

## 乾燥オカラの食品素材としての特性

山手 好枝, 堀内 理恵, 福田 満  
(武庫川女子大学生生活環境学部食物栄養学科)

### Characteristics of dry okara as food material

Yoshie Yamate, Rie Horiuti and Mitsuru Fukuda

*Department of Food Science and Nutrition,  
School of Human Environmental Sciences,  
Mukogawa Women's University, Nishinomiya 663-8558, Japan*

Although a great deal of okara, soy milk residue, is produced, most of okara are dealt as an industrial waste. We propose the use of okara foods containing a large amount of dietary fiber and isoflavon for preventing disease derived from life custom. The properties of dry okara ground by different grinding methods, grindstone(GR), rotary mixer(RO), and hammer(HA) were examined, respectively. The microstructures of surface of okara particles were partially different from one another. The methods affecting the surface area of the particles were as following order: HA > GR > RO. The methods affecting the sedimentation volume in water and water-absorption amount were as following order: HA > GR > RO. It was found that the grinding method using GR is the intermediate one among three kinds of grinding methods.

#### 緒言

オカラは豆腐製造など大豆加工食品の製造にともなって発生し、その量は年間70~80万トンになる。このように大豆加工食品産業でオカラは大量に産出されているが、オカラの有効利用に関する研究報告は少なく<sup>1)~3)</sup>、オカラの大部分は適切な用途がほとんどないため、大部分が産業廃棄物として処理されている。

一方、オカラには大量の食物繊維やイソフラボンを始めとして種々の機能性物質が含まれている。生活習慣病予防のためには、動物性脂肪やエネルギーの過剰摂取を避けると同時に、食物繊維の豊富なオカラを食物繊維補給食品として利用すれば、産業廃棄物扱いされているオカラを有効に利用できるかと推察される。

著者らの研究室では、現代人に不足しがちな食物繊維を補うために、乾燥オカラを食品素材とした調理食品の実用化を試みている。しかしながら、オカ

ラは食物繊維を多量含むため、調理過程において大量の水を吸収し、食品組織の弾力性を低下させるなどの欠点をもつ。著者らは乾燥オカラの粒子状態が吸水に多少影響すると推定したので、本論文では乾燥オカラの粉碎状態がオカラ粒子の吸水に与える影響を調べた。

#### 実験方法

##### 1. 実験試料

乾燥オカラは、マルサンアイ株式会社(愛知県岡崎市)により提供されたものを用いた。このオカラは米国で豆乳製造時に生じた副産物のオカラを、製造直後に乾燥処理したものである。

##### 2. 粉碎方法

乾燥オカラを超微粒磨砕機(増幸産業 セレンディピター)で粉碎したものをGR粉碎、回転式粉碎機(井内盛栄堂 SM-1)で粉碎したものをRO粉碎、ハンマーにより粉碎したものをHA粉碎とした。これらの方法で粉碎したオカラを篩いを通して、そ

それぞれ3区分の粒子サイズ、250~500 $\mu\text{m}$ の粒子(L)、125~250 $\mu\text{m}$ の粒子(M)、125 $\mu\text{m}$ より小さい粒子(S)に分別した。

### 3. 比表面積測定

各サイズの粒子1.0gの比表面積を、比表面積測定装置(島津製作所 ジェミニー2360)によって測定した。比表面積は $\text{m}^2/\text{g}$ で表示した。

### 4. 水中沈降体積測定

各サイズの粒子1.0gに蒸留水50mlを加え攪拌した。十分に脱気した後、100mlのメスシリンダーに移し変え、25 $^{\circ}\text{C}$ で24時間放置して試料を沈殿させ、沈降体積を測定した。

### 5. 吸水量測定

各サイズの粒子2.0gに過剰の蒸留水を加え、25 $^{\circ}\text{C}$ のインキュベーター(太洋科学工業 M-240)内で6時間静置した。吸水後、遠心分離(3,000rpm 15min 20 $^{\circ}\text{C}$ )(日立 CR20G)し、上清を除去した後、沈殿物重量を測定した。

### 6. 走査型電子顕微鏡観察

各サイズの粒子について走査型電子顕微鏡(SEM 日立 S-530型)で粒子の形状と表面状態を観察した。倍率は100倍と1000倍で観察した。

## 結果および考察

### 1. 比表面積

各粒子1.0g当たりの比表面積を測定した結果はFig. 1.のようになった。HA粉砕では粒子サイズが小さくなるにつれて、比表面積が著しく増加したが、RO粉砕ではその逆の傾向を示した。GR粉砕はMサイズが最も比表面積が小さくなった。3種の粉砕方法で得たオカラ粉末の粒子サイズと比表面積の関係は、粉砕方法によって互いに異なった傾向を示すことが分かった。このような違いは粒子の表面状態が、粉砕方法によって異なることを示唆している。

### 2. 水中沈降体積

Fig. 2.に示すように、RO粉砕を除いて粒子サイズが小さくなるにつれて、吸水量が増加した。どの粒子サイズにおいても、HA粉砕 > GR粉砕 > RO粉砕の順に水中沈降体積が大きいという傾向になった。つまり、同じ重量のオカラを吸水させた際、上記の順にかさばることを示している。比表面積との間に相関関係は認められなかった。

### 3. 吸水量

Fig. 3.に示すように、どの粒子サイズにおいても、HA粉砕 > GR粉砕 > RO粉砕の順に吸水量

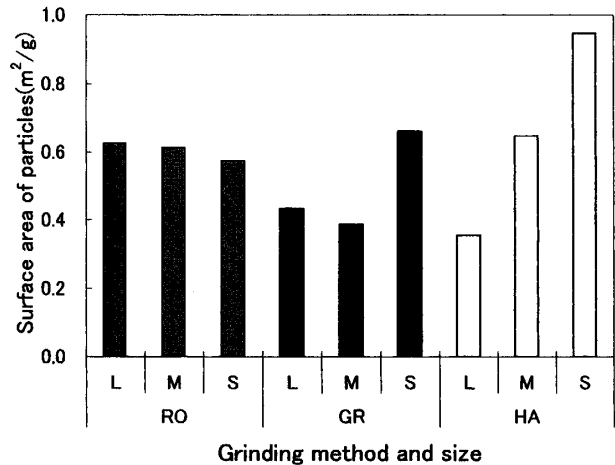


Fig. 1. The surface area of okara particle  
RO, rotary mixer; GR, grindstone; HA, hammer.  
L, 250~500 $\mu\text{m}$ ; M, 125~250 $\mu\text{m}$ ; S, < 125 $\mu\text{m}$ .

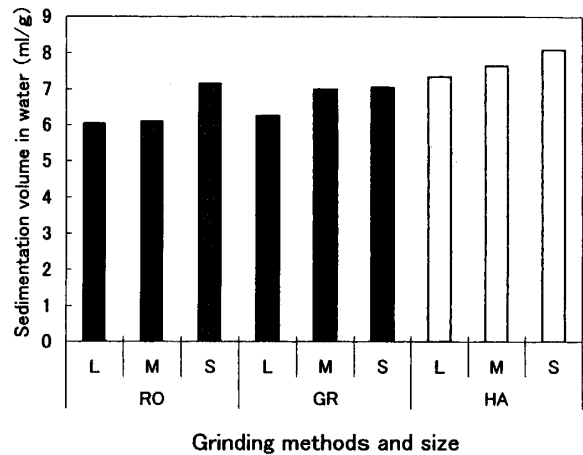


Fig. 2. The sedimentation volume of okara particles  
RO, rotary mixer; GR, grindstone; HA, hammer.  
L, 250~500 $\mu\text{m}$ ; M, 125~250 $\mu\text{m}$ ; S < 25 $\mu\text{m}$ .

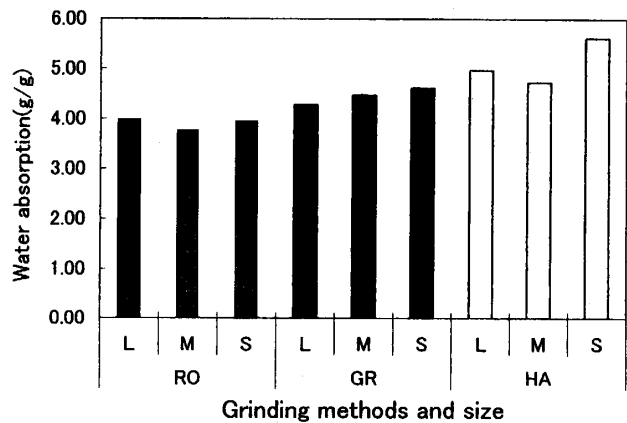


Fig. 3. Water-absorption of okara particles

が大きいという傾向になった。HA 粉碎で吸水量が最も大きくなった理由は、ハンマーによって一定方向に圧縮された組織がより吸水しやすい状態になったと推定される。吸水量のパターンは沈降体積のパターンにかなり類似していた。

しかし、吸水量のパターンと比表面積との間に相関関係は認められなかった。

#### 4. 粉碎オカラの組織構造観察

走査型電子顕微鏡によりオカラ各粒子の表面の組織構造について観察した結果を Fig. 4. に示した。比表面積や吸水量については粉碎方法の違いによる影響が顕著に現れたが、組織の差異については粉碎方法の違いによる影響がわずかしか認められなかった。

粒子サイズが小さいほど比表面積が大きくなった

HA 粉碎では、粒子サイズによる表面状態の差異が少なかった(G~I)。一方、比表面積で逆の傾向を示した RO 粉碎では L, M, S と粒子サイズが小さくなるにつれて、若干粒子表面の凹凸が少なくなっていると観察された(D~F)。回転式のカッターにより粒子が切断されると同時に、粒子の空洞がつぶされてしまったと推定される。

また、挽き臼原理を利用した GR 粉碎では、M サイズがもっとも比表面積が小さくなるという独特のつぶれ方をしていた。表面構造の明確な差異についてはさらに詳細な研究が必要である。

### 要 約

豆乳残渣であるオカラは大量生産されるが、大部分が産業廃棄物として処理されている。生活習慣病

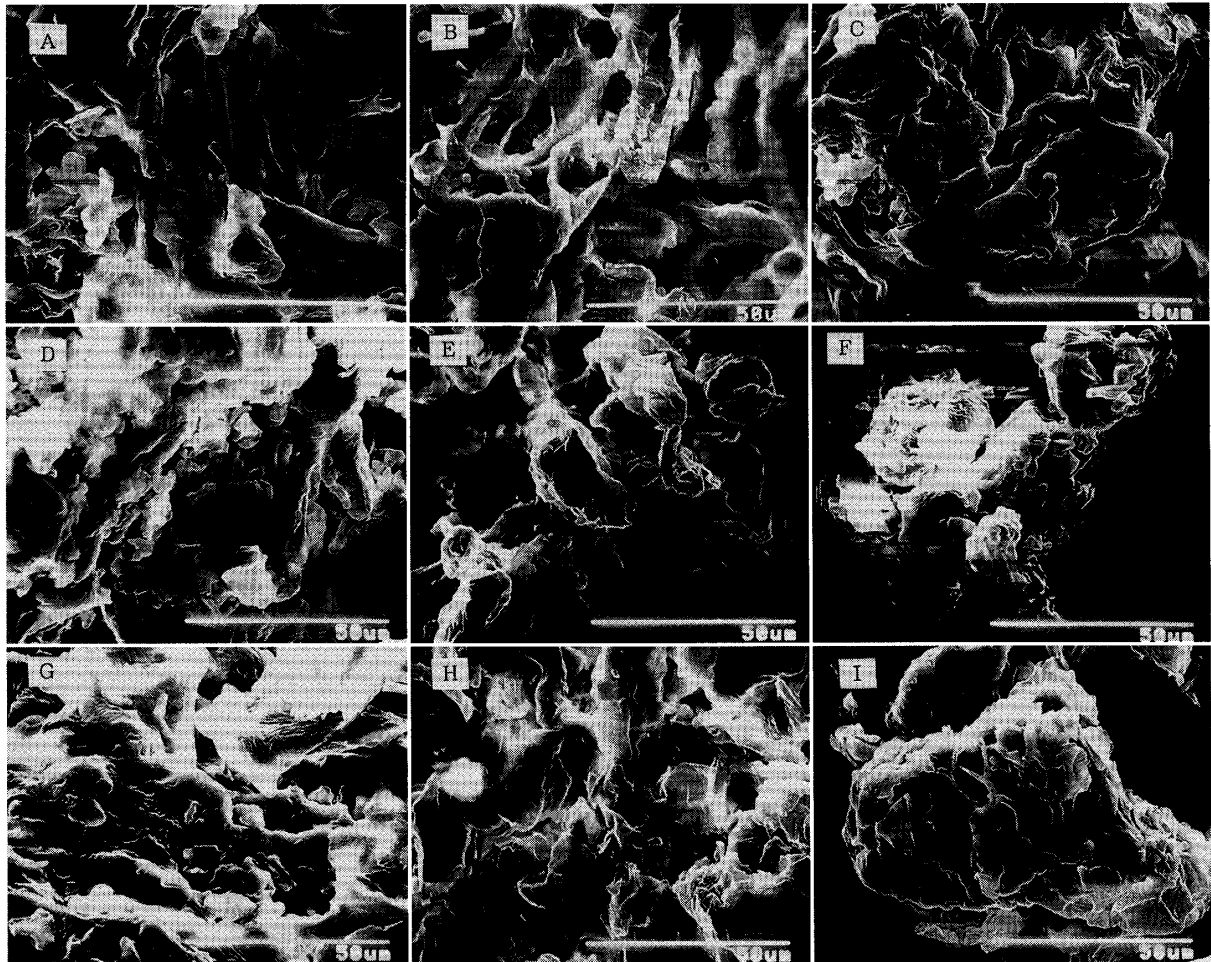


Fig. 4. Microstructure of okara particle

- A, GR-L size; B, GR-M size; C, GR-S size.
- D, RO-L size; E, RO-M size; F, RO-S size.
- G, HA-L size; H, HA-M size; I, HA-S size.

予防に有効な食物繊維とイソフラボンを多量含むオカラ食品の有効利用を我々は提案している。種々の磨砕方法，すなわち挽き臼，回転式粉砕機，ハンマーによって粉砕して得られたオカラの性質を調べた。

オカラ粒子の表面の微細構造はわずかしか差異が認められなかった。粒子の比表面積に与える粉砕方法の影響は HA 粉砕 > GR 粉砕 > RO 粉砕の順になった。水中沈降体積や吸水量に与える影響も HA 粉砕 > GR 粉砕 > RO 粉砕の順になった。GR 粉砕は 3 種類の粉砕方法のうち中間的な方法であることがわかった。

### 謝 辞

最後に，乾燥オカラを提供頂いたマルサンア株式会社に感謝の意を表します。

### 文 献

- 1) 松尾真砂子，日本栄養・食糧学会誌，**42**，173-178(1989)。
- 2) 竹山恵美子，横川延世，谷村顕雄，日本食品工学会誌，**43**，231-237(1996)。
- 3) 竹村真由美，野田義治，日本食品工学会誌，**45**，589-594(1998)。