

# 濁泥對牡蠣體成份之影響

郭素芬 陳弘成

## 中文摘要

中油公司在永安、彌陀兩鄉海域間，興建液化天然氣接收站，由於需要抽取海砂來填築人工島，因此在施工過程引起濁泥大量懸浮於該區水域中，導致牡蠣大量死亡。因此，本研究目的在於探討濁泥對牡蠣體成份之影響，並建立評估方法，以作為公害鑑定及防治依據。同時提供資料，以減少濁泥對牡蠣危害的影響。

本研究主要探討濁泥對牡蠣體成份之影響，其結論如下：

1. 牡蠣體成分在 0.05 和 0.1 g/l 濁泥中，其體內水份減少，肝醣及蛋白質會增加。而在 1 和 2 g/l 濁泥中，則反之；此與實際在現場採得的牡蠣體內成分相一致，因此濁泥為造成當時牡蠣死亡之主要原因。
2. 當牡蠣體內的水分高達 88%，肝醣降低至 8.27% 時，表示其已因饑餓，體力衰弱，瀕臨死亡。
3. 高濃度的濁泥，能影響牡蠣的品質，降低其經濟值。
4. 今後在海域施工，致引起高濃度的濁泥時，則每隔一至二個星期應停工一星期，如此才能維持牡蠣之體內，而不會大量死亡。
5. 因微量之濁泥，可促進牡蠣生長，故在訂定海域中的濁泥基準，對牡蠣而言，可暫設為 0.05 g/l，而養殖時，亦可加入 0.05 g/l 濁泥，促進牡蠣生長。至於對其他的魚類而言，此濁泥基準，似應低些。

---

\* 台大漁業試驗所 研究助理、教授

# 一、前 言

由於中油公司在永安、彌陀兩鄉海域間，興建液化天然氣進口站，在填築海上人工島的抽砂過程中，由於受到潮流與波浪之影響，大量懸浮濁泥漂進約三百公頃的牡蠣養殖區，引起牡蠣消瘦、生長停頓，嚴重者似有造成大量死亡之現象。因此有必要調查與研究濁泥對牡蠣之影響，並以此做為鑑定其真正死亡原因的參考。

真牡蠣 (*Crassostrea gigas*) 屬於軟體動物門、斧足綱、牡蠣科，被廣泛養殖於本省西部河口地區，為本省貝類產業中經濟價值最高、產量最多的種類 (Chen, 1984)。在其生活史中，除了當受精卵孵化後，有一非常短暫的幼生浮游期外，其後之幼苗便要尋覓適當的基質，改行固著生活，而終其一生於固定的位置上。所以牡蠣大部份時間的生存條件完全受環境因子所控制，例如：溫度、鹽度、食物種類、食物密度與濁泥。(Loosanoff et al., 1951; Davis, 1953; Loosanoff and Davis, 1953; Loosanoff, Davis and Chanley, 1953; Davis and Guillard, 1958; Davis, 1958; Kiorboe et al., 1981)。

濁泥對生物特別對二枚貝之影響已有多人研究過 (Davis, 1960; Kiorboe et al., 1981)。當其濃度甚高時，似能控制牡蠣攝食時之開殼率，若多量的濁泥進入鰓腔 (gill chamber) 時，有些會與 mucous 黏在一起而成一團絮狀物，卡於鰓絲之間，致濾食功能與吸收作用的機制大受影響，嚴重者經一段時間後，即有死亡的可能。其受害較輕微者，身體消瘦變色，就經濟觀點而言，其牡蠣上市的品質亦多少會受影響。再者，大量的濁泥能控制浮游生物特別是矽藻的生產，導致牡蠣食物之缺乏，則更加速其影響之程度。

因此本研究即利用人工濁泥對牡蠣的體成分之影響作一系列探討與比較，藉此預知濁泥之產生對牡蠣的實質影響，以作為公害鑑定及防治

依據，從而對養殖環境的濁泥濃度提出確切之水質參考資料。

## 二、材料與方法

本試驗之牡蠣為真牡蠣 (*Crassostrea gigas*)，取自安平、布袋、鹿港及香山等主要之牡蠣養殖區，蓄養於實驗室之恆溫室 (20 °C，23%) 內，並予以充分打氣及餵食。

濁泥之配製，則以粒徑約 0.24~4  $\mu$  的高嶺土 (Kaolin)；為 Osaka Hayashi Pure Chemical Industries 所出品，加海水使其懸浮成濁泥，用以模擬天然水域中濁泥狀況。所配製的五組濃度，分別為：0.05，0.1，0.5，1 和 2 g /  $\ell$ ，其濃度與 Loosanoff and Engle, 1947 研究美國牡蠣所用者相似，並有一組 control 當對照組。另外，為使濁泥有充分均勻態浮於海水中，乃利用 1250 ml 寶特瓶倒掛打氣，以防止濁泥沉澱而影響試驗進行。試驗期間，溫鹽各維持在 20 °C 和 23 °C，每日並加定量的藻類供其攝食。

於試驗進行當中，每隔一星期，則取數個供生化分析，其牡蠣體成分化學組成測定方法如下：

(1) 水份 (Water)：牡蠣剝殼後，直接取肉，經風乾法二小時後，測其濕重，然後放入 Oven 105 °C 二小時，烘乾後放入乾燥器，冷卻稱重，重覆烘乾步驟，時間改為卅分鐘，直至恒重為止 (AOAC, 1980)。

(2) 粗蛋白質 (Crude Protein)：利用凱氏法 (Kjeldahl Method) 測出總氮量，然後乘以轉換係數 6.25 即得粗蛋白質含量 (AOAC, 1980)。

(3) 肝醣 (Glycogen)：將烘乾後之樣品以廿倍組織重量的 0.6 N 過氯酸 (Perchloride acid) 作為研磨和沉澱蛋白質之用。再以 15,000 g 離心 30 分鐘，離心後取上層液 (Bergmeyer, 1983)，依照 Nelson-Smogyi method 進行分析。

(4)粗脂肪 ( Crude fat ) : 使用烘乾後之樣品，以無水乙醚 ( ether ) 在 Soxhlet 脂肪浸出器連續加熱八小時，此乙醚抽出物即脂肪含量 ( Gunstone, 1958 )。

(5)統計分析：各組平均值之比較，先以 F-test 分析若有顯著差異，再進一步以鄧肯氏多變距測驗新法 ( Duncan's new multiple-range test ) 分析各組間之差異性，以 5% 或 1% 或然率為度。實驗設計中若有兩個影響因子，則以雙向變方分析 ( Two-way analysis of variation ) 做顯著性差異之測試。

### 三、結 果

牡蠣體內水分含量隨著濁泥濃度之增加而增加 ( Fig. 1, Table 1 )。在 2 g / l 濁泥中，牡蠣體內水分含量最多，高達 92.37%，其次為 1 g / l 濁泥者，其體內水分含量亦達 88.09%，兩者皆比 control 中牡蠣體內水分增加約 3~7%。反之，在 0.05, 0.1 和 0.5 g / l 濁泥中，牡蠣體內水分則有減少之情形發生。即在 0.05 g / l 時，其含量為 83.79%，0.1 g / l 者，則有 82.4%。於 0.5 g / l 濁泥中，水分含量則開始增加為 84.43%，但仍比 control 中牡蠣水分含量減少約 1~3%。從雙向變方分析表 ( Table 2 ) 顯示在不同時間內，不同濁泥濃度中，牡蠣體內水份有很大變異，且時間與濁泥濃度對牡蠣體內水分含量有相互影響的交感作用存在 (  $P < 0.01$  )。

由 Fig 2 可知牡蠣體內粗蛋白質在不同濁泥濃度中之變化。只有在濁泥 0.05 g / l 時，牡蠣體內粗蛋白質含量比 control 高，前者 53.19%，後者 48.7%。其後，隨著濁泥濃度之增加，牡蠣體內粗蛋白質含量則顯著地減少。尤其在 2 g / l 濁泥中，其粗蛋白質含量最少，只有 44.89%，比 control 中粗蛋白質含量減少約 4%。由雙方變方分析 ( Table 3 ) 可知牡蠣體內粗蛋白質含量受到濁泥影響較大，而時間因子的變化，則較不明顯 (  $P > 0.01$  )，亦即在第二個星期後，其蛋白質

含量變化不大。

牡蠣體內之肝醣亦深受不同濃度的濁泥所影響 ( Fig 3 )，在 0.1 g / l 濁泥中，肝醣含量最高為 18.56 %，其次為 0.05 g / l 濁泥者，其肝醣含量亦有 17.16 %，而在 control，0.5 和 1 g / l 濁泥中者，牡蠣肝醣含量較接近，但已顯著地減少，其分別為 13.91，13.62 和 13.58 %。當濁泥高達 2 g / l 時，肝醣含量隨時間增加，而由 13.75 % 下降至 8.27 %，顯示牡蠣身體已輕度衰弱。在雙向變方分析中 ( Table 4 )，清楚地顯示肝醣含量亦隨著不同濁泥濃度在不同時間內，而有顯著性差異 (  $P < 0.01$  )，因此高濃度的濁泥 ( 2 g / l ) 在一個月後，即對牡蠣產生極大的不利影響。

牡蠣體內粗脂肪的含量在不同的濁泥濃度中，亦有明顯的差異，由 Fig 4 可得知。在 control，0.05 和 0.1 g / l 濁泥中，牡蠣體內粗脂肪含量約在 19 ~ 20 %，三者差異甚少。當濁泥增加至 0.5 及 1 g / l 時，其粗脂肪含量已大為下降分別為 15.84 及 15.44 %。因此牡蠣體內粗脂肪含量亦隨著濁泥含量之增加而減少。在 2 g / l 濁泥中，其粗脂肪含量只達 11.94 %。由雙向變方分析 ( Table 5 ) 得知，牡蠣體內粗脂肪，甚受濁泥濃度與時間所影響。

## 四、討 論

一般而言，牡蠣體內約含有 80% 左右的水分，當攝食量超過身體能量須求時，成貝以肝醣為能量的貯藏物質 ( Giese, 1969 )，稚貝則以中性的脂肪為主 ( Holland and Spencer, 1973 ) 分別貯存於肝、胰臟。所以本實驗顯示在少量濁泥 ( 0.05，0.1 和 0.5 g / l ) 中，肝醣含量會增加，而水分含量會稍微減少。當環境不適情況嚴重時，牡蠣必須長期緊閉雙殼，而輕微者，其攝取率及耗氧量亦都受到抑制，這些都將導致能量損失超過攝食所供應的量。此時，成貝須藉著肝醣進行嫌氣性分解作用 ( Anaerobic glycolysis ) 而獲得能量才能生存

( Gabbott and Walker, 1971 )，如此則導致水分增加肝醣減少，此為最基本的饑餓時之生理現象。

Gobbott and Bayne ( 1973 ) 指出當環境不好或食物缺少導致的肝醣含量不足時，牡蠣即利用體內蛋白質加以分解以產生能量。在本研究中，亦發現可能有相同之現象。即在 1 和 2 g / l 濁泥中，水分含量增加，肝醣和蛋白質含量減少，頗符合上述的理論。雖然脂肪含量在 2 g / l 濁泥中亦減少。但是脂肪主要是提供稚貝期能量來源。事實上，本試驗在 0.05 , 0.1 , 0.5 和 1 g / l 濁泥中，脂肪變化亦不大。因此，濁泥除使牡蠣死亡外，其較輕微者，除使身體衰弱外，亦會使體內水份、蛋白質和肝醣等含量改變，而導致牡蠣上市之品質降低，在實際的野外調查中，亦發現永安濁泥影響下的牡蠣，其體內的水分增加，肝醣與蛋白質則大為減少，與試驗室的結果頗為一致。

許多的生物甚受濁泥所影響 ( O'connor et al, 1976 ; Hodgson & Dixon , 1988 ) , Loosanoff and Davis ( 1963 ) 指出二枚貝的整個生活史，對濁泥非常敏感。因此如何減少濁泥之危害，應為相當重要之問題。Loosanoff and Tommers ( 1948 ) 曾將生活在高濁泥中的牡蠣 *O. virginica* 放入清水中，結果牡蠣快速恢復開殼及濾水的功能，且速率超過 control 者。Davis ( 1960 ) 也曾將在 2 及 4 g / l 濁泥中孵化 48 小時的牡蠣 D 型幼生 ( Straight hinge Stage ) 放回清淨海水中，結果發現全部都活存且成長至變態期，故知短暫的濁泥影響對牡蠣是可忍受及復原的。在試驗室內，若將濁泥靜置時，則能於數天內使其大部份沈底，而減少濁度。因此若於施工時，每隔一段時間停工一至二星期，則其危害性將不致於如此嚴重。

因此建議在水體用途分類及水產用水基準中，對牡蠣而言，可訂定濁泥的基準為 0.05 g / l。另外，養殖牡蠣時，亦可加入 0.05 g / l 濁泥，使其成長加速，且可得到最佳的肥滿度。但是用於其他的水產生物時 ( 特別是魚類時 ) 則其基準似可減低至 0.01 g / l 左右 ( 陳，

1987 )。

## 誌 謝

本研究之完成實賴農委會75.農建－ 3. 1.－漁－ 10.(5)與76.農建－ 3. 1.－漁31.(5)之經費補助。試驗期間承台大畜牧系楊清白教授惠借儀器，本試驗室的林明南、邱南威與蔡天蔭三位先生的協助，台灣省環境保護局的支持，才得完成，特此致謝。

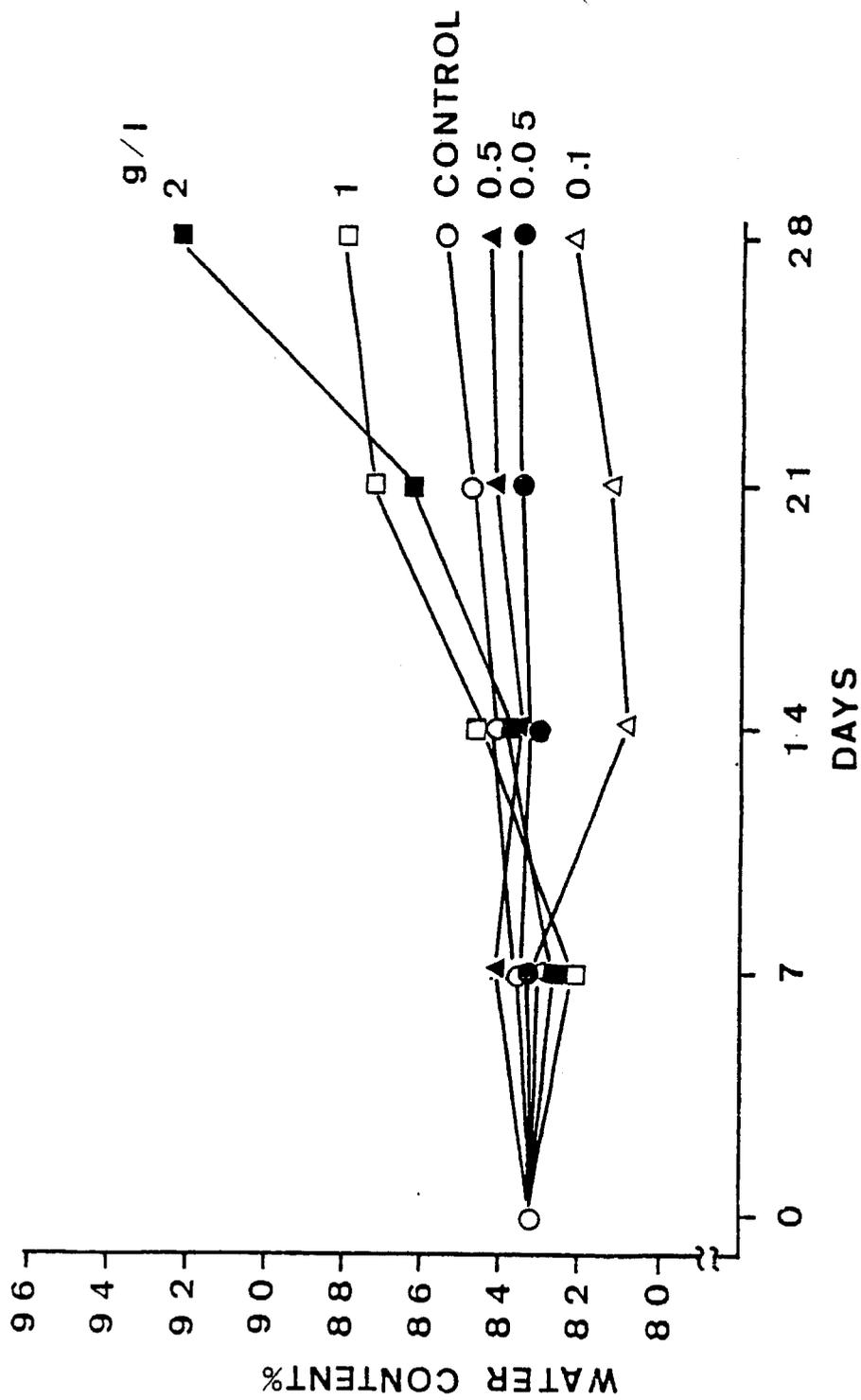


Fig. 1 WATER CONTENT OF OYSTERS IN DIFFERENT CONCENTRATIONS OF SUSPENDED CLAY FOR 28 DAYS.

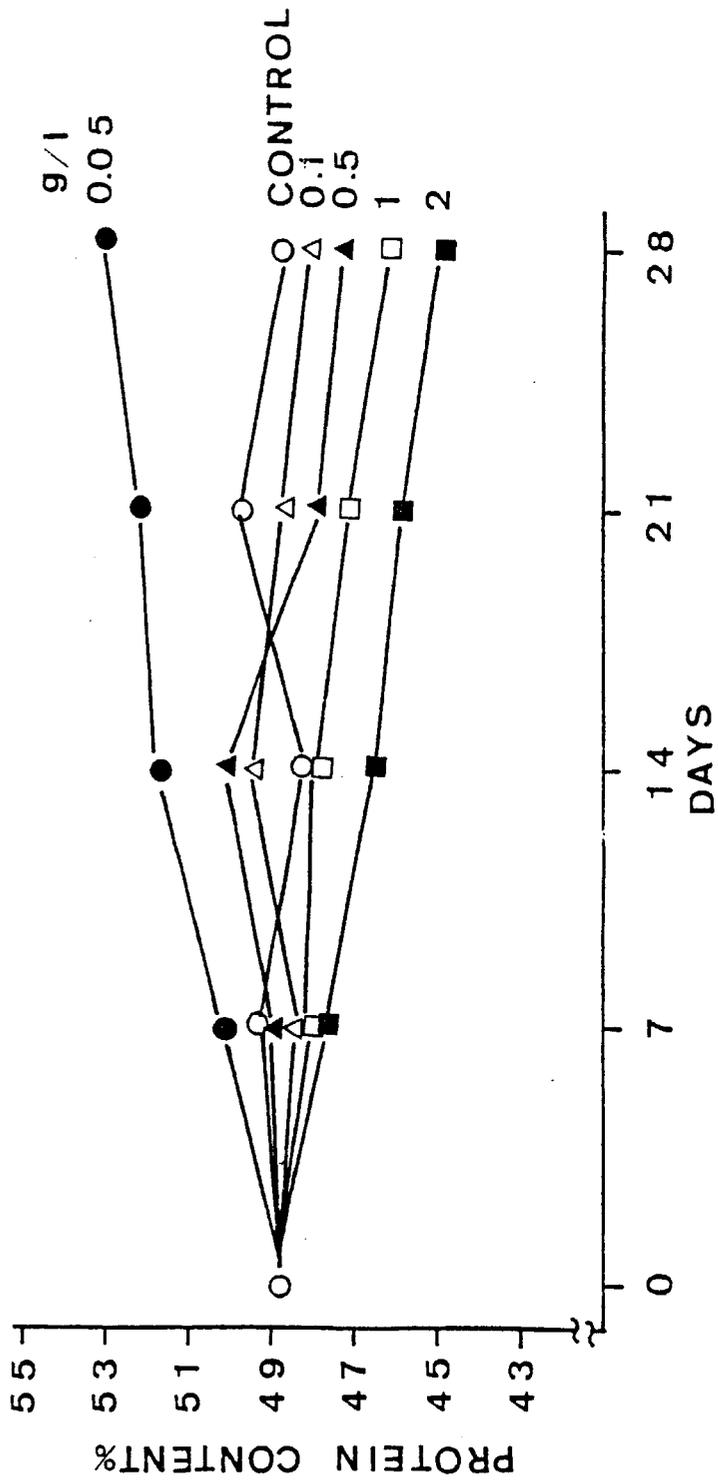


Fig. 2 CRUDE PROTEIN CONTENT OF OYSTERS IN DIFFERENT CONCENTRATIONS OF SUSPENDED CLAY FOR 28 DAYS.

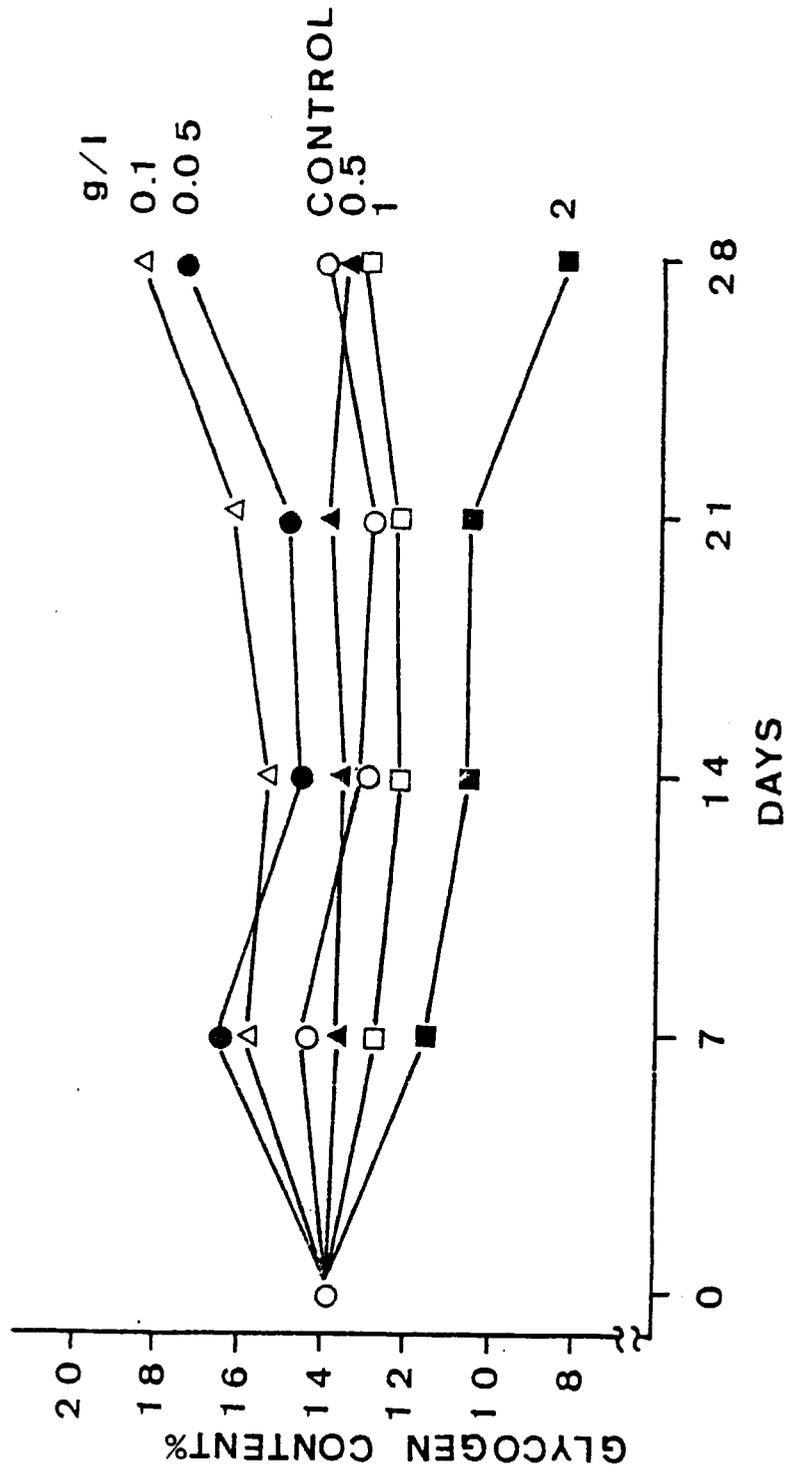


Fig. 3 GLYCOGEN CONTENT OF OYSTERS IN DIFFERENT CONCENTRATIONS OF SUSPENDED CLAY FOR 28 DAYS.

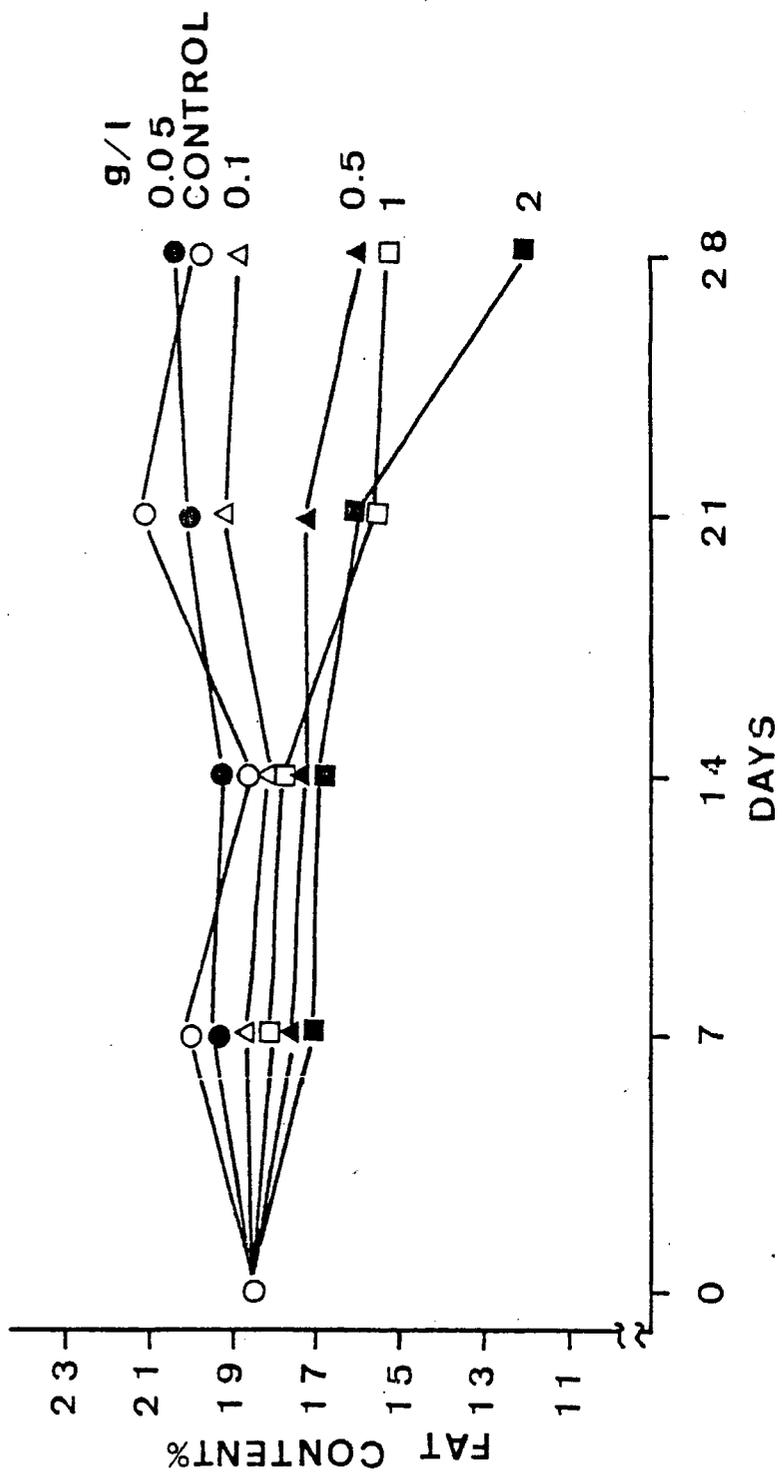


Fig. 4 CRUDE FAT CONTENT OF OYSTERS IN DIFFERENT CONCENTRATIONS OF SUSPENDED CLAY FOR 28 DAYS.

TABLE 1 BODY BIOCHEMICAL COMPOSITIONS OF OYSTERS  
EXPOSED TO DIFFERENT CONCENTRATIONS OF SUSPEND  
CLAY

C CONC	COMP/CONC/DAY	INITIAL	7	14	21	28
CONTROL	WATER		83.79	84.16	84.82	85.53
	CRUDE PROTEIN		49.26	48.27	49.88	48.70
	GLYCOGEN		14.63	13.04	13.99	13.91
	CRUDE FAT		20.17	16.63	21.23	19.86
0.05	WATER		83.71	88.49	83.69	88.79
	CRUDE PROTEIN		50.13	51.85	52.14	53.19
	GLYCOGEN		16.56	14.62	14.93	17.61
	CRUDE FAT		19.63	19.26	20.03	20.25
0.1	WATER	83.27	83.14	80.89	81.40	82.40
	CRUDE PROTEIN	48.70	48.55	49.58	46.71	48.05
	GLYCOGEN	18.75	15.95	15.59	16.05	18.56
	CRUDE FAT	18.59	18.86	18.17	19.18	18.87
0.5	WATER		84.18	83.44	84.38	84.43
	CRUDE PROTEIN		49.30	50.02	47.87	47.24
	GLYCOGEN		13.87	13.54	18.87	47.24
	CRUDE FAT		17.67	17.38	17.26	15.84
1	WATER		82/41	84.35	67.86	88.09
	CRUDE PROTEIN		48.09	48.00	47.08	46.17
	GLYCOGEN		12.81	12.16	12.37	12.58
	CRUDE FAT		18.14	17.98	15/62	15.74
2	WATER		82.95	83.64	86.48	92.27
	CRUDE PROTEIN		47.87	46.64	45.91	44.82
	GLYCOGEN		11.76	10.52	10.65	8.27
	CRUDE FAT		17.11	17.02	15.80	11.94

TABLE 2 TWO-WAY ANOVA FOR TESTING THE DIFFERENCE IN WATER CONTENT OF OYSTER EXPOSED TO VARIOUS CONCENTRATIONS OF SUSPENDED CLAY.

	DF	SS	MS	F	P
CONCENTRATION	5	136.7813	27.3563	124.3172	**
TIME(DYAS)	3	97.6563	32.5521	147.9290	**
CONC*TIME	15	148.8750	9.9250	45.1020	**
ERROR	48	10.5625	0.2201		
TOTAL	71	393.8750			

\*\* : SIGNIFICANT AT THE 1% LEVEL

TABLE 3 TWO-WAY ANOVA FOR TESTING THE DIFFERENCE IN CRUDE PROTEIN CONTENT OF OYSTER EXPOSED TO VARIOUS CONCENTRATIONS OF SUSPENDED CLAY.

	DF	SS	MS	F	P
CONCENTRATION	3	213.1406	42.6281	45.2188	**
TIME(DAYS)	3	10.8750	3.6250	3.8453	ns
CONC*TIME	15	59.1563	3.9438	4.1834	**
ERROR	48	45.2500	0.9427		
TOTAL	71	328.4219			

\*\* : SIGNIFICANT AT THE 1% LEVEL

ns : NOT SIGNIFICANT

TABLE 4 TWO-WAY ANOVA FOR TESTING THE DIFFERENCE IN GLYCOSEN CONTENT OF OYSTER EXPOSED TO VARIOUS CONCENIRATIONS OF SUSPENDED CLAY.

	DF	SS	MS	F	P
CONCENTRATION	5	305.3086	61.0617	73.5272	**
TIME(DAYS)	3	14.8193	4.9398	5.9482	**
CONC*time	15	48.3164	3.2211	3.8787	**
ERROR	48	39.8623	0.8305		
TOTAL	71	408.3067			

\*\* : SIGNIFICANT AT THE 1% LEVEL

TABLE 5 TWO-WAY ANOVA FOR TESTING THE DIFFERENCE IN CRUDE FAT CONTENT OF OYSTER EXPOSED TO VARIOUS CONCENTRATIONS OF SUSPENDED CLAY.

	DF	SS	MS	F	P
CONCENTRATION	5	225.3985	45.0797	133.0625	**
TIME(DAYS)	3	17.0449	5.6816	16.7706	**
CONC*TIME	15	63.0606	4.2040	12.4091	**
ERROR	48	16.2617	0.3368		
TOTAL	71	321.7656			

\*\* : SIGNIFICANT AT THE 1% LEVEL

## 參考文獻

- 陳弘成，1987，水產用水之水質基準之研究（未發表資料）
- AOAC, 1980. Method of analysis. In: W. Horwitz (ed.) 11th. edition, Association of Official Analytical Chemists, Washington D. C., pp. 925.
- Bergmeyer, H.U., 1983. Methods of enzymatic analysis. 3th edition, Weinheim, Florida Academic Press, New York and London.
- Chen, H.C. 1984. Recent innovations in cultivation of edible molluscs in Taiwan, with special reference to the small abalone and the herd clam. *Aquaculture*, 39:11-27.
- Davis, H.C., 1953. On food and feeding of larvae of the American oyster, C. virginica. *Biol. Bull.*, 104: 334-350.
- Davis, H.C. and R.R. Guillard, 1958. Relative value of ten genera of micro-organisms as foods for oyster and clam larvae. U.S. Fish and Wildlife Service *Fish. Bull.* 136, 58:293-304.
- Davis, H.C., 1958. Survival and growth of clam and oyster larvae at different salinities. *Biol Bull.*, 114; 296-307.
- Davis, H.C., 1960. Effects of turbidity-producing materials in sea water on eggs and larvae of the clam (Venus (Mercenaria) mercenaria). *Biol. Bull.*, 118: 48-54.
- Giese, A.C., 1969. A new approach to the biochemical composition of the mollusc body. *Oceanography and Marine Biology. An Annual Review*, 7: 175-229.
- Gabbott, P.A. and A.T.M. Walker, 1971. Changes in the conditon

- index and biochemical content of adult oysters (Ostrea edulis L.) maintained under hatchery conditions J. duconseil. conseil permanent international pour l'exploration de la mer, 34; 99-106.
- Gabbott, P.A. and Bayne, B.L., 1978. Biochemical effects of temperature and nutritive stress on Mytilus edulis L., J. mar. biol. Ass. U.K., 53: 263-286.
- Gunstone, F.D., 1958. The Chemistry of fats and fatty acids, John Wiley and Sons, New York.
- Hodgson, G and J.A. Dixon, 1988. Sedimentation damage to marine resources; enviromental and economic dimensions. (In press).
- Holland, D.L. and B.E. Spencer, 1978. Biochemical changes in fed and starved oysters, Ostrea edulis L. during larval development metamorphosis and eary spat growth. J. mar. biol. Ass. U.K., 53: 287-298.
- Kiorboe, T., F. Mohlenbeyg and O. Noher, 1981. Effect of suspended bottom material on growth and energetics in Mytilus edulis. Mr. Biol., 61: 283-288.
- Loosanoff, V.L. and J.B. Engle, 1947. Effect of different concentration of micro-organisms on the feeding of oysters (O. virginica) Fishery Bull. Fish Wildl. Serv. U.S., 51:31-57.
- Loosanoff, V.L. and F.D. Tommers, 1948. Effect of suspended silt and other substances on rate of feeding oysters. Science, N.Y. 107: 69-70.
- Loosanoff, V.L., W.S. Miller and P.B. Smith, 1951. Growth and setting of larvae of Venus mercenaria in relation to temperature. J.