



綠島珊瑚礁海域星野黑皮海綿的生長率及防治實驗

研究報告

林紋如¹，宋克義^{1,2}

¹國立中山大學海洋生物研究所；²通訊作者 (keryea@mail.nsysu.edu.tw)

[摘要] 星野黑皮海綿 (*Terpios hoshinota*)是造成珊瑚黑病的一種表覆型海綿，這種海綿能覆蓋在所有石珊瑚及其他生物上生長，並造成珊瑚死亡，除了天然底質，星野黑皮海綿也可覆生在人工底質，如載玻片、塗上防污漆的玻片、塑鋼土等，本研究利用塑鋼土作為標記海綿生長的界線，得到星野黑皮海綿在綠島的平均生長率為 0.18 cm/day，而在非珊瑚的對照底質上，其生長率平均只有在珊瑚上的 55%。從 3-20 m 的不同深度及不同地點之間的生長率沒有發現不同，但 3-7 月的海綿生長率卻出現明顯差異。

關鍵字：生長、底質、深度、時間

Growth and Prevention Experiments of *Terpios hoshinota* Surrounding Green Island

Wen-Ju Lin¹ and Ker-Yea Soong^{1,2}

¹Institute of Marine Biology, National Sun Yat-sen University, ²Corresponding author (keryea@mail.nsysu.edu.tw)

ABSTRACT *Terpios hoshinota* is an encrusting sponge that is causing black disease in the shallow water reefs of Green Island off southeast coast of Taiwan. In addition to natural substrates, the sponge can also grow on artificial substrates such as glass, antifouling coatings, and epoxy. Using marine epoxy to mark the boundary of the sponge, in this study we were able to estimate its expansion rate on different substrates around Green Island. Results show that it expanded on average 0.18 cm/day on coral substrate, whereas its expansion rate on non-coral substrates was approximately 55% of that. Growth rates varied significantly between March and July, but there were no significant differences at different depths (3-20 m) or in different locations.

Keywords: growth, substrate, depth, time

前言

在全球各大珊瑚礁區都有關於珊瑚疾病的研究報導 (Rosenberg and Loya 2004)，珊瑚疾病發生率的增加使珊瑚的豐度降低，進而改變珊瑚群聚的組成 (Kuta and Richardson 1996, Aronson and Precht 2001)。在全球暖化造成珊

瑚大量白化及死亡 (Janice 2008)、海水酸化造成鈣質骨骼形成不易的時代背景下 (Tyrrell 2008)，珊瑚疾病若有大量發生及蔓延的趨勢，對珊瑚礁不確定的未來無異是雪上加霜的因素。

導致珊瑚疾病的不只是生物因素，還有外在的環境因子也會決定疾病是否會大舉蔓

延，例如海水溫度的提高、沉積物的影響、海水營養鹽過量及污染，都有可能增加疾病發生的機會 (Sutherland et al. 2004)。珊瑚疾病的分布在世界三大主要珊瑚礁區中都有出現，包含澳洲大堡礁、印度西太平洋以及加勒比海。

目前已知並發表過的珊瑚疾病中，較常見的有黑帶病 (Black band disease)、黃帶病 (Yellow band disease)、黑點病 (Dark spot disease)、白帶病 (White band disease) 和黃斑病 (Yellow blotch/band disease) 等，造成這些疾病的病原體有細菌、藍綠菌、真菌及原生生物，不過由於大部分的病原體都不易分離培養，所以目前為止大都還不能確定這些疾病真正的致病原因。

珊瑚礁總體檢 (Reef Check) 是每年針對全球各海域珊瑚礁生物多樣性所進行的大規模調查，在1998年及2004年的珊瑚礁總體檢中，均未提及綠島有星野黑皮海綿 (Dai et al. 2005)，但在2006年的調查中發現星野黑皮海綿在綠島大量出現，這些黑色的海綿覆生在珊瑚上，造成珊瑚死亡。此現象之前已由Bryan (1973) 於關島首先報告，後來也在日本沖繩被發現，並稱其為黑病 (black disease) (Rützler and Muzik 1993)，指出此黑病是由一種與藍綠菌共生的海綿所引起 (Rützler and Muzik 1993, Liao et al. 2007)。

與其他珊瑚疾病很大的不同點在於，黑病是由星野黑皮海綿所引起的 (Bryan 1973, Rützler and Muzik 1993)，而星野黑皮海綿的存在可以由特定矽質骨針來確認 (Rützler and Muzik 1993)。將黑病與其他已知的幾種珊瑚疾病做比較，發現除了由星野黑皮海綿造成的黑病外，其他大部分珊瑚疾病造成珊瑚損傷或死亡的區域都較小，很少佈滿整株珊瑚，而且少有能像星野黑皮海綿如此不分宿主種類的侵入 (Bryan 1973, Rützler and Muzik 1993)。星野黑皮海綿在許多地區都有被發現，包括關島、菲律賓、台灣、日本、美屬薩摩亞島、馬里亞納群島、甚至泰國 (Plucer-Rosario 1987,

Rützler and Muzik 1993)，加上其生長不易受底質限制的特性 (Bryan 1973, Plucer-Rosario 1987)，一旦繁衍，很有機會對珊瑚礁造成很大的危害。

星野黑皮海綿屬於硬海綿目 (Hadromerida)、皮海綿科 (Suberitidae)，是一種平鋪海綿，顏色從深灰到黑色都有，具有特別的圓頭骨針，形狀似大頭針。組織厚度約 0.1 cm 左右 (Bryan 1973, Rützler and Muzik 1993)，是一種相當薄的海綿。關島的星野黑皮海綿在活的微孔珊瑚 (*Porites lutea*) 上的生長率，平均一個月可生長 2-3 cm，且星野黑皮海綿在活珊瑚上的生長率明顯比在無生命的底質上還快 (Bryan 1973)，但在去除活組織後的軸孔珊瑚骨骼上的生長率，卻較在活珊瑚上更快 (Plucer-Rosario 1987)。

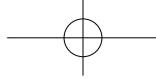
由於首度在台灣海域發現星野黑皮海綿大量繁生，因此我們首先針對綠島地區的星野黑皮海綿進行生長率的研究，希望透過此研究，能對此物種有進一步的瞭解。

材料與方法

一、星野黑皮海綿生長率的量測方法

量測星野黑皮海綿生長率的方式為「標示法」：也就是在珊瑚表面塗上塑鋼土，塑鋼土是一種可在水中使用的環氧樹脂，可以粘在珊瑚骨骼表面，作為海綿的生長界標，塑鋼土塗上去的起始位置為星野黑皮海綿生長的最前端，且是塗在珊瑚上、垂直於珊瑚與黑皮海綿之間的界線。首先利用塑膠軟墊挖出 4x2 cm 的方洞當作模具，以便產生清楚明確的界線，將塑鋼土填滿方洞後即完成標記。經過約 2 星期後回收數據，以照片量測法：將塑鋼土表面附著生長的東西抹去，並於旁邊放上塑膠軟尺後拍照，之後再從照片上量測星野黑皮海綿的生長長度，計算其生長率 (圖 1)。

二、星野黑皮海綿的生長率



林紋如，宋克義

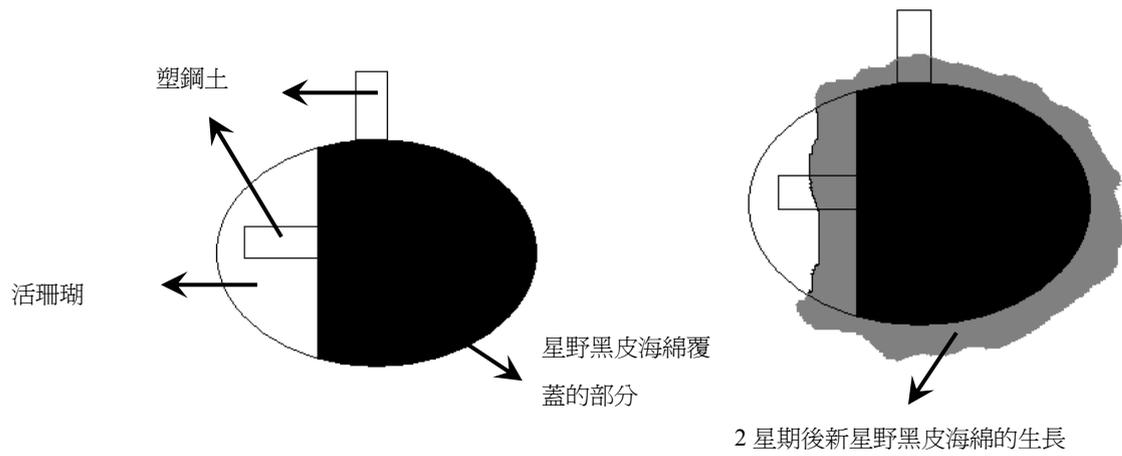
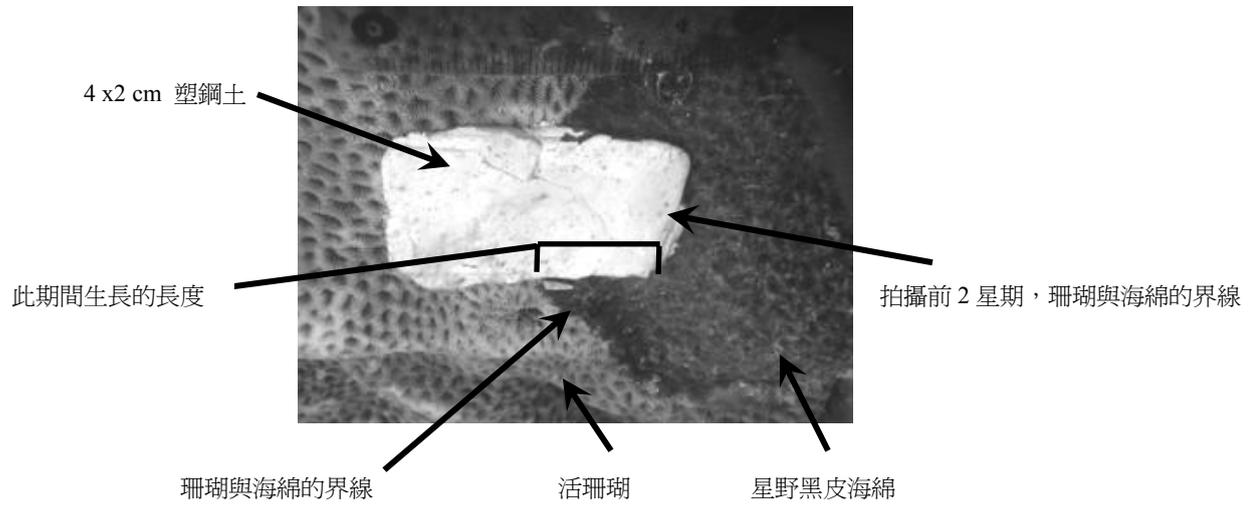


圖 1. 標示星野黑皮海綿以估計生長率的方式

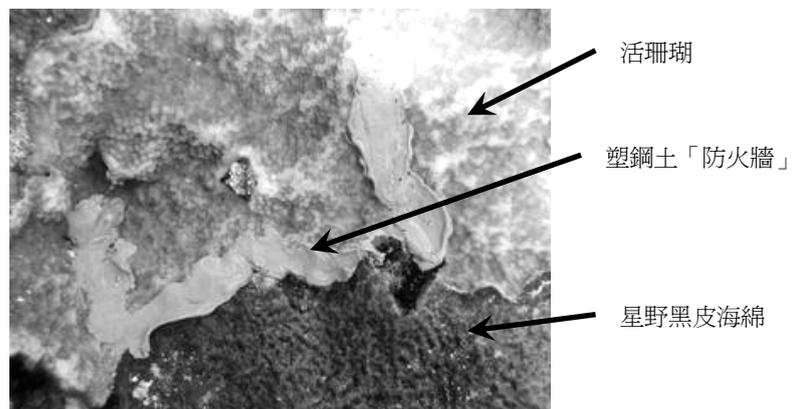
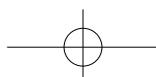


圖 2. 「防火牆」實驗的野外處理照片



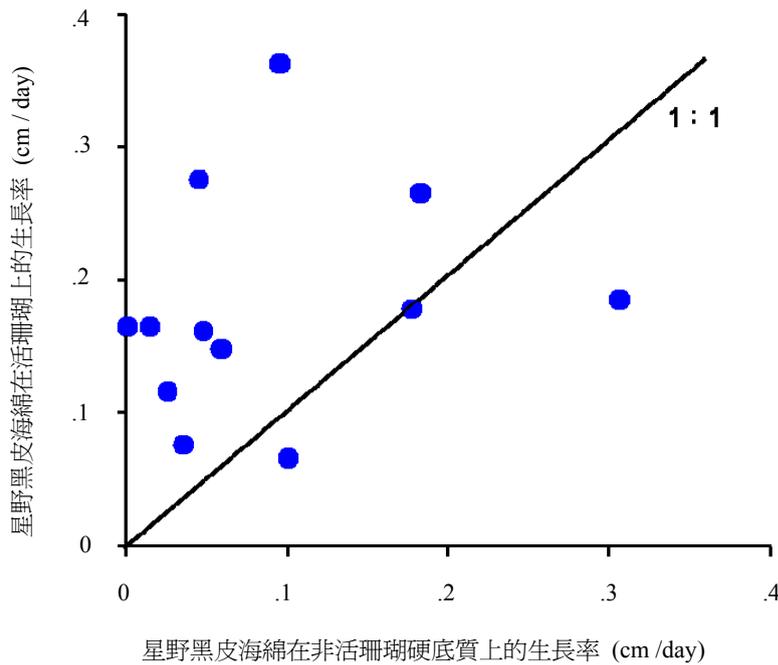
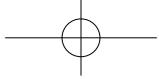


圖 3. 綠島星野黑皮海綿在珊瑚及非活珊瑚硬底質上的生長率比較 ($p = 0.01$, Paired t-test)

1. 星野黑皮海綿在不同底質上的生長率

分別在公館深度約 2-3 m 的地方選擇珊瑚-海綿複合體 10 株，之後在海綿往珊瑚生長以及往非活珊瑚之硬底質生長的前端，以上述標示法標記 (圖 3)。14 天後，用照片量測其生長率，並以 Paired t-test 比較海綿在珊瑚及非珊瑚硬底質上生長率的不同。

2. 星野黑皮海綿在不同深度的生長率

實驗一：於綠島北岸公館外 3 及 8m 深的地方，隨機選取珊瑚-海綿複合體，利用標示法標記，分別經過 16 天及 14 天後，用 t-test 比較不同深度的海綿其生長率是否有差異。

實驗二：於公館外 3m 深的海域採集星野黑皮海綿及珊瑚-海綿複合體，再將這些個體分別移植到 3m、10m、15m 及 20m 深的地方。每個深度各有 10 個海綿塊及 10 株珊瑚-海綿複合體，將海綿塊以塑鋼土固定在未感染黑病之健康珊瑚的表面，另外珊瑚-海綿複合體則在做標記後，再以塑鋼土固定在硬底

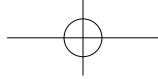
質上。經過 17 天及 20 天後，分別量測各深度的生長數據。以 ANOVA 比較海綿塊在不同深度的生長率，以及海綿在珊瑚-海綿複合體上的生長率是否與深度相關。

3. 星野黑皮海綿在不同月份及不同地點的生長率

取 2008 年 3-7 月在綠島東、西、北岸所進行之實驗對照組數據，分別為不同大小、深度及不同地點的生長率實驗、防火牆實驗、護城河實驗、自然底質實驗，共 6 個實驗中的 74 個對照組，將這些星野黑皮海綿的生長率進行比較，這些實驗的深度都在 3-5 m 深。

三、「防火牆」、「護城河」、防污漆實驗

為了找出阻止星野黑皮海綿持續向前生長擴展的方法，本研究分別於柚子湖及公館進行「防火牆」與「護城河」實驗。「防火牆」實驗是利用塑鋼土在海綿向珊瑚推進的



林紋如，宋克義

前方，形成一道約 1-2 cm 寬的阻隔，觀察海綿是否會因為受到外來物質的阻擋，或是珊瑚骨骼的中斷而停止向前生長 (圖 2)。

「護城河」實驗則是在與海綿相接的珊瑚上，以鑿子將面積約 3x3 cm 的珊瑚活組織刮除，只留下底部骨骼的部份，觀察海綿是否因為失去前方的珊瑚活組織而停止生長前進。

有毒防污漆能阻止許多海洋生物附着生長，為了測試它是否也能阻擋黑皮海綿繼續往前生長，我們於公館港東岸分別放置透明光滑玻璃片、塗有防污漆及底漆的玻璃片，底漆為未添加毒性物質的油性漆 (淺藍色)，防污漆則加入了有毒的氧化亞銅，此防污漆一般用在船底以防止固著性生物附着。實驗中共使用了兩種防污漆，分別為 SP-255 及 SP-35，兩種防污漆的差別在於氧化亞銅的添加比例，前者添加的氧化亞銅重量比少於 25%，後者則少於 40%。

以塑鋼土將這些人工基質固定在星野黑皮海綿的生長前端並緊貼著珊瑚，經過 13 天後回收。拍照紀錄星野黑皮海綿是否生長到人工基質上，及其在自然環境中遇到人工基

質時的生長情形。

四、統計分析

所有數據分析使用的統計方法 (t-test, Paired t-test, ANOVA, Correlation Analysis, Kruskal-Wallis test, Mann-Whitney test, Fisher's Exact Test) 均可參考 Sokal and Rohlf (2004)，而實際計算則使用軟體 Statview V。

結果

一、星野黑皮海綿的生長率

1. 星野黑皮海綿在不同底質上的生長率

星野黑皮海綿不只能在石珊瑚活組織上生長，在調查過程中發現，星野黑皮海綿也可以在非活珊瑚組織的硬底質上生長，經比較後發現其生長率與在珊瑚上的速度有明顯不同 ($p = 0.01$, Paired t-test, 圖 3)，星野黑皮海綿在石珊瑚活組織上的生長率較快，平均生長率為 0.18 ± 0.11 cm/day (\pm 表示 95% 信賴區間)，共有 13 組重複，在非活珊瑚組織之硬底質上的生長率平均只有在同組珊瑚活組織上的 55%。

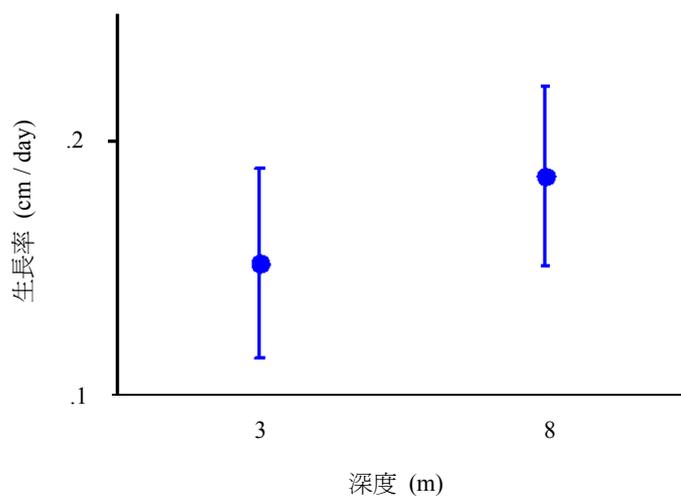


圖 4. 綠島星野黑皮海綿在不同深度的生長率比較。3m 有 9 個重複、8m 有 11 個重複，兩組差別不顯著 ($p = 0.15$, t-test)

2. 星野黑皮海綿在不同深度的生長率

星野黑皮海綿在不同深度 (3、8m) 的生長率並沒有發現明顯不同 ($p = 0.15$, t-test, 圖 4), 其中 3m 深有 9 株, 平均為 0.15 ± 0.04 cm/day; 8 m 深有 11 株, 平均為 0.17 ± 0.03 cm/day。移殖實驗結果顯示不論是移動珊瑚-海綿的複合體 ($F = 1.44$, $p = 0.25$, ANOVA, 圖 5) 或是只移動星野黑皮海綿 ($F = 1.34$, $p = 0.28$, ANOVA, 圖 7), 星野黑皮海綿的生長率在不同深度之間都沒有顯著差異; 但星野黑皮海綿的生長率在組內的變異很大, 就以個別海綿而言, 有的完全不生長, 最快的卻可達 0.32 cm/day。移植後的星野黑皮海綿多數仍繼續存活, 反而是石珊瑚因為無法忍受劇烈的環境變化而出現白化或死亡現象。失去活珊瑚組織的星野黑皮海綿有出現點狀或絲狀組織的情形 (圖 6 a, b), 且在珊瑚表面有消退跡象 (圖 6 c), 約有 19-50 % 的個體出現海綿組織消退的現象, 且此消退現象只出現在較深的處理, 即 15-20m 的深度; 在只移植海綿塊的實驗中此現象的發生與深度是相關的 ($p = 0.002$, Fisher's exact test); 除了完全死亡的海綿之外, 還有不生長也沒有退縮的海綿株, 與珊瑚僵持在原本的界線上 (圖 8)。

3. 星野黑皮海綿在不同月份及不同地點的生長率

公館海域 4-7 月的星野黑皮海綿生長率有明顯差異 ($p = 0.05$, Kruskal-Wallis test, 圖 9), 各月份的生長率中值在 0.13-0.15 cm/day 之間, 以 4 月的生長率最高。而星野黑皮海綿在公館及大白沙的 5 月份生長率卻沒有差異 ($p > 0.99$, Mann-Whitney test, 圖 9), 星野黑皮海綿的生長率範圍分別為, 公館: 0.09-0.25 cm/day, 大白沙: 0.13-0.30 cm/day。

二、「防火牆」、「護城河」、防污漆實驗

「防火牆」與「護城河」實驗中, 發現不論是利用塑鋼土圍堵或是利用挖深珊瑚骨骼的方式, 都無法阻擋星野黑皮海綿持續向

外擴展 (圖 10)。星野黑皮海綿除了在珊瑚及自然底質上生長之外, 還能夠生長在非自然底質上 (圖 11), 安放的透明玻璃片及塗有防污漆的玻璃片上都發現有星野黑皮海綿的覆蓋生長。

討論

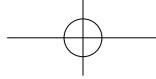
本研究發現綠島星野黑皮海綿生長率在時間及空間上的變化, 相較於其他生物來說, 星野黑皮海綿的生長能力是相當強的, 能夠在各種石珊瑚上生長。

一、不同底質上的生長率

從不同底質生長率實驗, 與前人所做的比對後發現 (Bryan 1973): 星野黑皮海綿在不同底質上的生長率有明顯差異, 而且在珊瑚組織上的生長率明顯比礁石上的生長率還快 (Plucer-Rosario 1987) 造成這差異的原因有可能是在礁石上各式生物存在, 底質的異質性使得星野黑皮海綿進展緩慢, 至於另一個可能: 珊瑚組織提供了關鍵營養的假說, 本研究中並無直接驗證, 但從星野黑皮海綿能在各式人工基質上生長的現象看來, 至少在短距離內, 是不需要珊瑚提供的物質或能量的。由於所有生長率實驗的觀察中, 都涵蓋了多種石珊瑚, 這可能是導致實驗中生長率的變異都很大的原因, 往後的實驗可以探討在哪些珊瑚上星野黑皮海綿的生長速度比較快, 或許由此可以了解此海綿對底質及宿主的偏好為何。

二、不同深度的生長率

Plucer-Rosario (1987) 發現在關島星野黑皮海綿的生長率在不同深度之間沒有差異, 本研究在綠島將星野黑皮海綿移植到不同深度觀測其生長率的結果, 與直接在水深 3m 及 8m 量測生長率的結果是一致的, 都沒有發現星野黑皮海綿的生長率與深度之間有明顯的差異。移植後的海綿雖有部分個體仍



林紋如，宋克義

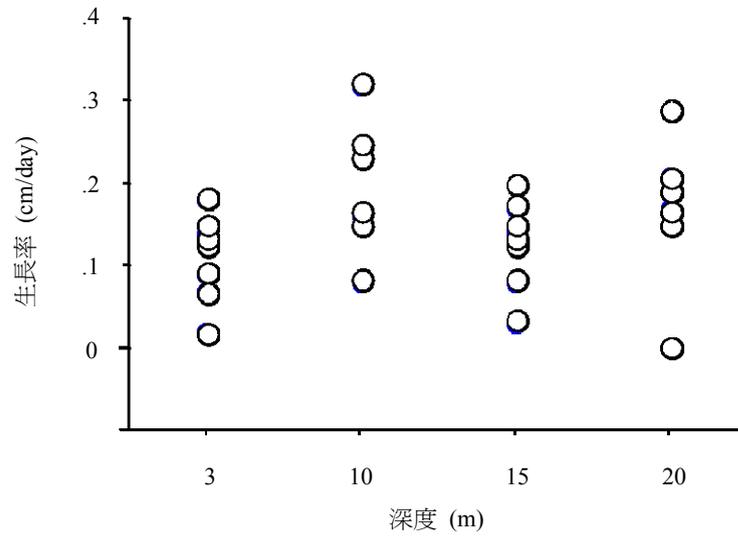


圖 5. 石珊瑚-星野黑皮海綿複合體移植到不同深度的生長率比較 (F = 1.44, p = 0.25, ANOVA)

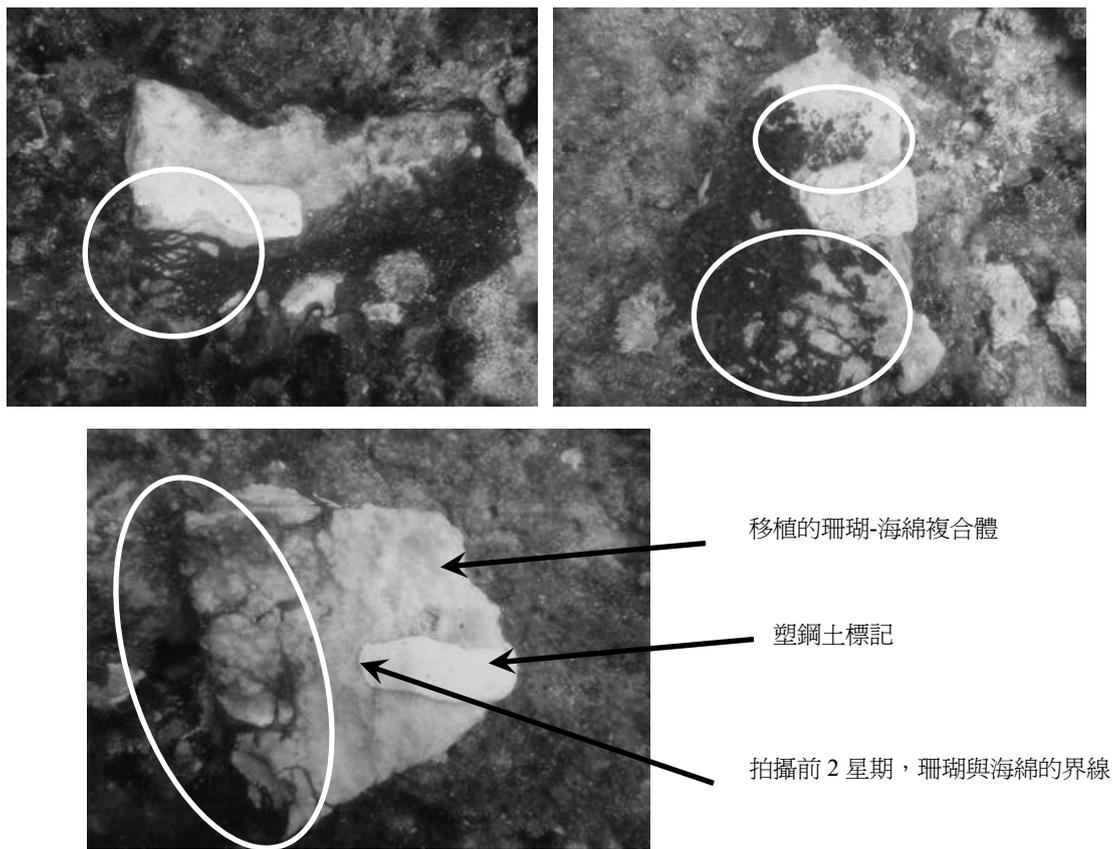
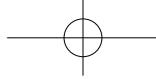


圖 6. 移植實驗：珊瑚-海綿複合體移到 20 m 深的地方。上左圖、上右圖中的星野黑皮海綿組織呈現點狀或絲狀，已不再是一整片的；下圖的星野黑皮海綿則似乎從珊瑚上消退到旁邊的其他基質上



星野黑皮海綿的生長及防治

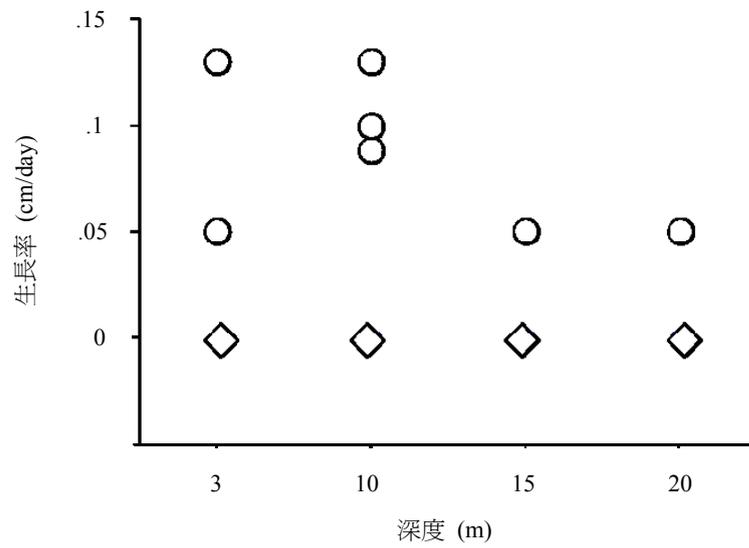


圖 7. 星野黑皮海綿移植到不同深度的生長率比較 ($F = 1.34, p = 0.28, ANOVA$)。菱形表示有數個觀測值。部分海綿消退的數據沒有在圖中顯示

移植的星野黑皮海綿塊

海綿從碎塊延伸到珊瑚上



移植的星野黑皮海綿塊

海綿沒有從碎塊延伸到珊瑚上生長

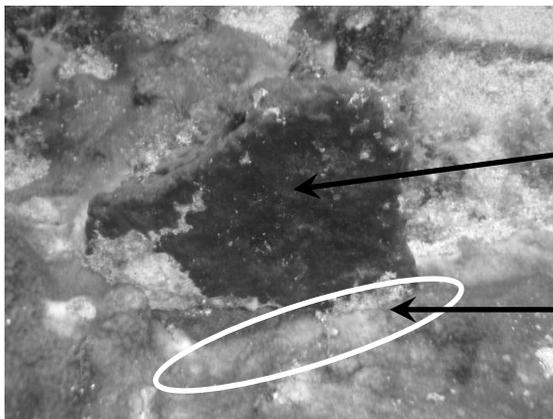
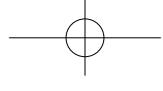


圖 8. 移植實驗：單獨海綿塊移植到 15m 深的地方。上圖中可以清楚的看到海綿從原本的碎塊上延伸到移植的珊瑚上；下圖中的海綿則沒有此現象，但在 15 m 深的地方仍生長良好



林紋如，宋克義

能繼續生長，但也有許多海綿在移植後無法向外擴展甚至死亡，這暗示海綿可能必須適應深水域的某些環境條件，例如光線或宿主種類等等。三個不同深度的生長實驗最大的不同在於，水深 3m 及 8m 的生長率是不做任何移植而直接觀測的，而另外兩個移植實驗則是將海綿塊及珊瑚-海綿複合體，分別移到四個不同深度，除了深度上的不同之外，觀測的對象也不盡相同。對海綿來說，三個實驗分別是在不同狀況下操作的：1.生長在原位沒有被移動過、2.只有海綿組織被移動及 3.連同宿主珊瑚一起被移動。之所以要用不同的方法，乃是因為在較深水域星野黑皮海綿幾乎不存在，唯有從較淺海域移植才有可能。至於單移海綿或連宿主一起移植，差別在於前者的海綿得跨到新宿主珊瑚上，才能繼續生長，而後者的狀況比較單純，只要在新環就能持續生長即可。

移植到較深水域的星野黑皮海綿，除了死亡與向前生長推進之外，還有一些海綿株完全沒有退縮或生長，這可能是因為星野黑皮海綿在跨越不同底質時需要較多時間，例如利用絲狀物來對外界環境進行探測或延展。移植實驗中也觀察到當移植到較深水域後，海綿在原本的珊瑚底質上會出現組織消退的情形（圖 6），但根據 Plucer-Rosario (1987) 的實驗，發現海綿在沒有活珊瑚組織的軸孔珊瑚骨骼上的成長是比較快的，兩者的結果似乎互相抵觸，不過 Plucer-Rosario (1987) 的實驗雖然也是在野外環境下進行，但卻是在淺水域只做海綿組織的移植及生長率的量測，而本研究的實驗則是將海綿連同其宿主珊瑚移植到與原本生活條件不同的深度讓它生長，在給予海綿生存的條件控制上有明顯不同，這可能是導致出現不同結果的原因之一。

不同深度的星野黑皮海綿生長率比較，結果顯示光線對生長率有影響，理由是星野黑皮海綿體內有許多共生的藍綠菌，需要充足的光線以行光合作用。而在其他的觀察中也發現星

野黑皮海綿對全暗的處裡有強烈的反應 (Soong et al. 2009)。另外綠島四周海域星野黑皮海綿多分布在較淺 (2-5 m) 的海域，水深 10 m 以下很少發現，可能是星野黑皮海綿偏好在較淺海域生長。至於真正的機制仍待研究。

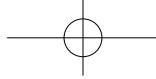
三、不同月份的生長率

Plucer-Rosario(1987)在關島所作之調查指出星野黑皮海綿在不同月份 (季節) 的生長率沒有顯著差異，但本研究的實驗結果發現綠島公館 2008 年 4-7 月的黑皮海綿生長率有變異的現象 (圖 9)。此調查期間包括了 2008 年水溫最熱的幾個月，但不包括一年中水溫較冷的 2 月 (圖 12，以蘭嶼開元港海水表面水溫為代表)，因此是否水溫影響生長速率仍有待進一步驗證，另一方面綠島海況明顯受到季風影響，冬天東北季風造成北面和東面海岸都是浪大狀況為多，西南海岸則海況較佳；夏天以西南季風為主，狀況則正相反；海況是否造成海綿的部分死亡、分裂、甚至完全死亡，都可能造成其大小的變化。珊瑚的細菌性疾病中，黑帶病有隨著水溫降低而消失的現象，而第二年水溫回暖時，可能需重新感染珊瑚，因此受黑帶病感染的珊瑚仍有存活的機會。

本研究的珊瑚黑病目前只發現生長速率可因月份而異，但未發現有季節性消失的現象，因此一旦受感染，珊瑚似乎難逃一死。但就目前的資料只能瞭解海綿在 3-7 月之間的生長率而已，其他七個月的生長率仍不清楚，因此仍需要針對其他時間對海綿進行觀察，才能進一步了解海綿整年的生長及存活情形。

四、防治實驗

在「防火牆」與「護城河」實驗中發現，無論是用塑鋼土堆成的防火牆或是破壞珊瑚骨骼形成的護城河，都無法阻斷星野黑皮海綿的生長，這點顯示星野黑皮海綿並不需要靠珊瑚活組織來指引生長方向，也不需要孔



星野黑皮海綿的生長及防治

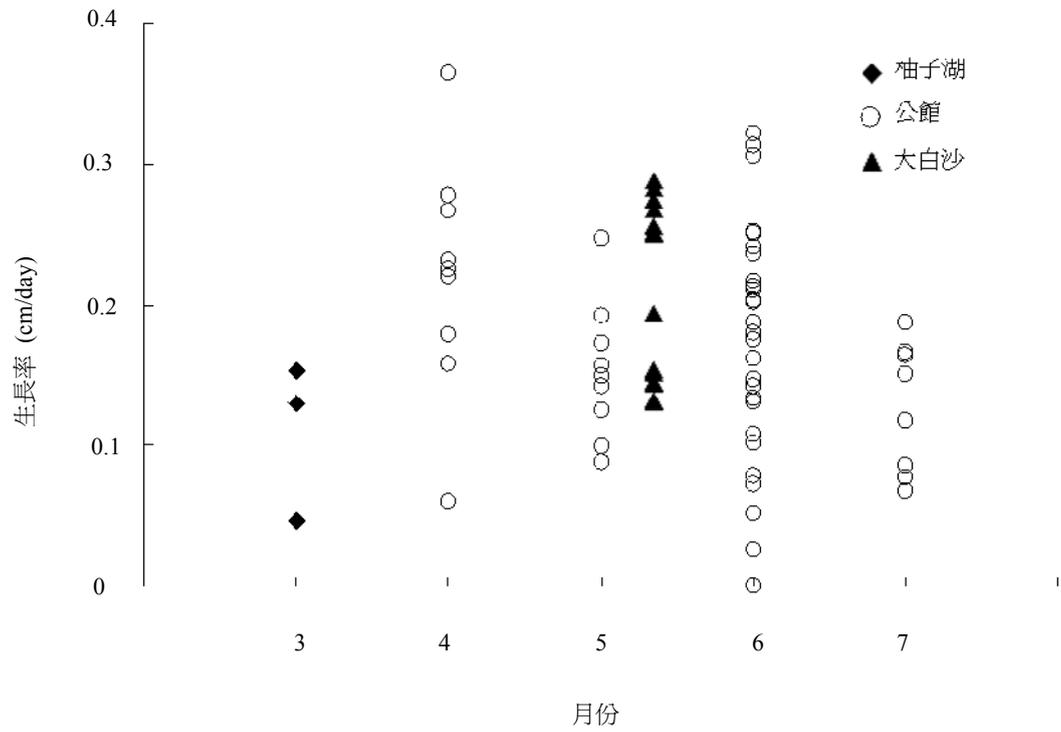


圖9. 綠島星野黑皮海綿在2008年3-7月的生長率比較。公館在4-7月的海綿生長率明顯降低 ($p = 0.05$, Kruskal-Wallis test)。大白沙與公館在5月的生長率沒有差異 ($p > 0.99$, Mann-Whitney test)

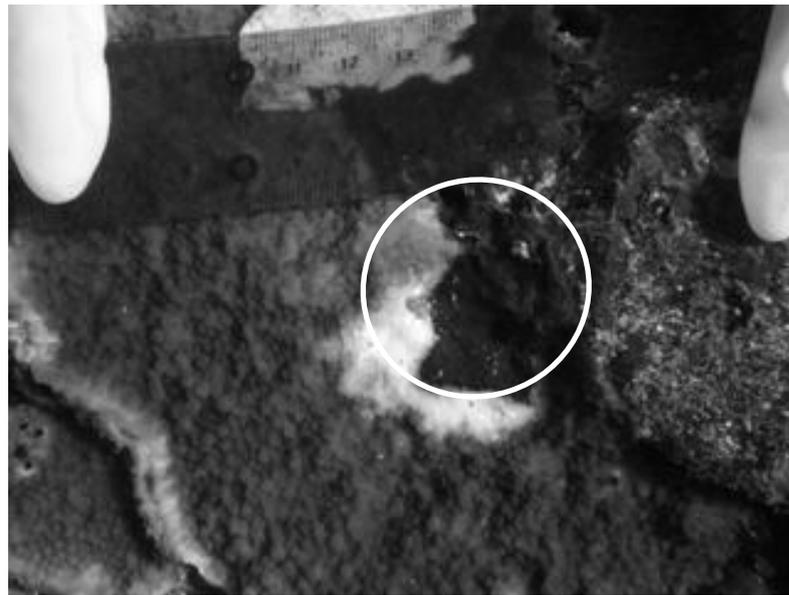
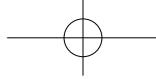


圖10. 「護城河」實驗，圓圈處表示星野黑皮海綿在已經刮除組織的珊瑚骨骼上依然生長，顯示海綿的生長不靠活組織



林紋如，宋克義

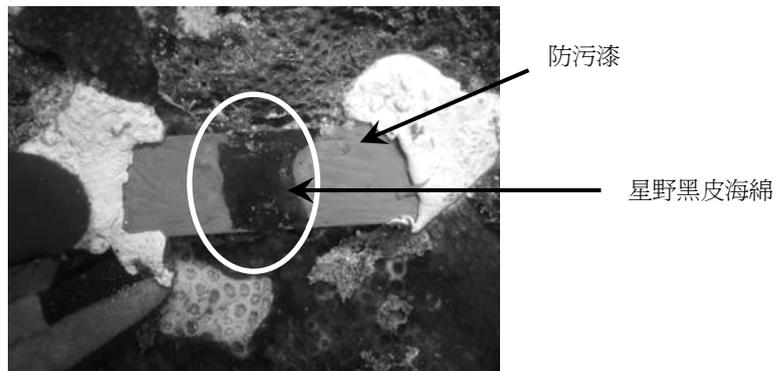


圖 11. 星野黑皮海綿能生長在塗有防污漆的玻璃片上

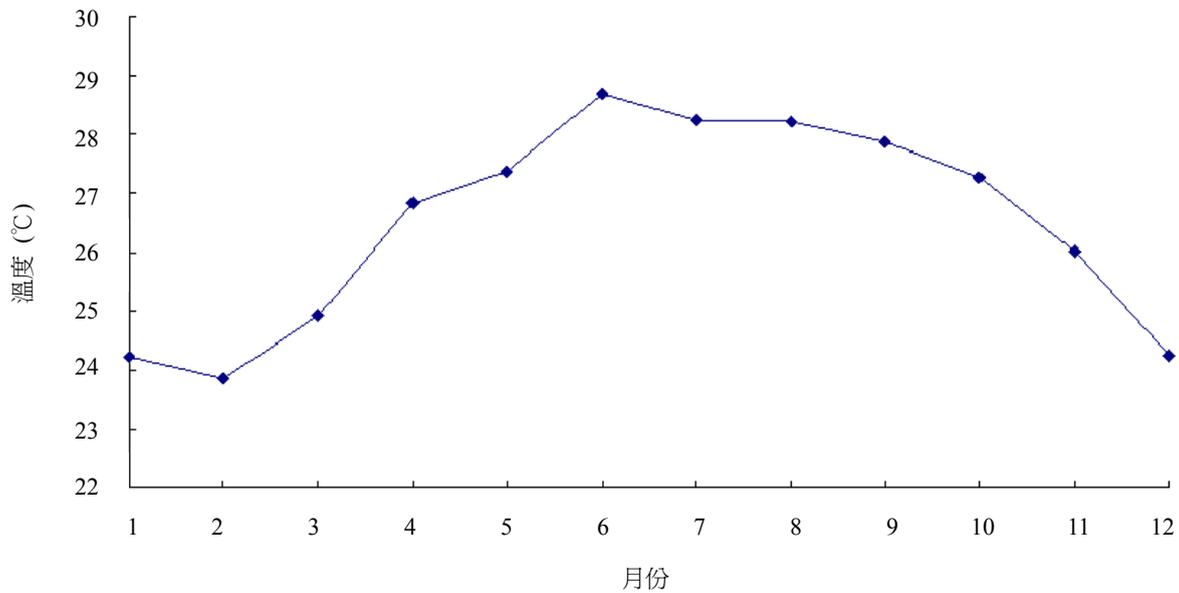


圖 12. 2008年1-12月蘭嶼開元漁港的海水表面溫度之月均溫變化圖 (資料來源：中央氣象局)

隙多的珊瑚骨骼來固定其海綿組織；我們認為星野黑皮海綿由宿主珊瑚得到能量營養供給的機會也不高，可能只是提供一塊均質且向陽的底質，使得星野黑皮海綿的生長得以快速進行。

船用的有毒防污漆未能阻止星野黑皮海綿生長蔓延，此外，星野黑皮海綿也被發現能夠在礁石與樹脂玻璃上生長 (Plucer-Rosario 1987)，所以利用這些方式來

對星野黑皮海綿作防治的可能性已經消失，必須再另覓新方法來阻止星野黑皮海綿持續擴張的問題。

星野黑皮海綿在綠島的平均生長率為 0.18 cm/day，相較於珊瑚的成長來說是非常快的，加上牠能在多種底質上生長，顯示星野黑皮海綿在珊瑚礁地區充滿了合適棲所，這些都是造成珊瑚礁大量被破壞的條件，對牠更多的研究可以了解星野黑皮海綿繁衍的

限制因素為何，若有控制牠的必要時，將可以有應用的方法。

誌謝

感謝中山大學海洋生物研究所無脊椎生態實驗室所有同仁全心全力的投入，包括陳柏年、陳明宏、陳逸廷、楊尚霖、徐嘉玲、黃鏡毅、余慧盈、方士碩等人的幫忙，防污漆則由永記造漆公司提供。此外也感謝東部國家風景管理處綠島管理站與居福潛水的協助，本計劃研究經費來自內政部營建署海洋國家公園，計畫名稱：綠島海域污染監測及防治與珊瑚礁群聚結構調查，計畫編號：96營署 A-058 號，以及中山大學亞太海洋研究中心，使此篇研究能順利完成。

引用文獻

- Bryan PG. 1973. Growth rate, toxicity and distribution of the encrusting sponge *Terpios* sp. (Hadromerida: Suberitidae) in Guam, Mariana Islands. *Micronesica* 9: 237-242.
- Dai CF, TY Fan, HY Hsieh, S Hong and AY Jeng. 2005. Report of Reef-Check 2005 in Taiwan. The 11th Taiwanese Coral Reef Conference, p. 20. (abstract in Chinese)
- Edmunds PJ. 1991. Extent and effect of black band disease on Caribbean reefs. *Coral Reefs* 10: 161-165.
- Gil-Agudelo DL and J Garzón-Ferreira. 2001. Spatial and seasonal variation of the Dark Spots Disease in coral communities of the Santa Marta area (Colombian Caribbean). *Bulletin of Marine Science* 69(2): 619-629.
- Janice ML. 2008. 10th Anniversary Review: a changing climate for coral reefs. *Journal of Environmental Monitoring* 10: 21-29
- Kuta KG and L Richardson. 1996. Abundance and distribution of black band disease of corals in the northern Florida Keys. *Coral Reefs* 15: 575-578.
- Liao MH, SL Tang, CM Hsu, KC Wen, H Wu, Chen WM, Wang JT, Meng PJ, Twan WH, Lu CK, Dai CF, Soong K and Chen CA. 2007. The "Black Disease" of reef-building corals at Green Island, Taiwan - outbreak of a cyanobacteriosponge, *Terpios hoshinota* (Suberitidae; Hadromerida). *Zoological Studies* 46(4): 520.
- Plucer-Rosario G. 1987. The effect of substratum on the growth of *Terpios*, an encrusting sponge which kills corals. *Coral Reefs* 5(4): 197-200.
- Rosenberg E and Y Loya. 2004. *Coral health and disease*. Springer, New York.
- Rützler K and K Muzik. 1993. *Terpios hoshinota*, a new cyanobacteriosponge threatening Pacific reefs. *Scientia Marina* 57: 395-403.
- Rodríguez S and A Cróquer. 2008. Dynamics of black band disease in a *Diploria strigosa* population subjected to annual upwelling on the northeastern coast of Venezuela. *Coral Reefs* 27: 381-388.
- Soong K, SL Yang and CA Chen. 2009 A novel dispersal mechanism of the coral-threatening sponge *Terpios hoshinota*. *Zoological Studies* 48(5) (in Press)
- Sutherland KP, JW Porter and Torres C. 2004. Disease and immunity in Caribbean and Indo-Pacific zooxanthellate corals. *Marine Ecology Progress Series* 266: 273-302.
- Tyrrell T. 2008. Calcium carbonate cycling in future oceans and its influence on future climates. *Journal of Plankton Reserch* 30(2): 141-156.