

II-116

針状珪藻の砂層内抑留分布および進入深さに対するろ材径の影響

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

閉鎖性水域を水源として利用している浄水場では、富栄養化のために藻類が大量に増殖している。藻類は異臭味など水利用や浄水上に多くの障害をもたらすが、その他にも凝集阻害^{1), 2), 3)}やろ過閉塞^{4), 5)}など多くの課題を残している。著者らは、特にろ過閉塞をもたらす針状の珪藻に着目し、実際の珪藻を培養して、針状珪藻のろ層内の抑留パターンやろ層内への珪藻の進入深さなどに対するろ材径や珪藻の長さの影響について報告してきた⁶⁾。本報告では、ろ過池に流入しやすい比較的短い針状珪藻に注目して、特にろ材径の違いによるろ過の抑留特性について検討した。

2. 実験装置、条件および方法

図-1にろ過実験装置全体の配置、表-1に実験条件を示した。ろ過筒本体部は、高さ120cm、内径50mmの透明アクリル製でできている。ろ過の制御は、カスケード的流入の定水位流出タイプで、定量ポンプで流入量を調整する自然平衡型ろ過形式とした。ろ材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。ろ材径はふるい目開きの幾何平均径である。供試藻類は、釜房湖から採取し、単離および培養に成功した珪藻のニッチア（Nitzschia）である。写真-1にニッチアの外形を示した。ニッチアの長さは、Aタイプ（30~40 μ m）、Bタイプ（20~30 μ m）の2タイプをBG-11培地で大量培養したものを使用した。小型珪藻としている中でも、AタイプはBタイプの約1.4倍であり、A、B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1,500 γ /m ℓ 、Bタイプには2,100 γ /m ℓ に調整した。原水は水道水を用いたが、残留塩素を除去するため図-1③に示した活性炭層を通した。実験はろ過速度を100m/dと一定とし、ろ材径を変えることで8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。

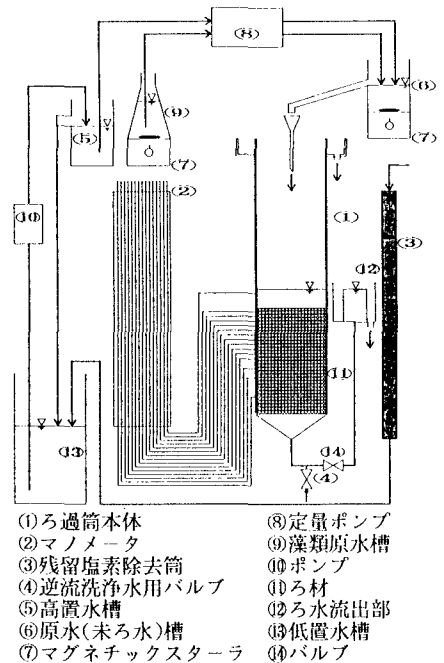


図-1 実験装置

3. 実験結果および考察

3.1 ろ過効率のろ材径による変化

図-2にろ過時間1時間から6時間までのろ過効率に対するろ材径の影響をまとめた。図中には、ろ過時間に伴うろ過効率の変動幅を示している。図からろ材径が大きくなるにつれて、比較的長さの長いAタイプのニッチアでは、ろ過効率は徐々に低下しているのに対し、Bタイプでは急激に低下していることがわかる。また、ろ材径が珪藻のサイズの30倍以内のときは、ろ過効率が高く、ろ過効率の変動も小さい値を得ているけれども、珪藻のサイズの50倍以上のろ材径になると、50%以下のろ過効率になるようである。ろ材径に対してあまりにも珪藻の



写真-1
ニッチア

表-1 実験条件

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

サイズが小さいために抑留されにくいということから、ろ材径 1.84mm, 1.54mm, 1.09mm の抑留に関する考察は省略した。

3. 2 損失水頭からみた抑留量のろ層内分布

図-3 は、全ろ層内における抑留により増加した損失水頭 $H\sigma$ に対するあるろ層深さまでの同じく抑留による損失水頭分 H_z の比 $H_z/H\sigma$ ($\times 100$) で得られる値のろ層深さ方向の分布を示したものである。これはろ層内の実際の抑留量そのものを表すものではないが、抑留の状態を示すものと考えて良い。図-3 によるとろ材径 0.46, 0.40mm 以下 (A, B タイプの藻類のそれぞれ 13 倍, 16 倍以下) のときは、A, B のどちらのタイプの藻類でも、ろ材径が小さいために 5~7.5cm のろ層深さで、 $H_z/H\sigma$ ($\times 100$) がほぼ 100% に達していることがわかる。これは、B タイプのような $30\mu\text{m}$ 以下の小さな藻類でも、ろ層の表層付近でのみ抑留されることを示す。

一方、ろ材径が大きくなるにしたがって藻類はろ層内に深く進入するようになる。A タイプの藻類は、その 37 倍のろ材径で、また、B タイプの藻類では、その 31 倍のろ材径で、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。これは、藻類の抑留が表層に偏らず、適度にろ層深さ方向に分散して藻類の抑留が起こっていることを示す。この図よりろ層内全抑留量の 95% が抑留されているろ層深さ（ここでは、それを進入深さと仮に称する）を求めることができる。藻類除去率が 100% ではないので、実際の針状珪藻はろ層を通過していることになり、進入深さとはいっても現象的には異なっているが、これにより抑留の特性を考察してみる。進入深さの計算結果を図-4 に示した。ろ材径が針状珪藻の長さの 13 倍 (A タイプ)、16 倍 (B タイプ) 以下の場合、進入深さはともにろ層表層 5.0cm 程度である。100 μm 程度の針状珪藻でも、その長さの 12 倍のろ材径でやはり、進入深さが 5cm 程度であった⁶⁾ ことを考えると、針状珪藻の長さの 15 倍前後のろ材径では、進入深さが 5cm 程度と表層のみとなり、抑留が偏ることを示している。ろ材径が大きくなると 2 種の藻類はかなり違った進入過程を経ることになる。比較的大きめの A タイプは、ろ材径の増大に対して B タイプほどはろ層内には進入しない。

4. おわりに

小型の針状珪藻の場合、(1)針状珪藻のサイズの 30 倍以内のろ材径では、ろ過効率も一定程度高いが、50 倍以上のろ材径になると抑留されにくく、ろ過効率もかなり低くなること、(2)針状珪藻の長さのだいたい 15 倍以下のろ材径では、表層での抑留の偏りが大きく、進入深さも 5cm 止まりである、(3)針状珪藻の長さの 30~35 倍以上のろ材径になると、ろ層内にはほぼ均等に抑留がおこり、進入深さも深くなる。

参考文献

- 1) H. Bernhardt; Proc. of the Japanese-German WS, 1982,
- 2) 秋葉他; 水道協会雑誌, Vol. 60, No. 2, 1991
- 3) KONNO; Wat. Sci. & Tech., Vol. 27, No. 11, 1993,
- 4) 斎藤昭二; 水道協会雑誌, Vol. 62, No. 6, 1993.
- 5) 国富進他; 水道公論, Vol. 20, No. 11, 1984,
- 6) 伊澤他; 日本水処理生物学会誌別巻 14 号, 1994.

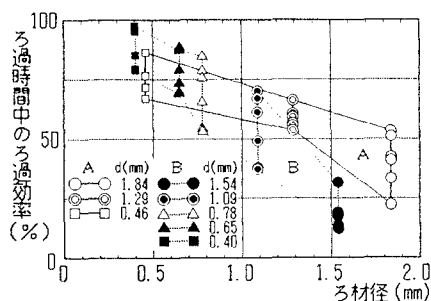


図-2 ろ過効率の変動に与えるろ材径の影響

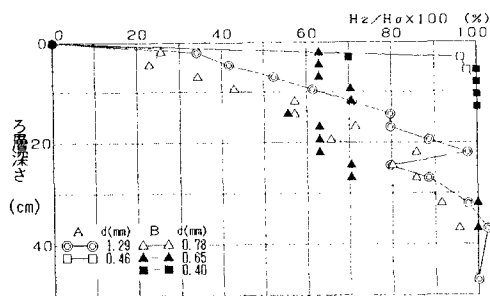


図-3 各ろ層深さにおける抑留による損失水頭の累加百分率

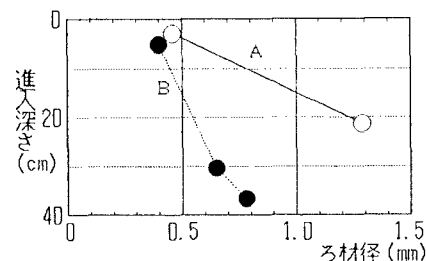


図-4 ろ材径と珪藻のサイズの違いによる藻類の進入深さの比較