

印旛沼における栄養塩調査結果について

星野武司 藤井稔彦 勝見大介 品川知則 横山智子

1 調査目的

植物プランクトンの増殖に係る因子として、物理的要因は水温、光強度及び電気伝導度等が知られており、化学的要因は、栄養塩（窒素、りん）が知られている。このうち栄養塩は水に溶存しているものと、水中の懸濁物に含有するものに分類されるが、公共用水域の水質測定計画に基づく常時監視（以下、常時監視）においては、これらの総和である全窒素、全りん及び溶存性のうちイオン態のみを対象としている。

2019年度以降、西印旛沼の調査地点「上水道取水口下」において多項目水質計により、主に物理的要因を測定している¹⁾が、栄養塩については連続測定が困難であることから情報が少なく、気象情報から推定するにとどまっている。また栄養塩の溶存性及び懸濁性の水質分布について調査を

2020年度に実施しており、季節及び気象等の影響を受けていることが推定されている²⁾。

今回、2021年度の印旛沼における溶存性及び懸濁性の栄養塩を測定し、その結果から無機態・有機態栄養塩の算出を行うとともに他の水質項目との関係について検討した。



図1 調査地点

2 調査方法等

2・1 調査日時及び調査地点

調査日時及び調査地点は、常時監視と同日・同地点の採水検体を対象とした（図1）。

2・2 調査方法

今回、調査項目の対象としたのは、全有機炭素 (TOC)、溶存性有機炭素 (DOC)、懸濁性有機炭素 (POC)、全窒素 (TN)、溶存性窒素 (DTN)、懸濁性窒素 (PTN)、全りん (TP)、溶存性りん (DTP)、懸濁性りん (PTP)、イオン状シリカ (SiO₄)、溶存性有機態窒素 (DON)、溶存性有機態りん (DOP) である。

溶存態項目については、採水日当日に事前に 450℃ 1 時間加熱処理を行った GF/F でろ過した検体に対し分析を行った。懸濁態項目については、溶存態項目と懸濁態項目を含む“全”項目から溶存態項目を減算することで算出した。また、溶存態有機態の窒素とりんについては、溶存態項目からイオン態項目を減算することで算出した。

3 調査結果

3・1 栄養塩項目等の変動について

2021年度における各項目の変動を図2に示す。

3・1・1 窒素

DTN については、概ね最上流の阿宗橋で高く、下流の北印旛沼で低くなっていた。季節変動については、4月～8月に低く、秋～冬に高い値となっており、月毎の変動は小さかった。その一方で PTN は、春は西印旛沼側が高くなるが、秋には北印旛沼側が高くなる傾向を示していた。また西印旛沼内は3月～5月に高く、大きな変動のある月も見られた。

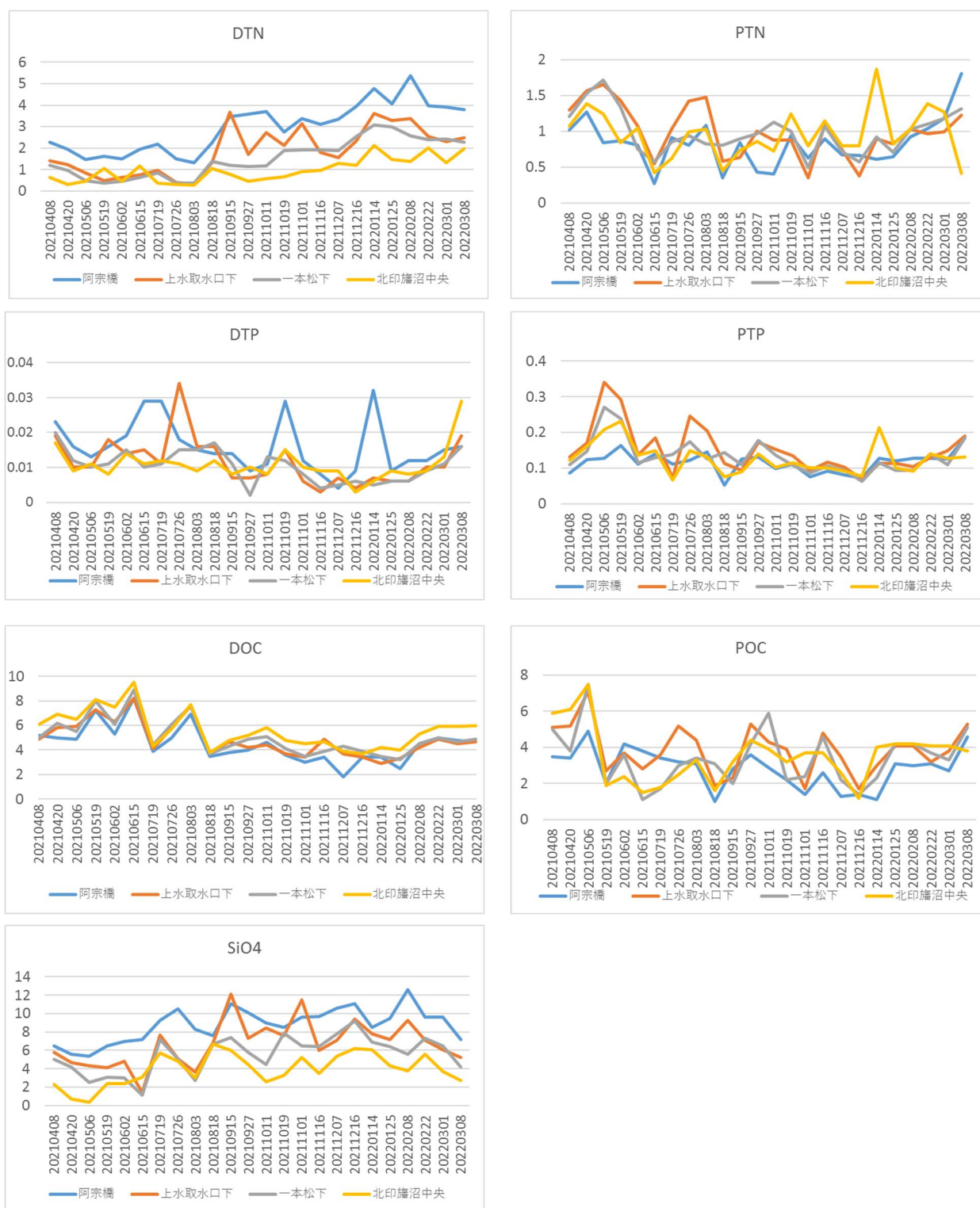


図2 調査地点ごとの栄養塩濃度の年間変化
(縦軸の単位は mg/L)

3・1・2 りん

DTPについては、概ね阿宗橋が高く、上水道取水口下、一本松、北印旛沼中央の順に値が低くなる傾向が見られた。また、9月～11月の秋季に低い値となることが多く、大きな変動のある月も見られた。PTPは、春季は西印旛沼側が高くなった一方で、秋季は沼内でほぼ差が見られなかった。また、沼内では3月～5月に高い値となっていた。

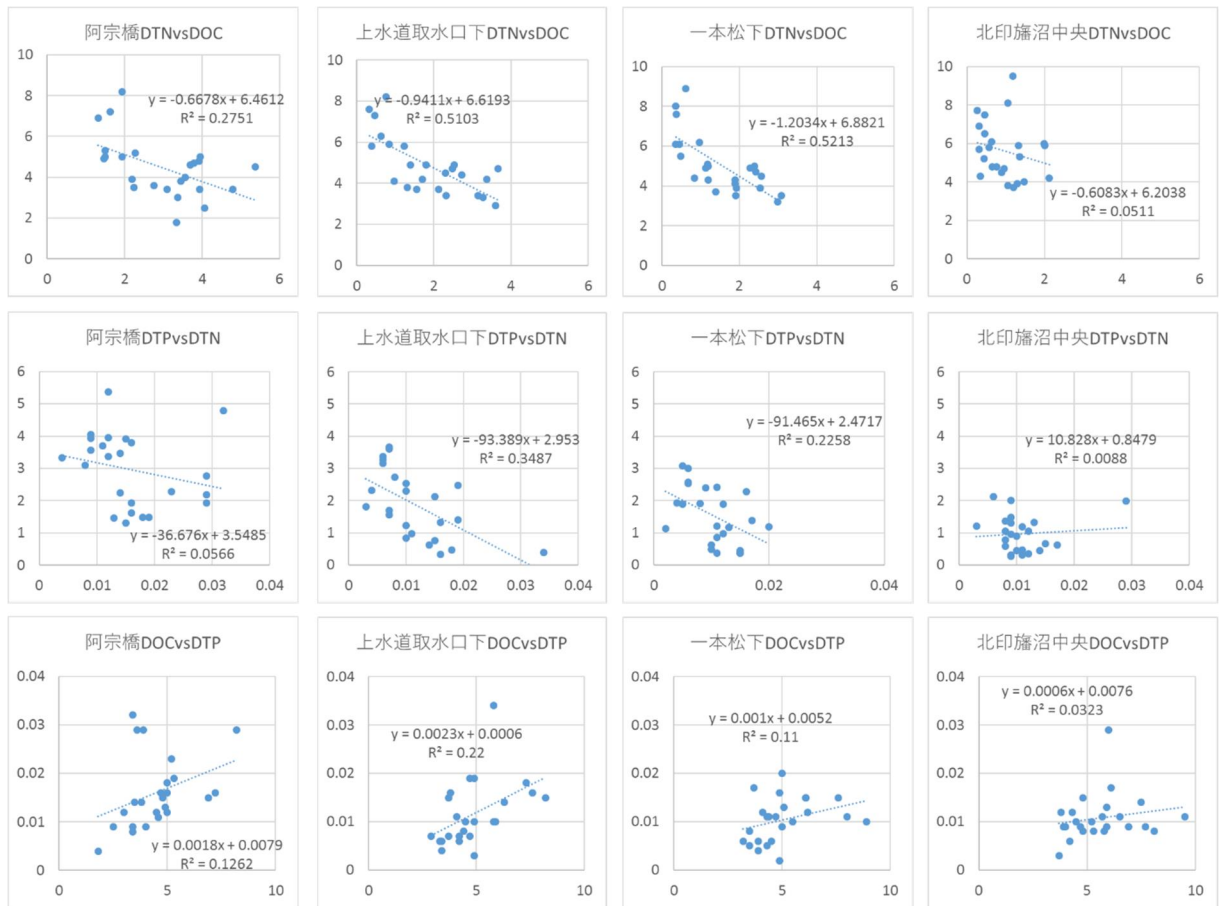


図3 溶存態項目間の関係（縦軸横軸共に単位は mg/L）

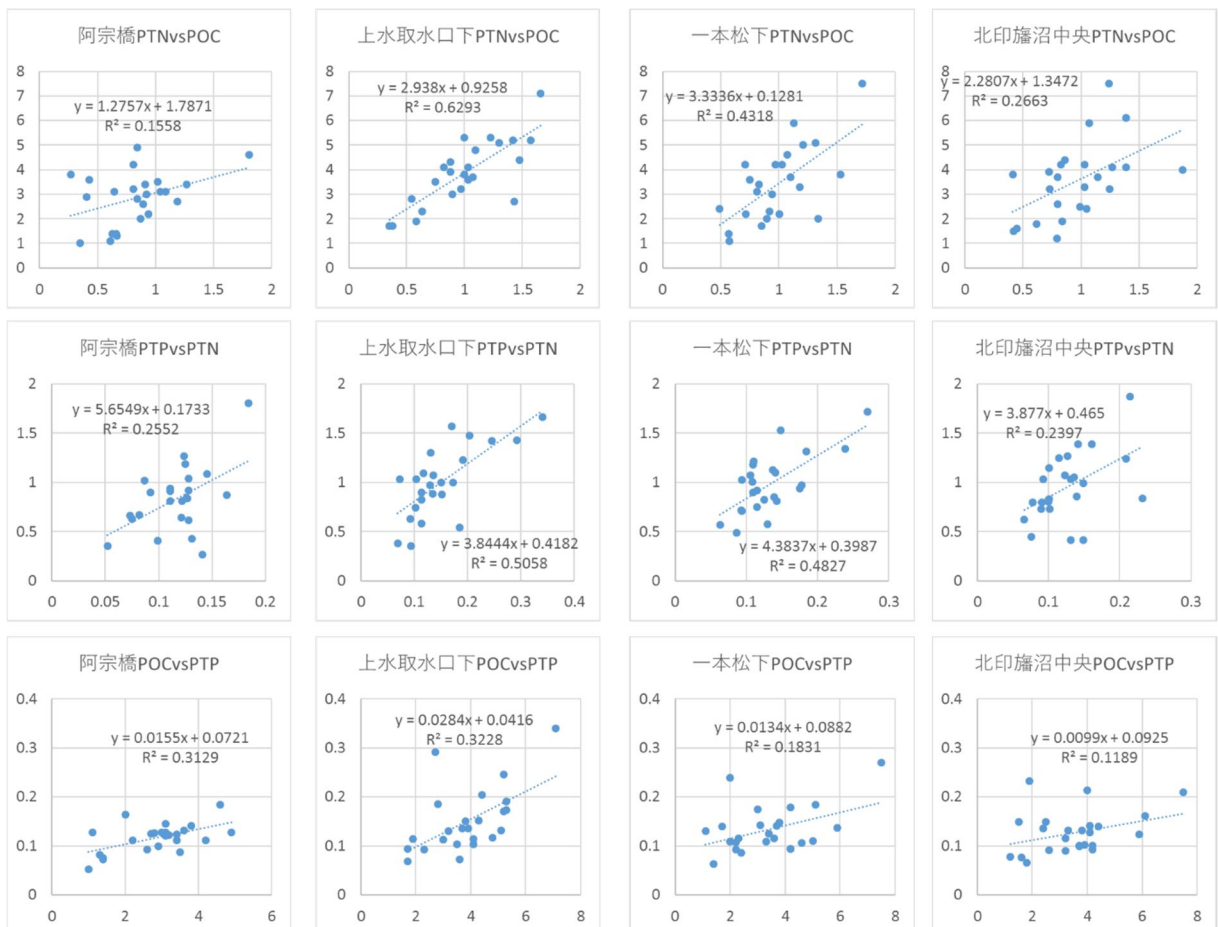


図4 懸濁態項目間の関係（縦軸横軸共に単位は mg/L）

3・1・3 イオン状シリカ

概ね最上流の阿宗橋で高い値を示しており、最下流の北印旛沼中央で低くなっていた。また全ての地点において、3月～5月に低い値を示していた。また、大きな変動のある月も見られた。

3・2 分析項目間の相関について

溶存態項目の分析項目間の相関について図3に示す。DTP-DTN間及びDTN-DOC間は負の相関を示していた。その一方でDOC-DTP間は正の相関を示しており、特に沼西側の地点(阿宗橋, 上水道取水口下)で相関が高かった。

懸濁態項目の分析項目間の相関について図4に示す。西印旛沼内の上水道取水口下及び一本松下は項目間の相関が他と比較して高い一方で、阿宗橋ではPTNは他の項目との相関が低く、北印旛沼中央はPTPが低い傾向が見られた。

3・3 他の水質項目との関連性の検討

全分析項目の関連を調べるため、上水道取水口下の被説明変数9種(DTN, PTN, DTP, DTP, SiO₄, dCOD, pCOD, DON, DIN)について、連続測定項目及び相関がある項目を説明変数として重回帰分析を実施した。また、計算にあたり赤池情報量基準(AIC)が最小となる説明変数の組合せを採用した。

その結果、pCOD, DTN, PTN, PTPについては決定係数R²が0.90以上となり、下記の説明変数との関係が深いことがわかった。なお、溶存態有機物項目(DOC, dCOD), DTP, 及びSiO₄については関係の深い組合せは存在しなかった。

説明変数 気温, 降水量(採水前24h), 平均風速(採水時間平均)(佐倉気象観測局データ)

日射量(佐倉大気測定局に設置) 水温, EC, pH, DO, Chla(常時監視結果)

重回帰分析結果

$[pCOD(mg/L)] = 0.143[SS(mg/L)] + 3.01[pH] - 0.012[Chla(\mu g/L)] + 0.115[EC(mS/m)] - 27.9$

$[DTN(mg/L)] = 0.169[EC(mS/m)] - 0.123[水温(^{\circ}C)] - 2.74[全水深(m)] + 0.0793[気温(^{\circ}C)]$

$- 0.0052[Chla(\mu g/L)] - 0.0769[DO(mg/L)] + 3.53$

$[PTN(mg/L)] = 0.0154[前日日射量(MJ/m^2)] + 0.00366[Chla(\mu g/L)] + 0.00680[SS(mg/L)]$

$[PTP(mg/L)] = 0.00289[SS(mg/L)] + 0.000306[Chla(\mu g/L)]$

参考文献

- 1) 品川知則, 星野武司, 勝見大介, 中田利明: 印旛沼における水質詳細調査. 第55回日本水環境学会年会講演集 p.384
- 2) 星野武司, 品川知則, 勝見大介: 印旛沼内における栄養塩動態について. 第56回日本水環境学会年会講演集 p.408