

中華民國第四十六屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 生物及地球科學科

031714

海中諧星Ⅱ～小丑魚的家

學校名稱： 臺東縣立豐田國民中學

作者：	指導老師：
國三 翁鈺雯	余欣駿
國三 呂佳璇	
國一 吳祖如	

關 鍵 詞：海葵、雀鯛科、三角定位

摘要

從熱帶海洋至寒冷水域都能找到海葵的蹤跡。海葵屬刺絲胞動物門，個體為囊狀，內有一個空腔，身體對外只有一個開口，口的周圍有觸手，觸手上佈滿著許多劇毒性的刺絲胞，可毒殺或麻醉獵物。獵物被觸手送入內部空腔時，進行消化與吸收，食物殘渣亦由口排出。

海葵大小與小丑魚數量有直接關係，海葵提供小丑魚產卵與防衛外敵的場所。小丑魚會利用四周物體作指標而巡邏領區，在白天能看見進入領域範圍的魚類，並將牠們趕走。不同種小丑魚的區域範圍有所差異，有些巡邏時離海葵可以遠到 3~4m 左右，有些溫馴小丑魚離海葵較近，但生物侵入海葵時，即會展現猛烈攻擊。

我們利用三角定位確定海葵與牠們週遭的明顯指標，也使用指北針的八方位測量海葵的面積大小。

去年我們已觀察小丑魚的領域範圍，本次將更進一步了解海葵本身的構造與週遭環境。未來這些成果也可讓我們深入探討海葵及小丑魚的共生生活。

壹、研究動機

在前次的領域範圍及眾多小丑魚研究中，我們很少注意到海葵。經多次觀察，我們了解海葵是可以移動的，牠們的所在地決定了小丑魚的棲息地。小丑魚幫海葵驅趕蝶魚，海葵提供小丑魚生存的空間，兩者形成互利共生的狀態。我們察覺海葵會對環境變化有所反應，當水流強勁或被潛水員騷擾時，可以捲成一個球狀構造來保護自己。

我們也發現海葵不是一個簡單的平面構造。海葵雖列為簡單的無脊椎動物，但表面構造並非如此簡單，牠們的觸手擁有精密的刺絲胞組織，而促成刺絲胞發射的壓力可高達 2000psi 或 $140\text{kg}/\text{cm}^3$ (A spineless column Ronald L. Shimek Ph.D)。

綠島有一個熱門的水上活動是浮潛，從水面上戴著蛙鏡、咬著呼吸管會看見海底有許多色彩鮮豔的珊瑚礁、魚類。海葵及小丑魚在近岸區最常被發現，牠們有親密的共生關係，每每回去同一點時都能再找到牠們。而現在利用水肺潛水非常普遍，訓練並不困難，揹著水肺潛水可以很接近地觀察海葵和小丑魚在自然界的的生活情況。

這些有趣的現象和綠島海洋生態保護區值得我們深究，以更進一步的了解海葵與小丑魚的生態環境。



貳、研究目的

- 一、繼續調查綠島海葵與小丑魚的分布區域。
- 二、實測海葵的面積，並了解海葵的成長及對環境的適應。

參、 研究設備及器材

一、 潛水裝備 Self Contained Underwater Breathing Apparatus

(一)面鏡：使人清楚地看見水中物。(圖 3-01)



圖 3-01

(二)調節器：將氣瓶內的高壓空氣調整為適合潛水員呼吸的正常壓力空氣。



圖 3-02

(三)潛水表：紀錄整個潛水過程，方便潛水員寫潛水日誌，也自動提示潛水員所違反免減壓潛水極限時的警告訊號。(圖 3-02)

(四)氣瓶：盛裝水肺潛水活動所需要空氣的容器。



圖 3-03

(五)浮力調節背心(B.C.)：為了調整因深度所失去的浮力而準備的。

(圖 3-03)

(六)水中相機：防水相機，以利水中攝影。我們用的是 10Bar 壓克力防水盒和 Sony DSC F505 數位相機、Sea & Sea YS-90 型水底閃光燈。(圖 3-04)



圖 3-04

(七)鉛帶：調整浮力的用具。

(八)殘壓表：讓潛水員隨時知道自己氣瓶內尚餘多少空氣。(圖 3-05)

(九)深度表：讓潛水員隨時知道自己的深度以便換算減壓。(圖 3-05)



圖 3-05

(十)指北針：潛水員在水中判別方位和測定方位。

(十一)濕式防寒衣：為保持體溫。水滲到皮膚和潛水衣時，使體溫與水行導溫作用而暖和起來。(圖 3-06)



圖 3-06

(十二)潛水刀：潛水員在水中解危及應付突發狀況所必須的裝備。

(十三)蛙鞋：增加潛水員在水中的推進力，更可幫助潛水員做好上升和減降的動作。(圖 3-07)

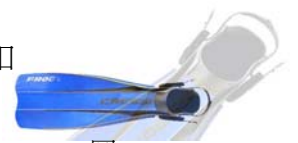


圖 3-07

二、 測量工具

(一)改良式量角器(加指北針)：測量海葵的半徑。

(二)陸上瞄準器：從陸地上可協助測量海上伸起標竿的角度。

(圖 3-08~3-09)

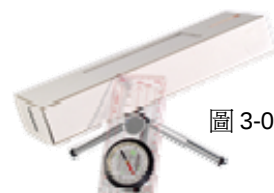


圖 3-08



圖 3-09

瞄準器
準線
指北針

肆、研究過程或方法

一、調查族群

自 2004 年夏天開始於綠島的北、西、南邊紀錄海葵與小丑魚的族群與位置，所有調查需運用水肺裝置潛入 10~15m 的深度。我們記載了四大範圍，但在此次測量中，僅選擇公館一組、柴口一組及南寮三組的海葵作為研究目標。本實驗由教師與潛水教練訓練學生利用水肺潛入綠島海中，約 6~18m 深度觀察小丑魚和海葵的共生關係，困難點為：利用水肺功能，需有良好的海況及能見度才容易觀察。在海下觀察只能維持 30~50 分鐘，所以不易作連續觀察。

測量海葵用觸手移動食物的速度，過程中需用塑膠板把小丑魚稍微驅離，避免牠們鑽進觸手把食物彈開。將食物放在嘴盤最末端觸手並開始計時，食物抵達中間開口時才停止。在計時的過程中，若潛水員非常靠近海葵，而小丑魚已被驅離，牠們會在附近游動，直到潛水員離開才會回到海葵內。

二、辨認海葵的特徵

(一) 奶嘴海葵 *Entacmea quadricolor* (Bulb Tentacle Anemone) : *Actiniidae* 科、數量在綠島分布最多且最廣。小的個體直徑有 5cm，體型大的直徑約 60cm。觸手末端的圓周有明顯的白色凸起條紋。在繁殖季節，末端有橘色圓球狀的卵。奶嘴海葵在深海較獨居，靠近沿岸 13m 以內才會成群居住。通常附在石縫裡，會露出觸手。居住種類包括鞍斑、克氏。



(二) 鏈珠海葵 *Heteractis Aurora* (Beaded Anemone): 屬中型海葵，直徑 30cm，嘴盤有迴旋狀條紋，在觸手 4~6cm 周邊較多，近內部較少。觸手一節節凸起，居住在多沙地面，足盤深入沙底。居住種類有克氏。



(三) 巨大異幅海葵 *Heteractis magnifica* (Magnificent Sea Anemone): 嘴盤周圍有鈍狀觸手，直徑約 1m，8cm 手指狀的排列較密集，末端較圓，有一點腫脹。顏色較淡，淡綠柱體擁有鮮豔顏色，可將嘴盤捲入，形成圓狀柱體。在南寮沙灘區與公主、粉紅共生。生存於空曠的珊瑚區，附著在堅固的石頭上，底部通常是鮮豔的紫、藍、綠、紅或咖啡色。



(四) 鞍形海葵 *Stichodactyla Haddon* (Haddon's Carpet Sea Anemone): 大型海葵，嘴盤有較規律的皺褶，觸手排列密集且短，末端較圓，顏色均勻，綠色或淡咖啡色。體柱偏白，直徑 50cm 的較普遍，有些種類的觸手呈輻射狀排列。在南寮沙灘區與黑白克氏小丑魚共生。



(五) 長鬚地毯海葵 *Stichodactyla gigantea* (Gigantic Carpet Anemone): 直徑約 50cm 以內，嘴盤皺褶情況較深，觸手細長，末端較小，柱體灰色或咖啡色。居住種類包括粉紅、克氏。



(六) 紫點海葵 *Heteractis crispa* (Leathery Sebae Sea Anemone)：體型大且圓，觸手約 10cm，末端逐漸尖細。顏色淡綠，有時會完全地把嘴盤覆蓋。擁有灰色皮質的柱體。通常居住種類為粉紅、克氏居住。

三、 測量海葵面積

光譜的顏色進入水中會逐漸被吸收，穿透最遠的是綠光與藍光，所以在水裡大部分的景色為藍、綠、灰色。在 15m 以內，橘色最容易被看見，而利用相機可以被拍攝下。若有大太陽，橘色更加明顯。估計海葵面積的步驟如下：

- (一) 將游標尺設定在 10 公分的寬度。
- (二) 插入周邊的石頭或地面的沙子。
- (三) 設定好閃光燈、距離及取景角度，並拍攝。
- (四) 利用電腦將影片處理後，並估算表面積。

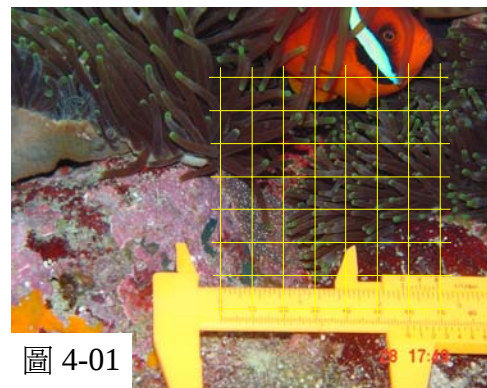


圖 4-01

利用八方位測量半徑，我們設定指北針的北方為起點，順時鐘用布尺測量海葵開口到嘴盤末端的半徑距離。

這方法的優點是以海葵向北的直徑為固定的起點，反覆測量都可以有固定的對照。用三角函數我們可以計算海葵嘴盤的表面積，這是用來觀察牠輻射狀的成長。我們把海葵的半徑換算成三角形的面積，並將八面積總合作為牠的總面積。北邊的起點定為第一個位置，東邊是第三個位置，七是西邊，以此類推，每個三角形朝向開口方向的角度為四十五度。

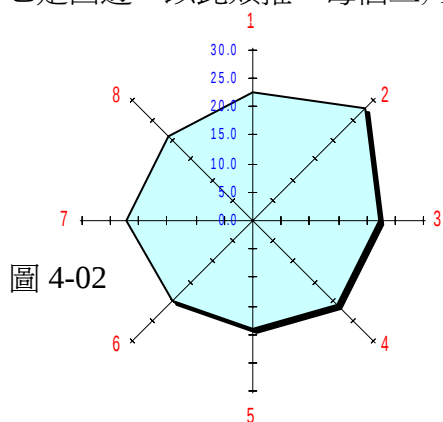


圖 4-02

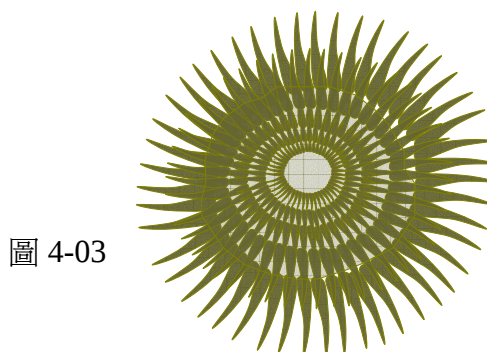


圖 4-03

四、 海葵的皺褶面積與平面比較模型

海葵是由上方從開口測量，由肉眼看到的是平面。我們所量出的面積是個多角形個體，以八塊三角形作分區 (4-02)，若將皺褶也考慮在內，我們假設：

(一) 由一面三角形的底面(4-04)平均分配為兩區(4-05)，在從底面的中心舉起一條線，如此會形成兩個相鄰的三角形。

(二) 所有形成的三角形設其中有個 90° 的直角，以方便我們用畢氏定理求邊及面積。

(三) 所用的方程式包括：

計算邊：畢氏定理 $c^2 = a^2 + b^2$

三角函數 $a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cdot \cos A$

計算面積： $\frac{1}{2} \cdot b \cdot h$

$$\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C}$$

$$\frac{1}{2} \cdot a \cdot b \cdot \sin C$$

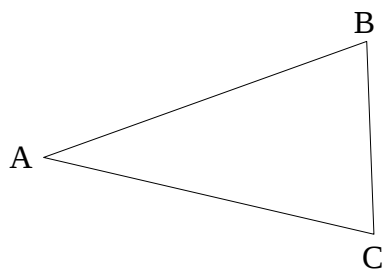


圖 4-04 三角形採其中一面，從 $\overline{BC}$ 舉起一直線可形成兩個三角形。

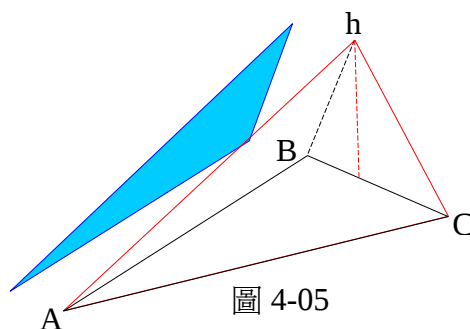


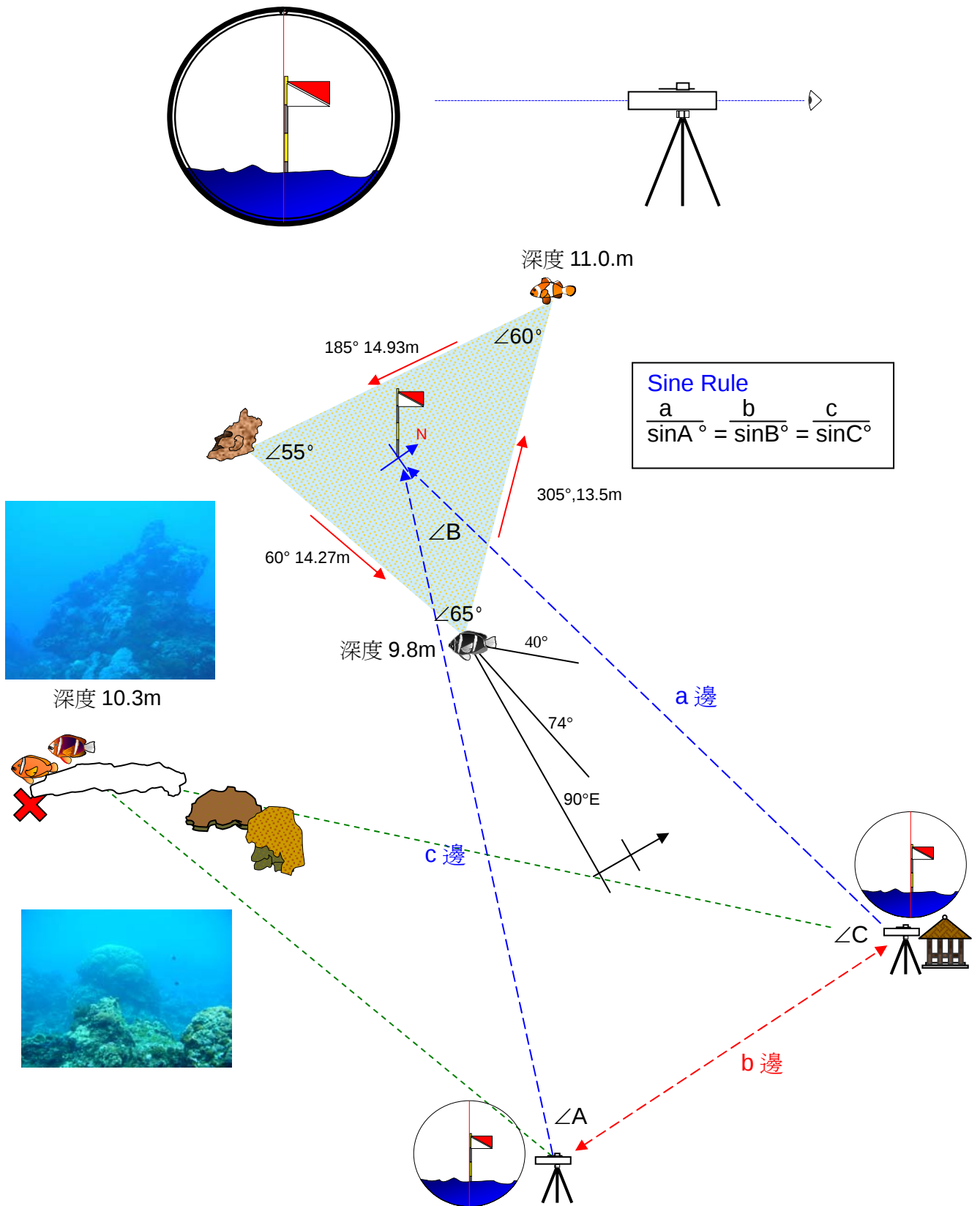
圖 4-05

六、 水陸三角定位

(一) 陸上三角定位：採樣點離岸的距離。選擇於陸地上的建築或龐大目標為定點，如涼亭等。首架設一臺瞄準器，約五十公尺的距離外再架設第二臺瞄準器，並測量兩者間的距離。若可行，便使用 GPS 儀器定這兩個位置。當潛水員找到目標並將旗竿伸出水面，陸地上的成員即可馬上測量旗子的方向。

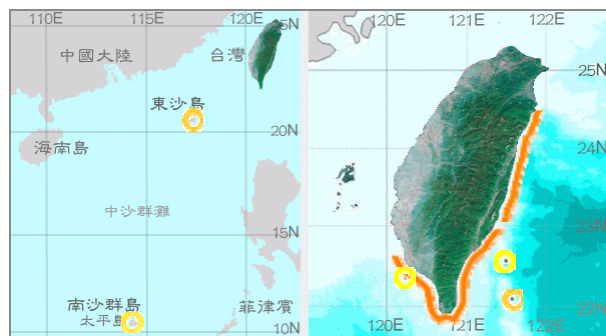
(二) 水中三角定位：採樣點較明顯的大型目標。除依賴指北針，在水裡很缺乏方向感，三個小目標形成一個大目標較易尋找。當找到目標，便在海葵四周尋找明顯地標，如大石塊、珊瑚等不會因海流而跑位的固體，選擇大約在 10m 以內的範圍並測量彼此之間的角度，同時也可釋放浮標讓陸地成員同時進行三角定位。

圖 4-06 三角定位

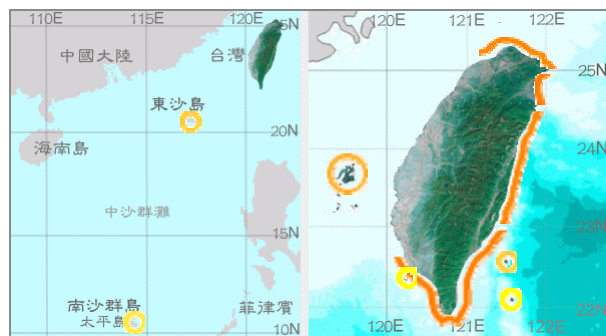
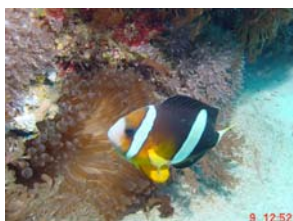


七、小丑魚在臺灣周圍海域的分布(資料來自『中央研究院臺灣魚類資料庫』)

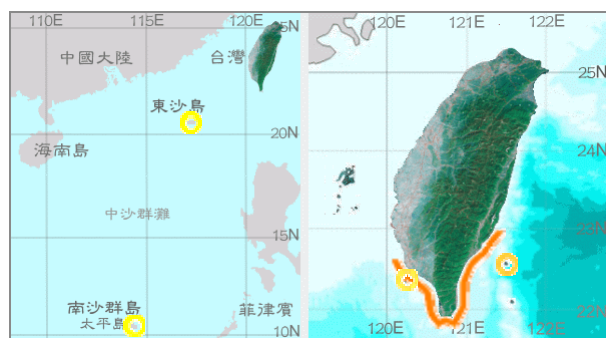
白條小丑魚 *Amphiprion frenatus* 分布於臺灣：
東部、南部、小琉球、蘭嶼、綠島、東沙、南沙



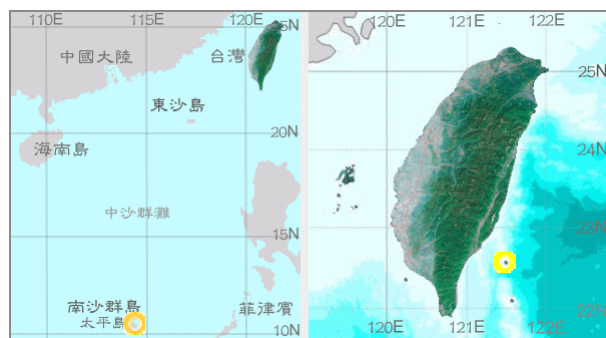
克氏小丑魚 *Amphiprion clarkii* 分布於臺灣：
東部、南部、北部、東北部、澎湖、小琉球、
蘭嶼、綠島、東沙、南沙



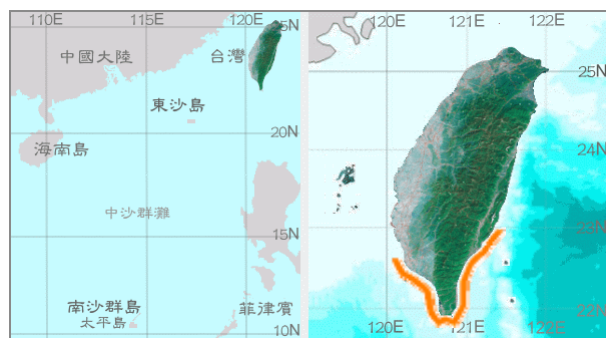
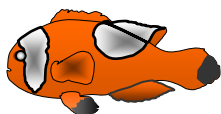
粉紅小丑魚 *Amphiprion perideraion* 分布於臺灣：
南部、小琉球、綠島、東沙、南沙



公主小丑魚 *Amphiprion ocellaris* 分布於臺灣：
綠島、南沙

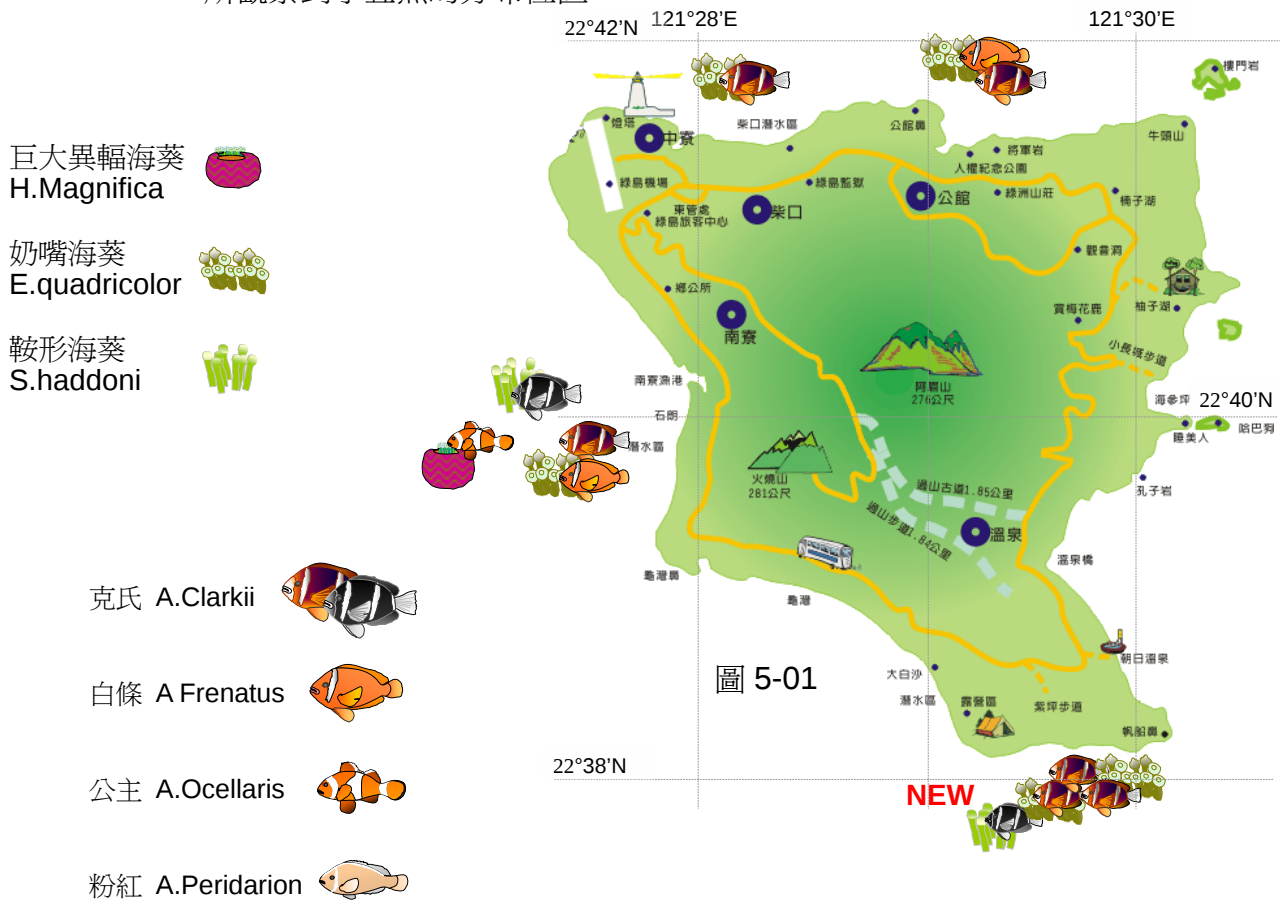


鞍斑小丑魚 *Amphiprion polymnus* 分布於臺灣：
南部 (目前為止，未在綠島發現)



伍、研究結果

一、 所觀察到小丑魚的分布位置



目前為止，我們只有在熱門的浮潛、潛水地方觀察發現有小丑魚居住的海葵，去年所發現的克氏從 10 組增加到 14 組，其中一組擁有十七隻黑白克氏與海葵居住在 48.5m 的深度，資料由技術深潛的潛水員與老師在紫坪轉向海底溫泉的外海所發現 14 組的白條增加到 16 組(一組為一隻海葵或一群海葵和居住此地小丑魚)，但到目前為止，公主和粉紅沒有數量的增加或擴散的現象。所觀察的海葵當中以奶嘴海葵擴散的最廣及數量最多。

二、海葵的觸手提供小丑魚躲避之處



圖 5-02



圖 5-03



圖 5-04

三、小丑魚躲進海葵內的活動方式。

(一) 當小丑魚游回海葵時我們觀察到幾種固定形式的游法，觀察對象克氏和白條小魚。第一種 S 型(圖 5-05)，第二種 8 字型(圖 5-06)，第三種多重型——S 型和 8 字型(圖 5-07)。

(二) 海葵面積小，閃躲空間有限，這些游法能擾亂侵略者的視線。當侵略者緊迫時，直線逃離容易被追上，在海葵觸手中左右急轉比較能閃避、有刺絲胞的觸手是很好的藏身之處。

如果我們從上面將海葵當成平面的個體看，海葵魚在裡面閃避敵人的動作如下(5-05~5-07 45th 研究資料)。海葵魚要利用觸手閃避掠食者，以平面看的話很容易追蹤並捕捉。以魚類的角度觀察，海葵表面不大，但牠的皺褶與觸手提供讓掠食者視覺錯亂的迷宮(5-08~5-09)。若海葵魚從以下圖所顯示的角度游進去，皺褶與觸手配上閃避動作會讓掠食者難以捉摸牠的行進路線。刺絲胞也提供了類似設定在迷宮的機關，可讓海葵魚的生存機會提高許多。這些構造幾乎在第一關便將硬闖入的略食者制止。

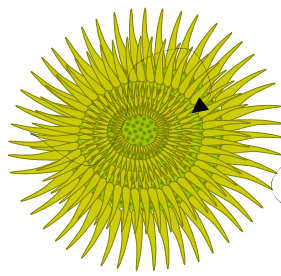


圖 5-05

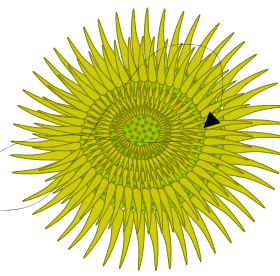


圖 5-06

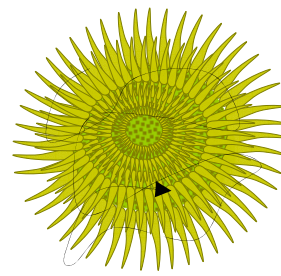


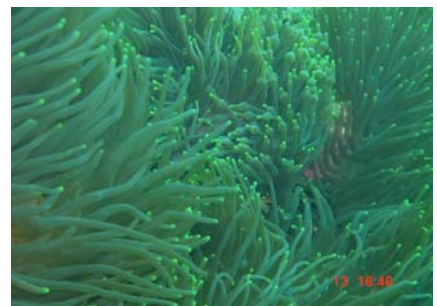
圖 5-07



E. quadricolor (圖 5-08)
奶嘴海葵



E. quadricolor (圖 5-09)
奶嘴海葵 (末端為膨脹)



E. quadricolor (圖 5-10)
奶嘴海葵

四、 八方位與十六方位測量的比較

以八方位測量的海葵表面積所計算出來為 345.5cm^2 ，以十六方位運算它的表面積為 354.0cm^2 ，相間的誤差是 2.5% (表 5-21)。

若表面積以三角形平面計算，利用模型比較海葵嘴盤皺摺的增加面積，從紀錄取樣，我們算出來的面積是 58.2cm^2 (將所有三角形假設有 90° 的直角，以方便運算)。但三角形分成一半，所形成的另外兩個三角形，表面積合為 $70.8\text{cm}^2 + 8.3\text{cm}^2 = 149.1\text{cm}^2$ ，增加了 2.7 倍 (表 5-17)。

海葵的成長，自 2005 年 1 月至 2006 年 4 月，所有較大型的海葵，半徑在 15cm 以上，嘴盤面積無很明顯的生長，也顯示海葵成長速度非常慢。嘴盤會依周遭環境而改變，但綠島有許多半徑 20cm 以上的海葵，顯示了綠島水質良好。

表 5-10 E.quadricolor(食物傳輸的速度-斷點) min					
方位 次數	1	2	3	4	總平均
N	15.28	12.30	17.24	0.00	11.21
E	0.00	8.34	16.24	10.12	8.68
S	8.02	12.33	10.12	15.23	11.43
W	9.22	6.08	8.17	4.08	6.89
	8.13	9.76	12.94	7.36	9.55
表 5-11 S.Haddonii (食物傳輸的速度-MIB) min					
方位 次數	1	2	3	4	總平均
N	3.18	4.12	8.12	7.08	5.63
E	6.12	8.13	0.00	0.00	3.56
S	4.08	12.80	7.08	7.57	7.88
W	12.14	0.00	9.14	10.38	7.92
	6.38	6.26	6.09	6.26	6.25

五、 海葵對不同刺激的反應

表 5-12 測試奶嘴海葵(BTA) 對不同接觸刺激的反應 0=無反應, 1=反應慢, 2=反應快				
刺激	BTA 中寮 01	BTA 公館 01	BTA 公館 02	BTA 石朗 01
1. 把沙子灑在嘴盤	0	0	0	0
2. 以塑膠游標尺觸碰海葵觸手	0	0	1	0
3. 以細鐵絲戳海葵嘴盤	2	2	2	2
4. 捏海葵觸手末端	2	2	2	2
5. 剪掉觸手末端 1cm	2	2	2	2
6. 用玻璃棒直接觸碰海葵的口	2	2	1	2
7. 以手掌圍繞海葵體柱，並輕輕擠壓	2	2	2	2
8. 撥動海水使柱盤翻起	0	2	0	1
9. 遮住海葵上方光線 1min	0	1	0	0
10.用手指觸碰海葵體柱	1	2	1	2

陸、 討論

一、 測量儀器

在測量過程中，雖時間可以減到一兩分鐘以內，但儀器尚須改良，改良至僅需幾秒鐘時間固定儀器並拍照便離開，減少騷擾海葵的時間。我們選擇 10~15m 左右的深度作觀察，但較深的水域，我們會委託成人或有經驗的潛水員幫忙收集資料。潛水員能停留在如此深的地方時間是非常短的，或許能將測量儀器改成架子，用手拿或擺在海葵上方，架子上也有刻度，拍照存證後便可馬上離開。例如在 49m 發現的海葵和十七隻克氏，只有幾秒鐘的時間能拍攝。

二、 辨識海葵

許多刊登資料中，都需要技術性地判別海葵。辨識的條件包括：肌肉切片、刺絲胞形狀與大小、觸手排列。這些特徵通常是保存的標本，需要解剖和顯微鏡的觀察。但我們是在野外利用海葵的外貌辨別種類。

海葵是簡單的管足動物，兩邊封閉，底下足盤會緊緊地附著在堅固的構造。牠們的型態多樣化，而空心的觸手從嘴盤周圍伸出，故數量、形狀及排列方式可以當作一個機制來辨別。

海葵的顏色雖可用來辨識，但同類的顏色多樣化，故辨識價值不宜作參考。共生藻會影響海葵的顏色，牠可以是本身的金黃色，或刺激動物來產生色素保護藻類，抵擋較強的光線。海葵的顏色通常和周邊的珊瑚、沙子很接近，所以較大的海葵不易在自然環境被發現。

三、 海葵的食物來源

所有刺絲胞動物能利用刺絲胞捕捉獵物，如蝦子、螃蟹等。海葵可捕捉海流所帶來的浮游生物，但從共生藻所提供的光合作用產物已足夠牠們生存。海葵會利用其他的元素，例如硫、氮來生長與繁殖。牠們並非貪婪的掠食者，大部分獵物為不小心闖入觸手的小型生物，所以供應量非常少而不穩定。

共生魚的排泄物或許是提供海葵養分較穩定的能量來源。有些種類能直接從海水吸收養分，因為牠們外層組織非常薄。以上兩項的可能性值得探討。

四、 海葵的年齡

海葵的年齡很難斷定，除飼養在水族箱裡或從開始便紀錄。一隻小的海葵不代表其很年輕，因腔腸動物食物供應不缺時，體型便長得較大。若食物短缺，體型會萎縮。資料中，有些種類有海葵魚居住，監測多年後，體型並無明顯增加。資料顯示，有團隊紀錄了海葵年齡，若以體型計算，或許超過一百年之久。小型海葵很有可能被蝶魚吃掉，但較大的海葵不太有天敵，但我們沒有辦法判斷，最終牠們如何死亡。

五、海葵的運動

當海葵在固體上通常很少移動，但牠們有能力從附著地部分或完全脫落。有些較小型的甚至可以笨拙地游離牠們的天敵，但大致上能利用足盤在一天內移動幾毫公分。這在綠島並不少見，有時候在觀察區域會忽然出現大型海葵。

奶嘴海葵可進行無性生殖，以分裂生殖成兩個，可以長大後繼續分裂。每隻體型不大，但會聚集在一起，牠們的觸手會有重疊空間，所有寄居的海葵魚能將牠們當成一大片的海葵。

強烈刺激如表 5-12 第 3、4、5、6、7 項目的刺激較強烈

用手捏海葵的末端類似魚吃海葵的刺激，會引發強烈回縮反應。海葵的神經系統是擴散神經(Diffuse Nervous System)的系統，牠的神經細胞分布在表皮層下方，集中較密集地方如腦，Ganglia 分散在各部位。

六、水中攝影感想及心得

在水中攝影要注意光色會隨距離和深度消失，近距拍攝魚最好是在晚上，此時魚行動較緩，易看清特徵。夜晚紀錄時要小心海膽否則會中止行動，因氣瓶內氣體限制，過程僅約 50 分鐘至 60 分鐘。

相機革命的來臨，使得攝影關於生活，並非是不可捉摸的時代產物。數位科技讓攝影跨進一大步。照片捕捉到動物真實的行為，拍照同時須冷靜、有耐性、敏銳地觀察。

數位攝影在我們的研究中，讓我們捕捉許多特殊鏡頭。我們需要多種硬體操作：數位相機加裝防水殼讓我們攝影上百張影像，不必回到水面調整曝光，與軟片比起是一大優勢。海流會捲取許多沙子，拍攝影像中會有許多顆粒。

在臺灣，雨天時空氣潮濕，故我們必須讓數位相機保持乾燥，否則使用時機身發熱使囤積水蒸發，並附著在感光片和鏡片上，拍攝品質將明顯降低。儀器得小心保養、檢查，若無此動作，照片中看不清楚目標，觀察過程便失去意義。

七、Cnidarian 腔腸動物

腔腸動物的神經系統符合牠們放射性的身體組織，Rhopalia 是神經節密集處。有些神經纖維演化出快速傳導的路線，結合性的神經活動會在神經節發生，是中樞神經系統的一種。

神經網傳導速度緩慢，許多重複的刺激才能在神經交接觸產生反應，反挫期與哺乳類相較高出 150~300 倍。

柒、 結論

一、 海葵的成長

自 2005 年 1 月至 2006 年 4 月所有較大型的海葵半徑均在 15cm 以上，嘴盤面積無很明顯的生長，也顯示海葵成長速度非常慢。嘴盤會依照週遭環境而改變，但綠島有許多半徑 20cm 以上的海葵，並顯示綠島水質良好。

二、 海葵的食物來源

海葵的皺褶可增加牠的表面積，利於捕捉浮游生物，讓共生藻進行光合作用。在較深的水域，海葵可將觸手縮起，並減少皺褶，因為在深海中的光線較少，可減少影子，將最大的面積展開吸收較弱的陽光。在深處如 48m 發現的海葵應是由強流推到此處，而並非自行移動。

大部分在野外觀察，海葵魚會游出海葵，將大型食物如麵包屑或蝦子放入海葵的嘴盤中，這經常被誤以為魚會幫忙海葵尋找食物，但並非如此。因為魚不會被觸手的刺絲胞螫，食物存在那邊是最安全的。海葵不會自願地將觸手所接觸到食物送給海葵魚吃，大部分是海葵魚找不到食物，若觸手有捕捉到牠就會搶來吃，因海葵會將在觸手裡睡太熟的魚吞食。

三、 海葵的個體成長面積

海葵模型的表面積與野外測量會有很大的差異。在表面積的運算方面，皺褶的程度可讓表面積增加 2~3 倍，若在加上觸手的長度，預估能達到 10 倍以上，最主要的功能是讓共生藻能進行光合作用，以及捕捉隨著海流漂來的浮游生物。

四、 海葵的分布與生活情況

綠島所發現的海葵都有小丑魚的居住，海葵嘗試單獨生活的個體，但在斷點與公館區所發現的大片海葵，是以許多組較小的海葵分裂而形成的。數量最多分布最廣的為奶嘴海葵。

在大白沙外海，獨立礁第二塊礁岩的西南方發現兩個新的公主小丑，體型較小，約 3cm，大約有 4 隻，居住在兩個小型的巨大異幅海葵中。從體型來看，應是第一塊礁岩處本體分裂後漂浮至此的。目前為止，先前我們調查過的海葵大小無明顯增加，數量卻有增加，尤其是公館一、二區，增加 16%~20%，但石朗斷點區從原本的 23 隻減少到 16 隻，約 1/4 的量。

五、 運用檢索表

檢索表對人工飼養的動物不管用，因人工飼養的海葵容易在短時間內失去的體色。共生魚類也不能用來辨識飼養的海葵，資料顯示，在自然界中很多魚類可以適應不只一個寄主。

六、 兩種以上的生物可以住在海葵上

海葵並非小丑魚獨有的居住處，其他的無脊椎生物如螃蟹、蝦子或針狀的小魚類會住在海葵的摺疊組織中，這裡無觸手及刺絲胞，可避免被當成食物。小型魚類如三斑圓雀鯛（*D.trimaculatus*）也會在觸手附近躲藏，雖然會被小丑魚趕走，但牠們依舊堅持游回原處。

七、 海葵的神經系統

海葵是簡單的動物，有肌肉組織和簡單神經網，如沙子輕微地落下到口腔，觸摸體柱影子並不會產生大反應。擁有稀少性神經動物如 Cnidarian 腔腸動物門，例如水母、海葵、珊瑚等動物原始的神經系統不會讓生物體有持久性、整體性、協調性的反應。

八、 海葵的居民：陶瓷蟹

陶瓷蟹與一般蟹不同點，牠有三種步足，有些種類的第四對步足退化，隱藏在甲殼下方。在綠島所觀察到的第四對步足看起來萎縮的小腳，他的大螯是用來爭取地盤，非捕捉食物。牠的進食方法是利用白色細條狀剛毛，把水中浮游生物有機物捕捉送進嘴中。

九、 利用三角定位

所套用的方程式方便計算體積、面積與距離。脫離傳統方法，在缺乏先進儀器的狀況下，三角定位容易尋找目標和節省時間。簡單的方程式無論是利用計算機、Excel 運算程式，讓我們快速得到所需的數據。此一工作先前的準備需要細心地做許多功課。

捌、參考資料及其他

一、關鍵字：Amphiprion，Taiwan

(一)[Field Guide to Anemone Fishes and Their Host Sea Anemones](#)

by Dr. Daphne G. Fautin and Dr. Gerald R. Allen. Provides images and descriptions of both sea anemones and clownfish. Category: [Fish > Clownfish biodiversity.uno.edu/ebooks/intro.html](#)

(二)[The Clownfishes, Damsels of the Subfamily Amphiprionae](#)

offers photographs, with brief descriptions, of the anemone dwelling species. Category: [Fish > Clownfish www.wetwebmedia.com/clownfis.htm](#)

(三)[Reference Record for Tomato Clownfish , Amphiprion frenatus](#)

... Tomato Clownfish. Species. Amphiprion frenatus. GROUP. Pomacentridae ... Indonesia, Singapore, Malaysia, Thailand, Viet Nam, China, Philippines, and Taiwan; ranges northward to Ryukyu Is ... [www.infinitysoft.net/Reference/RefDB/Record.asp?ID=37](#)

(四)[Amphiprion perideraion, Pink anemonefish photos, Phillip Colla Natural History Photography](#)

... Amphiprion perideraion, Pink anemonefish. Range: Indo-Pacific: Christmas Island in the eastern Indian Ocean to southern Japan, Ryukyu Islands, Taiwan-Amphiprion [www.oceanlight.com/lightbox.php?sp=Amphiprion_perideraion](#)

(五)[Amphiprion species](#)

Amphiprion polymnus. Other Names Panda, Saddleback. ... to Solomon Islands, northern Australia (Northern Territory only), and north to Taiwan and Japan (Okinawa region mainly). ... [wish.wodonga.tafe.edu.au/~kwaldon/poly.htm](#)

(六)[中央研究院臺灣魚類資料庫](#)

提供臺灣水域生態環境保育、評估，以及漁業資源開發及管理背景參考資料。
[fishdb.sinica.edu.tw](#)

(七)[小丑魚及海葵相容表](#)

奶嘴海葵 Bulb Anemone (Entacmaea uadrice) 砂海葵 Sand anemone (Heteractis aurora) 紫點海葵 Sebae Anemone (Heteractis crista) 公主海葵 ... 平展列指海葵 Stichodactyla mertensii 印度紅小丑 ... [www.fish.idv.tw/upload/c_a.asp](#)

(八) Skin Diver Magazine Jan (1998), p.50 Advance Divingp, Fiji : A World Like No Other

(九) 潛水家導報雙月刊(西元 1995 年第五刊)。小丑一族，海洋圖集之五

(十) 國際潛水學校聯盟。望月昇(西元 1995、1996 年)。中華民國潛水訓練學會

(十一) 綠島海洋生態之旅。鄭明修(民 87)。交通部觀光局東部海岸國家風景區管理處



評語

031714 海中諧星 II~小丑魚的家

設計適用於觀察海葵生長情形及分佈的器具，獲得實地觀察的初步結果並導出數學公式。本實驗係去年實驗的延續，由於海洋生物學實驗困難度高，要獲得較深入的生物學結果恐需較長的時間，宜再加以深入探討並聚焦。