

0.000 度「おいしい水」 2.0 度 (0.1 度) の基準の水

「おいしい水」と「安全という基準の水」

緩速ろ過技術は誤解されてきた
中本信忠 信州大学名誉教授
昭和43(1968)年完成
上田市水道水が臭くなった
昭和50(1975)年10月信大へ
昭和59(1984)年4月～

染屋浄水場 2019年1月25日(金) 13:30～

緩速ろ過 → 生物浄化法
生物群集による食物連鎖が浄化の鍵だった。

水中ではフワフワな藻
水中では砂は汚れていない。
持ち上げる(水を抜く)と藻に付着していた汚れが外れ、砂が汚れる。

昭和39(1964)年
県企業局諏訪形浄水場

凝集剤投入 → 薬液混合 → 急速ろ過 → 沈殿槽 → 浄水槽 → 大量の汚泥処理

急速ろ過法 → 凝集薬品沈殿ろ過殺菌法

浄水濁度基準 2.0 mg/l
好ましい濁度 0.1 mg/l (クリプト原虫対策で)

細菌も汚れ、刺激物質も全て除かれ、安全でおいしい甘い水。

0.000度のスーパークリーンの湧水みtain「おいしい水」

生物が浄化するスーパークリーンの水

塩素殺菌が必須で管路が汚れる水

ろ過池は上から下への流れがある。砂が動かず生物群集にやさしい環境。

エサがくる表面近くで微小生物は濁りを捕捉する。

病原菌のいない安全な飲料水

微小生物は短時間で懸濁物を捕捉。消化管を通過する時間は短い。

長時間の作用

食物連鎖 短時間の作業

微小生物群集による食物連鎖が浄化のカギ

糞塊の中で発酵

深いところにはエサがない。

空腹の微小動物が安心して活躍できるのが大切。

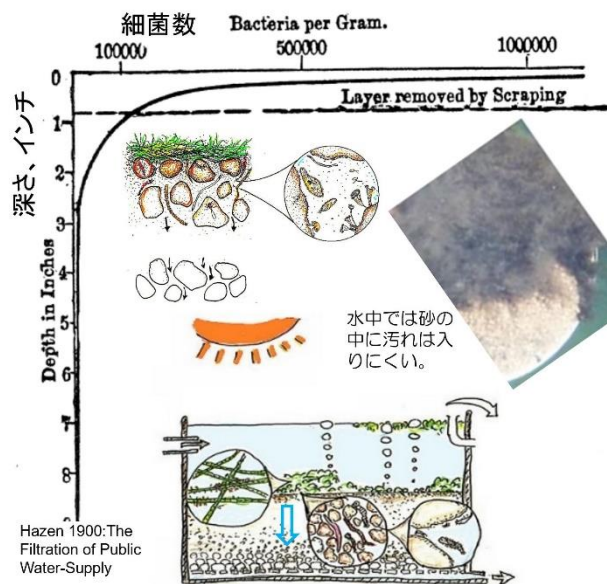
微小動物にとって酸素は必須

1mm = 1,000 μm

コロイド粒子、ウイルス、細菌、原生動物、微小動物、糞塊、砂ろ過

微小生物の食物連鎖が浄化のカギ

上から下への垂直の流れだと砂は動かない
餌が来る砂層上部だけに生物が活躍



浄化の主役の生物は砂層上部にいる

生物群集が活躍する層を通過する時間は瞬間

英国式標準ろ過速度 20cm/時間(4.8m/日)

生物群集が活躍し浄化するのは砂層表面近く

大部分の生物群集が活躍する厚み 約1cm

砂の隙間を流れる速度 40cm/時間=0.67cm/分 (9.6m/日)

上部で捕捉されない時の保険の厚み

英国式標準ろ過速度 20cm/時間(4.8m/日)

緩速ろ過は瞬間浄化法
名前が誤解を生んだ→生物浄化法

生物群集が活躍する砂の厚み 1cmを通過する時間
1cm ÷ (0.67cm/分) = 1分半

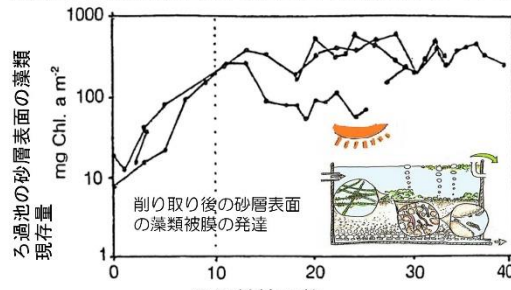
砂層の1mを通過する時間
100cm ÷ 40cm/時間 = 2時間半

約一分で浄化する瞬間浄化だった

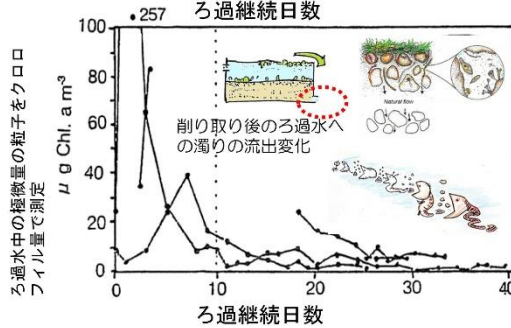
生物群集は急激な水質変化で驚いて活動を止める。砂層が1 mとは濁りなどが生物活躍層を通過した場合の砂表面に吸着する保険の層だった。

汚れた砂を除くと汚れが通過する

急速ろ過では藻類は困る。緩速ろ過では藻は役立っている。汚泥・汚砂でなく、生物活性層。

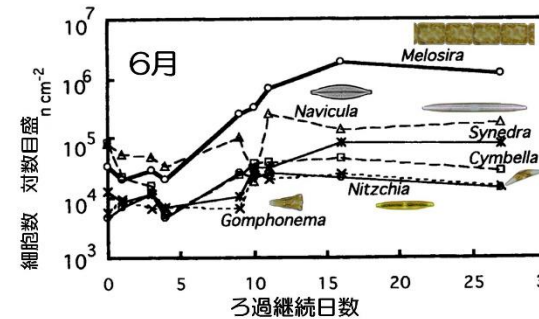


上田市染屋浄水場、夏は藻類繁殖が著しい。ろ過開始後、約10日間で糸状藻類の連続培養系が成り立つ。



ろ過水は約10日間で非常に清澄になった。生物群集が活躍している砂層表面を取り除いてはいけない。

5



6月、藻類被膜の発達状態を調べた。最初は、河床の付着藻類と同じ。ろ過継続に伴い、糸状珪藻メロシラが優占した。

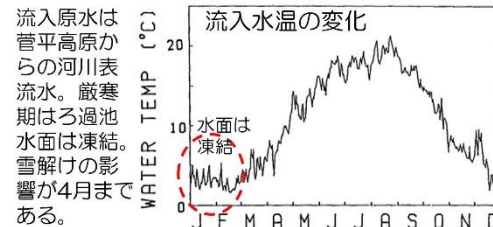
ろ過継続10日以降の藻類被膜状態の季節変化を調べた。

水温が低い冬季は、河床の付着藻類と同じで、日射量が増え、水温が高くなる時期から、糸状珪藻メロシラが優占し、12月まで優占していた。

6

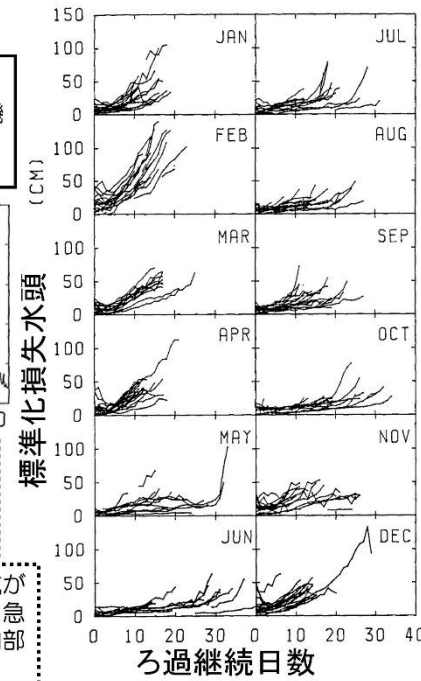
ろ過継続とろ過抵抗 (NHL)

冬の抵抗：ろ過継続日数に比例
海拔500mの上田市染屋浄水場では冬期は機械的篩ろ過。ろ過池で藻類が繁殖しだすとろ過抵抗は増えない。



削り取りを日数で行っている。寒い季節は、削り取り時に砂層内部に入った気泡が、なくなるのに日数が必要。冬期は、水の粘性が大きいのが原因と思われる。

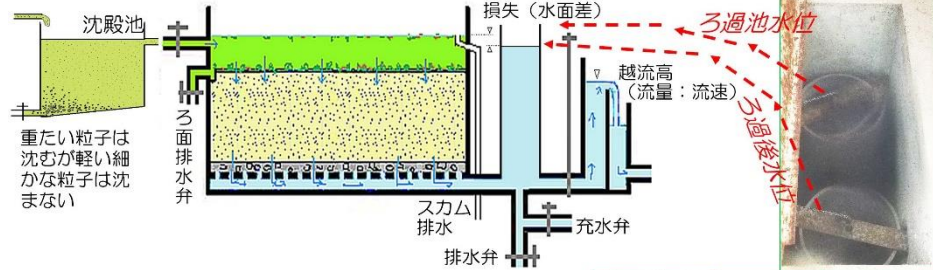
水温が高い夏に、ろ過継続最後に、ろ過抵抗が急激に上昇するのがあった。削り取り前に、急激にろ過速度を上げるために、濁りが砂層内部に引き込まれるためと推測される。



生物活性が高い季節はろ過抵抗は上がらない
藻や捕食動物が活躍し濁りを捕捉し抵抗を上げない

8

見かけの損失はろ過速度に比例して換算が必用



見かけ(実測)の損失水頭
＝そのままではろ過抵抗指標にならない。

ろ過閉塞指標：損失水頭(ΔH)
損失水頭(ΔH)はろ過速度(V)に比例する。
 $\Delta H = kV$

英国標準ろ過速度20 cm/h (4.8 m/d) : V_n .

NHL(標準化損失水頭Normalized Head Loss: H_n)
は実測の損失水頭を英国標準ろ過速度でろ過した場合に換算する。

NHL:標準化損失水頭: H_n (cm)

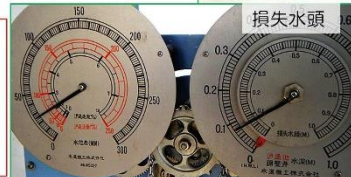
$H_n = (H \times V_n) \div V$

実測の損失水頭: H (cm)

実測のろ過速度: V (cm/h or m/d)

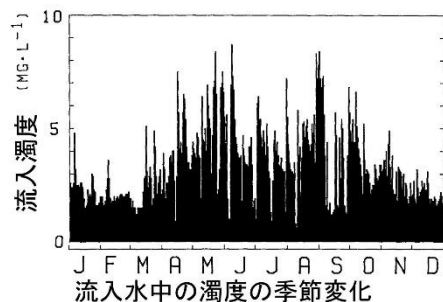
標準ろ過速度: V_n (20 cm/h or 4.8 m/d)

流量だと他の浄水場と比較できない。
流速だと比較できる。

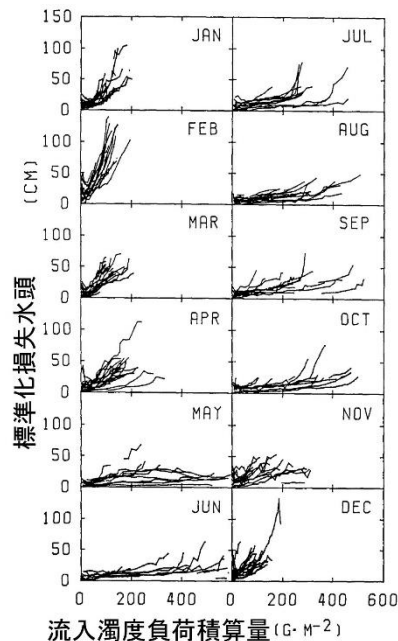
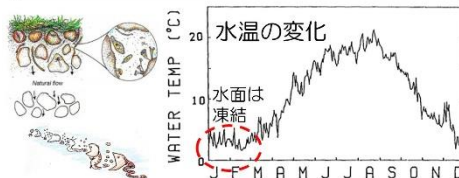


7

生物が活躍する目詰まりしない

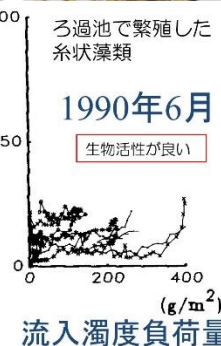
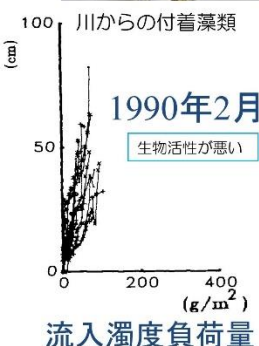
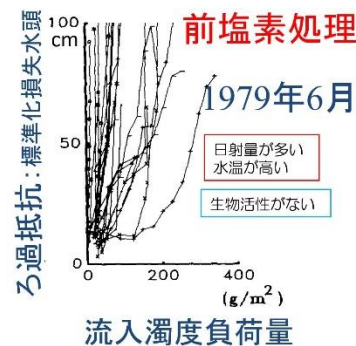
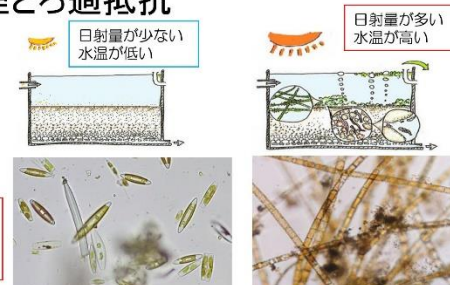
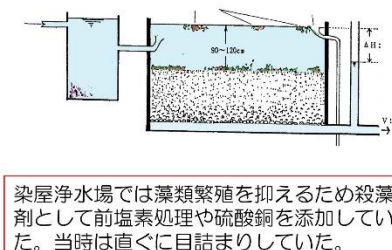


厳寒期は生物活性が低く直ぐにろ過抵抗が直ぐに大きくなる。
夏は、濁度が高くても、ろ過抵抗は増えない。
夏は生物活性が高いので、ろ過抵抗が増えない。

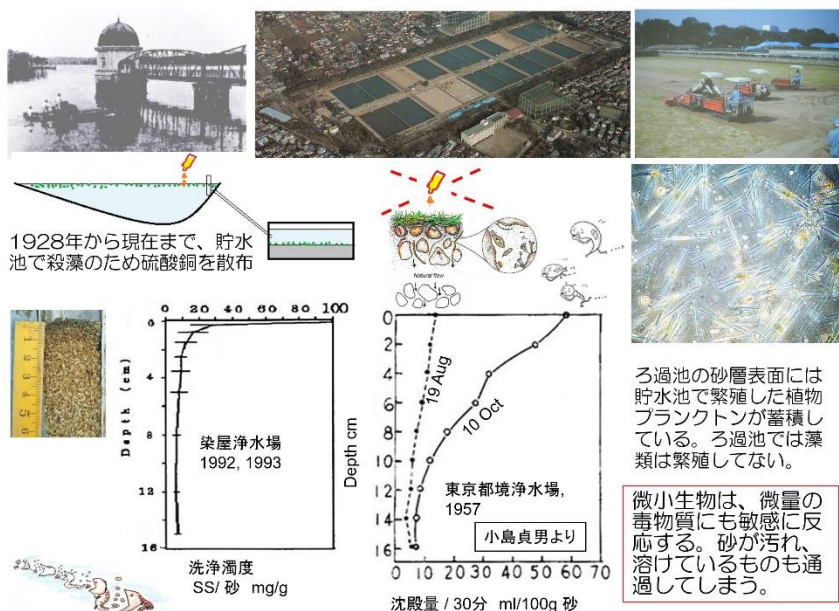


ろ過抵抗は水の粘性と生物活性に関係している

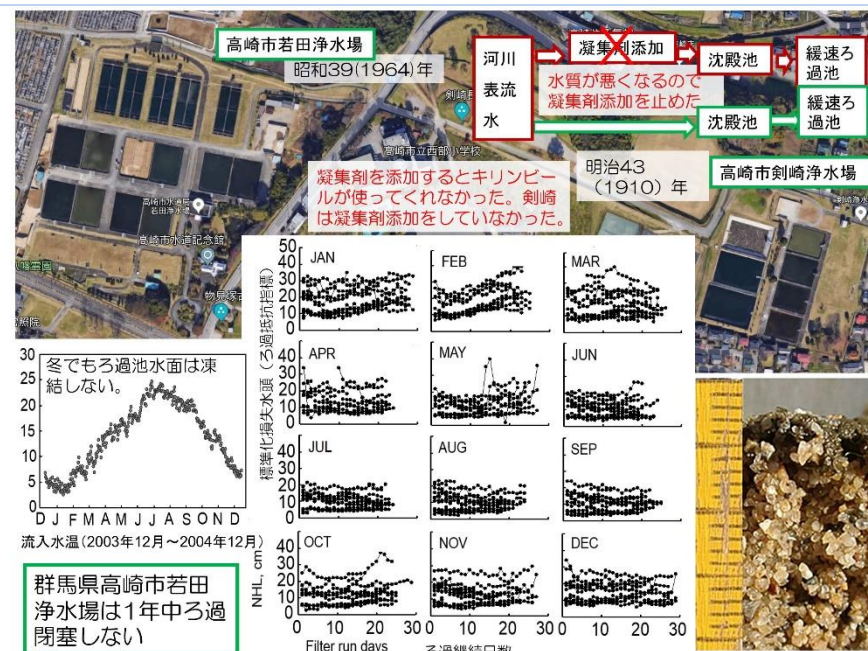
生物が嫌がる PAC も生物毒 殺藻剤としての前塩素処理とろ過抵抗



貯水池で硫酸銅がろ過池で生物が活躍できない



生物が活躍しないと深くまで汚れる



PAC を使うと水質が悪くなり、キリンが使ってくれなかった

生物を殺すと夏でも目詰まりする

ろ過池の水面が凍らない高崎は目詰まりしていない。
砂層表面で生物が休憩しないで活躍している

水深を浅くし生物活性を高めた

大きな砂で補砂した

テムズ水道ではろ過速度を速くした

水深を浅くすることで生物群集は活躍しやすくなった。



13

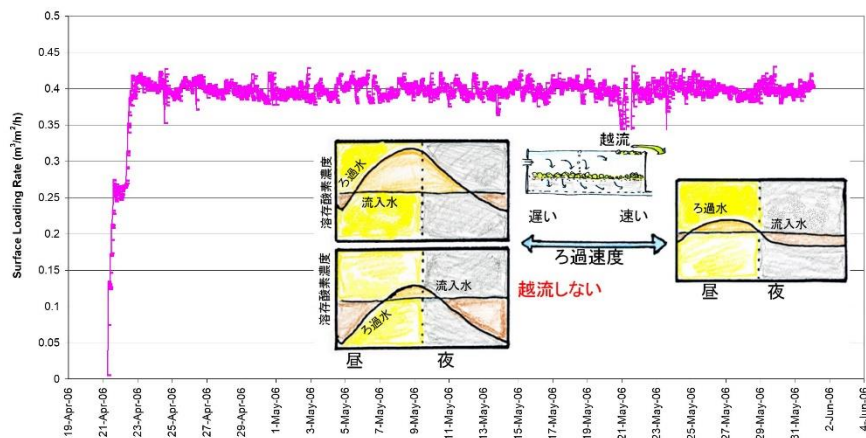
緩速ろ過でなく生物群集の活躍を考える生物浄化法だ。



14

水深が浅いなら冬でも藻が繁殖

Surface Loading Rates for a SSF at Ashford Common AWTW during April and May 2006



テムズ水道の全ての浄水場で、9.6m/日 (0.4m/時) の速いろ過速度に変更した。速いろ過速度だと溶存酸素の日変化が小さく、夜明け時に酸素不足にならず、砂層内の微小生物群集にやさしい環境になる。

15



企業局の能力 48,000m³/日

現在のろ過速度から推測すると十分に余力がある。

英国式標準ろ過速度 4.8m/日

現在の英国は 9.6m/日

現在の能力 十分余裕の能力

63,648m³/日 × 2 = 127,296 m³/日

現在の英国の 9.6m/日でろ過なら、この倍

県営をカバーできる能力がある

16

市営の浄化能力は十分に余っている

生物の活躍を考える必要がある

均一の細かな砂は必要なかった

浅い水深、水温が低くても、藻類は繁殖。

生物浄化層を除いてはいけない

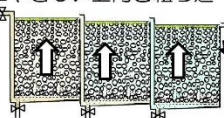


動かない砂では生物が活躍、大きな砂でも良い。



均一の細かな砂は必要ない。どんな砂でも良い。

薬品を使わない濁り対策：生物群集にやさしい上向き粗ろ過



管路も汚れない水

捕食動物の影響で緑藻、貝類がでてくる。



おいしいスーパー
クリン
の水



緩速ろ過の世界の標準ろ過速度：4.8m/d(20cm/h)
⇒テムズ水道
4.6m/d(40cm/h)に変更



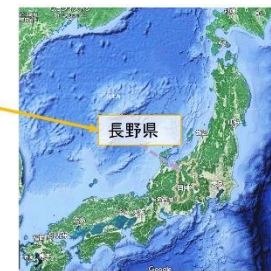
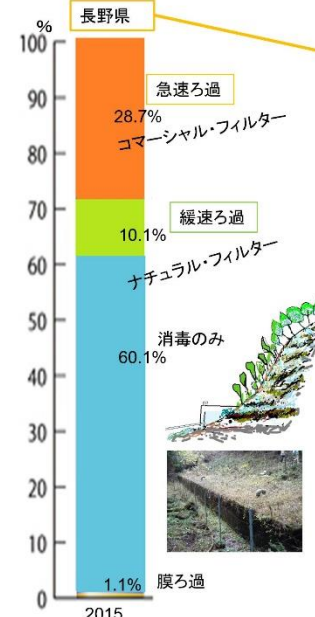
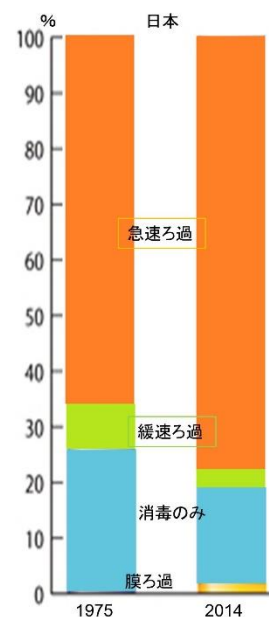
浄水濁度基準 2.0 mg/l
好ましい濁度 0.1 mg/l
(クリプト原虫対策で)

「安全という基準の水」

17

長野県はナチュラル・フィルターの水が多かった

処理水量割合（給水人口5,000人を超える上水道）



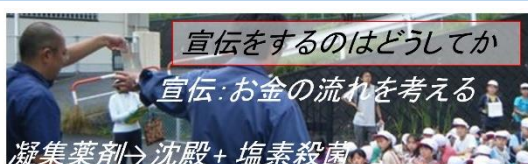
染屋なら、自分らで維持管理できる

18

宣伝するのは、業者の利益のためだった



凝集薬品沈殿ろ過処理の急速ろ過は商業フィルター、生物群集による浄化の緩速ろ過はナチュラルフィルター

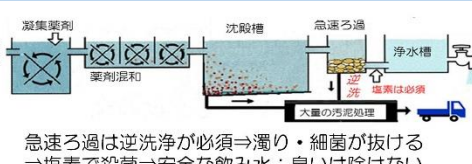


何故、塩素殺菌は必要？ 未完成の欠陥処理
基準(2度)の清澄さ=本当に安全？=急速ろ過のため



19

クリプト事故前は活性炭を入れてなかった



凝集薬品処理では最初から藻対策が必要だった：硫酸銅
トリハロメタン（発癌物質）生成指摘 1974
浄水濁度基準 2.0 mg/l

臭気・異臭問題
活性炭・オゾン
クリプト原虫事故：1993
浄水処理の強化
好ましい濁度 0.1 mg/l
(クリプト原虫対策で)



水道におけるクリプトスポリジウム等対策指針（案）水道水がクリプトスポリジウム等に汚染された可能性のある場合には、浄水場からの送水を停止する等の措置を講じた上で、浄水処理の強化を行うか、または、汚染されているおそれのある原水の取水停止・水源の切り替え等を実施すること。平成19（2007）年厚生労働省令第54号

20

下水処理の影響が常にある。危険すぎる急速ろ過

転勤職員では高度処理は維持管理できず、委託し、業者のいいなり

宣伝するのは、業者の利益ためだった

東京都水道局の
ホームページより



21

朝日新聞「ことば抄」
1996(平成8:23年前).5.14.

- ①公務員はPublic Servant公共に奉仕する人。
②転勤がいけない。素人が上に立つ。部下に相談できないから、コンサル、業者に相談する。
③人間は、誰でも、間違いをする。小さな間違いをたくさんしても良い。気づいたら修正しよう。
④公務員は、間違えたと言わないで、屁理屈を繰り返し、コンサルに相談し、深みに入っている。
⑤公務員を増やし、何でも自分らで対応するようにする。
⇒小さな自治体ほど良い管理をしていた。コンサルに相談できないので自分らで考える。
⑥コンサルは利益を追求する。

22

染屋なら、自分らで維持管理できる

ドキュメンタリー映画
最後の一滴まで—ヨーロッパの隠された水戦争—



契約以外の想定外の事故でも、地元なら利益を無視しても対応する。

地元業者だけと契約する。

契約時の利益が上がらない時は
契約違反として訴えられ、住民
が利益を保証する。契約解約時
には多額の賠償金を企業から請
求される。裁判に訴えてくる。

利益は本社へ流れる。

契約以外の想定外の事故は対応しない。

宣伝に騙だまされてはいけない。

23

濁り対策で凝集剤を添加する仕組みだった。でも薬注を止め、キリンビールが使ってくれるようになった。

河川表流水取水の若田浄水場を見学しよう
台風時でも凝集剤を添加していない

濁り対策で凝集剤を添加する仕組みだった。でも薬注を止め、キリンビールが使ってくれるようになった。

原水がどんなに濁っても凝集剤を使わない施設

24

生物群集が嫌がることをしてはいけないことだった