

下水道の市民科学発表会
諏訪湖と“クリーンレイク諏訪”
協働効果を生んだ街づくり
市民活動の次の試み

市民科学的技術の広域地域連携

発表者 諏訪湖クラブ 井上祥一郎

記録書：信州大学山岳科学総合研究所沖野外輝夫・花里孝幸編
～人と生き物のドラマ～

「アオコの消えた諏訪湖」

山岳科学叢書3 信濃毎日新聞社 2005

- 5章 「汚濁への挑戦」から下水道の建設へ
 - 1 「よみがえれ諏訪湖」を合い言葉に
 - 2 諏訪湖流域下水道建設の経過
 - 3 諏訪湖流域下水道の普及活動
 - 4 これからの方向
- 8章 浄化効果の評価—シュミレーションモデル検証
 - 1 諏訪湖モデルと下水道計画のモデル
 - 2 諏訪湖浄化目標設定の現場からの報告
 - 3 諏訪湖での浄化対策事業の効果
 - 4 今後の浄化対策事業

諏訪湖浄化への地域住民の取り組み(抜粋)

- 1973 諏訪市立上諏訪中学校、諏訪湖清掃開始
- 1977 下諏訪青年会議所 トンボ作戦開始
- 1980－1990 諏訪地方大学問題懇話会
- 1980 下諏訪町諏訪湖浄化対策連絡協議会発足
- 1985 諏訪湖一斉清掃開始
- 1989 第1回日独環境まちづくりセミナー、諏訪まちづくり懇談会発足
- 1990 環境会議諏訪(現諏訪湖クラブ)発足
- 1991 第2回日独環境まちづくりセミナー
- 1993 第3回日独環境まちづくりセミナー
- 2001 第4回日独環境まちづくりセミナー

諏訪湖流域下水道施設

- 昭和40(1965)年度に「諏訪湖浄化対策研究委員会」が発足(処理放流位置 ①湖に直接 ②釜口水門直上 ③釜口水門直下 ④天白橋 の4案の内 ②に決定)
- 昭和46(1971)年度に事業認可、昭和54(1979)年度に使用開始(標準活性汚泥法)
- 平成9(1997)年度～平成16(2004)年度に高度処理(凝集剤併用型循環式硝化脱窒法＋急速濾過法)導入

諏訪湖流域下水道 豊田終末処理場(現クリーンレイク諏訪) 高度処理水水質

- 平成30年4月～令和2年12月までの平均値
- ① 水温 22.0°C(18.5～26.3)
- ② pH 6.5～6.8
- ③ BOD 1.0mg/L(0.6～1.6)
- ④ COD 4.7mg/L(3.7～5.3)⇒α中腐水性
- ⑤ 全窒素 8.4mg/L(4.9～10.9)
- ⑥ 全リン 0.33mg/L(0.28～0.41)

最近の諏訪湖の水産危機

- 『漁業再生へ対応を 諏訪湖漁協が県に要望書』(2021年6月18日付)
- 今春のワカサギの採卵事業は、例年だと流入河川を遡上するはずの親魚の姿がほとんどなかったため、魚卵の出荷を断念した。エビ漁も漁獲量が一昨年の4分の1に落ち込み、例年6月の1ヶ月間としている漁期を19日までの20日間に短縮した。今年の水カサギ、エビの状況は「これまでにない程深刻」(武居組合長) 出典:長野日報

水産生物と水質・底質

- 水産資源といわれる水生生物の生息環境
- 衣食住

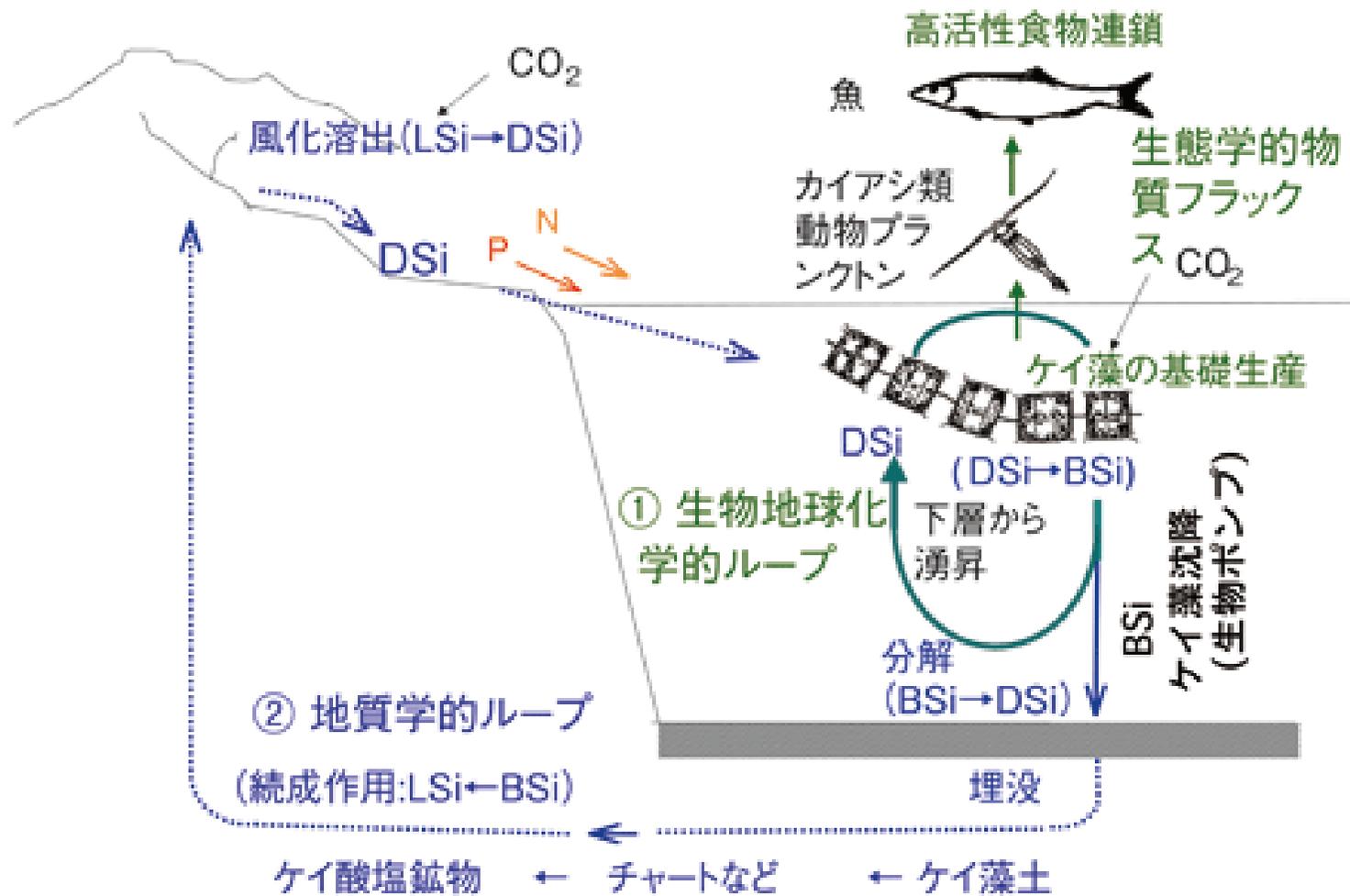
“衣”は、空気と水で、酸素を含んだ環境水
水質階級Ⅰ、水質階級Ⅱ、水質階級Ⅲ、
水質階級Ⅳに分けられていて、指標生物が
示されている。アユ、ゲンジボタルは階級Ⅱ

“食”はケイ藻類の優占（Ⅰ～Ⅳ、塩淡不問）

“住”は、砂泥質・砂質等で棲み分け

高活性食物連鎖はケイ藻優占水質で生まれる！

(国立環境研究所 原島省研究員原図)



理化学的水質と生物の関連

下表を土木学会論文報告集第236号・1975年4月の安田正志・中村郁子著『河川の水質評価における理化学的水質と生物の関連性』から引用。下水高度処理水のCOD_{Mn}は経験的に4～10程度(α中腐水性)。

項目	単位	貧腐水性(Ⅰ)	β中腐水性(Ⅱ)	α中腐水性(Ⅲ)
COD Cr	mg/ℓ	0～3	3～6	6～18
COD Mn	mg/ℓ	0～2	2～4	4～7
DO	mg/ℓ	7.5以上	7.5以上	7.5以下
DO(飽和度)	%	85以上	85以上	85以下
NH4-N	mg/ℓ	0～0.04	0.04～0.06	0.06～0.5
NO2-N	μg/ℓ	4以下	4以上	4以上
pH	—	—	—	7.0以下

緩速ろ過の水質実績

- 下水の高度処理水を、市民が手掛けられる簡便な手法、緩速ろ過を変じた“生物浄化法”を通したら、水質階級Ⅲ（ α 中腐水性）を、水質階級Ⅱ（ β 中腐水性）に変えられる可能性（下表は岩瀬の私信による）

染屋、石船、若田のKMnO ₄ を図から解読 単位：（mg/L）				
項目	染屋 平水時	染屋全体	石船	若田
原水	5.7	6.4	7.7	3.3
未ろ水	4.3	3.8	4.1	3.1
ろ過水	2.6	2.4	1.9	1.4

市民科学としての目標

- きれいで豊かな湖沼水質に寄与できるか？
下水処理水のバケツモデルによる見せる化
- 高度処理水段階での「 α 中腐水性」水質を、「 β 中腐水性」水質までに改善（理化学的水質と生物指標の関連性は、1970年代の研究成果。 α 中腐水性のCOD Mn値は4～7mg/l、 β 中腐水性は2～4mg/l）
- 水産資源上重要な餌料はケイ藻であるといわれるので、ケイ藻の優占水質も目標

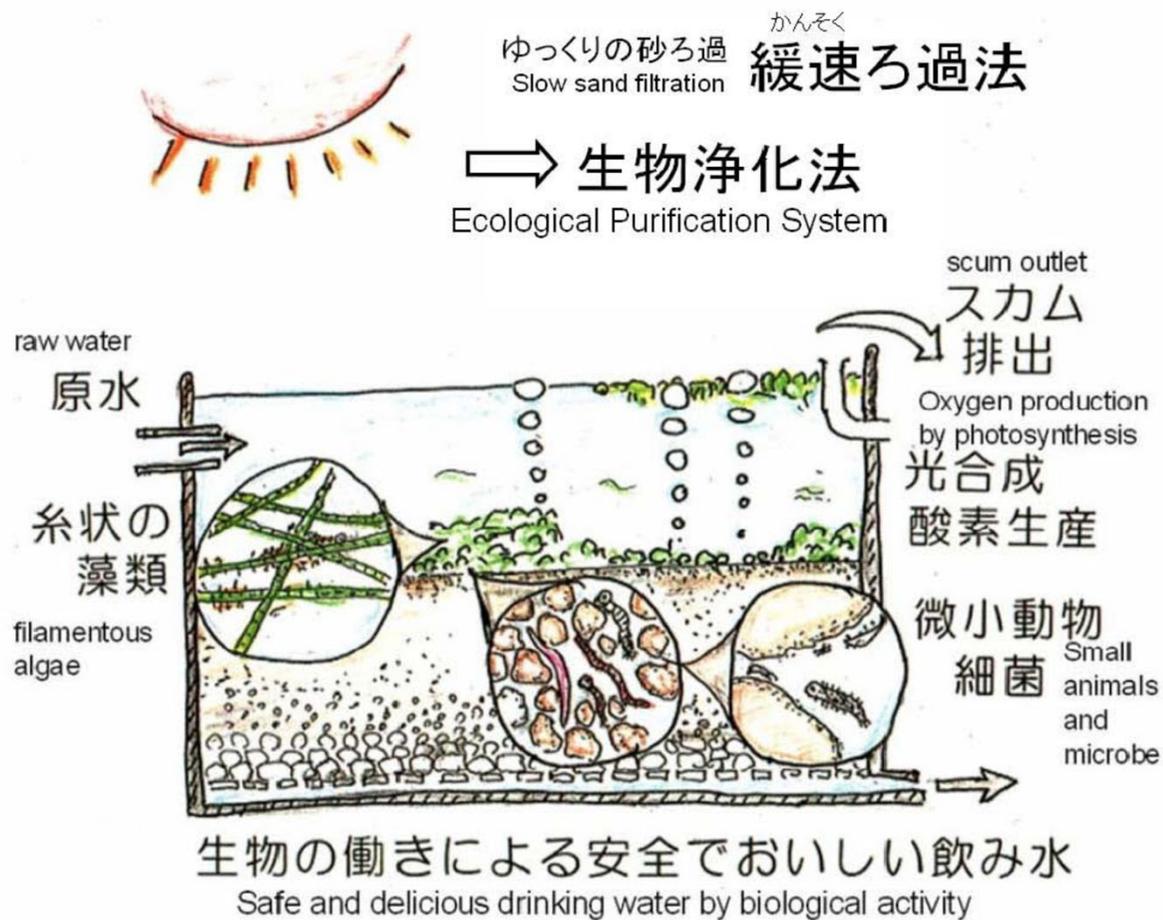
「下水道科学で“地域”と“下水道界” を元気に～下水道を核とした市民科 学育成プロジェクト～」の諏訪版

- 表記は日本下水道施設業協会誌(2016・1)の
小堀洋美東京都市大学特別教授と橋本翼国
交省下水道部流域管理官付の共著論文
- “諏訪湖クラブ”の市民科学的技術による諏訪
湖と地域への具体的な貢献策の提案
- 貧酸素化対策の“ナノバブル実験”は先行例
- 次の試み“生物浄化法”を取り上げたい

諏訪湖における実験構想案

- 実行主体：諏訪湖クラブ（信大臨湖研の支援）
- 実施場所：クリーンレイク諏訪 隣接地
- 目的：きれいで豊かな水への調整
- 実験方法：高度下水処理水を生物浄化処理し
実験水路（L:1.8m、W:7cm、H:1.5cm、20cm/秒）を経て放流。水路・疑似池出現生物を観察
⇒水路・疑似池のケイ藻優占状態の観察
⇒COD_{Mn}の1段階改善（例：6mg/ℓ⇒3mg/ℓ）

緩速ろ過法から生物浄化法へ



水深を浅くし、藻類を繁殖させ、微小動物を繁殖させる。ろ過継続を長くする。砂の粒径も大きくする。ろ過速度は、早い方が、夜明けの酸素不足にならないで良い。

削り取り回数はできるだけ少なくする。削り取りで、砂層内の生物群集を除かないようにする。砂での機械的なる過でなく、生物群集による浄化である。

自然の森林や畑の土壌層と比較しよう。土壌を除いては、生物は活躍できないし、分解できない。

信大繊維学部中本研の実績風景



緩速ろ過(生物浄化)法実験装置



To keep continuous flow by a small pump

Up-flow roughing filter

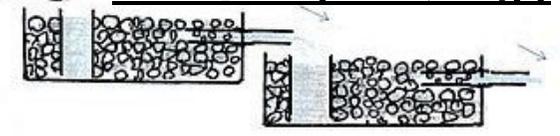
To make subsurface suspension free clean water in the flood plain.



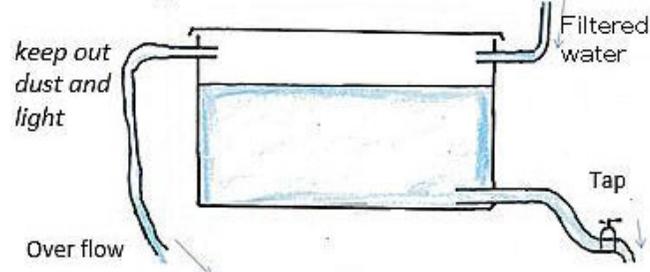
keep out small animals

生物浄化槽

上向式粗ろ過槽



Filtrate storage tank

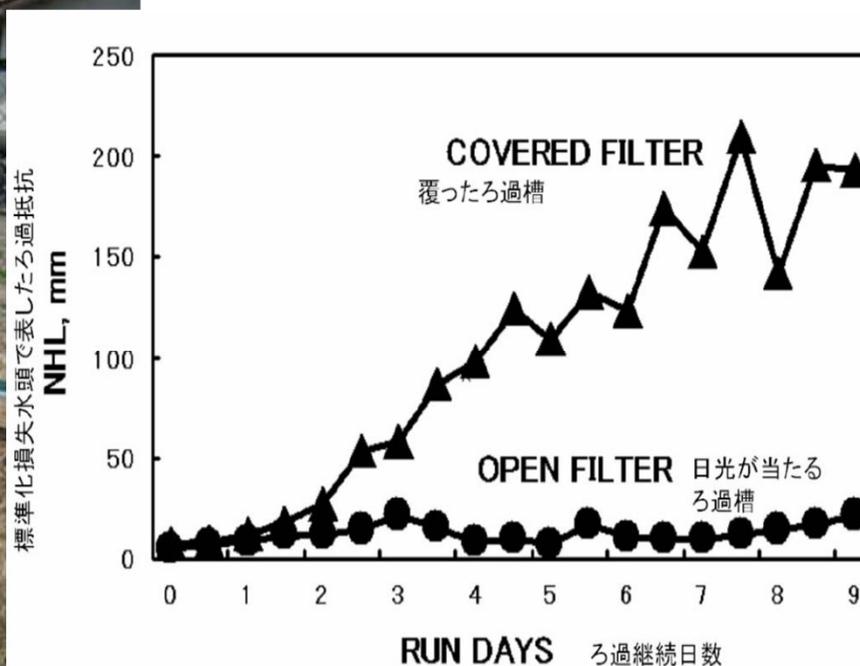


生物浄化槽

Under drainage porous pipe covered with mesh cloth.

中本原図

生物浄化法は藻類の働きを評価



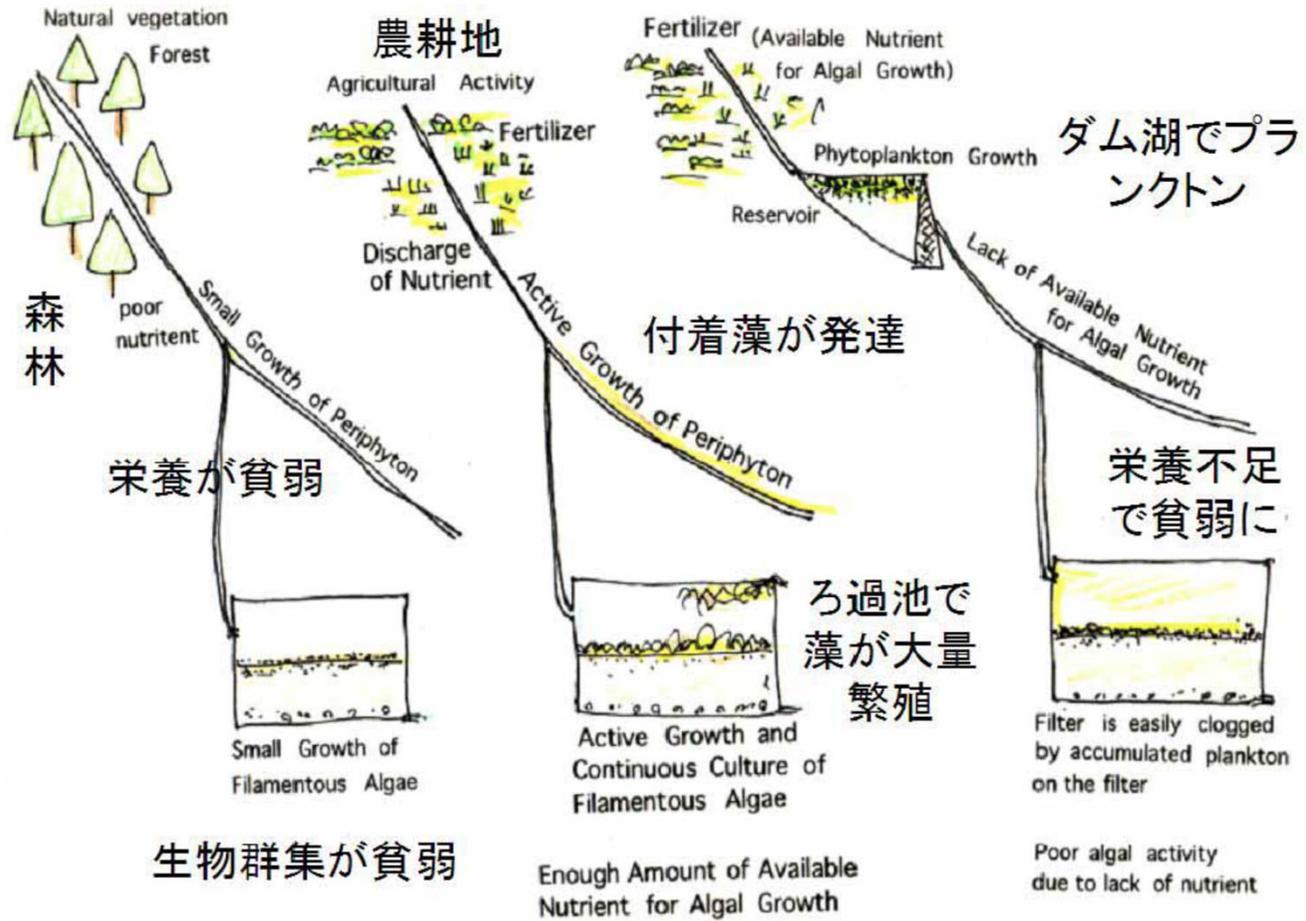
灌漑用水路の水をモデルろ過槽で実験:

Open: 藻を繁殖させるろ過閉塞しにくい: 長く使える→あらゆる生物群集が活躍

Covered: 藻が繁殖できない→河川水中の濁りで、目詰まり: ろ過抵抗があがる。

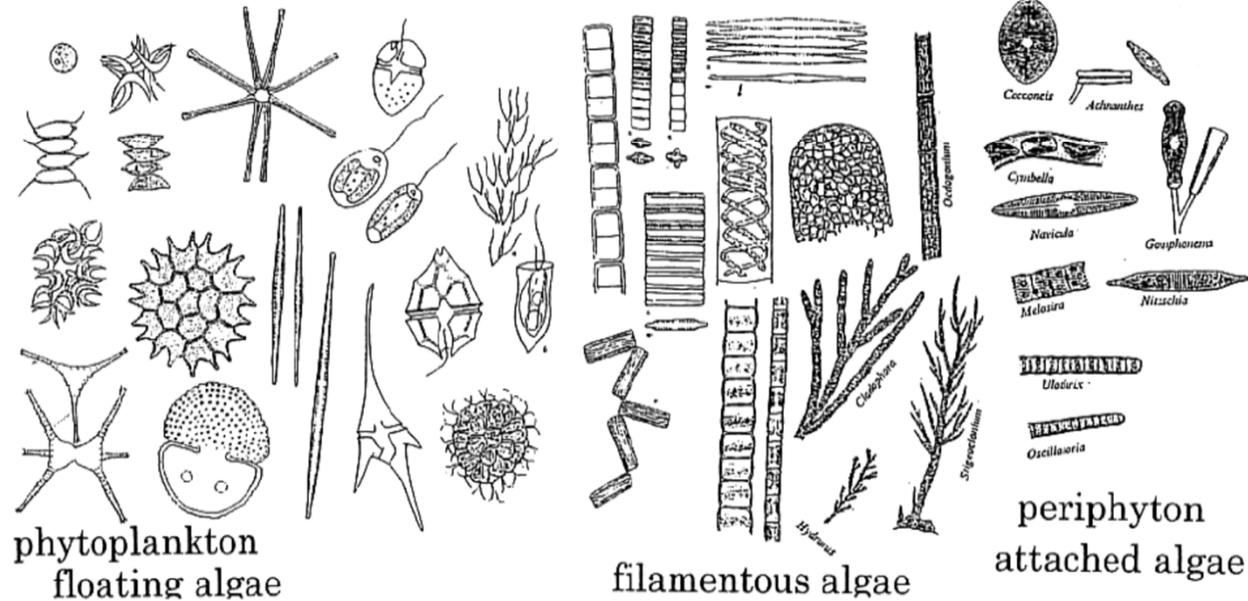
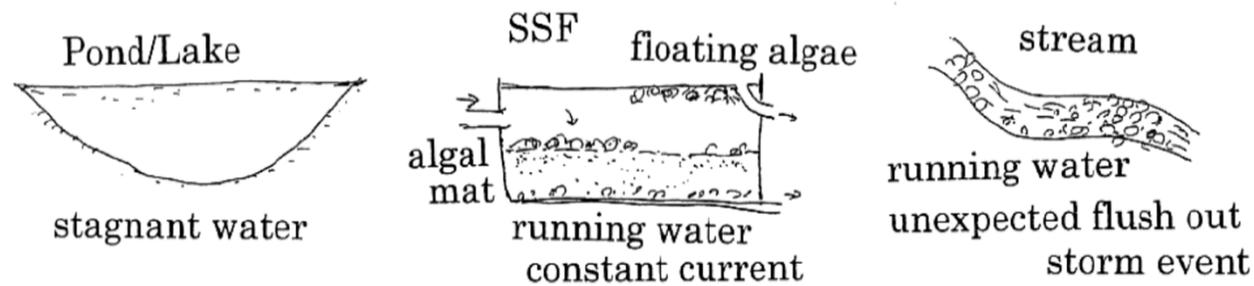
→動物の餌ができない。

取水水質による藻類量差モデル



湖沼(止水)・生物浄化槽(垂直流)

・河川(横流れ)と出現藻類

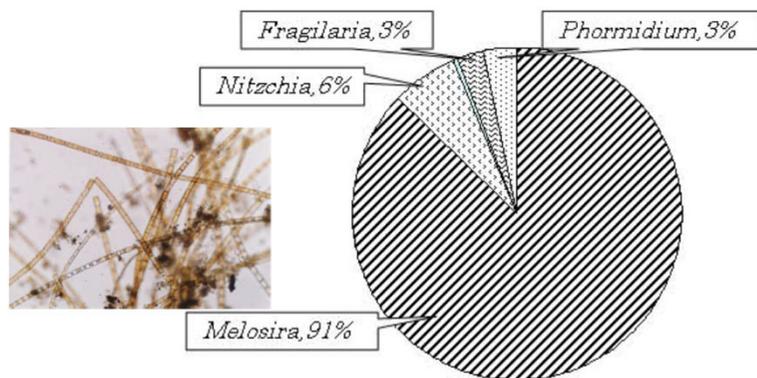


染屋浄水場の生物膜構成藻類

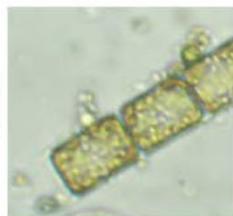
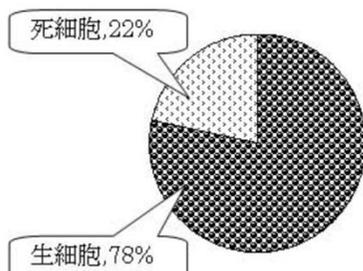
糸状藻類の珪藻が目立つ

染屋浄水場：河川表流水 Someya(Ueda)

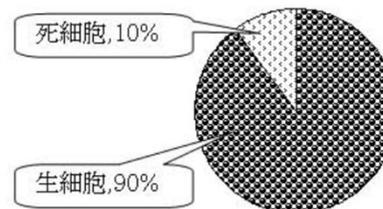
属毎の細胞体積での優占割合



第1 優占種 *Melosira*



第2 優占種 *Nitzchia*



糸状藻類の他、単細胞(河床の付着由来?)の珪藻も目立つ。

サモアにおける「バケツモデル」



実験水路例 土木研究所 下水処理水のセセラギ 用水利用実験 平成20年度(微生物保持担体反応槽)



水質項目	単位	新技術処理水	砂ろ過水
T-N	mg /L	16.24	15.71
T-P	mg /L	0.37	0.44
T-Mn	mg /L	0.0008	0.0190
D-Mn	mg /L	0.0006	0.0159



下水道と湖沼 広域連携の自治体

- ① “湖沼における下水道事業推進協議会～将来世代に美しい湖を～” 参画：秋田県（八郎湖）、茨城県（霞ヶ浦）、千葉県（印旛沼・手賀沼）、山梨県（山中湖・河口湖・西湖・精進湖・相模湖）、長野県（諏訪湖・野尻湖・青木湖・中綱湖・木崎湖）、滋賀県（琵琶湖）、島根県（宍道湖・中海）、岡山県（児島湖）
- ② “湖沼水環境保全に関する自治体連携”
～かつての豊かな湖沼復活～ 2018・10設立
参画：茨城県（霞ヶ浦）、長野県（諏訪湖）、滋賀県（琵琶湖）、鳥取県（中海）、島根県（宍道湖）

バケツモデル実験の呼び掛け

- 琵琶湖(滋賀県) 「びわこ豊穰の郷」さんと「湖南中部浄化センター」さんにおいて！
- 宍道湖・中海(島根県・鳥取県) 「中海再生プロジェクト」さんと「松江東部浄化センター」さんにおいて！
- 市内河川 新堀川(名古屋市) 「〇〇〇〇」さんと「堀留浄化センター」さんにおいて！
名古屋市は緩速ろ過法(鍋屋上野浄水場)の伝統の地！！！！