

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

Water temperature stratification and the characteristics of vertical movement of algae in the small pond

○濱上邦彦*, 樋渡さつき**

HAMAGAMI Kunihiko, HIWATASHI Satsuki

1. 研究背景と目的

ため池では流入流出が少ないため水の循環率が悪く、とくに夏季においては水温成層の形成により池内の循環がさらに抑制され、底層の貧酸素化といった水質問題が起きやすい。また、近年管理体制の脆弱化などによりアオコの発生が問題となっている。アオコは夏季に藍藻類の異常増殖によって発生し、異臭や景観悪化、魚類の斃死などを引き起こす。アオコ発生の制御を行う上で水温成層の形成・消失過程と藍藻の挙動の関係を解明することは重要な課題である。

藍藻は浮力調節能を持ち、日周期的に鉛直移動を繰り返すことが知られている。このことが、競合する他の藻類よりも有光層への効率的な展開や栄養塩の獲得において有利であると考えられている。しかし、この鉛直移動には生態学的要因、水理学的要因、気象要因などが複雑に作用していたため、実際のフィールドでの観測結果は一様でない。本観測では特に水理学的要因に着目し、観測事例の少ない浅いため池において水温成層化と混合の精密な測定を行った。その上で、藍藻と他の藻類との日周期的な挙動の違いを検討した。

2. 観測地概要と観測方法

調査池は盛岡市高松の池（最大水深 3.7m、集水面積 1.9 km²）とし、調査期間は 7 月 29 日 11:00～31 日 11:00 の 48 時間である。観測日の日中は快晴、午前中に池の南岸でマット状に発達したアオコが確認された。

観測地の概要を図-1 に示す。気象観測器 HOBO Weather station を水面に設置し、気象項目（日射、風向、風速、気温、湿度、雨量）を 1 分間隔で計測した。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。植物プランクトンの測定には多波長励

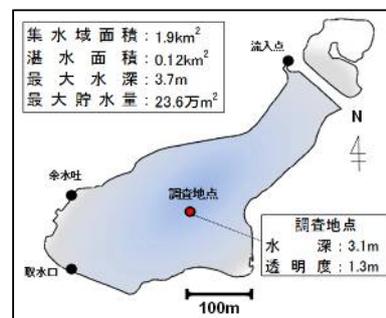


図-1 観測地の概要
Measurement site

起蛍光光度計を使用し、2 時間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。また、測定時間外は表層を 2 秒間隔で連続観測した。この測定結果と個体数を同定した結果からキャリブレーションを行い、各藻類の個体数を算出した。

3. 観測結果

3-1 水温の推移

水温の鉛直分布の時間変化を図-2 に示す。水温は 24 時間ごとに明確な周期変動が見られた。11 時から 18 時頃にかけて成層化し、19 時から翌 11 時にかけて水面付近で混合が起こり、層が消失していた。混合層は水深 1.2m 付近までしか達しておらず、それより深い位置では一日中層構造が維持されていた。

3-2 DO の時間変化

図-3 に DO の鉛直分布の時間変化を示す。水深 2.4m 以下の下層では DO がつねに 1.3mg/L 以下という貧酸素状態であった。水深 1.7m 付近の深では DO の大きな変動がみられた。これは水温の日周変動に伴う密度界面の上下動や、風による内部静振、また、この層に植物プランクトンが多数存在したことによる影響など複数の要因が重なったものと考えられる。

3-3 藻類の挙動

*岩手大学農学部 Faculty of Agriculture, Iwate University, **東北農政局技師, Scientific officer, Tohoku Regional Agricultural Administration, キーワード：水温成層, 藍藻, 溶存酸素, 浮力振動数

図-4 に表層の藻類個体数の推移を示す。藍藻の細胞数は 20,000cell/ml 以上存在し、他の藻類の 10 倍以上という優占状態であった。明確な日周変動がみられ、夜間に増加し 7:00 頃をピークに日中は減少していた。図-6 は 2 時間ごとの細胞数の増減数を水深ごとに算出してグラフを描き、前の時間から最も増加している点を破線で結んだものである。ピークが分散している場合は破線も分けて表現している。藍藻は明確な日周変動を示し、水面へ浮上しているのに対し、他の藻類では日周変動がみられなかった。

3-4 藍藻の移動速度と成層強度の関係

表-1 は、図-5 の破線の傾きを移動速度とみなし、上層へ分散した群（赤線）と下層に留まっている群（青線）に分けて速度を算出したものである。本観測結果のうち藍藻は既往のダム湖での日周期観測結果（増木ら、2012）と同様の傾向を示し、全項目で他の藻類よりも移動速度が大きかった。既往の室内実験結果に基づく藍藻の移動速度が藍藻本来の浮力調節能によるものだとすると、本観測結果の値が大きくなったのは外力が働いていたためと考えられる。

図-6 は藻類の移動速度と浮力周波数の関係を示している。藍藻のみ負の相関性があり、浮力周波数が小さいとき、すなわち混合層で移動速度が増加していた。このことから、安定した水温成層が形成される場合、藍藻のみが浮力調節能により混合層に浮上することができ、鉛直混合流も加わることで速やかに水面付近へ展開することができる。その結果、他の競合する藻類よりも光や栄養塩を効率よく得ることができると考えられる。

4. まとめ

水域内には安定した水温成層が形成されており、放熱期に混合層が発達したが、下層の成層は 1 日を通して解消されなかった。そのため、下層では DO が低く、貧酸素状態にあった。

藻類の大部分は混合層の下に存在し、そこから藍藻のみが水面との間を日周期的に移動していた。その移動速度は水温成層強度と相関性が見られ、成層強度の低い混合層に自ら移動できることが藍藻の増殖に有利に働くことがわかった。

参考文献 増木新吾ら (2012) 成層化したダム湖における藍藻類の鉛直移動,水環境学会誌 35(9),151-157

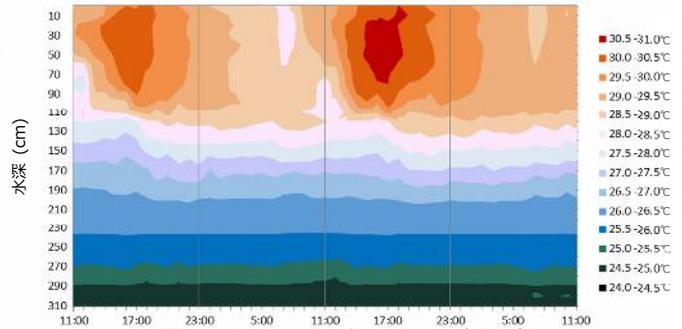


図-2 水温の鉛直分布の時間変化

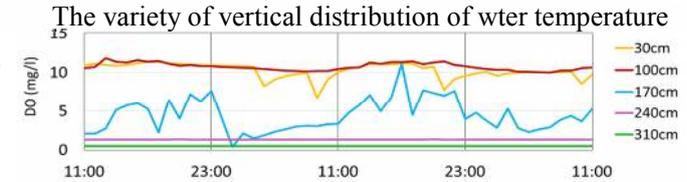


図-3 DO の時間変化

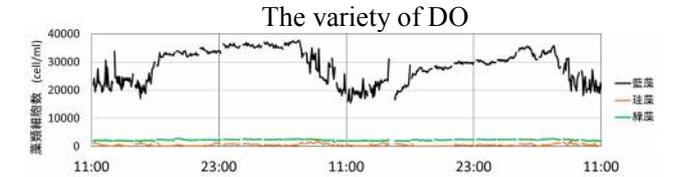


図-4 表層の藻類細胞数の時間変化

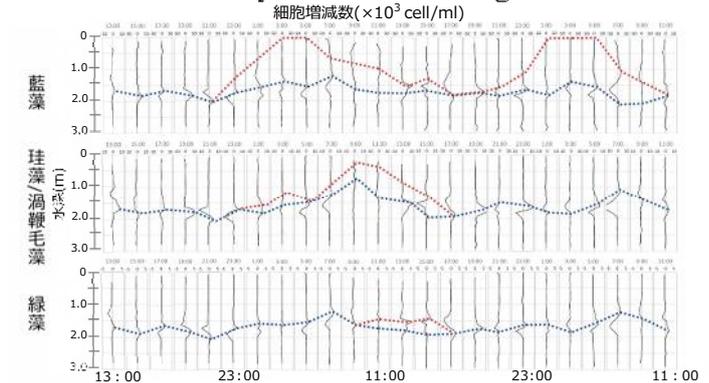


図-5 藻類細胞数のピーク値水深の変動

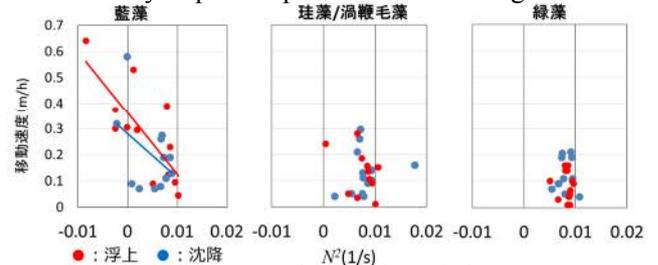


図-6 藻類の移動速度と成層強度の関係

表-1 藻類の移動速度

種類	浮上		沈降	
	上層 最大速度 (m/h)	下層 最大速度 (m/h)	上層 最大速度 (m/h)	下層 最大速度 (m/h)
観測結果				
藍藻	0.64	0.3	0.58	0.31
珪藻/ 渦鞭毛藻	0.28	0.19	0.30	0.19
緑藻	0.16	0.16	0.21	0.21
既往研究 (現地観測)				
藍藻	0.79	0.41	0.73	0.35
既往研究 (室内実験)		0.30 ±0.03		0.40 ±0.05