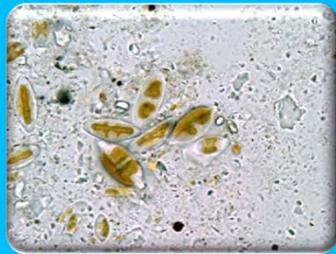


교과목명: 생물해양학 및 실험 2013년도 1학기

담당교수: 김 종성

# 해양생물학



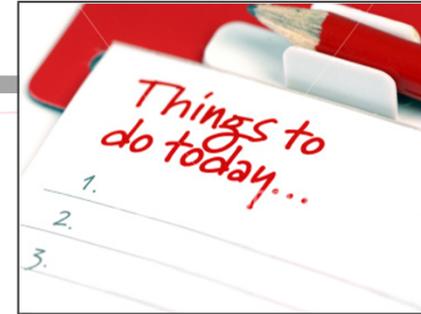
4장



Laboratory of Marine Benthic Ecology

서울대학교 해양저서생태학연구실

# 4장



## 부유생물

1. 부유생물의 구분
2. 채집과 동정, 계수
3. 종류
4. 부유방법
5. 부유식물의 일차생산

# 4장 부유생물

## 1. 부유생물의 구분



### 1. 부유생물이란?

- **부유생물(Plankton)과 유영생물(Nekton)**

- 부유생물

- : 플랑크톤이라 부름, 부유하는 생물

- : 물의 유동이나 흐름에 따라 수동적으로 떠 있는 생물

- : 운동능력이 전혀 없는 종류와 어느 정도 헤엄쳐 다니는 종류가 있음

- : 어류처럼 장거리 이동은 불가능함, 즉 서식하는 수괴범위가 제한적

- 유영생물

- : 물의 유동이나 흐름에 반하여 헤엄을 칠 수 있는 생물

# 4장 부유생물

## 1. 부유생물의 구분



### 1.2 부유생물: 크기에 따른 분류

PLANKTON	FEMTO- PLANKTON 0.02-0.2 $\mu\text{m}$	PICO- PLANKTON 0.2-2.0 $\mu\text{m}$	NANO- PLANKTON 2.0-20 $\mu\text{m}$	MICRO- PLANKTON 20-200 $\mu\text{m}$	MESOPLANKTON 0.2-20 mm	MACRO- PLANKTON 2-20 cm	MEGA- PLANKTON 20-200 cm	
NEKTON						Centimetre Nekton 2-20 cm	Decimetre Nekton 2-20 dm	Metre Nekton 2-20 m
VIRIO- PLANKTON	■							
BACTERIO- PLANKTON		■						
MYCO- PLANKTON			■					
PHYTO- PLANKTON			■	■				
PROTOZOO- PLANKTON			■	■				
METAZOO- PLANKTON					■	■	■	
NEKTON							■	■

Figure 1.2 A grade scale for the size classification of pelagic organisms.

# 4장 부유생물

## 1. 부유생물의 구분



### 1.3 부유생물: 서식지 깊이에 따른 분류

- **수표생물 (Neuston)**
  - 수괴의 최상층부(수심20cm이하)에 서식하는 부유생물
  - 수면생물 (epineuston)  
: 물의 표면장력을 이용하여 물의 표면에 서식
  - 부표생물 (pleuston)  
: 몸의 일부는 대기에 노출되고, 일부는 수면 아래에서 부유  
: 해파리 등
  - 수면하생물 (hyponeuston)  
: 대기에 노출되지 않고 수면 바로 아래에 서식  
: 박테리아, 원생동물, 부유성 플랑크톤, 부유성 해조류(모자반)

# 4장 부유생물

## 1. 부유생물의 구분



### 1.3 부유생물: 서식지 깊이에 따른 분류

- **표층성 부유생물 (epiplankton)**
  - 빛이 투과하는 유광대까지 분포
  - 대부분의 부유생물을 포함
- **중층성 부유생물 (mesopelagic plankton)**
  - 수심 100~600m에 서식하는 부유생물
  - 곤쟁이류와 난바다곤쟁이류 등
- **심층성 부유생물 (bathypelagic plankton)**
  - 수심 600m 이상의 심해에 서식
  - 단각류, 난바다곤쟁이류, 요각류 중 일부 종
- **저서성 부유생물 (benthic plankton)**
  - 해저면 바로 위 부유생활, 일시적으로 해저면에 부착하기도 함

# 4장 부유생물

## 1. 부유생물의 구분



### 1.4 부유생물: 생활사에 따른 분류

- **일생부유생물 (holoplankton)**
  - 전생활사 기간을 부유하며 지냄
  - 부유성 요각류, 화살벌레, 부유성 규조류
- **주기성 부유생물 (meroplankton)**
  - 생활사의 일부만을 부유하는 생물
  - 저서동물의 유생 (부유성 → 저서성)
  - 소형 어류의 난치어 (부유성 → 유영성)
- **일시성 부유생물 (tychopelagic plankton)**
  - 원래 해저바닥이나 저층해수에 사는 생물이나 파도나 폭풍 및 조류 등에 의해 일시적으로 표층한 생물들
  - 저서성 규조류, 저서성 곤쟁이류, 저서성 요각류, 저서성 새우류 등

# 4장 부유생물

## 1. 부유생물의 구분



### 1.5 부유생물: 해역에 따른 분류

- 외양성 부유생물 (oceanic plankton)
- 연안성 부유생물 (neritic plankton)
- 기수성 부유생물 (brackish plankton)

# 4장 부유생물

## 2. 채집과 동정, 계수



### 2.1 정성채집

- **목적**
  - 특정 해역에 서식하는 부유생물의 종류를 조사
- **방법**
  - 충분한 양의 물을 그물로 끌어 여과
  - 수직으로 끌면 여러수심의 종이 포함됨
  - 수평으로 끌면 특정 수심의 종만 포함됨
- **해파리와 같은 대형 부유생물은 직접 잡을 수 있음**
- **특히 해파리는, 그물로 잡을 시 몸체가 파손될 수 있음**

# 4장 부유생물

## 2. 채집과 동정, 계수



### 2.2 정량채집: 부유식물

- 부유식물의 특징
  - 크기가 작음 (몇  $\mu\text{m}$  ~ 수백  $\mu\text{m}$ )
  - 운동성이 작음 (특정 위치의 물을 채수시, 객관성이 보장됨)
  - 보통 1L정도를 채수함
- 채수
  - 난센채수기 (Nansen water sampler)
  - 반돈 (Van doorn) 채수기
  - 특정 수심에서 채수가 가능한 방법도 고안됨

# 4장 부유생물

## 2. 채집과 동정, 계수



### 2.2 정량채집: 부유동물

- 부유동물의 특징
  - 운동성이 상대적으로 큼 (채수시, 회피기작 등이 있을 수 있음)
- 채집
  - 일반적으로 그물을 끄
  - 그물을 통과한 해수의 양은 유량계 (flow meter)를 통해 구함
  - 수평으로 그물을 인양하면 특정수심에 분포하는 부유생물이 채집됨
  - 깊은 수심에서 채집할 경우, 수직/사선 인양을 함



### 2.2 정량채집: 부유동물

- 문제점

- 부유식물처럼 정지된 물을 채수하는 것이 아니므로 몇가지 문제 발생
- 그물이 생물에 손상을 야기할 수 있음
- 채집된 부유동물이 모집단을 대표할 수 있는지 신뢰의 문제가 있음
  - : 그물을 끌경우 시간이 지날 수록, 여과력이 감소
  - : 그물에 의해 생물이 손상될 수 있음
  - : 운동성이 뛰어나 도피행동을 보일 수 있음



#### 2.3 계수 (counting)

- 각 종류별로 얼마나 많이 채집되었는지를 세는 것
- 일반적으로 부유생물은 크기가 작기 때문에, 적은 양의 해수라도 개체수를 모두 계수하는 것은 불가능
- 따라서 해수의 일부만을 취해 (**sub sampling**), 직접 현미경으로 숫자를 계수한 다음 총 채집면적이나 체적에 대한 값으로 환산함



### 3.1 부유식물: 돌말류 (Diatom)

- 황갈조문 (Chrysophyta) – 돌말강 (Bacillariophyceae)
- 수분이 있는 곳에는 어디든 살아감
- 규산질 ( $\text{SiO}_2$ )로 된 피각 (frustule)이 페트리디쉬 형태로 포개져 있음
- 피각안에 세포가 존재
- Chl a, c를 가지며, 엽황소 (xanthophyll)를 색소체로 가져 다수가 뭉쳐있으면 황갈색으로 보임
- 무성생식이 우세하나, 무성생식의 결과로 피각의 크기가 축소되는 문제가 발생 → 증대포자를 통한 유성생식

## 4장 부유생물

### 3. 종류



### 3.1 부유식물: 돌말류 (Diatom)

- 빛, 온도 등의 환경조건이 나빠질 때, 휴면포자 (**resting spore**)  
를 형성하여 오랜기간 동안 버텨냄  
→ 환경조건이 개선되면 재발아
- 피각의 형태에 따라 **Centric, Pennate diatom**으로 분류



### 3.1 부유식물: 와편모류 (Dinoflagellate)

- 황적조문 (**pyrrophyta**)
- 돌말류 다음으로 풍부함
- 대다수가 광합성을 하지만(**부유식물**), 동물성 와편모류도 있음
- 운동방향이 서로 다른 두개의 편모를 가짐
  - 횡편모 (**transverse flagellum**) : 몸을 감싸고 있는 편모, 측방향 운동에 관여
  - 종편모 (**longitudinal flagellum**) : 몸의 후미에서 나와있는 편모, 상하운동에 관여
- 두가지 형태
  - 노출형 (**naked type**) : 세포벽없이 단순히 점액질로 덮여있음
  - 갑주형 (**armored type**) : 피각 (**theca**)으로 덮여있음



### 3.1 부유식물: 와편모류 (Dinoflagellate)

- **종류: 편모의 위치에 따라...**
  - 정단와편모류 (Desmokyontae): 편모가 정단(끝부분에)에서 나옴, 세포벽이 좌우 반쪽
  - 측와편모류 (Dinokyontae): 편모가 세포 옆부분에서 나와 몸을 가로로 둘러 씌
- **생식**
  - 이분법에 의한 번식
  - 돌말류처럼 크기가 감소하지는 않음, 증대포자 형성 불필요
- **색소체**
  - 엽록소 a, c를 주로 가지며, 보조색소로  $\beta$ -카로틴과 황적색소 (peridinin)을 가짐
  - 황적색소에 의해 대량번식 할 경우, 해수가 붉은 색을 띠 (적조)

## 4장 부유생물

### 3. 종류



### 3.1 부유식물: 와편모류 (Dinoflagellate)

- 독성을 가지는 종들이 많음 (**Gymnodinium, Alexandrium**)
- 국내의 종중에는 발광하는 종들도 있음
- 산호와 공생하며 산호에게 유기물을 제공하는 역할을 함  
(**Zooxanthellae**)



### 3.1 부유식물: 남조류 (blue green algae)

- 단세포 원핵생물로 광합성을 하는 bacteria을 칭함
- 온대해역과 열대해역의 표층에 주로 출현
- 색소는 색소단백질 (**phycobobilisome**)의 형태로 가짐
  - 남조소 (phycocyanin) : 적색광 흡수
  - 홍조소 (phycoerythrin) : 청색광 흡수
- 질소고정을 하는 종들은 질수고정 기능을 갖는 이질세포 (heterocyst)를 가짐
- 질소고정은 빈영양의 열대해역 표층에서 높은 생산성을 가능케 함

# 4장 부유생물

## 3. 종류



### 3.1 부유식물: 식물성 편모류 (phytoflagellates)

- **규질편모류**
  - 황갈조 식물강 (Chrysophyceae)의 소그룹
  - 내골격이 방사상으로 배열됨
  - 1개의 편모를 가짐
  - 보조색소로 엽황소를 가져, 황갈색을 띠
- **은편모류**
  - 두개의 털달린 편모 (pleuronematic flagella)
  - 다양한 색소를 가져, 다양한 색깔을 띠

# 4장 부유생물

## 3. 종류



### 3.1 부유식물: 식물성 편모류 (phytoflagellates)

- **착편모류**
  - 두개의 편모 이외에 먹이를 잡는데 사용되는 하나의 착편모가 따로있음
  - 착편모의 길이는 다양함
- **석회비늘 편모류 (Coccolithophorids)**
  - 둥근 석회비늘 (calcareous coccoliths)로 덮힘



### 3.2 부유동물: 부유원생동물

- **착편모류**
  - 두개의 편모이외에 먹이를 잡는데 사용되는 하나의 착편모가 따로 있음
  - 착편모의 길이는 다양함
- **석회비늘 편모류 (Coccolithophorids)**
  - 둥근 석회비늘 (calcareous coccoliths)로 덮혀 있음
- **크기상으로는 소형부유동물 (microzooplankton), 미소부유동물 (nanozooplankton)에 속함**
- **microbial loop :**
  - food web에서 박테리아와 식물플랑크톤과 같은 매우 작은 생물들과 대형해양 생물 사이를 연결해주는 고리, 동물플랑크톤의 매우 중요한 역할임

# 4장 부유생물

## 3. 종류



### 3.2 부유동물: 부유원생동물

- **편모충 (flagellates)**
  - 부유동물중 가장 작은 크기
  - autotrophic(부유식물에 속함), heterotrophic, mixotrophic 모두 존재함
  - 주로 박테리아를 먹이로 취함
  - 편모로 이동 및 사냥을 함

# 4장 부유생물

## 3. 종류



### 3.2 부유동물: 부유원생동물

- 유공충 (foraminifera)

- 단단한 석회질 껍질을 가져, 퇴적된후 석회암을 형성
- 대부분 저서성
- 위족 (pseudopodia)을 구멍사이로 내보내어 돌말류, 소형갑각류 등을 사냥
- 껍데기 내부에 방을 갖는데, 방의 개수는 종마다 다양함
- 무성생식과 유성생식을 반복해서 수행

: 다핵의 배수체는 무성생식을 반복하고,

: 배수체가 충분히 성숙하면,

: 감수분열에 의해 편모를 가진 배우자를 형성하여 유성생식

## 4장 부유생물

### 3. 종류



### 3.2 부유동물: 부유원생동물

- **유공충 (foraminifera)**

- 분포는 수온과 깊이에 많은 영향을 받음

- : 주로 따뜻한 지방에 많음

- : 수압이 일정수준 이상에서는 껍질이 녹아내려 살수 없음

- 온도에 따라 껍질의 구멍형태와 분포가 달라져, 오랜 기간 생존해온 유공충은 과거 환경을 유추하는 자료가 될 수 있음

- 일부종은 껍질 안쪽에 미세조류와 공생하기도 함

# 4장 부유생물

## 3. 종류



### 3.2 부유동물: 부유원생동물

- **방사족충 (Actinopodea)**
  - 구형으로, 방사상으로 곧게 뻗은 위족을 가짐
  - 껍질을 가지는 종도 있고, 없는 종도 있음
- **종류**
  - 방산충류 (Radiolaria)  
: 껍질을 가지며, 중앙의 구멍을 통해 위족을 방출
  - 방사극충류 (Acantharia)  
: 20개의 골편(외부의 바늘형태의 침)이 방사상으로 규칙적으로 뻗어나감
  - 태양충류 (Heliozoa)  
: 긴 위족과 짧은 위족을 가짐  
: 세종류중 크기가 가장 작음



### 3.2 부유동물: 부유원생동물

- **섬모충 (ciliates)**

- microbial loop의 주역
- 수가 급격히 늘어나면, 적조를 일으킬 수 있음
- 종피류 (Tintinnids)

: 세포 정단에 나선형의 겹섬모열 (aboral membranelle)을 가지고 헤엄치거나 먹이를 잡음

: 키틴질의 피막 (lorica)은 여러가지 이물질이 접착하여 형성되므로, 죽은 뒤에도 남아 종의 특징을 알 수 있음

: 여러 개의 소핵과 대핵을 가짐

- 빈섬모류 (Oligotrichs)

: 겹섬모열이 있으나, 종피류에 비해 적은 열로 이루어짐

: 대부분 종이 피막을 갖지 않음

# 4장 부유생물

## 3. 종류



### 3.2 부유동물: 중형부유동물

- 자포동물

- 방사대칭
- 약한 유영능력
- 근육성의 촉수 (tentacle) : 육식성
- 중추신경은 있으나 말초신경의 발달은 없음
- 생활사중 메듀사형만 부유동물에 포함
- 히드라충강(Hydrozoa) : 폴립형(고착성)과 메듀사형(부유성)의 세대교번 (alternation of generation)
- 해파리강(Scyphozoa) : 폴립형과 메듀사형의 세대교번
- 산호충강 (Anthozoa)

# 4장 부유생물

## 3. 종류



### 3.2 부유동물: 중형부유동물

- 유즐동물
  - 방사대칭(외형적으로 해파리와 비슷)
  - 빛을내는 경우가 많음
- 환형동물
  - 저서성인 갯지렁이가 대표적
  - 발생과정에서 일시적으로 부유생활을 함
  - 내/외부의 많은 체절이 있고 cuticle로 덮여있음
  - 완전한 소화계 (입에서 항문으로 이어진 소화계)
  - 폐쇄혈관계 (혈액이 체내의 공간을 통해 순환함)

## 4장 부유생물

### 3. 종류



### 3.2 부유동물: 중형부유동물

- 연체동물

- 대부분 저서생활, 유영생활, but 일부 복족강은 일생부유생활을 함
- 근육성 발이 특화되어 운동용 등으로 사용됨
- 뚜렷한 두부(머리)를 가짐
- 표피에는 점액선과 말초신경 다수 분포함
- 완전한 소화계와 치설과 악판등의 저작기관도 가짐

- 모악동물

- 해양에만 서식, 대부분 부유생활
- 좌우대칭, 화살모양, 두부(head), 몸체부(trunk), 꼬리부(tail)로 나뉨
- 입의 앞뒤에 악모(hook)가 발달함
- 자웅동체이며, 유생이 없음

# 4장 부유생물

## 3. 종류



### 3.2 부유동물: 중형부유동물

- 절지동물

- 관절이 발달
- 통상 전세계적으로 부유동물의 가장 많은 부분을 차지(전세계 종의 3/4 추정)
- 갑각강는 바다에, 곤충강는 육상을 우점
- 갑각강의 특징
  - : 두쌍의 촉각(안테나)
  - : 키틴질의 외골격
  - : 뚜렷한 머리, 가슴, 배
- 요각아강 / 난바다 곤쟁이류 / 곤쟁이류 / 단각류 / 지각류 / 패충류

# 4장 부유생물

## 3. 종류



### 3.2 부유동물: 중형부유동물

- **척삭동물**
  - 일부 동물이 부유생활(불우렁쉥이 등)
  - 두부와, 몸체와 꼬리부가 명확히 구분됨
  - 척색과 뇌를 가짐
  - 먹이포획을 위한 여과망을 체외에 크게 만듦

# 요약



## 부유생물

1. 부유생물은 물의 흐름에 따라 수동적으로 떠 있는 생물이다.
2. 채집에는 정성채집과 정량 채집이 있다.
3. 돌말류는 규산질의 피각을 갖는 것이 특징이다.
4. 와편모류는 두개의 편모를 가지며, 적조의 원인이 된다.
5. 남조류는 원핵생물로, 광합성 외에 질소고정을 할 수 있다.
6. 부유원생동물은 microbial loop을 통해 food web에서 매우 중요한 연결고리가 된다.

숙제

HOMEWORK  
SUCKS

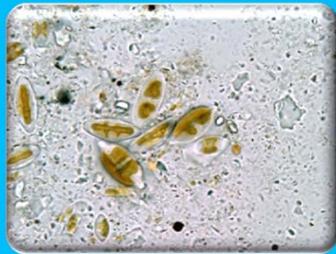
## 용어정리 & 그림작성 (with >5 terms)

1. 슬라이드(그림 포함)에 제시된 용어 30개 이상을 정리
2. 선택한 용어 중 5개 이상을 이용하여 창의적인 그림 작성

교과목명: 생물해양학 및 실험 2013년도 1학기

담당교수: 김 종성

# 해양생물학



## 8장



Laboratory of Marine Benthic Ecology

서울대학교 해양저서생태학연구실

# 8장



## 표영생태계

1. 연안해역
2. 하구역
3. 외양해역
4. 용승수역과 전선수역

# 8장 표영생태계

## 1. 연안해양



### 1.0 연안해양

- 연안해양

- 수심 200m내의 육지에 가까운 수역
- 육지와 상호작용하는 지역으로, 육상환경으로부터 영향을 받음
- 내만수역 (inshore waters)
  - : 수심이 얇고 조석의 영향이 큰 수역
  - : 혼합이 잘되므로 수온약층이 미약하고 영양염류의 농도가 높음
  - : 부유물질이 많아 빛이 투과되는 깊이가 얇음
- 연안수역 (coastal waters)
  - : 수심 100~200 m의 대륙붕 해역
  - : 하구나 내만수역보다 안정된 수괴, 영양염류는 높음
  - : 연안 생산의 대부분을 차지함



### 1.1 부유식물과 일차생산

- 연안해역은 육상의 영향에 의해 영양염류가 공급될 수 있음
  - 이에 따라, 부유식물의 종조성과 군집구조 및 생산력에도 차이가 큼
  - 하구역에 비해서는 생산력의 연변화가 적으나, 외양에 비해서는 큼
  - 여름철에 일차생산력이 매우 큼
    - : 광조건과 수온이 높기 때문
  - 육상으로부터 유입된 영양염은 부유식물의 대량번식(적조)을 야기할 수 있음



### 1.2 부유동물: 환경 및 서식

- 연안역은 수온 및 염분의 환경변화가 심함  
: 환경변화에 내성을 가진 종들만 서식 (종다양성이 작음)
- 풍부한 영양염류에 의해 일차생산력이 높으므로, 부유동물의 크기가 크고, 생물량이 높음
- 주기성 부유동물 (meroplankton)이 많음  
: 저서생물의 유생으로써, 성장한 이후 저서환경에 정착
- 한반도 해역에는 요각류가 대부분을 차지함
- 한반도와 같은 온대기후에서는 계절에 따라 종조성 및 풍부도가 변함

# 8장 표영생태계

## 1. 연안해양



### 1.2 부유동물: food chains

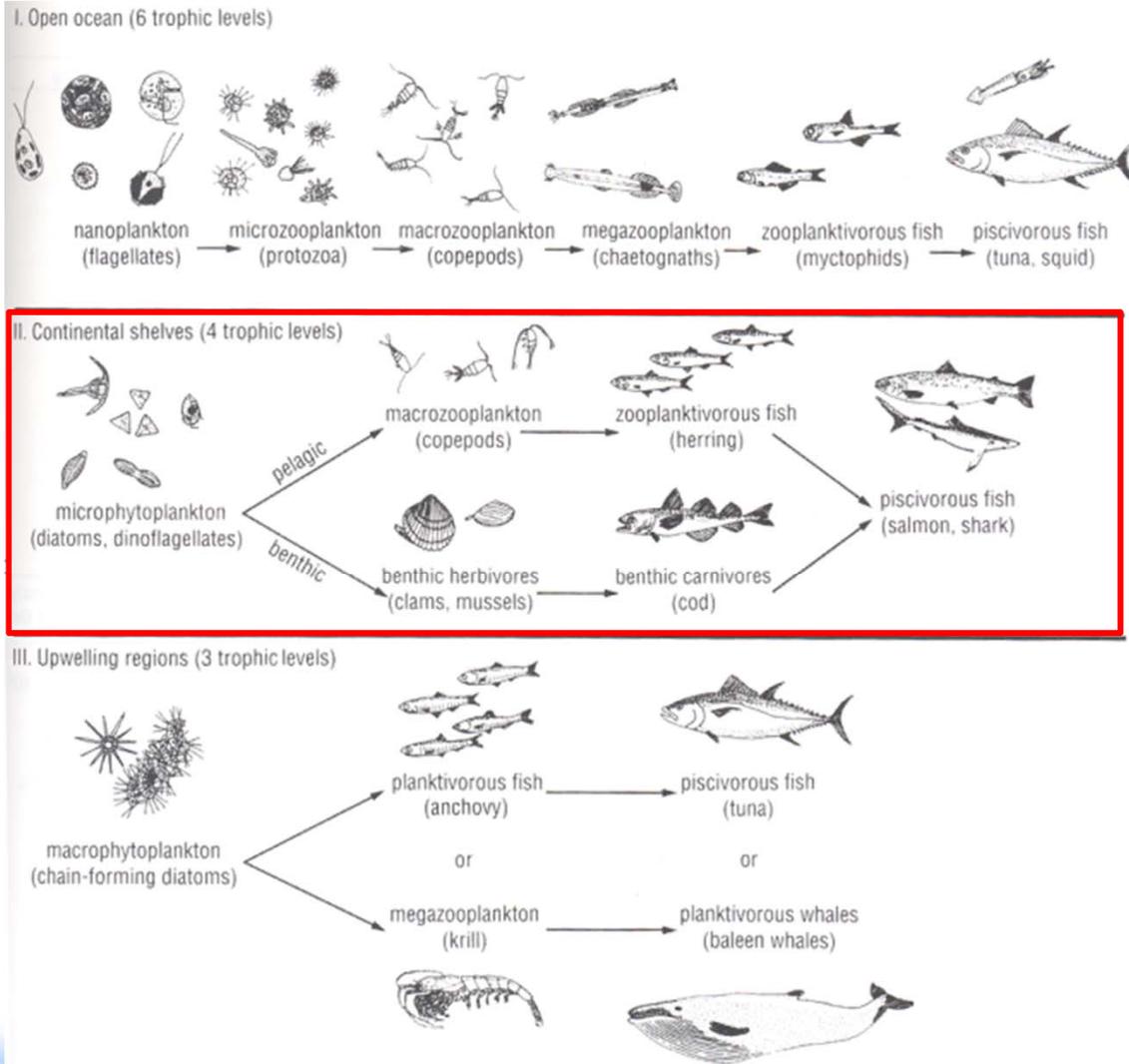


Figure 5.3 A comparison of food chains in three different marine habitats. The organisms representing each trophic level are only selected examples of the many marine species that could be present in that level. (Organisms not to scale.)

- 풍부한 영양염류를 가질 수록 생산자의 크기가 큼
- 영양염류가 부족한 환경에서는 체적을 줄여, 물질흡수에 용이하게 적응
- 상위영양단계의 동물들 또한 크기가 큼

# 8장 표영생태계

## 1. 연안해역



### 1.3 미생물

- 연안해역에는 미생물(**decomposer**)의 밀도 또한 높음  
: 연안해역의 높은 생물량은 많은 유기물을 배출하기 때문
- 적조가 발생하면 수가 급격히 늘어나고, 다른 종으로 대체됨(**천이**)

# 8장 표영생태계

## 1. 연안해역



### 1.4 어류

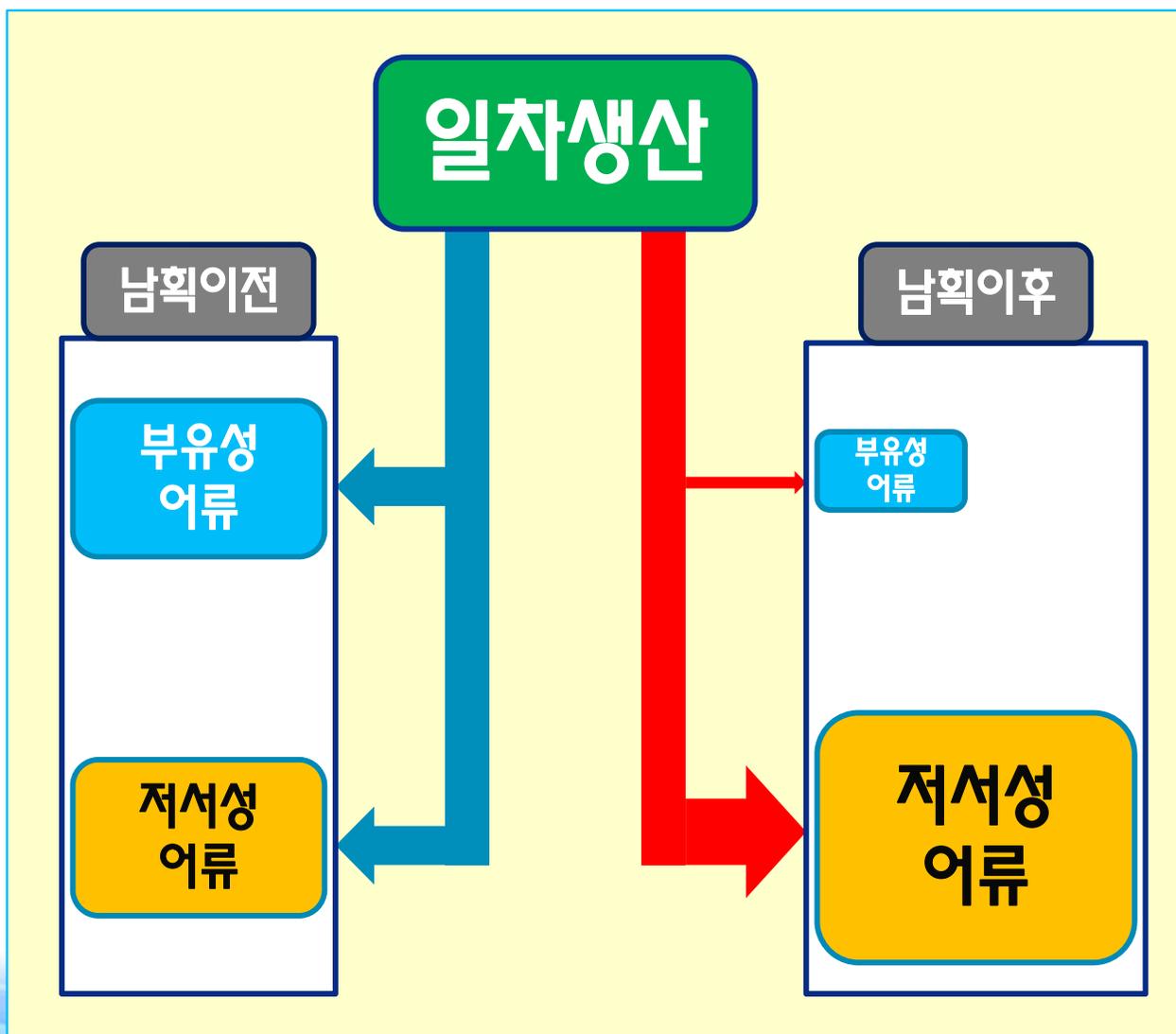
- **연안해역은 어류의 생산성이 높음**
  - 영양염 풍부 →
  - 일차생산성 높음 →
  - 저서계 생산성 풍부 →
  - 생산 물질 먹이사슬을 통해 어류에 전달 →
  - 전수층에 어류 풍부
- **어류는 인간의 남획의 영향을 크게 받음**

# 8장 표영생태계

## 1. 연안해양



### 1.4 어류: 부유성 vs. 저서성



#### • 남획이전

- 일차생산이 부유성어류와 저서성 어류에게 나뉘어져 들어감

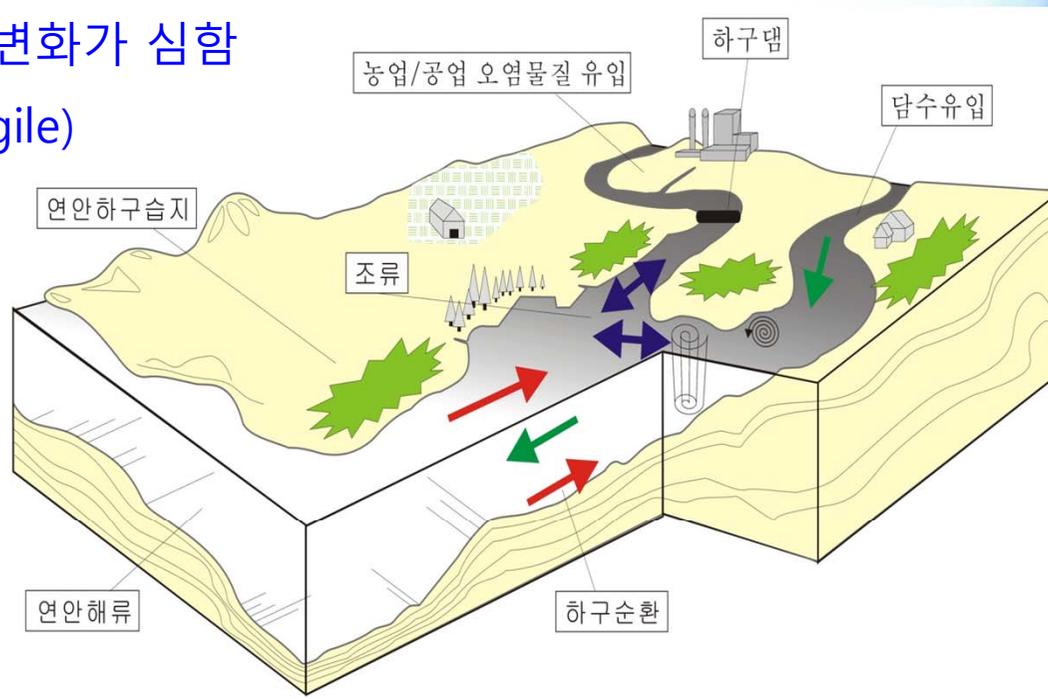
#### • 남획이후

- 주로 부유성어류의 남획
- 일차생산이 주로 저서계로 유입
- 저서성어류의 개체수가 늘어남



### 2.0 하구역

- 하구역(brackish water)
  - 강과 바다가 만나는 지역
  - 육상기원 물질의 해양 유입 통로
  - 담수, 기수, 해수로의 환경 변화가 심함
  - 전이지대: 변화에 민감 (fragile)





### 2.1 환경

- 하구역은 형성요인에 따라 네가지로 구분
- 해안평원 하구역 (coastal plain estuary)  
: 해빙기의 해수면 상승에 의해 형성
- 구조하구 (tectonic estuary)  
: 육지의 침강에 의해 형성
- 협만하구 (fjord estuary)  
: 빙하에 의해 침식되어 깊어진 육지에 해수가 유입되어 형성
- 반폐쇄 석호하구역 (lagoon estuary)  
: 사주(sand bar)가 발달하여, 하구의 일부를 막아서 형성

# 8장 표영생태계

## 2. 하구역



### 2.1 환경

- 하구역은 담수와 해수가 유입되는 정도에 따라 염분의 차이가 큼
  - : 담수와 해수가 만나면 바로 섞이지 않고, 층상구조(stratified estuary)가 형성됨
  - : 강수량과 증발량 또한 염분에 영향을 줌
  - : 일간 염분변화는 조석주기에 따름
- 하구역은 연안보다는 파도가 약함
- but, 담수와 해수의 혼합과정에서 퇴적물의 부유가 많이 일어남  
(높은 탁도)
- 육상과 인접해 있으므로, 육상환경에 따라 많은 영양염류가 공급되기도 함: 높은 생산성
- 주변 생태계에 큰 영향을 미침, 해양생물의 산란장 역할을 함.



### 2.2 생물종의 특성

- 기수역에만 서식하는 토착생물도 있음 (brackish water species)
- 담수종과 해수종이 함께 살아감
- 하구역에서 생존해서 살아갈 수 있는 생물은 대부분 광염성 (euryhaline) & 광온성 (eurythermal)
- 따라서 생물 다양성이 높지는 않음



### 2.3 부유식물

- **부유식물은 물의 흐름에 수동적으로 움직임**  
: 연안수역에서 기수역으로 운반될 수 있음
- **저서성 돌말류가 많이 포함됨**  
: 빨이나 모래표면에 부착하여 살아가고, 물의 흐름에 의해 일시적으로 부유
- **환경과의 관계**
  - 하구역은 부유물이 많고, 물의 흐름이 빨라 부유생물이 서식하기에 적합한 환경은 아님
  - but, 수괴가 안정되고 광량이 높은 봄철에 대증식이 일어나고, 영양염류가 소진 되는 여름철에는 급격히 감소하기도 함
  - 대증식이 일어날 때, 일시적으로 높은 생산성을 보임



### 2.4 부유동물

- **염분과 온도 변동폭의 크기가 생물량과 밀접한 연관성이 있음**
  - 염분의 변동폭이 작은 하구역에서는 담수종, 기수종, 해산종이 서로 다른 공간에 서식할 수 있음
  - 염분의 변동폭이 커지면, 염분에 대한 내성범위가 넓은 일부종을 제외하고는 종수가 크게 감소
- **염분과 온도 변화에 내성을 가진 부유동물들도 종마다 최적 염분 및 온도조건은 다르므로 환경 및 계절변화에 따라 천이가 일어나기도 함**

# 8장 표영생태계

## 2. 하구역



### 2.5 어류

- **광염성 종들만 살아갈 수 있음**
  - : 일생전체를 살아가는 종은 많지 않음
  - : 삼투압을 이겨내야 하므로, 서식하는데 많은 에너지가 필요함
- 일부 해산종들에게 산란 및 보육장으로 사용됨
- 왕복성 어류들은 민물과 바다를 회유하는 길목임
- **하구역에 적응한 어류는 빠르게 성장하고 높은 생물량을 보임**
  - : 포식자와 경쟁자가 적음
  - : 높은 이동능력은 염분변화에 대처하는데 유리함

# 8장 표영생태계

## 3. 외양해역



### 3.0 외양해역

- 외양해역
  - 수심 200m 이상의 수역 (외해)
  - 전체 해양의 99.8%를 포함
  - 외양생태계 (Open ocean ecosystem)
  - 광도가 약한 박광층 (disphotic zone)과 무광층 (Aphotic zone)이 대부분



### 3.1 부유식물과 일차생산

- 유광대 (Euphotic zone)에 서식
- 빛이 없는 환경에서는 동물이 생산자로 바뀜
- 외양생태계 부유식물의 분포와 일차생산력은 위도와 깊이에 따라 큰 차이를 보임



### 3.1 부유식물과 일차생산

- 열대해역

- 연중 태양광이 강하고 표층은 따뜻한 수온이 유지됨 (계절적 변동은 작음)
- 부유물이 적으므로 깊은 수심까지 태양광이 투과
- 수온약층이 안정하여 영양염류가 풍부한 심층수와 표층수가 섞이지 못함
- 빛은 풍부하나 영양염류가 부족하여 일차생산성이 낮음 (대증식은 없음)
- 남조류 (blue green algae)의 질소고정 (nitrogen fixation)에 의해 질소성 영양염류가 공급되기도 함
- 용승수역과 산호초지역에서는 높은 생산성을 보임



### 3.1 부유식물과 일차생산

- 온대 해역

- 계절적인 변화가 뚜렷

- : 태양의 고도의 변화로 수층으로의 에너지 유입량이 변함

- : 가을, 겨울에는 표층수온이 하강하면서, 밀도차이로 표층수와 심층수의 혼합

- : 봄, 여름에는 표층수온의 증가로, 수괴가 안정됨

- 봄, 가을에는 풍부한 광도와 영양염류를 바탕으로 돌말류의 대증식 가능

- 여름에는 높은 수온과 낮은 영양염 농도를 버티는 와편모조류가 우세

- 겨울에는 표층수와 심층수의 과도한 혼합으로 부유식물이 표층에 머무르지 못하여, 일차생산성이 낮아짐



### 3.1 부유식물과 일차생산

- 아한대-한대 해역

- 수온이 연중 낮고, 광량 또한 적음
- 저온, 저광에 적응한 부유생물만 생존가능
- 겨울에는 대부분의 수역이 얼음으로 덮여, 태양광이 반사됨
  - : 겨울철, 부유식물은 성장하지 못하고 휴면
  - : 늦은 봄과 여름철, 얼음이 녹고 태양광이 풍부해지면서 급격히 개체군 증가
  - : 일반적으로 연생산력이  $20\text{gC}/\text{m}^2\cdot\text{yr}$ 을 넘지 못함
- 남극해는 용승수역으로 인해 영양염이 풍부하여 일차생산력이 비교적 높음
  - : 평균적으로  $100\text{gC}/\text{m}^2\cdot\text{yr}$



### 3.2 부유동물

- **일생부유동물 (Holoplankton)이 주를 이룸**  
: 일생을 표영계에서 보냄 (↔meroplankton)
- **개체발생적 수직이동 (ontogenetic vertical migration)**  
: 생활사에 따라 특정 시기에 특정 수심에 분포하고자 이동하는 것  
: 열대지역보다는 중(연3~4회), 고위도(연1~2회) 지역에서 많이 나타남  
: 계절변화에 따라 성장, 포식, 도피를 위해 이동하기 때문



### 3.3 어류

- 일차생산이 주로 표층에서 이루어지므로, 어류도 표층에 풍부함
- 부족한 무기염류로 인해 생산성이 낮아 어류의 양도 적음
- 먹이가 부족하여, 먹이 경쟁과 포식압이 매우 큼
- 빈영양에 적응할 수만 있다면, 넓은 서식공간은 생존에 이점이 됨



### 3.3 어류

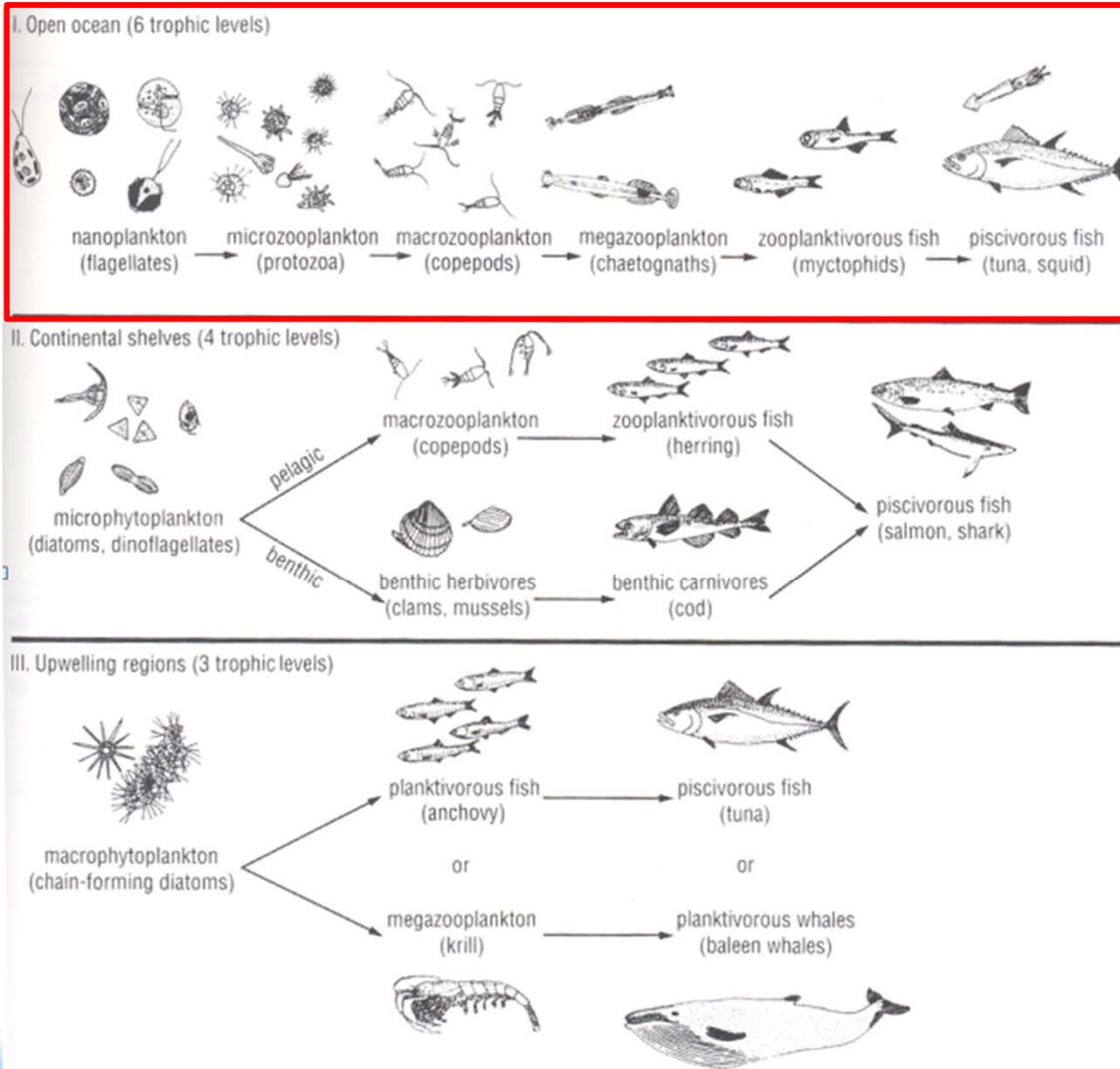
- **일생해양표층어류 (holoepipelagic fish)**
  - 평생을 해양의 표층을 회유하며 서식
  - 행동반경이 넓음, 빈영양의 외양에서 포식을 위한 것으로 보임
- **중층어류 (midwater fish)**
  - 어류중 70% 포함
  - 발광기관을 가진 경우가 많음
  - 주간에는 200~500m 정도에 머무름 (포식자 회피)
  - 야간에 표층으로 이동 (먹이 섭취)
  - 수온과 압력 적응범위가 넓어야 함
- **심해어류**
  - 성어는 심해에서 서식하나 치어기는 표층이나 중층에서 보냄

# 8장 표영생태계

## 3. 외양해역



### 3.3 어류: 외양해역의 생산성이 낮은 이유



- 부족한 영양염류
- 작은크기의 일차생산자
- 최상위 포식자 가지 중간단계가 많음
- 상위단계로 에너지가 이전하는 과정에서 많은 에너지가 소실됨

Figure 5.3 A comparison of food chains in three different marine habitats. The organisms representing each trophic level are only selected examples of the many marine species that could be present in that level. (Organisms not to scale.)

# 8장 표영생태계

## 4. 용승수역과 전선수역



### 4.0 용승수역

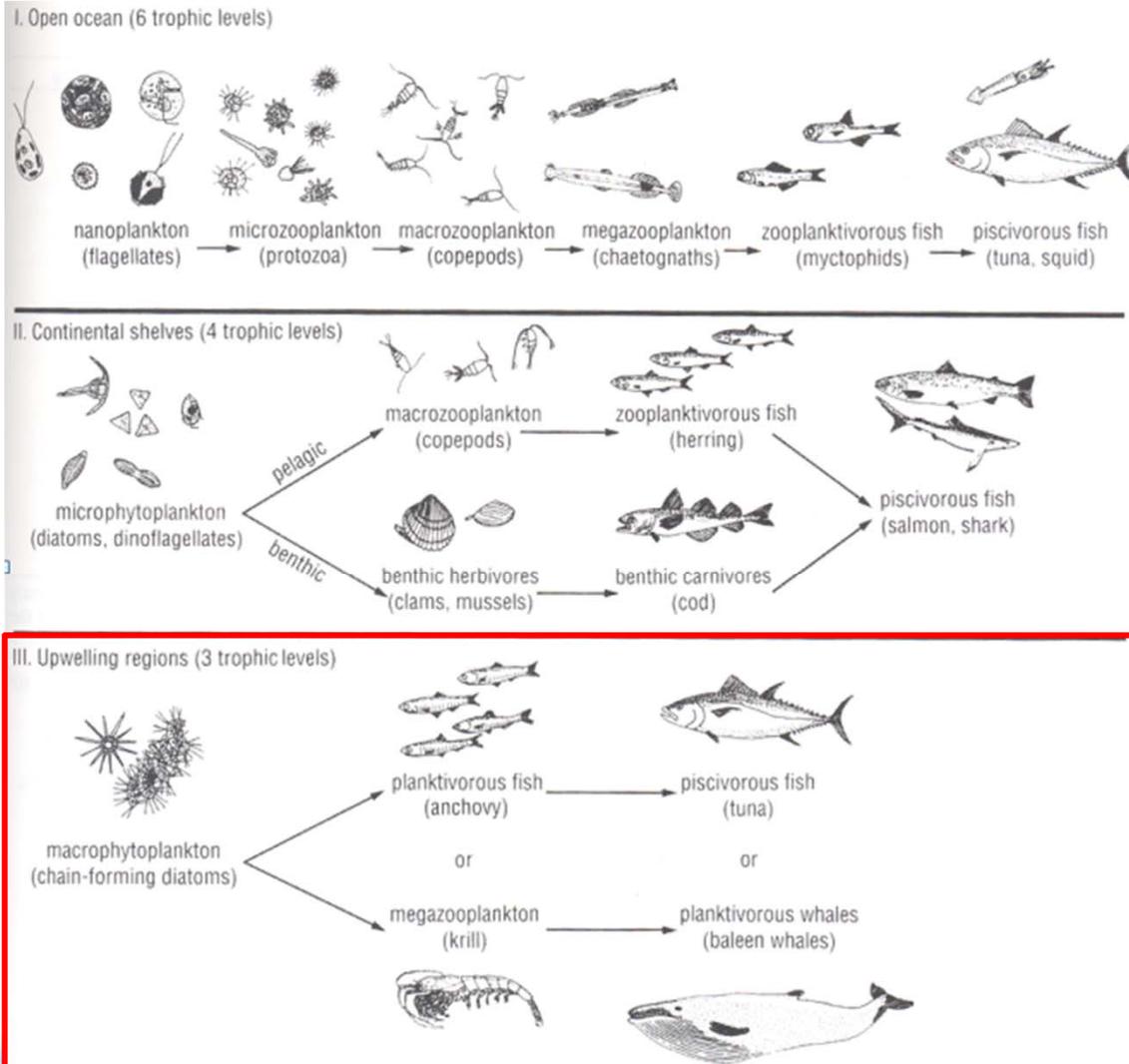
- 용승수역
  - 저층의 수괴가 상층으로 유입되면서, 영양염이 매우 풍부
  - 높은 일차생산력과 높은 이차생산력
- 전선수역
  - 바다에서 서로 다른 성질을 가진 두 수괴가 수평적으로 만나면서 영양염이 공급
  - 높은 생산성

# 8장 표영생태계

## 4. 용승수역과 전선수역



### 4.0 용승수역: 용승수역의 높은 생산성



- 매우 풍부한 영양염류
- 일차생산자의 크기가 큼
- 최상위 포식자까지 중간단계가 적음

Figure 5.3 A comparison of food chains in three different marine habitats. The organisms representing each trophic level are only selected examples of the many marine species that could be present in that level. (Organisms not to scale.)

# 요약



## 표영생태계

1. 연안: 영양염류의 공급이 풍부, 높은 생산성.
2. 하구: 심한 염분 변화, 한정적인 서식 생물종, 풍부한 영양염류, 높은 생물량.
3. 외양: 영양염류 제한인자로 작용, 낮은 생산성과 생물량.
4. 용승/전선수역: 해양의 물리적 작용에 의해 풍부한 영양염류가 공급, 높은 생물량.

숙제

HOMEWORK  
SUCKS

## 용어정리 & 그림작성 (with >5 terms)

1. 슬라이드(그림 포함)에 제시된 용어 30개 이상을 정리
2. 선택한 용어 중 5개 이상을 이용하여 창의적인 그림 작성