

利用深水(淡水)井灌注越冬池以防止

虱目魚之凍斃

鄭鴻銓、司徒利明、黃茂春

一、前言

虱目魚 *Chanos Chanos*¹ (FORSKAL) 為本省最主要之養殖漁業，根據漁業年報，其養殖面積已達 15,692.14公頃，年產量達24,950公噸，其中大部份依靠越冬虱目魚舊魚苗之生產量，依據估計約佔42~75%，所以越冬的好壞，關係生產量至鉅，虱目魚是熱帶性魚類，依據蔡²之報告，一般越冬期間水溫降至12°C時，一天就會發生死亡，因為台灣地處亞熱帶地方，冬季時有寒流的侵襲，所以應如何保護越冬魚過多，是我們目前最重大的課題。

水產試驗所對這方面非常重視，從種種方面加以研究，謝³抽越冬溝水經火爐之重油燃燒加熱後注入於溝中，以期提高水溫，由於爐小溝大，故其效果不佳。謝⁴等利用塑膠布蓋成保溫室或一邊（北邊）蓋稻草，一邊（南邊）蓋塑膠布之保溫越冬溝，雖其溫度可提高比一般越冬溝高 2~3°C，但遇陰雨天之寒流來臨則效果不佳。

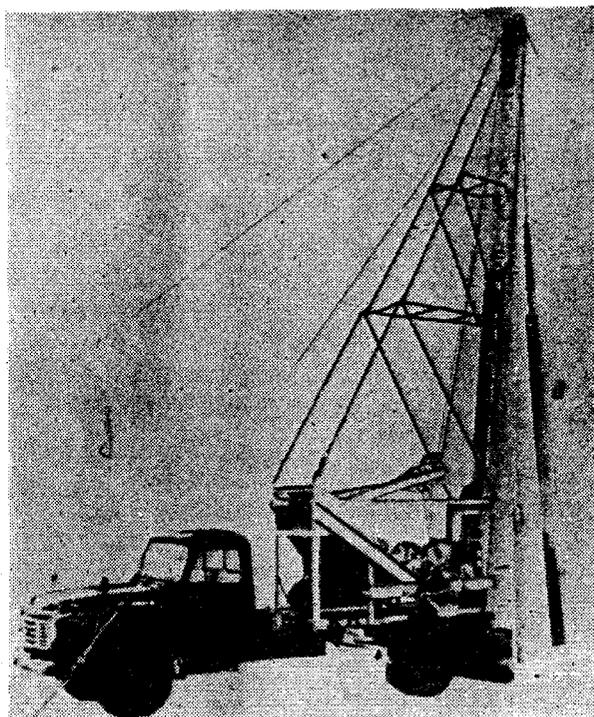
民國六十一年奉鄧所長之命鑿鹹水深水井一口，期以地下溫水（26°C）抽灌，達到防寒之目的，雖然水溫上有顯著效果，但長期的灌注由於塩份（68%

）及鐵質（40PPM）的污染得到反效果。去（62）年承台灣地區漁業發展基金管理委員會補助，又開鑿一支淡水質深井，並於寒流來臨時抽灌越冬溝，以觀察其防寒效果，在今年普遍被凍斃聲中，本分所越冬苗得賴以生存，故將深井開鑿情形及灌注防寒經過等分述如下：以供業者之參考。

二、深井開鑿情形

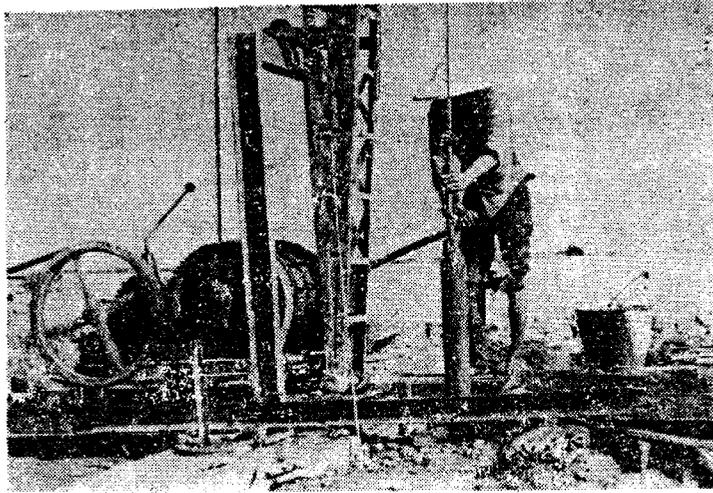
（一）深水井之開鑿方法：深水井之開鑿方法，依各地區之地層結構不同，其開鑿方法及所用之工具亦異，所以開鑿前必須先明瞭地面下地層的結構及其含水量，然後利用適合該地層之工具開始鑿井，一般開鑿水井有二種：

1. 利用迴轉式機械開鑿：迴轉式鑿井機械（見相片一），構造複雜，速度極快，但因運搬困難，故其費用也大，此種機械宜開鑿鬆軟而易於崩塌之礫地層。



相片一、迴轉式鑿井機械

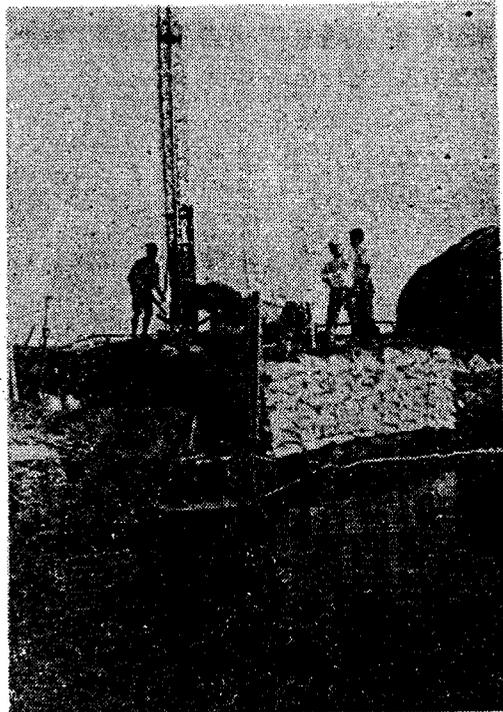
2. 利用衝擊式鑿井機械：衝擊式鑿井機械（見相片二）。結構簡單，速度緩慢，運搬及架設容易，費用較小，此機械宜利用開鑿較堅硬之岩石地層，但經驗豐富，技術高超仍可使用在鬆軟易崩塌之砂礫地層開鑿。本分所曾文海埔地養殖場經完成之二口深井（淡、鹹井各一口），均使用此方式，茲簡介如下：



相片二、衝擊式鑿井機械

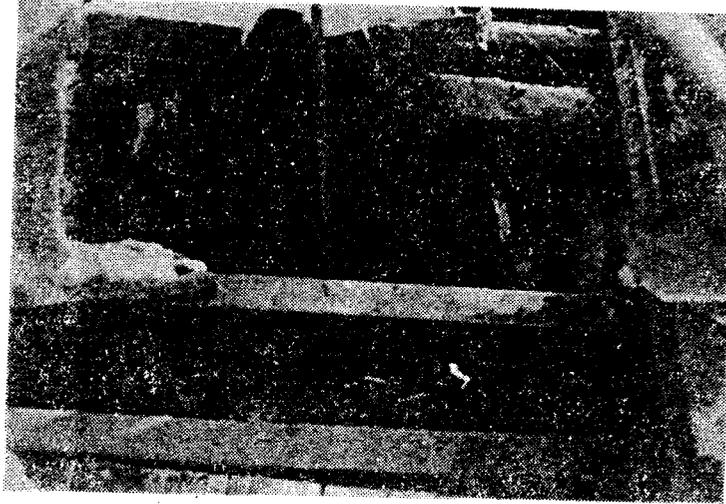
(1) 地點：本分所為配合各項試驗及為管理方便計，選擇在實驗旁邊。一般應盡量選定在越冬溝附近，以免因太遠而消失部份之熱源。

(2) 圍築高地：一般鑿深水井，井孔中必須保持有水壓，以免因水壓減低，而使砂層崩塌，故必須圍築高地（見相片三）以增加井孔中之水壓（鑿井孔時必須隨時加注淡水或鹹水於井孔中），據說：圍築之高



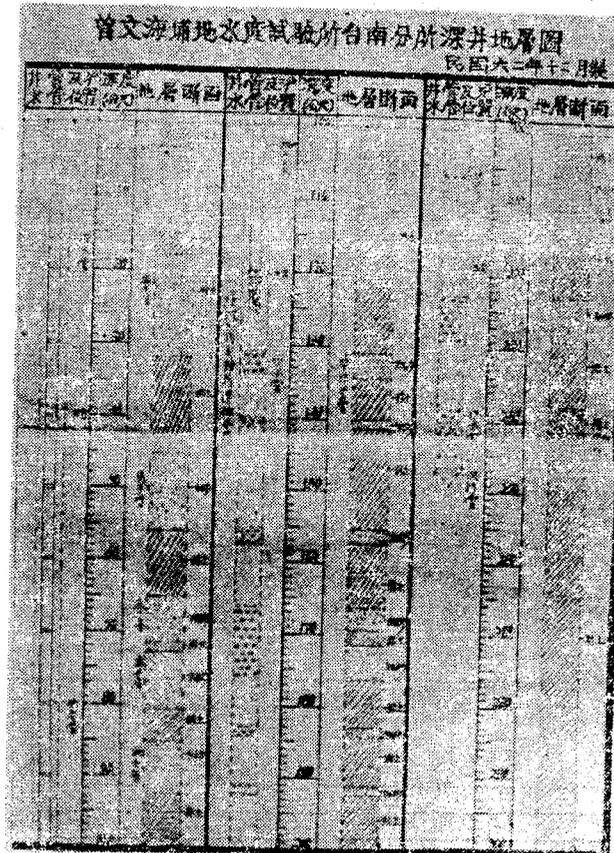
相片三、鑿井高地

地愈高，井中之水壓力愈大，則愈不容易潰塌。然後將鑿井機械架設在上面，再利用鑿井之空心鋼桿，日以繼夜的向地下衝擊成一孔，稱為井孔，由於其所鑿下之深度及所附着於鋼桿空心中所帶出之砂土標本，加以記述其地層結構情形，如屬砂層必須另用舌頭嚐舐以判明其所含水質是淡或鹹，然後由砂層之厚淺大略計算其含水量，直到含水量够用，或長距離均為粘土，而無砂層之可能時，再行停止鑿井孔。



相片四、井 孔

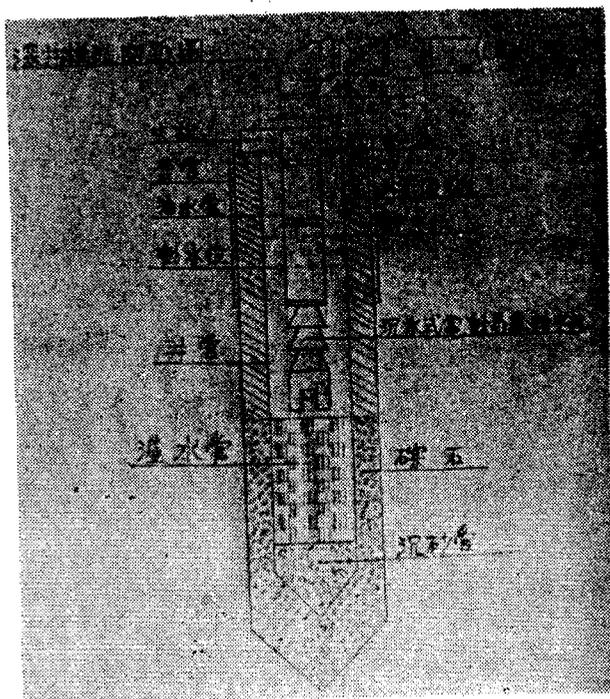
(3)曾文海埔地之地層分佈：由上述之紀錄，得知台南分所曾文海埔地之地層斷面分佈大略如相片五所示，在 100m內沙層雖多，但多係鹹水性者，然後經35m之粘土層後，雖然屬於含淡水之砂層，惜砂層很



相片五、地 層 圖

少，245m以後至300m，均屬粘土層，而沒有砂層，故停止繼續鑿深。

(二)深水井之結構：深水井之結構可區分為井管、濾水管、沉砂管、礫石、抽水管及抽水機（包括各種抽水動力）等六部份（見相片六）。茲分述如下：



相片六、深井構造

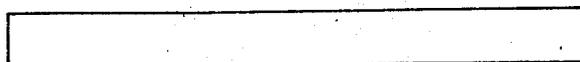
1.井管：深水井用之井管，一般均使用鋼板捲焊而成之鋼管而不用塑膠管，鋼管由於捲焊方法的不同又區分為人工捲焊（稱之為普通管）管和機械捲焊（又稱為螺紋管）管及高超波機械捲製的黑鋼管（見相片七），其區別大約如下：

(1)高超波黑鋼管：管外面無接焊痕跡，不易破裂，宜於深井用。

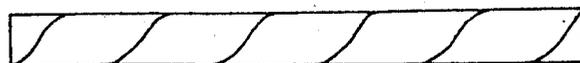
(2)螺紋管：又稱捲焊管，管內外面均有似螺紋之焊行，宜於深井用。

(3)人工捲焊管：又稱為普通管，分成四段焊接而成之鋼管，管外面有橫直不整之粗焊行，據說此管較容易破裂，不適於做為深水井之井管用。

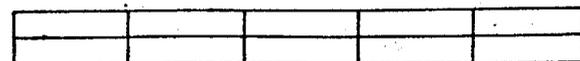
高超波黑鋼管



螺紋管



人工捲焊管



相片七、各種井管外觀形態

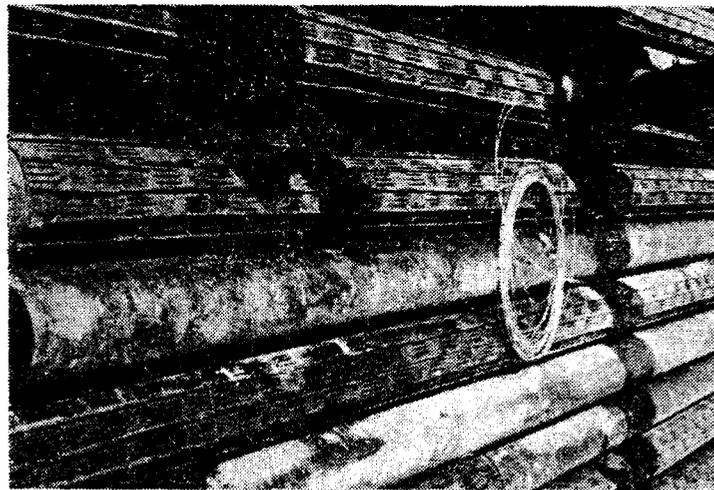
2. 沉砂管：沉砂管（見相片八）係井管最下端之鐵管，狀似倒置塔頂，做為井水中泥砂之沉澱堆積用



相片八 沉砂管

3. 濾水管：濾水管係井管的一部份，而於決定有水層之砂層部份，按接濾水管使水層水進入水管中，濾水管依據目前所用的約有二種：

(1) 開孔型濾水管：一般於知道出水砂層部位與長度後，利用井管送請鐵工廠加工，將其車開長方形的裂孔，（見相片九）然後用鐵線網包裹，外層再用多層之尼龍布包裹，以防止泥砂進入井管中。



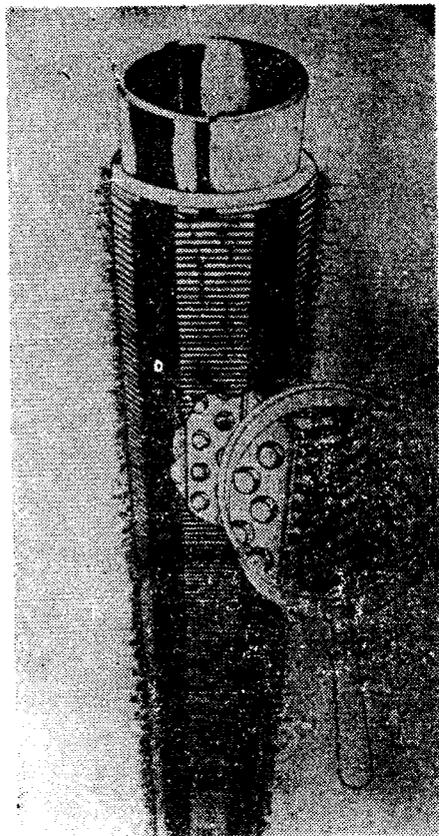
相片九、開孔型濾水管

(2)ABC (WELL SCREENS) 防砂線型濾水管：此種濾水管（見相片十）係不銹鋼製成，永不銹蝕，其進水面積較開孔型濾水管增大五倍以上，其使用壽命也長，係一固定之成品，依據出水砂層之長度直接向工廠購買即可。

4. 抽水管：放入井管之中，用於抽水，一般放至比動水位（用抽水機抽水後其水位減低之位置）還低之位置，係一渡鋅管。

5. 礫石：礫石係倒填於井管與井孔間的空隙中，以固定井管。

6. 抽水機：抽水機接於抽水管之上頭，但一般深水井則利用沉水式（西德式）之抽水機（相片十一），接於抽水機的下方。



相片十 ABC濾水管



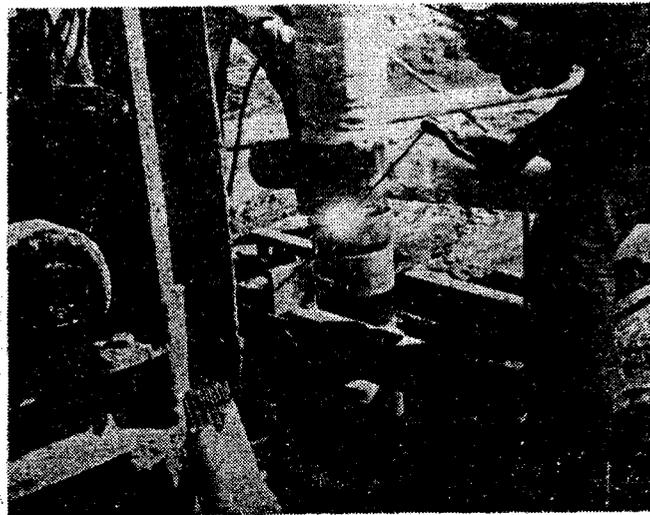
相片十一 沉水式抽水機

(三)放管情形：預定放下井管深度後，依據出水砂層以安排濾水管與井管次序。一般先將沉砂管對準井孔放入，然後依據濾水管，井管之次序，一支一支地焊接後，徐徐放下去（見相片十二、十三），井管和濾水管全部放完後，再將礫石倒入井孔和井管間，用以固定井管及增加濾水管和出水砂層之空隙，一般加至無濾水管部份為止。其他部份則加入粘土。井管固定後，再將沉水抽水機放入於井管中，抽水機上頭再與抽水管末端管口相接合（用螺絲轉緊），抽水機放到動水位之下。

(四)出水量及水質：本分所曾文海埔地完竣之淡水深井，每分鐘出水量為162加崙，其水質據南部水質實驗中心測定塩份為5169（比導電數）PPM，鐵份10.0PPM，砷1.2PPM，不宜飲用。因地層含有沼氣，故平時也有少量井水自行流出，擬似一支自流井。



相片十二 井管濾水管放下情形

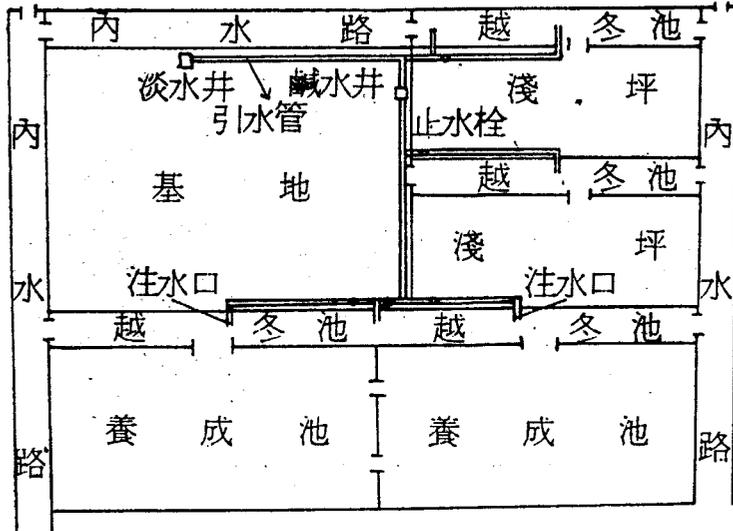


相片十三、下管焊接情形

三、寒流來襲時灌注防寒情形

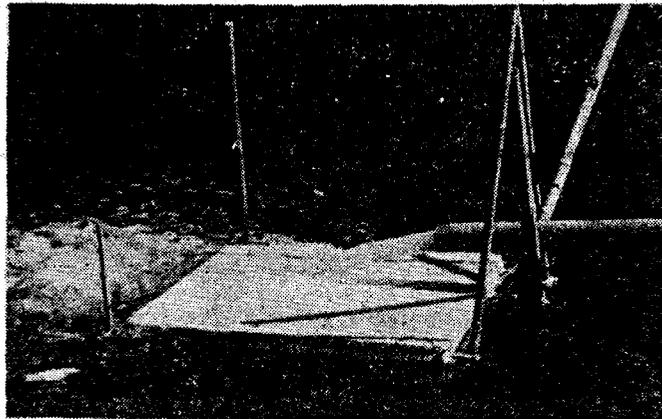
查本年度越冬期間主要寒流約有三次，第一次第二次屬一種晴天型之寒流，氣溫雖冷但白天有太陽的照射，虱目魚沒有發生直接死亡現象，但第一次寒流距點魚入越冬溝時間較短，機械傷未癒再加上凍傷，而併發細菌性疾病，而引起慢性死亡現象⁵。第三次寒流屬於陰雨性寒流，氣溫低白天又無太陽照射，又屆越冬末期，底層有機質的堆積，而造成了虱目魚直接死亡之現象⁵，依據各漁會之報告，兩次約為50~70%之死亡率，本分所除第一次也受細菌性疾病影響發生死亡外，第三次因有淡水深井之抽灌，並無發生死亡現象，效果非常良好，故將其灌注情形分述如下，以供參考。

(-)越冬池及流水系統：本分所計有越冬溝三個，除2、3號為正式越冬溝外，1號係利用內水路臨時架設之越冬溝，而無淺坪施設，地下井水用3吋之塑膠管連接至各越冬溝（見相片十四），在各注水口距越冬



相片十四 引水管之施設情形

溝水面 50cm 左右，在注入水面上設置一塑膠製沖水板（見相片十五），地下水經沖水板阻擋使成水花再進入越冬溝中，以增加水與空氣接觸面積，增加溶氧量並使沼氣消失，雖然因此地下水之溫度消失一部份，但不多（經測定由 28°C 變為 27°C ）。各注水管上段應裝設一止水栓，以便關閉及調節水量。



相片十五 沖水板施設情形

(-)灌注地下水之方法：當寒流來臨時，越冬溝水溫降至 14°C 左右即開始抽灌地下水，直抽灌至寒流過去為止，各越冬溝每分鐘灌注水量如表一：

表一、各越冬溝灌注地下水量表

池別	項目 越冬溝 長度	蓄水量 加崙	放養越冬魚		每分鐘 灌水量	備註
			體型	尾數		
1號池	300m	4,480,000	台寸 3~4	尾 20,000	加崙 40	
2 " "	160	2,000,000	3~4	18,000	25	
3 " "	160	2,000,000	5~6	8,000	25	
對照池	160	2,000,000	5~6	20,000	0	

說明：地下水一部份灌注蝦池防寒，對照池係利用民間無灌注井水之越冬池一個比較之。

(一) 灌注後水溫、水質之變化情形：

1. 水溫：地下水之水溫為28°C，至注入越冬溝為27°C，大約均為一定值，故注入越冬溝後，其溝中水溫之變化隨着原溝中水溫、氣溫、注水量而有不同，茲將本分所3號池測定結果敘述如下：

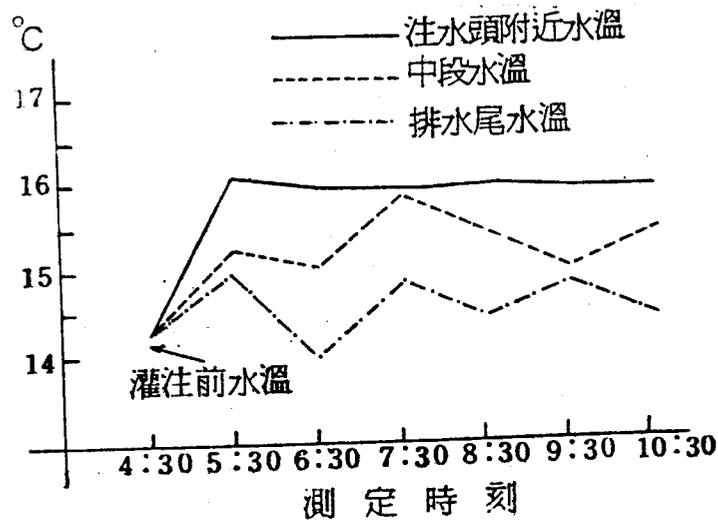
(1) 灌注3小時之水溫：於晚上5時水溫13°C開始灌注，經3小時後測定其各層之水溫變化如表二。外面氣溫為10°C（測定時），從注水處至18公尺處，上層水溫可提高至16.2°C，而後提高之溫度隨距離而遞減，在100m處只有增加0.5°C而已，而中下層之溫度也提升不多。

表二、灌注3小時後越冬池水溫變化情形

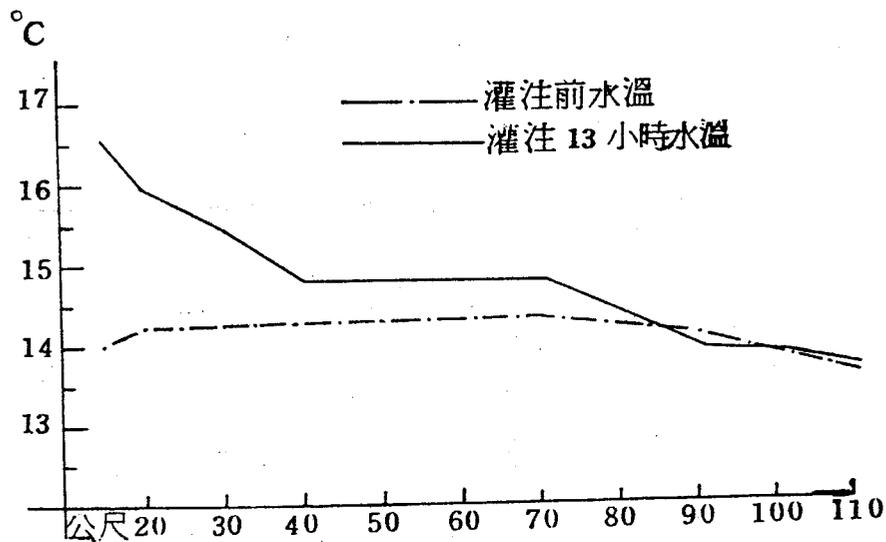
項 目 名 稱	注水頭15~18m 內 水 溫		距注水頭20m 處 水 溫		距注水頭40m後 水 溫		距注水頭60m處 水 溫		距注水頭80~ 100m 處 水 溫		備 考
	注水前	注水後	注水前	注水後	注水前	注水後	注水前	注水後	注水前	注水後	
	上 層	13.0	16.2	13.1	15.5	13.1	15.0	13.1	14.5	13.0	
中 層	13.1	14.1	13.1	14.0	13.1	13.6	13.5	13.6	13.1	13.2	
下 層	13.2	13.8	13.3	13.7	13.3	13.5	13.6	13.7	13.2	13.3	

(2) 灌注6小時水溫之變化：以40加崙/分鐘之水量，於下午4時開始灌注，每小時測定其注水口附近（距注水門約2m）中段（距注水門80m）尾部（距注水門150m）處之水溫，其變化（見圖十六），水溫從14°C開始灌注，中段、尾部水溫雖有升高，但不高，而有變化，注水口附近則一直保持在16°C左右。其時氣溫為9°C。

(3) 灌注13小時之水溫變化：溝中水溫降至14°C，於上午4時開始灌注（40加崙/分鐘），經灌注13小時後，於下午5時測定其水溫（斯時氣溫13°C）如圖十七顯示在注水口20公尺內水溫可保持16°C左右，20m~40m內為15°C，以後隨之降低。

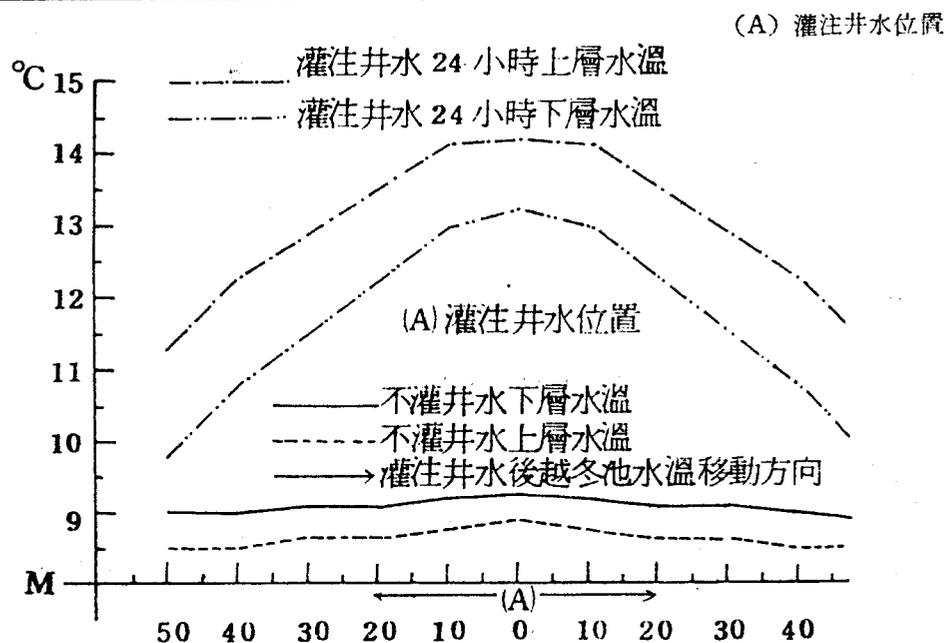


圖十六 灌注6小時溫變化



圖十七 灌注13小時之水溫變化

(4) 灌注24小時後之水溫：水溫 14°C 左右，於上午5時開始灌注，以每分鐘25加崙之地下井水，灌注於越冬池中段處經24小時後，於上午4時左右開始測定各地點之水溫如圖十八，由於灌注水量少，又遇氣溫(5°C)很低，故雖然在注水口附近20公尺，其水溫只有 14°C 左右而已，但對照之水溫只有 9°C 左右而已。所以由以上之觀察有灌注地下水者，氣溫雖然降得很低(5°C)，而一般不灌注者之越冬水溫已降為 9°C 左右，而本分所灌注地下水25加崙/分鐘時，其注水口附近20公尺處乃可保持水溫在 14°C 左右，依據蔡²之報告，水溫降至 13.3°C 一天不會引起虱目魚死亡， 14°C 連續兩天也不會死亡，所以由溫度來看，灌注地下水是有效的避免虱目魚凍斃的好方法。



圖十八 灌注24小時之水溫變化

2. 塩份：依據測定淡水的塩份量為5.2%，而原溝中之塩份為34.6%左右，所以溝中之塩份隨注水而有變化，以每分鐘灌注25加崙後，其以灌注24小時後之測定越冬溝中之塩分變化如表三，在注水的一段塩份量為34.6%變為28.6%，中段33.4%變為31.1%，下段（尾部）為33.3%變為32.1%，變化不大。虱目魚屬一廣鹽性魚類，對此種塩份變化並無多大之影響。

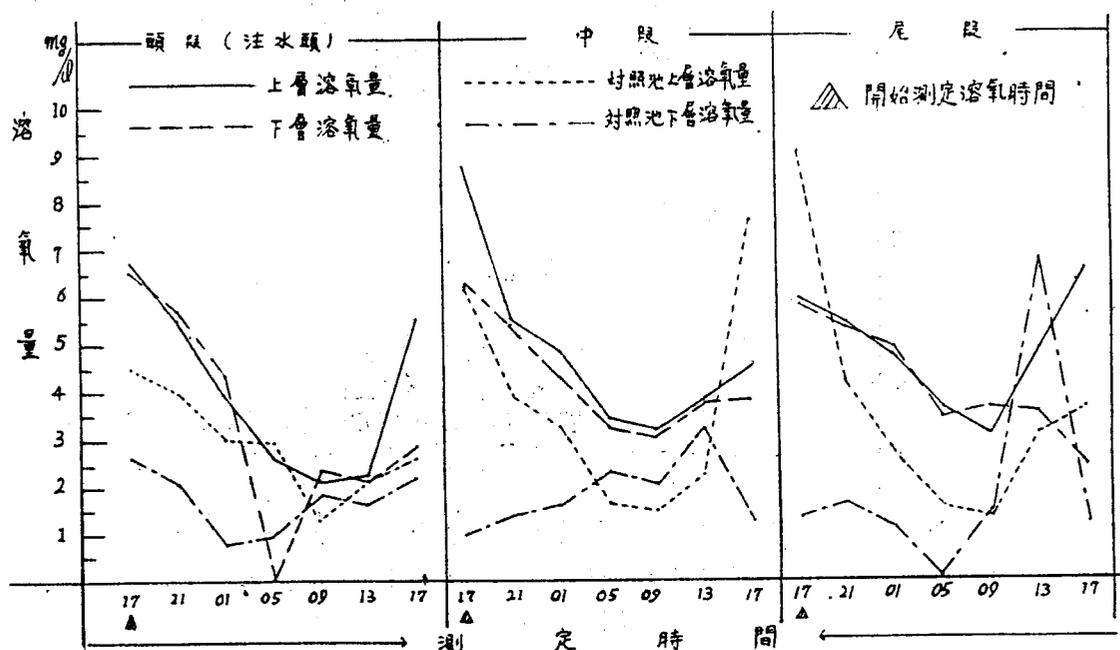
表三、灌注井水24小時後之塩份量

項 目 池 別	上段（注水段）位置				中 段 位 置				尾 段 位 置			
	灌 水 前		灌 水 後		灌 水 前		灌 水 後		灌 水 前		灌 水 後	
	水溫	塩份										
越 冬 池	°C 13.2	% 34.6	°C 16.2	% 28.6	°C 13.1	% 33.4	°C 15.0	% 31.1	°C 13.2	% 33.3	°C 13.8	% 32.1

3. 溶氧量：（見圖十九）曾文海埔地之地下含有沼氣，而無氧氣，故注入溝中時用沖水板阻擋水使產生水花，增加空氣的接觸面，使沼氣消失，增加溶氧，但為免熱能的損失，不能曝氣太久，故其溶氧量有限。注水後會顯著使溶氧量降低。例如由注水處與中段、尾段之表層溶氧變化來看，注水處溶氧顯著降低很多（測定時溝中已無虱目魚，沒有虱目魚集中該處消耗大量氧氣之可能）。由下午5時之6.9mg/l，至上午5時之2.6mg/l左右，雖然一般此時之溶氧均低，但注水處比尾段之溶氧多減少2mg/l左右，可認為是由於灌注入污染而減少的。所以如果越冬溝水質差溶氧低的話，再行灌注地下水時易引起溶氧的不足。

曾文海埔地越冬溝的溶氧，由於可引進清潔之海水，故換水後溶氧量比不換水者高很多，（見圖十九）對照池之下午5時之溶氧為4.5mg/l而試驗池試驗前天剛換水，溶氧量達6.7mg/l左右所以利用地下水灌注以防止虱目魚之凍斃，應於寒流來臨時，先行換水，以免因水污染而引起溶氧的缺乏，又寒流過後必需馬上換新水，以免繼續招致溶氧不足，浮頭死亡。

綜觀灌注地下水後，所測定之水溫、塩份、溶氧來看，水溫可有效之提高，塩份量變化並不激烈，但地下水會造成溶氧缺乏，故要保持有效利用，應於灌注前依需要作換水的處理。



圖十九、灌注24小時越冬池溶氧量

四、結 論

虱目魚越冬死亡原因，雖然很多，但主要以寒流影響為最大，所以如何防止寒流造成大量死亡是我們目前最大的課題，而防止方法可能有很多，但經此次我們發現利用深水淡水井，不失為一有效方法。依據此次灌注水量25加崙/分鐘，可保持160m長越冬溝之越冬魚，一般一噸水約可蓄養3斤魚，則160m長的越冬溝約可蓄養10尾斤魚者36,000尾左右（但本分所今年只蓄養20,000尾而已），而一口深井 160 加崙水量就可保護 150,000尾左右的虱目魚（10尾斤者），6尾斤者約有 100,000 尾左右。而所費之電量隨寒流來臨次數日數而有不同，如一年3次，一次4天，則共需抽灌288小時，1部7.5HP抽水機約需電費1,750元，再加1年基本電費全年所需費用只有9,000元，所費不多，只是鑿深井成本較高而已（約340,000元），但如因有深水井灌注而減少減少死亡率4成的話，依據今年鯤身苗5~6元計算，一年內就可賺回成本。

五、謝 辭

本文承省水產試驗所鄧火土所長之鼓勵和指教，並承黃丁郎分所長，丁雲源技正的指導和指示完成此項工作。又台南建南機械鑿井工程行黃振盛先生提供鑿井寶貴資料以及林明男、劉熾揚、林國彥等協助測定資料，謹致謝忱。又本文承蒙丁雲源技正核閱修改初稿，一併致謝。

六、參 考 文 獻

1. 省漁業局：1972中華民國台灣地區漁業年報P. 173。
2. 蔡山慶、林晃生、林國彥：1970，有關越冬期間虱目魚苗死亡率的幾個因子Agriculture. Vol. 1. No. 1. PP. 9—30.
3. 謝錫欽：未發表。
4. 謝錫欽、張明輝、黃茂春、盧大作、中國水產237期、虱目魚越冬保溫試驗報告。
5. 丁雲源、張明輝：63年度虱目魚凍死調查。中國水產256期。