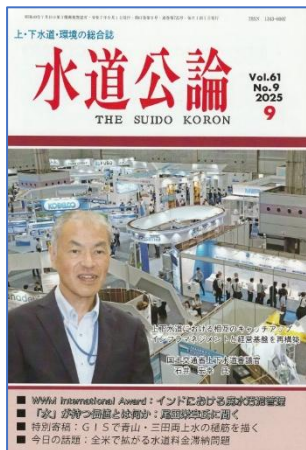




生物屋の緩速ろ過池研究

その48 巨大サイクロンに襲われ多くを学んだ

信州大学名誉教授 中本 信忠

サモアは、熱帯の島国。雨期は、濁りの水が凄い。

1 ろ過閉塞防止の鍵は浅い水深

サモアのアラオア (Alaoa) 浄水場はドイツの援助で1984 (昭和59) 年から87 (昭和62) 年に緩速ろ過池を建設した。しかし熱帯の雨期での濁りでろ過池が目詰まりするので、沈殿池と上向粗ろ

過池を2000 (平成12) 年に建設した(図1)。それでも雨期の河川の濁り水で浄水場のろ過池が目詰まりし困っていた。

2010 (平成22) 年4月から2013 (平成25) 年3月の3年間に、国際協力機構 (JICA) の (地域提案型) 草の根技協「サモア水道事業運営 (宮古島モデル) 支援協力」で雨期に3週間から1月間の短期専門として、浄水場の維持管理改善に宮古島市の職員と一緒に、私と新潟市の荒川

組んだ。ろ過池の水深が2m近く、池が浅かった。浅いろ過池では底の砂面で藻の繁殖が良く、流入してきた濁りは藻に絡みついて浮いていた(図2)。浅い水深の

図1 アラオア浄水場



ろ過池の水深が2m近く、池が浅かった。浅いろ過池では底の砂面で藻の繁殖が良く、流入してきた濁りは藻に絡みついて浮いていた(図2)。浅い水深の

ろ過池では、藻が盛んに繁殖していた。水深が浅いと底の水圧が小さい。光合成が盛んで酸素の気泡が生じやすく、その浮力で藻は底から剥離浮上しやすかった。その際、底に溜まっていた泥と一緒に藻が水面に浮上していた。深いろ過池では水面に藻が浮いていなかった。底の砂面を金網の採取道具で採取したところ、底には泥が大量に蓄積していた。その泥を水中で揺ると、泥の中から藻が表れた(図3)。この藻は雨の影響が無い時に底で藻が繁殖していたと考えられた。

私たちは水道公社総裁や技術職員のリーダー達に「ろ過池の水深を浅くし、ろ過池の底で藻を繁殖させるのが良く、藻が剥離浮上しやすい状態にするのが浄化の鍵」と解説をした(図4)。

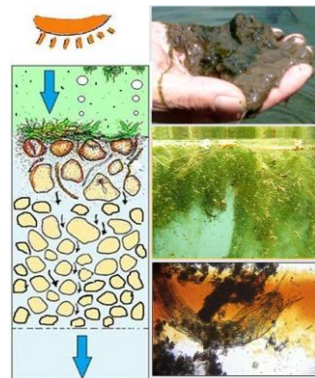


図2 浅いと藻と動物が活躍

ドイツは濁り対策で、最新の上向流粗ろ過を導入した。

水深が浅ければ、砂面上で藻が繁殖し、微小動物が活躍する。濁りが来ても、藻は泥を補足し、浮き上がる。目詰まりしにくい。

水深を浅くするのが鍵と、水道公社総裁を説得。

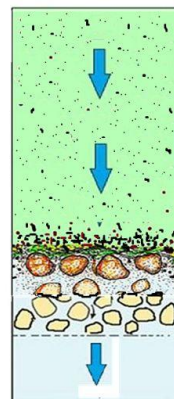


図3 深いと泥が蓄積



図4 水道公社総裁に解説

また指針にある花崗岩質の固い砂はサモアには無く、ろ過砂をオーストラリアから輸入するしかなく、補砂を十分にできなかった。私は「ろ過砂は必ずしも花崗岩質の固い砂でなくても、川砂なら、どんな砂でも良い」と助言した。し

サモアは熱帯、生物活性が高い、モデルで証明しようとした。

かしサモアには大きな河川が無く、細かな砂を大量に確保できなかった。そこで「河口付近の海の砂を採取して洗って使えば良い」と勧めた。

その結果、水道公社は水深を浅くするために河口付近の海岸の砂を購入し、ろ過池に入れたした。

またサモアは熱帯なので生物活性が良いのに、当時の英国式の標準ろ過速度は1日に4・8メートルなのに、ドイツのコンサルが作成した指針のろ過速度は1日に3メートルであった。緩速ろ過 (Slow Sand Filtration) という用語のため遅い方が良いと考えていた。

当時、テムズ河の栄養塩濃度が高く、テムズ水道のろ過池では藻の繁殖が凄く、微小動物の活躍も大きかった。その結果、溶存酸素濃度の日変化が大きくなっていった。そこで現在のテムズ水道会社ではろ過速度は1日に12メートルと速くしても大丈夫であった。

サモアは水温が高く生物活性が良かった。私は「サモアではろ過速度は速くても良い」と考えた。私は指針のろ過速度は1日に3メートルだが、ろ過速度を速くしても水質は

深いと底に泥が蓄積し、目詰まりする。

問題ないという証拠をつくり、サモア水道公社の技術者に説得しようと考えた。私たちと沖縄の関係者は緩速ろ過モデルを作成し、ろ過速度を1日に5メートル、10メートル、20メートルとの3段階で、ろ過効果を確かめる実験をしだした (図5)。



図5 バケツモデルを作成

2 藻の効果を確かめるため 溶存酸素濃度を測定

荒川さんは緩速ろ過池では藻が繁殖するのでその活性を測定する事が必要と考えていた。荒川さんはハック社製の蛍光式溶存酸素計

2012年2月14日
(14:30~15:00)

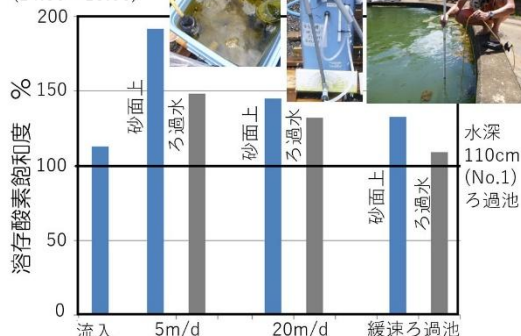


図6 藻の影響を測定

を2台も持参してくれた。

2月14日午後2時半から3時にろ過池流入水の溶存酸素濃度は100%であった (図6)。緩速ろ過モデル装置の砂面上に藻が盛んに繁殖している時、砂面上とろ過水の溶存酸素飽和度を比べた。ろ過速度が1日に5メートルの場合、砂面上の酸素飽和度は過飽和で190%近くになり、ろ過水も高くなっていった。ろ過速度を1日に20メートルと速くしても過飽和状態であった。ろ過速度が速い方が砂面上とろ過水の酸素飽和度の差が小さくなっていった。また水深が110センチメートルと浅

全てのろ過池の状態を見ながら、一カ所で、ろ過速度を調節する仕組み。

サモアの浄水場の仕組みは、大変に勉強になった。

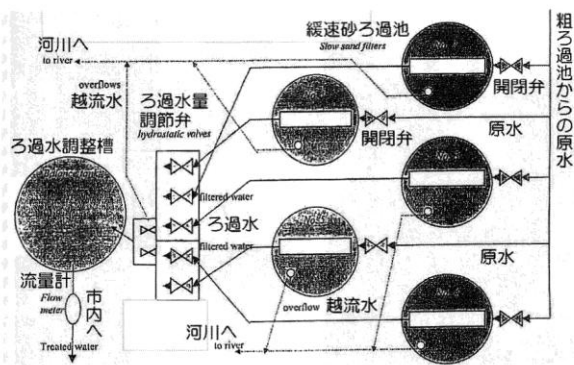


図7 ろ過池と流量弁の配置

ろ過池での砂面上とろ過水の酸素飽和度を比べたが、やはり過飽和状態であった。
浅い水深だと砂面状で藻が繁殖しやすい、光合成が盛んで気泡が生じやすかった。気泡の浮力で砂面から藻が剥離浮上しやすくなるのを確かめることができた。また生じた気泡は砂層内を好氣的に保ち、砂層内の細菌や微小動物が活動するのに良い環境になった。この結果は「水深を浅くするのが良い」と説得するのに役だった。

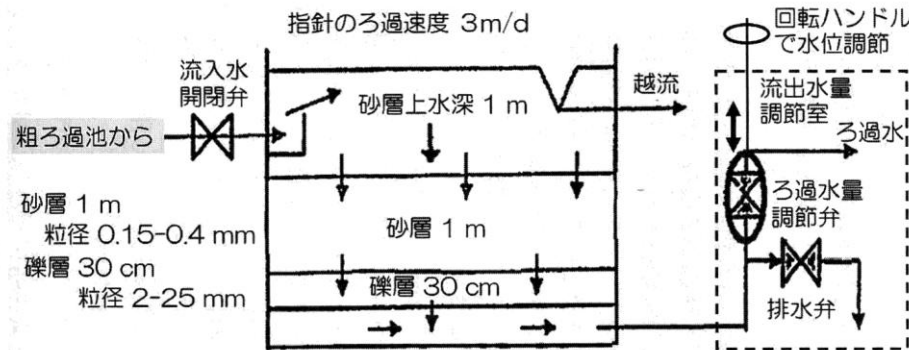


図8 流量調節の仕組み

アラオア浄水場は自然の地形を利用し動力を使わない浄化システムである。この浄水場の全てのろ過池のろ過水量調整弁は1カ所でバルブ操作をする仕組みであった



図9 ろ過池を見ながら操作

各ろ過池のろ過水量を調節する際、ろ過した水がどの位、流出しているかはハンドル操作している屋根の下室内に入らないと見ることができなかった。実際にどれだけのろ過水ができ、ろ過池毎にどれだけのろ過水ができていたかは調節弁からの溢れる水量でしか

(図7)。建設時にはろ過水調整槽からの出口に水量計があったが、私たちが10年後に調査を始めた時には流量計は無かった。
浄水場に泊まり込んで長く浄水場を管理しているパウロは各ろ過池の水位と越流管の状態を見ながら、バルブを操作していた(図8、図9)。

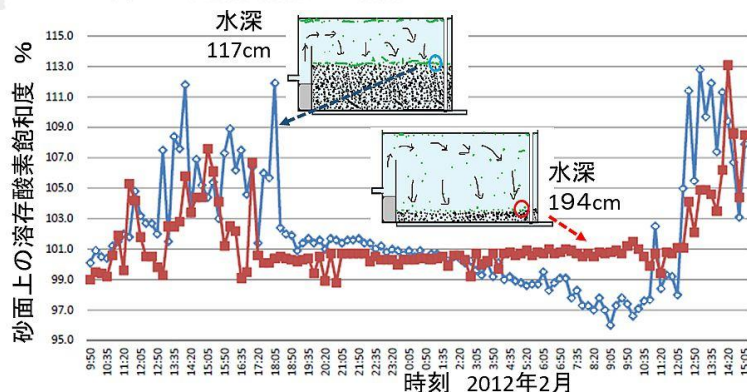


図10 水深と藻の繁殖影響

判断できなかった。
各ろ過池からのろ過水量を調節した後、個別に三角堰をつくり、水量を測定できたという検討できると思った。
2012(平成24)年2月にろ過池の砂面上に溶存酸素計のセンサーを沈め、酸素飽和度の日変化を調べた(図10)。水深が117センチと浅いろ過池では、溶存酸素飽

砂面の上の溶存酸素濃度は、日中だけ高い。
浅いと生物が多いので、夜に少し酸素濃度が下がる。
でも、深いと、藻や微小動物が少ないからか、変化しない。

ろ過調節室の屋根のハンドルを手動で調節。でも、実際のろ過速度は、室内でしか見られない。

100年に1度位の巨大サイクロンに襲われた。浄水場の管理小屋も増水で、流木に埋もれた。ろ過池も水没。流木だらけ。

バケツモデル実験始めたばかりで、中断。

和度の日変化が大きかった。水深が192センチと深いろ過池では、日没後から日の出から正午近くは、溶存酸素飽和度はほぼ一定であった。

水深が浅い池は、日没後の数時間は過飽和状態で、その後、日の出まで少しずつ飽和度が低くなった。日の出後には急に飽和度が高くなった。これらの結果から浅いろ過池の方が、生物群集の活躍が活発と推定された。ろ過水の溶存酸素濃度でも比較したかったが測定し損ねた。

3 巨大サイクロンが浄水場を襲った

バケツでのろ過速度を変えての実験を開始した初日、2012(平成24)年12月13日、数十年に一度という規模の巨大ハリケーンのエバンがサモアを襲い、浄水場は壊滅的な被害を被った(図11)。私たちが宿泊していたアピア湾の海岸と川沿いの大きなアギー・グレイス・ホテルも水害に襲われ1階の半分は水没した。2階に逃げて1階の屋根伝いで安全な場所に避難した(図12)。私たちは何もできな



図12 ホテルも水没



図11 サイクロンが浄水場を襲う

くなり、やっとの思いで12月15日のニュージールランド航空の臨時便でサモアから脱出でき日本に無事に帰国した。図中QRコードで巨大ハリケーンの影響を見てほしい。ハリケーンで海拔1500mの河川沿いの谷の狭い平地にあるアラオア浄水場への道路も不通になった。4日後の12月17日にやっと浄水場への道路が開通し、サモアJICA事務所の企画調整員の川畑博司さんが浄水場に行き写真を撮り送ってくれた。想像を絶するハリケーンの被害であったのがわかった。浄水場は水没し、大量の大きな流木が入り込んでいた(図13)。ろ過池の中にも大きな流木が入り込み、取り出すのに苦労していた(図14)。この写真を注意してみると、ろ過池の中に入っている人から判断すると補砂して浅くしたろ過池だった。驚いたことにろ過水量調節弁からの水は透明で、濁り除去という浄化機能は損なっていない(図15)。

ろ過水量調節弁をハンドル操作して流出水位を高くしても流出水量が多いろ過池があった。この池は補砂して水深を浅くしたろ過池

4 巨大サイクロン後の浄水場

巨大サイクロンに襲われてから1年後、2013(平成25)年2月8日にサモアに行った。浄水場には流入してきた流木は完全に撤去されていた。ろ過池は5つとも



図13 流木だらけの浄水場

流木は、直ぐに、チェーンソーで、切って、取り除いていた。

高級ホテルも、1階は、水没。

この状態でもろ過ができていた。 ろ過池に入った流木も取り除いた。



図15 きれいな水ができていた



ろ過池

図14 ろ過池から流木を取り出す

ろ過水の溶存酸素濃度 2013年2月8日午前10時

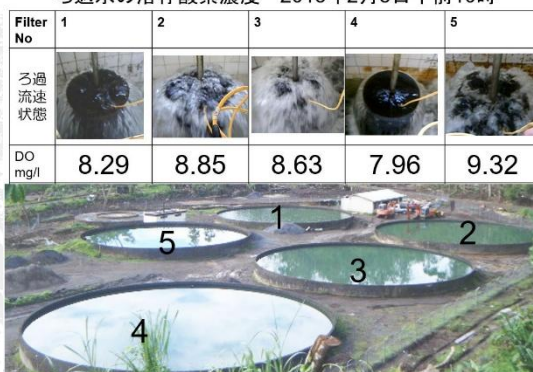


図16 ろ過状態と溶存酸素濃度

5 目詰まりしたろ過池での
間違い作業に驚く

雨期に豪雨があると、流入する濁りを沈殿池や上向流粗ろ過池で除ききれず、ろ過池まで泥水が入りろ過池はすぐに目詰まりして

使われていた。各ろ過池からのろ過水量調節弁の流出状態と溶存酸素濃度を午前10時に調べた(図16)。ろ過速度が早い池の溶存酸素濃度が高かった。何とか、ろ過池毎のろ過速度を測定しようとしたが、上手く測定できなかった。

補砂を勧めたのでろ過池水深は浅くしたみたい。



図17 間違い操作

困っていた。
目詰まりしたろ過池の砂面状の汚泥除去作業で、とんでもない事をしていたのに驚いた(図17)。ろ過池の砂面状に泥が蓄積し排水をしようとしても中々、水が抜けなかった。砂面に窪みをつくり吸引ポンプで水を排出していた。さらに大きなユンボ(シャベルカー)で砂層上部を掻きまわし、砂

面上の水を下に抜けるようにしていた。
そこで私は砂層採取道具で砂層を柱状に採取し、現場を仕切っていた技術者のパッチ(Patch)に砂層断面を見せた。「汚れているのは、砂層上部だけ」と現場で解説をした。「砂層上部を掻きまわすと汚れが下部へ入りろ過水が汚れる。それは絶対にしてはいけない」と強調したが納得したかはわからなかった。彼等は「断水するより、多少汚れた水でも供給する方がよい」と思っていた。
実際にろ過水量調節弁室の水は透明でなく、茶色に濁ってしまった。サモア水道公社の技術者たちは緩速ろ過池の構造や濁りの捕捉の仕組み、生物群集の活躍についての理解が不足していた。
そこで工務部で技術者を集めて浄水場のろ過閉塞の原因と対処法、藻や生物群集の活躍による浄化の仕組みを解説した(図18)。私は毎年、この様な解説をしていたが、技術者たちは仕組みを理解するのは難しそうだった。そこで私たちは工務部にモデルを組み立てて、解説図を掲示し(図19)、何とか浄水

とんでもない、間違い処理。砂を掻き混ぜたら、泥水が通過する。

短期専門家で、年に1回、3から4週間だけサモアへ。それでは、中々伝わらない。任期制職員が大部分で、伝えても、直ぐに、居なくなる。伝えるのは大変だ。

そこで、何とも解説をした。説明図をラミネート加工して壁に掲示した。モデルをつくり、その解説をもした。



図18 技術者に解説



図19 モデルを作成

浅い水深の方が、生物活性が良くなる。

毎回、「緩速ろ過は、生物群集の活躍による浄化。浅い水深なら、藻が繁殖し、酸素をつくり微小動物が活躍するなら、目詰まりもしにくい」と解説を続けた。

サモア水道公社の大多数の技術者や作業員は数年の任期制職員であった。これらの人達は「緩速ろ過 (Slow Sand Filtration) という用語」のイメージで、緩速ろ過処理は「生物群集による食物連鎖が鍵」というのを理解するのが難しかった。

6 水深を浅くし生物活性を高める

アラオア浄水場にはろ過池が真っ黒になっていた池があった。注意してみると、流入部付近は藻が繁殖し、水面に浮上してきた藻があったが、流入部から遠いところのろ過池の半分近くが黒くなっていた (図20)。黒い部分を採取してみると底には泥が蓄積していて硫化水素臭があった。この部分は溶存酸素が無くなっていた。ろ過水量調節弁のろ過水は硫化水素臭が無かった。流入水がろ過池に入ってくる近くの場所だけ水が流れてい

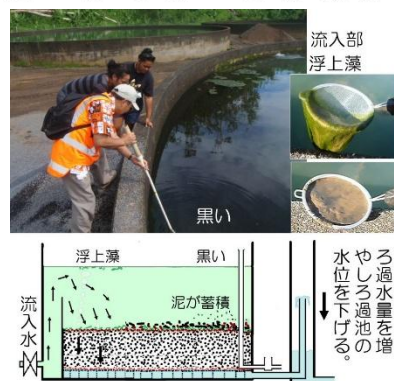


図20 ろ過池が黒かった

て、流入部から遠い部分は濁りが来た時の泥が蓄積していた。

そこで荒川さんと一緒に、ろ過池の水位を下げるために、ろ過水量調節弁の水位を下げ、ろ過速度を上げるようにした。その結果、だんだんと黒い部分は無くなった。この状況と対処法を技術者たちにも解説をした。

沖縄での約1カ月間のJICA研修に参加した事がある技術者たちは、私たちが何回も「水深を浅くすることが鍵」と解説したことを覚えてくれていた。

サモアの首都アピア用には3つの緩速ろ過処理による浄水場があった。アラオア浄水場は海拔150メートルに位置し、首都アピアの東半分の地域へ給水していた。ウポ

ル島の横断道路の中腹、海拔460メートルに規模が小さいマロロレイ (Malololetai) 浄水場があった。この浄水場を担当していたジェームズ (James Tamesese) らはハリケーン後にろ過池を更新する際、ろ過池の水深を浅くするため越流管の長さを短くした。その結果について2014 (平成26) 年6月に名古屋市で開催した第5回の国際緩速ろ過会議で発表してくれた (図21)。

その結論は「水深を浅くするとろ過効率を良くする。水深が浅いと藻が繁殖し藻が剥離浮上する。ろ過抵抗が無くなる。泥の除去効果が良くなる。藻の繁殖は自動泥



図21 浅い水深の効果を発表

水深を浅くするのが良いと、何度も解説をした。

2014年の名古屋でも国際緩速ろ過会議で、サモア水道公社の若い技術者3名が、水深を浅くしたら良くなると発表した。でも、この3人とも、現在は、サモアに居ない。

プールの底の汚れを水中掃除機みたいの
で、除いていた。

除去効果がある。砂面の削り取り
回数が減り、人力に余裕ができた」
であった。

この3人とも任期制技術者で
あった。残念なことに全員、数年
後にはサモア水道公社から転職し
てしまった。また素人の技術者が
担当するようになった。

7 生物活性層を全部除いて
はいけない

私はホテルのプールの底に溜
まっている泥などを除くのに、水
中掃除機みたいなものを使っている
のを見たことがあった(図22)。

私はサモア水道公社への支援時
期と同時期、フィジーでの雨水利
用タンクを用いた村落給水事業に

フィジーの村落給水で、生物浄化法を広めた。



図22 プールの底のゴミ掃除

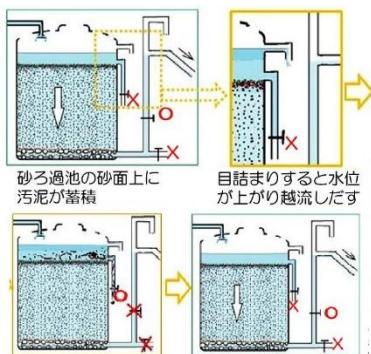


図24 砂面上汚泥の除去方法



図23 フィジーの村落給水装置

も協力していた(図23)。浅い水深
の砂ろ過層の上に藻の死骸などが
大量に蓄積した場合、それを取り
除くのに、砂面上排水を利用して
排泥する方法を勧めた(図24)。こ
の方法では砂層を掻きまわさず、

砂層内で活躍する生物群集を除か
ず、砂層も汚れないので良かった。
この話をテムズ水道の研究者に
知らせたら「ろ過池の水を抜いて
砂面を削り取る作業は、砂層上部
で活躍する生物群集が除かれるの
で、砂層上部で生物群集が発達す
るのに日数がかかる。テムズ水道
でも、水中掃除機みたいので砂面
を吸引して除く実験をしている。
また水を抜かないで水中ロボット
を使って砂面上部を除く実験もし
ている」と教えてくれた(図25)。

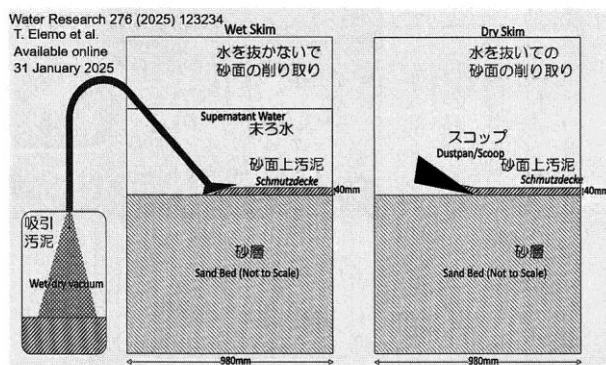


図25 砂面上汚泥をサイホンで除く

8 砂層を全部の削り取って しまった

宮古島市が中心のサモア水道公
社への支援の後、沖縄県企業局
が中心になり、サモア水道公社へ
の支援は続けていた。私は、20
16(平成28)年雨期の1月末か
ら2月にサモアに出かけた。

ろ過池の砂面の削り取り作業が
あるとこのことで浄水場を見に行っ
た。水没した現地の当直人用の建
物は2階建になり、1階は柱だけ
になっていた。ろ過池の水深は深
く、削り取り作業は大勢の人数で
行っていた(図26)。ろ過池に入っ
て見ると、流入水から水面までは
187センチで、このろ過池の水深は
170センチであった。流入部付近は
ろ過池下部の礫層と緩速ろ過用の
砂層との境に敷いた防草シートが
見えていた(図27)。

別の日に浄水場に行ったところ、
防草シートが全面に見えていて、
シートの上に緑色の藻があった
(図28)。また、ろ過池の傍には、防
草シートの端くれが捨てられてい
た。

テムズ水道でも、砂面の汚れは、水中掃除機みたいので、
除く実験をしていた。

フィジーで砂面上の汚れを除くのに採用した。

ハリケーン後、砂が汚れていると思
って、砂を全部除いてしまっていた。

ハリケーン後、管理棟は、水没
しても大丈夫なようにした。

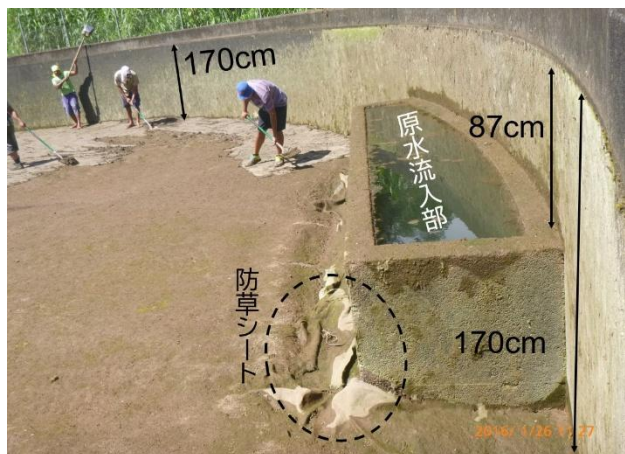


図27 砂がほとんど無い



図26 砂面の汚泥除去作業

砂が無くなり、水深が深くなった

水深が2倍近い過池はろ過砂が完全になく、下部の支持礫層だけになっていた。この状態は細かな砂層と、砂層上部で活躍する生物群集による浄化にはなっていない。単に礫層によるろ過の状態であった。

せっかく荒川さんと3年間、苦勞して水道公社を説得し砂を補砂してもらったのに、全てのろ過砂を取り除いてしまっていた。ハリケーンで泥水がろ過池に入り、砂



図28 砂が完全に無い

9 沈殿池の排泥は大変、沈殿池の代わりに上向流粗過が良い

私は12月から2月までの雨期に短期専門家として1月近く、何回かでかけたが、沈殿池の清掃作業を見たことが無かった。水道公社の人の写真を見ると沈殿池（槽）に溜まった泥の排出は大変な作業であった。指針によると底の排泥弁を開いて排泥することになっている。構造はすり鉢状で中心に底に沈んだ泥は排出される仕組みであるが、排泥弁を全開にしても泥は流れださなかった。排泥管の位置から推定すると、すり鉢状の

底の礫層の上に、防草シートを敷いたが、それまで取ってしまっていた。

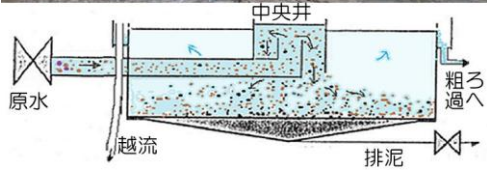


図29 沈殿池の清掃が大変

傾斜角度は大きくないと思われた。指針を読み直すと「底からの排泥は、少なくとも毎週、排泥する」とあった。「排泥を頻繁に行わないと泥が固まり、排泥管内の泥も排泥しにくくなる」とも記載されていた。

この指針通りに排泥作業をするなら、雨期、泥水が来るような期間は、1週間ではなく、もっと頻繁に排泥をしないといけない。でもこの作業を行っていないかった。

どうも指針通りの作業をしていなかった。仮に指針通りに排泥弁からの排泥作業をしても、中心の排泥管の口付近の泥は排泥されても、周囲に蓄積した泥は傾斜が緩

沈殿槽の仕組みも理解していなかった。何度も説明しても、短期専門家では、伝わりにくい。

上向流粗ろ過は、目詰まりしないので、建設してから10年間一度も、排泥をしていなかった。排泥弁を探して、初めて排泥をした。



図30 粗ろ過の汚泥除去

茶色の泥水が排泥された。

また、粗ろ過の礫を1年に一度程度、塩素添加して礫表面や粗ろ過

槽の中の微生物群集は残した方

指針には上向粗ろ過には抵抗を測定する指標管があり流入水の水

槽で生物が活躍するのを防ぐのが良いとあった。

験の汚泥に似ていた。



図31 沈降性が良い汚泥

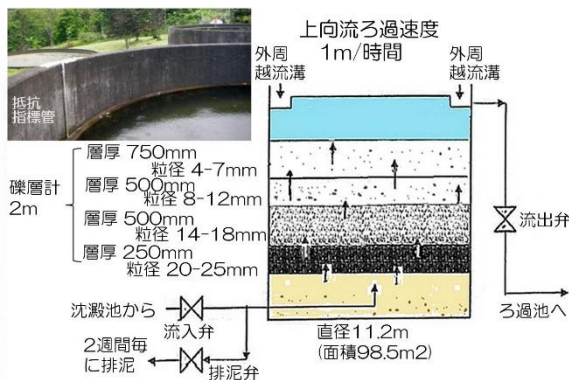


図32 上向流粗ろ過の仕組み

排泥された泥水と瓶に入れると、沈降性が良い。きれいな水になった。

が「良い」と考えている。

多層的の粗ろ過だ。砂利層の上に、水があった。砂利層の上に泥が少し溜まっていた。濁り水が大量に入ってくると、この泥水がろ過池まで流れて、目詰まりさせると推測した。

上向流粗ろ過槽は、単なる礫表面への吸着だけでなく、粗ろ過槽では微小生物群集が活躍する、生物活躍槽だった。

WHOの緩速ろ過指針は、細かな砂での濁りを機械的に除去すると考えていた。

も濁りが無い、しかし雨が降り、河水が濁ると、濁った水が沈殿池を通過し、上向流粗ろ過槽へも大量に下部から流入する。泥水は小石（礫）層を通過してしまう。山の溪流の礫河川での現象と似ている。

荒川さんらと泥水が流入した時、沈殿池への流入量を減らし沈殿池での沈殿効果を大きくすると上向流粗ろ過槽でも濁り除去効果が大きくなるのを確かめた。

上向流粗ろ過槽は10年間も目詰まりしていなかった事実は凄い。排泥もバルブ操作だけで簡単にできるのも凄い事である。

10 上向流粗ろ過は礫層全体で生物群集が活躍している

緩速ろ過処理の再認識は薬品処理の急速ろ過処理で発癌物質が生じるリスクがある事である。そこで世界保健機構（WHO）は化学薬品を使わない安全な浄化法の緩速ろ過指針を1974（昭和49）年に出版した（図33）。この指針では緩速ろ過処理は基本的に細かな砂でのゆっくりろ過と解説がなされている。指針にある緩速ろ過処理



図33 緩速ろ過指針

理の図のろ過池水深は1.5メートルである（図34）。生物処理という記述があるが、私が主張する「藻の繁殖と微小動物の活躍による浄化が鍵」という認識がない（図35）。むしろ藻が繁殖するのは良くないという考えが基本であった。

急速ろ過処理では原水の濁り対策で凝集剤を使うのが問題になった。そこでブラジルのサンパウロ大のベルナルド（Luiz Di Bernardo）が修士の学生と一緒に濁り水対策で上向流粗ろ過を検討し1980（昭和55）年に修士の学位論文として発表をした。英国で初めての国際緩速ろ過会議が1988（昭和63）年に開かれ、ベルナルドはこの成果を発表した（図36）。この会議ではスイスのウェゲリン（Martin Wegelin）は過去の粗ろ過について発表した。

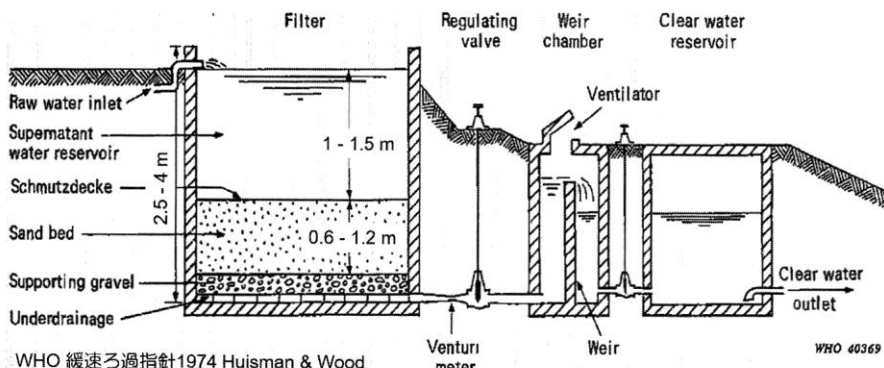


図34 水深が深いろ過池

この会議で粗ろ過が話題になり、国際共同調査が行われた。その成果をウェゲリンがまとめてスイスから1996（平成8）年に出版した（図37）。この指針でも「粗ろ過は生物群集の食物連鎖が鍵」と



図36 上向流粗ろ過の開発

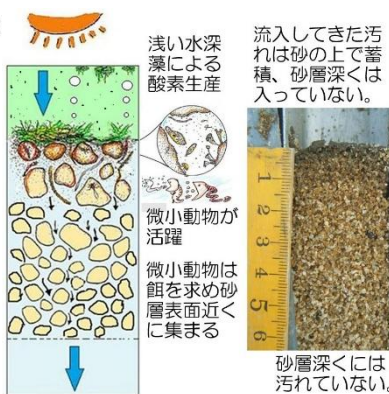
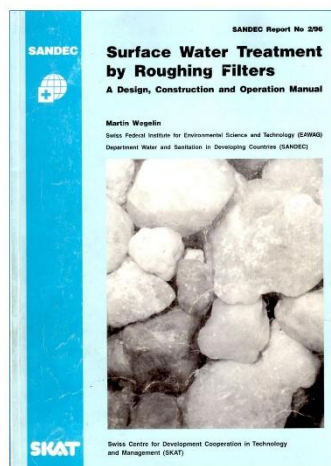


図35 藻と動物が活躍

は言及していなかった。生物屋である私の考えと違っていた。緩速ろ過処理は細かな砂の層でのろ過である。水の粘性の関係で早く水は流れない（図35、前出）。細かな砂の間では水はゆっくり流

水深が深ければいい。

1996年の粗ろ過指針は、礫表面への濁りの吸着が、濁り除去が大きいと考えていた。



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



Martin Wegelin
Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology

図37 粗ろ過指針

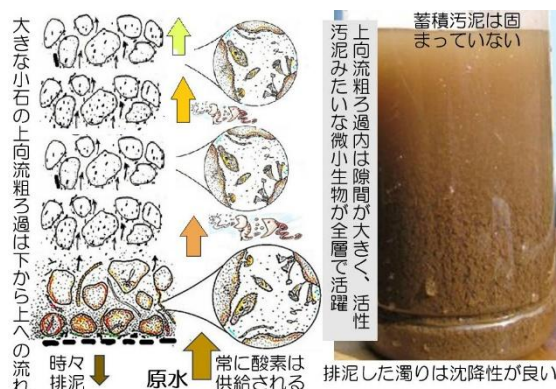


図38 全層で生物が活躍

粗ろ過は、礫間で生物群集が活躍していた。

れるので生物群集は安心して活躍でき生物活性層は餌がくる砂層上部に集中する。

上向流粗ろ過内の汚泥は活性汚泥みたくである(図38)。上向流粗ろ過槽内では汚泥の小さな塊が礫間で動き回っている。上向流粗ろ過槽は下から常に原水が供給され、原水と共に溶存酸素が供給される。粗ろ過槽内は酸素不足にならない。上向流粗ろ過槽の全層で生物分解が行われ、全層が生物活躍層であった。

上向流粗ろ過槽の礫は大きいので、流速を早くすることもできる。その場合、濁りの捕捉が不十分になり粗ろ過槽を通過してしまう事

がある。十分に容量が大きな粗ろ過槽が必要である。また多段にするのも良い。

私は濁り水対策で沈殿池(槽)の代わりに上向流粗ろ過槽にするのが良いと思っている。

1980(昭和55)年にブラジルで、緩速ろ過処理の濁り水対策として開発された凝集剤を使わない上向流粗ろ過は、急速ろ過処理での濁り水対策としても使える。排泥はバルブ操作だけで行え、排出された汚泥は、沈降性が良く、固液分離に優れている。この汚泥は化学薬品を使わないので、農業用

の土壌としても有効利用可能である。また、下水処理水を更に分解させるのにも有効である。上向流粗ろ過処理は日本のこれらの上下水道処理として、是非、検討に値する技術である。

上向粗ろ過は下水処理の散水ろ床(trickling filter)と似ている。散水ろ床は、欧米の下水処理では昔から使われ、発展途上国でも広く使われている。下水を厚さ1~2m程度の礫槽を上から下に流す方法である。礫の表面に下水が伝わり流れて、礫の表面で微生物や微小動物が活躍して分解する。礫なので隙間があるので空気に触れ酸素不足にならない。私は上向流粗ろ過の発想は散水ろ床を教えたのか、あるいはベルナルドが思いついたのか、もしれないと思っている。

11 緩速ろ過でなく生物浄化法と言いつつ

私は「緩速砂ろ過Slow Sand Filtration」という名前で、浄化の仕組みが誤解されてきた」と思っている。私は生物群集による浄化の仕組みを誤解されないように「生物群集による食物連鎖が浄化の鍵



2021年2月12日
600部 B5版 160p
¥1500+税 ¥150
+送料 ¥250



〒386-0018
上田市常田3-8-37
信州大学繊維学部
同窓会 千曲会
Tel:0268-22-4465
Fax:0268-22-4465
E-mail:
schikuma@siren.
oon.ne.jp

図39 生物浄化法指針

なので、生物浄化法、英語では Ecological Purification System」と言い直す事を提案し、2005(平成17)年に築地書館から「おいしい水の作り方」を出版した。この本を大幅に改訂増補し2021(令和3)年に全ページカラー印刷の『おいしい水の作り方-2(図39)』として書き改めた。副題には『緩速ろ過でなく生物浄化法』と記した。多数のカラー写真でイメージを伝えようとした。この様な技術解説本は普通の出版社では高価になってしまふ。そこで信州大学繊維学部同窓会(千曲会)に頼んで廉価な本として出版してもらった。

生物群集の活躍を考える必要だ。

昔から、湧水利用をしていた。どうして、きれいで安全で、おいしい水になるのかを考えてみる必要がある。