

II-339 河川水質と流域特性との関連解析

富山県立技術短期大学 正員 天野智順
正員 能登勇二

1. はじめに

河川の水質汚濁は法的規制や下水道の整備等の対策により昭和40年代後半からは改善され50年以降横ばい状態にある。しかし、現在においても中小都市河川では家庭、工場排水等の影響による汚濁が見られ、今後河川の水質環境を考える場合、水系全体を考慮した総合的視野に立った監視、管理等の計画が必要になるであろう。本研究では中小都市河川を含む複数の河川を対象に水質と流域内における社会、経済特性及び土地利用特性との関連性について統計的手法を用いた解析を行い、水質予測のためのモデリング及び因子の選択について検討を行った。

2. 研究方法

解析対象河川は図-1に示す富山県内主要27河川29地点である。一河川水系の最下流地点を水質測定地点とした流域を対象とし、一部その支流を対象とした地点も含めている。水質項目は表-1に示す3項目の昭和50年における年平均値を用いた。流域特性データは7項目の社会、経済活動量を示す指標及び流域面積を含めた6項目の土地利用特性指標を用いている。これらのデータのうち行政区単位の資料については各流域内における行政区別の人口比率により推定した。また、流域面積と下水処理人口比率を省くデータは流域面積で除した値を用いており、単位面積当りの人間活動、社会活動の強度、集積度及び土地利用強度を表す指標としている。解析は水質項目を目的変数とした重回帰分析を用いて水質と流域内での社会活動、土地利用特性との関連性を検討し、変数増減法による結果を考慮した上で幾つかのケースを取り上げ説明因子の選択について検討を行った。今回の解析ではデータ等の都合上経年的変化の解析は行っていない¹⁾。

3. 結果及び考察

表-1に各指標間の相関係数を示す。社会特性間の相関は全体的に正の高い値を示しており人口密度の高い流域に各産業活動が集中している。土地利用特性では社会特性指標に対して田畑、市街地面積が正の値、山林面積が負の高い値を示している。水質項目ではSSはいずれの指標に対して相関が見られず、流域の社会

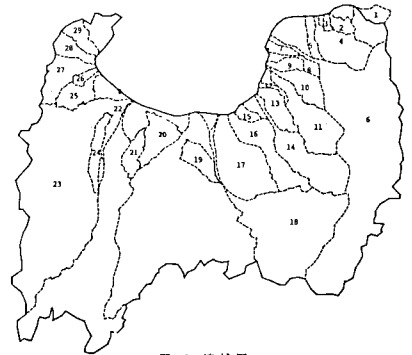


図-1 流域図

表-1 各指標間の相関係数（昭和50年）

	人口密度 (人/ha ²)	全事業所 (所/ha ²)	農家戸数 (戸/ha ²)	製造事業所数 (所/ha ²)	製造品出荷額 (百万円/ha ²)	商店数 (店/ha ²)	下水処理人口比率 (%)	流域面積 (ha ²)	田畑面積 (%)	山林面積 (%)	市街地面積 (%)	その他面積 (%)	河川面積 (%)	SS (mg/l)	DO (mg/l)	BOD (mg/l)
人口密度	1.000	0.995	0.890	0.947	0.681	0.991	0.388	-0.264	0.530	-0.683	0.918	0.431	-0.210	0.036	-0.335	0.537
全事業所		1.000	0.870	0.958	0.669	0.989	0.388	-0.239	0.527	-0.678	0.913	0.404	-0.200	0.006	-0.311	0.513
農家戸数			1.000	0.863	0.597	0.857	0.133	-0.309	0.594	-0.678	0.773	0.313	-0.362	0.114	-0.438	0.591
製造事業				1.000	0.672	0.953	0.434	-0.176	0.540	-0.666	0.848	0.355	-0.226	0.042	-0.401	0.630
製造出荷					1.000	0.665	0.393	-0.222	0.631	-0.741	0.805	0.549	-0.198	0.037	-0.277	0.474
商店数						1.000	0.358	-0.237	0.492	-0.645	0.894	0.400	-0.194	0.012	-0.285	0.514
処理人口							1.000	0.140	0.274	-0.388	0.528	0.389	0.065	0.007	-0.489	0.530
流域面積								1.000	-0.279	0.292	-0.287	-0.214	0.389	-0.129	-0.101	0.013
田畑面積									1.000	-0.969	0.655	0.511	-0.507	0.032	-0.443	0.454
山林面積										1.000	-0.811	-0.615	0.413	-0.033	0.465	-0.526
市街地面											1.000	0.551	-0.215	0.039	-0.386	0.568
その他面												1.000	-0.123	-0.011	-0.383	0.381
河川面積													1.000	-0.036	0.256	-0.191
SS														1.000	-0.485	0.302
DO															1.000	-0.845
BOD																1.000
MIN	9.6	0.5	1.1	0.0	14.8	0.2	0.0	5.1	0.2	0.0	0.1	0.0	0.1	4.9	7.4	0.4
MAX	3809.7	241.2	207.3	22.3	4019.1	99.4	55.0	682.6	92.8	97.4	36.7	8.8	7.2	32.0	11.0	8.1
MEAN	642.5	39.1	46.0	3.6	860.1	14.5	6.5	124.1	38.1	50.3	8.2	1.8	1.6	16.4	9.8	2.4
S.D.	848.0	54.6	49.8	5.2	1232.0	21.0	15.6	203.4	25.6	32.8	8.9	2.4	1.6	6.3	1.1	2.1

特性或は土地利用特性では表しにくい水質項目であると考えられる。D0は山林、河川面積以外で負の弱い相関を示し、BODは逆に正の中程度の相関が見られ、流域特性との関連があることを示している。次に重回帰分析の結果について表-2に分析結果を、図-2(a)-(c)に回帰値と実測値との関係を示す。BODでは社会特性指標を含めた場合重相関係数の値が高く、土地利用特性指標のみの場合は低くなっている。変数増減法による結果の場合も人口、製造業事業所数等の社会特性の変数が選ばれており、BODと社会活動量の関係が密接であることを示している。また、回帰係数についても人口、製造業事業所数、市街地面積等で正の値となり現状とよく一致している。これらの結果を考慮した上で変数の選択を行い、BODについてはケース⑤に示すモデルが適当であると考えられる。D0についてはある程度の重相関係数の値は得られているがBODと比べると低い値になっている。また、変数増減法による結果では一部解釈がしにくい場合があり、解析で用いない他の要因の影響も考えられる。SSについては回帰係数の正負等はBODと類似しているが、重相関係数の値が全体的に低く変数増減法では全ての変数が取り上げられず結果が得られていない。これはSSがここで用いた特性指標では説明しにくいことを示しており、社会活動量等の人為的要因よりも流域特有の自然的要因に大きく影響される傾向にあると考えられる。

4. おわりに

河川水質と流域特性の関連性について重回帰分析を用いたモデリングを行い説明因子の選択について検討を加えた。今回の分析では中小都市河川から比較的人為的汚濁の少ない河川まで含んでおり、今後河川の特性を考慮した検討が必要であろう。また、流量データの不備のため負荷量としての量的な評価が行えなかった。これらの検討も今後行いたい。

【参考文献】1)天野、能登(1987)富山県立技術短大研究報告 VOL.20

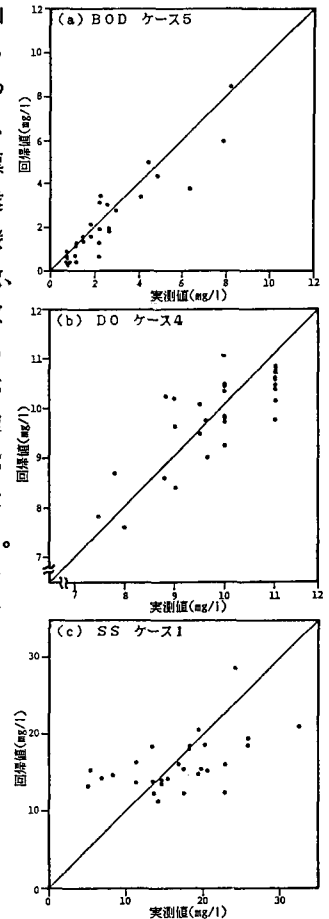


図-2 実測値と回帰値の関係

表-2 重回帰分析の結果（昭和50年）

ケース	R/R*	F/0.01F	標準回帰係数												
			人口	全事	農戸	製造	出荷額	商店	処理人	流域	田畑	山林	市街地	その他	河川
BOD	1	.958/.929 .943/.924	17.1/3.52 24.2/3.64	9.73 5.98	-9.82 -7.38	-0.84 -	4.02 2.82	-0.71 -0.54	-3.46 -1.61	-0.35 0.21	0.26 -	0.35 -	0.55 -	1.98 1.36	
	2	.897/.853 .885/.858	10.3/3.56 16.7/3.94	7.13 5.80	-6.40 -5.66	-0.14 -	2.26 2.06	-0.13 -	-2.22 -1.69	0.24 0.29	0.13 -				
	3	.641/.500 .568/.546	2.56/3.76 12.9/7.68								0.30 -	721.1 -	924.8 -	250.9 0.57	67.9 -
	4	.722/.602 .630/.612	3.27/3.64 17.8/7.68	-1.31 -			1.34 0.68	-0.18 -			0.08 -	-0.99 -	-1.37 -	0.34 -	
	5	.924/.891 .923/.901	14.5/3.56 21.1/3.76	4.50 4.55	-7.51 -7.52		2.70 2.67	-0.56 -0.56			0.18 0.19	-0.31 -	-0.37 -	1.41 1.50	
D0	1	.896/.822 .768/.735	6.29/3.52 12.0/4.68	-11.07 -	9.00 1.11	0.83 -1.31	-3.23 -	0.75 -	4.66 -	0.14 -0.74	-0.33 -	-0.81 -	-0.78 -	-1.39 -	
	2	.843/.733 .768/.735	6.19/3.56 12.0/4.68	-7.94 -	5.79 1.11	-0.01 -1.31	-1.86 -	0.25 -	3.54 -	-0.33 -0.74	-0.20 -				
	3	.637/.494 .527/.471	2.50/3.76 4.99/5.53								-0.42 -0.26	-1301. -	-1869. 0.54	-452.1 -	-122.6 -
	4	.805/.694 .768/.735	3.89/3.52 12.0/4.68	-2.00 -	3.14 1.11	-0.94 -1.31	-0.45 -		-0.59 -0.74	-0.19 -	0.29 -	0.59 -	0.23 -		
	5	.730/.588 .527/.471	2.85/3.56 4.99/5.53	-2.35 -	4.37 -	-0.47 -	-1.35 -			-0.29 -0.26	0.57 -	0.86 0.54	-0.48 -		
SS	1	.567/.344 -/-	0.73/3.52 -/-	13.72 -	-10.46 -	-1.95 -	3.77 -	-0.60 -	-5.57 -	-0.76 -	0.07 -	2.26 -	3.03 -	2.18 -	
	2	.485/.266 -/-	0.77/3.56 -/-	9.95 -	-6.99 -	-1.12 -	2.29 -	-0.24 -	-3.91 -	-0.31 -	-0.05 -				
	3	.399/.264 -/-	0.70/3.76 -/-								-0.03 -	1832. -	2349. -	636.2 -	172.2 -
	4	.414/.399 -/-	0.52/3.56 -/-	3.69 -	-5.06 -		1.11 -	-0.25 -			-0.08 -	0.65 -	0.97 -	0.88 -	

※下段は変数増減法による結果(Fout=Fin=2.0)