

武庫川の水表面泡とその発生実態について

武庫川あわ検討グループ

村岡浩爾*, 岡田 隆**, 吉田博昭***

1. はじめに

2007年、「武庫川づくりと流域連携を進める会」が発足し、その活動の一つとして自分たちで武庫川の要所で水質を測ってみようという水質一斉調査を開始した頃から、武庫川のあちこちで泡の発生を話題にするようになった。水の泡は色々な要因で発生するが、どちらかという話題の泡は不気味な存在として、何か有害物質が含まれているのではないかと、誰かがこのあわの原因物質を不正に放流したのではないかとという疑惑を伴った内容であった。

確かに市街地などで明らかに汚水状態の排水がある場合には、それが不正な排水であり、見るからに不快な色ときたない泡の発生を観察することが多い。しかし川の水面で見られる泡は色々な要因があることから、ここでは武庫川全体を展望し、本川や主たる支川に見られる泡の実態を観察することに重点を置き、あわせて武庫川以外の河川での泡も参考とすることとした。この作業を実践するため、武庫川市民学会の中に武庫川あわ検討グループを結成した。そのメンバーは、岡田 隆、古武家善成、佐々木礼子、村岡浩爾（主査）、吉田博昭の5名である。また武庫川の泡の観測には前述の水質一斉調査の機会に各担当観測者が記録したアンケートや写真を基にしている。

作業を進める過程で2点の問題が生じた。予め予想されたことではあるが、その1点は中流部の亀治橋、大岩橋辺りの泡が量的にも滞留性においても異常であり、そもそもこの中流部での一斉水質調査の結果が異常であるという特殊な区間のあることが判明していることである。他の1点は、他河川の事例を調べてゆくうちに、泡の発生状況と発生要因についての科学的な知見がかなり進んでいると実感されることが判り、この面からの考察も加える必要があるのではないかと、ということである。従って本検討グループの作業内容を次の3点に分けて検討しとりまとめることとした。

- 1) 武庫川の主要地点と他河川の泡の実態を包括的に取りまとめる
- 2) 武庫川中流部の泡の特異な実態を主に取りまとめる

3) 水面泡の発生原因の科学的知見を主に取りまとめる

1)は本編そのものである。2)は佐々木礼子を取りまとめることとし、学会誌本号（通巻 No.4）に掲載する¹⁾。3)は古武家善成が取りまとめることとし、同様に学会誌本号に掲載する²⁾。そしてこの3編をもって、武庫川あわ検討グループの総合的な成果物とする。

水の泡といっても、千苜ダムの越流水が白い泡を立てて流れ落ちる様は水の造形美とも言うべき見事な光景である。また清澄な水であっても落下水や急流部には泡はつきものである。その一方で不愉快な泡があつて、水質や水環境の面から不安を懐かせるような泡があるとすれば、その実態を正しくかつ判りやすく住民に伝え、泡の科学的な現象を少しでも理解した上で、泡の実態を知ることが重要と考えている。

2. 武庫川で見られる水面泡の実態

2.1 実態調査の方法

これまで行って来ている武庫川の水質一斉調査（春期、秋期の年2回）の機会にあわせ、2009年以降の一斉調査時に各測定地点で観測された水面泡のアンケート報告並びに写真、更には平常時に観測された泡について随時状況並びに写真の提供を受け、以下にその報告の要点を記している。また提供を受けた写真から32枚を選んで掲示している。

2.2 上流部の水面泡の実態

以下で示す写真は21～24ページに掲載されている。

- 1) 正明寺橋（写真1）（伊藤：2009.5.7）

白濁した泡が川の岩陰の表面に溜まる。水は普段より透明で、濁りはない。河畔の竹林から竹が川に倒れていて、それが泡をせき止める形になっている。すぐ上流に本庄浄化センターがある。

- 2) 正明寺橋（古武家・村岡：2009.5.28）

橋の上流左岸および下流、浄化センターまでに農業用水の流入あり。流入後、淵の部分に数cmの白い平面的な泡が散在。田植え直後の田んぼからの排水はやや白濁し、この流入水が本川との合流時にある種の泡

*大阪大学名誉教授, **武庫川の治水を考える連絡協議会, ***武庫川づくりと流域連携を進める会
Kohji MURAOKA, Takashi OKADA, Hiroaki YOSHIDA

が作られているとも見られる。水田排水に農肥や農薬が含まれているかどうかは不明。

3) 広野歩道橋 (土谷：2009. 6. 7)

白く平らで小さい泡が水面全体に浮かんである。径5cm程度。流れはいつもより遅い。この地点、相野川との合流点に近く、中州が多く、護岸にも草が多い。

4) 青野橋 (青野川) (長峯：2009. 6. 7)

薄茶色できめは細かく、堰の下流側の一方の隅に常態化して固まっている。盛り上がるほど高くないが、0.5mm程度はありそうだ。特に匂いはない。水自体は透明性は高い。

5) 平成橋 (支流 青野川) (長峯：2009. 11. 8)

2~3cm径の泡が川面全体に散在。流量は少し多め、透明性はある。堰の一部が切れており、そこからの水の流出の勢いで泡沫が沢山発生しているように見える。

6) 平成橋 (支流 青野川) (長峯：2010. 6. 7)

白あるいは薄茶の1~2cm径の泡が多数散在、滞留している。すぐには消えない。堰の下流側、岸近くで水の流れが緩やかなところに多い。水深50cm程度の川底は見えるが、きれいとは言えない。流量は普通。

7) 三田大橋 (土谷：2010. 6. 6)

白く平たい3~5cm径の泡。長く残る。橋の上流側の水の流れのよどむところに広範囲にあるが、下流の堰の下の流れからは消える。堰を過ぎてからは普通の流れ。堰までは水のよどんだところでは濁っている。堰を過ぎれば浅く、底が見える。におい無し。

8) 三田大橋 (土谷：2010. 11. 13)

白く平べったい泡が長く残る。径1~10cm(大小いろいろ)。水路の流入口と堰のすぐ下に多い。流量はいつも通りで少なく、堰の上流部はほとんど流れが見られない。川の中に泥をかぶったような藻が沢山生えている。

2.2 中流部の水面泡の実態

1) 船坂川と本川の合流部 (村岡：2010. 6. 6)

5~6cm径で平べったい。一部集合状態。概ね白色だが固まっている部分はやや茶色。本川側の合流直上流はよどみ状態で、そこに泡が集まる傾向がある。泡の原因は本川にあると見られる。船坂川の最下流、畑久保橋のCODはこのとき2.3mg/Lであり、本川のCODよりかなり低い。流量は普段と変わらず、あるいはやや多い。船坂川はやや田んぼ臭。

2) 船坂川と本川の合流部(本川側) (写真2) (村岡：2010. 6. 6)

泡は合流後の本川上流側のよどみ部分に滞留、白く2~5cm径で平べったい。船坂川の流量は少なく本川は平常状態。泡は本川上流からの流水によって発生していると見られる。濁りは目立たない。

3) 亀治橋 (写真3, 4) (古武家・村岡：2009. 5. 28)

橋の下流で堰き止めがあるので流れはゆっくり。2

~10cm径の白い泡が広く分散して浮かんでいる。水質は目立って悪くはない。

4) 亀治橋 (伊藤：2009. 6. 7)

白い泡が多くみられるが、径2~3cm、盛り上がりはなく長く残る。瀬や流れの遅いところに見られる。

5) 亀治橋 (佐々木：2010. 6. 6)

白く細かい泡が5cmくらいの固まりを形成。持続性あり。流れているのは瀬の白い泡で、滞留しているのは渚の茶色で細かいクリーミーな泡。生臭い藻の匂い。流量は普段より若干多く、濁りあり。滞留部分にアメンボが非常に多い。

6) 亀治橋 (吉田・佐々木：2010. 11. 13)

クリーム色で5~10cm径の集合状態の泡で長く残る。渚、瀬、流れの全ての部分で見られる。流れはいつもより少なく遅い。透明度は低く、濁りがある。

7) 亀治橋 (写真5, 6) (古武家・村岡：2009. 5. 28)

橋上流左岸の淵にべったりと広く停滞。緩やかな渦状の流れに乗って、渦巻いている。そこから橋の方に分散しながらバラバラの渦になって流れてくる。大きな渦の固まりは薄茶色に見える。橋の上流約500mの左岸に武庫川上流浄化センターがあり、下水処理水が放流されている。

8) 大岩橋 (伊藤：2009. 6. 7)

大岩橋の上流川。泡が多いが固まりは少なく、盛り上がりはない。長く残る。白い。流れは遅く流量は少ない。濁っている。

9) 大岩橋上流左岸 (佐々木・上田：2010. 6. 6)

白い小さな泡の集まりが7~8cm径に集まって流れる。消えずに残る。流れている泡は白いが、滞留もしくは渦を巻いているのは茶色でクリーム状。白い泡は瀬、茶色い泡は渚。流況は平常なみ。濁っている(特に川底)。

10) 大岩橋上流左岸 (写真7, 8, 10) (吉田・佐々木：2010. 11. 13)

流れのある部分では径10cm程度の固まり、渚では5cm四方以上で、渦巻き線状。クリーム色できめ細かく長く残る。流量は少なく、流れは遅い。2009年より特に泡は多く、上流浄化センターの影響だけか、名神の工事に係わるものか不明である。

11) 大岩橋下流側 (写真9) (佐々木：2014. 6. 8)

相変わらず非常に泡が多く、クリーミーな泡が滞留する場所はこれまでより上流側に移動して規模が大きくなっていった。7年間の調査で最も水量が多く濁っている。

12) 武田尾温泉紅葉館上流約370m (伊藤：2009. 6. 7)

流れには泡はほとんどなく、よどみに白に茶色がかった2cmくらいの盛り上がりのある泡あり。岩陰に多い。

13) 温泉橋上流 (写真13) (古武家・村岡：2009. 5. 28)

径2~10cmの平面的な泡。橋下流に堰き止めがあるので、ゆったりと分散状態で流れている。白色。橋の

上流側に武田尾温泉あり。

- 14) 温泉橋上流および下流 (写真 11, 12, 14, 15) (吉田・佐々木: 2010. 11. 13)

白く 2~3cm 径の固まり状態。長く残る。流れ全体に散在。流量は普段より少なく、流れは遅い。透明度はあるが、川底の苔が腐っている。

- 15) 武庫川溪谷新田川合流部 (武田尾淵) (伊藤: 2009. 5. 16)

白濁し、一部が赤茶色を呈した泡が点々と流れている。普段より透明で濁りはない。普段より流量は若干多い。

- 16) 武庫川溪谷百畳岩、溝滝付近 (写真 16, 17, 19) (伊藤: 2009. 5. 16)

白濁した泡が上流から下流へ断続的に流れてくる。岩陰に集積しやすい。においは感じられず、濁りもない。プランクトンは確認できない。

- 17) 武庫川溪谷溝滝 (写真 18) (吉田: 2014. 9. 15)
18) 名塩川合流部付近 (写真 20, 21) (伊藤: 2009. 5. 12)
19) 生瀬橋 (佐々木: 2009. 6. 7)

3~5cm 径の泡が 2~3 個まとまって流下。白色。上流から流れて淵に滞留、流れの速いところには泡は流れていない。この地点の上流 (国道 176 号線生瀬バイパス下) では 3~5cm 径の泡 (小さい気泡の集まり) が大量に流れていた。水深は大きく、濁りがあったがアメンボ、小魚が見られた。

- 20) 生瀬橋 (吉田・佐々木: 2010. 11. 13)

白色で 1cm 前後の泡が 10cm 前後の固まりになって淵や流れのあるところに散在。長く残る。流量は普段より少ない。昨年と泡の量は変わらない。

2.3 下流部の水面泡の実態

- 1) 武庫川新橋 (田村・松田: 2010. 11. 13)

白く 3~5cm 径の泡。岸近く長く残る。流れはふつう。濁りはないが、護岸近くは藻の付着が多く、ゴミも多い。

- 2) 百間樋 (取水口) (田村・松田: 2010. 11. 13)

白色で長く残って流れる。径 3~4cm。本川から用水路への取水口の落差によって発生していると見られる。流れは普段通り。透明。

- 3) 仁川上流 (写真 22) (岡田)

仁川上流の本川は清冽だが、住宅街からの側溝排水がごみなどと一緒に流入し、そのため泡立ちが起こる。

- 4) 仁川最下流部 (法西: 2009. 6. 7)

3×4cm の白い泡が淵で発生し、すぐに消える。流れは遅く、少し濁りがある。

- 5) 仁川最下流部 (法西: 2009. 11. 8)

白く平たい泡が瀬に見られる。流れはいつもより速く、透明である。ゴミが多い。

- 6) 甲武橋 (写真 23) (山本: 2014. 6. 6)

周辺の護岸に泡が吹き寄せられている。

- 7) 武庫大橋 (白川・白神: 2009. 6. 7)

堰の下の観測では、茶色の泡は細かく滞留しやすく、白い泡は大きく流れていく。堰からの落水で発生する。

- 8) 武庫大橋 (写真 24) (吉田: 2014. 8. 27)

武庫大橋全景写真であるが、堰からの落下水にはこのような泡立ちが見られる。

- 9) 3号床止付近 (写真 25) (吉田: 2014. 4. 30)

床止付近の吹き溜めに集積した泡を採取したもの。

- 10) 阪神鉄橋付近 (写真 26, 27) (白川: 2012. 6. 6)

- 11) 潮止堰遠景 (写真 28) (吉田: 2015. 1. 15)

- 12) 潮止堰魚道 (写真 29) (村岡: 2014. 4. 20)

- 13) 津門川六甲トンネル湧水部 (写真 30) (吉田: 2014. 7. 10)

発生した泡はすぐに消える。清冽な水の泡は持続性がないと見られる。

- 14) 津門川中流部魚道 (写真 31, 32) (山本: 2014. 6. 6)

中流部ではエビモの発生と水面泡が観測される。アユの遡上も確認できる新しい魚道の水の泡。

3. 他の河川で見られる水面泡

3.1 宇治川の泡について³⁾

- 1) 国土交通省琵琶湖河川工事事務所の 2007 年度の調査によって、瀬田川洗堰直下流から宇治川隠元橋・渡月橋までの区間で目視観測画行われた記録がある。

泡状物質の発生、よく観測される地点や範囲は、早瀬、落差の大きいところ、流れが岩や大きい石にぶつかるところで発生し、流心を流下、流れが急激に変化するところによく見られる。発生した泡は流れに乗って流下し、集積して小さな固まりとなり、泡は徐々に小さくなる。泡の少ないところ、または泡の見られないところは、流れの河床勾配が緩やかで、岩、巨石がなく流れを乱さないところ、直線的で緩やかな流れが続くところで、上流から流れてきた泡も少なくなる。

- 2) 塔の川導水路出口に見られる泡は、観察日時によりその量や発生頻度が大きく変化する。従ってその定量化の方法を確立する必要がある。ここでは 1m 四方の方型枠を設置し、写真撮影を兼ねながら泡状物質の大きさ、量、発生頻度を観察している。また泡状物質の採取方法としてプランクトンネット (網目: 100 μm) の底に採水びんを設置して泡が溜まるようにしている。

3.2 中禅寺湖 (栃木県) の泡について^{4, 5)}

- 1) 1984 年 9~10 月、湖内に大量の泡が発生した。その形状は筋状、大きな環状など多様であり、直径 200~300m の円形の固まりも認められた。翌年 3 月には肉眼で認められなくなった。

- 2) 発生要因としては、主成分の一つとして糖類があり、植物由来の多糖類であった。泡の元素構成は C: 41% N: 5% P: 1% で、デンプン構成と似ており、燃えることから有機物質と推定された。その起源は、9 月は水生植物、秋・冬は落葉が関与している。

3.3 霞ヶ浦（茨城県）⁶⁾

- 1) 潮来市釜谷地先の湖面に泡状のものが一面に広がる発泡現象が生じた。
- 2) 湖面の表面張力の低下があげられ、界面活性物質として多糖類や脂肪、タンパク質が予想され、湖水の分析からD-多糖類が発泡の限界濃度を超過していることが判明した。
- 3) 発泡の発生は、湖水が波浪によって堤防などに当たり、攪拌混合されたものと見られる。

3.4 天竜川（長野県）⁷⁾

- 1) 2000年8月中旬頃より諏訪湖で白い泡が大量発生し、飯伊の天竜川でも泡が確認された。
- 2) 調査により、泡の主成分は諏訪湖のアオコによる多糖類と判断された。すなわちアオコ由来の多糖類が風や波などで攪拌され、泡が発生したと見られる。泡の発生はアオコの急激な増殖に起因している。泡の糖濃度は、湖水の約70倍であり、諏訪湖と天竜川の検査で洗剤の主成分である界面活性剤などは検出されなかった。

3.5 小瀬川・弥栄ダム（広島県・山口県）⁸⁾

- 1) 小瀬川では2002年8月中旬頃から弥栄ダム直下流から中市堰までの川の水面に泡状物質が見られた。
- 2) 泡の浮遊が確認される直前の8月上旬に、弥栄ダムでは水の華（アオコ）現象が見られた。アオコが発生したダム下流の河川において泡が発生した事例は、中国地方では土師ダム下流の江の川と島地川ダム下流の河川で見られ、全国では2河川の例が報告されている。しかしここでは発生メカニズムは十分に解明されていない。
- 3) 専門家による試験結果により、成分は砂糖と同じような高分子の多糖類で、毒性はないとされている。

3.6 四万十川（高知県；観測日：1999.9.30 流況：豊水～平水）^{9, 10)}

- 1) 上流域、東津野村の溪流で、気泡の流下後で集積条件が備われれば小規模の泡沫の形成がみられた。西土佐村とどろ湖で、極めて清冽な水域でも、気泡点と旋回流の集積作用によって局所的な泡沫の発生がみられる。
- 2) 中流部、大正町轟道の駅下では、流心でも旋回流等による泡の集積作用があれば、泡沫を形成する場合がある。この場合は支川の合流部で集積作用により泡沫化している。河床岩盤の露出地帯では、複雑な河岸地形のため、瀬と滞水域との組み合わせが多数存在し、泡沫の形成場となっている。局所的には複雑な流れになっているので、水位や風向等の変化で泡沫の形成状態が変わることが予想される。西土佐村半家お君が淵では、蛇行部等の淀みでも泡が集まり泡沫が形成され

る場合が見られる。

- 3) 下流部、西土佐村口屋内では、トロ場からトロ場に移る中間点で、急瀬で発生したあわが筋状に流下している。瀬の上流側のトロ場での界面活性成分の表面吸着作用の促進が予想される。
- 4) 生状況の総括として、泡の発生現象には強弱があったが水系の上下流・本支川を問わず、全川で認められた。中・下流部で多くの泡が集まって泡沫に成長している。人為的な影響のない溪流部でも発生の規模は小さいが認められた。また、流域全体の観察調査および流域住民等へのアンケート調査から、発生分布、発生携帯の特徴を把握している。一方、公共用水域水質調査結果のMBAS, LAS, BOD等の数値は低く、泡の説明には別の視点からの考察が必要である。
- 5) 発生要因については、その原因成分が多糖類と推定された。すなわち人為的な生活排水の影響のない溪流部でも発生が確認されたので、自然系由来が有力である。河床礫付着藻類の培養により、糖類の生成、培養槽水面の表面張力の低下が観測された。その結果、礫の付着藻類が生成する多糖類が発生源の一つとして有力視された。河川形態との関係では、上流部に泡の発生場としての攪拌場があり、その下流の河岸の凹部や淀みの絡み合う場所で泡が集積し、発達して泡沫化現象が生ずると見られる。

4. まとめ

武庫川の本川や主な支流で観測される泡は、特殊な区間と見られる中流部の亀治橋から大岩橋に至る区間（更にその影響を受けると見られる下流の武田尾温泉橋付近を含める）を除いて、他河川で観測される泡と特別性状が異なるものでないと見られる。この特殊区間については、本誌に別報として佐々木が記述しているので、それ以外の地点での泡を主にまとめてみる。

泡の大きさや色については概ね他河川の観測と同様であり、急激な流れの生ずる部分（例えば急流部・堰越流水・魚道など落差のある流れ、急激な流れのぶつかり部など）で発生する。清冽な水であっても発生するが持続性がなく、淀みや淵では数cm規模の泡が長く流れる。これらが吹き寄せられたり大きな渦に乗る場合には泡沫化して大きな集団となる。これらの色は白乳色であるが、集積した古い泡沫はうす茶色になるようだ。

市街地水路の末端などに見られるごみに混じった泡、夏期の水量が少ないときの側岸付近の水溜まりに見られる泡は、確かに不気味であり美観上好ましくないが、この様な泡は人為的もしくは河川水量の低下時などで発生するものと見てよからう。この泡を除いた流れの場で見られる泡は、他の河川で見られるものと大きな差異はないものと思われる。

武庫川の泡の起源や成分について詳しく調査や分析した例はない。また、他の河川でも発生する泡の起源

や泡の成分について調査された例は、前述した通りあまり多くはない。これらの現状については古武家が本誌に別掲している。他河川で判断されている例を参考にすれば、その成分は多糖類で、その起源は富栄養化による藻類、河床の付着藻類、山林などの溪流からの有機成分の流出などとされているので、武庫川の泡についても基本的に同様であるとするならば、この泡は有害とは言えない。ただし、そう言った泡に付着しやすい微量な化学物質があるとするならば、今後専門的な調査や分析が必要であろう。

武庫川市民学会の事業に資する技術は限られており、この泡の発生原因、詳細な成分、それらによる環境等への影響については今後の専門機関による調査に寄らざるを得ない。しかし、水質調査で言えばバックテストなど市民の手で行える技術があるごとく、泡についても何らかの貢献が出来るものとする。例えば、水質調査時に合わせた泡の目視観測、写真撮影のほかに、一般に行われているコドロード的数量観測など、簡易に行える手法を工夫するなどの努力は続けなければならないと考える。

終わりに当たり、このまとめの資料となった多くの情報は、武庫川水質一斉調査時に泡の観測に参加して

いただいた多くの市民の方々であることを記し、謝意を表する事とする。

参考文献

- 1) 佐々木礼子 (2015) 武庫川中流部における泡の実態と発生要因について、武庫川市民学会誌, **3(1)**, 25-32.
- 2) 古武家善成 (2015) 河川の水面泡の発生原因、武庫川市民学会誌, **3(1)**, 33-38.
- 3) 国土交通省琵琶湖河川事務所所報, 2-1 - 2-12.
- 4) 世戸山 守, 小山次朗, 池田浩三, 小林紀男 (1987) 中禅寺湖のアワ発生機構 (1) アワ成分とその起源についての検討, 水質汚濁研究, **10(1)**, 31-38.
- 5) 小山次朗, 渡辺牧子 (1989) 中禅寺湖の湖水中糖類の起源 - アワ発生に関連して -, 水質汚濁研究, **12(6)**, 353-357.
- 6) 常陽新聞 HP より
- 7) 「南信州」サイバーニュース 2000-9-1
- 8) 国土交通省「太田川工事事務所」HP より 2002-11-29
- 9) 藤村茂夫, 邑岡和昭 (1998) 四万十川の泡現象に関する調査研究, 高知県北域保健研究会, 演題 38.
- 10) 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, 高知県環境研究所所報 16, 15-59.



写真 1 正明寺橋付近



写真 2 船坂川本川合流点



写真 3 亀治橋橋脚



写真 4 亀治橋橋脚付近



写真 5 大岩橋上流左岸



写真 6 大岩橋上流側

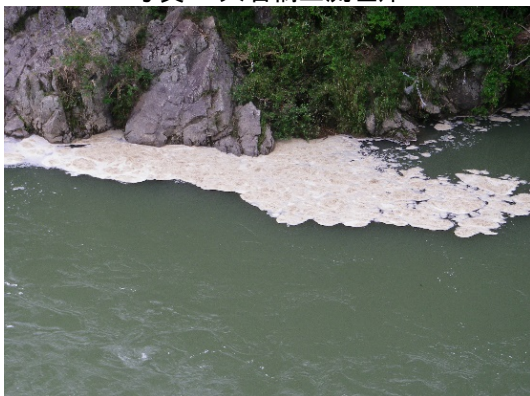


写真 7 大岩橋上流左岸



写真 8 大岩橋の泡の拡大



写真 9 大岩橋下流左岸



写真 10 大岩橋左岸の拡大



写真 11 温泉橋上流側排水



写真 12 温泉橋上流側排水部分



写真 13 温泉橋上流側



写真 14 温泉橋下流

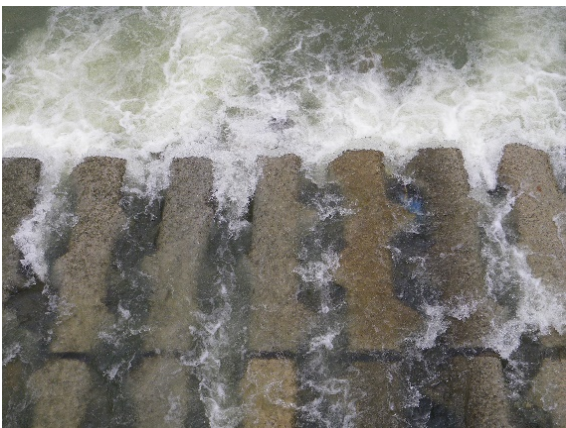


写真 15 温泉橋下流



写真 16 百畳岩周辺



写真 17 溝滝直下



写真 18 溝滝



写真 19 溝滝下流の筋状泡



写真 20 名塩川合流点の上流



写真 21 名塩川合流点



写真 22 仁川上流



写真 23 甲武橋中州付近の泡



写真 24 武庫大橋下流



写真 25 3号床止近で採取した泡



写真 26 阪神鉄橋付近



写真 27 阪神鉄橋付近



写真 28 潮止堰



写真 29 潮止堰魚道の泡



写真 30 津門川の六甲トンネル湧水部



写真 31 津門川のエビモと水面泡



写真 32 津門川魚道の泡