

養殖用水質安定資材 「セラクリーン®」の開発

Walailak University, Chief of Research Center of Excellence on Shrimp Sataporn Direkbusrakom

東京海洋大学大学院 海洋科学研究科ゲノム科学研究室教授 廣野 育生

太平洋セメント株式会社 中央研究所第3研究部資源化学チーム 花田 晶子

太平洋セメント株式会社 中央研究所第3研究部資源化学チームリーダー 神谷 隆

太平洋セメント株式会社 環境事業部アクア事業グループ 阿部 信彦

1 はじめに

世界人口の増加や気候変動等による農作物の供給不安を背景に、食料確保をめぐる環境は厳しさを増しており、水産物においても全世界的に需要が増大している。しかし、世界の漁業生産量はここ20年間で9,000万トン前後と頭打ち状態が続き、特に海洋から漁獲できる量はすでに限界に達しているといわれている。このため、需要の多い魚介類の漁業生産を補うものとして世界的に養殖生産量が増加する傾向にある。特に食料不足問題を抱える内陸の発展途上国においては、牛・豚・家禽よりも飼料転換効率が高いエビの養殖が注目され、食料としての動物性タンパク質を安定して確保する手法としてのエビ養殖の重要性が高まっている。世界のエビ養殖生産量は近年増加している(図-1)。2010年の生産量は約380万トンで、そのうち71.8%をバナメイエビが占めている²⁾。バナメイエビは養殖対象として国際的に導入された最も成功した種であると言われており、77.9%がアジアで生産されている。

東南アジア地域では、造成した大型養殖池

に稚エビを放流し、大量の配合飼料を投与し、高密度で飼育する集約的養殖技術が発達しているが、残餌や排泄物等による養殖環境の劣化、汚濁排水による周辺環境への影響が問題となっている。

エビ養殖は、過去に何度も病気の蔓延によって大きな被害を受けてきた。EMS (Early Mortality Syndrome : 急性死亡症候群) は、稚エビに大量死を引き起こす病気のことで(写真-1)³⁾、2009年に中国で発生し始め、現在では東南アジア諸国でも被害が報告されている



図-2 EMSが確認された地域の分布
Mohammad Jalil Zorriehzahra, Reza Banaederakhshan, Early Mortality Syndrome (EMS) as new Emerging Threat in Shrimp Industry, Advances in Animal and Veterinary Sciences, March 2015, Volume 3, Special issue 2, P64-72, P65 Figure 1より転載

(図-2)⁴⁾。なかでもタイのEMS被害は大きく、エビ生産量は2011年の60万トンから2013年には30万トンまで激減している¹⁾。このため、バナメイエビの2013年末の国際価格は2012年に比べてほぼ2倍になり、日本においてもエビの価格高騰により大



写真-1 EMS感染サイン
EMSに感染したバナメイエビの稚エビ(左)と健全な稚エビ(右)。左の稚エビにはEMS感染サインである肝臓の白色化(壊死)が見られる。
FAO Fisheries and Aquaculture Report No. 1053, Hanoi, Viet Nam, 25-27 June 2013, P10 Figure 2aより転載

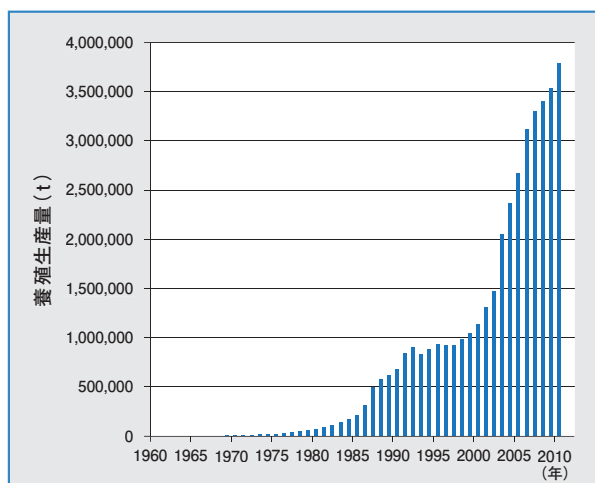


図-1 世界のエビ養殖生産量の推移

きな影響が出ている。これらEMS等の病気を予防し、エビ養殖の生産性を高めるには、養殖池の水質の安定・浄化が重要である。

太平洋セメント(株)では、2012年10月に環境事業部アクア事業グループを創設し、水処理に関連する分野の資材開発および事業化を推進しており、養殖池の環境を改善するための技術開発にも取り組んでいる。本報告では、養殖用水質安定資材「セラクリーン」を用いたエビ養殖池の環境改善技術について、その概要とこれまでの開発状況を紹介します。

2 養殖用水質安定資材「セラクリーン」の概要

セラクリーン(写真-2)は、養殖場の水作りのために開発された微細で多数の孔隙を持つ人工ケイ酸カルシウム水和物である。主要鉱物はトバモライトで、pH、アルカリ度を安定させる強い緩衝能力を有し、空隙に有用なバクテリアを活着させる(写真-3)。エビ養殖池ではエビの排泄物や残餌が底泥として堆積し、水質の悪化が問題となるが、セラクリーンを施用することで有用なバクテリアの活動を活



写真-2 セラクリーン

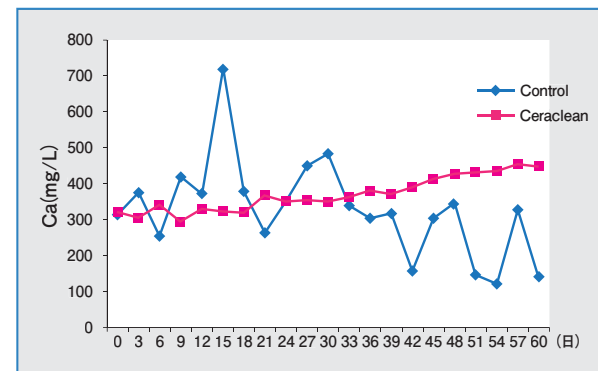


図-3 水槽中のカルシウム濃度の推移

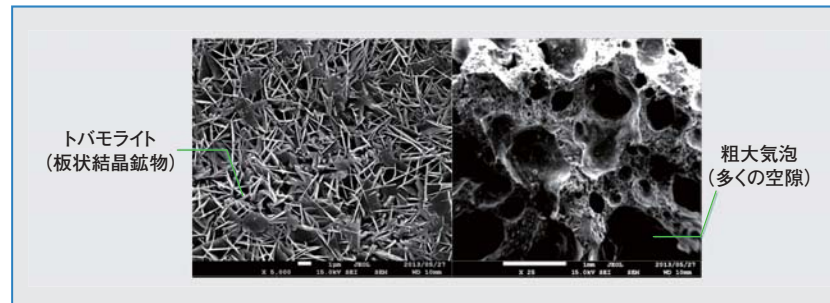


写真-3 セラクリーンのSEM像

発化させて底泥の発生量を削減し、水質を浄化させることができる。現在はセラクリーンを台湾へ輸出し、エビ養殖池を中心に販売しているが、販売量の拡大と東南アジア地域等新たな市場への参入を目指し、セラクリーンの持つ水質浄化機能以外の有効性について研究開発を進めている。

3 これまでの開発状況

3-1 エビ養殖における生産性向上の検討

著者らは2013年に東京海洋大学と、エビ養殖が盛んなタイのワライラック大学の3者でエビ養殖へのセラクリーン施用による養殖効果の検証とメカニズム解明に関する共同研究を開始した。まず、ラボ試験として水槽でのバナメイエビ飼育試験をタイのワライラック大学にて実施した。試験は、セラクリーンを3日毎に60mg/L施用するセラクリーン区と無施用区の2水準4反復で、バナメイエビを各20尾350L水槽で60日間飼育し、エビの平均1日増体重(Average

Day Growth 以下ADG)と生存率を評価した。飼育60日後のエビの成長と生存率を表-1に示す。セラクリーン区では無施用区と比較してADGは0.02g上昇し、エビの肥育率向上が確認された。また、生存率は無施用区に対し24.2%向上し、収量としてはセラクリーンを施用することで95%増加したことから、生産性が大幅に向上する可能性が示唆された。この増収効果のメカニズムに関し、セラクリーンから溶出が期待されるカルシウムについて、養殖水中の濃度を測定した。無施用区ではカルシウム濃度が乱高下するとともに漸減傾向にあるが、セラクリーン区では300~400mg/Lと高濃度で安定化した(図-3)。養殖水中のカルシウムはエビの健全な成育、特に甲殻形成に重要なミネラルであり、これが病害への抵抗性などを誘導し生存率が向上したと考えられる。写真-4に飼育試験中の各区の水槽を

表-1 飼育60日後のエビの成長と生存率

	無施用区	セラクリーン区
開始時の体重(g)	2.37±0.35	2.35±0.38
60日後の体重(g)	6.07±1.29	7.28±1.30
体重増加量(g)	3.71±1.30	4.74±1.26
ADG	0.06±0.02	0.08±0.02
生存率(%)	37.5±20.6	61.67±17.6

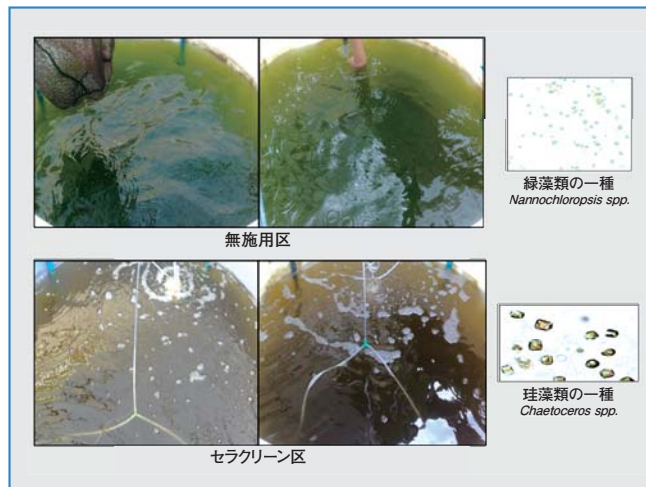


写真-4 水の色度と藻類の違い

示す。飼育の経過に伴い、無施用区の飼育水は緑色に変化したのに対し、セラクリン区では茶色に変化した。各区の水を顕鏡した結果、無施用区ではエビに毒性のある渦鞭毛藻等の緑藻類が、セラクリン区では不飽和脂肪酸を豊富に含みエビの良質な栄養源になる珪藻類が多く観察された。これは、珪藻類の必須栄養素であるケイ酸がセラクリンから溶出し持続的に供給されたことにより、珪藻類が安定的に増殖したためと考えられる。

3-2. バイオフィック技術におけるセラクリン施用効果の検証

タイを含む東南アジアや韓国等では、バイオフィック技術と呼ばれるエビ養殖技術が注目され普及しつつある。バイオフィック技術とは、養殖水中にバイオフィックと呼ばれる微生物の塊を人為的に作る技術のことで、給餌や排泄物の分解により発生する有害なアンモニアや亜硝酸を減少させ、バイオフィック自体はタンパ

摂食することによる飼料効果の向上等が期待されている(図-4)。

前述のラボ試験で、セラクリンの施用により珪藻の安定的な増殖を確認した。そこで、セラクリンとバイオフィック技術を組み合わせることによるさらなるエビ生産性向上が期待できることから、スケールアップした条件で追加試験を実施した。試験条件はバナメイエビ60尾を500Lの水槽に飼育し、無施用区、セラクリン区、バイオフィック区、セラクリン+バイオフィック区の4水準4反復とし、60日後のエビのADGと生存率を調査した。なお、セラクリン区、セラクリン+バイオフィック区は、60mg/Lとなるセラクリンを飼育期間7日毎に1回施用した。飼育60日後のエビの成長と生存率を表-2に示す。セラクリン+バイオフィック

ク源としてエビの餌になるという効果があると考えられている⁶⁾。エビ養殖での効果としては、養殖水の適度な濁りによるストレス緩和や共食いの減少、生物相を安定させることによる水質の維持や有害生物の侵入防止、発生した珪藻をエビが

4 おわりに

本報告では、養殖用水質安定資材「セラクリン」の概要とその開発状況について紹介した。エビは飼料変換効率の高さから食糧危機の救世主として注目されているが、一方では、その大半が生産されている東南アジアでの病気の蔓延は安定的な養殖の大きな問題となっている。病気を予防するには水質の安定・浄化が重要である。今回、セラクリンの施用効果について化学的水質維持効果に加え、カルシウムやケイ酸といったミネラル溶出による、エビ甲殻の強化や珪藻を主体とする生物相の安定化による生存率向上、珪藻の給餌効果によるADGの上昇を確認し、エビの生産性が向上することを見出した(図-5)。現在、タイで実養殖池での試験を実施中であり、セラクリン施用による生産性向上の実証とメカニズムのさらなる解明を行っていく。

今後、エビ養殖は日本国内でも拡大

表-2 飼育60日後のエビの成長と生存率2

	無施用区	セラクリン区	バイオフィック区	セラクリン+バイオフィック区
開始時の体重(g)	1.65±0.07	1.47±0.09	1.80±0.25	1.47±0.09
60日後の体重(g)	6.45±0.10	6.87±0.49	7.20±0.70	7.52±0.42
体重増加量(g)	4.8±1.30	5.4±0.26	5.43±0.70	6.05±0.63
ADG	0.08±0.01	0.09±0.01	0.09±0.00	0.10±0.01
生存率(%)	63.5±9.7	74.5±1.2	77.1±5.1	81.5±3.4

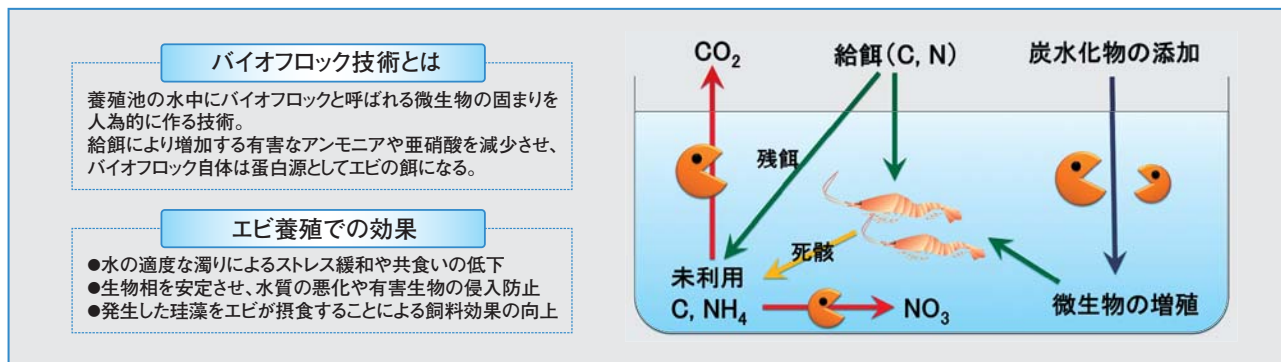


図-4 バイオフィック技術概要

していく可能性があり、セラクリンを用いたエビ陸上養殖への適用についても検討していく。また、セラクリンはエビ以外にもカニ等の甲殻類やアサリ等の二枚貝といった様々な魚介類の養殖に効果があると考えている。さらに、近年ケイ素の循環

が地球環境に重要な役割を担っていることが解明されつつあり、「シリカ欠損仮説」が提唱される等ケイ酸の減少が赤潮の発生をはじめ生態系に及ぼす影響が指摘され始めた⁷⁾。セラクリンは水系にケイ酸を長期間安定的に供給する優れた

資材であり、生態系の保全に一翼を担うと期待している。

もしかしたらセラクリンは、養殖水質安定資材に留まらず、食糧危機と地球環境変質の救世主になるかもしれない。

(セラクリンは太平洋セメント(株)の登録商標です。)

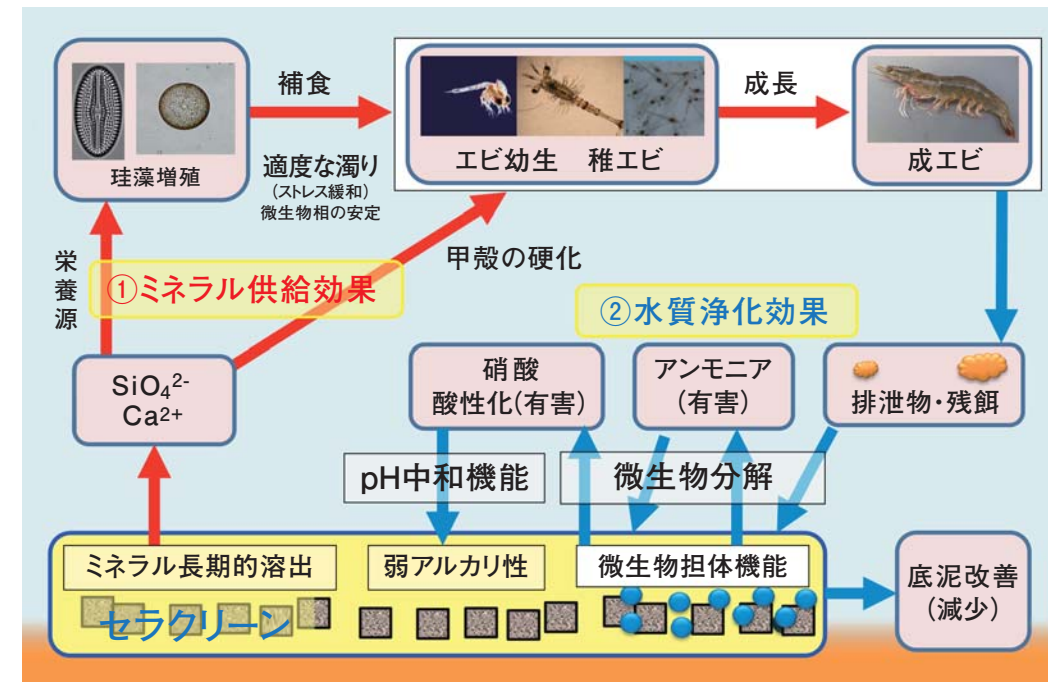


図-5 セラクリンによるエビ養殖における生産性向上効果

【参考文献】

- (独)水産総合研究センター、水産育種研究戦略-水産育種研究の今後の進め方について-、平成25年3月
- FAO, The state of world fisheries and aquaculture, 2012, Rome
- FAO Fisheries and Aquaculture Report No.1053, Hanoi, Viet Nam, 25-27 June 2013
- Leaño EM, Mohan CV, Early mortality syndrome threatens Asia's shrimp farms, Global Aquaculture Advocate, 2012, July/August, 38-39
- Mohammad Jalil Zorriehzahra, Reza Banaederakhshan, Early Mortality Syndrome (EMS) as new Emerging Threat in Shrimp Industry, Advances in Animal and Veterinary Sciences, March 2015, Volume 3, Special issue 2, Page 64-72
- Avnimelech Y. (ed.), 1999, Biofloc Technology, World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA
- (独)国立環境研究所, 「シリカ欠損仮説」と海域生態系の変質, 環境儀, No39

Sataporn Direkbusrakom

【著者略歴】

1999年 Ph.D. Fisheries science, Hokkaido University
現在 Walailak University, Chief of Research Center of Excellence on Shrimp

ひろの・いくお

【著者略歴】

1993年 鹿児島大学大学院連合農学研究科博士
現在 東京海洋大学大学院海洋科学部ゲノム科学研究室教授

はなだ・あきこ

【著者略歴】

2008年 太平洋セメント株式会社入社
現在 同社中央研究所第3研究部資源化学チーム

かみや・たかし

【著者略歴】

1992年 小野田セメント株式会社(現 太平洋セメント株式会社)入社
現在 同社中央研究所第3研究部資源化学チームリーダー

あべ・のぶひこ

【著者略歴】

1989年 小野田セメント株式会社(現 太平洋セメント株式会社)入社
現在 同社環境事業部アグリアグループ