

## ノート

## 豚骨灰の結晶性に及ぼすか焼雰囲気の影響

柳 捷凡\*

## Effect of the Calcination Atmosphere on the Crystallinity of Pork Bone Ash

Shohan Yanagi\*

キーワード: 豚骨, か焼

Keywords: Pork bone, Calcination

## 1. はじめに

動物の骨を焼いた灰、即ち骨灰には磷(りん)及びカルシウムが含まれ、古くから肥料や飼料など産業分野に利用されてきた。また、牛骨を空気中で高温か焼した白い微粉灰は、高級陶磁器の素地原料として使われる。廃棄骨の再利用に当たっては、か焼処理は重要な工程であるため、利用目的に応じてか焼条件を最適化する必要がある。筆者は廃棄豚骨の有効利用をはかることを目的として、種々条件でか焼した豚骨灰の物性について比較検討を行っている。ここでは、空気中とアルゴン中でか焼した豚骨灰の物性についての比較検討結果を報告する。

## 2. 実験方法

豚骨(足の部分)を煮沸して表面の肉を除去した後乾燥したものを原料とした。図1には乾燥した豚骨原料の外観を示す。豚骨原料を連続ミル(MF10型、ハンマ式ヘッド、IKA ジャパン(株)製)を用いて2mm以下に粉碎して豚骨粉を得た。次に豚骨粉20gをこう鉢に入れ、蓋を掛けずに電気炉(F0510型、ヤマト科学(株)製)内に置き、付属の排気装置ユニットを稼働しながら昇温速度10K/分で所定の温度まで加熱し1時間保持して試料Aを得た。次に、排気装置ユニットを取り外して、炉内にアルゴンガスを流しながら同じ加熱条件で豚骨粉をか焼して試料Bを得た。得られた試料の結晶性と粒子表面形態を粉末X線回折法と走査型電子顕微鏡を用いて比較検討を行った。

## 3. 結果及び考察

豚骨粉を空気中500℃と800℃でか焼した後、それぞれ灰色と白色の粉灰が得られた。これに対し、アルゴン中の場合は、500℃と800℃でか焼した後いずれも黒い粉灰が得られた。豚骨灰の色は残存したカーボンに起因し、カーボンの含有量はか焼雰囲気中での酸素濃度に依存すると考えられる。アルゴン中の場合は豚骨粉に含まれた有機質分の炭化により生成したカーボンが焼失されず豚骨灰に残存して



図1. 乾燥した豚骨原料の外観

いるため、黒い豚骨灰が得られた。500℃でか焼した豚骨灰のXRDパターンを図2に示す。図2に示したように空気中とアルゴン中で得られた豚骨灰のXRDパターンは殆ど同じである。未か焼豚骨粉についてもXRD分析を行ったが、その回折ピークはブロードで図2に示したパターンと殆ど差がない。XRD回折ピークのブロードニングは骨を構成するアパタイト結晶粒子のサイズとその中に存在する欠陥によるものである<sup>(1)</sup>。

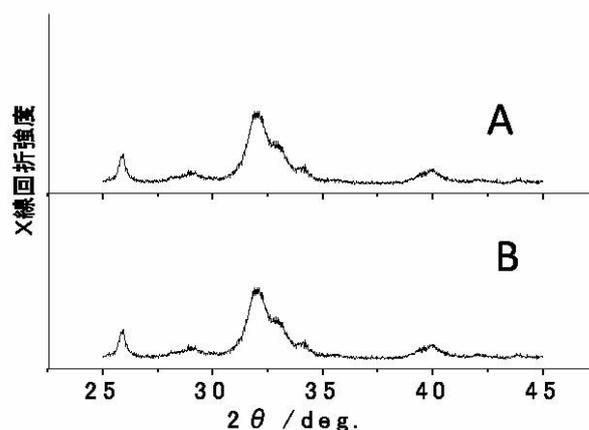


図2. 500℃で空気中(A)とアルゴン中(B)でか焼した豚骨粉のXRD図形

\*先端加工グループ

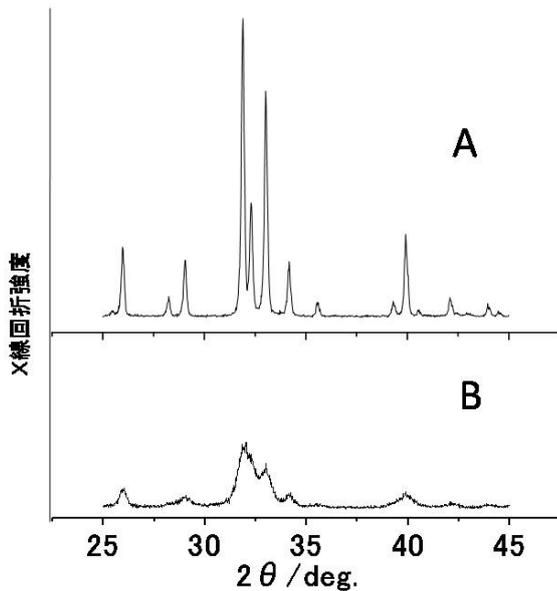


図3. 800°Cで空气中(A)とアルゴン中(B)でか焼した豚骨粉のXRD図形

図3には、空气中とアルゴン雰囲気中800°Cでか焼した豚骨灰のXRDパターンを示す。図2と比較すると、空气中でか焼した豚骨灰のXRDパターンが非常にシャープになった。これに対して、アルゴン中では顕著な変化が見られなかった。空气中800°Cでか焼した豚骨灰のXRD回折ピークがシャープになったことは豚骨中のアパタイト結晶が大きく成長したことを示唆する。一方、アルゴン雰囲気中か焼した豚骨灰のXRDパターンに顕著な変化が観察されなかったことの原因が残存したカーボンに関連すると考えられる。即ち、アパタイト微粒子の表面に残存したカーボンがアパタイト結晶の成長を抑えた。

本研究で観察された豚骨を空气中でのか焼による結晶性の変化は、これまで報告された牛骨の空气中での加熱変化と一致する<sup>(2)</sup>。一方、アルゴン中で牛骨の加熱変化については報告されたデータがないが、豚骨の場合と同様な結果が得られることと推定できる。

異なる雰囲気中なか焼した豚骨灰粒子の表面形態をSEMにより観察した。空气中で500°Cと800°Cでか焼した豚骨灰粒子の表面形態を比較した結果、800°Cでか焼した豚骨灰は結晶粒子が大きく成長したことが分かった。一方、アルゴン中では、500°Cと800°Cでか焼した豚骨灰の粒子径に顕著な変化がないことが確認できた。図4には異なる雰囲気中なか焼した豚骨灰粒子の外観を示す。SEMの観察結果からも豚骨をアルゴン雰囲気中なか焼させると結晶成長が抑えられることが分かった。

豚骨は牛骨と比べて密度が低くてカルシウム以外に鉄など元素も多く含まれるため、牛骨ほど有効に利用されていない。食肉加工業や外食産業から出された豚骨の多くは産廃物として処分される。しかし、豚骨も貴重な天然資源であり、その利用価値を高める方法が求められる。廃棄豚骨

に含まれるPとCa元素そのものだけに注目するとその利用範囲は肥料や飼料などに限定されがちである。豚骨は天然の無機有機ナノ複合材料であり、その天然に由来する複合構造と有機質分の分解から得られるカーボンを利用して新しい利用分野を開拓すべきであると思う。例えば、か焼条件の最適化により有機分の炭化過程や無機分の結晶成長を制御すれば、豚骨の天然構造を継承した多孔質な複合構造体を製造することが可能であり、それを環境浄化材として応用することも可能だろう。

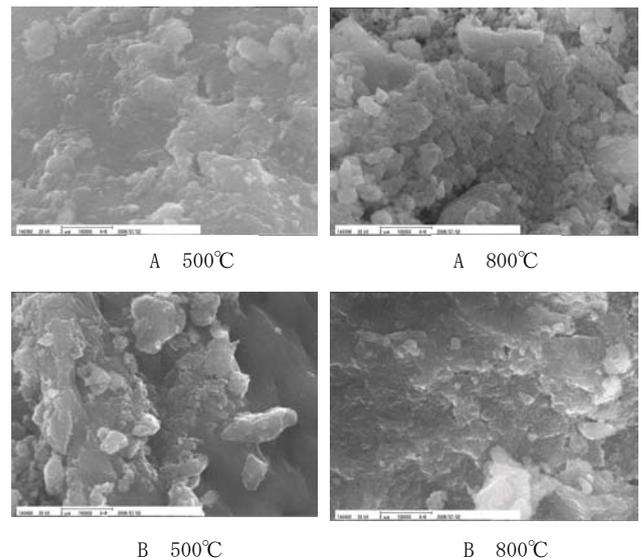


図4. 空气中(A)とアルゴン中(B)でか焼した豚骨灰粒子のSEM像

#### 4. まとめ

豚骨を500°C以下でか焼する場合、か焼雰囲気は豚骨灰の結晶性や粒子の形態に与える影響が少ない。これに対し、800°Cでか焼した豚骨灰の物性がか焼雰囲気に大きく依存する。豚骨を空气中800°Cでか焼するとほとんどの炭素が焼失し、結晶性のよい水酸化アパタイトが得られることが確認できた。廃棄豚骨の利用価値を向上させるために、具体的な応用に対して雰囲気なか焼条件の選定が重要である。

本研究は東京都地域結集型研究開発事業の成果によるものである。

(平成20年7月4日受付, 平成20年7月28日再受付)

#### 文 献

- (1) Hideki Aoki: "Medical Applications of Hydroxyapatite", Ishiyaku EuroAmerica, Inc. Tokyo, St. Louis, pp.281 (1994)
- (2) 赤澤敏之: 「牛骨に由来した人工アパタイトの製造技術」, 高温学会誌, Vol.29, No. 3, pp. 103-110 (2003)