

# 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

Application of developmental instability to monitor the coastal environment of Keelung

計畫編號：NSC 88-2621-B-002-009

執行期限：87年8月1日至88年7月31日

主持人：李美慧 台灣大學地理學系

### 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、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 Krustal-Wallis ANOVA及Tukey 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。統計分析的結果顯示，在環境壓力較大的八斗子研究區白紋方蟹的腳節之左右不對稱性有較高的傾向，尤其是以第二步足及第三步足的左右不對稱性與外木山白紋方蟹具顯著差異，本研究所選擇之兩個中輕度環境壓力研究區其白紋方蟹之左右不對稱性並無明顯的不同。本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。

**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 present 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 Krustal-Wallis ANOVA test and Tukey post hoc test. Results of this study indicated that there were significant differences in the body sizes of *Grapsus albolineatus* collected from three sites. The level of fluctuating asymmetry in second and third walking legs were significant different between Pa-Dor-Tze and Wai-Mo-San site. Overall, there is an increase of fluctuating asymmetry for leg segments of crabs from Pa-Dor-Tze site compared to the other two sites.

**Keywords:** Environmental Monitoring, Developmental Instability,

### 三、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<sup>(1-6)</sup>。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)。

依據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，因此本研究選擇白紋方蟹為測量左右不對稱性之對象，並進一步檢測下述之假說，既環境壓力高的地區之蟹類其左右不對稱性會比在環境壓力低的地區之蟹類的左右不對稱性高。

### 四、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。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，表一乃是綜合1998年11-12月及1999年6-7月之測量結果及前一年度的測量資料的結果。在1999年6-7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  $717.5 \pm 53.2$ ， $697.5 \pm 81.8$  及  $762.5 \pm 56.8$  mg/L。

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<sup>(7)</sup>。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。三地採集到白紋方蟹皆超過30隻，八斗子共採集到42隻白紋方蟹，外木山有64隻，而瑞濱則有33隻。在八斗子、外木山及瑞濱研究區所採集之白紋方蟹雌雄比分別為19:24、34:30和17:16。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，甲長分別為  $33.39 \pm 6.70$  mm， $31.14 \pm 6.08$  mm 及  $27.90 \pm 4.71$  mm，而甲寬則分為  $36.22 \pm 7.90$  mm， $34.01 \pm 6.51$  mm 及  $30.37 \pm 4.97$  mm。以 one-way ANOVA 檢測發現在三地的白紋方蟹個體大小具顯著差異，再利用 Tukey 進行兩地間比較發現，八斗子與外木山，及八斗子與瑞濱研究區之白紋方蟹個體大小具顯著差異，而外木山與瑞濱研究區之白紋方蟹個體大小沒有顯著差異。即八斗子所採集之白紋方蟹個體顯著大於其他兩個研究區。

圖一乃是在三個研究區白紋方蟹每段腳節之左右長度差的絕對值除以甲殼寬度之百分比的比較。從圖一中顯示在八斗子的白紋方蟹的第二步足 (腳節10-12)、第三步足 (腳節14-16) 及第四步足 (腳節19-20) 之左右不對稱性有較其他兩個研究區高的傾向，以 Krustal-Wallis ANOVA 及 Tukey 檢測發現三地白紋方蟹腳節10, 11, 16及20的左右不對稱性具顯著差異。若是以 Krustal-Wallis ANOVA 及 Tukey 檢測三地白紋方蟹不同步足的左右不對稱性，發現八斗子

與外木山白紋方蟹的第二步足及第三步足的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，而八斗子的白紋方蟹其左右不對稱性與其他兩地比較有偏高的情形，其中又以第二步足的腕節、前節及第三步足的長節及指節的左右不對稱性與外木山的白紋方蟹具顯著差異。

本研究結果顯示在環境壓力較大的八斗子研究區白紋方蟹不同腳節之左右不對稱性有較高的傾向，尤其是以第二步足及第三步足的左右不對稱性與外木山白紋方蟹具顯著差異，本研究所選擇之兩個中輕度環境壓力研究區其白紋方蟹之左右不對稱性並無明顯的不同。而八斗子研究區與瑞濱研究區之白紋方蟹的左右不對稱性在統計上並無明顯差異，可能與瑞濱所採集的之樣本較低有關，若是瑞濱的白紋方蟹樣本增加，兩地蟹類之左右不對稱性的差異可能將會較明顯。

#### 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，在高環境壓力區之蟹類有較高的左右不對稱性，符合本研究測試之假說。

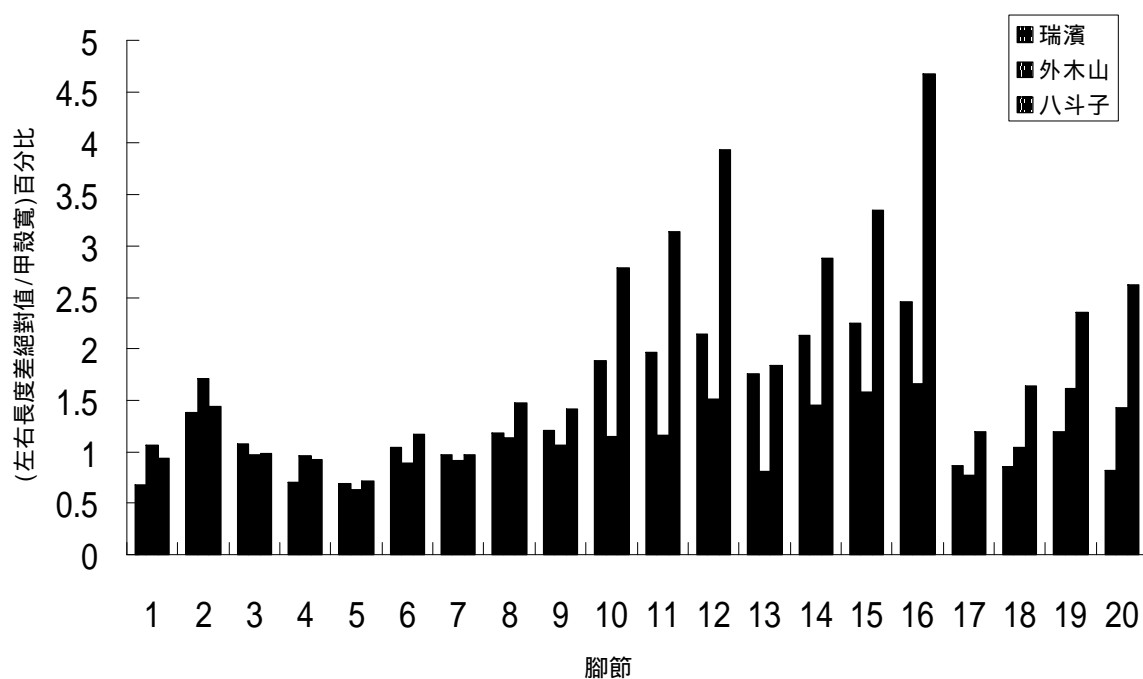
由於東北角海岸地區冬季海邊環境惡劣及氣候不佳，因此真正能從事野外調查及採集的時間乃在5月到10月為宜，而1998年9月及10月間因颱風關係，氣候不佳，所以本研究主要採集蟹類時間是集中於1999年6月至7月。

#### 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
八斗子	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	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



圖一 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/甲殼寬的百分比。