

海浜公園池(汽水湖)の水質浄化

(3)24 時間連続モニタリングによる植物プランクトン相の日周性と季節変遷

千葉工業大学 学員 ○川村達也

千葉工業大学 正員 村上和仁 石井俊夫 瀧 和夫

1. 目的

千葉県の蓮沼海浜公園ボート池において、富栄養化による植物プランクトンの異常発生であるアオコが毎年夏季に発生するため(図 1)、異臭や景観悪化に伴い、本来のレクリエーション機能が失われた状態になっている。本研究では、植物プランクトンに注目し、四季別(年 4 回)に 24 時間モニタリング調査を行い、植物プランクトンの日周変化や季節変遷などの基本的知見を得ることを目的とした。

2. 蓮沼海浜公園ボート池の概要

蓮沼海浜公園ボート池は、九十九里浜から 350m ほど内陸に位置している。池の表面積は、約 10,000m² であり、平均水深は、0.65m と浅い。塩分混じりの地下水が水源となっている汽水池で、Cl⁻濃度の平均値は、0.34mg/L となっている。流入河川がなく、流出河川もないため非常に閉鎖性が強い池となっている。



図1. ボート池に発生したアオコ(2008年7月)

3. 方法

調査は、2008 年の 4 月(春季)、7 月(初夏)、9 月(晩夏)、11 月(秋)の年 4 回、10 時から翌日 10 時までの 24 時間モニタリングを行った。水面から 5cm までを上層、30cm 程度を中層、55cm 程度を下層とし採水した。観測項目は、気温、水温、pH、DO、照度、水深、透視度、風速とし現場にて測定した。分析項目は、COD、Chl.a、T-N、NO₃-N、NO₂-N、NH₄-N、T-P、PO₄-P、Cl⁻とした。植物プランクトンの分類同定を行い、多様性指数(Shannon Winner Index)と汚濁指数(Pantle-Buck 法)を求めた。

表1. アオコが発生した月の観測項目値と分析項目値

	気温(°C)			水温(°C)			DO	pH	COD	Chl.a
	平均	Max	Min	平均	Max	Min				
7月	28.1	29.8	22.3	29.1	33.5	25.8	11.5	10.20	64.1	905.3
9月	23.6	25.2	21.8	23.0	25.2	22.9	17.4	9.89	54.2	746.3
11月	8.7	15.0	3.2	12.8	15.0	11.1	14.1	8.70	45.2	481.6
	TN	NO ₃ -N	NO ₂ -N	NH ₄ -N	T-P	PO ₄ -P	MP	※ pHは単位なし、Chlorophyll a、これ以外はmg/L		
7月	4.49	0.48	0.0132	0.211	1.31	0.218	3.4			
9月	7.12	0.69	0.0084	0.079	1.55	0.187	4.6			
11月	0.81	0.67	0.0293	0.122	1.97	1.225	3.3			

4. 結果および考察

4.1 優占種の季節変遷

ボート池での 24 時間モニタリング調査では、4 月は *Chlorella* sp., 7 月と 9 月と 11 月は *Anabaena spiroides* がそれぞれ優占種であった。アオコ発生した月の分析値を表 1 にまとめた。表 1 より、気温と水温がもっとも高い 7 月において Chl.a および pH の値も高くなっていることから、光合成量が多くなっていることがわかる。図 3~5 より 7 月に細胞数も多いことから水温と気温が 10~30°C 程度においては、温度が高いほど増殖しやすいといえる。表 1 の COD、Chl.a および図 3~5 より、細胞数、COD、Chl.a は 7 月で最大値となり、それ以降に減少していくという同じ傾向がみられることから、ボート池の水質汚濁原因として植物プランクトン増殖の影響が大きいと考えられる。7 月から 11 月までアオコが観察されていることから、ボート池の半年近くは、水面にアオコが発生し景観悪化を招いている状況にある。

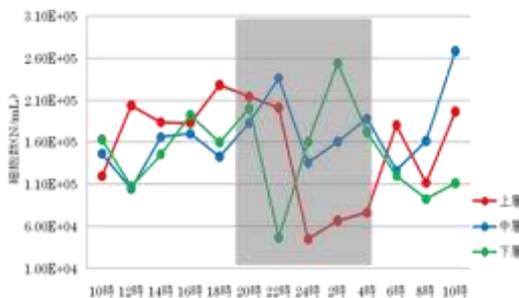


図2. 植物プランクトンの細胞数の日周変化(4月)

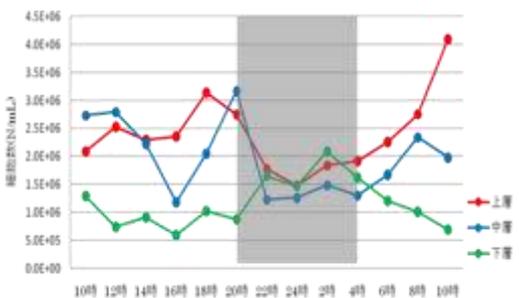


図3. 植物プランクトンの細胞数の日周変化(7月)

キーワード：閉鎖性、汽水湖、富栄養化、植物プランクトン、日周変化、季節変遷、多様性、汚濁指数

4. 2 植物プランクトンの日周変化

各月の植物プランクトンの細胞数の日周変化を図2~5に示した。4月、日没まで全層で増加し、日没後に中・下層で増加、上層で減少、日の出とともに上層で増加する傾向が観察された。7月、日没前まで多少の増減がみられるが、そのまま推移し、日没後に全層が $1.5 \times 10^6 \text{cell/mL}$ 程度になり、4月と同様に日の出とともに上層で増加した。9月では、24時間通して、中・下層で減少傾向がみられた。上層では22時以降減少傾向がみられた。時間ごとで全層の総細胞数で見ると24時間で一定の値を示したことから、9月の水温、気温では、 $4.0 \sim 5.5 \times 10^6 \text{cell/mL}$ が限界細胞量ではないかと考えられる。11月では、日中に風が強く波立っていたことから、下層が多くなる影響を受けた。日没後は、風の影響はなく、細胞数は中層で多く、上層で少ないという日周変化になった。また、総細胞数では、24時間を通して、 $4.5 \times 10^6 \text{cell/mL}$ 程度で推移していることから、9月と同じことがいえる。また、細胞の増殖と死滅の割合が同じであると考えられる。

4. 3 多様度(H')と汚濁指数(S)の推移

各月の植物プランクトンの多様度、汚濁指数は図6と図7に示した。多様度は、4月は *Chlorella sp.* が優占種だったが、珪藻類が多く観察され、多様度 $H' = 1.3$ 程度であることから中栄養で中腐水性であるといえる。7~11月は *Anabaena spiroides* が優占種であり、アオコが発生していたことから多様度がかなり低くなっている。汚濁指数では、4月の優占種 *Chlorella sp.* により、 $S = 2.9$ 程度で生物学的な水質汚濁階級は α -中腐水性となった。7~11月は、*Anabaena spiroides* が優占種であることから $S = 1.3$ で貧腐水性となるが、4月よりも汚濁していないことを示しているのは、*Anabaena spiroides* が、空中窒素固定能を有することで貧栄養でも増殖が可能だからである。

5. まとめ

- 1) 蓮沼海浜公園ボート池では、4月は *Chlorella sp.*、7~11月は *Anabaena spiroides* が優占種であった。アオコが発生した7~11月ではCOD、Chl.a、細胞数の値が7月で最大となり、徐々に減少し11月に最小になる傾向を示した。
- 2) 各月で特有の日周性が観察された。さらに、ボート池における *Anabaena spiroides* の限界細胞数は $4.0 \sim 5.5 \times 10^6 \text{cell/mL}$ であると考えられた。
- 3) ボート池では、1年を通して多様度が低く、汚濁している状態であるといえる。

謝辞 本研究を遂行するにあたり、千葉県山武地域整備センター関係各位に多大なるご理解とご協力を賜った。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献 1) ウラディミール・スラディチェック, 淡水指数生物図鑑, (1991), pp1-13

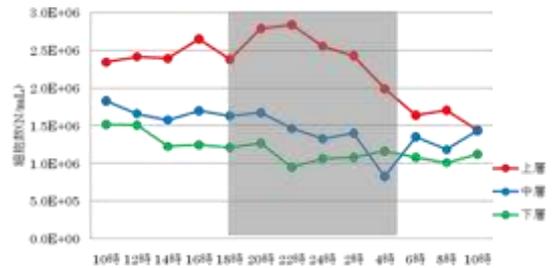


図4. 植物プランクトンの細胞数の日周変化(9月)

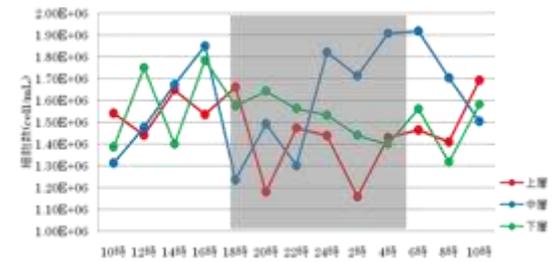


図5. 植物プランクトンの細胞数の日周変化(11月)

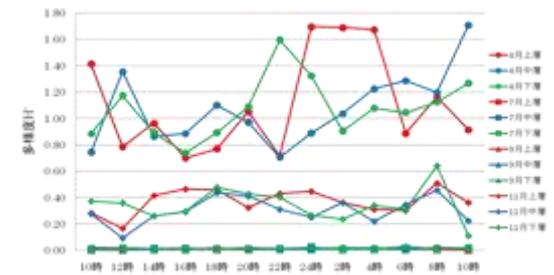


図6. 各月における植物プランクトン相の多様度

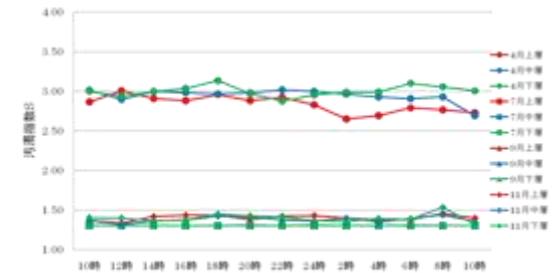


図7. 各月における植物プランクトン相の汚濁指数