

## 5) 発泡現象がみられる無田川の水質調査について

石原宏明 谷口智則\*1 黒木隆司 内田大智  
前田敏孝\*2 渡邊和博\*3 小林亜由美\*4 福島宏暢

### はじめに

河川における発泡現象は、様々な原因により発生するが、その見た目から近隣住民の苦情や問い合わせの対象となりやすい。発泡現象は、糖類が原因の自然由来のものや界面活性剤等の人工由来のものがある。発泡がみられた河川において、平成 27 年度から 3 年間の分析データ（生活環境項目及び糖類）から、河川の概況を把握し、発泡現象の原因を考察したので報告する。

### 調査方法

#### 1 調査地点及び調査時期

頻繁に発泡現象がみられた無田川の調査地点を図 1 に示す。河川の周辺には田畑が広がっており、上流地点から下流地点の間には複数の農業用水等の流れ込みがあり、また下流地点には排水処理施設が存在している。

調査時期は平成 27 年 4 月から平成 30 年 3 月において月一回の採水及び分析を行った。（ただし、平成 28 年度は熊本地震の影響で採水できなかった期間がある。）

平成 29 年 7 月から無田川に流れ込んでいる農業用水路の中から水量が多い 1 地点について、追加して調査した。

#### 2 調査項目

生活環境項目等（pH、EC、DO 等）及び発泡現象の主要因と考えられる糖類の測定を行った。生活環境項目は JISK0121 に準じて分析を行った。糖類はフェノール硫酸法<sup>1~3)</sup>により求めた。また、平成 28,29 年度はイオンクロマトグラフ（Thermo Scientific ICS-2100）による硝酸性窒素及びアンモニア性窒素の分析項目を追加した。

### 結果及び考察

平成 27 年度から 3 年間の上流及び下流の分析結果及び平成 29 年度における流れ込みがあった水路の分析

結果を表 1~7 で示す。

#### 1 生活環境項目等の変化

生活環境項目等の変化を把握するため、平成 27 年度から平成 29 年度の河川上流地点及び下流地点の調査結果で傾向がみられた項目に査結果には流れ込み地点の結果を併せて示す。

##### 1) pH

全ての調査地点で夏季に比較的低くなる傾向を示した。

上流と下流を比較すると、夏季は上流≒下流、その他の時期では上流<下流の傾向を示した。

##### 2) DO（溶存酸素）

pH と同様の挙動を示し、夏季は上流≒下流、その他の時期では上流<下流の傾向を示した。

3) BOD（生物化学的酸素要求量）、COD（化学的酸素要求量）

全体的に低い値で推移しており、特徴的な傾向はみられなかった。

##### 4) T-N（全窒素）

年間通して上流>下流となっていた。夏季は上流と下流の濃度差が大きくなる傾向にあった。流れ込みについては、夏季に比較的低い濃度を示す傾向が見られた。

##### 5) T-P（全リン）

年間通して上流<下流となっていた。流れ込み地点は上流とほぼ同じ濃度であった。

##### 6) EC（電気伝導度）

pH と同様の挙動を示し、夏季は上流>下流の傾向を示した。

##### 7) SS（浮遊物質）

特徴的な傾向はみられなかった。

##### 8) 硝酸性窒素

年間通して上流>下流となっていた。

##### 9) アンモニア性窒素

ほぼ全ての時期において上流<下流となっていた。

\*1 球磨地域振興局保健福祉環境部

\*2 現環境生活部環境局環境保全課

\*3 現病院局診療部

\*4 現健康福祉部健康局業務衛生課

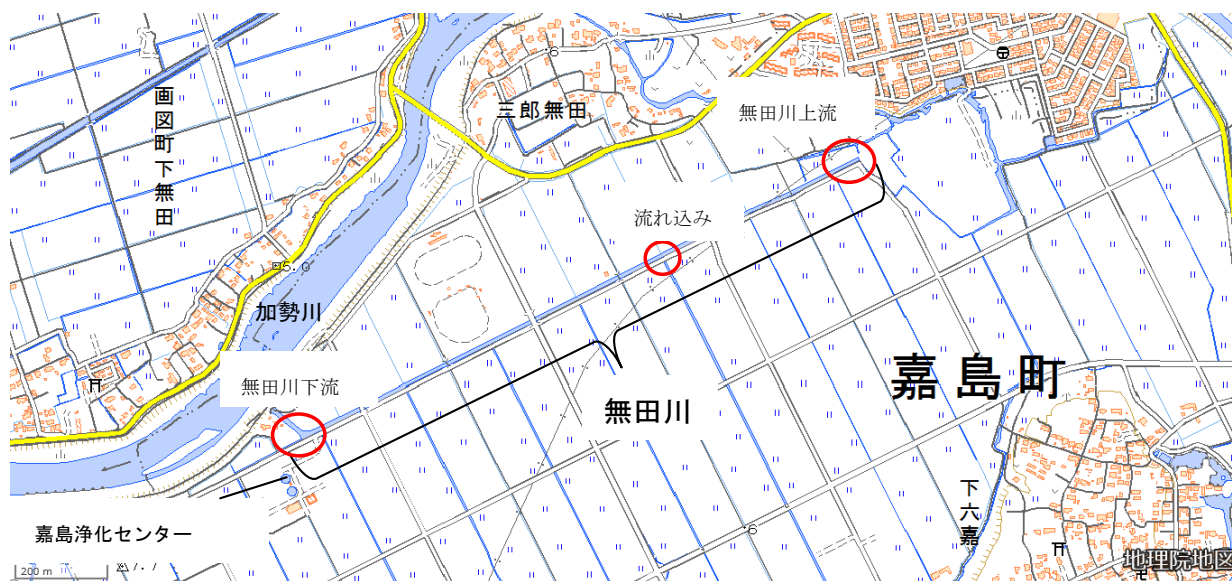


図1 調査地点

pH の冬季の上昇は植物等の活動が原因と考えられる。無田川では9月から1月の間は河川に植物が多く繁殖しており、冬季の方が水の流れが緩やかで滞留時間が長く、滞留の間に植物活動によって pH が上昇したと考えられる。

DO や EC も pH と同様に植物等の活動が原因と考えられる。

T-N は上流から下流に向けて硝酸性窒素が大きく減少し、アンモニア性窒素が増えており、T-N はトータルとして減少していることがわかった。窒素は、主に硝酸性窒素として植物に吸収されるため、上流と下流の採水地点の間で、硝酸性窒素が内部生産に使われて減少していると考えられる。

また、T-P は濃度の高い水の流入がないが、上流より下流の濃度が高くなっていることから、無田川の底質からの浸み出しにより濃度が上昇した可能性が考えられる。

生活環境項目等の結果から、硝酸性窒素を消費した内部生産が考えられたが、発泡現象に関わる特異的な傾向は確認されなかった。

## 2 糖類

過去に河川の発泡現象の原因が糖類と推定した事例が報告されている<sup>4)</sup>。今回はフェノール硫酸法で糖類濃度を測定することにより、糖類の発泡現象への影響を確認した。検量線は1~50 mg/L で作成し、分析を

実施した。

糖類の分析結果についてグラフ化したものを図9に示す。全分析期間における平均値は上流で3.7 mg/L、下流で平均3.8 mg/Lの値であった。また、バラツキが大きく、濃度の傾向は見取れなかった。これは採水時の方法に問題があると考えられ、採水時に発泡した表面をどれだけ採取するかによって、糖類の定量的結果が変化するものと思われる。

そこで、通常は無作為に採水した場合と、発泡表面を採水した場合の検体について糖類の検討した結果を表8に示す。

表のとおり、発泡表面を採水した検体では糖類の濃度が河川の濃度の約1.5~10倍となっていた。発泡表面で糖類の濃度が上昇がみられており、発泡は糖類が影響している可能性が示唆された。

また、周辺には無田川に排水する事業場や工場がないため、糖類は自然由来のものと考えられる。

一般に発泡現象と河川の流下形態との関係は、緩やかな流れが長く続き、その下流部に気泡点となる攪拌部が存在するとともに泡の集積しやすい流下形態が組み合わさることにより視覚的に目立つ発泡現象が生じやすくなる<sup>4)</sup>とされており、無田川は水量が少なく、緩やかな流れであり、水路が川へ流入する箇所ですら攪拌されるため、発泡現象が生じやすい状況にあると考えられる。

表8 無作為に採水した場合と発泡表層を採水した場合の糖類濃度比較

(mg/L)	H29.2.21	H29.5.23	H29.7.18	H29.8.23	H29.9.13
無作為に採水した場合(上流)	1.9	4.9	2.0	2.3	3.3
無作為に採水した場合(下流)	1.8	4.6	2.2	2.2	1.9
発泡表層を採水した場合	19	7.7	7.6	5.6	9.5

#### まとめ

発泡現象が確認された河川基礎データを測定し、河川の状況を把握した。硝酸性窒素を消費した内部生産があることは確認されたが、特異的な状況は確認されなかった。

今回の調査で糖類を分析した結果、発泡表面で濃度が高く、自然由来の糖類による発泡の可能性が高いことがわかった。

#### 引用文献

- 1) Kouji TAKEUCHI, Takeshi IKUMA, Yuji TAKAHASHI, Keiko SAGISAKA and Toshihide TAKASAWA :帯大研報, 22, p103-107,(2001).
- 2) 北村進一, 中屋慎: 生物工学, 第 90 巻, 第 12 号, p790-793 (2012).
- 3)Tatsuo FUJIKAWA, Michio SHIOMI, Sunao MUKAI and Masafuto WADA: 農化 第 48 巻, 第 9 号, p483-491 (1974).
- 4) 藤村茂夫, 邑岡和昭 (1999) 四万十川あわ発生機構解析調査結果,高知環境研究所報,16,15-57.

表1 平成27年度上流分析結果

	採水月日	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
		H27.4.21	H27.5.26	H27.6.23	H27.7.29	H27.8.27	H27.9.30	H27.10.30	H27.11.26	H27.12.10	H28.1.28	H28.2.17	42437
生活環境項目	pH	7.22	7.41	7.13	7.23	6.95	7.2	7.2	7.2	7.25	7.24	7.33	7.3
	DO	7.49	3.63	6.93	5.61	-	7.96	8.54	7.58	7.66	7.71	7.73	6.5 (mg/l)
	BOD	0.79	0.68	0.7	0.56	0.6	0.87	0.45	0.59	0.45	0.52	0.46	0.9 (mg/l)
	COD	3.31	3.39	3.26	2.71	2.15	1.77	1.44	1.67	1.73	1.98	2.2	2.2 (mg/l)
	SS	23.6	35.5	11.7	10.9	7.1	5	5.4	9.2	6	9.8	7.2	9 (mg/l)
	T-N	0.5	3.05	2.43	1.57	2.11	2.06	2.5	2.53	2.44	2.87	2.64	2.4 (mg/l)
	T-P	0.023	0.104	0.108	0.069	0.0701	0.0891	0.0583	0.056	0.0571	0.0853	0.0946	0.070 (mg/l)
	EC	235	247	237	193	224	207	226	242	234	243	247	250 (uS/cm)
糖類	4.7	5.7	0	9.7	5.3	8.4	1	1.9	3.2	5	3.7	(mg/l)	

表2 平成27年度下流分析

	採水月日	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
		H27.4.21	H27.5.26	H27.6.23	H27.7.29	H27.8.27	H27.9.30	H27.10.30	H27.11.26	H27.12.10	H28.1.28	H28.2.17	42433
生活環境項目	pH	7.51	7.58	7.16	7.27	6.94	7.08	7.52	7.46	7.52	7.54	7.49	7.5
	DO	-	8.02	7.18	8.31	-	7.51	8.6	8.56	9.09	10.3	10.6	8.8 (mg/l)
	BOD	0.35	0.99	0.71	0.72	1.54	0.82	0.41	0.57	0.66	0.99	0.49	0.3 (mg/l)
	COD	4.28	3.94	3.55	3.94	4.33	2.92	3.88	3.6	3.77	4.5	4.16	3.8 (mg/l)
	SS	8.6	13.5	13.5	9.7	19.6	9.4	5.6	2	4.2	0.8	3.4	8 (mg/l)
	T-N	0.29	1.28	1.7	0.614	1.03	0.367	1.2	1.14	1.15	1.23	1.38	1.1 (mg/l)
	T-P	0.143	0.476	0.203	0.212	0.381	0.167	0.805	0.525	0.707	0.476	0.727	0.78 (mg/l)
	EC	396	302	196	126	213	207	432	365	408	392	431	360 (uS/cm)
糖類	12.4	0.76	6.5	9.2	4.6	6.3	10.7	0	2.1	1.9	4	(mg/l)	

表3 平成28年度上流分析結果

	採水月日	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
						H28.8.17		H28.10.19	H28.11.29	H28.12.13	H29.1.17	H29.2.21	H29.3.7
生活環境項目	pH	※	※	※	※	7.01	※	7.21	7.23	7.24	7.33	7.28	7.32
	DO	※	※	※	※	6.16	※	6.79	7.66	7.21	8.65	7.94	7.78 (mg/l)
	BOD	※	※	※	※	0.62	※	0.72	0.46	1.24	0.54	-	0.66 (mg/l)
	COD	※	※	※	※	3.21	※	2.31	2.07	3.16	1.96	-	2.6 (mg/l)
	SS	※	※	※	※	14	※	9.9	12.2	26.6	7.5	11.4	9.8 (mg/l)
	T-N	※	※	※	※	1.95	※	2.64	2.53	2.71	2.55	2.59	2.76 (mg/l)
	NO3-N	※	※	※	※	1.79	※	2.31	2.4	2.46	-	2.23	0.783 (mg/l)
	NH4-N	※	※	※	※	0.029	※	0.023	0.016	0.012	-	0.07	0.001 (mg/l)
	T-P	※	※	※	※	0.0485	※	0.0758	0.0736	0.0976	0.0706	0.0983	0.0841 (mg/l)
	EC	※	※	※	※	232	※	246	240	231	247	240	241 (uS/cm)
糖類	※	※	※	※	1.84	※	2.95	1.47	2.87	1.02	1.9	2.19 (mg/l)	

※平成28年4~7月及び9月：熊本地震の影響で採水できず

表4 平成28年度下流分析結果

	採水月日	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
						H28.8.17		H28.10.19	H28.11.29	H28.12.13	H29.1.17	H29.2.21	H29.3.7
生活環境項目	pH	※	※	※	※	6.99	※	7.44	7.43	7.55	7.65	7.49	7.5
	DO	※	※	※	※	8.65	※	7.15	9.4	8.47	9.97	9.04	8.92 (mg/l)
	BOD	※	※	※	※	1.19	※	1.02	0.25	1.34	0.33	-	0.48 (mg/l)
	COD	※	※	※	※	4	※	3.28	2.56	3.12	2.85	-	3.98 (mg/l)
	SS	※	※	※	※	10.4	※	18.1	4	8.2	4.3	8.8	9.8 (mg/l)
	T-N	※	※	※	※	0.477	※	1.4	1.71	1.71	1.72	1.84	1.92 (mg/l)
	NO3-N	※	※	※	※	0.177	※	1.02	1.42	1.42	-	1.36	0.43 (mg/l)
	NH4-N	※	※	※	※	0.056	※	0.075	0.043	0.028	-	0.113	0.21 (mg/l)
	T-P	※	※	※	※	0.0857	※	0.295	0.303	0.308	0.293	0.425	0.559 (mg/l)
	EC	※	※	※	※	126.9	※	384	360	346	340	347	440 (uS/cm)
糖類	※	※	※	※	3.01	※	1.35	1.64	0.74	1.6	1.89	2.9 (mg/l)	

※平成28年4~7月及び9月：熊本地震の影響で採水できず

表5 平成29年度上流分析結果

	採水月日	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
		H29.4.25	H29.5.23	H29.6.13	H29.7.18	H29.8.23	H29.9.13	H29.10.19	H29.11.16	H29.12.6	H30.1.23	H30.2.14	H30.3.13
生活環境項目	pH	7.5	7.7	7.5	7.3	7.0	7.0	7.1	7.3	7.4	7.3	7.5	7.5
	DO	8.7	8.4	6.9	7.9	5.8	6.2	6.0	7.6	9.2	8.9	9.4	8.3
	BOD	0.8	0.4	0.4	0.7	0.8	0.7	0.7	0.6	0.5	0.5	0.6	0.5
	COD	2.9	2.0	2.2	3.5	3.4	3.1	3.6	2.8	2.4	2.5	2.0	2.72
	SS	27	7	5	20	15	14	21	23	19	17	14	20
	T-N	2.5	2.0	2.7	2.1	1.9	1.9	2.1	2.4	2.7	3.0	2.6	2.1
	NO3-N	2.0	2.0	2.3	1.7	1.5	1.6	1.7	2.2	2.6	2.6	2.5	1.9
	NH4-N	0.0001	0.009	0.05	0.02	0.06	0.04	0.04	0.06	0.05	0.02	0.02	0.02
	T-P	0.059	0.066	0.68	0.11	0.099	0.097	0.091	0.076	0.074	0.084	0.079	0.085
	EC	250	240	240	230	220	230	250	230	240	250	250	260
糖類	6.8	4.9	3.4	2.0	2.2	3.3	5.3	3.7	1.8	1.5	7.4	6.7	

表6 平成29年度下流分析結果

	採水月日	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
		H29.4.25	H29.5.23	H29.6.13	H29.7.18	H29.8.23	H29.9.13	H29.10.19	H29.11.16	H29.12.6	H30.1.23	H30.2.14	H30.3.13
生活環境項目	pH	7.7	8.2	7.8	7.4	7.0	7.1	7.5	7.7	7.7	7.5	7.8	8.1
	DO	9.9	9.4	6.8	8.0	6.7	7.9	9.5	9.3	10	10	12	11
	BOD	0.8	0.7	0.6	1.0	0.7	0.7	0.5	0.6	0.5	0.4	0.6	0.4
	COD	2.4	3.7	2.7	4.3	3.2	2.8	2.7	2.1	2.0	3.0	2.1	1.7
	SS	14	9	12	8	13	6	7	7	6	3	7	8
	T-N	1.4	0.83	0.84	0.78	0.55	0.55	1.0	1.7	2.0	2.7	2.1	1.8
	NO3-N	1.2	0.50	0.60	0.33	0.25	0.23	0.77	1.5	1.8	1.9	1.9	1.5
	NH4-N	0.05	0.10	0.03	0.08	0.08	0.04	0.03	0.07	0.06	0.38	0.03	0.05
	T-P	0.061	0.46	0.83	0.17	0.14	0.13	0.17	0.076	0.14	0.36	0.07	0.12
	EC	170	290	130	120	130	120	240	190	240	330	220	220
糖類	6.2	4.6	3.4	2.9	2.2	1.9	1.1	4.5	3.9	3.6	3.7	5.0	

表7 平成29年度流れ込み分析結果

	採水月日	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
		H29.4.25	H29.5.23	H29.6.13	H29.7.18	H29.8.23	H29.9.13	H29.10.19	H29.11.16	H29.12.6	H30.1.23	H30.2.14	H30.3.13
生活環境項目	pH	※	※	※	7.3	6.9	6.9	7.6	8.0	7.8	7.8	7.8	8.2
	DO	※	※	※	8.6	8.0	9.0	12	11	10	10	10	11
	BOD	※	※	※	1.1	0.5	1.1	0.4	0.5	0.3	0.3	0.5	0.4
	COD	※	※	※	3.6	4.7	2.6	1.9	1.5	1.1	1.6	2.0	1.1
	SS	※	※	※	9	7	4	5	5	5	10	22	5
	T-N	※	※	※	1.1	0.84	0.83	2.1	2.6	2.8	3.0	2.9	2.7
	NO3-N	※	※	※	0.80	0.52	0.62	1.9	2.5	2.7	2.6	2.7	2.5
	NH4-N	※	※	※	0.01	0.02	0.02	0.00	0.05	0.04	0.01	0.02	0.02
	T-P	※	※	※	0.10	0.071	0.079	0.072	0.085	0.087	0.089	0.11	0.092
	EC	※	※	※	130	110	130	210	230	230	230	230	230
糖類	※	※	※	4.2	2.1	1.6	0.7	2.5	2.6	3.2	2.6	5.4	

※平成30年7月から分析開始

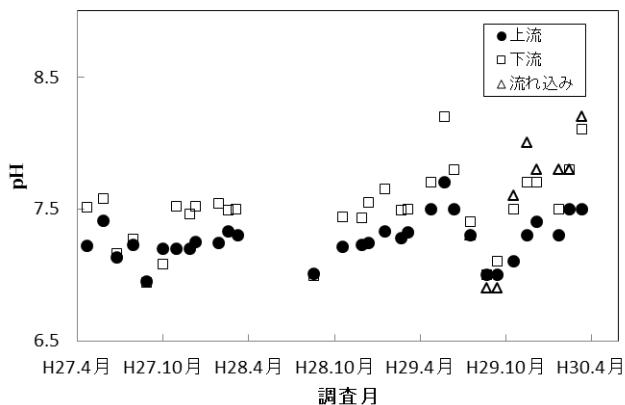


図2 無田川推移グラフ pH

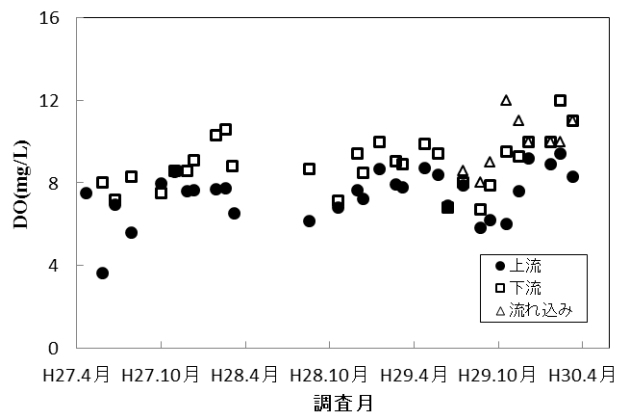


図3 無田川推移グラフ DO

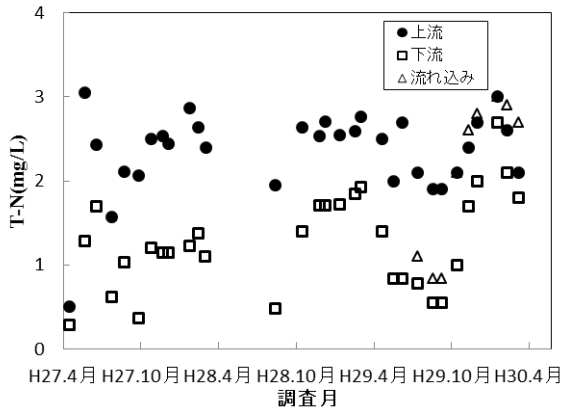


図4 無田川推移グラフ T-N

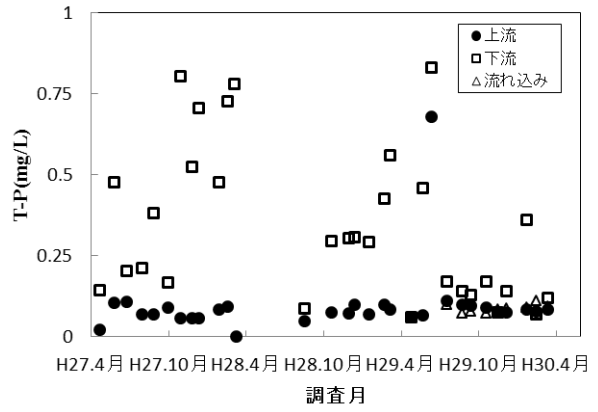


図5 無田川推移グラフ T-P

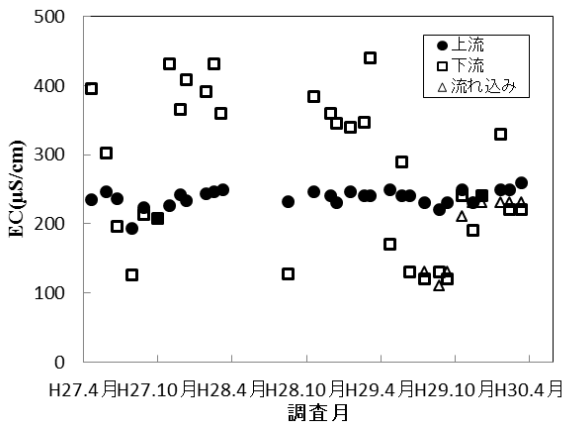


図6 無田川推移グラフ EC

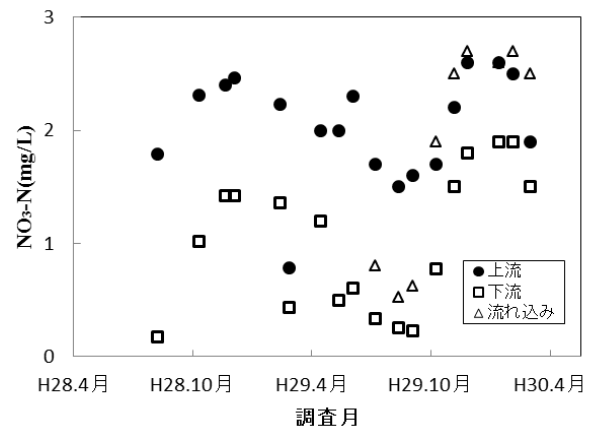


図7 無田川推移グラフ NO<sub>3</sub>-N

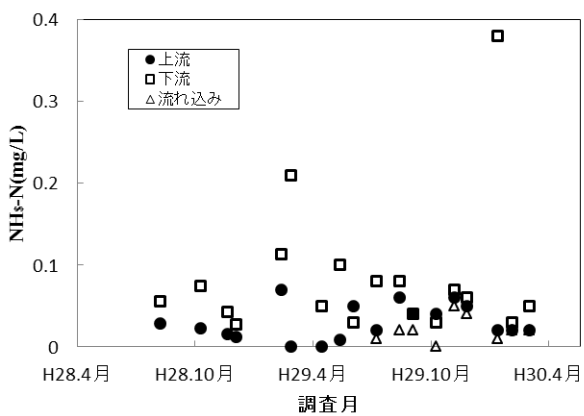


図8 無田川推移グラフ NH<sub>4</sub>-N

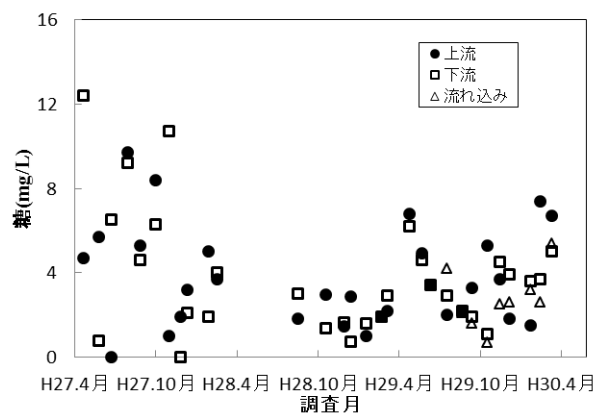


図9 無田川推移グラフ 糖