

轟木川の水質調査結果について（第1報）

吉川信治 松瀬紀子 北島淳二

要 旨

一級河川筑後川水系の轟木川（鳥栖市）の水質は、公共下水道の整備促進等により上流域は年々改善されてきているが、下流域についてはむしろ悪化傾向にあり度々環境基準を超過する状況となっている。この原因を究明するため調査を行ったところ下水道終末処理場排水の影響が示唆された。

キーワード：環境基準、BOD、汚濁負荷量

はじめに

轟木川は、昭和49年4月、水質環境基準のC類型(BOD 5 mg/L)に全域指定された。その後、工場排水規制や生活排水対策の推進等により水質が指定時より改善されたため、さらに良好な水質を確保する観点から平成15年5月、上位のB類型(BOD 3 mg/L)に見直しを行った。¹⁾ 見直し当時の轟木川の水質は、鹿児島線下（環境基準点）はA類型レベル、今川橋（環境基準補助地点）はB類型レベルにあり、公共下水道整備の促進等環境保全対策の推進に伴い、将来、水質はA類型レベル以上に改善されると予測していた。²⁾ しかしながら、今川橋地点の平成16年度、17年度の水質は、BOD（75%値）が4.9mg/L、5.6mg/Lとむしろ悪化傾向にあり、轟木川下流域は環境基準値を超過した状況となっている。

このようなことから、この水質悪化の原因を究明し水質保全対策に資することを目的として調査を行った。

轟木川の概況

轟木川は、河川長 8.6km、流域面積 6.52km² で鳥栖市の市街地を流れ、薬師川と合流した後

石橋川の流入があり新宝満川から筑後川へと注いでいる。元来、流域のBOD負荷量は、産業系は少なく土地系と生活系の負荷が多くを占めていたが、公共下水道の整備促進により生活系の負荷量は徐々に低くなってきている。

轟木川の水質の推移は、図-1、図-2に示したとおりである。³⁾

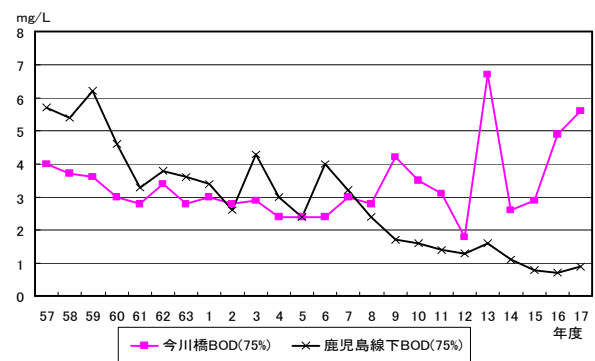


図-1 BOD（75%値）の経年変化

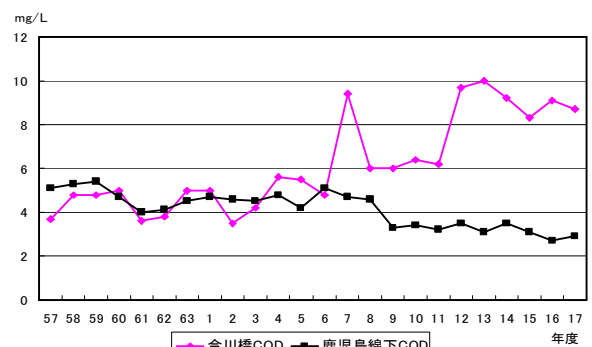


図-2 CODの経年変化

類型指定された当時（昭和48年）の鹿児島線下の水質は、BOD（75%値）が5.3mg/Lであったが、平成元年の公共下水道の供用開始等により、平成17年度には0.9mg/Lと環境基準のAA類型レベルまで改善された。一方、今川橋地点では、公共下水道の供用開始後水質はむしろ悪化傾向にあり、平成13年度、16年度、17年度のBODは環境基準超過となっている。特にCODは平成元年度から平成12年度の平均値が6.0mg/Lであったのに対し、近年は9.1mg/L（H13～H17年度の平均値）と悪化が著しい。

調査内容

今川橋での水質悪化の原因を調査するため、轟木川と石橋川の水質を測定し検討した。併せて河川の流速と断面積から流量を計算し負荷量を算定した。なお、流速、断面積については簡易的な測定であり精度は高くない。調査地点及び負荷量は、図-3に示したとおりである。

調査結果

1 水質

水質調査結果は、表-1に示す。

表-1 水質調査結果

地点名 NO.	石橋川① 轟木川に合流する直前	轟木川② 三本柳橋	小水路③ 石橋川に流入する直前	石橋川④ 肅正橋	轟木川⑤ 石橋川合流後	轟木川⑥ 今川橋	轟木川⑦ 新宝満川に合流する直前
採水時刻	10:18	10:33	10:52	11:10	12:22	12:43	13:03
気温(°C)	17	16	18	18	17	20	20
水温(°C)	15.5	15.5	13.8	17.6	17.8	18.7	19.2
川幅(m)	4.0	5.5	0.4	—	—	13.0	—
平均水深(cm)	28	65	14	—	—	50	—
流速(m/min)	4.4	12.3	30.5	—	—	9.5	—
流量(m ³ /day)	7,100	63,000	2,500	—	—	89,000	—
pH	7.5	7.6	7.8	7.5	7.6	7.6	7.5
DO(mg/L)	11	12	11	13	12	9.7	8.5
COD(mg/L)	3.3	2.4	3.3	4.1	3.3	9.1	9.6
負荷量(kg/day)	23	150	8.3	—	—	810	—
BOD(mg/L)	1.7	1.3	1.1	2.6	1.3	2.9	1.9
負荷量(kg/day)	12	82	2.8	—	—	260	—
SS(mg/L)	7	3	19	2	6	5	5
全窒素(mg/L)	2.4	1.6	1.7	3.3	1.7	11	12
負荷量(kg/day)	17	100	4.3	—	—	980	—
全りん(mg/L)	0.033	0.020	0.039	0.059	0.026	0.13	0.12
負荷量(kg/day)	0.23	1.3	0.098	—	—	12	—
備考	少し濁りあり		白濁あり	清澄		茶褐色	茶褐色

採水日：H18年4月25日

BOD、全窒素、全りん濃度は、轟木川の三本柳橋地点(②地点)ではそれぞれ1.3mg/L、1.6mg/L、0.020mg/L、石橋川が轟木川に流入する直前の地点(①地点)では、1.7mg/L、2.4mg/L、0.033mg/Lといずれも低い、両河川が合流した後の今川橋地点(⑥地点)では、2.9mg/L、11mg/L、0.13mg/Lとわずか数百mの間に急に高くなっている。

この間には下水道終末処理場(以下「下水処理場」という。)があり、そこからの排水が轟木川に流入しているほか周辺には工場、事業場等はなく田園地帯となっている。

なお、下水処理場排水の平成17年度の自主検査結果(年間平均値)では、BODは2.5mg/L、排水量は16,000m³/日となっている。また、今川橋下流の轟木川が新宝満川に注ぐ直前(⑦地点)には、し尿処理場からの排水が流入しており、同じく、BOD1.1mg/L、排水量360m³/日となっている。

2 河川流量

河川の流速と断面積から河川流量を算定すると、今川橋(⑥地点)での流量は89,000m³/日となる。計算上、轟木川三本柳橋(②地点)での実測流量63,000m³/日と石橋川(①地点)の実測流量7,100m³/日に下水処理場排水量16,000m³/日を加えた86,100m³/日と同量になるはずだが、若干の差が生じた。これは、河川の流速と断面積が簡易測定によることや下水処理場排水量が年間平均値を用いたことによるものと思われる。このように流量の精度は高くないが、以後、負荷量算定にはこの流量値を用いることとする。

3 負荷量

3.1 BODの負荷量

負荷量の模式図を図-3に示す。

計算では、今川橋(⑥地点)での負荷量260kg/日から石橋川が轟木川に合流する直前(①地点)の負荷量と轟木川三本柳橋(②地

点)の負荷量の合計量94kg/日を差し引いた量166kg/日が下水処理場から排出されていることになる。下水処理場の1日の平均排水量16,000m³からBODを逆算すれば、 $166 \div 16,000 \times 1,000 = 10 \text{mg/L}$ となり、自主測定結果のBOD年間平均値の2.5mg/Lと比べて高濃度である。仮に今川橋での流量を計算値の86,000m³/日と実測値より少なく見積もっても9.8mg/Lと高い。

3.2 CODの負荷量

同様に負荷量を計算すれば、今川橋の負荷量は810kg/日で①と②の合計量の173kg/日を引いた637kg/日が下水処理場から排出されていることになり、CODは40mg/Lとなる。今川橋での水量が86,000m³/日の場合はCODは38mg/Lとなる。

3.3 全窒素、全りんの負荷量

同様に、今川橋での全窒素、全りんの負荷量は、それぞれ980kg/日と12kg/日、①と②の合計量は117kg/日と1.53kg/日になる。結局、下水処理場から全窒素が863kg/日、全りんが10.47kg/日排出されていることになり、濃度は計算では54mg/L、0.65mg/Lとなる。

4 下水処理場排水の水質

県の立ち入り検査結果、下水処理場の自主検査結果及び河川水質からの推計値を表-2に示す。

表-2 下水処理場排水の水質

	採水月日	BOD	COD	SS	全窒素	全りん
立ち入り検査結果	H16.10	3.1	27	1	26	0.64
	H17.10	11	6.3	1>	19	2.2
自主検査結果	H17年度平均水質	2.5				
河川水質からの推計値	H18.4	10	40		54	0.65
排水基準()内は日間平均値		30(20)	-		120(60)	16(8)

単位:mg/L

河川の水質から推計したBOD値は、平成17年度の県の立ち入り検査結果と同レベルであったが、平成16年度の県の立ち入り検査結果や下水処理場の自主検査結果(実測値)と比べ3~4倍高めであった。ただし、下水処理場は、排水の塩素滅菌処理をしているが残留塩素を還元をせずにB

ODを測定しており、自主検査結果の2.5mg/Lは真の値より低い可能性がある。CODと総窒素については、総じて立ち入り検査結果より高めであった。全窒素、全りんについては、推計値と実測値との関係は見い出せなかった。

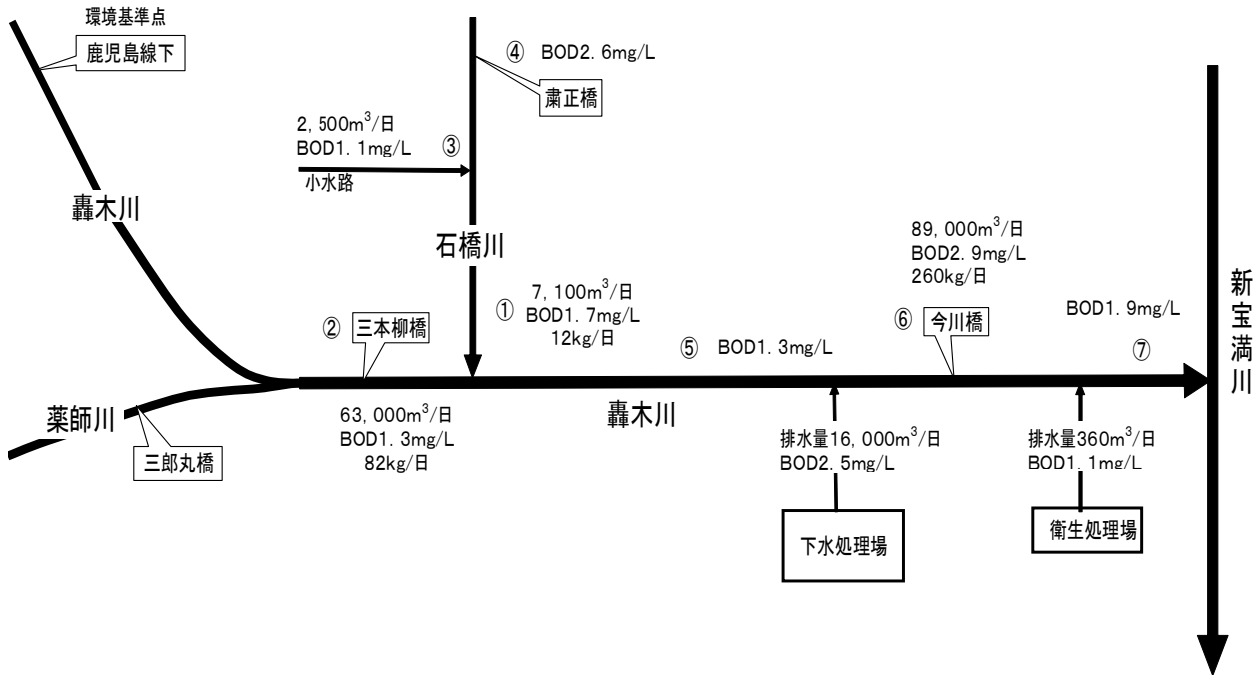


図-3 轟木川のBOD負荷量模式図

考 察

下水処理場の上流部の水質および流量が一定で、今川橋での水質を最近の濃度レベルのBOD5mg/Lと仮定すると、下水処理場から排出されるBOD負荷量(χkg/日)は、次式から351kg/日、BODは22mg/Lとなる。

$$5\text{mg/L} = (94\text{kg/日} + \chi) \times 1,000 \div 89,000\text{m}^3/\text{日}$$

$$\chi = 351\text{kg/日}$$

$$351\text{kg/日} \div 16,000\text{m}^3/\text{日} \times 1,000 = \text{BOD}22\text{mg/L}$$

つまり、今川橋でのBODを5mg/L前後とすれば、下水処理場から排出されるBODは20mg/L前後の工場排水基準の日間平均値レベルということになる。

また、今川橋で環境基準の3mg/Lをクリア

するためには、下水処理場からのBOD排出負荷量(χkg/日)は、次式から173kg/日、BODは11mg/L以下で排出しなければならないことになる。

$$3\text{mg/L} = (94\text{kg/日} + \chi) \times 1,000 \div 89,000\text{m}^3/\text{日}$$

$$\chi = 173\text{kg/日}$$

$$173\text{kg/日} \div 16,000\text{m}^3/\text{日} \times 1,000 = \text{BOD}11\text{mg/L}$$

下水処理場の排水は自主検査結果や県の検査では数mg/Lから10mg/L前後の水質であるが、10mg/Lを越えた排水を放流すれば環境基準をクリアできなくなる可能性がある。今回の調査では、今川橋でのBODは2.9mg/Lと環境基準に適合していたが下水処理場排水の自主検査結果(H17年度の年間平均値2.5mg/L)と比べると高かった。これは下水処理場排水よりも河川水

の水質が悪いということを示しており、下水処理場のすぐ上流（⑤地点）のBODが1.3mg/Lと低いことから考えると理解し難い結果である。また、河川の水質から推計した下水処理場排水のBODが11mg/Lと自主検査結果と比べかなり高めであったが、この理由についてもよく分からない。今川橋での水質を最近の濃度レベルの5mg/Lとすれば、さらにこの濃度差が広がり説明がつかない。

次にCODとBODの関係をその比率

(COD/BOD)で見ると、昭和57年度～63年度は、鹿児島線下1.2、今川橋1.6、平成元年～17年度は、鹿児島線下2.1、今川橋2.4と下水処理場が供用開始した平成元年以降明らかにCODとBODの比率に変化が見られる。この理由として、①上流域の市街部で下水道の整備が促進されCOD、BOD物質量が減少したが、主に生活排水対策であるため減少率はBOD寄与の有機物量が大きい。(BOD↓)②下流域では下水道の普及区域の拡大とともに下水処理場から河川への負荷が次第に増大した。(COD↑)③下水処理場での汚水処理は生物処理のため、COD物質よりむしろBOD物質の浄化率の方が大きい。(BOD↓)などが考えられ、そのため下水処理場の供用開始以来COD/BODが大きくなったのではないかと推察される。

まとめ

今回の調査では、今川橋でのBODは2.9mg/Lと環境基準に適合していたものの、近年の水質の悪化の原因は、轟木川上流域の鹿児島線下と薬師川の三郎丸橋の水質（県計画に基づく調査結果）がA類型レベルで安定していることから、下水処理場の排水に起因するのではないかと考えられる。轟木川の、流量70,100m³/日、BOD負荷量94kg/日（①+②）に対して、下水処理場の排水量は16,000m³/日、BOD負荷量40kg/日（BODを自主検査結果の2.5mg/Lとして計算）と負荷は大きく、下水処理場の排水量や水質が

今川橋地点の水質に少なからず影響を与えていると思われる。

一方、今川橋地点のここ数年の水質と下水処理場排水の水質（H17年度の自主検査結果の平均値）を比較すると、下水処理場排水よりもそのすぐ下流の今川橋地点のBODが高いということ、自主検査したBOD値と河川水質から推計した下水処理場排水のBOD値に大きな相違がある点については理由が分からず、今後、BODの検査の方法や河川流況等さらに検討を加え原因を明らかにしたい。

轟木川の水質については、「河川流量の大小」、「汚濁源の位置」、「水域の総合的な把握」の観点から下流域で評価するのが最良と考えられ、環境基準点は現在の鹿児島線下より今川橋の方が適当ではないかと思われる。（鹿児島線下は流量が極めて少なく止水域（流量0）になることがあり、汚濁負荷が流入する流域面積も全体の約1/4と小さい。）しかし、今回の調査結果では今川橋地点は下水処理場排水の影響を直接受けていることが考えられるので、環境基準点の見直しについては慎重に判断すべきである。

最後に、本調査は轟木川の今川橋における環境基準超過原因について解析したものであり、そのため環境基準の評価項目であるBODについての検討が中心になった。全窒素、全りん等その他の項目についても詳細調査を行い総合的に分析し検討すればさらに原因が明確になるとと思われる。なお、解析に供したデータは、簡易測定したものや河川流量など仮定したものも多く、推定の域を脱し得ないのは否めない。

参考文献

- 1) 水質環境基準類型当てはめ見直し調査結果概要書（轟木川、佐賀県）
- 2) 将来水質シミュレーション等基礎調査（平成13年度、佐賀県）
- 3) 公共用水域及び地下水の水質測定結果（昭和57年度～平成17年度、佐賀県）