

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

利用發育不穩定性來監測基隆附近海岸環境(II)

計畫類別：C 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC89 - 2313 - B - 002 - 047

執行期間：88年8月1日至89年7月31日

計畫主持人：李美慧

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：台灣大學地理環境資源學系

中 華 民 國 89年 10月 27日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

利用發育不穩定性來監測基隆附近海岸環境(II)

Application of developmental instability to monitor the coastal environment of Keelung

計畫編號：NSC 89-2313-B-002-047

執行期限：88年8月1日至89年7月31日

主持人：李美慧 台灣大學地理環境資源學系

一、中文摘要

近年來利用發育不穩定性的方法來進行環境監測受到許多國際學術界之重視。本研究是以基隆八斗子的長潭里垃圾掩埋場旁之海岸地區及基隆港北方的外木山海岸地區為研究區，瑞濱附近之海岸地區為對照區。根據1998在八斗子及瑞濱兩地密集採取調查結果，決定選擇白紋方蟹 (*Grapsus albolineatus*) 為研究對象。三研究區的鹽度、化學需氧量、導電度、溫度、酸鹼值及溶氧量並無明顯差異。左右腳節之長度是以電子游標尺測量。測量結果利用ANOVA及Tukey multiple test檢測三地之白紋方蟹的左右腳節之不對稱性是否有顯著不同。綜合過去三年之研究結果顯示，經過在1997年11月八斗子長潭里垃圾掩埋場海堤崩塌事件之影響，環境壓力較大的八斗子研究區其白紋方蟹不同腳節之左右不對稱性在1998及1999年有提高的趨勢，而到2000年白紋方蟹之左右不對稱性大致已恢復到與其本研究選擇之兩個中輕度環境壓力研究區的白紋方蟹之左右不對稱性相似的情形。

關鍵詞：環境監測、發育不穩定性、左右不對稱性、白紋方蟹、基隆、海岸地區

Abstract

There is an urgent need to devise a comprehensive and ecologically relevant in situ biomonitoring method for assessing environmental health. Developmental instability is a simple, inexpensive and

sensitive approach for identify and monitoring stressed ecosystem. In this study, a developmental instability approach was applied to identify stressed coastal area in northern Taiwan. A study site is located at Pa-Dor-Tze which is near a landfill site and the other study site is located at Wai-Mo-San which is north of the Keelung port. A reference site is located a Red-Ben which is 4 km south of PA-Dor-Tze. A marine crab, *Grapsus albolineatus*, which commonly presented in all sites was chosen for measuring fluctuating asymmetry as indicators of developmental instability. Salinity, dissolved oxygen, conductivity, COD, pH and temperature were measured in all sites and there were no significant difference in seawater among three sites. Limb segment lengths, carapace lengths and carapace widths were measured twice for each crab. Then, the difference between right and left limb segment lengths among three sites were compared by using a one-way ANOVA test and the Tukey multiple test. The results of this project showed that the levels of fluctuating asymmetry in different leg segments of *Grapsus albolineatus* at Pa-Dor-Tze were significant higher than those of *Grapsus albolineatus* at Wai-Mo-San and Red-Ben between 1998 and 1999. However, the level of fluctuating asymmetry in different leg segments of *Grapsus albolineatus* at Pa-Dor-Tze were reduced and became the same levels of those of *Grapsus albolineatus* at Wai-Mo-San and Red-Ben in 2000

Keywords: Environmental Monitoring, Developmental Instability, Fluctuating Asymmetry, *Grapsus albolineatus*, Keelung, , Coastal Area

二、計畫緣由與目的

所謂發育不穩定性 (developmental instability) 是指生物在發育成長時，受到其內在遺傳因素或外在環境因素之影響，若該生物無法抵抗此壓力以維持其本身之生理及發育平衡，將可能產生偏離其正常形態或生理功能之情況。近十年陸續有許多研究指出當生物在環境壓力大之情況下會有發育不穩定性提高之現象，所以發育不穩定性被建議可做為早期監測環境變化的警告工具⁽¹⁻⁶⁾。目前發育不穩定性所測量不對稱性的方法，是以測量 fluctuating asymmetry 為主，也就是指測量偏離完整兩邊形態對稱之程度 (perfect bilateral symmetry)。

本研究之目的是希望測試下列假說：在環境壓力高的地區之生物其發育不穩定性之程度會比在環境壓力低的地區之生物來的高。本研究選擇三個不同研究區，包括基隆八斗子長潭里垃圾掩埋場旁之海岸地區為高環境壓力研究區，基隆外木山附近之海岸地區及瑞濱附近之海岸地區為輕中度環境壓力研究區。根據1998年在八斗子與瑞濱研究區所採集的三種蟹類(少刺短槳蟹 (*Thalamita danae*)、環紋蟹 (*Charybdis annulata*) 及白紋方蟹 (*Grapsus albolineatus*)) 之左右不對稱性比較結果，發現三種蟹類中以白紋方蟹之左右不對稱性在高環境壓力研究區有比較明顯偏高的傾向。1999年在八斗子、外木山及瑞濱附近之海岸地區採集白紋方蟹為測量左右不對稱性之對象，結果顯示在環境壓力較大的八斗子研究區白紋方蟹其發育不穩定性有較高的傾向，2000年為第二年度之研究計畫持續監測此三個研究區之白紋方蟹其發育不穩定性，以檢測發育不穩定性之假說，既生存在高環境壓力地區之蟹類其左右不對稱性會比在低環境壓力的地區之蟹類的左右不對稱性高。

二、結果與討論

外木山研究區是位基隆市北方的海岸，而八斗子研究區與瑞濱研究區則都位於基隆市南方的海岸。表一乃是綜合過去三年間海水測量資料的結果，除了外木山在2000年7月所測得鹽度、導電度及溶氧量有偏低的現象外，三個研究區海水之鹽度、pH值、溫度、溶氧量及導電度差異不大。1999年12月間在八斗子，外木山及瑞濱研究區海水之化學需氧量(COD)的測量值分別為 677.5 ± 143.1 , 872.5 ± 272.81 及 737.5 ± 110.3 mg/L，而2000年7月間在八斗子、外木山及瑞濱研究區海水之化學需氧量(COD)的測量值分別為 810 ± 28.3 、 755 ± 49.5 及 785 ± 49.5 mg/L(圖一)。

白紋方蟹主要是以藻類為食，棲息在潮間帶高潮線附近岩岸地區。而其整個世界分布範圍很廣，從太平洋夏威夷向西到非洲東岸，北由日本往南到澳洲均有記錄⁽⁷⁾。所採集到之白紋方蟹以胸甲長超過2公分者為測量對象，每隻螃蟹的螯腳及步腳分為長節、腕節、前節及指節共計有20段，以電子游標尺來量測其長度到0.01mm，並且至少隔4個星期後再重複測量一次，每段腳節共測量兩次。三地採集到甲長超過20mm的白紋方蟹，八斗子共採集到31隻白紋方蟹，外木山有32隻，而瑞濱則有29隻。另外，在八斗子，外木山及瑞濱研究區所採集到之白紋方蟹個體大小以 one-way ANOVA 檢測發現在三地的白紋方蟹個體大小無顯著差異(圖二)，不像在1999年在八斗子所採集之白紋方蟹個體顯著大於其他兩個研究區的現象。

圖三乃是在三個研究區白紋方蟹第一到第四步足的各段腳節之左右長度差的絕對值除以甲殼寬度比值之比較。以 ANOVA 檢測發現三地區的白紋方蟹之前節(propodus)左右不對稱性具顯著差異。若是以 Tukey multiple test 檢測三地白紋方蟹的前節左右不對稱性之差異，發現八斗子與外木山之白紋方蟹的前節左右不對稱性具顯著差異，其中又以在高環境壓力區的八斗子白紋方蟹之左右不對稱性較高。由統

計分析的結果顯示，外木山與瑞濱研究區白紋方蟹之左右不對稱性沒有顯著差異。

與去年(1999年)之研究結果相比，發現八斗子的白紋方蟹不同腳節其左右不對稱性有降低的趨勢，今年除了八斗子與外木山之白紋方蟹的前節左右不對稱性具顯著差異外，在八斗子地區的白紋方蟹不同腳節左右不對稱性的程度與其他兩地的白紋方蟹有相似情形。

本研究結果顯示經過在1997年11月八斗子長潭里垃圾掩埋場海堤崩塌事件之影響，環境壓力較大的八斗子研究區其白紋方蟹不同腳節之左右不對稱性在1998及1999年有提高的趨勢，而到2000年白紋方蟹之左右不對稱性大致已恢復到與其本研究選擇之兩個中輕度環境壓力研究區的白紋方蟹之左右不對稱性相似的情形。

四、計畫成果自評

達成預期目標情況:本研究之主要目的是希望能檢測利用發育不穩定性評估台灣海岸地區的可行性，並發展出適宜方法。由本研究結果顯示，蟹類之左右不對稱性可反映出環境品質的狀態，符合本研究測試之假說。

論文發表:1998年之研究成果，已被 Fresenius Environmental Bulletin (SCI期刊) 接受，將刊登在其2000年11/12期上。1999年的研究成果也投稿到國際期刊上，目前正在審查中。2000年的研究成果正在撰寫中，預計將會投稿到國際期刊上。

五、參考文獻

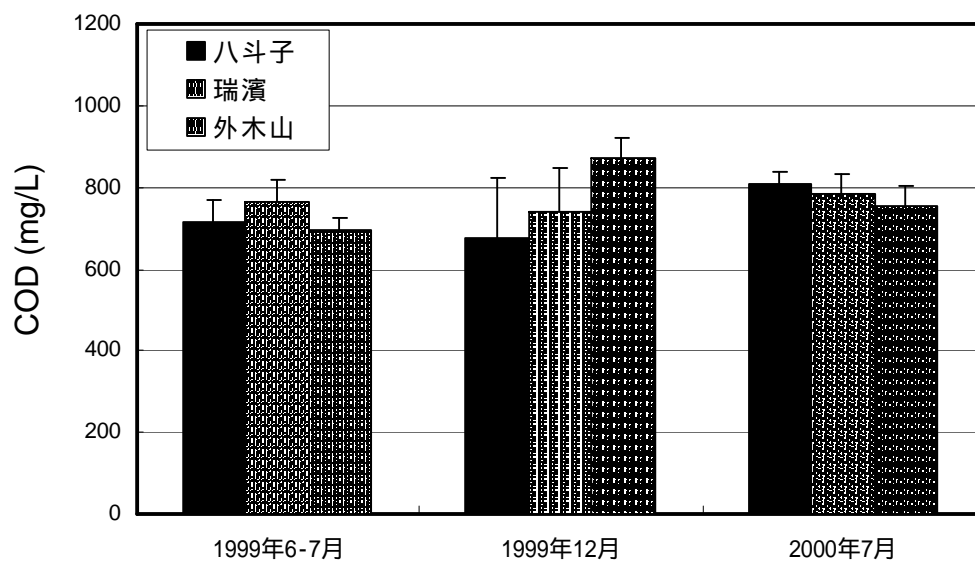
1. Wiener, J.G., and Rago, P.J. 1987. A test

of fluctuating asymmetry in bluegills (*Lepomis macrochirus* Rafinesque) as a measure of pH-related stress. Environ. Pollut. 44:27-36.

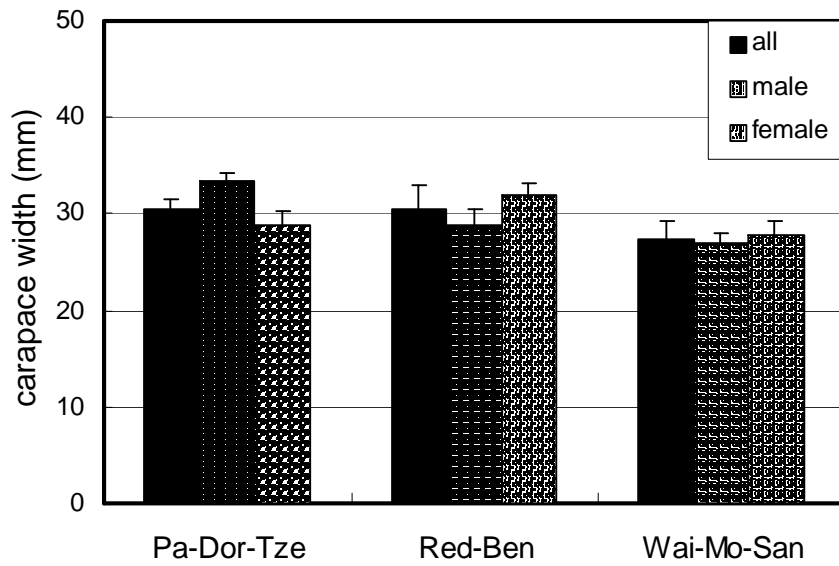
2. Parsons, P.A. 1992. Fluctuating asymmetry: a biological monitor of environmental and genomic stress. Heredity 68:361-364.
3. Clarke, G.M. 1993. Fluctuating asymmetry of invertebrate populations as a biological indicator of environmental quality. Environ. Pollut. 82:207-211.
4. Clarke, G.M. 1993. Patterns of developmental stability of *Chrysopa perla* L. (Neuroptera:Chrysopidae) in response to environmental pollution. Environ. Entomol. 22:1362-1366.
5. Graham, J.H., Roe, K.E., and West, T.B. 1993. Effects of lead and benzene on the developmental stability of *Drosophila melanogaster*. Ecotoxicology 2:185-195.
6. Tracy, M., Freeman, D.C., Emlen, J.M., Graham, J.H., and Hough, R.A. 1995. Developmental instability as a biomonitor of environmental stress. Pages:313-337. In Biomonitoring and biomarkers as indicators of environmental changes, edited by Butterworth, F.M., Corkum, L.D., and Guzman-Rincon, J. Plenum Press, New York.
7. Dai, A.Y., and Yang, S.L. 1991. Crabs of the China Seas. China Ocean Press, Springer-Verlag, Berlin.

表一 瑞濱、八斗子及外木山研究區海水一般化學特性

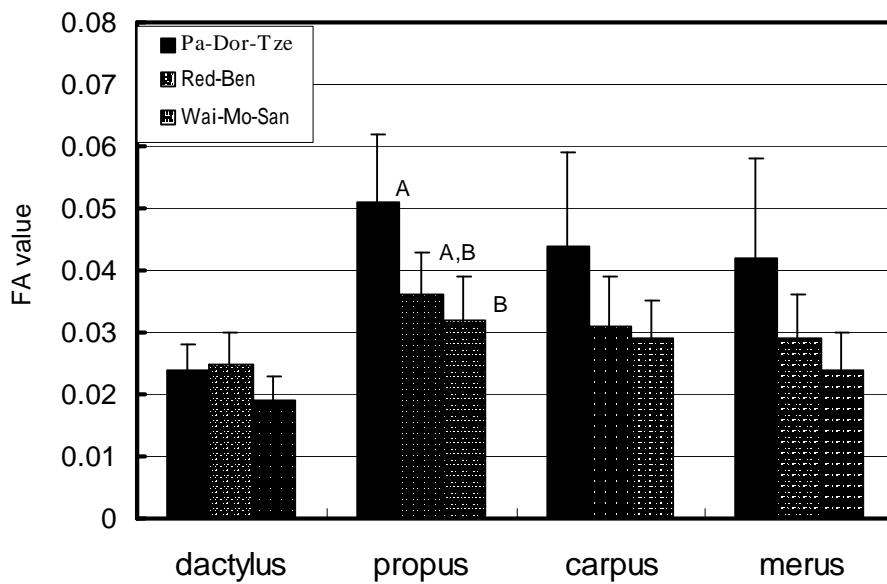
地點	時間	鹽度 (ppt)	導電度 (mS/cm)	溶氧量 (mg/L)	酸鹼值	溫度()
瑞濱	1997年10-11月	32.3	48.0	6.5	8.1	23.6
	1998年5-7月	32.1	49.3	7.5	8.1	28.3
	1998年11-12月	31.1	47.4	7.1	8.3	23.0
	1999年7月	31.7	48.7	7.6	8.2	30.1
	1999年12月	31.0	47.5	7.3	8.2	20.3
八斗子	2000年7月	31.0	46.18	7.8	8.3	29.5
	1997年10月	32.6	50.4	9.3	8.3	25.6
	1998年5-7月	32.5	49.9	6.7	8.3	28.7
	1998年11-12月	31.6	48.6	7.6	8.2	21.8
	1999年6-7月	31.8	49.3	6.6	8.2	27.3
外木山	1999年12月	31.3	48.1	6.4	8.2	20.2
	2000年7月	31.6	48.6	7.0	8.3	27.3
	1998年12月	32.9	47.5	7.0	8.3	22.3
	1999年6-7月	32.3	49.5	8.3	8.2	28.6
	1999年12月	31.3	48.1	7.7	8.1	20.1
	2000年7月	28.9	44.8	3.5	8.2	28.6



圖一 1999-2000年間瑞濱、八斗子及外木山研究區海水化學需氧量



圖二 瑞濱、外木山及八斗子研究區白紋方蟹之甲殼寬。



圖三 瑞濱、外木山及八斗子研究區白紋方蟹之左右腳節長度絕對差異平均值/甲殼寬的比值。不同字母顯示由Tukey multiple test 檢測結果具顯著差異。