

第5章 総括

本県では隠岐島を中心に養殖が行われており、二枚貝の養殖の重要性は高まってきているが、この水域では各地の内湾域で行われているノリやマガキ養殖の事業化は困難であると判断されていた。そこで、本県ではそのような水域でも生育し、商品化が可能なイタヤガイやイワガキを対象種として選定し、人工種苗生産技術や養殖技術を開発してきた。これらの外海に生息する二枚貝は、今後餌料の少ない沖合域に設置可能な養殖施設が開発されれば養殖が拡大する可能性が高まるとともに、開発された種苗生産技術は、その他の外海に生息する有用二枚貝類等にも応用できると考えられる。また、世界的な人口の増加やEEZなど各国の資源囲い込みに伴って将来必要となるタンパク源確保のための技術としても貢献できると考えられる。

本研究では、著者が関わったイタヤガイとイワガキの、種苗生産技術開発や成長・成熟に関する研究の成果について論述した。

まず、イタヤガイの人工種苗生産技術の開発を目的として、第1章では餌料の投与や水温制御による母貝の成熟促進を検討した。具体的には、まずイタヤガイ母貝の成熟と餌料の質および量との関係を観察する際の基礎知見とするため、植物プランクトン4種を与えた場合の母貝の濾水速度と消化率を測定した。

母貝の濾水速度、消化率は、投与した餌料種類および濃度によって異なった。すなわち、餌料として *Chaetoceros* を投与した場合には、濾水速度は他種より早い傾向があるが、消化率は最も低く、餌料濃度の増加に伴い、顕著に減少した。*Pavlova* を投与した場合には、濾水速度は *Chaetoceros* に次いで早かった。また、消化率は最も高く、餌料濃度の増加による消化率の低下は緩やかであった。*Tetraselmis* を投与した場合には、濾水速度は *Pavlova* に次いで早く、消化率も *Chaetoceros* より高かった。餌料濃度の増加による消化率の低下は *Pavlova* と同様緩やかであった。*Nannochloropsis* を投与した場合には、濾水速度は4種中最も遅く、消化率は *Tetraselmis* と *Pavlova* の中間の値であったが、少ない餌料濃度で消化率が低下する傾向があった。また、高い消化率が維持される餌料濃度の範囲での最大の同化速度は、*Pavlova* と *Chaetoceros* が

ほぼ同様な値であり、*Tetraselmis* はそれらの約2倍の値で最も多く、*Nannochloropsis* はそれらの約10分の1の値で、最も少なかった。

ただし、消化率の高低は、必ずしも貝の成長の良否と相関せず、それだけでは餌料の価値は判断できないとされていることから、実際に同じ有機物摂取量となる濃度で *Chaetoceros*, *Pavlova*, *Tetraselmis* の3種のプランクトンを与えて飼育し、イタヤガイの成熟状況を観察した。一日当たりの投与餌料量は母貝の軟体部乾燥重量の1.2~2.9%であった。その結果、人為的に餌料を投与した各区での母貝の殻長、全重量は実験開始前後でほとんど変化が観察されなかった。また、実験終了時の軟体部重量、貝柱重量、生殖巣重量の平均値には3区の間で有意な差が確認されなかった。しかし、目視観察による成熟段階の判定では *Tetraselmis* 区が *Pavlova* および *Chaetoceros* 区より若干ではあるが成熟が進んでいる傾向が見られた。

さらに、水温制御を行うとともに一日当たりに投与する餌料量を母貝の軟体部乾燥重量の4%に増加し、餌料種類を *Tetraselmis* を中心に複数種としてイタヤガイ母貝の成熟促進を試みた。その結果、実験室内でも母貝を天然の垂下個体と遜色ない程度まで成長させることができた。すなわち、*Tetraselmis* を含む複数種を1日当たり母貝の軟体部重量の4%投与し、母貝の成熟段階が成長期から水温17℃前後で飼育することで、海中垂下群とそん色のない成長、成熟を示すことが明らかになり、イタヤガイの成熟促進を行う前提となる人工飼育の条件が判明した。今後、水温や日照条件を検討することで実用的な母貝の成熟促進技術が開発できると考えられる。

第2章では、イタヤガイの人工種苗生産を安定させるための技術開発を目的に、飼育水中の細菌相の制御による幼生飼育の安定化について検討した。幼生の飼育水の濾過、殺菌状況を変化させて水中の細菌の状態を観察したところ、飼育水の濾過、殺菌の程度により、幼生収容後の生菌数およびコロニーの性状が異なることがわかった。すなわち、孔径0.4 μm で濾過を行うか、その後紫外線照射し、人為的に細菌数を減少させた飼育水は、貯水当初は生菌数が少ないが、幼生収容後は急激に増加して、孔径1 μm で濾過を行った飼育水中の生菌数より多い状態で安定し、出現したコロニーの性状も異なった。また、孔径3 μm で濾過した飼育水中の生菌数は、幼生収容当

初は孔径 1 μ m で濾過した飼育水中の生菌数より少なかったが、それ以降 1 μ m 濾過では生菌数は徐々に減少した後に安定した。それに対し、3 μ m 濾過では徐々に増加した後に安定し、やはりコロニーの性状が異なった。一方、幼生の沈積は生菌数が 10⁵CFU/ml となり、かつ特徴的なコロニーが増加した時に多く観察される傾向があった。

従って、孔径 1 μ m の簡易カートリッジ・フィルターを用いて濾過した海水を用いることで、再現性の高い幼生飼育が可能であると考えられた。さらに、細菌の属まで査定し、飼育水中の細菌相の変動を観察した。その結果、幼生の生残および成長が不良であった系では、飼育初期に各属の占有率が大きく変動しており、細菌相を構成する属組成の安定性が幼生の生残および成長に大きな影響を与える要因の一つであることが示唆された。

すなわち、幼生の生残および成長が不良であった系では飼育中期から後期にかけて属分類の不可能な菌株の増加とともに、*Moraxella* のみが優占する単純な菌相に収束したのに対し、幼生の生残および成長が良好であった系では複数の属からなる安定な細菌相が形成されていたことから、特定細菌群の影響を排除する緩衝的機能が働き、その結果良好な幼生の生残および成長につながったものと推察された。

以上のことから、水中の細菌組成を多様化し、安定性の高い状態に保つことが、二枚貝幼生を飼育する際の最も重要な要因であると考えられた。さらに、生産現場でも実行可能な、水中の細菌組成を多様化し、安定性の高い状態に保つ1手法として、*Nannochloropsis* sp. の細胞を直接飼育水へ添加してイタヤガイ幼生の成長や生残を観察したところ、*Nannochloropsis* sp. の培養液を細胞ごと 5,000 ~ 10,000cells/ml の範囲で添加することで幼生の生残や成長を高める効果があることが明らかとなった。

第3章では、イタヤガイについて人工種苗生産技術に比べ低コストで種苗を確保できる天然採苗技術の開発を目的に、母貝集団を造成することにより浮遊幼生の発生を増加させ、天然採苗量を増加させる方法を検討した。

その結果、母貝である1齢貝の収容密度を5段丸籠1段当たり15個以下として、水深20mから30mに垂下することにより、母貝に対する水温や付着物の影響が小さく、かつ産卵期までの生残りが良くなることが明らかとなり、母貝集団を造成できる可能性が高まった。

また、今回の実験では、人為的に造成した母貝集団由来と考えられる浮遊幼生が湾内に出現し、稚貝の天然採苗量の増加に寄与していると推定された。

しかし、従来から養殖用に採取されている、天然海域に生息する母貝に由来すると考えられる稚貝がどの程度混入しているか推定できなかったため、人為的に造成した1万個規模の母貝集団から生産された稚貝量の推定はできなかった。

第4章では、イワガキの増養殖の基礎的知見を得るため、まず、養殖イワガキの成長と、野外の現場で測定可能な、イワガキの成長を良く反映し、かつ測定が容易な形質を検討した。

その結果、人工種苗生産イワガキのふ化後の平均殻高、平均全重量、平均全容積は、12ヶ月後にそれぞれ52.2mm, 25.6g, 19cm³に、23ヶ月後には106.2mm, 183.9g, 126.9cm³に達した。イワガキの成長は放卵・放精や生殖巣の発達、低温や植物プランクトン量から推定された利用可能な餌料の影響を受けると考えられた。また、養殖イワガキの全容積を基準として、各測定部位との回帰関係を観察した結果、全容積に次ぐ測定部位として容積測定より簡便な全重量や左殻重量が適していると考えられた。重量は、漁獲量を漁獲個体数に換算する時に重要な資料であるので、標本の剥離や解剖が可能であればこれらの重量の測定が必須である。しかしながら、限られた時間内で大量の標本処理が要求される場合や、現場の調査などで標本を剥離できない場合などを考えると、重量や容積などに比べて長さを測定するメリットは極めて大きい。各部の長さのうち殻高は最も決定係数の値が高く、他の容積や重量に比べても決定係数の値が大きく異なることはなかった。従って、上記のような場合には殻高が成長を観察するために最も実用的な測定部位とみなすことができると考えられた。

続いて、近年、全国で漁獲や養殖が盛んになり地域ブランド化が進んでいるイワガキを持続的に安定して生産する上で重要な情報である産卵開始年齢や大きさを推定するため、養殖イワガキを対象にして、最初の成熟過程を観察した。1995年5月から12月にかけて、隠岐島浦郷湾で垂下養殖されたイワガキ0歳貝の殻高、生殖巣指数および組織学的成熟段階の推移を観察したところ、生殖巣の発達開始時期は、従来報告されている漁獲サイズのイワガキの発達開始時期より遅れるものの殻高50mm程度で性成熟に達し、放卵・放精時期は漁獲サイズのイワガキと同

様に最高水温期からの下降期であると推定された。

以上のように本研究はまず、天然採苗の普及と採苗稚貝数の増加により島根県に普及したイタヤガイ養殖を継続させ、沿岸漁業の振興を図ることを目的とした技術開発から始まった。イタヤガイ母貝の成熟促進技術の開発では、適切な餌料の投与と水温制御により成熟促進を行う前提となる人工飼育の条件が判明した。人工種苗生産を安定させるための技術開発では、幼生の生残や成長が飼育水中の細菌相の動態に影響されていることを見だし、細菌相の制御法として植物プランクトンの *Nannochloropsis* を飼育水中に添加することで、幼生の生残と成長を高める技術を開発した。この手法は現在、イワガキの人工種苗生産にマニュアル化して使われている。天然採苗量を増加させるための技術開発では、浦郷湾内に一定規模の母貝集団を造成することで、湾内に浮遊幼生が留まり、天然採苗数が増加することが分かった。このことは、浦郷湾と同様な性質を持つ湾であれば、イタヤガイと同様な性質を持つ二枚貝を

対象にした母貝集団の造成により天然採苗が可能となることを示した。

次に、イタヤガイの後継種としてのイワガキ養殖の振興のためにイタヤガイの種苗生産で得られた知見を応用して人工種苗生産技術を確立し、人工種苗の成長を観察することで養殖の実用化を確認した。また、実用的な測定部位を決定できたことは、試験養殖を用いた好適な養殖場所の探索に役立った。

さらに、養殖イワガキを用いて最初に性成熟に達する大きさを推定し、本種の資源管理に有用な基礎資料を提供した。

本研究で対象とした、外海に生息する二枚貝は、今後餌料の少ない外海域に設置可能な養殖施設が開発されれば養殖が拡大する可能性が高まるとともに、開発された種苗生産技術は、その他の外海に生息する有用二枚貝類等にも応用できると考えられる。また、世界的な人口の増加やEEZなど各国の資源囲い込みに伴って将来必要となるタンパク源確保のための技術としても有用であると確信する。