

VII-25

混合藻類の場合の急速砂ろ過ろ層への進入深さについての実験的検討

東北工業大学大学院 学生員 ○紺野栄二
東北工業大学 正員 今野 弘

1. はじめに

水道水源の湖沼や貯水池などの富栄養化による藻類の増殖が急速ろ過池の閉塞障害を引き起こしている。その対策として複層ろ過が効果的といわれているが、ろ層深さの設計に関しては指標がなかった。著者らは従来からこの課題に取り組み、 $d/s, n=L/d$ (d :ろ材径, s :珪藻長, L :ろ層厚)の指標を提案し¹⁾、ろ過閉塞防止のためのろ層深さとして $n=100$ 層を合わせて提案してきた²⁾。本報告では藻類を混藻状態にしてろ過実験を行い、複層ろ過の効果について考察した。

2. ろ過実験の条件および方法

図-1に実験装置、表に実験条件を示した。本装置は急速砂ろ過実験用に製作されたもので、ろ過筒本体部は直径50mm、高さ120cmの透明アクリル管である。水道水を残留塩素除去装置（活性炭がラム）に通して原水とした。ろ材は砂、アスラサイトをふるい分けて使用した。針状珪藻は釜房湖より採取したシベラ、メソラ（長さ20~120 μ m）、ニファ（長さ10~20 μ m）を分離してBG-11培地で大量培養し、実験では個数濃度を混藻状態にして表のように設定した。ろ過時間は10時間で、測定項目は、1時間毎にマノメータの読み、水温、ろ水、末ろ水の珪藻の長さと同数濃度、pHの測定を行い、2時間毎にろ過流量の測定を行った。本実験では、ろ過実験終了後逆流洗浄をせずにろ材抜き取り口（図-1⑩）よりろ材を抜き取り、図-2

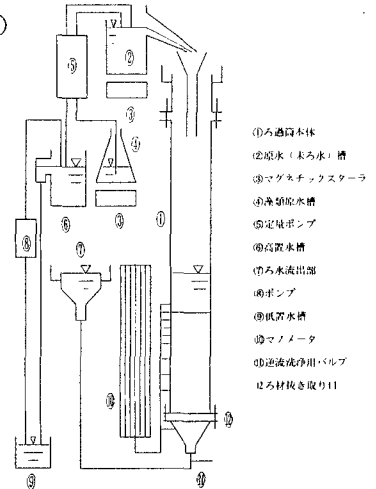


図-1 実験装置

表 実験条件

ろ層	ろ材	ろ材径 (mm)	ろ層厚 (cm)	混藻総個数濃度 (個/ml)	ろ速 (m/d)	ろ過時間 (h)
単層	砂	0.65	46	1000	100	10
		1.09	46	900		
		1.54	51	300		
複層	砂	1.09	30.5	700	100	6
		1.54	15.5			
		1.54	15.5			

(注: ①: アスラサイト)

3. 実験結果および考察

3.1 ろ過効率 図-3は、各ろ過実験におけるろ過効率をろ過時間ごとに示したものである。ろ過効率は $(V_0 - V) / V_0 \times 100 \dots (1)$ (V_0 , V : 末ろ水およびろ水中的の珪藻の体積濃度; 体積は珪藻を円柱と仮定し、その直径は長さの1/12とした)で計算した。図-3から一般的傾向であるろ材径が大きくなる程ろ過効率が低くなるのがわかる。また、単層と複層を比べてみると1.09mmと1.54mmの単層ではろ過効率が平均95%, 86%で、ろ過継続時間によりばらつきが見られるが、これらと同一のろ材径でも複層にすることにより平均99.5%と高くなり、ろ過が継続しても時間的にも安定することがわかる。図-4はろ過終了時までのろ過効率の時間平均値を藻類サイズとの関係で表したものである。図-4を見るときろ材径1.54mmの小さな藻類サイズ以外は右上がりになる傾向がある。これはどのろ材径の場合でも藻類サイズが大きくなる程ろ過効率が高くなることを意味し

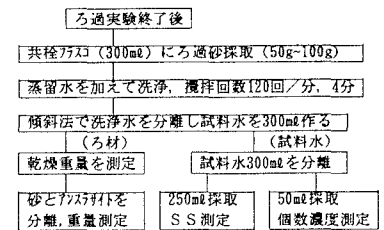


図-2 フローチャート

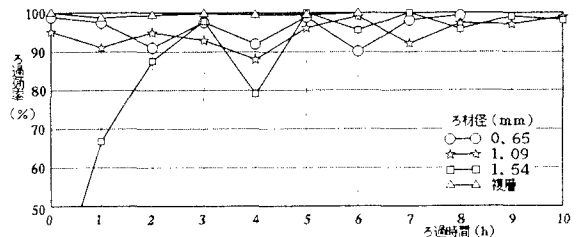


図-3 ろ過効率（時間的变化）

ている。95%のろ過効率をみるとろ材径0.65, 1.09, 1.54mm毎にそれぞれ55, 84, 110 μ mに対し、複層で43 μ mの藻類サイズであり、複層ろ過が幅広い藻類サイズのろ過に有効なことがわかる。

3.2 抑留量分布 図-5は、ろ過実験後にろ材を抜き取り、珪藻数(N/g)= $a \times (T/V) \times (1/W) \cdots (2)$ (a:測定個数(N), T:試料水総容量(ml), V:個数測定の試料水容量(ml), W:ろ材の乾燥重量(g))で求めた珪藻数を体積に換算し、ろ層深さ毎に表したものである。図からろ材径の小さなものでは表層に抑留しやすく、大きいもの程深層部への抑留が見られる。ろ層深さ20と0cmの抑留体積を比較するとろ材径0.65, 1.09, 1.54mmおよび複層でそれぞれ 10^4 , 10^3 , 10^2 , 10倍程異なることから複層が全層にわたり抑留されることが確認できる。複層をみると上層15.5cmはろ材径1.54mmのアンスラサイトのため1.54mmとほぼ同じ分布を示している。下層部(砂層)との境界層では再び藻類の抑留が始まり、図には示していないが20cm以下では当然ながら1.54mmのろ材径の抑留量と異なる分布を示すと思われる。

3.3 損失水頭 図-6は、ろ層分による損失水頭を除いたろ層全層の珪藻が抑留したことによる正味の損失水頭増分の時間的変化を示したものである。図から、ろ材径が小さい程短い過継続時間で損失水頭が大きくなる傾向があることがわかる。これはろ過一般にいえることで小さなろ材径は抑留空間が小さく、珪藻の抑留により損失水頭が早く大きくなるのが原因である。一番小さい0.65mmのろ材径の変化はその例であり、7~8時間の間に急激な損失水頭の上昇が見られ、この時間頃からろ過閉塞しつつあるといえる。図-5の抑留分布と比較してみても、深層部まで抑留が見られる1.54mmや複層のろ材径は全層にわたり抑留されているため損失水頭の上昇は低いことがわかる。

3.4 進入深さ 図-7は、図-5の抑留分布から藻類サイズごとにd/sを求め、抑留量の95%を進入深さとして $n=L/d$ で表したものである。図から、 $d/s < 10$ では0.65mmのろ材径で L/d が5~6程度と小さく、また $10 < d/s < 20$ でも0.65, 1.09mmのろ材径で $n=12 \sim 15$ 程度とやはりだいぶ小さな値をとる。進入深さ L/d は d/s の増加に伴い深くなるがさほど大きな値にはならない。ろ材径1.54mmと複層ろ材の場合、 d/s に対する進入深さ n は若干異なるが、100層以内という点では同一である。同一の d/s での進入深さ n の相違の理由については今後の課題としたい。

4. おわりに

ろ過閉塞防止のための $n=100$ 層程度の複層ろ過の優位性について検討してきたが、実験の結果よりろ過効率の高さ、幅広い珪藻長に対する効率的ろ過、抑留のろ層全層にわたる広がり、そして比較的小さな損失水頭など、その優位性が混藻による複層ろ過で確認できた。ろ層への珪藻の進入深さについての疑問点については今後さらに検討したい。なお、本実験は東北工大4年次学生小倉文雄・清野智洋両君によるところが大きい。記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 今野・佐藤・真柄:第31回環境工学研究論文集, 1994,
- 2) 今野・伊澤:世界ろ過工学会日本会ろ過分離ソポジウム論文集, 1995

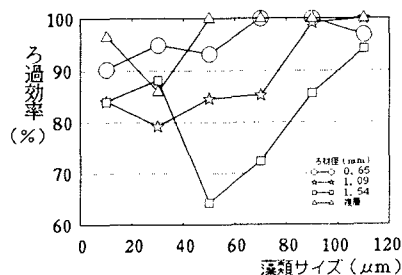


図-4 ろ過効率(藻類サイズ別)

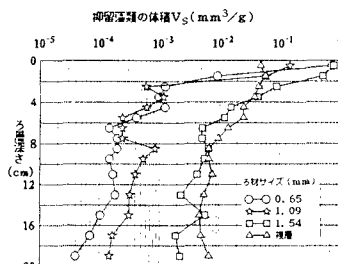


図-5 藻類の抑留分布

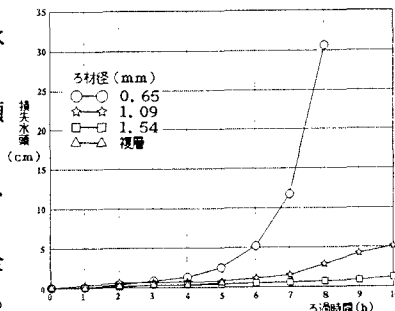


図-6 損失水頭 $H\sigma$ の時間的变化

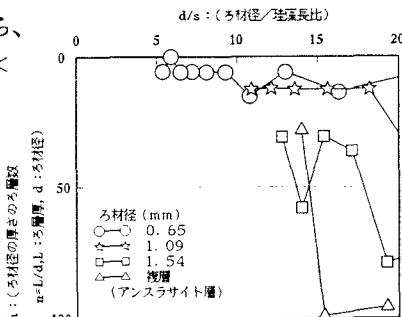


図-7 進入深さ(95%)