

海浜公園池(汽水湖)の環境修復

(1) 水質の季節変遷及び多変量解析による特性解析

千葉工業大学 生命環境科学科 学員 ○長谷川友哉

千葉工業大学 生命環境科学科 正員 村上和仁

1. 背景・目的

閉鎖性水域である蓮沼海浜公園ボート池は外来生物の侵入や富栄養化の進行により、夏季にはアオコやシオグサなどの植物プランクトンが異常増殖している。2011年に東日本大震災の影響で津波が流入し一時的にアオコは減少したが、翌年には元通りになっており現状は変わっていない。また、毎年7月になる頃では植物プランクトンが大量発生し、悪臭や景観の悪化が問題となっている。本研究では、蓮沼ボート池の水質について多変量解析により汚濁要因を解析することを目的とした。

2. 方法

2.1 調査期間

2016年度4月から12月までの各月で調査を行い、5月、8月、11月は春季、夏季、秋季として24時間モニタリング調査を行った。

2.2 現地調査

蓮沼海浜公園ボート池を対象に、栈橋先にて午前10時に上層・中層・下層の水を採水。24時間モニタリング調査では、1時間ごとに採水、3時間ごとに全層(上層・中層・下層)の採水を行った。



図1. 蓮沼海浜公園ボート池

2.3 分析項目

現地での観測項目として、気温、水温、水深、照度、透視度、pH、DOを測定し、室内での分析項目はCOD、Chl.a、Cl⁻(塩化物イオン濃度)、各栄養塩類(NO₂-N、NO₃-N、NH₄-N、T-N、PO₄-P、T-P)とした。得られた水質データを表1に示す。

表1. 水質データ(2016年4月～12月)

全層平均	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
気温(°C)	20.0	18.9	25.5	24.5	27.4	25.0	22.0	14.9	7.5
水深(cm)	55.0	58.4	73.0	65.5	24.2	53.0	66.0	65.2	63.0
照度(lux)	103000	55901	107000	101000	50245	17900	34500	12675	51300
水温(°C)	19.3	23.0	25.5	27.0	29.4	27.0	19.9	15.6	8.4
透視度(cm)	24.3	14.4	4.8	2.8	3.3	8.3	7.8	9.6	12.5
pH(-)	8.49	9.86	10.26	9.15	10.70	10.12	9.61	9.40	9.62
DO(mg/L)	5.1	11.6	7.5	6.5	15.6	11.5	4.8	6.4	7.2
NO ₃ -N(mg/L)	0.6	0.4	0.6	1.0	0.4	0.7	0.7	0.5	0.4
NO ₂ -N(mg/L)	0.055	0.005	0.055	0.003	0.010	0.008	0.018	0.007	0.012
NH ₄ -N(mg/L)	0.60	0.26	0.60	0.24	0.46	0.38	0.56	0.27	0.22
PO ₄ -P(mg/L)	1.260	1.962	1.260	2.066	2.019	1.943	1.698	1.494	2.225
T-N(mg/L)	4.1	0.6	4.1	12.3	0.8	1.7	2.5	2.1	1.6
T-P(mg/L)	1.110	4.537	1.110	5.332	4.755	5.470	4.258	2.790	3.062
COD(mg/L)	13.9	20.7	22.1	36.4	38.0	15.5	12.1	12.4	11.5
Cl ⁻ (mg/L)	192.0	269.5	236.4	413.6	676.8	472.7	413.6	501.4	502.3
Chl.a(μg/L)	18.2	53.0	18.2	691.3	516.9	44.2	35.4	33.3	14.3

2.4 多変量解析

フリーソフト(<http://www.vector.co.jp/soft/win95/business/se489536.html>)を用いて主成分分析および

クラスタ分析を行った。上層・中層・下層の水質データを平均化した値を用いた。主成分分析では、分散1、平均値0への基準化した変量を用いた。求められた主成分をもとに、調査月ごとにクラスタ分析し、蓮沼海浜公園ボート池の汚濁に関する主成分の類似月を求めた。クラスタ分析はウォード法を用いた正規分布であり、平方距離で求めた。

3. 結果および考察

3.1 主成分分析

4月から12月までの水質データを分散1、平均値0へ基準化し、解析した結果を表2に示す。第1主成分はNO₃-Nのみ正の相関を示し、他の成分はそれぞれ強い負の相関がみられた。

キーワード： 汽水湖 水質 多変量解析 主成分分析 クラスタ分析

〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1(千葉工業大学生命環境科学科) TEL ; 047-478-0455 FAX ; 047-487-0455

寄与率は 90.9%となった。この主成分は植物プランクトンの活性の影響や無機態栄養塩類の変動が大きいと考えられる。

第 2 主成分は、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{PO}_4\text{-P}$ が負の相関、他の成分は正の相関を示した。寄与率は 7.5%であり、第 1 主成分に比べかなり小さい寄与率であった。

第 3 主成分は、pH、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、T-N、 $\text{PO}_4\text{-P}$ が負の相関を示し、他の成分は正の相関を示した。寄与率は 1.5%と第 1、第 2 主成分と比べて極めて小さくなった。

3.2 クラスタ分析

主成分分析の結果から、無機態栄養塩類、COD、Chl.a、 Cl^- が蓮沼浜公園ボート池に対して大きな主成分であるため、T-N、T-P、COD、Chl.a、 Cl^- の各月のデータを用いてクラスタ分析を行った。得られた結果を図 2 に示す。縦軸を平方距離、横軸を各クラスター(調査月)とした。

これより、4 月、5 月、6 月を春季、7 月、8 月を夏季、9 月、10 月、11 月を秋季とすると季節ごとに類似していることがわかる。12 月のみクラスターが離れているのは冬季として分けられたと考えられ、今後の調査で同じような傾向を示すのかを確認する必要がある。

このようなクラスターが得られた要因としては、まず、夏季は、アオコ発生による Chl.a の値が増加したこと(図 3)により春季と離れた。また、夏季に行われた水抜き工事(図 4)によるアオコの収束により秋季の Chl.a の値が減少したが、富栄養化の影響でリン濃度が高くなったため、春季と秋季で違いが現れた。12 月のクラスターは季節変遷による水質変化や水鳥の生活史の関連により他の月のクラスターと離れたことから、外部負荷要因として水鳥の排泄物による水質の悪化が懸念される。

4. まとめ

- 1) 主成分分析より、第 1 主成分は、植物プランクトンの活性の影響や無機態栄養塩類の変動が大きい。
- 2) クラスタ分析より、春季(4 月、5 月、6 月)、夏季(7 月、8 月)、秋季(9 月、10 月、11 月)と季節ごとに類似していた。
- 3) 夏季は、アオコ発生による Chl.a の値の増加により、春季と離れた。
- 4) 秋季は、夏季に施工された水抜き工事によるアオコの収束により Chl.a の値が減少したが、富栄養化の影響が残り、リン濃度が高くなったため、春季と秋季で違いが現れた。
- 5) 12 月のクラスターは季節変遷による水質変化や水鳥の生活史の関連により他の月のクラスターと離れたことから、外部負荷要因として水鳥の排泄物による水質の悪化が懸念される。

表 2. 主成分の因子負荷量と寄与率

	第1主成分	第2主成分	第3主成分
水温	-0.999	0.018	0.003
pH	-0.973	0.014	-0.018
DO	-0.927	0.069	0.094
透視度	-0.995	0.010	0.007
COD	-0.975	0.012	0.009
Cl^-	-0.912	0.105	0.022
Chl.a	-0.999	0.004	0.003
$\text{NO}_2\text{-N}$	-0.999	0.009	-0.002
$\text{NO}_3\text{-N}$	0.940	-0.202	-0.105
$\text{NH}_4\text{-N}$	-0.984	-0.002	0.001
T-N	-0.961	0.022	-0.102
$\text{PO}_4\text{-P}$	-0.886	-0.001	-0.007
T-P	-0.985	0.003	0.001
固有値	2.73	0.23	0.05
寄与率	90.9	7.5	1.5
累積寄与率	90.9	98.5	99.9

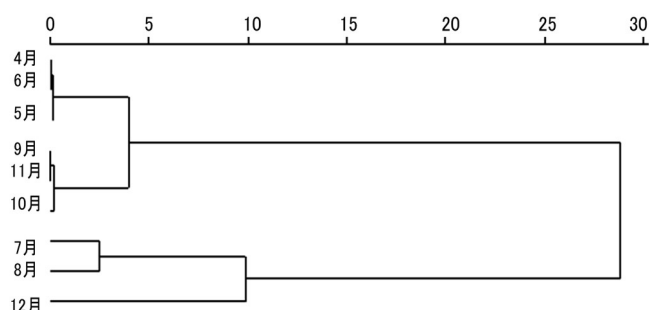


図 2. T-N、T-P、COD、Chl.a、 Cl^- のクラスター

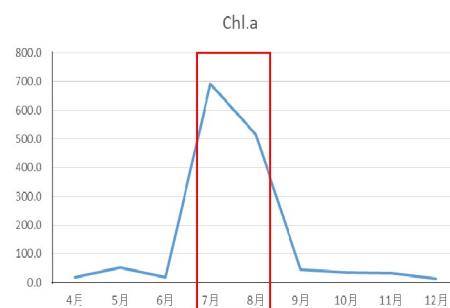


図 3. Chl.a の経月変化

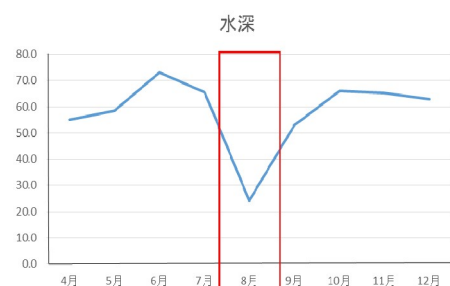


図 4. 水深の経月変化