

熱帯塩水養殖池の下層蓄熱現象による養殖生産リスクの検討

Study on Aquaculture Production Risk

Induced by Heat Storage in Saline Aquaculture Ponds Observed in Tropics

○尾崎 彰則*, パニタン カイウジャンタウィ**, グエン ヴァン ティン***, 松元 賢*

OZAKI Akinori, PANITAN Kaewjantawee, NGUYEN Van Thinh, MATSUMOTO Masaru

1. はじめに

水温成層と塩分成層が同時に存在する閉鎖性水域では、熱塩対流と呼ばれる特有の対流現象が出現する可能性がある。熱塩対流とは、水温成層と塩分成層が存在する流れの場において出現する二重拡散対流の一つである。特に下層が高水温・高塩分、上層が低水温・低塩分になる場合、上下層間に存在する塩分濃度勾配層が、熱塩対流効果による非対流領域となり下層高塩分層の蓄熱を誘因する⁽¹⁾。

著者らは、曝気循環を行わない熱帯雨季の塩水養殖池において、雨季特有の降雨による塩分成層の形成および塩分成層形成後の受熱・放熱により、水域下層に蓄熱現象が発生することを明らかにしている⁽²⁾。この蓄熱現象は、高水温に伴う水質汚濁、病原微生物の増加、養殖物への生理的ストレスなど、養殖生産性にきわめて危険なリスクになると考えられる。しかしながら、これらの生起因果関係や養殖生産リスクは明らかにされていない。

本研究では、これらのリスクのうち、水域蓄熱と病原微生物増減の相関関係の解明を目的として、実験水域における気象変動・水環境変動の連続観測および定期的に採取した水サンプルの16S rRNA細菌叢解析を行い検討した。

2. 研究概要

現地観測は、タイ・カセサート大学水産学部クーロンワン水産研究所が管理するミルクフィッシュ (*Chanos chanos*) およびバナメイエビ (*Litopenaeus vannamei*) を養殖対象とした2つの水域(長さ: 23.2 m, 幅: 22.5 m, 最大水深: 1.4 m) を利用し、2019年7月1日~9月30日(雨季期間)に行った。観測項目は、気象変動(気温・湿度・日射量・雨量・風向・風速) および各水域における密度成層変動(水温成層・塩分成層・水深)の連続観測(10分間隔)、水質変動(pH, 溶存酸素, 酸化還元電位, 濁度)の定期観測(週5回 12:00~13:00)、養殖個体の定期計量(10日間隔)および採水(10日間隔, 水底から+0.1 mの位置)である。採水サンプルについては、採水後すぐに10%ホルマリン液により固定保存した。この採水サンプルは、NRCT (National Research Council of Thailand) から国外持ち出し許可を取得後日本国内に持ち出し、16S rRNA細菌叢解析を行い採水サンプルに存在する細菌の種構成を明らかにした。なお、観測期間の水管理は、人工的な曝気循環を行わない粗放養殖とした。したがって、実験開始後の塩分濃度および水位は、気象条件に依存する。

3. 下層高水温現象の観測結果

Fig. 1に観測実施期間の気象変動を、Fig. 2に水温および塩分鉛直分布変動コンター図を示す。Fig. 2のバナメイエビ養殖池の水温変動より、8月7日~17日および9月18日~27日において、水域中層から下層にかけて蓄熱が発生していることがわかる。この期間の塩分濃度状態は、蓄熱が発生する数日前より継続した降雨により、下層高塩分層、塩分濃度勾配層および上層低塩分層の3成層状態であり、熱塩対流による塩分濃度勾配層の断熱が起こる条件が出現していた⁽²⁾。一方、ミルクフィッシュ養殖池では、降雨による塩分成層の3成層状態は出現せず、蓄熱現象も確認されなかった。これは、ミルクフィッシュの遊泳行動が、降雨後の塩分成層形成を阻害したためであると考えられる。このことから、本研究が対象とする塩水養殖池の蓄熱現象は、養殖物の鉛直遊泳が起こりにくい、貝類、甲殻類、海藻などの養殖池に起こりうる現象であると考えられる。

3. 採水サンプルの細菌叢解析・主成分分析

定期採水した水サンプルについて、16S rRNA細菌叢解析を行った結果、ミルクフィッ

*九州大学熱帯農学研究センター *Institute of Tropical Agriculture, Kyushu University*, **カセサート大学水産学部クーロンワン水産研究所 *Klongwan Fisheries Research Station, Kasetsart University*, ***九州大学大学院比較社会文化研究院 環境変動部門 *Department of Environmental Changes, Faculty of Social and Cultural Studies, Kyushu University*

キーワード: 熱塩対流, 水産病害, メタゲノム解析, 主成分分析

ユの養殖池で 135 属, バナメイエビの養殖池で 138 属を特定した. また, 得られた細菌属と環境変動値 (気象・水温・塩分・水質) との相関関係を明らかにするために, 主成分分析を行い検討した. なお, 水サンプルのサンプリング間隔が 10 日間であったことから, 主成分分析に用いた環境計測値は, サンプリング前 10 日間の平均値および積算値 (日射量・雨量) を採用した. Fig. 3 に, 主成分分析結果を示す. Fig. 3 より, 細菌属と環境変動値との相関関係はそれぞれの池で異なることがわかる. 特に, 蓄熱が起こったバナメイエビの養殖池では, 水温と濁度のスコアが近いことがわかる. また, 水温と細菌属については, *Francisella* 属, *Synechocystis* 属 *PCC-6803* および *Cyanobiaceae* 属が水温とのスコアが近い. このうち, *Francisella* 属は, 病原性グラム陰性細菌であり, 水産病との関連では, メガイアワビ, ホタテガイの感染症の原因菌として報告されている. 今回の観測期間における, *Francisella* 属の存在比は, それぞれの養殖池でそれほど高いものではないが, 特に 9 月の蓄熱発生時には, ミルクフィッシュ養殖池では存在しないのに対し, バナメイエビの養殖池では, 蓄熱前後の期間で 7 倍に増加していた.

5. まとめ

以上本研究から, 水温成層逆転現象と特定の病原関連細菌との相関性が明らかになった. 今後は, 本研究成果を礎として, 継続的に観測・解析情報を蓄積することにより, 網羅的に蓄熱現象と養殖生産リスクとの関連について究明していく予定である.

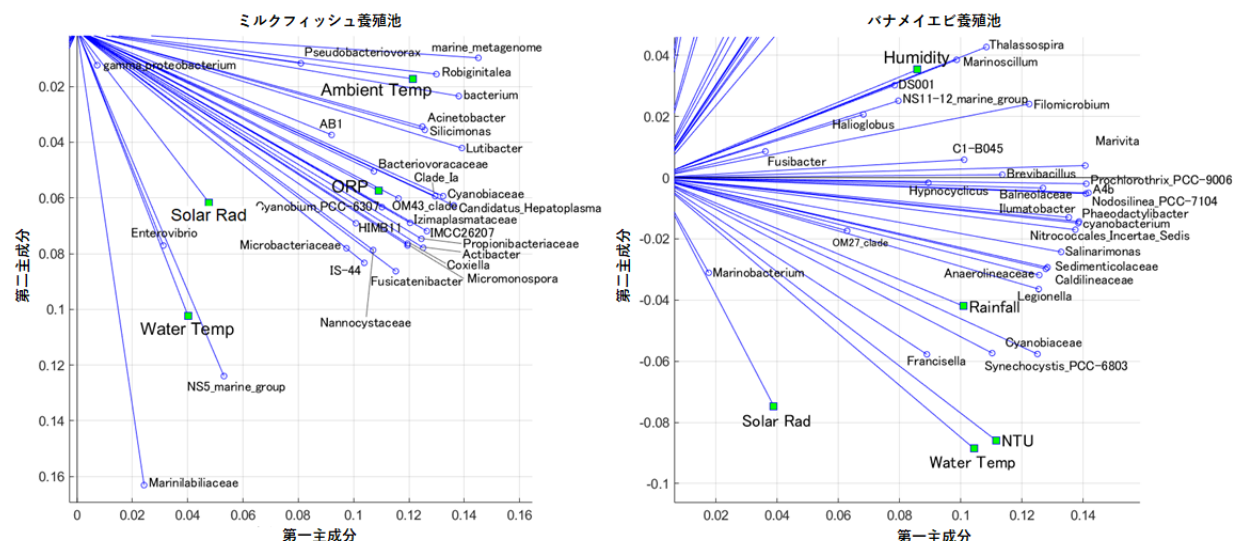


Fig. 3 主成分分析結果抜粋 (水域内計測項目は 0.0~0.5m の平均値)
Results of PCA (water parameter values are mean value from 0.0m to 0.5 m)

参考文献 : (1) John R. Hull, Carl E. Nielsen, Peter Golding, Salinity-Gradient Solar Ponds, CRC Press (2) 尾崎彰則他, 熱帯塩水養殖池における水域蓄熱現象に関する現地観測, 土木学会論文集 B1(水工学) 75(2), 679-684,

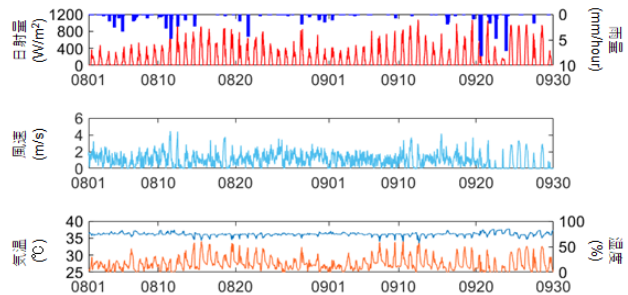


Fig. 1 観測実施期間の気象変動
Weather variation

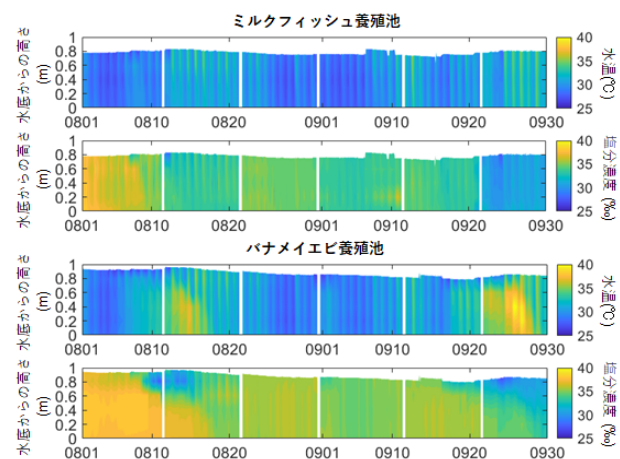


Fig. 2 観測実施期間の水温・塩分濃度変動
Water temperature and salinity variation