

切通川の水質調査結果について

吉川信治 松瀬紀子 北島淳二

要 旨

一級河川筑後川水系の切通川の汚濁負荷量は流域全体の約7割を生活系が占めている。上峰町をはじめその流域の町は汚水処理整備（農業集落排水事業等）を計画的に進めており供用率も高率となっている。しかし、上流域は依然として環境基準を超過する状況が続いていることから、この原因を究明するため調査を行った。

キーワード：環境基準、BOD、COD

はじめに

切通川は、鷹取山に源を發し吉野ヶ里町、上峰町、みやき町の3町を北から南に流下し、筑後川に流入する流路延長13,750mの河川である。昭和49年4月、台ノ橋より上流が水質環境基準のA類型（BOD 2mg/L）に、下流がB類型（BOD 3mg/L）に指定されたが、下流域は平成12年度以降毎年環境基準を満足しているのに対して上流域は依然として基準を超過する状況が続いている。

このため、その水域における汚濁原因及び浄化機能並びに浄化対策における課題の抽出を行い平成13年度に「健全な水循環確保のための計画書」¹⁾を策定したところである。この計画書では、切通川は、上流域に事業所や工業団地が立地していて、流域住民はこれらの産業系排水が主な汚濁源であると意識しているが、実際は流域全体のBOD負荷量のうち、約7割強が生活排水となっており、この生活排水対策が課題としている。

上峰町では、切通川上流域の堤地区が平成8年度に、切通地区が平成12年度に農業集落排水事業の供用が開始され²⁾、平成18年3月末現在の供用率（供用人口/住民登録人口）は堤地

区が86.6%、切通地区が84.9%と高率となっている。しかし、相変わらず環境基準を達成できない状況が続いている。

こうしたことから、この原因を解明するため切通川の調査を行った。

流域の状況

「健全な水循環確保のための計画書」から土地利用面積をみると、切通川の上流域では山林が約50%と多くを占め、次いで水田、市街地の順となっている。BODの負荷量では生活系が約77%、産業系が約7%、自然系が16%と生活系が最も多い。水質汚濁防止法の届出による特定事業場は、排水量の多い順に、A工場885 m³/日、B工場426 m³/日、C工場254 m³/日、農業集落排水事業堤地区汚水処理施設208 m³/日、D工場148 m³/日、E工場の45 m³/日などとなっている。最近の事業場排水のBOD値は、県の立ち入り調査や上峰町の調査結果では、B工場が1~40mg/L、C工場と農業集落排水事業堤地区汚水処理施設が10mg/L前後、その他の事業場は5mg/L以下でいずれも排水基準に適合している。

切通川の水質の推移

1 BODとCOD

上流域の環境基準点切通橋地点でのBOD値の経年変化は図-1に示したとおり、農業集落排水事業の供用開始した平成8年度から確実に水質は改善されているものの、継続して環境基準を満たすまでには至っていない。³⁾

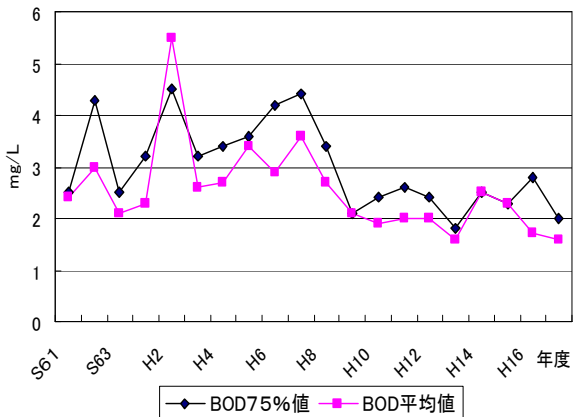


図-1 切通橋地点のBODの経年変化

COD値については、図-2に示した通り経年的にあまり変化はない。そのため、COD/BODは年々高くなってきている。

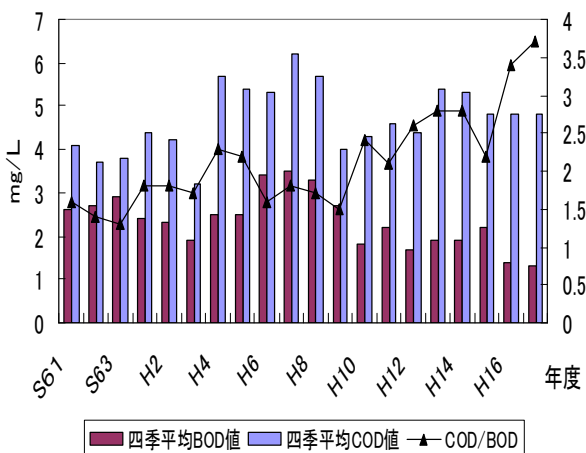


図-2 四季平均BOD・CODとCOD/BOD

図-3に平成12年4月～平成18年8月のBODの毎月の変化を示したが、特に冬季に高値を示す傾向にある。

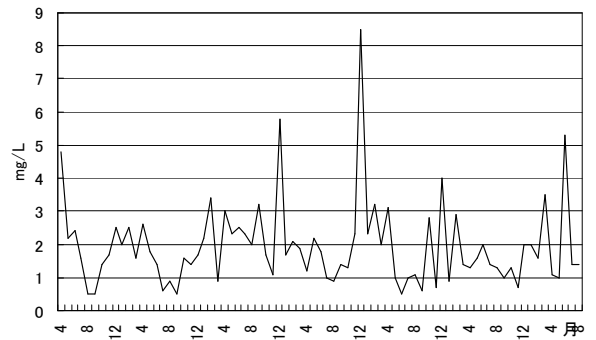


図-3 BODの経月変化

過去20年間(S6-1～H17年度)のBODの環境基準適合状況を切通川上流の堤地区農業集落排水事業が供用開始になった平成8年度以前と以後に分けて見てみると、図-4のようになる。

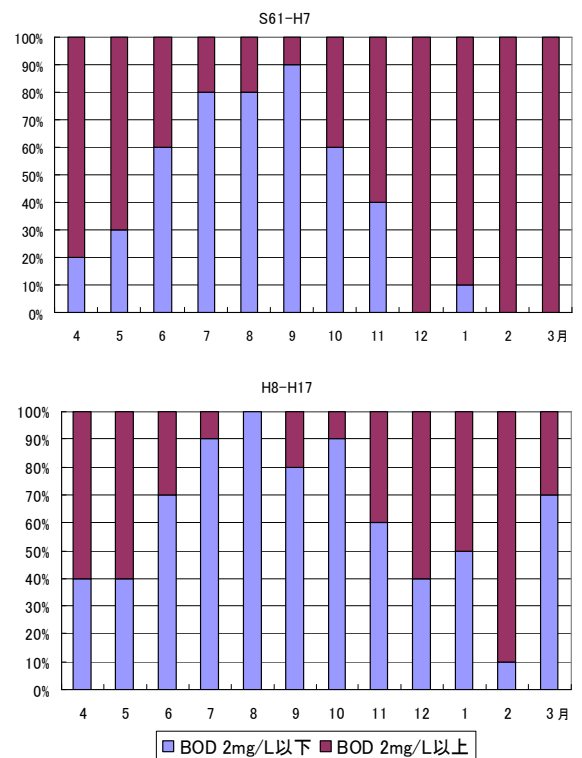


図-4 環境基準の適・不適の状況

平成8年度以前以後いずれも冬季に基準値を超過する傾向にあるが、供用開始以前では特にその傾向が強い。しかし供用開始以後では、図-1で示したように水質は年々改善されてきており、そのため冬季での基準超過率が下がってきているものと思われる。

2 降水量とBOD

佐賀市における過去20年間（S61～H17）の年間降水量と月別平均降水量（佐賀気象台資料）を図-5に示す。

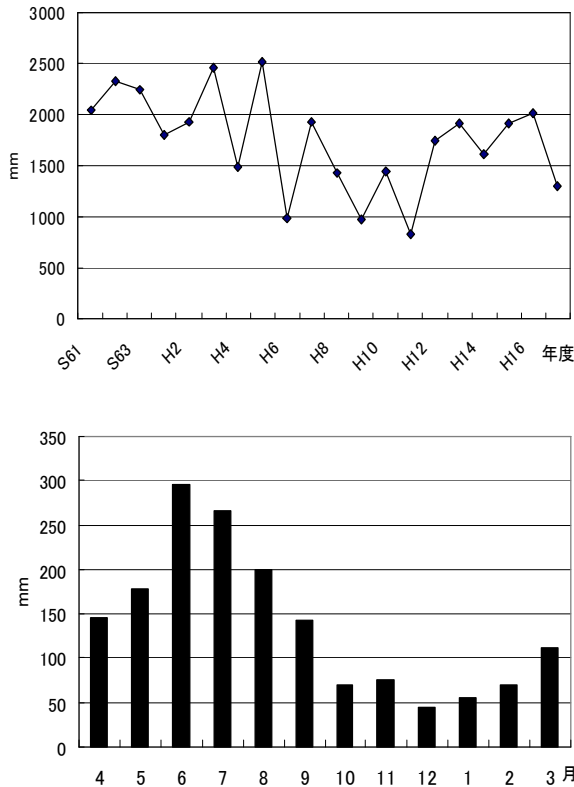


図-5 年間降水量（上図）と月別平均降水量（下図）

20年間の年間降水量の平均は、1,746mmであるが、近年は、降水量は少ない傾向にある。月別平均降水量では、夏季が多くて冬季は少ない。特に10月から3月にかけての降水量は少ない。BOD値も降水量と同様な変化をしていることから降水量と密接な関係があることがわかる。

3 塩化物イオン

塩化物イオンの、昭和61年度から平成17年度の年平均値の経年変化を図-6に、月別の変化を図-7に示す。³⁾

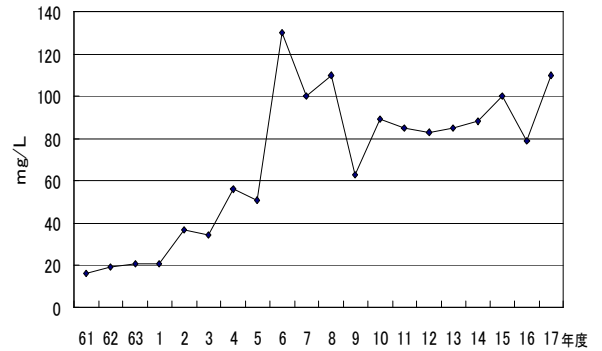


図-6 塩化物イオンの年平均値の経年変化

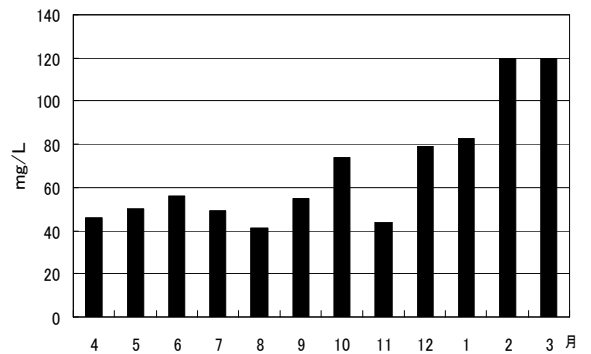
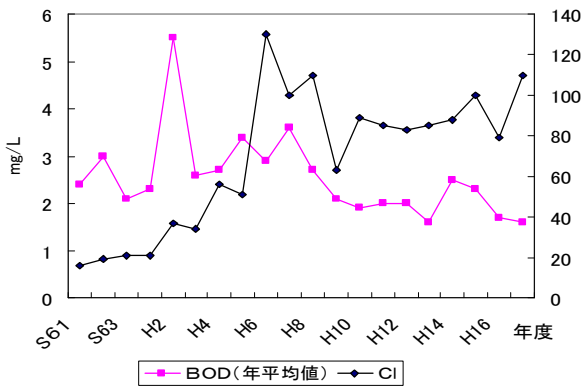


図-7 塩化物イオンの月別変化

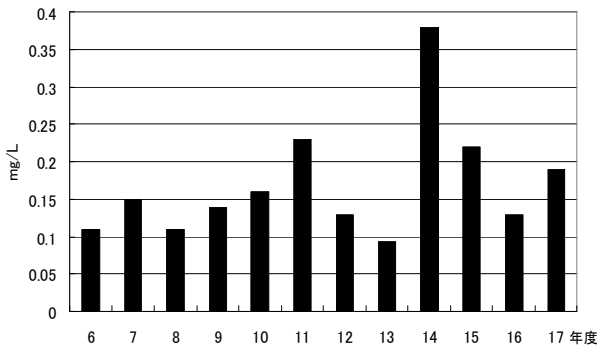
年々高くなる傾向にあるが、平成6年度から際立って高くなっているのが特徴的である。平成6年度以前の年平均値が32mg/Lであったのに対し、平成6年度以降では94mg/Lと約3倍に上がっている。月別にみれば冬季に高値を示している。塩化物イオンは県内河川では通常5～30mg/Lの範囲であり、このように高い状況が続いているのは何らかの汚染があったと考えるのが普通である。汚染源としては、し尿、下水、工場排水などが考えられるが、水質汚濁防止法に基づく特定事業がこの頃新たに設置されたことはなく、むしろ生活排水対策として農業集落排水事業が進展しており、図-8に示すようにBODの変化と逆行している。今のところ原因は不明であり詳細調査が必要と考える。なお、冬季に高いのは降水量との関係と思われる。



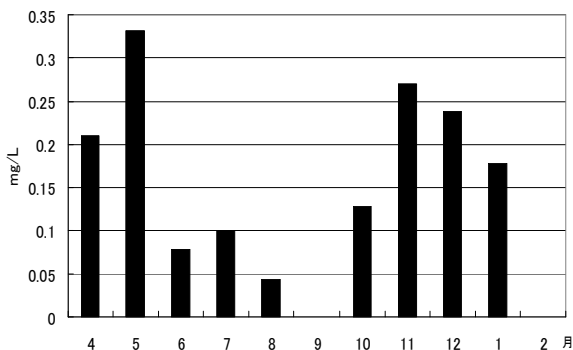
図—8 BODとCIの経年変化

4 アンモニア態窒素

アンモニア態窒素の経年変化を図-9に、月別変化(年平均)を図-10に示す。³⁾



図—9 NH₄-Nの経年変化



図—10 NH₄-Nの月別変化

平成14年度に高値を示したほか特に目立った変化はないが、県内の他の河川と比較するとやや高い値である。堤地区の農業集落排水処理場が供用開始した平成8年度以降も特に目立った変化はない。月別の変化(2月、9月はデータなし)をみると夏季は低く冬から春にかけて

高くなる傾向にある。これは、降水量が少ないのに加え冬季の水温低下による硝化作用の低下が大きな原因と考えられる。

調査結果

今回の調査結果は表-1、表-2に、調査地点は図-11に示したとおりである。

切通橋地点の水質は、切通川上流域の汚濁負荷(約8割が生活系)を反映するものであり、堤地区や切通地区の農業集落排水事業の進捗に伴い水質は年々改善されてきている。しかし、農業集落排水事業の供用率が約9割近くになっているにもかかわらず、環境基準の2mg/Lをクリアできないのは、農業用水確保などのため切通川が切通橋直下の井堰により年中水がせき止められており、そのため船石川の水が逆流し切通橋地点の水質に何らかの影響を与えているのではないかと考え、切通川と船石川の数地点について水質を調査した。

切通川のBODは、船石川との合流点から上流部の4地点(st.2,4,5,6)においては、1mg/L前後でいずれも環境基準の2mg/Lを満足していた。

船石川は、東橋のすぐ上流でB工場の西側と南側を流れる河川に分岐しており、西側河川には堤地区の農業集落排水処理施設やB工場の排水が流入している。BODは、B工場排水

(24mg/L)が流入する直前(st.11)では0.6mg/Lであるのに対し、流入後(st.9)では12mg/Lと上昇し切通川と合流する前(st.8)では8.3mg/Lとなっていた。なお、南側の河川は東橋のすぐ上流で農業用水確保のために完全にせき止められていたが、その堰上(st.10)でのBODは0.5mg/Lであった。塩化物イオンについては、12~31mg/Lの範囲で通常の河川水の濃度と変わらなかった。

今回の調査では切通橋地点におけるBOD、塩化物イオン、窒素、リン等いずれも異常値は認められず水質は良好であり、船石川の水質がこの地点の水質に影響を与えているとは考え難かった。

表—1 水質調査結果

採水月日 平成18年8月23日(水) 天候:当日 はれ, 前日 はれのち夕方雨

st.NO. 地点名	採水時刻	気温	水温	EC	pH	DO	SS	Cl	COD	BOD	ATU-BOD	NO ₂	NO ₃	NH ₄	PO ₄	T-N	T-P
		℃	℃														
1 切通川(八藤橋)	9:35	30	26.7	16				12									
2 切通川(切通北橋上流)	9:45	32	27.0	21	6.7	6.3	2	23	4.0	1.0	1.1	0.02	0.82	0.16	0.055	1.3	0.087
3 切通川西側農業用水路	9:55			23	7.0		3	26	4.6	1.4		0.03	0.92	0.18	0.053	1.7	0.084
4 切通川(切通北橋下流)	10:10		27.2	23	6.9	7.1	1	27	3.5	1.3	1.5	0.04	0.97	0.21	0.051	1.6	0.084
5 切通川(切通橋)	10:55		28.0	25	6.9	9.9	1	31	3.7	0.8	1.0	0.06	1.1	0.21	0.052	1.7	0.079
6 切通川(切通橋下流)	11:00		27.8	24	6.9	7.4	1	30	4.0	1.1	1.1	0.05	1.0	0.22	0.053	1.7	0.079
7 切通川(再生ゴム工場西)	11:10		28.5	32	7.0	6.9	2	28	7.5		2.9	0.04	1.1	0.12	0.064	1.7	0.10
8 船石川(再生ゴム工場北)	11:30		28.5	31	7.0	6.0	1	19	8.3		7.3	0.02	1.3	0.06	0.16	2.0	0.20
9 船石川(東橋下流)	12:00		30.0	44	7.1	6.6	2	20	15	12	13	0.04	1.7	0.08	0.13	2.8	0.22
10 船石川(東橋上流)	12:05		28.5	16	7.2	7.5	<1	12	3.3	0.5	0.9	<0.01	0.81	0.04	0.088	1.1	0.11
11 上峰工業団地西側水路	12:35		27.8	22	7.0	8.8	1	22	3.6	0.6	0.5	<0.01	1.6	0.04	0.15	2.0	0.18
12 B工場排水	12:40			55	7.2	6.2	5	23	38	24		0.08	3.4	0.57	0.35	5.7	0.49

表—2 河川流量調査結果

調査日 平成18年8月25日

st.NO. 地点名	調査時刻	水深 cm					川幅 m	流量m ³ /day
		流速 cm/sec						
3 切通川西側農業用水路		65					上部1.50	16,000
		16	22	25			下部1.26	
7 切通川(再生ゴム工場西)	11:10	43	36	33	28	8	3.75	5,700
		5	6	8	6	4		
8 船石川(再生ゴム工場北)	12:30	30	24	22	27	40	5.15	3,500
		3	5	2	2	2		
9 船石川(東橋下流)		9	11	8	14	16	3.00	3,000
		7	11	14	11	8		
11 上峰工業団地西側水路		57	50	38	29	28	3.70	3,200
		3	2	4	1	2		
① 切通川(堤3号橋)	10:00	53	56	52	48	47	5.10	9,700
		4	5	5	4	3		
② 切通川西側農業用水路2		47					上部0.80	11,000
		41					下部0.55	
③ 切通橋北農業用水路		6					0.45	790
		34						
④ 切通川(切通橋下流農業用水路)		40					0.53	5,900
		29	33	35				
⑤ 上峰工業団地西側水路(長崎線北)		15	13	10			0.70	2,100
		31	23	26				
⑥ B工場西側農業用水路	12:00	19	12	16			0.93	800
		7	7	5				
⑦ 船石川(東橋上流農業用水路)		12					0.37	2,700
		7						

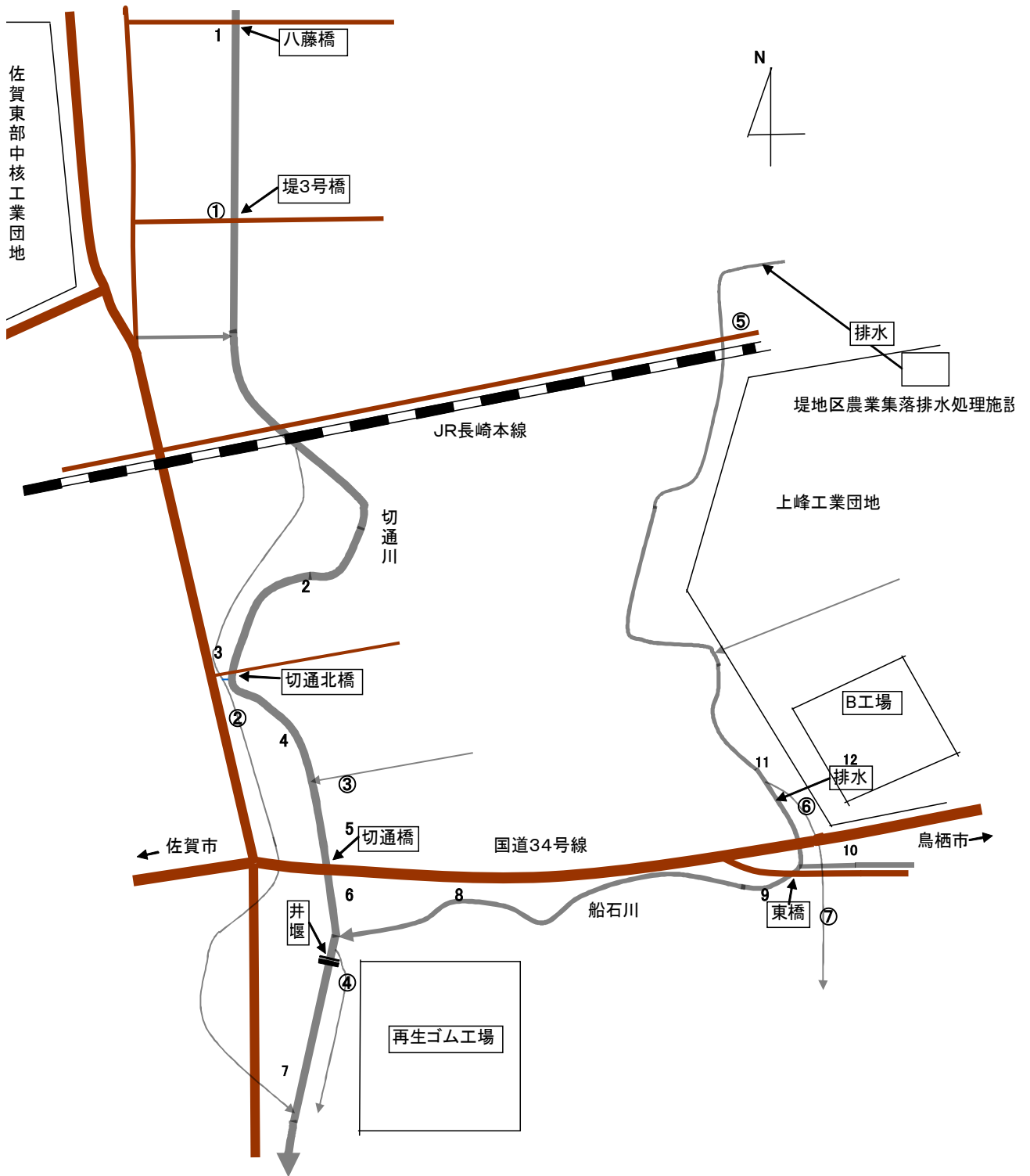


図-11 調査地点図

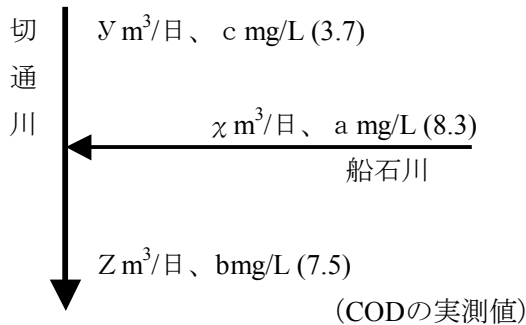
また、河川における汚濁負荷量の収支をBODが低値なためCODにより算出したが、得られた結果からは、負荷量の収支が合わなかった。これは、河川の流量測定が簡易測定なためその精度が低いことに起因するのではないかとと思われる。

そこで、この原因について調べた。

船石川の流量を $x \text{ m}^3/\text{日}$ 、CODを $a \text{ mg/L}$
 切通川の流量を $y \text{ m}^3/\text{日}$ 、CODを $c \text{ mg/L}$
 両河川の合流後の流量を $Z \text{ m}^3/\text{日}$ 、CODを $b \text{ mg/L}$ とすると、

次の関係式が成り立つ。

$$\begin{cases} x + Y = Z \\ a x + c Y = b Z \end{cases}$$



この式から、 x と Y の関係は、

$$Y = (a - b) / (b - c) x \quad \dots \text{①}$$

となる。河川流量は、本川の切通川が支川の船石川より多いので、

$$(a - b) / (b - c) > 1 \quad \dots \text{②}$$

また、CODの濃度は、船石川にはB工場の排水が流入しているため、通常

$$a > b > c \quad \text{と考えられる。}$$

実測値の $a=8.3$ $b=7.5$ $c=3.7$ から x と Y の関係をみると、

$$\text{①の式から } Y=0.21x \quad \text{となり}$$

②の関係が成り立たない。

つまり、支川の船石川が本川の切通川より流量が多いということであり合点がいかない。結局、河川の汚濁負荷量の収支が合わないのは、河川流量よりもCODの値に原因があるように思われる。

では、CODがどのような値であれば、②の関係が成り立つのか検討した。

B工場排水のCOD 38mg/Lやその排出先河川の下流、船石川東橋直下地点(st.9)のCOD15mg/Lから考えると、この地点から約200m下流地点(st.8)のCODが8.3mg/Lと大きく減少しているのはその間に河川等の流入がないことから不自然に思える。そこで河川の水質 a 、 b 、 c 値と切通川と船石川の流量の比率 (Y/x) “ $=(a-b)/(b-c)$ ” との関係を探ると図-12のようになる。

ただし、 c 値は切通橋地点(st.5)の実測値3.7mg/Lをその上流地点の水質から判断して真値として

採用した。

河川流量については、流速や河川断面積の測定精度が高い地点（流速が早く三面コンクリート等断面積計算が容易な水路）で算出した流量等から判断すると、 Z の流量は10,000m³/日以上、 x は3,500m³/日前後で、 Y の流量は x 地点の2.5倍以上と考えられる。

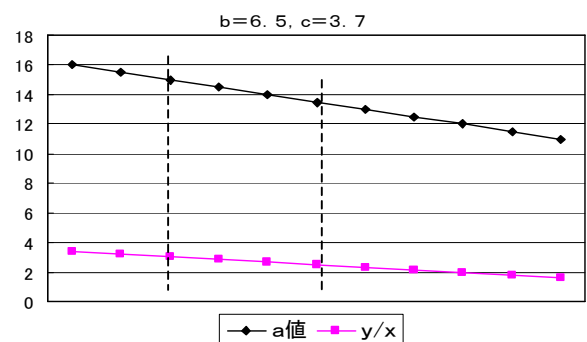
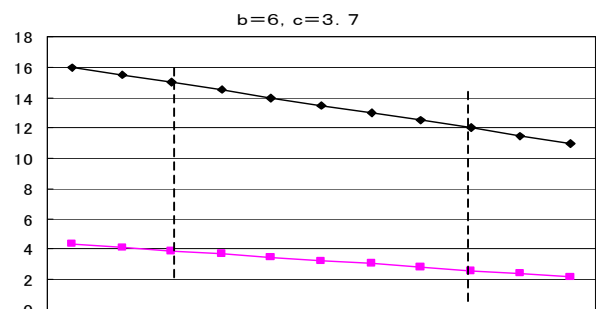
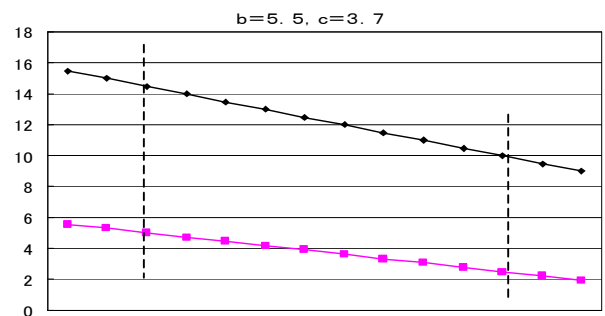
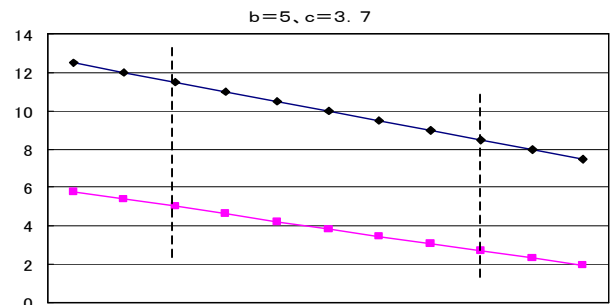


図-12 a, b, c 値と (y/x) の関係

ここで、括弧内に示すように実測値や河川の状況から判断して、

- a ≤ 15 (st.8の上流の実測値が15)
- b ≥ 5 (切通川と船石川の流量や水質から判断)
- c = 3.7 (st.5の上流の実測値が3,3.5)
- 2.5 ≤ (Y / X) ≤ 5 (河川の簡易流量測定値や流況から判断)

と仮定すれば、図-13に示すように、

- b = 5のとき 8.5 ≤ a ≤ 11.5
- b = 5.5のとき 10 ≤ a ≤ 14.5
- b = 6のとき 12 ≤ a ≤ 15
- b = 6.5のとき 13.5 ≤ a ≤ 15 となる。

なお、b ≥ 7では (Y / X) ≤ 2.5

または、a ≥ 15 となり

上記条件から逸脱する。

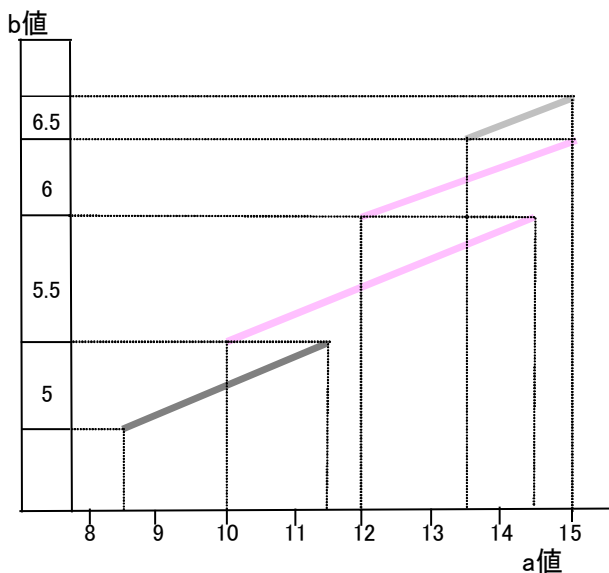


図-13 2.5 ≤ (Y / X) ≤ 5の場合の a 値と b 値が取り得る範囲

したがって、a 値と b 値の取り得る範囲は概ね次のようになる。

- ①切通川と船石川が合流する直前の船石川の COD (a 値) は8.5mg/L~15mg/L
- ②切通川のCOD (b 値) は5mg/L~6.5mg/L

以上の結果から、実測値の a 値8.3 mg/Lは低め、b 値7.5 mg/Lは高めではないかと推察される。

まとめ

環境基準点の切通橋地点のBODが経年的に超過している原因を調査するため水質や河川流量を調査したが、今回の調査では、BODの環境基準超過は再現できず、また、汚濁負荷量の収支も明確にできず原因は解明できなかった。さらにCODやC1の水質についても不明な点が多かった。

過去の調査結果からBODやC1は夏季に低く冬季に高くなる傾向にあるので、再度冬場に調査を実施し原因を究明したい。

参考文献

- 1) 健全な水循環確保のための計画書 (平成14年、佐賀県)
- 2) 佐賀県市町村別汚水処理整備構想図 (平成16年、佐賀県)
- 3) 公共用水域及び地下水の水質測定結果(昭和61年度~平成17年度、佐賀県)