

# 富士川のSSについて

清水源治 笠井和平

富士川は日本三急流の一つで本県の主要河川である。現在水質環境基準にAA およびAが類型指定<sup>1)</sup>されている清流であるが、近年SS(浮遊物質)濃度が高いことが指摘されて社会的な問題になっている。本県では昭和46年から富士川を含む県内各河川で定期的に水質を監視してきた<sup>2)</sup>。そこで58年度に実施した富士川水系通日調査の結果をもとに、過去10年間のSS濃度等の測定結果を用いて富士川のSS濃度の変動の様子およびその由来を明らかにしようとした。

## 調査方法

今回対象とした調査地点を図1に示した。St. 1-8は水質汚濁防止法に基づく水質測定地点である<sup>2)</sup>。通日調査ではSt. 3を採水の容易な3km下流に移しSt. 3'とした。この移動区間で流入する大きな支川はない。各調査地点の概要を表1に示した。

通日調査は58年9月13日午前9時から3時間ごとに翌朝9時までSSを含む29項目について測定を行った。SSの測定はJIS K 0102(工場排水試験方法)に従った。通日調査における全地点、全項目に関する報告は別途行った<sup>3,4)</sup>。

57年度まで10年間のSS濃度は公共用水域水質測定の結果報告書<sup>2)</sup>から抜粋した。また57年度までの3年間については流量にSS濃度を乗じて負荷量を算出した。

河川の流量および汚濁負荷量は通常、対数正規型の分布になることが知られており<sup>5)</sup>、本報でも特に断わらないかぎり測定値は常用対数に変換して処理した。また流量、濃度、負荷量の範囲をヒストグラム(階級の上限值)/(階級の下限值)で表わし、分布幅とした。分布幅は10の指数で表わした。

富士川に及ぼす砂利採取業の影響度を知るために各事業場ごとにSSの排出負荷量を算出し、調査地点間ごとに合計した。排出負荷量は57年度まで3年間の立入検査

結果から各事業場のSS濃度の平均値を求め、これに最大排水量を乗じた。検査結果のない事業場については最大排水量に全事業場の平均濃度を乗じた。調査対象となった事業場は30カ所であった。

表1 調査地点の概要

調査地点	地点名	A	B	河口からの距離 km
St. 1	国界橋	○	○	107
St. 2	船山橋	○	○	84
St. 3	信玄橋	○	○	77
St. 3'	開国橋		○	74
St. 4	三郡西橋	○	○	66
St. 5	富士橋	○	○	61
St. 6	身延橋	○	○	45
St. 7	万栄橋	○	○	21
St. 8	三郡東橋	○	○	(66)

A: 公共用水域水質測定地点  
B: 通日調査の測定地点

## 結果

通日調査結果の概要を表2に示した。SS濃度については3時間ごとの変化を図2に示した。また過去10年間のSS濃度分布を表3, 4, 図3に、過去3年間の流量、濃度、負荷量の分布を表5, 図4に示した。ただしSt. 1では流量測定を行っていなかった。砂利採取業排水のSS濃度分布は図7に、調査地点間ごとに合計した排出負荷量は表6に示した。なお図中ヒストグラムの階級幅は $10^{0.5}$ または $10^1$ にとった。

## 考察

### 1. 流量の変化

河川の流量はその流域面積と密接な関連があることはよく知られている。またその流量の変化は降水量の季節的変動や流域の保水力が関係する。さらに取水される場合や伏流水に変わる場合も流量は変化する。

過去3年間の富士川の流量はSt. 5で最大となった(表5)。また分布幅は本川の中では最小となり、分布の

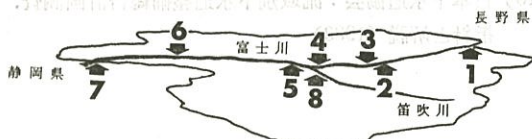


図1 調査地点

表2 各調査地点における通日調査結果の概要

昭和58年9月13, 14日

調査地点	流量m <sup>3</sup> /日	CODmg/l	TNmg/l	TPmg/l	ABSmg/l	SSmg/l (min.—max.)
St. 1	8.0	2.6	0.81	0.055	0.02	43 ( 5 — 282 )
St. 2	15.8	2.5	1.00	0.069	0.03	72 ( 47 — 138 )
St. 3'	27.8	2.3	1.00	0.082	0.02	83 ( 73 — 91 )
St. 4	32.7	2.6	1.18	0.086	0.02	112 ( 94 — 135 )
St. 5	65.3	2.5	1.95	0.101	0.04	32 ( 25 — 37 )
St. 7	42.1	2.6	1.39	0.080	0.02	38 ( 30 — 56 )
St. 8	34.3	2.0	1.48	0.118	0.10	12 ( 4 — 18 )

数値は算術平均値

表3 富士川のSS濃度の度数分布

昭和47年4月～昭和57年3月

調査地点	測定数	度数 (以上 — 未満)							
		—10 <sup>0</sup>	10 <sup>0</sup> —10 <sup>0.5</sup>	10 <sup>0.5</sup> —10 <sup>1</sup>	10 <sup>1</sup> —10 <sup>1.5</sup>	10 <sup>1.5</sup> —10 <sup>2</sup>	10 <sup>2</sup> —10 <sup>2.5</sup>	10 <sup>2.5</sup> —10 <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup> —*
St. 1	113	6	22	53	20	6	4	2	0
St. 2	240	0	17	102	92	22	3	4	0
St. 3	240	2	16	92	99	23	6	2	0
St. 4	239	0	18	106	83	19	6	7	0
St. 5	240	0	0	14	148	66	10	2	0
St. 6	240	3	16	62	91	57	6	4	1
St. 7	240	5	22	92	79	31	8	2	1
St. 8	240	0	0	19	154	61	6	0	0

\*単位は mg/l

表4 富士川のSS濃度分布

昭和47年4月～昭和57年3月

調査地点	SS濃度			
	平均	10%値	50%値	90%値
St. 1	5.4	1	6	54
St. 2	10.4	3	9	39
St. 3	10.7	3	10	39
St. 4	10.9	3	9	48
St. 5	24.5	11	23	54
St. 6	15.8	3	16	70
St. 7	10.1	2	10	53
St. 8	22.4	10	21	54

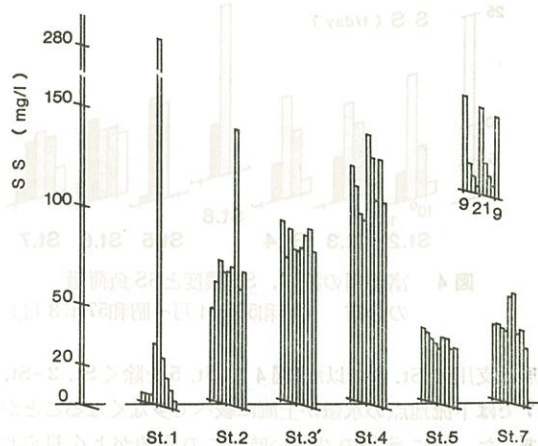


図2 通日調査時におけるSS濃度の変化 (昭和58年9月13, 14日)

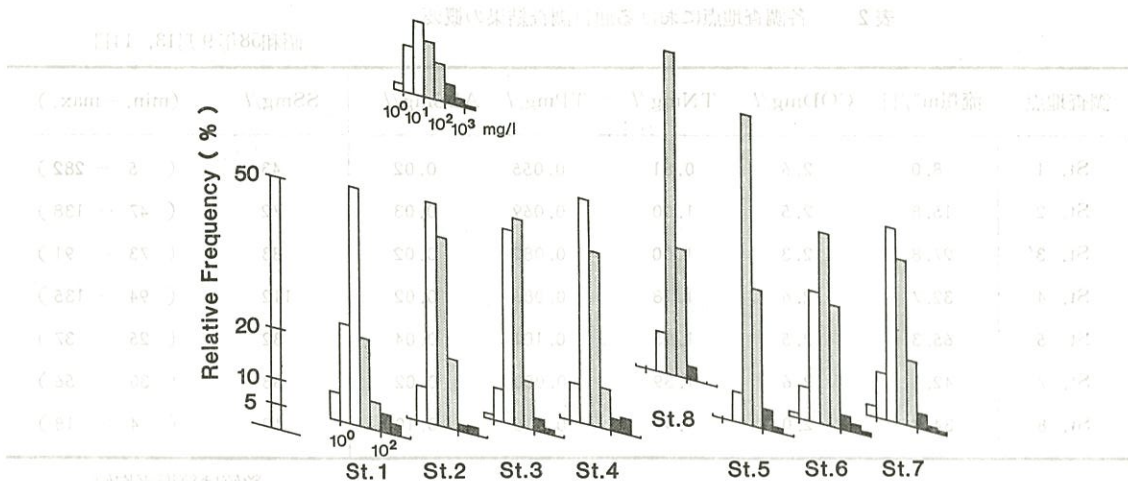


図3 富士川のSS濃度分布  
(昭和47年4月～昭和57年3月)

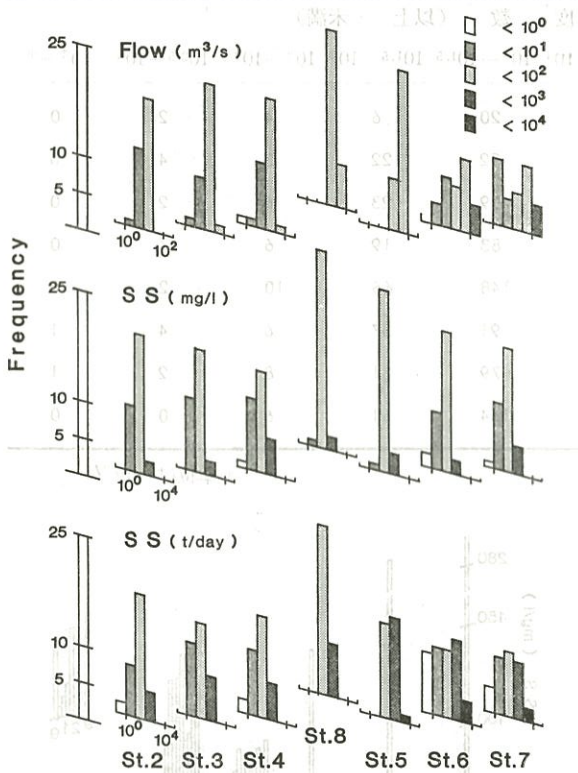


図4 富士川の流量、SS濃度とSS負荷量の分布  
(昭和55年4月～昭和57年3月)

形は支川の St. 8 に以て (図 4)。St. 5 を除く St. 2-St. 7 では下流地点の水量が上流に較べて少なくなることがあった。特に流量の少ない時にこの現象がよく見られた。しかし増水時には下流地点の流量が多くなり、その流量の分布幅は下流地点ほど大きくなる傾向が見られ、

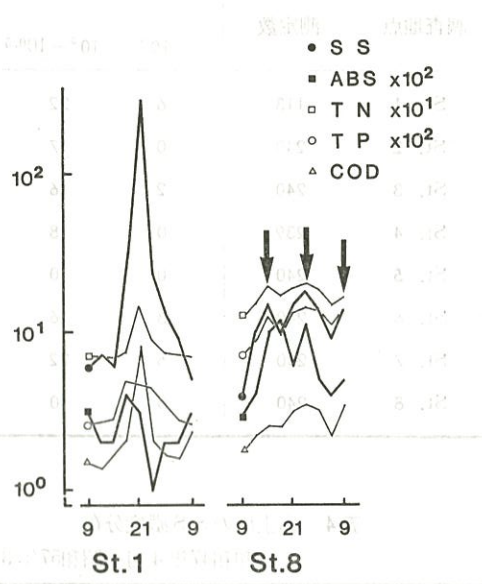


図5 通日調査における St. 1, St. 8 の各汚濁物質の濃度変化  
(昭和58年9月13, 14日)

St. 6, 7 では  $10^{2.5}$  になった。

分布幅の増大は通常上流域の保水力が小さいこと、伏流水への変化が大きいためなどが原因にあげられる。St. 5 から下流域では発電用に最大  $60 \text{ m}^3/\text{秒}^{6)}$  が取水され、越境して静岡県側に放水されている。St. 7 における富士川の流量は平均  $16.6 \text{ m}^3/\text{秒}$ 、通日調査時  $41 \text{ m}^3/\text{秒}$  (表 2, 5) と取水の影響も大きい。St. 7, 8 の流量分布の歪みは  $10^2 \text{ m}^3/\text{秒}$  までの流量が大量の取水により  $10^0 \sim 10^1 \text{ m}^3/\text{秒}$  に崩れ込んだためと考えられる。

2. St. 8 (三郡東橋) のSSに及ぼす生活排水の影響

河川水中のSSについてはさまざまな由来が考えられるが、生活排水もその一つである。生活排水の水質変動の特徴はBOD, COD, TN, TP, ABSの各濃度がピークとなる時刻にSS濃度もピークになることである<sup>7,8)</sup>。図5に通日調査時のSt. 8におけるSSと他の汚濁指標の濃度変化を示した。図中SS濃度がピークになった時刻を矢印で示したがABSを含む他の汚濁指標とよく一致している。よってこの地点では生活排水に由来するSSの割合が大きいと考えられる。

笛吹川水系は流域面積約730 km<sup>2</sup><sup>9)</sup>、流域人口407千人<sup>10)</sup>を有し、その流域人口密度は約560人/km<sup>2</sup>になる。流域内には一部下水道(90千人)が設置されているが、この分を差し引いても川島ら<sup>11)</sup>が下水処理を必要とするとして報告している300人/km<sup>2</sup>を超える。よって将来もこの地点で生活排水の汚濁パターンが観測される可能性は大きい。

なお徳丸ら<sup>12)</sup>は河川の人為汚濁の判定指標としてBOD/COD値を提案し、1以上を明らかに人為汚濁が進んでいる基準点としている。St. 8のBOD/COD値の算術平均は0.45(57年度)であり、現在生活排水による汚濁が特に進んでいるとは思われない。しかしSt. 4の0.24に比較すると明らかにこの値は大きい。

St. 8におけるSS負荷量の分布幅<sup>10<sup>2</sup></sup>は本川に較べると小さい(図3)。これは流量の分布幅が小さいことによるが、加えて常に一定量の人為汚濁を受けるため分布が高い側に押しやられるためと思われる。

3. 通日調査時のSt. 1(国界橋)のSS濃度変化

河川の水質は自然界の影響および人為的な影響を受けて複雑に変化する。ABSは明らかに人為的な影響であ

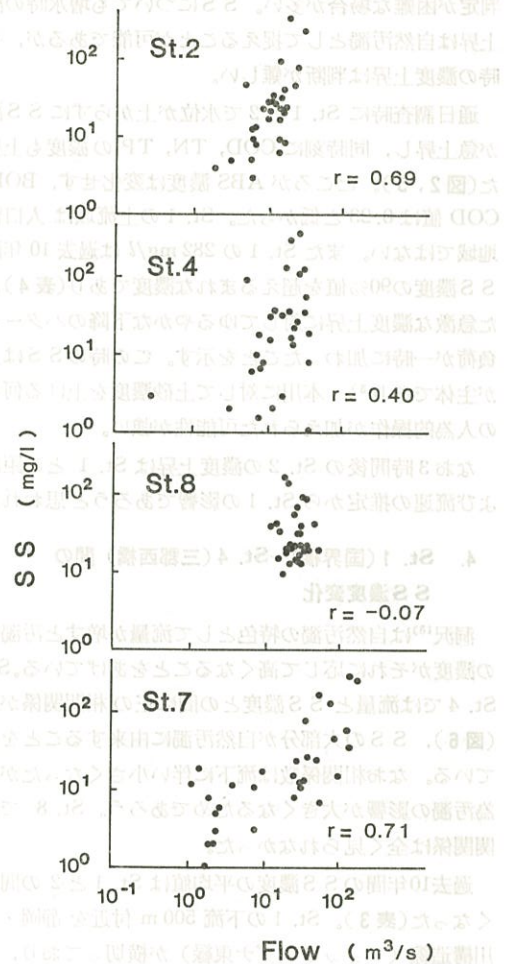


図6 富士川の流量とSS濃度 (昭和55年4月～昭和57年3月)

表5 各調査地点における流量, SS濃度, SS負荷量

昭和55年4月～昭和57年3月

調査地点	測定数	流量 m³/日		SS濃度 mg/l		負荷量 10 <sup>6</sup> g/日	
		平均	min.—max.	平均	min.—max.	平均	min.—max.
St. 2	30	12.0	0.2—29.6	20.0	3—320	17.9	3.0—320
St. 3	29	16.9	2.4—34.4	19.4	2—244	23.8	1.2—541
St. 4	30	15.8	0.3—31.9	17.2	1—347	18.6	0.1—722
St. 5	29	46.2	17.8—81.5	32.4	10—944	121	26.1—4760
St. 6	31	18.6	0.7—162	19.6	1—384	31.5	0.2—5370
St. 7	31	16.6	1.2—163	16.5	1—324	23.5	0.2—3880
St. 8	30	24.4	11.4—45.3	26.4	9—152	52.8	12.8—229

るが、他の汚濁物質については人為汚濁か自然汚濁かの判定が困難な場合が多い。SSについても増水時の濃度上昇は自然汚濁として捉えることが可能であるが、平時時の濃度上昇は判断が難しい。

通日調査時に St. 1 と 2 で水位が上がらずに SS 濃度が急上昇し、同時刻に COD, TN, TP の濃度も上昇した(図 2, 5)。ところが ABS 濃度は変化せず、BOD/COD 値は 0.23 と低かった。St. 1 の上流域は人口密集地域ではない。また St. 1 の 282 mg/l は過去 10 年間の SS 濃度の 90% 値を超えるまれな濃度であり(表 4)、また急激な濃度上昇に対してゆるやかな下降のパターンは負荷が一時に加わったことを示す。この時の SS は土砂が主体であり<sup>9)</sup>、本川に対して土砂濃度を上げる何らかの人為的操作が加えられた可能性が高い。

なお 3 時間後の St. 2 の濃度上昇は St. 1 との距離および流速の推定から St. 1 の影響であろうと思われる。

#### 4. St. 1 (国界橋)～St. 4 (三郡西橋) 間の SS 濃度変化

洞沢<sup>18)</sup>は自然汚濁の特色として流量が増すと汚濁物質の濃度がそれに伴って高くなることをあげている。St. 2-St. 4 では流量と SS 濃度との間に正の相関関係があり(図 6)、SS の大部分が自然汚濁に由来することを示している。なお相関係数は流下に伴い小さくなったが、人為汚濁の影響が大きくなるためであろう。St. 8 では相関関係は全く見られなかった。

過去 10 年間の SS 濃度の平均値は St. 1 と 2 の間で高くなった(表 3)。St. 1 の下流 500 m 付近を静岡・糸魚川構造線(フォッサマグナ東縁)が横切っており、ここから下流域には浸食されやすい砂レキ層が広がっている。57 年 8 月の台風<sup>19)</sup>ではこの付近が大規模に浸食され、全長 1.3 km、平均壁高 13 m の谷ができた。口野<sup>19)</sup>

の調査によると運ばれた土砂はおよそ  $1,400 \times 10^9$  g に及び、この量は St. 2 の平均負荷量の約 200 年分に相当する。この付近は 58 年 8 月の台風<sup>19)</sup>で再び浸食されたが St. 2 に至る SS 濃度の上昇は浸食されやすい地質が原因であると考えられた。

過去 3 年間の SS 濃度の平均は St. 8 を除く全地点で過去 10 年間の平均より高くなっており(表 4, 5)、浸食の影響は遠く下流域にまで及んでいる。

#### 5. St. 5 (富士橋) における SS 濃度と負荷量

St. 5 は SS 濃度と負荷量の平均が他を大きく上回り、その分布幅も小さい点で富士川の中では特異的である(表 4, 5, 図 3, 4)。濃度の分布は St. 8 に以ているが濃度の平均が高く流量、負荷量の平均が St. 4 と 8 の和より大きい。この地点は甲府盆地の南端にあたり、盆地全体に広がっていた洪積層が狭くなる地点である<sup>9)</sup>。このことから流量の増加が浸食等による SS 濃度の上昇をひき起こしているとも考えられるが、なお調査、検討を続けたい。

#### 6. St. 6 (身延橋) から下流域の SS 濃度と負荷量

St. 6, 7 の流量の分布幅が大きいことは前述した。SS は通常河川の緩流部を中心に沈澱・堆積するが増水時には再び流出する<sup>10)</sup>(図 6)。よって両地点における負荷量の分布幅は非常に大きくなり(図 4)、 $10^5$  に及んだ。また St. 5 の下流で早川が流入する。早川は流域人口密度約 10 人/km<sup>2</sup> で、笛吹川に次ぐ大きな支川であるが平水時にはその大部分が発電用に取水され静岡県側に放水される。しかし増水時には取水もれの水が富士川の流量を増加させ自然汚濁により高濃度になった SS が負荷量を増加させる一因になっていよう。

SS 濃度の平均は St. 6 で低くなる(表 4)。一般に S

表 6 過去 3 年間における砂利採取業排水の SS 負荷量  
昭和 55 年 4 月～昭和 57 年 3 月

調査区間	調査対照 事業場数	事業場排水	
		排水量の合計 m <sup>3</sup> /日	SS 負荷量の合計 10 <sup>6</sup> g/日
St. 1-2	9	3.6 × 10 <sup>3</sup>	0.85
St. 2-3	1	0.3 × 10 <sup>3</sup>	0.03
St. 3-4	0	—	—
St. 4-5	0	—	—
St. 5-6	14	7.0 × 10 <sup>3</sup>	0.96
St. 6-7	5	2.9 × 10 <sup>3</sup>	0.30

S濃度の減少は沈澱によることが多い<sup>16)</sup>。St. 6の上流には発電用取水堰があり、この堰による沈澱効果<sup>17)</sup>も大きいと思われる。

### 7. 砂利採取業排水の影響

砂利採取業排水によるSS排出負荷量はSt. 5と6の間で最も高く $0.96 \times 10^6$  g/日であった(表6)。これはSt. 6における負荷量の平均 $31.5 \times 10^6$  g/日に比べると非常に小さい(表5)。よって富士川が平均的な負荷量で流下している場合には濃度に与える影響はほとんどないといえる。しかし負荷量が過去3年間の最低値をとった場合St. 6では $0.2 \times 10^6$  g/日となり、排水が富士川のSS濃度に及ぼす影響は大きくなる。St. 1と2, St. 6と7の間でもSS負荷量が過去3年間の最低値付近で流下する場合その影響は大きい。

また過去3年間の砂利採取業排水のSS濃度はその半数が「山梨県公害防止条例」に定める水質基準90 mg/lを超えている(図7)。その排水が富士川のSS濃度に影響を及ぼす可能性もあり、今後監視・指導をさらに強化する必要がある。

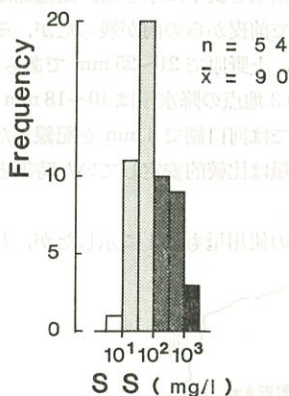


図7 砂利採取業排水のSS濃度分布  
(昭和55年4月～昭和57年3月)

### ま と め

富士川のSS濃度の変動の様子とその由来を知るために、(1)通日調査時のSS, COD, TN, TPの濃度変化、(2)過去10年間のSS濃度の分布、(3)過去3年間の流量とSS負荷量、(4)砂利採取業のSS排出負荷量を調査した

ところ、次の点が明らかになった。

- (1) 富士川の流量分布はSt. 6(身延橋)、7(万栄橋)で広くなり、発電用取水による影響と思われた。
- (2) 富士川のSSは自然汚濁が大部分を占めると考えられた。ただしSt. 8(三郡東橋・笛吹川)のSSは人為汚濁に由来する部分が大きいと考えられた。
- (3) SS濃度はSt. 2(船山橋)とSt. 5(富士橋)で高くなった。St. 2は浸食されやすい地質が原因と考えられ、St. 5では地形との関係が考えられた。
- (4) 砂利採取業排水は富士川のSS負荷量が小さくなった場合その濃度に影響を及ぼす可能性があると考えられた。
- (5) 通日調査時にSt. 1(国界橋)でSS濃度が急上昇したが、何らかの人為的操作が加えられた可能性が強いと思われた。

### 文 献

- 1) 昭和48年3月31日 環境庁告示第21号
- 2) 山梨県：公共用水域水質測定結果(昭和48～57年度)
- 3) 堤 充紀ら：本誌 27, (1983)
- 4) 堤 充紀ら：本誌 27, (1983)
- 5) 河原長美, 福寿真也, 北川知与司：水道協会雑誌 53(2), 38～41 (1984)
- 6) 山梨県：水資源の利用と現況 1～3 (1965)
- 7) 田中正二郎ら：本誌 23, 54～60 (1980)
- 8) 千葉県水質保全研究所：米本団地汚水処理場調査報告書 (1977)
- 9) 山梨県土木部：山梨県河川図 (1978)
- 10) 山梨県厚生部：昭和56・57年衛生統計年鑑 (1984)
- 11) 川島博之, 鈴木甚之：用水と廃水 26, 606～612 (1984)
- 12) 徳丸雅一ら：埼玉衛研所報 15, 60～66 (1981)
- 13) 洞沢 勇：用水と廃水 15, 1327～1331 (1973)
- 14) 甲府地方気象台編：山梨県気象月報 昭和57年8月 昭和58年8月
- 15) 口野道男：ミニグランドキャニオン, 山梨日日新聞社 (1983)
- 16) 海老瀬潜一ら：水質汚濁研究 6, 93～103 (1983)
- 17) 川原 浩：東京公害研年報 164～166 (1983)