

日本水道新聞社の月刊雑誌：

水道公論 60 (3) : 78-90, 2024 年 3 月号

雑誌の印刷は白黒。写真を元のカラーへ、追記もした。

# 生物屋の緩速ろ過池研究

その30 生物群集の活躍を理解するには自分で考える

信州大学名誉教授 中本 信忠

生物群集が活躍できるとおいしい水になる。

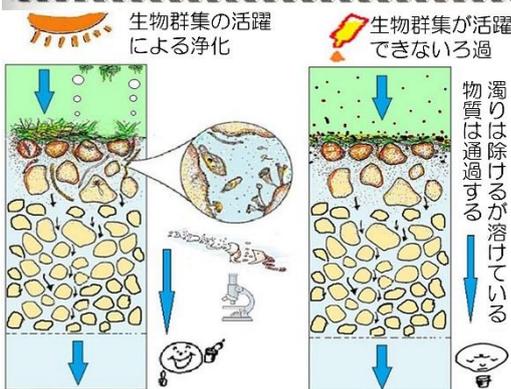


図1 生物の活躍としない場合の砂層

1 緩速ろ過は生物群集の活躍による浄化

私は染屋浄水場で繁殖する藻が砂層面で活躍する微小動物の活躍を助け、水質を浄化することに気づいた。生物が嫌がる殺藻剤、凝集剤の影響があると砂層で微小生物が活躍できず砂層が汚れ、砂層が目詰まりすることもわかった。生物が活躍できないと溶けている物質が砂層を通過し、水道水が不味くなった(図1)。

染屋浄水場のろ過池のろ過継続に伴う抵抗を標準化損失水頭(実測の損失を標準ろ過速度でろ過し

た場合の損失に換算した値)で整理し季節変化を調べた(図2)。ろ過池の水面が凍結する厳寒期ではろ過池は直ぐに目詰まりした(図3)。日射量が増える過池の砂面で藻が繁殖します。上流の山では降雨があると河川水は濁るがろ過池は目詰まりしなくなった。ろ過抵抗は水温、日射量に大きく関係していた。



図3 厳寒期は水面が凍結する

ろ過池の目詰まり度の指標：標準化損失水頭

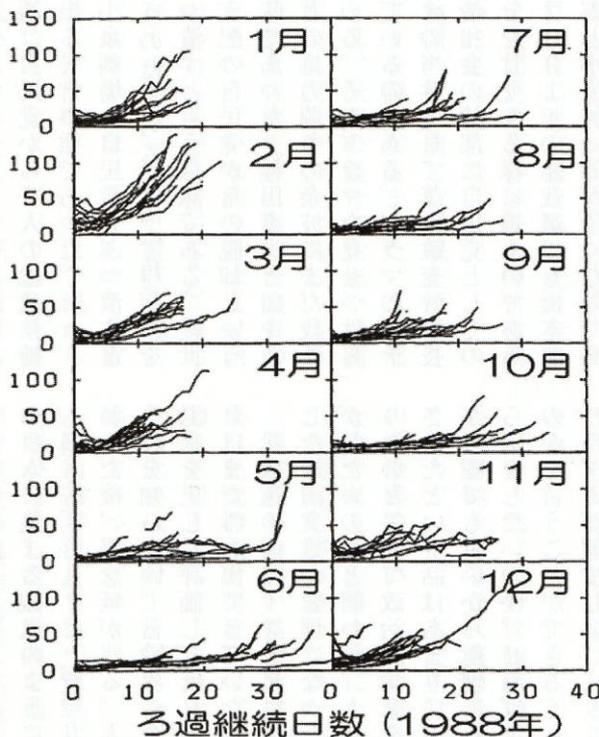


図2 ろ過継続とろ過抵抗の季節変化

ろ過抵抗は水温と関係していた。

厳寒期、  
上田市のろ過池の水面は凍結する。

キリンビール醸造工場ができるので、若田浄水場は建設された。

## 2 生物が嫌がることをしてはいけない

群馬県高崎市にある若田浄水場は、1964（昭和39）年に高崎にキリンビールの醸造工場ができることで建設された。若田浄水場の海拔高度は150mしかなくろ過池水面は冬期でも凍結しなかつた（図4）。若田浄水場では濁り対策で凝集剤を添加すると醸造工場から水質が悪いので使えないと苦

情があつて、濁り水がきても凝集剤を添加せず沈殿処理だけにしたから水質が良くなり、醸造工場水道水を使ってくれた。この浄水場では、台風時の極端な濁り水が浄水場にきても凝集剤を一切使わず沈殿処理だけにしてきた。若田浄水場では一年中、藻が繁殖し生物活性は良さそうだった。

日本設計指針や維持管理指針では濁り水対策で、凝集剤を添加するとあるが沈殿池だけで十分であるのがわかった。この経緯については、本連載（生物屋の緩速ろ過池研究）の「その4 ビールが守った生物浄化」（2022年1月号）で解説をした（図5）。

水道公論 2022年1月号  
58(1) 70-80.

生物屋の緩速ろ過池研究  
その4 ビールが守った  
生物浄化



<https://youtu.be/p2PKxIN1IZY>

図5 ビールが守った生物浄化の解説

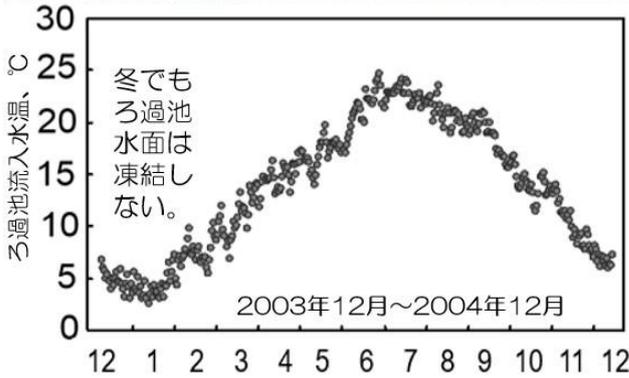


図4 高崎市若田浄水場と水温の季節変化

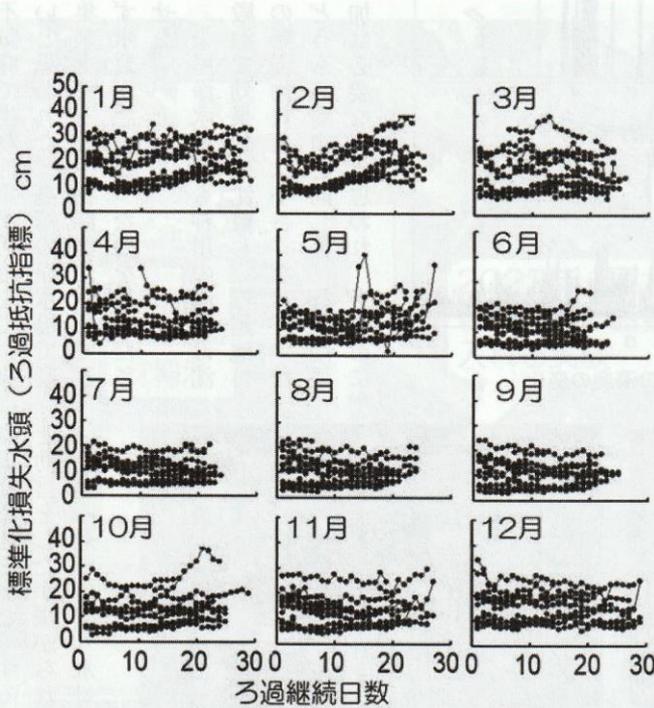


図6 若田浄水場のろ過抵抗の季節変化

高崎市では、ろ過池水面は凍結しない。

高崎市では、一年中、ろ過閉塞していなかった。

ビール工場水道水を使ってもらうために、凝集剤添加を止めた。

上田市でも、戦後、濁り水対策で、凝集剤を使いだした。

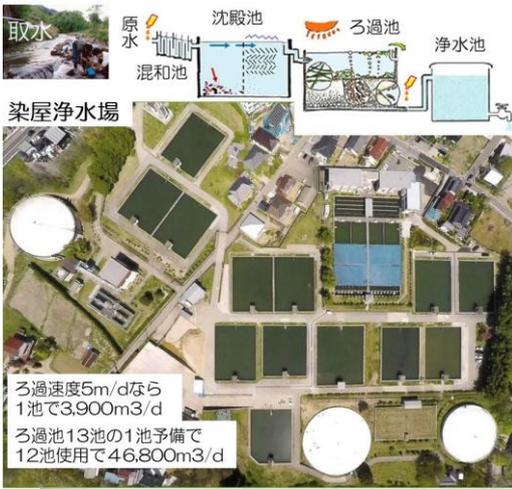


図7 河川表流水を水源とする染屋浄水場

3 山国日本では濁り対策で沈殿池だけで十分かも  
 染屋浄水場は1953(昭和28)年から神川の河川表流水を取水しだした。降雨があると河川水は濁るので沈殿池を設け、濁り水対策で凝集剤を添加しだした。また、ろ過池で藻の繁殖が目立つようになったと砂面の削り取りを行っていた。さらに藻の繁殖対策で殺藻剤も添加することをしていった(図7)。  
 私が調査を始めた1984(昭和59)年には殺藻剤添加を止めていた。しかし原水(着水)濁度が10度になると凝集剤を添加していた。1988(昭和63)年の原水

降雨で河川水が濁り、原水濁度が10度を超えるよう凝集剤を添加していた。

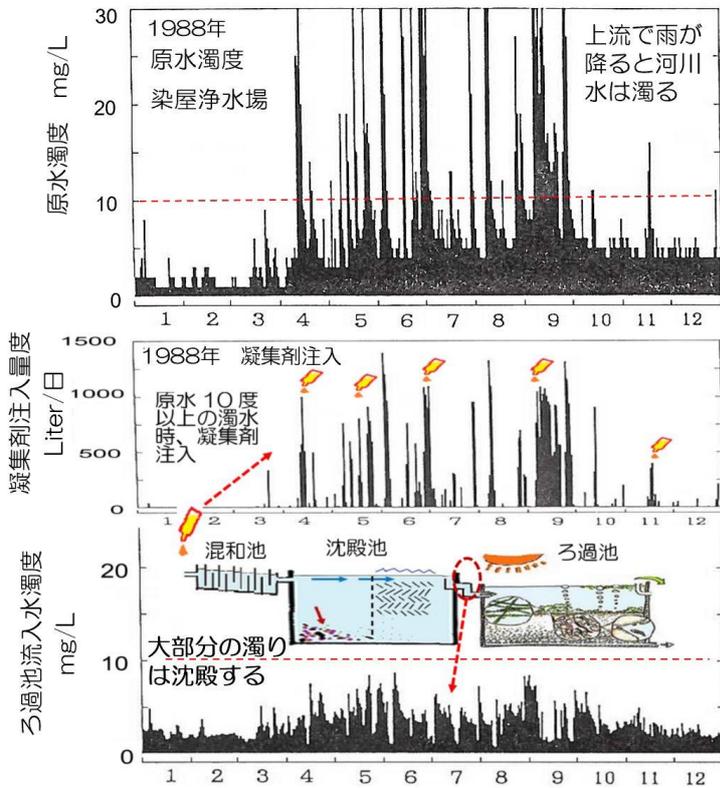


図8 原水濁度と凝集剤、沈殿後の濁度の変化

濁度、凝集剤注入量、沈殿後のろ過池流入水濁度の季節変化を調べた(図8)。濁り水が無い時のろ過池砂面では糸状藻類の藻類被膜が発達しフワフワ状態であった(図9)。しかし山で降雨があると直ぐに河川水は濁った。凝集剤を添加すると、ろ過池の水は透明になるが、砂面は白い粉を一面に散布したようになった(図10)。ろ過池は不気味で生物群集が活躍していないと思われた。高崎の浄水場で凝集剤を使うと生物群集が活躍できず水質が悪くなったのを思いださせた。  
 染屋浄水場でも神川の濁りは沈殿池で効果的に沈殿し、ろ過池への懸濁物負荷は小さくなっていった。どうも高崎市と同じく、凝集剤添加は必要ないと思われ、上田市に、



図10 凝集剤を添加すると砂面は不気味になる



図9 砂面では藻が盛んに繁殖

凝集剤添加を少なくする方が良いと助言をしたが嫌がられた。急速ろ過では濁り水対策で凝集

凝集剤を添加すると生物が活躍できなかった。

剤添加が必須で、緩速ろ過処理でも凝集剤添加は濁り水対策でも良いと考えられていた。その後、日本水道協会の1998（平成10）年の指針では「沈殿水濁度は10度以下になるように常に原水及び沈殿水濁度を監視する」と記載されるようになった。上田市では沈殿池での沈殿効果を考えていなかった。そのため原水濁度が10度で凝集剤を添加していた。原水と沈殿水の判断間違いを上田市に指摘した。凝集剤添加装置を設備したメーカーの間違いと指摘したが大学の先生より設備メーカーの方が専門家ということで嫌がられた。

そこで私は上田市水道局職員へ、高崎市の浄水場の見学をと助言したが無視された。仕方がないので、高崎市の長谷川宏場長に頼んで上田市に来てもらった。場長は上田市のろ過池の砂面が固いので驚いていた。それは凝集剤添加の影響と思われた。しかし高崎市の場長は浄水場が異なると高崎での経験をそのまま応用できないと思い、凝集剤添加は必要ないとまでは言ってくれなかった。

#### 4 やつと凝集剤を使わない実験をしてくれた

2021（令和3）年に高崎市の長谷川勝則場長に上田市に来てもらった。やはり他の自治体の浄水場について助言はしにくいようであった。長谷川さんから2023（令和5）年8月18日（金）に「火曜に県境で大雨が降り、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（ろ過池流入水）濁度200度以上で茶色でしたが、損失、ろ過水濁度もほとんど上昇せず運転できました」との情報をくれた。

上田市水道局職員が高崎の浄水場を視察し、高崎では凝集剤を本当に入れてないことに驚いた。また元中部水道企業団の菊池明敏さんも上田市水道局へ「試しに1池だけでも凝集剤を入れない実験をしてみたら」とも助言をしてくれた。

私は上田市で濁り対策で凝集剤を添加すると生物群集に悪いと思っていました。上田市の浄水処理を皆に知らせたく教科書的な管理を

してもらいたいと思っていた。染屋浄水場の上流にある石舟浄水場の方が降雨などの影響が大きく、流入水濁度は高かった。そこで2021（令和3）年5月の1月間の石舟浄水場への流入水濁度、沈殿後の濁度、ろ過池毎のろ過速度と実測した損失の値のコピーをもらった。グラフにして流入水濁度が上がっても、沈殿池だけでろ過池流入水濁度は十分に小さくなることを示した。ろ過速度と実測の損失から標準化損失水頭も計算し、ろ過継続してもろ過池は目詰まりしないことも解説した。

この様な経緯があり、やつと染屋浄水場で2022（令和4）年に着水井から直接に沈殿池を経由しないで一つのろ過池に入れる実験をしてくれた（図11～14）。実験



図11 原水を直接にろ過池へ

やつと、原水を直接にろ過池に入れる実験をした。

本来は、原水を、沈殿池を経由して、ろ過池へ。

着水（原水）をポンプで揚水し、ろ過池へバイパスで

期間中、着水井で一時的に原水濁度が700度まで上がることがあり、その原水を直接ろ過池に入れる過池は茶色になったがろ過池は目詰まりをしなかった。自然界ではこのような濁度変化があるため、

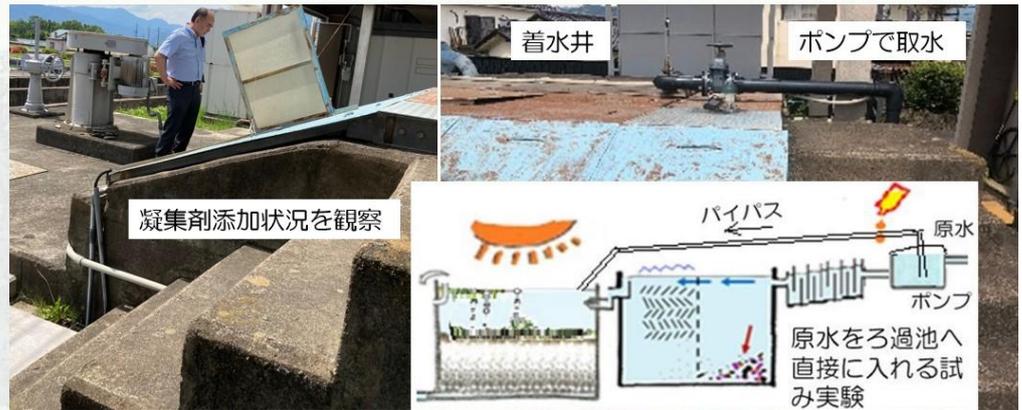


図12 着水井からポンプで取水

ろ過池で活躍していた生物群集は驚かなかったと思われた。



図14 ろ過池へ直接に導入



図13 薬注や沈殿池を避けて

原水をバイパスで直接にろ過池へ。

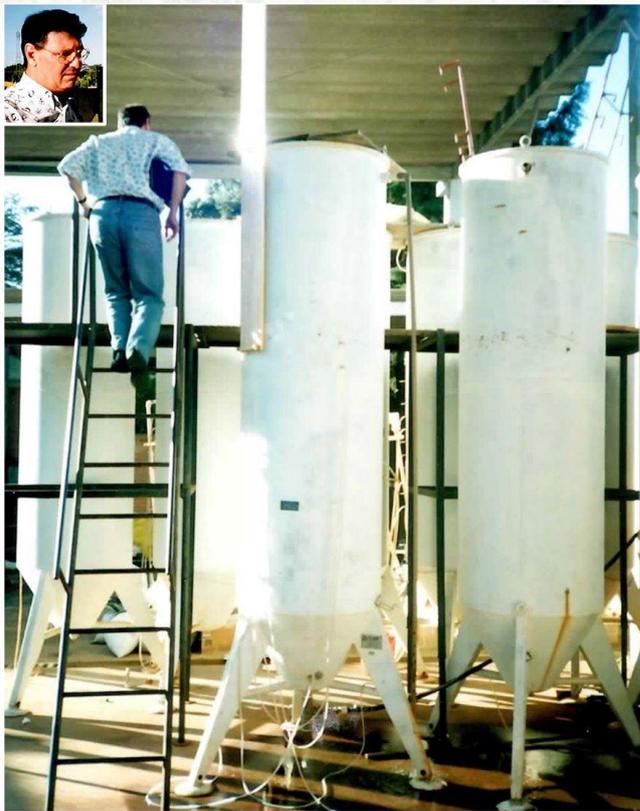


図15 上向流粗ろ過実験

5 凝集剤を使わない濁り対策で上向流粗ろ過を勧める  
凝集剤が必要なのは沈殿池で沈まない細かな濁りが多い場合である。大陸河川の濁りは細かな粒子の割合が多く茶色または白濁しているのが普通である。そこでアメリカ合衆国で凝集剤を使い最後に塩素で殺菌を行う急速ろ過が開発された。

しかし1970年代になると環境意識が高くなり、飲み水をつくるのに化学薬品添加は健康に問題があり、安全性について疑問が呈せられるようになった。生物処理の緩速ろ過処理でも、原水の濁り水対策で凝集剤や殺藻剤を使うのは良くないとの考えが出された。1980年代にブラジルのサンパウロ大工学部衛生工学科のベルナルドが濁り対策で粗ろ過（砂利ろ過）、上向流での粗ろ過の実験を行った（図15）。その成果が、19

ブラジルのベルナルドは、上向流粗ろ過実験を続けていた。

88（昭和63）年のロンドンで開催された緩速ろ過に関する国際会議で発表された。当時の私は緩速ろ過を研究し始めたばかりで、世界の情報を集めていた。そこでこの論文集を手に入れ、濁り対策での凝集剤を使わない上向流粗ろ過に興味をもった。

スリランカの国立病院への浄化施設を考えていた岡田有弘さんが、信州大学へ私を訪ねてきた。発展途上国の人が熱帯の泥水でも維持管理できる仕組みの相談であった。最初の設計は急速ろ過であったが、現地を見て急速ろ過では維持管理できないと判断した。私は濁り水対策で上向流粗ろ過が熱帯の泥水にも適していると勧めた（図16）。

私は何回かスリランカへでかけ助言もした。その結果2000（平成12）年に浄化施設が完成した（図17）。完成して10年後に訪問したところ問題なく維持管理していた。

また私はバン格拉デッシュで活躍していたNGOアジア砒素ネットワークの川原一之さんから、難分解性の農薬も分解できる仕組みを考えてほしいと頼まれた。そこで難分解性物質の分解は1回の上向

### スリランカ国立病院の浄水施設建設に協力

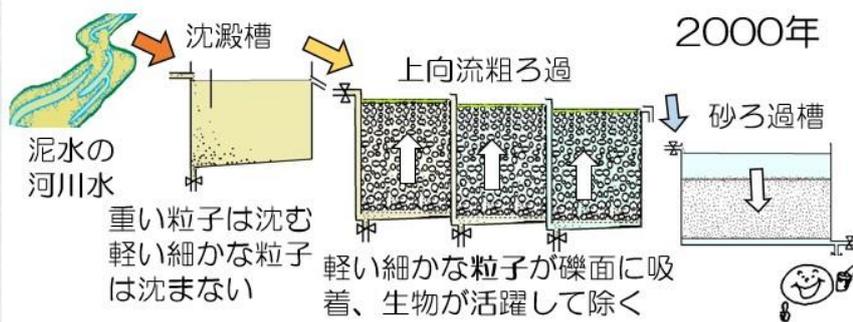


図16 スリランカで上向粗ろ過を導入した

流粗ろ過による生物分解では不十分と考え、複数回の上向流粗ろ過を勧めた。その結果、上向粗ろ過を導入した施設が2002（平成14）年に完成した（図18）。

私は2005（平成17）年8月に築地書館から出版した緩速ろ過の技術解説本『おいしい水をつくり方』で上向流粗ろ過の有用性を解説した。この本の副題は『生物浄化法―飲んでおいしい水道水復活のキリフダ技術』である。

この技術解説本の出版記念会パーティーを信州大学繊維学部応用生物科学科棟1階会議室と玄関

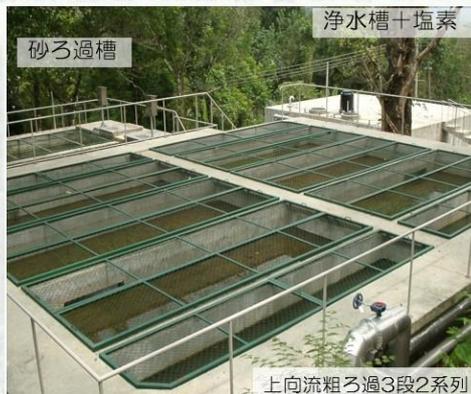


図17 粗ろ過は3段、2系列

過Slow Sand Filterの名前は細かな砂でのろ過を連想し、浄化の仕組みを誤解する」と言われた。私は「生物群集による浄化なので、Ecological Purification System 日本語では生物浄化法と言い直そう」と提案した。

6 同じ上田市民に良質の緩速ろ過の水を飲ませたい。

私が染屋浄水場を研究しだしたのは1984（昭和59）年であった。上田市には1964（昭和39）年に千曲川の左岸に県企業局の諏訪形浄水場が完成した。上田市の千曲川左岸地区で市営水道が給水されない地区には急速ろ過の水道水が給水されていた。急速ろ過の水は下流の坂城町、千曲市、長野



図18 バングラデッシュでは4回粗ろ過をした

市の一部まで給水されていた。

当時の染屋浄水場の職員は「染屋浄水場は古い技術で維持管理も手動で、自動化していないので恥ずかしい。早く、県営の様な最新技術でろ過効率が良い急速ろ過にし、自動化をしたい」と言っていた。私は「急速ろ過と緩速ろ過の水質の違いについては言わないで」とも言われた。上田市水道局職員は急速ろ過の水質が緩速ろ過より悪いということを知っていた。私は急速ろ過の水道水は水質が悪く、問題があると知っていたが、染屋浄水場での調査をしたので水質の違いについては言及しないようにしていた。緩速ろ過の染屋浄水場と急速ろ過の諏訪形浄水場の浄水能力は、ほぼ同じで、敷地面積もほぼ同じであった。

染屋浄水場には780平方メートルのろ過池が13池もある。標準ろ過速度の1日に5倍でろ過するなら1池で1日に3900立方メートルの浄化能力がある。一人1日300リットル(0.3立方メートル)給水するなら1池で1万3000人に給水可能という計算になる(図19)。

上田市には菅平ダム湖が196



図19 一つのろ過池の浄化能力

8(昭和43)年に完成し、石舟浄水場が1970(昭和45)年に完成した(図20)。上田市には780平方メートルのろ過池が合計18池になった。1池予備で17池使うなら1日に6万6300立方メートルの浄水量になり、22万1000人への給水能力があることになった(図21)。

緩速ろ過を一番研究しているのはロンドンのテムズ水道である。テムズ水道のろ過池では藻が大繁殖しているの、溶存酸素の日変化を調査していた。浄化の主役の砂層で活躍する微生物と微小動物の活性を考えた。ろ過速度が早い方が夜中に酸素不足にならないの



図20 上田市の浄水場の配置



図21 上田市の二つの施設の能力

で生物群集に良いという結論になった。2006年当時、テムズ水道のろ過速度は世界の標準ろ過速度(1日に4・8倍)の倍の1日に9・6倍にしていた。上田市



図22 染屋台にある染屋浄水場

でも仮にテムズ水道のろ過速度を採用するなら上田市の二つの浄水場による浄水量は倍になり44万人に給水可能になる。上田市の二つの浄水場で約10万人に給水しても浄化能力は十分に余裕があった。千曲川の右岸、旧市街地は染屋台にある染屋浄水場から自然流下で給水していた(図22)。染屋浄水

場の水は千曲川の左岸の一部には給水していたが、左岸の上田市の大部分は、長野県企業局の急速ろ過の水道水が給水されていた。

上田市の右岸から左岸に転居した住民は、水道水の水質の違いに驚いた。水道料金も市営の急速ろ過の水道料金より高かった。私が染屋浄水場での浄化処理を研究し『生でおいしい水道水』（築地書館、2002年）を出版していたのを知り、何とか上田市水道局にお願いできないかと相談された。

私は上田市の県営水道の区域の住民も同じ上田市民であるので、何とか水質が良い急速ろ過の水道水を飲んでもらいたいと思った。私は急速ろ過の水道水は県企業局が管轄であるので、長野県議会議員の島田基正さんに「上田市の浄化能力は十分ある。何とか上田市内だけでも市営の水道水を給水できないか」と相談していた。

島田県議にお願いした結果、やっと2006（平成18）年8月に田中康夫知事と島田県議を県営諏訪形浄水場と市営染屋浄水場を案内することになった。田中知事は8月末の任期満了近くで「15分

程度しか時間が取れない」と言われたが「それは無理、最低30分以上が必要」とお願いした。

視察した時、田中知事から「長野県は借金だらけ、お金を一切使わない方法を教えて」と言われた。私は「水道水を断水させないで施設改良はできない。普通は既存の施設の脇などに、新たな施設を建設し完成したら切り替える。そのためにはどうしてもお金がかかる」と解説した。

### 7 県営水道地区に染屋の水道水を給水できると公表

阪神・淡路大震災が1995（平成7年）1月17日にあり、日本政府は緊急時にライフラインの水道水を確保するようにと指導がなされた。その結果、上田市内の県営水道給水地区と上田市営水道給水地区との間には緊急連絡管が整備された。その整備について2009（平成21）年9月の市の上下水道局広報で公表した（図23）。また上田市は小山田秀士（上下水道事業管理者）さんの元で市営の浄化能力を精査した。その結果、上田市営の浄化能力は余力があり上田

上田市上下水道局広報第12号 平成21(2009)年9月



図23 市営と県営の緊急連絡管整備

市の県営水道区域に給水しても余裕があると確信した。そこで隣の坂城町へも送水可能と判断し2010（平成22）年3月に上田市民へ広報した（図24）。

### 8 上田市水道ビジョンはコソナルの意向

厚労省は「地域水道ビジョン作成の手引き」を2005（平成17）年10月17日付け水道課長通知で広報した。「安心」、「安定」、「持続」、「環境」及び「国際」という5つの政策課題に関する目標を達成するために各水道事業者は地域水道ビジョンを作成することになった。

上田市上下水道局広報第14号 平成22(2010)年3月



図24 市営水道を坂城町へも給水を検討

公表された上田市水道ビジョン2009～2018では海拔高度が高い石舟浄水場および染屋浄水場から自然流下で給水する計画を示してあった（図25）。その10年後の水道ビジョン2019～2028でもほぼ同じ内容であった（図26）。これらの水道ビジョンには上田市水道局が2009（平成21）年に検討し上田市民へ公表した「市営水道を上田市の県営水道給水地区への給水計画」についての記述は無かった（前出、図24）。公開されている水道ビジョンは上田市水道局が検討し作成したの

水道ビジョンには、2009年に検討した案を無視していた。

か疑問が生じた。この水道ビジョンを見ると、市のこれまでの検討を無視し、業界の利益を考えるコ

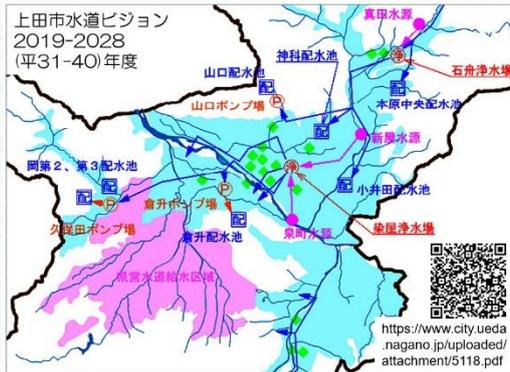


図26 2019年の水道ビジョン

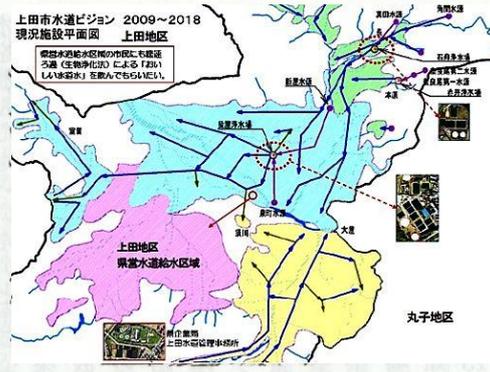


図25 2009年の水道ビジョン

ンサルに依頼して作成し、そのまま公表したとしか考えられなかった。また市の議員や関係委員も水道ビジョンの内容に関し真剣に検討しなかったのは明白であった。

日本各地の公開されている水道ビジョンをみると、ほぼ同じ内容であった。どの自治体も業界の利益を考えるコンサルに丸投げし作成したようだ。何でもコンサルに相談しては借金が増えてしまう。それぞれの自治体が自分らの現状に適した将来像を自分らで真剣に考える必要がある。

9 2023年は上田市近代水道100年

水道の神様と言われ「おいしい水の探求」(NHKブックス、1985年)を出版した小島貞男さんは「水道には地域性がある。地域に適した水道、浄化処理がある」と言っていたのを思い出す。

上田市の染屋浄水場は1923(大正12)年6月4日に完成し7月7日に落成式を開いた。それを記念して2023(令和5)年7月7日に上田市水道100周年記念式典が盛大に行われた。式典で「上

田水道誌」を頂いた(図27)。表紙には創設時から現役で使っている配水池の建設中の写真が載っている。この配水池はレンガ作りで配水池の水が「死に水(溜まり水)」が生じないように制水仕切りが多数あり屋根を支え耐震性も良い構造であった。屋根には土があり草が茂っている。浄化した水が日射で温まり、また厳寒期は凍結しない工夫がある。

この「上田市水道誌—上水道100年の歩み」はインターネットでも誰でも見られるように公開していた。この記念式典の様子と記念誌の概略はYouTubeでも公開していた(図28)。

田水道誌」を頂いた(図27)。表紙には創設時から現役で使っている配水池の建設中の写真が載っている。この配水池はレンガ作りで配水池の水が「死に水(溜まり水)」が生じないように制水仕切りが多数あり屋根を支え耐震性も良い構造であった。屋根には土があり草が茂っている。浄化した水が日射で温まり、また厳寒期は凍結しない工夫がある。

この「上田市水道誌—上水道100年の歩み」はインターネットでも誰でも見られるように公開していた。この記念式典の様子と記念誌の概略はYouTubeでも公開していた(図28)。

田水道誌」を頂いた(図27)。表紙には創設時から現役で使っている配水池の建設中の写真が載っている。この配水池はレンガ作りで配水池の水が「死に水(溜まり水)」が生じないように制水仕切りが多数あり屋根を支え耐震性も良い構造であった。屋根には土があり草が茂っている。浄化した水が日射で温まり、また厳寒期は凍結しない工夫がある。

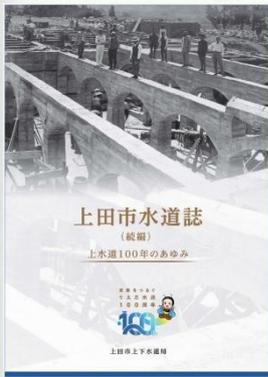


図27 上田市水道誌

上田市水道誌 各章のリンクリスト <https://www.city.ueda.nagano.jp/soshiki/keieikanri/81457.html>

巻頭言、目次、概要 <https://www.city.ueda.nagano.jp/uploaded/attachment/52537.pdf>

田水道誌」を頂いた(図27)。表紙には創設時から現役で使っている配水池の建設中の写真が載っている。この配水池はレンガ作りで配水池の水が「死に水(溜まり水)」が生じないように制水仕切りが多数あり屋根を支え耐震性も良い構造であった。屋根には土があり草が茂っている。浄化した水が日射で温まり、また厳寒期は凍結しない工夫がある。

この「上田市水道誌—上水道100年の歩み」はインターネットでも誰でも見られるように公開していた。この記念式典の様子と記念誌の概略はYouTubeでも公開していた(図28)。

田水道誌」を頂いた(図27)。表紙には創設時から現役で使っている配水池の建設中の写真が載っている。この配水池はレンガ作りで配水池の水が「死に水(溜まり水)」が生じないように制水仕切りが多数あり屋根を支え耐震性も良い構造であった。屋根には土があり草が茂っている。浄化した水が日射で温まり、また厳寒期は凍結しない工夫がある。

この「上田市水道誌—上水道100年の歩み」はインターネットでも誰でも見られるように公開していた。この記念式典の様子と記念誌の概略はYouTubeでも公開していた(図28)。

田水道誌」を頂いた(図27)。表紙には創設時から現役で使っている配水池の建設中の写真が載っている。この配水池はレンガ作りで配水池の水が「死に水(溜まり水)」が生じないように制水仕切りが多数あり屋根を支え耐震性も良い構造であった。屋根には土があり草が茂っている。浄化した水が日射で温まり、また厳寒期は凍結しない工夫がある。

田水道誌」を頂いた(図27)。表紙には創設時から現役で使っている配水池の建設中の写真が載っている。この配水池はレンガ作りで配水池の水が「死に水(溜まり水)」が生じないように制水仕切りが多数あり屋根を支え耐震性も良い構造であった。屋根には土があり草が茂っている。浄化した水が日射で温まり、また厳寒期は凍結しない工夫がある。

10 更新図を見て驚いた—何で凝集剤を添加

記念式典でいただいた「上田市水道誌」の137ページに染屋浄水場更新計画図を見て、本当に驚いた(図29)。施設の耐用年数がきて老朽化したので施設更新が必要とコンサルに助言され、染屋浄水場は全面的に施設更新をするという図面であった。

上田市の浄水場は100年前に

田水道誌」を頂いた(図27)。表紙には創設時から現役で使っている配水池の建設中の写真が載っている。この配水池はレンガ作りで配水池の水が「死に水(溜まり水)」が生じないように制水仕切りが多数あり屋根を支え耐震性も良い構造であった。屋根には土があり草が茂っている。浄化した水が日射で温まり、また厳寒期は凍結しない工夫がある。

田水道誌」を頂いた(図27)。表紙には創設時から現役で使っている配水池の建設中の写真が載っている。この配水池はレンガ作りで配水池の水が「死に水(溜まり水)」が生じないように制水仕切りが多数あり屋根を支え耐震性も良い構造であった。屋根には土があり草が茂っている。浄化した水が日射で温まり、また厳寒期は凍結しない工夫がある。

田水道誌」を頂いた(図27)。表紙には創設時から現役で使っている配水池の建設中の写真が載っている。この配水池はレンガ作りで配水池の水が「死に水(溜まり水)」が生じないように制水仕切りが多数あり屋根を支え耐震性も良い構造であった。屋根には土があり草が茂っている。浄化した水が日射で温まり、また厳寒期は凍結しない工夫がある。

田水道誌」を頂いた(図27)。表紙には創設時から現役で使っている配水池の建設中の写真が載っている。この配水池はレンガ作りで配水池の水が「死に水(溜まり水)」が生じないように制水仕切りが多数あり屋根を支え耐震性も良い構造であった。屋根には土があり草が茂っている。浄化した水が日射で温まり、また厳寒期は凍結しない工夫がある。

田水道誌」を頂いた(図27)。表紙には創設時から現役で使っている配水池の建設中の写真が載っている。この配水池はレンガ作りで配水池の水が「死に水(溜まり水)」が生じないように制水仕切りが多数あり屋根を支え耐震性も良い構造であった。屋根には土があり草が茂っている。浄化した水が日射で温まり、また厳寒期は凍結しない工夫がある。

田水道誌」を頂いた(図27)。表紙には創設時から現役で使っている配水池の建設中の写真が載っている。この配水池はレンガ作りで配水池の水が「死に水(溜まり水)」が生じないように制水仕切りが多数あり屋根を支え耐震性も良い構造であった。屋根には土があり草が茂っている。浄化した水が日射で温まり、また厳寒期は凍結しない工夫がある。

田水道誌」を頂いた(図27)。表紙には創設時から現役で使っている配水池の建設中の写真が載っている。この配水池はレンガ作りで配水池の水が「死に水(溜まり水)」が生じないように制水仕切りが多数あり屋根を支え耐震性も良い構造であった。屋根には土があり草が茂っている。浄化した水が日射で温まり、また厳寒期は凍結しない工夫がある。



図28 記念式典の動画公開

上田市100年誌は、誰か作成したのか。

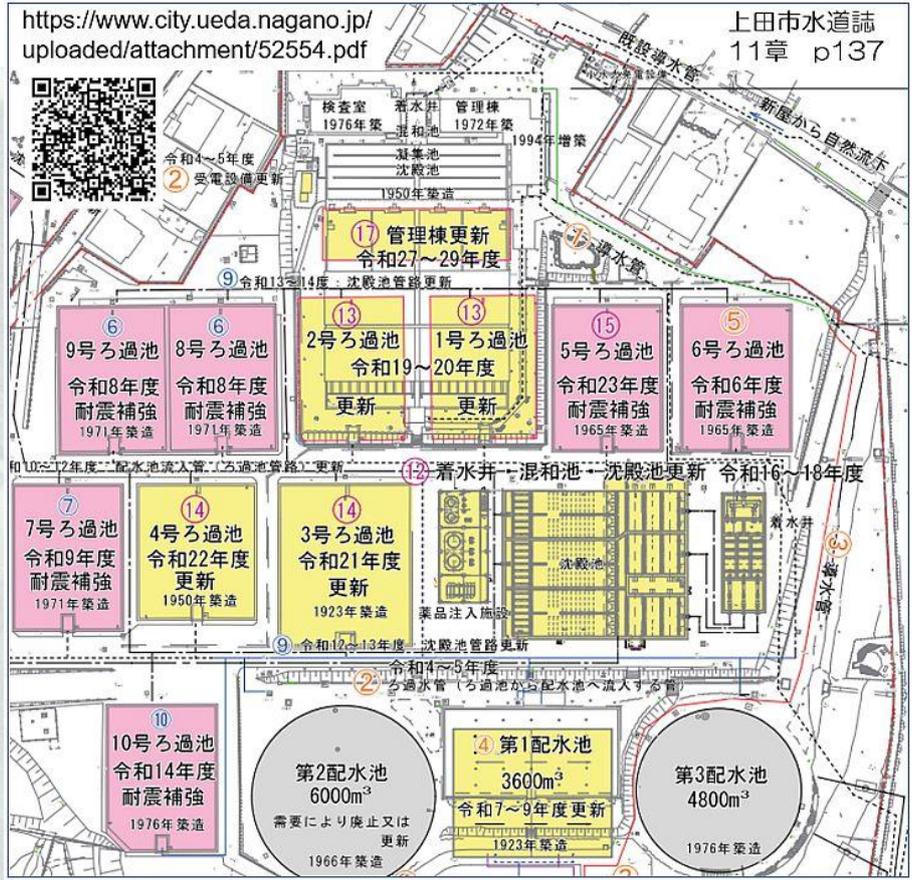


図29 更新計画図

建設され、関東大震災による被害もなく、100年間、問題なく動いていた。自然流下を利用し、流量調節も手動のバルブ操作で維持管理している。ろ過抵抗やろ過流量の測定にも電気を使っていない(図30)。停電でも支障なく浄化し

給水できる浄水場である。私は生物浄化法として、ろ過池の維持管理を良くするようにと何度も上田市にも進言していた。私は上田市の染屋浄水場は日本の見本、世界の見本として解説をしてきた。



https://www.youtube.com/watch?v=1ixdARf3Tk0&t=30s

図30 ろ過池管理は全て手動

何で更新案は凝集剤添加をする方式なのか不思議であった。上田市は緩速ろ過の浄化の仕組みを理解していないコンサルに頼み、それを鵜呑みしているとしか考えられなかった。

上田市では凝集剤を添加する必要がないのに(前出、図11)更新案では凝集剤を添加する図である。更新案は低い位置にある最新のろ過池を壊して造成して着水、凝集剤添加、沈殿池を建設する。土盛りの造成では地震などで沈下し亀裂が入るリスクもある。何で素人でも悪いと分かる案を水道誌で

染屋浄水場は、基本的に全て手動で管理

公表するのかわからなかった。何年前か、創設当時のろ過池や配水池を土木遺産に登録したい」と知人から予備調査したいと私に相談があった。そこで上田市に伝えたところ「断って」と言われた。この時、既にこの更新案が動いていたと推測された。

### 11 なぜ更新したばかりのろ過池を壊すのか

100年前の緩速ろ過池の壁は斜めでろ過池の砂層面での藻の発達が良かった。それは斜めの壁の浅い岸辺で藻が発達し砂面に落ちて砂層面での藻の発達、生物群集の発達を促進すると考えられた(図31)。緩速ろ過は水深が浅い方が良いという考えにつながり、水深を浅くすると生物活性が良くなると強調して解説をしてきた。

しかし1992(平成4)年から斜め壁のろ過池を壊して垂直壁に更新するようになった(図32)。33)。何で構造が良く、耐震性もあるろ過池を耐震性も悪く漏水しやすい垂直壁のろ過池にするのか納得できなかつた。

当時の上田市の水道管理者が信

100年前に建設したろ過池は、斜めで生物群集の発達の調子が一番良い



図31 耐震性が良く生物にやさしい斜め壁

州大学繊維学部卒業生の高橋邦夫さんであった。そこで高橋さんに頼んで、この改悪ともいえる工事を中断してもらった。その結果、創設当時に3つあった斜め壁のろ過池のうち3号池だけが残された。

**12 厚労省モデル案は問題が多い**

厚労省は「水道基盤強化計画策定に向けた水道施設の最適配置計画



図32 92年、耐震性の良い斜め壁のろ過池を更新

画」の報告書を2021（令和3）年3月に発表しモデルケースを示した（図34）。概要版を同年5月28日に公開した（図35）。

海抜の高低差を利用し省エネを考えていた。最高位置にある柴屋浄水場の水道水を県企業局の諏訪形浄水場を経由して下流の長野市まで給水する案であった（図36）。



図33 漏水しやすい垂直壁にした

そのためには上田市営水道と県企業局の水道との連絡管整備が必要とあった（図37）。

関係自治体への説明には施設の統廃合が必要であり、千曲川を渡る橋の連絡管整備が必要とあった。しかし、上田市内にある千曲川を渡る橋、4本全てに水道本管は布設済で、しかも使っていた。しかも、諏訪形浄水場の南と北の道路

には市営水道の水道本管が布設され使っていた。

上田市のおいしい水を広める会の人たちは2010（平成22）年に市民へ公表していた方針（前出、図24）から後退しているのが驚き、上田市水道局に真意を確かめようとしてきた。また厚労省のモデル

2021年3月  
厚生労働省水道課

公開  
2021年5月28日  
スライド52枚

水道基盤強化計画策定に向けた  
水道施設の最適配置計画の検討業務一式

**【概要版】**

本検討は、モデルケースによる施設最適配置を検討し、その効果の試算方法を例示するものである。報告の中で示す施設整備や財政計画は、あくまでも各事業体の既存計画や施設状況等を踏まえた検討ケースの一つであり、今後の事業の方向性等を制限するものではないことにご留意頂きたい。

図35 厚労省の報告概要

水道基盤強化計画策定に向けた  
水道施設の最適配置計画の検討業務一式

報告書  
(本編)

https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000784667.pdf

令和3年3月 2021年3月

本検討は、モデルケースによる施設最適配置を検討し、その効果の試算方法を例示するものである。

厚生労働省 医薬・生活衛生局水道課

図34 厚労省の最適化報告

調子が良いろ過池を壊して、構造が悪いろ過池にした。

水道施設の最適化配置計画は、誰が主導で作成されたのか。どんな意図があるのか。

# 急速ろ過の問題だった。染屋から用水供給を考えた。

## 6. 事業実施計画 (ステップ図)



図37 不正確な内容だった

## 7. 効果の試算

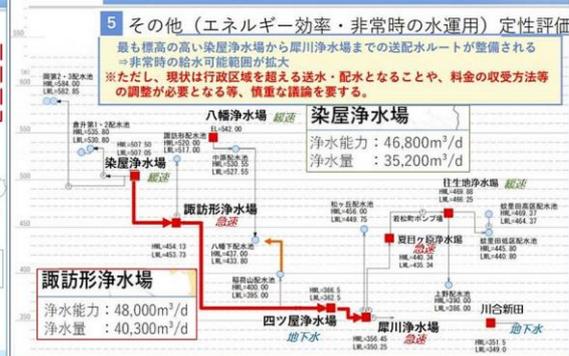


図36 上田・長野間をモデルにした

案では、上田市にある石舟浄水場を考慮していなかった。さらに上田市の動力費や薬剤費が急速ろ過

の県企業局とほぼ同じであった。調べたところ計算根拠の値は2019(令和元)年の台風19号で甚大な被害があった年だった。この年は神川の取水堰が砂礫で埋まって取水できず、千曲川から動力を使って揚水をしていた。また河川の堤防や河床の損壊が大きく河川工事があり現在も続いている。そのため取水する河川水が濁り、凝集剤を多用していた。このモデル案は、特異な年の値を元に作成されていたのがわかった。

この報告書で県企業局の諏訪形浄水場には停電対策の非常用電源が無いこともわかった。上田市は千曲川からの揚水のために大きな非常用発電設備が整っていた。神川からは自然流下で導水でき、浄水場での浄化にも基本的には電気は必要なく、染屋台地から下の市街地への給水も自然流下で送水できる仕組みであった。また石舟浄水場からの水道水も自然流下で給水でき、上田市は基本的には動力を使わず省エネで給水できる(前出、図20)。厚労省の報告では、このことも書かれていなかった。急速ろ過と緩速ろ過の水質の違いに

ついては、急速ろ過は、逆洗があり、問題だらけ。

このモデル案が出された背景には、薬品処理の急速ろ過では安心できる水道水ができないことが明確になった事があると思われる。発癌物質生成問題や、急速ろ過の逆洗行程でクリプト原虫が通過してしまうことがわかり、急速ろ過はお手上げ状態というのが明白である。さらに急速ろ過では原水にクリプト原虫が検出されたら取水停止や給水停止を指導されている

これまで急速ろ過はろ過効率が良くと解説されてきた。その効率は急速ろ過池だけの事で、施設全体の浄化効率を考えると(図38)、急速ろ過の施設効率と緩速ろ過の施設効率はほとんど変わらない。

緩速ろ過では薬品や精密機器を使わずに急速ろ過の浄水濁度より数桁も小さな濁度で良質の水を難なくつくれる(図40)。

長野県企業局は厚労省の上田・長野間のモデル案を受け、スマート化推進センターを設置した。新しい職員が担当し、上田市の緩速ろ過の浄水施設や県企業局の急速ろ過の現状を勉強した。その結果、長野県の水道事業を健全化するに

が、諏訪形浄水場の配水池は容量が足りず、急遽、配水池を増設した。急速ろ過では転勤がある素人の職員では安心できる水道水をつくれないので、専門技術をもった業者に委託せざるを得ない状態である(図39)。

急速ろ過の問題解決を上田市に頼っている

急速ろ過池の逆洗行程で何でも通過するのが問題

高度処理が必須で専門技術者が必要

急速は逆洗が致命的

https://www.youtube.com/watch?v=m6b6mJr8lIQ&t=11s

急速ろ過は、高度処理が必要だった。

急速ろ過は、転勤がある素人では、管理できないので、業者頼みに。

は急速ろ過を廃止して緩速ろ過にするしかない判断した。そこで2022（令和4）年3月に私が無償で3時間の緩速ろ過処理の解説を2回も実施した（図41）。これまで厚労省や長野県企業局は上田市を巻き込み、施設統合しないと補助金が降りないと圧力をかけてきた。上田・長野間の各地域で説明会を何回か開いた。その根拠として次の3つをあげている（図42）。①人口減少により料金収入が大幅に減少、②施設老朽化により、維持管理費や更新に膨大な費用が必要、③水道事業を支える人材不足。

この課題は本当だろうか。上田



図39 急速は業者頼み

市の施設能力には余裕があり県企業局へ用水供給をするので料金収入は上がる。上田市の施設は100年も使えて問題なく稼働している。緩速ろ過は自然界の生物が浄化し職員はそれを見守るだけで、転勤する職員でも維持管理できる。どうも厚労省が言う水道の課題は急速ろ過の課題である。急速ろ過は最新機器の更新が必要で、施設更新も必要があった。そこで耐用年数、老朽化という理由で更新浄水場は自然流下で浄化施設も手動で維持管理できる。100年間、現役で稼働している。緩速ろ過の問題ではなかった。

【長野県企業局】長野県水道事業実務研修会『伝承!!緩速ろ過技術の極意』(Web会議方式)

第1回 2022.2.3. <https://youtu.be/Gxo4scBpqJ8>  
 第2回 2022.3.17. <https://youtu.be/nvpD8Pz432k>



図41 水道を救うには緩速ろ過



図40 濁度と処理法

急速と緩速のろ過水濁度の違いに注目。

長野県企業局は緩速ろ過を勧めたい。

上田・長野 各地域協議会資料 令和4（2022）年9月



図42 急速ろ過の課題

厚労省のモデル案では論点のすり替えが行われていた。

水道の課題は、全て、急速ろ過の問題