

# 高分子水溶液の結合水に関する研究 (IX)

## 冷菓用安定剤水溶液の結合水量と毛管上昇距離との関係

西 内 豊 道

(教育学部職業科教室)

## Studies on Bound Water in Aqueous Solution of Polymers. (IX)

On the relation between the Bound Water content and the capillarity in aqueous solution of some stabilizers for Ice-cream.

Toyomichi NISHIUCHI

(Laboratory of Polymer Chemistry, Education Faculty, Kochi University)

冷菓用安定剤水溶液希釈系列の結合水量  $\pi$ ,  $\varphi$  ( $\pi$ : 全水分中結合水百分率,  $\varphi$ : 溶質高分子 1g 当りの結合水量) と濾紙毛管上昇距離  $h$  との関係を求めて次の結果を得た。

$\pi$  と  $h$  とは濃度約 0.15% (PGA では約 0.25%) の点で折れた折線となるが、大体反比例の関係にあり、 $\pi = k(12-h)$  ( $k$ : 各試料について定数でグラフの直線の傾斜を表わす) なる関係式が、又  $\varphi$  と  $h$  とは正比例関係にあり、 $\varphi = K + nh$  ( $K$ ,  $n$ : 各試料について定数) なる関係式が少くとも濃度 0.1%~3% の範囲で夫々成立する。之等の直線の傾斜は夫々の試料の解離基間距離に関連を有すると推論した。

### 緒 言

既報<sup>1)</sup> において冷菓用安定剤としての繊維素グリコール酸ソーダ (Na-CMC), アルギン酸ソーダ (Na-Alg), およびアルギン酸プロピレングリコールエステル (PGA) について、その水溶液の希釈系列における結合水量を測定し、更に続報<sup>2)</sup> においてこれ等の濾紙毛管上昇距離を測定し報告した。本報においては同じ試料水溶液の希釈系列における全水分中結合水百分率  $\pi$  および溶質高分子 1g 当りの結合水量  $\varphi$  と濾紙毛管上昇距離  $h$  との関係を求めたのでその結果を報告する。

### 実 験 及 び 考 察

試料および結合水量, 濾紙毛管上昇距離 ( $30^{\circ}\pm 0.2^{\circ}\text{C}$  で 30 分間の液の上昇距離 cm) の測定法並びに測定条件は既報<sup>1,2)</sup> と全く同様である。

各試料水溶液の希釈系列における結合水量  $\pi$  および  $\varphi$  と毛管上昇値  $h$  の測定結果を表 1~表 3 および図 1, 図 2 に示した。

表 1. Na-CMC 水溶液の濃度, 毛管上昇値, 結合水量

%	0	0.06	0.10	0.13	0.18	0.21	0.37	0.50	0.79	1.00	1.50	2.55	3.11
h	12.00	4.33	3.64	3.38	2.73	2.53	1.78	1.45	0.93	0.65	0.42	0.26	0.21
$\pi$	0	3.90	5.35	5.80	6.71	7.23	8.71	9.47	10.86	10.86	10.64	10.64	12.10
$\varphi$	—	—	49.01	45.20	37.31	34.76	23.53	18.70	13.67	11.05	6.99	4.08	3.89

表2. Na-Alg 水溶液の濃度, 毛管上昇値, 結合水量

%	0	0.06	0.10	0.13	0.15	0.25	0.34	0.50	0.60	1.00	1.25	2.50
h	12.00	3.15	2.50	2.22	2.00	1.46	1.21	0.95	0.83	0.50	0.39	0.22
$\pi$	0	3.15	4.28	4.72	5.13	6.40	7.55	8.04	8.09	9.15	9.41	10.03
$\varphi$	—	—	40.60	38.00	34.43	25.70	22.17	15.50	13.42	9.10	7.43	3.91

表3. PGA 水溶液の濃度, 毛管上昇値, 結合水量

%	0	0.06	0.10	0.14	0.19	0.24	0.27	0.39	0.53	0.98	1.41	2.14	2.77
h	12.00	8.35	7.30	6.48	5.73	5.07	4.68	3.56	2.68	1.35	0.71	0.37	0.24
$\pi$	0	2.20	3.30	4.65	6.00	7.00	7.44	8.18	8.64	9.46	9.72	10.02	10.58
$\varphi$	—	—	37.0	32.90	29.89	27.00	28.41	21.08	16.22	9.50	6.80	4.45	3.72

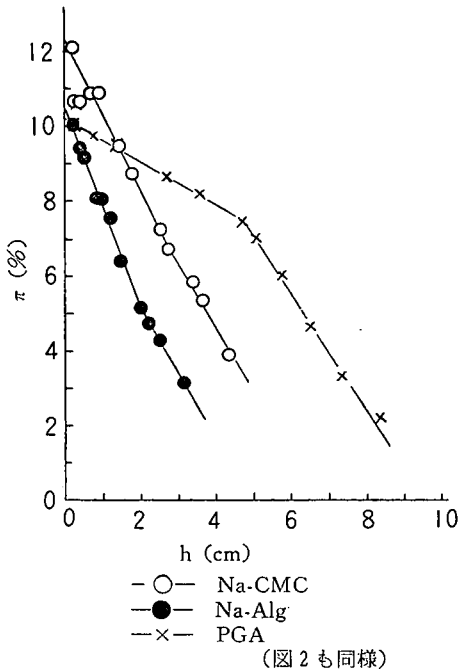


図1. 試料水溶液希釈系列における  $\frac{\text{結合水}}{\text{全水分}}$  (%) と毛管上昇値との関係

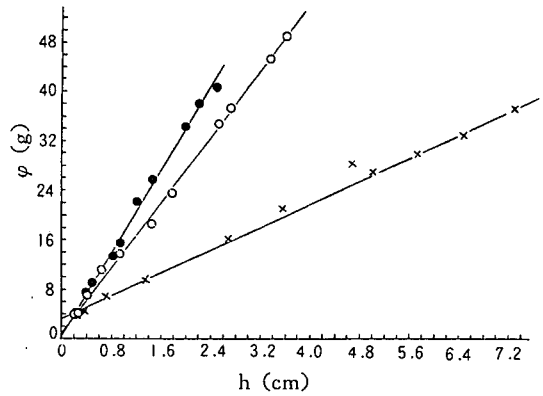


図2. 試料水溶液希釈系列における  $\frac{\text{結合水量}}{\text{試料 1 g}}$  と毛管上昇値との関係

各試料水溶液の希釈系列における全水分中結合水百分率  $\pi$  と濾紙毛管上昇距離  $h$  とのグラフは図1に見る如く、大体において濃度約3%~0.15% (PGAでは約3%~0.25%)の範囲で各試料によって傾斜を異にする直線となり、また約0.15%の点 (PGAでは約0.25%の点) で折れ、大体0.15%~0.06% (PGAでは大体0.25%~0.06%)の範囲で各試料は略々平行な直線となる。すなわちそれぞれの濃度範囲で  $\pi = a - bh$  (但し、 $a, b$  は各濃度範囲並びに各試料によって異なる定数) なる関係式が成立し、 $\pi$  と  $h$  とは大体において反比例の関係にある。なお表より  $\pi = 0$  の時  $h = 12$ , 故に上式は  $\pi = (12 - h)b$  となる。

次にこの折線のなす角度は高分子強電解質である Na-CMC, Na-Alg では小さく, 弱電解質である PGA では大きい。またこれらの濃度溶液の直線の傾斜は Na-Alg, Na-CMC, PGA の順に小さくなり, 解離基間距離に関連している様に思はれる。

次に溶質高分子 1g 当りの結合水量  $\varphi$  と  $h$  との関係を求めると図 2 に示す通り各試料水溶液の希釈系列について直線のグラフを得, この場合にも各試料について少くとも濃度約 0.1% から 3% までの範囲で各希釈系列について  $\varphi = K + nh$  ( $K, n$  は各試料によって異なる定数) なる関係式が成立する。すなわち各希釈系列について  $h$  と  $\varphi$  は正比例関係にある。なおこの定数  $K, n$  の値をグラフから求めて表 4 に示した。  $K$  の値は  $h=0$  の時の  $\varphi$  の値であり,  $n$  の値はこのグラフの直線の傾斜を示している。表に見る如く Na-Alg の  $n$  の値を 10 とした場合の各試料の  $n$  の相対値は各試料単位分子 10ヶ当りの解離基数の平均値と大体において一致している。従って直線の傾斜  $n$  と解離基間距離乃至解離による分子形状の変化との間には何等かの関連性が考えられる。また  $K$  の値は強電解質である Na-CMC, Na-Alg は殆んど 0, すなわちグラフの原点に近いが, 弱電解質である PGA は原点から大分離れている。尤も  $h$  が 0.4 以下では  $\varphi$  の値は直線より小さい値につれていく様に思はれる。

第 4.  $\varphi = K + nh$  式の定数  $K, n$  の値

	K	n	D
Na-CMC	0.9	13 (7.6)	7
Na-Alg	0.2	17 (10.0)	10
PGA	3.3	4.7 (2.8)	2.1

註)  $n$  の項の ( ) の数値は Na-Alg の  $n$  の値を 10 とした時の相対値を示す。

D は各試料単位分子 10ヶ当りの解離基数 (平均値) を示す。

本研究に当り試料の提供を受けた第一工業製薬株式会社並びに鴨川化工株式会社に厚く感謝する。

文 献

- (1) 西内豊道; 高知大学教育学部研究報告, No. 12, 137 (1960)
- (2) 西内豊道; 高知大学教育学部研究報告, No. 13, 149 (1961)
- 西内豊道, 食品工誌, 9, (No. 3), 161 (1962)

(昭和 37 年 7 月 27 日受理)

