

熱帯地域の水産養殖地で観測される下層高水温現象に関する現地観測 *Field Investigation for High Water Temperature in the Lower Layer, Observed in Saline Aquaculture Ponds in Tropical Areas*

○尾崎 彰則*, パニタン カイウジャンタウィ**, モントン アノンポニヤスクル***,
 グエン ヴァン ティン*, 松元 賢*, 岡安 崇史****
*OZAKI Akinori, PANITAN Kaewjantawee, MONTON Anongponyoskul, NGUYEN Van Thinh,
 MATSUMOTO Masaru, OKAYASU Takashi*

1. はじめに

熱帯地域特有の気象条件下にある塩水を利用する水産養殖池では、水温と塩分による複雑な成層状態が誘引する熱塩対流^{(1)他}により、水域下層に高水温状態が維持される可能性がある。この高水温状態は、水産病害を発生するウイルスや病原微生物の温床になる可能性や、底泥から毒性物質を溶出させる可能性があることから、水域環境や生態系への影響、さらには水産養殖業界への経済的損失が懸念される。しかしながら、水産養殖池における下層高水温については、既往の研究事例が皆無であり現象理解が進んでいない。

そこで本研究では、熱帯地域の塩水を利用する水産養殖池において観測される下層高水温現象について、特にその発生・解消に関わる気象条件および水環境条件について検討することを目的として、現地水産養殖池における気象環境および水環境の連続観測を行った。

2. 観測概要

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実験用水産養殖池を実験水域とし、2017年6月1日～10月31日（雨季期間）の5か月間、気象環境および水環境の連続観測を行った。観測対象項目を Table 1 に示す。実験水域は、同程度のスケールの池3か所を用い、実験開始前（5月30日）に異なる塩分濃度条件を設定した（Fig. 1 参照）。なお、今回の実験期間を通しての塩分調整および水位調整は、実験開始前の1回のみであり、実験開始後の水域内塩分濃度および水位は、気象条件によつての変化のみである。

Table 1 観測対象項目
 Items under observation

環境条件	観測項目	観測条件
気象条件	気温 (°C)	・10分間隔（自動計測）
	湿度 (%)	
	風速(m/s)	
	風向(度)	
	日射量 (W/m ²)	
	雨量 (mm/10 mins)	
水環境条件	水温 (°C)	・10分間隔（自動計測） ・水底から20 cm間隔（固定）
	照度 (Lux)	
	水深 (cm)	・10分間隔（自動計測）
	塩分濃度 (%)	・週5回 ・12:00-14:00の間のマニュアル計測

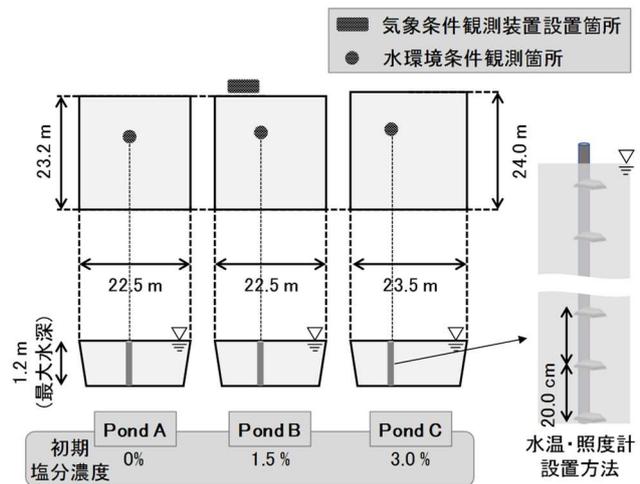


Fig. 1 観測対象水域条件
 Conditions of observation ponds

*九州大学熱帯農学研究センター *Institute of Tropical Agriculture, Kyushu University*, ** カセサート大学クーロンワン水産研究所 *Klongwan Fisheries Research Station, Kasetsart University*, *** カセサート大学水産学部 *Faculty of Fisheries Kasetsart University*, **** 九州大学大学院農学研究院 *Faculty of Agriculture, Kyushu University*

キーワード：塩分成層，水温成層，熱塩対流

3. 観測結果

Fig. 2, Fig.3 および Fig.4 に特徴的な下層高水温が観測された期間の一例として、7月13日～7月31日の気象条件、塩分成層状態および水温成層状態を示す。なお、Fig.3 に示す塩分成層状態については、塩分濃度の計測が週5日であったことから、観測間断期間の値は、線形補完値を用いて作図している。

Fig.2 より、水域の塩分成層状態に影響を及ぼす降雨の特徴として、7月14日～18日の期間(期間積算 42.8 mm)と7月23日～27日(期間積算 48.8 mm)の2つの期間でまとまった降雨を確認できる。また、7月21日の午後3時には1時間に10mmを超える降雨を確認できる。

次に Fig.3 より、特に Pond B および Pond C において、降雨の影響により、水面付近から約20cmの領域で塩分濃度が低い層が存在すること、また、特に Pond C において塩分濃度状態が3層(低塩分層、中間層、高塩分層)に分かれていることが確認できる。

Fig.4 に示す水温成層状態については、この Pond C の塩分成層が3層に分かれている期間に下層の高水温状態が確認できる。さらに、この3層状態が解消されるにつれて、高水温状態が消滅していることも確認できる。この3層状態と下層高水温状態の関係については、ソーラーポンドの下層高塩分層の蓄熱を扱った研究において、高水温状態の維持に寄与する熱塩対流の発生条件として重要であることが報告されており⁽²⁾、本研究で行った観測においても、熱帯特有の降雨および日射等の気象条件が、塩分成層状態を3層に分けた結果、特に高塩分濃度の水産養殖池において、熱塩対流の影響により下層の高水温状態が出現したと考えられる。

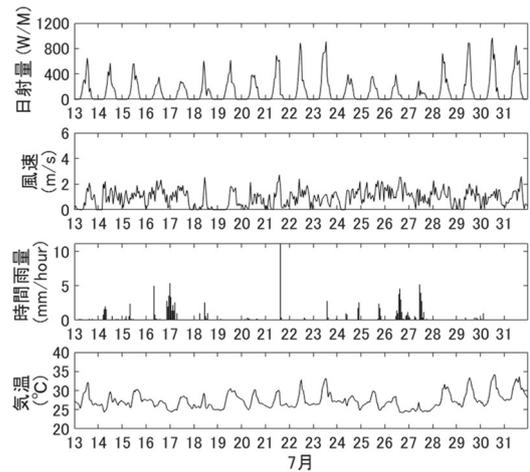


Fig. 2 7月13日～31日の気象条件
Variation of weather conditions
during 13-31 July

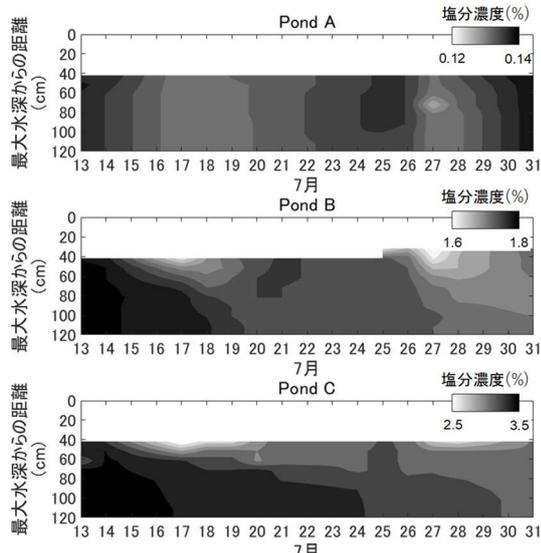


Fig. 3 7月13日～31日の塩分成層状態
Variation of salinity stratification
during 13-31 July

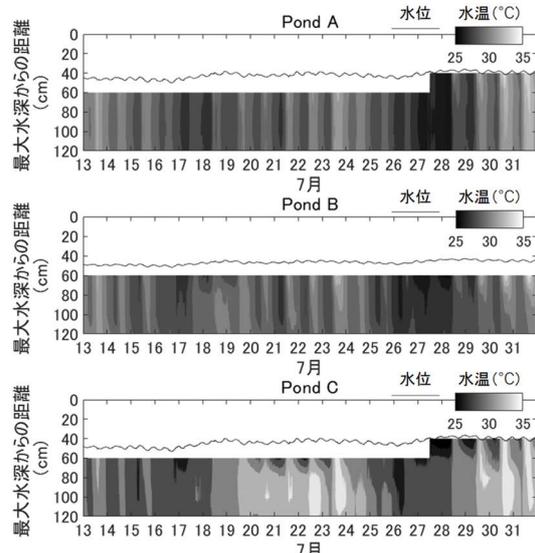


Fig. 4 7月13日～31日の水温成層状態
Variation of water temperature stratification
during 13-31 July

4. まとめ

本研究により、熱帯地域の塩水を用いる水産養殖池では、熱帯特有の気象条件により、塩分成層が3層に分かれた結果、下層に高水温状態が維持されることが確認できた。この高水温状態は、3層状態の解消とともに消滅することも確認できた。以上のことから、この3層状態の発生・解消のメカニズムを解明することにより、熱帯地域の水産養殖池における水産病害の発生、毒性物質の溶出等と下層高水温の因果関係を究明できると考える。

参考文献：(1) Henry Stommel, Thermohaline Convection with Two Stable Regimes of Flow, Tellus Vol. 13, Issue 2, pp.224-230 他, (2) John R. Hull, Carl E. Nielsen, Peter Golding, Salinity-Gradient Solar Ponds, CRC Press