

## アルコール・水混合溶液の物性 Properties of Alcohol/water Mixture

9530110 指田 美和  
Miwa Sashida  
指導教官 駒城 素子

### 目的)

現在使用されているドライクリーニング溶剤の5割は石油系溶剤、残りがテトラクロロエチレン、1,1,1-トリクロロエタン、フロン 113 である。これら溶剤は、地球環境汚染の原因になっており、その生産、利用は規制、あるいは禁止されている。そこで、代替溶剤として、アルコールが利用可能ではないかとして、本研究ではその可能性を探ってきた。その結果、アルコール・水の比率が洗浄、染色などに影響を与えることが明らかになったが、その原因については未だ説明されていない。そこで、本研究ではエタノールと2-プロパノールをとりあげ、混合する水の比率を変化させて、アルコール・水混合溶液の物性を調べることにより、洗浄力、抽出力等の種々の応用、発展の可能性を探ることとした。また、炭素鎖長を変えたアルコール数種について物性を調べることにした。

### 方法)

#### <試料>

水：純水（導電率 10  $\mu$  S/cm 以下）  
逆浸透純水製造装置（東京理化）  
プレフィルター→逆浸透膜（有機化合物除去）  
→イオン交換樹脂（脱イオン）  
エタノール：試薬特級（関東化学）  
2-プロパノール：試薬1級（関東化学）  
1-プロパノール：試薬1級（和光純薬）  
1-ブタノール：試薬特級（関東化学）  
メタノール：試薬1級（関東化学）  
ヘキサノール：試薬特級（和光純薬）  
以上をそのまま使用した。

#### <物性測定>

##### (1) 表面張力

測定法：Wilhelmy プレート法  
（島津表面張力計 ST-1）  
測定環境：20℃, 50%rh

##### (2) 導電率

測定法：交流ブリッジを用いた零位法、直読式  
（東亜電波 数字式伝導度計 CM-15 A）

検出用 CELL：CG-201PL

測定環境：25℃, 50%rh

### (3) 粘度

測定方法：毛管粘度計による落下秒数

次式から、落下秒数(s)を使って相対  
粘度  $\eta_{rel}$  を計算した。

$$\eta_{rel} = \frac{\eta_m}{\eta_w} = \frac{S_m}{S_w} \quad \begin{array}{l} m : \text{mixture} \\ w : \text{water} \end{array}$$

使用粘度計：ウベローデ型毛管粘度計

測定環境：25℃（恒温槽）

### 結果と考察)

#### (1) 表面張力

Fig.1 は、アルコール・水混合溶液の表面張力測定の結果である。水の表面張力  $\gamma_w$  は 72.3 dyn/cm、エタノールのそれ、 $\gamma_E$  は 22.6 dyn/cm であり、混合した場合、直線関係とはならず、20wt% 混合まで急激に  $\gamma$  が減少する。これは、約 20wt% まではアルコール分子が液体表面に集まり、それ以上の割合では内部の方にも存在し始めると考えた。これより、アルコールは水に対して少量の添加で大きな影響を及ぼすが、反対に水はアルコールに対して 70% 以下ならさほど影響しないと考えられる。濃度が 10~30wt% のとき、アルコールの種類によって  $\gamma$  に比較的大きな差がでて、鎖長の長い 2-プロパノールの方が少量で  $\gamma$  の低下が著しく、炭素数の違いが原因であると考えられる。

また、純液体 では、アルコールの炭素数増加と、表面張力との間には相関性はなく、ほとんど一定値であった (Fig.4)。したがって、表面張力は、液体表面にある親水基の大きさ（占有面積）によって左右されると考えられる。

#### (2) 導電率

Fig.2 はエタノール・水混合溶液の導電率を示す。水、アルコールとも本来導電性はないが、ここでは水のほうがより高い値を示しており、不純物の影響によると思われる。この2種を混合するとアルコール濃度の増加にともない導電率は直線的に減少するわけではなく、より低い値を示す。このことは、溶液内部では単純な混合より、アルコールの性質の

ほうが強く出てくるものと考えられる。しかも、この関係は段階的に変化しており、アルコール・水間にいくつか形態の異なる相互作用が存在するのではないかということを示唆する。例えば、20~30%に変曲点が現われており、構造の変化が予想される。

また、アルコールの炭素数が増加しても、導電率には大きな影響はないと思われる (Fig.4)。

(3) 粘度

エタノールの粘度測定の結果を Fig.3 に示した。水とエタノールはそれぞれ純液体の場合にはほぼ近い相対粘度  $\eta_{rel}$  の値を示すが、混合すると大きく増加し、 $\eta_{rel}$  はエタノール濃度約 50wt% で極大となった。 $\eta_{rel}$  が大きいということは、物質の拡散が妨げられる、つまり拡散係数が小さいと予想される。アルコール・水混合溶媒で絹を染色すると、エタノール濃度 50wt% ではほとんど染着せず、80~90wt% で染着量が最大になるという現象<sup>1)</sup>と、この  $\eta_{rel}$  とが、何らかの関係があると考えられる。

アルコールの炭素鎖長が大きくなると、著しく粘度が増加する (Fig.4)。これは、分子量増加に伴い分子間力が大きくなったためと考えられる。

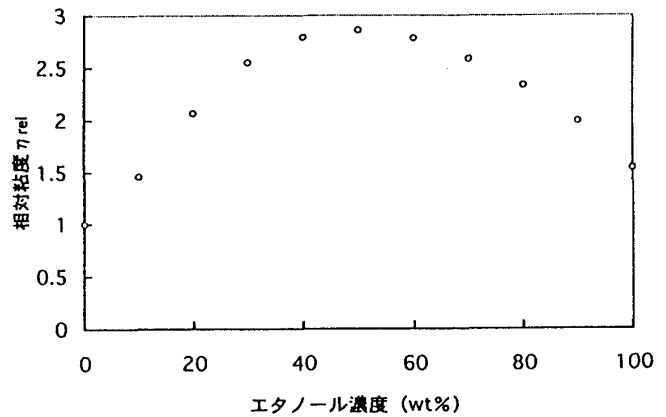


Fig.3 エタノール・水混合溶液の相対粘度  $\eta_{rel}$

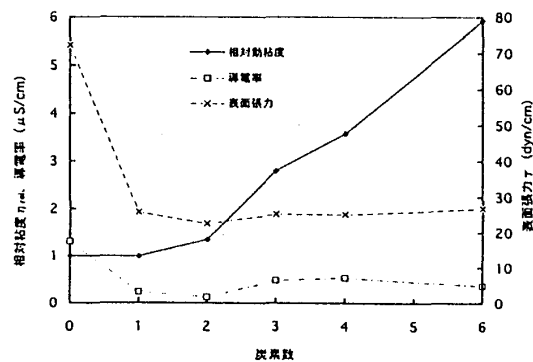


Fig.4 炭化水素鎖の影響

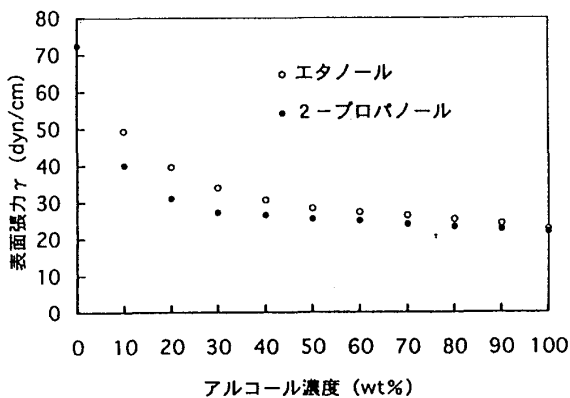


Fig.1 アルコール・水混合溶液の表面張力  $\gamma$

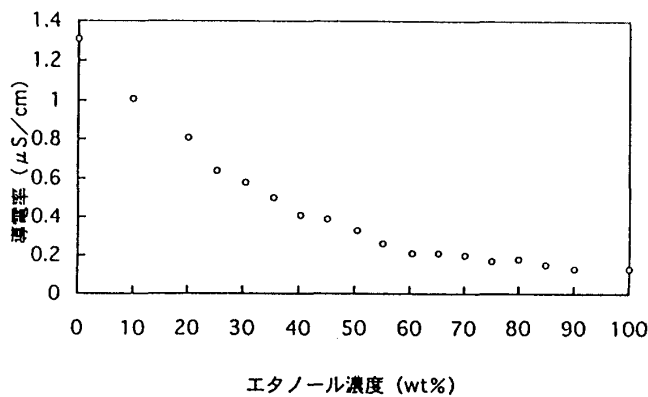


Fig.2 エタノール・水混合溶液の導電率

(4) まとめ

表面張力、および導電率の結果より、アルコール・水間の分子間相互作用の形態は、アルコール濃度 20~30wt% で大きく変化することが推察された。エタノールと水を混合すると、“水の水素結合で生じた空孔にエタノール分子が入り込む構造をとり、その空孔はエタノール濃度約 18wt% で全部塞がってしまう<sup>2)</sup>”ということ を考慮すると、20wt% 前後を境に、それより低い濃度では水の特性が、それ以上の濃度では、エタノールの特性がでると考えられる。つまり、エタノール濃度 20~30wt% の領域は水からエタノールの特性に移る濃度であると推察した。

一方、混合溶液の粘度は、エタノール濃度 50wt% 付近で極大となり表面張力、導電率の変化の挙動とは一致せず、20~30wt% では、特に変わった現象は観察されなかった。今後、エタノールの自己拡散係数を求める等、さらなる検討が必要である。

<引用文献>

- 1) 斐淑姫, 駒城素子, 中島利誠, 織学誌, 48, 704 (1992)
- 2) 上平 恒 『水とは何か ミクロに見たそのふるまい』 講談社