様　式　Ｃ－１９、Ｆ－１９、Ｚ－１９　（共通）

科学研究費助成事業　　研究成果報告書

平成 ２８ 年　 ６ 月 １４ 日現在

機関番号：１１６０１
研究種目：若手研究(B)
研究期間：2013～2015
課題番号：２５８５０１１９

研究課題名（和文）ボールミル法により金属複合した木質バイオマスの炭素化における生成物の特性

研究課題名（英文）Characterizations of products by carbonization of woody biomass loaded with metal compounds using ball mill

研究代表者
浅田　隆志（Asada, Takashi）

福島大学・共生システム理工学類・准教授

研究者番号：６０４３４４５３

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費）　　2,900,000円

研究成果の概要（和文）：酸化チタン，水酸化カルシウム，酸化鉄(III)，硫酸鉄(II)をボールミル処理によりスギおが屑に複合し，炭素化して金属複合炭素化物を作製した。金属複合が炭素化による固体生成物，気体生成物に与える影響を評価した。ボールミル処理により簡便に様々な金属化合物を炭素化物に複合でき，得られた固体生成物には従来の炭素化物にはない機能性が確認された。本研究成果が，木質バイオマスの利活用推進のための新たな技術として期待される。

研究成果の概要（英文）：The metal-loaded charcoals was obtained by carbonization of Japanese cedar saw dust loaded with TiO2, Ca(OH)2, Fe2O3 and FeSO4 using a ball mill. The effects of the metal compounds on solid products and gas products in carbonization were evaluated. The metal compounds can be loaded onto charcoal by ball milling treatment. The solid products were provided with the functions as distinct from conventional charcoals. It is expected that this method contributes toward more use of woody biomass resource.

研究分野：バイオマス資源工学

キーワード：ボールミル処理　炭素化　金属複合　木質バイオマス　ガス化特性　炭素化物

１．研究開始当初の背景

地球温暖化防止，循環型社会の形成，戦略的産業の育成，農林漁業，農山漁村の活性化を目的として，積極的なバイオマスの有効活用が期待されており，バイオマスを原料として多種多様な燃料や有用物質を体系的に生産する「バイオマス・リファイナリー」の構築が，バイオマス由来のエネルギーや製品の幅広い用途への利活用実現の有効手段であると考えられ，国内外で積極的に研究されている。

木質バイオマスの炭素化は，バイオマスの熱分解により，固体成分である炭素化物（いわゆる木炭）を得るだけでなく，気体成分と液体成分を同時に副生成する技術であり，バイオマスの炭素化プロセスにおいて炭素化物以外の副生成物質の体系的活用がバイオマス・リファイナリーの構築に繋がると考えられ，本研究は炭素化を中心として，気体生成物と固体生成物を体系的に高度利用するための基礎研究である。また，炭素化プロセスの主な生成物である炭素化物は，その多孔性のため，環境浄化等の分野において吸着材や触媒の担体としての利活用が拡大しているが，さらに木質バイオマスの利活用を推進するためにも，従来の活性炭や木炭にない新たな機能性，あるいは従来製品よりも高い機能性をもつ材料の開発が望まれている。

２．研究の目的

従来の活性炭や木炭にない新たな機能性や高い機能性を付与するための方法の一つに金属化合物の複合が挙げられる。金属化合物を木質バイオマス炭素化物に複合する方法としては，木質バイオマス炭素化物を金属溶液に浸漬する含浸法が一般的である。しかし，含浸法による金属複合は，水等の溶媒に難溶性の金属については適用が艱難であるという問題があった。また，2 種以上の金属を複合する場合においても任意の割合で複合することが困難である。このような問題に対して申請者は，木質バイオマスと金属をボールミル処理により複合し炭素化する従来にない金属複合炭素化法を考案した。

本研究では，ボールミル処理した金属複合木質バイオマスの炭素化においてボールミル処理および，複合した金属が生成物に与える影響をガス化特性と金属複合炭素化物表面特性の両面から研究することにより，そのガス化および炭素化挙動を明らかにすることを目的としている。ボールミル処理や炭素化の条件が，気体生成物と固体生成物に与える影響やそのメカニズムを明らかにすることが，新規なあるいは高機能な機能性材料の開発や気体生成物の高度利用に繋がると考えている。

３．研究の方法

(1)酸化チタン複合炭素化物作製方法

スギ(Cryptomeria japonica)おが屑 10 g と酸化チタン１ｇおよび粉砕媒体としてアルミナボール（10φ）を 50 個アルミナ製ボールミル容器（内径 90 ㎜，内容積 250 ㎖）に入れ遊星ボールミル装置を用いて 364 r/min で１時間回転混合後，得られた混合物をふるい分け 106～1000 μｍの粒径にし，混合物の 2 g を管状電気炉（アズワン製 TMF-500）を用いて窒素気流中で炭素化した。試料名は Ti700C や 700C のように表記し，Ti は酸化チタンの複合を示し，C の前の数字は炭素化温度を示す。

(2)カルシウム化合物複合炭素化物作製方法

①乾式法

スギ(Cryptomeria japonica)おが屑 10 g と水酸化カルシウム１ｇ粉砕媒体として磁製ボール（10φおよび 5φ）を各 100 磁製ボールミル容器（内径 90 ㎜，内容積 300 ㎖）に入れポットミル回転台（日陶科学製 ANZ-51S）を用いて 100 r/min で 5 時間回転処理した。得られた混合物をふるい分け 106μｍ以上の粒径にし，5 g の混合物を管状電気炉（アズワン製 TMF-500）を用いて窒素気流中で炭素化した。試料名は Ca600C や 600C のように表記し，Ca がカルシウム複合を示し，C の前の数字が炭素化温度を示す。

②湿式法

スギ(Cryptomeria japonica)おが屑 5 g と水酸化カルシウム 0.05 g，精製水 50 ㎖および粉砕媒体としてステンレスボール（10φ）を 50 個ステンレス製ボールミル容器（内径 90 ㎜，内容積 250 ㎖）に入れ遊星ボールミル装置を用いて 182 r/min で 3 時間回転混合後，得られた混合物をホットプレート上で加熱し蒸発乾固した。得られた混合物をふるい分け 106 μｍ以上の粒径にし，１ｇの混合物を管状電気炉（アズワン製 TMF-500）を用いて窒素気流中で炭素化した。

(3)鉄化合物複合炭素化物作製方法

スギ(Cryptomeria japonica)おが屑 10 g と鉄の量として 0.7 ｇの鉄化合物および粉砕媒体としてステンレスボール（10φ）を 50 個ステンレス製ボールミル容器（内径 90 ㎜，内容積 250 ㎖）に入れ遊星ボールミル装置を用いて 364 r/min で 20 分間回転混合後，得られた混合物をふるい分け 106～1000 μｍの粒径にし，スギお屑の量として１ｇの混合物を管状電気炉（アズワン製 TMF-500）を用いて窒素気流中で炭素化した。鉄化合物としては，酸化鉄(III)と硫酸鉄(II)を用いた。試料名は Fe_2O_3-700C や 700C のように表記し，ハイフンの前に複合した鉄化合物を示し，C の前に炭素化温度を示した。

(4)ガス化特性評価方法

金属複合炭素化のガス化特性は，金属複合炭素化時に発生するガスをサンプリングバックに捕集し熱伝導度検出器を装備したガスクロマトグラフ（島津製作所製 GC-8A）で

ガスの組成を検量線法により測定した。

(5) 金属複合炭素化物表面特性の評価方法

金属複合炭素化物の表面特性は，ガス吸着量測定装置（Quantachrome 製 Autosorb-1C）を用いたガス吸着測定により，窒素ガスの吸着等温線から BET 比表面積，細孔容積を求めた。また，金属複合量は，蛍光 X 線分析装置（Rigaku 製，RIS-1000）を用いて検量線法により測定した。複合した金属化合物の形態は X 線回折分析，エネルギー分散型 X 線分析計(EDX)装置を装備した走査型電子顕微鏡(SEM)（日立ハイテクノロジー製，SU-8000）により測定した。

(6)メチレンブルー吸着・分解試験方法

10μmol/L のメチレンブルー溶液 35 mL に試料 0.1 g 入れ 30 分後および 180 分後のメチレンブルー濃度を測定した。メチレンブルー濃度は分光光度計(Hitachi 製，U-1900)を用いて 664 nm の吸光度から検量線法により定量した。吸着性能を評価する際は，20°C恒温槽内の暗所に静置し，光触媒性能を評価する際は 20°C恒温槽内で UV ランプ（アズワン製，SLUV-8）(波長 254 nm，0.23 mW/cm^2）を照射した。UV ランプ照射時の除去量は吸着と分解の両方による変化を示している。メチレンブルーの初濃度と 30 分後，180 分後の濃度差から試料 1 g 当たりの除去量を算出した。

(7)リン除去性能試験方法

リン濃度 33 mg/L のリン酸水溶液 50 mL に試料 0.1 g 入れ 20°Cで 24 時間撹拌した。24 時間後イオンクロマトグラフ(DIONEX 製，ポンプ IP25，検出器 ED40，カラム恒温槽 LC25，サプレッサーASRS300，カラム AS22）を用いて溶液中のリン酸イオン濃度を検量線法により定量した。リン除去量はリン酸イオンの初濃度と 24 時間後の濃度の差から試料 1 g 当たりの除去量を算出した。

(8)硝酸イオン除去性能試験方法

硝酸イオン濃度 50 mg/L の硝酸カリウム水溶液 50 mL に試料 0.1 g 入れ 20°Cで 24 時間撹拌した。24 時間後イオンクロマトグラフ(DIONEX 製，ポンプ IP25，検出器 ED40，カラム恒温槽 LC25，サプレッサーASRS300，カラム AS22）を用いて溶液中の硝酸イオン濃度を検量線法により定量した。硝酸イオン除去量は硝酸イオンの初濃度と 24 時間後の濃度の差から試料 1 g 当たりの除去量を算出した。

４．研究成果

(1)酸化チタン複合炭素化

①酸化チタン複合炭素化がガス化特性に与える影響

ボールミル処理によりスギおが屑に酸化チタンを複合し 700°C，1000°Cで炭素化した際に酸化チタンがガス化特性に与える影響を評価した。700°C炭素化時において水素，一酸化炭素，二酸化炭素，メタンが検出されたが，二酸化チタンの複合による各ガス発生量への影響は認められなかった。また，1000°C炭素化時においては，水素ガスにおいて二酸化チタンの複合によるガス発生量のわずかな増加が見られた。後述するように酸化チタンを複合して 1000°Cで炭素化した際，BET 比表面積や全細孔容積が減少していたことからガス化効率の向上による水素ガス発生の増加ではないと考察されたが，詳細なメカニズムについては分からなかった。

②酸化チタン複合炭素化が固体生成物の表面特性に与える影響

ボールミル処理によりスギおが屑に酸化チタンを複合し 700°Cで炭素化した際に得られた固体生成物の SEM 画像を Fig. 1 に示す。

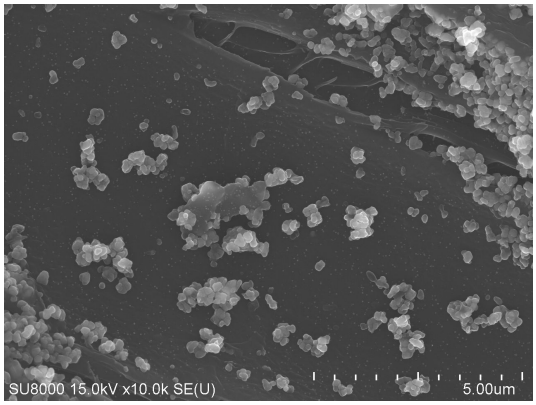

Fig. 1　Ti700C の SEM 観察画像

おが屑と酸化チタンをボールミルで処理し炭素化することにより炭素化物表面に酸化チタンを簡便に分散させることができることが確認された。

複合された酸化チタン結晶相を XRD で分析したところ，400°Cと 700°C炭素化時はアナターゼ型のみで 1000°C炭素化時はアナターゼ型とルチル型の両方が検出された。アナターゼ型からルチル型への転移は 900°C以上で進行するため，1000°C炭素化時においてのみルチル型が検出されたと考えられる。

酸化チタン複合炭素化において，炭素化温度が BET 比表面積，全細孔容積，酸化チタン複合量に与える影響を Table 1 に示す。

Table 1　酸化チタン複合炭素化物の BET 比表面積，全細孔容積酸化チタン含有量

	S_{BET} m^2/g	V_{total} mL/g	TiO_2 wt%
400C	2	0.006	－
Ti400C	3	0.009	26
700C	340	0.185	－
Ti700C	201	0.127	42
1000C	717	0.352	－
Ti1000C	271	0.154	40

炭素化温度の上昇により酸化チタンの複合の有無に関わらず BET 比表面積や細孔容積の増大が見られた。酸化チタン複合量は 400°Cから 700°Cにかけて炭素化温度の上昇

により増大したが，700℃と 1000℃の酸化チタン複合量は同程度であった。炭素化温度の上昇に伴い熱分解が進行し相対的に酸化チタン複合量が増大したためであると考えられる。酸化チタン複合により得られる固体生成物の BET 比表面積と全細孔容積は減少したが，700℃炭素化においては酸化チタン複合量を考慮すると炭素化物の比表面積と全細孔容積は変化していないと考察されたが，1000℃炭素化においては酸化チタン複合量を考慮しても，酸化チタンを除く炭素化物の比表面積と全細孔容積は減少していると考察された。

③酸化チタン複合炭素化物のメチレンブルー吸着分解性能

ボールミル処理によりスギおが屑に酸化チタンを複合し 400℃，700℃，1000℃で炭素化した際に得られる酸化チタン複合炭素化物のメチレンブルー分解実験の結果を Table 2 に示す。

Table 2　酸化チタン複合炭素化物によるメチレンブルー吸着分解性能，データは N=3 の平均値と標準偏差を示す

	MB removal (μmol/g)			
	30 min		180 min	
	Light On	Light Off	Light On	Light Off
Ti400C	21.4±3.4	17.4±5.5	38.5±3.9	33.8±9.1
Ti700C	62.7±3.7	49.8±1.1	94.0±1.4	86.6±2.0
Ti1000C	68.3±2.2	50.5±4.5	94.7±0.8	84.6±3.9

いずれの炭素化温度でも UV 照射の無い条件下で吸着によると考えられるメチレンブルー濃度の低減が観察され，特に BET 比表面積の大きい 700℃と 1000℃炭素化試料の低減効果が大きかった。UV 照射した場合，400℃炭素化時は UV 照射の有無による差がみられなかったが，700℃と 1000℃炭素化試料は UV 照射しない場合に比べてメチレンブルー濃度の低減効果が大きく光触媒性能によるものであると考えられた。

スギおが屑と酸化チタンをボールミルで処理し 700℃および 1000℃で炭素化して得られた酸化チタン複合炭素化物は，光触媒活性を示し，環境浄化材料等で応用が期待される結果が得られた。

(2)水酸化カルシウム複合炭素化

①カルシウム複合炭素化がガス化特性に与える影響

湿式ボールミル処理によりスギおが屑に水酸化カルシウムを複合し，400℃，700℃，1000℃で炭素化際に水酸化カルシウムがガス化特性に与える影響を評価した。炭素化時に水素，一酸化炭素，二酸化炭素，メタンが検出されたが，水酸化カルシウムの複合による各ガス発生量への影響は認められなかった。しかし，水酸化カルシウム複合の有無に関わらず，1000℃炭素化時においては，湿式ボールミル処理により，水素，一酸化炭素発生量が有意に増大し，冷ガス効率が増加した。

水酸化カルシウムの複合の有無に関わらず湿式ボールミル処理により冷ガス効率が約 25%向上し約 80%の冷ガス効率が得られたことから，湿式ボールミル処理したスギおが屑の炭素化時に発生する気体生成物を回収することによりエネルギーとして有効利用できる可能性が示唆された。

②カルシウム複合炭素化が固体生成物の表面特性に与える影響

乾式ボールミル処理によりスギおが屑に水酸化カルシウムを複合し 1000℃で炭素化した際に得られた固体生成物の SEM 画像を Fig. 2 に示す。

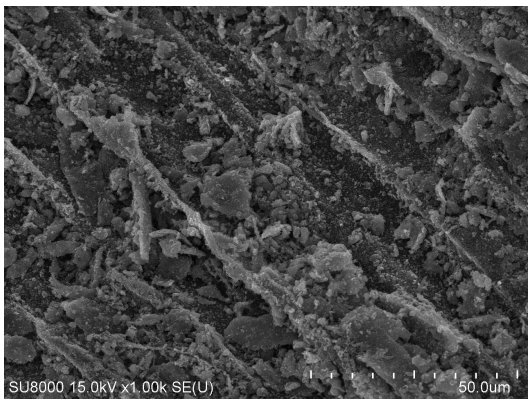

Fig. 2　Ca1000C の SEM 観察画像

ボールミル処理により表面が破壊され，カルシウム化合物が全体的に分散している様子が観察された。

複合されたカルシウム化合物の結晶相を XRD で分析した結果，600℃炭素化においては炭酸カルシウム，1000℃炭素化においては炭酸カルシウムと酸化カルシウムのピークが検出された。複合した水酸化カルシウムは炭素化中に発生した二酸化炭素により炭酸カルシウムに変化したためであると考えられ，1000℃炭素化においては炭酸カルシウムが熱分解して酸化カルシウムに変化したと考えられた。炭酸カルシウムの熱重量分析の結果から 700～800℃の温度で分解して酸化カルシウムに変化したことが確認された。

水酸化カルシウム複合炭素化において，炭素化温度が BET 比表面積，全細孔容積，酸化チタン複合量に与える影響を Table 3 に示す。

Table 3 カルシウム化合物複合炭素化物の BET 比表面積，全細孔容積，Ca 含有量，データは N=2 の平均値（Ca 含有量のみ N=3 の平均値と標準偏差）を示す

sample	S_{BET} m^2/g	V_{total} mL/g	Ca mg/g
600C	1	0.001	–
Ca600C	17	0.025	90±9
1000C	410	0.204	–
Ca1000C	169	0.138	105±4

600°C炭素化においていずれもカルシウム複合により BET 比表面積と全細孔容積が増加し，これは，水酸化カルシウムの賦活効果によるものと考えられた。一方，1000°C炭素化においては逆に BET 比表面積と全細孔容積が減少した。Ca 含有量は，炭素化温度の上昇により増加した。これは，炭素化温度の上昇に伴い熱分解が進行し相対的に Ca 含有量が増大したためであると考えられる。

③カルシウム化合物複合炭素化物による水中リン除去性能

ボールミル処理によりスギおが屑に水酸化カルシウムを複合し 600°Cおよび 1000°Cで炭素化した際に得られるカルシウム化合物複合炭素化物の水中リン除去試験の結果を Table 4 に示す。

Table 4　カルシウム化合物複合炭素化物の P 除去性能，データは N=3 の平均値と標準偏差を示す

	P removal (mg/g)
600C	<0.8
Ca600C	7.5 ±0.4
1000C	<0.8
Ca1000C	16.4±0.1

カルシウムを複合してない炭素化物はリンの除去性能が確認されなかったが，カルシウムを複合することにより，リン除去性能が向上し，Ca1000C は Ca600C の約 2 倍のリン除去性能を示した。これは，Ca 含有量による違いであると考えられ，炭素化物に複合した Ca がリン酸イオンと反応し難溶性のリン酸カルシウムに変化し，炭素化物に保持されたことが示唆された。水中のリンは代表的な富栄養化の原因物質であるため，環境浄化材としての利用が期待できるだけでなく，リンは枯渇性資源であるため，リンを含む排水からのリン回収材としての利用も期待できることが示唆された。

(3)鉄化合物複合炭素化

①鉄化合物複合炭素化がガス化特性に与える影響

ボールミル処理によりスギおが屑に酸化鉄(III)あるいは硫酸鉄(II)を複合し 400°C，700°C，1000°Cで炭素化した際に鉄化合物がガス化特性に与える影響を評価した。400°C，700°C炭素化時において水素，一酸化炭素，二酸化炭素，メタンが検出されたが，鉄化合物の複合による各ガス発生量への影響は認められなかった。1000°C炭素化時のガス発生量の比較を Table 5 に示す。

鉄化合物を複合していない場合に比べて酸化鉄(III)および硫酸鉄(II)複合によりいずれも水素と一酸化炭素，二酸化炭素の発生量が有意に増大した。1000°Cの高温下においては，鉄化合物がガス化触媒として作用していることが推察された。

Table 5　鉄化合物複合したスギおが屑の 1000°C炭素化時におけるガス発生量，データは N=3 の平均値と標準偏差を示す

	Generated gas (mL[STP]/g-saw dust)			
	H_2	CO	CH_4	CO_2
1000C	300±1	251±1	62.5±0.3	111±1
Fe_2O_3-1000C	405±1	370±1	57.5±0.3	148±1
$FeSO_4$-1000C	400±2	320±2	58.0±0.7	184±1

②鉄化合物複合炭素化が固体生成物の表面特性に与える影響

ボールミル処理によりスギおが屑に酸化鉄(III)を複合し 1000°Cで炭素化した際に得られた固体生成物の SEM 画像を Fig. 3 に示す。

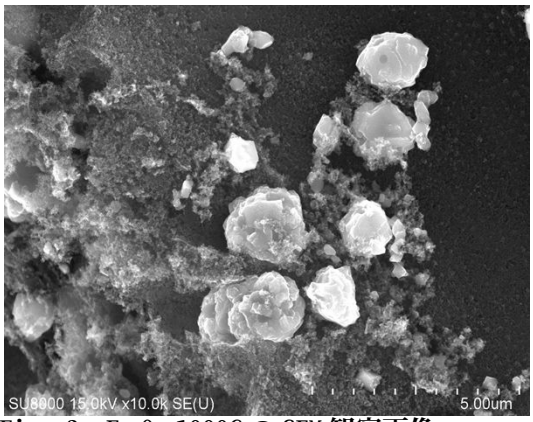

Fig. 3　Fe_2O_3-1000C の SEM 観察画像

おが屑と酸化鉄(III)をボールミルで処理し炭素化することにより炭素化物表面に酸化チタンを簡便に分散させることができることが確認された。鉄化合物の場合は，鉄化合物が表面を移動したような跡が観察された。1000°C炭素化時の発生ガス量が鉄化合物の複合により増加したことからも鉄化合物がガス化触媒として作用し炭素化物をガス化させたためであると推察された。硫酸鉄(II)複合においても同様の様子が観察された。

複合した鉄化合物の結晶相を XRD で分析したところ，酸化鉄(III)複合の場合，400°C，700°C，1000°C炭素化時いずれも Fe203 および Fe_3O_4 のピークが検出された。また 1000°C炭素化時においては Fe のピークも検出された。1000°C炭素化時は，400°Cや 700°Cと比べて，水素や一酸化炭素の発生量が多かったことからスギおが屑に複合した Fe_2O_3 が炭素化時に水素や一酸化炭素により Fe_3O_4 や Fe に還元されたことが示唆された。硫酸鉄(II)複合の場合，400°C炭素化時に Fe_2O_3 と $FeSO_4$ のピークが検出され，700°C，1000°C炭素化時は Fe_2O_3 と Fe_3O_4 のピークが検出された。熱重量分析の結果硫酸鉄(II)は 500°Cから 600°Cの範囲で分解したことから，炭素化温度 400°Cでは，$FeSO_4$ の形態が残存していたと考えらえる。

鉄化合物複合炭素化において，炭素化温度が BET 比表面積, 全細孔容積， 平均細孔径, 鉄複合量に与える影響を Table 6 に示す。

Table 6　鉄複合炭素化物の表面特性，データは N=2 の平均値を示す

Sample	S_{BET}, m^2/g	V_{total}, mL/g	D_{mean}, nm	Fe, wt%
400C	16	0.032	8.30	–
Fe2O3-400C	3	0.010	11.9	16
FeSO4-400C	4	0.014	12.6	10
700C	491	0.289	2.35	-
Fe2O3-700C	359	0.218	2.41	22
FeSO4-700C	406	0.271	2.65	18
1000C	971	0.601	2.07	-
Fe2O3-1000C	606	0.504	3.29	17
FeSO4-1000C	560	0.401	2.83	16

いずれの炭素化温度においても鉄化合物の複合により固体生成物 1 g 当たりの BET 比表面積と全細孔容積は低下し，平均細孔径は拡大した。SEM 画像で観察されたように鉄化合物が表面を移動したことにより細孔径が拡大したことが考えられた。

③鉄化合物複合炭素化物の水中硝酸イオン除去性能

ボールミル処理によりスギおが屑に鉄化合物を複合し 1000℃で炭素化した際に得られる鉄化合物複合炭素化物の水中硝酸イオン除去の結果を Table 7 に示す。

Table 7　鉄化合物複合炭素化物の硝酸イオン除去性能，データは N=4 の平均値と標準偏差を示す

	NO_3^- removal (mg/g)
1000C	1.9±1.1
Fe_2O_3-1000C	1.5±1.3
$FeSO_4$-1000C	7.0±1.7

400℃および 700℃で炭素化した際，硝酸イオン除去性能はほとんど確認されなかった。1000℃で炭素化時は，硫酸鉄(II)を複合して炭素化した場合のみ鉄化合物を複合していない炭素化物に比べて硝酸イオン除去性能が増大した。除去試験後の試験溶液の pH を測定したところ，酸化鉄(III)複合時は pH が 9.0 であったが，硫酸鉄(II)を複合した場合は pH が 3.5 と低かった。硫酸鉄(II)をおが屑に複合して 1000℃で炭素化した試料のみ硝酸イオン除去性能がみられた理由は明確になっていないが，塩化鉄(III)を担持した木炭で硝酸イオン吸着能が向上した報告例もあり，鉄化合物の複合と溶液 pH が硝酸イオン吸着に影響していることが示唆された。

スギおが屑と硫酸鉄(II)をボールミルで処理し 1000℃で炭素化して得られた鉄化合物複合炭素化物は，水中の硝酸イオン除去性能を示し，環境浄化材料等で応用が期待される結果が得られた。

5．主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計　1 件）

①浅田隆志，平塚真生，二酸化チタン複合木質バイオマス炭素化物の吸着・光触媒性能，ケミカルエンジニアリング, Vol. 58, 2013, pp. 70-74

〔学会発表〕（計　8 件）

①脇坂勇伍，高瀬つぎ子，浅田隆志，ボールミル処理で鉄を複合した木質バイオマスの炭素化における生成物の特性と硝酸イオン除去性能，第 42 回炭素材料学会年会（2015 年 12 月 2～4 日　関西大学千里山キャンパス）

②國井郁子，中村和正，高瀬つぎ子，浅田隆志，ボールミル処理による鉄複合炭素化物の作製と磁気特性評価，第 42 回炭素材料学会年会（2015 年 12 月 2～4 日　関西大学千里山キャンパス）

③菅原明日美，浅田隆志，ボールミル法により銅触媒を担持した木質バイオマス炭素化物の調製及び特性，第 42 回炭素材料学会年会（2015 年 12 月 2～4 日　関西大学千里山キャンパス）

④大島雅史，浅田隆志，ボールミルを用いて鉄を複合した木質バイオマス炭素化物による水中 PFOA の除去性能, 第 5 回福島地区 CE セミナー（2014 年 12 月 20 日　日本大学工学部）

⑤平塚真生，高瀬つぎ子，浅田隆志，気相中における TiO2 担持木質バイオマス炭素化物の吸着・光触媒性能，第 41 回炭素材料学会年会（2014 年 12 月 8～10 日　大野城まかどぴあ）

⑥平塚真生，高瀬つぎ子，浅田隆志，TiO_2 担持木質バイオマス炭素化物の吸着・光触媒性能に与える TiO_2 分散性の影響，第 40 回炭素材料学会年会（2013 年 12 月 3～5 日　京都教育文化センター）

⑦脇坂勇伍，川田邦明，浅田隆志，ボールミル処理により鉄を複合した木質バイオマスの炭素化における生成物の特性，第 14 回エコカーボン研究会(2013 年 8 月 29 日　福島大学)

⑧平塚真生，浅田隆志，二酸化チタンを複合した木質バイオマス炭素化物の吸着・光触媒性能に与えるボールミル条件の影響，第 14 回エコカーボン研究会(2013 年 8 月 29 日　福島大学)

〔図書〕（計　1 件）

①浅田隆志（分担執筆）他，　株式会社日本能率協会総合研究所，技術が切り開く 10 年後の未来　技術予測レポート 2023 下巻「低炭素社会を目指す」日本の技術編，2013，71-82

6．研究組織

(1)研究代表者

浅田　隆志（ASADA，Takashi）
福島大学・共生システム理工学類・准教授
研究者番号：60434453