

長野県企業局主催 県内水道事業体向け 勉強会 第1回
 2022年2月3日(木) 13:30~16:30 上田水道管理事務所(諏訪形浄水場)

生物浄化法で安全でおいしい水道水をつくる

第1回①緩速急速 中本信忠 信州大名菅教授 cwsnckmt@yahoo.co.jp

処理方式	割合 (%)
緩速ろ過	26.9
急速ろ過	73.1

項目	緩速ろ過 (%)	急速ろ過 (%)
全国H28計画	2.0	79.0
長野県H28計画	15.1	84.9

項目	緩速ろ過 (%)	急速ろ過 (%)
長野県H27標準	1.1	98.9
2015年計画	4.0	96.0

※注: 急速ろ過は、消毒のみが多い施設が多い。緩速ろ過は、急速ろ過の水質が多い。

写真: 各種浄水場の様子 (活性汚泥・塩素槽、沈降、急速ろ過、消毒槽、活性炭吸着装置など)。

日本は海に囲まれ雨が多い国。山も多いため、きれいな水が豊富にある。

人口密集した都会向け技術

長野県に施した生物浄化法技術

2021 緩速ろ過でなく生物浄化法 千曲昌 出版 (信州大学環境学部同窓会)

省エネで、維持管理が容易で、災害に強い考えの技術を勉強。

1 日本は山国、消毒のみ、緩速ろ過が多い

この図は、琵琶湖のダム化とその影響を示しています。左側の地図は、琵琶湖の周辺地域を示し、1923年、1937年、1968年、1970年、1974年、1975年、1984年の各年における重要な出来事や施設を示しています。右側の写真と図表は、ダム化の過程とその影響を詳しく説明しています。

琵琶湖のダム化の歴史と影響

- 1923年**: 上田市市街地、水田、栗原浄水場、栗川、千色川
- 1937年**: リンゴ、水田、栗川
- 1968年**: 菅平ダム湖完成後、上田市水道水が臭くなった。菅平ダム湖、スキー、宿泊施設、肥料成分流出、下水処理場、発電所、栗川、栗原浄水場
- 1970年**: 栗川、栗原浄水場、発電所
- 1974年**: 信州大雄経学部助手、1974年報告は、雨の影響、過小評価
- 1975年**: 中本、1975.10、1975年頃より水道水は臭くなった
- 1984年**: 悪い藻、1984年、悪い藻、生物処理の誤解に気づく

琵琶湖のダム化の過程

- 1972-74年**: 月1回調査、晴天時調査、宿泊施設+農耕地、窒素+リン、有機物
- 1975年**: 窒素、1985.6. (S60) 完成
- 1976年**: ダム湖の富栄養化原因調査、下水処理場建設
- 1977年**: 処理水ダム陥入
- 1978年**: 処理水ダム陥入
- 1979年**: 農耕地の影響が大
- 1980年**: 1974ハリスレポート、塩素添加で発ガン物質生成
- 1981年**: 1974ハリスレポート、塩素添加で発ガン物質生成
- 1982年**: 1974ハリスレポート、塩素添加で発ガン物質生成
- 1983年**: 1974ハリスレポート、塩素添加で発ガン物質生成
- 1984年**: 1974ハリスレポート、塩素添加で発ガン物質生成

4 ダム湖ができて水道水が臭くなった。

炭素素、人口減少時代の持続可能技術セミナー

生物浄化法で安全でおいしい水道水をつくる

長野県計27
2015年
計画浄水量

膜ろ過
10.1%

急速ろ過
28.7%

消毒のみ
60.1%

水道法 第一条・・・
清浄にして豊富低廉な水の供給・・・

大規模水道・最新技術は素人で維持管理できない。
専門技術者が必須。業者のいいなり。借金だらけになる。

日本の水道常識：
利益を考える業者：コンサルがつくった

1964年
県営上田水道管理所
薬品、機械で強引に
浄化；専門業者が横
断に維持管理

薬品を多用し管路が汚れ、
底床が多量；未完成の技術
機械物は10年で更新・改良

日本語だけの社会は世界の
情報が入りにくい

世界は、自分から判断し、省エネ、
維持管理が容易なシステムへ積極的。

長野県に適した方法は 省エネで、維持管理が容易で、
災害に強い考えの技術が必要

急速ろ過の指針頼りのコンサルに
相談せず、まず自分で考える。

①日本と世界 ②生物浄化の仕組み ③実際は

厚労省・日本水
道協会で膜ろ過
を提案しても
出て来ない

急速ろ過の記述
はほとんどない

2 日本の水道指針は、急速ろ過の解説

化学物質、特に塩素化合物によるトリハロメタン生成の癌リスクに対する警告

5 塩素添加で発癌リスクが問題になった。

高校生物部でソーリウム
顕微鏡生物→生物学へ

海洋での植物プランクトンの生産力研究
太平洋、大西洋 補給量の栄養塩でも敏感に反応

海浜 ⇒ 湖沼ダム

淡水赤潮
1973年3月下旬

下久保ダム湖

1974 ブラジル、サンパウロ大
ダム湖生態系研究、
富栄養化、農薬汚染
管理指導

1976

1975.10 信太雄輔入
1979日伯科学技術協定
1985～日伯淡水水研究

高原野菜 スキー 宿泊施設
肥料成分流出 下水処理場
1985.6

菅平ダム湖の富栄養化が原因とされた。

1968 菅平ダム湖
菅平ダム湖完成後、上田市水道水が悪くなった。
発電所
1970
石臼浄水場
リンゴ リンゴ
1923
水田 水田
上田市 市街地
茶屋浄水場
川 川
千曲川

3 世界と日本を比べる、日本各地を比較する。

1962年R. カーソン『沈黙の春』を出版。殺虫剤DDTが生物濃縮で虫だけでなく想定外の生物が死んでいるのを警告。

塩素化合物の危険性を警告。

DDTはアジアやラテンアメリカでマラリア撲滅のために1967年まで使われた。

1962年のR. カーソン『沈黙の春』を出版。

1970年スウェーデンDDT禁止、1972年アメリカ、1986年英国。2001年ストックホルム会議でDDT他11の有機汚染物を世界中で禁止宣言、2004年5月から発効。



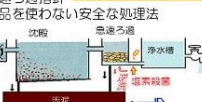

飲み水は安全化？

ハリスほか消費者報告1974



トリハロメタン

世界保健機構 WHO 1974
緩速ろ過指針
薬品を使わない安全な処理法





官平
ダム湖

1976：節塩素、硫酸銅添加中止



薬品を使わない
安全な浄化法



桑泉浄水場

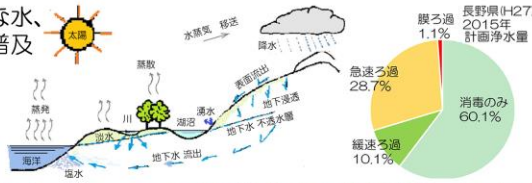
1984：悪い薬と良い薬



6 殺虫剤の生物濃縮が注目。薬を使わない緩速ろ過へ

天然の安全な水、緩速ろ過の普及と急速ろ過

昔から現在も、天然の「清澄な湧水」を利用している。



明治維新直前、幕末1863年長州（現在の山口県）の若い藩士5名渡英、ロンドン大（University College London）で勉強。当時のロンドンでは緩速ろ過は病原菌を除き、安全な水をつくれると評判だった。伊藤博文と井上薫は1864年帰国、遠藤謹助1866年帰国、井上勝（野村弥吉）、山尾庸三1869年11月帰国。

1868 明治元年
バーマー、1883:「横浜水道」の報告。1885: 横浜水道工事監督（1887（明20元））1888: 内務省土木局名誉顧問技師: 神戸・大阪・函館・東京等の水道。1893（明26）2.154歳

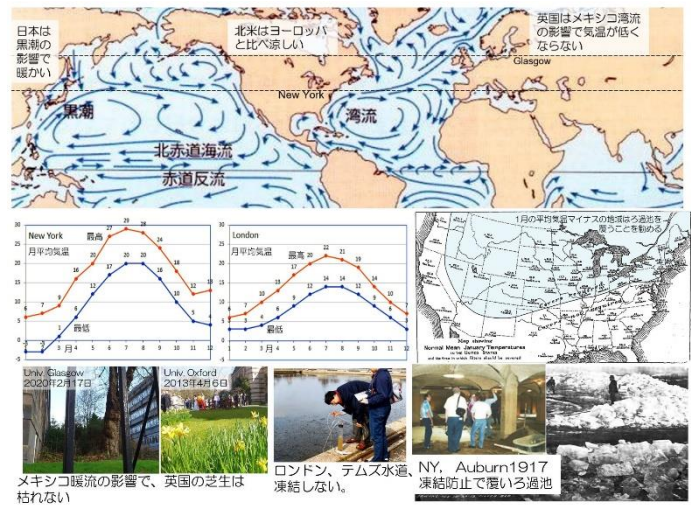
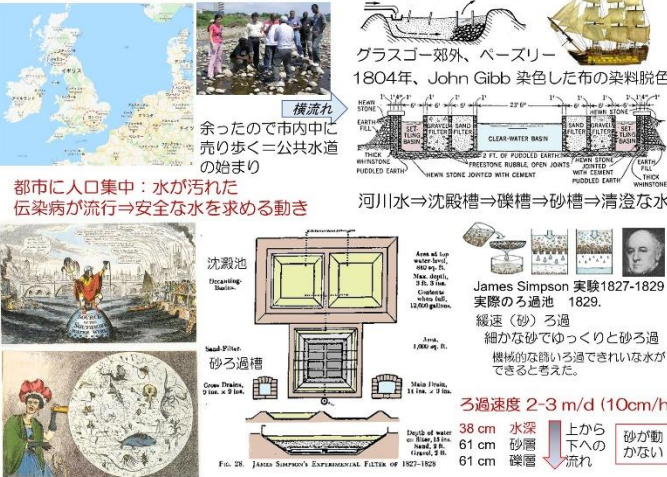
1894（明27）
都市の水道
バルトン、1887: 来日。内務省衛生局顧問技師、東京市上下水道取調主任、東京・門司・神戸・下関・仙台・名古屋・広島・福岡・岡山・松江等の上下水道の調査・計画・設計等を担当。帝国大学工科大学（東大・工学部）衛生工学講師。1899（明32）8.（43歳）



7 昔から天然の安全な水を利用。長野県は？

10 文明開化（明治維新）、安全な英国式浄化導入

大航海時代（貿易、植民地）⇒産業革命時代（繊維産業）



8 都市に人口が集中、都市で安全な水を探求。

11 暖流影響で欧州は暖いが、北米大陸は冬は厳寒

ろ過池水深は 38 cm。



9 砂ろ過し安全な飲み水ができた。リスクが減った。

12 北米へも緩速ろ過が伝わる。浄水池はオープン

許容できるリスの考え

許容できるリスク



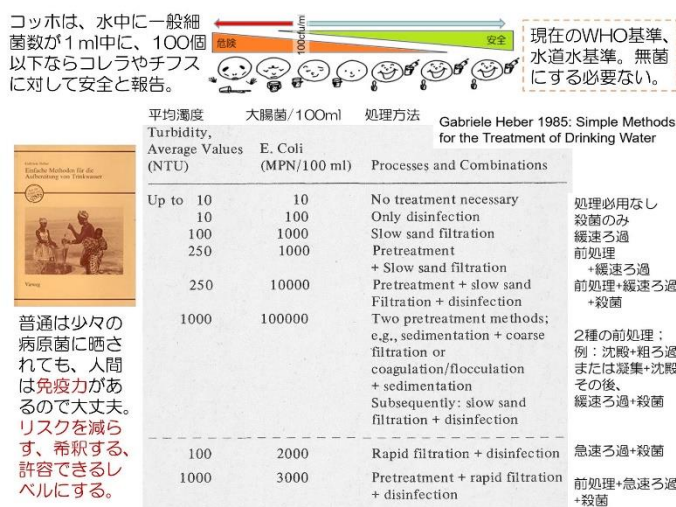
13 急速ろ過池は濁り、藻が苦手。北米は急速が主流。

16 1988年から国際緩速ろ過会議、2014年は名古屋。



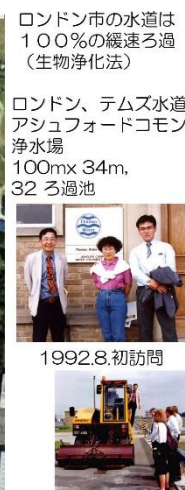
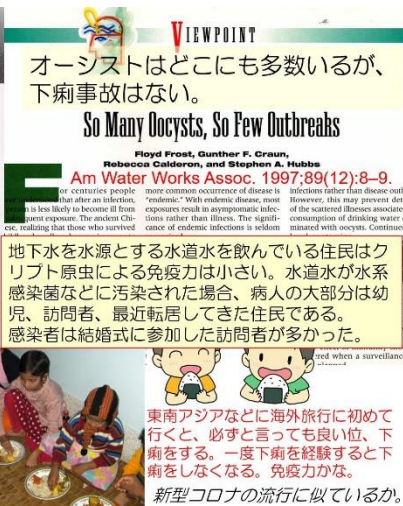
14 急速は逆洗行程があるのでクリプト原虫が通過。

17 腐植は生物毒でない。塩素添加が問題。



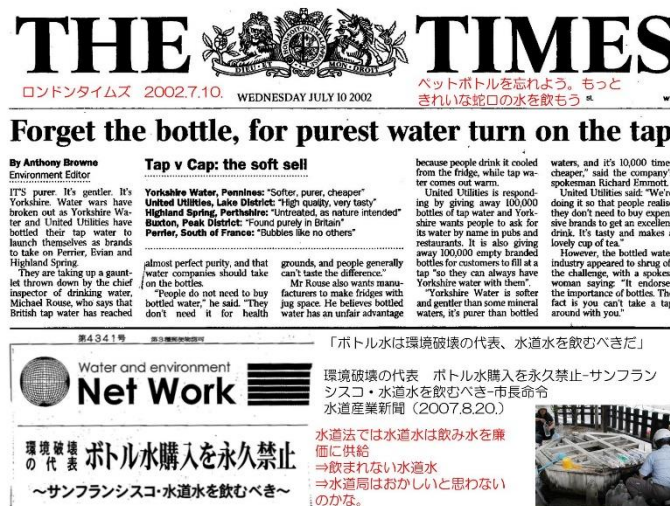
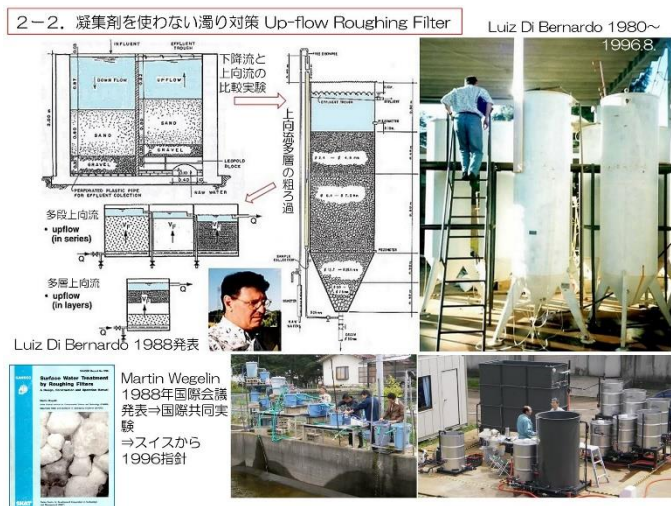
15 緩速ろ過は安全、許容できるリスクを考える。

18 緩速ろ過の再認識。クリプトはどこにでもいる。日本語社会の日本へは世界の情報が伝わりにくい。



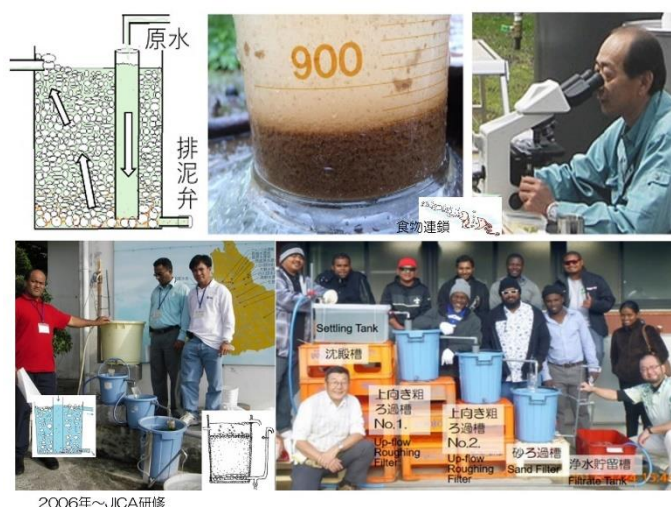
19 0.1 度以下でもクリプトがいる。免疫力が必要。

22 テムズ水道も薬を使わない粗ろ過を導入した。



20 1980 年代ブラジルで上向流粗ろ過開発。

23 清澄な蛇口の水道水。ペットボトルを禁止。



21 上向流粗ろ過も生物浄化。JICA 研修で広める。

24 コンサルに相談せずに、まず、自分で考える。

長野県企業局主催 勉強会 生物浄化法で安全でおいしい水道水をつくる
2022年2月3日 第1回-② 生物浄化の仕組み



25 食物連鎖：口が無くても体表面で溶存物質に反応

28 自然界の生物は敏感に反応（生物の本能）

水源及び浄水法並水質試験表(日本水道史より抜粋)

大正12年12月発行上水道統計及報

名称	水源	沈澱法	ろ過法	濾過速度 (尺/日)	減菌法
東京市	河水	自然沈澱	緩速濾過	12.0	塩素
京都市	湖水	薬物沈澱	緩速濾過	20.0	塩素
大阪市	河水	自然沈澱	緩速濾過一部急速	12.0/400	塩素
神戸市	溪流	自然沈澱	緩速濾過一部急速	8.0/390	—
横浜市	河水	自然沈澱	緩速濾過	12.0	—
名古屋市	河水	自然沈澱	緩速濾過	10.0	—
函館市	河水	自然沈澱	緩速濾過	10.0	—
小樽市	河水	自然沈澱	緩速濾過	10.0	—
渋谷町	伏流水	—	緩速濾過	15.0	—
峰山町	溪流	—	緩速濾過	—	—
堺市	河水伏流水及び井	自然沈澱一部薬物	緩速濾過一部急速	10.0/400	—
横須賀市	河水地下水	—	—	—	—
川崎市	河水伏流水	自然沈澱	緩速濾過	8.0	—
尼崎市	伏流水	自然沈澱	緩速濾過	8.0	—
長崎市	河水	自然沈澱	緩速濾過	12.0	—
新潟市	河水	自然沈澱	緩速濾過	8.0	—
高崎市	河水	自然沈澱	緩速濾過	10.0	—
宇都宮市	河水	自然沈澱	緩速濾過	13.0	—
奈良市	河水	自然沈澱	緩速濾過	10.0	—
甲府市	河水	自然沈澱	緩速濾過	10.0	—
長野市	溪流	—	緩速濾過	12.0	—
上田市	伏流水	—	緩速濾過	12.0	—

給水区域 上田市全街。給水人口 8 万人。給水施設 1 人 1 日 8.6 立方尺。濾過池 は北方形にして水深 9 呎とし内 1 池を浄源となす。而して有効面積 18,760 平方尺 濾過速度 1 日 10 尺にして

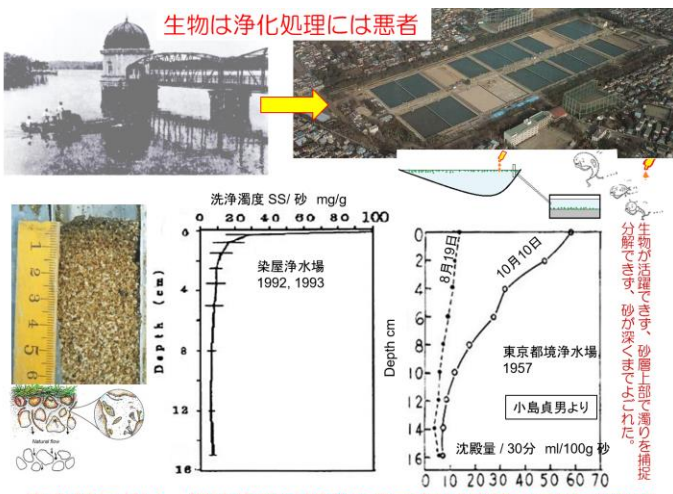
戦前の日本は緩速ろ過が主流

アメリカで急速ろ過が開発

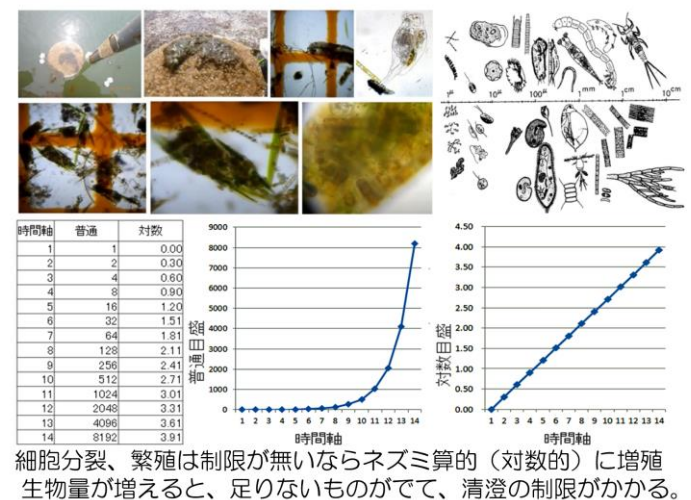


26 戦前は英国式緩速ろ過が主流

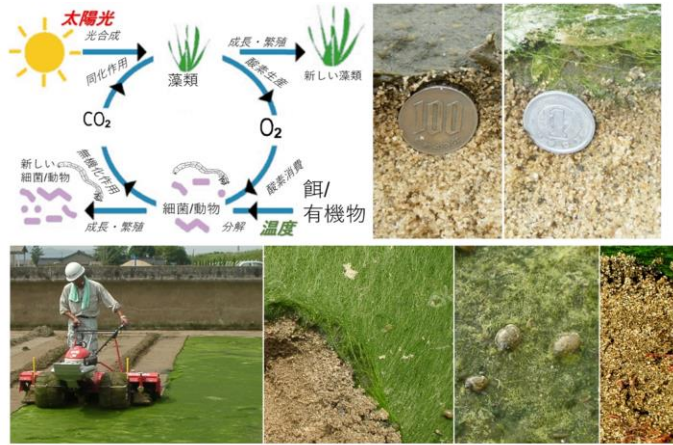
29 食物連鎖が鍵：生物浄化法：Ecological センス



27 東京市（都）はアメリカの最新薬剤処理を信用。



30 制限が無いなら、2,4,8,16,32,64,128 と倍々に



最初は細胞が小さく食べられやすい藻⇒細胞の外側が固い緑藻⇒固いセルロース膜を齧れる、軟体動物が増える。



31 生態系が安定し期間が長いと動物の影響で遷移。

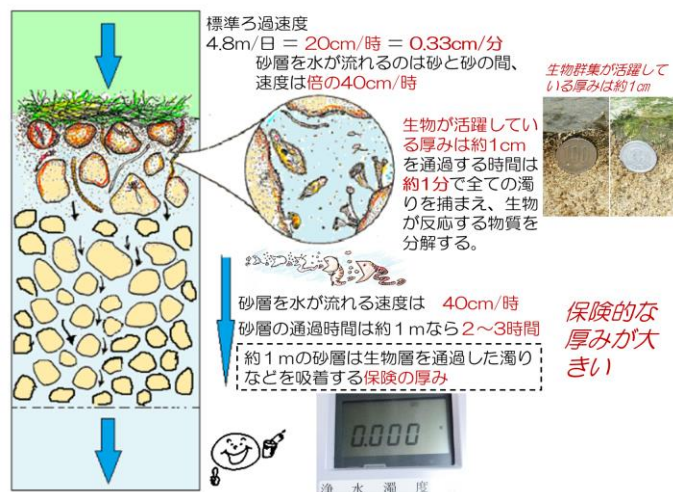
34 横流れで砂礫は流される。上から下なら問題ない、



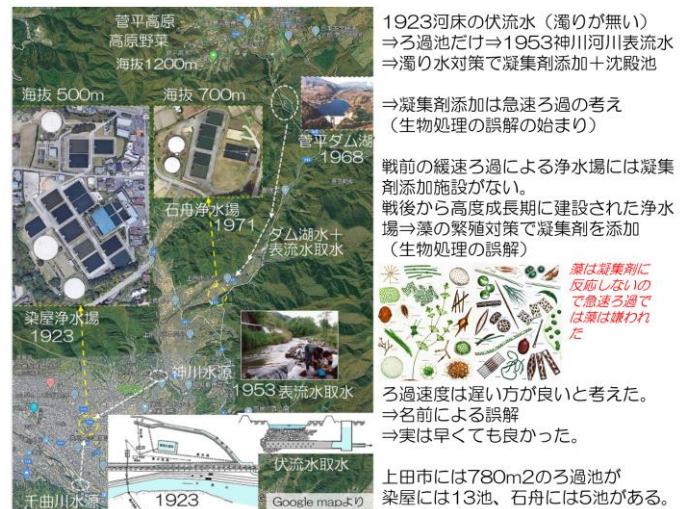
32 ハングリーは正常。普通は生きようと必死。



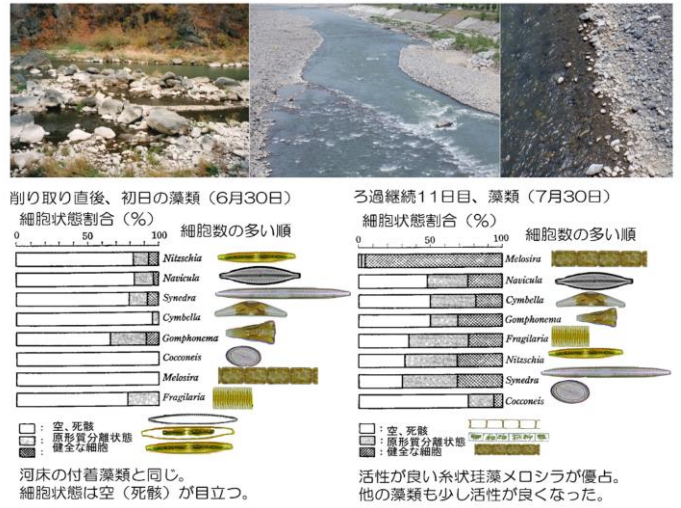
35 浅い水深なら、厳寒期でも生物活躍。



33 緩速ろ過は瞬間浄化。通過時間を考えよう。

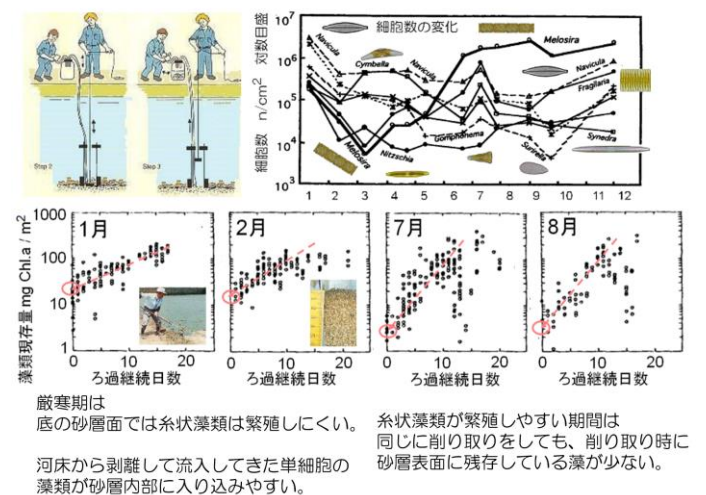
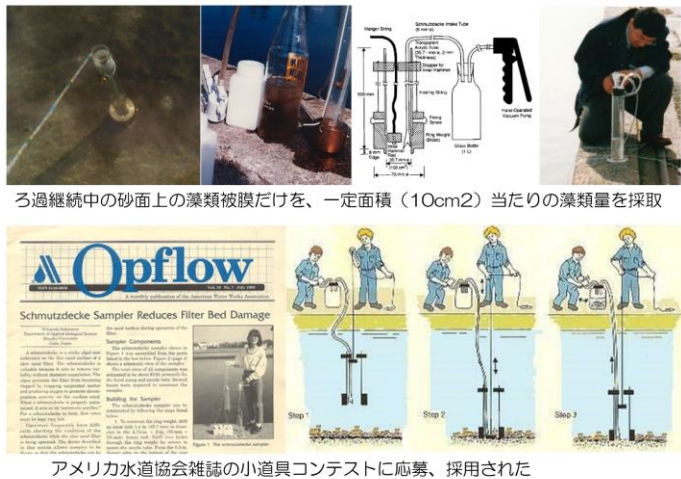


36 濁りがない伏流水は楽。河川表流水は工夫が必要。



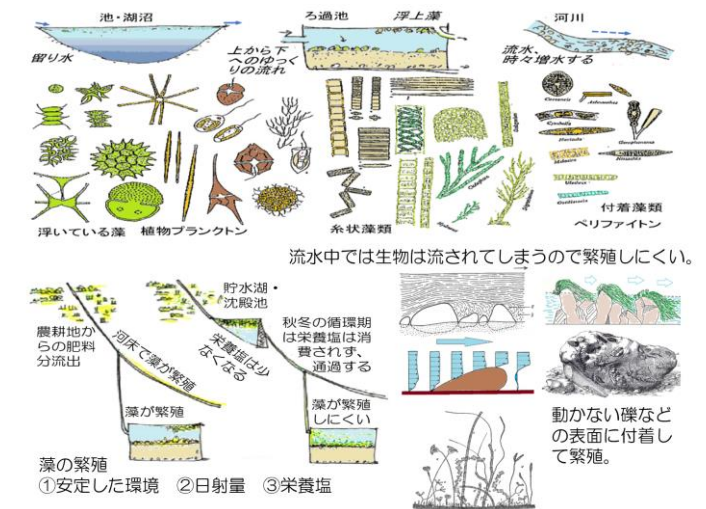
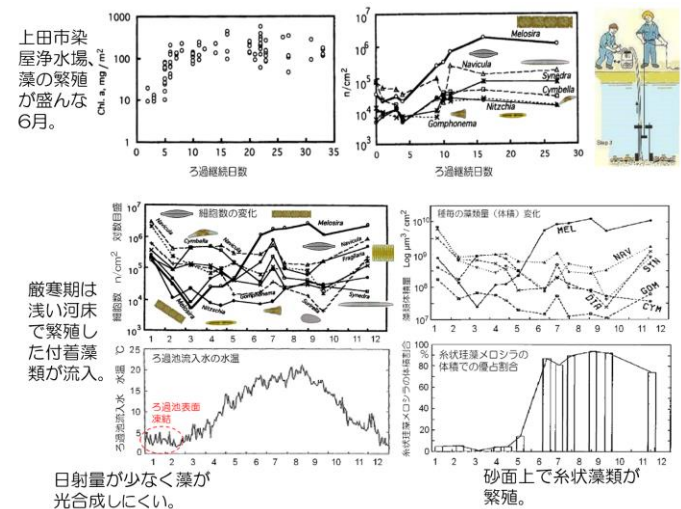
37 表流水が濁ると凝集剤。多少濁っても藻が繁殖。

40 浅い河床で付着珪藻、ろ過池では、糸状珪藻が。



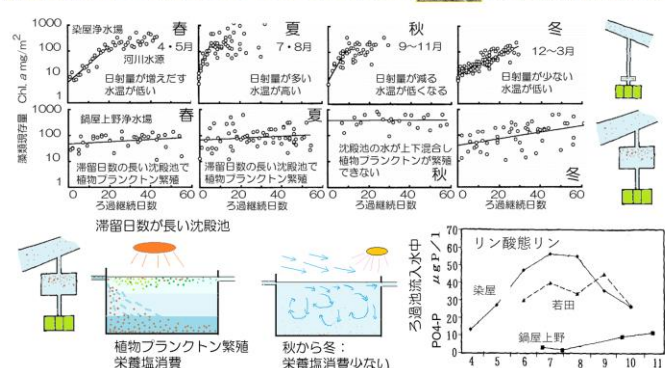
38 藻類被膜だけを採取する道具を考えた。

41 同じ削り取りでも、冬は汚れが除けにくい。

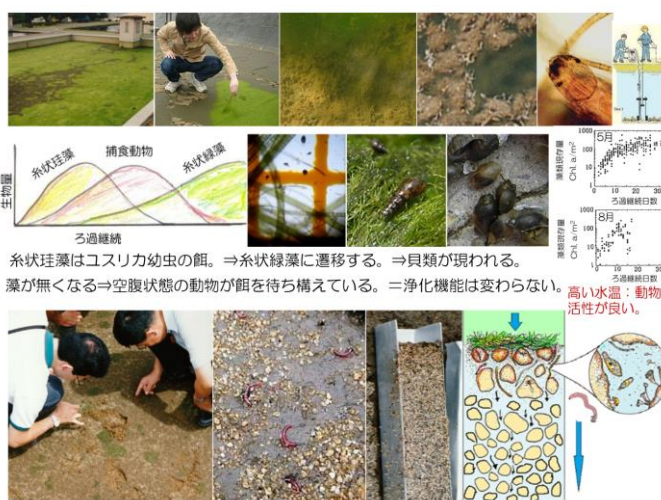
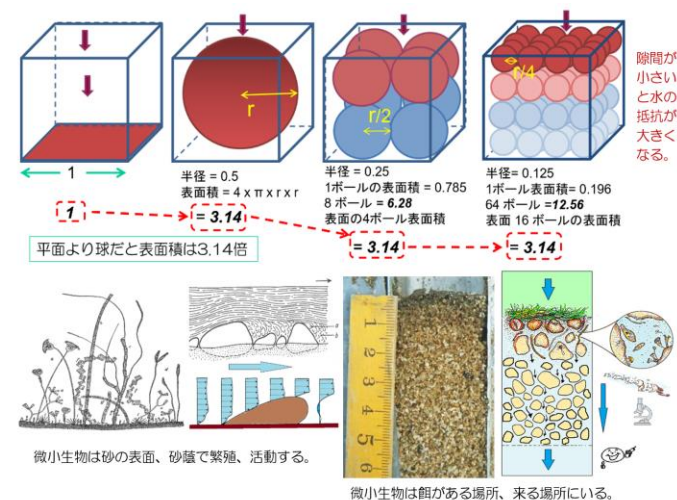


39 糸状珪藻が繁殖。厳寒期は繁殖できなかった。

42 ろ過池は上から下への流れ。糸状藻類が繁殖。

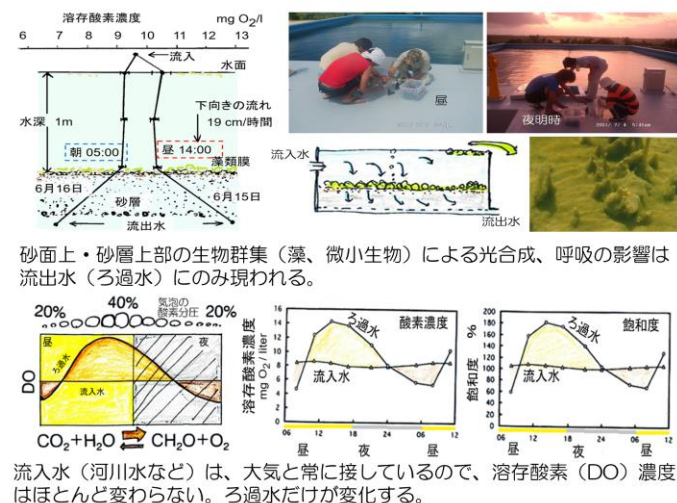


43 河川の栄養を貯水池でプランクトンが栄養を利用。46 藻が繁殖する量が莫大。ろ過水は河川上流の水に。



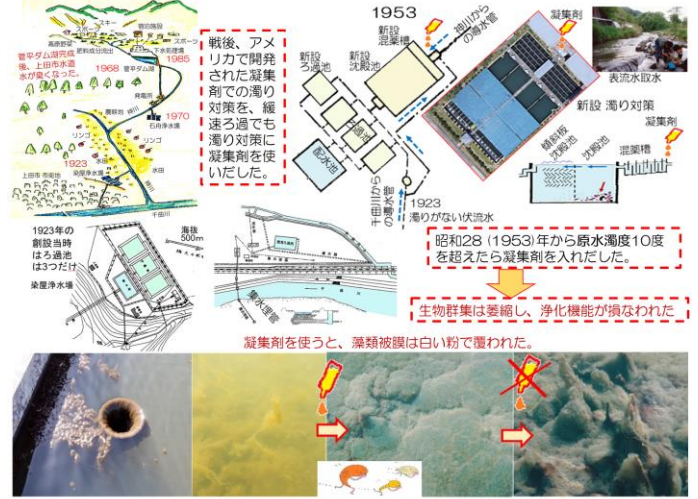
44 生物は付着面で活躍。表面積を考える。

47 糸状珪藻は食べられ、糸状緑藻へ。



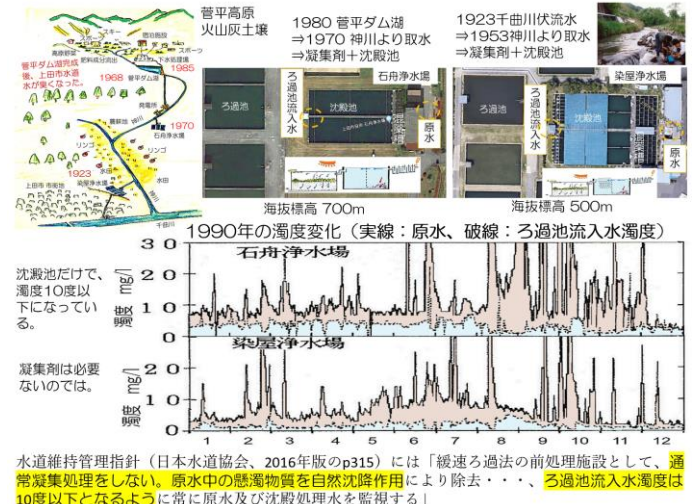
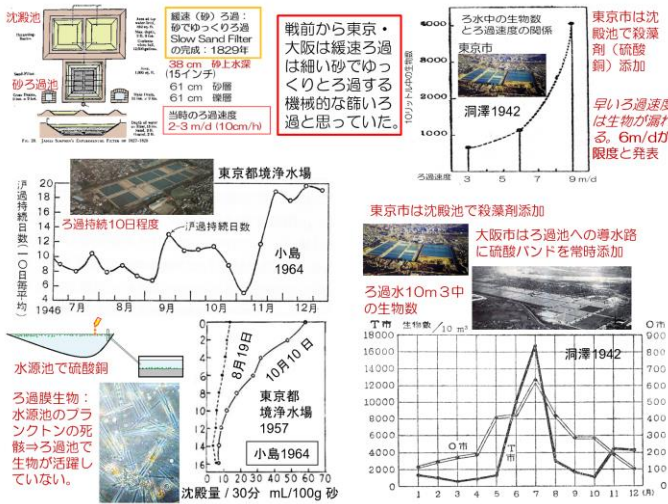
45 上から下の流れ砂面の生物活動の結果はろ過水へ。48 厳寒期も浅ければ藻が繁殖。生物は砂面近くだけ。

長野県企業局主催 勉強会 生物浄化法で安全でおいしい水道水をつくる
2022年2月3日 第1回-③ 実際は



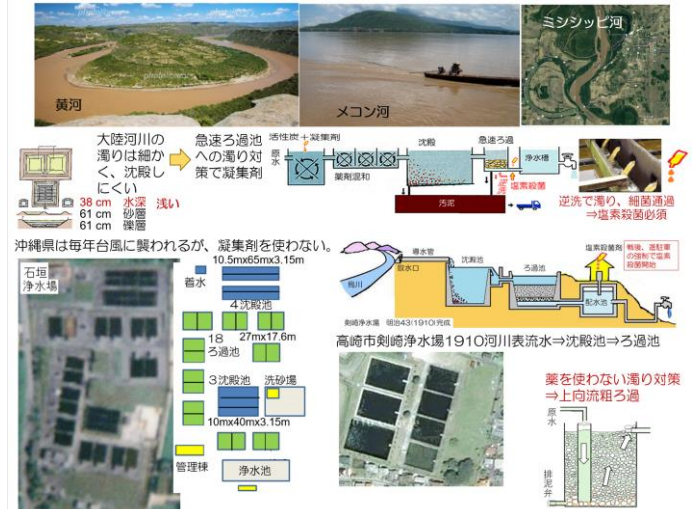
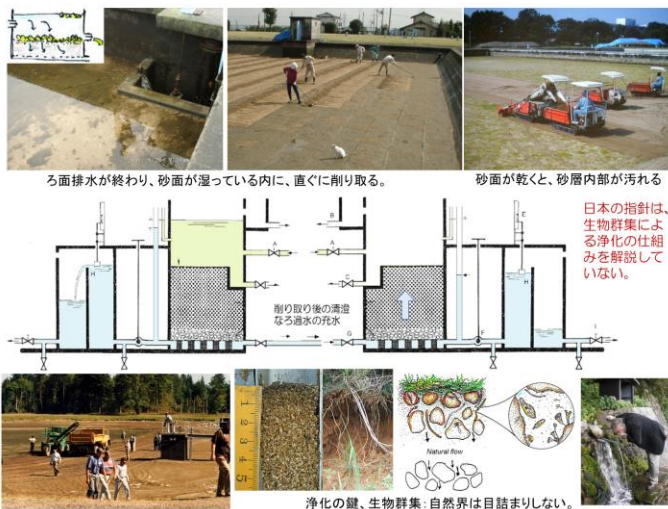
49 実測の損失はろ過抵抗指標でない。自分で確かめる。

52 凝集剤を使うと、生物が萎縮、活躍できない。



50 戦前から大都市は生物処理を誤解していた。

53 日本の河川の濁りは沈殿池だけで沈む。
緩速ろ過では沈殿池があれば凝集剤が必要ない。

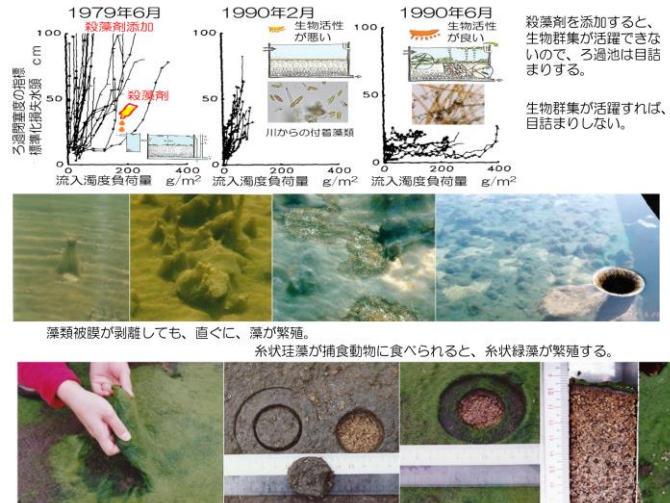


51 浄化の主役、生物群集にやさしくする。

54 大陸の濁りは沈まない。日本は凝集剤は必要ない。



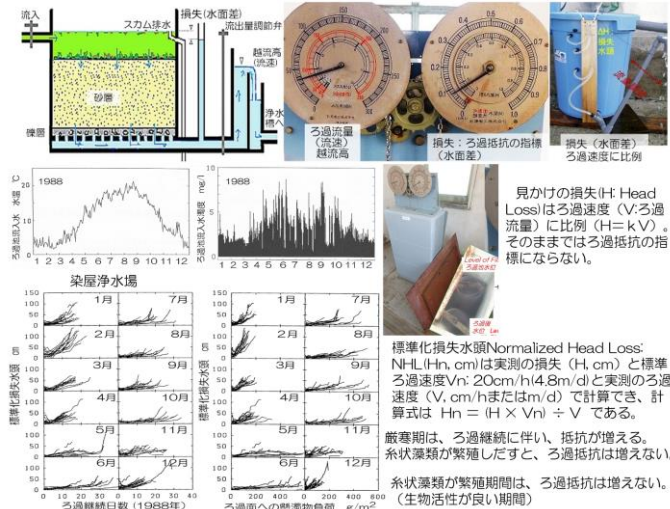
55 越流管が重要。酸素不足の水なら曝気を。



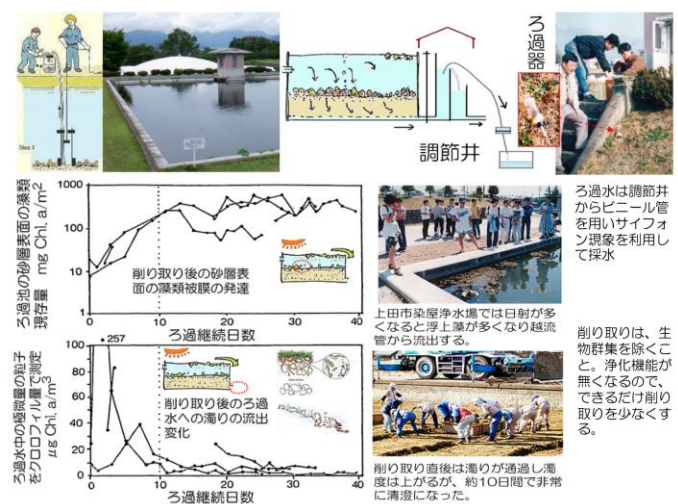
58 殺藻剤はダメ。剥離しても浄化機能は変わらない。



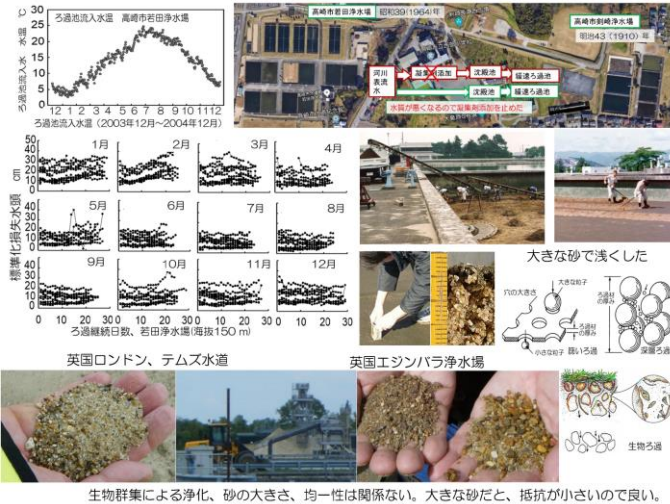
56 曝気をすれば、安全で清澄な水に。



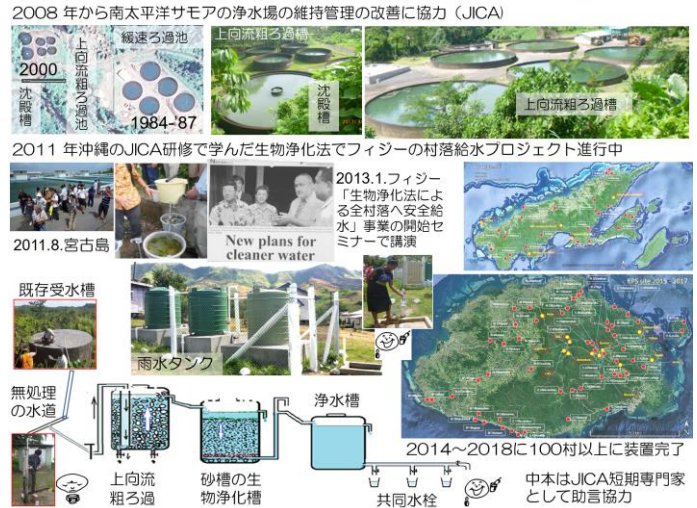
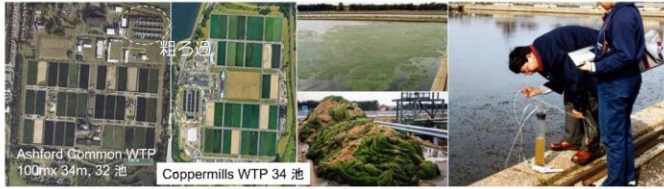
59 抵抗は水の粘性。藻が繁殖すれば抵抗は無くなる。



57 生物活性層の削り取りは何のため。



60 砂は大きくて良い。均一性も関係ない。



61 酸素不足にならないように、ろ過速度を速く。

64 サモア、フィジーは本物の技術を導入し、成果を。上向流粗ろ過は前処理として最適。



62 熱帯の泥水でも、上向流粗ろ過で安全な水へ。上向流粗ろ過（人工的な伏流水）が鬼に金棒。



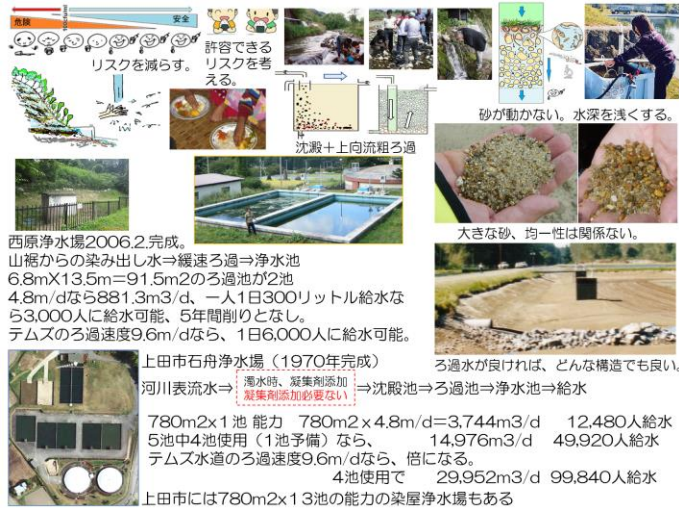
65 自然の仕組みの賢い活用。許容リスクを考える。細菌検査も自分で細菌検査紙で簡単にできる。



63 上向流粗ろ過は凄い。日本へも普及させたい。上向流粗ろ過は急速ろ過の前処理でも使える。



66 生物の活躍を考えるとどうすれば良いかわかる。



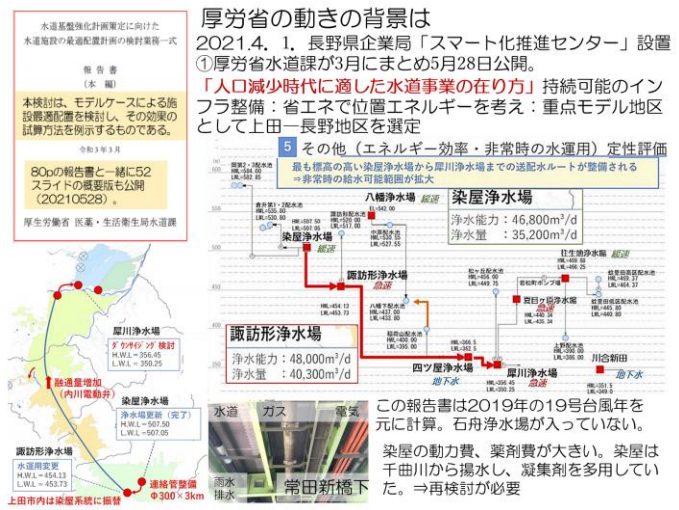
67 仕組みを理解すれば良い。緩速ろ過は効率が良い。 浄化能力を自分で計算してみよう。

70 水道事業の見直しが容易にできそう。



68 耐震性も良い。小規模施設が良さそう。 広域で知恵、知識の共有。小規模連携。

71 急速ろ過の指針に頼らず、自分で考えてみよう。



69 上田一長野が動きだした。長野県からだ。

72 いろいろと解説冊子を出版してきた。 生物屋の社会貢献。