

# シラスマイクロバルーン製造装置の開発

幡手 泰雄・越牟田 聡・上村 芳三・  
平田 好洋・伊地知和也  
(受理 平成6年5月31日)

## Development of Manufacturing Apparatus for Shirasu Microballoon

Yasuo HATATE, Satoshi KOSHIMUTA, Yoshimitsu UEMURA,  
Yoshihiro HIRATA, and Kazuya IJICHI

Shirasu is one of the volcanic ejections from the volcano on Mt. Sakurajima and it is distributed widely around southern Kyushu. Shirasu is an attractive raw material and many products have been developed from it such as Shirasu porous glass, zeolite, Shirasu opal and Shirasu balloon.

In this study, the objective is the development of a continuous reactor for a Shirasu microballoon, which diameter is smaller in two orders of magnitude than that of the Shirasu balloon. As a result of manufacturing a Shirasu balloon with the circulating fluidized bed reactor at around 1273K, Shirasu microballoons with several micrometers in diameter can be prepared.

### 1. 緒 言

シラスは南九州に広く分布し、厚い層（数m～200m）で堆積している火山噴出物である。大雨時には崖崩れなどが起こり、人災も発生している。この膨大な量のシラスを資源とし、様々な機能を付与させる試みがなされ、SPG、ゼオライト、シラスオパールなど実用化されているものもかなり出てきている。

シラスを1273K前後で短時間加熱すると“シラスバルーン”と呼ばれる径が数100 $\mu\text{m}$ の球状の発泡体を得る<sup>1,2)</sup>。発泡源は火山ガラス（シラス中の約8割）内に存在する結晶水である。“シラスバルーン”は軽量で、保温・断熱・耐火・遮音性に優れている<sup>4)</sup>。

本研究では、シラスバルーンより更に微小の“シラスマイクロバルーン”（数 $\mu\text{m}$ ）に着目し、最適な製造装置の開発を目的とする。

### 2. 実 験

#### 2.1 回転式電気炉を使つての実験

回転式電気炉を使用し、シラスバルーン、またはシ

ラスマイクロバルーンの基礎データを得ることにした。

##### 2.1.1 試 料

シラスをふるいにより、210～177 $\mu\text{m}$ 、177～149 $\mu\text{m}$ 、149～125 $\mu\text{m}$ 、125～105 $\mu\text{m}$ 、105～74 $\mu\text{m}$ に分級し、それをそのまま実験試料とした。

##### 2.1.2 実験装置及び操作方法

実験装置をFig.1に示す。本装置はシラスの滞留時間を調整できるように炉の傾きを変えられ、また反

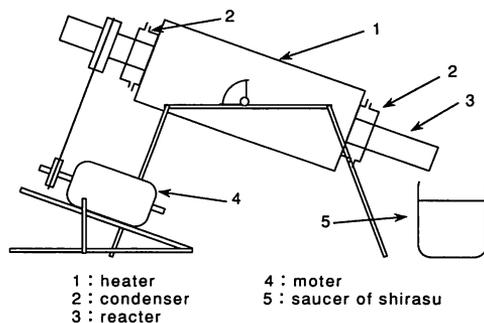


Fig. 1 シラスバルーン製造用回転式電気炉

反応管の回転をなめらかにするために、炉と反応管の接触部にベアリングを使用してある。

本装置の操作法は、装置外部の電気炉により昇温させ、目的温度に達したら反応管上部よりあらかじめ秤量したシラスを供給する。反応管下部より出てきたシラスをシラス受け中の水中に落下させ、水に浮いたシラス、沈んだシラスを別々に回収し、これを乾燥させ秤量する。

### 2. 1. 3 実験条件

実験条件は、反応管内温度を最大1273Kおよび1073Kとし、炉の傾きを30°、反応管回転数を18rpmとした。

反応管内を通過する時間は、約15秒であった。

また、1273K、傾き30°における反応管内の温度分布をFig. 2に示す。なお温度は熱電対により測定した。

### 2. 2 循環流動層を使つての実験

循環流動層型シラスマイクロバルーン製造装置を試作し、シラスマイクロバルーンの調製特性を評価した<sup>3)</sup>。

#### 2. 2. 1 試料

2. 1で使用したシラスを粉碎(平均粒子径4.97 $\mu\text{m}$ )し、それを乾燥させて使用した。

#### 2. 2. 2 実験装置および操作方法

シラスマイクロバルーン製造装置は、

- ・空気+燃料ガスの流量を調節できる。
- ・循環流動層の高さの調節により、シラスの加熱時間を調節できる。
- ・セラミック粒子はシラスとセラミックビーズとの相互作用によるシラスの平均滞留時間の増加や、シラスの壁面への付着防止などの観点から使用した。

本装置の概略図をFig. 3に示す。ライザー部分は高さ1500mm、径は23mmとし、サイクロンには径70mmのものを用いた。シラス供給口下には循環粒子の落下を防ぐためにメッシュを取り付けた。最初の装置の昇温のため熱電対下部に3機のジャケットヒーターを備えた。Air供給ラインには、装置内でのLPG燃焼のためのLPG供給ラインを設けてある。また材質はステンレス(SUS304)である。

本装置の操作は、まず装置を外部に取り付けたジャケットヒーターにより昇温させる。次に層内にあらかじめ充填しておいたセラミック粒子をAirにより循環させながら昇温させ、装置内の温度がLPGの燃焼に可能なところまで上がったところでLPGの供給を行い燃焼させる。装置の温度が目的温度に達したら、

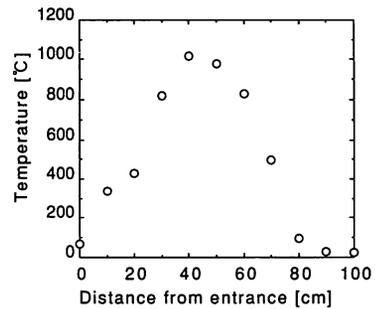


Fig. 2 反応管内温度分布

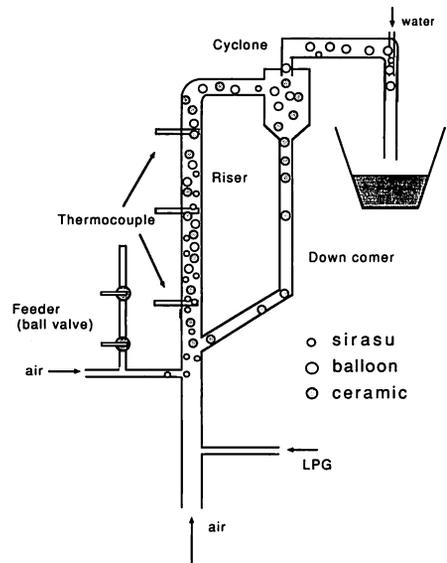


Fig. 3 循環流動層型シラスマイクロバルーン製造装置

フィーダーよりボールバルブを開閉してあらかじめ定量したシラスを供給し、サイクロン出口で水と接触させ、シラス受け中に回収する。回収物において、水に浮いたシラス(水中浮遊物も含む)、沈んだシラスを別々に回収し、乾燥させ秤量した。

#### 2. 2. 3 使用粒子

使用した循環粒子はセラミック粒子(成分;  $\text{ZrO}_2$ : 95%,  $\text{Y}_2\text{O}_3$ : 5%)で平均粒子径が500 $\mu\text{m}$ で、密度は $6.0 \times 10^{-3} \text{kg/m}^3$ であった。

## 3. 実験結果及び考察

### 3. 1 回転式電気炉を使つての実験

1273K、1073Kにおける、それぞれの径の原料シラ

スから出来たシラスバルーンの収率を Fig. 4 に示す。

1273Kにおいて、どの径でも8割近くの高い収率を得ている。若干ではあるが、径が小さくなると収率が下がっている。また1073Kにおいては、どの径においても全くといっていいほど発泡しなかった。これは熱量不足が原因と考えられる。

径の小さいシラスを供給した場合、シラスが反応管に付着してしまい、シラスマイクロバルーンを得ることが出来なかった。

### 3. 2 循環流動層を使っての実験

まず径の大きなシラスを投入してシラスバルーンの調製を試みた。実験条件、収率、回収率を Table 1 に示す。またこの装置によって出来たシラスバルーンを Fig. 5 (水に浮いたもの) に示す。

内部に小さな空気の部屋の様なものがたくさん出来ているのが分かる。加熱時間がもう少し長ければこの部屋がひとつになり、球形のシラスバルーンが出来ると推測される。すなわち加熱時間がもう少し長ければ、完全なシラスバルーンが得られると思われる。

これらのことより、本装置は径の微小なシラスマイクロバルーンの製造には適していると推測される。

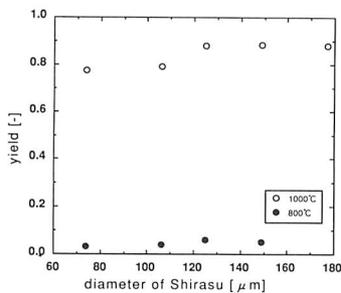


Fig. 4 シラスバルーンの収率

Table 1 Experimental condition and result (Shirasu balloon)

ceramic	500 g
temperature	1473 K
linear velocity in riser	13.16 m/sec
threw shirasu	200.75 g
collected shirasu	180.51 g
(Shirasu balloon (float))	45.53 g
(Shirasu balloon (sink))	50.76 g
yield	0.48

次に微小の原料を投入したときの実験結果(実験条件と回収率)を Table 2~4 に示す。

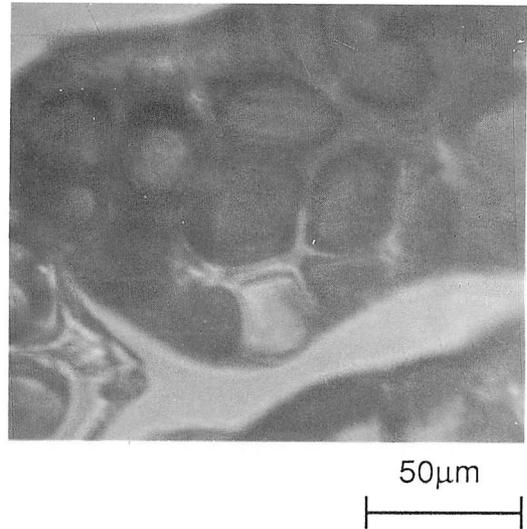


Fig. 5 シラスバルーン(浮遊物)の光学顕微鏡写真

Table 2 Experimental condition and result (Shirasu micro balloon)

ceramic	1000 g
temperature	1273 K
linear velocity in riser	20.31 m/sec
threw shirasu	151.76 g
collected shirasu	44.27 g
(Shirasu balloon (float))	7.08 g
(Shirasu balloon (sink))	37.19 g
yield	0.29

Table 3 Experimental condition and result (Shirasu micro balloon)

ceramic	500 g
temperature	1473 K
linear velocity in riser	18.52 m/sec
threw shirasu	68.65 g
collected shirasu	29.18 g
(Shirasu balloon (float))	18.93 g
(Shirasu balloon (sink))	10.25 g
yield	0.43

Table 4 Experimental condition and result  
(Shirasu micro balloon)

ceramic	1000 g
temperature	1173 K
linear velocity in riser	16.37 m/sec
threw shirasu	150.02 g
collected shirasu	82.76 g
(Shirasu balloon (float))	3.63 g
(Shirasu balloon (sink))	37.19 g
yield	0.55

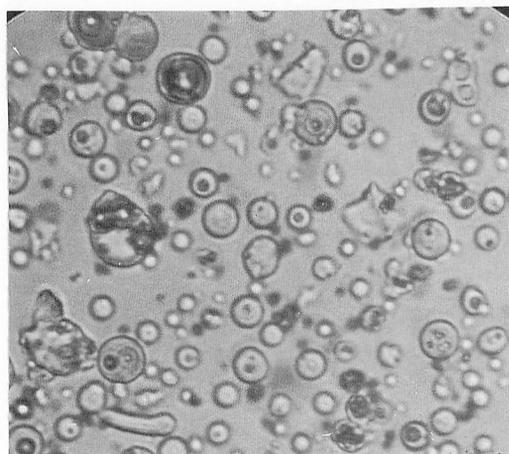


Fig. 6 シラスマイクロバルーンの光学顕微鏡写真

それぞれの実験において、きれいな球形のシラスマイクロバルーンを得ることが出来た。得られたシラスマイクロバルーンを Fig. 6 に示す。すべての実験において同様のシラスマイクロバルーンを得ることが出来た。

しかしシラス、シラスマイクロバルーンともに微小なためにうまく分別することが出来なかった。

セラミック粒子の有無によるシラスマイクロバルーン収率への影響を調べようとしたが、セラミック粒子がないときはシラスが管に付着してしまい、ほとんどのシラスを回収することが出来なかった。セラミック粒子量による影響は確認することは出来なかった。またセラミック粒子量を増やすとガス量を増やしても、装置内温度はあまり上昇しなかった。ガス量を増やす

とセラミック粒子が循環しなくなってしまう。

温度を高くするとシラスの管壁への付着が多くなり、回収率が下がってしまった。シラスの付着はセラミック粒子の循環していないところで多く見られた。

回収率の低い原因のもう一つの理由として、サイクロン出口において水と十分に接触していないということがあげられる。水と接触していないために空気中にシラスが散布されてしまう。

また回収シラスにおいて水に浮いたもの、水に沈んだもの両方をシラスバルーンとしているのは、水に沈んでいるものであっても多くの発泡したシラスバルーンを含んでいるからである。クロロホルム中に入れ分別しようとしたが出来なかった。

次に本装置における問題点を示す。

まずシラスの付着であるが、先に述べたようにセラミック粒子が循環していないところでは多くのシラスの付着がみられた。下の部分の付着は、シラスの供給口をセラミック粒子の循環している部分に取り付けば防げるであろう。

次にシラスの供給方法であるが、現在ボールバルブにより手動で供給している。将来的にこれを定量的に供給できる装置にする必要がある。

セラミック粒子の循環において、本装置では音によってしか確認することが出来ない。そこでダウンカメラ中で循環を確かにするための工夫 (Air 供給など) が必要である。

また装置において、ライザー部分の曲がりが発生している。これは支える方法及び装置の材質 (SUS304) が原因であり、耐熱温度の高い材質が必要である。

## 結 言

本装置によりシラスマイクロバルーンを製造することが出来た。

しかし問題点としては、

- ・供給部分における連続的な供給
- ・供給入口の場所変更
- ・サイクロン出口から出てくる粒子の完全回収
- ・セラミック粒子の確実な循環
- ・シラスとシラスマイクロバルーンの分別方法等である。

## 参考文献

- 1) 田添寛治; “シラスバルーンの連続製造とその化学成分”, 鹿児島大学応用化学科卒業論文 (1973).

- 2) 中野伸彦・福里隆一；“シラス中空ガラスの製造条件”，鹿児島大学応用化学科卒業論文（1971）。
- 3) 化学工学協会編 “初歩化学工学「新版」”。
- 4) 滝山栄一郎；“マイクロバルーン”，粉体と工業 7 月号（1973）。