

生物屋の緩速ろ過池研究

その33 実用サイズの浄化モデルでJICA研修

信州大学名誉教授 中本 信忠

自然界での生物群集の浄化の仕組みの活用

1 生物群集の活躍による緩速ろ過は名前で誤解していた

上田市は河川水を原水とし緩速ろ過処理で水道水を給水していた。水源河川の神川の upstream に菅平ダム湖が完成すると、水道水に異臭味が生じ問題になった。私は1975（昭和50）年に信州大学繊維学部

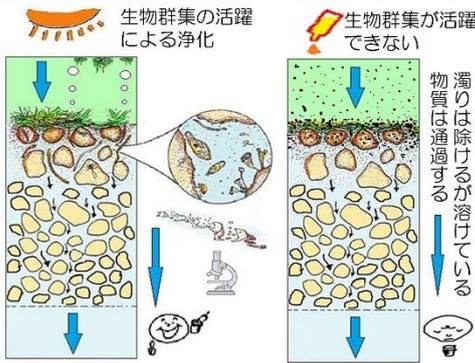


図1 緩速ろ過は生物群集の活躍が鍵

いた。

塩素添加で発癌物質が生成するが世界中で問題になり、できるだけ塩素添加を少なくするようになった。上田市でも原水に硫酸銅や前塩素処理をするのを止めたら、水道水の異臭味が無くなった。しかし、ろ過池では藻が大繁殖した。緩速ろ過は細かな砂でゆっくりろ過して浄化すると思っていたが、ろ過池で繁殖する微小生物の食物連鎖が浄化の鍵で、生物が反応する臭い物質も分解していた（図2）。

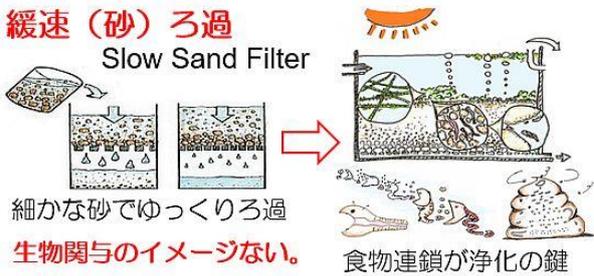


図2 緩速ろ過のイメージで誤解した

私は緩速ろ過という用語が浄化の仕組みを誤解させる原因と想った。食物連鎖が浄化の鍵なので、生物群集の活躍をイメージさせるために生物浄化法 Ecological Purification System と言いついた。「緩速Slowとは生物群集にやさしい Gentle」ということだった。

緩速ろ過は人工的に河原で湧きだす伏流水をつくる仕組みと解説していた。私の話を聞いた人で、農業を通して世界中の農家の人を応援するオイスカという団体の木附文化さんという人がいた。彼は東京の神田川の水を原水として自分で河原の伏流水をつくる工夫をした浄化装置をつくり、浄化した水が安全な飲料可の水であることを確かめてくれた（図3）。

当時、生物群集による浄化と解説する緩速ろ過の解説本は無かった。私は築地書館に頼んで『おいしい水のつくり方』を2005（平成17）年に出版してもらった（図5、左）。

2 JICA研修を始める

私が緩速ろ過の解説本を出版した当時の日本は化学薬品処理の急

緩速ろ過という名前で浄化の仕組みを誤解していた

生物群集の食物連鎖が浄化の鍵だった。

東京の汚れた神田川の水でも、自分らで、砂利と砂で、簡単に、安全な飲み水ができるのを確かめた。



図3 人工的に伏流水をつくる

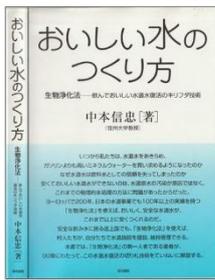
速ろ過を水道業界は勧め、私も速ろ過は最新技術で良いと解説をしていた。私は翌2006(平成18)年から沖縄の宮古島でJICA(国際協力機構)研修をするようになった(図4)。研修では緩速ろ過を生物浄化法と強調して解説をした。私は2年後の2008(平成20)年に信州大学を定年退職した。

私はJICA研修に協力し、私の考えを求める人を応援しようと考えた。日本各地、世界各地の緩速ろ過の浄水場を調べ新しい知識が増えた。生物現象を実感してもらうには、カラー写真だと理解が



図4 国際研修では浄化モデルで解説

日本での唯一の緩速ろ過の解説本



2005年8月18日
築地書館 176p
定価：2000円＋税



2021年2月12日 全ページカラー
信州大学繊維学部同窓会出版 160p
1500円＋税

図5 緩速ろ過の解説本

深まると考えていた。そこで2005(平成17)年の本を全面的に増補改訂し多数のカラー写真で解説する原稿を書いた。緩速ろ過の技術解説本は発行部数が限られ、カラー印刷だと売れないので高価になった。発行部数が少なく日本では緩速ろ過の解説本を出版してくれる出版社は無かった。そこで2020(令和2)年に自費出版した。知り合いなどに配り、手持ち在庫が少なくなった。生物浄化法という発想は信州大

国際研修では、バケツモデルで浄化の仕組みを教えた。

学繊維学部発であった。そこで信州大学繊維学部同窓会(千曲会)事務局に自費出版本について話をした。その結果2021(令和3)年2月に同窓会から『おいしい水のつくり方-2』を出版してくれた(図5、右)。この本に図書コードのISBNを記入したが普通の本屋に並んでいなかった。本を購入するためには直接に同窓会(千曲会)に注文する必要がある。そこで本誌(水道公論)で「生物屋の緩速ろ過池研究」を2021(令和3)年9月から連載させてもらっている。

3 生物浄化法のモデルで理解を深める

日本には水道関係の解説本は多数ある。どの本でも緩速ろ過に関しては、単に細かな砂でゆっくりと機械的に篩いろ過が基本で、「細かな砂でろ過速度が遅い」から、良質のろ過水ができると解説されていた。ろ過速度が遅く「浄化に時間がかかる」と強調されていた。私は「緩速ろ過は生物群集の活躍による浄化」で生物群集が活躍している場所は生物群集の餌がくる砂層上部であった(図1、前出)。この層を通過する時間は「数分で瞬間浄化」と私は強調している。緩速ろ過に関する私の解釈を日本の水道関係者に解説すると、国(厚生省、厚労省)や日本水道協会の解説と異なるので嫌がられた。日本は日本語社会で、世界の情報

モデルで、どこで生物群集が活躍するかを教えた。

が入りにくい特殊な国である。日本には世界と異なる考えや基準が多数ある。例えば、簡易水道という給水人口での区別は世界にはない。

発展途上国の政府関係者は業者が宣伝する素晴らしい最新技術の施設を援助してもらいたいと考えている人が多かった。しかし最新技術はすぐに、さらに新しい技術と入れ替わった。最新技術や施設は維持管理に多大な経費が必要であった。私は研修生の国の状況を考え「最先端技術でなく古くから使われている簡単な浄化の仕組みの方が自分らで維持管理できて良い」と教えてきた。

外務省は ODA Official Development Assistance (政府開発援助) 60周年、2014 (平成26) 年に「未来への投資としての ODA」として私の活動を取り上げてくれた (図6)。

JICA 研修では緩速ろ過 Slow Sand Filter は機械的な浄化のイメージがあるが「緩速 Slow」とは速度でなく生物群集にやさしい「Gentle」という意味で、生物群集の「食物連鎖が浄化の鍵」で「生



物浄化法 Ecological Purification System」と呼ぶべきと教えている。その浄化の仕組みを理解してもらうために実際の緩速ろ過池だけでなく、浄化モデルで仕組みを理解してもらっている (図4、前出)。

日本の指針では緩速ろ過池のろ過抵抗の解説が不十分であった。そこで JICA 研修ではバケツの砂槽モデルを使って目詰まりは砂面に細かな粒子が蓄積し、砂層表面近くで抵抗が生じることを解説している (図7)。またろ過池の損失 (ろ過池水面とろ過後の水面との差) はろ過速度に比例することを解説している。国際研修では世界では「ろ過池の抵抗指標は標準



図7 ろ過抵抗の仕組みを説明

化損失水頭という指標」を使っていることを解説している。この標準化損失水頭については『おいしい水のつくり方 2』(図5、前出) や本誌 (水道公論) 連載その5 (2022年2月号)、YouTube でも解説をしている (図8)。

4 家庭用サイズの生物浄化モデルを作成

沖縄で2024 (令和6) 年1月に1月間の JICA 研修の課題別研修「緩速ろ過 (生物浄化法)

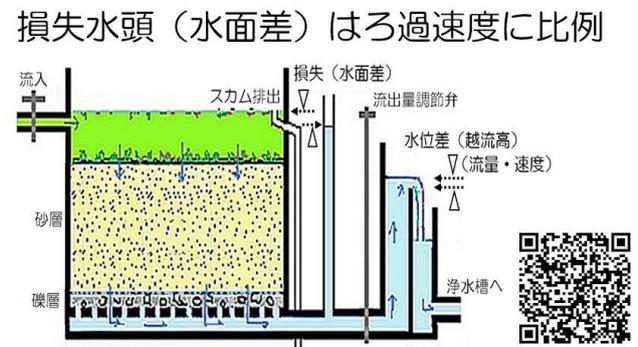


図8 標準化損失水頭を説明

による浄水システムと水道管理技術」があった。

コースリーダーは NPO 沖縄 Blue Water の矢野誠さんで私は最初の1週間、1月15日 (月) から19日 (金) まで研修に協力した。JICA 沖縄国際センターで1月16日に研修生と一緒にバケツで浄化モデル (沈殿槽、上向流粗ろ過槽を2槽、砂ろ過槽、ろ過水貯留槽、受水槽) を作った (図9)。ポンプで水を循環させた。河川水は雨がると濁るが、こ

沖縄の研修では、毎年、皆で浄化モデルを作成。



図9 実用サイズのモデルを作成

の濁りの大部分は重い粒子で、容易に沈殿池で沈む。しかし細かな濁りは沈みにくかった。大陸河川は細かな濁りがあり、沈殿池だけでは濁り除去が大変だった。ブラジルのサンパウロ大のベルナルド Bernardo は 1980 (昭和55) 年に人工的に河原で湧き出る伏流水をつくる仕組みを応用する実験をした。1988 (昭和63) 年に上向流粗ろ過 Up-flow Roughing Filter (URF) としてロンドンでの国際会議で発表した (図10)。ベルナルドの上向流粗ろ過は礫と小石での筒であった (図11)。

ブラジルで、薬を使わない濁り対策、上向流粗ろ過を開発。



図11 ベルナルドの実験装置

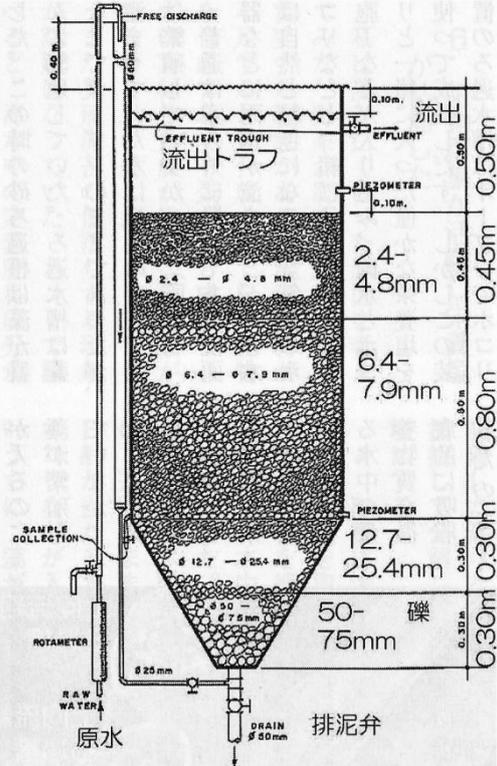


図10 上向流粗ろ過で濁り対策



図12 バケツで上向流粗ろ過

濁った水を筒の下から入れ、礫層を上向きに流す仕組みである。底に溜まった濁りを底の排泥弁から排出した。私は論文を手に入れ、ポリバケツで学生と一緒に、人工的な伏流水をつくる仕組みの上向流粗ろ過の実験をし、その有効性を確かめた (図12)。日本には上向流粗ろ過での濁り対策の施設は無いが、人工的に伏流水を作る仕組みは良いと思った。そこで2006 (平成18) 年のJICA研修でバケツモデルを使って教えた (図4、前

浄化された、水を飲んで、皆が感動。



図14 ろ過水を皆で飲んだ

砂槽の上には、藻が繁殖。



図13 モデルの砂槽では藻が繁殖

出)。2024（令和6）年の研修の浄化モデルで使う水は矢野さんの自宅の屋根に降った雨を貯めていた雨水を使った。砂ろ過水槽には矢野さんの家の浄化システムから糸状緑藻を少し移植した。水を循環させだして2〜3週間もすると砂ろ過水槽では藻が盛んに繁殖していた(図13)。3週間後

普通は家の外に置いてある洗面器などに雨水が溜まると、その水は自然と緑色になる。空気中のホコリなどと一緒に休眠状態の藻の胞子などが入り込み、雨水とホコリと一緒に入った僅かな栄養塩を使って成長します。しかしこの装置のろ過水槽はオープンでホコリ

が入るのに藻が繁殖していなかったので、この循環浄化装置では藻などの生物群集が活躍し生物と反応する水中の栄養物質を徹底的に吸収したので、

5 浄化装置の藻が白くなつた

課題別研修が終わった直後、今度はサモア国水道公社職員を対象に国別研修が2月13日から2週間あった。1月16日に完成させた浄化モデルは、そのまま水を循環させていた。サモアの研修生は37日後の2月21日に浄化モデルを見学した。この時の砂ろ過水槽は藻が盛んに繁殖していた。ろ過水槽は蓋なしでオープンのままであったが、溜まっていた水は透明のままに藻は繁殖していなかった(図15)。



図15 ろ過水槽は透明の水

ろ過水槽で藻が繁殖する栄養物質が無くなっていた。この装置で循環させている水は矢野さんの自宅で捕集し貯留していた雨水であった(図16)。矢野さんの浄化装置でも雨水を循環させていた。自宅の浄化装置の水を実際に何年間も飲んでいました。矢野さんも「雨水は蒸留水で河川水より水質が良い」と教えていた。矢野さんのホームページを見ると浄化装置のろ過水を貯めるバケツはオープンで中に循環ポンプが入っていた。このろ過水バケツにも藻が繁殖していなかった。矢野さん

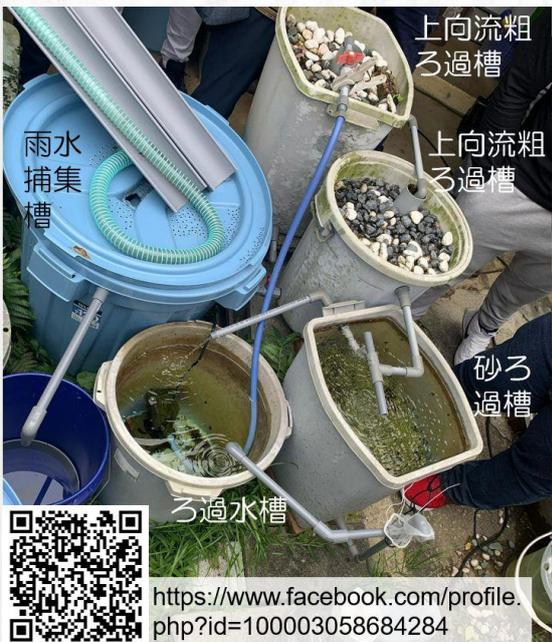


図16 雨水を原水とした循環装置

砂ろ過槽を通過した水は清澄で透明。

雨水利用の循環浄化装置。何年間も飲んでいた。

長く循環させていたら、藻が白くなった。



図17 窒素不足で藻が白くなった

栄養塩が枯渇したのかと思った。

に問い合わせたところ冬は藻が繁殖しないが夏は、少しは藻が繁殖することだった。
1月の研修で作成した装置をそのまま稼働させていた。2カ月後の3月15日、「繁殖した藻が白くなっていった」と研修業務担当の松原真穂さんが知らせてくれた(図17)。野菜栽培で窒素成分が不足すると緑色が悪くなるのを知っていた。私は藻が窒素肥料不足で藻が白くなったと思った。

6 生物群集が活躍し栄養塩が枯渇した

私は藻が白くなった原因を考えた。野菜が肥料不足だと葉が黄変する現象がある。窒素肥料が不足すると光合成をして炭水化物を合成できても蛋白質合成ができずに葉緑体合成が進まない現象があるのを出した。

また養殖海苔の色落ちする現象が話題になっていた。ネットで調べると、海水中の窒素肥料成分が少ないのが原因との報告が見つかる。近年、下水処理施設での浄化効果が発揮され、河川水中の汚染物質が少なくなった。その結果、河川の影響が大きな沿岸の海水中の栄養塩が枯渇したと説明されていた。

- この循環モデルでの藻が白くなる現象も同じ現象と考えた。
- 1、原水が雨水で、極端に栄養塩が少ない。
- 2、装置を作成した当日は、沈殿槽は少し緑色であった。これは矢野さんの家での貯留水で微小藻類が繁殖していたものと思われた。
- 3、上向流粗ろ過槽は礫表面に

吸着した濁りなどを、微小生物が捕捉して分解し、溶けている栄養塩にする。

- 4、砂槽は浅い水深で、藻が僅かな栄養塩を取り込み繁殖した。
- 5、循環を繰り返して、日数が経過すると、水中の栄養塩はほとんど無くなった。

6、ろ過水貯留槽および沈殿槽は、透明のままである。普通なら日射が当たるオープンの水槽なら、ホコリなどが入り、1カ月もしないうちに、藻が繁殖しだす。でも、藻が繁殖していない。この循環系では栄養塩が極端に少ない水になった。

生物群集が活躍すると汚染された河川下流の汚染された水でも、生物群集が反応する物質を捕捉し、徹底的に分解し、無機化する。その結果、濁りや汚染物質が無い河川上流の伏流水、スローパークリンでおいしい水、それは「生でおいしい水(甘露水)」になる(図18)。天然の「おいしい湧水」も自然界の生物群集が活躍し、生物が反応する物質が無くなった結果である(図19)。



図19 おいしい甘露水



図18 生でおいしい水道水

7 藻類繁殖の制限要因について

私は大学院生時代、植物プランクトンの成長と栄養塩の関係について研究をしていた。藻類繁殖の制限要因は何か、どの栄養塩が鍵かに注目していた。当時、アメリカの海洋研究者レッドフィールド

生物が反応しない水、それは、おいしい水だった。

受水槽、沈殿槽でも藻が繁殖。栄養塩が多すぎたかな。

されなかった栄養塩は砂槽を通過し、受水槽や沈殿槽で、藻が繁殖したと解釈した。

肥料を添加する前に白くなった藻は、死んだ藻で白い藻には窒素分が無いので、捕食動物にとっても良い餌でなかった。それで白い藻は、そのままだったと思われる。

その後4月1日には砂ろ過槽は全面に糸状の緑藻に覆われた(図25)。ろ過水貯留槽も緑色が濃くなり藻が盛んに繁殖した。

研修生のグループチャットに詳しい説明なしに肥料添加前のろ過



図24 受水槽、沈殿槽も緑色に

水が透明な写真(図26)と添加後の受水槽と沈殿槽が藻で緑色になった写真(図27)をアップした。



図26 肥料添加前の装置



図25 全面に緑色の藻が繁殖

帰国していた研修生はろ過水槽が緑色になっている状態の写真を見て驚いて「砂ろ過槽の砂層からろ過水に藻が漏れたのでは」と心配し反応があった。そこで私は矢野さんに頼んで、ろ過水は透明であるのを確かめた写真をアップしてと、「ろ過水貯留槽に蓋をして」と頼んだ(図28)。そして矢野さんは早速「ろ過水は透明でおいしい水」とグループチャットに写真をアップしてくれた。

矢野さんは自宅で雨水を原水として何年間も浄化実験をしていた。矢野さんは自分が飲む水なので、汚れた原水でなくきれいな原水を使いたいと思って、雨水を原水と



図27 肥料添加後の装置



図28 ろ過水は透明だった

砂層上で藻が繁殖するが、その藻が砂槽を通過しているかと質問が。

砂槽からの水は、透明で、おいしかった。

生物群集が活躍できれば、浄化が進む。

200年前、緩速ろ過池の水深は38センチしかなかった。

していた。研修生には本当においしい水ができるのを実感してもらいたく、雨水を原水とした矢野さんは今回の事例で、この浄化法では肥料成分が大量に流入し、藻が大量に繁殖する原水でも生物群集が活躍すれば、「刺激がない、まろやかな、おいしい水」ができることを改めて実感してくれた。

9 生物群集が活躍するなら汚れた河川水でも安全でおいしい水ができる

産業革命時代、英国ロンドンのテムズ河が下水で汚染された(図29)。当時の水道会社は、河川水を沈殿処理だけで給水していた。ロンドンのチェルシー水道会社に勤めていたシンプソン(Simpson)が200年前(1827年)にテムズ河の汚れた河川水を沈殿池に導水し、砂ろ過槽(水深38センチ、砂層60センチ、礫層60センチ)を通してきれいな水をつくった(図30)。この浄化法は緩速ろ過Slow Sand Filterと言われた。ロンドンで緩速ろ過の水を給水している地区では水系伝染病患者が少ないことが



図29 産業革命時代、下水で汚れたテムズ河

水道水源のテムズ河(1832年)
下水が流れ込んでいた

評判になり、緩速ろ過処理は欧米に広まった。水深が38センチと浅く、ろ過速度が1時間に10センチと遅いのでろ過速度は遅い方が良いと思われていた。当時は、細かな砂での機械的篩いろ過と思われていたが、きれいな水ができたのは、生物群集の活躍であった(図1、前出)。水深が浅くろ過速度が遅いので、藻が繁殖し微小動物が活躍して汚れたテムズ河の水を徹底的に分解した。その結果、病原菌も除けた。

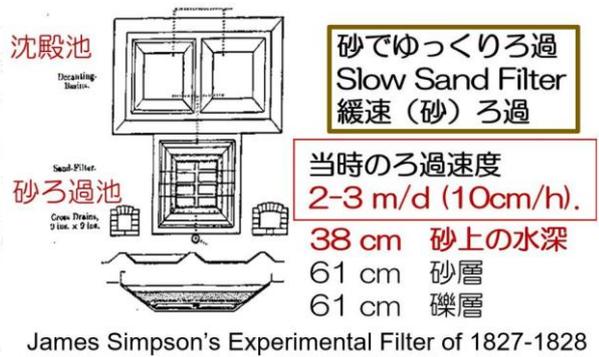


図30 緩速ろ過できれいな水をつくる

1905(明治38)年のヘーゼン(Hazenの本)「ろ過と水道(The Filtration of Public Water Supply)」に1863(明治26)年にアメリカの浄水場のろ過池の細菌分布図が載っていた(図31)。砂層上部だけに細菌が多かった。ろ過池砂層が汚れているのは、砂層上部だけだった。「冬の削り取りは深く、夏は浅い。しかし、夏の藻類の繁殖は著しい。オープンとカバーしているろ過池での細菌除去を20年間調べたところ、オープ

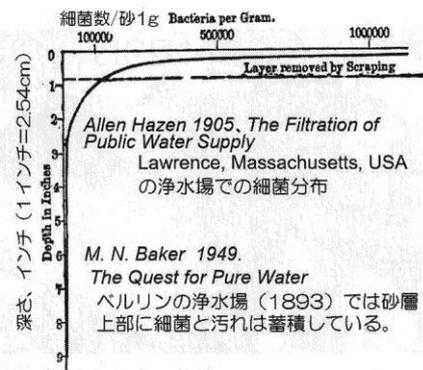


図31 砂層の汚れは砂層上部だけ

ンのろ過池の方が細菌の除去率が良かった」と記されていた。生物活性は温度と日射に関係している。砂層上部の汚れ具合の記述は生物屋として納得する。砂層が汚れたように見える部分は微小生物が活躍している層と考えることができる。冬は水温が低く、生物活性が悪いので生物が活躍している厚みが大い。夏は水温が高く、生物活性が良いので、砂層上部で分解するので、砂層が汚れて見え、生物が活躍している層が砂層上部だけになっていった。緩速ろ過処理の施設の設計や維持管理は、生物群集による浄化なので温度と日射の季節変化を考え

生物群集が活躍しているのは砂層上部だけ。

JICA 研修では、毎年、浄化モデルを皆で作成。

研修生と一緒に生物浄化法モデルを作成

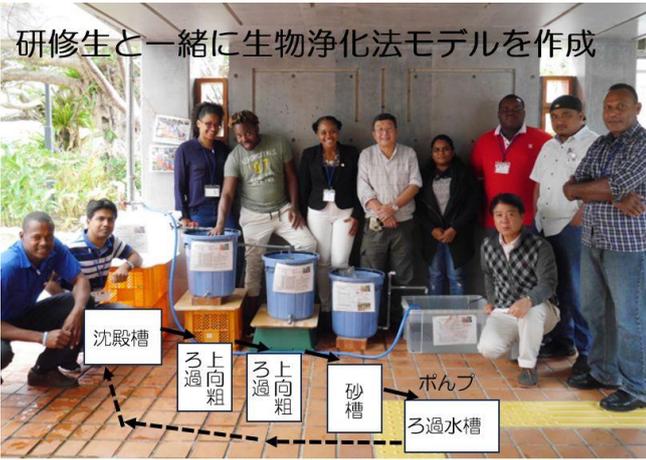


図32 沖縄の研修では毎年モデルを作成

10 JICA 研修は技術移転の必要があった。外務省の2014(平成26)年のホームページ「わかる！国際情勢」の国際協力60周年で「未来への投資」としてのODAの解説で私が浄化モデルで解説をしている写真が載っている(図6、前出)。沖縄での研修では実際の緩速ろ過の浄水場の見学だけでなく、毎年、研修生と一緒に浄化モデルをつくってきた(図32)。また生物群集が活躍して浄化された水を飲んで、そのおいしさを実感しても

らって来た(図14、18、前出)。

国際研修の目的の一つは海外の人が「自分らの国のために日本は良い事をしてくれる」と思ってもらう事である。

研修時は私の解説を研修生は「素晴らしい」と言ってくれるが、研修で得た知識や技術を帰国して周囲の人に広めてくれた人は少なかった。

2024(令和6)年の研修に参加したマレーシアからの研修生は、研修で実践した装置なら自分でもできると考えた。そこでまず、自宅で浅井戸の水を原水とした浄化モデルを作ってくれた(図33)。ろ過水をペットボトルに汲んでろ過速度を計算してくれた(図34)。



図33 浄化モデルを自作

600ミリのペットボトルは20秒で一杯になった。1日に2・59リットルのろ過水ができた。砂ろ過槽のろ過面積は0・369平方メートルなので、ろ過速度は1日に7リットルで、英国標準の4・8リットルより少し早かった。マレーシアは英国より少し早かった。ろ過水はすぐに透明になり、浄化能が良いので感動してくれた。彼は数軒ごとにこの様な装置を設置すれば、村人が安全な水に自分らで得ることができるとグループチャットに投稿してくれた。

投稿してくれた写真を注意深く見ると、ろ過水を貯留する槽へのパイプの先端がオープンであった。



ろ過水 600mL/20秒
1.8L/分=108L/時=2.59m³/日
ろ過面積 0.369m²
ろ過速度 7.02m/日

図34 ろ過速度を計測



図36 すぐに改良

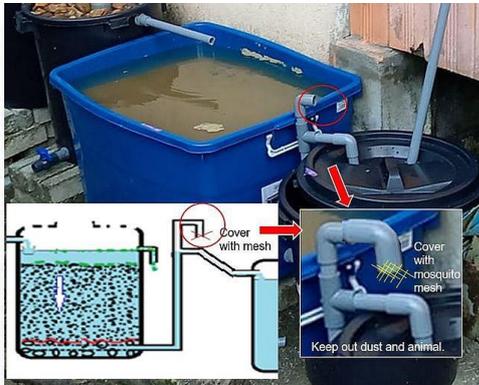


図35 ホコリと虫が入らないように指示

この口はろ過水が流れる際、サイホン状態で水が引かれるのを防ぐためであった。私は研修時の説明では、この口からホコリや虫などが入らないように下向けにし、網などをすると勧めていた。それをチャットで再度、助言した(図35)。そしたら、早速、ネットで被せてくれた(図36)。また、上向流粗ろ過槽には礫が一杯に詰めてあった(図37)。原水は井戸水で鉄やマン

ろ過速度も、ペットボトルで計測。

帰国した研修生は、早速、実際に浄化装置を作成。

ろ過した水の配管のサイホン状態を避ける口から、虫が入らないようにと、コメントした。

上向流粗ろ過装置の水が透明かをチェックできるようにと助言。

フィジーで、英語の指針を作成した。

ガンなどが含まれている可能性がある。そこで、礫槽の上の礫を除去し、下から湧き出る水が透明であることを確認した方が良いと助言したら、早速、改良してくれた。国際研修で得た知識と技術を、実際に自分の国で実践してみようと動きだした。その様子を研修員同士のグループチャットで共有してくれた。研修で学んだ知識と技術が技術移転された。

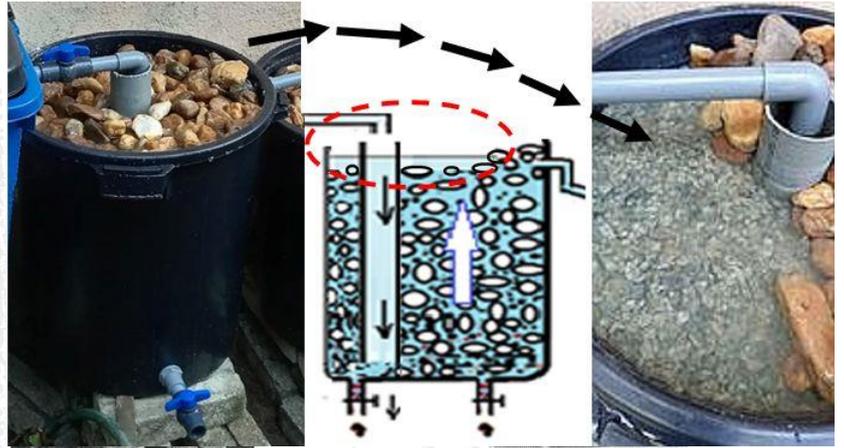


図37 上向流粗ろ過も改良を助言



図39 装置維持管理指針



図38 装置建設指針

マレーシアからの研修生はフィジーの村落給水事業で2016(平成28)年に作成した指針(図38・39)を読み直し、グループチャットの仲間に参考になったと共有してくれた。沖縄での1月間の研修は野外での作業が多く仲間意識ができるようだ。



図40 フィジーの村落給水事業

11 補助金なくても自分らでつくれると動く
 JICA研修で教えた技術の技術移転が成功した事例はフィジーの村落給水事業である。2011(平成23)年夏のJICA研修で教えたバケツ浄化システムがフィジー国内に展開し続けている(図40)。
 フィジー国は南太平洋にある四国とほぼ同じ面積の国で人口92万人、約1000の村がある。私は2014(平成26)年から4年間、

1回1月間の専門家派遣で年2回という短期専門家として関わった。フィジー政府の「村落へ安全な飲み水を」という国家事業に協力した。4年間に全村の約1割の100村以上に2・7トンの雨水利用タンクを利用した浄化システム(上向流粗ろ過槽、砂ろ過槽、貯水槽)が完成した。短期専門家の私にはJICAはボランティアを派遣してくれ、2人で国家事業を応援した。フィジーには無処理の水を貯める貯水タンクがある村が普通であった。河川水を取水し、無処理の水道水を供給するシステムがある村も多かった。ただし、雨が降ると、この水は濁った。私に関わった事業は無処理の水から常に飲料可の水を村人に供給する事であった。
 フィジーの村落給水では水道メーターもなく、村人は水道料金を払ってない。各村には水道委員会があり、その人達が水道施設の維持管理をする仕組みがあった。この事業ではフィジー政府は2・7トンのタンク、配管、バルブ、セメントなどを提供した。砂や礫を集めるのは村人が協力し、施工

フィジーは、自分らで、安全な水へと動いて、全国展開している。私は、それに協力した。

フィジーのEPS事業は、まだ続いている。

フィジーから、他の国の研修生に教えている。

にも協力した。私は各地区の上下水道局関係者、施工業者にも解説をし、各村にも出向いて村の水委員会の人達にも解説をした。装置のろ過水が飲料可であるかの安全性試験は政府が担当した。私が協力した4年間に100基も完成したというスピードで建設した事業であった。

私が関わったのは2018（平成30）年までであった。その後の様子をネットで調べると2024（令和6）年の現在も事業は継続していた。少し残念なことは、フィジー中の村に生物浄化装置が建設されたが、そのどの装置にもJICAのロゴが付いていない。材料や施工はフィジー側で、日本側はノウハウを助言しただけだった。フィジー政府上下水道局に提出した施工指針と維持管理指針にはJICAのロゴや私の名前を入れた（図38・39、前出）。

サモアに本部があるSPREP（太平洋地域環境計画事務局）の2023（令和5）年のニュースでフィジーの村落給水事業で採用されている生物浄化法による供給システムは、パプアニューギニアや



Pacific Regional Environment Programme
SPREP
太平洋地域環境計画事務局
https://www.sprep.org/

Safe water access in rural areas to build climate resilience in Fiji, Papua New Guinea and Solomon Islands

図41 フィジーから大洋州へ広まりだした

ソロモン諸島の関係者に解説しているのが載っていた（図41）。

日本発の生物浄化法の技術は確実に広まりだした。日本は日本語に翻訳された海外の情報しか入ってこない。日本語社会の日本では世界の常識、情報に普通の水道関係者は直接に触れない社会である。その結果、生物浄化法の考えは日本中には広まっていない。

12 災害が頻発する国では、自給自足できる仕組みが必要

2024（令和6）年1月1

日に発生した能登半島地震で大きな被害が生じた。土木学会は、今後の復旧・復興を適切に進めていくために、2月5日と6日に、被災箇所を調査を行い、石川県庁で、記者会見を開催した。

令和6年能登半島地震 公益社団法人土木学会 会長特別調査団記者会見所見（暫定）の上下水道部分の抜粋は次である。

3. 復旧・復興のあり方に関する所見

(1) 道路、上下水道の本復旧については、今後も甚大な被害が発生することがないよう脆弱な個所の補強やリダンダンシーの確保を図る必要がある。特に上下水道については分散型・自給自足（オフグリッド）型のインフラの導入についても検討する必要がある。

近代水道は産業革命時代に人口が都市に集中し、水源河川が汚れたので浄化処理が必要になり、英国ロンドンで緩速ろ過処理が開発された（図29、前出）。この緩速ろ過処理は生物群集の活躍による浄化で人工的に天然の湧水をつくる方法であった（図1、前出）。

日本は山国で、天然の「おいしい湧水」が身近にある。今回、大地震で水道管の破損が多数生じた。その復旧に時間がかかった。まだ、復旧していないところもある。

戦後の日本では、薬品処理の急速ろ過を勧められてきたがJICA研修で教えてきた浄化装置で、溪流河川水、井戸水などでも簡単に自分らで安全な飲料水をつくることができる。日本は山国なので、外部動力なしで自然流下を利用して、薬品なしで浄化でき、給水もできる。極小規模でも大規模でもできる。極小規模なら自分らで建設できる。災害が頻発する日本では見直したい。そのためには何でもコンサルに相談するのではなく、自分らでできることはと考えることが必要である。

私はJICA研修では安全を飲料水確保する技術として生物浄化法を教えてきた。研修生は建設、運営、維持費が安価な方法であると理解してくれた。日本は災害が多い国である。それなら大規模施設でなく、生物浄化法で小規模分散で自給自足できる方法にシフトするのが良いと思っている。

沖縄での研修から、フィジーへ、フィジーから南太平洋諸国へ。

日本発のEPS技術が、自主的に世界へ広まりだしている。