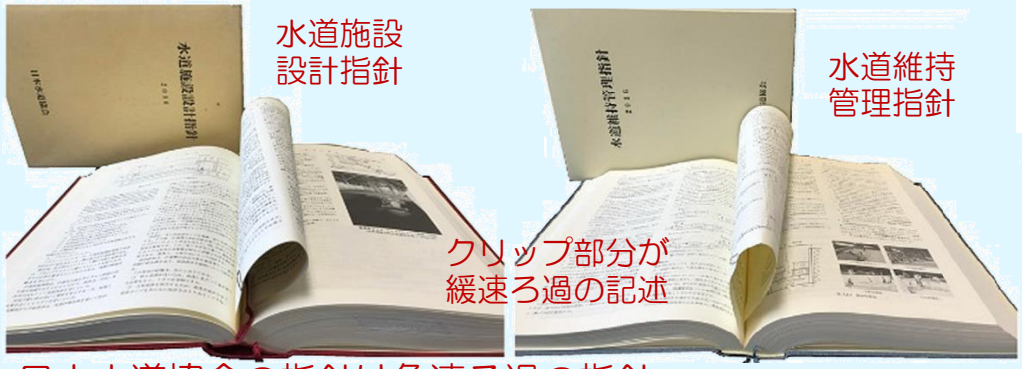
長野県企業局主催　県内水道事業体向け　『伝承!! 緩速ろ過技術の極意２』 ネット配信

2022年３月17日（木）13:00-16:30 上田水道管理事務所(諏訪形浄水場)からWeb会議方式

13:00-「水道従事者の皆様へ伝えたいこと」スマート化推進センター所長　関 一規

13:30-16:20「おいしい水のつくり方」信州大名誉教授　中本信忠　cwscnkmt@yahoo.co.jp

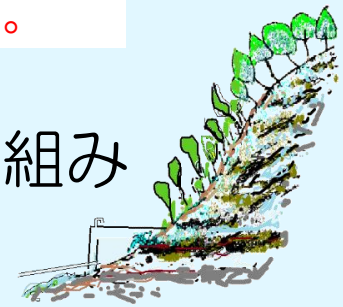
生物浄化法で安全でおいしい水道水をつくる



日本水道協会の指針は急速ろ過の指針

長野県に適した浄化技術の教科書（情報）がない。

①緩速と急速
②生物浄化の仕組み
③実際は



安全でおいしい水道水をつくる生物浄化法

世界の情報が入りにくい日本

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS　２０３０年に向けて世界が合意した「持続可能な開発目標」です。

薬品を使わない省エネの浄化法の解説がなかった

長野県企業局主催　県内水道事業体向け 勉強会　第２回-①　緩速と急速

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

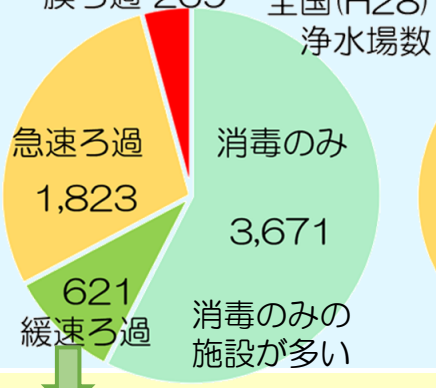
２０３０年に向けて世界が合意した「持続可能な開発目標」です。

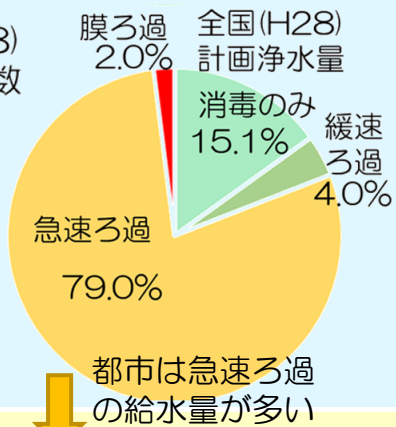
6 安全な水とトイレを世界中に

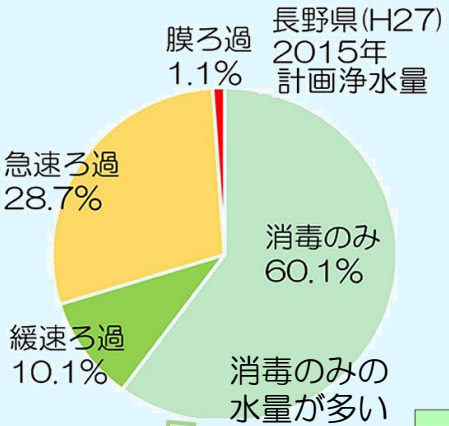
利益追求の業者が勧めない、コンサルも進めてこなかった技術：省エネで、維持管理が容易で、災害に強い考えの技術は何かを自分らで確かめる。

簡易水道（給水人口5,000人以下）やそれ以下の水道は水道統計には含まれない。

上水道（給水人口5,001人以上の施設）統計

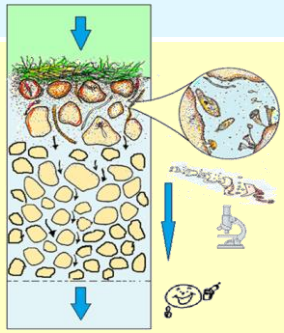




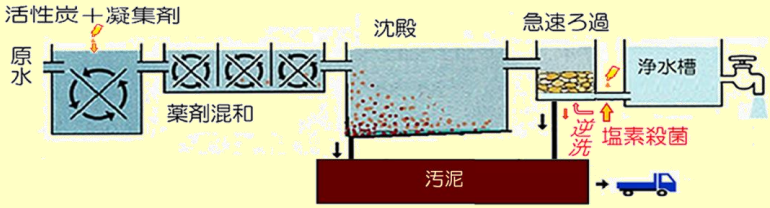


2002
ナチュラルフィルター

2005
生物浄化法



2021
緩速ろ過でなく生物浄化法
千曲会　出版
（信州大学繊維学部同窓会）



日本は海に囲まれ雨が多い島国、山国。おいしい湧水がある。

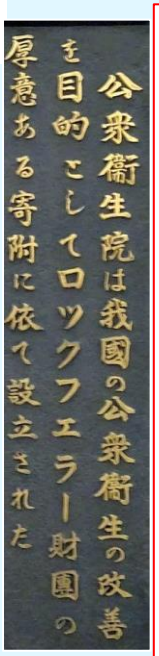
人口密集した都会向け技術

長野県に適した生物浄化法技術

急速ろ過を導入し、借金だらけになった。

欧米の豊かさ：建造物を補修しながら使い続ける。

大正12（1923）年9月1日関東大震災後、同年、⇒アメリカ・ロックフェラー財団が日本の公衆衛生のために寄付申し出⇒国立公衆衛生院（目黒区）⇒国立保健医療科学院（和光市）



東京駅1908年（明治41年）から建設工事が本格化し、1914年（大正3年）12月20日に開業。補修した。

ウェストミンスター宮殿（英国国会議事堂）
1834年に焼失したウェストミンスター宮殿の再建1859年4月10日竣工
補修期間2017年8月～2021年の4年間
補修中も英国国会議事堂は使い続けた。

減価償却資産：
法定耐用年数に対して経過した年数の割合を「老朽化率」として表現する。 法定耐用年数 50 年の建物が 40 年経過している場合は 80.0%となる。 計画的な保全を実施していない建物につ いては、老朽化率 100%に到達すると、一般的に更新する時期が到来していると言える。

使えないとは違う。

1891年に建設されたイリオンNYの緩速ろ過池は現役

海外では補修して使うのは当然：法定耐用年数（老朽化率）という考えはないのでは。
日本でも100年以上使い続けている木造建造物は多数ある。

豊かさは補修し使う

法定耐用年数（老朽化率）という考えは日本だけか。**海外では補修して使う。日本でも100年以上使い続けている木造建造物は多数ある。**

2021年6月25日繊維学部同窓会館で100年前のハンブルグの古い絵に出会う。

1892(明治25)年コッホがハンブルグで緩速ろ過で病原菌が除けると報告⇒当時の建物が健在。

インドネシア科学院の陸水研究センターが1986年1月に創設。中本は1990年3～8月JICA専門家として助言。

金曜朝の体操

オランダ植民地時代の1817年に建設されたボゴール植物園の研究者用ゲストハウス（所長官舎兼事務所）に滞在。柱や土台がシロアリに食べられたら、その部分だけを切り取り補修し現在もそのまま使っている。

2013年（750年記念の年）

140年前に建てた家を手入れする

もったいない（MOTTAINAI）

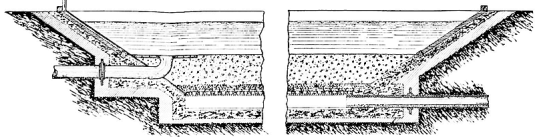
Reduce（ゴミ削減）
Reuse　（再利用）
Recycle（再資源化）

ワンガリ・マータイ2004年ノーベル平和賞

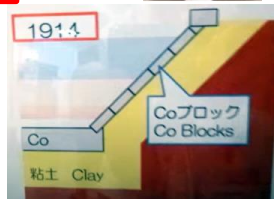
海外は補修し不動産価値を上げる

英国では所帯・生活に合わせて家を家具付きで転売する。そのために手入れをし購入時より高く売る。

1894（明27）都市の水道：英国人バルトンが勧めた構造



斜め壁：堅牢、漏水しにくい。耐震性が良い。



1914（大正3）
名古屋市鍋屋上野

1910（明治43）
高崎市剣崎

1923（大正12）
上田市染屋

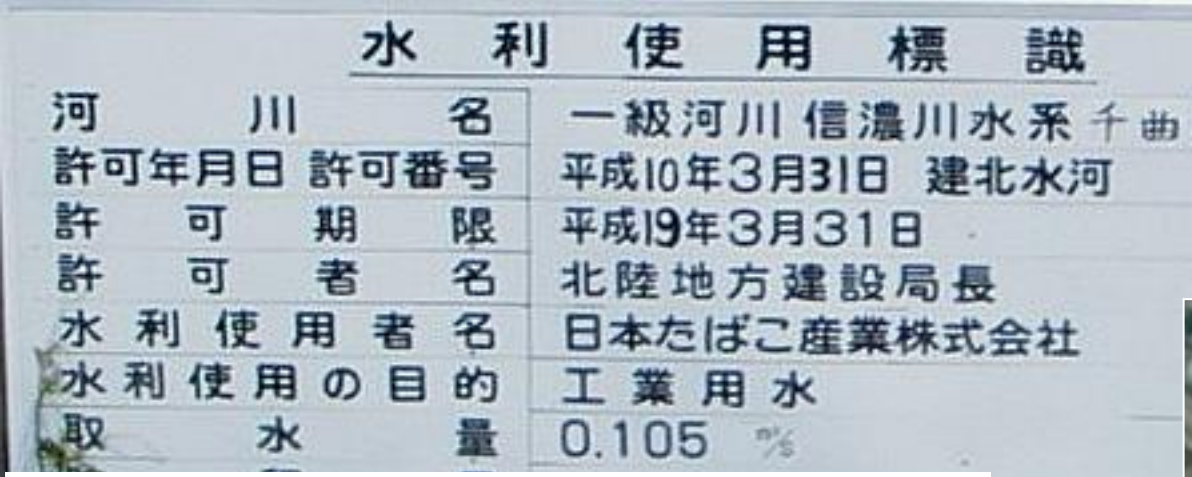
SDGs

減価償却資産：法定耐用年数に対して経過した年数の割合を「老朽化率」と表現する。老朽化率 100%で更新する時期が到来するという。

使えないとは違う

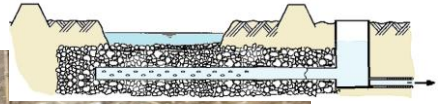
海外の豊かさ、余裕は補修して使い続け豊かな生活を保っている

戦前は省エネのシステムを考えていた。
戦後、安易に河川表流水を取水し高度成長期を経験し濁り対策で薬品処理を導入した。



水利使用標識	
河川名	一級河川 信濃川水系 千曲川
許可年月日 許可番号	平成10年3月31日 建北水河 第62号
許可期限	平成19年3月31日
許可者名	北陸地方建設局長
水利使用者名	日本たばこ産業株式会社
水利使用の目的	工業用水
取水量	0.105 m³/s

千曲川の上田橋下の集水埋管の取水量
毎秒0.105m3の水利権。
0.105m3/秒 x 60 秒 =6.3m3/分、
6.3m3/分x60分＝378m3/時間、
378m3/時x24時＝**9,072m3/日**、
一人1日0.3m3の水道需要なら
9,072m3/日÷0.3m3/日=**30,240人分**
を撤去した。



2009年1月、堤防を切り集水埋管の撤去

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告書

名称	水源	沈澱法	ろ過法	濾過速度（尺／日）	滅菌法
	浄水法				
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	渓流	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	渓流	—	緩速濾過	—	
堺市	河水伏流水及び鑿井	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	渓流	—	緩速濾過	12.0	
上田市	伏流水	—	緩速濾過	12.0	

名称	水源	沈澱法	ろ過法	濾過速度（尺／日）	滅菌法
	浄水法				
上諏訪町	湧水	—	—		
松本市	地下水	—	—		
仙台市	河水	自然沈澱	緩速濾過	10.0	
塩釜町	湧水	自然沈澱	緩速濾過	12.0	
郡山市	河水池水伏流水	自然沈澱	緩速濾過	10.0	
平町	河水	自然沈澱	緩速濾過	10.0	
青森市	河水	自然沈澱	緩速濾過	8.0	
山形市	伏流水	—	—	—	
秋田市	河水	自然沈澱	緩速濾過	10.0	
鳥取市	渓流	—	緩速濾過	10.0	
松江市	河水	—	緩速濾過	10.0	
岡山市	河水	—	緩速濾過	12.0	
広島市	河水	自然沈澱	緩速濾過	8.0	
下関市	渓流	—	緩速濾過	10.0	
高松市	伏流水	—	緩速濾過	15.0	
福岡市	渓流	—	緩速濾過	10.0	
大牟田市	鑿井	—	キャンデー式急速ろ過		
門司市	渓流	—	緩速濾過	12.0	
小倉市	渓流	—	緩速濾過	10.0	
若松市	河水	—	緩速濾過	8.0	
別府市	渓流	—	緩速濾過	8.0	
佐賀市	鑿井	—	キャンデー式急速ろ過		
鹿児島市	湧水	—	—	—	
玉川水道	河水	自然沈澱	緩速濾過	12.0	塩素

10尺＝3m

水道水が鉄管ビールと言われた当時は、英国式の緩速ろ過だった。

The High Commissioner of the Ryukyu Islands
琉球列島高等弁務官

沖縄には簡易水道もない集落が多く１959（昭34）年度から1972（昭47）年度までの高等弁務官資金は前半は集落の水道施設の整備に重点⇒緩速ろ過

高等弁務官は沖縄の経済状況では急速ろ過は無理と判断し緩速ろ過を勧めた。

1964（昭39）年5月、高等弁務官令により宮古島の地下水を揚水し緩速ろ過の袖山浄水場が建設された。

1972（昭47）年5月15日、沖縄の施政権がアメリカ合衆国から日本国に返還

宮古島上水道企業団はろ過池拡張、ろ過池での藻を薬剤で殺す。

中本：1997（平9）年、浄水場の殺藻中止助言⇒硬度軟水化事業開始前に水道水がおいしくなる。緩速ろ過池調査開始。

2006年度から3年間：宮古島上水道企業団、JICA草の根技術協力「緩速ろ過を使用した上水道の管理技術研修」

フォローアップ2009年サモアへ

ドイツが緩速ろ過の浄水場建設、濁り対策の上向流粗ろ過建設

戦前の日本は省エネで薬を使わない英国式緩速ろ過が主流

1969（昭 44 ）年度からの水道拡張事業で緩速ろ過施設を廃止し急速ろ過施設を新設。

1965（昭40）年廃止

戦後の日本：アメリカの急速ろ過は最新で良いと思った。経費がかかるが借金をしても導入。高度成長が続くと幻想。

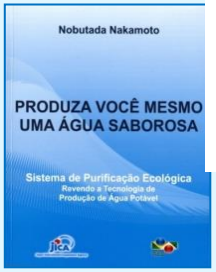
急速ろ過は未完成の浄化法⇒設備更新が頻繁⇒借金が増え続け、経営破綻の危機。

前例踏襲で責任転嫁、間違えたと言わず深みに。

2002.5.
ナチュラル
フィルター

2005.8.
生物浄化法

2009.5.
中国語版



2010.7.
ポルトガル語版中国語版

2014.7.
ODA白書
「未来への投資」

2004.3.宮古島の水道
⇒英語字幕2007.10.

2009.3. JICAネット教材
英語・日本語

2019.6.
日本水大賞・
国際貢献賞.

2019.10.8.JICA理事長賞

2005.9.
愛知万博 愛・地球賞

JICA：Net教材 作り直し

2019.9.ダイジェスト版.

2020.4.フル版

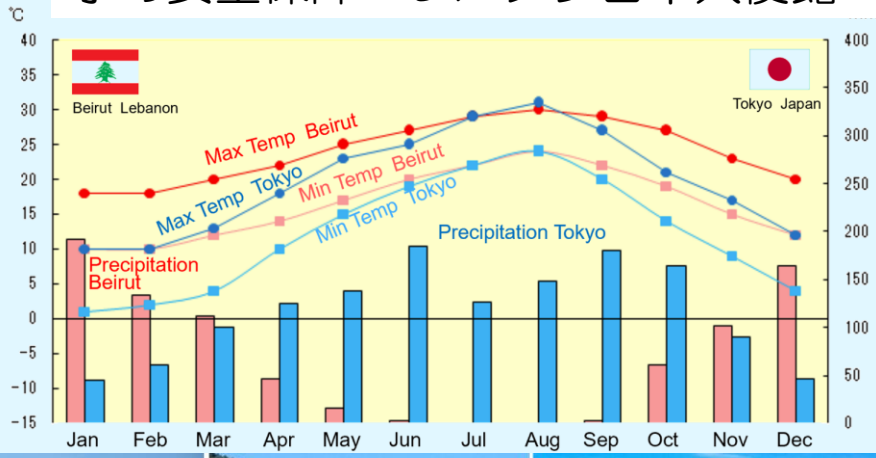
2021.2.18. 外務省公開
世界の水をきれいに（７ヶ国語）

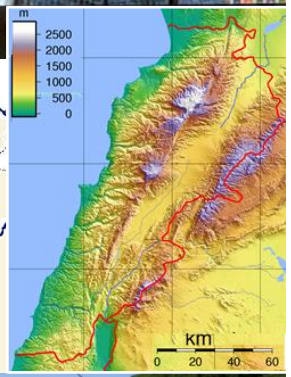
SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

生物浄化法（緩速ろ過）は日本の世界貢献技術

Water Security-Embassy of Japan in Lebanon

水の安全保障：レバノン日本大使館



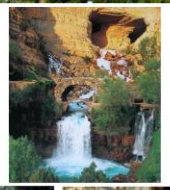


人口約680万人
岐阜県と同じ面積

2020年3月には国の借金が返済できない債務不履行に陥った。

Rapid sand filter at Dbayeh. frequent back washing is needed to prevent clogging.

地中海沿岸部は急傾斜地、冬期は雨期で、高い山では冬は降雪。冬期に降った雨が地下に浸透し、不透水層の崖から湧水がある。地中海沿岸部の河川は急峻で、長さは20～40キロ程度。



古代から、崖からの湧水を生活用水として神聖な水として利用していた。傾斜地での農業、果樹栽培もしている。特に夏は降水がなく、水不足で深刻である。

都市が発達し、水不足になった電力不足で停電が頻発。常時、水不足である。海外援助で、貯水池、急速ろ過の浄水場を建設されたが、維持管理が大変で、良質の水道水を十分にできない。

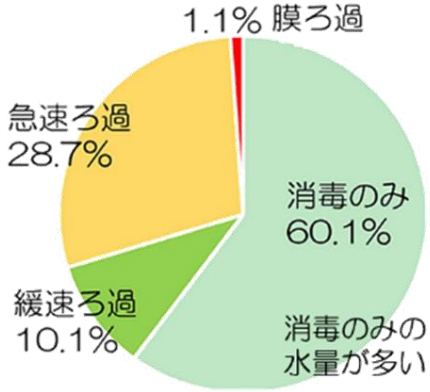
特に夏は降水がなく、 断水が頻発している。急峻な地形で短い河川で、貯水ダムを建設する場所もない。

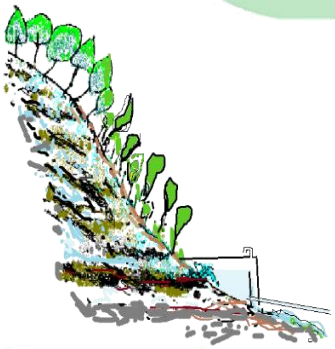
Lbn-5

海外から 無償・借金の援助でインフラ建設。何故か、急速ろ過の浄水場。停電、断水が頻発、紛争がある国。

Ng2-1-10

上水道 統計　長野県2015年 計画浄水量
（給水人口5,001人以上の施設）





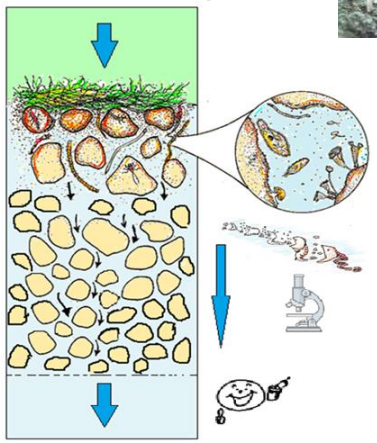
消毒のみ、緩速ろ過が嫌われたのは？

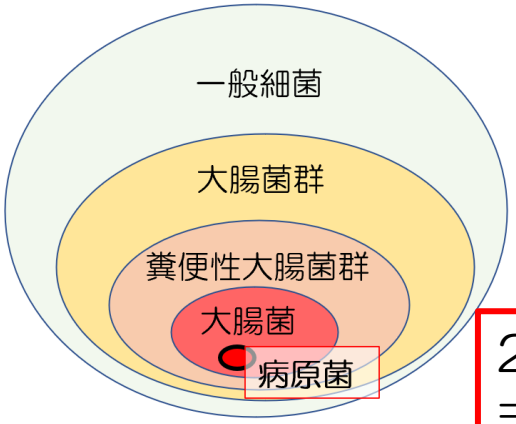
水道法(昭和三十二年六月十五日)
第一章　総則(この法律の目的)
第一条　この法律は・・**清浄にして豊富低廉な水の供給**・・公衆衛生の向上と生活環境の改善とに寄与・・。
第三条　・・「水道」とは・・水を人の**飲用に適する水**として供給する施設・・・。

糞便汚染菌の**代替指標菌**として1966（昭41）年の水質基準で「**大腸菌群は検出してはならない**」

大腸菌群細菌が検出されて飲用不可 ⇒ 急速ろ過で殺菌が確実で良い、安心できる。

日本の指針は急速ろ過の解説になった





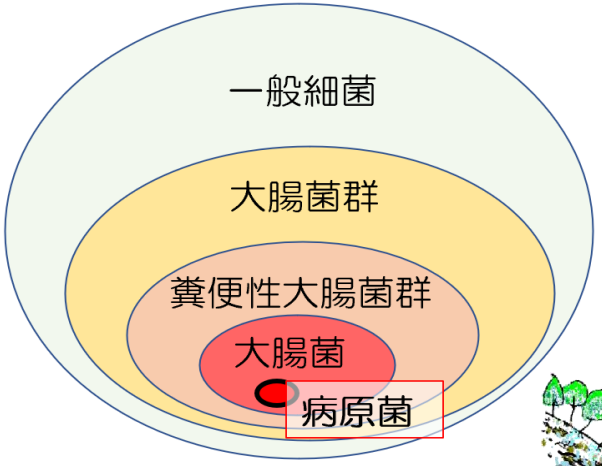
大腸菌群細菌：腸内細菌以外に、水中や土壌中で増殖する細菌も含まれる。

大腸菌群には糞便汚染の指標性は低いという認識が国際的な理解

2003年WHO飲料水水質ガイドライン改訂
⇒2004年（平16年）大腸菌群⇒**大腸菌**

飲料可の判定基準は都合で変わる

長野県は消毒のみ、緩速ろ過で容易に良質の水道水が得られる環境。



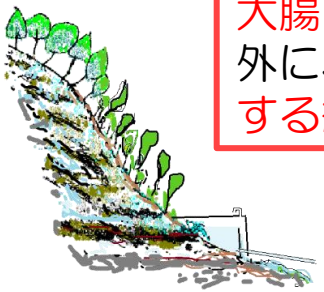
19世紀末のRobert Koch：コレラやチフスの集団感染は砂ろ過により細菌聚落数（現在の一般細菌）が <100個/1ml の水道水を介して発生しないという事実。

糞便汚染菌の代替指標菌として1966（昭41）年の水質基準で「**大腸菌群は検出してはならない**」

大腸菌群細菌：腸内細菌以外に、水中や土壌中で増殖する細菌も含まれる。

⇒ **大腸菌群には糞便汚染の指標性は低いという認識が国際的な理解**

大腸菌は病原菌でない

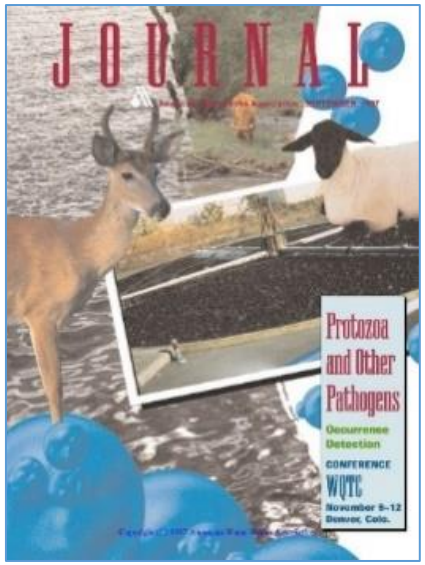


2003年WHO飲料水水質ガイドライン改訂
⇒2004年（平16年）大腸菌群⇒**大腸菌**

1993年のクリプト事故後、1994年9月アメリカ水道協会は緩速ろ過の研修会をオレゴン州で開催

ろ過池の壁は土手。結果が良ければ正解

アメリカ水道協会雑誌1997年9号表紙
①どこにもクリプト原虫はいる
②免疫力が関係か
③下水処理は省エネの散水ろ床
（世界中では昔から省エネシステムが普及）



世界の情報は努力しないと入らない

アメリカ合衆国、移民国、多民族、多様の価値観、自分でできることは自分でする。Do It Yourself. 個人の責任。訴訟社会。

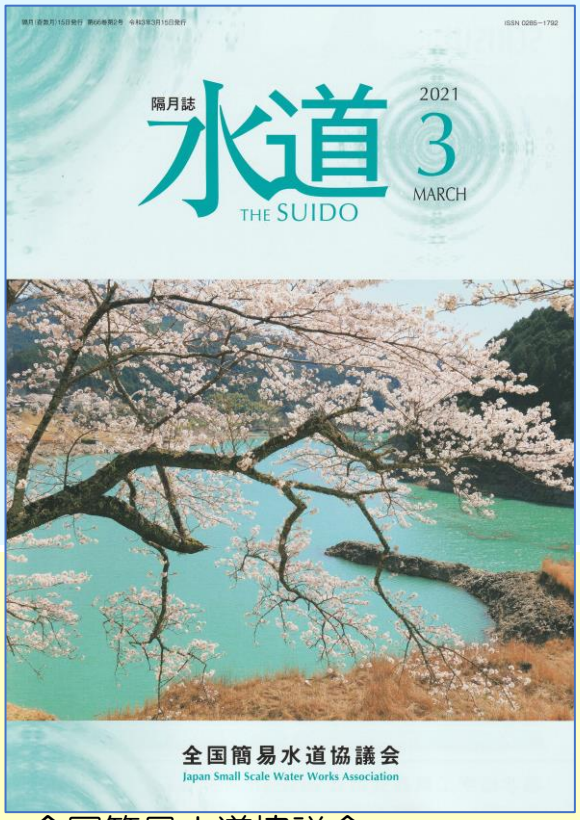
前例踏襲せず、他人を信用しない。自分の責任で判断する。

日本は国の指針に素直に従う。助成金、補助金をもらうため？

指針の資料は誰がつくるか

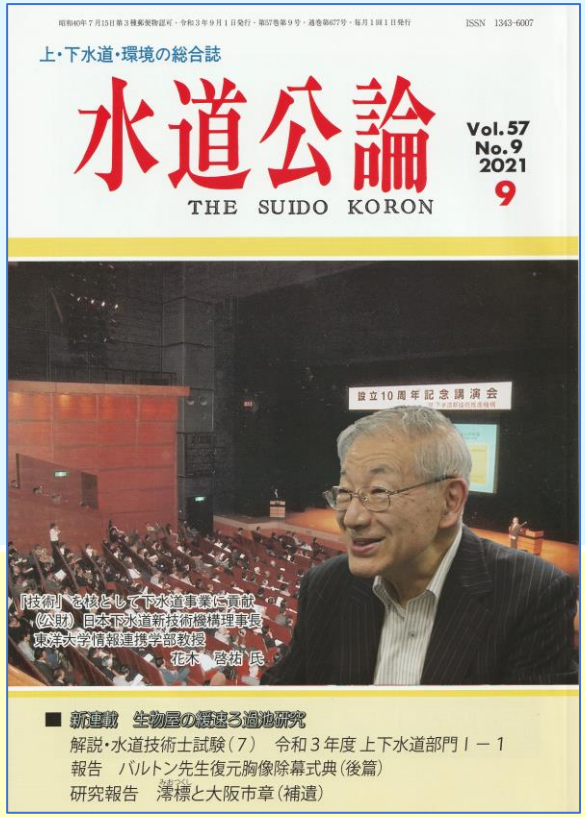
緩速ろ過は誤解されてきたと解説を発表し続けてきた。

厚生労働省、日本水道協会でも取り上げない、借金だらけの現場の声に応えて「緩速ろ過」を取り上げてくれた。



全国簡易水道協議会
水道2021年3月号

生物浄化法（緩速ろ過）でスーパークリーンの水、地方給水として再認識を *10p*



水道公論（日本水道新聞社）
2021年9月号から連載開始
「生物屋の緩速ろ過池研究」
2021年9月号「プロローグ：緩速ろ過は生物浄化法だった」*6p（名前で誤解）*

２０３０年に向けて世界が合意した「持続可能な開発目標」です。

私は国立大学で国民の税金で給料をもらい教育し研究をしてきた。その成果を国民に還元するために書いている。

2021.2.
緩速ろ過でなく生物浄化法

千曲会　出版
信州大学繊維学部同窓会

10月号「その１：道具ができて研究が進む」*7p*

11月号「その２：砂面で藻が砂層で細菌が繁殖」*7p*

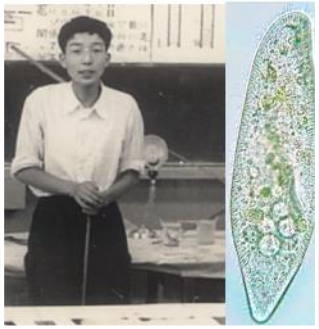
12月号「その３：「生でおいしい水道水」を飲める日本」*9p（湧水）*

2022年1月号「その４：ビールが守った生物浄化」*11p（高崎市の緩速ろ過）*

2月号「その５：藻の繁殖とろ過継続」*10p（生物の活躍と損失水頭の解説）*

3月号「その６：クリプト事故でアメリカでは緩速ろ過の再認識」*11p*

4月号：酸素、まだ連載中



高校生物部でゾーリムシ
顕微鏡生物⇒生物学へ

顕微鏡生物を研究するには、生物の立場で常に考える

海洋での植物プランクトンの生産力研究
太平洋、大西洋

海洋
⇒湖沼ダム

淡水赤潮
1973年3月下旬

下久保ダム湖

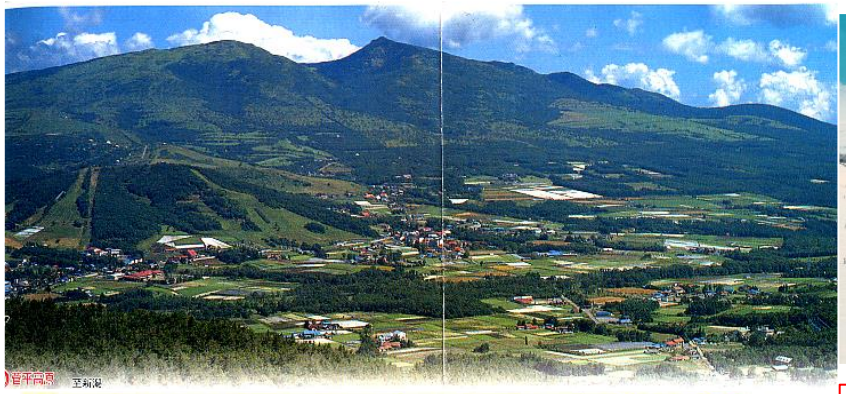
境界で生物が繁殖

1974　ブラジル、サンパウロ大
ダム湖生態系研究、富栄養化、藻類培養指導、1976

1975.10.信大繊維へ

1979:日伯科学技術協定へ

1985～日伯陸水研究



ダム湖の富栄養化原因調査

1972-74、月1回調査

晴天時調査

宿泊施設＋農耕地

窒素＋リン＋有機物

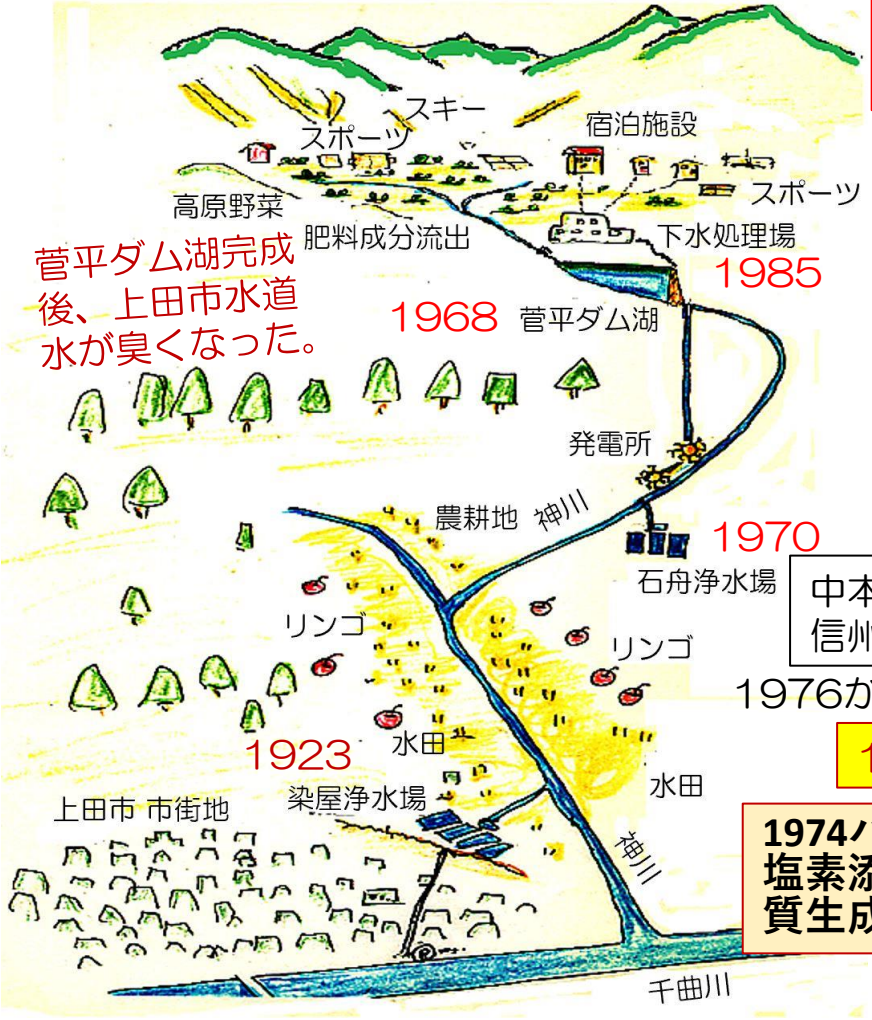
窒素

降雨の影響過小評価

湖の植物プランクトン繁殖の制限要因は**リン**

下水処理場建設

1985.6.（S60）完成



処理水ダム際へ

処理水ダム際へ

処理水発電所へ

中本：1975.10.
信州大繊維学部助手

1976から、ダム湖富栄養化、集水域調査

1974年報告は、雨の影響、過小評価 → 農耕地の影響が大

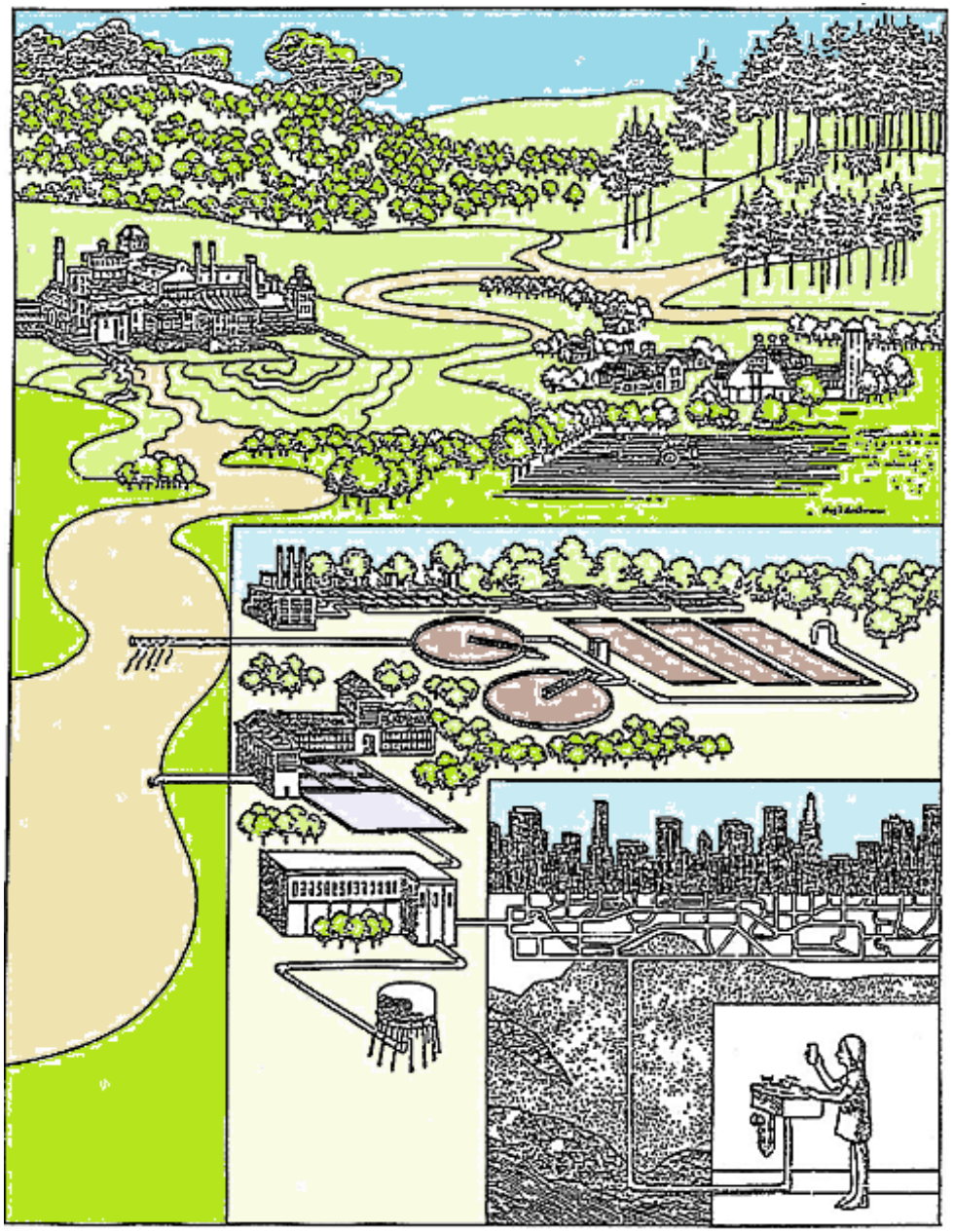
1974ハリスレポート
塩素添加で発ガン物質生成

→ 1975年頃より水道水は臭くなくなった

→ 1984：悪い藻と良い藻

生物処理の誤解に気づく

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



NHKからの報告コピーの白黒原図を色塗りした。

飲み水は安全化？

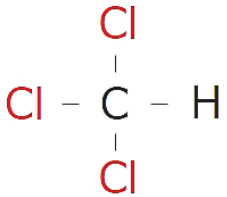
ハリスほか
消費者報告1974

IS THE WATER SAFE TO DRINK?

Robert H. Harris and Edward M. Brecher and the Editors of Consumer Reports
Consumer Reports 1974.
June：436-443：Part 1:The Problem
July:538-542： How to make it safer
August:623-627： What you can do

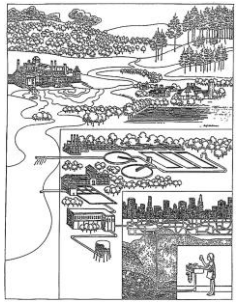
2001年9月3日朝9時から1時間：NHKラジオいきいき倶楽部・生放送：発ガン物質生成リスクと塩素添加問題をとりあげたかった。

有機塩素化合物や水中の塩素化化合物による発癌性物質の危険性（発癌リスク）を指摘。



トリハロメタン

ニューオリンズなどの多くの都市は、ミシシッピ川などの非常に汚染された水から飲料水を造っている。工場から大量に廃水が川に放流され、上流の都市下水も大量に放流されている。降雨により農薬、除草剤、肥料、その他の農薬が洗い流され、汚染物質の負荷が増加している。



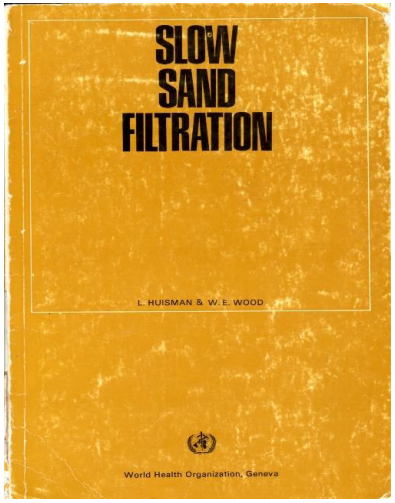
1962年R. カーソン『沈黙の春』を出版。殺虫剤DDTが生物濃縮で虫だけでなく想定外の生物が死んでいるのを警告。

塩素化化合物の危険性を警告。

DDTはアジアや熱帯圏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。

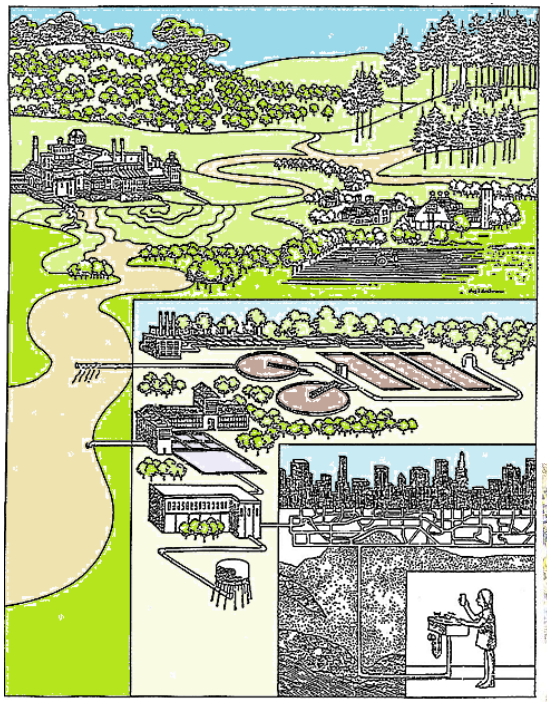
1970年スウェーデンDDT禁止、1972年アメリカ、1986年英国。2001年ストックホルム会議でDDT他11の有機汚染物を世界中で禁止宣言、2004年5月から発効。

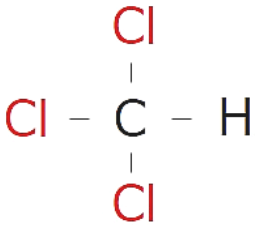


世界保健機構
WHO 1974
緩速ろ過指針
薬品を使わない安全な処理法

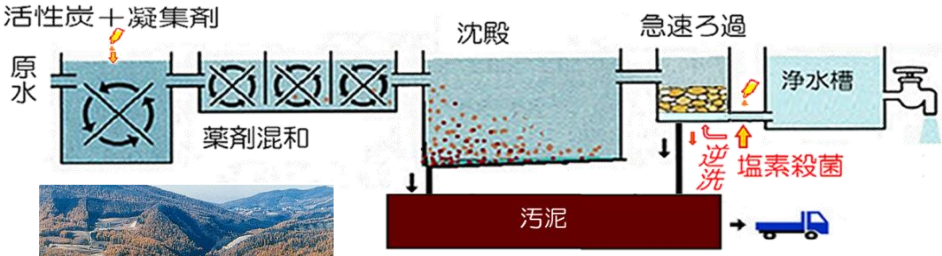
飲み水は安全化？

ハリスほか消費者報告1974



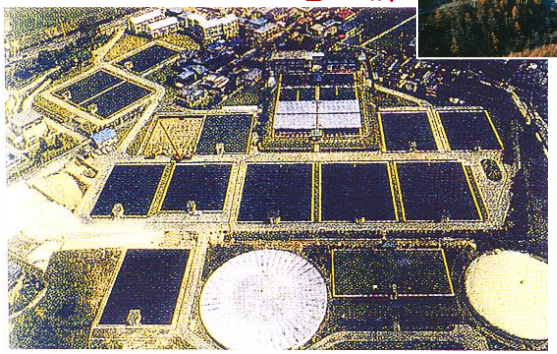


トリハロメタン



菅平
ダム湖

染屋浄水場　悪い藻



1976：
前塩素、
硫酸銅添
加中止

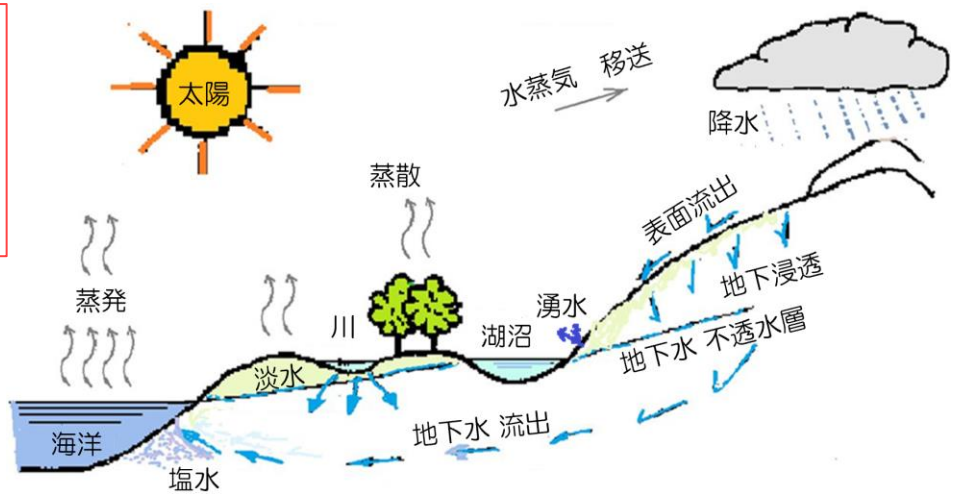
1983：ろ過池の藻は良い藻

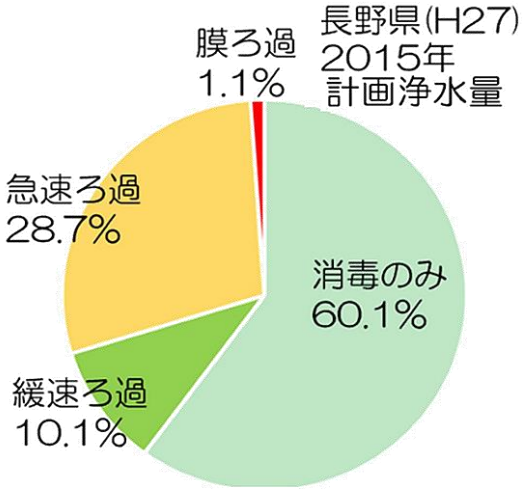
薬品を使わない
安全な浄化法

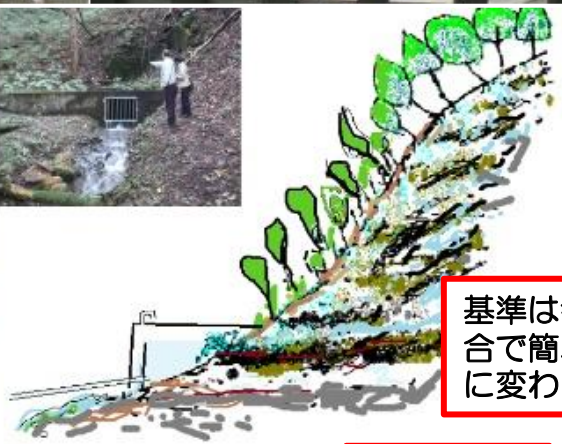
悪い藻は無い＝人間の都合での解釈⇒1984年からろ過池研究

緩速ろ過と急速ろ過の普及

昔から現在も、天然の「清澄な湧水」を利用している。





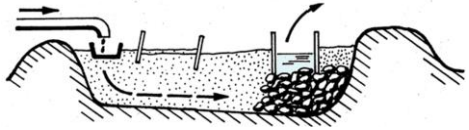


基準は都合で簡単に変わる

大腸菌群細菌が検出し飲用不可 ⇒ 塩素殺菌、急速ろ過へ ⇒ 2004年（平16年）大腸菌群⇒**大腸菌** ⇒ 基準が変わり、無処理の湧水、井戸水の多くが飲用可

大腸菌は病原菌でない

大航海時代（貿易、植民地） ⇒産業革命時代（繊維産業）

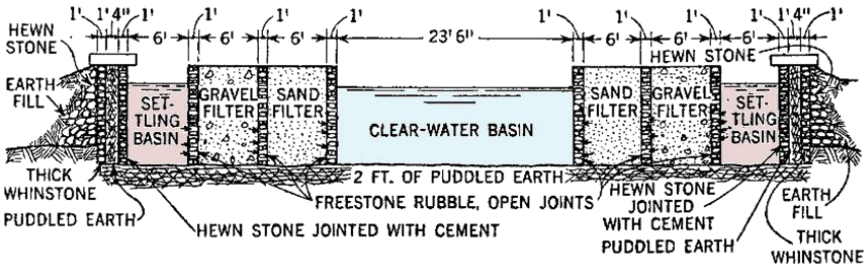


グラスゴー郊外、ペーズリー

1804年、John Gibb 染色した布の染料脱色

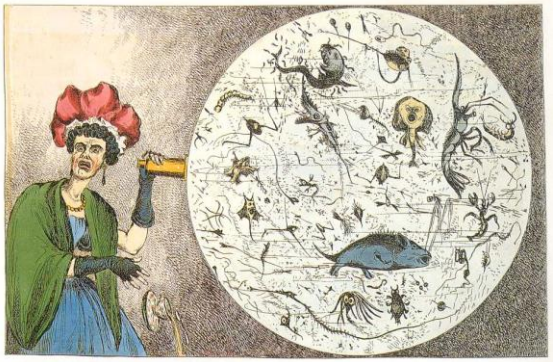
横流れ

余ったので市内中に売り歩く＝公共水道の始まり



河川水⇒沈殿槽⇒礫槽⇒砂槽⇒清澄な水

都市に人口集中：水が汚れた
伝染病が流行⇒安全な水を求める動き



沈澱池

砂ろ過槽

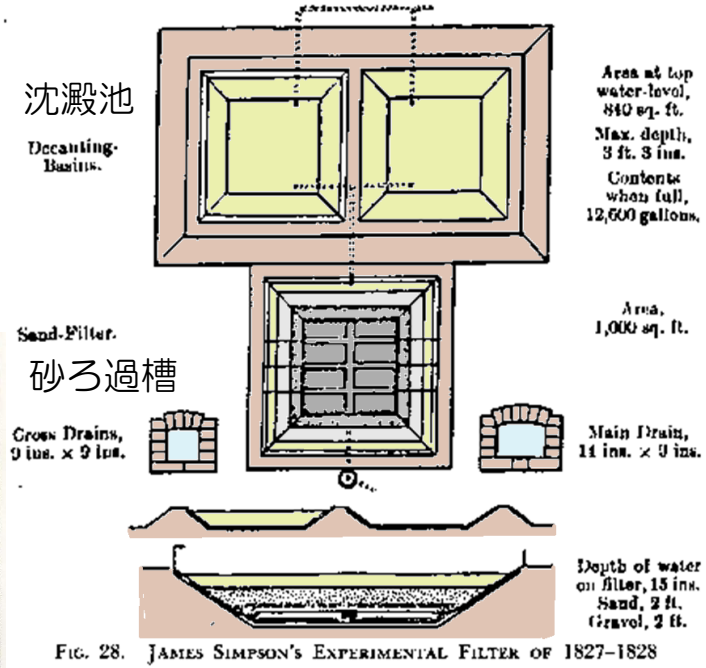
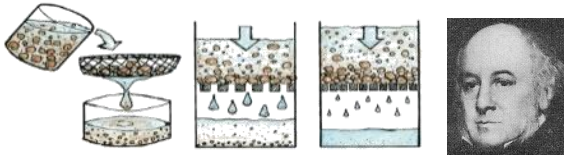


FIG. 28. JAMES SIMPSON'S EXPERIMENTAL FILTER OF 1827–1828



James Simpson 実験1827-1829
実際のろ過池　1829.

緩速（砂）ろ過Slow Sand Filter

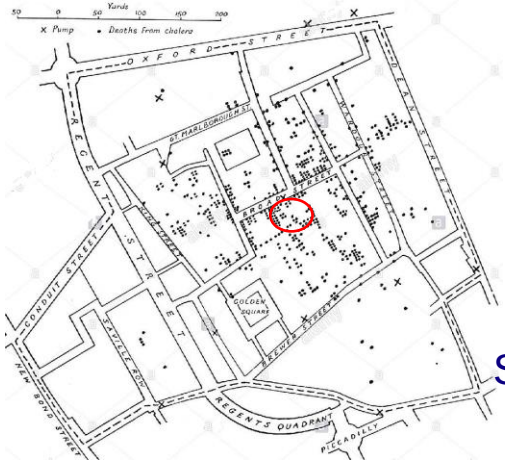
細かな砂でゆっくりと砂ろ過

機械的な篩いろ過できれいな水ができると考えた。

ろ過速度 2-3 m/d (10cm/h)

38 cm	水深	上から下への流れ
61 cm	砂層	
61 cm	礫層	

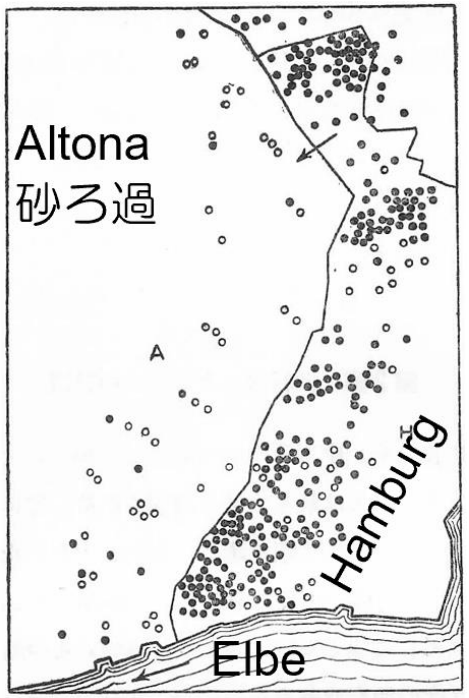
砂が動かない



Broadwick Street, Soho

ジョン・スノー、
1854年：コレラ菌で汚れた下水が井戸水に入り利用したのが原因。緩速ろ過の給水地域はコレラ患者が少ない。

病原菌が除ける浄化法として評判⇒世界へ広まる。

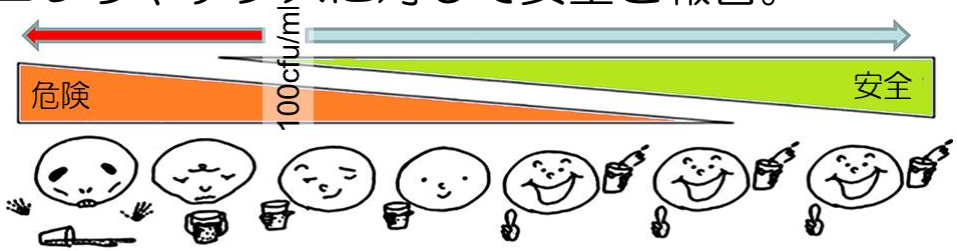


洞澤 1948より
両市の境界400m
両側を調べた。

1884（明治17）年 R. コッホがコレラ菌発見

緩速砂ろ過効果の明白な証拠1892(明25)年：ドイツ、**ハンブルグではコレラが大流行し**7,500 の死者がでた。しかし、緩速砂ろ過をしていたアルトナでは患者がほとんどでなかった。

コッホは、水中に一般細菌数が１ml中に、100個以下ならコレラやチフスに対して安全と報告。



現在のWHO基準、水道水基準。無菌にする必要ない。

普通は少々の病原菌に晒されても、人間は免疫力があるので大丈夫。
リスクを減らす、希釈する、許容できるレベルにする。

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。

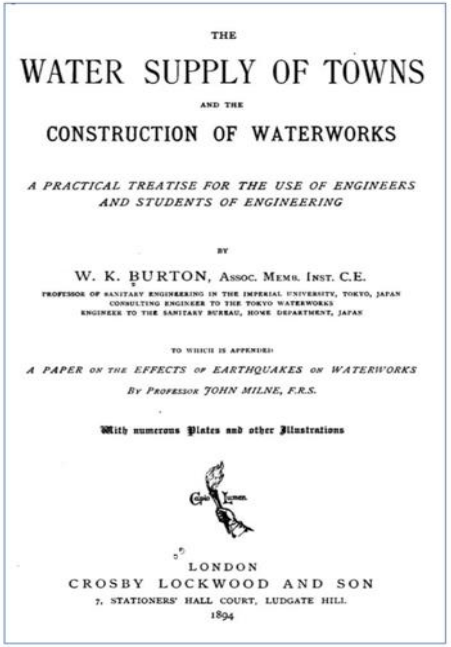
渋沢栄一(27)
1867-68、
パリ万博

1868
明治元年

パーマー、1883: 「横浜水道」の報告。1885: 横浜水道工事監督（1887（明20完工）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.(54歳)

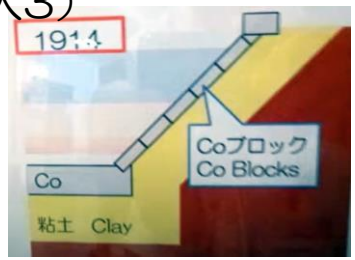
1894（明27）
都市の水道

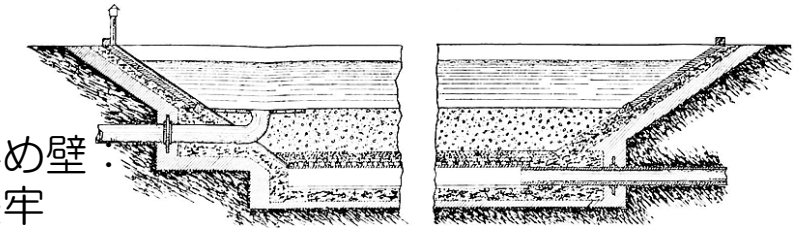
バルトン、1887: 来日。内務省衛生局顧問技師、東京市上下水道取調主任、東京・門司 港・神戸・下関・仙台・名古屋・広島・福岡・岡山・松江等の上下水道の調査・計画・設計等を担当。帝国大学工科大学（東大・工学部）衛生工学講師 。 1899（明32 ）.8.（43歳）没。



THE
WATER SUPPLY OF TOWNS
AND THE
CONSTRUCTION OF WATERWORKS
A PRACTICAL TREATISE FOR THE USE OF ENGINEERS AND STUDENTS OF ENGINEERING
BY
W. K. BURTON, Assoc. Mems. Inst. C.E.
PROFESSOR OF SANITARY ENGINEERING IN THE IMPERIAL UNIVERSITY, TOKYO, JAPAN
CONSULTING ENGINEER TO THE TOKYO WATERWORKS
ENGINEER TO THE SANITARY BUREAU, HOME DEPARTMENT, JAPAN
TO WHICH IS APPENDED:
A PAPER ON THE EFFECTS OF EARTHQUAKES ON WATERWORKS
BY PROFESSOR JOHN MILNE, F.R.S.
With numerous Plates and other Illustrations
LONDON
CROSBY LOCKWOOD AND SON
7, STATIONERS' HALL COURT, LUDGATE HILL.
1894

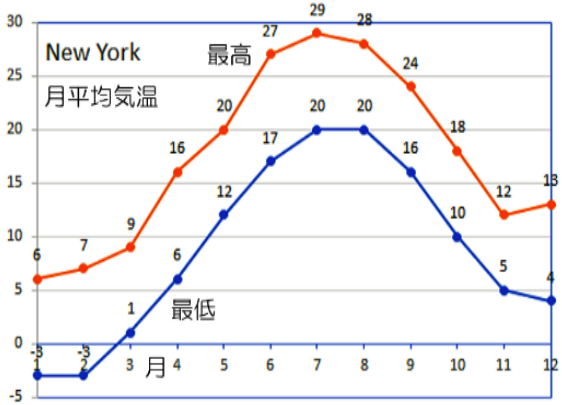
1914（大3）
名古屋市
鍋屋上野

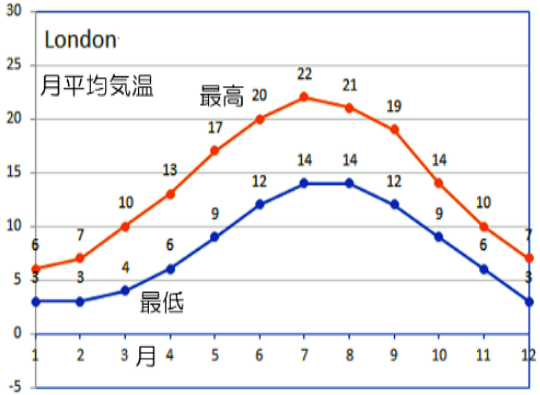


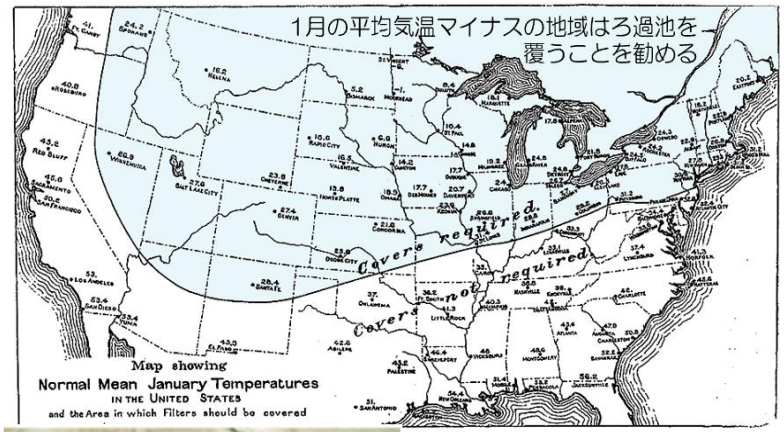


斜め壁・
堅牢
漏水しにくい。
耐震性が良い。

中島鋭治、
東大教授：日本の
近代上水道の父・
近代衛生工学の父





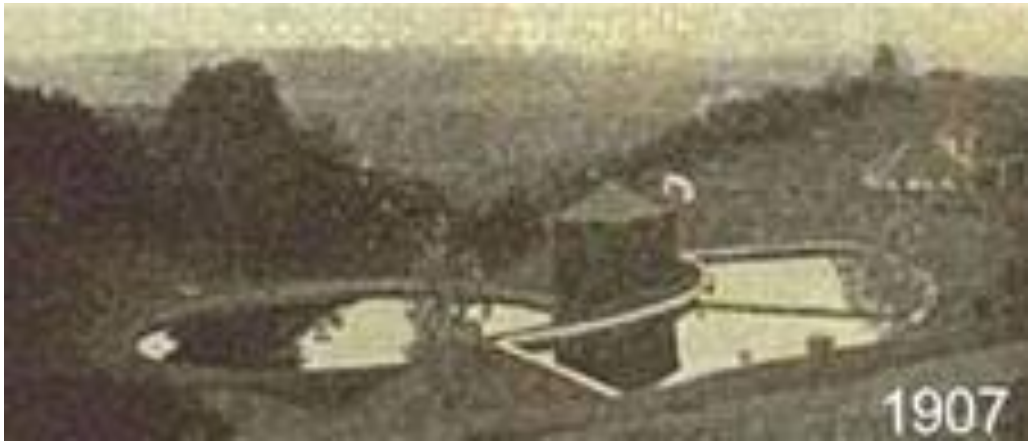


メキシコ暖流の影響で、英国の芝生は
枯れない

ロンドン、テムズ水道、
凍結しない。

NY, Auburn1917
凍結防止で覆いろ過池

1832年、リッチモンド、バージニア州



アメリカで2番目に古く1891(M24)年から稼働し続けているニューヨーク州イリオンIlion浄水場（覆いろ過池とオープンのろ過池がある）

アメリカで一番古く1872(明5) 年から稼働し続けているプーキープジー浄水場、NY

昔は、原水を浄化した後の浄水は覆っていなかった。ホコリや鳥の糞などの汚染は気にしていなかった。人間の病原菌とは関係ないと解釈。

Auburn1917 (T6)、NY 凍結防止で覆いろ過池

1882(明15) 年 急速ろ過（逆洗）：凝集剤使用せず、N.J.州
1885(明18) 年 濁り対策：凝集剤、N.J.州
1910(明43)年塩素ガスで殺菌、N.J.州 ⟹ 急速ろ過の普及

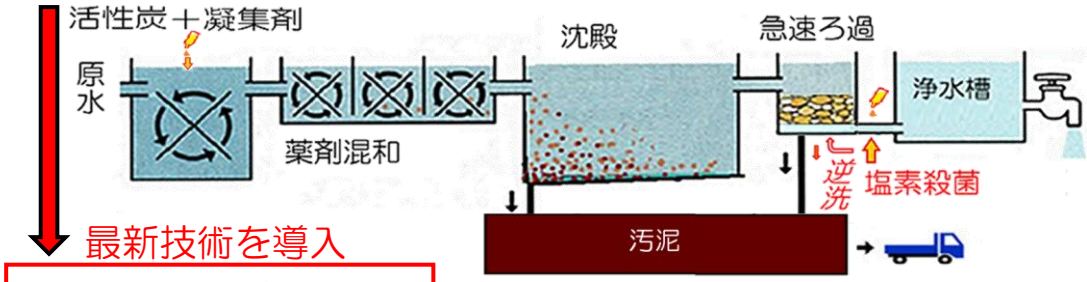
緩速ろ過で病原菌が除けるので、昔から現在まで、その水を塩素殺菌せずに、安心して給水。

アメリカでも残留塩素保持という考えは普及していない

大陸平野では河川の濁りは細かい⇒沈まない、目詰まりする

砂礫が多い日本の川
⇒降雨で濁っても直ぐに清いになる

1882(明15) 年 急速ろ過（逆洗）：凝集剤使用せず、N.J.州
1885(明18) 年 濁り対策：凝集剤、N.J.州
1910(明43)年塩素ガスで殺菌、N.J.州 ⟹ 急速ろ過の普及



最新技術を導入

1912(明45)年
京都蹴上（ 急速ろ過）

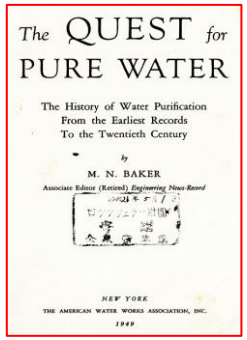
1924(大13) 年 急速ろ過
＋活性炭（異臭味対策）＋塩素殺菌

機械・薬剤が必要で、コマーシャルフィルター

最新技術は大好き

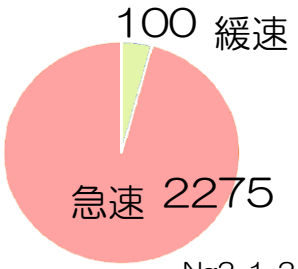
アメリカの水道の常識：薬品処理の急速ろ過で塩素殺菌

藻は凝集剤に反応しないので急速ろ過では藻は嫌われた



M.N. Baker 1949『純水の探求』

1940(昭15) 年 全米
緩速ろ過： 100ヶ所
急速ろ過：2,275ヶ所

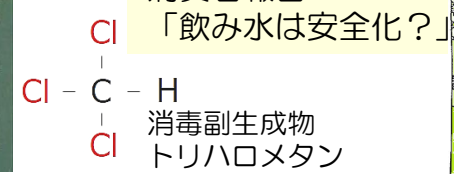


緩速ろ過の再認識

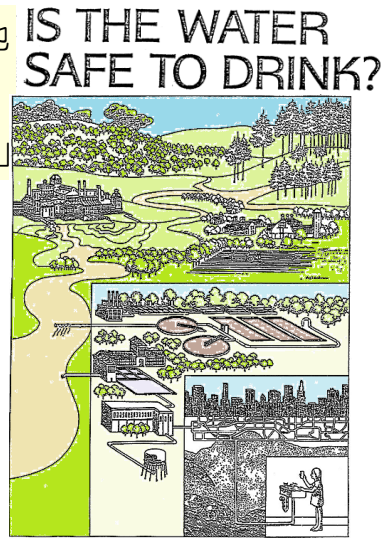
1962 R.カーソン

沈黙の春
殺虫剤・除草剤の食物連鎖による生物濃縮による薬剤リスク

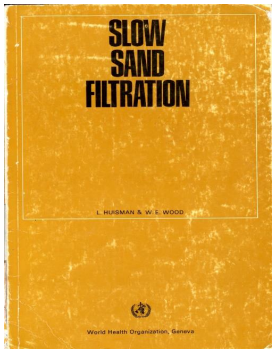
Robert H. Harris 他
1974年6月、
消費者報告
「飲み水は安全化？」



消毒副生成物
トリハロメタン



WHO 1974



化学薬品を使わない安全な浄化法

化学薬品処理の水道水は発ガン物質、アスベスト管のリスク、などを指摘

逆洗で何でも通過

急速ろ過は完全な欠陥処理なのが明白に。

1993年4月　アメリカミルウオーキーでクリプト原虫による40万人の集団下痢、急速ろ過では逆洗行程を通過。
休眠状態で殻が厚く、塩素で殺せなかった。

1996年6月
埼玉県越生町
での集団下痢

水様性下痢

腸管が長い哺乳動物だけが下痢をする。

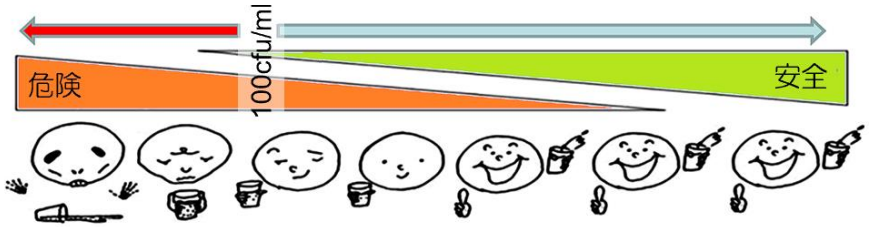
日本は膜処理を勧めた

1994年9月アメリカ水道協会：オレゴン州セーラム市で緩速ろ過研修会を実施

Refocus（再評価）, Rediscovery（再発見）, Timeless Technology for Modern Application（時代を超えて現代に通用する技術）.

However, people loves New Technology.
しかし皆は、新しい技術が好きなんだ。

コッホは、水中に一般細菌数が１ml中に、100個以下ならコレラやチフスに対して安全と報告。

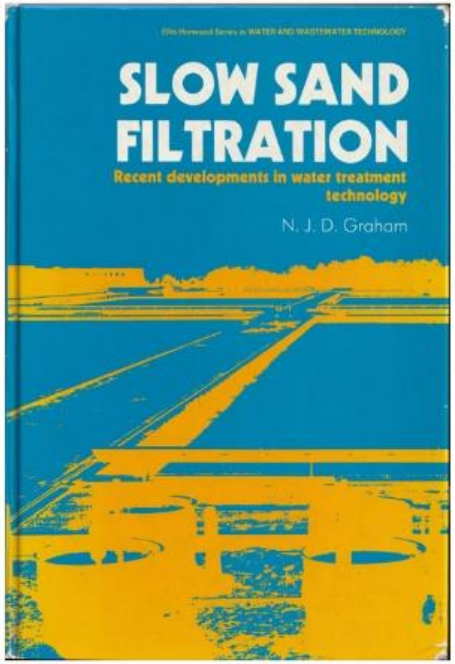


現在のWHO基準、水道水基準。無菌にする必要ない。

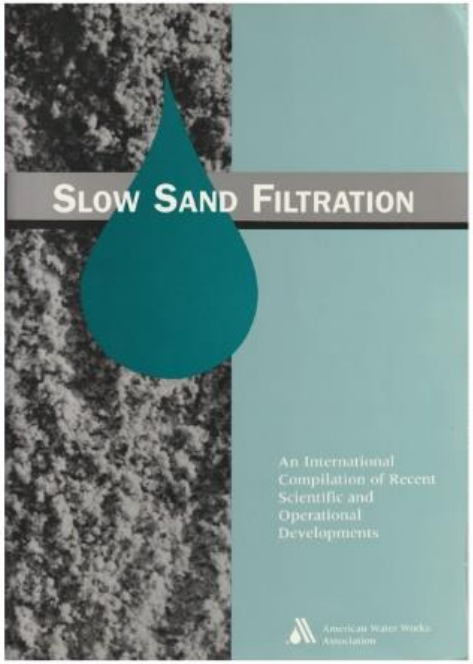
普通は少々の病原菌に晒されても、人間は免疫力があるので大丈夫。リスクを減らす、希釈する、許容できるレベルにする。

Gabriele Heber 1985: Simple Methods for the Treatment of Drinking Water

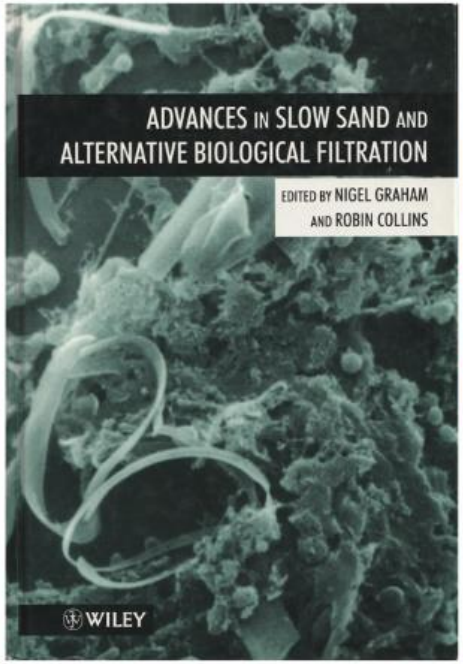
平均濁度 Turbidity, Average Values (NTU)	大腸菌/100ml E. Coli (MPN/100 ml)	処理方法 Processes and Combinations	
Up to 10	10	No treatment necessary	処理必用なし
10	100	Only disinfection	殺菌のみ
100	1000	Slow sand filtration	緩速ろ過
250	1000	Pretreatment + Slow sand filtration	前処理 +緩速ろ過
250	10000	Pretreatment + slow sand Filtration + disinfection	前処理+緩速ろ過 +殺菌
1000	100000	Two pretreatment methods; e.g., sedimentation + coarse filtration or coagulation/flocculation + sedimentation Subsequently: slow sand filtration + disinfection	２種の前処理；例：沈殿+粗ろ過または凝集+沈殿その後、緩速ろ過+殺菌
100	2000	Rapid filtration + disinfection	急速ろ過+殺菌
1000	3000	Pretreatment + rapid filtration + disinfection	前処理+急速ろ過 +殺菌



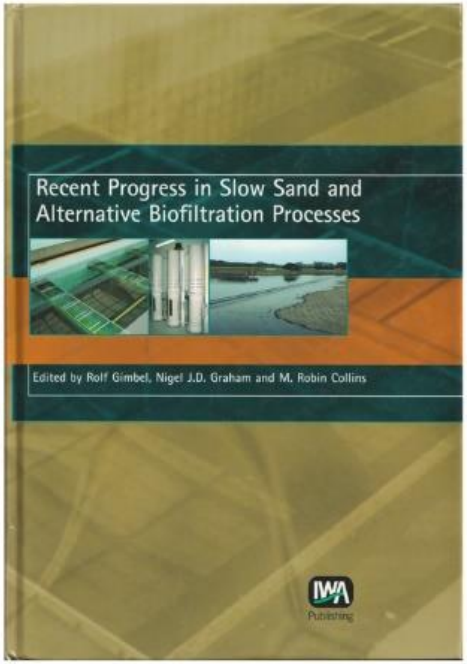
①1988 London



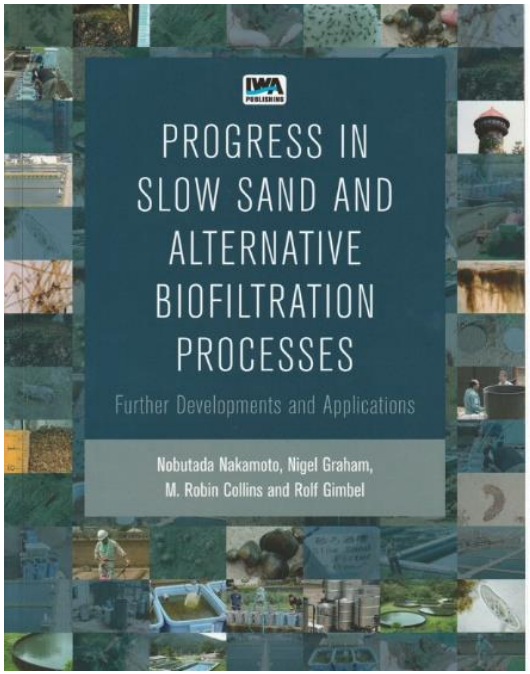
②1991 New Hampshire

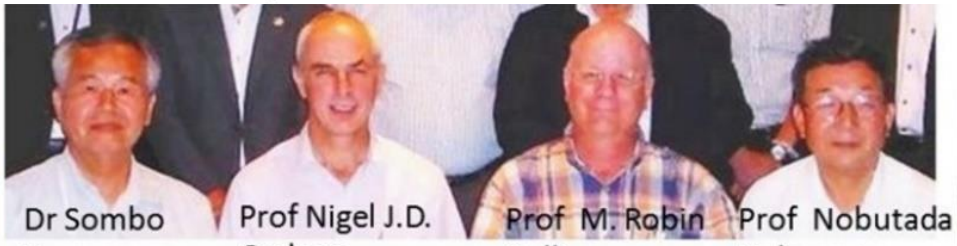


③1996 London



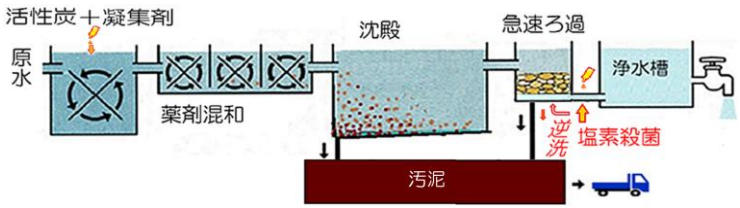
④2006 Mülheim

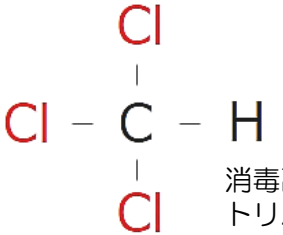




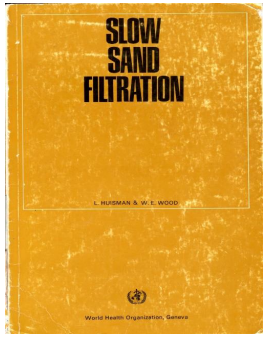
2014.6.
名古屋市

第5回緩速生物ろ過国際会議



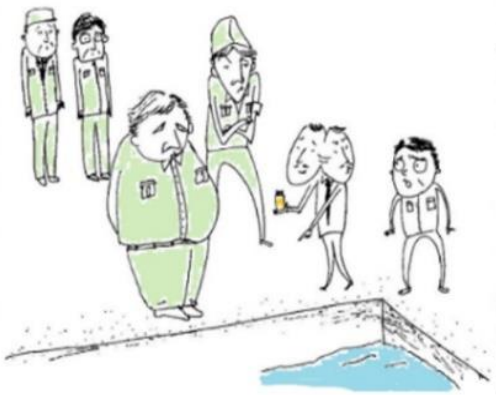


消毒副生成物
トリハロメタン

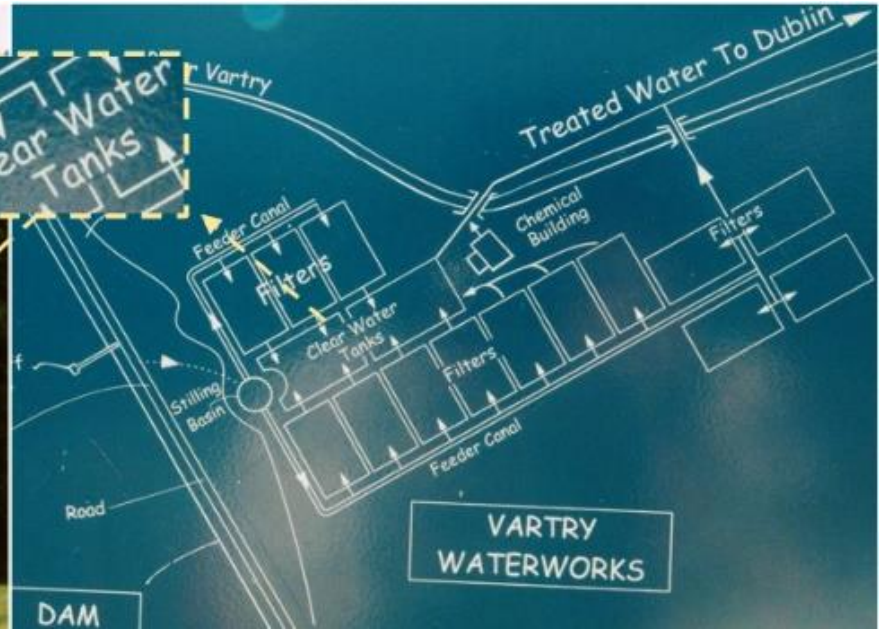


WHO 1974
化学薬品を多用しない安全な浄化法として緩速ろ過の再認識

塩素添加で発癌物質が生成するので問題。腐植物質は毒でない。



アイルランド・ダブリンの浄水場



Journal AWWA
Volume 88, Issue 12 December 1996
Pages 8-8

Acceptable Microbial Risk

Charles N. Haas

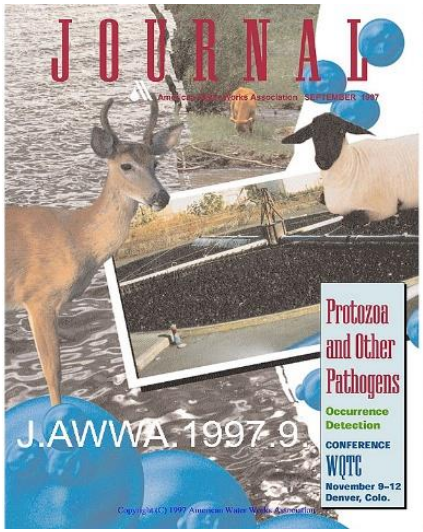
Journal AWWA
Volume 89, Issue 12 December 1997
Pages 14-15

Slow Sand Filtration:
Still a Timeless Technology
Under the New Regs?

Stephen A. Tanner

アメリカ水道協会雑誌「許容できる微生物リスク」、「緩速ろ過はまだ通用する」

緩速ろ過なら家畜からのクリプト原虫汚染は気にしていない。



Opflow
American Water Works Association
Vol. 23 No. 10 October 1997

Am. Water Wks Assoc. 23,10,1997

Cryptosporidium has never been detected in the finished water of NSWC; however, studies have found *Cryptosporidium* in greater than 85 percent of all surface water supplies. These same studies identified *Cryptosporidium* in more than 25 percent of the treated (filtered) water supplies with effluent turbidities of less than 0.1 ntu.

VIEWPOINT

J. Am. Water Wks Assoc.
1997;89(12):8–9.

So Many Oocysts, So Few Outbreaks

Floyd Frost, Gunther F. Craun,
Rebecca Calderon, and Stephen A. Hubbs

For centuries people [illegible] that after an infection, [illegible] is less likely to become ill from [illegible]quent exposure. The ancient Chinese, realizing that those who survived childhood smallpox became immune to the disease, intentionally infected their children. Modern vaccination programs are variants of this ancient approach.

Unfortunately, prior infection does not uniformly protect people from contracting subsequent diseases caused by all pathogens. Some infections confer immunity for varying periods of time; others confer little or no immunity at all. Although prior infection with cryp- [illegible] more common occurrence of disease is "endemic." With endemic disease, most exposures result in asymptomatic infections rather than illness. The significance of endemic infections is seldom recognized.

If a large number of people in a community are immune to illness caused by *Cryptosporidium* oocysts because of prior infections (corresponding to high levels of endemic infection), fewer illnesses will result from each new exposure. Eventually, such a large percentage of the community's population becomes immune that new exposures cause few illnesses. This phenomenon was ob- [illegible] infections rather than disease outbreaks. However, this may prevent detection of the scattered illnesses associated with consumption of drinking water contaminated with oocysts. Continued low-level contamination may maintain such a high degree of immunity in the population that overt outbreaks of waterborne cryptosporidiosis are prevented. Therefore, surveillance programs that rely only on the detection of cases of illness may not be sufficient to assess the risk of water- [illegible]

表流水の85%以上にクリプト原虫が検出されるが、処理水にはクリプト原虫は検出されない。同時に浄水濁度0.1ntu以下(ntu×0.7≒度(カオリン))の水の25%以上にクリプト原虫は検出される、どこでもオーシストは多数検出されるが下痢感染事故はほとんどない

Opflow
American Water Works Association
Dedicated to Safe Drinking Water
Vol. 23 No. 10 October 1997

Cryptosporidium has never been detected in the finished water of NSWC; however, studies have found *Cryptosporidium* in greater than 85 percent of all surface water supplies. These same studies identified *Cryptosporidium* in more than 25 percent of the treated (filtered) water supplies with effluent turbidities of less than 0.1 ntu.

表流水の85%以上にクリプト原虫が検出されるが、処理水にはクリプト原虫は検出されない。同時に浄水濁度0.1ntu以下(ntu×0.7≒度(カオリン))の水の25%以上にクリプト原虫は検出される、どこでもオーシストは多数検出されるが下痢感染事故はほとんどない

VIEWPOINT

オーシストはどこにも多数いるが、下痢事故はない。

So Many Oocysts, So Few Outbreaks

Floyd Frost, Gunther F. Craun,
Rebecca Calderon, and Stephen A. Hubbs

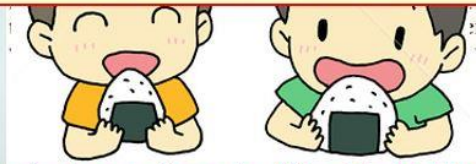
Am Water Works Assoc. 1997;89(12):8–9.

For centuries people have understood that after an infection, person is less likely to become ill from subsequent exposure. The ancient Chinese, realizing that those who survived

more common occurrence of disease is "endemic." With endemic disease, most exposures result in asymptomatic infections rather than illness. The significance of endemic infections is seldom

infections rather than disease outbr
However, this may prevent dete
of the scattered illnesses associated
consumption of drinking water c
minated with oocysts. Continued

地下水を水源とする水道水を飲んでいる住民はクリプト原虫による免疫力は小さい。水道水が水系感染菌などに汚染された場合、病人の大部分は幼児、訪問者、最近転居してきた住民である。感染者は結婚式に参加した訪問者が多かった。

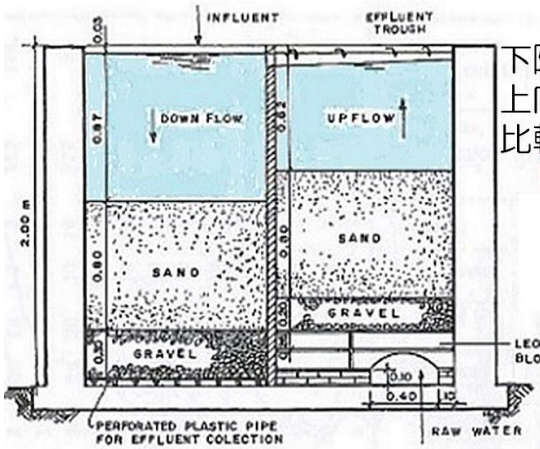


東南アジアなどに海外旅行に初めて行くと、必ずと言っても良い位、下痢をする。一度下痢を経験すると下痢をしなくなる。免疫力かな。

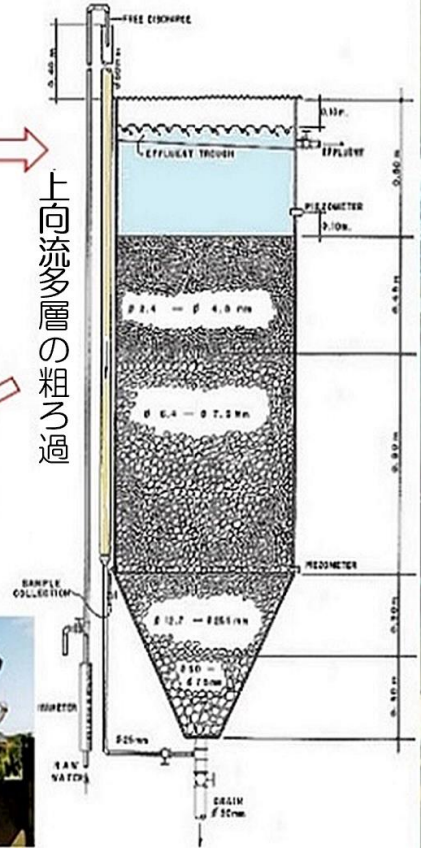
新型コロナの流行に似ているか。

凝集剤を使わない濁り対策 Up-flow Roughing Filter

Luiz Di Bernardo 1980～

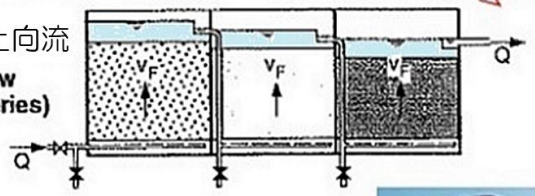


下降流と上向流の比較実験

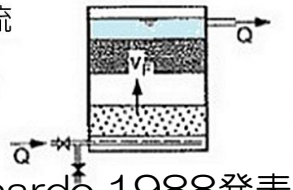


上向流多層の粗ろ過

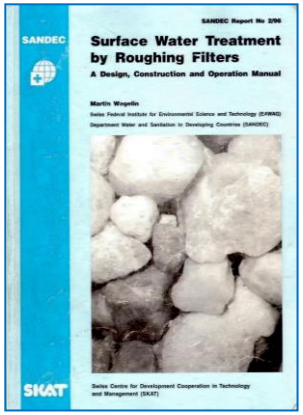
多段上向流
- upflow (in series)



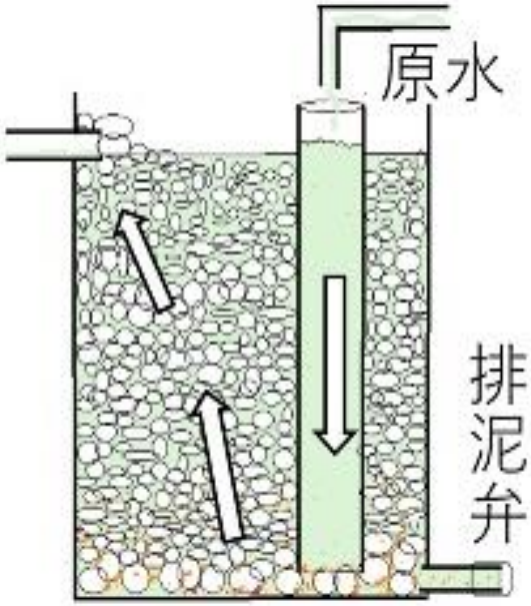
多層上向流
- upflow (in layers)

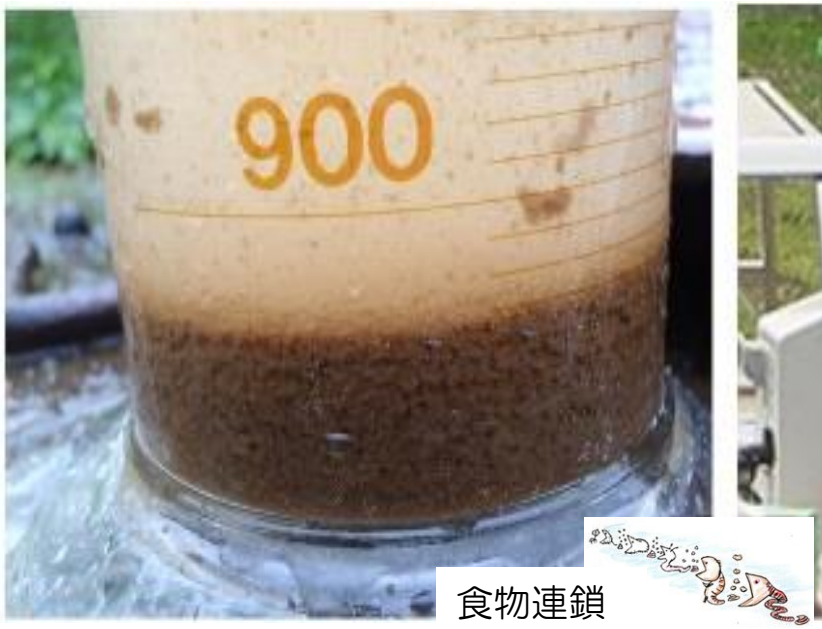


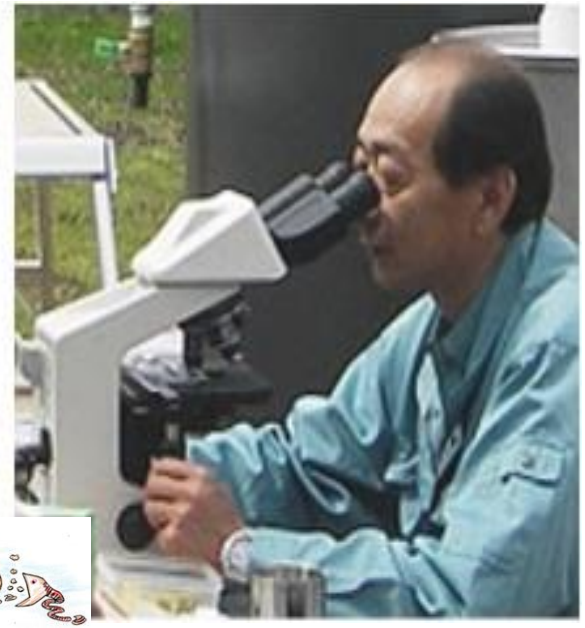
Luiz Di Bernardo 1988発表



Martin Wegelin
1988年国際会議発表⇒国際共同実験
⇒スイスから1996指針







2006年～JICA研修

テムズ河⇒貯水池（藻が大繁殖）⇒粗ろ過⇒砂ろ過⇒給水

ロンドン市の水道は
１００％の緩速ろ過
（生物浄化法）

ロンドン、テムズ水道
アシュフォードコモン
浄水場
100mx 34m,
32 ろ過池

1992.8.初訪問

THE TIMES

ロンドンタイムズ　2002.7.10.

WEDNESDAY JULY 10 2002

ペットボトルを忘れよう。もっと
きれいな蛇口の水を飲もう

5L

Forget the bottle, for purest water turn on the tap

By Anthony Browne
Environment Editor

IT'S purer. It's gentler. It's Yorkshire. Water wars have broken out as Yorkshire Water and United Utilities have bottled their tap water to launch themselves as brands to take on Perrier, Evian and Highland Spring.

They are taking up a gauntlet thrown down by the chief inspector of drinking water, Michael Rouse, who says that British tap water has reached almost perfect purity, and that water companies should take on the bottles.

"People do not need to buy bottled water," he said. "They don't need it for health grounds, and people generally can't taste the difference."

Mr Rouse also wants manufacturers to make fridges with jug space. He believes bottled water has an unfair advantage because people drink it cooled from the fridge, while tap water comes out warm.

United Utilities is responding by giving away 100,000 bottles of tap water and Yorkshire wants people to ask for its water by name in pubs and restaurants. It is also giving away 100,000 empty branded bottles for customers to fill at a tap "so they can always have Yorkshire water with them".

"Yorkshire Water is softer and gentler than some mineral waters, it's purer than bottled waters, and it's 10,000 times cheaper," said the company's spokesman Richard Emmott.

United Utilities said: "We're doing it so that people realise they don't need to buy expensive brands to get an excellent drink. It's tasty and makes a lovely cup of tea."

However, the bottled water industry appeared to shrug off the challenge, with a spokeswoman saying: "It endorses the importance of bottles. The fact is you can't take a tap around with you."

Tap v Cap: the soft sell

Yorkshire Water, Pennines: "Softer, purer, cheaper"
United Utilities, Lake District: "High quality, very tasty"
Highland Spring, Perthshire: "Untreated, as nature intended"
Buxton, Peak District: "Found purely in Britain"
Perrier, South of France: "Bubbles like no others"

「ボトル水は環境破壊の代表、水道水を飲むべきだ」

第4341号　第3種郵便物認可

Water and environment
Net Work

環境破壊の代表　ボトル水購入を永久禁止

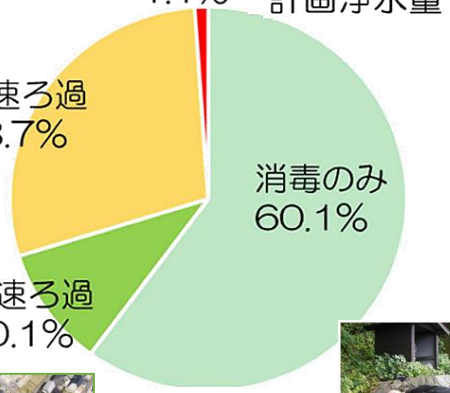
～サンフランシスコ・水道水を飲むべき～

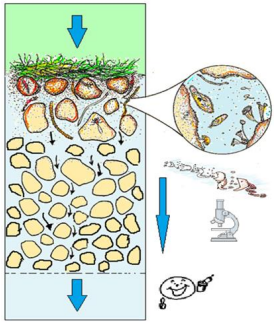
環境破壊の代表　ボトル水購入を永久禁止-サンフランシスコ・水道水を飲むべき-市長命令
水道産業新聞（2007.8.20.）

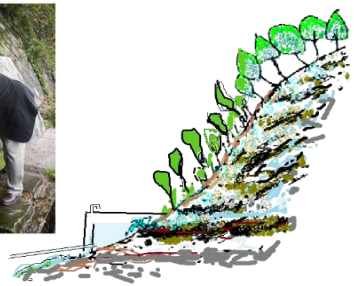
水道法では水道水は飲み水を
廉価に供給
⇒飲まれない水道水
⇒水道局はおかしいと思わな
いのかな。

上水道統計
（給水人口5,001人以上の施設）

どうして借金が増えたかを自分で考えて

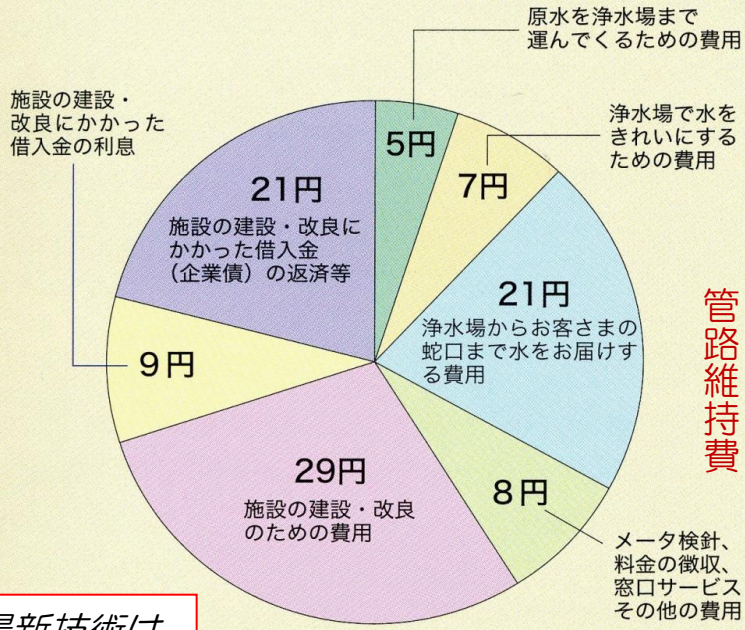






水道料金100円の使い道

安全でおいしい水を安定的にお届けするために、お客さまからいただいた水道料金は次のように使われています。



管路維持費

東京都水道局　（平成15年度決算による）

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

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。業者のいいなりだと。借金だらけになる。

山間の集落が多い、人口密度が低いので給水管が長い。自分らで維持できる小規模水道施設が良い。

コンサルに相談する前に自分で考える。

業者は利益を考える：意図的につくられた水道常識。

使い続け、壊れた部分だけを修理⇒豊かな健全な社会

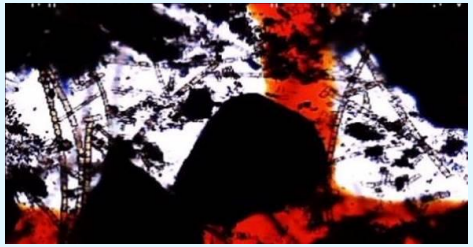
自分で確かめず、宣伝に騙されやすい私たち。常に本当かと考える。

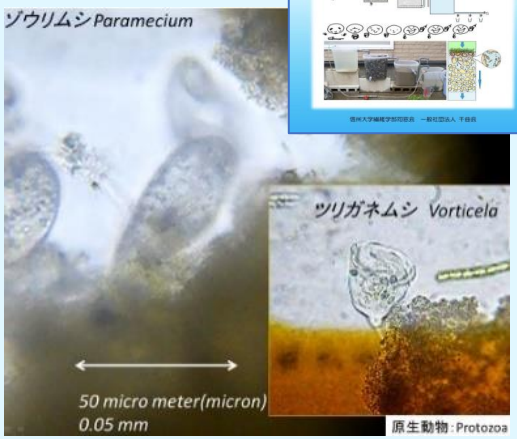
SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS　２０３０年に向けて世界が合意した「持続可能な開発目標」です。

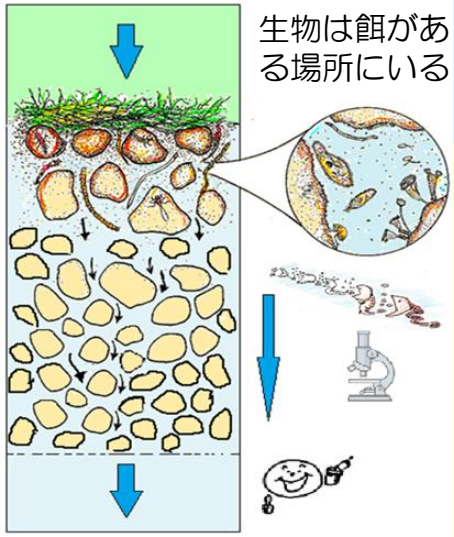
長野県企業局主催 勉強会 生物浄化法で安全でおいしい水道水をつくる

2022年3月17日

第2回ー②　生物浄化の仕組み







生物は餌がある場所にいる

顕微鏡で見ないとわからない微小生物の活躍で病原菌のいないおいしい水になる。

生物浄化の鍵は生物群集の**食物連鎖**

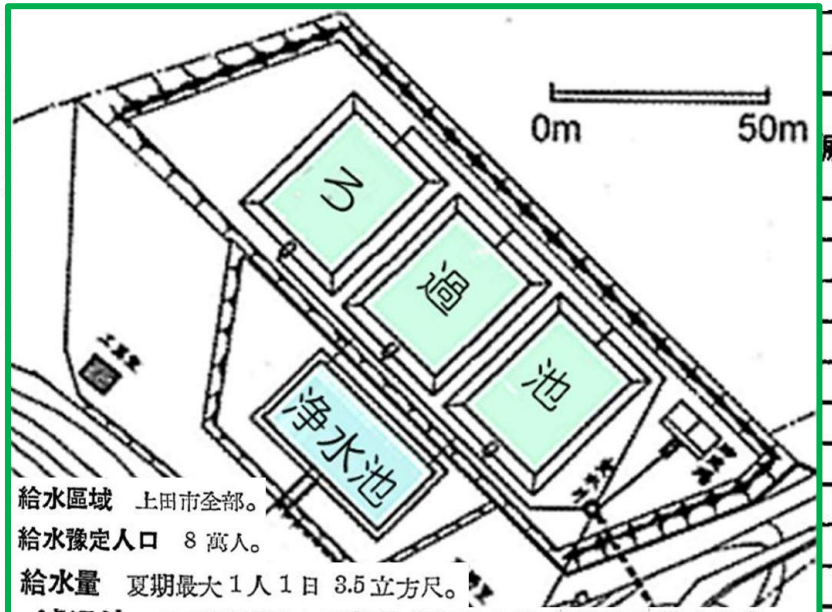
粒子、濁りだけでなく、生物が反応する溶けている物質も分解される。

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS　２０３０年に向けて世界が合意した「持続可能な開発目標」です。

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告書

	水源				
	浄水法				
名称	水源	沈澱法	ろ過法	濾過速度（尺／日）	滅菌法
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	渓流	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	渓流	—	緩速濾過	—	
堺市	河水伏流水及び鑿井	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	渓流	—	緩速濾過	12.0	
上田市	伏流水	—	緩速濾過	12.0	



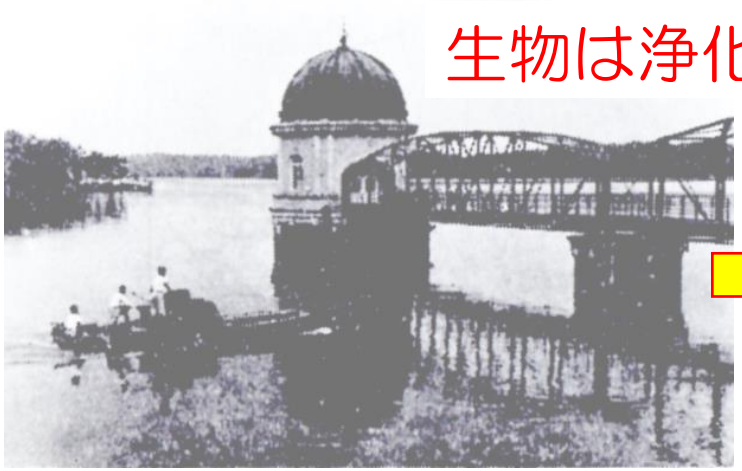
給水區域　上田市全部。
給水豫定人口　8 萬人。
給水量　夏期最大 1 人 1 日 3.5 立方尺。
濾過池　は長方形にして其數 3 個とし内 1 池を豫備となす。
而して有效面積 18,760 平方尺　濾過速度は 1 日 12 尺にして

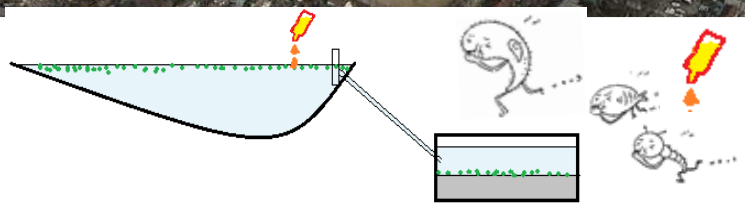
広島市	河水	自然沈澱	緩速濾過	8.0	
下関市	渓流	—	緩速濾過	10.0	
高松市	伏流水	—	緩速濾過	15.0	
福岡市	渓流	—	緩速濾過	10.0	
大牟田市	鑿井	—	キャンデー式急速ろ過		
若松市	河水	—	緩速濾過	8.0	
別府市	渓流	—	緩速濾過	8.0	
玉川水道	河水	自然沈澱	緩速濾過	12.0	塩素

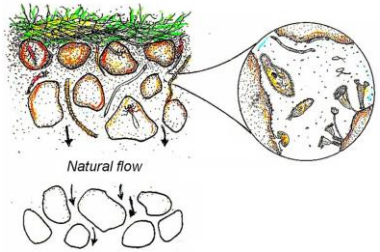
戦前の日本は緩速ろ過が主流

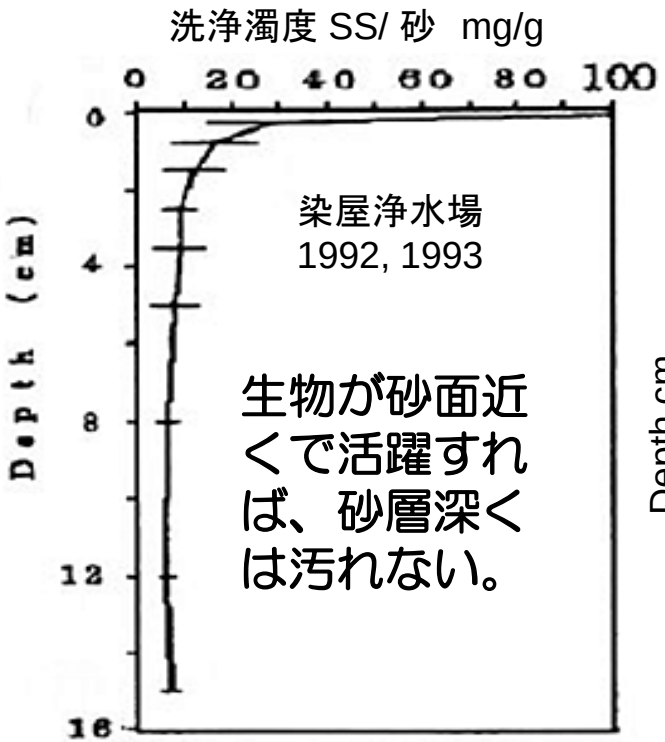
アメリカで急速ろ過が開発

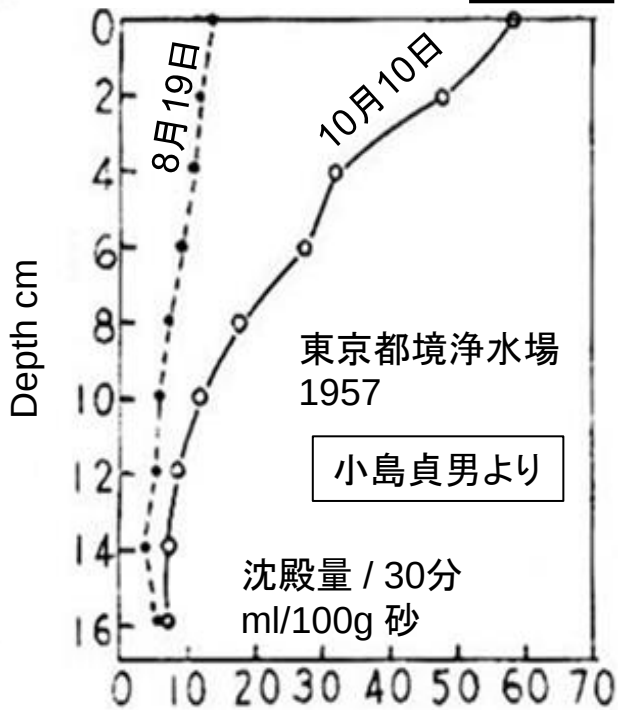
生物は浄化処理には悪者











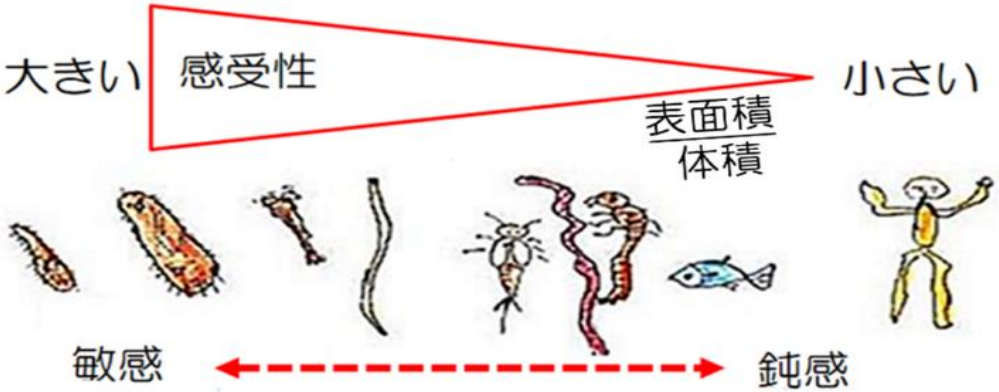
生物が活躍できず、砂層上部で濁りを捕捉分解できず、砂が深くまで汚れた。

東京都などは、緩速ろ過は細かな砂で機械的篩いろ過の認識。

ほ！ほ！ホタル来い！
こっちの水は甘いぞ！

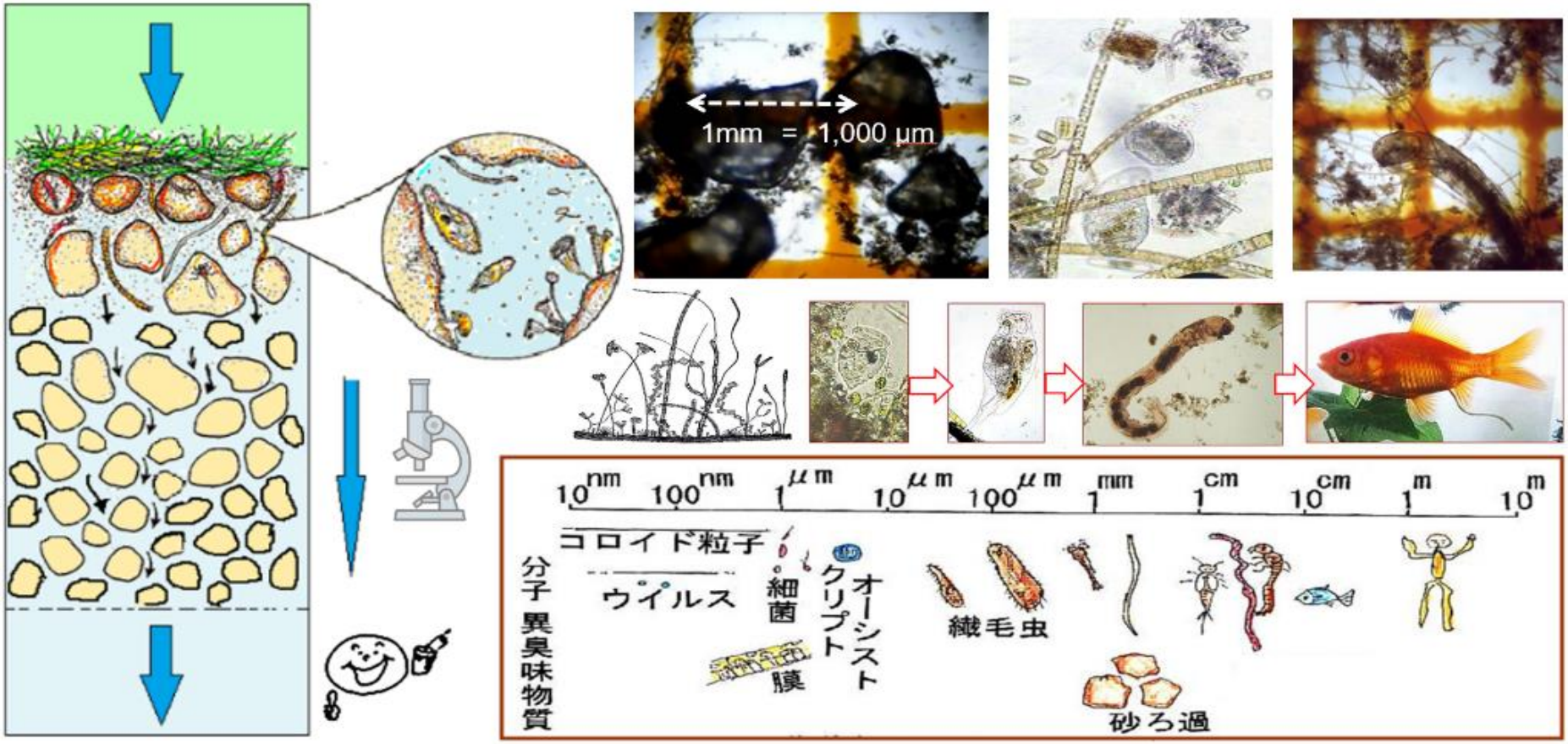
天然の甘いおいしい水

結果が良ければ問題なし！
理屈を待つ必要はない！

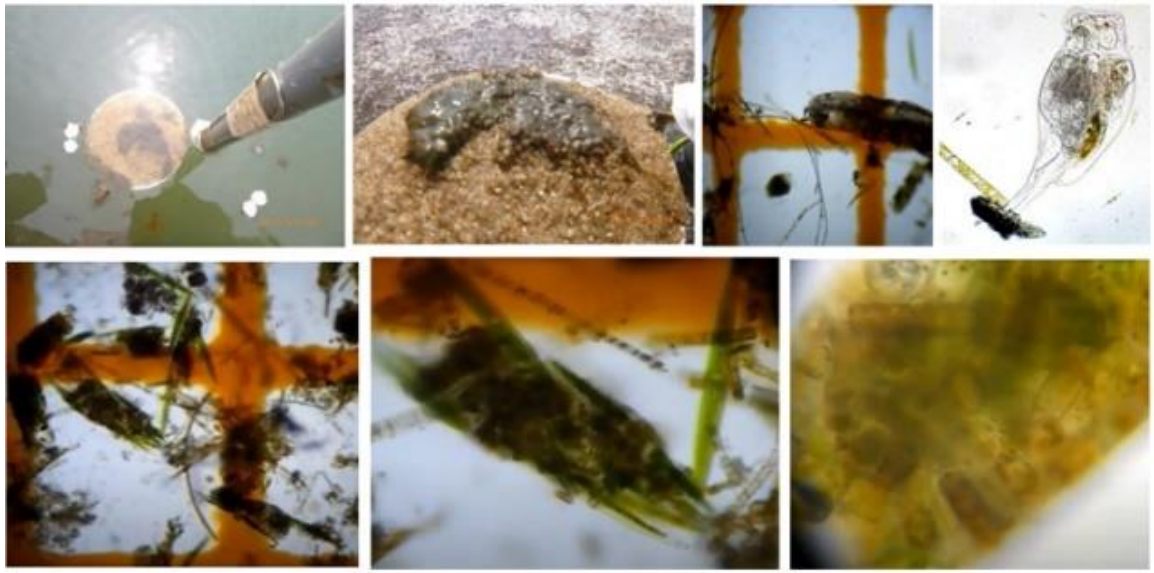


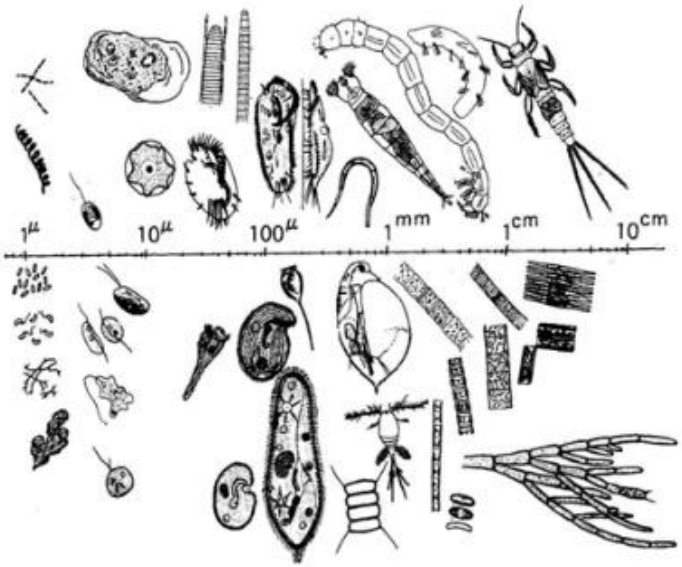
サケが戻ってくる
白鳥が戻ってくる
生物は敏感に反応する

生物は最新の分析機器より
感度が良く、精度も良い。

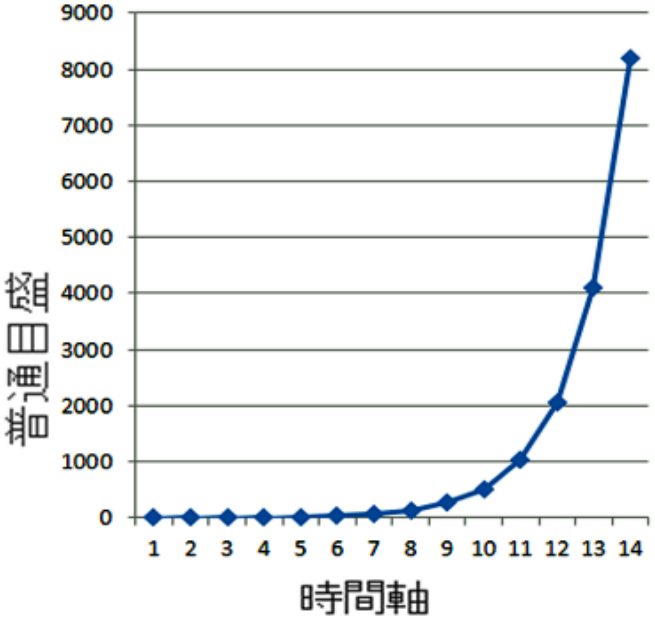


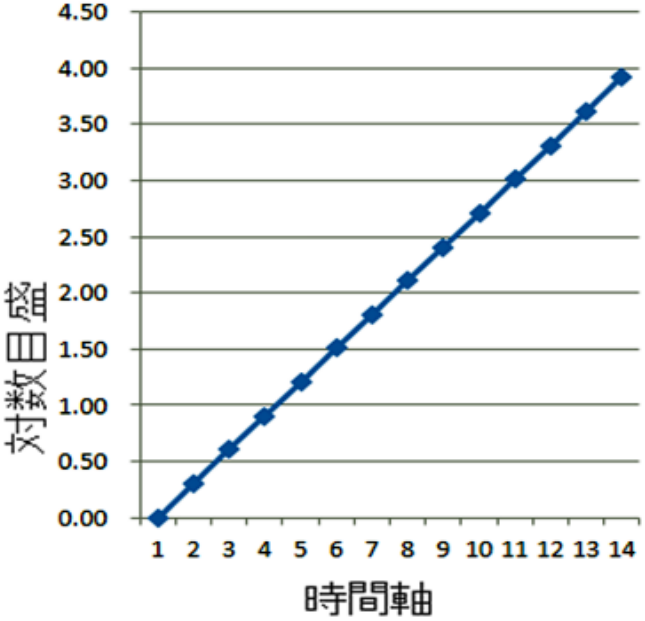
生物が反応する溶けている物質の分解の仕組み



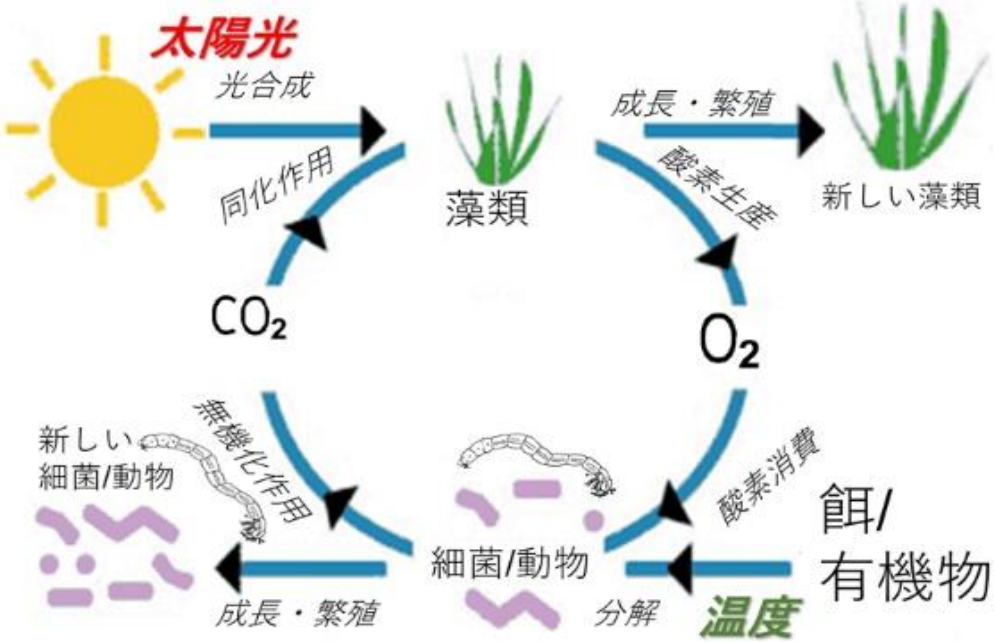


時間軸	普通	対数
1	1	0.00
2	2	0.30
3	4	0.60
4	8	0.90
5	16	1.20
6	32	1.51
7	64	1.81
8	128	2.11
9	256	2.41
10	512	2.71
11	1024	3.01
12	2048	3.31
13	4096	3.61
14	8192	3.91

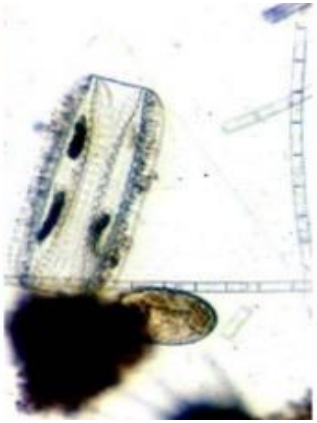


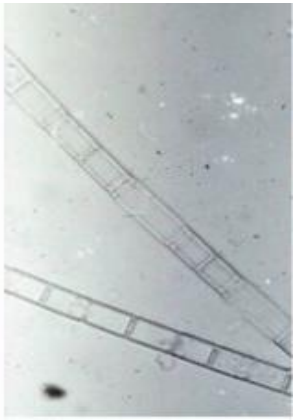


細胞分裂、繁殖は制限が無いならネズミ算的（対数的）に増殖
生物量が増えると、足りないものがでて、成長の制限がかかる。



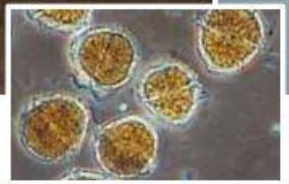
最初は細胞が小さく食べられやすい藻⇒細胞の外側が固い緑藻⇒固いセルローズ膜を齧れる軟体動物が増える。



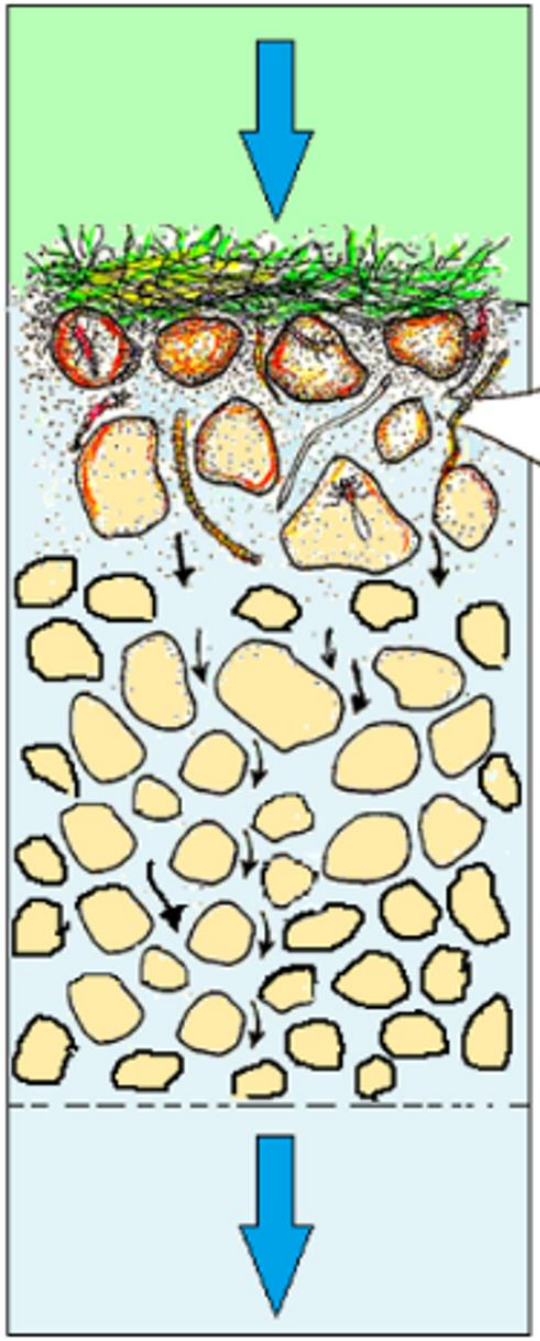


乾期はじっと休眠状態になり耐えている。
雨期に入ると一斉に活動を開始する。

ブラジル、サンパウロ州
サンカルロス郊外
Broaダム湖、1974



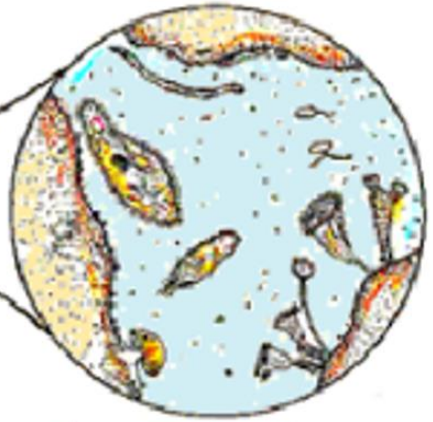
川から湖の境界：新しい環境で新しい種類の生物が繁殖



標準ろ過速度

4.8m/日 ＝ 20cm/時 ＝ 0.33cm/分

砂層を水が流れるのは砂と砂の間、
速度は倍の40cm/時



生物が活躍している厚みは約1cm
を通過する時間は
約1分で全ての濁りを捕まえ、生物が反応する物質を分解する。

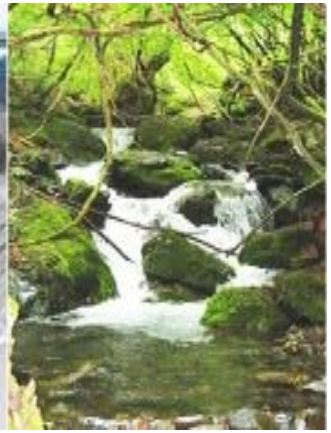
砂層を水が流れる速度は　40cm/時

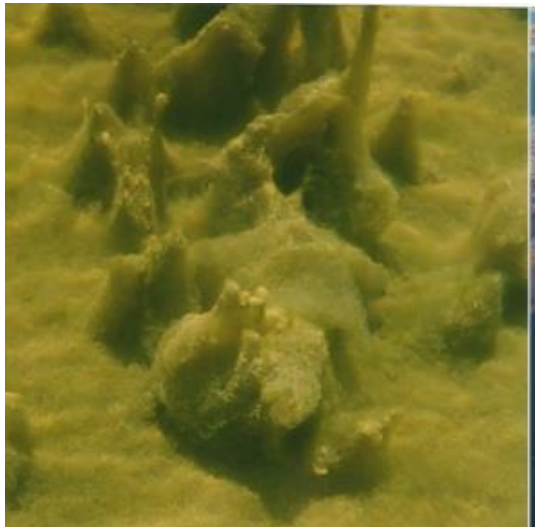
砂層の通過時間は約１ｍなら２～3時間

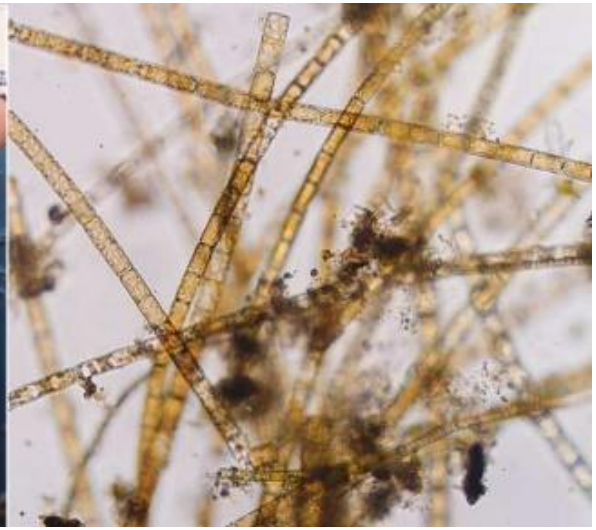
約１ｍの砂層は生物層を通過した濁りなどを吸着する保険の厚み

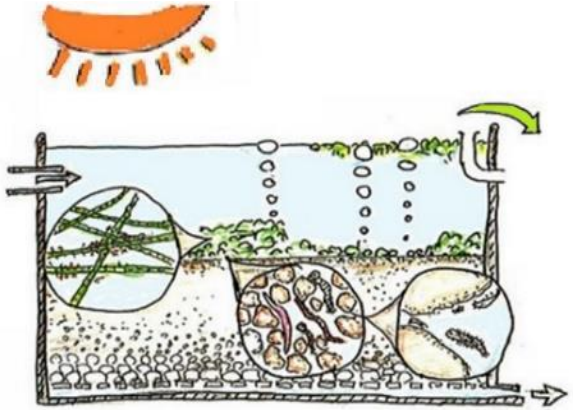
生物群集が活躍している厚みは約1㎝

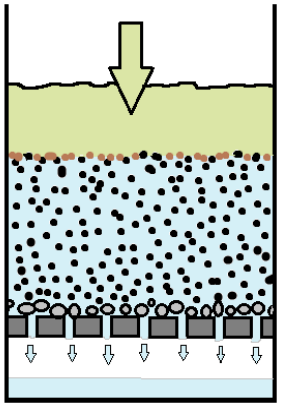
保険的な厚みが大きい

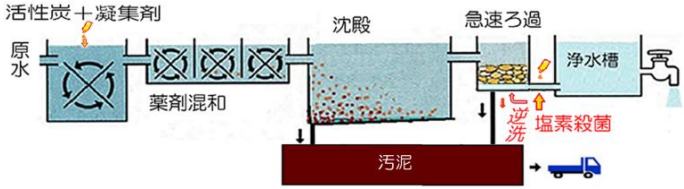




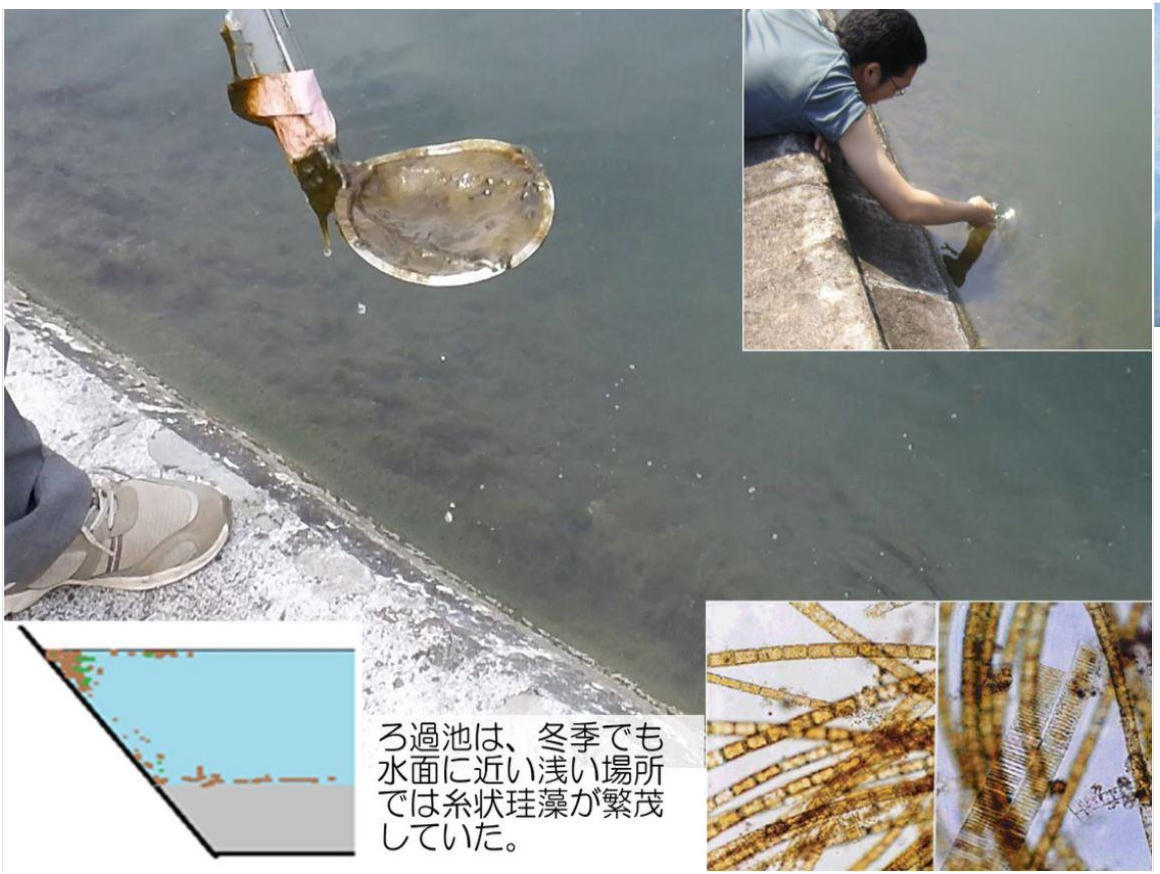








砂が動かないなら、生物群集は安心して活躍する。



厳寒期でも水深が浅く濁りが無いなら藻が繁殖

氷が張った湖でもワカサギは釣れる

魚は活動している

1923河床の伏流水（濁りが無い）
⇒ろ過池だけ⇒1953神川河川表流水
⇒濁り水対策で凝集剤添加＋沈殿池

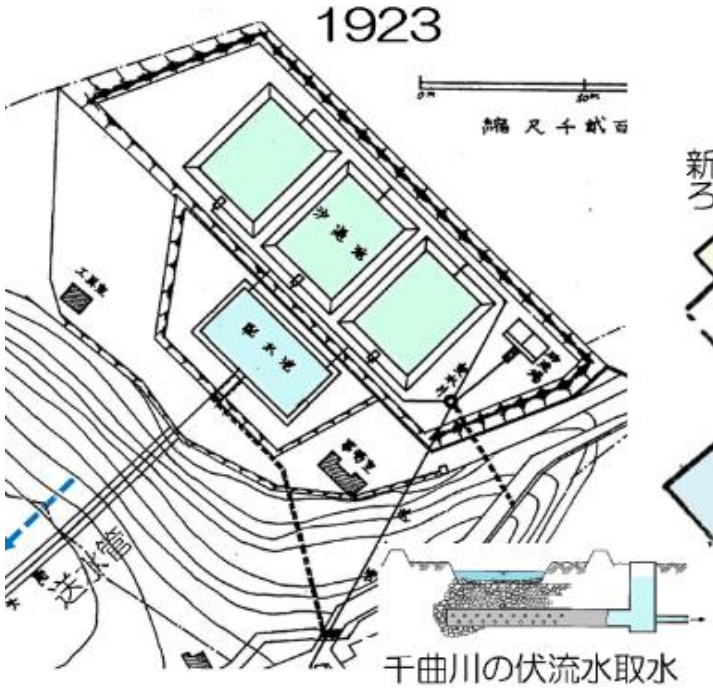
⇒凝集剤添加は急速ろ過の考え
（生物処理の誤解の始まり）

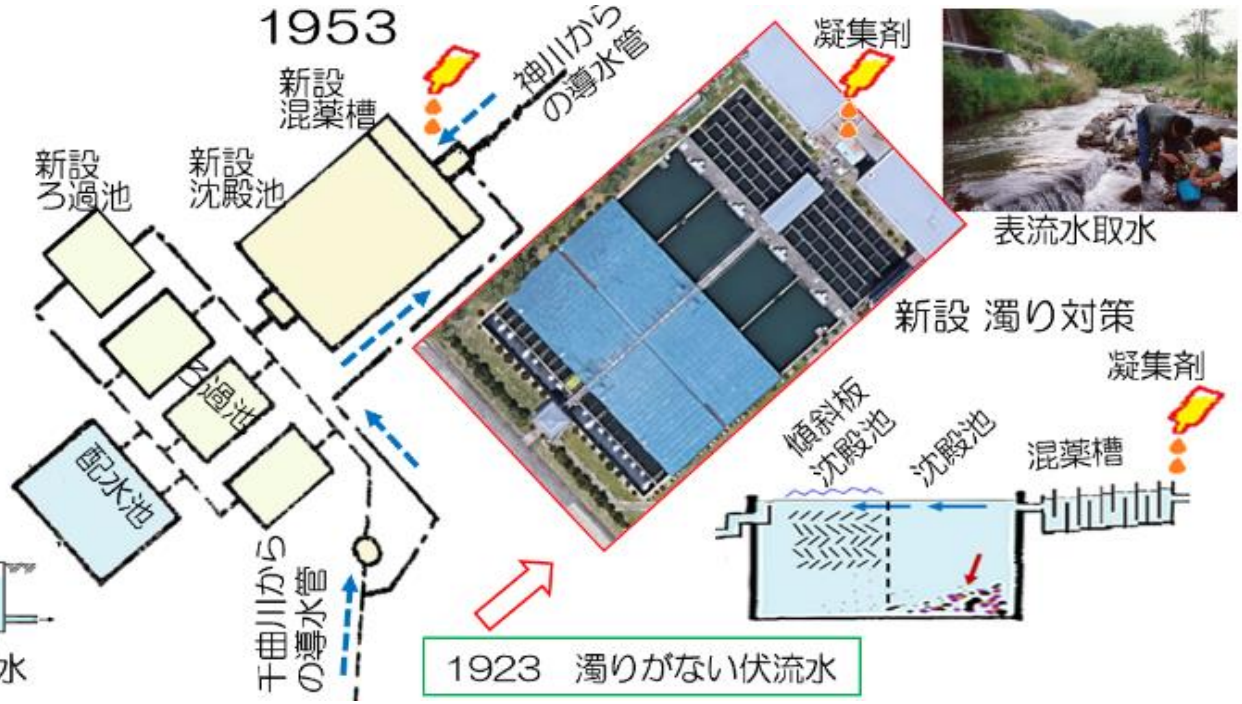
戦前の緩速ろ過による浄水場には凝集剤添加施設がない。
戦後から高度成長期に建設された浄水場⇒藻の繁殖対策で凝集剤を添加
（生物処理の誤解）

藻は凝集剤に反応しないので急速ろ過では藻は嫌われた

ろ過速度は遅い方が良いと考えた。
⇒名前による誤解
⇒実は早くても良かった。

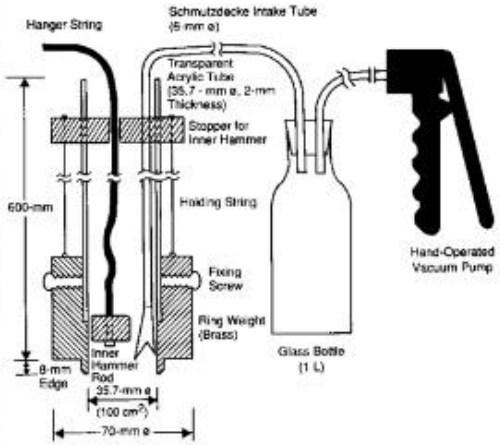
上田市には780m2のろ過池が
染屋には13池、石舟には5池がある。





1923（大正12）年　　1953（昭和33）年　高度成長期

1984（昭和59）年　ろ過池の藻の役割 研究 開始



ろ過継続中の砂面上の藻類被膜だけを、一定面積（10cm2）当たりの藻類量を採取

Opflow

A monthly publication of the American Water Works Association

Schmutzdecke Sampler Reduces Filter Bed Damage

Nobuaki Nakamoto
Department of Applied Biological Science
Hiroshi University
Gifu, Japan

A schmutzdecke is a sticky algal mat cultivated on the fine sand surface of a slow sand filter. The schmutzdecke is valuable because it acts to remove turbidity without chemical coagulation. The algae prevents the filter from becoming clogged by trapping suspended matter and producing oxygen to promote decomposition activity on the surface sand. When a schmutzdecke is properly maintained, it acts as an "automatic purifier." For a schmutzdecke to form, flow rates must be kept very low.

Operators frequently have difficulty checking the condition of the schmutzdecke while the slow sand filter is being operated. The device described in this article allows samples to be drawn so that the schmutzdecke can be

the sand surface during operation of the filter.

Sampler Components

The schmutzdecke sampler shown in Figure 1 was assembled from the parts listed in the box below. Figure 2 (page 4) shows a schematic view of the sampler.

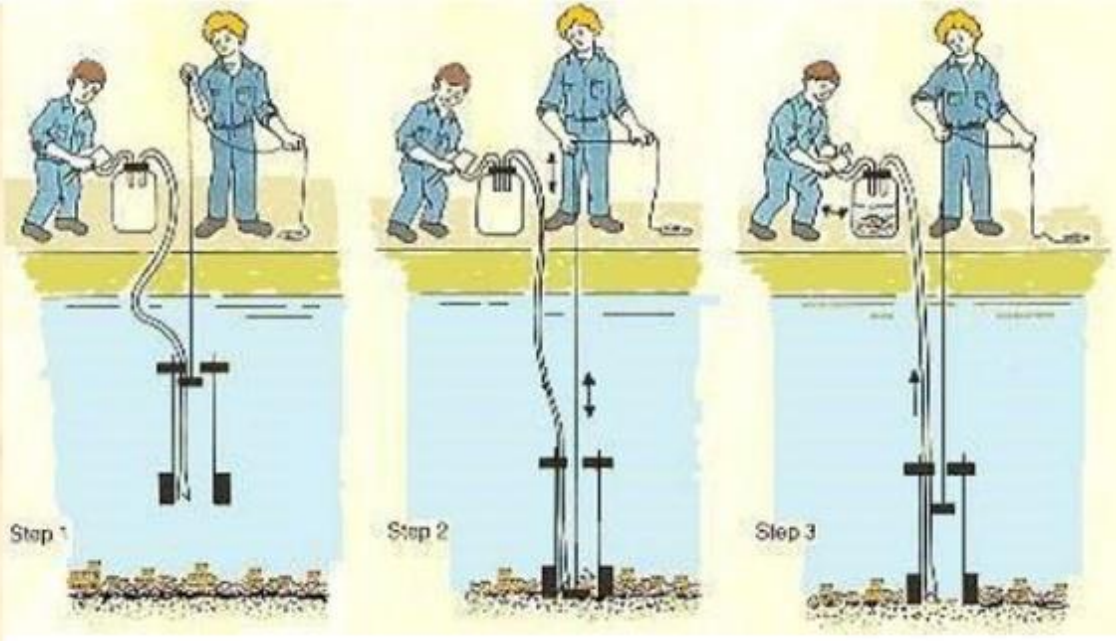
The total costs of all components was estimated to be about $100, primarily for the hand pump and acrylic tube. Several hours were required to construct the sampler.

Building the Sampler

The schmutzdecke sampler can be constructed by following the steps listed below.

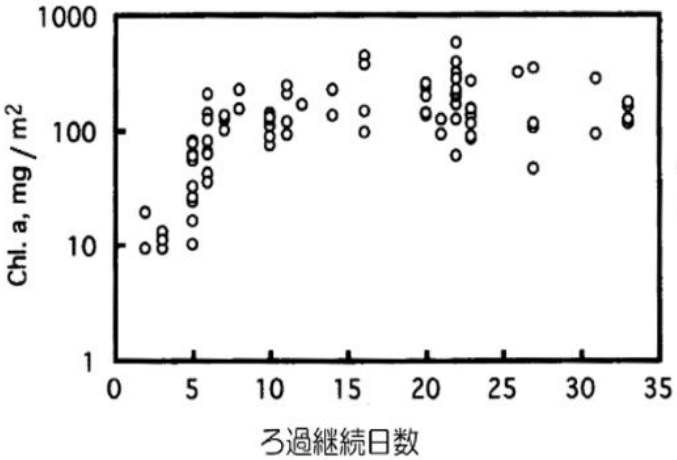
1. To construct the ring weight, drill an inner hole 1.4 in. (35.7 mm) in diameter in the 2.75-in. × 2-in. (70-mm × 50-mm) brass rod. Drill two holes through the ring weight for screws to secure the acrylic tube. Form the 0.3-in. (8-mm) edge on the bottom of the ring

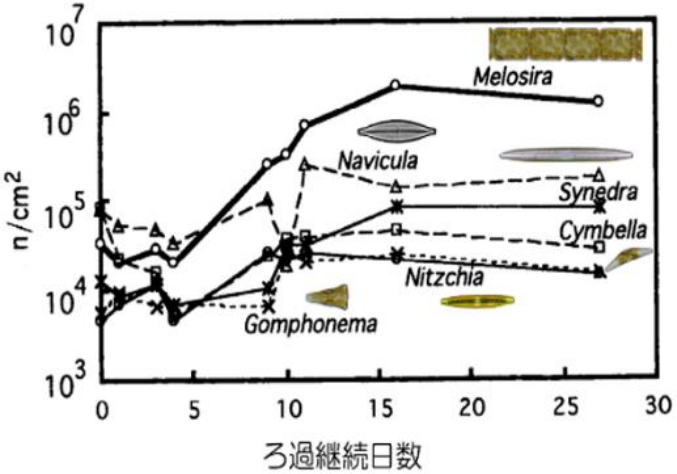
Figure 1 The schmutzdecke sampler

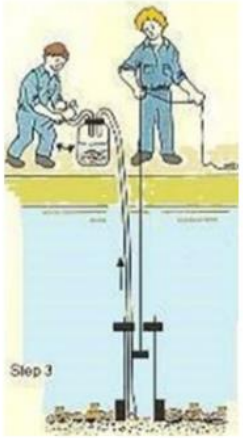


アメリカ水道協会雑誌の小道具コンテストに応募、採用された

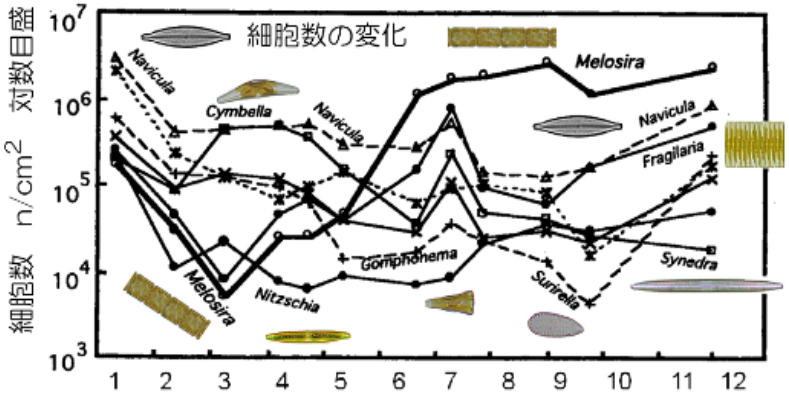
上田市染屋浄水場、藻の繁殖が盛んな6月。

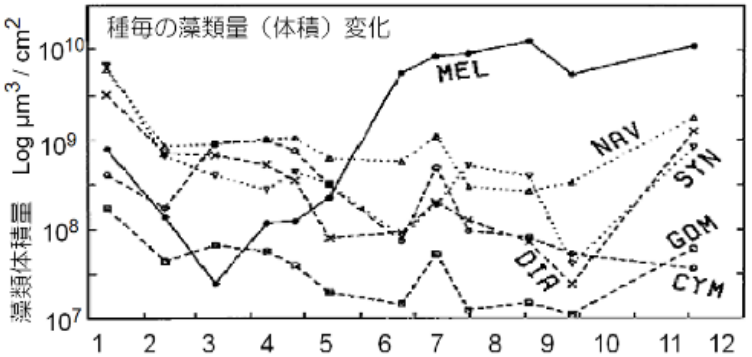


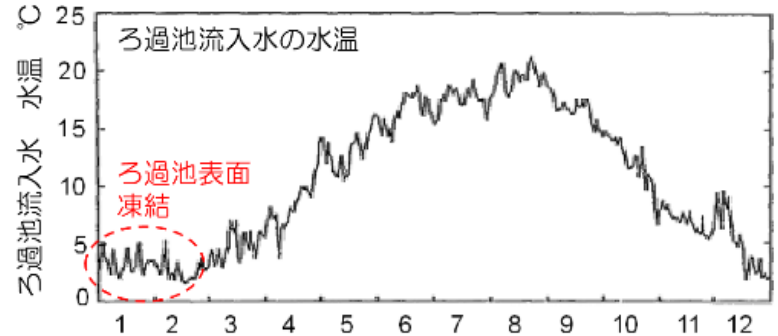


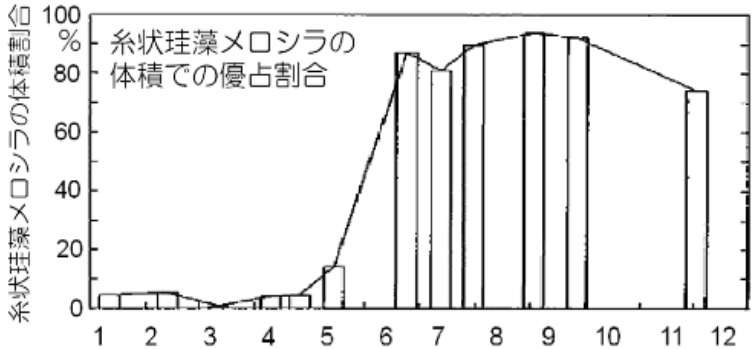


厳寒期は浅い河床で繁殖した付着藻類が流入。





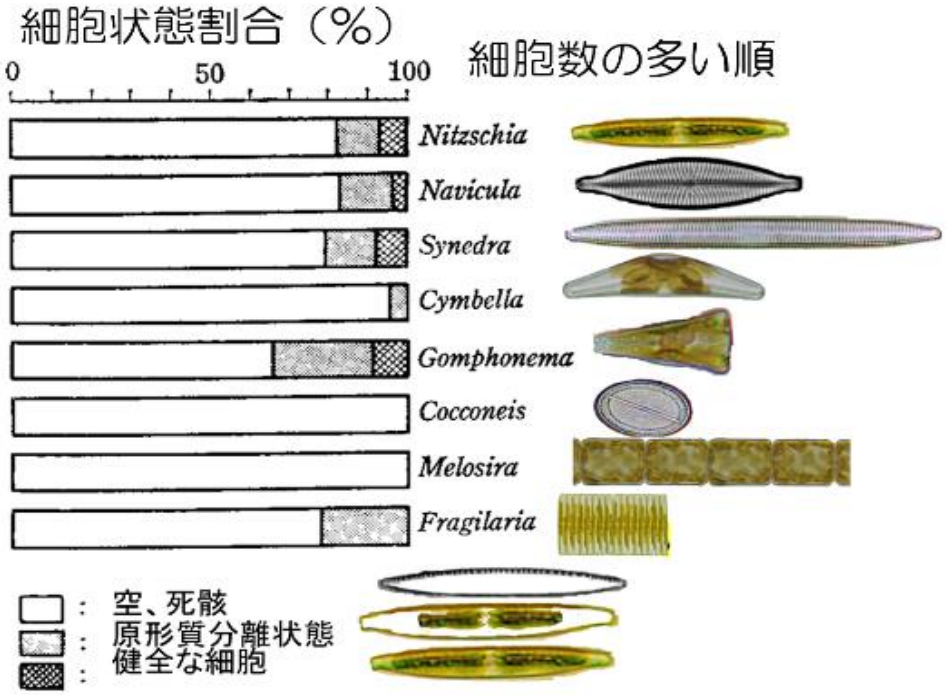




日射量が少なく藻が光合成しにくい。

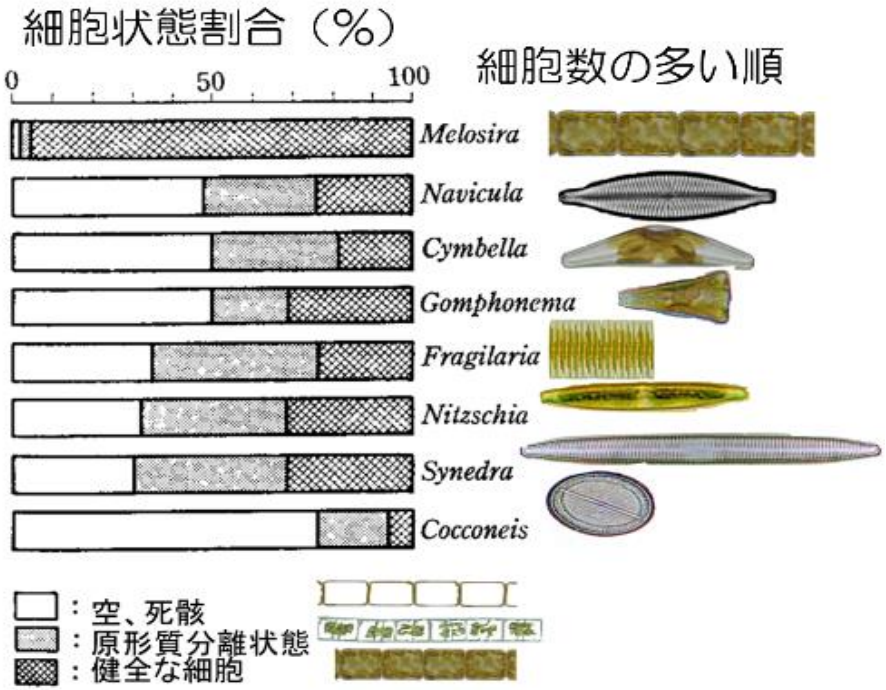
砂面上で糸状藻類が繁殖。

削り取り直後、初日の藻類（6月30日）

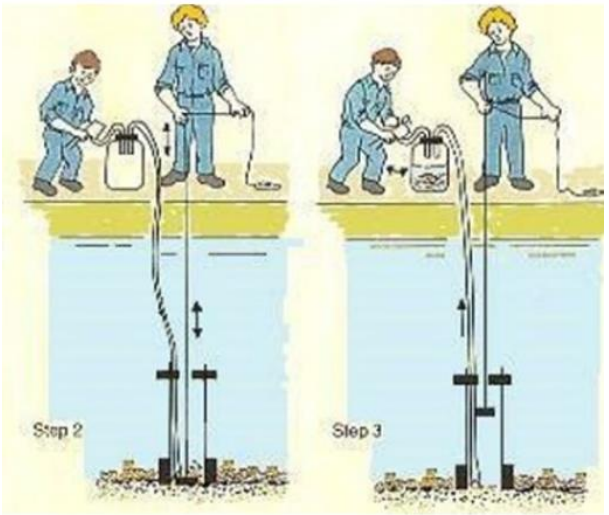


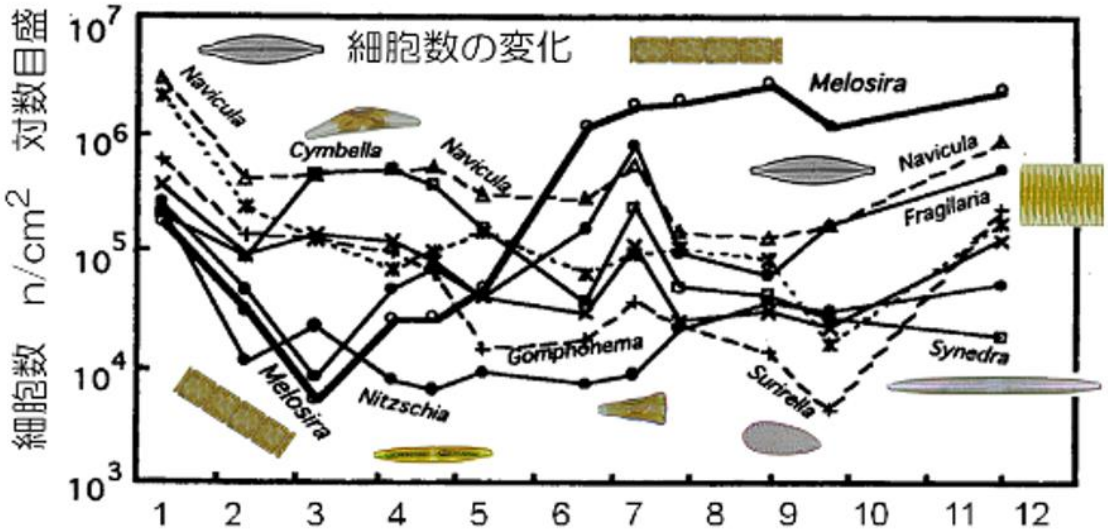
河床の付着藻類と同じ。
細胞状態は空（死骸）が目立つ。

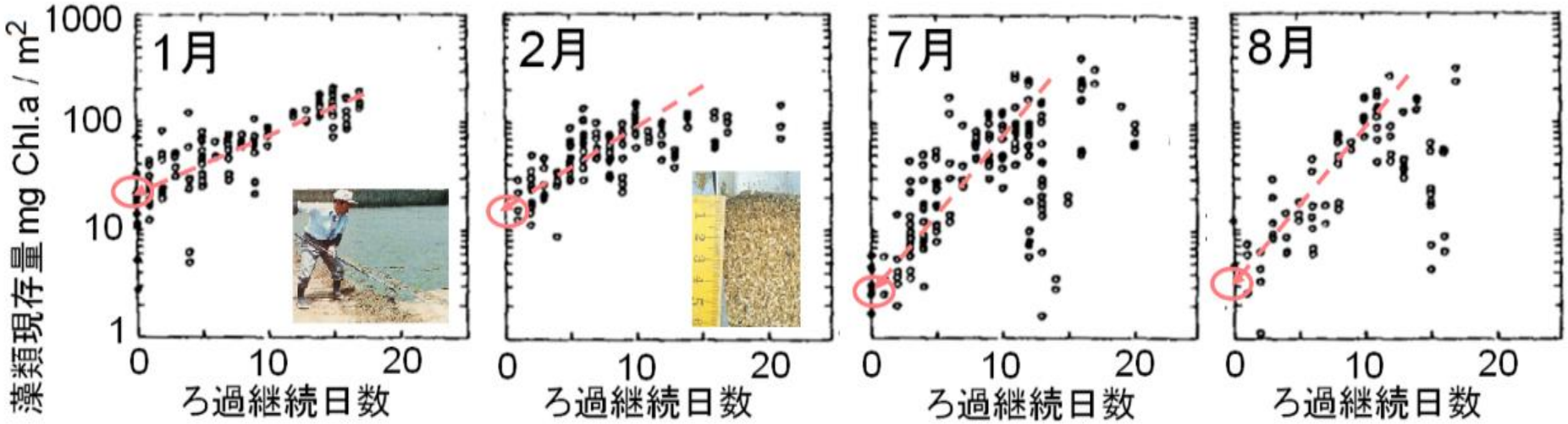
ろ過継続11日目、藻類（7月30日）



活性が良い糸状珪藻メロシラが優占。
他の藻類も少し活性が良くなった。



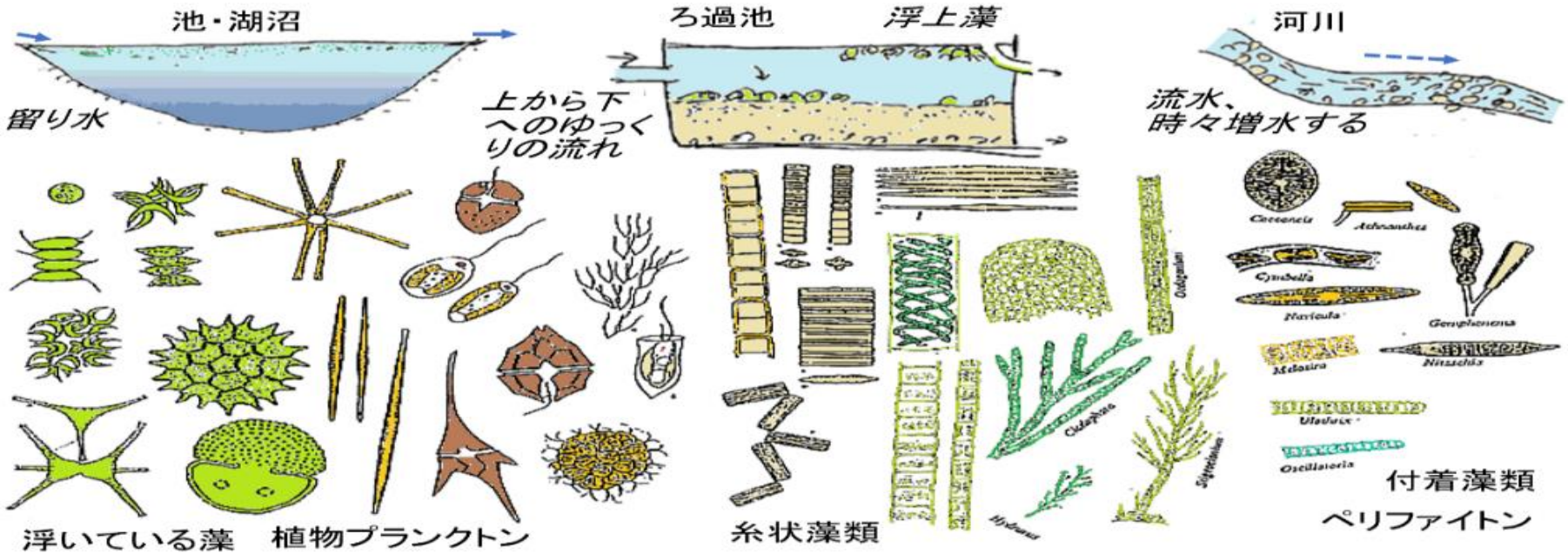




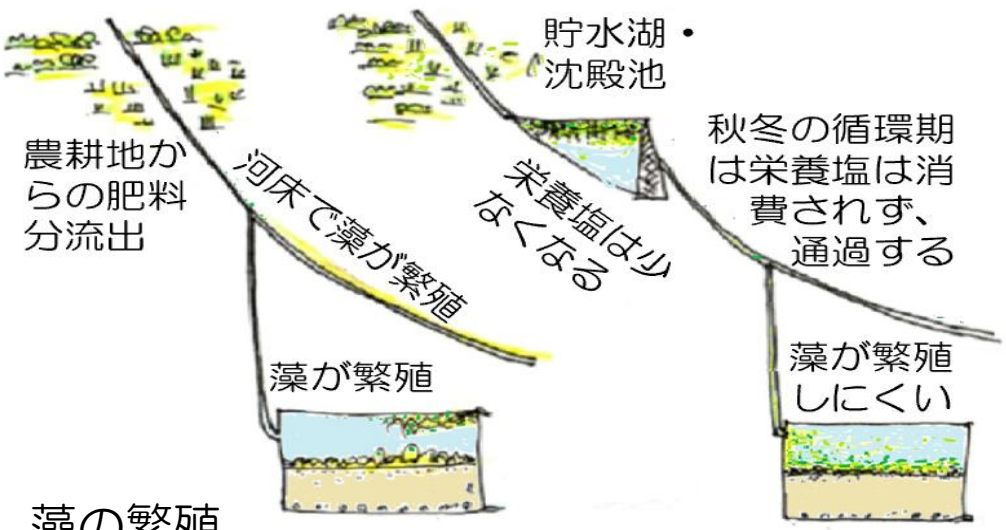
厳寒期は
底の砂層面では糸状藻類は繁殖しにくい。

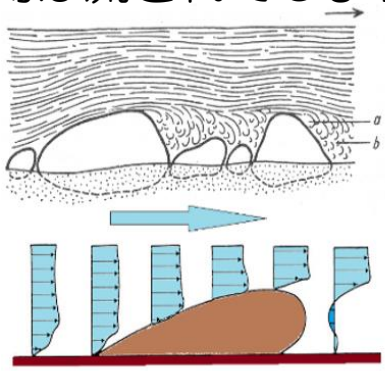
河床から剥離して流入してきた単細胞の
藻類が砂層内部に入り込みやすい。

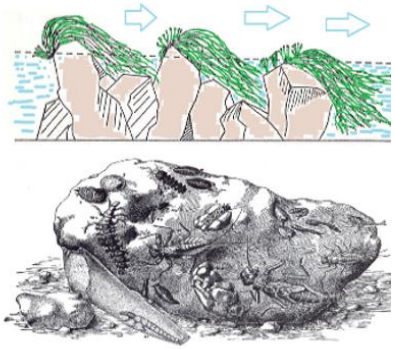
糸状藻類が繁殖しやすい期間は
同じに削り取りをしても、削り取り時に
砂層表面に残存している藻が少ない。



流水中では生物は流されてしまうので繁殖しにくい。

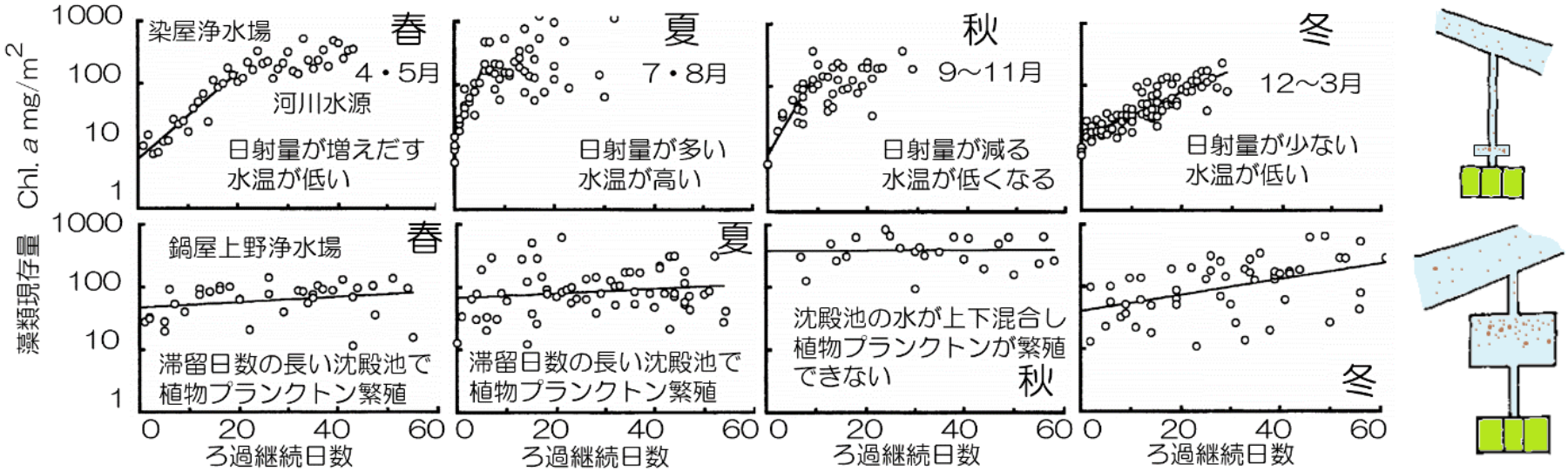




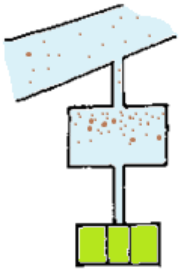


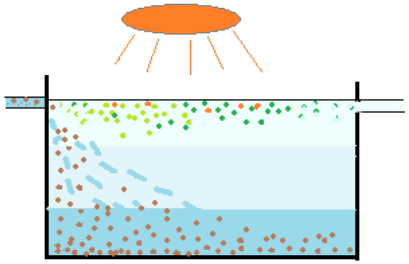
動かない礫などの表面に付着して繁殖。

藻の繁殖
①安定した環境　②日射量　③栄養塩

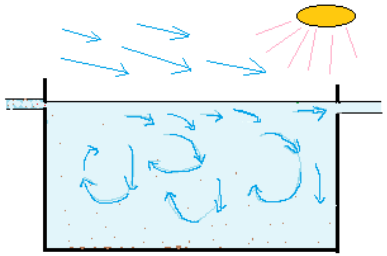


滞留日数が長い沈殿池

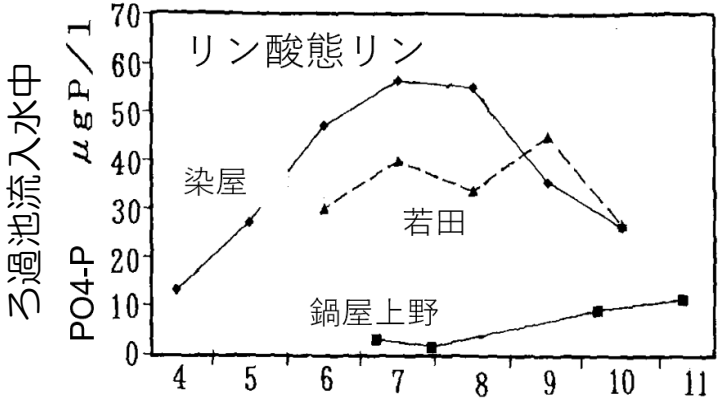


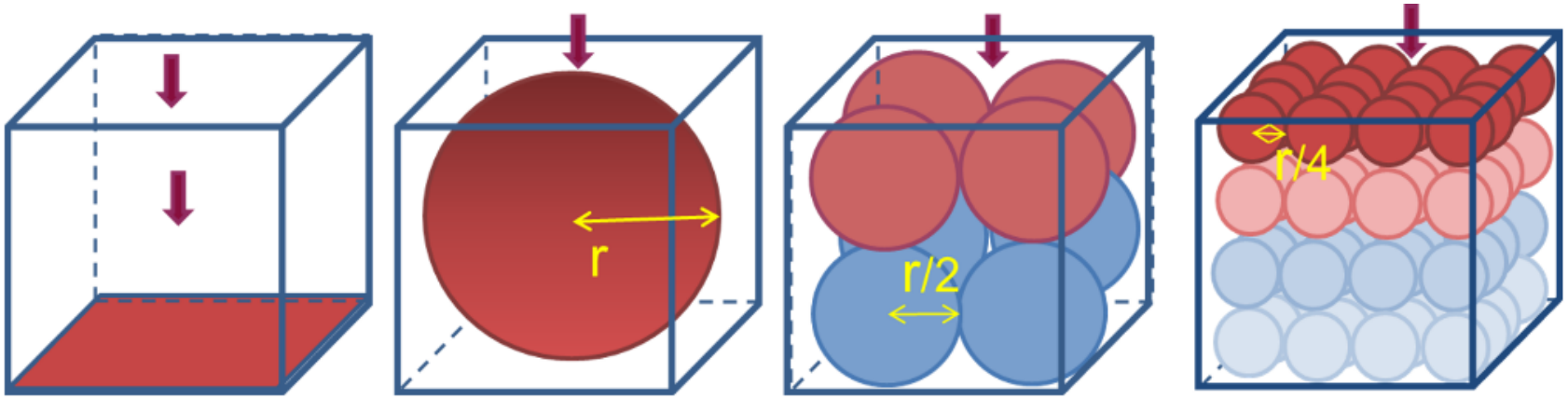


植物プランクトン繁殖
栄養塩消費



秋から冬：
栄養塩消費少ない





隙間が小さいと水の抵抗が大きくなる。

1

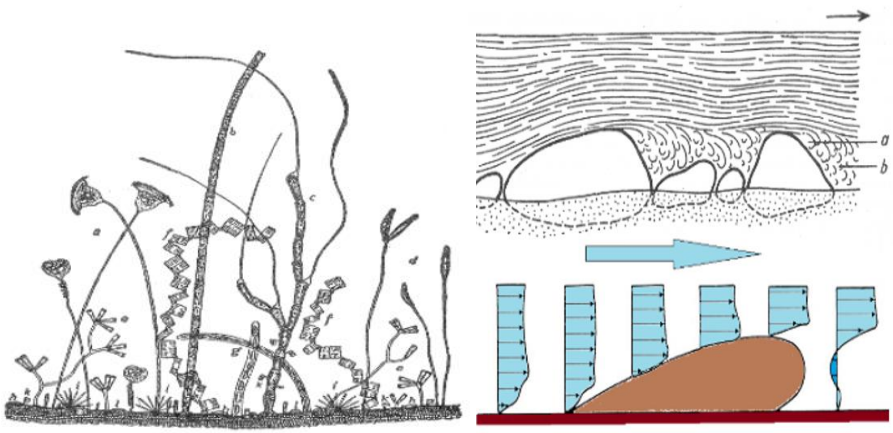
半径 = 0.5
表面積 = 4 x π x r x r

半径 = 0.25
1ボールの表面積 = 0.785
8 ボール = ***6.28***
表面の4ボール表面積

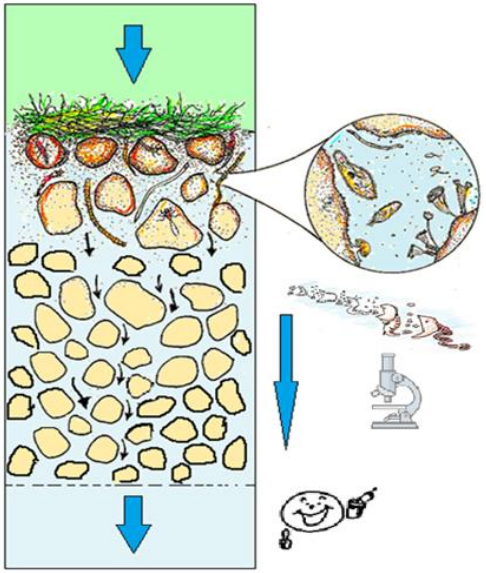
半径= 0.125
1ボール表面積= 0.196
64 ボール =***12.56***
表面 16 ボールの表面積

1 → ***= 3.14*** → ***= 3.14*** → ***= 3.14***

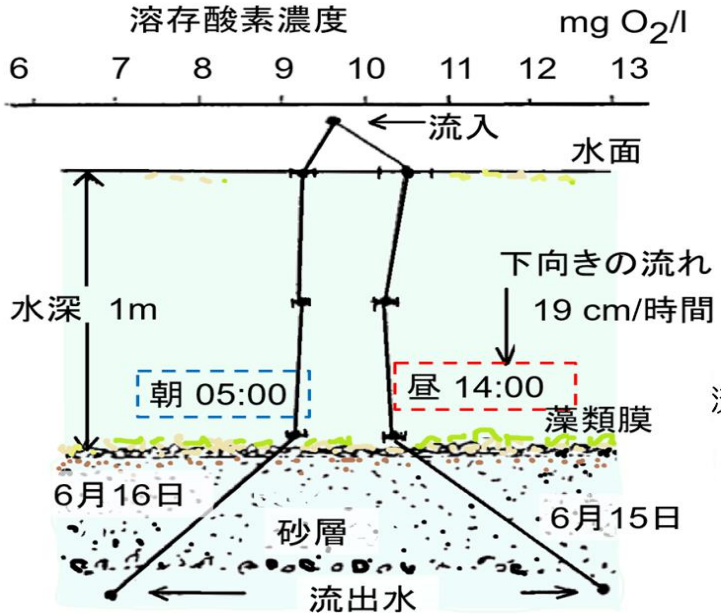
平面より球だと表面積は3.14倍

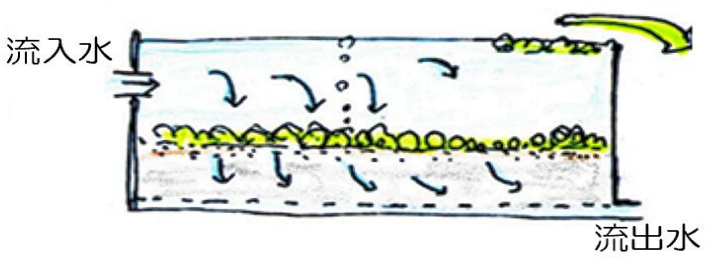


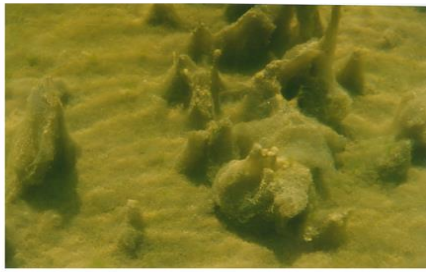
微小生物は砂の表面、砂蔭で繁殖、活動する。



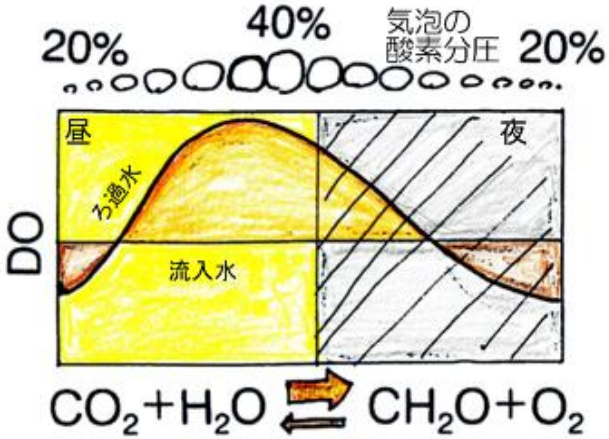
微小生物は餌がある場所、来る場所にいる。

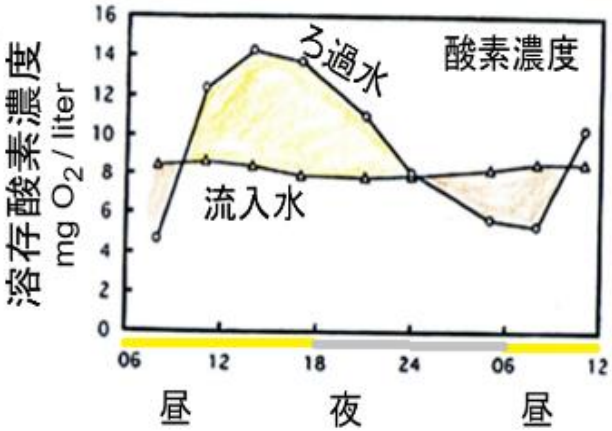


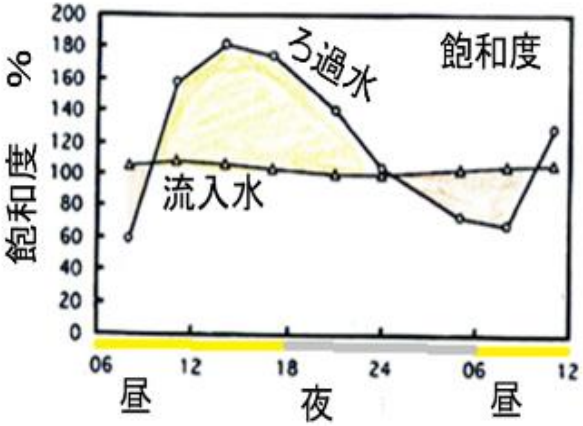




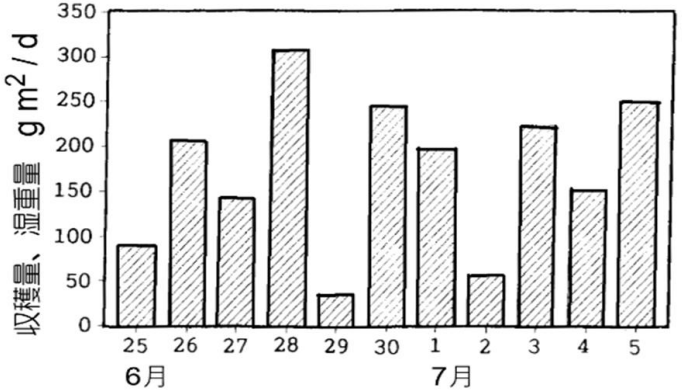
砂面上・砂層上部の生物群集（藻、微小生物）による光合成、呼吸の影響は流出水（ろ過水）にのみ現われる。







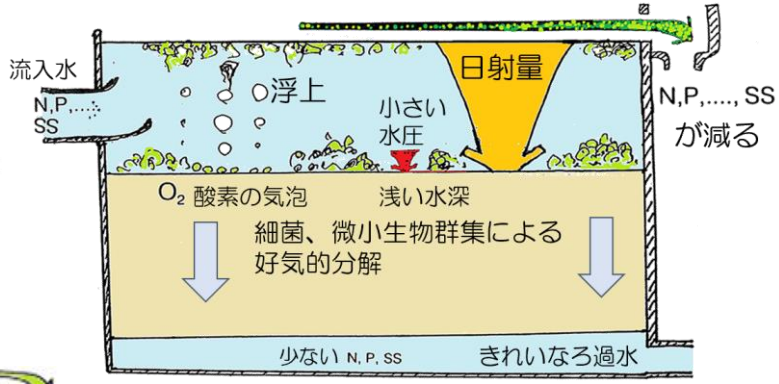
流入水（河川水など）は、大気と常に接しているので、溶存酸素（DO）濃度はほとんど変わらない。ろ過水だけが変化する。



平均捕集量：藻類被膜の32.4%
相当が浮上
11日間の平均捕集量
1日当たり、1m²当たり

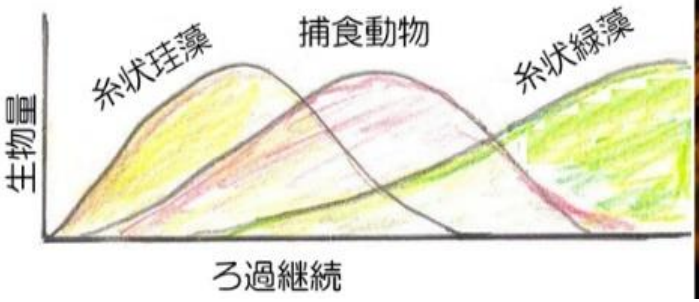
湿重量	173 g
乾燥重量	25.9 g
有機物量	7.81 g
クロロフィル量	44.6 mg
窒素量	373 mg
リン量	32 mg
灰分	16.5 g
酸素純生産量	8.3 g

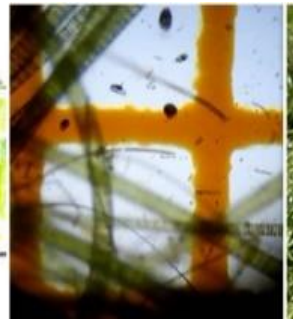
浮上藻（濁り物質、捕食動物）流出

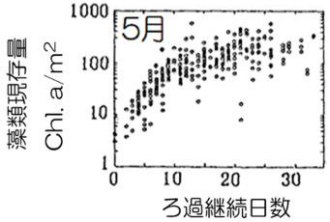


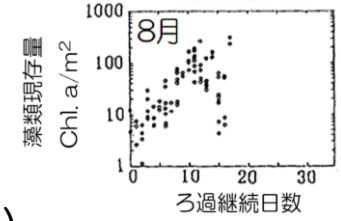
濁り、栄養塩などが少ない河川上流の水

原水中の栄養塩を利用して藻が繁殖、流出
窒素量：4.6%削減
リン量：27%削減





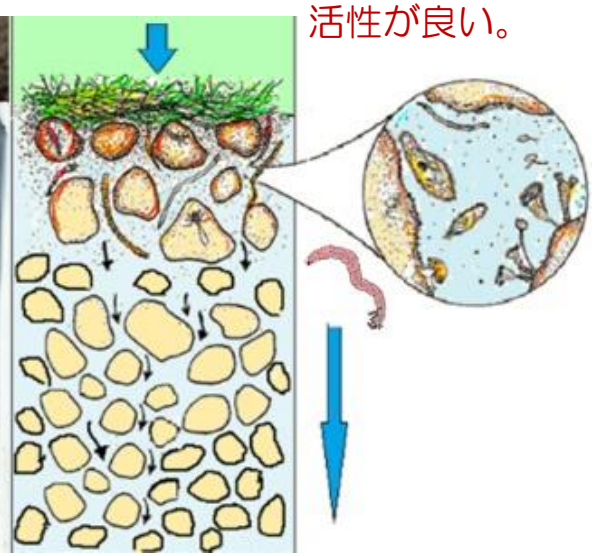




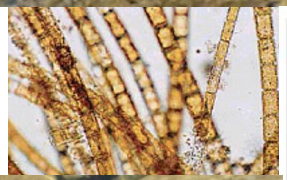
糸状珪藻はユスリカ幼虫の餌。⇒糸状緑藻に遷移する。⇒貝類が現われる。

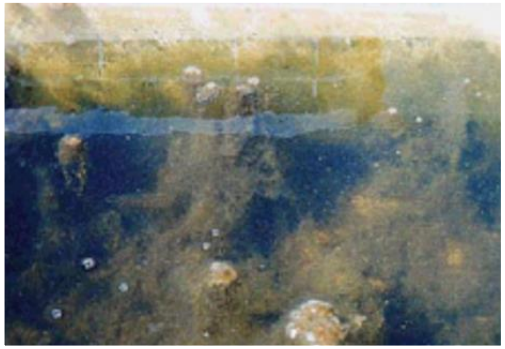
藻が無くなる⇒空腹状態の動物が餌を待ち構えている。＝浄化機能は変わらない。

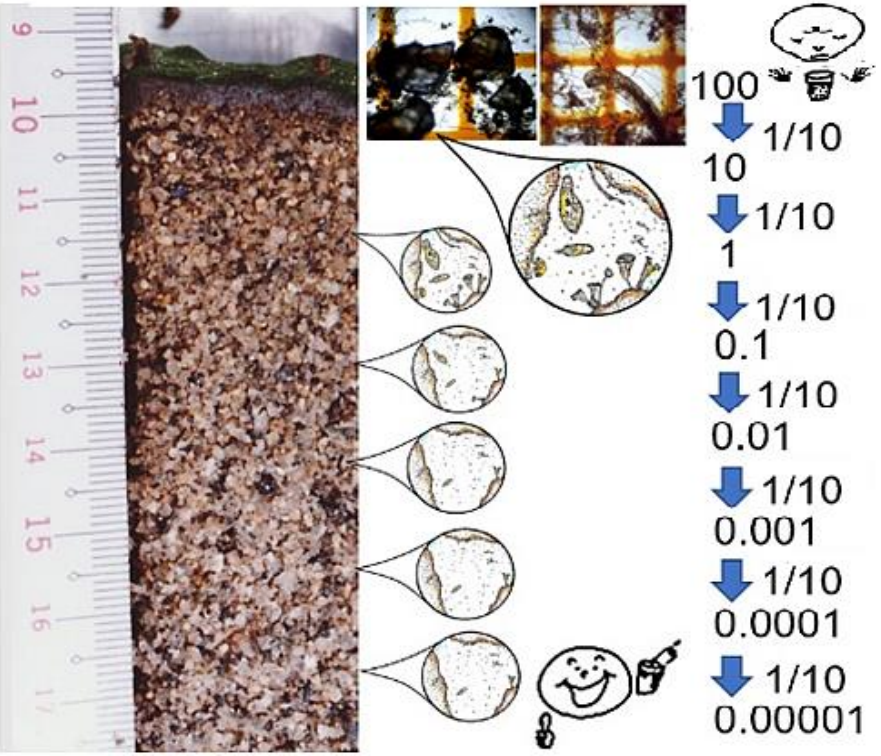
高い水温：動物活性が良い。



水温が低く動きは悪いが、真冬でも水中では生物が活躍している。







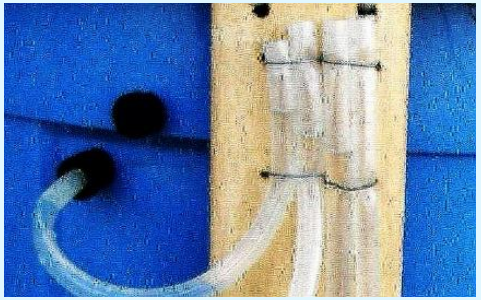
砂が動かない、生物が活躍し、徹底的に分解。スーパークリーンの水になる。

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3月17日

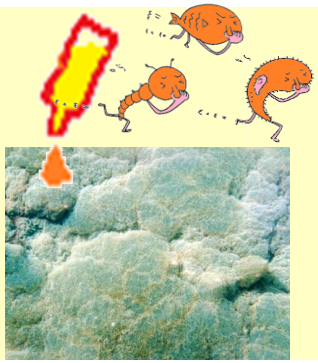
第2回ー③　実際は

基準、指針は都合で決められた。 → 結果を自分で確かめよう。

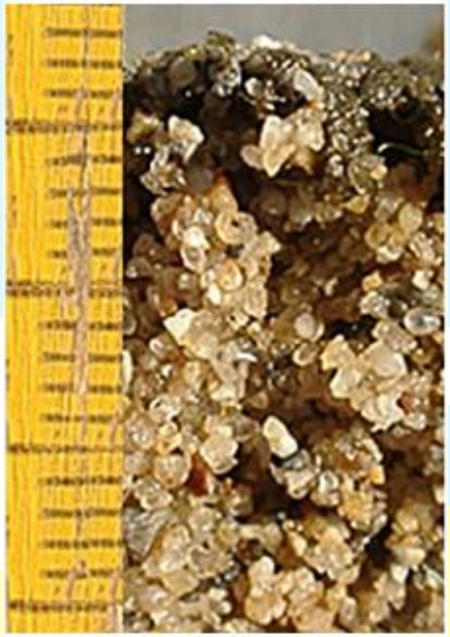


見かけの損失は流速に比例する

見かけの損失はろ過抵抗指標でない⇒標準化損失水頭



生物は薬が嫌い



浅い水深

砂は大きな砂が良い

早いろ過速度

誰でも廉価に建設可能

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

２０３０年に向けて世界が合意した「持続可能な開発目標」です。

世界の情報が入りにくい日本

沈澱池

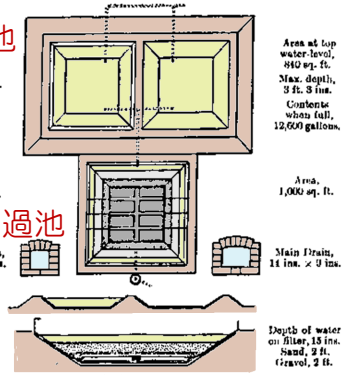


FIG. 28. JAMES SIMPSON'S EXPERIMENTAL FILTER OF 1827–1828

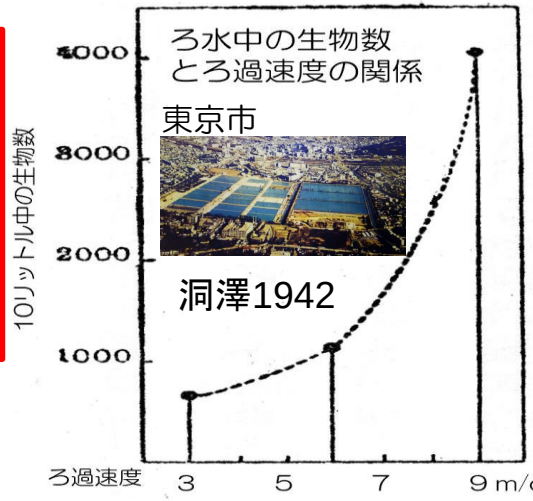
砂ろ過池

緩速（砂）ろ過：
砂でゆっくりろ過
Slow Sand Filter
の完成：1829年

38 cm　砂上水深
(15インチ)
61 cm　砂層
61 cm　礫層

当時のろ過速度
2-3 m/d (10cm/h)

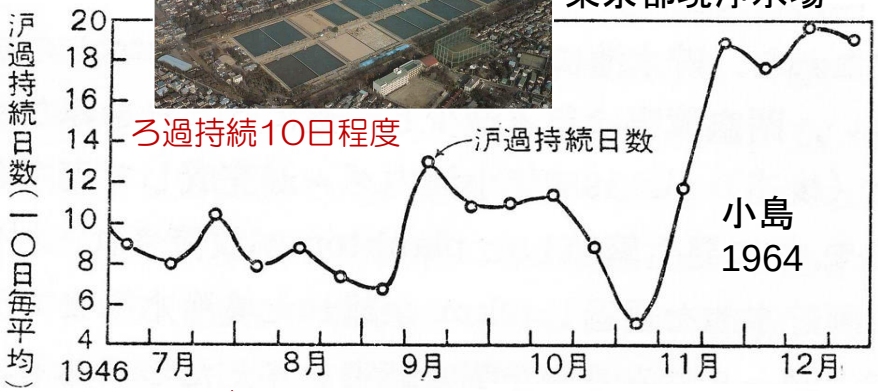
戦前から東京・大阪は緩速ろ過は細い砂でゆっくりとろ過する機械的な篩いろ過と思っていた。



東京市は沈殿池で殺藻剤（硫酸銅）添加

早いろ過速度は生物が漏れる。6m/dが限度と発表

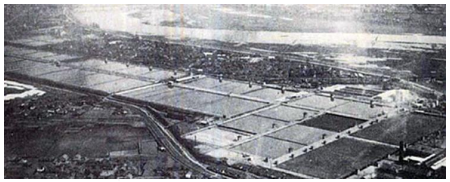
東京都境浄水場



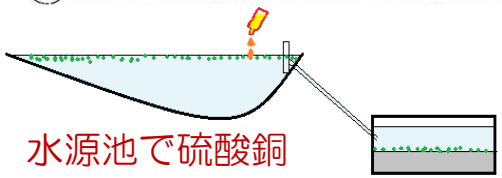
ろ過持続10日程度

東京市は沈殿池で殺藻剤添加

大阪市はろ過池への導水路に硫酸バンドを常時添加

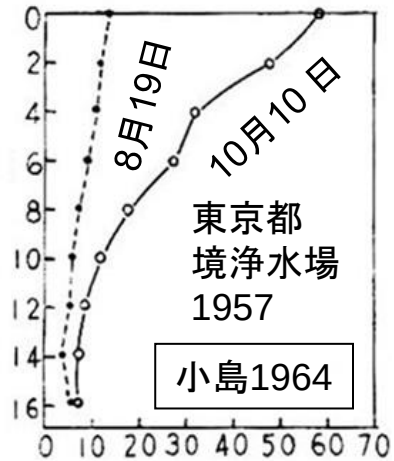


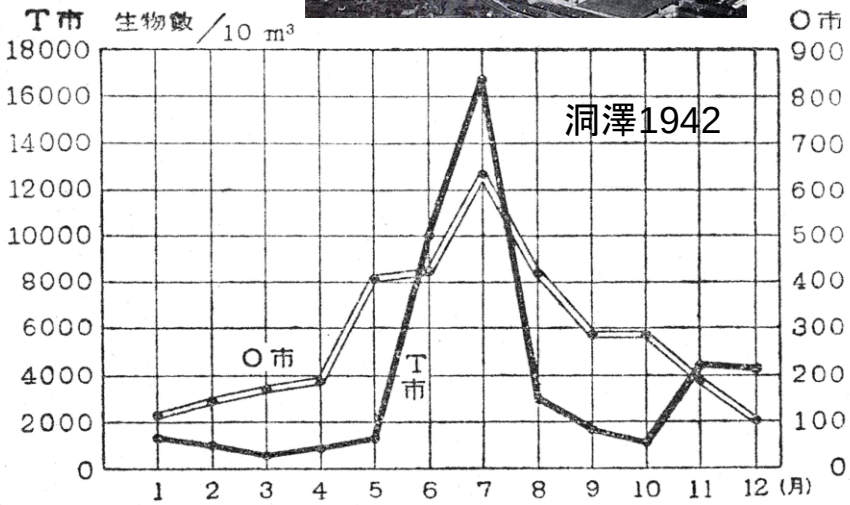
ろ過水10m３中の生物数



水源池で硫酸銅

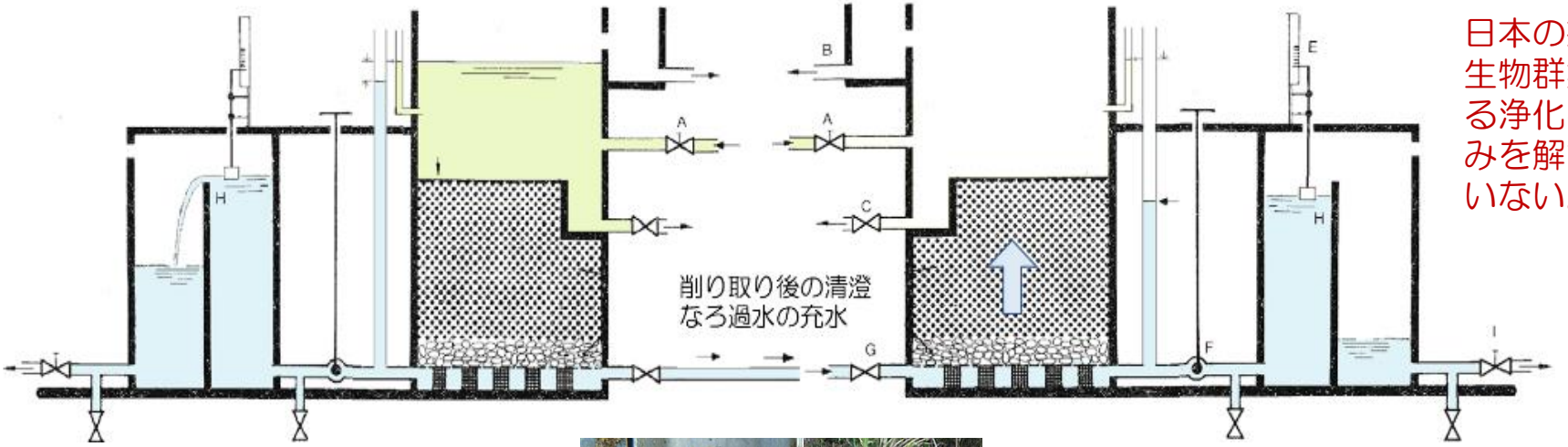
ろ過膜生物：水源池のプランクトンの死骸⇒ろ過池で生物が活躍していない。



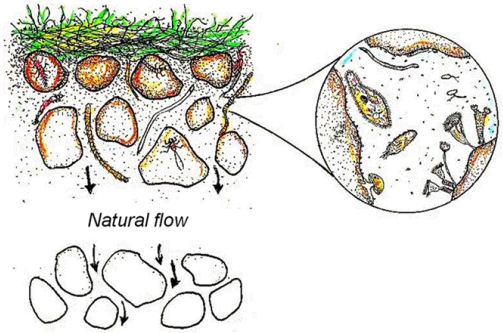


ろ面排水が終わり、砂面が湿っている内に、直ぐに削り取る。

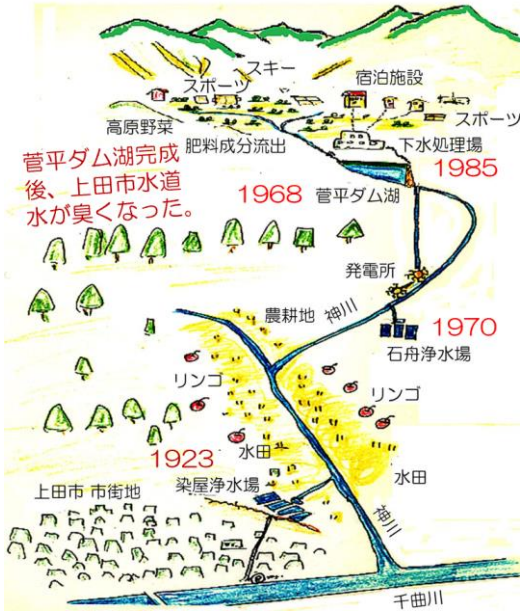
砂面が乾くと、砂層内部が汚れる



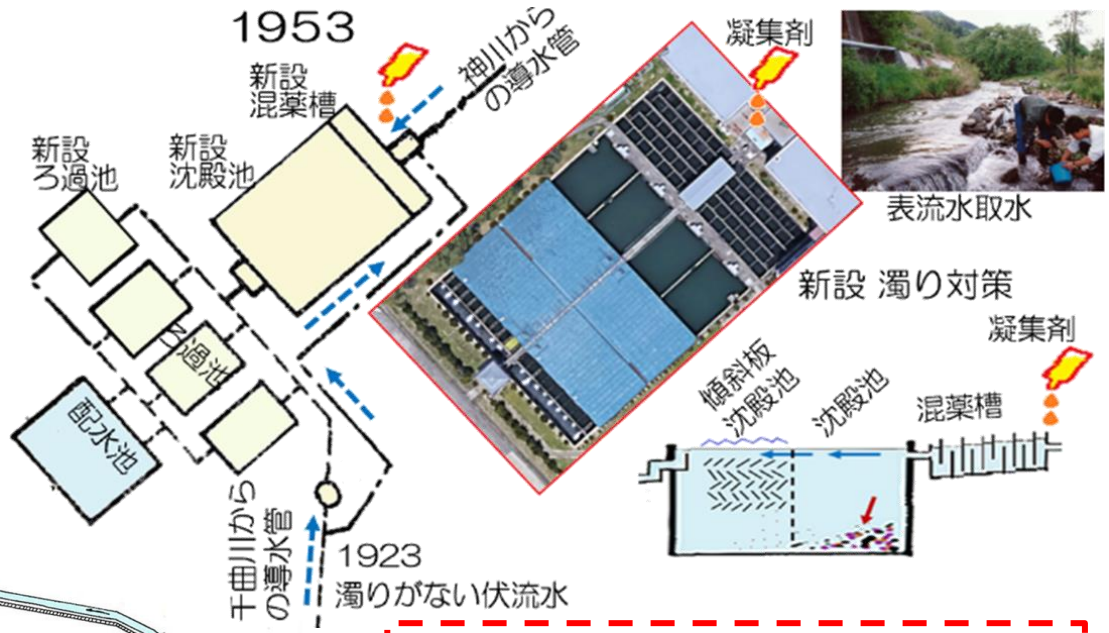
日本の指針は、生物群集による浄化の仕組みを解説していない。

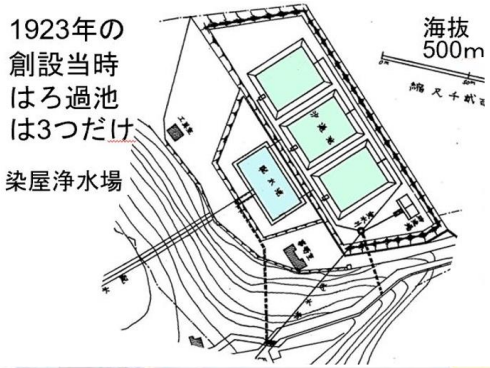


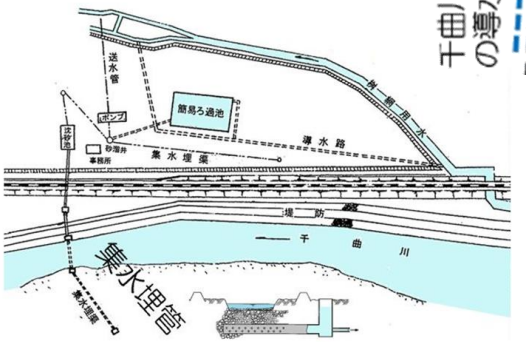
浄化の鍵、生物群集：自然界は目詰まりしない。



戦後、アメリカで開発された凝集剤での濁り対策を、緩速ろ過でも濁り対策に凝集剤を使いだした。



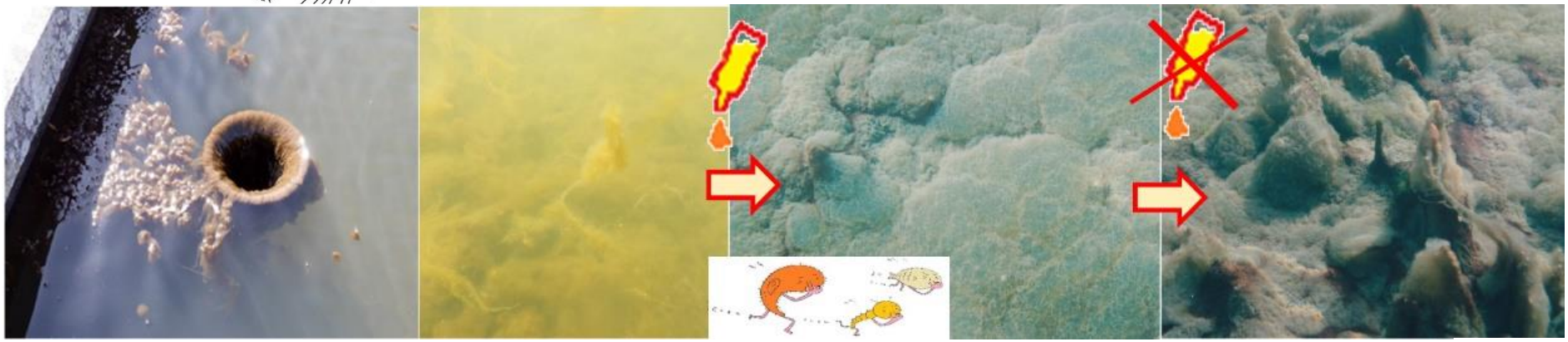


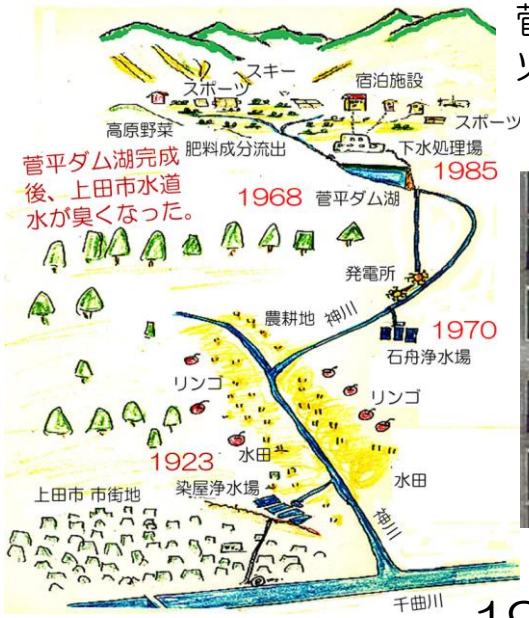


昭和28（1953）年から**原水濁度**10度を超えたら凝集剤を入れだした。

生物群集は萎縮し、浄化機能が損なわれた

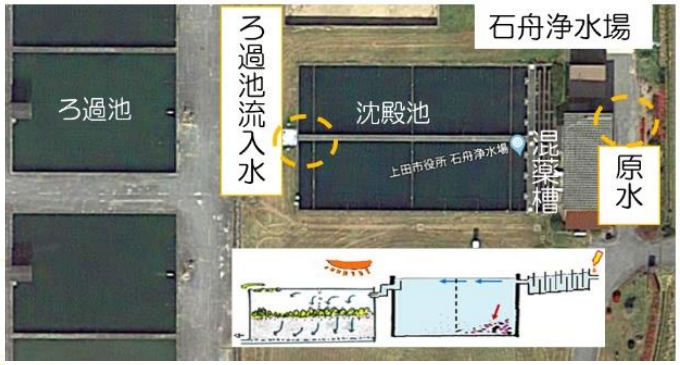
凝集剤を使うと、藻類被膜は白い粉で覆われた。





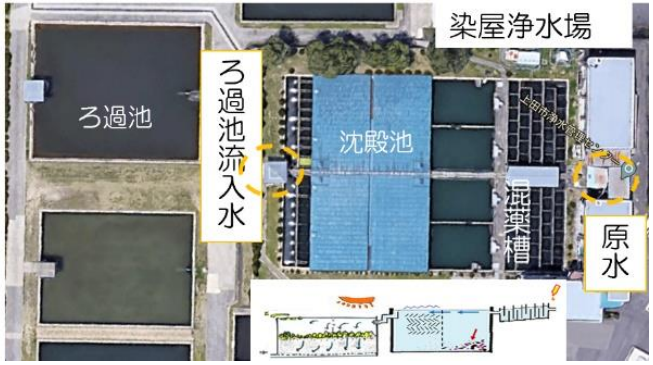
菅平高原
火山灰土壌

1980 菅平ダム湖
⇒1970 神川より取水
⇒凝集剤＋沈殿池



海抜標高 700m

1923千曲川伏流水
⇒1953神川より取水
⇒凝集剤＋沈殿池

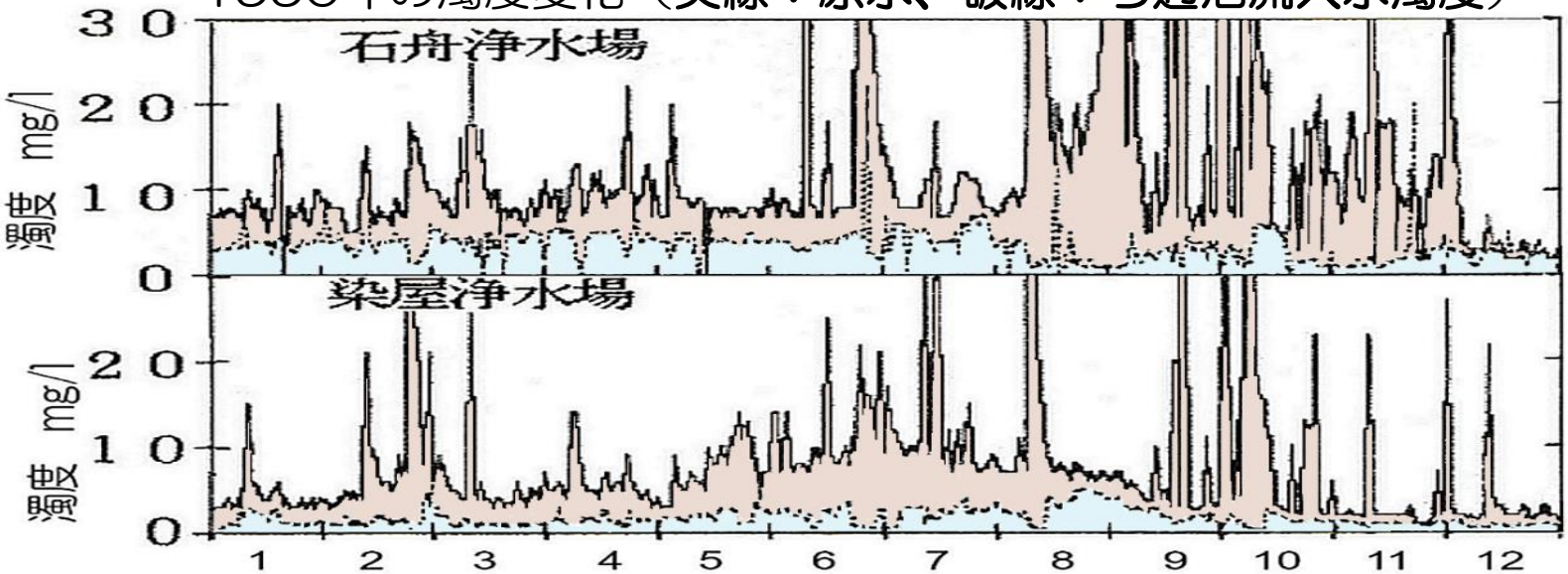


海抜標高 500m

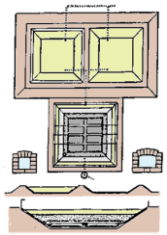
1990年の濁度変化（**実線：原水、破線：ろ過池流入水濁度**）

沈澱池だけで、濁度10度以下になっている。

凝集剤は必要ないのでは。



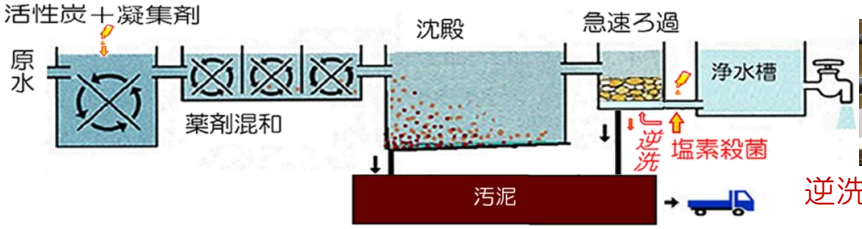
水道維持管理指針（日本水道協会、2016年版のp315）には「緩速ろ過法の前処理施設として、通常凝集処理をしない。原水中の懸濁物質を自然沈降作用により除去・・・、ろ過池流入水濁度は10度以下となるように常に原水及び沈殿処理水を監視する」



大陸河川の濁りは細かく、沈殿しにくい

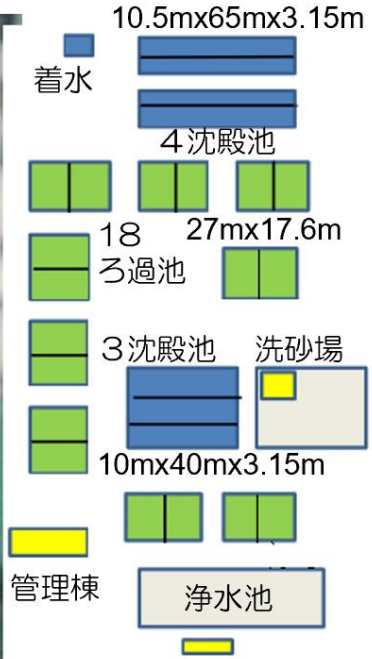
38 cm　水深　浅い
61 cm　砂層
61 cm　礫層

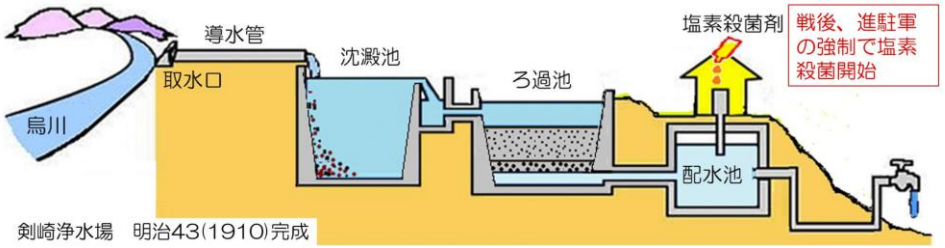
急速ろ過池への濁り対策で凝集剤



逆洗で濁り、細菌通過
⇒塩素殺菌必須

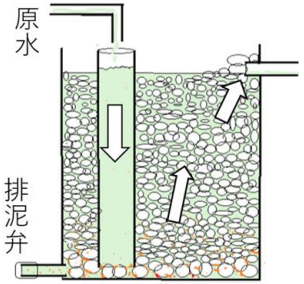
沖縄県は毎年台風に襲われるが、凝集剤を使わない。

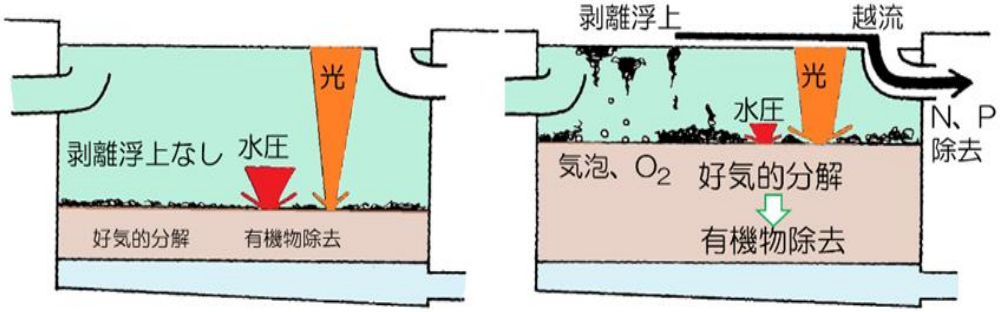




高崎市剣崎浄水場1910河川表流水⇒沈殿池⇒ろ過池

薬を使わない濁り対策
⇒上向流粗ろ過

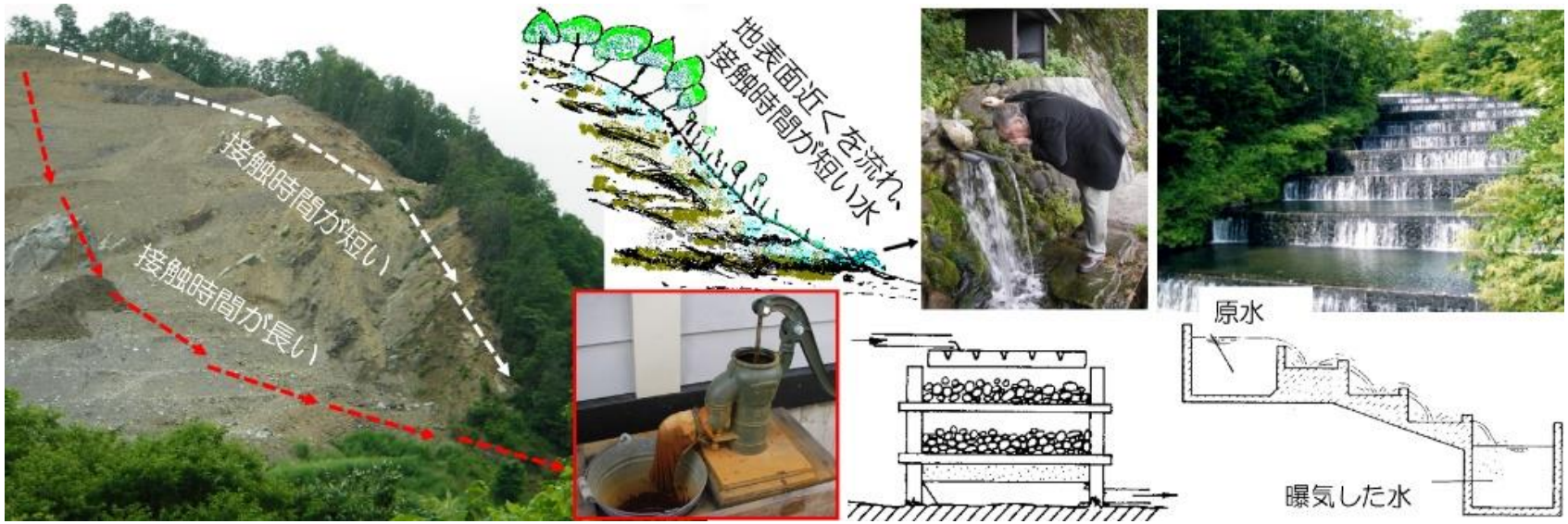




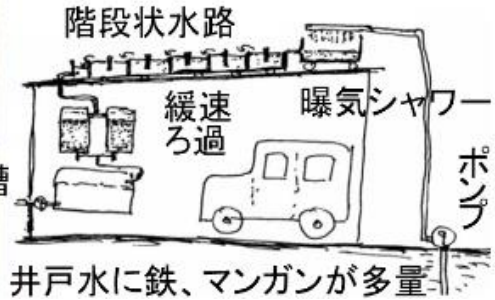
生物群集の活躍には浅い水深

浮上藻を簡単に流出させる工夫

酸素不足の水は、空気に触れて酸素を付与



緩速ろ過の前には、最初に、エアレーションが常識だった。

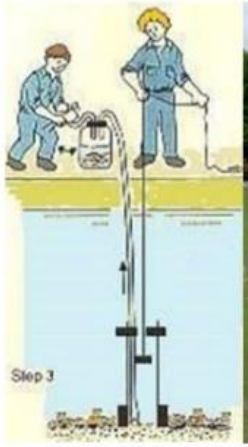


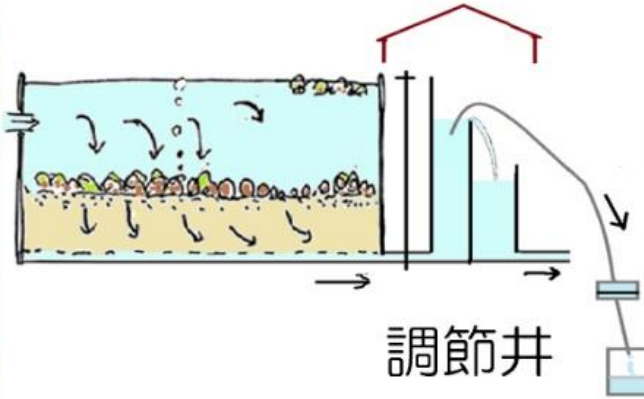
酸素不足の地下水は、酸素を付与する工夫⇒緩速砂ろ過⇒安全でおいしい水

自然の傾斜
を利用

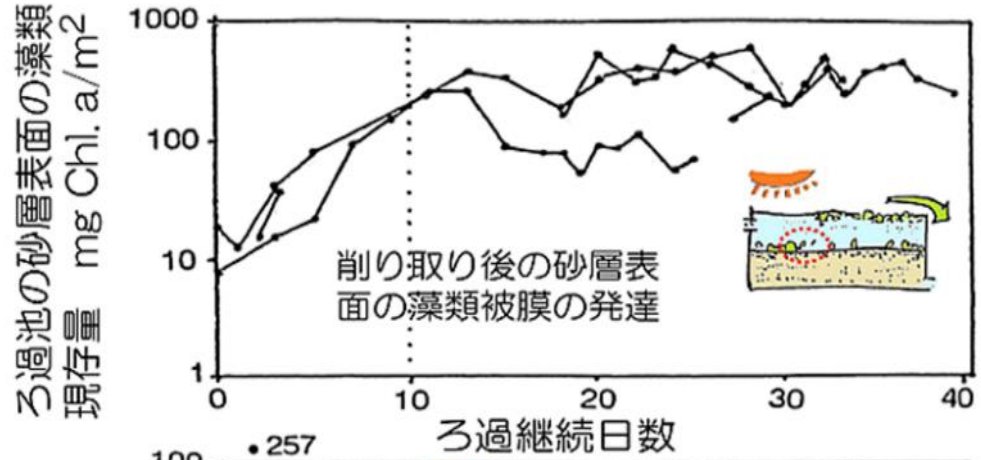
浄水貯留槽

腐植が多い水でも、上向流粗ろ過を繰り返す⇒おいしい

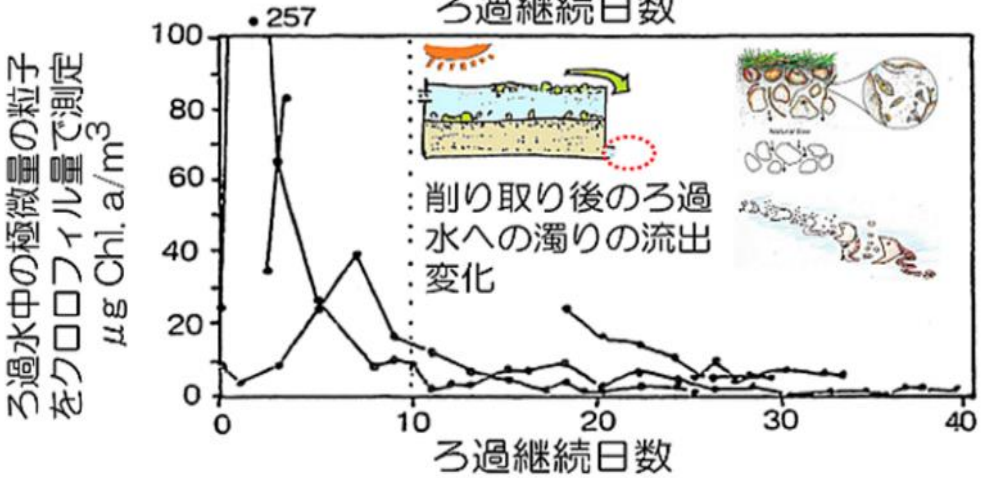




ろ過水は調節井からビニール管を用いサイフォン現象を利用して採水

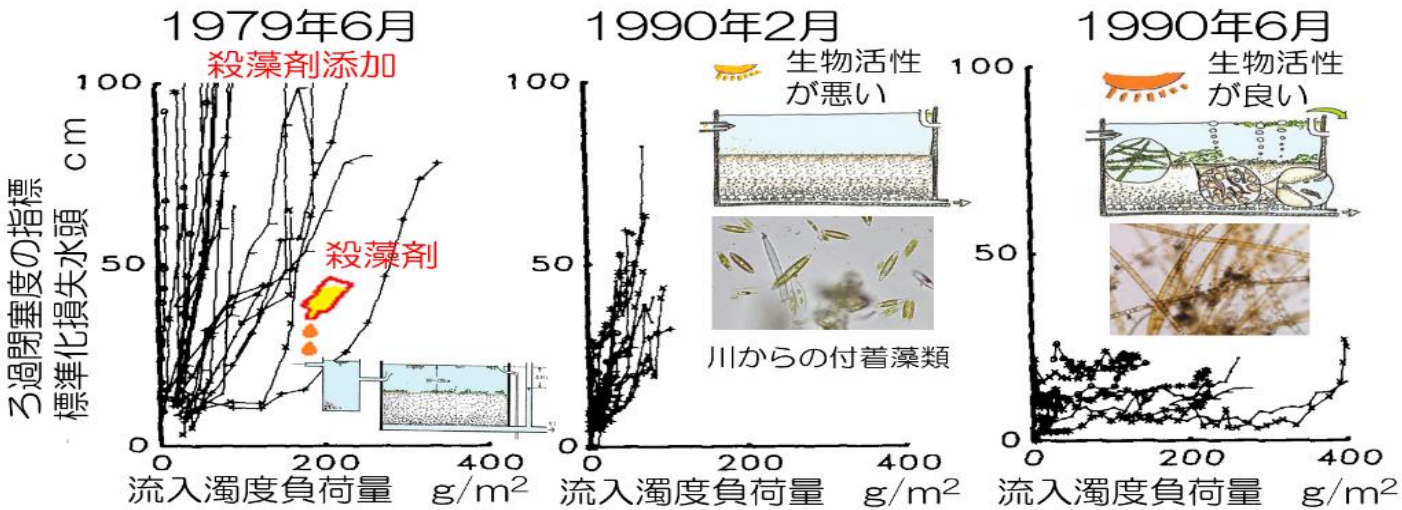


上田市染屋浄水場では日射が多くなると浮上藻が多くなり越流管から流出する。



削り取り直後は濁りが通過し濁度は上がるが、約10日間で非常に清澄になった。

削り取りは、生物群集を除くこと。浄化機能が無くなるので、できるだけ削り取りを少なくする。

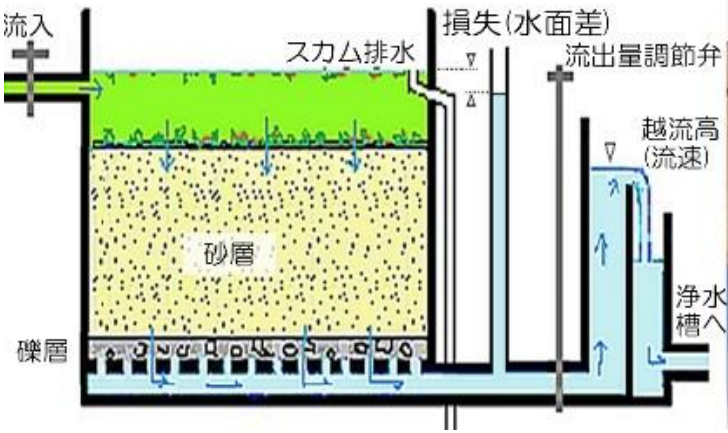


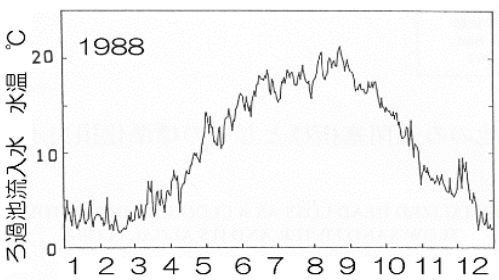
殺藻剤を添加すると、生物群集が活躍できないので、ろ過池は目詰まりする。

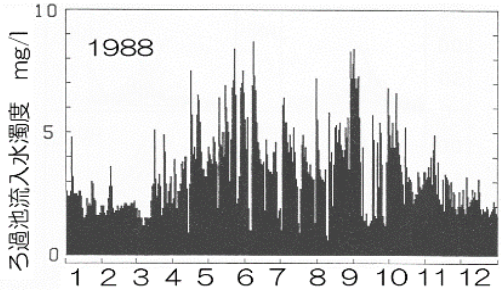
生物群集が活躍すれば、目詰まりしない。

藻類被膜が剥離しても、直ぐに、藻が繁殖。

糸状珪藻が捕食動物に食べられると、糸状緑藻が繁殖する。

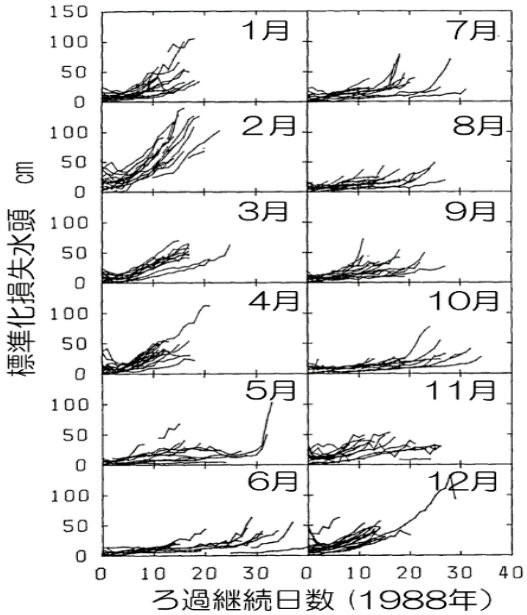


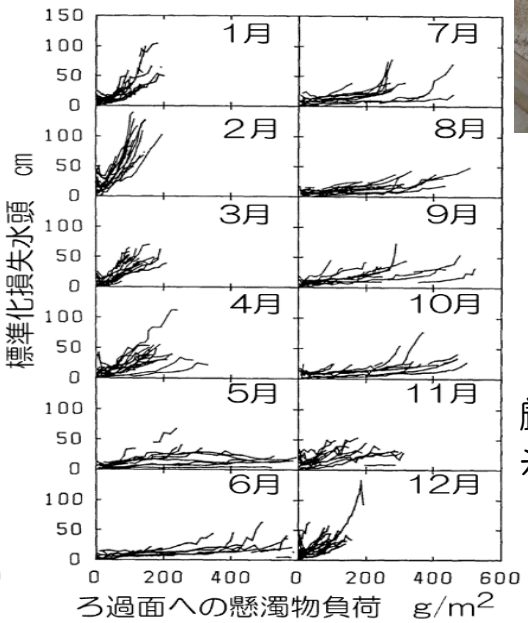




見かけの損失(H: Head Loss)はろ過速度（V:ろ過流量）に比例（H＝kV）。そのままではろ過抵抗の指標にならない。

染屋浄水場

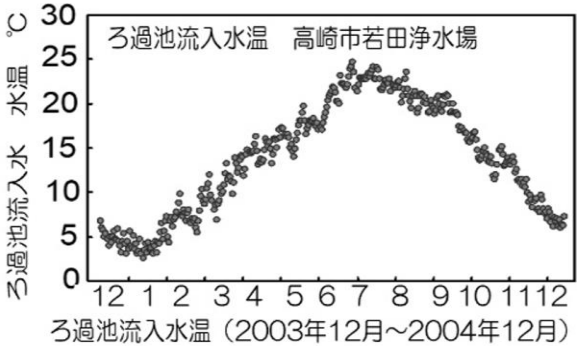


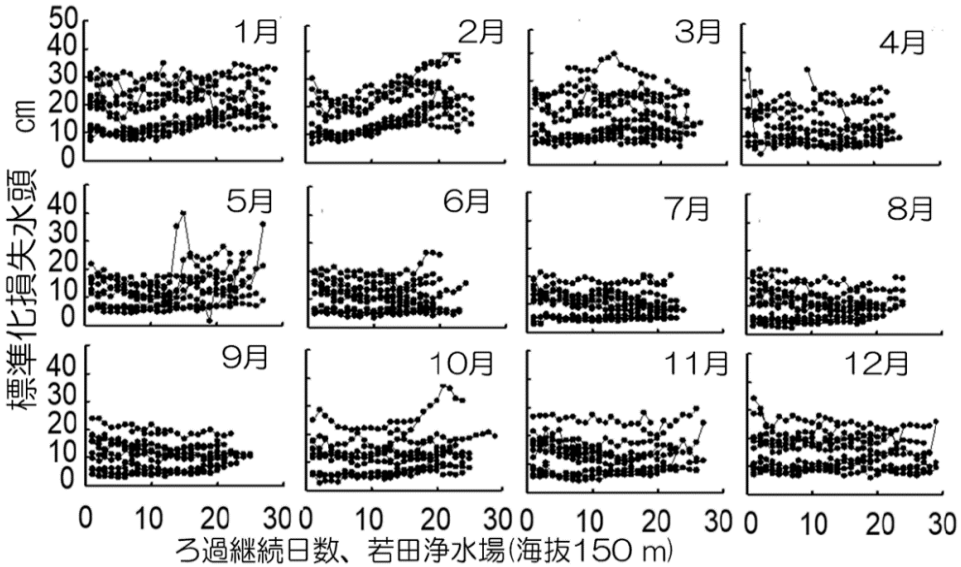


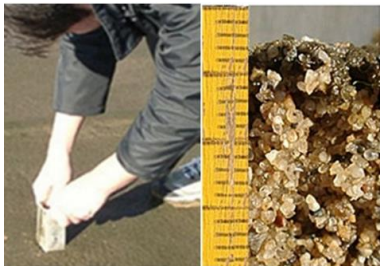
標準化損失水頭Normalized Head Loss: NHL(Hn, cm)は実測の損失（H, cm）と標準ろ過速度Vn: 20cm/h(4.8m/d)と実測のろ過速度（V, cm/hまたはm/d）で計算でき、計算式は Hn ＝ (H × Vn) ÷ V である。

厳寒期は、ろ過継続に伴い、抵抗が増える。
糸状藻類が繁殖しだすと、ろ過抵抗は増えない。

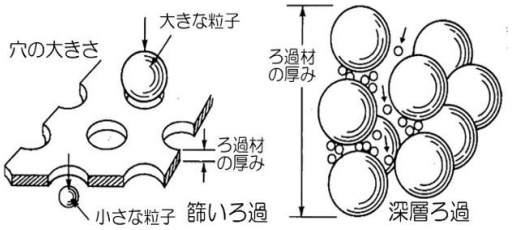
糸状藻類が繁殖期間は、ろ過抵抗は増えない。
（生物活性が良い期間）





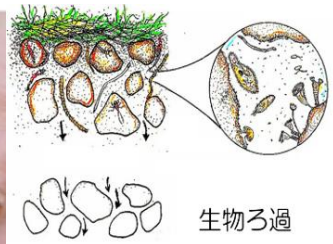


大きな砂で浅くした

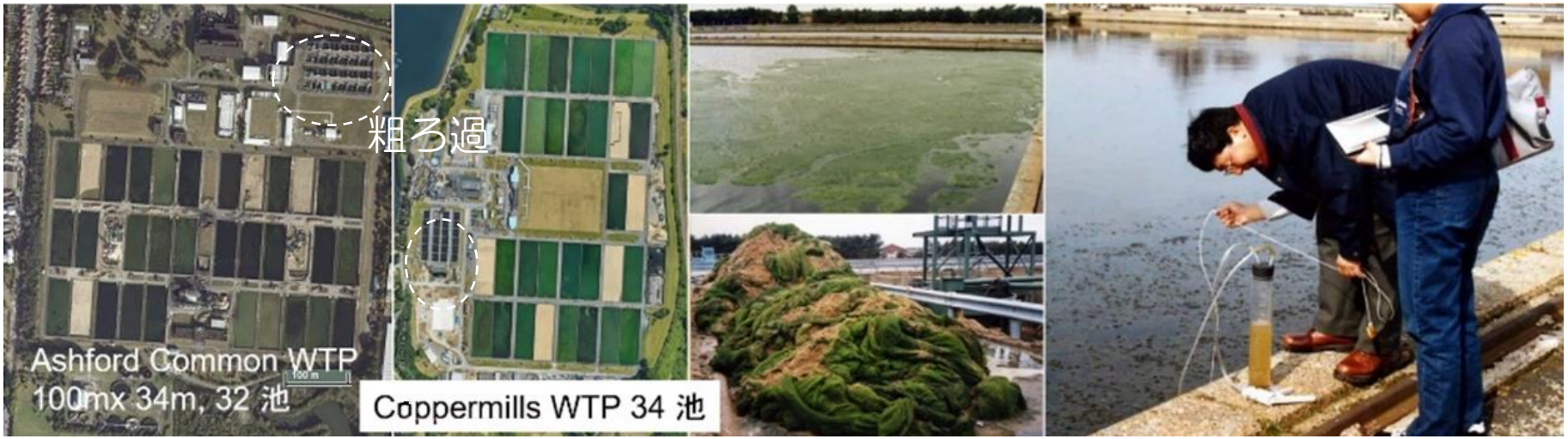


英国ロンドン、テムズ水道

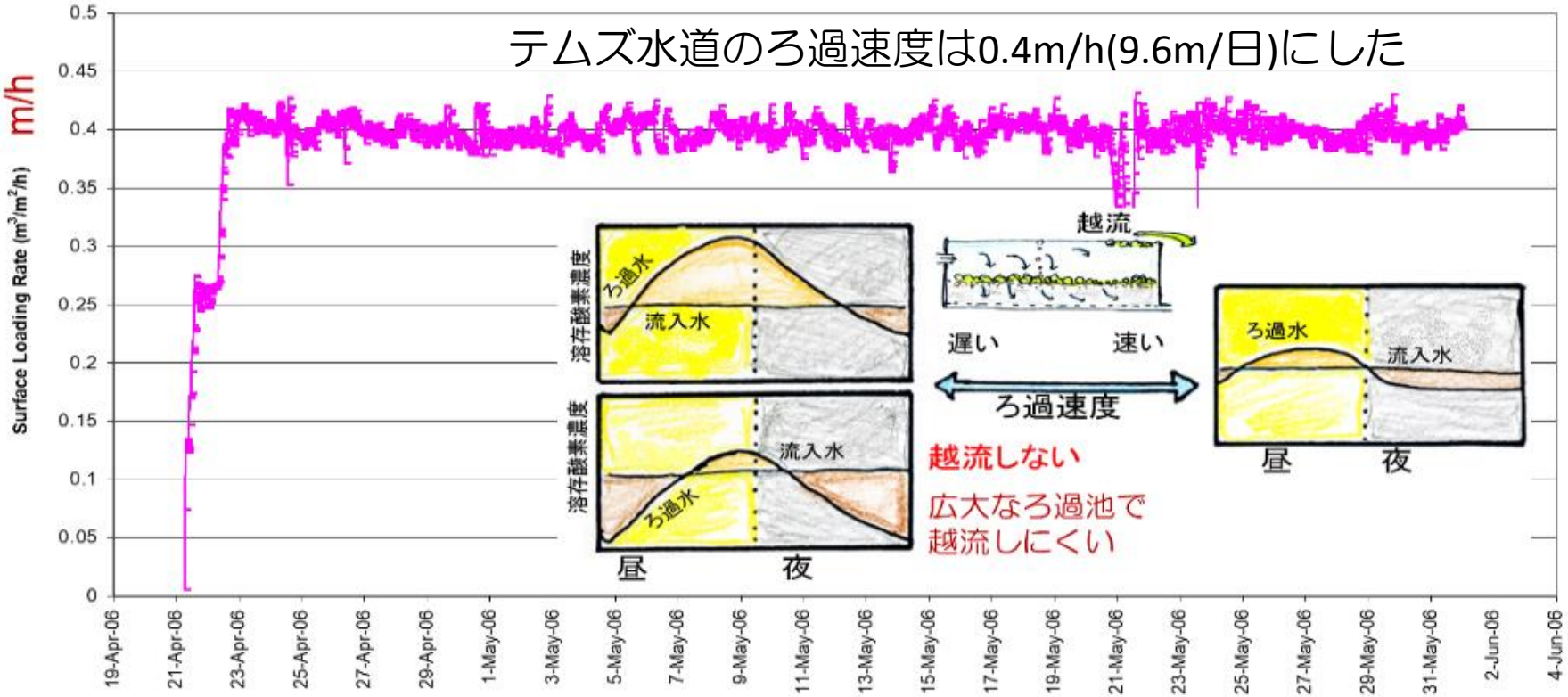
英国エジンバラ浄水場



生物群集による浄化、砂の大きさ、均一性は関係ない。大きな砂だと、抵抗が小さいので良い。



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



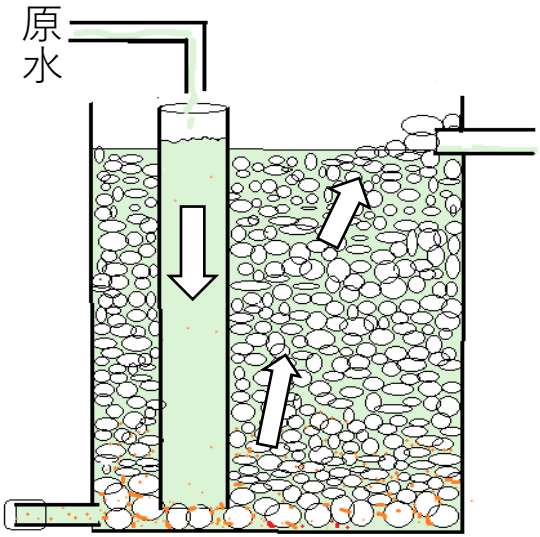
インドネシアでのヤマハ発動機の安全な水をの社会貢献に1998年から助言・協力

ヤマハ クリーンウォーターシステムに発展
（2017年12月現在：アフリカ・アジア総設置数：12ヵ国24基）

河川水 ⇒ 沈殿 ⇒ 藻と微小動物などの生物群集による濁り除去と分解 ⇒ 砂槽で清澄な水 ⇒ 給水

共同水栓方式で住民が維持管理

1996年：濁り対策で上向流粗ろ過指針発表

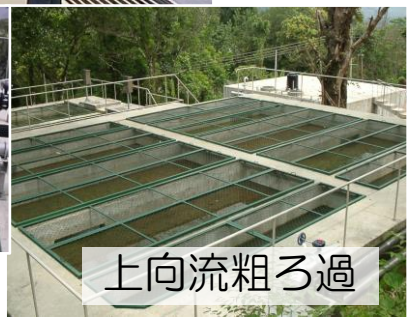


2000年スリランカの国立病院へ

砂ろ過槽

貯留槽

沈澱槽



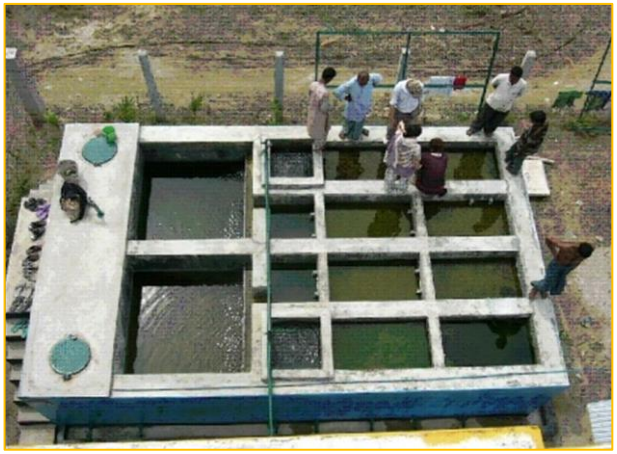
完成時に説明

コマーシャル・フィルターでなく
ナチュラル・フィルター

2002 年からアジア砒素ネットワーク(NGO)のバングラデッシュでの砒素汚染対策活動に協力

砒素で汚染された地下水

生物浄化法で安全な飲み水を供給



4段の上向流粗ろ過と砂ろ過で安全な水

藻の繁殖と捕食動物での分解を繰り返し、農薬も分解。

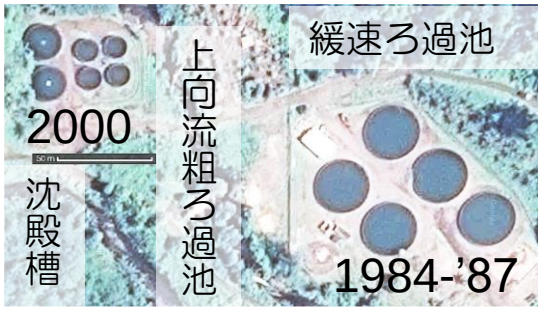
→ アジア砒素ネットワークはUNICEF基金で2019年、新たな浄化施設を建設

2008年5月12日の四川省大地震後中国語へ翻訳中の金胜哲Jin Sheng Zheさんは四川に3か所の浄水場建設。

2009.5. 北京

2008年河南省沈丘県の霍岱珊Huo Daishanは金胜哲の指導で汚染された地下水を生物浄化法で安全な飲み水にした。その後、40か所以上に浄水装置を建設。

2008 年から南太平洋サモアの浄水場の維持管理の改善に協力（JICA）

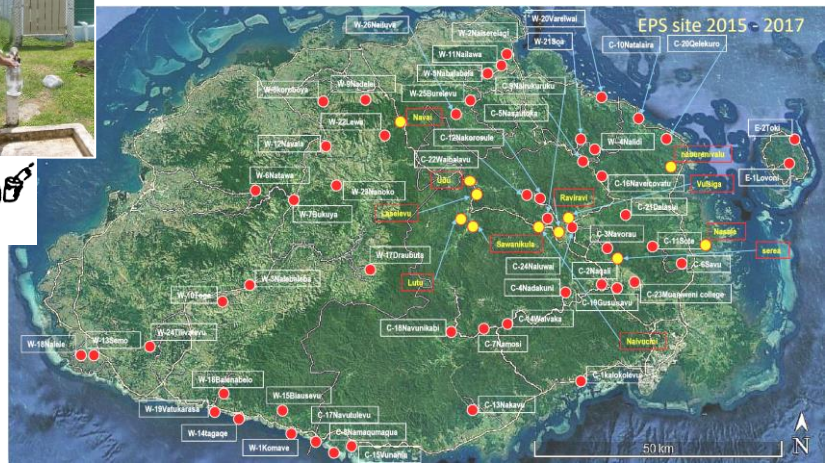


2011 年沖縄のJICA研修で学んだ生物浄化法でフィジーの村落給水プロジェクト進行中

2011.8.宮古島

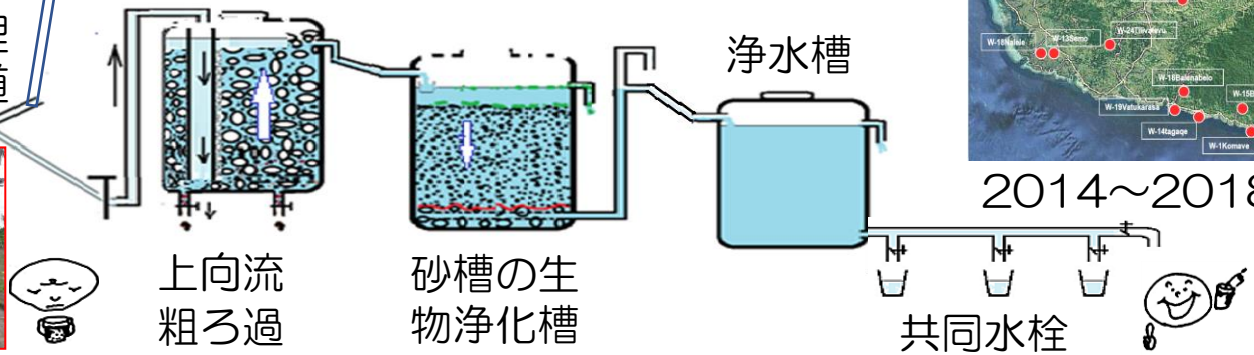
2013.1.フィジー「生物浄化法による全村落へ安全給水」事業の開始セミナーで講演

既存受水槽

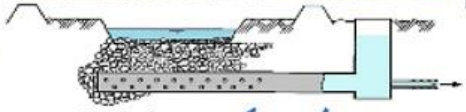


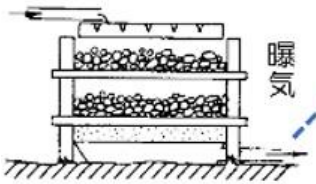
2014～2018に100村以上に装置完了

無処理の水道



中本はJICA短期専門家として助言協力





原水

地下水

沈殿槽

排泥弁

上向流粗ろ過槽
（砂利槽）

排泥弁

上向流粗ろ過槽
（砂利槽）

排泥弁

生物浄化槽
（上向流砂槽）

浄水貯留槽

病原菌を検出されない水を貯留

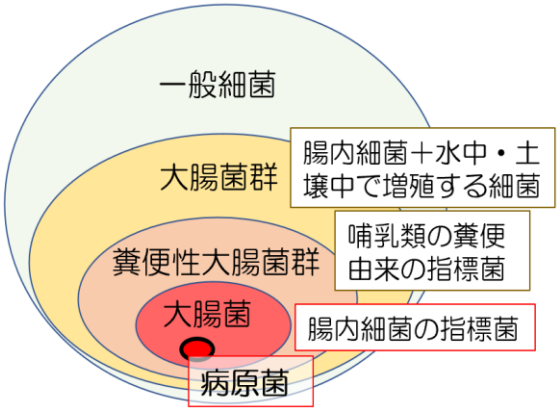
各戸へ給水

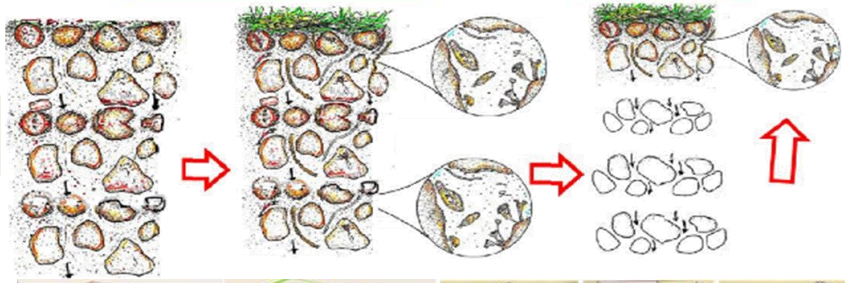
水栓

重い粒子を除去

軽い細かな粒子を除去

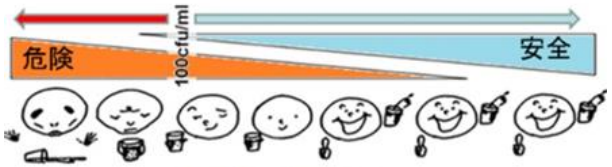
完全な浄化





砂ろ過槽は、汚れた砂は、使い続けると、だんだんときれいになる。

リスクを減らす

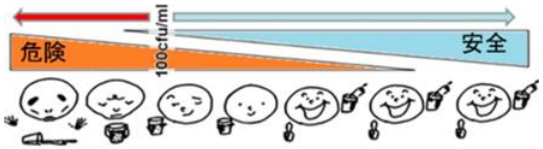


許容できるリスクを考える。

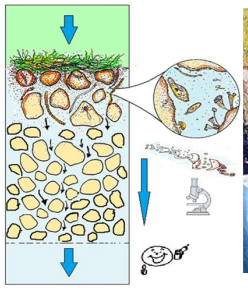
生物群集による浄化　生物浄化法

緩速ろ過から生物浄化法のイメージに

生物群集にやさしく



許容できるリスクを考える。



リスクを減らす。

沈澱＋上向流粗ろ過

砂が動かない。水深を浅くする。

大きな砂、均一性は関係ない。

西原浄水場2006.2.完成。
山裾からの染み出し水⇒緩速ろ過⇒浄水池
6.8mX13.5m＝91.5m2のろ過池が2池
4.8m/dなら881.3m3/d、一人1日300リットル給水なら3,000人に給水可能、5年間削りとなし。
テムズのろ過速度9.6m/dなら、1日6,000人に給水可能。

ろ過水が良ければ、どんな構造でも良い。

上田市石舟浄水場（1970年完成）

河川表流水⇒ 濁水時、凝集剤添加 凝集剤添加必要ない ⇒沈殿池⇒ろ過池⇒浄水池⇒給水

780m2x1池 能力　780m2ｘ4.8m/d＝3,744m3/d　12,480人給水
5池中4池使用（1池予備）なら、　14,976m3/d　49,920人給水
テムズ水道のろ過速度9.6m/dなら、倍になる。
4池使用で　29,952m3/d　99,840人給水

上田市には780m2x１３池の能力の染屋浄水場もある

岩手県大船渡市、第一浄水場(1,500m3/日)、昭和29(1954)年供用開始、河川表流水取水だが、凝集剤を一切使用していない。

市内の埋設管(総管計:258km)は、耐震管ではないが浸水区域で10カ所程度の破損があった。

被災後仮設管布設状況

東北大震災による被害なし、コンクリート亀裂なし。

でも、壊して作り直した。

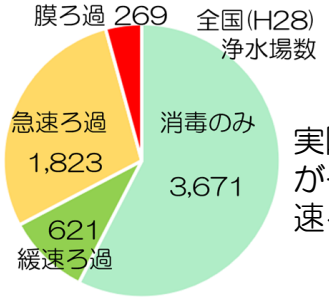
もったいない
MOTTAINAI

厚生労働省のホームページを検索しても、解説は無いに等しい。⇒情報が無ければ、日本には無いことになる。
日本水道協会の指針は急速ろ過指針：緩速ろ過（生物浄化法）の指針でない

水道施設設計指針

緩速ろ過の解説

給水人口5001人以上の上水道統計



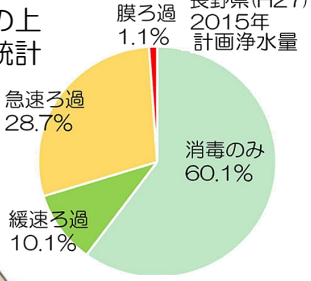
実際は消毒のみが一番多い。緩速ろ過も多い。

給水人口5000人以下の簡易水道はもっと緩速ろ過が多い。

水道維持管理指針

緩速ろ過の解説

給水人口5001人以上の上水道統計



日本では国民に緩速ろ過の情報を故意に知らせない⇒学校の教科書で教えない。

日本で公表された情報は誤解させられると気づく必要がある

情報がある急速ろ過しか補助金申請できなかった

補助金をもらうには急速ろ過しか建設できない仕組だった。

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS
世界が合意した「持続可能な開発目標」

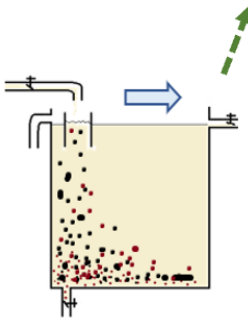
補助金をもらわない方が良い施設ができた。

安全でおいしい水道水をつくる生物浄化法

濁度（濁り濃度）mg/L

5,000 2,000 1,000 500 200 100 50 20 10 5 2 1 0.5 0.2 0.1 0.05 0.02 0.01 0.005 0.002 0.001 0.0005 0.0002 0.0001 0.00005

濁水



急速ろ過水
塩素殺菌

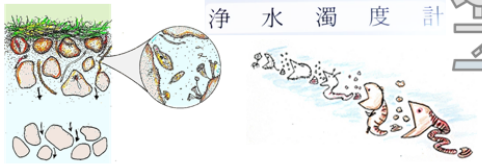
浄水濁度基準 2度

逆洗行程で濁りが通過

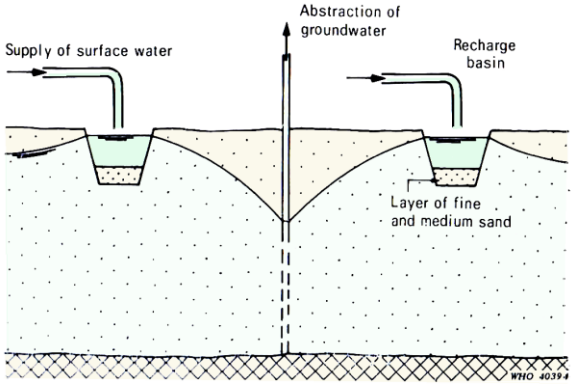
クリプト対策

クリプト対策0.1度以下望ましい

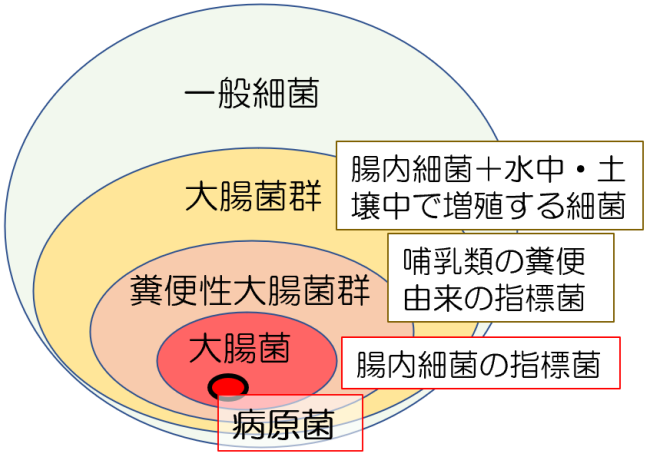
生物浄化水



堤防ろ過、地下水、人工的な伏流水取水方式は、世界的には一般的。



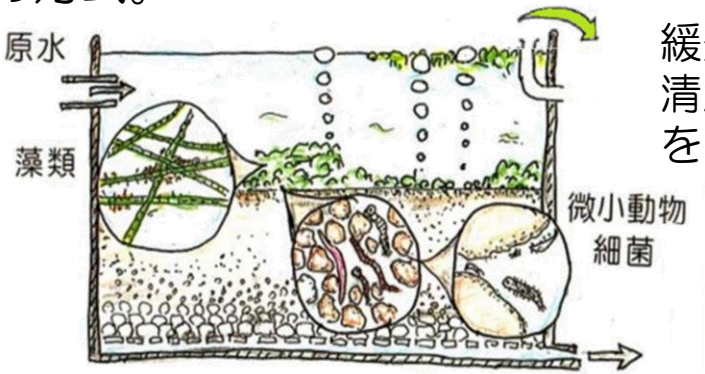
Huisman and Wood 1974



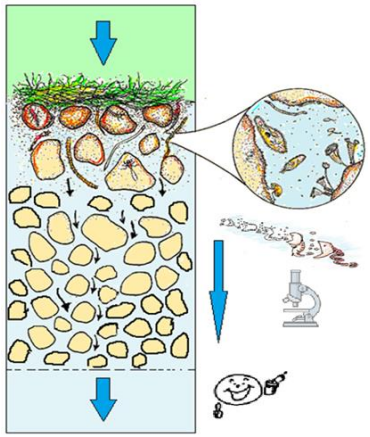
ドイツ、ムルハイムMuelheim浄水場、ルール川の氾濫原から堤防ろ過バンクフィルターで取水。水質が良いなら、無処理で給水。

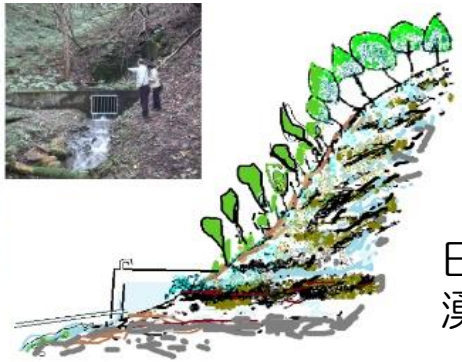
ドイツでは、水道水の約60%がこの方式。

2004年（平16年）
大腸菌群⇒大腸菌

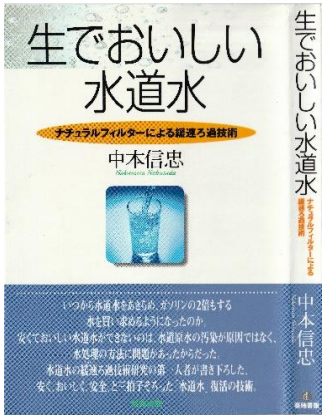


緩速ろ過は人工的に清澄な湧水、伏流水をつくる方法。



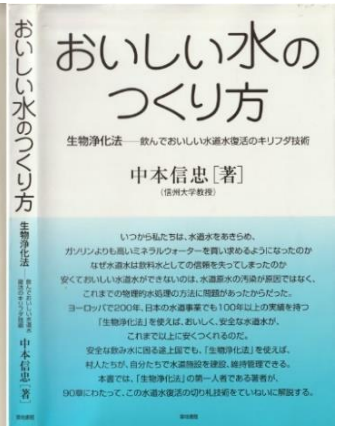


日本は山国で良質の湧水が身近にある。



2002.5.A5.築地書館

2005.8.A5. 宮古島への報告書



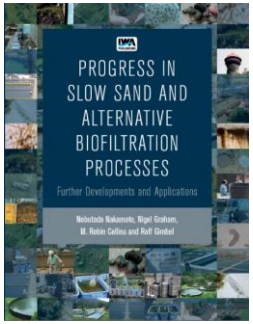
⇒築地書館

2009.5.A5.ブラジル・サンパウロ

2010.7.A5.中国・北京

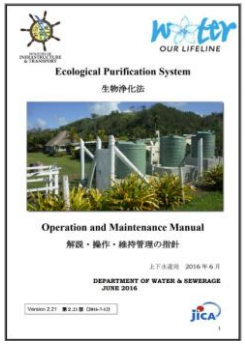
2004.4.⇒英語スーパー2007.10.

JICA2008.2.
⇒再編集2019-'20



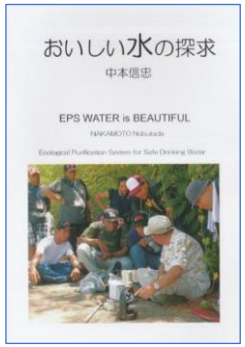
2014.6.
第5回緩速生物ろ過
国際会議、名古屋

千曲会　出版
信州大繊維学部
同窓会

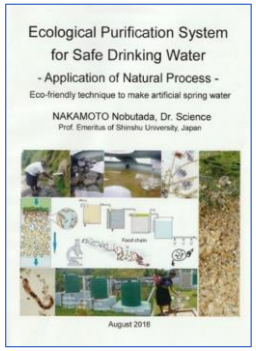


2016.6.

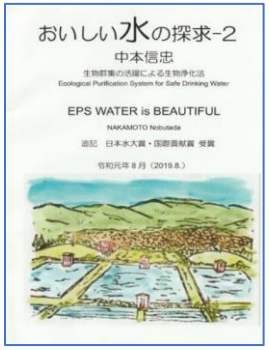
2017.4.A5.64p
400部



2017.6.A5.94p
300部



2018.8.A5.84p
400部



2019.8.A5.104p
1000部

2020.8.B5.160p
600部テスト印刷

誤字修正

2021.2.B5.160p

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS
２０３０年に向けて世界が合意した
「持続可能な開発目標」です。

2021.2.
世界の水をきれいに
Japan Video Topics
(外務省：７ヶ国語)

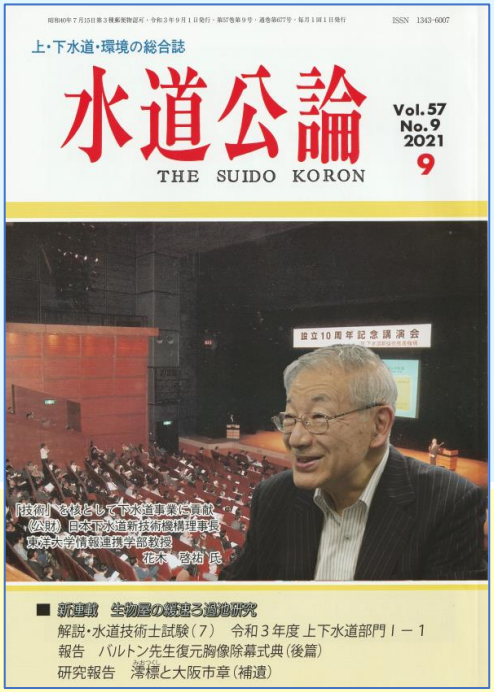
欧米の豊かさ：建造物を補修しながら使い続ける。

緩速ろ過は誤解されてきたと解説を発表し続けてきた。

厚生労働省、日本水道協会でも取り上げない、借金だらけの現場の声に応えて「緩速ろ過」を取り上げてくれた。

全国簡易水道協議会
水道2021年3月号

生物浄化法（緩速ろ過）でスーパークリーンの水、地方給水として再認識を *10p*



水道公論（日本水道新聞社）
2021年9月号から連載開始
「生物屋の緩速ろ過池研究」

2021年9月号「プロローグ：緩速ろ過は生物浄化法だった」*6p（名前で誤解）*

私は国立大学で国民の税金で給料をもらい教育し研究をしてきた。その成果を国民に還元するために書いている。

2021.2.
緩速ろ過でなく生物浄化法

千曲会　出版
信州大学繊維学部同窓会

10月号「その１：道具ができて研究が進む」*7p*

11月号「その２：砂面で藻が砂層で細菌が繁殖」*7p*

12月号「その３：「生でおいしい水道水」を飲める日本」*9p（湧水）*

2022年1月号「その４：ビールが守った生物浄化」*11p（高崎市の緩速ろ過）*

2月号「その５：藻の繁殖とろ過継続」*10p（生物の活躍と損失水頭の解説）*

3月号「その６：クリプト事故でアメリカでは緩速ろ過の再認識」*11p*

4月号：酸素、まだ連載中

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

２０３０年に向けて世界が合意した「持続可能な開発目標」です。