

8) 環境基準未達成河川（合志川）の水質調査結果

木庭 亮一 小笹 康人 大津 一哲* 永田 武史
中堀 靖範 藤本 貴大 谷口 智則 上本 清次

はじめに

県では公共用水域の水質測定計画（以下「水質測定計画」という。）を策定し県内河川 52 河川（うち環境基準の類型指定 47 水域）120 地点での水質調査を行っている。この調査によれば、平成 21 年度の時点で、合志川の環境基準点である藤巻橋（県調査地点）が平成 11 年度から 4 回、芦原橋（国土交通省調査）が 6 回環境基準を超過（BOD）していた。

今回、合志川の環境基準超過（BOD）の原因究明に資するため、合志川とその支川の水質調査を行ったのでその結果を報告する。

調査方法

1 調査期間及び調査地点

合志川は 1 級河川である菊池川の支川で流路延長 22km、流域市町村は菊池市、合志市及び熊本市の一部が含まれ流域面積は 194.3km²である¹⁾。当該地域は県内有数の畜産農業地帯で、牛豚等の飼養頭数は県全体の 3 割前後になる²⁾。その他近年電気機器、輸送機器製造業等の工業団地の立地が相次ぐとともに、宅地開発が行われるなど土地利用状況が大きく変貌している地域である。

調査は平成 22 年度から平成 25 年度の 4 年間行った。平成 22 年度の調査地点は合志川本流の上流から中島橋、藤巻橋、宝田橋、芦原橋の 4 地点と合志川に流入する支川、上流側から二鹿来川、矢護川、日向川、上庄川、塩浸川、上生川、夏目川、豊田川の 8 支川 8 地点で水質調査を行った。平成 23、24 年度は平成 22 年度の調査で汚濁指標の BOD 値が高かった支川の日向川（岩迫橋、住吉橋、平原橋）、上生川（米良迫橋、佐野小橋、合流直前）、上生川と合流する小野川（山東橋、古閑橋）の支川 8 地点と合志川本流（富納橋、藤巻橋、佐野橋、宝田橋、芦原橋）の 5 地点で水質調査を行った。

平成 25 年度は前年度と同じ本流 5 地点で水質調査を行い、その他水質測定計画で毎月採水、搬入される藤巻橋について調査項目の追加を行った。

調査地点（H22～H25）を図 1 に示す。



図 1 調査地点図

2 調査項目及び分析方法

今回実施した調査項目は、pH、電気伝導度（EC）、BOD、COD、大腸菌群数、全窒素（T-N）、全リン（T-P）、硝酸態窒素（NO₃-N）、亜硝酸態窒素（NO₂-N）、アンモニア態窒素（NH₄-H）、溶解性リン酸態リン（PO₄-P）、及び合志川本流 5 地点で SS、クロロフィル a（Chl-a）を追加した。また、平成 25 年度の藤巻橋では硝化菌由来の BOD（N-BOD）、大腸菌数を追加した。分析方法は Chl-a をアセトン抽出による吸光度法より求めたほかは JIS K 0102 に準じて分析を行った。

結果及び考察

1 平成 22 年度の調査結果

図 2 及び図 3 に合志川本流 4 地点と 8 支川の 5 月・8 月・11 月・平成 23 年 1 月に調査した BOD の平均値及び COD の

*現熊本県北広域本部菊池地域振興局保健福祉環境部

平均値をそれぞれ示す。

図2から日向川と上生川の2支川のBODが他の支川と比較して高いのが分かる。合志川はA類型に指定されており、BOD基準値(2mg/L)を超過する河川水が日向川、上生川から合志川本流へ流入している。図3からCODは上流から下流へ徐々に平均値が増加している傾向は見られたが、河川間の明らかな差は見られなかった。以上のことから合志川のBOD基準超過の要因として、日向川、上生川の影響があると推察した。

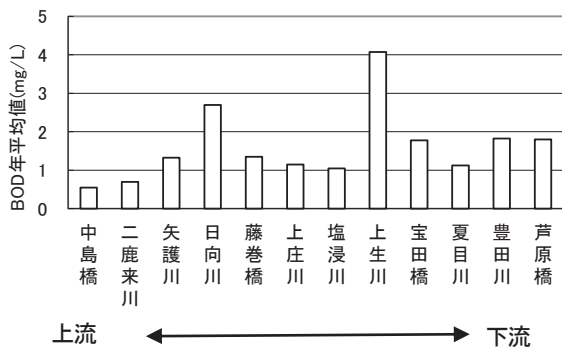


図2 合志川に流入する河川のBOD平均値(H22)

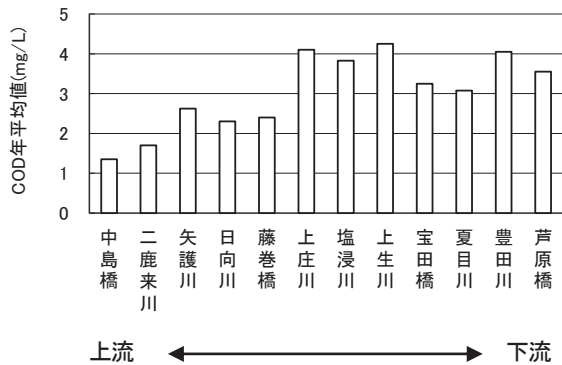


図3 合志川に流入する河川のCOD平均値(H22)

2 平成23~24年度の調査結果

平成22年度の調査結果を受けて日向川、上生川と合志川本流に調査地点を絞って調査した。

1) 日向川

日向川の上流から、岩迫橋、住吉橋、平原橋の3地点で、期間中8回の調査を行った。調査地点別のBOD、COD、大腸菌群数、EC、T-N、T-P、NO₃-N、NO₂-N、NH₄-N、PO₄-Pの結果を表1に示す。

表1から岩迫橋~住吉橋の間でEC、T-N、NO₃-N、NH₄-Nの値が大きく変化していることから、この間での窒素を含むイオン性物質の流入が示唆された。

平成24年8月15日(旧暦盆)のBOD、COD、EC、T-N、T-Pが概ね最低値を示している。流域には数か所の工業団地があり、多くの工場・事業場等は旧暦盆に操業を休止していることから、日向川の水質が一時的に改善したのではないかと推察した。

表1 日向川調査結果(平成23~24年度)

採水年月日	H23.6.22	H23.6.22	H23.6.22	H23.7.13	H23.7.13	H23.7.13
河川名	日向川	日向川	日向川	日向川	日向川	日向川
地点名	岩迫橋	住吉橋	平原橋	岩迫橋	住吉橋	平原橋
BOD (mg/L)	6.9	19	4.3	2.9	11	3.2
COD (mg/L)	40	35	8.3	8.1	6.2	5.4
大腸菌群数	340000	170000	34000	22000	49000	24000
EC (μS/cm)	100	410	270	290	1200	620
T-N (mg/L)	3.1	5.3	2.7	2.9	14	7.4
T-P (mg/L)	0.38	0.48	0.16	0.34	0.67	0.24
NO ₃ -N (mg/L)	0.31	0.49	1.6	1.6	2.9	4.1
NO ₂ -N (mg/L)	0.02	0.04	0.04	0.27	0.22	0.35
NH ₄ -N (mg/L)	1.2	3.1	0.74	0.18	10	2.3
PO ₄ -P (mg/L)	0.005	0.014	0.020	0.27	0.62	0.20
採水年月日	H24.1.18	H24.1.18	H24.1.18	H24.2.8	H24.2.8	H24.2.8
河川名	日向川	日向川	日向川	日向川	日向川	日向川
地点名	岩迫橋	住吉橋	平原橋	岩迫橋	住吉橋	平原橋
BOD (mg/L)	15	9.0	6.7	7.2	7.4	10
COD (mg/L)	17	8.8	5.4	8.3	6.3	6.7
大腸菌群数	10000	13000	2400	33000	17000	10000
EC (μS/cm)	780	2500	820	270	2300	900
T-N (mg/L)	11	24	7.2	4.3	16	8.9
T-P (mg/L)	0.83	0.48	0.38	0.26	0.28	0.41
NO ₃ -N (mg/L)	1.6	8.0	2.8	1.0	5.4	3.0
NO ₂ -N (mg/L)	0.23	0.25	0.15	0.39	0.28	0.15
NH ₄ -N (mg/L)	9.1	15	3.8	2.1	11	5.4
PO ₄ -P (mg/L)	0.55	0.19	0.30	0.15	0.12	0.32
採水年月日	H24.7.11	H24.7.11	H24.7.11	H24.8.15	H24.8.15	H24.8.15
河川名	日向川	日向川	日向川	日向川	日向川	日向川
地点名	岩迫橋	住吉橋	平原橋	岩迫橋	住吉橋	平原橋
BOD (mg/L)	4.9	2.6	2.4	2.1	1.4	0.8
COD (mg/L)	10	7.9	6.1	6.6	5.0	2.5
大腸菌群数	49000	94000	17000	46000	49000	24000
EC (μS/cm)	520	2600	890	78	73	270
T-N (mg/L)	3.6	12	6.7	2.1	1.2	4.8
T-P (mg/L)	0.68	1.6	0.38	0.19	0.089	0.070
NO ₃ -N (mg/L)	1.3	7.6	4.9	0.15	0.51	4.4
NO ₂ -N (mg/L)	0.57	0.77	0.44	0.10	0.06	0.03
NH ₄ -N (mg/L)	0.56	1.5	0.70	1.5	0.40	0.11
PO ₄ -P (mg/L)	0.52	1.0	0.31	0.16	0.059	0.053
採水年月日	H24.12.12	H24.12.12	H24.12.12	H25.1.22	H25.1.22	H25.1.22
河川名	日向川	日向川	日向川	日向川	日向川	日向川
地点名	岩迫橋	住吉橋	平原橋	岩迫橋	住吉橋	平原橋
BOD (mg/L)			5.5	6.1	6.3	7.7
COD (mg/L)		7.0	5.1	10	8.1	10
大腸菌群数		22000	2200	79000	13000	33000
EC (μS/cm)		1200	1300	180	750	800
T-N (mg/L)		12	11	3.9	8.1	5.7
T-P (mg/L)		0.27	0.43	0.29	0.42	0.53
NO ₃ -N (mg/L)		4.0	5.0	0.96	3.9	2.5
NO ₂ -N (mg/L)		0.15	0.32	0.05	0.18	0.29
NH ₄ -N (mg/L)		7.9	6.9	2.8	3.4	2.0
PO ₄ -P (mg/L)		0.21	0.36	0.17	0.35	0.35

2) 上生川

上生川の上流から、米良迫橋、佐野小橋、合流直前の3地点で期間中8回の調査を行った。調査地点別の結果を表2に示す。

表2から上生川では米良迫橋より上流から高濃度の窒素、リンを含むイオン性物質が流入しており、流下する過程で概ね減少している。上生川では米良迫橋から佐野小橋の間で流入する河川等はなく、希釈による濃度低下が考えにくいことから、T-N及びT-Pの減少は植物プランクトン等の有機物に

変化したのではないかと推察した。

平成24年8月15日(日曆盆)は日向川と同様にBOD, T-N, T-P が概ね最低値を示すことから、工場・事業場の休業により一時的に改善したのではないかと推察した。

表2 上生川調査結果(平成23~24年度)

Table with multiple columns for sampling date, location, and various water quality parameters like BOD, COD, SS, and nutrient concentrations across different years and locations.

表3 合志川本流調査結果(平成23~24年度)

Large table detailing water quality data for the main stream of Goshiki River, including parameters like BOD, COD, SS, and nutrients across multiple sampling dates and locations.

3) 合志川本流

合志川本流の上流から、富納橋、藤巻橋、佐野橋、宝田橋、芦原橋の5地点で期間中8回の調査を実施した。調査地点別の結果を表3に示す。

採水日の違いによりいくつかの調査項目で大きな変動が見受けられるが、概ね上流から下流へ流下するにしたがって数値が上昇する傾向が伺える。

平成25年1月22日の採水日に注目すると、BOD値は上流の富納橋から下流の芦原橋まで2mg/L以上の値を示し、特に富納橋から藤巻橋の間で大きくBODが上昇する動きが見られた。この時、大腸菌群数、EC、T-N、T-P、NO2-N、NH4-N、PO4-P等にもBODの変化と似た動きが見られた。しかし、藤

巻橋の上流約 1km 付近で合志川と合流する支川の日向川の平原橋の同日結果（表 1）に特異的な数値は見られなかった。

4) T-N, T-P

平成 23～24 年度水質測定計画に基づき熊本県が行った県内河川の調査地点及び今回の調査した藤巻橋、芦原橋の T-N, T-P の最高・最低値及び平均値を図 4 に示す。

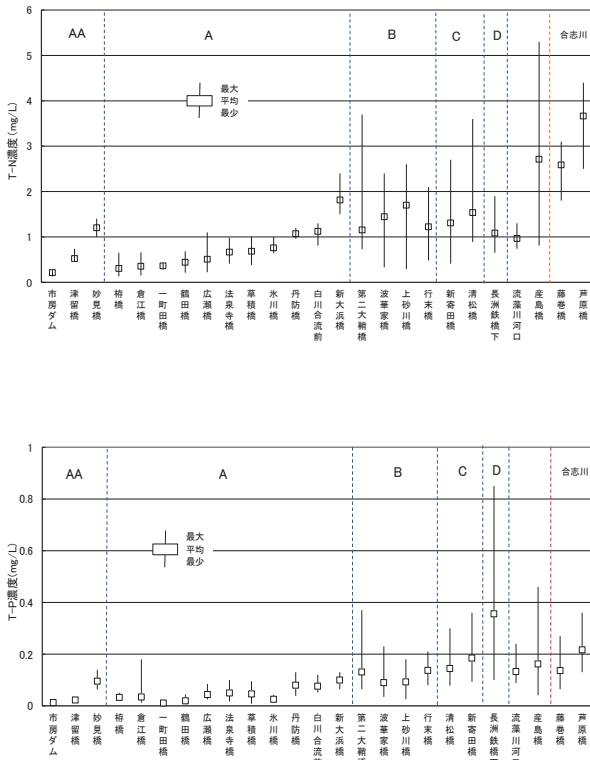


図 4 県内河川の T-N, T-P の濃度範囲（平成 23～24 年度）

なお、図の上部に記してある AA, A, B, C, D は各調査地点の類型指定を表しており、本調査地点である藤巻橋、芦原橋は A 類型に該当する。ちなみに流藻川河口、産島橋は類型指定されていない。

また、水質測定計画では合志川藤巻橋の T-N, T-P の測定は実施されていない。今回の考察で芦原橋については、国土交通省の調査結果は用いず、本調査結果のみを用いた。

図 4 に示すように、藤巻橋及び芦原橋の T-N は D 類型に指定されている長洲鉄橋下より高い濃度レベルであり、また T-P は、B, C 類型に指定されている地点と同程度の濃度であった。合志川の環境基準点である藤巻橋及び芦原橋は共に A

類型に指定されており、同じ A 類型に指定されている県内河川の中では、T-N 並びに T-P とも高濃度の状況であることが分かった。

3 平成 25 年度の調査結果

1) 合志川本流

平成 23～24 年度と同じ調査地点で、期間中 3 回の調査を行った。調査地点別の結果を表 4 に示す。

表 4 合志川調査結果（平成 25 年度）

採水年月日	H25. 8. 14	H25. 8. 14	H25. 8. 14	H25. 8. 14	H25. 8. 14
河川名	合志川	合志川	合志川	合志川	合志川
地点名	富納橋	藤巻橋	佐野橋	宝田橋	芦原橋
BOD (mg/L)	0.7	2.4	1.2	1.8	4.5
COD (mg/L)	2.8	5.1	4.5	3.5	7.6
SS (mg/L)	5	4	4	4	8
大腸菌群数	79000	17000	22000	17000	17000
EC (μS/cm)	130	150	270	320	280
T-N (mg/L)	1.5	1.5	1.5	1.6	1.2
T-P (mg/L)	0.091	0.10	0.12	0.14	0.10
NO3-N(mg/L)	1.1	0.89	1.0	1.2	0.54
NO2-N(mg/L)	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02
NH4-N(mg/L)	0.05	<0.01	0.01	<0.01	<0.01
PO4-P(mg/L)	0.070	0.047	0.092	0.10	0.034
Chl-a (μg/L)	2.7	44	18	26	
採水年月日	H26. 1. 29	H26. 1. 29	H26. 1. 29	H26. 1. 29	H26. 1. 29
河川名	合志川	合志川	合志川	合志川	合志川
地点名	富納橋	藤巻橋	佐野橋	宝田橋	芦原橋
BOD (mg/L)	<0.5	0.9	0.8	1.4	1.2
COD (mg/L)	1.9	2.7	2.3	2.6	3.1
SS (mg/L)	9	8	4	6	3
大腸菌群数	1700	2400	1400	1300	7900
EC (μS/cm)	100	150	210	380	350
T-N (mg/L)	1.3	1.9	1.9	3.6	3.6
T-P (mg/L)	0.075	0.25	0.14	0.17	0.21
NO3-N(mg/L)	1.1	1.3	1.6	2.8	3.0
NO2-N(mg/L)	<0.01	0.07	0.03	0.10	0.07
NH4-N(mg/L)	0.04	0.32	0.05	0.46	0.26
PO4-P(mg/L)	0.061	0.22	0.12	0.15	0.19
Chl-a (μg/L)	2.3	1.7	5.6	6.7	5.4
採水年月日	H26. 2. 19	H26. 2. 19	H26. 2. 19	H26. 2. 19	H26. 2. 19
河川名	合志川	合志川	合志川	合志川	合志川
地点名	富納橋	藤巻橋	佐野橋	宝田橋	芦原橋
BOD (mg/L)	0.7	1.4	1.5	2.2	2.5
COD (mg/L)	1.5	2.7	2.7	3.3	4.2
SS (mg/L)	4	7	6	9	9
大腸菌群数	1700	2700	2700	2400	3300
EC (μS/cm)	100	140	180	250	320
T-N (mg/L)	1.3	1.6	2.0	3.0	3.6
T-P (mg/L)	0.069	0.12	0.15	0.24	0.25
NO3-N(mg/L)	1.1	1.3	1.7	2.2	2.8
NO2-N(mg/L)	<0.01	0.01	0.02	0.04	0.07
NH4-N(mg/L)	0.01	0.13	0.07	0.42	0.45
PO4-P(mg/L)	0.054	0.091	0.12	0.19	0.19
Chl-a (μg/L)	1.1	1.6	2.1	2.5	4.1

今回の調査では、夏（8月14日）に COD, 大腸菌群数, Chl-a の調査項目が高い傾向にあり、T-N, T-P, NO₃-N, NO₂-N, NH₄-N, PO₄-P の調査項目は低い傾向が見られた。

2) 藤巻橋

平成 25 年度水質測定計画に基づき藤巻橋で調査を行った結果と追加項目の結果を表 5 に、また、平成 25 年度の結果から求めた各調査項目間の相関係数を表 6 に示す。なお、BOD が 0.5mg/L 未満の結果についてはデータ処理上 0.25 の値を用いた。

BOD と相関係数が高い項目は、大腸菌数、COD、大腸菌群数の 3 項目だった。相関の高い項目から藤巻橋での BOD 変動要因として、畜産等の農業系の影響が考えられるが、平成 22~24 年度の藤巻橋で BOD と相関係数が高い項目は、NO₂-N (0.92)、T-P (0.85)、COD (0.84) であり、今回と異なる傾向を示し農業系以外の影響も考えられる。

T-N が比較的高濃度であったため藤巻橋において N-BOD を調査したが、4 月に 1.1mg/L の値が得られたがその他は 0.5mg/L 未満の結果であった。

表 5 藤巻橋調査結果 (平成 25 年度)

採水年月日	H25.4.24	H25.5.14	H25.6.12	H25.7.3	H25.8.14	H25.9.10
BOD (mg/L)	2.5	1.3	0.7	1.3	1.8	0.5
COD (mg/L)	2.9	2.5	3.7	3.5	4.4	1.5
SS (mg/L)	180	140	200	190	150	150
大腸菌群数	13	7	12	4	4	1
EC (μS/cm)	13000	3300	10000	33000	13000	17000
T-N (mg/L)	2.2	1.6	1.8	2.4	1.4	2.8
T-P (mg/L)	0.10	0.092	0.14	0.11	0.10	0.069
NO ₃ -N (mg/L)	1.4	1.0	1.4	1.9	0.97	2.6
NO ₂ -N (mg/L)	0.05	0.04	0.07	0.05	0.01	<0.01
NH ₄ -N (mg/L)	0.82	0.34	0.45	0.15	<0.01	0.03
PO ₄ -P (mg/L)	0.069	0.066	0.10	0.08	0.043	0.056
Chl-a (μg/L)	2.5	2.3	3.3	5.4	28.6	0.5
大腸菌数	810	270	70	60	120	80
N-BOD (mg/L)	1.1	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
採水年月日	H25.10.2	H25.11.5	H25.12.10	H26.1.15	H26.2.12	H26.3.11
BOD (mg/L)	0.6	<0.5	5.6	1.3	0.7	1.2
COD (mg/L)	2.1	1.6	8.3	2.9	2.0	2.6
SS (mg/L)	150	120	110	160	130	170
大腸菌群数	7	3	22	6	5	13
EC (μS/cm)	24000	33000	130000	2200	1700	3300
T-N (mg/L)	2.2	1.6	2.2	2.3	1.7	1.8
T-P (mg/L)	0.077	0.074	0.26	0.22	0.11	0.24
NO ₃ -N (mg/L)	1.7	1.3	1.3	1.2	1.2	1.4
NO ₂ -N (mg/L)	0.02	0.01	0.03	0.04	0.01	0.03
NH ₄ -N (mg/L)	0.15	0.05	0.41	0.87	0.33	0.15
PO ₄ -P (mg/L)	0.061	0.06	0.15	0.19	0.088	0.18
Chl-a (μg/L)	1.5	0.9	3.6	1.9	0.9	1.6
大腸菌数	150	130	3500	60	1	120
N-BOD (mg/L)	<0.5	<0.5		<0.5	<0.5	<0.5

表 6 藤巻橋での調査項目間の相関係数 (平成 25 年度)

	BOD	COD	SS	大腸菌群数	T-N	T-P	Chl-a	大腸菌数	N-BOD
BOD	1.00								
COD	0.91	1.00							
EC	-0.35	-0.21							
SS	0.79	0.75	1.00						
大腸菌群数	0.83	0.82	0.62	1.00					
T-N	0.10	0.00	-0.01	0.22	1.00				
T-P	0.59	0.62	0.71	0.42	0.06	1.00			
Chl-a	0.14	0.31	-0.15	-0.03	-0.43	-0.10	1.00		
大腸菌数	0.95	0.87	0.80	0.92	0.16	0.54	-0.05	1.00	
N-BOD	0.44	-0.18	0.56	-0.14	0.38	0.22	-0.61	0.69	1.00
	BOD	COD	EC	T-N	T-P	NO ₃	NO ₂	NH ₄	PO ₄ -P
BOD	1.00								
COD	0.91	1.00							
EC	-0.35	-0.21	1.00						
T-N	0.10	0.00	0.23	1.00					
T-P	0.59	0.62	-0.04	0.06	1.00				
NO ₃	-0.25	-0.28	0.27	0.82	-0.28	1.00			
NO ₂	0.13	0.22	0.71	0.12	0.25	-0.09	1.00		
NH ₄	0.30	0.17	0.22	0.18	0.38	-0.32	0.58	1.00	
PO ₄ -P	0.32	0.33	0.07	0.14	0.94	-0.20	0.28	0.47	1.00

まとめ

環境基準未達成河川である合志川の水質の状況を明らかにするため平成 22~25 年度に水質調査を行った。その結果次のことが明らかとなった。

合志川の BOD は流入する 8 支川のうちの日向川及び上生川からの影響を受けやすいと推察したが、今回の調査結果から 2 支川による BOD 超過の原因を明らかにすることはできなかった。

しかし、日向川及び上生川はいずれも流域の工場・事業場からの影響を受けやすいのではないかと推察された。日向川では岩迫橋から住吉橋の間で窒素の流入があることが分かり、上生川では米良迫橋より上流から窒素やリンを含む排水の流入があることが分かった。

これらの支川の影響により藤巻橋、芦原橋の T-N、T-P の濃度が熊本県内の A 類型に指定されている他の環境基準点に比べて高濃度であると推察される。

参考文献

- 1) 熊本県公害部：水質浄化対策調査結果 (合志川水系)、p.9 (1986)
- 2) 熊本県：2005 年農林業センサス、販売目的の家畜を飼養している経営体数と飼養頭羽数

www.pref.kumamoto.jp/site/statistics/2005nourin.html