

## 沖縄地方の小規模農業用ため池における気泡循環による水温成層変形の現地観測

### Field Observation of Changes in Stratification caused by Bubble Circulation in Small Irrigation pond in Okinawa Island

○古里栄一\* 鮎川和泰\*\* 中野拓治\*\*\* 山岡賢\*\*\* 奥西将之\*  
FURUSATO Eiichi \* AYUKAWA Kazuhiro\* NAKANO Takuji\*  
YAMAOKA Masaru\*\* and OKUNISHI Suguru\*

#### 1. はじめに

小規模ため池においても、一般的な湖沼と同様に水温成層が発達した場合には嫌気化にともなう底泥からの鉄やリンの溶出や富栄養化と相まって有害藍藻類の増殖が発生する。農業用ため池でこうした障害が発生した場合、鉄による送水管の目詰まりやスプリンクラーからの散水による園芸作物への赤水の付着による障害が、特に赤土土壌かつ水温の高い傾向のある沖縄を含む南西諸島では生じている。更に直接消費者の口に入る農作物にマイクロシスチン等の毒物を含有する藻類の付着は風評発生可能性も懸念される。こうした水質障害の重要な原因の一つが、安定した水温成層が長期的に存在することである。国内外で古くから数多く適用されている圧縮空気の水中吐出、いわゆる曝気循環(本報では「気泡循環」と呼称する)は、このような問題に対する有効な対策手段の一つであり、学術的にも様々な研究が実施されてきた(たとえばCooke et al. 2004)。一方で実際に現地に適用する上では幾つかの課題が残存しており、その一つが周囲水の水温成層が実際の気象状況においてどのように変形するかについての明確化である。本研究では、沖縄地方久米島の小規模ため池に実験的に設置した気泡循環装置を対象として、周囲水の水温成層の変形過程を詳細に測定することにより、この課題解決に資することを目的とする。

#### 2. 研究方法

(1)対象水域と気泡循環施設 現地実験は久米島町の山城池(最大水深約7m, 貯水容量約14万m<sup>3</sup>)で実施した。灌漑面積は59ha、栽培作物はほとんどがサトウキビであり、ハウスおよび路地栽培のキクからなる。灌漑方式はスプリンクラーおよびホースの双方である。山城池を始めとして久米島には琉球王朝時代から利用されている多くのため池が存在している。本池に導入されている気泡循環施設は湖底部から約300NL/min.の圧縮空気を連続的に吐出している。掲載は省略するが理論的には数日以内の短期間で湖水を全量混合できる能力を有する。圧縮空気は陸上部の小型コンプレッサー(2.2kw)から送風ホースを通じて湖底に供給されている(図1)。循環施設の運用は、平成29年5月23日午前9時から同30日午前9時までの計1週間実施である。なお、これらの施設一式にかかった設置費用は陸上および水中施設を合わせ、ダイバー人件費を含めて約100万円であった。掲載は省略するが、安価な実験施設であるが10年以上の耐久性はあると考えられる。

(2)調査方法 堤体上1.2mmに設置した総合気象計と、水質鉛直自動観測装置(センサー:OTT-Hydromet社製DS5x)を設置し、上記循環時の水質観測を実施した。なお水質計は乱

\*鹿児島大学, Kagoshima University, \*\*環境システム(株), Environment system Inc., \*\*\*琉球大学, University of The Ryukyus キーワード: 気泡噴流, 全層循環, 混合外力

流構造の評価を考慮して、センサーガード中央底面に直径50mmΦの穴を空けた筒状とし、水深1cm毎(0.35cm/sec)のデータを2時間おきに取得した。

### 3. 結果と考察

調査時の気象および水温・D0鉛直分布の時系列変化を図2に示す。調査期間中は、5/28を除いては、安定した天候であり、水温成層が形成されやすい条件であった。水温とD0のコンター図より、気泡循環が5/23午前9時に開始されたことにより急激に成層構造が変化していることが認められる。ただし詳細にみると、循環開始後の経過時間や気象条件に応じて複数のパターンが存在する。天候が悪化して気温も低下した28日を除けば、表層1m程度までは日射に伴い形成された日間の水温躍層が形成される。また夜間は冷却によりこの表層躍層が消滅する。水深4m付近に着目すると水面の熱量が徐々に深部に輸送され、5/27日の夜間には水温の均一な混合層が形成される。これはD0からも裏付けられる。その後、5/28は冷却による全層循環が発生した。ただし5/29から再度安定した天候となるとともに、再度水面付近での躍層が形成された。また、5/30の午前9時に循環装置停止後は、再度水温成層の形成が再開した。本実験期間中における費用は、基本的には陸上のコンプレッサー2.2kwの電気料金のみであり、1週間の稼働では数千円程度である。なお掲載は省略するが山城池だけでなく同じく久米島の儀間ダムにおいても類似の気泡循環対策が実施された結果全層循環が達成され嫌気化が解消され、水質問題が解決された事例も近年報告されている(古里ら2020)。今後は、これらのデータに基づき、安定した水温成層形成によって農業用ため池で生じる水質障害への本対策適用方法を今後取りまとめる予定である。

#### 引用文献

Cooke G.D., Welh E.B., Peterson S.A. and Nicholds S.A. (2005): Restratement and management of lakes and reservoirs, 3rd ed. CRC, 591p.

古里栄一, 鮎川和泰, 上原 幸彦(2020): 亜熱帯島嶼の小規模貯水池における気泡循環による貯水池水温成層構造への影響, 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol.76, No.2, I\_1369-I\_1374.

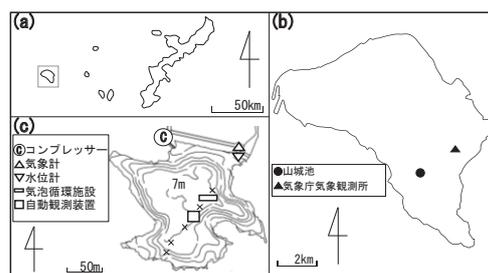


図1 山城池と実験施設の位置

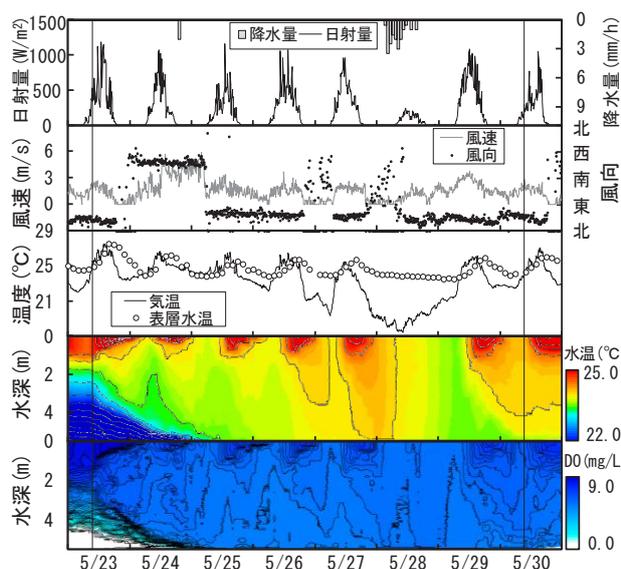


図2 気象および水温 D0 鉛直分布の時系列変化 (図中2本の縦線は気泡吐出の開始時と終了時である)