

SEPARATION REPORT

TSKgel PW タイプによる水溶性高分子の GFC 測定 (2) — PW_{XL} シリーズを用いて—

— 目 次 —

	ページ
1. はじめに	1
2. PW _{XL} シリーズの各グレードの較正曲線、理論段数、分画範囲	1
3. PW _{XL} シリーズと PW シリーズとの性能比較	3
4. PW _{XL} シリーズの分離性能に対する溶離条件の影響	4
流速の影響	4
温度の影響	4
試料溶液濃度の影響	4
試料注入量の影響	5
5. 理論段数と分離率の関係	6
6. GPC法によるMw/Mn、Mz/Mwの理論段数依存性、 および溶液濃度依存性	6
7. TSKgel GMPW _{XL} を用いたGPC/LALLS(低角度光散乱光度計)に よる分子量測定	8
8. GPC/LALLS法によるMn、Mw、Mzとその理論段数依存性	9
9. 水溶性高分子のGPC測定における溶離液の選択	10
10. おわりに	13

1. はじめに

この十数年の間、高速GPC、GFCは、測定が容易であること、再現性が良好であるのに加えて測定時間が短いということで急速に普及してまいりました。

表1のGPC、GFC用充填剤の開発年表で示しますように、東ソー(株)は世界に先駆けて有機溶媒系、水溶液系の高速GPC、GFCカラムを開発してきました。

最近の分析機器の高速化、高感度化、省略化が望まれる時代を背景に、有機溶媒、水溶液系においても高速—高分離能カラムを発売してきております。

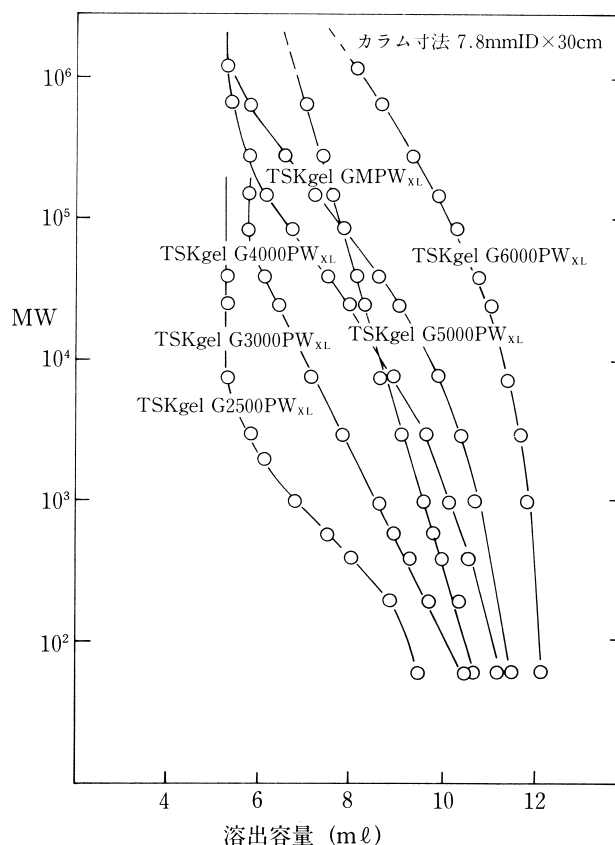
ここでは水溶液系高性能高速GPCカラムPW_{XL}シリーズの分離性能、およびPW_{XL}シリーズを用いた応用例について紹介します。

表1 GPC、GFC用充填剤開発年表

時代の背景		
昭和45年	有機溶媒系GPC用充填剤 S、Hタイプの開発	石油化学工業の繁栄
50	水溶液系GFC用充填剤 SW、PWタイプの開発	オイルショック 高付加価値製品産業の発展
55	分取用GFC用充填剤 トヨパールの開発 高理論段数GPC、GFC 用充填剤カラムの開発	分析機器の高速化、高感度化、省力化

2. PW_{XL}シリーズの各グレードの較正曲線、理論段数および分画範囲

図1に、東ソー(株)で販売しています標準ポリエチレンオキシド (PEO) SEシリーズを用いたPW_{XL}シリーズのカラム1本での較正曲線を示しました。従来のPWシリーズには無いTSKgel GMPWを加えています。TSKgel GMPWは分子量及び分子量分布の評価に適するように、ポアサイズの異なるいくつかのグレードを混合して較正曲線が広い分子量範囲で直線となるように設計されているカラムです。又、TSKgel G2500PWも加えてありますが、このグレードは従来のTSKgel G2000PWが持っているイオンの特異性を大幅に改良し、分離性能は、そのまま維持しているカラムです。(詳細は、セパレーションレポートNo.37をご参照ください。)



資料；標準ポリエチレンオキシド

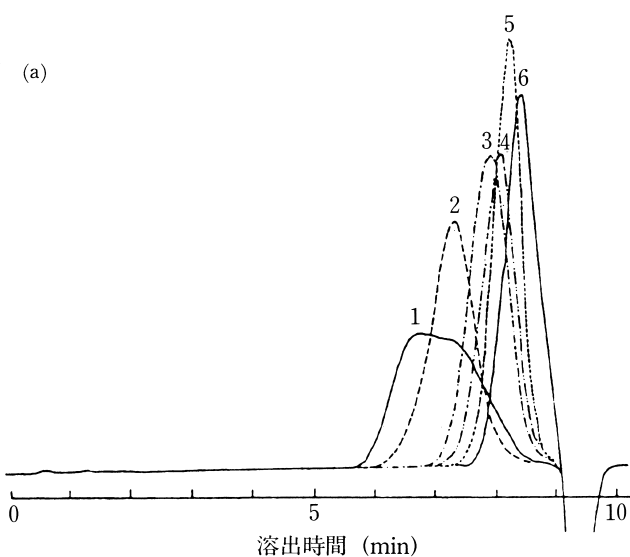
図1 PW_{XL}シリーズの較正曲線

表2に各グレードの名称、粒子径、理論段数、および排除限界分子量を示しました。図2 a~dは、TSKgel GMPW_{XL}、TSKgel G6000PW_{XL}、TSKgel G5000PW_{XL}、TSKgel G4000PW_{XL}を用いてデキストランを分離したクロマトグラムです。以上の図1、2及び表2を参考に、分析対象試料に最適のカラム系をご選択ください。

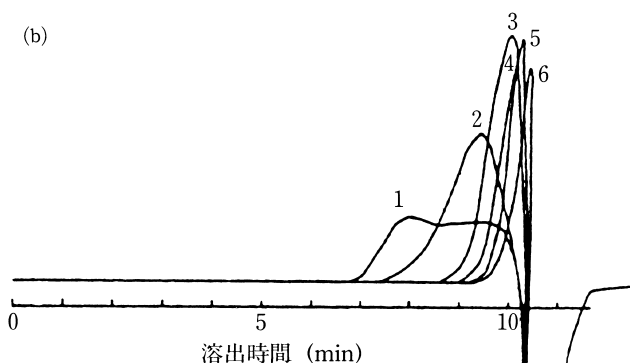
表2 TSKgel PW_{XL}シリーズ

名称	粒子径	理論段数	排除限界分子量
G2500PW _{XL}	6 μm	14000TP	10,000
G3000PW _{XL}	6	14000	100,000
G4000PW _{XL}	10	10000	1,000,000
G5000PW _{XL}	10	10000	4,000,000
G6000PW _{XL}	13	7000	—
GMPW _{XL}	13	7000	—
G-Oligo-PW	6	14000	10,000
G-DNA-PW	10	—	—

(各カラムサイズ：7.8mmID×30cm)



カラム：TSKgel GMPW_{XL} 7.8mmID×30cm



カラム：TSKgel G6000PW_{XL} 7.8mmID×30cm

図2 デキストランの分離

注入量：100μl (1.0mg/ml)

温度：40°C

溶離液：0.2Mりん酸緩衝液 (pH6.9)

流速：1.0ml/min

検出器：RI

試料 1 デキストランT-2000

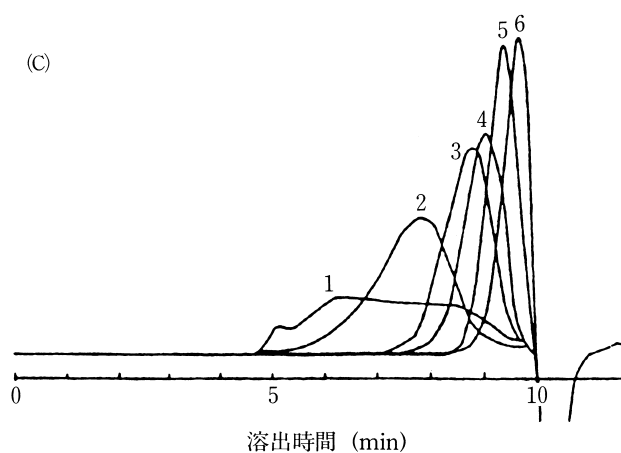
2 T- 500

3 T- 70

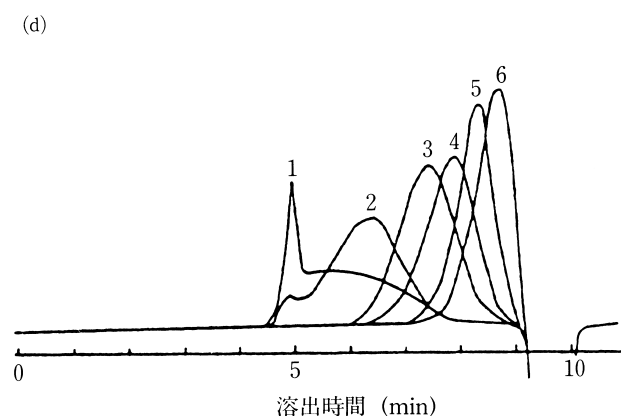
4 T- 40

5 T- 20

6 T- 10



カラム：TSKgel G5000PW_{XL} 7.8mmID×30cm



カラム：TSKgel G4000PW_{XL} 7.8mmID×30cm

3. PW_{XL}シリーズとPWシリーズとの性能比較

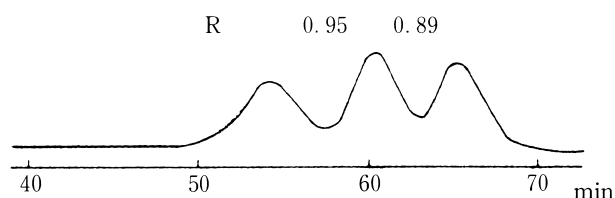
図3, 4はTSKgel G6000PW_(XL)+TSKgel G3000PW_(XL)のカラム系によるPWシリーズとPW_{XL}シリーズの性能比較を行ったクロマトグラムです。

図3では試料として標準ポリエチレンオキシド (SE150 : M_w=1.20×10⁶, SE30 : M_w=2.8×10⁶, SE8 : M_w=7.3×10⁴)の混合試料を用いた分離パターン、および分

離率Rの比較を、図4ではプルラン標準試料混合物 (P-400 : M_w=33.8×10⁴, P-50 : M_w=4.67×10⁴)を用いた分離パターンの比較を示しています。PW_{XL}シリーズではカラム長さがPWシリーズ60cmカラムの半分ですので、測定時間が半分ですむのに加えて分離性能はPWシリーズと同等あるいはそれ以上の高分離能を示します。

PWシリーズ

カラム寸法 : 7.5mmID×60cm×2



PW_{XL}シリーズ

カラム寸法 : 7.8mmID×30cm×2

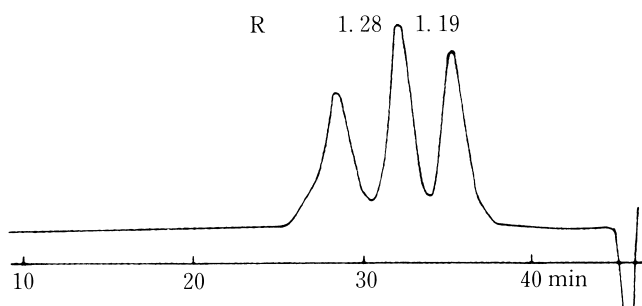


図3 PWシリーズとPW_{XL}シリーズの比較(1)

試料 : ポリエチレンオキシド、SE150-SE30-SE8

注入量 : 100μℓ (0.4mg/ml)

カラム : TSKgel G6000PW+TSKgel G3000PW

温度 : 50°C

溶離液 : 0.1M NaCl

流速 : 0.5ml/min

PW_{XL}シリーズ

カラム寸法 : 7.8mmID×30cm×2

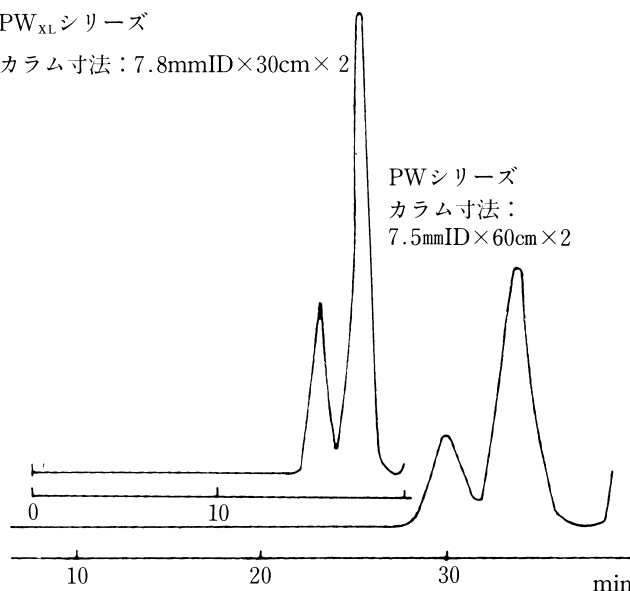


図4 PWシリーズとPW_{XL}シリーズの比較(2)

試料 : プルラン、P400-P50

注入量 : 100μℓ (0.4 1.2mg/ml)

カラム : TSKgel G6000PW+TSKgel G3000PW

温度 : 50°C

溶離液 : 0.1M NaCl

流速 : 1.0ml/min

図5はTSKgel G4000PWだけのカラム系でPWシリーズとPW_{XL}シリーズの性能を比較した結果を示しています。試料としては標準ポリエチレンオキシド(SE150： 1.20×10^6 、SE15： $M_w = 15 \times 10^4$ 、SE2： $M_w = 2.5 \times 10^4$)の混合試料を用いています。図3,4と同様の結果が得られました。

4. PW_{XL}シリーズの分離性能に対する溶離条件の影響

1) 流速の影響

図6に流速1.0ml/minと0.5ml/minの分離パターンの比較を示します。各ピーク間の分離率Rをクロマトグラム上に記載しました。流速が低い方が分離がよい結果になっています。

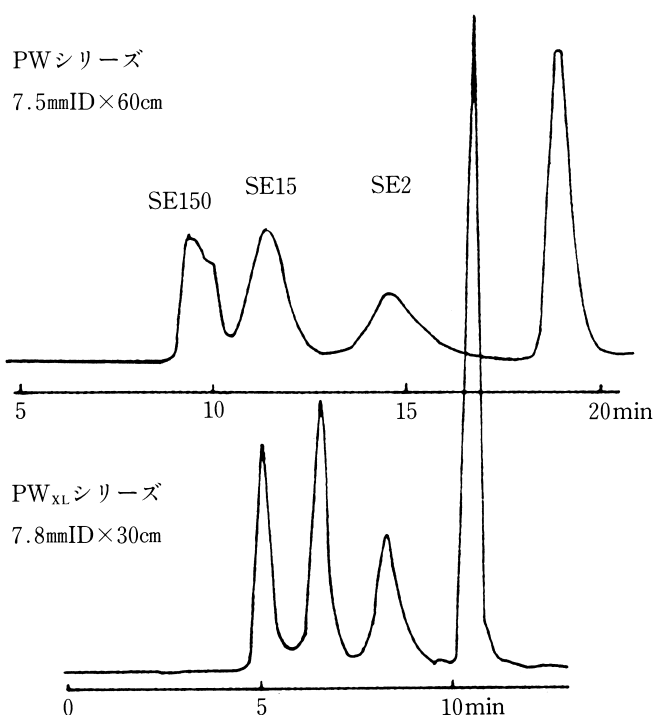


図5 PWシリーズとPW_{XL}シリーズの比較(3)

試料：標準ポリエチレンオキシド

注入量：100 μ l

カラム：TSKgel G4000PW

温度：50 $^{\circ}$ C

溶離液：0.1M NaCl

流速：1.0ml/min

2) 温度の影響

図7に流速を一定(0.5ml/min)にしてカラム恒温槽の温度を25 $^{\circ}$ Cにした場合と50 $^{\circ}$ Cにした場合とでの分離パターンの比較を行った結果を示しています。各ピーク間の分離率Rの値は温度を上げることによりかなり向上します。

3) 試料溶液濃度の影響

図8に各成分の試料溶液濃度を0.4mg/mlにした場合と1.6mg/mlにした場合とでの分離パターンの比較を示しました。分離パターンは溶液濃度に敏感で図8のように分離パターンは激変します。一般に試料溶液濃度の薄い方が、分離が良くなります。

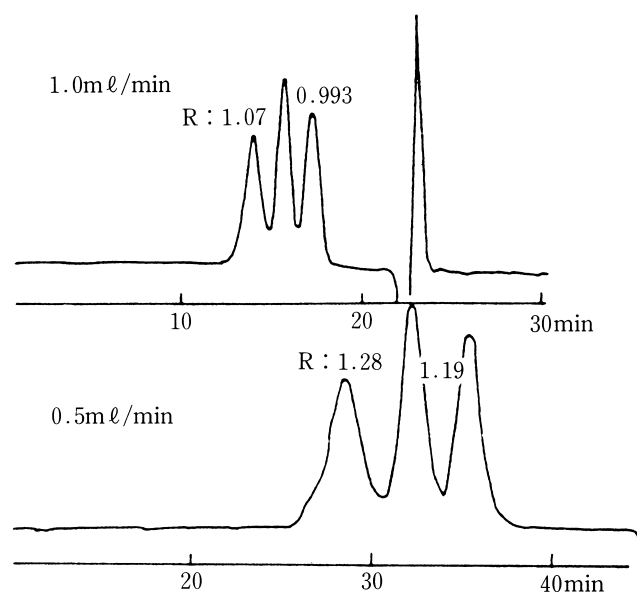


図6 流速の影響

試料：標準ポリエチレンオキシド、SE150-SE30-SE8

注入量：100 μ l (0.4mg/ml)

カラム：TSKgel G6000PW_{XL}+TSKgel G3000PW_{XL}

7.8mm ID x 30cm x 2本

温度：50 $^{\circ}$ C

溶離液：0.1M NaCl

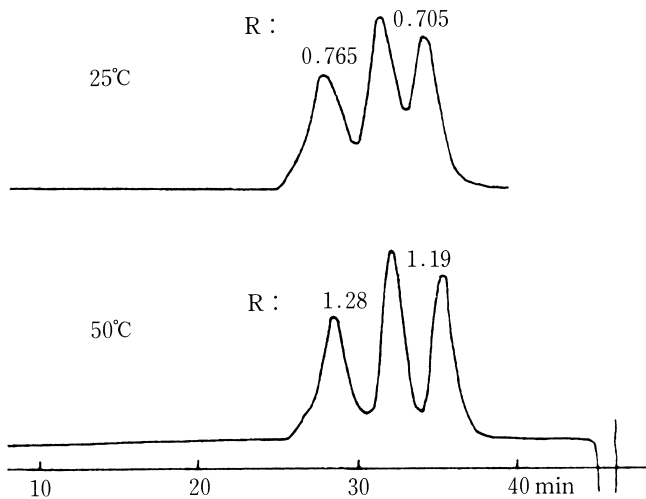


図7 温度の影響

試料：標準ポリエチレンオキシド、SE150-SE30-SE8

注入量：100 μ l (0.4mg/ml)

カラム：TSKgel G6000PW_{XL}+TSKgel G3000PW_{XL}

7.8mmID \times 30cm \times 2本

溶離液：0.1M NaCl

流速：0.5ml/min

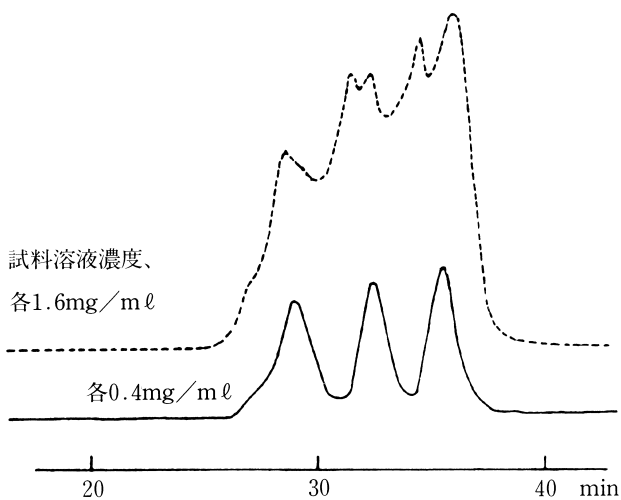


図8 試料溶液濃度の影響

試料：標準ポリエチレンオキシド、SE150-SE30-SE8

注入量：100 μ l

カラム：TSKgel G6000PW_{XL}+TSKgel G3000PW_{XL}

7.8mm \times 30cm \times 2本

温度：50 $^{\circ}$ C

溶離液：0.1M NaCl

流速：0.5ml/min

4) 試料注入量の影響

図9に試料注入量が100 μ lの場合と500 μ lの場合での分離パターンの比較を行っています。試料負荷量を一定とする場合、注入量を変えずに試料溶液濃度を上げるよりも、試料溶液濃度を変わらずに注入量を多くする方が分離率の変化の程度は少なくなります(図8、図9参照)。測定感度が低い場合には注入量を多くする方が精度が上がります。参考のため図10にPWシリーズの場合の分離パターンに対する注入量の影響について示しました。PWシリーズに比べるとPW_{XL}シリーズの方が注入量に対してやや敏感となっています。

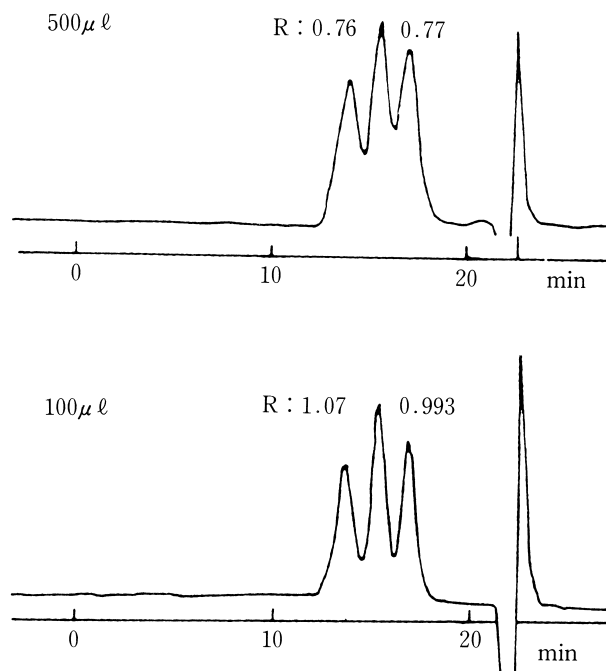


図9 試料注入量の影響(1)

試料：標準ポリエチレンオキシド、SE150-SE30-SE8

試料濃度：各0.4mg/ml

カラム：TSKgel G6000PW_{XL}+TSKgel G3000PW_{XL}

7.8mmID \times 30cm \times 2本

温度：50 $^{\circ}$ C

溶離液：0.1M NaCl

流速：1.0ml/min

5. 理論段数と分離率の関係

高速液体クロマトグラフィーでは試料間の分離は(1)式で表わされます。

$$R = \frac{1}{4} \sqrt{N} \left(\frac{\alpha - 1}{\alpha} \right) \cdot \left(\frac{K'}{K' + 1} \right) \quad \dots\dots\dots(1)$$

ここで、Rは試料の分離率で値が大きい程分離がよいことを示します。Nは理論段数、 α は試料の分離係数、 K' はキャパシティ比でそれぞれ(2)、(3)式より計算されます。

$$\alpha = \frac{V_{R2} - V_0}{V_{R1} - V_0} \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$K' = \frac{V_R - V_0}{V_0} \quad \dots\dots\dots(3)$$

(V_R 、 V_0 については図11を参照)

分離率Rの計算法を図11に示します。

GPCでは試料と充填剤の相互作用を利用しませんので α および K' はカラムの長さに関係なく一定です。

したがって(1)式は

$$R = K \sqrt{N} \quad \dots\dots\dots (1') \quad K: \text{定数}$$

になります。

理論段数を大きくする簡単な方法はカラムを長くすることです。

図12にカラムの長さを変えた時の標準ポリエチレンオキッド混合溶液の分離パターンの変化を示します。分離はカラム長さが長くなるに従って向上します。それぞれのカラム長さにおけるSE15の理論段数N、およびSE15とSE2のピーク間の分離率Rの計算結果を表3に示しました。そしてRと \sqrt{N} をプロットしたのが図13です。非常に良い直線関係が成立しており、(1')式の関係を満足する結果となっています。

6. GPC法による M_w/M_n 、 M_z/M_w の理論段数依存性、および溶液濃度依存性

試料として標準ポリエチレンオキッド：SE15、プルラン：P50、P400、デキストランT70を用い、カラムにTSKgel G4000PW_{XL}を用いて、カラム長さを変えて M_w/M_n 、および M_z/M_w 値の変化を検討しました。その結果を図14に示しました。デキストラン、プルラン、ポリエチレンオキッドのいずれもカラム長さが120cm以上になると一定値に近づく傾向にあります。

図15にはカラム長さを30cmに固定し、試料溶液濃度を変えた時の M_w/M_n 、および M_z/M_w 値の変化を示しました。0.05%~0.2%の濃度範囲（注入量100 μ l）では、

いずれの試料についても M_w/M_n 、および M_z/M_w 値は一定でした。

M_w/M_n 、および M_z/M_w 値は理論段数、および分離率等の値に比べてカラムの分離能に対しては敏感ではありません。しかし正確な M_w/M_n あるいは M_z/M_w を得るためにはTSKgel G4000PW_{XL}を使用した場合、カラム長さは120cm程度必要です。

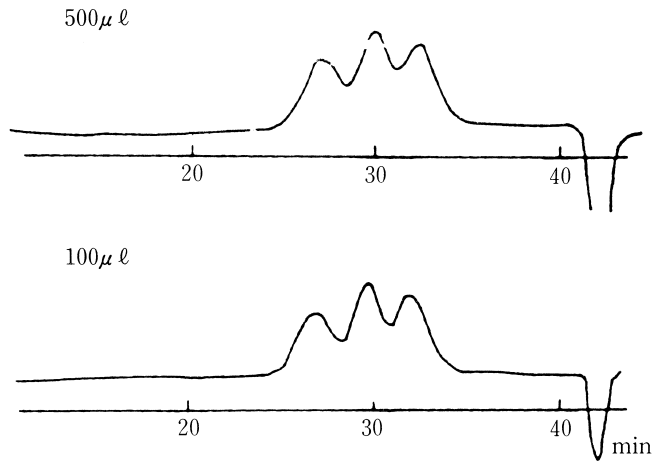


図10 試料注入量の影響(2)

試料：標準ポリエチレンオキッド、SE150-SE30-SE8

試料溶液濃度：各0.4mg/ml

カラム：TSKgel G6000PW+TSKgelG3000PW

7.5mmID×60cm×2本

温度：50℃

溶離液：0.1M NaCl

流速：1.0ml/min

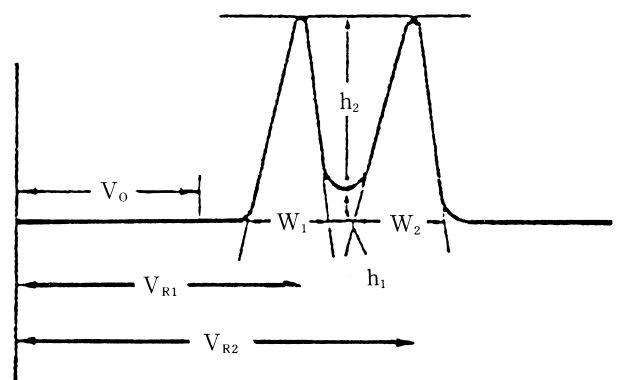


図11 分離率の計算法

$$R = \frac{2}{W_1 + W_2} (V_{R2} - V_{R1}) \quad \dots\dots\dots(a) \text{または}$$

$$R = \frac{h_2}{h_1 + h_2} \times 100 \quad \dots\dots\dots(b)$$

(a)では分離がよくなる程数値が大きくなるが

(b)では完全分離で100%になる

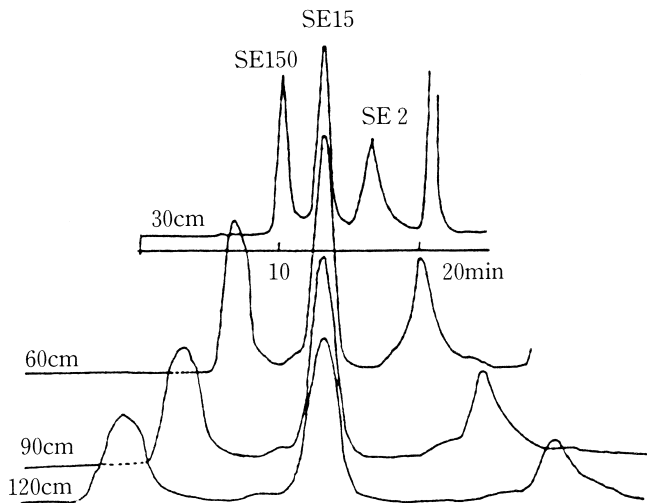


図12 カラム長さによる分離の変化

試料：標準ポリエチレンオキシド、SE150、SE15、SE2

注入量：100 $\mu\ell$ (各0.4mg/ml)

カラム：TSKgel G4000PW_{XL}

7.8mmID

温度：50 $^{\circ}\text{C}$

溶離液：0.1M NaCl

流速：0.5ml/min

表3 理論段数と分離率(1)

カラム長さ (cm)	N *	\sqrt{N}	R **
30	800	28.3	1.476
60	1900	43.6	2.444
90	2930	54.1	3.04
120	4675	68.4	3.69

* N SE15のピークから計算した理論段数

** R SE15とSE2のピーク間の分離率

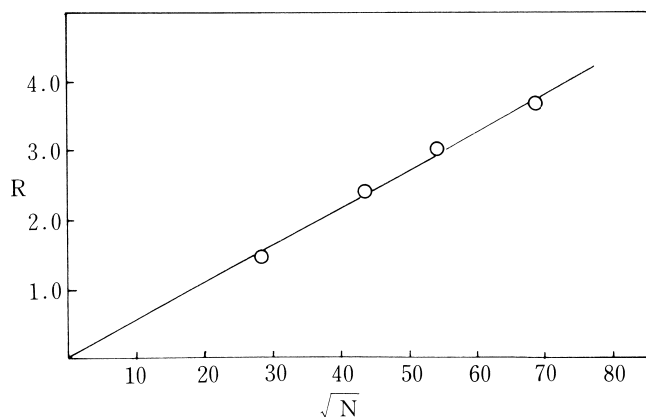


図13 理論段数と分離率(2)

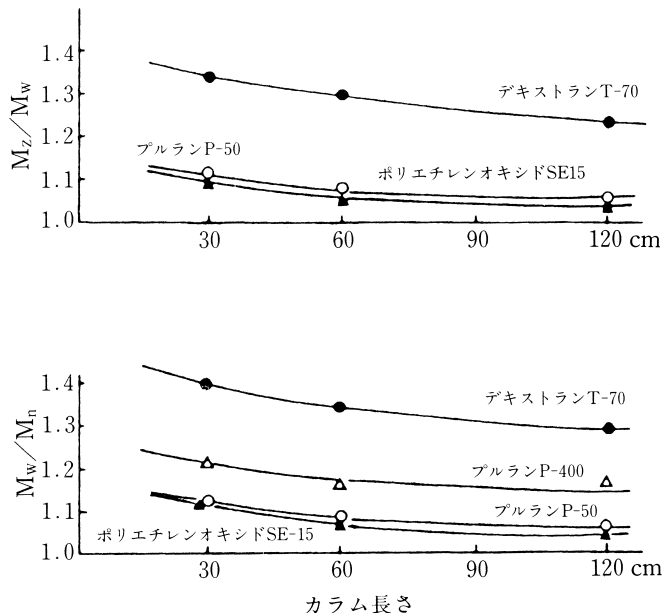


図14 理論段数依存性

カラム：TSKgel G4000PW_{XL}

7.8mmID

温度：50 $^{\circ}\text{C}$

溶離液：0.1M NaCl

流速：1.0ml/min

注入量：100 $\mu\ell$ (1.0mg/ml)

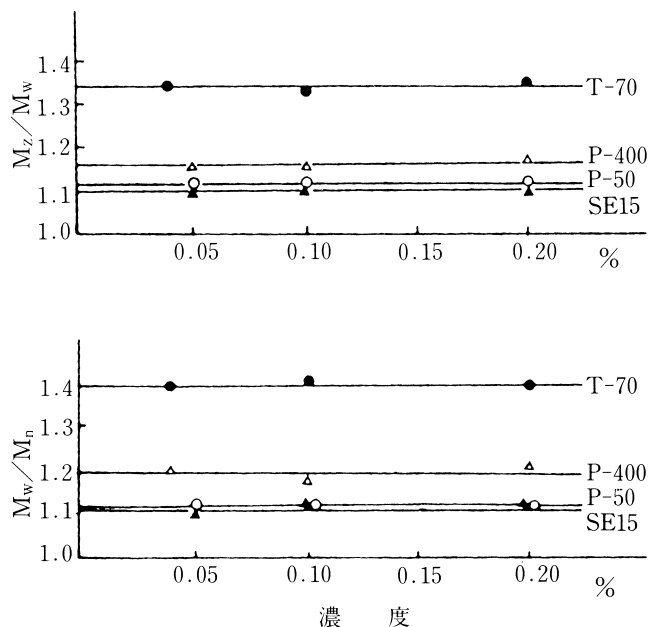


図15 試料溶液濃度依存性

カラム：TSKgel G4000PW_{XL}

7.8mmID \times 30cm

温度：50 $^{\circ}\text{C}$

溶離液：0.1M NaCl

流速：1.0ml/min

注入量：100 $\mu\ell$

但し、水溶液系GPCで現在一番の問題点は、標準試料として分子量が100万以上での一連の試料を入手できないことです。従って、 M_n 、 M_w 、 M_z の計算においては不都合なことが多く生じます。分子量の高い一連の水溶液系標準試料の開発が望まれています。

7. TSKgel GMPW_{XL}を用いたGPC/LALLS (低角度光散乱光度計)による分子量測定

1) プルラン標準試料の重量平均分子量 M_w の測定

分子量分布の狭いプルラン標準試料が市販されています。ここではGPC/LALLS法によりTSKgel GMPW_{XL}カラムを用いて分子量測定を行いました。GPC/LALLSのクロマトグラムを図16に示します。

表4に各プルランの測定結果を示しました。一次標準として人血清アルブミン ($M=66000$)、二次標準としてプルランP100を用いました。プルランについては河原先生等により沈降平衡法での分子量決定が行なわれ、また高木先生等によりGPC/LALLS法による分子量決定が行なわれておりますので、その結果を比較しました。良好な一致が見られます。

2) 標準ポリスチレンスルホン酸ナトリウム (PNaSS) の重量平均分子量 M_w の測定

米国のPressure Chemical社より分子量分布の狭い標準高分子電解質として標準ポリスチレンスルホン酸ナトリウムが市販されています。

標準ポリスチレンスルホン酸ナトリウムのGPC測定では溶離液に10%以上のアセトニトリル、あるいはメタノールの添加が必要です。図18に標準ポリスチレンスルホン酸ナトリウムを TSKgel GMP_{XL} で測定したクロマトグラムを示しました。標準ポリスチレンスルホン酸ナトリウムのクロマトグラムはアセトニトリル添加量が10%の場合と20%にした場合ではほぼ同じピーク形状となります。

表5に溶離液の組成を変えた場合の各資料の見かけの M_w の相違について検討した結果を示しています。溶離液中の無機塩濃度や有機溶媒組成を少々変えても見かけの M_w はあまり変化しません。しかし、Pressure Chemical社の公称値よりもいずれの値も若干大きい結果となりました。この原因としては溶離液組成が複雑で、2成分系光散乱の取り扱いを適用できないこと、および試料の吸湿性が考えられ、これが今後のGPC/LALLS法における検討課題です。

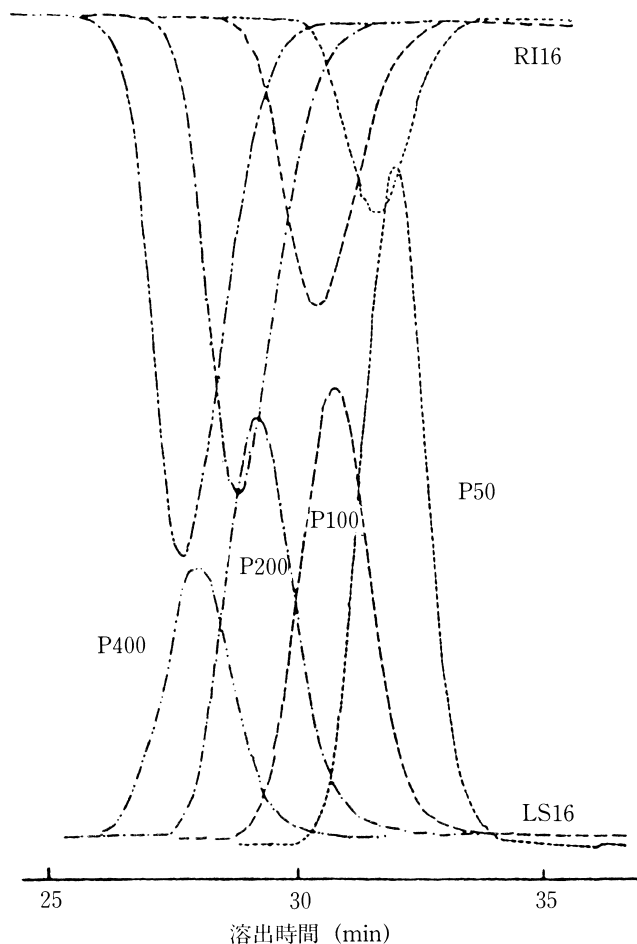


図16 GPC/LALLSによるプルランのクロマトグラム

試料：プルラン

注入量：500 μ l

カラム：TSKgel GMPW_{XL}
7.8mmID \times 120cm

温度：40 $^{\circ}$ C

溶離液：0.1M NaCl

流速：1.0ml/min

表4 プルランの分子量測定結果

プルランのグレード	M_w	Rf.1	Rf.2
P-10	10100	10400	12000
P-20	18600	18200	20800
P-50	45700	45500	46700
P-100	98800	100000	95400
P-200	177500	187000	194000
P-400	334000	348000	338000

Rf.1 高木先生らのデータ

Rf.2 沈降平衡法による河原先生らのデータ

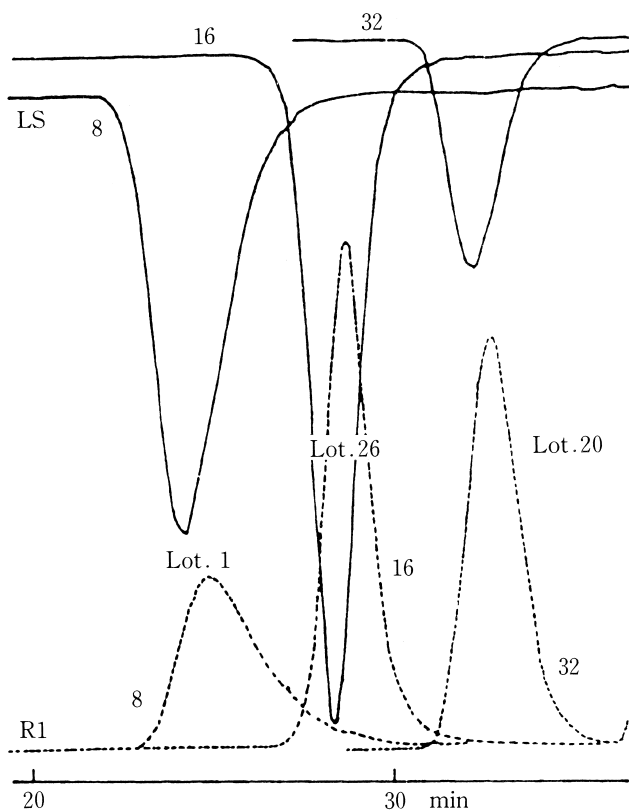


図18 標準ポリスチレンスルホン酸ナトリウムの測定

試料：標準ポリスチレンスルホン酸ナトリウム

注入量：500 μ l

カラム：TSKgel GMPW_{XL}

7.8mmID \times 30cm \times 4本

温度：40 $^{\circ}$ C

溶離液：10%アセトニトリル/0.2M Na₂SO₄

流速：1.0ml/min

表5 GPC/LALLS法による標準ポリスチレンスルホン酸ナトリウムの重量平均分子量の測定

Lot.No.	見かけのM _w			公称値
	溶離液 a	b	c	
#1	1210000	1210000	1290000	1060000
#16	794000	787000	821000	690000
#26	202500	202000	210000	177000
#20	19400	21000		16000

溶離液

a : 10% CH₃CN/0.2M Na₂SO₄

b : 20% CH₃CN/0.2M Na₂SO₄

c : 10% CH₃CN/0.4M Na₂SO₄

8. GPC/LALLS法によるM_n、M_w、M_zとその理論段数依存性

表6に試料としてデキストランT500を用い、TSKgel GMPW_{XL}のカラムの長さを変えて測定した時のGPC/LALLS法からのM_n、M_w、M_zの変化を示します。() 中の数値は関数近似をしない場合の値ですが、関数近似の必要性、妥当性については別に報告します。

M_n、M_w、M_zの各値のカラム理論段数依存性は若干ながら存在します。(通常のGPCと同様にM_n、M_zの評価においてはある程度の高分離能カラムが必要です。)

表6 GPC/LALLS法による平均分子量の測定

カラム長さ (cm)	M _n \times 10 ⁻⁴	M _w \times 10 ⁻⁴	M _z \times 10 ⁻⁴
60	20.6 (19.7)	43.2 (44.2)	123.4 (139.0)
120	19.5 (20.2)	44.1 (44.1)	139.8 (140.5)
240	19.3 (19.1)	45.4 (45.1)	143.5 (139.0)

() 内の値は関数近似をしない場合の計算値を示す。

試料：デキストラン T500

カラム：TSKgel GMPW_{XL}

溶離液：0.1M NaCl

9. 水溶性高分子のGPC測定における溶離液の選択

表7に代表的な水溶性高分子の分類表を示しました。多種類の水溶性高分子が存在しますが、GPC用溶離液としては表8に示すように、いくつかの溶離液を準備しておけば、たいていの試料の測定が可能です。ただし、強アルカリ水溶液にのみ溶解するビスコース、あるいは芳香族環が多数存在する（モノマ単位中に）高分子の場合には、測定は現在のところ容易ではありません。

これまで、ポリカチオンの測定は容易ではないと思われてきましたが、これはゲル中に極く少量ですがカルボキシル基が存在するためでした。しかし、溶離液を酸性

側にしてカルボキシル基の解離を抑制し、溶離液のイオン強度を上げることにより解決できます。ただし、ポリカチオンを測定後、ポリアニオンを測定すると、測定が容易なはずのポリアニオンが吸着現象を示すことを私達はよく経験します。測定上の種々のトラブルの原因にもなると思われまますので、できればポリカチオンを測定される場合は専用カラムを用意することが望まれます。いくつかの水溶性高分子のGPC測定例を図19～24に示しました。

図19～22までは、各々同一試料をTSKgel G6000PW_{XL}、TSKgel G5000PW_{XL}、TSKgel G4000PW_{XL}それぞれにより測定したクロマトグラムです。図23では

表7 水溶性高分子の分類

水 溶 性 高 分 子					
天然高分子		半合成高分子		合成高分子	
でんぷん質	かんしょデンプン	セルロース系	ビスコース	ポリビニルアルコール	
	ばれいしょデンプン		メチルセルロース	ポリエチレンオキシド	
	小麦デンプン		エチルセルロース	ポリビニルエーテル	
マンナン	こんにやく		ヒドロキシエチルセルロース	ポリビニルピロリドン	
			カルボキシメチルセルロース	ポリアクリルアミド	
海藻類	ふのり		デンプン系	可溶性デンプン	ポリアクリル酸ナトリウム
		寒天（ガラクトタン）		カルボキシメチルデンプン	ポリスチレンスルホン酸ナトリウム
		アルギン酸ナトリウム		ジアルデヒドデンプン	ポリアクリルアミン
植物粘質物	トロロアオイ			ポリビニルピリジン塩酸塩	
			トラガントゴム		ポリエチレンイミン
			アラビアゴム		
微生物による粘質物	デキストラン				
			レバン		
蛋白質	にかわ				
	ゼラチン				
	カゼイン				
	コラーゲン				

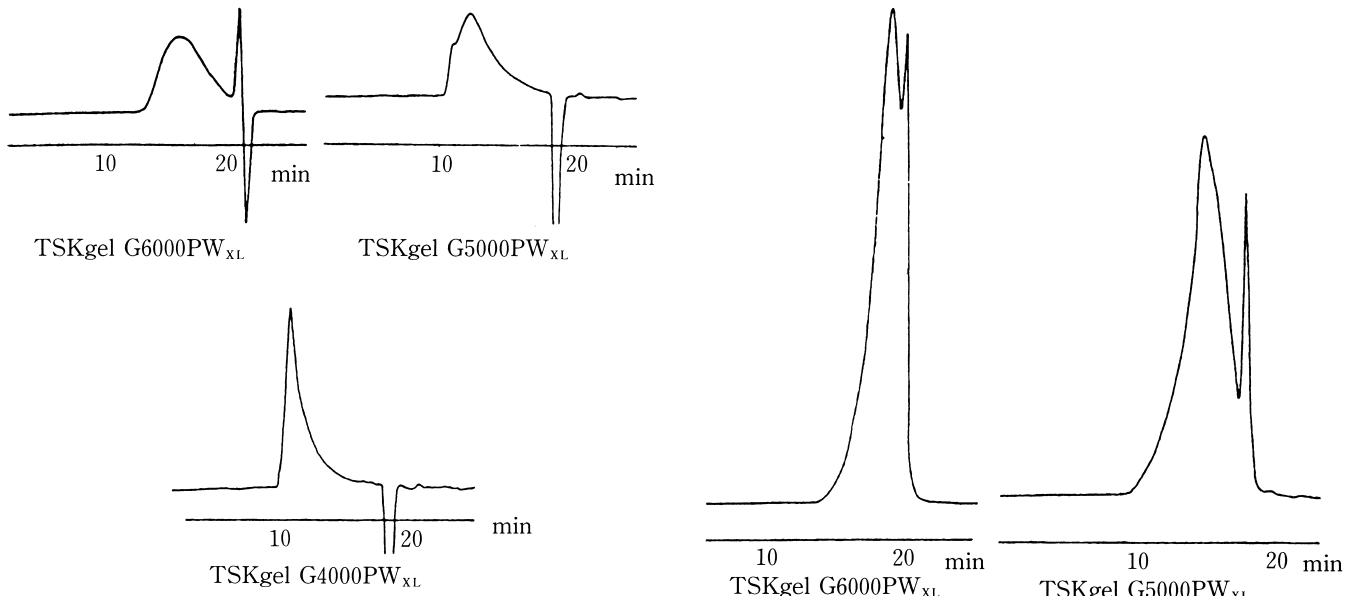


図19 ポリアクリル酸ナトリウムの測定

カラム寸法：7.8mmID×30cm×2

溶離液：0.2M リン酸緩衝液 (pH6.9)

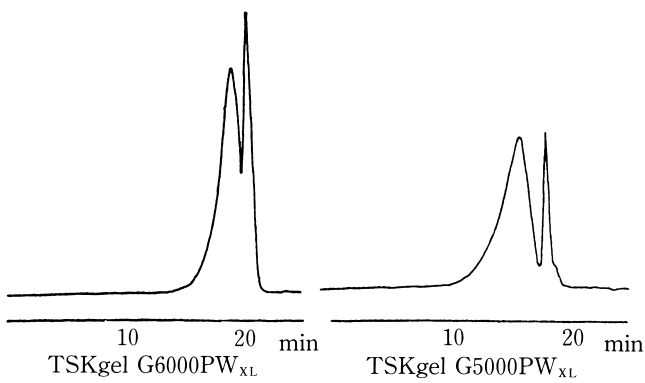


図20 DNA-Naの測定

カラム寸法：7.8mmID×30cm×2

溶離液：0.2Mリン酸緩衝液 (pH6.9)

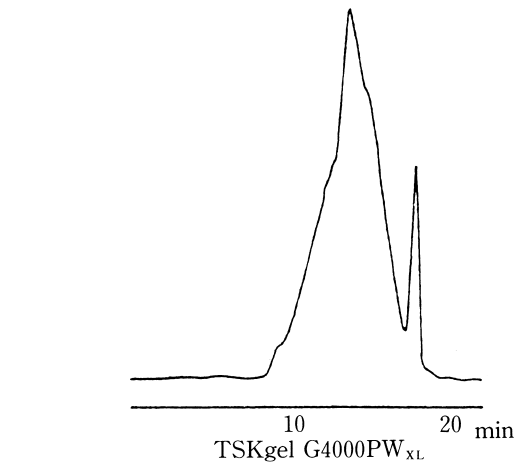
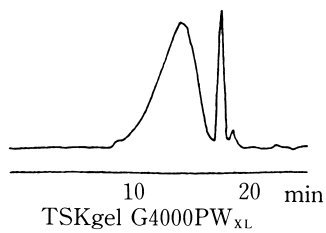


図21 ゼラチンの測定

カラム寸法：7.8mmID×30cm×2

溶離液：0.2M リン酸緩衝液 (pH6.9)

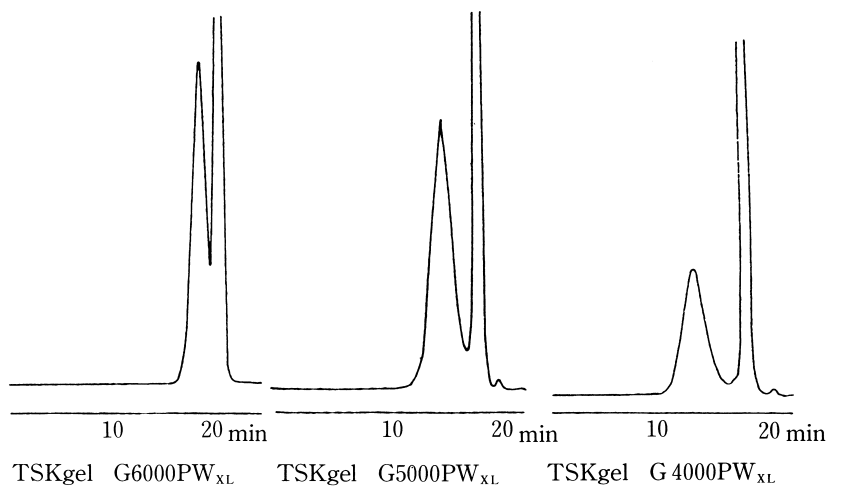


図22 コンドロイチン硫酸の測定

カラム寸法：7.8mmID×30cm×2

溶離液：0.2M リン酸緩衝液 (pH6.9)

TSKgel GMPW_{XL}を用いて測定したクロマトグラムです。図24は、TSKgel GMPW_{XL}を用いてポリカチオンを酢酸緩衝液系で測定した結果を示しています。いずれのクロマトグラムも、流速は1.0ml/min検出はRIで行っています。更に測定の詳細については、セパレーションレポートNo.35をご参照ください。

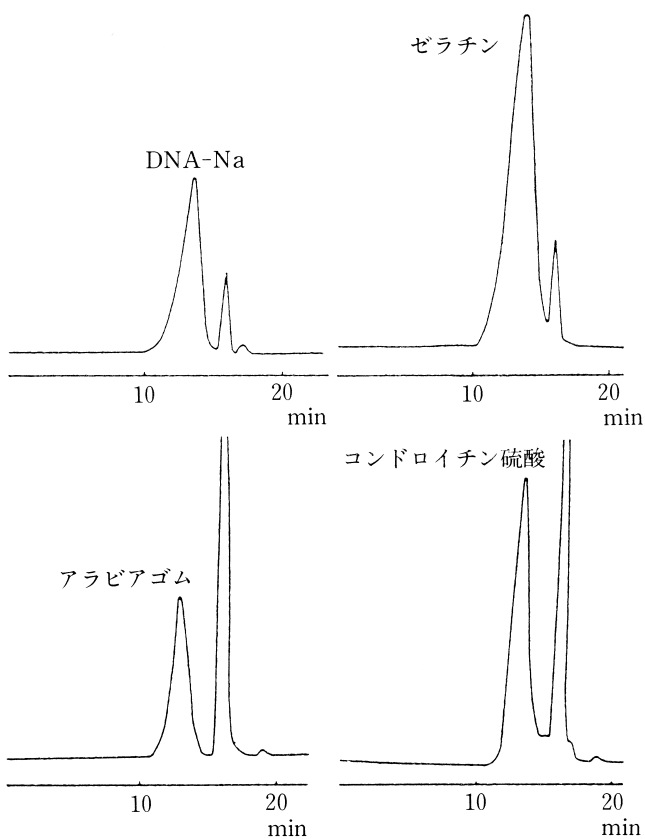


図23 TSKgel GMPW_{XL}を用いた測定(1)

カラム寸法：7.8mmID×30cm×2
 溶離液：0.2M リン酸緩衝液 (pH6.9)

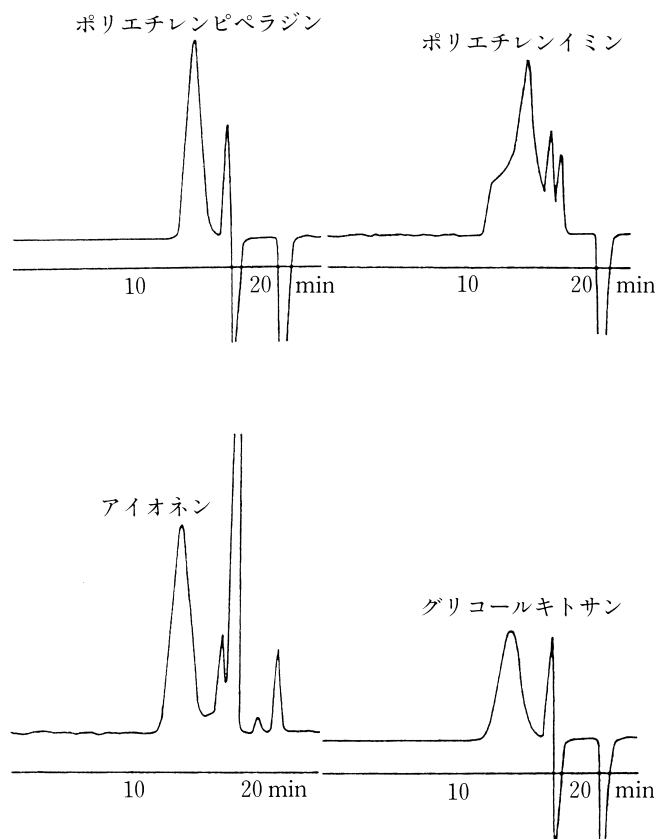


図24 TSKgel GMPW_{XL}を用いた測定(2)

カラム寸法：7.8mmID×30cm×2
 溶離液：0.5M 酢酸+0.5酢酸ナトリウム

表 8 溶離液の種類

種 類	PWでの代表的な溶離液
非電解質高分子、および ポリアニオン	0.2Mリン酸緩衝液(pH7)、あるいは20% CH ₃ CN (あるいはCH ₃ OH)/0.2Mリン 酸緩衝液 (pH 7)
ポリカチオン	0.5M酢酸+0.5M酢酸ナトリウム、ある いは0.3MTEA+conc. リン酸(pH2.9)

10. おわりに

TSKgel PW_{XL}シリーズは従来のGPC用カラムを大幅に上回る性能を有するカラムです。本カラムの使用により測定時間は半分に短縮され、しかもピーク高さは高く、高感度ということになります。溶媒使用量も半分になるので、分析能率は向上する等、多くの利点を有しています。

高速高性能GPCは分析に要求される三要素（簡便、迅速、高感度）をより満足させるものとして今後ますます応用が期待されています。



TOSOH

東ソー株式会社 バイオサイエンス事業部

東京本社 営業部 ☎(03) 5427-5180 〒105-8623 東京都港区芝3-8-2
大阪支店 バイオサイエンス ☎(06) 6209-1948 〒541-0043 大阪市中央区高麗橋4-4-9
名古屋支店 バイオサイエンス ☎(052) 211-5730 〒460-0008 名古屋市中区栄1-2-7
福岡支店 ☎(092) 781-0481 〒810-0001 福岡市中央区天神1-13-2
仙台支店 ☎(022) 266-2341 〒980-0014 仙台市青葉区本町1-11-1
山口営業所 ☎(0834) 63-9888 〒746-0015 山口県周南市清水1-6-1
カスタマーサポートセンター ☎(0467) 76-5384 〒252-1123 神奈川県綾瀬市早川2743-1

お問い合わせe-mail tskgel@tosoh.co.jp

バイオサイエンス事業部 <http://www.separations.asia.tosohbioscience.com/>