

——兼論台灣的珊瑚資源——

珊瑚學



◎方力行 著◎

教育部大學聯合出版委員會 出版
黎明文化事業股份有限公司 印行



——兼論台灣的珊瑚資源

珊瑚學



註冊商標

圖書目錄：360001（78—15）

珊瑚學—兼論台灣的珊瑚資源

發行人：張明弘
著作者：方力行
出版權：教育部大學聯合出版委員會
所有人：黎明文化事業股份有限公司
出版者：黎明文化事業股份有限公司
地址：臺北市信義路一段三號十樓・電話／（02）3952508
行政院新聞局出版事業登記臺業字第一八五號
發行組：臺北市北安路八〇七號・電話／（02）5007114
台北分公司：臺北市重慶南路一段四十九號・電話／（02）3817230
台中分公司：臺中市市府路三十九號・電話／（04）2201736
高雄分公司：高雄市五福四路九十五號・電話／（07）5210416
花蓮分公司：花蓮市南京街五十七號之二・電話／（038）337310
郵政劃撥：帳戶（北）0018061—5號（中）0286500—1號
（高）0044814—9號（花）0650246—6號
排版：寶士電腦排版有限公司・電話／（02）3312257
印刷者：台彩文化事業股份有限公司・電話／（02）2408651
出版：中華民國七十八年十月初版
定價：新臺幣 140 元整

■如有缺頁、倒裝，請寄回換書■

ISBN 957-16-0002-4

版權所有・翻印必究

作者簡介

方力行：

國立台灣大學動物系學士

美國加州大學史普茲海洋研究院 (Scripps Institution of Oceanography, University of California at San Diego) 博士

現任國立中山大學海洋資源系教授兼系主任

林 序

生態環境的保育與管理是先進文明國家的重要課題，攸關我們後代子孫的生存與發展，是我們這一代的人，無可迴避的責任。台灣四面為大海所環抱，海洋生態與我們休戚相關，不可言喻。周遭的海洋環境中，又以珊瑚礁海域的生態最為世人所重視。其原因不僅僅在於它是美麗的海底花園，也是生物的棲息場所，更因為它在經濟上是重要的海洋生產力區，在科學上是極有潛力的研究對象。

中山大學就在南台灣這段綺麗的海岸線上，也是珊瑚礁最豐富的海域地緣上，學術上，中山大學對珊瑚學的研究均責無旁貸。本校前校長李煥先生的遠見，自美國延攬了方教授歸國，從此在本校開設了國內首次講授的「珊瑚學」，藉以教育及培養更多、更專業化的珊瑚海洋研究人才。這本書，正是不舍晝夜，上山下海，日不見長而月有所增的結晶，也是對社會的回饋。

方教授在學術研究上頗具成果，曾榮獲國家科學委員會頒獎的傑出研究獎；並以「珊瑚之美」一書獲得新聞局的金鼎獎，深信「珊瑚學」這本學術性著作，將深奧的學術內涵，發抒為平易近人的文字，應能讓大家進一步獲得這段碧濤熱情的海岸線下蘊藏的可觀知識。

國立中山大學校長 林基源

78 · 2 · 5

自序

在地球上，珊瑚是個古老而龐大的生物家族，對中國人而，珊瑚則是個熟悉而又陌生的東西，始自悠遠的古籍記載，珊瑚就已是歷朝豪門巨室的珠寶珍玩。但是或許因為隔著層海水，中國人的著述會上及天文，下及地理，草木蟲魚，文史理工，無所不包，獨少一本珊瑚為對象的專門書籍。不過就實際情況而言，珊瑚不但是非常特殊而且重要的海洋生物成員，更創造了重要的海洋生態系，滋生著可觀的海洋資源，以及是日後人類開發研究，甚至遊憩的對象，有關這一方面國際學術論文及社會大眾關心的日益增加，就是最明顯的指標。珊瑚這個小生命為什有這麼大的能耐？有一本專業性的書籍來介紹，大概就是最好的說明方式吧！

這本書的著述始自我在中山大學教授“珊瑚特論”這一門課，因為教授的是研究所，是以資料幾乎全部以期刊上的論文為主，由陳燕婉小姐隨堂將它記錄下來，再依既定的綱領彙集成文。黃瑞傑先生則曾是我的學生，隨著實驗室進行各項珊瑚研究多年，稿件經過他們兩位優秀的研究人員一再的潤飾增刪，益形完備。劉莉蓮小姐亦畢業於本校海生所，她在出國前與我實驗室的合作，以及提供胚胎與共生藻方面的資料，居功甚偉。不過因為我們的研究方向都比較偏生理學，生態學及生物化學的領域，所以分類方面談的少，而基礎生物學就討論比較深入。

這本書是國內第一本有關珊瑚的大專以上用書，在許多英文專有名詞的翻譯上並無前例可循，因才學所限，未敢輕譯，為了避免誤繆，有些場合就逕用原文了。這是讀者們在利用這本書時所應該

瞭解的。此外，因為台灣本身也有極豐富的珊瑚資源，親不親，故鄉人，所以我們在這方面的研究雖然甚為有限，也還是闢了一章專文加以介紹。

珊瑚其實只是我們研究領域的一部分，但是在這個小而原始的生命體中所包含的自然的奧秘，譬如牠在體內有植物共生而可行光合作用，牠那幾乎不可預度的壽命與質量的增加，它那種將養萬物，創造環境，有容乃大的生命哲理，在在令我驚歎與心儀不已，因此我們寫這本書，並不是珊瑚這門學問的全部，而只是一個小小起點，希望能為日後更多、更深、更廣的珊瑚生命與生態學及其可能衍發的相關研究，開放另一扇前景無限的門。

方力行 謹識於中山大學海洋資源系

1989 · 1 · 1

謝 辭

這本書其實是與我的研究助理陳燕婉和黃瑞傑共同完成的，尤其在分類和鑑定的部份，他們的涉獵比我還深入很多。此外劉莉蓮在共生藻和生殖方面也提供了寶貴的資料。不過因為大專聯合出版委員會在規章上僅支持學校專任副教授以上的著作出版，所以就由我代表了整個實驗室的成果，這是我希望清楚說明的。同時，也一併謝謝實驗室中張慧容、林群寧、游雅瑩及其他同學在整理稿本上的幫忙，以及宋克義先生為實驗室建立的珊瑚標本及分類基礎。

另外，我特別感謝中山大學自當年李校長煥及趙教務長金祈以降，為學校開創校恢宏、開明、自由的學術風氣，讓教師們能有海闊天空的發揮空間。好的大學，需要這種氣氛來吸引，甚至培育好的教授，造就好的學生，成就長遠的基業。

最後我想感謝國家科學委員會、墾丁國家公園管理處及台灣電力公司在過去七年中對我有關珊瑚方面研究直接、間接的支持。以及教育部大專聯合出版委員會與黎明文化事業公司，他們協助出版這本非熱門行業的書，讓我美夢成真。

目 錄

林 序	.....	1
自 序	.....	3
謝 辭	.....	5
第一章	珊瑚的定義	
	引言	..... 1
1—1	珊瑚的分類與組成	..... 2
1—2	珊瑚的構造	..... 6
第二章	珊瑚礁	
	引言	..... 9
2—1	珊瑚礁的形成	..... 10
2—2	珊瑚礁的分佈	..... 12
第三章	珊瑚的一般生理	
	引言	..... 15
3—1	生長	..... 16
3—2	生殖	..... 22
3—3	攝食	..... 30
3—4	防禦	..... 35
3—5	病變	..... 37

第四章	珊瑚的生態特性	
	引言	41
4—1	生產力	41
4—2	共生藻	44
4—3	共棲生物	50
4—4	天敵	53
4—5	競爭	55
第五章	環境因子對珊瑚的影響	
	引言	61
5—1	溫度	61
5—2	光線	64
5—3	水質	66
5—4	天候	68
第六章	台灣珊瑚資源及其保育	
	引言	71
6—1	台灣的珊瑚資源	71
6—2	珊瑚資源的管理與利用	84
6—3	珊瑚保育的新方向	
	——保育預警系統	86

台灣珊瑚簡易圖鑑·····	91
參考文獻·····	117
圖表說明·····	143
海底珊瑚生態照片說明·····	165

第一章 珊瑚的定義

對許多人而言，“珊瑚”是一個既熟悉而又陌生的名詞。熟悉，是因為它常常出現在我們的生活中，譬如水族箱中似奇石般的裝飾品，珠寶店中經打磨後光可鑑人的珊瑚項鍊或戒指，以及被人們當作奇珍異寶收藏的整株“珊瑚樹”——可是人們對牠的確實瞭解卻少之又少！珊瑚來自海洋——一個對人類來說非常神祕的世界——當珊瑚呈現在我們眼前時，早已因為各種原因，而失去了牠原始的面目。因此，有人看到牠如石頭般的堅硬，就說牠是礦物；有人看到牠像樹一般的形狀，就說牠是植物；更有些人“聽說”珊瑚會成長，會吃東西，可是卻怎麼看怎麼不像，就七分狐疑的猜牠是動物。珊瑚，到底是個什麼東西呢？

珊瑚是一種動物，從生物學的觀點而言，珊瑚（corals）是由許多珊瑚蟲——水螅體（polyp）——所聚合生長的一種群體生物（但有少數珊瑚為單一水螅體）。群體的形成靠單一的水螅蟲以出芽或分裂的方式產生許多新水螅體聚合而成；水螅體內也會產生精子和卵子，成熟的精、卵互相結合後，受精卵就會發育成幼苗，隨著水流分佈到其他地方，再附著固定在堅硬的底質上，發育生長為另一個新珊瑚群體。

經由這種出芽或分裂的成長的方式，珊瑚幾乎可視為一種不朽的生命，因為珊瑚蟲的生長一直持續著，使得珊瑚的生命期（life span）無一定的界限：一個水螅體可一直分裂，一直生長，很難界定何者為老的，何者為新生，導致珊瑚蟲群體所共同形成的鈣化骨骼基盤（base）一直增大，因此也就很難以估量它生長的止

境。

珊瑚蟲具有動物性及植物性的特徵。在動物方面，它的細胞沒有細胞壁，有簡單的神經系統和協調運動，有原始的口與消化腔，屬於濾食性動物，依賴外界有機質供其營養。但是為什麼我們看到的珊瑚不是如此呢？原來這類石珊瑚體中百分之九十九都是礦化物質，水螅體只佔表面薄薄的一層，撈上岸來就死了、爛了，只剩下鈣質的骨骼，如再經過清洗、漂白、加工等手續，就變成常見到似礦物般的飾品。

珊瑚雖然是動物，但是卻也有植物的特徵，不過這不是因為有些珊瑚的形狀長的像樹，而是因為許多珊瑚蟲體內具有可行光合作用的共生藻類，這使得珊瑚能藉由藻類利用光能在身體中將無機鹽類變為自身所需的養分。這類珊瑚多半會分泌碳酸鈣骨骼，日積月累的堆積後就形成礁石，所以也稱之為造礁珊瑚；另一類非造礁珊瑚，其組織體內只有少量或者甚至沒有共生藻存在，分布較不受光與溫度的限制，而可生長在較深的海底。

1 — 1 珊瑚的分類與組成

跟其他許多生物一樣，珊瑚也分成許許多多的種類。在分類學上，大部分的珊瑚是屬於腔腸動物門（Phylum Coelenterata）珊瑚蟲綱（Class Anthozoa）中的六放珊瑚亞綱（Subclass Octacorallia）。只有少部分如千孔珊瑚（Milleporidae）、柱孔珊瑚（Stylasteridae）等是屬於水螅蟲綱（Class Hydrozoa）。珊瑚的分類表可參照表 1 · 1。

珊瑚若依其骨骼質地的特性又可分為石珊瑚類（Stony corals）和軟珊瑚類（Soft corals）。石珊瑚類具分泌碳酸鈣形成堅硬群體骨骼的能力，絕大部分為造礁珊瑚，在生物分類上屬於六放珊

瑚亞綱的石珊瑚目 (Order Scleractinia)，小部份則分屬六放珊瑚亞綱的黑珊瑚目 (Order Antipatharia)，八放珊瑚亞綱的匍根目 (Order Stolonifera) 和藍珊瑚目 (Order Coenothecalia) 及水螅蟲綱之千孔目 (Order Milleporina) 與柱星目 (Order Stylasterina)。

石珊瑚目含有普星亞目 (Suborder Astrocoeniina)、葶石亞目 (Suborder Fungirna)、菊石亞目 (Suborder Faviina)、核葉亞目 (Suborder Caryophylliina) 及樹葉亞目 (Suborder Dendrophyllina) 等共19科各類石珊瑚；一般淺水區常見的造礁珊瑚主要屬於前三個亞目，其中又以菊石亞目所屬的種類最多。上述石珊瑚的分類，主要依據珊瑚本身群體骨骼 (Corallum) 與水螅體骨骼 (corallite) 上所特有的紋路、形狀及排列方式而畫分；其中又以水螅體內的隔皮 (septa)、柵隔 (pali) 及中柱 (columnella) 等細微特化構造作為分別“種”的重要特徵之一。六放珊瑚亞綱中的石珊瑚目，其所包含的“種”的繁多遠超過其他珊瑚類別，而成為“珊瑚生物”中最重要，也是最具代表性的一群，以全球珊瑚數量最多而有“珊瑚海”之稱的印度太平洋區 (Indo Pacific) 為例，石珊瑚目被發現而記錄者就已達17科、81屬之多，(表1·1) (Dielev, 1980)。

軟珊瑚類不分泌大量的鈣質骨骼，但代之以鈣質骨針 (sclerites) 束支撐身體，牠們全部屬八放珊瑚亞綱。其中原海雞頭超目 (Protoalcyonaria)，只包含幾屬，種類少，水螅體單獨生長；群海雞頭超目 (Synalcyonaria) 則營群體的生活，下分7個目：

匍根目 (根生目) (Order Stolonifera)：

群體生，圓柱形水螅體，共肉組織薄，水螅體壁亦薄，可完全縮入柱頭 (anthostele) 內。無性生殖由扁平狀匍伏莖分生，若有

骨針則為長針狀或棘刺狀，水螅體常有角質化的外皮層。群體一般不大，為生長於淺水域種類。台灣南部亞潮帶生長的笙珊瑚（Tubipora）最為常見。本目中 Protocaulon、Cornularia 及 Clavularia 等屬不具骨針。

豎莖目（小枝目）（Order Telestacea）：

群體具直立、簡單分支狀，出芽生殖由水螅體側生，骨針小而多，多數癒合成管狀構造。

海雞頭目（Order Alcyonacea）：

本目所屬種類，因具豐富的共肉組織，柔軟而富彈性，是軟珊瑚類中最具代表性者。水螅體營養個體或兼具生殖個體。群體平鋪，呈直立或樹狀。共肉組織的中膠層厚，內有骨針，出芽生殖由水管系行之，骨針不癒合。熱帶太平洋區，從潮間帶至200公尺深的海域，是海雞頭目軟珊瑚常見的分佈範圍，但有些種類則生長可達三千公尺處深，甚至在溫帶及極區亦有分佈。本目中以板葉軟珊瑚（Lobophytum），肉質軟珊瑚（Sacrophyton）及指狀軟珊瑚（Sinularia）等屬之種類較多，各約一百五十餘種；本省南部海岸潮間帶及亞潮帶也經常可以見到。

硬沙目（Order Treahypsammiacea）：

本目原以為皆為化石種，最近才有一新種發現。群體呈樹枝狀，水螅體外圍具鈣化之共肉組織，無性生殖由水管系而來。

共鞘目（Order Coenothcalia）：

本目不具骨針，但含碳酸鈣之塊狀纖維結晶及含鐵鹽呈藍色的外骨骼，多分佈於印度洋、太平洋一帶，且常形成化石。

角珊瑚目 (Order Scleractinia) :

角珊瑚 (Horny coral) 群體共肉組織薄，多呈樹狀、葉狀、鞭狀或極少數為平鋪狀。水螅體常具營養及生殖個體，消化循環腔極短。角珊瑚類均具有由骨針特化形成的中軸骨，群體橫切面可分成外皮層 (epithelium)、皮質層 (cortex) 及髓質 (medulla)，是大西洋區珊瑚的優勢種。

海筆目 (Order Pennatulacea) :

群體不分支，由初級水螅體開始生長，柄部延長向下固著。體內主幹 (stalk) 及分枝 (rachis)，分枝上再長出次級水螅體 (mesozooid ; siphonozooid)，群體的中軸骨有鈣化現象。本目多種具有螢光現象，一般均認為是來自表皮層分泌的黏液 (slime)。螢光包含藍、紫、黃、綠等色，除自發性外，尚受機械、化學等刺激而產生。在八放珊瑚中，只有海筆類是生長於軟底質的砂泥地上。

雖然早在十八世紀即有八放珊瑚種類的記載，但當時僅以外形為分類依據。直至1855年， Valenciennes 才發現並使用骨針作為分類的重要依據。迄今，已被發現的八放珊瑚約達二千種左右，其中以地中海、歐洲西部與南部水域所收集的資料最完整，但有關印度洋、太平洋及其附近諸島八放珊瑚的分佈詳細情形，則仍鮮為人知。不過可確定的是八放珊瑚的分佈範圍極廣，從潮間帶、亞潮帶到深海，由南極至北極皆有，唯大多數均分佈在大陸棚及大陸斜坡帶。目前最深之記錄種為海筆目的 Umbellula leptocaulis，生長於深達4440公尺的海底，另外角珊瑚中的 Keratoisis profunda 也有4200公尺深的記錄。最為人熟知的八放珊瑚類是角珊瑚目中的貴重珊瑚 (Corallium spp.)，主要生長於500—1000公尺的深海

中；另一種角珊瑚（*Plexaura homomalla*）所產生的前列腺素（prostaglandins），也常應用於製藥業上，不過它的分佈則以淺海區為主。（圖 1·1）

1—2 珊瑚的構造

六放珊瑚類珊瑚蟲所共同分泌的群體骨骼稱為珊瑚骨體（corallum），由水螅體骨骼（corallite）所構成，是各個珊瑚水螅體生長之處；水螅體骨骼開口（calice）則是水螅體與外界環境交流的孔道。（圖 1·2）

水螅體骨骼大部份均凸顯於群體骨骼表面，它的大小、形狀隨種類而改變，從不到一公厘的圓形至數公分長的迴紋長紋狀或不規則狀均可見。珊瑚水螅蟲體間會衍生出活組織以形成覆蓋在骨骼體表面的一層共肉組織（coenosarc），而水螅體骨骼外圍的隔片（wall；theca）及彼此間的周圍骨骼（peritheca；coenosteum）便是由共肉組織所分泌形成。

水螅骨體以中柱（columella）為中心點，四周環列著支持珊瑚蟲體的輻射隔板（Septa）；隔板凸起並延伸至珊瑚骨體表面並與其他水螅體的隔板相連接形成隔片（theca）；間隔體（dissepiment）位於珊瑚骨體內部，是貫通水螅骨體間的管道。

水螅體是珊瑚群體的組成基本單位。雖然珊瑚種類繁多，但腔腸動物門中的水螅蟲綱及珊瑚蟲綱兩者間水螅體的構造，基本上是相似的。這些水螅體體壁均包含內外胚層細胞及中膠層組織，其頂端口部觸手及觸手環附近組織則佈滿著纖毛與刺絲細胞（nematocyst），惟大部份石珊瑚類水螅體的內胚層中除含許多特化的腺體細胞外，也常包含大量的共生藻，因此使得珊瑚組織在整體外觀上呈現藻類色素與水螅體組織的混合色。