

雑誌の印刷は白黒。写真を元のカラーへ、追記もした。



生物屋の緩速ろ過池研究

その57 地震が多発する日本、小規模の緩速ろ過処理が良い

信州大学名誉教授 中本 信忠

現状の水道広域化案には反対と声を上げた候補

1 現状の水道広域化は反対と訴えた若い斎藤さんが市長に

長野県上田市は2026（令和8）年3月29日に上田市長および市議会議員を選ぶ選挙があった。現職で2期務めた土屋陽一市長（69歳）と市議会議員を2期務めた若い斎藤達也さん（50歳）が立候補した。地方の市議会議員の改選時は、普通は定数または少し多い程度の立候補数である。今回は市議会議員定数28人に対して13人も多い41人が立候補した。これまでの市政への不満が表れたと思われる。

現職だった土屋市長は「継続」と「発展」を訴えた。新人の斎藤さんは現職の土屋候補の「上田・長野間の水道事業を統合する水道広域化に前向き」などを批判し、「現状のままでの水道広域化は反対」、「市の財政は、現状の継続では、赤字が増え続け、将来に希望が見えない」と訴え当選した（図1）。

当選した2日後、長野インターネットニュース（図2）で、昨年

上田市長選挙は、水道広域化が大きな争点の一つだった。



図1 斎藤候補の第一声



図2 選挙後のニュース

11月4日の広域化協議会での関係事業者の市長、町長、長野県公営企業管理者の発言を公開した。このニュース動画みるとアナウンサーの質問で「上田市は賛成でない」との発言があったようだが、上田市長の発言はニュース動画では削除されていた。何だか関係市町の住民に対して情報操作をしているみたいだった。

また斎藤候補が当選した3日後の4月1日、長野県知事は「2023年度の浄水施設の耐震化率は、県企業局が100%に対し、上田市は13.7%にとどまる」また「自治体単独では施設更新などへの投資が十分行われてこなかったと思う」と発言した記事が4月2日の信濃毎日新聞に載っていた。長野市長も同様の発言をしていた。当選した斎藤市長の主張に疑問を挟むような発言があった。

広域化は問題と訴えた斎藤候補が3月29日に当選したら、当選した2日後の3月31日、ネットニュースで11月14日の第6回、水道広域化協議会で、広域化という意見が大きいと宣伝するニュースを放映した。この放映では、何故か、落選した土屋上田市長の声だけだ、放映されなかった。

2021年4月に、厚労省は、水道基盤強化のモデルとして、上田一長野間の水道事業広域化案を公表した。

私は本年の本誌（水道公論）4月号で「生物屋の緩速ろ過池研究その55…大規模から小規模まで生物浄化法が良い」で「災害が多発する山国は自然の仕組みの活用が緩速ろ過処理が良い」と投稿した。この号では「上田・長野の水道広域化の問題点」を指摘し、YouTube動画でも解説をした（図5）。



図4 水道広域化モデル案

課題1 人口減少などにより、料金収入が大幅に減少

課題2 施設の老朽化などにより、維持管理や更新に膨大な費用が必要

課題3 水道事業を支える人材不足

図3 広域化の理由

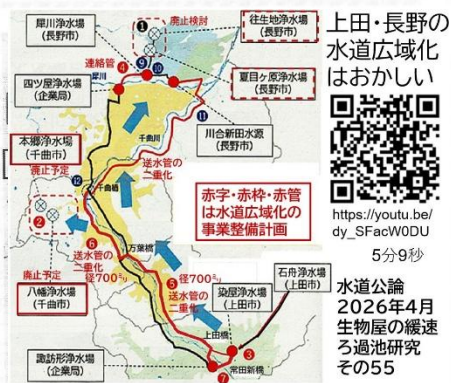


図5 上田長野間の水道広域化事業

私はNPO法人グリーンサイエンス21の海賀信好さんに頼まれ、2019（令和3）年11月15日（金）、東京の水道橋にある全水道会館で、第38回市民環境学校「水道技術講座（11）」（日本水道協会・水道技術講座（11）」（日本水道協会・全水道会館 水情報センター・日本水道工業団体連合会後援）で、「日

日本は大きな地震が頻発する地域である。15年前の2011（平成23）年3月11日東日本大震災では東北地方は大きな被害が生じ、安全と言われていた原子力発電所でメルトダウンが生じた。

2 緩速ろ過施設は東日本大地震でも健在だった

第38回市民環境学校『水道技術講座(11)』
NPO法人グリーンサイエンス21主催
2019年11月15日(金)全水道会館

講演「生物浄化法で日本水大賞・国際貢献賞を受賞、地元では外国企業が闊歩、命の水を取りかえそう」信州大学名誉教授・理学博士 中本 信忠 氏

報告「復興・大船渡市における 緩速ろ過施設の更新事業例」大船渡市(神奈川県災害対策課)奥山 豊 氏

図6 2019年水道技術講座

最後の塩素殺菌だけで給水していた。この塩素剤の在庫は十分あったので、地震後も問題なく給水で

2020（令和2）年12月17日の東海新報（岩手県気仙地方、大船渡市と陸前高田市、住田町をエリアとした地域紙）に東日本大震災で岩手県大船渡市の水道施設復興で大活躍した奥山さんの活躍記事（横浜市職員だった奥山さんは

2014（平成26）年4月神奈川県の大船渡市に派遣された。現地で水道事業所の土木技師として勤務し、復旧関連事業や浄水施設更新に関する設計・監理業務に従事した。高台に建設された被災者の住宅地に水道管を敷設する業務にも従事した。約4年を費やした大船渡市の第1浄水場ろ過池改修工事整備には設計段階から関わった）が載っていた。

緩速ろ過施設は、大地震でも健在だった。

東日本大地震の復興支援に協力した横浜市水道局職員の報告は、緩速ろ過の素晴らしさ、管路が細いと地震に強いのを再認識した。紹介して良いとの許可を得たので、紹介した。

地震で、コンクリートのろ過池に亀裂が生じていると思い、施設更新した。

着水
混和水路
横流沈殿槽

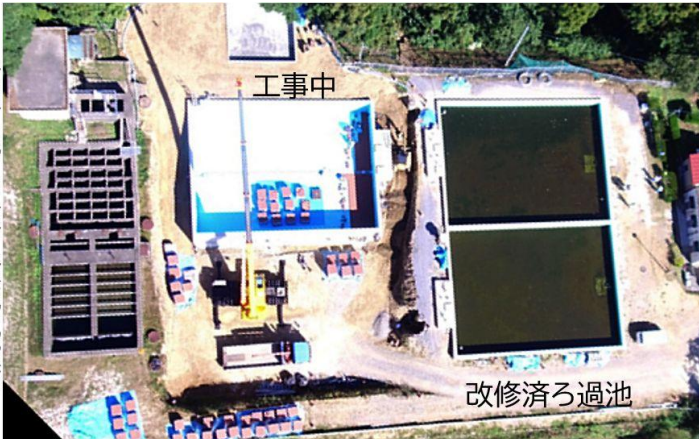


図8 震災後、ろ過池改修中

岩手県大船渡市、第一浄水場(1,500m³/日)、昭26(1951)年供用開始



河川表流水取水、濁り対策の凝集剤添加、水路での上下薬剤混和水路がある。濁り水が来ても薬剤添加は一度も実施せず、最後の塩素殺菌だけで給水。

図7 震災前の浄水場

大船渡沿岸部の平野部は津波で大きな被害。浄水場は台地のの上。

きた。
2011(平成23)年の東日本大震災の時は浄化場が完成してから60年が経過していた。奥山さんが派遣された時は63年も経過していた。

東日本大震災でろ過池のコンクリートの壁に亀裂が生じていると思ひ、ろ過池を全面改修した。水を抜き、砂を除いてろ過池の壁の亀裂を検査したが、一切、亀裂が入っていないかった(図9)。



図9 ろ過池壁の亀裂は無かった

地表面下のコンクリート造りで、その池には砂礫や水が入っていて、相当に大きな揺れに見舞われたが無傷であった。

陸上の建物は、地面の揺れと同じに揺れず、歪が生じ、亀裂が生じ倒壊などの被害が大きかった。陸上の建物と地面や地下構造物では被害の程度が全く異なっていた。浄水場はリアス式海岸の大船渡湾の大船渡港近くの高台にある(図10)。平野部は津波の被害が



図10 浄水場は高台にあった

コンクリートには亀裂がなかった。



図11 震災前、橋部分は配管は向き出し

あったが、浄水場は被害を免れた。市内の埋設管(管路の総計25.8km)は、耐震管ではないが浸水区域で10カ所程度の破損があった。そのほとんどが、河川の橋の部分で水道管がむき出しの場所であった(図11)。津波で被害を受けた配管は応急措置で直ぐに修復できた(図12)。

財務省が定めた鉄筋コンクリート造のマンションの法定耐用年数は、1998(平成10)年の税制改正後で鉄筋コンクリート(RC)造や鉄骨鉄筋コンクリート(SRC)造は耐用年数が47年、木造は22年と定められている。

橋の部分の水道管は、地中でなく、脇に設置されていた。

津波で、橋の部分の水道管は流され、直ぐに仮設用ホースでつないだ。地中に埋設してあった水道管は、耐震管で無かったが、損傷はほとんどなかった。



図12 震災後、仮配管

法定耐用年数に対して経過した年数の割合を「老朽化率（法定耐用年数に対する経過年数割合）」と表現する。建物における「耐用年数はその建物の寿命ではなく、税務署が資産として価値がなくなる目安（税法上の原価償却年数）」で建物の構造や用途により定めた算定基準である。「使えないとは違う」ので注意が必要である。

3 緩速ろ過処理の名前で薬剤を使う間違いをした

緩速ろ過処理施設は、基本的に沈殿池、ろ過池、浄水池で、自然界で活躍する生物群集による浄化が基本で、天然の湧水を人工的に

薬品処理の急速ろ過では、生物が活躍できなかった。

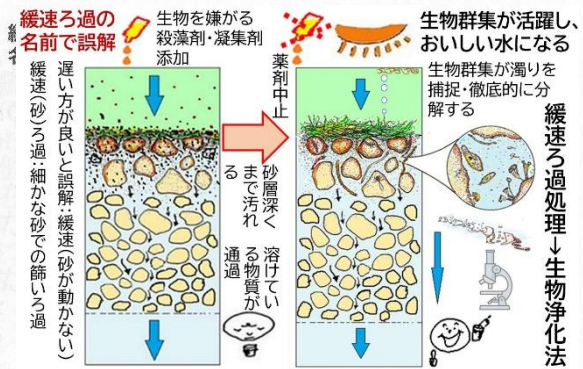


図13 緩速ろ過でなく生物浄化法

作る施設である(図13)。戦後の日本では「急速ろ過処理は最新技術で良い」と宣伝され、盛んに導入された。急速ろ過施設は化学薬品処理で、多くの機械や多数の精密機器による施設で汚泥処理も必要である。急速ろ過池が目詰まりするので、逆洗行程を繰り返す必要がある。この逆洗行程で濁りなどが通過するので、最後に殺菌処理が必要であった(図14)。集団下痢を生じさせるクリプト原虫の休眠状態のシストが、この逆洗行程で通過してしまうのが大問題になり、

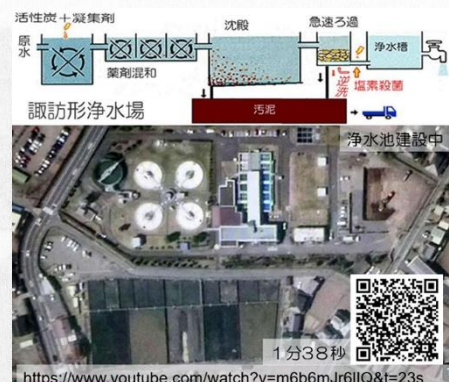


図14 急速ろ過処理

追加で高度処理が必要になった。逆洗行程がある急速ろ過処理のろ過水濁度と生物群集が活躍する

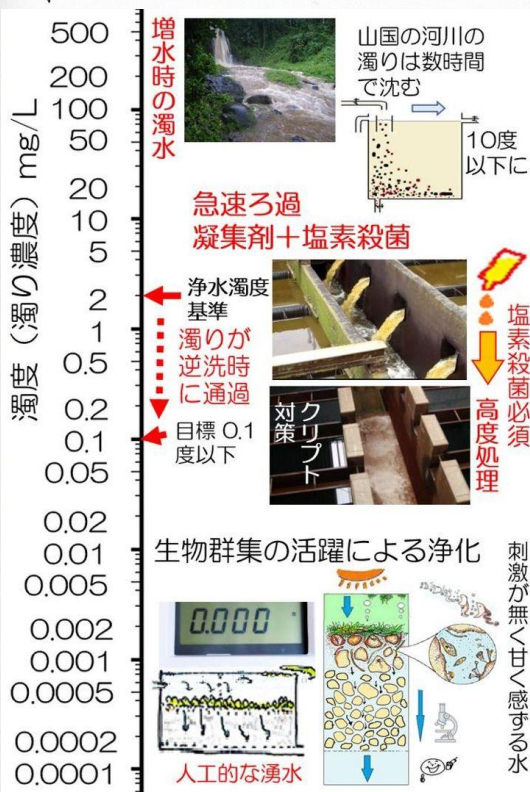


図15 濁度の比較

緩速ろ過処理のろ過水濁度を比べると、緩速ろ過処理の方が桁違いに濁度が小さく水質が良いのがわかる(図15)。自然界の生物は、微量の薬剤でも敏感に反応する。生物群集は薬剤を恐れ委縮し、逃げたりするので、濁りだけでなく溶けている物質も通過してしまふ。薬剤の影響が少しでもあると生物が反応せず臭い物質などが通過してしまふ。その結果「急速ろ過処理の水はおいしくない」と私たちは反応する。塩素で殺菌され病原菌が居ない

急速ろ過は、逆洗浄の行程で、濁りや病原菌、クリプト原虫などが通過した。

緩速ろ過は、山の湧水、河原で湧きだす湧水を人工的につくる仕組み。生物が反応する物質は分解した。スーパークリーンのおいしい水ができた。

濁りが無い、河床の伏流水を取水するなら、ろ過池しか必要なかった。

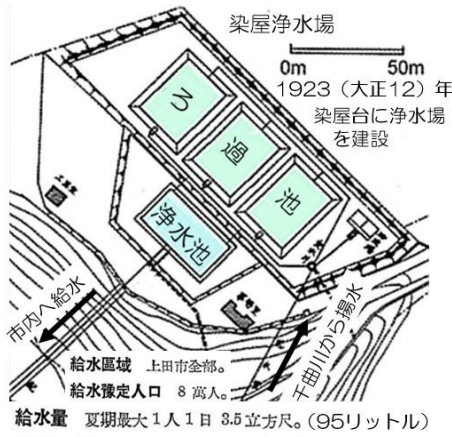


図16 伏流水ならろ過池だけ

上田市では1923 (大正12)年に染屋浄水場が完成した。水源は千曲川の河原の濁りが無い伏流水だったので浄水場にはろ過池と浄水池だけだった(図16)。千曲川の水源から浄水場がある染屋台まで50尺もポンプで揚水するので電気代がかかり苦労していた。戦後の1953 (昭和28)年に染屋台地の神科村と交渉し支流の神川の川久保橋の下で取水する灌漑用

4 殺藻剤、凝集剤は生物群集が嫌がる

安全な水と言われても、おいしい水を飲みたいくないので、天然の湧水を詰めたペットボトルの水を買う。また天然の湧水を汲みに行く。

河川表流水取水する農業用水から取水しだし、濁りの対策で凝集剤、殺藻剤を使いだした。

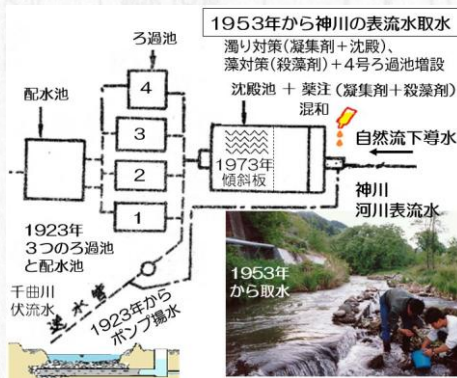


図17 河川表流水で濁り対策

また当時、水田に散布した肥料により水田で藻が繁殖するのを嫌がり、水田に硫酸銅などを散布していた。そこで浄水場でも硫酸銅を散布するようになった。急速ろ過が主流であったアメリカでは、水源での藻の繁殖対策で硫酸銅を

水路(新屋堰)の途中から分水し、その場所に沈砂池を設けた。浄水場へは揚水ポンプを使わずに、浄水場まで自然流下で原水がくるようになった。この灌漑用水路の水は降雨などで水は濁った。そこで浄水場では沈砂池で沈まないうろ水対策で凝集剤と沈殿池を設け、ろ過池を1池増設した(図17)。

上田市の浄水場では、降雨の影響がない時は、流入原水は少し濁っていて、その濁りは沈殿池でも沈まなかった。ろ過池の水は多少濁っていて、水深約1メートルの底の砂面がやっと見える状態であった。それでも砂面では糸状になる藻類が繁殖し、光合成の気泡の浮力で

上田市水道局は私の解説に納得し、殺藻剤を中止すると異臭味問題が無くなった。しかしろ過池で藻が大繁殖した。浄水場のろ過池は、糸状珪藻メロシラが大繁殖していた、水面へ浮上するスカム排出機能がある越流管からの浮上してくる藻は流出し、ろ過池は藻の連続培養系状態であった(図18)。

私が信州大学に就職した当時は殺藻剤を添加していたので、ろ過池で生物群集が活躍できなかった。臭い水問題が生じたのに気づいた。私は上田市で、河川での「生物群集による浄化作用を解説し、緩速ろ過処理も生物処理で、生物群集の活躍に悪い事をしてはいけない」と解説をしていた。



図19 光合成による気泡の浮力で浮上



図18 糸状藻類の連続培養系

浮き上がりだしていた(図19)。浮上してきた藻を顕微鏡で観察すると糸状の藻に濁りが絡みついていた(図20)。沈殿池で沈まない細かな濁りが藻類被膜に絡みつき砂層内へ濁りが入りにくい状態になっていた。

ろ過池の砂面に日射が当たると、藻が繁殖し、光合成の気泡の浮力で、底から藻が浮上していた。

殺藻剤を止めたら、ろ過池で藻が繁殖したが、おいしい水になった。

糸状の藻には、流入してきた濁りが絡んでいた。

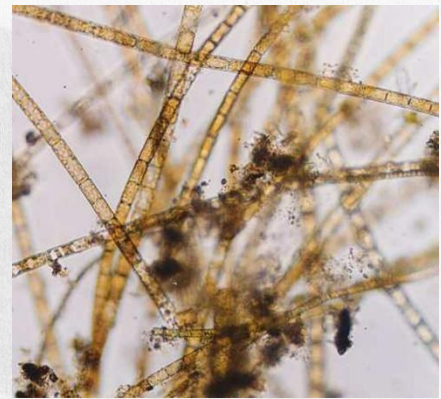


図20 糸状の藻には濁りが

緩速ろ過は上から下への流れがあり、糸状の藻が繁殖する。

たようになった(図21)。ろ過池は、生物群集が何もいない静寂な死んだ池のようになり、レーチェル・カーソンの「沈黙の春」状態みたくなったと思われ不気味だった。砂面近くで活躍していた微小な動物などは薬が来たとき反応し砂層深く、逃げてしまうと思われた。

着水井の濁りが10度以下になり、凝集剤添加を止めると、しばらくすると、白い粉が撒かれた砂面の下の藻が光合成をだし、生産された酸素の気泡の浮力で砂面からフワフワと浮き上がりだすが観察された(図22)。砂面上の藻類被膜が光合成の気泡の浮力で剥離しても、剥離面では、気泡が生じていた(図23)。剥離面は水の流れが急に変化し過飽和状態の溶解酸素が気泡として生じたと推測された。その剥離した砂面では新たに藻が

繁殖しだした。砂面の藻類被膜が剥離しやすいという事は、藻類被膜の下の砂の表面近くで微小な動物が盛んに繁殖しているという証



図22 薬剤を中止すると光合成活動が始まる

りが10度を超えると凝集剤を添加していた。上田市では、水道指針のろ過池流入水濁度10度を超えないように、原水に凝集剤を入れるとあり、上田市ではろ過池流入水濁度と、原水濁度と誤解していた。私は「上田市が指針の解釈を誤解している」と指摘していたが、聞き入れてくれなかった。



図21 藻類被膜は白い粉で覆われた

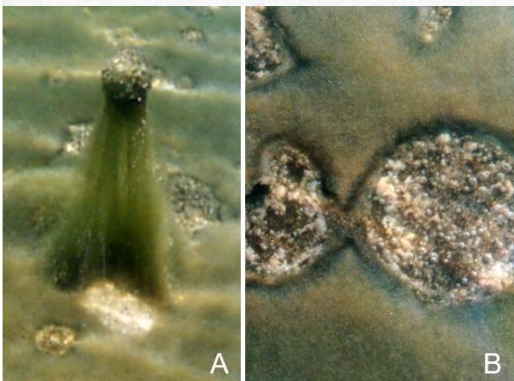


図23 剥離した砂面に気泡が



図24 砂層で徹底的に分解する

拠でもあった。砂層内に入ってくる濁りを微小動物が補足し、分解するので、濁り粒子は砂層深くまで入らない状態であった(図24)。生物群集が安心して活躍するなら、溶けている物質も生物が反応し徹底的に分解するので、ろ過水はスーパークリーンでおいしい水になる。その水は自然界のおいしい湧水と同じである。自然界での地表面近くで活躍する生物群集による浄化過程を真似たのが緩速ろ過処理だった。ただ、名前で生物群集の活躍をイメージできず、浄化の仕組みを誤解してしまった(図13、前出)。

濁り対策の凝集剤を添加すると、水はきれいになるが、底には白い粉が撒かれたようになった。

凝集剤添加を止めたら、藻が活動しだした。砂層上部で、微小生物が活躍した。餌がくる場所である。

指針では、ろ過池流入水濁度 10 度以下にとあるが、上田市では、原水濁度が 10 度になると、凝集剤を入れていた。

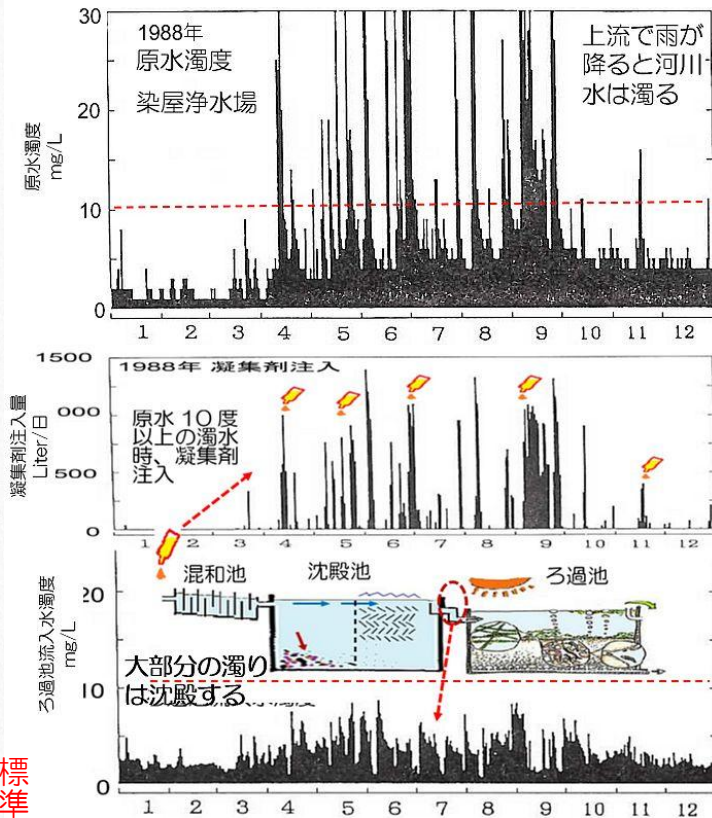


図25 濁度の季節変化

5 緩速ろ過処理では凝集剤添加は良くないと気づく
私は上田市の緩速ろ過池での流入水濁度とろ過池の目詰まり具合の季節変化を調べた(図25)。浄水場の着水井の原水濁度が10度を超えたら、原水濁度に比例して凝集剤を入れていた。凝集剤を入れると、ろ過池流入水濁度は顕著に低くなっていた。

ろ過池のろ過抵抗は、ろ過池の水面とろ過後の水面差(損失)で評価する(図26)。しかし実測の水面差(損失)は、ろ過速度に比例しないのに気づいた。調べたら、海外では標準ろ過速度(1時間に20センチ、1日に4・8メートル)でろ過した場合の損失(標準化損失水頭 Normalized Head Loss: NHL)という指標を使っていた。この数

ろ過池とろ過後の水面差を損失という。この損失は、ろ過速度に比例した。

標準化損失水頭で、図示するよう、目詰まりは、水温と生物活性に関係していた。流入水濁度とは関係なかった。凝集剤は必要ないかも。

値で染屋浄水場での濁度負荷とろ過抵抗の季節変化を月毎に整理した(図27)。厳寒期の1月から雪解け水で水温が低い4月までは、ろ過継続に伴い急激にNHLは上がっていた。日射が多くなりろ過池の砂面で糸状藻類が繁殖しだすと、抵抗は増えなかった。生物群集が活発に活動しだしたと思われた。ろ過池流入水濁度とろ過速度から、砂面への濁度負荷との関係を整理すると、水温が低く生物群集が活躍しにくい期間は、少しの濁度でも、急激に損失NHLは上がった。ろ過池で糸状藻類の繁殖が目立つと、どんなに濁りが来ても、損失NHLは上がらなかった。

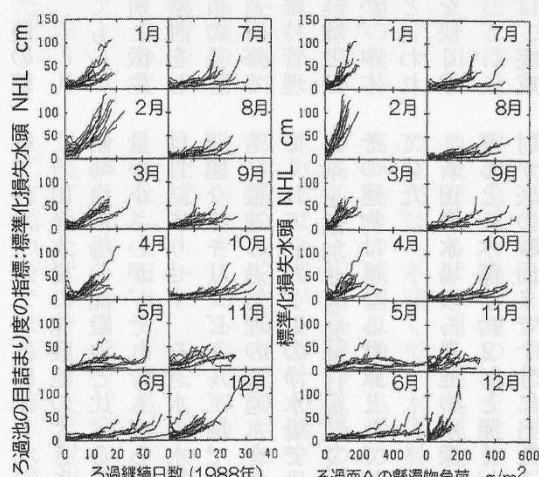


図27 抵抗の季節変化

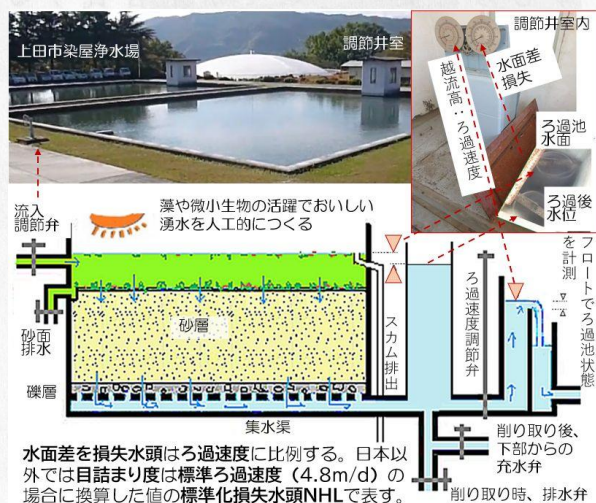


図26 維持管理には電気を使わない

水面差は、ろ過速度に比例する。そこで、目詰まり度は、実測の損失を標準のろ過速度の場合に換算した標準化損失水頭 NHL で評価するのが世界の常識だった。

高崎市にある剣崎浄水場の水質が良いので、キリンビール醸造工場を高崎に建設した。その工場に使うために、若田浄水場を建設した。濁り対策で、凝集剤を使ったら、水質が悪いと、苦情がきた。そこで、凝集剤を使わないようにしたら、醸造に使ってくれた。

凝集剤の影響で、生物群集が活躍できず、生物分解が進まなかった。

生物活性に大きく関係していると気づいた。

濁り対策での凝集剤は必要ない事がわかり、上田市に「凝集剤を添加しない方が生物処理として良い」と助言したが、日本水道協会の指針や水道工学の本では「凝集剤を添加する」と記載されているので、上田市から無視されていた。

若手県大船渡市の浄水場が1951（昭和26）年に完成した2年後の1953（昭和28）年に染屋浄水場は表流水取水をしだした。大船渡市と染屋浄水場でも濁り水対策で凝集剤を添加する方法を採用していた。

しかし大船渡市では凝集剤を入れる仕組みがあったが濁り水がきても、一度も凝集剤を入れる事をしないで、維持管理できていた。上田市で私が調べた「生物群集が活躍するなら濁りが来ても、凝集剤は必要ない」という感覚と一致していた。

6 ビール醸造工場からの苦情で凝集剤添加を止めた高崎市

高崎市には1910（明治43）



図28 高崎市の浄水場

年に完成した剣崎浄水場があり、この水質が良いので、キリンビール（株）が高崎市に醸造工場をつくる事になった。そこで、剣崎浄水場の西に、同じ取水源からの導水路の途中に若田浄水場が1964（昭和39）年に完成した（図28）。若田浄水場を見学すると上田市の浄水場での藻の繁殖と比べ水面上

浮上している藻が少なく、藻の繁殖が悪かった。

この浄水場を調べさせてもらいたく、上田市での藻類繁殖と微生物群集の活躍についての解説をした。そしたら当時の高崎市の長谷川宏場長は「東京での水道研修での緩速ろ過処理の解説、維持管理方法の解説は、高崎市の経験とは違い、納得できなかったが、中本さんの解説に納得する」と言われ、浄水場での私たちの調査を快く承諾してくれた。

高崎市の若田浄水場では、完成した当時、濁り水がくると凝集剤を添加した。するとキリンビール工場から「こんなに水質が悪い水は醸造に使えない」と苦情が来た。隣の剣崎浄水場は濁り水対策で凝集剤を添加する仕組みがなく、沈殿池だけだった。そこで濁り水が来ても凝集剤を入れないようにしたらキリンビール工場で醸造に使ってくれた。台風時の極端な濁り水が来ても、一切、凝集剤を添加していなかった。一時的に少し目詰まりしても、しばらくすると、目詰まりは自然と挽回した。生物群集が活躍して目詰まりを挽回さ

せていた。

若田浄水場の沈殿池の大きさは剣崎浄水場の沈殿池と比べると容量が小さいが、それでも、ろ過池は目詰まりせず、ろ過水の水質に問題なくキリンビール工場では醸造に緩速ろ過処理のろ過水を使ってくれていた。この浄水場では凝集剤を添加する装置は撤去され、その建物は単なる倉庫として使っていた。

若田浄水場のろ過池の水深を調べると、水深が約2mと深く、日射が底の砂面まで十分に当たらないと思われた。また水深が深いので、砂面で、やっと光合成し酸素を生産しても水圧が大きいので気泡が生じにくいと考えられた（図29）。そこで、水深を浅くした方が、砂面での藻類繁殖が良くなり、砂層上部での生物群集の活動が活発になりろ過水の水質が良くなると助言した（図30、前出の図13）。当時、若田浄水場ではろ過池の砂の入れ替えを浄水場が完成してから一度もしていなかった。ろ材メーカーに頼んで砂層の汚れ具合を調べてもらっていた。ろ材メーカーからは「ろ過池の底の砂まで、

台風の時でも、凝集剤を使わないでも目詰まりしなかった。

緩速ろ過処理では、濁り対策で、凝集剤を使ってはいけない事だった。

ろ過池の水深を浅くすると、藻が繁殖しやすく、水深が深いと、底まで、日射が十分にあたらず、水圧も大きくなり、藻が繁殖しにくく、剥離浮上もなかった。

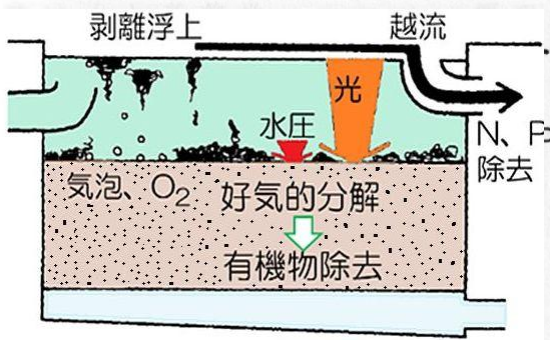


図30 浅いろ過池

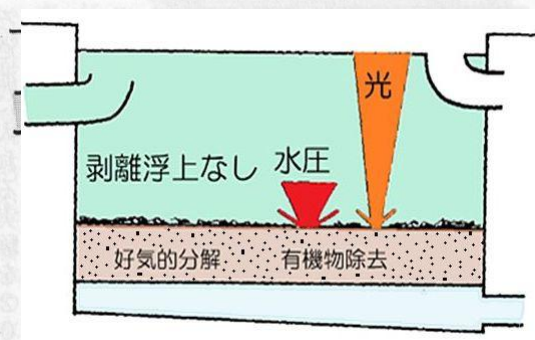


図29 深いろ過池

ろ過池を浅くする方向にした。

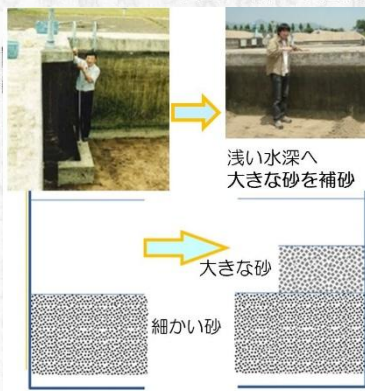


図31 粗い砂で浅くした

その後、高崎市では既存の細かな砂の上に、急速ろ過用の粗い砂を補砂して、ろ過池水深を浅くする工事をした。その結果、砂面の削り取り作業が楽になったと言わ

一切汚れていない」と報告されていた。そこで私は「砂の入れ替えをする予算があるなら、砂を補砂し水深を浅くした方が生物群集が活躍しやすいので良い」と助言をした。それなら「砂層が厚くなると、砂層の厚さに比例して抵抗が増えるので困る」と言われた。そこで私は「急速ろ過用の細かい砂でなく、急速ろ過用の粗い砂を補砂したら、ろ過抵抗が増えない。基準の細かな砂の上に、粗い砂を補砂しただけなので、問題ないと説明すれば良い」と助言した(図31)。

水深を浅くしたら、砂面の削り取りも楽になった。



図32 浅いと削り取りが楽

7 高崎市の場長に上田市を説得してもらった

上田市への私の助言は「これまでしてきた浄水場管理方法とは違う、日本の指針と違う」と上田市から嫌がられた。

また私の研究は「浄水場の維持管理研究より、生物現象の研究が主」になっていた。

1996(平成8)年から河川生態研究で、千曲川での藻類の研究を始めた。そこで研究場所を浄水場から養魚場の池を借りての実験に移行していた。

私は2008(平成20)年3月に信州大学を定年退職した。J I

CA(国際協力機構)などで、海外で求める人へ「生物処理としての急速ろ過」を指導・助言をした。2018(平成30)年末に4年間続いたフィジーでの村落給水事業が一段落した。

信州大学を定年退職し10年経過した。今後は海外でなく国内の水道関係者を上田市に来てもらうと思った。上田市中央図書館での上田郷友会で2018(平成30)年7月7日「上田のおいしい水」という話をした。上田市内には染屋浄水場があり、大正12年から生物処理で「おいしい水」を供給している地域と、県営の化学薬品処理の急速ろ過処理の水を供給する地域がある。急速ろ過処理の地域の住民は「不味くて、水道料金が

高い」。その原因は浄化処理の違いである。「上田市染屋浄水場の浄化能力には余裕がある」と話をした。私の話の後、上田市民の中に「おいしい水を広める市民の会」ができた。

私は「上田市でも凝集剤を入れないようにしてもらいたい」と思っていた。2019(令和元年)は、市民の会では毎月第1水曜日

信州大を退職後、活動は、主に海外であった。フィジーでの活動も終了したので、今度は、上田市に来てもらおうと考えていた。上田市で、「浄化法の違いで、水のおいしさが違う」と講演をした。

2019年は毎月、第1水曜日は、染屋浄水場の見学会を開いた。何とか、上田市で、濁り対策の凝集剤を使うのを止めてもらおうと、高崎市の場長にきて、上田市を説得してもらった。



図33 見学会の様子

2025年3月29日見学会
生き物は餌を求め表面近くに集まる
見学会解説
砂と生物
9分30秒
<https://youtu.be/yqUfnttuYwo>

その後、上田市では染屋浄水場で原水を沈殿池を通さず、直接にろ過池に入れる実験を2022（令和4）年に行った（図35）。その結果、極端な濁り水が直接にろ過池に入らない限り、ろ過池は目

高崎市の長谷川勝則場長に頼んで9月の浄水場見学会に来てもらった。私は上田市の濁り水とろ過抵抗、水温と生物活性について解説をした（図25・27、前出）。高崎市の場長は「台風時の濁りがきても凝集剤を入れていない事」を説明してくれた（図34）。

高崎市の長谷川勝則場長に頼んで9月の浄水場見学会に来てもらった。私は上田市の濁り水とろ過抵抗、水温と生物活性について解説をした（図25・27、前出）。高崎市の場長は「台風時の濁りがきても凝集剤を入れていない事」を説明してくれた（図34）。

その後、原水を直接にろ過池に入れる実験をし、凝集剤は必要ないかも思ってくれた。



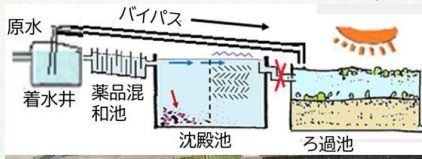
図34 凝集剤は必要ないと解説

詰まりしない事を確かめてくれた。浄水場には濁りを沈める沈殿池がある。これまでは原水濁度10度で凝集剤をいれていたが（図25、前出）、その後2023（令和5）年からは原水濁度30度を超えない限り、凝集剤を使わないようにした。私は、沈殿池があるので、高崎市

若い斉藤市議（新しい市長）は私の説明を聞いていた。

8 ろ過池水深は浅い方が良
高崎市の浄水場では水深を浅くし、藻を繁殖しやすくし、生物活性を良くするようにした。厳寒期の千曲川の河原で浅い所では糸状珪藻メロシラの繁殖が凄

と同じに、一切、凝集剤を使ってもらいたくないが、これまで、原水濁度が10度で入れていたのを、急に凝集剤添加ゼロにしにくかったようだ。



2022（令和4）年に原水を直接にろ過池に入れる実験をした

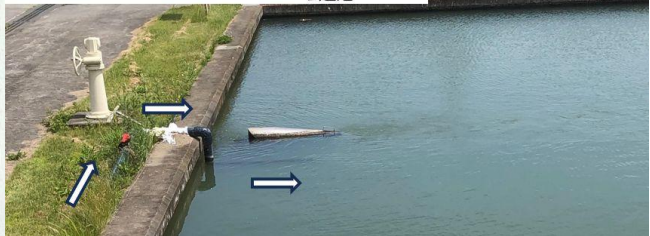


図35 原水を直接にろ過池へ



図36 厳寒期の千曲川の河川敷

かった（図36）。そこで染屋浄水場で厳寒期にろ過池で糸状珪藻メロシラが繁殖しない期間に、風呂桶モデルで水深を10センチにしたら糸状珪藻メロシラは盛んに繁殖した（図37）。

実際のろ過池でも水深を浅くするならば日射量が少ない厳寒期でも、多少の濁り水がろ過池に流入しても砂面上に日射光が十分当たり、光合成活性が良くなる。水圧が小さいので気泡が生じやすくなる。光合成が盛んだと、微小動物が活躍しやすくなる。

私としては、砂面上の水深を1メートルでなく、約50センチと浅くするの

千曲川の河原では、厳寒期でも、浅い水面で、藻が大繁殖していた。

冬に、ろ過池で藻が繁殖しない時期、風呂桶モデルで、水深を浅くすると、藻が大繁殖した。浅い水深が、生物活性の鍵とわかった。



図37 冬でも風呂桶モデルで藻が繁殖

が理想的と思っている。しかし、日本の指針には、この様な解説がないのが残念である。日本の水道指針の緩速ろ過の記述を生物浄化法の考えを取り入れ、大改訂する必要がある。

10 地震が頻発する日本、生物浄化法の考えによる小規模の浄化施設が良い

戦後の日本は、アメリカ式の化学薬品処理の急速ろ過処理(図14、前出)が最新技術で効率が良いと考え、盛んに勧めて普及させた。しかし急速ろ過処理の水は水質が悪く、常に浄化法を改良しないといけないかった。最新の浄化技術を維持管理するには専門技術者に頼ら

ざるを得なくなった(図3、前出)。現在は高度処理や膜処理が勧められている。人材不足で、大規模浄水場を建設し、水道広域化が勧められてきた(図4、前出)。

しかし戦前は緩速ろ過処理が普通で上田市の染屋浄水場が採用している方式で、大きな都市では大規模の施設が、中小都市に普及した。また簡易水道以下の山間の集落にも普及した。現在でも、緩速ろ過処理による浄化施設の数はいくつもある。しかし残念なことに、緩速ろ過処理と言う名前が浄化の仕組みを誤解された(図13、前出)。そこで、私は、緩速ろ過処理でなく生物浄化法と言いつつ必要があると気づき、解説本や本誌の連載で解説をしてきた。

本年4月18日午後1時20分頃、長野県北部大町市付近を震源とする震度5強があり、長野市でも震度5弱を観測した。その後も何度か震度5程度の地震があった。4月20日午後4時52分頃、三陸沖を震源とする地震があり広範囲で震度5強の揺れがあり津波も緩速された。近年は、大地震は忘れた頃

ブラジルで、凝集剤を使わない濁り対策で、上向流粗ろ過が開発された。

でなく、忘れていない内に大きな地震がある。国交省は生物浄化法の考えの緩速ろ過指針を早急に出す必要があると思っている。

私は濁り対策でブラジルで開発された上向流粗ろ過(図38)を普及させたいと思っている。緩速ろ過処理の前処理だけでなく、急速ろ過処理でも使える。この考えは下水処理でも使える。

私は生物処理の考えを応用するならば、どんな原水でも対応できると考えている(図39)。多くの人が、業界の利益を考えるコンサルに頼

らざるを得なかった(図3、前出)。現在は高度処理や膜処理が勧められている。人材不足で、大規模浄水場を建設し、水道広域化が勧められてきた(図4、前出)。

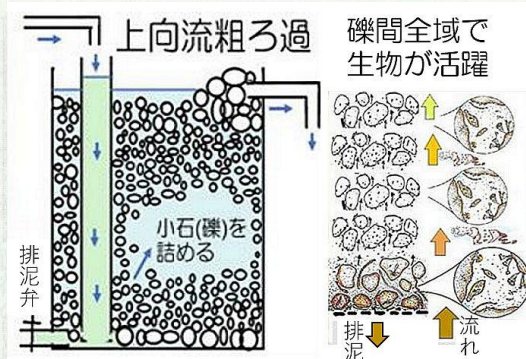


図38 上向流粗ろ過の仕組み

上向流粗ろ過も生物の活躍が鍵だった。

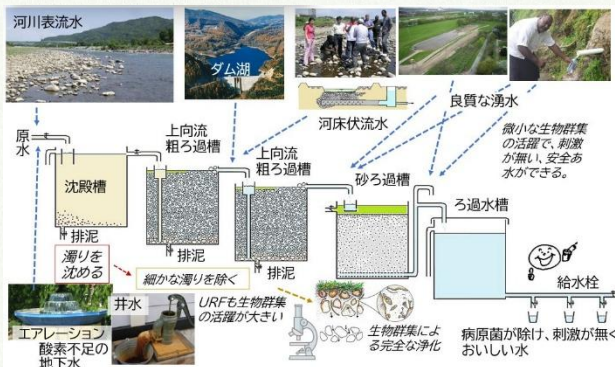


図39 原水の違いでの対処

ならず、自分で確かめてもらいたい。日本は山国で、自然の緩い傾斜地が多い。それなら地形を利用するならばポンプで揚水する必要がない。高崎市、大船渡市、上田市でも、自然の地形を利用し、浄化過程で動力を必要としない。停電対策は必要ない。薬剤も基本的に必要ない。省エネで維持管理は容易である。浄化は自然界の生物群集の活躍である。生物群集が嫌がらないように見守る事が鍵である。私はフイジーで2014(平成

中本は、海外で、日本でも、JICA 研修などで、上向流粗ろ過を勧めた。

フィジーの村落給水事業で、上向流粗ろ過と砂ろ過の浄化装置を、4年間に約100村に建設した。維持管理は、村人が行っている。この事業に協力した。

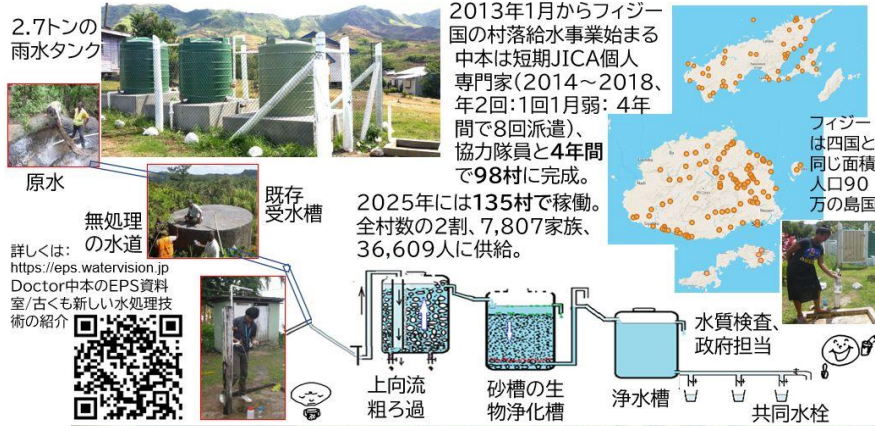


図40 フィジーでの村落給水事業

26)年から4年間に約1000の村に安全な飲み水を供給できる浄化装置を建設するのに協力した(図40)。フィジー政府の要請でJICAの個人専門家として、約1カ月間の短期を4年間で8回かけて協力隊員の協力の元で実施した。日本でも業界の利益を考えるコンサルに頼らず、自分で少し考えれば

詳しくは:
https://eps.watervision.jp
Doctor中本のEPS資料室/古くも新しい水処理技術の紹介

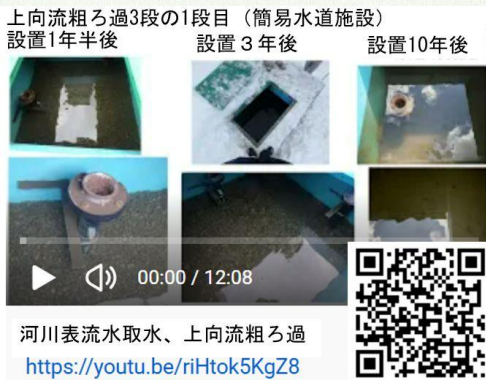


図41 岡山県新見市での簡易水道

自分らで建設するならば、災害で被害があっても、自分らで修復可能である。NPO地域水道支援センターでは本年2026(令和8)年10月29日(木)、30日(金)に岡山県新見市でセミナーを開催する。セミナーでは簡易水道施設の改良で上向流粗ろ過を導入した施設を見学すること(図41)。濁り対策での実際を見ることは大変に有意義である。多くの人が参加する事を勧めたい。このセミナーでは、津山市で無処理の水を利用して集落の水組合へ、沈殿槽、上向流粗ろ過、緩

上向流粗ろ過の仕組みが分かる動画をQRし。

速ろ過の施設での実績、新見市での簡易水道施設への導入実績の報告がある。実施した担当者から直接に聞き、新見市の現場を見る良い機会である。

11 上田市に上向流粗ろ過を導入してもらいたい

上田市では若い理系の斉藤市長が誕生した。市議の時代から上田市の緩速ろ過処理に興味を持ってきていた。上田市から緩速ろ過処理の再評価が始まったのを理解してくれている。

私は薬品を使わない濁り対策での最新の上向流粗ろ過を上田市の浄水場で導入してもらおうのが夢である。

上田市染屋浄水場に新たに前処理施設を導入する敷地に余裕がない。菅平ダム湖が1968(昭和43)年に完成した後に上田市には1971(昭和46)年に完成した石舟浄水場には敷地に余裕がある(図42)。

上田市の緩速ろ過施設では、冬は水温が低く、水の粘性が大きくなりろ過抵抗が増える。しかし、4月から生物群集が活躍する期間は、

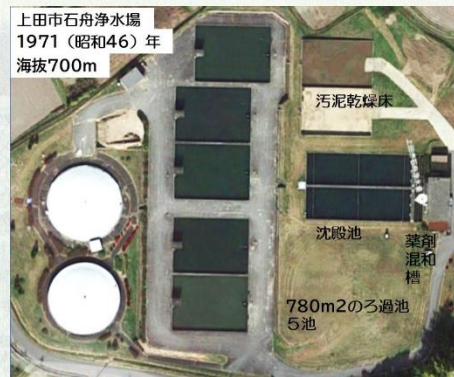


図42 上田市石舟浄水場

原水が降雨などで濁ってもろ過抵抗は増えていない(図25・27、前出)。

沈殿池でも沈みにくい細かな濁り対策で上向粗ろ過を導入するならば、原水が濁っても、ろ過池の水は、濁りがほとんど無くなり砂面に日射が十分に当たる。生物活性がもつと良くなる。濁り対策、ろ過池の維持管理が容易になり、理想的な施設になると思っている。

日本でも、NPOの仲間が、簡易水道施設に導入し、10年間な以上も稼働している。

上田市でも、何とか、濁り対策で有効な、URF を導入してもらいたい。国は応援してくれないかな。