硫黄化合物のガスクロマトグラフィーにおける試料直接導入法とプレカラム導入法の保持時間の関係

星加 安之， 小島 一郎， 小池 一美， 吉本 健二*

(1974 年 9 月 20 日受理)

代表的な 33 種の硫黄化合物についてガスクロマトグラフィーを行い，試料直接導入法と液体酸素温度からのプレカラム導入法の相対保持時間（前者が R_{tRD} ，後者が R_{tRP} ，内標準硫化エチル），及びその比（ R_{tRP}/R_{tRD} ）を求めカラム充てん剤の極性とカラム温度について検討した．充てん剤はトリス-2-シアノエトキシプロパン（強極性以下 TCEP と略記），リン酸トリクレジル（微極性以下 TCP と略記），ポリフェニルエーテル（微極性以下 PPE と略記）の 3 種を用いた．

その結果， R_{tRP}/R_{tRD} の範囲は TCEP が 0.7~1.7，TCP が 0.7~2.0，PPE が 0.5~2.2 で TCEP が最も狭かった．一般的傾向としてこの値は低沸点（低分子）のもののほど大きく，高沸点のもののほど小さかった．

カラム温度の影響は TCEP で硫化カルボニル，TCP で硫化水素の大きな減少のほかはほぼ一定値で影響はなかった．しかし，PPE は硫化水素を含む 13 種が大きく減少し中・高沸点化合物でも影響があり，TCEP や TCP と比較してその差が明らかであった．本実験の結果，定性的には R_{tRP} を R_{tRD} から予測することが可能になった．

1 緒 言

寒剤を用いた低温濃縮によるガスクロマトグラフ分析法は，ppb から ppm レベルの大気中の硫黄化合物の分析に有効な方法の一つである．なかでも，液体酸素トラップと FPD 付きガスクロマトグラフとの組み合わせは，1 l 程度の濃縮で ppb から ppt レベルの極微量低沸点硫黄化合物の分析が可能である¹⁾²⁾．

しかしプレカラム導入法では，極低温から試料導入が行われるため各分析対象物質の保持値が変化することから既存の直接導入法の保持値をそのまま利用することは問題である．

著者らは既に，数種の硫黄化合物と脂肪族アミン類について，直接導入法とプレカラム導入法の保持時間の間には，ほぼ直線関係があり，直接導入法の保持値からプレカラム導入法の保持値を推定することが可能なことを報告した¹⁾．

しかし，この関係が広い範囲の物質や充てん剤の極性などの差異によっても成立するか否かは不明であった．

そこで，硫黄化合物のガスクロマトグラフィーにおける代表的な 33 種の物質を選び， R_{tRD} ， R_{tRP} ， $R_{tRP}/$

R_{tRD} を求め，この比がカラム充てん剤の極性やガスクロマトグラフの操作条件などにどの程度影響されるかを知る目的で，本実験を行った．

充てん剤は，大気汚染や悪臭分析に使用度の多い TCEP，TCP，PPE の 3 種．検出器は FPD．ガスクロ

Fig. 1 Plot of R_{tRP}/R_{tRD} vs. boiling point

A : TCEP 75°C; B : TCP 75°C; C : PPE 75°C;
● Represents C_nSH ; × Represents C_nSC_n ; ○ Represents others

* 愛知県公害調査センター：愛知県名古屋市区北區辻町流 7-6

Table 1 Operating conditions of gas chromatography (Apparatus: Shimadzu GC 5AP₅FP)

	(I)	(II)	(III)
Column main	glass, 3 mm ϕ $\times$ 3 m	glass, 3 mm ϕ $\times$ 3 m	glass, 3 mm ϕ $\times$ 3 m
precolumn	4 mm ϕ $\times$ 31 cm	4 mm ϕ $\times$ 31 cm	4 mm ϕ $\times$ 31 cm
Packing	25% TCEP on Shimalite (AW, DMCS) 60/80 mesh	25% TCP on Shimalite 60/80 mesh	10% PPE on Shimalite TPA 60/80 mesh
Detector	FPD	FPD	FPD
Carrier	N ₂	N ₂	N ₂
Flow rate	N ₂ 40 ml/min H ₂ 40 ml/min air 40 ml/min	N ₂ 60 ml/min H ₂ 40 ml/min air 40 ml/min	N ₂ 62.5 ml/min H ₂ 40 ml/min air 40 ml/min
Temp.	50, 75, 95°C	50, 75, 95°C	40, 75, 95°C
Column	70, 150, 150°C	70, 150, 150°C	70, 150, 150°C
Inj. port	(190~210)°C	(192~205)°C	(198~210)°C
Detector			
Integrator	Digital Indicator ITG-2A Data Indicator IDC-2A Base Line Corrector Threshold ∞ μ V Delay 5 s Filter digital 1000 noise M Peak detector 50 μ V/min		

Table 2 Values of R_{IRD} , R_{IRP} , $R_{\text{IRP}}/R_{\text{IRD}}$ of sulfur compounds (in TCEP)

	Temp. (°C)								
	50			75			95		
	R_{IRD}	R_{IRP}	$R_{\text{IRP}}/R_{\text{IRD}}$	R_{IRD}	R_{IRP}	$R_{\text{IRP}}/R_{\text{IRD}}$	R_{IRD}	R_{IRP}	$R_{\text{IRP}}/R_{\text{IRD}}$
Mercaptans									
CH ₃ SH	0.29	0.40	1.4	0.38	0.50	1.3	0.49	0.61	1.2
C ₂ H ₅ SH	0.38	0.49	1.3	0.47	0.58	1.2	0.57	0.69	1.2
<i>n</i> -C ₃ H ₇ SH	0.63	0.70	1.1	0.69	0.76	1.1	0.77	0.85	1.1
<i>iso</i> -C ₃ H ₇ SH	0.40	0.51	1.3	0.49	0.59	1.2	0.57	0.67	1.2
CH ₂ =CHCH ₂ SH	0.91	0.93	1.0	0.95	0.96	1.0	0.98	0.98	1.0
<i>n</i> -C ₄ H ₉ SH	1.08	1.07	1.0	1.08	1.05	1.0	1.07	1.03	1.0
<i>iso</i> -C ₄ H ₉ SH	0.78	0.83	1.1	0.84	0.86	1.0	0.87	0.91	1.1
<i>sec</i> -C ₄ H ₉ SH	0.71	0.76	1.1	0.75	0.81	1.1	0.81	0.89	1.1
<i>tert</i> -C ₄ H ₉ SH	0.38	0.48	1.3	0.47	0.58	1.2	0.53	0.67	1.3
<i>n</i> -C ₅ H ₁₁ SH	1.85	1.70	0.9	1.72	1.51	0.9	1.56	1.35	0.9
<i>sec, iso</i> -C ₅ H ₁₁ SH	1.07	1.08	1.0	1.10	1.04	1.0	1.08	1.03	1.0
<i>tert</i> -C ₅ H ₁₁ SH	0.77	0.82	1.1	0.82	0.85	1.0	0.85	0.89	1.1
<i>n</i> -C ₆ H ₁₃ SH	3.26	2.64	0.8	2.78	2.24	0.8	2.39	2.01	0.8
<i>n</i> -C ₇ H ₁₅ SH	5.90	4.73	0.8	4.53	3.31	0.7	3.66	2.86	0.8
Sulfides									
H ₂ S	0.14	0.22	1.6	0.23	0.32	1.4	0.32	0.40	1.3
CS ₂	0.25	0.37	1.5	0.35	0.47	1.3	0.46	0.58	1.3
(CH ₃) ₂ S	0.45	0.55	1.2	0.54	0.64	1.2	0.64	0.74	1.2
CH ₃ SC ₂ H ₅	0.71	0.76	1.1	0.76	0.81	1.1	0.82	0.85	1.0
(C ₂ H ₅) ₂ S	1.00	1.00	1.0	1.00	1.00	1.0	1.00	1.00	1.0
(CH ₂ =CHCH ₂) ₂ S	4.75	3.92	0.8	3.92	2.97	0.8	3.32	2.62	0.8
(<i>n</i> -C ₃ H ₇) ₂ S	2.44	2.17	0.9	2.09	1.78	0.9	1.86	1.55	0.8
(<i>iso</i> -C ₃ H ₇) ₂ S	1.10	1.08	1.0	1.07	1.04	1.0	1.04	1.01	1.0
<i>n</i> -C ₄ H ₉ SC ₂ H ₅	1.85	1.70	0.9	1.76	1.60	0.9	1.58	1.38	0.9
<i>n</i> -C ₄ H ₉ SC ₂ H ₅	2.78	2.35	0.8	2.31	1.93	0.8	1.99	1.64	0.8
(<i>n</i> -C ₄ H ₉) ₂ S	7.22	5.70	0.8	5.30	4.07	0.8	4.18	3.09	0.7
(<i>iso</i> -C ₄ H ₉) ₂ S	3.03	2.62	0.9	2.48	2.07	0.8	2.16	1.72	0.8
(<i>sec</i> -C ₄ H ₉) ₂ S	2.92	2.52	0.9	2.36	1.98	0.8	2.04	1.67	0.8
(<i>tert</i> -C ₄ H ₉) ₂ S	1.74	1.73	1.0	1.62	1.44	0.9	1.44	1.28	0.9
Disulfides									
(CH ₃) ₂ S ₂	3.00	2.61	0.9	2.75	2.23	0.8	2.49	2.08	0.8
(C ₂ H ₅) ₂ S ₂	6.47	5.24	0.8	5.23	3.96	0.8	4.33	3.31	0.8
Miscellaneous									
COS	0.11	0.19	1.7	0.18	0.26	1.4	0.28	0.35	1.3
SO ₂	0.44	0.55	1.3	0.52	0.64	1.2	0.60	0.78	1.3
2.16	1.97	0.9	2.05	1.74	0.9	1.87	1.55	0.8
range			0.8 ~1.7			0.7 ~1.5			0.7 ~1.3

Table 3 Values of R_{tRd} , R_{tRP} , $R_{\text{tRP}}/R_{\text{tRd}}$ of sulfur compounds (in TCP)

	Temp. (°C)								
	50			75			95		
	R_{tRd}	R_{tRP}	$R_{\text{tRP}}/R_{\text{tRd}}$	R_{tRd}	R_{tRP}	$R_{\text{tRP}}/R_{\text{tRd}}$	R_{tRd}	R_{tRP}	$R_{\text{tRP}}/R_{\text{tRd}}$
Mercaptans									
CH ₃ SH	0.13	0.20	1.5	0.19	0.28	1.5	0.25	0.38	1.5
C ₂ H ₅ SH	0.23	0.30	1.3	0.27	0.41	1.5	0.35	0.50	1.4
<i>n</i> -C ₃ H ₇ SH	0.53	0.55	1.0	0.54	0.66	1.2	0.60	0.69	1.2
<i>iso</i> -C ₃ H ₇ SH	0.31	0.37	1.2	0.35	0.48	1.4	0.42	0.55	1.3
CH ₂ =CHCH ₂ SH	0.56	0.59	1.1	0.59	0.67	1.1	0.65	0.74	1.1
<i>n</i> -C ₄ H ₉ SH	1.26	1.23	1.0	1.15	1.15	1.0	1.15	1.09	1.0
<i>iso</i> -C ₄ H ₉ SH	0.87	0.85	1.0	0.82	0.88	1.1	0.87	0.89	1.0
<i>sec</i> -C ₄ H ₉ SH	0.81	0.77	1.0	0.74	0.81	1.1	0.80	0.84	1.1
<i>tert</i> -C ₄ H ₉ SH	0.40	0.41	1.0	0.39	0.51	1.3	0.46	0.59	1.3
<i>n</i> -C ₅ H ₁₁ SH	2.79	2.52	0.9	2.46	2.17	0.9	2.23	1.84	0.8
<i>sec, iso</i> -C ₅ H ₁₁ SH	1.45	1.46	1.0	1.40	1.32	0.9	1.37	1.25	0.9
<i>tert</i> -C ₅ H ₁₁ SH	1.00	1.00	1.0	0.97	0.99	1.0	1.00	0.98	1.0
<i>n</i> -C ₆ H ₁₃ SH	—	—	—	5.28	4.52	0.9	4.40	3.32	0.8
<i>n</i> -C ₇ H ₁₅ SH	—	—	—	—	—	—	8.74	6.44	0.7
Sulfides									
H ₂ S	0.05	0.10	2.0	0.09	0.17	1.9	0.15	0.24	1.6
CS ₂	0.27	0.34	1.3	0.36	0.45	1.3	0.43	0.58	1.4
(CH ₃) ₂ S	0.25	0.33	1.3	0.32	0.43	1.3	0.39	0.52	1.3
CH ₃ SC ₂ H ₅	0.51	0.56	1.1	0.55	0.65	1.2	0.52	0.69	1.3
(C ₂ H ₅) ₂ S	1.00	1.00	1.0	1.00	1.00	1.0	1.00	1.00	1.0
(CH ₂ =CHCH ₂) ₂ S	—	—	—	4.00	3.44	0.9	3.53	2.78	0.8
(<i>n</i> -C ₃ H ₇) ₂ S	—	—	—	3.77	3.20	0.9	3.26	2.57	0.8
(<i>iso</i> -C ₃ H ₇) ₂ S	1.73	1.71	1.0	1.57	1.50	1.0	1.54	1.36	0.9
<i>n</i> -C ₄ H ₉ SC ₂ H ₅	2.58	2.44	1.0	2.28	1.97	0.9	2.08	1.77	0.9
<i>sec, iso</i> -C ₄ H ₉ SC ₂ H ₅	—	—	—	3.95	3.42	0.9	3.36	2.68	0.8
(<i>n</i> -C ₄ H ₉) ₂ S	—	—	—	—	—	—	12.00	8.70	0.7
(<i>iso</i> -C ₄ H ₉) ₂ S	—	—	—	—	—	—	5.52	4.18	0.8
(<i>sec</i> -C ₄ H ₉) ₂ S	—	—	—	6.48	5.37	0.8	5.28	4.02	0.8
(<i>tert</i> -C ₄ H ₉) ₂ S	—	—	—	3.52	2.99	0.9	3.09	2.48	0.8
Disulfides									
(CH ₃) ₂ S ₂	2.34	2.31	1.0	2.15	1.97	0.9	2.07	1.78	0.9
(C ₂ H ₅) ₂ S ₂	—	—	—	7.30	6.02	0.8	6.03	4.60	0.8
Miscellaneous									
GOS	0.05	0.09	1.8	0.09	0.17	1.9	0.14	0.25	1.8
SO ₂	0.14	0.23	1.6	0.20	0.31	1.6	0.24	0.43	1.8
$\begin{array}{c} \parallel \\ \text{S} \\ \backslash \end{array}$	1.26	1.29	1.0	1.25	1.21	1.0	1.25	1.18	0.9
range			0.9 ~2.0			0.8 ~1.9			0.7 ~1.8

マトグラフ操作条件はカラム温度を検討した。

2 実験

2.1 装置及び試薬

本実験の装置及び試薬は既報¹⁾のものとほぼ同様である。硫黄化合物は試薬を直接か、または (1~1300)ng/μl 濃度のエタノール、*n*-ヘキサン、ベンゼン、*n*-ブタノールなどの溶液を用いた。二酸化硫黄は 1368 ppm (窒素ガスバランス) の標準ガス (製鉄化学製) を希釈して用いた。

カラム充てん剤は和光純薬、西尾工業製の市販品。その他の試薬はすべて特級品を用いた。また、メインカラムとプレカラムには同一の充てん剤を用いた。

2.2 実験操作

導入はいずれも直接法を最初に行い、プレカラム法を後にした。直接法の場合もキャリアガス流路の不純物除去管 (モレキュラーシーブ 5A, 6 mmφ×40 cm)¹⁾ は液体酸素に浸した状態で行い、プレカラム導入法の待ち時間は 5 分間とし、昇温速度は (-183~+100)°C/約 2.5 分に調節し、分析終了まで 100°C に保った。その他のガスクロマトグラフ分析条件を Table 1 に示す。

3 結果と考察

3.1 R_{tRd} , R_{tRP} , $R_{\text{tRP}}/R_{\text{tRd}}$ 値

3.1.1 TCEP の場合 強極性の TCEP を用いた場合のそれぞれの値を Table 2 に示す。

Table 4 Values of R_{tRD} , R_{tRP} , R_{tRP}/R_{tRD} of sulfur compounds (in PPE)

	Temp. (°C)								
	40			75			95		
	R_{tRD}	R_{tRP}	R_{tRP}/R_{tRD}	R_{tRD}	R_{tRP}	R_{tRP}/R_{tRD}	R_{tRD}	R_{tRP}	R_{tRP}/R_{tRD}
Mercaptans									
CH ₃ SH	0.17	0.29	1.7	0.24	0.41	1.7	0.36	0.51	1.4
C ₂ H ₅ SH	0.23	0.36	1.6	0.32	0.47	1.5	0.55	0.58	1.1
<i>n</i> -C ₃ H ₇ SH	0.53	0.58	1.1	0.57	0.70	1.2	0.65	0.75	1.2
<i>iso</i> -C ₃ H ₇ SH	0.30	0.41	1.4	0.39	0.54	1.4	0.50	0.64	1.3
CH ₂ =CHCH ₂ SH	0.54	0.61	1.1	0.60	0.70	1.2	0.69	0.77	1.1
<i>n</i> -C ₄ H ₉ SH	1.24	1.09	0.9	1.15	1.07	0.9	1.14	1.05	0.9
<i>iso</i> -C ₄ H ₉ SH	0.83	0.82	1.0	0.85	0.88	1.0	0.90	0.89	1.0
<i>sec</i> -C ₄ H ₉ SH	0.73	0.76	1.0	0.77	0.83	1.1	0.88	0.83	0.9
<i>tert</i> -C ₄ H ₉ SH	0.35	0.46	1.3	0.47	0.58	1.2	0.57	0.66	1.2
<i>n</i> -C ₅ H ₁₁ SH	2.78	2.32	0.8	2.41	1.84	0.8	2.21	1.57	0.7
<i>sec, iso</i> -C ₅ H ₁₁ SH	1.43	1.32	0.9	1.38	1.22	0.9	1.37	1.18	0.9
<i>tert</i> -C ₅ H ₁₁ SH	0.96	0.95	1.0	0.98	0.96	1.0	1.00	0.96	1.0
<i>n</i> -C ₆ H ₁₃ SH	6.78	5.24	0.8	5.43	3.64	0.7	4.43	2.62	0.6
<i>n</i> -C ₇ H ₁₅ SH	—	—	—	11.90	7.50	0.6	8.88	4.74	0.5
Sulfides									
H ₂ S	0.09	0.20	2.2	0.16	0.31	1.9	0.24	0.39	1.6
CS ₂	0.37	0.44	1.2	0.44	0.56	1.3	0.53	0.65	1.2
(CH ₃) ₂ S	0.27	0.38	1.4	0.35	0.53	1.5	0.47	0.63	1.3
CH ₃ SC ₂ H ₅	0.55	0.63	1.2	0.59	0.73	1.2	0.72	0.77	1.1
(C ₂ H ₅) ₂ S	1.00	1.00	1.0	1.00	1.00	1.0	1.00	1.00	1.0
(CH ₂ =CHCH ₂) ₂ S	5.00	3.85	0.8	4.07	3.00	0.7	3.60	2.26	0.6
(<i>n</i> -C ₃ H ₇) ₂ S	4.93	3.67	0.7	3.84	2.86	0.7	3.09	2.13	0.7
(<i>iso</i> -C ₃ H ₇) ₂ S	1.59	1.46	0.9	1.55	1.41	0.9	1.45	1.25	0.9
<i>n</i> -C ₄ H ₉ SCCH ₃	2.38	2.20	0.9	2.30	1.90	0.8	2.01	1.55	0.8
<i>n</i> -C ₄ H ₉ SC ₂ H ₅	4.43	3.90	0.9	3.97	2.95	0.7	3.20	2.16	0.7
(<i>n</i> -C ₄ H ₉) ₂ S	—	—	—	17.00	11.10	0.7	11.60	6.18	0.5
(<i>iso</i> -C ₄ H ₉) ₂ S	—	—	—	7.23	5.06	0.7	5.37	3.24	0.6
(<i>sec</i> -C ₄ H ₉) ₂ S	7.33	6.57	0.9	6.50	4.24	0.7	4.88	2.98	0.6
(<i>tert</i> -C ₄ H ₉) ₂ S	3.92	3.39	0.9	3.49	2.53	0.7	2.91	1.99	0.7
Disulfides									
(CH ₃) ₂ S ₂	2.04	1.84	0.9	1.94	1.57	0.8	1.80	1.43	0.8
(C ₂ H ₅) ₂ S ₂	8.26	6.68	0.8	6.75	4.63	0.7	5.20	3.16	0.6
Miscellaneous									
COS	0.09	0.20	2.2	0.15	0.31	2.1	0.25	0.38	1.5
SO ₂	0.13	0.26	2.0	0.19	0.39	2.1	0.30	0.46	1.5
1.13	1.09	1.0	1.16	1.09	0.9	1.17	1.09	0.9
range			0.7 ~2.2			0.6 ~2.1			0.5 ~1.6

R_{tRP}/R_{tRD} は 0.7~1.7 で, 低沸点 (低分子) のものほど大きく, 高沸点のものほど小さい値を示した. このことは後述の TCP, PPE においても認められ, カラム充てん剤の極性には関係なかった. 各々の物質に対するカラム温度の影響は, 硫化カルボニルの大きな減少のほかは変化がなく, 中・高沸点化合物ではほぼ一定値を示した.

3.1.2 TCP の場合 微極性の TCP を用いた場合のそれぞれの値を Table 3 に示す.

R_{tRP}/R_{tRD} は 0.7~2.0 で, TCEP の場合よりも広い範囲にわたった.

各々の物質に対するカラム温度の影響は, 硫化水素の大きな減少のほかはほぼ一定値を示した.

3.1.3 PPE の場合 微極性の PPE を用いた場合のそれぞれの値を Table 4 に示す.

R_{tRP}/R_{tRD} は 0.5~2.2 で, TCEP, TCP の場合に比べて最も範囲が広がった.

各々の物質に対するカラム温度の影響は, 大きな減少を示すものが硫化水素を含む 13 種で, 中・高沸点化合物でも影響があり TCEP, TCP との差が顕著であった.

3.2 R_{tRP}/R_{tRD} 値と沸点及び炭素数の関係

直鎖メルカプタン, サルファイドなどの同族列間においては 3 種のカラムとも, R_{tRP}/R_{tRD} 値と沸点 (又は炭素数) のプロットはほぼ直線関係になった.

75°C の場合を Fig. 1, Fig. 2 に示す.

Fig. 2 Plot of R_{tRP}/R_{tRD} vs. carbon no.

A: TCEP 75°C; B: TCP 75°C; PPE: 75°C; ○ Represents C_nSH ; ● Represents C_nSC_n

4 結 言

本実験の結果から次のことが明らかになった。

(1) 分離の点からは直接導入法もプレカラム導入法も重複するピークの数是不変。従って実際の分析に当たってもプレカラム導入法での分離の向上は期待できない。

(2) プレカラム導入法で実際の分析を行う場合は、あらかじめ標準物質について測定した R_{tRP} 値を用いて物質の同定を行うことができる。

(3) 本実験で得られたデータからは、 R_{tRP} を R_{tRD} から定性的に予測できるが未知化合物についての正確な推定は若干問題である。

終わりに、本実験を実施するに当たり終始御指導を賜った公害資源研究所馬場義雄博士に深謝します。

文 献

- 1) 星加安之, 角脇 怜, 小島一郎, 小池一美, 吉本健二: 本誌, **23**, 917 (1974).
- 2) 星加安之, 小島一郎, 小池一美, 吉本健二: 同上, **23**, 1393 (1974).

☆

Relationship between retention time of direct injection method and retention time of precolumn injection method of the sulfur compounds in gas chromatography. Yasuyuki HOSHIKA, Ichiro KOZIMA, Kazumi KOIKE and Kenji YOSHIMOTO (Aichi Environmental Research Center, 7-6, Nagare, Tsujimachi, Kita-ku, Nagoya-shi, Aichi)

For the purpose of establishing a conclusive identification method on gas chromatographic analyses of a trace amount of the sulfur compounds in an ambient air, the relative retention times of 33 typical sulfur compounds were measured, as internal standard, diethyl sulfide. The measurements were achieved to compare with the relative retention time of direct injection method into main column (3 mm i.d. 3 m long, phosphoric acid treated glass column) (R_{tRD}) and that of precolumn injection method throughout cooling precolumn (4 mm i.d. 31 cm long, phosphoric acid treated glass column) (R_{tRP}) in liquid oxygen. The polarity of the liquid phase of column packings and column temperatures were also examined.

The ratio of relative retention time, R_{tRP}/R_{tRD} values of 33 sulfur compounds were 0.7~1.7 in tris (2-cyanoethoxy) propane (TCEP, strong polarity), 0.7~2.0 in tricresylphosphate (TCP, poor polarity), 0.5~2.2 in polyphenylether (PPE, poor polarity), respectively.

In general, the R_{tRP}/R_{tRD} values of sulfur compounds even if no effect with increasing of column temperature, but several exceptions were observed, i.e., carbonyl sulfide in TCEP, hydrogen sulfide in TCP, 13 compounds including hydrogen sulfide in PPE.

In conclusion, the estimation of R_{tRP} values from the R_{tRD} values are possible qualitatively.

(Received Sept. 20, 1974)

Keywords

Direct and precolumn
Gas chromatography
Retention time
Sulfur compounds