

A.W.A.R.E. Coral Reef Conservation Specialty Course Instructor Outline

Chinese Version

A.W.A.R.E. 珊瑚礁保育專長課程教練大綱

中文版



Developed in association with
OCEANWATCH



PADI
padi.com

PADI®

AWARE-Coral Reef Conservation Specialty Course Instructor Outline

(A.W.A.R.E. 珊瑚礁保育專長課程教練大綱)

©PADI 2001-2005

版權所有。


若經 PADI 同意之下，不得以任何形容複製本大綱之任何部份。

International PADI, Inc. 出版

30151 Tomas Street

Rancho Santa Margarita, CA 92688-7006 USA

Product No. 70242C (Rev. 5 / 05) Version 1.02



有關活礁保育活動和其他環
保活動訊息，請造訪

www.projectaware.org

前言

珊瑚礁保育課程

AWARE – 珊瑚礁保育專長課程的目標，是透過 PADI 教練和助理教練來告知潛水員和一般民眾目前全球珊瑚礁所面臨的困境。本課程介紹珊瑚礁的功用及其重要性。同時也探討許多珊瑚礁為何處於危急存亡的關頭，我們每個人能做些什麼來預防珊瑚礁的數量越來越少。

參加本課程的學員要先閱讀《A.W.A.R.E. – 我們的世界，我們的水》手冊第四單元（如有學員可了解的語言版本。）此外，也要自行或與教練一同觀賞保護活礁影片（錄影帶）－潛水員或呼吸管潛水員版本。再由教練使用圖文並茂的彩色課程指引，帶領學員進行知識發展課程。等學員完成並檢討過本課程的知識複習後，即可獲得 AWARE – 珊瑚礁保育專長課程檢定卡（證書）。

請先閱讀。

課程標準和概要

AWARE- 珊瑚礁保育專長課程教導潛水員、呼吸管潛水員和一般民眾珊瑚礁在海洋環境中所扮演的重要角色，以及這些生態系統目前正面臨什麼樣的威脅。本課程讓參加學員了解全球珊瑚礁的現況，以及我們個人能做些什麼來保護活礁，以免牠們的數量日益稀少。

本課程屬於非潛水課程，其中只包含課堂授課。您可以獨立授課，但我們建議您將本課程與其他 PADI 課程合併進行。

參加本課程的學員要先閱讀《A.W.A.R.E. – 我們的世界，我們的水》手冊第四單元（如果有學員可了解的語言版本。）此外，也要自行或與教練一同觀賞保護活礁影片（錄影帶）－潛水員或呼吸管潛水員版本。教練要使用圖文並茂的彩色課程指引，帶領學員進行知識發展部份。等學員完成並檢討過本課程的知識複習後，即可獲得 AWARE – 珊瑚礁保育專長課程證書。

先決條件

凡是對水底世界有興趣的人，皆報名參加 AWARE – 珊瑚礁保育專長課程。本課程並無最低年齡限制或經驗規定。

教練督導

任何具有教學身分的 PADI 助理教練（1995 年後通過檢定 / 升級）和 PADI 教練，皆可執行 AWARE – 珊瑚礁保育專長課程。教練在執行本課程時，必須使用制式（標準化）的 AWARE – 珊瑚礁保育專長課程教練大綱。

學員對教練最大人數比例，僅限於教練的決定和教室大小。

開放水域訓練的考量

本課程沒有訓練潛水或技巧規定，但我們強力建議您將本課程與其他 PADI 專長課程合併進行，例如，頂尖中性浮力、AWARE – 魚類辨識、水底自然觀察家、水底攝影，以及體驗呼吸管潛游、浮潛潛水員課程等其他體驗課程。

這些課程讓學員有機會練習並實際應用愛護環境的潛水 / 呼吸管潛水方法與技巧。

課程概要

本課程的內容包括珊瑚礁的分布、差異、組成和生態，此外，也談到有哪些因素威脅珊瑚礁的生存，以及如何保育這些活的資源。執行 AWARE – 珊瑚礁保育專長課程的重點如下：

1. 介紹 Project AWARE。
2. 珊瑚礁對海洋生物系統和海岸地區的重要性。
3. 珊瑚礁和珊瑚礁棲息動物的生物性、關連性和競爭性。
4. 全球珊瑚礁的現況，以及危害珊瑚礁生存的陸地和海洋活動。
5. 珊瑚礁保育行動的相關建議和訊息，包括負責任的潛水和呼吸管實務。

簽證程序

學員可獲得 AWARE – 珊瑚礁保育專長課程檢定卡或 Project AWARE 獎狀。

申辦檢定卡的程序：由簽證教練將填妥並簽名的 PIC 信封，提交給適當的 PADI 辦公室。建議您鼓勵學員捐款給 Project AWARE 基金會，即可獲得彩色的 Project AWARE 檢定卡（取代標準版的檢定卡）。

如果是核發 Project AWARE 獎狀，教練必須在獎狀上簽名和填寫相關資料，包括學員的姓名、成績和日期。

重要標準

重要標準

先決條件證書：無。

最低年齡限制：無。

建議課程時數：2 小時

學員對教練比例：不適用。

開放水域訓練最低次數：無規定。

最低教練等級：具有教學身分的 PADI 助理教練 *

注意

* 凡具有教學身分的 PADI 助理教練和潛水教練（或更高等級），皆有資格教授 AWARE – 珊瑚礁保育專長課程，無須向 PADI 申請，也無須事先取得 AWARE – 珊瑚礁保育專長課程教練證書。

相關課程

大部分的潛水員、呼吸管潛水員和愛好大自然的人士，都曾造訪或計畫造訪某一處珊瑚礁。AWARE – 珊瑚礁保育專長課程即是教您在造訪珊瑚礁時，應該如何與環境有正確的互動。其他 PADI 課程也有提供機會讓學員練習和實際應用愛護環境的潛水 / 呼吸管潛水方法與技巧。

雖然您可以單獨執行 AWARE – 珊瑚礁保育專長課程，但我們仍強力建議您依照學員的需求和希望，將本課程與其他相關 PADI 課程合併進行。以下提供您幾個建議：

● 頂尖中性浮力專長潛水員課程

針對合格潛水員 – 請學員觀賞頂尖中性浮力影片（錄影帶）並閱讀相關手冊。在檢討學員已經完成的頂尖中性浮力知識複習時，加入 AWARE – 珊瑚礁保育專長課程的知識發展。在進行頂尖中性浮力專長潛水時，要提醒學員裝備保持流線化，且身體不要碰觸到珊瑚礁等脆弱的水底環境。這樣一來可讓潛水員實際應用所學的知識和技巧，並同時獲得 AWARE – 珊瑚礁保育和頂尖中性浮力二項專長證書。

● 頂尖中性浮力臨床課程

針對合格潛水員（無法進行開放水域潛水的情況） – 請學員觀賞頂尖中性浮力影片（錄影帶）。在完成 AWARE – 珊瑚礁保育專長的知識發展課程後，安排一次平靜水域潛水。採用頂尖中性浮力專長課程教練大綱的潛水 1 來執行一次浮力臨床課程。提醒學員裝備保持流線化，且身體不要碰觸到珊瑚礁等脆弱的水底環境。除了 AWARE – 珊瑚礁保育專長課程證書之外，也可以頒發 Project AWARE 獎狀來表揚完成這項臨床課程的潛水員。

● AWARE – 魚類辨識 / 水底自然家 / 水底攝影專長潛水員課程

針對合格潛水員，特別是珊瑚礁區的潛水活動 – 將 AWARE – 珊瑚礁保育專長的知識發展課程整合在這些專長潛水員課程中。在進行專長潛水時，提醒學員裝備保持流線化，且身體不要碰觸到珊瑚礁等脆弱的水底環境。這樣一來可讓潛水員實際應用所學的知識和技巧，並同時獲得二項專長證書。

● PADI 浮潛潛水員課程 / 體驗呼吸管潛游課程

針對浮潛和呼吸管潛水員，特別是珊瑚礁區的潛水活動－如果可行，將 AWARE－珊瑚礁保育專長課程中的知識發展課程，整合在這些潛水員課程中。強調保護活礁影片（錄影帶）中提出的技巧和建議。浮潛潛水員可同時取得 PADI 浮潛潛水員證書和 AWARE－珊瑚礁保育專長證書。除了 AWARE－珊瑚礁保育專長證書之外，完成一次珊瑚礁之旅的體驗呼吸管潛游學員，還可獲得 Project AWARE 獎狀。

● PADI 海豹隊－水中任務：內太空

針對 PADI 海豹隊員－讓「水中任務：內太空」的內容更豐富：在上課前，先進行 AWARE－珊瑚礁保育的知識發展課程。在進行水中任務時要特別提醒小朋友，他們現在會小心翼翼、避免碰到水底太空站，日後如果有機會在珊瑚礁區潛水，也應該像這樣。PADI 海豹隊員可藉此應用所學的知識和技巧，同時獲得 AWARE－珊瑚礁保育專長證書和「水中任務：內太空」貼紙。

● Project AWARE 專長課程

針對所有愛好環境的人士－在 Project AWARE 課程討論到珊瑚礁時，併入 AWARE－珊瑚礁保育專長中的知識發展課程。鼓勵學員踴躍參加水底清潔日和其他環保活動，並加入保育組織，將他們的知識學以致用。這麼做可提高學員的環保意識，並可同時獲得二種非潛水專長證書。

標準

參加學員的先決條件

只要對水底世界有興趣，就能參加。沒有最低年齡或經驗限制。

教練資格

具有教學身分的 PADI 教練或 PADI 助理教練。

教學材料

教練－必備

AWARE－珊瑚礁保育專長課程教練大綱、課程指引、保護活礁影片（錄影帶）－潛水員和呼吸管潛水員版本。

學員

《AWARE－我們的世界，我們的水》手冊，AWARE－珊瑚礁保育知識複習，PIC 信封。

注意

若以上教材尚未推出學員可了解的語言版本，則教練必須使用本教練大綱來講解必要的內容。

其他建議教材

Project AWARE 獎狀，Project AWARE 貼紙，《保護活礁》小冊子，保護活礁貼紙，保護活礁海報，《潛水員保護水世界的 10 個方法》小冊子，《Project AWARE 基金會贊助者》小冊子，Project AWARE 任務和宗旨傳單，《探索水底世界－呼吸管領域指引》，頂尖中性浮力影片和手冊，《休閒潛水百科全書》，《繫泊浮標規劃指引》。

概要

一般而言，執行 AWARE – 珊瑚礁保育專長課程的重點如下：

- 《A.W.A.R.E. – 我們的世界，我們的水》手冊第四單元。
- 請學員自行或與教練一同觀賞保護活礁影片（錄影帶）– 潛水員或呼吸管潛水員版本。
- 將 AWARE – 珊瑚礁保育知識複習發給學員，請他們邊聽您講解，邊找出上面問題的答案。
- 使用 AWARE – 珊瑚礁保育課程指引和授課重點，教導學員有關珊瑚礁的生態、面臨的威脅，以及保育重點。請學員加入討論。
- 檢討學員已經完成的知識複習，進行總結。必要時，仔細說明，以便學員能充分了解。
- 填妥 PIC 信封，以便幫學員申請該專長課程證書，或是頒發 Project AWARE 獎狀，以茲肯定學員的成績。
- 如果將本課程與其他 PADI 潛水或呼吸管課程合併進行，要向學員解釋如何應用他們的珊瑚礁保育知識和技巧（做法和建議請參考「相關課程」部份）
- 鼓勵學員參與當地的珊瑚礁保育活動，進一步認識水底世界。

知識發展

在知識發展課程期間，您將運用到以下的授課重點和 **AWARE** – 珊瑚礁保育課程指引 (Lesson Guides)，來講解課程的內容。本課程涵括「概要」投影片所列出的六大主題。每個主題都有數項學習目標，以問句形式和粗體字表達。結論部份則會列出全部的學習目標。

相關的訊息旁邊出現的縮小版課程指引，將有助於引導您的授課流程。您可以直接使用本大綱來授課，但我們仍建議您最好根據學員的需求和當地的情況，加以調整。

授課重點

I. 歡迎參加 AWARE – 珊瑚礁保育專長課程

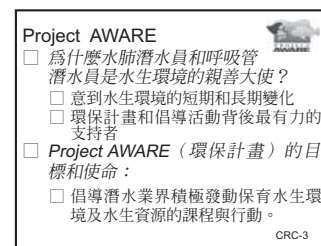
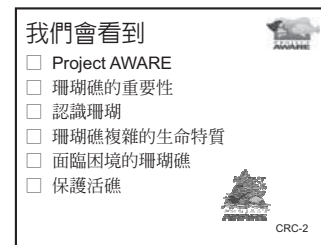
- A. [人員介紹]
- B. [行政作業 – 討論上課時間，課程規定，費用，教材，裝備，文書作業等。]

II. 課程概要

- A. Project AWARE
- B. 珊瑚礁的重要性
- C. 認識珊瑚
- D. 珊瑚礁複雜的生命特質
- E. 面臨困境的珊瑚礁
- F. 保護活礁

III. Project AWARE

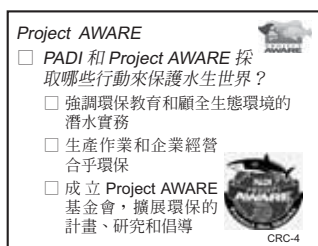
- A. 為什麼水肺潛水員和呼吸管潛水員是水生環境的親善大使？
 - 1. 經常戴上面鏡、在水底探險的人，一定會注意到水生環境的短期和長期變化，無論海水或淡水皆然。
 - 2. 由於對水底世界非常熟悉，水肺潛水員和呼吸管潛水員自然成為水生環境的親善大使。今日，他們是許多環保計畫和倡導活動背後最有力的支持者，例如：



- a. 水底清潔和海灘清潔。
 - b. 海洋公園和保護區。
 - c. 立法保護漁業和瀕臨絕種的棲息地 / 物種。
3. 正因有此特殊的機會成為水生環境的擁護者和保護者，PADI 遂於 1989 年推出 Project AWARE (Aquatic World Awareness, Responsibility and Education) 環保計畫。

B. Project AWARE (環保計畫) 的目標和使命：

1. 倡導潛水業界積極發動保育水生環境及水生資源的課程與行動。
2. 告訴世人保育水生環境的重要性和責任。
3. 研擬宣傳相關的教材、喚起一般大眾覺醒、發起並組織業界活動、資助世界各地的保育計畫、開發革新計畫並與其他機構合作結盟，加強各界對水生環境保育的共同目標和積極投入。



C. PADI 和 Project AWARE 採取哪些行動來保護水生世界？

1. PADI 的訓練課程越來越強調環保教育—包括本課程在內。
2. 整個企業致力於確保生產作業和企業經營合乎環保。
3. 成立 Project AWARE 基金會，擴大推展水生環境保育的計畫、研究和倡導。
4. 強調顧全生態環境的潛水實務、潛水作業和潛水技巧，尤其是浮力控制。

D. 什麼是 Project AWARE 基金會？



1. Project AWARE 基金會是一個 501(c)(3) 非營利的公益機構，其宗旨在鼓勵和支持水中生態保育及其教育。該基金會集資並協助世界各地有意義的環保活動，以期提高世人的環保意識，教人認識水底世界的脆弱，並且贊助符合這些目的的研究和教育計畫。
2. 藉由新推出的 Project AWARE 贊助計畫 (Project AWARE Patron Program)，您也可以對水底世界的福祉有所貢獻，並且知道如何積極保護您當地的水中環境。
 - a. Project AWARE 贊助者捐款並資助保育水生環境的各項計畫和活動。

- b. 所有贊助者每季會收到一份季刊，內容是當地、全國、國際性環保活動、目前的立法議題，以及由 Project AWARE 基金會所贊助的最新計畫和活動。
3. 藉由 Project AWARE（環保計畫）課程，世界各地每年有將近百萬人透過與 PADI 專業人士的互動，開始接觸並關懷環保議題。欲知最新資訊，請上網至 Project AWARE 基金會網站 www.projectaware.org 查詢。

IV. 珊瑚礁的重要性

A. 為什麼珊瑚礁的生態系統如此重要，牠們是如何維持生物多樣性？


1. 珊瑚礁佔約 60 萬平方公里 / 23 萬平方英里的地表面積，雖然不到海底面積的 1%（相當於英屬哥倫比亞、加拿大或委內瑞拉的面積大小），卻非常重要，因為：
 - a. 約有 25% 的海洋生物在此孕育。
 - b. 將近 33% 的已知魚類棲息在此。
2. 大西洋的珊瑚礁約佔全球珊瑚礁的 15%，其中約有 70 種珊瑚品種和 500 種魚類。
3. 印度—太平洋（包括印度洋和太平洋）中的珊瑚礁約佔全球珊瑚礁的 85%，其中約有 700 種珊瑚品種和 4000 種魚類。
 - a. 在已知的 107 種珊瑚中，併存於大西洋和太平洋的只有 8 種。
4. 科學家目前已辨識出約 8 萬種珊瑚，但有人認為，珊瑚礁的種類可能多達一百萬種。
5. 珊瑚礁的種類如此繁多，表示牠有助於維持生物多樣性—地球生物功能的清查。
 - a. 海洋生物多樣性是很重要的，因為數量越多可確保生物功能的重疊性。萬一有某個物種消失，重要的功能尚可由其他物種遞補。這種重疊性讓生態系統禁得起環境的改變。
 - b. 珊瑚礁的生物多樣性，好比一架由螺絲釘固定組合的飛機。
 - 地球上的每種生物好比一個螺絲釘。
 - 一個物種消失，好比飛機骨架上的某個螺絲釘掉落。
 - 如果螺絲釘掉落太多，飛機（或地球的生物圈）就會墜毀。

珊瑚礁的重要性

為什麼珊瑚礁的生態系統如此重要，牠們是如何維持生物多樣性？

珊瑚：

- 佔海底面積不到 1%
- 約有 25% 的海洋生物在此孕育
- 將近 33% 的已知魚類棲息在此



CRC-6

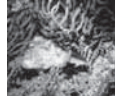
珊瑚礁的重要性

重要的生態系統 ..

大西洋—約佔全球珊瑚礁的 15%，其中約有 70 種珊瑚品種和 500 種魚類

印度—太平洋—約佔全球珊瑚礁的 85%，其中約有 700 種珊瑚品種和 4000 種魚類

目前已辨識出約 8 萬種，但可能多達一百萬種




CRC-7

珊瑚礁的重要性

如何維持維持生物多樣性？

- 數量越多可確保生物功能的重疊性
- 讓生態系統禁得起環境的改變

物種好比一架由螺絲釘固定組合的飛機—螺絲釘掉落太多，飛機就會墜毀



CRC-8

- 這個比喻也未必恰當，因為我們已經知道飛機每一個螺絲釘的功能，但就生物圈而言，我們甚至還不認得所有物種，也不了解所有已知物種的功能。

珊瑚礁的重要性

珊瑚礁對島嶼、海岸區和觀光業有哪些好處？

作用好比海岸屏障，保護 1/6 的海岸線。

吸收海浪能量，保護低窪島嶼。

一平方公尺 / 碼的珊瑚礁可保護 \$47,000 美元的財產價值

CRC-9



B. 珊瑚礁對島嶼、海岸區和觀光業有哪些好處？

1. 珊瑚礁的作用好比海岸屏障，可保護島嶼和沿岸地區不受風浪破壞和侵蝕。
 - a. 全球海岸線有 1 / 6 受到珊瑚礁的保護。
 - b. 加勒比海有許多的低窪島嶼，全靠珊瑚礁吸收向陸的海浪能量才得以存在。
 - c. 研究顯示，一平方公尺 / 碼的珊瑚礁可保護 \$47,000 美元的財產價值。

珊瑚礁的重要性


對觀光業的好處

全球最大的產業 - 佔總就業率的 10%

觀光收益潛力約為海洋漁業的 25 倍以上

只要妥善管理，觀光是永續產業，不像炸魚這類作業，只有一次收益。

CRC-10



2. 珊瑚礁吸引觀光客，刺激當地經濟發展。
 - a. 觀光業是全球最大的產業，佔總就業率的 10%。
 - b. 觀光的經濟潛力，遠超越漁業的潛力。全球的年觀光收益約為全球海洋漁業總收益的 25 倍以上。
 - c. 在某些地區，一平方公里的珊瑚礁，每年可產出將近 3 百萬美元的觀光收益。相較之下，在相同地區進行炸魚這種破壞性的漁撈作業，只能產出 \$15,000 美元的收益，而且只有一次。
 - d. 珊瑚礁確實可為當地帶來許多好處，但必須妥善規劃和管理，才能確保珊瑚礁長久健康，不遭受破壞。(稍後詳細說明)

珊瑚礁的重要性


珊瑚礁對人類有何助益？

製造藥物活性化合物

取代人類骨骼

更多尚未發現

CRC-11



C. 珊瑚礁對人類有何助益？

1. 藥理學家發現，珊瑚礁中含有許多藥物活性化合物，包括抗癌物質、抗愛滋病物質和抗生素。
2. 在實驗上，珊瑚被用來修復和取代人類骨骼。部份珊瑚，例如指軟珊瑚（微孔珊瑚）和管孔珊瑚（kidney coral）具有類似人類骨質的多孔性（skeletal porosity），因此，血管和神經會長入珊瑚內。
3. 珊瑚中可能含有更多尚未發現的有益化合物。但唯有健康的珊瑚礁存在這世上，人類才能從中獲益。



V. 認識珊瑚

A. 什麼是珊瑚，為什麼珊瑚很難分類？

1. 截至目前為止科學家都難以將珊瑚分類，因為珊瑚似乎是兼具動物、植物和礦物特質的獨特組合。過去，珊瑚曾被歸類為岩生植物 (stone-plants) 或植蟲類 (animal-plants)
2. 珊瑚是動物 (刺細胞動物或腔腸動物)，與水母和海葵有關。
 - a. 珊瑚是構造簡單的動物，牠沒有大腦、眼睛、專門的內臟或肛門。
 - b. 珊瑚之所以具有植物特性，是由於牠們的組織內含有單細胞藻類—共生藻。珊瑚礁的規模大小，取決於共生藻。(稍後會討論二者間的關係)
 - c. 至於珊瑚的礦物特性，是因為牠們含有石灰石 (碳酸鈣)，這些石灰石是由珊瑚蟲及其共生植物，利用海水中大量的鈣質和碳酸鹽所製造出來。
3. 請記住，並不是所有珊瑚都是硬 (石) 珊瑚，也不是所有珊瑚體內都有共生藻。軟珊瑚會製造「珊瑚硬蛋白」這種具有彈性的蛋白質。
4. 雖然有些珊瑚或珊瑚蟲是獨立的，但大部分的珊瑚都是一堆珊瑚蟲群聚在杯狀的珊瑚石中。
 - a. 每個珊瑚石會從基部隆起一瓣一瓣輪廓明顯的片狀結構或隔片。
 - b. 隔片的形狀則因珊瑚種類而異。
 - c. 每隻珊瑚蟲是由內外二層胚層所組成，內外胚層間有膠狀物質。
 - d. 連接薄膜，亦稱「共肉」的作用是接合珊瑚蟲及輸送珊瑚蟲之間的養分與神經脈衝。
 - e. 珊瑚口道周圍的觸手有帶刺細胞，或稱刺細胞，用來捕捉浮游生物。珊瑚亦可直接吸收海水中的養分。然而，為了均衡攝食，珊瑚必須捕捉浮游生物，攝取其中的蛋白質。

認識珊瑚


- 什麼是珊瑚，為什麼珊瑚很難分類？
 - 似乎兼具動物、植物和礦物特質
- 珊瑚是動物：
 - 和名為「共生關係」的藻類有共生關係
 - 石灰石覆蓋有些珊瑚是軟的、硬彈性的，有些不含共生藻。



CRC-12

認識珊瑚

- 珊瑚是
 - 大部分的珊瑚都是集群——一隻隻的珊瑚蟲聚集在一起
 - 珊瑚蟲由二層胚層所組成，胚層間有膠狀物質
 - 口道周圍的觸手有帶刺細胞，用來捕捉浮游生物




CRC-13

B. 何謂共生藻？它在珊瑚生理上扮演什麼角色？

1. 共生藻屬於單細胞藻類，生存在某些珊瑚的體內。這種互利的共生關係，使造礁珊瑚得以長成大塊礁體。體內不含共生藻的珊瑚，無法長成大塊珊瑚礁。

認識珊瑚

- 何謂共生藻？它在珊瑚生理上扮演什麼角色？
 - 寄生在珊瑚中的單細胞藻類
 - 互利的共生關係，使造礁珊瑚得以長成大塊礁體
 - 共生藻利用珊瑚蟲產生的廢物行光合作用，產生碳水化合物
 - 珊瑚礁提供食物和安全的棲身之所



CRC-14

認識珊瑚


珊瑚礁是如何形成的？

珊瑚礁是海中年代最久遠、最具生產力且最多樣化的生態系統
+ 現代礁石最早從 1 萬 8 千年前開始形成

普遍的二種理論：

地質下沈－裙礁導致堡礁，最後導致環礁

海平面改變和侵蝕



CRC-15

2. 對體內含有共生藻的珊瑚而言，這是牠們主要的食物來源。
 - a. 共生藻利用珊瑚蟲產生的廢物（如二氧化碳）行光合作用，進而產生碳水化合物（醣類）。
 - b. 對某些珊瑚而言，高達 90% 的養分是由共生藻供應。
 - c. 共生藻則從這個相互依存的關係中，獲取自身生長所需要的食物和安全的棲身之所。

C. 珊瑚礁是如何形成的？

1. 珊瑚礁是海中年代最久遠、最具生產力且最多樣化的生態系統。現代所有礁石最早是從 1 萬 8 千年前的後冰河時期開始形成。
2. 目前還沒有一個理論足以充分解釋珊瑚礁的形成。珊瑚礁的形成因地質因素而異，例如，地殼作用力、冰河時期、氣候和海洋條件。普遍的二種理論是：
 - a. 珊瑚礁是因地質下沈所形成：
 - 經過漫長的時間，因火山島下沈而形成裙礁。裙礁和陸地間有狹長的瀉湖予以分隔。
 - 地質繼續下沈會形成堡礁，堡礁與陸地間，被寬闊、時而縱深的瀉湖分隔。
 - 地質再繼續下沈就會形成環礁。環礁是橢圓狀的珊瑚礁，附近沒有陸地。
 - 島嶼下沈時，珊瑚礁生長的速度通常與島嶼下沈的速度差不多。
 - b. 由於海平面改變和侵蝕而形成。與下沈理論相似，陸地結構和海水高度改變，都會促成珊瑚礁生成。加勒比海、菲律賓群島附近、印尼、新幾內亞、斐濟、美國佛羅里達海域的大部分珊瑚礁，都是屬於這一類。

認識珊瑚

有哪些其他鈣化生物體有助於維持珊瑚礁的完整性？

生物有助於礁石膠結，製造孔洞：


珊瑚藻

火珊瑚

軟珊瑚

苔蘚蟲

有孔蟲



CRC-16

D. 有哪些其他鈣化生物體有助於維持珊瑚礁的完整性？

1. 除了珊瑚之外的珊瑚礁生物，對於珊瑚礁的架構也有幫助。膠結生物的作用就像磚塊間的水泥，可讓礁石的結構更堅固、抗浪力更強。
2. 這類生物包括珊瑚藻、火珊瑚、軟珊瑚、苔蘚蟲和有孔蟲。如果沒有這些生物使珊瑚礁更堅固，珊瑚礁恐怕承受不了強風巨浪的侵蝕。
3. 雖然珊瑚礁看起來像是實心的結構，但一株珊瑚內有 40 – 70% 是由孔洞所組成。這種開放的空間比實心結構能提供更多的棲息場所。

VI. 珊瑚礁複雜的生命特質

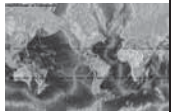
A. 哪些因素限制珊瑚礁的分布，珊瑚礁在缺乏養分的水域中如何生存？

1. 世界各地都有珊瑚的蹤影，但大型珊瑚礁只在熱帶水域才能發育。
2. 有數種自然因素會控制和限制珊瑚礁的分布。
 - a. 溫度—雖然有些造礁珊瑚在攝氏 20 度 / 華氏 68 度以下的水溫中可存活短時間，但珊瑚礁在攝氏 18 度 / 華氏 64 度以下的水溫不會發育。
 - b. 深度—由於共生藻需要光線才能行光合作用，因此大部分的珊瑚礁都生長在 25 公尺 / 80 英尺水深或更淺的地方。雖然有些珊瑚可存活在較深的深度，但牠們無法造礁。
 - c. 鹽度—珊瑚無法忍受鹽度與正常海水鹽度（3.2%—3.6%）差太多的環境。
 - d. 水質—濃厚的沈澱物會妨礙珊瑚的覓食結構，及減弱行光合作用的光線。
 - e. 波浪—波浪作用會持續提供含氧海水，避免沈澱，補充浮游生物的食物供給。通常在波浪作用適中的環境，會養成規模最大的珊瑚礁。
 - f. 水底類型—珊瑚礁發育需要有堅固的海底，因為珊瑚幼蟲無法棲息在沙底或泥底上。
3. 熱帶海洋中的養分不像溫帶海洋那麼豐富。達爾文理論（Darwin's Paradox）即問到，生活在這些養分少的環境中的珊瑚，如何成爲地球上最具生產力的生態系統。答案可能是因爲珊瑚礁生態系統的養分回收率極高，幾乎沒有養分流失。
 - a. 珊瑚礁上有大量的海藻產生，包括生長在死珊瑚上的草皮海藻和珊瑚蟲體內的共生藻。
 - b. 採食性魚類快速、大量地消耗藻類，預防藻類增生過盛。
 - c. 採食性魚類消耗多餘的養分，牠們的糞便讓藻類生長。
 - d. 這樣的循環使絕大部份的養分留存下來。
4. 雖然珊瑚礁的總生物量（活的植物和動物細胞總量）產量極高，淨產量（大家吃飽後留下的數量）卻出奇地少—通常只剩下 2%—3%。

珊瑚礁複雜的生命特質

哪些因素限制珊瑚礁的分布，珊瑚礁在缺乏養分的水域中如何生存？

- 溫度
- 深度
- 鹽度
- 水質
- 波浪
- 水底類型




CRC-17

複雜的特質

生活在這些養分少的環境中的珊瑚


達爾文理論（Darwin's Paradox）—生活在這些養分少的環境中的珊瑚，如何成爲地球上最具生產力的生態系統。

- 養分回收率極高
 - + 珊瑚礁有大量的藻類產生
 - + 採食性魚類消耗藻類
 - + 多餘養分經由採食性魚類回到珊瑚礁



CRC-18

雖然珊瑚礁的總生物量產量極高，淨產量卻出奇地少。由珊瑚礁產生且可長期利用的生物量非常有限。




CRC-19

- a. 意思就是說，珊瑚礁所產生的食物，與該珊瑚礁聚落本身所需要的食物量相差無多。
- b. 由珊瑚礁產生且可長期利用的生物量非常有限。這點對漁撈作業有重要的意義。

複雜的特質

- 珊瑚如何繁殖和生長？
- 無性生殖 - 藉由複製擴大群體的大小
- 有性生殖 - 浮浪幼蟲製造新的群體
- 幼小的珊瑚群體生長速度較快
- 枝狀珊瑚的生長速度比塊狀珊瑚快




CRC-20

B. 珊瑚如何繁殖和生長？

1. 所謂「無性生殖」，就是從母體芽植（複製）出一個基因完全相同的新個體。
 - a. 這會使群體（尺寸）擴大，但不會產生新的群體。
 - b. 斷裂的珊瑚分枝也能自行生長。
2. 有性生殖即在水中產下所謂的「浮浪幼蟲」，這些幼蟲會落腳在合適的地方，發育成珊瑚蟲，逐漸成長為群體。
 - a. 大部分珊瑚在 7 - 10 歲間或長到 10 公分 / 4 英吋長時，性發育成熟。
 - b. 珊瑚群體可以是雄性、雌性或雌雄同體 - 可產生精子和卵子。
3. 珊瑚生長的速度會因為珊瑚的種類、該群體的年齡、牠在礁石上的位置及其體內是否含有共生藻而有所差異。
 - a. 幼小的珊瑚群體生長速度比較年長、大型的群體快。
 - b. 一般而言，枝狀珊瑚的生長速度比塊狀珊瑚快。例如，麋角珊瑚每年可生長 5 - 10 公分 / 2 - 4 英吋直徑，2 - 5 公分 / 0.8 - 2 英吋高；團狀珊瑚每年只能長 0.5 - 2 公分 / 0.2 - 0.8 英吋直徑，0.25 - 0.75 公分 / 0.1 - 0.3 英吋高。
 - c. 珊瑚的壽命未知，但證據顯示，大部分珊瑚群體的壽命都在 10 年以下，但有些塊狀珊瑚的壽命可能長達數百年之久。

複雜的特質

- 何謂成帶？
- 珊瑚礁內的附屬棲息地
- 每個帶內的生物和環境間，皆存在錯綜複雜的關係
- 成帶有助於了解生態系統的動態以及因為時間的改變



CRC-21

C. 何謂成帶？

1. 珊瑚礁發展的形態稱為「成帶」。珊瑚礁內每個帶（或附屬棲息地）的生物和環境間，皆存在著錯綜複雜的關係。
 - a. 這些帶主要受到光線、氧氣、食物等資源左右。
 - b. 從岸邊移動到較深的水域時，深度、水底結構、波浪作用等自然環境會隨之改變，因而會在珊瑚礁內形成不同的附屬棲息地。
 - c. 每個附屬棲息地都有適合該環境條件的特定珊瑚和其他生物。
2. 珊瑚礁內部有超過 12 個不同的帶，但主要的帶是後礁、礁脊、前礁。


3. 研究成帶間的差異，讓科學家更了解珊瑚礁生態系統的動態。確定「成帶」的界限也是一個追蹤珊瑚礁系統因時間而改變的一個方法。

D. 珊瑚彼此及珊瑚與其他珊瑚礁生物間，如何競爭生存空間？

1. 珊瑚不斷與其他珊瑚競爭生存空間。
 - a. 生物間往往存在著激烈的啄序（perking order），以預防某種生物獨佔生存空間以及維持生物多樣性。
 - b. 分枝珊瑚的生長速度，比塊狀或團狀珊瑚快。
 - c. 生長速度較慢的珊瑚，多虧有了防禦用的多刺觸手，才得以存活。如此可預防生長較快的珊瑚侵犯到生長較慢珊瑚的生存空間。
 - d. 不只有硬珊瑚才會彼此競爭。軟珊瑚和海綿也會釋放毒素，做為防衛或競爭之用。
2. 珊瑚也會和其他小型掠食動物競爭，例如腹足動物、裸鰓類動物、多毛綱動物蠕蟲、藤壺、甲殼綱動物。這些生物通常只會移除少量珊瑚組織和骨骼，造成輕微的傷害。這讓珊瑚蟲得以重生。
3. 有些生物會在珊瑚礁內鑽洞或挖孔，讓其他生物得以躲在這些孔洞中。然而，在珊瑚上鑽孔會影響到珊瑚礁的根基，導致整個珊瑚礁群體容易因波浪作用而跨掉。
 - a. 有些海綿會透過死區侵入珊瑚礁內，釋放化學物質分解石灰石。
 - b. 有些無脊椎動物，例如螃蟹、貽貝、多毛蟲、海膽，則會吃掉表面的珊瑚，製造孔洞。
4. 競爭失衡可能導致群體暴增。一旦暴增數量過多，某些物種就足以毀滅整個珊瑚礁，例如冠棘海星。
 - a. 冠棘海星只生存在印度太平洋的珊瑚礁區，以活珊瑚組織為食。
 - b. 牠們喜食生長快速的珊瑚，因此，只要數量維持在正常範圍內，牠們的存在可抑制這類珊瑚的數量，進而有助於維持珊瑚的多樣性。
 - c. 在某些情況下，一塊礁石上的冠棘海星數量會膨脹至數萬，因而足以消耗掉全部的珊瑚。

複雜的特質

- 珊瑚彼此及珊瑚與其他珊瑚礁生物間，如何競爭生存空間？
- 防衛和攻擊機制預防生物獨佔並維持生物多樣性
- 多刺觸手和毒素可平衡生長速度



CRC-22

複雜的特質

- 競爭
- 競爭失衡可能導致掠食者群體暴增，僅而毀滅珊瑚礁
例如：冠棘海星




CRC-23

複雜的特質

- 為什麼採食對珊瑚礁生態而言非常重要，如何根據珊瑚礁魚類的食物將牠們加以分類？
- 採食可提高初級生產力，使養分再生利用

+ 50%的珊瑚礁魚類（數量）屬於草食動物，10%的珊瑚礁魚類（種類）屬於草食動物

CRC-24




複雜的特質

- 依照牠們的食物分類珊瑚礁魚類
- 攝食偏好往往能說明身體構造和解剖學特性
- 大部分的珊瑚礁魚類都屬於隨機性攝食

草食動物，是指專門吃植物的魚

+ 通常出沒在較淺處

CRC-25



複雜的特質

- 依照牠們的食物分類珊瑚礁魚類
- 肉食動物 - 吃其他生物
- 佔珊瑚礁魚類的 50-70%
- 獵食策略
 - + 追捕
 - + 偷襲
 - + 突襲

想更進一步認識珊瑚礁魚類，歡迎參加 AWARE- 魚類辨識專長課程

CRC-26



E. 為什麼採食對珊瑚礁生態而言非常重要，如何根據珊瑚礁魚類的食物將牠們加以分類？

1. 採食（攝食水藻）可提高初級生產力—食物鏈的第一層—因為採集會促進藻類新生，使養分回歸該珊瑚礁族群中再生利用。
 - a. 由於珊瑚礁需要草食動物不斷採食藻類，因此就數量而言，有 50%的珊瑚礁魚類屬於草食動物，但就種類而言，只有 10%的珊瑚礁魚類屬於草食動物。
 - b. 重要的採食性魚類—好比珊瑚礁區的牛—包括小熱帶魚、刺尾魚、鸚哥魚。
2. 珊瑚礁魚類可依照牠們的食物加以分類。魚類的攝食偏好往往能說明牠的身體構造和解剖學特性。雖然每種魚類有其特殊偏好，但大部分的珊瑚礁魚類都屬於隨機性攝食—肉食動物有時會吃植物，草食動物有時會吃動物。
3. 這裡的草食動物，是指專門吃植物的魚。
 - a. 一般而言，10 公尺 / 30 英尺深度以上的大部分魚類都是草食動物，因為這個深度範圍有較多光線可行光合作用，因此，有較多的植物可在這裡生長。這個深度以下的大部分魚類都屬於肉食性。
 - b. 有些草食動物白天棲息在珊瑚礁區，夜晚則在海草床覓食。牠們以糞便的形式，將海草床的養分帶到珊瑚礁來。
 - c. 由於植物的營養價值低且不易分解，因此草食動物的消化道都很長，且要不斷進食。
4. 肉食動物佔珊瑚礁魚類的 50 – 70%。
 - a. 魚類在生命週期的不同階段，其獵物也會有所改變。
 - b. 由於動物的營養價值高於植物，因此，肉食動物的消化道較短，且不必像草食動物一樣經常進食。
 - c. 鯊魚、參魚（jack）、鯖魚等追捕型掠食者，會從遠距離開始追捕獵物。
 - d. 管口魚、梭魚等偷襲型掠食者會從近距離偷襲獵物。
 - e. 蠍子魚（scorpionfish）、seabasse、蜥魚（lizardfish）則是無預警地突襲。
5. 其他專門的次要覓食群。
 - a. 底食動物—這是攝食珊瑚礁無脊椎動物的重要族群。牠們具備高超的泳技和獵食技巧，近距離視力良好，一口就能把獵物咬碎，防禦機制良好。黏魚、隆頭魚、刺鰷魚、緋鯢鯉、石首魚、豬隆頭魚、木瓜魚（trunkfish）都屬於這一類。

- b. 濾食性魚類 – 有些魚類會攝食浮游生物。例如，克里奧爾隆頭魚、黃尾鯛幼魚、豆娘魚、夜行性梳蘿魚和單鰭魚。牠們大部分會在離珊瑚礁較遠的水柱處獵食，且具有斑斕的保護色，以免在開放水域中被發現。
 - c. 夜食性魚類 – 這類魚類要靠觸覺、味覺、嗅覺和動作覓食。牠們的口部構造適合快速的吸食動作。有些魚類如雞魚、鯛魚，甚至會離開珊瑚礁 1 英里覓食。金鱗魚和大眼金槍魚 (bigeye) 等魚類，則會留在珊瑚礁附近覓食。
6. 雖然大部分的珊瑚礁魚類都屬於小型魚、色彩鮮豔且對人類無害，但有些卻是有毒的。
- a. 有毒魚類會產生激泌毒素，被牠們的魚刺刺到就會中毒。這些魚類非常罕見，主要是石頭魚和蠍子魚。
 - b. 有些魚類（如鸚哥魚、鯛魚、刺尾魚）的外皮會有有毒的分泌物。
 - c. 有些珊瑚礁魚類的肉和內臟是有毒的，人類若誤食會有危險；輕則生病，重則致命。
7. 若您想更進一步認識珊瑚礁魚類，歡迎參加 **AWARE** – 魚類辨識專長課程。

F. 有哪二個相關的生態系統對珊瑚礁的生態很重要？

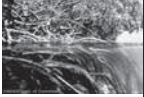
1. 紅樹林是熱帶近海生態系統，主要生物是生長於鹽水的樹種和灌木。
- a. 紅樹林的根系淺而廣，爲了抓穩地面，它們的主幹和分枝都會長出支持根，向四面八方擴展。有些品種會從缺氧的泥濘中向上長出呼吸根，以利氧氣的吸收。
 - b. 其廣泛龐大的根系會留住和過濾植物物質。這種物質會被分解進入岩屑中，形成食物鏈的底層。
 - c. 在許多地區，紅樹林的功用就好比珊瑚礁的廢水處理廠，有助於維持水質。它們會留住多餘的養分和污染物，預防礁石上有物質沈積。
 - d. 紅樹林的根系也能是許多無脊椎動物的棲息地，例如貽貝、海綿、被囊動物、水螅、牡蠣，以及許多魚類的幼魚。
2. 海草床有助於沈積物沈降、穩定水底，以及珊瑚礁內的養分循環使用。前面提到過，珊瑚礁魚類會到這些生產力高的海草床來採食和獵食。再將養分以糞便的形式帶回珊瑚礁。

複雜的特質

有哪二個相關的生態系統對珊瑚礁的生態很重要？

紅樹林是熱帶近海生態系統，主要生物是生長於鹽水的樹種和灌木

- 留住和分解有機物質
- 過濾污染物和沈澱物
- 幼魚和無脊椎動物的棲息地




CRC-27

複雜的特質

相關的生態系統

海草床

- 加速沈積物沈降
- 養分循環使用



CRC-28

面臨困境的珊瑚礁

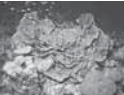
全球珊瑚礁的現況和預計損失如何？

1992年，全球珊瑚礁約有10%遭受不可逆的破壞。

2000年，有25%的珊瑚礁是死的

在未來30-50年內，大部分的珊瑚礁都會消失

根據世界資源所的報告，倖存的珊瑚礁中有58%隨時可能受到破壞



CRC-29

VII. 面臨困境的珊瑚礁

A. 全球珊瑚礁的現況和預計損失如何？

1. 1992年，全球珊瑚礁約有10%遭受不可逆的破壞。
2. 2000年，有25%的珊瑚礁是死的，部份是由於海水表面溫度上升，導致嚴重的珊瑚白化。
3. 預測在未來30—50年內，大部分的珊瑚礁都會消失。
4. 根據世界資源所的報告，倖存的珊瑚礁中有58%隨時可能因人類活動而受到破壞。
5. 南亞和東南亞、西非、加勒比海的珊瑚礁最危險。在菲律賓、印尼、牙買加等地，絕大多數的珊瑚礁都已嚴重受損，甚至死亡。

B. 哪些陸地活動對珊瑚礁不利？



面臨困境的珊瑚礁

哪些陸地活動對珊瑚礁不利？

土地利用不當造成侵蝕

農業活動和污水排放造成養分負擔

非點源污染將溶解物質帶入水中

CRC-30


1. 砍伐森林、採礦、過度放牧、土地利用不當，都會造成侵蝕和沈澱。
2. 農業活動和污水排放會造成養分負擔（優養化），進而提高藻類、海綿及其他會侵蝕珊瑚的生物的競爭優勢。
3. 不透水地面（如停車場）建築會造成的非點源污染，進而增加逕流率，並將溶解物質帶入水中。只要少量的油污就足以中斷珊瑚繁殖。
4. 沿岸開發和棲息地的破壞，往往會影響到紅樹林和海草床（二者皆具備過濾沈積物的功能），進而使更多養分和沈積物沈澱在珊瑚礁上。
5. 觀光—就全球而言，因海釣、船隻下錨等活動或因呼吸管潛水員/水肺潛水員不小心碰觸而對珊瑚礁造成的損害是微乎其微的。觀光旅遊對珊瑚礁所造成的破壞，主要是由於人類的設施破壞沿岸棲息地（例如，紅樹林和海草床），以及廢水、廢物污染珊瑚礁所致。

面臨困境的珊瑚礁

不利的陸地活動

沿岸開發和棲息地的破壞

觀光破壞沿岸棲息地且傾倒廢水/廢物

CRC-31

面臨困境的珊瑚礁

哪些海洋活動對珊瑚礁不利？



過度漁撈

破壞性的漁撈作業

碰撞和下錨

開採珊瑚

採集珊瑚

CRC-32

C. 哪些海洋活動對珊瑚礁不利？

1. 過度漁撈造成珊瑚礁減少，尤其是連產卵群體都捕撈殆盡。
 - a. 有將近10億的人口居住在100公里/60英里的珊瑚礁區內，且有賴珊瑚礁魚類為主要的蛋白質來源。

- b. 正如前面討論過的，由珊瑚礁產生且可長期利用的生物量非常有限。
2. 諸如炸魚和毒魚這類破壞性的漁撈作業，不僅會影響到目標魚類，亦會波及整個珊瑚礁。
 3. 所幸鮮少有大型船隻撞到珊瑚礁而造成破壞。但小船撞到珊瑚礁、螺旋槳削掉珊瑚、船錨壓碎棲息地這類事件，在某些地區卻屢見不鮮，成為重大的問題。
 - a. 當大船、貨輪或巨型油輪擱淺在珊瑚礁上時，馬上會造成大規模的實質破壞。漏油或化學物質洩漏的可能性，使這類事故會對當地環境造成極大的殺傷力。
 - b. 休閒船隻或小型商務船隻的操作不當對珊瑚礁所造成長期傷害，往往有過而無不及。
 4. 為了製造建材和膠結材料而採集珊瑚，造成大規模的破壞。
 5. 為了取得紀念品而採集珊瑚，會嚴重改變珊瑚礁的外型。


D. 氣候變遷對珊瑚礁有哪些負面影響？

1. 全球暖化可能導致數個重大的改變：
 - a. 海水表面溫度升高。一旦超過臨界溫度，珊瑚蟲就會失去牠們的共生藻，因而變白，或白化。珊瑚白化現象在近 20 年來已經增多。
 - b. 天氣變得更極端且難以預測。可能造成廣泛的實質破壞。
 - c. 水平面升高會威脅到珊瑚礁和環狀珊瑚小島。
2. 臭氧層耗損會使更多有害的紫外線照射到地表，紫外線可能造成遺傳性損害。

面臨困境的珊瑚礁

氣候變遷對珊瑚礁有哪些負面影響？

- 全球暖化導致：
 - + 海水溫度升高
 - + 天氣極端且難以預測
 - + 海平面升高
- 臭氧層耗損會使更多有害的紫外線照射到地表，紫外線可能造成遺傳性損害



CRC-33

VIII. 保護活礁

A. 為什麼當地海岸區管理和永續的珊瑚礁發展如此重要？


1. 珊瑚礁並非單獨存在，不能視為海中分離的個體來管理。個體健康，整體才會健康。珊瑚礁管理必須將相關的流域和靠海的生物群落納入考量，例如海草床和紅樹林。

保護活礁

為什麼當地海岸區管理和永續的珊瑚礁發展如此重要？

個體健康，整體才會健康

- 珊瑚礁管理必須將相關的流域和靠海的生物群落納入考量





CRC-34

保護活礁

海岸區管理

成功要考量到：

- 當地人士的參與，且考量到當地文化、歷史用途以及政治現實面
- 長期和短期計畫

CRC-35


保護活礁

永續發展

為後代子孫保育資源的益處包括：

- + 製藥產品
- + 生態觀光
- + 改善廢棄物處理 - 低排放或無排放

設置珊瑚礁公園、保育區和保育地，保護多個生態系統




CRC-37

保護活礁

如何推廣珊瑚礁保育？

- 不要購買珊瑚製品
- 選擇注重環保的渡假村
 - 正確維護和操作船隻
 - 選擇使用繫泊浮標的潛水業者





CRC-37

保護活礁：

推廣珊瑚礁保育

- 廣泛選擇海產
- 不要購買熱帶硬木傢具或製品
- 繼續接受這方面的教育
- 自願協助保育組織

CRC-38

2. 多數珊瑚礁管理成功的案例，大多有當地利益關係人的參與，且考量到當地文化、歷史用途以及政治現實面。當地社區必須有保護珊瑚礁的長期和短期計畫。
3. 永續發展就是為我們的後代子孫保育珊瑚礁資源。永續且有益的用途包括：
 - a. 製藥產品。為了這個經濟的理由，要保護珊瑚礁的生物多樣性。
 - b. 生態觀光。有別於消耗性的用途（如漁撈），帶觀光客去參觀珊瑚礁屬於可重複的用途。
 - c. 改善廢棄物處理。使用具有成本效益的低排放或無排放污水處理系統，保護珊瑚礁區的水質。
4. 保育當地資源有一個好辦法，就是拓展珊瑚礁公園、保育區和保育地。此舉可保護多個生態系統和繁殖地。然而，在規劃和管理上要將當地群落納入考量，才會成功。

B. 如何推廣珊瑚礁保育？

1. 不要購買珊瑚製品或任何受到威脅或瀕臨絕種的海洋生物所製成的物品。
2. 旅遊時，選擇妥善處理污水和廢水的渡假村和旅遊業者。
3. 駕船出海時，要避開脆弱的生態系統，例如珊瑚礁或海草床，同時要維護設備以免漏油。
4. 儘可能選擇使用繫泊浮標或放流潛水法（而非使用船錨）的潛水或旅遊業者。
5. 廣泛選擇海產，避免選購使用毒藥、炸藥、非法設備等破壞性漁撈作業所捕捉或養殖的海產。（請見 AWARE 手冊－Seafood Watch Chart）
6. 不要購買砍伐自熱帶森林的熱帶硬木傢具或製品。砍伐森林會對珊瑚礁造成沈積損害。
7. 參加其他的 PADI 專長課程，繼續接受這方面的教育，例如 Project AWARE、水底自然觀察家、AWARE 一魚類辨識、頂尖中性浮力等專長課程。
8. 自願協助和回報所有珊瑚礁破壞的情況給負責監督珊瑚礁健康的潛水業者、科學家或保育團體。其中包括：

Reef Check Headquarters
Institute of the environment
1652 Hershey Hall, UCLA, Los Angeles, CA 90095-1496
Rcheck@ucla.edu <http://www.reefcheck.org>
+1310 794 4985 (電話) +1310 825 0758 (傳真)

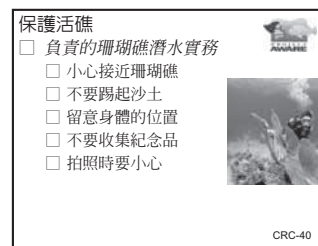
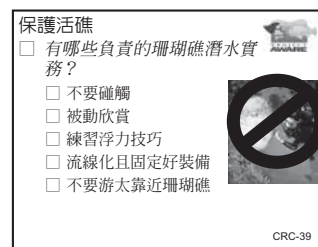
Reef Environment Education Foundation (REEF)
P.O. Box 246, Key Largo, FL 33037 USA
+1305 451 0312 (電話) +1305 451 0028 (傳真)
reefhq@reef.org

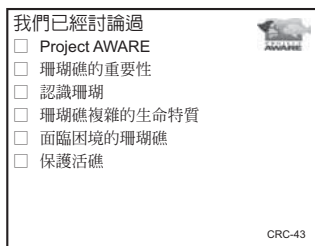
Reef Ecosystem Condition (RECON)
Center for Marine Conservation
1725 Desales Street, N.W., Suite 600
Washington, DC 20036
+1202 429 5609 (電話) +1202 872 0619 (傳真) recon@vacmc.org

ReefKeeper International
2809 Bird Avenue PMB 162, Miami, FL 33123
+1 305 358 4600 (電話) +1305 358 3030 (傳真)
reefkeeper@reefkeeper.org

C. 有哪些負責的珊瑚礁潛水做法？

1. 珊瑚的組織非常薄且脆弱，因此不要碰觸到珊瑚。此外，也要克制自己，不要碰觸其他海洋生物。有些潛水員選擇不戴手套潛水，這樣他們就不會想去碰觸珊瑚礁。
2. 採用被動欣賞的方式，定點漂浮在水中，等魚兒朝您游過來。
3. 要前往珊瑚礁附近潛水之前，先在游泳池或沙底練習浮力技巧。
4. 固定好自己的儀錶組和各項裝備，以免裝備意外碰觸到珊瑚礁。
5. 不要游在珊瑚礁區的正上方，盡量保持在珊瑚頭之間的沙道上，這樣比較不容易碰觸到珊瑚礁。
6. 和珊瑚礁至少保持一臂之距，除非您要仔細觀察某樣事物。
7. 踢水時，不要將水底沙土揚起，揚起的沙土落在珊瑚礁上面會扼殺珊瑚，並對其他珊瑚礁動物造成壓力。
8. 一定要留意自己身體的位置，尤其是蛙鞋，絕對不要踩在珊瑚上。
9. 在水底避免餵魚。這可能會讓魚類吃進不健康的食物，且妨礙牠們天然的行爲。





10. 不要收集紀念品，包括死貝殼和珊瑚石，因為珊瑚礁上的每樣事物都有其功能，取走任何一樣都會影響到那整個珊瑚礁生態系統。

11. 拍照留念，拍照時要和珊瑚礁保持安全距離。

【播放「保護活礁」影片－潛水員版或呼吸管潛水員版。】

IX. 結論

A. Project AWARE

1. 為什麼水肺潛水員和呼吸管潛水員是水生環境的親善大使？
2. Project AWARE（環保計畫）的目標和使命
3. PADI 和 Project AWARE 採取哪些行動來保護水生世界？
4. 什麼是 Project AWARE 基金會？

B. 珊瑚礁的重要性

1. 為什麼珊瑚礁的生態系統如此重要，牠們是如何維持生物多樣性？
2. 珊瑚礁對島嶼、海岸區和觀光業有哪些好處？
3. 珊瑚礁對人類有何助益？

C. 認識珊瑚

1. 什麼是珊瑚，為什麼珊瑚很難分類？
2. 何謂共生藻？它在珊瑚生理上扮演什麼角色？
3. 珊瑚礁是如何形成的？
4. 有哪些其他鈣化生物體有助於維持珊瑚礁的完整性？
5. 哪些因素限制珊瑚礁的分布，珊瑚礁在缺乏養分的水域中如何生存？

D. 珊瑚礁複雜的生命特質

1. 珊瑚如何繁殖和生長？
2. 何謂成帶？
3. 珊瑚彼此及珊瑚與其他珊瑚礁生物間，如何競爭生存空間？
4. 為什麼採食對珊瑚礁生態而言非常重要，如何根據珊瑚礁魚類的食物將牠們加以分類？
5. 有哪二個相關的生態系統對珊瑚礁的生態很重要？

E. 面臨困境的珊瑚礁

1. 全球珊瑚礁的現況和預計損失如何？
2. 哪些陸地活動對珊瑚礁不利？
3. 哪些海洋活動對珊瑚礁不利？
4. 氣候變遷對珊瑚礁有哪些負面影響？

F. 保護活礁

1. 為什麼當地海岸區管理和永續的珊瑚礁發展如此重要？
2. 如何推廣珊瑚礁保育？
3. 有哪些負責的珊瑚礁潛水做法？

知識複習

AWARE- 珊瑚礁保育

請回答以下問題。您的教練會和您一同檢討答案。

1. 為什麼水肺潛水員和呼吸管潛水員是水生環境的親善大使？
2. 珊瑚礁是重要的海洋生態系統，因為牠們：
 - a. 約有 25% 的海洋生物在此孕育。
 - b. 將近 33% 的已知魚類棲息在此。
 - c. 有助於維持生物多樣性。
 - d. 以上皆是。
3. 珊瑚礁有哪些好處？（複選）
 - a. 珊瑚礁的作用好比海岸屏障，可保護島嶼和沿岸地區。
 - b. 珊瑚礁吸引觀光客，刺激當地經濟發展。
 - c. 珊瑚礁中含有許多藥物活性化合物，包括抗癌物質、抗愛滋病物質和抗生素。
 - d. 珊瑚礁有助於大型船隻導航。
4. 珊瑚是_____，和名為共生藻的_____有共生關係。
5. 是非題。珊瑚礁的形成因地質因素而異，普遍的二種理論包括由於地質下沈所形成，以及由於海平面改變和侵蝕而形成。
6. 哪些因素限制珊瑚礁的分布？（複選）
 - a. 溫度
 - b. 深度
 - c. 降雨量
 - d. 水質
 - e. 波浪
 - f. 水底類型
7. 是非題。因為珊瑚礁生態系統的養分回收率極高，因此能產出遠高於該珊瑚礁聚落本身所需要的食物量。
8. 珊瑚彼此及珊瑚與其他珊瑚礁生物間，會不斷_____生存空間。

9. 為什麼採食對珊瑚礁而言非常重要？
- 採集會促進藻類新生，提高生產力
 - 抑制藻類生長
 - 使養分回歸該珊瑚礁族群中再生利用
 - 以上皆是
10. 是非題。目前全球珊瑚礁約有 50% 遭受不可逆的破壞。
11. 哪些活動對珊瑚礁不利？（複選）
- 炸魚
 - 森林砍伐和過度放牧
 - 廢水排放
 - 採集珊瑚
 - 紅樹林遭破壞
 - 停車場的油污逕流
 - 過度漁撈
12. 是非題。氣候改變導致海水表面溫度升高，使珊瑚蟲失去牠們的共生藻，因而變白，或白化。
13. 成功的珊瑚礁管理必須：（複選）
- 將每個珊瑚礁視為個別、獨立的生態系統。
 - 將相關的流域和靠海的生物群落納入考量
 - 當地人士參與
 - 考量到當地文化、歷史用途以及政治現實面
14. 如何推廣珊瑚礁保育？
- 不要購買珊瑚製品
 - 駕船出海時，要避開脆弱的生態系統，例如珊瑚礁或海草床，同時要維護設備以免漏油。
 - 選擇使用繫泊浮標或放流潛水法（而非使用船錨）的潛水或旅遊業者。
 - 廣泛選擇海產。
 - 繼續接受教育，自願協助保育機構監控珊瑚礁的健康狀況。
15. 在從事呼吸管潛水或水肺潛水時，不要_____珊瑚，且要隨時留意自己身體和珊瑚礁的相對位置。

知識複習－解答

AWARE－珊瑚礁保育

請回答以下問題。您的教練會和您一同檢討答案。

1. 爲什麼水肺潛水員和呼吸管潛水員是水生環境的親善大使？

經常戴上面鏡、在水底探險的人，一定會注意到水生環境的短期和長期變化，無論海水或淡水皆然。由於對水底世界非常熟悉，水肺潛水員和呼吸管潛水員自然成為水生環境的親善大使。
2. 珊瑚礁是重要的海洋生態系統，因為牠們：
 - a. 約有 25% 的海洋生物在此孕育。
 - b. 將近 33% 的已知魚類棲息在此。
 - c. 有助於維持生物多樣性。
 - d. 以上皆是。
3. 珊瑚礁有哪些好處？（複選）
 - a. 珊瑚礁的作用好比海岸屏障，可保護島嶼和沿岸地區
 - b. 珊瑚礁吸引觀光客，刺激當地經濟發展。
 - c. 珊瑚礁中含有許多藥物活性化合物，包括抗癌物質、抗愛滋病物質和抗生素。
 - d. 珊瑚礁有助於大型船隻導航。
4. 珊瑚是 動物 ，和名爲共生藻的 植物 有共生關係。
5. 是非題。珊瑚礁的形成因地質因素而異，普遍的二種理論包括由於地質下沈所形成，以及由於海平面改變和侵蝕而形成。

是。
6. 哪些因素限制珊瑚礁的分布？（複選）
 - a. 溫度
 - b. 深度
 - c. 降雨量
 - d. 水質
 - e. 波浪
 - f. 水底類型

7. 是非題。因為珊瑚礁生態系統的養分回收率極高，因此能產出遠高於該珊瑚礁聚落本身所需要的食物量。
- 錯 – 由珊瑚礁產生且可長期利用的生物量非常有限。
8. 珊瑚彼此及珊瑚與其他珊瑚礁生物間，會不斷 競爭 生存空間。
9. 為什麼採食對珊瑚礁而言非常重要？
- 採集會促進藻類新生，提高生產力
 - 抑制藻類生長
 - 使養分回歸該珊瑚礁族群中再生利用
 - 以上皆是
10. 是非題。目前全球珊瑚礁約有 50% 遭受不可逆的破壞
- 錯 – 大約是 25%
11. 哪些活動對珊瑚礁不利？（複選）
- 炸魚
 - 森林砍伐和過度放牧
 - 廢水排放
 - 採集珊瑚
 - 紅樹林遭破壞
 - 停車場的油污逕流
 - 過度漁撈
12. 是非題。氣候改變導致海水表面溫度升高，使珊瑚蟲失去牠們的共生藻，因而變白，或白化。
- 是。
13. 成功的珊瑚礁管理必須：（複選）
- 將每個珊瑚礁視為個別、獨立的生態系統。
 - 將相關的流域和靠海的生物群落納入考量
 - 當地人士參與
 - 考量到當地文化、歷史用途以及政治現實面

14. 如何推廣珊瑚礁保育？
 - a. 不要購買珊瑚製品
 - b. 駕船出海時，要避開脆弱的生態系統，例如珊瑚礁或海草床，同時要維護設備以免漏油。
 - c. 選擇使用繫泊浮標或放流潛水法（而非使用船錨）的潛水或旅遊業者。
 - d. 廣泛選擇海產。
 - e. 繼續接受教育，自願協助保育機構監控珊瑚礁的健康狀況。

15. 在從事呼吸管潛水或水肺潛水時，不要碰觸到珊瑚，且要隨時留意自己身體和珊瑚礁的相對位置。