



## ポリエチレン・ポリスチレンの流動電位(第1報)

メタデータ	言語: jpn 出版者: 室蘭工業大学 公開日: 2014-06-19 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 八幡, 壽雄, 小松, 藤男, 東海林, 幸義 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10258/3406">http://hdl.handle.net/10258/3406</a>

# ポリエチレン・ポリスチレンの流動電位 (第1報)

八幡寿雄・小松藤男・東海林幸義

## The Streaming Potential of Polyethylene and Polystyrene

Toshio Yahata, Fujio Komatsu, and Yuki Yoshi Shōji

### Abstract

The present writers measured the streaming potential, isoelectric point and degree of swelling by use of deionization water and a lot of pH solution of polyethylene having average molecular weight 22,000, 28,000, 38,000 and polystyrene having average molecular weight 51,000, 56,000, 67,000.

From the results obtained, the streaming potentials of each sample-solution showed hardly and change after a period of about three hours; that is to say, those values remained constant.

The isoelectric points were in the neighborhood of about pH 7.

The degree of swelling somewhat increased in both acid and alkaline solutions.

### I. 緒 言

界面動電圧の測定法には種々あるが、著者らは流動電位法を用い、ポリエチレン、ポリスチレンの $\zeta$ -電位を求めた。

繊維素ならびに高分子繊維の $\zeta$ -電位については若干の報告があるが、そのほとんどが染色と界面動電圧の関係についてのものである。著者らは金丸氏<sup>1)</sup>の報告にあるように繊維素が水中にあるときの $\zeta$ -電位の値、また水中に浸漬したときの時間的に $\zeta$ -電位が変化する様相によって、水における繊維素の水和度または水和作用の進行が鋭く表示されることから、高分子繊維についての親水性、疎水性と $\zeta$ -電位との関係について、また分子量の異なるものについての挙動についての実験を行なった。

### II. 実験装置と方法

#### 1. 実験装置

流動電位測定装置を図-1に示す。

A. セル：測定用セルは硬質ガラス製で、内径 22 mm、長さ 20 mm の円筒形のものを使用した。このセルの抵抗は、島津製コールラウシュブリッジ KR-2 型を使用し測定を行なった。

B. 電極：電極は直径 28 mm、厚さ 1 mm の 14 K に細孔を無数に設けて使用した。

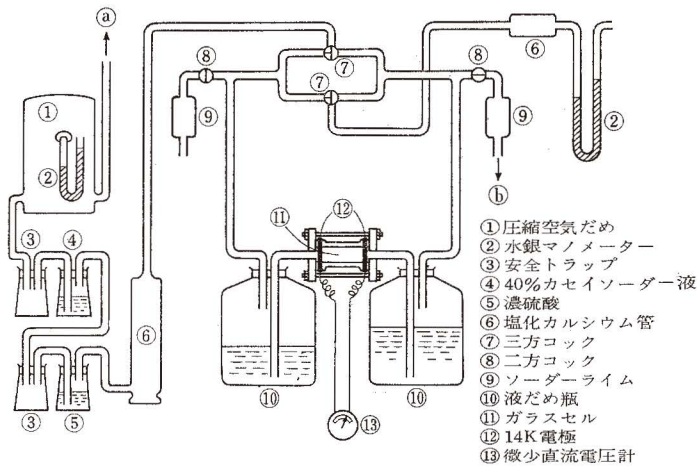


図-1 実験装置

C. 電圧計： 電圧計には、大倉電気製 A・M-1001 A 型微小直流電圧計を使用した。

D. 試料： 試料として用いたポリエチレン、ポリスチレンはいずれも米粒状を繊維にするため加熱溶融し、ノズルより引き出して繊維となし、エタノールで洗浄し、ついで純水で再度洗浄後、75°C、10時間、減圧乾燥器によって乾燥させたものをセルに充填し、測定を行った。

E. 溶媒： 脱イオン水を用い、それに塩酸、水酸化ナトリウム、塩化ナトリウムを加えて pH を調整し、溶媒温度を 20°C とした。

## 2. 実験方法

A. 図-1 に示された通り、⑧ より送られた脱炭酸ガス空気は ⑦ の三方コックにより ⑩ の容量約 20 l の液だめ瓶内の水面を押す。押された溶液は ⑪ のセルを通ってとなりの ⑩ に移動し、その際 ⑫ の電極間に発生した流動電位を ⑬ で読みとる。⑩ にかかる圧力差は ② の水銀マンメーターで読み、液面の高さの補正を加える。

B. 流動電位から  $\zeta$ -電位を算出するのに、Helmholtz-Smoluchowski の式<sup>2)</sup>を用いた。

$$E = \frac{P \zeta D}{4\pi \eta K_s}$$

$E$ ; 流動電位 (mV)

$\zeta$ ; 界面動電位 (mV)

$P$ ; 液体を流す圧力 (cm Hg)

$K_s$ ; この電極間の比電導度 (mho)

$D$ ; 二重層間の導電率

$\eta$ ; 溶媒の粘性係数 (cp)

ζ-電位を求めるには、上式の記号の内  $E$ ,  $P$ ,  $K_s$  は実測値を,  $20^\circ\text{C}$  におけるところの  $D$ ,  $\eta^0$  の値を代入すると次式で示される<sup>4)</sup>。

$$\zeta_{(v)} = 1.0596 \times 10^2 \times E_{Ks} / P$$

上式からわかるように、一つの試料については、圧力  $P$  を変えた場合に発生する流動電位  $E$  は  $P$  に比例するはずである。

本研究においても、図-2 に示されるように  $P$  の適当な範囲では、 $P$  に対する  $E$  はほとんど一直線上にのることを確めた。ζ-電位

の計算には、このような実験条件が満された場合の  $H/P$  から求められた。

C. ζ-電位測定後の繊維試料 ( $20^\circ\text{C}$  の溶液中に6時間浸漬したもの) をすみやかに水洗を行ない、濾紙にはさんで軽く押し、表面の水分を除去してその試料の重量を秤量し、ついで  $-75^\circ\text{C}$ 、24時間減圧乾燥器で乾燥し、その乾燥試料を秤量し、次式により膨潤度を算出した。

$$\text{膨潤度} = \text{膨潤試料重量} / \text{乾燥試料重量}$$

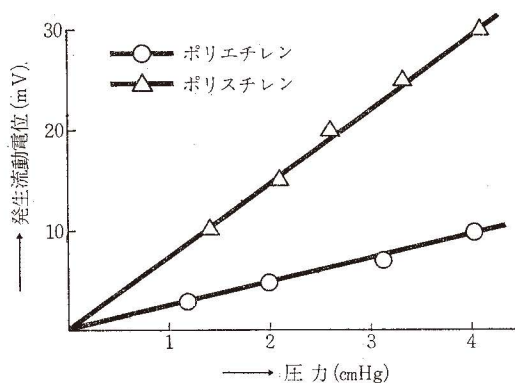


図-2 圧力と発生流動電位

### III. 実験結果

試料の種類、試料の製糸温度と繊維の平均径および繊維をセルに充填する重量を表-1に示す。

表-2は pH 6.1 溶液中にポリエチレンの平均分子量 38,000 の流動電位を、時間毎に測定し ζ-電位を求めた数値を表わしたものである。表中、 $P$  (cm Hg) は溶液を流動せしめたときの圧力、 $E$  (mV) はセルの電極間に発生した電位を表わす。

図-3は表-2を图示したもので、ポリエチレン 38,000 に限らず、ポリスチレンにおいても、ζ-電位の値は各試料によって異なるが、ほとんど同じような曲線が得られた。

表-1 試料の種類と製糸条件

試料	平均分子量	重合度	製糸温度 (°C)	繊維充填量 (g)	繊維平均径 (mm)
Polyethylene	22,000	790	185	1.3	0.15
Polyethylene	28,000	1,000	250	1.3	0.15
Polyethylene	38,000	13,600	245	1.0	0.70
Polystyrene	51,000	490	235	1.5	0.15
Polystyrene	56,000	540	260	1.5	0.15
Polystyrene	67,000	640	275	1.5	0.15

表—2 pH6.1 溶液における polyethylene  
38,000 の時間的变化

30 分浸漬後の測定値  $\zeta=1.04$

P (cm Hg)	E (mV)	E/P
1.29	3	2.30
2.45	5	2.25
3.23	7	2.28
3.81	9	2.33
平均値		2.29

1 時間浸漬後の測定値  $\zeta=1.40$

P (cm Hg)	E (mV)	E/P
1.38	3	2.17
1.97	6	3.05
2.52	8	3.17
3.04	10	3.30
平均値		3.08

1.5 時間浸漬後の測定値  $\zeta=2.55$

P (cm Hg)	E (mV)	E/P
1.70	10	5.80
2.28	12	5.27
2.67	15	5.62
3.33	18	5.41
平均値		5.60

2 時間浸漬後の測定値  $\zeta=2.14$

P (cm Hg)	E (mV)	E/P
1.33	6	4.50
1.86	9	4.83
2.35	11	4.69
3.24	15	4.64
平均値		4.67

3 時間浸漬後の測定値  $\zeta=1.40$

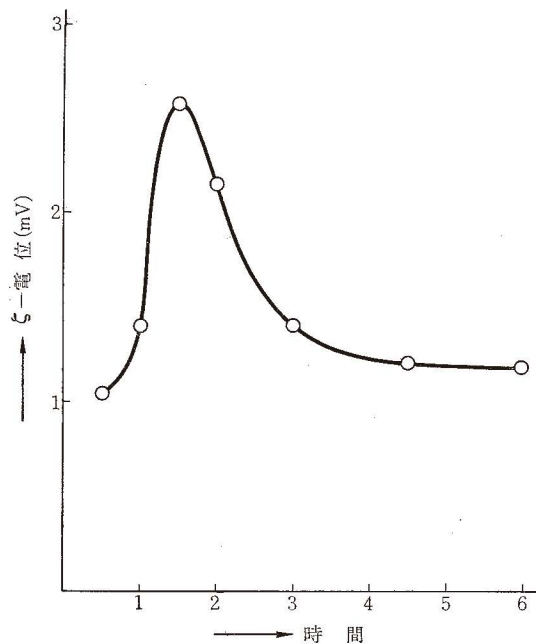
P (cm Hg)	E (mV)	E/P
1.78	5	2.81
2.67	8	3.00
2.96	9	3.04
3.62	12	3.33
平均値		3.08

4.5 時間浸漬後の測定値  $\zeta=1.20$

P (cm Hg)	E (mV)	E/P
1.18	3	2.55
1.67	5	2.99
2.24	6	2.66
3.57	9	2.53
平均値		2.68

6 時間浸漬後の測定値  $\zeta=1.18$

P (cm Hg)	E (mV)	E/P
1.31	3	2.30
1.90	5	2.64
2.48	6	2.43
3.07	9	2.94
平均値		2.62



図—3 pH6.1 における polyethylene 38,000 の  
ζ-電位の時間的变化

表-3 pH と水和容量および膨潤度

試料	pH	$\zeta_0$ (mV)	$\zeta_\infty$ (mV)	$ \zeta_0 - \zeta_\infty $	$\zeta_{\max}$ (mV)	$ \zeta_{\max} - \zeta_\infty $	等電点	pH	膨潤度
Polyethylene 22,000	5.8	23.1	26.8	3.7	37.2	10.4	7.0	2.5	1.28
	6.8	16.0	16.0	0	18.4	2.4		4.5	1.27
	7.1	-2.3	1.1	1.2	3.2	2.1		6.8	1.23
	7.6	-10.6	7.7	2.9	11.1	3.4		9.1	1.24
Polyethylene 28,000	5.5	14.1	13.9	0.2	20.1	6.2	6.1	2.5	1.26
	6.0	1.6	2.0	0.4	7.4	5.4		4.5	1.25
	6.7	-9.7	12.3	2.6	16.6	3.3		6.8	1.24
	7.5	-14.4	19.0	4.6	22.4	3.4		9.1	1.25
	8.9	-11.8	25.6	13.8	29.7	4.1			
Polyethylene 38,000	5.0	1.9	1.5	0.4	3.2	1.7	6.9	2.5	1.26
	6.1	1.0	1.2	0.2	2.6	1.4		4.5	1.21
	6.8	0.5	0.3	0.2	0.9	0.6		6.8	1.21
	7.5	-1.1	1.4	0.3	2.6	1.2		9.1	1.21
	9.0	-3.4	2.3	1.1	6.0	3.7			
Polystyrene 51,000	4.8	42.6	41.1	1.5	47.7	6.6	6.8	2.5	1.23
	6.0	27.8	26.9	0.9	31.7	4.8		4.5	1.23
	7.0	-1.8	2.8	1.0	4.0	1.2		6.8	1.23
	8.0	-9.2	11.9	2.7	19.8	7.9		9.1	1.23
Polystyrene 56,000	6.0	49.4	41.8	7.6	59.6	17.8	6.7	2.5	1.31
	6.6	8.7	5.5	3.2	11.4	5.9		4.5	1.25
	7.5	-26.2	25.0	1.2	33.0	8.0		6.8	1.24
	8.3	-32.5	30.4	2.1	42.8	12.4		9.1	1.26
Polystyrene 67,000	6.0	38.2	37.6	0.6	41.1	3.5	7.3	2.5	1.25
	6.8	24.4	29.6	5.2	37.2	7.6		4.5	1.24
	7.3	-1.5	2.1	0.6	3.5	1.4		6.8	1.24
	7.8	-6.8	11.2	3.4	16.2	5.0		9.1	1.28
	8.6	-11.4	15.3	3.9	20.0	4.7			

試料を液中に浸漬した直後の $\zeta$ -電位は、セル内の気泡を去除するために測定は困難であった。そのため30分浸漬後の $\zeta$ -電位を本研究は $\zeta_0$ (mV)とした。

各試料について測定した結果では、 $\zeta$ -電位は浸漬後3時間を経過するとほとんど一定値を示したので、浸漬後6時間経過したものを $\zeta_\infty$ (mV)とした。また $\zeta$ -電位の最高値を $\zeta_{\max}$ (mV)とした。

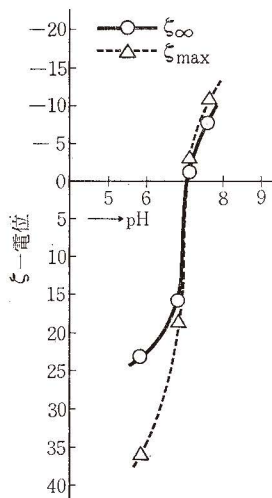


図-4-a polyethylene 22,000  
の等電点

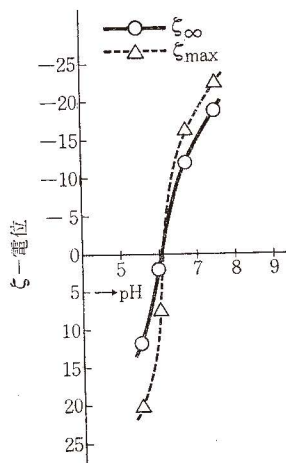


図-4-b polyethylene 28,000  
の等電点

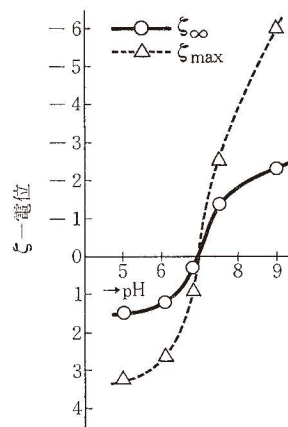


図-4-c polyethylene 38,000  
の等電点

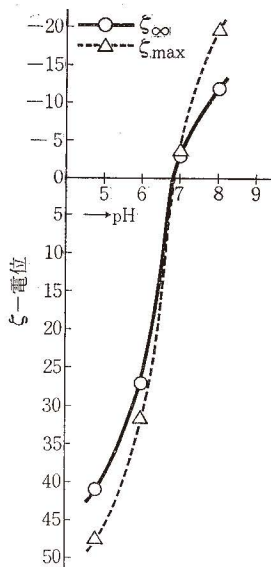


図-4-d polystyrene 51,000  
の等電点

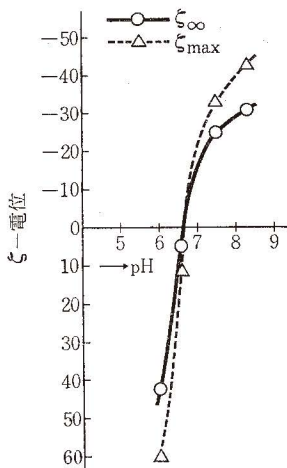


図-4-e polystyrene 56,000  
の等電点

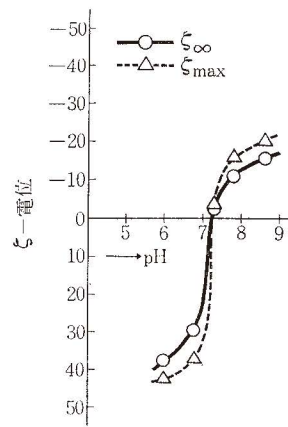


図-4-f polystyrene 67,000  
の等電点

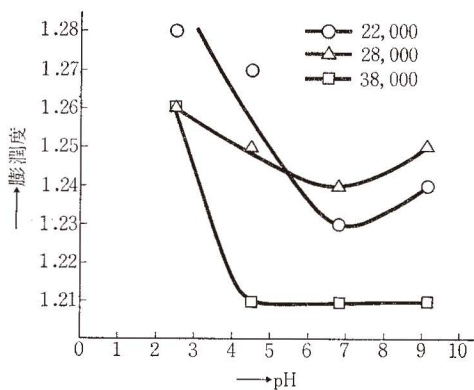


図-5-a polyethylene の pH と膨潤度の関係

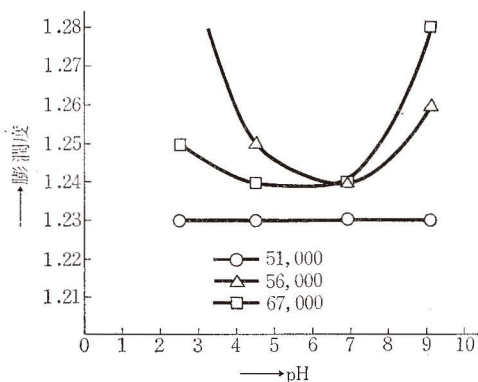


図-5-b polystyrene の pH と膨潤度の関係

各試料について、種々の pH 溶液について  $\zeta$ -電位を測定した結果、pH 濃度によって  $\zeta$ -電位の正負が逆になるので、pH 濃度による  $\zeta$ -電位の関係を、図-4-a から 図-4-f に示す。 $\zeta_{\infty}$  の曲線と  $\zeta_{\max}$  の曲線との交点は横軸の pH 線上において一致し、図より等電点が得られた。

表-3 は各 pH 濃度における  $\zeta_0$ ,  $\zeta_{\infty}$ ,  $\zeta_{\max}$ , 水和容量すなわち  $\zeta_0 - \zeta_{\infty}$  の値と、本研究においては  $\zeta_0$  の測定値が 30 分後のものであるために、比較参考の値として、さらに  $\zeta_{\max} - \zeta_{\infty}$  を求め、膨潤度との検討のために表わしたものである。

また、pH と膨潤度との関係は 図-5-a および 図-5-b に示される。

#### IV. 考 察

表-3 より、ポリエチレン 28,000 の等電点 6.1 を除いては、ほとんどが等電点に近くなっている。また、図-5 より、等電点に近いところでは膨潤度はポリエチレン、ポリスチレン共に分子量の如何にかかわらず最小値が示されている。

ポリエチレンにおいては、分子量 38,000 の試料のみが酸性側において膨潤度大であるが、アルカリ側に移行しても他のものより膨潤度は低く増大を示していない。このことは  $\zeta_0 - \zeta_{\infty}$  の値および  $\zeta_{\max} - \zeta_{\infty}$  の値からして、ポリエチレン 38,000 はポリエチレンの 22,000, 28,000 のそれに比してあまりばらつきを示していないことから一つの傾向として、各 pH における  $\zeta_0 - \zeta_{\infty}$  の値に大差のない場合は膨潤度にもあまり変化はなく一般に低いと考えられる。

ポリスチレンにおいては、分子量 51,000 の試料の  $\zeta_{\max} - \zeta_{\infty}$  の値は多少問題があるが、 $\zeta_0 - \zeta_{\infty}$  はあまり大差はなく膨潤度も他の 56,000, 67,000 に比して低く酸性側においても、アルカリ側においても変化は示していない。

(昭和 41 年 8 月 31 日, 日本化学会, 日本分析化学会北海道支部大会 (室蘭) にて講演)

(昭和 42 年 4 月 28 日受理)



## 文 献

- 1) 金丸 競：工化誌, **39**, 517 (1963).
- 2) M. Smoluchowski: Phys, Z. **9**, 529 (1905).
- 3) International Critical Table: **V**, 10.
- 4) D. R. Briggs: J. Phys. Chem, **32**, 641 (1928).