

乱流表面の液膜係数を、液体の物性値および界面近傍の乱れに関する特性量を用いて表現しようとする試みは、従来から数多く、種々発想の異なるモデルが提示されていることは周知の通りである。これらモデルの意図するところは、一つには界面近傍の物質輸送機構の単純な表現を可能にするための、界面近傍における乱流運動の模試化と、さらに現実の複雑な乱流運動と模試化された運動との対比を求めることに尽きるであろう。しかし、乱流構造の詳細な測定がかなりの程度可能であるとすれば、気液界面の物質輸送の問題は、与えられた流体運動のもとで拡散式を解くことに帰着するであろう。著者らは、既存のモデルを捨てて、改めて界面近傍の乱れおよび液膜係数の実測結果にもとづいてこの問題解決を意図しておられる点で、興味ある研究と思われる。一方、この問題の困難は、①液膜係数を支配する濃度境界層は極めて薄く、しかも界面近傍では乱れは強い不均一性および異方性をもち、真に必要な部分での乱れの構造を実測し難いこと、②界面ごく近傍の乱れの微細構造は、僅かな不純物による界面活性の影響を顕著に受け、再現性の高い液膜係数の値を得難いことが挙げられよう。従来の諸説が表面張力を重要な支配因子とするものと、まったく考慮外とするものとに二分されるのは、この辺の事情によるものかとも思われる。以下の諸点についてご意見を伺いたい。

- 1) 界面近傍の乱れは鉛直運動の制約のため顕著な異方性を示すが、水平成分に関する2次元ないし2次元スペクトルの構造については、等方性に近い性格が期待され、Kolmogoroff 類似の乱れ指標を用いることは可能であろう。ただし、表面張力（むしろ界面活性と思うが）が関与するとすれば、最小渦の特性は ε と ν だけで記述できないのではなかろうか。また、想定された指標の選択には、 τ は ν に依存し、乱れの構造のみの指標でない、また、 ν/η は ν が一定なら ε で定まるなどの疑問がある。
- 2) ν と σ との指標の考察から n の値を限定されているが、例えば ν の影響を考えると、何を一定と考えるかを明確にすべきで、常識的にはマクロな量（攪拌条件）であろうが、そうだとすると $\int_0^\infty dn \cdot n^2 E(n)$ が直接 ν の影響をうけるため、 ε は ν の影響を直接受けぬ（ $\varepsilon \propto u^3/A$ ）が、その他の量はすべて ν の影響をうける。次元解析の主旨からすれば、 n は実験から求めるべきものがあるが、指標の選択の問題をからめるため、 n の値を適当に仮定したとすれば、実測点の散乱は指標選択の基準にならないのではないか。
- 3) 温度係数による判断は意義深いと考えられるが、これに対しても n の値の選定が鋭敏に影響し、例えば、④に従来の理論にも見られる $n=1/4$ を用いるとき、 $\theta=1.025$ となる。そこで温度係数が信用できるならば、これから逆に各式の n の値を仮定してみたら如何なものであろうか。
- 4) この問題に関しては、従来 Lamont らも主張しているように、液膜係数に支配的な乱れ成分が最小渦近傍のものであることは、既に大方の同意が得られるのではなかろうか。

最後に、表面張力の影響について、討議者の見解を述べさせて頂きたい。表面張力が液膜係数に関与するとする従来の説は、これが界面近傍の乱れ運動を束縛するという考えに基づいている。水が極めて清純であれば、表面張力の大きさは常に一定に保たれるから、乱れが比較的静穏で水表面の上下動が事実上無視できるかぎり、流体の表面近傍に剪断力を及ぼすことはなく、摩擦力0の（理想化された）固定壁があると同一である。したがって、表面張力の大きさが液膜係数に関与することはない。現実には僅かの界面活性が存在するので、表面の伸縮に伴って生じる表面張力の変化および界面の粘塑性が流体運動に影響しうると考える。討議者らは、微量の界面活性物質を加えることにより、表面張力は低下するが、液膜係数も低下するデータを得ている。