

オーストラリアにおけるカキ養殖の歴史・現状・将来

Greg B. Maguire¹・John A. Nell²

1. 西オーストラリア政府漁業省研究部、オーストラリア
2. ニューサウスウェールズ第一次産業省、オーストラリア

はじめに

カキ養殖はオーストラリアにおける最も古い水産養殖産業の1つであり、約120年の歴史を有している(Nell, 2005)。特に、シドニーイワガキの養殖法は20世紀の数10年間ほとんど変化していない。しかし、近年のオーストラリアの産業は、新しい養殖場を開発しつつある非常にダイナミックな産業である。長い間衰退を経験してきた伝統的な養殖場がいくつか存在する一方で、カキ生産に関わり合うことになったオーストラリアの州が次々と出てきている(Smith and Maguire, 1988)。新しく出てきた変化としては、カキ人工種苗生産場の設置、在来種に基づいた産業よりも外来種に基づいた産業の方が次第に大きくなってきているという状況、新しい環境的挑戦が行われていること、そして養殖業者・会社・研究者によって開発されるより良い技術があげられる。オーストラリアにおけるカキ養殖産業の従来のレビューについては、Holliday 他(1988)、Maguire 他(1988)、O'Meley (1992)、Nell (1993、2001、2002a、2005)、Holliday (1995)、Brown 他(1997)及びLove and Langenkamp (2003)を参照されたい。これらの幾つかには有用な写真が掲載されている。

生産統計

オーストラリアにおける食用カキの主要産業は、シドニーイワガキ(*Saccostrea glomerata*)と導入種のマガキ(*Crassostrea gigas*)によって成立している。2003-04会計年度資料(ABARE, 2005)によれば、主要な生産地はニューサウスウェールズ

NSW(約6,000トン、生産額は3,790万オーストラリアドルで、主にシドニーイワガキであるが、このうちの5%はマガキによるもの)、南オーストラリア(4,382トン、生産額は2,120万オーストラリアドルで、ほとんど全てがマガキ)及びタスマニア(3,243トン、生産額は1,200万オーストラリアドルで、ほとんど全てがマガキ)である(第1回国際かきシンポジウム用要旨作成時の1オーストラリアドルは約83円)。もっと少量のシドニーイワガキとその近縁の西部イワガキがクイーンズランド州と西オーストラリア州で各々養殖されている。在来種のヒラガキ(*Ostrea angasi*)と熱帯のカキ、主にブラックリップガキ(*Striostrea mytiloides*)及びミルクガキ(*Saccostrea cucullata*)の生産が時々みられる。

西オーストラリア州を除いて、オーストラリアの食用カキの生産総額は2003-04会計年度で7,180万オーストラリアドルであった(ABARE, 2005)。ほとんどの販売は、剥き身出荷よりもーフシェル市場の方が値が高くつく。13,000トン以上のこの総生産量は、約9,000トンと示したNell(2001)の1999-2000会計年度見積りよりかなり高い。最も劇的な生産の伸びは南オーストラリア州の業界でみられた。NSWにおけるカキ生産は近年比較的ほとんど変動がなく、1970年代中期の約8,400トンというピーク(Nell, 2001)あるいはクイーンズランド州のシドニーイワガキ生産を含めても9,267トン(Nell, 1993)には戻っていない。

オーストラリアでは、カキは例えばダース当たりいくらというように数で販売され、サイズによって

ダース当りの値段も違って来る。けれども、重量では販売されない。それとは関係ないが、前述のデータは、南オーストラリア州で養殖されたマガキはタスマニア産マガキよりもキログラム当りの値が高いことを意味している。

シドニーイワガキ

分類

第1回国際かきシンポジウムにおいては、シドニーイワガキの種名が適切かどうかについて若干の混乱があるのが明らかであった。長い間、このカキは *Crassostrea commercialis* として知られていた。1971年に出版されたカキ分類に関するレビューにおいては、*Saccostrea cucullata* と誤ってみなされたが、これは実際には熱帯のミルクガキのことである (Nell, 2001)。したがって、2つの学名が重複して使用されることになった (例えば Wisely 他, 1979)。その後、シドニーイワガキは *Saccostrea* 属であると再び考えられ、多くの著者によって *Saccostrea commercialis* という名称が使われた (例えば Holliday 他 (1993))。シドニーイワガキとニュージーランドイワガキはよく似ているので、亜種と考えられるようになり (Buroker 他, 1979)、また Holliday (1995) はシドニーイワガキを *Saccostrea glomerata commercialis* と呼ぶよう提案した。DNA 配列によって示されるように (Anderson and Adlard, 1994)、シドニーイワガキとニュージーランドイワガキの遺伝的類似性のために、*Saccostrea glomerata* という名称がこれら両方のカキに現在広く使用されている (例えば Nell, 2002a)。glomerata という種名はオーストラリアイワガキに対して *commercialis* という種名より以前に使われていたので、分類学のしきたりによってその使用が優先された。枯渇したシドニーイワガキ資源を復元するために、1888年頃にニュージーランドイワガキ種苗を輸入した (Nell, 2001) が、これが両ガキの遺伝的類似性をもたらしたのであろう。

生産システムの歴史的発展

シドニーイワガキの漁獲と養殖は、オーストラリアでは長い歴史を有している (Nell, 1993)。オーストラリア原住民は地域によってシドニーイワガキを漁獲したり、ヒラガキを漁獲したりした。これらの種のカキ殻のゴミがオーストラリア沿岸に広く存在している。ヨーロッパ人の定住後、19世紀のNSWにおいて岩とマングローブからシドニーイワガキが採捕され、しばしば石灰 (炭酸カルシウム) の生産に利用された。カキ殻のゴミはこの目的のために掘り出された。カキのけた網漁業も行われ、特別な岩や貝殻床の地域がカキ生産のために設定された。

泥の堆積と泥虫との共生 (スピオ目の多毛類、特に *Polydora websteri* - Skeel, 1979 を参照のこと) が関連した影響が離底式の潮間帯システム (木くいと水平に置いたレールによる棚) の開発を養殖業者に強いた。種々のタイプの水平な木製の棚にはタール塗りの棒 (25mm × 25mm × 1.8m) が使用されたが、これらのタール塗硬材は好ましい素材となった。タールはフナクイムシ (*Toredo* spp.) の侵食を阻止し、収穫時のカキの剥離を助ける。(O'Meley, 1992; Nell, 2001, 2002a)。棚からは、最初、種苗を採るために20本の棒を5層組みにした束を垂下する。その際、捕食者を防ぐのに役立つ棒の層と一緒に垂下する。採苗後は育成させるために釘を抜いて棒の層をばらす。潮間時における棚の高さを適切に調節すると、冬の斃死 (*Bonamia roughleyi*) による損失を減らすのに役立つし、冬に潮間時の育成用の高さを上げる業者もいる (Smith 他, 2000)。棒から剥がしたカキが販売するには小さすぎる場合には、大きな潮間帯用の網カゴに收容してもっと大きなサイズまで育成することができる。タール塗りの棒に代わる一連の基質や網カゴが開発された (Holliday 他, 1993; Nell, 2001)。木材の表面に塗るためのタールの使用は環境的な見通しからあまり受け入れられなくなり、現在多くの業者はプラスチック製の波板 (厚さ2~3mm、幅104mm) を使って採苗している (Holliday 他, 1993)。そして、種苗として剥離

したものを網カゴで育成し、その後バスケットあるいはマガキ用に州連合で開発した円筒網で養殖する（下記参照）。

近代的な潮下帯養成システムも導入された。興味深いことに、日本での第1回国際かきシンポジウムで明らかにされたように、これらの潮下帯養成システムは日本の技術（ホタテガイ貝殻に付着させたカキ種苗を延網に一定間隔で分離して養成する）を用いた初期の作業から発展した（Wisely 他、1979）。その後、多層潮下帯養殖が可能な限られた地域では、一連のカゴと多重式のトレイによるシステムが発展した（Holliday 他、1988）。ポンツーン（舟橋）と呼ばれる潮下帯システムには浮揚のために長いフタのあるPVCパイプが使われ、その下の単層のカキが垂下される。このシステムはポートスティーブンス（図1）の北約65kmにあるウォーリス湖の主要養殖場で好まれてきている。潮間帯でのバスケット型や円筒型の網や潮下帯でのカゴやトレイの使用という条件のもとで、一粒種養殖（付着させないカキ種苗をメッシュ容器に入れて養殖すること）への大きな変化が起きている。

他の疾病と遺伝的戦略

通常、NSWの南半分からビクトリア州境にかけてのカキ養殖場に影響を及ぼす冬の斃死や泥虫とは別に、主要な生物学的問題としてQX病（*Marteilia sydneyi*）がある。このパラミクソ原虫はNSWの北半分とクイーンズランド州南部のはるか北方において冬期に非常に高率の斃死を引き起こす。この原虫は酵素（フェノールオキシダーゼ）活性を阻害することによって宿主の生体防御機構に影響を及ぼすようである（Peters and Raftos, 2003）。不幸なことに、その影響は最近でははるか南方にまで広がってしまい、シドニー（ポートスティーブンスの120～180km南）周辺のカキ養殖場に深刻な減産をもたらしている。（以上で論じられているカキの疾病はカキの消費者には影響がないことに注意のこと）。ヒラムシ、魚類、カニ類のような捕食者の侵入を妨げ

ることができるメッシュによって完全には囲まれていないシステムで養殖されるシドニーワガキでは、捕食者による損失が顕著である（Nell, 1993）。

成長速度とQX病に対する抵抗性のために選択育種されているシドニーワガキ系統には孵化場生産のカキが考慮されているけれども、ほとんどのシドニーワガキ養殖場は天然採苗の種ガキに依存している。（Nell and Hand, 2003）。この育種計画は集団選択に基づいており、幸いにも遺伝的多様性は多数の母貝の使用によってよく保存されており、これらの母貝は集団選択ラインを樹立するために最初使用されたものである（English 他、2001）。継代を続けることによって成長速度は改善し続け、商品サイズに達するのに11ヶ月も短縮された（Nell and Perkins, 2005a）。QX病の影響を受けることによって生残率もまた、代を重ねる毎に大いに向上した（Nell and Perkins, 2006）。

化学的に誘導された3倍体シドニーワガキ（細胞当りの染色体数を2の代わりに3セットにしたもの、いわゆる3N）もまた孵化場で生産されており、冬の斃死に対する抵抗性の向上に貢献している（Hand 他、1998）。これは2倍体ガキより成長が早い、養殖場の状況によっても異なる（Nell, 2002b）。しかしながら、3倍体マガキの場合（Nell and Perkins, 2005b）と同様に、時々肉の変色問題が発生し得る（Hand and Nell, 1999; Nell, 2002b）。マガキと異なって、4倍体と2倍体から3倍体を作るという（Guo 他、1996）、いわゆる天然3倍体シドニーワガキの生産は、4倍体ガキの生産に成功していないので、まだ成功していない。シドニーワガキについては幅広い技術が評価されているにもかかわらず成功していないのである（Nell 他、1998）。問題の1つは、化学的に誘導された3倍体シドニーワガキによって質の高い卵が少数しか生産できないことである。化学的に誘導された3倍体群には3倍体と2倍体の個体が混在するのは対照的に、いわゆる“天然”の3倍体はほとんど全てが3倍体である。これは大きな利点であり、二枚貝の

4倍体誘導のための新しい技術が利用できるようなれば、シドニーワガキについても更なる研究を行うべきである。

マガキがNSWに定着するようになったが、それはNSW政府によって承認された導入によるものではなかったことに触れることは重要である。マガキはシドニーワガキよりずっと早く成長し、上述のいくつかの疾病にも強いという利点を持っているが、この外来種の再生産がNSWの入江で起こることは資源保護の観点から好ましくないと考えられる。養殖カキに高水準の再生産が添加されることもまた、資源管理及びマーケティングの点から好ましくなく、また生産過剰を止める技術は利用できるけれども、一方ではその技術の利用は労働経費を増加させる(Nell, 2005)。

3倍体化の、あるいは選抜育種したシドニーワガキがシドニー近辺のカキ産業の復興を助けるのに有用であるが、これらの地域の養殖業者はタスマニアからの供給が増加するにつれて、“天然の3倍体”マガキを一層評価するだろう。“天然の3倍体”ガキのもう1つの利点は、カキが全て3倍体ならば、生殖腺の発達が大きく低下し、子孫が発育する可能性も減るので、再生産されるリスクはごく小さくなることである(Nell, 2002b)。

利益率

マガキ養殖が非常に高い利益を生む一方で、伝統的なシドニーワガキ養殖法の利益率は高くないという経済分析がなされている(Holliday 他, 1988; Maguire 他, 1988)。明らかに疾病による損失は深刻な問題である。NSWの潮間帯で養殖されたこの種は、非選抜の2倍体で50gサイズまでに3.5年を要するという成長率を示す。これは、タスマニアの潮間帯で養殖された2倍体マガキが産卵後17-18ヶ月でこのサイズに達するのに比べて遅い(Maguire 他, 1994)。生産システムを選択もまた、大きな影響を与えるかもしれない。棒で成育させるシドニーワガキの養殖方法はあまり生産効率の良いシステムで

はないが、その理由の1つには棒を被うカキの数量が一定しないことがあげられる。他方、現存量はバスケットを使ってシングルシードのマガキを養殖するより少なくとも2倍多く、少なくともタスマニアではそうである。この評価差はMaguire 他(1994)とHolliday 他(1988)のデータに基づくものである。シングルシード技術は生産サイクルを通して密度調節ができるから、棒を使って成育させるよりも養殖場をもっと有効に利用できる。後者の方法は、潮間帯で単層に並べ直した後はただ収穫を待つだけなので、労働投入量が少なく済む。しかしながら、塊状のカキをばらして1粒ガキやハーフシェルとして販売用に仕立てる大変な労働力が必要となる。

この小型のカキをグルメ産品として奨励し、高品質を維持しようとする必要性は依然として存在する。しかしながら、小型のシドニーワガキを販売しようとする傾向は、利益率を下げるのでNSWの業界の関心を呼んでいる(Nell, 2005)。

人工種苗生産場の諸問題

技術革新のいくつかのもの(3倍体と選抜育種)は利益率に大いに貢献するはずだが、それは人工種苗生産場における生産次第である。NSWにおけるシドニーワガキ産業は依然として天然採苗に大きく依存しており、人工種苗生産場側はこの種を確実に生産すべく奮闘してきた。なぜなら、2-8日目の幼生に食欲不振症が出たり、2mm以下のスパットが突然ゲイピングし死んでしまうからである。クイーンズランド州のある人工種苗生産場でシドニーワガキの生産に成功し、また西オーストラリア州(WA)在来の近縁種がWA南岸のアルバニー近くの人工種苗生産場で確実に生産できている。幸いなことに、最近NSW州でシドニーワガキの種苗が大規模に人工生産されている。シドニーワガキのシングルシード養殖法を使えば、これもまた利益率を向上させるかもしれない。これは必ずしも人工種苗生産場に依存するものではない。

公衆衛生上の諸問題

世界中の多くの二枚貝産業がそうであるように、NSW州のシドニーイワガキ産業もほとんど人類の影響が及ぶことがなかった多くの入江で行われてきたが、これらの入江はその後沿岸の都市化を受けるようになった。カキ消費と関連してシドニー近くで発生した深刻な胃腸炎の事件後、1970年代末に陸上ベースでのカキ浄化技術が導入された。1980年代と1990年代に、カキと関連した Nowalk ウイルスによって引き起こされた胃腸炎については幾つかのエピソードがあった。1997年には、肝炎Aに関連した別の胃腸炎の大発生があり、これはしばしばシドニーイワガキの消費と関係があった。貝類品質保証計画はこの年以後に正式に履行された (Jackson and Ogburn, 1999)。これは水路の分類に関するもので、陸上ベースでのカキ浄化技術に対する信用については触れていない (Nell, 2002a)。カキを入江内のもっときれいな仕上げ場所へ移動させることもできるが、コストが更に増えることになる。これらの開発はNSW州で生産されるシドニーイワガキの消費においてもっと大きな公衆衛生上の信用を生み、輸出を促進するはずである。C. Burke and G. Maguire (1998) による主要文献レビュー (Jackson and Ogburn (1999) によって更に充実された) における主要な結論は、細菌指標、例えば *E.coli* は必ずしも人にとって病原性のあるウイルスの良い指標ではないということである。NSW州でウイルスのモニタリングが行われているが、Nowalk ウイルスを含む特定のウイルスを監視するためのもっと費用効果性の高い技術の開発が世界的な挑戦となっている。

環境上の諸問題

シドニーイワガキは環境耐性の点からは強い種であるが、非常に低い塩分に長期 (10ppt 以下に2週間) に置かれたり、空中露出して高い気温に急激にあてると死にやすくなる (Nell, 1993)。この種の自然分布がオーストラリアの熱帯地方を北上していると考えられる研究者もいるようだが、以上のようにシドニー

イワガキ養殖場は気候変化に弱いと言えなくもない (Nell, 2005)。降雨パターンの変化も入江への栄養塩の加入に影響を及ぼす可能性がある。沿岸の都市化は富栄養化やその関連の藻類増殖のリスクを含む一連の他の環境変化を惹起する可能性がある。幸いにも、消費者の健康に影響を与える有毒な藻類の増殖は他の多くの国々ほどにはオーストラリアの二枚貝産業にとって問題になっていない。

マガキ

資源の由来

マガキは1947年から1952年にかけてタスマニア州へ導入された (日本の仙台、広島、熊本から)。このような導入はオーストラリアの他の州では成功せず、この産業は天然採苗に基づいてタスマニア州の北部に拡大した。養殖が実際には行われていない海域でも、マガキが定着して周期的に岩に付着するような場所がタスマニア州にはまだ存在する。タスマニア州のマガキは熊本系のカキ (*C.sikamea*) に由来していないと Deupree (1993) は結論した。しかしながら、English 他 (2000) はアロザイム技術を用いて9つの群が遺伝的に非常に類似していることを示した。これらは4つの帰化群を含むが、そのうちの3つはタスマニア産で、1つはポートスティーブンス産である。その他はタスマニア州の養殖場で人工採苗された3群と日本の仙台と広島で得られた2群である。これらの結果はマイクロサテライト技術を用いた English (2001) によって確認された。全体として、以上の結果はタスマニア州の資源の起源を確認し、人工種苗生産場の健全な作業によってタスマニア州の産業は遺伝的多様性の大きな損失を避けることができたことを示している。多くのタスマニア州産マガキの深くて厚味のある形状は、シングルシードガキの日常的な資源管理時において振動ふるいや回転ふるいにかけてカキを等級分けする時に殻を高度に研磨することと一部関係しているように思われる (O'Meley, 1995)。

生産システムの開発

天然採苗は信頼性に欠けるので、タスマニアのカキ生産は約25年前に、人工採苗場由来の種苗供給と新育成場へ移行した (Ward 他, 2000)。タスマニアの近代的生産は標準的な国際技術によって生産されたシングルシードガキに基づいており、まず室内の幼生用タンクとその後の陸上でのアップウェラー (upwellers)、そして潮間帯のプラスチック製の飼育トレイに移して中間育成する。典型的な本養成は、網カゴ2個分を支える2本の木製の棒によって支えられた1組2個のプラスチック製の開放網カゴを用いて行われる。離底式の潮間帯システム用の施設に棒を並べ (Nell, 2002a)、資源管理上簡単には外れないように強いゴムで締め付ける。また、かなりの量が潮下帯網カゴ方式を使って沖出しされる。その後、種苗は南オーストラリア州の養殖業者に供給され、政府認可の下で南オーストラリア州にマガキ産業が確立し、そしてタスマニア州のマガキ産業を更に大きく成長させた。重要な革新は、“水平な延縄”方式であった。ピンと張ったワイヤーが潮間帯借用地の材木レールに取って代わり、密閉された個々のプラスチック製の網の管あるいは円筒が、2つの単純な取り外し可能なクリップから垂下された (Nell, 2002a 参照)。この方式は、波が荒くて従来の方式を採用できない場所での養殖を可能にした。円筒型への変化が現れ、この技術はオーストラリアのほとんどのカキ生産州に導入された。これらのタスマニア州や南オーストラリア州の方式は軽量なので、陸上での等級分けあるいは販売のためにカキ船に多数の網カゴ類を積み込むことができる。

疾病と遺伝戦略

マガキ養殖がタスマニア州と南オーストラリア州で特に成功した主な理由は、重大な疾病がなかったからである。犠牲的サンプリングは別として、タスマニア州の2つの優れた養殖場における2倍体及び3倍体のマガキの積算斃死率は、潮間帯網カゴで22 - 23ヶ月間の養殖期間において1%以下であった

(Maguire 他, 1994)。減耗は密殖したり、あるいは海水中へ供給される餌料の量が少ないと、幼生飼育中に起こり得る (Saxby (2002) は、タスマニア州や南オーストラリア州のマガキ養殖場を含む二枚貝養殖場における餌利用可能性についてレビューしている)。転地あるいは捕食者による減耗は、開放型のカゴの上にカバーを置くか、円筒あるいは管の中のカキを完全に被ってしまうことによって最小限にとどめることができる。

オーストラリアのマガキ養殖は、成長促進のための集団選択と家系の利用を含む選抜育種から利益を受けた (Maguire, 1997a ; Ward 他, 2000 ; Thompson and Ward, 2004)。有害な劣性形質を除去するために完全同胞交配を使ったり、家系の素晴らしさの説明を助けるためにマイクロサテライトを利用するなど進歩してきている (McGoldrick 他 2000)。この研究プログラムの多くに関する結果は商業化され、集団選択されたカキに対する最初の需要が極めて高かったが、養殖業者は今では特別な家系を購入する傾向が強い (R.Pugh, 私信, 2004)。

タスマニア州と南オーストラリア州における3倍体マガキの研究は、夏季でもカキを斃死させず販売できる状態にするように、産卵を阻止することに主眼が置かれた。いろいろな種の3倍体ガキが大きな成長率 (31 - 81% 増) を示すという利点が報告されており、この利点は60mmよりずっと小さなサイズでしばしば観察され始めている (Nell, 2002b)。しかしながら、タスマニア州の2つの良好な場所での成長の優位は総重量ベースで27 - 28ヶ月齢でわずかに23.4%にすぎなかった (Maguire 他, 1994)。その後、南オーストラリア州の1つの養殖場では成長優位性は観察されていない (Ward 他, 2000)。タスマニア州の3倍体では時々肉が変色するという問題が起こっている。

“自然3倍体”の開発が3倍体マガキへの需要を増大させてきた。Guo and Allen (1994) によって開発された方法を用いて Guo によって生産された4倍体が、“自然3倍体”を生産するためにタスマニア

州で数年間用いられてきたが、幸いにも新しい4倍体系が現在“自然3倍体”からの卵を用いてそこで生産され、この年取った4倍体系の代替となっている。さらに、4倍体×4倍体交雑で別の4倍体系を生産することにタスマニア州で成功している（G. Kent、私信、2005）。タスマニア州と南オーストラリア州のカキ養殖業者に聞いたところ、自然4倍体の方がいいと言う。なぜなら、ほとんど100%の3倍体が得られるし、夏の産卵を避けることが継続的に成功しているからである。但し、3倍体だからと言って成長促進の割合はそれほど高くはないと考えられた。逆に、Nell and Perkins（2005b）は、タスマニア州から“自然3倍体”のマガキ種苗を得て、ポートスティーブンスで高成長率と高生残率を達成した。これらの種苗は、血縁関係のない2倍体マガキでは20ヶ月かかるところを13ヶ月で55g（総重量）に達した。3倍体マガキを使って大きな成長促進を達成するためには、暖かい水温と適切な餌料供給の組み合わせが必要であるように思われる。“自然3倍体”マガキに肉の変色が発生したが、これが明らかになる前に出荷サイズに達した（Nell and Perkins、2005b）。

利益率

マガキ養殖はタスマニア州の条件の良い場所では資本当りの予想収益は年間27%と素晴らしく高い（Treadwell 他、1991）。南オーストラリア州のマガキ生産速度が極めて大きいので、これがタスマニア州の養殖業者にとって市場圧力となってきた。オーストラリアガキは国内市場に貢献しているが、南オーストラリア州のマガキは北半球の夏季に日本へ輸出されつつある。

第一著者による更に早い時期の研究は、過度のサイズ変化を防ぐためにカキを選別する必要がないことを示している（Maguire、1997b）。そして、これはタスマニア州の何人かの養殖業者によって採用されつつある。O'Meley（1992）によれば、タスマニア州のマガキは出荷サイズになるまで5-7回選別される（中間育成における選別作業を除く）。サイズ選別

の頻度を減らすと、マガキの生産コストを下げることになる。なぜなら、カキの養殖場所をあちこち移動させることを含めて、サイズ選別作業は労働集約的であるからである。労働コストはタスマニア州のカキ養殖経済にとって極めて重要である（Treadwell 他、1991；Maguire、1993）。選択育種された種苗あるいは3倍体種苗は価格にプレミアが付くから、利益率の維持に貢献している。

人工種苗生産場の諸問題

NSW州と違って、タスマニア州には現在、適切な人工種苗生産場以上のものがあり、特に一層小型の、高密度のフロースルー幼生飼育システム作りへの合意に近づいてきている。遺伝的に選択された系と自然3倍体に対する需要が大いに高まっている。海外の幾つかのマガキ人工種苗生産場と違って、タスマニア州の人工種苗生産場では抗生物質へ依存する必要はこれまでなかった。

公衆衛生上の諸問題

NSW州と違って、タスマニア州と南オーストラリア州の関係の沿岸は都市化がそれほどひどくないので、これらの州ではカキの消費による公衆衛生上の問題はほとんどなかった。これらの州は、陸上での浄化システムよりもカキの成育場の分類とかなりの量の雨が降った後には成育場を適切に閉鎖してしまふことをあてにしている。

環境上の諸問題

カキに及ぼす環境の影響に関して、“ヒートキル”が特に南オーストラリアの養殖場で発生することがあるが、それは暑い天候が非常に低い潮の時と一致すると起こりやすい。タスマニア州の幾つかの養殖場では、ひどい雨の後で淡水に露出される区域が広がったために、移転せざるを得なかった。

タスマニアと南オーストラリアにおいては、全ての住民が快適に思っているわけではないけれども、カキ養殖の環境に及ぼす影響については大きな問題

とはなっていない (Maguire, 1992)。タスマニアでは、マガキの稚貝付着が時々論争的になってきたが、一般的に“過剰な稚貝付着”の程度は NSW よりずっと低い。南オーストラリアではカキ円筒容器上で稚貝が成長するけれども、これらの過剰塩分海域では、一般に極めて小さな問題である。タスマニアの潮間帯養殖は海底へ有機汚物を堆積している。有機堆積を最小限にとどめる方法として、カキ棚の下で venerid clams を育てることを試みたが、成功しなかった (Maguire, 2005)。輸出用のオーストラリア政府要求に適合するためには、両マガキ産業が持続可能な原則に適合することを証明しなければならない (Fletcher 他, 2004)。

オーストラリアのカキ養殖に関する他の諸問題

沿岸の海域を利用する水産養殖の形態は地域社会から批判されており、これらの産業は環境への影響を最小限にとどめることが重要である。例えば、移しかえされたカキのカゴのような養殖残骸物が、目に見えないように海岸線を監視することを西オーストラリアの二枚貝養殖産業品質保証計画は要求している。

逆に、これらの産業と関連した諸利点を強調するのもまた良いことである。例によって、これらは雇用と投資の増加から生じる経済的・社会的利点である。カキ養殖場の場合には、付加的な環境上の諸利点がある。品質保証計画が水質や植物プランクトンの型を含む一連の項目についてカキ育成場の監視を要求しているオーストラリアでは少なくとも、カキ養殖場は港湾の水質監視の最も重要な源の1つを表している。これはシーフード中の重金属あるいは殺虫剤の汚染（オーストラリアのカキに関する限り、重要な問題ではないが）の定期的なチェックによって拡大され得る。汚染物質の生物蓄積者としてカキは港湾汚染の番人である。さらに、カキ養殖業者は極めて定期的にカキを視覚で点検し、低成長や

異常斃死を観察し調査している。NSW で何年か前に、カキ殻の殻室化現象が起き、これが船舶の防汚剤に由来するトリブチルスズ問題を顕在化させた (Batley 他, 1989)。これがこの種の塗料の使用制限につながり、恐らくは非商業的二枚貝にとっても利益をもたらしたであろう。カキ養殖業者は環境保護のための有力な圧力団体となり得る (Maguire, 1991)。カキ養殖場がなく、従って人間による消費のために養殖されなくても、カキは特に環境監視の目的のために NSW ではうまく使われている (Avery 他, 1998)。

カキ養殖場が有する環境保護の役割を所与のものとするれば、シドニー周辺の水路のようにカキ養殖が衰退している場所では、それを回復させる努力をすることが重要である。

最後に、オーストラリアのカキについて公衆衛生と生産物品質標準へ引き続き関わっていくことが、輸出振興とオーストラリアの若い消費者にカキを買わせるよう奨励して国内市場を強い状態にしておくために重要である。

謝辞

著者らはオーストラリアのカキ産業界の人々が提供してくれた情報に感謝する。白須邦夫氏には東京魚市場でのカキバイヤーからの情報提供に労をとっていただいた。

献呈の辞

故 Baughan Wisely 博士と故 John Holliday 博士による顕著な貢献に対してこの論文を捧げる。彼ら及び他の数人の重要な研究者は、30年以上にわたって世界の主要なカキ資源管理研究センターの1つであった、現在ポートスティーブンス水産センターとして知られる研究施設を作るのに主要な役割を果たした。

(和訳：森 勝義)