

II-96 淀川水系の水質汚染の統計的解析

京都大学工学部 正員 庄司 光 山本剛夫 中村隆一 西田耕之助

最近、わが国においては、産業の高度の発達と、これに伴う人口の都市集中がいちじるしく、しかも、公共下水道の低普及率、工場排水処理施設の不備とあいまって、未処理の工場排水ならびに余剰下水・尿尿の河川放流は、年々増加の傾向を示し、河川の水質汚染は、みりばすことのできない状態にたち至っている。

これに対処するため、政府は昭和33年「公共用水域の水質の保全に関する法律」および「工場排水等の規制に関する法律」を公布し、河川水質の保護をはかるに至った。河川水質の保護対策を講ずるにあたっては、まづ、現在までの河川の汚染の実態とその原因を明らかにする必要がある。われわれは京阪神間における工業用水、かんがい用水ならびに上水の水源として最も重要な淀川水系について、その上流、支流ならびに本流にいたる各地点の水質調査成績（昭和35、36年度、淀川水質汚染防止連絡協議会：淀川水質汚染調査報告書）にもとづいて因子分析を行い、淀川全流域に適用しうる総合汚染指数の算出と、この指数を用いた流域別汚染状況の解明をはかった。

1. 還元相関行列

因子分析に採用した検査項目は、塩素イオン、総鉄量、硫酸イオン、アンモニア性窒素、アルブミノイド性窒素、亜硝酸性窒素、硝酸性窒素、蒸発残留物、浊度、浮遊物質、色度、pH、溶存酸素、総硬度、B.O.D.、過マンガン酸カリウム消費量、一般細菌数、大腸菌群最確数、水温、気温の20項目である。

表-1 還元相関行列

検査項目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1 塩素イオン	.794																			
2 大腸菌最確数	.668	.762																		
3 アンモニア性窒素	.794	.740	.864																	
4 アルブミノイド性窒素	.728	.706	.864	.864																
5 過マンガン酸消費量	.726	.762	.826	.847	.847															
6 一般細菌数	.620	.755	.686	.622	.685	.755														
7 B.O.D.	.705	.638	.814	.828	.799	.524	.828													
8 総硬度	.698	.675	.724	.655	.678	.629	.603	.724												
9 亜硝酸性窒素	.659	.677	.779	.741	.776	.577	.772	.608	.779											
10 硫酸イオン	.607	.641	.741	.682	.625	.561	.650	.665	.632	.741										
11 蒸発残留物	.593	.633	.645	.644	.801	.587	.636	.496	.635	.513	.801									
12 色度	.472	.616	.580	.625	.744	.547	.599	.343	.590	.434	.734	.822								
13 総鉄量	.362	.516	.403	.411	.460	.443	.365	.279	.423	.261	.702	.822	.822							
14 浮遊物質	.291	.486	.403	.484	.585	.428	.457	.244	.456	.332	.646	.730	.698	.730						
15 浊度	.283	.441	.408	.488	.579	.348	.481	.164	.477	.279	.547	.814	.718	.623	.814					
16 水温	.052	.156	.177	.191	.023	.208	.262	.152	.190	.168	.124	.108	.212	.110	-.045	.920				
17 気温	.001	.150	.185	.175	.011	.209	.250	.146	.194	.170	.142	.126	.263	.146	-.029	.920	.920			
18 硝酸性窒素	-.135	-.144	-.256	-.271	-.194	-.134	-.169	-.386	-.074	-.241	.067	.159	.348	.042	.188	.067	.060	.348		
19 pH	-.352	-.260	-.272	-.126	-.210	-.309	-.184	-.068	-.256	-.084	-.246	-.283	-.333	-.113	-.195	-.086	-.069	-.366	.327	
20 溶存酸素	-.644	-.689	-.573	-.529	-.652	-.697	-.404	-.646	-.494	-.420	-.603	-.561	-.497	-.411	-.307	-.567	-.525	.066	.327	.327

採用した調査地点は、琵琶湖三井寺沖、宇治川・宇治橋右岸、木津川・八幡御幸橋右岸、桂川・山崎右岸、淀川本流楠葉左岸、同・上牧右岸、同・枚方大橋左岸、同・枚方大橋右岸、同・庭窪大橋右岸、同・鳥飼大橋右岸、同・柴島左岸、同・柴島右岸の計12地点である。

各検査項目の測定値を基準型の正規分布に変換した後、検査項目相互の相関係数を算出し、さらに共通度の推定値として、各検査項目の相関係数の最高値を採用した。相関係数ならびに共通度からなる還元相関行列を表-1に示した。共通度の推定値は対角線上に太字で示してある。

2. 因子分析

上記の還元相関行列に主因子解による因子分析を施し、4個の共通因子を抽出し、さらに各共通因子に対する因子係数を算出し、これを表-2に示した。

表-2 因子係数

検査項目	F_1	F_2	F_3	F_4
1 塩素イオン	.791	-.110	-.250	-.284
2 大腸菌最確数	.845	.067	-.164	-.027
3 アンモニア性窒素	.885	-.296	-.127	-.095
4 アルブミン窒素	.870	-.290	-.041	.119
5 過マンガン酸消費量	.923	-.066	-.032	.110
6 一般細菌数	.773	.129	-.230	-.105
7 B. O. D.	.820	-.344	.054	.014
8 総硬度	.723	-.094	-.479	.062
9 亜硝酸性窒素	.816	-.238	.052	-.098
10 硫酸イオン	.713	-.310	-.177	.044
11 蒸発残留物	.820	.174	.156	.030
12 色度	.798	.256	.404	.087
13 総鉄量	.644	.454	.453	-.043
14 浮遊物質	.632	.252	.360	.314
15 濁度	.613	.157	.577	.154
16 水温	.053	.871	-.417	.044
17 気温	.056	.880	-.375	.105
18 硝酸性窒素	-.106	.319	.464	-.379
19 pH	-.294	-.193	-.128	.533
20 溶存酸素	-.694	-.372	-.276	.070

第1因子 F_1 は、水質汚染を示すほとんどすべての検査項目に対して高い正相関を示し、また溶存酸素と高い負相関を示すことから汚染因子、とくに人為的汚染因子と考えられる。第2因子 F_2 は水温、気温の兩者に対して高い正相関を示すことから温度因子と考えられる。また、第3因子 F_3 はとくに浊度に対して高い正相関を示している。浊度は流量と高い正相関を示すから、この第3因子は雨量因子と考えられる。第4因子 F_4 はpHと正、硝酸性窒素と負の強い相関を示している。この因子に対しては地質因子と関連したいが、このためには淀川水系の地質分布を詳細に検討し、その性質を忠実に表現する検査項目を選び、これを変数として因子分析に導入する必要がある。

3. 総合汚染指数

淀川全流域に適用しうる総合汚染指数をうるために、4個の共通因子のうち最も重要な汚染因子に対する β weightを算出し、これを表-3に示した。従って、総合汚染指数は、基準型の正規分布に変換した各検査項目の測定値に、各検査項目に対応する β weightをかけ、その代数和を求めることによって算出する。

4. 流域別汚染状況

前記12地点について総合汚染指数ならびにその平均値を算出した。その結果、琵琶湖三井寺沖が最も清浄で、ついで宇治川・宇治橋左岸、木津川・八幡御幸橋の順となり、桂川・山崎右岸の汚染が最も高度である。淀川本流では右岸が左岸より高度で、この影響は柴島に波及している。

表-3 β weight

1 塩素イオン .095	10 硫酸イオン .054
2 大腸菌最確数 .093	11 蒸発残留物 .042
3 アンモニア性窒素 .109	12 色度 .077
4 アルブミン窒素 .084	13 総鉄量 .140
5 過マンガン酸消費量 .221	14 浮遊物質 .040
6 一般細菌 .102	15 濁度 .016
7 B. O. D. .046	16 硝酸性窒素 .007
8 総硬度 .070	18 pH -.006
9 亜硝酸性窒素 .057	19 溶存酸素 .029