

# 北アメリカにおけるカキ養殖の歴史・現状・将来

René E. Lavoie

ベッドフォード海洋研究所, カナダ

## 要 旨

北アメリカには主要なカキが5種類生息している。大西洋岸では、アメリカガキ *Crassostrea virginica* が最も重要な種で、メキシコ、アメリカおよびカナダで養殖されている。他の種には、カナダとアメリカの北東部に生息するヨーロッパヒラガキ *Ostrea edulis* がある。

カナダの太平洋岸には、3種のカキ、すなわち、在来種のオリンピアガキ *Ostrea lurida*、アメリカガキおよびマガキ *Crassostrea gigas* が生息している。それらのうちマガキは最も重要な種で、市場では、乱獲や水質汚染の影響で激減したオリンピアガキに取って代わるものになっている。マガキは1912-13年頃に、初めて日本の宮城県からブリティッシュ・コロンビア州の海域に導入され、現在ではメキシコ、アラスカを含むアメリカおよびカナダの太平洋岸に定着している。

導入された宮城のマガキは北アメリカにおいて、自然環境と養殖方法に適応していき、捕食圧や疾病への耐性も獲得した。宮城ガキは高水温と水の低循環が原因となった大量斃死を経て、北アメリカの環境に適応していったようである。その導入と移植が成功したことは、アメリカの太平洋沿岸におけるカキ産業の存続に大きな役割を果たしてきた。

宮城のマガキが環境浄化を果たし、さらに海産の健康食品でもあるということに対する公衆の関心が高まれば、新しい生息地である北アメリカにおけるその役割は一層大きくなるであろう。

## はじめに

カキは北アメリカで長い間利用されてきた。

1608年に、Samuel de Champlain が、セントローレンス湾のサンージャン島に身入りの良いカキを見つけて食用として以来、サンージャン島の生産者によって生産されたカキは、今日までフランス語圏のカナダ人の消費者に提供され続けている (Lavoie, 1978)。現在ではサンージャン島は、カナダのプリンスエドワードアイランド州に属し、世界的に有名なマルピークガキの生息地になっている。

北アメリカのフランス人、イギリス人およびスペイン人による植民地化と、その後のアメリカ合衆国とカナダの建国の結果、北アメリカ両沿岸に生息していた天然カキの資源は、乱獲、次いで生息地の消滅や汚染により激減した。そして19世紀の中頃、カキ養殖は、天然資源の保護と伸び続けるカキの需要に応じるための解決策として行われ始めた。

北アメリカの大西洋沿岸では、天然のアメリカガキ *Crassostrea virginica* は養殖に適応していたが、太平洋沿岸において、天然のオリンピアガキ *Ostrea edulis* は養殖に成功せず、アメリカガキを代替種として定着させる試みも完全な成功には至らなかった。そこで、日本の宮城県から養殖のためにマガキ *Crassostrea gigas* を輸入したところ、そのマガキが徐々に広大な太平洋沿岸に沿って定着し、主要な種になった。

この論文では、まず初めに北アメリカにおけるカキ養殖の歴史の背景をごく簡潔に紹介する。それからマガキに焦点を絞り、メキシコ、アメリカおよびカナダにおける現在の状態を説明し、その移植が成功した要因について考察する。さらに現在の需要と動向を述べ、将

来に対する見解を提案し結論とする。

## 歴史

3種のカキ（オリンピアガキ、アメリカガキおよびマガキ）は、がカナダの太平洋沿岸に自然に生息している（Quayle, 1988）。オリンピアガキは1884年には市場に出回っていたという記録が残っている。オリンピアガキの養殖は1930年代に始まったが、おそらく乱獲や有害な環境要因によって、その自然集団は時とともに次第に減少した。アメリカガキは1903年に様々な地域へ導入されたが、バウンダリー湾へ注ぐ川の河口域以外にはほとんど定着しなかった。1936年までには、オリンピアガキとアメリカガキの生産は殆ど終わっていた（Quayle, 1969）。

マガキは1912-1913年にレディスミス港とファニー湾に初めて導入された。1925年にレディスミス港で天然ガキとして定着しているのが確認されている。これらの発見を受けて、初の大量移植が1926年に行われ、2-3年ガキを2000個体、サミッシュ湾から導入した。同年、稚貝20箱が日本から輸入され、1929年から1932年の間で、400万個体の稚貝が輸入されたが、1961年には日本からの稚貝の輸入はほぼ終了した。

5種のカキ、オリンピアガキ、アメリカガキ、クマモトガキ *Crassostrea sikamea*、ヨーロッパヒラガキおよびマガキがアメリカの太平洋沿岸で養殖されている。それらのうちマガキは最も主要な種で、軟体部重量として年間5,000トンの生産レベルがある（Chew, 2003）。

1899年、日本産ガキの輸入の可能性について、東京帝国大学とアメリカの水産行政官が提起した（Galtsoff, 1929）。大学は、北海道の厚岸湾のマガキが北アメリカに移植するのに最適であろうと応じた。1902年から1920年に、日本の様々な地域から採集したマガキが、ベリングハム近くのサミッシュ湾および

ワシントン州ピュージェットサウンド湾内の異なる地域に導入された（Steele, 1964）。1924年から1960年に、マガキ養殖業者組合は1,012,638箱の稚貝を輸入して、アメリカ合衆国のワシントン、オレゴン、カリフォルニアとアラスカの各州、カナダのブリティッシュコロンビア州に輸入して分配した。さらにマガキ養殖業者組合以外で、214,456箱の稚貝が購入されていた。稚貝の輸入は1942-1946年の間にはなかった。

マガキは1973年にアメリカ・ワシントン州のマリエッタの、ルミ・インディアン所有する人工種苗生産場から購入した稚貝を通じてメキシコへ導入された。マガキの養殖は徐々にバハカリフォルニア半島の北部の州や、南のバハカリフォルニア・スルヤソノーラに拡大していった。

## 現状

### メキシコ

メキシコのマガキ養殖は主にバハカリフォルニア半島の北部の州や、南のバハカリフォルニア・スルヤソノーラにおいて行われている。マガキは棚の上に置かれた袋の中で育成されたり、地まき養殖されたりする。生産は2003年にはおよそ1622t台（240万米ドル）になり、この産業により1,800人近い労働者に仕事を与えている。稚貝はアメリカから輸入されている。1997年から、稚貝、幼貝および成貝の大量死問題が発生している。これらの大量死を引き起こすと考えられる1つの原因は、GNV（肺壊死ウイルス）である。

### カナダ

カナダにおいて、マガキの水揚げは全貝類養殖生産量の内81%に達している（MAFF, 2004）。2003年には760万カナダドルの水揚げ金額に相当する7,000tの生産量に達した。マガキは地まき養殖、棚の上に置かれた袋の

中での育成、カゴ養殖および筏垂下式養殖が行われている。いくつかの地域の稚貝はペンドレルサウンドとレディスミス港から入手されているが、その品質の良し悪しにはバラツキがあった。殆どの稚貝はアメリカ、主にワシントン州とカリフォルニア州の養殖業者から輸入されている。マガキの殆どは剥き身の状態では販売される。ーフシェルガキとしての高級食材の市場もその重要性を増加し、需要に応じられない程になっている。ブリティッシュコロニアのクラウン家が所有する、潮間帯の良好な地まき養殖場はおよそ1,000ヘクタールもの広さがある(Quayle, 1988)。それに加えて、多くのカキ養殖業者は離底式養殖を行っている。養殖場を長期間保有していただけるシステムは、生産者に生活の安定をもたらしているが、養殖場の年間賃料や長期にわたる養殖場保有権については政府の意見に左右される。

### アメリカ合衆国

マガキは1977年以降、アメリカで最も重要な養殖ガキとなっている(Chew, 2003)。2003年では、軟体部重量で4,500トンあり、その約95%は太平洋沿岸で生産されている。生産計画や養殖場づくり等の生産基盤への先行投資に対して、確実に供給出来る種苗場からほとんどの稚貝が購入されている。2003年の水揚げの61%以上を占めるワシントン州は飛び抜けた巨大生産地である。良質のカキが育つウィラパ湾、オークランド湾そしてサミッシュ湾の様な好環境条件が、その成功の一部である可能性も考えられる。他の成功要因としては養殖場である干潟の所有権を与える管理上のシステムがある(Biattie, 1982)。この制度は、安定した養殖場の所有権とビジネス計画への持続性のある資本金を、養殖業者へ提供する。またワシントン州において、養殖業者はカキ生産を向上させるた

めの養殖場の改良とカキを捕食する生物を管理することも認められている。

### 北アメリカ西海岸へのマガキの適応環境

北アメリカ大陸に導入されたマガキは、多くの苦難を乗り越えて新しい生息地を得ていった。初めは、水揚げ、箱詰め、太平洋を横断しての輸送が困難であったが、その過程が徐々に改善されていった(Steel, 1964)。時には日本で水揚げされた稚貝が、アメリカで垂下されるまでの間、1ヶ月以上も海水から引き上げられた状態にさせられていた。

### 捕食者と害虫

到着するや否や、種ガキは新しい温度、塩分、水循環の状況に適応しなければならなかった。また新しい環境に生息している、アメリカイチョウガニ *Cancer magister*、同じくイチョウガニ属の Red Rock crab *Cancer productus* と Graceful crab *Cancer gracilis*、4種のヒトデ、2種のカモ等の捕食者や害虫にも対処する必要があった。それに加えて、数種の捕食者、ニセスチロヒラムシ属の *Pseudostylochus ostreophagus*、寄生性カイアシ類 *Mytilicola orientalis*、日本産カキドリルのオオウヨウラクガイ *Ocenebra japonica* は、カナダやアメリカの関係当局が、その捕食者の侵入を解明し日本の当局や種苗生産業者の組合と共同で取り締まる前に、早い段階で船荷の中に入り稚貝と共に日本から来てしまっていた(Quayle, 1988)。

### 繁殖

マガキは極めて多産の二枚貝である。軟体部の内、生殖巣は全体の少なくとも50%を占めることがある(Quayle, 1988)。また、食べ物が少ない時にはより多くのオスを、食べ物が豊富な時にはより多くのメスを出現させる

ことによって、その環境条件へ適応する能力をもっているようである (Chew, 2003)。

### 疾病と大量死

疾病はもう1つの難題だった。1960年、後に Denman 島病と名づけられる疾病が、ブリティッシュコロンビア州のヘンリー湾からデンマン島の南約3マイル地点に及ぶベインズサウンドの1地域で起こった。この疾病の初期の発生により、マガキの30%が死亡し (Quayle, 1988)、1960年代中頃から1970年代初頭まで、夏季になると60-80%程度の大量斃死が、アメリカの多くの養殖場で見られていた (Chew, 2003)。様々な研究から、この疾病は特定の原因生物の存在がなく、高水温と水の低循環が原因となって、大量斃死を引き起こしていることが明らかになった。Perdueら (1981) は通常、マガキの大量斃死が起こる時には、マガキが完全に成熟しており、生殖巣以外の組織にはほとんどグリコーゲンがないことを明らかにした。そこで、グリコーゲンがなくなることが、マガキの高い多産性の結果をもたらしていると推測された。1970年代中頃から後半までに、この夏季の大量斃死は大幅に減少したので、導入されたマガキに対して自然選択がなされ、北アメリカの環境に生理機能を適応していったと考えられるだろう。

### 在来種との競合

マガキの導入以降、オリンピアガキによって占有されていた潮間帯では、マガキが優良な養殖用カキとして徐々に占有していつている。マガキの導入時に、オリンピアガキの集団が激減した状態にあったので、マガキが進出していくのは容易だったのかもしれないが、他の要因があるとも考えられている。変態の競合は科学的に証明されている (Chew, 2003)。また餌料に対する競合も考えられている。マガキの濾過と撰

餌に優れた能力により、オリンピアガキが植物プランクトンから栄養摂取を行うことを妨げたと示唆されているが、生態学的な意見であり、証明はされてはいない (Chew, 2003)。

### 人間との競合

人間との競合も様々な形でうけている。ヨット競争やジェットスキーの様なスポーツでの海岸利用と養殖筏ロープとは利害がお互いに衝突し合う。レジャーとしての貝採集者では干潮時に借地で行う。その際にわざとかどうかは分からないが、私用地においてマガキを盗むもしくはダメージを与える可能性もある。裕福な別荘のオーナー達は、カキ養殖筏の風景や船の往来する風景や養殖作業の騒音を嫌う傾向にある。養殖場の近くという条件は沿岸の物件の資産価値が低くなると言われている。また、「flopsies」と呼ばれる促進装置で加速して船を走らせるディーゼルエンジンは、騒音汚染を起こし岸辺に生活する人々の怒りをかっている。

工業との競合では、水汚染や生息地の悪化が起こることがある。しばしばカキ養殖にとって大打撃となるものは、パイプや紙を粉碎したものから生じる亜硫酸塩の汚水である。そのダメージの程度は、大規模なカキの大量斃死から成長不良や肉質低下に及ぶ。ワシントン州サミッシュ湾での1つの例として、2年で市場サイズに成長していたマガキ稚貝が、汚染による影響を受けている領域で養殖されたために、市場サイズになるのに5年の歳月を費やしたということがあった。軟体部での生産高は、ガロン当り80-120個体から、ガロン当り130-200個体になった (Steele, 1964)。多くの改善が近年までに行われてきたが、多くの問題がまだ残されている。

養殖海域での糞汚染は、カキ類を含むフィルターフィーダーである貝類に対して、様々な種類の成長不良や水揚げ減少をもたらす。

この汚染原因は、個々の住居、産業、農場、野生動物および地方自治の下水システムによると考えられる。

## 将来 研究

カナダにおける多くの新しい発案は、しばしば研究ネットワークもしく研究協力が得られるようになってきた (DeJager, 2005)。これらのことは問題に対する解決策を見つけ、優れた技術を開発する活動に協力し参加する、研究機関や研究活動に機会を与えている。ブリティッシュコロンビアでは、マラスピーナ大学が養殖産業を支え進める新しい研究計画に着手するために、研究設備を拡張させている。

アメリカでは、このショートペーパーに関連して列挙すべき様々な研究がある。1つの例として、オレゴン州立大学のハットフィールド水産センターでは、マガキの品種改良を行う軟体動物 Broodstock プログラムと呼ばれる1つのプロジェクトがある。その目的は、成長が速く、疫病に耐性のあるカキを遺伝的に選択することである。他の例としては、ワシントン大学の海洋学部と水産学部のとても良いプログラムと、ワシントン大学での長年の研究の上に Kenneth Chew 博士による優秀な研究の成果がある。

## 先住民族

太平洋の沿岸域で生活するアメリカとカナダの先住民族は、貝類の養殖と生産に対して文化と正式な伝統であるという認識があり、長年にわたる関心を寄せている。ルミ・インディアン部族は1970年代から貝類養殖場を始めた。最近になって、ワシントン州の Kitsap 国に位置するマディソン湾居留地のスクアミシュ・インディアン部族が、カキ類を含む二枚貝の養殖のプロジェクトをよみがえ

らせ、文化として保証されている (Barry and Williams, 2004)。カナダにおいて、先住民は彼らの水産養殖を発展させるために、先住民水産養殖組合を作り上げた (Harry, R., 2004)。伝統に基づいて、先住民は環境に配慮し長期的に資源を維持できるように活動していつている。彼らの発展力は、時を越えて市場現場において、カキ供給量の増加につながるかもしれない。またアメリカやカナダの太平洋岸における、カキに対して好適環境である養殖場づくりに、新たな関心を寄せるかもしれない。

## 公共の援助

貝類の養殖は環境に優しく、確実に利益をもたらす可能性が高いことから、増加の傾向にある。近年、モンテレー水族館の魚介類の観察や魚の生態を勉強するオーデュボン協会のような公的な団体が、貝類養殖に関心を寄せている。それに加えて、法廷や政治部門では、貝類養殖の価値を認め始めており、産業において好適な判断を受けるようになってきた。1つの例として、ワシントン州生態学省は、林業で財を成すワイアハウザー会社に対して、1997年の7月にカキの水揚げを止めさせて、投下した糞の大腸菌に対して、20,000 \$ の罰金の支払いを課した。

貝類養殖と特定のカキ養殖は、環境に対して多くの利点があることを、一般市民や政治家にもっと理解されるべきである。二枚貝の養殖は生物量を自己調節することができる。もし、その海域の許容量を超えて養殖されたならば、殻の成長や肉質が悪くなり、養殖業者は質を維持し、財政を戻すために生物量を調節するだろう。1つのカキ養殖場は、カキによって消化されず、偽糞の形で沈殿、懸濁する排出物を養殖水域から取り除いている。カキは環境から窒素や他の栄養塩を除き、富栄養化をくいとめる。カキは藻類のブルームの

制御や予防を助ける。最後に、カキ群落はいろいろな小さい無脊椎動物や魚に、隠れ場や食料を提供するので生物多様性の増加に繋がる。

### 挑 戦

政府はカキ養殖を助けることが出来るが、また養殖業者に損害を与えることも出来る。干潟の保有はワシントン州において問題ではない。なぜならば、カキ養殖は政府の運営に関わっているからである。カナダにおいて、干潟は政府によって管理され、養殖業者へ賃貸されている。政府からの賃貸はキャンセルされることもある。すなわち、賃貸は最初の期間の満期で更新されないかもしれない。賃貸の費用は、政府公認の決定権で変えることが出来る。これらの不確定さから、養殖業者は最大限の投資を行えず、所有権も主張できないために養殖をやめることにもなる。

先住民は貝類の養殖に新しい興味を示しており、ますます生産量を増加させカキの価格暴落を起こすまでの影響があるかもしれない。また先住民のこの活動は、環境保全に良い影響を及ぼすかもしれない。このフィールドでの現存量の増加は、カキ生産者のための在職権保護法の改善に繋がるかもしれない。

二枚貝の貝類養殖業者は、彼らの事業をその地域の生態系に合わせて、より良い仕事をする事が出来る。彼らはしばしば、美しい景色が残る地域にある貝類の養殖場が、休養もしくは退職後の財産であり、その風景の美しさや穏やかな情景を保持することを自ら妨害していることに気づかされる。カキ養殖業者は、取り巻く環境と共存するため、産業廃棄物をコントロールするため、騒音を含む少しの汚染も起こさぬようにするために、ますますの努力が求められている。意見交換がこれらの争いごとを和解除するために必要とされている。

養殖業者は政府と共に、養殖業者の利益を

守るために、また市場の発展と公共の利害緩和のために、両者間での話し合いの場をより多く持つことがお互いのためになるだろう。

### 機 会

複合養殖は、すでに多数行われ、収益を得ている。種苗生産現場では早くもいくつかの種の稚貝を生産する。環境や財政復帰の両方を向上させる漁業養殖との連結は、貝類養殖にとって絶好の機会になるかもしれない。カキ市場が価格飽和を起こすにつれて、ハーフシェルを含んだものだけではなく、食の多様化に伴う産物の多様化や、特別な産物は、多彩な歳入動向で生じる選択の自由を提供する。アメリカの太平洋沿岸に生活する人々は、その起源や養殖の背景にとっても興味を示している。異なる人種の人々に役に立つ市場目的の追求や発展は、もう一つの機会になる。最後に、拡大している高級市場は、完全には調査されていないが、とても若く、とても小粒で、左殻が深いカップ状であり、見入りの良いカキの確実な供給が求められているのかもしれない。

### 結 論

マガキは北アメリカの西海岸にとっても良く適応していた。その成功は、東京帝国大学や北アメリカで早くから養殖を営んでいた勤勉な企業家からの科学的知見に非常に支えられていた。マガキ養殖組合と一緒に働いている日本のカキ稚貝生産者や船積人は、ついに今日ある成功をもたらした。前世紀の初めに、アメリカのワシントン州やカナダのブリティッシュコロンビア州へその初輸入がされてから、マガキは人々に食を提供し、多くの健康をもたらした。不適な環境でのその生命力、回復力、摂餌力の凄さ、その高い生殖能力は、世界を通じてさらなる生息地の拡大の可能性すら感じさせられる。（和訳：研究員 鈴木雅絵）