

2 公共用水域の底質調査結果

井手 敬夫，吉牟田博子，馬場小百合

1 はじめに

公共用水域の環境保全を図るうえで、その水質とともに底質の把握が重要であると言われており、特に重金属類についてはその水質からは殆ど検出されず、水質の測定のみでは公共用水域の汚濁状況が十分に把握出来ないことから各都道府県において、それぞれ底質の調査が実施されている。

本県でも、昭和52年度から毎年度、調査地点・調査項目等を定め、公共用水域の底質調査を実施し、「環境保全の現況」等でこの調査結果を公表してきた。

今回、これらのデータについてとりまとめを行い、全国レベルとの比較、測定値の変動、経年変化等について検討を行ったのでこの結果を報告する。

2 調査の実施状況

昭和52年度から昭和62年度までの佐賀県における調査の実施状況は表1のとおりであった。

表1 公共用水域底質の測定検体数

調査年度	河川	海域	計	備考
昭和52年度	10 (140)	—	10 (140)	10地点
“ 53 “	10 (130)	—	10 (130)	10地点
“ 54～62 “	90 (1,350)	149 (1,100)	239 (2,450)	河川 17地点 海域 33地点
合計	110 (1,620)	149 (1,100)	259 (2,720)	

() 内は延測定項目数

昭和62年度までの延測定検体数は259検体・延2,720項目にのぼっている。

しかし、昭和52・53年度については、データが内容的に統一されていないため今回の検討の対象としなかった。

また、昭和54年度以降の各調査地点毎のデータは既に公表しており、その調査の概要を表2、3に示した。

河川の調査状況については、県内5水域に区分し主要な11河川・17地点について90検体・延1,350項目の測定を実施している。

同様に、海域についても、県内3海域33地点で延149検体・延1,100項目について測定を実施している。

なお、測定項目についてはガドミウム、総クロム、鉛、ヒ素、総水銀、PCB、亜鉛、銅、COD、T-N、T-P、強熱減量、水分の13項目について分析を実施している。

表2 河川底質の調査状況（昭和54年度～昭和62年度）

水系名	河川名	測定地点名	延測定検体数	延測定項目数	備考
筑後川	筑後川	六五郎橋	8	120	
	"	諸富橋	9	135	
	宝満川	新浜橋	1	15	
	佐賀江	枝吉樋門	1	15	
小計	3	4	19	285	
嘉瀬川	嘉瀬川	久保田橋	5	75	
	"	徳万堰	5	75	
	本庄江	本庄橋	8	120	
	八田江	中島橋(立野橋)	8	120	
小計	3	4	26	390	
六角川	六角川	住の江	8	120	
	"	河口堰	1	15	
小計	1	2	9	135	
松浦川	松浦川	舞鶴橋	8	120	
	"	久里橋	1	15	
小計	1	2	9	135	
有田,伊万里川	伊万里川	又川井堰	9	135	
	"	岩栗橋上井堰	1	15	
	有田川	相生橋	8	120	
小計	2	3	18	270	
塩田川	塩田川	百貫橋	8	120	
	"	塩田井堰	1	15	
小計	1	2	9	135	
合計	11	17	90	1,350	

表3 海域底質の調査状況（昭和55年度～昭和62年度）

水域名	測定地点	測定検体数	延測定項目数	備考
有明海	A-1	9	68	
	A-2	9	68	
	B-1	9	68	
	B-2	9	68	
	B-3	9	68	
	B-4	9	68	
	B-5	9	68	
	6 C	9	68	
小計	8	72	544	
唐津湾	唐津湾東	8	64	
	唐津湾西	8	64	
	水産加工センター左岸	8	64	
	水産加工センター右岸	8	64	
小計	4	32	256	
伊万里湾	有田川伊万里川合流点	7	56	
	木須楠久中間点	7	56	
	久原貯木場	7	56	
	福田, 浦ノ崎中間点	6	48	
	名村北	2	16	
	造船所周辺15地点	15	60	
	築港入口	1	8	
小計	21	45	300	
合計	33	149	1,100	

3 調査結果と考察

測定データを項目別にとりまとめた結果は次のとおりであった。

(1) 河川の底質

昭和54年度から昭和62年度までの各項目別の測定値について見ると表4のとおりであった。

カドミウムについては、 $0.01 \mu g/g$ 乾 $\sim 0.71 \mu g/g$ 乾で平均 $0.30 \mu g/g$ 乾であり、全国値（昭和61年度環境庁委託業務報告書「底質データベース解析報告書」中測定データ統計量の中央値、以下「全国値」と言う。）とはほぼ同様であり、クラーク数より若干低い値となっている。

鉛についてもほぼ全国値・クラーク数と同レベルの $0.5\mu g/g$ 乾 $\sim 30\mu g/g$ 乾で平均 $13.5\mu g/g$ 乾であった。

ヒ素についても全国値とほぼ同レベルの $0.8\mu g/g$ 乾 $\sim 6.8\mu g/g$ 乾平均 $4.2\mu g/g$ 乾であった。

総クロムについては、クラーク数のほぼ4分の1程度の $11.9\mu g/g$ 乾 $\sim 88.8\mu g/g$ 乾平均 $55.8\mu g/g$ 乾であったが全国値より若干高い数値を示している。

総水銀は $0.02\mu g/g$ 乾 $\sim 0.52\mu g/g$ 乾で平均 $0.18\mu g/g$ 乾であり、全国値より1.5倍高い値を示している。

PCBは平均値 $0.12\mu g/g$ 乾で全国値の2倍と高い数値を示しているが、これは17測定地点のうち1地点が平均値の約9倍の数値を示しており、中央値は $0.03\mu g/g$ 乾であり逆に全国レベルより低いと思われる。

亜鉛については、 $13\mu g/g$ 乾 $\sim 169\mu g/g$ 乾、平均値 $75.1\mu g/g$ 乾で全国値より低く、クラーク数より高い。

銅については、 $3.2\mu g/g$ 乾 $\sim 26.2\mu g/g$ 乾、平均 $15.8\mu g/g$ 乾で全国値より低く、クラーク数の6分の1程度であった。

COD・T-N・T-P・強熱減量・水分については1.2倍から約2倍ほど全国値より高い数値を示しており、採取された底質が全国のものよりより微細な有機物を多く含んだものであったと思われる。

このようにカドミウム・鉛・ヒ素については殆ど全国レベルであるが、総クロムについては全国レベルより若干高く、総水銀・PCBはやや高い値を示している。

また、亜鉛や銅については全国値よりやや低い値を示している。

(2) 海域の底質

昭和55年度からの各測定データの平均値等を表5に示した。

総水銀については $0.04\mu g/g$ 乾 $\sim 0.23\mu g/g$ 乾、平均 $0.14\mu g/g$ 乾で全国値・クラーク数の0.7倍と低い値を示しているが、有明海ではほぼ全国値に近い値 $0.12\mu g/g$ 乾 $\sim 0.23\mu g/g$ 乾を示し、一方唐津湾・伊万里湾では $0.04\mu g/g$ 乾 $\sim 0.16\mu g/g$ 乾の低い値を示し海域による違いが大きかった。

カドミウムについても、不検出から $0.88\mu g/g$ 乾、平均 $0.33\mu g/g$ 乾であり、全国値・クラーク数より低い値を示しているが、有明海では $0.34\mu g/g$ 乾 $\sim 0.88\mu g/g$ 乾、平均 $0.66\mu g/g$ 乾と高い値を示し、一方唐津湾・伊万里湾では不検出から $0.17\mu g$ を示し、総水銀同様海域による違いが大きかった。

PCBについては全国値をかなり下回っており、最大値 $0.09\mu g/g$ 乾でも全国値を超えていない。

総合窒素・総リン・強い熱減量及び水分は全国値より高い値を示し、採取した底質が全国の底質より微細なものであったと思われる。

(3) 測定値の変動

底質は試料の採取地点・時期等の採取方法・粒度等の地質，あるいは水質汚濁状況の変化等の影響を受け易く，その測定データはかなりのバラツキがある。表4・表5で示したとおり，水分・総クロムの変動は小さく，PCB・カドミウムの変動は大きい。

そこで，測定地点毎に変動計数を算出しその平均値を求めた結果と，測定地点毎に算出された平均値の変動係数を求めた結果を比較検討することにした。（表6）

表4 河川底質中の各種成分の平均値等

n=17地点（単位：％以外は $\mu g/g$ 乾）

	Cd	Pb	As	T-Cr	T-Hg	PCB	Zn	Cu
平均値	0.30	13.5	4.2	55.8	0.18	0.12	75.1	15.8
標準偏差	0.26	8.1	1.7	19.8	0.11	0.25	47.4	8.3
変動係数	86 %	60 %	40 %	35 %	61 %	208 %	63 %	52 %
範囲	0.01 ～ 0.71	0.5 ～ 30	0.8 ～ 6.8	11.9 ～ 88.8	0.02 ～ 0.52	0 ～ 1.05	13 ～ 169	3.2 ～ 26.2
全国値	0.34	15	4.4	35.6	0.12	0.06	103	24
クラーク数	0.5	15	5	200	0.2		40	100

	COD	T-N	Ts-N	T-P	Ts-P	強熱減量	水分
平均値	6,500	1,099	1.8	782	0.19	7.3 %	41.6 %
標準偏差	3,930	816	2.2	378	0.14	4.7 %	15.7 %
変動係数	60 %	74 %	122 %	48 %	73 %	64 %	37 %
範囲	700 ～ 13,000	84 ～ 3,130	0.38 ～ 10.2	231 ～ 2,010	0.03 ～ 0.46	0.8 % ～ 15.8 %	14.1 % ～ 65.2 %
全国値	4,965	582	—	440	—	3.2 %	22.6 %
クラーク数	—	—	—	—	—	—	—

表5 海域底質中の各種成分の平均値等

n=18地点（単位：％以外は $\mu g/g$ 乾）

	T-Hg	Cd	PCB	T-N	T-P	COD	強熱減量	水分
平均値	0.14	0.33	0.03	1,404	744	9,590	11.7 %	52.9 %
標準偏差	0.05	0.31	0.02	468	167	2,120	3.3 %	11.4 %
変動係数	35 %	93 %	66 %	33 %	22 %	22 %	28 %	21 %
範囲	0.04 ～ 0.23	0 ～ 0.88	0 ～ 0.09	543 ～ 2,017	467 ～ 1,017	520 ～ 14,200	5.7 % ～ 19.6 %	26.8 % ～ 66.8 %
全国値	0.21	0.40	0.10	1,069	450	13,700	8.1 %	45.7 %
クラーク数	0.2	0.5	—	—	—	—	—	—

表6 変動係数の比較

単位：%

		C d	P d	A s	I-Cr	I-Hg	PCB	Z n	C u	COD	I-N	I-P	強熱減量	水分
河川	変動係数の の平均値	64	36	31	28	56	86	40	33	39	40	26	38	26
	平均値の 変動係数	86	60	40	35	61	208	63	52	60	74	48	64	37
海域	変動係数の の平均値	69				38	83			28	28	28	36	15
	平均値の 変動係数	93				35	66			22	33	22	28	21

変動係数の平均値が大きいつまり同一測定地点における変動が大きい項目は河川・海域ともPCB・カドミウム・総水銀であり、平均値の変動係数が大きいつまり測定地点間の変動が大きいのは、河川についてはPCB・カドミウム・総窒素であり、海域ではカドミウム・PCB・総水銀であった。

すなわちPCB・カドミウムについては同一地点における変動も大きく、また測定地点間の変動も大きいと言える。

また、粒度と密接な関係にあると言われている水分の変動と各項目の変動の相関を見た結果は表7のとおりであった。

表7 水分の変動と各項目の変動（相関係数）（11河川 16海域）

	C d	P b	A s	T-Cr	T-Hg	PCB	Z n	C u	COD	T-N	T-P	強熱減量
河 川	0.90	0.75	0.51	-0.24	0.66	0.18	0.11	0.57	0.75	0.84	0.14	0.70
海 域	0.88				0.79	0.34			0.73	0.76	-0.06	0.52

河川・海域ともカドミウム・鉛・総水銀・COD・総窒素の変動が水分の変動と強い相関にあり、変動が大きいPCBについては相関が弱かった。

このことから、PCBが大きく変動する原因は粒度以外にあると考えられる。

(4) 経年変化

各地点について、各項目と測定年との相関係数を算出し、危険率5%で有意と認められる場合で経年変化があると判定した地点（以下「変化地点」という。）数は表8のとおりであった。

変化地点の測定項目のうち、濃度が増加傾向にあったのは、有明海B-5のCOD及び伊万里湾の久原貯木場の強熱減量のみであり、他は全て減少傾向にあった。

減少傾向にある変化地点は海域よりも河川に多く、又海域の中では有明海に多い。

変化地点を項目毎にみると、総水銀、カドミウムの重金属、次いでPCBの順で多く、他の富栄養化指標については変化地点が少なかった。

なお、各測定項目について、測定年との相関を見ると、総水銀について22地点（92%）、カドミウムについて19地点（79%）、PCBについては22地点（92%）、総窒素では14地点（58%）、総リン14地点（58%）、COD17地点（71%）、強熱減量13地点（54%）が負の相関を示しており、全体として弱い負の相関であり、このことは各項目とも減少しているものと考えられる。

表8 変化地点数（危険率5%で有意と認められる地点。*は正の相関、他は負の相関。括弧内の数値は全測定地点に対する変化地点の比率）

		測定地点数	Hg	Cd	PCB	T-N	T-P	COD	強熱減量	計
河川		9	7(0.78)	6(0.67)	3(0.33)	3(0.33)	2(0.22)	2(0.22)	1(0.11)	24(0.38)
海域	有明海	8	5(0.63)	2(0.25)	3(0.38)	1(0.13)	0	*1(0.13)	0	12(0.21)
	唐津湾,伊万里湾	7	0	0	1(0.14)	0	0	1(0.14)	*1(0.14)	3(0.06)
	計	15	5(0.33)	2(0.13)	4(0.27)	1(0.07)	0	2(0.13)	1(0.07)	15(0.14)
計		24	12(0.50)	8(0.33)	7(0.29)	4(0.17)	2(0.22)	4(0.17)	2(0.08)	39(0.23)

（この測定地点は測定回数が河川については8回以上海域については7回以上の地点に限った。）

4 まとめ

今回は環境庁が昭和61年度に調査しとりまとめた「底質データベース解析報告書」を参考にし検討を行った。

本県における底質の汚染状況は全国と比較し同レベルか若干それよりレベルにあると言える。

しかも、経年変化では減少化傾向を示しており、よりクリーンな底質に向かっていると考えられ、先に述べたPCB・カドミウム・総水銀の変動が大きい一因として、経年変化による減少が挙げられる。