

1 研究の動機

浜松市中西部に位置する佐鳴湖は水質汚濁の目安である COD 値が全国的にも高いことが知られていて、ここ数年全国ワースト1を記録しつづけている。浜松湖南高校科学部では1999年から毎月佐鳴湖の水質調査を行い、その特徴を調べ、水質がどうしてよくなるのか、水質をよくするためにはどのようなことをすればよいのかを探索してきた。今回の報告では今までの調査結果をまとめ、水質変化についてその特徴を考察をする。またその結果から佐鳴湖の COD 値が大きい時は植物プランクトンが大発生していることがわかったため、植物プランクトンの発生の研究として、植物プランクトン発生と水の流れとの関係を研究し、その報告をする。この研究の発端となったのは佐鳴湖に流入する河川の水質の調査をした時である。流入河川のうち見た目がもっとも透明できれいに見えるのは御前谷排水路である。しかし、水質の調査をすると栄養塩類が多く、排水路の流入は佐鳴湖水質汚濁の要因の一つといえる。この排水路から佐鳴湖に流入する口の部分を見ると水の色が急に変わり水質も急に変わっていることが目で見てわかった。排水路の水はCOD値も少ないのに佐鳴湖に入ると大きくなるのである。どうしてこのように急激に変わっているのか疑問を持ち、この違いの原因を探った。この二つの水の状態についてよく見てみると排水路は常に佐鳴湖に向けて流れがあるのに対し、排水路口では水がたまった状態で停滞しているという違いがあることに気がついた。これが植物プランクトンの発生に働きかけをしているのではないかと思い、調べたり先生方の話を聞いてみると、植物プランクトンは一般に水の流れが多いところでは発生が抑制されるという性質があることが知られていることを知った。そこで佐鳴湖の水を使って、植物プランクトンが水が流れることにより実際に発生が抑制されるという効果が得られるのか調べてみることにした。

2 研究方法

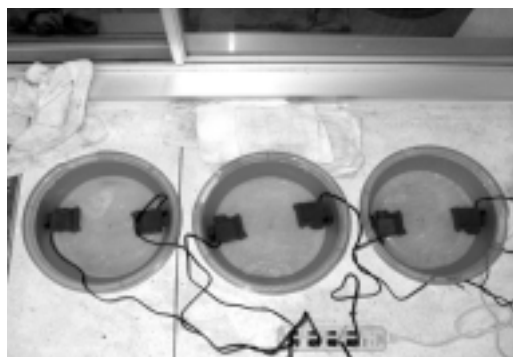
(1)佐鳴湖の水質の定期調査

佐鳴湖鳴湖上にボートに出て採水を行っている。現在、採水地点は5地点であり、佐鳴湖のほぼ東西方向の中間地点を南北に、最北部(st.1')、北部(st.1)、中央部(st.2)、南部(st.3)、最南部(st.3')を定点として表層、1.0m層、底層、底面すれの水の採水を行っている。採水方法は底面すれの水は注射器とチューブをつなげて吸い取っており、それ以外はポリ瓶をつなぎ合わせた手作りの採水器を使って採水している。水質調査項目はCOD(全COD、懸濁態COD、溶存態COD)、DO(溶存酸素量)、塩素量、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 、クロロフィルa、透明度、水温、PHを調査している。

(2)流入河川の水質

佐鳴湖に流入する上下流の河川の河口でCOD(全COD、懸濁態COD、溶存態COD)、DO(溶存酸素量)、塩素量、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 、クロロフィルaを調査した。

(3)植物プランクトンの発生と流速の関係



流入する水として西川からの水、及び佐鳴湖の水をそれぞれとり、3つの水桶に2.5リットルずつ入れる。これを原水として日がたつにつれて水質がどのように変化するかを調査することにした。各水桶には水の流れを起こすために水中ポンプを2つ設置し、

流れが最大になる水桶

流れが最小になる水桶

流れがない水桶（対照実験）を設置した。

上の写真で、対照実験にも水中ポンプが入っているのは、ポンプの影響で水温の差が出ないようにポンプの羽をとってポンプを同じ様に動かした。水温は毎日測り、差が数度以内であることを確認した。水中ポンプはアクアリウム用であるが濾過部分は取り去り、モーターに羽だけがついている状態のものを取り付けた。水の流速についての計測は、小さな紙片を落とし、一周する時間を10回計り、その平均で周期T(s)を求め、振動数($f=1/T$)、角速度($\omega=2\pi f$)を計算した。

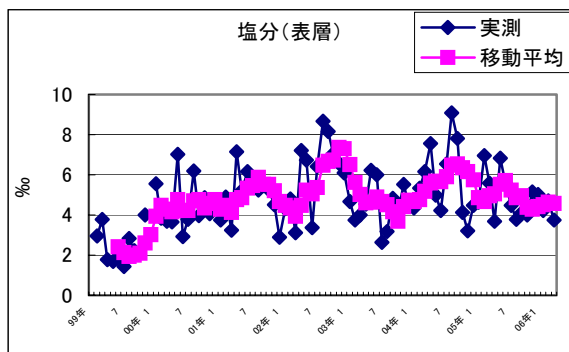
遅い流速の水桶 速い流速の水桶

周期・・・	8.0秒	6.3秒
振動数・・・	0.13Hz	0.16Hz
角速度・・・	0.79(rad/s)	1.00(rad/s)
平均の流速・・・	0.073m/s	0.093m/s

また、水桶の中でも植物プランクトンが多く発生しているところとそうでないところがあるためよくかき混ぜてから採水をして、懸濁態COD、溶存態COD、クロロフィルaの変化を調べた。調査日程は4月13日から26日である。

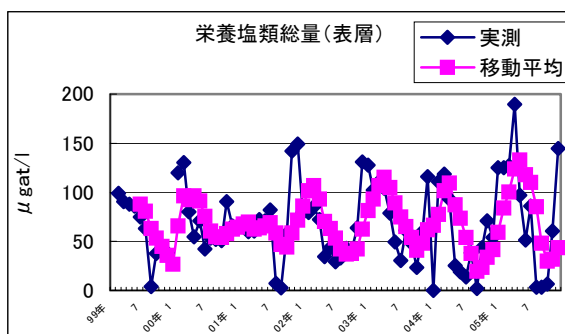
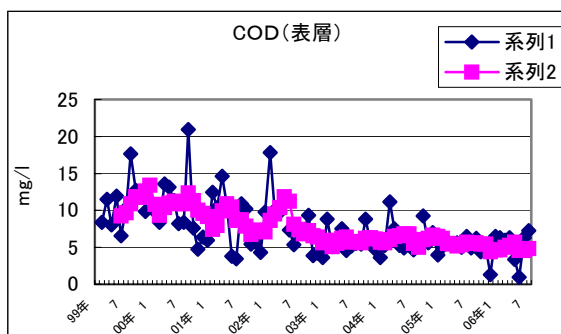
3 結果

(1)定期調査



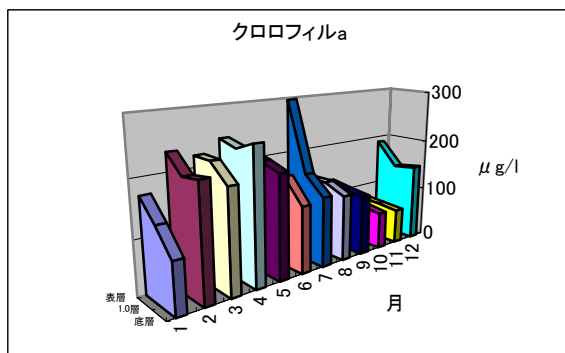
塩分の変化をみると2000年に下流の新川放水路が完成し下流からの上げ潮の影響で塩分が次第し高くなっているが、近年になってその変化が落ち着いている。

COD値についても2000年頃から次第に低くなっている。これは放水路により下流から水が多く流れ込んできているためであると考えられるが、この変化も近年は落ち着いてきているようにみえる。NH₄-Nなどの栄養塩類の総量は変動は大きいですが平均的な値は減少していないようである。これ



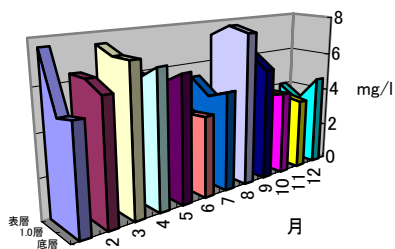
は、上下流や底泥からの栄養塩類の供給量が減少していないことをあらわしている。この現状ではCOD値が減ることは期待出来ないと考えられる。

次に今までの調査結果を月別にまとめた。下はクロロフィルaのグラフである。

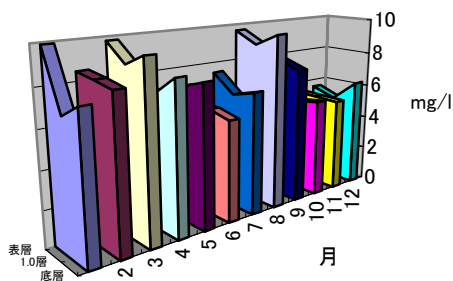


冬季から夏季に向けて大きく、10月、11月が小さい値になっている。クロロフィルaは植物プランクトン量を示しているが、湖面を目視すると、冬は茶色で珪藻類が多く、夏季に向けて緑色にだんだんと変わり緑藻類や藍藻類が多くなっていることがわかる。10月、11月は湖面が緑色から茶色にかわる時期でこの時は目でみても水がきれいにみえる。10月、11月に値が小さいことは下図の懸濁態CODについてもいえて、懸濁態CODの主要因が植物プランクトンであることが考えられる。また、全CODについてもこの傾向が反映

懸濁態COD



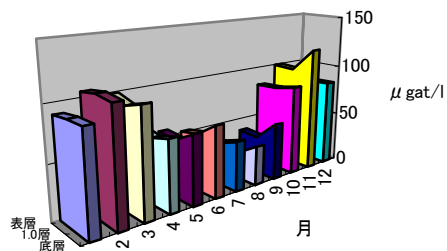
全COD



されている。

栄養塩類については、夏季にむけて植物プランクトンが大発生する時期に減少している。

栄養塩類総量



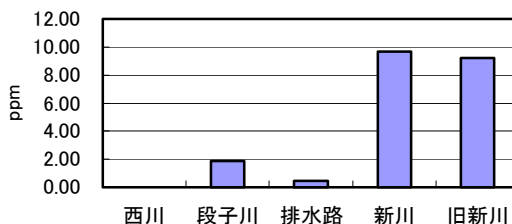
この時期に植物プランクトンに取り込まれていることを表しているが、まだまだ多くの量があるということを表している。栄養塩類が減少すれば植物プランクトンも減少し、CODも低くなることが期待される。

(2) 流入河川の水質

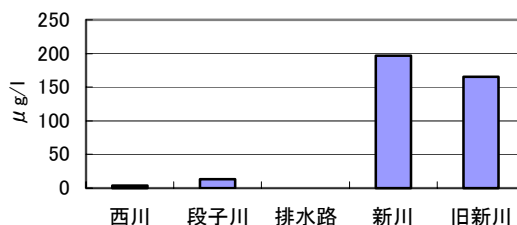
上流の段子川、西川、御前谷排水路、下流の新川、旧新川について調査した。

この時はCODは下流が大きく、上流がともに小さい値である。また、クロロフィルa量も同様であり、上流は目視でもきれいな水にみえた。しか

全COD

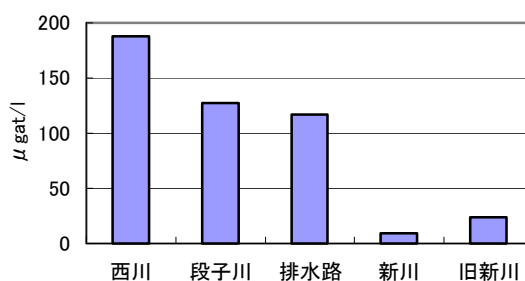


クロロフィルa



し、栄養塩類の量を比べてみると下流よりも上流の方がかえって多い結果になった。

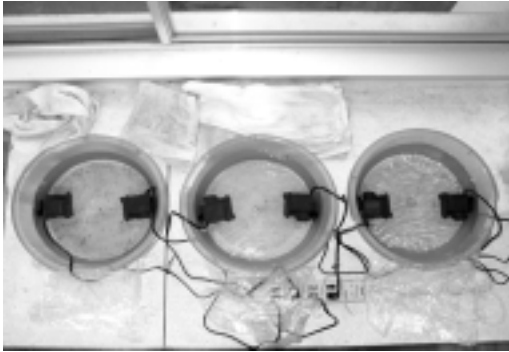
栄養塩類総量



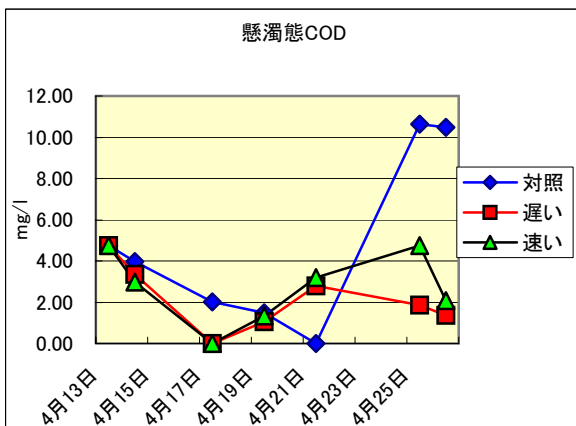
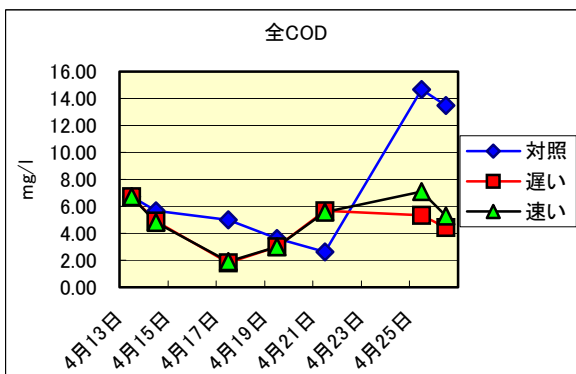
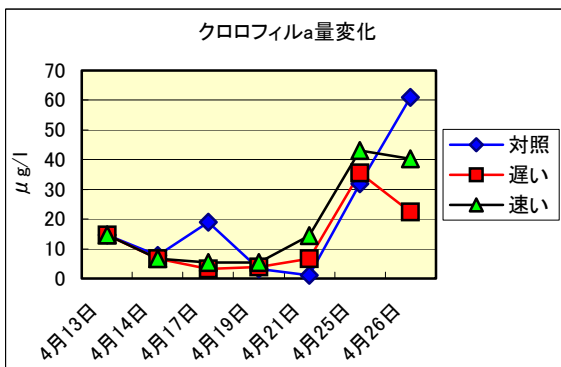
流入河川の栄養塩類が多いことは予想していたが、上流は栄養塩類が多いのにもかかわらず植物プランクトンを表すクロロフィルaが少なく、CODも小さい値であることに興味を持った。すると上述したように上流の水の流れがあるようなところでは植物プランクトンがあまり発生しないことが知られていることがわかり、佐鳴湖の水でその効果があるかどうかを次に研究することにした。

(3) 植物プランクトンの発生と流速の関係

次の写真は4月26日の写真である。左から対照実験、遅い流速、速い流速での水桶である。見た目も明らかに対照実験は藻類、植物プランクトン類が多く発生していることがわかり、水流がある場合は一部発生が確認されるが、対照実験とは明らかに差があることがわかった。

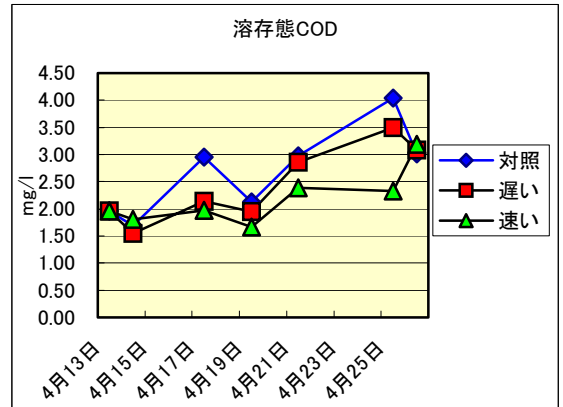


クロロフィルaの量については最初の動きは3つとも同じ動きをしていて、10日目頃から全ての水桶で増え始め、2週間後には対照実験に比べ水流がある場合は値が小さい。この違いは全C



ODや懸濁態CODについてもみられ、CODについて見ると最終的には二倍以上の値の差が見られている。

それにし溶存態CODはすべての水桶について少しずつ増えていることがみられ水流があるかどうかには関連がないようにみえるがこれらの中でも水流が速い場合の値が低い値をとっている。



4 考察と今後の課題

定期調査では水質の変化が落ち着いてきてまだCOD値は高いままである。あらたな浄化の対策が必要である。また、栄養塩類の量がまだ多く、これが植物プランクトンを大発生させ、COD値を大きくしている。今後上下流の水質浄化が行政施策等でなされることが期待される。

水流と植物プランクトンの発生についての実験では、流れがあると発生が抑えられていることがわかり、その違いは0.073 m/s～0.093 m/s というゆるやかな流れにおいても十分効果がみられることがわかった。今回用いたポンプはアクアリウム用であり、水流の大きさを大きく変えることができないので今後は速さを変える工夫を考え、速さと発生の関係を深く研究していきたい。また、二週間を超えて測定した場合にどのような違いが得られるかもこれから調査したい項目である。また、今回は水温に差がないように注意して実験を行ったが、水温と発生との関係について、また、佐鳴湖で冬季に発生する珪藻類と夏季にむけて発生する緑藻類、藍藻類との発生の違いや具体的な植物プランクトンの種類も調べていきたい。その他、窒素量やリンの量の変化についても調べて研究をすすめていきたいと思う。