

■ 研究課題名

安全な国産エビ(バナメイ)生産技術のシステム化

■ 研究項目と実施体制 (◎は技術コーディネーター)

- ①生理学的研究によるバナメイ淡水化養殖技術の確立
(◎マーシー ニコル ワイルダー／(独)国際農林水産業研究センター)
- ②高密度循環式エビ生産プラントの開発
(野原 節雄／株式会社アイ・エム・ティー)
- ③エビ(バナメイ)のストレス評価・低減技術の開発
(奥村 卓二／(独)水産総合研究センター 養殖研究所)
- ④バナメイ用配合飼料の開発
(福岡 竜生／株式会社ヒガシマル)

■ 研究の目的

日本では大量に消費しているながら自給率が10%程度しかないエビ類の国産化技術を開発し、安全な食料自給の実現に貢献することを目的とする。高密度循環式バナメイエビ生産システムを構築し、マニュアルに基づく飼育方法・ストレス低減方策、さらに高密度養殖に適した植物性タンパク質を利用した低環境負荷の専用飼料も提供する。バナメイエビ養殖では世界最高水準の高密度(10kg/m³)を通年で実現し、安定的な事業推進が図れるようにする。

■ 主要な成果

- ①バナメイエビの浸透圧調節機構を調べ、稚エビの最適な低塩分飼育水(塩分濃度5ppt、硬度1400ppm)のほか、低塩分水への最適馴致期間(5pptの場合、1日以上が必要)(図1)を見出した。
- ②バナメイエビの生殖機構解明の一環として、眼柄由来のペプチドを詳細に解析した結果、7種の卵黄形成抑制活性を保持するペプチドを明らかにした(図2)。この結果に基づき、卵黄形成抑制ホルモン(vitellogenesis-inhibiting hormone: VIH)の同定に成功し、ホルモン投与等による親エビの人為催熟技術の開発に取り組んだ。また、国内でのエビ類生産の安定化を図るため、種苗生産技術のシーズ開発を試みて、親エビの成熟誘導に成功した(図3)。
- ③高密度循環式エビ生産プラントを開発するに当たり、バナメイエビの各成長段階における最適な水温、酸素消費量(図4:クルマエビの3倍)、流速、水質を解明し、エビ生産システム(図5)を設計し特許を取得した。
- ④プラント機器(造波ゲート、マイクロスクリーン、沈殿物排除装置、酸素混合器、人工海草、低揚程大流量循環ポンプ、収穫用四手網など)(図6)を独自に開発製作し、これらを利用した事業規模での実証プラント(図7)を建設した。実証プラントでは、最終生存率58.9%、密度9.43kg/m³を実現している。また、プラント運転は素人でも可能な様に、各種運用マニュアル類の整備を行い、現地での教育に利用している。
- ⑤バナメイエビのストレスを、病気への抵抗力を中心に評価した。バナメイエビに溶存酸素低下、アンモニア濃度増加、絶食、ハンドリング等のストレスを与えると、生体防御関連遺伝子の発現量が増減することから、遺伝子発現量によってストレスを評価できる。その結果をもとに、実証プラントでの育成試験について飼育密度とストレス指標の関係を調べたところ、目標とする高密度水準(1000尾/トン)で育成しても、水質管理が適切に行われていればストレスは適正範囲に保つことができる(図8)。

- ⑥バナメイエビの基礎的栄養要求量を解明し、低塩分育成水での育成環境を勘案して、バナメイエビ育成用の基本飼料組成を決定した。またこの基本飼料のタンパク質の組み合わせ検討や、植物性タンパク量を増やすなどの工夫により、飼料の低価格化を実現するとともに、増肉効果の高い経済的飼料組成を確立した（図9）。粘結剤を検討することにより、餌の水中保形性が向上し、飼育水の水質安定、劣化防止に貢献した。
- ⑦以上コンソーシアム各機関の知見を全て統合し、商業レベルのエビ育成マニュアルを作成、それに基づいて実証プラントにおいて育成実験を行った上で、平成19年9月より、商業運転も開始、平成19年12月より「妙高ゆきエビ®」として地元を中心に販売を開始した。

■ 公表した主な特許と論文

- ①特許第4242875：水槽内の沈殿物排除装置及びこれらを用いた水産養殖装置：(株)アイ・エム・ティー
- ②特開2008-043252：室内型エビ生産に用いるエビ育成・健康管理システム：(独)国際農林水産業研究センター、(株)アイ・エム・ティー
- ③Tsutsui, N., *et al.* Purification of sinus gland peptides having vitellogenesis-inhibiting activity from the whiteleg shrimp *Litopenaeus vannamei*, *Marine Biotechnology* 9: 360-369 (2007)
- ④Okumura, T. Effects of lipopolysaccharide on gene expression of antimicrobial peptides (penaeidins and crustin), serine proteinase and prophenoloxidase in haemocytes of the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Fish and Shellfish Immunology* 22: 68-76 (2007)

■ 今後の展開方向

- ①安定的な国内種苗生産：エビ類全般における親エビの人為催熟技術の開発、成熟機構の解明を行い、安定的な国内種苗生産を行う。
- ②水産物の自給率向上に繋がる本システムは、実証プラントによる商業生産を開始したが、安定的な生産を持続するための更なる改良が必要となっている。特に、本委託研究で達成した高密度育成下での水質安定手法や、エビのサイズ別収穫方法などが課題となっている。
- ③上記課題を解決しつつ、今後、安心安全な国産エビ生産工場を全国に建設することにより、安全な食料自給の実現に貢献する。また遊休耕作地の利用や雇用確保、特産物による観光振興などの波及効果につなげる。
- ④エビプラントにおいてストレス評価、低減技術が有効に働くことが明らかになった。本技術を他の陸上養殖魚種に展開することで、日本で低調な陸上養殖技術開発を促進する一助となりうる。

■ 問い合わせ先

- ①生理学的研究によるバナメイ淡水化養殖技術の確立：(独)国際農林水産業研究センター (029-838-6370) (<http://jircas.affrc.go.jp>)
- ②高密度循環式エビ生産プラントの開発：株式会社アイ・エム・ティー (03-5363-6942) (<http://www.imt-japan.co.jp>)
- ③エビ（バナメイ）のストレス評価・低減技術の開発：(独)水産総合研究センター 養殖研究所、(0599-66-1830) (<http://nria.fra.affrc.go.jp>)
- ④バナメイ用配合飼料の開発：株式会社ヒガシマル (0996-33-5412) (<http://www.k-higashimaru.co.jp>)

■ 研究成果の具体的図表

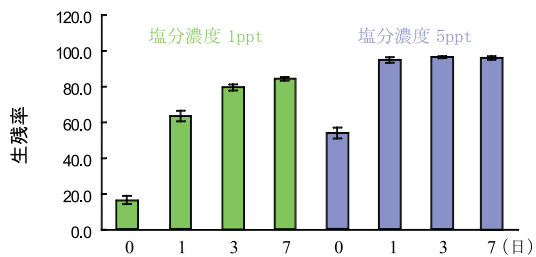


図1. 各低塩分水への馴致期間と稚エビ生残率の関係

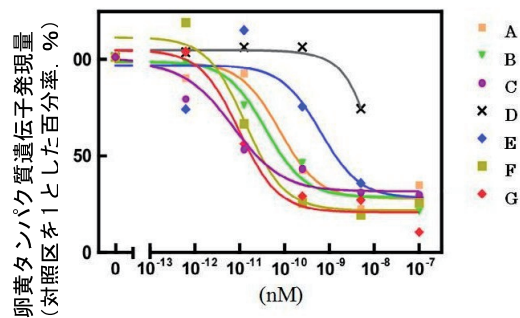


図2. バナメイ眼柄由来の7種(A~G)ペプチドの卵黄形成抑制活性

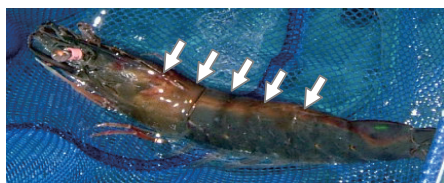


図3. 人工授精に使用した親エビ (矢印は成熟した卵巢を示す)

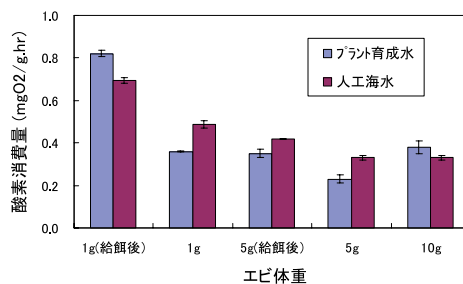


図4. バナメイの酸素消費量 (0.4~0.5mg/g·h)

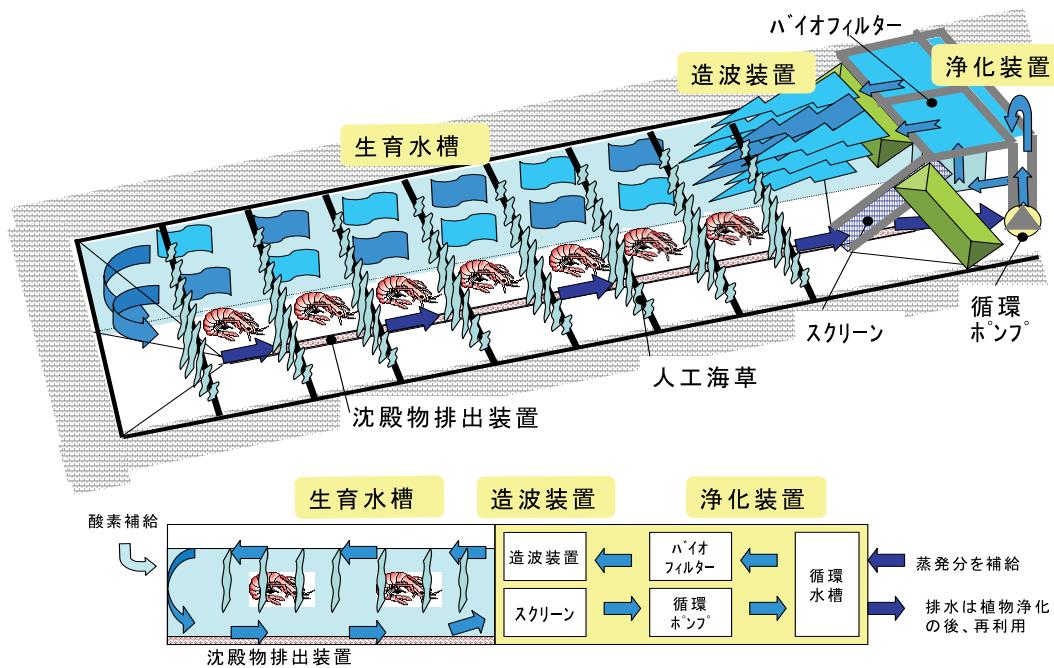


図5. 高密度循環式エビ生産システム

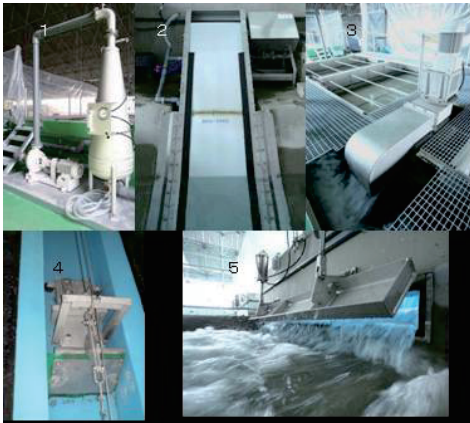


図6. 開発した機器（1 酸素供給器、2 マイクロスクリーン、3 循環ポンプ、4 沈殿物排除装置、5 造波ゲート）

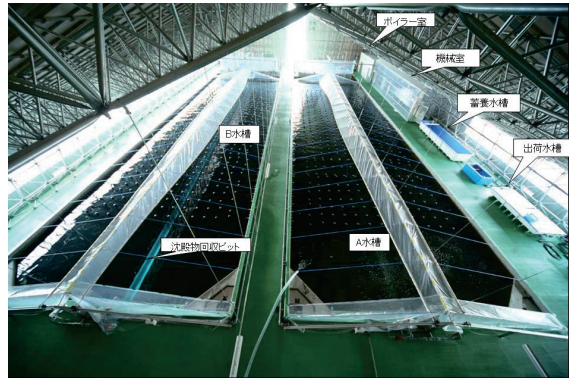


図7. 実証プラント（600トン2基）

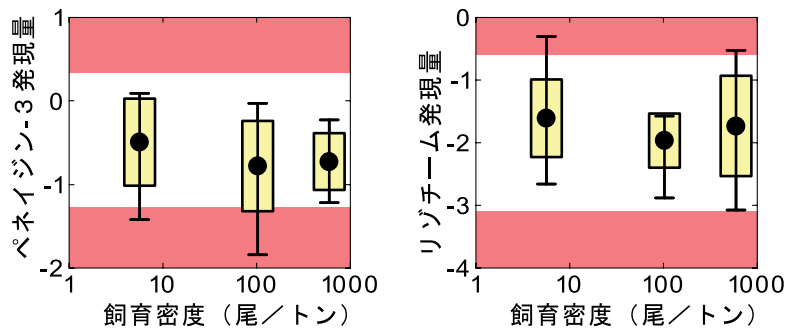


図8. 実証プラントで育成したエビの飼育密度とストレス指標
（黒丸は平均値、黄色四角は標準偏差、棒は範囲。飼育実験で求めたストレス指標の適正範囲外を図中に赤色で表示。発現量をβ-アクチン発現量との相対値にして対数表示。）

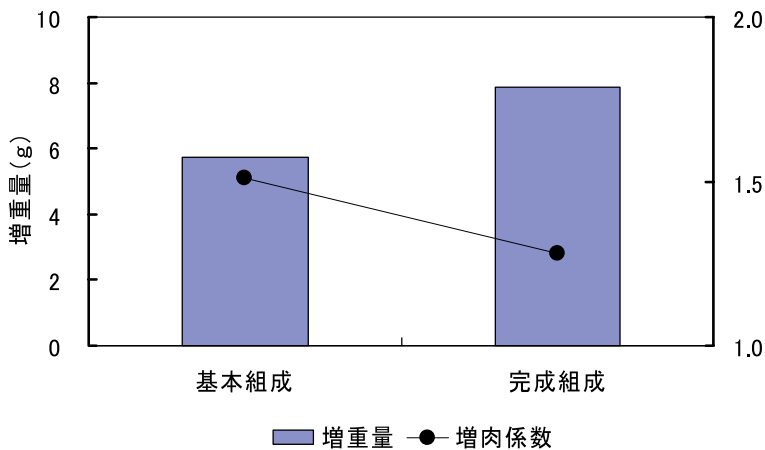


図9. 餌の組成改良によるエビの成長への貢献
（増重量は8週間の育成期間でのエビ1尾当たりの体重の増加を表す。
※増肉係数とは：エビを1g成長させるのに必要な餌のg数の比率で、この数値が低いほど飼料効果が優れる。）