

II-514

急速砂ろ過における（ろ材径／珪藻長）比による針状珪藻の抑留特性の変化

東北工業大学大学院 ○伊澤信宏

東北工業大学工学部 今野 弘

1. はじめに

湖沼や貯水池のような閉鎖性の水源では、富栄養化に伴って大量の藻類が増殖し、浄水上多くの問題点を提起している。特に藻類の中でも針状珪藻は、沈降性が悪く凝集もしにくい^{1), 2)} ために、ろ過池に流入しやすい。その結果、浄水障害の一つであるろ過閉塞^{3), 4)} が生じている。そこで針状珪藻が及ぼす層内の抑留パターンについて検討している。今回ここでは針状珪藻の長さとしろ材径の違いによるろ過の抑留特性について報告する。

2. 実験装置、条件および方法

図-1にろ過実験装置全体の概略、表-1に実験条件を示した。高さ120cm、内径50mmのろ過筒で、ろ過の制御は、カスケード的流入の定水位流出タイプで、自然平衡型ろ過形式とした。供試藻類は、釜房湖より採取したニッチアであり、BG-11培地で大量に培養した。また、写真-1にニッチアの外形を示した。ニッチアの長さは、比較的大型のAタイプ（100～110 μm ）と小型のBタイプ（30～40 μm ）、またおなじく小型のCタイプ（20～30 μm ）の3タイプを用いた。そこでA, B, Cタイプの原水中の藻類体積量を同じにするために、藻類の個数濃度はAタイプを500個/mL, Bタイプを1,500個/mL, Cタイプを2,100個/mLと調整した。ろ材径としてアンスラサイトと砂を所定のサイズにふるい分けて使用した。ろ材径は幾何平均径である。原水は水道水を用いたが、残留塩素を除去するため活性炭層（図-1③）に通して原水を循環させた。実験はろ過速度を100m/dと一定とし、針状珪藻の長さとしろ材径を変えることで11ケース行い、ろ層内の抑留状態を考察した。なお、凝集剤および他の懸濁粒子は添加していない。

3. 実験結果および考察

3. 1 ろ過効率の（ろ材径／針状珪藻長）比による変化

まずろ過効率に対するろ材径と針状珪藻の長さの影響について考察した。ここでは、ろ材径（d）と針状珪藻の長さ（s）の比（d/s）を一つのパラメータとして整理した。その結果が図-2である。図中にはろ過時間1時間から6時間までにおけるろ過効率の変動幅を示している。本実験においては、ろ材厚がろ材径によって異なるので、厳密な意味でのろ過効率の比較はできないものの、ろ材径と珪藻長の比（d/s）をパラメータとして考えると、その比が小さいとろ過効率は高く、その比が大きくなるにしたがって、ろ過効率が低下していくことがわかる。またその低下割合は大きくなるということがわかる。ろ材径が珪藻の長さの15倍以内の場合、ろ過時間における平均ろ

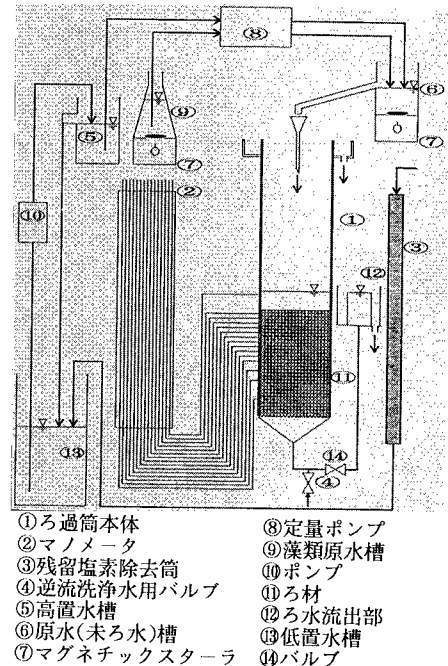


図-1 実験装置



写真-1 ニッチア

表-1 実験条件

ろ材	種類	アンスラサイト, 砂
	ろ材径 (mm)	A, B 1.84, 1.29, 0.46 C 1.54, 1.09, 0.78 0.65, 0.40
藻類	ろ層厚 (cm)	52.5, 52.0, 22.0, 13.0
	種類	針状珪藻(ニッチア)
藻類	長さ (μm)	A 100～110 B 30～40 C 20～30
	個数濃度 (1/mL)	A 500 B 1,500 C 2,100
	ろ過速度 (m/d)	100
操作	ろ過時間 (h)	6

過効率が80%以上とかなり高く、ろ過効率の変動も小さい。一方、ろ材径が珪藻の長さの50倍以上（ここではB、Cタイプの小型珪藻のみ）になると、平均ろ過効率は50%以下まで低下し、変動幅も大きくなる。特にろ材径が珪藻の長さの60倍になると、ろ過効率は20%以下とほとんどの珪藻が砂層内に抑留せずろ水中に流出してしまうことになる。

3. 2 損失水頭のろ層内分布と藻類の進入深さ

図-3は、抑留による損失水頭の発生高のろ層深さごとの比率分布を $H_z/H\sigma (\times 100)$ （ H_z ：ろ層深さ z までの抑留による総損失水頭、 $H\sigma$ ：全ろ層内における抑留による総損失水頭）により、抑留の状態を示したものである。

図から小型の珪藻B、Cタイプの長さの約15倍のろ材径や、その小型の珪藻の3倍の長さである比較的大型の珪藻Aタイプの約5倍のろ材径では、ろ層表層5cm付近で、すでに $H_z/H\sigma (\times 100)$ がほぼ100%に達していることがわかる。また、小型珪藻であるB、Cタイプの場合、その30~40倍以内のろ材径で、30cmぐらいのろ層深さまで均等に損失水頭を発生させていることがわかる。このことは藻類の抑留が表層に偏らず、ろ層内の抑留機能を効率良く活かし、適度にろ層深さ方向に分散してろ過抵抗の上昇の度合を緩やかにしていることを示している。この図-3より、ろ層内全抑留量の95%が抑留されているろ層深さを藻類の進入深さと考えて計算して求めた。その結果をろ材径/珪藻長比（ d/s ）ごとに図-4に示した。ろ材径が針状珪藻の長さの15倍前後であると、進入深さはA、B、Cタイプともろ層表層5cm程度で大きな差は見られない。このことは、針状珪藻の長さがろ材径の15倍以内であれば、藻類は表面だけに抑留してろ層の閉塞を起こしやすいことを示している。ろ層内30cmまでの藻類の進入過程については、その比が大きくなるに伴い、藻類はろ層深くに進入するようになる。ただし、その進入程度やその比に対する進入度の変化は、針状珪藻の長さによって若干異なるようで、Aタイプが急激なのに対し、B、Cタイプでは、その長さの約30~50倍ぐらいのろ材径まで徐々に進入深さが増している。この変化状況については、どの程度であればろ層閉塞に効果的であるのかということと関係するので、さらに詳細に検討して見たい点である。

4. おわりに

ろ層内の抑留特性について、ろ材径と針状珪藻の長さの比というパラメータを使って整理し、次の結果を得た。(1)針状珪藻の長さの15倍以内のろ材径では、ろ過効率が80%以上ではあるが、進入深さが5cm程度なのでろ層表層での抑留の偏りが大きくなり、ろ過閉塞を助長する。(2)針状珪藻の長さの30~50倍のろ材径では、抑留がろ層深さ方向に適度に分散し、藻類の進入深さが30cm以上とより深い層まで抑留がおこる。

参考文献

- 1) KONNO; Wat. Sci. & Tech., Vol. 27, No. 11, 1993,
- 2) 斎藤昭二; 水道協会雑誌, Vol. 62, No. 6, 1993,
- 3) 国富 進 他; 水道公論, Vol. 20, No. 11, 1984,
- 4) 伊澤信宏 他; 日本水処理生物学会誌別巻14号, 1994.

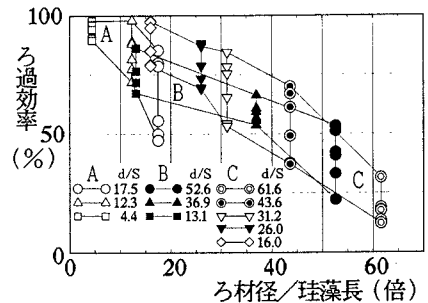


図-2 (ろ材径/珪藻長) 比によるろ過効率の変化

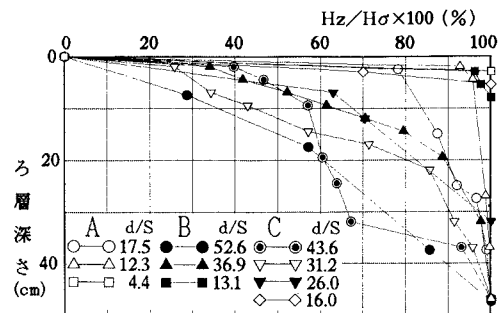


図-3 各ろ層深さにおける抑留による損失水頭の累加百分率

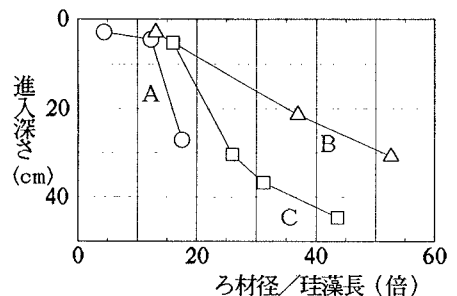


図-4 (ろ材径/珪藻長) 比による藻類の進入深さの変化