

台東沿岸海砂含鐵成份之分析

高中組化學第三名

臺東女中

製作者：邱 金 珠
指導老師：薛 東 正

一、實驗動機：

假日至都蘭等地區海邊郊遊時，常見居民撿拾質地較硬之礦石，加工磨光後做裝飾品用，因而推測海砂中亦可能含有礦物成份，偶以帶有磁性之水菓刀挖撥海砂時，則見刀尖上吸附有類似鐵層之細屑，因而決定做此含鐵成份之測定。

二、實驗原理及計算方法：

- 1 因金屬之氧化物及硫化物等，均能溶於濃鹽酸及濃硝酸之混合溶液中，故將採集之海砂以該種混合溶液溶解，使海砂中之鐵質形成 Fe^{+2} 和 Fe^{+3} 等離子。
- 2 以 $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ 及 $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ 二種溶液分別測定海砂浸取液中是否含有 Fe^{+2} 及 Fe^{+3} 等離子，方程式為： $3\text{Fe}^{+2} + 2\text{Fe}(\text{CN})_6^{-3} \rightarrow \text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$ （藍色）， $4\text{Fe}^{+3} + 3\text{Fe}(\text{CN})_6^{-4} \rightarrow \text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ （藍色）
- 3 以 H_2O_2 之酸性溶液，將溶液中之 Fe^{+2} 氧化成 Fe^{+3} ，方程式： $2\text{Fe}^{+2} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Fe}^{+3} + 2\text{H}_2\text{O}$
- 4 因 Fe^{+3} 之水溶液為明顯之褐色，且溶液顏色之深淺與溶液中所含之有色離子之濃度與溶液深度成正比，故以純的 FeCl_3 配製成 1 M 之 FeCl_3 溶液，作為比色用之標準溶液，以求取海砂浸取液中 Fe^{+3} 離子之濃度，計算公式：
$$\text{Fe}^{+3} \text{ 之濃度} = \frac{h_s (\text{同色時標準溶液高度})}{h (\text{同色時海砂浸取液高度})} \times 1 \text{ M (標準溶)}$$

液之濃度)

5. 利用測知之海砂浸取液濃度，求取海砂中之含鐵量。

計算公式： W (海砂中含鐵重) = M (浸取液濃度) $\times V$ (浸取溶液之體積) $\times 56$ (鐵之原子量)

6. 海砂中含鐵百分率之測定： $[W$ (海砂中含鐵重) $\div w$ (樣砂重)] $\times 100\%$

7. 各地區海砂含鐵平均百分率之計算：

{ [(近水邊表面下 1 m 內海砂含鐵百分率) + (砂岸邊緣表面下 1 m 內海砂含鐵百分率)] $\div 2 \times 1$ m (海砂估計厚度 m)} + { [(近水邊 1 m 以下海砂含鐵百分率) + (砂岸邊緩 1 m 以下海砂含鐵百分率)] $\div 2 \times$ (海砂估計厚度) - 1 m / 海砂估計厚度 }

8. 各地區海砂含鐵總量之估計：(各地區海砂之總體積) \times (各地區海砂之平均比重) \times (各地區海砂含鐵之平均百分率)

三、樣砂之採集：

1. 自台東市至三仙台公路線長 70 餘公里。(海岸長度將超過公路長) 視各段砂質之不同，分別採集海堡、杉原、都蘭、七里橋、東河、都歷、上麒麟及三仙台等八個地區之海砂為代表樣砂。

2. 採集地點共分四處：近水處表面下 1 m 內及 1 m 以下，砂岸邊緣表面下 1 m 內及 1 m 以下，以分散採集法採集樣砂。

四、實驗過程：

1. 取樣砂 10 克，加入濃鹽酸及濃硝酸之混合溶液 40 ml，攪拌後放置過夜，次日傾取上層液後再加入混合溶液 30 ml，如此浸取三次，再以蒸餾水洗滌，傾去上層液後之樣砂，混合以上各溶液，加熱蒸發掉過量之鹽酸，加水稀釋至 100 ml。

2. 將(1)項溶液，以 $K_4Fe(CN)_6$ 試之呈藍色，由 $4Fe^{+3} + 3Fe(CN)_6^{-3} \rightarrow Fe_4[Fe(CN)_6]_3$ ，知溶液中含有 Fe^{+3} 離子。

3. 將(1)項溶液加 $K_3Fe(CN)_6$ 溶液試之呈藍色，由 $3Fe^{+2} + 2Fe(CN)_6^{-3} \rightarrow Fe_3[Fe(CN)_6]_2$ 知溶液中含有 Fe^{+2}

離子。

4. 將(1)項溶液加 30% H_2O_2 之酸性溶液 20ml (18ml H_2O_2 + 2ml H_2SO_4) 過夜，次日取溶液數滴，以 $K_3Fe(CN)_6$ 試之，若呈藍色反應再加 H_2O_2 溶液，至加 $K_3Fe(CN)_6$ 無藍色反應為止，知 Fe^{+2} 完全被氧化成 Fe^{+3} (方程式： $2Fe^{+2} + H_2O_2 + 2H^+ \rightarrow 2Fe^{+3} + 2H_2O$)，然後加熱濃縮至 100ml 與標準溶液比色。

5. 以實驗室之純 $FeCl_3$ 配成 1 M 之溶液，作為比色用之標準溶液

6. 將各地區四處不同地方之海砂，各量取 25ml 混合後，測其比重。

五、各地區海砂含鐵百分率：

地名	採砂位置	比色高度 (cm)		海砂浸取液濃度 (M)	10克樣砂中含鐵重(克)	樣砂含鐵百分率 %	該地區海砂含鐵：平均百分率 %
		海砂浸取液	標準溶液				
海堡	近水處表面	2.4	15	0.16	0.896	8.96	6.88 (砂厚 5m)
	近水處 1M 下	1.7	15	0.113	0.633	6.33	
	岸邊表面	2.1	15	0.14	0.784	7.84	
	岸邊表面 1M 下	1.8	15	0.12	0.672	6.72	
杉原	近水處表面	2.6	15	0.17	0.969	9.69	10.19 (砂厚 5m)
	近水處表面 1M 下	2.8	15	0.19	1.047	10.47	
	岸邊表面	2.6	15	0.17	0.969	9.69	
	岸邊表面 1M 下	2.7	15	0.18	1.008	10.08	
都	近水處表面	2.0	15	0.13	0.745	7.45	18.86 (砂厚 20m)
	近水處 1M 下	4.8	15	0.32	1.792	17.92	

蘭	岸邊表面	2.6	15	0.17	0.969	9.69	
	岸邊 1m 下	5.6	15	0.37	2.089	20.89	
七	近水處表面	2.7	15	0.18	1.008	10.08	9.6
	近水處 1m 下	2.7	15	0.18	1.008	10.08	(砂厚 5m)
里	岸邊表面	2.3	15	0.15	0.857	8.57	
	岸邊 1m 下	2.5	15	0.17	0.935	9.35	
橋	近水處表面	7.0	15	0.47	2.615	26.15	10.54
	近水處 1m 下	3.0	15	0.20	1.12	11.2	(砂厚 5m)
東	岸邊表面	2.5	15	0.17	0.935	9.35	
	岸邊 1m 下	2.7	15	0.18	1.008	10.08	
河	近水處表面	1.9	15	0.13	0.711	7.11	28.07
	近水處 1m 下	6.8	15	0.45	2.537	25.37	(砂厚 10m)
都	岸邊表面	5.0	15	0.33	1.865	18.65	
	岸邊 1m 下	9.0	15	0.60	3.360	33.60	
歷	岸邊表面	7.0	15	0.48	2.666	26.66	26.66 %
	岸邊 3m 下	1.8	15	0.12	0.672	6.72	(3m 下不預估計)
上麒麟	岸邊表面	2.8	15	0.19	1.047	10.47	10
	岸邊 1m 下	3.0	15	0.20	1.120	11.20	(砂厚 5m)
三仙台							

六、結論：

1 目測比色法，因測定時，視覺上難免會有偏差，故實驗之結果亦難免將有誤差，但台東沿海海砂中含鐵量相當豐富，乃為不可置疑之事實。

- 2 該次事實所採集之海砂以公路爲界，公路近山一側，未預測定，由於海砂中之礦物系由山上冲下者，故公路近山一側之土質中，亦可能含有極豐富之鐵質。
- 3 海砂中除含鐵之外，應含有其他金屬，當利用日後假期及課餘時間再加以分析之。
- 4 該實驗曾作各區海砂海鐵總量之估計（見本實驗展出之記錄）