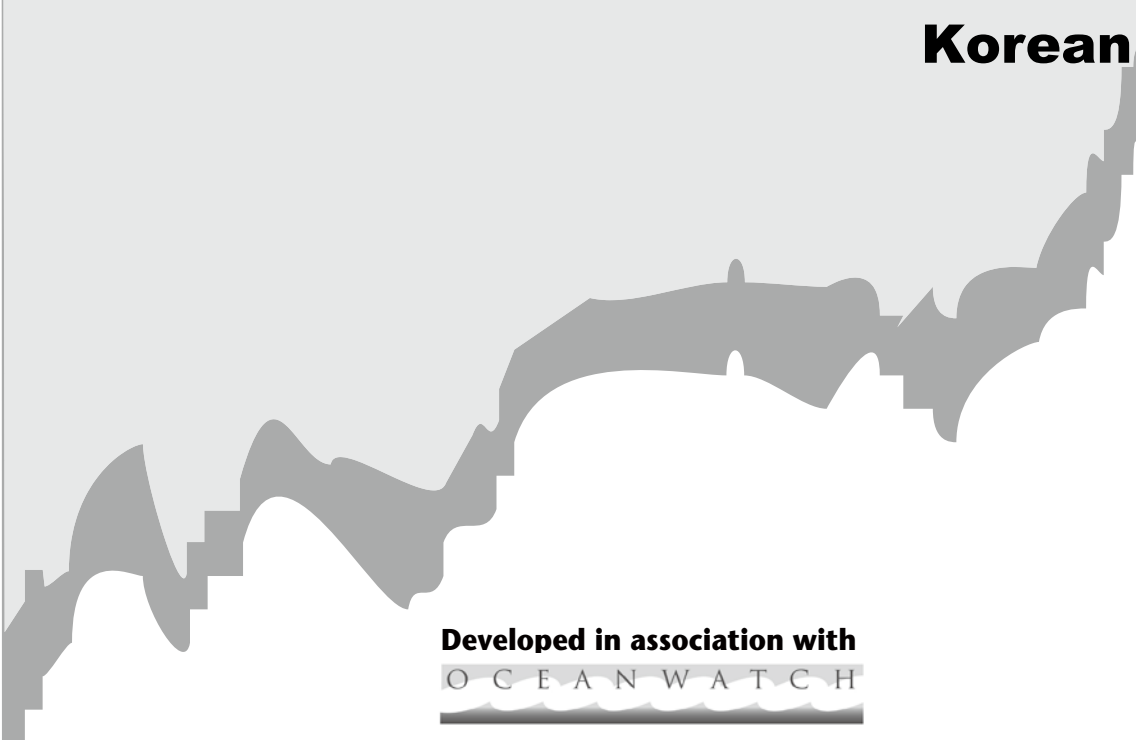


A.W.A.R.E. Coral Reef Conservation Specialty Course Instructor Outline

**Korean Version
한국어**



PADI
padi.com


Developed in association with
OCEANWATCH

PADI®
AWARE – Coral Reef Conservation Specialty Program Instructor Outline
© PADI 2001-2005
PADI의 허가 없이 무단복제를 금지함.

PADI에 의해 제작/발행
30151 Tomas St.
Rancho Santa Margarita, CA 92688-7006 USA

번역; 장세명
감수; Young Hee Haniss (PADI Asia Pacific)

인쇄 Taiwan
Product No.70242 K (Rev. 5 / 05) Version 1.02
Printed 01 / 07



살아있는 산호초 보호 캠페인과 기타 환경 보호 운동에 대한 정보를 알아보려면 [www. projectaware.org](http://www.projectaware.org) 를 방문하여 주십시오.

소개

산호초 보호 프로그램

AWARE-산호초 보호 스페셜티 프로그램은 PADI 강사와 보조 강사들이 다이버와 일반인들에게 곤경에 처한 전세계 산호초에 대한 지식을 알려 주는 프로그램이다. 본 프로그램에서는 산호초의 기능과 중요성에 대하여 설명을 하고 있다. 또한 산호초가 심각한 위험에 처한 원인을 짚어보고 더 이상의 쇠퇴를 막을 수 있는 사람이 누구인지를 설명하고 있다.

강습생들은 먼저 *A.W.A.R.E. – Our World, Our Water* (해당 언어로 번역이 되어있는 경우) 교재의 제 4 단원을 읽어봄으로써 본 강습을 시작하게 된다. 또한 강습생들은 *살아있는 산호초의 보호 (Protect the Living Reef)*란 제목의 비디오 (다이버 혹은 스노클러 버전)를 시청하게 된다 - 혼자서 혹은 강사와 함께. 이어서 강습은 화려한 컬러 사진으로 가득 찬 레슨 가이드를 가지고 강사 주도의 지식 개발 수업으로 이어진다. 그런 다음 본 프로그램의 지식 복습을 풀어보고 검토를 하고 나면 강습생들은 AWARE-산호초 보호 스페셜티 자격을 획득하게 될 것이다.

아래의 글을 먼저 읽어 보시오.

코스의 기준과 개요

A.W.A.R.E.- 산호초 보호 스페셜티 코스는 дай버와 스노클러 및 일반인들에게 해양 환경에서의 산호초의 필수적인 역할과 이러한 에코시스템(ecosystem)이 현재 어떠한 원인으로 위협을 받고 있는지에 대하여 가르치는 것이다. 본 코스는 강습생들이 지구상에 있는 산호초의 현재 상태를 잘 알 수 있도록 해주고, 더 이상의 파괴를 막을 수 있는 방법에 대하여 설명을 해줄 것이다.

본 프로그램은 실내에서 프레젠테이션만으로 진행되는 비(非) 다이빙 코스이다. 강사들은 이 프로그램만 단독으로 진행할 수도 있지만, 다른 PADI 프로그램과 연결하여 개최할 것을 권장하는 바이다.

강습생들은 먼저 A.W.A.R.E. – 우리들의 지구, 우리들의 물 (Our World, Our Water) (해당 언어로 번역이 되어있는 경우) 교재의 제 4 단원을 읽어봄으로써 본 강습을 시작하게 된다. 또한 강습생들은 살아있는 산호초의 보호 (Protect the Living Reef) 란 제목의 비디오(다이버 혹은 스노클러 버전)를 시청하게 된다 - 혼자서 혹은 강사와 함께. 이어서 강사는 화려한 컬러 사진으로 가득 찬 레슨 가이드를 가지고 본 코스의 내용을 설명해준다. 그런 다음 본 프로그램의 지식 복습을 풀어보고 검토를 하고 나면 강습생들은 AWARE-산호초 보호 스페셜티 자격을 획득하게 되는 것이다.

사전 자격 조건

본 A.W.A.R.E. – 산호초 보호 스페셜티 코스에 등록은 수중 세계에 대한 관심을 있는 사람이라면 누구나 할 수 있으며, 연령의 제한이나 다이빙 경력도 모두 필요 없다.

강사의 감독

본 A.W.A.R.E. – 산호초 보호 스페셜티 코스는 티칭 스테이터스에 있는 모든 PADI 보조강사 (유자격/1995년 커리큘럼으로 업그레이드 받은 경우)와 PADI 강사가 지도할 수 있다. 본 코스를 수행하려면 강사는 반드시 표준 A.W.A.R.E. – 산호초 보호 스페셜티 코스 강사 아웃라인을 사용해야만 한다.

강습생의 최대 인원은 강사의 재량과 교실의 크기에 의해서만 제한을 받을 뿐이다.

트레이닝 때의 고려 사항

본 코스를 수료하기 위한 트레이닝 다이빙이나 기술적인 요구 조건이 필요하지는 않지만, 픽퍼포먼스 보양시, AWARE-어류 식별, 수중 내추럴리스트, 수중 포토그래퍼와 같은 다른 PADI 스페셜티 코스나 디스커버 스노클링 및 스킨 다이빙 코스와 같은 프로그램과 연결하여 지도할 것을 적극적으로 권장하고 있다.

이러한 프로그램들은 환경 친화적인 다이빙이나 스노클링 테크닉에 필요한 기술을 연습하고 실제로 적용할 수 있게 만들어 준다.

코스의 개요

본 코스는 산호초의 분포, 다양성, 구성 및 생태학에 대한 내용을 다루고 있다. 또한 본 코스는 산호초를 위협하는 요소들을 알아보고, 생명을 가진 자원을 보호하기 위한 보존 방법에 대하여 토론을 하게 될 것이다. 본 **A.W.A.R.E. – 산호초 보호 스페셜티 코스**를 지도하기 위해서는 아래의 내용이 포함된다:

1. 프로젝트 **A.W.A.R.E.**에 대한 소개
2. 해양 에코시스템과 연안 수역에 대한 산호초의 중요성
3. 산호초와 산호초 서식 생물학, 협동과 경쟁
4. 전세계 산호초의 상황과 산호초를 위협하는 육상 및 해상의 유해 활동
5. 책임감 있는 다이빙 및 스노클링 수칙을 포함하여 산호초를 보호하는데 도움이 되는 행위에 필요한 제안이나 지식

자격 인증 절차

강습생들은 **A.W.A.R.E. – 산호초 보호 스페셜티** 자격증이나 **Project AWARE** 자격 인증서 중 한 가지를 받거나 두 가지 모두를 받을 수도 있다.

PADI로부터 자격증을 받기 위해서는 자격을 부여하는 강사가 **PIC** 봉투를 작성하고 서명을 한 다음 해당 **PADI** 사무실에 제출하면 된다. 강사는 강습생들에게 **Project AWARE** 재단에 기부금을 내고 (통상적인 자격증 카드 대신에) 컬러풀한 **Project AWARE** 카드를 받아보도록 권장하기 바란다.

Project AWARE 자격 인증서를 발행하려면 강사는 인증서에 서명을 하고 강습생의 성명과 강습 수수료 날짜 등 적절한 해당 정보를 기입하여야 한다.

필수 규범

사전 자격 조건: 없음
최소 연령: 없음
최소 권장 수업 시간: 2 시간
강습생 대 강사 비율: 적용대상이 아님
최소 개방 수역 훈련: 불필요
최저 등급 강사: 티칭 스테이터스 **PADI** 보조 강사*

주의

* 모든 **PADI** 보조 강사나 그 이상 등급의 강사는 **AWARE-산호초 보호 스페셜티** 강사 자격을 증명하기 위한 서류 제출이나 자격을 얻지 않고서도 **A.W.A.R.E. – 산호초 보호 스페셜티** 코스를 지도할 수 있다.

연결 프로그램

거의 대부분의 다이버나 스노클러 혹은 자연 보호주의자들은 산호초를 방문해봤거나 방문할 계획을 가지고 있을 것이다. A.W.A.R.E. – 산호초 보호 스페셜티 코스는 산호초를 방문할 때 이루어지는 상호 작용을 위한 지식 기반을 제공한다. 기타 PADI 프로그램들은 환경 친화적인 다이빙이나 스노클링 테크닉에 필요한 기술을 연습하고 실제로 적용할 수 있게 만들어 준다

● 픽 퍼포먼스 보양시 (Peak Performance Buoyancy) 스페셜티 다이버 코스

유자격 다이버 - 강습생들에게 픽 퍼포먼스 보양시 비디오를 시청하고 관련 소책자를 읽어 보도록 시킨다. 픽 퍼포먼스 보양시 지식 복습 문제를 풀어본 것을 복습하는 것과 AWARE - 산호초 보호 지식 개발 수업을 병행한다. 픽 퍼포먼스 보양시 스페셜티 다이빙을 실시하는 중에 장비를 유선형으로 유지시키는 것과 산호초와 같은 연약한 주위 환경에 부딪히지 않도록 자세에 신경을 기울이도록 강조를 한다. 이렇게 하면 다이버가 AWARE - 산호초 보호 스페셜티와 픽 퍼포먼스 보양시 스페셜티 등 두 가지 자격을 받는 동안 다이버가 지식과 기술들을 적용해 볼 수 있을 것이다.

● 픽 퍼포먼스 보양시 클리닉

유자격 다이버들에게 개방 수역 다이빙을 완료하라고 하는 것은 실용적이지 못하다. 강습생들로 하여금 픽 퍼포먼스 보양시 비디오를 시청하도록 하라. AWARE - 산호초 보호 스페셜티 지식 개발 수업을 마친 다음 제한 수역 다이빙의 스케줄을 계획한다. 픽 퍼포먼스 보양시 스페셜티 아웃 라인을 사용하여 - 제 1 다이빙을 부력 조절 클리닉을 진행하면서 부력 조절의 지침을 가르쳐 준다. 장비의 유선형 유지와 산호초와 같은 주위의 섬세한 환경에 대한 자세 잡기를 강조한다. 다이버는 AWARE-산호초 보호 스페셜티 자격에 덧붙여 프로젝트 AWARE 자격과 함께 부력 조절 클리닉을 수료했음에 대한 인증서를 받을 수 있다.

● AWARE-어류 식별, 수중 내추럴리스트 혹은 수중 포토그래퍼 스페셜티 코스

유자격 다이버에게는 특히 다이빙을 산호초 지역에서 수행할 경우, AWARE - 산호초 보호 지식 개발 수업을 위의 스페셜티 코스들에 통합시키도록 한다. 스페셜티 다이빙을 수행하는 중에 적절한 부력과 유선형의 장비, 산호초와 같은 주위의 연약한 환경에 대한 자세 등을 강조한다. 이렇게 함으로써 다이버들이 두 가지 스페셜티 자격을 동시에 획득하는 과정에서 지식과 기술을 적용할 수 있도록 해줄 것이다.

● PADI 스킨 다이버 코스와 디스커버 스노클링

다이빙이 산호초 지역에서 시행될 경우 스킨 다이버와 스노클러들을 위하여 - 적절하게 위의 프로그램에 AWARE - 산호초 보호 지식 개발 수업을 연계하도록 한다. 살아있는 산호초를 보호 (*Protect the Living Reef*) 비디오 (스노클러 버전)에 나와있는 기술과 제안을 강조한다. 스킨 다이버 강습생들은 PADI 스킨 다이버 자격과 AWARE - 산호초 보호 스페셜티 자격을 동시에 받을 수도 있다. 산호초 투어를 마친 디스커버 스노클링 참가자들은 AWARE - 산호초 보호 스페셜티 자격과 함께 프로젝트 AWARE 자격 인증서를 받을 수 있다.

● PADI 썰팀 - 아쿠아 미션: 이너 스페이스 (Inner Space)

PADI 썰팀 회원인 경우 - 아쿠아 미션: 이너 스페이스를 강화하기 위하여 다이빙하기전 수업을 연장하여 AWARE - 산호초 보호 지식 개발 수업을 포함 시킨다. 아쿠아 미션을 진행하는 동안 수중 세계와의 조심스럽게 상호 작용을 하는 것이 그들이 반드시 산호초와 상호 작용을 해야 하는 방법이란 것을 강조하라. 이렇게 함으로써 PADI 썰팀 회원들이 AWARE-산호초 보호 스페셜티 자격과 아쿠아 미션:이너 스페이스 데칼을 획득하는 동안에 그들의 지식과 기술을 적용해볼 수 있다.

● 프로젝트 AWARE 스페셜티 프로그램

모든 환경 보호주의자들에게는 산호초에 대하여 수업을 할 때 프로젝트 AWARE 스페셜티 프로그램에 AWARE - 산호초 보호 지식 개발 수업 시간을 포함시키도록 한다. 참가자들에게 정화 작업이나 기타 환경 보호 이벤트에 참가하고, 환경 보호 단체에 가입하여 그들의 지식을 적용해볼 것을 권장하라. 이렇게 하면 경각심을 높이고 2 가지 비(非) 다이빙 스페셜티 자격을 획득할 수 있다.

규범

참가자 사전 자격 조건

수중 세계에 흥미만 있으면 됨. 연령 제한이나 사전 경험은 필요하지 않음.

강사의 자격

티칭 스테이터스의 PADI 강사나 PADI 보조 강사

교재

강사 – 필수

AWARE - 산호초 보호 스페셜티 프로그램 강사 아웃 라인.

레슨 가이드, 살아있는 산호초를 보호하자 (*Protect the Living Reef*)

비디오- 다이버 버전과 스노클러 버전

강습생

AWARE-Our World, Our water 매뉴얼, AWARE-산호초 보호

지식 복습과 PIC 봉투

주의

만약 참가자가 이해할 수 있는 언어로 된 교재가 없을 때는 강사가 반드시 강사 아웃라인을 사용하여 필요한 지식을 강의해 주어야 한다.

추가 교재

프로젝트 AWARE 인증서, 프로젝트 AWARE 데칼, 살아있는 산호초를 보호하자 (*Protect the Living Reef*) 브로셔, 살아있는 산호초를 보호하자 (*Protect the Living Reef*) 데칼, 살아있는 산호초를 보호하자 (*Protect the Living Reef*) 포스터, 다이버가 수중 환경을 보호하는데 도움이 되는 열 가지 방법 브로셔, 프로젝트 AWARE 재단 후원회 브로셔, 프로젝트 AWARE 미션과 목적 홍보물, 수중 세계의 발견 (*Discover the Underwater World*) -스노클러를 위한 필드 가이드, 픽 퍼포먼스 보양시 비디오와 소책자, 레크리에이션 다이빙 백과 사전 및 무어링 부이 계획 가이드

개요

일반적으로 **AWARE** - 산호초 보호 스페셜티 코스는 아래와 같이 진행된다:

- 강습생들에게 **A.W.A.R.E. - Our World, Our Water** 교재의 제 4 단원을 읽어 보게 한다.
- 강습생들이 혼자서 혹은 강사와 함께 *살아있는 산호초를 보호하자 (Protect the Living Reef)* 비디오 - 다이버 버전과/혹은 스노클러 버전 (관심도에 따라서)을 시청한다.
- 강습생들에게 **AWARE** - 산호초 보호 스페셜티 지식 복습 문제를 나누어 주고 강사가 설명을 하는 동안 강습생들은 문제의 해답을 찾아 보게 한다.
- 강습생들에게 산호초의 생태학과 위협 그리고 보존 방법에 대한 교육을 위하여 **AWARE** - 산호초 보호 레슨 가이드와 프레젠테이션 노트를 사용한다. 강습생들이 토론에 참여하도록 한다.
- 지식 복습 문제를 검토함으로써 결론을 내린다. 이해를 필요로 하는 부분은 확실하게 설명을 해준다.
- 스페셜티 자격이나 필요에 따라 프로젝트 **AWARE** 인증서를 발급하기 위하여 **PIC** 봉투 작성을 완료함으로써 강습생들의 수료를 인정해준다.
- 만약 이 코스가 다른 **PADI** 다이빙 혹은 스노클링 프로그램과 통합되어 있다면 강습생들에게 산호초 보존을 위한 지식과 기술이 어떻게 적용될 것인지 설명을 해준다. (각각의 옵션이나 제의를 위해서는 프로그램 링크를 참고할 것.)
- 강습생들에게 해당 지역의 환경 보호 운동에 참여하고 수중 환경에 대하여 더 많이 배울 것을 권장한다.

지식 개발

지식 개발 수업을 진행하는 동안 수업 내용을 커버하기 위하여 당신은 AWARE - 산호초 보호 레슨 가이드와 함께 본 프레젠테이션 노트를 사용하게 될 것이다. 본 코스는 개요 슬라이드에 나와있는 것 처럼 6 개의 주제로 구성되어 있다. 각각의 주제에는 아웃라인 부분에 질문 형식의 굵은 글자체로 된 몇 개의 학습 목표가 있다. 요약 부분에는 코스에 나오는 모든 학습 목표의 리스트가 수록되어 있다.

당신이 발표하는 내용을 찾아가는데 도움이 되도록 관련 정보 다음에 레슨 가이드를 작게 복사하여 실어 놓았다. 이러한 아웃라인은 강사가 강습생들에게 프레젠테이션을 하는데 곧바로 사용할 수도 있지만, 강습생들의 요구와 지역의 사정에 맞도록 적절하게 변경할 수도 있다.

프레젠테이션 노트

I. AWARE-산호초 보호 코스에 참가하신 것을 환영합니다

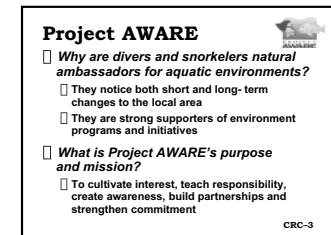
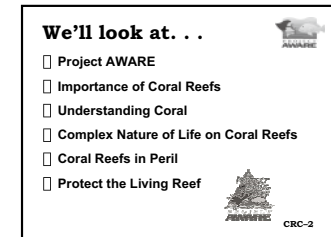
- A. [소개]
- B. [등록 – 코스 스케줄 검토, 코스에 필요 사항들, 강습비, 교재, 장비와 서류 작성 등]

II. 개요

- A. 프로젝트 AWARE
- B. 산호초의 중요성
- C. 산호에 대한 이해
- D. 산호초에 서식하는 생명체의 복합적 특성
- E. 위험에 처한 산호초
- F. 살아있는 산호초의 보호

III. 프로젝트 AWARE

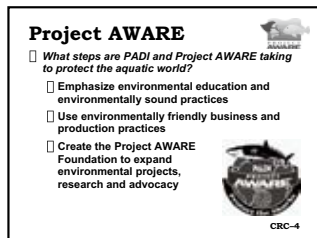
- A. 다이버와 스노클러들이 수중 환경에 대하여 자연스럽게 대사 (大使) 역할을 하게 되는 이유는?
 - 1. 정기적으로 마스크를 착용하고 물 속을 돌아다니는 사람들은 어쩔 수 없이 해양이나 민물에 있는 수중 왕국의 장기적, 단기적인 변화를 알아 볼 수 있다
 - 2. 수중 세계에 아주 친근해짐으로써 다이버나 스노클러들은 수중 환경에 대하여 자연스럽게 대사 역할을 하게 된다. 오늘날 이런 사람들이 아래와 같은 프로그램이나 활동 중 일부의 가장 강력한 서포터가 되고 있다:



- a. 수중 혹은 해변 정화 운동
 - b. 해양 공원과 보호 지역
 - c. 수산업과 위험에 처한 서식지/종(種) 보호를 위한 법률 제정 활동
3. 수중 환경 보호자와 지지자들의 특별한 잠재적 가능성을 고려하여 1989년 PADI가 프로젝트 A.W.A.R.E.(Aquatic World Awareness and Responsibility and Education)를 소개하였다.

B. 프로젝트 AWARE의 목적과 임무는 무엇인가?

1. 프로그램에서 수중 환경과 자원의 보존에 대한 다이빙계의 관심을 함양시키고 솔선수범한다.
2. 일반 대중들에게 수중 환경 보호의 중요성관 인류의 책임에 대하여 교육 시킨다.
3. 교육 재료를 개발, 전파시키고, 일반인들의 경각심을 일깨우며, 산업체의 환경 운동을 권장하고 조직화하며, 뜻있는 환경 운동에 대하여 직접적인 재정 지원을 하며, 혁신적인 사업을 개발하고, 수중 환경을 보존하기 위한 공동 목표와 참여를 강화하기 위하여 다른 단체와 연합하고 제휴를 맺는다.



C. 수중 세계를 보호하기 위하여 PADI와 프로젝트 AWARE가 취하는 절차는 무엇인가?

1. 환경 보호에 관한 PADI 훈련 프로그램에서 더 많이 강조를 한다 - 본 프로그램을 포함하여
2. 환경 친화적인 생산 규정과 작업을 확립하기 위한 공동 서약
3. 수중 환경 프로젝트, 연구 및 지지를 확대하기 위하여 프로젝트 AWARE 재단의 창립.
4. 다이빙 절차, 다이빙 오퍼레이션 및 다이빙 스킬 (특히 부력 조절)에 대하여 환경 친화적인 접근 방식을 강조한다.

D. 프로젝트 AWARE 재단은 무엇인가?

1. 프로젝트 AWARE란 수중 생태학과 교육을 권장하고, 지원하기 위하여 501 (c)(301)에 의거한 비영리, 공익 단체이다. 이 재단은 파괴되기 쉬운 특성을 가진 수중 세계에 대한 인류의 경각심과 이해심을 증대 시키는데 필요한 소중한 프로젝트를 위하여 기금조성과 지원을 하며, 이러한 목적에 맞는 연구와 교육도 지원을 한다.
2. 신설된 프로젝트 AWARE 후원 프로그램을 통하여 당신은 수중 세계의 웰빙에 기여를 할 수 있으며, 당신이 거주하는 지역의 수중 환경을 위한 활동가가 되기 위한 길을 설명한 정보를 받아볼 수 있다.
 - a. 프로젝트 AWARE 후원자는 기금조성 프로젝트와 수중 환경을 보호하기 위한 활동에 도움을 준다.



- b. 모든 후원자들은 재단의 스폰서를 받고 있는 지역적, 국가적 및 국제적인 활동, 현재 진행중인 법률 제정, 최근의 프로젝트와 이벤트에 관한 정보가 실린 뉴스레터 계간지를 받아볼 수 있다. 이와 함께 후원자들은 그들의 기여도에 따라서 특별한 혜택을 받을 수 있다.
3. 프로젝트 **AWARE**를 통하여 전세계적으로 매년 백만 명의 사람들이 **PADI** 전문가들과의 상호 활동을 통하여 환경에 관한 경각심을 느끼기 시작한다. 최신의 정보를 찾아보려면 프로젝트 **AWARE** 재단 홈페이지인 www.projectaware.org를 방문하기 바란다.

IV. 산호초의 중요성

A. 산호초의 에코시스템이 중요한 이유는 무엇이며, 그들은 어떤 방법을 통하여 생물학적 다양성을 유지시키는가?


1. 산호초는 지구 해저의 1% 미만을 차지하는 약 600,000 평방 킬로미터/230,000 평방 마일을 덮고 있다 (캐나다의 브리티시 콜롬비아 주나 남미의 베네주엘라 국토의 크기). 하지만 이들은 아래의 이유 때문에 매우 중요하다:
 - a. 해양 생물 종의 25%의 양육 시설.
 - b. 알려진 모든 어류의 33%의 서식지.
2. 대서양에는 전세계 산호초의 15%가 있으며, 70종의 산호와 500종의 어류가 서식하고 있다.
3. Indo-Pacific (인도양과 태평양을 포함)에는 전세계 산호초의 85%가 있으며 700종의 산호와 5,000종의 어류가 서식하고 있다.
 - a. 이미 알려진 107 종류의 산호초 중 대서양과 태평양은 단지 8 종만 공통적으로 살고 있다.
4. 과학자들은 약 80,000종의 산호초를 확인하였으나 일부 사람들은 일백만 종정도 될 것이라고 믿고 있다.
5. 이렇게 생명체가 풍부하다는 것은 산호초가 생물학적인 다양성을 유지하는데 도움이 된다는 것을 의미한다 - 기능적인 부분으로서의 지구의 재산 목록이다.
 - a. 해양 생물의 다양성에서 그 숫자가 많음은 풍족함을 확보하므로 중요하다. 만약 한 종이 사라지면 다른 종이 필수적인 역할을 대신할 수 있다. 이러한 풍족함은 환경 상황이 변화하더라도 에코시스템을 유지시켜준다.
 - b. 산호초의 다양성은 리벳으로 비행기를 조립한 것과 같다.
 - 지구상의 각 종(種)은 각각의 리벳과 같다.
 - 한 종이 멸종되면 하나의 리벳이 프레임으로부터 빠져 나온 것과 같다.
 - 리벳이 많이 빠져 나오면 비행기 (지구의 생태계)는 추락하게 될 것이다.

Importance of Coral Reefs

Why are coral reef ecosystems important and how do they maintain biological diversity?

Coral reefs are:

- Less than 1% of the sea bottom
- Nursery grounds to 25% of marine species
- Home to nearly 33% of all fish species



CRC-6

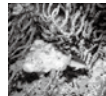
Importance of Coral Reefs

Important ecosystems...

Atlantic – contains about 15% of world's reefs with 70 coral species and 500 fish species

Indo-Pacific – contains about 85% of reefs with 700 coral species and 4000 fish species

80,000 species identified on reefs, but may contain more than a million



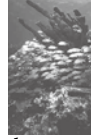
CRC-7

Importance of Coral Reefs

How do reefs maintain biological diversity?

- Greater numbers ensure redundancy
- Allows ecosystem to adapt to change

Species are like rivets holding an airplane together – lose enough and it comes crashing down




CRC-8

- 이러한 유추는 우리가 실제 비행기에 있는 모든 리벳의 기능을 다 고려하지 못했다는 것이지만, 실제 지구 생태계에서는 모든 종을 확인할 수 없을 뿐만 아니라 확인된 모든 종조차도 그 역할을 완전히 이해하지 못하고 있다.

Importance of Coral Reefs

□ What benefits do coral reefs provide to islands, coastal areas and tourism?

- Act as barriers for 1/6 of world's coastlines
- Absorb wave energy to protect low lying islands
- Each square metre/yard guards \$47,000 (US) in property value




CRC-9

Importance of Coral Reefs

□ Benefits to tourism...

- World's largest industry - sustains 10% of all jobs
- Potential tourism revenue about 25 times larger than marine fisheries
- When managed, tourism is sustainable versus practices like dynamite fishing that yield one-time profits

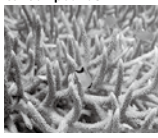


CRC-10

Importance of Coral Reefs

□ How do corals benefit humanity?

- Produce biomedical compounds
- Used for bone replacement
- More to be discovered



CRC-11

B. 산호초가 섬이나 연안 지역 및 여행 산업에 베푸는 혜택은 무엇인가?

1. 산호초는 섬이나 연안 지역을 폭풍, 파도에 의한 파괴 및 침식 작용으로부터 보호하는 방책 역할을 한다.
 - a. 전 세계 연안선의 6분의 1이 산호초로부터 보호를 받는다.
 - b. 카리브 해의 저지대 섬들은 밀려오는 파도의 에너지를 흡수하는 산호초에 의하여 존재하고 있다.
 - c. 연구에 의하면 1평방 미터/평방 야드의 산호초는 미화 47,000불 정도의 재산적 가치를 보호하고 있다.
2. 산호초는 지역 경제를 활성화 시키는 관광객들을 끌어들이는다.
 - a. 여행 산업은 전세계에서 제일 큰 산업이며 전체 직업의 10%를 차지한다.
 - b. 여행 산업의 경제적 잠재력은 어업분야에 어두운 그림자를 드리운다. 전세계 여행 산업의 일년간 세금은 전세계 해양 어업 세금의 25배에 달한다.
 - c. 일부 지역에서는 1 평방 킬로미터의 산호초가 일년에 거의 3백만불의 세금을 벌어들인다. 이와 반대로 같은 지역에서의 파괴적인 다이내마이트에 의한 어업은 단 한번 15,000불의 소득만을 벌어들일 뿐이다.
 - d. 산호초를 이용한 여행 사업은 그 지역에 혜택을 주지만, 산호초의 건강을 유지하기 위하여 반드시 잘 계획되고 관리된 상태에서 진행되어야만 한다 (좀더 자세한 것은 뒤에 나옴).

C. 산호초가 인류에게 베푸는 혜택은 무엇인가?

1. 약리학자들은 산호초에 항암제, 항 HIV제 및 항생제의 원료가 되는 생물학적 물질들을 많이 포함하고 있음을 밝혀 냈다.
2. 산호는 실험실에서 인간 뼈를 치유하고 대체하는데 사용되고 있다.
3. Finger Coral (Porities)와 Kidney Coral (Goniopora)와 같은 일부 산호들은 인체의 뼈와 같이 다공성 (多孔性) 구조로 되어있어서 산호 안으로 혈관과 신경이 자라 들어갈 수 있다.
4. 산호는 아직 발견되진 않은 유용한 물질들을 가지고 있을 수도 있다. 인류는 오로지 건강한 산호초가 존재해야 만이 이러한 혜택을 수확할 수 있을 것이다.

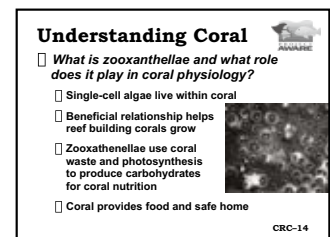
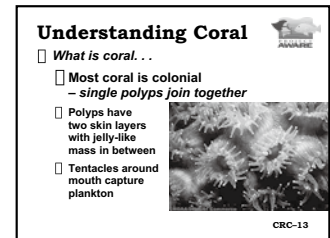
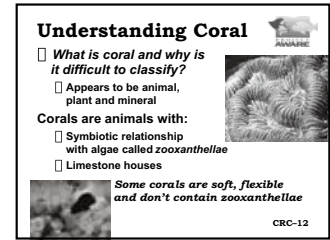
V. 산호에 대한 이해


A. 산호는 무엇이며 이들을 분류하기 왜 어려운가?

1. 산호는 독특하게 동물과 식물 및 광물질이 혼합된 상태로 나타나므로 과학자들이 산호를 분류하는데 어려움을 겪어왔다. 과거에는 산호를 lithophytes (광물성 식물)나 zoophytes (동물성 식물)로 분류하였다.
2. 산호는 동물 (Cnidarians)이며 해파리나 말미잘과 관련이 있다.
 - a. 이들은 뇌나 눈, 특정한 내장 및 항문이 없는 단순한 구조의 동물이다.
 - b. 이들의 식물적 특성은 그들의 조직 내에 깊숙한 곳에 서식하는 단세포 조류 (藻類, alga-zooxanthellae) 때문에 나타나는데 있다. Zooxanthellae는 산호초의 성공에 아주 중요한 역할을 한다 (이것에 관해서는 뒤에 나옴).
 - c. 광물성 특성은 산호초에 서식하는 식물과 협동으로 해수에 풍부히 있는 칼슘과 탄산으로부터 만든 석회석 (탄산칼슘) 때문에 나타나는 것이다.
3. 염두에 둘 것은 산호라고 모두 경산호가 아니며, 모든 산호가 zooxanthellae를 가지고 있는 것도 아니란 사실이다. 연산호는 gorgonin이란 유연한 단백질을 만든다.
4. 비록 일부 산호는 한 개체의 동물 혹은 폴립이지만 대부분은 개별 산호가 corallite라고 불리는 작은 컵을 형성하고 있는 군집체이다.
 - a. 각각의 corallite는 기저부부터 시작하는 날카로운 칼날 모양의 구조나 격막을 연속적으로 가지고 있다.
 - b. 격막의 모양으로 산호를 분류한다.
 - c. 각각의 폴립은 두 개의 피부로 구성되어 있으며 그 사이에는 젤리 같은 물질이 채워져 있다.
 - d. 결합막 (coenosarc)는 폴립을 연결시키며, 폴립 간에 영양분과 신경 자극을 전달한다.
 - e. 입 주위의 여러 촉수들은 자세포 (刺細胞)를 가지고 있어서 이것으로 플랑크톤을 포획할 수 있다. 또한 산호는 해수로부터 직접 영양분을 흡수할 수도 있다. 그러나 좀더 균형 잡힌 영양을 섭취하려면 단백질원이 되는 플랑크톤을 잡아 먹어야 한다.

B. Zooxanthellae란 무엇이며 이것이 산호의 생리학적 측면에서 하는 역할은 무엇인가?

1. Zooxanthellae란 일부 산호의 조직 깊숙이 살고 있는 단세포 조류이다. 상호간에 이익을 주는 이런 관계로 인하여 산호가 커다란 산호초로 자랄 수 있다. Zooxanthellae를 가지고 있지 않은 산호는 커다란 산호초를 형성할 수 없다.




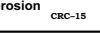
Understanding Coral 

□ How do coral reefs form?

□ Reefs are the oldest, most productive, diverse ecosystems in the sea
* Modern reefs less than 18,000 years old

Two popular formation theories:

□ Geological subsidence – fringing reefs lead to barrier reefs which lead to atolls 


□ Changing sea level and erosion 

CRC-15

2. Zooxanthellae를 가지고 있는 산호는 이것이 그들이 주된 식량원이 된다.
 - a. Zooxanthellae는 폴립에서 배출하는 탄산가스와 같은 노폐물을 광합성을 사용하여 탄수화물을 생산한다.
 - b. Zooxanthellae는 일부 산호종이 필요로 하는 영양분의 90%를 공급할 수 있다.
 - c. 이렇게 함으로써 Zooxanthellae는 자신들의 성장에 필요한 식량과 안전한 서식처를 제공받는 혜택을 누린다.


C. 산호초는 어떻게 형성되는가?

1. 산호초는 바다에서 가장 오래되고 가장 생산적이며 다양한 에코시스템이다. 현재에 존재하고 있는 모든 산호초는 약 18,000년 전 빙하시대에 생성된 것들이다.
2. 산호초 형성을 완전하게 설명할 수 있는 단일 이론은 없다. 산호초는 지질 구조학적 힘과 빙하기의 기간, 기후와 대양지질학적 요소와 같은 지역적인 요소에 의하여 달리 형성된다. 두 가지 대중적인 이론을 보면:
 - a. 지질학적 침하에 의한 산호초의 형성설
 - 세월이 흐르면서 화산성이 가라앉고 그 가장자리에 산호초가 형성된다. 좁고 얇은 초호(礁湖)가 이러한 산호초와 땅을 분리시킨다.
 - 섬이 더 가라앉으면 보초(堡礁)가 생기는데, 이 경우 산호초는 아주 넓고 때로는 깊은 초호(礁湖)에 의해 땅과 분리된다.
 - 섬이 더욱 깊이 가라앉으면 환초(環礁)가 형성된다. 환초는 근처에 육지가 없는 방주형의 산호초이다.
 - 섬이 침하하는데 따라서 산호초의 성장은 보통 침하하는 속도를 보상하는 정도로 이루어진다.
 - b. 산호초의 형성이 해수면의 변화와 침식 작용에 의한 것이라는 설. 침하 이론과 유사하게 육지의 구조와 해수면의 변화가 산호초의 성장을 허용하는 것이다. 이런 이론에 해당되는 산호초는 카리브해의 대부분의 산호초와 필리핀, 인도네시아, 뉴기니아, 피지 및 미국의 플로리다 주변의 산호초들이다.

Understanding Coral 

□ What other calcifying organisms help maintain reef integrity?

Organisms help cement reef together and create tunnels and grottos:

□ Coralline algae
□ Encrusting fire coral
□ Soft corals
□ Bryozoans
□ Forams 

CRC-16

D. 산호초를 온전하게 유지하는데 도움을 줄 수 있는 또 다른 석회화 생물들은 어떤 것이 있나?

1. 산호를 제외한 산호초 생물들은 산호초의 골격을 유지하는데 도움을 줄 수 있다. 벽돌 사이의 시멘트 반죽처럼, 생물체들을 접착시킴으로써 산호초를 단단하고 파도에 더 잘 견딜 수 있도록 만든다.
2. 이런 생물들에는 corallite 조류, 외피가 있는 fire coral, bryozoan 및 foram 등이 있다. 이와 같이 산호초의 강화에 기여하는 생물들이 없으면 산호초는 폭풍이나 강한 파도를 견딜 수 없을 것이다.
3. 비록 산호초가 속이 짝 찬 구조로 보이지만, 산호초의 40-70%는 터널, grotto 및 동굴로 이루어져 있다. 이러한 개방성 구조가 폐쇄된 것보다 더 많은 서식지를 제공해준다.

VI. 산호초의 생활의 복합적인 특성

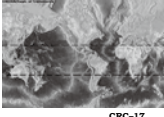
A. 산호초의 분포를 제한하는 것은 무엇이며, 영양분이 없는 수역에서 산호초가 어떻게 살아가나?

1. 산호는 전세계에 널리 분포하지만 대형 산호초는 오로지 열대 지방에서만 발달한다.
2. 몇 가지 물리적인 요소들이 산호초의 분포를 조절하고 제한한다.
 - a. 수온 - 산호초를 형성하는 일부 산호들이 20°C/68°F 이하의 수온에서 단기간 생존할 수는 있지만 산호초는 수온이 18°C/64°F 이하가 되면 발달할 수 없다.
 - b. 수심-zooxanthellae는 광합성을 위해서 빛이 필요하므로 대부분의 산호초는 수심 25m/80ft보다 얕은 수심에서 자란다. 일부 산호들이 더 깊은 곳에서 생존을 하지만 산호초를 만들지 못한다.
 - c. 염도 - 산호는 정상 해수 염도인 32-36ppt 범위를 많이 벗어날 경우에는 생존하지 못한다.
 - d. 청정도 - 침전물이 심할 경우에는 산호의 먹이 섭취 구조를 막아버리고 광합성에 필요한 빛이 줄어든다.
 - e. 파도 - 파도 활동은 항상 산소가 풍부한 물을 공급하고, 침전물을 제거해주며, 먹이가 되는 플랑크톤을 제공해 준다. 산호초의 발달은 중등도의 파도 활동이 있는 지역에서 가장 활발하게 일어난다.
 - f. 바닥의 종류-산호의 유생들은 모래나 진흙 바닥에서는 정착할 수 없으므로 산호초가 발달하려면 바닥이 단단해야 한다.
3. 온대 지방 바다와 달리 열대 지방의 바다는 영양분이 아주 적다. 다윈 (Darwin)의 역설로 영양이 결핍된 바다에서 산호초는 지구상에서 가장 생산 활동이 활발한 에코시스템으로 바뀔 수 있다는 사실을 설명할 수 있다. 즉 산호초는 영양분의 낭비가 거의 없이 영양분을 고효율적으로 재활용하기 때문에 가능할 수 있다.
 - a. 산호초에서 죽은 산호에서 자라는 turf algae와 산호 폴립 내의 zooxanthellae가 포함된 조류가 막대하게 번창한다.
 - b. 초식 동물에 의해서 조류가 신속하고 광대하게 소모되어 조류가 과번식하는 것을 막아준다.
 - c. 초식 동물로부터 과도하게 축적된 영양분이 빠져 나옴, 이렇게 배출된 영양분은 조류가 번창하게 해준다.
 - d. 이런 사이클로 인하여 영양분의 축적이 견고하게 일어난다.
4. 산호초의 총생물체 총량 (gross biomass, 살아있는 동물 및 식물 조직의 총량)의 생산성은 아주 높은 반면 순생물체 총량 (net biomass, 모두가 먹이를 섭취하고 난 다음에 남은 양)은 믿을 수 없을 정도로 적다 - 보통은 겨우 2~3% 밖에 남지 않는다.

Complex Nature of Life on the Coral Reef

What limits coral reef distribution and how do coral reefs exist in nutrient deficient waters?

- Temperature
- Depth
- Salinity
- Water clarity
- Waves
- Bottom type




CRC-17

Complex Nature

Reefs in nutrient deficient waters. . . Darwin's Paradox - how do low nutrient oceans produce the most productive ecosystems on earth?

- Highly efficient nutrient recycling system
 - Reef produces massive algae growth
 - Grazers eat algae
 - Excess nutrients pass through grazers back to reef



CRC-18

While a coral reef's biomass production is extremely high, the net is incredibly small. The amount of biomass that can be taken on a sustainable basis is very limited.

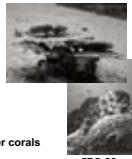
CRC-19

- a. 이것의 의미는 산호초는 산호초 생태계 자체가 필요로 하는 양보다 더 많은 식량을 생산할 수 없다는 것이다.
- b. 즉 자원이 고갈되지 않고 유지되는 상태에서 산호초로부터 생산할 수 있는 생물체 총량은 아주 적다는 것이다. 이런 현상은 수산업과 심각하게 관련이 있다.

Complex Nature

□ How do corals reproduce and grow?

- Asexual reproduction - cloning to increase colony size
- Sexual reproduction - free swimming larvae create new colonies
- Young, small colonies grow faster
- Branching corals grow much faster than boulder corals



CRC-20

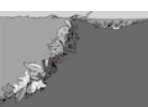
B. 산호초는 어떻게 번식을 하고 성장하는가?

1. 무성 생식은 부모로부터 유전적으로 동일한 개체가 발아 (發芽, 복제)를 통하여 번식한다.
 - a. 이것은 군체 (群體, colony)의 크기를 증가시키지만 새로운 개체집단을 만들지는 못한다.
 - b. 가지를 치는 산호 (branching coral)도 일부가 부러졌을 경우 분열 (fragmentation)을 통한 무성생식으로 성장을 한다.
2. 유성 생식은 planula라고 하는 자유롭게 헤엄을 칠 수 있는 유생을 생산하여 이들이 한 곳에 정착을 하면서 새로운 군체 (colony)를 형성한다.
 - a. 대부분의 산호는 나이가 7-10세가 되거나 10cm/4 인치 이상의 크기가 되면 성적으로 성숙하게 된다.
 - b. 산호초 군체는 암컷이나 수컷 혹은 암수 양성 - 정자와 난자를 모두 생산할 수 있음 - 일 수도 있다.
3. 산호초의 성장 속도는 종(種)이나 군체의 나이, 산호초에서의 산호의 위치 혹은 zooxanthellae의 보유 여부에 따라 다르다.
 - a. 젊고 작은 군체는 늙고 큰 군체보다 성장 속도가 빠르다.
 - b. 가지를 치는 산호 (branching coral)는 덩어리를 이루는 산호 (massive coral)보다 일반적으로 성장이 빠르다. 예를 들면 elkhorn coral은 일년에 직경 5-10cm/2-4 인치, 길이 2-5cm/0.8-2인치 정도의 성장을 하는 반면, boulder coral은 일년에 직경 0.5-2cm/ 0.2-0.8인치, 길이 0.25-0.75cm/o.1-0.3인치 정도만 자란다.
 - c. 산호의 수명은 알려져 있지 않으나, 일부 massive coral은 수 백 년 된 것도 있는 반면 대부분의 산호는 10년 이하란 증거가 있다.

Complex Nature

□ What is zonation?

- Zones are subhabitats within a reef
- Areas defined by complex associations between creatures and the environment
- Zones help better understand ecosystem dynamics and changes over time



CRC-21

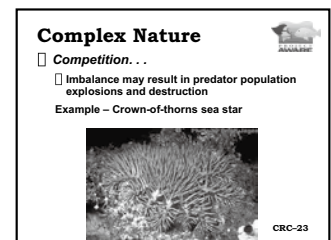
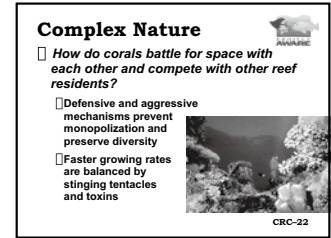
C. 대상분포 (zonation)이란 무엇인가?

1. 산호초는 대상분포란 패턴의 발육을 한다. 산호초 내의 각각의 구역(zone) 즉 소서식지(subhabitat)는 생물체 및 주위 환경과 복잡한 관계를 맺고 있다.
 - a. 햇빛, 산소 및 식량에 대한 접근성이 이들 구역을 우선적으로 결정한다. 수심, 바닥의 구성 및 파도의 활동과 같은 물리적인 상태는 해안에서 심연으로 갈수록 변화하므로 산호초 내에서 이러한 소서식지가 형성되는 것이다.
 - b. 각각의 소서식지는 그러한 상황에 적합한 산호와 생물체를 가지고 있다.
2. 산호초에는 십여 개의 각각 다른 구역이 있지만 주된 구역은 back reef, reef crest 및 fore reef이다.

3. 각각의 구역의 차이점을 연구함으로써 과학자들은 산호초 생태시스템의 역동성을 더 잘 이해할 수 있게 되었다. 또한 각 구역의 특성을 확인함으로써 장기간에 걸친 산호초 시스템의 변화를 추적하는 방법을 알게 되었다.

D. 산호초는 공간을 위하여 어떻게 서로 다투며, 산호초의 다른 서식자들과 경쟁을 하는가?

1. 산호는 생존 공간을 위하여 다른 산호들과 끊임없이 전쟁을 치르고 있다.
 - a. 공간의 독점을 방지하고 다양성을 확보하기 위하여 공격적인 **pecking order**가 있기도 하다. 산호들은 다양한 방어 및 공격 기전을 가지고 있다.
 - b. 가지를 치는 산호 (**branching coral**)은 외피 형성 산호나 덩어리 산호 (**massive coral**) 보다 빨리 성장한다.
 - c. 성장 속도가 느린 산호는 방어 기전으로 침을 쏘는 촉수를 가지고 있으므로 생존을 할 수 있는 것이다. 이렇게 함으로써 성장이 빠른 산호가 성장이 느린 산호를 제압할 수 없게 만드는 것이다.
 - d. 경쟁은 경산호에만 있는 것이 아니다. 연산호와 해면들도 경쟁 시에 공격과 방어에 사용할 수 있는 독소를 가지고 있다.
2. 산호들은 또한 복족류 (腹足類)나 갯민숭 달팽이류, 갯지렁이류, 만각류 (蔓脚類) 및 갑각류 같은 작은 포식자들과도 경쟁을 한다. 이런 생물들은 흔히 산호초의 조직이나 구조를 일부 떼내어 갈 때 아주 경미한 손상만을 입힌다. 이러한 손상은 산호 폴립을 더 젊게 만들어 주는 것이다.
3. 일부 생물들은 산호초에 작은 구멍이나 터널을 뚫어서 다른 생물들이 숨을 수 있게 하기도 한다. 하지만 이렇게 산호에 구멍을 뚫으면 기반이 약해져서 산호 군체 (**colony**)가 파도의 활동에 의해 쉽게 파괴될 수도 있다.
 - a. 일부 해면 종류는 석회석을 녹이는 화학물질은 사용하여 산호가 죽은 부분을 통하여 산호초로 침입할 수 있다.
 - b. 게, 홍합, 갯지렁이와 성게는 표면에 있는 산호를 먹음으로써 구멍을 만들기도 한다.
4. 만약 이러한 경쟁의 균형에 깨어지면 특정 개체가 폭발적으로 증가할 수도 있다. 개체수가 너무 많아지면 면류관 불가사리처럼 산호초 전체를 파괴하는 경우도 발생한다.
 - a. 면류관 불가사리는 인도-태평양에서만 발견되며 살아있는 산호 조직을 먹이로 한다.
 - b. 이들은 성장속도가 빠른 산호를 주로 섭취함으로써, 이들의 개체수가 적정할 경우에는 성장속도가 빠른 산호를 조절함으로써 산호초의 다양성을 유지해준다.
 - c. 특정한 상황에서는 하나의 산호초 군락 안에서 이들의 숫자가 엄청나게 불어나서 거의 모든 산호를 먹어 치우기도 한다.




Complex Nature

- Why is grazing so important to reef ecology and how are reef fish classified by what they eat?
- Grazing enhances primary productivity and recycles nutrients

Herbivores are 10% of reef fish species, but 50% of population

Cows of the reef





CRC-24

Complex Nature

- Reef fish classification by diet...
- Feeding preference explains body size and shape
- Most fish are opportunistic

Herbivores – eat plants

- Usually found shallower

CRC-25

Complex Nature

- Reef fish classification by diet...

Carnivores – eat other creatures

- 50-70% of reef fish
- Hunting strategies
 - Pursuit
 - Stalking
 - Ambush

To learn more, take the AWARE – Fish Identification Specialty course



CRC-26

E. 초식(草食, Grazing)이 산호초의 생태계에 매우 중요한 이유는 무엇이며, 산호초의 어류를 그 먹이의 종류에 따라서 분류하는 방법은?

- 초식은 신선한 조류(藻類)가 성장하게 하고, 산호초에 영양분을 재활용하게 함으로써 주된 생산지 - 먹이 사슬의 첫 단계-역할을 한다.
 - 이렇게 하려면 초식 어류들이 항상 풀을 뜯어 먹게 할 필요가 있는데, 이 때문에 초식 어류가 산호초에 서식하는 어류 종류의 10%를 차지하고, 이들이 전체 어류 숫자의 50%를 차지하고 있는 이유이다.
 - 중요한 초식성 어류의 종류 - 산호초의 소-들을 보면 담젤 피쉬 (Damselfish), 써전 피쉬 (Surgeonfish), 패럿 피쉬 (Parrotfish) 등이 있다.
- 산호초의 어류는 그들이 먹는 먹이에 따라서 분류할 수 있다. 어류의 먹이 기호에 따라서 체형과 해부학적 특징이 달라진다. 비록 그들이 분명히 좋아하는 먹이가 있음에도 대부분이 산호초 어류들은 기회주의적인 먹이 섭취자들이다 - 가끔씩 육식성 어류가 식물을 먹고, 초식성 어류가 물고기를 잡아 먹기도 한다.
- 초식성 어류라 함은 먹이로 식물만을 섭취하는 고기이다.
 - 일반적으로 수심 10미터/33피트 이상이 얕은 물에 사는 어류는 초식성 어류들이다. 그 이유는 광합성을 위한 광선이 풍부하여 식물들이 더 잘 자라기 때문이다. 이 수심이 하로 내려가면 대부분의 어류가 육식성이다.
 - 일부 초식성 어류는 주간에는 산호초에 머물고, 야간에는 해초류 밑에서 식사를 한다. 이들의 분변(糞便)을 통하여 해초류 밑의 영양분이 산호초로 이동된다.
 - 식물은 영양적인 가치가 적고, 쉽게 분해되지 않으므로 초식성 어류는 소화기관이 길고 끊임없이 식사를 해야 한다.
- 육식성 어류는 산호초 어종의 50-70%를 차지한다.
 - 먹이감의 종류는 이들의 성장 주기의 단계에 따라서 변화하는 경향이 있다.
 - 동물은 식물에 비하여 영양분이 더 풍부하므로, 육식성 어류의 소화기관은 길지 않으며 초식성 어류처럼 수시로 식사를 하지 않아도 된다.
 - 추적형 육식성 어류는 먼 거리에서부터 이동을 하며, 여기에 속하는 것은 상어, 잭피쉬, 고등어 등이 있다.
 - 스토킹형 육식성 어류는 가까운 거리에서 은밀하게 공격을 하며, 여기에 속하는 것은 트럼펫 피쉬와 바라쿠다가 있다.
 - 매복형 육식성 어류는 아무런 예비 동작이 없으며, 여기에 속하는 것은 스크로피온 피쉬 (Scorpionfish), 씨배스 (Seabass), 리저드 피쉬 (Lizardfish) 등이 있다.
- 기타 특이한 먹이를 먹는 소집단을 보면:
 - Benthivore - 산호초의 무척추 동물을 잡아먹은 중요한 그룹이다. 이들은 아주 섬세한 수영 솜씨와 사냥기술, 훌륭한 근거리 시력, 먹이를 잡아채고 으스러뜨리기 위한 주둥이와 훌륭한 방어 기술을 가지고 있다. 여기에 속하는 종류를 보면:-블래니 (Blennies), 라스 (wrasse) 종류, 고비 종류 Gobies), 고트 피쉬 (Goat fish)류, 드럼 (Drums), 호그 피쉬 (Hogfish) 및 트렁크 피쉬 (Trunkfish) 등이 있다.

- b. **Planktivores** – 일부 어류는 플랑크톤을 먹이로 삼는다. 여기에 속하는 것은 보면 **chromis, coreal wrasse**, 어린 써전트 메이저, 엘로우 테일 스내퍼, 야행성 카르디널 피쉬와 스위퍼 등이 있다. 대부분은 산호초 바깥쪽 외해(外海)에서 머물며 사냥을 하고 잘 보이지 않는 색으로 위장을 한다.
 - c. 야행성 먹이 섭취형-이들 어류는 촉각과 미각, 후각 그리고 움직임에 의존한다. 이들의 주둥이는 순간적으로 빨아 들일 수 있게 되어있다. **Grunt**나 스내퍼 같은 종류는 먹이 사냥을 위하여 산호초로부터 1 마일 떨어진 곳까지 돌아다니는 반면 **Squirrelfish**와 **Big eye** 같은 종류는 산호초 가까이에 머물기도 한다.
6. 대부분의 산호초의 어류들은 작고, 화려하며, 인간에게 아무런 해를 끼치지 않지만 일부는 독액을 분비하거나 유독성이기도 하다.
- a. 독액을 분비하는 어류는 크리노톡신 (**crinotoxin**)이란 독을 등뼈 가시를 통하여 분비를 한다. 이들은 스톤피쉬나 스크로피온피쉬 같은 종류이며, 비교적 그 개체수가 적다.
 - b. 패럿피쉬, **wrasse** 혹은 써전피쉬 같은 여러 종류들은 몸체 외부에서 독성 물질을 분비한다.
 - c. 산호초 어류 중 일부는 인간이 섭취하였을 때 유독한 살코기나 내장을 가지고 있어서 위험하다. 이들은 씨구아테라 (**Ciguatera**)라는 심각한 질병을 유발하기도 한다.
7. 산호초의 어류에 대하여 더 깊이 공부를 하려면 **AWARE**-산호초 어류 식별 스페셜티 코스 교육을 받기 바란다.

F. 산호초 생태계와 관련이 있는 두 가지 중요한 에코시스템은 무엇인가?

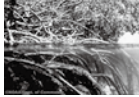
1. 맹그루브 숲은 열대지방 내만(內灣)에 있는 에코시스템으로 해수에서도 자랄 수 있는 여러 종의 나무와 관목으로 구성되어 있다.
- a. 이들의 뿌리는 줄기와 가지로부터 뻗어 나와서 옆으로 옆으로 퍼져서 나무 자체를 바닥에 고정시킨다. 일부 종류는 수면 아래 공기가 전혀 없는 진흙 속의 뿌리로부터 수면으로 뻗어 올라온 환기형 뿌리(**snorkeling roots**) 즉 **pneumatopore**를 가지고 있어서 산소를 공급받는다.
 - b. 이렇게 얽히고 설킨 뿌리들이 식물성 물질은 가두고 필터링한다. 이들 물질이 유기 분해 물질로 분해되어 먹이 사슬의 제일 하부 고리를 구성한다.
 - c. 많은 지역에서 맹그로브 숲은 산호초의 폐수 처리 시설 역할을 담당하여 수질을 유지하는데 도움을 준다. 이들은 과도한 영양분이나 오염 물질을 가두어주며, 침전물이 산호초에 도달하지 못하게 막아준다.
 - d. 방대한 뿌리들은 치어(稚魚)와 함께 홍합, 해면, 피막 생물(**tunicates**), **hydroids**와 굴의 서식지를 제공해준다.
2. 해초밭(**seagrass bed**)은 침전물이 쉽게 가라앉게 하고, 바닥을 안정시키며, 산호초의 영양분의 재활용을 한다. 앞에서도 언급하였듯이 산호초 어류들은 자주 생산성이 높은 이곳에 와서 풀을 뜯거나 사냥을 한다. 이들 어류의 분변(糞便)을 통하여 산호초에 영양분이 공급된다.

Complex Nature

☐ *What two related ecosystems are important to coral reef ecology?*

Mangroves – tropical inshore forests dominated by trees and shrubs that grow in salt water

- ☐ Trap and break down organic matter
- ☐ Filter pollutants and sediments
- ☐ Habitat for juveniles and invertebrates



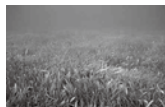
CRC-27

Complex Nature

☐ *Related ecosystems...*

Seagrass Beds

- ☐ Facilitate sediment settlement
- ☐ Recycle nutrients



CRC-28


Coral Reefs in Peril

What is the worldwide status of coral reefs and estimated loss?

1992: 10% degraded beyond recovery
2000: 25% are dead

Most reefs are in jeopardy within 30 - 50 years

According to the World Resource Institute, 58% of remaining reefs are at risk of destruction



CRC-29

VII. 위기의 산호초

A. 전세계 산호초의 현재 상태와 파괴의 정도는?

- 1992년 평가를 보면 전세계 산호초의 10%는 구제 불능의 파괴 상태에 있다.
- 2000년 평가에서는 25%의 산호초가 해수면 온도의 상승으로 죽었으며, 이로 인하여 막대한 백화현상이 초래되었다.
- 앞으로 30~50년 내에 대부분의 산호초가 사라질 수 있다고 예상하고 있다.
- World Resource Institute의 보고에 의하면 남아있는 산호초의 58%가 인간의 활동에 의하여 즉각적으로 파괴될 위험에 처해있다.
- 남 아시아, 동남 아시아, 동 아프리카 및 카리브 해의 산호초들이 제일 심각한 위험에 처해있다. 필리핀, 인도네시아 및 자메이카 등의 산호초들은 대부분이 심각하게 훼손되었거나 이미 죽었다.



Coral Reefs in Peril

What land-based activities are detrimental to coral reefs?

Poor land use that causes erosion

Agriculture and sewage discharge that causes nutrient loading

Nonpoint source pollution carrying dissolved substances

CRC-30

B. 산호초에 해로운 육상 활동은 어떤 것들이 있나?



- 벌목, 탄광채굴, 과도한 방목과 불량한 토지 사용은 침식과 침전의 원인이 된다.
- 농사 활동과 비료 살포는 영양분을 과잉 공급한다(부영양화, 富營養化). 이렇게 되면 산호를 침식하는 조류, 해면 및 기타 생물체 사이의 경쟁적인 균형이 파괴된다.
- 주차장처럼 빗물이 지하로 스며들지 못하는 시설을 건설하면 빗물과 함께 거기에 녹은 오염물질의 유입이 증가하는 불특정 물질로 인한 오염. 소량의 오일도 산호의 번식을 저해할 수 있다.
- 연안 개발과 서식처 파괴는 침전물을 걸러주는 역할을 하는 맹그로브 숲과 해초 숲의 파괴를 가져온다. 이 결과 산호초에도달하는 침전물과 영양분의 양이 증가한다.
- 관광 산업 - 전세계적으로 보면 스포츠 피싱이나 닻 혹은 스노클러나 다이버와의 우발적인 접촉으로 인한 산호초의 파괴는 거의 무시할 수 있는 수준이다. 관광 산업으로 인한 파괴의 대부분은 맹그로브 숲이나 해초 숲과 같은 서식지의 파괴를 가져오는 환경 파괴적인 관광 시설의 건설과 거기에서 배출되는 오수(汚水)와 쓰레기 때문이다.

Coral Reefs in Peril

Detrimental land-based activities ...

Coastal development and habitat destruction

Tourism that damages coastal habitats and dumps wastes

CRC-31

C. 산호초에 해로운 해상 활동은 어떤 것들이 있나?

- 과도한 어획량은 특히 치어의 숫자가 줄어 들어서 산호초가 퇴화한다.
 - 거의 10억 명의 인구가 산호초로부터 약 100km/60마일 안에 거주하는데 그들의 주된 단백질 공급원은 산호초에 서식하는 어류이다.

Coral Reefs in Peril

What ocean-based activities are detrimental to coral reefs?



Overfishing

Destructive fishing practices

Collision and anchor damage

Coral mining

Coral collecting

CRC-32

- b. 앞에서도 언급하였지만, 산호초가 부담할 수 있을 정도로 얻을 수 있는 생물체 총량 (biomass)은 아주 적다.
- 2. 폭발물이나 독극물을 사용하는 파괴적인 어획 방법은 해당 어류뿐만 아니라 산호초 전체에 영향을 미친다.
- 3. 다행히 대형 선박의 충돌에 의한 산호초의 파괴는 비교적 희귀하다. 하지만 일부 지역에서는 작은 선박에 의한 충돌이나 스크류 혹은 닻에 의한 서식처의 심각한 파손이 지속적으로 일어나고 있다.
 - a. 대형 선박이나 화물선 혹은 초대형 유조선이 산호초에 좌초할 경우는 물리적인 파손이 즉각적이고 광범위하게 일어난다. 이런 사고에 의한 기름이나 화학물질의 유출로 인하여 발생하는 잠재적인 파괴가 그 지역 환경 전체에 재앙을 몰고 온다.
 - b. 레크리에이션 선박이나 소형 영업용 선박의 불량한 운항 방법에 의하여 산호초가 항상 남용된 결과 더 많이 파괴되기도 한다.
- 4. 건축 자재나 시멘트를 만들기 위한 산호초 채굴은 산호초의 광대한 파괴를 초래한다.
- 5. 기념으로 산호초를 채취하는 것도 심각한 훼손을 초래할 수 있다.

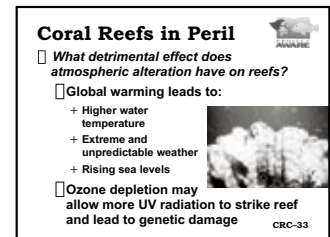
D. 기후의 변화가 산호초에 미치는 파괴적인 영향을 무엇인가?


1. 지구 온난화는 산호초에 아래와 같은 심각한 변화를 초래한다:
 - a. 해수면 온도의 상승. 온도가 특정 한계를 초과하면 산호의 폴립은 zooxanthellae를 잃어 버려서 하얗게 탈색된다. 이와 같은 산호초의 백화현상 (白化現狀)은 지난 20년간 꾸준히 증가하고 있다.
 - b. 산호초의 대규모 물리적인 파괴를 초래할 수 있는 좀더 극한적이고 예측 불가능한 날씨.
 - c. 해수면 상승은 산호초와 산호초로 구성된 소규모 섬 국가 (島嶼國家)에 위협이 된다.
2. 오존층의 파괴는 지구 표면에 도달하는 파괴적인 자외선의 통과를 더욱 증가 시킨다. 이 자외선은 유전자 변이를 일으킬 수 있다.

VIII. 살아 있는 산호초의 보호

A. 지역 연안의 관리와 자원 고갈이 없는 산호초 개발이 중요한 이유는 무엇인가?

1. 산호초는 해양에서 독자적으로 생존하거나, 때로 따로 분리하여 관리를 할 수 있는 대상이 아니다. 각 부분이 건강해야 전체적으로 건강한 시스템은 유지할 수 있다. 그러므로 산호초의 관리는 해초 숲이나 맹그로브 숲과 같은 관련된 해안 유역이나 해안 근처에 있는 공동체를 관리하는 것이 포함된다.





Protect the Living Reef 

□ Coastal zone management . . .

Success includes:

- Involving local people and considering local culture, historical use and political realities
- Providing short and long-term incentives

CRC-35


Protect the Living Reef 

□ Sustainable development . . .

- Managing resources for future generations provides benefits:
 - + Pharmaceutical products
 - + Ecotourism
 - + Improved waste treatment - minimal or no-discharge
- Creating and expanding parks, reserves and sanctuaries protects multiple ecosystems




CRC-36

Protect the Living Reef 

□ How can you promote coral reef conservation?

- Avoid purchasing reef souvenirs
- Choose conservation-minded resorts
- Maintain and operate a boat properly
- Choose dive operators that use mooring buoys



CRC-37

Protect the Living Reef 

□ Promote conservation . . .

- Select seafood wisely
- Don't buy product made from clear-cut tropical forests
- Further your education
- Volunteer to help conservation organizations



CRC-38

2. 대부분의 산호초 관리의 성공 사례는 그 지역 주민들의 참여가 있었으며 그 지역의 문화, 역사적 이용, 정치적인 현실을 고려하여 이루어져야 한다. 산호초를 보호하는 대가로 지역 공동체에게 장, 단기적인 인센티브가 주어져야 한다.
3. 자원 고갈이 없는 산호초의 개발이란 다음 세대들을 위하여 산호초를 보존하는 가운데 이루어지는 산호초 자원의 관리를 말한다. 자원 고갈이 없이 혜택을 받을 수 있는 사용법이란:
 - a. 의약품 생산. 경제적인 이유 때문에 생물학적인 다양성을 보존해야 한다.
 - b. 환경 보호 투어. 방문객들에게 산호초의 자원에 대하여 지속적인 사용법과 어업과 같은 소모적인 사용법을 보여주기 위하여 이용한다.
 - c. 개선된 오폐물의 처리. 산호초 지역의 수질을 보호하기 위하여 폐기물을 최소화하거나 폐기물없는 시스템의 경제적이고 효율적인 쓰레기 처리 방법.
4. 자원을 보존하는 좋은 방법은 산호초 공원이나 보존 지역 혹은 보호 구역을 확대하는 것이다. 이렇게 함으로써 다양한 에코 시스템과 번식 지역을 보존할 수 있다. 그러나 이러한 방법을 성공적으로 수행하기 위해서는 구상과 관리 단계에서 지역 공동체를 참여시켜야 한다.

B. 산호초 보존 운동을 어떻게 할 것인가?

1. 산호나 멸종 위협에 처한 해양 생물로 만든 선물을 구입하지 않도록 한다.
2. 여행을 할 때는 오물과 오수 (汚水)를 제대로 처리하는 리조트나 회사를 이용하도록 한다.
3. 배를 조종할 때는 손상 받기 쉬운 산호초나 해초 숲을 피하도록 하고, 기름이나 연료가 새지 않도록 철저히 관리한다.
4. 가능하다면 항상 닻을 내리는 다이빙 업체보다는 계류부표 (繫留浮標)나 표류 다이빙을 실시하는 업체를 이용하도록 한다.
5. 씨푸드 (Sea food) 선택을 현명하게 하고, 독극물, 폭발물 혹은 불법 어구 (漁具)를 포함한 파괴적이고 자원을 고갈시키는 방법으로 잡거나 양식된 것을 피하도록 한다. (AWARE 교재의 Seafood watch chart 참조)
6. 열대 밀림의 벌목으로 만든 열대 지방 원목 가구나 공산품을 사지 않도록 한다. 이들 벌목은 침전물로 인한 산호초의 손상을 초래한다.
7. Project AWARE 스페셜티, 수중 내추럴리스트, AWARE-어류 식별 스페셜티, 픽퍼포먼스 보양시와 같은 다른 PADI 스페셜티 코스를 교육받도록 한다.
8. 산호초의 건강 상태를 모니터하는 다이브 오퍼레이터나 연구 혹은 보존 단체에 산호초의 손상을 보고하거나 도와주는 자원 봉사를 한다. 이들 단체를 보면:

Reef Check Headquarters
 Institute of the Environment
 1652 Hershey Hall, UCLA, Los Angeles, CA 90095-1496
 Rcheck@ucla.edu http:// www. reefcheck.org
 +1 310 794 4985(phone) +1 310 825 0758 (fax)

Reef Environmental Education Foundation(REEF)
 P.O. Box 246, Key Largo, FL 33037 USA
 +1 305 451 0312(phone) +1 305 451 0028 (fax)
 reefhq@reef.org

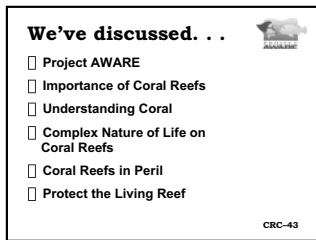
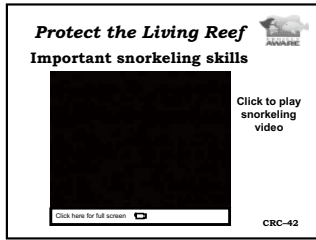
Reef Ecosystem Condition (RECON)
 Center for Marine Conservation
 1725 DeSales Street, N.W., Suite 600
 Washinton, DC 20036
 +1 202 429 5609 FAX +1 202 872 0619
 recon@vacmc.org

ReefKeeper International
 2809 Bird Avenue, PMB 162, FL 33133
 +1 305 358 4600 FAX +1 305 358 3030
 reefkeeper@reefkeeper.org

C. 산호초를 보호하는 다이빙 수칙들은 어떤 것인가?

1. 산호초는 아주 연약하고 쉽게 파손되므로 어떤 산호라도 건드리지 않는다. 또한 다른 생물체를 만져보고 싶은 유혹을 참도록 한다. 일부 다이버들은 산호초를 건드리고 싶은 유혹은 견디기 위하여 맨손으로 (장갑없이) 다이빙을 하기도 한다.
2. 한 지점에 떠있으면서 고기들이 자신 쪽으로 접근하게 만들어서 수동적으로 관찰을 하도록 한다.
3. 산호초 부근에서 다이빙을 하기 전에 수영장이나 모랫 바닥이 있는 곳에서 부력 조절 기술을 연습해본다.
4. 우발적으로 산호초와 부딪히지 않게 게이지와 장비를 잘 고정시킨다.
5. 산호초 위로 헤엄쳐 넘어가는 것을 피하고, 산호초 사이에 있는 모랫바닥에 머물러 산호초와의 접촉이 덜 발생하도록 한다.
6. 당신이 뭔가를 주의 깊게 보려고 하지 않는 한 산호초에서 팔 길이 정도의 거리만큼 떨어져 있도록 한다.
7. 모래가 쌓이면 산호가 질식을 하고 산호초 동물들에게 스트레스를 주므로 모래를 차서 휘젓지 않도록 한다.
8. 특히 핀을 주의하며 산호초에 대한 자신의 위치 (body position)를 항상 생각하라. 산호초 위에 올라 서지 마라.
9. 산호초 어류에게 먹이를 주지 말 것. 이런 행위는 그들에게 건강하지 못한 음식을 먹이는 것이며 자연적인 습성을 변화시킬 수도 있다.





10. 죽은 조개 껍질이나 산호초 조각을 기념으로 가지지 않는다. 왜냐 하면 산호초에 있는 모든 것들은 그들 나름대로의 역할이 있으므로 이런 행위가 영향을 미칠 수 있다.
11. 함께 즐길 기억을 가져가려면 카메라를 사용하며, 촬영을 할 때는 산호초로부터 안전 거리를 지키도록 하라.

[살아있는 산호초를 보호하자 (Protect the Living Reef) 비디오를 보여준다 - 다이버 버전이나 스노클러 버전 중 적당한 것]

IX. 요점 정리

A. Project AWARE

1. 다이버와 스노클러들이 수중 환경에 대하여 자연스럽게 대사(大使) 역할을 하게 되는 이유는?
2. 프로젝트 AWARE의 목적과 임무는 무엇인가?
3. 수중 세계를 보호하기 위하여 PADI와 프로젝트 AWARE가 취하는 절차는 무엇인가?
4. 프로젝트 AWARE 재단은 무엇인가?

B. 산호초의 중요성

1. 산호초의 에코시스템이 중요한 이유는 무엇이며, 그들은 어떤 방법을 통하여 생물학적 다양성을 유지시키는가?
2. 산호초가 섬이나 연안 지역 및 여행 산업에 베푸는 혜택은 무엇인가?
3. 산호초가 인류에게 베푸는 혜택은 무엇인가?

C. 산호에 대한 이해

1. 산호는 무엇이며 이들을 분류하기 왜 어려운가?
2. Zooxanthellae란 무엇이며 이것이 산호의 생리학적 측면에서 하는 역할은 무엇인가?
3. 산호초는 어떻게 형성되는가?
4. 산호초를 온전하게 유지하는데 도움을 줄 수 있는 또 다른 석회화 생물들은 어떤 것이 있나?

D. 산호초의 생활의 복합적인 특성

1. 산호초는 어떻게 번식을 하고 성장하는가?
2. 대상분포 (zonation)이란 무엇인가?
3. 산호초는 공간을 위하여 어떻게 서로 다투며, 산호초의 다른 서식자들과 경쟁을 하는가?
4. 초식 (草食)이 산호초의 생태계에 매우 중요한 이유는 무엇이며, 산호초의 어류를 그 먹이의 종류에 따라서 분류하는 방법은?
5. 산호초 생태계와 관련이 있는 두 가지 중요한 에코시스템은 무엇인가?

E. 위기의 산호초

1. 전세계 산호초의 현재 상태와 파괴의 정도는?
2. 산호초에 해로운 육상 활동은 어떤 것들이 있나?
3. 산호초에 해로운 해상 활동은 어떤 것들이 있나?
4. 기후의 변화가 산호초에 미치는 파괴적인 영향을 무엇인가?

F. 살아 있는 산호초의 보호

1. 지역 연안의 관리와 자원 고갈이 없는 산호초 개발이 중요한 이유는 무엇인가?
2. 산호초 보존 운동을 어떻게 할 것인가?
3. 산호초를 보호하는 다이빙 수칙들은 어떤 것인가?

지식 복습

AWARE – 산호초 보호

아래의 문제를 풀어보시오 . 강사가 당신과 함께 복습할 것입니다 .

1. 다이버와 스노클러들이 수중 환경에 대하여 자연스럽게 대사 (大使) 역할을 하게 되는 이유는 ?
2. 산호초가 필수적인 해양 에코시스템인 이유는 그들이 :
 - a. 해양 생물종의 25% 의 양육시설이다 .
 - b. 알려진 모든 어류의 33% 의 서식지 .
 - c. 생물학적 다양성을 유지하는데 도움이 된다
 - d. 이상 모두
3. 산호초가 제공하는 혜택은 (정답을 모두 고르시오) :
 - a. 산호초는 섬이나 연안 공동체를 보호하는 연안의 방책 역할을 한다 .
 - b. 산호초는 지역 경제를 활성화 시키는 관광객들을 끌어들이다
 - c. 산호초에는 항암제 , 항 HIV 제 및 항생제의 원료가 되는 생물의학적 물질을 많이 포함하고 있다 .
 - d. 산호초는 대형 선박의 항법의 보조 역할을 한다 .
4. 산호는 zooxanthelle 로 불리는 _____ 과 (와) 공생 관계를 가지고 있는 _____ (이) 다 .
5. 맞음 혹은 틀림 . 산호초는 국지적인 요인에 따라서 서로 다르게 형성이 되지만 , 보편적인 두 가지 이론은 지형적 침하설과 해수면의 변화와 침식 작용에 따른 형성설이다 .
6. 산호초의 분포를 통제하고 제한하는 물리적인 요소는 무엇인가 ?(정답을 모두 고르시오)
 - a. 수온
 - b. 수심
 - c. 강우
 - d. 물의 청정도
 - e. 파도
 - f. 바닥의 종류
7. 맞음 혹은 틀림 . 산호초는 고도로 효율적인 영양분 재활용 시스템을 가지고 있으므로 , 산호초 공동체 자체에서 필요로 하는 영양분보다 훨씬 더 많은 영양분을 생산한다 .
8. 산호는 공간을 차지하기 위하여 서로 간에 그리고 다른 산호초 서식 생물들과 끊임없이 _____ 을 (를) 한다 .

9. 초식 (草食, grazing) 이 산호초에 중요한 이유는 무엇인가?
 - a. 신선한 조류의 성장을 촉진하여 생산량을 증가 시킨다.
 - b. 조류의 성장을 점검할 수 있다.
 - c. 영양분을 재활용시켜 산호초 공동체로 되돌려 준다.
 - d. 이상 모두

10. 맞음 혹은 틀림 . 전세계 산호초의 50% 이상이 회복 불능의 파괴 상태에 처해 있을 수도 있다 .

11. 다음 중 산호초를 위태롭게 하는 행위는 ? (정답을 모두 고르시오)
 - a. 다이너마이트나 폭발물을 사용한 어로 행위
 - b. 벌목과 과도한 방목
 - c. 오물의 배출
 - d. 산호초 채굴
 - e. 맹그로브 숲의 파괴
 - f. 주차장으로부터의 자동차 기름의 누출
 - g. 과도한 어획

12. 맞음 혹은 틀림 . 기후의 변화로 인하여 해수면 온도가 상승하면 산호 폴립이 zooxanthellae 를 잃어버려서 하얗게 변하는 백화 현상을 초래할 수 있다 .

13. 산호초의 관리가 성공하려면 반드시 (정답을 모두 고르시오):
 - a. 각각의 산호초를 개별적으로 독립된 에코시스템으로 간주하여 돌본다 .
 - b. 관련된 해안 구역이나 연안 공동체의 보호가 포함되어야 한다 .
 - c. 지역 사람들이 관련되어야 한다 .
 - d. 지역의 문화 , 역사적인 이용 및 정치적인 현실을 고려해야 한다 .

14. 산호초 보존 운동을 어떻게 할 것인가 ?
 - a. 산호로 만든 선물을 구입하지 않도록 한다 .
 - b. 배를 조종할 때는 손상 받기 쉬운 산호초나 해초 숲을 피하도록 하고 , 기름이나 연료가 새지 않도록 철저히 관리한다 .
 - c. 가능하면 항상 닻을 내리는 다이빙 업체보다는 계류부표 (繫留浮標) 나 표류 다이빙을 실시하는 업체를 이용하도록 한다 .
 - d. 씨푸드 (Sea food) 선택을 현명하게 한다 .
 - e. 교육을 더 받고 , 산호초의 건강 상태를 모니터하는 다이브 오퍼레이터나 연구 혹은 보존 단체를 위하여 자원 봉사를 한다

15. 스노클링이나 다이빙을 할 때는 산호초를 _____ 말고 , 산호초에 대한 자신의 위치를 항상 생각해야 한다 .

지식 복습- 정답지

AWARE - 산호초 보호

아래의 문제를 풀어보시오 . 강사가 당신과 함께 복습할 것입니다 .

1. 다이버와 스노클러들이 수중 환경에 대하여 자연스럽게 대사 (大使) 역할을 하게 되는 이유는 ?

다이버나 스노클러들은 수중 왕국의 장단기적인 변화를 알아 낼 수 있고 , 수중 세계에 아주 친근해짐으로써 수중 환경에 대하여 자연스럽게 대사 역할을 하게 된다 .

2. 산호초가 필수적인 해양 에코시스템인 이유는 그들이 :

- a. 해양 생물종의 25% 의 양육시설이다 .
- b. 알려진 모든 어류의 33% 의 서식지 .
- c. 생물학적 다양성을 유지하는데 도움이 된다
- d. 이상 모두

4. 산호초가 제공하는 혜택은 (정답을 모두 고르시오):

- a. 산호초는 섬이나 연안 공동체를 보호하는 연안의 방책 역할을 한다 .
- b. 산호초는 지역 경제를 활성화 시키는 관광객들을 끌어들이다
- c. 산호초에는 항암제 , 항 HIV 제 및 항생제의 원료가 되는 생물의학적 물질을 많이 포함하고 있다 .
- d. 산호초는 대형 선박의 항법의 보조 역할을 한다 .

4. 산호는 zooxanthellae 로 불리는 식물 (조류) 과 (와) 공생 관계를 가지고 있는 동물 (이) 다 .

5. 맞음 혹은 틀림 . 산호초는 국지적인 요인에 따라서 서로 다르게 형성이 되지만 , 보편적인 두 가지 이론은 지형적 침하설과 해수면의 변화와 침식 작용에 따른 형성설이다 .

맞음

6. 산호초의 분포를 통제하고 제한하는 물리적인 요소는 무엇인가 ?(정답을 모두 고르시오)

- a. 수온
- b. 수심
- c. 강우
- d. 물의 청정도
- e. 파도
- f. 바닥의 종류

7. 맞음 혹은 틀림 . 산호초는 고도로 효율적인 영양분 재활용 시스템을 가지고 있으므로 , 산호초 공동체 자체에서 필요로 하는 영양분보다 훨씬 더 많은 영양분을 생산한다 .
틀림 . 자원을 고갈되지 않으면서 유지되는 상태에서 산호초로부터 생산되는 생물체 총량은 아주 적다 .
8. 산호는 공간을 차지하기 위하여 서로 간에 그리고 다른 산호초 서식 생물들과 끊임없이 경쟁을 (를) 한다 .
9. 초식 (草食 , grazing) 이 산호초에 중요한 이유는 무엇인가 ?
 a. 신선한 조류의 성장을 촉진하여 생산량을 증가 시킨다 .
 b. 조류의 성장을 점검할 수 있다 .
 c. 영양분을 재활용시켜 산호초 공동체로 되돌려 준다 .
 d. 이상 모두
10. 맞음 혹은 틀림 . 전세계 산호초의 50% 이상이 회복 불능의 파괴 상태에 처해 있을 수도 있다 .
틀림 . 25% 에 가깝다 .
11. 다음 중 산호초를 위협하게 하는 행위는 ? (정답을 모두 고르시오)
 a. 다이너마이트나 폭발물을 사용한 어로 행위
 b. 벌목과 과도한 방목
 c. 오물의 배출
 d. 산호초 채굴
 e. 맹그로브 숲의 파괴
 f. 주차장으로부터의 자동차 기름의 누출
 g. 과도한 어획
12. 맞음 혹은 틀림 . 기후의 변화로 인하여 해수면 온도가 상승하면 산호 폴립이 zooxanthellae 를 잃어버려서 하얗게 변하는 백화 현상을 초래할 수 있다 .
맞음
13. 산호초의 관리가 성공하려면 반드시 (정답을 모두 고르시오):
 a. 각각의 산호초를 개별적으로 독립된 에코시스템으로 간주하여 돌본다 .
 b. 관련된 해안 구역이나 연안 공동체의 보호가 포함되어야 한다 .
 c. 지역 사람들이 관련되어야 한다 .
 d. 지역의 문화 , 역사적인 이용 및 정치적인 현실을 고려해야 한다 .

14. 산호초 보존 운동을 어떻게 할 것인가?
- a. 산호로 만든 선물을 구입하지 않도록 한다.
 - b. 배를 조종할 때는 손상 받기 쉬운 산호초나 해초 숲을 피하도록 하고, 기름이나 연료가 새지 않도록 철저히 관리한다.
 - c. 가능하면 항상 닻을 내리는 다이빙 업체보다는 계류부표 (繫留浮標) 나 표류 다이빙을 실시하는 업체를 이용하도록 한다.
 - d. 씨푸드 (Sea food) 선택을 현명하게 한다.
 - e. 교육을 더 받고, 산호초의 건강 상태를 모니터링하는 다이브 오퍼레이터나 연구 혹은 보존 단체를 위하여 자원 봉사를 한다
15. 스노클링이나 다이빙을 할 때는 산호초를 만지지 말고, 산호초에 대한 자신의 위치를 항상 생각해야 한다.