

VII-29

Phormidium tenue の急速濾過システムにおける急攪条件による処理性の違い

東北工業大学 学生会員 ○佐藤正浩

東北工業大学 正会員 今野 弘

1. はじめに

近年の水道普及率が96%を超える中、水道水源においては富栄養化により、藻類起因の浄水障害が数多く報告されている。濾過プロセスではクリプトสปリジウム汚染の問題から、大型珪藻起因の濾過閉塞とは別に、濁質や藻類の急速濾過池からの漏出の問題にも着目する必要がある。また、浄水において糸状体藻類の*Phormidium*が原因と考えられるザラザラ感の報告があり、糸状体藻類の濾過漏出が考えられる。これらの背景から、これまでに*Phormidium*の耐性についての研究を行い、報告している¹⁾。そこで今回は、*Phormidium tenue*（以下*P. tenue*）が急速濾過システム内でどの程度除去されるかを、連続流式模型実験を通して検討することとした。

2. 実験条件および方法

実験に用いた模型の概要を図-1に、実験フローを図-2に示す。また以下に諸条件を示す。

a) *P. tenue* の増殖期の把握：培養条件は培地CT培地、水温20℃、照度3000Lux、12時間明暗サイクルとし、糸状体単位²⁾として計数した。

b) 原水：濁度の調整はカオリンを用いた。原水の均一性を図るため、曝気により攪拌を行った。

c) 凝集沈澱プロセス：最適凝集剤注入量はジャーテストにより求め、100倍に希釈したポリ塩化アルミニウムを用いた。塩素剤は次亜塩素酸ナトリウムを用い、急速攪拌のG値は一般値100 (s⁻¹)³⁾の前後の数値をとった。緩速攪拌強度は予備実験により決定した。

d) 濾過プロセス：濾過方式は自然平衡型定速濾過方式を採用し、濾層構成は濾過閉塞防止のため表層をアンスラサイトに敷き換えたM浄水場と同様の構成とした。濾過筒内の抑留状況を考察するため濾過筒にマンメーターを設け、損失水頭を測定した。また、濾過終了後の濾材を採取し、蒸留水を加えて振盪洗浄させ、500mLに調整した後、濁度と*P. tenue*の糸状体長および本数を測定し、糸状体分布を考察した。

3. 実験結果および考察

a) *P. tenue* の増殖期の把握：照度3000Lux下での*P. tenue*の増殖曲線から、培養開始から10日までを対数増殖期、25日目までを定常期、以降を死滅期とした。実験に用いた培養株は、定常期の13日目のものを用いた。

b) G値80s⁻¹における処理水質：図-3に原水、沈澱処理水、濾過水中の*P. tenue*の糸状体単位とその沈澱および濾過効率の経時変化を示した。この図から、原水中の*P. tenue*はほぼ均一に存在し、沈澱処理水中の*P. tenue*糸状体単位は200~600/mLの間で変動し、これが沈澱効率に反映しているが、常に85%を達成し、結果として安定した処理が行われていることがわかる。一方、濾過効率も沈澱効率同様85%以上を

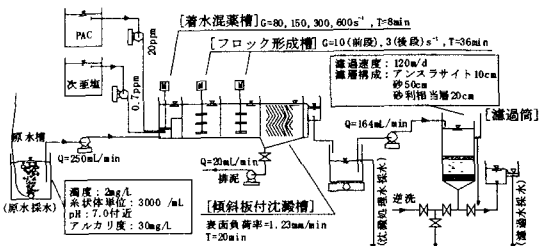


図-1 模型の概要

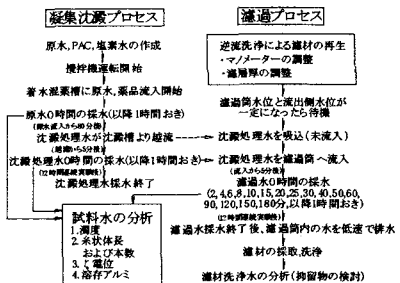
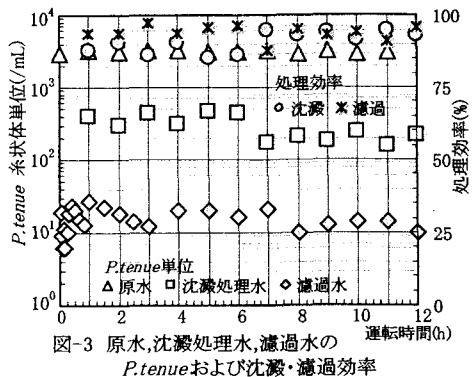


図-2 実験フロー


図-3 原水、沈澱処理水、濾過水の *P. tenue* および沈澱・濾過効率

維持し、安定した処理が行われているものと考えられる。しかしながら、濾過水中の*P.tenue*糸状体単位は濾過開始直後が最も低く、1時間の間にピークに達し、以降徐々に減少しているものの、濾過水中に*P.tenue*が漏出していることが確認できる。したがって、*P.tenue*の沈澱処理性および濾過処理性は安定しているが、濾層の熟成中に*P.tenue*が漏出しているものと考えられる。

図-4には原水、沈澱処理水、濾過水に含まれる*P.tenue*の各糸状体長範囲の存在割合を示した。この図から、原水において $L \geq 50 \mu\text{m}$ の糸状体の割合が半数を占めていたのが、凝集沈澱処理後は $L < 50 \mu\text{m}$ の、特に $L < 20 \mu\text{m}$ の糸状体の割合が高くなっている。このことは比較的長い糸状体は凝集沈澱除去されやすく、短い糸状体は沈澱処理水中に残留することを示している。また、沈澱処理水と濾過水中の割合を見ると、 $L < 20 \mu\text{m}$ の糸状体の割合は増加しているが、 $L \geq 50 \mu\text{m}$ の糸状体の割合がさほど変化していない。このことは沈澱処理水の糸状体長分布が濾過水にも反映されていることになり、濾過水への長い糸状体の漏出が確認できる。

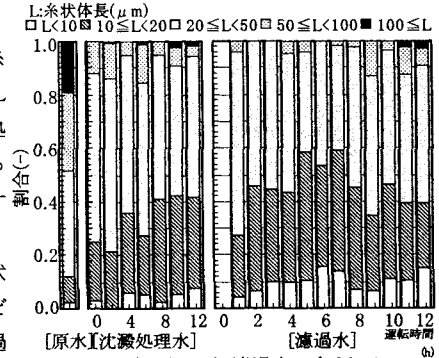


図-4 原水、沈澱処理水、濾過水に含まれる*P.tenue*の各糸状体長範囲の割合

c) G値 80s^{-1} における濾層の抑留状況：図-5に濾過終了時の各濾層深さでの損失水頭と*P.tenue*の抑留状況を示した。この図から、濾層深さ10cmまでのアンスラサイト層において抑留量が比較的多いにもかかわらず、損失水頭が低いことは、大粒径濾材であるアンスラサイトの特徴を示している。また、濾層深さ10~20cmは砂とアンスラサイトが混合しているため空隙の少ない層であり、糸状体の抑留量が多く、損失水頭も急激に上昇している。濾層全体で見ると、濾層の深く($L=35\text{cm}$)まで $L \geq 50 \mu\text{m}$ の糸状体が抑留していることから、長い糸状体が濾層深くまで進入していることが確認できる。

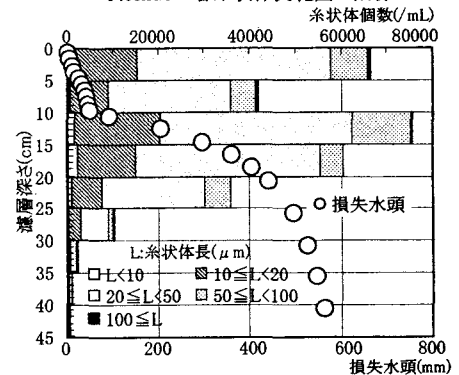


図-5 濾過終了時の各濾層深さでの損失水頭と*P.tenue*の抑留分布

d) ζ 電位と*P.tenue*の沈澱および濾過効率：図-6にG値 $80, 300, 600\text{s}^{-1}$ における ζ 電位と*P.tenue*の沈澱および濾過効率を示す。この図から、沈澱効率で見ると、同程度の ζ 電位において処理効率は70~90%で変動している。一方、濾過効率で見ると、同程度の処理効率において ζ 電位が-15~-40mVまで大幅に変動している。これらの結果から、今回の実験における*P.tenue*の処理性に、 ζ 電位はさほど関係しなかったことを示唆している。しかしながら、濾過筒からの*P.tenue*の漏出のメカニズムを解明するために、今後も処理性と ζ 電位の考察を加えていく必要がある。

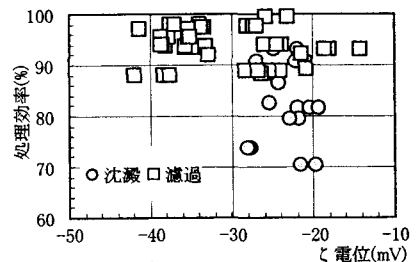


図-6 ζ 電位と*P.tenue*の沈澱効率および濾過効率

4. おわりに

糸状体藻類である*P.tenue*の濾過水への漏出の解明のため、急速濾過プロセス内での処理性を検討し、以下の次の結論を得た。(1)*P.tenue*の沈澱処理性および濾過処理性は安定しているが、濾層の熟成中に*P.tenue*が濾層深くまで進入し、濾水中にも長い糸状体が存在する、(2)アンスラサイト層と混合層で*P.tenue*の多くを抑留しているが、大型濾材効果で損失水頭は小さい、(3)処理効率と ζ 電位の関係は見いだせなかったが、漏出のメカニズム解明のために今後も検討を加える必要がある。

参考文献

- 1) 佐藤正浩, 今野弘, 吉田陽二: *Phormidium tenue*の各活性段階における攪拌強度(G値)による形態変化, 第54回全国水道研究発表会講演集, pp.318-319(2003)
- 2) 日本水道協会: 上水試験方法 2001年版, p.676(2001)
- 3) 水道技術研究センター: 浄水技術ガイドライン 2000年度版, p.73(2000)