

1. 緒 言

全国の多くの河川に水質自動監視装置が設置されて連続的に水質の自動監視が行なわれており、膨大なデータが蓄積されつつある。

環境の評価を行なう場合には、長期にわたるデータの収集を必要とする場合が多く、このような場合に自動監視装置による測定値が活用できるならば、省力化ならびに解析の精緻化が達成されると考えられるが、これらの監視装置によって得られた水質値の評価は必ずしも十分にはなされておらず、データの活用を図る上での一つの障害になっている。

そこで、本研究では、自動監視装置によって測定された濁度を取り上げ、手分析による濁度およびSSと比較することにより、自動監視装置による濁度の測定値を評価し、この結果を踏まえて濁質の流達構造の検討を試みる。

2. 流域の概要と調査方法

建設省中国地方建設局岡山河川工事事務所によって設置されている、水質自動監視装置の設置場所ならびに採水地点を図-1に示す。

水質自動監視装置は、吉井川、旭川および高梁川に設置されており、3河川の概要は表-1のとおりである。3河川の流域面積は吉井川と旭川とがほぼ同じで、高梁川が幾分大きいが、最大流量および最小流量を除けば流況は類似している。

降水量に関しては、岡山県南部は1200mm/年程度で

表-1 吉井川、旭川および高梁川の概要¹⁾

	吉井川	旭川	高梁川
流域面積 (Km ²)	2060	1800	2670
幹線流路延長 (Km)	133	142	111
最大 (m ³ /s)	1931.32	1093.41	947.40
豊水 (")	68.25	62.91	63.07
平水 (")	44.08	40.84	41.56
低水 (")	32.69	30.64	31.31
渇水 (")	21.53	20.00	20.50
最小 (")	11.61	7.95	15.80
平均 (")	64.95	54.85	56.77

(注) 昭和50年～昭和54年の平均値

表-2 主要なダムの概要²⁾

水 系	ダム名	総貯水容量	有効貯水容量	目 的
旭 川	湯原	99,600千 m ³	86,000千 m ³	F, P
	旭川第1	57,383	51,793	F, P, I, N, W
高梁川	河本	17,350	11,100	F, P, I
	小坂部川	15,625	15,136	A, P
	帝釈川	14,287	12,995	P
	新成羽川	127,500	80,500	P, I

(注) F:洪水調節もしくは防災 N:不特定用水又は河川維持用水
P:発電 W:水道用水
I:工業用水 A:かんがい用水

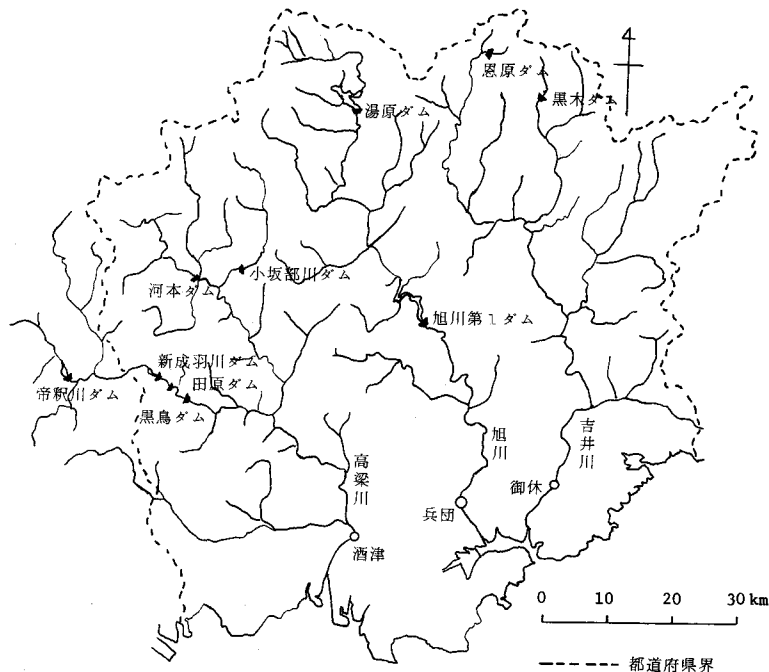


図-1 流域および観測地点

あるが北部では2000mm/年程度あり、等降水量線はほぼ東西に平行に走っている。降水量の分布より、吉井川流域は相対的に降水量が多く、高梁川流域は降水量が少ない傾向にあると判断される。

3河川には、多くのダムが存在し、更に建設中のダムもあるが、主要なダムは表-2に示されるとおりである。旭川および高梁川には大きなダムがあるが、吉井川には大きなダムが見あたらない。最大流量の極端な差は、このことによると考えられる。

採水は旭川の自動監視装置設置地点において、昭和54年8月より毎日10時に行なっており、現在も継続中である。分析項目については、当初は濁度(吸光光度法)とSS(ガラスファイバー紙法)のみであったが、現在では、上記2項目の他に全窒素、全リンおよびCOD(Mn)についても行なっている。

旭川に設置されている自動監視装置においては、細孔を有するコンクリートのボックスが護岸に接して設置されており、このコンクリートボックスの中に固定された水中ポンプより試水が採取されている。他方、定時採水においては、岸より10m程度河川中央よりの表面水が採取されている。定時採水においては、主流部の水を採取し、河川の代表的な水質を把握することを目的としたので、上述の地点で採水することとした。それゆえ、両者の試水は異なり、両者の測定値を比較する際には、採水・分析装置上の問題の他に、空間的な水質分布の問題も関係していることを留意しておく必要がある。

自動監視装置による分析結果は、毎日1時間おきに整理されており、定時採水による分析値と比較するため、午前10時の測定値を拾いあげた。

3. 濁度変化の様子

図-2に手分析による濁度と自動監視装置による濁度の変化の様子を対比して示す。図中の横座標の下に矢印は定期点検の月日を示している。

両者の濁度を比較すると、全体的には変化傾向がよく類似しているが、自動監視装置による濁度は低い値を示している。高濁度時と低濁度時に分けて検討すると、高濁度時には増減傾向が良好に一致しているが、低濁度時には増減傾向についても相当に異なる場合が多い。

上述の傾向は点検日の前後においても変化が認められず、採水地点、採水方法、分析方法などの諸要因が関与しているものと推定される。

図-2において、1979年10月の高濁度時には、自動監視装置は欠測になっているが、他の高濁度時にもときおり欠測が生じており、梅雨期や台風シーズンなどにおける極端な高濁度時には欠測のためデータが存在しない。

4. 自動監視装置による濁度の評価

自動監視装置による濁度を評価する方法には多くの方法が考えられるが、ここでは自動監視装置による濁度から、手分析による濁度やSSがどの程度の精度で推定しうるのか、また、その際

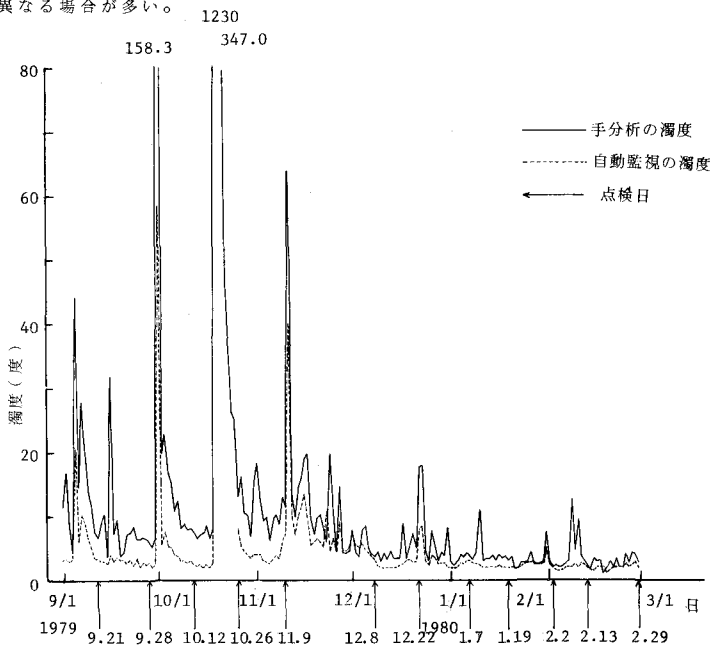


図-2 手分析および自動監視による濁度

にどのような条件を考慮

すべきかについて検討を
加える。なお、検討を行
なう際に用いたデータは、
昭和54年9月から昭和
55年12月までの16
ヵ月のデータである。

4-1. 月別の相関
濁質の成分は、季節や
流量によって変化し、流
砂が卓越する期間もあれ

ばプランクトンや家庭廃水の
影響を強く受ける期間もある
と考えられる。これらは、比
重が大きく異なることにより
SS との相関は大きく変化す
ると推定されるので、1ヵ月
ごとの比較的短期間の濁度や
SS の変化がどの程度自動監
視装置による濁度によって推
定しうるのかに関して検討を
加える。

表-3 に、手分析による SS

および濁度と自動監視装置による濁度との相関係数、ならびに、
手分析による濁度と SS との相関係数を示す。

濁度間の相関係数については、1月や2月などに小さい相関
係数がみられるが、全体として高い相関が認められる。SS と
濁度との相関については、自動監視装置による濁度の場合も、
手分析による濁度の場合と同様に全体的に高い相関がある。
1980年の1月、2月、6月および7月のように、自動監視
装置による濁度のほうがより相関が高い月さえ認められる。

いずれの相関係数も小さい昭和55年2月といずれの相関係
数も大きい昭和55年9月を取り上げ、自動監視装置による濁
度と SS との相関図を図-3 および図-4

にそれぞれ示す。相関が低い月は低濁度の
みの月であり、高濁度が含まれると相関が
高くなるのがうかがえる。

なお、濁度と SS との相関において、濁
質の組成が影響している一例を図-5 に示

表-3 相関係数

年 月	濁度(自動)-濁度(手分析)		SS-濁度(自動)		SS-濁度(手分析)	
	相関係数	データ数	相関係数	データ数	相関係数	データ数
1979.9	0.85	30	0.98	30	0.84	30
10	0.94	22	0.90	22	0.88	30
11	0.90	30	0.93	30	0.98	30
12	0.76	31	0.82	29	0.89	29
1980.1	0.46	31	0.87	31	0.45	31
2	0.25	29	0.46	28	0.039	28
3	0.89	31	0.90	31	0.88	31
4	0.53	28	0.75	28	0.88	29
5	0.90	29	0.92	29	0.90	31
6	0.63	30	0.88	30	0.53	30
7	0.79	26	0.91	26	0.65	31
8	0.90	13	0.76	13	0.99	31
9	0.99	20	0.92	20	0.86	30
10	0.75	30	0.72	30	0.94	31
11	0.92	28	0.95	28	0.98	28
12	0.63	31	0.48	31	0.51	31

(注) 1979年10月に異常な高濁度が観測されて
いたが、このデータは計算に用いていない。

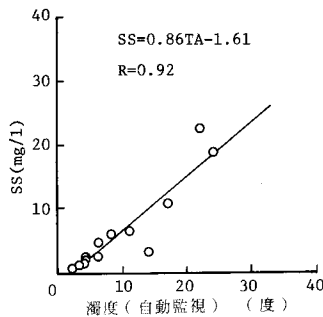


図-3 高濁度を含む月(1980年9月)
の相関

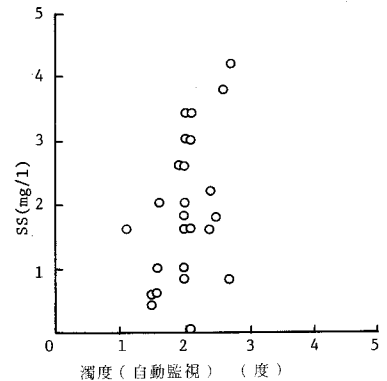


図-4 低濁度の月(1980年2月)の相関

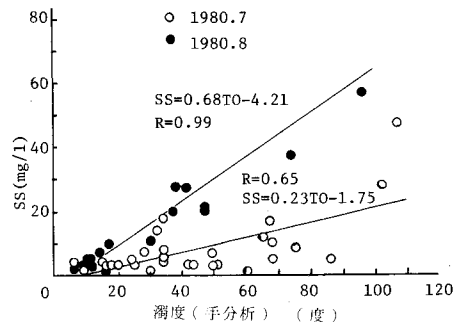


図-5 高濁度で低SS濃度の場合と通常の場合の対比

表-4 16ヵ月のデータを用いた回帰式

項 目	回 帰 式	相関係数	データ数
濁度(自動)-濁度(手分析)	$TO = 2.21TA + 0.30$	0.77	439
濁度(自動)-SS	$SS = 0.887TA + 0.16$	0.87	436
濁度(手分析)-SS	$SS = 0.379TO + 0.78$	0.81	481

(注) 1. TO: 手分析による濁度, TA: 自動監視による濁度
2. 1979年10月に異常な高濁度が観測されて
いたが、このデータは計算に用いていない。

す。図-5に示されている1980年7月の測定値には、相対的に高濁度であるにもかかわらず、SSとしては小さい値しか示さない場合が多く認められる。SSの測定時にろ紙が淡緑色に着色したこと、夏期に着生藻類はく離すること⁵⁾、ならびに水系内で増殖したプランクトンの流下を考え合わせると、藻類を中心とする濁質が高濁度で低SS濃度の原因であると推定される。

1ヵ月ごとのデータより得られた回帰直線は、相関係数が0.85以上の場合のみをとりあげても、勾配や切片に数倍の差がみられるので、ここでは1ヵ月間の全データから得られた回帰直線と相関係数とを表-4に示す。表-4では、手分析による濁度のほうが自動監視装置による濁度よりもSSとの相関が高くなっているが、自動監視装置の場合は高濁度時の欠測があることを考慮すると実際にはより相関が高いと推測される。

4-2. 濁度の高低と相関

濁度の濃度レベルによって相関が異なることが予想されるので、自動監視装置による濁度の5度、10度もしくは20度を境界として、低濁度と高濁度との2つに分類し、それぞれの場合の相関係数と回帰直線とを求めた。結果を表-5に示す。自動監視装置の場合には欠測がときおりあるので、自動監視装置のデータと手分析のデータとが3種類とも存在する日のみを対象として計算している。

濁度間の相関は、高濃度の場合も低濃度の場合も0.5~0.7程度であり、濃度レベルによって相関があまり変化しないが、十分な定量性を有するほどには相関係数が大きくない。

他方、SSとの相関については、両方の濁度について同じ傾向があり、低濁度側では相関が低くなる傾向がある。今回の結果では、自動監視装置による濁度のほうが全体的にSSとの相関が高いという結果が得られた。

5. 自動監視装置による濁度を用いた濁質の流達構造の検討⁴⁾

ここでは、自動監視装置による濁度測定値を活用する例として、濁質の流達構造について検討を加える。

計算に用いたデータは、1976年1月1日より1978年2月28日までの吉井川、旭川および高梁川に設置された自動監視装置による濁度、ならびに各河川流量である。

検討対象期間における濁度と流量の平均値ならびに標準偏差は表-6に示されるとおりである。

表-6よりうかがわれる特徴は、高梁川の濁度が高いこと、および流量の変動係数が旭川の1.3に対し高梁川ならびに吉井川においてはそれぞれ1.9ならびに2.7と比較的大きな値となっていることである。旭川の流量はとりわけ安定しているようである。

流量と濁度ならびに降水量と流量の相互相関を図-6ならびに図-7に示す。図-7より、降雨より

表-6 調査期間内の濁度と流量の概要

地 点 (度)	濁 度 (度)		流 量 (m ³ /s)	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差
吉井川(御休)	8.8	12.2	78.7	213.3
旭 川(兵衛)	8.8	9.9	48.2	61.7
高梁川(酒津)	23.7	9.5	75.8	144.5

表-5 濁度(自動監視)の高低による相関の相違

項 目	基準濃度	高 濃 度 側			低 濃 度 側		
		回 帰 式	相関係数	データ数	回 帰 式	相関係数	データ数
濁度(手分析) 一濁度(自動)	5	TO=2.01TA+3.77	0.69	180	TO=2.59TA-1.90	0.48	259
	10	TO=1.60TA+14.93	0.58	46	TO=2.42TA-1.11	0.59	393
	20	TO=2.03TA-2.04	0.71	11	TO=2.80TA-2.67	0.69	428
SS-濁度(自動)	5	SS=0.879TA+0.84	0.84	180	SS=0.930TA-0.05	0.55	259
	10	SS=0.905TA-0.68	0.82	46	SS=1.02TA-0.43	0.75	393
	20	SS=0.765TA+5.04	0.69	11	SS=0.861TA+0.27	0.74	428
SS-濁度(手分析)	5	SS=0.188TO+0.52	0.52	180	SS=0.111TO+2.31	0.35	259
	10	SS=0.190TO+7.26	0.47	46	SS=0.119TO+3.15	0.36	393
	20	SS=0.284TO+11.78	0.73	11	SS=0.124TO+3.36	0.44	428

(注) 1. TO:手分析による濁度, TA:自動監視装置による濁度

2. 1979年10月に異常な高濁度が観測されていたが、このデータは計算に用いていない。

1～2日程度遅れて流量が増加することがうかがえよう。また、流量と濁度との相互相関はいずれの場合も正の相関がみられるものの河川によって幾分異なるようである。

流量および濁度の双方の時間的分布がパルス状というよりも広がりをもつ分布を示すので、必ずしも明解に解釈ができるわけではないが、図-6に示されているピークは流量を基準にした濁度のピーク出現時期を表わしており、旭

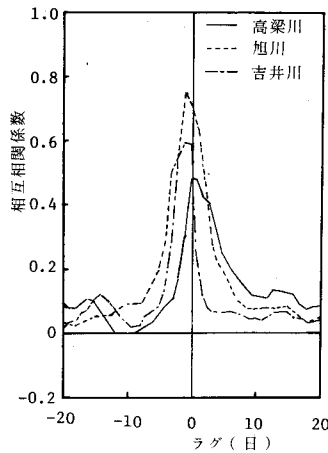


図-6 流量-濁度相互相関

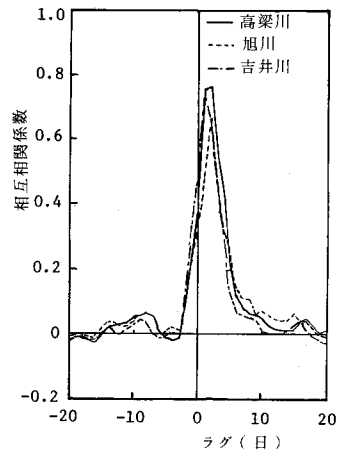


図-7 降雨-流量相互相関

川では1日前に、吉井川では0～1日前に、また、高梁川では0～1日後に生じることを示している。また、図-6に示されるピークの立ち上がり方および減衰の仕方は、流量および濁度の増減の様相を反映していると考えられる。

図-6に示される結果を検討するために、降雨量が多い場合と少ない場合における濁度と流量との関係に関してそれぞれ一例ずつとりあげて、図-8および図-9に示す。

吉井川を基準にして検討を加えると、旭川は流量のピークが比較的偏平であり、高梁川では濁度の増減幅が小さいことが認められる。以上の事実を基に図-6の結果を再度検討すると、旭川では流量ピークが偏平なことにより流量はそれより1日前の濁度と相関が高くなり、高梁川では濁度の増減幅が小さいために相互相関係数の減少がゆるやかであると考えられる。なお、高梁川の高濁度には地質の影響も大きいと推定される。

6. 結 言

本研究では、旭川に設置されている自動監視装置による濁度観測値と、同地点において定時採水し手分析した濁度およびSSとを比較することにより、自動監視装置による濁度の評価を行なった。ついで、この結果を踏まえて、吉井川、旭川および高梁川をとりあげ、自動監視装置による濁度を用いて濁度と流量との関係について河川間の比較を行なった。

本研究で得られた結論を一般化するためには、さらに多くの調査検討が必要とされるが、本事例研究より得られた主要な知見は次のとおりである。

(1) 自動監視装置による濁度の測定値と手分析によるSSおよび濁度との相関は、1ヵ月ごとにみると、低濁度の月を除けば高い。しかしながら、1ヵ月ごとに計算された回帰直線は、相関係数が高い場合のみを取り上げてても必ずしも一致していない。

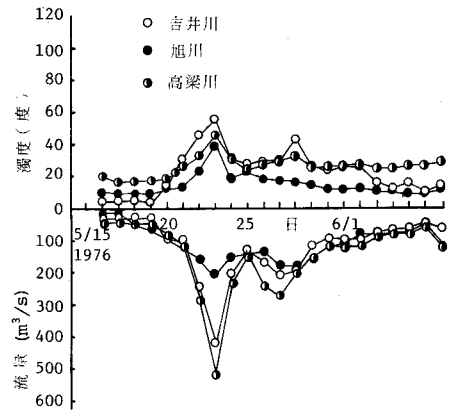


図-8 降雨量の多い場合(日平均値)

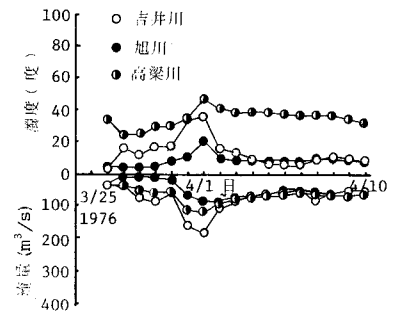


図-9 降雨量の少ない場合(日平均値)

(2) 自動監視装置による濁度観測値は、手分析による濁度とは、濃度の高低にかかわらず同程度の相関が認められる。

(3) 自動監視装置による濁度と SS との相関は、手分析の濁度との相関や手分析による濁度と SS との相関よりも高い傾向にあり、また、高濃度側で高い傾向にある。

(4) 吉井川、旭川および高梁川は、流況に類似点も多いが、濁度と流量との関係には相違がみられ、この相違には流域の特性が関与していると推定される。

以上、本研究で得られた主要な結論を述べたが、回帰方法の検討、流域特性の明確化、負荷量の算定等、多くの課題が残されており、現在も継続中である調査結果をも含めて、さらに検討を進める予定である。

最後に、本研究の遂行にあたっては、建設省中国地方建設局岡山河川工事事務所の関係各位の御協力を得た。ここに記して深甚の謝意を表する次第である。

参考文献

- (1) 日本河川協会編：1979年版、日本河川水質年監，山海堂，PP.553～570，1980.
- (2) サンキョー・ビジネス・ファーム出版事業部編：水資源のすべて——昭和55年度版——，P. 514，建設行政資料調査会，1979.
- (3) 小林節子：河川の汚濁負荷に及ぼす着生微生物の影響——印旛沼流入河川桑納川の汚濁とミズワタおよび着生藻類——，第15回水質汚濁研究会年次学術講演会講演集，PP. 145～150，1981.
- (4) 宮脇雅彦，河原長美：河川水質の年間変動特性，土木学会中国四国支部昭和54年度学術講演会一般講演概要，PP. 148～149，1979.
- (5) 福寿真也，河原長美，菅井明：旭川におけるSSと濁度との月別の相関性について，土木学会第36回年次学術講演会発表予定.
- (6) 市川新，村田昌彦：河川水質の日データおよび時間データの統計的性質，第7回環境問題シンポジウム講演論文集，PP. 132～137，1979.