

## <バイオナビ 2.2> 特殊な流れ

### (1) 拍動流

流体が運動する管路の材質が流体の密度と同程度であれば、流体の流れと垂直な方向に作用する圧力あるいは力により、管路の膨張、収縮の効果が有意となり、流体の運動と干渉を起し、流体運動は振動的で複雑になり分散性の特徴を示す。

血流のように流れが間欠的であるとき、これを拍動流 (pulsatile flow, pulsating flow) ,あるいは脈動流という。

### (2) 混相流

液体中に気体や固体粒子が混在する流れ、気体中に固体粒子や液滴が浮遊する流れ、あるいは気液が分離する流れは、混相流(体) (multi-phase flow(fluid)) と呼ばれる。これに対し、液体だけ、気体だけの流れは、単相流(体) と呼ばれる。混相流は、①相(物質の状態)の構成と②成分(物質の種類)の数により、①気液二相流、固液二相流、固気液三相流などに、あるいは②一成分二相流、二成分二相流などに分類される。

混相流体の運動を記述するためには、単相流の記述に必用な運動学的な量と熱力学的な量(2.5節参照)に加えて、混合割合、混合形態および相間相互作用(移動則)を表す量が必要である。この混相流に特有な量(パラメータ)については、表2.2.1に示す<sup>2)</sup>。血液流は固液二相流の範疇に入ると考えられるが、固相に相当する物体は軟質で変形可能なものである。したがって、気相が分散した気液二相流(図2.2.1(b))で圧縮性の省略できる微小気泡を固体粒子に見立て、可変な固体粒子が分散した固液二相流と考えるとよい。ただし、ボイド率は固体粒子の濃度(体積割合)(spatial concentration)に、気泡の密度は粒子の密度に置き換えることになる。

また、混相流体は、ミクロ(連続体)スケール、マクロスケールの観測尺度(構造)に加えて、メゾ(粒子)スケール、分子スケールの(観測尺度)構造を特徴とした構造を持つゆえに、多重構造流体とも呼ばれる。混相流(体)の基礎方程式の導出と解析は大変難しいが、混合体モデルの代表的な均質流モデルは混相

流体の平均密度をもつ仮想単相流を扱うことになり、また、単相流の基礎方程式が利用できるのでマクロ的な現象の予測には大変都合がよいモデルである。しかし、混相流の本質的な特性を得るためには、構成している相の挙動を考慮したモデルによらねばならない。

参考・引用文献：

- (1) 日本混相流学会編：混相流ハンドブック（基礎編 1 気液二相流, 3 液液二相流, 4 固液二相流），朝倉書店（2004）
- (2) 日本実験力学学会編：実験力学ハンドブック（3 混相流体），朝倉書店（2008）
- (3) 井口学, 武居昌宏, 松井剛一：熱流体工学の基礎（5 気液二相流），朝倉書店（2008）

表 2.2.1 気液二相流特有のパラメータ

2相流特有の量	名称	記号	単位	定義・備考
混合の割合	体積割合	$\alpha$	—	気液混合体における気相（相）の占める体積割合（図3.2参照） $\alpha = \frac{V_g}{V_g + V_l} \text{ または, } \alpha = \frac{A_g}{A_g + A_l} \quad (3.1)$ ただし, $0 \leq \alpha \leq 1$
	質量割合	クオリティ (flow qualityともいう)	$x$	—
混合の形態	流動様式	—	—	気液2相流の空間的流動状況, 流動の形態を表す名称, 現在, 数値的な表示はない。
	気液界面積濃度	$a_{ms}$	$m^{-1}$	気液混合体内に存在する気液界面の面積の割合
相速度に関する量	すべり比	$S$	—	液相速度に対する気相速度の比 $S = u_g / u_l \quad (3.4)$ $S=1$ のとき, 均質流として扱われる。
	相対速度	$u_r$	m/s	$u_r = u_g - u_l \quad (3.5)$ 均質流では, $u_g = u_l, u_r = 0$

ここで,  $V$ : 2相流体の体積 ( $V = V_g + V_l$ ) または相体積,  $A$ : 管路横断面積 ( $A = A_g + A_l$ ) または相の占める横断面積,  $u$ : 相速度,  $\rho$ : 2相流体の平均密度  $\rho = (1 - \alpha)\rho_l + \alpha\rho_g$  または相密度,  
 添字  $G$ : 気相,  $L$ : 液相。

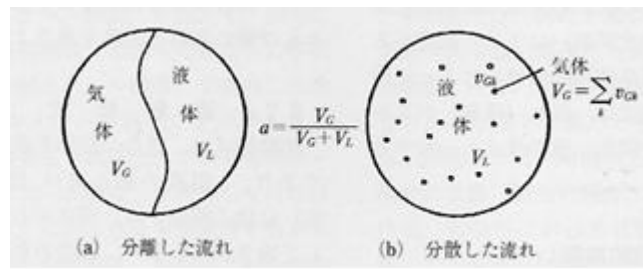


図 2.2.1 体積混合割合（ボイド率）と混合形態（管路横断面）