

医薬品に頼らない生物餌料の減菌技術の開発

海産珪藻に赤色光を照射することで病原菌を減らす技術です！

水産研究部副部長 飯田 悦左

1 背景と目的

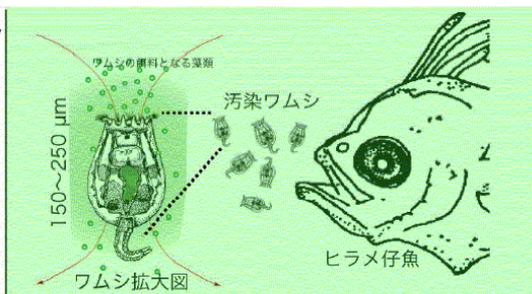
海産魚の仔魚を育てるためには、生きた生物餌料（シオミズツボワムシ：微小動物プランクトン、以下「ワムシ」）が必要です。しかし、ワムシの培養過程では必然的に各種細菌が含まれており、特にビブリオ属の細菌が増加した場合には、抵抗力の弱い仔魚にとって消化管感染症の原因となります。平成17年までは、水産用医薬品を添加するなどして細菌の増殖を抑制していましたが、食の安心・安全の観点から医薬品の使用が禁止されました。このため、魚類仔魚に悪影響を及ぼさず、安全かつ簡便に生物餌料の細菌数を減少させる技術の開発が急務となっていました。

そこで、医薬品に頼らない生物餌料の減菌技術の開発を目的として、(1)珪藻類によるアレロパシー作用*を利用した減菌、(2)光照射技術の開発、(3)現場応用性について検討しました。

* アレロパシー作用：植物から放出された化学物質が、他の生物に対して、阻害・促進など何らかの作用を及ぼす現象

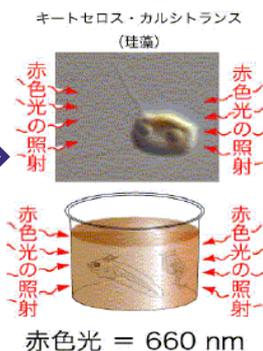
これまでの技術

(餌料培養槽や飼育水槽内でビブリオ属細菌が増加)



改良技術

(ビブリオ属細菌は抑制)



本技術の特徴

- 培養珪藻（キートセロス）に赤色光を照射するだけで、水中のビブリオ属細菌のみが減少します。
- 餌料生物のビブリオ属汚染が軽減されます。
- 天然材料なので、安全安心です。
- 魚類に対する栄養が不足する場合は、必要な藻類を添加することが可能です。

図1 ビブリオ属細菌による消化管感染症にさらされる生物餌料の現状と医薬品を使わない新しい減菌技術

2 研究成果の概要

(1) 植物プランクトンによる減菌

ワムシの培養過程で増殖したビブリオ属細菌を減菌する方法として、植物プランクトンのアレロパシー作用を利用することを検討しました。その結果、ワムシの栄養強化に一般的に使用している真性眼点藻（ナンノクロロプシス、以下「海産クロレラ」）には、効果が認められませんでした。二枚貝の初期餌料として使用している珪藻類（キートセロス）は、光を照射すると減菌効果があることがわかりました。

(2) 光照射技術の開発

珪藻（キートセロス）に照射する光について検討した結果、蛍光灯などの白色光よりも赤色光の方がビブリオ属細菌を減らす力が強いことがわかりました。また、珪藻の細胞数が多いほどビブリオ属細菌を効果的に減菌できることがわかりました。

(3) 現場応用性の検討

実用性を考慮して、海産クロレラと珪藻を混合し、そこに赤色光を照射すれば、珪藻の混合量に比例してアレロパシー作用が強く顕れ、ビブリオ属細菌の数を減らせることがわかりました。これは、海産クロレラが存在しても珪藻を混合することにより減菌できることを示しています。また、珪藻単独で栄養強化したワムシだけを与えた場合も、ヒラメ仔魚に栄養的な問題は生じませんでした。これらのことから、ワムシの栄養強化とビブリオ属細菌の減菌を同時に達成し、安全性の高いワムシを海産仔魚に投与できるようになり、種苗生産の安定化に寄与すると思われます。

本技術は、紫外線や医薬品のように殺菌の即効性はありませんが、効果は長く持続することを確認しています。実施方法も簡単で、珪藻を添加した魚類飼育水槽に赤色光を照射するだけで効果が持続し、種苗生産単価を20%程度削減可能です。

3 開発の経緯

(1) 研究シーズ (偶然の産物)

約10年前のことですが、筆者はマガキの消化管内の細菌叢^{さいきんそう}を調べていました。マガキの消化管内細菌は、餌となる珪藻(キートセロス・カルシトランス)をマガキに与えた場合と、与えない場合では、特にビブリオ属細菌数で大きな違いがあることを見出しました。このとき、与えた珪藻がビブリオ属細菌の増殖を抑制したためではないかと、直感しました。

(2) 魚類への応用

そこで、キートセロス属の珪藻は、本当にビブリオ属細菌の増殖を抑制するのか検討しました。当初、実験によって減菌効果は様々で、再現性が得られずにあきらめかけていましたが、ある日、実験結果に光が影響しているのではないかと閃きました。キートセロスとビブリオ属細菌を混合し、一定時間後にビブリオ属細菌数を測定したところ、光を照射した場合に限って、減菌効果が顕著にあらわれていることがわかりました。

キートセロスがビブリオ属細菌に対して減菌効果があるならば、魚類の消化管感染症を予防する効果が期待できます。さらに、海洋の主な植物プランクトンは珪藻であり、生物餌料であるワムシなども植物プランクトンを摂っていることから、珪藻は魚類仔魚に対する栄養的な問題にも対応できそうです。このように考えてさらに実験を続けました。

(3) 技術融合

ビブリオ属細菌に対するキートセロスの減菌効果を光の条件を変えて測定しているとき、頭を過ぎったことがありました。それは、蛍光灯が放つ白色光は、赤・青・緑など様々な波長の光が複合したものであり、この中から単色の光だけを照射したとき、殺菌効果はどのようになるのか? というものです。最近、波長域の狭い様々な発光ダイオード(LED)が開発されていますので、これを用いれば実用化が可能となりそうです。早速、青、緑、赤の単色光を用いて実験を開始しました。その結果、赤単色光を照射した場合に最も殺菌効果が高いことがわかりました。

(4) 光合成の産物?

キートセロスに赤色光を照射することで高い減菌効果が得られましたが、これが単に光合成による現象であるのであれば、他の植物プランクトンでも同じ現象が起こるはずで

す。そこで、光合成に直接的な殺菌効果があるのか? を確認するため、次のような簡単な試験をしました。ガラス瓶にキートセロスを入れ、更にビブリオ属細菌を接種しました。赤色光を照射すると、24時間後には光合成の効果でpHが9.6程度に上昇していました。ビブリオ属細菌は弱アルカリ性側を好む特徴がありますが、

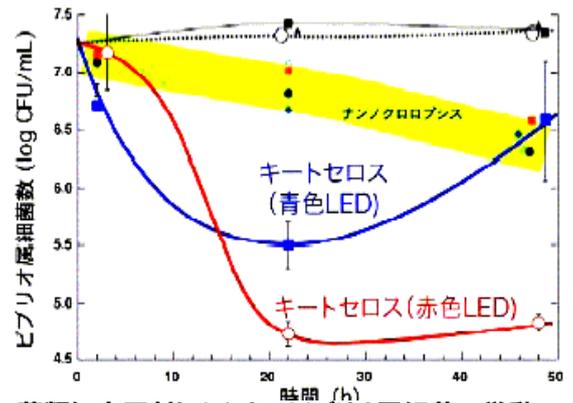


図2 藻類に光照射したときのビブリオ属細菌の挙動

接種したビブリオ属細菌の菌数は減少していました。対照実験として、ナンノクロロプシスを入れ赤色光を照射してみました。この場合も、pHは9.5程度まで上昇しましたが、ビブリオ属細菌の菌数は減少していませんでした(図2)。この実験結果から、減菌効果は、植物プランクトンの光合成作用とは直接関係がないことがわかりました。

(5) 減菌効果の本体は何か?

光の照射試験を通して、次のことがわかってきました。減菌効果は、光の照射を止めると1時間程度しか持続しません。また、照射した培養液を薄めても減菌効果は弱くなります。このことから、おそらく光合成によってキートセロスの細胞から放出される未特定の物質が減菌効果の本体と推測されます。そして、この物質は水溶性で、極めて短時間の寿命しかないと思われます。これは、一見、マイナス面に思われるかもしれませんが、飼育水などに入れたキートセロスは、長期間生き続けます。そこに赤色光を照射すれば、持続的に抗菌物質を放出し続けてくれると考えられます。キートセロスは自己増殖性もあり、うまく管理を続ければ抗菌物質を持続的に放出し、生物餌料や飼育水中のビブリオ属細菌の増殖を抑制してくれます。

本技術は、医薬品を使わないので、食の安心・安全が求められる現在、環境に優しく合理的な飼育環境の制御技術として活用されることを望みます。

4 成果の活用

これらの成果については、日清マリンテック(株)及びヤマハ発動機(株)と共同で、「殺菌効果を有する珪藻の培養方法」として特許出願しています。そのため、本技術を利用される場合は、広島県および共同研究機関と実施許諾の契約を結ぶことが必要となります。この技術に興味を持たれた方や利用を望まれる方は、水産海洋技術センター技術支援部(電話 0823-51-2173, ファックス 0823-52-2683)まで連絡してください。