

アサリ *Ruditapes philippinarum* の垂下式肥育技術について

松田正彦・平野慶二・北原 茂・日向野純也¹・品川 明²

Suspended fattening technique of Manila clam *Ruditapes philippinarum*

MASAHIKO MATSUDA, KEIJI HIRANO, SIGERU KITAHARA, JUNYA HIGANO¹
AND AKIRA SHINAGAWA²

We examined the efficacy of suspended culture in fattening of commercially harvestable sized Manila clam in Isahaya Bay, Nagasaki Prefecture from 2007 to 2009. The clams were cultured in net baskets suspended from an oyster raft without substrate to minimize weight load (5 – 10 kg). The condition factor, glycogen contents and amino acid contents of the clams were compared with those collected from tidal flat fishing grounds (i.e. control group). The condition factor of the suspended clams was significantly larger than that of the control groups from December to April, increasing from around 15 to >20 in about one month. The amino acid and glycogen contents of the suspended clams were higher than those of the control groups. Thus, suspended culture was found effective in fattening of Manila clam in a short period of time.

アサリ *Ruditapes philippinarum* は日本各地の内海、内湾の潮間帯から水深 10m までの浅海域に生息する産業上重要な二枚貝である。長崎県諫早湾北部に面する諫早市小長井町では客土覆砂し、造成された漁場でアサリ養殖業が営まれており、生産されるアサリは手掘りで漁獲され砂噛みが少なく、身入りが良く美味しいため「小長井あさり」としてブランド化されている¹⁾。

長崎県総合水産試験場が 1999 ～ 2006 年、2013 ～ 2017 年にアサリ生産の盛期である 4 月に実施した春季身入り状況調査（未発表）によると身入りが不良な年（1999 年、2004 年、2006 年）がしばしばあり、そのような年はアサリの販売が振るわず、「小長井あさり」のブランド維持および漁家経営安定上の課題である。

また近年、夏季の貧酸素以外の複数の要因による漁獲量の減少と、秋～冬季の餌環境劣化による成育不良が示唆²⁾ されており、漁場に着底したアサリ稚貝も商品サイズの成貝まで成育せず、漁業生産は近年低迷している。

アサリの垂下養殖は生産不良対策のため、試験事例も含め日本各地で行われている^{3,4,5,6)}。垂下養殖はカキ筏などを利用してプラスチックコンテナ（以下コンテナ）などの飼育容器にアサリとともに砂等の潜砂基質を入れ、ロープで海中に吊るして育成させる方式である⁷⁾。カキ筏に垂下されたコンテナ内は干潟の養殖漁場より海水の交換があり、アサリの餌料となる植物プランクトンが豊富で良好な生息環境と考えられ、通常干潟の養殖のアサリよりはるかに成長が速い⁷⁾。また、身入りが良くアミノ酸などの呈味成分の濃度が高くなる⁸⁾ことが報告されている。

しかし、コンテナに基質（砂や砂利）とアサリを入れ、養殖管理を行うとなるとコンテナの大きさにもよるが海中から引き上げる際に海水を含み、重量は 20kg 以上となるため多大な労力を要することとなる。

春季のアサリの身入り不良等の改善のため、垂下養殖を漁業者が実用規模で行うとなると従来の基質入りのコンテナの重量が大きな障害となるこ

1 水産研究・教育機構 瀬戸内海区水産研究所

2 学習院女子大学 国際文化交流学部

とから、真珠養殖業で用いられている丸カゴにアサリを直接収容(砂等の基質なし)することにより、軽量化と高密度化による効率化を図るための試験を行い、身入りの向上など良好な結果が得られたので報告する

材料および方法

短期垂下試験 垂下の効果を検討するための試験は諫早市小長井町沖のカキ養殖筏(水深2.7m)に小長井町地先のアサリ養殖場(以下対照区)で漁獲したアサリを丸カゴ(ポリエチレン製:目合い9mm,直径45cm)に収容し、海面下2.0mに垂下して3回行った(Fig.1)。

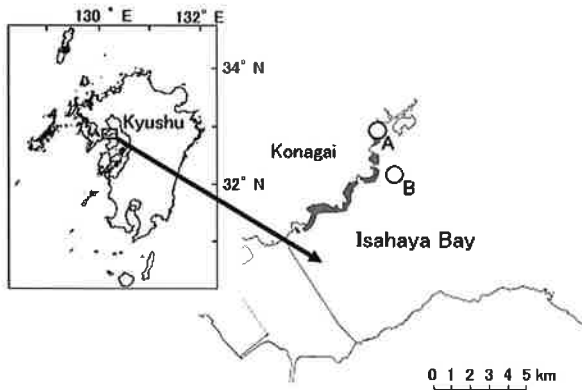


Fig. 1. Experimental stations in Isahaya Bay, Kyushu, Japan. Wild clams (control) were collected at A and suspended culture (treatment) conducted at B. The shaded areas represent Manila clam fishing grounds.

1回目は2007年1月21日~2月19日(29日間)にアサリ(殻長 35.9 ± 1.2 mm, 重量 9.0 ± 1.0 g)をカゴ当り5 kg(以下5 kg区)と10 kg(以下10 kg区)を収容し、試験を行った。

2回目は2007年3月8日~4月3日(26日間)にアサリ(殻長 34.8 ± 1.0 mm, 重量 8.4 ± 0.7 g)を、3回目は2007年4月3日~4月17日(14日間)にアサリ(殻長 33.7 ± 1.4 mm, 重量 7.3 ± 1.3 g)を1回目の試験結果から、カゴ当り10 kg収容のみとし、それぞれ試験を行った(以下試験区)。

試験期間中、開始時と終了時以外に中間で1回カゴのアサリを回収し、各20個体(1回目の開始時のみ30個体)の殻長、殻高、殻幅、重量および軟体部

湿重量を測定し、肥満度⁹⁾を求めた。また、1回目の試験では開始時および中間時(15日後)各区のアサリ10個体について、軟体部表面の水分をキムワイプで除去し、まとめて細切し、5%トリクロロ酢酸で抽出・濾過した試料により軟体部100 gあたりのアミノ酸含量を求めた。

各試験で対照区のアサリを試験区同様に測定、分析した。

長期垂下試験 肥育に適した時期を検討するための試験は2008年10月21日~2009年3月13日(143日間)に前述の短期垂下試験同じカキ養殖筏で行った。供試するアサリ(殻長 33.1 ± 1.5 mm, 重量 7.6 ± 1.0 g),カゴ等も短期垂下試験と同様(カゴ当りの収容量は10 kg)とし、垂下水深は海面下2.5mとした(試験区)。

試験期間中、開始時と終了時以外に毎月カゴのアサリを回収し、各20個体(開始時のみ30個体)の殻長、殻高、殻幅、重量および軟体部湿重量を測定し、肥満度を求めた。その軟体部のうち10個体(開始時のみ30個体)を乾燥機(60°C, 48時間)で乾燥し、1個体分ずつ30%水酸化カリウム溶液で溶解し(100°C, 1時間以上)、得られた試料溶液を定法に従いムタローゼ・GOD法(グルコースCII-テストワコー, 和光純薬社)を用いてグリコーゲン含量(軟体部乾燥重量)を求めた。また、アミノ酸含量の分析を短期試験と同様に2009年2月12日まで毎月行った。対照区のアサリも試験区と同様に測定、分析した(2008年10月21日~2009年4月24日)。

垂下試験中のアサリの殻の成長や増重を調べるため、個体識別したアサリ20個体の殻長、重量を月1回追跡調査した(2008年10月21日~2009年2月12日; 114日間)。

試験区と対照区の漁場環境の差を調べるために小型メモリークロロフィル濁度計(アレック電子社製COMPACT-CLW),流速計(アレック電子社製COMPACT-EM)を設置し、10分間隔で水温やクロロフィル濃度、流速を測定した。

水温とクロロフィル濃度の測定は試験区が

2008年10月21日～2009年4月21日までの182日間, 対照区が2008年12月16日～2009年4月24日までの129日間とした。また, 流速の測定は両試験区2009年2月24日～同年3月8日の12日間とした。

各試験区の肥満度, 殻長や重量, グリコーゲン含量の比較は, *t* 検定で有意差の確認を行った ($P < 0.01$)。また, それぞれの試験区の肥満度とグリコーゲン含量の開始時からの変化については, 一元配置分散分析 (ANOVA) により有意差の確認を行い, 多重比較検定はダネットの方法 (Dunnnett test) により $P < 0.01$ で有意差の検定を行った。

結果

短期垂下試験 試験の肥満度の推移を Fig. 2 に示す。

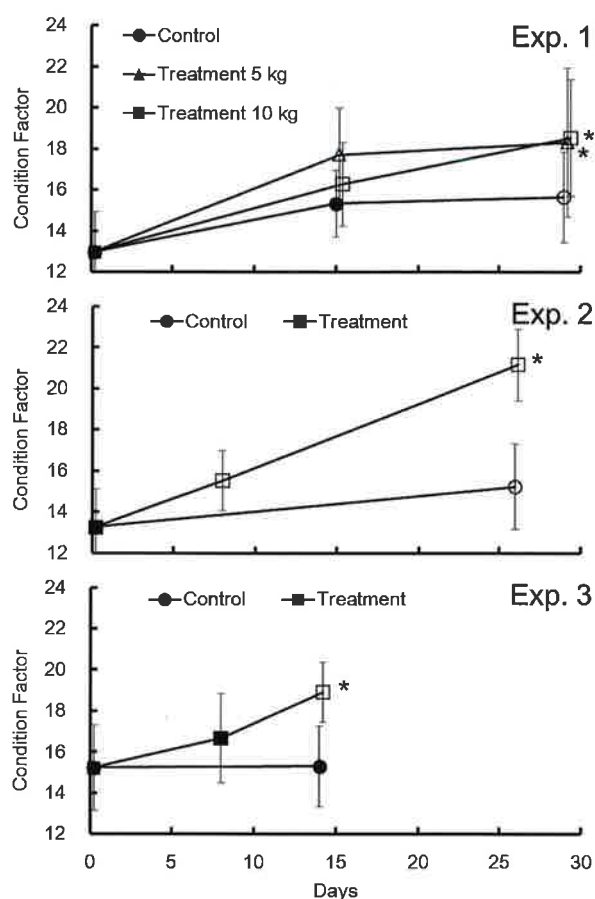


Fig. 2. Changes in condition factor of Manila clam during the short-term experiments. Data are given as the mean \pm SD ($n = 20$, except the initial data of experiment 1, where $n = 30$). Open symbols indicate significant difference from the corresponding initial value (Dunnnett test, $P < 0.01$). Asterisks indicate significant difference between the final value of control and treatment (*t*-test, $P < 0.01$).

1回目の試験は開始時の肥満度が 13.0 ± 2.0 であったが, 15日後の中間時の各肥満度は対照区 15.3 ± 1.6 と有意な増加を示さなかったのに対し, 5 kg 区 17.7 ± 2.3 , 10 kg 区 16.3 ± 2.0 と有意な増加を示し, 29日後の終了時の肥満度は対照区 15.7 ± 2.2 に対し, 5 kg 区 18.3 ± 3.6 , 10 kg 区 18.5 ± 2.8 とそれぞれ有意な差となった。また, 対照区が有意に増加したのは終了時であった。

2回目の試験は開始時の肥満度が 13.3 ± 1.9 であったが, 試験区の8日後の肥満度は 15.5 ± 1.5 , 26日後の終了時は 21.2 ± 1.7 と開始時からそれぞれ有意に増加したのに対し, 対照区の終了時は 15.2 ± 2.1 と有意であったが大きな増加がなく, 終了時の両区の肥満度には有意差がみられた。

3回目の試験は開始時の肥満度が 15.2 ± 2.1 であったが, 試験区の14日後の終了時は 18.9 ± 1.5 と有意に増加したのに対し, 対照区の終了時は 15.3 ± 2.1 と有意な増加がなく, 終了時の両区の肥満度には有意差があった。

1回目の試験で開始時と各試験区15日目(中間)のアミノ酸含量と必須アミノ酸含量を Fig. 3 に示

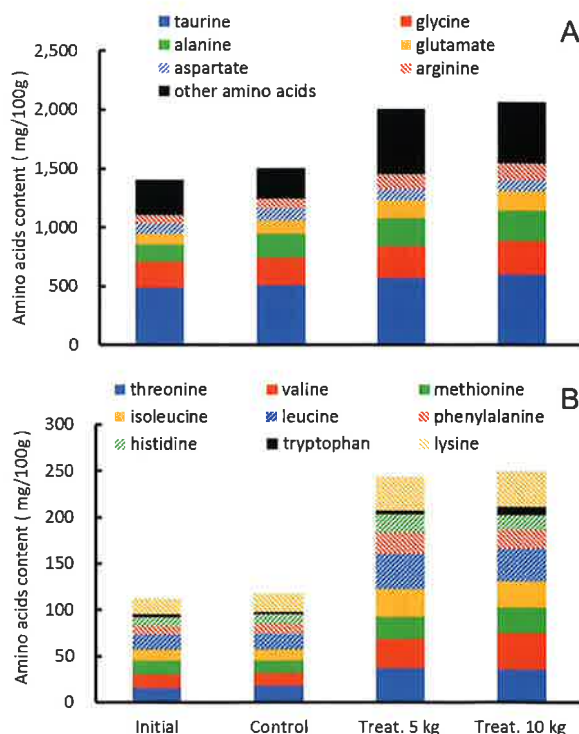


Fig. 3. Amino acids content of Manila clam in the short-term experiment 1 shown in Fig. 2, analyzed on the 15 day of culture, except the initial value. A : Total amino acids. B : Essential amino acids.

す。

アミノ酸含量は開始時 1,403mg/100 g で、15 日後の対照区 1,506 mg/100 g と開始時の 1.07 倍と顕著な増加がみられなかったのに対し、5 kg 区、10 kg 区でそれぞれ 2,007, 2,066 mg/100 g と開始時の 1.43, 1.47 倍となる増加がみられた。また、甘み、旨みアミノ酸のグリシン、アラニン、グルタミン酸の合計含量は開始時 452 mg/100 g で、15 日後の対照区 547 mg/100 g は開始時の 1.21 倍に対し、5 kg 区、10 kg 区でそれぞれ 660, 705 mg/100 g と開始時の 1.46, 1.56 倍となる増加がみられた。

必須アミノ酸含量は開始時 112 mg/100 g で、15 日後の対照区 118 mg/100 g と開始時の 1.05 倍と顕著な増加がみられなかったのに対し、5 kg 区、10 kg 区でそれぞれ 243, 249 mg/100 g と開始時の 2.17, 2.22 倍となる大幅な増加がみられた。

長期垂下試験 試験期間中の肥満度の推移を Fig. 4 に示す。

2008 年 10 月 21 日試験開始時 13.0 ± 1.3 だった肥満度は対照区が 86 日後 15.1 ± 1.4 と有意な増加がなかったのに対し、同時期の 90 日後の試験区が 23.5 ± 3.8 と有意な増加を示し、両区の肥満度に有意な差がみられた。その後試験区では 143 日後の 2009 年 3 月 13 日に 25.3 ± 6.3 となり試験を終了したのに対し、対照区は 111 日後 16.8 ± 1.2 と有意な増加となったが、160 日後 24.4 ± 1.6 、185 日後の 2009 年 4 月 24 日に 19.2 ± 7.1 と終了時まで試験区の最大値を上回ることがなかった。

試験期間中のグリコーゲン含量(軟体部乾燥重量)とアミノ酸含量の推移を Fig. 5 に示す。

試験開始時 25.3 ± 9.2 mg/g だったグリコーゲン含量は 55~56 日後まで両区とも有意な増加がなかつ

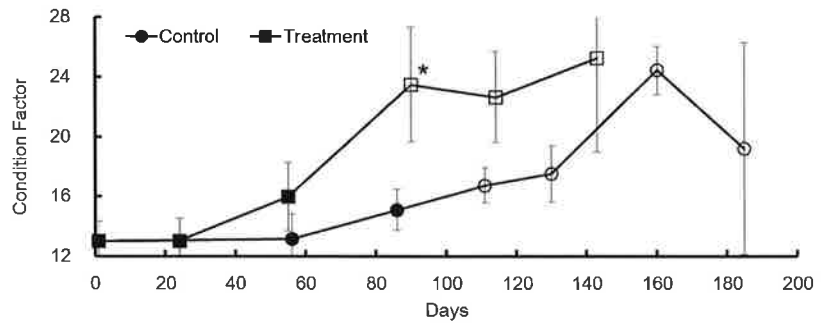


Fig. 4. Changes in condition factor of Manila clam during the long-term experiments. Data are given as the mean \pm SD ($n = 20$, except the initial data, where $n = 30$). Open symbols indicate significant difference from the corresponding initial value (Dunnnett test, $P < 0.01$). Asterisk indicates significant difference between the control on the 86th day and the treatment on the 90th day (t -test, $P < 0.01$).

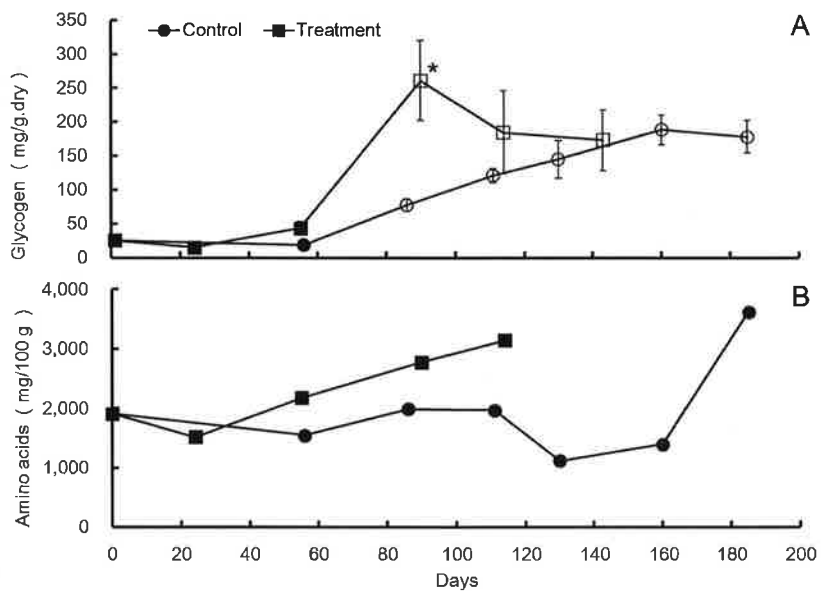


Fig. 5. Changes in glycogen and amino acid contents of Manila clam during the long-term experiment. Glycogen content is given as the mean \pm SD ($n = 10$, except the initial data, where $n = 30$). Open symbols indicate significant difference from the corresponding initial value (Dunnnett test, $P < 0.01$). Asterisk indicates significant difference between the control on the 86th day and the treatment on the 90th day (t -test, $P < 0.01$). A : Glycogen, B : Total amino acids.

たが、86~90 日後に対照区は 77.9 ± 9.3 mg/g、試験区は 261.2 ± 59.0 mg/g とそれぞれ有意に増加した。しかし試験区のほうが大幅に増加し、開始時と比較して対照区の 3.1 倍に対し、試験区は 10.3 倍と両区の含量に有意な差がみられた。その後試験区では 143 日後の 2009 年 3 月 13 日に 173.0 ± 44.5 mg/g となり試験を終了したのに対し、対照区は 160 日後の同年 3 月 30 日に 188.3 ± 21.9 mg/g と増加したが試験終了時まで試験区の最高値を上回ることがなかった。

試験開始時 1,907 mg/100 g だったアミノ酸含量

は55~56日後, 対照区 1,551 mg/100 g とやや減少したのに対し, 試験区 2,174 mg/100 g とわずかに増加した。111~114 日後に対照区が 1,968 mg/100 g と開始時からほとんど増加しなかったのに対し, 試験区は 3,144 mg/100 g と増加し, 試験を終了した。対照区は 160 日後まで 1,401 mg/100 g と増加しなかったが, 185 日後の 2009 年 4 月 24 日に 3,624 mg/100 g に増加して試験を終了した。

試験期間中の個体識別したアサリの殻長と重量の推移を Fig. 6 に示す。

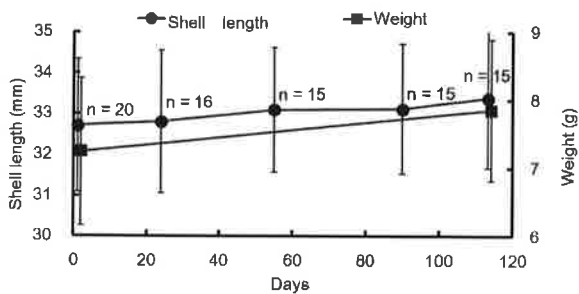


Fig. 6. Changes in shell length and wet weight of individually identified Manila clams during the long-term experiment. Data are given as the mean ± SD.

試験開始時, 殻長 32.7 ± 1.6 mm, 重量 7.2 ± 1.1 g ($n = 20$) であったが, 試験終了時の 114 日後の 2009 年 2 月 12 日に, 殻長 33.4 ± 1.7 mm, 重量 7.9 ± 1.0 g ($n = 15$) となった。しかし, それぞれ有意な増加ではなかった。

試験期間中の日平均水温と日平均クロロフィル濃度の推移を Fig. 7 に示す。

両試験区が共通の期間の水温は対照区が 11.8 ± 2.6 °C, 試験区が 11.7 ± 2.3 °C と差がなかった。

クロロフィル濃度は対照区については欠測期間があり, 測定できたのは 100 日となった。両試験区が共通の期間のクロロフィル濃度は対照区が 4.3 ± 2.0 µg/l に対し, 試験区が 11.5 ± 7.6 µg/l と対照区の約 2.7 倍の平均濃度となった。また, 計測した 2009 年 2 月 24 日~3 月 8 日の両試験区の平均流速は対照区が 2.1 cm/秒に対

し, 試験区が 7.3 cm/秒と対照区の約 3.5 倍の流速であった。

考 察

2007 年 1 月下旬~4 月中旬の期間に 3 回の短期試験を行ったが, 試験区はいずれも有意な肥満度の増加があり, 半月~1 ヶ月後の試験終了時の肥満度は対照区と有意な差があった (Fig. 2)。それらから短期間で商品価値が高い身入りの良いアサリに肥育 (肥満度の増加) できる手法であると示唆された。また, 1 回目の試験でカゴあたりの収容量を 5 kg と 10 kg に区別して試験を行ったが, 約 1 ヶ月後の肥満度に有意な差がなく, 当海域ではカゴ当り 10 kg 程度まで収容しても, 十分肥育が可能であると考えられた (Fig. 2)。

また, 肥育に適した期間を検討するために行った長期試験では, 対照区, 試験区とも 2008 年 10 月下旬~12 月中旬 (約 2 ヶ月間) に有意な肥満度の増加がなかった (Fig. 4)。年によって変動があるが, この海域の干潟漁場のアサリは 10 月~11 月の産卵期のため, 肥満度や栄養蓄積物質である炭水化物の含量などが 12 月頃まで低く推移する¹⁰⁾としており, この時期に垂下を行っても干潟同

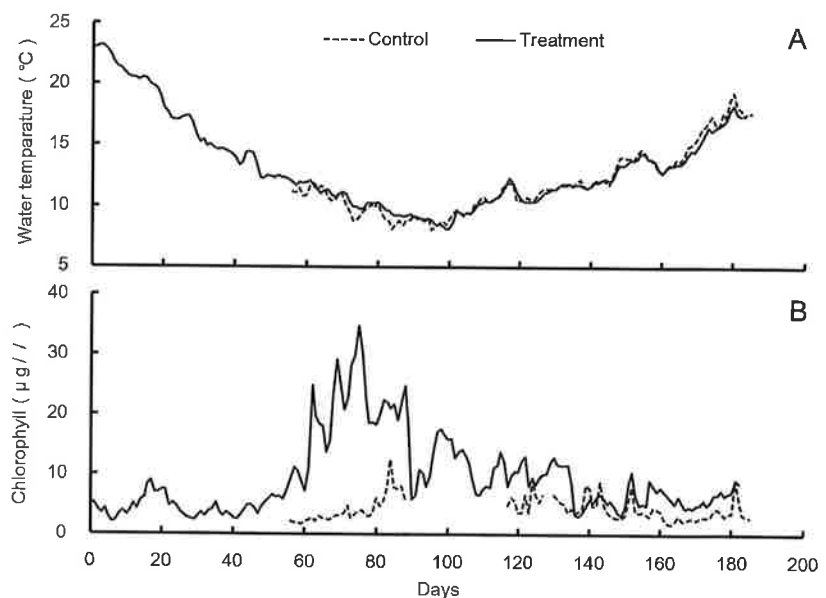


Fig. 7. Changes in water temperature (A) and Chlorophyll level (B) during the long-term experiment.

様、肥育の効果は低いと考えられる。

この海域の干潟のアサリは水温が低い冬～春に、増殖する珪藻等の餌料を利用し、春の産卵のために炭水化物の蓄積や肥満度の増加を図っていると推察されている¹⁰⁾。この試験でも水温が12℃以下に低下し、試験区でアサリの餌料となる植物プランクトンの増加を示すクロロフィル量の増大(10 µg/l以上)が観察(Fig. 7)された12月中旬以降に水温や餌料等が肥育に適した環境となり、試験区はその後約1ヶ月間で肥満度23.5と大変身入りの良い状態とされる肥満度20.1以上¹¹⁾に急速に増加し、同時期の対照区と比較し有意に高い値となった(Fig. 4)。干潟の対照区が同様の肥満度に達するのは3月下旬であり、試験区から2ヶ月以上遅れた。

肥満度の増加に両区の間でこれほど有意な差が出たのは、Fig. 7で示した餌となる植物プランクトン量の目安の平均クロロフィル濃度(対照区の約2.7倍)と平均流速(対照区の約3.5倍)の積で表される餌の通過量(クロロフィルフラックス:対照区の約9.3倍)の違いが大きいと考えられる。しかし単位面積当たりの収容密度は干潟漁場が7.1 kg/m²(1999～2006年4月調査の平均:長崎県総合水産試験場未発表)に対し、試験区は62.9 kg/m²(直径45cmのカゴに10 kgアサリ収容)と対照区の約8.9倍に相当することから、見かけ上両区で収容1kg当り摂餌できる餌量には大差がない。

カキ筏に垂下した丸カゴは間隔をあけて設置されるため、周囲にアサリがいる干潟と違い、空間があり実質的に漁場面積あたりの収容密度が低くなる。それに加え、上下左右全方向から通過する餌料(干潟は上面だけ)を摂餌できるため、見かけの収容密度あたりの餌量以上に、餌量の面で有利であると考えられる。

また、餌の量以外に肥満度増加の可能性として考えられる要因としては、摂餌している餌の価値、摂餌が可能な時間、アサリの運動によるエネルギー消費と他の生物との餌の競合などがある。

対照区の干潟のアサリは微細藻類(植物プランクトン、底生性藻類)のほか、デトライタス等の海産

の植物性の懸濁粒子を主に利用している¹¹⁾のに対し、試験区のカキ筏への垂下ではその設置環境から浮遊性の微細藻類を主に摂餌していると考えられ、微細藻類の餌料価値が高い¹¹⁾などの知見から両区の餌料価値に差がある可能性もあるが、現状では不明である。

摂餌可能な時間については、長期試験の試験区の実施期間(2008年10月21日～2009年3月13日:143日間)と比較すると、対照区は潮汐表からの換算で合計20.5日干出しており、物理的に海水中の植物プランクトン等を摂餌可能な時間が、試験区より14.4%も短くなる。また、対照区の干出前後は高濁度となるため、摂餌できない可能性もあり、摂餌可能な時間はさらに短くなることが考えられる。

エネルギー消費については、対照区のアサリは食害や外部環境(温度、干出、底質の流動等)の変化ため底質中で深淺移動を繰り返し、エネルギーを消費する必要があるが、試験区はアサリが丸カゴにより食害から守られ、外部環境も安定しているため、内部のアサリは移動する必要もなくエネルギーの消費が小さいと考えられる。

最後に他の生物との餌の競合については、対照区では他の底生のろ過食者と競合するであろうと考えられるが、試験区では冬季から春先の育成の場合、競合者となる付着生物もほとんど付着しない。

これらから、見かけの摂餌できる餌量(クロロフィルフラックス)以上に試験区のアサリが対照区と比べ、肥満度の増加にまわすエネルギーが大きいと推測される。しかし、干出による摂餌可能な時間の差以外は客観的なデータがないため、試験区の急速な肥満度増加のメカニズムを解明するためには可能性を考察した各要因について今後検討していく必要がある。

商品価値を高めるアサリの大型化については、作業省力化のため軽量化したこの手法ではアサリを定位させる基質がないため、基質(砂、砂利等)入りコンテナ育成でみられる速い成長⁷⁾がなく、

有意な殻長の伸びはなかった (Fig. 6)。そのため、小型のアサリを収容し、成長させて商品価値が高い大型のアサリに育成することは難しく、身入りが良くない商品サイズのアサリの肥満度を短期間で増加させ、価値を高めることに特化した手法となる。

その他アサリの商品価値を高める点として、コンテナ等を用いた基質ありの垂下養殖でも報告⁸⁾されているように、この手法でも対照区と比べ有意な各種アミノ酸とグリコーゲン含量の増加 (Fig. 3,5) があつた。

Fig. 3 で示したように甘み、旨みアミノ酸のグリシン、アラニン、グルタミン酸の合計含量は開始時と比べ試験区が 1.46~1.56 倍 (対照は 1.21 倍) に増加し、必須アミノ酸含量も同様に試験区 2.17~2.22 倍 (対照区 1.05 倍) と大幅な増加している。また、アサリの主たる栄養貯蔵物質であるグリコーゲン含量も長期試験開始約3ヵ月後の2009年1月中旬には対照区と比較して有意に増加 (Fig. 5) していることから、この手法で肥育されたアサリは「栄養価が高く、美味しいアサリ」と商品価値を消費者にアピールすることができる。

これらの試験結果から、2013年12月から2014年3月に小長井町漁業協同組合の漁業者12経営体による垂下式肥育 (収容密度はカゴ当り 8kg 程度) の現場導入試験と肥育されたアサリの消費者アンケート調査等を実施した。その結果、漁業者自らその肥育効果を実感し、消費者アンケートから「砂抜き心配がいらぬ」、「身が大きい」、「身がぷりぷり、加熱しても縮まない」、「甘く、味が濃い」など99%の満足度で、商品価値が高く、干潟で生産されるアサリよりも高い価格で販売できるとの評価¹²⁾を得ることができた。

垂下式肥育技術は、当初目的としていた身入り不良の改善の他に、アミノ酸等が多く含まれ甘く美味しい点、無潜砂の環境で飼育しているため、砂噛みがなく砂抜き不要な点など肥育されたアサリは消費者に魅力的な商品となることが明らかとなった。また、漁業者の管理や販売の面では、底質不要なため軽量で作業が楽、干潟と違いアサリを掘る労力が要

らず、潮汐に関係なくいつでも回収、販売できる等の利点がある。

2014年の冬季以降、小長井町漁業協同組合ではこの技術を導入し、生産されたアサリの消費者の評判も高かったため、2016年2月に「ゆりかごあさり」として商標登録した。生産量も2015年は9.0トン、2016年は10.3トン、2017年は18.1トン (小長井町漁業協同組合調べ) と生産を順調に伸ばしている。また、諫早湾南岸の瑞穂漁業協同組合においても、2016年に「雲仙 春まちアサリ」と命名し、垂下式肥育を実施している。

この技術はカキの筏養殖が可能な海域であれば実施可能な手法であるが、餌料となる植物プランクトン等や流れ、水温などの環境や他の生物の付着状況などで、垂下する時期やカゴ当りの収容量、肥満度の改善状況が変化すると考えられる。今回示した資料は長崎県諫早湾の垂下式肥育手法の目安であり、他の海域での導入にあたっては、収容量や時期等について適した手法を検討する必要があると考える。

この海域のアサリの垂下式肥育技術については管理の一応の目安を作成することができたが、肥育前のアサリの導入から販売までの過程でそれぞれ改善すべき課題があり、生産の増大とより一層のブランド化による収益の向上のため、今後もこれらの課題解決を図っていく必要がある。

謝 辞

本試験を行うにあたり調査の実施や試料の採取などにご協力をいただいた長崎県小長井町漁業協同組合の職員と漁業者の方々に心からお礼申し上げます。また、英文の御校閲をいただいた水産研究・教育機構 増養殖研究所 増養殖環境グループ長 渡部論史博士に厚くお礼申し上げます。

文 献

- 1) 松田正彦, 鶴田政文. 区画管理された客土覆

- 砂漁場でのアサリ養殖漁業 小長井町漁業協同組合の取り組み. アクアネット 2015 ; 202 : 47-50.
- 2) マリノフォーラム 21. 漁船を用いた有害生物対策とアサリ漁場機能維持・回復技術の開発 長崎県諫早市小長井町地先. 平成 25 年度各地域の特性に応じた有明海の漁場環境改善実証事業報告書 2014 ; 293-387.
- 3) 藤原正夢, 辻秀二, 田中雅幸, 今西裕一, 中西雅幸. 垂下コンテナ飼育によるアサリの成長. 京都海洋センター研報 2008 ; 30 : 49-53.
- 4) 谷本尚史, 中西雅幸, 久田哲二, 尾崎仁, 藤原正夢. 阿蘇海における垂下飼育によるアサリの成長, 生残, 肥満度. 京都海洋センター研報 2011 ; 33 : 17-23.
- 5) 日向野純也. アサリの天然採苗と垂下養殖. 養殖ビジネス 2015 ; 652 : 55-58.
- 6) 安信秀樹. 播磨灘におけるアサリ垂下養殖の取り組み. 豊かな海 2014 ; 33 : 29-32.
- 7) 日向野純也, 浅尾大輔. アサリ垂下養殖の意義と普及に向けた課題(総論). 水産技術 2017 ; 9 (3) : 87-100.
- 8) 鈴木杏子, 山本義和, 高岡素子. 兵庫県における垂下養殖アサリと天然アサリの比較について. ヒューマンサイエンス 2009 ; 12 : 7-17.
- 9) 鳥羽光晴, 深山義文. 飼育アサリの性成熟過程と産卵誘発. 日水誌 1991 ; 57 : 1269-1275.
- 10) 松田正彦. アサリ養殖漁場における夏季大量へい死要因の検討. 博士論文, 長崎大学, 長崎. 2008.
- 11) 水産庁. 干潟生産力改善のためのガイドライン. 水産庁, 東京, 2008.
- 12) 日本ミクニヤ株式会社, 長崎県総合水産試験場. 平成 25 年度大型アサリ種苗の垂下肥育モデルの策定業務報告書. 2014.