

県内河川の流量変動とSS負荷量について

高橋 照美

清水 源治

昭和49年に水質汚濁に係る環境基準が告示されて以来、本県では公共用水域における汚濁の状況を監視してきた¹⁾。59年3月現在、健康項目については基準を超える水域はなく、生活環境項目についても基準達成率は高い。なお生活環境項目の中では都市河川のBOD達成率が低くなる傾向があるが、SSでは都市部、郡部を問わず全県的に基準値を超えることがある。これは台風や集中豪雨などの影響によるものであるが、SSの増加は通常COD、TN、TPなどの増加を伴う。したがってSSの濃度変動の様子を把握しておくことは水質の汚濁状況の変動を知るうえでも重要なことである。また河川では流量変動やSS負荷量の変動をあわせて把握しておくことが、各河川の汚濁構造を明らかにする第一歩になる。そこで本報では、県内各河川のこれまでの水質測定結果から得られた流動変動とSS負荷量の関係について報告する。

調査方法

河川のSSは次の式に従うことが知られている²⁾。

$$(SS負荷量) = b \times (\text{流量})^A$$

A, b : 定数

この式でAの値(以下A値と呼ぶ)は流量に対するSSの増減率を決定する重要な係数であるとされる。そこで54年4月から59年3月までの公共用水域水質測定結果¹⁾を用いてこのA値を算出した。なおSS濃度は流量測定をした時の値を用いた。調査対象地点は流量測定を行っ

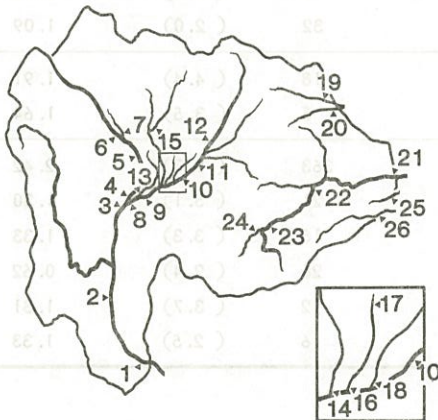


図1 調査地点

ている26地点(図1、表1)とした。また本報では特に断わらない限り数値は対数に変換して処理した。平均値、標準偏差は統計処理後真数に直したため各分布は、 $(\text{平均値}) \times (\text{標準偏差})^{\pm 1}$ で表現される。

結果と考察

1. 流 量

表1に各調査地点の流量を示した。河川の流量分布は通常対数正規型になるが³⁾、県内河川でも同様であった。しかし発電用に大量に取水される富士川下流(身延橋、万栄橋¹⁾)や相模川中流(大月橋)の流量分布は対数正規型から崩れていた(図2)。

平均流量は富士川中流(富士橋42.1m³/秒)が県内最大であったが、下流域では取水のため流量は減少した。また相模川では上流で取水されるが県境付近で再び放水されるため、流量は3.8m³/秒(大月橋)から38.3m³/秒(桂川橋)に急増して県内二番目になった。笛吹川は大量に取水されることがないため流量は流末で最大になった。

河川の流量はその流域の面積や降水量と密接な関係がある。笛吹川合流点までの富士川、笛吹川、県境までの相模川の流域面積はそれぞれ760km²、1,000km²、720km²であるが、平均流量は12.4m³/秒、23.7m³/秒、38.3m³/秒(比流量1.6×10⁻²m³/km²秒、2.3×10⁻²m³/km²秒、5.3×10⁻²m³/km²秒)であった。平年値分布図³⁾からみた本県の年間降水量は相模川流域で1,500~2,600mm/年であり、富士川、笛吹川両流域の1,200~1,800mm/年に較べて特に多く、これが相模川の流量を増加させている原因と考えられた。他方富士川の流量が少ないが、農業用取水の影響や地下への逸水や降水時の流出率が高いことが原因として考えられる。

流量変動の大きさを示す標準偏差値を表1に示したが、この値が特に大きかったのは前述した取水の影響が及ぶ富士川下流、相模川中流であった。これは流量分布が崩れていることに起因する。これらを除いた算術平均値は1.8となったが、荒川を除く笛吹川水系の全地点がこの平均値より低い側に分布していた。他方、富士川や相模川は高い側を占めており、二つの川に比較して笛吹川の流量が安定していることが明らかになった。

2. S S 濃 度

S S 濃度は人口密集地域を流下する 笛吹川下流で高く、平均濃度は 34 mg/l (桃林橋), 29 mg/l (中道橋), 25 mg/l (三郡東橋) であった。また生活排水の流入が著しい濁川でも 27 mg/l (濁川橋) と高い値になった。富士川の S S 濃度は 10~15 mg/l であったが、笛吹川との合流点で 28 mg/l (富士橋) と高い値になった。相模湖に流入する相模川では 6~9 mg/l と低く、また 京浜地区の水道水源になっている県東部の多摩川、小菅川、秋山川、

道志川は 1~4 mg/l と 県内河川の中では S S 濃度の最も低い河川であることがわかった。

3. S S 負 荷 量

各調査地点の S S 負荷量を表 1 に示した。その分布は流量分布が対数正規型から崩れた富士川下流、相模川中流を除き、対数正規型に近似した。また S S 負荷量の変動を示す標準偏差値は富士川で大きな値になったが、これは流量変動が大きいことに加えて流量と S S 濃度との

表 1 山梨県内各河川の流量、S S 負荷量、および A 値

昭和54年4月~昭和59年3月

地点名 (河川名)	流 量 m ³ /秒		S S 負荷量 g/秒		A
	平 均	(S. D)	平 均	(S. D)	
1 万 柴 橋 (富士川)	13.7	(4.7)	173	(15.0)	1.63
2 身 延 橋 (富士川)	17.3	(4.0)	272	(13.1)	1.73
3 富 士 橋 (富士川)	42.1	(1.5)	1190	(2.7)	1.67
4 三 郡 西 橋 (富士川)	12.4	(2.3)	199	(6.8)	1.76
5 信 玄 橋 (富士川)	12.8	(2.0)	188	(5.6)	2.06
6 船 山 橋 (富士川)	9.8	(1.9)	152	(5.6)	2.41
7 黒沢川流末	0.7	(1.5)	11	(2.2)	1.40
8 三 郡 東 橋 (笛吹川)	23.7	(1.4)	585	(2.1)	1.01
9 桃 林 橋 (笛吹川)	17.8	(1.4)	610	(2.4)	1.33
10 中 道 橋 (笛吹川)	11.1	(1.6)	324	(2.7)	1.05
11 鶴 飼 橋 (笛吹川)	8.6	(1.7)	137	(2.6)	1.36
12 亀 甲 橋 (笛吹川)	5.0	(1.7)	69	(2.9)	1.44
13 鎌田川流末	3.3	(1.3)	65	(2.2)	2.37
14 二 川 橋 (荒 川)	2.3	(2.1)	29	(3.1)	1.17
15 桜 橋 (荒 川)	1.2	(2.6)	8	(4.2)	1.16
16 濁 川 橋 (濁 川)	1.8	(1.3)	49	(1.8)	1.33
17 砂 田 橋 (濁 川)	0.1	(1.6)	2	(2.2)	1.18
18 平等川流末	1.7	(1.3)	32	(2.0)	1.09
19 下保之瀬橋 (多摩川)	4.1	(1.7)	18	(4.4)	1.91
20 小菅川流末	1.1	(1.9)	5	(3.5)	1.64
21 桂 川 橋 (桂 川)	38.3	(1.3)	363	(2.7)	2.42
22 大 月 橋 (桂 川)	3.2	(3.1)	21	(5.1)	1.30
23 富 士 見 橋 (桂 川)	3.5	(2.0)	15	(3.3)	1.33
24 昭 和 橋 (宮 川)	2.3	(2.6)	26	(2.4)	0.62
25 秋山川流末	1.1	(1.8)	2	(3.7)	1.31
26 道志川流末	4.1	(1.6)	6	(2.5)	1.33

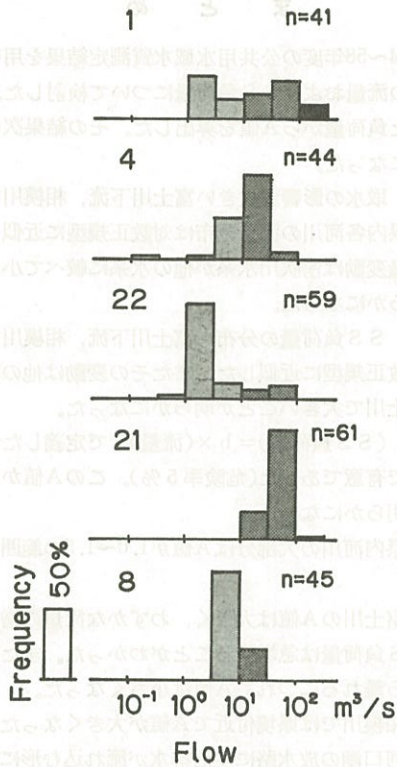


図2 各地点の流量分布

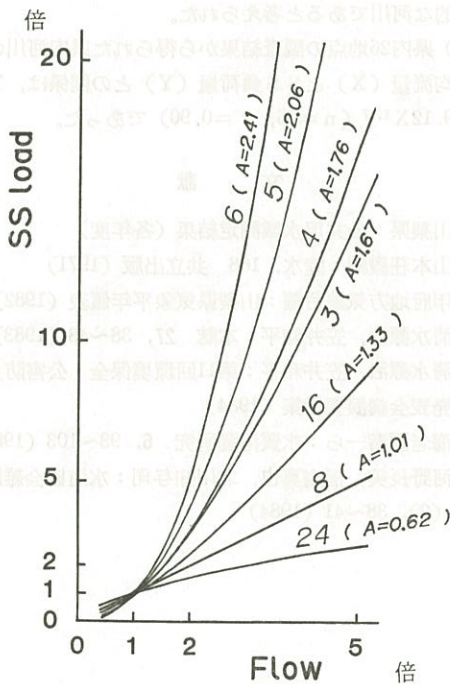


図4 A値のちがいによる流量変化に伴うSS負荷量の変化
(図中の数字は地点番号)

間に明瞭な相関関係がある⁵⁾ことによる。また全般に流量変動の大きな河川ではSS負荷量の変動も大きくなった。

県内各河川のSS負荷量は流量に依存する傾向が強く(図3)、富士川、相模川のSS負荷量の急増、急減は流量の変化に伴うものであった。しかし笛吹川のSS負荷量は桃林橋で 610 g/秒 と最高になり、3km下流の流末(三郡東橋)で 585 g/秒 に減少した。河川のSS除去は主に沈殿によることが知られているが⁷⁾、この区間の流速と沈殿量との関係を今後明らかにしていきたい。

一般にSSはABSなどと異なり生活排水による汚濁指標にはなりにくいが、都市河川である黒沢川、鎌田川、荒川、平等川、宮川のSS負荷量は同程度の流量の多摩川、小菅川、秋山川、道志川より10倍ほど大きい。これら都市河川が本川に及ぼす影響が危惧されるが、生活排水の影響が見られる笛吹川⁴⁾に対しては鎌田川の 65 g/秒 が最も大きかった。

4. A値からみた各河川の性格

算出したA値を表1に示した。これらのA値はすべて5%の危険率で有意であった。

富士川水系、相模川水系の上流部に位置する県内河川の多くはA値が1.0~1.5の間にあった。A値の報告例²⁾としては、十勝川、利根川、信濃川の1.9~2.0、アメリカのRed川、Missouri川の2.0~2.1がある。これらの大河川下流部では平水時は流れが緩やかなためSSは沈殿、堆積するが、増水時には上流から移送されるSSに加えてこれら沈殿・堆積した部分が再流出し⁶⁾、A値が

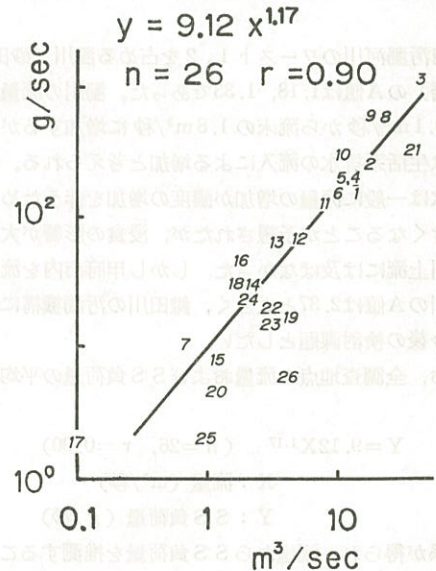


図3 県内各河川の平均流量とSS負荷量の分布
(図中の数字は地点番号)

大きくなると考えられる。県内河川の中では相模川の県境付近のA値が最も大きくなったが(桂川橋2.42)、この付近は相模湖流入部に位置し、流れが河口部に似ていることがA値を大きくしていると思われた。

日本三急流の一つである富士川ではA値が上流部(船山橋2.41)で大きく下流につれて小さくなったが、笛吹川合流点(富士橋)より下流ではほぼ一定の値1.63~1.73になった。このA値から富士川では流量が2倍になった場合上流および下流域のSS負荷量はそれぞれ5倍、3倍に、流量が5倍になるとそれぞれ48倍、14~16倍になることが推測できる(図4)。なおSSが河床の浸食に起因する場合A値は浸食域から遠ざかるにつれて小さくなるのが考えられる。富士川の最も大きな浸食域は長野県境から下流域に広がる砂レキ層だと考えられている。

汚濁源の大きさが一定である場合には負荷量は流量の変動とは無関係になりA値は0になるが、通常このような例はない。しかし流量の変動に較べて負荷量の変動が小さい場合にはA値は0に近づく。県内河川の中でA値が最も小さいのは宮川(0.62)であった。この河川は生活排水の流入により県内汚濁河川ワースト3に入っているが、河口湖の放水路を兼ねており流量の増加はSS濃度の低い河口湖からの放水によることが多い。宮川のSS汚濁源は主に生活系排水であり、流路が短いことから自然汚濁も比較的少ないと考えられ、流量とは無関係にSS負荷量が増加する特異的な河川と見なすことができよう。因みに宮川ではA値から流量が5倍になってもSS負荷量は3倍にも満たないことが推測される(図4)。

県内汚濁河川のワースト1,2を占める濁川(砂田橋、濁川橋)のA値は1.18, 1.33であった。濁川の流量は上流の0.1m³/秒から流末の1.8m³/秒に増加するが、大部分は生活系排水の流入による増加と考えられる。生活系排水は一般に流量の増加が濃度の増加を伴うためA値も大きくなることが予想されたが、浸食の影響が大きい富士川上流には及ばなかった。しかし甲府市内を流れる鎌田川のA値は2.37と大きく、鎌田川の汚濁機構については今後の検討課題としたい。

なお、全調査地点の流量およびSS負荷量の平均値から

$$Y = 9.12X^{1.17} \quad (n=26, r=0.90)$$

X: 流量 (m³/秒)

Y: SS負荷量 (g/秒)

の関係が得られ、流量からSS負荷量を推測することが可能になった。

ま と め

昭和54~58年度の公共用水域水質測定結果を用いて県内河川の流量およびSS負荷量について検討した。さらに流量と負荷量からA値を算出した。その結果次の点が明らかになった。

(1) 取水の影響が大きい富士川下流, 相模川中流を除き, 県内各河川の流量分布は対数正規型に近似した。また流量変動は笛吹川水系が他の水系に較べて小さいことが明らかになった。

(2) SS負荷量の分布も富士川下流, 相模川中流を除き対数正規型に近似した。またその変動は他の河川に較べ富士川で大きいことが明らかになった。

(3) (SS負荷量) = b × (流量)^A で定義したA値は全河川で有意であった(危険率5%)。このA値から次のことが明らかになった。

- 1) 県内河川の大部分はA値が1.0~1.5の範囲にあった。
- 2) 富士川のA値は大きく、わずかな流量の増加でもSS負荷量は急増することがわかった。また浸食域から離れるにつれてA値は小さくなった。
- 3) 相模川では県境付近でA値が大きくなった。
- 4) 河口湖の放水路に生活排水が流れ込む形になっている宮川のA値は0.62と最も小さくなったが、流量の増減がSS負荷量の増減に影響を及ぼさない典型的な河川であると考えられた。
- 5) 県内26地点の調査結果から得られた県内河川の平均流量(X)とSS負荷量(Y)との関係は、 $Y = 9.12X^{1.17}$ (n=26, r=0.90)であった。

文 献

- 1) 山梨県: 公共用水域測定結果(各年度)
- 2) 山本荘毅編: 陸水, 168 共立出版(1971)
- 3) 甲府地方気象台編: 山梨県気象平年値表(1982)
- 4) 清水源治, 笠井和平: 本誌 27, 38~43(1983)
- 5) 清水源治, 笠井和平: 第11回環境保全・公害防止研究発表会講演要旨集(1984)
- 6) 海老瀬潜一ら: 水質汚濁研究 6, 93~103(1983)
- 7) 河野長美, 福寿真也, 北川知与司: 水道協会雑誌 53(2), 38~41(1984)