

## リサイクル炭素繊維の肥料としての実用化に向けた検証 Verification of Practical Use of Recycled Carbon Fiber as Fertilizer Environment

塩濱隆夫\*加藤亮\*

Takao SHIOHAMA \*, Tasuku KATO \*

### はじめに

炭素繊維は柔軟でありながら極めて丈夫な素材であり、自動車や飛行機の外郭など広く利用されることが多い素材であり、市場規模も拡大している。一方で、使用後は埋め立て処理されるなど再利用が困難である。SDGs12の目標にあるように資源の有効活用や廃棄の削減を目指した循環型社会の実現においては、多目的な利用が望まれている。

農業地域において、施肥後の降雨時に流出する余剰肥料や土壌内に蓄積されたリンや窒素は、周辺の水域の水質汚濁の要因となる可能性がある。肥料由来の一酸化二窒素は地球温暖化の要因となる可能性があり、リン鉱石は有限資源のため枯渇が懸念されている。そのため流出した肥料成分である窒素・リンを分解・回収していく方法の開発が望まれている。炭素繊維の特性である生物親和性の高さは微生物を集め、バイオフィルムの形成を促進すると言われている。それらの微生物が栄養塩類を吸着することで水質浄化ができることが期待されている。そこで、リサイクル炭素繊維による水質浄化効果、及び肥料成分である窒素・リンの回収と、肥料として還元しうるかについて検証する。

### 方法

対象地域は千葉県印旛沼二期地区内の小排水路である。印旛沼は、周辺農地からの排水の流入により、水質悪化が問題となっている。そこで、農業による環境負荷を抑制するためには、小排水路の水質浄化と栄養塩類の回収が必要である。

装置には2023年はペレット状、2024年は不織布状のリサイクル炭素繊維で、バイオフィルムの付着状況をみた。ペレット状のものは、粒あたり約1 cmの立方体で重量は約2.8gである。比重は約2.3、リサイクル炭素繊維の含有率は約40%重量となっている。不織布状のものはリサイクル炭素繊維のみからできている。その炭素繊維をポリプロピレンメッシュで包み、水流を阻害ないように水路内の側面にフレームを使い固定したものを2つ準備した(図-1, 2)。設置に用いた炭素繊維は1つの装置の片面あたり0.75 kg、合計3 kgを水路の中に投入した。設置した期間は、2023年は6月末から8月末まで、2024年は4月末から同年9

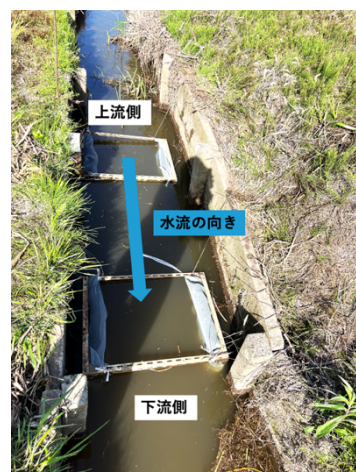


図-1 水路に設置した様子

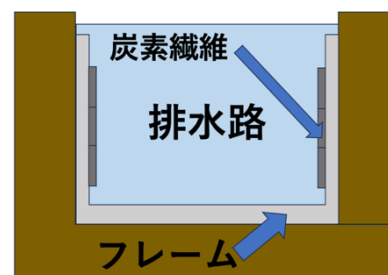


図-2 装置の断面図

所属 \*東京農工大, \*Tokyo University of Agriculture and Technology, Keywords: 炭素繊維, リン回収, 印旛沼, 水質浄化, バイオフィルム

月末である。この装置を設置した小排水路にて、2週間毎の頻度で図1に示したように上流側と下流側の農業排水を採水し、上下流の水質の差から浄化効果の検証を行った。検証項目は、全窒素（T-N）、全リン（T-P）、電気伝導度（EC）である。T-NとT-Pは紫外線吸光光度法にて測定した。あわせて各水路の上下流に電気伝導度ロガーを設置し1時間ごとの電気伝導度を測った。また、回収した炭素繊維を遠心分離し、窒素・リンを水抽出したのち、上澄み液の濃度を測定した。2023年はイオンクロマトグラフィーを用い、2024年は紫外線吸光光度法にて測定した。

### 結果と考察

2023年及び2024年4月から9月までの水質（T-N、T-P、EC）の月毎の変動を以下の図-2, 3, 4に示した。電気伝導度、窒素・リンの濃度を計測したところ、上下流で大きな差は見られなかった。炭素繊維1gあたりから溶出した窒素、リンについて比較を行った。2023年のペレット状におけるクロマトグラフィーの結果、リン酸二水素イオン（ $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ）は検出されず、硝酸イオン（ $\text{NO}_3^-$ ）は0.2~14.7 mg/Lの範囲で検出された。一方、2024年の不織布状におけるT-Pの測定した結果、0.145mg/L, 0.1105mg/L 検出された。

また、炭素繊維を排水路から回収した後、不織布状の炭素繊維に微生物が付いているか確認するために、電子顕微鏡（NeoScope JCM-5000 日本電子株式会社製）を用いて微生物の確認を行った。結果、図-5のように2023年のペレット状のものは付着が認められず、2024年の不織布状のものでは一部付着が見られた。

### 結論

リサイクル炭素繊維は水質浄化資材としての利用は困難だが、窒素・リンの吸着には一定の効果があると思われる。ペレット状は持ち運びしやすい機能を持っている一方、不織布状の方が、付着物やリンの吸着が確認できた。しかし、より効率的にリンを吸着できるような設置条件の工夫が必要となる。今後は設置箇所をよりリン濃度の高い地点での設置や、ポット栽培による栽培試験を進めることで肥料としての効果を検証する。

### 謝辞

本研究を進めるにあたって東レ株式会社より炭素繊維資材の提供をいただきました。また、関東農政局印旛沼二期工事事務所にご支援いただきました。

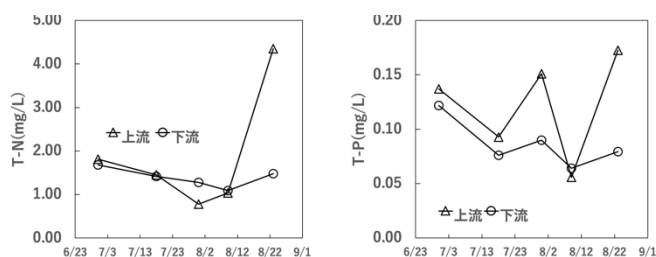


図-3 2023年 T-N, T-P の月毎の変動

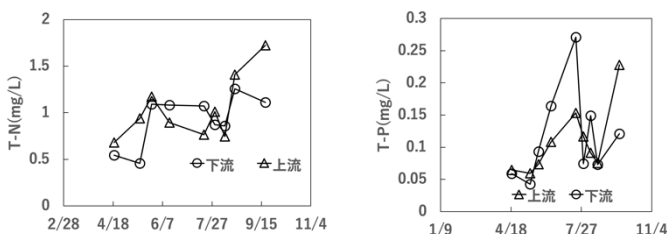


図-4 2024年の T-N, T-P の月毎の変動

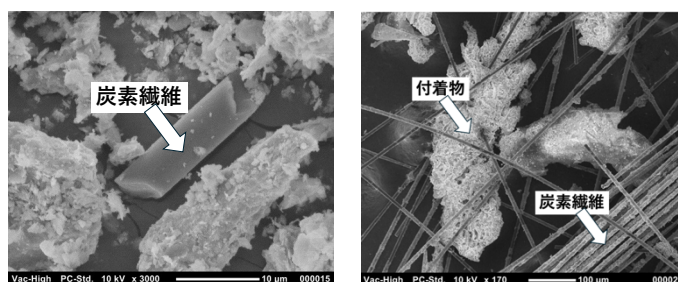


図-5 SEMでの観察(左:2023,右:2024)