6℃を示し、1月31日に最低値となる7.6℃を示した。

餌料環境 年度および漁場ごとにクロロフィル蛍光値（日平均値）の推移を図4に示した。St.1においては、'15年度は7月26日に最低値となる0.4 μg/Lを示し、1月10日に最高値となる4.7 μg/Lを示した。'16年度は8月11日に最低値となる0.5 μg/Lを示し、1月24日に最高値となる7.0 μg/Lを示した。'17年度は8月1日に最低値となる0.6 μg/Lを示し、12月19日に最高値となる7.7 μg/Lを示した。一方、St.2においては、'15年度は8月11日に最低値となる1.5 μg/Lを示し、10月6日に最高値となる

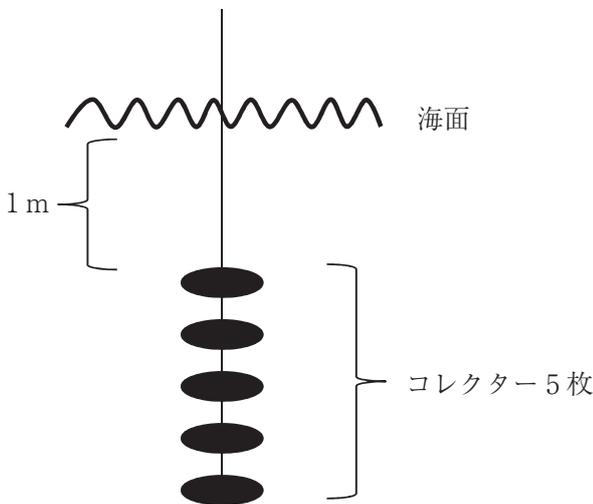


図2 モニタリング用垂下連

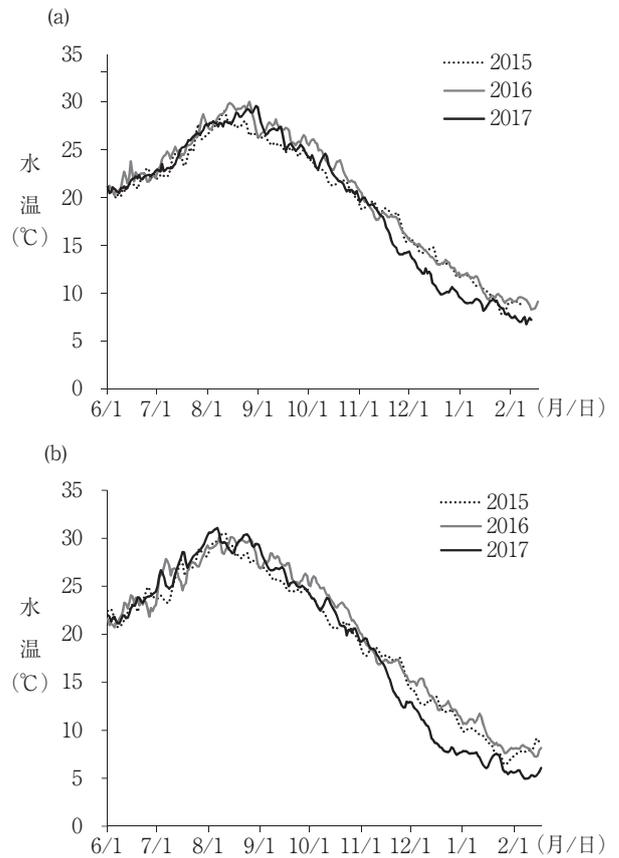


図3 水温の推移
(a)St.1, (b)St.2

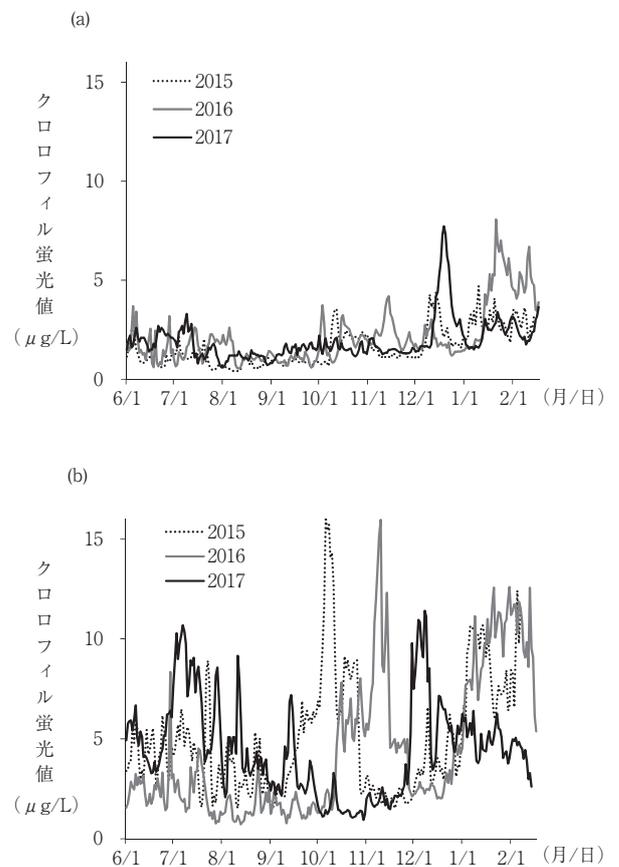


図4 クロロフィル蛍光値の推移
(a)St.1, (b)St.2

16.1 $\mu\text{g/L}$ を示した。'16年度は8月9日に最低値となる0.8 $\mu\text{g/L}$ を示し、11月9日に最高値となる16.0 $\mu\text{g/L}$ を示した。'17年度は11月15日に最低値となる1.5 $\mu\text{g/L}$ を示し、12月8日に最高値となる11.4 $\mu\text{g/L}$ を示した。

生残個体数 年度および漁場ごとに、コレクター1枚当たりの生残個体数の推移を図5に示した。St.1では、'15年度は46.4個/枚から11.2個/枚に、'16年度は33.4個/枚から11.2個/枚に、'17年度は25.2個/枚から15.8個/枚になった。一方、St.2においては、'15年度は11.2個/枚から9.2個/枚に、'16年度は26.0個/枚から9.2個/枚に、'17年度は40.4個/枚から8.2個/枚になった。

殻高 年度および漁場ごとに殻高の推移を図6に示した。6月から1月にかけて、St.1では、'15年度は41.5mmから88.8mmに、'16年度は43.9mmから96.0mmに、'17年度は41.5mmから110.5mmになった。一方、St.2においては、'15年度は58.4mmから91.8mmに、'16年度は43.9mmから92.1mmに、'17年度は40.6mmから97.3mmになった。

身入り指数 年度および漁場ごとに身入り指数の推移を図7に示した。St.1においては、'15年度は9月に最

低値となる12.7%を示し、1月に最高値となる31.8%を示した。'16年度は8月に最低値となる13.6%を示し、1月に39.5%を示した。'17年度は8月に最低値となる16.2%を示し、1月に33.1%を示した。一方、St.2においては、'15年度は9月に最低値となる17.2%を示し、1月に最高値となる30.8%を示した。'16年度は9月に最低値となる13.3%を示し、1月に最高値となる37.4%を示した。'17年度は9月に最低値となる13.3%を示し、1月に最高値となる34.4%を示した。

気象条件 '15~'17年度における9~11月の瀬戸内市および笠岡市における日照時間の推移を図8に示した。'17年10月中旬における瀬戸内市および笠岡市の日照時間は、ともに過去2年を下回っていた。

考 察

本研究では身入りの指標として身入り指数を用い、モニタリング調査結果から、'17年度の生産初期に身入り不良が生じた要因について検討した。なお、今回比較対象とした'15年度および'16年度は生産初期の身入り不良は発生していなかった^{9,10)}。

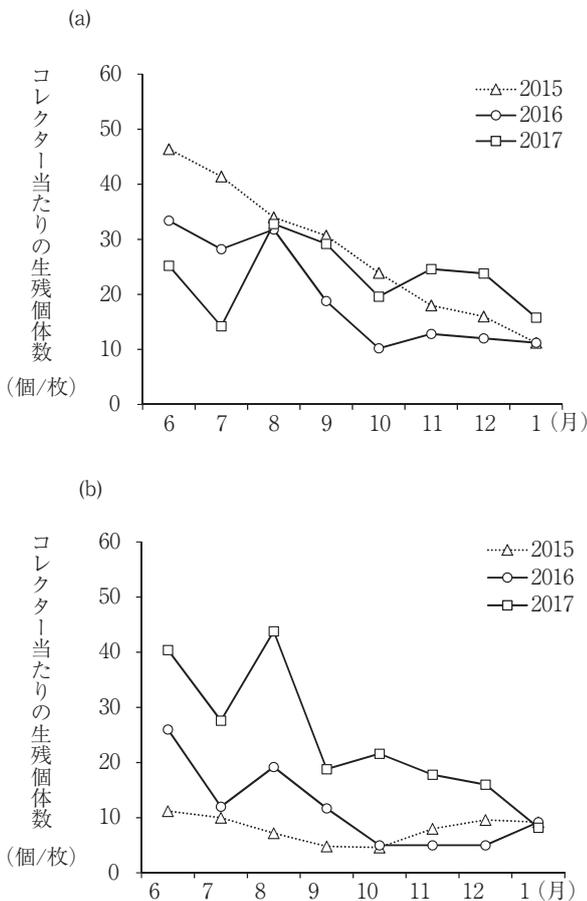


図5 コレクター当たりの生残個体数の推移 (a)St.1, (b)St.2

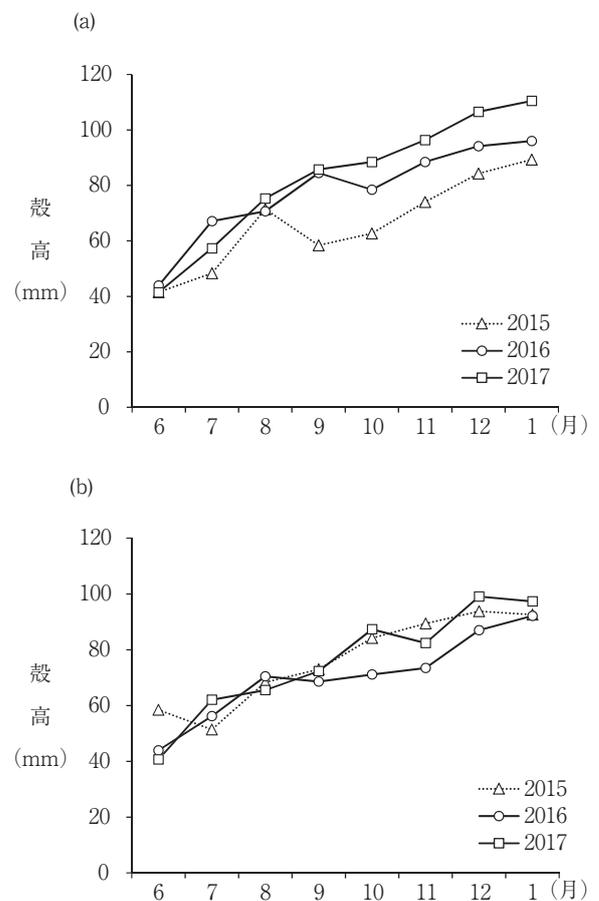


図6 殻高の推移 (a)St.1, (b)St.2

身入り指標については、軟体部を殻重量で除したものを身入り指数または肥満度としてアサリ *Venerupus philippinaum* など用いられている⁸⁾。'17年度漁期におけるカキの身入り指数については、St.1は11月、St.2は10月および11月において過去2年より低かったが、その後は各定点ともに増加した。一方、'17年度漁期におけるカキ養殖状況については、各漁場における10、11月の身入りが悪かったものの、12月下旬には回復したと報告されており¹¹⁾、身入り指数の結果とほぼ一致していた。したがって、カキの身入り指数は身入りを把握する指標として有効であると考えられた。

次に、生産初期に身入り不良が発生した要因について検討した。各漁場における'17年10、11月の水温はいずれも過去2年を上回ることはなかった(図3)。さらに、本県における浅海定線調査結果 (<http://www.pref.okayama.jp/page/353691.html>) においても、平年値(1981~2010年)を上回ることはなかった。したがって、高水温の影響で身入りが遅れた可能性は低いと考えられた。

また、楠木ら¹²⁾は過密養殖によってカキ1個体当た

りの餌の摂餌量が減少し、身入り不良が生じる可能性を報告している。しかし、'17年度漁期における筏台数は過去2年とほぼ同数であり¹³⁾、種苗密度もコレクター1枚当たり適正密度とされる20個前後¹⁴⁾となっていた(図5)。さらに、過密養殖下では密度効果により殻高の成長が停滞すること¹⁵⁾が知られているが、各漁場における殻高は過去2年を上回っていたため(図6)、過密養殖になっていた可能性は低いと考えられた。

一方、St.1においては、'17年10月15日から11月3日のクロロフィル蛍光値は過去2年を下回っており(図4)、身入り指数も11月は過去2年を下回っていた(図7)。また、St.2においては、'17年10月13日~11月15日の間のクロロフィル蛍光値は過去2年を下回っており、10月および11月の身入り指数は過去2年を下回っていた。このように、クロロフィル蛍光値と身入り指数は同調する傾向が見られた。実際に、クロロフィル蛍光値が低い環境下では、軟体部重量は減少することが報告されている¹⁶⁾。

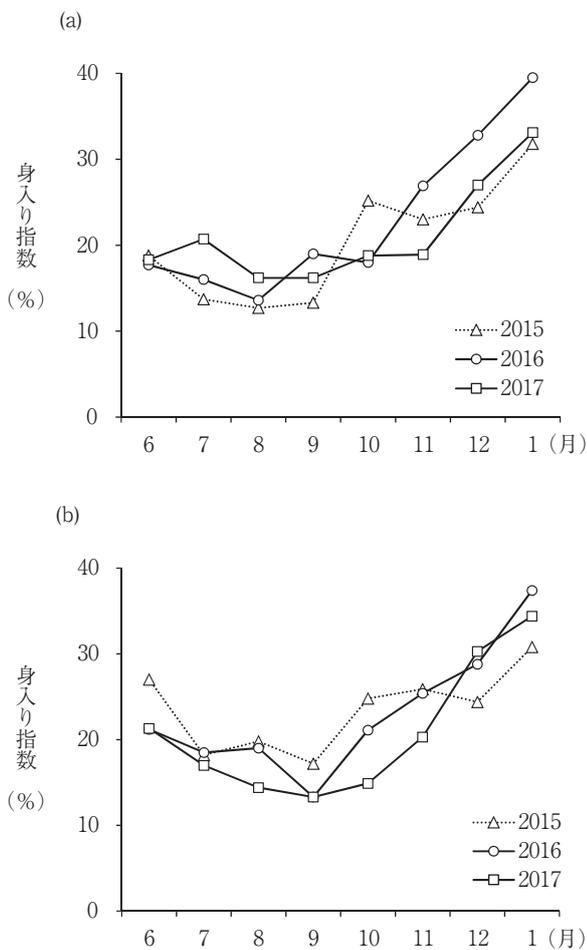


図7 身入り指数の推移
(a)St.1, (b)St.2

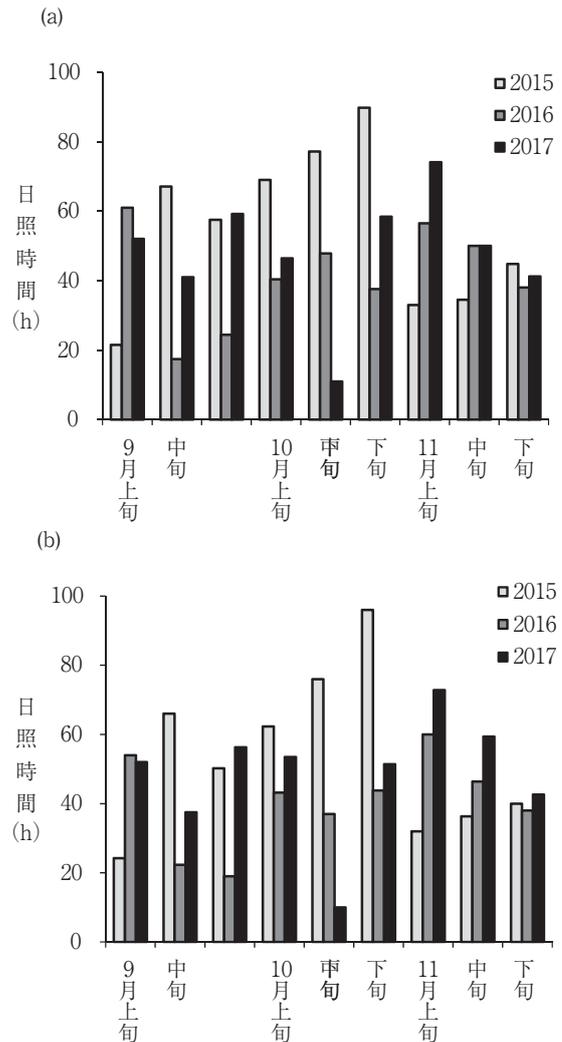


図8 日照時間の推移
(a)瀬戸内市, (b)笠岡市

以上のことから、餌料不足によって身入り指数が低下した可能性が高いと考えられた。

'17年度漁期においては、10月中旬の長雨や台風による影響で日照不足が発生した(図8)。植物プランクトンの増殖に及ぼす最も重要な環境因子として、水温、光強度、栄養塩濃度が挙げられ、海域での増殖には光強度と栄養塩濃度がより強く影響するとされている¹⁷⁾。水温は特異的な推移が見られず、10、11月の各月上旬および下旬に各漁場で確認した栄養塩濃度は、溶存態無機窒素はSt.1で3.6~10.8 μ M、St.2で8.6~16.9 μ M、溶存態無機リンはSt.1で0.4~0.9 μ M、St.2で0.6~1.1 μ Mと、増殖を制限するような濃度ではなかった。このことから、10月の日照不足が植物プランクトンの増殖を抑制した一因と考えられ、餌料不足に繋がったと考えられた。

これまで本県におけるカキ養殖状況の経過は、現場での聞き取り調査に依存することが多かったため、身入り不良や大量へい死が発生した時の原因特定が困難であった。今回、従来の聞き取り調査に加えて漁場環境調査とカキの成育状況調査を行ったことで、'17年度の生産初期に身入り不良が生じた要因をある程度特定することができた。しかし、一部地域では、身入りが近年低下しているという報告があるため、面積当たりの筏台数や、コレクター数および垂下連の長さなど、今回の調査項目以外の要因についてもより詳細に調べていく必要がある。

要 約

1. 県内2か所のカキ筏にクロロフィル濁度計を設置し、水温およびクロロフィル蛍光値の連続測定を行った。同時に試験用垂下連を設置し、カキの殻高、殻重量、軟体部重量、身入り指数を測定した。
2. '17年の生産初期(10~11月)において、クロロフィル蛍光値は過去2年に比べて少ない傾向が見られた。また、同時期の身入り指数も低い傾向が見られた。
3. '17年10月中旬は日照時間が過去2年より少なかった。したがって、日照不足により植物プランクトンの増殖が抑制され、結果として生産初期における身入り不良が発生したと考えられた。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、垂下連の作製に際して多大なご協力をいただいた日生町漁業協同組合、邑久町漁業協同組合および寄島町漁業協同組合の職員の方々に深謝します。

文 献

- 1) 新川英明, 1988: カキの生物学, 12pp.
- 2) 農林水産省, 2015: 平成25年度漁業・養殖業生産統計, 29pp.
- 3) 石黒貴裕・村山史康, 2014: 平成26年度カキ養殖概況, 岡山水研資料, 岡山水研HP.<http://www.pref.okayama.jp/uploaded/attachment/206368.pdf>.
- 4) 楠木 豊, 1977: マガキの成育とクロロフィルa量との関係, 広水試研報, **9**, 28-36.
- 5) 平田 靖・村上倫哉・赤繁 悟, 2011: 養殖水深の変更による養殖マガキの身入り促進効果, 広総研水技セ研報, **4**, 5-11.
- 6) 徳田眞孝・濱田弘之・神蘭真人・江藤拓也, 1993: 豊前海における養殖カキの特性と環境要因との関係, 福岡水技研報, **1**, 155-163.
- 7) 増田恵一・杉野雅彦, 2006: 兵庫県相生養殖漁場における漁場環境とマガキの成育, 兵庫農技総セ研報(水産), **39**, 17-22.
- 8) 磯野良介・喜田 潤・岸田智穂, 1998: アサリの成長と酸素消費量におよぼす高温の影響, 日水誌, **64**, 373-376.
- 9) 石黒貴裕・村山史康, 2015: 平成27年度カキ養殖概況, 岡山水研資料, 岡山水研HP.<http://www.pref.okayama.jp/uploaded/attachment/213116.pdf>.
- 10) 石黒貴裕・村山史康, 2016: 平成28年度カキ養殖概況, 岡山水研資料, 岡山水研HP.<http://www.pref.okayama.jp/uploaded/attachment/228617.pdf>.
- 11) 村山史康, 2018: 天候不順とカキ身入りとの関係, 岡山水研業務の話題, 岡山水研HP.<http://www.pref.okayama.jp/uploaded/attachment/233088.pdf>.
- 12) 楠木 豊・木村知博・馬久地隆幸・橋本俊将, 1983: カキの成育と摂餌量との関係について, 広水試研報, **13**, 7-33.
- 13) 岩本俊樹・村山史康, 2018: 平成29年度カキ養殖概況, 岡山水研資料, 岡山水研HP.<http://www.pref.okayama.jp/uploaded/attachment/244255.pdf>.
- 14) 小笠原義光・小林歌男・岡本 亮・古川 厚・久岡 実・野上和彦, 1962: カキ養殖における抑制種苗の使用とその生産的意義, 内海区水産研究所研究報告, **19**, 1-153.
- 15) 谷田専治・菊池省吾, 1957: 垂下養殖カキの密度効果に関する研究(1), 東北海区水産研究所研究報告, **9**, 3-5.
- 16) 草加耕司・藤沢邦康・林 浩志, 1994: 岡山県下の養殖漁場におけるマガキの成育とクロロフィルaとの関係, 岡山水試報, **9**, 15-21.
- 17) 多田邦尚・一見和彦・山口一岩, 2014: 海洋科学入門, 恒星社厚生閣, 63-67.