

生物屋の緩速ろ過池研究

その12 濁り対策で化学薬品を使わない粗ろ過

信州大学名誉教授 中本 信忠

1. 自然界の現象を真似て近代水道が発達

ギブ (John Gibb) は産業革命時代に英国スコットランドのグラスゴー郊外で染色した繊維を脱色する仕事をしていた。ギブは大量にきれいな水が欲しかった。1804年に河原の伏流水が清澄なのをヒントに濁った河川水が沈澱槽を通して礫槽と砂槽（それぞれ長さ1・8メートル）を横に流して（水平流）、清澄な水を大量につくった（図1）。きれいな水を自分の工場で使つても余るので市内中に売り歩いた。これが公共水道の始まりと言われている。ギブの浄化法は砂ろ過の前処理として濁り対策で粗ろ過をしていた。

その後ロンドンのシンプソン (James Simpson) が1829年に汚れたテムズ河の水を沈澱池で濁りを沈め、上澄を水深38センチの水層とそれぞれ60センチの砂層と礫層の砂ろ過槽を上から下へ流し（下降流）、清澄な水をつくった（図2）。この浄化法は細かな砂でろ過をすれば清澄な水ができ緩速（砂）ろ過 Slow Sand Filter と言われ現

近代水道は、濁った河川水を砂利槽と砂槽で濁りを除くことから始まった。

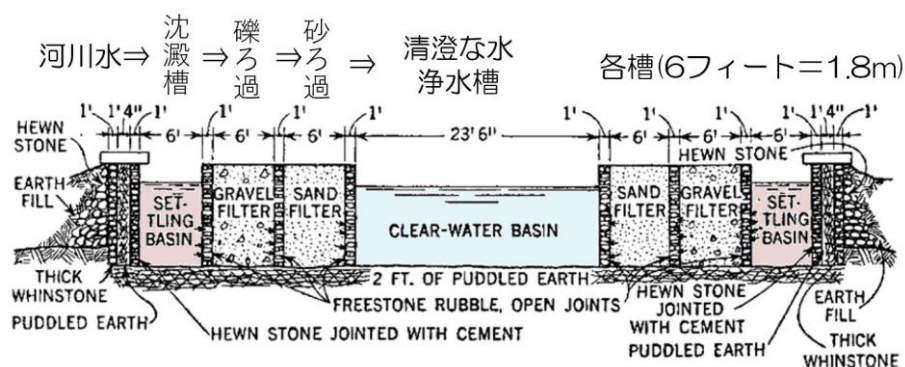


図1 1804年の横流れの前処理

在まで続いている。シンプソンの緩速ろ過は病原菌を除去し、安心できる飲み水が作れると評判があり、アメリカ大陸にも伝わった。しかしアメリカ大陸の河川の濁りは細かく沈澱池で

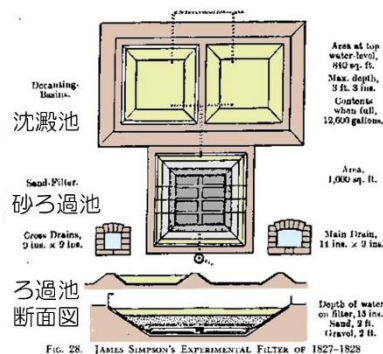


図2 1829年の濁り対策で沈澱池

沈みにくかったため、濁り対策で凝集剤を使う急速ろ過が1885（明治18）年に開発された。

2. 化学薬品を使わない緩速ろ過と粗ろ過

アメリカで濁り対策で凝集剤を使う急速ろ過が開発されたが、病原菌が通過するので最後に塩素で殺菌する必要がある。急速ろ過という名前は、最新技術という事で世界中に広まった。

1962（昭和37）年にカーソン (Rachel Carson) は『沈黙の春』を出版した。この本で「殺虫剤の塩素化合物が食物連鎖で生物濃縮され想定外の生物が死に至る」と指摘した。その後、世界中で化学薬品を使わない浄化法の緩

1974 年、WHO は緩速ろ過指針を出版、ネットで公開。

化学薬品を使わない、緩速ろ過の再認識されだした。

速ろ過が再評価されだしたこともあり、WHO（世界保健機関）は1974（昭和49）年に緩速ろ過指針を出版した（図3）。

ロンドン大インペリアル・カレッジのグラハム（Nigel Graham）が呼びかけて、1988（昭和63）年に緩速ろ過に関する初めての国際会議が開かれた（図4）。第3回の緩速ろ過国際会議が1996（平成8）年4月に再度インペリアル・カレッジで開かれ、私も参加した（図5）。私は「緩速ろ過池で繁殖する糸状藻類の自動浄化者としての役割（Role of filamentous diatom as an

automatic purifier in a slow sand filter）」と題して発表をした。この時、主催者のグラハムから「粗ろ過指針・薬を使わない前処理

Surface Water Treatment by Roughing Filters」が近く出版されるので参考になると紹介された。予約割が定価の25%引きなので帰国して直ぐに申し込んだ。出版はその年の10月になった。著者はスイス環境科学技術研究所（EAWAG）の上下水道部門（SAND EC）のウェゲリン（Martin Wegelin）でスイスの発展途上国への援助機関（SKAT）から指針は出版された（図6）。この指針

について、現在はネットで公開されている。

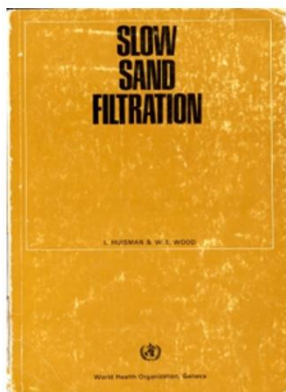
なおロンドン大そのものには学生はいない。カレッジ・システムとして各カレッジに学生がいる。ロンドン大は一つの大学ではなく、独立した多数のカレッジと研究機関が加盟する連合組織名である。インペリアル・カレッジはロンドン大の一つのカレッジであったが創立100周年の2007（平成19）年に連合から脱退し独立した大学になった。

3. 濁り対策の粗ろ過

WHOの緩速ろ過指針が1974（昭和49）年に出版され（図3、前出）、世界中で薬品を使わない浄

化処理の緩速ろ過に関心が高まり、薬品を使わない濁り対策が検討された。ウェゲリンの粗ろ過指針を注意深く見たところ、緩速ろ過国際会議で活躍していた人々が助言して完成したものであった。また1988（昭和63）年の国際会議ではウェゲリンは「前処理方法としての粗ろ過による濁り除去（Roughing Gravel Filters for Suspended Solids Removal）」とブラジルのサンパウロ州立大Universidade de São Paulo（略称USP）サンカルロス校衛生工学科のベルナルド（Luiz Di Bernardo）が「緩速ろ過のための上向流粗ろ過（Upflow Coarse-Grained Prefilter for Slow Sand Filtration）」を発表していた。

私は、サンパウロ州立大とサンカルロス連邦立大Universidade Federal de São Carlos（略称UFSCar）のダム湖生態系利用での富栄養化防止プロジェクトに専門家として参画し、協力・助言を行った。1974（昭和49）年8月から2年間の要請であったが、3カ月間に縮小してもらった。当時のブラジルでは、競って世界の先進技術を導入しようという傾向



<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/38974/9241540370.pdf?sequence=1&isAllowed=y>



Huisman & Wood 1974

図3 薬品を使わない緩速ろ過指針

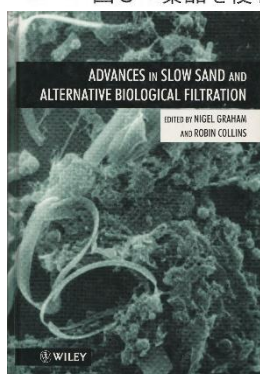


図5 1996年、第3回国際会議

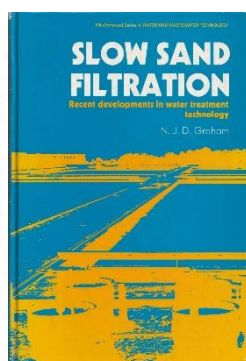


図4 1988年、緩速ろ過国際会議

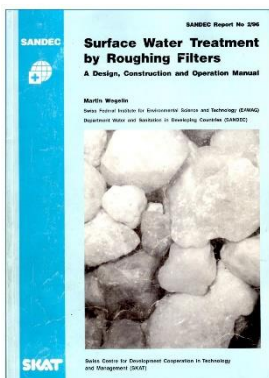


図6 1996年、粗ろ過指針

<https://www.ircwash.org/sites/default/files/Wegelin-1996-Surface.pdf>



Martin Wegelin
Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology

濁り対策での粗ろ過指針が注目され、ネットで公開

化学薬品を使わない安全な濁り対策を検討した

があり、「生態系利用は安全で省エネ技術で理想的」との考えがあった。

奇遇であったがベルナルドは私が専門家として行った同じ学科の先生だった。私は当時、ダム湖生態系研究を熱心に行っていたUFS Carのスタッフへ主に助言をしていたため、USPのベルナルドの存在には気づかなかった。

1988（昭和63）年の国際会議ではウエゲリンは前処理の種類についてレビューをし（図7）、彼は1804年のギブの水平流粗ろ過（図1、前出）を参考にし1984（昭和59）年頃に発展途上国で水平流粗ろ過によるプラント実験をした。またUSPのベルナルドは1980（昭和55）年に修士学生（Costa, R.H.R.）と上向流と下降流の粗ろ過プラントで比較実験を行い（図8）、また上向流粗ろ過を砂と礫での比較実験も行った（図9）。

この実験はサンカルロス市の水道原水を用いた。原水中のプランクトンなどの生物を調べるのに協力したのはUFS Carのオデテ（Odete Rocha）であった。オ

1980年代は濁り対策での粗ろ過が盛んに検討されていた。

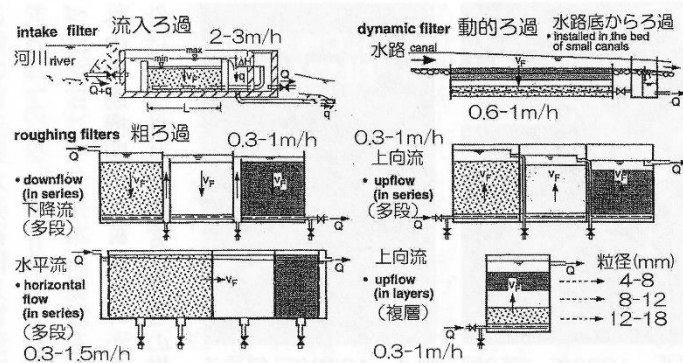


図7 粗ろ過の種類

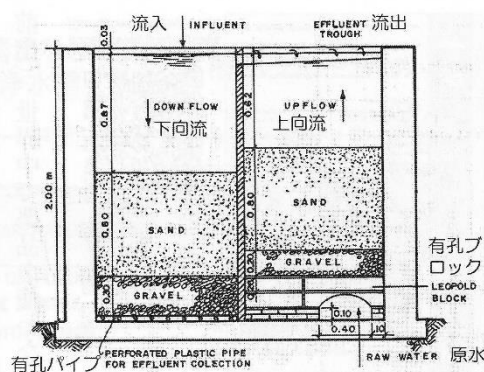


図8 下降流と上向流の比較

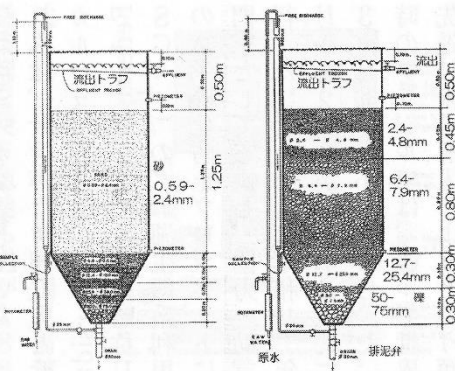


図9 砂と礫で上向流の比較



図10 UFSCarでオデテ（右前）

デテは私が1974（昭和49）年と1976（昭和51）年にUSPサンカルロス校衛生工学科とUFS Carの生物科に短期専門家として行った時、一緒にプラント調査をした大学院生だった（図10）。彼女は後にロンドン大ロイヤル・ハロウェイ・カレッジに留学しテムズ水道の貯水池のプラント調査もしていた。

その後、日本学術振興会とブラジル科学アカデミーとの2国間協定が結ばれた。ブラジルからの最初の研究者としてUFS Carのツンダシ（J. G. Tundisi）夫妻と息子（奥さんの松村貴子さんは滋賀県生まれで、戦前移民の日系一世で動物プラントンの専門家、UFS Car教授）が信州大助手の私が受け入れ研究者として1978（昭和53）年7月の1カ月間、来日した。その後、ブラジルと日本との研究者交流がいろいろな分野で盛んになった（図11）。

なおUFS Carはサンパウロ州の地理的中心地でサンパウロから235キロ離れたサンカルロス市にサンパウロ州唯一の連邦立大として1970（昭和45）年4月に設立された。最初の受け入れ学生数は96名で、オデテは最初の学生であった。また私は1974（昭和49）年に、生物学科スタッフ

ブラジルでもプランクトン屋が粗ろ過実験を手伝っていた
ブラジルの国立・州立大学では日系人の割合が大きい

ブラジル近代陸水学における 日系人の役割

中 本 信 忠

信州大学繊維学部応用生物科学科



<https://core.ac.uk/download/pdf/148782302.pdf>
<http://www.shinshu-u.ac.jp/group/env-sci/Backnumber/Vol11/11-18.pdf>

図11 ブラジル陸水学と日系人

に直接に助言する最初の外国人であった。当時の学長はデソウザ (Heitor Gurgulino de Souza) で、後に東京にある国連大学の第3代学長 (1987—1997) になった。現在のUFSCarは、学生数2万6000人が通う大きな大学に発展している。

1995 (平成7) 年にサンパウロ市で国際陸水学会が開かれた。その時、サンカルロス市のベルナルドに会いに行った。円筒の粗ろ過槽で1980 (昭和55) 年から15年の長きにわたって実験を続けていた (図12)。

4. 上向流粗ろ過も生物浄化

粗ろ過指針を手に入れ、私は上向流粗ろ過は濁りが礫表面に吸着



図12 ベルナルドの粗ろ過実験

し、蓄積した濁りの除去も下部から容易に排出でき、優れた仕組みと思った。

日本の河川は急峻で降雨がある

とすぐに濁る。実際の河川水で実験をしたかったので、学生と一緒に灌漑用水路の水を汲み上げ、バケツで上向流粗ろ過実験をして、濁り除去効果を確かめた (図13)。

礫を詰めたバケツを何段も連結し、濁りの除去効果を確かめた。何日間も用水路の水を流し続けると礫と礫の間にはヒゲナガカワトビケラの幼虫がネットを張って巣を作っていた。上向流粗ろ過の濁りの捕捉は礫表面への吸着だけでなく、礫が動かないので礫表面と礫間で活躍する微小動物も関与していた。

上向流粗ろ過は濁りが単に礫表面へ吸着するだけでなく、吸着し



図13 バケツを使って粗ろ過実験

た濁りを微小生物が削ぎ取って食べ、その糞塊が底に蓄積することわかった。上向流粗ろ過は蓄積した糞塊を時々、底から排出する仕組みで、この際も礫が動かず生物にやさしい環境であった。上向流粗ろ過は、緩速ろ過池の砂層上部の生物群集による浄化の仕組みが上下逆さになったものであった (図14)。

緩速ろ過池の砂層上部には微小動物が流入してくる餌を求めて集まっていた。上向流粗ろ過では、下から濁りが来るので、活躍する生物は餌を求めて下層の礫の表面と礫間で微小動物が活躍していた。底に溜まった糞塊などは、下部か

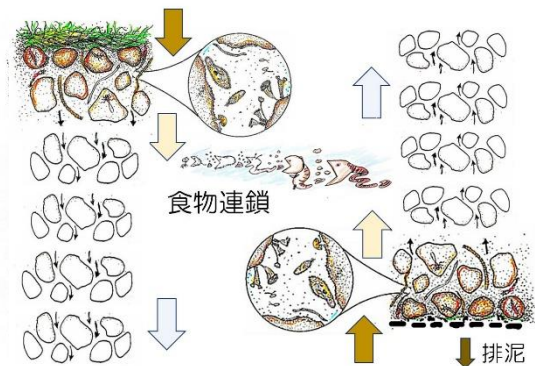


図14 下降流も上向流も生物が活躍

ら排泥する仕組みがあった。上向流粗ろ過は河原で湧き出す清澄な湧水を人工的につくり、溜まった濁りや糞塊を容易に弁操作だけで排泥できた。まさに自然界の仕組みの賢い活用 (スマートテクノロジー) であった。

緩速ろ過は誰でも簡単に自分らで安全な飲み水をつくることができると、いろいろなところで解説していると「上田市の河川水はそんなに汚れていないが、都会の汚れた河川水ではどうか」との質問を受けた。何日間もの浄化実験では原水を大量に使う必要があるが、身近に実験で使える汚れた原水は

上向流粗ろ過も生物群集による浄化だった。

ベルナルドは15年間も上向流粗ろ過実験を続けていた。

自分で汚れた水でも、大丈夫が確かめた。



図15 東京神田川の水で浄化実験

大量にない。そこで「誰か都会で確かめて」とお願いした。
するとオイスカ OISC A (The Organization for Industrial, Spiritual and Cultural Advancement-International発展途上国への農業支援団体) の木附文化さんが、東京神田川の汚濁河川の水をポンプで取水して、沈殿槽、多段の礫槽、緩速ろ過槽の小型装置(モデル)をつくり、浄化能力を確かめてくれた(図15)。ろ過水は大腸菌、重金属、除草剤なども検出できない安全な水になった。ろ過水水質は硝酸態窒素2・



図16 スリランカで浄化装置を作成

0 ミリグラム/リットル、亜硝酸態窒素0 ミリグラム/リットル、pH 8・5、総硬度250 ミリグラム/リットル、残留塩素0 ミリグラム/リットルである。と教えてくれた。
木附さんは上向流粗ろ過と緩速ろ過の組み合わせに自信を持ち、その後、日本での農業研修や世界各地で、農業従事者へモデルをつくって広めていた(図16)。
5. スリランカ国立病院へ
スリランカのラトナプラ総合病院整備計画があり、JICA(国際協力機構)の無償資金での案件調査が1999(平成11)年にあつた。

濁った河川水でも大丈夫なように。

た。病院への給水計画もあり急速ろ過で給水する計画であった。(株)日本設計の岡田有弘さんが現地の既設の水道施設を調べに現地入りした。既設の浄化装置は凝集沈殿の後に、圧力ろ過(プレッシャーフィルター)する方式であった。しかし凝集剤添加も不十分で、ろ過機も上手く機能せず、給水量が少なく、病院内の水道の蛇口から濁り水が出ることもあり、水質も良くなかった。基本設計では急速ろ過であるが、岡田さんは急速ろ過の施設を建設しても上手く機能し、維持できるか心配になったという。私が各種雑誌などで緩速ろ過処理について解説しているのを知り、信州大学の研究室を訪ねてきた。日本の途上国向けの水道指針では緩速ろ過は原水が良くない場合は適さないと書かれてあったため、岡田さんは果たして熱帯の細かな泥水の河川水でも緩速ろ過が使えるか心配していた。
スリランカの人々は英語情報に簡単かつ直接に接することができると。私は、日本から海外での事業に参与するには世界の最新情報を参考にしなないといけないと思って

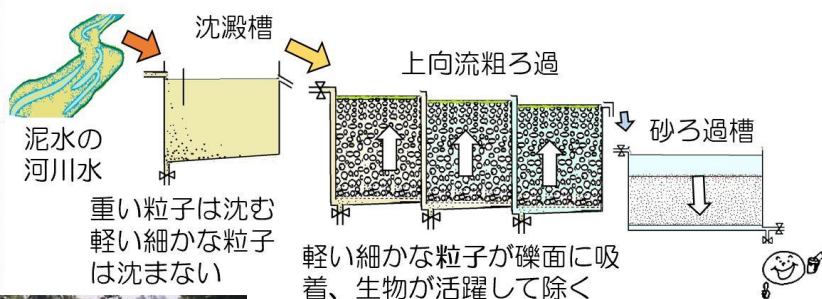


図17 3段の粗ろ過で濁り除去

いた。日本の設計指針には無いものの、世界の水道関係者間では既に濁り対策で上向流粗ろ過に目が向いていることを私は知っていた。そこで沈殿池と上向流粗ろ過を3段、最後に緩速ろ過をする浄化システムを勧めた(図17)。維持管理を考えて並列で2系列とした



白黒だと河川の濁っているのが分からないので掲載するのを止めた写真

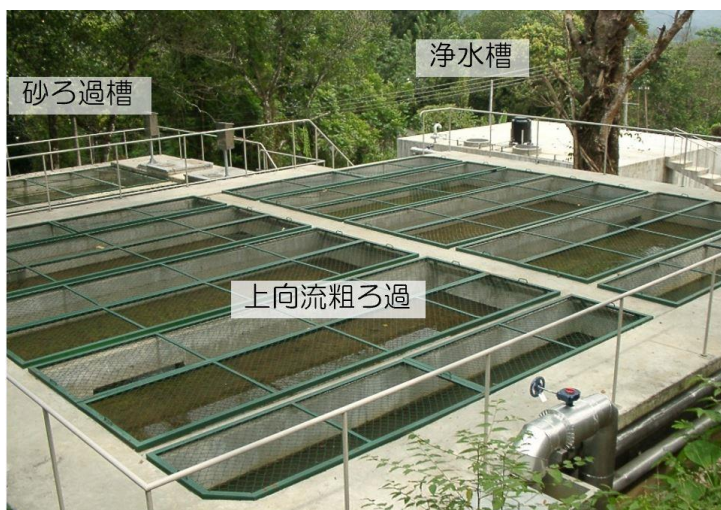


図18 3段粗ろ過を並列

維持管理の時と考え、 並列で2系列にした。

(図18)。私は施工途中でも状況を
確認し助言するために、3回も現
地にでかけた。現地に行くと落葉
やビニール袋が多数散乱していた。
そこで沈澱池、粗ろ過、砂ろ過の
各槽には金網でカバーすることを
勧めた。2001年1月に日量1
40トの施設が完成した。

現地の作業員は施工途中でも、
ろ過水を貯める貯留槽から流出す
る水が清澄で、水質検査前でも喜
んで飲んで「おいしい」と言っ
てくれた。施設が完成し、現地
で仕組みや維持管理方法について
説明したところ、現地の監督アー
ナンダ (Ananda Weerathne) さん
は凝集薬剤などを使わず、手動の
弁操作だけで維持管理が楽なのを
理解し「これまでの施設はコマー
シャルフィルターで、この新しい
施設はナチュラルフィルター」と
言ってくれた(図19)。また施設が
完成して10年後に現地を訪問した
ところ、現地の病院長は「浄水施
設は何ら問題がない」と言ってく
れた。

ナチュラル・フィルターと言ってくれた。

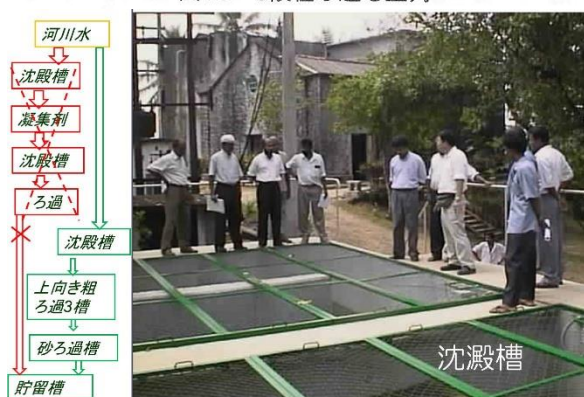


図19 完成時に仕組を解説

6. 難分解性農薬対策を頼ま れる

アメリカの科学雑誌にアメリカ
の大学のグループが、地下水が悪
いバン格拉デシユで良質の水を供
給するために緩速ろ過を勧めてい
る記事が掲載されていた。少し調
べると宮崎大学の人たちもバング
ラデシユにおいて砒素で汚染した
地下水から、安全な水を供給しよ
うと試みており、緩速ろ過を勧め
ていた。

そこで水質分析を担当していた
宮崎大学の田辺公子さんに緩速ろ
過について手紙を2002(平成
14)年1月に書いた。田辺さんは
川原一之(元朝日新聞記者)さん
を紹介してくれた。川原さんはバ
ン格拉デシユのガンジス河最下流
のデルタ地帯の砒素に汚染されて
いる地下水を何とかしようとする
宮崎市に本部があるアジア砒素
ネットワーク(NGO Asia Arsenic
Network通称AAN)のリーダー
であった。

川原さんに「生物処理の緩速ろ
過の仕組み、特に地下水の場合は
予め空気に触れさせ酸化処理の必
要性」を伝えたところ、東京で応
用地質研究会の集会有り、宮崎
から参加するとのことであった。

私にその集会で緩速ろ過について
話をしてほしいと頼まれた。話を
したら、今度は、宮崎で話をと頼
まれた。10月に宮崎で話をしたと
ころ、ぜひ、バン格拉デシユの現
場を見て欲しいと頼まれ、バング
ラデシユのジョソールにある活動
拠点にまで赴き、現地で緩速ろ過
は生物群集による分解で、食物連
鎖が基本であることを解説した。
田辺さんに連絡をしてからバング
ラデシユに行くまでは1年間の出
来事であった。

現地では、川原さんから「バン
グラデシユでは日本では使用禁止
になっている農薬も使われている
何とか、農薬を分解できる仕組み
を考えて」と頼まれた。

長野県には鉱山廃水や温泉廃水
で河床が茶色になっている河川が
ある。でも、少し流下すると、河
床の礫表面に微生物や藻、微小動
物が活躍し、だんだんと、茶色の
河床が普通の河床になっているの
を私は知っていた。細菌や微小生
物、藻などの生物群集の活躍によ



り酸化分解し無毒化していた。そこで私は、農薬などの難分解性の生物毒でも無毒化できると考えた。多段の上向流粗ろ過では礫面上の浅い水層で藻を繁殖させ、繁殖した藻を動物に食べさせ分解させる。糞塊の中が酸素不足になり、発酵分解が生じ、難分解性物質が分解される事が鍵であると考えた(図20)。1回だけの発酵分解では十分でないと思い、4回繰り返し難分解性の農薬などを徹底的に分解させることを勧めた(図21)。

バングラデシウのAANの技術者たちは、砒素で汚染された地下水を大量に汲み上げるのは大変なので、三日月湖が多数あるので、この水を原水にすることを考えた。何度か図面をメールで交換した。浄化した水を村人に給水しても、水道の蛇口を閉めることを忘れると高架水槽の水が直ぐに無くなってしまうのでインドネシアでの経験を元に共同水栓方式を勧めた(図22・23)。4段の粗ろ過槽と砂ろ過槽は維持管理を考えて2系列にした(図24)。施設が完成し、現地説明会を開催し、AAN技術者が仕組み、特に藻や動物の役割、生

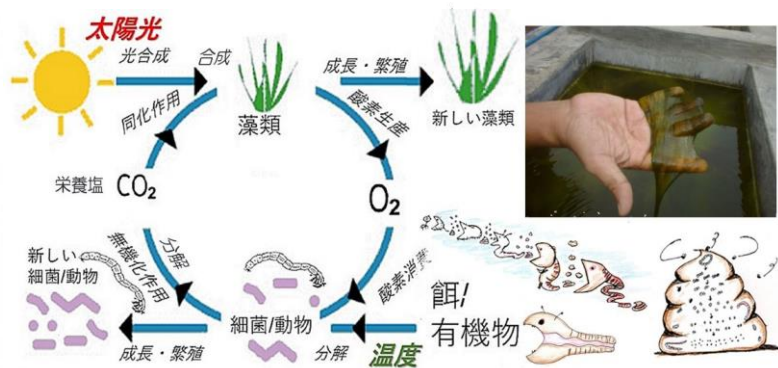


図20 食物連鎖と糞塊の中での発酵分解

物分解による浄化の重要性を説明した。自分らで説明することで、AAN技術者は理解を深めることができた(図25)。

その後、現地のAANスタッフは自分らでも補助金を獲得し、同じ仕組みの浄化装置を何ヶ所か建設していた(図26)。

私は2002(平成14)年に築

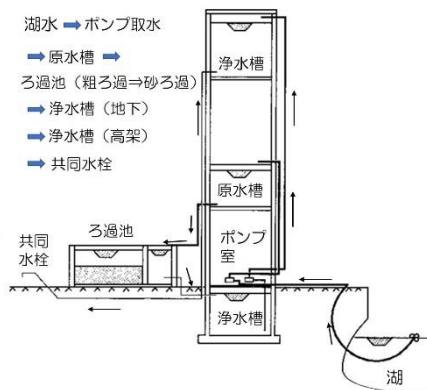


図22 浄化フロー略図

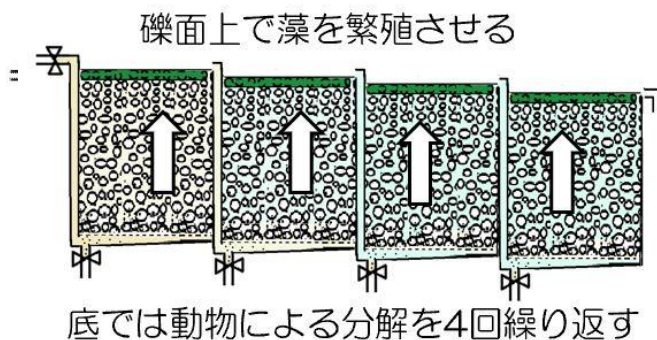


図21 4段階の粗ろ過で徹底的に発酵分解を



図24 塔から見た浄化装置



図23 給水槽および原水槽塔

疑心暗鬼だったのが、実際にろ過水はおいしい水で、安全な水と自分らで確かめたのが良かった。



図26 自分らで浄化施設建設



図25 粗ろ過槽で藻の役割を説明



信州大学繊維学部同窓会
千曲会
〒386-0018
上田市常田3-8-37
Tel: 0268-22-4465
E-mail: schikuma@siren.
ocn.ne.jp
1,500円本体+150円税
+250円送料



図27 おいしい水のつくり方-2

築地書館から『水道はどうなっているのか?—安くておいしい地域水道ビジネスのススメ』が20

7. 上向流粗ろ過の実証試験

地書館から出版した『生でおいしい水道水』にはスリランカの事例を、また2005(平成17)年に出版した技術解説書『おいしい水のつくり方』に上向流粗ろ過の解説をした。両書とも在庫切れになった。出版してから15年も経過し、新しい情報が増えたので、2021(令和3)年に『おいしい水のつくり方-2』(図27)を信州大学繊維学部同窓会の千曲会から出版してもらった。



図28 CWSC発案者の著書

05(平成17)年に出版された(図28)。著者の保屋野初子さんと瀬野守史さんはNPOを作りたいと信州大学の研究室を訪ねてき、2007(平成19)年にNPO地域水道支援センター(Community Water Supply Support Center of Japan略称CWSC)が創設された。NPOが発足したら早速、新潟県見附市から「濁りがあっても緩速ろ過は使えるか」との問い合わせがあった。岡山県で緩速ろ過の設計や建設の実績がある瀬野さんは「前処理に沈澱と最新の上向流粗ろ過をすれば良いが日本での実例がなく、日本の指針にないので認可を取るには実証試験が必要である」と伝えた。そこで瀬野さんが中心になり「粗ろ過・緩速ろ過実証試験」が行われ2009(平成21)年まで実施された。現

<https://www.youtube.com/watch?v=gKlqrOhjsSY&t=2s>



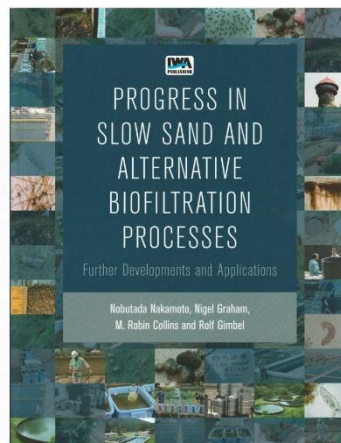
緩速ろ過のための上向き粗ろ過パイロット試験



図29 上向流粗ろ過実証試験

場へは新潟在住でNPO会員の荒川朋明さんが頻繁に通って1年間以上も試験を続けた。日本初の本格的な実証試験をしたので見附市の了解を得て、2014(平成26)年に名古屋市で開催された第5回緩速生物ろ過国際会議で発表した(図29・図30)。

2014 年の名古屋市でも国際会議本の表紙を見ると生物群集の活躍とわかる。写真は中本が提供した。



第5回緩速生物ろ過
国際会議 名古屋市
2014年6月



<https://www.youtube.com/watch?v=Ht6Axz8Lwls>

図30 2014年名古屋での国際会議



<https://www.cwsc.or.jp/documents/>



2020年9月
NPO地域水道支
援センターより
出版販売
1700円（税込）

図31 NPO出版『小規模水道のつくり方』

参考になる『小規模水道のつくり方』

瀬野さんはこの実証試験で日本の河川水の濁り対策には上向流粗ろ過が最善であるという自信をもった。しかし上向流粗ろ過は日本の設計指針に記載がないため、大きな施設は認可の関係で建設することが難しかった。

そこで岡山県津山市の小さな谷合の過疎の集落に上向流粗ろ過と緩速ろ過での浄化施設を何カ所か建設し、集落の人に喜ばれた。この実績をNPOの仲間などが勉強し、各地で広めた。そして、NPOの会員が国内、国外で実施してきた事例を集め『小規模水道のつくり方—SDGsへの道—』(図

31) を2020(令和2)年9月にNPOから出版した。

8. JICA研修では仕組みを解説

沖縄の宮古島で2006(平成18)年から始まったJICA草の根技術協力「緩速ろ過を使用した水道の管理技術研修(3年間)」では最新の濁り対策を上向流粗ろ過の浄化モデルを作って解説し、その後も続いているJICA沖縄およびJICA広島での研修では、必ず研修生と浄化モデルを作成し仕組みを理解してもらうようにしている(図32)。

そうすると、参加した研修生が浄化モデル作成過程を動画撮影し2017(平成29)年に公開してくれた(図33)。私は世界中の人がこの動画を見て生物浄化法の仕組みを理解し、安全な水を自分らで作ろうとする人が出てくると思った。

上向流粗ろ過は礫の表面へ濁りが吸着する。礫の材質に関係ないことを納得してもらうように研修では身近にある礫、碎石などを使った。礫層の上は浅い水深としているのは、粗ろ過後の水の濁りがないことを確認するためである。日本の指針では砂ろ過槽の底の集水渠の上には何層かの礫層がある。

しかし研修では集水用の穴開きパイプの上にはプラスチックの防虫網を敷き、その上は全て砂にした。砂層上の水深も浅くした。細かさすぎる砂は水の粘性の関係で水の抵抗が大きくなるので、粗い砂が良く均一の砂である必要はなかった。実際の浄化装置でも、基本的に同じことを理解してもらった。

JICA研修では日本の設計指



図33 研修生作成したモデル作成

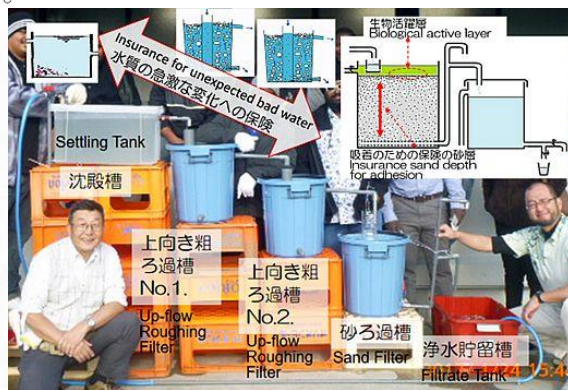


図32 JICA研修では必ずモデルを作成

浄化装置、粗ろ過のモデル動画を研修生が作成し、公開してくれた。

針や維持管理指針に従うのではなく、世界に通用するようにと、浄化の仕組み、設計や維持管理のポイントについて「生物群集が少しでも嫌がることをしないが基本」と解説をしている。生物現象は地域により季節でも異なる。そこで現象や装置の仕組みを理解すれば自分らで身近な材料で自分らの環境に適した施設を建設できると伝えている。

9. 緩速ろ過も粗ろ過も生物処理

今から約200年前にロンドンで完成した緩速（砂）ろ過は病原菌が除け安全な水ができると評判であった。当時は生物群集による浄化が鍵と思われてなく緩速（砂）ろ過という名前がつけれられ、浄化の仕組みが誤解されてきた。

アメリカ大陸内部では冬期は厳寒で生物群集は活躍しにくかった。そこで冬期1月の平均気温がマイナスの場合、覆い緩速ろ過が勧められた（図34）。

砂ろ過池の砂層の目詰まりは水温、水の粘性に関係していた。生物群集が活躍できれば目詰まりし

ないことがわかった。緩速ろ過、上向流粗ろ過の浄化の鍵は生物群集による食物連鎖であった（図14・図20前出）。
小さなバケツの浄化モデルでは、生態系は安定しないが、大きな装置や実施設では生態系は安定し、想定外の環境変化にも強かった。水温と日射量に関係する生物浄化の視点が必要だった。

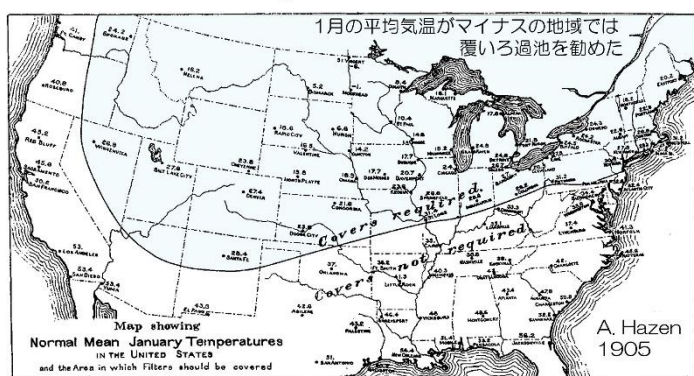


図34 1月の平均気温がマイナスなら覆いろ過池を勧めた

10. 飲料可の水を自分でつくる

濁った河川水では沈澱槽で重たい濁りが沈み、下から上への流れの粗ろ過槽、上から下の流れの砂ろ過槽では砂礫が動かず生物群集が安心して活躍できる（図35）。生物群集が細かな濁りや生物が反応する物質を捕捉、分解する。

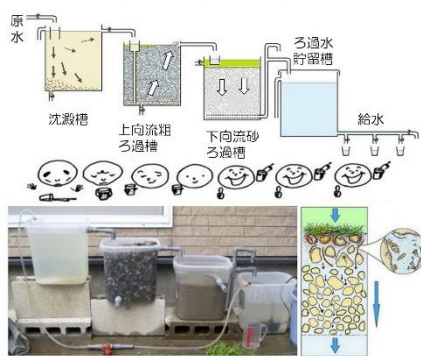


図35 生物群集装置のモデル

静岡県で農業をしている人が生物浄化法の仕組みに興味を持ち、静岡から上田まで来たいと連絡してきた。そこで『おいしい水のつくり方2（図27、前出）』を紹介し、自分で作ったらと助言を促した。120リットルのバケツを用いて浄化装置をつくり、何回かメーリングを交換し完成させた（図36）。J I



図36 120リットルバケツでの浄化装置



図37 サンコリ細菌試験紙

CA研修でも飲料可を確かめるために使っているサンコリ細菌試験紙で（図37）、自分で飲料可なのを確かめることを勧めた。培養温度は厳密でなくても人肌程度で良いと助言した。その後、水質検査センターでも検査したところ、飲料可で、安心し本当にありがたうと手紙をもらった。

水面が凍結するような低温だと、生物活性が弱い。

サンコリ試験紙は優れたもの

少し大きめのバケツで浄化装置、粗ろ過装置を作成するのがコツみたい。