

海浜公園池(汽水湖)の環境修復(1)水質の経年変化による特性解析

千葉工業大学 生命科学科 学員 ○宮部 溪人
 千葉工業大学 生命科学科 正員 村上 和仁

1. 目的

閉鎖性水域である蓮沼海浜ポート池では富栄養化が進行し、夏季にはアオコやシオグサなどの植物プランクトンが増殖している。2011 年には東日本大震災の影響で一時的にアオコなどは減少したが、翌年には元通りになっており現状は変わっていない。本研究では、蓮沼ポート池の水質について、1999 年から各月継続して行われた水質調査で得られた結果の経年変化を元に、現在までの環境要因の変化及び、東日本大震災後の影響を解析することで、対象である蓮沼海浜公園ポート池の具体的な管理に向けたデータの整理を目的とした。

2. 実験方法

汽水池である蓮沼海浜公園ポート池（千葉県山武市、図 1）にて、各月 1 回、午前 10 時の上層水の採水を実施した。5 月（春季）、8 月（夏季）、11 月（秋季）、2 月（冬季）の採水時に、プランクトンネットにてプランクトンを採取し、植物プランクトン、動物プランクトンの分類同定を行った。現場では、観測項目として、気温、水温、pH、DO、透視度、照度、天候、水深を測定した。分析項目は、pH、DO、COD、Chl.a、塩化物イオン、栄養塩（ $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 T-N 、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 、 T-P ）とした。



図 1 蓮沼海浜公園ポート池

3. 結果および考察

3.1 窒素・リン濃度の変動

窒素濃度は毎年夏季にかけて増加、その後冬季にかけて徐々に減少するといった傾向が見られた。また、秋季の減少後にわずかに上昇するといった傾向が見られた。このことから、夏季の上昇要因については、公園内で発生するアオコといった植物プランクトンの大量発生によるもの、秋季の上昇は公園池に飛来するカモなどの渡り鳥の糞に起因する値の変化であると考えられる。経年変化で比較した際に、夏季における T-N の値は、津波流入前ではわずかに上昇傾向にあったが、津波による海水の流入により急激に低下、現在では流入以前のレベルに戻っている。リン濃度の各年度の経月変化を比較したところ、年度ごとの変動に規則性が見られない。T-P の値の変化は、主に海からの地下水の流入に依存すると考えられるため、流入する地下水の水質・供給量の違いによって規則性のない変動が見られた。また、経年的に T-P を見ると、わずかながら上昇傾向にあり、リンの蓄積が起こっている（図 2～3）。

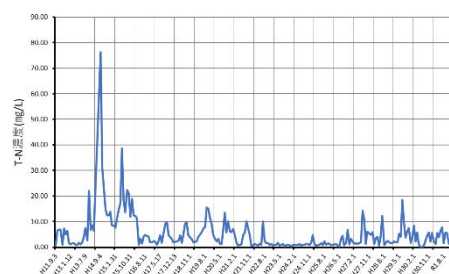


図2 T-Nの経年変化

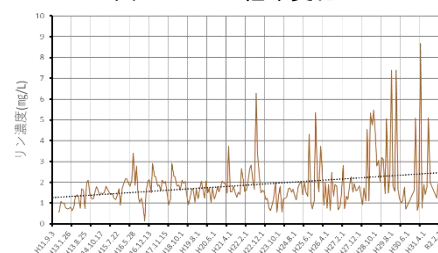
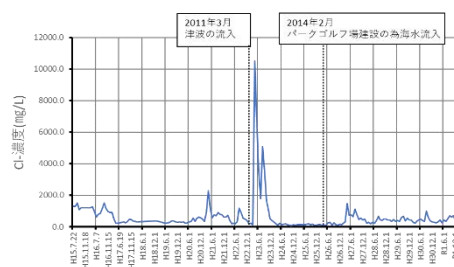


図3 T-Pの経年変化

3.2 塩化物イオン濃度の変動

塩化物イオンは、天日干し工事の導水により 2003 年から高濃度を維持していたが、導水の中止された 2006 年以降安定した。2008 年度夏季から秋季にかけて濃度上昇が見られた。濃度の変化には周期性が見られ、春季、秋季には降雨の影響と見られる濃度減少が生じている。2011 年の東日本大震災による津波の流入により Cl^- 濃度は急激に上昇したが、2012 年 4 月には流入する以前の値に戻っている。その後、2014 年にパークゴルフ場建設のために海水の流入があり、値が上昇しているが、2015 年 4 月には元のレベルに戻り、現在まで震災前の値に近く落ち着いている（図 4）。

図4 Cl⁻の経年変化

キーワード：汽水湖、富栄養化、植物プランクトン、動物プランクトン、水生、経年変化

連絡先：〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1（千葉工業大学生命科学科）TEL:047-478-0455 FAX:047-478-0455

3.3 Chl. a の経年変化

Chl.a の値は、毎年夏季に発生するアオコの影響を受け、各年度ともに夏季に爆発的に上昇しその後緩やかに減少し、冬季にかけて減少が続くといった傾向が見られた。また、津波の流入により池内での攪拌が起こったことによりアオコの発生が確認されなかった 2011 年度から 2012 年度は、値の低下が確認されたが、2013 年度から再びアオコが確認され始めたことにより、2019 年度まで夏季に増加、冬季に減少といった周期性が戻り、値も増加傾向に転じている（図-5）。

3.4 COD の経年変化

COD の値に関しても夏季に上昇、冬季に減少といった周期性で変動している。夏季における COD は、2001 年度に高濃度となった翌年は減少、それ以降では経年的に上昇傾向にあり、2008 年には有機汚濁の進行が見られた。その後、東日本大震災の津波の流入によりアオコが確認されなかったために 2015 年度春季まで値は下がり汚濁レベルは低下するが、その後再びアオコが発生したことによる値の上昇が確認された。以降現在まで、夏季に増加、冬季に減少する周期性で値が変動しつつも、経年的に安定していると考えられる（図 6）。

3.5 プランクトンの細胞数の変動

2010 年度から 2019 年度におけるプランクトン細胞数の変動について、東日本大震災の津波の流入以前では、*Chlorella sp.* や *Anabaena spiroides* が大量発生し、不安定になりがちなプランクトン相であったが津波の流入により大幅に CI の値が上昇したことにより、2012 年度まで過度なプランクトンの増殖によるアオコは発生せず、種数や個体数も大幅に減少した。その後、*Ruppia maritima* (カワツルモ) の繁茂が確認されるようになり、2012 年度はボート池全域を占拠するような大繁茂が確認されたが、2012 年度 11 月に気温の低下に加えて飛来した *Anas platyrhynchos* (カモ) や *Fulica atra* (オオバン) の捕食作用もありみられなくなった。その後、2014 年度 2015 年度春季には、*Cladophorales sp.* (シオグサ) の繁茂が確認されたが、それ以降には確認されていない。

また、カワツルモの繁茂が確認された際に植物プランクトンの値が低下していることから、カワツルモの繁茂状況によって植物プランクトンの細胞数の増減に深く関わっていると考えられる。現状では、カワツルモの繁茂は確認されていないため、定期的な海水の流入によりカワツルモの繁茂状況を整えることで、植物プランクトンの増殖を抑えることでアオコの抑制につながるのではないかと考えられる。また、動物プランクトンと植物プランクトンの関係性について、植物プランクトンの細胞数が多く確認されている春季から夏季にかけて、動物プランクトンの細胞数が増えていることから、気温が高くなるにつれて増殖した植物プランクトンを捕食するために動物プランクトンも増殖するといった捕食被食関係が形成されていると考えられる。その後、気温の低下とともに植物プランクトンのが減少することで、動物プランクトンも減少するといった周期性が確認された（図 7）。

4. まとめ

本研究では、富栄養化が進行した状態であった海浜公園ボート池が、東日本大震災に伴う津波の流入による被害を受けた後、どのような環境の遷移を経て現在の環境に至ったのか経年的に分析したものである。水質は、COD 20 mg/L、T-N 4.21 mg/L、T-P 2.76 mg/L、Chl.a 150 $\mu\text{g/L}$ 程度という富栄養化が極めて進行したレベルで推移していたが、東日本大震災における津波の流入により、COD 12.0 mg/L、T-N 1.46 mg/L、T-P 1.92 mg/L、Chl.a 50 $\mu\text{g/L}$ 程度の中~富栄養程度のレベルとなり、現在では COD 20.3 mg/L、T-N 4.5 mg/L、T-P 2.2 mg/L、Chl.a 152 $\mu\text{g/L}$ 程度の震災以前の極めて富栄養なレベルに戻っている。また、津波の流入により変化した水環境により繁茂したカワツルモによる、植物プランクトンの増殖抑制効果が確認されたが、現在では繁茂されない状態が続いている。今後も継続的に調査を実施していくことに加えて、これまで得られた結果を参考に、ボート池の環境修復における具体的な対策を検討、施行に着手していく必要がある。謝辞：本研究を遂行するにあたり、千葉県山武市地域整備センターの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する。

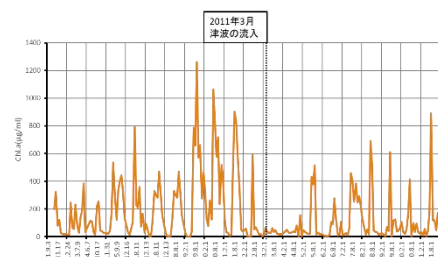


図5 Chl.a の経年変化

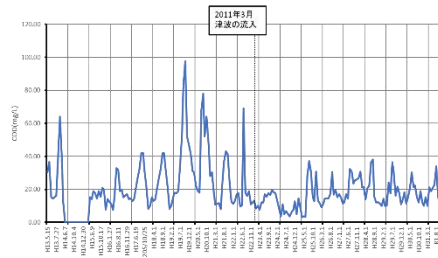


図6 COD の経年変化

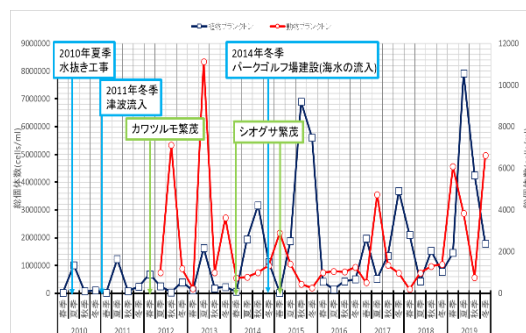


図7 プランクトン細胞数の経年変化