

B-3 雨水浄化資材の選定に関する 基礎的研究

○長谷川久美子¹・高橋克彦²・吉本国春^{3*}・中島古史郎⁴

¹ 大成サービス (株) (〒104-0031 東京都中央区京橋 3-12-2 第二有楽ビル)

² (有) 田屋水道工業所 (〒370-0004 群馬県高崎市井野町乙 1070)

³ 東洋大学工学部環境建設学科 (〒350-8585 埼玉県川越市鯨井 2100)

⁴ 積水化学工業 (株) (〒105-8450 東京都港区虎ノ門 2-3-17 虎ノ門 2 丁目タワー)

*E-mail : yoshi@eng.toyo.ac.jp

1. はじめに

都市に残された足元の貴重な水資源ともいえる雨水を貯留し浄化処理を行ない、日常の雑用水としての利用はもちろんのこと、震災等の災害時における生活用水(非常時用水)やビオトープの親水公園といったコミュニティの構築、さらには雨水の流出抑制対策などへの活用が大いに期待されている。また、雨水に対する地域住民の知識や関心が高まり、雨水の浄化が経済的に出来るようになれば、浄化された雨水は、生活用水として使用していくことも十分に可能であると考えられる。

本研究では、川越市の東洋大学工学部の倉庫の屋根に降った路面雨水を含まない汚濁の比較的少ない降雨を貯留し、建築廃材や間伐材などのリサイクルチップを850℃以上の高温で炭化したもの(以下「高品位炭」)を主体として、比較のために天然木を使用し炭化させた市販の木炭(以下「一般炭」)を使用して、雨水の浄化能力などを把握するために行った。

2. 実験資材

高品位炭と一般炭の特性を表-1に示す。高品位炭は、比表面積が、表-1に示すように一般炭の10倍という特徴があり、価格的には一般炭と比較すると1/4~1/10程度と廉価である。高品位炭の形状を写真-1に示す。

なお、一般炭は、実験に際して高品位炭と同じ大きさに裁断して用いた。また、高品位炭、一般炭、いずれの資材も、実験を行なう前に蒸留水で洗浄し乾燥させてから実験に使用した。

3. 実験概要

(1)高品位炭からのCODの溶出実験

高品位炭からのCODの溶出を把握するための実験を行なった。高品位炭3gを細かく砕けないように網目ネットに入れ、蒸留水で満たした300ml容の三角フラスコ内に吊りし、25℃の恒温室に設置、スターラーで攪拌、1時間後にCODの測定を行なった。その後、三角フラスコ内の蒸留水を交換し、同様の実験を繰り返して行なった。

(2)カラム実験

高品位炭と一般炭による長期的なCOD削減効果を把握するためのカラム実験を行なった。実験装置は、内径5cm、高さ50cm、容量980ccの枝付透明アクリルパイプを使用し、カラムの底面から5mmの位置に直径3mmの複数の穴の空いた整流版を設置、整流板から12.5cmの位置までそれぞれの資材を充填(250cc)、資材の浮上防止を図るための押え棒を設置した。実験装置の概要を図-1に示す。

カラムへの送水量は250ml/時、水理学的滞留時間は1時間である。なお、高品位炭の空隙率は、測定の結果50%程度である。

試料水の雨水は、川越市の東洋大学工学部の6号館脇にある第3倉庫の屋根の雨水を地上の500ℓ容のタンクに貯留したものを使用した。

同時に高品位炭での滞留時間1時間と2時間の両ケースにおけるCODの削減効果の差異などを把握するために、高品位炭を充填したカラム(カラム1)に同一のカラム(カラム2)を接続した実験を行なった。

(3)水質分析法

水質分析方法として、COD 測定は下水試験法の 100℃における過マンガン酸カリウムによる酸素要求量 (COD_{Mn})、DO 測定は隔膜電極式測定法、pH 測定はデジタル式の測定器を用いたガラス電極法によって行った。

4. 実験結果

(1)高品位炭からの COD の溶出実験

高品位炭からの COD の溶出実験の結果を図-2に示す。水質浄化に寄与する微生物は皆無と考えると差し支えないことから、高品位炭からの COD の溶出と吸着の差としての COD の溶出が認められるとともに、実験を繰り返すにつれて COD はしだいに低下していった。またケース1とケース2では COD に差異があり、高品位炭からの COD の溶出にはバラツキのあることが認められた。

(2)カラム実験

a)滞留時間が1時間のケースでの COD の除去効果と DO 消費の推移(高品位炭と一般炭)

実験は2006年9月1日～11月25日の87日間継続して行った。図-3に原水、高品位炭、一般炭のCODの推移を示す。図-3によると、5日目:原水は3.6mg/l、高品位炭は1.8mg/l、一般炭は2.4mg/l、37日目:原水は2.8mg/l、高品位炭は1.2mg/l、一般炭は2.4mg/l、59日目:原水は2.8mg/l、高品位炭は0.8mg/l、一般炭は2.6mg/l、実験最終日の87日目:原水は2.4mg/l、高品位炭は1.2mg/l、一般炭は1.2mg/lであった。以上のように高品位炭では1mg/l程度の安定した良好な水質浄化が認められたが、一般炭では十分な浄化効果は得られず、高品位炭と比較すると大きな差異が認められた。

CODの削減率でみると、高品位炭は実験開始から37日目までは50%程度、45日目以降になると60%を超えていた。一般炭は71日目まで30%以下の削減率しか認められなかったが、その後は次第に上昇して50%程度まで達していた。高品位炭と一般炭の浄化作用に差が認められるのは、最初は吸着で浄化、その後は微生物浄化と考えると、高品位炭の方が早く多くの微生物が付着・育つ事を意味している。

なお、水温は、実験開始時の25℃から次第に低下して実験終了時には16℃であった。

次に図-4に高品位炭と一般炭の溶存酸素の消費(カラムの入口と出口の溶存酸素濃度の差)の推移を示す。高品位炭では実験期間中1.5～3mg/l程度の溶存酸素の消費が認められた。この理由として水温が高く高品位炭に生息している微生物の活動によるものが挙げられる。一般炭では、実験開始から17日目までは0.5～1.6mg/lと高品位炭より低く、21日目には2.2mg/lと高品位炭の2.4mg/lに近づいたが、その後も高品位炭を下回るような溶存酸素の消費を示していた。高品位炭と一般炭

表-1 高品位炭と一般炭の特性

	高品位炭	一般炭
製品価格 (円/kg)	10～25 (推定)	100
比表面積 (m ² /g)	176	16
細孔容積 (cc/g)	1.15	2.13
吸着側細孔直径 (nm)	2.62	5.25



写真-1 高品位炭の形状

図-1 実験装置の概要

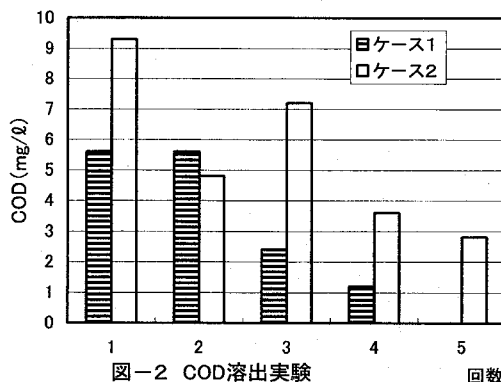
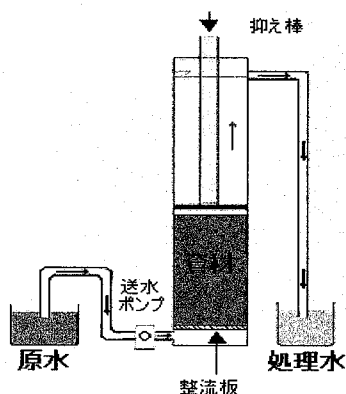


図-2 COD溶出実験

回数

のCODの浄化の差は、溶存酸素の消費の違いとしても表れている。

b) 高品位炭における滞留時間が1時間と2時間のケースでのCODの除去効果とDO消費の推移

滞留時間が2時間のケース（カラム2）のCODの推移を図-3に併せて示す。図-3によると、実験開始5日目の原水のCODが3.6 mg/ℓのとき、滞留時間1時間のケース（カラム1）は1.8mg/ℓ、カラム2は2.0mg/ℓと、カラム2の浄化水質がカラム1と比較して悪いもののその差は小さく、29日までこうした傾向が継続していた。その後、カラム2では、1.2 mg/ℓから0.4mg/ℓ程度の値を示し、カラム1より良好な値を示していた。

カラム2に流入するCODは良好なこともあり、また実験開始からしばらくの間は微生物による水質浄化はあまり期待できないことから、高品位炭から溶出するCODの寄与分が大きな割合を占め、このために浄化効果が認められなくなっている。その後、日数の経過により高品位炭からのCODの溶出は徐々に低下していくことから、カラム2でCODの削減が行なわれるようになっていく。

次にカラム2における溶存酸素の消費の推移を図-4に併せて示す。図-4によると、カラム1では1.5～3 mg/ℓ程度の溶存酸素の消費が認められたが、カラム2では実験開始から13日まで溶存酸素の消費は負値を示した。カラム2の流入水の水質が良好なことから、高品位炭に生息する微生物の活動が低く高品位炭での溶存酸素の消費が少なく、高品位炭の空隙中の酸素（溶存酸素を含む）が周りの試料水中に流出したことによるものと考えられる。また、その後の溶存酸素のわずかな消費は、CODの削減が少なかったこととして表れている。

5. まとめ

(1) CODの削減効果

高品位炭の滞留時間が1時間のケースでは、実験開始から安定したCODの削減効果を有するとともに0.4mg/ℓ程度まで削減できる浄化効果のあることが分かった。また、滞留時間2時間のケースが滞留時間1時間のケースより処理水のCODの高い期間が実験開始からしばらく認められたが、その後は滞留時間2時間のケースは滞留時間1時間のケースと比較して良好な値を示すようになった。

一般炭（滞留時間が1時間）では、最初の1ヶ月間はCODの削減率は悪くかつ安定していなかった。それ以降の削減効果は徐々に認められ、実験最終日のCODの削減率は高品位炭と同程度に達していた。このような削減率が継続して得られるかどうかについては、実験を継続して確認する必要がある。

(2) 高品位炭の可能性

間伐材やダムの流木材から製造された一般炭による小

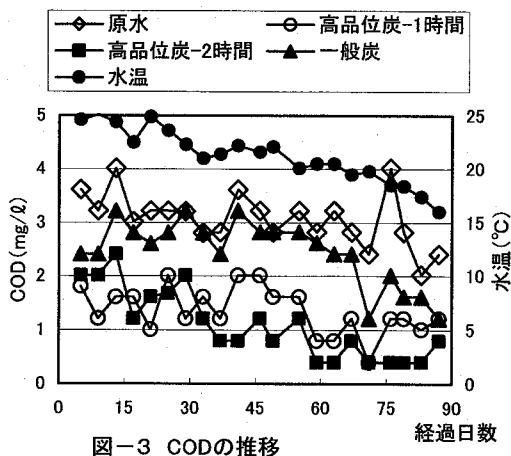


図-3 CODの推移

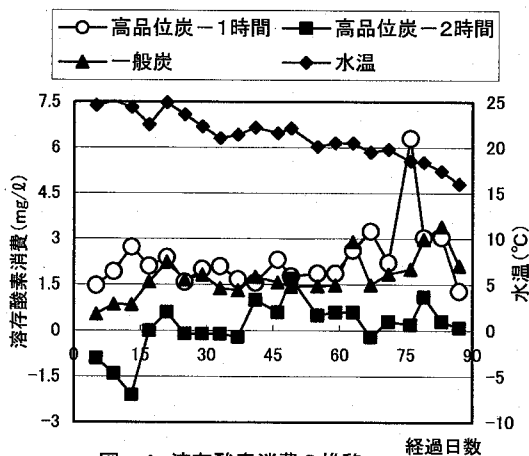


図-4 溶存酸素消費の推移

河川や水路などの水質浄化に関する調査・研究が行われているが、CODの削減効果が不十分でかつ目詰まりなどによって短期間しか発揮できていない。しかし、本研究では、高品位炭を用いて雨水の浄化処理を行った結果、良好なCODの削減効果が3ヶ月も認められたこと、また浄化機構は微生物によることが示唆されたことから、雨水などを対象とした高品位炭による浄化の可能性が期待される。

<参考文献>

1. 本橋敬之助, 立本英機: 湖沼・河川・排水路の水質浄化, 海文堂, p. 507~p. 508 (2004)
2. 山森雄介, 出村克宣: 雨水の再資源化システムの開発及び有用性についての検討, 日本建築学会大会学術講演集 (北海道), p. 507~p. 508 (2004)
3. 五十子祐輝, 吉本国春, 中島古史郎, 永山慎之介, 山口安幸: 高品位炭による雨水浄化に関する研究, 第34回環境システム研究論文発表会講演集, 土木学会, p. 353~p. 359 (2006)