# 緩速ろ過の現状

NPO地域水道支援センター理事長
信州大学　繊維学部
応用生物科学科
中本信忠

水道水でない，
塩素を除いてある



浄化処理していない
水源の水

レストランで
コップに水

Water and environment
Net Work

水道産業新聞
2007.8.20.

# 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～

米国では環境意識の高まりに、ボトル水を巡る論議が活発化している。例えば５大湖周辺から生産されるボトル水の州外移動禁止や、環境学者レスター・ブラウン氏による「ボトル水は環境破壊の代表で、水道水を飲むべきだ」と水道関係者にとり興味のある話題が沸騰している。

この様な背景下で、サンフランシスコ市のギャビン・ニューソム市長は世界で初めて、今後市役所および関係する出先機関でのプラスティックボトル詰めの水の購入を禁止する市長命令を出した（2007年６月21日）。

これは税金の節約と環境保護が目的で、その命令内容は７月１日からサンフ

レスター・ブラウン氏によれば、米国人が購入するボトル水容器の材料として年間4000万㌧を超える石油が消費されている。更に廃棄物問題を引き起こしていると指摘している。

2004年に於ける世界のボトル水の需要は410億㍑であり、これは過去５年間で57％の増加を示している。そのボトル水のコストも水道水と比べ240倍から１万倍に達している、ここサンフランシスコでも、１㍑のボトル水の価格は、1000㍑の水道水に相当する。水の価格だけではなく、サンフランシスコ市がボトル水を購入しないことで、ごみとなるプラスティック容器の運搬や廃棄物処理のコストも省けると期待される。カリフォルニア

**基準や法令を守るのでなく、法令や基準をつくる精神（本質）を守らないといけない。**

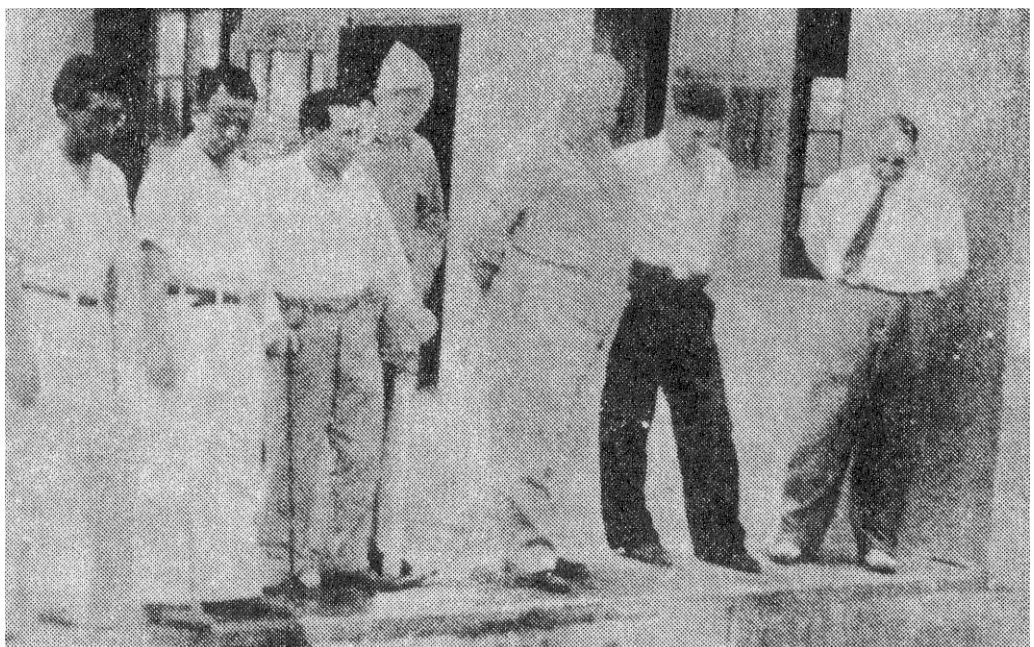
**浄水場：飲み水をつくるところ。**

**水道法：飲み水を廉価に供給。**

**ペットボトルの呂理には税金が使われている。**

# 安全といわれる水道水
# でもペットボトルを買う
## 塩素臭い水道水は信用されていない

進駐軍による塩素消毒の強制：野戦で即席の安全の水をつくる方法：最低濃度があっても上限がない。浄水場で2ppm、管末で0．4ppm以上。日本は米軍の支配下



← GHQによる見回り

近代水道100年の歩み

戦前の水は、赤道を越えても腐らなかった

# 朝霞浄水場：急速ろ過＋オゾン＋活性炭＋塩素添加

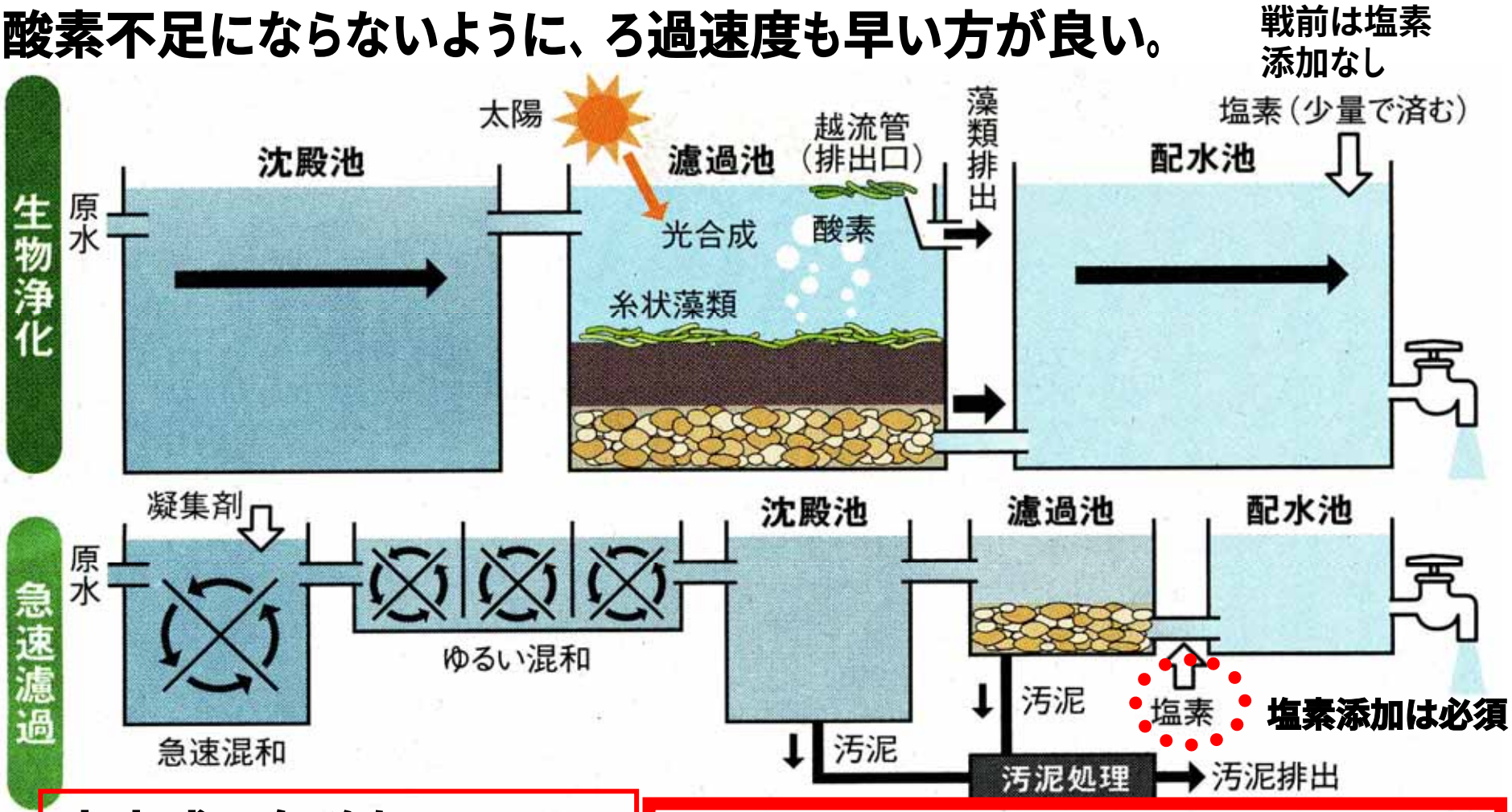
**未完成の欠陥処理の急速ろ過**を導入し、次から次へと改良。
間違えたと素直に認めないから借金地獄、深みに陥っている。

**温暖化対策で、生物処理の緩速砂ろ過にすれば良い。**

**緩速ろ過処理**　Slow Sand Filtration =**物理（機械）ろ過でない**

**→生物浄化法**　Ecological Water Purification System

**酸素不足にならないように、ろ過速度も早い方が良い。**




**未完成の欠陥処理だから、次から次へと改良が必要**

**でも、人は、新しい技術は未完成でも大好き：可能性に期待：直ぐに宣伝にだまされる。**

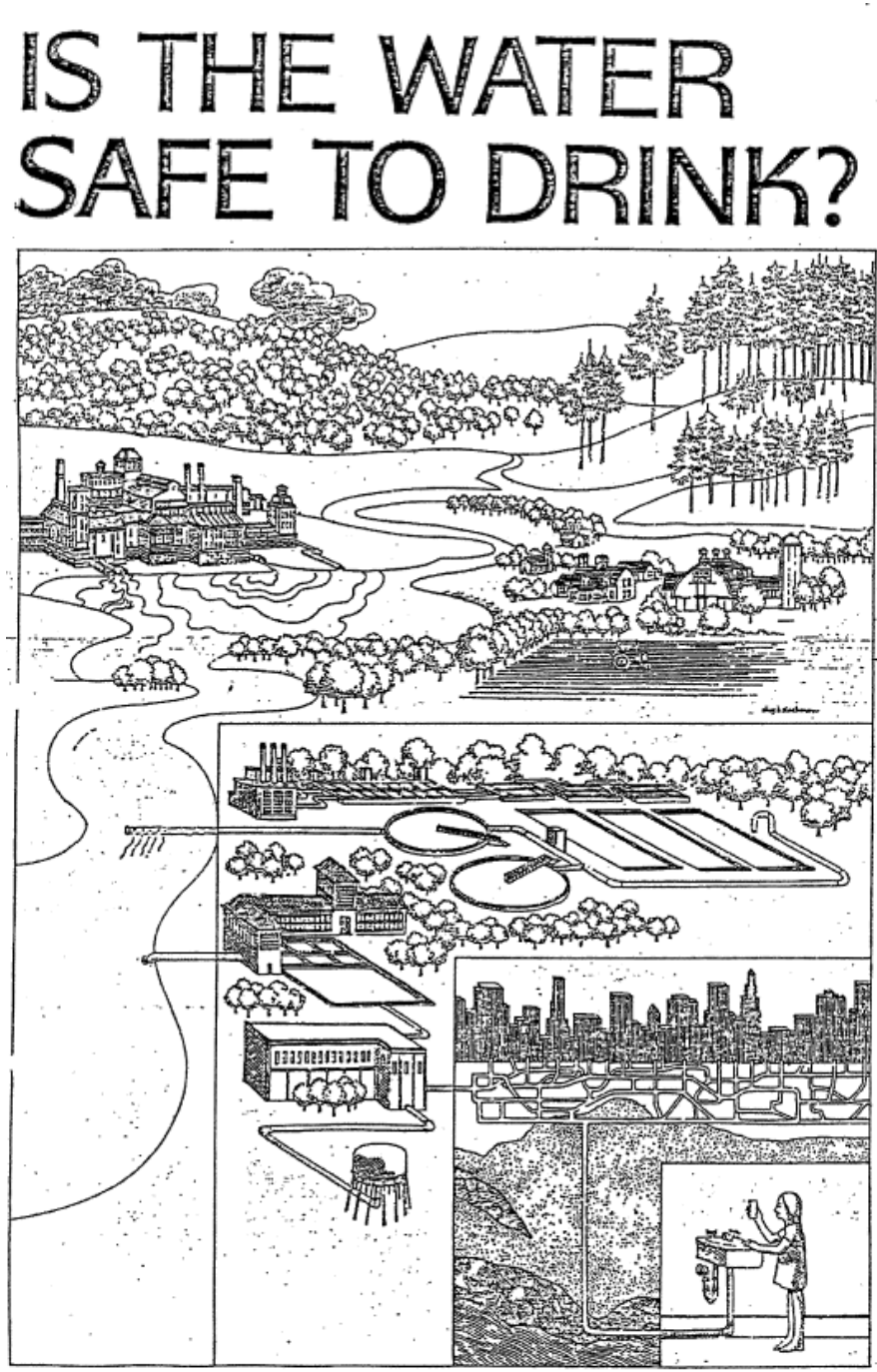
# 急速ろ過処理への警告

2006.10.12.NHK「ゆ・・・」とりあげたかった。

**ハリスレポート**1974：**飲み水は安全か？**：
IS THE WATER SAFE TO DRINK?
*Robert H. Harris and Edward M. Brecher and the Editors of Consumer Reports*
Consumer Reports 1974.6**月号**：436-443：**問題点**The Problem:「**塩素殺菌と発ガン性を指摘、石綿（アスベスト）管とガン、細菌、ウイルス、重金属、処理後の危険性**」,
7**月号**538-542：**安全にするには**, How to make it safer
8**月号**623-627：**何ができるか** What you can do

**このハリスレポートは塩素と発ガンの危険性を指摘しただけではなかった。石綿管のアスベスト：20年、30年後にガンになる危険性も指摘していた。**

**石綿管を製造していたクボタ鉄工は、**1975**年から製造を中止していた。このレポートを読んでいたのであろう。**



# 産経 2002．10．31．

水道法では蛇口で一リットル中〇・一mg以上の塩素が残留していなければならないが、「私は塩素を使わない水道があっていいと思う。水質への配慮は十分しなくてはいけないが、水源の状況は各地で違うので一律に残留塩素がなくてはならないとするのはどうか」と国包部長。

産経新聞　平成14年(2002年)　10月31日　木曜日

水再考 ▶30

IARCによる発がん性ランクの区分

| | |
|---|---|
| グループ1 | ヒトに対して発がん性がある |
| グループ2A | ヒトに対して発がん性の可能性が高い |
| グループ2B | ヒトに対して発がん性を示す可能性がある |
| グループ3 | ヒトに対して発がん性による分類ができない |
| グループ4 | ヒトに対して発がん性がおそらくない |

東京都港区にある国立保健医療科学院(旧国立公衆衛生院)の水道工学部は、水道に関する国の唯一の試験研究機関といえる。

この連載の二十七回で取材した船橋浄水場(大阪・藤井寺市)が操業を停止する理由となった合成有機化合物「1・4―ジオキサン」も研究対象。東京大学水環境制御研究センターの客員教授でもある部長の国包章一さん(五四)は、水道水の汚染について「三、四十年間を振り返ると…」と切り出した。

「以前は、洗剤に含まれ水を泡立たせる陰イオン界面活性剤(ABS)やアンモニアが主に問題になりました。原因は家庭や工場からの排水でした。その後はトリハロメタンや農薬とか…。これらは水に溶けにくいので、活性炭でかなり取れる」

ところが、最近使われているいくつかの農薬や1・4―ジオキサンなどは「水に溶けやすく性が悪い。普通の浄水処理でほとんど処理できません」と、生物でも容易に分解されない」。微量の物質を分析・検出する技術の向上もあるだろうが、生産性や利便性などを高める技術は水道にとって厄介な物質も作り出しているようだ。

「塩素を使わない水道があってもいい」という国包章一部長＝国立保健医療科学院白金庁舎の水道実験棟

## 水源から蛇口までを見守る

水道工学部は、安全で良質な水道水供給のため、水源の保全や水中の微量化学物質をはじめ、地震といった災害の危機管理などの総合的な試験研究・教育研修を行っている。「水源から蛇口まで」を見守っているわけだ。

平成十三年度から三年計画で、1・4―ジオキサンをはじめとして水に溶けやすく分解しにくい化学物質のメチルt―ブチルエーテル(MTBE)▽アクリルアミドモノマー▽臭素酸イオン―の四物質について汚染実態調査や分析法の開発などを行っている。

同部によると、かつてガソリンへの添加剤に使われていたMTBEは健康への影響評価がまだ確立されていないものの、発がん性が指摘されている。工場排水処理の凝集剤などに含まれるアクリルアミドモノマー、海水中などにある臭素イオンが浄水処理過程でオゾンと反応してできる臭素酸イオンなど他の物質は、国際がん研究機関(IARC)からヒトに発がんの疑いがある「グループ2B」に分類されている。

現在、水道水質の基準の見直しが議論されているが、臭素酸イオンについては現在、安全性を期して監視するための指針値が設定されている「監視項目」か、必須の基準値を定めた「水質基準項目」に入る可能性があるという。

■□

国包部長は世界保健機関(WHO)が進めている「飲料水質ガイドライン」の改訂作業にも協力している。

「ガイドラインがあってもターゲットでしかない。それを達成するために水源から蛇口までの安全確保の方法と手順が確立されていることとは話が別」

このため、仕入れから出荷まで食を総合的に管理する「HACCP(ハサップ、危害分析による衛生管理)」方式のような『ウオーターセーフティープラン』をWHOがつくりつつある」という。

ちなみに水質基準を考えるときの摂取の一般的な安は「九割が食品から残りが水という考え方」。気になる塩素について、国包部長は「通常の日本の蛇口の塩素濃度は問題ない。でも味を損なうのは確かなので、少ないにこしたことはない」。実際、紫外線や二酸化塩素などを使った消毒も研究が進んでいる。

水道法では蛇口で一リットル中〇・一mg以上の塩素が残留していなければならないが、「私は塩素を使わない水道があっていいと思う。水質への配慮は十分しなくてはいけないが、水源の状況は各地で違うので一律に残留塩素がなくてはならないとするのはどうか」と国包部長。

「利用者も水道部局などの水道事業者とともに自分の家の水源の状況を知って地域単位で判断すべき。水道事業が地方分権、規制緩和、情報公開などさまざまな面で見直しが求められているのも事実。水質基準などの最低限の規制は別だが、コストと安全のバランスは利用者が決める問題で」と話した。

(岡崎秀俊)

◇

次回からは、井戸水や湧水のもとになる「地下水」に焦点をあてます。

**コストと安全のバランスは利用者が決める問題では**

**これまでの残塩の基準(水道法)を改正したい**

厚生労働省：２００７．５．２．パブリックコメント：意見聴衆

# 塩素酸に係る水質基準の設定等について

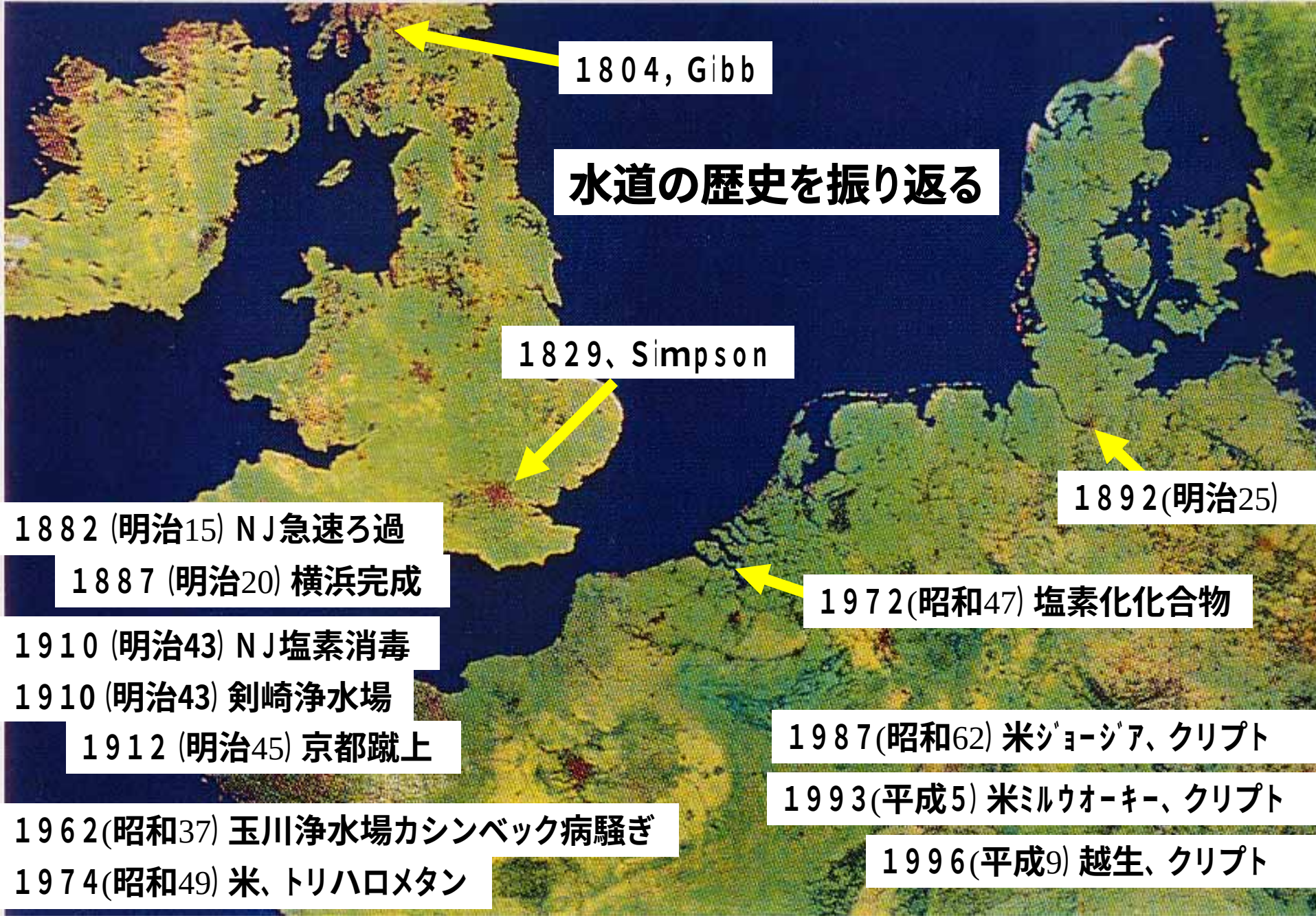
## １．経緯

水道法(昭和 32 年法律第 177 号)第 4 条第 2 項の規定に基づき定められる水質基準については、昭和 33 年に制定して以来、逐次改正を行ってきた。

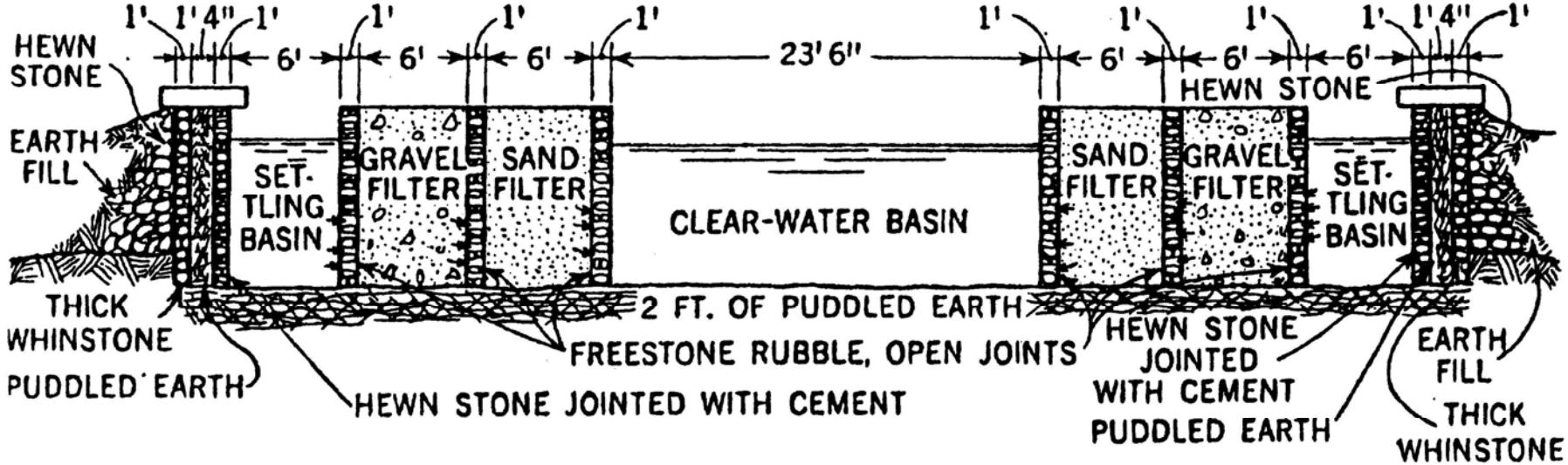
平成 18 年 8 月 4 日に厚生科学審議会生活環境水道部会を開催したところ、水質基準に関連して以下の方向性が示された。

- 塩素酸　…　浄水において評価値(0.6mg/L 以下)の 1/10 を超えて検出されていることから、食品安全基本法(平成 15 年法律第 48 号)第 24 条第 1 項第 7 号の規定に基づき、水道法第 4 条第 2 項の規定に基づく水質基準として「塩素酸」を追加することについて、食品安全委員会の意見を求める。

全ての蛇口での基準である。浄水（水道の蛇口）で、塩素酸が０．６ｍｇ／Ｌを越えているのが多い。塩素臭い、カルキ臭いの原因。残留塩素基準、０．１ｍｇ／Ｌ以上という水道法。でも、塩素酸は殺菌剤としての次亜塩素酸ソーダを添加するとできる。欧米では、塩素酸は、食品での寄与が大きかった？日本で調べたら、水道水（飲料水寄与）は８０％

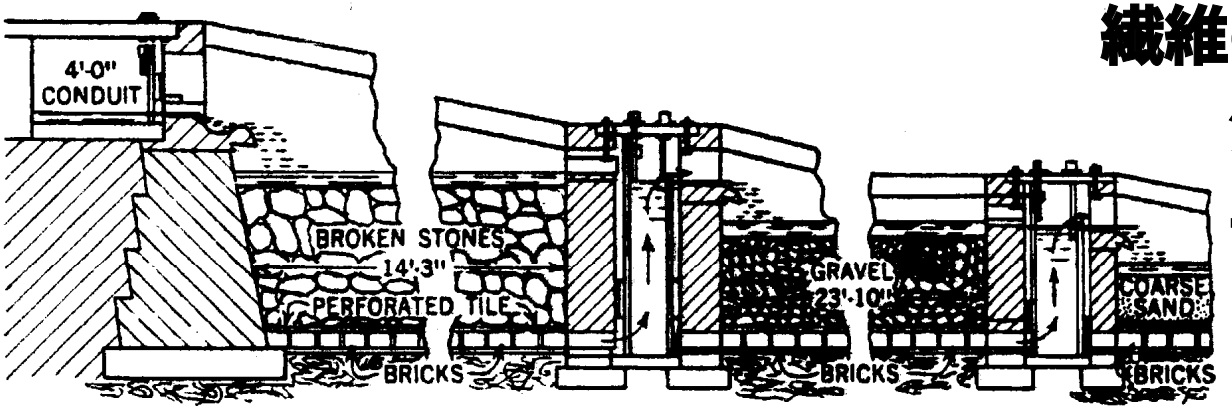



緩速ろ過 (清澄) →コレラに安全→急速ろ過 (＋塩素) →塩素化化合物→膜の勧め



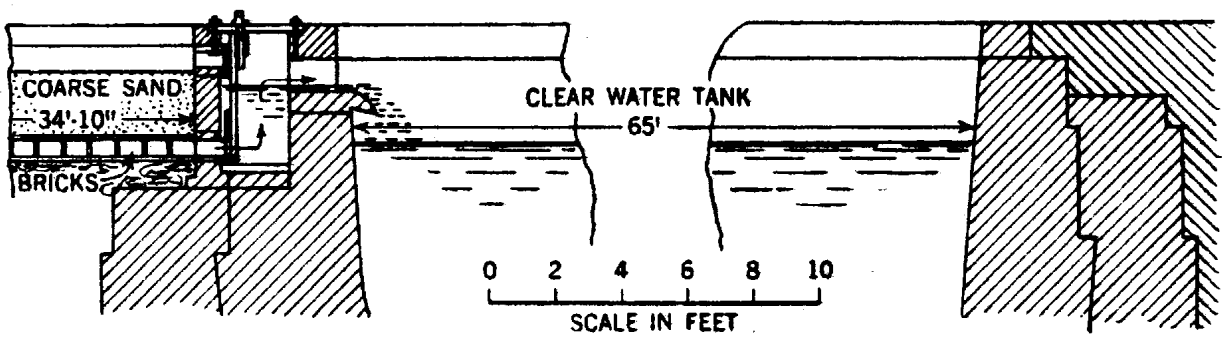

1804年　John Gibb:Pailey filter

**繊維の脱色をしていた人**



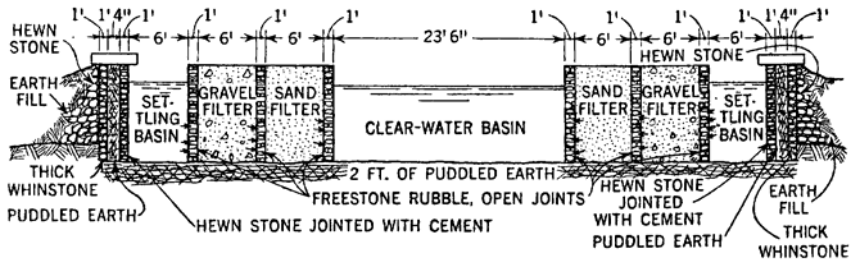

**注：1829年London.**
**J.Simpson**

1846 Glasgow



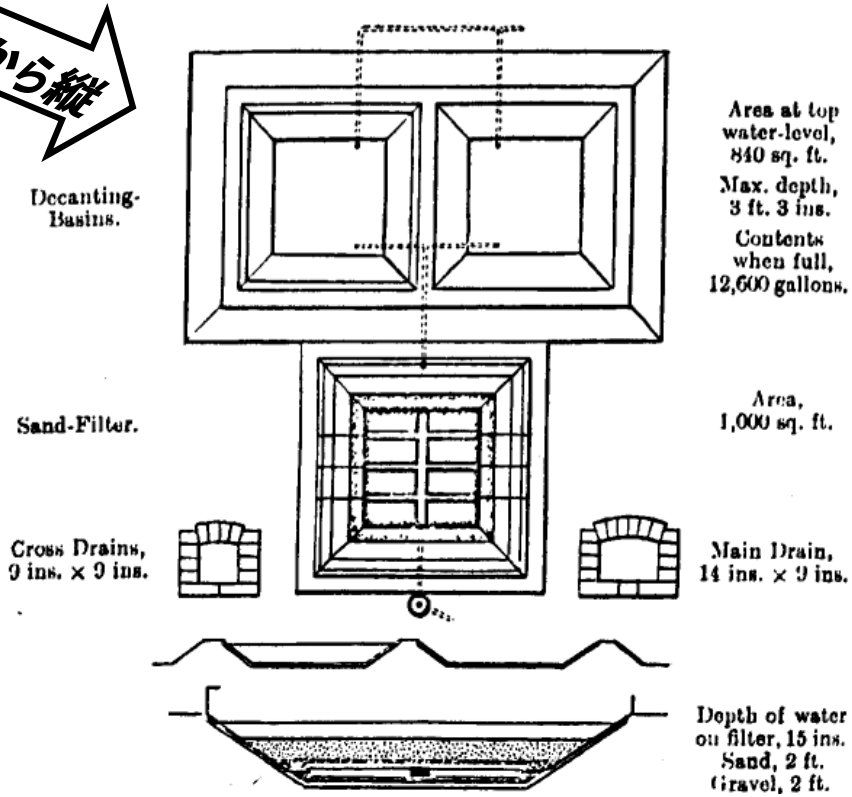

**汚れた水は、礫、小さな礫、洗い砂、水を下から上へ何回も通す、空気に触れる。**

# 緩速（砂）ろ過処理：Slow Sand Filtration: 河川水を礫と砂の槽を横に流して清澄な人工的な伏流水をつくり、市内中に売り歩いた（公共水道の起源：John Gibb. Scotland. 1804)




横から縦

James Simpson, 1829.1.29. テムズ河の水を沈殿池と砂ろ過で清澄な水を給水する施設を完成。上から下へ流すゆっくり砂ろ過、砂層表面の削り取りでろ過閉塞回避も開発。



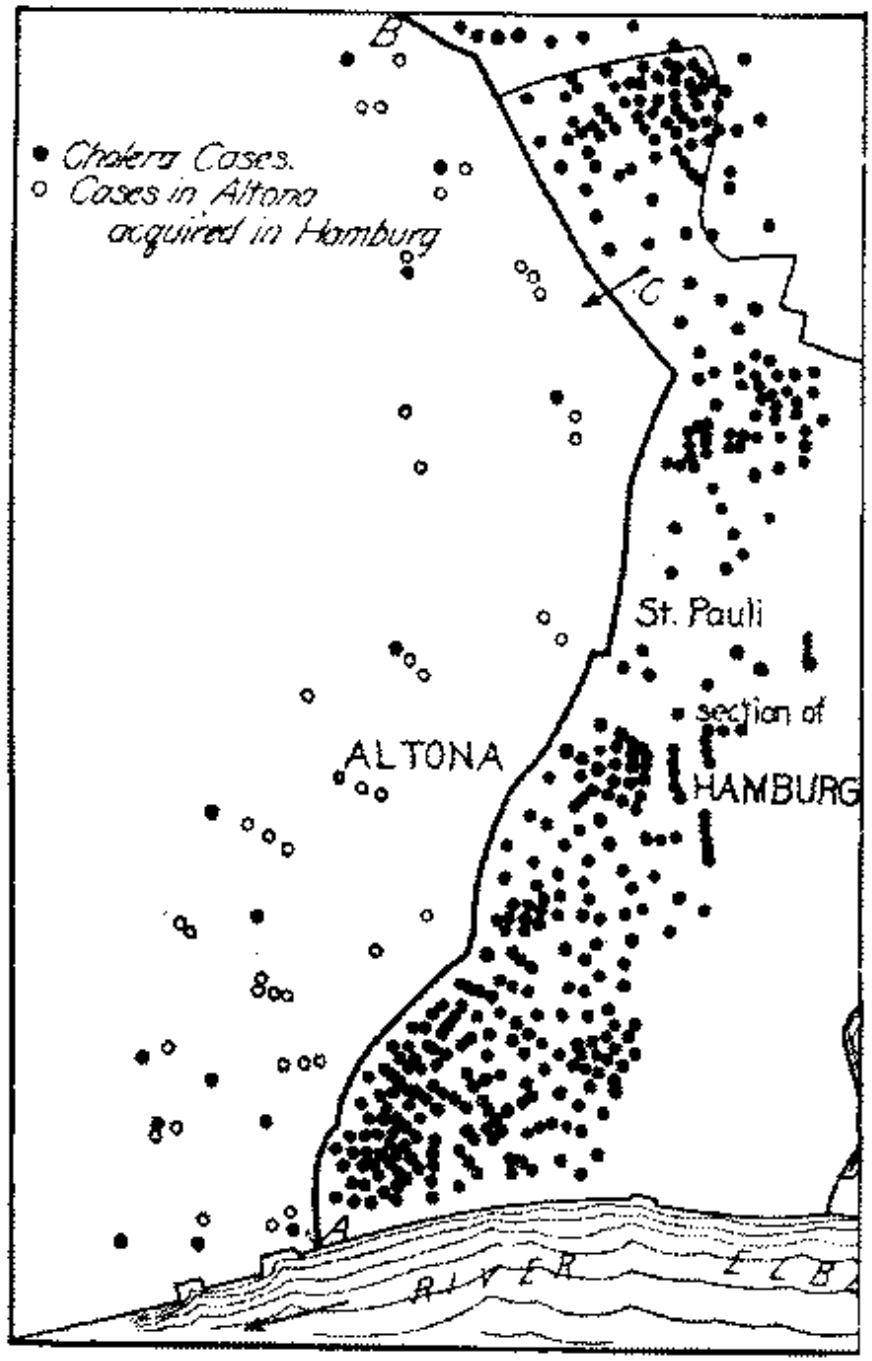

物理的ろ過で清澄な水、細菌除去ができると考えた。

1832:**水道水源はこんなだった。汚水で汚れた水でした。こんなに汚い水でも緩速ろ過処理で、病原菌が除けていた。**

**怪物スープ**(Monster Soup)**呼ばれるテムズの水：こんな水をおいしく安全な飲み水にできた**(1828：**風刺画**)。

1829 Simpson ‘s　1Acre Filter　**コレラ流行してもSSFだと大丈夫と評判**
**日本：幕末から明治、コレラ大流行**
1883 (**明治**12) **年**Palmer**に横浜水道設計依頼、**1887 (**明治**20)10.17.**給水開始**

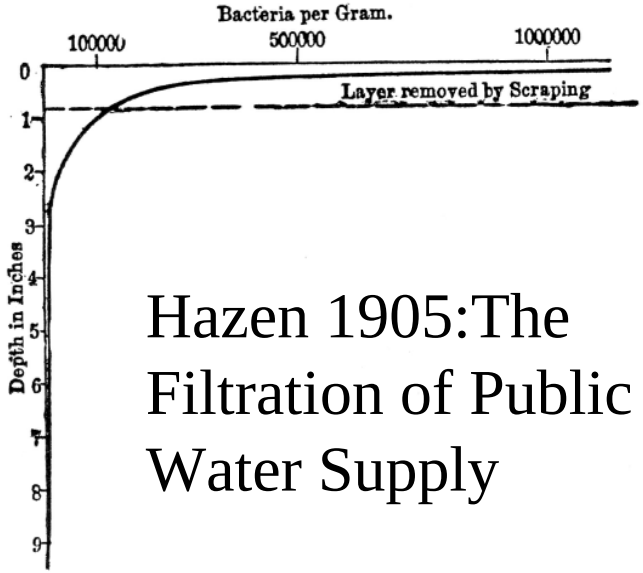
**1892（明治25）年ドイツ・ハンブルグとアルトナでのコレラ患者の分布：アルトナでは大人しか患者がでない。**




**ゆっくり砂ろ過：緩速ろ過**
**＝コレラ菌 (病原菌) は除ける**

1ml**中に一般細菌が１００以下ならコレラ患者がでない。**

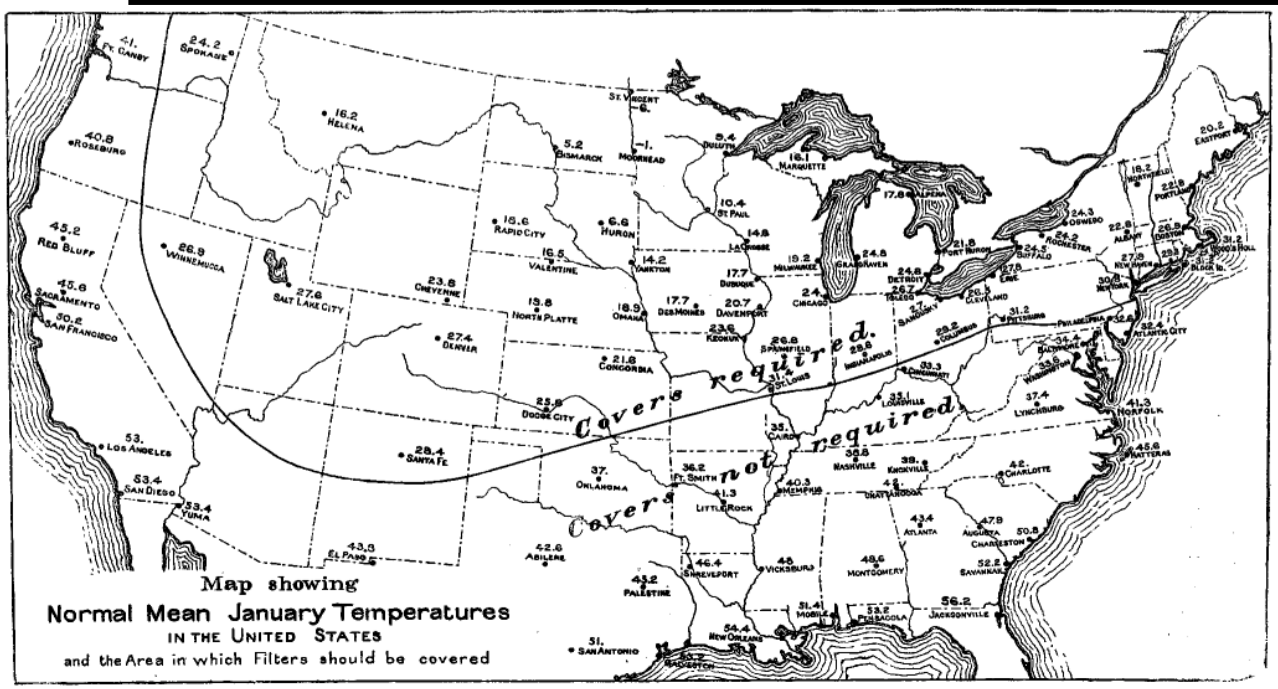
Robert Koch




Hazen 1905:The Filtration of Public Water Supply

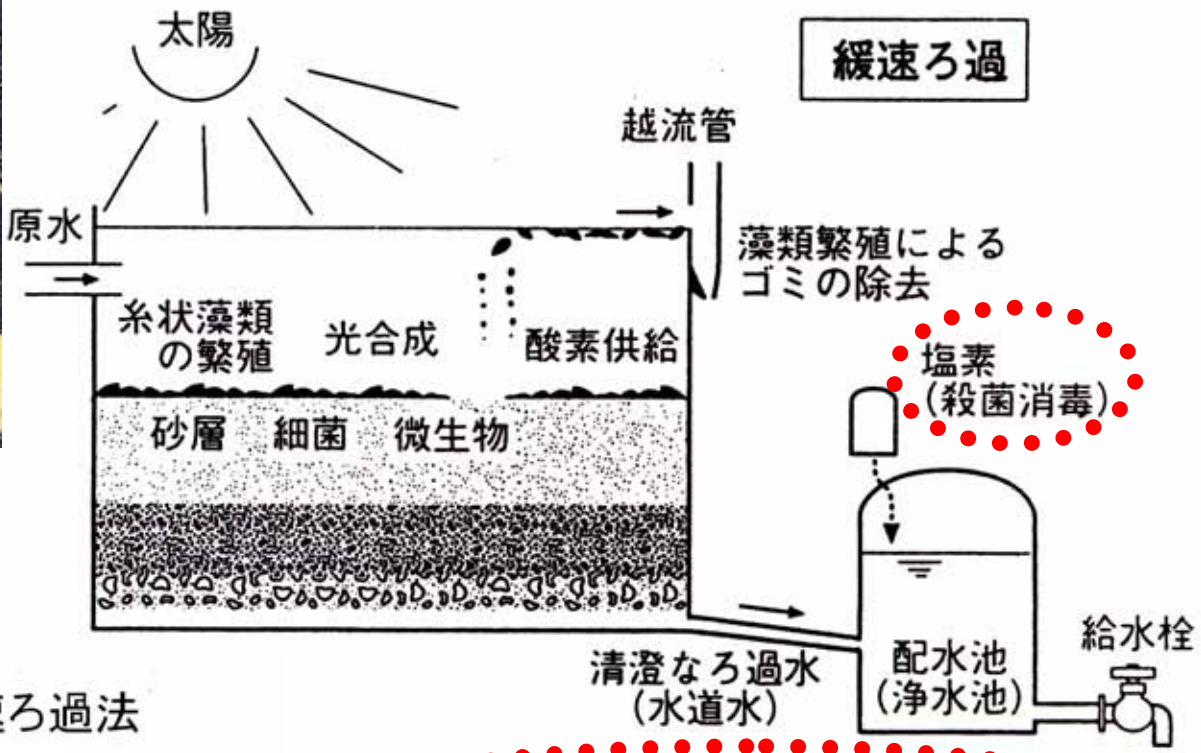
1893年報告：Berlin,砂層表面近くにだけ細菌や汚泥が存在、冬期は、削りとりは深く、夏は藻が繁殖し、削りとり深さは浅かった。OpenとCoverを20年間の結果をみたら、Openの方が細菌除去が良かった。藻が繁殖する時期、水は汚いが、ろ過水は清澄。しかし例外かもとの記述。

**生物処理という意識ができたが、物理的な砂ろ過が主と考えた。**




**凍結時の削りとりに費用がかかるので、凍結防止にろ過池を覆うことを勧める。**

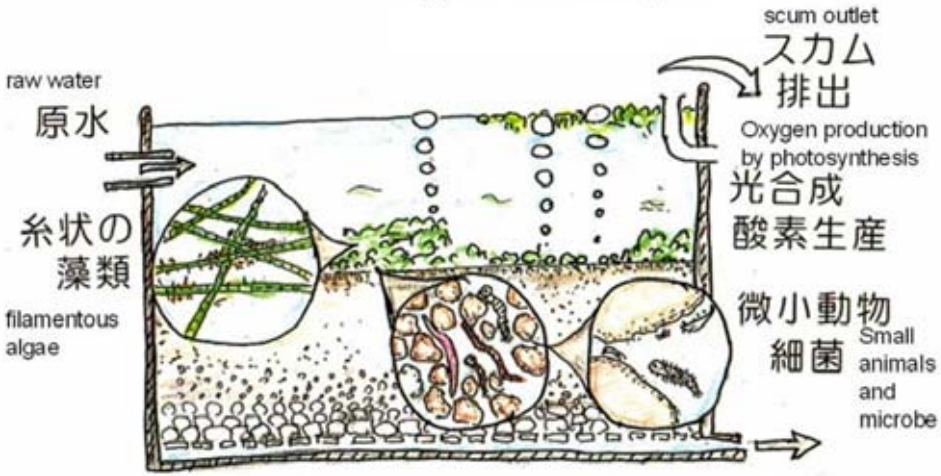
**砂ろ過→生物群集の働きによる浄化**



ゆっくりの砂ろ過 Slow sand filtration 緩速(かんそく)ろ過法

⇨ 生物浄化法

Ecological Purification System




生物の働きによる安全でおいしい飲み水

Safe and delicious drinking water by biological activity

**塩素消毒は戦後、強制された**

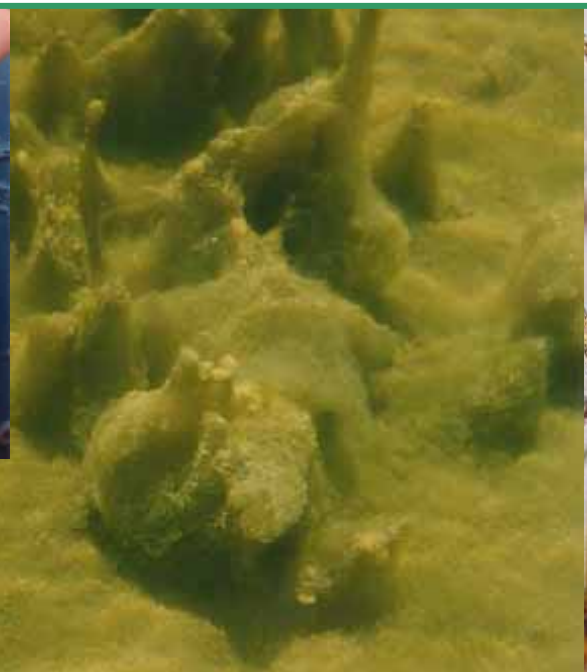
**河原の伏流水を人工的につくる**

1池で約1万人分の水道水

テムズ水道にならうと2万人分

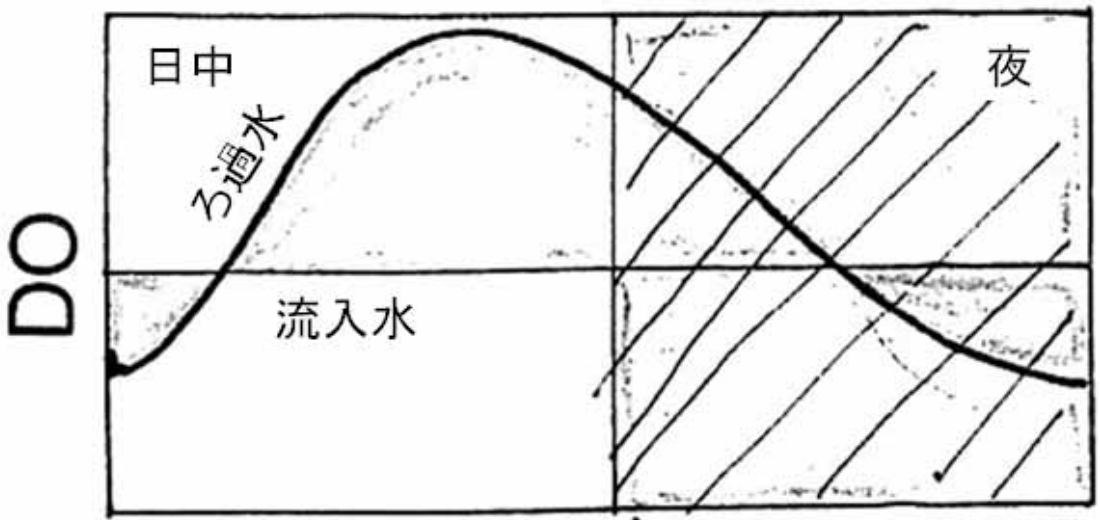
# 糸状藻類の連続培養系

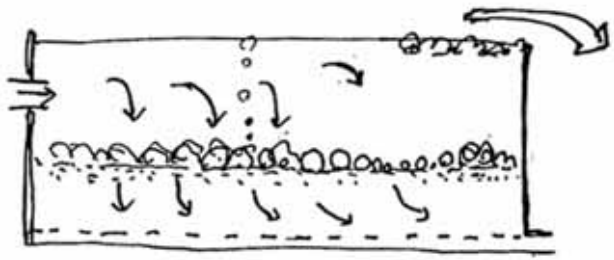
光合成による酸素生産（気泡の浮力）



濁りの捕捉

砂面の気泡中の
酸素分圧

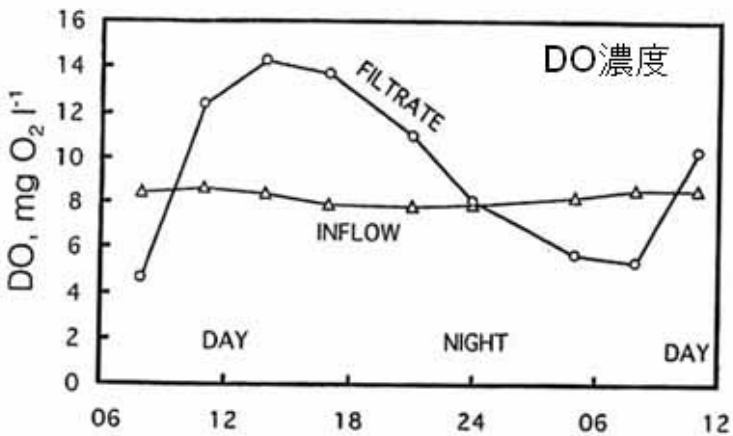


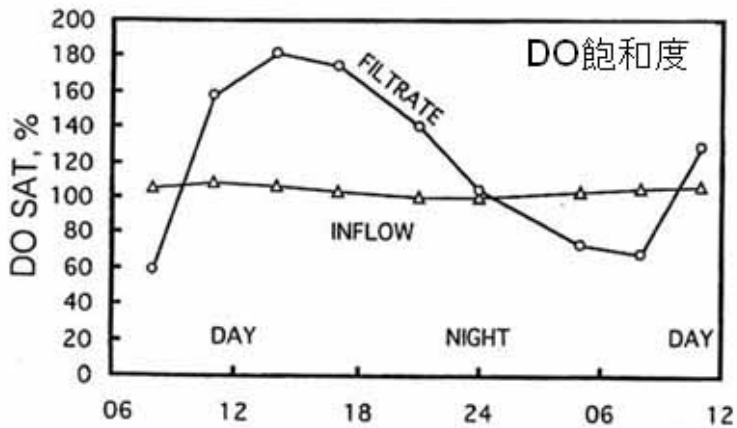



糸状藻類の連続培養

ろ過水は酸素豊富な
上流の伏流水

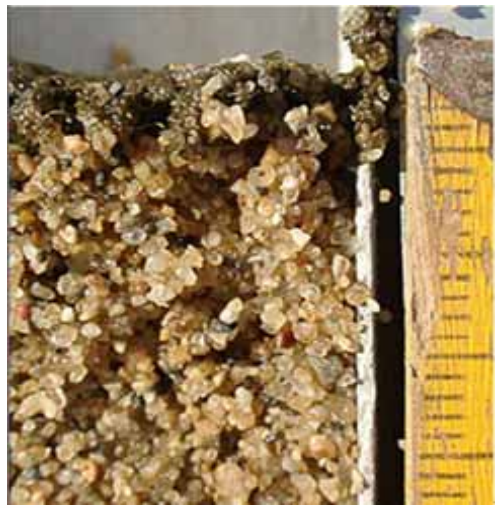
$$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons CH_2O + O_2$$

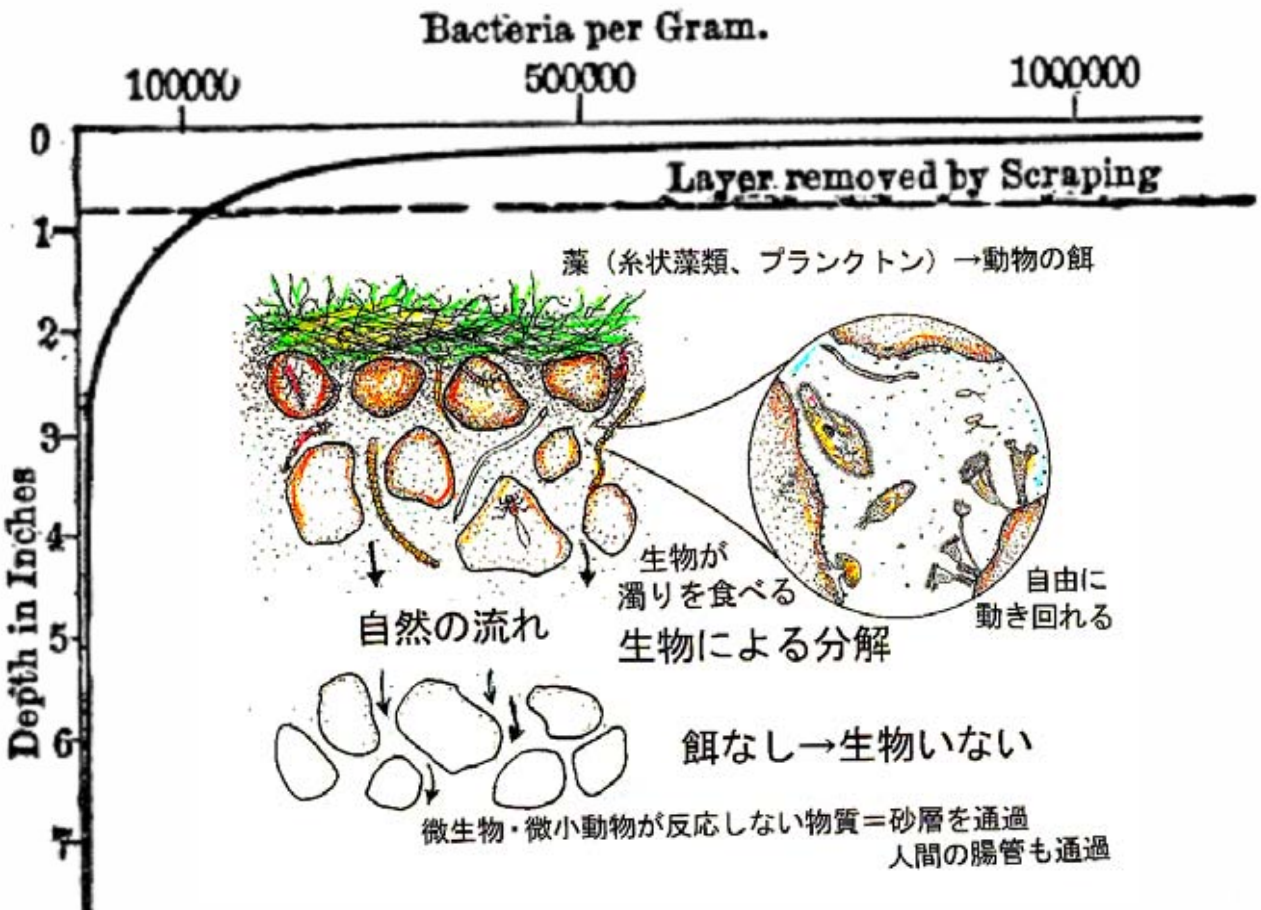


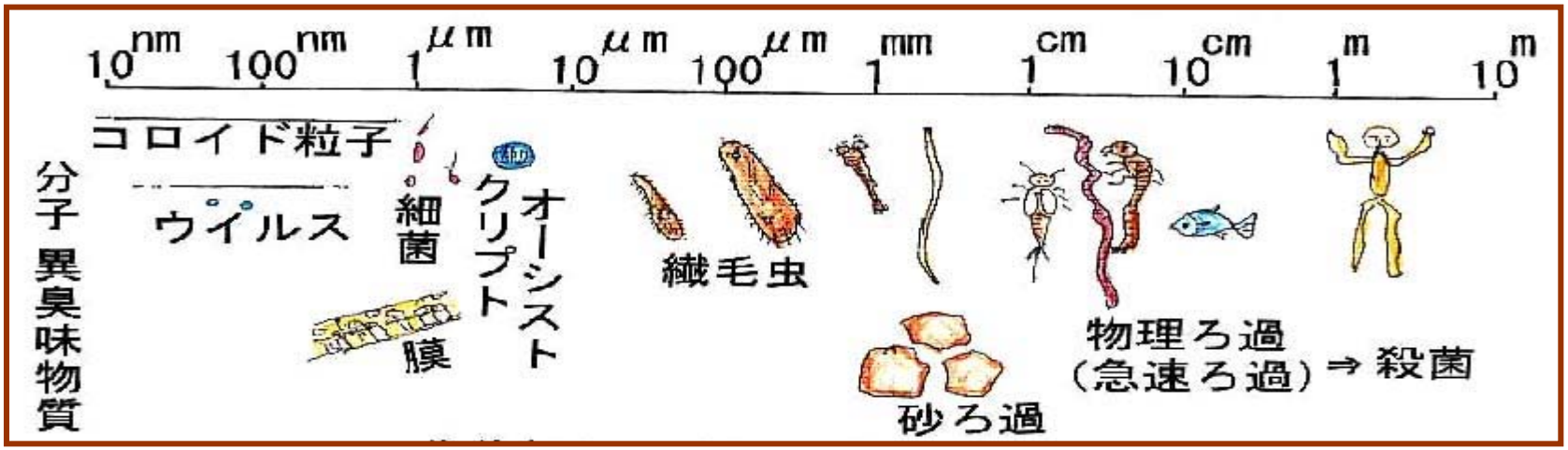



**砂層約1～2cmを通過するだけで生物による浄化される。通過時間は数分＝生物による瞬間浄化である。**

***砂層が1mとは、保険だ。***







**あらゆる生物群集の活躍で、安全でおいしい飲み水ができる。**

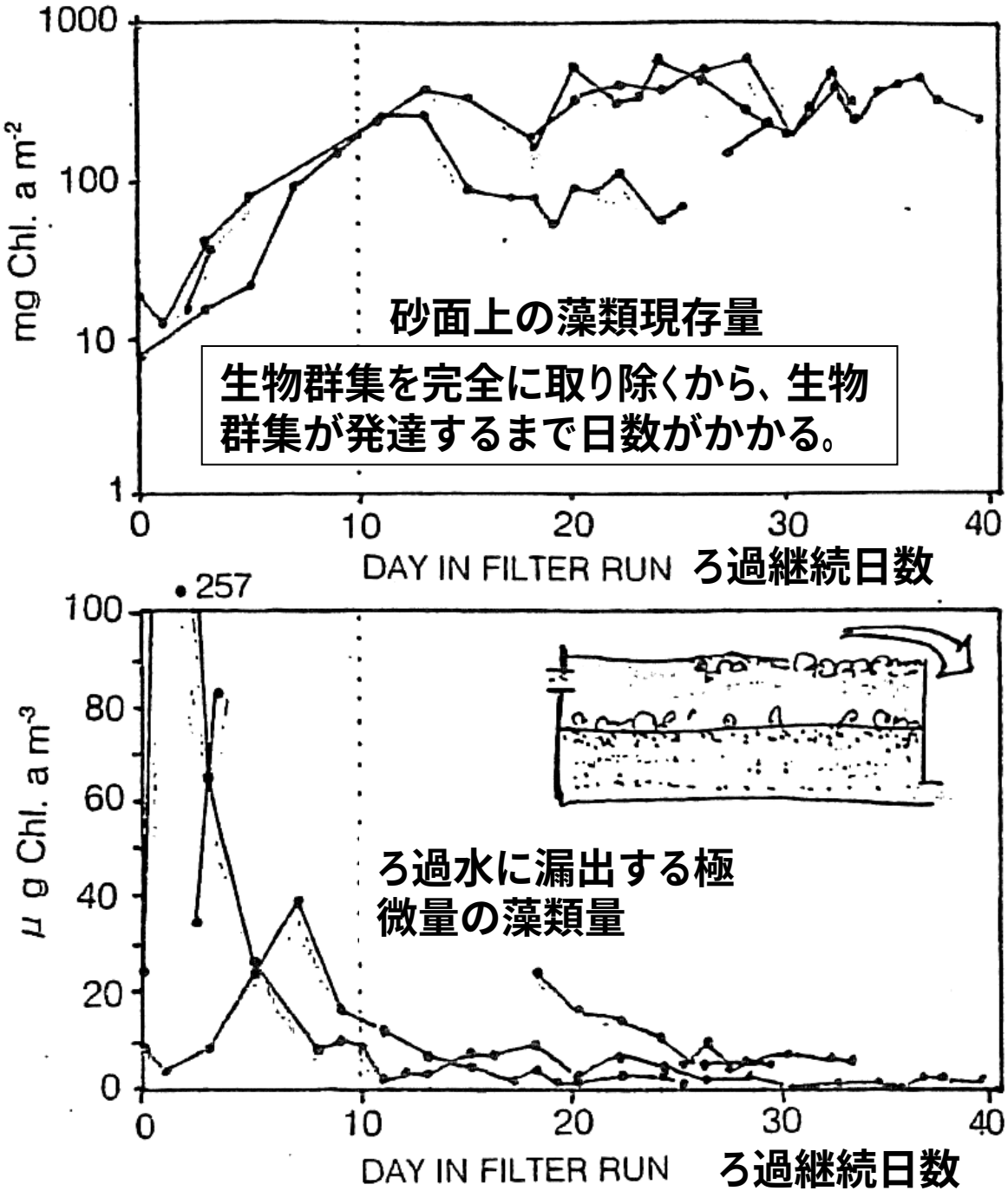
**藻→酸素、動物の餌**

# 生物浄化（短時間の作業＋長時間の作用）

**採食食物連鎖：短時間＋腐植食物連鎖：長時間**

**動物は濁りを集めて、上に持ち上げる（糞は上に）**

**動物の糞塊（団粒構造：嫌気、外は好気）**



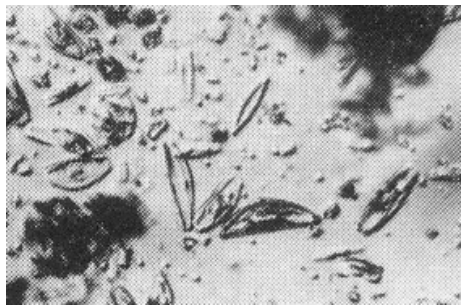

夏は、約10日で、藻類被膜が発達し、藻類の連続培養系になる。

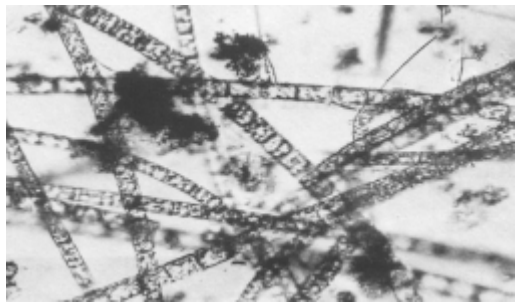
夏は、約10日で、理想的なろ過水になる。

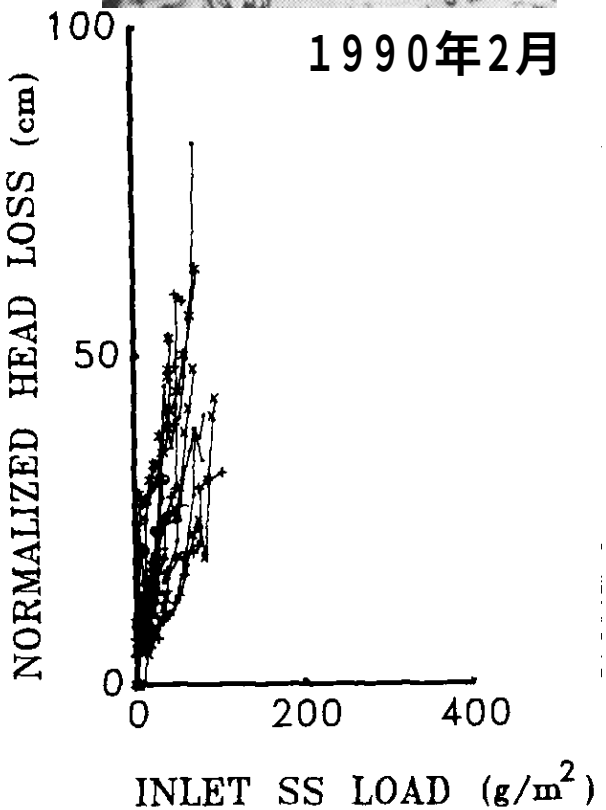
夏は、この作業は必要ない。汚泥がでない。良い水質になると、悪い水にしている間違い作業。

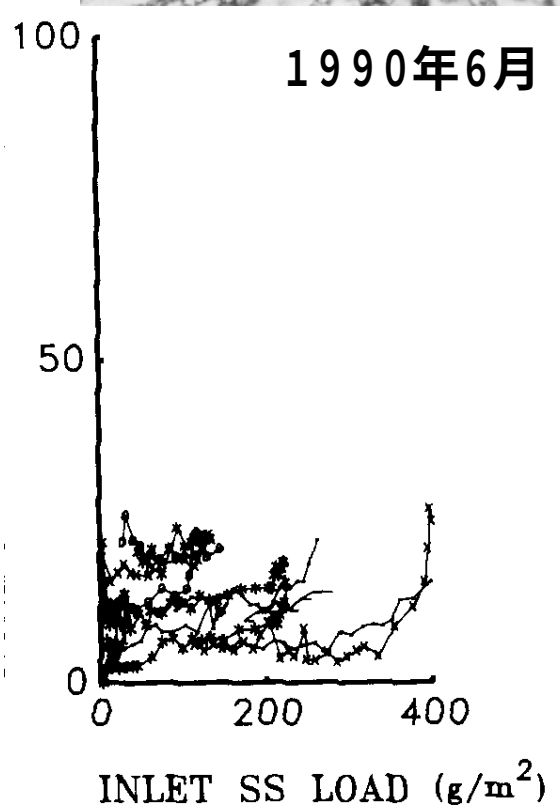
# 前処理薬剤（凝集剤、殺藻剤）とろ過抵抗

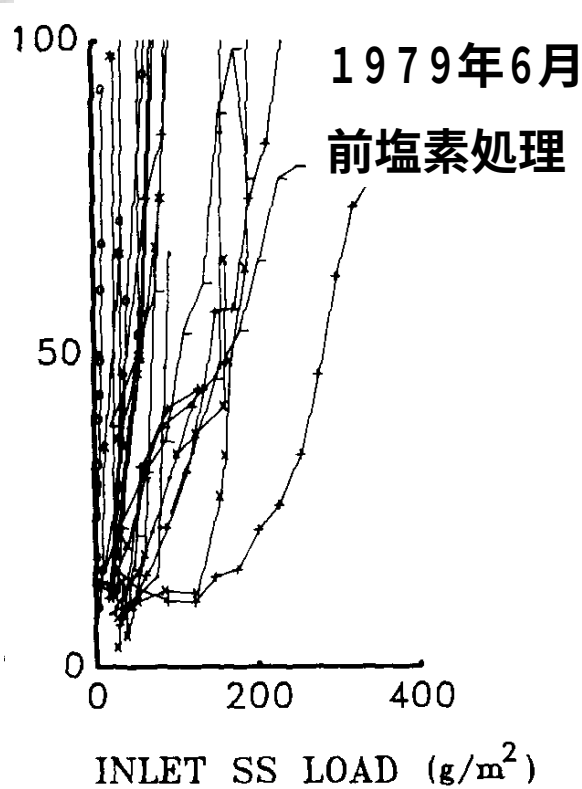
臭い水騒ぎの時は、前塩素添加し、生物が繁殖していなかった。生物が活躍せず、ろ過閉塞状態になっていた。








標準化損失水頭、cm

流入懸濁物質負荷量

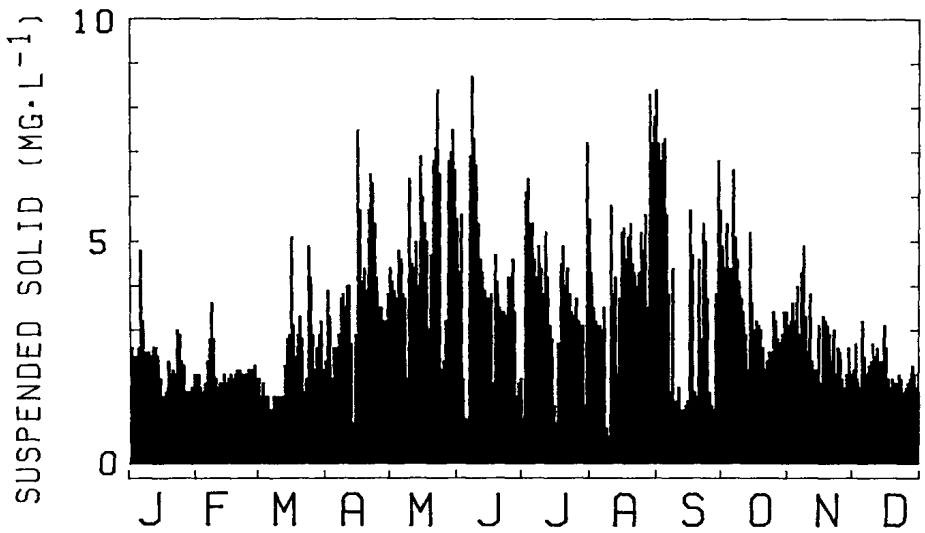



Fig. 6 . Seasonal variation of suspended solid concentration in the inflow water.

**濁度が高い時期は抵抗が増えない**

**水温、日射が多い＝生物活性が高い時期＝藻類被膜が発達する期間は目詰まりしない**

**連続培養系により藻類被膜に捕捉した濁りが除かれる＋微小動物が濁りを捕捉し、砂層表面に運び上げ、分解する。生物活性が高い時期は、目詰まりしない。**

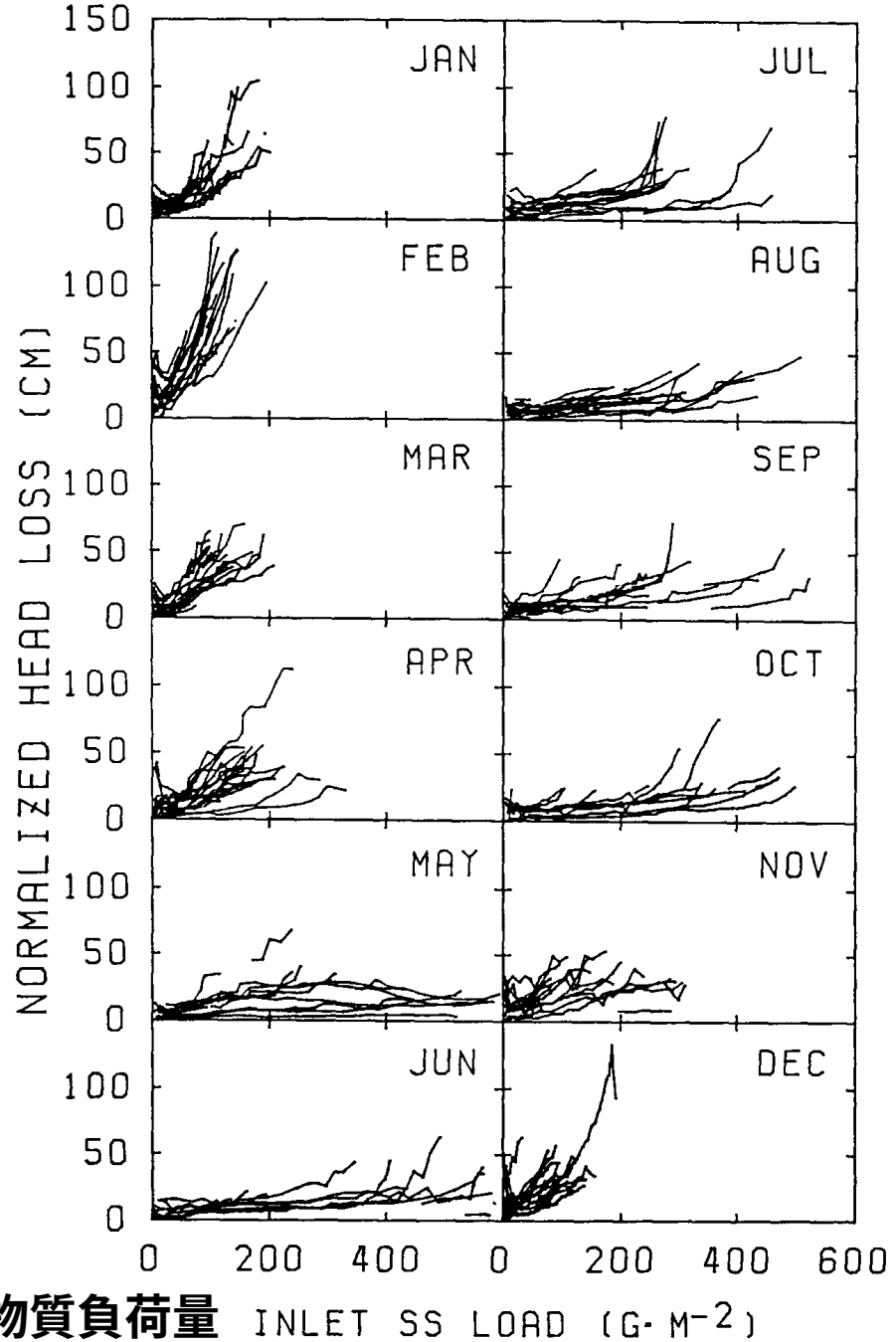



Fig. 7 . Relationship between load of suspended solid on the filter and normalized head loss in each month.

昭和39(1964)年完成　若田浄水場

自然沈澱池　3mx10.5mx50m=1,575m3　10池

容量1,575m3/5,000m3=0.315日=7時間半（滞留）

ろ過池　31mx41m=1,250m2　10池

ろ過速度　4m/d　5,000m3/d　x9池=45,000m3

一人1日0.3m3とすると15万人分の水道需要

明治43(1910)年完成　剣崎浄水場

沈澱池：45.95mx30.8mx2.75m=3,863m3　2池

35.91mx36.36mx2.75m=5,296m3　1池

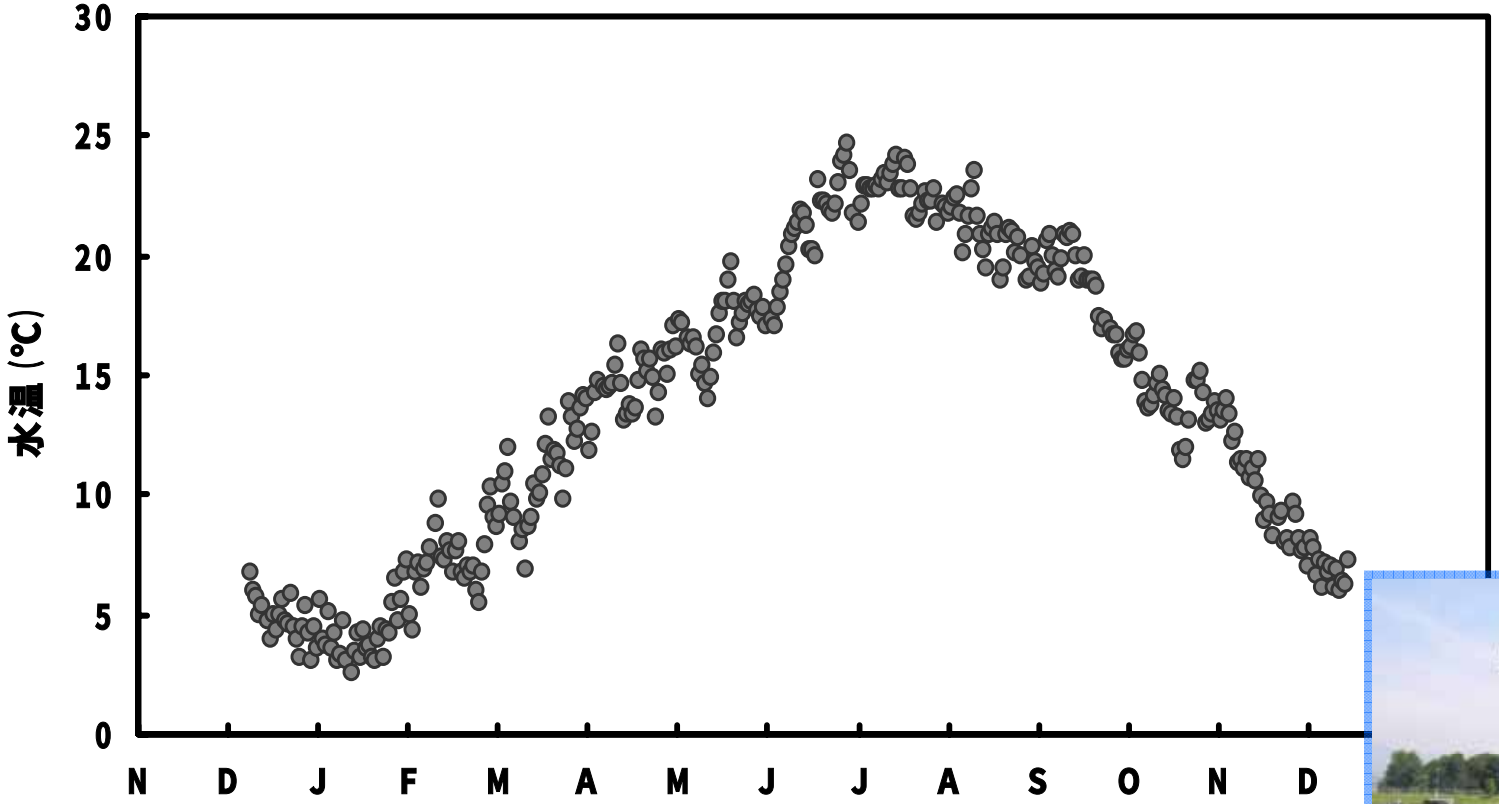
容量計13,022m3　滞留：2.4日

ろ過池　35.91mx28.33m=1,000m2　4池

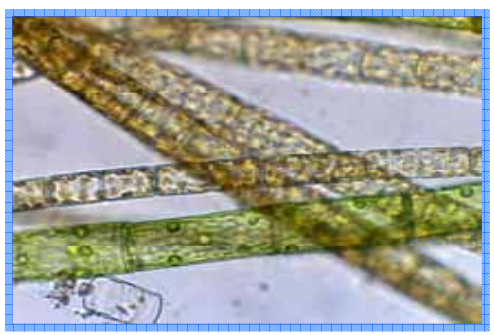
ろ過速度：3～4m/d　3,500m3/d　x4池=14,000m3

4万7千人分の水道需要

# 若田浄水場で、藻類被膜の発達と捕食動物の関係を調べた。



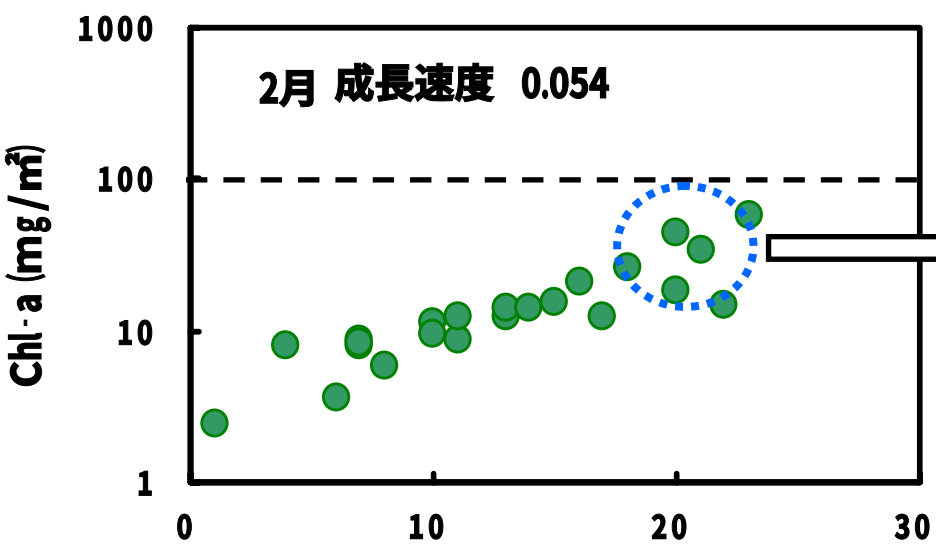

若田浄水場、ろ過池流入水の平均水温の季節変化
(2003年12月から2004年12月)

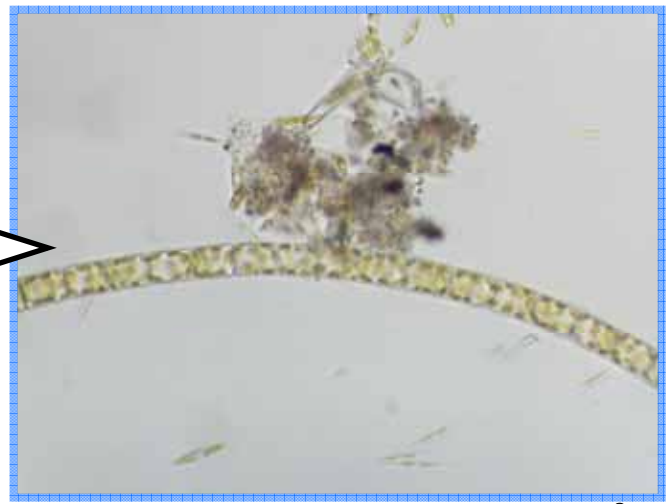


糸状藻類 (被膜中の優占種)

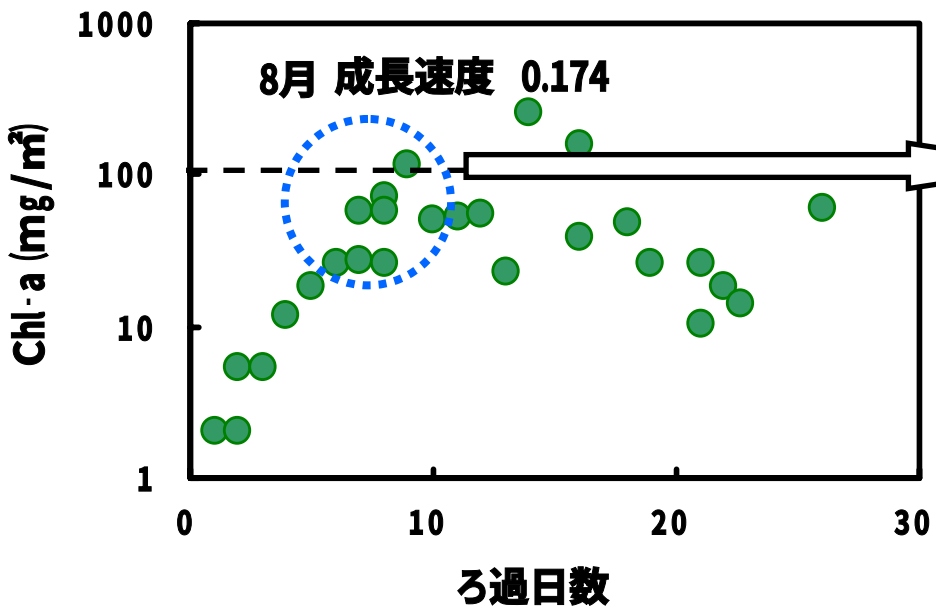
珪藻の捕食動物ユスリカ幼虫

# 藻類被膜のクロロフィルa量



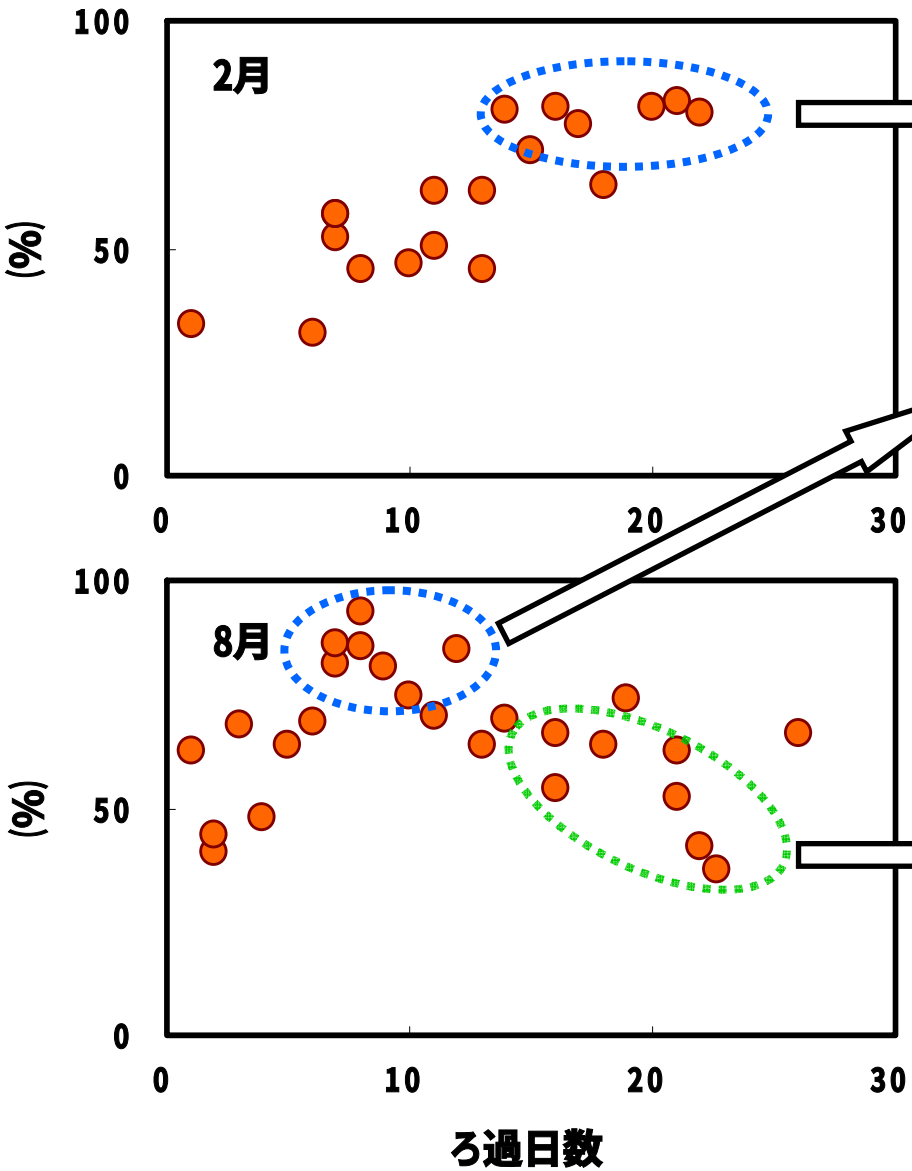



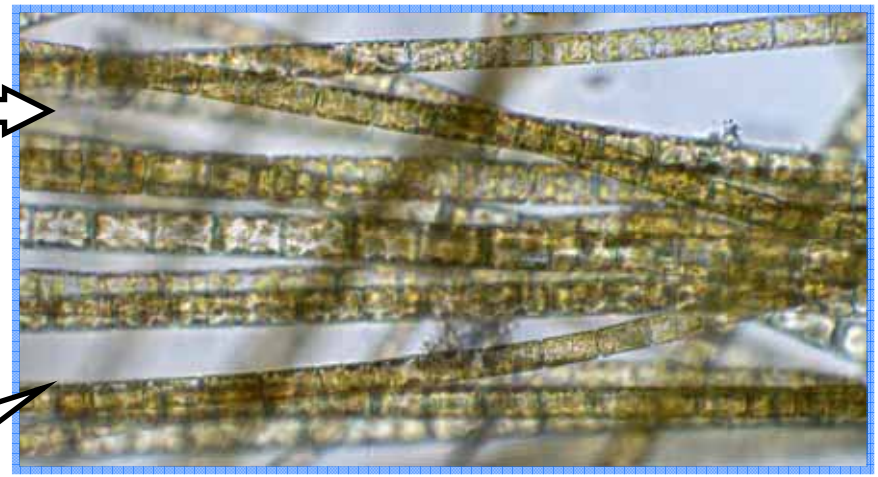
*Melosira varians* 2.5E＋09cells/m²



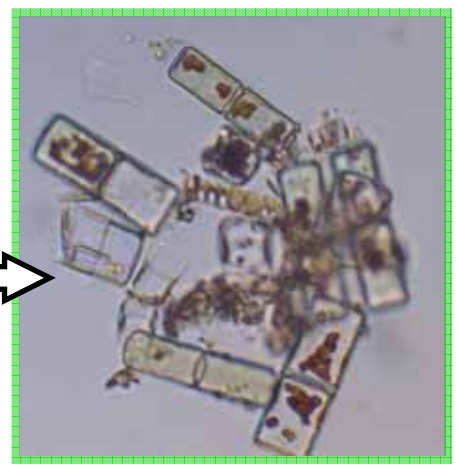
*Melosira varians* 2.6E＋10cells/m²

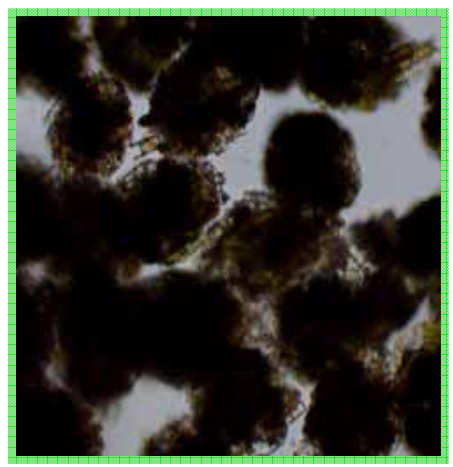
藻類被膜の活性(%): Chl.a/(Chl.a+Phe.a)



活性が良い*M.varians*

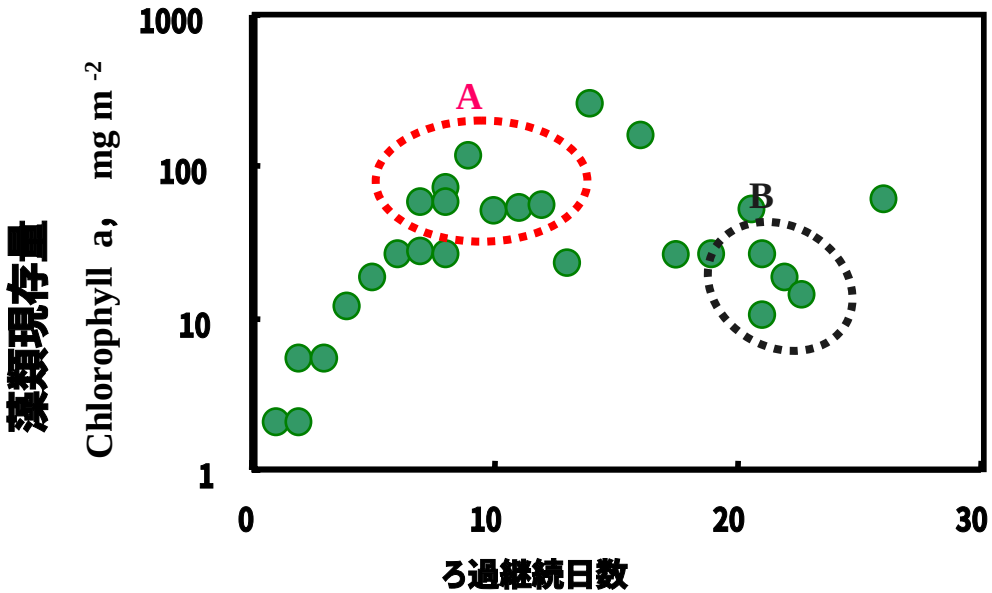


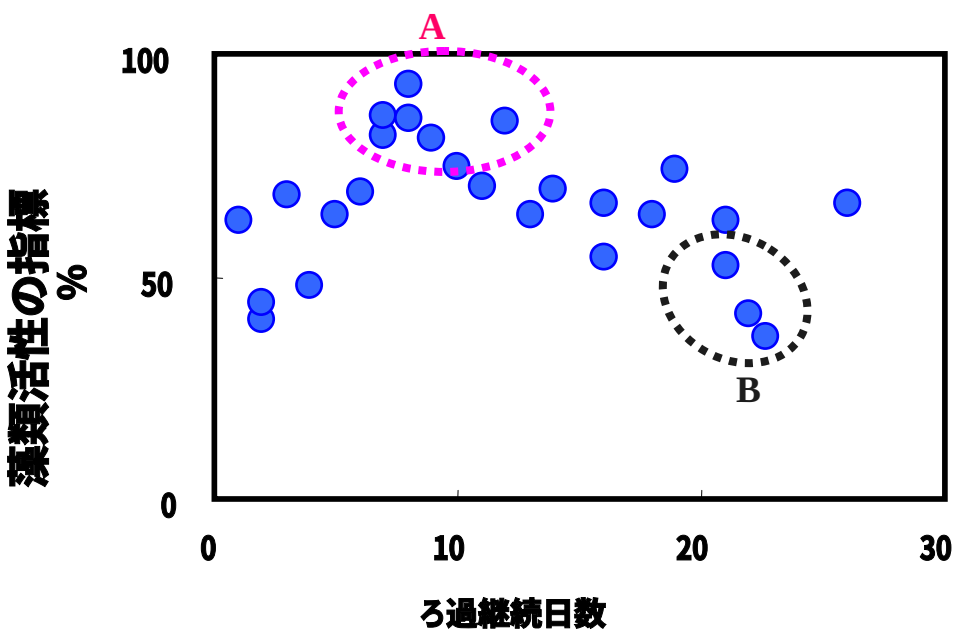


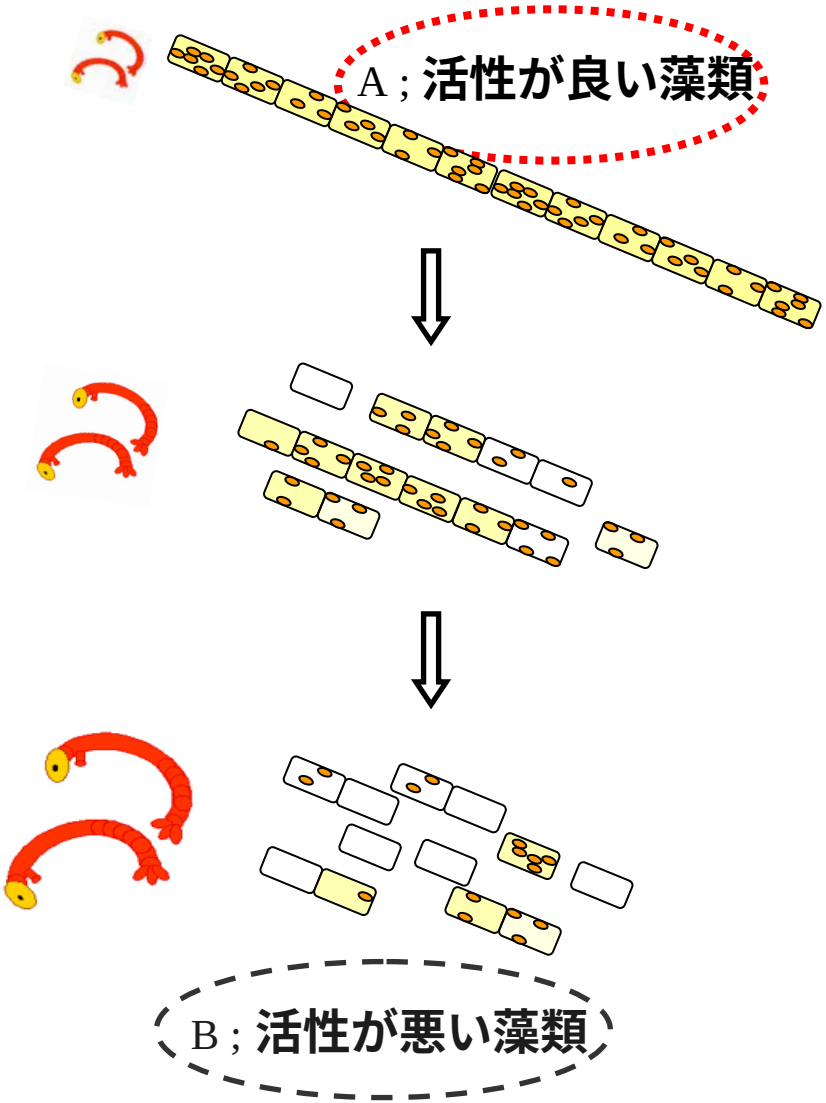
ユスリカ幼虫の捕食が進み、

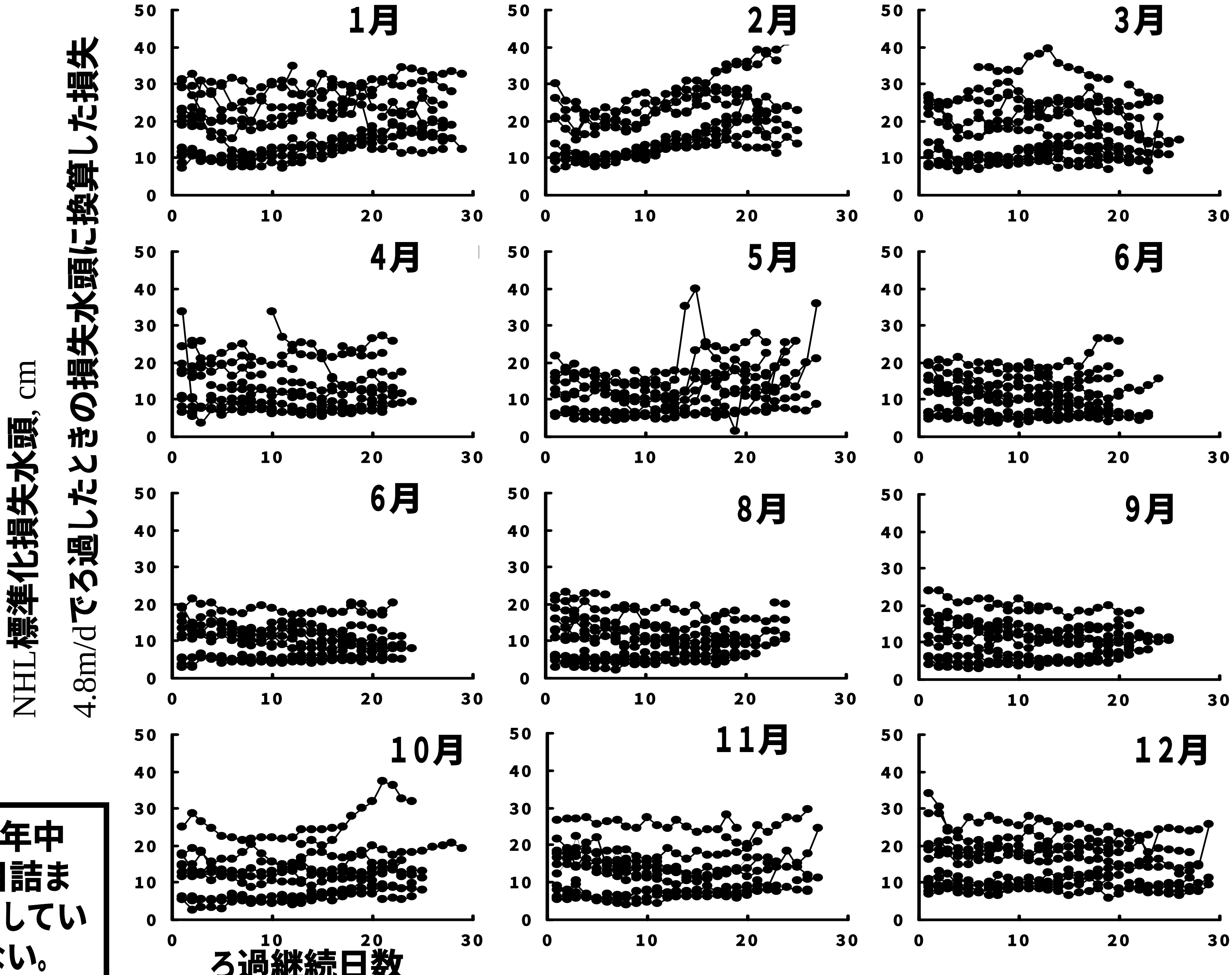
活性が低下した*M.varians*

夏のクロロフィル量で調べた藻類の発達。ろ過継続に伴う糸状珪藻の減少は、ユスリカ幼虫による捕食である。この減少は、水温が高い夏に顕著である。






1年中目詰まりしていない。

冬、寒くても、太陽光が十分当たるなら、光合成をする藻が繁殖する。

水深が深く、光が底に十分届かないろ過池で、藻が繁殖しにくかった。そこで、水深を浅くし、生物活性を高めるように改良した。

高崎市若田浄水場

平成4（1992）年の削り取り

削り取り

↓

鋤取り（取り除く厚みが大きい）

汚泥（汚砂）：生物群集を取り除く

平成13(2001)年制作、群馬テレビより

**鋤取り**状況