

浄化槽放流水が放流先の水質と藻類生長に及ぼす影響

東北大院・工	正会員	○西村	修
東北大院・工	非会員	武田	文彦
東北大院・工	非会員	高橋	直樹
東北大院・工	学生会員	松橋	仁
東北大院・工	非会員	丸尾	知佳子
東北大院・工	正会員	中野	和典

1. 背景及び目的

日本には人口 5 万人未満の人口規模の小さな市町村においては未污水处理人口が 29.0%存在¹⁾し、未污水处理の解決が急務となっている。このような地域では経済的観点から下水道の導入は困難である一方、浄化槽はコスト面からみても住宅単位で設置が可能であり、今後その普及が進むと期待される。普及に伴って浄化槽排水の排水量が増加すると考えられるが、浄化槽排水が放流先の水質や生態系に与える影響についてはよく分かっていないのが現状である。これらの影響を評価し正しく理解することは健全な水環境の保全・構築及び浄化槽の適正普及策の立案に極めて重要である。

本研究では浄化槽処理水及び塩素消毒後の放流水が放流先の水質及び生態影響を評価することを目的とした。浄化槽処理水及び放流水が流入する水路において採水を行い放流水の流入前後の水質を比較するとともに、藻類成長阻害試験による生態影響評価を行った。

2. 実験材料及び方法

(1) 調査概要・水質測定

2011 年 1 月、宮城県大崎市内の浄化槽放流水が流入する用水路において、塩素消毒後放流水の流入前(上流水)、放流水の流入後(下流水)、および塩素消毒前浄化槽処理水(処理水)の 3 種の採水を行った(図 1)。このとき、対象の浄化槽は 5 人槽であり、使用人員は 2 名であった。用水路は幅 99 cm、水深 12 cm であり断面積は 1188 cm²であった。流速が 0.15 m/s であったことから、1 日当たりに換算すると用水路の流量は 1.6×10^3 m³/day と算定された。また、日本人 1 人あたりの平均使用水量が 0.2 m³/day である²⁾ことから、本調査の対象とした浄化槽の放流水流量を 0.4 m³/day と仮定した。採水を行った箇所は図 3.8 の通りである。用水路で採水した 2 つのサンプルについては、現場および実験室で水質測定を行った。pH、水温、DO、ORP、EC については現場携帯用水質測定器を用いて測定を行い、BOD、NO₂-N、NO₃-N、NH₄-N、PO₄-P、残留塩素については実験室で測定を行った。実験室における水質項目の測定は下水試験方法³⁾に基づいて行った。

(2) 藻類生長阻害試験

上記の 3 種の水及び蒸留水(対照系)は 0.45μm メンブレンフィルターでろ過し、pH 緩衝剤のトリスヒドロキシメチルアミノメタン(Tris)を 500mg/L となるよう加 pH7.5 としたものを試験水とした。

供試藻類として緑藻類 *Pseudokirchneriella subcapitata* (NIES-35)を用いた。本研究グループでは *Microcystis aeruginosa*⁴⁾と *Skeletonema costatum*⁵⁾について、増殖が試験水中の栄養塩条件に依存せず増殖阻害物質の影響のみを評価可能な試験方法を確立しているが、*P. subcapitata* でも同様の試験方法を確立した(武田ら、未発表)。すなわち前培養条件を 25℃、90 rpm 回転振とう、195 μmol/m²/s 明暗 12 時間周期、C 培地とし、本条件で対数増殖期後期～定常期初期にある細胞を 195 μmol/m²/s、25℃、90 rpm 回転振とうの条件で培養すると 4 時間は試験水中の栄養塩条件に関係なく最大比増殖速度 $\mu_{\max} = 2.22 \pm 0.266$ day⁻¹ (n = 3, C 培地、195 μmol/m²/s 連続照射、25℃、90 rpm 回転振とうで培養)を示すことを確認している。試験水中の化学物質による増殖阻害効果の評価はこの手法を応用し、試験水に *P. subcapitata* を 2.0×10^5 cells/ml となるよう添加し、4 時間後の細胞濃度を直接検鏡により測定し、各系の比増殖速度 μ を算出した。試験は 3 連で実施した。対照系と各試験水での μ について t 検定(有意水準 $\alpha=0.05$)を用いて有意差の有無を評価した。

3. 結果及び考察

水質測定の結果を表 1 に示す。上流水と下流水で各水質にはほとんど変化がないことが示され、放流水が当該流域に及ぼす水質の影響は小さいことが示唆された。2. (1)で示した流量から推定される流量比は約 4000:1 となり、用

キーワード 浄化槽, 放流水, 水質, *Pseudokirchneriella subcapitata*, 藻類生長阻害試験

連絡先 〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06 環境生態工学研究室

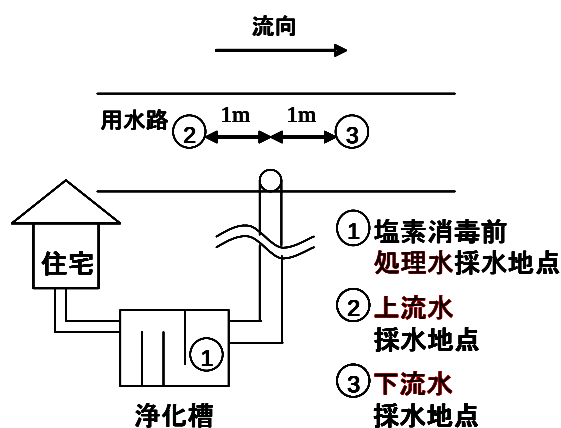
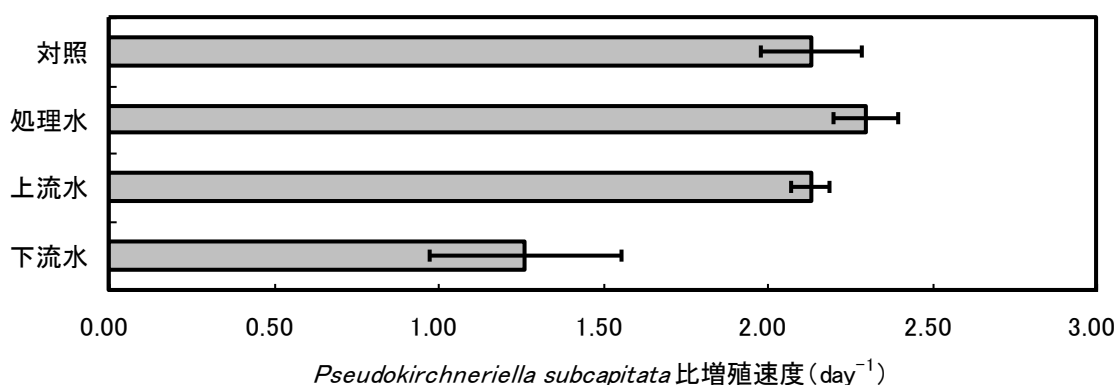


図1 処理水、上流水、下流水の採水箇所概要

表1 上流水、下流水の各種水質

水質項目	上流水	下流水
pH	7.39	7.39
水温 (°C)	0.9	0.3
DO (mg/L)	13.10	13.52
ORP (mV)	+190	+187
EC (s/m)	0.02	0.02
BOD (mg/L)	5.0	5.2
NO ₂ -N (mg/L)	<0.01	<0.01
NO ₃ -N (mg/L)	0.270	0.265
NH ₄ -N (mg/L)	0.097	0.101
PO ₄ -P (mg/L)	0.017	0.012
残留塩素 (mg/L)	0.06	0.06

図2 処理水、上流水、下流水が*Pseudokirchneriella subcapitata*の増殖に及ぼす影響

* : 対照系と有意差あり(p<0.05)

水路を流れる水に対して放流水の流入が微小であったことが、水質の影響が小さかった原因として考えられた。

各試験水における *P. subcapitata* の比増殖速度を図2に示す。対照系は $\mu_{\max}$ と同等であることが示され ($p>0.05$)、本試験において栄養塩条件が *P. subcapitata* の増殖に影響しないことを確認した。処理水および上流水では対照系と同等の μ を示し増殖阻害効果は見られなかったが ($p>0.05$)、下流水では有意に低下し増殖阻害効果が確認された ($p<0.01$)。上流および下流で水質はほぼ同等であり藻類試験では下流にのみ阻害効果が出た。残留塩素の測定結果はどちらも 0.06mg/l であり、今回の測定では残留塩素の測定レンジが 0.01mg/l であった。しかし、残留塩素に含まれる塩素化合物の中には 0.001mg/l のオーダーで生成が確認されるジクロロ酢酸があり⁶⁾、そのような物質が生長阻害の要因となっている可能性がある。したがって、ジクロロ酢酸のような微量塩素化合物の生成と生物への影響評価が重要な課題と考えられた。また、これまでは放流先の各種水質を測定・評価し水質に基づく流域管理がなされてきたが、表1に示すように従来測定されてきた水質項目で見れば上流水・下流水で水質はほぼ同等であり、放流水の影響は見られなかった。しかしながら図2に示すように上流水では増殖阻害効果がないにもかかわらず下流水では示されるという相違が確認された。このことは放流水の影響評価として生物試験でなければ評価できない影響が存在することを示唆するものであり、放流水の影響を正しく理解した流域管理を行うためには水質のみならず藻類生長阻害試験等の生態影響評価に関する情報収集が重要であると考えられた。

4. 謝辞

本研究は平成22年度環境省循環型社会形成推進科学研究費補助金(課題番号 K-22032)の交付を受けて実施した。ここに記して感謝の意を表する。

<参考文献> 1) 環境省報道発表資料, 2010.8.27. <http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=12867> 2011.1.20 アクセス。 2) 稲森悠平, 生活排水対策, 1998, 東京。 3) 日本下水道協会, 下水試験方法, 1997, 東京。 4) 塩入ら, 環境工学研究論文集, 45, pp.157-162, 2008。 5) 武田ら, 環境工学研究論文集, 45, pp.163-168, 2008。 6) 住山ら, 下水道研究発表会講演集, 40, pp.883-885, 2003。