

1.3 緩速ろ過の生物の働きと障害 (ver. 1)

- Q I-1.3-① 緩速ろ過における生物の働きとはどのようなものか。
- Q I-1.3-② 緩速ろ過における生物障害にはどのようなものがあるか。
- Q I-1.3-③ 水源及び沈澱池で繁殖する藻類の影響と対策は何か。
- Q I-1.3-④ ろ過池水で繁殖する藻類の影響と対策は何か。
- Q I-1.3-⑤ 生物ろ過膜で繁殖する藻類の影響と対策は何か。
- Q I-1.3-⑥ 生物ろ過膜で生息する小動物の影響と対策は何か。

Q I-1.3-① 緩速ろ過における生物の働きとはどのようなものか。

A I-1.3-① 緩速ろ過では、生物ろ過膜による浄化作用が大きな役割を果たしている。その浄化機能について、必ずしも十分に解明されているわけではないが、主な生物の働き以下の通りである。生物ろ過膜による濁質の捕捉と細菌類による有機物の分解と無機物の酸化安定化が主な浄化機能であるが、原生動物や小動物も含めた食物連鎖が浄化の促進と長期のろ過継続を可能としている。また、これらの機能を有効に発揮させるためには、好気的な状態を保つ必要がある。

細菌類の働き	有機物（生物分解性有機炭素、かび臭物質、界面活性剤、フェノール類、微量有機化学物質等）の分解、アンモニアの硝化、鉄、マンガンの酸化除去
藻類の働き	光合成による溶存酸素の供給、産生有機物による生物ろ過膜熟成の促進、原水中の濁質の捕捉
原生動物の働き	細菌類の捕食
小動物の働き	より小さな生物やデトリタス（有機残渣）の捕食、損失水頭の改善
適切な運転	好気的な条件下で細菌類の酸化分解反応が進み、動物が維持されるので、好気的な状態を保つ必要がある。特に、呼吸による溶存酸素の減少が顕著になる夜間が重要で、ろ過速度が低いとその影響が大きくなるため、生物ろ過膜成熟後はろ過速度を低下させない必要がある。

Q I-1.3-② 緩速ろ過における生物障害にはどのようなものがあるか。

A I-1.3-② 緩速ろ過では生物が各種の障害の原因となることもある。緩速ろ過で起こり得る生物障害としては、水源及び沈澱池で繁殖した藻類、ろ過池水で繁殖する藻類、生物ろ過膜で繁殖する藻類、生物ろ過膜で生息する小動物などの影響が考えられる。

Q I-1.3-③ 水源及び沈澱池で繁殖した藻類の影響と対策は何か。

A I-1.3-③ その現象、影響及び対策は以下の通りである。

<p>現象</p>	<ul style="list-style-type: none"> ろ過池流入水に、水源又は前処理施設の沈澱池で繁殖した藻類が混入する。 水源では、その環境に応じた藻類が繁殖する。湖沼やダム湖などの止水水域では、植物プランクトン（浮遊藻類）が繁殖し、それらが原水に混入する。藻類の種類は、富栄養化の進行とともに、珪藻類から鞭毛藻類、緑藻類そして藍藻類と遷移するが、緩速ろ過への影響は種類により異なる。水源が河川のみの場合、ほとんどが河床に付着した藻類が剥離したものである。 滞留時間が数日程度の普通沈澱池では、植物プランクトンが自生することは少ないが、上流の水源で繁殖したものが継続的に増殖することがある。また、止水水塊ができるような場合には、そこで植物プランクトンが自生することもある。
<p>影響</p>	<ul style="list-style-type: none"> 藻類の種類による影響として、珪藻類はろ過閉塞、鞭毛藻類は生ぐさ臭の産生、緑藻類はろ過水混入による着色、藍藻類はかび臭と藍藻毒の産生がある。また、種類によらず、生物ろ過膜及び砂層を通過してろ過水に混入した場合、濁度上昇に至ることがある。 藻類が産生する臭気と藍藻毒は緩速ろ過で除去されるので、ろ過閉塞、有機物負荷、ろ過水混入による着色及び濁度上昇が主な影響である。
<p>対策</p>	<ul style="list-style-type: none"> 水源で繁殖する植物プランクトン対策としては、水道用水のみならず他の利用目的も含めた富栄養化ダム湖の水質改善があり、栄養塩負荷削減のための流入水分岐、空気揚水等設置、深層曝気、水面の部分遮蔽などが行われている。また、水道専用ダムでは硫酸銅散布が行われている例もある。 普通沈澱池では、水位制御により、除濁機能を確保しつつ滞留時間をあまり長くしない運用もある。また、流入部及び流出部の工夫により、藻類の生育場所である止水水塊を作らないことが重要である。

Q I-1.3-④ ろ過池水で繁殖する藻類の影響と対策は何か。

A I-1.3-④ その現象、影響及び対策は以下の通りである。

<p>現象</p>	<ul style="list-style-type: none"> ろ過池流入水に水源又は前処理施設の沈澱池で繁殖した植物プランクトンが混入し増殖する。 ろ過池水で植物プランクトンが自生し繁殖する。
-----------	--

影響	<ul style="list-style-type: none"> ろ過水への混入（クラミドモナス、シヌラ等小型藻類） ろ過閉塞（珪藻類、スファエロキスティス等寒天質に包まれる藻類） 生物ろ過膜への有機物負荷による酸素消費の増大（淡水赤潮を形成する鞭毛藻類等）
対策	<ul style="list-style-type: none"> <u>低ろ過速度での運転を継続しない</u>：ろ過池内で止水水塊が形成されると植物プランクトンが増殖し易くなる。ろ過速度が速いと止水水塊が形成されにくくなるとともに、生物ろ過膜に植物プランクトンが貼り付き増殖しにくくなる。 <u>ろ過池清掃時に砂層上部を厚く削り取る</u>：ろ過停止後の排水時に、植物プランクトンが濃縮された状態で砂層上部に侵入していることがあるので、それらを残さないように厚く削り取る。 <u>越流管から表面に集積した藻類を排出する</u>：淡水赤潮等走光性のある藻類は、昼間水面付近に集積し増殖するので、越流管から効率的に排出する。 <u>結合残留塩素（0.3mg/L）により殺藻する</u>：藻類は、遊離残留塩素に強く結合残留塩素に弱い、細菌類は、遊離残留塩素に弱く結合残留塩素に強いので、殺藻には結合残留塩素消毒が効果的である。ただし、ろ過膜生物に影響しないように注意する必要がある、やむを得ない場合にのみ実施する。 <u>ろ過池の遮光</u>：光合成が抑制されるので効果的であるが、既に存在している植物プランクトンやろ過膜藻類が一時に大量死すると、着色や着臭の問題が起り得るので、注意する必要がある。

Q I-1.3-⑤ 生物ろ過膜で繁殖する藻類の影響と対策は何か。

A I-1.3-⑤ 生物ろ過膜で繁殖する藻類には、以下のような障害（ろ過閉塞、藻類の浮上、遊走子の漏出）も起り得る。対策として共通するのがろ過池の遮光であるが、光合成を抑制するので、ろ過膜藻類の繁殖を抑えるのに有効ではあるが、一方で生物ろ過膜の成熟に時間を要するなど浄化機能の低下が起こる。このため、原水が清冽でない場合は、遮光はあまり適切ではない。

[ケース I] ろ過閉塞

現象	<p>ろ過膜にクチビルケイソウ（<i>Cymbella munuta</i>）のような単細胞の付着性珪藻が繁殖する場合、生物ろ過膜が平面的になり損失水頭が上昇する。また、珪藻でなくてもろ過継続と共に生物ろ過膜に藻類の産生有機物が蓄積すると、損失水頭が上昇することになる。</p>
----	---

影響	損失水頭が一定値以上になると、ろ過停止してろ過膜の削り取りが必要となるので、ろ過の継続時間を短くしてしまう。
対策	藻類が砂層上部に侵入し残存していると次のろ過開始時から損失水頭が上昇することがあるので、ろ過池清掃時に藻類を残さないように砂層上部を厚く削り取る。

[ケースⅡ] 藻類の浮上

現象	ろ過膜藻類が糸状藻類の場合、藻体に光合成による溶存酸素が付着し、その浮力によりろ過膜を離れて水面付近まで浮上する。水面付近で、気泡が大気中に放出されると浮力を失い、再び沈降する。
影響	表面付近に浮上した藻類が、風や水流により特定の場所に集積し、そこで再沈降すると、藻類が堆積した場所で腐敗が起こり、部分的な水質悪化が起こる。
対策	藻類の浮上は光合成が起こる昼間に起こり易いので、越流管から効率的に排出させるか、藻類を網等で人力によりすくい出す。

[ケースⅢ] 遊走子の漏出

現象	ろ過膜にアオミドロやサヤミドロなどの糸状の緑藻が繁殖する場合、遊走子が大量放出され、ろ過池水がアオコ状態になることがある。
影響	遊走子は鞭毛と眼点による正の走光性があるので、昼間はろ過池の表層付近に集結し易い。また、しばらくすると遊泳能力を失い、担体に付着し細胞として成長を始める。遊走子の一部が生物ろ過膜及び砂層を通過し、ろ過水に混入し、濁度として検出されることがある。
対策	<ul style="list-style-type: none"> 越流管から、表面に集積した遊走子を排出する。 ろ過停止後の排水時に、糸状藻類が厚く残っている場合には砂層上部に侵入していることがあるので、砂層上部を厚く削り取る。

Q I-1.3-⑥ 生物ろ過膜で生息する小動物の影響と対策は何か。

A I-1.3-⑥ 小動物は、有機物の摂食による分解無機化の促進、その生息及び成長による損失水頭の改善などの寄与があるが、一方で以下のような障害も考えられる。

現象	・小動物（ミズミミズ、ユスリカ、ヒル、カゲロウ、ミズムシなど）が生物ろ過膜で繁殖する。
----	---

影響	<ul style="list-style-type: none"> ろ過水への混入 ユスリカの羽化による近隣への迷惑
対策	<ul style="list-style-type: none"> <u>ろ過池清掃時に湿潤状態を保つ</u>：砂層内の水位を保持して出来る限り砂層を乾燥状態にしないようにする。水分がなくなると、小動物が砂層深くに侵入するため、ろ過水に混入し易くなる。 <u>砂層上部を厚く削り取る</u>：生物ろ過膜に含まれる小動物をろ過池清掃時にできる限り除去する。 <u>残留塩素（30mg/L）で駆除する</u>：残留塩素を含む水を逆張りし、一昼夜放置する。逆張りにより、小動物を上部に追いながら駆除する。ただし、ろ過膜生物や砂層内細菌に影響しないように注意する必要がある、やむを得ない場合にのみ実施する。 <u>ユスリカ対策</u>：ろ過池や開渠水位を下げ、卵塊を乾燥死させる。ユスリカのライフサイクルを考慮して、羽化前に削り取りを行う。捕虫器による成虫の捕獲や敷地周辺の植栽の確保などにより、近隣への飛散を抑える。