

ベナール対流の研究

八代市立第八中学校 1年 岩永 修奈

1 研究目的

おわんに入った温かいみそ汁をしばらく放置すると、中のみそがモヤモヤと模様を作る。これはベナール対流によって生じており、条件がそろえばベナール・セルと呼ばれる規則正しい多角形の模様が観察される。今回、3種類の液体（水／サラダ油／シリコンオイル）を用いて、ベナール対流およびベナール・セルの再現とこの現象がどのようにして起きるのかを調べた。

2 研究方法

3種類の液体（水／サラダ油／シリコンオイル）をそれぞれ常温から約80℃まで加熱したときのベナール対流およびベナール・セルの発生有無を、液体の深さ5mmと10mmの2条件で観察した。

表1. ベナール対流の観察結果（温度70℃のとき）

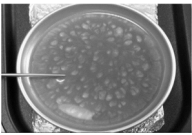
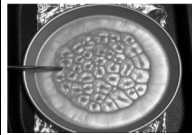
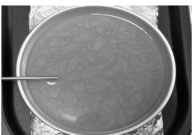
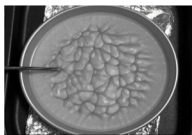
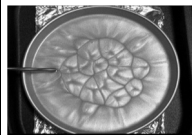
3 研究結果（表1）

(1) 液体の深さ5mmの結果

サラダ油とシリコンオイルでは、40～80℃の温度域でベナール・セルが観察された。なお、高温域では不規則な液の流れも同時に観察された。水では、絶えず流れが変化する不安定な状態で、ベナール・セルは観察されなかった。

(2) 液体の深さ10mmの結果

サラダ油とシリコンオイルでは、40℃の低温域で比較的形の整ったベナール・セルが観察された。しかし、高温域では流れが不安定に変化し、ベナール・セルは崩れた形状で観察された。水では、絶えず流れが変化する不安定な状態で、ベナール・セルは観察されなかった。

種類	水	サラダ油	シリコンオイル
深さ5mm			
深さ10mm			

4 考察

(1) 液体の種類によるベナール・セルの発生有無の理由

3種類の液体の動粘度を文献で調べた。シリコンオイルは、高い粘度を有しているため、ベナール・セルの上昇および下降流の位置や状態を維持することができ、比較的角張った形でベナール・セルが発生していると考えられる。サラダ油は、シリコンオイルに比べるとその粘度は低い、それでも若干粘度が高いため丸みを帯びた形状でセルを維持していると考えられる。水は粘度が低いため、ベナール・セルの位置や状態を維持することが出来ないと考えられる。

(2) 高温側でベナール・セルの形状が崩れる理由

液体の温度が高温になると、液の動粘度は低くなる傾向（さらさらする傾向）がある。したがって、ベナール・セルを形成する上昇および下降流の位置や状態を維持することが難しくなり、また高温域で発生する不規則な液の流れ（乱流）の影響を受けやすくなるため、ベナール・セルの形状が崩れると考えられる。

(3) 液体の深さが深くなるとベナール・セルの形状が崩れる理由

液体の深さが深くなると深さ方向の温度勾配が小さくなり、液の上昇流が弱まる。したがって、ベナール・セルを形成する上昇および下降の流れ自体が弱まり、ベナール・セルの境界が不規則な液の流れ（乱流）の影響を受けやすくなるため、ベナール・セルの形状が崩れると考えられる。

5 まとめ

ベナール対流により生じるベナール・セルは、液体の動粘度が関係しており、適度な温度勾配下で粘度が高い場合に、上昇および下降流の位置や状態が維持されることで、ブロック状に並んだベナール・セルが出現することが分かった。