

炭素繊維を用いたピオトープ構築の実施例と一考察

前橋工科大学 正会員 梅津 剛

前橋工科大学 学生員 ○宮田 朋保

1. はじめに

従来強度補強材料として用いられてきた炭素繊維は、生物親和性が極めて高いことから環境改善素材として着目されてきている。この材料を用いることによって、著者らは水陸空を生存環境とする蛭など昆虫の飼育装置の開発や、陸上での海水魚養殖技術、脱窒素装置への適用などを行っている。これらは閉鎖された水環境領域であり、これらの研究成果を実際の自然環境問題へと応用していく意義は大きいと考えられる。

本論では、著者らがこれまで実施してきた炭素繊維の池水環境問題への応用例を示し、生物生存の場の構築手法における考察を述べる。

2. 炭素繊維の水中濾材について

ストランド炭素繊維は原材料によってピッチ系とPAN系に大きく分類される。水中濾材としての性能、特にSSの付着速度やその量に関しては、ほとんど差が見いだせない。図-1aと図-1bはそれぞれ、ピッチ系とPAN系との炭素繊維を用いて活性汚泥の付着状況を観察したものである。このように、わずか数分



図-1a ピッチ系

図-1b PAN系

図-1 炭素繊維へのSS付着状況

の曝気だけで、早期大量に活性汚泥を付着させ、多量の微生物の生物反応が期待された。ストランド炭素繊維は、水中濾材として用いるための様々な工夫がなされた。材料としては、水中で開扇しやすくするための水溶性サイジング材の開発である。また、1次元の繊維を2次元に織り込み、それを3次元に形成することにより、空間を充填する手法が開発され

ている。

また、炭素繊維製フェルト材は、断熱材、クッション材などに用いられてきたが、同様に水中濾材として使用可能である。しかし、メーカーによって、製造手法が異なり、嵩密度も異なるため、水中濾材としての適・不適が指摘されている。本研究で用いる炭素繊維フェルト材(図-2)は、嵩密度が 10kg/m^3 の極めて嵩密度の低いものを用い、繊維方向に対して浸透流を発生させることを基本としている。炭素繊維そのものの性質と合わせ、物理的な構造を利用したものである。

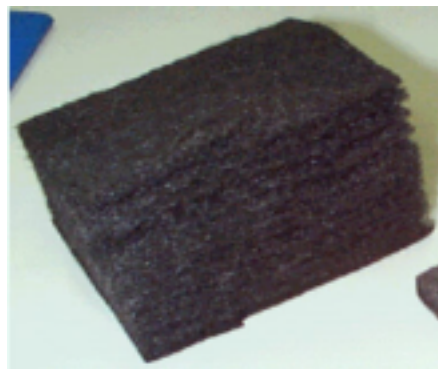


図-2 炭素繊維フェルト(DLW-1050)

3. 池水環境改善の為の炭素繊維ユニットの開発

多くの景勝地や公園池では、決定的に水際領域が不足していると観察される。自然界において水際は、陸植物と水生植物の混在する湿地形状を持ち、その領域は昆虫、貝類をはじめとする様々な生物の住みかとなっている。しかし、人工的に作られた池では、陸との境界を明確にし、形状を維持する為の工法が取られ、たとえ緩やかなスロープ状となっても、生物の生存環境となる植生が生じていない場合がしばしば見られる。本研究では、このような人工池に対し、炭素繊維を用いた水上陸地濾材ユニット(図-3)を考案し、実際の池に設置し、水中生物に対しどのように影響して行くかを長期的に観察している。

キーワード：ピオトープ、炭素繊維、生態系、池水環境改善、閉鎖域

連絡先：〒371-0816 前橋市上佐鳥町 460-1 前橋工科大学工学部建設工学科梅津研究室 TEL&FAX(027-265-7309)

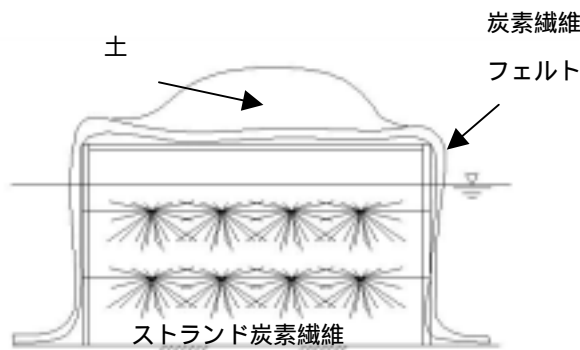


図-3 水上陸地濾材ユニット

このユニットは、長期的に水中に存在し腐食や破壊に対しての強度を持たせるため鋼管フレームを用いている。ストランド炭素繊維は、長さ 15cm から 20cm 程度の長さ数万本を束ねたものを 1 ユニットとして、鋼管フレーム内部を充填している。

このフレームの上部は水面に突出し、人工陸を形成する。そして上部のみならず、底面までを炭素繊維フェルト材で覆い、池底から水際、さらに陸を人工的に池内に存在させるものである。その応用例を、図-4、図-5 に示す。



図-4 製作した陸地ユニット



図-5 設置1年後の植生された陸地ユニット

4. 炭素繊維の効果とメダカから始まる生態系

容積約 20m^3 、水深 0.38m のコンクリート直壁で囲まれた人工池に対し、炭素繊維ユニットを設置し、環境改善実験を実施した。この池では、毎年一回完全な水換えと掃除を行っていた。そのため低層堆積物は除去され、見た目の景観は維持されていたが、水中生物も同様に初期化されてきた。このようなメ

ンテナンス手法に対し、生物生存を目的とするビオトープ工法の実証実験として、炭素繊維水中濾材ユニットを設置したものである。

それに伴い、従来放流されていた鯉や金魚を排除し、黒メダカを 300 匹放流した。そして、炭素繊維ユニットの底部においてエアレーションを行い、閉塞領域に対する溶存酸素の添加と局所的な流れ場を発生させた。この池における本手法の効果を、観察による知見によって以下にまとめる。

i. アオコによって透視度 20cm 程度であった池水は、炭素繊維の持つ物理濾過能力により 10 日ほどで透視度 50cm まで向上した。しかし、その効果は半年ほどで薄れ、再びアオコは発生した。すなわち、アオコの発生原因は除去したわけではなく、付着蓄積されたにすぎない。このため、アオコの除去には栄養塩類の系外排除が必要であるという結論に至り、その装置の開発を行った。

ii. 5 月から 10 月までの長期にわたり、黒メダカは産卵をし続け、繁殖していった。水面付近の炭素繊維には、ストランド、フェルトを問わず、無数のメダカの卵を肉眼で見ることが可能であった。

iii. 夏期においては、多数のトンボが飛来し、産卵する情景を観察し、翌年、炭素繊維フェルト面上陸したヤゴの羽化が盛んに観察された。

湖沼におけるメダカ存在は、多くの水棲生物の捕食対象であり、そのメダカが異常に繁殖した池は自然に反する姿である。飛来可能な昆虫は繁殖可能場としてその池に子孫を残し、メダカの個体数を池に適した数に減少させる。これがメダカから始まる生態系である。

5. おわりに

河川、港湾などに構築される土木構造物工法に、炭素繊維を効率的に用いることは、社会基盤を環境保護と共に形成する具体的な手法として有効であると考えている。

参考文献

宮田朋保、梅津剛：第 29 回関東支部技術研究発表会講演概要集 閉鎖型ビオトープ手法の開発とその平家蛭飼育への応用 pp.1016-1017、2001