

馬祖藍眼淚

(甲) 博弈陰影下的藍眼淚

劉克襄

(乙) 解開馬祖藍眼淚之謎

—— 夜光蟲

蔣國平・蔡昇芳

閱讀叮嚀

近年來，馬祖因為「藍眼淚」的奇景，興起一股觀光熱潮。「藍眼淚」的成因為何？它為馬祖帶來什麼改變？觀光旅遊興起，會對當地環境帶來何種影響？如何在生態與旅遊之間取得平衡，創造雙贏的局面？本課選錄作家劉克襄與科學家蔣國平、蔡昇芳的文章，從不同角度探究「藍眼淚」現象，提供讀者多元的省思。

人物看板

- 劉克襄，中國文化大學新聞系畢業。曾任報刊主編，現任中央通訊社董事長。長年進行自然觀察、攝影與繪畫，研究古道舊路、鄉鎮市集、自然誌與旅行歷史，著作以自然書寫的散文與報導文學為主。
- 蔣國平，日本東北大學海洋環境學博士，國立臺灣海洋大學海洋環境與生態研究所教授。研究專長：海洋植物性浮游生物與微生物環境生態學。
- 蔡昇芳，國立臺灣海洋大學環境生物與漁業科學研究所博士，國立臺灣海洋大學海洋環境與生態研究所助理教授。研究專長：原生生物學、系統分類學、海洋生態學。

甲 博弈陰影下的藍眼淚

文 劉克襄

春末時，搭渡輪前往馬祖，邂逅了好幾團遊客，都是去觀賞藍眼淚。

藍眼淚並非最近才出現的景觀，以前當地漁民在撈捕魚獲，便常在黑夜裡看到大片藍海的奇異景觀，或者拉起漁網時，冰冷的繩索泛著盈盈藍光。

只是早年戰地有夜間管制，不能持相機拍照，此一特殊景觀除了耳語相傳，始終被隱藏。如今相機普遍，照相器材精進，藍眼淚透過專門技巧和拍攝處理，可以瑰麗顯影。繼而，透過網路發表，終而廣為人知，躍升為重要的地方奇景。



夜深了，我在福澳碼頭徘徊，不少遊客亦集聚此地，只為了在浪潮和岩壁撞擊的交界，觀看此一比螢火蟲更為壯觀的永恆閃光。好奇的遊客還會試著以漁網撈捕星光，透過那頓時的閃現，驚奇地喟嘆。

有些人還跑到較無光害的沙灘等待。運氣好時，一波波緩緩衝上岸的浪潮，帶出冷樣疏離的詭譎藍光，甚而湧出巨大的藍潮。你彷彿走進電影阿凡達般的國度，置身在過去從未經驗的特殊情境。尤其是手捧星沙^②，洩下水瀑般的光芒，或者沿著沙岸，一腳一腳踩出青藍印記。或許這一趟去馬祖，光是這一特別情境便值得了。

過去走訪馬祖，一直被離島的自然風情所著迷。我因為霧鎖馬祖，多滯留一天。半夜三點，靜候在暗黑的海灘，因而幸運地等到壯觀的藍眼淚。那一剎，藍光乍現所帶來的激動，以及不可思議的氛圍，成為我在馬祖最震撼的體驗。

注① 阿凡達：由詹姆斯·卡麥隆執導的科幻電影，於二〇〇九年上映。敘述人類在潘朵拉星球採礦殖民的活動，與當地納美人發生衝突的故事。片中的納美人具有藍色皮膚，部分潘朵拉星球的場景也泛著藍光。

注② 星沙：星沙是一種有孔蟲。活體有孔蟲受到刺激時，會發出亮光；死後則殘留較為堅硬的外殼，狀似星芒。



馬祖 藍眼淚海灘



根據專家的說法，藍眼淚是夜光藻大量發光形成的。夜光藻在世界各地皆有分布，大陸棚淺水海域都可看到。這些地區通常散布著豐富的浮游生物，讓夜光藻獲得充足的食物來源。星沙則是海岸動物介形蟲，被踩到時，因驚嚇發出藍色光芒。

一處海岸，夜光藻匯聚成藍光，還有星沙大量出現，都得看狀況。通常，一個不受汙染無光害的環境，加上季節暖和，吹拂南風的滿潮之際，藍眼淚最可能湧現。長期閉鎖的馬祖，正好擁有這一天時地利。這幾年經由當地人統計，藍眼淚大量湧現的時間甚長，多在春末到夏日。

藍眼淚的奇景，勢必成為黑嘴端鳳頭燕鷗後，最具代表性的自然觀光資源。但藍眼淚適合規劃為觀光旅遊行程的內容嗎？在地文史達人多抱持謹慎態度。

這堂生態教育和自然美學的課程才剛開始，還得慢慢透過各種觀察和學習，了解更多藍海形成的環境，還有如何安排動線。等主客觀條件都成熟具備，再友善地推為生態旅遊行程，都不嫌遲。若快速貿然推出，過度浪漫宣傳，成為像北海坑道般廣泛的旅遊景點，不只會影響生態環境，甚至干擾在地人生活作息。

黑嘴端鳳頭燕鷗便是一案例，如今暑夏，此一神話之鳥回到馬祖離島棲息時，許多船隻也載著遊客前往。導賞者為滿足遊客一飽眼福，都會要求漁船駛近，再駛近，讓持相機者拍得過癮。但這一行徑，嚴重干擾了黑嘴端的作息。如今此海鳥數量明顯有下滑趨勢，很可能都飛到其他大陸的島嶼棲息。

藍眼淚需要更多調查，再悉心規劃。但它已帶來提示，只要環境保護愈為良好的地方，自然就會展現最美的一面。前些時，馬祖公投通過博弈，將在北竿機場附近設立賭場。日後若再立法通過，開始啟動建設，不

難想像賭場的通宵燈火輝煌，勢必會遮蓋藍眼淚的奇景。

真心祈願媽祖庇佑馬祖，藍眼淚可以逆勢翻轉，創造永續的旅遊資源，博弈的惡夢不會逼臨。

（選自《聯合報》名人堂電子報第六六九期，二〇一五年五月十五日）



解開馬祖藍眼淚之謎——夜光蟲

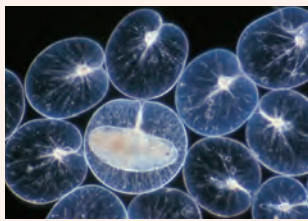
文

蔣國平·蔡昇芳

● 夜光蟲發光機制

夜光蟲發光一閃即逝，照片上整個海面均為藍色的情景，乃是長期曝光的影像。在暗夜海上，船隻兩側有許許多多藍色螢光小光點散布，即為夜光蟲。發光源由三部分所組成：首先為發光素氧化酶（Luciferase），這是一種氧化酵素。接著需要有發光素接合蛋白（Luciferin binding proteins），去抓住發光素（Luciferin）。發光素是一種可被氧化放出能量的物質，發光素氧化酶會氧化發光素，放出藍色生物光。

發光之目的目前來說並不清楚。有研究認為：在黑暗中發出生物光，可對外敵產生威嚇作用，或吸引更大型的生物攻擊夜光蟲的攝食者。生物光在黑暗中可作為同種生物識別的標誌，如以螢火蟲為例，雌螢火蟲發光是為了吸引雄蟲進行交配。或做為吸引餌料生物之工具，例如深海燈籠魚利用頭頂觸角之發光器發光，吸引小魚。



◆夜光藻（夜光蟲）

●夜光蟲分布與生態

全世界沿岸海域在晚春到初夏海面非常平靜時，有時看到鮮紅到暗紅之水塊，呈塊狀或條狀分布，這很可能就是夜光蟲所形成的赤潮。這種紅色是夜光蟲體內類胡蘿蔔素所造成。夜光蟲出現在溫帶、亞熱帶與熱帶沿岸及湧升流水域，甚至在水溫 3°C 的阿拉斯加水域也曾發現它的足跡。目前為止，僅有南極未見其蹤影。由此可知，夜光蟲是廣溫性、富營養水域的浮游生物，分布極廣。由於其分布溫度範圍極大，因此有科學家推測：溫帶與副熱帶夜光蟲適應溫度範圍不同，應該屬於

不同品系。依據目前初步研究，馬祖地區藍眼淚出現的時間約從四月開始，一直到六月底或七月初，隨著閩江洪氾期結束而停止。馬祖藍眼淚數量與閩江帶入之淡水有密切的關係。閩江淡水帶入無機營養鹽，特別是矽酸鹽，會刺激矽藻成長。矽藻為夜光蟲主要餌料，矽藻大量增加，將引發夜光蟲快速成長，形成「藍眼淚」現象。此外，漲退潮確實會造成夜光蟲數量變動。當漲潮水湧向海岸時，會讓表層的夜光蟲向海岸線集中，形成藻華現象。^④而當強降雨使海洋環境產生劇烈變動時，夜光蟲族群數目會大量減少。

●夜光蟲是否為破壞環境之污染性生物？

夜光蟲屬於渦鞭毛藻，因為有「藻」的名稱，許多人將其視為行光合作用之藻類，所以誤解，認為豐富之陸源性或湧升流帶入營養鹽，會促使夜光蟲快速成長，因此將其視為富營養環境之指標生物。實際上夜光蟲是靠攝食維生的異營性無毒生物^⑤，雖然經常出現在湧升流或沿岸等富營養鹽的高生產力海域，但造成藻華現象的主因乃是：營養鹽帶動植物性浮游生物之成長，特別是矽藻。豐富之餌料促使夜光蟲能充分攝食，獲得足夠能

量，進而快速成長，使族群數量急遽增加。因此夜光蟲屬於沿岸海域無毒異營性渦鞭毛藻，在沿岸生態系中，可取代橈足類⁶，成為植物性浮游生物的主要消費者，扮演矽藻藻華終結者的角色。所以，在許多沿岸生態系均可發現此種矽藻與夜光蟲交替之藻華輪替現象。此種不同藻種的藻華輪替現象，在日本瀨戶內海及南海，也是常見的海洋生態現象。馬祖當地將夜光蟲藻華稱為「丁香水」，相傳看到這種生物大量出現時，以它們為食物的丁香魚群就會跟著聚集。

由以上所述可知：馬祖位於閩江河口生態系，在此一富營養河口生態系中，夜光蟲出現或形成藻華，是正常的海洋生態現象，對海洋環境或生態而言，並非一個警訊，也不具有特別警示意義。

（節錄改寫自《國家地理雜誌》，二〇一六年七月七日）

注³ 餌料生物：供給幼魚、幼蝦等生物幼體作為食物的微小生物。

注⁴ 藻華現象：水域中，浮游生物密度在短期內大量增加的現象。

注⁵ 異營性（生物）：無法利用二氧化碳作為碳源，而需要有機物作為碳源的生物。

注⁶ 橈足類：又稱「橈腳類」，是一種細小的甲殼類動物，生活在海洋及大多淡水中，亦是海洋中重要的蛋白質來源。



北竿 芹壁聚落

動動腦

1. 劉克襄認為在發展藍眼淚生態旅遊時，應留意什麼？
2. 網路傳言，馬祖藍眼淚是生態遭受破壞的嚴重警示。對此，蔣國平、蔡昇芳有何看法？你認為，面對快速傳播的網路訊息，應如何分辨真偽，避免被誤導？
3. 劉克襄認為：「只要環境保護愈為良好的地方，自然就會展現最美好的一面。」對於地方發展與生態保育，這段話給你帶來什麼啟發？
4. 甲、乙二文的寫作目的、所設定的讀者群與寫作手法有何不同？試加以比較。

延伸查詢

請利用網路或書報雜誌，搜尋各種旅遊資料，安排一份「馬祖藍眼淚生態旅遊」的建議行程。

延伸閱讀

一、早安，自然選修課



本書觀察、記錄多種動物生態，並探索以下主題：稀有種的保育考驗、都市棲息的鳥類、共生共榮的難題、動物行為的觀察、人類造成的動物危機、鄉野變遷下的動物命運等。內容聚焦在近年備受關注的保育議題，同時細心補充「動物小寫」、「焦點議題」等資訊，讓讀者可以迅速掌握內文意涵。

劉克襄著，玉山社出版，二〇一八年

二、〔YouTube影音〕養活藍眼淚·海大蔣國平：坑道沒有特別多，只是黑（11分38秒）

馬祖日報，二〇一八年九月十三日

網址：<https://www.youtube.com/watch?v=pqilZPe8cKE>



國立臺灣海洋大學蔣國平教授是國內研究藍眼淚的權威，本片是他在臺北所舉辦的藍眼淚生態館行銷發表會上的公開演說。他援引第一手的調查結果、各項實驗研究證據以及培育藍眼淚的成功經驗，搭配影音圖像，以深入淺出的話語解說各種關於藍眼淚的問題，也澄清了許多誤解。

三、〔YouTube影音〕微光世界——藍眼淚大揭密（15分41秒）

公共電視——我們的島·第九〇五集，二〇一七年五月八日

網址：<https://www.youtube.com/watch?v=Msh2QJTw0U>



本片採訪馬祖當地的村長、漁民、校長、旅館業者，再搭配海洋學者的研究解說，多方面介紹馬祖藍眼淚。除了呈現在地人記憶中的藍眼淚印象，也報導藍眼淚觀光旅遊的現況及其對當地帶來的影響，並進一步介紹學者研究藍眼淚的方法、對藍眼淚成因的解析，使觀眾能在短時間內初步了解馬祖藍眼淚。