

甲府市内の環境基準点の水質測定値に関する考察

今 岡 正 美*
平 山 公 明*
平 山 けい子*
山 宮 浩*

(昭和63年 8月31日受理)

Water Quality Survey at Monitoring Stations of Environmental Quality Standard Values for Rivers in Kofu City

by Masaharu IMAOKA*, Kimiaki HIRAYAMA*,
Keiko HIRAYAMA* and Hiroshi YAMAMIYA*

Abstract

In a field of water quality management it is essential to get a daily average value of water quality because average values should be compared with goal values set as environmental quality standards. We made whole day surveys, sampling water every two or three hours. The result indicates that sampling at 10 a.m. and 2 p.m. gives lower values than daily average values and sampling at 6 a.m., 12 a.m., 6 p.m., and 12 p.m. gives good values enough to represent daily average values.

We find no difference between two average values measured for 15 years at the same monitoring station by two different organizations including our laboratory, finding some difference every year.

1. はじめに

山梨県内の環境基準点の水質測定が、山梨県等により（山梨県と建設省が分担して行っているので、以下山梨県等という）定期的に行われている。現在著者らは甲府市内河川の約30地点で水質測定を行っているが、この採水地点の中には甲府市内における環境基準点のうち、荒川の二川橋と、濁川の濁川橋（ただし、著者らは約1km下流の蛭沢川合流点の濁川二之橋跡で採水）が含まれている。また、甲府市街地で発生する汚濁物質の大部分は、荒川の二川橋、濁川流末付近、および蛭沢川流末のいずれかに流集すると考えられるが、著者らはこの3地点において、年1回10月頃に24時間連続水質調査を行っている。

環境基準点における水質測定値は、月1回、1日の平

均値によることが指示されているのみで、その理由も含めて詳細は示されていない。したがって、一般的に、毎月のある1日の午前と午後の2回採水し、その平均値をとる方法が多く用いられているが、一部の地域では、0時、6時などのように、等間隔に1日4回採水しているところもある。

この調査研究の目的は、一つは、環境基準点において現在山梨県等で行われている午前10時前後と午後2時前後の2回の採水は適当か、また、1日のうち、何回、何時頃採水すればよいかを、考察することであり、他の一つは、山梨県等による水質調査結果と著者らによりまったく別個に隔月、午後2時～3時頃行われている水質調査結果に差異がみられるかを考察することである。なお、水質調査資料は多くの水質項目について蓄積されているが、ここでは、都市排水による水質汚濁指標として代表的なBOD値を中心に考察した。

* 環境整備工学科, Department of Environmental Engineering.

2. 水質測定資料

2.1 山梨県等による水質測定資料

山梨県等による河川水質調査は、環境基準類型のあてはめのための基礎調査も含めて、1970年頃から行われ、年1回、山梨県内の水質調査結果についての報告書¹⁾が作成されている。環境基準値に含まれる水質項目など主要項目については、月1回、午前と午後採水した年間24個のデータが示され、また、その他の調査項目を含めると、時期や年間測定回数は異なるが、全部で約20の水質項目にわたっている。本研究では、荒川(二川橋)および濁川(濁川橋)の2地点の1972年~1986年におけるBODおよびCOD測定値を用いた。

2.2 著者らの水質測定資料

著者らは、隔月に1回午後、環境基準点を含む約30地点で採水し、約17の水質項目について水質試験を行っている。また、荒川(二川橋)、濁川(濁川二之橋跡)、蛭沢川流末の3地点について、1972年以来、年1回10月に24時間調査を行っている。これは、午前10時から、翌日の午前10時まで、約2時間ごと(午前0時~午前6時は3時間ごと)に12回採水し、12項目について水質試験を行っているものである。ただし、流量の時間変動は殆ど感知できないので、流量調査は行っていない。本研究では、荒川(二川橋)、および濁川(濁川二之橋跡の濁川橋より約1km下流の蛭沢川合

流点付近)における隔月調査資料および、蛭沢川流末を含む計3地点における24時間調査資料を用い、主にBOD値およびCOD値について考察を行った²⁾。

3. 1日の平均的な水質測定値を得るための、採水時刻および採水回数

3.1 対象とする測定地点および考察に用いた基礎資料

著者らによる1972年から1986年までの、荒川(二川橋)、濁川(濁川二之橋跡)、蛭沢川流末の3地点における24時間連続調査結果により考察した。水質測定1例として、表-1に荒川(二川橋)におけるBOD測定結果を示す。水質測定項目は、全部で表-2に示す12項目である。

3.2 水質測定資料にみられた特徴

著者らの24時間調査資料は、年に1回しか測定していないが、次のような変動形態がみられる。(1)1日を周期とする時間変動の形態がみられる。(2)平均値には経年変化がみられる。(3)時折異常に高い値が観測されているなどである。

また、測定は、毎年10月に行っているが、他の季節における変動形態も同じようであると推定される。1日の水質変動の形態については、一般に河川の規模、市街地中心部からの距離、流速、取水堰の有無などにより異なると思われる。とくに、市街地中心部では、水質は、時間的に、生活形態と密接にかかわった、割

表-1 24時間連続水質調査結果の例(荒川の二川橋におけるBOD測定値)

		測定時刻												測定年別		
		10時	12時	14時	16時	18時	20時	22時	24時	3時	6時	8時	10時	平均値	標準偏差	変動率
測 定 年	1972	2.4	3.3	4.1	4.1	4.5	11.4	4.5	4.1	4.1	4.5	2.8	2.8	4.38	2.33	0.53
	1973	4.9	3.7	4.1	6.1	6.5	6.1	4.5	6.1	4.1	5.3	4.1	3.7	4.93	1.04	0.21
	1974	8.9	3.6	6.7	6.7	8.1	7.2	6.7	8.6	5.4	7.7	5.9	5.9	6.78	1.48	0.22
	1975	← (欠測) →														
	1976	3.8	2.4	5.2	5.9	29.3	6.0	5.0	3.7	5.3	2.8	2.3	2.2	6.16	7.42	1.21
	1977	1.5	3.7	2.4	4.6	97.9	5.9	6.1	6.7	5.0	3.0	4.1	4.1	12.1	27.1	2.24
	1978	3.7	6.6	3.5	5.9	10.3	9.3	10.4	11.8	8.3	3.7	4.9	15.2	7.80	3.72	0.48
	1979	1.2	1.7	4.2	2.8	2.0	3.6	3.6	3.4	2.5	2.9	1.5	2.8	2.68	0.94	0.35
	1980	3.2	1.9	2.1	3.6	3.4	3.6	2.4	2.8	3.1	2.4	2.6	1.9	2.75	0.63	0.23
	1981	1.8	2.6	2.5	3.2	4.4	4.5	4.0	4.1	3.3	3.4	2.2	2.2	3.18	0.93	0.29
	1982	13.3	14.9	17.2	16.3	6.0	3.2	2.3	3.6	1.6	2.7	3.7	3.2	7.33	6.13	0.84
	1983	1.3	2.3	3.1	2.9	2.7	2.7	2.6	2.9	2.4	2.2	1.6	1.8	2.38	0.56	0.24
1984	6.1	2.8	4.1	4.3	3.0	4.7	3.4	3.6	1.9	3.4	2.0	1.2	3.38	1.34	0.40	
1985	2.8	3.5	3.0	2.4	2.3	3.2	4.3	4.6	3.5	3.9	2.9	2.4	3.23	0.75	0.23	
1986	1.4	2.8	0.2	1.4	2.2	3.9	3.0	2.0	2.1	2.7	1.3	3.1	2.17	1.00	0.46	
測 定 年 別	平均値	4.02	3.99	4.46	5.01	13.1	5.38	4.49	4.86	3.76	3.61	2.99	3.75			
	標準偏差	3.44	3.36	3.97	3.61	25.4	2.52	2.15	2.65	1.81	1.45	1.37	3.49			
	変動率	0.85	0.84	0.89	0.72	1.95	0.47	0.48	0.55	0.48	0.40	0.46	0.93			

(著者らによる測定)

単位：測定値 (ppm)、平均値 (ppm)、標準偏差 (ppm)

合はげしい変化を示すのに対し、下流部では、ピークがやや平均化され、時間的にも遅れがみられる。水質測定を行った3地点は、市街地中心部から南の方向に約10kmの距離にあるが、水質の変動形態には類似性もみられた。表-1の下の部分には、各採水時刻別に各年の測定値の平均値を示すが、これによると、1日における周期的な時間変動がみられる。表-1の右側の部分には、各測定年における各採水時刻の測定値の平均値を示すが、これによれば、経年変動がみられ、水質がやや改善されつつある。しかし、いずれも、表中にみられるくつかの異常に高い値のために、これらの傾向は必ずしも明確でない。

3.3 平均的な水質を求めるための採水時刻、採水回数 を推定する方法

適当な採水時刻と採水回数を求めるための基準値として、各測定年の12回の採水時刻別の測定値の、採水の時間間隔を考慮しておもみをつけた平均値を用いることとする。

異常値については、仮に、表-2に示す値以上を異常値として扱い、これを含む年度の資料をその水質項目について全部除外した。水質測定値は、対数正規分布に近い形をとることが多いとされているが、ここではデータ数も少ないのでその確認は行っていない。しかし、このような水質変動の一般的な形態にのらないと観察されたものを異常値とした。

各測定年のデータの平均値、およびその変動形態を個々にみる限りでは、最適な採水時刻や採水回数は分かりそうにないので、各測定年のデータから、変動形態について何らかの平均的な値を求めて考察する必要があると感じられた。したがって、経年変動の影響をなるべく小さくする必要があり、そのために次の3つの方法を試みた。

(1) 1日の平均値との差の時刻別平均値による方法
ある地点のある水質項目に関する資料のうち、異常値のあった年度の資料を除いたものを a_{ij} とする。 i は採水時刻別の種別を示す($i=1\sim 12$, 午前10時から翌午前10時までの12回の採水に対応)。 j は測定年別の種別を示す($j=1\sim m$, $m=14-n$, 14年の資料の

うち、異常値のあった n 年分を除いたものに対応)。

平均的な値を得るためには、どのような採水時刻、採水回数が適当かを比較するために、10時と14時の2つの値の平均値($i=13$)および、12時、18時、24時、6時の4つの値の平均値($i=14$)をこれに加えて比較した。また、各測定年の平均値を \bar{a}_j とする。すなわち

$$a_{13j} = (a_{1j} + a_{3j})/2$$

$$a_{14j} = (a_{2j} + a_{5j} + a_{8j} + a_{10j})/4$$

$$\bar{a}_j = \{a_{1j} + a_{12j} + 2\left(\sum_{i=2}^7 a_{ij} + a_{11j}\right) + 2.5(a_{8j} + a_{10j}) + 3a_{9j}\}/24$$

である。

求める測定時刻別平均値を \bar{b}_i とすると

$$\bar{b}_i = \frac{\sum_{j=1}^m (a_{ij} - \bar{a}_j)/m \quad (i=1\sim 14)$$

となる。 \bar{b}_i について i に関して順位づけを行う。BODに関する計算結果を表-3に示す。

(2) 1日の平均値との比の時刻別平均値による方法
 a_{ij} , \bar{a}_j については(1)と同じとする。

測定時刻別年平均値 \bar{c}_i は

$$\bar{c}_i = \frac{\sum_{j=1}^m (a_{ij}/\bar{a}_j)/m \quad (i=1\sim 14)$$

となる。

\bar{c}_i の値にもとずき、 i に関して順位づけを行う。

BODに関する計算結果を表-4に示す。

(3) 測定値による順位数の平均値を用いる方法
 a_{ij} については(1)と同じである。

j に相当するある測定年の14個のデータ a_{ij} ($i=1\sim 14$)を小さい順に並べ(pHのみ大きい順とする)、 i に関して1~14の順位をつける。その順位を示す整数を d_{ij} とする。 d_{ij} の測定年に関する平均値を次のように求める。

$$\bar{d}_i = \frac{\sum_{j=1}^m d_{ij}/m \quad (i=1\sim 14)$$

\bar{d}_i の値にもとずき、 i に関して順位づけを行う。

BODに関する計算結果を表-5に示す。

以上は、各水質項目ごとに調べたもので、水質相互間では、それぞれの順位が異なることもある。したが

表-2 24時間連続水質調査の水質調査項目と異常値として除外した限界値

水質項目 地点名	水温 (℃)	pH	BOD (ppm)	COD (ppm)	塩素 イオン (ppm)	アンモニア 性窒素 (ppm)	リン酸 イオン (ppm)	濁度 (度)	蒸発 残留物 (ppm)	浮遊 物質 (ppm)	大腸菌 群数 (個/ml)	電導度 (μS/cm)
荒川二川橋	40	5-9	15	15	50	3	3	30	300	50	100000	300
濁川流末	40	5-9	30	30	50	3	3	30	300	50	100000	500
蛭沢川流末	40	5-9	30	30	50	3	3	30	300	50	100000	500

表-3 平均値からの差についての採水時刻等別順位表 (BOD)

測定地点	順位	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
荒川	採水時刻	8	A	12	3	10	B	14	C	16	6	22	18	24	20
	全測定年に関する平均値	-0.94	-0.85	-0.81	-0.39	-0.23	-0.23	-0.22	0.06	0.12	0.21	0.27	0.28	0.59	1.46
	標準偏差	0.44	0.85	1.02	0.61	1.62	1.01	0.99	0.28	0.72	0.40	0.53	0.87	0.70	1.99
濁川	採水時刻	10	12	B	8	14	16	A	18	C	6	3	22	24	20
	全測定年に関する平均値	-3.59	-3.14	-2.35	-1.50	-1.12	-1.10	-0.96	-0.50	-0.31	0.12	1.57	1.84	2.27	2.44
	標準偏差	2.53	2.24	2.44	2.56	4.36	3.06	2.00	3.87	1.11	1.77	2.14	3.28	3.04	2.45
姪沢川	採水時刻	6	12	B	10	14	3	8	C	16	18	24	20	A	22
	全測定年に関する平均値	-0.47	-0.45	-0.41	-0.41	-0.41	-0.34	-0.15	-0.06	0.00	0.30	0.39	0.51	0.59	0.71
	標準偏差	1.11	1.55	1.85	2.60	1.85	1.71	2.85	0.78	1.95	2.54	1.26	1.13	2.70	1.77

A: 翌10時の値 B: 10時と14時の値の平均値 C: 12時、18時、24時、6時の値の平均値 単位: 採水時刻(時)、平均値(ppm)、標準偏差(ppm)

表-4 平均値との比についての採水時刻等別順位表 (BOD)

測定地点	順位	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
荒川	採水時刻	8	A	12	10	B	3	14	C	16	6	18	22	24	20
	全測定年に関する平均値	0.72	0.78	0.82	0.88	0.90	0.91	0.93	1.02	1.03	1.05	1.05	1.10	1.15	1.41
	標準偏差	0.14	0.28	0.22	0.45	0.31	0.15	0.39	0.08	0.23	0.12	0.23	0.18	0.16	0.46
濁川	採水時刻	10	12	B	8	16	14	18	A	C	6	22	24	3	20
	全測定年に関する平均値	0.69	0.74	0.79	0.89	0.89	0.90	0.90	0.93	0.96	0.99	1.14	1.19	1.19	1.21
	標準偏差	0.16	0.12	0.18	0.20	0.21	0.36	0.39	0.14	0.09	0.15	0.26	0.24	0.22	0.20
姪沢川	採水時刻	8	3	12	6	10	B	14	C	16	18	A	24	20	22
	全測定年に関する平均値	0.92	0.93	0.93	0.94	0.95	0.95	0.96	1.00	1.01	1.06	1.06	1.07	1.11	1.11
	標準偏差	0.37	0.25	0.25	0.15	0.46	0.30	0.30	0.13	0.25	0.43	0.37	0.23	0.21	0.36

A: 翌10時の値 B: 10時と14時の値の平均値 C: 12時、18時、24時、6時の値の平均値 単位: 採水時刻(時)、平均値(ppm)、標準偏差(ppm)

表-5 水質濃度による順位数についての採水時刻等別順位表 (BOD)

測定地点	順位	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
荒川	採水時刻	8	A	12	10	3	B	14	16	C	18	6	22	24	20
	順位数平均値	3.40	4.40	4.70	5.90	6.40	6.40	6.80	8.20	8.50	9.00	9.10	9.40	10.80	12.00
	標準偏差	1.43	3.72	3.43	5.43	3.03	3.63	4.52	3.49	1.78	4.35	2.60	3.24	2.66	2.16
濁川	採水時刻	10	12	B	16	14	C	18	8	A	6	22	24	3	20
	順位数平均値	2.92	3.46	4.62	5.77	6.38	7.38	7.54	7.54	7.54	8.54	10.00	10.46	11.23	11.62
	標準偏差	2.22	2.40	2.60	3.75	4.43	2.14	4.86	3.23	2.60	3.80	3.19	2.67	2.77	2.40
姪沢川	採水時刻	8	10	6	3	B	14	12	16	A	C	18	24	22	20
	順位数平均値	5.15	6.00	6.38	6.62	6.92	7.00	7.08	7.54	7.92	8.15	8.23	8.69	9.31	10.00
	標準偏差	3.65	4.36	2.81	3.88	3.99	3.94	4.61	3.91	4.35	2.61	4.82	3.75	4.94	3.37

A: 翌10時の値 B: 10時と14時の値の平均値 C: 12時、18時、24時、6時の値の平均値 単位: 採水時刻(時)、平均値(位)、標準偏差(位)

って、総合的に平均的な順位に関する値を知るために、表-4および表-5に示すBOD値に関する資料と同様にしてその他の水質項目に関するそれぞれの平均値によりそれらの全水質に関する平均値を求めたものを表

-6および表-7に示す。

3.4 平均的な水質を求めるための採水回数, 採水時刻に関する考察

3.3に述べた3つの方法はいずれも類似の方法であ

表-6 比の平均値に関した全水質項目に関する総合的な採水時刻等別順位表

測定地点	順位	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
荒川	採水時刻	A	10	B	12	14	8	16	6	C	3	18	22	24	20
二川橋	12水質項目に関する平均値	0.84	0.84	0.86	0.87	0.88	0.91	0.97	0.99	1.01	1.05	1.08	1.08	1.10	1.18
	標準偏差	0.12	0.13	0.12	0.12	0.12	0.13	0.07	0.10	0.02	0.12	0.10	0.09	0.15	
濁川	採水時刻	A	10	12	8	B	6	14	3	C	16	24	22	18	20
流末	12水質項目に関する平均値	0.84	0.87	0.88	0.91	0.93	0.94	0.99	1.00	1.00	1.03	1.07	1.08	1.10	1.12
	標準偏差	0.19	0.11	0.13	0.12	0.13	0.08	0.22	0.16	0.03	0.10	0.06	0.07	0.23	0.12
蛭沢川	採水時刻	8	6	A	12	14	C	16	B	10	24	18	3	20	22
流末	12水質項目に関する平均値	0.92	0.94	0.95	0.98	0.99	0.99	1.00	1.00	1.02	1.02	1.03	1.03	1.04	1.06
	標準偏差	0.17	0.16	0.15	0.09	0.10	0.02	0.08	0.10	0.11	0.07	0.11	0.08	0.08	0.06

A: 翌10時の値 B: 10時と14時の値の平均値 C: 12時、18時、24時、6時の値の平均値 単位: 採水時刻(時)、平均値(位)、標準偏差(位)

(注: 12水質項目に関する平均値とは、たとえば表-4に示すBODの全測定年に関する平均値など、12水質項目の平均値から求めた平均値である。)

表-7 順位数による平均値に関した全水質項目に関する総合的な採水時刻等別順位表

測定地点	順位	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
荒川	採水時刻	A	10	12	B	14	8	16	6	C	18	3	22	20	24
二川橋	12水質項目に関する順位数平均値	4.84	5.13	5.30	5.58	6.10	6.45	7.61	8.24	8.41	8.70	8.99	9.56	9.88	10.21
	標準偏差	0.82	1.71	1.47	1.08	1.08	1.55	0.97	1.67	0.48	1.13	1.67	0.69	0.98	1.02
濁川	採水時刻	12	10	A	B	14	8	6	C	16	3	18	24	22	20
流末	12水質項目に関する順位数平均値	4.93	4.94	5.02	5.04	5.86	6.36	7.28	8.11	8.15	9.15	9.54	9.88	10.26	10.48
	標準偏差	2.25	2.04	1.67	1.83	1.76	0.83	0.75	0.78	1.10	1.59	1.49	1.19	1.63	1.29
蛭沢川	採水時刻	B	14	10	8	16	A	12	6	18	C	3	20	24	22
流末	12水質項目に関する順位数平均値	6.52	6.59	6.73	6.77	6.85	6.90	6.92	7.66	7.74	7.88	8.24	8.40	8.69	9.11
	標準偏差	1.31	1.08	1.96	2.13	1.60	2.32	1.33	2.16	1.51	0.81	1.15	1.56	0.96	0.93

A: 翌10時の値 B: 10時と14時の値の平均値 C: 12時、18時、24時、6時の値の平均値 単位: 採水時刻(時)、平均値(位)、標準偏差(位)

(注: 12水質項目に関する順位数平均値とは、たとえば表-5に示すBODの順位数平均値など、12水質項目の順位数平均値から求めた平均値である。)

るが、(1)は平均値との差を用いるので、その値が0に近いものが、平均的な水質を求める目安となる。(2)は平均値との比を用いるもので、その値が1に近いものが平均的な水質を示す。また、この方法は、比を用いるために他の水質項目相互間の比較も行いやすい。(3)は1から14までの順位数によるもので、7~8位のものがいわば中央値にあたる。ただし、ここでは比較的水質濃度の低い午前10時の測定値を2個および10時と14時の平均値も含めた順位であるので、順位数8~10位程度を基準とすべきである。

これらの方法は、3地点の水質変動の形態についてほぼ同じような傾向を示している。これによれば、3地点とも、午前中は水質濃度は全般に低く、18時から24時頃にかけて濃度が高い形態で1日を周期とする変動

がある。すなわち、各年ごとの1日の水質変動の調査結果からは、1日の平均的な値を得るための採水時刻を知るには相当困難であるが、経年変動の影響を小さくし、全測定期間における平均値を求めると、割合明確に1日の水質変動の傾向が分かるように思われた。しかし、この場合も、いわゆる異常値については、常識的な判断で除外する必要があった。また、例えばアンモニア性窒素のようにもともと平均値の小さいもの、また、蛭沢川流末地点のように、1日の水質変動幅が比較的小さい地点では1日の水質変動の時間的な傾向を明確に示すことはやや困難である。

1日の平均的な水質濃度を知るための、もっとも都合のよい採水回数と採水時刻については、1日1回のみ採水するとして、その適当な採水時刻の候補はいく

つかあげられないこともないが、短時間内に大きな変動を示すこともあり、1回の採水のみでは不正確になりやすい。したがって、少なくとも2回採水し、その平均値をとることは最小限必要と考えられる。採水回数は多いほどよいことは明白であるが、ここで試みた、12時、18時、24時、6時の4回の平均値は、全体的に1日の平均値に近い値を示している。これは、回数が多い以外にこの採水時刻が、水質濃度変化の分布を幅広く取り入れるようになっていることも原因と思われる。また、採水に便利なために、たびたび行われる10時と14時の採水は、観測した3地点では、1日の平均値よりは小さい値となる傾向がみられ、たとえば14時と18時のように両方とも、もう少し後にずらすことが望ましいように思われた。

最適の採水回数および採水時刻を知るためには、その測定地点の水質変動傾向を把握するため、少なくとも年1回程度の24時間連続調査を行っておくことが望ましいと思われる。調査の都合で、必ずしも理想的な採水が行えないにしても、採水に都合のよい時刻に採水した結果の、1日の平均値に対する位置づけには有効と思われる。

ここで用いた、1日の平均値に対する差、比、および水質濃度の順位数による方法は、それぞれに特徴と欠

点をもつものである。また、標準偏差は、いずれの表についても、平均値などについて有意の差を示しているものはほとんどないように思われる。しかし、たとえば順位数に関する標準偏差はあまり大きく変動していないこと、あるいは、採水時刻等には平均値の標準偏差のなるべく小さいものを選ぶべきであることなど、ここに示されている数値についてそれなりの意味づけをすることは可能と思われる。

4. 同一の観測地点における測定値群の比較

同一地点において二つの機関で水質測定した場合、個々の対応する数値が一致することはむしろ少ない。また、同一機関による測定でも、短期間では、たとえば午前と午後の採水のどちらが大きな値となるか、などが分かりにくいこともある。これらに関し、既存の水質測定資料により二、三の考察を行った。

4.1 考察に用いた資料

同一観測地点における午前と午後の水質濃度の差異については、山梨県等により毎月1回午前と午後採水されている、荒川(二川橋)および濁川(濁川橋)の1972年以後の資料を用いた。また、同一地点における、二つの機関による水質測定値の比較については、山梨県等の資料のうち隔月の午後採水の資料と、

表-8 二川橋地点における月別水質調査結果のうち隔月分のBOD値に関する一覧表

採水年 採水月	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
2月	—	5.1	6.7	5.8	8.2	7.4	8.9	6.1	5.9	4.3	70.1	7.8	9.5	5.7	5.9
4月	4.9	5.1	3.6	4.6	6.5	5.2	9.8	5.2	4.5	7.3	11.2	3.6	6.8	14.7	5.0
6月	4.7	11.8	4.5	4.2	4.1	6.0	7.2	4.6	5.6	4.9	—	4.5	13.2	12.4	2.1
8月	4.6	4.5	3.0	3.2	3.3	3.9	7.7	4.0	2.2	3.5	3.9	0.4	4.4	2.8	3.8
10月	3.4	4.7	5.0	2.9	4.1	3.0	3.2	3.9	2.6	1.8	4.0	1.0	2.7	3.4	4.9
12月	4.8	5.1	1.4	4.3	5.0	5.3	5.5	4.1	3.9	3.3	6.9	5.1	4.6	8.2	3.5
年別平均値	4.5	6.1	4.0	4.2	5.2	5.1	7.1	4.7	4.1	4.2	19.2	3.7	6.9	7.9	4.2
標準偏差	0.6	2.8	1.8	1.0	1.8	1.6	2.4	0.9	1.5	1.9	28.6	2.7	3.9	4.9	1.4
相関係数	0.25	0.63	-0.04	0.05	0.76	0.46	0.24	-0.32	0.53	0.43	0.37	0.83	0.87	0.38	0.55

(山梨県等の資料) (注:相関係数は表-9の対応する資料との相関を各採水年ごとに求めたもの)

単位 (ppm)

表-9 二川橋地点における隔月水質調査結果のうちBOD値に関する一覧表

採水年 採水月	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
2月	—	3.6	5.9	3.8	11.9	6.2	8.3	4.0	4.7	10.8	6.1	7.6	8.6	3.7	6.9
4月	6.5	7.3	5.0	7.1	2.9	5.1	3.1	5.2	3.8	6.4	8.6	3.6	5.2	5.2	5.7
6月	6.1	14.2	8.9	3.6	2.7	15.1	7.1	11.4	3.8	4.5	—	2.6	7.5	2.6	2.5
8月	3.3	12.2	6.3	6.2	4.1	4.3	6.8	38.3	3.0	2.9	2.6	2.8	4.0	2.3	1.3
10月	4.1	5.5	3.6	2.9	3.1	3.0	4.2	2.3	4.1	2.5	3.5	3.0	2.5	2.8	1.5
12月	2.8	1.8	5.8	5.3	5.0	2.9	4.8	1.9	4.6	5.0	3.5	5.4	5.2	7.2	4.3
年別平均値	4.6	7.4	5.9	4.8	5.0	6.1	5.7	10.5	4.0	5.4	4.9	4.2	5.5	4.0	3.7
標準偏差	1.7	4.9	1.8	1.7	3.5	4.6	2.0	14.0	0.6	3.0	2.5	2.0	2.2	1.9	2.3

(著者らによる測定)

単位 (ppm)

著者らの、荒川（二川橋）および濁川（濁川二之橋跡）の隔月の午後に採水した資料を用いた。例として、荒川（二川橋）の隔月午後採水のBOD測定値を表-8および表-9に示す。

4.2 同一観測地点における午前と午後の測定値の差異の考察

考察はBOD値について行い、参考のためCOD_{Mn}値とも比較した。1972年から1986年までの資料のうち、午前、午後のどちらかが欠けるもの、およびBOD 30 ppm以上のものは異常値として、それぞれ、午前、午後の資料とも除外し、残ったものについて、5年ごとに3つに区分したものと15年全部を含むものについて、平均値および中央値を求めた。これを表-10の(1)(2)(3)(4)、(8)(9)(10)(11)に示す。また、表-11は、全年のデータの度数分布を示す。

表-10(1)(2)によれば、二川橋では、5年ごとの区分および15年全部の資料とも、午後の方が平均値および中央値が、午前よりわずかに大きいことを示している。しかし、標準偏差からは有意な差は見られない。また、BOD値は一般に測定誤差が大きく出る傾向があるので、COD値についても比較したが、やはり、同様の傾向を示している。また、(4)の午前の値と午後の値の差の分布は割合大きく、表-11(4)の度数分布表もこれを示している。資料数については、表-10の(2)(5)を比較し

た場合、この程度の資料数になれば、その数が半分になっても、平均値はほとんど変わらないことが分かる。濁川橋では、荒川より汚濁が進んでいるが、二川橋の場合と同じ、午前よりも午後が高くなる傾向を示している。環境基準値は、二川橋でBOD 3 ppm(類型B)、濁川橋で20 ppm(暫定)であり、現在までの平均値では、二川橋は類型Cに近い。その他、荒川では、上流側の荒川ダム建設の影響と思われるもの、濁川では大津終末処理場建設、および濁川の河川改修に伴う影響と思われる変化が、各年別の資料にあらわれている場合もあるが、表-10、表-11では明確でない。

4.3 二つの機関による同一観測地点の測定結果の比較

前述の午前と午後のデータの比較方法と同様の方法によって、山梨県等と著者らのデータを比較したものを表-10(5)(6)(7)、(12)(13)(14)に示す。二川橋の場合、15年間の資料については、機関による差異はほとんどないと考えられる。しかし、5年ごとの区分では、その差がやや大きくなっている。すなわち、長期間の平均をとれば差異はみられないが、個々の対応する資料については相当の差異があることになり、これは表-8に示す、対応する資料の相関係数のばらつきにも示されている。濁川については、(8)の午前が経年的に増加気味に対し、(9)(12)(13)の午後は経年的に減少気味にある。し

表-10 山梨県と著者らの資料によるBOD測定値等の比較

地 点		荒川（二川橋）						濁川（濁川橋および濁川二之橋跡）							
測定年	種別	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
水質項目	採水時刻	A _{am}	A _{pm}	A _{am} と A _{pm} の 平均	A _{am} と A _{pm} の 差	B _{pm}	C _{pm}	B _{pm} と C _{pm} の 差	A _{am}	A _{pm}	A _{am} と A _{pm} の 平均	A _{am} と A _{pm} の 差	B _{pm}	C _{pm}	B _{pm} と C _{pm} の 差
1972	資料数	54	54	54	54	29	29	29	50	50	50	50	27	27	27
	中央値	3.83	4.69	4.25	0.59	4.77	5.00	-0.75	9.00	16.17	13.00	6.50	16.25	11.40	4.75
1976	算術平均	3.91	4.72	4.37	0.83	4.86	5.62	-0.72	9.74	17.16	13.44	7.36	17.04	11.85	5.22
BOD	標準偏差	1.96	1.61	1.53	1.76	1.92	2.88	2.49	3.25	5.99	3.99	5.65	6.05	3.68	5.51
1977	資料数	60	60	60	60	29	29	29	53	53	53	53	28	28	28
	中央値	4.09	4.43	4.38	0.50	4.92	4.57	0.42	11.80	15.25	13.13	2.00	15.50	9.17	4.83
1981	算術平均	4.22	4.83	4.53	0.60	5.10	5.24	-0.14	12.43	14.74	13.53	2.40	15.14	9.71	5.39
BOD	標準偏差	1.85	1.97	1.75	1.38	1.92	2.86	2.94	5.97	6.01	5.43	5.21	5.61	4.41	4.15
1982	資料数	58	58	58	58	28	28	28	60	60	60	60	30	30	30
	中央値	4.63	5.13	4.75	0.50	4.90	3.90	0.83	9.50	9.39	9.60	0.23	10.00	5.75	4.90
1986	算術平均	5.88	6.38	6.05	0.53	5.86	4.50	1.50	10.92	11.37	11.20	0.57	12.63	5.97	6.53
BOD	標準偏差	4.36	4.29	4.08	2.52	3.53	2.13	2.92	5.84	6.01	5.66	3.86	6.64	2.17	6.37
1972	資料数	172	172	172	172	86	86	86	163	163	163	163	85	85	85
	中央値	4.15	4.72	4.41	0.52	4.83	4.44	0.36	9.85	13.11	11.77	2.16	14.25	7.63	4.85
1986	算術平均	4.68	5.32	4.99	0.65	5.27	5.13	0.20	11.05	14.24	12.64	3.25	14.86	9.07	5.74
BOD	標準偏差	3.09	2.99	2.83	1.95	2.59	2.69	2.94	5.34	6.46	5.24	5.67	6.39	4.28	5.47
1972	資料数	168	168	168	168	87	87	87	167	167	167	167	87	87	87
	中央値	5.76	5.98	5.92	0.34	5.92	5.09	0.74	9.07	10.61	10.04	1.07	10.67	8.38	2.22
1986	算術平均	5.77	6.27	6.04	0.52	6.33	5.60	0.76	9.38	11.28	10.32	1.94	11.22	8.72	2.59
COD	標準偏差	2.22	2.52	2.14	1.95	2.69	3.06	3.43	2.23	3.56	2.55	2.93	3.28	3.19	4.24

A_{am}: 山梨県等による午前10時頃の採水の測定値

A_{pm}: 山梨県等による午後2時頃の採水の測定値

B_{pm}: 山梨県等による午後2時頃の採水のうちC_{pm}に対応する隔月の測定値

C_{pm}: 著者らの隔月午後の採水の測定値

水質濃度の単位は ppm

表-11 山梨県および著者らの資料による荒川（二川橋）および濁川（流末附近）のBOD測定値の度数分布

種別 BOD値	荒川（二川橋）							濁川（濁川橋および濁川二之橋跡）						
	(1) A _{am}	(2) A _{pm}	(3) A _{am} と A _{pm} の 平均	(4) A _{am} と A _{pm} の 差	(5) B _{pm}	(6) C _{pm}	(7) B _{pm} と C _{pm} の 差	(8) A _{am}	(9) A _{pm}	(10) A _{am} と A _{pm} の 平均	(11) A _{am} と A _{pm} の 差	(12) B _{pm}	(13) C _{pm}	(14) B _{pm} と C _{pm} の 差
29.5-30.5	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-
28.5-29.5	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	-	-	-	-
27.5-28.5	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-
26.5-27.5	-	-	-	-	-	-	-	1	3	1	-	-	-	-
25.5-26.5	-	-	-	-	-	-	-	1	4	1	-	-	-	-
24.5-25.5	-	-	-	-	-	-	-	1	2	2	-	-	-	-
23.5-24.5	-	1	-	-	-	-	-	1	5	2	-	-	-	-
22.5-23.5	-	-	-	-	-	-	-	2	3	4	-	-	-	-
21.5-22.5	1	-	-	-	-	-	-	2	8	5	-	-	-	-
20.5-21.5	1	-	-	-	-	-	-	2	3	2	-	-	1	-
19.5-20.5	-	-	-	-	-	-	-	-	5	3	-	-	3	-
18.5-19.5	-	-	-	-	-	-	-	2	5	6	1	-	-	-
17.5-18.5	-	-	1	-	-	-	-	1	13	3	-	-	1	3
16.5-17.5	-	-	2	-	-	-	-	6	4	10	3	-	-	-
15.5-16.5	-	1	-	-	-	-	-	5	8	7	3	-	4	1
14.5-15.5	1	1	-	-	1	1	-	7	8	8	3	-	2	1
13.5-14.5	-	-	1	-	-	-	-	5	9	9	5	-	5	2
12.5-13.5	1	3	2	-	2	-	-	8	7	10	1	-	1	3
11.5-12.5	2	2	2	-	2	-	-	14	11	13	-	-	6	-
10.5-11.5	2	4	1	1	2	-	-	12	10	12	1	-	7	4
9.5-10.5	2	4	1	-	1	-	-	21	18	11	7	-	6	3
8.5-9.5	7	7	6	-	4	-	2	13	14	13	5	-	4	7
7.5-8.5	7	7	5	-	4	3	-	21	19	11	7	11	4	7
6.5-7.5	4	16	9	1	7	7	-	15	8	6	4	4	13	6
5.5-6.5	20	18	18	-	8	9	1	13	8	10	4	1	13	3
4.5-5.5	27	37	34	2	24	14	-	13	7	4	8	2	11	10
3.5-4.5	34	37	43	6	17	17	1	5	3	3	11	1	3	6
2.5-3.5	26	28	25	8	12	21	5	-	1	1	15	-	4	7
1.5-2.5	27	9	19	24	3	5	11	3	-	-	16	-	-	10
0.5-1.5	9	3	3	45	2	1	20	-	1	-	13	-	-	6
-0.5-0.5	2	1	-	24	5	-	14	-	-	-	25	-	-	4
-1.5-0.5	-	-	-	5	-	-	15	-	-	-	12	-	-	2
-2.5-1.5	-	-	-	1	-	-	7	-	-	-	10	-	-	1
-3.5-2.5	-	-	-	1	-	-	2	-	-	-	2	-	-	1
-4.5-3.5	-	-	-	1	-	-	3	-	-	-	3	-	-	1
-5.5-4.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
-6.5-5.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-7.5-6.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-8.5-7.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-9.5-8.5	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-10.5-9.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-11.5-10.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<-11.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

単位：ppm

A_{am}: 山梨県等による午前10時頃の採水測定値
 A_{pm}: 山梨県等による午後2時頃の採水測定値
 B_{pm}: 山梨県等による午後2時頃の採水のうちC_{pm}に対応する隔月の測定値
 C_{pm}: 著者らの隔月午後の採水の測定値

かし、山梨県等と著者らのデータを比較すると、15年間の資料も、5年ごとの区分の資料も共に約5ppmの差異がみられる。この(12)と(13)の差異の原因はよく分からないが、(13)の方が1km弱下流側にあり、この間にたとえば自浄作用など、何らかの影響があること、もともと水質濃度の時間的変動の大きな河川であること、BODの測定方法が異なる場合があることなど原因はいろいろ考えられる。

5. ま と め

(1) 環境基準点における水質の測定は、月1回、1日の平均値によるとされ、実際には、1日に2回採水し、その平均値を用いていることが多いが、この方法が、その地点における1日の平均的な水質濃度を示すように配慮されているとは限らない。最適の採水時刻、採水回数を推定する手法として、著者らの行った、15年にわたる年1回の24時間連続調査データから、経年変動の影響を小さくして、採水時刻ごとの種々の平均値をとることにより、1日の水質の周期的変動の平均的

な形態を把握することができ、1日の平均的な水質濃度を知る最適の採水時刻あるいは採水回数の推定が容易となった。

(2) 甲府市街地下流側の荒川、濁川、蛭沢川の流末における24時間採水の結果からは、山梨県等で行われている10時と14時頃の採水は、1日の平均に対して、やや過少な値を示している可能性があるように思われた。1~2回採水するとすれば、14時~18時頃が適しているようであり、また、1日に4回、6、12、18、24時に測定した平均値は、1日の平均値に近い値となった。

(3) 二川橋、濁川橋の調査地点では、毎月調査による午前と午後の測定値を比較すると1日の水質変動を反映しており、午前より午後の値が高くなる傾向がみられ、著者らの24時間調査の結果とも一致している。

(4) 複数の機関が別個に調査した場合、調査結果が一致するかは、短期間の調査ではデータのばらつきのため明確な傾向を知ることができないが、ある程度のデータの蓄積により、明確となってくる。たとえば、二川橋における山梨県等と著者らによる同一地点の調

査では、個々に対応するデータの各年ごとの相関係数には大きなばらつきがあり、5年間の平均値にも多少の差がみられたが、より長期的な平均値はほぼ合致していることが分かった。

参考文献

- 1) 山梨県：公共用水域水質測定結果（昭和47年度～昭和61年度）
- 2) 今岡正美、平山公明：甲府市内河川汚濁状況調査と報告（昭和47年度～昭和61年度）（甲府市環境部受託研究報告書）