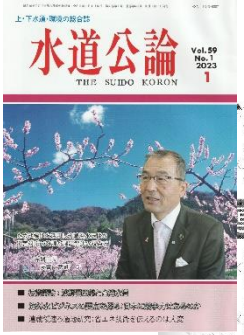
水道公論 59（1）：50−59,2023

印刷は白黒、写真を元のカラーへ



連載

生物屋の緩速ろ過池研究

その16　省エネ技術を伝えるのは大変

信州大学名誉教授　中本　信忠

古く効率が悪いというイメージがいけないかな。本当は効率が良く、水質も抜群なのだ。

1　持続可能・省エネに注目

近年ＳＤＧｓバッジをつけている人が目立つ。国連で２０１５（平成27）年９月に採択された「持続可能な開発目標」のシンボルバッジである（図１）。国連は「誰一人取り残さない」という理念のもと、「世界の貧困をなくす」「持続可能な世界を実現する」ことを目指した。15年後の２０３０年を達成期限とする17のゴール、１６９のターゲット、および、その進展を評価するための指針を持つ包括的な目標を設定した。でも達成できそうもない。

日本は海外と貿易をする必要があり、その際、ＩＳＯ（国際標準化機構）が制定した品質保証のための国際規格を取得しないといけなくなった。品質保証で「製品またはサービスが所与の品質要求を満たしていることの妥当で信頼感を与えるのに必要なすべての計画的および体系的活動」を求められた。顧客が購入する製品の品質を確かなものにしようとする場合、ＩＳＯ９００１では製品検査だけでは不十分で供給者に対して製品の品質規格だけでなく、製造工程・品質管理体制までも含めて、所要の品質を作り出し維持するための品質システムの構築を要求されるようになった。産業界だけでなく、20年位前から大学でもＩＳＯを意識しだしたのを覚えている。

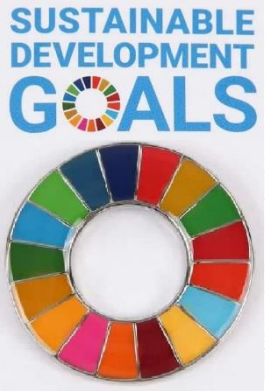


図１　SDGsバッジ

2　緩速用ろ過砂が売れ出した

先日（２０２２年11月８日）水道用の砂メーカーの日本原料株式会社80周年社史をいただいた（図２）。Ａ４判、２１２ページでカラー写真が豊富なハードカバー本だった。緩速ろ過を研究してきた者として、読み応えがある社史であり、この社史の88ページに書かれてあった小島貞男さんの言葉が素晴らしかったので紹介したい。

１９９０年代初頭から日本の水道界は従来の急速ろ過だけでは浄化能力は不十分という認識で、より最新の浄化技術として「膜利用型新技術（ＭＡＣ21）」が脚光を浴びていた。

当時、日本原料の齋藤安弘社長は某プラントメーカーから「砂ろ過は終わった技術だよ、おたくも膜に切り替えないと生き残れないよ」と言われたとあった。そんなある日、日水コンの小島貞男先生にお目にかかる機会があり、小島さんは「君も小学校の時に教わったように、単純に水をろ過しようと思ったら、紙でも布でもろ過はできる。紙は一回ろ過をしたら使い捨て、布はろ過した後にきれいに洗わないと再びろ過できない。しかし、ろ過砂というのは大きな砂の塊がフィルターとなってろ過をする。そして、ろ過工程の洗浄工程になると下から水を噴き上げ

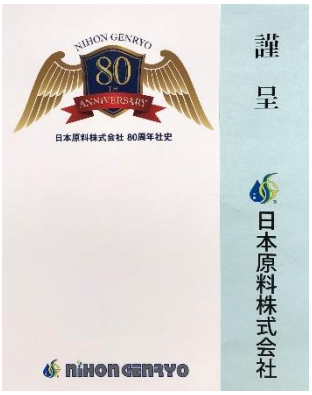


図２　日本原料の社史

自然界での浄化の仕組みを再現している。

人工的に自然界の「おいしい」湧水をつくる緩速ろ過法（生物浄化法）

緩速ろ過でなく、生物浄化法 Ecological Purification System

水道公論 2021年9月号
57(9)29-34.
生物屋の緩速ろ過池研究
プロローグ：緩速ろ過は生物浄化法だった

https://youtu.be/Bmk6mJYADnw&t=1s

図３　連載プロローグ

るだけで砂は一粒ひと粒にバラバラに分かれて蓄えていた汚れを吐き出すことができる。ろ過砂という粒状ろ過材だけに与えられた唯一無二の機能だよ。ろ過砂に特化しなさい」と書かれてあった。

私は上田市で生物処理の緩速ろ過は誤解されていると気づき研究を始めたころの１９８４（昭和59）年当時は、急速ろ過全盛の時代であった。そこで緩速ろ過池で繁殖する藻の役割、生物浄化の仕組みについて生物屋が応用分野で活躍できるようにと積極的に解説を発表した。しかし緩速ろ過は古い技術として注目されなかった。その経緯について本連載の最初（プロローグ）に書かせてもらった（図３）。

そんな時、日本原料の齋藤社長が信州大学の研究室を訪ねてきてくれた。その時、「緩速ろ過用の砂が、すごく売れている」と言ってくれたのを覚えている。「使っていなかった緩速ろ過池を使いだす自治体が増えてきた」という。私は学生を連れて茨城県の水戸市より北にある高萩工場へも何回か見学に行った。私は現在もＪＩＣＡ研修に協力している。水道研修でも見せたいところと思っている。ろ過砂は洗って何度でも使え、使い捨てでない。リサイクルでなく、使い続けることができるろ過砂である。持続可能な社会には最適な材料と認識したい。小島さんが言うように、もっともっと注目したいろ過砂である。

３　ろ過速度は変わってもろ過水はスーパークリーン

山の裾野から湧き出る湧水は、雨が降っても降らなくても濁ることがない。細かな土壌の隙間では、水には粘性があるので土壌の間を早い速度で流れない。土壌表面近くで微小生物が活躍し生物が反応する物質を捕捉し、徹底的に分解をする。その結果、湧水の水質は１年中、ほとんど変わらない（図４）。

甘露水

図４　甘い湧水

河川だと水が横に流れ、早い流れだと砂礫は転がる。早い流れがあっても砂礫の陰では微小動物が活躍し、砂礫の極表面では付着する生物が活躍する。生物が活躍すれば、河川水中は濁りが無くなりきれいな水になる（図５）。

２００年前、英国ロンドンでシンプソンが汚れたテムズ河の水を砂槽の上から下へゆっくりと流すことで病原菌が除けて、清澄な水をつくりだすことを、緩速（砂）ろ過と言った。当時は砂層上部で活躍する微小生物が浄化の主役とは気づいてなく、単に細かな砂での篩い効果による濁りの除去と考えていた。

上から下への流れだと、ろ過速度が速くても遅くても砂が動かず砂の表面や砂蔭で微小生物が安心して活躍できた（図６）。生物群集の活躍にはろ過速度は関係なかっ

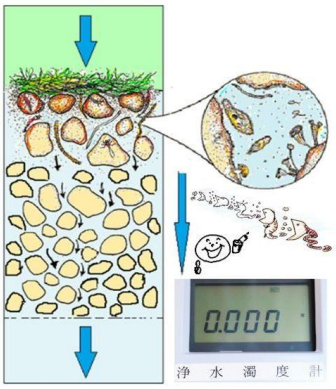


図６　生物は表面近くで活躍

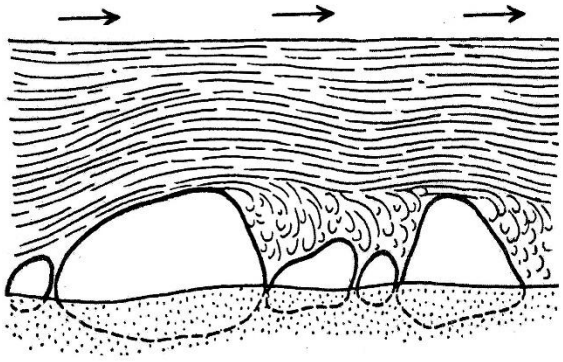


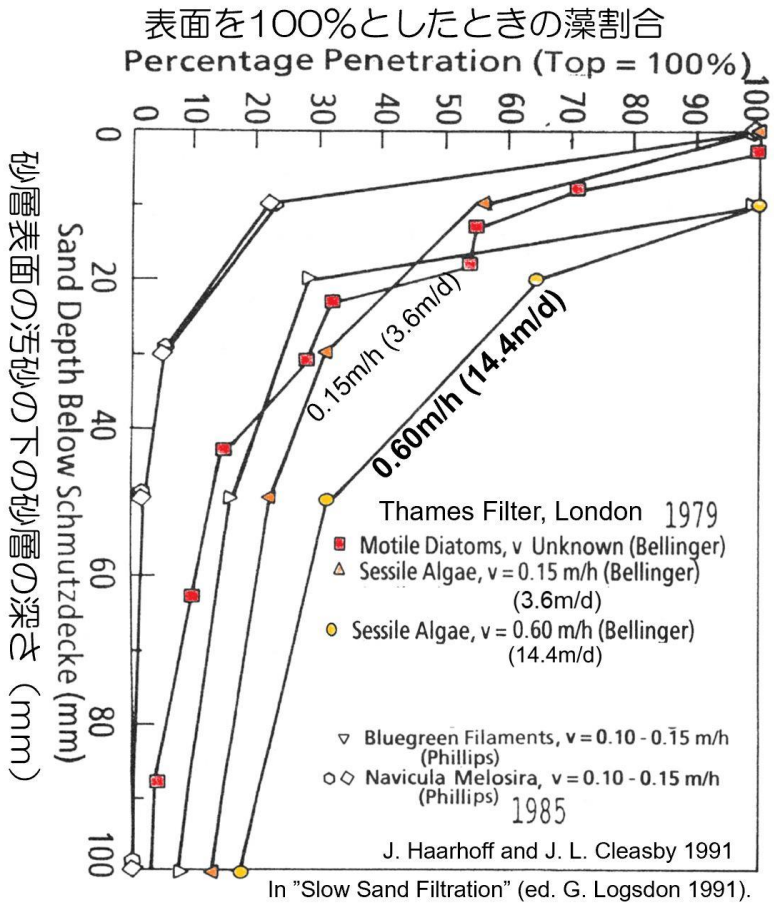
図５　岩陰は流れが遅い

岩陰、砂蔭は、流れが遅い：生物が安心して活躍できる。
岩の表面、砂の表面の流れは遅い。

テムズ水道は、14.4m/d のろ過速度で実験していた。

た。浄化の鍵は微小生物群集による食物連鎖であった。そこで生物浄化法Ecological Purification Systemと名前を変えようと言い出した。

ロンドンのテムズ水道の原水は汚れたテムズ河の水なので、ろ過池では藻が大繁殖した。生物群集が多いと水中の溶存酸素濃度の日変化が大きくなり、夜間に酸素不足になることがわかり、ろ過速度を速くして、酸素不足にならないようにする実験をしていた。ベーリンガーは砂層上部の汚れ具合を調べていた（図7）。1979（昭和54）年の報告ではろ過速度1日に14・4メートルでの実験結果がでていた。当時の英国式標準ろ過速度は1日に4・8メートルだが、その3倍のろ過速度で実験をしていた。砂層の汚れ具合は、ろ過速度が速いと、砂層上部で汚れている層の厚みは多少、厚くなっていた。緩速ろ過の砂層の厚みは1メートルもあり、ろ過速度は早くても大丈夫ということがわかった。日本の指針では標準ろ過速度は1日に4・8メートルで、最大でも8メートルを超えないこととある。しかしテムズ水道では、長期間に渡って実際のろ過池での実証実験を行って、現在は全てのろ過池で9・6メートルを採用している。ろ過池での生物群集の活躍を考えるなら、砂層内が酸素不足にならないように、ろ過速度を早くした方が良かった。



In "Slow Sand Filtration" (ed. G. Logsdon 1991).

図7　ろ過速度14.4m/dだった

4　大学の研究者は研究費を稼ぐのに必死

信州大学繊維学部では、学生は理科の教員免許を取れた。しかし、教員のほとんどが工学部または農学部出身であり、理学部出身の教員で、しかも、理科の教員免許を持っている人はほとんど居なかった。私は助教授になってから定年退職直前まで、理科教育法の講義を長い間、担当し、理科教育について常に考えていた。

理科教育の授業では過去から現在までの知識や技術の変遷を教えた。明治以来、日本では戦争が近づくと学校での理科教育の時間数が増え、戦争が終わると少なくなり、その繰り返しがあった。

私は、緩速ろ過処理は生物群集の活躍による浄化なのに誤解されていると気づいて研究をはじめていた。戦前の本、海外の古い文献や本などを苦労して探し、借りだしてコピーして読んだ。現在は海外の大学では古い本をデジタル化し世界中の人に公開して読めるようになり、ありがたいことである。

大学の教員は研究成果を学会で発表し、学会誌でも発表する必要があった。学会誌に発表するには、新しい事実、新しい発見が必要であった。研究は学者間での競争で、新しい分析機器を用いて研究を進めていた。日本は諸物価が上がる中、国からの国立大学への交付金は増えず、研究に使える研究費が段々と少なくなった。研究費を獲得するために応用学部では産学共同研究をし、産業界から補助金を得ることに必死になった。業界からの補助金は、利益を考える業界のためにならないと業界は補助金を出してくれなかった。緩速ろ過

浅い溜池、水田みたいな緩速ろ過池。これなら、簡単に造れる。
これで良いのだ。ろ過水の水質が良ければ良い。

は古くからある省エネ技術で、簡単な仕組みで壊れることがなく、利益を考える業界は敬遠されてきた。産業界からの補助金をもらわないといけない社会では緩速ろ過を研究する人は、日本でも世界でもほとんどいなくなった。

5　アメリカでの緩速ろ過の再認識

私は緩速ろ過の研究情報を得るために、日本水道協会の個人会員になり雑誌を購読した。しかし緩速ろ過に関する情報はほとんど無かった。そこで世界の情報を知るためにアメリカ水道協会の個人会員になり購読した。

アメリカでは1993（平成5）年ミシガン州ミルウォーキーでクリプト原虫による大規模集団下痢事故を受け、アメリカ水道協会は翌年、オレゴン州セーラム市で緩速ろ過の研修会を開いた（図8）。

この研修会で市の浄水場を見て「こんなろ過池で良いのか」と驚いた。ろ過池の壁は土手で、まるで広大な水田みたいだった（図9）。

この会議で元アメリカ環境保護庁のログスドン（Gary S. Logsdon）氏から1991（平成3）年にASCEから出版された緩速ろ過という本を紹介された。私はASCEとは何か知らなかった。彼に問い合わせたら米国土木学会（American Society of Civil Engineers＝ASCE）だった。日本に帰国しアメリカに注文し227ページの本を手にいれた（図10）。この本はアメリカ土木学会環境工学委員会の緩速ろ過作業委員会報告としてログスドン氏がまとめたものであった。この本の前書きに「小規模水道として最適な浄化技術である」と書かれてあった。

表紙の写真は斜め壁で壁には布が敷かれてあった。簡単な図面も本文の中にあった（図11）。河床に埋設した集水管から濁りが無い水を取水し、自然の池の様なろ過池で、粘土で水が漏水しないように

図9　水田みたいなろ過池

水道公論 2022年3月号
58(3)43-53.
生物屋の緩速ろ過池研究
その6：クリプト事故でアメリカでは緩速ろ過の再認識

https://youtu.be/j_NeZ7Z7c_k

図8　緩速ろ過の再認識

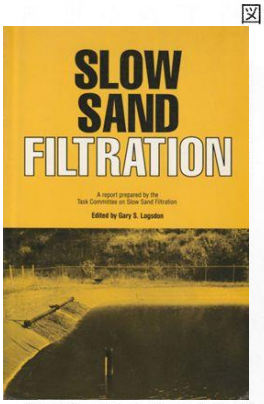


図10　アメリカ土木学会の緩速ろ過本

1991年にアメリカ土木学会でも緩速ろ過の解説冊子を出版。

し、削り取り時に水を抜くので粘土が流れないように粘土層の上に布を被せてあった。伏流水の原水は濁りが無い水なので、目詰まりはしにくいようであった。この情報を知人に知らせたら「この構造なら誰でも造れそう」と言われた。また、ネットで調べたらオレゴン州ウェストファーにある浄水場での削り取り作業時の動画があった（図12）。1993（平成5）年に完成したろ過池の壁は斜めで、その壁の粘土層が削り取り時に落ちないようにシートが張ってあった。

アメリカ環境保護庁によると14万5000以上の公共水道施設があり、給水人口1万人以下の施設

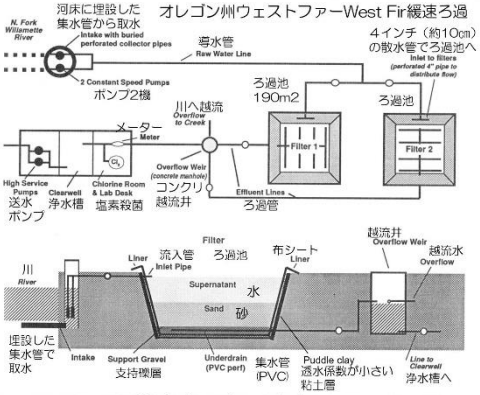


図11　伏流水取水の浄水場フロー

アメリカ土木学会は小規模水道に簡単な仕組みの緩速ろ過を勧めて？いる。

ろ過池の壁は、斜めでその上に布のシート

図12　斜め壁のろ過池

斜め壁の緩速ろ過池を勧めているのかな。

は1万もあり、97％の施設は小規模施設と言われていた。環境保護庁は小規模水道施設に対して安全な水供給のために助言をしていた。

アメリカでは土木工学はCivil Engineerという。英語の意味は住民ための工学だった。日本での土木工学というイメージは大規模開発事業を連想する。しかし英語のCivilは住民のためというニュアンスがあり、センスが大分違う。

日本に英国式の緩速ろ過を勧めてくれたバルトンは、1894（明治27）年に「都市の水道」をロンドンで出版した。その本は、多数の日本の水道について書かれており、ろ過池の壁は斜めでその下は粘土層であった（図13）。WHOから1974（昭和49）年に出版されが緩速ろ過指針には斜め壁で下層は粘土層で、斜め壁の上は石積みの図があった（図14）。上田市にある1923（大正12）年にできたろ過池はバルトンの指導で完成したもので、バルトンの教科書の図面の通りであった。

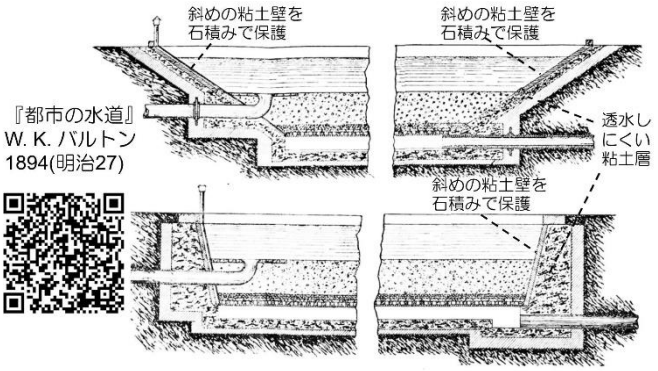


図13　バルトンのろ過池

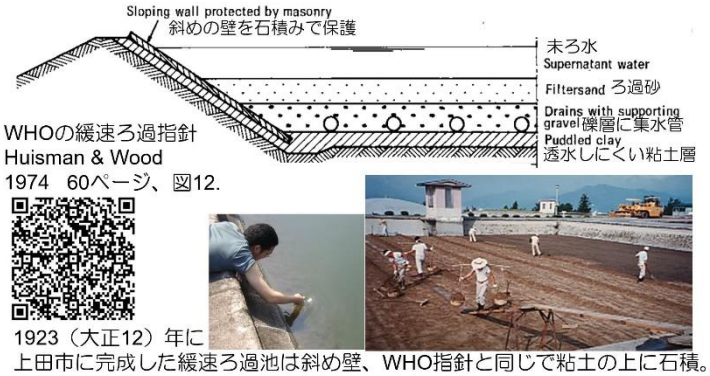


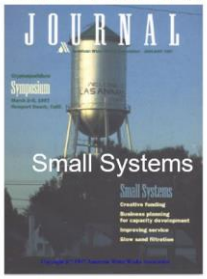
図14　WHO指針

6　緩速ろ過では研究費はとりにくい

ニューヨーク州のコーネル大学で環境工学を専攻している若手研究者ウェーバーシャーク（M. Weber-Shirk）が緩速ろ過の小型装置をつくり、浄化の仕組みを研究して学位を取った。アメリカ水道協会雑誌の1997（平成9）年1月号（図15）は小規模特集で、学位論文の成果の前半「緩速ろ過の物理化学的仕組み」を発表し、2月号では「緩速ろ過の生物学的仕組み」を発表していた。

私は1994（平成6）年のセーラム市での緩速ろ過研修会以降、アメリカでの緩速ろ過の現状を調べに、毎年、アメリカへ出かけていた。アメリカで緩速ろ過の研究をしている若い研究者がいるのが分かり、コーネル大学へ会いに行った。大学に着いて電話をかけたところ、実験室の番号を教えてくれた。直接会って話を聞いたところ、彼は悲しそうに「ボスが学位を取るために緩速ろ過の研究をしても良いが、学位を取ったら、緩速ろ過の研究をしてはいけない」と言われ、「現在は、緩速ろ過の研究をしていない」と言った。緩速

アメリカ水道協会雑誌
1997年1月号　小規模水道特集



コーネル大
土木環境工学
Monroe L. Weber-Shirk

図15　コーネル大の緩速ろ過研究

アメリカの大学でも、緩速ろ過の研究では、
研究費を稼げないので、敬遠されている。

地中に埋めてある水道管は地震に強い。
地表面に出ている水道管は津波で流された。

戦後建設された緩速ろ過では凝集剤を使う仕組み、でも、一度も凝集剤添加をしなかった。

ろ過では簡単な装置で良質な水ができ、省エネで維持管理が楽な技術であり、産業界が好まないので、この研究は産業界から敬遠される。コーネル大学で「省エネの緩速ろ過を積極的に研究している」と産業界に知れ渡ると「業界から補助金が回ってこなくなる」とのことだった。

私も、緩速ろ過の研究で旅費などの補助をしてくれたのは、沖縄県の宮古島上水道企業団と緩速ろ過が開発された英国の大使館からだけであった。日本各地の緩速ろ過を見て歩くための旅費は他の研究で研究費を稼ぎ、またポケットマネーで補填していた。

7　地面に埋まっているろ過池は壊れにくい

2011（平成23）年3月11日に東日本大震災があり、岩手県大船渡市も被害は甚大であった。平野部では津波被害で建物が壊された。水道管で大きな被害があった場所は水路を渡す道路脇に地上部に露出している水道管は津波で破損した（図16・17）。大船渡市の水道管は耐震管でなかったが、地中に埋設していた水道管の被害はほとんど無かったという。

大船渡市には1954（昭和29）年に供用開始した緩速ろ過による浄水場があり、日量1500㌧を給水していた（図18）。河川表流水を取水しているので設計上は濁りで凝集剤を使うことになっているが、建設してから一度も凝集剤を添加することが無かった。大震災でも何ら問題が無く浄水場は機能していた。

コンサルから大震災でコンクリートのろ過池にヒビが入っている可能性があると言われ、ろ過池更新をした。水を抜き、砂礫を除いてコンクリートの亀裂を確かめたところ、コンクリートのろ過池には亀裂が一切無かった（図19）。

地上にある建造物は地震などの振動で被害を受けやすいが、砂と水が入ったコンクリートの地下構造物は地震の振動でもヒビなどが入りにくかった。コンクリート構造物の耐用年数は、陸上建造物についてであり、ろ過池などの地下構造物では、別の基準を適応する必要があると思った。

バルトンが日本に勧めて建設された戦前の緩速ろ過池は斜め壁が多い。WHOやアメリカ土木学会の本にある斜め壁で粘土層の上に石積みの補強をするろ過池は天然の池の構造と似ていた。水田の様で周囲の壁は壊れにくい構造で、見直したい。しかしこの構造は建

図16　むき出しの水道管

図17　津波で壊れた水道管

図18　1954年に完成した浄水場

大地震でも、コンクリートろ過池には、
ヒビが入っていなかった。

濁度は、気泡だった。

設費が廉価で、業界には好まれないかもしれない。

8　濁度は何の指標？ 気泡を測定

広島県で伏流水取水の浄水場で「どうしても濁度が除けない」との相談があり、見に行った。ろ過池をのぞくと透明な水で底では糸状藻類が盛んに繁殖し剥離浮上をし越流管から越流していた（図20）。ろ過水濁度計を見ると、濁度は刻刻変化し、浄水濁度は0・1度を超えていた（図21）。おかしいと思って、計器に入る水をコップに採水して注意深く見たところ、細かな気泡が多数あった（図22）。緩速ろ過池の砂層表面では藻が盛んに光合成をし、酸素を生産していた。溶存酸素濃度が過飽和状態になり、その水が砂層を通過し、採水ポンプで掻きまわされて、刺激を受け気泡が生じていた。この気泡を濁度として測定していたことがわかった（図23）。

濁度はろ過層を濁りや細菌が漏れる指標として、細菌などの検査の代わりに測定するもので、気泡が濁度として測定されるとは想定していなかった。

その後、名古屋市の緩速ろ過の浄水場でも同じような現象を報告してくれた（図24）。溶存酸素濃度の日変化と濁度計の数値の日変化が連動していた。溶存酸素濃度は砂層表面の光合成活動により大きく日変化をする（図25）。

計測値の数値は何を測定しているのかを考える必要があった。

9　基準は意図的に決める

水道水の濁度基準は水道法で決められている。その濁度は、急速

図20　原水が伏流水のろ過池

図22　気泡が生じていた

図21　ろ過水濁度が高い

計器の数値に騙されてはいけない。

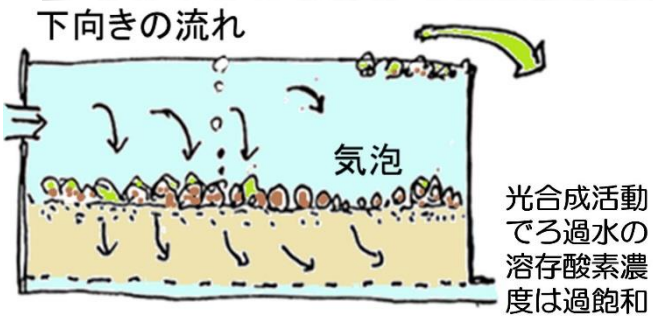


図23　ろ過水は溶存酸素が過飽和状態

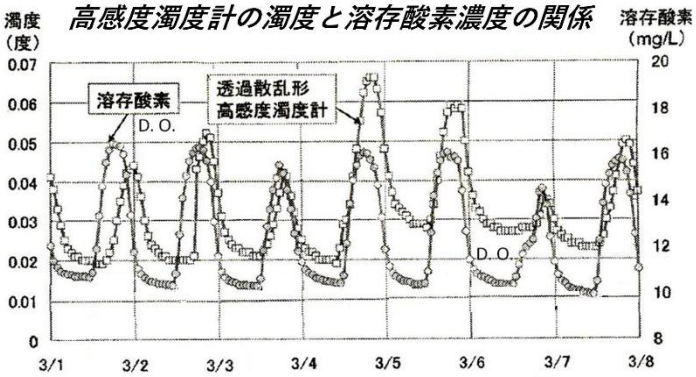


図24　酸素濃度変化と濁度変化が連動

溶存酸素濃度と濁度の変化が連動。
濁度計の濁度は気泡だった。

溶存酸素濃度は、光合成活動で日変化。

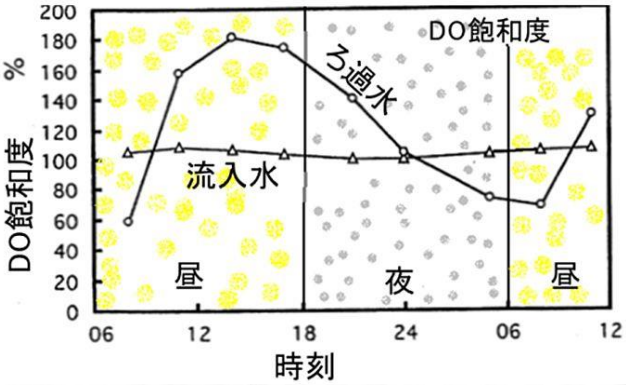


図25　光合成による酸素の日変化

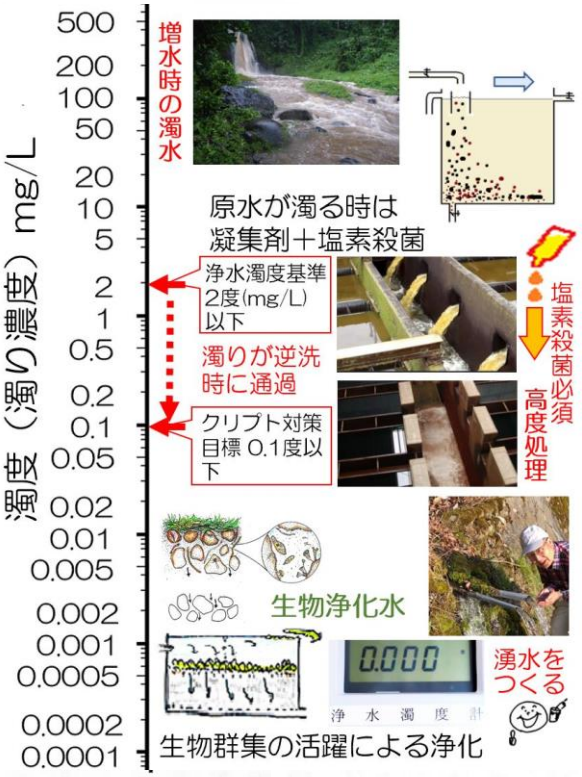


図26　濁度とろ過水濁度

生物群集による浄化された水は、スーパークリーン

ろ過でろ過水を塩素で殺菌すれば良いという基準である。しかし、クリプト原虫により集団下痢事故があり、基準の濁度はそのままにして、急遽、0・1度以下を目標にしなさいということになった（図26）。自然の仕組みの活用の緩速ろ過で生物群集が活躍すれば、浄水濁度は常にスーパークリーンの濁度であった。

緩速ろ過による濁度を基準にすると、戦後盛んに勧めてきた急速ろ過による浄水濁度は、不合格になってしまう。この事から法令で定める濁度基準は、その時の事情で決めるものであるのがわかる。

東日本大震災による原発事故で放出される放射能の許容基準を、次から次へと変えたのを覚えている人が多いと思う。法令の基準濁度と自然現象による清澄さの基準濁度とは違うことを認識する必要がある。

10　月刊「水」に投稿

学会誌は新しい研究成果を完結に書かないといけない。しかし私が研究しだした時は、急速ろ過、高度処理が注目されていて、いくら学会で発表しても水道関係者に伝わらなかった。そこで、水道関係者が読みそうな商業誌の月刊「水」に1993（平成5）年から解説を投稿した。戦前は主流であった古い技術の緩速ろ過の解説を一人くらい書いても良いのではと編集長の小林伸光さんが私の投稿を採用してくれた。

私は月刊「水」では主に、海外の事例で解説した。日本の事例で解説すると、それぞれの自治体の担当者が困惑するので、日本の事例は極力書かないようにした。

私が信州大学を定年退職した2008（平成20）年には、大学での緩速ろ過研究が出来なくなるので、それまでの考えをまとめ、長い解説を投稿した。すると、小林編集長は副題として「理屈でなく、おいしい水を飲みたい。こっちの水は甘いぞ。」と添え書きをしてくれ、2008（平成20）年3月号から3回連載で「ビールが守った現代に通用する理想的な古い技術・省エネ技術でも注目したい生物浄化の緩速ろ過」として発表させてもらった（図27）。残念だが、この雑誌は現在は廃刊になっている。

私は大学で教師として学生に接してきた。毎年、同じような講義を、繰り返してきた。学生に伝えるためにと毎回、工夫をしてきた。

大学の教師は研究成果を学会誌で発表するだけでなく、研究で得た過去の知識を学生だけでなく皆に伝えることも必要と思っていた。

月刊「水」で、何度も、主に海外事例で解説をした。
でも、月刊「水」は廃刊になった。

理屈でなく、おいしい水を飲みたい。こっちの水は甘いぞ。

ビールが守った現代に通用する理想的な古い技術(1～3)
省エネ技術でも注目したい生物浄化の緩速ろ過

その3	大正12(1923)→更新 その2	大正13(1924)完成 その1
http://www.cwsc.or.jp/files/pdf/magazine3.pdf	http://www.cwsc.or.jp/files/pdf/magazine2.pdf	http://www.cwsc.or.jp/files/pdf/magazine1.pdf
月刊「水」2008年5月号14-26.	月刊「水」2008年4月号17-27.	月刊「水」2008年3月号14-24.

図27　月刊「水」で解説

11　教育者として伝えるために本を出す

雑誌に緩速ろ過の解説を書いても、次から次へと発行されるので、その解説は埋もれてしまう。そこで、本棚に入る背文字のある冊子を書きたいと思った。水の浄化や水道に関心を持っている一般の読者や水道関係者に読んでもらおうとし、縦書きで図や写真をできるだけ少なくした緩速ろ過を解説する原稿を書いた。何カ所かの出版社に送ったが、取り扱っている緩速ろ過は読者層が限られ、売れないので出版社として採算がとれないと断られた。

文系の本は読者が多いが、理系の本の読者は数が限られる。そこで多数の著者が分担執筆をし、それぞれの関係者に購入してもらおうとする本が多かった。でも私は単著で詳しく書きたかった。

私が大学生の時、生態学ブームで、生態学関連の本を多数出版していた築地書館なら、もしかしたら出版を引き受けてもらえるかもと思い、打診をして2003（平成15）年に『生でおいしい水道水』を出版することができた。副題は「ナチュラルフィルターによる緩速ろ過技術」である。私は研究技術者なので、技術の解説書を書こうとして2005（平成17）年に『おいしい水のつくり方』を出版、副題は「生物浄化法―飲んでおいしい水道水復活の技術」である。これらの本は既に絶版になったが、アマゾンなどで古本の値段を調べると、元の値段の数倍で販売されていた（図28）。

私は信州大学を2008（平成20）年3月に定年退職をしたが、JICAなどで発展途上国の人へ「緩速ろ過は名前で誤解されてきた。生物浄化法と言い直す必要がある」と教え続け、海外での経験も増え、新しい知識が増えた。そこで、技術解説本を大幅に増補改訂しようと考えた。

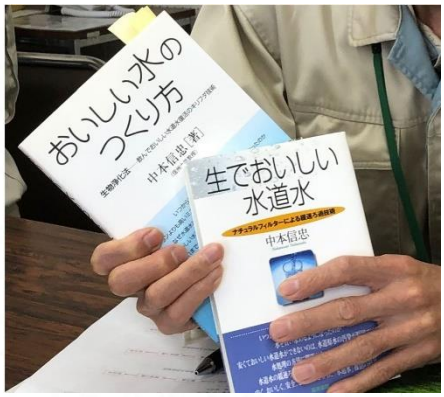


図28　生物浄化法の解説本

私は若い学生でも購入したいと考える様に廉価な解説本を考えた。そこで2021（令和3）年に信州大学繊維学部同窓会の出版事業として出版してもらった（図29）。

12　定年退職後、海外で求める人へ

信州大学に勤めていた時は、授業、研究室の学生につきあい、また会議など、本当に忙しかった。地方大学は教員の数も少なく、講義が多いし、用事があっても休講をすることができなかった。学会などで休講をすると補講をしないといけないが、カリキュラム上、補講の時間が取れず、大変に苦労をしていた。

私は定年退職の数年前からJICA研修のお手伝いもするようになった。

発展途上国の人々は、本当に安全な水を得るのに苦労をしていた。日本は水が豊富で良質の水源があり、発展途上国と比べると恵まれていた。

発展途上国の水事情を調べると、各国からの発展途上国への援助として大規模の急速ろ過の浄化施設

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29　最新の解説本

2002年に「生でおいしい水道水」、2005年に「おいしい水のつくり方」を築地書館から出版。でも絶版になり、2021年に「おいしい水のつくり方―2」を信州大学同窓会から出版。普通の本屋に並んでいないので、直接に注文を。

長野県でも JICA 研修をしたことがある。自然の仕組みの活用の生物浄化法は、過疎の地域に向いている。小規模でもできる。維持管理が容易だ。

を建設していた。しかし最新技術は、発展途上国の経済事情や、技術力では維持管理できていなかった。

日本でも戦後、化学薬品処理の急速ろ過が普及した。また公務員の人員削減により、担当職員は数年で転勤するのが普通になった。その結果、高度技術の急速ろ過の仕組みを理解するのは大変になった。そして、高度浄化施設の維持管理を外部の専門業者に委託せざるを得なくなった。

私は日本でもアメリカのように簡単な仕組みの緩速ろ過を再評価してもらいたいと思い、解説を発表してきた。海外は任期制職員が多いが、日本の現状は、それと同等になってしまっていた。私は日本への緩速ろ過の普及啓発は、半ば諦めていた。

私は定年退職の機会に、日本でなく海外で求める人へ生物浄化法を教えようと考えた。幸い、JICAは発展途上国へ緩速ろ過の普及を応援してくれた(図30)。しかしながら、発展途上国の水道関係者は、任期制職員の割合が多く、研修で伝えても、数年で退職したりし、伝わりにくかった。発展途上国は、先進国からの援助を期待し、援助で最新施設を建設してもらった方が見栄えが良く好まれた。しかし「その国に適した適正技術」というのがあるが、その考えは伝わりにくかった。

私は年齢を重ねてきたので、そろそろ海外へ行くのを止め、海外から日本へきてもらおうと考えた。そのためには、日本でも緩速ろ過処理を理想的な構造、理想的な維持管理をしてもらいたいと思った。そこで本連載で『おいしい水のつくり方―2』の解説を書かせてもらっている。

図30　2008年は長野県でもJICA研修

13　技術には地域性がある

近代水道は人口が都市に集中し、汚れた水源の水を浄化するために200年前の英国ロンドンで緩速ろ過が生まれた。アメリカで細かな濁りを凝集剤で沈殿させ、粗い砂でろ過し、最後に塩素で殺菌をする急速ろ過が開発された。

過疎の地域では、降雨による濁りは滞留時間が数時間の沈殿池で沈んだ。浅い緩速ろ過池では生物群集が活躍して浄化できた（図31）。緩速ろ過は自然界の湧水を人工的につくる仕組みで水質も良い（図26、前出）

最新の浄化方法は化学薬品を多用し、機械化し、水道業界は盛んに宣伝をした。人々は、最新技術を好んで導入した。しかしながら機械は5年、10年と使うと故障し、修理が必要で、部品が無くなると機械を替える必要が生じた。

水道施設の建設には莫大な経費が必用で補助金を得て建設されていた。海外でも、援助国からの補助で建設されていた。しかし、発展途上国では最新の施設は、維持管理ができず、困っている浄水施設が多かった。小島貞男先生も、地域に適した浄水処理があると言っていた。緩速ろ過処理は沈澱池と緩速ろ過池しかなく、電気も必要なかった。単純な構造なので壊れにくく、数十年、使い続けている施設も多数ある。

人口が減少してもその地域の住民が維持管理できる持続可能のインフラという視点で、その地域に適した技術に注目する必要がある。緩速ろ過施設なら、小規模でも簡単に建設可能で再認識したい。

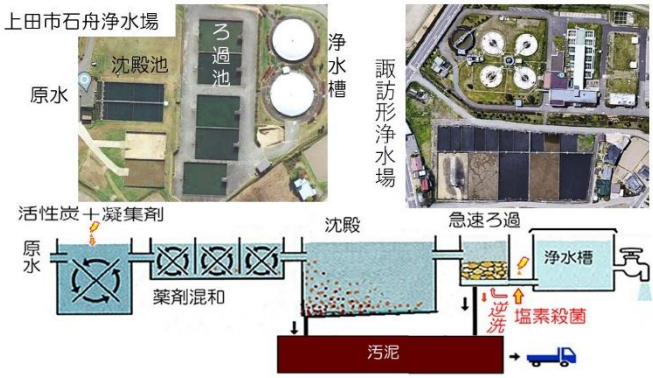


図31　見直したい緩速ろ過

生物浄化法は、簡単な仕組み。自分らで維持管理できる。