

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水質改善前後における植物プランクトン相の動態解析

千葉工業大学 学員 ○坂田宗祐

千葉工業大学 正員 村上和仁 石井俊夫 瀧 和夫

1. 目的

本実験ではアオコの主要原因である植物プランクトンに着目し、春季、夏季、秋季、冬季の計4回の24時間連続モニタリング調査により、浅く閉鎖性の強い汽水池における、プランクトン相の日周変化・四季変遷に関する基礎的知見を集積し、同時に、水質(底質)改善工事によるプランクトン相への影響を考察することを目的とした。

2. 実験方法

汽水池である蓮沼海浜公園ポート池で、水質(底質)改善工事(2009年2~3月)(図1)以降である2009年5月(春季)、8月(夏季)、11月(秋季)の10時から翌日10時までの24時間連続モニタリングを実施した。上層は毎時間、中層、下層は3時間ごとに採水した。観測項目は、気温、水温、pH、DO、照度、水深、透視度、分析項目は、COD、Chl.a、T-N、NO₃-N、NO₂-N、NH₄-N、T-P、PO₄-P、Cl⁻とした。同時に、植物プランクトンの分類同定を行い、多様度指数:H'(Shannon Winner Index)と汚濁指数:S(Pantle-Buck法)を求めた。



図1 水抜き(改善工事)中の蓮沼

3. 結果および考察

3.1 植物プランクトンの日周変化と四季変遷

四季における植物プランクトンの日周変化を図2~4に示した。

春季は緑藻類の *Chlorella* sp. が優占種であった。細胞数の日変化は24時間において増減が激しい結果となった。これは、午前7時頃から観測地点に向かって吹いていた風によって観測地点に吹き溜まりが形成され、そこに植物プランクトンが密集したため細胞数が増加したと考えられる。24時間においての日周性はみられなかったが、全層では同様の挙動を示した。これは、水質(底質)改善工事の影響により栄養塩の低下と透視度の上昇が影響したため、全層が一連の挙動を示したと考えられる。

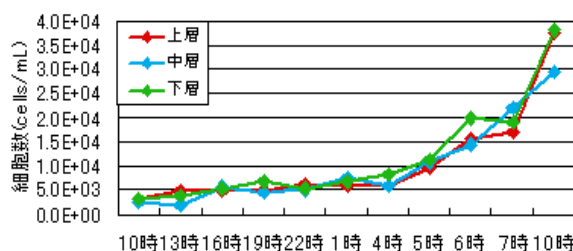


図2 植物プランクトンの日変化(春季)

夏季の優占種は藍藻類の *Anabaena spiroides* であった。また、アオコが形成されていた。24時間において上層、中層の細胞数は日が暮れるにつれ減少し、日が昇るにつれ上昇する特有の傾向(日周性)がみられた。下層の細胞数が低いのは、6月に蓮沼付近を流れる排水から侵入してきた *Cladophora* sp.(シオグサ)に付着していたと考えられる殺藻細菌が、保存していたサンプリング水の藍藻類(*Anabaena spiroides*)を死滅させたと推察される。殺藻細菌による *Anabaena spiroides* の分解は、簡易的な培養実験により示された。

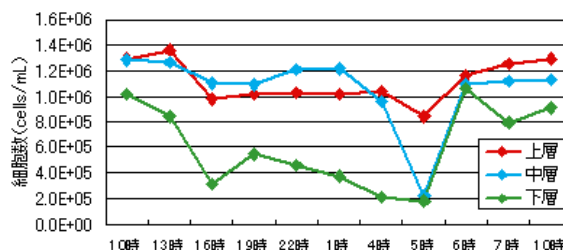


図3 植物プランクトンの日変化(夏季)

秋季の優占種は緑藻類の *Chlorella* sp. であった。夏季に形成していたアオコは消滅していたが、鞭毛藻類の *Cryptomonas* sp. の増殖による赤潮が発生していた。これは夏季に優占していた *Anabaena spiroides* が死滅し、その死骸を分解するバクテリアが増殖、その後、*Cryptomonas* sp. がそのバクテリアを捕食し増殖したため、赤潮を形成したものと考えられる。また、24時間において、上層の細胞数は日が暮れるにつれ減少し、日が昇るにつれ上昇、また、下層は日が暮れるにつれ上昇し、日が昇るにつれ減少する傾向(日周性)がみられた。細胞数は夏季と比較して 1/10 程度に減少していた。

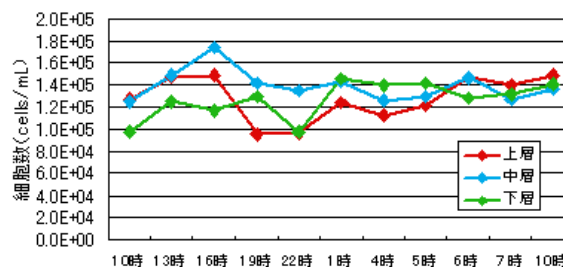


図4 植物プランクトンの日変化(秋季)

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、多様度、汚濁指数

〒275-8588 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

3.2 植物プランクトンによる多様度 H' と汚濁指数 S

多様度 H' と汚濁指数 S の四季変化を図5、6に示した。

春季の各層においての多様度は $H'=2.0 \sim 0.8$ であり、24 時間において日周変化はみられず増減の激しい結果となった。これは、前述のように風による影響と考えられる。汚濁指数は、 $S=2.5 \sim 3.0$ の範囲で推移しており、 α -中腐水性となった。汚濁指数については、多様度と異なり優占種が莫大に多いと大きく影響を受けるため、24 時間において経時変化はみられなかった。

夏季の各層において多様度は $H'=0.03 \sim 0.05$ と低い値をとった。これは、優占種が他種に比べ莫大に多いためと考えられる。汚濁指数は、 $S=1.0 \sim 1.5$ の範囲で推移しており、貧腐水性となった。春季と比較し、夏季は細胞数が増加したにもかかわらず、汚濁指数 S は低下した。これは、優占種が他種に比べ莫大に多いことに影響を大きく受けたと考えられる。

秋季の各層の多様度は $H'=1.8 \sim 2.0$ となり、比較的高い値を示した。これは、優占種の割合が他種と同等であったため、多様度が上昇したと考えられる。汚濁指数は、 $S=2.1 \sim 2.4$ の範囲で推移し、 β -中腐水性となった。春季と同様に *Chlorella* sp. が優占したにもかかわらず、汚濁指数が変化したのは、*Chlorella* sp. より汚濁指数の低い種が同等量いたため汚濁指数が春季より低下したものと考えられる。

3.3 2009 年度(工事後)と 2008 年度(工事前)の比較

2008 年度と比較すると、多様度は夏季を除いて比較的高い値を示した。これより、水質(底質)改善工事が生態系に影響を与えることが示唆される。春季の多様度は 2008 年度、2009 年度ともに変動が激しく規則性が認められない。これは、冬季からの気温上昇によりプランクトン活動が活性化するためと考えられる。

2008 年度のポート池には *Anabaena spiroides* によるアオコが夏季から冬季まで形成されていた。しかし、2009 年度は夏季に *Anabaena spiroides* によるアオコ、気温低下にともなって *Cryptomonas* sp. による赤潮を形成するといった、2007 年度の蓮沼と同様の四季変遷が確認された。このことから、ポート池の生態系は水質(底質)改善工事によって水質汚濁のピークであった 2008 年度以前の状態に戻ったと考えられる。よって、水質(底質)改善工事は植物プランクトンの日周性と、四季変遷に影響を与えていると考えられる。

3.4 限界細胞数による評価

限界細胞数とは、対象湖沼において最大細胞個体数(N_{max})と考えられる細胞数である。観察された植物プランクトンの体積から理論値を求め、実測値から限界細胞数の比率を割り出すことで、現段階の植物プランクトンがどの程度増殖可能であるか推測できると考えられる。2008 年度夏季の蓮沼におけるポート池全体での限界細胞数の理論値は $1.78 \times 10^{17}N$ となり、実測値は $1.05 \times 10^{16}N$ となった。これはポート池全体の約 5.9% に相当し、2008 年度夏季の蓮沼は植物プランクトンによるアオコが形成されていてもなお、増殖が可能であることを示している。また、2009 年度夏季における限界細胞数は、理論値 $1.97 \times 10^{17}N$ 、実測値 $9.50 \times 10^{15}N$ となり、ポート池全体の約 4.8% に相当した。このことから、水質(底質)改善工事は限界細胞数から評価すると、植物プランクトンに対して、ほとんど効果を示さなかった。しかし、これは数値(1 細胞あたりの体積や水深)により理論値が大きく変化するため、理論値の設定について更なる検討が必要である。

4. まとめ

- 1) 優占種は春季: *Chlorella* sp.、夏季: *Anabaena spiroides*、秋季: *Chlorella* sp. となった。
- 2) 多様度は春季: $H'=2.0 \sim 0.8$ 、夏季: $H'=0.03 \sim 0.05$ 、秋季: $H'=1.8 \sim 2.0$ であった。汚濁指数は、春季: α -中腐水性、夏季: 貧腐水性、秋季: β -中腐水性であった。
- 3) 水質(底質)改善工事直後(春季)の細胞数は 24 時間を通して、全層とも同様な挙動を示した。これは、水質(底質)改善工事の影響により栄養塩の低下と透視度の上昇が植物プランクトン相に影響を及ぼしたためと考えられ、水質(底質)改善工事がプランクトン相へ与える影響が示唆された。
- 4) 夏季にアオコが形成され、気温が低下するにつれアオコが崩壊し赤潮に移行するという 2007 年度の蓮沼と同様の四季変遷がみられたため、蓮沼の生態系は水質(底質)改善工事によって水質汚濁のピークであった 2008 年以前の状態に戻りつつあると考えられる。

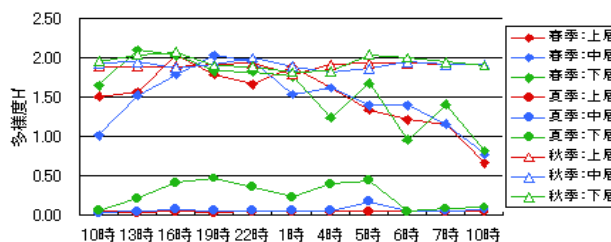


図5 植物プランクトン相の多様度 H' の四季変化(2009年)

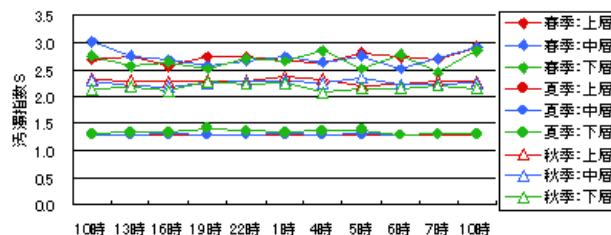


図6 植物プランクトン相の汚濁指数 S の四季変化(2009年)