

途上国の地方分散小規模コミュニティに受け入れられる 低コスト型排水処理装置の基礎的検証

香川高等専門学校 賛助会員 ○西岡一樹 正会員 多川 正

1. はじめに

莫大な量の水を広域に渡って運ぶ国際河川は、流域に住む人々に多くの恵みをもたらすが、一度汚染が広がり始めれば、国家間の連携等の流域全体での対応が必須となるために、解決するのは困難である。本研究では、数ある国際河川の中でも、多数の発展途上国を流域に抱えているガンジス川に着目した。

河川の水質汚濁の大部分の要因が生活排水とされ、連携が困難である地方分散小規模コミュニティに簡便に設置が可能な排水処理の普及を目的とし、排水処理と同時に有用植物の同時栽培による有益な価値が得られることを目的とし、個人による分散型の排水処理の普及と持続的な使用が可能になるかを検証する。

2. 実験方法

2.1 傾斜土層法による処理システムの構築

本研究では傾斜土層法の適応とし、大型の処理槽を用いた実験を行う前段階として、まず約 6 L の小型の容器を使用した縮小モデルにて実験を行った。排水処理システムに要求される条件として、同時栽培する有用植物への影響を考慮して、排水中の有機物は概ね除去し、かつ窒素、リンなど植物の生長に必要な栄養塩類は適度に残留させるシステムを目標とし、各処理槽に充填する担体を 7 種類選定し、同一排水を供給した処理能力の比較を行った。実験に使用した担体と調査目的を表-1 に示す。また、図-1 に No.5 を例として、小型処理装置モデルの内部構造を示す。縦 20 cm、横 30 cm、高さ 10 cm 程、全容量約 6 L の容器に、短絡流対策として高さ 2 cm の板を 2 枚等間隔に設置した (No.7 を除いて、担体以外の基本的な構造は同じ)。流下方向下部に次の層に排水を送るための開口を設置し、容器全体に担体を充填した。

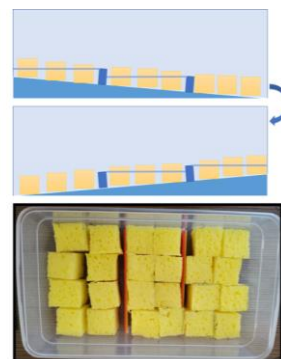


図-1 小型処理装置モデルの内部構造

表-1 実験に使用した担体

No.	担体	目的
1	竹、ティッシュペーパー	スポンジ以外の多孔質な素材の特性を調査する
2	目の荒いスポンジ(不規則な塊)	他のスポンジ担体との比較用に簡単な形の調査をする
3	目の細かいスポンジ(矩形)	スポンジの目の荒さによる影響を調査する
4	目の荒いスポンジ(不規則な欠片)	スポンジの比表面積の大きさによる影響を調査する
5	目の荒いスポンジ(矩形)	スポンジの表面の形状による影響を調査する
6	軽石	軽石の除去特性を調査する
7	スポンジ(沈殿)	構造内で一時的に水を貯めることによる変化を調査する

2.2 有用植物の探索

本研究では、有用植物の選択枝の一つとしてサフラン(*Crocus sativus*)を探索した。サフランは収率が低いために貴重で、1 g あたり 500 円から 1,000 円程度と高価であるので、売却し資金源となりえる。また、生薬としては鎮静、鎮痛、通経作用があるため、必要となれば自ら使用することも可能である。

2.3 処理条件及び測定項目

ペプトンを溶解させた人工排水を作成し、担体を変化させた処理槽 No.1~7 それぞれについて通水し、COD_{Cr}、T-N、T-P、pH、DO、温度の測定を行った。流入排水の流速は、約 3 mL/min に調整し、一回につき 500 mL を通水した。また、植種微生物として、園芸用の土を水で懸濁させたものを散布した。人工排水の汚濁濃度の検討は、インドでの水バランスから推察した。2010 年のインドにおける取水に対する目的別の水利用割合から、1 人当たりの水使用量である 613 m³/人・年を用い、日本で一般的に言われる生活排水に含まれる BOD 汚濁原単位 43 gBOD/人・日から、インドの 1 人当たりの 1 日に排水される BOD 濃度を求めると、348 mg/L となった。BOD 濃度/質量濃度の比を実測データから計算し、人工排水中のペプトンの質量濃度を 500 mg/L に調整した。

3. 実験結果及び考察

3.1 環境条件

通水実験は12月10日～12月24日にかけて実施した。屋外ハウス内に装置を設置していたため、季節による温度低下の影響が見られ、測定時の平均気温は11.5°Cで、水温についても流入時には18.0°Cであったが、流出時には平均で11.1°Cにまで低下した。温度低下は微生物の活性や増殖への悪影響が実験全体を通して想定された。また、全測定期間内におけるpHは、各処理槽間で概ね7.5程度で、構造による大きな変化は見られず、通常の河川水のpHからも逸脱していないため、最終的な河川放流も問題ないことが確認できた。DOについても、各処理槽で6 mg/L～11 mg/Lの範囲内で推移しており、微生物の活動に必要な酸素量は十分に含まれていることが確認できた。

3.2 実験結果

図-2にNo.1～7処理槽の処理水測定項目の平均値の推移を示す。また、浄化が確認された12月17日及び12月24日の各槽の除去率を表-2に示す。COD_{Cr}の除去率については、各処理槽で50%に近い除去率が確認された。特に、No.2の処理槽では、約86%に到達する除去が達成された。要因として考えられるのは、スポンジの形状のほかに、槽内での排水とスポンジ担体との接触効率がよく、微生物の捕捉・接触が良いことが要因とされた。一方でT-Nの除去率は、各処理槽間で大きな変化は見られず、20%程度であった。これは主に硝化菌の増殖が遅く、水温が低いため低活性となりやすいことに起因するものと考えられ、今後早期の立ち上げ方案の検討を継続して行う。T-Pの除去率は、軽石を担体としたNo.6の処理槽で約70%と最も高くなった。他の槽でも比較的高いパフォーマンスであるので、継続的に維持可能か経過観察を行う。処理槽の外観を確認したところ、No.1の竹とティッシュペーパーを担体を使用した処理槽では、早期から竹の表面にカビが広がっていった。衛生的な問題や見栄えの劣悪さから、今後の竹を担体として利用することは断念する。全体を通して、処理槽を設置している屋外ハウス内では悪臭が充満しており、対策を施す必要がある。

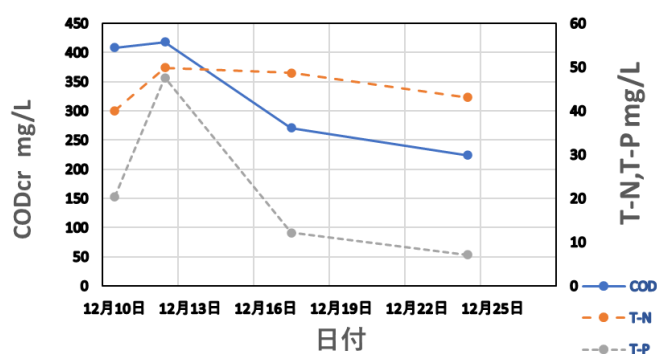


図-2 各測定項目の平均値の推移

表-2 No.1～7 処理槽の COD_{Cr},T-N,T-P 除去率

No.		COD _{Cr}	T-N	T-P	No.	COD _{Cr}	T-N	T-P
1	12/17	43.1	4.3	30.8	5	66.5	16.4	34.1
	12/24	51.6	17.1	59.3		69.2	21.4	63.7
2	12/17	78.0	13.6	48.4	6	48.6	15.0	35.2
	12/24	86.2	22.1	45.1		45.3	23.6	70.3
3	12/17	72.2	21.4	36.3	7	42.1	7.9	18.7
	12/24	73.4	25.7	65.9		51.7	24.3	56.0
4	12/17	51.1	12.1	28.6				
	12/24	75.8	26.4	63.7				

3.3 サフランの生育特性の調査

サフランの種を入手して実験室内にてサフランの栽培を行った結果、園芸用の土だけで栽培した場合に比べて、追加肥料を混ぜたもので栽培した場合は、全体的に成長が芳しくなかった。また、花卉のサイズも前者が4 cm程度であったのに対して、後者は2 cm程度となった。よって、過度な栄養塩類の存在はサフランにおいても悪影響を及ぼすことが示唆された。また、蒸留水を用いた水耕栽培も同時に実施した結果、種からの発芽・生育は確認できたが、園芸用の土に肥料を混ぜた場合と同様に成長が芳しくなかった。栄養塩類を含む処理水の添加を行えば、サフランの生育の改善は期待できると思われる。

4. 今後の予定

一部の項目では高い除去率を確認することができたが、サフランの栽培用の水として利用するには至らなかったため、改良を実施していく。また、対象の人々に望まれる付加価値を更に模索して、広大な国際河川の流域の小規模コミュニティの環境改善に繋げるようにしたい。