

資料配布の場所・日時

1. 筑波研究学園都市記者会
2. 国土交通記者会
3. 国土交通建設専門紙記者会

平成20年3月18日14時同時配布

## 下水処理水修景利用における藻類増殖の抑制手法の開発

独立行政法人土木研究所水環境研究グループ水質チームは、下水処理水の修景利用で問題となる藻類増殖を抑制するため、従来法とは異なる新たな手法を開発した。

従来法は、凝集剤や逆浸透膜等を用いて窒素・リン濃度を低下させるものであり、材料・設備とも費用を要したが、開発された手法は、微生物保持担体を投入した反応槽内で下水二次処理水を曝気するだけの簡易なものであり、自然発生的に担体上に生育する微生物の働きを利用する。藻類増殖抑制機構として、藻類の増殖に必要な微量金属を微生物の働きで摂取しにくい形態に変化させていることが考えられる。

本手法により、試験池における浮遊性藻類濃度を、最大値では4分の1、平均濃度では3分の1以下に抑制することが可能であった。また、本手法によって、下水処理水中の女性ホルモン濃度も低下するため、魚類雌性化影響も低下させることができる。

本手法の適用により、下水処理水の修景利用が進展することが期待される。今後は、処理装置の効率化や、付着性藻類の抑制効果について検討を行う予定である。

詳細は以下の通り。

### 1. 従来技術の問題点

下水処理水は、都市内の水資源として有効利用が求められているが、窒素やリン等の栄養塩類を高濃度を含むため、修景池などに再利用した場合に、藻類の大量発生を引き起こし、景観障害等の問題が生じる。この問題に対応するため、下水処理水中の栄養塩類の濃度を極めて低くする手法（凝集剤の大量使用によるリンの高度除去、逆浸透膜等による窒素・リンの超高度除去）が試験的に適用されているが、設備費・運転費ともに高価であり、普及していない。

また、下水には人由来の女性ホルモン（エストロゲン）が含まれ、下水処理過程において十分な除去が行われない場合は、下水処理水放流先の魚類に雌性化の影響を及ぼす。活性汚泥法においてエストロゲンを十分に除去するには、生物反応槽の容量拡張を行うことが必要になる場合があり、対応は容易ではない。また、化学的酸化によりエストロゲンを分解することができるが、設備費・運転費ともに高価である。

### 2. 研究の目的

本研究は、簡易な設備により、下水処理水の藻類増殖可能性およびエストロゲン濃度を低下させ、再利用に当たっての景観障害や下水処理水の魚類雌性化影響を低下させることを目的とする。

### 3. 開発技術の内容

本技術（図-1）は、微生物保持担体（写真-1）が添加された反応槽に下水処理水を導入し、下部から曝気を行い、担体表面に自然発生的に付着した微量金属酸化微生物やエストロゲン分解微生物により、藻類増殖に必要な微量金属（Mn 等）の酸化・不溶化とエストロゲンの除去を行う。反応槽の水理的滞留時間は2時間程度であり、後段の沈殿槽において粒子状となった微量金属酸化物を除去する。

本技術により、藻類の微量金属摂取を阻害して増殖可能性を低下させ



写真-1 微生物保持担体

るとともに、魚類雌性化影響を低下させるものである。

また、沈殿槽に換えて、砂ろ過装置や膜分離装置により微量金属酸化物を高度に除去することにより、藻類増殖抑制の向上が期待される。

**(処理の機構)**

下水を処理する活性汚泥法では、増殖速度の遅いと考えられる微量金属酸化微生物やエストロゲン分解微生物は、有機物分解微生物との競合に負けるため、反応槽内で優先的に増殖することができない。一方、有機物濃度が低下

した下水処理水を上記の反応槽で処理する場合には、餌不足のため有機物分解微生物が増殖できず、逆に微量金属酸化微生物やエストロゲン分解微生物が優先して増殖できるようになる。

しかしながら、これらの微生物の増殖速度は依然として遅いため、浮遊状態では反応槽内に留まることができない。このため、担体を反応槽に添加してこの表面に付着増殖させるものである。

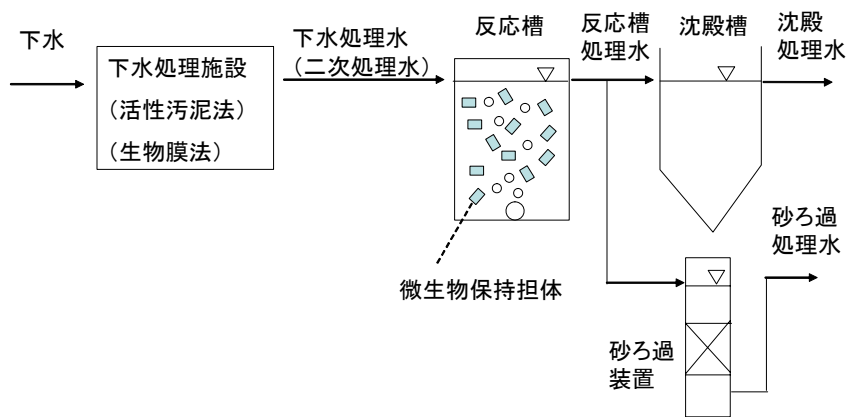


図-1 本技術の概要

**4. 開発技術の効果**

**①藻類増殖抑制**

写真-2 に、下水処理水と沈殿処理水、砂ろ過処理水を試験池に連続的に供給（滞留時間：14 日）した場合の浮遊性藻類の発生状況を示す。担体処理を行ったものについて、顕著に浮遊性藻類の増殖が抑制されていることがわかる。



(試験池)



(試験池内の表層水の藻類発生状況)

写真-2 左から、下水処理水、担体処理+沈殿、担体処理+砂ろ過

表-1 に、下水処理水、担体処理+沈殿、担体処理+砂ろ過の水質を、また、図-2 に試験池で観測された浮遊性藻類濃度（クロロフィル a）の累積頻度分布を示す。

下水処理水に比べて、担体処理を行った沈殿処理水および砂ろ過処理水では、微生物反応により溶解性 Mn (D-Mn) 濃度が大きく低下しているのが特徴的であり、また、砂ろ過処理水においては、粒子状 Mn の高度除去により全 Mn (T-Mn) 濃度が低くなっている。そして、これらを供給した試験池においては、担体処理後の沈殿処理水や砂ろ過処理水を供給した場合に、浮遊性藻類の増殖が顕著に抑制されている。

表-1 下水処理水、担体処理+沈殿、担体処理砂ろ過処理水の水質

水質項目	単位	下水処理水 (平均値)	担体処理+沈殿 (平均値)	担体処理+砂ろ過 (平均値)
T-N	mg/l	21.7	22.4	18.1
T-P	mg/l	0.83	0.40	0.39
T-Mn	mg/l	0.0489	0.0291	0.0008
D-Mn	mg/l	0.0451	0.0100	0.0007

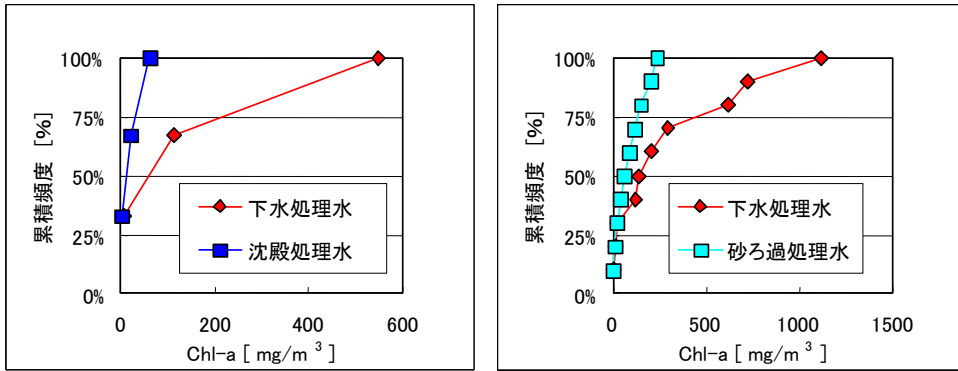


図-2 浮遊性藻類濃度（クロロフィル a）の累積頻度分布の比較

**(増殖抑制機構)**

この実験においては、外部から薬剤等を加えていないことから、この浮遊性藻類増殖抑制の原因は藻類に必要な栄養素が不足したことによると推察される。通常、環境水中における藻類増殖の律速因子はリンであり、この濃度の高低によって藻類増殖可能性の大小が論議される場合が多い。しかし、砂ろ過処理水のリン (T-P) 濃度は 0.4mg/L ほどであり、藻類増殖が抑制されるリン濃度 0.01mg/L を大きく超えていることから、リン濃度が藻類増殖を制限しているとは考えられない。

一方、Mn は環境水中に通常、0.1mg/L 程度含まれることから、これが藻類増殖を抑制することはないと考えられている。しかし、本技術によって沈殿処理水および砂ろ過処理水中の溶解性 Mn (D-Mn) 濃度が平均値として 0.01mg/L 以下にまで低下しており、溶解性 Mn 濃度の低下やこれに付随する微量金属の藻類摂取阻害が、浮遊性藻類増殖の抑制因子となっていると考えられる。

**②エストロゲン除去**

図-3 に示すように、エストロン (E1 ; 主要な女性ホルモン) 濃度が本技術により低下しており、英国における魚類雌性化抑制のための環境水質目標値 (エストロン : 3ng/L) をほぼ満足している。このことから、本技術により下水処理水の魚類雌性化影響が抑止されるものと考えられる。

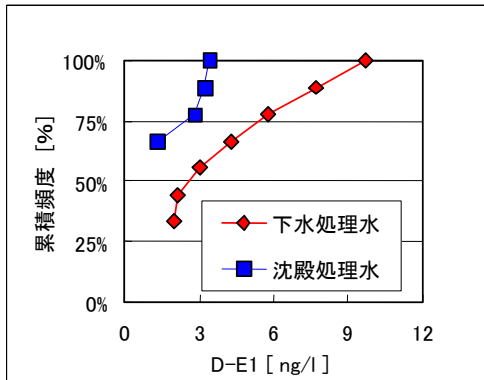


図-3 エストロン濃度の累積頻度分布の比較

**5. 今後の課題**

- ・付着性藻類（せせらぎ水路の河床等に増殖）に対する本技術の増殖抑制効果の検討
- ・処理装置の効率化の検討
- ・藻類増殖抑制機構のさらなる検討

問合せ先

独立行政法人土木研究所  
 水環境研究グループ水質チーム 上席研究員 鈴木 穰  
 主任研究員 岡安祐司  
 電話 029-879-6777 (直通)