

素掘型濁水処理システムにおける天然ヤシ繊維フィルターの長期利用と処理性能の検討

秋田工業高等専門学校 学生会員 佐藤翔心 非会員 田口直之
正会員 金主鉉 増田周平

1. はじめに

秋田県中西部に位置する八朗湖では、稲作の代かき期に発生する農業濁水によって SS 濃度の増加や透明度低下がみられている。八朗湖水を循環利用している大潟村から排出される農業濁水の粒度分布は $10\mu\text{m}$ 以下が半分以上を占めており、自然沈降が起こりづらい。ヨシ植栽などで SS 除去を図っているものの、現在の施設規模では負荷量全体に対する削減率は非常に少ない。故に施設規模の拡大が必要であるが、用地取得、施設造成費、造成後施設の維持管理に関わる流域市町村の財政負担といった理由から難しい状況にあるといえる。本年度実験はこのような問題を解決するために、大量処理が可能で薬剤を使用しないコンパクトな農業濁水処理システムとして、長期利用が可能な天然ヤシ繊維フィルターを用いた素掘型農業濁水処理システムの確立を目指した現地実験を行っている。

本稿では昨年度実験のヤシ繊維フィルターの充填方法を変更し、流れ方向に対する垂直接触面積増加の SS 除去率に対する効果と、水量負荷の増加による大量処理の効果について、使用三年目のヤシ繊維フィルターを用いたろ過システムによる現場実験の結果について報告する。

2. 素掘型濁水処理装置の概要

2.1 ヤシ繊維フィルター

ヤシ繊維フィルター(Palm fiber filter、以下 PFF)とは、天然のヤシ繊維のみで作られたネット中に同質の円筒状のフィルターを高密度に充填することで、濁水中の土粒子を効率よくろ過することのできる環境に優しい濁水濾過フィルターである。設置に重機や機械を必要とせず、人力で設置することができ、又、条件下では長期利用も可能な施工面及び資材面で見ても効率的で低コストの濾過材である。

2.2 素掘型農業濁水処理システムの概要

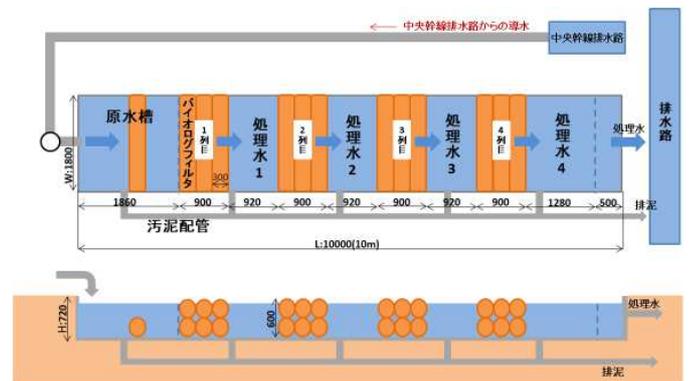
図-1 に PFF を用いた素掘型農業濁水処理システムの概要を示す。縦 1.8m、横 10m、高さ 0.72m、の素掘にピラミット型に配置された PFF により、農業濁水を 4 段階にわたって連続処理をする構造である。昨年度との変更点

として、PFF の配置を下段 3 本、上段 3 本の 2 段から下段 3 本、中段 2 本、上段 1 本の 3 段にし、流れ方向に対する垂直接触面積を増加させ、高さを確保することで、流量の増加による大量処理を可能とした。八朗湖湖底のポンプに接続されたバルブによって流量を調節する。

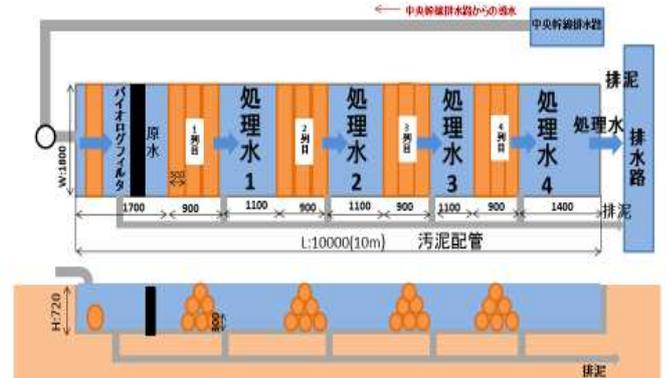
3. 実験方法

実験期間は 2020 年 6 月 2 日～7 月 3 日(31 日間)で、大潟村の自然浄化施設横に設置し、ポンプにより中央幹線排水路から濁水の一部をくみ上げ本処理システムに導水し実施した。本来であれば灌漑期中に本実験を行う予定であったが、新型コロナウイルスの関係で一か月遅れで実験を行った。

直径 0.3m、長さ 2m の PFF6 本を 1 セットとし、下段 3 本、中段 2 本、上段 1 本のピラミット型のろ過機構を 4 列配置してろ過実験を行った。PFF は 1 本当たり約 7.5kg-wet/m で、各列 81.0kg-wet、合計 43.2m、324.0kg-wet 充填した。



(a)2019 年度実験の PFF の配置



(b)2020 年度実験の PFF の配置

図-1 素掘型濁水処理装置の概要

目標流量を 0.06m³/分とし、実験開始前に脱着洗浄と高圧洗浄機による洗浄を行った。

採水については、1 列目を通過したろ過水(処理水 1)、2 列目を通過したろ過水(処理水 2)、3 列目を通過したろ過水(処理水 3)、4 列目を通過したろ過水(処理水 4)に対し週に三回行い、pH、EC、DO、透視度、SS、VSS、COD、T-N、T-P 等を測定した。

4. 実験結果および考察

実験期間の水温は平均 23.9°C、pH の平均は 7.45、EC は 36.5mS/m であった。これらの項目の原水と各処理水の変化はあまり見受けられなかった。DO は DO の最小値は 5.84mg/L 生態系への悪影響はない。透視度は 3~7 倍の改善が見られた。

表-1 に実験項目である SS、VSS、COD、T-N、T-P の 2019 年と 2020 年の結果を比較して示す。

SS 除去率は 68.8% と非常に高い捕捉効果が得られた。本年の実験結果より、1 列目から 2 列目の除去率が 37.5%、3 列目から 4 列目は除去率 11.8% であることから、本実験装置を PFF 充填 2 列にし、微細化した SS の吸着除去が可能な活性炭を使うことでより規模の縮小とコストの削減、装置設置の際の工期短縮が狙えるのではないかと考える。

表-1 昨年度の実験結果との比較

		原水	処理水 1	処理水 2	処理水 3	処理水 4
本年(2020年度) n=13	SS(mg/L)	48 (32-84)	30 (17-49)	20 (7-20)	17 (4-24)	15 (6-21)
	VSS/SS	0.17 (0.13-0.45)	0.17 (0.15-0.48)	0.14 (0.09-0.43)	0.14 (0.09-0.40)	0.12 (0.10-0.45)
	COD(mg/L)	9.9 (8.5-11)	9.4 (8.2-10)	8.6 (6.7-10)	8.2 (6.4-9.0)	8.3 (6.7-9.4)
	T-N(mg/L)	2.18 (1.71-2.46)	1.71 (1.38-2.46)	1.34 (0.85-1.74)	1.33 (0.96-1.84)	1.37 (0.96-1.99)
	T-P(mg/L)	0.26 (0.17-0.30)	0.21 (0.15-0.26)	0.18 (0.12-0.26)	0.18 (0.12-0.24)	0.18 (0.11-0.26)
昨年(2019年度) n=12	SS(mg/L)	76 (24-154)	57 (19-113)	49 (21-82)	39 (14-74)	28 (12-57)
	VSS/SS	0.27 (0.13-0.45)	0.28 (0.15-0.48)	0.26 (0.09-0.43)	0.26 (0.09-0.40)	0.26 (0.10-0.45)
	COD(mg/L)	11 (6.8-15)	11 (7.0-13)	11 (7.0-13)	10 (7.0-13)	10 (7.2-11)
	T-N(mg/L)	2.89 (1.88-3.81)	2.64 (2.00-3.49)	2.44 (1.97-3.28)	2.49 (2.11-3.10)	2.22 (1.53-2.68)
	T-P(mg/L)	0.35 (0.28-0.55)	0.35 (0.31-0.41)	0.33 (0.24-0.41)	0.35 (0.27-0.38)	0.35 (0.20-0.46)

注：（最小値-最大値）

表-1 の VSS/SS より、濁質中の有機物の割合が高いことがわかる。昨年度実験は値に変化はないが、本年度実験では減少していることから、有機物の除去性能が向上していることが推察できる。

COD 除去率は 16.2%、T-N 除去率 37.2%、T-P 除去率は 30.4% という結果になり、いずれも高い値となっている。

今回の実験は 3 年目の PFF を用いて実験しているにもかかわらず昨年度実験よりも SS 除去率は向上した。使用 3 年目の PFF は、繊維質の劣化や大きな形状の変化は見られず、高い処理性能を維持したため、運転コストの削減につながる長い耐用年数を確認した。

2019 年に行った濁水処理実験と 2020 年実施した実験の比較を表-2 に示す。水面積負荷は 2019 年より 1.5 倍高い実験条件下において、SS 負荷削減量はわずかながら 2019 年の結果を上回った。

表-2 今年と昨年の実験条件と SS 削減量の比較

	本年度(2020年)	昨年度(2019年)
実験期間(日)	6月3日～7月2日(31日間)	5月24日～6月26日(34日間)
導水量(m ³ /日)	86.4	56.2
施設規模(m ²)	18.0	18.0
原水層(m ³)	3.06	3.35
沈殿槽(m ³)	1.98×3列	1.66×3列
最終沈殿槽(m ³)	2.52	3.2
水面積負荷(m ³ /m ² /日)	4.8	3.1
SS負荷削減量(kg-SS/m ² /日)	0.16	0.15

5. まとめ

以上の結果より、ヤシ繊維フィルターの耐用年数は 3 年以上であること、充填方法としてはヤシ繊維フィルター表面の早期目詰まりを緩和できる他、濁水との接触面積が増える傾斜充填方式が農業濁水中の SS 捕捉に有効であることが現場実験よりわかった。今後は補足 SS の脱着手法の検討が必要であるが、傾斜充填方式は、最大捕捉に達したヤシ繊維フィルターの表面洗浄にも効果的と考える。

参考文献

- 1) 西田秀紀他 (2010) 天然ヤシ繊維を用いたノッチタンク式濁水処理装置の開発、土木学会第 65 回年次学術講演会、pp.1083-1084.
- 2) 澤石聖樹他 (2020) 天然ヤシ繊維フィルターの長期利用を目的とした素掘型農業濁水処理システムの検討、令和元年度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集、VII-13.
- 3) 高岡勇人他 (2019) 灌漑期における天然ヤシ繊維を用いた八朗湖に流入する農業濁水処理システムの検討、平成 30 年度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集、VII-51.