

くさび型における物理ゲルの対流ダイナミクス

(首都大物理) 小林 和也、及川 典子、栗田 玲

【はじめに】

物理ゲルは高分子鎖が三次元の網目構造を形成し、その内部に溶媒を内包し膨潤することで構造を保ち、弾性や液体性、輸送性を併せ持つ機能性物質であり、食品から生体組織まで重要な役割を果たしている。物理ゲルの架橋点は van der Waals 力程度の比較的弱い相互作用で形成されているため、ある転移点を境に熱可逆的にゾル・ゲル転移することができる。物理ゲルは食品をはじめ生体組織まで幅広く応用されているにもかかわらず、物理ゲルの熱輸送に関する研究はあまり行われていない。

物理ゲルの熱輸送は非平衡物理としても興味深く、流体の上面を冷却し、下面を均一に加熱することによる密度差によって発生する熱対流はレイリー・ベナール対流とも呼ばれ、これまで典型的な非平衡系現象として研究が行われている。しかしながら、物理ゲルのように粘性が温度に強く依存する系における研究はあまり行われていない。このような粘性が温度に対して大きく変化する系はマントルなどの地球科学とも関連する。マントル対流に関する研究では粘性の温度依存性は非常に重要である。

さらに熱対流に関する研究では、上面を均一に冷却して実験が行う多く、実験的にも上面を不均一に冷却した場合における熱対流現象に関する研究も少ない。

そこで本研究では下面全体を一様に加熱し、上面を不均一に冷却することによって粘性の温度依存性が大きい物理ゲルの熱輸送現象がどのように変化するかを実験的に調べた。

【結果と考察】

実験の結果、物理ゲルは上面の温度不均一によって系内部で不均一に粘性が大きく変化し、ゾル・ゲル転移点を境に自発的にゾル領域がくさび型のように分離し、そのくさび内部でサイズの異なる複数の対流が発生する。そして発生した大きい対流渦は次第に小さな対流渦に押されるようにくさび内部を先端側（細径側）から末端側（太径側）へ移動する現象が起こることを発見した。本研究では、この実験結果について具体的な説明を行う。

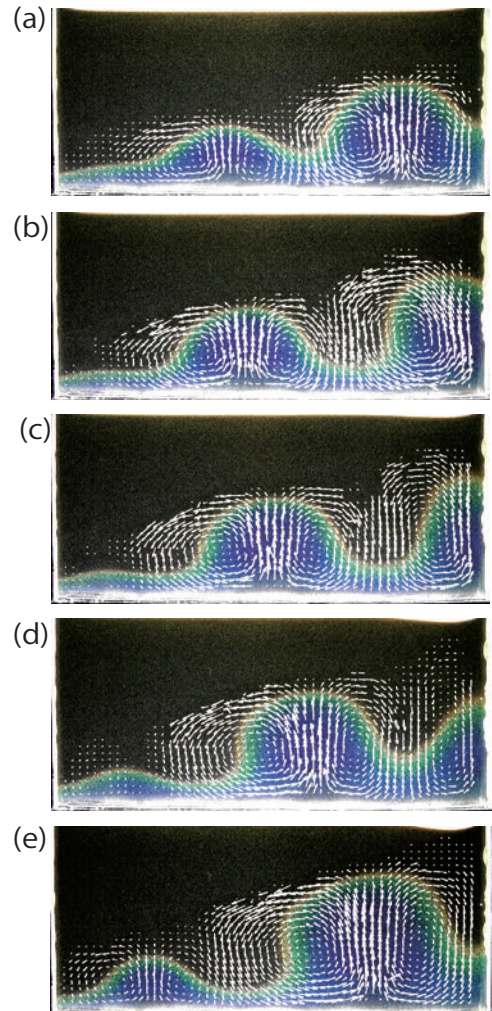


Fig1: くさび内部における対流の移動 (a) 30 min, (b) 40 min, (c) 50 min, (d) 65 min, (e) 80 min