



Title	液中における物質移動に関する研究（第4報）：混合領域を有する浸透理論の検討
Author(s)	久郷, 昌夫; Kugo, Masao; 柴多, 俊春 他
Citation	北海道大學工學部研究報告, 43, 67-79
Issue Date	1967-05-15
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/40828
Type	departmental bulletin paper
File Information	43_67-80.pdf



液中における物質移動に関する研究 (第4報)

—— 混合領域を有する浸透理論の検討 ——

久 郷 昌 夫*

柴 田 俊 春*

古 川 雅 隆*

(昭和41年12月10日受理)

A Study for Mass Transfer in Liquid

— An Investigation on the Penetration Theory
Having a Mixing Region —

Masao KUGO

Toshiharu SHIBATA

Masataka FURUKAWA

Abstract

A new model for the interface mass transfer which is tentatively referred to a penetration theory modified with a mixing region is presented. This was checked experimentally by the acetaldehyde-toluene-water system.

For the mass transfer rate, the molecular diffusion may be a predominant factor, but it is suggested here that the concentration profile crumbled up to its average value by the induced mixing effect such as an eddy or interfacial turbulence etc. seems to have a fairly important role.

Considering the profile crumbling, the transferred solute during the contact time “ t ” is described as

$$W = \text{const.} \left/ \left(1 + a \sqrt{\frac{\pi}{4Dt}} \right) \right.$$

where “ a ” is a mixing region depth in the concentration layer, and “const” is the characteristic value which may be affected by the solute concentration.

1. 緒 言

化学工学の基礎過程である物質移動操作において、液-液、気-液異相界面を通しての移動現象をいかにうまくとらえ、これを定量的に表現するかということが大きな問題点になっている。

* 応用化学科

従来の代表的な二重境膜説は取扱い易く移動現象をある程度模型的に表現出来る事、および多くの研究があるので現象の全貌を概括的に知り得る事で捨てがたいものがある。しかしこれは定常操作理論であり非定常現象である多くの移動現象の細部把握には致命的な欠陥をもつといえよう。一方これを解決すべく提出された浸透理論も固体内の移動現象、ないし流体力学的に安定な場合のみ正確に適用可能であるが、最近の研究によると移動現象を純拡散で取扱えないというのも多く、著者等も一連の研究^{5,6)}でこれを裏づけている。いわゆる界面での乱れを含む系などがこの範疇に入るものといえよう。

これら純拡散モデルからのずれ、および一般的な物質移動の問題点についてはレビュー^{4),9),10)}に詳しく述べられているが、その中でも非定常理論としての表面更新理論、Harriott の理論¹⁾、Ruckenstein の理論などが興味ある。しかしいづれにしても移動現象に含まれる拡散の非定常性と、これから派生されて移動に大きな付加的効果を与えると考えられる流体力学的非定常性の結びつけに共通の問題点がある。この解決のためには拡散解に境界条件、初期条件等の束縛条件、その他で適当な修正を加え検討を計って行く事が理論展開に有意と思われる。

この様な観点からみれば、修正濃度関数導入による Harriott の理論に焦点が絞られるが、接触時間、ないしは表面更新時間の細分化と、これをもとにした濃度の逐次計算を含むため移動の全貌を簡単にはとらえ難い。著者等は思想的には Harriott 理論と大きな相違はないが、界面物質移動について派生乱れの効果が界面近傍濃度を均一化させると考えて解析した理論、および実験結果について報告する。

2. 理論の展開

非定常物質移動の基礎は分子拡散におくが、最初から拡散以外の影響を示す項を基本式に導入しておく事は、非常な数学的困難性を伴うので簡便的に(1)式で表現する。

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} \quad (1)$$

上式では拡散係数の濃度依存性を省略可能とする。また異相間物質移動ではあるが、一相にのみ物質移動律速段階が存在するとして次の条件で(1)式を解く。

$$\begin{array}{lll} \text{初期条件} & t = 0 & C \equiv C_0 \\ \text{境界条件} & x = 0 & C = C_i \\ & x = \infty & dC/dx = 0 \end{array}$$

濃度分布を与える解は

$$C = C_0 \operatorname{erf} \left(\frac{x}{\sqrt{4Dt}} \right) + C_i \operatorname{erf} c \left(\frac{x}{\sqrt{4Dt}} \right) \quad (2)$$

一方物質移動速度は通常の変義に従って

$$N = -D \frac{\partial C}{\partial x} \Big|_{x=0} = (C_i - C_0) \sqrt{\frac{D}{\pi t}} \quad (3)$$

また時刻 t までの物質移動量 w は

$$w = \int_0^t N dt = (C_i - C_0) \sqrt{\frac{4Dt}{\pi}} \quad (4)$$

で示される。

更に結果検討のために平均濃度に関する展開をしておく。今溶質初期濃度 C_0 が零である様な条件下では次式が成立する。

$$C = C_i \operatorname{erf} c \left(\frac{x}{\sqrt{4Dt}} \right) \quad (5)$$

界面から距離 L のところを考える。溶質分子は任意時刻 t' で L より深くはまだ拡散していないとすると、この時刻における平均濃度 \bar{C} は次の様に求められる。

$$\frac{\bar{C}}{C_i} = \frac{\int_0^L (C/C_i) dx}{\int_0^L dx} \quad (6)$$

$$= (1/V) (1/\sqrt{\pi} - i \operatorname{erf} c V)$$

$$\text{ただし } V = L/\sqrt{4Dt'}$$

以上の取扱いは物質移動が純拡散で行なわれる場合であるが、緒言でも述べたように物質移動により界面近傍に派生乱れのある場合この働きの付加効果は次の2つに大別される。

○界面領域と相本体間の液体要素の交換による表面更新作用。

○乱れによる界面近傍溶質の混合作用、あるいは濃度平均化作用

ここで液体要素の内容が変化することなしに溶質が移動するというのは液体の流動性を考えた場合疑問であり、これを解決すべく導入されたのが通常の変更理論における接触時間への修正といえよう。しかし更新時間の導入、液体要素の平均寿命分布に対する仮定などはあいまいさを残すものである。

一方現象をより素直に考えての乱れによる混合作用発生は想像出来る事であり、この影響を著者らは濃度の修正という形で、次の様に検討する。

設 定

- ① 気液界面を通過した溶質分子は総て派生乱れに影響を及ぼす。
- ② 接触時間が小さくて溶質移動の大きい場合、乱れが瞬間的に最も大きく、その後経時的に減少して行く。積分移動量にはこの乱れの全体的な効果が含まれる。
- ③ 乱れは移動量と直接的な関係をもち界面近傍濃度を平均化している。
- ④ この様な乱れの影響をうけた移動物質は時間がたつと混合領域より相本体へ分子拡散で移動する。

⑤ 界面近傍混合領域の深さは時間的に変化しない。

以上の仮定から乱れによって生ずる移動溶質の平均化を、初期濃度と考えた C_0 に対して考慮し、更に移動して来る溶質への影響も表し得るとする。

ある任意時間に移動した溶質を W とし混合領域深さ a 内の濃度を W/a で表示する。ただし溶質はこの接触時間内に総てこの領域内に滞まっているわけではなく相本体へ分子拡散で移動しているが、この場合は a を修正された長さとして便宜的に考える。

この様に考えて書き直した(4)式は

$$W = \left(C_i - \frac{W}{a} \right) \sqrt{\frac{4Dt}{\pi}} \quad (7)$$

ここで大きな界面抵抗の存在する場合は系を拡散層の抵抗のみで取扱えないが、最近の界面抵抗に関する Harvey 等²⁾, Ward 等¹⁾ の報告によれば接触時間の大きい場合あまり問題となっていない。

また界面濃度の時間依存性が大きな影響がないと仮定 ($dC_i/dt=0$) して書き直したもので移動量を表すことにすると移動量の時間依存性は

$$W = \frac{\text{const.}}{1 + a \sqrt{\frac{\pi}{4Dt}}} \quad (8)$$

で示され、 $1/W$ と $1/\sqrt{t}$ の間には原点を通らない直線関係が得られる。ここで積分定数と考えた const. は(7)式の整理からは aC_i に等しくなり問題であるが移動量に与える液相の深さの影響と関連して系の特性値と考えておく。

3. 実験装置および方法

実験装置の概略を Fig. 1 に示す。理論で述べた事項を検討しやすい様、取扱った物質移動は凝縮性気体の液体中への吸収、ならびにその内部での移動である。

系はアセトアルデヒド、トルエン、水系とした。

実験方法は低沸点液体(アルデヒド)を目盛りつきビューレットに貯え、これをヘッドを利用して一定流出速度に調節し、ヒーターに送りこんで蒸発させ、所定温度まで加熱してから物質移動セルに導入する。なおこの際蒸発速度、蒸気温度が定常になるまで低沸点物質は側路より排出させる。一方物質移動セルは温水ジャケットをほどこした内径 18.85 mm、高さ 400 mm のガラス管に気体導出入用側管をとりつけたものである。セル内への液(トルエン、水)の充填、およびぬき出しはセル下部より挿入した細管サンプラーによる。ただしこのサンプラーは物質移動の最中には出来るだけ下部にさげておき、移動の際の障害にならぬ様にしておいた。気体通路の主要部分は保温し、凝縮液形成にそなえてトラップをつけたが、後にのべる実験温度 27°C ではその必要がなかった。

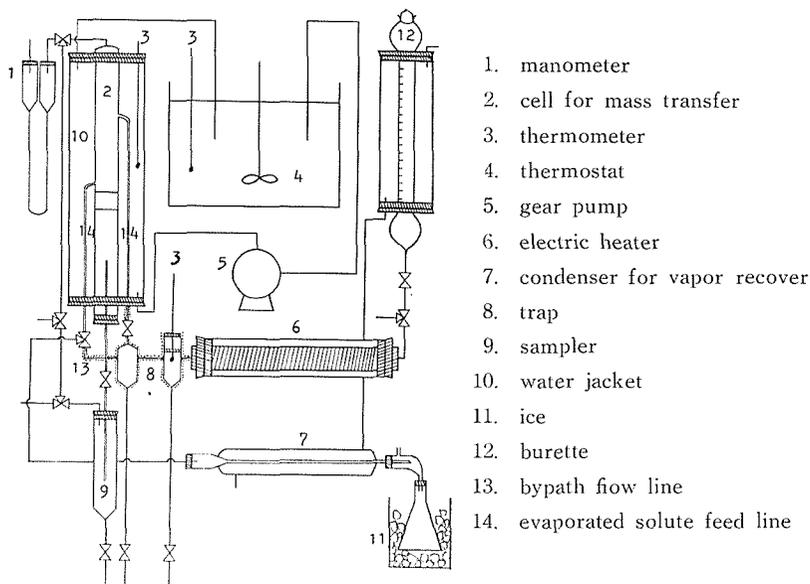


Fig. 1. Experimental apparatus.

なお移動溶質量は積分移動量で求めてある。濃度の決定はあらかじめ 20°C で検量して求めた“濃度—屈折率”関係で行なった。

また実験温度はアセトアルデヒドが界面に全く凝縮していないと認められる 27°C を選んである。

4. 実験結果および考察

1) 拡散係数

拡散係数については実測データがみられないので光学系を利用したシュリーレン法を用いて実測した。

ただ物質移動をおこなわせた実験温度が溶質であるアセトアルデヒドの沸点よりかなり高い事から、蒸発現象の影響も懸念されたので、拡散係数の温度依存関係にさかのぼってその値を求めた。

またこの場合の溶質濃度をどの様な値で代表させるかは問題である。通常は無限希釈濃度での値を用いるのであるが、溶質移動系の接触時間が長い事から相内濃度にかんがりの変化の幅があるので、拡散係数濃度変化率の大きくない 1 mol/l の値で代表させた。

水トルエン中のアセトアルデヒドの拡散係数実測値を温度を変え Table 1 および Fig. 2 に示す。

Table 1. Diffusion coefficient, D

temperature ($^{\circ}\text{C}$)	$D \times 10^5$ (cm^2/sec)	
	in toluene	in water
10	2.35	1.02
15	2.53	0.96
17.5	2.53	1.10
20	2.61	1.32
23	—	1.15
25	2.70	1.36
27.5	2.84	—

この結果温度に関しては直線性が成立しており、沸点 (20.2°C) より温度がかなり高くても沸騰現象などの影響による異常性はないと考えられる。

2) 物質移動結果について

移動は前述した様に気液接触 (アルデヒド-トルエン) で行ない、主に液側界面近傍の濃度状態、及び移動に与える影響を検討する事を目的とした。この検討の一手段として単純な二相接触ではなく、トルエン相を有限の厚さにして色々変えて、その影響を理論的に観ると共に、ここで新たに提出した混合領域といった概念と関連づけようと試みたわけである。

即ちトルエン相下部に更に事実上無限厚さといえる水相を加えた。従って接触時間が短い場合はトルエン相にのみ気相からアルデヒドが移動するが、更に時間が経過すると、トルエン相を通過した溶質が水相へ移動する。

以下トルエン相、水相各々について実験結果を示し考察する。

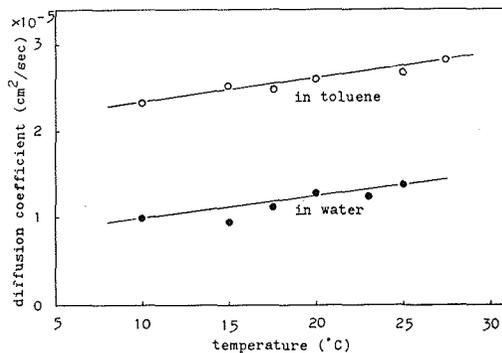


Fig. 2. Temperature effect on diffusion coefficient of acetaldehyde.

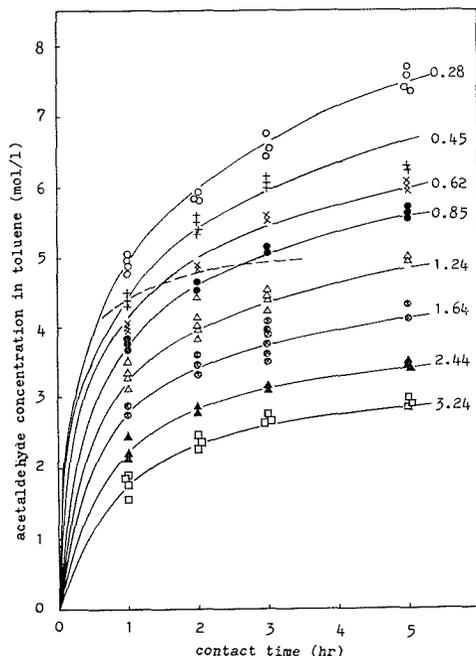


Fig. 3. Concentration change with time in toluene.
(parameter: toluene layer depth cm)

3) トルエン相への移動

トルエン相の厚さをパラメーターとして平均濃度の時間的变化を Fig. 3 に、移動量の結果を Fig. 4 に示した。

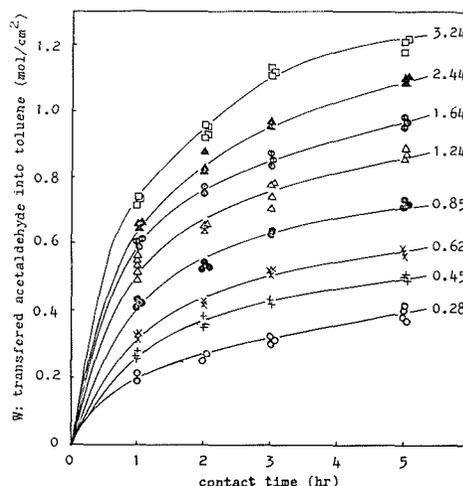


Fig. 4. Effect of toluene layer depth on solute transfer per unit contact area.
(parameter: toluene layer depth cm)

まず平均濃度に着目してみると、その時間増加率が接触初期においてかなり大きい事が認められる。又相の厚さが増すに従い、その平均濃度は漸次減少している。同図にはトルエン相のうすい場合 (0.28~0.85 cm) に水相への溶質移動がみられた時刻を破線で示したが、この線を境にして、両側で平均濃度の経時変化様式に極端な差が認められないという事などが定性的に判る。

この現象をより明らかにするために系をアルデヒドと半無限系トルエン相の接触と考え移動機構を純拡散として解析する。ただし水へ溶質が移った部分は除外する。

また蒸気相は送入されるアセトアルデヒドだけで、トルエンの蒸発無視を仮定しても大きな誤りはないと推定されるので*、物質移動抵抗は、一応液側のみに存在すると考えられ、又トルエンは純相で接触させた事から式(5)~(6)との比較が可能である。

式(6)によれば平均濃度 \bar{c} は変数 V で一義的に決定される。この事を利用し実験結果より $L^2/t' = \text{const.}$ とした平均濃度を Fig. 3 より求め、これを L に対し点綴して Fig. 5 に示す。附記した数はパラメーター L^2/t' の値である。

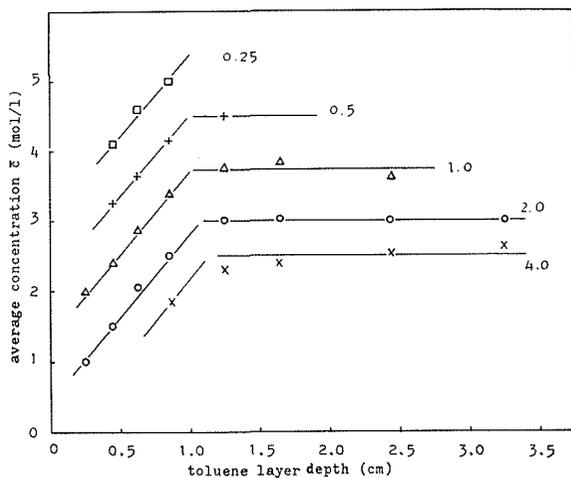


Fig. 5. For analysis of diffusion in toluene layer.
(parameter: L^2/t')

純拡散の場合、 L^2/t' が同一の点については、 L の影響をもたない事から L の長い部分でのみ移動が純拡散であるとも考えられた。しかし(6)式の点綴と実験結果の比較 (Fig. 6) から機構的に拡散は支配的要素ではあるが、更に他の要素の含まれることを示唆するものと考えられる。

そこで先の理論展開で求めた液側界面近傍に混合領域を考えての解析を行なう。先に述べた様に液側拡散抵抗のみを考え、かつ界面濃度は温度のみの関数と考えてトルエン相への移動溶質と時間の関係 (Fig. 4) より $1/w$ と $1/\sqrt{t}$ を求めて再点綴したものが Fig. 7 である。結果

* Othmer⁹⁾ の二成分系気液平衡データによるとトルエン気相濃度は約 0.7 mol% である。

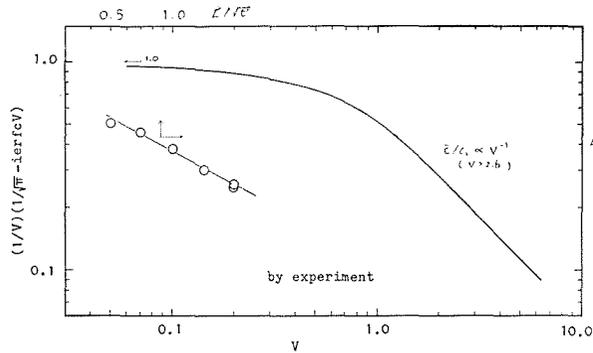


Fig. 6. Relation between average concentration and time-penetration distance.

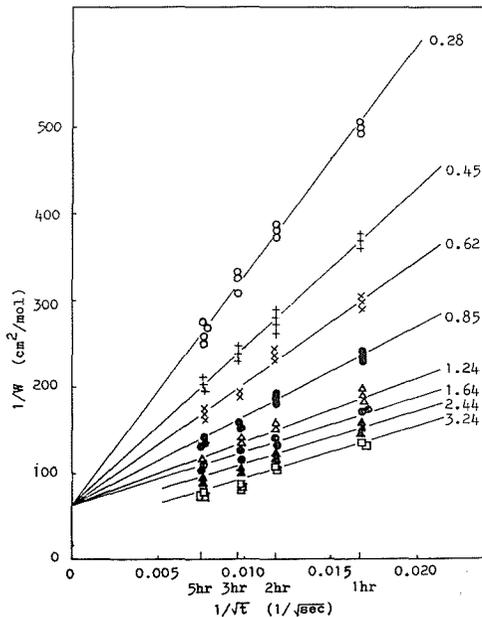


Fig. 7. Relation between transferred solute and contact time — for check of the present model in toluene. — (parameter : toluene layer depth cm)

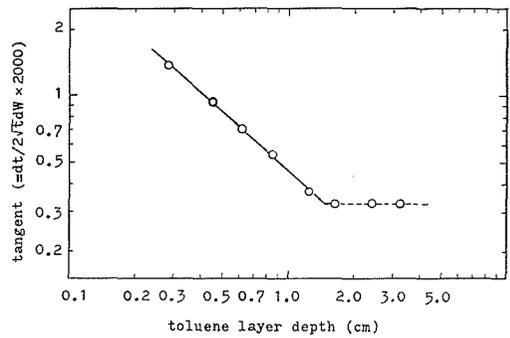


Fig. 8. Relation between mixing region depth (tangent) and toluene layer depth.

は若干のばらつきを有すが、 $1/w$ 軸上に焦点をもつ直線群で示され、予想との一致を示す。この直線群の勾配はトルエン相の厚さの影響をうけているが混合領域深さ a はトルエン相厚さと Fig. 8 の様な関係で示される。

同図において縦軸は a を代表させると考えられる $1/w$ 対 $1/\sqrt{t}$ の関係の勾配を、横軸にトルエン相の実際の厚さをとったものである。トル

エン相の厚さが約 1.5 cm 以下においては両対数で勾配は -0.875 の直線性を示しており、トルエン相厚さがうすい程大きな混合領域の影響が現われる事を示している。しかしトルエン相厚さが 1.5 cm 以上の場合に示される様に、トルエン相が 1.5 cm 以上になってもこれに応じて全体的に混合領域が変化する訳でなく、ある一定の値になっており、この事は相内の界面から充分離れたところでは、派生乱れが直接的に影響しないと考えられる。

ここで先に求めた拡散係数の値、及び Fig. 7 $1/\sqrt{t}$ 対 $1/w$ 点線直線の切片の値を用いて混

合領域の深さ a を計算するとトルエン相が、0.28 cm の時には約 0.13 cm, トルエン相が 1.5 cm 以上では 0.06 cm という値を示す。

これは界面張力の影響下で運動が生ずるとして説明された Linde 等⁷⁾ の界面極近傍のシェリーレン撮影の結果, および濃度分布のずれの考察と類似するものである。更に最近の星野一佐藤³⁾ による静止液液系界面での拡散現象 (乱れを含む場合) をラムスケール法によりとらえた結果と併せ考えると濃度分布に与える乱れの影響がやはりあまり深くまでは及んでいないという事と関連あると考えられる。

4) 水相への移動

水への移動結果をトルエン相の厚さをパラメーターとして Fig. 9 に示す。

気液接触界面の濃度状態については, 先に述べた様に気相がほぼ純相とみなして良く, かつ時間的に一定であったから一定の濃度状態にあったと考えられるが, トルエン-水界面では少し異なった条件下にある。すなわち溶質が移動して来るまでは濃度が零でありその後の経時的な界面濃度状態変化はトルエン相内全体の濃度状態と密接な関係にあり簡単にはとらえ難い。

先に示したトルエン相へのアルデヒド移動絶対量の経時的な変化が同一曲線上をたどらず, トルエン相厚さが厚くなるに従って移動溶質量が大きくなっていったという結果と併せ考えると, 液々界面で溶質が一時停滞していると考えられる。

しかし水相への溶質移動に対する時間依存性は Fig. 10 に示した様に同一傾向にある。Fig. 10 で真の接触時間とは, 水相にアルデヒドが検知され得る時を基準として測ったものであり, トルエン相厚さが変化しても移動量は $t^{0.6}$ に比例している事が判る。詳しい解析は非定常境界濃度に関する結果をまたねばならないが, 上記移動量は接触時間が零の時のトルエン相平均濃度とも対応がっている。

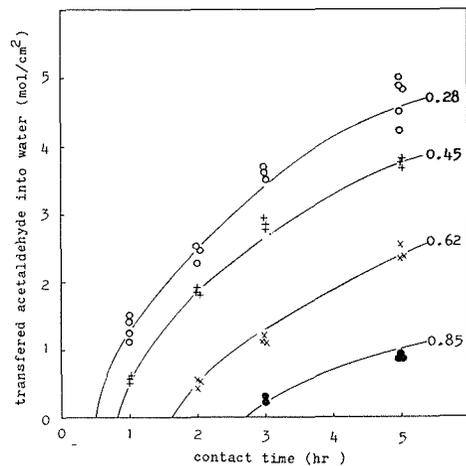


Fig. 9. Acetaldehyde transferred into water. (parameter: toluene layer depth)

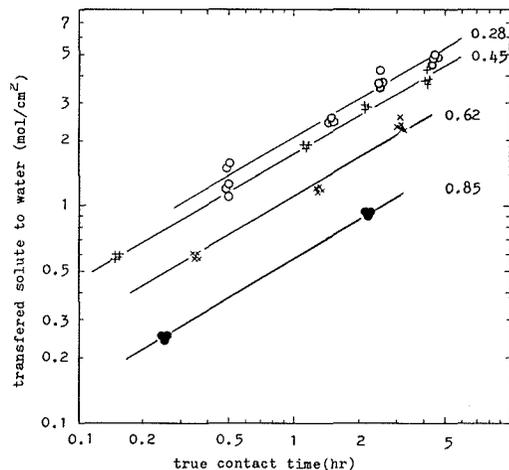


Fig. 10. Acetaldehyde transferred into water vs. true contact time when solute appeared from toluene layer. (parameter: toluene layer depth cm)

総 括

凝縮性気体を含む気液液三相界面物質移動実験で次の知見を得た。

① 気液界面物質移動について

気相側拡散抵抗の省略可能な条件下で液相内移動現象をまず浸透理論で検討したが、実験結果とは異なった様子を示した。

そこで界面近傍に混合領域を仮定し、移動溶質の二次的な効果を考慮して移動現象を説明した。この結果界面近傍の混合現象は移動に極めて鋭い効果を表わした。この領域の深さはたかだか数 mm の大きさである。

② 液々界面物質移動について

最初の状態では溶質を含んでいない液液二相における非定常下の物質移動では、界面に到達した溶質がすぐ他相に移るのではなくて、溶質供給液相内濃度変化の様子から溶質の蓄積現象が考えられる。

また溶質供給を受ける相内の移動量についてみれば、供給相の厚さにより著しい影響をうけるが、液々界面を通しての移動現象が始まってからの時間依存傾向は全く同じであり $w \propto t^{0.5}$ となっている。これは拡散支配の浸透理論とは少し異なる。

Notation

- a : mixing region distance (cm)
 C : concentration (mol/l or mol/cc)
 C_i : interfacial concentration (mol/l or mol/cc)
 C_0 : initial concentration (mol/l or mol/cc)
 \bar{C} : average concentration (mol/l or mol/cc)
 D : diffusion coefficient (cm²/sec)
 L : penetration distance (cm)
 N : mass transfer flux (mol/cm² sec)
 t, t' : time (sec)
 V : combined variable ($= L/\sqrt{4Dt'}$) (-)
 w : transfered solute by penetration (mol/cm²)
 W : transfered solute by mixing penetration (mol/cm²)
 x : distance (cm)
- $$\operatorname{erf} y = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^y e^{-\xi^2} d\xi = 1 - \operatorname{erf} c y$$
- $$i \operatorname{erf} c y = \int \operatorname{erf} c dy$$

文 献

- 1) Harriott P.: Chem. Eng. Sci., **17**, 149 (1962).
- 2) Harvey E.A., W. Smith: Chem. Eng. Sci., **10**, 274 (1959).
- 3) 星野庄司・佐藤一雄: 化学工学, **30**, 322 (1966).
- 4) 久郷昌夫: ケミカルエンジニアリング, **11**, 637 (1966).
- 5) 久郷昌夫・他: 北大工学部研究報告, **35**, 27 (1964).
- 6) 久郷昌夫・他: 北大工学部研究報告, **40**, 95 (1966).
- 7) Linde H. B. Sehr: Chem. Technik, **16**, 583 (1964).
- 8) Othmer D.F.: Ind. Eng. Chem., **35**, 614 (1943).
- 9) Rozen A.M., V. S. Kripov.: Khim. Prom., No. 1, 51 (1966).
- 10) 只木模力: 化学工学, **27**, 864 (1963).
- 11) Ward W.J., J. A. Quinn: A. I. Ch. E. Journal, **11**, 1005 (1965).

Table A. Experimental data acetalddehyde transferred into toluene.

t : time \bar{C} : average concentration x : transferred solute
 v : toluene volume l : toluene layer depth.

t (hr)	\bar{C} (mol/l)	x (g)	t (hr)	\bar{C} (mol/l)	x (g)	t (hr)	\bar{C} (mol/l)	x (g)	t (hr)	\bar{C} (mol/l)	x (g)
1	1.89	1.14	1	2.20	1.02	1	2.81	0.907	1	3.33	0.836
	1.53	0.914		2.17	0.993		2.80	0.900		3.10	0.770
	1.90	1.155		2.21	1.02		2.87	0.928		3.40	0.859
	1.82	1.129		2.18	1.00	2	3.33	1.09		3.52	0.893
2	2.45	1.51	2	2.72	1.29		3.33	1.09		3.25	0.808
	2.34	1.43		2.86	1.37		3.52	1.18	2	4.45	1.195
	2.31	1.42		2.75	1.31		3.58	1.20		4.50	1.215
	2.36	1.445		2.73	1.30		3.54	1.19		3.97	1.02
3	2.74	1.74	3	3.13	1.52	3	3.48	1.15		3.85	0.994
	2.77	1.76		3.11	1.52		3.64	1.23		3.98	1.03
	2.78	1.76		3.14	1.53		3.76	1.71		4.15	1.09
	2.78	1.76		3.14	1.53		3.99	1.365	3	4.52	1.22
5	2.90	1.85	5	3.48	1.72		4.06	1.39		4.18	1.105
	2.98	1.92		3.44	1.71		3.85	1.31		4.38	1.17
	3.00	1.92		3.45	1.71	5	3.78	1.28		4.53	1.23
	2.94	1.90					3.75	1.26	5	4.98	1.38
							4.12	1.43		4.93	1.36
							4.28	1.50		5.02	1.40
							4.34	1.53			
							4.30	1.51			
v 11.50 cc			v 8.67 cc			v 5.82 cc			v 4.42 cc		
l 3.24 cm			l 2.44 cm			l 1.64 cm			l 1.64 cm		
1	3.80	0.667	1	3.98	0.516	1	4.46	0.433	1	4.82	0.308
	3.76	0.658		4.05	0.525		4.36	0.421		4.89	0.314
	3.73	0.658		3.95	0.510		4.30	0.414		4.95	0.319
	3.73	0.654	2	4.78	0.651		4.32	0.419		5.03	0.326
2	4.60	0.853		4.81	0.655	2	5.42	0.565		4.84	0.312
	4.58	0.830		4.76	0.645		5.48	0.573	2	5.79	0.404
	4.55	0.843	3	5.60	0.815		5.62	0.596		5.82	0.406
3	5.15	0.976		5.53	0.799		5.38	0.557		5.87	0.409
	5.10	0.990		5.64	0.826		5.32	0.549	3	6.51	0.477
	5.12	0.985	5	6.01	0.898	3	6.06	0.663		6.48	0.473
5	5.71	1.16		6.10	0.923		6.13	0.675		6.76	0.505
	5.65	1.13		5.44	0.780		5.98	0.657		6.53	0.479
	5.67	1.13		5.97	0.898	5	6.14	0.781	5	7.34	0.580
	5.59	1.12					6.10	0.772		7.62	0.618
							6.25	0.781		7.38	0.583
							6.18	0.784		7.71	0.631
										7.33	0.581
v 3.02 cc			v 2.20 cc			v 1.60 cc			v 1.03 cc		
l 0.85 cm			l 0.62 cm			l 0.45 cm			l 0.28 cm		

Table B. Experimental data acetaldehyde transferred into water. t : time l : toluene layer depth

t (hr)	acetaldehyde transferred into water (g)							
	l 0.85 cm		l 0.62 cm		l 0.45 cm		l 0.28 cm	
5	0.142	*	0.359	*	0.597	2*	0.697	*
	0.148	3	0.368	3	0.587		0.778	2
					0.640		0.709	
							0.790	
3	0.035		0.193		0.447		0.557	
	0.041	2	0.184	2	0.464		0.581	
					0.438		0.662	
							0.569	
2	—		0.070		0.289	2	0.383	2
			0.079	2	0.350		0.395	
					0.298	2		
1			0.017		0.087	4	0.197	
			0.009	2			0.186	2
							0.232	
							0.244	

* over lapped data number.