

一德抽水機灌溉工程水質檢定報告

The Report of the Quality of Irrigation Water on I-Te Pumping Station

王 秀 林
Wang Hsiu-lin

徐 玉 標
Shyu Yuh-biau

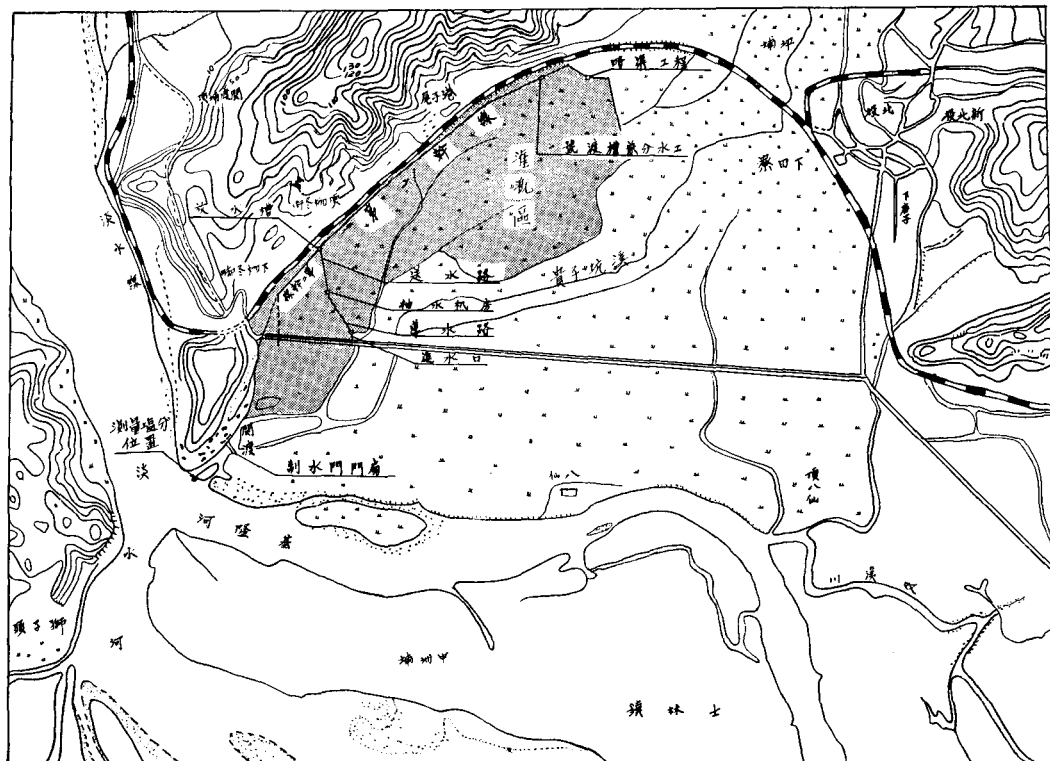
一、引 言

陽明山管理局北投鎮至關渡之間及沿基隆河右岸一帶農田，因地勢平坦低窪，潮水浸漬，農產欠收。水利局於民國四十四至四十六年由關渡沿基隆河右岸，新建堤防 4,726公尺，並於關渡附近貴子坑溪河口建築自動防潮閘門一座，用以排除貴子坑溪洪水，並可防止潮水浸入，工程告竣後，低窪之土地均變為肥沃之農田，查此地區之農田灌溉，因缺乏水源，七星農田水利會曾於民國四十六年建築八仙抽水機，抽取基隆河之淡水以灌溉農田。另於八仙灌區之西，即關渡一德里一帶之農田，共 150

公頃引用貴子坑溪水源灌溉，惟該溪流域面積甚小，僅15平方公里，每年第一期旱季，則川水乾涸，缺水灌溉，因此始有一德抽水機灌溉工程之舉。

二、工程計劃概要

本工程之水源為基隆河，利用每日兩次高潮，基隆河水位上升之際，淡水由關渡防潮閘門倒灌進入貴子坑溪，於已建之閘門出口新設手搖揚揚機制水門十四孔，一俟淡水灌滿貴子坑溪之後，則將閘門關閉，以免退潮時因基隆河水位下降，以致貯滿貴子坑溪之淡水再行洩流而出。此時貴子坑溪猶如



一德抽水場位置圖 縮尺二五〇〇〇分之一

一小型水庫，另於貴子坑溪右岸公路橋之上游100公尺處，設進水口一座，由此挖掘開渠，導水入本工程所計劃之抽水機前池之內，以30馬力之電動抽水機兩臺，抽水送至灌區之最高處，再沿鐵路開鑿幹渠一條、送水至各支渠，灌溉田畝。

本工程之計劃數量如下：(工程佈置見附圖一)

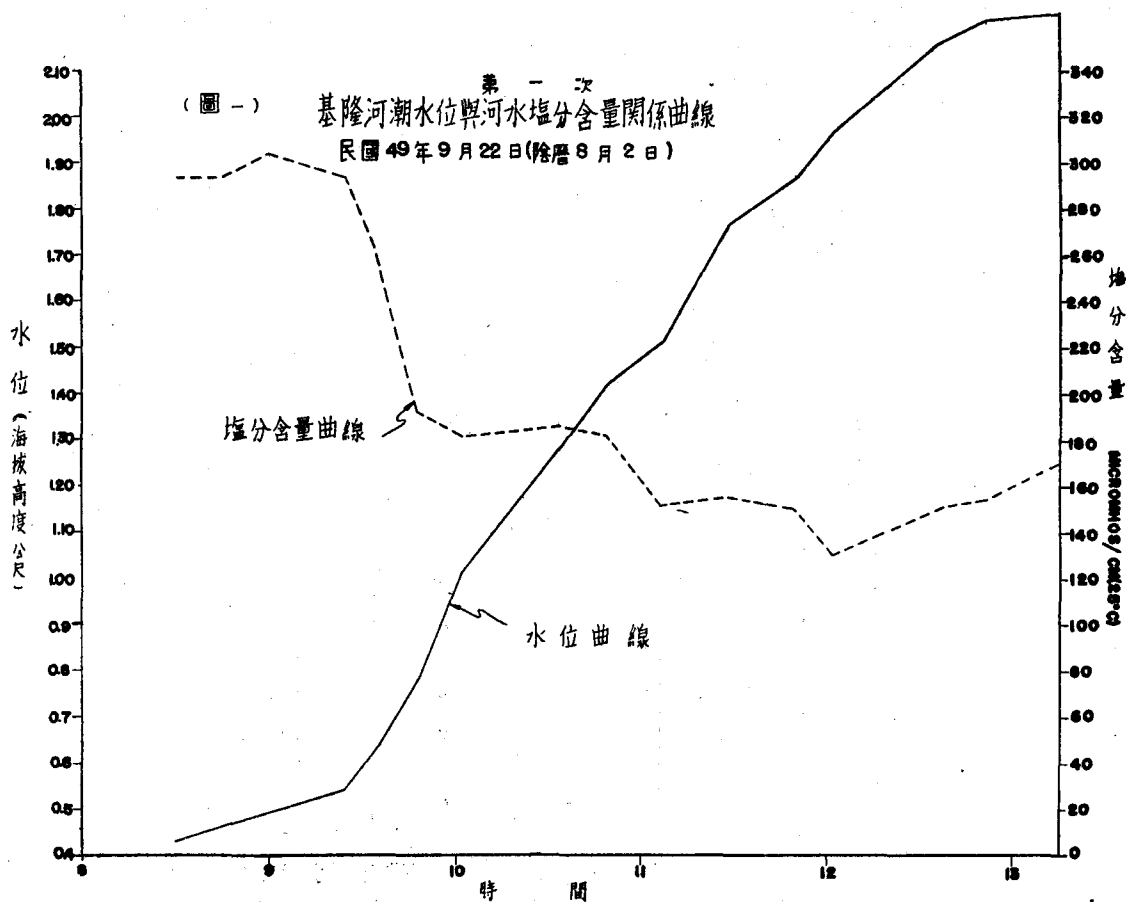
1. 灌溉面積150公頃
2. 計劃抽水量0.27立方公尺/秒
3. 抽水機設備2臺(口徑12吋, 30pH)
4. 揚程5.89公尺
5. 導水路(進水口並抽水機房)334公尺
6. 導水路暗渠(機房至出口)58公尺
7. 幹線2,400公尺
8. 總工程費1,600,000元

三、水質檢定之目的

抽水機之水源，即貴子坑溪所貯之基隆河水流。前已提及基隆河水位，每日均受海潮之侵入而有兩次漲落，當水位升高至0.76公尺時，河水便倒流入閘門內，通常在漲水之初期，流入之水質，可能為基隆河之淡水，惟潮漲至相當高度之後，潮水已與河水相混，鹽分急劇上升，不適於灌溉。本次水質之檢定，旨在探求潮汐漲落時，基隆河之水位高度與流入貴子坑溪防潮閘門內水質鹽分含量之關係，從而決定閘門關閉之時間及流量，作為將來抽水灌溉運用之依據。

四、水質檢定之標準

基隆河引入閘門內水質鹽分之含量，為決定抽水灌溉之基本資料，因其不但關係閘門之操作，引水量之多寡，抽水機之容量與灌溉面積之大小等，而且灌溉水中鹽分之含量，更能影響該區域內土壤中鹽分含量，此含量關係土壤之理化性及水稻之產



量非常鉅大。查灌溉水品質之檢定，可分如下三項：

A. 可溶性鹽分總濃度 (Total concentration of soluble salts)。

B. 鈉與其他陽離子含量之比值 (Relation proportion of sodium to other Cations.)。

C. 硼離子之濃度 (Concentration of boron that may be toxic)。

上述三大項目中，以A項可溶性鹽分總濃度最為重要，本次檢定即以鹽分含量濃度為灌溉水品質初步決定之標準。

根據美國鹽碱研究所 A (United States Salinity Laboratory.) 擬定之標準。

第一級 100-250 Micromhos/cm($EC \times 10^6$) 25°C
鹽分含量低，灌溉水品質優良。

第二級 250-750 Micromhos/cm($EC \times 10^6$) 25°C
鹽分含量中等，灌溉水品質中等。

第三級 750-2250 Micromhos/cm($EC \times 10^6$) 25°C
鹽分含量高，灌溉水品質可疑至不可用。

第四級 2250以上 Micromhos/cm ($EC \times 10^6$)

25°C 鹽分含量很高，不可用。

本試驗暫採取 22.50 Micromhos/cm 為極限，低於此者認為可以採用，高於此則視為不適灌溉之水質。

本試驗測定儀器 RC16B₂ Conductivity bridge
單位為 Micromhos/cm (25°C)

五、檢定方法及結果

水質檢定先後三次，第一次在民國四十九年九月廿二日，第二次十月廿九日，第三次十一月八日，三次測定之目的及經過，各不相同，茲分述如下：

A. 第一次測定：九月廿二日即陰曆八月初二，最高潮在午後一點左右。

(一)取樣方法：

(1) 取樣地點：防潮閘前。

(2) 取樣器具：含沙量單點取樣器。

(3) 取樣次數：每隔 15-30 分鐘取樣分析一次。

(二)分析結果

(表一) 一德抽水機基隆河潮水位與鹽分含量變化記錄表 測定日期九月廿二日

採樣時間	水位高 (海拔公尺)	水深 (公尺)	取樣水深 (公尺)	潮流狀況 (進潮或退潮)	鹽分含量 Micromhos/cm (25°C)	分析地點
8.30	0.43	0.93	0.20	退 潮	290	臺大農工系試驗室
8.45	0.46	0.96	0.20	進 潮	290	〃
9.00	0.49	0.99	0.50	〃	300	〃
9.20	0.54	1.04	0.80	〃	290	〃
9.34	0.63	1.13	0.20	〃	260	〃
9.47	0.78	1.28	0.20	〃	190	〃
10.03	1.01	1.51	0.50	〃	180	〃
10.33	1.26	1.76	0.80	〃	185	〃
10.50	1.41	1.91	0.20	〃	180	〃
11.06	1.50	2.00	0.50	〃	150	〃
11.26	1.75	2.25	0.80	〃	155	〃
11.49	1.85	2.35	0.50	〃	150	〃
12.00	1.95	2.45	0.80	〃	130	〃
12.36	2.14	2.64	0.20	〃	150	〃
12.50	2.17	2.67	0.50	〃	155	〃
13.12	2.18	2.68	0.80	〃	170	〃

本次測定在農曆初二，其最高潮時刻在午後一時左右，最低潮在上午八時，由圖(一)所示，潮位

上升曲線與進入開門之河水鹽分含量，不但沒有正相關之現象，甚至有反相關之趨勢；至少可說在開

始漲潮之初三個小時是如此，至正午以後河水之鹽分才逐漸上升，其原因可解釋如下：

海水漲落有週期性，當上次潮水退盡之後，其最後流出之水流是河水與海水相混之水質，鹽分高，乃必然之現象。故在最低潮位時，貴子坑溪內之水質，鹽分含量很高，其後潮位慢慢上升，基隆河口之淡水，因受潮位上升之影響，被阻出口，而開始向貴子坑溪倒流，隨潮位上升結果，流入防潮閘門之淡水亦愈多，故此時測定之鹽分含量亦愈低，從表(一)之測定記錄看來，當上午八時最低潮時，鹽分含量為290—300 Micromhos/cm，此後鹽分一直降低，至正午十二時降至130左右。午後一時

許，鹽分廻升，此等現象乃河水已與海水開始相混之故。

本次檢定為時過短，無法測定其鹽分升降之整個週期曲線，但對貴子坑溪水位漲落與水質變化之關係，已獲得初步之概念。

B. 第二次測定：十月廿九日，陰曆九月初十，最低潮位在午後二時

(一)取樣方法：

- (1) 取樣地點：基隆河與貴子坑溪匯合河口。
- (2) 取樣用具：含沙量取樣器。
- (3) 取樣次數：每隔卅分鐘取樣分析一次。

(二)分析結果：

(表二) 基隆河埧子川匯合口潮水位與河水鹽分含量變化記錄表 測定日期十月廿九日

採 樣 時 間	水 位 高 海 拔 公 尺	水 深 (公 尺)	潮 流 狀 況 Micromhos/cm (25°C) (進 潮 或 退 潮)	鹽 分 含 量 Micromhos/cm (25°C)		測 定 地 點
				水 面 鹽 分	溪 底 鹽 分	
11.00	- 0.38	1.25	退 潮	1,450	1,500	關渡貴子坑溪河口
11.30	- 0.48	1.15	〃	1,250	1,300	〃
12.00	- 0.60	1.03	〃	950	1,000	〃
12.30	- 0.70	0.93	〃	1,050	1,700	〃
13.00	- 0.78	0.85	〃	1,600	1,900	〃
13.30	- 0.80	0.83	〃	1,600	2,400	〃
14.00	- 0.83	0.80	最 低 潮	1,750	2,400	〃
14.30	- 0.68	0.95	進 潮	1,000	1,100	〃
15.00	- 0.52	1.11	〃	450	490	〃
16.00	- 0.15	1.48	〃	530	550	〃
16.30	+ 0.10	1.73	〃	500	600	〃
17.00	+ 0.32	1.95	〃	900	950	〃
17.20	+ 0.50	2.13	高 潮	1,300	1,400	〃
17.40	+ 0.58	2.21	〃	3,000	3,500	〃
17.50	+ 0.62	2.25	〃	3,500	3,500	〃

十月廿九日之測定是從退潮開始至第二次高潮止，時間自上午十一時開始，至午後五時四十分，測定結果由圖(二)之曲線可窺其梗概。本次測定結果，曲線隨時間之不同而有升降之變化，茲說明如下：

- (1) 11:20—12:00：在退潮時期，潮位從-0.38公尺降至-0.60公尺，鹽分含量從1,500 Micromhos/cm 降至1000，此種現象可以說明與海水相混之河水已退出貴子坑溪。但最先退出者乃最後流入之海水，而後來退出者，因原先混有基隆河之水，故鹽分含量隨退潮之時間

而漸減。

- (2) 12:00—14:00：潮位繼續下降，而鹽分上升，其理由如下：

當潮位降至-0.60公尺以下時，貴子坑溪內之河水已能排入基隆河，貴子坑溪之水源，嚴格說來祇是北投與關渡間之一大排水溝，如逢久旱，川內之水質鹽分高達2,400 Micromhos/cm，故其曲線之鹽分量能由1,000升至2,400，乃是埧子川排出之水質之故。

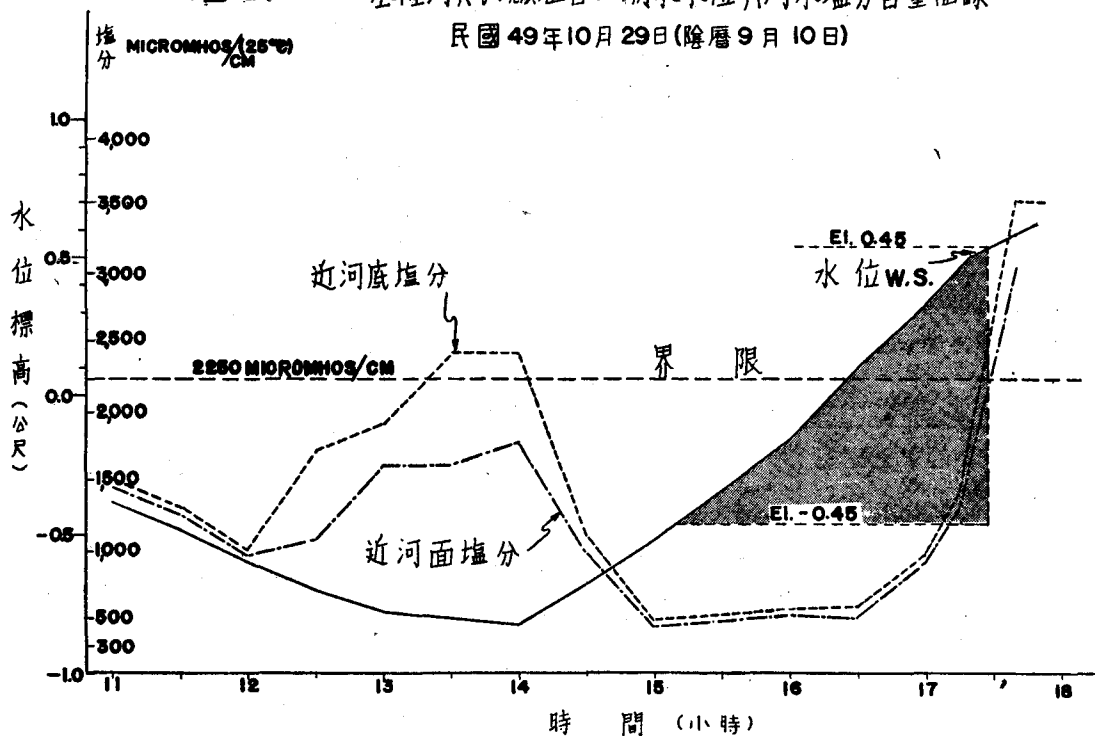
- (3) 14:00—16:00：開始漲潮時期，午後二時，潮位最低，其後又逐漸上升，而河水之鹽分含

第二次

(圖二)

基隆河貴子坑溪匯合口潮水水位與河水鹽分含量曲線

民國49年10月29日(陰曆9月10日)



量在14:00—15:00時間內很快降低，其中原因在第一次測定時已提及。是基隆河之水受海潮頂托向貴子坑溪倒流之故，其在初期可能有部份該溪本流之水與基隆之水相混，及至15:00時以後，基隆河之水已大量流入，所以鹽分含量在初一小時下降頗快，後一小時鹽分維持在500—600 Micromhos/cm之間，實則此種水質乃基隆河之水也。

- (4) 16:30—17:50：潮位上升，埤子川內之水質鹽分也隨着上升，自14:00漲潮至16:30為止，漲潮時間已達二小時卅分，即海水已經到達，開始與河水相混，故在初半小時鹽分上升較慢，至17:00以後，鹽分急劇上升，15:30以後，鹽分高達3,500 Micromhos/cm，已不適於灌溉之用。

由本次水質檢定之結果，可得如下四點概念：

- (一) 貴子坑溪內潮位下降至 -0.60公尺以下時，流出之水為貴子坑溪本流之水，鹽分頗高。

- (二) 潮位開始上漲之初二小時卅分，亦即潮位自 -0.83至 +0.10公尺時，貴子坑溪內之水為基隆河倒流之水，鹽分低，水質優良。

- (三) 潮位開始上漲二小時卅分以後，海水已到達，開始與河水相混，鹽分急劇上升，至三小時卅分以後，高達3,500 Micromhos/cm，已不適於灌溉之用。

- (四) 由採樣之位置來判斷，鹽分在水底較水面部份雖然較高，但不顯著，其與時間相較，實無足輕重。

- C. 第三次測定：十一月八日，陰曆九月廿日，退潮上午九時，高潮午後三時。

(一) 取樣方法：

- (1) 取樣地點：防潮閘門前。
- (2) 取樣器具：含沙量多點取樣器。
- (3) 取樣次數：每隔十五分鐘採樣分析一次。

(二) 分析結果

(表三) 基隆河埤子川匯合口潮水水位與河水鹽分含量記錄表 測定日期11月9日

採 時 間	水 位 高 海 拔 公 尺	水 深 (公 尺)	潮 流 狀 況 (進 潮 或 退 潮)	鹽 分 含 量 Micromhos/cm (25°C)		測 定 地 點
				水 面 鹽 分	溪 底 鹽 分	
8.20	- 0.80	0.30	退 潮	2,800	3,000	關 渡
8.35	- 0.83	0.25	最 低 潮	2,800	2,900	"
8.50	- 0.76	0.35	"	2,900	3,100	"
9.00	- 0.84	0.30	"	2,700	2,900	"
9.15	- 0.86	0.25	"	2,500	2,700	"
9.30	- 0.84	0.30	進 潮	2,600	2,900	"
9.45	- 0.74	0.40	"	2,700	2,800	"
10.00	- 0.61	0.45	"	1,500	1,650	"
10.15	- 0.50	0.65	"	700	800	"
10.30	- 0.40	0.70	"	530	550	"
10.45	- 0.30	0.80	"	460	560	"
11.00	- 0.18	0.92	"	460	560	"
11.30	+ 0.10	1.20	"	500	600	"
12.00	+ 0.30	1.40	"	840	900	"
12.30	+ 0.64	1.74	"	1,850	2,100	"
1.00	+ 0.74	1.84	"	3,300	3,600	"
1.30	+ 0.92	2.15	"	7,500	8,500	"
2.00	+ 1.03	2.25	"	8,000	11,000	"
2.30	+ 1.10	2.30	最 高 潮	9,000	13,000	"
3.00	+ 1.10	2.30	"	8,500	13,000	"
3.30	+ 1.02	2.25	退 潮	9,000	13,000	"

十一月三日之測定是從退潮開始，直到第二次退潮為止，所測結果較第1,2次時間為長，記錄亦較為完全，由圖(三)之曲線看來，其經過情形與以前所測者完全相同，亦可分為以下三個階段，惟後期滿潮後，河水與海水相混，鹽分之絕對值比第1,2次所測更高，茲說明如下：

- (1) 8:30—10:00：潮位最低，鹽分含量在2,600—3,000 Micromhos/cm。為貴子坑溪本流之水和後期流出之潮水混合水質，鹽分含量高。
- (2) 10:00—12:00：漲潮初期，淡水河之水倒流，貴子坑溪內水質鹽分很快降低至1,000 Micromhos/cm 以下。
- (3) 12:00—14:30：中午十二時以後，水位上升至+0.30公尺，海水與河水相混，鹽分急劇上升，至14:30最高潮時，鹽分已達13,000 Micromhos/cm，以後約一小時即15:30鹽分均維持在13,000之數。係屬海水之鹽分含量。

由本次測定之結果看來，當潮位開始上升，即九時卅分，潮位在-0.83公尺時候起，至十二時卅分潮位在+0.64為止，倒流至貴子坑溪之水質，含鹽分在2,250 Micromhos/cm 以下，可用於農田灌溉，時間經過先後共三小時，至於在十二時卅分後之水質鹽水急劇升高，應絕對避免引用。

六、討論及摘要

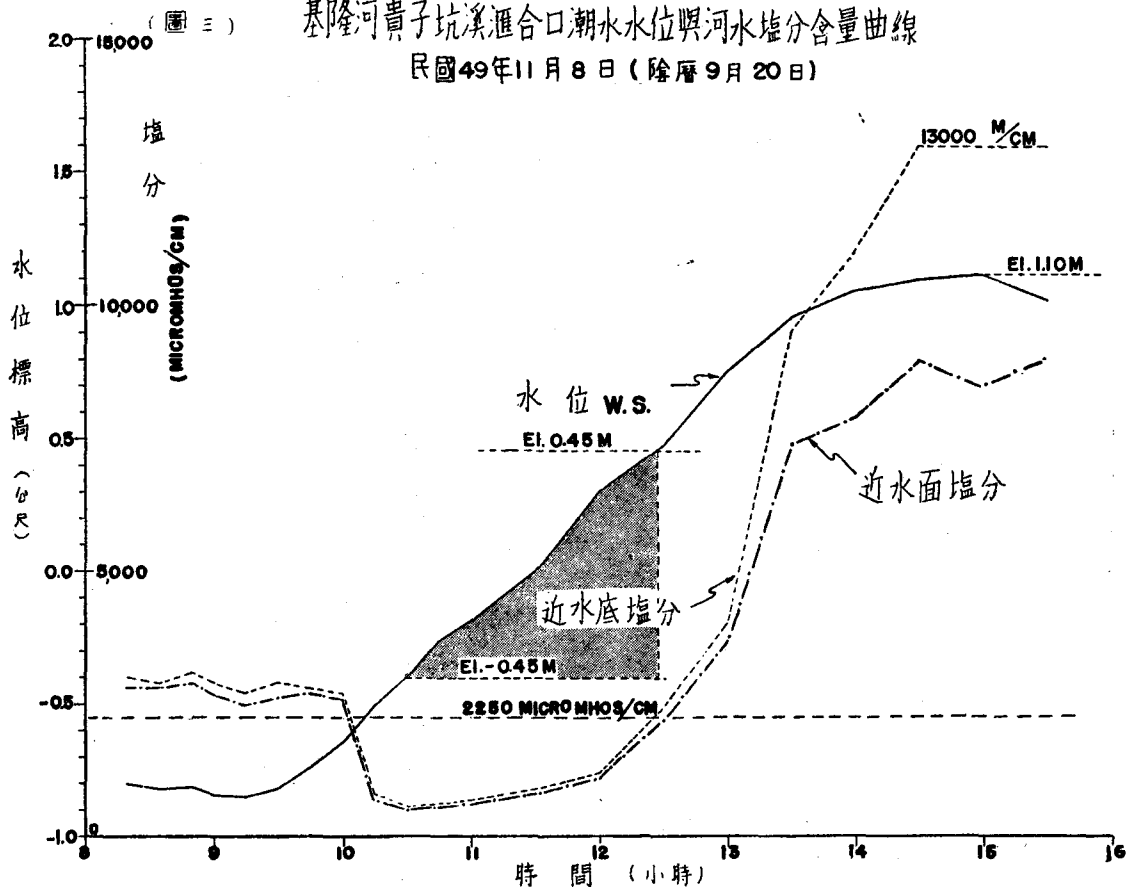
本試驗測定之地點是在關渡貴子坑溪與基隆河口，水質檢定之目的是在明瞭潮位之高低與水質變化之互相關係，從而決定防潮閘門開閉之時間，俾能引進最多量水質優良之淡水，以供關渡一德里一帶農田灌溉之需，水質測定先後三次，每次測定時間雖然不一，但所得水質變化之過程却完全相同，茲將三次所得結果綜合說明如下：

- (A) 貴子坑最低潮位-0.83公尺，平均最高潮位+1.10公尺，平均潮差在二公尺左右。
- (B) 最高潮時貴子坑溪內之河水已與海水相混，鹽

第三次

基隆河貴子坑溪匯合口潮水水位與河水塩分含量曲線

民國49年11月8日(陰曆9月20日)



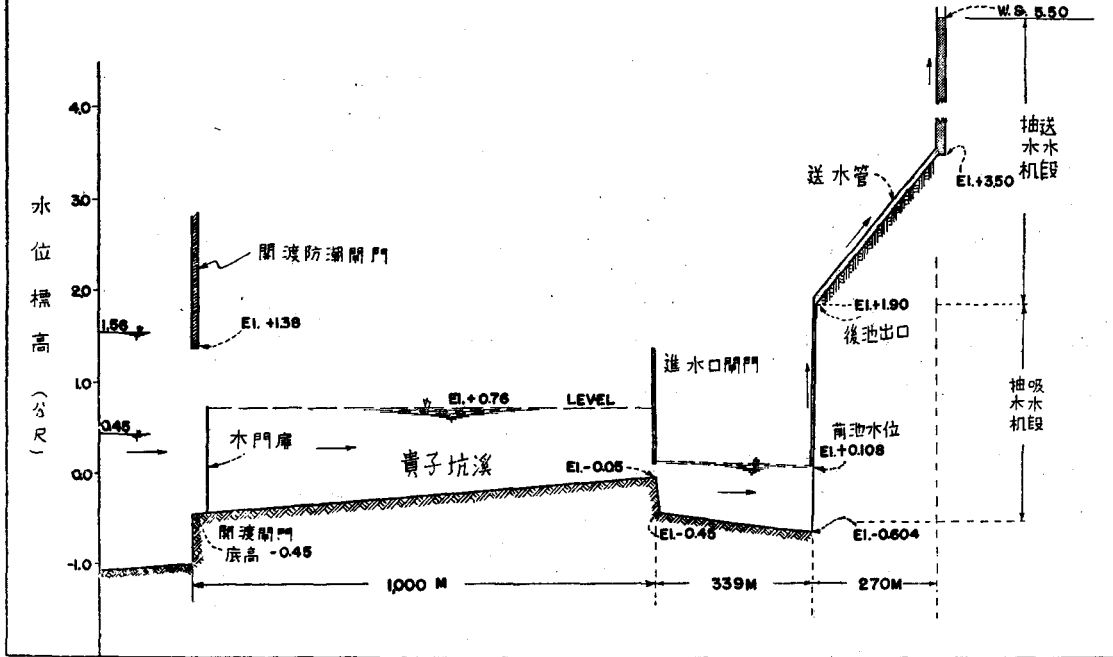
分含量達13,000 Micormhos/cm 絕對不適於灌溉。

- (C) 當退潮時，水位由 -0.30 公尺降至最低潮水位 -0.83 公尺為止，鹽分開始下降，約在 $2,000$ Micromhos/cm 上下，其時水質係埤子川本流之水質。
- (D) 潮水初漲，水位由 -0.83 公尺逐漸升高，至 $+0.10$ 公尺時，基隆河之淡水已倒流入貴子坑溪防潮閘門，鹽分下降至 $1,000$ Micromhos/cm 以下，此時淡水鹽分低，品質好可以引至閘門內，供作抽水機灌溉之水源。時間自漲潮起至漲潮後三小時為止。
- (E) 潮水漲至 $+0.10$ 公尺以上時，貴子坑溪內淡水已與海水相混，鹽分已逐漸升高，至滿潮時鹽分已升至 $13,000$ Micromhos/cm 時間漲潮後三小時至第二次退潮完後為止。

由三次檢定之結果，顯示貴子坑溪關渡防潮閘，可以利用基隆河倒流時之淡水，作為灌溉水源，但閘門之開閉，應有嚴密之規定，時間是自漲潮開始後三小時為止，即水位從 -0.83 公尺升至 $+0.45$ 公尺之間，超過 $+0.45$ 公尺以上時，淡水已與海水相混，鹽分已急劇升高，應絕對避免引用，以免影響灌溉水之品質。

當水位在 $+0.45$ 公尺時，貴子坑溪貯水量，共計 $17,600$ 立方公尺，按灌溉最大需水量為每日抽水廿小時，計劃流量 0.27 cms 則需 $19,440$ 立方公尺，與貯水量相較尚缺 $8,840$ 立方公尺，但在漲潮及進水之同一時間內抽水，以進水時間為三小時計，則可抽水 $2,916$ 立方公尺，仍缺 $5,924$ 立方公尺，惟水位 $+0.45$ 為小潮，將來實施灌溉時若遇稻作需用水量最大，且為小潮時，則應利用每日兩次漲潮進水，當可安全。

一德抽水機灌溉工程水路縱斷面略圖



楊泰豐營造廠

經理 楊丕儀

地址：桃園鎮新興街新興巷四號