

海水的滲透

高中組地球科學第三名

省立嘉義高級中學

作者：周頌義 林松良

指導老師：黃善榮 褚瑞華

一、研究動機：

1. 近年來沿海地帶，由於地下水的大量抽取，常造成海水侵入地下岩層中，污染地下水。為瞭解砂層粒徑與海水滲透的關係，而作本試驗。
2. 因高中地球科學課程所學有限，無法作詳細精確的試驗，僅作簡單的砂層粒徑與海水滲透速度的關係。

二、研究目的：

1. 瞭解地下水中含鹽量的多寡。
2. 由滲透速度瞭解地層的緊密度。
3. 粒徑相同的砂層，滲透速度亦相似，藉此可瞭解該砂層的分布情形。
4. 將來野外實地工作時，可作調查地層組織的方法之一。

三、實驗步驟：

1. 在野外實地採集泥砂樣本，以16、32、80、120等四種目篩，篩選粒徑2以上， $2 \sim 1$ ， $1 \sim \frac{1}{2}$ ， $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{4}$ ， $\frac{1}{4} \text{ mm}$ 以下等五種泥沙樣品。
2. 取一公升淡水，加入海鹽，其海鹽含量依5、10、15、20、25、30、35%不同含量，測量不同海鹽含量的鹽水中其電阻、電流安培數。（兩電極間的距離1 cm）一附表(1)以便與飽和層受鹽水滲透情形相互比較。

附表(1) 含鹽量與電阻、電流實測表

含鹽量(克/公升)	清水	5	10	15	20	25	30	35
電 流 (mA)	0.5	1.5	2.0	2.2	2.5	3.0	5.0	6.5
電 阻 (K Ω)	6	3.5	3.3	3.2	3.1	3.0	3.0	2.9

3. 用150 cm長，50 cm寬的水槽，分成五個長格，每格各放置不同粒徑泥砂，以測量未飽和不同粒徑砂層中鹽水滲透速度。（水槽傾斜1%，50, 100, 150cm處分段砂層，如有鹽水滲出即表示滲透到達時間）—附表(2)

附表(2) 未飽和砂層鹽水（35克/公升）滲透速度表

(cm/分) 滲透速度 距離cm	粒徑 mm				
	2 mm 以上	2 ~ 1	1 ~ $\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$ ~ $\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$ mm 以下
0 ~ 50 cm 處	25	10	2.8	2.63	0.61
50 ~ 100 cm 處	16.66	3.85	1.66	1.5	0.25
100 ~ 150 cm 處	12.5	102.77	1.2	1.11	0.18

4. 測量飽和砂層中，不同粒度的鹽水滲透情形，由其電阻與電流安培數與〔附表(1)〕所測得電阻、電流相比較，瞭解每塩滲透情形—附表(3)。

（由水槽一端灌入鹽水，於5, 10, 30, 60, 120, 180分鐘後在距離50, 100, 150 cm砂層中，測量各粒度砂層中的電阻電阻。

附表(3) 飽和砂層鹽水（35克/公升）滲透情形

時間 (分)	距離 cm	粒度 mm									
		2 mm 以上		2 ~ 1		1 ~ $\frac{1}{2}$		$\frac{1}{2}$ ~ $\frac{1}{4}$		$\frac{1}{4}$ mm 以下	
		電阻 (KΩ)	電流 (mA)	電阻 (KΩ)	電流 (mA)	電阻 (KΩ)	電流 (mA)	電阻 (KΩ)	電流 (mA)	電阻 (KΩ)	電流 (mA)
	50	3.5	1.5	3.8	0.6	5.2	0.5	6	0.5	6	0.5
5	100	5.2	0.5	5.2	0.5	6	0.5	6	0.5	6	0.5
	150	6	0.5	6	0.5	6	0.5	6	0.5	6	0.5

10	50	3.2	2.3	3.8	1.5	4.6	1.5	5.2	0.5	6	0.5
	100	3.8	2.2	4.6	1.2	5.2	0.5	6	0.5	6	0.5
	150	5.2	0.8	5.2	0.5	6	0.5	6	0.5	6	0.5
30	50	3.2	2.5	3.8	1.5	3.5	1.5	3.8	1.2	5.2	1.2
	100	3.8	2.2	3.8	1.2	3.8	1.2	4.6	0.5	6	0.5
	150	3.8	1.2	4.6	0.5	3.8	1.0	6	0.5	6	0.5
60	50	3.2	2.5	3.5	2.2	3.5	1.2	3.8	1.2	4.6	1.2
	100	3.5	2.2	3.5	1.2	3.8	1.0	4.6	0.8	5.2	0.5
	150	3.5	1.0	3.8	0.8	3.8	0.8	6	0.5	5.2	0.5
120	50	3.2	2.5	3.5	2.2	3.5	1.2	3.8	1.2	3.8	1.2
	100	3.5	2.2	3.5	1.2	3.8	1.0	4.6	1.0	3.8	0.5
	150	3.5	1.2	3.5	0.8	3.8	0.8	5.2	0.5	4.6	0.5
180	50	3.2	2.5	3.5	2.2	3.5	1.2	3.8	1.2	3.8	1.2
	100	3.3	2.3	3.5	1.5	3.8	1.0	3.8	1.0	3.8	0.5
	150	3.3	1.5	3.5	1.5	3.8	1.0	3.8	0.5	3.8	0.5

四、說明：

本試驗是利用鹽水中海鹽離子的導電性來研究鹽水滲透量的多寡，因為清水中鹽分少，氯化鈉的離子少，因而電阻大，電流小。如地層中受海水滲透則氯化鈉的離子漸漸加多，而使電阻漸漸減小，電流則慢慢加大，藉此我們即可瞭解地下水被海水的滲透情形。

五、分析：

- 1 愈近水源滲透速度愈快，距水源愈遠滲透速度愈慢。（附表 2）
- 2 未飽和砂層中，砂粒粒度愈大滲透速度愈快，砂粒粒度愈小，滲透速度愈慢。（附表 2）

3. 粒度 $1 \sim \frac{1}{2} \text{ mm}$ 與 $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{4} \text{ mm}$ 兩者的滲透速度極為相似，此現象可能是粒度 $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{4} \text{ mm}$ 者受毛細管現象的吸引所致。
4. 粒度 $\frac{1}{4} \text{ mm}$ 以下的滲透速度很慢，可能是砂粒間孔隙小，水分因表面張力而無法快速滲透。
5. 飽和砂層中，泥砂粒度愈大，滲透速度也愈快，尤其是近水源處的粒度較大者在初期電阻均很快的減小，而電流加大。粒度較小者，電流與電阻的變化，均很緩慢。（附表 3）
6. 飽和砂層中，因含有淡水可沖淡部分鹽水的濃度，因此除了 2 mm 以上的大粒度砂層外，粒度較小的砂層，因電流強度未能迅速增強而瞭解到海鹽離子也未大量增加。
7. 在粒度 $\frac{1}{4} \text{ mm}$ 以下的小粒度砂層中，鹽水滲透情形很慢，加以孔隙太小，砂粒間的孔隙含有淡水、鹽水極不易滲透，電阻強度雖已略為減小，但是電流強度仍未顯著增加，可能是海鹽離子仍少，無法發生顯著的導電作用。
8. 地層中需含有豐富的地下水，才能減低海水的滲透。如地層中的地下水被抽取後，淡水一時無法迅速補充，則地層中的孔隙極易被海水侵入，一旦如此，因海水密度較大，淡水絕無法順利的將海水驅退，因此地下水大量抽用後，將來恐無清涼的地下水可用了。

六、結論：

1. 沿海地帶，砂質沖積層中的地下水，不可大量抽用，否則海水極易侵入，破壞地下淡水層。
2. 在細砂沖積層中，雖然海水滲透度較慢，但是地下水亦不可過度抽取，抽用量應少於地下水的滲透補充量。
3. 沿海地帶的飲用水，以不抽用地下水為宜。
4. 嘉南平原沿海地帶，因流行烏腳病，政府早已勸導不使用地下水為飲用水，此措施可能證明地下水已被海水的滲透而污染了。

評語：利用導電性原理，測定不同粒度土壤中之鹽水滲透情形，對沿海地區地下水受海水污染情況之瞭解有所助益。