

炭の吸着効果実験及び炭による河川浄化の効果

栃木県立宇都宮工業高等学校土木科 正会員 立石 弥保 桑川 高徳
 栃木県立宇都宮工業高等学校土木科 山川 真司 塚本 大祐 江田 善亮

1. はじめに

本校は2002年2月にISO14001の認証を取得した。この環境ISOでは、校内における環境負荷削減だけでなく環境に有益な活動も推奨されている。土木研究クラブでは、環境問題へのアプローチとして河川浄化活動に取り組んでいる。この活動は、間伐材で炭を焼き、できた炭の利用の一つとして河川浄化を行い、その後、川で使った炭を回収し、森林地に戻し、森林を育成するという、ゴミの出ない活動となっている。本研究では、炭の吸着効果についての実験及び実河川での検証を行い、これまで行なってきた炭による一連の活動、すなわち炭循環活動の有効性について検討するものである。

2. 炭の吸着効果実験

炭には、 1cm^3 に 200m^2 の表面積があるとされ、この内部に様々な物質を吸着するといわれている。水中では、炭が様々な物質を吸着する反面、炭自身も溶解する。炭の吸着力は、炭の単位体積重量や炭の材質によって吸着効果の差があることが推定される。

(1) 実験条件

カシ炭、竹炭、ヒノキ炭、クヌギ炭の4種類の炭を適度な大きさに砕き、ふるいで5~10mmの範囲で炭を選別し、各10gを3リットルの釜川の水を用いて試験した。水質分析項目は、pH、EC、ORP、BOD、COD、SS、 Na^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 NO_2^- 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} である。分析は、pH、EC、ORPは簡易測定器で、BOD、CODは滴定により、SSは濾過後乾燥重量を測定し、溶存イオンはイオンクロマトグラフィで分析した。

(2) 炭の吸着・溶出効果について

図-1からタケ炭がpH、ECともに値が大きい。ECは水に含まれる有機物やイオン量の総量を示すと考えられるので、炭が溶け出して1年後には増加したと推測される。また、表-1に炭材の単位体積重量を示す。単位体積重量は、タケ炭が $0.47\text{g}/\text{cm}^3$ と一番重く、カシ炭、クヌギ炭、ヒノキ炭の順で、これは、ECの増加率の順と一致してい

て、炭材の固い方がよく溶けていることを示しているとも考えられる。このことは、炭材により、炭の溶け出す量が異なってくることを示していると推測される。

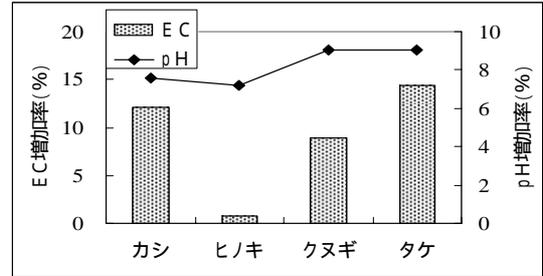
表1 炭の単位体積重量 (g/cm^3)

図1 1年間のpH、ECの増加率

炭材	ヒノキ	カシ	クヌギ	タケ
単位体積重量 (g/cm^3)	0.207	0.408	0.293	0.468

(3) 炭のイオン変化について

図-2にイオン量の変化を示す。図から、イオン種によって増減がはっきりと見られ、 SO_4^{2-} はどの炭でもイオン量が増加し、 Ca^{2+} イオンはどの炭でも減少を示している。 NO_2^- は炭材により、増減が異なり Na^+ は全ての炭材でも少し増加の傾向を示している。

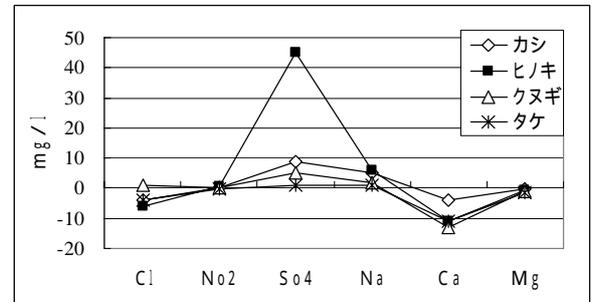


図-2 1年間のイオン量の変化

(4) 溶出・吸着量の収支

1年間のイオン量の比較から、溶出・吸着量をイオンの収支から推定する。いま、原水のイオン濃度を X_0 、1年後のイオン濃度を X_1 とし、試料水の体積を V とする。

$$X_0 \times V - X_1 \times V = A \quad (1)$$

この2つのイオン量の差が、溶出・吸着量の差となる。ここで、含有量の重量%を乗じることにより、溶出量が確定する。つまり、炭が溶けた部分によるイオン量の増加が求められる。そして、吸着量は吸着量をプラスと考え、 A に溶出量を加えることにより求めることができ次式となる。

キーワード: 炭の吸着・溶出, 河川浄化, 水質, 炭循環, 森林体験

栃木県宇都宮市京町9-25 TEL 028-633-0451 FAX 028-637-4528

$$A + W \times \mu = B \quad (2)$$

ここに、W:炭の減少量、 μ :含有率、B:吸着量とする、
(2)式から、吸着量は次式により求めることができる。

$$B = X_0 \times V - X_1 \times V + W \times \mu \quad (3)$$

(3)式による結果を表-2に示す。ヒノキ炭とタケ炭のCaイオンの吸着効果では、プラスの吸着が示されているが、Naイオンはヒノキ炭、クヌギ炭でマイナスとなっている。このことは、溶出しなかった部分での吸着効果で、その部分からの溶出量なのではないかと推測された。1年間の溶出と吸着効果については、陽イオンにおいて、おおむね吸着効果があることが分かった。

表-2 吸着量の一覧(mg)

	ヒノキ	カシ	クヌギ	タケ
Na	-9	2	-7	4
Ca	27	57	55	4
Mg	2	8	9	2

3. 炭による河川浄化効果

炭を宇都宮市の中心部を流れる釜川に設置した。釜川は、延長約9kmで市内部では2段河川となっている。この区間の上段分の水質の悪化と悪臭が市民の関心事となっている。

(1) 観測地点及び現況の水質観測結果

観測地点を図3、溶存イオンの分布図を図4に示す。K6より下流の地点でCl⁻、K⁺、Ca²⁺の値が急激に増加している。Cl⁻の増加は、人為的な活動に起因すると考えられるため、この区間での家庭雑排水が流入していることが考えられる。この区間は新興住宅地があり、下水道の未整備あるいは未接続のために、こうした排水が流れ込んでいいると考えられる。



図3 観測地点一覧(釜川)

(2) 炭設置の効果

炭の設置方法は、収穫ネットに炭を入れ、流下方向に直角にロープで固定する方法によった。炭設置による効果を表-3に示す。表から、pHはほんの少しだけアルカリになったがほとんど変わらない。DOは、炭設置上流と下流とでほとんど差がみられない。ECは設置直後で10%

減少、3日後で10%減少、設置10日後で10%減少した。

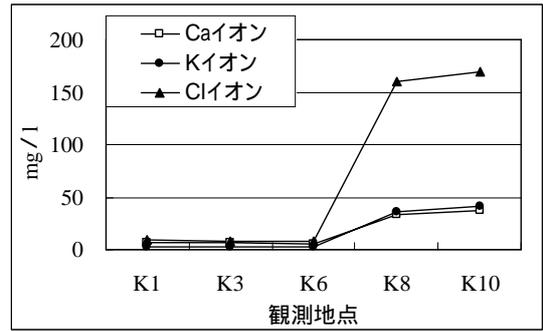


図4 溶存イオン分布図

CODは炭設置3日後でかなり減少し、10日経過後でも10%減少し、SSは設置3日経過後で10%減少した。図5に溶存イオン濃度の変化を示す。図から、各溶存イオン濃度は、設置直後でCl⁻の減少が大きく、次に、SO₄²⁻、NO₂⁻、Na₂⁻、K⁺、Mg²⁺の順で減少したが、Ca²⁺では変化がなかった。河川流量が0.3m³/s程度で、炭が200kg程度での効果は、イオン量で10%程度減少が見込めた。また、NO₂⁻やK⁺及びMg²⁺は5mg/lと水中に含まれる量が少なく、こうしたイオンでは量的な吸着効果がそれほど明確ではないと思われる。

表-3 炭設置によるpH, EC, COD, SS, DOの変化表

	pH	EC	COD	SS	DO
炭設置上流	7.75	300	2.6	6.3	5.95
炭設置下流	7.81	285	0.5	5.3	5.91

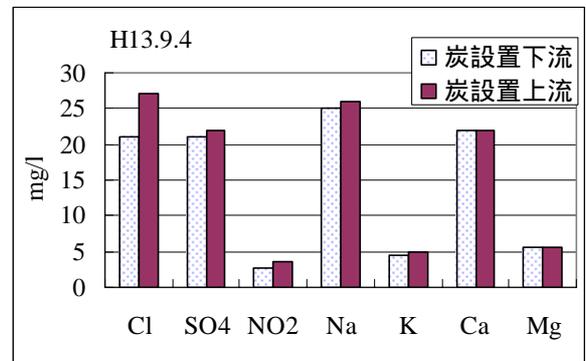


図-5 炭設置による溶存イオンの変化

4. まとめ

この研究では、炭の吸着・溶出実験及び実河川での浄化活動を取り上げ、炭の効果について水質測定から報告してきた。また、炭の吸着効果は、炭材によって異なった傾向を示した。実験結果と実河川での水質測定結果から、実験結果の成果をそのまま実河川に適用するには、今回のみの実験では無理があることが推測される。この原因としては、実河川での流水条件がかなり複雑なため、静水中での条件とは異なっていることが考えられ、今後の検討課題となった。こうした実スケールでの検証には、水理学的な検討を加味する必要がある。