

循環型社会の構築に向けたリサイクル炭素繊維による水環境保全

Water conservation by recycle carbon fiber for circulating society

塩濱隆夫*加藤亮**

Takao SHIOHAMA *, Tasuku KATO **

1. はじめに

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。そこで農業排水からの窒素・リンの回収する手段として廃棄物処理に代わる炭素繊維素材を再利用することに着目した。炭素繊維は自動車や飛行機の外郭など広く利用されているが、使用後は再利用が困難であり、現在回収後は埋め立て処理されるなど問題になっている。2022年度はリサイクル炭素繊維が表面に剥き出した板状の材料を用いて実験を行い、水質浄化効果は得られなかったが肥料として利用できる可能性があることがわかった。しかし、用いた板状炭素繊維は持ち運びにくく、崩れやすいため実用化するには困難であった。そのため本年度は、持ち運びやすく崩れにくい別の形状の素材を用いて実験を行う。また、自然環境内に設置するため水生生物への影響について検証も行った。

2. 方法

対象地域は千葉県印旛沼の白山甚兵衛循環灌漑地区内の白山地区の小排水路である。印旛沼は、農地などの周辺地域からの排水の流入などにより、水質悪化が問題となっている。装置にはセラミックとともに成形したキューブ状のリサイクル炭素繊維を用いた。この炭素繊維は1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、炭素繊維の含有率は約40%重量となっている。その炭素繊維をポリプロピレンメッシュで包



図-1 水路に設置した様子

み、フレームに固定した。装置は2つ設置し、水流を妨害しないように水路内の側面に添えるように設置した(図-1)。設置に用いた炭素繊維は1つの装置の片面あたり1.5 kg、合計6 kg水路の中に投入した。設置した期間は2023年6月末から同年8月末である。そして装置を通

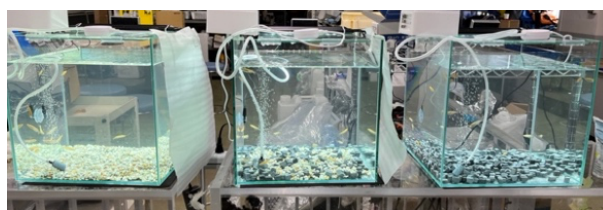


図-2 水槽試験の様子

過する前後の電気伝導度、農業排水を採水し分析を行い窒素・リンの濃度を測ることで浄化効果を検証した。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、回収した炭素繊維から窒素・リンを水抽出したの

*東京農工大学(Tokyo University of Agriculture and Technology), **東京農工大学大学院連合農学研究科(United Graduate School of TUAT) キーワード：炭素繊維、リン回収、印旛沼、水質浄化、バイオフィルム

ち、上澄み液に含まれる PO_4^{3-} 、 NO_3^- の濃度をイオンクロマトグラフで測定した。さらに、炭素繊維を水中に入れた際に魚類への影響がないか評価するために、水槽の中にキューブ状炭素繊維、市販のゼオライト、そして両者半分ずつを入れた計 3 種類の水槽にメダカをそれぞれ投入し、生存数、電気伝導度の計測を行った。(図-2)

3. 結果と考察

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。また、回収した炭素繊維素に含まれる NO_3^- 、 PO_4^{3-} をクロマトグラフで濃度を計測した結果、 NO_3^- は検出できたが PO_4^{3-} は検出されなかった。そして検出できた NO_3^- を、炭素繊維 1kg あたりから溶出した N の質量に換算したが、施設栽培のコマツナの施肥基準(g/m³)の約 100 分の 1 となった。このように水質浄化としての効果も低く、肥料成分の濃度も低かったのは、炭素繊維に微生物が付着しておらず、有機物の分解、回収が行われなかったのではないかと考えられる。そこで、炭素繊維に微生物がついているかどうか確認するために走査型電子顕微鏡を用いて炭素繊維素材内部の観察を行なった。結果、炭素繊維への付着物の確認ができなかった。炭素繊維に微生物が付着しなかった理由として考えられるのは、炭素繊維とセラミックを混ぜる際に、セラミックで固めすぎた結果、素材内に空隙がなくなり微生物と接触する機会が失われたためであると考えられる。次に飼育試験でのメダカの数に関して、全ての水槽で生存数の減少が見られ、最終的に炭素繊維で 3 匹、ゼオライト及びゼオライトと炭素繊維のミックスでどちらも 5 匹という結果になった。水換えの有無で実験は 2 回行い、電気伝導度について水換え無の実験では炭素繊維の水槽で上昇が続く傾向があったが、2 週間に一度の水換えを行なった実験では全ての水槽で電気伝導度は同じ範囲で変動した。この結果から、電気伝導度は水換えの有無で水槽間における違いが出たが、メダカの生存数に影響を与える結果にはならなかった。このことからキューブ状炭素繊維は魚類などの生態系への影響を与えないことがわかった。

4. 結論

昨年度使用した板状リサイクル炭素繊維は肥料として利用できるだけのリンを回収できたが、持ち運びづらく、崩れやすい素材で農業排水に流れてしまうリスクもあり実用化には向いていなかった。そこでより持ち運びやすく実用化に向けたキューブ状のセラミックとの配合条件では水質浄化資材また肥料として利用することは難しいことがわかった。ただしキューブ状炭素繊維は魚類への生態系への影響を与えないことがわかった。今後の展開として、キューブ状リサイクル炭素繊維の素材形状として、微生物の付着を促進するように改善する必要がある。そして有機物を回収できた場合は栽培する上で肥料として有効かどうか実際に肥料として使えるのか検証する必要がある。

謝辞

本研究を進めるにあたって東レ株式会社およびグローブライド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。