1. 緒 言

液液系における物質移動に化学反応が伴う場合の基礎的研究として、著者らは水平連続界面よりの化学抽出について研究し¹⁾、その抽出速度が次式で表わされることを明らかにした。

$$q > q_c, \quad N = k_B C_B \quad (1)$$

$$q < q_c, \quad N = \frac{C_B + \frac{sq}{m}}{\frac{1}{k_B} + \frac{1}{mk_w}} \quad (2)$$

$$q_c = (k_B / sk_w) C_B \quad (3)$$

すなわち反応物質の濃度 q が比較的小さい間はその濃度の増加とともに水側の抵抗が次第に減少し抽出速度は直線的に増加するが、ある一定濃度以上では水側の境膜抵抗は全く消失して単に溶剤側の境膜抵抗のみによって支配される。この著者らの研究と前後して Sherwood and Wei⁵⁾, Searl and Gordon⁴⁾ らが化学抽出について

報告している。しかしこれらの研究はいずれも実際の抽出装置、たとえば充填塔、スプレー塔あるいは激しい攪拌の行なわれている槽内で生ずるような液滴の場合を直接対象としたものではなく、回分式の水平連続界面よりの化学抽出についてのものであって液滴よりの化学抽出についての研究は全く見当たらない。そこで著者らは今迄の液液系における液滴抽出の研究^{2,3)} を基にし実際の抽出操作における物質移動の基礎的研究として単滴からの化学抽出について研究した。その結果は必ずしも単純ではなく、完全な解明を与えるには至らなかったが、興味ある結果が得られたので報告する。

2. 実験装置および方法

実験に使用した装置は前報²⁾ の液滴よりの物理抽出についての研究に用いたものとほとんど同じなので主要部分のみを Fig. 1 に示した。この部分は後で述べる理由によってゴム類の使用を一切避けて水側および溶剤側ともにすべてガラスで作製し、その結合部分 (Fig. 1 の矢印) はグリースを用いないで実験を行なうためガラスの完全なスリ合わせにした。また、塔高はノズルのガラス管のスリ合わせ接手をいろいろつなぎ変えて変化させた。実験操作は前報²⁾ と全く同様であるので省略する。

実験した系は化学反応として種々の場合が考えられるが、最も簡単な溶剤中の有機酸を苛性カリ水溶液で化学反応抽出させる場合を研究の対象とした。すなわち、溶剤としては主としてベンゼンを用い、あとは比較検討のためにヘキサン、メチルイソブチルケトン、イソプロピルエーテル、酢酸ブチルを用いた。有機酸には酢酸と酪酸の二種類を用いた。酢酸は分配係数 m の大きい例として、また、酪酸は分配係数 m の小さい例として使用した。

3. 汚染物質に対する諸注意

(a) 溶剤および試薬

この実験では各系に汚染物質が混入するのを防ぐため溶剤および試薬とも市販の特級品 (特級品のないものは一級品) を蒸留して用いた。また、苛性カリについては簡単で適当な精製法がないので従来の汚染に関する研究²⁾ を参考にして汚染の効果を与える物質がすべて有機の高分子物質であった事実から KOH を電気炉で 500°C

① Pressure regulator	⑦ Solvent drop
② Feed tank	⑧ Continuous phase
③ Cock	⑨ Water Jacket
④ Circulating pump	⑩ Collector
⑤ Thermostat bath	⑪ Sample receiver
⑥ Nozzle	

Fig. 1 Experimental apparatus

* 昭和35年8月4日受理

** 群馬大学工学部

に2～3時間保つことによってこれらの高分子物質を分解しうるものと考えた（この点については後に述べる）。

(b) ゴム類と使用について

上に述べたごとく、溶剤および試薬については十分精製して純粋と思われる（従来の研究結果からの判断による）系について前報²⁾の装置をそのまま使用して実験を行なったところ、各実験ごとにデータの再現性が著しく悪かった。そこで種々検討した結果、装置中に使用されたゴム質類（もちろん水溶液側）がその原因であることがわかったので、装置中のゴム栓、ゴム管類を取除いてすべてガラスで製作し、実験を行なったところ良好な結果が得られた。これはゴムの中の蛋白質成分が微量ながらアルカリ水溶液中に溶出するために水溶液側が汚染されるためであると考えられる。このような現象は前報³⁾の液滴よりの物理抽出の場合には起こり得なかったことであり、全く予想外の結果であった。その結果この化学抽出に使用するアルカリ水溶液はその調整および保存などにゴム栓などを用いることは厳に避けなければならない。

4. 実験結果

a) 酢酸[ベンゼン]滴-KOH[水]系*の場合

この系は酢酸の分配係数 m が大きいので連続相が水（KOH の濃度が零）の場合でも水側の抵抗は比較的小さいが、KOH の濃度が増加するにつれて水側の抵抗はさらに減少して全く消失するものと考えられる。すなわち、抽出速度は水側の抵抗の減少につれて多少とも大きくなるわけであるが、実験の結果はこの推測に反してKOHが入ると抽出速度は逆に減少する。Fig. 2は上昇距離 $l=5.3, 13.7, 23.2, 45.8, 64.5$ cm の場合の抽出残率を KOH の濃度 q に対して点綴したものである**。この図は温度 30°C 、ベンゼン中の酢酸の初濃度 $C_f=0.1N$ の場合の結果である。まず、上昇距離の短い場合、すなわち、 $l=5.3$ cm については KOH の濃度 q の比較的小さい間（Fig. 2 のような実験条件では大略 $q < 0.1N$ ）は純水の場合（物理抽出）と大差はなく、むしろ多少抽出量は多くなる。これは KOH の濃度の増加によってわずかに存在する水側の抵抗が減少あるいは消失するためであって、当初の推定と一致する。しかし、KOH の濃度 q が $0.1N$ 以上になると抽出量は次第に減少し約 $0.15N$ 付近（Fig. 2 の $X-X'$ ）で抽出速度の急激な減少（Fig. 2 の x を指す）が起こり、それ以上の濃度では濃度 q が増加しても抽出速度は濃度に無関係

Fig. 2 Extraction of acetic acid from benzene drop to KOH aqueous solution

に一定値となる。

この抽出速度の急激な減少は前報¹⁾における水平連続界面よりの化学抽出の理論では説明し難い異常現象である。ここでは仮にこの急激な減少を「第一段の減少」と名付け、この減少の起こる KOH の濃度 q を q_{ex} ということにする。

つぎに、 $l=13.7$ cm の場合は KOH が入ったために抽出量が水と同じである KOH の濃度範囲は $l=5.3$ cm の場合よりもずっと狭くなり、KOH が $0.06N$ 付近から抽出量の減少（Fig. 2 の y を指す）が起こり、さらに、KOH の濃度の増加とともに漸次減少して $0.15N$ 付近（Fig. 2 の $X-X'$ ）で $l=5.3$ cm の場合と同様に急激な減少が起こる。後者の減少は上述の第一段の減少であるが、これに対して前者の減少を「第二段の減少」と名付けよう。さらに、 $l=23.2, 45.8$ cm と長くなるにつれてこの第二段の減少はますます KOH の濃度の小さい所で起こるようになり、一番長い $l=64.5$ cm では第二段の減少（Fig. 2 の $y(l=64.5)$ ）はほとんど全域に拡がり KOH が入るとただちに抽出量の減少が起こる。換言すれば、水の場合よりも KOH 水溶液の方が抽出速度はかえって小さくなる。このような抽出速度の減少は KOH の添加によって物質移動に対する何らかの形の抵抗***が出て来たものと考えざるを得ない。著者らは前報²⁾において液滴の場合には微量の不純物による汚染が抽出速度を激減せしめることを明らかにしたが、この抵抗の発

* [] 内は溶剤を示し、前の文字は溶質を示す。以下これに準ずる。

** この場合の N_{od} は $C_B^*=0$ であるから $N_{od}=\ln\left(\frac{C_1}{C_2}\right)$ で表わ

される。

*** 必ずしも単純な物理的抵抗という意味ではなく流動状態の変化による抽出速度の減少も“抵抗”という語に含めて考えている。

生がこの種の汚染によるものであるとするならば不純物の入って来る経路については KOH から入って来る以外には考えられない。そこで本研究では KOH を 500°C に 2~3 時間保って一応有害な不純物を分解除去しうるものと考えたがその残存の有無について吟味してみる。

Fig. 2 において第一段の減少の後 ($q > q_{cx}$)、抽出速度は KOH の濃度に関係なく一定 (物理抽出の場合より小さい) となるが、この値は前に報告した完全汚染によって滴内の運動が停止したと考えられる場合よりまだはるかに大きい。換言すれば、滴内の運動は多少にぶつてはいるがまだ相当残っている状態なのである。したがって、もし有害な不純物が KOH の中に含まれていてその汚染によって抽出速度の減少が起こるとすれば、KOH の濃度の増加とともに抽出速度はさらに減少すべきものと考えられる。しかるに、実験結果は KOH の濃度に関係であり、一定値を有する。

また、KOH の濃度が 0.15N 以上 (抽出速度が KOH の濃度に関係なく一定となっている範囲) 中の任意の濃度の KOH を純粋な HCl で中和し、 0.15N 以下の濃度にして抽出速度を測定すると Fig. 2 の結果と全く同様に遊離の KOH (中和されないで残っている) の濃度に対応する値が得られた。この実験において中和されるのは KOH そのものであるが、存在を仮定している有害な不純物はこの HCl による中和のために無害になることは考えられないから不純物の影響には何らの変化はなく、中和の前後においても同じ抽出速度を示すはずであるが実験結果は遊離の KOH の濃度によって規定された抽出速度が得られた。

このような結果から不純物の汚染によるものでないことは明らかである。しかしながら、反応生成物が汚染物質として作用することも考えられるので、この場合の反応生成物である酢酸カリウムを別に加えた場合と過剰の KOH を酢酸で中和した溶液を用いた場合について実験した結果も Fig. 2 と同じ結果が得られ、反応生成物の影響は認められなかった。しかし、この場合について反応生成物の影響がなかったからといって一般的にそうであると結論づけることには多少の疑問がある。たとえば、溶質に高級脂肪酸を用いこれを KOH で抽出する場合その反応生成物は脂肪酸のカリウム塩、すなわち石鹸を生成するはずであるからこの実験のごとく溶剤としてベンゼンを使用しているときはこれらの反応生成物が有害な不純物として作用することは前報の研究²⁾においても明らかである。したがって、反応生成物の影響がないという結果も上述のごとき例外の存

在することに注意しなければならない。

つぎに、抽出速度がその上昇距離によって異なるのでこれらの関係を明らかにするために $l = 5.3 \sim 13.7, 13.7 \sim 23.2, 23.2 \sim 45.8, 45.8 \sim 64.5\text{cm}$ の移動単位数を計算し、それから $1/\text{H.T.U.}$ を求めて KOH の濃度 q に対して点綴したのが Fig. 3 である。この図には $l = 0 \sim 5.3\text{cm}$ の値も書き込んであるがこの中には当然 end effect も含まれており、他の場合と区別しなければならないので特に移動単位数だけを右側の目盛にとり q に対して点綴した。この図で明らかなように第一段の減少 (Fig. 3 $X-X'$ の x) は滴生成時あるいは上昇のごく初期において起っており、第二段の減少 (Fig. 3 の $y_1, y_2, \dots, y_5$) が滴の上昇中に比較的ゆっくりとその影響が出て来る。このことからこの二種の減少は吸着時間の問題に関連しているのではないかと考えから滴生成時間を変えて第一段、第二段の減少の変化をみた結果が Fig. 4 である。この結果によれば滴の生成時間の短い (0.5

Fig. 3 Extraction rate of acetic acid from benzene drop to KOH aqueous solution for various distances of free rise

Fig. 4 Extraction rate of acetic acid from benzene drop to KOH aqueous solution for various time of drop formation

sec/drop) では第一段の減少 (Fig. 4 の x_2, x_3, x_4 を参照) は 1 sec/drop のときほど鮮明ではなくなるが、やはり q_{ex} は大略同じ所で起こる。生成時間の大きいものは別段変化はない。もし、第二段の減少 (Fig. 4 y_1, y_2, y_3, y_4) が吸着時間だけによって決定されるとするならば、この場合の上昇速度は $v=10$ cm/sec であるから、たとえば 3 sec/drop のときは 1 sec/drop のときと比べると l は 20 cm だけ長い場合に相当し、したがって Fig. 4 の $\otimes$ — $\cdots$ — $\otimes$ は $l=23.0+20=43$ cm に相当するから Fig. 2 の $\square$ — $\square$ ($l=45.8$ cm) に近い値を示してよいわけであるが実験結果は Fig. 4 のごとくなり必ずしも吸着時間 (滴生成時間) の問題ではなく、むしろ l の函数の傾向の方が強いと思われる。

そこで、このような観点から抽出速度の減少を吟味してみると Fig. 3 において明らかなごとく、抽出速度の減少は塔が長くなるにしたがって KOH の濃度が小さいところで起こる。また、ベンゼン滴中の酢酸の濃度も塔内の上昇中に次第に薄くなっていくゆえ、塔が長くなるほど小さくなることから C_B と q の関係について検討した。いま、たとえば $l=13.7\sim 23.2$ cm では抽出速度の減少は Fig. 3 の ③ 線上の Y_3 から始まり KOH の濃度 q が増大するとともに次第にその割合が大きくなり Y_3' でそのすべてが終る (ベンゼン滴中の酢酸の濃度 C_B は Fig. 2 の Y_2 から Y_3 まで変化する)。このときの KOH およびベンゼン滴中の酢酸の濃度をそれぞれ $q_{Y_3}, q_{Y_3'}$ および C_{BY_2}, C_{BY_3} とし前報¹⁾における C_B 対 q_c の関係をここに引用して $q_{Y_3}/C_{BY_3}, q_{Y_3'}/C_{BY_2}$ を求めると約 1.7 となり、この値は他の塔長間について計算するといずれもほぼ同じ値となる*。この q/C_B が一定値を有するということは前報¹⁾の水平連続界面よりの化学抽出についての研究結果を適用して考えると、実際の反応層が境膜中のある一定位置に達したときに抵抗が発生するものと考えてよい。たとえば、KOH が両液相の界面に達したときあるいはこれと類似の状態のときに抵抗が出て来るものと考えられる。ゆえに、いわゆる吸着による汚染に基づく現象とはその機構的に全く別種のものと推察される。

以上は現象的にみたものであるが、しからばいかなる原因によってこれらの減少が起こるかという問題については現在のところまだ確たる論拠がない。ただ原因となるであろうと思われるものとして

(1) 液滴内の流動状態の変化

* $q_{Y_3}, q_{Y_3'}$ の値は Fig. 3 の Y_3, Y_3' 点より KOH の濃度 q を読み $q_{Y_3}=0.037$ [kg-mol/m³], $q_{Y_3'}=0.058$ [kg-mol/m³]= q_{Y_2} が得られる。また、 C_{BY_2}, C_{BY_3} については Fig. 2 の Y_2, Y_3 の点より抽出残率 34%, 22% を読み、ベンゼン中の酢酸の初濃度 $C_f=0.1$ N から $C_{BY_2}=0.034$ [kg-mol/m³], $C_{BY_3}=0.022$ [kg-mol/m³] が得られる。

Fig. 5 Extraction of acetic acid from benzene drop to KOH aqueous solution

(2) 界面付近における反応物あるいは反応生成物の吸着による抵抗の増加

(3) 界面攪乱の抑制

などが考えられるが、いずれも推察の域を出ずこれらを明らかにすることは今後の研究にまづべきものと思う。

以上は 30°C の場合の実験結果であるが、20°C の場合についても実験を行なったのでこれを Fig. 5 に示す。この場合も 30°C と同様に q/C_B はやはり約 1.7 なる一定値になることがわかった。

b) 酢酸 [ベンゼン] 滴-KOH [水] 系の場合

溶質が酢酸の場合には分配係数 m が小さいので物理抽出 ($q=0$ すなわち純水) では水側の抵抗とベンゼン側の抵抗の両方が存在するが (水側の抵抗の方が大きい) 水側の KOH の濃度の増加とともに水側の抵抗は次第に減少しついには水側の抵抗は全く消失しベンゼン側の抵抗のみになることが考えられる。しかしながら、前述の酢酸の場合と同様に液滴よりの化学抽出については KOH 添加による抵抗の出現も同時に考慮しなければならず、したがって KOH 添加による前者のプラスの効果と後者のマイナスの効果の両方が混在して簡単ではない。この場合の実験結果を Fig. 6 に示した。この結果から KOH の濃度の小さい方から

[1] 抽出速度が急激に増加する範囲

[2] 抽出速度が次第に減少する範囲

ここに前報¹⁾における C_B 対 q_c の考え方を通用するとベンゼン中の酢酸の濃度 $C_{BY_3}=0.022$ に対応する KOH の濃度 $q_{Y_3}=0.037$ で抽出速度の減少が起り $C_{BY_2}=0.034$ に対応する $q_{Y_3'}=0.058$ で抽出速度の減少がすべて終るものと推定されるゆえ $q_{Y_3}/C_{BY_3}=0.037/0.022=1.68$, $q_{Y_3'}/C_{BY_2}=0.058/0.034=1.70$ を得る。

Fig. 6 Extraction of butyric acid from benzene drop to KOH aqueous solution

Fig. 7 Extraction rate of butyric acid from benzene drop to KOH aqueous solution for various distances of free rise

Fig. 8 Extraction rate of butyric acid from benzene drop to KOH aqueous solution for various C_f

[3] 抽出速度が一定となる範囲

の三つの段階に区別することができる。この場合も前述の酢酸の場合にならって各塔長の間の移動単位数を求めてこれから $1/H.T.U.$ を計算し q に対して点綴したのが Fig. 7 である。 $l=5.3\sim 23.2\text{ cm}$ を例にとると ④ なる部分はプラスの効果のみが表われている範囲であって前述のように水側の抵抗が減少して抽出速度が急激に増加する範囲で [1] の段階に相当する。そしてついには水側の抵抗がなくなってベンゼン側の抵抗のみとなりその抽出速度は滴側の境膜係数のみによって支配される。したがって、この値は前述の酢酸の物理抽出に相当するものである。

つぎに ③ なる部分は [2] の段階に相当する範囲であって前述のように KOH 添加によるプラスの効果は期待することができずマイナスの効果のみが表われており、 q の小さい間はその増加とともに抽出速度は徐々に増加するが次第にその割合は急激となり酢酸の場合の第二段の減少がほとんど現われず第一段の減少のみが認められる。すなわち、 l の小さい場合は [2] の段階に入ると同時にかなり急激に減少するが l の大きい場合はその初期に水平部分がつづく。これは KOH の濃度 q の比較的小さい間に [1] の段階が終り水側の抵抗がなくなった状態で、しかも速度の減少が起こらないためであろう。これらのことから考えると、酢酸の場合に比べて抽出速度の減少は滴の上昇中の比較的初期に起こるものが主であって、換言すれば第一段が主であって第二段の減少は少ないかあるいは無いものと考えてよいと思われる。

つぎに、[3] の段階の一定速度になるその機構については酢酸の場合に述べたと同じなのでその詳細な説明は省略するが、抽出速度はこの段階では水側の抵抗は全く消失したものと考えられるから m の大小にかかわらず、換言すれば、いかなる溶質でもほぼ酢酸のときと同じ値（ただし、拡散係数による相違はある）を示すのである。

つぎに、ベンゼン中の酪酸の初濃度 C_f を 0.06, 0.10, 0.27 N に変えた場合について横軸に q の代りに q/C_f をとり点綴しこれを Fig. 8 に示した。この図から移動単位数の絶対値には若干の相違があるが各段階の限界点を生ずる q/C_f の値は各濃度とも一定であることがわかる。

[1] と [2] の段階の限界点は水側の抵抗がなくなる点であるから原則的には前述において明らかにしたように $q_c = (k_B/sk_w)C_B$ で表わされるわけである。もちろんこの式が簡単に液滴の場合にそのまま適用できないかも知れないが定性的考察には使用して差支えないと思う。上式によれば $q_c/C_B = k_w/sk_w$ であるから Fig. 8 のごとく同一塔長では q/C_f が一定であることも肯定できるし、また、Fig. 7 の各頂点が C_B が小さくなるほど q の小

さい所で起こることも定性的には酢酸の場合と同様に説明できる。しかし、定量的には酢酸の場合ほど簡単ではなくまだ結論を得ていない。

また、酢酸の場合と同じ理由からこの系についても滴の生成時間の影響を調べたのが Fig. 9 である。この図から明らかなように滴生成時間は何らの影響のないことがわかった。

c) 酢酸, 酪酸 [その他の溶剤] 滴-KOH [水] 系の場合

前の a), b) においてベンゼン滴について述べたが他の溶剤についても、結局上述の二つの場合をもって表わすことができる。敘述を簡単にするために a) の酢酸 [ベンゼン] の場合を A[B] 型, b) の酪酸 [ベンゼン] の場合を B[B] 型と名付けることにする。 $l=5.0, 23.1\text{ cm}$ の場合について種々の溶剤滴系の数例を Fig. 10, 11 に示した。Fig. 10 は酢酸の移動の場合でヘキサンのみが完全な A[B] 型を示しているが他はいずれも B[B] 型の傾向が多少出ている。Fig. 11 は溶質が酪酸の場合であり、いずれも B[B] 型である。これらの図からわかるごとく、いろいろの系についてはまず m の大小によって A[B] 型と B[B] 型の二つの型にわかれ、その二つの中で KOH 添加のマイナスの影響を受ける度合いの大きい系と小さい系にわかれその様子が若干異っている。たとえば、酪酸 [MIBK] 滴-KOH [水] 系の場合 (Fig. 11 $\otimes$ --- $\otimes$ 参照) は B[B] 型であるが m が小さいので [1] の段階は強く表われるが [2] と [3] の段階がはっきりしない。抽出率の減少も少ない。

5. 結 論

液滴よりの化学抽出の場合は前報の水平連続界面よりの化学抽出の機構に加えて反応物質の添加による抽出速度の減少が起こり、そのため一層複雑になる。本研究においては有機酸 [溶剤] 滴-KOH [水] 系について実験しつぎの結果を得た。

1) ベンゼン中の酢酸を KOH で抽出する場合は m が大きいので KOH の添加による抽出速度の増大はあまり期待できず、

Fig. 9 Extraction rate of butyric acid from benzene drop to KOH aqueous solution for various time of drop formation

Fig. 10 Extraction rate of acetic acid from drop of hexane, MIBK, IPE and butylacetate to KOH aqueous solution

Fig. 11 Extraction rate of butyric acid from drop of hexane, MIBK, IPE and butylacetate to KOH aqueous solution

かえって、速度の減少が起こる。

2) この減少について検討した結果、汚染物質によるものでないことを確かめ、ベンゼン中の濃度と KOH の濃度との比が一定の所で起こることを明らかにし、その考察を試みた。

3) ベンゼン中の酪酸を KOH で抽出する場合は m が小さいので KOH 添加により抽出速度の増加と減少と一定値の三段階のあることがわかった。

4) 他の溶剤の場合も m の大小によりベンゼン酢酸型とベンゼン酪酸型の二つの型に分類できる。また、溶剤の種類によって速度の減少する部分がはっきり表われるものとそうでないものとがあることが明らかとなった。

Nomenclature

C_B : bulk concentration of solute in benzene
[kg-mol/m³]

C_B^* : equilibrium concentration; concentration of solute in dispersed phase corresponding to that in aqueous phase [kg-mol/m³]

C_f : initial bulk concentration of solute in benzene [kg-mol/m³]

C_n : bulk concentration of solute in exhaust solvent [kg-mol/m³]

H. T. U.: height per transfer unit [cm]

k_B : film coefficient of mass transfer in benzene [m/hr]

k_w : film coefficient of mass transfer in aqueous solution [m/hr]

l : height of free rising of drop [cm]

m : distribution coefficient (C_w/C_B) [—]

N : rate of extraction [kg-mol/m²·hr]

N_{od} : over-all number of transfer units for a column based on drop formation [—]

q : concentration of KOH in the bulk of aqueous solution [kg-mol/m³]

q_c : concentration of KOH in the bulk of aqueous solution at the critical point [kg-mol/m³]

s : diffusivity ratio of aqueous phase to benzene phase [—]

v : velocity of free rising drop [cm/sec]

Literature cited

- 1) Fujinawa, K. and Maruyama, T.: *Chem. Eng. (Japan)*, **21**, 75 (1957)
- 2) Fujinawa, K., Nakaike, Y. and Kurihara, T.: *ibid.*, **22**, 420 (1958)
- 3) Fujinawa, K. and Nakaike, Y.: *ibid.*, **22**, 540 (1958)
- 4) Searle, R. and Gordon, K. F.: *A. I. Ch. E. J.*, **3**, 490 (1957)
- 5) Sherwood, T. K. and Wei, J. C.: *Ind. Eng. Chem.*, **49**, 1030 (1957)

Liquid-Liquid Extraction from Drops which is Accompanied by Chemical Reaction

Katsuhiko Fujinawa* and Yasuo Nakaike*

In the previous paper¹⁾ it was shown that the rates of extraction, accompanied by chemical reaction, across an unbroken interface, could be reasonably correlated as expressed by Eqs. (1), (2) and (3).

In this paper, mass transfer accompanied by rapid chemical reaction is studied to make clear the liquid-liquid extraction of acetic and butyric acids from solvent drops. Experimental apparatus is made of glass without any rubber, which contains poisonous matter slightly soluble in KOH aqueous solution into which acetic and butyric acids are to be transferred. Conclusions arrived at may be summarized as follows:

- (1) In the case of acetic acid transfer from benzene drops, the transfer rates do not increase with the addition of KOH in the aqueous phase, but rather, they decrease at a certain value of q (Fig. 2).
- (2) It is made clear that this decrease in transfer rate is not caused by the contamination with the poisonous substances such as reported previously²⁾, and that wherever it occurs, the value of q/C_B is found to be constant.
- (3) In the case of butyric acid transfer from benzene drops, the extraction rate increases with the increase in the value of q , because the resistance in the aqueous solution decreases with the addition of KOH, but above a certain value of q , the extraction rate decreases for the same reason given above. Therefore, the extraction rates can be expressed by q/C_B in three stages as given in Fig. 6.
 - a) When the rate is increasing.
 - b) When the rate is decreasing.
 - c) When the rate is constant.
- (4) In the case of other solvents such as hexane, methyl-isobutyl-keton, isopropyl ether and butyl acetate, the extraction rates are classified, according to the value of m (distribution coefficient of the system), into two types described above for acetic and butyric acids transfer.

* Department of Applied Chemistry, Gumma University