せん断流中における赤血球の挙動

知能流体力学研究室　　松田浩伸

1. 緒　言

現在，日本人の死因は悪性新生物に続いて，脳血管疾患，心疾患が多くを占めている．脳血管，心臓は循環器系の一種であり，疾患の発生により直接死につながる事が多い．そのため，これら疾患の発生原因を解明することが望まれている．循環器系疾患は主に血管網中の複雑な部位に発生することから，これら疾患と血液流動が密接な関係にある事が示唆されている．そのため，血液流動を解析し，各疾患の原因究明や予防法の確立に貢献することが期待されている．

血液は，液体成分と有形成分が混合した複雑な流体であり，その流動も複雑である．そして，有形成分の約 9 割以上を占めている赤血球は血液流動に大きく影響していると考えられている[(1)]．現在，血液流動に関する研究は赤血球一つの変形挙動に着目した微視的解析，血液全体を一つの流体と捉えた巨視的解析に二分化しているが，これらの方法では循環器系を統一的に扱うことが困難である．よって本研究では，血液流動を中間視的(メソスコピック)に解析することを目的とし，血液のせん断実験を行う．

2. 実験装置および方法

本実験では，先端角度約 174 度の上部円錐と、下部円板の間に血液を満たし，円錐と円板を同じ角速度で逆回転させることにより血液にせん断流れを与え，赤血球挙動を観察する．図 1 にせん断実験装置の主要部分を示す．撮影には，顕微鏡に取り付けた CCD カメラ及び映像を記録するためのパソコンを使用した．

血液中の赤血球集密度は 500 万/㎜ ^{3} であり，そのままの状態では赤血球同士が重なり合い個々の赤血球を観察することが出来ない．そこで実験サンプルとして生理食塩水によって希釈した血液を用いた．

3. 実験結果および考察

せん断実験中，赤血球がせん断方向に整列する現象が確認された．図 2 は赤血球の配列の様子である．図中の矢印はせん断方向を表す．赤血球同士は互いに関係し合い，ある程度の距離を取りつつ分布した．図 3 に，赤血球せん断方向間距離の分布を示す．その分布は 5μm～6μm の範囲をピークとしてほぼ正規分布を示した．

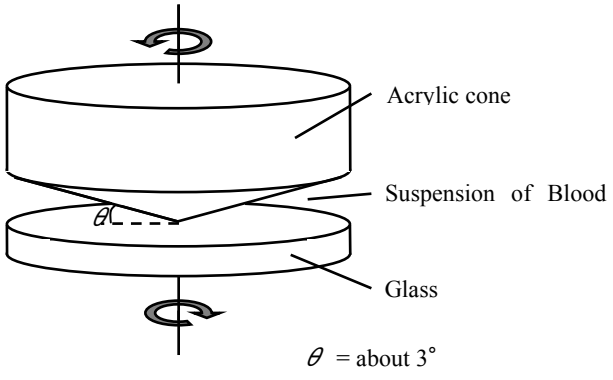

Fig.1　Cone – plate shear equipment

4. 結　言

本研究は，血液流動の解明を目的としてせん断実験を行った．観察の結果から以下のことが明らかになった．

(1) せん断流中にある赤血球は，せん断方向に規則的に並ぶ挙動を示した．

(2) 赤血球間距離の分布に，規則性の存在が確認された．

文献

(1) 山田幸夫・棚澤一郎・横山真太郎・谷下一夫，からだと熱と流れの科学，オーム社，(1998).

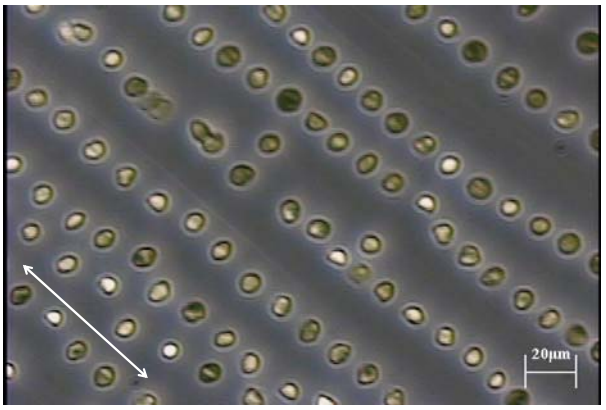

Fig.2　Microscope image of RBC

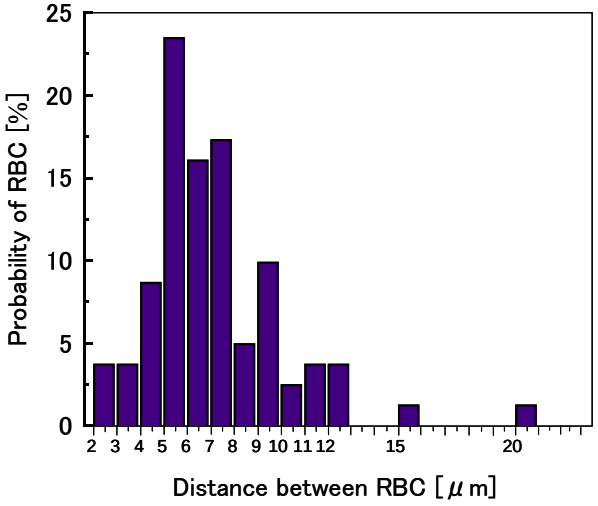

Fig.3　Distribution of distance between RBC