

鹽度及懸浮物之急劇變化對九孔活存之影響

賴 竹 蘭

Survival Rate of Abalone (*Haliotis diversicolor supertexta*) Cultured in Acute Change of Salinity and Suspended Particles.

Jwu-Lan Lai

During the culture period, water temperature in the culture tanks ranged from 26 to 27°C. The specific gravities of the test water were as follows: freshwater (1.000), 1.005, 1.010, 1.015, 1.020, 1.025, 1.030, and > 1.030. The results of this study indicated that higher survival rates of *H. aliotis diversicolor supertexta* occurred in specific gravities from 1.015 to 1.025 and the best survival rates were from 1.020 to 1.024 (S. G.). The survival rate decreased rapidly on either > 1.025 or < 1.015 (S. G.). The abalones all died after a short while when they were placed in freshwater. When the salinity was too low, water diffused into the body. The muscle swelled and body weight increased 0.40 to 0.80 g/individual. When the salinity is too high, water flowed out from the body to the environment. The muscle shrank and body weight decreased 0.40 to 0.70 g/ind.

The concentration of suspended solids was not the main lethal factor to the abalone, but it also caused death. When the salinity was low (specific gravity < 1.015), the time which the abalone died was similar, when suspended solids were added or not to the test water. Abalones at optimum salinities (specific gravity 1.015 to 1.020) secrete mucus to gather the suspended solids, making the solution clear.

關鍵字：九孔、活存率、懸浮物

Key words: abalone, Survival rate, Suspended solids.

前 言

九孔之養殖已進行多年，且數量年年增加，以前九孔之養殖地點多集中在臺灣之東北角及東部。因其價位屬於高經濟性，且近幾年西部草蝦發生大量死亡，西部養殖戶紛紛改養其他魚類生物，而養

殖九孔者亦不在少數。目前九孔之繁養殖技術上已臻完好，相關文獻亦不少^(1,2,3,4,5,6)。對於養殖環境之條件諸如最適溶氧量、溫度、鹽度、pH值等國內外亦都有研究^(3,4,7,8,9,10)。但在臺灣四至六月間是梅雨季節，夏、秋期間又為颱風季節。豪雨使陸上之泥土流失，並使河水挾帶大量混泥入海，再加上大風浪，使得沿岸之海水混濁及淡化，造成陸上養殖之九孔大量死亡之重大損失，且死後之九孔肌肉脹大（如圖1），業界稱之為「死亡期」⁽¹⁰⁾。此種不明原因之死亡，亟待研究解決，尤其是環境條件的急劇變化。本試驗乃選擇不同比重之海水及海水懸浮物量在發生急劇變化時，來探討九孔之活存率及其死後肌肉變化和體重增減情形。期能尋出九孔貝在特殊狀況下之死亡因素，以供防疫及業者參考。



圖1 雨季時豪雨造成九孔大量死亡，其死亡後之情形

Fig.1 Dead abalone after a heavy rain.

材料與方法

本試驗是於民國78年7月1日至79年6月30日，在省水產試驗所台東分所，利用業已飼養一年（體長介於22至38 mm，體重介於2.0至4.5 g間）及半年（體長介於8至30 mm，體重介於0.56至2.50 g間）之九孔幼貝進行本試驗，其所使用之材料及方法如次：

一、鹽度試驗

以比重計法測海水鹽度是一極方便之方法，一般養殖戶欲得知海水大概之鹽度範圍，常使用此法。本試驗亦為方便起見，亦採用比重計法來區分海水之不同鹽度⁽¹¹⁾（首先將試水以濾袋過濾雜質，測其水溫及比重，再以過濾後之地下井水來淡化海水，或加入洗滌鹽使海水鹽度增加）。海水之比重分別為1.005、1.010、1.015、1.020、1.025、1.30、大於1.030及純淡水共八組，每組之水為10公升裝入15公升大玻璃缸內打氣。每組九孔30粒，在試驗前分別稱其體重，然後將其置於各組缸內，觀察其活動情形、生理變化、死亡時間，並計算經96小時試驗後之活存率及體重。

二、懸浮物和鹽度結合之試驗

如前法將海水比重調整為1.005、1.010、1.015、1.020四組，每組並分別採用懸浮物其量為0、0.026、0.052、0.104、0.208、0.417、0.834、1.665 g/l共八種情況來比較（懸浮物乃是收集沉澱後之底泥經110℃，2小時乾燥後之粉末）。每種條件之九孔為30粒，試驗前先稱體

重。將九孔置於缸內打氣，觀察其生理變化、活動情形及死亡後體重之變化及經96小時試驗後之活存率及體重變化，來加以比較各種鹽度及懸浮物含量對九孔之影響。

三、九孔之死亡判定

一般貝類之死亡很難有個判斷之標準，亦無相關之文獻可參考，故本試驗以復甦試驗法來加以判定，即當九孔經一段時間之不良因素刺激後，會呈虛弱狀態，此時以棒針連續刺探，至無反應之休克狀態止，再將此九孔取出再將其置於最適生活之海水鹽度，經打氣一小時後觀察，如無法甦醒則判定此九孔已死亡。

結 果

一、鹽度變化試驗之結果

水溫 26.7°C，比重為 1.000、1.005、1.010、1.015、1.020、1.025、1.030、> 1.030，試驗結果如表顯示（表 1）。

1. 九孔放置於淡水內，在 5 分鐘內開始分泌粘液，且因鹽度變化過劇，刺激大，九孔腹肌扭動大。經十分鐘後則停止活動，呈現休克狀態，用棒針刺激反應小，約 30 分鐘後，以棒針刺激則毫無反應，死亡後體脹大體色變白，體重平均增加 0.431 g / 粒。

2. 在比重為 1.005 組中，九孔在放入缸內五分鐘後開始吐出大量粘液，活力漸減，約經 16 小時，刺激無反應，經復甦試驗，判定全死亡。死亡後體重平均增加 0.863 g / 粒。體色變白，粘膜脫落（圖 2 A）。

3. 在比重為 1.010 試驗組中，九孔反應不像前兩組劇烈，且粘液大量吐出之時間延至 30 分鐘以後，刺激反應較大，且其死亡時間延至 37 小時左右。死亡後體色亦轉白，粘膜脫落。

4. 在比重為 1.015、1.020、1.025 三組中，經過 96 小時的試驗，九孔生活皆正常，尤以 1.020

表 1 不同鹽度下九孔之活存率及重量變化

Table 1 The survival rate and weight differentiation of abalone at different specific gravities.

S.G.	T.N.	M.N.	M.T. (hrs)	T.T. (hrs)	S.R. (%)	B.B.W. (g)	E.B.W. (g)	I.B.W. (g)
1.000	30	30	< 0.5	—	0	3.372	3.803	0.431
1.005	30	30	16	—	0	3.212	4.075	0.863
1.010	30	30	37	—	0	3.175	3.492	0.317
1.015	30	4	—	96	86.67	3.312	3.399	0.087
1.020	30	1	—	96	96.67	3.195	3.192	— 0.003
1.025	30	2	—	96	93.33	3.184	3.099	— 0.085
1.030	30	30	42	—	0	3.055	2.619	— 0.436
> 1.030	30	30	4	—	0	3.274	2.560	— 0.714

S.G.: Specific gravity.

T.T.: Test of time.

E.B.W.: End test of body weight.

T.N.: Test of number.

S.R.: Survival rate.

I.B.W.: Increased in body weight.

M.N.: Mortality of number.

B.B.W.: Began test of

M.T.: Mortality of time,

body weight.

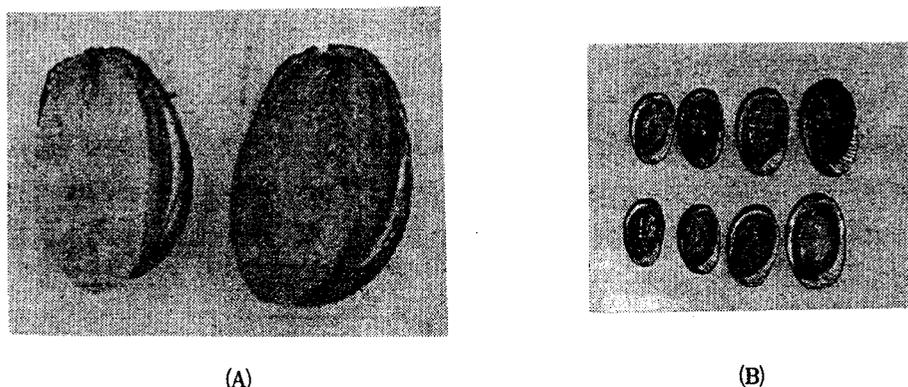


圖 2 在(A)海水鹽度低時 (S.G = 1.005) 與在(B)海水鹽度高時 (S.G = 1.030) 試驗後死亡九孔之差異

Fig. 2 Dead abalones planted on specific gravity 1.005 of seawater (A) and abalones planted on specific gravity 1.030 of seawater (B).

最活躍，而在 1.015 組中，九孔的粘液分泌亦少，九孔死亡數少，試驗後之體重變化小。在比重為 1.030 之試驗組中，九孔在放入後 30 分鐘後，有粘液吐出，呈粒狀而非絲狀，體色呈微黑，活動力漸減，經過 42 小時後，九孔全部死亡，死亡九孔膚色呈暗黑色，肌肉縮小，如圖 2 B，體重平均減少為 0.436 g / 粒。

5. 在比重大於 1.030 之試驗組中，九孔放入五分鐘後即大量吐粘液，粘液呈粒狀，九孔收縮劇烈，而後活力漸減，體色轉黑，經 4 小時後，悉數死亡，死後體重平均減少 0.714 g / 粒，死亡九孔膚色呈黑色，粘膜脫落，肌肉縮小。

二、懸浮物配合不同鹽度之試驗

在比重為 1.005 時之各個不同濃度懸浮物試驗，其結果如表 2，不管水內是否加入懸浮物及其濃

表 2 當水之比重為 1.005 時，在各種不同濃度之懸浮物下九孔之活存率及重量變化

Table 2 Survival rate and weight differentiation of abalone at different concentration of suspended solids, at water specific gravity of 1.005.

S.S. (g/l)	T.N.	M.N.	M.T. (hrs)	T.T. (hrs)	S.R. (%)	B.B.W. (g)	E.B.W. (g)	I.B.W. (g)
0.026	30	30	18	—	0	1.565	1.951	0.386
0.052	30	30	13	—	0	1.443	1.86	0.417
0.104	30	30	15	—	0	1.616	2.070	0.454
0.208	30	30	13	—	0	1.554	2.019	0.465
0.417	30	30	12.5	—	0	1.511	2.025	0.514
0.834	30	30	12	—	0	1.606	2.067	0.461
1.665	30	30	11	—	0	1.481	2.024	0.543
0	30	30	17	—	0	1.505	1.939	0.434

S.S.: Suspended solids.

T.T.: Test of time.

E.B.W.: End test of body weight.

T.N.: Test of number.

S.R.: Survival rate.

I.B.W.: Increased in body weight.

M.N.: Mortality of number.

B.B.W.: Began test of

M.T.: Mortality of time.

body weight.

表4 當水之比重為 1.015 時，在各種不同濃度之懸浮物下九孔之活存率及重量變化

Table 4 Survival rate and weight differentiation of abalone at different concentration of suspended solids, at water specific gravity of 1.015.

S.S. (g/l)	T.N.	M.N.	M.T. (hrs)	T.T. (hrs)	S.R. (%)	B.B.W. (g)	E.B.W. (g)	I.B.W. (g)
0.026	30	4	—	96	86.67	1.410	1.380	-0.03
0.052	30	8	—	96	73.33	1.500	1.383	-0.117
0.105	30	3	—	96	90.00	1.633	1.587	-0.046
0.208	30	1	—	96	96.67	1.603	1.589	-0.014
0.415	30	6	—	96	80.00	1.563	1.445	-0.118
0.832	30	1	—	96	96.67	1.551	1.526	-0.025
1.664	30	2	—	96	93.33	1.528	1.586	0.058
0	30	6	—	96	80.00	1.428	1.441	0.013

S.S.: Suspended solids. T.T.: Test of time. E.B.W.: End test of body weight.
 T.N.: Test of number. S.R.: Survival rate. I.B.W.: Increased in body weight.
 M.N.: Mortality of number. B.B.W.: Began test of
 M.T.: Mortality of time. body weight.

表5 當水之比重為 1.020 時，在各種不同濃度之懸浮物下九孔之活存率及重量變化

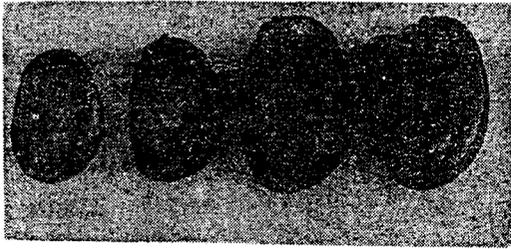
Table 5 Survival rate and weight differentiation of abalone at different concentration of suspended solids, at water specific gravity of 1.020.

S.S. (g/l)	T.N.	M.N.	M.T. (hrs)	T.T. (hrs)	S.R. (%)	B.B.W. (g)	E.B.W. (g)	I.B.W. (g)
0.247	30	1	—	96	96.67	3.042	3.056	0.014
0.513	30	4	—	96	86.67	3.593	3.582	-0.011
1.021	30	2	—	96	93.33	2.824	2.807	-0.017
0.204	30	6	—	96	80.00	3.335	3.321	-0.014
0.417	30	2	—	96	93.33	3.246	3.182	-0.064
0.833	30	5	—	96	83.33	2.847	2.760	-0.087
1.664	30	8	—	96	73.33	3.166	3.032	-0.134
0	30	3	—	96	90.00	2.991	2.994	0.003

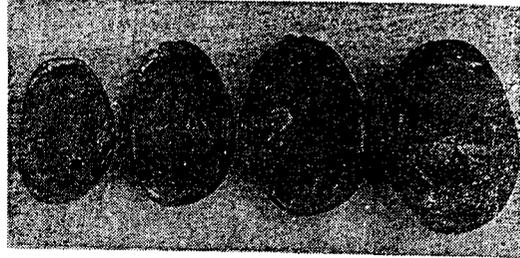
S.S.: Suspended solids. T.T.: Test of time. E.B.W.: End test of body weight.
 T.N.: Test of number. S.R.: Survival rate. I.B.W.: Increased in body weight.
 M.N.: Mortality of number. B.B.W.: Began test of
 M.T.: Mortality of time. body weight.

討 論

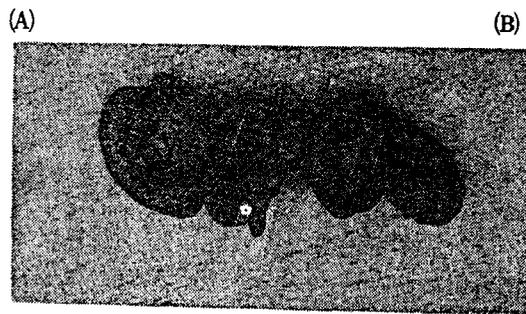
1. 九孔生存能夠忍受的鹽度範圍在 20%~40%，而最適生存範圍在 25%~35%，低於 20% 或高於 45% 則九孔的活存率不高^(3,4,7,8,9,10)，本試驗亦有相同的結果。且在低鹽度與高鹽度之試驗



試驗前 No.8



試驗後 No.7



試驗前

(C)

圖4 當海水比重 1.015 時，清水(A)與加入懸浮物 1.665 g/l (B)試驗後之九孔，與試驗前之九孔(C)活力之比較

Fig.4 Activity of abalones planted on seawater singly (A), abalones planted on suspended solids solution (S.S = 1.665 g/l) (B), and abalones before the test (C). The specific gravity of seawater was 1.015.

中，由於滲透壓的關係，九孔最終的樣子差距甚大，在低鹽度組中，環境屬於低滲透壓，水不斷的滲入體內，而使九孔漲大體色變白，體重增加。在淡水中體重增加量（0.431 g / 粒）不如比重為 1.005 時（0.863 g / 粒）多，此乃因為其死亡極快速（ < 0.5 hr），較快撈取稱重，而在比重 1.005 組中，九孔死亡時間較緩（16 hr），所以，體重增加量較多。在高鹽度試驗組中，環境水屬於高滲透壓，九孔體內的體液不斷往外滲出，造成肌肉縮小最後體色變黑，體重減輕。在比重 1.030 組中，體重減輕 0.436 g / 粒，在比重 > 1.030 組中甚至減少 0.714 g / 粒。故乃研判水在九孔體內的滲透或流失是導致九孔死亡的主因之一，如何來克服或預警等是養殖九孔上亟待解決之問題。另外欲使養殖魚類能有更寬廣的範圍，有不少的人從事鹽度馴化之試驗^(12, 13)。九孔是否含有調節滲透壓之特殊細胞，及在可忍受的鹽度範圍內馴化，使其鹽度適應範圍更廣，是一亟待探討研究之問題。

2. 當九孔遭遇不良環境時，最主要的反應就是吐粘液。如果環境水鹽度低，則吐出之粘液呈絲狀（圖 5），如果鹽度過高則吐出之粘液呈粒狀。由本試驗結果研判，梅雨季和颱風季節造成九孔大量死亡之主要因素是大量之雨水淡化池水（一般九孔池大小在 5 m × 2 m × 1 m 左右，池子小雨水大時容易淡化池水）。而水中懸浮物並不是致死之主要因素，只是加速其死亡之附加因素，因為一般養殖池水中懸浮物量在 0.025 g/l 左右，而本試驗最高含量達 1.67 g/l，只要鹽度適合，則九孔在遇到環境水中有懸浮物時，會分泌粘液凝聚其周圍之懸浮物，使其沉澱下來，而使水變澄清。原來九孔生活之環境水比重為 1.023，由圖 6 A、B，實驗開始和經過一般時間後的比較結果得知：當鹽度不適

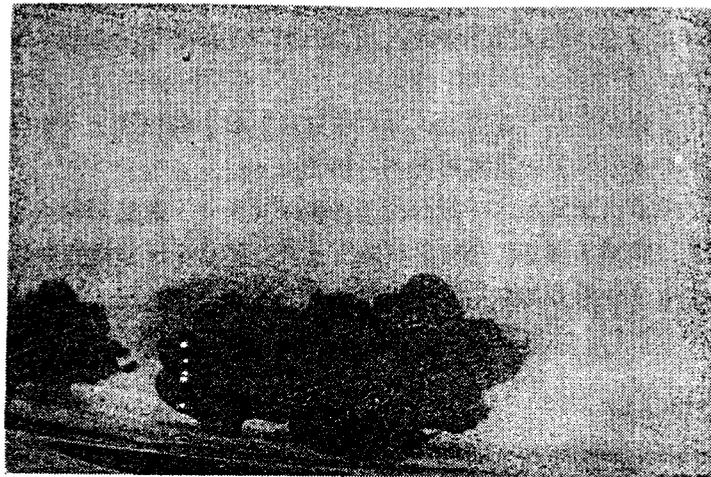


圖 5 遭遇不良環境時，九孔吐粘液的情形

Fig.5 Abalones secreting mucus under poor environment.

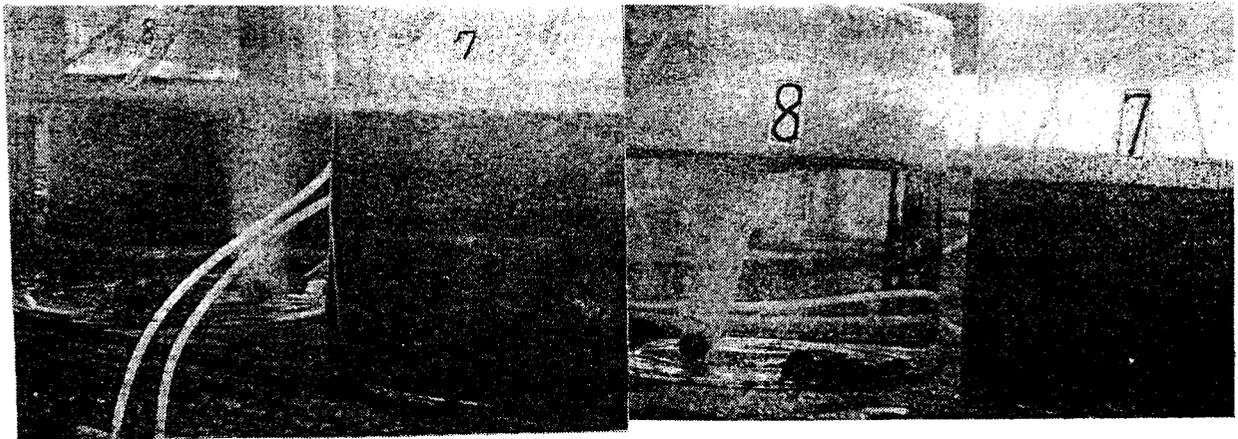


圖 6 在澄清的水域中，經過一段時間的試驗後，九孔分泌粘液使水面上充滿泡沫，在含懸浮物之缸內，因粘液凝聚懸浮物而使泡沫大為減少（A）試驗前，（B）經過24小時後），海水之比重為1.015

Fig.6 After a period of test time, the abalones secrete mucus and then bubbles fill the clear water tank. Only a few bubbles present in the other tank because of the presence of large amounts of suspended solids. Specific gravity of seawater was 1.015.

合時（S.G = 1.015），九孔會分泌多量粘液，在澄清的水面會有許多的泡沫產生，而在有高量懸浮物之試驗組（S.G = 1.015，S.S = 1.67 g/l）中，因粘液凝聚懸浮物，使水變澄清些，液面上的泡沫亦較對照組減少許多，九孔有一重要特徵是，它會逃離髒亂的環境而由池底往池壁上爬，如圖 6 B 所示。另外至於是否可以在不必換水之養殖池中飼養九孔，來降低抽取海水之成本，仍有待做進一步之解析。

3. 在海水比重為 1.015，水溫 27 °C 時，雖然經過 96 小時的試驗其活存率還算高（如表 4），但和試驗前比較，九孔之活力相差甚多（圖 4）。所以，海水之比重為 1.015 時，九孔所能忍受的時間短，如果再繼續經長時期的飼養下去則九孔的活存率亦將大為降低。又西部海岸貝類亦有季節性死亡

度的多寡，皆在18小時內全數死亡，其死亡後之情形如圖3 A、B。死亡肌肉皆漲大，且加入懸浮物者體表附著多量粘液凝聚後之懸浮物，使整個九孔體表呈泥樣。體重平均分別增加0.434 g/粒以及0.543 g/粒。

在比重為1.010時，各組試驗結果如表三，死亡時間延至41小時以後，且對照組與試驗組皆死亡，死後體重增加0.35g/粒左右，死後之情形和前一組相似。

在比重為1.015及1.020之試驗組中，試驗結果如表4、表5，試驗期間九孔皆正常，且往缸壁爬去，逃離懸浮物沉澱後之區域。經96小時之試驗九孔死亡個數少，且體重變化亦少，試驗後之情形如圖4 A、B。在1.665 g/l 懸浮物試驗組中，附於九孔表面之泥垢已大量減少。

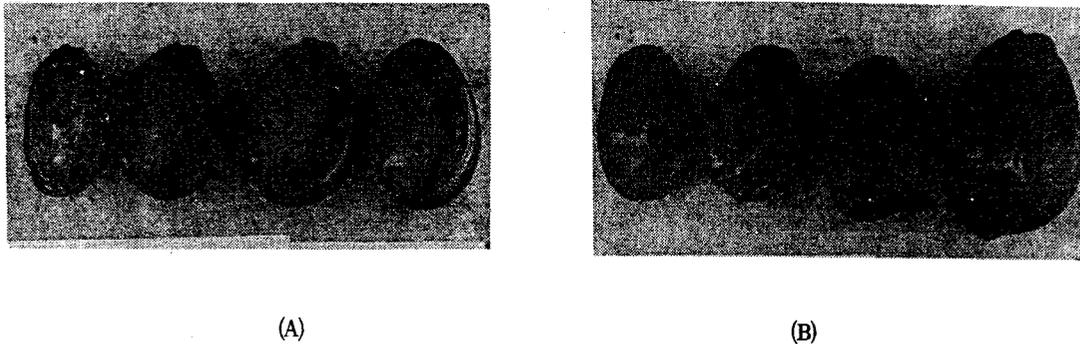


圖3 當海水比重在1.005時，清水(A)與加入懸浮物1.665 g/l (B)試驗後死亡九孔之比較

Fig.3 Abalones planted on seawater singly (A) and abalones planted on S.S = 1.665 g/l suspended solids solution (B). The specific gravity of seawater was 1.005.

3 當水之比重為1.010時，在各種不同濃度之懸浮物下九孔之活存率及重量變化

Table 3 Survival rate and weight differentiation of abalone at different concentration of suspended solids, at water specific gravity of 1.010.

S.S. (g/l)	T.N.	M.N.	M.T. (hrs)	T.T. (hrs)	S.R. (%)	B.B.W. (g)	E.B.W. (g)	I.B.W. (g)
0.0261	30	30	38	—	0	3.217	3.515	0.298
0.052	30	30	36	—	0	3.332	3.718	0.386
0.104	30	30	37	—	0	3.287	3.621	0.334
0.208	30	30	39	—	0	3.057	3.463	0.406
0.416	30	30	37	—	0	3.438	3.825	0.387
0.832	30	30	37	—	0	3.162	3.465	0.303
1.664	30	30	32	—	0	3.585	3.882	0.297
0	30	30	41	—	0	3.372	3.686	0.314

S.S.: Suspended solids.

T.T.: Test of time.

E.B.W.: End test of body weight.

T.N.: Test of number.

S.R.: Survival rate.

I.B.W.: Increased in body weight.

M.N.: Mortality of number.

B.B.W.: Began test of

M.T.: Mortality of time.

body weight.

(14, 15, 16, 17, 18)，而其原因可能與污染有關(17, 18)，臺灣海峽受黑潮支流影響，河川廢水有向河口以北積滯現象。所以，西部九孔養殖戶必須注意水質的良窳與否以免遭受重大損失。而東部九孔養殖池受家庭、畜牧、工廠廢水影響較少且受黑潮主流強力北帶，污染可能性較小。所以養殖戶最值得注意的是雨季時海水的淡化對九孔的為害，防範未然，減少損失。

摘 要

為研究鹽度及懸浮物之急劇變化對九孔活存之影響，本試驗於民國78年7月1日至79年6月30日，在省水產試驗所台東分所進行，試驗期間養殖池水溫度介於26~27℃，水之比重分別為淡水、1.005、1.010、1.015、1.020、1.025、1.030及>1.030等八組，試驗結果得係鹽度方面海水比重1.015~1.025為九孔適合生存之範圍，尤其以1.020~1.024為其最適生存範圍。

低於18%或高於44%則活存率速降，在淡水中其死亡速率最快。當鹽度過低時，九孔苗肌肉因水份滲入而膨脹體重平均增加0.40~0.8g/粒。鹽度過高則九孔苗肌肉萎縮至比殼小，體重平均減輕0.40~0.70g/粒。

懸浮物量之多寡不是造成九孔大量死亡之主因，而是加速其死亡的附加因素，海水鹽度過淡(比重<1.015)則懸浮物的加入量不管多寡九孔死亡時間相近。而當鹽度適當時(比重1.015~1.020)則九孔能分泌適量之粘液凝聚懸浮物，而使水變澄清。且九孔會爬至池壁逃池底之泥垢。

謝 辭

本試驗承蒙吳代分所長世宏之大力支持及多方指導，吳春美小姐、蘇綉惠小姐等同仁之鼎力相助，使本試驗得以順利完成，謹致謝意。

參 考 文 獻

1. 曾文陽 (1985). 鮑魚養殖學。
2. Kirk, O. Haha (1989). HANDBOOK of CULTURE of ABALONE and OTHER GASTROPODS.
3. 楊鴻禧、丁雲源 (1986). 九孔繁殖與養殖試驗，臺灣省水產試驗所試驗報告，40, 195-201.
4. 楊鴻禧、丁雲源 (1984). 臺灣南部養殖九孔可行性之探討，臺灣省水產試驗所試驗報告，37, 145-154.
5. 陳弘成、楊鴻禧 (1979). 九孔人工繁殖，中國水產，314, 3-9.
6. 林天生 (1984). 九孔人工繁殖研究，臺灣省水產試驗所試驗報告，36, 129-133.
7. 周一中、丁雲源 (1987). 九孔苗致死溶氧試驗，臺灣省水產試驗所試驗報告，43, 193-197.
8. Ino, T. (1952). Biological studies on the propagation of Japanese abalone, Bull. Tokai. Reg. Fish. Res. Lab., 5, 1.
9. Zongqing, N. and Wenhua, C. (1984). Studies on rearing conditions of abalone, *Haliotis discus hannai* Ino. II. The effects of salinity and inorganic nutrients on the development of fertilized eggs and living of larvae, Mar. Fish. Res., 6, 41.
10. 朱金錫、鍾虎雲、陳弘成、林恒雄 (1990). 臺北縣九孔池水質與病害之初步研究，中國水產，451, 13-16.
11. 陳建初 (1981). 水質分析。

12. 羅文增 (1985). 吳郭魚 (*Oreochromis aureus*) 在不同鹽度的適應過程及其調節機制之研究, 國立中山大學海洋生物研究所碩士論文。
13. 鄭恒仲、丁雲源 (1986). 鹽度馴化吳郭魚生理變化, 臺灣省水產試驗所試驗報告, 41, 233-240.
14. 胡興華 (1974). 臺灣西南淺海養殖貝類斃死調查研究, 臺灣省水產試驗所試驗報告, 23, 1-220.
15. 曾文陽 (1974). 本省貝類養殖大量斃死調查研究, 臺灣省水產試驗所試驗報告, 24, 25-34.
16. 曾文陽 (1975). 臺灣西南沿海養殖貝類大量死亡原因之研究, 臺灣省水產試驗所試驗報告, 26, 1-36.
17. 鄭森雄 (1975). 臺灣西南部河川水質污染與養殖貝類之大量死亡, 臺灣水產學會刊, 4, 1, 51-65.
18. 鄭森雄、王松寶 (1976). 臺灣中部海岸之水質與養殖貝類之大量死亡, 臺灣水產學會刊, 5, 1, 61-70.