

川崎市内河川の水質調査 - 麻生川を中心に -

Survey on Water Quality of Asao River in Kawasaki City

岩淵 美香	Mika	IWABUCHI
丸山 朝子 ¹	Asako	MARUYAMA
酒井 泰 ²	Yasushi	SAKAI

要 旨

耕地橋を含む麻生川の4地点で2004年5月～2005年3月までの毎月1回水質調査を実施した。T-BODは上流の古沢橋で高く、他の3地点と比較して約3倍であった。また、各地点とも平均でT-BODの70%以上はATU-BODでありT-BODの大部分を占めていた。

T-BODに対するN-BODの平均割合は全地点で30%未満であったが、月別割合では各地点でN-BODがT-BODの30%以上を占める月もあったことから、硝化細菌の働きを抑制せずにBODを測定した場合、試料水の状態によってはBODを30%以上過大評価するおそれのあることがわかった。

CODとT-BODの関係をみると古沢橋を除いた3地点でCODがT-BODに比べて平均値で2.3～5倍高くなっていた。CODとT-BODの差は、採取地点の河川水中に生物分解が困難である難分解性の有機物の存在を示唆していると思われる。

キーワード：ATU-BOD、硝化細菌、*N*-アリルチオ尿素、相関係数

key words：ATU-BOD、Nitrifying bacteria、*N*-allylthiourea、Correlation coefficient

1 はじめに

川崎市では水質汚濁防止法の第15条および第16条に基づく「常時監視」、「神奈川県公共用水域測定計画」により、市内の公共用水域の水質汚濁状況を把握するため河川及び海域における水質調査を定期的に行っている。

この定期調査の一地点に麻生川耕地橋が定められているが、2004年2月の水質調査でこの地点のBODが24mg/Lと川崎市河川水質管理計画の目標値8mg/Lを超過する数値を示した。BODは炭素系有機物量の指標として用いられ、その測定には5日間の培養時間を要する。しかし、特に生物化学的処理を行った水などには硝化細菌が多量に繁殖していることがあり¹⁾、試料水中にこのような処理水が流入すると培養期間中に窒素系有機物の分解も並行して行われBODが過剰に測定されることがある。

そこで今回、耕地橋、およびそのすぐ上流に位置する下水処理水の放流口を含む麻生川の4地点で特にBODの推移を主眼において水質調査を実施したので報告する。

2 調査方法

2.1 調査地点

調査地点を図1に示した。上流から順に 麻生川古沢橋 仲村橋 麻生水処理センター放流口(以下放流口とする。) 耕地橋の4地点である。

2.2 調査期間

調査は古沢橋が2004年6月から、それ以外の3地点では2004年5月～2005年3月まで毎月1回実施した。

2.3 試料採取方法

各調査地点でステンレス製バケツを使用して試料を採取した。

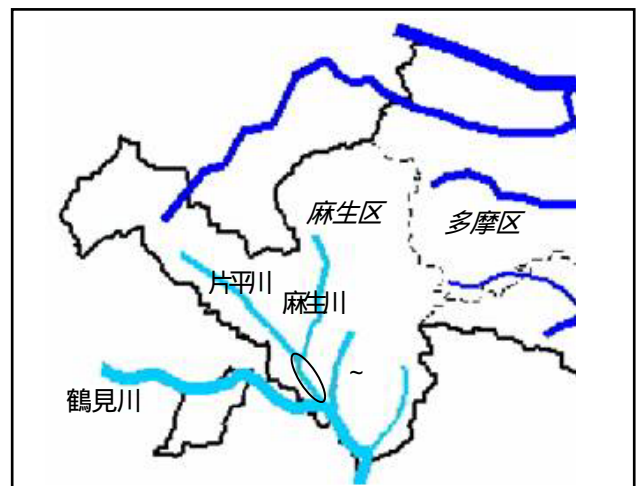


図1 調査地点

*1 建設局水質管理課分室 *2 環境局堤根処理センター

2.4 試料採取方法

2.4.1 現地調査項目

現地調査項目は水温、気温、透視度、pH、DO、濁度、電気伝導率、色相および臭気である。

2.4.2 分析項目

分析項目は BOD、COD、アンモニア性窒素である。分析法は JIS 法に準拠した。

BOD は試料を次の 3 つの方法で前処理した後、それぞれ BOD 測定した。

試料水を希釈水で適宜希釈して測定（以下 T-BOD とする。）

試料水を希釈水で適宜希釈した後、希釈試料水 1 L に対し *N*-アリルチオ尿素（1 mg/mL）を 2 mL 加え、硝化細菌の硝化作用を抑制して測定（以下 ATU-BOD とする。）

浮遊物質をろ過したる液を希釈水で適宜希釈して測定（以下 SS 除去-BOD とする。）

また T-BOD から ATU-BOD を減じた値を、硝化細菌が窒素系有機物を分解することにより生じた BOD として、これを N-BOD とした。

アンモニア性窒素はイオンクロマトグラム法でアンモニウムイオン濃度を測定し、次の換算式からアンモニア性窒素濃度を算出した²⁾。

$$\text{アンモニア性窒素の濃度 (mg-N/L)} = \frac{\text{アンモニウムイオンの濃度 (mg-NH}_4^+\text{/L)} \times 0.777}{1}$$

3 調査結果

3.1 現地調査項目の月別推移

現地調査項目の中から pH と DO の月別推移を図 2 ~ 3 に、またその他の項目については表 1 にまとめて示した。

pH は仲村橋の 5 月から 6 月にかけてやや大きく変動したことを除けば全地点でほとんど変動はみられなかった。

DO は仲村橋や耕地橋では全調査時で 7 mg/L 以上を示したが、放流口で 5.6 ~ 8.4 mg/L、古沢橋で 4.6 ~ 8.3 mg/L とやや低めであった。

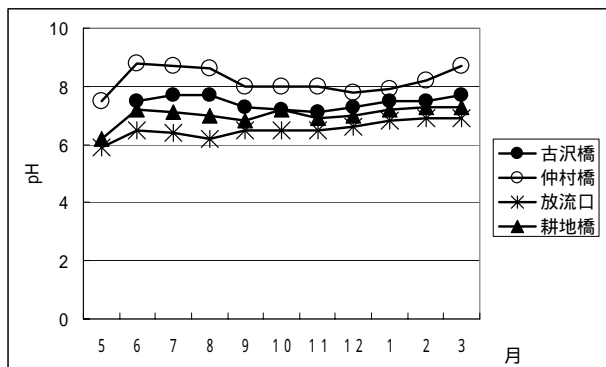


図 2 各地点における pH の月別推移

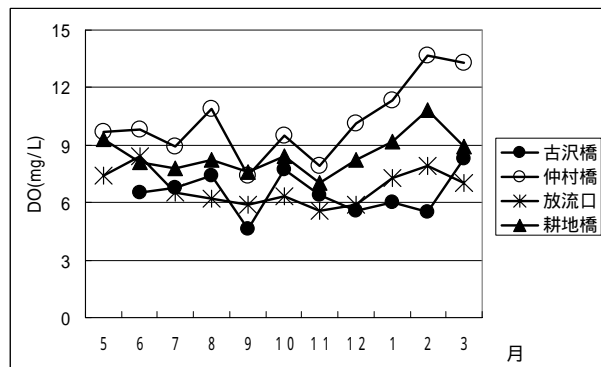


図 3 各地点における DO の月別推移

3.2 T-BOD、ATU-BOD、SS-除去 BOD 及び N-BOD の月別推移

各地点の分析項目の結果を表 2 に、T-BOD、ATU-BOD、SS-除去 BOD 及び N-BOD の月別推移を図 4 ~ 7 に示した。仲村橋と耕地橋では調査実施日の各 BOD は類似した変動を示したが、両地点の中間に位置する下水処理水の放流口では 6 月に各 BOD が高い値を示したことを除けばほぼ一定であった。また、上流に位置する古沢橋ではこれら 3 地点と比較して T-BOD は約 3 倍であった。

環境目標値と対比させると耕地橋、放流口、仲村橋では T-BOD が目標値の 8 mg/L を超えた月はなかったが古沢橋では調査実施回数 11 回のうち 7 回の超過がみられた。また、N-BOD の平均値は古沢橋で 1.4 mg/L であり、その他の地点はすべて 0.8 mg/L 以下であった。

次に T-BOD に対する各 BOD の割合を表 3 に示した。各地点とも平均で T-BOD の 70% 以上は ATU-BOD であり T-BOD の大部分を占めていた。

T-BOD に対する N-BOD の平均割合は古沢橋で 15.3%、仲村橋で 16.1%、放流口で 29.2%、耕地橋で 23.2% と全地点で 30% 未満であった。しかし、月別割合でみると各地点ともに N-BOD が T-BOD の 30% 以上を占める月もあり、放流口では 12 月に T-BOD の 50% を N-BOD が占めるという結果となった。このことから、硝化細菌の働きを抑制せずに BOD を測定した場合、試料水の状況によっては BOD を 30% 以上過大評価するおそれのあることがわかった。

なお、T-BOD に対する SS 除去-BOD の平均割合は各地点とも 50% 前後であった。

図 8 ~ 11 には T-BOD に対する ATU-BOD、SS-除去 BOD 及び N-BOD の関係を図示した。

古沢橋を除いた各地点では T-BOD と ATU-BOD、SS-除去 BOD 及び N-BOD の間には相関係数が 0.7 以上の強い正の比例関係が認められたが、古沢橋では他地点に比べ T-BOD と各 BOD の間にはそれほど明確な比例関係は認められなかった

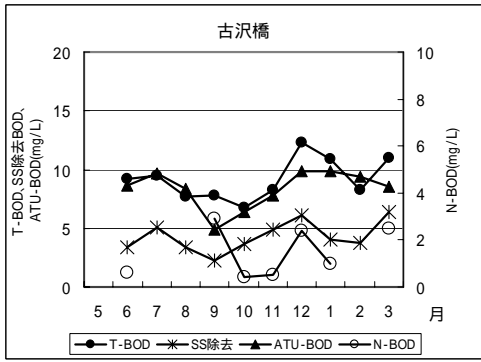


図 4 各 BOD の月別推移(古沢橋)

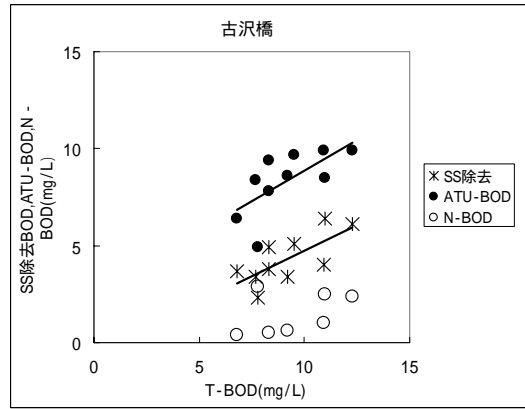


図 8 各 BOD 間の関係(古沢橋)

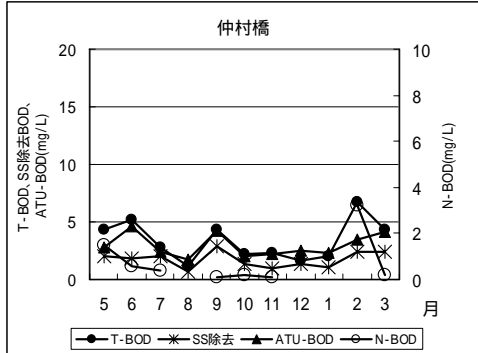


図 5 各 BOD の月別推移(仲村橋)

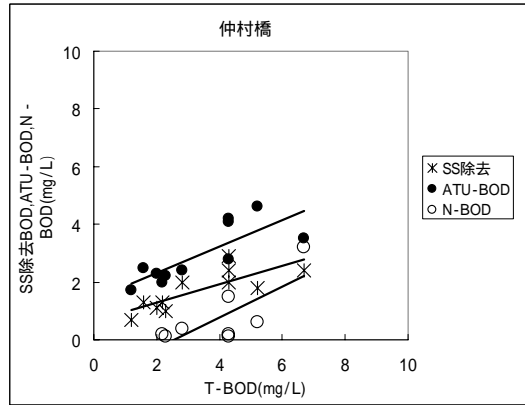


図 9 各 BOD 間の関係(仲村橋)

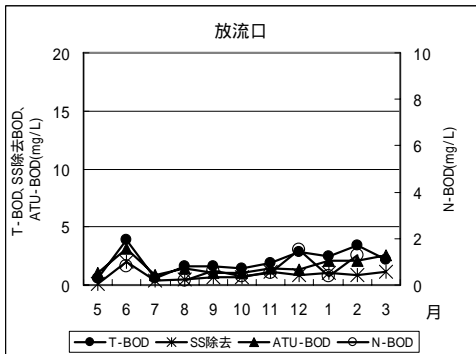


図 6 各 BOD の月別推移(放流口)

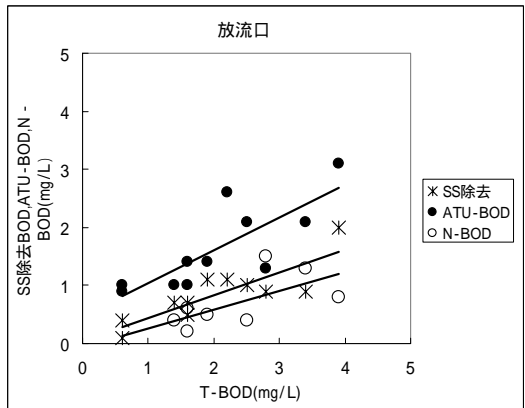


図 10 各 BOD 間の関係(放流口)

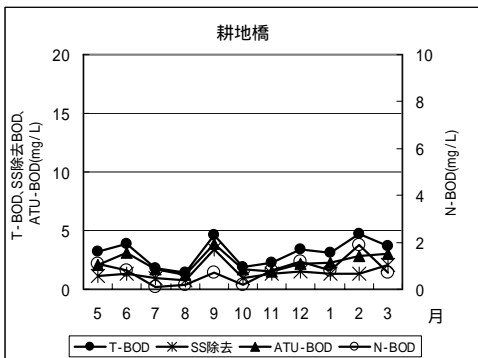


図 7 各 BOD の月別推移(耕地橋)

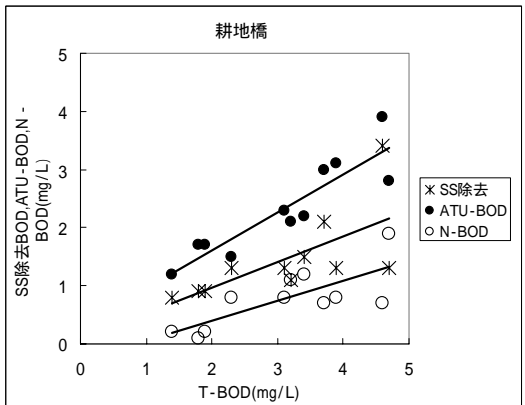


図 11 各 BOD 間の関係(耕地橋)

3.3 COD と T-BOD の関係

図 12 に COD と T-BOD の関係を示した。表 3 に示された COD と T-BOD の比をみると、今回の調査では BOD が他の 3 地点に比べ高かった古沢橋では COD/T-BOD が 0.5~1.5 の範囲であり平均値が 1.1 と両者の値はほぼ 1:1 であった。しかし、古沢橋以外の 3 地点では COD が T-BOD に比べて平均値で 2.3~5 倍高く、従来言われていたような BOD と COD が概ね 1:1 であるという関係⁴⁾は認められなかった。

COD と T-BOD のこの差は、採取地点の河川水中に生物分解が困難である難分解性の有機物の存在を示唆していると思われる⁵⁾。

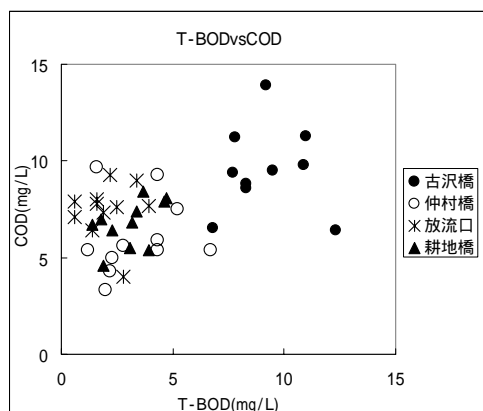


図 12 COD と T-BOD の関係

3.4 各項目間の相関

地点別の各項目間の単相関表を表 4 に示した。

全地点で相関係数が 0.7 以上の強い関係を示したのは T-BOD と ATU-BOD のみであった。試料水中の $\text{NH}_3\text{-N}$ と N-BOD は仲村橋と放流口では 0.8 以上の相関が認められ、古沢橋と耕地橋でも正の相関が認められた。しかし、他の項目間では互いに相関は認められなかった。

4 まとめ

今回麻生川で BOD を主眼において水質調査を実施したところ次のようなことがわかった。

(1) pH は全地点でほとんど変動はみられず、DO は上流部の古沢橋や放流口では仲村橋や耕地橋に比べ低めであった。

(2) T-BOD は上流の古沢橋で高く、他の 3 地点と比較して約 3 倍であった。また古沢橋では環境目標値の 8mg/L を 11 回の測定中 7 回の超過が認められたが、耕地橋、放流口、仲村橋では目標値の範囲内であった。

(3) T-BOD に対する N-BOD の平均割合は全地点で 30% 未満であったが、月別割合でみると各地点ともに N-BOD が T-BOD の 30% 以上を占める月もあった。これにより、硝化細菌の働きを抑制せずに BOD を測定した場合、試料水の状態によっては BOD を 30% 以上過大評価するおそれのあることがわかった。

T-BOD に対する SS 除去-BOD の平均割合は各地点とも 50% 前後であった。

(4) COD と T-BOD の関係は従来言われていたような 1:1 を示したのは古沢橋のみで、古沢橋以外の 3 地点では COD が T-BOD に比べて平均値で 2.3~5 倍高くなっていた。COD と T-BOD のこの差は、採取地点の河川水中に生物分解が困難である難分解性の有機物の存在を示唆していると思われる。

(5) 地点別の各項目間には T-BOD と ATU-BOD に正の相関がみられたことを除き、他の項目間では相関が認められなかった。

以上の調査結果から、今後 BOD の評価には T-BOD のみではなく ATU-BOD の使用についても検討する必要があると思われる。

参考文献

- 1) 日本規格協会：JIS 使い方シリーズ 改訂 3 版 詳細工場排水試験方法(1999)
- 2) 日本下水道協会：下水試験方法上巻-1997 年版-(1997)
- 3) J.C.Miller、J.N.Miller 著、宗森信訳：データの取り方まとめ方 - 分析化学のための統計学、2 版、共立出版株式会社(1992)
- 4) 川崎市公害対策審議会：川崎市における河川の水質管理目標について、110、(1992)
- 5) 国立環境研究所：環境儀、13、4-9(2004)
- 6) 今井章雄：湖沼トレンドモニタリングでみる難分解性有機物の特性と動態、地球環境研究センターニュース、14(7)、11-14(2003)

表1 現地調査項目の月別推移

古沢橋														
月		5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	Ave	Range
水温		-	25.7	25.2	24.7	24.5	16.4	16.5	14.8	12.6	12.3	14.4	18.71	12.3-25.7
透視度	cm	-	29	>50	48	>50	>50	>50	50	50	50	50	46.1	>29
色相		-	-	暗緑	暗緑	暗灰黄緑	茶褐	濃茶	-	暗灰黄緑	暗灰黄緑	暗灰黄緑		
臭気		-	弱下水	-	微下水	-	-	-	-	-	微下水	-		
導電率	mS/m	-	40	20	30	30	30	20	30	30	30	30	29	20-40
濁度	度	-	22	-	-	6	12	9	14	9	8	9	11.1	6-22
pH		-	7.5	7.7	7.7	7.3	7.2	7.1	7.3	7.5	7.5	7.7	7.4	7.1-7.7
DO	mg/L	-	6.5	6.8	7.4	4.6	7.7	6.4	5.6	6	5.5	8.3	6.4	4.6-8.3
仲村橋														
月		5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	Ave	Range
水温		19.9	27.8	30.3	28	26.7	15.1	15.4	12.3	10	9.1	12	18.8	9.1-30.3
透視度	cm	>50	>50	>50	>50	>50	>50	16.5	>50	>50	50	>50	33.3	16.5-50
色相		緑茶	暗灰	深緑	暗灰黄緑	緑褐	濁薄茶	茶褐	-	オリーブ	オリーブ	茶オリーブ		
臭気		微下水	-	-	微下水	-	-	-	-	-	-	-		
導電率	mS/m	40	40	30	40	40	40	40	40	30	40	40	38	30-40
濁度	度	10	12	9	-	3	10	46	9	5	10	9	12	3-46
pH		7.5	8.8	8.7	8.6	8	8	8	7.8	7.9	8.2	8.7	8.2	7.5-8.8
DO	mg/L	9.7	9.8	8.9	10.9	7.4	9.5	7.9	10.1	11.3	13.7	13.3	10.2	7.4-13.7
放流口														
月		5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	Ave	Range
水温		22.9	26.2	27.7	28	27.4	22.5	21.7	20.4	17.4	17.4	18	22.7	17.4-28
透視度	cm	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50	>50
色相		淡緑	暗緑	深緑	黄緑	茶	濁薄茶	緑	-	暗青緑	暗緑	暗青緑		
臭気		微下水	弱下水	-	-	-	-	下水	弱下水	微下水	下水	-		
導電率	mS/m	40	40	30	-	40	30	40	20	30	30	40	34	20-40
濁度	度	8	5	6	-	1	6	6	9	3	4	2	5	1-9
pH		5.9	6.5	6.4	6.2	6.5	6.5	6.5	6.6	6.8	6.9	6.9	6.5	5.9-6.9
DO	mg/L	7.4	8.4	6.5	6.2	5.9	6.3	5.6	5.9	7.3	7.9	7	6.8	5.6-8.4
耕地橋														
月		5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	Ave	Range
水温		22.4	27	29.5	29.1	28	18.5	19.3	18.1	14.6	15.3	17.1	21.7	14.6-29.5
透視度	cm	>50	>50	>50	>50	>50	>50	46	>50	>50	50	>50	48	>46
色相		淡緑	暗灰黄緑	淡緑	灰黄緑	黄緑	濁薄緑	淡茶	-	オリーブ	暗灰黄緑	暗灰黄緑		
臭気		下水	-	-	-	-	-	微下水	-	-	-	-		
導電率	mS/m	40	40	30	40	40	40	40	40	40	40	40	39.1	30-40
濁度	度	9	8	9	-	1	7	14	7	3	5	4	6.7	1-14
pH		6.2	7.2	7.1	7	6.8	7.2	6.9	7	7.2	7.3	7.3	7.0	6.2-7.3
DO	mg/L	9.3	8.1	7.8	8.2	7.6	8.4	7	8.2	9.2	10.8	8.9	8.5	7-10.8

表2 各分析項目の月別推移

古沢橋													単位:mg/L	
月		5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	Ave	Range
COD			13.9	9.5	9.4	11.2	6.5	8.8	6.4	9.8	8.6	11.3	9.54	6.4-13.9
BOD	T-BOD		9.2	9.5	7.7	7.8	6.8	8.3	12.3	10.9	8.3	11	9.18	6.8-12.3
	SS除去		3.4	5.1	3.4	2.3	3.7	4.9	6.1	4	3.8	6.4	4.31	2.3-6.4
	ATU-BOD		8.6	9.7	8.4	4.9	6.4	7.8	9.9	9.9	9.4	8.5	8.35	4.9-9.9
	N-BOD		0.6			2.9	0.4	0.5	2.4	1			2.5	1.4
NH ₃ -N			3.39	2.69	2.93	3.95	1.36	2.36	3.51	4.34	3.77	5.23	3.35	5.23-1.36
仲村橋													単位:mg/L	
月		5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	Ave	Range
COD		5.4	7.5	5.6	5.4	9.3	4.3	5	9.7	3.3	5.4	5.9	6.0	3.3-9.7
BOD	T-BOD	4.3	5.2	2.8	1.2	4.3	2.2	2.3	1.6	2	6.7	4.3	3.3	1.2-6.7
	SS除去	2	1.8	2	0.7	2.9	1.3	1	1.3	1.1	2.4	2.4	1.7	0.7-2.9
	ATU-BOD	2.8	4.6	2.4	1.7	4.2	2	2.2	2.5	2.3	3.5	4.1	2.9	1.7-4.6
	N-BOD	1.5	0.6	0.4		0.1	0.2	0.1			3.2	0.2	0.7	0.1-3.2
NH ₃ -N		0.32				0.27	0.46	0.23	0.27	0.09	0.66	0.25	0.30	0.09-0.66
放流口													単位:mg/L	
月		5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	Ave	Range
COD		7.9	7.7	7.1	7.8	8	6.4	7.3	4	7.6	9	9.3	7.4	4-9.3
BOD	T-BOD	0.6	3.9	0.6	1.6	1.6	1.4	1.9	2.8	2.5	3.4	2.2	2	0.6-3.9
	SS除去	0.1	2	0.4	0.5	0.7	0.7	1.1	0.9	1	0.9	1.1	0.8	0.1-2
	ATU-BOD	1	3.1	0.9	1.4	1	1	1.4	1.3	2.1	2.1	2.6	1.6	0.9-3.1
	N-BOD		0.8		0.2	0.6	0.4	0.5	1.5	0.4	1.3		0.7	0.2-1.5
NH ₃ -N		0.75	0.47			0.07		0.27	1.49	0.14	0.46	0.09	0.46	0.07-1.49
耕地橋													単位:mg/L	
月		5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	Ave	Range
COD		6.8	5.4	7	6.7	7.9	4.6	6.4	7.4	5.5	8.1	8.4	6.7	4.6-8.4
BOD	T-BOD	3.2	3.9	1.8	1.4	4.6	1.9	2.3	3.4	3.1	4.7	3.7	3	1.4-4.7
	SS除去	1.1	1.3	0.9	0.8	3.4	0.9	1.3	1.5	1.3	1.3	2.1	1.4	0.8-3.4
	ATU-BOD	2.1	3.1	1.7	1.2	3.9	1.7	1.5	2.2	2.3	2.8	3	2.3	1.2-3.9
	N-BOD	1.1	0.8	0.1	0.2	0.7	0.2	0.8	1.2	0.8	1.9	0.7	0.7	0.1-1.9
NH ₃ -N		0.39				0.12	0.17	0.20	1.02	0.09	0.42	0.10	0.31	0.09-1.02

表3 T-BOD に対する COD 及び各 BOD の割合

		古沢橋		仲村橋		放流口		耕地橋	
		Ave	Range	Ave	Range	Ave	Range	Ave	Range
SS除去-BOD/T-BOD	%	46.8	29.5-59.0	55.3	34.6-81.3	42.4	16.7-66.7	47.6	27.7-73.9
ATU-BOD/T-BOD	%	84.7	62.8-94.1	83.9	52.2-97.7	70.8	46.4-87.5	76.8	59.6-94.4
N-BOD/T-BOD	%	15.3	5.9-37.2	16.1	2.3-47.8	29.2	12.5-53.6	23.2	5.6-40.4
COD/T-BOD		1.1	0.5-1.5	2.3	0.8-6.1	5.1	1.4-13.2	2.5	1.4-4.8

麻生川調査:古沢橋 表4 各項目間の単相関

	水温	pH	DO	COD	T-BOD	SS除去	ATU-BOD	N-BOD	NH ₃ -N
水温	1.000								
pH	0.259	1.000							
DO	-0.018	0.379	1.000						
COD	0.501	0.414	-0.003	1.000					
T-BOD	-0.365	0.249	-0.051	0.016	1.000				
SS除去	-0.447	0.153	0.405	-0.281	0.720	1.000			
ATU-BOD	-0.321	0.470	0.108	-0.108	0.669	0.565	1.000		
N-BOD	0.048	0.332	-0.327	0.075	0.416	0.203	-0.140	1.000	
NH ₃ -N	-0.250	0.472	-0.154	0.487	0.612	0.233	0.249	0.667	1.000

麻生川調査:仲村橋(放流口上流側)

	水温	pH	DO	COD	T-BOD	SS除去	ATU-BOD	N-BOD	NH ₃ -N
水温	1.000								
pH	0.451	1.000							
DO	-0.555	0.251	1.000						
COD	0.281	0.005	-0.299	1.000					
T-BOD	-0.063	0.153	0.349	0.144	1.000				
SS除去	0.093	0.090	0.091	0.396	0.783	1.000			
ATU-BOD	0.104	0.315	0.151	0.492	0.793	0.782	1.000		
N-BOD	-0.430	-0.205	0.617	-0.209	0.758	0.268	0.087	1.000	
NH ₃ -N	-0.160	0.126	0.355	-0.027	0.650	0.342	0.144	0.812	1.000

麻生川調査:放流口

	水温	pH	DO	COD	T-BOD	SS除去	ATU-BOD	N-BOD	NH ₃ -N
水温	1.000								
pH	-0.654	1.000							
DO	-0.247	0.163	1.000						
COD	-0.099	0.173	0.476	1.000					
T-BOD	-0.395	0.629	0.501	0.032	1.000				
SS除去	-0.172	0.530	0.402	0.060	0.844	1.000			
ATU-BOD	-0.366	0.550	0.707	0.418	0.804	0.832	1.000		
N-BOD	-0.435	0.543	0.221	-0.356	0.646	0.212	0.187	1.000	
NH ₃ -N	-0.032	-0.297	-0.117	-0.814	0.103	-0.167	-0.288	0.835	1.000

麻生川調査:耕地橋

	水温	pH	DO	COD	T-BOD	SS除去	ATU-BOD	N-BOD	NH ₃ -N
水温	1.000								
pH	-0.283	1.000							
DO	-0.538	0.145	1.000						
COD	-0.004	-0.068	0.229	1.000					
T-BOD	-0.270	0.043	0.434	0.490	1.000				
SS除去	0.074	-0.072	-0.174	0.522	0.668	1.000			
ATU-BOD	-0.019	0.100	0.187	0.409	0.906	0.825	1.000		
N-BOD	-0.556	-0.064	0.647	0.421	0.749	0.155	0.397	1.000	
NH ₃ -N	-0.115	-0.145	0.083	0.226	0.109	-0.225	-0.186	0.508	1.000