

印旛沼における植物性プランクトンの増加の季節変化に関する研究

中央大学理工学部 学生員 ○金坂 圭記 中央大学大学院 学生員 呉 修一
中央大学大学院 正会員 本永 良樹 中央大学 正会員 山田 正

1はじめに：

印旛沼は、水を千葉県で飲料水、農業用水、工業用水として利用されると共に、数多くの生物が生息しており内水面漁業の場としても利用されているため、水質の改善が重要な問題となっている。本研究では、印旛沼内とその流入河川の過去 16 年間の水質変化に着目し、印旛沼内での植物性プランクトンの増殖について考察を行った。

2.印旛沼の水質の変遷：

各種栄養塩は、生活水準によって流入量が変化すると考え、汚濁状況を把握するために流域が急激に都市化した関東の代表的な湖沼である印旛沼、霞ヶ浦、手賀沼のCOD濃度と我が国のGDPの経年変化の関係を図-1 に示す¹⁾²⁾。水質データに関して、印旛沼、手賀沼に関しては千葉県水質保全課HP、霞ヶ浦に関しては霞ヶ浦環境科学センターHPに記載されているものを利用した。図-1 からはGDPの増加に伴い、1985 年頃までは印旛沼手賀沼、霞ヶ浦の 3 湖沼のCOD濃度が上昇しており、その後ほぼ横ばい状態にあることが分かる。また、3 湖沼のCOD濃度の経年変化を見ると、値こそ異なるもののほぼ同じ挙動をしていることが分かる。これは、3 湖沼の水質環境の形成過程として挙げられる、流域の都市化、生活水準の変化の形態など更に大規模な要因が類似しているためと考えられる。

3.印旛沼における水質と植物性プランクトンの関係：

印旛沼の水質に影響を与える要因として植物性プランクトンの増殖がある。水道水質に直接影響のある印旛沼上水道取水口下での水質データを対象として、Chl-a濃度とCOD濃度、水温の月変化を図2,3 に示す。COD濃度とChl-a濃度の月変化の挙動はほぼ一致しており、湖内でのCOD濃度の増加には植物性プランクトンの増殖が関わっていると考えられる。また、アオコを構成する植物性プランクトンの一種のミクロシステスは、水温が 25 以上の時に多く発生するとされている³⁾が Chl-a 濃度を見ると、水温が低いときでもChl-a濃度が高い場合があることが分かる。植物性プランクトンが増殖するための要因には、日射量、水温と栄養となる窒素濃度、リン濃度が上げられる。植物性プランクトンは光合成により、4日から一週間程度で増殖数が最大となることが多い⁴⁾ことから、水質調査を行った当日の日射量は前一周間の累計日射量に比べて影響が小さいと考え、図-4,5 で月毎のChl-a濃度と前一周間累計日射量の関係を示したところ、どの月でも日射量がおおよそ 60MJ でChl-a濃度は高い値を示していることがわかった。

4.数値計算の概要：

印旛沼内での植物性プランクトンの増加の時空間分布特性を解明するため、印旛沼における流動、水質に関して数値計算を行った。流體計算では、流量、水位、時間について二次元不定流計算を行った。計算対象は印旛沼全体、流入河川 5 本、流入箇所 1 点、取水箇所 16 点とし、空間差分間隔 1 メッシュ当たり $x, y=50m$ 間隔で実測データに基づき作成した⁵⁾。計算期間は 1 年間、計算時間差分間隔 $t=300$ 秒で与えた。

水質計算では、BOD,DO,NH₃⁺,NO₂⁻,NO₃⁻,PO₄³⁻,Chl-aのそれぞれの濃度を流體計算で求めた流速、水位、時間及び、1 時間毎の気温⁶⁾を用い、水質相互作用を含む移

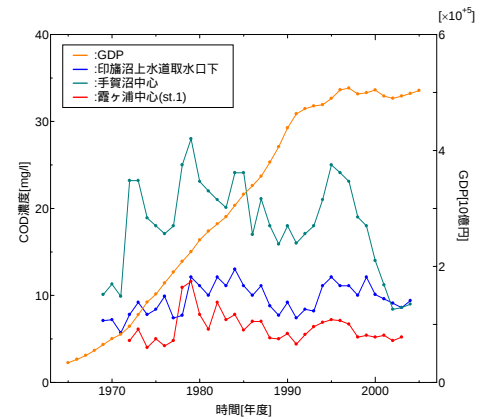


図-1 印旛沼上水道取水口下、霞ヶ浦中央、手賀沼中央における COD 濃度、GDP の経年変化

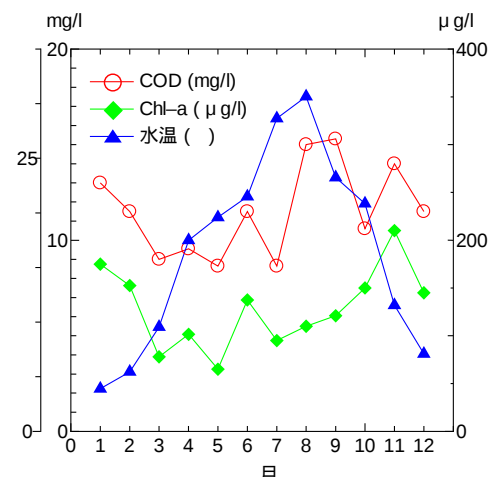


図-2 1995 年印旛沼上水道取水口下における COD,Chl-a,水温の月変化

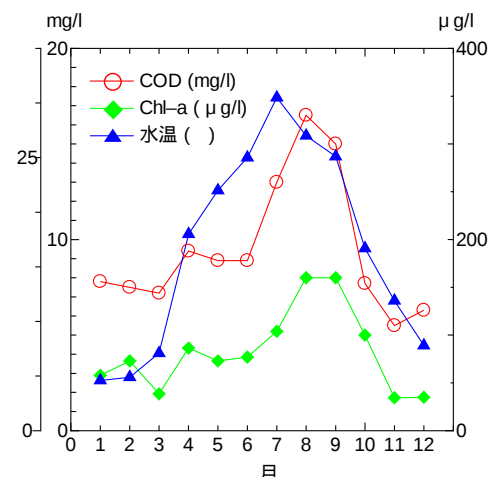


図-3 2001 年印旛沼上水道取水口下における COD,Chl-a,水温の月変化

流拡散式をオイラー法により計算を行った。

初期条件は、流量、水位、各水質濃度について2001年1月の印旛沼及び流入河川の実測値の月平均値を与えた。境界条件として、流入河川5本では、実測値の月平均流量を月毎に与え、各水質濃度は年平均値を一定として与えた。流出入点では水位を一定とし、各水質濃度は年平均値を一定として与えた。また、取水箇所16点では実測値の月平均流量を月毎に与えた。

5. 計算結果：

印旛沼では、沼内の各地で上水、工業用水、農業用水の取水が行われている。印旛沼内各地で取水を行う場合と、行わない場合それぞれについて数値解析を行った。図-6,7に代表的な一例として流速の空間分布状況を、図-8にChl-a濃度の空間分布の状況を示す。取水を行う場合の沼内平均流速はおよそ0.004(m/s)であるのに対し、取水を行わない場合では0.01(m/s)となり、また流動の状態でも取水を行う場合では各取水点に吸い寄せられる様に流動が変化していることがわかった。Chl-a濃度については、流入河川の印旛沼への流入点付近で増加し、上水道取水口へと引き寄せられて行く様子が分かった。

6. まとめ：

本研究によって得られた知見を以下にまとめる。(1)印旛沼におけるCOD濃度は湖内での植物性プランクトンの増殖の影響がある。(2)季節を問わず、およそ60MJ程度の前一週間累積日射量があればChl-a濃度は高い値を示す。(3)印旛沼では、各地で取水を行う場合と行わない場合では流動に変化がある。(4)Chl-aの空間分布の変動を数値計算より求める事が可能となった。

謝辞：本研究を行うに際し、独立行政法人水資源機構、千葉県県土整備部より貴重なデータを提供して頂いた。ここに記して謝辞とする。

参考文献：1) 図-1, 2における手賀沼のCOD, T-N, T-P値について、千葉県水質保全課HP: <http://www.pref.chiba.jp/> 2) 図-1, 2における霞ヶ浦のCOD, T-N, T-P値について、霞ヶ浦環境科学センターHP: <http://www.kasumigaura.pref.ibaraki.jp/> 3) 坂本充湖沼の富栄養化と植物プランクトンの異常増殖(1974)(岩佐義郎「湖沼工学」, 山海堂1990 4) 工藤勝弘, 河上智行, 山田正: ダム貯水池内における栄養塩および植物プランクトンの挙動について, 水文・水資源学会誌, Vol.17, No.2, pp.134-149, 2004.3.5) 国土地理院発行25000分の1地図より作成した, 6) 気象庁佐倉気象台で観測されたデータを用いたHP: <http://www.jma.go.jp/jma/index.html>

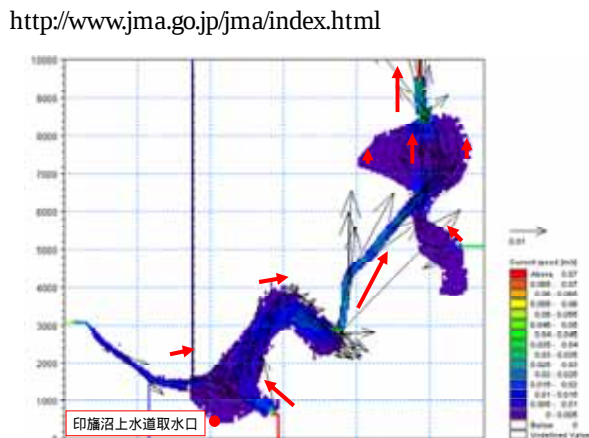


図-7 取水を行わない場合の印旛沼の流速の空間分布の一例

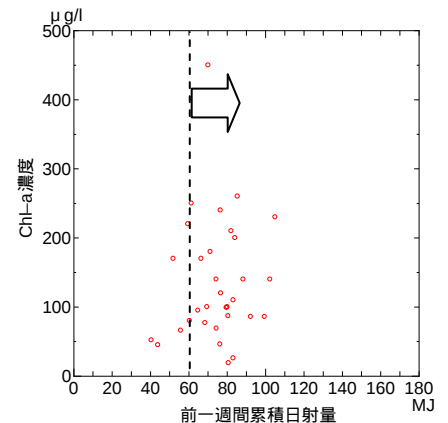


図-4 2月におけるChl-a濃度と前一週間累積日射量の関係

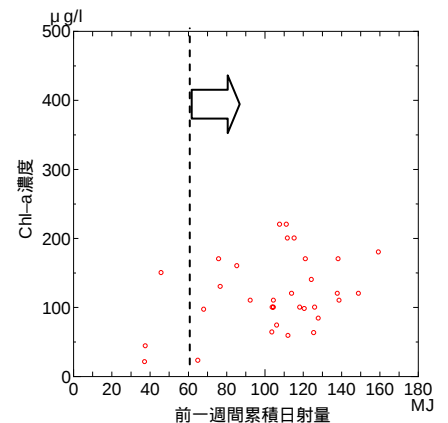


図-5 8月におけるChl-a濃度と前一週間累積日射量の関係

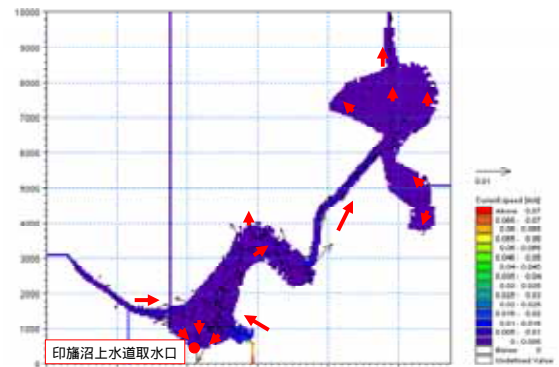


図-6 取水を行う場合の印旛沼の流速の空間分布の一例

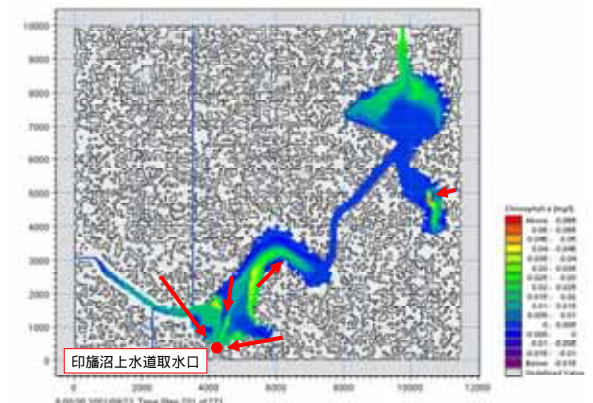


図-8 取水を行う場合のChl-a濃度の空間分布の一例(8月20日12:00)