

令和 2 年 7 月 10 日現在

機関番号：11201

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K15342

研究課題名(和文)小規模閉鎖水域におけるアオコ発生予測および藍藻類短期挙動モデルによる制御法の検討

研究課題名(英文) Prediction model of blue-green algae occurrence and behavior of cyanobacteria in the small closed water body

研究代表者

濱上 邦彦 (Hamagami, Kunihiko)

岩手大学・農学部・准教授

研究者番号：20571699

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：ため池において短期的な藍藻類の挙動について知見を得ることを目的とし、主に水理学的要因や栄養塩分布との関係について検討した。その結果、栄養塩分布と藍藻の挙動に明確な相関は示されず、水温成層場の形成・消失過程が支配的であること、また群体の大きさが移動速度に影響を及ぼすことが示された。さらに、藍藻類の鉛直移動速度は群体の大きさにより異なるという点に着目し、藍藻類の群体面積および細胞数の計測により群体形成と鉛直分布特性の関係性を検討した結果、藍藻の群体は水中で拡散することなく移動し、表層付近では更に大きな群体を形成することを示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究ではアオコの発生する閉鎖性水域内の栄養塩動態に関する検討を行うことを目的として、とくに水鳥が多数飛来する閉鎖性水域を対象に、農業用貯水池の多面的機能を総合的に発揮する管理手法を検討した。水鳥の飛来は景観形成効果に寄与する一方で水質悪化という負の影響も懸念される。そこで、アオコの発生する夏季を対象に短期連続観測を行い、水温成層状態の形成・消失過程と、藍藻類の浮上・沈降過程の関係について検討を行うとともに水域内流動モデルと組み合わせることで、アオコ発生制御を目的とした夏季における密度成層場の藍藻類の挙動予測モデルを構築することは適切な水質管理を検討する上で重要な課題である。

研究成果の概要(英文)：In this study, short-term behavior of blue-green algae in a shallow water body, like an agricultural reservoir, was studied. Focusing on hydraulic factors in particular, we measured the water temperature stratification during the daytime and the mixing during the nighttime in the reservoir. In addition, we conducted a comparative study on the difference in the diurnal behavior between blue-green algae and other algae. As the result of the field observation on the behavior of blue-green algae in the reservoir with strong water temperature stratification, most of the algae were concentrated under the mixed layer, and from that part, only a group of blue-green algae diverged between this layer and the water surface. The floating speed was negatively correlated with buoyancy frequency, showing the strength of the water temperature stratification. In addition, the floating speed of the blue-green algae became larger than the past laboratory experiment results.

研究分野：農業水工学

キーワード：閉鎖性水域 アオコ 藍藻類 水鳥 水質予測モデル

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

富栄養化した閉鎖性水域において、藍藻類等の植物プランクトンの大量増殖は多くの水環境問題の原因となる。とりわけ、ため池では悪臭や景観障害など様々な問題を引き起こしている。したがって、藍藻類の特性を把握し、異常発生を抑制することが早急に必要とされている。

藍藻類はガス胞を持ち浮力調節を行うことで、日周期的な鉛直移動を行うことが知られている。しかし、藍藻類の鉛直移動については様々な生態学的要因や水理学的要因が複雑に作用していると考えられ、実際のフィールドでの鉛直移動特性に関する見解は一様でない(増木ら、2012)。それに加えて、閉鎖性水域における日周期的な藍藻類の挙動について観測した事例は少ない。これらを踏まえ、先行研究ではため池において短期的な藍藻類の挙動について知見を得ることを目的とし、主に水理学的要因や栄養塩分布に着目して検討を進めた。その結果、栄養塩分布と藍藻の挙動に明確な相関は示されず、水温成層場の形成・消失過程が支配的であること、また群体の大きさが移動速度に影響を及ぼすことが示された。そこで、今年度は藍藻類の鉛直移動速度は群体の大きさにより異なるという点に着目し、藍藻類の群体面積および細胞数を実際に計測して群体形成と鉛直分布特性の関係性を検討した。

2. 研究の目的

本研究ではアオコの発生する閉鎖性水域内の栄養塩動態に関する検討を行うことを目的として、とくに水鳥が多数飛来する閉鎖性水域を対象に、農業用貯水池の多面的機能を総合的に発揮する管理手法を検討する。本研究では水鳥の集団飛来による栄養塩動態への影響について現地観測に基づく水質予測モデルを構築する。さらに、アオコの発生する夏季を対象に短期連続観測を行い、水温成層状態の形成・消失過程と、藍藻類の浮上・沈降過程の関係について検討を行うとともに水域内流動モデルと組み合わせることで、アオコ発生制御を目的とした夏季における密度成層場の藍藻類の挙動予測モデルを構築することを目指す研究である。

3. 研究の方法

調査地は盛岡市高松の池(最大水深 3.7m, 集水域面積 1.9 km²)とし、調査期間は、2018 年 9 月 12 日 12:30~14 日 12:30 の 48 時間である。観測地点における水深は 2.7m、透明度は 1.0m であった。観測地の概要を図-1 に示す。気象項目は日射、風向、風速、気温、湿度、雨量を測定した。また、DO を miniDOT にて、水温を熱電対にてそれぞれ 1 分間隔で計測した。植物プランクトン量は多波長励起蛍光光度計を使用し、15 分おきに一定速度で底まで下ろしながら鉛直分布を測定した。顕微鏡による藻類の群体面積の計測は、水深 0~2.5m まで 50cm 間隔で 1 時間ごとに採水したものをを用いて行った。

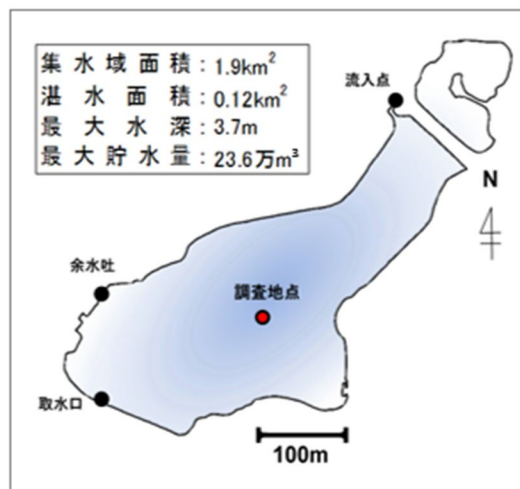


図-1 調査対象地の概要

4. 研究成果

(1) 観測時の気象条件

気象観測の結果を図-2 に示す。日中はおおむね快晴であり、気温は最終日のみ 25°C を超えた。日中は風があったが夜間は両日ともほとんどなかった。また、期間中降雨はなかった。

(2) 水温および DO の時系列変化

水温変化と DO 変化をそれぞれ図-3.1 と図-3.2 に示す。水温変化より、日中に水温成層が形成され、夕方から翌朝にかけて混合が発達するサイクルを繰り返していることが分かる。夜間は風がほとんどなかったことから、夜間の混合は気温の低下による水温冷却で引き起こされていたと考えられる。

また、DO 変化では上層にあたる水深 20cm で日中に増加し、夜間に緩やかに減少する傾向がみられた。これは植物プランクトンによる光合成や消

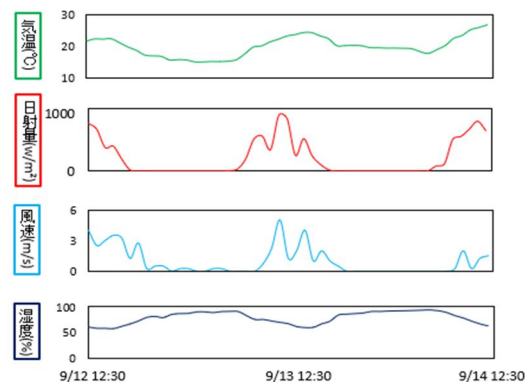


図-2 気象項目の結果

費によるものだと考えられる。対して、水深 170cm 以下の下層はほぼ横ばいで貧酸素状態であることが分かる。これは水深 170 cm 付近の水温変動に随従するものと考えられる。

(3) 藍藻類の分布

図-4.1 と図-4.2 に蛍光光度計から得た藍藻分布と顕微鏡から得た藍藻分布を示す。蛍光光度計では水面の表層を計測することはできないので水深 0.1m からの表示になっている。蛍光光度計から得た藍藻分布を見ると、夕方から早朝にかけて水深 2~2.7m 付近に停滞し、朝 6 時 30 分頃急上昇、その後降下してまた停滞している。顕微鏡から得た分布でも、朝方に上昇して時間の経過とともに降下し、また上昇するという傾向が示された。一方で、蛍光光度計から得た分布では表層における藍藻の分布が、顕微鏡から得た分布では 2.5m より深い水深での藍藻の分布があまり表れていなかった。この原因として、蛍光光度計は表層が計測できないことによるものと考えられる。また、顕微鏡から得た分布に関しては採水ポンプを使って採水したため蛍光光度計よりも浅い水深までしかデータが取れなかったことが原因と考えられる。また、細胞数の最大値が時間帯によって大きく異なっている。群体が一次的な鉛直移動をしているのであればこの値にここまでの差は出ないはずであることから、群体は単純な鉛直移動をしているのではなく三次元的な動きをしていることが考えられる。

実際、9/13、9/14 の夜中から朝方にかけての時間帯はほとんど風がなかったため、日中風によって吹き寄せられていたアオコが拡散して細胞数が多くなった可能性がある。

(4) 群体の平均面積と鉛直分布

群体の面積と鉛直分布について検討するために、顕微鏡から得た分布において、底泥付近に多く藍藻が分布している時間帯として 9/13 の 7:30、中層付近に多く藍藻が分布している時間帯として同日 13:30、突出して藍藻が多く分布している水深がない時間帯として同日 18:30、表層部に多く藍藻が分布している時間帯として 14 日の 6:30 について群体の平均面積と細胞数の関係について検討した。

図-5 に群体の平均面積と細胞数の関係を示す。群体の平均面積は極端な値に影響されるのを防ぐため、上位 3 つの値を平均して求めている。

細胞数が多い水深では群体面積も大きいことが読み取れる一方、細胞数が多い水深での群体面積には大きな差があることも読み取れる。

この結果から、藍藻の群体は概ね水中で拡散することなく移動するが、特に細胞数が多くなる表層部分では凝集しさらに大きな群体を形成していると考えられる。

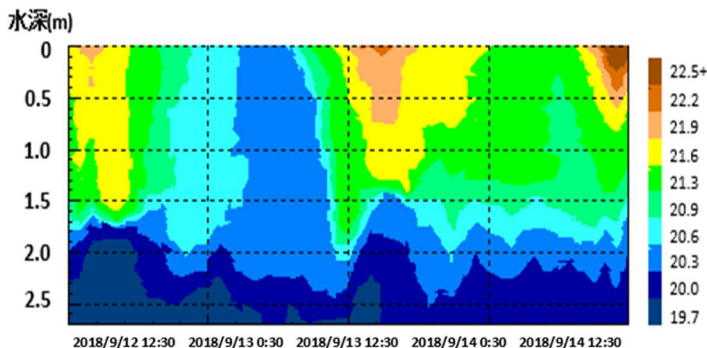


図-3.1 水温の時系列変化

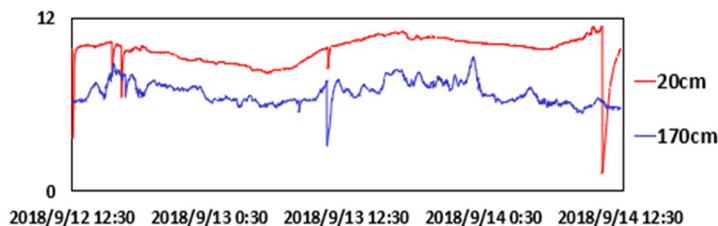


図-3.2 DO の時系列変化

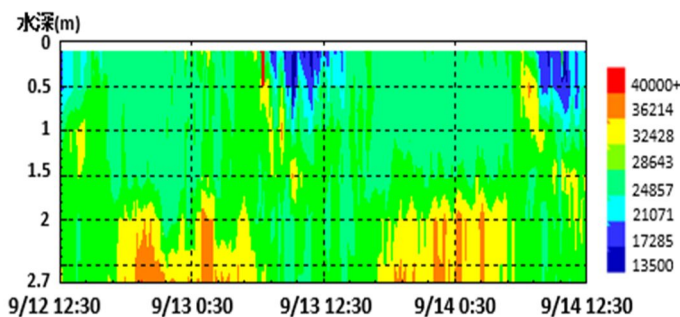


図-4.1 蛍光光度計から得た藍藻分布

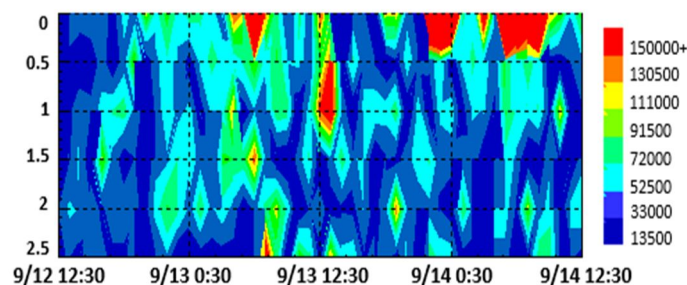


図-4.2 顕微鏡から得た藍藻分布

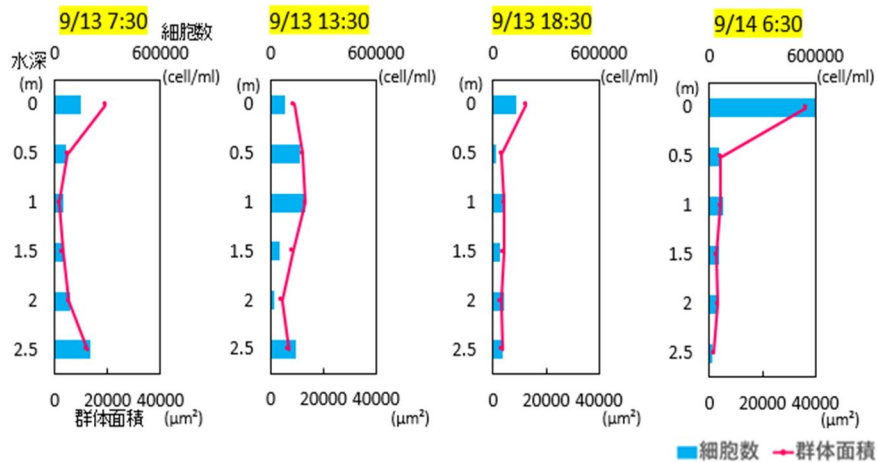


図-5 群体の平均面積と細胞数

(5) まとめ

水温成層化したため池における藍藻類の挙動について検討するため、短期間で詳細な分布変動を捉える現地観測を行った。その結果、藍藻個体数のピーク値水深の移動距離から求めた藍藻の移動速度の変化について検討した結果、水温成層と藍藻の挙動の関係について、混合が強くなる時間に藍藻が浮上した後、成層が強い場合は密度界面まで沈降し、成層が弱い場合は下層まで沈降することを示した。さらに水温成層が強いほど浮上速度、沈降速度が小さくなることを示した。現地観測をさらに重ねることで解析モデルのキャリブレーションデータを今後も追加する予定である。

具体的には、現地観測結果より得られたパラメタを基に、水鳥が飛来する閉鎖性水域におけるアオコの発生予測シナリオを構築する。水質モデルに関しては生産者、消費者、分解者とエネルギー資源からなる低次生態系モデルを採用する。その際、水面からの境界条件として水鳥からの糞尿の負荷を、底泥からの境界条件として栄養塩の溶出速度を実験結果よりパラメタ化する。構築したモデルを高松の池に適用することで、年間を通したアオコ発生シナリオを作成する。また、今年度の検討より、夏季におけるアオコの発生は水温成層場の形成に大きく影響を受けることを。アオコの主要因である藍藻類は浮力性を持ち水面付近で光合成を行い、夜間には沈降するサイクルを繰り返すが、水温成層場では密度界面の存在によって藍藻類の沈降が抑制されるため、これがある程度の期間継続されるとアオコの発生・維持が増進される。浅い閉鎖性水域では日サイクルでの水温成層の形成・消失過程を繰り返すため、その水温鉛直環境はアオコの発生特性に大きく影響を及ぼすと考えられる。そこで、今年度も条件の異なる時期における短期集中の現地観測を行うことで、水域内の水温成層状態の形成・消失過程と、藍藻類の浮上・沈降過程を測定し、その相互関係について検討を行う。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計7件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 濱上邦彦, 長瀬夢美
2. 発表標題 アオコの発生する閉鎖性水域の短期的水質挙動の解析
3. 学会等名 農業農村工学会東北支部第60回研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松野由希, 三上悠美, 濱上邦彦
2. 発表標題 ため池における藻類の日周期挙動と水質変動の関係
3. 学会等名 農業農村工学会東北支部第60回研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 濱上邦彦・樋渡さつき
2. 発表標題 ため池における水温成層化と藻類の日周期鉛直移動の関係
3. 学会等名 農業農村工学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kunihiko Hamagami, Keita Orito and Ryu Sugawara
2. 発表標題 Estimation of Outflow and Nutrient Load Based on the Turbidity Function in River in Sanriku District Japan
3. 学会等名 the 37th IAHR World Congress (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kunihiko Hamagami
2. 発表標題 ESTIMATION OF NUTRIENT LOAD BASED ON THE TURBIDITY FUNCTION IN KESEN RIVER ON THE SANRIKU COAST, JAPAN
3. 学会等名 2017 International Agricultural Technology Forum (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kunihiko Hamagami, Satsuki Yamaki, Masayoshi Harada, Akinori Ozaki, Toshinori Tabata & Kazuaki Hiramatsu
2. 発表標題 Relationship between Thermal Stratification and Movement Characteristics of Algae in a Small Reservoir
3. 学会等名 E-proceedings of the 38th IAHR World Congress
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 濱上邦彦・三上悠美
2. 発表標題 アオコが発生する閉鎖性水域における流動・水質モデルの構築
3. 学会等名 農業農村工学会東北支部第61回研究発表会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考