

牛久沼の水質について

外岡 健夫・高木 英夫

牛久沼は、湖面積 6,181.84 m^2 、流域面積 172 km^2 の湖沼¹⁾で、農業用水、漁業、遊漁の場として重要な役割を果たして来た。漁業で重要な魚種は、ワカサギとフナであったが、最近これらの魚種の減少が起きている。この原因として、最近増殖して来た、ブラックバスの捕食によるものではないかとされているが明らかではない。一方水質については、1975年頃から稲荷川で、ワカサギの異臭魚が発生したり、1981年にはそれまで稀であったMicrocystisの水の華が形成されるなどの問題が起っており、こうしたことがワカサギやフナと云った魚の減少をまねいているのではないかと云う懸念もある。しかしながら、牛久沼については、環境調査があまり行なわれておらず、これらの疑問について判断を下すことができない状態である。こうしたことから、ここでは1983年12月から1985年3月までの間に行なった調査結果について報告する。

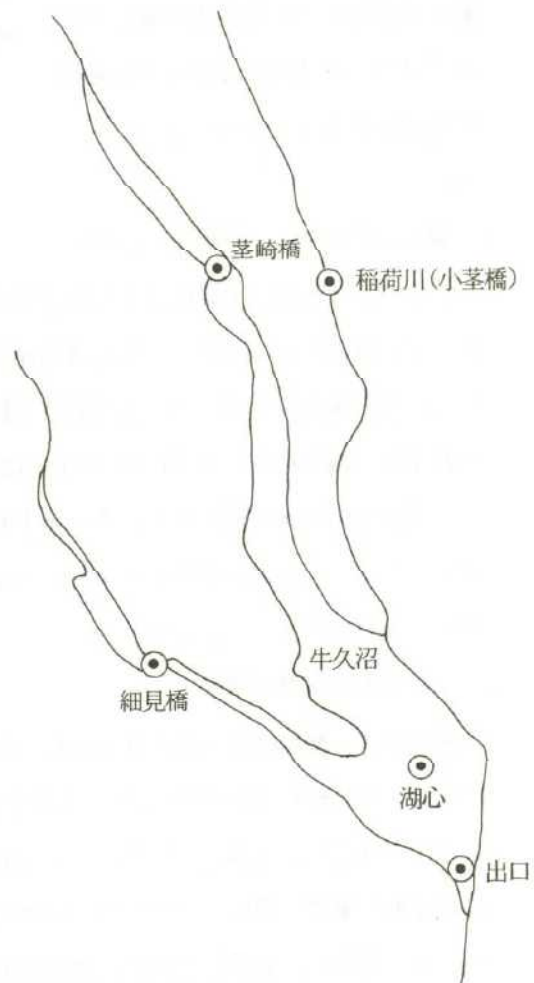
方 法

第1図に採水地点を示したが、ここでは牛久沼の水質として湖心の表層を、河川の水質として稲荷川（小茎橋）を代表させた。なお、稲荷川を代表させたのは、他の調査地点がほとんど沼の一部に近いのに対し、稲荷川は流れ等を有し、流入河川としての条件を備えていると考えたからである。分析方法は本誌第22号昭和59年度霞ヶ浦、北浦湖沼観測結果の方法と同じである。

調査結果

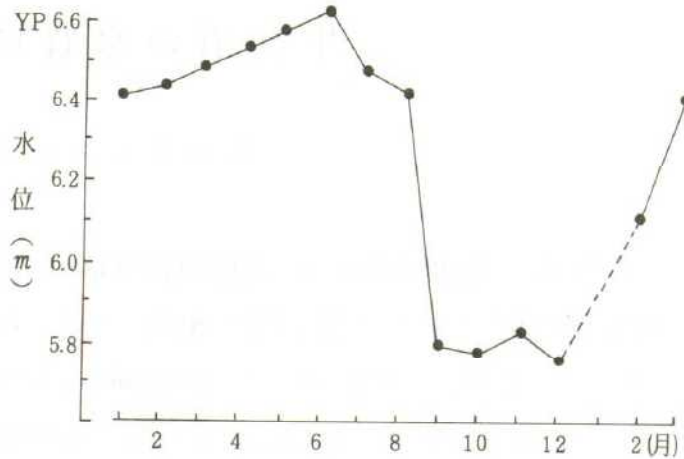
1) 水 位

牛久沼は、農業用水供給源として重要である。このため、約711万 m^3 の貯水量¹⁾は、下流に設けられた水門によって調節され、平水位はYP-6.5 mである。水位の変化をみると1月から貯水量が増え6月に最高に達しYP-6.6 mに達するが、農



第1図 牛久沼の採水地点

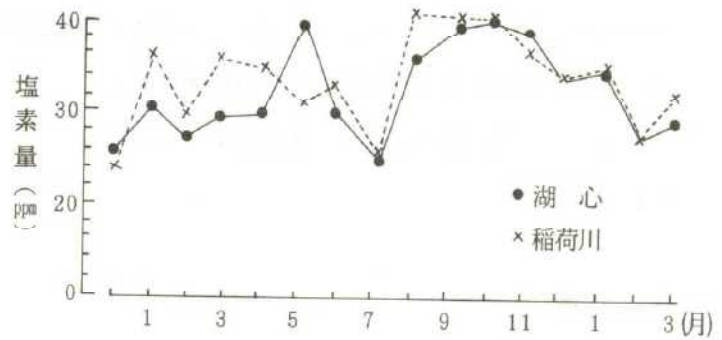
業用水の利用が始まる頃から水位の降下が始まり、稲作が完了したあと水位は一気にYP-5.8 mまでに低下している。灌漑期と非灌漑期の水位差は約1.0 mである。(第2図)



第2図 水位

2) 塩素量

湖心の塩素量は、1983年12月から1984年7月までは5月を除いて30 ppm以下である。8月以降塩素量は上昇し約40 ppmに達するが、11月以降の水位上昇にともない再び低下し2月には~~29~~²⁹ ppm以下となる。稲荷川の塩素量も、湖心とはほぼ同じ傾向で変動しており、それが湖内で変化するのではなく、流域から湖に至る過程に原因があることがわかる。(第3図)



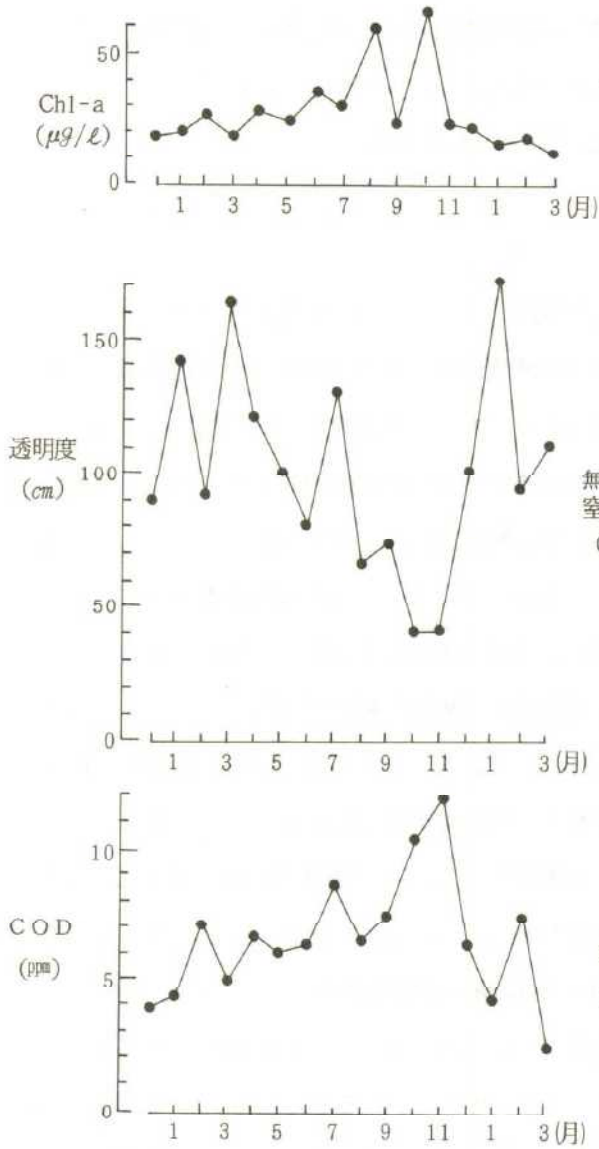
第3図 塩素量

3) 湖心のChl-a 透明度 COD

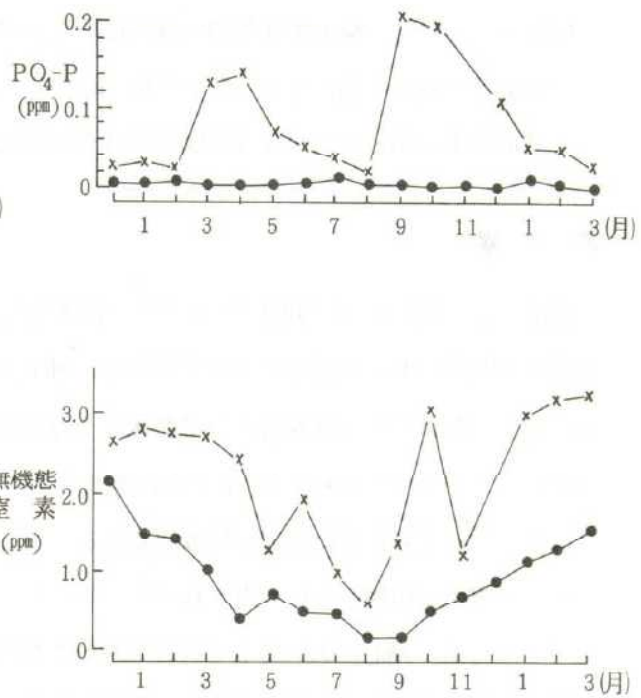
Chl-aは水温の上昇にともない上昇して行き9月に一時低下したあと、10月にピークに達した。CODは水温上昇にともない3月頃から上昇し始め7月に一時ピークに達したあと一時低下した。その後再び上昇し11月に最大に達したあと減少した。透明度はChl-aやCODとは逆に4月頃から減少に向い6月に80 cmまでに低下した。7月に一時130 cmに上昇するが以降再び低下し10月には40 cmに低下した。その後上昇し1月には170 cmに達した。これらの項目はいずれもプランクトンの増殖と関係するがChl-aからプランクトンは8月と10月の2回増殖がピークに達するようである。(第4図)

4) リン酸塩と無機態窒素

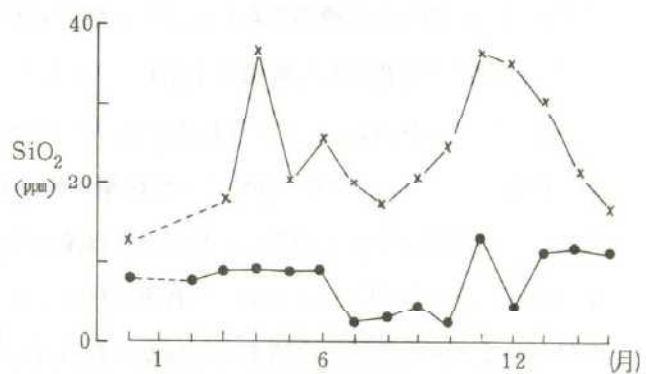
湖心のリン酸塩はほとんどみられないのに対して、流入河川のリン酸塩は4月と9月にピークに達し、それぞれ0.14 ppmおよび0.21 ppmを示した。増加は2~4月および8~9月の間に急激におこり以降徐々に減衰していく、この2回の変動は極めて特徴的である。これに対し、無機態窒素の変動は単調で湖心では12月に2.7 ppmであったものが以後減少し、8月に最低値の0.03 ppmを示したあと直線的に上昇している。流入河川の無機態窒素は3月頃から低下し始め8月に最少となったあと上昇約3 ppmを示している。リン酸塩と傾向は異なるが8月を境として前後に二分されるよ



第4図 Chl-a, 透明度, COD



第5図 リン酸塩と無機態窒素 ●湖心
×稲荷川



第6図 SiO_2 ●湖心
×稲荷川

うである。(第5図)

5) SiO_2

湖心では12~6月の間では8~10 ppmと比較的一定している。7~10月に一時2~5 ppmに低下しているが、それ以下に低下することはないようである。11~3月は約12 ppmで一定しているようである。流入河川の SiO_2 も量的には湖内の値の2倍前後の値を示しているが傾向としては、湖心のそれと類似しており、12~8月に1回、8月から3月に1回の増大を示す。(第6図)

6) プランクトン

8月上旬のプランクトンは若干の藍藻類もみられるが、Dictyo Sphaerium, Scenedesmus, Schroederiaなどの緑藻が多く、珪藻の数種もみられた。動物プランクトンは輪虫類, 甲殻類が

検出されている。輪虫類は冬期～春期に多く出現し、甲殻類は4～8月に多い。動物プランクトンの総個体数は冬期には少なく 10^4 個/haulあるが6月には 6.5×10^4 個/haulに達する。7月に一時低下するが8～10月には比較的高い値を示している。(第1表)

考 察

Chl-a でみたように植物プランクトンは8月と10月にピークがある。植物プランクトンの発生と重要な関係のある栄養塩についてみると、河川のリン酸塩や河川および湖心の無機態窒素と SiO_2 から明らかなように8月を境として前後に2分されるようである。流入河川のリン酸塩は4月と9月にピークがあり0.2ppmに達することがある。ピークに達するまでに比較的短かく、特に9月の場合には一気に上昇しているのが特徴的である。湖心のリン酸塩は殆んど検出されずこのことは流入したリン酸塩が植物により利用されつくしていることを示している。一方無機態窒素をみると流入河川では勿論、湖心においても8月にやや低くなるが、常に0.1ppm以上存在している。すなわち、牛久沼では無機態窒素が比較的豊富に存在するのに対してリン酸塩が極めて少なく、このことが出現する植物プランクトンを規定しているように思われる。このことをもう少し詳しく検討する目的で流入河川と湖心の無機態窒素およびリン酸塩の差をとったものが第2表である。この差(ΔNi , ΔPi)は湖内で消費された無機態窒素(ΔNi), リン酸塩(ΔPi)を代表させる値と考えられるが、その比 $\Delta\text{Ni}/\Delta\text{Pi}$ は5月と9月および11月のそれぞれ6.5, 5.9, 2.2を除き、10以上を示している。おそらく、N/Pの値の高いことが珪藻や藍藻よりも緑藻の出現を高めているものと考えられるが、その詳細は今後の調査にまちたい。珪藻の生産については、 SiO_2 の変動が参考になる。珪藻の生産が活発な湖沼では SiO_2 が消費されつくすことは、めずらしいことではない。牛久沼では、6月以前は8ppmと比較的高値を示し秋期9月以降にも10ppm以上を保つことが多く、珪藻の増殖期である春、秋期に珪藻の増殖がそれほど活発でないことを示している。以上、Ni・Piおよび SiO_2 の変動から牛久沼の植物プランクトンの増殖について考察を加えたが、このことは、植物プランクトンを出発点として高次生産も規定されていることを示唆している。特にPiの低いことが、高次生産の低いことと関係するものと考えられる。リン酸塩は、関東ローム層に吸着し流出しにくいといわれる²⁾。しかし時間の経過の中でリン酸塩や無機態窒素の流入がどのように変化し、これが魚類生産にどのような影響を及ぼしたかについては、ここでは明らかでない。次になぜ8月を境として無機態窒素やリン酸塩の動きが2分されるのかが問題となる。塩素量の変動をみても7月を境として2回の増大が認められるようである。当然のことではあるが、河川と湖心の値は同傾向の変動し、5月および10月にピークに達するが、この2つのピークはリン酸塩の2つのピークに1ヶ月おくれで出現し、塩素イオンとリン酸塩の起源が同一のものであることを示しているように思われる。また水位の変動をみると7月と8月の間で約100cmの差が認められた。このことが直接または間接に

栄養塩や塩素量などの変動と関係するものと考えられるが、その解明も今後の課題である。

文 献

- 1) 茨城県公害技術センター(1983):牛久沼および濁沼水系水質保全対策調査報告書
- 2) 田淵俊雄・高村義親(1985):集水域からの窒素・リンの流出。東京大学出版会

附表 牛久沼水質調査結果表

1983

項目	st	出 口	湖 心	細見橋	荃崎橋	稲荷川 (小荃橋)	その他
月 日		12.20	12.20	12.20	12.20	12.20	b-0 W-3 YP5.9
TIME		12:23	11:30	12:35	12:45	12:55	
pH		7.5	7.5	7.8	8.8	7.4	
WT℃	上 下		3.5 3.3				
DO ppm	上 下		12.1 11.8				
TrP	cm		90				
COD	ppm	4.0	4.1	4.2	6.9	1.9	
Cl ⁻	ppm	25.4	25.4	24.0	25.2	24.1	
水 深	m		3.0				
PO ₄ -P	ppm	0.003	0.004	0.010	0.004	0.054	
T-P	"	0.041	0.024	0.066	0.226	0.027	
NH ₄	"	0.13	0.16	0.02	0.06	0.22	
SiO ₂	"	8.70	8.69	11.72	8.59	13.29	
NO ₂ + NO ₃ -N	"	2.01	1.95	2.61	2.52	2.48	
T-N	"	0.68	0.88	1.32	1.65	0.83	
SS	"	11.46	9.34	13.78	23.53	2.38	
Chl-a	μg/l	13.86	18.02	34.90	122.68	8.94	
BOD	ppm	3.5	2.0	3.8	7.2	1.6	
NO ₂	"	0.017	0.026	0.010	0.019	0.032	
EC	μS/l						

1984

項目	st	出 口	湖 心	細見橋	荃崎橋	稲荷川 (小荃橋)	その他
月 日		1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	b-0 0-0 YP6.38
TIME		11:35	11:30	10:55	12:00	12:20	
pH		7.8	8.4	8.3	9.2	7.5	
WT℃	上 下	3.0	3.2 3.8				
DO ppm	上 下	16.2	13.8 13.8				
TrP	cm	140	140				
COD	ppm	4.2	4.5	4.1	6.2	3.5	
Cl ⁻	"	28.1	30.0	29.3	28.8	36.2	
水 深	m		3.0				
PO ₄ -P	ppm	0.005	0.003	0.007	0.006	0.030	
T-P	"	0.026	0.022	0.066	0.161	0.167	
NH ₄ -N	"	0.02	0.02	0.05	0.05	0.19	
SiO ₂	"						
NO ₂ + NO ₃ -N	"	1.58	1.55	1.71	1.78	2.69	
T-N	"	0.49	0.54	0.94	0.79	0.53	
SS	"	7.7	8.5	7.2	20.6	5.9	
Chl-a	μg/l	22.8	19.6	19.2	87.4	3.3	
BOD	ppm	4.0	8.1	2.1	4.1	5.9	
NO ₂ -N	"						
EC	μS/l						

1984

項目 \ st	出 口	湖 心	細見橋	荃崎橋	稲荷川 (小荃橋)	そ の 他
月 日	2.29	2.29	2.29	2.29	2.29	b-0 N-1 YP6.38
TIME	11:17	11:05	10:15	11:40	11:50	
pH						
WT°C 上		1.70				
WT°C 下		1.70				
DO ppm 上		12.5				
DO ppm 下		12.2				
TrP cm		90				
COD ppm	7.3	7.3	5.6	8.8	5.0	
Cl ⁻ "	27.5	27.7	27.5	27.5	29.1	
水 深 m		3.6				
PO ₄ -P ppm	0.006	0.010	0.007	0.009	0.020	
NH ₄ -N "	0.07	0.06	0.04	0.10	0.50	
SiO ₂ "	8.2	8.2	8.2	8.4	9.2	
NO ₂ +NO ₃ -N "	1.55	1.50	2.11	2.21	2.33	
T-N "	0.51	0.49	0.69	1.17	0.35	
SS "	11.1	12.7	11.0	15.7	4.5	
Chl-a μg/l	30.6	23.8	4.7	44.4	4.7	
BOD ppm	5.2	2.7	5.0	7.7	3.3	
NO ₂ -N "						
T-PO ₄	0.031	0.025	0.039	0.091	0.141	
EC						

1984

項目 \ st	出 口	湖 心	細見橋	荃崎橋	稲荷川 (小荃橋)	そ の 他
月 日	3.26	3.26	3.26	3.26	3.26	NW-2 b-0 YP6.45
TIME	11:52	11:45	11:07	12:17	12:52	
pH	8.0	8.0	7.5	8.3	7.4	
WT°C 上		7.0				
WT°C 下		6.7				
DO ppm 上		11.8				
DO ppm 下		10.6				
TrP cm		165				
COD ppm	4.3	5.2	3.6	5.7	4.3	
Cl ⁻ "	29.2	29.2	32.1	34.9	35.6	
水 深 m		3.9				
PO ₄ -P ppm	0.002	0.002	0.003	0.003	0.124	
T-P "	0.027	0.019	0.023	0.051	0.230	
NH ₄ -N "	0.03	0.02	0.03	0.25	1.00	
SiO ₂ "	8.6	8.6	14.3	16.2	17.5	
NO ₂ +NO ₃ -N "	0.97	1.00	1.83	2.02	1.78	
T-N "	0.68	0.61	0.46	0.89	1.63	
SS "	10.9	11.1	9.2	14.1	13.6	
Chl-a μg/l	17.02	18.74	10.30	36.08	8.30	
BOD "	5.4	4.6	3.6	6.6	3.4	
NO ₂ -N "						
EC μS/l						

1984

項目	st	出 口	湖 心	細見橋	荃崎橋	稲荷川 (小荃橋)	そ の 他
月 日		4.23	4.23	4.23	4.23	4.23	bc-7 0-0 YP6.5
TIME		11:55	11:46	10:33	10:24	10:10	
pH		8.4	8.4	7.8	7.8 75	7.6	
WT °C	上 下	14.3 13.0	14.8 13.2				
DO ppm	上 下	12.0 10.9	12.3 10.2				
TrP	cm	110	120				
COD	ppm	5.7	6.8	5.4	7.6	4.8	
Cl ⁻	"	31.5	29.5				
水 深	m	3.5	3.5				
PO ₄ -P	ppm	0.002	0.002	0.002	0.058	0.142	
T-P	"	0.032	0.033	0.031	0.080	0.229	
NH ₄ -N	"	0.01	0.01	0.01	0.89	1.12	
SiO ₂	"	9.1	8.7	23.3	21.9	36.1	
NO ₂ +NO ₃ -N	"	0.51	0.39	0.48	0.69	1.33	
T-N	"	0.54	0.48	0.39	1.16	1.35	
SS	"	11.5	10.8	5.8	11.1 11	7.3	
Chl-a	μg/l	24.2	27.0	12.5	27.3	19.4	
BOD	ppm	3.2	4.6	5.1	5.3 49	4.1	
NO ₂ -N	"	0.015	0.013	0.014	0.019	0.020	
EC	μS/l	279	286	283	300	298	

1984

項目	st	出 口	湖 心	細見橋	荃崎橋	稲荷川 (小荃橋)	そ の 他
月 日		5.28	5.28	5.28 530	5.28 530	5.28	bc-7 0-0 YP6.55
TIME		11:40	11:28	10:57	11:58	12:32	
pH		7.9	8.1	7.8 71	8.6 87	7.5	
WT °C	上 下	16.7 15.3	18.8 15.3				
DO ppm	上 下	8.6 7.8	9.8 0.8				
TrP	cm	115	100				
COD	ppm	6.8	6.2	6.8 75	6.8 72	8.1	
Cl ⁻	"	26.7	39.3	34.2	25.6	31.6	
水 深	m	3.0	3.2				
PO ₄ -P	ppm	0.003	0.004	0.013	0.006	0.069	
NH ₄	"	0.12	0.10	0.20	0.009	0.32	
SiO ₂	"	8.6	8.4	15.1	15.4	19.9	
NO ₂ +NO ₃ -N	"	0.58	0.60	0.81	0.62	0.80	
T-P	"	0.026	0.028	0.024 0.08	0.053 0.15	0.084	
SS	"	12.5	11.5	5.7 9	18.9 10	12.0	
Chl-a	μg/l	22.8	21.6	15.4	48.0	3.1	
BOD	ppm	2.8	3.7	6.2 2.8	9.0 5.0	5.4	
NO ₂ -N	"	0.019	0.018	0.015	0.022	0.026	
ケル-N	ppm	0.59	0.58	0.57 2.5	0.76 2.5	0.49	
EC	μS/l	284	290	268	294	285	

1984

項目	st	出 口	湖 心	細見橋	荃崎橋	稲荷川 (小荃橋)	そ の 他
月 日		6.25	6.25	6.25	6.25	6.25	K-10 0-0 YP6.62
TIME		11:10	11:00	11:47	10:35	10:28	
pH		7.6	7.7	7.4	7.4	7.4	
WT℃	上 下	21.7 21.2	21.2 21.0				
DO ppm	上 下	8.0 6.3	7.8 5.0				
TrP	cm	70	80	-	-	-	
COD	ppm	7.4	6.4	5.7	5.7	3.9	
Cl ⁻	"	28.9	29.5	28.9	29.0	33.6	
水 深	m	3.1	3.7				
PO ₄ -P	ppm	0.005	0.005	0.004	0.006	0.048	
T-P	"	0.028	0.035	0.011	0.035	0.037	
NH ₄ -N	"	0.07	0.07	0.11	0.26	0.17	
SiO ₂	"	8.6	8.5	15.0	15.5	25.7	
NO ₂ +NO ₃ -N	"	0.30	0.31	0.56	0.65	1.77	
T-N	"	1.25	1.50	1.20	1.63	0.89	
SS	"	22.2	20.0	11.6	20.6	7.1	
Chl-a	μg/l	48.4	34.9	33.3	51.0	9.5	
BOD	ppm	3.4	3.8	3.7	4.7	3.9	
NO ₂ -N	"	0.012	0.015	0.012	0.028	0.018	
EC	μS/l	287	294	280	302	324	

1984

項目	st	出 口	湖 心	細見橋	荃崎橋	稲荷川 (小荃橋)	そ の 他
月 日		7.30	7.30	7.30	7.30	7.30	b-0 YP6.45
TIME		11:17	-	10:31	10:20	10:03	
pH		8.1	8.4	7.4 _{7.1}	7.9 _{7.8}	7.5	
WT℃	上 下	30.1 27.2	30.0 27.5				
DO ppm	上 下	7.9 0.9	8.7 1.0				
TrP	cm	130	130				
COD	ppm	7.9	8.9	7.9 _{4.0}	9.3 _{5.0}	7.0	
Cl ⁻	"	20.1	25.5	28.6	30.9	26.8	
水 深	m	3.0	3.1				
PO ₄ -P	ppm	0.033	0.009	0.022	0.032	0.039	
T-P	"	0.033	0.041	0.022 _{0.06}	0.044 _{0.05}	0.081	
NH ₄ -N	"	0.10	0.07	0.19	0.15	0.15	
SiO ₂	"	2.5	2.2	11.9	8.8	20.4	
NO ₂ +NO ₃ -N	"	0.31	0.31	0.29	0.50	0.84	
ケル-N	"	1.00	0.99	0.83 _{1.3}	0.99	0.81	
SS	"	7.3	2.8	2.0 _{1.2}	3.5	3.1	
Chl-a	μg/l	20.1	27.7	12.8	18.0	22.0	
BOD	ppm	3.9	5.8	6.9 _{3.4}	8.7 _{5.3}	4.2	
NO ₂ -N	"	0.016	0.020	0.014	0.050	0.024	
EC	μS/l	289	293	280	320	365	

項目 \ st	出 口	湖 心	細見橋	荃崎橋	稲荷川 (小荃橋)	その他
月 日	8. 27	8. 27	8. 27	8. 27	8. 27	r-10 YP6.4
TIME	10 : 55	10 : 47	10 : 30	10 : 20	10 : 15	
pH	8.4	9.0	8.2	8.7	8.8	
WT℃ 上	29.4	30.2				
WT℃ 下	29.2	29.3				
DO ppm 上	4.4	7.4				
DO ppm 下	2.8	4.7				
TrP cm	75	65				
COD ppm	6.4	6.3	5.4	7.9	9.7	
Cl ⁻ "	37.7	37.6	35.9	41.1	41.3	
水深 m	3.3	3.7				
PO ₄ -P ppm	0.003	0.003	0.003	0.004	0.015	
T-P "	0.153	0.141	0.077	0.181	0.216	
NH ₄ -N "	0.01	0.02	0.02	0.03	0.02	
SiO ₂ "	2.8	2.6	9.5	14.5	17.1	
NO ₂ +NO ₃ "	0.01	0.01	0.01	0.05	0.51	
ケルダール-N "	1.82	1.80	1.28	2.80	3.31	
SS "	13.8	12.5	9.9	15.0	4.9	
Chl-a μg/l	74.7	58.0	32.7	90.3	153.3	
BOD ppm	4.3	4.3	4.6	6.0	3.9	
NO ₂ -N "	0.015	0.018	0.015	0.040	0.019	
EC μV/cm	312	311	310	342	374	

項目 \ st	出 口	湖 心	細見橋	荃崎橋	稲荷川 (小荃橋)	その他
月 日	9. 25	9. 25	9. 25	9. 25	9. 25	b-0 YP5.78
TIME	11 : 02	10 : 50	11 : 15	10 : 03	9 : 53	
pH	8.5	8.6	8.5	8.4	7.0	
WT℃ 上	24.2	24.3				
WT℃ 下	22.2	22.0				
DO ppm 上	8.6	9.3				
DO ppm 下	6.6	6.6				
TrP cm	75	75				
COD ppm	7.7	7.5	9.2	9.1	3.9	
Cl ⁻ "	39.0	39.7	30.3	41.6	40.5	
水深 m	2.5	2.7				
PO ₄ -P ppm	0.004	0.004	0.004	0.007	0.210	
NH ₄ -N "	0.068	0.078	0.059	0.048	0.319	
SiO ₂ "	5.2	4.4	8.7	16.3	20.2	
NO ₂ +NO ₃ -N "	0.02	0.02	0.17	0.51	0.97	
ケルダール-N "	1.03	0.99	0.55	1.44	0.89	
SS "	12.0	14.8	16.2	21.0	4.5	
Chl-a μg/l	69.80	20.28	23.17	51.88	12.88	
BOD ppm	5.4	3.1	3.5	5.2	2.1	
NO ₂ -N "	0.005	0.008	0.026	0.094	0.125	
T-P "	0.068	0.049	0.037	0.108	0.253	
EC μV/cm	283	288	258	300	281	

1984

項目	st	出 口	湖 心	細見橋	荃崎橋	稲荷川 (小荃橋)	そ の 他
月 日		10. 29	10. 29	10. 29	10. 29	10. 29	C-10 YP5.78
TIME		12 : 25	12 : 17	11 : 58	10 : 44	10 : 30	
pH		8.6	8.6	8.4	8.5	8.6	
WT℃	上	16.3	16.6				
	下	16.6	16.7				
DO ppm	上	7.3	8.1				
	下	7.0	4.8				
TrP	cm	40	40				
COD	ppm	8.8	10.6	7.8	10.6	5.0	
Cl ⁻	"	40.6	40.1	34.3	39.7	40.7	
水 深	m	2.4	2.8				
PO ₄ -P	ppm	0.003	0.002	0.003	0.003	0.198	
T-P	"	0.089	0.104	0.082	0.143	0.288	
NH ₄ -N	"	0.25	0.20	0.20	0.59	0.37	
SiO ₂	"	2.2	2.0	16.8	15.5	24.5	
NO ₂ +NO ₃ -N	"	0.22	0.22	0.67	0.81	2.63	
ケルダール-N	"	1.16	1.42	1.30	2.27	1.10	
SS	"	31.2	53.8	26.8	37.1	8.0	
Chl-a	μg/l	47.9	61.9	55.6	58.1	12.1	
BOD	ppm	5.2	3.1	5.5	6.6	0.2	
NO ₂ -N	"	0.002	0.003	0.007	0.017	0.009	
EC	μΩ/cm	268	264	247	292	280	

1984

項目	st	出 口	湖 心	細見橋	荃崎橋	稲荷川 (小荃橋)	そ の 他
月 日		11. 28	11. 28	11. 28 ^{11.29}	11. 28 ^{11.29}	11. 28	bc-5 YP5.80
TIME		11 : 45	11 : 36	10 : 58	10 : 45	10 : 35	
pH		7.7	8.0	8.2 ^{7.1}	8.5 ^{7.6}	7.8	
WT℃	上	9.6	9.2				
	下	8.6	8.1				
DO ppm	上	11.0	10.3				
	下	10.8	9.5				
TrP	cm	50	40				
COD	ppm	10.1	12.0	9.7 ^{5.6}	13.5 ^{4.5}	3.1	
Cl ⁻	"	35.7	39.2	31.1	37.2	36.7	
水 深	m	2.5	2.7				
PO ₄ -P	ppm	0.003	0.003	0.004	0.004	0.215	
T-P	"	0.134	0.060	0.077 ^{0.11}	0.076 ^{0.22}	0.553	
NH ₄ -N	"	0.10	0.11	0.01	0.24	0.67	
SiO ₂	"	18.0	13.0	29.0	18.0	36.0	
NO ₂ +NO ₃ -N	"	0.48	0.48	0.94	1.47	0.48	
ケルダール-N	"	1.79	0.95	1.34 ^{2.3}	1.17 ^{0.4}	1.09	
SS	"	38.3	33.3	25.9 ⁷	34.9	2.2	
Chl-a	μg/l	23.8	21.8	27.0	72.9	1.6	
BOD	ppm	4.2	4.6	6.7 ^{3.3}	8.6 ^{3.2}	4.7	
NO ₂ -N	"	0.004	0.003	0.003	0.007	0.011	
EC	μΩ/cm	259	251	233	293	318	

1984

項目 \ st	出 口	湖 心	細見橋	荃崎橋	稲荷川 (小荃橋)	その他	
月 日	12.24	12.24	12.24	12.24	12.24	b-0 WE-2 YP 5.73	
TIME	11:23	11:15	11:00	10:47	10:43		
pH	7.9	8.0	7.7	8.5	7.6		
WT °C	上 下	6.2 5.8	6.2 6.0				
DO ppm	上 下	12.4 11.8	13.0 12.7				
TrP cm		110	100				
COD ppm		4.7	6.4	4.6	9.0		3.1
Cl ⁻ "		32.0	34.7	28.2	35.5		34.7
水深 m		2.1	2.4				
PO ₄ -P ppm		0.002	0.002	0.004	0.004		0.101
T-P "							
NH ₄ -N "		0.13	0.10	0.15	0.22		1.49
SiO ₂ "		5.6	4.1	26.5	16.1		34.7
NO ₂ +NO ₃ -N "		0.61	0.68	1.32	1.41		2.28
ケルダール-N "							
SS "		6.8	7.8	6.0	18.6		1.8
Chl-a μg/l		14.7	20.4	20.3	99.0		0.9
BOD ppm		2.9	7.5	1.6	6.8		1.0
NO ₂ -N "		0.063	0.004	0.005	0.011		0.008
EC μΩ/cm		232	223	218	244		247

1985

項目 \ st	出 口	湖 心	細見橋	荃崎橋	稲荷川 (小荃橋)	その他	
月 日	1.28	1.28	1.28 _{1.22}	1.28 _{1.22}	1.28	bc-5 YP 結氷の為測定出来ず	
TIME	12:07	11:53	11:32	11:26	11:16		
pH		7.8	7.8	7.8 _{8.2}	8.4 _{7.4}		8.0
WT °C	上 下	3.1 3.0	3.3 3.2				
DO ppm	上 下	12.6 11.8	13.8 12.7				
TrP cm		173	173				
COD ppm		3.8	4.4	3.2 _{4.0}	4.2 _{4.0}		6.5
Cl ⁻ "		36.9	35.9	34.5	35.4		38.1
水深 m		2.5	3.0				
PO ₄ -P ppm		0.009	0.008	0.006	0.066		0.047
NH ₄ -N "		0.04	0.03	0.03	1.47		0.88
SiO ₂ "		10.1	10.6	24.6	19.6		29.3
NO ₂ +NO ₃ -N "		0.98	1.03	1.50 _{2.7}	1.80 _{4.3}		2.05
ケルダール-N "		0.67	0.72	0.40	0.96 ₄		1.43
SS "		8.9	5.6	5.9	5.0		7.4
Chl-a μg/l		8.0	15.0	9.5	3.4		45.9
BOD ppm		3.1	3.3	3.3 _{3.7}	7.7 _{5.1}		3.2
NO ₂ -N "		0.023	0.023	0.029	0.029		0.044
T-P "		0.016	0.017	0.020 _{0.16}	0.306 _{0.10}		0.054
EC μΩ/cm		226	223	228	294		240

1985

項目	st	出 口	湖 心	細見橋	荃崎橋	稲荷川 (小荃橋)	そ の 他
月 日		2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	b-2 YP 6.1
TIME		11:38	11:32	11:00	10:55	10:45	
pH		7.8	7.8	7.6	7.5	7.6	
WT℃	上 下	5.8 5.4	5.8 5.2				
DO ppm	上 下	9.8 9.6	9.8 9.3				
TrP	cm	105	95				
COD	ppm	3.0	7.6	6.2	7.8	4.9	
Cl ⁻	"	28.4	28.5	28.6	21.5	28.1	
水 深	m	3.1	3.0				
PO ₄ -P	ppm	0.005	0.004	0.006	0.008	0.054	
T-P	"	0.034	0.033	0.034	0.061	0.093	
NH ₄ -N	"	0.13	0.13	0.13	0.49	0.57	
SiO ₂	"	13.4	11.8	20.3	19.3	20.8	
NO ₂ +NO ₃ -N	"	1.27	1.04	2.55	2.51	2.60	
ケルダール-N	"						
SS	"	12.9	15.1	16.2	18.9	11.5	
Chl-a	μg/l	13.3	16.7	12.6	45.6	16.3	
BOD	ppm	2.2	2.6	2.2	3.9	-	
NO ₂ -N	"	0.026	0.023	0.022	0.028	0.030	
EC	μS/cm	190	188	287	283	232	

1985

項目	st	出 口	湖 心	細見橋	荃崎橋	稲荷川 (小荃橋)	そ の 他
月 日		3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	b-0 YP 6.4
TIME		11:29	11:21	10:36	10:25	10:18	
pH		7.5	7.4	7.1	7.1	7.3	
WT℃	上 下	10.8 8.8	11.0 8.9				
DO ppm	上 下	9.9 9.4	9.8 9.2				
TrP	cm	120	110				
COD	ppm	2.6	2.5	3.4	3.9	4.0	
Cl ⁻	"	25.9	29.5	20.9	28.3	33.6	
水 深	m	2.0	3.1				
PO ₄ -P	ppm	0.002	0.002	0.004	0.010	0.025	
T-P	"	0.014	0.028	0.029	0.066	0.084	
NH ₄ -N	"	0.05	0.09	0.05	0.44	0.24	
SiO ₂	"	12.2	11.2	15.1	14.4	16.2	
NO ₂ +NO ₃ -N	"	1.41	1.39	2.42	2.80	3.22	
ケルダール-N	"	0.38	0.54	0.17	0.93	0.50	
SS	"	6.4	10.6	9.8	10.9	10.7	
Chl-a	μg/l	12.0	11.7		11.3	13.7	
BOD	ppm	3.5	3.2	2.9	4.6	3.0	
NO ₂ -N	"	0.046	0.039	0.022	0.026	0.029	
EC	μS/cm	228	209	216	238	249	

第1表 牛久沼の動物プランクトン

牛久沼 (individuals/haul) 1983.12 ~ 1985.3

属名	年月日	12/20	1/30	2/29	3/26	4/23	5/28	6/25	7/30	8/27	9/25	10/29	11/28	12/24	1/28	2/25	3/25
Vorticella																	
Carchesium																	
Polyarthra	6,820	600	300	3,700	100										300	100	3,120
Trichocerce																	
Asplanchna				2,900	500		200									60	20
Brachionus	20	700	15,000	1,400	2,300	700	400	600								300	900
Keratella																	
Filinia		100	900	12,400												2,360	1,080
Hexarthra																	
Diaphanosoma				800	1,800	2,600	800	4,900	200								
Bosmina	320	600	100	1,400	4,900	13,500	25,000	13,200	22,100	300	900	200	40	100			
Daphnia	160	300	100	28,800	1,700	700	2,000			5,600	3,700	1,700	4,340	1,860			
Moina								11,400		16,200	13,200	4,800					
Aiona																	
Chydorus																	
Leptodora									10								
Bosminopsis																	
Sinocalanus																	
Pseudodiaptomus																	
Heliodiaptomus																	
Eodiaptomus	20			100	600	800	900	1,200									
Cyclops	360	3,000	1,200	5,300	2,400	4,200	5,900	4,100	4,400	1,900	300	800	760				
Neomysis																	
Nauplius of copepoda	1,080	25,300	11,700	10,000	3,800	4,700	3,100	13,600	4,600	1,800	1,000	2,000	3,020	1,220			
Fish larvae																	
属数	7	5	6	6	6	5	7	8	8	7	6	6	8	8	8	8	
総数	8,780	29,800	14,100	36,600	50,200	18,300	64,500	27,000	47,100	38,100	36,810	28,900	24,100	9,300	11,020	9,060	

第2表 流入河川と湖心のNP

st	項目	月															
		12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
稲 荷 川	NH ₄ -N mg/ℓ	0.26	0.19	0.50	1.00	1.12	0.32	0.17	0.15	0.02	0.32	0.37	0.67	1.49	0.58	0.57	0.24
	NO ₂ +3 mg/ℓ	1.95	2.69	2.33	1.78	1.33	0.80	1.77	0.84	0.51	0.97	2.63	0.47	2.28	2.05	2.60	3.22
	Ni mg/ℓ	2.21	2.88	2.83	2.78	2.45	1.12	1.94	0.99	0.53	1.29	3.00	1.14	3.77	2.93	3.17	3.46
	Pi μg/ℓ	27	30	20	124	142	69	48	39	15	210	198	215	101	47	54	25
湖 心	NH ₄ -N	0.22	0.02	0.06	0.02	0.01	0.10	0.07	0.07	0.02	0.07	0.20	0.11	0.10	0.03	0.13	0.09
	NO ₂ +3	2.48	1.55	1.50	1.00	0.39	0.6	0.31	0.31	0.01	0.02	0.22	0.48	0.67	1.03	1.04	1.39
	Ni	2.76	1.57	1.56	1.02	0.40	0.70	0.38	0.38	0.03	0.08	0.42	0.59	0.77	1.06	1.17	1.48
	Pi	4	3	10	2	2	4	5	9	3	4	2	3	2	8	4	2
	△P	-	27	10	122	140	65	43	30	12	206	196	248	99	39	50	23
	△N	-	1.31	1.27	1.76	2.05	0.42	1.56	0.61	0.50	1.21	2.58	0.55	3.00	1.87	2.00	1.98
	N/P	-	48.51	127.0	14.42	14.64	6.46	36.27	20.33	41.66	5.87	13.16	2.22	30.30	47.90	40.00	86.08