

# パンと軽石

## Bread and pumice

# 寅丸 敦志[1]; 小川 裕江[2]

# Atsushi Toramaru[1]; Hiroe Ogawa[2]

[1] 金沢大・理・地球; [2] 金沢大・理・地球

[1] Earth Sci, Kanazawa Univ.; [2] Dept. Earth Sci., Kanazawa Univ.

### 発端:

火山噴火で生成した軽石の中には、伸張した気泡で満たされた強い異方性を持つものがある。北海道の洞爺火砕流堆積物中の軽石は、そのような異方性が顕著なタイプの軽石である。その軽石中の、気泡組織の解析の結果、気泡のアスペクト比とサイズの間には、特徴的な関係があり、それは、純粋せん断場での気泡の変形と合体によるアスペクト比とサイズの変化を考えるとうまく説明できることがわかった(増山&寅丸, 1998)。しかし、せん断や伸張を受けている粘性流体中での気泡群の合体成長やアスペクト比の変化については、実験的にはあまりよくわかっていない。本研究では、変形するマグマ中での気泡群の振る舞いを理解するために、パンと軽石の形態上の類似性に注目し、酵母菌の発酵によって生まれる気泡の生成膨張過程とパン生地の変形過程の関係について調べた。

### パンを使った実験:

- 1) パンの膨張の時間変化、菌の濃度(量)と気泡数密度など、発泡過程の基本的特徴を理解する。
- 2) 気泡の膨張様式(自由膨張 vs 管の中での膨張)の違いによって、気泡組織がどのように変化するか調べる。

### 実験の結果わかったこと:

- 1) 一次元的膨張は、気泡の合体を促進する。
- 2) 一次元的膨張は、特徴的なアスペクト比と気泡サイズ分布を作る。
- 3) 気泡数密度は、菌の濃度の約 - 0.2 乗に比例して減少する。
- 4) パンの膨張率は、ある菌の濃度に対して最大値を取る。

### パン独自の面白さ - 酵母菌の振る舞い:

実験結果の中で、特に3)と4)は酵母菌の生物としての振る舞いに関係していて面白い。

3)について: 酵母菌の活動(すなわち発酵)によって、パン生地中の溶存 CO<sub>2</sub> 濃度は増加し、ある濃度になると CO<sub>2</sub> 気泡が核形成すると考えられる。そのとき、気泡数密度を決めているのは、パン生地中への CO<sub>2</sub> 濃集率 ( $dc/dt$ ) である。気泡数密度は、( $dc/dt$ ) の  $3/2$  乗に比例する。一方、濃集率 ( $dc/dt$ ) は、酵母菌の活動度 ( $a$ ) と酵母菌の濃度 ( $n$ ) の積に比例する。実験事実 3) は、酵母菌の活動度が、酵母菌の濃度の約 - 1.13 乗に比例して、減少すると考えるとうまく説明できる。4)について: 3) についての考察からも推察されるように、酵母菌はお互い同士が、活動を妨げあっていると考えられる。膨張率は、気泡数密度と気泡の成長速度で決まるから、酵母菌濃度に対して膨張率に最大値が存在することは、3) の事実を考慮すると、気泡の成長率に対する酵母菌の濃度の影響が、最大値を境にして、正から、負もしくは 0 に変化したと考えられる。このような現象は、酵母菌の集団としての活動が、生物活動に起因した複雑かつ非線形な過程である事を示唆している。