

日本に生息するカキ類の生態と養殖技術

安岡 法子

(大阪府立環境農林水産総合研究所水産技術センター*)

(受付 2023年8月30日, 受理 2023年9月21日)

Ecology and Aquaculture Technology of Oyster Species in Japan

Noriko YASUOKA

Marine Fisheries Research Center, Research Institute of Environment, Agriculture and Fisheries, Osaka Prefecture*

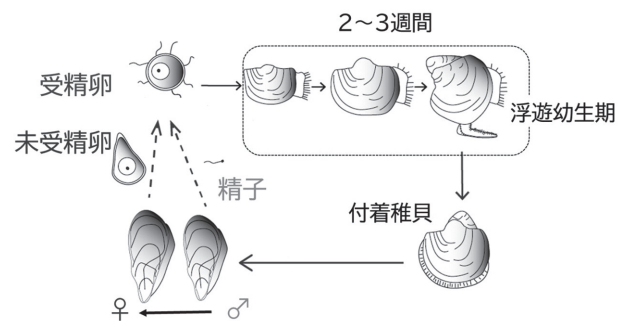
Summary

Oysters are among the most popular seafood products. The family Ostreidae is estimated to comprise 60 oyster species that are widely distributed in coastal waters worldwide. Three genera, *Crassostrea*, *Saccostrea*, and *Ostrea*, contain many important fishery species. The Pacific oyster, *Crassostrea gigas*, and the Iwagaki oyster, *C. nippona*, are the two main species farmed in Japan. The flat oyster, *Ostrea denselamellosa*, was commonly fished in the Seto Inland Sea and Mikawa Bay until the 1980s. This natural resource has since dwindled and is no longer available on the market. In some areas, *Saccostrea mordax* and *Ostrea circumpicta* are also considered edible, but apparently they are not sold on the market. Other species include the small Japanese spiny oyster, *Saccostrea kegaki*, which inhabits the rocky intertidal zone in western Japan. Thus, there are several species of oysters. This paper provides an overview of the ecology of oysters in Japan and of the techniques used in their aquaculture.

イタボガキ科カキ類は世界各地で60種程度現生するとされており、世界中の沿岸域に広く分布する^{1,2)}。イタボガキ科カキ類は好んで食べられる水産物の1つであり、水産重要種を多く含むのは、マガキ属 (*Crassostrea*)、オハグロガキ属 (*Saccostrea*)、イタボガキ属 (*Ostrea*) の3属である¹⁾。日本国内で主に食用とされるのは、マガキ *Crassostrea gigas* とイワガキ *Crassostrea nippona* で、養殖も盛んに行われている。カキ類の生産量は令和4年漁業・養殖業生産統計によると16万5,400 tで³⁾、国内の貝類養殖の収穫量のおよそ半分を占める。上記2種以外では、シカメガキ *Crassostrea sikamea* が有明海・八代海と瀬戸内海の一部に分布し^{4,5)}、熊本県では「クマモト・オイスター」として養殖・ブランド化が試みられている。イタボガキ *Ostrea denselamellosa* やコケゴロモガキ *Ostrea circumpicta*、オハグロガキ *Saccostrea mordax* も一部地域では食用とされているが、市場に流通することはないようである。食用とされる種以外にも、トゲをもった小型のケガキ *Saccostrea kegaki* が西日本の岩礁潮間帯に生息する。このように同じイタボガキ科の「カキ」と言っても、様々な種類が存在している。本稿では、イタボガキ科カキ類のうち日本に生息する種の生態や養殖技術に関して概説する。

カキ類の繁殖生態

マガキ属のカキ類では性転換することが報告されている⁶⁾。例えばマガキは西日本では夏(5~8月頃)が繁殖期とされ⁷⁾、海水中にメスが放卵、オスが放精する。海水中で受精した卵が幼生になり、2~3週間ほど浮遊生活を送る。その後、幼生が定着して固着生活を送るようになり、成長すると翌年には7割ほどの個体がオスとして成熟する。そして、オスとしての繁殖期が終わり、再度翌年の繁殖期を迎えた際にメスになる(ただし、オスのままの個体も存在する)、といった性転換をされるとされてきた⁶⁾(Fig. 1)。

Fig. 1 Life history of *Crassostrea gigas*.

*所在地：大阪府泉南郡多奈川谷川2926-1 (〒599-0311)

一方で、筆者らの研究⁸⁾で同一個体の性を自然環境下で追跡した結果、メスからオスに変わる個体や、少数ではあるが繁殖期の中でも性転換する個体も確認できた。さらに、自然環境下で密度と性の関係を調べてみると、単独で生息する個体ではメスが多く、他の個体と接着し高密度で生息している個体ではオスが多かった。個体密度を変更する操作実験を行うと、単独で設置した個体ではオスからメスへの性転換が起りやすく、高密度で設置した場合にはメスへの性転換が抑制されオスのままでいやすくなることが明らかになった。このように野外調査の結果と操作実験の結果が一致し、マガキは周囲の環境に合わせて柔軟な性転換を行うことが示された。

イタボガキ科カキ類では、上述のような性転換する種以外にも、精子と卵を同時に発達させる同時の雌雄同体の種も確認されている。例えば、イタボガキやヨーロッパヒラガキ *Ostrea edulis* といったイタボガキ属のカキ類では、母貝の殻内で受精が起り、幼生を保育するといった変わった繁殖生態を有している⁶⁾。このような幼生保育タイプのカキ類では、集団により雌雄同体の割合が2.5～37%程度ばらつくことや^{9,10)}、資源が減少傾向にある個体群で極端にオスに偏った性比を示すことがヨーロッパヒラガキで報告されている¹¹⁾。今後は、幼生保育タイプのカキ類でも個体密度と性の関係を明らかにすることで、後述するようなイタボガキ属の資源量の減少要因を明らかにできるかもしれない。

絶滅が危惧されるイタボガキ属

浅海に生息するイタボガキ属の大型種は古くから漁獲対象とされてきたが、資源量は全世界的に著しい減少傾向にある。例えばフランスでは、1920年に原因不明でヨーロッパヒラガキが激減し、アルカシオン湾やマレーヌ湾では消滅したとされた¹²⁾。その後、南ブルターニュ地方より本種の種苗がこれらの湾に導入され、1960年には生産量が2万8,000トンにまで回復した。しかし、2種類の原虫症（マルテイリア症とボナミア症）の影響によって生産量は2,000トンまで低下し¹²⁾、現在も低迷が続いている¹³⁾。

日本からはイタボガキ属の中～大型種としてコケゴロモガキおよびイタボガキの2種が報告されている¹⁴⁾。イタボガキは陸奥湾以南から東シナ海に分布し、内湾の潮間帯下部から水深35m付近までの海域に生息する^{15,16)}。本種はかつて瀬戸内海や三河湾湾口部では豊富に生息したが、現在ではほとんど漁獲されないため市場に流通していない^{17,18)}。さらに生息環境の悪化などから、現在では日本ベントス学会によるレッドデータブックで絶滅危惧IB種として掲載され¹⁵⁾、環境省によるレッドリストにおいても絶滅危惧I類に選定されている¹⁹⁾。

イタボガキの激減あるいは絶滅の時期は、東京湾では遅くとも1980年代以前、瀬戸内海東部では1980年代に入ってからと考えられている²⁰⁾。東京湾を囲む千葉県の

レッドデータブックにおいては消息不明・絶滅生物と選定されている²¹⁾。大阪湾では1980年以降の本種の確実な採集記録が存在しなかったが、2021年におよそ40年ぶりに筆者らにより採集され、DNA解析によりイタボガキであることを確認した²²⁾。また、日本各地の採集記録を文献記録や標本記録からまとめると、イタボガキの現在の主たる分布域は、大阪湾を含む瀬戸内海東部・西部、能登半島七尾湾および有明海の一部の海域であると考えられた。なお、大阪湾ではその後も生息が確認されており、大阪湾で本種が着実に再生産していることがうかがえる。

カキ類の新たな養殖技術

カキ類養殖は基本的に無給餌で、海水中に種カキを入れておくことで養殖が行われる。現在の日本では、筏などから原盤（ホタテガイの殻にカキの稚貝が固着したもの）をロープ等で吊るす垂下式がカキ類の養殖方法として主流となっている。この方法では、海面を立体的に使用できるため、垂下式養殖の普及とともに国内のカキ生産量も増大した²³⁾。しかし近年は、カキ小屋やオイスターバー等で消費される殻付きカキの需要増から、1個体ずつバラバラにした種カキを丸カゴやバスケットに入れ海中に吊るすシングルシード養殖も広まりつつある。

筆者がフィールドとしている大阪湾においては、2016年頃から阪南市西鳥取漁港で筏式垂下養殖によるカキ養殖が始まり、2023年8月現在では6団体がカキ養殖を行っている。養殖されたカキは大阪府南部の冬の観光資源として、カキ小屋での消費や販売、漁港や産直市場等での小売りやイベント等で活用されている。一方で、大阪湾では、冬の季節風による波浪の影響から筏を設置できる海域が少ない。そのため、新たにカキ養殖に参入する場合は、波浪の影響を受けにくく、小規模な経営体でも始めやすい延縄式バスケット養殖を採用する漁業者が多い（Fig. 2）。

そこで、2021年から筆者らは大阪湾においてシングルシード種苗の天然採苗技術の開発に取り組んでいる。シングルシード種苗の天然採苗方法には、カキ殻加工物「ケア



Fig. 2 Longline oyster culture in Osaka Bay, Japan.

シェル」や円盤型樹脂「クペール」を使う方法などがあるが、兵庫県の先行事例²⁴⁾を参考に、漁業者が安価で入手しやすいペットボトルを使用する方法を選択した (Fig. 3a, b)。方法を簡単に説明すると、収穫袋 (通称玉ねぎ袋) に両端を切った 500mL のペットボトルを入れて作製した採苗器を、栈橋などから潮間帯相当の位置に吊るす (Fig. 4a)。うまくいけば約 1 か月でマガキ稚貝がペットボトルに付着するので (Fig. 4b)、殻長 1 cm ほどの剥がしやすい大きさになるまでそのまま吊るし、その後稚貝を回収する。回収した稚貝はパールネット等に入れ、潮下帯に吊るしておく。2021 年の夏に大阪湾で天然採苗したシングルシード種苗を使って延縄式バスケット養殖を行ったところ、2023 年 1 月には殻付き重量が 50 g を超え、問題なく出荷サイズまで成長した。

これまでの国内の主要な産地では、大規模に垂下養殖を行い、むき身カキへの加工が中心であり、カキ養殖への新たな参入や経営は加工への対応などの面でのハードルも高かった。しかし、「種カキの天然採苗・シングルシード養殖でのカキ生産・カキ小屋での殻付きカキの販売」を目指すビジネスモデルであれば、種カキの購入や運搬、むき身カキへの加工にかかるコストが不要で、小規模経営体でも

カキ養殖に参入しやすいと考えられる。今後は、シングルシード養殖のできるカキの成分分析などを行い、垂下養殖との差別化を図ることで大阪湾におけるカキ養殖の発展に尽力していきたい。

文 献

- 1) 稲葉明彦 (2003) 世界のカキ (1) 総論. 西宮市貝類館研究報告 2 : 59 pp.
- 2) Huber M (2010) Compendium of Bivalves. A full-color guide to 3,300 of the world's marine bivalves. A status on Bivalvia after 250 years of research. ConchBooks, Hackenheim: 901 pp.
- 3) 農林水産省 (2023) 令和 4 年漁業・養殖業生産統計 pp. 1-6.
https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/kaimen_gyosei/attach/pdf/index-49.pdf (2023 年 8 月 18 日閲覧)
- 4) Sekino M (2009) In search of the Kumamoto oyster *Crassostrea sikamea* (Amemiya, 1928) based on molecular markers: is the natural resource at stake?. Fish Sci 75: 819-831.
- 5) Hamaguchi M, Shimabukuro H, Kawane M, Hamaguchi T (2013) A new record of the Kumamoto oyster *Crassostrea sikamea* in the Seto Inland Sea, Japan. Marine Biodiversity Records 6: e16.
- 6) Coe WR (1943) Sexual differentiation in mollusks. I. Pelecypods. Q Rev Biol 18: 154-164.
- 7) Oizumi J, Ito S, Koganezawa A, Sakai S, Sato R, Kanno H (1976) Perfection culture in shallow sea. in Technique of breeding oyster, rev. edn, ed. by Imai T, Kouseisha Kouseikaku, Tokyo: pp. 153-190.
- 8) Yasuoka N, Yusa Y (2016) Effects of size and gregariousness on individual sex in a natural population of the Pacific oyster *Crassostrea gigas*. J Mollusc Stud 82: 485-491.
- 9) Kamphausen L, Jensen A, Hawkins L (2011) Unusually high proportion of males in a collapsing population of commercially fished oysters (*Ostrea edulis*) in the Solent, United Kingdom. J Shellfish Res, 30: 217-222.
- 10) Acarli S, Lök A, Kirtik A, Acarli D, Serdar S, Kucukdermenci A, Yigitkurt S, Yildiz H, Saltan AN (2015) Seasonal variation in reproductive activity and biochemical composition of flat oyster (*Ostrea edulis*) in the Homa Lagoon, Izmir Bay, Turkey. Sci Mar 79: 487-495.
- 11) Eagling LE, Ashton EC, Jensen AC, Sigwart JD, Murray D, Roberts D (2018) Spatial and temporal differences in gonad development, sex ratios and

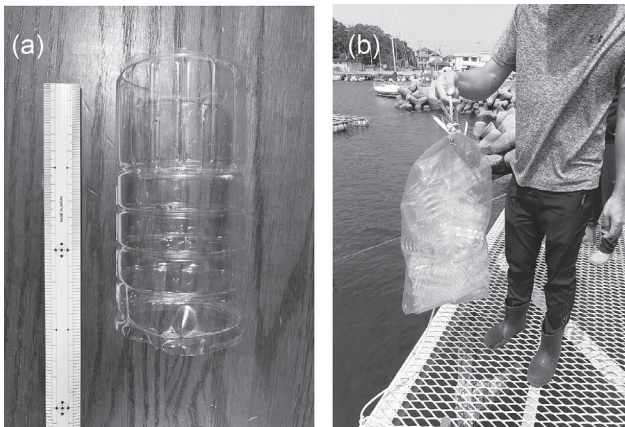


Fig. 3 Natural seedling collection method for single-seed oyster in Japan. (a) A plastic bottle with top and bottom edges cut off. (b) Plastic bottles in a harvest net.

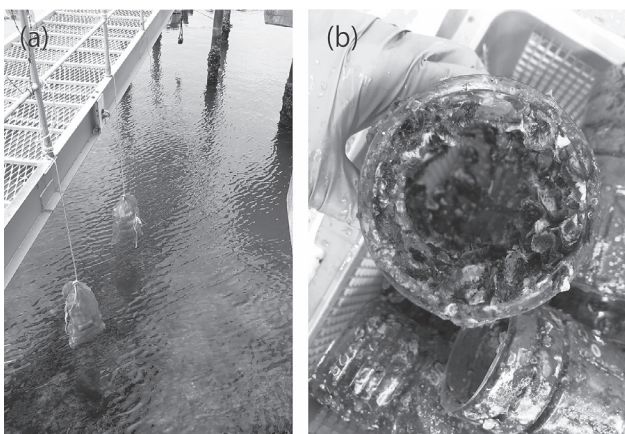


Fig. 4 (a) Plastic bottle collector in the intertidal zone. (b) Spat attached to the collector after approximately 1 month of deployment.

- reproductive output, influence the sustainability of exploited populations of the European oyster, *Ostrea edulis*. *Aquat Conserv Mar Freshwat Ecosyst* 28: 270–281.
- 12) Buestel D, Ropert M, Prou J, Gouletquer P (2009) History, status, and future of oyster culture in France. *J Shellfish Res* 28: 813–820.
 - 13) Colsoul B, Boudry P, Pérez-Parallé ML, Bratoš Cetinić A, Hugh-Jones T, Arzul I, Mérout N, Wegner KM, Peter C, Merk V, Pogoda B (2021) Sustainable large-scale production of European flat oyster (*Ostrea edulis*) seed for ecological restoration and aquaculture: A review. *Rev Aquac* 13: 1423–1468.
 - 14) Hamaguchi M, Manabe M, Kajihara N, Shimabukuro H, Yamada Y, Nishi Y (2017) DNA barcoding of flat oyster species reveals the presence of *Ostrea stentina* Payraudeau, 1826 (Bivalvia: Ostreidae) in Japan. *Mar Biodivers Rec* 10: 4.
 - 15) 山下博由 (2012) イタボガキ. 日本ベントス学会 (編), 干潟の絶滅危惧動物図鑑—海岸ベントスのレッドデータブック, 東海大学出版, 奏野: pp. 113.
 - 16) 福田 宏 (2020) イタボガキ. 岡山県野生動物植物調査検討会 (編), 岡山県版レッドデータブック 2020 動物編, 岡山県環境文化部自然環境課, pp. 553.
 - 17) 中井昊三・岩井昌三 (1982) イタボガキ生息調査. 兵庫県立水産試験場, 昭和 57 年度兵庫県立水産試験場業務報告, pp. 281–283.
 - 18) 山賀賢一 (2005) イタボガキ種苗生産・養殖試験. 吉松定昭・藤沢節茂・栩野元秀・藤原宗弘 (編), 平成 15 年度香川県水産試験場事業報告, pp. 64–68.
 - 19) 環境省 (2020) レッドリスト 2020. 環境省自然環境局野生生物課希少保全推進室, 131 pp. <http://www.env.go.jp/press/files/jp/114457.pdf> (2023 年 8 月 18 日閲覧)
 - 20) 黒住耐二 (1999) イタボガキは絶滅危惧種? 九州の貝 52: 23–31.
 - 21) 千葉県 (2019) 千葉県の保護上重要な野生生物 千葉県レッドリスト 動物編 2019 年改訂版. 千葉県環境生活部自然保護課, 40pp. <https://www.bdcchiba.jp/wp-content/uploads/2022/03/redlist2019.pdf> (2023 年 8 月 18 日 閲覧)
 - 22) 安岡法子・關野正志 (2021) 絶滅危惧種イタボガキ (軟体動物門: 二枚貝綱: イタボガキ科) の大阪湾での採集記録. 日本ベントス学会誌 76: 73–80.
 - 23) 宮城県 (1994) 宮城県の伝統的漁具漁法Ⅶ 養殖編 (かき). 55 pp. <https://www.pref.miyagi.jp/documents/25039/309091.pdf> (2023 年 8 月 23 日閲覧)
 - 24) 谷田圭亮 (2020) 生産量第 4 位: 兵庫県 ペットボトル採苗器の実力とバスケット養殖. 月間養殖ビジネス 57: 22–25.