

統計的手法（多変量解析）による公共用水域の水質の評価法の検討
 —大和川の水質の特性と多変量解析による評価—

奈良県保健環境研究センター ○松本光弘・兔本文昭

1. はじめに

大和川は大和高原に発し、奈良盆地中央部を西流しつつ、盆地内の河川を集め、県境の渓谷を経て、大阪平野から大阪南港に注ぐ、全長約 64km(奈良県内:約 43km)の一級河川である。国土交通省が発表している一級河川の内、毎年、ワーストの上位を占めている。今回、多変量解析¹⁾ (クラスター分析と主成分分析) により大和川の水質の特性と汚濁指標を試みた。また、CMB 法²⁾ (Chemical Mass Balance 法) により、河川の寄与率を試みた。

2. 調査方法

2.1 調査期間および調査地点 平成 13 年度から 16 年度までの公表されている奈良県内の公共用水域水質測定結果の中で、大和川 5 地点および大和川への流入河川 9 地点のデータを用いた。また、大和川に流入する浄化センターのデータ (業務年報公表データ) も加えた。

2.2 解析に用いた項目 解析に用いた項目として、年 4 回 (春、夏、秋、冬) 以上測定されている水温、pH、BOD、COD、DO、SS、全窒素 (T-N)、全リン (T-P)、硝酸性窒素 (NO3-N)、亜硝酸性窒素 (NO2-N)、アンモニア性窒素 (NH4-N)、塩素イオン (Cl-)、陰イオン界面活性剤 (ASAA) の 13 項目を用いた。

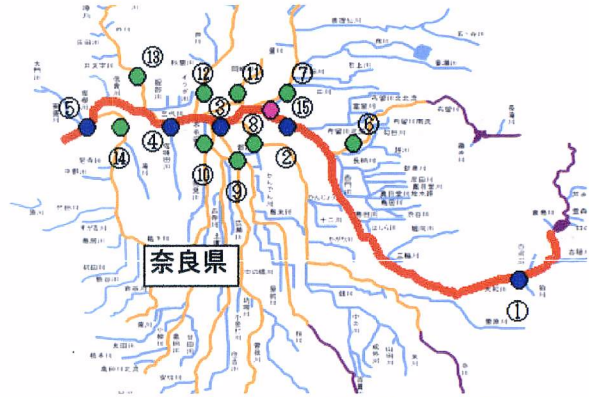


図-1 大和川(奈良県内)の調査地点の概要

3. 結果および考察

3.1 大和川および流入河川の平均濃度 大和川 5 地点および流入河川 9 地点と浄化センターの各測定項目の平均濃度を表-1 に示した。BOD 濃度は 1.8~8.8mg/L の範囲にあり、平均値は 5.4mg/L であった。大和川と流入河川とを比較すると大和川の平均値が 4.9mg/L、流入河川の平均値が 5.6mg/L であり、流入河川の方が濃度が高かった。次に窒素化合物については、亜硝酸性窒素とアンモニア性窒素は、流入河川の方が大和川よりも濃度が高く、一方、硝酸性窒素は大和川の方が流入河川よりも濃度が

表-1 大和川および流入河川の成分濃度 (平均値)

調査地点番号	河川名	地点名	調査年	BOD		pH	DO	SS	T-N	T-P	mg/L			Cl-
				mg/L	mg/L						NO3-N	NO2-N	NH4-N	
1	大和川	初瀬取入口	2001-2004	1.8	3.2	8.0	9.9	4	1.1	0.03	0.7	0.01	0.03	6
2	大和川	上吐田	2001-2004	3.8	7.9	7.9	10.0	12	1.9	0.15	1.2	0.04	0.08	14
3	大和川	太子橋	2001-2004	7.4	10.3	7.5	9.0	14	5.0	0.59	3.7	0.08	0.34	37
4	大和川	御幸大橋	2001-2004	5.5	8.9	7.6	8.8	12	4.5	0.58	3.3	0.09	0.36	41
5	大和川	藤井	2001-2004	5.9	9.1	7.6	8.8	14	4.6	0.62	3.2	0.11	0.49	39
6	布留川	布留川流末	2001-2004	4.1	7.1	7.7	9.3	10	2.1	0.28	0.9	0.10	0.43	13
7	佐保川	額田部高橋	2001-2004	6.3	11.4	8.2	11.4	17	2.7	0.26	1.2	0.09	0.48	31
8	寺川	吐田橋	2001-2004	4.2	6.4	8.0	9.5	12	2.4	0.22	1.2	0.13	0.48	18
9	飛鳥川	保田橋	2001-2004	4.4	6.0	7.7	8.3	11	2.6	0.28	1.3	0.10	0.68	21
10	曾我川	保橋	2001-2004	4.8	8.9	7.6	8.5	7	5.2	0.74	3.8	0.09	0.52	64
11	岡崎川	岡崎川流末	2001-2004	8.8	12.1	7.8	8.1	20	3.4	0.68	1.1	0.15	0.78	31
12	富雄川	弋鳥橋	2001-2004	5.9	7.9	8.5	10.3	13	2.5	0.42	1.0	0.11	0.62	24
13	竜田川	竜田大橋	2001-2004	5.6	6.5	7.8	9.0	7	4.9	0.60	2.7	0.27	0.99	45
14	葛下川	だるま橋	2001-2004	6.7	8.1	7.7	8.6	10	3.7	0.46	1.2	0.18	1.63	29
			2001	5.7	8.7	7.8	8.8	14	3.6	0.50	1.9	0.12	0.82	31
			2002	5.8	8.8	7.9	9.4	11	3.4	0.48	2.0	0.13	0.49	31
			2003	5.1	7.5	7.8	9.3	11	3.2	0.37	2.0	0.11	0.45	27
			2004	4.8	7.5	7.8	9.5	10	3.1	0.34	1.7	0.09	0.50	29
15	大和川	浄化センター	2001-2004	5.1	10.1	7.2	7.3	11	8.4	1.14	6.4	0.03	<0.5	51

高く、大和川で硝化が進んだと考えられる。

3.2 多変量解析による水質解析

3.2.1 クラスタ分析 クラスタ分析は、サンプル間の類似性の尺度として基準値のユークリッド距離を用い、クラスタ形成は最も明確なクラスタを作るウオード方を用いた。今回得られた樹状図は大きく3つのクラスタに分けることができ、下記に示した主成分分析により得られた図-2(1)と同一の結果であった。図-2(1)で実線で囲んだ成分がBOD、CODと同一グループである。

3.2.2 主成分分析 主成分分析の結果、主成分の累積寄与率がZ1+Z2で65%であることより、2つの主成分で要約できると考えられる。図-2(1)に各成分の固有ベクトルのZ1、Z2の分布を、図-2(2)に調査地点の主成分得点のZ1、Z2の分布を示した。図-2(1)より、Z1は河川の汚濁の総合的指標と考えることができる。Z2は相対的な有機性汚濁と無機性汚濁を示す指標と考えることができる。図-2(2)に示した調査地点の主成分得点の分布について、Z1(+)、Z2(+)の領域にある高得点の地点は、総合的汚濁度が高く、かつ、有機性汚濁が無機性汚濁よりも高い地点であり、反対にZ1(-)、Z2(-)の地点は総合的汚濁度が低く、かつ、無機性汚濁が有機性汚濁よりも高い地点と考えられる。大和川上流の①、②および上流流入河川⑥はZ1(-)、Z2(-)に位置する。一方、大和川下流流入河川⑩、⑬、⑭はZ1(+)、Z2(+)に位置する。

3.2.3 CMB法による寄与率の試算 CMB法は、目的とする環境サンプルとその周辺の複数の発生源サンプルの組成から最小二乗法により発生源を推定して、その寄与率を求める方法である。図-3に平成13年度における大和川の奈良県内の流末である藤井（調査地点⑤）を100とした時の、本流および流入河川の試算した寄与率

を示した。この結果、大和川本流では調査地点①では0.8、②では1.2、③では52.3、④では91.1となり、②と④の間で寄与率が大きくなった。

参考文献

- 1) 例えば、松本光弘・浅野勝佳・氏家英司：奈良県内の河川水のイオン成分の特性と多変量解析法による評価、環境技術、34、115-126（2005）
- 2) 早狩 進・花石竜治：環境データ解析用表計算マクロの紹介と解析例（Ⅱ）CMB法解析マクロ、大気環境学会誌、36、39-45（2001）

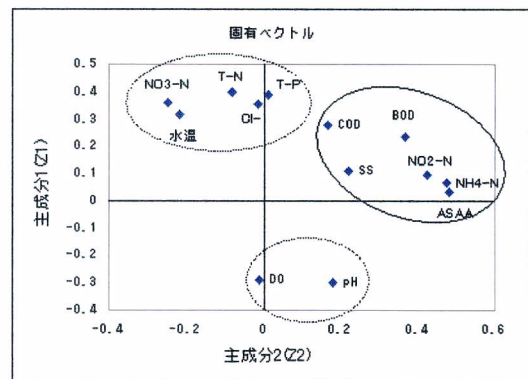


図-2(1) 主成分分析結果（成分の固有ベクトルの分布）

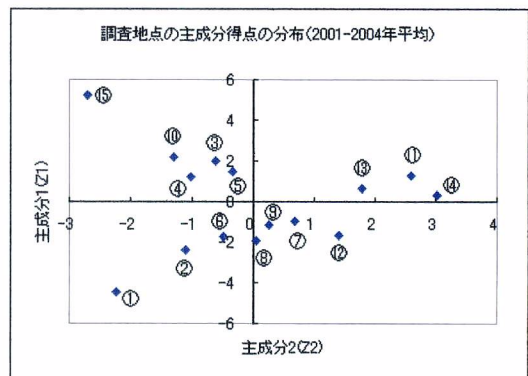


図-2(2) 主成分分析結果（調査地点の主成分得点の分布）

寄与率(平成13年度)

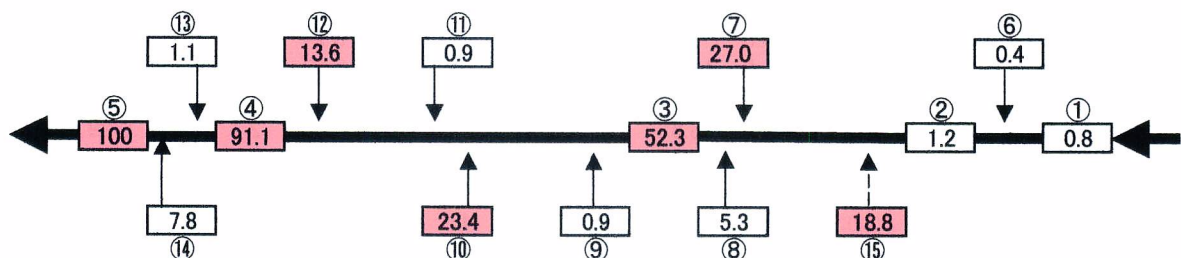


図-3 CMB法による流入河川の大和川に対する寄与率(大和川 藤井⑤を100とした時の寄与率)