

海浜公園池(汽水湖)の水質浄化 (1)長期観測からみたボート池の水質特性

千葉工業大学 学員 ○中村明彦
 千葉工業大学 正員 村上和仁 石井俊夫 瀧 和夫

1 目的

千葉県九十九里海岸沿いに位置する蓮沼海浜公園池内ボート池では毎年、夏季に富栄養化に伴うアオコの異常増殖が生じている。夏季のアオコ形成による景観の悪化、腐敗臭などの問題はレジャー施設としても利用される公園の観光事業の妨げとなっている。本研究では、現地調査による蓮沼海浜公園池での長期観測結果から水質特性を明らかにするとともに、アオコ形成を抑制し、アオコ形成に付随して生ずる問題を軽減する方法を検討することを目的とした。

2 海浜公園池の概要

海浜公園池は図1に示したように海岸に隣接しており、350mほど内陸の海浜/砂質地帯に位置している。池表面積は約10,000m²、水深は浅く平均水深0.65mとなっている。流入河川としては小規模な水路があるが、2004年10月に実施された池の天日干しと同時期より機能しておらず、流入はない。また、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。塩分混じりの地下水を水源としている汽水池で、2008年度のCl⁻の平均濃度は412mg/Lである。

3 方法

調査は図1に示した地点で1999年9月～2008年12月の10年間に亘り継続的に行い、毎月1回の頻度で表層水を採水し、観測した。

調査では、観測項目として気温、水温、pH、DOの4項目、分析項目として、T-N、NO₃⁻-N、NO₂⁻-N、NH₄⁺-N、T-P、PO₄³⁻-P、COD、Chl.a、Cl⁻の9項目を測定し、同時にプランクトン相の観察を行っている。

4 結果および考察

4.1 水質変動

気温、水温、pH、DOの観測項目は、夏季に上昇、冬季に減少傾向がみられているが、観測開始から経年的な増減傾向はみられていない。pHおよびDOは2008年度に例年より高濃度を長期間維持したChl.aの影響によって高い値となり、夏季-冬季に湖水の若干のアルカリ化(平均pH 9.95)とDOの過飽和(平均DO 16.86mg/L)が観察された。

COD、Chl.a、T-Nは夏季に上昇、冬季に減少傾向がみられている。夏季におけるCODは2001年度に64.0mg/Lの高濃度となったが翌年の最高値は18.0mg/Lに減少、それ以降では経年的に上昇傾向となり2008年度では78.0mg/Lまで上昇、有機汚濁の進行がみられた。夏季におけるChl.aは2000年度の324.8 mg/Lから2008年度には937.1mg/Lとなり経年的な上昇傾向とともに、夏季の高濃度期間の長期化、冬季での低濃度期間の短縮がみられ、2007年度には冬季に赤潮の発生が確認された。夏季におけるT-Nは1999年度の6.9mg/Lから2003年度の38.6mg/Lと経年的に上昇傾向にあったが、2004年度に実施された底泥の天日干しによる脱窒により2005年度では3.4mg/Lまで減少したが、その後再び上昇傾向となり、2008年度には13.5mg/Lとなった。また、2008年度のCODとT-Nでは夏季の濃度上昇が例年よりも遅れた。

NO₃⁻-Nは夏季-秋季に1.0mg/L以上の高濃度となることが多い。経年的な増減傾向はみられていないが、植物プランクトンによる吸収のためか、例年よりChl.a濃度の高い2008年度では夏季-秋季に平均0.6mg/Lと濃度低下がみられた。

NO₂⁻-NおよびNH₄⁺-Nは春季に上昇し、濃度変動は大きい。その後減少傾向となっている。NO₂⁻-Nはピーク以外の低濃度の測定値が2000年度の0.002mg/Lから2008年度の0.015mg/Lと経年的な上昇傾向がみられる。NH₄⁺-Nは2002年度冬季～2003年度で0.00～0.06mg/Lの低濃度となった以外では経年的な増減傾向はみられていない。

T-PおよびPO₄³⁻-Pは春季と晩夏に高濃度となることが多い。T-Pはリン蓄積による2000年度の1.10mg/Lから2008年度の2.06mg/Lと経年の上昇傾向がみられ、2008年度にはCl⁻と関連のある毎月の濃度上昇が生じた。Cl⁻は地下水による影響が強いと考えられるため、地下水の湧出により、底泥に蓄積されたT-Pが溶出して供給されたと考えられる。PO₄³⁻-Pは1～1.5mg/L付近で安定し、経年的な増減傾向はみられていない。

Cl⁻は2003年度から1,000mg/L以上の高濃度を維持していたが、導水の中止以降、濃度の低下がみられ、2006年度以降300mg/L前後で安定化した。しかし、2008年度夏季から秋季にかけて濃度上昇がみられ、635mg/Lの高濃度となった。濃度の変動には周期性がみられ、春季、秋季は降雨の影響によるものと考えられる濃度減少が生じた。

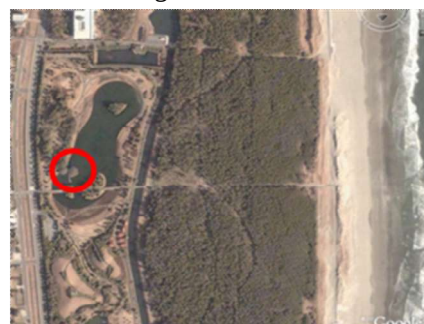


図1 蓮沼海浜公園内ボート池

キーワード：閉鎖性、汽水湖、水質特性、*Anabaena*、T-N、COD、富栄養化

〒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;047-478-0474

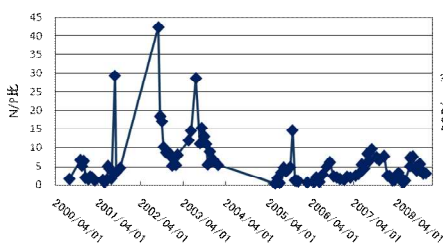


図2 N/P比の変動

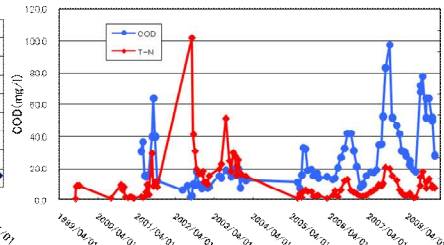


図3 CODおよびT-Nの濃度変動

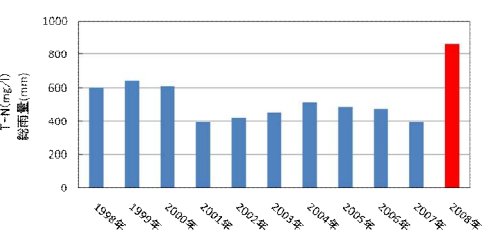


図4 3-6月の総降雨量(横芝光観測所)

2004年度に実施された底泥の天日干しおよび導水の中止により、2005年度以降のCOD、T-N、Cl-に直接の影響がみられた。Cl-への影響は海水を含んだ導水を中止したため、Cl-の供給が地下水のみとなり、降雨などの希釈により高濃度を維持できなくなったことが原因と考えられる。CODとT-Nは導水の停止による閉鎖性の高まりが原因と考えられる年周期の傾向以外の変動の減少、さらにT-Nでは天日干しによる窒素除去の影響を受けて濃度の低下が生じた。水質は天日干しによるT-N濃度の低下とT-Pの経年蓄積により、N/P比が年平均で5以下、年間でも5以上となるのは夏季のみとなる非常に強い窒素制限環境に変化した(図2)。リン超過の水質により、2005年度以降のCODとT-Nの相関は非常に高くなり(相関係数 $R=0.86$)、*Anabaena* sp.発生の遅れからT-N濃度上昇の遅れた2008年度では、COD濃度も遅れて上昇がみられた(図3)。

上記に示した強い窒素制限環境(=リン超過環境)と*Anabaena* sp.の優占化、およびT-N、CODの上昇との関係から、近年の内部生産による有機物の生成は*Anabaena* sp.の発生に大きく影響され、本池では窒素が有機物に対して支配的になっていると考えられる。

4.2 優占プランクトン

気温上昇と共に藍藻類*Anabaena* sp.、*Microcystis* sp.による優占が生じて夏季にアオコが形成され、2006年以前では気温低下と共に珪藻類*Aulacoseira* sp.の優占へと遷移していった。2007年度では冬季に鞭毛藻類の*Cryptomonas* sp.の優占による赤潮の発生が確認された。

Anabaena sp.の繁茂が観察された期間において、同種の空中窒素固定能によるものと考えられるT-N濃度の上昇と、それに伴う窒素制限環境の緩和(N/P比の上昇)がみられている。2004年以降の強い窒素制限環境下では*Anabaena* sp.の優占後でのみ、*Microcystis* sp.の異常増殖が確認され、*Anabaena* sp.から*Microcystis* sp.へのアオコ形成藻類の遷移が観察された。

1998~2007年までの3~6月の総平均降雨量500mmと比べ、2008年度では860mmと約1.7倍の降雨量があり(図4、気象庁統計情報横芝光観測所)、それによる閉鎖性の緩和と群体の形成阻害が原因と考えられる*Anabaena* sp.の発生遅延が生じた。また2003年度にも夏季の多雨により、アオコ形成が軽減されていた。同種の発生遅延により、例年の*Microcystis* sp.の発生が生じておらず、したがって、春季の*Anabaena* sp.の優占が*Microcystis* sp.の発生に影響を与える可能性が示唆された。

これらのことから、空中窒素を水中へ供給する媒介となっている*Anabaena* sp.は、蓮沼海浜公園内ボート池の有機汚濁の主要原因となっており、同種の増殖抑制により、*Microcystis* sp.の異常増殖による景観の悪化、有機物分解による腐敗臭発生を軽減可能であると考えられる。今後、*Anabaena* sp.の増殖抑制法として同種の発生初期-最盛期での適正な導水・撒水量や発生時に増加して捕食する最適な動物プランクトン種の特定、これらの物理的、生物的対策を単独または同時に適用した場合に生ずる正負の影響に関して、モデルエコシステム等を用いた検討が必要である。

5 まとめ

- 1) Cl-濃度以外の全項目で植物プランクトンが活性化する春~夏季に濃度の上昇がみられ、COD、Chl.a、T-N、NO₂-N、T-Pでは経年的に上昇傾向がみられた。
- 2) 強い窒素制限環境により、本池の有機物量(内部生産)は窒素量に支配されていることがわかった。
- 3) *Anabaena* sp.の発生・増殖は、降雨量に大きな影響を受けていた。
- 4) 窒素制限下での春季の*Anabaena* sp.の発生は、夏季の*Microcystis* sp.の発生に影響を与える可能性が示唆された。
- 5) *Anabaena* sp.による空中窒素固定が本池での有機汚濁の主要原因であることが確認された。

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) <http://www.date.jma.go.jp/obd/stats/etrm/index>