

東北工業大学 正員 今野 弘

1. はじめに

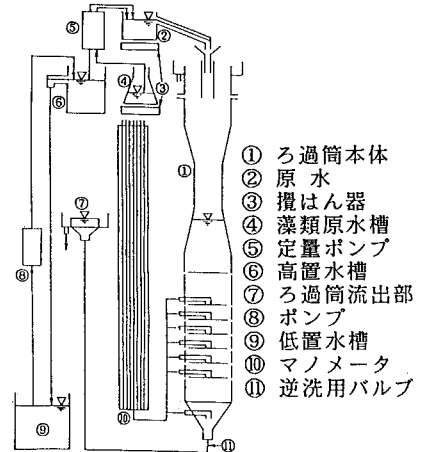
閉鎖性水域を水源としている浄水場では、富栄養化による藻類の増殖により急速ろ過池の閉塞を引き起こしている。これは藻類のうち特に針珪藻によるもので、浄水効率が落ち、ろ水の水質悪化にもなる。この問題を解決するため、モデル藻類を使って閉塞の機構について検討している。本研究では、ろ材径とろ過速度の変化に対する針珪藻の抑留の特性を実験によって明らかにした。

2. 実験装置、条件および方法

実験装置を図-1に示した。本体は、組立式ろ過筒で、ろ層本体部の直径100mm、厚さ20mm、40mm、100mmの各円筒を重ね合わせてろ層部を構成できるように製作されている。ろ材全体を支持するフランジ部には、多孔板と網を設けている。ろ層部は、層数を加減することにより厚さを変えることができる。また、実験終了後、ろ層部を解体し、抑留物をろ材厚ごとに測定することができる。実験条件を表に示した。ろ材は球形のガラスビーズをふるい分けたものを用い、直径4.36mmから12.16mmまで5種類、予想されるモデル藻類の進入深さからろ層厚を設定した。モデル藻類としては直径0.064mm、平均密度1.504g/cm³のテグスを用いた。実験縮尺(10倍)と作業性からモデル藻類の長さは、2mmとし、個数濃度500個/ℓ、ろ過速度20m/dとしている。これらは、レイノルズの相似則で定めており、針珪藻は、長さ200μm、個数濃度500/ml、ろ過速度200m/dに相当する。なお、原水は水道水にモデル藻類を懸濁させたもので、他の懸濁質や凝集剤は添加していない。実験中、30分ごとに水温とpHの測定を行い、終了後ろ過筒を分解して、抑留藻類とろ材の重量を測定した。

3. 実験結果および考察

3.1 モデル藻類の抑留量分布 図-2は、各ろ層深さに抑留された藻類総数のろ層深さごとの変化の一例（ $d=10.32\text{mm}$, $V=20\text{m/d}$ の場合）を示したものである。モデル藻類の個数は、密度と測定重量から換算した。モデル藻類は、ろ層の上から順序よく抑留されていることがわかる。図-3に、抑留総量に対する各ろ層深さでの抑留量の百分率をろ材径と比較して示した。図からわかるように、ろ材径7.32mm以下の場合、70～75%が表面からわずか2cmのろ層厚内に抑留されている。ろ材径が大きくなると、急激にそのろ層深さに抑留される藻類の比率が低くなる（25～35%）。図-4には、ろ過速度の違いによる抑留比率の比較を示した。ろ層深さ(2cm)の比

図-1 実験装置
表 実験条件

ろ 材	ろ材径 (mm)	4.4, 6.1, 7.3 10.3, 12.2
	ろ層厚 (cm)	14, 18, 30, 44
モデル藻類	長 さ (mm)	2.00
	直 径 (mm)	0.0064
	個数濃度 (/ℓ)	500
運転条件	ろ過速度 (m/d)	20, 40
	ろ過時間 (h)	5, 10

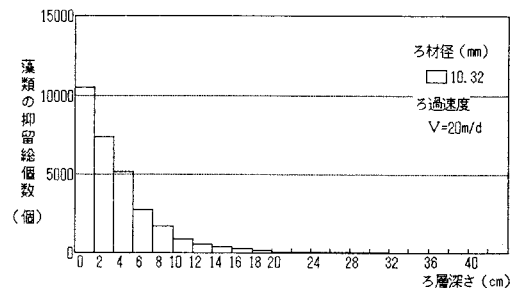


図-2 各ろ層深さに抑留された藻類総量

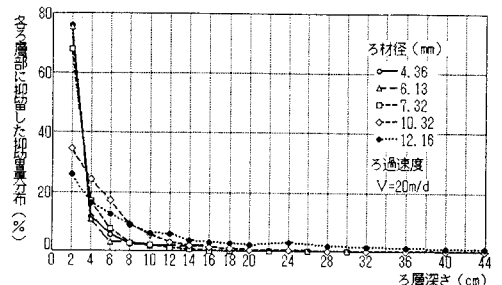


図-3 各ろ層深さでの抑留比率（ろ材径）

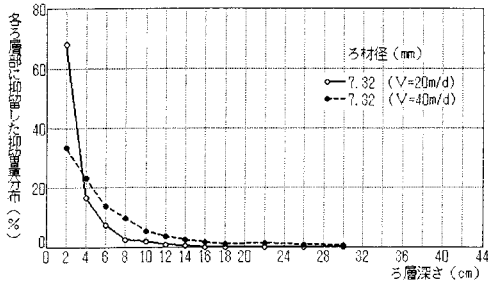


図-4 各層深さでの抑留比率（ろ過速度）

率を比べてみると、ろ過速度が2倍速くなればその抑留比率が半減している。ろ過速度の倍増は、ろ材径の倍増に匹敵する抑留比率の変化をもたらすことになる。

3.2 ろ材一個当りの抑留量 図-5、6にろ材一個当りの抑留個数のろ層深さ方向の分布を各ろ材径とろ過速度で比較した。縦軸を対数に表示しているが結果の直線性は、ろ過現象の大きな特徴で、ろ層深さ方向に指数関数的に抑留量が減少していることを表わしている。ろ材径が大きければ、一個あたりの抑留量は大きく、深さ方向の抑留量の低下比（図の右下がりの勾配）も小さい。抑留させるという意味では、ろ材径は大きい方が有効といえる。ろ過速度を速めると、同じく抑留量の低下比は小さいが、表層の抑留量を減少させることになる。

3.3 抑留藻類の体積比と進入深さ 図-7にろ層内の空隙体積に対する抑留藻類の体積比を表した。ろ層表層の体積比の大小は、損失水頭に大きく影響するが、図から大きなろ材径ほどその比が小さいので、ろ過上有利である。図-8は、藻類の進入深さをろ材径厚ろ層数（ろ層厚/ろ材径）で表わし、全抑留量のそれぞれ90、95、99%を抑留するろ層数をまとめた。いずれの抑留率においてもろ材径7～10mmの間で、最も少ないろ材径厚ろ層数が存在するようで興味深い。一方、10～20層でだいたい90～95%の除去率を得ることができるといえる。

4. おわりに

5種類のろ材径と2種類のろ過速度によるモデル藻類での実験で、抑留量や分布などから、表層への抑留の偏りに対するろ材径やろ過速度の影響などについて、興味深く、定量的な結果が得られた。ろ過閉塞の防止という観点からは、大きなろ材径が有利であることが具体的に証明されたが、さらに他のろ材径（特に7～10mmの間）およびモデル藻類の長さや濃度の関係、さらに針珪藻ろ過における凝集剤の役割などは今後の課題である。

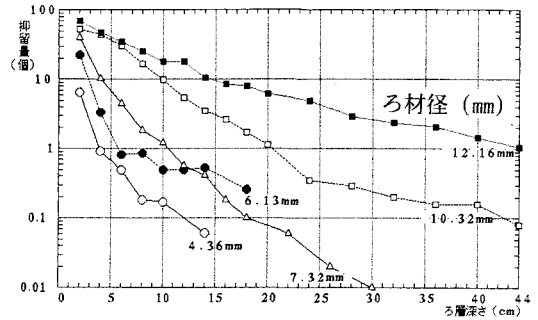


図-5 ろ材一個当りの抑留量（ろ材径）

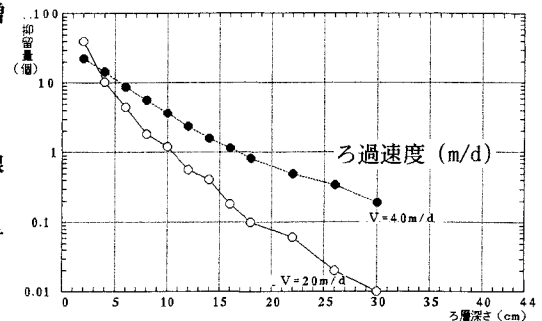


図-6 ろ材一個当りの抑留量（ろ過速度）

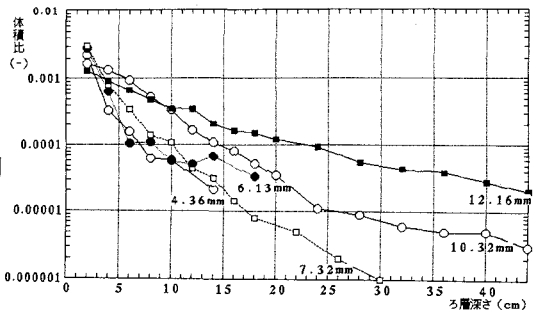


図-7 ろ材空隙に対する抑留藻類の体積比

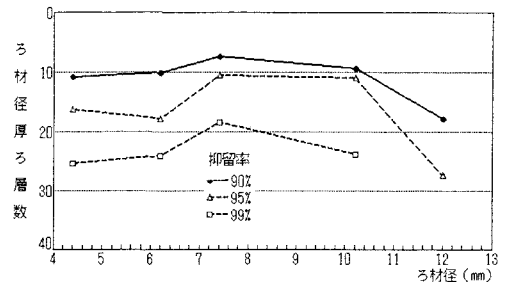


図-8 各抑留率での藻類の進入深さ