

9 772709 270008
GPN 2009105979
ISSN 2709-2704
定價 | NT 39



奧秘海洋

The Omics in the Ocean

121期

進擊的海爬

2024

Mar. - May

奧秘海洋

The Omics in the Ocean

進擊的

海爬



P.14

退陸還海於澤：鱷族兩億年的演化史

P.26

最常被誤會的海洋爬行動物—海龜

P.42

真實的海中蛟龍：海鬚蜥

國立海洋生物博物館
NATIONAL MUSEUM OF MARINE BIOLOGY & AQUARIUM

財團法人海洋發展教育基金會

944401 屏東縣車城鄉後灣村後灣路2號

2 Houwan Road, Checheng, Pingtung, 944401, Taiwan, R.O.C.

奧秘
海洋

社群



館訊121期 2024

Mar. to May.

國立海洋生物博物館
NATIONAL MUSEUM OF MARINE BIOLOGY & AQUARIUM

海洋保育特價 | 39元

館長的話

01 館長的話

編輯室報告

04 進擊的爬行類

專題報導

06 池魚思故淵

14 退陸還海於澤：鱷族兩億年的演化史

26 最常被誤會的海洋爬行動物——海龜

34 解密海蛇

42 真實的海中蛟龍：海鬣蜥

海生館情報站

50 探索海洋奧秘的生力軍：絳樹

54 藍鯨「重生」海生館——
《巨鯨之路》盛大開展啦！

我們的館

58 水族館之水何處來？

科普漫畫

62 海蛇來蛇去

讀者天地

70 《奧秘海洋》訂閱 & 購書優惠單

71 讀者回函

72 讀者迴響 & 歡迎投稿 & 服務資訊
加入奧秘海洋之友



國立海洋生物博物館館訊 121 期《奧秘海洋》雜誌 2024 年 3 月號

發行人—陳啟祥 | 總編輯—蘇瑞欣 | 副總編—王玠文 | 本期編審委員—王玠文、李宗賢、林君寧 | 編輯—林佳慧、游文甄、林逸、林君寧 | 編審委員—王立雪、王玠文、朱育民、李世緯、李欣、李宗賢、宋秉鈞、吳曜如、林君寧、楊士德、楊貴蘭、樊同雲、鄭金娥、蘇瑞欣 | 封面設計—游文甄 | 目錄照片—陳勇輝 | 美術編輯 · 印刷—天晴文化事業、秋雨創新股份有限公司 | 出版者—國立海洋生物博物館、財團法人海洋發展教育基金會 | 地址—屏東縣車城鄉後灣村後灣路二號 | 電話—08-8825001 | 傳真—08-8824504 | 網址—<http://www.nmmba.gov.tw> | Email—aqua@nmmba.gov.tw | 創刊—2002 年 5 月 | GPN—2009105979 | ISSN—2709-2704



專題報導

池魚思故淵

文—海生館企研組 李世緯

在演化路上

昆蟲演化出翅膀、征服了天空，借助於飛行帶來的諸多好處，例如：躲避敵害、擴大覓食範圍以及強大的遷移能力等，讓昆蟲一躍成為地球上種類最多的動物之一。

類似以上這樣一段再平常不過的生物學論述，其實潛藏著一個棘手的問題，就是：如果翅膀的出現是因為能享受飛行所帶來的巨大好處，那麼那些尚處萌發階段、特別指那些還不能飛行的翅膀，到底又為什麼會出現？但若是演化中途只長一半、還不能飛行的殘缺翅膀沒有出現，那又怎麼可能會有後面能飛行的完整翅膀？將這個例子延伸一下，那些還不能咬合的上下顎、還不能保暖的羽或毛、還不能嗅出氣味的鼻子，又是基於什麼理由出現的呢？

海洋爬行類為了適應在海洋中的環境，演化出巨大且流線型的體型，並發展出各式各樣的游泳方式，巨大的嘴巴加上強大的捕食能力，讓牠們稱霸中生代海洋。(海生館提供)

這樣一個明顯的難題，其實早在達爾文時期就已經被他考慮進來了。不過達爾文並沒能提出一個令人滿意的答案，他也只是語帶模糊的表示：在演化的一長串過程之中，也許有某個機制可以在將來發生一些有用的功效，即使在一開始這些機制並沒有什麼特殊的功能……。這樣一個模糊的概念，很長一段時間之後被正式地整理成「預先適應」(preadaptation)。這個假設是指生物體內一些原本無關緊要的小特徵(例如長出一點點的迷你翅膀)，在演化的將來突然變成一個功能強大的器官，能夠使生物得到巨大的利益。

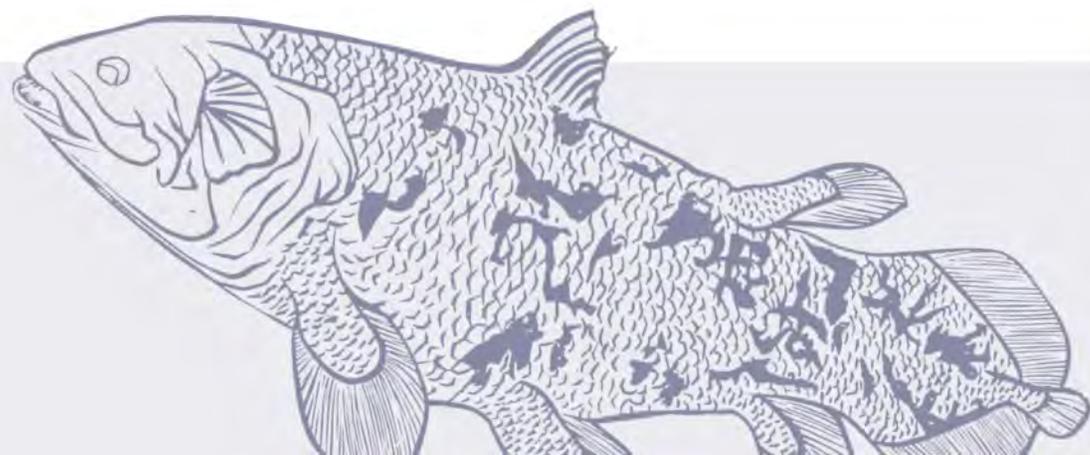
但是，這個帶著強烈目的思想的理論一提出，即令所有的演化學者感到尷尬，因為這不就是演化論的反對者——那些相信創造論(creationism)之人的觀點嗎？既然器官的出現都需要預先安排，那不就正表示後面有一個理性的創造者嗎？近一步討論，如果性狀非得等到將來才會有正式功能(意思是說所有的性狀都必須經過一段無功能時期)，以天擇的角度又是基於什麼理由要留下這些無用的小器官呢？這個問題一直到1980年代才被聰明地解釋，

說真的，答案其實蠻簡單的，在這個過程中有此想法的科學家必定不少，但是為什麼要花這麼長的時間才被正式提出呢？

1982年美國古生物學家史蒂芬古爾德(Stephen Jay Gould)和伊莉莎白弗巴(Elisabeth Vrba)提出「擴展適應論」(exaptation)，這個理論可以被看成是預先適應的進階版本¹。擴展適應論提到：一開始出現的那個微小構造，其實根本是為了另外一個功能而存在的，只是後來發展時「意外」地擴展成與原本截然不同的功能罷了。套用前例就是：一開始出現的迷你翅膀並非用於飛行(事實上它根本也無法飛行)，而是用於散熱，又或者它其實是一對鰓²！咬合的上下頷剛開始時其實是鰓骨，一開始的咬合功能也不是為了咀嚼食物，而是為了將身體固定於石頭上。

1 參考文獻：Gould, Stephen Jay, and Elisabeth S. Vrba. "Exaptation—a missing term in the science of form." *Paleobiology* 8.1 (1982): 4-15. 通俗讀物亦可參考：1997年古爾德著《貓熊的大拇指》天下文化出版社，臺北。

2 昆蟲翅膀起源自(一)散熱用的背板，或(二)水生昆蟲胸節的鰓，剛好是目前尚在爭議中的兩個假設。





專題報導

退陸還海於澤： 鱷族兩億年的演化史

文—臺灣爬行類動物保育協會常務理事 曾文宣
生物繪圖—江勻楷、攝影—劉君薇

血盆大口、伺機而動，鱷魚作為淡水環境食物鏈頂層的霸角色，想必大家並不陌生。這些具伏擊性的終極掠食者，透過稍稍露出水面的眼與鼻，安靜、謹慎地打量著河岸邊的動靜。任何的水花和漣漪，都是潛在獵物出現的線索。不僅如此，鱷魚還具備過人的耐心，可以完全靜止、一聲不吭地等候上數小時。待時機到來，牠們再憑藉著一身充滿爆發力的肌肉，以迅雷不及掩耳的速度伏擊，並利用滿嘴的大牙緊咬住獵物，拖住對方龐大的身軀，接著便是待其氣力用盡和溺斃，才開始盡情享用。

這樣的場景，無論是在非洲的馬拉河(Mara River)、澳洲的阿德萊德河(Adelaide River)、或是南美洲的潘塔納爾濕地(Pantanal)，都有可能隨時上演。高張的氣氛與緊湊的生存戲碼，撼動著每個人繃緊的神經。然而，只要遠離濕地、湖沼和水澤，似乎就能讓鱷魚失去主場優勢，淪為陸地上笨重的大塊頭。

不過，如果你這麼想，那就太小瞧鱷族 2 億年來悠久的演化歷程了！事實上，從三疊紀開始進入演化舞台的鱷族成員，是群不折不扣的陸棲動物。而且，牠們還大幅領先恐龍一族，率先稱霸陸地的生活環

三疊紀的鱷族主要是陸棲動物，來自堅蜥目的鏈鱷，擁有一身發達的鎧甲。

境。只是好景不長，到了侏羅紀，隨著不斷巨大化恐龍一族的崛起，陸鱷開始在巨龍腳下奔波求生。當時，有那麼一小群絕處逢生的鱷族，選擇躍入大海，化身蛟龍。

藉著本期海洋爬行動物的主題，我們就一同來見證鱷族陸棲世家的起源，以及跟隨魚龍、海龍和鱈龍(即楯齒龍、幻龍、蛇頸龍一類)的腳步，認識遲到卻又早退的海鱷類群。而在恐龍滅絕之後，有哪些類群死守陸棲習性，又有哪些是崇洋媚「海」的種類？牠們，不想只滿足於池沼稱霸，還遙念著中生代已然消失的海鱷前輩，起身跨足海水的懷抱。刻畫在這些水澤霸主血液裡的，是鱷魚們反覆流淌著陸、澤與海的演化傳奇。

領先恐龍稱霸陸域之三疊紀鱷族

自三疊紀的中期開始，當海域裡已出現多樣的海洋爬行動物之時，陸地上一支正要崛起的爬行動物類群，才剛準備攀上王座：牠們是被稱為主龍類(Archosauria)的演化支。這一群在古希臘文中，被賦予「具備優勢」之名的類群，演化出了陸地上最橫行霸道的爬行動物，包含恐龍(以及鳥類)與鱷族。若以更加精確的分類名字來描述，主龍類可再細分成兩大血脈，分別是「鳥跖類」(Avemetatarsalia)以及「偽鱷類」(Pseudosuchia)，主要以後肢踝部的特徵來區分兩者的不同。鳥跖類

裡頭仍有許多不同的分支，而最有名的莫過於恐龍和翼龍了。偽鱷類則單純許多，包含了現生鱷魚與其祖先，以及祖先們的其它近親和遠親，即本篇所談的鱷族。主龍類的這兩大氏族，在中生代的荏苒歲月裡分庭抗禮，稱霸陸域的每一個角落。

雖然身為爬行動物，主龍類卻以與眾不同之姿「站」上了舞台。多數爬行動物，四肢短小、肚皮離地面很近，移動時是以左右方向、交替換腳前進。這樣上臂與大腿向外邁開的站姿，不夠靈活，而且不利於生物呼吸時換氣的效率，這也是為什麼爬行動物運動持久力差的原因。然而，無論是偽鱷類或是鳥跖類，都演化出了直立的站姿，大腿骨不再向兩側邁開，而是直挺挺的在骨盆的下方，讓這一群主龍躍升成為時代的主角。藉著將肚皮抬高、將其感官遠離地面，讓牠們的呼吸更有效率，也有辦法找到更加豐富的食物資源，從而演化出更多種類。

偽鱷類是第一群站得直挺挺且眼觀四方的爬行動物。2 億 3,500 萬年前，當恐龍還在搖籃裡探頭探腦時，偽鱷們已經大殺四方，在整個盤古大陸溫暖宜人之處，創造出陸域爬行動物的第一個王朝。牠們的多樣性極高，有著各式各樣的長相和習性。綜觀整個三疊紀的中至晚期，有半水棲、長相如同當今鱷魚、體型可達 10 公尺、但鼻孔長在眼睛前面

最常被誤會的 海洋爬行動物——海龜

文、圖—國立屏東科技大學野生動物保育研究所副教授 陳添喜

說到海洋裡的明星動物，許多人都會想到海龜。全世界總共有 7 種海龜，分別為欖蠟龜、赤蠟龜、玳瑁、綠蠟龜、革龜、肯氏龜和平背龜，其中前 5 種在臺灣周遭海域都有出沒紀錄。然而，雖然許多人都聽過、甚至是看過海龜，但卻對牠充滿誤解，在本篇文章中，我們即要解開大家對海龜的許多誤會。

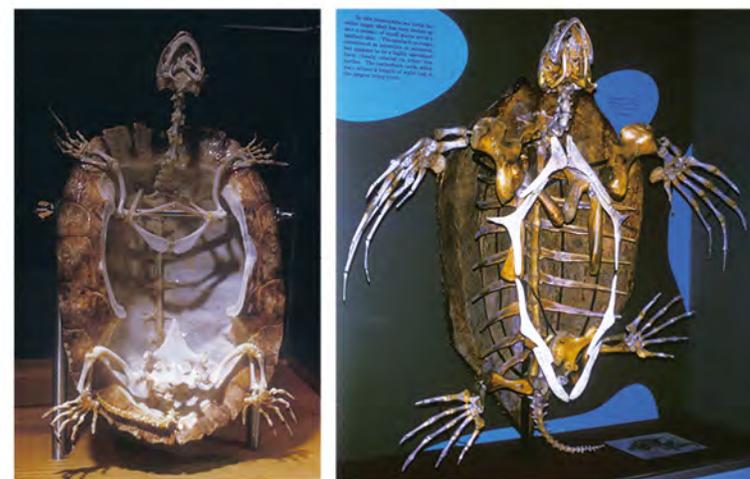


海龜是高度特化適應海洋環境的爬行動物。

| 活化石海龜？

海龜屬於海洋爬行類，海洋爬行動物的演化頗為曲折，其祖先先脫離原本的水生環境，並學著適應以空氣為介質的陸地，最後再回到水世界裡。由於陸上與水下生物所需的身體機制完全不同，返海後能完全適應並棲息在海洋環境的種類並不多，大概只有 100 種左右，目前現存於世的，除了海龜外，還有海蛇與海鬚蜥。部分淡水龜、鱷雖然也能到河口、紅樹林或沿岸淺海或半淡鹹水環境，但都不算嚴格意義上的海洋爬行動物。即使海水的組成結構幾億年來沒太大改變，但生物要從棲息的淡水或陸域環境再回到海洋，並沒有想像中容易。

海龜從水域到陸地再到海洋的演化過程，既保留了陸生爬行動物的特性，又為適應海洋環境發展出不同的生存機制。生物要在廣大的海洋生活，海水的鹽度是需要克服的一大難題。過去的化石證據認為龜鱉動物是爬行動物中古老的一群，但根據近期新的化石及分生證據並不支持此假說，況且最早發現的龜鱉動物化石並不是海龜，目前完全海棲性的龜類化石約在 1 億 2,000 萬年前才出現，且生物從陸地進入海洋在構造與生理機制上已有極大改變，透過高度特化以適應海洋環境，因此要說海龜是活化石並不妥當。



左：巴西龜的骨骼構造、右：革龜的骨骼構造，圖中可看到淡水龜與海龜的四肢骨骼構造已有極大差異。

解密海蛇

文、圖—臺灣師範大學生命科學系退休教授 杜銘章

海蛇的演化

蛇類從陸地上進入海裡，當遇到鰻魚的那一刻，就開啟了一場演化的大戲，透過許多科學家的研究，我們才得以窺視此戲。當我們看到海裡出現一條細長型的動物，牠可能是鰻魚也可能是海蛇，雖然兩者的花紋通常不一樣，但有些卻很相像。所以該如何區分牠們呢？從三個地方可以很快地區分：海蛇有鱗片，鰻魚沒有；海蛇的尾巴寬而扁，鰻魚的尾巴尖細；海蛇會吐信，鰻魚不會。而海蛇和鰻魚的相似性不只讓人眼花撩亂，牠們更是生死交關的獵食者和獵物的關係。

大約在 2,000 至 1,500 萬年前，東南亞的陸棲環蛇，也就是雨傘節這一類的蛇進入海洋，演變成現今的海環蛇 (Sea krait)，牠們繼承了卵生的特性，必須定期回到陸上產卵，也許是因為這樣的限制造成牠們無法完全適應海洋的生活，到目前只演化出 8 個種類。除了維持祖先卵生的特性，海環蛇剛開始獵食的對象也和其相似，由於牠們的祖先經常會攝食其它的蛇類，但是剛進入海裡的海環蛇當然是沒有其它的蛇類可獵食，於是牠們就獵食和蛇類長得很像的鰻魚。黃唇青斑海蛇 (*Laticauda colubrina*) 就是專門以鰻魚為食的海蛇，牠們的形態和習性最接近陸地上的蛇類，除了較小



蘭嶼生態環境良好，是臺灣觀察海蛇的好去處。
(王勁頤攝，海生館影像資料系統)

的腹鱗和側扁的尾巴，牠們和陸棲蛇類沒有太大的不同。即使脫離海洋，牠們仍可以爬行的很好，因此很常在陸地上被發現，甚至在離海岸很遠的地方還能發現其蹤跡。

而黑唇青斑海蛇 (*Laticauda laticaudata*) 比黃唇青斑海蛇更適應海洋的生活，牠們也會上岸但不會離海岸太遠，形態和食性上和黃唇青斑海蛇沒有太大的差異。不過從生理上的紅血球容積比來看，黑唇青斑海蛇已經比黃唇青斑海蛇還高，顯示牠們血液裡能攜帶的氧氣更多，也就

更有利於在水中活動。和前兩者比起來，更適應海洋生活的海環蛇是闊帶青斑海蛇 (*Laticauda semifasciata*)，牠們的紅血球容積比更高，形態和習性上也更適應海洋，例如牠們側扁的尾巴面積更大，腹鱗中央的摺痕更明顯，這個摺痕有利於牠們將身體壓縮成側扁身形，和在水裡推進。還有牠們在岸上的時間更短，除了上岸產卵牠們大多待在海裡。獵食的對象也擴及至各式各樣的小型珊瑚礁魚類，不像黃唇青斑海蛇和黑唇青斑海蛇還脫離不了祖先攝食細長型動物的影響。

真實的海中蛟龍： 海鬣蜥

文、圖—臺灣爬行類動物保育協會理事長 游崇璋

在茫茫大海之中仍可以順利棲息的爬行類動物，大家首先想到的兩大類，大概就是海龜以及海蛇了。全世界共有 7 種海龜以及 69 種海蛇，都是非常適應海洋的生存高手，牠們各有奇招去適應這片風浪不斷的鹹水大湖。但如果問，是否有蜥蜴也能適應海洋生活呢？那答案就是本篇要聊的海鬣蜥 (*Amblyrhynchus cristatus*) 了。

大約在距今 450 萬年前，有一群棲息在中南美洲熱帶雨林的鬣蜥祖先 (*Ctenosaura* sp.)，因緣際會搭在海漂倒木上，漂抵加拉巴哥群島 (Galápagos Islands)。之後就在群島上慢慢演化、分化成了生活在海洋與陸地的兩大類物種，即為可分作 3 種的陸鬣蜥 (*Conolophus* spp.) 和可分為 11 個亞種的海鬣蜥 (*Amblyrhynchus cristatus*)。



加拉巴哥陸鬣蜥
(*Conolophus subcristatus*)



「酷斯拉」亞種海鬣蜥
(*Amblyrhynchus cristatus*
godzilla)

這 11 個海鬣蜥亞種之中，有 5 個為新亞種，是在 2017 年的新研究過後才新增的。而其中的一個新亞種，其完整學名為 *Amblyrhynchus cristatus godzilla*，在命名中用了「Godzilla」，想來應該是致敬了 1998 年的電影《酷斯拉》(Godzilla)。在電影中，巨大怪獸「酷斯拉」即是一頭受核彈試爆影響的海鬣蜥，因為被輻射感染變異以後巨大化而成為怪獸。回到現實中，海鬣蜥雄蜥的體型雖然較大，不過

全長最長「僅」約 1.3 公尺，尺寸遠遠不及電影中的巨大怪獸，但牠們獨特的外觀以及許多的存活秘技，仍被科學家們認定為是一種極為特殊的生物！

首先我們從海鬣蜥奇特的生活模式開始說起。你可以想像一整天除了大約兩次游泳、潛水和吃飯以外，幾乎整個白天都只能曬太陽的日子嗎？真的有這種動物嗎？海鬣蜥就是這樣的生物，只要醒著，幾乎都在曬太陽「充電」！

海鬣蜥雌雄體型差距頗大，體色鮮豔者為雄性，黯淡者為雌性。



海蛇來 蛇去

腳本 / 海生館出版中心 王玠文、游文甄 漫畫 / 海生館出版中心 游文甄 審校 / 海生館科學教育組 吳耀如 博士 海生館企劃研究組 郭家瑜 計畫助理

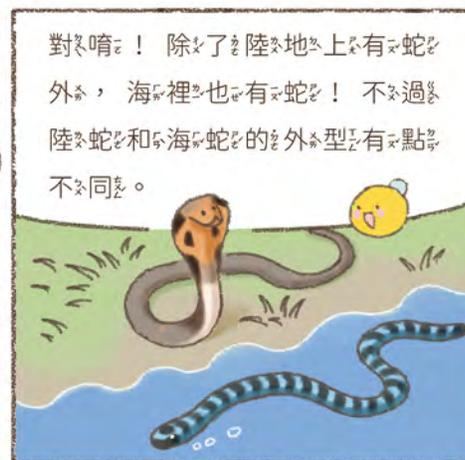


剛剛那是
鱘魚嗎？



那是「闊帶青斑
海蛇」喔！

海蛇？

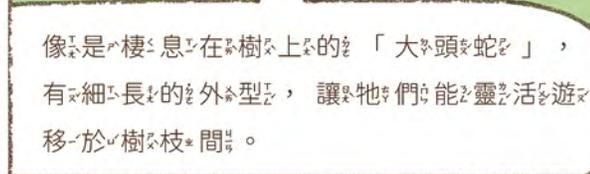


對唷！除了陸地上有蛇外，海裡也有蛇！不過陸蛇和海蛇的外型有點不同。

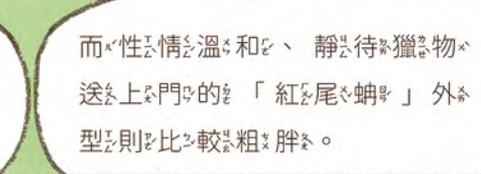


陸蛇的尾巴多麼
比較尖，

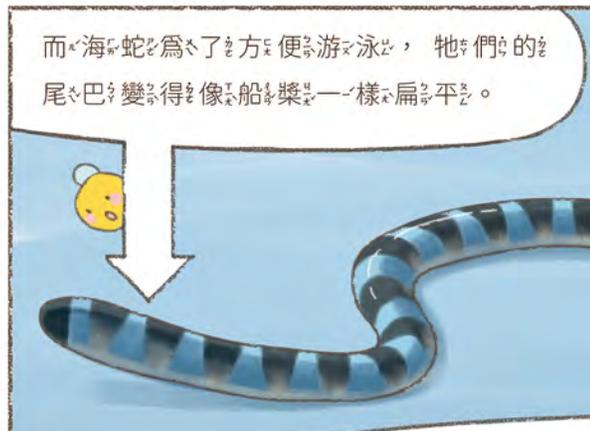
且因為棲地、攝食方式的
不同，蛇的身形也不一樣。



像是棲息在樹上的「大頭蛇」，
有細長的外型，讓牠們能靈活遊
移於樹枝間。



而性情溫和、靜待獵物
送上門的「紅尾蚺」外
型則比較粗胖。



而海蛇為了方便游泳，牠們的
尾巴變得像船槳一樣扁平。

海蛇毒屬於神經毒（註1），而且毒性非常強，
有些甚至比陸蛇還要毒。

註1：蛇毒分為「神經性毒素」和「出血性毒素」。「神經性毒素」會作用在神經系統，造成肌肉麻痺。「出血性毒素」則會影響血液的凝血功能，造成出血。