

Al ion의 Paper electrophoresis에 관한 연구

申斗淳* · 韓萬運**

(1962. 1. 8 受理)

Study on the Paper Electrophoresis of Aluminium Ion

By Doo Soon Shin and Man Un Han

Department of Chemistry, Korea University

Paper electrophoresis of aluminium ion was studied using a closed horizontal type apparatus. The optimal conditions of voltage, pH of electrolytic supporting solution and migration time were determined for the electrophoretic migration of the ion on the paper strip saturated by Michaelis buffer solution. The mobility of the ion and the isoelectric point of $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ solution were $(1.004 \pm 0.0020) \times 10^{-4} \text{ cm}^2 \text{ sec}^{-1} \text{ volt}^{-1}$ at $\text{pH}=2.38$ and $\text{pH}=3.23$ respectively.

電壓條件 泳動時間 및 支持電解質溶液의 pH가 Al ion의 paper electrophoresis에 미치는影響을 closed horizontal type의 泳動裝置를 써서 Michaelis buffer soln.으로 飽和시킨 paper strip에서 實驗的으로 檢討하였다. 그 結果 Al ion에 가장 適合한 pH, 電壓 및 泳動時間을 決定하였으며 pH=2.38에서 Al ion의 mobility는 $(1.004 \pm 0.0020) \times 10^{-4} \text{ cm}^2 \text{ sec}^{-1} \text{ volt}^{-1}$, $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ soln.의 isoelectric point는 pH=3.23임을 알았다.

緒 論

近來 Paper electrophoresis를 아미노酸, 蛋白質等의 分離檢出方法으로 利用하는 研究가 盛行되어 이에 關한 物理化學的 檢討가 많이 報告되고 있다. 그러나 이 方法을 無機이온까지 應用한 例는^{1,2)} 極히 最近에 와서 若干의 研究가 있을 뿐으로서 아미노酸 等を 爲始하는 有機物質에³⁾ 對한 研究에 比하면 그 報告例가 아주 드물다.

筆者들은 發色試藥에 依한 呈色檢出이 比較的 容易하며 amphoteric nature를 지닌 Al ion의 paper electrophoretic migration을 實驗的으로 研究하여 Al ion의 移動度와 移動方向에 미치는 電解質溶液의 pH, 電壓條件 및 泳動時間의 影響을 調査하여 보았다.

實 驗

I. 試 藥

- 0.01-M $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ 溶液
- 5% H_2O_2 溶液 (Endosmotic flow에 依한 移動距離의 補正을 爲한 試藥)
- 電解質溶液
Total conc. 0.05-M의 Michaelis buffer soln.
(Tartaric acid와 Na-tartrate)
- 檢出試藥
ㄱ) 1% Aluminon 溶液 (pH 4 以下에서의 Al ion

檢出)

ㄴ) 0.2% Aluminon 溶液 (pH 4 以上에서의 Al ion 檢出)

ㄷ) 1% KI 溶液 (H_2O_2 의 檢出)

2. 實驗裝置와 測定

Closed system으로 만들어진 horizontal type의 paper electrophoresis 裝置(西獨製 Elphor model H)를 使用하였다. Filter paper는 Toyo No.2의 $31 \times 4 \text{ cm}$ strip를 쓰고 이것을 電解質溶液으로 飽和시킨 後 이 filter paper의 中心部에 micropipette로 試料 各各 0.04cc씩을 別어트린 다음 두 장의 유리板($45 \times 22 \times 0.4 \text{ cm}$) 사이에 끼어서 前記裝置에 固定시켰다. 電解質溶液의 pH와 電壓을 一定하게 하고 室溫에서 一定時間동안 泳動시킨 後 試料液의 原位置와 Aluminon에 依한 呈色位置로부터 Al ion의 泳動距離를 測定하였다. Endosmotic flow⁴⁾에 依한 溶媒의 移動은 H_2O_2 溶液의 原位置와 泳動後의 KI 溶液으로의 呈色位置에서 測定하였다. 그러므로 Al ion의 實泳動距離는 上記兩者의 合이 되며 移動도는 다음式으로 計算된다.

$$U_{\text{Al}} = \frac{d_{\text{Al}} + d_{\text{H}_2\text{O}_2}}{V \times t} \dots \dots \dots (1)$$

여기서,

 U_{Al} : Al ion mobility

V: Field strength

* **高麗大學校 文理科大學 化學科

t : Time of migration
 d_{Al} : Al ion의 distance of migration
 $d_{H_2O_2}$: Endosmotic flow의距離로서 Al ion의泳動方向과 같은 方向일 때는 이것의 sign은 (-)가 된다.

結果와 考察

1. pH一定條件에서의 電壓과 泳動時間 및 泳動距離의 關係

1) 泳動距離

pH=2.38에서 電壓을 여러가지 條件으로 주었을 때의 泳動時間과 泳動距離의 關係는 Table. 1과 같다.

TABLE I
 The Distance of Migration of Al ion at pH=2.38 (cm)

Volt	83			150			226			305		
	d_{Al}	$d_{H_2O_2}$	Mig.	d_{Al}	$d_{H_2O_2}$	Mig.	d_{Al}	$d_{H_2O_2}$	Mig.	d_{Al}	$d_{H_2O_2}$	Mig.
50	1.13	-0.05	1.08	1.70	-0.07	1.63	2.59	-0.12	2.47	3.68	-0.16	3.52
90	1.97	-0.09	1.88	3.52	-0.11	3.38	5.12	-0.20	4.92	6.84	-0.30	6.51
130	2.94	-0.12	2.82	4.78	-0.21	4.57	7.47	-0.33	7.14	9.96	-0.40	9.56
170	3.37	-0.14	3.23	5.76	-0.26	5.76	9.07	-0.40	8.67	—	—	—
210	3.58	-0.16	3.42	7.27	-0.31	6.96	—	—	—	—	—	—

(Migration towards cathode)

Table. 1의 結果로부터 電壓과 泳動距離, 時間과 泳動距離의 關係를 plot 하면 各各 Fig. 1과 Fig. 2가 얻어진다.

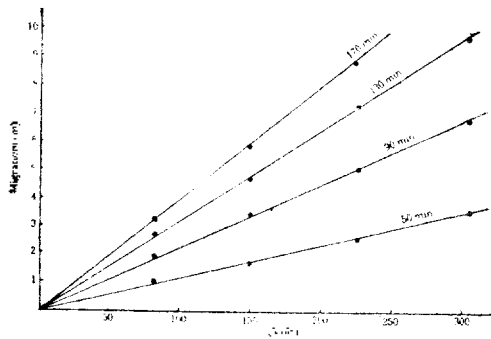


Fig. 1—The distance of migration of Al ion plotted as a function of voltage

(1)式에 依하면 t 의 어떤 一定値에 對하여 電壓과 泳動距離 사이에는 linearity가 있어야 함이 明白한바

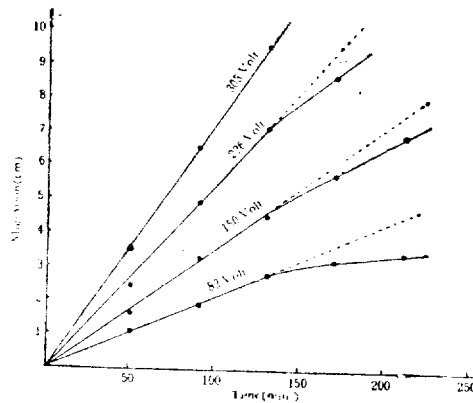


Fig. 2—The distance of migration of Al ion plotted as a function of time.

Fig. 1이 이 事實을 證明한다. 또 같은 式으로부터 V 가 一定한 條件에서는 時間과 泳動距離도 linearity를 가져야 할 것이다. 그러나 本實驗의 結果는 Fig. 2에

TABLE II
 The Mobility Values of Al ion at pH=2.38 ($cm^2 sec^{-1} volt^{-1}$)

Min.	Volt	83	150	226	305	Mean
50		1.141×10^{-4}	0.916×10^{-4}	0.952×10^{-4}	0.977×10^{-4}	0.997×10^{-4}
90		1.106	1.045	1.028	1.022	1.050
130		1.145	0.992	1.027	1.020	1.046
170		0.940	0.955	0.953	—	0.949
210		0.852	0.934	—	—	—
Mean		1.037	0.968	0.990	1.006	1.004

서 보는 바와 같이 130분까지는 明白히 이 關係를 滿足시키고 있으나 그 以上 長時間泳動으로는 泳動距離가 理論上으로 期待되는바 보다도 작게 나타나고 있다. 이것은 이미 Durrum¹⁾ 등에 依해서 指摘된바 長時間泳動에 따르는 熱發生 其他에 原因하는 deviation으로 생각된다.

2) 移動度

1)의 實驗結果로부터 Al ion의 移動度を 求하면 Table I와 같으며 平均値로서 $(1.004 \pm 0.0020) \times 10^{-4} \text{ cm}^2 \text{ sec}^{-1} \text{ volt}^{-1}$ 의 값을 얻는다.

TABLE I
The Migration and Mobility under Various pH

pH	2.38	2.56	2.93	3.47	4.07	4.72	5.03
Migration*(cm)	4.92	3.03	1.14	1.03	3.67	5.03	5.43
Mobility($\times 10^{-4} \text{ cm}^2 \text{ sec}^{-1} \text{ volt}^{-1}$)	1.028	0.661	0.244	0.225	0.801	1.097	1.183
Direction of migration	Towards cathode			Towards anode			

*Endosmotic flow 에 對한 補正을 한 값임

이 結果로부터 pH에 對한 移動度の 變化를 plot 하면 Fig. 3이 얻어진다.

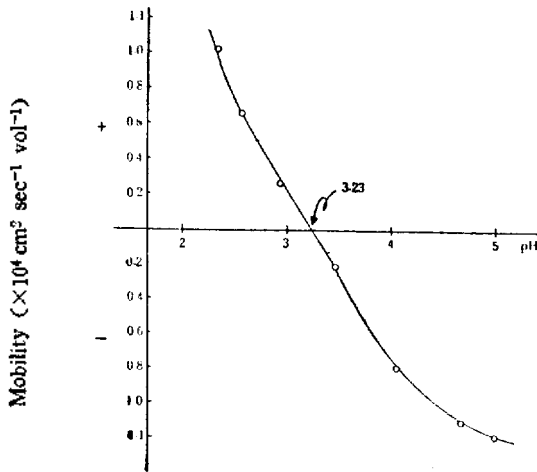


Fig. 3—Mobility values plotted against pH for Al ion.

以上 結果에 依하면 Al ion은 pH=3.23 以下에서는 cathode를 向해서 泳動하였고 그 以上에서는 anode 方向으로 泳動하였다. 또 移動度の 變化도 Table I과 Fig. 3에서 보는 바와 같다.

Al은 amphoteric 함으로 pH=3.23인 條件은 곧

以上의 實驗結果로부터 Al ion의 paper electrophoretic migration은 比較的 높은 電壓(例컨데 226 volt)에서 짧은 時間동안(例컨데 90分 內外) 泳動시킨으로서 좋은 結果를 얻을 수 있음을 알았고 pH 2.38에서의 Al ion의 mobility를 求할 수 있었다.

2. 226 volt 下에서 90分間 泳動結果로 본 pH와 泳動距離의 關係

前項의 結果를 考慮하여 226 volt 下 90分間 泳動距離를 여러가지 pH 條件에서 測定하고 移動도를 求한 結果는 Table I과 같다.

$\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ soln.의 isoelectric condition임을 알 수 있으며 pH=3.23 以上에서는 Al ion의 어떤 anionic complex가 泳動한 것으로 생각된다.

그러므로 Al ion의 paper electrophoretic migration을 實驗함에 있어서는 pH를 3.23 以下の 條件으로 할 必要가 있는바 本實驗에서는 使用한 Michaelis buffer의 最低 pH zone이 2.38이었으므로 pH=2.38이 가장 適當한 條件이 되었었다.

結 論

1. Al ion의 paper electrophoresis는 pH가 3.23 以下인 條件에서 電壓 226 volt, 泳動時間 90分 內外로 하여줌이 가장 適切함을 알았다.
2. Al ion의 移動도는 pH=2.38에서 $(1.004 \pm 0.0020) \times 10^{-4} \text{ cm}^2 \text{ sec}^{-1} \text{ volt}^{-1}$ 이다.
3. $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ soln.의 isoelectric point는 pH=3.23임을 알았다.

引用 文 獻

- (1) W.E. Norris: *Anal. Chem.*, **25**, 438 (1953)
- (2) W.E. Norris: *ibid.*, **26**, 267 (1954)
- (3) E.L. Durrum: *J.A.C.S.*, **72**, 2943 (1950)
- (4) J.L. Engelke et al: *Anal. Chem.*, **26**, 1864(1954)
- (5) R.J. Block et al: *A Manual of Paper Chromatography and Paper Electrophoresis*, Academic Press, New York (1955)