

木山川水質の総合指標による採水点分類について

崇城大学 工学部 学生員○松井 謙太郎 正会員 田代 敬大
正会員 上野 賢仁 非会員 吉田 烈 非会員 西田 正志

1. はじめに

現在、木山川水系の水質汚濁流域と汚濁源を解明し、今後の水質浄化に資することを目的として、「木山川水質調査」を実施している¹⁾。

本研究はこの調査の一環として、主成分分析により多数の水質指標・汚濁負荷量から総合指標を作成し、採水点の主成分得点をクラスター分析することにより採水点を分類することを目的とする。

2. 水質指標測定結果の概要

「木山川水質調査」は平成20年を通してほぼ毎月実施し、採水地点数は30箇所である。第1回調査より測定を実施している水質指標は全有機体炭素TOC、COD、アンモニウムイオン NH_4^+ 、電導率、pH、紫外吸光度(201nm)、大腸菌群数、BOD等で、さらに第4回以降は亜硝酸イオン NO_2^- 、硝酸イオン NO_3^- 、アデノシン三リン酸ATP、SS等々の測定を附加している。ただし、BODは採水地点数が多数にのぼるため、実行可能性から、高濃度でも希釈しないなど簡易的測定である。

これまでTOC、COD、電導率、硝酸イオン等の化学的水質指標の検討から、流域による汚濁程度の相違が明瞭で、上流域の布田川・長田川流域の水質汚濁が著しく、次いで下流の木山川・矢形川・秋津川

および加勢川合流点付近の汚濁が高いこと、中流域の水質は比較的良好なこと等々が明らかになっている^{2)~6)}。

3. 水質指標の主成分分析

第4回調査から第8回調査までの主要な水質指標の相関は、表1の通りである。化学的水質指標と大腸菌群数・ATPの生物化学的水質指標およびSSとが負の相関になっているのが目を引くが、相関の程度は様々である。

ここでは水質指標間のメカニズムは保留して、統計的見地から主成分分析により多数の水質指標の総合指標を作成し、採水点の分類を行う。

第4回調査の表1の12種類の水質指標について、主成分分析結果を例示する。第1主成分の寄与率は63.5% (固有値7.62)、第2主成分の寄与率は12.6% (固有値1.51)であり、第2主成分までの累積寄与率は76.1%となって12の水質指標データの変動をかなり要約していることがわかる。

主成分軸は固有の意味は持たないが、各水質指標と主成分との相関係数である因子負荷量(主成分負荷量)の第2主成分までの布置は、図1の通りである。第1主成分とは全般的に各水質指標との相関が高く、特にTOC、 NO_2^- 、COD等との相関は非常に

表1 主な水質指標の相関係数と決定係数(第4回～第8回調査)

	TOC	COD	NH_4^+	NO_2^-	NO_3^-	導電率	pH	吸光度	大腸菌	ATP	BOD	SS
TOC	1	0.915	0.486	0.719	0.490	0.605	0.029	0.494	0.458	0.667	0.278	0.517
COD	0.836	1	0.637	0.799	0.489	0.550	0.068	0.571	0.409	0.580	0.350	0.435
NH_4^+	0.236	0.406	1	0.555	0.287	0.228	0.139	0.441	0.319	0.382	0.231	0.171
NO_2^-	0.516	0.638	0.308	1	0.715	0.665	0.179	0.745	0.365	0.269	0.337	0.213
NO_3^-	0.240	0.239	0.082	0.511	1	0.742	0.225	0.896	0.134	0.045	0.185	0.051
導電率	0.366	0.303	0.052	0.442	0.551	1	0.048	0.615	0.211	0.196	0.312	0.073
pH	0.001	0.005	0.019	0.032	0.050	0.002	1	0.188	-0.149	0.034	-0.019	-0.027
吸光度	0.244	0.326	0.195	0.555	0.802	0.378	0.035	1	0.206	0.128	0.161	0.151
大腸菌	0.210	0.167	0.102	0.133	0.018	0.045	0.022	0.043	1	0.457	0.319	0.519
ATP	0.445	0.337	0.146	0.072	0.002	0.038	0.001	0.016	0.209	1	0.176	0.608
BOD	0.077	0.123	0.053	0.113	0.034	0.097	0.000	0.026	0.102	0.031	1	0.103
SS	0.268	0.189	0.029	0.046	0.003	0.005	0.001	0.023	0.269	0.369	0.011	1

* 上三角形は相関係数、下三角形は決定係数

** TOC から吸光度まではナノサイエンス学科吉田研究室・西田研究室、大腸菌からSSまではエコデザイン学科

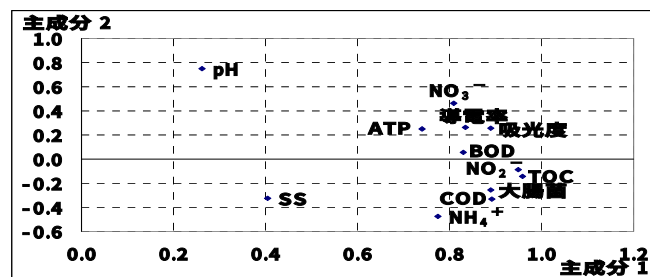


図1 水質指標の因子負荷量

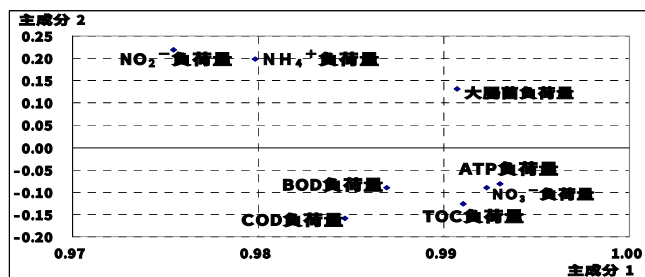


図3 汚濁負荷量の因子負荷量

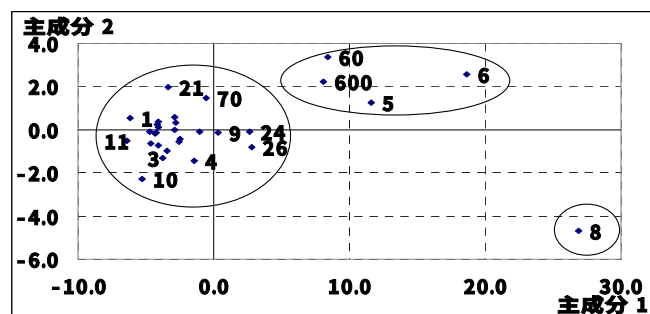


図2 水質指標の採水点の主成分得点

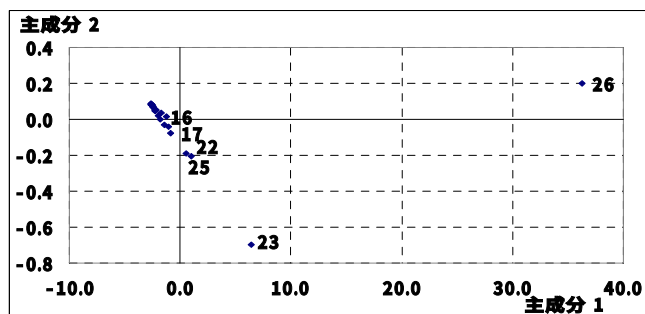


図4 汚濁負荷量の調査地点の主成分得点

高い。第2主成分と水質指標との相関は全般的に低い、pHは相対的に高い値を示している。

これらの主成分軸に各採水点の主成分得点をプロットすると、図2の布置となる。原点から第1主成分の負方向にかけて多数の採水地点が集団として凝集しているのに対して、少数の採水点は第1主成分の正の象限に広く散布している。図2にはクラスター分析（ユークリッド距離、群中心法）で機械的に分類した囲みを示しているが、地点8番の特異性は際立っており、次いで6・5・60・600番の採水点は水質汚濁が大きいことがわかる。いずれも上流の布田川・長田川流域である。

4. 汚濁負荷量の主成分分析

次いで、第4回調査のTOC、COD、 NH_4^+ 、 NO_2^- 、 NO_3^- 、大腸菌群数、ATP、BODの8種類の汚濁負荷量（＝水質指標×流量）について主成分分析を行った。主成分の寄与率は第1主成分が97.4%（固有値7.79）と圧倒的であり、第2主成分までで99.4%の情報を圧縮している。図3は因子負荷量の布置であるが、第1主成分はすべての汚濁負荷量ときわめて高い相関を示している。

汚濁負荷量は流量が関与するので、図4の汚濁負荷量の各調査点の主成分得点の布置は、図2の水質指標の主成分得点の布置とかなり異なっている。ほとんどの調査点が原点付近に集中しているのに対し、

加勢川26番は非常に離れており、次いで23番、25・22番も集団とやや離れている。いずれも流量が大きい下流域の加勢川、木山川・矢形川の合流点付近の調査点である。

5. おわりに

本研究では多種類の水質指標と汚濁負荷量について主成分分析を適用し、採水点の分類を行った。水質の総合指標からは、化学的水質指標の検討と同様に、布田川流域の汚濁の高さが明らかになった。他方、汚濁負荷量の総合指標からは、下流域の加勢川、木山川・矢形川合流する地点での汚濁総量の相対的の大きさが明らかとなった。

【謝辞】 本研究は崇城大学工学部エコデザイン学科、ナノサイエンス学科吉田研究室・西田研究室、岩原正宜特任教授・谷口智穂研究員との共同研究「木山川水質調査」の一部である。調査にご協力いただいた関係行政機関・市民の方々・本学教職員および学生諸君に対し、記して謝する次第である。

【参考文献】 1) 澤村他「木山川水系の水質汚濁負荷について」平成20年度土木学会西部支部後援概要集。2) ～6) 吉田他「化学分析法による河川水の水質汚濁の検討」、宮城他「TOC測定による河川水の水質汚濁の検討」、牧他「COD測定による河川水の水質汚濁の検討」、須崎他「硝酸イオン測定による河川水の水質汚濁の検討」、百田他「電導度測定による河川水の水質汚濁の検討」第45回化学関連支部九州合同大会講演要旨集（2008）。8) 参考文献1)