

諫早湾干拓調整池流域水質調査結果 (2018 年度)

桑岡 莉帆、浦 伸孝、前田 祐加、植野 康成、森 淳子

Water survey in a basin of the regulation pond which has formed by Isahaya bay land reclamation (2018)

Riho KUWAOKA, Nobutaka URA, Yuka MAEDA, Yasunari UENO and atsuko MORI

キーワード: 諫早湾、干拓、調整池、水質

Key words: Isahaya Bay, land reclamation, regulating reservoir, water quality

はじめに

諫早湾干拓調整池 (以降、「調整池」という。) の水質は水質保全目標値を超過していることを踏まえ、調整池流入河川において、陰イオン界面活性剤を含む水質項目の調査を行ったので報告する。

2017 年度は概況調査として調整池へ流入する 6 河川を対象に水質調査を行ったが、そのうち境川及び山田川で陰イオン界面活性剤の濃度が比較的高い傾向にあった。そのため、2018 年度は、この 2 河川についてそれぞれ隔月調査及び多地点調査を行い、2017 年度の結果とあわせて当該流域における土地利用状況や生活排水処理状況と照らし考察した。

調査期間と調査対象河川

1 調査期間

2017 年度の概況調査は、2017 年 5 月から 2018 年 1 月の間に 6 河川で各 5 回実施した。

本年度は、隔月調査及び多地点調査を行った。隔月調査は、2018 年 5 月から 2019 年 1 月の間に 2 河川で各 5 回、多地点調査は 2018 年 10 月から 12 月の間に 2 河川で各 2 回実施した。

2 調査対象河川

調整池に流入する主要な 6 河川の各流域を図 1 に示す。

2017 年度の概況調査は、図 1 の 6 流域を対象とし、各流域における人口密集地域の下流部 1 地点で水質調査を行った。本年度は、この 6 河川のうち境川及び山田川を対象とし、当該流域内の複数地点で水質調査を行った。境川は環境基準点が設定されているが (境川:A 類型)、本年度調査では環



図1 調整池流入河川及び当該流域

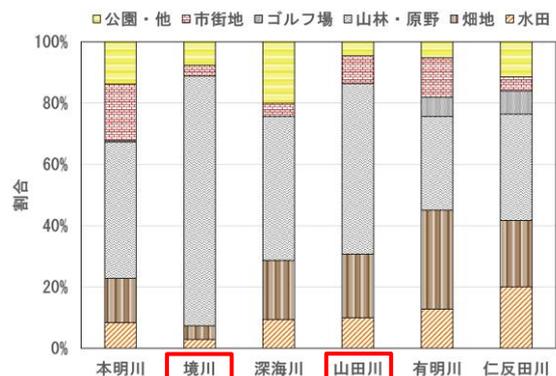


図2 調整池流入河川流域の土地利用の概要

境基準点とは異なる地点で実施した。本年度の調査地点の詳細は、調査日程や調査項目と併せて後述する。

調査河川及び流域の概要

図 1 の 6 流域における土地利用の概要を図 2 に示し²⁾、境川及び山田川流域について図 3 及び図 4 に示す。

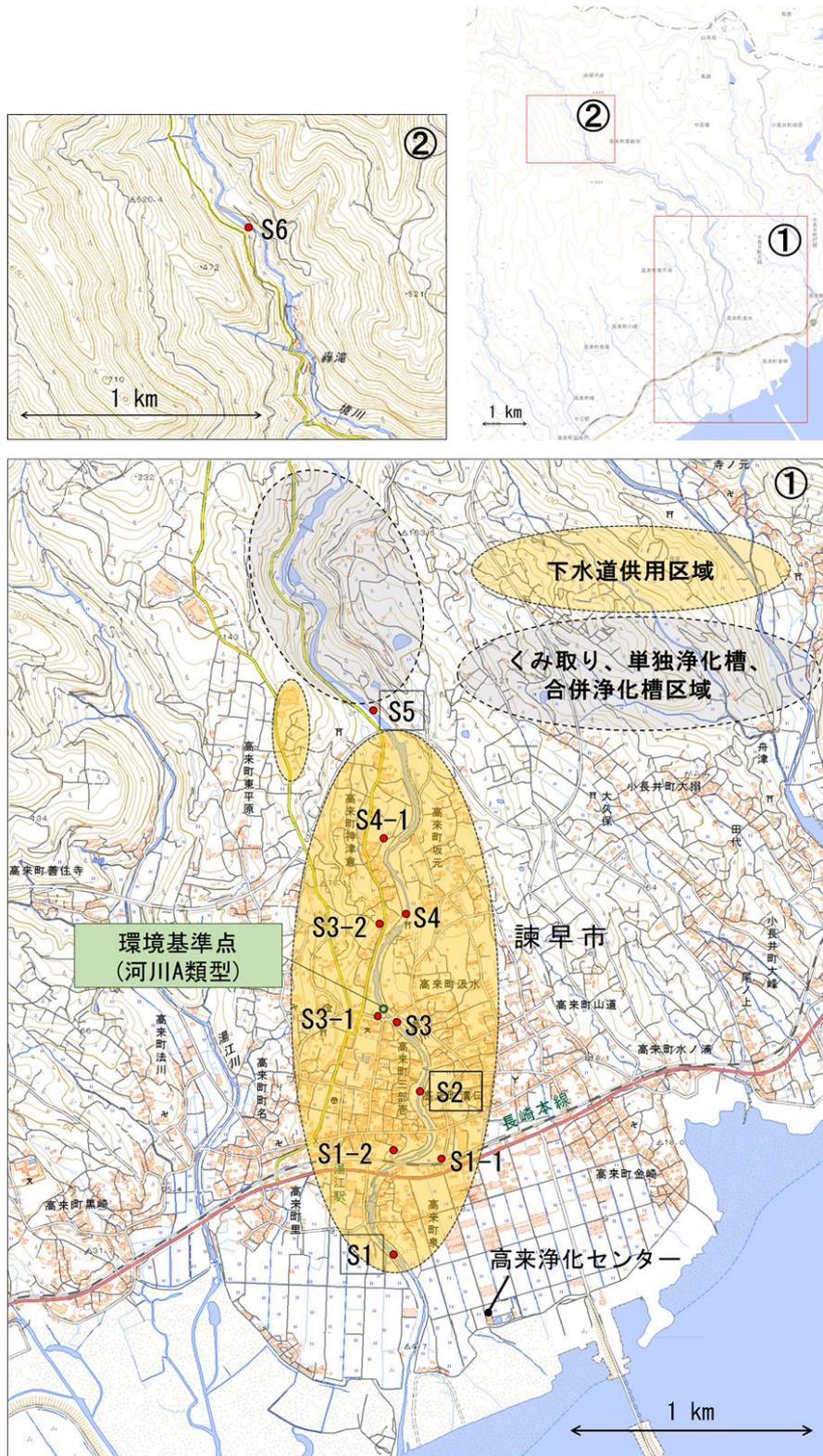


図3 境川流域及び調査地点

○(下水道共用区域) 及び ○(くみ取り、単独浄化槽、合併浄化槽区域) はおおよその範囲を示す。

境川は、長崎県諫早市を流れる一級河川本明川水系の河川で、幹川流路延長は 8.4 km、流域面積は 18.18 km² である。多良岳 (標高 996 m) に端を発し、名水百選に選定されている轟溪流を形成、近隣の灌漑用水の水源となり調整池に流入している。

境川流域面積のうち、水田及び畑地は 7.27% を占めているのに対し、山林・原野が 81.5% を占めている。また、3.53% を占めている市街地は河口から約 0.75 ~ 3 km の流域に集中しており、この地域は公共下水道が供用されている。



図4 山田川流域及び調査地点

☼(下水道共用区域) 及び ○(くみ取り、単独浄化槽、合併浄化槽区域) はおおよその範囲を示す。

山田川は、長崎県雲仙市を流れる一級河川本明川水系の河川で、幹川流路延長は約 5.4 km、流域面積は約 9.6 km²である。吾妻岳(標高 870 m)にその源を發し、長谷川や黒仁田川等と合流して、調

整池に注いでいる³⁾。山田川流域面積のうち、水田及び畑地が占めている割合は 30.6%と境川より大きく、市街地も 9.02% 占めており、住宅が上流域まで点在しているのが特徴である。

表1 調整池流入河川流域における生活排水のBOD、T-N、T-Pの処理状況

河川名	BOD、T-N、T-Pの処理人口(人)*1	BOD、T-Nのみの処理人口(人)*2	BODのみの処理人口(人)*3	処理なしの人口(人)*4	流域人口(人)	BODの処理率	T-Nの処理率	T-Pの処理率
本明川	30,342	7,873	0	14,231	52,446	72.9%	72.9%	57.9%
深海川	2,226	3,524	0	3,079	8,829	65.1%	65.1%	25.2%
境川	0	595	3,169	431	4,195	89.7%	14.2%	0.0%
山田川	0	165	2,053	1,834	4,052	54.7%	4.1%	0.0%
有明川	5,769	526	75	1,252	7,622	83.6%	82.6%	75.7%
仁反田川	1,594	291	0	221	2,106	89.5%	89.5%	75.7%
合計	39,931	12,974	5,297	21,048	79,250	73.4%	66.8%	50.4%

調査流域の汚水処理の状況

調整池流域の人口と生活排水の処理状況を表1に^{2,4)}、境川及び山田川流域の各汚水処理状況の割合を図5に示す⁴⁾。また、前述の図3及び図4に境川及び山田川流域の各汚水処理状況を大まかに記している。

汚水処理状況を割合で見ると、下水道処理率は境川で74.6%、山田川で50.7%となっている。境川流域の下水処理を行っている高来浄化センターでは深海川流域の生活排水も処理しており、下水道接続率は77%となっている⁵⁾。また、山田川流域の下水処理を行っている吾妻浄化センターでは、下水道接続率は59%となっている⁶⁾。なお、高来浄化センター及び吾妻浄化センターは、各河川の最下流に位置しているため、今回の調査地点の水質には反映されていない。

一方、くみ取り式便所及び単独処理浄化槽による処理は、生活排水が未処理のまま河川などに排出されていると考えられ、その割合は境川で10.6%、山田川で45.2%となっている。

調査内容

1 隔月調査

境川及び山田川における年間を通じた大まかな傾向を把握するために、隔月調査を行った。

(1) 調査日

降雨がなく河川が平常状態である日として、2018年5月30日、7月18日、9月11日、11月5日及び2019年1月15日に調査を行った(図6)。

(2) 調査地点

境川及び山田川の水質調査地点を前述の図3及び図4に記す。隔月調査は、境川(S1、S2、S5)、山田川(Y1、Y3、Y4)それぞれ3地点とした。なお、2017年度の概況調査はS1及びY1の地点で実施した。

*1 諫早市中央浄化センター及び農業集落排水施設への接続人口

*2 合併浄化槽設置人口

*3 特定環境保全公共下水道への接続人口

*4 単独浄化槽設置人口、未普及の人口及び未接続の人口

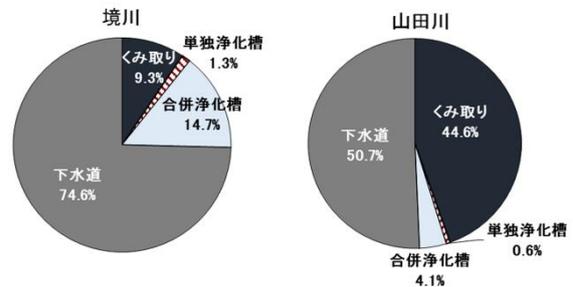


図5 本年度調査河川流域の汚水処理状況の概要



図6 本年度期間の降水量及び気温

表2 調査項目及び分析方法

項目	分析方法
流量	JIS K0094
DO	JIS K0102
SS	昭和46年環境庁告示第59号
COD	JIS K0102
T-N	JIS K0102
T-P	JIS K0102
陰イオン界面活性剤	メチレンブルー壁面付着ー吸光度法によるー(デジタルバックテスト)

(3) 調査項目

流量、溶存酸素 (DO)、浮遊物質 (SS)、化学的酸素要求量 (COD)、全窒素 (T-N)、全リン (T-P)、陰イオン界面活性剤の全7項目とし、表2の方法で分析を実施した。

2 多地点調査

支流からの流れ込みなどを把握するために、多地点調査を行った。

(1) 調査日

降雨がなく河川が平常状態である日として、境川は2018年10月16日と11月20日、山田川は2018年10月29日と12月17日に調査を行った(図6)。

(2) 調査地点

境川では、図3における最も下流のS1(河口から約0.75 km)からS6(河口から約8 km)の間の全11地点とした。

山田川では、図4における最も下流のY1(河口から約0.5 km)からY5(河口から約5 km)の間の全8地点とした。

(3) 調査項目

COD、T-N、T-P及び陰イオン界面活性剤の全4項目とし、隔月調査と同様の方法で分析を実施した。

調査結果

1 隔月調査

本年度の調査結果を、2017年度の概況調査(S1及びY1)結果と併せ、図7-1~7に示す。なお、前述のように本年度の調査地点は環境基準点とは異なるが、参考として河川A類型の環境基準値を該当項目にのみ赤線で示した。また、調整池(湖沼B類型及び湖沼V類型)の環境基準値または水質保全目標値を参考として該当項目にのみ青線で示した。

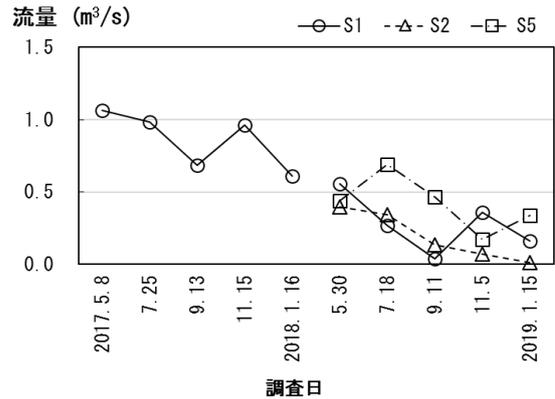
(1) 流量

流量の隔月調査結果を、図7-1に示す。

2カ年の調査結果から、Y1は類似の経年推移を示したが、S1は相対的な流量変化は類似しているものの絶対量で2017年度と比較すると本年度はおおよそ半量以下の流量を示した。

本年度の調査結果から、境川では2018年7月及び9月において上流のS5より下流側のS1及びS2で流量が小さくなった。境川周辺では農業用水を河川から引いており、灌漑期には下流側で水量が減少傾向にあると推測される。一方、山田川では、灌漑期の全地点で流量が減少傾向であった。山田川調査地点の上流のY4より上流側にも田畑が存在して

境川



山田川

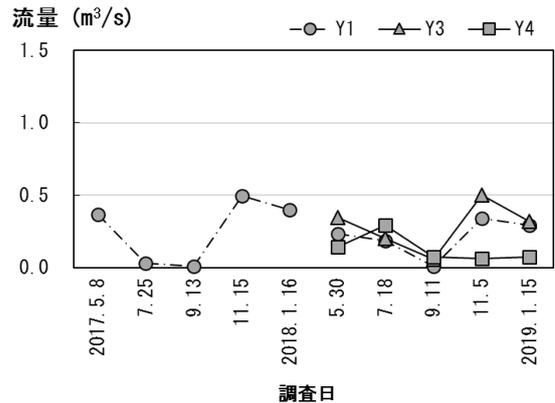
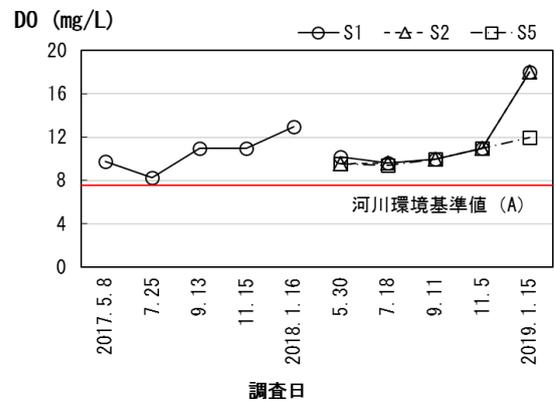


図7-1 流量

境川



山田川

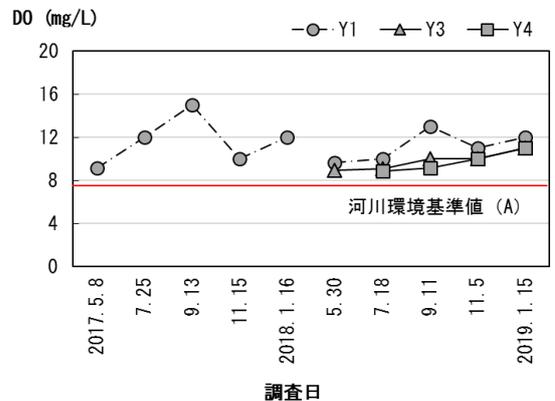


図7-2 DO

おり、境川と同様に農業用水への利用による水量変化であると推測される。

(2) DO

DOの隔月調査結果を、図7-2に示す。

2カ年の調査結果から、S1及びY1のそれぞれで類似の経年推移を示した。

本年度の調査結果から、全地点のDO濃度がその調査時の水温に対する飽和溶存酸素量を超えており、2017年度の概況調査と同様に過飽和の状態であった。特に境川では2018年1月下流側のS1及びS2でDO濃度が突出しており、山田川では2018年9月上流側のY3及びY5と比較して下流のY1でDO濃度が高い値を示した。

(3) SS

SSの隔月調査結果を、図7-3に示す。

2カ年の調査結果から、S1では2017年7月の突出した値以外類似の経年推移を示したが、Y1では異なる経年変化を示した。

本年度の調査結果から、境川は、全地点で4 mg/L以下の低い水準で推移した。山田川は、全地点で河川環境基準値(25 mg/L)以下の値で推移したものの、2018年5月のY1で比較的高い値を示した。2018年5月の調査時には、流域水田から水の越流が確認されており、そのようなところからのSS成分の流入が影響していると考えられる。

(4) COD

CODの隔月調査結果を図7-4に示す。

2カ年の調査結果から、Y1では類似の経年推移を示したが、S1では9月以降で類似の経年推移を示した。

本年度の調査結果から、境川は、全地点で3 mg/L以下の低い水準で安定して推移した。山田川は、灌漑期の2018年5月から9月でCOD濃度3.1~5.2 mg/Lと比較的高い値で推移した後、2018年11月以降でCOD濃度1.3~1.8 mg/Lと比較的低い値で推移した。特に、2018年7月Y3では調整池水質保全目標値(5 mg/L以下)を上回っていた。

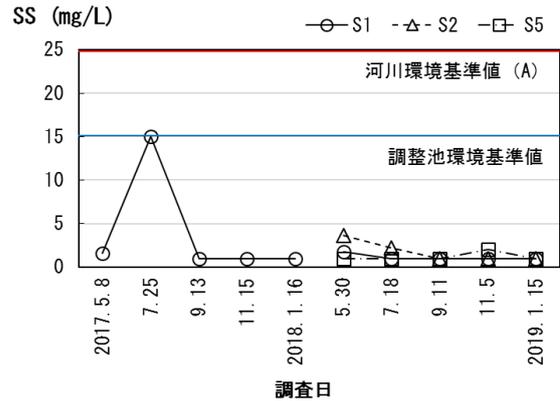
境川及び山田川のCOD濃度を比較すると、灌漑期では境川より山田川が高濃度で推移し、それ以外の期間では境川と山田川においてほぼ同水準で推移した。

(5) T-N

T-Nの隔月調査結果を図7-5に示す。

2カ年の調査結果から、S1及びY1のそれぞれでやや類似の経年変化を示した。

境川



山田川

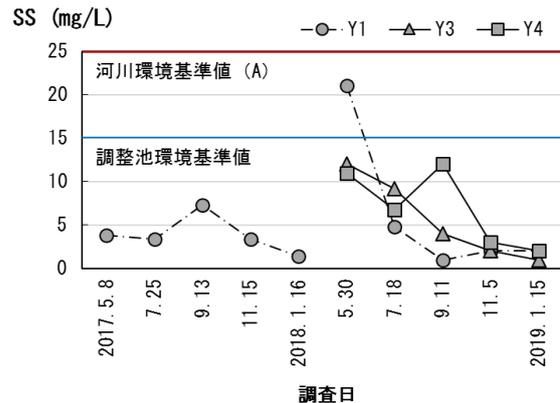
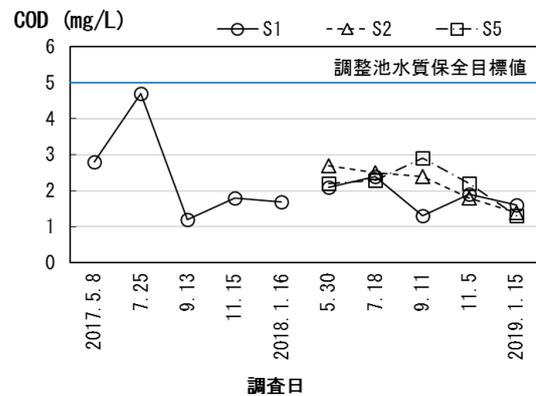


図7-3 SS

境川



山田川

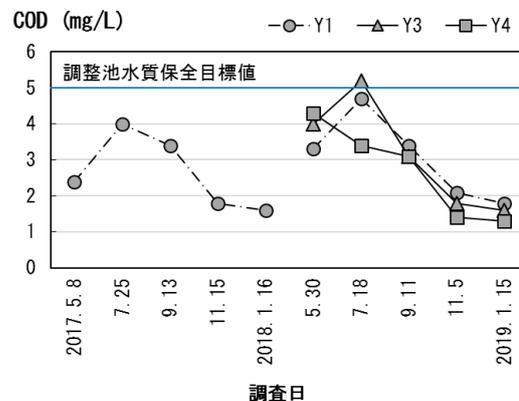


図7-4 COD

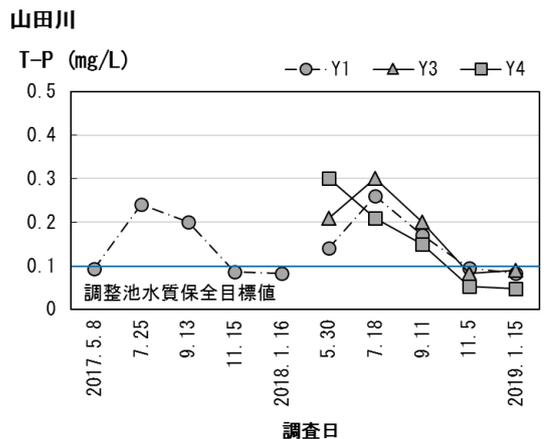
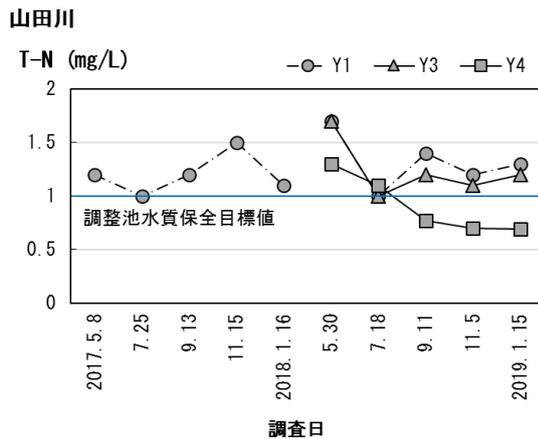
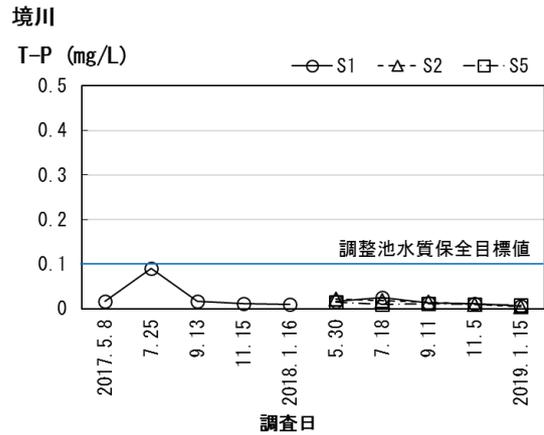
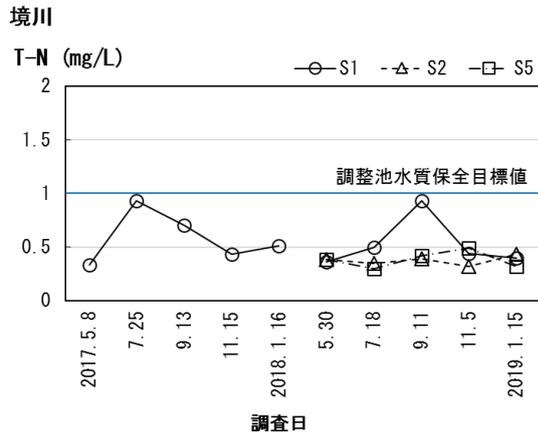


図7-5 T-N

図7-6 T-P

本年度の調査結果から、境川は、全地点で調整池水質保全目標値 (1 mg/L) 以下で推移したが、2018年9月に下流のS1が突出しており、上流側のS2及びS5を約0.5 mg/L上回る値を示した。山田川は、上流のY4の2018年9月以降を除き、T-N濃度1 mg/Lを超過し、2カ年続けての超過となった。特に、下流側のY1及びY3は本年度調査の全日程でT-N濃度1 mg/L以上で推移した。Y3とY4の間には南側からの流入河川が存在し、その河川からの流入が山田川本流に影響を与えていると推測する。前述の河川については、多地点調査結果にて後述する。

(6) T-P

T-Pの隔月調査結果を図7-6に示す。

2カ年の調査結果から、S1では2017年7月の突出した値以外類似の経年推移を示したが、Y1では類似の経年推移を示し、かつ2カ年続けて調整池水質保全目標値 (0.1 mg/L以下) を超過した。

本年度の調査結果から、境川は、全地点で環境基準値以下と安定して推移した。山田川は、全地点でやや類似の挙動を示したものの、2018年5月から9月の灌漑期でT-P濃度0.1 mg/Lを大きく上回った。

境川及び山田川のT-P濃度を比較すると、通年境

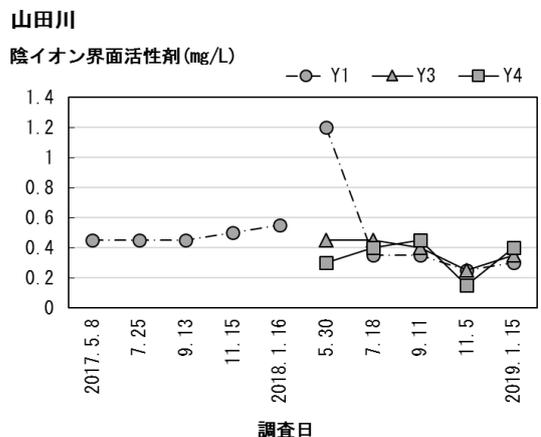
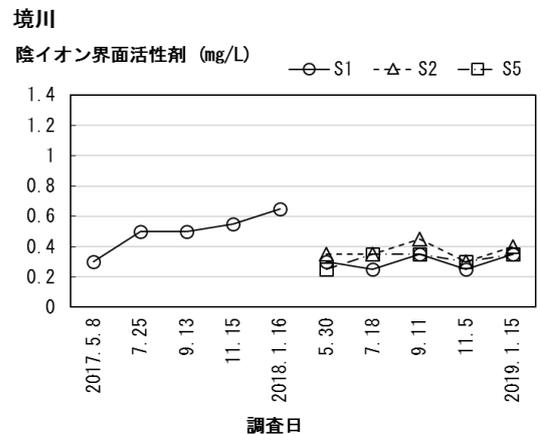


図7-7 陰イオン界面活性剤

川より山田川が高濃度で推移し、特に灌漑期で山田川は境川の12~14倍程度のT-P濃度を示した。

(7) 陰イオン界面活性剤

陰イオン界面活性剤の隔月調査結果を図7-7に示す。

2ヵ年の調査結果から、2018年5月下流のY1の突出した値を除き、2017年度と比較して本年度は比較的低い濃度で推移した。各年度の平均濃度は2017年度でS1 0.50 mg/L、Y1 0.48 mg/L、2018年度でS1 0.30 mg/L、Y1 0.49 mg/L (2018年5月Y1値を除いた場合 0.31 mg/L) であり、2017年度の概況調査時における境川及び山田川以外の4河川と本年度調査の境川及び山田川の平均濃度は同程度であった。

本年度の調査結果から、境川は、全地点で陰イオン界面活性剤濃度 0.25~0.45 mg/Lで推移した。一方、山田川は、突出した値を除くと陰イオン界面活性剤濃度 0.15~0.45 mg/Lで推移し、2018年5月下流のY1で1.2 mg/Lと高濃度を示した。2018年5

月下流のY1採水時、河川表面の発泡などのようないつもと違う様子はみられなかったが、採水した水を保存している容器ごと振とうすると、泡が立つ様子が伺えたため、一時的に大量の洗剤成分が河川に流れ込んだ可能性が考えられる。

2 多地点調査

(1) 境川

境川流域の多地点調査結果を表3に示す。

地点別でみると、10月調査のS1へ流入するS1-1、S1-2でCOD、T-N、T-Pの項目が比較的高い濃度を示した。S1からS4あたりの流域は下水道区域となっているが、接続が完了していない家庭もあると考えられ、流域内の家庭(洗濯や料理など)による生活排水が一時的に流れ込んだ可能性が考えられる。

T-Nについて、上流から下流にかけてT-N濃度が高くなる傾向にあり、最下流地点のS1が最も高い濃度を示した。一方、陰イオン界面活性剤について、地点間の大きな違いはみられなかった。

表3 多地点調査結果 (境川)

地点	陰イオン界面活性剤 (mg/L)		COD (mg/L)		T-N (mg/L)		T-P (mg/L)	
	2018.10.16	2018.11.20	2018.10.16	2018.11.20	2018.10.16	2018.11.20	2018.10.16	2018.11.20
S1	0.35	<u>0.35</u>	1.6	1.7	0.90	0.51	0.014	0.012
S1-1	0.40	0.25	<u>2.3</u>	<u>2.0</u>	0.32	<u>0.47</u>	<u>0.015</u>	0.017
S1-2	<u>0.45</u>	<u>0.35</u>	4.0	<u>2.0</u>	<u>0.42</u>	0.38	0.036	0.011
S2	0.50	0.30	2.0	1.5	0.31	0.44	0.010	0.011
S3	<u>0.45</u>	0.30	2.1	2.1	0.31	0.40	0.010	<u>0.016</u>
S3-1	<u>0.45</u>	-	-	-	-	-	-	-
S3-2	<u>0.45</u>	-	-	-	-	-	-	-
S4	0.40	0.40	2.0	1.7	0.30	0.36	0.009	0.009
S4-1	<u>0.45</u>	-	-	-	-	-	-	-
S5	<u>0.45</u>	<u>0.35</u>	2.0	<u>2.0</u>	0.30	0.30	0.009	0.007
S6	-	0.30	-	1.2	-	0.24	-	0.008

各調査日で最も大きい値を太字で、2番目に大きい値を下線で示す。

表4 多地点調査結果 (山田川)

地点	陰イオン界面活性剤 (mg/L)		COD (mg/L)		T-N (mg/L)		T-P (mg/L)	
	2018.10.29	2018.12.17	2018.10.29	2018.12.17	2018.10.29	2018.12.17	2018.10.29	2018.12.17
Y1	<u>0.25</u>	0.35	<u>1.9</u>	<u>2.5</u>	1.2	1.3	<u>0.076</u>	<u>0.096</u>
Y2	0.20	0.35	<u>1.9</u>	2.1	1.3	<u>1.4</u>	0.070	0.084
Y3	<u>0.25</u>	0.35	1.7	1.9	1.2	1.3	0.074	0.078
Y3-1	0.40	0.50	5.7	8.6	6.1	6.1	0.46	0.50
Y3-2	0.20	0.30	-	1.8	-	1.3	-	0.051
Y4	0.15	0.25	1.7	1.5	0.76	0.86	0.055	0.041
Y4-1	0.10	<u>0.40</u>	1.5	1.1	0.47	0.53	0.044	0.044
Y5	0.10	0.10	<u>1.9</u>	1.3	<u>1.5</u>	1.2	0.043	0.038

各調査日で最も大きい値を太字で、2番目に大きい値を下線で示す。

(2) 山田川

山田川流域の多地点調査結果を表4に示す。

10月と12月に行った2回の結果においていずれも陰イオン界面活性剤、COD、T-N及びT-Pの全項目でY3-1が最も高い濃度を示し、特にT-Pでは他の地点の10倍程度の値となった。COD、T-N及びT-Pについて、今回は調査を行わなかった南方向の支流からY3-1にかけて高い負荷がかかったものと考えられる。Y3-1上流の流域には民家はみられないも

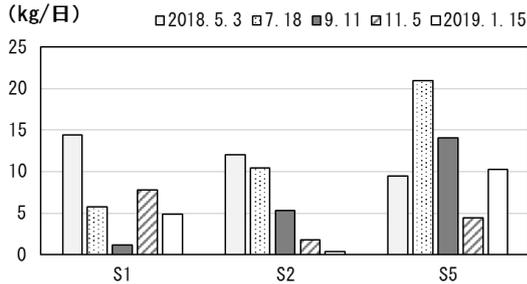
の、田畑や畜産農業等が点在しており、生活排水以外の影響が推測される。陰イオン界面活性剤について、上流のY5から下流のY1にかけて濃度が高くなる傾向があったことから、未処理の生活排水の影響が示唆される。

3 負荷量調査

隔月調査結果 (陰イオン界面活性剤、COD、T-N及びT-P) から、次式を用いて負荷量の算出を行っ

境川

陰イオン界面活性剤負荷量



山田川

陰イオン界面活性剤負荷量

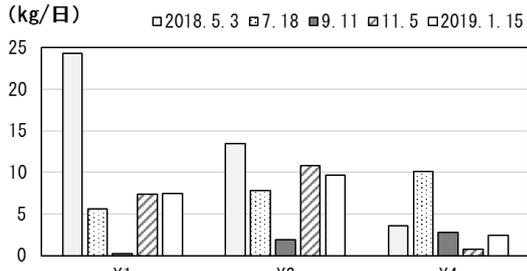
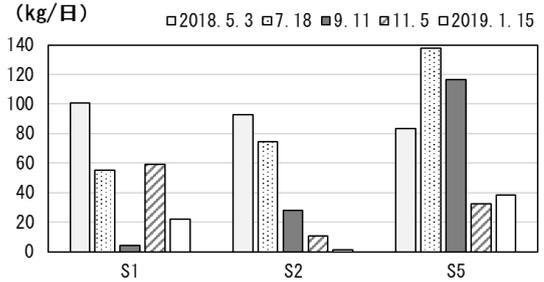


図8-1 陰イオン界面活性剤負荷量

境川

COD負荷量



山田川

COD負荷量

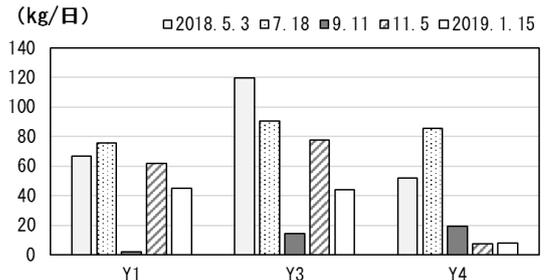
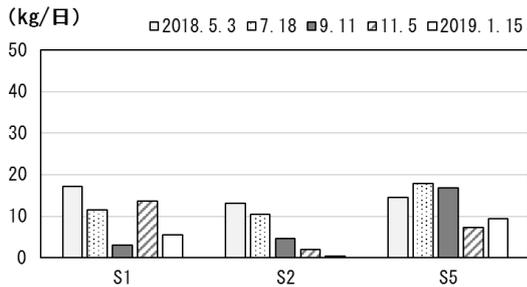


図8-2 COD負荷量

境川

T-N負荷量



山田川

T-N負荷量

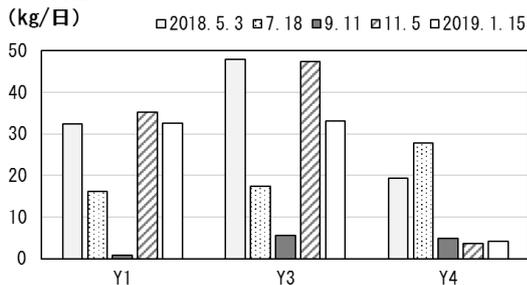
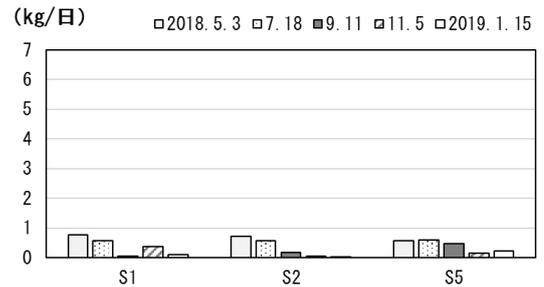


図8-3 T-N負荷量

境川

T-P負荷量



山田川

T-P負荷量

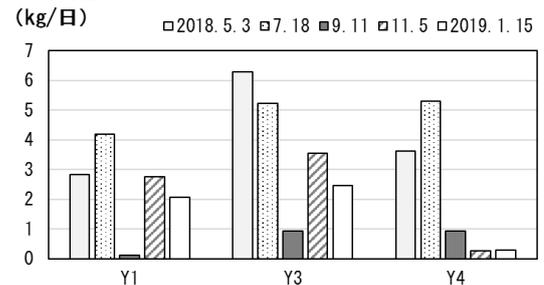


図8-4 T-P負荷量

た。負荷量算出結果を図 8-1～4 に示す。

負荷量 (kg/日) = 流量 (m³/日) ・物質濃度 (mg/L) /1000

図 8-1～4 から、境川及び山田川を比較すると、陰イオン界面活性剤及びCODは境川の上流が比較的負荷量が大きく、T-N及びT-Pは山田川で負荷量が大きい傾向であった。

考 察

境川及び山田川の本年度の隔月調査結果と2017年度の概況調査結果を比較すると、陰イオン界面活性剤についてはやや低濃度で推移し、CODについては灌漑期の山田川において比較的高濃度で推移した。T-N及びT-P濃度については、山田川の値が境川の値を下回ることはほとんどなく、灌漑期が終わると山田川のT-P濃度は下降して境川のT-P濃度と同程度で落ち着いたものの、T-N濃度に関しては横ばいのままであった。また、今回調査時の山田川における灌漑期のT-N、T-P濃度は調整池の水質保全目標値に照らしたとき、超過するレベルで推移していた。

土地利用状況から、境川はその流域に占める農地や市街地の面積が比較的少なく、市街地からの負荷については下水道の整備、普及によって、大方処理されつつある。そのため、今回調査時の境川水質は調整池の水質保全目標値に照らしたとき、超過しないレベルで推移していた。一方、山田川はその流域に占める農地や市街地の面積が4割を超えており、境川流域と比較すると山田川流域では農地利用の割合が多い。そのため、前述のとおり山田川の灌漑期のT-N、T-P濃度で比較的高い傾向を示す要因の1つとして、農地由来の負荷が少なくないことが考えられた。

多地点調査結果では、概ね上流から下流にかけて各調査項目の濃度が高くなる傾向がみられた。しかし南方向の支流から山田川中流に流れ込む合流手前のY3-1地点では、COD、T-N及びT-Pにおいて他の地点に比べ格段に高い値を示し、未調査の支流からの影響を強く受けていることが推測された。

生活排水の影響について着目すると、境川及び山田川の2河川の汚水処理状況から、境川流域は全体の74.6% (流域人口換算で89.7%) が下水道で汚水処理されており、山田川流域は全体の50.7% (流域人口換算で54.7%) が下水道で汚水処理されている。つまり、山田川流域は下水道に接続していない割合がおよそ半分の割合を占めており、境川流域と比較すると山田川流域は下水道に接続していない割合は高く、そのような排水の流入が河川負荷として影響を与えていると示唆される。

これらの対策として、「第3期諫早湾干拓調整池水辺環境の保全と創造のための行動計画」(令和元年8月策定)に示された対策をさらに推進することが重要であると考えられる。特に生活排水対策について、現況、くみとり式が4割を占めている山田川流域では、生活排水を河川に流入させない合併浄化槽への転換を図ることが必要であると考えられる。

参 考 文 献 ・ 脚 注

- 1) 桑岡莉帆, 他: 諫早湾干拓調整池流域水質調査結果(2017年度), 長崎県環境保健研究センター所報, 63, 83-85(2017).
- 2) 九州農政局資料(2014)
- 3) 長崎県山田川水系河川整備計画平成15年7月
- 4) 九州農政局資料(2015)
- 5) 諫早市資料(2017)
- 6) 雲仙市資料(2017)