

緩速ろ過池で繁殖する藻類とその有効利用

坂井 正¹⁾・中本 信忠¹⁾・星野 光良²⁾・星野洋右²⁾

信州大学繊維学部応用生物科学科¹⁾・財団法人新潟県環境衛生研究所²⁾

ROLE AND UTILIZATION OF GROWING ALGAE IN SLOW SAND FILTER

¹⁾Masashi SAKAI, ¹⁾Nobutada NAKAMOTO, ²⁾Mitsuyoshi HOSHINO and ²⁾Yousuke HOSHINO

¹⁾Department of Applied Biological Science, Faculty of Textile and Technology, Shinshu

University, and ²⁾Environmental Hygiene Research Institute Niigata Prefecture

Abstract : Algae in slow sand filter is believed as a nuisance one. Rapidly growing algae is sometimes useful for the filter management. Filamentous alga of Diatom (*Melosira varians*) usually makes an algal mat on the sand surface in slow sand filter which source water comes from a river. Algae produces organic matter and oxygen and it also assimilates dissolved inorganic matter. Suspended substances from a river are adhered and are trapped on and in the mat. The algal mat lifts off from the bottom by the bouyance of oxygen bubbles and flows away through an overflow pipe. When a filter pond becomes a continuous culture system of filamentous algae, it turns a clog-less one. The possibility of an utilization of floating algal mat is also discussed as an use of food resources.

Key words : 緩速ろ過池, 藻類被膜, 流出藻類, 有効利用, ろ過池管理

slow sand filter, algal mat, flowing algae, utilization, management

1. はじめに

おいしい水道水は緩速ろ過処理でつくることができるといわれている。その緩速ろ過池は上から下への水の流れ(4-5 m/d)が常にあり、浅い水深(0.9-1.2 m)でろ床の砂層表面まで日射光が十分到達するので光合成生物が繁殖できる環境である。この環境では水中で浮遊して生活する藻類は繁殖できず、付着生活をする藻類のみが砂層表面に繁殖可能である。長野県上田市染屋浄水場の緩速ろ過池では糸状藻類が優占的に繁殖することがわかった(中本・江連1989)。さらにこの糸状藻類は、砂層表面に真綿状の被膜を形成して流入懸濁物質を捕捉するので、砂層のろ過閉塞を防止していた(中本1986、中本・坂井1991a)。

糸状藻類は盛んに光合成をして酸素を多量に生産する。この酸素は砂層の微生物群集による有機物質等の好気分解を促進させ水質浄化に貢献していると考えられる。しかし、小島(1967)は糸状藻類はろ過閉塞を防止する場合もあるが、一般に、藻類はろ過閉塞の原

因、異臭味物質の生産、死滅分解に伴う酸素消費により水質悪化を引き起こす原因と報告している。また光合成による気泡の浮力により砂層表面から藻類被膜が剥離浮上し、水面に漂い美観を損なう。さらに剥離面から汚泥が砂層中へ侵入したり、また流出する藻類はろ過池外への水質汚濁負荷等の問題もあるとされている。そのため砂層表面に藻類の繁殖が著しくなると、早めに落水し藻類被膜の削り取りをしたり、着水井または中間処理段階での塩素添加によるその繁殖抑制が行われている場合もある。

本来、緩速ろ過処理は生物による浄化方式で、その機能を十分に発揮するには生物群集のバランスを保つことが大切である。本文は、緩速ろ過池で繁殖する藻類とその有効利用の可能性についての報告である。

2. 浄水場で繁殖する藻類とその役割

染屋浄水場の水源は千曲川及びその支流の神川である。このろ過池では水温が7℃以上の4月から11月の期間には、糸状藻類が繁殖し、その優占種は珪藻メロ

シラであった(中本・江連1989)。この糸状藻類は、ろ過開始後約1週間で砂層表面に真綿状の被膜を形成し(写真1)、10日前後から光合成により生産された酸素の気泡の浮力により剥離浮上することが観察された(写真2)。この浮上した糸状藻類は水面の油膜やゴミなどを排出する越流管からろ過池外へ流出していた(写真3)。この剥離浮上・流出現象は、砂層表面削り

取りのために落水されるまで長期間観察された。この状態での砂層表面の藻類現存量は、新たに繁殖して増える量と剥離浮上して流出する量が均衡しほぼ一定量に維持され、緩速ろ過池が藻類の連続培養系となっていた。またこの状態のろ過池は藻類が流入懸濁物質を捕捉したまま流出するので、表層砂中への汚泥侵入量は少なかった(中本1990)。

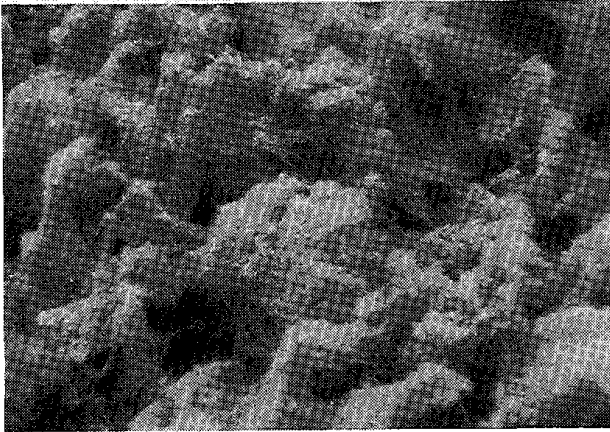


写真1 ろ床に真綿状に発達した藻類被膜

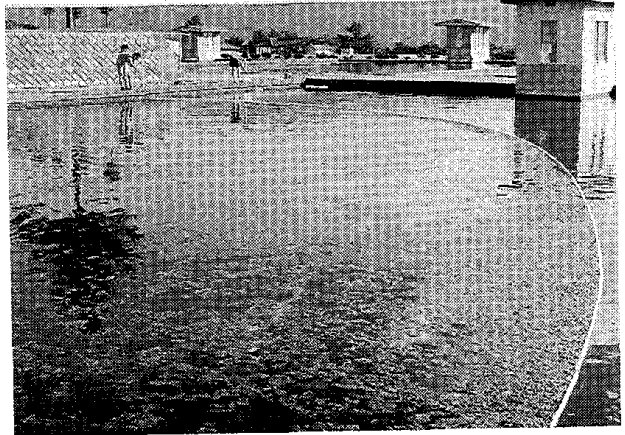


写真4 浮上藻類の表層曳き網による捕集作業

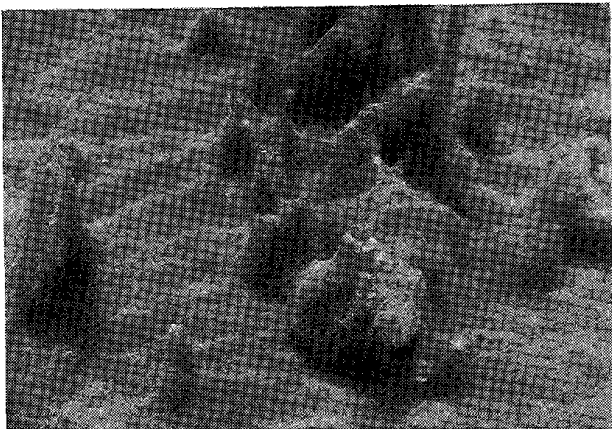


写真2 光合成による気泡の浮力により浮上しようとする藻類被膜



写真5 浮上藻類の玉ねぎネットによる収穫作業

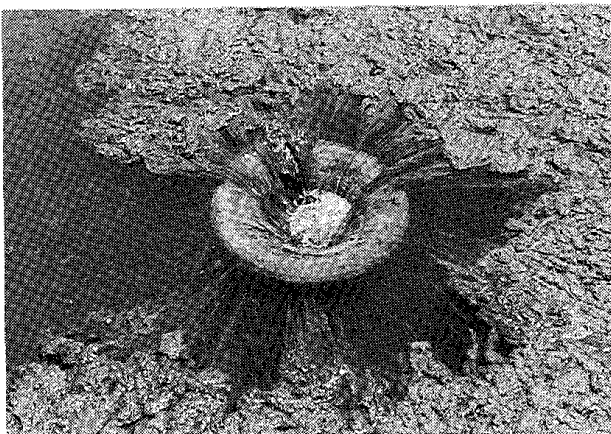


写真3 越流管から流出する浮上藻類



写真6 収穫した藻類量の測定

おいしい水を作る小さな主役達

水をろ過する砂の表面に無数のプランクトンがいます。中でも浄水場にとって強い味方はメロシラ・バリアンスという珪藻(植物)です。彼らは春から秋にかけて繁殖し水道水に不要な物を除去します。そして光によって酸素を放出し、その浮力でごみと共に浮かび上がります。このくり返しによりおいしい水が作られているのです。

写真7 藻類の働きを解説する掲示

この藻類の繁殖力(有機物生産力)は高く、富栄養湖での有機物生産力よりも高かった(中本・坂井1991b)。この藻類は真綿状に発達するので目の粗い網でも収穫が容易である。夏期に浮上した藻類を収穫したところ莫大な浮上量であった(写真4-6)。その浮上量は湿重量で平均173g/m²/d(最大308g/m²/d)もあった(坂井・中本1991)。

藻類が繁殖することは、太陽エネルギーを利用して水中の炭酸ガスと水とで有機物を合成(生産)することである。生産される有機物は炭水化物だけでなく、流入してくる溶存栄養物質(無機物質)も同時に取り込み藻体を形成する。言い換えれば藻類は太陽エネルギーを利用して原水中の無機物質を除去するという高度処理(三次処理)をも行っている。

上田市では緩速ろ過池で繁殖する藻類の役割を重要視し、外観により判断される藻類のマイナスイメージを取り払うために、浄水場見学者に藻類の働きを解説している(写真7)。

3. 藻類の有効利用の可能性

浮上藻類を河川に流出させずに、その有効利用を考えたい。その利用は簡単で経済負担が少なく、実用性が必須である。そこで食物源として利用するという観点から日本薬学会法の常法による主要栄養素の分析を行った。分析結果を食品に利用されている他の藻類の栄養成分(科学技術庁資源調査会1982)と合わせて表1に示した。

浮上藻類中には灰分の割合が極端に多かった。その原因は浮上藻類が珪藻であり珪酸質の殻が灰分として定量されたこと、また浮上藻類がろ過池に流入するシルト等の懸濁物質を捕捉していることなどが考えられる。そこで灰分および水分を除いた多量栄養素の蛋白

質、脂質、糖質、繊維、炭水化物(糖質+繊維)の組成比を比べた(表2)。浮上藻類は他の藻類に比べて脂質の割合が極わめて多かった。これは浮上藻類は脂質が多い珪藻を主体とするからと思われる。

食物として直接に摂取する場合、食用海苔などと比べ灰分が多いので人間が直接に摂食するには何かしらの前処理が必須であろう。そこで動物の飼料として利用することを考えた。藻類を摂食する魚類などは、自然界ではシルト等を含んだ石面付着藻類を食べているので養魚飼料として利用可能である。商品価値の高いアユは、天然河川では石面の付着藻類(主に珪藻)を摂食している。珪藻主体である浮上藻類はアユの養殖飼料として有効で、今までの養殖飼料では得られない風味などを増す効果もあると期待される。

また脂質の割合に着目し脂肪酸の定性試験を行った結果、血栓症予防に有効なEPA(Eicosapentaenoic acid)の存在が確認され、その利用の可能性もあることがわかった。さらにこの藻類は光合成活性が高く、細胞分裂も盛んであるので、今後その他の有用微量成分にも着目したいところである。また、食料、飼料以外に肥料としての可能性についても考えたい。

4. 緩速ろ過池の管理のあり方

この浄水場では糸状藻類が繁殖し易い環境(水深、ろ過速度)を保ち、その繁殖を促進させている。その結果、条件がそろえば前述のように糸状藻類は旺盛な繁殖を示し、ろ過池は自然に藻類の連続培養系になり、

表1 藻類の乾物当たりの栄養成分割合(%)

	水分	蛋白質	脂質	糖質	繊維	灰分
浮上藻類	6.9	9.0	3.8	16.0	0.8	63.5
水前寺海苔	11.5	21.5	0.1	52.4	1.1	13.1
川海苔	8.5	38.1	1.6	41.6	5.1	5.1
甘海苔	11.1	38.8	1.9	39.5	1.8	6.9
青海苔	7.3	18.1	0.3	53.9	6.3	14.1
わかめ	13.0	15.0	3.2	35.3	2.7	30.8

表2 藻類の主要栄養素だけの組成割合(%)

	蛋白質	脂質	糖質	繊維	炭水化物
浮上藻類	30.4	12.8	54.1	2.7	56.8
水前寺海苔	28.9	0.1	69.5	1.5	71.0
川海苔	44.1	1.9	48.1	5.9	54.0
甘海苔	47.3	2.3	48.2	2.2	50.4
青海苔	23.0	0.4	68.6	8.0	76.6
わかめ	26.7	5.7	62.8	4.8	67.6

藻類現存量がほぼ一定に保たれる。この状態になるとろ過継続日数が伸び、良質な浄水（水道水）を多量に得ることが可能である。このように、ろ過池内での藻類の高い繁殖活性が維持され適正な藻類現存量が保たれるなら、藻類の持つ浄化機能が十分発揮され良好な浄化処理が継続できる。また藻類に起因する障害も発生しない。

本来、浄水場は上質な飲料水を供給するための施設である。それ故その施設の中で発生する副産物（藻類有機物）を利用する考えはない。連日太陽エネルギーを固定し、ろ過池では莫大な有機物生産がある。この有機物を廃棄物としてでなく、積極的に資源として有効利用するという発想があっても良いと思う。

5. 終わりに

緩速ろ過池で自然に繁殖する藻類は、その有効利用を図らなければ、浄水場にとり有害で、ただの廃棄物であり有機汚濁物である。現在の緩速ろ過池に対する管理概念の中には細菌等の生物による浄化、つまり有機物の無機化という考えが主であり、ろ過池で繁殖する藻類をも含めた生物群集全体のバランスを考えて維持するという考え方はほとんどない。また藻類を繁殖させ無機物まで取り除くという三次処理の考え方もない。これは、浄水場では浄水量の確保が第一であり、より良質の水道水をつくろうという方向に重きをおいていなかったからであろう。

最後に、常に私達の研究調査に快く協力して下さっている上田市水道局染屋浄水場の諸職員に感謝します。

引用文献

- 科学技術庁資源調査会1982：四訂日本食品標準成分表，女子栄養大学出版部，pp185-189.
- 小島貞男1967：上水道の生物学，用水と廃水，9(11)，pp793-803.
- 中本信忠1986：緩速ろ過池における糸状藻類の有用性，水道協会雑誌，55(3)，(No.618)，pp19-21.
- 中本信忠1990：緩速ろ過池における糸状藻類に関する研究，2.糸状藻類被膜の有用性，日本水処理生物学会誌，別巻10号，p.19.
- 中本信忠・江連小百合1989：緩速ろ過池ろ床藻類の繁殖過程及び季節変化，水道協会雑誌，58(8)，(No.659)，pp17-21.
- 中本信忠・坂井正1991a：緩速ろ過池における糸状珪藻とその連続培養の重要性，日本水処理生物学会誌，27(1)，pp33-37.
- 中本信忠・坂井正1991b：緩速ろ過池における糸状藻類に関する研究，3.高い一次生産力について，日本陸水学会第56会大会講演要旨集，pp.103.
- 坂井正・中本信忠1991：緩速ろ過池における糸状藻類の役割，日本水処理生物学会誌，別巻11号，p.69.