

札幌軟石を用いたアサリ垂下養殖用基質の開発

執行 達弘, 野村 隆文, 金森 誠*, 井上 智**

Development of Culture Substrates for the Suspended Culture of Asari Clam

Tatsuhiko SHIGYO, Takafumi NOMURA, Makoto KANAMORI*, Satoru INOUE**

キーワード：アサリ, 垂下養殖, 基質, 札幌軟石, 水工連携

1. はじめに

日本国内のアサリの年生産量は、1980年代の前半までは10万トン以上であったが¹⁾、その後著しく減少し、現在では1万トン以下である²⁾。一方、同じ二枚貝のホタテは1970年代から年生産量を増加させ、1980年代の前半以降20万トン前後という高い水準を維持している²⁻³⁾。この差は、アサリが漁獲に依存しているのに対し、ホタテは養殖技術を導入したためと考えられている。

北海道漁業に目を向けると、平成29年の日本海海域の漁業生産量は13.7万トンであり⁴⁾、オホーツク海域27.3万トンの50%、太平洋海域50.3万トンの27%に留まっている。したがって、日本海海域の生産量を底上げする新たな漁業振興策を推進することが強く求められている。

アサリの養殖技術のひとつに垂下養殖がある。稚貝と、稚貝が潜る海砂などの基質を容器に入れ、その容器をイカダから海中に吊り下げて行うものである^{1,5-6)}。捕食生物がなく、餌料が豊富な海域を選択して養殖することで、天然や人工の干潟と同等か、それ以上の品質のアサリが生産でき、それに伴い生産量が増加するものと期待されている。また、この養殖技術の場合、静穏な漁港を活用することができる。日本海海域には利用が減少している漁港が点在することから、日本海海域での展開には利点が多い。

垂下養殖用基質に求められる条件は、アサリが生残・成長すること、耐久性があることに加えて、作業時に負担になら

ない程度に軽く、波浪で散逸しない程度に重く、そして安価なことである。現在、製塩の副産物である水酸化マグネシウムと混合、固化させたカキ殻加工固形物（以下、市販品と呼ぶ）が基質として広範に用いられている⁶⁾。これに対し、当場に知見がある札幌軟石⁷⁾は、適度な重量をもち、より安価なことから代替品として有望である。

本研究では、アサリの年生産量の増加と、日本海海域の生産量を底上げする新たな漁業振興策の推進を目的とし、垂下養殖技術の確立と普及の一環として、札幌軟石を用いたアサリ垂下養殖用基質の開発を行った。札幌軟石と市販品の基礎物性を比較した後、潜砂試験によるアサリの生残・成長に適した粒度の調査、回転強度試験による耐久性の評価を経て、量産試作と日本海海域での実証試験を行った。

2. 実験方法

2.1 札幌軟石と市販品の基礎物性の比較

札幌軟石（辻石材工業株式会社製）と市販品について、水中アルキメデス法により乾燥重量、吸水重量、吸水率、気孔率、密度を測定し、pHメーターを用いてpHを求めた。

2.2 アサリの生残・成長に適した粒度の調査

札幌軟石をジョークラッシャーとロールクラッシャーで粉碎後、ステンレスふるいで種々の粒度に分級した。所定の量を30×20×15 cm³のプラスチック容器に入れ、水道水、ろ過海水で洗浄後、殻長10~15mmの稚貝10個体を設置し、潜砂（砂に潜る習性のこと）の挙動を60分間観察した。

2.3 耐久性の評価

直径2~4 mmの札幌軟石の粉碎物と市販品を110℃で24h乾燥後、200 cm³を内容積10L (10000 cm³)のロッキングミキサーに入れ、60rpmで積算回転数200回まで回転した⁸⁾。

* 函館水産試験場

* Hakodate Fisheries Research Institute

** 栽培水産試験場

** Mariculture Fisheries Research Institute

事業名：重点研究

課題名：日本海海域における漁港静穏域二枚貝養殖技術の開発と事業展開の最適化に関する研究（平成28~令和元年度）

試料を取り出し、目開き1mmのステンレスふるいで分級することで摩耗分を除去した。回転前後の試料重量の百分率を算出し回転強度とした。同様に、回転する際に蒸留水200mlを入れた湿式での試験も行った。摩耗分を除去後、再度110℃で24h乾燥した試料の重量を回転後の試料重量とした。

2.4 量産試作と日本海海域での実証試験

数百kg規模の札幌軟石をジョークラッシャーとロールクラッシャーで粉碎後、目開き4.2~8.6mm、直径70cmの振動ふるいで分級した。粉碎物の長軸と短軸の長さを測り、粉碎前後の重量減少から歩留まりを算出した。

量産試作品を日本海海域にある上ノ国漁港に運搬し、10Lを丸カゴ（網目の大きさ3mm、直径40cm、高さ10cm）に入れ、平均殻長10mmのアサリの稚貝（100個体）を用いて1年間の垂下養殖を行った。養殖後の生残率と殻長を調査するとともに、量産試作品の作業性を確かめた。

3. 結果と考察

3.1 札幌軟石と市販品の基礎物性の比較

札幌軟石とは、札幌市で採石される、火砕流の噴出物からできた溶結凝灰岩である。壁材や敷材として利用されているが、北海道の貴重な地場資源であることから、種々の調査や研究開発を継続している。化学組成などは、すでに報告している⁷⁾。ここでは、基質として重要な基礎物性を測定した。

表1に札幌軟石と、比較として市販品の基礎物性を、図1にそれらの外観を示す。吸水重量/乾燥重量、吸水率、気孔率、密度は、いずれも同等であることが明らかになった。pHは、より中性（札幌軟石：8.2、市販品：10）であることから、アサリにとって好ましいと推察される。

3.2 アサリの生残・成長に適した粒度の調査

水底の堆積物や岩石の粒度分布が、アサリの生息に影響を及ぼすことから⁹⁾、種々の粒度分布をもつ札幌軟石を用意し潜砂試験を行った。

図2に種々の粒度分布をもつ札幌軟石の外観を示す。0.5mmのふるい下（図2(a)）は、シルト（砂より小さく粘土より大きな土質）のような作業性であり、運搬時の振動により締め固まる挙動を示した。2mmのふるい上、4mmのふるい下（図2(b)）は、短軸は2~4mmであったが、長軸は10mmであり、潜砂試験に用いる稚貝と同等の大きさであった。6.7mmのふるい上、8mmのふるい下（図2(c)）は、短軸は6.7~8mmであったが、長軸は10mm以上であり、明らかに稚貝より大きかった。上記の3種類の粒度の試料を同じ体積ずつ混合したもの（図2(d)）では、粗粒の間に細粒が充填されていた。

表1 札幌軟石と市販品の基礎物性

	札幌軟石	市販品
吸水重量/乾燥重量	1.3	1.2
吸水率 (%)	27	22
気孔率 (%)	39	33
密度 (g/cm ³)	1.5	1.5
pH	8.2	10

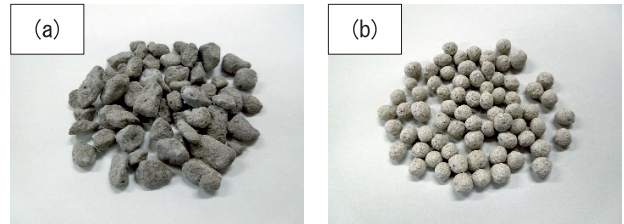


図1 (a) 札幌軟石, (b) 市販品の外観

(a) 長軸が8cmの端材として購入し、粉碎、分級した
(b) 直径8mmの球状の造粒物として購入した

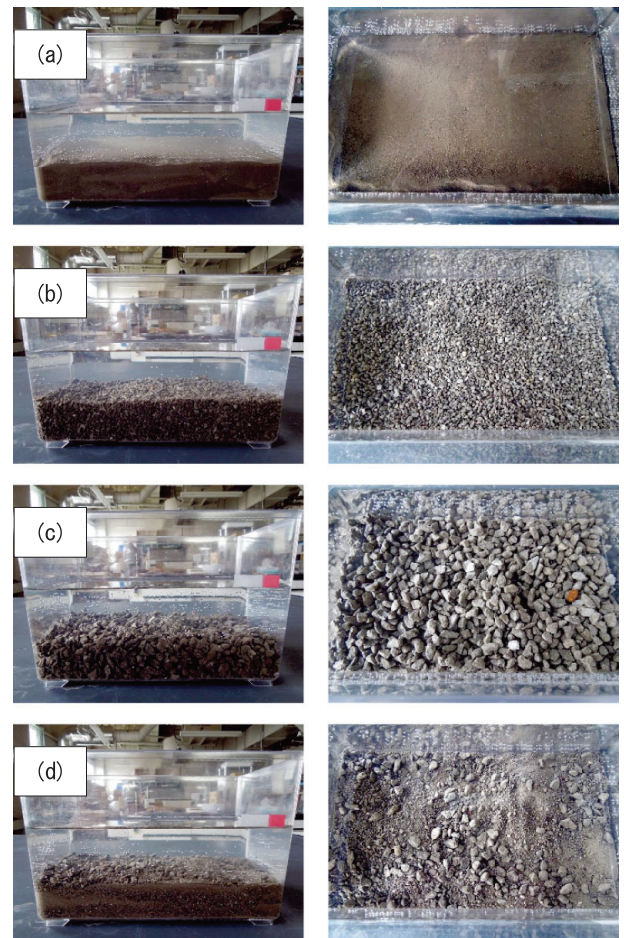


図2 種々の粒度分布をもつ札幌軟石の外観

(a) 0.5 mm 以下, (b) 2 ~ 4 mm, (c) 6.7 ~ 8 mm
(d) (a) ~ (c) を同じ体積ずつ混合したもの

図3に先述の札幌軟石を用いて行った潜砂試験の様子を、図4に、その結果を示す。0.5mmのふるい下(図2(a), 図4(a))を用いた場合、試験開始直後から潜砂を始める個体が多く、5分で40%が潜砂、50%が潜砂中、60分では70%が潜砂、20%が潜砂中であった。また、運搬時の振動により締め固まった影響は見られなかった。2mmのふるい上、4mmのふるい下(図2(b), 図4(b))そして、6.7mmのふるい上、8mmのふるい下(図2(c), 図4(c))と粒径が大きくなるにしたがい、同じ時間での潜砂の割合が減少し、潜砂中の割合が増加する傾向が見られた。3種類の粒度の試料を同じ体積ずつ混合したもの(図2(d), 図4(d))では、これらすべての中間の挙動を示した。これより、殻長10~15mmの場合、粒径が小さいほどアサリの潜砂に好ましいことがわかり、アサリの生残・成長に適していると推察される。

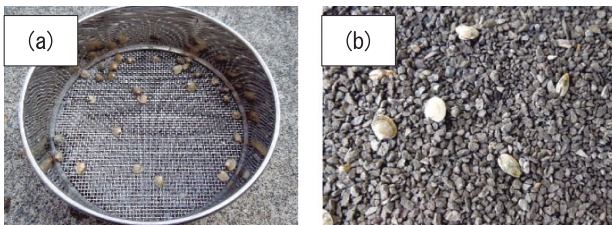


図3 潜砂試験の様子
(a) 殻長10~15mmの稚貝
(b) 札幌軟石上に設置し、60分間観察

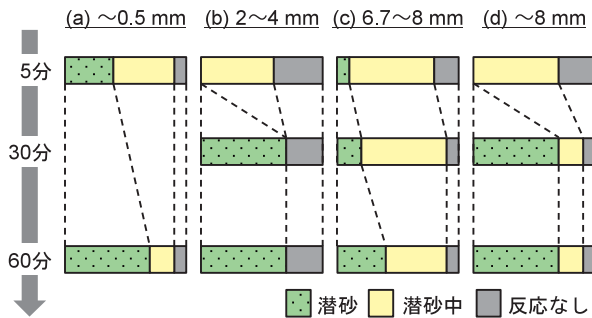


図4 潜砂試験の結果
種々の粒度分布((a)~(d))をもつ札幌軟石に設置したアサリの稚貝10個体の60分間の挙動の変化

3.3 耐久性の評価

札幌軟石と、比較として市販品に対し、運搬時や垂下前の作業時を想定した乾式と、垂下中や垂下後の洗浄時を想定した湿式について、それぞれの回転強度を求めた。

図5に回転強度試験の結果を示す。乾式では札幌軟石92に対し市販品98であり、札幌軟石の方が摩耗しやすいことが明らかになった。これは運搬時に札幌軟石を入れたポリエチレン重袋の底に微粉が見られた現象と結果が一致している。一

方、湿式では札幌軟石91に対し市販品89であり同等であった。乾式と湿式で比較すると、札幌軟石が92→91で変化が小さいのに対し、市販品が98→89で9%減少している。微細構造観察により、札幌軟石は多孔質であるが母材は緻密であるのに対し⁷⁾、市販品は全体にクラックが散見されたことから、吸水時にクラックから崩壊したと考えられる。これより、乾式では札幌軟石の摩耗が懸念される一方、はるかに使用時間が長い湿式では、いずれも同等の値になることがわかり、耐久性に遜色がないと推察される。

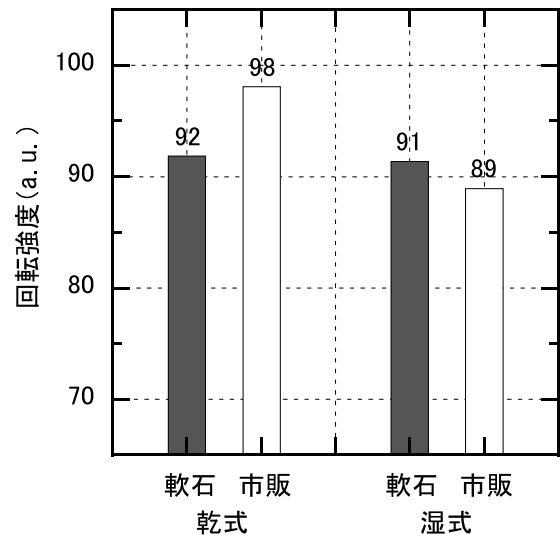


図5 回転強度試験の結果

3.4 量産試作と日本海海域での実証試験

3.1~3.3節で得られた結果を踏まえて、量産試作と日本海海域での実証試験を行った。

潜砂試験により、粒径が小さいほどアサリの潜砂に好ましいことがわかった。しかし水産関係者から、作業時の負担を軽減するには海中から引き上げる際の水の切れのよさが重要であり、垂下養殖に用いる容器を網目の大きさ3mmの丸カゴとするという報告を受けたことから、量産試作は4mm以上で行った。

表2に札幌軟石をジョークラッシャーとロールクラッシャーで粉碎後、種々の目開きのふるいで分級したときの、粉碎物の長軸と短軸の長さや歩留まりを示す。ふるい上とふるい下の目開きの差が大きいほど歩留まりが向上したが、粉碎物の粒径も大きくなった。水産関係者の意見を参考にし、4.2mmのふるい上、8.6mmのふるい下を採用した。なお、粉碎方法や粉碎条件の検討により、歩留まりのさらなる向上が期待できる。併せて4.2mm以下の粉碎物の有効利用法を見出すことも重要と考えられる。

表2 粉碎物の長軸と短軸の長さとは歩留まり

ふるい	長軸 (mm)	短軸 (mm)	歩留まり (%)
ステンレスふるい 4.0 mmのふるい上 6.7 mmのふるい下	8.8	6.6	23
ステンレスふるい 4.0 mmのふるい上 8.0 mmのふるい下	10.4	7.1	45
振動ふるい 4.2 mmのふるい上 8.6 mmのふるい下	13.4	7.6	56

長軸と短軸の長さは粉碎物20個の平均値

図6に量産試作品を用いて行った実証試験の様子と結果を示す。アサリの生残・成長に問題はなく、1年後の平均生残率は94.0±0.8%（平均±標準偏差，N=3カゴ）と非常に高く、平均殻長は31.2±3.3mm（平均±標準偏差，N=282個体）まで成長し、出荷サイズの30mmを達成した。水産関係者から、耐久性、作業性にも問題なく、むしろ基礎物性の値に反して軽く感じたとの意見を得た。札幌軟石の量産試作品と市販品のかさ密度を測定すると¹⁰⁾、それぞれ0.7g/cm³、1.0g/cm³であった。札幌軟石は扁平、市販品は球状であることも考慮すると、札幌軟石では海中から引き上げる際の水の切れがよく、軽く感じたと考えられる。価格は市販品の半額程度になる見込みである。

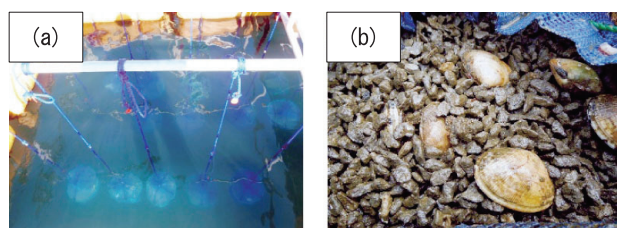


図6 実証試験の様子と結果

4. まとめ

アサリの年生産量の増加と、日本海海域の生産量を底上げする新たな漁業振興策の推進を目的とし、垂下養殖技術の確立と普及の一環として、札幌軟石を用いたアサリ垂下養殖用基質の開発を行った。

札幌軟石と市販品の基礎物性を比較した結果、いずれも同等であることが明らかになった。

潜砂試験によるアサリの生残・成長に適した粒度の調査の結果、粒径が小さいほどアサリの潜砂に好ましいことがわかり、アサリの生残・成長に適していると推察される。

回転強度試験による、札幌軟石と市販品の耐久性の評価の結果、乾式では札幌軟石の摩耗が懸念される一方、はるかに使用時間が長い湿式では、いずれも同等の値になることがわかり、耐久性に遜色がないと推察される。

量産試作品の作製条件を定め、日本海海域での実証試験を行った結果、アサリの生残・成長、耐久性、作業性に問題はなく、水の切れが良かったため軽く感じると好評を得た。

今後は、水産関係者への普及に努め、改善の要望があれば応えていく予定である。

謝辞

本研究を進めるにあたり、上ノ国町水産商工課栽培漁業総合センター 木村直和氏に多大なご協力をいただきました。記して感謝いたします。

参考文献

- 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，9(3)，pp.87-100，(2017)
- 農林水産省：平成30年漁業・養殖業生産統計
- 小坂善信：日本におけるホタテガイ増養殖と研究の変遷，水産増殖，65(3)，pp.271-287，(2017)
- 北海道：北海道水産業・漁村のすがた2019
- 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，No.33，pp.29-32，(2014)
- 日向野純也：アサリの天然採苗と垂下養殖，豊かな海，No.33，pp.56-58，(2014)
- 執行達弘・野村隆文・森武士他：札幌軟石を用いた高湿度域調湿材料の開発，北海道立総合研究機構工業試験場報告，Vol.317，pp.83-88，(2018)
- 日本工業規格JIS Z 8841
- 中山威尉・福田裕毅・秦安史他：底質の貫入抵抗がアサリの潜砂行動に及ぼす影響，水産工学，Vol.46 No.1，pp.29-36，(2009)
- 日本粉体工業技術協会規格SAP01-79

