

(서울대학교 文理科大學 化學科) (4237. 7. 5. 受理)

## 4. Paper Chromatography 에 관한 研究

(第 1 報)

毛細管上昇에 關하여. (其一)

梁 在 炫 崔 圭 源

Study on the paper Chromatography,  
I. Capillary Ascending  
of Liquids.

[Abstract.] The relation between the height of ascending solvents and its velocity were studied with strips of Toyo No. 50 filter paper. The filter paper strip of 3cm width and cut 10cm length is hooked down or fixed between two sheets of glass plates inside a cylinder containing the solvent, in which the lower end of the strip is dipped. As the solvents, acetone, hydrochloric acid, water or mixtures of these are used.

For short time intervals, Ostwald's formula

$$h=Kt^m$$

was found to be most suitable to express the relation between the height of the solvent front,  $h$ , and time,  $t$ . For longer time intervals, results will be discussed in the next paper.

The mean values of the constant  $m$  in the above formula for pure acetone and pure water were 0.44 and 0.485, respectively, and that of  $K$  were 0.05 and 2.4, respectively. The time interval where the above formula applies, for each solvent was 2 hours for the former, and a half hour for the later, respectively.

The movement of solutes, such as Cu and Fe, showed that the  $R_f$  values of solutes become constant values after a long periods; e. g., ca. 6 hours with 10N-HCl-Acetone (1:9) solvent.

Dept. Chem.,  
College of Lib. Arts & Sci.,  
Seoul National University.

Jae Hyun Young.,  
Qui Won Choi.

## I. 緒 論

Paper Chromatography 에 있어서 溶媒移動距離에 따라 溶質의  $R_f$  는 定數化한다. 그러나 溶媒의 移動距離가 커질에 따

(24)

라 어떤 一定한 값에 接近해 간다. 따라서  $Rf$  를 物定數로서 얻기 위하여서는 어느 정도의 溶媒移動距離를 必要로 하는가를 說明할 必要가 있다.

著者들은 于先 溶媒의 移動距離와 移動速度사이의 關係를 觀察하였다.

이에對하여서는 W. Ostwald 는 t 時間 동안에 溶媒가 上昇하는 距離 h 가

$$h = Kt^m \dots\dots\dots (1)$$

과같이 나타내었다고 하였으며, R. H. Müller and D. L. Clegg 는

$$h = Dt - b \dots\dots\dots (2)$$

와 같은 式을 提出하였다. 여기서 D 는 溶媒와 종이에 關한 定數이며 b 는 最高上昇距離 ( $h_0$ ) 의 自乘에 該當한다는 것이다. 及川五郎은 R. Ruess 의 單一毛細管內的 上昇에 對한

$$h^2 \left[ 1 + \frac{2}{3} \left( \frac{h}{h_0} \right) + \frac{2}{4} \left( \frac{h}{h_0} \right)^2 + \frac{2}{5} \left( \frac{h}{h_0} \right)^3 \dots\dots \right] = \frac{r^2 \sigma h_0 t}{4\eta} \dots\dots\dots (2)$$

$\eta$  : 液體의 粘性係數

$\sigma$  : 液體의 密度

r : 毛細管半徑

으로 부터  $h < h_0$  에 對하여

$$h^2 = \frac{\rho}{\eta} \cdot \frac{r}{2} t, \dots\dots\dots (4)$$

$\rho$  : 表面張力

를 引用하여 짧은 上昇距離에 對하여는 (4) 式과 비슷한

$$h^2 = Ct; C : 定數 \dots\dots\dots (5)$$

가 가장 適當한 實驗式이라고 報告하였다. 著者들의 實驗結果에 依하면 짧은 上昇距離에 對하여서는 Ostwald 의 式이 가장 實驗結果를 잘 나타내이며 긴 上昇距離에 對하여서는 위의 어느식도 完全

是하지 않음을 알았다. 여기서는 于先, 그 다음 結果 않은 上昇距離에 對하여서의 結果만을 論하고 다음 報告에서 긴 上昇距離에 對한 結果를 取扱하기로 한다.

## II 實 驗

### (1) 材 料

Acetone 은 市販化學用을 脫水 一回 蒸溜한 것을 使用하였음.

종이는 東洋濾紙 No. 50 을 使用하였음.

### (2) 實 驗

直徑 3cm 길이 50cm 의 試驗管에 溶媒 3cm 를 넣어 一定時間後에 따로 오

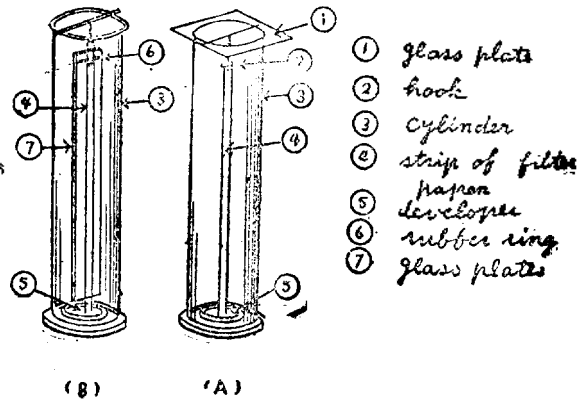


Fig. 1  
Arrangements for Observation

러면 幅 1.5cm 의 종이의 한끝을 그냥 (A) 또는 두장의 유리板 사이에 끼여 (B) 溶媒속에 잠기게하여 鉛直하게 세워 놓고 溶媒先端의 높이를 一定한 時間間隔을 두고 記錄한다. 이 높이는 종이를 그냥 올때는 종이에 鉛筆로 눈금을 새겨놓은 것을 읽고 유리板에 끼인 玻璃에는 유리板에 눈금종이를 붙여서 읽

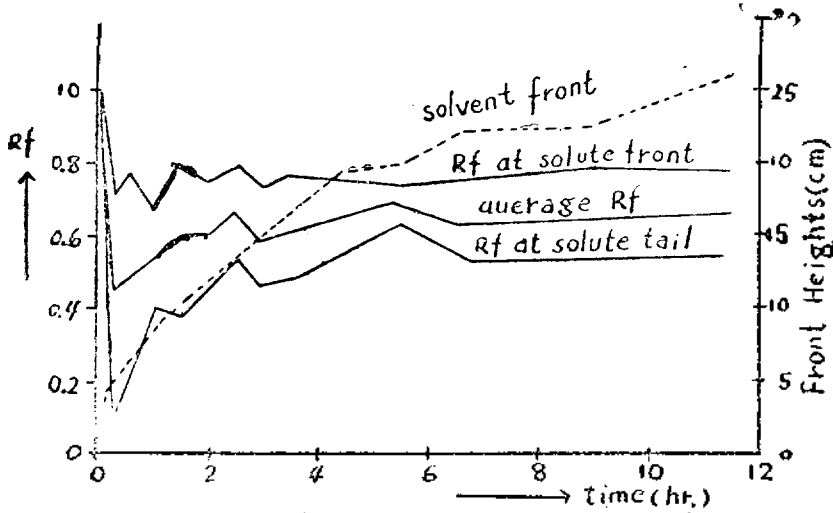


Fig. 2. Front-Time relations for developer and R<sub>f</sub>-Time relations with 10N-HCl:Acetone (1:9) R<sub>f</sub>-values are determined after precipitation as Cu<sub>2</sub>Fe(CN)<sub>6</sub>.

약 R<sub>f</sub> 가 一定한 값을 가지게 됨을 알 수 있다.

위에서와 같이 여러 개를 使用하면 各其의 性質의 差異로 말미암아 時間과 上昇距離 사이의 規則성을 알아 보기에는 不適當하기 때문에

있다. (Fig. 1 參照)  
(實 驗 1)

上記의 手續에서 觀察하는 方法에 依하여 實驗하여보았다.

Acetone 系 溶媒로서 無機 ion paper

chromatography 에 가장 精確히 使用되는 10N 鹽酸:Acetone (1:9) 를 溶媒로 使用하여 Cu SO<sub>4</sub> 를 sampling 한 여러개의 종이띠를 同時에 展開하여 一定한 時間間隔을 두고 하나씩 展開를 中斷하여 K<sub>3</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>] 로 Cu 를 發色固定시켜서 溶媒先端의 높이와 (Cu<sub>2</sub>Fe(CN)<sub>6</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 의 上下端의 높이를 재어 各各에 對한 R<sub>f</sub> 를 計算한것에서 第 2 圖을 얻었다 여기서 約 5 時間後에

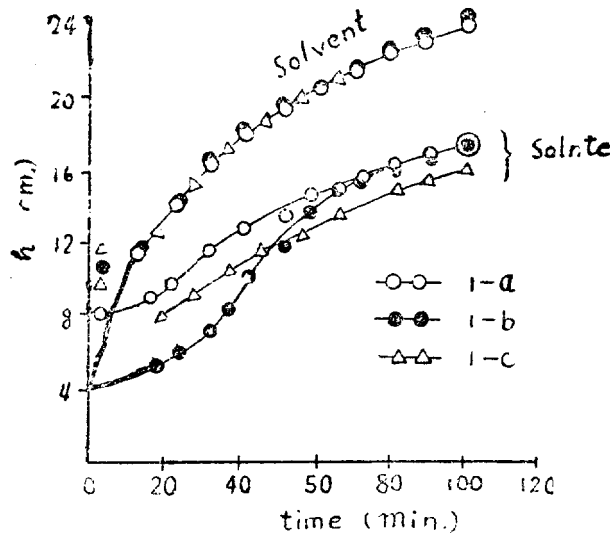


Fig 3-A Fronts-Time relations from the experiments performed under the conditions described in Table 1. The solute-fronts are observed by their colors. Expt 1g, 1b, 1c.

Table I Experimental

Conditions for  
Fig. 3-A and Fig. 3-B.  
developer : HCl acetone  
mixtures.  
(sampled strips were used  
without glass plates)

Exp. No.	solute	Height of sampling position	Solvent
1a	Fe(Fe(CNS) <sub>6</sub> )	5	1NHCl : Acetone (1:9)
1b	CuSO <sub>4</sub>	3	"
1c	FeCl <sub>3</sub>	7	"
2a	Fe <sub>2</sub> Fe(CN) <sub>6</sub>	5	12NHCl : Acetone (1:9)
2d	CuSO <sub>4</sub>	5	"
2c	CuSO <sub>4</sub>	8	"

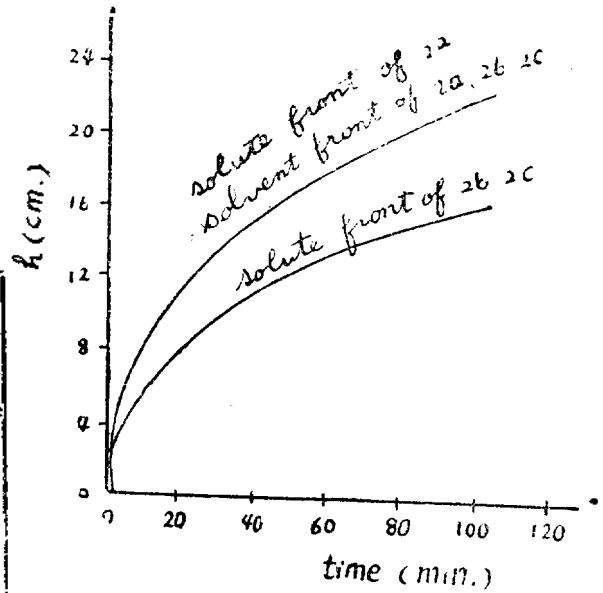


Fig. 3-B

(實驗 2)

鉛筆로 눈금을 새긴 종이 띠에 Fe(Fe(CNS)<sub>6</sub>), FeCl<sub>3</sub>, CuSO<sub>4</sub> 를 각각 Sampling 할 것을 1NHCl - Acetone (1:9) 및 12NHCl-Acetone (1:9) 로展開하면서 溶媒先端과 各溶質의 先端을 觀測한 (색

갈로 溶質의 位置를 알수있다) 結果에서 第 3 圖를 얻었다 實驗條件은 第 1 表에 적혀있다.

(實驗 3)

Sampling 하지 않은 종이 띠로 時間과 溶媒의 上昇距離를 觀測한 結果 第 4 圖를 얻었다. 實驗條件은 第 2

Table 2 Values of k and m

Expt. No.	temp °C	Ostwald's const		devel- oper
		k	m	
5	12	4.0	0.43	Acetone
7	8	2.0	0.46	H <sub>2</sub> O (1:1)
8	8	2.1	0.47	"
9	8	2.4	0.48	H <sub>2</sub> O
10	8	2.4	0.4	"

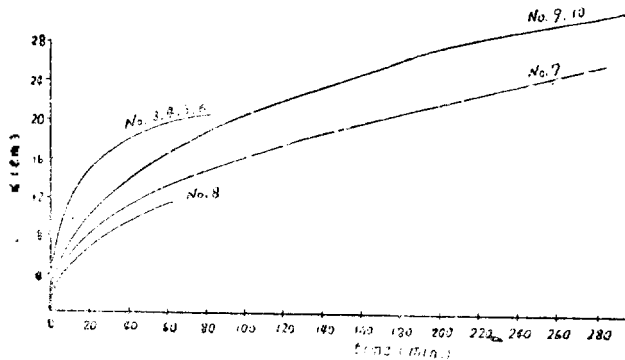


Fig. 4  
The height of solvent front in the unsampled strips.

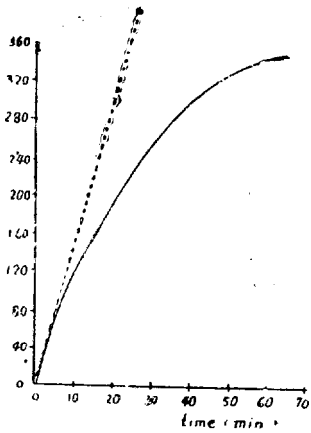


Fig. 5. Curve of square height of solvent ( $h^2$ ) vs. time (t).

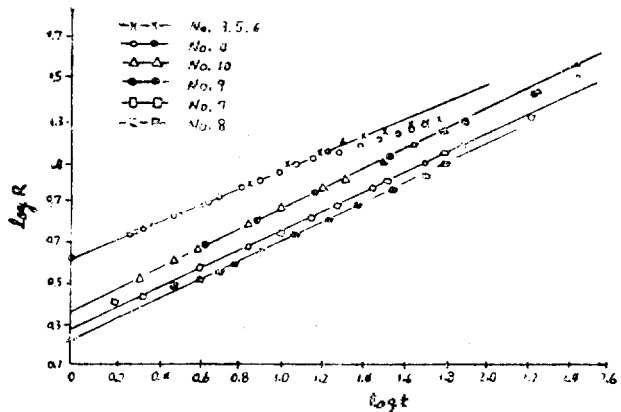


Fig. 6. Logarithm of height of solvent vs. logarithm of time

表에 적혀있다.

III 實驗結果

時間  $t$  와 上昇距離  $h$  사이의 關係는 子先  $h^2-t$  plot 가 曲線이 됨으로 (第 5 圖) 及川나 Müller and Clegg 의 二次式으로는 나타내이지 않음을 알수있다.

$t$  가  $h$  의 三次式으로 나타내인다는 假定下에 最小自乘法으로 求한 實驗式은 물에 對해서는

$$t = 0.2h - 0.15h^2 + 0.00336h^3$$

Acetone 對해서는

$$t = 0.23h - 0.008h^2 + 0.0052h^3$$

Acetone + H<sub>2</sub>O 에 對해서는

$$t = -0.50h + 0.440h^2 - 0.076h^3$$

와 같다. 이들은 二次式假定이 事實에서 너무나 벗어남을 보여준다.

$\log h - \log t$  plot 는 짧은 時間內에서는 比較的 깨끗한 直線이 된다. (第 6 圖)

直線에서 얻어진 Ostwald 式의  $k$  및  $m$ 은 第 2 表에 적혀있다.

IV 結 論

(1) 종이머에 쓰여올라가는 液體先端의 上昇距離  $h$  와 時間 ( $t$ ) 사이의 關係는 短時間 동안에는 Ostwald 의 關係式  $h=ktm$  이 가장 잘 맞는다.

(2) Ostwald 의 式에 있어서 指數  $m$  은 물, Acetone 및 물-Acetone 溶液의 어느경우에나 0.5 보다 작으며, 各其 液體에 따라 多小의 差異가 있다.

(3) Ostwald 式이 맞는 時間은 液體의 種類에 따라 다르며, 물에 對해서는 約 2 時間, Acetone-물 溶液은 約 60 分, 그리고 Acetone 은 約 30 分이다.

Literatures Cited :

- 1) W. Ostwald, Koll.Z. Suppl. Hef 2, (1908)XX.
- 2) R. H. Müller and D.L.Clegg, Anal. Chem., 23. (1951), 396.
- 3) 及川五郎, Science Reports of Tohoku Univ., (1) XXVII, No. 1, (1953), 88.
- 4) R. Ruers, Koll. Z., 23. (1918), 15.