

粗粒セラミックスを活用した河川の直接浄化に関する研究

熊本大学工学部 学生員 ○陽川 徹
 (株) テトラ 正会員 齋木正道
 熊本大学工学部 正会員 古川憲治

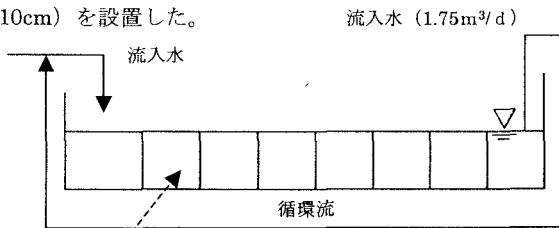
1. はじめに

当研究では、(株)テトラによって開発された「粗粒セラミックス」が新たな汚濁河川の浄化材料として活用できるかどうかを、長さ 10mの水路の底部と側面に粗粒セラミックスで敷き詰め、合成汚濁河川水を処理対象排水として実験的に検討してきた。その結果、粗粒セラミックスの優れた特性により汚濁河川水中の有機物が効率的に無機化されることを認めた。さらに、今年度から、粗粒セラミックスの更なる活用の道を検討すべく、河川や湖沼の水際を模した植栽タンクを設置して、これに抽水性の水生植物(アシ、パピルス、ケナフ、カヤツリグサ)を「孔開きの粗粒セラミックス」を支持体として植え付け、それがコンクリートブロックに代わる水際の構造物として活用できるかどうかの実験的な検討を行っている。

2. 実験装置並びに運転方法

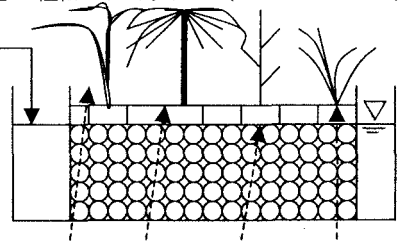
(1) 実験装置

実験用水路と植栽タンクの模式図をそれぞれ図-1、2に示した。水路の底面、壁面に 25×20×2cmの粗粒セラミックスを 96枚敷き詰め、タンクの上面に 20枚の孔開きの粗粒セラミックス(40×25×4.5cm、孔径 10cm)を設置した。



粗粒セラミックス
 (長さ: 10m、幅: 0.25m、高さ: 0.15m、容積: 0.375m³)

図-1 実験用水路模式図



アシ パピルス ケナフ カヤツリグサ
 長さ 5.1m、幅 0.52m、高さ 0.6m、体積 1.59m³
 水深 0.425m、内部の粗粒率 61.8%、容積 0.77m³

図-2 水際植栽タンク模式図

(2) 運転条件並びに TOC、窒素負荷量

C₆H₁₂O₆、(NH₄)₂SO₄、KH₂PO₄ を 50L の水道水に所定の濃度になるように溶解し、50L/日で水路に供給した。これとは別に希釈水として水道水を 1.8~4.0 m³/日で水路と水際植栽タンクに供給した(タンクへの流入水量は 1.75m³/d)。以上のような水路での実験の運転条件を表-1に示した。

表-1 実験用水路の運転条件

期間	水温 (°C)	流入水量 (m ³ /d)	循環流量 (m ³ /d)	滞留時間 (h)	流入 TOC (mg/l)	流出 TOC (mg/l)	流入 T-N (mg/l)	流出 T-N (mg/l)
8/23~9/3	22.3	1.73	6	6.2	12.2	1.3	6.76	4.7
9/22~9/29	21.2	1.8	6	6	11.1	2.2	5.9	4.2
9/22~10/25	19.6	1.8	6	6	13.7	2.5	5.8	4.4
10/26~11/27	16.8	4	6	2.7	5.9	2.85	6.5	4.5
11/28~12/14	15.7	2.69	6	4	7.4	1.53	5.2	4.5

(3) 水際植栽タンク

水路処理水に C、N、P を補填し、前もって水生植物を植え付けていた水際植栽タンクの流入水の濃度を高めて表-2に示す運転条件で実験した。供試水生植物の存在量は二週間に一回、各植物の茎の直径(D)と長さ(H)を測定し、ΣD²Hで評価した。

(4) 水質分析

各態窒素濃度 (NH₄-N、NO₃-N、NO₂-N) と TOC、pH、DO 等を下水試験方法にのっとり分析した。

表-2 水際植栽タンクの運転条件

期間	水温 (°C)	流入水量 (m ³ /d)	滞留時間 (h)	流入 TOC (mg/l)	流出 TOC (mg/l)	流入 T-N (mg/l)	流出 T-N (mg/l)
9/22~10/25	19.3	1.75	11.5	2.5	1	4.4	4.3
10/26~11/27	16.5	1.75	11.5	7.5*	1.87	8.88*	6.1
11/28~12/14	15.3	1.75	11.5	6.5	1.14	8.03	7.8

*この時点から C、N、P を補填した。

3. 実験結果及び考察

(1) 水路の浄化機能

TOC は水路で 51.7~90% の効率で除去された。水路の除去能は滞留時間に大きく依存し、2.7 h と短い時には 51.7% と大きく低下した。水温は 16~20°C の範囲で変化したが生除去率との明白な関係は見られなかった。流入水の NH₄-N は実験期間中 30~80% の効率で除去された。硝化は起こっているが生成した NO₃-N は汚泥に置換されるか嫌気域で脱窒されて処理水中の NO₃-N は 2mg/l 程度しか増加しなかった。

(2) 水際植栽タンクの浄化機能

TOC と窒素は水際植栽タンクでそれぞれ 60~82.5% と 2.0~31% の効率で除去された。水際植栽タンクでの窒素除去能は、水生植物の栽培密度をそれほど高めていないことから低い除去率となったが植栽する植物種の植栽密度の検討等でより高い窒素除去率を期待できる。植物の栽培特性を表-3 に要約した。

表-3 水際植栽タンクでの栽培試験結果

試験植物名	遅滞期間	μ (day ⁻¹)		増殖倍率		姿形	栽培期間
		最小	最大	最小	最大		
アシ	なし	0.00196	0.0182	3.05	8.72	悪い	多年
パピルス	なし	0.00414	0.0976	14.1	132.6	良好	多年
ケナフ	2ヶ月	0.00589	0.0718	6110	3441	普通	1年
カヤツリグサ	1.5ヶ月	0.0102	0.134	646	2006	良好	多年

* μ ; 比生育速度

今回検討した植物のなかで植栽タンクで栽培するのに適した順位は以下の通りである。

パピルス>カヤツリグサ>ケナフ>アシ

カヤツリグサは表-3 の全ての項目で良好な結果を残したが根毛が粗粒セラミックスの内部に入りきれず、根が粗粒セラミックスを持ち上げてしまう事から不適と判断した。植物の生育の経時変化の ΣD^2H を生育の指標として用いて評価し、その結果を図-3 に示した。この図より植物は 12 月中旬まで順調に成長を続けていることがわかる。

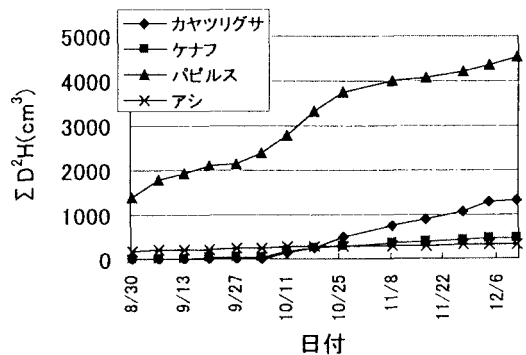


図-3 各植物の ΣD^2H の経日変化

4. まとめ

(1) 実験用水路で曝気することなく合成河川水の TOC 成分を 3~6 h の滞留時間で除去できた。流入 NH₄-N は、負荷量に関係なく 30~80% の効率で除去できた。流入水と流出水の全窒素濃度の差から水路内の無酸素領域で脱窒が行われていることが推定された。また、窒素の一部は植物に吸収された。

(2) 水際植栽タンクで TOC は 60~82.5%、T-N 2.0~31% の効率で除去された。T-N 除去能については、植栽する植物種の選択、植栽密度の検討等でより高い窒素除去率を期待できる。

(3) パピルス>カヤツリグサ>ケナフ>アシの順で水際植栽タンクでの栽培に適している。