

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※

※台灣養殖地區有機錫/重金屬與蚵岩螺性變異/牡蠣雌雄同體之關係研究※

※Relationship between organotins/heavy metals and rock shells (imposex)/*

※ oysters (hermaphroditic) along the Taiwan Oyster Mariculture Areas /*

※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※

計畫類別：個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC89-2621-B-002-036

執行期間：89年8月1日至90年7月31日

計畫主持人：洪楚璋

共同主持人：鄭金華

本成果報告包括以下應繳交之附件：

赴國外出差或研習心得報告一份

赴大陸地區出差或研習心得報告一份

出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份

國際合作研究計畫國外研究報告書一份

執行單位：國立台灣大學海洋研究所

中 華 民 國 90 年 8 月 15 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

台灣養殖地區有機錫/重金屬與蚵岩螺性變異/牡蠣雌雄同體之關係研究
Relationship between organotins/heavy metals and rock shells (imposex)/oysters
(hermaphroditic) along the Taiwan oysters mariculture areas

計畫編號：NSC89-2621-B-002-036

執行期限：89年8月1日至90年7月31日

主持人：洪楚璋^{1,2} 計畫參與人員：許文癸¹, 孟培傑², 鄭金華³

執行機構及單位名稱：1, 台大海研所；2, 中研院化學所；3, 農委會水試所東港分所
E-mail: tchung@chem.sinica.edu.tw

一、中文摘要

於民國 89 年 8 月開始、採集香山與七股養殖地區牡蠣(*Crassostrea gigas*)與蚵螺(*Thais clavigera*)，在東港水產試驗所進行：(1)不同濃度三丁基錫(TBT, 0.08, 0.40, 2.00, 10.0 and 50.0 $\mu\text{g TBT/L}$)及不同濃度 TBT 與 TPhT(三酚基錫) [A 組，控制組；B 組，0.40 $\mu\text{g TBT/L}$ ；C 組，0.40 $\mu\text{g TPhT/L}$ ；D 組，(0.20 $\mu\text{g TBT} + 0.20\mu\text{g TPhT}$)/L]養殖試驗。在不同濃度養殖 8 天及 5 天，發現牡蠣 48, 72 及 96 小時之 LC₅₀(半數死亡率)值分別介於 3.6 至 4.4 $\mu\text{g TBT/L}$ 。在不同 TBT 與 TPhT 濃度養殖 15, 30, 45 及 60 天試驗中，未發現雌雄同體牡蠣；養殖至 92 天，在 B 組中、僅有雄性蚵螺(TBT 量高達 2188±21ng/g)存活；在 C 組中，僅有蚵螺雄性 (TPhT 量高達 2013±17 ng/g) 與雌性 (TPhT 量高達 2107±30ng/g) 存活。本文曾由養殖試驗結果、探討牡蠣與蚵螺累積與去除 TBT 及 TPhT，以及其與性別(雄性、雌性、雌雄同體及性變異)與重金屬之相互關係。

關鍵詞：有機錫物種，蚵螺與牡蠣，養殖試驗，性別與性變異/雌雄同體

Abstract

Since August 2000, two series cultural experiments [(1) at different TBT concentrations (0.08, 0.20, 2.00, 10.0 and 50.0 $\mu\text{g TBT/L}$) for 8 days and 5 days; and (2) at different cultural mediums (A, Control; B, 0.40 $\mu\text{g TBT/L}$; C, 0.40 $\mu\text{g TPhT/L}$; and D,

0.20 $\mu\text{g TBT/L} + 0.20\mu\text{g TPhT/L}) for 15, 30, 45 and 60 as well as 92 days] for study the mortality and bioaccumulation/elimination of tributyltin (TBT) and triphenyltin (TPhT) on oysters (*Crassostrea gigas*) and rock shells (*Thais clavigera*) have been carried out at Tungkang Fishery Research Institute. The test animals were collected from the Shuangshan and Chiku oysters mariculture areas. The 50% mortality of oysters, defined as 48, 72 and 96 hours lethal concentrations (LC₅₀), were 4.2, 4.4 and 4.3 $\mu\text{g TBT/L}$ and 4.2, 3.8 and 3.6 $\mu\text{g TBT/L}$ for cultural experiments of 8 days and 5 days, respectively. No hermaphroditic oyster was observed when cultured at different TBT and TPhT mediums for 60 days. For cultured more than 92 days, only male rock shells (TBT, 2188±21ng/g) were survived at cultural B-medium; and female (TPhT, 2013±17ng/g) and male (TPhT, 2107±30ng/g) rock shells were found at C-medium. Some experimental results on the relations of bioaccumulation and elimination of TBT and TPhT in sexual phenomena (male, female, imposex or hermaphroditic) on rock shells and oysters as well as heavy metals were discussed and evaluated.$

Key words: Organotin species, Rock shells and oysters, Cultural experiment, Sexual phenomena and hermaphroditic/imposex.

二、緣由與目的

環境荷爾蒙干擾物和生物族群(包括人類)之免疫系統及生殖系統，行為變異，

以及癌症等問題有一定的關連性(Wood 1997)。有機錫屬於環境荷爾蒙干擾物之一種(Wilson et al. 1993)。

筆者等參加聯合國大學主導之國際貝類偵測研究計劃(洪等 1998；洪 1997)，發現台灣西部牡蠣養殖區蚵螺(*Thais clavigera*)與牡蠣(*Crassostrea gigas*)含丁基錫[三丁基錫(TBT)、二丁基錫(DBT)、單丁基錫(MBT)]、酚基錫[三酚基錫(TPhT)、二酚基錫(DPhT)、單酚基錫(MPhT)]與重金屬(銅、鋅、鉛、鎘、鉻、砷)隨區域性與季節性變化頗大(Hung et al. 1998; 2001a)。高濃度丁基錫(主要為 TBT)與重金屬及低濃度酚基錫出現於民國 88 年元月(冬季)之香山地區；高濃度酚基錫(主要為 TPhT)與低濃度丁基錫則出現在 87 年 8 月(夏季)之鹿港。冬季香山地區雌性蚵螺長出之陰莖長度與丁基錫、酚基錫及重金屬呈明顯相關性(Hung et al. 2001b)；牡蠣與蚵螺生長在同一養殖環境，而且牡蠣含丁基錫特別是 TBT 濃度很高(Hung et al. 1998)；同時於民國 71 年元月及 87 年 11 月均發現牡蠣具有雌雄同體現象(Hung et al. 1983; 2000)；此雌雄同體牡蠣是否也如同蚵螺之性變異與有機錫含量有關？本研究目的在使用「養殖牡蠣探討綠牡蠣累積與去除不同銅物種技術(hung et al. 1996)」，以不同有機錫物種及重金屬在東港水產試驗所、同時養殖牡蠣與蚵螺，目的在瞭解其相互累積吸收與去除機制；及其相關係數之真正生理涵意。

三、結果與討論

於民國 89 年 8 月開始採集香山與七股養殖地區之蚵螺與牡蠣，分別進行下列實驗：

(一) 東港水產試驗所養殖試驗：

(1) 牡蠣半數死亡率(LC_{50})試驗：以五種不同 TBT 濃度(0.08, 0.40, 2.00, 10.0 及 $50.0\mu\text{g TBT/L}$)之養殖池養殖八天；發現養殖之牡蠣 48 小時、72 小時及 96 小時之 LC_{50} 分別為 4.2、4.4 及 $4.3\mu\text{g TBT/L}$ (如圖一)；第二次(重複)養殖牡蠣五天、發現 48 小時、72 小時及 96 小時之 LC_{50} 分別為 4.2、3.8 及 $3.6\mu\text{g TBT/L}$ (如

圖二)。

(2) 牡蠣與蚵螺累積吸收與去除養殖試驗：選擇四組(A, 控制組；B, $0.40\mu\text{g TBT/L}$ ；C, $0.40\mu\text{g TPhT/L}$ 與 D, $0.20\mu\text{g TBT/L} + 0.20\mu\text{g TPhT/L}$)不同濃度 TBT 與 TPhT 之養殖池養殖香山與七股牡蠣與蚵螺；發現養殖六十天中、除 B 組雄性牡蠣外，所養殖牡蠣累積 TBT 與 TPhT 量(乾重)均隨養殖時間與性別呈良好相互關係；其相關係數(r 值)均大於 0.9770；p 值均小於 0.01(如圖三與圖四)。在 B 組中，雌性與雄性牡蠣每日累積 TBT 之最初速度(V_0)分別由 10.3 與 10.5ng/g/day 減少至 -0.6 與 -1.8ng/g/day (V_1 ，負值表示“去除速度”)，再增加至 9.8 與 10.7ng/g/day (V_2)(圖五與圖六)；此時雌性與雄性蚵螺之最初速度(V_0)亦分別由 20.1 與 15.7ng/g/day 降至 13.6 與 10.4ng/g/day (V_1)(如表一)。牡蠣與蚵螺之 V_1 均低於 V_0 ；特別是牡蠣去除 TBT 現象，值得進一步研究瞭解。可惜在養殖六十天期間未發現雌雄同體牡蠣。

養殖七十三天中、B 組與 D 組性變異蚵螺含 TBT(分別為 1482 ± 26 與 $795 \pm 14\text{ng/g}$)均比雌性與雄性蚵螺高出甚多；B 組與 D 組雌性與雄性蚵螺累積 TBT 量(分別為 1380 ± 22 與 $686.9 \pm 23.9\text{ng/g}$ 及 1133 ± 21 與 $771.8 \pm 27.4\text{ng/g}$)。C 組與 D 組性變異蚵螺含 TPhT(分別為 1718 ± 19 與 $1246 \pm 45\text{ng/g}$)亦呈現類似現象。值得注意的是、繼續養殖蚵螺至 92 天，發現雌性蚵螺均已死亡；但雄性蚵螺含 TBT 則繼續累積至 $2188 \pm 21\text{ng/g}$ ；至於 C 組則發現雌性與雄性蚵螺含 TPhT(分別為 2107 ± 30 與 $2013 \pm 17\text{ng/g}$)達到最高(如圖七)。

(二) 重金屬之分析：

採集香山、鹿港、布袋、七股、安平等牡蠣養殖地區之海水、沉積物、牡蠣及蚵螺立即分析重金屬，結果發現海水與沉積物含 Cu, Zn, Pb 及 Cd 分別介於 0.21 至 $26.3\mu\text{g/L}$ 與 24.3 至 $415\mu\text{g/g}$, 1.29 至 $64.9\mu\text{g/L}$ 與 87.6 至 $441\mu\text{g/g}$, 0.02 至 $5.93\mu\text{g/L}$ 與 0.43 至 $22.6\mu\text{g/g}$ 及 <0.02 至 $0.54\mu\text{g/L}$ 與 1.9 至 $37.5\mu\text{g/g}$ 之間。牡蠣與蚵螺含 Cu, Zn, Pb, Cd, As 及 Cr(如圖八)，亦是冬季(元月份)出現較高值。至於養殖實驗

則有待進一步進行瞭解其與TBT及TPhT之關係。

四、計劃成果自評

按計劃完成香山與七股養殖地區之蚵螺與牡蠣、以五種不同TBT濃度及四組不同濃度TBT與TPhT，在東港水產試驗所進行養殖試驗；發現牡蠣48，72及96小時之LC₅₀（半數死亡率）值分別介於3.6至4.4μgTBT/L。在不同TBT與TPhT濃度養殖60天試驗中，未發現雌雄同體牡蠣；養殖至92天，在TBT組中、僅有雄性蚵螺（TBT量高達2188±21ng/g）存活；在TPhT組中，僅有蚵螺雄性（TPhT量高達2013±17ng/g）與雌性（TPhT量高達2107±30ng/g）存活。養殖地區之海水、沉積物、牡蠣及蚵螺重金屬分析結果，顯示與蚵螺性變異及牡蠣雌雄同體具有相互關係；至於養殖試驗則有待進一步進行瞭解其與TBT及TPhT之相互關係。

五、參考文獻

洪楚璋，凌永健，鄭偉力，韓伯檉與黃哲崇(1998) 國際貝類偵測計畫：亞洲／太平洋區—台灣地區之調查研究。國科會科學發展月刊26(4): 390-400.。

洪楚璋(1997)出席聯合國大學主辦“環境管理與分析技術：東亞水污染監測研討會籌備及訓練工作會議(民國86年2月24日至3月1日在新加坡舉行)”報告。

Hung, T.C., Meng, P.J., Han, B.C., Chuang, A. and Huang, C.C. (2001a) Trace metals in species of mollusca, water and sediments from the Taiwan coastal area. *Chemosphere* 44: 835-843.

Hung, T.C., Hsu, W.K., Meng, P.J. and Chuang, A. (2001b) Organotins and imposex in the rock shell, *Thais clavigera*, from oyster mariculture areas in Taiwan. *Environ. Pollut.* 112: 145-152.

Hung, T.C. Hsu, W.K., Meng, P.J. and Chuang, A. (2000) Species of organotins in imposex of rock shells and hermaphroditic oysters from the western coastal of Taiwan. *Bull. Inst. Chem. Academia Sinica* 47: 1-12.

- Hung, T.C., Lee, T.Y. and Liao, T.F. (1998) Determination of butyltins and phenyltins in oysters and fishes from Taiwan coastal waters. *Environ. Pollut.* 102: 197-203.
- Hung, T.C., Meng, P.J. and Chuang, A. (1996) Restoration of the marine ecological environment along the Charting coastal area: Chemical, primary productivity and biomass. *Chem. & Ecol.* 12: 3-29.
- Hung, T.C., Kuo, C.Y. and Chen, M.H. (1983) Mussel watch in Taiwan: (2) Seasonal bioaccumulative factors of heavy metals. *Bull. Inst. Chem. Academia Sinica* 30: 49-62.
- Wilson, S.P., Ahsanullah, M. and Thompson, G. B. (1993) Imposex in neogastropod: An indicator of tributyltin contamination in eastern Australia. *Mar. Pollut. Bull.* 26: 44-48.
- Wood, W.F. (1997) Special report on environmental endocrine disruption: Effects assessment and analysis. USEPA/ 630R-96/012: 1-111.

Table I Bioaccumulation and elimination rates (ng/g/day) of Organotin in oysters (*Crassostrea gigas*) and rock shells (*Thais clavigera*) cultured at different mediums [A, Control; B, 0.4μgTBT/L; C, 0.4μgTPhT/L; D, (0.2μg-TBT + 0.2μgTPhT)/L; ♂, Male; ♀, Female; ♀♂, Imposex or Hermaphroditic; SS, Shuangsan; CK, Chiku].

	Med	Rate	♂, OY	♂, RS	♀, OY	♀, RS	♀♂, RS
SS/TBT	B	Vo	10.5	15.7	10.3	20.1	20.0
		V ₁	-1.8	10.4	-0.6	13.6	7.6
		V ₂	10.7	55.5	9.8		
	D	Vo	-3.8	9.7	0.2	8.9	10.6
		V ₁	7.7	4.5	1.8	6.0	7.2
		V ₂	-1.4		4.3		
SS/TPhT	C	Vo	6.1	23.0	8.6	23.3	24.6
		V ₁	10.4	7.7	3.8	8.4	6.0
		V ₂	4.5	21.2	14.5	27.1	
	D	Vo	4.1	11.0	4.7	12.9	14.5
		V ₁	0.8	6.0	-0.1	10.3	16.7
		V ₂	2.3		7.9		
CK/TBT	B	Vo		18.6		16.6	20.6
		V ₁		6.9		22.1	5.0
	D	Vo		10.5		10.5	9.6
		V ₁		15.9		7.3	12.2
		V ₂		9.9			
CK/TPhT	C	Vo		24.6		22.1	26.4
		V ₁		8.3		14.5	2.3
		V ₂		30.9		36.7	
	D	Vo		14.8		15.8	16.4
		V ₁		6.5		19.1	8.1
		V ₂		21.9		7.8	

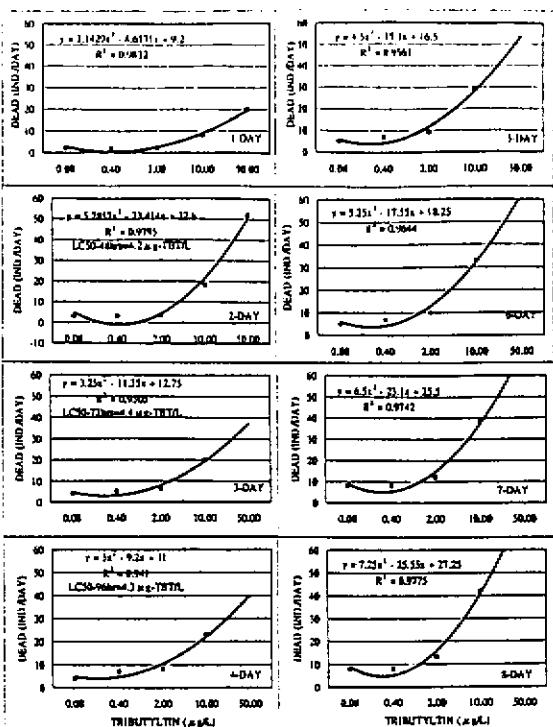


Fig. 1 Number of oyster (*Crassostrea gigas*) dead and LC-50 values cultured at different concentrations of TBT.

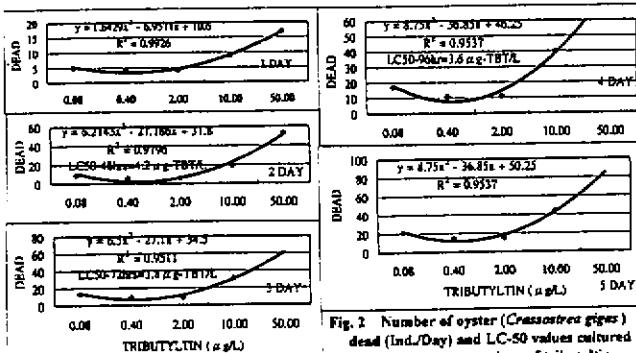


Fig. 2 Number of oyster (*Crassostrea gigas*) dead (Ind./Day) and LC-50 values cultured at different concentrations of tributyltin.

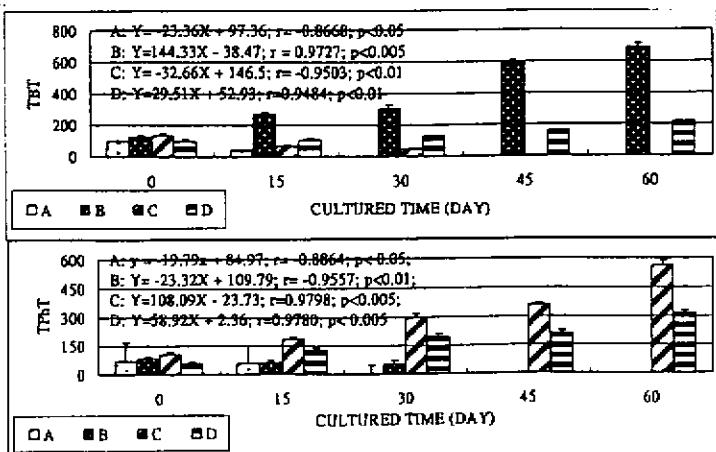


Fig. 3 Organotin concentrations (ng/g, dry weight) in female oysters (*Crassostrea gigas*/Shuangsan) observed at different cultural methods (A: Control; B: 0.4 $\mu\text{g-TBT/L}$; C: 0.4 $\mu\text{g-TPhT/L}$; and D: 0.2 $\mu\text{gTBT/L} + 0.2 \mu\text{gTPhT/L}$).

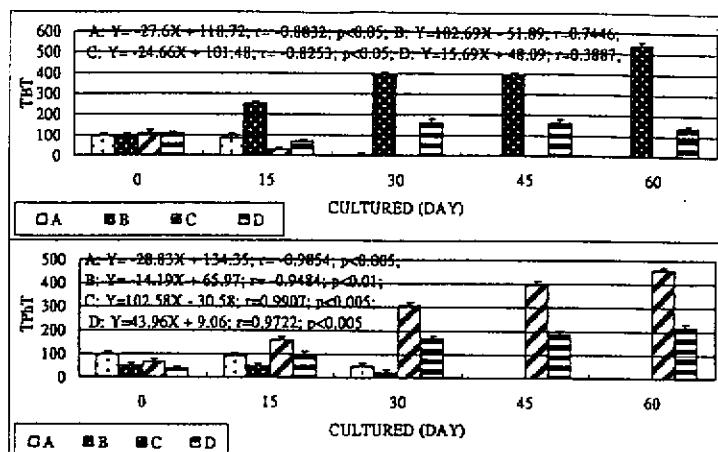


Fig. 4 Organotin concentrations (ng/g, dry weight) in male oysters (*Crassostrea gigas*/Shuangsan) observed at different cultural methods (A: Control; B: 0.4 $\mu\text{g-TBT/L}$; C: 0.4 $\mu\text{g-TPhT/L}$; and D: 0.2 $\mu\text{gTBT/L} + 0.2 \mu\text{gTPhT/L}$).

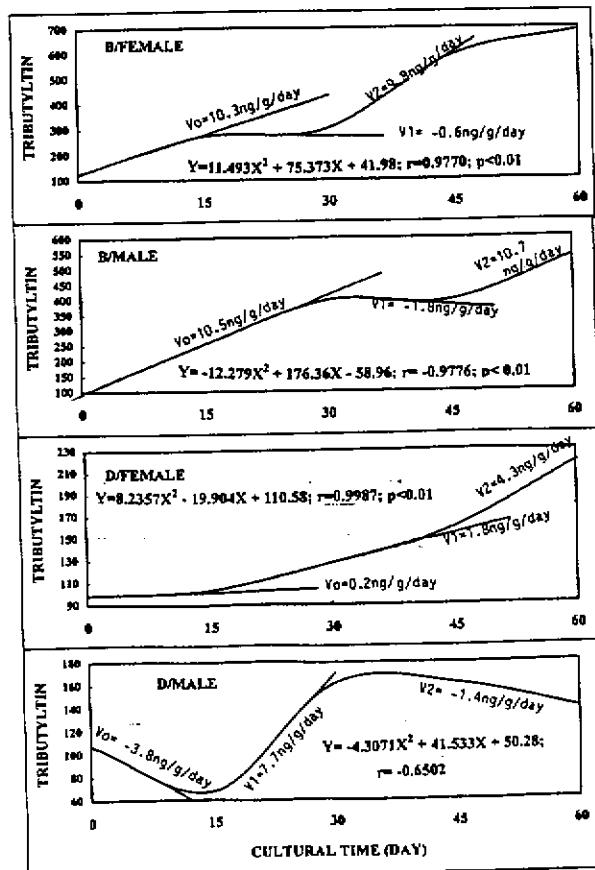


Fig. 5 Bioaccumulation rate (ng/g/day) of tributyltin (dry weight) in oysters (*Crassostrea gigas*) cultured at different media (B: 0.4 $\mu\text{gTBT/L}$; D: (0.2 $\mu\text{gTBT} + 0.2 \mu\text{gTPhT})/\text{L}$).

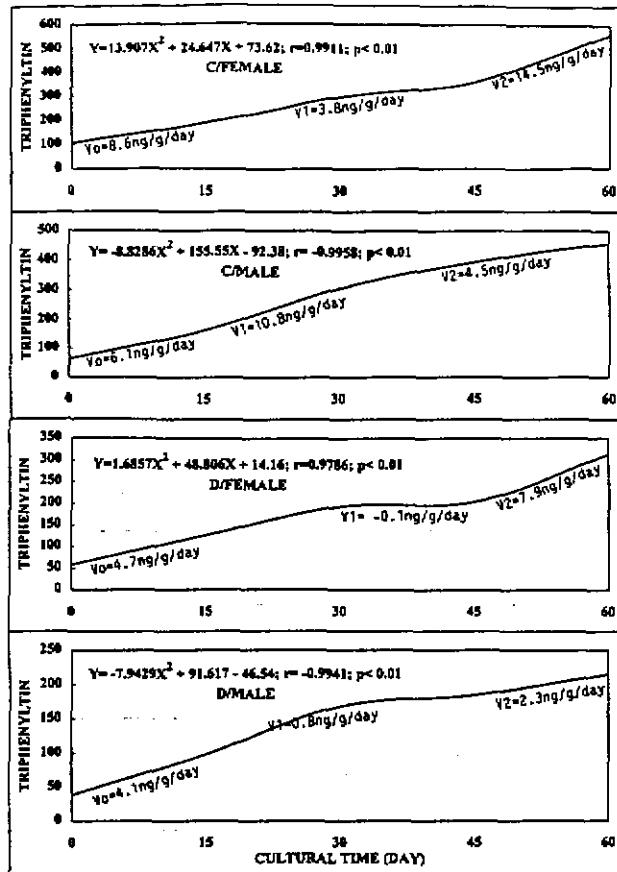


Fig. 7 Bioaccumulation rate (ng/g/day) of tributyltin (dry weight) in oysters (*Crassostrea gigas*) cultured at different mediums [C, 0.4 µg TPhT/L; D, (0.2 µg TBT+0.2 µg TPhT)/L].

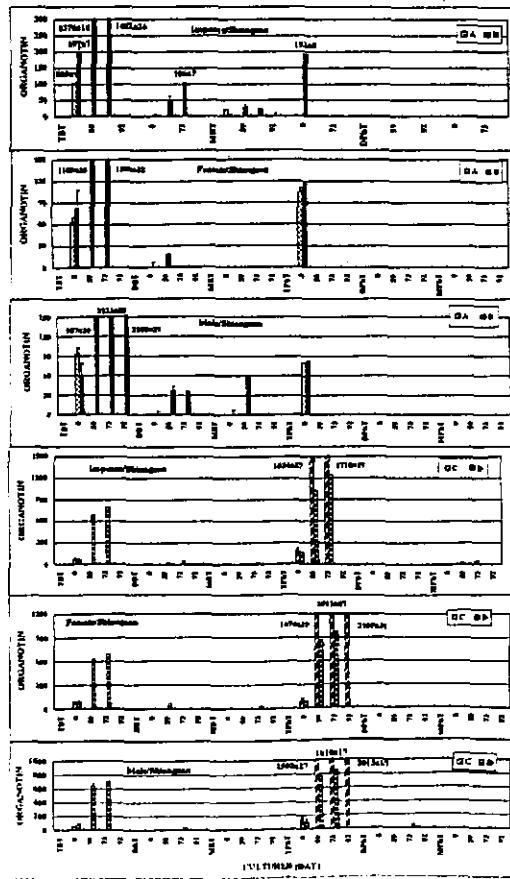


Fig. 8.1. Heavy metal contents (µ g/g, dry weight) in rock shells (*Thais clavigera*) cultured at various conditions
1. Control, 2. 0.4 µg TPhT/L, 3. 0.4 µg TPhT+0.2 µg TBT/L, 4. 0.2 µg TBT+0.2 µg TPhT/L.

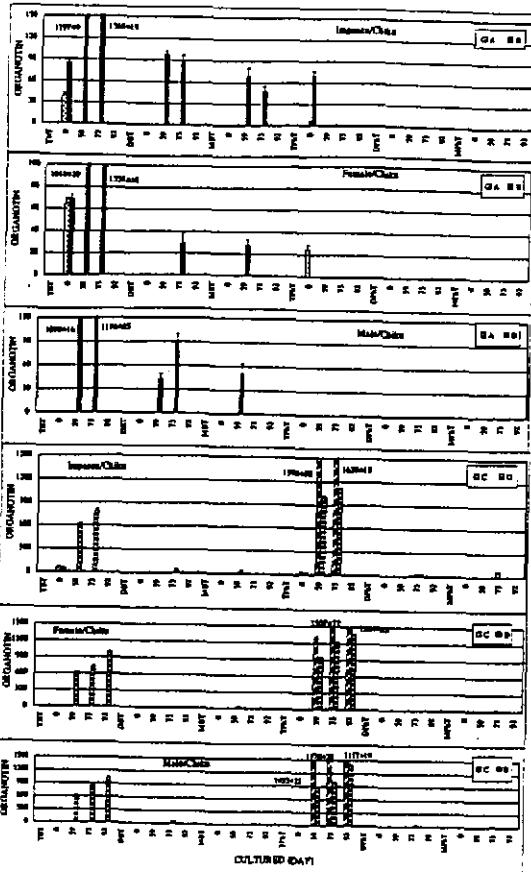


Fig. 9.2. Bioaccumulation of organotin (ng/g, dry weight) in rock shells (*Thais clavigera*) cultured at different conditions
1. Control, 2. 0.4 µg TPhT/L, 3. 0.4 µg TPhT+0.2 µg TBT/L, 4. 0.2 µg TBT+0.2 µg TPhT/L.

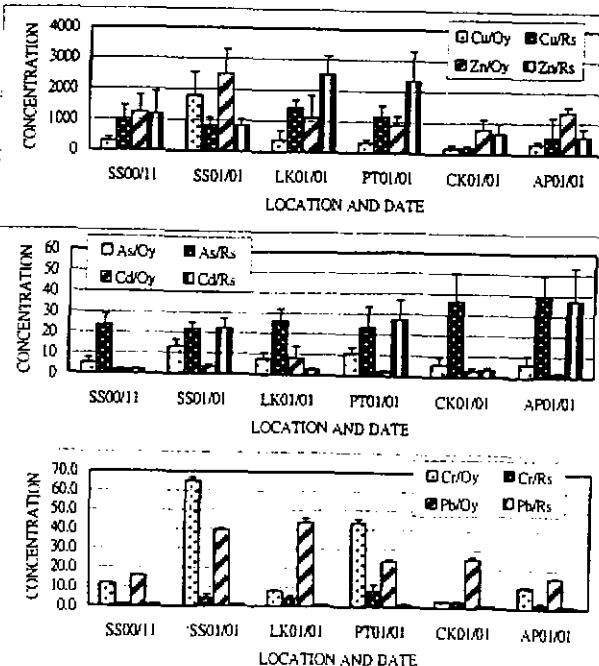


Fig. 10 Heavy metal contents (µ g/g, dry weight) in oysters (*Crassostrea gigas*) and rock shells (*Thais clavigera*) collected from the Shingnan (SS), Lukang (LK), Putui (PT), Chiku (CK) and Anping (AP) maricultural areas in November 2000 and January 2001.