

## 資源増殖・水産工学シリーズ

# 新しいガゴメ養殖技術の確立を目指して

キーワード：コンブ類、ガゴメ、成熟誘導、早期種苗生産、促成養殖

### 1. はじめに

渡島管内ではコンブ漁業が盛んであり、道内全体の生産量の約30%にあたる4,000~5,000トンが毎年生産されています。近年は、マコンブやガゴメをはじめとしたコンブ類の群落が衰退し、天然コンブの不漁が続いており、養殖による生産が漁家収入の大半を占めるようになってきました。また、スルメイカやマグロなどの漁船漁業の不振やホタテガイ養殖の不調を受け、生産が安定しているコンブ養殖への関心は、これまで以上に高まることが予想されます。このため、天然コンブの資源の回復を図ることは急務ですが、それに代わる新たな収入源となる養殖産業の創出も必要と言えます。そこで、急速に需要が高まっているガゴメに注目しました。

ガゴメは、天然資源が著しく減少していることや養殖では収穫までおよそ2年間を要すること、養殖着業者数が少ないなどの理由により、生産量は伸び悩んでいます<sup>1)</sup>。ガゴメについても、マコンブやミツイシコンブのように1年で出荷できる促成養殖技術<sup>2)</sup>が確立されると、生産効率が向上するとともに着業者数が増えることで、生産の安定化が期待できます。函館水産試験場は、本種の促成養殖技術の確立を目指して研究を進めてきました。本稿では、ガゴメ養殖に関する研究の現状と課題を紹介します。

### 2. ガゴメとは

ガゴメは道南海域の重要な水産資源のひとつです。本種は、マコンブやミツイシコンブと同じコンブ類に分類され、これらと同様に微小な配偶体と巨大な孢子体が世代交代する、独特な生活環を持ちます<sup>3-4)</sup>。生長に伴って、葉状部に特有の龍紋状の凹凸紋様が形成されることが、本種の大きな特徴です(写真1)。かつては雑海藻として駆除されていましたが、近年は食材としてだけでなく、健康食品として注目され、その利用範囲は拡大しています。



写真1 函館市木直町沖で採集された未成熟なガゴメ孢子体とその葉状部表面の拡大（子囊斑は未形成）。

### 3. ガゴメの成熟誘導試験

ガゴメの促成養殖を実現するうえでの第一の課題は、夏季に遊走子囊斑（以下、子囊斑）が形成された孢子体（母藻）が手に入らず、種苗生産の時期を早められないことでした。なお、子囊斑とは遊走子囊とそれを保護するように形成された側

糸からなる器官であり、簡単に言えば孢子（タネ）が作られる生殖器官です。そこで、これを人工的に形成させる（以下、成熟誘導）ことで母藻を作出することを試みました。研究開始当初は、実験室内で作出した小型の孢子体を使用し、効率の良い成熟誘導条件を探索しました。その結果、水温や光の強さなどを制御することで、約1か月間で子嚢斑を形成させることができました（図1）。

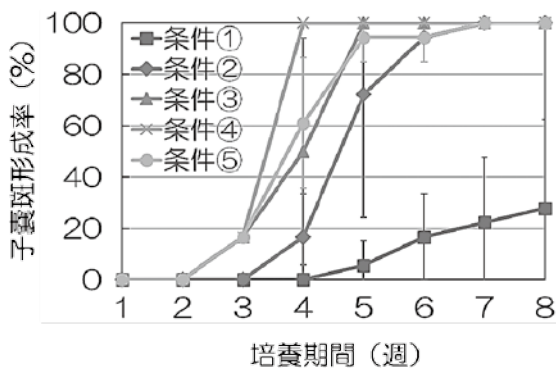


図1 成熟誘導試験結果の1例。エラーバーは標準偏差を示している。

しかし、その喜びもつかの間、天然の大型の孢子体を使用した成熟誘導試験では、予想以上に時間を要することや、孢子体の表面または内部に存在していた、他の海藻が爆発的に増殖する問題が発生しました。前者は水槽に工夫を加えることで、ある程度改善できました。一方、後者には今でも手を焼かされています。この海藻類が増殖すると、成熟誘導中のガゴメ表面に多数の黒い点が現れます（写真2A）。この海藻はガゴメの葉状部に付着するだけでなく、内部にも侵入します（写真2B-C）。細胞糸は長さ0.1~0.15mm、直径約0.005mmと微細ですが（写真2D）、これが増殖すると肉眼でも観察できるほどの大きな塊になります。これが黒い点の正体でした。なお、一部の細胞糸には複子嚢と考えられる生殖器官が形成されており（写真2E）、その先端からは多数の遊走子が放出されていました（写真2F）。これらの観察や培養実験を通して、この海藻はヤドリミドロ類

の一種であることがわかりました。

ガゴメの成熟誘導中に発生するヤドリミドロ類の数は、水温が高いほど増加する傾向が認められました（図2）。今のところ、成熟誘導の効率を大きく低下させない程度に水温を下げ、ヤドリミドロ類の増加を抑制することで、この問題に対処しています。ただし、ヤドリミドロ類はガゴメの組織内部に侵入することから、一度混入してしまえば駆除することは極めて困難です。また、それらの遊走子が、ガゴメの採苗時に混入し、種苗に

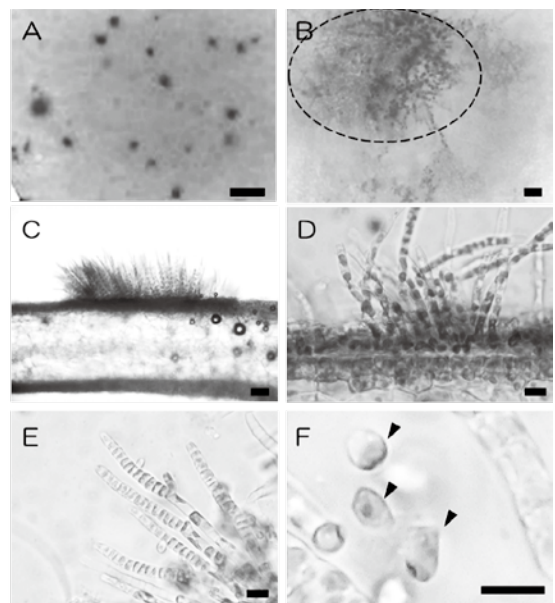


写真2 ガゴメ葉片に発生したヤドリミドロ属の一種。A: ヤドリミドロ類(黒い点)が発生したガゴメの葉状部表面, B: 付着部の拡大(表面観), C: 付着部の拡大(断面観), D: 細胞糸, E: 複子嚢, F: 遊走子(写真中の矢頭)。スケールバーはA: 1mm, B-C: 0.05mm, D-F: 0.01mm。

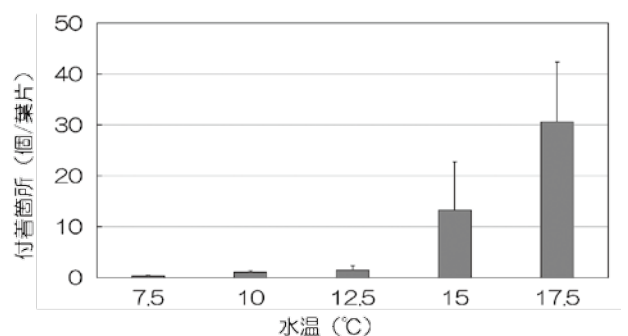


図2 葉片表面に付着するヤドリミドロ類の数と水温の関係。エラーバーは標準偏差を示している。

付着することも懸念されます。今後、成熟誘導の効率化や健苗育成の観点から、ヤドリミドロ類の増殖を防除する手法の検討が必要と言えます。

#### 4. 種苗センターを活用した成熟誘導試験

これまで、ガゴメの成熟誘導は実験室レベルにとどまっておき、供給できる種苗の量も限られていました。そこで、この技術を実用化するため、南かやべ漁業協同組合が所有する種苗センターを利用し、大規模な成熟誘導試験を実施しました。

試験は2019年6月26日に開始し、同年8月中旬までには、母藻として使用可能な程度の子嚢斑が形成されました(写真3)。その後、これらの母藻が使用され、約8,400mの種苗糸が生産されました。これらの種苗糸は、促成マコンブの種苗糸と同時期に漁業者に配布され、海中での養殖が開始されました(沖出し)。種苗が順調に育てば、養殖開始から7～8か月後の2020年5～6月頃に収穫される予定です。

ガゴメの成熟誘導技術は普及する段階に進みました。しかし、成熟誘導のために種苗センターを稼働することで、新たな電気代や燃油代、人件費が必要となります。現状では、コスト面の問題が技術普及の妨げとなっています。少しでもこの問題を緩和するため、今後も成熟誘導技術の改良に取り組んでいきます。

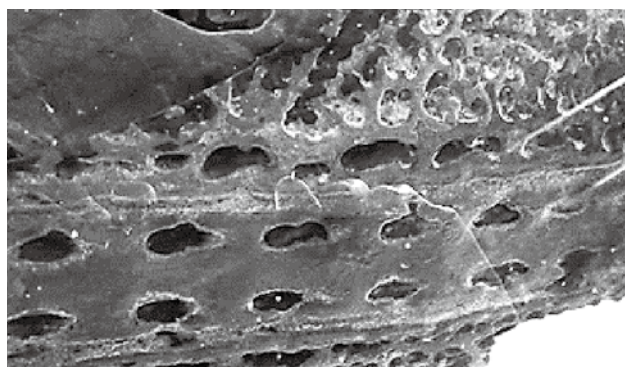


写真3 成熟誘導によって子嚢斑が形成されたガゴメ胞子体。

#### 5. 早期に生産したガゴメ種苗を用いた養殖試験

早期に生産した種苗を用いた養殖試験は、2018年まで函館市内の2地点で実施していました。2019年からは津軽海峡内の2地点を加えた、4地点で養殖試験を実施しています(図3)。大船町と日浦町では、養殖期間中のガゴメの生育状況と漁場環境を定期的に調査しています(写真4)。

大船町における2017年度の養殖試験では、養成個体の生育が良好で、収穫時の平均葉長は150cm、湿重量は200gに達しました(図4)。2018年度の試験でも、2月までは前年度並みの生長が認められました。しかし、それ以降は生育状況が急速に悪化し、収穫時のサイズは前年度のおよそ半分程度にとどまりました。この生育差には、2017年度と2018年度の漁場環境の違いが影響していると考えられます。



図3 ガゴメ養殖試験の実施地点。



写真4 大船町沖でのガゴメ養殖試験(2019年4月18日)。

2017年度は沿岸親潮の影響が小さく、2月中旬以降も4℃を下回ることはほとんどなく、2～3月までの平均水温は4.6℃でした(図5)。一方、2018年度は2月上旬には、水温が3℃台まで低下しました。2～3月までの平均水温は3.4℃であり、4月上旬まで2～3℃台で推移しました。

ここで、ガゴメの生長に及ぼす水温の影響を調べた室内培養試験を紹介します。この試験では、ガゴメ胞子体を水温7条件(5℃、7.5℃、10℃、12.5℃、15℃、17.5℃、20℃)で培養し、その期間中における葉面積の変化の割合(相対生長率)

を比較しました。その結果、相対生長率は12.5℃で最も高く、15～20℃ではこれより低い値を示しました(図6)。また、12.5℃以下では、水温が低下するほど、相対生長率は低下する傾向が見られました。従って、2018年度の収穫物が前年度に比べて小型であったことは、2～4月上旬にかけての低水温の影響によって生長量が低下したことが、ひとつの要因であると推察されます。

日浦町では2018年度から養殖試験を開始しました。10月下旬に種苗を沖出ししましたが、この時の水温は18℃台で推移していました。種苗の生長は認められたものの、翌月までには大半が流出(芽落ち)してしまいました。残存した個体も、他の海藻類などに覆われてしまい、観察の中止を余儀なくされました。ところが、その後、わずかに残存していた種苗が急速に生長し、夏季には、湿重量500gを超える個体も見られました(写真5)。残念ながら、このように大型化した原因は明らかになっていません。

なお、この試験では種苗糸を仮殖せず、沖出と同時に種苗糸を養成網に差し込み、養殖を開始しました。仮殖は養殖施設に種苗糸を吊り下げ、種

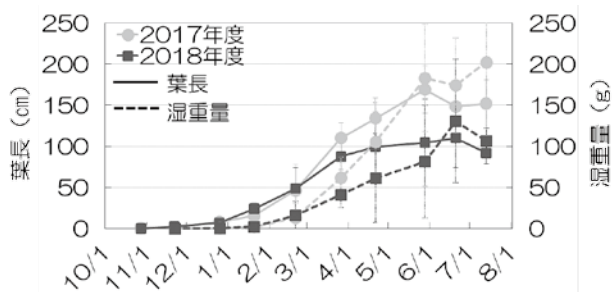


図4 大船町沖で養殖したガゴメの葉長と湿重量の季節的变化。エラーバーは標準偏差を示している。

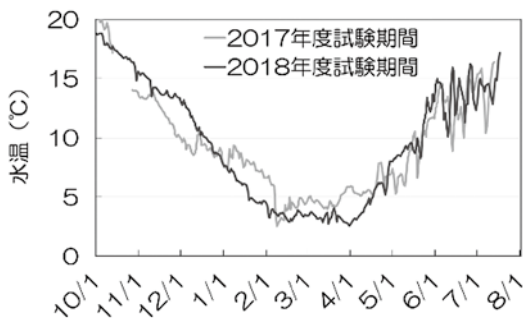


図5 ガゴメ養殖試験期間中の大船沖水温の推移。

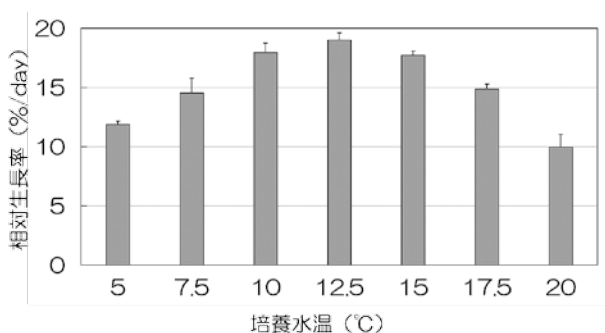


図6 ガゴメ胞子体の生長に及ぼす水温の影響。エラーバーは標準偏差を示している。



写真5 函館市日浦町沖で収穫された養殖ガゴメ。

苗を選別するための作業です。その期間は、数日から長くても2週間程度ですが、その間に少なくとも仮根の発達が不十分な種苗や枯死しかけた種苗などは、自然に排除されると考えられます。また、生長の悪いものは漁業者の手で取り除かれ、可能な限り状態の良い種苗だけが選りすぐられます。今回、この作業を行わなかったことが、種苗の生残状況に影響した可能性があります。今後、仮殖の効果についても検証する必要があるようです。養殖ガゴメの生産の安定化を図るため、今後も養殖試験を継続します。

## 6. おわりに

ガゴメの促成養殖試験は、開始からまだ3年ですが、少なくとも成熟誘導した母藻由来の種苗の健苗性は確認できました。また、早期種苗生産技術によって、天然ガゴメの品質には及ばないものの、通常の1年養殖よりも大型の個体が収穫できるようになりました。

ガゴメの促成養殖実現に向け、少しずつ技術の開発が進みはじめています。コンブの促成養殖は約1年間で、天然コンブに引けを取らない高品質のコンブを栽培する手法です。その意味では試験中のガゴメ養殖は、いまだ1年養殖であって、促成養殖とは言えません。ガゴメの促成養殖技術を確立することは容易ではありません。しかし、天然の資源が著しく減少している状況を考えると、この技術は将来的に必ず必要となることが予想されます。今後も関係者との連携を図り、促成養殖ガゴメの事業化を目指します。本研究が、わずかでもコンブ漁業の振興に貢献できるよう引き続き研究を進めていきます。

## 7. 謝辞

種苗センターを利用したガゴメの成熟誘導試験

では、北海道大学大学院水産科学研究所の水田浩之教授にご助言を賜りました。また、南かやべ漁業協同組合本所の尾上均参事と東部種苗センターの中村悠樹氏、西部種苗センターの小原邦雄氏にご協力いただきました。

ガゴメの養殖試験では、南かやべ漁業協同組合大船支所の平田誠支所長と佐藤大和氏、昆布漁業者の丸谷光日東氏、えさん漁業協同組合の成田力漁業士、戸井漁業協同組合小安支所の東敬夫支所長と河内義行漁業士にご支援をいただきました。また、株式会社丸善納谷商店の納谷太郎取締役専務には収穫したガゴメの品質について、貴重なご意見をいただきました。

ガゴメに関わる研究は函館市からの受託研究の一環として実施しました。以上、関係者の方々に心より御礼申し上げます。

## 8. 参考文献

- 1) 前田高志, 北川雅彦 (2018) ガゴメの促成養殖を試みました, 試験研究は今No.864.
- 2) 前田高志 (2018) 道南のコンブ漁業について～コンブ養殖は天然コンブから～, 北水試だより, 第96号, 1-5.
- 3) 堀 輝三 (1993) 藻類の生活史集成 褐藻・紅藻類, 内田老鶴圃, 東京, 122-123.
- 4) 谷 敬志, 川越 力, 松本世津子, 水田浩之, 安井 肇 (2015) 函館沿岸に生育する褐藻ガゴメ *Saccharina sculpera* 胞子体の季節的消長と形態形成, 水産増殖, 63, 235-244.

(前田高志・北川雅彦 函館水試調査研究部、伊勢諭至・板倉祥一・宮崎義弘 渡島地区水産技術普及指導所 報文番号 B2443)