

超音波・オゾン発生装置によるアオコの除去・増殖抑制試験(第1報)

加藤賢二・松崎雅之・塚崎嘉彦・高田敏夫

Algal Bloom Removal and Multiplication Control Using an Ultrasonic and Ozone (1)

Kenji KATO, Masayuki MATSUZAKI, Yoshihiko TSUKASAKI, Toshio TAKATA

Abstract

アオコ発生の著しい三方湖の成出園地の湖岸に超音波・オゾン発生装置を設置しアオコの除去・増殖抑制等について、その効果を調査した。

水質分析結果、プランクトン調査結果からアオコの除去や増殖抑制につながる良好な効果は得られなかった。その原因として例年大量発生しているアオコが今年度は非常に少なかったことが効果判定に結びつかなかったと思われる。

1 はじめに

当県の代表的観光拠点である三方五湖では、例年、植物プランクトンが大量増殖するいわゆるアオコが発生しており、漁業への影響や景観の悪化等を招いている。

アオコの除去・増殖抑制には種々の方法が検討されているが、三方湖のような浅い湖沼に適用できる方法について検討した。その結果、松村らの報告¹にある水流の発生と超音波、オゾンの照射を組み合わせた方法が最も効果的と考え、アオコ発生の著しい三方湖の成出園地の湖岸に、超音波・オゾン発生装置を設置しアオコの除去・増殖抑制効果等について調査を行った。

なお、装置稼動にともなう生態系への影響については、内水面総合センターで調査を行っている。

2 超音波・オゾン発生装置

超音波・オゾン発生装置によるアオコの除去・増殖抑制効果については、松村らの報告¹が有り、これを参考に超音波・オゾン発生装置に流動促進装置を併用した装置の仕様を決定して㈱マリン技研より購入した。表1に主な仕様を示した。また、図1に装置の外見および稼動状況を示した。

3 調査方法

3.1 調査地点および調査時期

図2に三方五湖および調査を実施した成出園地の位置を○で示した。図3に成出園地での装置設置地点および

水質測定地点を番号で示した。実験は三方湖周辺の水と隔離するために、三方をフイと汚濁防止膜で仕切り実験区と対照区を設けた。地点①は、三方湖の代表として、地点②は対照区、地点③、④、⑤は実験区であり、それぞれ、水深0.5m、1.5mで採水した。

調査は、アオコの発生が著しい7月から10月の間に実施した。調査前半は週2回、後半は、月1～2回の頻度で調査計画を立て、7月26日に調査を開始して10月26日に終了するまで10回の測定を実施した。初日は、試料採取後に装置を稼動した。豪雨災害²や台風により運転を中

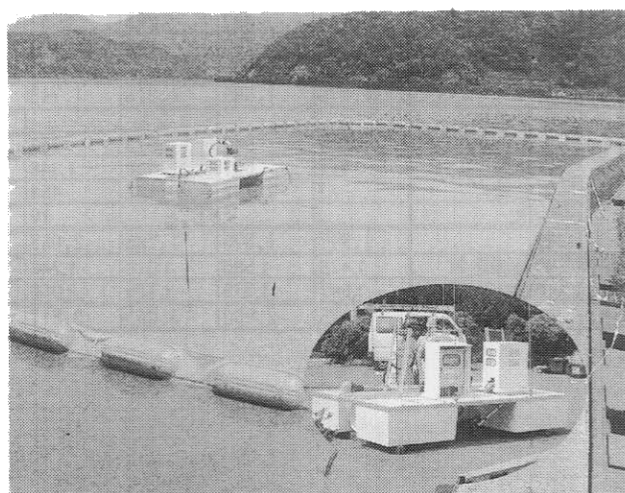


図1 超音波・オゾン発生装置

実験区をフイと汚濁防止膜で仕切り、
その中に超音波・オゾン発生装置を設置

表1 超音波・オゾン発生装置仕様 (㈱マリン技研製)

		仕様
流動促進装置	一式	16000m ³ /日
超音波発信器	1台	100V 1A 3kW×4 発信周波数200kHz
オゾン発生装置	一式	オゾン放電管 15W オゾン発生量 1.5g/h ×2 空気吐出力 12L/min 4.2mgO ₃ /L Air (空気吐出力換算) 0.0045mgO ₃ /L (流動促進装置吐出力換算)

断した時は、その後の再開時にも初日同様、試料採取後に装置を稼動した(8月31日、9月28日に再稼動)。

3.2 水質調査

水質調査は、水温およびpH、DO、COD、SS、全窒素、全磷、クロロフィル、塩素イオン等について、JIS K0102等に従い分析した。

3.3 流向・流速

流向・流速は、(株)東邦電探製、流向流速計CM-2SX型を用いて測定した。

3.4 植物プランクトン調査

試料にグルタルアルデヒド固定液を添加(1V/V%)、静置濃縮後、プランクトン計数板を用いて1ml当たりの細胞数として求めた。

3.5 動物プランクトン調査

試料50ℓをNXXX25番(40μm)のプランクトンネットを用いてろ過し、グルタルアルデヒド固定液を添加(3V/V%)、静置濃縮後、プランクトン計数板を用いて1ℓ当たりの個体数として求めた。

4 結果と考察

4.1 流動促進装置による流向・流速分布

図4に調査地点における流向と流速の結果を示した。

図は、流向を→で、流速を数値(平均値)で示した。また、流向・流速が小さく不安定で解析困難な地点は⊙で示した。

流動促進装置から押し出された水は、地点④および⑤方向に流れていることから、汚濁防止膜で隔離した実験区内を循環していると考えられた。

調査期間中の目視によるアオコ発生はほとんど無く、浮遊しているアオコの状況からアオコの拡散や発生抑制効果の判断はできなかった。

4.2 水質分析結果

水質分析結果を別表1～3に示した。

装置稼動前の水質は実験区および対照区とも水温、pH、DO、全クロロフィルで上層が高く、SS、全窒素、全磷は下層が高かった。特に8月31日はその差が著しかった。

しかし、装置稼動後の水質は、湖内の地点①および対照区②は濃度差が有るのに対し、実験区の地点③④⑤は、多少の違いは有るが、上層と下層に濃度差が無く、地点間でも差が無かった。これは、流動促進装置の効果により、実験区内の水が均一に混合されているためと考えられた。

装置の効果判定には、対照区が、上層と下層によって濃度が異なるために、対照区と実験区の比較は、水柱として評価する必要があった。よって、三方湖の代表としての①、対照区②、実験区④の地点における上層と下層の平均値を用いて評価することとした。図5に地点①④の平均値の経時変化を示した。

調査期間中における経時変化は、全窒素および全磷で

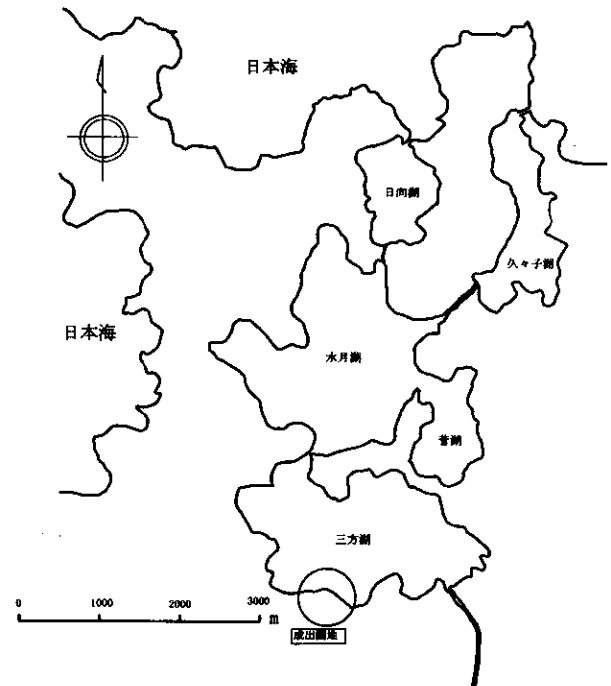


図2 三方湖

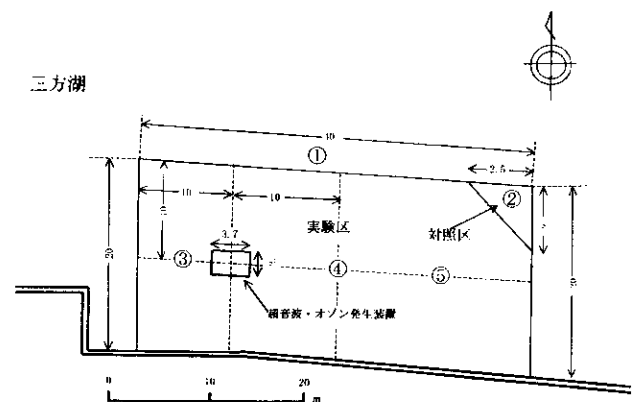


図3 超音波・オゾン発生装置設置地点および測定地点の状況

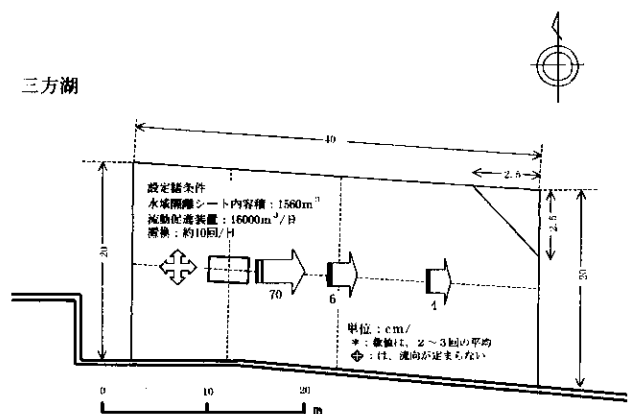


図4 超音波・オゾン発生装置による流向・流速

装置稼働後も大きな変化は見られなかったが、CODと全クロロフィルは、かなり濃度が変化した。全クロロフィルの変化は、湖内の藍藻の増殖によってと考えられるが、この藍藻は非アオコ形成種であったため、目視的には変化は見られなかった。また、これらの変化は、湖の地点①、対照区の②、実験区の④とも同じように連動して変化していることから三方湖全体の変化と考えられる。

しかし、同一調査日の地点②と④の差は、装置の効果を示すものと考えられる。図に示した水温、pH、COD、全窒素、全燐、塩素イオン、全クロロフィルにおける差は、多少のバラツキがあるものの、ほとんど認められなかった。別表1～3中のSS、DOも同様である。

4.3 動植物プランクトン調査結果

別表4に植物プランクトンの調査結果を、別表5に動物プランクトンの調査結果を示した。

調査期間中における植物プランクトンの総細胞数の経時変化は、7月26日の調査開始日より徐々に増加し8月5日にピークを迎えたが豪雨災害により一旦減少し9月14日に再びピークが現れたが10月26日の調査終了まで水温の低下に伴って徐々に減少した。これらの変化は、三方湖全体の変化と考えられる。

しかし、同一調査日の地点④と①および②の差は、装置の効果を示すものと考えられる。多少のバラツキがあるものの地点差は、ほとんど認められなかった。

総細胞数の網別内訳は、藍藻が9割以上を占めており、期間中はアオコ発生時期にもかかわらず、アオコ非形成種の藍藻の割合が例年に比べて大きかった。さらに、アオコ形成種についても、*Microcystis*属、*Anabaena*属は少なく*Planktothrix*属、*Raphidiopsis*属が多いことも特徴的であった。

動物プランクトンの総個体数の変動は、バラツキがあるものの地点④と①および②ともほぼ同様な推移傾向を示した。

動植物プランクトン調査結果からは、今のところ装置の効果は認められなかった。

4.4 オゾン濃度

オゾン発生器から発生するオゾンのブルーギルに対する24時間LC₅₀は0.06mg/lであることから³⁾流動促進装置吐出口でのオゾン濃度を現地で測定可能なヨウ素滴定法³⁾を用いて測定した。その結果、測定値は不検出(0.05mg/l以下)であった(流動促進装置吐出口での理論濃度は、0.0045mg/l)。

5 まとめ

アオコ発生の著しい三方湖の成出園地の湖岸に装置を設置し、アオコの除去・増殖抑制について調査を行った。

三方湖におけるアオコ発生状況は、例年では5月ごろからアオコの発生が見られ、7月、8月では大量に発生している。しかし、今年度の発生状況は、アオコ発生の著

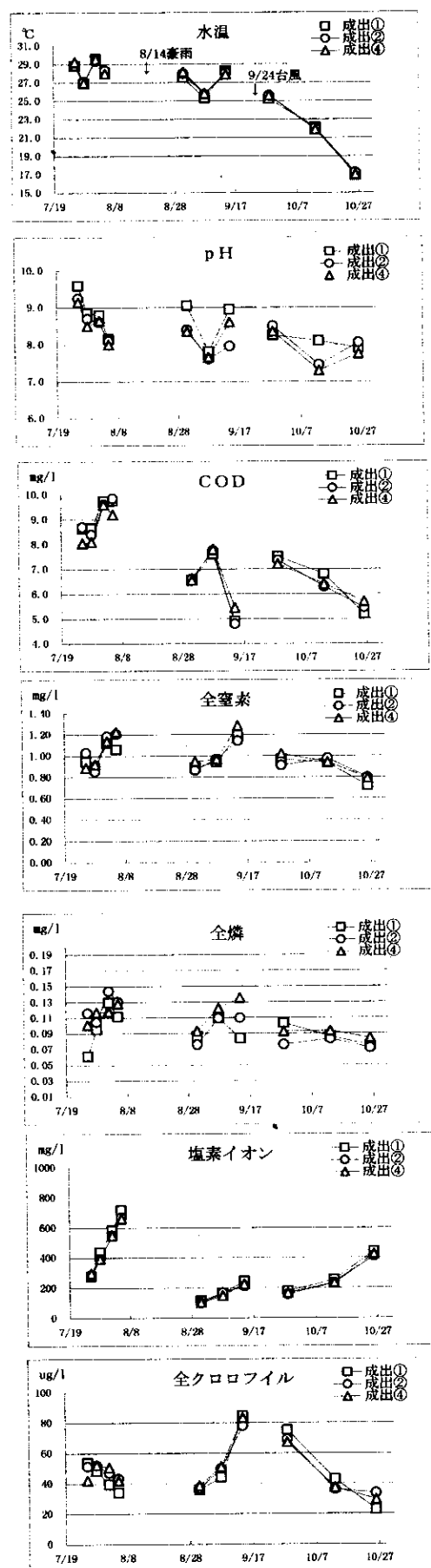


図5 水質測定結果の経時変化

しい成出園地の湖岸でも装置設置前に筋状のアオコが確認されたのみで、今回の調査が終了するまで目視による確認はできなかった。

そこで、今回の調査は増殖抑制効果を水質分析結果とプランクトン調査結果に求めた。その結果、水質分析結果およびプランクトン調査結果ともに実験区と対照区との差が認められず、アオコの増殖抑制効果について良好な効果を示さなかった。その原因として例年大量発生しているアオコが今年度は非常に少なかったこと、特に

*Microcystis*属、*Anabaena*属が少なかったためと考えられる。

参考文献

- 1) 松村正利：環境用水の汚濁とその浄化, 環境技術研究会, 第6回シンポジウム, 1999, 6月21日, pp.13-19
- 2) 広報みかた：397, October, 1999
- 3) 上水試験法解説編：pp.265-267, 日本水道協会, 1993年版

別表1 水質分析結果表

採取地点	成出①		成出②		成出③		成出④		成出⑤		成出③		成出④		成出⑤		
	0m	1.5m	0m	1.5m	0m	1.5m	0m	1.5m	0m	1.5m	0m	1.5m	0m	1.5m	0m	1.5m	
	7/26：超音波・オゾン発生装置稼動前																
採取時刻	11:00	11:05	11:40	11:45	11:10	11:12	11:15	11:20	11:25	11:30	10:45	10:50	10:55	10:58	11:20	11:08	11:13
採取時	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ
採取候	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ
採取温度	℃ 34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
採取湿度	℃ 29.3	28.4	-	-	29.8	-	29.8	28.7	29.4	28.4	27.0	26.8	27.2	27.2	27.0	27.0	27.0
採取位置	m 0.5	1.5	0.5	1.5	0.5	1.5	0.5	1.5	0.5	1.5	0.5	1.5	0.5	1.5	0.5	1.5	1.5
全水深	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.2	-	-	-	-	-	-
全透明度	m 0.5	-	-	-	0.5	-	-	-	-	-	0.5	-	-	-	-	-	-
全透光度	H 9.6	9.3	9.2	9.3	9.3	9.3	9.0	9.2	9.1	9.0	8.7	8.8	8.6	8.5	8.4	8.5	8.5
全酸素	mg/l 11.1	-	8.9	8.3	-	-	9.3	9.2	-	9.0	-	8.1	6.8	-	6.5	6.5	-
全酸素	mg/l 8.6	8.7	8.5	8.9	7.9	8.1	7.9	8.2	8.2	9.0	8.3	8.8	8.0	8.1	7.7	8.1	8.0
全窒素	mg/l 13	13	12	20	7	8	11	9	10	15	16	19	22	22	24	24	25
全窒素	mg/l 0.95	0.94	0.97	1.09	0.85	0.80	0.90	0.88	0.98	0.81	0.94	0.84	0.93	0.78	0.92	0.88	0.90
全窒素	mg/l 0.061	0.062	0.090	0.142	0.060	0.057	0.085	0.117	0.084	0.095	0.094	0.096	0.111	0.098	0.111	0.120	0.109
塩素イオン	mg/l 279	-	275	295	-	-	283	310	-	437	-	394	394	-	-	394	-
外観（にごり度）	144	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁
外観（色相）	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁
クロロフィルa	ug/l 48.5	49.1	42.3	49.1	29.9	28.9	25.0	49.2	32.6	51.0	45.2	45.0	51.6	44.6	49.9	48.3	46.7
クロロフィルb	ug/l <0.1	<0.1	<0.1	<0.1	1.3	0.4	<0.1	0.7	0.3	2.3	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
クロロフィルc	ug/l 4.2	5.6	4.8	6.2	8.2	5.1	2.2	7.0	4.8	13.2	2.2	3.8	4.3	3.2	3.3	3.6	5.5
全クロロフィル	ug/l 52.7	54.7	47.1	55.3	39.4	34.4	27.2	56.9	37.7	66.5	47.4	48.8	47.8	49.3	53.7	52.0	51.2
クロチノイド	ug/l 7.8	8.3	11.1	12.6	6.6	6.6	6.4	14.7	7.4	13.7	18.4	17.5	19.6	16.1	17.0	16.4	14.9

一般項目

その他の項目

採取地点	成出①		成出②		成出③		成出④		成出⑤		成出①		成出②		成出③		成出④		成出⑤	
	0m	1.5m	0m	1.5m	0m	1.5m	0m	1.5m	0m	1.5m	0m	1.5m	0m	1.5m	0m	1.5m	0m	1.5m	0m	1.5m
	採取時刻	採取時刻	採取時刻	採取時刻	採取時刻	採取時刻	採取時刻	採取時刻	採取時刻	採取時刻	採取時刻	採取時刻	採取時刻	採取時刻	採取時刻	採取時刻	採取時刻	採取時刻	採取時刻	採取時刻
採取時刻	10:45	10:45	11:10	11:10	12:00	-	10:52	10:53	11:06	11:06	11:22	11:23	11:25	11:25	11:29	11:29	11:29	11:29	11:29	11:29
採取時刻	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
気温	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	-	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0
水温	29.6	29.6	29.4	29.4	30.0	-	28.4	27.9	28.5	28.2	28.8	28.4	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.4
採取位置	0.5	1.5	0.5	0.5	0.5	-	0.5	1.5	0.5	1.5	0.5	1.5	0.5	1.5	0.5	1.5	0.5	1.5	0.5	1.5
水深	2.4	-	-	-	-	-	2.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
透明度	0.4	-	0.4	-	-	-	0.5	-	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DO	8.9	8.7	8.5	8.7	8.6	8.7	8.7	7.6	8.3	7.9	8.1	8.0	7.9	8.1	7.9	8.0	7.9	8.0	7.9	7.9
CO ₂	7.8	-	7.8	7.0	-	-	8.2	-	7.2	5.9	-	-	6.6	6.1	-	-	6.1	-	-	-
SS	9.5	10.0	9.5	9.7	9.3	-	9.9	9.6	10.2	9.5	10.3	9.6	9.9	8.5	10.2	9.8	10.2	9.8	9.8	9.8
全窒素	25	62	34	73	28	-	17	23	22	39	24	27	23	26	25	27	25	27	25	27
全リン	0.93	1.31	1.09	1.28	-	-	0.96	1.16	1.15	1.26	-	-	1.20	1.25	-	-	1.20	1.25	-	-
塩素イオン	0.113	0.146	0.119	0.169	-	-	0.093	0.130	0.120	0.141	-	-	0.116	0.140	-	-	0.116	0.140	-	-
外観（色相）	585	-	554	546	-	-	717	-	666	674	-	-	658	666	-	-	658	666	-	-
外観（にぎり）	104	-	103	93	-	-	107	-	94	77	-	-	86	79	-	-	86	79	-	-
クロロフィルa	36.2	41.1	42.8	48.5	46.6	-	45.7	49.4	49.9	-	-	-	40.6	40.6	-	-	40.6	40.6	-	-
クロロフィルb	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
クロロフィルc	0.5	1.0	0.7	1.9	1.2	-	2.3	3.6	1.5	-	-	-	2.3	2.3	-	-	2.3	2.3	-	-
全クロロフィル	36.7	42.1	43.5	50.4	47.8	-	48.0	53.0	51.4	-	-	-	50.6	50.6	-	-	50.6	50.6	-	-
クロロフィルノイド	16.3	18.1	18.9	20.5	18.7	-	20.1	20.1	19.1	-	-	-	18.9	18.9	-	-	18.9	18.9	-	-

一般項目	採取時刻	採取時刻	採取時刻	採取時刻	採取時刻	採取時刻	採取時刻	採取時刻	採取時刻	採取時刻	採取時刻	採取時刻	採取時刻	採取時刻	採取時刻	採取時刻	採取時刻	採取時刻	採取時刻	採取時刻
採取時刻	10:45	10:45	11:10	11:10	12:00	-	10:52	10:53	11:06	11:06	11:22	11:23	11:25	11:25	11:29	11:29	11:29	11:29	11:29	11:29
採取時刻	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
気温	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	-	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0
水温	29.6	29.6	29.4	29.4	30.0	-	28.4	27.9	28.5	28.2	28.8	28.4	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.4
採取位置	0.5	1.5	0.5	0.5	0.5	-	0.5	1.5	0.5	1.5	0.5	1.5	0.5	1.5	0.5	1.5	0.5	1.5	0.5	1.5
水深	2.4	-	-	-	-	-	2.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
透明度	0.4	-	0.4	-	-	-	0.5	-	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DO	8.9	8.7	8.5	8.7	8.6	8.7	8.7	7.6	8.3	7.9	8.1	8.0	7.9	8.1	7.9	8.0	7.9	8.0	7.9	7.9
CO ₂	7.8	-	7.8	7.0	-	-	8.2	-	7.2	5.9	-	-	6.6	6.1	-	-	6.1	-	-	-
SS	9.5	10.0	9.5	9.7	9.3	-	9.9	9.6	10.2	9.5	10.3	9.6	9.9	8.5	10.2	9.8	10.2	9.8	9.8	9.8
全窒素	25	62	34	73	28	-	17	23	22	39	24	27	23	26	25	27	25	27	25	27
全リン	0.93	1.31	1.09	1.28	-	-	0.96	1.16	1.15	1.26	-	-	1.20	1.25	-	-	1.20	1.25	-	-
塩素イオン	0.113	0.146	0.119	0.169	-	-	0.093	0.130	0.120	0.141	-	-	0.116	0.140	-	-	0.116	0.140	-	-
外観（色相）	585	-	554	546	-	-	717	-	666	674	-	-	658	666	-	-	658	666	-	-
外観（にぎり）	104	-	103	93	-	-	107	-	94	77	-	-	86	79	-	-	86	79	-	-
クロロフィルa	36.2	41.1	42.8	48.5	46.6	-	45.7	49.4	49.9	-	-	-	40.6	40.6	-	-	40.6	40.6	-	-
クロロフィルb	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
クロロフィルc	0.5	1.0	0.7	1.9	1.2	-	2.3	3.6	1.5	-	-	-	2.3	2.3	-	-	2.3	2.3	-	-
全クロロフィル	36.7	42.1	43.5	50.4	47.8	-	48.0	53.0	51.4	-	-	-	50.6	50.6	-	-	50.6	50.6	-	-
クロロフィルノイド	16.3	18.1	18.9	20.5	18.7	-	20.1	20.1	19.1	-	-	-	18.9	18.9	-	-	18.9	18.9	-	-

その他の項目	採取時刻	採取時刻	採取時刻	採取時刻	採取時刻	採取時刻	採取時刻	採取時刻	採取時刻	採取時刻	採取時刻	採取時刻	採取時刻	採取時刻	採取時刻	採取時刻	採取時刻	採取時刻	採取時刻	採取時刻
採取時刻	10:45	10:45	11:10	11:10	12:00	-	10:52	10:53	11:06	11:06	11:22	11:23	11:25	11:25	11:29	11:29	11:29	11:29	11:29	11:29
採取時刻	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
気温	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	-	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0
水温	29.6	29.6	29.4	29.4	30.0	-	28.4	27.9	28.5	28.2	28.8	28.4	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.4
採取位置	0.5	1.5	0.5	0.5	0.5	-	0.5	1.5	0.5	1.5	0.5	1.5	0.5	1.5	0.5	1.5	0.5	1.5	0.5	1.5
水深	2.4	-	-	-	-	-	2.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
透明度	0.4	-	0.4	-	-	-	0.5	-	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DO	8.9	8.7	8.5	8.7	8.6	8.7	8.7	7.6	8.3	7.9	8.1	8.0	7.9	8.1	7.9	8.0	7.9	8.0	7.9	7.9
CO ₂	7.8	-	7.8	7.0	-	-	8.2	-	7.2	5.9	-	-	6.6	6.1	-	-	6.1	-	-	-
SS	9.5	10.0	9.5	9.7	9.3	-	9.9	9.6	10.2	9.5	10.3	9.6	9.9	8.5	10.2	9.8	10.2	9.8	9.8	9.8
全窒素	25	62	34	73	28	-	17	23	22	39	24	27	23	26	25	27	25	27	25	27
全リン	0.93	1.31	1.09	1.28	-	-	0.96	1.16	1.15	1.26	-	-	1.20	1.25	-	-	1.20	1.25	-	-
塩素イオン	0.113	0.146	0.119	0.169	-	-	0.093	0.130	0.120	0.141	-	-	0.116	0.140	-	-	0.116	0.140	-	-
外観（色相）	585	-	554	546	-	-	717	-	666	674	-	-	658	666	-	-	658	666	-	-
外観（にぎり）	104	-	103	93	-	-	107	-	94	77	-	-	86	79	-	-	86	79	-	-
クロロフィルa	36.2	41.1	42.8	48.5	46.6	-	45.7	49.4	49.9	-	-	-	40.6	40.6	-	-	40.6	40.6	-	-
クロロフィルb	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	-	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
クロロフィルc	0.5	1.0	0.7	1.9	1.2	-	2.3	3.6	1.5	-	-	-	2.3	2.3	-	-	2.3	2.3	-	-
全クロロフィル	36.7	42.1	43.5	50.4	47.8	-	48.0	53.0	51.4	-	-	-	50.6	50.6	-	-	50.6	50.6	-	-
クロロフィルノイド	16.3	18.1	18.9	20.5	18.7	-	20.1	20.1	19.1	-	-	-	18.9	18.9	-	-	18.9	18.9	-	-

別表2 水質分析結果表

採取地点	成出①		成出②		成出③		成出④		成出⑤		成出①		成出②		成出③		成出④		成出⑤	
	0m	1.5m	0m	1.5m	0m	1.5m	0m	1.5m	0m	1.5m	0m	1.5m	0m	1.5m	0m	1.5m	0m	1.5m	0m	1.5m
採取時刻	10:28	10:30	10:40	10:42	11:02	11:03	10:58	11:00	10:54	10:56	10:58	11:00	11:06	11:10	11:25	11:30	11:24	11:14	11:17	11:17
天候	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	雨	雨	雨	雨	雨	雨	雨	雨	雨	雨
気温	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
水温	28.8	26.2	29.2	26.7	29.6	26.7	29.8	26.5	29.9	26.6	25.3	25.3	25.7	25.7	25.8	25.8	25.8	25.7	25.8	25.8
採取位置	0.5	1.5	0.5	1.5	0.5	1.5	0.5	1.5	0.5	1.5	0.5	1.5	0.5	1.5	0.5	1.5	0.5	0.5	1.5	1.5
全水透明	2.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
透明度	0.6	-	0.7	-	-	-	0.6	-	-	-	0.4	-	0.4	-	-	-	-	-	-	-
pH	9.0	9.1	9.4	7.4	9.4	7.6	9.3	7.4	9.4	7.4	7.9	7.7	7.6	7.6	7.6	7.6	7.7	7.7	7.7	7.8
DO	mg/l	9.9	-	11.2	4.4	-	-	10.9	1.8	-	6.5	-	5.9	5.5	-	5.4	6.1	-	-	-
CO ₂	mg/l	6.7	6.4	7.3	5.9	7.2	6.1	6.9	6.2	7.3	5.7	7.6	7.5	8.0	7.8	7.6	7.9	8.0	7.7	7.7
SS	mg/l	9	20	8	11	8	15	7	16	9	33	34	22	26	33	34	36	34	33	33
全窒素	mg/l	0.77	1.01	0.83	0.90	0.76	1.01	0.81	1.08	0.76	0.96	0.92	1.00	0.93	-	0.97	0.96	-	-	-
全炭素	mg/l	0.059	0.113	0.063	0.089	0.067	0.122	0.056	0.130	0.058	0.106	0.113	0.108	0.110	-	0.119	0.125	-	-	-
塩素イオン	mg/l	114	-	95.5	103	-	-	92	114	-	163	-	178	155	-	155	143	-	-	-
DO飽和度	%	129	-	147	56	-	-	144	23	-	81	-	74	69	-	68	76	-	-	-
外観(色相)	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁
外観(色相)	淡緑色	淡緑色	淡緑色	淡緑色	淡緑色	淡緑色	淡緑色	淡緑色	淡緑色	淡緑色	淡緑色	淡緑色	淡緑色	淡緑色	淡緑色	淡緑色	淡緑色	淡緑色	淡緑色	淡緑色
クロロフィルa	ug/l	37.1	34.0	46.1	27.2	40.4	33.5	40.2	33.2	46.1	43.2	44.3	50.7	48.7	47.9	44.4	50.1	47.4	49.5	52.0
クロロフィルb	ug/l	0.6	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
クロロフィルc	ug/l	<0.1	0.2	<0.1	<0.1	<0.1	1.9	<0.1	3.7	0.9	<0.1	0.5	<0.1	<0.1	0.9	0.7	1.8	2.6	2.5	4.3
全クロロフィル	ug/l	37.7	34.2	46.1	27.2	40.4	35.4	40.2	36.9	47.0	43.2	44.8	50.7	48.7	48.8	45.1	51.9	50.0	52.0	56.3
クロロフィルd	ug/l	16.1	14.1	12.6	11.2	12.9	14.3	11.2	14.1	10.7	10.1	10.4	13.4	12.1	12.5	11.4	13.0	11.8	12.4	12.3

採取地点	成出①		成出②		成出③		成出④		成出⑤	
	0m	1.5m	0m	1.5m	0m	1.5m	0m	1.5m	0m	1.5m
採取時刻	10:50	10:50	10:50	10:50	11:17	11:17	11:15	11:15	11:00	11:10
天候	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ
気温	30.1	30.1	30.1	30.1	30.1	30.1	30.1	30.1	30.1	30.1
水温	29.1	27.4	28.4	27.7	28.3	28.7	27.9	27.8	28.4	27.9
採取位置	0.5	1.5	0.5	1.5	0.5	1.5	0.5	1.5	0.5	1.5
全水透明	2.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
透明度	0.4	-	0.4	-	-	-	0.4	-	-	-
pH	9.3	8.6	8.3	7.6	8.7	8.4	8.6	8.6	8.6	8.6
DO	mg/l	11.7	-	7.6	4.1	-	6.3	5.5	-	-
CO ₂	mg/l	5.1	4.7	4.9	5.5	5.2	5.5	5.4	5.5	5.5
SS	mg/l	15	21	13	19	24	27	38	30	32
全窒素	mg/l	1.38	1.01	1.01	1.27	-	1.27	1.30	-	-
全炭素	mg/l	0.103	0.064	0.097	0.122	-	0.130	0.141	-	-
塩素イオン	mg/l	245	-	206	217	-	229	225	-	-
DO飽和度	%	154	-	99	53	-	81	71	-	-
外観(色相)	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁
外観(色相)	緑色	緑色	緑色	緑色	緑色	緑色	緑色	緑色	緑色	緑色
クロロフィルa	ug/l	98.7	60.8	82.5	61.0	81.2	74.9	77.1	75.4	77.4
クロロフィルb	ug/l	1.2	<0.1	1.3	<0.1	1.2	0.7	0.4	0.7	0.6
クロロフィルc	ug/l	5.4	3.3	6.2	5.0	7.2	6.6	6.1	6.9	7.1
全クロロフィル	ug/l	105.0	64.1	90.0	66.0	89.6	82.2	83.6	83.0	85.1
クロロフィルd	ug/l	15.2	10.1	19.3	11.1	18.5	16.5	16.7	16.7	17.5

別表3 水質分析結果表

採取地点	成出①		成出②		成出③		成出④		成出⑤		成出①		成出②		成出③		成出④		成出⑤	
	0m	1.5m	0m	1.5m	0m	1.5m	0m	1.5m	0m	1.5m	0m	1.5m	0m	1.5m	0m	1.5m	0m	1.5m	0m	1.5m
採取時刻	10:30	10:35	10:44	10:46	11:00	11:02	11:02	11:02	10:58	10:59	10:30	10:40	10:47	10:49	11:13	11:16	11:09	11:10	11:00	11:05
採取時刻	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り
水温	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5	26.5
水温	26.0	24.4	26.3	24.8	26.6	25.2	26.0	25.1	25.9	24.9	22.6	21.7	22.2	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9
採取位置	0.5	1.5	0.5	1.5	0.5	1.5	0.5	1.5	0.5	1.5	0.5	1.5	0.5	1.5	0.5	1.5	0.5	1.5	0.5	1.5
全水深	2.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
透明度	0.5	-	0.6	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-	0.5	-	-	-	-	-	-	-
透明度	9.0	7.5	9.2	7.8	8.9	7.7	9.0	7.7	8.9	7.6	8.8	7.4	7.5	7.4	7.4	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3
DO	10.0	-	10.0	5.8	-	-	10.0	7.0	-	-	10.0	-	7.3	5.7	-	6.1	6.0	-	-	-
DO	8.4	6.6	7.8	6.9	6.6	7.1	7.2	7.2	7.7	7.1	7.8	5.8	6.8	5.8	6.9	6.2	6.3	6.5	6.5	6.3
SS	16	16	10	9	11	19	9	16	12	16	12	22	10	13	18	21	22	20	20	20
全窒素	1.01	0.92	0.97	0.85	-	-	0.94	1.10	-	-	0.98	0.89	1.02	0.93	-	-	0.99	0.89	-	-
全窒素	0.104	0.102	0.071	0.081	-	-	0.082	0.103	-	-	0.079	0.093	0.084	0.082	-	-	0.093	0.093	-	-
塩素イオン	178	-	155	159	-	-	155	178	-	-	253	-	230	234	-	-	230	238	-	-
DO飽和度	128	-	131	71	-	-	129	87	-	-	125	-	86	67	-	-	72	70	-	-
外観(にごり)	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁
外観(色相)	淡緑	淡緑	淡緑	淡緑	淡緑	淡緑	淡緑	淡緑	淡緑	淡緑	淡緑	淡緑	淡緑	淡緑	淡緑	淡緑	淡緑	淡緑	淡緑	淡緑
クロロフィルa	72.9	45.7	65.3	43.8	58.3	51.3	53.8	53.7	61.5	53.5	52.1	30.3	39.0	33.1	40.9	35.0	36.9	37.2	38.8	36.9
クロロフィルb	5.9	1.4	5.5	0.7	3.7	1.5	3.7	2.8	3.9	2.4	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
クロロフィルc	13.1	11.4	13.1	9.6	11.0	9.2	8.0	12.5	10.1	11.4	2.0	1.1	<0.1	<0.1	1.4	0.5	<0.1	0.3	2.0	<0.1
クロロフィル	91.9	58.5	83.9	54.1	73.0	62.0	65.5	69.0	75.5	67.3	54.1	31.4	39.0	33.1	42.3	35.5	36.9	37.5	40.8	36.9
クロロフィルド	27.2	11.8	23.6	11.1	19.8	15.0	18.6	15.2	20.5	15.2	18.2	10.4	13.0	10.2	12.9	11.5	12.1	12.0	12.3	12.3

採取地点	成出①		成出②		成出③		成出④		成出⑤	
	0m	1.5m	0m	1.5m	0m	1.5m	0m	1.5m	0m	1.5m
採取時刻	10:24	10:28	10:40	10:44	11:15	11:20	10:28	10:32	10:50	10:54
採取時刻	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ
水温	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0
水温	17.2	16.6	17.6	16.8	17.1	17.0	17.0	17.0	17.1	17.1
採取位置	0.5	1.5	0.5	1.5	0.5	1.5	0.5	1.5	0.5	1.5
全水深	2.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
透明度	0.5	-	0.5	-	-	-	0.5	-	-	-
透明度	7.9	7.9	8.4	7.7	7.8	7.8	7.7	7.8	7.8	7.8
DO	7.8	-	9.0	7.3	-	-	7.7	7.9	-	-
DO	4.8	5.6	5.9	5.0	5.3	5.7	5.5	5.9	5.7	5.8
SS	6	30	15	16	24	33	31	30	29	29
全窒素	0.66	0.77	0.90	0.69	-	-	0.81	0.77	-	-
全窒素	0.058	0.091	0.076	0.067	-	-	0.086	0.082	-	-
塩素イオン	441	-	402	418	-	-	426	426	-	-
DO飽和度	84	-	98	78	-	-	83	85	-	-
外観(にごり)	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁	微濁
外観(色相)	淡黄緑	淡黄緑	淡黄緑	淡黄緑	淡黄緑	淡黄緑	淡黄緑	淡黄緑	淡黄緑	淡黄緑
クロロフィルa	20.1	25.3	41.6	23.1	23.7	28.5	27.0	32.0	27.9	27.2
クロロフィルb	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
クロロフィルc	<0.1	<0.1	2.7	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
クロロフィル	20.1	25.3	44.3	23.1	23.7	28.5	27.0	32.0	27.9	27.2
クロロフィルド	10.5	11.1	20.6	10.4	11.4	12.5	12.2	14.1	12.5	12.3

別表4 植物プランクトン調査結果

		(Cells/ml)										
		7/26	7/29	8/2	8/5	8/31	9/7	9/14	9/28	10/13	10/26	合計
成出①	藍藻	423,360	298,800	750,960	663,840	259,560	456,840	606,600	415,080	219,600	291,240	4,385,880
	珪藻	4,320	5,400	6,840	5,400	3,600	2,880	2,880	18,720	10,440	5,040	65,520
	緑藻		1,440	12,960	8,280		2,880	1,440	1,800	10,080	26,640	65,520
	その他	6,500	8,090	16,050	9,820	8,830	9,070	15,380	20,230	15,120	11,590	120,680
	合計	434,180	313,730	786,810	687,340	271,990	471,670	626,300	455,830	255,240	334,510	4,637,600
成出②	藍藻	240,840	499,320	476,280	749,520	251,640	411,480	752,760	231,120	328,320	79,200	4,020,480
	珪藻	3,960	4,680	5,760	5,400	2,160	3,600	8,280	16,200	12,960	4,680	67,680
	緑藻	4,320	4,320	21,600	7,200		2,880	3,960	1,800	2,880	3,960	52,920
	その他	230	100	4,250	5,210	8,170	13,860	14,400	19,830	16,750	16,770	99,570
	合計	249,350	508,420	507,890	767,330	261,970	431,820	779,400	268,950	360,910	104,610	4,240,650
成出④	藍藻	151,560	317,880	545,760	977,040	97,560	346,320	404,640	412,920	198,720	151,920	3,604,320
	珪藻	5,400	4,320	3,240	3,960	3,240	6,840	10,800	12,240	14,400	11,520	75,960
	緑藻	360	1,080	5,040	12,960	2,880	5,760	7,920	1,080	2,880	14,040	54,000
	その他	8,710	3,990	4,480	2,950	6,320	7,690	14,280	13,750	12,070	14,590	88,830
	合計	166,030	327,270	558,520	996,910	110,000	366,610	437,640	439,990	228,070	192,070	3,823,110
成出①	Microcystis属	113,040	19,800	7,560	7,920	1,080	13,680	9,000	3,240		11,520	186,840
	Anabaena属	2,160					45,720	93,600		43,920		185,400
	Planktothrix属	69,120	69,120	336,960	380,160	43,200	216,000	69,120	77,760	77,760	164,160	1,503,360
	Raphidiopsis属	20,160	2,880	11,520	14,400	5,760	43,200	218,880	66,240	2,880		385,920
	その他の藍藻	218,880	207,000	394,920	261,360	209,520	138,240	216,000	267,840	95,040	115,560	2,124,360
成出②	合計	423,360	298,800	750,960	663,840	259,560	456,840	606,600	415,080	219,600	291,240	4,385,880
	Microcystis属	6,120	10,800	7,200	9,720	23,760	12,240	4,680	2,880			77,400
	Anabaena属	25,920			7,920	84,960	24,120	1,440				144,360
	Planktothrix属	43,200	138,240	259,200	267,840	86,400	60,480	60,480	8,640	267,840	25,920	1,218,240
	Raphidiopsis属	31,680	23,040	11,520	2,880	8,640	37,440	132,480	20,160			267,840
成出④	その他の藍藻	133,920	327,240	198,360	461,160	47,880	277,200	553,680	199,440	60,480	53,280	2,312,640
	合計	240,840	499,320	476,280	749,520	251,640	411,480	752,760	231,120	328,320	79,200	4,020,480
	Microcystis属	10,440	35,640	15,120	12,240	9,360	18,000	10,080	360		9,720	120,960
	Anabaena属					1,800					1,800	3,600
	Planktothrix属	69,120	120,960	224,640	501,120	51,840	120,960	34,560	95,040	77,760	86,400	1,382,400
成出④	Raphidiopsis属	23,040	14,400	1,080			63,360	92,160	40,320			234,360
	その他の藍藻	48,960	146,880	304,920	463,680	34,560	144,000	267,840	277,200	120,960	54,000	1,863,000
	合計	151,560	317,880	545,760	977,040	97,560	346,320	404,640	412,920	198,720	151,920	3,604,320
	成出①の総細胞数	434,180	313,730	786,810	687,340	271,990	471,670	626,300	455,830	255,240	334,510	4,637,600
	成出②の総細胞数	249,350	508,420	507,890	767,330	261,970	431,820	779,400	268,950	360,910	104,610	4,240,650
成出④の総細胞数	166,030	327,270	558,520	996,910	110,000	366,610	437,640	439,990	228,070	192,070	3,823,110	
合計		849,560	1,149,420	1,853,220	2,451,580	643,960	1,270,100	1,843,340	1,164,770	844,220	631,190	12,701,360

* その他の藍藻：アオコ非形成種

別表5 動物プランクトン調査結果

		(N/I)										
		7/26	7/29	8/2	8/5	8/31	9/7	9/14	9/28	10/13	10/26	合計
成出①	肉質鞭毛虫			8	2	92	108	35	24	4		273
	繊毛虫		13	408	243	2	2	48	36	11	9	772
	袋形動物	628	1,183	653	267	343	350	177	93	595	70	4,360
	節足動物	118	488	313	327	310	373	81	196	139	81	2,427
	不明種					3		2	1	19	2	28
	合計	747	1,685	1,383	838	750	833	343	351	768	161	7,860
成出②	肉質鞭毛虫					8	33	17	156			214
	繊毛虫	12	15	525	205		11	119	179	13	17	1,097
	袋形動物	2,502	2,238	728	758	222	253	55	165	948	257	8,127
	節足動物	410	412	280	337	353	445	127	541	840	149	3,893
	不明種				5	2	3	1	29			39
	合計	2,923	2,665	1,533	1,305	585	745	318	1,071	1,802	423	13,369
成出④	肉質鞭毛虫	7	2		5	7	9	6	400	2	3	441
	繊毛虫		20	490	193	1	10	102	63	3	10	893
	袋形動物	4,690	857	838	468	199	128	23	263	581	93	8,141
	節足動物	287	317	337	267	125	228	106	255	205	162	2,288
	不明種				8	1			37	3		48
	合計	4,983	1,195	1,665	942	333	375	237	1,018	794	268	11,810
成出①の総細胞数		747	1,685	1,383	838	750	833	343	351	768	161	7,860
成出②の総細胞数		2,923	2,665	1,533	1,305	585	745	318	1,071	1,802	423	13,369
成出④の総細胞数		4,983	1,195	1,665	942	333	375	237	1,018	794	268	11,810
合計		8,653	5,545	4,582	3,085	1,668	1,953	899	2,439	3,364	852	33,040