

## 技術ノート

## 水源林のスギ間伐材を利用した水道用粉末活性炭の開発

瓦田研介\*<sup>1)</sup> 羽石幸一\*<sup>2)</sup> 飯田孝彦\*<sup>1)</sup>

Development of powdered activated carbon for drinking water treatment from Sugi thinning obtained from a water source forest in Tokyo

Kensuke KAWARADA, Koichi HANEISHI and Takahiko IIDA

## 1. はじめに

東京都水道局では、安全でおいしい水をつくるため、多摩川上流部の水源地に広がる約21600haの森林を「水道水源林」として管理している。水道水源林を維持・管理するために都水道局では適切な間伐作業等を実施している。しかし、水源林で発生するスギやヒノキ等間伐材は、製材品などとして利用される量が、間伐材全体の1割程度に留まっており、残りの大部分は林内に放置されているのが実態である。水源林の持つ機能の維持のためには、間伐材の有効利用法を開発し、積極的に活用していくことが求められている。

一方、都水道局浄水部では、活性炭を水道水の高度浄化に使用している。活性炭処理法は、異臭味物質、残留農薬、フェノール類等の微量有害物質や、合成洗剤、トリハロメタン等の除去に有効である。通常の浄水処理では除去できないこれらの溶解性の有機物を吸着除去する処理方法として、1年間に2000トン以上の活性炭を使用している。そこで、本研究では水源林から産出された間伐材の有効利用法として、スギ間伐材から活性炭を水蒸気賦活法により調製し、水道用粉末活性炭としての性能について検討した。

## 2. 実験方法

## 2.1 供試材料

都水道局が管理する水源林から伐採したスギ間伐材 (*Cryptomeria japonica* D. Don., 樹齢約35年) を用いた。樹皮を取り除いた後、心材部の半径方向2cm×接線方向2cm×繊維方向1cmを切り出して試験片とした。

## 2.2 活性炭の調製方法

恒温恒湿室(23℃, 50%RH)内で調湿した間伐材試験片約55gを活性炭製造炉((有)マツキ科学製, 図1)内に投入した。窒素を炉内に200ml/minで流し、炉内の空気と置換した。その後、温度制御プログラムを用いて、昇温速度8℃/minで室温から800℃まで加熱し、800℃を

2時間保持して炭化を行った。さらに、昇温速度10℃/minで950℃まで加熱した後、水蒸気を炉内に1時間流して水蒸気賦活を行った。水蒸気の発生方法は、マントルヒーターで加熱したビーカー内に、蒸留水を定量ポンプで3.5g/minの速度に制御して導入した。ビーカー内に発生した水蒸気は、窒素ガスと共に炉内へ送り込んだ(図2参照)。賦活後は、放置して炉内の温度が室温まで低下してから、試験片を取り出した。取り出した試料は、105℃の乾燥機に入れて十分乾燥させた後に秤量して、間伐材原料に対す



図1 活性炭製造炉



図2 水蒸気発生装置

\*<sup>1)</sup> 資源環境科学グループ \*<sup>2)</sup> 東京都水道局

る活性炭の収率を算出した。活性炭は、乳鉢で粉碎し、蒸留水による水洗を1回行った。

### 2.3 水道用粉末活性炭の規格試験

水道用粉末活性炭の規格試験は、(社)日本水道協会(JWWA)が規定したJWWA K 113:2001「水道用粉末活性炭」に準拠して行った。吸着性能の評価として、フェノール価、ABS 価、メチレンブルー脱色力、よう素吸着性能について試験した。その他に品質試験として、乾燥減量、ふるい残分、pH 値、塩化物、電気伝導率を規格に準拠して行った。

また、活性炭の重金属等の溶出試験は、「水道用薬品の評価のための試験方法ガイドライン」(旧厚生省生活衛生局)に準拠して、鉛、カドミウム、ヒ素、亜鉛、水銀、セレン、クロム、銅、ニッケル、マンガン、アンチモンの11物質について行った。規定量の活性炭を900mlの水に入れて1時間振とう抽出し、ガラス繊維ろ紙にてろ過した。得られたろ液に含まれる重金属等を誘導結合プラズマ質量分析装置(ICP/MS, Agilent 7500i)を用いて測定した。なお、測定は都水道局水質センターで実施した。

## 3. 結果

### 3.1 水道用粉末活性炭としての性能

活性炭の調製は、同一条件下で5回行った。原料の間伐材に対する活性炭の収率は、平均15.8%であった。

スギ間伐材から調製した活性炭が水道用粉末活性炭として利用できる可能性を調べるため、日本水道協会規格の品質試験を行った結果を表1に示す。スギ間伐材から調製した活性炭は、吸着能力の指標であるフェノール価、ABS 価、メチレンブルー脱色力及びよう素吸着性能において、各々の品質規格を満たした。したがって、間伐材から調製した活性炭は、細孔構造が十分に発達し、溶解性の有機物などに対して高い吸着能力を有することが確認された。しかし、品質試験項目の中でふるい残分だけは、品質規格を満足しなかった。本研究では、賦活処理後の試料を乳鉢で簡易に粉碎したために、試料の粒度が不均一なためであったと考えられる。したがって、工業用粉碎機などを利用すれば、ふるい残分の規格値をクリアできると思われる。

### 3.2 重金属等の溶出

上水道で供給する水道水は人体に直接摂取されるものであることから、重金属等の溶存量に厳しい規制が設定されている。水道用粉末活性炭などの水道用薬品については、「水道施設の技術的基準を定める省令」(平成12年2月23日付厚生省令第15号、以下施設基準省令とする)において水に溶出する重金属等の基準値が定められている。施設基準省令に基づく評価試験結果を表2に示す。スギ間伐材から調製した活性炭は、11種類の重金属等すべてにおいて評価基準を満たした。したがって、本研究で調製した

活性炭は、水道用粉末活性炭として使用した場合に安全性が確保されることが示された。

表1 品質試験結果

試験項目	品質規格	試験結果
乾燥減量	5%以下	1.28%
ふるい残分	10%以下	43.8%
pH値(1%溶液)	4.0~11.0	9.6
塩化物	0.5%以下	0%
電気伝導率(1%溶液)	900 $\mu$ S/cm以下	107 $\mu$ S/cm
フェノール価	25以下	21
ABS価	50以下	29
メチレンブルー脱色力	150ml/g以上	150ml/g
よう素吸着性能	900mg/g以上	1130mg/g

表2 施設基準省令に基づく評価試験(重金属等)結果

試験項目	評価基準	試験結果
鉛	0.005mg/L以下	<0.001mg/L*
カドミウム	0.001mg/L以下	<0.001mg/L*
ヒ素	0.001mg/L以下	<0.001mg/L*
亜鉛	0.1mg/L以下	<0.005mg/L*
水銀	0.00005mg/L以下	<0.00005mg/L*
セレン	0.001mg/L以下	<0.001mg/L*
クロム	0.005mg/L以下	<0.005mg/L*
銅	0.1mg/L以下	<0.01mg/L*
ニッケル	0.001mg/L以下	<0.001mg/L*
マンガン	0.005mg/L以下	<0.001mg/L*
アンチモン	0.0002mg/L以下	<0.0002mg/L*

注)\*: 定量下限

## 4. まとめ

水源林から産出される間伐材の有効利用策の一つとして、水蒸気賦活法による水道用粉末活性炭の開発を試みた。調製した活性炭の水道事業用としての利用の可否について検討するため、日本水道協会の規格試験及び施設基準省令に基づく評価試験を行った。その結果、スギ間伐材から調製した活性炭は、吸着能力に関する規格や重金属等の溶出基準を満たしており、水道用粉末活性炭として利用できることが明らかとなった。

(原稿受付 平成17年8月12日)