

印旛沼の濁りの指標に関する実態調査

本田恵理 飯村晃 栗原正憲 清水明 藤村葉子

1 はじめに

印旛沼の水は生活用水、農業用水及び工業用水として幅広く利用されている一方、昭和 30 年以降の都市開発による生活排水の流入に伴い水質が悪化し、現在も水質が全国ワースト上位の状態が続いている。

当センターでは平成 23 年度に印旛沼及び手賀沼の溶存酸素濃度 (DO) や懸濁物質量 (SS) 等の水質実態調査を行っている¹⁾が、印旛沼の富栄養化に関する更なる情報収集を目的に、揮発性懸濁物質量 (VSS) やクロロフィル a (Chl-a) 等植物プランクトンの増減が関係すると思われる水質項目を中心に実態調査を行ったので報告する。

2 調査方法

調査は 2014 年 9 月 2 日の夏季と 2015 年 3 月 4 日の冬季に行った。天候は、9 月 2 日は前日が雨のち曇りで当日が晴れ、3 月 4 日は前日が曇りで当日が雨のち晴れであった。

調査地点を図 1 に示す。両日とも西印旛沼で 4 地点、北印旛沼で 4 地点の計 8 地点で調査を実施した。調査地点における平常時の水の流れは、新川、鹿島川から西印旛沼への流入があり、西印旛沼から捷水路を通過して北印旛沼へ、そして長門川へと流出する。また、地点 6 の辺りには中央排水路から水の流出入があり、平常時は北印旛沼のほうへ緩やかに流れている。

各地点で表層付近から 1L ポリプロピレン製容器に採水した。採水時に現場で水温、水深、電気伝導率 (EC)、pH、透視度、DO を測定した。DO の測定には DO メータを用いた。採取した試料は水質分析及び顕微鏡による植物プランクトン観察を行った。分析項目は SS、VSS、全有機炭素 (TOC)、溶存有機炭素 (DOC) 及び Chl-a とした。SS、VSS はろ紙 GF/F でろ過し、分析に供した。その際に生じたる液を DOC の測定に用いた。TOC 及び DOC は全有機炭素計 (TOC-V 島

津製作所製) で測定した。また、粒子状有機炭素 (POC) を TOC と DOC の差から求めた。Chl-a は Suzuki and Ishimaru (1990)²⁾による方法で測定した。植物プランクトンは同定と標準計数板法による計数を行った。

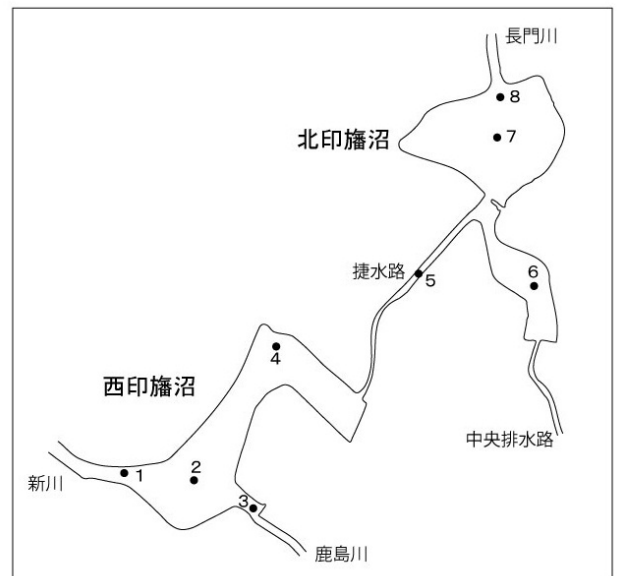


図 1 調査地点

3 結果と考察

3. 1 水質調査結果

夏季の調査結果を表 1、冬季の調査結果を表 2 に示す。DO は夏季、冬季ともに地点 3 を除き過飽和状態であった。EC は夏季、冬季ともに全地点で近い値となり、pH は夏季、冬季ともに地点 3 を除き 8.0 以上と高い結果となった。透視度は夏季が 10~22cm、冬季は地点 3 を除くと 9~15cm と低い結果となった。SS、VSS は、地点 6 が夏季は他地点より高濃度で検出されたが、冬季は他地点と同程度であった。TOC、DOC 及び POC は、西印旛沼より北印旛沼のほうが高濃度になる傾向が見られた。地点 3 は、他地点に比べ POC は低濃度であったが、DOC は同程度検出された。Chl-a は地点 3 を除き夏季は 93.4~170 $\mu\text{g/L}$ 、冬季は 68.2~165 $\mu\text{g/L}$ と高濃度であった。

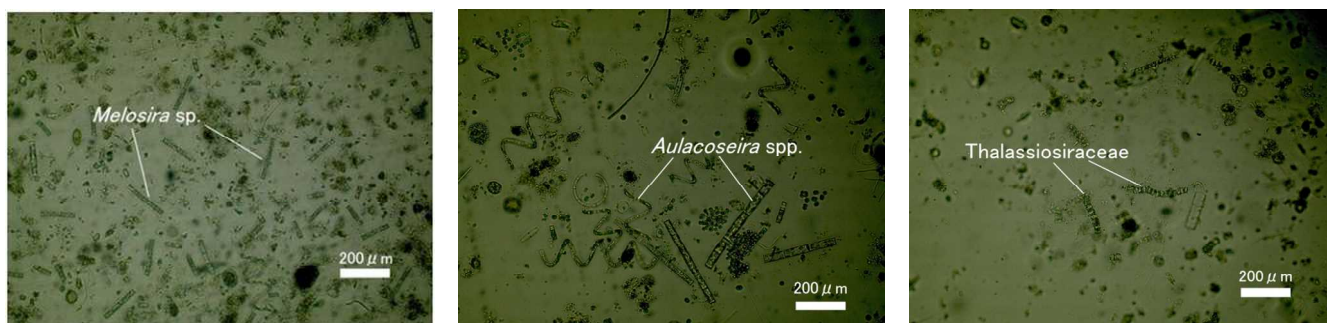


図2 顕微鏡写真 (左:夏季地点6 中央:夏季地点7 右:冬季地点7)

3. 2 植物プランクトン観察結果

植物プランクトンの計数結果を表1, 2に, 顕微鏡写真を図2に示す。夏季, 冬季ともに地点3を除いて植物プランクトンが多く見られた。夏季は藍藻類, 珪藻類, 緑藻類がいずれも多数見られ, 冬季は珪藻類が卓越していた。夏季は *Aulacoseira* が, 冬季は *Thalassiosiraceae* が優占していたが, 夏季の地点6のみは *Melosira* が優占していた。

3. 3 SSとVSSの割合

測定結果からSSに占めるVSSの割合を算出したところ, 夏季は29~49%, 冬季は24~29%といずれも有機性懸濁物質が50%以下という結果となった。夏季は西印旛沼よりも北印旛沼のほうが高い傾向となったが, 地点6は地点3と同じ29%と最も低い結果となった。冬季は地点間に大きな差はなかった。夏季に地点3が低いのは, 河川の影響を受け植物プランクトンが非常に少ないことによると考えられるが, 地点6が低いのは, 無機性の懸濁物質が他地点より極めて多く存在したことによるものと思われる。図2の顕微鏡写真より, 地点6には植物プランクトンをはじめ懸濁物質が他地点より多数観察された。また, この時の水深は1.2mと他地点より浅く, 底質の影響を受けた可能性も考えられる。さらに, 平常時の水の流れが緩やかな事や今回の他の採水地点からやや孤立していることなども, 水質検査結果や植物プランクトンの優占種に違いを生じさせたと考えられた。

3. 4 水質項目と植物プランクトンの関係

夏季, 冬季の表層水の水質について, 各水質項目及び植物プランクトンの関係を検討するため単相関分析を行った。透視度30cm超については30cmとした。夏季, 冬季それぞれのデータの相関行列を表3, 4に

示す。相関係数を r として, $|r| > 0.7$ のものは網かけで表示した。なお, 冬季には藍藻類及び緑藻類は非常に少なく, 珪藻類が植物プランクトンの大半を占めるため単相関分析の対象から外すこととした。

夏季は, 植物プランクトン総数及び各藻類が, 水質項目の水温, DO, pH, EC, DOC及びChl-aと高い相関が認められた。一方, 透視度やSS等濁りに関係する水質項目とは, ほとんど相関が見られなかった。また, 藻類間で相関の強弱に大きな違いはなかった。

冬季は, EC, DO及びDOC以外の項目間全てにおいて高い相関が認められた。一方, ECはいずれの項目ともほとんど相関が見られなかった。

水温と他項目との相関について, 夏季は正の相関, 冬季は負の相関を示した。これは, 夏季は高水温を好む藍藻類, 緑藻類が多数存在したのに対し, 冬季は低水温でも増殖可能な珪藻類が優占したことによると推測される。

夏季より冬季のほうが項目全体を通して高い相関が認められた要因についても, 植物プランクトンの種組成が関係していると考えられる。各藻類が水質に及ぼす影響に着目して, 今後この差異を検討していく。

引用文献

- 1) 横山智子, 藤村葉子: 印旛沼及び手賀沼における溶存酸素濃度と懸濁物質質量等水質項目の実態調査. 千葉県環境研究センター平成23年度年報(2012)
- 2) Suzuki, R. and T. Ishimaru: An improved method for the determination of phytoplankton chlorophyll using N, N-dimethylformamide. Journal of the Oceanographical Society of Japan, 46: 190-194 (1990).

表1 調査結果 (夏季)

地点	水温 (°C)	DO (mg/L)	pH	EC (mS/m)	透視度 (cm)	SS (mg/L)	VSS (mg/L)	VSS/SS (%)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	POC (mg/L)	Chl-a (μg/L)	プランクトン総数 (単位数/ml)	藍藻類 (単位数/ml)	珪藻類 (単位数/ml)	緑藻類 (単位数/ml)	水深 (m)
1	24.2	9.2	8.3	27.9	22	49.5	16.5	33	3.6	2.3	1.3	93.4	8000	1400	5375	1175	1.4
2	24.4	12.2	8.8	28.3	14	30.0	13.0	43	3.9	2.4	1.5	97.8	9925	2350	5550	1850	1.4
3	24.0	7.3	7.6	22.2	21	14.0	4.0	29	3.0	2.7	0.3	7.5	1180	200	740	220	1.1
4	24.0	8.6	8.4	30.7	15	41.5	14.0	34	4.1	2.9	1.2	125	20320	4240	13320	2640	1.4
5	24.3	10.3	8.4	30.4	15	31.5	13.0	41	4.5	3.0	1.5	139	15640	4680	6720	3480	2.7
6	24.6	12.3	8.9	26.0	10	76.5	22.5	29	6.2	3.0	3.2	150	13700	1980	8740	2180	1.2
7	26.1	16.7	9.1	29.6	17	23.5	11.5	49	5.1	3.4	1.7	118	26050	6400	13400	5350	1.4
8	25.3	15.1	9.1	29.7	18	36.5	16.0	44	5.9	3.5	2.4	170	27500	7050	14400	4850	2.0

表2 調査結果 (冬季)

地点	水温 (°C)	DO (mg/L)	pH	EC (mS/m)	透視度 (cm)	SS (mg/L)	VSS (mg/L)	VSS/SS (%)	TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	POC (mg/L)	Chl-a (μg/L)	プランクトン総数 (単位数/ml)	藍藻類 (単位数/ml)	珪藻類 (単位数/ml)	緑藻類 (単位数/ml)	水深 (m)
1	11.0	12.6	8.4	23.5	15	25.0	6.5	26	3.5	2.2	1.3	68.2	17200	100	16950	50	1.8
2	10.9	13.6	9.0	27.3	11	42.0	12.0	29	4.8	2.2	2.6	123	40100	200	38800	600	1.6
3	12.0	9.7	7.9	30.9	>30	10.5	2.5	24	2.1	1.7	0.4	7.4	220	0	200	20	1.2
4	10.9	15.1	9.2	29.8	12	34.5	10.0	29	4.9	2.2	2.7	140	25000	100	23950	450	1.6
5	10.4	14.0	9.1	29.4	9	47.0	13.5	29	5.7	2.1	3.6	130	42300	100	40900	900	2.5
6	10.6	14.1	8.8	27.8	11	37.5	10.5	28	6.3	2.8	3.5	131	55600	200	54500	700	1.6
7	10.5	14.5	9.3	30.1	10	37.0	10.5	28	6.4	2.4	4.0	165	45250	150	44550	400	1.6
8	10.4	12.9	9.2	29.9	11	47.5	13.0	27	7.4	2.9	4.5	149	38600	100	36900	800	1.3

表3 相関行列 (夏季)

	水温	DO	pH	EC	透視度	SS	VSS	TOC	DOC	POC	Chl-a	プランクトン総数	藍藻類	珪藻類	緑藻類	
水温	1.00															
DO	0.94	1.00														
pH	0.76	0.92	1.00													
EC	0.32	0.41	0.58	1.00												
透視度	-0.06	-0.27	-0.50	-0.24	1.00											
SS	-0.12	0.04	0.31	0.07	-0.54	1.00										
VSS	0.12	0.32	0.60	0.36	-0.57	0.93	1.00									
TOC	0.61	0.73	0.80	0.34	-0.60	0.56	0.71	1.00								
DOC	0.73	0.67	0.55	0.35	-0.22	-0.05	0.11	0.73	1.00							
POC	0.43	0.62	0.78	0.26	-0.67	0.76	0.88	0.94	0.46	1.00						
Chl-a	0.42	0.59	0.80	0.74	-0.56	0.55	0.78	0.84	0.56	0.82	1.00					
プランクトン総数	0.73	0.75	0.77	0.76	-0.26	0.06	0.34	0.70	0.83	0.50	0.78	1.00				
藍藻類	0.72	0.73	0.70	0.77	-0.15	-0.14	0.16	0.59	0.83	0.36	0.71	0.96	1.00			
珪藻類	0.63	0.66	0.74	0.74	-0.30	0.20	0.43	0.68	0.74	0.52	0.78	0.97	0.87	1.00		
緑藻類	0.84	0.84	0.78	0.71	-0.22	-0.08	0.22	0.68	0.85	0.46	0.72	0.95	0.97	0.84	1.00	

表4 相関行列 (冬季)

	水温	DO	pH	EC	透視度	SS	VSS	TOC	DOC	POC	Chl-a	プランクトン総数
水温	1.00											
DO	-0.80	1.00										
pH	-0.87	0.89	1.00									
EC	0.07	-0.06	0.19	1.00								
透視度	0.95	-0.91	-0.91	0.18	1.00							
SS	-0.92	0.72	0.88	0.06	-0.91	1.00						
VSS	-0.88	0.58	0.76	0.01	-0.83	0.96	1.00					
TOC	-0.92	0.68	0.85	0.21	-0.83	0.88	0.84	1.00				
DOC	-0.74	0.48	0.57	-0.08	-0.66	0.65	0.62	0.86	1.00			
POC	-0.92	0.70	0.88	0.27	-0.83	0.90	0.86	0.99	0.78	1.00		
Chl-a	-0.91	0.89	0.98	0.15	-0.93	0.88	0.78	0.91	0.69	0.93	1.00	
プランクトン総数	-0.87	0.74	0.75	0.00	-0.85	0.83	0.86	0.87	0.73	0.86	0.85	1.00