〈論 文〉

千葉県内河川水質の総合水質指標による経年変化の評価

Annual changes of Water Quality Index for rivers in Chiba Prefecture

藤 本 千 鶴* 広 崎 昭 太**
Chizuru FUJIMOTO Shōta HIROSAKI

Abstract

The Water Quality data at 104 monitoring stations of 49 rivers in Chiba Prefecture from 1976 to 1982 were analyzed by the Principle Component Analysis (PCA) method.

Before the calculation of PCA, the outliers were examined carefully, and the missing data were replaced by estimate with regression equation.

The correlation matrix was little changed by the replacement. Annual changes of correlation coefficients between the 6 items were found to be fairly little throughout this period (1976-1982).

The first component (z_1), derived from the PCA based on the correlation matrix of six items (DO, BOD, COD, $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-P}$, SS), indicated the water pollution levels caused by human activities. The z_1 score was defined as water quality index (WQI).

Most of the rivers which flow in the northern west part in Chiba Prefecture were found to be seriously polluted in the estimation using the WQI. The annual changes of the WQI indicated that the water quality was improved at 17, became deterioration at 14 and unchanged at 69 points throughout this period.

Key words: Water quality index, Principle Component Analysis, annual change

1. はじめに

千葉県では1971年から公共用水域水質測定計画に基づく水質の測定が実施され、その結果は県内水域の水質汚濁状況の把握及び種々の施策に役立てられている。従来、河川水質の評価は環境基準の定められている健康項目、生活環境項目について基準が達成されているかどうかと言う観点から行われているが、水質状況の定量的評価にはBODのみが用いられているのが現状である。しかし、BOD単独による河川水質の評価は近年の富栄養化等を含む複雑な水域の変化を捉えるには不十分な点がみられ、T-N、T-P等と併せた水質評価が必要とされてきた。又、一方では、汚濁された水環境改善のためには流域住民の協力が不可欠であり、環境政策の住民への啓蒙¹⁾が重要な施策となってきたので、住民に理解しやすい水質評価法が要請されている。

この様な観点から、近年、水質を総合的に評価し、

さらに、誰にも容易に理解出来る指標の作成が検討されるようになった²⁻⁵⁾。

水質を総合的に評価する手法については、広崎⁶⁾により生活排水による河川水の汚濁を的確に評価する指標の検討がなされている。さらに、吉見等^{2,4)}は神奈川県内の河川水質を総合的に評価するために、主成分分析を用いた総合水質指標について、指標の作成手法及び実際への適用の可能性を検討している。内藤等⁷⁾は環境の質を総合的に表現する尺度としての環境指標について、概念の整理、指標作成の問題点等を詳細に取りまとめ、この指標は環境政策の立案や効果判定の尺度及び住民への啓蒙の道具であるとし、今後、より一層関心が高まるであろうとしている。

そこで、筆者等は先に、主成分分析を用いて県内河川・湖沼水質の変動を総合的に評価する総合水質指標を作成し、その千葉県における特徴を考察した^{8,9)}。その結果、特性値として17項目(pH, DO, BOD, COD,

* 千葉県水質保全研究所 〒281 千葉市稲毛海岸 3-5-1, Chiba Prefectural Laboratory of Water Pollution, 3-5-1, Inagekaigan, Chiba City, 281

** 国立公害研究所 〒305 茨城県筑波郡谷田部町小野川16-2, National Institute for Environmental Studies, 16-2, Onogawa, Yatabe-chō Tsukuba-gun, Ibaraki Prefecture, 305

$\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-P}$, SS, Cl^- , $\text{K}_{\text{Jc}}\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, T-N, T-P, TOC, EC, 大腸菌群数, 流量), 6項目(17項目の前6項目)より作成した第1主成分スコア(以後 z_1 スコアとする)は水質変動の各々41%, 58%を集約しており, 共に人為汚濁の指標となった。さらに, 両スコアは相関係数 $r=0.971$ の高い正の相関にあることから, 前記6項目は県内河川・湖沼水質の人為汚濁を総合的に説明するに由指標であることが示された。

そこで, 本報告では同様な方法により作成した総合水質指標を用いて, 1976~1982年度までの7年間の千葉県における河川水質変化の地域的特徴を明らかにしたので報告する。

2. 解析データ及び方法

2.1 解析データ

解析対象地点はFig. 1に示すとおりで, 県内49河川104地点である。対象年度は1976~1982年度の7年間である。

本解析は河川水質のみを対象としているので, 特性値としては前記6項目から湖沼の影響の強いpHを除いた5項目(DO, BOD, COD, $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-P}$)と水質の外観的きれいさについての情報を持つSSを加えた6項目とした。

年内測定回数は地点, 年度により3~36回/年と不揃いであり, 測定項目のうち欠測もあるため, 全データから2項目以上の特性値の欠測及びSS欠測のサンプルを除いたものを解析対象とし, Table 1に示すように延5501サンプルを用いた。

2.2 解析方法

項目ごとに, 原データ及び対数変換データの基本統計量を算定し, ひづみ, とがり, GEARYの統計量を調べて正規分布に近い分布型を検討した。解析に先立ち, 測定下限値未満のデータは測定下限値の1/2を代入した。次に, スミルノフ・グラブスの検定により異常

と判断されたデータは解析から除外し(危険率 $\alpha=0.05$ とした)¹⁰⁾, さらに, 多変量正規分布を仮定した外れ値の検討は主成分分析を用いて意味のある主成分(ここでは z_1 , z_2 とした)と誤差と考えられる主成分(z_3 以下)とを分離し, 誤差部分についてマハラノビスの汎距離の大きいサンプルは解析から除外した¹¹⁾。その結果, Table 1に示す14サンプルを削除し, 全サンプル数は5487となった。Table 1に示すように, サンプルの中には欠測のある項目があるので, これらについて最も相関の高い項目により単回帰推定値を代入した。

以上の方法でデータの吟味を行った後, 相関行列から出発する主成分分析を行い, この z_1 スコアを総合水質指標とし, 県内河川水質について地域ごとにその汚濁の程度と経年変化を明らかにした。

以上のデータの吟味は国立公害研究所で開発された環境データ解析用プログラムCDA¹⁶⁾のモニタリング機

Fig. 1 Monitoring stations in Chiba Prefecture
①—⑥: Group number shown in Fig. 6
1—104: Monitoring station numbers.

Table 1 Sample size in each year

Year (fiscal)	Sample size	Missing data						Number of samples removed as outlier
		DO	BOD	COD	SS	$\text{NH}_4\text{-N}$	$\text{PO}_4\text{-P}$	
1976	640	2	0	3	0	3	5	1
1977	670	0	0	9	0	0	46	5
1978	758	2	1	0	0	2	0	1
1979	738	0	2	0	0	1	5	2
1980	867	0	0	0	0	3	0	3
1981	915	0	0	0	0	0	0	2
1982	913	0	0	0	0	0	0	0
1976—82	5,501	4	3	12	0	9	56	14

能を用いて行った。

3. 解析結果及び考察

3.1 データ吟味の結果

正規分布に近似するために、DO 以外の各項目はすべて対数変換とした。欠測値補充前後の相関関係の変化をみるために、補充前後の相関係数を **Table 2** に示す。双方の相関係数の差は最大でも0.005であり欠測値処理によるデータ構造の変化はほとんど無いと言える。

3.2 水質項目相関の経年変化

多年度に亘る総合水質指標を作成するにあたり、6項目の相関関係の年度間の安定性を調べるため年度及

び7年間全体での相関係数の変化を **Fig. 2** に示した。相関係数の年度による変化はほぼ0.2以内であり、7年間の各年度及び全体での水質項目間の相関関係は安定していると認められ、全データより算出した総合水質指標による年変化の評価が可能であると言える。

3.3 主成分分析による総合水質指標の作成

6項目の対数変換後(DOは原データ)の相関係数行列を用いて行った主成分分析結果を **Table 3** に示した。 z_1 軸は固有値が3.76、寄与率が62.7%であり、因子負荷量から DO, BOD, COD, $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-P}$ と相関が高い軸である。これらの5項目は一般に生活排水⁶⁾あるいは人為汚濁^{2,9)}の指標とされている。CODは人為汚濁の影響の少ない水質の良好な水域においては人為

Table 2 Effect of missing data replacement on Correlation matrix between 6 items*

i	j	1 DO	2 BOD	3 COD	4 SS	5 $\text{NH}_4\text{-N}$	6 $\text{PO}_4\text{-P}$
1 DO			-0.571	-0.653	-0.186	-0.562	-0.600
2 BOD		-0.571		0.801	0.170	0.693	0.705
3 COD		-0.653	0.802		0.289	0.733	0.723
4 SS		-0.186	0.170	0.288		0.035	0.138
5 $\text{NH}_4\text{-N}$		-0.563	0.698	0.733	0.035		0.734
6 $\text{PO}_4\text{-P}$		-0.601	0.705	0.722	0.137	0.735	

i<j: Correlation coefficients excluding missing data. (upper right)

i>j: Correlation coefficients including estimates for missing data. (lower left)

* Data except DO were transformed into logarithm.

Fig. 2 Annual changes of correlation coefficients

r (y-axis): Correlation coefficients between the items in figure and the other items.

Table 3 Results of PCA

	z_1	z_2
Eigen value	3.762	1.001
Contribution Ratio	0.627	0.167
Accum. Contri. Ratio	0.627	0.794
Factor loading		
Item	z_1	z_2
DO	-0.776	-0.034
BOD	0.878	-0.044
COD	0.915	0.092
SS	0.257	0.956
$\text{NH}_4\text{-N}$	0.856	-0.247
$\text{PO}_4\text{-P}$	0.869	-0.121

汚濁以外の被酸化物による影響も含むものと考えられるが、県内に存在するカン水流入河川（天然ガス付随水を含み、BODに比べCODが高いという傾向を示す）も同様に評価するために、本解析では特性値にCODを加えた。従って、 z_1 軸は人為汚濁を主体とした水質の変動を評価する軸であり、本解析において z_1 スコアは人為汚濁の程度を表わす総合水質指標と言え、次の式により算定した。

$$z_1 = -0.400 \times \frac{\text{DO}-7.4}{2.954} + 0.453 \times \frac{\ln \text{BOD}-1.26}{0.999} + 0.472 \times \frac{\ln \text{COD}-1.83}{0.654} + 0.132 \times \frac{\ln \text{SS}-2.70}{0.837}$$

Fig. 3 Scattering diagram between z_1 score and $\ln \text{COD}$ (left), and $\ln \text{BOD}$ (right).
The characters, 1, 2, ..., 9, 0, A, B, ..., Z and ★, in the diagram correspond to the number of samples, 1, 2, ..., 10, ..., 35, 36, and over 36.

$$+ 0.442 \times \frac{\ln \text{NH}_4\text{-N} - (-0.556)}{2.014} + 0.448 \times \frac{\ln \text{PO}_4\text{-P} - (-1.941)}{1.270}$$

第2主成分（以後 z_2 とする）は固有値が1.00、寄与率が16.7%であり、因子負荷量からSSのみが大きくSSの変動を表わす軸である。 z_2 までで全情報の79.4%を集約しており、第3主成分以後は固有値も小さく河川水質の意味のある変動を表わしているとは言えない。

又、得られた総合水質指標である z_1 スコアと $\ln \text{COD}$ 、 $\ln \text{BOD}$ の相関係数は $r=0.915$ 、 $r=0.878$ とCODがBODよりやや高く、Fig. 3に示す z_1 スコアと両者の散布図からも明らかである。この分布の違いの原因としては、カン水流入河川が存在及び水質の良好な水域のCODの特性によると考えられ、CODは比較的良く河川水質の変動をとらえていると言える。一方、従来から河川水質の評価に用いられているBODも z_1 スコアによる評価とおおむね一致している。

しかし、Fig. 3で対角線から離れた点があることは単独項目による水質の評価は各地点の水質変動を表現し得ない部分があることを示す。すなわち、県内に存在するカン水流入河川及び生下水や各種排水処理水が多量に流入している地点における水質評価は単独項目では不十分な場合があり、ここで合成された z_1 スコアは水質汚濁について、県内全域評価により適した指標と言える。

Fig. 4 Scattering diagram between z_1 and z_2 score in 1982.

Monitoring stations are divided into 4 classes, A, B, C and D by z_1 score.

3.4 総合水質指標による河川水質の地域的特徴と経年変化

z_1 , z_2 スコアによる地点の特徴を見るために1982年の両スコアの年平均値の分布を Fig. 4 に示した。 z_2 スコアは z_1 スコアが負で大きい地点（水質のきれいな地点）で変動が大きく、 z_1 スコアが正で大きい地点（水質の汚濁されている地点）では変動が小さい。水質の外観情報を持つ項目として特性値に SS を加えたが、SS の変化は主に流況に左右されており、 z_1 スコアによる水質のみかけのきれいさは主に底質等の巻き上げによる部分が大きいと推定される。

そこで、県内河川水質の人為汚濁の程度は z_1 スコアのみで評価することとし、汚濁の程度を単純化する目的で z_1 スコアによる水質区分を行った。区分に際して、実際の水質と対応させるため z_1 スコアと相関が高く現在河川水質の評価に使われている BOD 値を参考として、便宜的に A～D の 4 群に区分し Table 4 に区分の基準と各区分の地点数を示し、Fig. 5 に A～D 区分の県内分布を示した。この区分から、県内河川水質は D（強汚濁）が 13 地点（12.5%）、C（中汚濁）が 13 地点（12.5%）、残り 78 地点（75.0%）では汚濁の程度は低いといえる。Fig. 5 より、D（強汚濁）のほとんどが県北西部の東京都隣接地域及び千葉市以北の東京湾流入河川（地点 No.105 以北）に分布している。

次に、総合水質指標による水質の経年変化をみるために、解析対象 104 地点のうちデータの関係から 4 地点を削除した 100 地点について、時間に対する z_1 スコアの回帰式 $y = ax + b$ (y : z_1 スコア, x : 1976 年 4 月からの月数, a : 回帰係数, b : 定数) を求め、回帰係数の有意性の検討を行った¹²⁾。年内測定回数が少なく、年度により異なっているため、水質変動の年内周期性については検討せず、回帰係数の有意性の検定には年内周期性を含めて残差として検定した。Fig. 6 に z_1 スコア

Table 4 Classification by Water Quality Index (z_1)

Class	z_1 score	BOD*(mg·l ⁻¹)	number of monitoring points
A	-2.81 ~ -1.03	≅ 2.0	43
B	-1.04 ~ 0.76	2.0 ~ 5.0	35
C	0.77 ~ 1.96	5.0 ~ 10.0	13
D	1.97 ~ 3.93	10.0 ≅	13

* Approximate values corresponding to each classes (A-D)

Fig. 5 Water Quality Map in 1982.

の 7 年間の地点別平均値とその地点の回帰係数の関係を Fig. 1 で群別した 6 地域に分けて示した。回帰係数の有意性（危険率 $\alpha = 0.05$ ）が認められた地点は 31 地点、このうち汚濁化（回帰係数が正で有意）14 地点（14%）、浄化（回帰係数が負で有意）17 地点（17%）であり、残り 69 地点（69%）では z_1 スコアの直線的経年変化は認められなかった。回帰係数の有意性が認められた地点のうち A, B に属する地点は z_1 スコアが対数変換の相関係数行列より作られているため BOD, COD 等の測定値での差はあまり大きくないものと考えられる。

Fig. 6 より、総合水質指標による河川水質の状況と経年変化を示すと以下のとおりである。

① 利根川及び流入河川：利根川の水質は A に属し、県内でも水質の良好な河川であり、上流から下流にかけてほとんど変化が認められず、経年的にも変化していない。流入河川の水質は A～C の範囲にあり、経年変化は認められない。

② 江戸川及び流入河川：江戸川の水質は A～B と比較的良好であるが、上流から下流にかけて汚濁の程度がやや増大する。経年的には、9 地点のうち 2 地

Fig. 6 Relationship between the average of z_1 score for seven years and the slope of regression equation for each monitoring point.

x-axis: z_1 score, y-axis: slope of regression equation

①—○: Tone River

□: Tributaries of Tone River

②—○: Edo River

□: Tributaries of Edo River

③—□: Rivers in the drainagebasin of Inba Lake

○: Rivers in the drainagebasin of Tega Lake

④—□: Rivers which flow into the northern part of Tokyo Bay

○: Rivers which flow into the southern part of Tokyo Bay

⑤—○: Rivers in the eastern part of Chiba Prefecture (Kuzukuri Beach)

⑥—○: Rivers in the southern part of Chiba Prefecture

The clothed circle and square with point number are statistically significant ($\alpha=0.05$).

A—B: classification by z_1 score

点において回帰係数が負で有意となり、正で有意となる地点はなく、江戸川本川では水質の経年的汚濁化は認められない。流入河川の水質はC～Dに属し、8地点のうち6地点がDであり、4地点においては経年的にも汚濁の進行が認められる。

③ 印旛沼・手賀沼流入河川：印旛沼流入河川水質はA～Cに分布するが（Dに属する地点No.39が解析対象外にある）、手賀沼流入河川はDが3/4を占めており、さらに半数の地点で経年的汚濁化が認められている。

④ 東京湾流入河川：東京湾北部（Fig. 1に示す地点No.105～108）の河川水質はDに属しているが、4地点のうち2地点に良好化傾向が認められている。地点No.104以南では1地点を除いてA～Bの範囲にあり、経年的にも良好化傾向にある河川が多い。

⑤ 県東部（九十九里）の河川：県東部の河川水質はA～Cに属し、経年的には19地点のうち汚濁化、良好化傾向を示したのは各1地点であり、安定した水質を示す河川が多いと言える。

⑥ 南房総の河川：南房総の河川水質はA～Cに属し、15地点中2地点のみがCに属するが、県内では水質の良好な地域である。しかし、経年的には4地点に汚濁化が認められている。

3.5 経年変化と流域人口密度の関係

総合水質指標による河川水質は東京都に隣接する県北西部で汚濁され、経年的にも汚濁化にある河川が多い。この地域の人口密度及びその増加率は高く、下水道普及率は0～24%¹³⁾程度と低い。特に、汚濁化にある河川（地点No.10, 12, 30, 31）の流域が集中している市（野田市、柏市、松戸市、流山市）における人口密

度(以後、夜間人口密度である)は1982年で1337~6386人/km²と高く、その増加率は1975年から1982年の7年間に1.20~1.35倍、公共下水道未利用者人口密度の増加率は1.12~1.35倍¹⁴⁾と増加傾向を示している。次に汚濁の高いのは東京湾北部流入河川(地点No.105~108)であり、この地域(千葉市、船橋市、習志野市)の公共下水道普及率は15~48%¹³⁾、人口密度は1982年で2820~6386人/km²と高いが、その増加率は7年間で0.82~1.15倍¹⁴⁾(習志野市で市域拡張による人口密度の減少を含んでいる)、公共下水道未利用者人口密度の増加は0.83~1.10倍¹³⁾と微増加にある。この地域の河川は4地点中2地点に浄化傾向が認められる。都市河川の汚濁負荷(BOD)の70~80%が生活系に由来する¹⁵⁾ことを考えると、これらの河川の汚濁状況は人口密度とその増加率及び下水道普及率に強く影響されていると推定される。

その他の地域における河川水質はA~Bに属する地点が多く、経年的には浄化、汚濁化河川が存在している。人口密度は一部地域を除き500人/km²以下と低く、下水道普及率も0に近く、両者とも経年変化はほとんど認められない^{13,14)}。従って、水質の経年変化の原因としては人口密度以外にあると考えられる。

総合水質指標と流域の人口密度との関連性について検討したが、今後水質管理に総合水質指標を用いるためには、水質に影響を与えるその他多くの因子との関連性について詳細な検討が必要とされる。

4. 結 論

1976~1982年度の公共用水域水質測定結果に主成分分析を適用して、総合水質指標を作成し、県内河川水質の地域的特徴とその経年変化について検討し、以下の結果を得た。

1) 6項目(DO, BOD, COD, SS, NH₄-N, PO₄-P)を用いた主成分分析により安定した総合水質指標を作成するために、主成分分析の前に各項目ごとに正規性の検定、データの変換、外れ値の検討、欠測性の補充を行った。結果、DO以外は対数変換とし、欠測値には単回帰推定値を代入した。

2) 項目間の相関係数は各年度、7年間全体ではほぼ同様な傾向を示しており、安定した経年的総合水質指標の作成が可能であると推定された。

3) 6項目の相関係数行列からなる主成分分析の結果、 z_1 軸は人為汚濁を主体とした水質の変動を評価する軸であり、 z_1 スコアを人為汚濁の程度を表わす総合水質指標とした。 z_2 スコアはSSに代表される水質のみかけのきれいさの程度を示した。

4) 総合水質指標で県内河川水質を評価すると、県北

西部の東京都隣接地域、東京湾北部流入河川に汚濁の程度の高い河川が多く存在している。その他の地域の河川水質は比較的良好であった。

5) 総合水質指標による経年変化は、解析対象100地点のうち、17地点で浄化、14地点で汚濁化が認められた。汚濁化が集中している地域は東京都隣接地域であり、この原因として流域の公共下水道未利用者人口密度の経年的増加が示唆された。

謝 辞

本解析を遂行するにあたり、コンピュータの利用に関し、国立公害研究所環境情報部情報調査室、電算機管理室の皆様にご協力を得ましたことを、心より感謝します。

(原稿受理 昭和61年9月1日)

引 用 文 献

- 1) 千葉県(1982) 手賀沼水質管理計画, 33pp.
- 2) 岡敬一, 吉見洋, 井口潔, 小森廣子(1983) 総合水質指標による神奈川県内河川水質の解析, 水質汚濁研究, 6, (6), 401-403.
- 3) 古武家善成(1983) 加古川水系の水質変動解析, 水質汚濁研究, 6, (6), 415-423.
- 4) 吉見洋(1985) 河川水質項目の階級化と総合化手法について, 用水と廃水, 27, (3), 21-25.
- 5) 結城多門(1985) 総合水質指標の利用からみた愛知県下の河川水質の変化, 用水と廃水, 27, (3), 27-32.
- 6) 広崎昭太, 諏訪隆之(1973) 河川・用水の水質汚濁と都市化の関係についての多変量解析, 数理科学, 3, 44-50.
- 7) 内藤正明, 西岡秀三(1984) 都市域及びその周辺の自然環境に係る環境指標の開発に関する研究 環境指標—その考え方と作成方法—, 国立公害研究所研究報告第74号, 3 pp.
- 8) 藤本千鶴, 宇野健一(1985) 公共用水域水質測定結果の整理・解析・評価(1) 千葉県水質保全研究所年報, 昭和58年度版, 119-128.
- 9) 藤本千鶴, 宇野健一(1985) 公共用水域水質測定結果の整理・解析・評価(2) 千葉県水質保全研究所年報, 昭和58年度版, 129-140.
- 10) 広崎昭太(1984) 多変量解析法の水質評価への応用, 工業用水, 319, 33-45.
- 11) 芳賀敏郎, 橋本茂司(1980) 回帰分析と主成分分析統計解析プログラム講座2, 218pp., 日科技連出版, 東京.
- 12) 奥野忠一等(1982) 応用統計ハンドブック98pp., 養賢堂, 東京.

- 13) 千葉県都市部(1983) 千葉県の都市づくり, 78pp.
- 14) 千葉県(1983) 千葉県統計年鑑 25pp.
- 15) 藤本千鶴, 川島信二等(1982) 汚濁負荷解析から捉えた河川の特徴, 公害と対策, 18, (12), 48-55.
- 16) 広崎昭太, 新藤純子, 芳賀敏郎(1986) 環境データ解析のための対話型データ解析プログラム CDA 利用マニュアル, 国立公害研究所研究資料第30号, 148pp.

千葉県内河川水質の総合水質指標による経年変化の評価

藤本 千鶴* 広崎 昭太**

* 千葉県水質保全研究所, ** 国立公害研究所

〈水質汚濁研究 Vol.9 No.11 (1986) pp.724~731〉

本報告では、千葉県内49河川、104地点の1976~1982年の測定結果を基に、6項目(DO, BOD, COD, $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-P}$, SS)を用いた主成分分析により、総合水質指標を導出し、県内河川水質について、地域的、経年的特徴を考察した。主成分分析を行う前に、外れ値の検討と欠測値の補充を行った。欠測値補充の前後で6項目による年次別相関係数行列は殆んど変化しなかった。6項目について、104地点7年間の全データの相関係数行列より主成分分析を行った結果、第1主成分は総合水質指標と判定された。この指標により県内河川水質を評価すると、地域的には県北西部の河川に汚濁の集中が見られた。経年的には、水質の浄化が認められた地点は17、悪化が認められた地点は14であり、69地点では変化が認められなかった。

粒子状媒体添加室内回分式処理装置による硝化液循環プロセスの実験

柏谷 衛* 出口 浩*

* 東京理科大学理工学部土木工学科

〈水質汚濁研究 Vol.9 No.11 (1986) pp.732~740〉

径0.2mmと径0.1mmガラスビーズ媒体および径0.2mm貝化石媒体を容積比10%で添加した回分式反応槽を硝化液循環プロセス(循環比3, 1サイクル240分)により120日間運転し、次の結果を得た。1)0.2mmガラスビーズ媒体は、反応槽で浮遊VSSが大部分を占め、付着VSSが $1\text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$ 以下であった。78日間に4回の汚泥引抜きを行ったが、流出VSSが $21\text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ を越えた。2)0.1mmガラスビーズ媒体では付着VSSが大部分を占め、槽内VSS $5\text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$ 以下では浮遊VSSが常に $1\text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$ を下回った。汚泥引抜きを80日間行わずに流出VSSを $13\text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ に維持することができた。3)貝化石媒体では浮遊VSSが大部分を占めたが、炭酸カルシウム溶脱後の微細粒子が微生物群の核となっていた。83日間に1回の汚泥引抜きで流出VSSが $10\text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ を維持した。