

- 1 京都スタジアム整備におけるアユモドキ保全のための取り組み
について

1-1 地下水・河川水モニタリング調査

地下水については、詳細解析の結果、地下水の流向からスタジアムの基礎杭施工時に桂川への影響が考えられるため、その変化が把握できるよう表 1-1 に示すモニタリング調査を行った。

また、調査箇所(図 1-1)は、杭施工に伴い発生する可能性がある濁り等の流れを考慮し、スタジアムに近接するところに観測井 3 箇所(BV1-1, BV1-2, BV1-3)を、さらに桂川までの間に 3 箇所(BV2-1, BV2-2, BV2-3)を設けて観測を行い、工事中に工事前と大きく異なる数値の変化が観測されるなど、予期せぬ調査結果が出た場合には、工事を一時中断するとともに、環境保全専門家会議に報告し、スタジアムから遠い観測井 3 箇所(BV2-1, BV2-2, BV2-3)のモニタリング調査の結果を確認のうえ、指導・助言を踏まえ、対策を検討し実施することを目的とした【基本方針 Ver. 3.1 P52】。

表 1-1 地下水等に係るモニタリング計画

調査項目	調査内容	調査頻度
地下水位	水位	常時監視
流向・流速	流向・流速	基礎杭施工前・施工中 2 回・ 施工後 1 回
河川流量	流量観測(桂川湧水量)	
桂川護岸矢板湧水調査	矢板通水孔の湧水量、水質(水温、pH、濁度、電気伝導度、酸化還元電位、溶存酸素)	矢板湧水調査は、湧水量の多い通水孔の箇所を選定し常時監視を実施
水質(汚濁等)	水温、pH、濁度、電気伝導度、酸化還元電位、溶存酸素	常時監視
水質(有害物質)	水産用水基準項目(SS, 有害物質(農薬、重金属、シアン、化学物質など))	基礎杭施工前・施工中 2 回・ 施工後 1 回

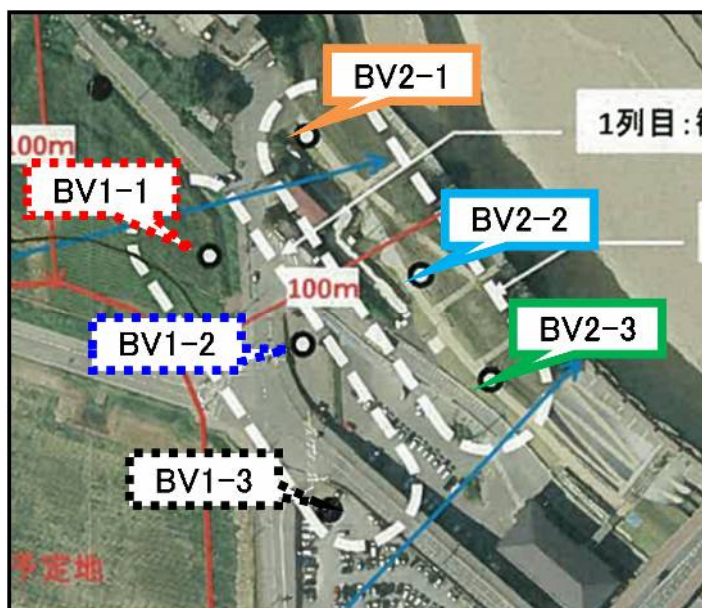


図 1-1 観測井の位置図

1-1-1. 地下水モニタリング調査

1.1.1 調査概要

(1) 調査項目

基礎杭施工に伴う濁り等を把握するため、水位、水温、PH、濁度、電気伝導度(EC)、酸化還元電位(ORP)、溶存酸素(DO)の調査を行った。

(2) 調査位置

地下水モニタリング調査は、図 1-1 に示す観測井の BV1-1～BV1-3、BV2-1～BV2-3 で実施した。

ただし、基礎杭工事完了後は、BV1-1～BV1-3 の 3 孔においてモニタリングを実施した。

※河川区域内に設けた BV2-1～BV2-3 については、出水期に入る平成 30 年 6 月中旬まで観測を実施

(3) 調査期間

①地下水連続観測 平成 29 年 12 月 8 日～令和元年 6 月 18 日

②水質(汚濁等)調査

工事前(連続観測) 平成 29 年 12 月 8 日～平成 30 年 2 月 25 日

工事中(連続観測) 平成 30 年 2 月 26 日～平成 30 年 5 月 21 日

工事後(連続観測) 平成 30 年 5 月 22 日～平成 30 年 6 月 8 日

工事後(定期観測) 平成 30 年 7 月～令和元年 6 月 ※月 1 回観測

(4) 調査内容

1) 調査方法

① 地下水連続観測、水質(汚濁等)調査(連続観測)

双方向遠隔自動監視システムを用いて、地下水の計測、監視、警戒を行った。基礎杭工事前の計測データを事前に分析し、環境保全専門家会議の指導・助言を踏まえ、地下水位、水質、湧水量の管理基準値を設定した。基礎杭工事中に管理基準値を超過する値を計測した場合、直ちに工事による影響かどうか検討できるよう、超過した計測機器のデータは、メールで関係者に配信した。また、Web ブラウザーにより現況データを閲覧できるように設定した。

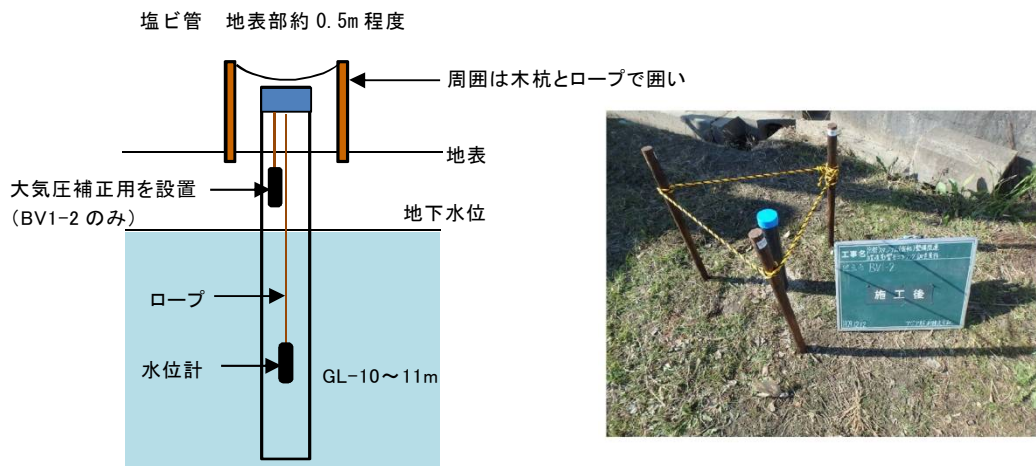


図 1-1-1 設置対象の観測井の概要

② 水質(汚濁等)調査(定期観測)

既往のモニタリングで使用した多項目水質計(東亜 DKK : WQC-24)を用いて、既往のモニタリング調査における設置水深(GL-9~10m 付近)の水質(水温、pH、溶存酸素量、電気伝導度、酸化還元電位、濁度)を計測した。方法については、センサー設置後、水質が落ち着いた時点の計測値を記録した。また、既往のモニタリング調査結果より、降雨後1週間程度は孔内の水質が大きく変化することが確認されているため、調査は降雨の無い期間が連続した後に実施した。

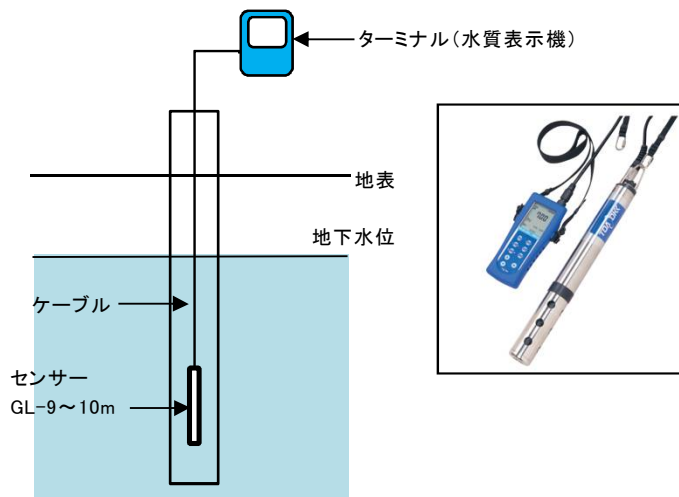


図 1-1-2 水質計設置イメージ

1.1.2 各観測井と地質

各観測井の計器の設置位置、地下水位（平成30年1月8日 AM3:00 値）、地質を図1-1-3に示す。なお、地下水位は全体的に低い状況であった。

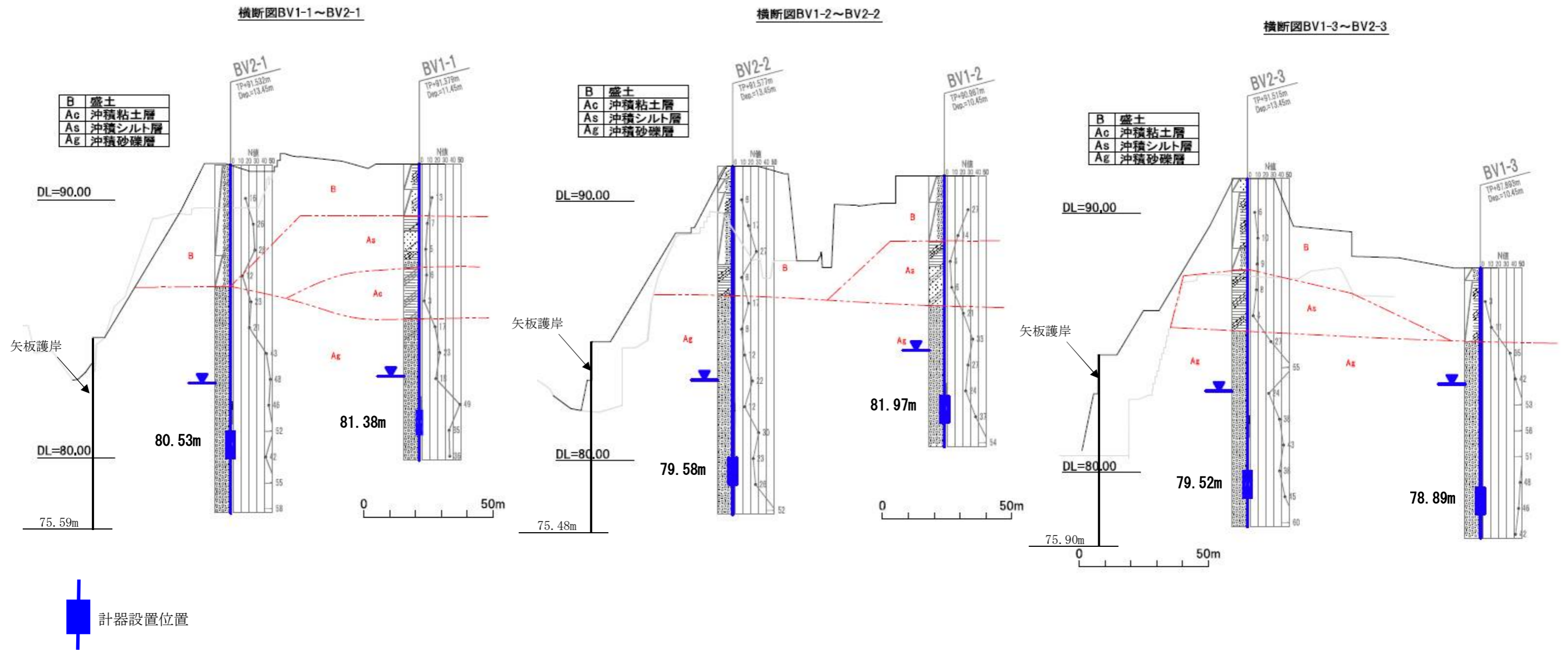


図1-1-3 計器設置位置及び地下水位と地質断面

1.1.3 モニタリング結果

(1)モニタリング結果

以上の各孔の水質変化パターンを参考にして、基礎杭工事前～基礎杭工事後の水質変化について、整理した。基礎杭工事前、工事中、工事後の各水質の上限値、下限値、平均値を表 1-1-1 に示す。

表 1-1-1 基礎杭工事前、工事中、工事後の各水質の上限値、下限値、平均値

pH	BV1-1				BV1-2				BV1-3				BV2-1			BV2-2			BV2-3		
	連続モニタリング (1時間毎)			定期モニタ リング (月1回)	連続モニタリング (1時間毎)			定期モニタ リング (月1回)	連続モニタリング (1時間毎)			定期モニタ リング (月1回)	連続モニタリング (1時間毎)			連続モニタリング (1時間毎)					
	工事前	工事中	工事後	工事後	工事前	工事中	工事後	工事後	工事前	工事中	工事後	工事後	工事前	工事中	工事後	工事前	工事中	工事後	工事前	工事中	工事後
上限値	5.9	5.9	5.9	6.1	6.1	6.0	5.9	6.3	6.3	6.4	6.3	6.3	7.0	7.6	7.7	6.2	6.1	6.0	6.1	6.1	6.1
下限値	5.8	5.8	5.8	5.8	5.9	5.9	5.9	5.8	6.1	6.3	6.3	6.0	6.0	6.2	7.3	6.0	5.9	5.9	6.0	6.0	6.1
平均値	5.9	5.8	5.8	5.9	6.0	5.9	5.9	6.1	6.3	6.3	6.3	6.2	6.4	7.2	7.4	6.1	6.0	6.0	6.1	6.1	6.1

EC	BV1-1				BV1-2				BV1-3				BV2-1			BV2-2			BV2-3		
	連続モニタリング (1時間毎)			定期モニタ リング (月1回)	連続モニタリング (1時間毎)			定期モニタ リング (月1回)	連続モニタリング (1時間毎)			定期モニタ リング (月1回)	連続モニタリング (1時間毎)			連続モニタリング (1時間毎)					
	工事前	工事中	工事後	工事後	工事前	工事中	工事後	工事後	工事前	工事中	工事後	工事後	工事前	工事中	工事後	工事前	工事中	工事後	工事前	工事中	工事後
上限値	18.8	29.4	30.0	22.8	24.5	52.5	39.7	26.8	23.1	59.7	22.6	24.3	23.3	23.4	24.7	22.0	25.8	25.0	25.5	27.6	25.6
下限値	18.0	17.6	18.6	18.2	22.3	21.8	24.9	21.2	22.0	19.7	22.0	21.5	19.4	17.3	19.1	21.1	13.8	22.9	24.2	20.9	22.1
平均値	18.4	18.8	19.5	19.7	22.8	26.3	26.5	23.8	22.7	22.4	22.5	23.1	21.8	20.5	22.6	21.4	23.1	23.6	25.0	23.8	23.2

ORP	BV1-1				BV1-2				BV1-3				BV2-1			BV2-2			BV2-3		
	連続モニタリング (1時間毎)			定期モニタ リング (月1回)	連続モニタリング (1時間毎)			定期モニタ リング (月1回)	連続モニタリング (1時間毎)			定期モニタ リング (月1回)	連続モニタリング (1時間毎)			連続モニタリング (1時間毎)					
	工事前	工事中	工事後	工事後	工事前	工事中	工事後	工事後	工事前	工事中	工事後	工事後	工事前	工事中	工事後	工事前	工事中	工事後	工事前	工事中	工事後
上限値	558.0	585.0	585.0	480.0	474.0	486.0	471.0	486.0	405.0	414.0	420.0	487.0	301.0	369.0	373.0	529.0	524.0	453.0	525.0	495.0	426.0
下限値	299.0	487.0	496.0	380.0	389.0	363.0	437.0	365.0	146.0	67.0	396.0	323.0	158.0	129.0	259.0	365.0	363.0	351.0	259.0	-412.0	-342.0
平均値	462.6	524.2	519.4	436.6	451.5	457.6	454.5	437.0	274.4	363.7	404.6	386.4	209.9	316.3	331.6	499.3	459.8	429.9	448.3	229.4	137.4

DO	BV1-1				BV1-2				BV1-3				BV2-1			BV2-2			BV2-3		
	連続モニタリング (1時間毎)			定期モニタ リング (月1回)	連続モニタリング (1時間毎)			定期モニタ リング (月1回)	連続モニタリング (1時間毎)			定期モニタ リング (月1回)	連続モニタリング (1時間毎)			連続モニタリング (1時間毎)					
	工事前	工事中	工事後	工事後	工事前	工事中	工事後	工事後	工事前	工事中	工事後	工事後	工事前	工事中	工事後	工事前	工事中	工事後	工事前	工事中	工事後
上限値	3.04	6.72	5.82	0.06	0.90	6.74	1.63	0.87	0.80	1.71	0.14	0.14	1.13	5.84	3.98	0.93	2.54	0.00	2.11	2.38	1.12
下限値	1.12	0.74	2.96	0.00	0.00	0.00	0.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
平均値	1.95	3.39	3.73	0.01	0.30	0.84	0.57	0.11	0.04	0.13	0.09	0.03	0.07	1.49	0.76	0.15	0.02	0.00	0.13	0.08	0.04

濁度	BV1-1				BV1-2				BV1-3				BV2-1			BV2-2			BV2-3		
	連続モニタリング (1時間毎)			定期モニタ リング (月1回)	連続モニタリング (1時間毎)			定期モニタ リング (月1回)	連続モニタリング (1時間毎)			定期モニタ リング (月1回)	連続モニタリング (1時間毎)			連続モニタリング (1時間毎)					
	工事前	工事中	工事後	工事後	工事前	工事中	工事後	工事後	工事前	工事中	工事後	工事後	工事前	工事中	工事後	工事前	工事中	工事後	工事前	工事中	工事後
上限値	0.3	1.1	0.0	0.2	2.0	2.4	2.9	1.5	3.0	1.0	0.0	0.2	1.4	5.3	0.6	0.8	1.9	0.0	1.8	1.0	0.0
下限値	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
平均値	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.9	1.1	0.1	0.8	0.0	0.0	0.0	0.4	0.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

※計算期間は以下の通り。

- ・工事前(平成29年12月8日～平成30年2月25日)
- ・工事中(平成30年2月26日～平成30年5月21日)
- ・連続モニタリング工事後(平成30年5月22日～平成30年6月8日)
- ・定期モニタリング工事後(平成30年7月～)

(2) とりまとめ

各孔の水質変化を整理すると、基礎杭工事中は、施工・休工、工事終了に対応するような水質変化はみられず、各孔の水質変化の要因は、「降雨」および「河川水」に起因する可能性が高いと考えられた。基礎杭工事後の平成 30 年 7 月から令和元年 6 月調査の pH、EC、ORP、濁度の結果は、基礎杭工事前の平成 29 年 12 月～工事中の平成 30 年 5 月までの水質調査時とおおむね同様の水準であったことから、工事による地下水への影響は、なかったと考えられた。

また、表 1-1-2 に記載したとおり、観測孔ごとに水質変化の要因が異なるとともに、水質項目も変化するものと変化しないものがまちまちであることが分かった。

各孔の水質変化要因と水質変化の詳細を表 1-1-2 に示す。

表 1-1-2 各孔の水質変化要因

孔	水質変化の要因	水質変化の詳細
BV1-1	降雨の影響を受ける	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 1 日前からの雨量が 51.0mm 以上で水質 <u>EC、DO</u> が変化する可能性がある。 ➤ <u>調査期間中、濁度、pH の変動はほとんどなかった。</u> (P7 図 1-1-4 参照)
BV1-2	降雨の影響を受ける	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 2 日前からの雨量が 29.5mm 以上で水質 <u>EC、DO</u> が変化する可能性がある。 ➤ <u>調査期間中、濁度は、小刻みな変動をしていた。</u> (P8 図 1-1-5 参照)
BV1-3	降雨および河川水の影響を受ける	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 一時的に地下水位より河川水位が高くなった場合に水質 <u>EC、ORP、DO</u> が変化する可能性がある。 ➤ 降雨に伴い水質が変化する場合もあった。 ➤ <u>調査期間中、濁度、pH の変動はほとんどなかった。</u> (P9 図 1-1-6 参照)
BV2-1	河川水の影響を受ける	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 旧河道に位置する。 ➤ 一時的に地下水位と河川水位がほぼ同じ高さになる、もしくは地下水位より河川水位が高くなった場合に水質 <u>EC、ORP、DO</u> が変化する <u>可能性</u>がある。 ➤ <u>調査期間中、pH は、変動を繰り返していた。</u> (P10 図 1-1-7 参照)
BV2-2	河川水の影響を受ける	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 旧河道に位置する。 ➤ 一時的に地下水位より河川水位が 0.2m 以上高くなった場合に水質 <u>EC、DO</u> が変化する可能性がある。 ➤ <u>調査期間中、ORP は、変動を繰り返していた。</u> (P11 図 1-1-8 参照)
BV2-3	降雨および河川水の影響を受ける	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 2 日前からの雨量が 29.5mm 以上で水質 <u>EC、ORP、DO</u> が変化する可能性がある。 ➤ 降雨に伴い ORP が変化する場合があった。 (P12 図 1-1-9 参照)

BV1-1 の水質モニタリング

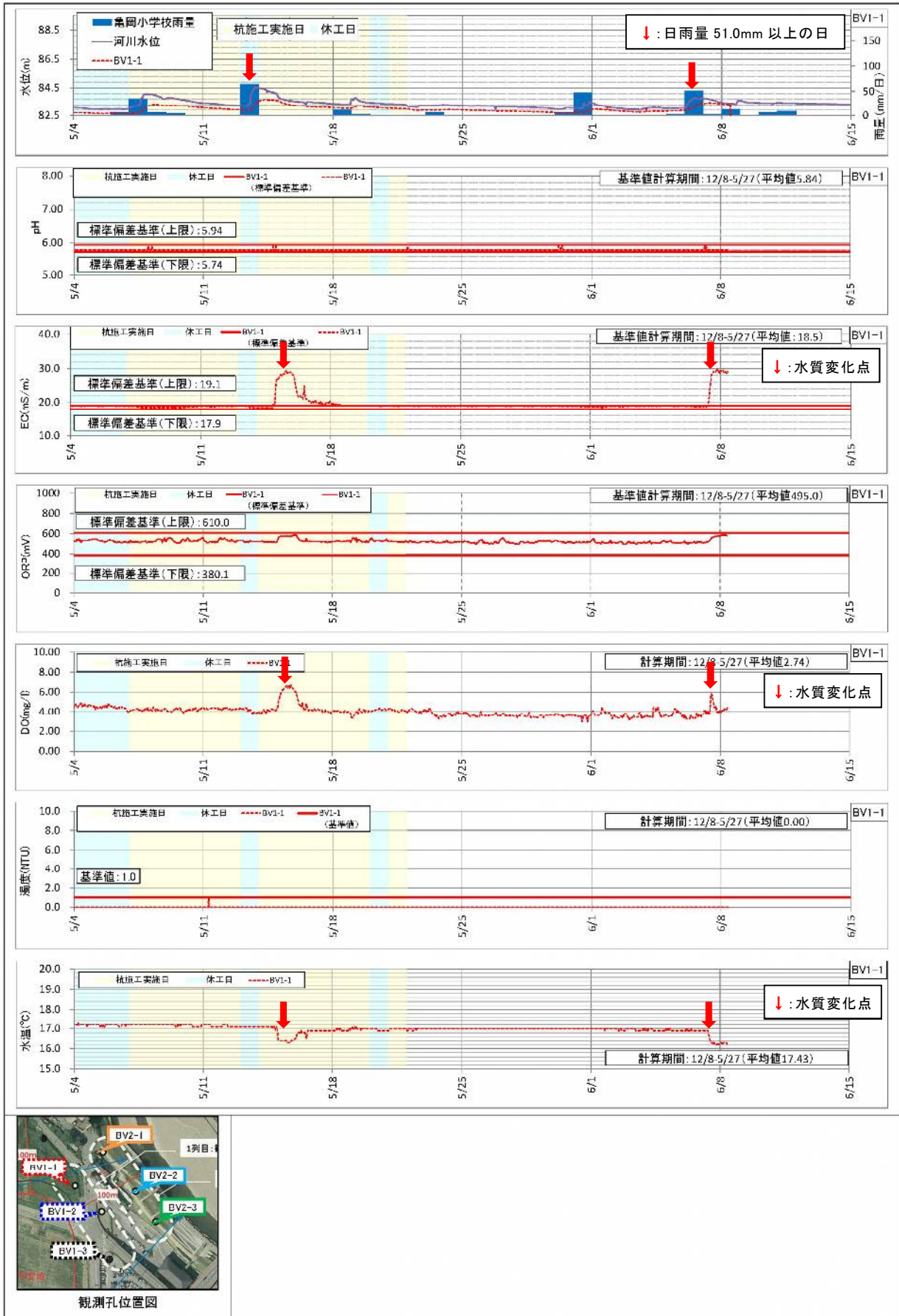


図 1-1-4 BV1-1 の水質測定結果とモニタリング測定値 (H30/5/4~6/15)

BV1-2 の水質モニタリング

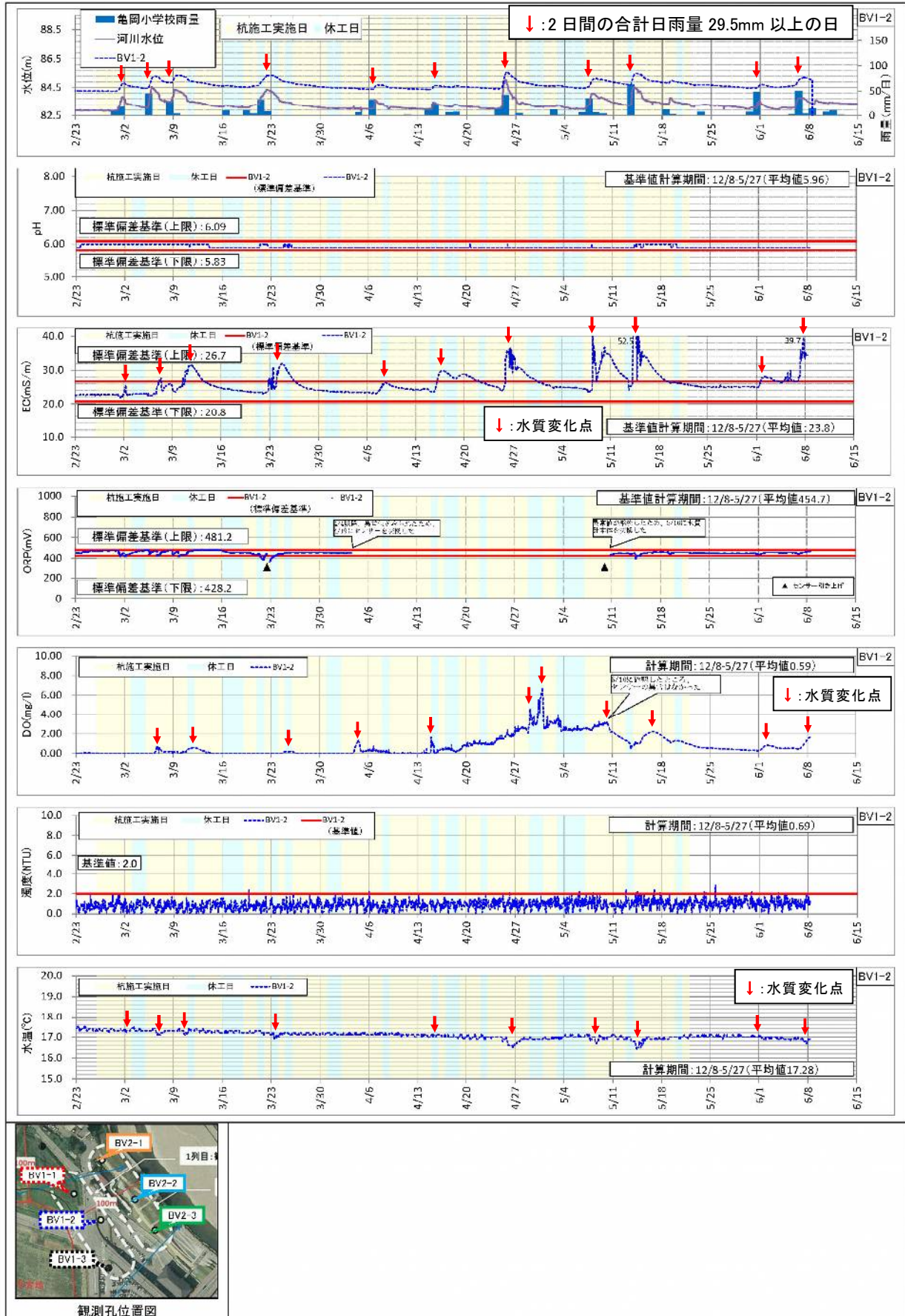


図 1-1-5 BV1-2 の水質測定結果とモニタリング測定値 (H30/2/23~6/15)

BV1-3 の水質モニタリング

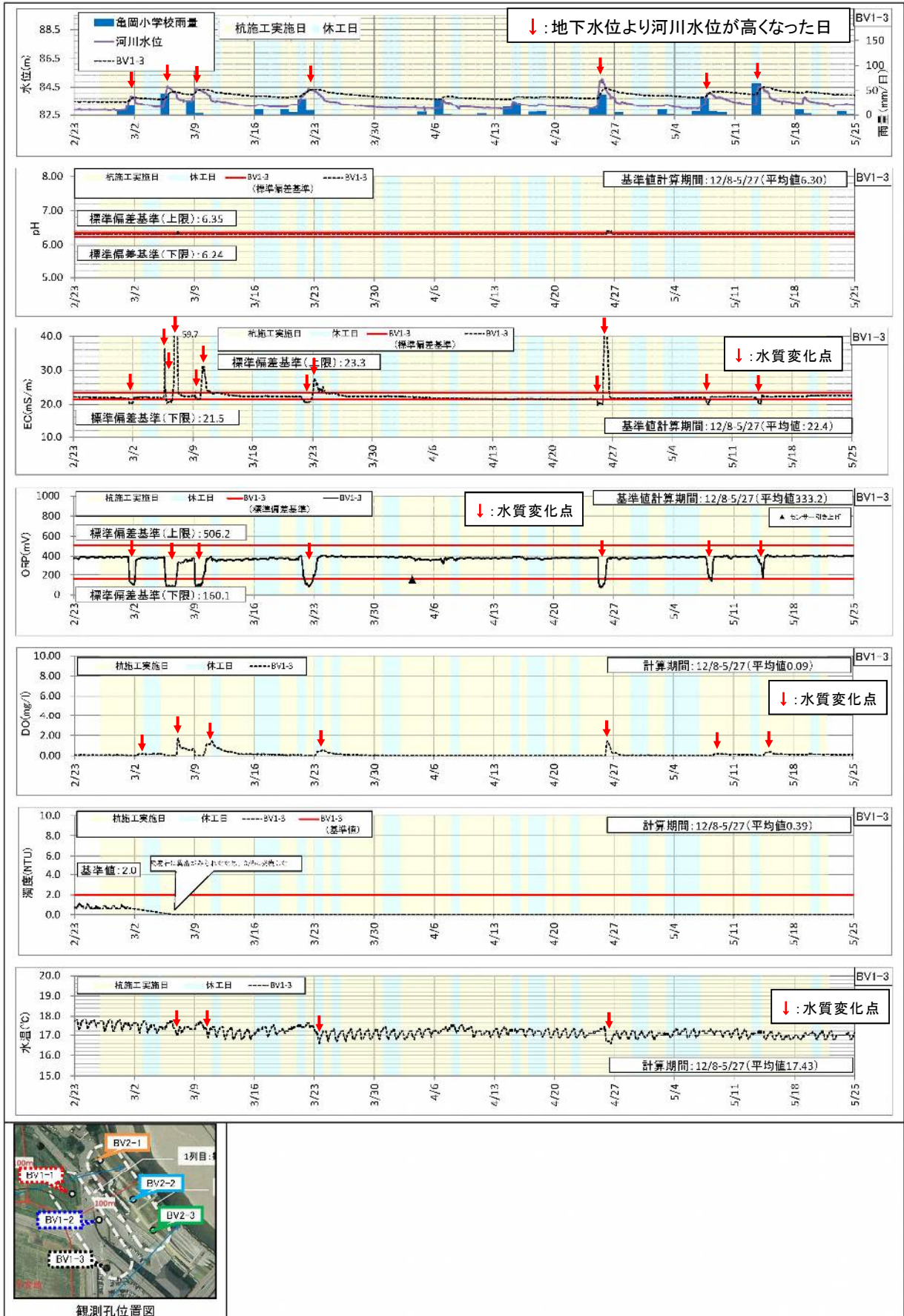


図 1-1-6 BV1-3 の水質測定結果とモニタリング測定値 (H30/2/23~5/25)

BV2-1 の水質モニタリング

↓: 地下水位と河川水位が同じ高さの日および河川水位の方が高くなった日

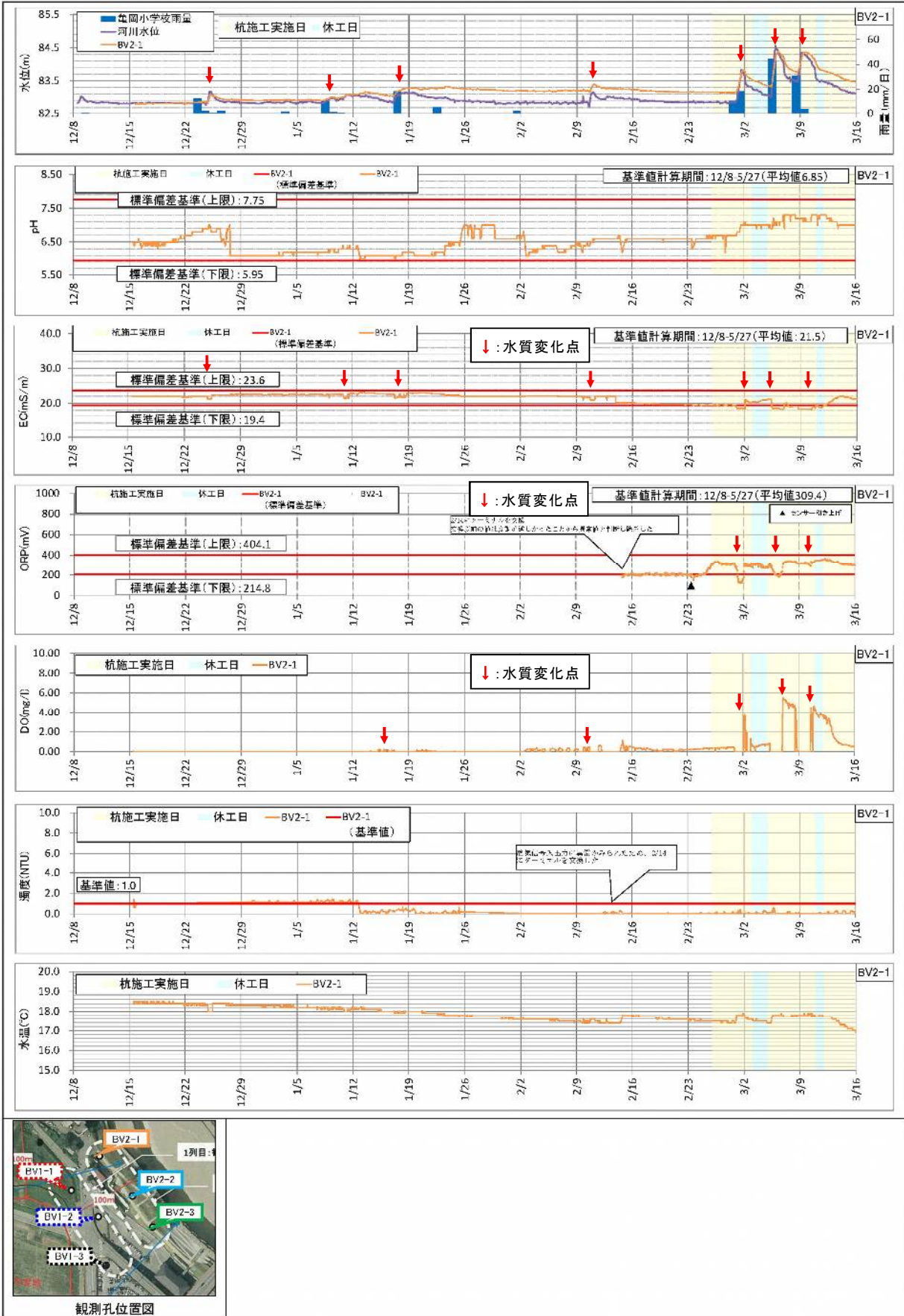


図 1-1-7 BV2-1 の水質測定結果とモニタリング測定値 (H29/12/8~H30/3/16)

BV2-2 の水質モニタリング

↓: 河川水位が地下水位より0.2m以上高くなった日

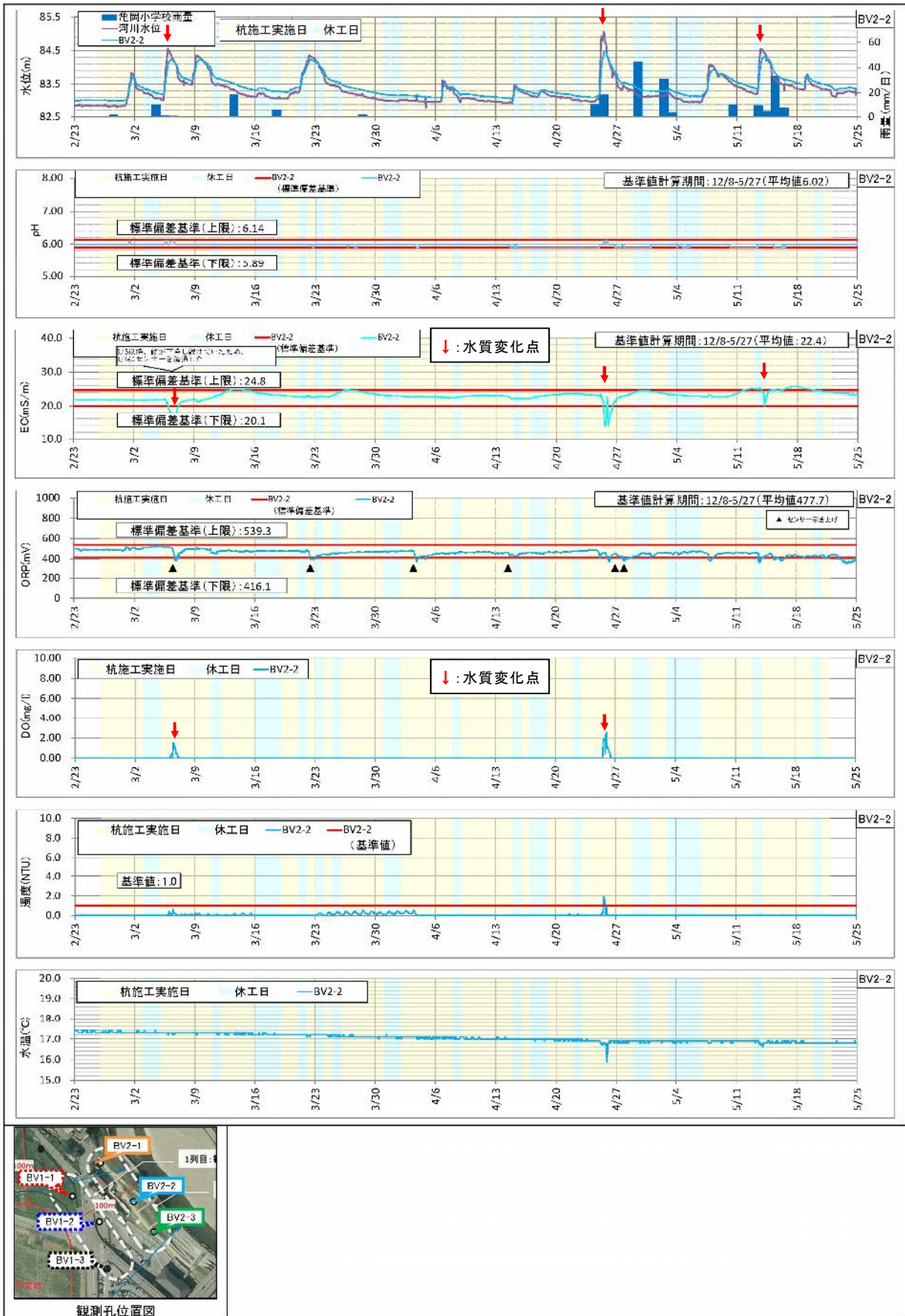


図 1-1-8 BV2-2 の水質測定結果とモニタリング測定値 (H30/2/23~5/25)

BV2-3 の水質モニタリング

↓ : 2日間の合計日雨量 29.5mm 以上の日

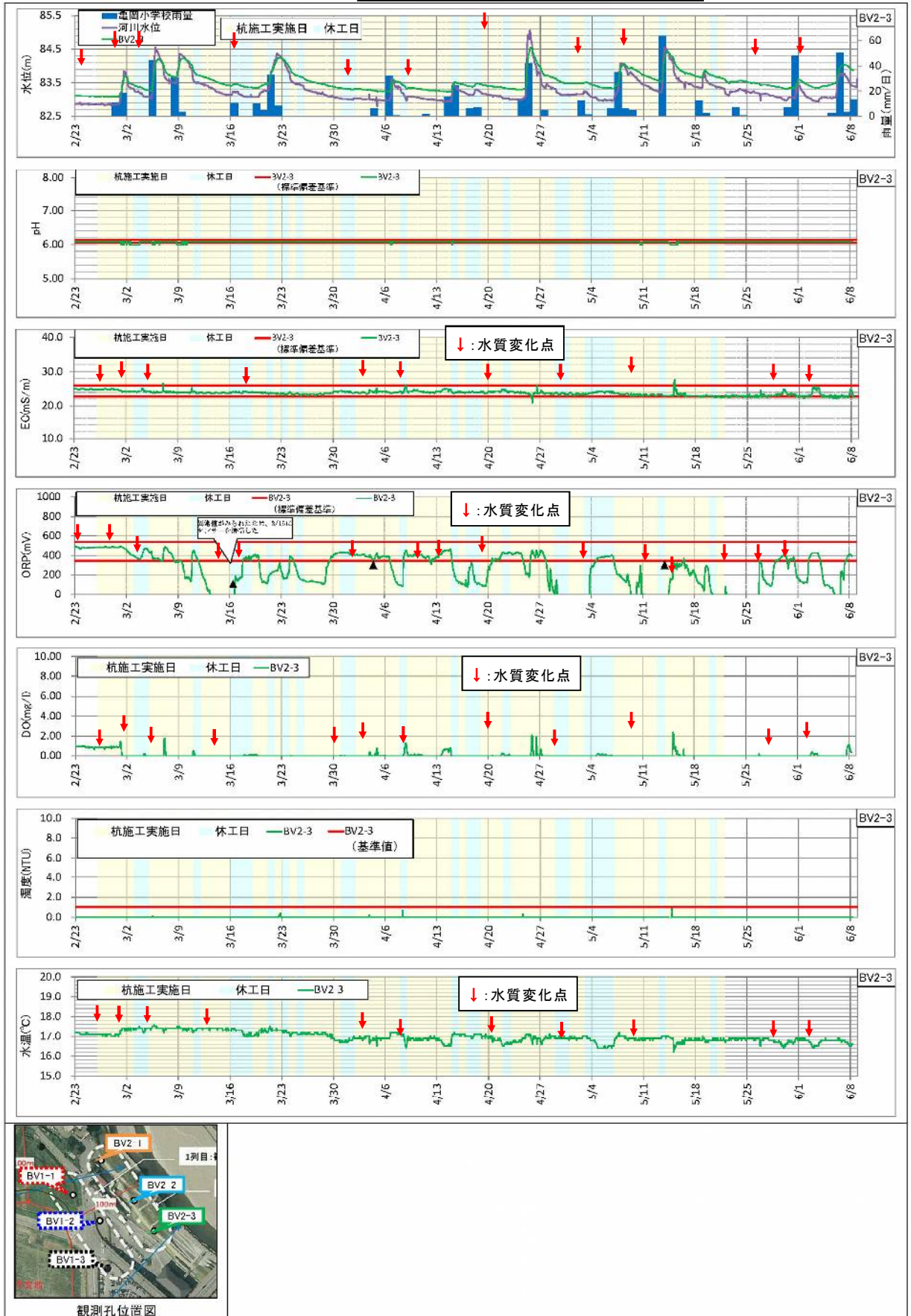


図 1-1-9 BV2-3 の水質測定結果とモニタリング測定値 (H30/2/23~6/8)

1-2-2. アユモドキ飼育等個体観察

2.2.1 挙動観察場所

杭基礎工事やスタジアム供用後におけるアユモドキへの影響が把握できるよう、アユモドキの生息場所およびスタジアム工事現場に近接する、桂川と曾我谷川の合流部下流右岸に位置する亀岡市商工会館に飼育水槽を設置し、挙動観察を行った。



図 2-2-1 挙動観察場所位置図

2.2.2 アユモドキ観察水槽の設置

観察水槽の設置や飼育条件等に関しては、専門家会議の助言を踏まえ、実施した。

(1) 対象個体

亀岡市役所で飼育展示している平成 27 年 6 月生まれのアユモドキ 130 個体のうち、20 個体を対象個体とした。

(2) 対象個体の移送

対象個体をビニール袋に入れ、魚の高さの 2~3 倍程度の深さの水と酸素を注入し、ゴムで止め、車で速やかに移送した。なお、移動中の揺れによるストレスを回避するため、箱には新聞紙を詰め、ビニール袋等が動かないように運搬した。

移送距離：亀岡市役所～亀岡市商工会館（距離 約 1.7km）

(3) 飼育水槽

水槽はステンレス台の上に設置し、水槽内には、購入した砂利を敷き、アユモドキの隠れ場所として亀岡市で以前使われていた石や塩ビパイプを配置した。

照明はLEDライトの自然色光を用い、挙動観察の際は、アユモドキへの影響を軽減するため、観察者の動きが見えないよう、カメラのレンズ部分に穴をあけたカーテンを設けるとともに、観察者の振動等も伝わらないよう、リモコン等で機器を遠隔操作することとした。

なお、使用した水槽等は以下のとおりとした。

飼育展示水槽（横 90cm×奥 30cm×高 36cm 程度）、浄化装置（上部フィルター）、水槽用エアポンプ、照明器具、ヒーター、砂、砂利（市販品）、隠れ家（石、塩ビパイプ※）

※塩ビパイプの下にアユモドキが潜りこむため、初回観察前に撤去した。



図 2-2-2 左：設置した水槽とカメラの位置、右：設置した水槽

(4) 飼育条件

飼育している 90 cm水槽は、温度調節機能付きヒーターで水温設定した。水槽設置時の水温は、環境保全専門家会議の意見を踏まえ、亀岡市の飼育水槽温度と同じでアユモドキが一定活動可能といわれる 15℃に設定し、その後、アユモドキの活性をさらに上げるために、挙動観察 2 回目の 2 月 2 日からは 18℃に設定して飼育した。

飼育中の照明条件を一定にするため、上部の LED ライトは、毎日の点灯を 8 : 00、消灯を 18 : 00 に設定した。

餌や水管理は、NPO 法人「亀岡人と自然のネットワーク」に依頼した。

餌は、冷凍赤虫を使用し、食べ残しによる水質悪化を防ぐため 2~3 日に 1 回与え、水替えは 1 週間に 1 回程度を目安に実施した。

なお、飼育管理の際の時間、水替え、pH、餌量は以下のとおりである。

表 2-2-1 飼育条件

1月	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
時刻	13:00		9:00	13:45	10:35		18:10			13:30		11:00	14:00	13:30	18:30		9:20		12:10	13:30
水替え													20L	20L						20L
PH			8.3	8.2	8.3		8.3			8.4		8.4	8.2	8.2	8		8.1		8.1	8.2
水温	14		14	14	14		15			14		14	14	14	14		13		14	14
餌1パック			1		1		1			1		1	1	1	1		1		1	1

餌 冷凍赤虫使用
餌1パックは4.16g

2月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
時刻	20:40		9:00		12:05		14:05	18:00		15:30	14:07		11:06	13:30	18:20	18:00		13:50		15:04		14:00	18:00	10:32			12:53	
水替え							20L							20L								20L						20L
PH	8.2		8		8.2		8.3	8.2		8.1	8		8	7.9	8	7.9		7.9		7.9		7.9	7.9	8			7.9	7.8
水温℃	14		14		13		13	13		13	13		13	13	13	13		13		13		13	15	14			14	14
餌1パック	1		1		1		1	1		1	1		1	1	1	1		1		1		1	1	1			1	1

3月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
時刻	18:00			8:22		20:00	14:15		18:00		9:46		14:13	13:50	18:00			12:56		12:26		20:00		18:00	9:39		9:16		13:40	18:00	18:10
水替え							20L							20L															20L		
PH	7.7			7.2		7.9	7.9		7.9		8		7.9	7.9	7.9			8		7.9		8		7.9	7.9		7.8		7.80	7.8	7.8
水温℃	15			15		18	18		18		18		18	18	19			19		19		18		18	18		18		19	18	19
餌1パック	1			1		1	1		1		1		1	1	1			1		1		1		1	1		1		1	1	1

4月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
時刻	17:50	14:20	9:40	10:00	21:30	18:00	12:30	13:30	12:20	10:30	18:00	17:00	19:40	13:40	8:15	10:00	11:10	17:40	18:00	22:40	13:40	10:40	11:45	10:50	13:50	17:40		14:00	13:00	
水替え		20L												20L										20L					20L	
PH	7.9	7.9	7	7.8	7.8	7.9	7.7	7.7	7.8	7.8	7.8	7.9	7.8	7.8	7.8	7.8	7.9	7.8	7.8	8	8	7.8	7.8	7.8	7.8	8.1		8	7.8	
水温℃	19	20	20	20	20	20	20	19	19	18	20	20	19	20	20	19	19	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
餌1パック	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1

5月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
時刻	10:00	14:00		17:30	14:10	9:20	10:35	15:40		21:00		13:45	9:10	10:50	8:45	14:30	13:00	15:00		17:40	8:40	8:40		16:50	14:00	22:00	9:50	10:35	9:15	18:00	
水替え		20L			20L							20L				20L		20L							20L						
PH	7.9	7.9		8.1	8	8	8	8		8		8	8	8	7.9	8	8.1	8.1		8.1	8	7.5		7.9	7.9	8	7.8	7.8	7.8	7.9	
水温℃	20	20		21	21	20	20	21		20		20	20	21	20	21	21	20		21	21	21		21	21	21	21	21	21	22	22
餌1パック	1	2		2	2	1	1	1		1		2	1	1	1	2	2	2		1	1	1		1	2	2	1	1	1	2	

6月	1	2	3	4	5	6	7	8
時刻	17:30	18:30	13:30	10:15	13:00	11:50	18:30	12:30
水替え			20L					
PH	7.9	7.9	8	8	7.9	7.9	7.9	7.8
水温℃	21	21	21	21	22	22	22	22
餌1パック	2	1	2	1	2	1	2	2

2.2.3 挙動観察

(1) 挙動観察機材

挙動観察のための計測機器は表 2-2-2 に示すものを使用した。

表 2-2-2 使用機材

<p>■振動レベル計</p>	
<p>メーカー リオン株式会社</p>	
<p>型式：VM-53A</p>	
<p>仕様 適合規格：計量法・振動レベル計 JIS C 1510：1995 実効値検出回路：デジタル演算方式、 動特性：0.63 秒 使用温湿度：-10～50℃、～90%RH 演算：デジタル方式</p>	
<p>測定レンジ幅など 測定レベル範囲：振動レベル Lv-Z25dB～120dB、 Lv-X/Y 30 dB～120 dB 測定周波数範囲：振動レベル：1 Hz～80 Hz</p>	
<p>■普通騒音計</p>	
<p>メーカー リオン株式会社</p>	
<p>型式：NL-21</p>	
<p>仕様 適合規格：計量法普通騒音計 JIS C 1509-1 (IEC 61672-1) クラス 2 実効値検出回路：デジタル演算方式 使用温湿度：-10～50℃、10～90%RH 演算：デジタル方式 マイクホン：1/2 インチエレクトレットコンデンサマイクホン</p>	
<p>測定レンジ幅など 測定レベル範囲：28～130dB 測定周波数範囲：20Hz～20kHz</p>	
<p>■照度計</p>	
<p>メーカー 株式会社カスタム</p>	
<p>型式：LX-1330</p>	
<p>仕様 センサタイプ：シリコンフォトダイオード サンプルング：2.5 回/秒 使用温湿度：～+50℃、80%RH 以下</p>	
<p>測定レンジ幅など レンジ：0～20、200、2,000、20,000 lux 測定範囲：0.01～20,000 lux 分解能：0.01、0.1、1、10 lxs 測定精度：±(3%rdg+0.5%fs)/<10000 lux ±(4%rdg+0.5%dgt)/>10001 lux</p>	

(2) 挙動観察の方法と実験日程

1) 工事前における挙動観察

① 騒音・振動による挙動観察

影響予測評価で予測した合成騒音レベル(62.9dB)、合成振動レベル(48.0dB)を目安に騒音・振動の影響について観察を行った。

② 光(照明)による挙動観察

影響予測評価で予測した照度 0.2 ルクスを目安に照明の影響について観察を行った。

2) 工事中における挙動観察

① 騒音・振動による挙動観察

水槽付近に騒音計、振動計を設置し、連続計測するとともにWifiを経由して常時録画し、工事中における騒音・振動の影響について観察を行った。

② 振動からの忌避行動に係る挙動観察

工事前の実験において 51dB を超えた直後に数個体が同時に体をふるわせるような挙動を見せたことから、振動からの忌避行動について確認した。

③ 連続的照度に係る挙動観察

夜間にスタジアムを利用する場合を想定し、19:00~21:00 に照度 0.2 ルクスを照射し続けた場合における影響について観察を行った。

④ 段階的照度に係る挙動観察

夜間(18:30~21:00)に照度を段階的に強くした場合における影響について観察を行った。

3) 実験日程

工事前・工事中の挙動観察の日程を表 2-2-3 に示す。

表 2-2-3 工事前・工事中の挙動観察の日程

工事段階	観察項目	日程
工事前	騒音・振動	平成 30 年 1 月 19 日 (1 回目) 平成 30 年 2 月 23 日 (2 回目)
	照度	平成 30 年 2 月 2 日
工事中	騒音・振動	平成 30 年 3 月 22 日 平成 30 年 4 月 28 日
	振動からの忌避行動	平成 30 年 5 月 10 日
	連続的照度	平成 30 年 5 月 25 日
	段階的照度	平成 30 年 4 月 28 日
	常時観察	平成 30 年 3 月 6 日~6 月 8 日

2.2.4 挙動観察の結果（工事前）

(1) 振動・騒音

騒音・振動について、2回挙動観察を実施した（表 2-2-4、表 2-2-5）。騒音に関しては、1回目、2回目ともにアユモドキの挙動に変化はなく、石の下に定位していた。一方、振動については、1回目は目立った挙動は認められなかったが、2回目は想定されている 47dB を超え 51dB まで上昇した際に、石下に定位していた個体の一部が同時に体をふるわせるような動きをした。

表 2-2-4 挙動観察の結果（1回目 実施日平成 30 年 1 月 19 日、水温 14.8℃）

項目	時刻	調査回	与えた負荷	アユモドキの挙動
振動	11:25～11:35	1回目	約 50dB	目立った変化は無かった
	14:55～15:05	2回目	約 50dB	
	17:00～17:15	3回目	約 50dB	
騒音	12:40～12:50	1回目	約 50～70dB	
	14:00～14:10	2回目	約 59～80dB	
	16:05～16:15	3回目	約 59～80dB	

※アユモドキ全個体が以前から設置していた塩ビパイプの下に潜り観察出来ない状況であったため、塩ビパイプを取り除いたところ、左右の石の下に 10 個体ずつ定位した。

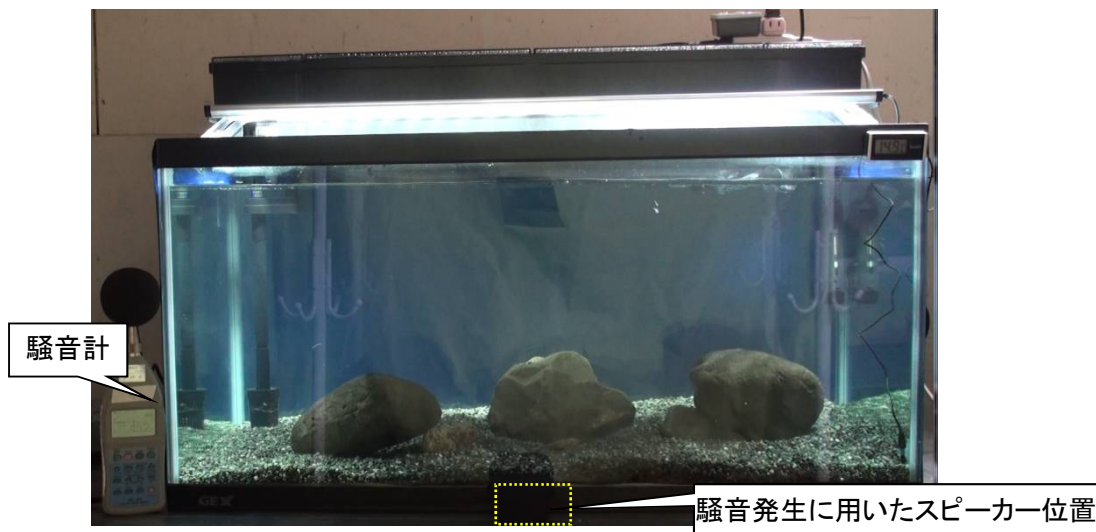


図 2-2-3 騒音実験風景



図 2-2-4 振動実験風景

表 2-2-6 挙動観察の結果（2 回目 実施日平成 30 年 2 月 23 日、水温 17.5℃～18.5℃）

項目	時刻	調査回	与えた負荷	アユモドキの挙動
振動	15:20～15:30	1 回目	約 51dB	通常状態 47dB から 51dB とした直後にのみ同時に体を震わせるような動きをした個体があったが、直ぐに落ち着いた
	16:30～16:40	2 回目	約 51dB	
	17:40～17:50	3 回目	約 51dB	
騒音	11:40～11:50	1 回目	約 50～70dB	目立った変化は無かった
	12:50～13:00	2 回目	約 50～70dB	
	14:00～14:10	3 回目	約 50～70dB	



図 2-2-5 振動実験風景

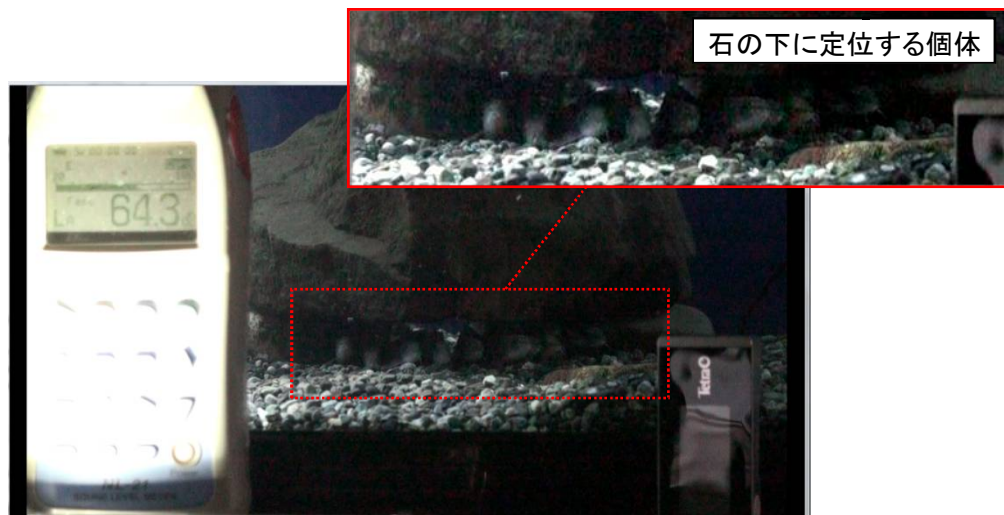


図 2-2-6 騒音実験風景

(2) 光 (照明)

照明の影響について挙動観察を行った。ライトをつけて 0.2 ルクス (満月の夜の明るさ程度) にしたところ、石の下に全ての個体が定位置した。実験後にライトを消したところ、石下から 3 個体が出てきて泳ぎだし、その他の個体も石下で動いていた。

アユモドキは、薄明薄暮性 (日出・日入前後の時間帯に活発に活動する性質) で、昼間は物陰などに潜む生態を持つことから、暗闇状態で個体に動きがみられたと思われる。

表 2-2-7 挙動観察の結果 (実施日平成 30 年 2 月 2 日、水温 17.6℃)

項目	時刻	調査回	与えた負荷	アユモドキの挙動
照明	12:25~12:35	1 回目	約 0.2 ルクス	1 回目と 2 回目の間にライトを消したところ、石下に定位置していた 3 個体が石下から出て泳ぎ出し、その他の個体も、石下で体の向きを変えるなど動きがあった。
	14:55~15:05	2 回目	約 0.2 ルクス	
	17:00~17:15	3 回目	約 0.2 ルクス	



図 2-2-7 照明実験風景

2.2.5 挙動観察の結果（工事中）

(1) 常時の挙動観察

杭工事の試験施工が終わり、3月から工事が本格化するため、5月末までの杭施工期間中、水槽内のアユモドキを常時観察するために、平成30年3月6日にブラウザ上で閲覧できる観察カメラを設置した。

<常時観察の結果>

- ◆昼間の明るい時間帯は中央の石の下に定位していることが多かった。
- ◆18:00に水槽のLEDライトが消灯すると、アユモドキ個体の動きが活発になり、石下から泳ぎ出る個体が見られた。
- ◆アユモドキは、薄明薄暮性（日出・日入前後の時間帯に活発に活動する性質）で、昼間は物陰などに潜む生態を持つことから、LEDライト消灯後に、摂餌行動などのために動きが活発になったと考えられる。



ライト点灯中は、アユモドキは、石の下に隠れて、動きは少ない

図 2-2-8 常時観察の映像（LED ライト点灯中）平成 30 年 3 月 22 日 17:00



ライト消灯後、アユモドキは、石の下から泳ぎでて、摂餌などのために活発に動いた

図 2-2-9 常時観察の映像（LED ライト消灯後）平成 30 年 3 月 22 日 18:00

(2) 振動・騒音

1 回目は、工事中（平成 30 年 3 月 22 日 10 時 45 分～16 時 50 分）に、水槽付近に騒音計、振動計を設置し、連続計測するとともに、水槽を常時ビデオ撮影し、アユモドキの挙動観察を行った。

振動は表 2-2-8 に示すとおり、予測値 48dB を瞬間的に超える時間があったが、騒音は予測値 62.9dB を超えることはなかった。アユモドキの挙動を常時観察ビデオで確認すると、全個体が石下に定位しており、変化は見られなかった。

2 回目は、杭工事が最も観察場所に近づく平成 30 年 4 月下旬～5 月上旬のタイミングで、工事実施前～工事終了後（8 時 10 分～18 時 00 分）に、水槽付近に騒音計、振動計を設置し、連続計測するとともに、水槽を常時ビデオ撮影し、アユモドキの挙動観察を行った。

その結果、振動は表 2-2-9 に示すとおり、予測値 48.0 をほぼ上回っており、瞬間的に最大 67.1dB を計測した。平均値については、51.8dB で予測値を上回る結果であった。

騒音は平均値 59.8dB であり、予測値 62.9dB を下回っていたが、瞬間的に最大 71.6dB を計測した。

アユモドキの挙動をビデオで確認すると、工事開始、終了前後でアユモドキの挙動に変化は見られず、全個体が石下に定位していた。

表 2-2-8 挙動観察 1 回目の結果（実施日平成 30 年 3 月 22 日、水温 18.5℃）

項目	比較的大きな振動があった時刻	記録した負荷	アユモドキの挙動
振動	13:51:45	51.6dB	目立った変化は無かった
	14:36:35	52.7dB	
	15:26:55	54.4dB(最大値)	
	15:51:55	51.8dB	
騒音	11:50:55	58.7dB	目立った変化は無かった
	13:23:25	59.3dB(最大値)	
	14:58:35	54.4dB	

表 2-2-9 挙動観察 2 回目の結果（実施日平成 30 年 4 月 28 日、水温 19.5℃）

項目	比較的大きな振動があった時刻	記録した負荷	アユモドキの挙動
振動	10:41:23	63.5dB	目立った変化は無かった
	11:33:53	63.9dB	
	13:29:13	67.1dB(最大値)	
	13:37:03	63.7dB	
騒音	8:53:18	71.5dB	目立った変化は無かった
	13:10:38	69.6dB	
	13:18:38	71.6dB(最大値)	

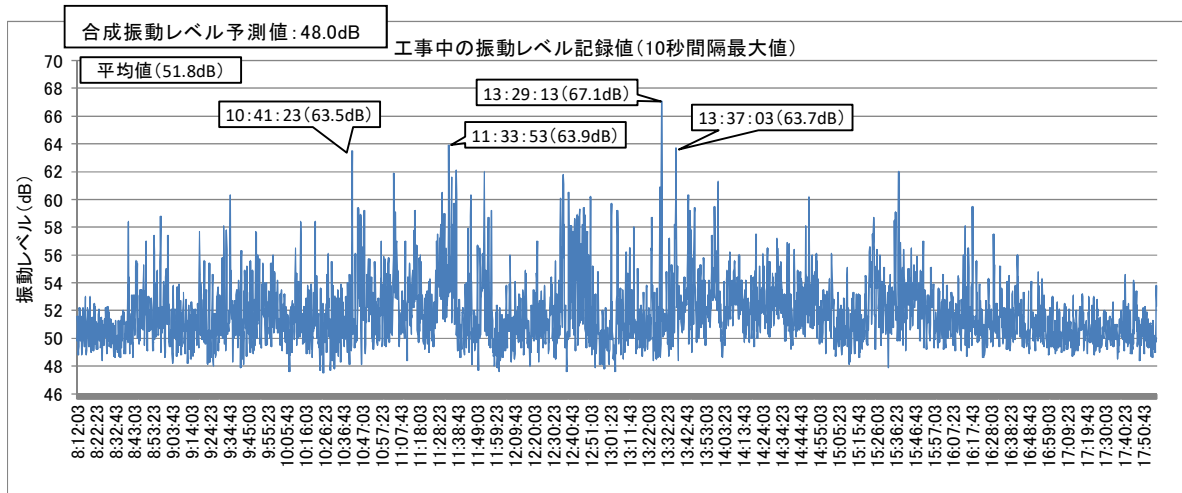


図 2-2-9 工事中の振動レベル記録値 (10 秒間隔最大値) (平成 30 年 4 月 28 日)

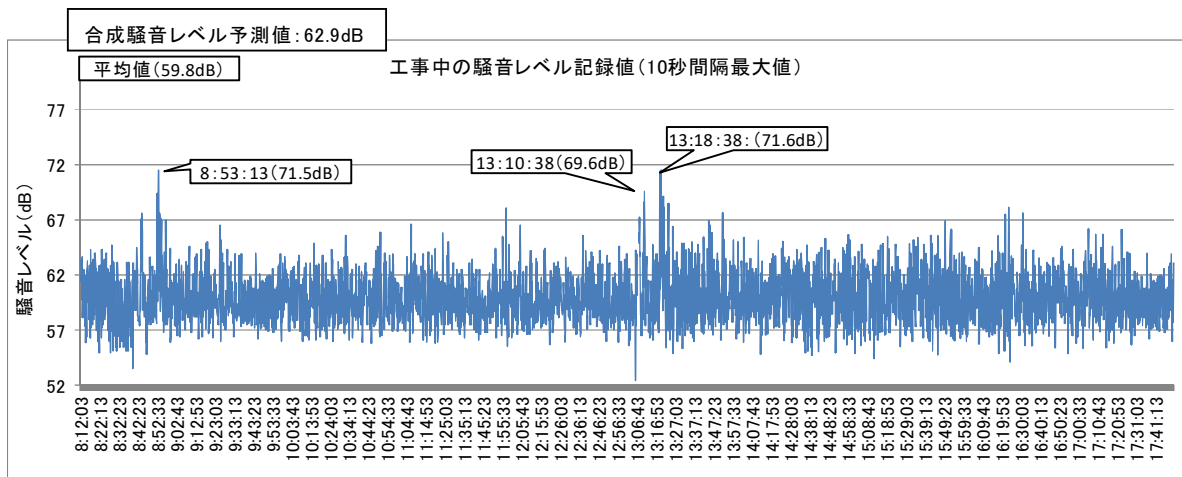


図 2-2-10 工事中の騒音レベル記録値 (10 秒間隔最大値) (平成 30 年 4 月 28 日)

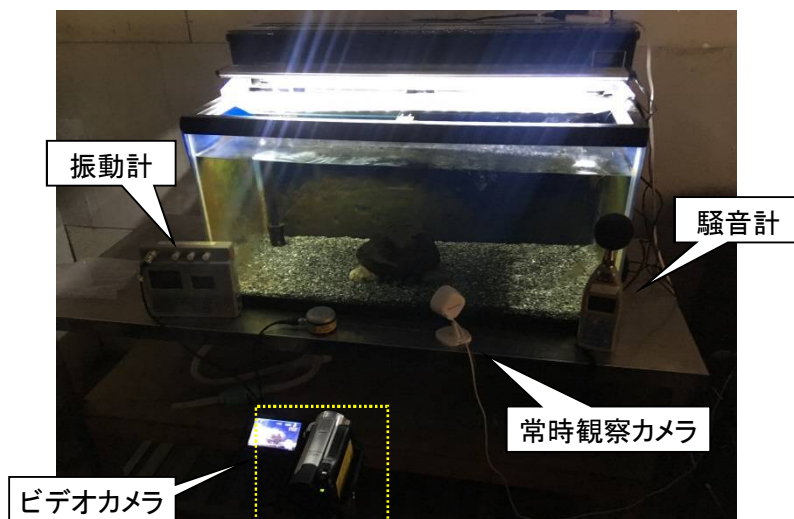


図 2-2-11 工事中 2 回目挙動観察風景 (騒音・振動)

(3) 振動からの忌避行動の確認

杭工事が観察場所に最も近づき、予測値 48.0dB を瞬間的に超える振動が発生したものの、アユモドキの挙動に変化は見られなかったが、工事前の実験で 51dB を超えた直後に数個体が同時に体をふるわせるような挙動を見せたことから、再度、振動からの忌避行動について確認した。

振動からの忌避行動を確認するために、水槽付近に振動計を設置し連続計測するとともに、水槽を常時ビデオ撮影し、アユモドキの挙動観察を行った。実験方法の詳細を以下に示す。

なお、実験は上部の LED ライトを付けたまま（通常状態）で行った。

<実施方法>

- ①同じ大きさの石を 2 個追加し、左、右、中央の 3 箇所に置き、石下に同じ大きさの隠れ場をつくった。
- ②2 時間程度経ち、個体が落ち着いた時点で、水槽の左上に振動元（エアポンプ）を置き、10 分間振動を与えて、石下の個体が忌避するか観察した。
- ③水槽の右上に振動元を置き、②と同様の実験を行った。
- ④水槽の中央に振動元を置き、②と同様の実験を行った。

<実施結果>

予測された合成振動レベル 48dB 付近の 50dB を与えた結果、その実験中に振動元に近い方へ移動するなどの行動が見られた。また、65dB の振動を与えた場合も、アユモドキ個体の振動元からの忌避行動は確認されず、本実験では、アユモドキに対する振動の影響は明確な変化は認められなかった。

表 2-2-10 挙動観察の結果（実施日平成 30 年 5 月 10 日、水温 19.8℃）

項目	時刻	調査回	与えた負荷 と振動元位置	アユモドキの挙動
振動	12:55~13:05	1 回目	約 50dB (右上)	<ul style="list-style-type: none"> ・振動を与える前は、左右下に 5 個体、中央石下に 5 個体、右石下に 10 個体が定位していた。 ・振動を与えても個体の挙動に変化は無かった。
	13:15~13:25	2 回目	約 50dB (左上)	<ul style="list-style-type: none"> ・振動を与える前は、左右下に 6 個体、中央石下に 11 個体、右石下に 3 個体が定位していた。 ・振動を与えている中、13:24 に右石下の 1 個体が中央の石下に移動した。
	13:35~13:45	3 回目	約 50dB (真ん中)	<ul style="list-style-type: none"> ・振動を与える前は、左右下に 6 個体、中央石下に 6 個体、右石下に 8 個体が定位していた。 ・振動を与えている中、13:44 に右石下の 1 個体が中央の石下に移動した。
	13:55~14:05	補足	約 65dB	<ul style="list-style-type: none"> ・右上に振動元であるエアポンプを 2 個置いて、より大きな振動を与えて補足的に実験した。 ・その結果、個体の挙動に変化は無かった。

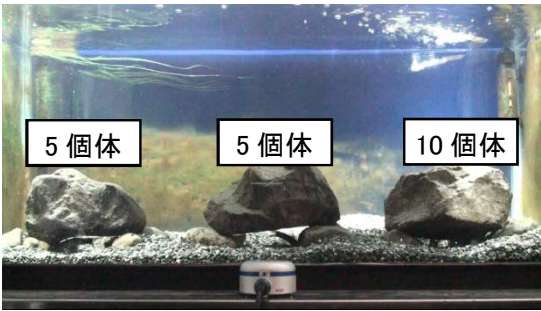
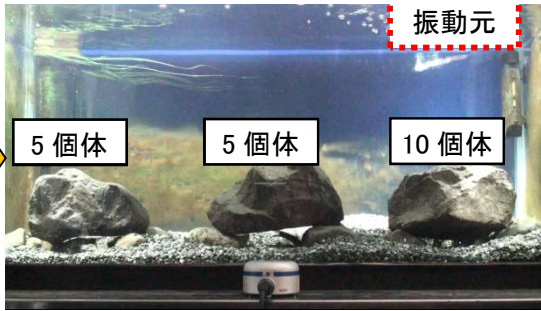
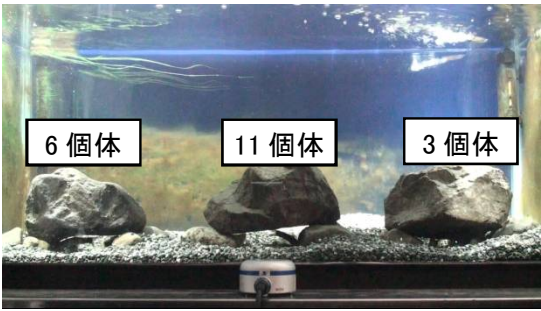
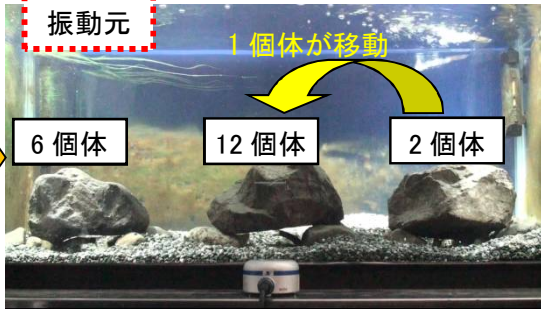
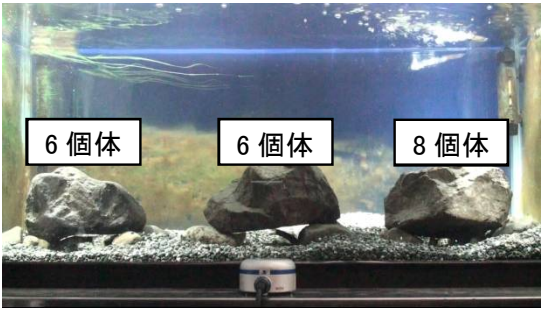
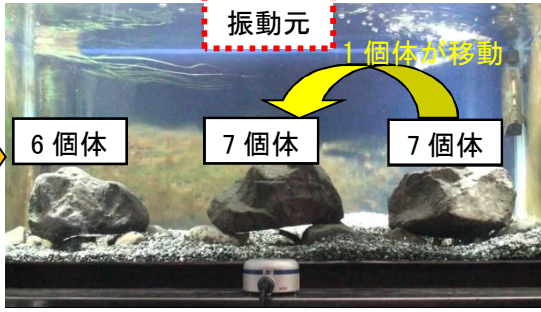
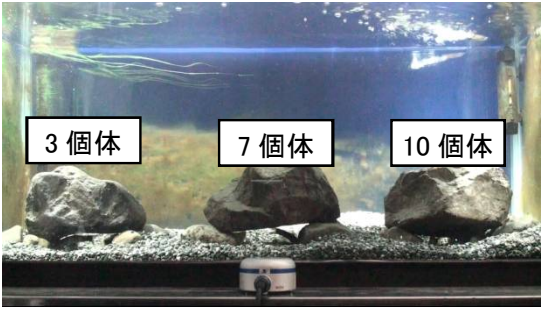
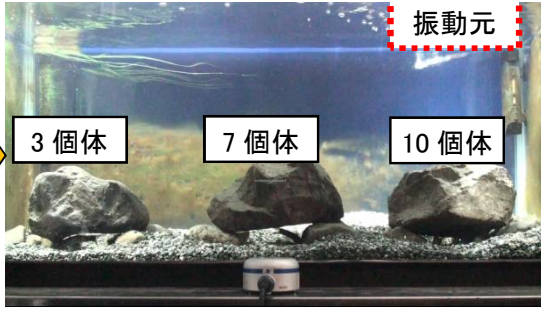
振動を与える前	振動中
 <p>5 個体 5 個体 10 個体</p> <p>1 回目: 約 50dB (右上)</p>	 <p>5 個体 5 個体 10 個体</p> <p>振動を与えても個体の挙動に変化は無かった</p>
 <p>6 個体 11 個体 3 個体</p> <p>2 回目: 約 50dB (左上)</p>	 <p>6 個体 12 個体 2 個体</p> <p>13:24 に右石下の 1 個体が中央の石下に移動</p>
 <p>6 個体 6 個体 8 個体</p> <p>3 回目: 約 50dB (中央)</p>	 <p>6 個体 7 個体 7 個体</p> <p>13:44 に右石下の 1 個体が中央の石下に移動</p>
 <p>3 個体 7 個体 10 個体</p> <p>補足調査: 約 65dB (右上)</p>	 <p>3 個体 7 個体 10 個体</p> <p>振動を与えても個体の挙動に変化は無かった</p>

図 2-2-12 忌避行動実験の結果

(4) 照明に対する挙動の確認

スタジアム供用後の実際の使用状況を想定して、実際の使用時間を想定し、「(1)照度を予測値に上げていく」方法と「(2)使用時間中、予測値を維持して点灯する」方法で、光に対するアユモドキの挙動を観察した。

1) 連続的照度に対する挙動の確認

<実施方法>

夜間にスタジアムを利用する場合に照明が点灯し続ける時間帯（19：00～21：00）に影響予測評価で予測された照度 0.2 ルクスを照射し続けた場合のアユモドキ個体の挙動を観察するために、水槽付近に照度計を設置、水槽を常時ビデオ撮影し、アユモドキの挙動観察を行った。

<実施結果>

- ◆ 負荷なし（照明なし）の状態では全個体が石の外で泳いでいたが、19時に0.2ルクスの明かりを与えると、その直後に半数の10個体が石下に隠れた。
- ◆ 約1時間後の20時過ぎからは、さらに5個体が石下から外へ出たが、残りの5個体は石下に隠れたままであった。また、21時に消灯し負荷無しに戻したところ、石下に隠れていた個体は、1個体を残して4個体が徐々に外へ出た。
- ◆ なお、実験を実施していない他の日には、アユモドキは18：00のLEDライトの消灯後に、ほぼ全ての個体が活発に活動していた。

以上より、0.2ルクスの照度に対する影響はあると考えられるが、照明による影響については、0.2ルクスに反応するものの全ての個体ではなく、影響の程度は部分的だと考えられる。また、0.2ルクスを連続して与えると、石の下から出てきた個体もいたため、アユモドキは照明に順応すると考えられる。ただし、21：00の消灯後、ほぼ全ての個体が石の下から出るまで、2時間半ほどかかっていたことから、照度を与えて警戒心が増した状態の個体に対しては、消灯後にも影響が少なからずあると考えられた。

表 2-2-11 挙動観察の結果（実施日平成 30 年 5 月 25 日、水温 19.8℃）

項目	時刻	与えた負荷	アユモドキの挙動
連続的 照度 実験	18:00～19:00	負荷無し	ほぼ全個体が石の外で泳いでいた。
	19:00～20:00	約 0.2 ルクス	19:00 に 0.2 ルクスに変えた直後に、石の外へ出ていた 10 個体程度が石下に隠れた。その後、20:00 まで 10 個体程度は石の下から外へ出ず、警戒していた。
	20:00～21:00	約 0.2 ルクス	<ul style="list-style-type: none"> ・20:10 頃、4 個体が石の外へ出たので、石の下の個体は 6 個体となった。 ・20:18 頃、1 個体が石の下より出たので、石の下の個体は 5 個体となった。 ・21:00 の実験終了までの間、石の下の 5 個体は外へ出てこなかった。
	21:00～	負荷無し	<ul style="list-style-type: none"> ・21:00 の消灯直後は、変化は無かった。 ・その後、23:20 頃までにかけて 1 個体を残して、19 個体が石の下から外へ出た。

2) 段階的照度に対する挙動の確認

<実施方法>

夜間（18：30～21：00）に照度を段階的に強くしアユモドキ個体の挙動を観察するため、水槽付近に照度計を設置し、水槽を常時ビデオ撮影した。

<実施結果>

- ◆ 負荷なしの状態では全個体が泳いでいたが、予測値 0.2 ルクスに上昇させた直後、半数の 10 個体が石下に隠れた。残りの 10 個体は引き続き泳いでいた。
- ◆ 0.2 ルクスから 3.0 ルクスに変えた直後に個体が石下に隠れた。
- ◆ 19：00 に再び 10 個体程度が石下から外へ出た。
- ◆ 6.0 ルクスを照射した実験でも同様のことが起こった。
- ◆ 9.0 ルクス、12.0 ルクスの実験では、石下から出ていた約半数の個体はそのまま遊泳していた。さらに、15.0 ルクスまで上昇させた 21 時には全ての個体が石の外へ出た。

以上より、0.2 ルクスでも負荷を与えた当初は、半数程度の個体が反応して忌避行動が見られた。ただし、時間の経過とともに明るさに順応したことで、15.0 ルクスと予測値を大きく上回る照度でも、全個体が石の外に出ていたものと考えられる

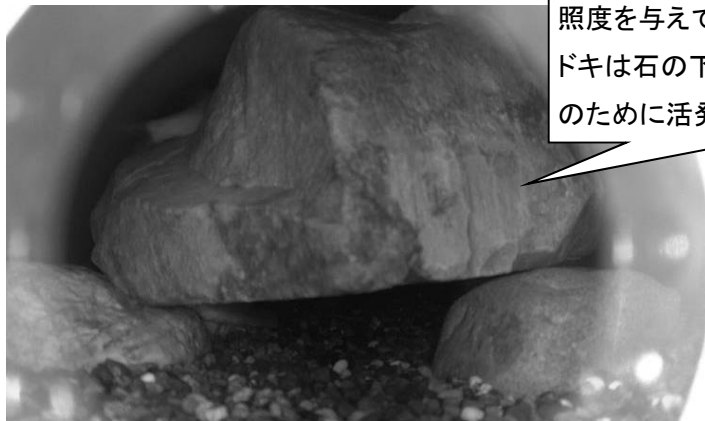
表 2-2-12 挙動観察の結果（実施日平成 30 年 4 月 28 日、水温 19.5℃）

項目	時刻	与えた負荷	アユモドキの挙動
段階的 照度 実験	18:00～18:30	負荷無し	全個体が石の外で泳いでいた。
	18:30～19:00	約 0.2 ルクス	・18:30 に 0.2 ルクスに変えた直後に、石の外へ出ていた 10 個体程度が石下に隠れた。 ・残りの 10 個体は石の外で泳いでいた。
	19:00～19:30	約 3.0 ルクス	・19:00 に 3.0 ルクスに変えた直後に、石の外へ出ていた個体が石下に隠れた。 ・19:10 頃に再び、10 個体程度が石下から外へ出た。
	19:30～20:00	約 6.0 ルクス	・19:00 に 6.0 ルクスに変えた直後に、石の外へ出ていた個体が石下に隠れた。 ・19:45 頃に再び、10 個体程度が石下から外へ出た。
	20:00～20:30	約 9.0 ルクス	・20:00 に 9.0 ルクスに変えたが、10 個体程度は外へ出たままであった。
	20:30～21:00	約 12.0 ルクス	・20:30 に 12 ルクスに変えたが、10 個体程度は外へ出たままであった。
	21:00～21:30	約 15.0 ルクス	・21:06 に全個体が石の外へ出た。



0.2 ルクスを照射中、アユモドキは、10 個体程度が石の下に隠れて、警戒していた。

図 2-2-13 常時観察の映像 (0.2 ルクス照射実験中) 平成 30 年 5 月 25 日 19 : 30



照度を与えていない通常時は、アユモドキは石の下から泳ぎでて、摂餌などのために活発に動いた。

図 2-2-14 常時観察の映像 (LED ライト消灯中) 平成 30 年 5 月 23 日 19 : 30

3) まとめ

今回、飼育個体のアユモドキを用いて、スタジアムの使用時間帯に照明の実験をしたところ、0.2 ルクスを与えた当初は石に隠れる個体が一部いることから、影響があるものと考えられる。

ただし、全個体が照明に反応するわけでもなく、影響は個体によるものと考えられる。

また、0.2 ルクスを継続した場合、明るさを強めた場合でも、時間経過とともに石の外に出る個体が増え、時間の経過とともに照明に順応するものと考えられるが、飼育個体による実験のため、自然状態のアユモドキにおいても同様の結果となるかは不明である。

2.2.6 アユモドキ移送・水槽撤去

亀岡市商工会館で水槽実験のため飼育しているアユモドキを水槽実験終了後、元の飼育場所であった亀岡市役所へ戻し、水槽等を撤去した。

アユモドキ移送・水槽撤去：平成30年6月8日（13：00～17：00）

対象個体をビニール袋に入れ、魚の高さの2、3倍程度の深さの水と酸素ポンベにより酸素を注入し、ビニールの口を輪ゴムで留め、保温性のあるクーラーボックスに入れて、車で速やかに移送した。なお、移動中の揺れによるストレスを回避するため、箱には新聞紙やタオル等を詰め、ビニール袋等が動かないようにし、人員1名が手で支え、車で運搬した。

また、アユモドキを市役所的水槽に移送後、亀岡市商工会館の水槽を撤去した。また、実験に使用した暗幕や仕切り布、餌保管用の冷蔵庫等もあわせて撤去した。

移送距離：亀岡市役所～亀岡市商工会館（距離 約1.7 km）



図 2-2-15 移送作業

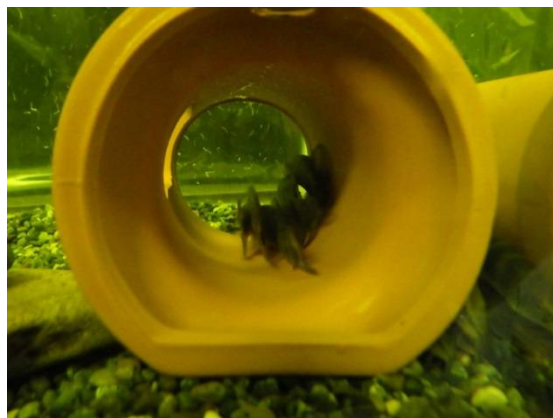


図 2-2-16 移送後の様子（薬浴）

1-3 アユモドキ等の生息実態調査と**予防保全**対策

これまでの桂川における生息実態調査結果を踏まえ、適切・継続的なアユモドキ保全対策が行えるよう表 3-1 に示すモニタリング調査を行った。

また、予防保全の観点から、基礎杭工事に先立って、アユモドキが隠れたり待避したり出来る場所を拡大する対策を環境保全専門家会議の指導・助言を踏まえ実施した。

表 3-1 アユモドキに係るモニタリング計画

調査項目	調査内容	調査頻度
生息調査	ビデオ調査、潜水目視観察	6～10月に月1回実施

1-3-1. アユモドキ等生息実態調査

3.1.1 調査概要

(1) 調査日程

基礎杭工事前から工事後における現地調査項目と現地調査日を表 3-1-1 に示す。調査は、水中ビデオ調査、潜水目視観察、生息環境調査を実施した。

過年度調査実績から、アユモドキが確認されている日は「保津川の亀岡水位が 0m 以下の晴れの日、濁度が 10 以下」であるとの整理から（第 9 回アドバイザー会議資料参照）、調査は可能な限りこれらの条件が整った日に実施した。

表 3-1-1 魚類（アユモドキ等）調査日一覧

調査項目	工事前	工事中	工事後
水中ビデオ調査	平成 29 年 11 月	平成 30 年 4 月	平成 30 年 6 月～10 月
潜水目視観察			
生息環境調査			

(2) 調査地点

調査地点は、10 地点で行った。

(3) 調査方法

1) 水中ビデオ調査

各地点で午後 4 時間程度の定点撮影を行い、得られた映像についてアユモドキの出現回数等をカウントした。映像からアユモドキの全長もしくは体長と個体数を推定するため、あらかじめ定規等を写しこませ、目安を設定した。また、アユモドキ以外の出現魚種についても、参考として種名及び多い・少ない程度を記録した。

表 3-1-2 水中ビデオ調査概要

調査日	調査箇所	調査方法
平成 29 年 11 月 13 日、11 月 16 日	10 地点	午後 4 時間程度 CCD カメラにより水中撮影を行った
平成 30 年 4 月 3 日～4 月 4 日		
平成 30 年 6 月 26 日～6 月 27 日		
平成 30 年 8 月 6 日～8 月 7 日		
平成 30 年 9 月 27 日～9 月 28 日		
平成 30 年 10 月 17 日～10 月 18 日		

表 3-1-3 撮影条件等

機器	項目	条件
CCDカメラ	動画解像度	最大1080p/60FPS
	レンズ	F2.8mm
記録装置	録画ファイル形式	MP4
	録画解像度	1280×960
	フレームレート	30
	録画面質設定	上記録画解像度のモード
	録画メディア	SD/SDHCカード

2) 潜水目視調査

各調査地点において潜水目視によりアユモドキの生息状況を確認した。アユモドキを確認した場合は、全長（もしくは体長）と行動を記録した。アユモドキ以外の魚類についても、可能な範囲で種名及び個体数の概数を記録した。アユモドキ及びその他の魚類については可能な限り写真撮影も行った。

表 3-1-4 潜水目視調査概要

調査日	調査箇所	調査方法
平成 29 年 11 月 13 日、11 月 16 日	10 地点	1 地点あたり昼間に 2 人×30 分程度潜水目視を行った
平成 30 年 4 月 3 日～4 月 4 日		
平成 30 年 6 月 26 日～6 月 27 日		
平成 30 年 8 月 6 日～8 月 7 日		
平成 30 年 9 月 27 日～9 月 28 日		
平成 30 年 10 月 17 日～10 月 18 日		

3) 生息環境調査

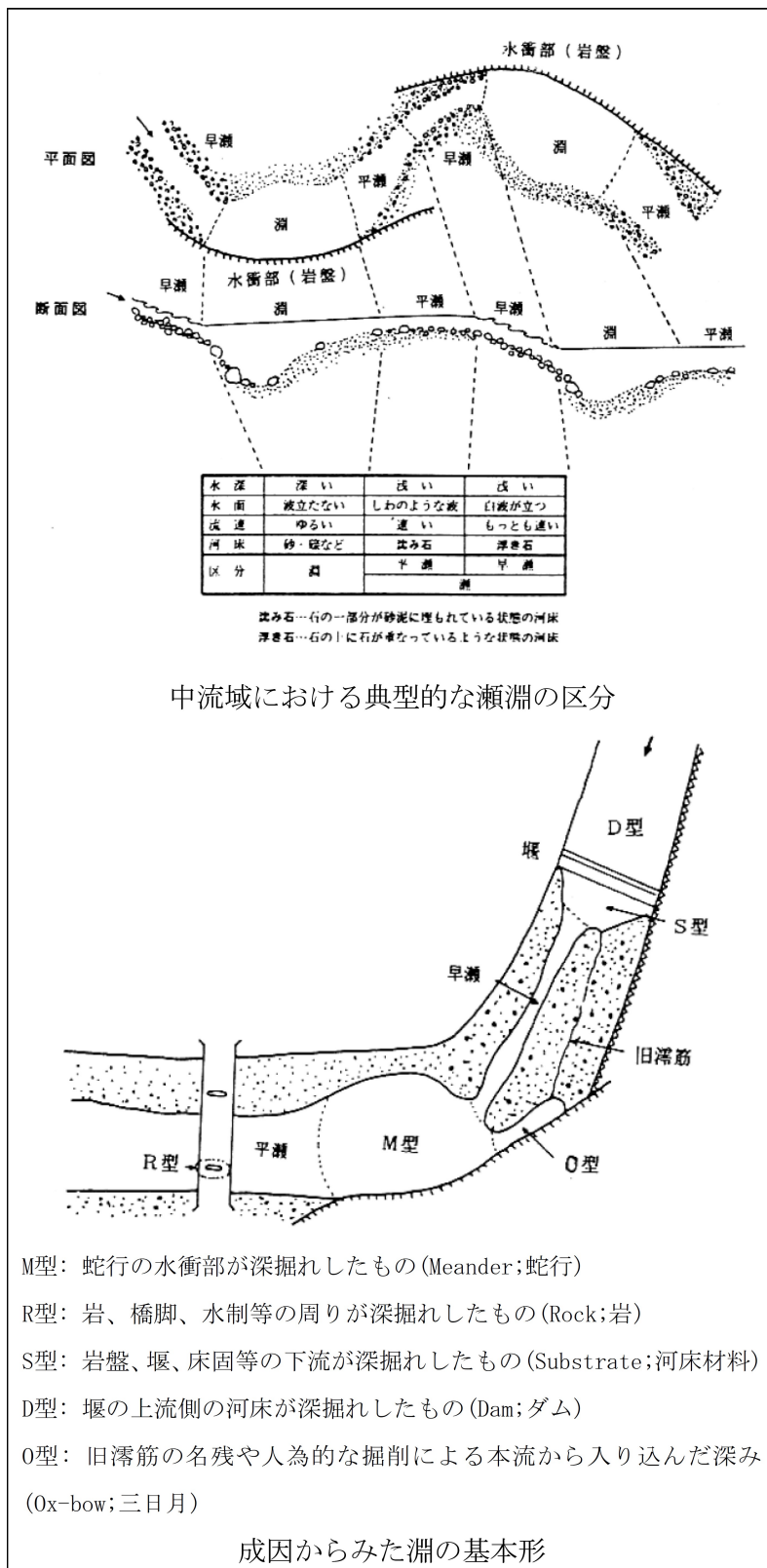
ビデオ調査、潜水目視観察時の現地状況として、調査地区の環境を記録した。水域の状況の区分（瀬淵等、水際状況（護岸、根固め、植生等）、物理環境（流速、河床材料区分、礫の状況（浮石、沈み石）、水深）を観察、水質（水温、pH、電気伝導度、濁度、酸化還元電位、溶存酸素量）を計測し、記録する。また、調査時間、天候等を記録した。

表 3-1-5 生息環境調査の記録項目

項目	区分
水域の状況の区分	瀬・淵・ワンド等
水際の状況の区分	護岸、根固め、植生等
物理環境	流速、河床材料区分、礫の状況（浮石、沈み石）水深
調査時の水質	水温、pH、電気伝導度、濁度
調査時の状況	調査時刻、天候等

表 3-1-6 生息環境調査の記録項目

河床材料	サイズ	略号
岩盤、岩盤又はコンクリート	—	R
泥	0.074mm 以下	M
砂	0.074～2mm以下	S
細礫	2～20mm	SG
中礫	20～50mm	MG
粗礫	50～100mm	LG
小石	100～200mm	SB
中石	200～500mm	MB
大石	500mm以上	LB
不明	—	—



中流域における典型的な瀬淵の区分

平成 18 年度版河川水辺の国勢調査基本調査マニュアル【河川版】(H24.4 改訂) より引用

図 3-1-1 瀬淵の区分

3.1.2 調査結果

(1) 水中ビデオ調査

1) アユモドキの確認

平成 29 年 10 月～平成 30 年 10 月における水中ビデオ調査の結果、工事後の 6 月調査時に 1 個体(約 8.7cm)、8 月調査時に 2 個体(約 5.5cm、約 6.5cm)の計 3 個体を確認した。工事前の 11 月調査及び工事中の 4 月調査では、アユモドキを確認することが出来なかった。

	
<p>■確認日時：8/6 14：10</p> <p>■体長：約 5.5 cm</p> <p>■行動：岸際を下流から上流へ泳いでいた。</p>	<p>■確認日時：6/27 15：40</p> <p>■体長：約 8.7 cm</p> <p>■行動：<u>低</u>底層を泳ぎ、摂餌のような行動を取った。</p>
	
<p>■確認日時：8/7 16：45</p> <p>■体長：約 6.5 cm</p> <p>■行動：河川構造物付近を遊泳していた。</p>	

図 3-1-2 水中 CCD カメラで確認したアユモドキ

2) 魚類相

水中ビデオ調査において、6目10科24種の魚類を確認した。多くの地点で確認されたのはアブラボテ、オイカワ、カワムツ、ウグイ、ムギツク、ヌマチチブ、カワヨシノボリ、ギギであることから、これらが本水域の主要な淡水魚と考えられる。

3) 重要種

重要種は、ニホンウナギ、アブラボテ、カワヒガイ、アユモドキ、チュウガタスジシマドジョウ、アカザ、カジカの7種を確認した。

4) 外来種

外来種は、オオクチバスを確認した。



図 3-1-3 水中 CCD カメラで確認した魚種の一部

(2) 潜水目視調査

1) アユモドキ

平成 29 年 10 月～平成 30 年 10 月における潜水目視調査の結果、工事後の 6 月調査時に 1 個体(7.2cm)、8 月調査時に 1 個体(5.8cm)、9 月調査時に 1 個体(6.5cm)の計 3 個体を確認した。工事前の 11 月調査及び工事中の 4 月調査では、アユモドキを確認することが出来なかった。

2) 魚類相

潜水目視調査において、5 目 10 科 27 種の魚類を確認した。多くの地点で確認されたのはアブラボテ、オイカワ、カワムツ、ウグイ、ムギツク、ヌマチチブ、カワヨシノボリ、ギギであることから、これらが本水域の主要な淡水魚と考えられる。

3) 重要種

重要種は、ニホンウナギ、ヤリタナゴ、アブラボテ、カネヒラ、カワヒガイ、アユモドキ、チュウガタスジシマドジョウ、アカザ、カジカの 9 種を確認した。

4) 外来種

外来種は、タイリクバラタナゴ、コクチバスの 2 種を確認した。



図 3-1-4 潜水目視調査で確認した魚種の一部

(3) 生息環境調査

平成 29 年 10 月～平成 30 年 10 月における生息環境調査結果を表 3-1-9～表 3-1-14 に示す。

各調査地点の季節別平均水温は、11 月 14.3℃、4 月 11.2℃、6 月 23.6℃、8 月 29.1℃、9 月 20.3℃、10 月 19.3℃であり、4 月調査時が最も低く 8 月調査時が最も高かった。

pH の季節別平均値は、11 月 7.5、4 月 7.3、6 月 8.3、8 月 9.1、9 月 7.9、10 月 7.4 であり、夏季が最も高かった。

EC の季節別平均値は、11 月 9.4 mS/m、4 月 9.2 mS/m、6 月 12.3 mS/m、8 月 11.6 mS/m、9 月 9.3 mS/m、10 月 9.2 mS/m であった。

濁度は 11 月 1.1、4 月 1.0、6 月 7.0、8 月 6.7、9 月 6.8、10 月 2.2 と夏場が高い傾向であった。

河床材料は、砂や泥を含んだ地点もあるが、ほとんどは細礫～中石で構成されていた。

アユモドキを確認した地点河床材料は、S (砂～2mm) から SB (小石～200mm) で構成されていた。

表 3-1-9 生息環境調査結果 (11 月)

年月日	地点番号	気温 (℃)	水域の 状況	物理環境				調査時の水質				シルトの 状況、 多い少	湧水	
				流速 (cm/s)	水深 (cm)	礫の 状況	河床材料	水温 (℃)	pH	電気伝 導度 (mS/m)	濁度 (度・ホル マジン)		湧水の 有無	湧水 水温 (℃)
H29.11.13	A	8.9	瀬	100.0	100	浮	MB/SG	14.2	7.5	9.8	1.0	少	無	
H29.11.13	B	11.2	瀬	110.0	100	浮	MB/MG	14.3	7.5	9.1	1.0	多	無	
H29.11.13	C	11.2	瀬	110.0	90	浮	SB/MB	14.2	7.5	9.5	1.0	少	無	
H29.11.13	D	8.9	瀬	80.0	90	浮	LG/MB	14.2	7.8	9.5	1.0	少	無	
H29.11.13	E	11.2	瀬	90.0	90	浮	SB/MG	14.2	7.6	9.2	1.0	少	無	
H29.11.13	F	14.4	淵(M)	60.0	170	沈	SG/SB	14.2	7.4	9.5	1.0	多	有	20.0
H29.11.16	G	10.4	瀬	70.0	180	沈	LG/MG	14.5	7.6	9.5	1.0	多	有	19.1
H29.11.16	H	10.4	瀬・淵 (M)	50.0	203	沈	S/MG	14.1	7.4	9.5	1.0	多	無	
H29.11.16	I	10.4	ワンド	10.0	203	浮	S/M	14.9	7.6	9.1	2.0	多	無	
平均値				75.6	136.2	-	-	14.3	7.5	9.4	1.1	-	-	19.6

表 3-1-10 生息環境調査結果 (4 月)

年月日	地点番号	気温 (℃)	水域の 状況	物理環境				調査時の水質				シルトの 状況、 多い少	湧水	
				流速 (cm/s)	水深 (cm)	礫の 状況	河床材料	水温 (℃)	pH	電気伝 導度 (mS/m)	濁度 (度・ホル マジン)		湧水の 有無	湧水 水温 (℃)
H30.4.3	A	17.9	瀬	80.0	100	浮	MB/SG	11.0	7.2	9.4	1.0	少	無	
H30.4.3	B	20.2	瀬	70.0	80	浮	MB/MG	11.2	7.3	9.2	1.0	多	無	
H30.4.3	C	22.4	瀬	70.0	150	浮	SB/MB	11.2	7.3	9.1	1.0	少	無	
H30.4.3	D	17.9	瀬	70.0	140	浮	LG/MB	11.2	7.3	9.2	1.0	少	無	
H30.4.3	E	20.2	瀬	80.0	140	浮	SB/MG	11.2	7.3	9.2	1.0	少	無	
H30.4.4	F	22.1	淵(M)	70.0	150	沈	SG/SB	11.1	7.2	9.2	1.0	多	有	17.8
H30.4.3	G	17.9	瀬	90.0	160	沈	LG/MG	11.4	7.3	9.2	1.0	多	有	17.5
H30.4.4	H	21.1	瀬・淵 (M)	90.0	90	沈	S/MG	11.0	7.4	9.0	1.0	多	無	
H30.4.4	J	19.4	瀬	80.0	80	浮	S/M	11.3	7.1	9.3	1.0	多	無	
平均値				77.8	121.1	-	-	11.2	7.3	9.2	1.0	-	-	17.7

表 3-1-11 生息環境調査結果 (6月)

年月日	地点番号	気温 (°C)	水域の 状況	物理環境				調査時の水質				シルトの 状況、 多い少	湧水	
				流速 (cm/s)	水深 (cm)	礫の 状況	河床材料	水温 (°C)	pH	電気伝 導度 (mS/m)	濁度 (度・ホル マジン)		湧水の 有無	湧水 水温 (°C)
H30.6.26	A	28.2	瀬	80.0	110	浮	MB/SG	23.0	8.2	11.2	5.8	多	無	
H30.6.26	B	29.0	瀬	90.0	80	浮	MB/MG	23.0	8.5	11.8	6.3	多	無	
H30.6.26	C	29.0	瀬	80.0	160	浮	SB/MB	23.2	8.4	12.4	6.5	多	無	
H30.6.26	D	30.6	瀬	80.0	150	浮	LG/MB	23.0	8.2	12.8	6.0	多	無	
H30.6.26	E	30.6	瀬	80.0	130	浮	SB/MG	24.2	8.4	12.4	6.0	多	無	
H30.6.27	F	30.4	淵(M)	70.0	160	沈	SG/SB	24.1	8.3	12.0	6.5	多	有	18.2
H30.6.27	G	30.0	瀬	90.0	170	沈	LG/MG	24.0	8.2	12.7	8.5	多	有	18.6
H30.6.27	H	30.0	瀬・淵 (M)	90.0	100	沈	S/MG	24.8	8.2	13.1	10.0	多	無	
H30.6.26	J	32.0	瀬	90.0	90	浮	S/M	23.5	8.2	12.4	7.5	多	無	
平均値				83.3	127.8	-	-	23.6	8.3	12.3	7.0	-	-	18.4

表 3-1-12 生息環境調査結果 (8月)

年月日	地点番号	気温 (°C)	水域の 状況	物理環境				調査時の水質				シルトの 状況、 多い少	湧水	
				流速 (cm/s)	水深 (cm)	礫の 状況	河床材料	水温 (°C)	pH	電気伝 導度 (mS/m)	濁度 (度・ホル マジン)		湧水の 有無	湧水 水温 (°C)
H30.8.6	A	32.1	瀬	80.0	110	浮	MB/SG	29.0	9.1	11.5	6.1	多	無	
H30.8.6	B	34.2	瀬	90.0	80	浮	MB/MG	29.3	9.0	11.3	6.0	多	無	
H30.8.6	C	34.2	瀬	80.0	160	浮	SB/MB	29.2	9.1	11.6	6.3	多	無	
H30.8.6	D	34.1	瀬	80.0	150	浮	LG/MB	29.2	9.1	11.6	6.3	多	無	
H30.8.6	E	34.1	瀬	80.0	130	浮	SB/MG	29.2	9.1	11.6	6.2	多	無	
H30.8.7	F	31.7	淵(M)	70.0	160	沈	SG/SB	28.7	9.2	11.8	7.2	多	有	19.0
H30.8.7	G	30.3	瀬	90.0	170	沈	LG/MG	28.6	9.0	11.8	7.5	多	有	19.1
H30.8.7	H	30.3	瀬・淵 (M)	90.0	100	沈	S/MG	29.5	9.1	11.4	9.6	多	無	
H30.8.7	J	34.0	瀬	90.0	90	浮	S/M	29.1	9.0	11.4	5.5	多	無	
平均値				83.3	127.8	-	-	29.1	9.1	11.6	6.7	-	-	19.1

表 3-1-13 生息環境調査結果 (9月)

年月日	地点番号	気温 (°C)	水域の 状況	物理環境				調査時の水質				シルトの 状況、 多い少	湧水	
				流速 (cm/s)	水深 (cm)	礫の 状況	河床材料	水温 (°C)	pH	電気伝 導度 (mS/m)	濁度 (度・ホル マジン)		湧水の 有無	湧水 水温 (°C)
H30.9.27	A	18.7	瀬	80.0	130	浮	MB/SG	20.3	7.9	9.3	6.4	多	無	
H30.9.27	B	19.4	瀬	70.0	110	浮	MB/MG	20.3	8.0	9.4	6.2	多	無	
H30.9.27	C	19.4	瀬	110.0	180	浮	SB/MB	20.0	8.0	9.2	6.5	多	無	
H30.9.27	D	20.1	瀬	110.0	160	浮	LG/MB	20.1	8.1	9.3	6.5	多	無	
H30.9.27	E	20.1	瀬	120.0	140	浮	SB/MG	20.1	8.1	9.3	6.5	多	無	
H30.9.28	F	23.3	淵(M)	80.0	180	沈	SG/SB	20.3	7.8	9.3	7.0	多	有	19.2
H30.9.28	G	20.4	瀬	90.0	180	沈	LG/MG	20.4	7.9	9.1	7.5	多	有	19.5
H30.9.28	H	20.4	瀬・淵 (M)	100.0	120	沈	S/MG	20.9	7.9	9.3	8.8	多	無	
H30.9.28	J	27.8	瀬	80.0	110	浮	S/M	20.1	7.8	9.3	6.0	多	無	
平均値				93.3	145.6	-	-	20.3	7.9	9.3	6.8	-	-	19.4

表 3-1-14 生息環境調査結果（10月）

年月日	地点番号	気温 (°C)	水域の 状況	物理環境				調査時の水質				シルトの 状況、 多い少	湧水	
				流速 (cm/s)	水深 (cm)	礫の 状況	河床材料	水温 (°C)	pH	電気伝 導度 (mS/m)	濁度 (度・ホル マジン)		湧水の 有無	湧水 水温 (°C)
H30.10.17	A	19.3	瀬	80.0	95	浮	MB/SG	18.2	7.5	9.5	2.0	少	無	
H30.10.17	B	21.1	瀬	90.0	80	浮	MB/MG	18.0	7.4	9.4	2.0	少	無	
H30.10.17	C	21.1	瀬	120.0	140	浮	SB/MB	18.3	7.4	9.4	2.0	少	無	
H30.10.17	D	21.6	瀬	110.0	130	浮	LG/MB	18.3	7.4	9.4	2.0	少	無	
H30.10.17	E	21.6	瀬	110.0	110	浮	SB/MG	18.3	7.5	9.1	2.0	少	無	
H30.10.18	F	20.7	淵(M)	80.0	150	沈	SG/SB	18.2	7.3	9.1	2.2	多	有	19.2
H30.10.18	G	17.4	瀬	90.0	160	沈	LG/MG	18.0	7.4	9.2	2.1	多	有	19.0
H30.10.18	H	17.4	瀬・淵 (M)	70.0	90	沈	S/MG	18.4	7.4	9.1	3.0	多	無	
H30.10.18	J	22.9	瀬	70.0	90	浮	S/M	18.0	7.3	9.0	2.5	少	無	
平均値				91.1	116.1	-	-	18.2	7.4	9.2	2.2	-	-	19.1

(4) アユモドキの確認状況

平成 29 年 10 月～平成 30 年 10 月における水中ビデオ調査および潜水目視調査でアユモドキを確認した際の生息環境の状況を表 3-1-15 に示す。

アユモドキは、6 月調査、8 月調査および 9 月調査で確認した。確認時の水温は 20.0°C～29.2°C であり、流速は 70.0～110.0cm/s と比較的緩やかであった。底質は、砂～小石で構成されていた。濁度は 6.3 度～10.0 度と少し濁っていた。

表 3-1-15 アユモドキの確認状況

項目	確認 日時	個 体 数	調査時 の水位	水温 (°C)	流速 (cm/s)	水深 (cm)	底質	pH	EC (mS/m)	濁度 (度)
ビデオ	6/27 15:40	1	-0.25m	24.8	90.0	100	S/MG	8.2	13.1	10.0
	8/6 14:10	1	-0.22m	29.2	80.0	110	SB/MB	9.1	11.6	6.3
	8/7 16:45	1	-0.22m	28.7	70.0	120	SG/SB	9.2	11.8	7.2
潜水	6/27 14:00	1	-0.25m	24.1	70.0	160	SG/SB	8.3	12.0	6.5
	8/7 11:30	1	-0.22m	28.6	90.0	150	LG/MG	9.0	11.8	7.5
	9/27 11:00	1	0.02	20.0	110.0	180	SB/MB	8.0	9.2	6.5

3.1.3 考察

平成29年10月～平成30年10月における調査では、アユモドキを6月に2個体（水中ビデオ：1個体、潜水目視：1個体）、8月に3個体（水中ビデオ：2個体、潜水目視：1個体）、9月に1個体（潜水目視：1個体）の計6個体を確認した。一方、11月調査および4月調査では確認がなかった。

既往調査では6月～10月の調査で確認されており、特に8月の調査での確認が多いが、4月、5月、11月の調査では確認されていない（図3-1-5）。

今回調査及び過年度調査では、アユモドキの確認に関わらず pH、EC、濁度は同様であった。一方、今回調査および既往調査でアユモドキの確認があった6月～8月の調査では、水温が18.4℃～29.9℃と比較的高かったものの、確認が無い4月、5月、11月の調査の水温は11.0℃～21.0℃と低かった（表3-1-16）。

このことから、11月調査および4月調査では、調査時の水温が低くアユモドキの活性が低いことが要因となり確認できなかったと考えられた。

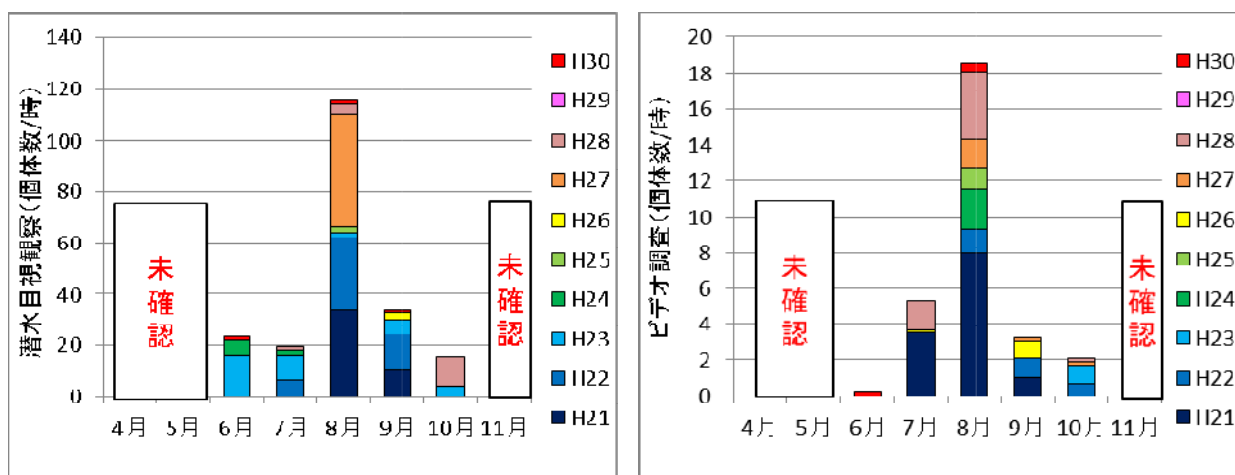


図3-1-5 潜水目視およびビデオ調査の季節別経年変化

表3-1-16 既往調査時及び今回調査のアユモドキ確認時と未確認時の水質範囲

水質項目	アユモドキ確認時の水質範囲	アユモドキ未確認時の水質範囲
	6月、7月、8月、9月、10月	4月、5月、11月
水温(℃)	18.4～29.8	11.0～21.0
pH	6.7～9.2	6.8～8.2
電気伝導度(ms/m)	7.3～21.5	8.4～25.1
濁度(度)	0.0～120.0	0.0～11.0