

104. 非ニュートン液における気体分子拡散係数の測定

合葉 修一, ○染谷淳一郎

(東京大学応用微生物研究所)

目 的

気相中あるいは液々系における拡散係数の測定法は実験的にも理論的にも発展してきているが、液相における気体分子の拡散係数は気一液間の物質移動現象を解析するためにはきわめて重要な物性値としてこれまで多くの研究者によって実測されたり、液々系のデータよりえられた経験的な相関から推測されてはいるが未だ一般的な測定法の確立はみられず推算値の精度および理論的解釈にも多くの問題を残している。

さらに、溶媒が水以外の物質、特に高粘性液および非ニュートン液の場合のデータはほとんどなく、高粘性液におけるガス吸収、非ニュートン体的性質を示す醗酵液における溶解ガスの移動を考察するのに充分でない。

こゝではまず溶質ガスに純 CO_2 、溶媒には非ニュートン液として CMC 溶液を用いて拡散係数を求める一方、ニュートン液（グリセリン、しょ糖液）の場合と比較検討する。

実 験 方 法

水中への気体の拡散係数を測定するには古くからごく細いガラス管を用いる毛細管法、特殊なうすい鉋物板あるいはダイヤフラムを用いる隔膜法があり、近年では溶媒を球面に薄層に流す方法、ノズルより流下させる液柱法、液中の気泡径の減少量から求める方法などがあるが、これら各々に一長一短があることを考慮し本実験は隔膜法に準じた比較的簡単な装置により行なった。

すなわち、気体の透過性の良い厚さ $2.54 \times 10^{-3} \text{ cm}$ のテフロン膜を濃 HCl で処理し膜面をよく洗滌し乾燥した後、これをガラス管の一端に接着し吸収液を入れ吸収液柱として吸収室内の CO_2 とテフロン膜を隔てゝ接触させる。吸収室はガスビュレット兼用の水銀マノメータに直結して微量の水銀を滴下することにより吸収室内の圧力を一定に保つと同時にビュレット内

の水銀面の上昇を時間とともに読みとり溶質ガスの吸収量を求めその吸収速度から拡散係数を算出した。

また粘性は回転粘度計および毛管粘度計により測定したが非ニュートン液の場合特にずり速度(ずり応力)の小さい部分の測定には Maron¹⁾ などの方法に準じておこなった。

結 果

まず蒸留水を用いて実験を行ないえられた拡散係数が文献値と一致することを確認めた。(Fig. 1 参照)。

吸収量は Fig. 2 のごとく時間の平方根に比例する

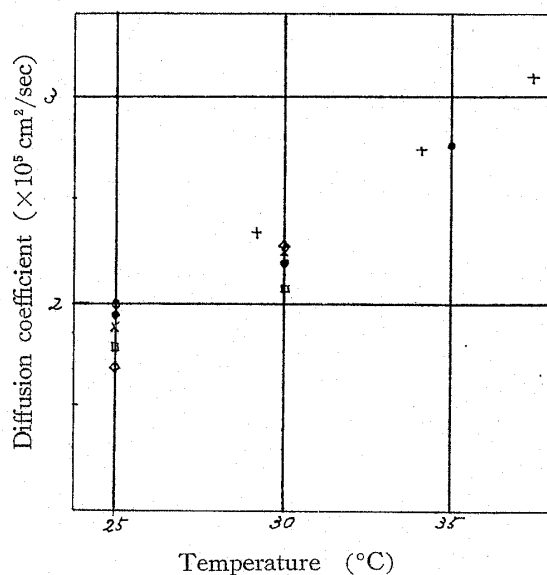
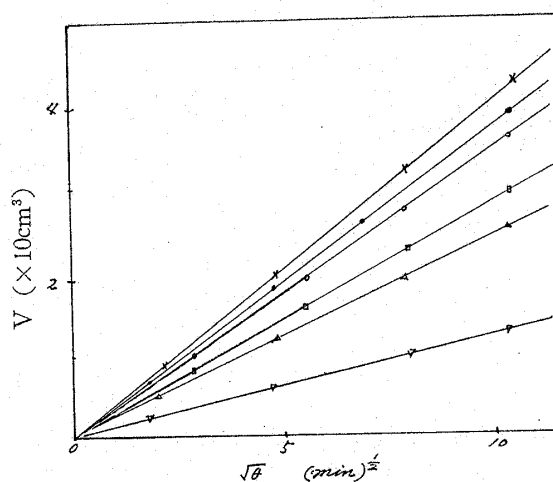


Fig. 1. Comparison of diffusion coefficients in water.

- = Authors
- = Vivian and King²⁾
- × = Davidson and Cullen³⁾
- = Ringbom⁴⁾
- ◇ = Tamman and Jessen⁵⁾
- △ = Peaceman⁶⁾
- + = Gertz and Loeschke⁷⁾

(164)

Fig. 2. Absorption rate of CO₂ at 30°C.

- × = Water
- = 0.5% CMC
- = 1.0% CMC
- = Glycerine sol. (2.9 c.p.)
- △ = Sucrose sol. (6.8 c.p.)
- ▽ = Glycerine sol. (267 c.p.)

ことからガス吸収機構は非定常であり、かつ浸透理論に基づく物理吸収を示すと考えられるゆえ、時間 θ までの単位面積当りの吸収量 V は初期濃度を 0 とすれば

$$V = 2C^* \sqrt{\frac{D_L \theta}{\pi}}$$

であらわされる。ここに C^* はガスの飽和濃度、 D_L は拡散係数である。

したがって C^* を知れば図 2 の直線の勾配から各々の拡散係数が求められる。

この結果 C^* が水のそれと同じ位であると考えられるたかだか数センチポイズのニュートン液と CMC 溶液の場合を比較すると、見掛け上の粘性は高い CMC 溶液における方が拡散係数は大きいことがわかる。これはグリセリンあるいはしょ糖が分子状に溶解している液と溶液というよりはむしろけんだく液となっている CMC の場合とは液体構造が異なることから生ずるものと思われる。

Fig. 3 の流動曲線は毛管中の液の平均ヘッド差 (Δp) とそれに対応する平均流量 ($\bar{Q}$) であらわした。

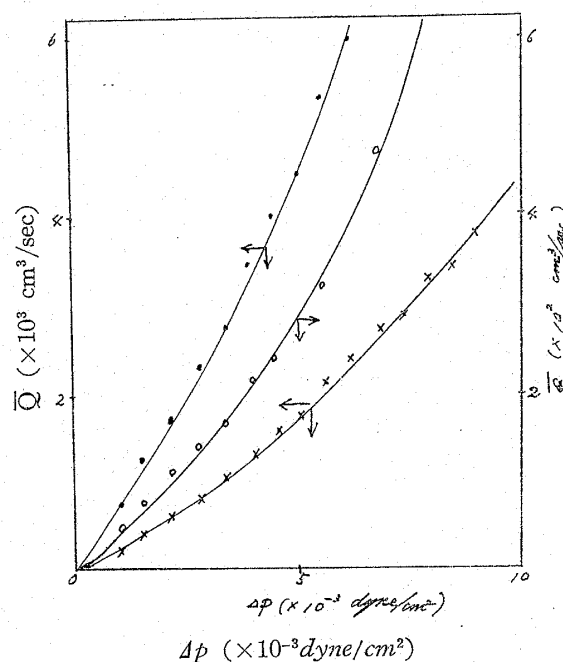


Fig. 3. Flow curve for CMC sol.

- = 0.5% CMC (30°C)
- = 1.0% CMC (30°C)
- × = 1.5% CMC (35°C)

文 献

- 1) Maron, S. H., Krieger, I. M., Sisko, A. W.: *J. Appl. Physics* **25**, 971 (1954).
- 2) Vivian, J. E., King, C. J.: *A. I. Ch. E. Journal*. **10**, 220, (1964).
- 3) Davidson, J. F., Cullen, E. J.: *Trans. Inst. Chem. Ehgrs.*, **37**, 51 (1957).
- 4) Ringbom, A.: *Z. anorg. allgem. Chem.* **283**, 94 (1938).
- 5) Tamman, G., Jessen, V.: *Z. Anorg. allgem. Chem.*, **179**, 125 (1929).
- 6) Peaceman, D. W.: Sc. D. Thesis, M. I. T. (1951).
- 6) Gertz, K. H., Loeschke, H. H.: *Z. Naturf.* 9b, 1 (1954); 11b, 61 (1956).