

Ⅶ-217

長さの異なる針状珪藻の混藻状態の場合の急速砂ろ過層内進入深さ

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砂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, n :ろ材径厚ろ層数)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 $n=100$ 層を提案し²⁾、あわせて複層ろ過の優位性について検討してきた。これらは単藻での実験結果であるので本報告では藻類を長さの異なる珪藻を用いた混藻状態にしてろ過実験を行い、針状珪藻の進入深さについて、考察、検討した。

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（活性炭かみ）に通して原水とした。ろ材は砂、アン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ネトラ、メロシ（長さ20~120 μ m）、ニチア（長さ10~20 μ m）を分離してCsi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、水温、ろ水、未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-1⑫）よりろ材を抜き取り、図-2に示したフローチャートにより藻類の抑留量を測定した。なお、凝集剤は一切添加していない。

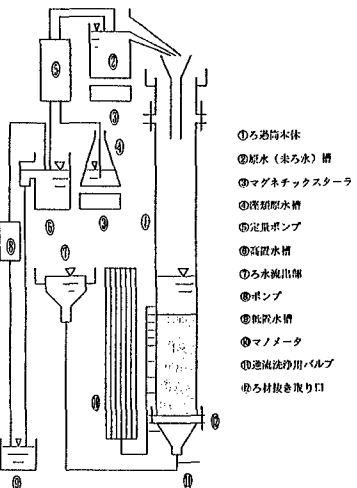


図-1 実験装置

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	1.09	30.5	700	100	6
		① 1.54	15.5			
		① 1.54	15.5			

（注：①：アンスラサイト）

3. 実験結果および考察

3.1 藻類の抑留分布

ろ層厚をろ材径で割ることにより無次元化して藻類の抑留分布について検討してみた。図-3は、各層での藻類の抑留量を、全抑留量に対する比率（百分率）をもちいて、ろ材径厚ろ層数との関係で表したものである。図-3からろ材径にかかわらず、ろ材径厚ろ層数100層まででほとんどが除去されることをこの図からよみとれる。また複層ろ過は他のろ材径に比べ、ある一定のところからろ材径厚ろ層数が増加しても抑留傾向がみられない。この、ある一定のところというのは上層部と下層部の境界付近と考えられ、砂単層ろ過で実験したろ材径を組み合わせただけにもかかわらず抑留に対するろ材径厚ろ層数の増加を制限できる効果のあることがわかる。

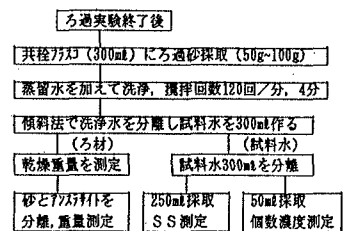


図-2 フローチャート

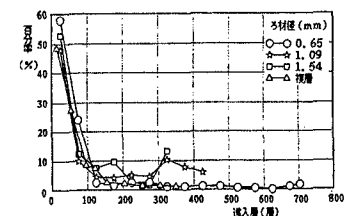


図-3 藻類の抑留分布

ろ過閉塞、ろ過機構、藻類、針状珪藻、複層ろ過

982 仙台市太白区八木山香澄町35-1 東北工業大学土木工学科 TEL 022-229-1151 FAX 022-229-8393

3.2 各ろ材径における進入深さ

図-3をもとに抑留百分率をろ層表面から積算していくと、ろ層全層で100%となる。この積算比率の50~98%に相当するろ材径厚ろ層数を各比率での進入深さと定義した。図-4から図-7は、各積算比率での進入深さ $n=L/d$ （ろ層厚/ろ材径）を藻類サイズごとに d/s との関係で表したものである。単層の場合の、全体の傾向（図-4）として、積算比率が50~80%程度までは複層を除いて d/s の変化に対して n は一定であることがわかる。80%の積算 L/d は、5~15程度となり、単層にすると表層に抑留が偏ってしまうことがわかる。他に単層ろ過の特徴として、積算比率が高くなってくると、一番小さいろ材径0.65mmでは、あまりみられないが、1.09mm, 1.54mmの大型ろ材径では d/s の違いにより L/d も大きくなる傾向を示している。しかし複層ろ層（図-7）の場合、単層と比べ50~98%まで均一的に抑留されていることが確認でき、積算比率ごとにみても、どの d/s でもほぼ同じ L/d を示していることがわかる。これはどの藻類サイズでも、幅広いサイズの藻類を効率的にろ過できることを表していると思われる。なおかつ大型ろ材径を用いたとはいえ、針状珪藻の進入はアンストラ部と砂層部の境界付近程度でシャットアウトできるといえる。

3.3 各ろ材径における95%の進入深さ

図-8は、図-4から図-7の95%の進入深さをまとめたものである。図から、 d/s が10以下では0.65mmのろ材径で L/d が5~6程度と小さく、また d/s が10~20では砂ろ材である0.65mm, 1.09mmが12~15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、さほど大きな値でないことがわかる。小さいろ材径（0.65mm, 1.09mm）と、大きいろ材径（1.54mm, 二層ろ過）を比べてみると、同じ d/s でも L/d には、ばらつきがみられ、砂ろ材と比べ L/d が大きいことがわかる。これはアンストラのろ材径が大きいことばかりでなく、砂に比べ抑留スペースが広いことに原因があると思われる。全体的にばらつきがあるとはいえ、どのようなろ材径を使った場合でも、 d/s が50以内であれば約100層以内の進入深さ、つまり95%程度の抑留が行われることがわかる。

4. おわりに

混藻状態による砂単層ろ過と複層ろ過の進入深さについて検討してきたが、実験の結果より、針状珪藻において単層ろ過よりも複層ろ過は幅広いサイズの藻類を効率的にろ過できるという特性を確認できた。同時に、針状珪藻の場合幅広いサイズを効率的にろ過できるが、どのようなろ材径を使った場合においても、やはり100層程度敷くことで除去できるということがいえよう。また懸濁物質、針状珪藻においても複層ろ過は単層ろ過で心配されるブレイクスルーが上層部と下層部の違いにより境界付近で除去されるため有用な層構成といえる。今後実際の池を含めろ層への珪藻の進入深さについて今後さらに検討したい。本実験は東北工大当時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。

なお、本研究は文部省科研費の補助（「基盤研究（C）」）を受けたことを付記する。

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シンポジウム論文集，1995

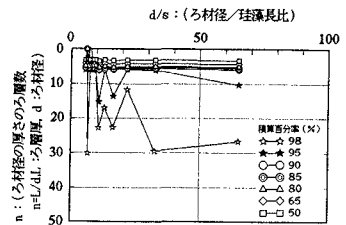


図-4 進入深さ ($d=0.65\text{mm}$)

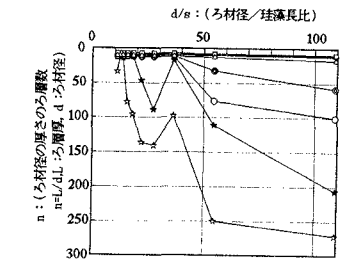


図-5 進入深さ ($d=1.09\text{mm}$)

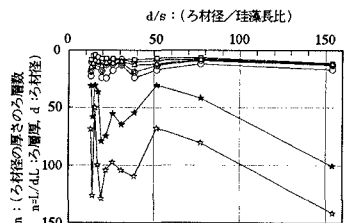


図-6 進入深さ ($d=1.54\text{mm}$)

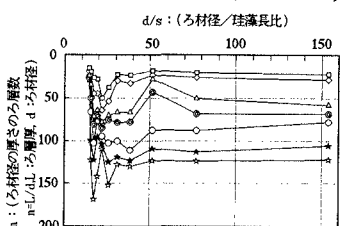


図-7 進入深さ（複層ろ過）

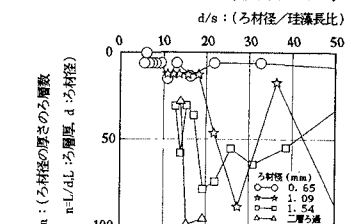


図-8 進入深さ（95%）