

(株) 日本水道コンサルタント 正員 酒井 彰
正員 高橋邦夫

1. はじめに

河川における水質環境を評価するとき、河川に生息する生物を含めた環境を構成する種々の要素に対する影響を考慮することは不可欠である。筆者らはこうした立場から既報において理化学指標と生物学的指標の関連を経合的に把握することを目的に、生物学的な水質階級に対する理化学指標の分類・整理という形で考察した。しかし既報においては、1) 理化学指標と生物学的な水質階級の並列的対比に終っていること、2) 流速、底質、感度度といった定性的特性の扱いが不十分であること、3) 河川水質管理への方向性が明確化されていないなどの問題点を残している。

冒頭の立場を具体化するためには、制御性のある河川の汚濁度指標の構築を目的として河川水質環境を検討する必要がある。本報は、その第一段階として、生物学的調査結果、周辺環境、感度度等の定性的特性を数量化理論により分析した結果に基づき考察したものである。ここでは、生物学的な水質階級を汚濁度を表す外的基準として扱う、河川環境を表現する情報として図-1に示した4つの要因を有機的に結合させる方向で、考えられるいくつかの総合汚濁度指標の抽出を行った。さらに抽出した指標の内部構造の把握、汚濁度指標に対する関連要因による構造分析、汚濁度指標間の相関分析を通して総合指標相互の特性の整理を行い、これらをもとに河川汚濁制御への方向付けを提示する。総合汚濁度指標の抽出ならびに考察のフローを図-2に示す。

本報の構成は、2で分析対象資料の概要を述べ、3において総合汚濁度指標の抽出とその考察を行う。4で抽出した指標を河川汚濁度制御へ生かすための方向付けを提示し、5では結果を総括し今後の課題について整理する。

2. 分析対象資料について

分析に使用した資料は、X県内の河川水質調査結果に基づいており、サンプル数は67地点である。分析に用いた理化学指標、生物種、周辺物理状況、感度度およびこれらのカテゴリー分類を表-1に示す。生物種の選定は主に出現頻度によってあり、DO、BOD、SSのカテゴリー分類は環境基準類形に基づいた。またKolkwitz-Murssonの体系に基づく生物学的な水質階級は、富栄養性(05)、β-

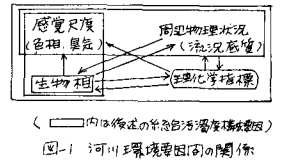


図-1 河川環境要因間の関係

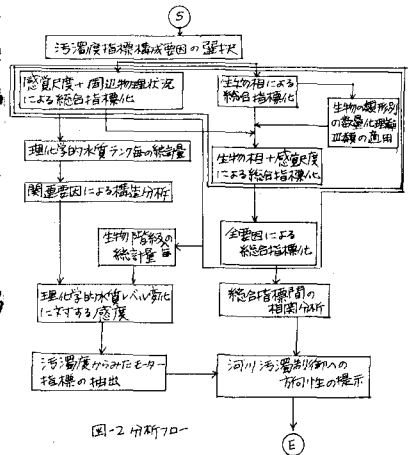


図-2 分析フロー

表-1 データの概要

種別	種	出現頻度	種	出現頻度
水生動物	Zungula sp.	3	Vandana sp.	2
	Sphaerulus sp.	3	ミズミズ	2
	シロ	2	ミズミズ	2
	シロ	2	ミズミズ	2
	シロ	2	ミズミズ	2
	シロ	2	ミズミズ	2
	シロ	2	ミズミズ	2
	シロ	2	ミズミズ	2
	シロ	2	ミズミズ	2
	シロ	2	ミズミズ	2
水生植物	Oscillatoria sp.	2	Boetia sp.	2
	Diatoma sp.	2	Eimeria sp.	3
	Gamphosoma sp.	2	Eidolonurus sp.	3
	Melosira sp.	2	ヒメシロ	2
	Gymnodium sp.	2	ヒメシロ	2
	Nannochloris sp.	2	ヒメシロ	2
	Potamogeton sp.	2	ヒメシロ	2
	Ulothrix sp.	2	ヒメシロ	2
	Stigeoclonium sp.	2	ヒメシロ	2
	Cylindrocapsa conferta	2	ヒメシロ	2

項目	カテゴリー	値	項目	カテゴリー	値	項目	カテゴリー	値	項目	カテゴリー	値
流速	1	10-20	臭気	1	10-20	DO	1	7.5	SS	1	75
	2	20-30		2	20-30		2	5.0-7.5		2	75-150
	3	30-40		3	30-40		3	5.0		3	150-200
	4	40-50		4	40-50		4	2.0		4	225
底質	1	10-20	臭気	1	10-20	BOD	1	10-20	CO ₂	1	20
	2	20-30		2	20-30		2	20-30		2	20-40
	3	30-40		3	30-40		3	30-40		3	40-60
	4	40-50		4	40-50		4	30-40		4	60-80
色相	1	10-20	臭気	1	10-20	SS	1	25	CO ₂	1	20
	2	20-30		2	20-30		2	25-50		2	20-40
	3	30-40		3	30-40		3	50-100		3	40-60
	4	40-50		4	40-50		4	70-100		4	60-80

中庸水性(β -m), α -中庸水性(α -m), 強腐水性(p)であり、分析対象67地点の内訳は、それぞれ21, 17, 17, 12地点である。

3. 総合汚濁度指標の抽出と考察

3-1. 汚濁度指標について

河川環境を評価しようとするとき、その目的により、環境要素に対する認識が異なり、それに従って評価対象となる要因の構成にも違いが生じてくるものと考えられる。しかし現状では理用目的の多様性については、十分に考慮することなしに、水域の汚濁度進行を議論しているケースが多い。しかも理化指標あるいは生物学的調査に基づく一面的評価にとどまっている場合が多い。

本報のようにいくつかの要因を総合化してひとつの評価尺度を求めようとする場合に、その目的を明確化することが必要である。ここでは清流とよばれる水質環境とは如何なるものであるのか、その定量化を意識して要因の選択を行っている。本章では数値化理論Ⅲ類を用い先述の諸要因の中からいくつかの特性(アイテム)をとりあげ汚濁度を表現する軸の抽出によって総合汚濁度指標

表-2 分析ケース

指標	アイテム	目的	数値化理論Ⅲ類の問題点
I	周辺物理状況・感覚	人間の感覚で得られる指標の抽出	理化指標、生物学的
II	生物種	存在する生物種別得る指標の抽出	理化指標、周辺物理状況
III	生物種+感覚尺度	人間の認識に近い要因で構成する指標の抽出	同上
IV	全要因	個々の要因の寄与の大きさを平均	—

作成を行っている。分析ケース、個々のケースの目的を表-2にまとめる。

3-2 総合汚濁度指標の算出

表-2に示した4ケースの分析結果として表-3

表-3 各総合汚濁度指標に寄与の大きい項目

指標	汚濁方向				清浄方向			
	周辺物理状況	感覚尺度	周辺物理状況	感覚尺度	周辺物理状況	感覚尺度	周辺物理状況	感覚尺度
I	フコウチ青、浮水胞有、中流有	下水臭、し尿臭、カッ色	瀬、フナ、し尿有、泥濁	無色、水草集、透明度4				
II	微生生物	藻類	肉眼生物	微生生物	藻類	肉眼生物		
	鞭毛虫類、藍藻類	Oscillatoria sp.	トミミズ		Diatoma sp.	イブシヤミドリケラ		
	Zoogloea sp. 緑藻類				Pithopora Oedogonia	Hydrocolea sp.		
III	微生生物	藻類	肉眼生物	感覚	微生生物	藻類	肉眼生物	感覚
	鞭毛虫類、藍藻類	Oscillatoria sp.	トミミズ	し尿臭、下水臭	Diatoma sp.	イブシヤミドリケラ		無色
	Zoogloea sp. 緑藻類	Mercuria sp.			Gomphonema sp.	Eperurus sp.		無臭
IV	理化指標	生物	周辺状況、感覚	理化指標	生物	周辺状況、感覚		
	COD-7, BOD-7, DO-3, 4, SS-4	鞭毛虫類、トミミズ	し尿臭、下水臭	全硬度-1, EC-1, COD-1	ヒナガカワヒドリケラ			
					Eperurus sp.			

にカテゴリー数量の大きなもの(その軸に対して寄与の大きいカテゴリー)を示し、

図-3に生物学的な水質階級ごとのサンプル数量の分布を示す。以下各総合汚濁度指標の構造の概略を述べる。

I... 周辺物理状況のみからなる、セキとコンクリートおよび汚水の流入荷が汚濁方向を代表しており、瀬とし尿が清浄方向を代表している。この分析

では、瀬とし尿の違いは明確に得られていないが、これは瀬とし尿が分割可能な水域では汚濁のすすんでいないことを示すものであろう。感覚尺度としては、汚濁方向にカテゴリー数量の大きなものは、下水臭、し尿臭、カッ色である。

II... その存在を示すカテゴリー数量が汚濁方向に大なる生物種は、汚濁性種、清浄方向に大なる生物種は非汚濁性種とみなすことができる。表-3の結果は津田による汚水生物系列とよく一致している⁽⁴⁾。この他の種については、中庸水性域に生息する種があるかの判断は、汚濁度を表す軸以外の軸について検討する必要がある。

ここでは、寄与率の大きな軸を並び、各カテゴリーの原点からの距離(近い程ありふれたカテゴリーとみなせる)が小さいことから *Ulothrix*, *ミズムシ*, *Stigeoclonium* sp., *Cymbella* sp. などがあげられる。

III... 生物種については、IIと同様な結果であり、清浄方向には水生昆虫類の存在、汚濁方向では *Zoogloea* sp. および原生動物の存在の寄与が大きい。感覚尺度では、無色無臭とし尿臭、下水臭の指標Ⅲへの寄与が大きい。

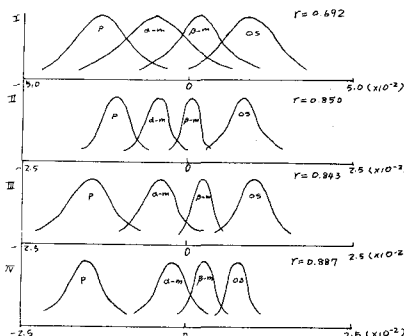


図-3 生物学的な水質階級ごとのサンプル数量の分布 (f: 軸の標準偏差を1とした場合の値を示す)

IV…清浄方向は、全硬度、電気伝導度、COD、DOが各レベルにあること、ヒゲナボカワトビケラ、Eponso sp.の存在で示され、汚濁方向は、有機性汚濁を示す理化学指標が高レベルにあること、低溶存酸素レベル、輻毛虫類、イトミミズ等の汚濁性指標生物、し尿臭、下水臭などが大きく寄与するカテゴリである。図-1にあげた要因のなかでは、理化学的水質レベル、指標生物種の存在による寄与が大きい指標である。図-3から生物種をアイテムとして含んだ場合には、サンプル数量と生物学的的水質階級の相関係数は非常に高くなる。しかし指標Iにおいてもその各水質階級内の分散は大きい、ほぼ水質階級と対応付けられており、指標I〜IVは、構成要因が異なるにもかかわらず、汚濁度という観点からは関連のあるものと解釈され、図-1に示した要因間の相互関連、影響度は大きいと考えられる。この点については、以下の節で検討を加える。

3-3 生物学的調査結果の分析

表4 生物種類別の数量化理論Ⅲ類結果

	汚濁方向にカテゴリ数量の大きい生物種	清浄方向	生物階級の総数量		生物階級の相関係数
			平均	標準偏差	
微生物	輻毛虫類、全虫類、菌類、Zoogloea sp.	比較的汚濁方向への寄与の少ない種として Syntaxis sp. 緑藻類	0.5 - 2.06 0-m - 1.32 0-m 0.45	0.77 2.33 3.49	0.778
藻類	Cylindrocapsa (Lentata) Gymnodium sp.	Stigeoclonium sp. Vachneria sp.	0.5 - 0.36 0-m - 0.08 0-m - 0.18	1.9 1.7 1.5	0.177
肉眼生物	イトミミズ、ヒル	ヒゲナボカワ、アサナガワ、Boreo sp. Ephemera sp.	0.5 - 1.46 0-m - 0.28 0-m 0.8	1.9 0.8 0.34	0.677
			0-m 1.0	0.16	

指標Ⅱ、Ⅲ、Ⅳの構成を検討した結果、Zoogloea sp. および輻毛虫類、全虫類などの原生動物、イトミミズなどの存在は、指標の汚濁方向への寄与が大きく、トビケラ、カゲロウ等の水生昆虫類は指標構成の中で清浄方向への寄与が大きい。ここでは、細菌類、菌類、原生動物、線虫類を微生物、藍藻類、珪藻類、緑藻類から成る藻類および、水生昆虫類、甲殻類、ヒル類、貝類、嚙形動物を肉眼生物と類型分割し、それぞれに数量化Ⅲ類を適用した。結果を表-4に示す。さらに関連する理化学指標および物理状況との関連を検討するために、微生物と肉眼生物について数量化理論Ⅲ類を適用した。この際の基準は、数量化理論Ⅲ類結果におけるサンプル数量であり、アイテムは、理化学指標、流速、底質である。各アイテムのカテゴリ-数量のレンジを図-4に示す。

微生物については、汚濁度を示す軸においてここであげたすべての生物種の存在が汚濁方向に寄与する。そのためにOSにおける標準偏差は小さい。藻類については、指標Ⅱ、Ⅲの構成においてOscillatoria sp.が汚濁性Diatoma sp.が非汚濁性を比較的示す種としてあげられたが、ここでの分析では、明確に汚濁と関連する軸はみだせていない。このことは1)分析の性格に存在すると反応するサンプル数が極端に少ない生物種は選択しにくいことにより、表-1に示すようなアイテム構成を行ったために、汚濁性を異にする生物種を同一のアイテムで扱ったこと、2)汚濁度応答種であるにもかかわらず、ここでのサンプル数に存在する地点の少ない種があったことなど分析手法に起因する理由が考えられる。また、ある藻類種出現の条件

は水温日照条件、流速、底質、その地点の生物構成、含有微量元素の種類など、非常に複雑であることも汚濁の軸を抽出できない理由であろう。しかし前節での分析では、藻類以外の生物種の感覚尺度から汚濁度を示す軸が決り、その軸上で類似のカテゴリ-が求められるので、汚濁性種、非汚濁性種をあげることであった。

肉眼生物については汚濁度と関連する軸を見出し得る。ここで選んだ生物種は水生昆虫類が多いため、それぞれの種が様々なカテゴリ-数量をもつために貧乏水性域でのサンプル数量の分散が小さくなる。

次に、図-4から微生物については、BOD、COD、SSなど有機性汚濁指標、それと関連の大きい指標により、数量化理論Ⅲ類で求められたサンプル数量が説明されている。肉眼生物では、全硬度、電気伝導度との関連が大きいと同時に流速による影響が大きいことがわかる。これは、肉眼生物相が流速に支配される部分の大きいことを示すもので注目される結果である。底質については、Lキの有無が比較的大きく影響している。重相関係数は微生物についてはかなり高く、微生物相と有機性汚濁の程度の関連性が強いものと理解できる。生物種類別に分析を行った結果、それぞれの類形が説明力をもつ水質階級が明らかになると同時に関連の強い理化学指標

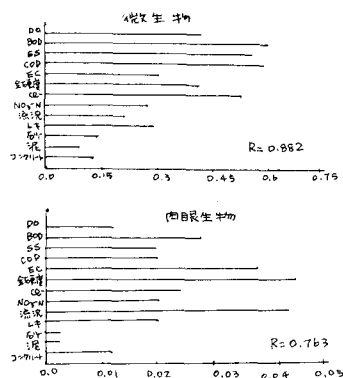


図-4 各アイテムのカテゴリ-数量レンジ

物理的要因をあげることができた。

ろー4 汚濁度指標の関連要因による分析

総合汚濁度指標Ⅰ, Ⅱ, Ⅲを外的基準とする数量化理論Ⅰ類の分析結果として、各アイテムのカテゴリー数値のレンジを表-5に示す。

Ⅰは理化学指標を説明変数とした場合の重相関係数が0.941、決定係数は0.840であり、指標Ⅰの変動の84%がここであげた理化学指標で説明される。

一方、生物種を説明変数群とした分析では、決定係数0.560である。このことは感覚尺度と周辺物理状況で構成される指標Ⅰが、理化学指標、特に有機性汚濁指標との関連性が強いことを示すものである。

一方、生物種の有無を内部構造に含む指標Ⅱ, Ⅲについては、全硬度、電気伝導度、流況のカテゴリー数値レンジが広く、肉眼生物の分析と同様な傾向を示す。このことは、主に生物種構成のさい、水生昆虫類が多く含まれていることに起因している。

図-5, 6に指標Ⅰ, Ⅱ, Ⅲを外的基準とした数量化理論Ⅰ類分析結果におけるBODと全硬度の各カテゴリー数値のヒストグラム、および指標Ⅰ, Ⅱ, ⅢのBOD、全硬度ラング毎の分布を示す。これらの図から指標Ⅰは、BODランクが4から6になるときに、急激に減りしている。従って、BOD5mg/lから10mg/lにかけて有機汚濁指標単位の指標Ⅰに対する寄与の大きいことがわかる。このことは、指標Ⅰの構成において寄与の大きい下水臭、し尿臭と有機汚濁指標とが関連が深いものと解釈される。

指標ⅡおよびⅢにおいて全硬度の変化に対しては、全硬度の変化に対しては全硬度レベルのどの領域においても変化率に大きな差はみられない。BODランク毎の分布から指標Ⅱでは7ランクまでは、平均値が近く分散が大きいのに明確な傾向が把握にくい。指標Ⅲでは、ほぼランク1~4のグループ、ランク5, 6のグループと7ランクに分けられ、指標の値は漸次低下している。したがって、指標ⅢのBOD変化に対する傾向は指標Ⅰとほぼ同様であり、飽和曲線的な挙動を示す。指標ⅡとⅢにおける差異は、指標Ⅱにおいて、有機汚濁と関連が深いと考えられる下水臭、し尿臭を含むために現れたものとみられる。指標Ⅱ, ⅢではBODランクが7から6になるときの変化率は大きく、この間に生物相にも著しい差がみられるものと考えられる。

ろー5 汚濁度指標間の相関分析

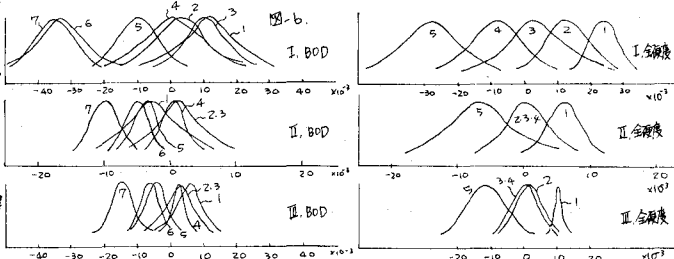
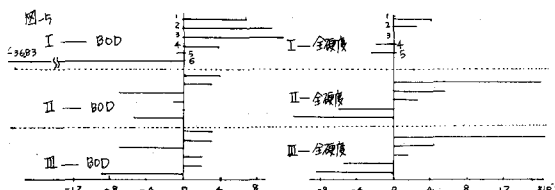
ここまでの分析は総合汚濁度指標の内部構造、その変動に寄与する因子について把握することができた。ここでは、抽出した総合指標間の関係を把握するために、指標Ⅰ~Ⅳおよび、微生物、肉眼生物の数量化理論Ⅰ類分析における汚濁と関連する軸上の各サンプルの数値間の相関分析を行った結果を表-6に示し、指標Ⅳと指標Ⅰ, Ⅱ, Ⅲのプロット図を図-7に示す。

表-7およびこれまでの分析から、分析対象にしている要因間の関連の大きさ、またその関連に寄与している個々の項目についてまとめたのが図-8である。

表5

(x10-3)

指標	項目	相関係数	理化指標								周辺物理状況						
			DO	BOD	SS	COD	EC	全硬度	CO ₂	NO ₃ -N	流速	水位	石	砂	泥	その他	
Ⅰ	理化指標	0.916	1913	4234	428	2644	2553	645	1809	1009							
	水質	0.840	0.681	0.616	0.511	0.763	0.564	0.556	0.503	0.342							
Ⅱ	理化指標	0.870	1137	1227	1715	1573	2178	2668	1711	1072	1906	1217	249	87	119		
	周辺物理状況	0.756	0.504	0.562	0.640	0.576	0.390	0.446	0.449	0.319							
Ⅲ	同上	0.858	693	1118	1368	1286	1943	2514	1317	1001	2049	1200	169	125	295		
	同上	0.736	0.434	0.499		0.533		0.158									
Ⅳ	生物種	0.748															
	生物種	0.560															
			Dihydroxybutyrate		Hydrophobicity		Isomaltose		Sphaerolilus sp		Epimastella sp		Zoogloea sp				
			2461		2170		2113		1749		1640		1418				



	I	II	III	IV	微生物	肉眼生物
I	1.000	0.536	0.601	0.822	0.534	0.323
II		1.000	0.960	0.780	0.801	0.831
III			1.000	0.834	0.867	0.734
IV				1.000	0.995	0.488
微生物					1.000	0.386
肉眼生物						1.000

図-7からすべての要因を統合化した指標Ⅳと生物相から構成されている指標Ⅱ、Ⅲとを比較すると、清浄方向で、直線回帰式からずれる点が見られる。これは指標Ⅱ、Ⅲが非汚濁性の水生昆虫を多く含むというアイテム構成に起因すると考えられる。

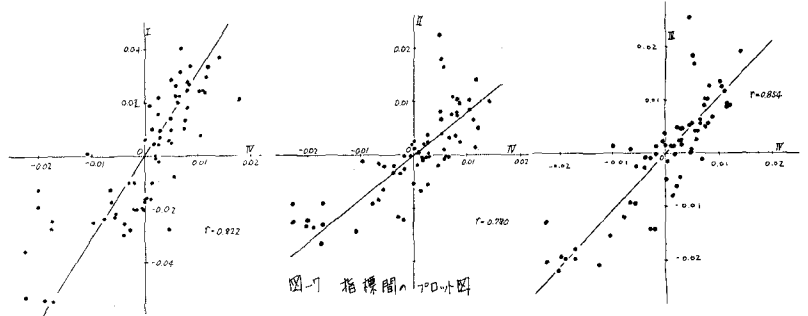


図-7 指標間 $r=0.444$

指標ⅠとⅣを比較すると直線回帰式からのばらつきは、指標Ⅳのいずれの部分にあってもみられるが、傾向はほぼ同様である。人間の感覚のみで得られた定性的データにより構成されている指標Ⅰは、全要因から得られた指標Ⅳと同傾向にあることは注目すべき点である。

指標Ⅰ～Ⅳの特性をまとめ、およびこれらの内部構成において寄与の大きな因子、数量化理論分類分析結果から得た関連の大きな因子という観点でモニター指標として有効な因子の整理を行、た。表-7である。

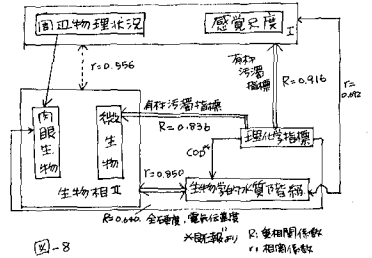


図-8

4. 総合汚濁度指標の河川制御への適用

4-1 河川水質管理のための有効な指標の検討

前章において、総合汚濁度指標の作成を試み、これらの内部構造、相関性、モニター項目の整理等を行、た。その結果総括的に4種の総合汚濁度指標が汚濁の程度という意味において相関性を有している

表-7

指標	内部構造	モニター指標	総合汚濁度指標との関係	その他
I	臭気指数 (コマン・レキ) 流況 (瀬、セキ)	BOD COD-Mn	非汚濁域→汚濁域へ急変を示す傾向がある	指標Ⅳと相関性
II	水生昆虫 水生動物 Ecoquala AISEZ	全硬度 電気伝導率	1~6ランクでは急激なみちが、ラインを定めた	流況との関係大
III	水生昆虫 水生動物 AISEZ 臭気	全硬度 電気伝導率	I と II (傾向)	"
IV	有機性汚濁指標、水生昆虫 臭気 浮遊虫類 全硬度 AISEZ	有機汚濁指標	各カテゴリー数量より指標Ⅱと相関性	"

ことが明らかとなった。さらにこれら4指標のうち感覚尺度のみによる指標Ⅰと全要因から構成した指標Ⅳとの類似性が大きいこと、また指標ⅡとⅢがほぼ同じ傾向をもつことが知られた。

本章では得られた総合汚濁度指標をこれまでの結果をもとに制御性のあるものという観点から検討を加え、さらに本報で構成した総合汚濁度指標に基づく河川汚濁制御への可能性について述べる。

環境評価を目的として有効な指標を作成するにあたり、これらの制御性を有する指標であるためには、次の条件が必要と考えられる。

- 1) 計測が容易であり、指標の内部構成が理解しやすいものであること。
- 2) 目的レベルに対し定量的因果関係が把握しやすいものであること。

前章で算出した指標について上記の観点で検討すると、Ⅳのような形での総合化は、とくに1)の点で問題があるが、構成要因の選択のための分析という意味からは有効と考えられる。

指標Ⅰのように我々の感覚で得られる要因のみによつて指標を構成することは、とくに親しみのある河川水質を高めるという立場からは理解しやすく、しかも指標Ⅳと相関性が強いこと、理化学指標との関連が大きいことは重要である。今後アンケート調査結果にもとづき分析に発展させるという形で徹底させることが可能であり、アイテム構成、カテゴリー分割の検討を十分に行い、生物指標、理化学指標を含めた水質因子との定量的関連を把握し、制御指標として有効となろう。

また生物相を構成要因とする指標Ⅱは、理化学指標との関連が、全硬度、電気伝導率等の参考イオン性指標との関連で説明され、また指標Ⅰとの相関はあまりみられない。このことは、指標Ⅱが河川環境を指標ⅠやⅣとは別の面から表現するものと理解される。したがって種々選択した大型植物、魚類の導入などにより感覚尺度との関連の強い指標作成を行うことも検討される価値があると思われる。

指標Ⅱは指標Ⅰの傾向に近いが、有機性汚濁指標との関連においてはⅠと同様の傾向も有する。したがって河川環境の異なる見方を統合したものと解釈しうるが、統一的观点は持ちあわせていないと考えられる。

4-2 河川汚濁制御と総合汚濁度指標の限界利用

河川環境の制御目的は、種々の利水目的（取水、維持水、余暇水等）と併比の中で設定されるものであるが、これらの空間的、時間的な配置を考慮すれば、周辺あるいは後背の社会的条件にまで言及せざるを得ず、極めて複雑なものとなる本節では、先に試行錯誤的に求めた総合汚濁度指標と利水目的の結合をはかるために、利水目的を制約条件とした場合の河川汚濁制御への方向付けを試みる。ここでは前述の指標Ⅰをとりあげそれに対する制御変数として、汚濁性とのつながり比較の扼えやすいBODを対象として考察した。3-4で述べたように、指標Ⅰは、BOD 5mg/l以下ではほぼ同一の値をとり、5~10mg/lの領域での変化率は大きくなる。したがって清浄な領域および汚濁のすすんだ領域の過渡領域でBODの変化に対する感度は大きいと言える。こうして有機性汚濁指標に対する総合汚濁度の対応を明らかにしたうえで、水質汚濁度の限界利用を以下のように考える。（図-9）すなわち指標ⅠとBODの関係を飽和曲線タイプとみなし

$$d^2z/dx = d_0 z (z_{max} - z) \quad (1)$$

$$dc/dx = d_0' x^{-\beta} \quad (2)$$

$$d^2z/dc = d_0 z (z_{max} - z) / d_0' x^{-\beta} \quad (3)$$

ここで d_0/d_0' : 総合汚濁度指標の限界利用, z : 総合汚濁度指標

C : 環境整備費用, $d_0, d_0', \beta, z_{max}$ は定数

$d^2z/dc \leq 0$ であれば整備効果は小さく、 $d^2z/dc > 0$ であれば整備効果有と判断し得る。指標Ⅰを汚濁度を表す尺度とすれば、BODレベルを10mg/lから5mg/lとるように環境整備費用をかける場合に、限界利用は高くなると考えられる。

5. おわりに

河川環境を構成する要因のなかにいくつか選択しそれらを有機的に結合させる方向で総合汚濁度指標の作成を試み、これを河川汚濁制御に結びつける方向付けを提示した。得られた結果を総括すると

- 1) 本報で算出した4種の総合汚濁度指標は、その構成を異にするにも関わらず、汚濁度という尺度からは、高い相関性を示した。このことは、河川環境を構成する要因間には強い関連性のあるためと解釈される。また有機汚濁指標の変動に対し、指標Ⅰ、Ⅱは飽和曲線型の挙動を示すことがわかった。
- 2) 総合汚濁度指標の内部構造、関連要因による構造分析、汚濁度指標間の相関性の検討から、図-8に示すように河川環境を構成する要因間の関連の大きさ、およびその関連に寄与している項目について明らかにした。
- 3) 数量化理論を適用することにより、感覚尺度、周辺物理状況、指標生物種の有無等の定性的特性間の関連ならびに理化学指標との対応について定量的に把握することができた。これは既報において行った主観的数値を与えたことと比較すると、各カテゴリー間の近似性についても把握することが可能になった。
- 4) 生物データの扱いについても、数量化理論Ⅲ類における汚濁を示す軸上において、ほぼ汚濁性種、非汚濁性種の分類が可能であった。このことは今後生物学的調査結果の数量化においてひとつの方向を示すものと考えられる。

以上はひとつのデータ群の中からの分析であり、今後は他流域に適用するなど十分な検証を必要としていることは、言うまでもないが、手法に関してもアイテム構成カテゴリー分割などについて検討の余地が残されている。また4で提示した方向については、ケーススタディを行うことが、当面の課題である。最後に本報作成にあたり有益な助言をいただいた本社加藤善盛、白羽良一、小池弘の各位に謝意を表すものである。

参考文献 (1) 高橋他「河川における水質評価と生物学的指標と理化学指標の関連性について（土木学会第31回年講）」(2) 高橋他「河川における水質環境の評価に関する研究（河川衛生工学研究討論会）」(3) 八景水質汚染系統調査報告書（昭和47年）(4) 津田「淡水生物学（北隆館、1964）」など

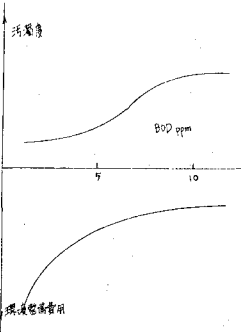


図-9