

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-162896

(P2020-162896A)

(43) 公開日 令和2年10月8日(2020.10.8)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
A61L	9/01	(2006.01)	A61L	9/01	B	4C180		
A61L	9/014	(2006.01)	A61L	9/014		4G066		
B01J	20/20	(2006.01)	B01J	20/20	B	4G146		
B01J	20/30	(2006.01)	B01J	20/30				
C01B	32/05	(2017.01)	C01B	32/05				

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2019-66668 (P2019-66668)  
 (22) 出願日 平成31年3月29日 (2019. 3. 29)

(71) 出願人 519112852  
 小坂建設株式会社  
 群馬県沼田市上沼須町107-2  
 (71) 出願人 591032703  
 群馬県  
 群馬県前橋市大手町1丁目1番1号  
 (72) 発明者 小坂 哲平  
 群馬県沼田市上沼須町107-2  
 (72) 発明者 北島 信義  
 群馬県前橋市亀里町884番地1 群馬県  
 立群馬産業技術センター内  
 (72) 発明者 徳田 敬二  
 群馬県前橋市亀里町884番地1 群馬県  
 立群馬産業技術センター内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 竹炭及び竹炭の製造方法

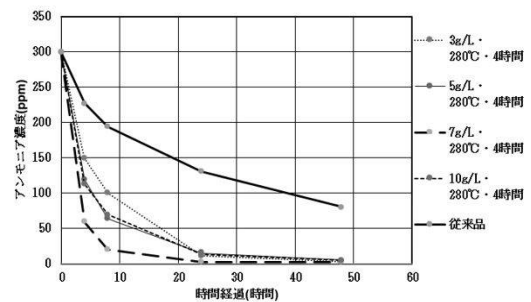
(57) 【要約】

【課題】生活環境中で最も身近な臭気ガスであるアンモニアなどを効率よく吸着する竹炭を低いコストで製造して提供する。

【解決手段】竹材についてアルカリ処理を行ってから、空気雰囲気下で230～300 の加熱処理を行うことで、酸性のカルボニル基を多く有しアンモニア吸着性能に優れた竹炭が出来る。

【選択図】 図4

石鹼水・濃度との相関(280℃加熱)



アンモニア吸着率%

濃度	経過時間			
	4時間	8時間	24時間	48時間
3g/L	50.0	66.7	96.3	99.0
5g/L	60.3	78.7	95.0	98.3
7g/L	80.3	93.3	99.3	99.3
10g/L	62.3	77.0	95.7	98.3

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

竹材を空気雰囲気下で230～300 の温度で加熱処理することを特徴とする消臭脱臭用の竹炭の製造方法。

## 【請求項 2】

前記加熱処理の前にアルカリ処理を行うことを特徴とする請求項 1 に記載の消臭脱臭用の竹炭の製造方法。

## 【請求項 3】

消臭脱臭する物質はアンモニアを含むことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 のいずれか 1 項に記載の消臭脱臭用の竹炭の製造方法。

10

## 【請求項 4】

前記アルカリ処理に用いるアルカリは弱アルカリであることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の消臭脱臭用の竹炭の製造方法。

## 【請求項 5】

前記弱アルカリは石鹼または炭酸ナトリウムであることを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の消臭脱臭用の竹炭の製造方法。

## 【請求項 6】

赤外線吸収スペクトルにおける吸収帯の強度比が1600  $\text{cm}^{-1}$  付近の強度を 1 とすると1700  $\text{cm}^{-1}$  付近の強度が1.10以上であることを特徴とする消臭脱臭用の竹炭。

## 【請求項 7】

アンモニアの吸着率が80.0%以上であることを特徴とする消臭脱臭用の竹炭。

20

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は消臭脱臭用の竹炭及びその製造方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

竹林の多い地域において、不必要な竹は伐採が行われる。その結果、生じる沢山の竹材について有効利用が求められてきた。一つの方法として竹を炭化させて竹炭として各種利用する方法がある。例えば個人の住宅や集合住宅、学校、病院、ホテルなどの住居やトイレなどの湿度調整、脱臭、または各種、水質浄化や土壌改良などに利用される。

30

## 【0003】

しかし、竹炭はこれまで800 以上の高温で焼き上げられたものが多く竹の形状の維持が難しいことに加え、木炭に比べて炭化の製造コストがかかるため、あまり普及はしていない。現在、低温炭化装置が開発されており、これを導入すれば300 以下の低い温度で、低温竹炭を生産できる。また、この製造方法であれば竹の姿を大部分残すことも可能である。

## 【0004】

本願発明者らも低温炭化装置を導入しているが、装置は高価でもあり、窒素ガス置換の作業が必要であるため、製造に長い時間がかかっているために、竹炭も高価なものになっているのが現状である。

40

## 【0005】

先行文献を見ると例えば特許文献 1 は不織布の間に竹炭を挟んだものを土嚢袋などに使用するものである。また、特許文献 2 は臭気吸着性や湿気吸着性を備える竹炭の製造方法である。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0006】

【特許文献 1】特開2015-217643

50

【特許文献2】特開平9-324180

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

特許文献1では竹炭を使用するが、形態が微細な繊維状であることに加え、炭化の温度が400～800と高温である。なおかつ主に吸着する対象の物質は放射性物質である。

【0008】

また特許文献2では竹炭を姿炭として形を残す方法もあり、アンモニアの吸着テストも行っているが、炭化に要する温度が800であって、蒸し焼きにした後に冷却して竹炭を得るもので、大変な費用と時間を要する。

【0009】

そして日常生活の中で、例えば個人の住宅や集合住宅、学校、病院、ホテルなどの住居やトイレなどでの悪臭で最も身近であり問題になるものはアンモニアである。

【0010】

そこで本発明であるが竹を低温で炭化すれば製造コストも抑えられるし、竹の姿を出来る限り残せば室内などに置いても装飾物にもなる上に、アンモニアを効率よく消臭脱臭できる竹炭を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明者らは、上記課題を解決するために鋭意検討した結果、竹材を空気雰囲気下で加熱する際、竹材を構成する主たる有機物であるヘミセルロース、セルロース、リグニン各成分の化学反応に伴い、カルボニル基やカルボキシル基を有する化合物が生成し、次にカルボニル基やカルボキシル基を徐々に分解消失しながら無機炭素が生成する傾向があるが、低温炭化を行えば前記の高温炭化に比べてカルボニル基やカルボキシル基を有する化合物の分解消失が抑えられて酸性のカルボキシル基などが多く残存して、それにより塩基性物質のアンモニアを効率よく吸着出来ると考えた。

【0012】

更に本発明者らは竹材の炭化加熱の前処理について検討を重ね、アルカリ処理を行えば、より低温炭化が可能となる結果、酸性のカルボキシル基の消失を更に抑えられアンモニアを更に効率よく吸着するのではないかと考えて、本発明の竹炭とその製造方法を開発するに至った。

【0013】

本発明の竹炭とその製造方法のうち、発明1は消臭脱臭剤として使用する竹炭を空気雰囲気下で230～300の温度で加熱処理する竹炭の製造方法である。本発明の竹炭の製造方法では加熱処理温度は230～300が好ましいが、より好ましくは250～280である。加熱処理温度の下限については230未満でも本発明の効果は見られるが、実施例2で後述する通り、加熱温度が220になると効果が見られなくなる。また加熱温度の上限については300を越えると竹炭の形態がくずれる可能性が高くて、竹炭としての収率がかなり低下するので良くない。

【0014】

発明1の下位概念である発明2では消臭脱臭剤として使用する竹炭は、原料の竹材に対してアルカリ処理した後に、空気雰囲気下で230～300の温度で加熱処理する竹炭の製造方法である。

【0015】

発明1または2の下位概念である発明3では、消臭脱臭する物質はアンモニアを含むものである。

【0016】

発明1から3のいずれか1つの下位概念である発明4では、前記アルカリ処理に用いるアルカリは弱アルカリである。

【0017】

10

20

30

40

50

発明 1 から 4 のいずれか 1 つの下位概念である発明 5 では、前記弱アルカリは特に限定されないが、石鹼または炭酸ナトリウムが好ましい。石鹼はラウリン酸、ミリスチン酸、パルミチン酸、パルミトレイン酸、ステアリン酸、オレイン酸等の脂肪酸のアルカリ金属塩を意味する。

【 0 0 1 8 】

発明 6 では、赤外線吸収スペクトルにおける吸収帯の強度比が  $1600\text{ cm}^{-1}$  付近の強度を 1 とすると  $1700\text{ cm}^{-1}$  付近の強度が 1.10 以上であることを特徴とする消臭脱臭用の竹炭である。赤外線吸収スペクトルにおける  $1600\text{ cm}^{-1}$  付近と  $1700\text{ cm}^{-1}$  付近の吸収帯の強度比を特定する理由は、後述の通り、酸性官能基の量を評価することができ、優れたアンモニア吸着能力を有する竹炭を特定することができるからである。

10

【 0 0 1 9 】

発明 7 では、アンモニアの吸着率が 80.0% 以上であることを特徴とする消臭脱臭用の竹炭である。なお、吸着率は以下の式で求める。

$$\text{吸着率 (\%)} = \left( \left( \text{消臭前のアンモニア濃度 (ppm)} \right) - \left( \text{消臭後のアンモニア濃度 (ppm)} \right) \right) / \left( \text{消臭前のアンモニア濃度 (ppm)} \right) \times 100$$

【発明の効果】

【 0 0 2 0 】

本発明の低温炭化による竹炭は酸性のカルボキシル基を多く含んでアンモニアを効率よく吸着する、製造コストも安価な消臭脱臭剤となり得る。なおかつ竹の姿を残す事も可能なので、個人の住宅や公共建物を含む屋内などに置く装飾物として使用することが出来る。そして、消臭脱臭剤として吸着するガスとしては、アンモニア以外の室内 VOC (揮発性有機化合物) や臭気ガスとして、トルエン、酢酸、硫化水素、ホルムアルデヒドについても広く消臭脱臭能力があることは周知の通りである。例えば岡山工業技術センター平成 19 年度 (No.34) の報告書に掲載のタイトル「竹炭及び木炭の臭気ガス吸着特性」に記載されている。これ以外の臭気ガスに対しても同様の吸着作用があることは容易に推測できる。

20

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 1 】

以下、図面について説明するが、赤外分光分析は適宜、IR 分析と表記することがある。

【図 1】前処理なしの竹炭で加熱処理時間を変えた時のアンモニア濃度変化のグラフとアンモニア吸着率表。

30

【図 2】前処理なしの竹炭で加熱処理温度を変えた時のアンモニア濃度変化のグラフとアンモニア吸着率表。

【図 3】石鹼水の前処理で液濃度を変えて 250 で加熱処理した竹炭のアンモニア濃度変化のグラフとアンモニア吸着率表。

【図 4】石鹼水の前処理の液濃度を変えて 280 で加熱処理した竹炭のアンモニア濃度変化のグラフとアンモニア吸着率表。

【図 5】炭酸ナトリウムの前処理で液濃度を変えた時の竹炭のアンモニア濃度変化のグラフとアンモニア吸着率表。

【図 6】酵素セルラーゼの前処理を行った竹炭で加熱処理温度を変えた時のアンモニア濃度変化のグラフとアンモニア吸着率表。

40

【図 7】従来品の竹炭の IR 分析結果。

【図 8】前処理なしで 250 の加熱処理を行った竹炭の IR 分析結果。

【図 9】前処理なしで 280 の加熱処理を行った竹炭の IR 分析結果。

【図 10】前処理なしで 300 の加熱処理を行った竹炭の IR 分析結果。

【図 11】石鹼水の前処理を行い 250 の加熱処理を行った竹炭の IR 分析結果。B は赤外線吸収スペクトルにおける吸収帯  $1700\text{ cm}^{-1}$  付近の強度のピークで、A は同じく  $1600\text{ cm}^{-1}$  付近の強度のピーク。以下の図でも同様。

【図 12】石鹼水の前処理を行い 280 の加熱処理を行った竹炭の IR 分析結果。

【図 13】石鹼水の前処理を行い 300 の加熱処理を行った竹炭の IR 分析結果。

【発明を実施するための形態】

50

## 【実施例】

## 【0022】

以下、実施例を示して本発明をより具体的に説明するが、本発明は下記実施例に限定されるものではない。なお従来品の竹炭という記述があるが、これは密閉して窒素置換を行った密閉式の低温炭化装置中で300℃、6時間の加熱処理を行って得た竹炭である。また、竹材にはモウソウチクを半年間静置し乾燥させたものを用いた。

また、以下の実施例1～4と比較例1、2の結果を表す図1～6のグラフではアンモニアの濃度変化を表記したが、比較のため、それぞれのグラフに従来品の竹炭のアンモニアの濃度変化も表記した。なお従来品の竹炭のアンモニアの吸着率は図1に記載した。

## 【0023】

(アンモニア吸着性能試験の方法)

ガスバッグ(テドラーバッグ<sup>®</sup>; 10L、コック付き)内に、加熱処理(120℃、3時間)した竹炭0.2gを入れた。開口部を熱溶着後、ガスバッグ内を真空排気し、アンモニアガス5Lをガスバッグに導入した。所定時間後に、ガスバッグ内のアンモニア濃度を測定した。アンモニア濃度の測定はガス検知管(ガステック製、型番:3M及び3La)によって行った。

## 【実施例1】

## 【0024】

(前処理なしの竹炭で加熱処理時間を変えてアンモニア濃度変化を検証)

竹材を前処理なしで空気中で加熱処理を行うにあたり、加熱処理時間を変えてアンモニアの濃度変化を測定した結果を図1に示す。その結果、加熱処理時間を長くするにつれて吸着性能が高くなり、5時間以上の加熱処理で吸着性能が高い竹炭が得られることがわかった。そして従来品の竹炭のアンモニアの濃度測定結果に基づくアンモニア吸着率も図1のグラフ下に表で示したが、吸着率としては48時間で73.3%であった。これに対して前処理なしで空気中で250℃4時間の加熱処理を行った竹炭は24時間で吸着率が90%を越えている。加熱処理温度や加熱処理時間の長さを考慮すると、アンモニア吸着性能の高い竹炭を作成するためには、窒素雰囲気中で加熱処理するより、空気中で加熱処理する方が有利であることが確認できた。

## 【実施例2】

## 【0025】

(前処理なしの竹炭で加熱処理温度を変えてアンモニア濃度変化を検証)

加熱処理時間を4時間と一定にして、加熱処理温度の影響を検討した結果を図2に示す。この結果、加熱処理温度250、280、300℃で作成した竹炭のアンモニア吸着性能は、従来品より高く、一方220℃では従来品より吸着性能は悪かった。この結果から、空気中で4時間の加熱処理においては、加熱処理温度250℃以上でアンモニア吸着性能が従来品より高い竹炭が得られることがわかった。

(前処理なしの竹材の加熱処理後の重量減少)

竹材の加熱処理は恒温槽を用いて空気雰囲気下で加熱処理を行い、加熱処理の前後で重量を測定して重量減少率を求めた。

$$\text{減少率}(\%) = (\text{加熱処理前の重量} - \text{加熱処理後の重量}) / (\text{加熱処理前の重量}) \times 100$$

その結果、加熱処理後の重量減少率は、250℃で37%、280℃で48%、300℃で63%であり、加熱処理温度が高いほど重量減少率が大きかった。従って竹材1,000gを加熱処理した場合には250℃においては630g、280℃においては520g、300℃においては370gの竹炭が得られる。

文献<sup>1)</sup>によれば、木材の熱分解開始温度は200℃前後で、この温度で各主要成分がほとんど同時に熱分解を始め、260℃まで主としてヘミセルロースが、260～310℃では主としてセルロースが熱分解し、熱的に安定な、炭素含有量の高い縮合多環芳香族構造への変化が始まるとされている。これらのことから、竹材の280℃、300℃の加熱処理後での重量減少は、竹材の脱水及びヘミセルロース及びセルロースの熱分解によるものであると考えられ

10

20

30

40

50

る。

参考文献1) 木材の炭化過程に関する研究 栗山 旭 林試研報 Bull. For. & For. Prod. Res. Inst. No. 304, 1979

実際の竹炭の製造においては、竹炭の収量も考慮して加熱処理温度を決定する必要があるので、以降の実施例では従来品よりアンモニア吸着性能が高く、かつ重量減少率が比較的少ない250 ℃での加熱処理を中心に検証を行った。しかしながら300 ℃の加熱処理では250 ℃よりもアンモニア吸着率が高いのはグラフに示した通りである。

#### 【実施例3】

##### 【0026】

(石鹼水で前処理を行った竹炭でアンモニア濃度変化を検証)

竹材1 gを7g/Lの濃度の石鹼(ライオン社製 商品名:植物物語化粧石鹼Ea)水100 mLに浸漬して室温で1時間静置し、静置後、竹材を取り出して純水で洗浄した後、110 ℃のオープン内で3時間乾燥させた。乾燥後、以下の検証を行った。

(250 ℃の加熱処理の結果)

加熱処理条件を250 ℃、4時間で一定にし、前処理に用いる石鹼水の濃度の影響を検討した結果を図3に示す。7 g/Lの濃度の石鹼水で前処理した竹炭が最もアンモニア吸着性能が高かった。

(280 ℃の加熱処理の結果)

加熱処理条件を280 ℃、4時間で一定にし、前処理に用いた石鹼水の濃度の影響を検討した結果を図4に示す。3~10g/Lの石鹼水による前処理を行った竹炭についてアンモニア吸着性能を検証したところ、いずれも吸着性能が良好であるが、特に7 g/Lの石鹼水の前処理を行った竹炭のアンモニア吸着性能が最も良好で、従来品の竹炭と比較しても非常に優れていることが確認された。

#### 【実施例4】

##### 【0027】

(炭酸ナトリウム水溶液で前処理を行った竹炭でアンモニア濃度変化を検証)

前処理における取り扱いやすさも考慮して穏やかな加水分解を行うために、炭酸ナトリウム水溶液を用いた前処理を検証した。

竹材を炭酸ナトリウム水溶液に浸漬し、室温で1時間静置した。静置後、竹材を取り出し純水で洗浄した後、110 ℃のオープン内で3時間乾燥させた。

加熱処理条件を250 ℃、4時間で一定にし、前処理に用いる炭酸ナトリウム水溶液の濃度の影響を検討した結果を図5に示した。濃度0.05 mol/Lで前処理を施して得られた竹炭のアンモニア吸着性能が最も良好であった。

[比較例1]

##### 【0028】

(酵素セルラーゼで前処理を行った竹炭でアンモニア濃度変化を検証)

前処理にセルロース分解酵素として一般的に用いられているセルラーゼを用いた。セルロース分解酵素の処理条件を一定にし、竹材を250 ℃で加熱処理する時間の影響を検討した結果を図6に示す。加熱処理時間1、2、6時間で得られた竹炭は加熱処理時間が長いほどアンモニア濃度が低下した。250 ℃、2時間以上の加熱処理で得られた竹炭のアンモニア吸着性能は従来品よりも良好になった。

##### 【0029】

(赤外線分析)

竹材を炭化して得られた竹炭の化学組成を確認するために赤外分光分析を行って、従来品、250 ℃、280 ℃、300 ℃で4時間加熱処理品(前処理なし)、石鹼水の前処理を行って250 ℃、280 ℃、300 ℃で4時間加熱処理品、以上7種の竹炭について5回ずつ測定して得られたIRスペクトルをそれぞれ図7~13に示す。

##### 【0030】

図7~13のIR分析結果を見ると、本来、竹では炭水化物(ヘミセルロースやセルロース由来、1150 cm<sup>-1</sup> - 950 cm<sup>-1</sup>のC-O-C結合を有する化合物および 3200 cm<sup>-1</sup>の水酸基に特

10

20

30

40

50

徴的なスペクトル)に特徴的なIRスペクトルが見られるところ、これらが消失して $1700\text{cm}^{-1}$ 付近と $1600\text{cm}^{-1}$ 付近に強いピークが認められた。 $1700\text{cm}^{-1}$ 付近のピークはカルボニル基( $\text{C}=\text{O}$ )に特徴的なIRスペクトルであり、 $1600\text{cm}^{-1}$ 付近のピークは芳香環構造に特徴的なIRスペクトルである。以上のIRスペクトルの結果から、竹材を加熱処理して得られた竹炭では、ヘミセルロース、セルロースが熱分解・変化して、カルボニル基とカルボキシル基及び芳香環を有する化合物に変化することがわかった。

#### 【0031】

窒素雰囲気下 $300^\circ\text{C}$ で6時間加熱した従来品の竹炭ではIRスペクトルの $1600\text{cm}^{-1}$ 付近のピーク(前述の通り、図7~13でAと表記)のピーク強度を1とすると、 $1700\text{cm}^{-1}$ 付近のピーク(前述の通り、図7~13でBと表記)のピーク強度は、 $0.76\sim 0.84$ であった。A、Bについては以下、同様である。

10

#### 【0032】

これに対して空気雰囲気下での加熱処理を行った竹炭について考察する。まず、実施例2の前処理無しの竹炭では $280^\circ\text{C}$ で4時間加熱した竹炭ではIRスペクトルの $1700\text{cm}^{-1}$ 付近の(B)のピーク強度を1とすると $1600\text{cm}^{-1}$ 付近の(A)のピーク強度は $1.03\sim 1.14$ であった。つまり、これは従来品の竹炭と比べて、 $1700\text{cm}^{-1}$ 付近のピーク強度の $1600\text{cm}^{-1}$ 付近のピークに対する強度比が高くて、窒素雰囲気下での熱処理に比べてカルボニル基やカルボキシル基をより多く生成していることを示しており、酸性官能基生成に有利に作用したことを示す。

#### 【0033】

次に、石鹼水で前処理を行った後に空気雰囲気下で加熱処理した実施例3の竹炭では、IRスペクトルの $1700\text{cm}^{-1}$ 付近のピーク強度と $1600\text{cm}^{-1}$ 付近のピーク強度の比は、 $250^\circ\text{C}$ で4時間加熱した竹炭では $1:1.11\sim 1.19$ 、 $280^\circ\text{C}$ で4時間加熱した竹炭では $1:1.15\sim 1.25$ 、 $300^\circ\text{C}$ で4時間加熱した竹炭では $1:1.22\sim 1.26$ であった。つまり固形石鹼水による前処理がカルボニル基やカルボキシル基をより多く生成することを意味する。

20

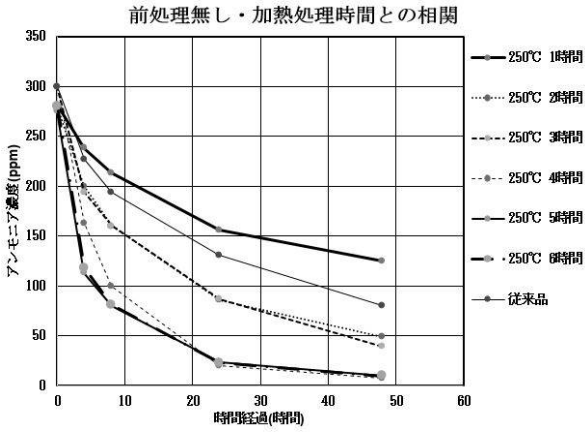
#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0034】

本発明は主に屋内におけるアンモニアガス等の臭気の消臭脱臭に関連する産業で利用される。

30

【 図 1 】



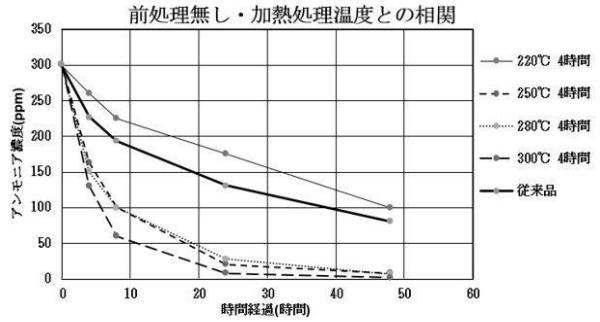
(参考)従来品・アンモニア吸着率%

経過時間			
4時間	8時間	24時間	48時間
24.3	35.3	56.3	73.3

アンモニア吸着率%(80.0%以上について太字で強調、以下同様)

経過時間				
加熱時間	4時間	8時間	24時間	48時間
1時間	15.3	24.2	44.5	55.5
2時間	28.8	43.1	69.4	<b>82.6</b>
3時間	35.3	46.7	71.0	<b>87.0</b>
4時間	45.7	66.7	<b>93.3</b>	<b>97.3</b>
5時間	58.9	70.9	<b>91.3</b>	<b>96.4</b>
6時間	57.9	71.1	<b>91.8</b>	<b>96.4</b>

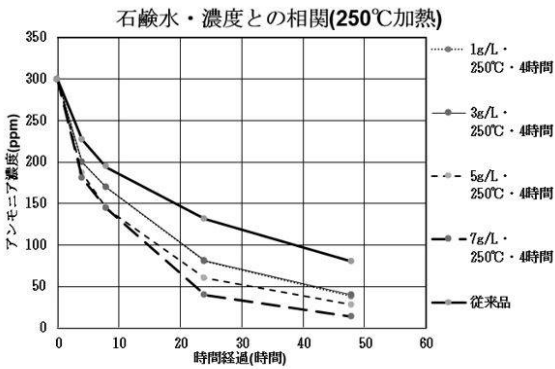
【 図 2 】



アンモニア吸着率%

加熱時間	経過時間			
	4時間	8時間	24時間	48時間
220°C	13.3	25.0	41.7	66.7
250°C	45.7	66.7	<b>93.3</b>	<b>97.3</b>
280°C	50.0	66.7	<b>90.7</b>	<b>98.0</b>
300°C	56.3	<b>80.0</b>	<b>97.3</b>	<b>99.3</b>

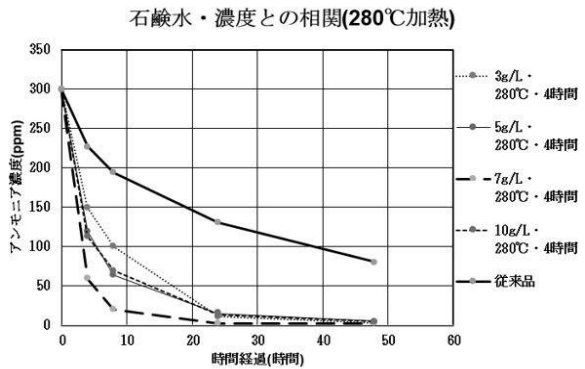
【 図 3 】



アンモニア吸着率%

濃度	経過時間			
	4時間	8時間	24時間	48時間
1g/L	33.3	43.7	73.3	<b>87.3</b>
3g/L	33.3	43.7	73.0	<b>86.7</b>
5g/L	37.7	52.0	<b>80.0</b>	<b>90.7</b>
7g/L	39.7	52.0	<b>86.7</b>	<b>95.3</b>

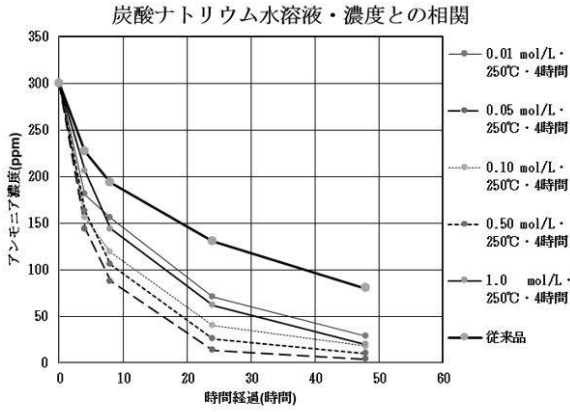
【 図 4 】



アンモニア吸着率%

濃度	経過時間			
	4時間	8時間	24時間	48時間
3g/L	50.0	66.7	<b>96.3</b>	<b>99.0</b>
5g/L	80.3	78.7	<b>95.0</b>	<b>98.3</b>
7g/L	<b>80.3</b>	<b>93.3</b>	<b>99.3</b>	<b>99.3</b>
10g/L	62.3	77.0	<b>95.7</b>	<b>98.3</b>

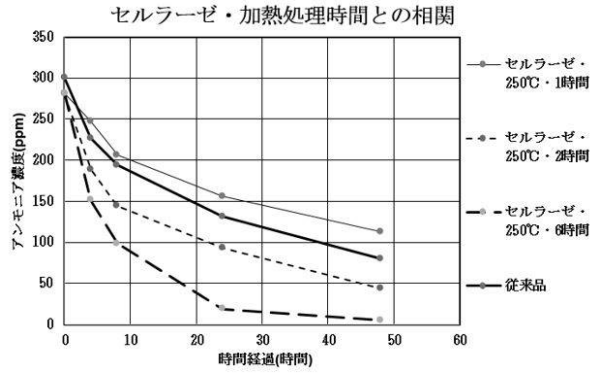
【 図 5 】



アンモニア吸着率%

濃度	経過時間			
	4時間	8時間	24時間	48時間
0.01mol/L	39.7	48.0	76.3	90.3
0.05mol/L	52.0	70.7	95.3	98.7
0.10mol/L	48.0	60.3	86.7	94.0
0.50mol/L	45.7	64.7	91.3	96.7
1.00mol/L	31.3	52.0	79.3	93.3

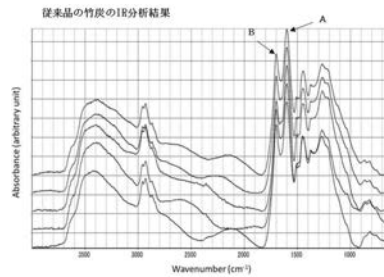
【 図 6 】



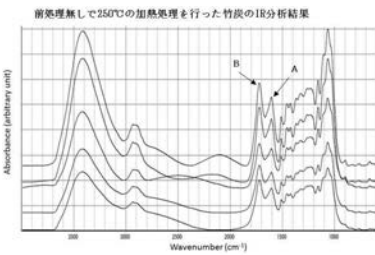
アンモニア吸着率%

加熱時間	経過時間			
	4時間	8時間	24時間	48時間
1時間	12.1	26.7	44.5	59.8
2時間	33.1	48.8	66.9	84.3
6時間	46.3	64.8	93.2	98.2

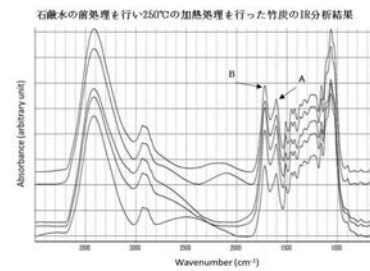
【 図 7 】



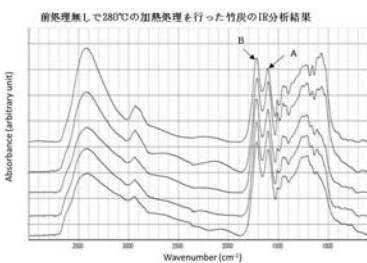
【 図 8 】



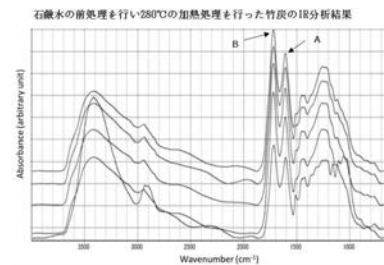
【 図 1 1 】



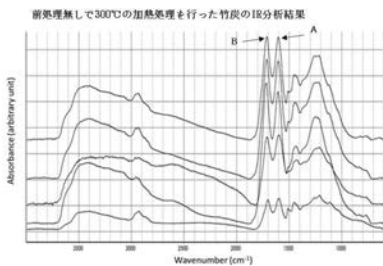
【 図 9 】



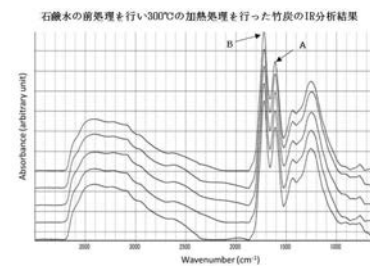
【 図 1 2 】



【 図 1 0 】



【 図 1 3 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 小松 秀和

群馬県前橋市亀里町 8 8 4 番地 1 群馬県立群馬産業技術センター内

Fターム(参考) 4C180 AA02 BB06 BB12 CC04 EA14X EA15X

4G066 AA04B AA43D AB07D AE02D BA36 BA38 CA02 CA29 DA03 FA22

FA34

4G146 AA01 AC16A AC16B AC28A AC28B AD32 BA31 BB07 BB09 BB11

BC03 BC24 BC32B