

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

秋田工業高等専門学校 学生会員 ○澤石聖樹 正会員 金主鉉 増田周平 非会員 津谷旬哉

1. はじめに

稲作の代かき期に発生する農業濁水は、八郎湖の SS 濃度の増加や透明度低下の一要因となっている。その対策としてヨシ植栽等による汚濁物質負荷削減が行われているが、稲作の灌漑期に発生する農業濁水の負荷量全体に対する削減率は非常に少ない。しかし、現有の浄化施設の拡大のためには用地取得、施設造成費、造成後の施設の維持管理などの理由から実現が難しい。従って大量処理が可能でコンパクトな農業濁水処理システムの検討が行われている。

本研究では、5月から6月の濁水期に昨年使用したヤシ繊維フィルターを使用し、ヤシ繊維フィルターの長期利用を目的とした実験を行い、過去のデータと比較・検討を行った。さらに、ヨシの植生基盤材としての検討も同時に行った。

2. 農業濁水処理システムの概要

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を材料とし、同質のネットで円筒状に整形し作られた、環境にやさしいろ過材である。透水性が高く、保水性がないヤシ繊維を、高密度に充填することにより、高速かつ長期的に農業濁水中の土粒子を捕捉することができる。さらに軽量であるため、人力での施工が簡単である。設置の際には基本的に特別な機械を使用する必要はない。また、材料すべてが天然繊維からなるため、放流先の河川等への環境影響を極力低減させることができ、さらに使用後には植生基盤材として再利用が出来るため環境保全の面でも適している。

今回の実験では、2018 年度で使用した PFF の補修を行い、高压洗浄機で表面洗浄を行って再利用した(図-1 右)。



図-1 ヤシ繊維フィルター

2.2 ヤシ繊維フィルター濁水処理システム

図-2 に PFF を用いた素掘型濁水処理システムの概要を示す。農業濁水は L 10m, H 0.72m, B 1.8m の素掘に、4 段階にわたって水平かつ連続的に配置された整流板付き PFF により処理する。また、農業濁水の処理流量は濁水流入口を調節するか、PFF の設置数や濁水に接する面積を変えることによって調節が可能である。このように、ろ過面積の調節を可能とし、かつ PFF の設置数を調節することにより、幅広い流量と処理水質への対応が可能となる。つまり、水平に設置された PFF の設置数を増大させることにより、大量の農業濁水にも対応可能となるため、既存のヨシ植栽による汚濁負荷削減と比較し省スペース化が図れる。

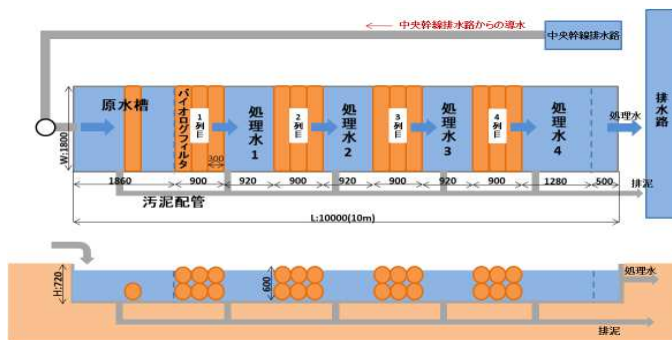


図-2 PFF 濁水処理システムの概念図

3. 実験方法

素掘型濁水処理システムは方上自然浄化施設横に設置し、中央幹線排水路から汲み上げた濁水の一部を本濁水処理システムに導水して実施した。PFF は、直径 0.3m, 長さ 1.8m で各列 6 本充填した(図-2)。PFF は一本当たり約 7.5kg-wet/m で、各列 81.0kg-wet, 合計 43.2m, 324.0kg-wet 充填した。また、4 列に並べられたヤシ繊維フィルターの 1 列目と 3 列目の列の間にヨシを植栽し、植生実験と処理水への影響を確認するための実験も同時に行った。

実験期間は 2019 年 5 月 24 日～6 月 26 日の濁水期で、目標流量を 0.06m³/分とし、平均ろ過速度 68.9m/日で連続通水実験を行った。しかし、実験を開始して 11 日後、原水槽の水位が上昇したため、目標流量を 0.03m³/分に変更し、平均ろ過速度 34.9m/日で連続通水実験を継続した。よって、目標流量 0.06m³/分で 11 日間、目標流量 0.03m³/分で 23 日間実験を行った。

採水は、2-3 日置きに原水、一列目のろ過水(処理水 1)、二列目のろ過水(処理水 2)、三列目のろ過水(処理水 3)、四列目のろ過水(処理水 4)に対して行い、pH、DO、EC、SS、COD、T-N、T-P 等を測定した。

4. 結果および考察

実験期間中の平均水温は 21.2℃、平均 pH は 7.7、平均 DO は 8.2mg/L、平均 EC は 41.5mS/m であった。原水と処理水での変化はほとんどみられなかった。

表-1 に、34 日間の原水および各処理水の平均水質を示す。SS 除去率は 63.2%と比較的高い捕捉効果が得られた。また、SS 除去に伴う COD、T-N、T-P の除去効果はそれぞれ COD 14.3%、T-N 23.2%、T-P 2.9%と低かった。これは、装置内で植物プランクトンが増殖し、表層に集積したためと考えられる。VSS/SS は著しい変化はなく、有機物・無機物の選択的除去は見られなかった。

表-1 原水および処理水の平均水質(n=12)

	原水	処理水1	処理水2	処理水3	処理水4
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)	11.9 (6.8-15.2)	11.8 (7.0-13.6)	11.0 (7.0-13.5)	10.8 (7.0-13.0)	10.2 (7.2-11.9)
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)	0.34 (0.27-0.38)	0.34 (0.20-0.46)

注：(最小値-最大値)

原水槽の水位が上昇したあと、流量を下げ、表面洗浄等の維持管理を行わずに連続して運転した。これにより、SS の除去率は低下するが、流量を下げることによって濁水期の濁水処理で使用した PFF を洗浄または交換することなく、長期間使用できることが示唆された。

図-3 に SS 収支を示す。沈殿量は昨年の沈殿量の比率によって算出した²⁾。1 列目と 2 列目で除去されずに流れる SS の粒子の微細化によって、後段の 2 組の PFF は SS の補足量が低下し、ほとんどが沈殿効果によるものと考えられる。後段 2 組のろ材については微細化した SS の吸着除去が可能な活性炭などに切り替えて除去効率を向上させる工夫が必要と考える。PFF の最大捕捉量は 0.69kg-SS 捕捉量/ヤシ kg-wet で、2018 年度(濁水期)

の実験で得られた最大捕捉量 1.38kg-SS 捕捉量/ヤシ kg-wet より約 2 倍低下した(図-4)。実験開始前に表面洗浄を行ったが、PFF 内に SS が残留していたことが原因と考えられる。

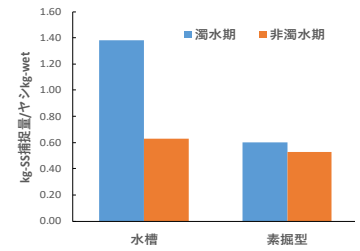


図-4 最大捕捉量

2018 年に行った水槽型濁水処理実験と、今年度実施

表-2 濁水期における除去効果の比較

	水槽型	素掘型
実験期間(日)	2018 年 5 月 4 日～6 月 6 日 33 日間	2019 年 5 月 24 日～6 月 26 日 34 日間
導水量(m ³ /日)	67.7	56.2
原水 SS 濃度(mg/L)	186.4	76.4
最終処理水 SS 濃度(mg/L)	135.0	27.7
平均 SS 除去率(%)	27.6	63.2
施設規模(m ²)	3.4	18.0
水面積負荷(m ³ /m ² /日)	19.9	4.6
滞留時間(時間)	1.1	5.1
SS 負荷削減量(kg-SS/m ² /日)	1.08	0.15
最大捕捉量(kg-SS 捕捉量/ヤシ kg-wet)	1.38	0.69

した素掘型濁水処理システムの比較を表-2 に示す。水槽型は流量と水面積負荷が大きい条件下での実験結果である。施設規模の拡大と PFF の再利用により素掘型の SS 負荷削減量と最大捕捉量は水槽型より低い。しかし、再利用した PFF にもかかわらず素掘型の除去率は、運転条件の最適化により、最終処理水の SS 濃度は水槽型の約 1/5 程度となった。一方、ヨシを PFF に植栽したところ、PFF 内に根茎を伸ばし、流水系でも生長できることを確認した(図-5)。植栽から約 3 か月で約 120cm 生長した。よって、使用済み PFF はヨシなどの植生基盤材としての再利用可能性が確認できた。



図-5 PFF に植栽したヨシの活着

5. 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) 高岡 勇人他 (2019) 灌漑期における天然ヤシ繊維を用いた八郎湖に流入する農業濁水の処理システムの検討, 土木学会東北支部技術研究発表会 VII-53



図-3 SS 収支(2019 年度 5 月 24 日～6 月 26 日)