
 講 座

エマルジョンの科学 (IV)

花 井 哲 也*

C マイクロカプセル

C・1 マイクロカプセルとは

マイクロカプセル (microcapsule) という言葉は訳せば“微小な膜袋”という意味になるが、人によっては聞き馴れない言葉と感ずるであろうし、また、流行的新語として記憶に残っている方々もあろう。最近社会問題になっていた PCB 汚染の一つの源になっていたノーカーボン紙、これがマイクロカプセルを利用したものだといえ、すぐ思い出されることだろう。

このノーカーボン紙は、感圧複写紙ともいわれているが、PCB にとかした発色剤を内に包みこんだゼラチン・マイクロカプセルが紙の裏面に塗ってある。紙の表面に字を書くと、その筆圧によってマイクロカプセルが壊れて、粒子内の発色剤が浸み出す。下に敷いてあるもう一枚の紙には、酸性粘土が塗ってあり、上の紙から浸み出した液がこの粘土に触れると、発色するという仕組みになっている。したがってカーボン紙なしで複写できるのである。

PCB 公害につながったのでマイクロカプセルは悪い印象を与えてしまったかも知れないが、正しく上手に使用えばマイクロカプセルは大いに吾々の生活に役立て得るものなのである。

簡単にいえば、マイクロカプセルとは、直径数 μ (ミクロン、 10^{-4}cm) から数百 μ までの大きさの物質粒子の表面を、高分子物質で被覆した微粒子系のことである。この場合、表面を覆っている高分子物質が容器、あるいは袋というわけである。

物質の微粒子をマイクロカプセルで包むことによって、その物質の見かけ上の形状や性質が非常に変わるから、そういう点を利用して多くの用途が考えられる。すなわち、

- (1) 液体が固体膜で包まれるから、粉末として扱える。
- (2) 色のついた物質であっても微粒子で且つ表面を覆うことになるから、外見は白色に見える。
- (3) たがいに関係し合う物質同志を、反応させないで

共存させることができる。

- (4) 揮発性物質、分解しやすい物質、香気物質などを保護し、貯蔵できる。

などの点を活用すれば、医薬品、食品、染料、香料、接着剤などの分野に応用しうることになる。

マイクロカプセルの製法

マイクロカプセルの製法は、工業的スケールのもので含めると十指に余るほどになる。ここではそのうちのコアセルベーション法と界面重縮合法について述べる。マイクロカプセルについての解説的な文献は、最近多く見られるようになった。目にとまった文献をこの章のあとに挙げておく(C・1-C・4)。この解説の内容もこれらの文献から引用させていただいた。

C・2 コアセルベーション法 (Coacervation)

ゼラチン濃度が10% (wt/wt) 程度のゼラチン水溶液を作り、ゼラチンの等電点 (pH 4.8) に調整しておく。この系を 40°C に保ち、エタノールを加えてゆくと、溶液中に微小な液滴が現われはじめる。やがて液滴同志は合一して一つの液層を作るようになる。このように高分子溶液が条件の変化によって2種の液相に分離する現象をコアセルベーションという。すなわち均一相から新しい相が分離する現象である。

飽和食塩水を冷すとき食塩の結晶が析出するという現象に似ているが、コアセルベーションでは新しく発生分離した液相は、高分子の固体相ではなくて、高分子の濃度の高い溶液状態なのである。これと平衡にある元の相では高分子濃度が低くなっている。

このようなコアセルベーション現象を利用して固体微粒子をゼラチンで包むことができる。すなわち、ゼラチン溶液中に固体粒子を分散させておき、この系にエタノールを添加してコアセルベーションを起こさせる。ついで温度を下げると、粒子のまわりにゼラチン膜のついたマイクロカプセルが出来上がる。

またゼラチン溶液中に油を乳化しておき、これにエタノールを加えてコアセルベーションを起こさせる。そし

* 京都大学化学研究所

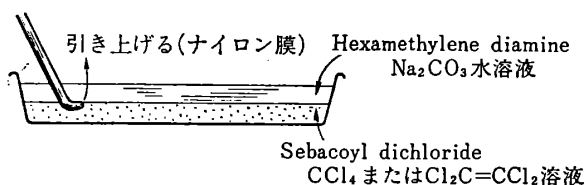
エマルジョンの科学 (IV)

て温度を下げると、油滴をゼラチン膜で包んだマイクロカプセルが出来る。ただし以上のようにゼラチン被覆をしても、系を乾燥させると、カプセルが互いに付着するので、ホルムアルデヒドのような薬品で処理を行って、ゼラチンを不溶化させておく必要がある。

このような方法でニトロセルロース被覆などもできる。コアセルベーション法は、固体粉末のマイクロカプセル処理法として、医薬品類などに応用されている。

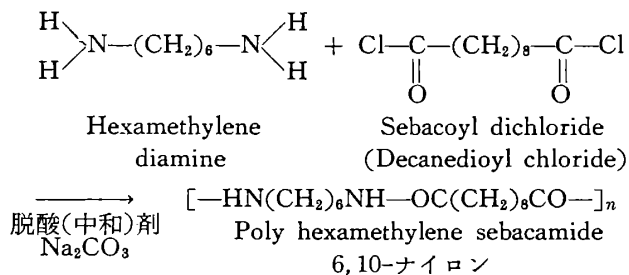
C・3 界面重縮合法 (Interfacial polycondensation)

セバコイルクロライドの四塩化炭素溶液を作り、これを第C・1図のように、平皿に入れる。つぎにヘキサメチ



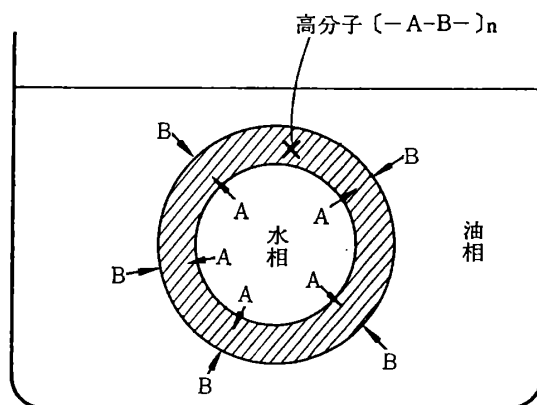
第C・1図 水-油界面でのナイロン膜形成

レン・ジアミンと炭酸ソーダを溶かした水溶液を、さきの四塩化炭素溶液の上に静かに流す。すると、この油相と水相との接触境界面に膜ができている。ガラス棒などでこの境界面の膜を上げることができる。この膜は6, 10-ナイロンと称するナイロンの膜である。このナイロン生成の反応はつぎのようなものである。

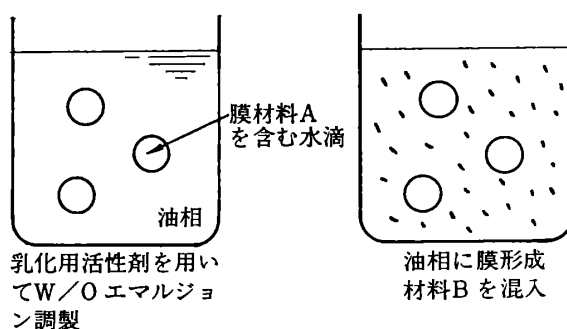


すなわち水相中のヘキサメチレン・ジアミンが油相側に移行して、セバコイル・ジクロライドと重縮合反応を起こして、界面にナイロン膜を作ったのである。重縮合反応は、このように常温、常圧でも容易に進行する。この反応は界面の有機溶媒側で起きることも知られている。そして反応の速度は、均一相中で起きる重縮合反応よりも界面で起きる場合の方が速く、また出来た高分子の重合度も高い。それでこの界面重縮合反応を利用して、マイクロカプセルを作ろうというのである。

W/O エマルジョンを作り、この水-油境界面で界面重縮合反応を行なわせると、水滴を高分子膜で包んだマイクロカプセルとなる。あとで連続相の油を除けば、“水の粉末”が出来る。またあとで油相を水に置きかえれば水/高分子膜/水というエマルジョンにもなる。

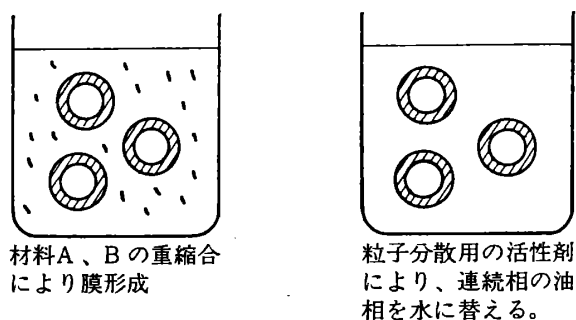


第C・2図 界面重縮合法の原理



(a)

(b)



(c)

(d)

第C・3図 界面重縮合法によるマイクロカプセル調製手順

O/W エマルジョンでナイロン被覆を行えば、油滴のマイクロカプセルが調製できる。

この界面重縮合法によるマイクロカプセル調製の原理は第C・2図のようなものである。膜材料のA、Bをそれぞれ水相および油相から供給して、高分子 $[-A-B-]_n$ の膜を作るのである。第C・3図にその手順を示してある。すなわち、(a)重縮合の材料Aの水溶液のエマルジョンを作る。(b)油相に材料Bを混入する。(c)常温または加熱により材料A、Bが接触して重縮合が進む。(d)外側の油相

を任意の水相にとりかえる。

処方の実例としてポリフタルアミド高分子膜について述べるとつぎのようである。

ジエチレン・ジアミン (別名ピペラジン) 0.4 M, 炭酸ソーダ 0.45 M を含む水溶液を 2.5ml とり, 蒸留水で 2 倍にうすめて 5ml にする (水溶液 A)。これでピペラジン 0.2 M, 炭酸ソーダ 0.225 M 濃度になっている。つぎにクロホルム-シクロヘキサン混合液 (容量比 1 : 3) に乳化剤 Span 85 (Sorbitan trioleate, HLB 1.8) を混入 (容量比で Span 85 を 10%) した液を 25ml とり, これに前記水溶液 A を少しずつ加えて攪拌乳化する。第 C・3 図(a)。A・1・3 項で述べたホモゲナイザーなどを使うのが便利である。別にテレフタロイル・ジクロライド 0.2g をクロホルム-シクロヘキサン (1 : 3) 混合液 25 ml にとかした油相 B を準備する。これは使用直前に調製するのが望ましい。この油相 B を前記の乳化後にさらに加えてゆく。第 C・3 図(b)。これで油相は 50ml であり, 水相は 5ml であるから, 分散粒子濃度 9 % 程度の W/O エマルジョンになっている。この系にはピペラジンとテレフタロイル・ジクロライドはいずれも 0.001Mol ずつ含まれており, 中和剤としての炭酸ソーダは 0.001Mol 含まれるから, 中和には充分な量である。この段階で界面重縮合反応が一応完了している筈なので, (第 C・3 図(c)) 反応を終らせるため, シクロヘキサンを 35ml 加えて薄め, 反応を止める。これでマイクロカプセル形成が終る。つぎに卓上遠心器 (1000r.p.m. 程度) で 3 分間遠心沈澱させ, 上澄み (油相) を捨てる。下方の白色沈積物がマイクロカプセル粒子である。粒子分散用の活性剤として Tween 20 (Polyoxyethylene sorbitan monolaurate,

HLB 16.7) を採用し, これの容量比で 50% の水溶液を作り, その 15ml を加えて, 30 分ほど攪拌する。これで親水性になっているから, 蒸留水 13ml ほど加えれば, 外側の連続相が水になっているマイクロカプセルが約 30ml 調製される。第 C・3 図(d)。

このような処方に準じてすすめられる界面重縮合の材料組合せ例を第 C・1 表に示す。

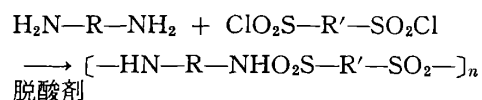
C・4 界面重合法による高分子合成のいろいろ^(C・2)

界面重合法は重合反応の速度が大きく, さらに出来た高分子の重合度も高い。それでマイクロカプセル形成に限らず, 高分子合成法の一つとして界面重合法は広く開発されている。それらはつぎのように多くの高分子を合成するのに役立っている。

1 ポリアミドの合成

- 1-1. $\text{H}_2\text{N}-\text{R}-\text{NH}_2 + \text{ClOC}-\text{R}'-\text{COCl}$
 $\longrightarrow [-\text{NH}-\text{R}-\text{NHOC}-\text{R}'-\text{CO}-]_n$
 脱酸剤
- 1-2. $\text{R}_1\text{NH}-\text{R}-\text{NHR}_1 + \text{ClOC}-\text{R}'-\text{COCl}$
 $\longrightarrow [-\text{R}_1\text{N}-\text{R}-\text{NR}_1\text{OC}-\text{R}'-\text{CO}-]_n$
 脱酸剤
- 1-3. $\text{HClH}_2\text{N}-\text{R}-\text{COCl}$
 $\longrightarrow [-\text{NH}-\text{R}-\text{CO}-]_n$
 脱酸剤

2 ポリスルホンアミドの合成



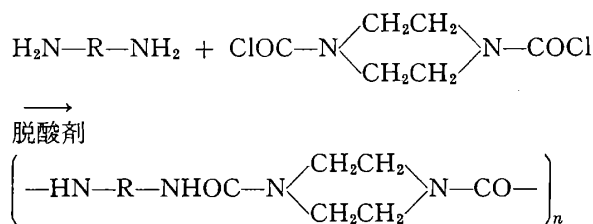
3 ポリ尿素の合成

- 3-1. $\text{H}_2\text{N}-\text{R}-\text{NH}_2 + \text{COCl}_2$
 $\longrightarrow [-\text{HN}-\text{R}-\text{NHCO}-]_n$
 脱酸剤

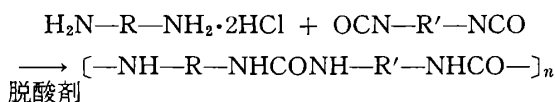
第 C・1 表 界面重縮合によるマイクロカプセル形成の材料組合せ例

水相に溶かす A [Amine]	油相に溶かす B [Di-acid chloride]	溶 (油 相)	脱酸・中和用 アルカリ (水相に溶かす)	カプセル形成高分子
(1) Hexamethylene diamine $\begin{array}{c} \text{H} \\ \diagup \\ \text{N}-(\text{CH}_2)_6-\text{N} \\ \diagdown \\ \text{H} \end{array}$	Sebacoyl chloride (Decanedioyl chloride) $\begin{array}{c} \text{Cl}-\text{C}-(\text{CH}_2)_8-\text{C}-\text{Cl} \\ \parallel \quad \parallel \\ \text{O} \quad \text{O} \end{array}$	$\text{Cl}_2\text{C}=\text{CCl}_2$	Na_2CO_3	Poly hexamethylene sebacamide (6, 10-ナイロン) $[-\text{HN}(\text{CH}_2)_6\text{NH}-\text{C}-(\text{CH}_2)_8-\text{C}-]_n$ $\parallel \quad \parallel$ $\text{O} \quad \text{O}$
(2) Hexamethylene diamine $\begin{array}{c} \text{H} \\ \diagup \\ \text{N}-(\text{CH}_2)_6-\text{N} \\ \diagdown \\ \text{H} \end{array}$	Adipoyl chloride (Hexanedioyl chloride) $\begin{array}{c} \text{Cl}-\text{C}-(\text{CH}_2)_4-\text{C}-\text{Cl} \\ \parallel \quad \parallel \\ \text{O} \quad \text{O} \end{array}$	$\text{Cl}_2\text{C}=\text{CCl}_2$	NaOH	6, 6-ナイロン $[-\text{HN}(\text{CH}_2)_6\text{NH}-\text{C}-(\text{CH}_2)_4-\text{C}-]_n$ $\parallel \quad \parallel$ $\text{O} \quad \text{O}$
(3) Diethylene diamine (Piperazine) $\begin{array}{c} \text{H}-\text{N} \begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2 \end{array} \text{N}-\text{H} \end{array}$	p-Phthaloyl chloride $\begin{array}{c} \text{Cl}-\text{C} \begin{array}{c} \diagup \quad \diagdown \\ \text{C}_6\text{H}_4 \end{array} \text{C}-\text{Cl} \\ \parallel \quad \parallel \\ \text{O} \quad \text{O} \end{array}$	CHCl_3	Na_2CO_3	Poly phthalamide $\left[-\text{N} \begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2 \end{array} \text{N}-\text{C} \begin{array}{c} \diagup \quad \diagdown \\ \text{C}_6\text{H}_4 \end{array} \text{C}- \right]_n$ $\parallel \quad \parallel$ $\text{O} \quad \text{O}$

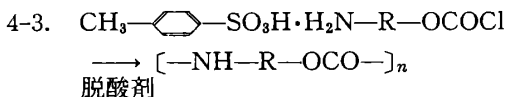
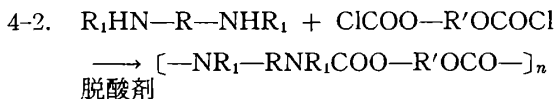
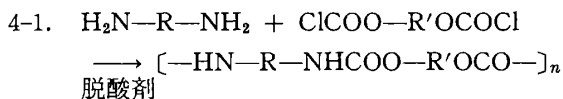
3-2.



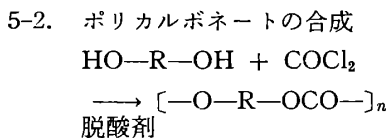
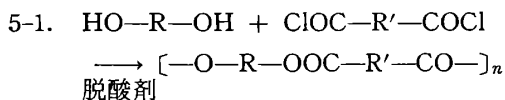
3-3. (界面重付加反応)



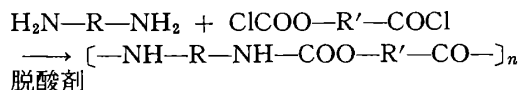
4 ポリウレタンの合成



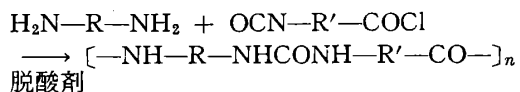
5 ポリエステルの合成



6 ポリアミドウレタンの合成

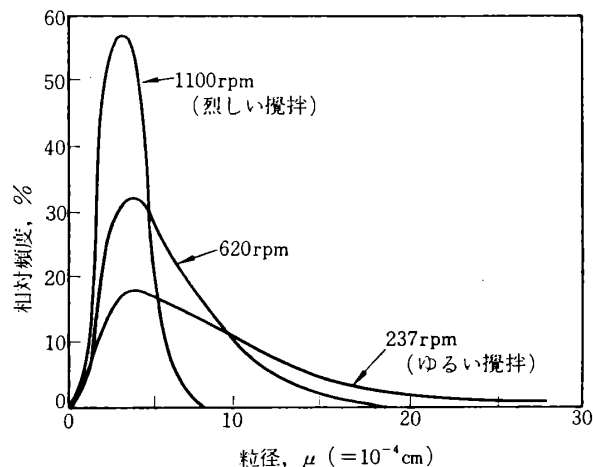


7 ポリアミド尿素の合成

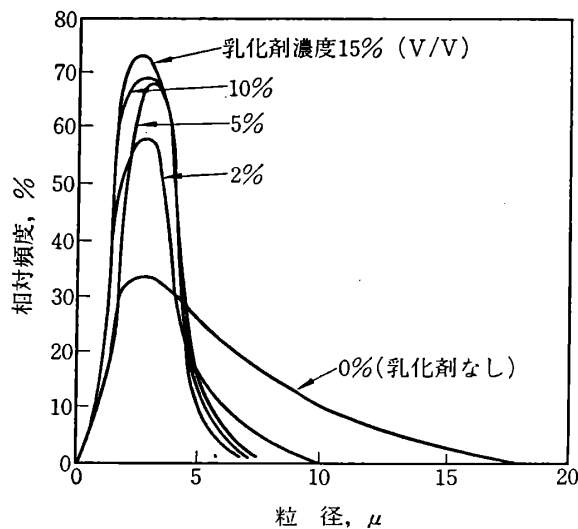
C・5 マイクロカプセルの粒径分布^{C・4)}

マイクロカプセル調製の手順を思い出せばすぐ気づくように、まず W/O 型エマルジョンを作って、つぎにその粒子表面を界面重縮合反応による高分子形成でかためる。したがってあらまははじめの W/O 型エマルジョンの粒子径がマイクロカプセル粒径に移行すると考えられる。ゆえに使用乳化剤の種類、濃度および乳化のための攪拌速度などがマイクロカプセルの粒径やその分布をきめる要素となる。この方面については、東京理科大学の近藤保教授の研究が豊富に発表されているので、それを紹介する。

第 C・4 図には、乳化剤を用いずに機械的攪拌のみによ



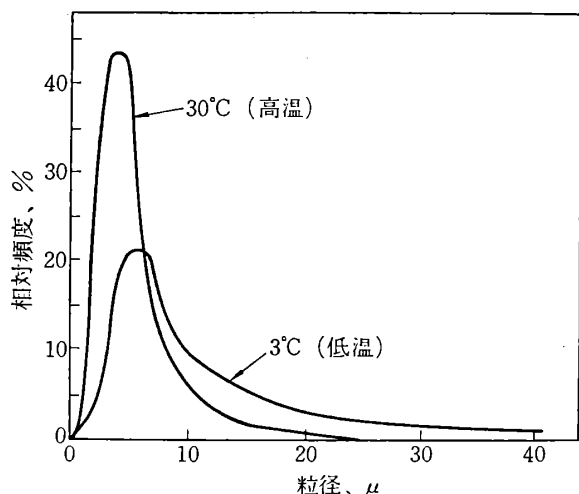
第 C・4 図 ポリヘキサメチレン・フタルアミドのマイクロカプセルの粒径分布。乳化剤なし



第 C・5 図 ポリヘキサメチレン・フタルアミドのマイクロカプセルの粒径分布におよぼす乳化剤濃度の効果。攪拌速度は一定(620r.p.m.)。乳化剤は Span 85

ってポリヘキサメチレン・フタルアミドのマイクロカプセルを調製した場合の粒度分布を示してある。乳化のための攪拌が烈しいほど、粒子径の分布は狭くなり、且つ平均粒子径も小さくなる。すなわち粒子径が小さくて揃ったものになる。

つぎに乳化攪拌速度を一定にして、乳化剤濃度をいろいろ変えた場合の、マイクロカプセルの粒度分布を第 C・5 図に示す。この結果によれば、乳化剤なしの場合には粒子径分布は広がっているが、乳化剤(Span 85)をわずか 2% 使用すれば急に粒径分布は狭くなる。さらに 5% 以上使用しても粒径の分布状態はほとんど変わらない。したがって攪拌を烈しくする(第 C・4 図)かわりに、乳化剤を 5~10% 使用すれば(第 C・5 図)、大体 3 μ 程度の均一粒径の状態が得られることになる。



第C・6図 ポリエーテル・マイクロカプセルの粒径分布に対する調製温度の影響
 乳化剤濃度 10%(v/v), 攪拌速度 620r.p.m.,
 平均粒径: $5.07\mu(30^\circ\text{C})$, $9.94\mu(3^\circ\text{C})$

以上はマイクロカプセルの粒径分布が、はじめの W/O 型エマルジョン生成時の粒径分布と関連するような知見である。ところが乳化条件を同一に保っても、界面重縮合反応の起きるときの温度を変えると、粒径分布が変ることも知られている。ジエチレン・ジアミンと 2,2'-ジクロロジエチルエーテルの界面重縮合反応によって得たマイクロカプセルの粒径分布は第C・6図のようになる。すなわち重縮合反応を 30°C という高温で進めた場合は、粒径分布は狭く、かつ平均粒径も約 5μ という小さな値である。ところが 3°C という低温で反応をすすめると、粒径分布は広がり、平均粒径は約 10μ というように大きくなる。

一般に低温においては、重縮合反応がおそくなり、その重合度も低い。それではじめの W/O エマルジョンの水粒子の表面を高分子で覆う程度が不十分になる。すると、前出A・2・5項で述べたエマルジョンの安定性が悪くなり、時間が経つと粒子の合一を起こしやすい。このために第C・6図に見られるような重縮合温度の影響が現れたものと考えられている。

以上のいろいろな結果をまとめると、界面重縮合反応を利用したマイクロカプセル調製では、適当に高温で、乳化剤を使用し、攪拌することにより、粒径が小さく且つその分布も狭い粒子群の標品を得ることができる。

C・6 マイクロカプセル膜のイオン透過性^{C・4)}

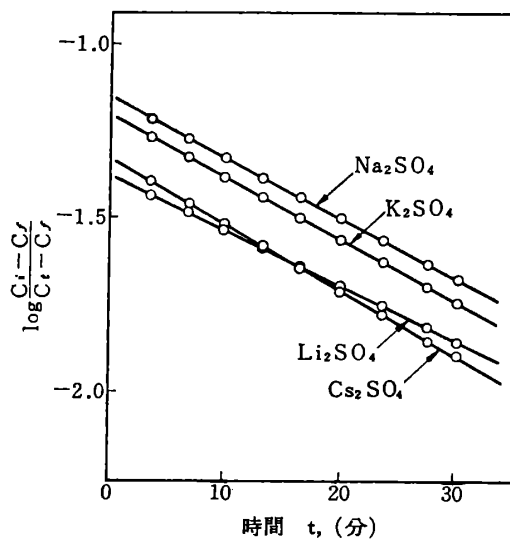
マイクロカプセルの壁膜の厚さは $100\sim 200\text{\AA}$ ($\text{\AA}=10^{-8}\text{cm}$) 程度であり、いろいろなイオンが透過しうる。これは応用上重要な性質である。

このイオン透過率の測定には、水相の導電率がイオンの濃度にはほぼ比例するという特性を利用する。一定量の

含水マイクロカプセル分散液に、一定濃度の電解質水溶液を既知の体積だけ加えて混合する。その後の混合系全体の直流導電率の時間的变化を記録する。電解質がマイクロカプセル中に拡散してゆくにつれて導電率は減少する。電解質濃度が導電率に比例するとして、この減少の割合から電解質の透過率が求められる。透過の定常状態で、Fick の法則を用いると、

$$\log \frac{C_i - C_f}{C_i - C_f} = -\frac{1}{2.303} \cdot \frac{C_i A P}{C_f V_m} t \quad (\text{C} \cdot 1)$$

の関係が成り立つ。ここで C_i , C_f はそれぞれマイクロカプセルの外部溶液の時刻 0, t および ∞ における電解質濃度であり、 V_m と A はそれぞれ測定したマイ



第C・7図 ポリフタルアミドのマイクロカプセル系の外部水相の電解質濃度の時間的变化

第C・2表 マイクロカプセルの物質透過率

カプセル壁膜材料	通過物質	透過率(cm/sec)
Polyphthalamide ^{C・3)}	Li_2SO_4	1.80×10^{-8}
	Na_2SO_4	1.90×10^{-8}
	K_2SO_4	1.93×10^{-8}
	Cs_2SO_4	2.08×10^{-8}
Polyurethane ^{C・1)}	LiCl	4.2×10^{-8}
	NaCl	5.0×10^{-8}
	CsCl	5.3×10^{-8}
	NaBr	5.2×10^{-8}
	Na_2SO_4	4.7×10^{-8}
	Na_2CrO_4	3.3×10^{-8}
Nylon ^{C・1)}	尿素	2.01×10^{-4}
	クレアチニン	6.1×10^{-5}
	尿酸	1.9×10^{-5}
	クレアチン	7.5×10^{-5}
	グルコース	5.4×10^{-5}
	蔗糖	3.7×10^{-5}
	アセチルサリチル酸	3.2×10^{-5}

クロカプセルの全体積と全表面積、 P は透過率である。 $(C \cdot 1)$ 式によると $\log[(C_i - C_f)/(C_i - C_f)]$ と t との関係が直線になり、その負勾配から P を算出できることになる。

第C・7図はその実測例である。この直線の勾配から求めた透過率を、他の実測例と共に第C・2表にまとめてある。今後マイクロカプセル膜材料や処理法などの研究が進展すれば、これら透過率の値もいろいろと人為的に制御できるようになるであろう。

C・7 マイクロカプセルの応用分野^{C・2)}

マイクロカプセルは外部分散媒質を除去すれば固体粉末状であり、水や油などの液体に分散させれば、エマルジョンまたはサスペンションの外観を呈する。すなわち白濁乳状液態である。内部に包まれている物質は、粒子表面の高分子膜でおおわれているため、外部に出ない。さらに何らかの手段によって粒子表面の高分子塗膜をこわすと、内部の物質は外部に現われてそれぞれの効果を示す。このような特性を活用することにより、いろいろな応用が考えられる。

イ) 医薬品

くすりの粉末粒子を適当な高分子物質でマイクロカプセルとして覆うことにより、舌の上で溶けるときの苦味を減らしたり、胃または腸などで特定の消化液に触れて始めて溶解してくすりの作用が現われる、というような制御ができる。これはすでにマイクロカプセルでなくても、苦い粉ぐすりをオブラートに包んで吞むとか、直径5mmくらいの大いカプセルに包んだくすりとして、日常用いられているところである。マイクロカプセルに包むことによって、湿気や酸素を遮断することにより、変質しやすい薬の保存安定度を維持することにも役立つ。

ロ) 食 品

液状またはペースト状の植物油脂類をマイクロカプセルで包むと、常温では砂糖のように取り扱える。そして調理のときに加熱すると、カプセル壁材料が融解して液状の油となる。

食品の調理に際してよく使われる香料材料(エッセンス、コーヒーフレーバーなど)は大い蒸発や昇華しやすいので、長期保存がむずかしい。しかしこれら香料物質をマイクロカプセルで包んで保存しやすくし、使用時には湯に混ぜるか、加熱することによって、カプセル壁をとかし去れば、新鮮な香気を発散するという工夫も考えられる。

マイクロカプセル化した重曹や、酒石酸などを混ぜこんだ煉り粉(Dough)は冷凍食品なみに扱える。必要ときこのDoughをオーブンに入れて加熱することによ

り、カプセルをとかすと、重曹などから炭酸ガスを発生して、ふくらしの作用を発揮し、そのままパン、ビスケットとして焼き上るというのも便利である。

ケーキ、キャンディー、チューインガム、歯みがきなどにマイクロカプセルを応用すれば、いずれも噛みしめたときに香気を出すようにもできよう。

ハ) 色素、染料

このマイクロカプセルの解説のはじめに触れたノーカーボン紙は、圧力を加えてカプセルをこわすと発色するという仕掛けである。光や熱線によってカプセルが熔けると中の色素がにじみ出して色となるような感光記録紙も作られている。子供のおもちゃとしての“あぶり出し”などにも応用できる。

ニ) 香 料

食品の項でも触れたことであるが、香料物質をマイクロカプセルで包んで保護すれば、比較的長期の保存に耐える。そして必要なときにカプセルを指などで押しつぶせば香気を活用できる。

香料物質をマイクロカプセル被覆したものをティッシュペーパーに抄き込んでおくと、使用するときペーパーを手で揉むくらいの加圧により、カプセルはこわれて、内部物質の香気が現われる。あるいはまたレモンの宣伝用チラシ、香水の宣伝広告物などの一部にその香気物質のマイクロカプセルを塗布しておく。そしてその広告物を読むときに、塗布部分を指や爪でこすれば、広告品の香りも“試嗅”できることになる。

マイクロカプセル化されたメントール油をフィルターとタバコの間部分につけておく。そのままでは通常のタバコ同様に味わえるが、カプセル添加部分を強くつまむとカプセルがこわれてメントールタバコになるというタバコも売り出されているそうである。

ホ) 接着剤

粘着能力を持つ物質をマイクロカプセル化して封筒の口などに塗っておく。使用の時に爪でこするか、少し火にあぶると、カプセルがこわれて粘着剤が利き、封がで

きる。あるいは接着用物質とその溶剤を別々にマイクロカプセル化した後、混合し、紙に塗っておく。爪でこすればカプセルが破れて粘着性の糊として働く。これは感圧、感熱型接着剤といえる。

ヘ) 農 薬

マイクロカプセル壁材料が、水分などで適当に時間をかけて徐々に溶けるように仕組めば、殺虫用、除草用農薬なども遅効性、持続性などをうまく制御できる。

各種肥料成分を適当にマイクロカプセル化して、混合

したものを種播きのときに与えておくと、チッソ、カリ、リンなどのそれぞれが植物成長の必要な時期に自動的に効き出すという“完全自働肥料”も可能であろう。

このようにマイクロカプセルの応用は多方向にわたる。このなかにはすでに製品化されているものもあり、まだ実用化されていないものもある。いずれにしてもうまく応用するためには、要求される特性をみだし、また人に害を及ぼさないような、物質や手順を発見してゆかねばならないだろう。今後の発展が期待される分野である。

参考文献

- C・1) 松浦良平・近藤 保編：“応用コロイド科学”
第3章 マイクロカプセル，広川書店
- C・2) 特集 マイクロカプセル，化学と工業 22
No. 10 (1969)
- C・3) 近藤 保：マイクロカプセル，現代化学 1973
年 1月号 第8頁
- C・4) 近藤 保：“コロイド科学序論”第5章 エマ
ルジョンとマイクロカプセル，三共出版，
(1972)

新 刊 紹 介

川島 四郎 著 「炊飯の科学」

(A 5版 160 ページ 定価 1,000 円 光生館)

◆日本の食事の研究ということになると、炊飯について科学的な研究を行うことが必要であろう。調理科学という点からみても、炊飯についての研究がもっともって行われても良いと思う。

◆今回川島博士が炊飯の科学をまとめられ、長年にわたる著者の炊飯についての研究の成果をわれわれに示されたことは有難いことである。

◆著者の川島博士については色々と著書あるいは雑誌でご承知と思うが、陸軍糧秣本廠において軍用糧食について研究され、「軍用糧食の研究」で農学博士になられたのであるが、この研究の中に炊飯に関する研究

が含まれていると聞いている。

◆本書の内容は16章からなっているが、主なものをあげると、炊飯の歴史、炊飯の問題点、炊飯の実施、米飯の味、米飯の成分と栄養、世界各国の炊飯方式、変わった飯の炊き方などで、この中に著者の調理科学的研究データが盛り込まれている。

◆炊飯に関してはわが国の第一人者ともいべき川島博士の長年にわたる研究の集積と思える本書を、調理科学関係者には是非一読することをおすすめする。

(元山)