

(論 文)

木炭を用いた水質浄化に関する研究

鹿野 厚子・谷内 博規

Research on the Water Purification Using Charcoal

Koko KANO and Hironori TANIUCHI

要 旨

岩手県産木炭の水質浄化材としての利用を目的に、木炭の水質浄化作用を解明すると共に、木炭による水質浄化効果に影響する条件の評価を行った。その結果、木炭を用いた水質浄化機能は、主に木炭表面に生息する微生物による有機物分解作用が働いている事を明らかにした。またその際、効果的な浄化を行う条件は以下のとおりである。(1) 接触時間24時間以上、(2) 水温15℃以上、(3) 木炭使用量50 g/l 以上。

To use charcoal for water purification, a function of charcoal for water purification had been studied. It is concluded that the main function of charcoal for water purification was based on microbial degradation by periphyton of its surface. Influences of water temperature, time to bring charcoal into contact with water, amount of charcoal, and form of charcoal on the function have been investigated. On the basis of experimental results, effective conditions of water purification showed as follows: (1) Contact time: 24 hours or more, (2) Water temperature: 15℃ or more, (3) Amount of charcoal: 50 g/l or more.

キーワード：木炭、新用途、水質浄化、モデル試験、COD

目 次

緒 言	6	2. 1 木炭による水質浄化の有効性の検証	7
1 供試材料及び実験方法	6	2. 2 微生物膜が水質浄化効果に及ぼす影響	7
1. 1 供試木炭	6	2. 3 水質浄化効果に影響する条件	7
1. 2 供試水	6	2. 3. 1 原木樹種の影響	7
1. 3 実験操作	6	2. 3. 2 水温の影響	8
1. 3. 1 木炭による水質浄化の有効性の検証	6	2. 3. 3 木炭使用量の影響	8
1. 3. 2 微生物膜が水質浄化効果に及ぼす影響	6	2. 3. 4 木炭の形状の影響	8
1. 3. 3 水質浄化効果に影響する条件	6	3 結 論	9
1. 4 浄化効果の評価	6	謝 辞	9
2 結果と考察	7	引用文献	9

緒 言

岩手県は木炭生産量が日本一で、全国生産量の約1割を占めている。木炭の主用途は燃料だが、近年、床下調湿や土壌改良、水質浄化等いわゆる新用途への利用が注目されるようになった¹⁾。燃料としての木炭の需要が低迷している中、新用途用木炭による需要拡大が期待される。

一方、環境問題への関心が高まるにつれ、河川などの水質悪化が問題になってきた。これに対し、木炭を用いて水質汚濁の進行を阻止しようと試みた事例が報告されている²⁾。しかし、木炭の効果的な使用方法は未だ明らかになっていない。

以上より、本研究では、岩手県産木炭の水質浄化材としての利用を目的に、(1)木炭を用いた水質浄化の有効性の検証、(2)木炭の水質浄化作用の解明、(3)木炭による水質浄化効果に影響する条件、の三点について試験した。

1 供試材料及び実験方法

1.1 供試木炭

水質浄化の有効性の検証には、市販の岩手県産ナラ黒炭を寸法L10×R5×T5cmに調製し、全乾して供試した。

微生物膜の有無が水質浄化効果に及ぼす影響を試験するにあたっては、市販の岩手県産黒炭のうちナラ炭、アカマツ炭、スギ炭を、寸法L10×R5×T5cmに調製し、全乾したもの、及び微生物膜を形成させたものを供試した。微生物膜の形成は屋外の人工池に1カ月放置して行った。

水質浄化効果に影響を及ぼす条件の解析には、岩手県産ナラ黒炭を、表1に示す所定の寸法に調製後、微生物膜を形成させて用いた。

なお、供試木炭の重量は全乾状態で測定した。

1.2 供試水

水質浄化の有効性の検証には、粉碎した栄養補助食品(カロリーメイト：大塚製薬株式会社製)20gに蒸留水1200mlを加えて攪拌し、沈殿物及び浮遊固形物を除いた後300mlを採取し、蒸留水で1ℓに希釈してモデル汚水とした(モデル汚水1)。この汚水のCODは約800mg/ℓであった。微生物供給用の植種液は、岩手県林業技術センター内の屋外人工池から採取した。

微生物膜の有無が水質浄化効果に及ぼす影響の調査、水質浄化効果に影響する条件の解析には、上記モデル汚

水1をさらに10倍に希釈して用いた(モデル汚水2)。この汚水のCODは約70~90mg/ℓであった。

1.3 実験操作

1.3.1 木炭による水質浄化の有効性の検証

縦360×横288×深さ320mmのステンレス容器に、植種液：蒸留水：モデル汚水1を4.5：4.5：1の割合で混合して10ℓ入れた。この試験槽を2槽用意し、一方に木炭1000g(乾燥重量)を投入した。その後、試験槽から1ℓを採取してモデル汚水1を1ℓ添加する操作を、3日に1回の割合で23回(70日間)行った。採取した水はCODの測定に供した。

なお、試験槽は水温20℃の一定環境下におき、バク気処理(1.5ℓ/分)を行った。また、蒸発等による試験水の減少分は、適宜蒸留水を補給した。

1.3.2 微生物膜が水質浄化効果に及ぼす影響

1.3.1と同様のステンレス容器にモデル汚水2を10ℓと木炭1000gを入れ、水温20℃一定の環境下でバク気処理(1.5ℓ/分)を行いながら、定期的に100mlずつ10回採取し、CODを測定した。試験期間は48時間とした。

1.3.3 水質浄化効果に影響する条件

1.3.1と同様のステンレス容器にモデル汚水2を10ℓと木炭を入れ、水温一定の環境下でバク気処理(1.5ℓ/分)を行いながら、定期的に100mlずつ7回採取し、CODを測定した。試験条件を表1に示す。試験期間は10日間とした。

1.4 浄化効果の評価

汚水の浄化効果はCOD(化学的酸素要求量)により評価した。CODの測定はJIS K0102に従った。

表1 試験条件
Experimental conditions

試験項目 Experimental items 試験条件 Experimental conditions	原木樹種 Raw material of charcoal	水温 Water temperature	木炭使用量 Amount of charcoal	木炭の形状 Form of charcoal
水温(℃) Water temperature	20	5, 10, 15, 20, 25	20	20
木炭使用量(g/l) Amount of charcoal in water	100	100	1, 10, 50, 100	100
木炭の形状(cm) Form of charcoal	L10×R5×T5	L10×R5×T5	L10×R5×T5	粒径1-2 grain size 1-2 粒径5-6 grain size 5-6 L10×R5×T2.5 L10×R5×T5
原木樹種 Raw material of charcoal	マツ Pine ナラ Japanese oak スギ Japan cedar	ナラ Japanese oak	ナラ Japanese oak	ナラ Japanese oak

2 結果と考察

2.1 木炭による水質浄化の有効性の検証

図1に木炭によるCOD低減効果の検証結果を示す。

木炭を入れていない試験槽では、モデル汚水の添加に伴いCODの値が上昇したのに対し、木炭を入れた槽では、試験期間中のCOD値がおよそ80mgO/lで安定していた。モデル汚水のCODは約800mgO/lであった。これより、木炭を入れた槽では、三日間でCOD約800mgO/l分の浄化が行われたことになる。

以上より、木炭を用いた水質浄化が有効であることを明らかにした。

2.2 微生物膜が水質浄化効果に及ぼす影響

2.1で、木炭を用いた水質浄化の有効性を確認した。一般的に、木炭の水質浄化機能は大きく2つに分けられる。すなわち、広い比表面積に由来する吸着作用によるものと、木炭表面に形成された微生物膜が有機物を分解する作用によるものである³⁾。このとき、長期的な浄化効果を期待できるのは、微生物膜による有機物分解によると考えられる。そこで、微生物膜が水質浄化効果に及ぼす影響について試験を行った。

結果を図2に示す。全乾木炭を入れた対照槽では、試験期間中のCODの低下は見られなかった。これに対し、微生物膜を形成させた木炭を使用した試験槽のCODは、実験開始から12時間で約80mgO/lから約20mgO/lにまで急減し、24時間後まで緩やかに減少した後、48時間後

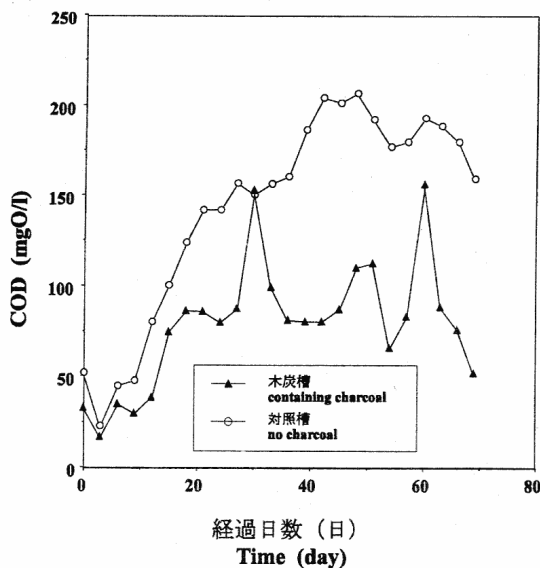


図1 木炭によるCOD低減効果
Fig.1 COD reduction by charcoal.

Note: Water temperature : 20°C. Charcoal : Japanese oak. Amount of charcoal in water : 100g/l. Legends are in the figure.

まで僅かに低下し続けた。48時間後の各槽のCODは、全乾木炭の試験槽で70mgO/l前後、微生物膜形成処理木炭の試験槽で10mgO/l前後になった。

以上より、木炭を用いた水質浄化機能は、主に木炭表面上の微生物による有機物分解作用であることが明らかとなった。このとき、十分な浄化効果を得るには少なくとも24時間以上必要であろう。

2.3 水質浄化効果に影響する条件

2.2の実験結果から、木炭を用いた水質浄化は、木炭表面に形成された微生物膜の有機物分解作用によって行われることがわかった。微生物による水質浄化の場合、微生物の活性が浄化効果を支配する。微生物活性に影響する条件として、木炭の原木樹種、温度(水温)、木炭の量、木炭の形状などが考えられる。そこで、木炭による水質浄化効果に及ぼす諸条件の影響を調べた。

2.3.1 原木樹種の影響

2.2の実験で、原木樹種の異なる三種の木炭(ナラ炭、アカマツ炭、スギ炭)を用いた。その結果、微生物膜の有無に関わらず、ナラ炭、アカマツ炭、スギ炭の浄化効果はほぼ同程度であった(図2)。このことから、木炭の原木樹種の違いが浄化効果に及ぼす影響は小さいと言える。

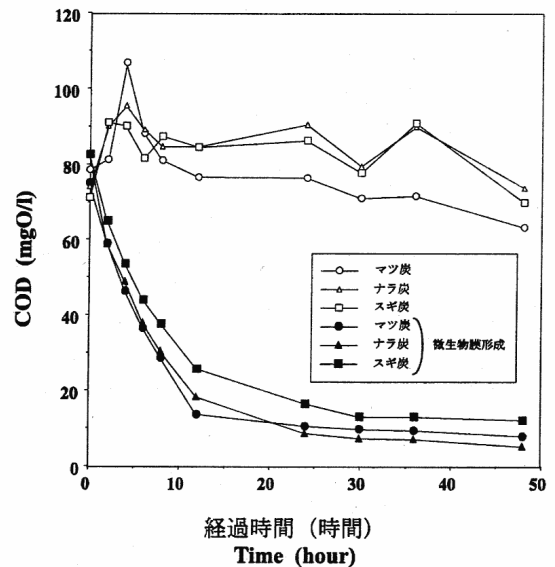


図2 木炭表面の微生物膜がCOD低減効果に及ぼす影響
Fig.2 Influence of biofilm formation on the surface of charcoal exerted on COD reduction.

Note: Water temperature : 20°C. Amount of Charcoal in water : 100g/l.

Legend: (○)charcoal of a pine, (△)charcoal of a Japanese oak, and (□)charcoal of a Japanese cedar. (●)charcoal of a pine, (▲)charcoal of a Japanese oak, and (■)charcoal of a Japanese cedar with biofilm.

2. 3. 2 水温の影響

図3に、COD低減効果に及ぼす水温の影響を示す。水温5、10、15、20、25℃の条件で試験を行った。その結果、水温が15℃以上のときは実験開始2日後までCODが急減した。水温が10℃以下の場合、CODは15℃以上の場合と比べて緩やかに低下した。測定開始2日後のCODは、5、10、15、20、25℃のときにそれぞれ56、47、20、12、4 mgO/lとなった。しかし、測定開始10日後には、いずれの温度の場合もCODが8 mgO/l以下になった。

これより、効率的な水質浄化を行うには、水温15℃以上が適当で、10℃以下の場合には、木炭と汚水の接触時間を増す必要があるといえる。

2. 3. 3 木炭使用量の影響

図4に、COD低減効果に及ぼす木炭使用量の影響を示す。木炭使用量1、10、50、100 g/lの条件で試験を行った。その結果、木炭使用量が50 g/l以上の場合、1、10 g/lの使用量の場合と比べて試験期間中のCODの低下が顕著であった。木炭使用量1、10、50、100 g/lのときのCODは、測定開始2日後でそれぞれ44、36、5、10 mgO/l、10日後で24、18、4、6 mgO/lとなった。このことから、木炭を用いて水質浄化を行う場合、水量に対して重量割合5%以上の木炭を使用すると有効であることが示された。

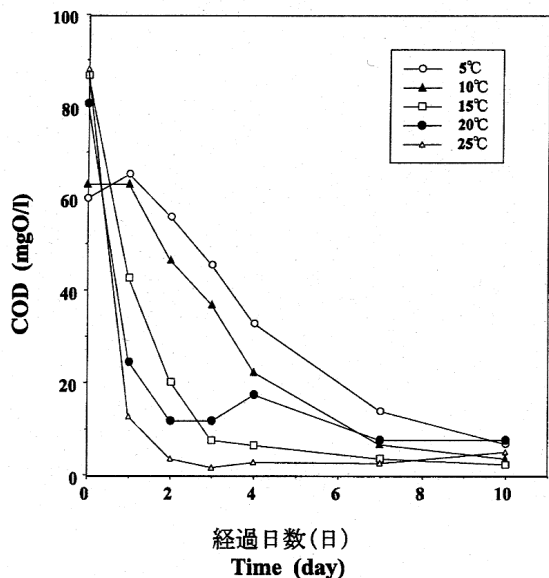


図3 COD低減効果に及ぼす水温の影響
Fig.3 Influence of water temperature on COD reduction.

Note: Charcoal : Japanese oak with biofilm. Amount of Charcoal in water : 100g/l. Legends are in the figure.

2. 3. 4 木炭の形状の影響

図5に、COD低減効果に及ぼす木炭の形状の影響を示す。

木炭の形状L10×R5×T5、L10×R5×T2.5、粒径5~6、1~2 cmの条件で試験を行った。その結果、木炭の形状による浄化効果の差は確認できなかった。

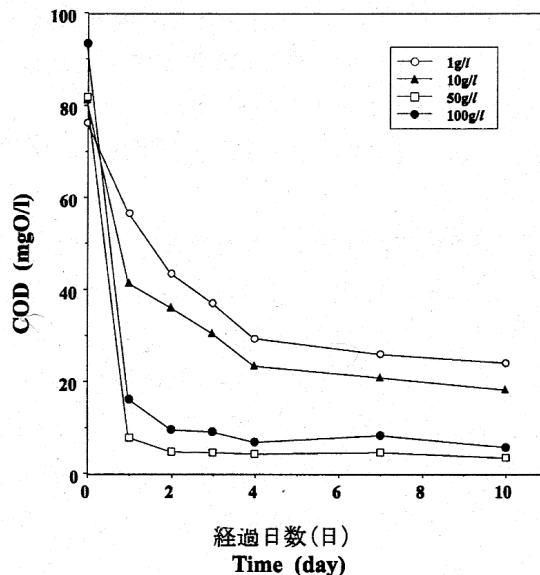


図4 COD低減効果に及ぼす木炭使用量の影響
Fig.4 Influence of amount of charcoal on COD reduction.

Note: Water temperature : 20°C. Charcoal : Japanese oak with biofilm. Legends are in the figure.

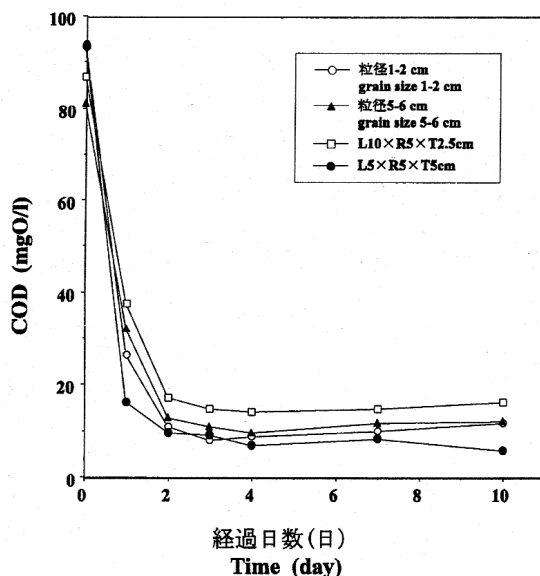


図5 COD低減効果に及ぼす木炭の形状の影響
Fig.5 Influence of form of charcoal on COD reduction.

Note: Water temperature : 20°C. Charcoal : Japanese oak with biofilm. Amount of Charcoal in water : 100g/l. Legends are in the figure.

3 結 論

今回の実験結果から、木炭を用いて水質浄化を行う場合、微生物担体としての使用が有効であることがわかった。また、その際、以下の条件で効果的な浄化が行える。

(1) 接触時間24時間以上、(2) 水温15℃以上、(3) 木炭の使用量50 g/ℓ以上。

なお、木炭の形状や原木樹種による効果の違いは僅かであったことから、木炭の細孔構造や表面構造等が微生物の付着に及ぼす影響は小さいと考えられる。

謝 辞

本研究を行うにあたり、CODの測定方法についてご指導頂いた岩手県公害センター（現岩手県環境保険研究センター）三浦通利様並びに水質科の皆様に深く御礼を申し上げます。

参考文献

- 1) 日本木質成形燃料工業共同組合（1991）木炭の新用途とその現況－新分野開拓フィージビリティ調査事業報告書－. 173pp.
- 2) 木材炭化成分多用途利用技術研究組合（1991）木炭と木酢液の新用途開発研究成果集. 社団法人全国林業改良普及協会編：269～294.
- 3) 吉田隆（2000）微生物固定化法による水処理. 株式会社エヌ・ティー・エス：39～45.