

平成 31 年 4 月 17 日現在

機関番号：82708

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K18735

研究課題名(和文) クルマエビの安定採卵に向けた最適な音・振動条件の繁殖水槽の設計

研究課題名(英文) Design of breeding tank with suitable underwater sound and vibration conditions for stable egg collection of kuruma prawns

研究代表者

多賀 悠子 (Taga, Yuko)

国立研究開発法人水産研究・教育機構・水産工学研究所・研究員

研究者番号：40737318

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：クルマエビ漁獲量の減少に伴い、種苗生産に使用する親エビの確保が近年難しくなっている。そのため、陸上水槽で飼育した親エビを用いた採卵技術の確立が求められているが、交尾が十分に行われないことが問題となっており、その原因として水中音や飼育水の振動によるストレスの影響が疑われている。そこで、水槽内で交尾が行われる条件を明らかにするため、曝気による音と振動をはじめとして、水槽壁の衝撃吸収性、水槽サイズや底質と交尾との関係を調査した。その結果、後二者は交尾に影響を与え、アンスラサイト(破碎石炭)を底質に用いた場合には底面積が0.75 m²以上で交尾が行われた。一方、前二者は交尾に影響を及ぼさなかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

クルマエビは本邦の重要な養殖、放流対象種である。本種の種苗生産技術は確立されているが、採卵用親エビを天然に依存しているため生産が不安定であり、安定生産には人為的に養成した親エビからの採卵技術が必要とされている。一方で、屋外の養殖池で飼育されたクルマエビ養殖個体のウィルス感染被害は、アジア圏を中心として後を絶たないため、水槽を用いた陸上飼育による、ウィルスフリーな採卵技術の確立が求められている。しかし、陸上水槽では交尾率が低く、これまで必要量の受精卵を採ることは難しかった。本研究では、クルマエビが小型水槽で交尾を行う飼育条件を明らかにし、クルマエビの安定採卵技術の確立に資する成果を得た。

研究成果の概要(英文)：With the decrease of catch of kuruma prawn, parent prawn used for seedling production has become difficult to secure in recent years. Therefore, establishment of the egg collection technique using the parent shrimp reared in the small tank is required. However, the mating of prawns is not sufficiently occurred in the tank. It is suspected that the stress due to the underwater sound and the vibration of breeding water or other stress is the cause of low mating rate. Therefore, the relationship between underwater sound and vibration of breeding water by aeration, shock absorption of tank wall, size of tank, bottom sediment and mating rate were examined to reveal the suitable rearing conditions for mating in the tank. As a result, the latter two affected the mating, and the prawns mated with a bottom area of 0.75 m² or more when anthracite (fractured coal) was used as bottom sediment. On the other hand, the former two did not affect mating.

研究分野：水産生物行動学

キーワード：クルマエビ 交尾 水中音 水槽 底面積 底質 アンスラサイト

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

クルマエビ *Marsupenaeus japonicus* は、最も経済価値の高いエビ類であり、本邦の重要な養殖、放流対象種である。クルマエビの種苗生産では、天然個体と養殖個体の両者を親エビとして用いる方法がある。しかし、近年のクルマエビ資源量の低下に加え、天然個体の多くは病原性ウイルスを保有していることから、¹⁾ 健全な天然親エビの入手は極めて困難になっている。一方で、屋外の養殖池で飼育されたクルマエビのウイルス感染被害は、アジア圏を中心として後を絶たない。このため、水槽を用いた陸上飼育による、ウイルスフリーな採卵技術の確立が求められている。

しかし、親エビを陸上水槽で飼育すると、生殖腺の成熟は起こるものの、十分な交尾行動が行われないという問題が生じる。例えば、松野&吉松²⁾ は、大型陸上水槽で飼育した雌の交尾栓保有率(交尾率の指標)は最大でも55%と報告しており、これは、養殖池での場合(ほぼ100%)と比べて、極めて低い。陸上水槽での交尾率が低い原因として、陸上水槽内で受ける様々なストレスの影響が疑われている。³⁾ 給排水の落下音や振動の抑制によって、大型陸上水槽での親エビの交尾率が増加することが報告されていることから、⁴⁾ 音や振動が親エビの交尾行動に影響を与える可能性がある。しかし、小型陸上水槽で上記を試みた場合には交尾率は低かったことから、その影響の実態は不透明なままである。屋外養殖池では1m²の飼育面積であっても高い交尾率を示すことから、⁵⁾ 飼育面積が小さいために交尾率が低下するとは考えにくい。一方で、水槽サイズは音や振動の伝搬に深くかかわるため、これら伝搬の違いが、交尾率に影響した可能性が疑われる。海生動物への水中騒音や振動の曝露は、音響感覚を担う有毛細胞の破壊や驚愕・逃避行動の発現といったストレスを誘発することが知られている。

2. 研究の目的

クルマエビは重要な養殖・放流対象種であるが、天然資源量の減少や屋外の養殖池での病原ウイルスの蔓延に伴い、健全な親エビの確保が難しくなっている。このため、陸上水槽飼育によるウイルスフリーな採卵技術の確立が求められている。しかし、陸上水槽での交尾率は屋外養殖池での場合と比べて極めて悪い。これは陸上水槽環境が与えるストレスによると考えられ、その原因の一つとして水中音と振動の影響が疑われる。そこで本研究は水中音と振動レベルが異なる陸上水槽で飼育したクルマエビの交尾率を比較することで、(1)水中音と振動がクルマエビの交尾率に与える影響を分離して評価するとともに、(2)交尾行動に影響を与えない音・振動条件を明らかにすることを目的とした。研究の出口として、(3)親エビの育成に最適な音・振動条件の繁殖水槽を設計し、安定的な採卵を行うことができるかを検討した。

3. 研究の方法

小型水槽内での曝気条件と水中音との関係の把握

水槽内の主要な騒音源は曝気であることから、曝気条件の異なる水槽内の水中音圧レベルを計測することで、曝気条件と水中音圧レベルとの関係を明らかにし、水槽内が静穏となる曝気条件を把握した。

実験1：水槽サイズおよび水中音と振動が交尾に与える影響の把握

水槽サイズ[底面積0.18cm²の60cm角形水槽(小水槽)、底面積0.75m²の0.5t円形水槽(大水槽)]、および曝気による水中音と飼育水の振動レベル(強曝気、弱曝気；水中音圧レベル範囲：115.6-124.4 dB re μ Pa)が異なる閉鎖循環方式の小型水槽に、クルマエビ成熟個体を小水槽では雌雄1尾ずつ、大水槽では雌雄5尾ずつ収容し、すべての雌が2回脱皮するまで飼育した。脱皮毎に、脱皮直後の雌の交尾栓の有無を調べ、水槽サイズおよび曝気による水中音と飼育水の振動がクルマエビの交尾に与える影響を調べた。

実験2：水槽壁の衝撃吸収性と底質が交尾に与える影響の把握

前述の飼育実験の結果、当初の予想と異なり、水中音や飼育水の振動はクルマエビの交尾に影響を与えないことが明らかとなった。このことから、水中音や振動以外のクルマエビの交尾に影響を与える要因を明らかにし、安定的な採卵を行うことができる、親エビの育成に最適な繁殖水槽の設計を目指すこととした。そこで水槽壁の衝撃吸収性(側壁のマット被覆の有無)、および底質(アンスラサイト、サンゴ砂)に着目した。側壁のマット被覆の有無および底質が異なる閉鎖循環方式の大水槽に、クルマエビ成熟個体を雌雄5尾ずつ収容し、すべての雌が2回脱皮するまで飼育した。脱皮毎に、脱皮直後の雌の交尾栓の有無を調べ、水槽壁の衝撃吸収性と底質がクルマエビの交尾に与える影響を調べた。

統計解析

両飼育実験における雌の脱皮毎の交尾栓の有無を応答変数とし、Firth法によるバイアスを修正したロジスティック回帰によって、交尾に影響を及ぼす要因を検討した。説明変数は底面積、曝気レベル、マット被覆の有無、底質、脱皮回数および脱皮前の雌の体長とし、総当たり法でAICcが最小となるモデルを選出した。各説明変数の効果はLikelihood ratio testによって検討した。

4. 研究成果

砂を敷いた二重底水槽の(1)中央にエアレーションを設置した場合,(2)水深を通常の半分にし,中央にエアレーションを設置した場合,(3)二重底と水槽底との間にエアレーションを設置した場合,(4)中央にエアレーションを設置し,エアレーションに筒状の発泡スチロール製カバーを装着した場合,(5)エアレーションを設置しない場合の音場・振動環境を調べたところ,水中音圧レベルは(5)<(3),(4)<(1),(2)の順になった。(5)の条件は最も静穏であったが,溶存酸素濃度の低下がクルマエビの飼育において問題になると思われた。エアレーションを中央に設置した場合(1,2)には中心部でかなり音圧が大きく,水槽壁に近づくにつれ弱くなった。(3)の条件では,水槽壁周辺から空気が間欠的に漏れ出す時以外はごく静穏が保たれた。(4)の条件では,エアレーション直近は音圧が高かったものの,音の広がりが小さく,水槽の大部分は静穏であったことから,水槽内が静穏となる曝気条件としては,(3)または(4)が選択された。

実験1では,小水槽区は強曝気、弱曝気区とも交尾しなかった。一方,大水槽区では全雌のうち実験中に1回以上交尾した個体の割合は大水槽の強曝気,弱曝気区でそれぞれ60%と20%であり,交尾栓保有率は0-75%を示した。大水槽・強曝気区の音波のエネルギーは大水槽・弱曝気区の1.4倍(+2.8 dB)であったが,通常の飼育で想定される範囲の水中音や振動では,交尾に悪影響を与えないことが示された。実験2では,アンスラサイトを底質に用いた区ではマット被覆の有無にかかわらず交尾栓を持つ雌が確認され,交尾栓保有率は0-60%を示した。一方,サンゴ砂を底質とした区では交尾しなかった。ロジスティック回帰の変数選択の結果,底面積,底質および脱皮回数を説明変数とするモデルが選択され,底面積と底質に有意性が認められた。つまり,本種の交尾の成功を左右する要因として,水中音(振動)や水槽壁の衝撃吸収性よりも水槽の底面積と底質の影響が大きいことが示された。

両実験の結果から,水槽サイズは交尾に影響を与え,交尾が行われる底面積の下限は0.18-0.75 m²の間にあると推察された。また,交尾を目的として本種を水槽飼育する際の底質は,サンゴ砂よりもアンスラサイトが適していると判断され,底質にアンスラサイトを用いることで,従来の方法よりも小型の水槽で本種を交尾させることに成功した。アンスラサイトは本種の飼育資材としてはこれまで利用されていなかったため,今後の活用が期待される。また,水槽で継続的に高い交尾率を再現するためには,本研究で検討した以外に様々な飼育環境要因が存在するものと思われる,今後の検討が必要である。

<引用文献>

- (1) Takahashi T. et al. (1996) Polymerase chain reaction (PCR) amplification of bacilliform virus (RV-PJ) DNA in *Penaeus japonicus* Bate and systemic ectodermal and mesodermal baculovirus (SEMBV) DNA in *Penaeus monodon* Fabricius, Journal of Fish Diseases, 19:399-403
- (2) 松野 進, 吉松 隆司 (2004) 配合飼料投与により屋内水槽で飼育したクルマエビの成熟, 山口県水産研究センター研究報告, 2: 105-112
- (3) 矢野 勲 (1988) クルマエビ属, II 交尾・産卵. エビ・カニ類の種苗生産 (平野礼次郎編), 恒星社厚生閣, 東京, 54-63
- (4) 杉山 昭博 (2008) 養成クルマエビの産卵促進方法並びに産卵促進装置, 特開 2008-136478
- (5) 浜野かおる, 奥村卓二 (2016) 養殖技術講座: SPF クルマエビ種苗 (第2回) SPF クルマエビの高感度選抜と人工交配, 養殖ビジネス, 53:20-23

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計1件)

- (1) 宮島(多賀)悠子, 伏屋玲子(印刷中) 小型水槽内でクルマエビ *Marsupenaeus japonicus* の交尾が行われる飼育条件の検討. 日本水産学会誌 (査読あり)

[学会発表](計4件)

- (1) 宮島(多賀)悠子, 伏屋玲子 (2019) 小型水槽内でクルマエビ *Marsupenaeus japonicus* の交尾が行われる飼育条件の検討. 平成 31 年度日本水産学会春季大会
- (2) 伏屋玲子, 宮島(多賀)悠子 (2019) クルマエビの産卵行動. 平成 31 年度日本水産学会春季大会
- (3) 宮島(多賀)悠子, 高橋竜三, 浜野かおる (2017) クルマエビ養殖池と陸上小型水槽の水中音場環境. 平成 29 年度日本水産学会春季大会
- (4) 浜野かおる, 後藤卓哉, 高木基裕, 赤松友成, 宮島(多賀)悠子, 今泉智人 (2016) クルマエビの自然交配における音響の影響. 平成 28 年度日本水産学会春季大会

[図書](計0件)

[産業財産権]

出願状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年：
国内外の別：

取得状況（計0件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

1. 多賀悠子, 伏屋玲子(2018) 水槽内でクルマエビの交尾が行われる飼育条件. 水産工学研究所 研究成果情報等リーフレット 研究の栞 .
http://nrife.fra.affrc.go.jp/seika/H30/siori30pdf/2018_08.pdf

2.

6. 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：

ローマ字氏名：

所属研究機関名：

部局名：

職名：

研究者番号（8桁）：

(2)研究協力者

研究協力者氏名：伏屋玲子, 浜野かおる

ローマ字氏名：REIKO FUSEYA, KAORU HAMANO

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。