

満濃池と府中ダムの水質について

Studies on Water Quality of Mannouike and Fuchuu Dam

藤井 裕士
Hiroshi FUJII

多田 薫
Kaoru TADA

大森 利春*
Toshiharu OOMORI

三好 健治
Kenji MIYOSHI

はじめに

近年湖沼の富栄養化現象が問題になっているが、溜池、ダムについて、栄養塩類を中心に調査した。溜池は金倉川上流の満濃池を、ダムは綾川下流の府中ダムを調査対象に選んだ。

満濃池は、貯水量 1,540 万 m^3 、湛水面積 138.5 ha、有効水深 21m の溜池である。流入水源は金倉川の直接流域 1,280 ha の他に、土器川、財田川上流部の間接流域が 8,610 ha あり、11月から3月にかけて導水管で流入している。また放流は農業用水必要期間に集中している。年間水使用量は約 800 万 m^3 と言われ、単純に考えると2年で池の水が入れ替わることになる。

府中ダムは、貯水量 850 万 m^3 、湛水面積 121 ha の細長いダムである。綾川の下流部に建設されたために、上流からの汚濁物質の影響を受け易く、透明度は 1m 未満である。

調査方法

1 調査期間

満濃池については、昭和59年4月から昭和60年3月まで、府中ダムについては、昭和59年6月から昭和60年3月まで、各々月1回調査した。

2 調査地点及び調査部位

調査は図1に示す3地点で行った。満濃池では、取水塔付近の表層水を採取した。府中ダムでは、ダム中央部



図1 調査地点図

(ダム放流口から2km上流、水深13m)の表層水と、水面から6m下の中層水と、底上2mの底層水を北原式改良型採水器で採取した。また府中ダムへの流入水を調査するために、滝の宮付近の綾川で採水した。

3 調査項目及び分析方法

pH, DO, BOD, CODはJIS, K0102に, SSは環境庁告示41付表6に, クロロフィルa (Chl-a)は海洋観測指針に掲げる方法により測定した。NH₄-N, NO₂-N, NO₃-N, PO₄-Pの分析にはテクニコンオートアナライザーII型を, 総窒素(T-N)の分析にはYanacoの微量窒素分析計TN-7を使用した。総リン(T-P)はベルオキシニ二硫酸カリウム分解後PO₄-Pとして分析した。無機態窒素(I-N)の濃度は, NH₄-N, NO₂-N, NO₃-N濃度を合計して求めた。

結果と考察

1 満濃池の水質

平均で見ると、表1に示すように、pHは7.7であり、DOは10.0mg/lと高い。BODは1.1mg/lで、金倉川の環境基準2mg/lと比較して水質良好であり、12月が低い。CODは4.3mg/lで、湖沼の環境基準ではB類型に相当し、12月が低い。SSは4mg/lで4～9月、12月が低めである。T-Nは0.70mg/lで、富栄養湖の目安0.15mg/lより大巾に高い。NH₄-Nは0.034mg/lで1, 2月が高く、I-Nの12%を占める。NO₂-Nは0.007mg/lで12月が高く、I-Nの2%を占める。NO₃-Nは0.254mg/lで10～2月が低く、I-Nの86%を占める。I-Nは0.295mg/lでT-Nの42%を占める。T-Pは0.016mg/lで、富栄養湖の目安である0.02mg/lより低い。PO₄-Pは0.002mg/lでT-Pの13%を占める。Chl-aは7.1mg/m³で10, 1～3月が高い。

T-NとT-Pの比は44であり、満濃池の植物プランクトンの成育は、リンで抑制されていると考えられる。

*転出(公害課)

2 府中ダムの水質

1) 表層水

平均で見ると、表2に示す様に、pHは8.0で6、7、3月が高く、DOは9.6mg/ℓで7、1～3月が高い。BODは2.7mg/ℓで、綾川的环境基準2mg/ℓを超えているが、8～12月は2mg/ℓ以下である。CODは6.8mg/ℓで湖沼の環境基準ではC類型に相当し、7月が高い。SSは6mg/ℓで3月が高い。T-Nは1.14mg/ℓで、富栄養湖の目安である0.15mg/ℓを大きく超えており、11月から上昇傾向を示す。NH₄-Nは0.125mg/ℓで8、9月が低く、I-Nの27%を占める。NO₂-Nは0.015mg/ℓで7～9月が低く、I-Nの3%を占める。NO₃-Nは0.328mg/ℓで、7、8月が低くNH₄-Nより低い値であり、I-Nの70%を占める。I-Nは0.467mg/ℓでT-Nの41%を占める。T-Pは0.044mg/ℓで富栄養湖の目安である0.02mg/ℓを超えている。PO₄-Pは0.004mg/ℓでT-Pの9%を占める。Chl-aは22.2mg/m³で7、8月と1月以降が高い。

T-NとT-Pの比は26であり、富栄養状態ではあるが、植物プランクトンの増殖はリンで制限されていると考えられる。

2) 中層水

平均で見ると、表3に示す様に、pHは7.6であり、DOは7.0mg/ℓで7、8月が低い。BODは2.4mg/ℓで9～12月が若干低い。CODは6.2mg/ℓであり、SSは6mg/ℓで7、8月が低い。T-Nは1.26mg/ℓで、8月から9月にかけて半減し、その後増加傾向を示す。NH₄-Nは0.240mg/ℓで6、7月が高く、I-Nの32%を占める。NO₂-Nは0.018mg/ℓで6月が高く、I-Nの2%を占める。NO₃-Nは0.503mg/ℓで6、7月が高く、I-Nの66%を占める。I-Nは0.760mg/ℓで6、7月が高く、T-Nの60%を占める。T-Pは0.049mg/ℓで6月が高い。PO₄-Pは0.011mg/ℓで、6～8月が高く、T-Pの22%を占める。Chl-aは18.7mg/m³で6、7、12月が低い。

3) 底層水

平均で見ると、表4に示す様に、pHは7.4であり、DOは5.6mg/ℓで6～9月にかけて2mg/ℓ以下と低い。BODは2.3mg/ℓで8月が若干高い。CODは6.0mg/ℓ、SSは8mg/ℓである。T-Nは1.51mg/ℓで6～9月の夏場が高い。NH₄-Nは0.579mg/ℓで、6～9月が底層の還元状態のためか高く、I-Nの56%を占める。NO₂-Nは0.020mg/ℓで7、8月が高く、I-Nの2%を占める。NO₃-Nは0.436mg/ℓで、I-Nの42%を占める。I-Nは1.035mg/ℓで6～9月が高く、T-Nの69%を占める。T-Pは0.082mg/ℓで、6～9月が底層の還元状態のためか高い。PO₄-Pは0.020mg/ℓで6～8月が高く、T-Pの24%を占める。Chl-aは16.0mg/m³で、6～9月が低い。

4) 流入水

平均で見ると、表5に示すように、pHは7.4であり、DOは9.3mg/ℓで1～3月が高い。BODは1.9mg/ℓで綾川的环境基準2mg/ℓを満足しているが、7、10、11、3月が若干高い。CODは4.7mg/ℓ、SSは8mg/ℓで両者とも雨の影響のためか10月が高い。T-Nは1.75mg/ℓで10、2月が高い。NH₄-Nは0.348mg/ℓで8～10月が低く、I-Nの25%を占める。NO₂-Nは0.032mg/ℓでI-Nの2%を占める。NO₃-Nは1.040mg/ℓで10月が高く、I-Nの73%を占める。I-Nは1.419mg/ℓでT-Nの81%を占める。T-Pは0.121mg/ℓで7、8、10月が高い。PO₄-Pは0.071mg/ℓでT-Pの59%を占める。Chl-aは5.8mg/m³で10、11月が高い。

T-NとT-Pの比は14であり、栄養塩類濃度も高く、流れがなければ植物プランクトンの成育に適している。

3 満濃池と府中ダム表層の水質の比較

図2に示す様に、府中ダムは満濃池よりも富栄養化しており、平均ではBODが2.5倍、CODが1.6倍、T-Nが1.6倍、T-Pが2.8倍、Chl-aが3.1倍となっている。満濃池も府中ダムも、植物プランクトンの成育はリンで制限されており、PO₄-Pは7月から2月まで0.003mg/ℓ前後と低い値である。I-Nは7月から9月まで府中ダムの方が低い。これは府中ダム表層で、植物プランクトン成育のため、I-Nが不足気味のためと考えられる。またI-Nに占めるNH₄-Nの割合は、府中ダムの方が2倍程度高い。

4 府中ダム表、中、底層の水質の比較

図3-1、2に示す様に、10月から2月までは、上下混合のためか、表、中、底層の水質の差はあまりない。その他の月では、pH、DOは表層から底層になるに従い減少する。特にDOは夏場、底層において低く、還元状態になっている。BODは差があまり見られない。CODは7、8、3月に表層が高い。T-Nは6～9月に底層が表層の2倍程度高いが、これはI-Nの、特にNH₄-Nの増加のためである。NO₃-Nは6、7月に中層が高いことが特徴である。I-Nは7、8月に表層で低い。表層ではI-Nに占める割合の大きいのはNO₃-Nであるが、底層ではNH₄-Nである。T-Pは6～9月、PO₄-Pは6～8月底層で高い。Chl-aは6～8月に表層が高い。

5 流入水と府中ダム表層の水質の比較

図4に示すように、栄養塩類濃度は、ダム表層よりも流入水の方が高い。平均ではT-Nで1.5倍、I-Nで3倍、NH₄-Nで2.8倍、NO₃-Nで3.2倍、T-Pで2.8倍、PO₄

-Pで18倍になっており、無機態の栄養塩類濃度が特に高い。しかしChl-aは、流入水の流れのためか、ダム表層の方が4倍程度高く、BOD、CODもダム表層の方が高い。T-N、T-Pが、流入水よりもダム表、中、底層で低いことから、ダム内で沈澱等により栄養塩類が減少すると考えられる。

府中ダムの水質は、栄養塩類濃度の高い流入水のために、富栄養状態になっているが、相対的にはリンが制限因子となっている。また夏場は上下混合が起こりにくいいため、表層と底層で水質の差が生ずる。

今後、流量の把握など詳細な調査が必要である。

ま と め

満濃池の水質は、窒素濃度が高いにもかかわらず、リン濃度は低い。そのため植物プランクトンの成育が抑制されている。

文 献

- 1) 社日本水質汚濁研究協会編 湖沼環境調査指針 221 (1982)

表1 満濃池の水質

項目 月	pH	DO mg/l	BOD mg/l	COD mg/l	SS mg/l	T-N mg/l	NH ₄ -N mg/l	NO ₂ -N mg/l	NO ₃ -N mg/l	I-N mg/l	T-P mg/l	PO ₄ -P mg/l	Chl-a mg/m ³
4	8.2	10.5	1.6	2.9	2	0.82	0.017	0.013	0.267	0.297	0.011	0.002	4.9
5	7.8	9.5	1.3	3.3	1	0.66	0.010	0.007	0.492	0.509	0.015	0.001	3.2
6	8.6	9.5	1.2	5.1	3	0.57	0.026	0.006	0.345	0.377	0.016	0.001	2.4
7	7.8	8.1	0.7	4.1	1	0.62	0.023	0.006	0.390	0.419	0.012	0.003	2.1
8	7.4	9.7	1.4	4.3	2	0.85	0.012	0.004	0.256	0.272	0.014	0.003	6.1
9	8.1	9.1	0.7	4.6	3	0.70	0.016	0.007	0.313	0.336	0.015	0.002	3.4
10	8.1	9.7	0.4	6.4	7	0.71	0.016	0.005	0.140	0.161	0.018	0.003	11.4
11	7.3	9.7	0.9	5.5	6	0.54	0.041	0.003	0.092	0.136	0.016	0.002	4.5
12	6.5	7.4	0.2	2	1	0.70	0.036	0.028	0.072	0.136	0.017	0.002	8.2
1	7.5	13.2	1.6	5.2	6	0.68	0.136	0.003	0.148	0.287	0.017	0.003	9.8
2	7.5	12.0	1.1	4.4	9	0.90	0.060	0.003	0.143	0.206	0.020	0.002	12.0
3	7.9	11.8	1.7	4.0	7	0.61	0.017	0.003	0.385	0.405	0.015	0.001	16.9
平均	7.7	10.0	1.1	4.3	4	0.70	0.034	0.007	0.254	0.295	0.016	0.002	7.1
最大	8.6	13.2	1.7	6.4	9	0.90	0.136	0.028	0.492	0.509	0.020	0.003	16.9
最小	6.5	7.4	0.2	2.0	1	0.54	0.010	0.003	0.072	0.136	0.011	0.001	2.1

表2 府中ダム(表層水)の水質

項目 月	pH	DO mg/l	BOD mg/l	COD mg/l	SS mg/l	T-N mg/l	NH ₄ -N mg/l	NO ₂ -N mg/l	NO ₃ -N mg/l	I-N mg/l	T-P mg/l	PO ₄ -P mg/l	Chl-a mg/m ³
6	8.7	8.0	3.5	6.5	5	0.88	0.209	0.030	0.274	0.513	0.061	0.006	16.2
7	9.5	13.7	3.5	10.1	8	0.75	0.101	0.002	0.019	0.122	0.038	0.003	22.3
8	8.0	8.1	2.0	7.2	3	1.00	0.026	0.003	0.009	0.038	0.046	0.004	24.6
9	7.9	8.2	1.5	6.2	4	0.72	0.007	0.006	0.226	0.239	0.032	0.003	14.3
10	7.5	6.6	1.3	6.3	6	0.92	0.110	0.027	0.136	0.273	0.048	0.004	21.7
11	7.1	6.4	1.3	5.3	5	1.15	0.134	0.023	0.397	0.554	0.038	0.003	15.7
12	6.5	6.9	1.8	5.1	9	1.20	0.204	0.014	0.526	0.744	0.035	0.002	12.5
1	7.9	12.6	2.5	6.4	4	1.41	0.130	0.011	0.260	0.401	0.031	0.003	24.0
2	7.9	11.8	3.0	6.5	8	1.45	0.165	0.011	0.554	0.730	0.044	0.002	34.4
3	9.0	13.8	6.5	8.0	12	1.90	0.159	0.024	0.876	1.059	0.069	0.008	36.3
平均	8.0	9.6	2.7	6.8	6	1.14	0.125	0.015	0.328	0.467	0.044	0.004	22.2
最大	9.5	13.8	6.5	10.1	12	1.90	0.209	0.030	0.876	1.059	0.069	0.008	36.3
最小	6.5	6.4	1.3	5.1	3	0.72	0.007	0.002	0.009	0.038	0.031	0.002	12.5

表3 府中ダム(中層水)の水質

項目 月	pH	DO mg/l	BOD mg/l	COD mg/l	SS mg/l	T-N mg/l	NH ₄ -N mg/l	NO ₂ -N mg/l	NO ₃ -N mg/l	I-N mg/l	T-P mg/l	PO ₄ -P mg/l	Chl-a mg/m ³	
6	7.8	5.7	2.9	6.7	10	1.64	0.564	0.039	0.824	1.427	0.120	0.061	6.4	
7	7.6	2.1	2.7	6.6	3	1.43	0.449	0.017	0.960	1.426	0.049	0.016	11.7	
8	7.6	3.0	2.9	6.3	3	1.40	0.150	0.016	0.304	0.470	0.057	0.015	18.9	
9	7.8	5.6	1.5	5.9	5	0.70	0.088	0.006	0.186	0.280	0.038	0.003	18.9	
10	7.6	6.9	1.6	6.3	6	0.92	0.123	0.027	0.156	0.306	0.048	0.004	21.2	
11	7.1	6.6	2.1	6.0	6	1.10	0.146	0.023	0.402	0.571	0.018	0.002	15.7	
12	6.6	6.8	1.7	5.6	7	1.23	0.222	0.014	0.524	0.760	0.038	0.002	11.5	
1	7.9	11.8	2.9	6.0	5	1.38	0.144	0.011	0.499	0.654	0.038	0.003	26.6	
2	7.9	11.6	3.1	6.6	9	1.35	0.165	0.011	0.552	0.728	0.048	0.002	38.0	
3	7.8	10.2	2.7	6.0	8	1.45	0.350	0.011	0.619	0.980	0.032	0.003	18.6	
平 最 最	均 大 小	7.6 7.9 6.6	7.0 11.8 2.1	2.4 3.1 1.5	6.2 6.7 5.6	6 10 3	1.26 1.64 0.70	0.240 0.564 0.088	0.018 0.039 0.006	0.503 0.960 0.156	0.760 1.427 0.280	0.049 0.120 0.018	0.011 0.061 0.002	18.8 38.0 6.4

表4 府中ダム(底層水)の水質

項目 月	pH	DO mg/l	BDO mg/l	COD mg/l	SS mg/l	T-N mg/l	NH ₄ -N mg/l	NO ₂ -N mg/l	NO ₃ -N mg/l	I-N mg/l	T-P mg/l	PO ₄ -P mg/l	Chl-a mg/m ³	
6	7.4	0.6	3.2	6.5	10	1.81	1.140	0.014	0.507	1.661	0.181	0.119	3.5	
7	7.4	0.7	2.3	6.3	7	1.70	1.190	0.037	0.300	1.530	0.101	0.024	6.0	
8	7.4	1.8	3.8	5.5	5	1.70	0.710	0.030	0.546	1.286	0.194	0.038	5.1	
9	7.4	2.0	1.9	6.0	10	2.00	1.220	0.017	0.227	1.464	0.096	0.004	11.3	
10	7.6	6.7	1.6	6.3	9	0.94	0.139	0.026	0.198	0.363	0.065	0.004	20.4	
11	7.2	6.4	1.7	6.1	9	1.32	0.285	0.027	0.413	0.725	0.028	0.004	15.4	
12	6.8	7.6	2.1	5.7	8	1.27	0.166	0.017	0.554	0.737	0.046	0.002	17.0	
1	7.8	11.8	2.5	5.9	6	1.31	0.160	0.012	0.531	0.703	0.039	0.004	27.7	
2	7.9	11.4	2.6	6.2	11	1.50	0.180	0.011	0.549	0.740	0.046	0.002	34.0	
3	7.5	7.2	1.7	5.1	8	1.55	0.595	0.009	0.536	1.140	0.026	0.002	19.9	
平 最 最	均 大 小	7.4 7.9 6.8	5.6 11.8 0.6	2.3 3.8 1.6	6.0 6.5 5.1	8 11 5	1.51 2.00 0.94	0.579 1.220 0.139	0.020 0.037 0.009	0.436 0.554 0.198	1.035 1.661 0.363	0.082 0.194 0.026	0.020 0.119 0.002	16.0 34.0 3.5

表5 流入水(滝の宮近くの綾川)の水質

項目 月	pH	DO mg/l	BOD mg/l	COD mg/l	SS mg/l	T-N mg/l	NH ₄ -N mg/l	NO ₂ -N mg/l	NO ₃ -N mg/l	I-N mg/l	T-P mg/l	PO ₄ -P mg/l	Chl-a mg/m ³	
6	7.5	8.4	1.5	5.5	15	1.56	0.464	0.031	1.025	1.520	0.087	0.054	4.3	
7	7.6	8.2	2.6	5.6	8	1.25	0.464	0.032	0.488	0.984	0.195	0.128	4.8	
8	7.4	8.3	1.4	3.2	3	1.50	0.096	0.037	0.969	1.102	0.195	0.095	4.9	
9	7.5	8.5	1.2	3.5	3	1.10	0.070	0.022	0.739	0.831	0.070	0.044	3.1	
10	7.5	8.5	2.8	9.0	30	2.65	0.139	0.037	1.626	1.802	0.238	0.123	9.7	
11	7.2	8.3	2.6	5.0	12	1.95	0.270	0.039	0.961	1.270	0.085	0.042	13.5	
12	6.8	9.4	1.3	4.8	3	1.49	0.252	0.036	0.944	1.232	0.069	0.048	2.8	
1	7.5	11.6	1.5	2.9	2	1.83	0.700	0.025	1.215	1.940	0.081	0.054	5.7	
2	7.8	10.9	1.6	2.9	2	2.30	0.730	0.030	1.120	1.880	0.131	0.088	4.0	
3	7.5	10.8	2.5	4.5	5	1.90	0.290	0.031	1.309	1.630	0.056	0.033	5.2	
平 最 最	均 大 小	7.4 7.8 6.8	9.3 11.6 8.2	1.9 2.8 1.2	4.7 9.0 2.9	8 30 2	1.75 2.65 1.10	0.348 0.730 0.070	0.032 0.039 0.022	1.040 1.626 0.488	1.419 1.940 0.831	0.121 0.238 0.056	0.071 0.128 0.033	5.8 13.5 2.8

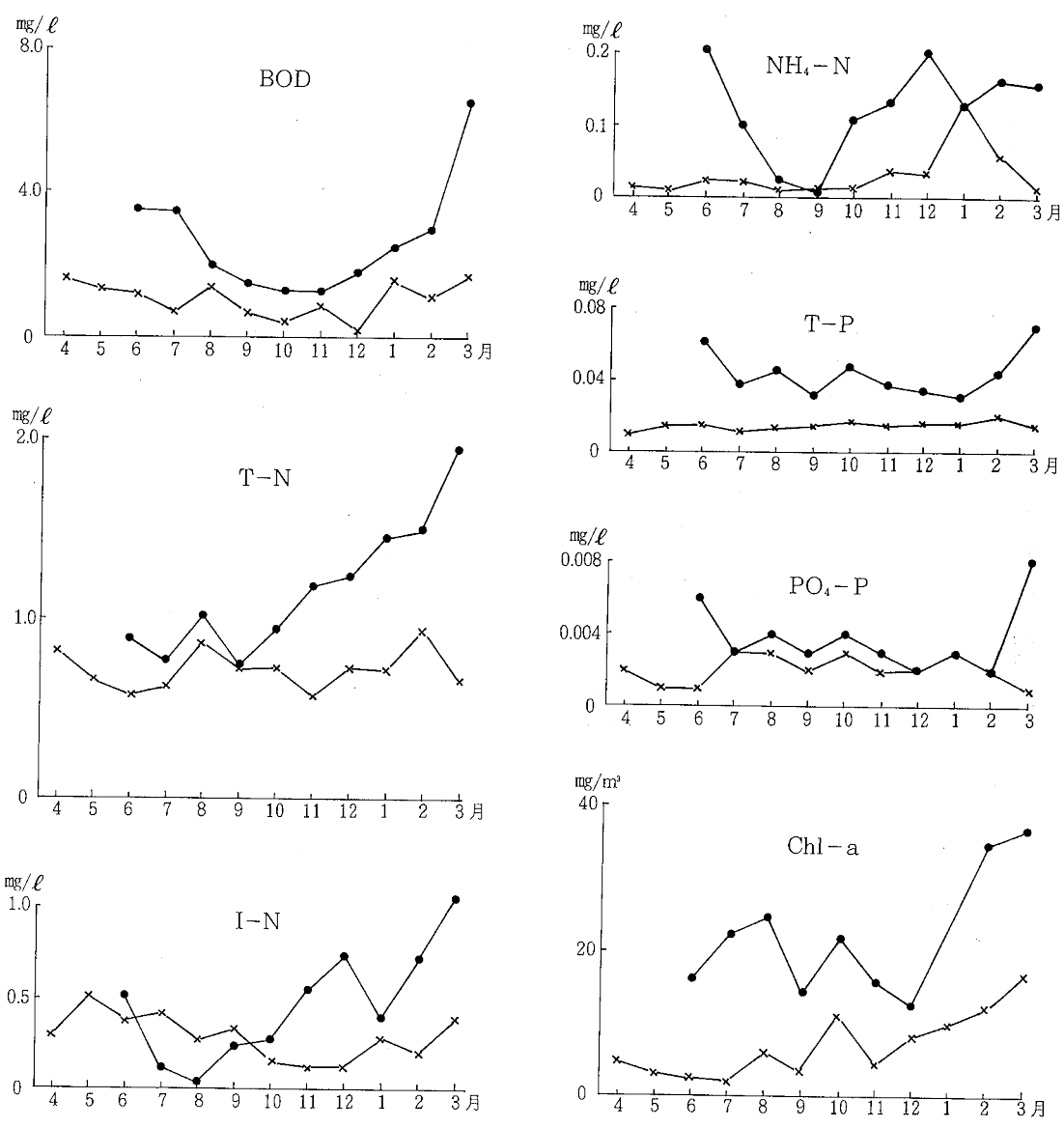


図2 満濃池と府中ダム表層の水質の経月変化

×……満濃池
●……府中ダム表層水

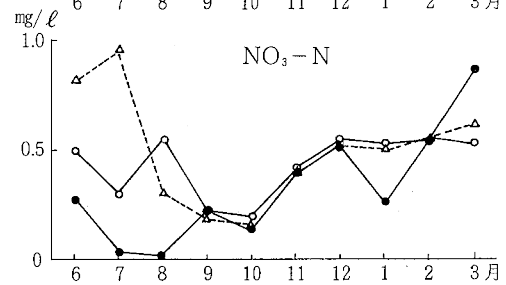
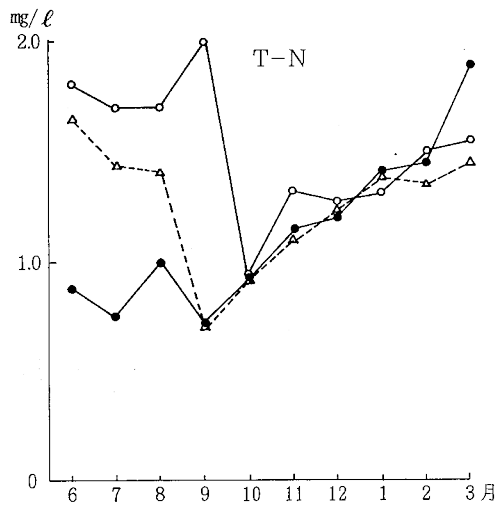
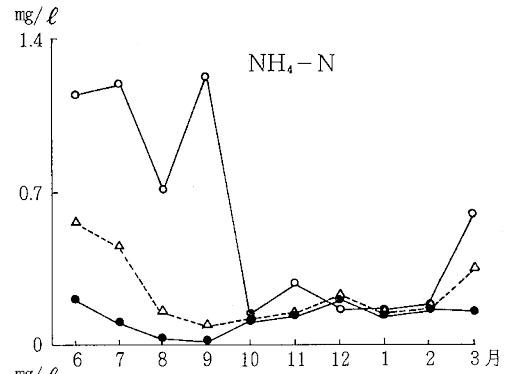
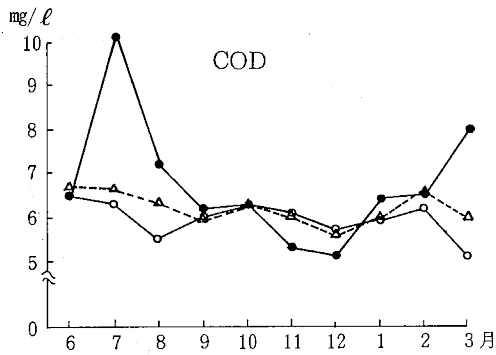
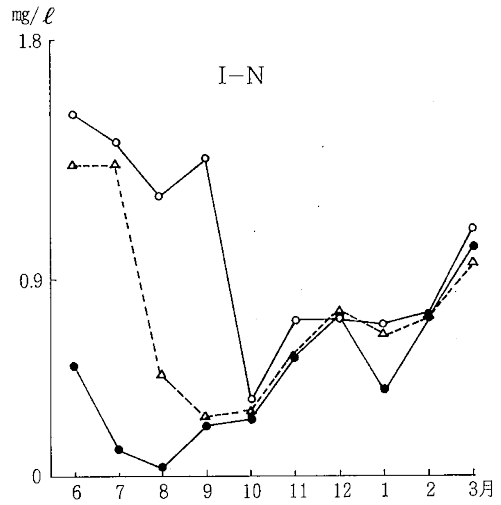
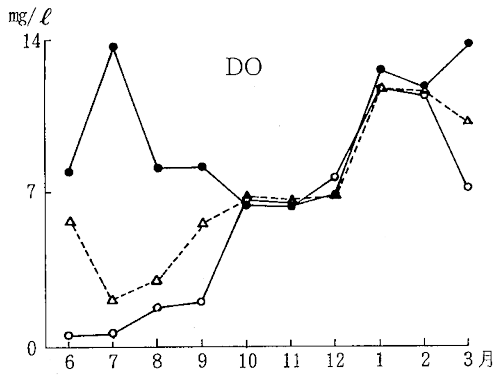


図3-1 府中ダムの表層、中層、底層の水質の経月変化

-表層水
- △.....中層水
-底層水

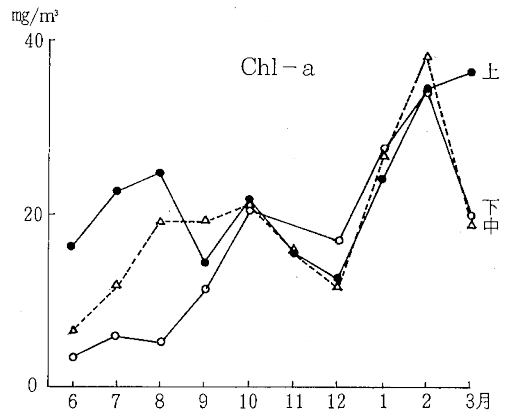
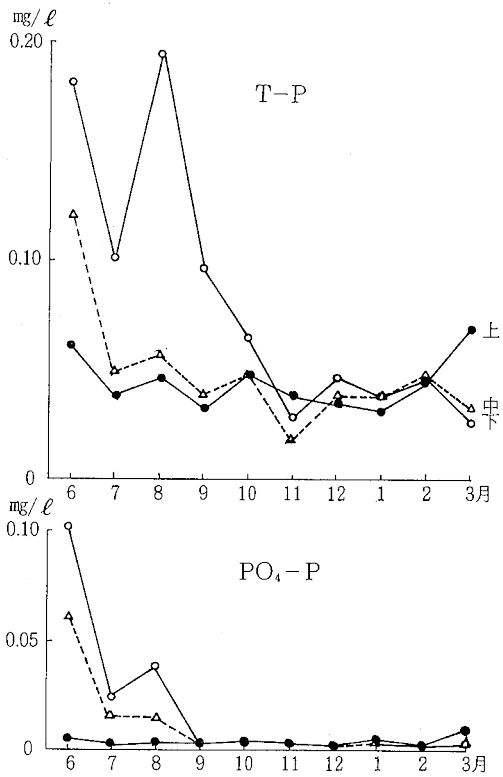


図 3-2 府中ダムの表層、中層、底層の水質の経月変化

-表層水
- △.....中層水
-底層水

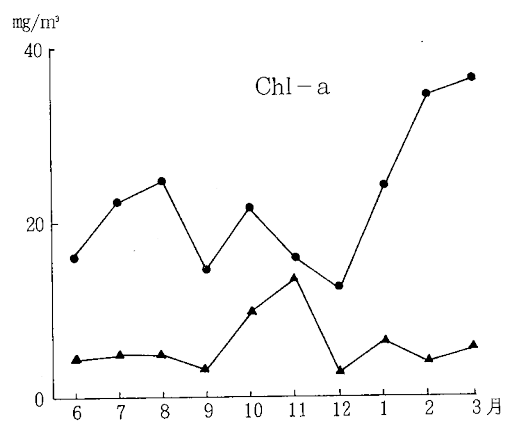
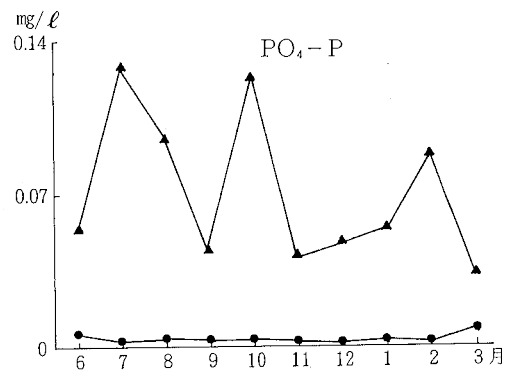
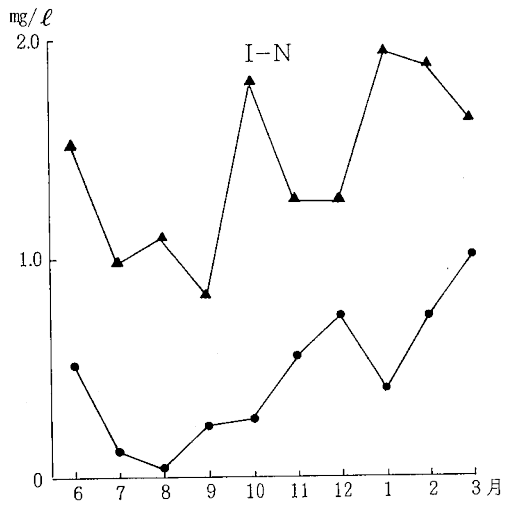
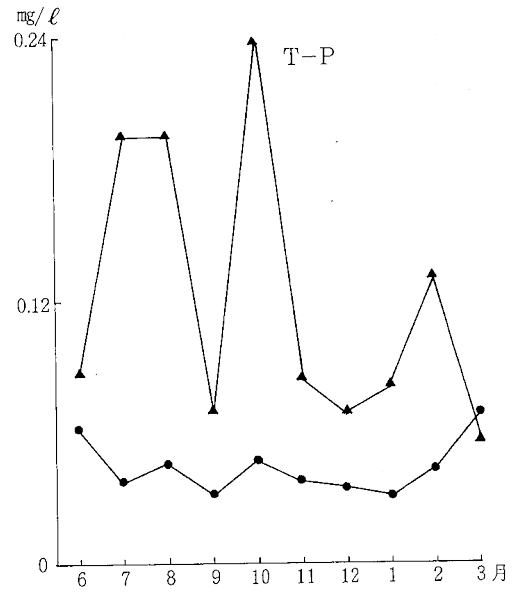
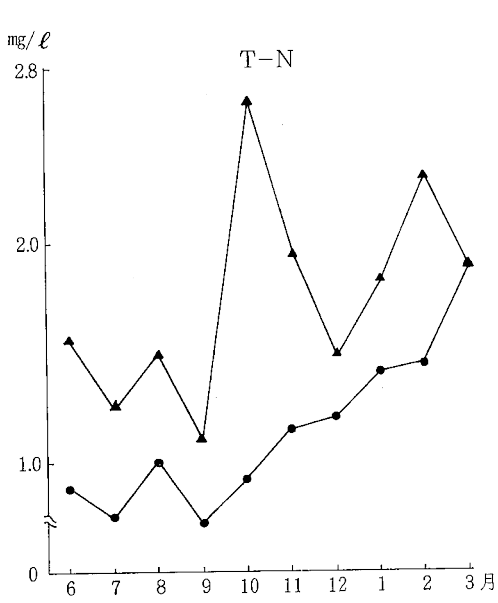


図4 流入水と府中ダム表層の水質の経月変化
 △……流入水
 ●……府中ダム表層水