

一戸住宅を対象とした二段式人工湿地装置の適用

立命館大学理工学研究科 学生会員 ○坂井 颯哲

正会員 中島 淳

佐藤 圭輔

特定非営利活動法人碧いびわ湖

村上 悟

1. はじめに

人工湿地法とは、自然浄化作用を利用した下水処理法である。汚水処理は主に湿地内の植物による栄養塩吸収、微生物による分解、土壌への吸着・ろ過作用を用いて行われる。人工湿地法は自然浄化作用を用いて処理を行うため、維持管理が容易であるので、北欧、アメリカ、発展途上国で広く利用されている。特に EU では約 8000 以上の人工湿地が存在していると報告されている¹⁾。また日本でも北海道を中心に畜産し尿や廃棄乳を含んだパーラー排水処理に人工湿地が利用されている²⁾。しかしながら、生活雑排水を対象として適用した場合には、その処理性能、特に窒素除去が不十分な場合が多い。そこで、本研究では 1 戸 1 世帯を対象とした 2 段式人工湿地にて生活雑排水における浄化能力を評価し、特に窒素除去における性能の把握を目的とした。

2. 実験内容・方法

本研究の実験装置を図 1 に示す。1 槽目に好氣的処理を行う VSF 湿地、2 槽目に嫌氣的処理を行う HSF 湿地を組み合わせた 2 段式の人工湿地を利用した。1 槽目の専有面積は 3.2m²、深さは 0.7m、地表面から SS (スーパーソル: ガラスのリサイクル素材の軽石, 5cm 厚)、炭カル(10cm 厚)、バラス(粒径 3-40mm, 55cm 厚)で構成される。2 槽目の専有面積は 2.1m²、深さは 0.7m、地表面から SS (5cm 厚)、炭カル(35cm 厚)、バラス(粒径 7-40mm, 30cm 厚)で構成される。この装置は 1~2 人世帯を対象とした生活雑排水の処理に用いられ、2015 年 7 月下旬ごろから運転を開始し、2015 年 8 月 26 日から 2016 年 1 月 6 日まで週 1 度の頻度で採水、水質分析を行った。測定水質項目は、pH、DO、ORP、EC、水温、SS、アルカリ度、有

機物、栄養塩類である。流入水を inf、VSF 湿地処理水を mid、HSF 湿地処理水を eff と表記する。

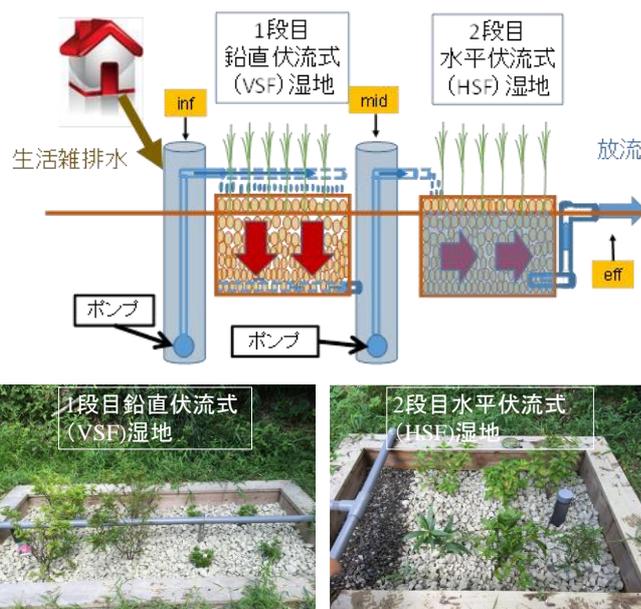


図 1. 実験装置概略図

3. 結果と考察

3.1 水質測定結果

inf、mid、eff の各物質濃度(n=20)と各槽における平均除去率を表 1 に示す。inf において T-N、T-P 濃度が一般的な生活雑排水の濃度よりやや高い結果となった。inf と eff における SS、炭素、T-N、T-P の除去率は 60%以上となる結果となった。また、SS、BOD においては 90%以上であることから、湿地槽内で物理学的処理、生物学的処理が有効に機能したと考えられる。SS、BOD の放流濃度が低く、除去率が高い結果となったが、T-N、T-P の放流濃度が高いのは季節変動による影響が高いと考えられる。3.2 において窒素除去性能について考察する。

キーワード：人工湿地，鉛直伏流式，水平伏流式，硝化反応，脱窒反応

滋賀県草津市野路東 1-1-1, rv0028xi@ed.ritsumei.ac.jp

表 1. 各ポイントの物質濃度とその除去率

	inf		mid		eff		total
	(mg/L)	(mg/L)	(%)	(mg/L)	(%)	(%)	
SS	94.0	61.6	34.4	2.9	95.3	96.9	
DOC	50.3	30.3	39.7	11.5	62.0	77.1	
BOD	149.4	73.7	50.7	11.9	83.8	92.0	
COD	37.3	21.8	41.6	8.0	63.3	78.6	
T-N	37.1	30.9	16.9	13.2	57.1	64.3	
D-N	35.3	28.2	20.1	12.5	55.6	64.5	
NO ₃ -N	0.2	8.9	-4560.0	0.5	94.4	-161.7	
NO ₂ -N	0.0	1.7	-7162.2	0.3	85.3	-971.0	
T-P	4.4	2.6	40.6	1.4	46.7	68.3	
PO ₄ -P	2.3	1.5	36.2	1.3	13.9	45.1	
DO	0.6	3.6	-	1.9	-	-	
pH	7.1	7.1	-	7.2	-	-	
水温	18.4	17.1	-	15.8	-	-	

3.2 窒素除去性能

表 1 より T-N の除去率は全体の平均で 64.3%を示した。しかし、運用開始からの日数を経るごとに eff の T-N の濃度が上昇する結果 (図 2) となった。inf の T-N 上昇も影響しているが、特に水温低下などにより、十分な硝化反応が進まずに脱窒過程まで至っていない事が考えられる。

そこで、各ポイントにおける形態別窒素濃度について考察する。NO_x-N を NO₂-N と NO₃-N の足し合わせで示し、さらに DKN を加え D-N とした。

図 3 より、VSF 湿地の処理水である mid では、測定開始から約 1 ヶ月ごろから NO_x-N が検出され、最高で NO_x-N が 23mg/L 検出され、VSF 湿地では好気処理を行っているが、流入水中のアンモニア態窒素等を安定的に硝化するためには約 1 ヶ月以上を要するという結果となった。水温が 13°C以下になると硝化反応の活性が低下することから、12 月を過ぎたあたりから NO_x-N の生成量が減少傾向となった。このことから、屋外に設置される人工湿地では、水温低下による影響が処理性能に明確に表れることが考えられる。

図 4 より、HSF 湿地の処理水である eff のほとんどが DKN であることから、VSF 湿地で生成された NO₂-N、NO₃-N が脱窒反応で N₂ ガスとして大気中に放出したと考えられる。また日数を経るごとに水温が低下し、それに伴い D-N 濃度が上がり、15°Cを下回ってからは NO_x-N も検出された。脱窒は脱窒菌により行われその活性は温度に比例して高くなるとされている。本研究では水温が 15°C以下になると脱窒不良が起こったと考えられる。さらに mid において、脱窒を行うための NO_x-N の生成不良が D-N 上昇の要因と考えられる。

4. 結論

本研究で利用された二段式人工湿地装置の除去率は

SS、炭素、リンおよび窒素の除去率は 60%以上であった。特に SS、BOD の除去率は 90%以上となった。また、水温が 15°C以下になると硝化・脱窒反応が制限され、それに伴い放流水の窒素濃度が上昇する結果となった。

今後も装置の運用を継続し春季～夏季にかけての処理性能を分析するとともに植物についても検証していきたい。

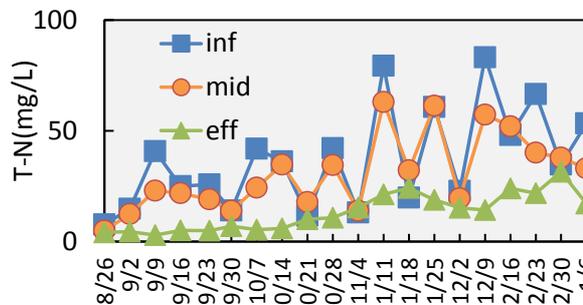


図 2. T-N 経時変化

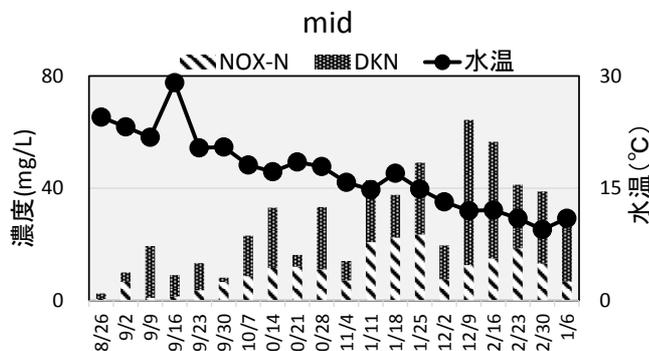


図 3. mid における D-N と水温

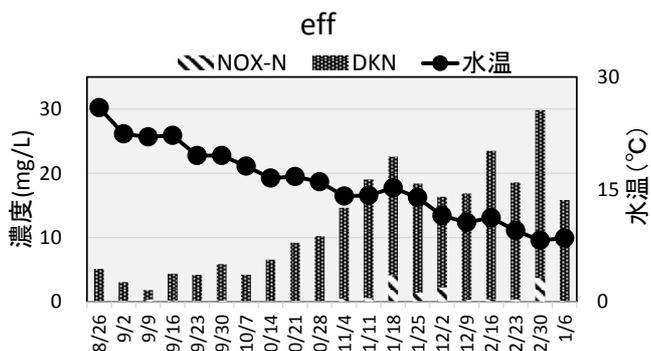


図 4. eff における D-N と水温

参考文献

- 1) 石崎勝義, 楠田哲也 (監訳), 自然システムを利用した水質浄化, 技法堂出版, 2001
- 2) 神保有亮, 循環・廃棄物の基礎講座, 国立環境研究所 資源環境・廃棄物研究センター, 2013
- 3) 吉田富男, 霞ヶ浦における生物的窒素固定と脱窒, Jap. J. Limnol, 40, 1, 1-9, 1979