

単独処理浄化槽を補う排水処理手法としての花壇型人工湿地の処理性能の評価

日本大学 学生会員 ○清野 紘
日本大学 学生会員 大附遼太郎
マンパワーグループ(株) 佐々木百合
日本大学 中村 和徳
日本大学 正会員 中野 和典

1. はじめに

我が国の浄化槽の約60%はトイレからの排水(し尿)のみを処理する単独処理浄化槽であり¹⁾、洗濯や台所に由来する生活雑排水は処理されずにそのまま放流されている。これに対し生活雑排水も併せて処理する合併処理浄化槽を設置すると、環境への汚濁負荷量は単独処理浄化槽の1/8となり、下水道施設で処理される場合と比較しても遜色のない処理が行える。しかし、合併処理浄化槽は、浄化槽容積、設置面積、設置コスト等が単独処理浄化槽に比べると増加するため、単独処理浄化槽からの転換は進んでおらず、新たな対策が望まれる。一方、自然の湿地での浄化メカニズムである沈殿、生物分解、酸化反応と還元反応の連動を原理として、浄化の制限となる水の有無を人工的にコントロールし、水質浄化性能を向上させたシステムである人工湿地は、低コストかつ省エネルギーでの運用を可能とした持続可能な排水処理法として期待されており²⁾、合併処理浄化槽の代替になり得る。本研究では、合併処理浄化槽への更新が進まない現状を鑑みて、花壇を利用した人工湿地を開発し、これを生活雑排水の高度処理システムとして利用することを提案する。そこで花壇型人工湿地の水質浄化性能を確認するため、学生食堂排水を用いた実証実験を行った。

2. 実験方法

本研究に用いた花壇型人工湿地の外観を図-1に示す。花壇型人工湿地は、福島県郡山市の日本大学工学部敷地内に設置されている。花壇型人工湿地の内部構造を図-2に示す。花壇型人工湿地は、大きく2つの構造に分かれている。どちらもろ材として砂が充填され、排水を5段階のろ過処理で浄化する仕組みであるが、1つは多段型構造であり、各段から流出する際に水が大気に晒されることで酸素が水に溶け込む仕組みである。もう1つは重層型構造であり、花壇内部で水を大気に晒すための空気層が各段の下部に設置されている。本研究では、これら2つの構造を有する花壇型人工湿地に学生食堂排水を毎日500L流入させ、それぞれの水質浄化性能を評価した。



図-1 花壇型人工湿地の外観

3. 結果及び考察

3. 1 花壇型人工湿地の運転状況

花壇型人工湿地に流入させた学生食堂排水の平均濃度と1日あたりの汚濁負荷量を表-1に示す。流入濃度の平均値、最大値及び最小値は、BODでは1677、5666及び364mg/L、T-Nでは9.9、28.3及び2.2mg/L、T-Pでは7.3、13.9及び3.2mg/Lであった。学生食堂排水は、BOD及びT-Pでは生活雑排水よりも濃度が高く、T-Nでは生活雑排水よりも濃度が低い排水であることが分かった。処理運転を平成25年7月24日にスタートし、毎月2回、学生食堂排水原水及び多段型構造と重層型構造による処理水を採水した。稼動から147日までの処理期間における処理水量を図-3に示す。稼動開始から147日(12月18日)の積算処理水量は、47.5m³に達した。1日あたりの平均処理水量は0.37m³であり、最大日処理水量は1.30m³であった。10月24日から11月11日のデータは、水量計の故障により欠損した。

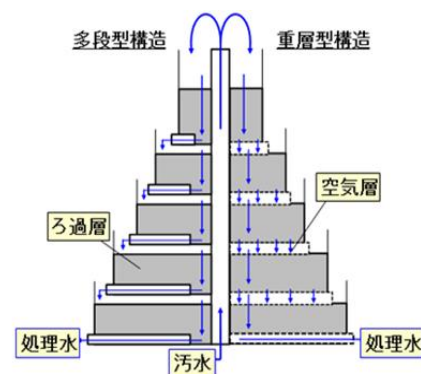


図-2 花壇型人工湿地の内部構造

表-1 学生食堂排水の平均濃度と汚濁負荷量

	平均濃度 (mg/L)	汚濁負荷量 (g/d)
BOD	1677	838
T-N	9.9	5.0
T-P	7.3	3.7

(n=7)

キーワード 人工湿地, 排水処理, 単独処理浄化槽, 花壇, 学生食堂排水

連絡先 〒 963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原1番地 日本大学工学部 環境生態工学研究室

3. 2 花壇型人工湿地の処理性能の評価

多段型構造と重層型構造の2つの構造における浄化性能についてBOD、COD_{Cr}、SS、TKN、T-N及びT-Pの除去性能を比較した結果を表-2に示す。どちらの構造でもBOD、COD_{Cr}、TKN及びT-Nの各項目で平均除去率が90%を超える結果となった。また、SS及びT-Pの平均除去率は、全期間の平均除去率では90%に満たなかったが、69日目以降の平均除去率(n=4)では全水質項目で90%を超える結果となり、多段型構造と重層型構造で明らかな差は生じなかった。

処理水濃度は、BODでは多段型構造、重層型構造ともに全期間の平均で5.0mg/L以下の値を示し、COD_{Cr}では30mg/L以下、SSでは70mg/L以下、TKNでは0.5mg/L以下、T-Nでは0.5mg/L以下、T-Pでは2.0mg/L以下の値を示した。以上の結果より、花壇内部で水が大気に晒される構造とした重層型構造でも、花壇外部で水が大気に晒される従来型の多段型構造と比較して遜色のない除去性能が得られることが示された。

合併処理浄化槽の代替として花壇型人工湿地により生活雑排水の処理を行うことを想定し、本研究で得られた学生食堂排水の浄化性能を浄化槽の性能基準と比較すると、性能評価型浄化槽の性能基準は、BOD除去率では90～95%以上³⁾、放流水のBOD濃度は10～20mg/L以下³⁾であり、花壇型人工湿地では多段型構造、重層型構造ともに基準を満たしていたことが確認できた。さらに花壇型人工湿地で得られた窒素及びリン濃度は下水道の性能基準(窒素濃度は10～20mg/L以下⁴⁾、リン濃度は1～3mg/L以下⁴⁾)を満たしていた。特に69日目以降の処理期間では、BOD、COD_{Cr}、SS、TKN、T-N及びT-Pの全ての水質項目で平均除去率が90%以上を達成しており、花壇型人工湿地は窒素・リン除去型浄化槽としても機能することが示された。

表-1に示す花壇型人工湿地に流入させた学生食堂排水の汚濁負荷量を生活雑排水の汚濁負荷量に換算すると、BODは31人分、T-Nは2.5人分、T-Pは18人分に相当する。花壇型人工湿地の1段目から5段目までの総面積は13.3㎡であるため、処理人口1人あたりに要した花壇面積はBODでは約0.43㎡、T-Nでは約5.32㎡、T-Pでは約0.74㎡と試算され、一般家庭の庭の花壇でも実現可能な面積であったことが示された。

4. まとめ

学生食堂排水を用いた実証実験を行った結果、花壇内部で水が大気に晒される構造とした重層型構造でも、花壇外部で水が大気に晒される従来型の多段型構造と比較して遜色のない除去性能が得られ、どちらの構造でも性能評価型浄化槽の性能基準及び下水道が要求する基準を満たしていたことが確認できた。69日目以降の処理期間では、BOD、COD_{Cr}、SS、TKN、T-N及びT-Pの全ての水質項目で平均除去率が90%以上を達成しており、花壇型人工湿地は単独処理浄化槽を補う生活雑排水の高度処理手法として機能することが実証された。

謝辞

本研究は、平成24-26年度文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業(S1203003)の支援を受けて実施した。本研究を進めるにあたり、日本大学工学部環境生態工学研究室及び材料工学研究室の方々に特段のご協力をいただいた。ここに感謝の意を表する。

参考文献

1)環境省 (2014): 平成24年度末における浄化槽の設置状況等について, <https://www.env.go.jp/press/press.php?serial=17689>
2)中野和典 (2010): 環境バイオテクノロジー学会誌, Vol.10, No.2, pp.53-57.
3)環境省 (2014): 浄化槽法, <http://law.e-gov.go.jp/htmldata/S58/S58HO043.html>
4)国土交通省 (2014): 下水道法, <http://law.e-gov.go.jp/htmldata/S33/S33HO079.html>

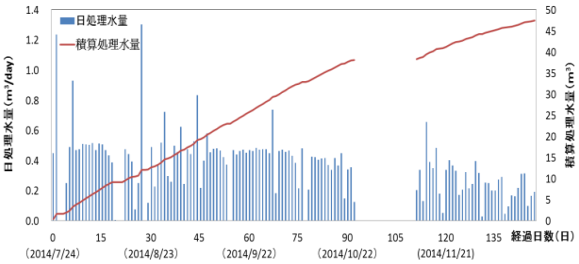


図-3 運転期間における処理水量

表-2 各構造で得られた除去性能及び
浄化槽・下水道の性能基準との比較

水質項目	多段型構造		重層型構造		性能評価型浄化槽の性能基準(N、Pについては下水道における基準)
	平均濃度(mg/L)	平均除去率(%)	平均濃度(mg/L)	平均除去率(%)	
BOD	3.8	99.6	4.5	98.3	除去率90～95 % 以上
COD _{Cr}	18.0	97.5	22.9	96.9	10～20mg/L以下
SS	40.9	86.1	66.4	73.7	1～3mg/L以下
TKN	0.3	92.3	0.2	96.7	
T-N	0.4	94.3	0.3	96.9	
T-P	1.1	80.6	1.5	79.7	

(n=7)