

日本水道新聞社の月刊雑誌：

水道公論 59（12）：63－74, 2023 年 12 月号

雑誌の印刷は白黒。写真を元のカラーへ、追記もした。

連載 生物屋の緩速ろ過池研究

その27 昔から緩速ろ過は名前で誤解されてきた

信州大学名誉教授 中本 信忠

文科省検定の教科書には急速ろ過の解説のみ



図1 教科書は急速ろ過の解説



図3 日本の指針

長野県 計画浄水量 H28

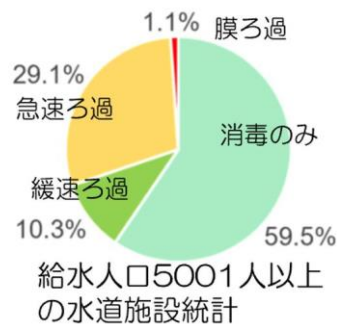


図2 長野県は無処理の水道が6割

1 上田市内の小学校の教科書には急速ろ過の解説しかない

私は信州大学繊維学部で1975（昭和50）年に職を得て、自然界の生物群集の活躍による緩速ろ過の素晴らしさに感動した。上田市内の大部分の住民は、緩速ろ過の水道水を飲んでゐる。しかし、小学校で使われている文部科学省検定済の教科書（東京書籍）

には大都会で主流の急速ろ過の解説だけしか載っていない（図1）。給水人口5001人以上の長野県水道統計（平成28年）を見ると、消毒のみの水道水の割合は6割もある（図2）。山国の長野県は簡易水道と言われる小規模水道施設も多数あり、消毒のみや緩速ろ過による水道水の割合は多い。

しかし水道施設設計指針や水道維持管理指針には、緩速ろ過の解説はほとんど無い（図3）。日本のような山国では、自然流下で動力を使わない小規模施設の建設に適している。

緩速ろ過処理は自然界での複雑な生物現象の応用である。それには現場をじっくりと観察し、どうしてか考える必要がある。そこで私は本誌（水道公論）で2021年9月から解説を連載させてもらっている。

消毒のみの水道水割合が多いのに

ダム湖ができて水道水に異臭味が生じた

生物処理の誤解でしていた

2 ダム湖が完成すると上田市の水道水が臭くなった

上田市の創設時の浄水場は、千曲川の伏流水を原水としていた。戦後、神川の表流水を取水し、ろ過池を増設した(図4)。神川の上流では1968(昭和43)年に菅平ダム湖が完成したが、その後上田市の水道水に異臭味が生じた。これは、ダム湖で繁殖した植物プランクトンが原因とされた。

戦後の日本では、アメリカの薬品処理の急速ろ過が最新で良いとされて、盛んに推奨された。急速

ろ過は濁り対策で凝集剤を使っていた。そして、緩速ろ過でも濁り対策で凝集剤を使うようになった。急速ろ過が主流のアメリカで藻の繁殖はろ過閉塞や水道水が臭う原因とされた。藻の繁殖対策が、アメリカ水道界で大きな問題になった。パーマー C. M. Palmer は *Algae in Water Supplies* (図5、日本語訳は「用廃水藻類学」) を出版し、浄化処理での殺藻剤使用を勧めた。

パーマーの本の図はアメリカ水道協会の Standard Method (標準水質検査法) に「味・臭いをつけ

る藻」(図6)と「ろ過閉塞させる藻」(図7)として図は引用されている。藻対策は急速ろ過処理で大きな処理であるが、生物処理の緩速ろ過では違っていた。

その後、アメリカでは、薬剤が水中の腐植物質と反応することによる発癌物質の有機塩素化合物の生成が問題になった。1974(昭和49)年のハリス報告「飲み水は安全か？」が、世界的に大きな話題のきっかけになった(図8)。日本でも、浄化処理での化学薬品の使用量をできるだけ少なくしようとした。

上田市の染屋浄水場では、1953(昭和28)年に河川表流水を取水し濁り対策で凝集剤を、ろ過池



図4 上田市の水源と浄水場

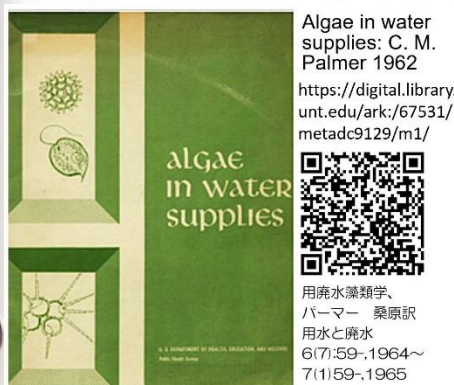


図5 用廃水藻類学

3 緩速ろ過という名前で誤解と気づく

での藻の繁殖対策で殺藻剤も添加した。

私は東京都立大理学部の大学院で、微生物を培養して栄養と微生物の増殖の関係を、また海洋や湖沼、ダム湖での植物プランクトンの繁殖現象を研究していた。

信州大学繊維学部繊維農学科の応用生態学研究室で助手を採用することになった。ダム湖などでの植物プランクトンの生態を研究していた私は、1975(昭和50)年10月に同研究室に就職することができた。

上田市の水道水源ダム湖では、富栄養化により植物プランクトンが繁殖した。ダム湖の放流水が直接的に影響する石舟浄水場と、その下流に染屋浄水場があった(図4、前出)。

私は信州大に就職し、最初は菅平高原での人間活動の影響とダム湖の植物プランクトンの繁殖状態を調査した。

ダム湖の調査をしていると上田市水道局の場長が研究室を訪ねて

急速ろ過では藻が嫌だった

アメリカは急速ろ過処理が主流だった

急速ろ過では藻が嫌だった

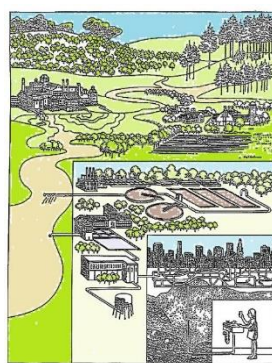


図7 ろ過閉塞させる藻



図6 味・臭いをつける藻

きて「ダム湖で繁殖する藻は悪い藻で、浄水場で繁殖する藻は良い藻」と教えてくれた。私は同じ藻なのに「悪い藻と良い藻」という考えは「どこおかしい」と思い、1984（昭和59）年から染屋浄水場での「藻の役割研究」を始めた。河床の付着藻類がろ過池に流入するが、殺藻剤添加により緩速ろ過池で活躍する微生物も死滅した。河床で繁殖し流入してきた藻や有機物が、緩速ろ過池で分解できず異臭物質となり、緩速ろ過池を通過した水が臭くなった。私が藻の研究を始めた当時は、生物処理としての緩速ろ過が再認



IS THE WATER SAFE TO DRINK?
飲み水は安全か
ハリス 消費者報告
1974年6月
$$\begin{array}{c} \text{Cl} \\ | \\ \text{Cl} - \text{C} - \text{H} \\ | \\ \text{Cl} \end{array}$$

有機物と塩素添加で発癌物質生成の危険性指摘。

図8 飲み水は安全か？

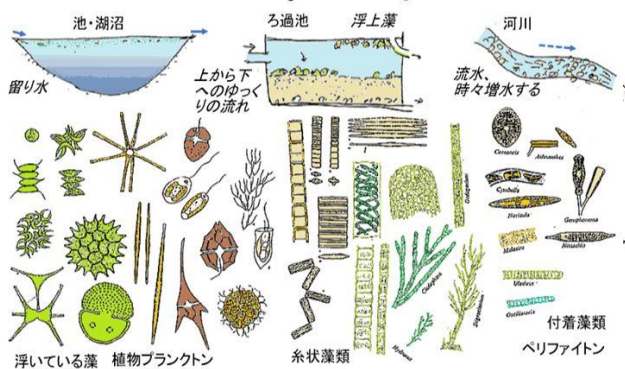


図9 環境と藻の違い

識され始めた時だった。上田市では殺藻剤の添加を中止したのでろ過池で藻が大繁殖し始めていた。ダム湖では、水面近くで植物プランクトンが繁殖する。植物プランクトンは河川中では繁殖できずに、河床の礫間で活躍する捕食動物などにより分解された。河川では河床の礫面で繁殖する付着藻類が繁殖した。緩速ろ過池は上から下への流れがあり砂面上では糸状で立体的になる藻が繁殖していた（図9）。

環境の違いで繁殖する藻が違っていた。

薬品添加、塩素添加で発癌物質が生じると警告

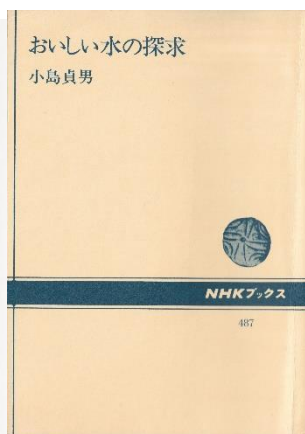


図10 おいしい水の探求

私が染屋浄水場の調査を開始した翌年の1985（昭和60）年に、小島貞男さんがNHKブックス『おいしい水の探求』を出版した（図10）。この本には緩速ろ過は生物処理で、異臭味物質も分解できると書かれてあった。しかし小島さんは殺藻剤の硫酸銅は人間には害がないと考え、貯水池や、浄水場のろ過池で藻の繁殖対策で硫酸銅を添加するのを勧めていた。小島さんでも生物処理の理解が不十分であった。

日本は戦後、アメリカ方式の急速ろ過が最新で良いと思い、盛んに導入した。水源水質が悪くなり急速ろ過の技術開発が盛んになった。学会発表では急速ろ過の研究がほとんどであった。

学会は新しい技術を発表する場である。上田市での生物処理への誤解による殺藻剤添加は、新しい

濁りがなければ、ろ過池だけで良かった

発見ではなかったもので、学会では発表しにくかった。緩速ろ過の研究に関して新しい事実や発見がほとんど無く、そのため学会発表もほとんどなかった。学会では急速ろ過に関する研究者が多く、緩速ろ過に関する研究を発表しても注目されなかった。

4 100年前のろ過池の壁は斜めだった

上田市の染屋浄水場は、100年前の1923（大正12）年6月に完成した。染屋浄水場の設計施工は、東京帝国大学教授中島鋭治工学博士の指導の下で、上田市技師の近藤俊次郎が行った。

創設当時の浄水場には、ろ過池と浄水池しかなかった（図11）。千曲川の濁りがない伏流水を取水し動力ポンプで50層も揚水した。創設時は780平方メートル（1万8760平方尺）のろ過面積のろ過池を3池建設し、1池は予備であった。2池で当時の上田市全域、給水人口8万人に給水可能で、夏期は最大1人1日3・5立方尺（97リットル）を考えていた。ろ過速度は、1日12尺（3・6メートル）で、通常2池使用

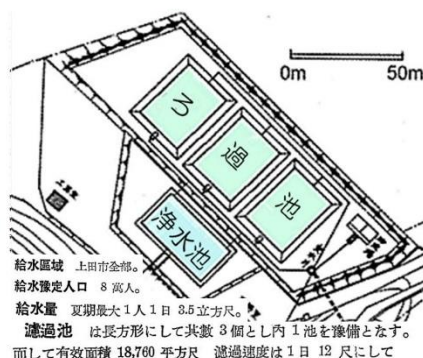


図11 100年前の染屋浄水場

用で5万8000人に夏期は3池使用で8万7000人に給水できるという計算であった。大正12年に建設したろ過池の壁は斜めであり、約1尺から1・5尺（30から45センチ）の粘土層で漏水対策をし、その上にコンクリートブロック2段を敷いた構造であった。下部もコンクリートとその下は粘土層で漏水対策をしていた。完成した年の9月1日は関東大震災があったが、粘土層とコンクリートブロックで耐震性もあり問題がなかったようだ。

千曲川の河床に埋設した集水管だが、河川の増水で河床が下がるのと集水管が流され苦労した。そこで戦後1953（昭和28）年に、千曲川の支流の神川から取水している灌漑用の水路から分水し、自然流下で導水するようにした（図4、前出）。当時の取り決めは「神川から自然流下で導水。灌漑期の4カ月間は千曲川からポンプで揚水」であった（図12）。

ろ過池を1池増設し、河川表流水を取水し始めた。降雨で河川水が濁る際には、濁り水対策で急速ろ過の前処理と同じ凝集剤を添加し沈殿させた。

染屋浄水場では、創設時の斜め壁3号ろ過池を現在でも使っている（図13・14）。増設したろ過池は創設時のろ過池の大きさより小さい。それは垂直のコンクリート壁に

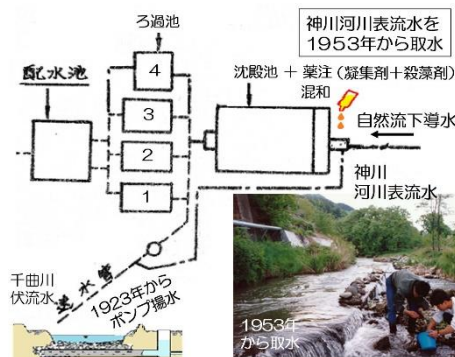


図12 戦後、増設した浄水場

昔のろ過池は斜め壁だった

し、底面のろ過面積を同じにと考
えて建設した(図15)。敷地面積の
効率を考えたものと思われる。
本年『上田市水道誌—上水道1
00年の歩み』が発刊された(図

16)。その中に100年前の建設中
のろ過池の壁のコンクリートブ
ロック(図17)、建設中の写真(図
18)、斜め壁のろ過池とろ過調節室
の写真(図19)が載っていた。

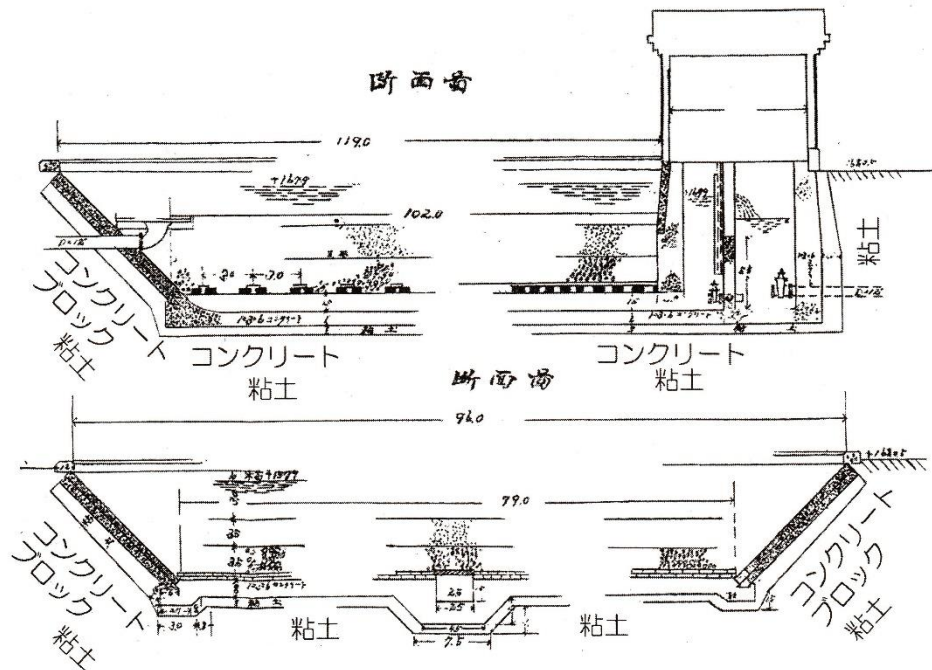


図13 100年前は斜め壁

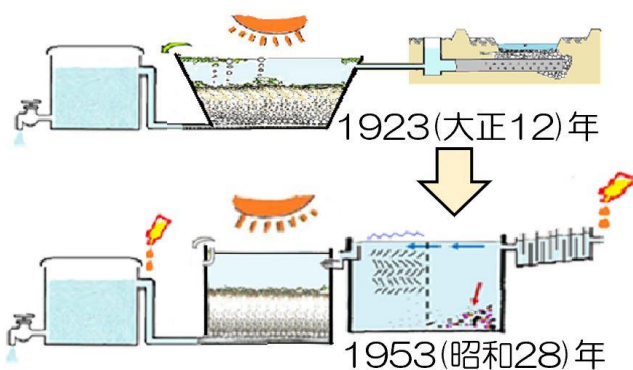


図15 斜め壁と垂直壁



図14 創設時のろ過池は現役



図17 コンクリートブロック



図16 上田市水道誌

濁り対策で凝集剤使用が間違いの元だった

日本の上下水道の指導をした
バートンW.K. Burtonは1894
(明治27)年に『都市の水道Water
Supplies of Towns』をロンドンで
出版した(図20)。その中には斜め
壁のろ過池の図がある(図21)。
1914(大正3)年に完成し
た名古屋市の鍋屋上野浄水場のろ
過池の壁も斜め壁であった(図

看板に生物の活躍とある

ブロックの下は粘土で漏水対策

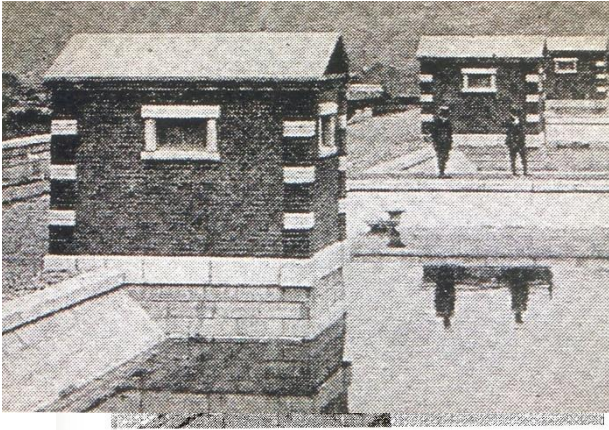


図19 完成したろ過池と調節室

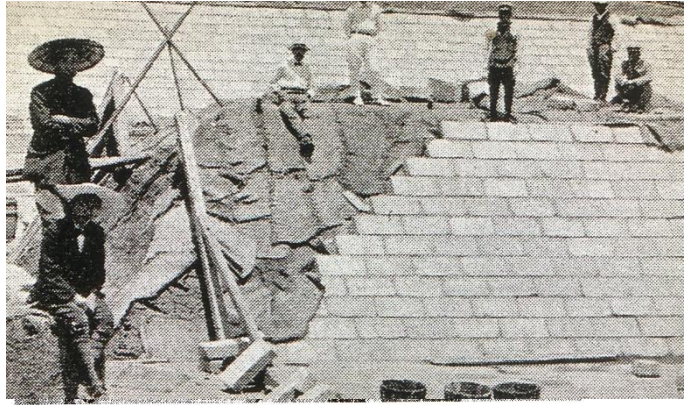


図18 斜め壁建設中

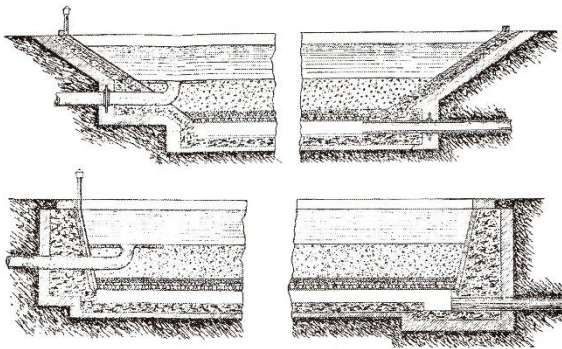


図21 斜め壁が主流だった



<https://iiif.wellcomecollection.org/pdf/b20392953>

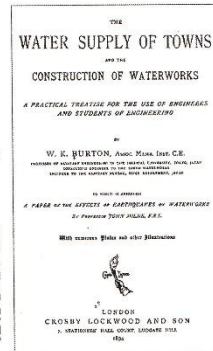


図20 バートンの都市の水道

22) 私(22)が調査していた当時は斜め壁のろ過池と垂直壁のろ過池が混在していた。垂直壁の場合、コンクリートが気温の年変化で伸縮す



図22 名古屋市も斜め壁だった

るので途中にゴムのパッキングが挟んであった。このパッキングが経年劣化により弾力性が無くなつて漏水し易く、耐震性も悪いと説明を受けた(図23)。創設時の斜め壁の方が堅牢で漏水しにくいとも言っていた。

自然の池などの岸辺も斜めで、浅い沿岸では水草なども良く繁殖している。岸辺が斜めだと水位が変化しても岸辺が崩れにくい。緩速ろ過池は砂面上の水を抜いて砂面表面を削り取る作業が必要である。その際、垂直壁だと内側に力がかかり亀裂が入りやすく、水漏れしやすい。どうも100年前の

構造の方が、優れているような気がした。

5 緩速ろ過では生物が嫌がることをしない事が鉄則

私は、栄養塩濃度が極端に少ない海洋での植物プランクトンの生態を研究していた。魚も海流の少しの変化を敏感に反応していた。海洋調査では、極微量の変化を精度良く測定するのに本当に苦労した。

陸上の動物や植物は環境変化に耐える行動をするが、水中の生物は少しの水質や環境の変化に敏感に反応して逃げたりする。野外の生物は、最新の精密機器の分析精度より敏感に反応するということを実感していた。



図23 垂直壁のパッキング部から漏水

垂直壁は漏水しやすい

名古屋も斜め壁だった

緩速ろ過は生物が活躍での浄化

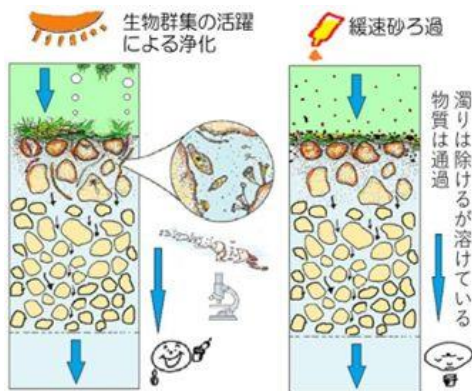


図24 ろ過層での生物の活躍

Huisman & Wood 1974
緩速ろ過指針 WHO
<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/38974/9241540370.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

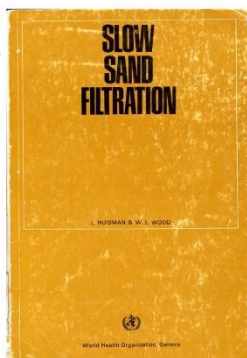


図25 WHOの緩速ろ過指針

緩速ろ過は、生物学がまだ発達していなかった200年前に開発された。細かな砂で機械的にゆっくりと篩いふる過をするのが基本と考え、緩速ろ過Slow Sand Filter

6 緩速ろ過の浄化の鍵は生物群集の活躍

緩速ろ過池では顕微鏡でしか見る事ができない細菌や微小動物が活躍して浄化する(図24)。生物が嫌がる化学薬品にたいして極微量でも生物は敏感に反応する。上田市で水道水の異臭味がしたのは、殺藻剤を添加したために緩速ろ過池で生物が活躍できなかったからであった。

と言われた。

1960年代に入ると薬品処理の急速ろ過でなく、より安全な処理として、緩速ろ過を再認識された。1974(昭和49)年にWHO(世界保健機関)から『緩速ろ過』の指針が出版された(図25)。この指針にも斜め壁の図がある(図26)。粘土層の上に石積で建設し、建設時の初期経費が経済的で、水密性も優れていると記述されている。しかし、この斜め壁は広い土地面積が必要で「斜め壁の浅い部分で水生植物の成長問題が発生する可能性がある」との記述がある。この指針も生物群集の活躍の重要性の記述がほとんどなく、

FIG. 12. SLOW SAND FILTER CONSTRUCTED OF MASONRY ON PUDDLED CLAY

図12 緩速ろ過池は斜め壁で、粘土の層の上に石積み

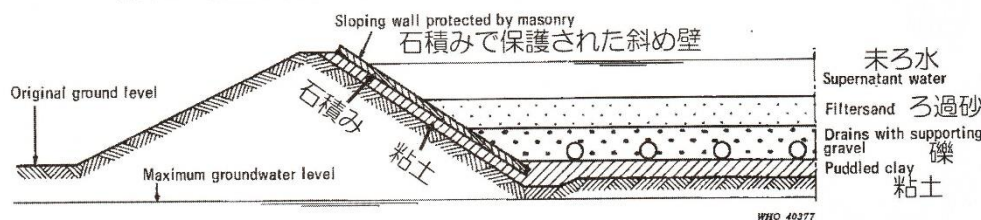


図26 斜め壁

むしろ生物の繁殖を毛嫌いしていた。この著者も緩速ろ過は生物群集による浄化という認識は小さ

かった。

アメリカは薬品処理の急速ろ過が主流であったが薬品添加で発痛物質の生成リスクが問題になり、アメリカ環境保護庁にいたログスドンGary S. Logsdonが中心になりアメリカ土木学会(ASCE American Society of Civil Engineers)から緩速ろ過本が1991(平成3)年に出版された(図27)。この本の表紙に斜め壁の小規模緩速ろ過池の写真があった。アメリカでクリプト原虫による大規模集団下痢事故後の翌年1994(平成6)年に、アメリカ水道協会は緩速ろ過研修会をオレゴン州セーラム市で開催した。その見学会で見た緩速ろ過池の壁は土手のままで、日本の溜池や水田の土手と似ていた(図28)。流入水が入る所には大きな石が置かれ砂が

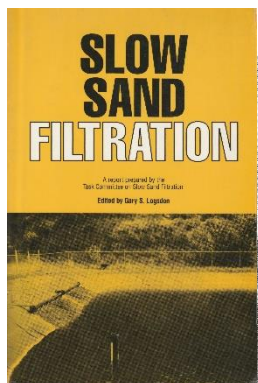


図27 アメリカ土木学会 緩速ろ過指針

アメリカでも緩速ろ過を再認識

戦後、世界は緩速ろ過へ注目された。



図28 オレゴンのろ過池

洗掘されない工夫をしていた。これなら建造は容易で廉価にできると思った。

近代水道が発達する前は自然界で浄化された水を利用していた。自然界で活躍している細菌や微生物の役割に気づいていなかった。当時は顕微鏡も発達していなかった。近代水道は産業革命時代に生まれた。その当時は、生物の活躍には気づいていなかった。

日本でも戦後の高度成長期は最新技術が良いと考え、水道界には化学薬品処理の急速ろ過を研究す

る人が大部分で、現場での生物現象をじっくり観察する応用生物屋が少なく情報交換が少な過ぎると思っている。

私は、生物群集による浄化が鍵という視点の技術解説が必要だと思う『おいしい水のつくり方』を2005（平成17）年に築地書館から出版したが絶版になった。その後もJICA（国際協力機構）研修などを通じて新しい知識が増えたので『おいしい水のつくり方2』を信州大学繊維学部同窓会（千曲会）から2021（令和3）年に出版した（図29）。



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 唯一の緩速ろ過解説本

7 水深が浅いと藻の繁殖が良い—生物群集が多い方がよい

上田市染屋浄水場にはろ過面積780平方メートルのろ過池が13池もある。斜め壁のろ過池と垂直壁のろ過池がある。砂面上の藻類の発達を比べると、斜め壁のろ過池の方が早く発達した。注意深く観察すると斜め壁の浅い所では、糸状藻類の繁殖が目立ち（図30）、この藻が苗のようになって、底の砂層表面に落ちて繁殖したと考えられた。冬期に日射量が少なく、ろ過池の砂面で藻が繁殖しない時に、風呂桶を使った実験では、水深が10センチしかなかった（図31）。浅い

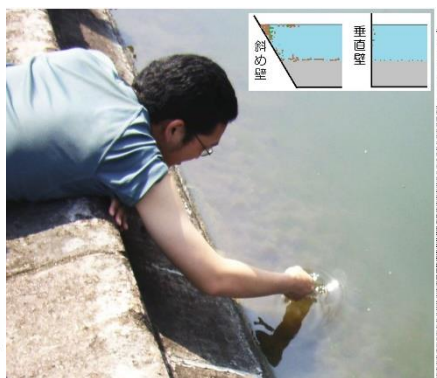


図30 浅い部分で藻が繁殖

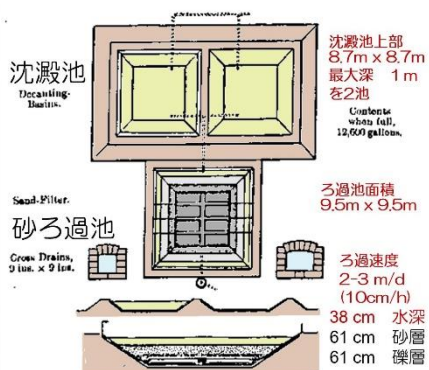


図32 200年前は水深38cm



図31 浅いと冬でも藻が繁殖

水深では藻が盛んに繁殖した。200年前、シンプソン（Simpson）がロンドンの汚れたテムズ河の水を緩速ろ過池で上から下へ流す実験をした。このろ過池は斜め壁で水深は38センチと浅かった（図32）。

化学薬品を使わない安全な緩速

斜め壁が生物の繁殖に良かった。

WHO の指針でも藻の繁殖を嫌っていた

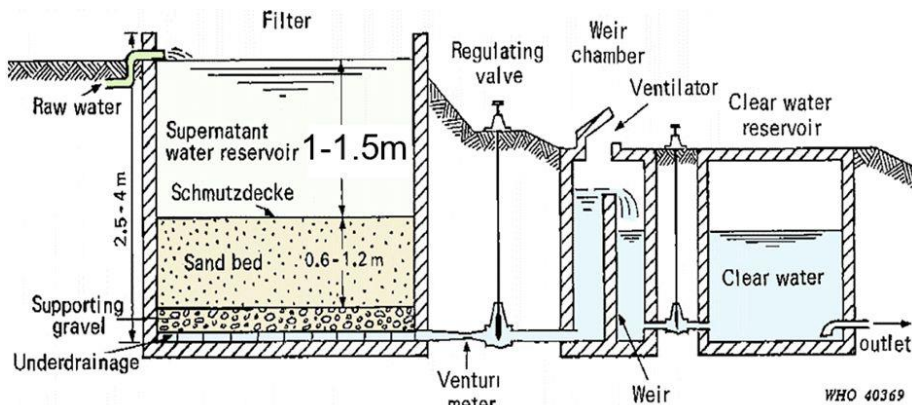


図33 WHO指針は水深1-1.5m

ろ過処理が再認識され、『緩速ろ過』指針(図25、前出)が1974(昭和49)年にWHOから出版された。この指針の図を注意深く見ると、ろ過池水深が1・1・5メートルであった(図33)。緩速ろ過は生物処理と言う認識があったが、植物(藻)の繁殖を嫌っていた。日

本でも高度成長期に建設された緩速ろ過施設では水深が2メートル以上し、砂層面への日射量を少なくして、藻が繁殖しにくくさせているろ過池もあった。

私は砂面上で藻が繁殖し、微小動物が増えることで、浄化が進むと考えている。砂面上で、藻を繁

殖させるためには水深が浅い方が藻と微小動物の生物活性が良くなるので良いと考えている(図34)。

8 ろ過速度は早くても良い

シンプソンの実験ではろ過速度は1時間に10センチメートルと遅く、緩速(砂)ろ過Slow Sand Filterと呼ば

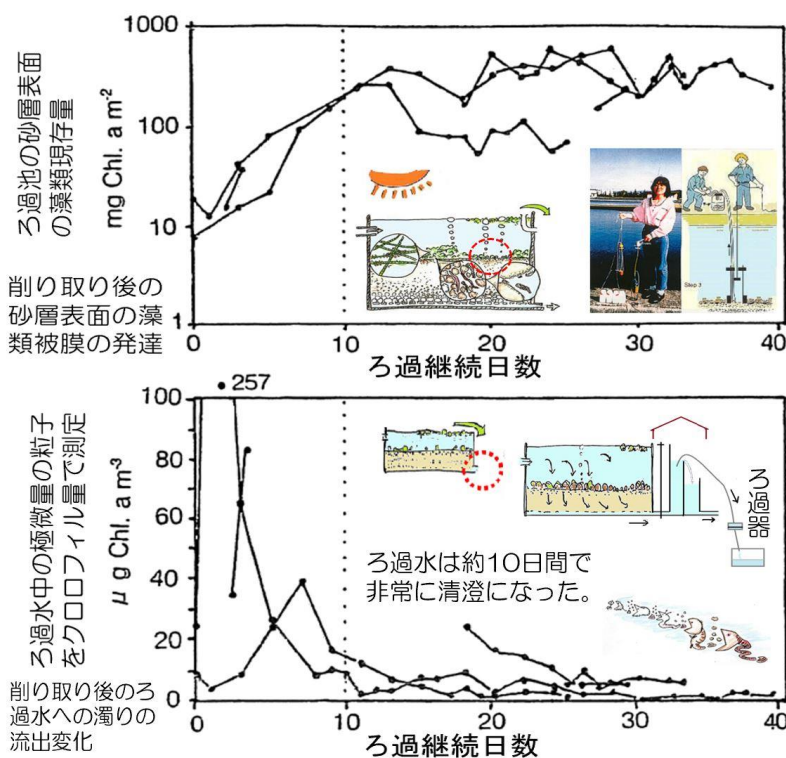


図34 藻が繁殖するろ過水はスーパークリーンになる

藻が繁殖しだすとろ過水はスーパークリーンになった

れた。明治時代にバートンの指導で建設された緩速ろ過施設のろ過速度は1日に3メートルと遅いことが多い。その後、ろ過速度は早くても良いことがわかり、世界中に普及している英国式緩速ろ過の標準ろ過速度は1時間に20センチメートル(1日に4・8メートル)である。

テムズ水道では、1980～90年代にろ過速度を変えて実験を繰り返し、ろ過水の溶存酸素濃度変化を調べた。ろ過速度は早い方が溶存酸素の日変化幅が小さく、夜明けに酸素不足にならないので、ろ過池での生物群集に良いことがわかった。そこで現在のテムズ水道では1時間に40センチメートル(1日に9・6メートル)となっている(図35)。

しかし、日本の指針ではろ過速度は1日に8メートルを超えてはいけな

9 削り取りは日数で行って

いた

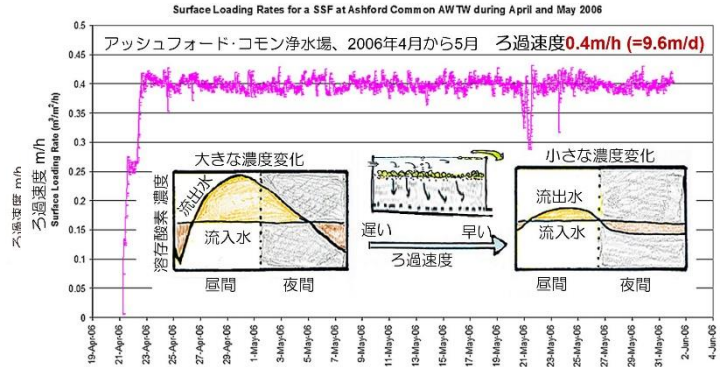
日本各地の緩速ろ過による浄水場を見学すると、ろ過日数で削り

ろ過速度を 9.6m/日にした。ろ過速度が速い方が酸素不足にならず、生物群集に良かった。

日本の指針では、ろ過池流入水濁度が30度を超えないように着水井で凝集剤を入れ、沈殿池で濁りを沈めるとある。水源貯水池や着水井で殺藻剤や凝集剤を添加する

10 凝集剤添加は生物が嫌がる

取りをしている浄水施設が多かった。それはろ過池が、ろ過閉塞しないからと思われた。またろ過池を覆っている浄水施設もあった。生物が繁殖するのが悪いという急速ろ過の考えと思われた。



夜間時に酸素減少を避けるため 0.4m/h (=9.6m/d) を採用

図35 テムズ水道はろ過速度を9.6m/dにした

田浄水場の着水井で500度以上、沈殿池後の越流水(ろ流池流入水)

と、緩速ろ過池は一見、きれいな水になるが生物群集は驚いて活動しなくなり、逆にろ床の目詰まりが生じるようになった。私は上田市の染屋浄水場での藻の発達と比較するため、高崎市の浄水場も調べた。

キリンビール(株)が新しい醸造工場を作る際に高崎市にお願いして、1964(昭和39)年に若田浄水場が建設された(図36)。若田浄水場では濁り水対策で凝集剤を使い、沈殿後に緩速ろ過をした。しかし、凝集剤を使うと直ちに醸造工場から「水質が悪い」と苦情がきた。1910(明治43)年に建設された剣崎浄水場では濁り水対策は沈殿池だけだった。そこで凝集剤を使うのを止めたなら、ろ過池で生物群集が活躍し水質が良くなり醸造工場で水道水を使ってくれた。高崎市では台風などの豪雨の濁りでも凝集剤を使わず、沈殿池だけで緩速ろ過処理をしていて問題がなかった。本年も「群馬県と長野県の県境で大雨が降り、神山取水場で1000度以上(計測不能)、若田浄水場の着水井で500度以上、沈殿池後の越流水(ろ流池流入水)

と、緩速ろ過池は一見、きれいな水になるが生物群集は驚いて活動しなくなり、逆にろ床の目詰まりが生じるようになった。私は上田市の染屋浄水場での藻の発達と比較するため、高崎市の浄水場も調べた。

濁り対策では沈殿池だけで、凝集剤添加は水質を悪くした。

私「生物群集は微量の薬剤でも敏感に反応する。薬剤の影響が



図36 高崎市の緩速ろ過の浄水場

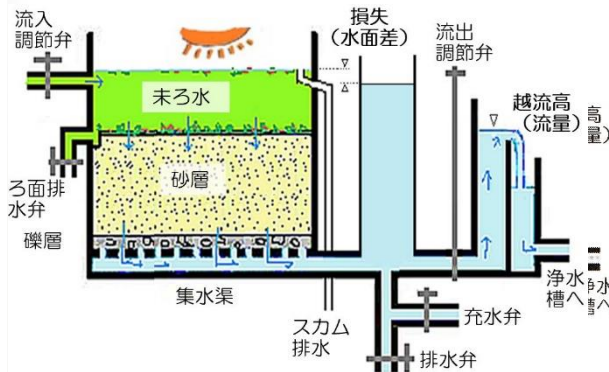


図37 ろ過池管理はバルブ操作だけ

緩速ろ過池はろ過を継続すると砂面上に流入物質が蓄積し、ろ過池水面とろ過後の水面差(損失)が大きくなるので、砂面の削り取りをする(図37)。染屋浄水

少しでもあると生物群集は萎縮したり、逃げ回ってしまつて目詰まりしやすくなる。そこで濁り対策で薬剤を使わず、沈殿池や上向流粗ろ過などで濁り対策をするのが良い」と勧めている。

11 日本の指針にろ過閉塞指標が書かれていない

水面差は、ろ過速度に連動していた。

水面差はフロートで簡単に測定できた

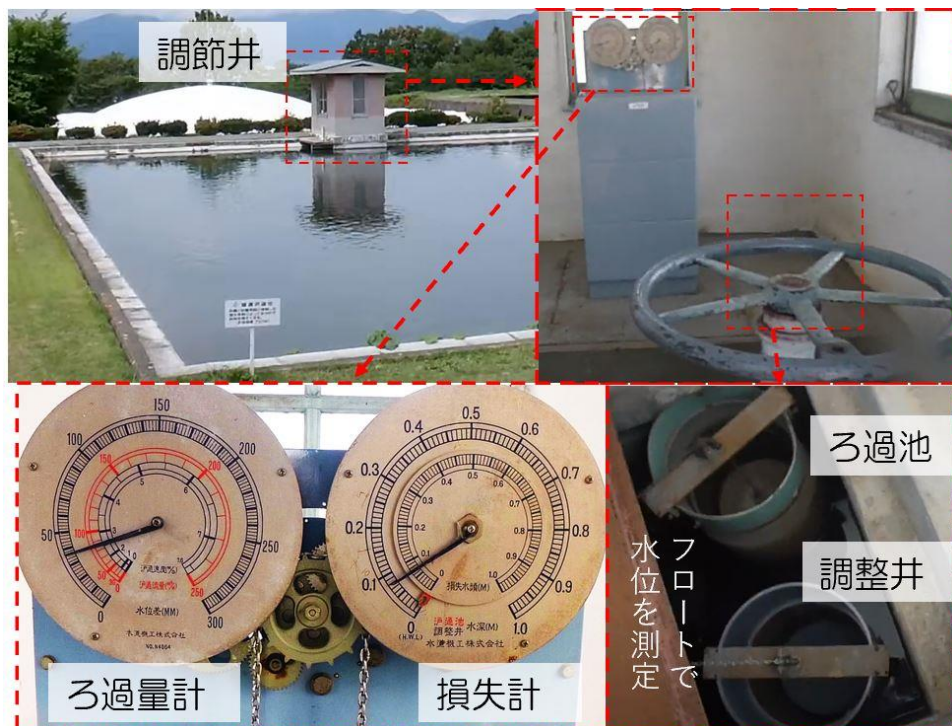


図38 ろ過池管理に電気は必要なし

場ではこの水面差を浮き子（フロート）で測定している（図38）。ろ過水は越流堰があり、その水位も浮き子（フロート）で計測し、ろ過流量を計測している。ろ過をしていない時は水面差（損失）がなくなる。ろ過流出弁を開くとろ過流量が多くなり、ろ過池とろ過後の水面差（損失）も大きくなる。見かけの損失はろ過抵抗指標にならないことをJICA研修ではバケツモデルを使って教えている（図39）。

損失はろ過速度に比例した

12 標準化損失水頭でろ過池管理を

指針に書いてある損失（水面差）は見かけ（実測）の損失で、ろ過速度に比例し、そのままではろ過抵抗指標でなかった。海外ではろ過池の状態把握として標準化損失水頭 Normalized Head Loss (NHL) という指標を使っていた。NHLは実測の損失を標準ろ過速度でろ過した場合に換算して比較していた。次の式で簡単に計算できる。

標準化損失水頭： H_n (cm) は

$$H_n = (H \times V_n) \div V$$

実測の損失水頭： H (cm)

標準ろ過速度： V_n

(20cm/h = 4.8 m/d)



図39 損失（水面差）とろ速は比例

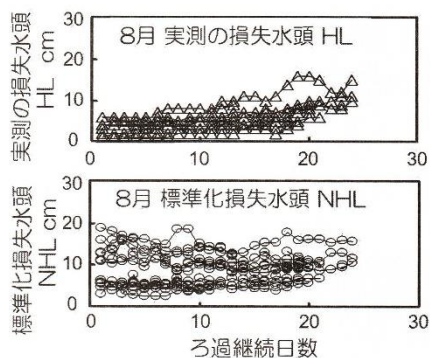


図40 見かけの損失と標準化損失水頭の変化

実測のろ過速度： V (cm/h = m/d)

染屋浄水場でろ過継続に伴う実測の損失と、標準化損失水頭に換算してみると（図40）、ろ過継続に伴い損失が段々と上がっていた。しかし標準ろ過速度の場合に換算した標準化損失水頭で表すと、ろ過継続に伴ないろ過抵抗は変わらないか、逆に小さくなっていった。

指針の見かけの損失（水面差）でろ過池状態を判断すると、ろ過速度を上げると、ろ過抵抗が増えたと錯覚し、ろ過速度を遅くしている浄水場が日本中に多々あった。そのため、ろ過速度

標準化損失水頭だと、目詰まりしていなかった

標準化損失水頭は、水温に関係。粘性だった。

生物が活躍すると抵抗は上がらなかった

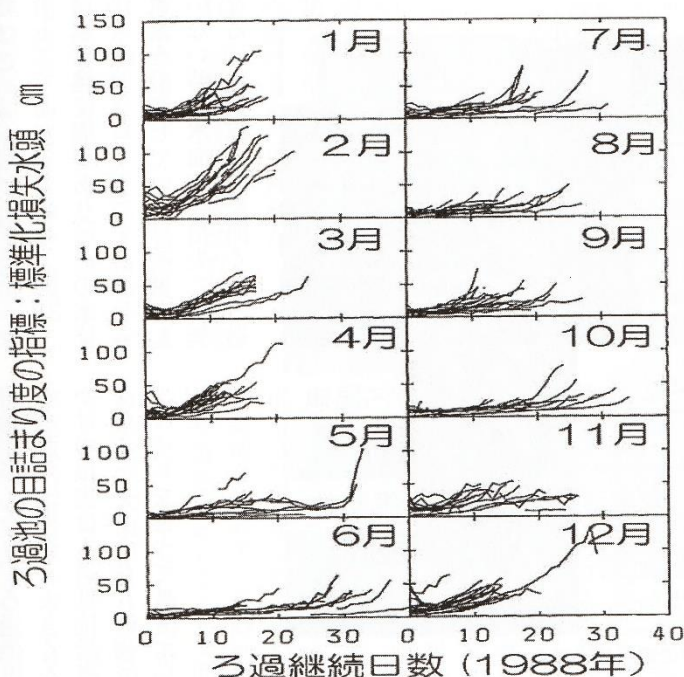


図41 抵抗は水温と生物活性に関係していた

が遅い方が良いと錯覚し、実際にろ過速度が1メートルとか2メートルと遅い浄水場がある。
 染屋浄水場でのろ過抵抗の変化を標準化損失水頭で月毎に表すと(図41)、水温が低い時期は直ぐに抵抗が上り、ろ過池で生物が活発に活躍しだすと、ろ過抵抗が上がらないことが明白であった。
 私は緩速ろ過池の管理に役立つ

標準化損失水頭を上田市と高崎市の例で1992(平成4)年に水処理生物学会誌で解説した(図42)。水道公論の2022(令和4)年2月号でも解説をした。
 13 戦前のろ過池にはろ面排水がなかった
 上田市の100年前の写真を見ると調節井の横にろ面排水が無

かった。昔は、削り取り時は、流入バルブを閉め、ろ過水をゆっくりと排出して砂面上の未ろ水が無くなってから削り取り作業をしていたようである。明治時代に建設した各地のろ過池を調べるとろ面排水が無かった。現在の染屋浄水場や高崎市のろ過池でも戦後にろ面排水を新設していた(図43)。
 削り取りの際、砂面上の水を短時間で排出できる。ろ面排水時に砂面上の藻などや汚れも一緒に排出される。その際、注意深く見る

https://www.jstage.jst.go.jp/article/jswtb1964/28/1/28_1_7/_pdf



日本水処理生物学会誌
 Jap. J. Water Treat. Biol.
 Vol. 28, No. 1:7-16, 1992

緩速ろ過池のろ過閉塞指標としての標準化損失水頭と藻類

NORMALIZED HEAD LOSS AS A CLOGGING INDICATOR IN SLOW SAND FILTER AND ITS ALGAL FLORA

中本信忠・坂井正
 Nobutada NAKAMOTO and Masashi SAKAI

図42 1992年学会誌で解説

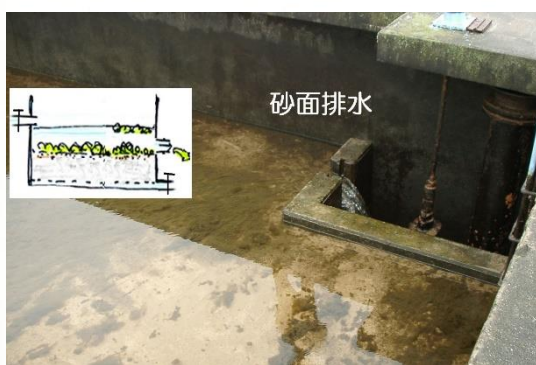


図44 ろ面排水で砂面の汚れが流れる

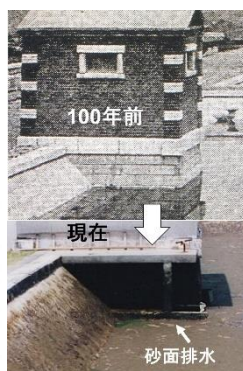


図43 戦後ろ面排水を作った

と砂面は汚れていなかった(図44)。緩速ろ過処理は完成された技術で、改良の余地がないと思われていたが、少しずつ改良されていた。

汚れは砂面上だけ。砂面排水で簡単に除けた。