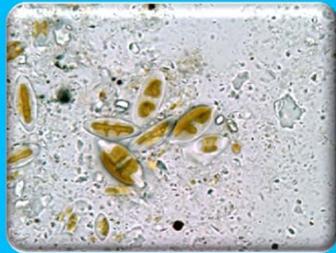


교과목명: 생물해양학 및 실험 2013년도 1학기

담당교수: 김 종성

# 해양생물학



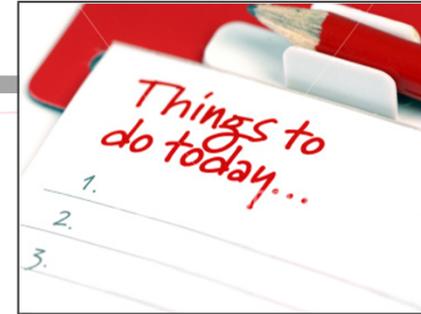
3장(1/2)



Laboratory of Marine Benthic Ecology

서울대학교 해양저서생태학연구실

# 3장



## 생태학의 기본개념들

1. 생태학
2. 생물의 다양성
3. 생태적 지위
4. 개체군
5. 군집
6. 에너지 흐름과 물질순환

# 3장 생태학의 기본개념들

## 1. 생태학



### 1. 생태학: 정의, 연구방법

- 생태학의 정의
  - 생물과 그 환경간의 상호작용을 연구하는 과학 (Haeckel, 1869)
  - 생물분포와 양을 결정짓는 상호작용에 대한 과학적 연구 (Krebs, 1985)
    - *ecology: 'oikos' + 'logos' = 'the law of the household' (서식지의 법칙)*
- 생태학의 목표에 접근하는 방법 (연구법)
  - 현장관찰: 가장 오래된 방법, 관찰(observation)과 기재(description)가 위주
  - 분석적 방법: 17세기 이후 발전, 개체군에 대한 수학적 모델 개발 위주
  - 실험적 방법: 실험실 내에 환경조성 후 실험 위주

# 3장 생태학의 기본개념들

## 1. 생태학



## 1. 생태학: 계층 구조

- 생태계의 계층 구조

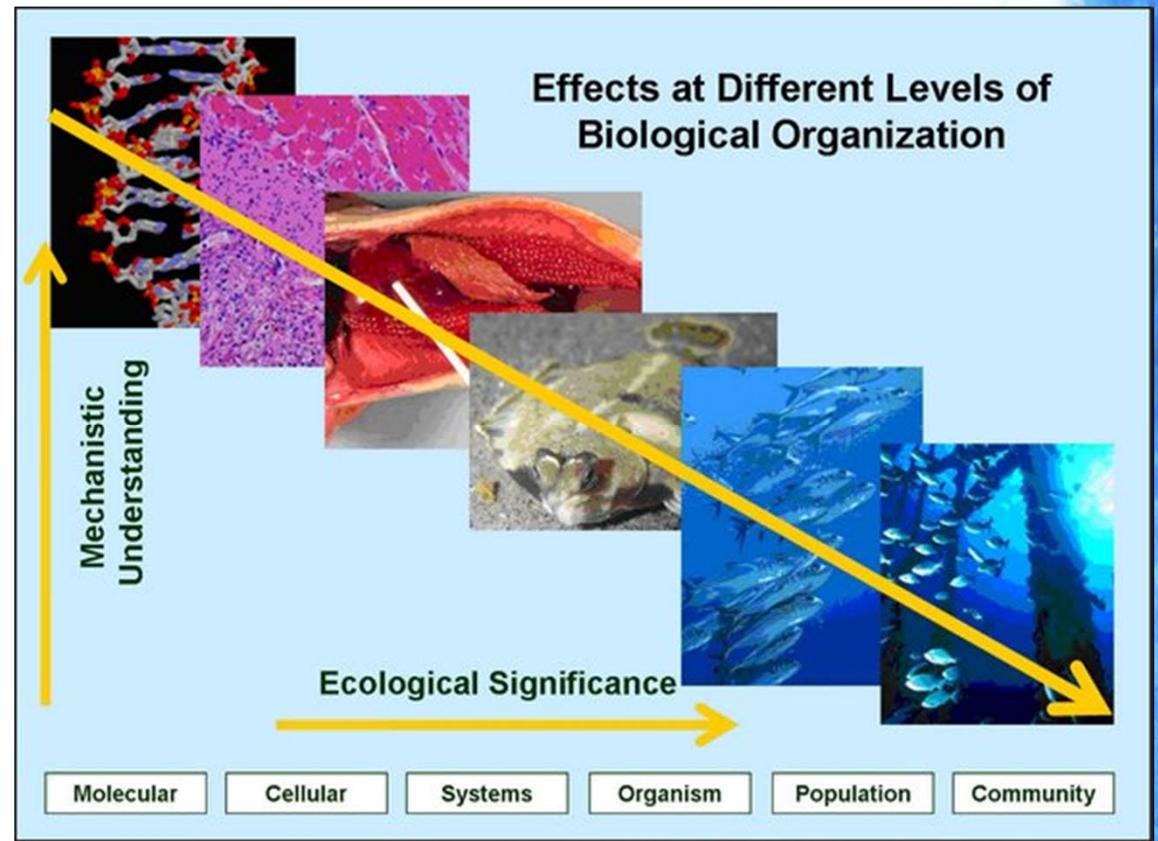
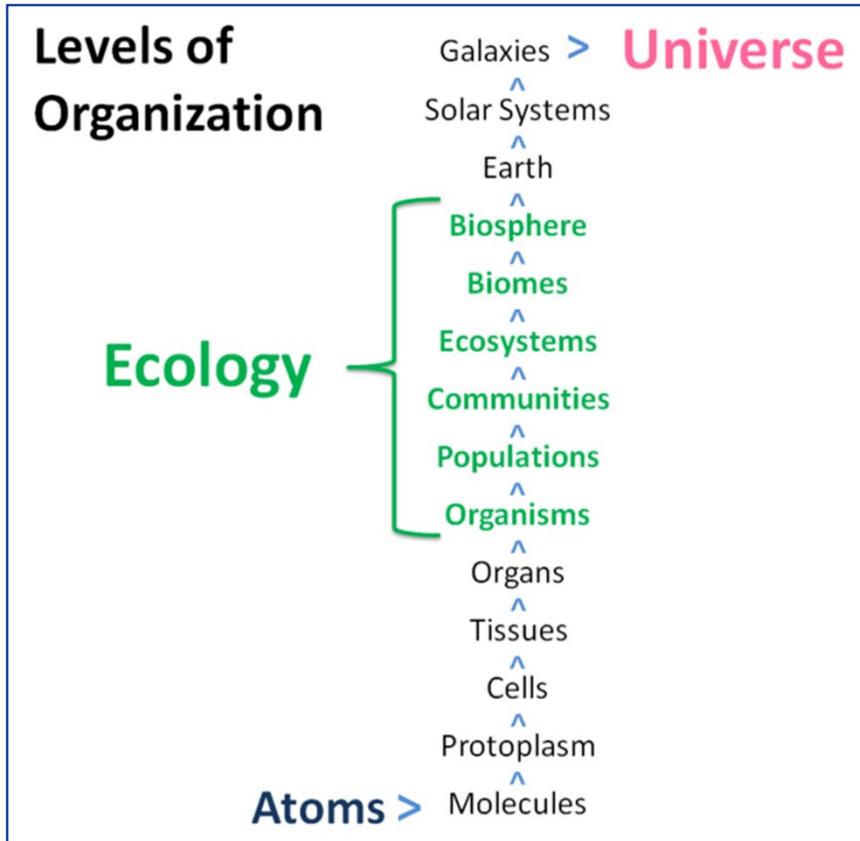
- 생물권 (biosphere)
- 생물군계 (biome)
- 생태계 (ecosystem)
  - 생태계 생산력, 물질순환, 에너지 흐름 등을 연구 → 생태학
- 군집 (community)
  - 군집 생물간 상호작용, 물리적 환경 연구 → 군집 생태학
- 개체군 (population)
  - 개체군 밀도, 연령구조, 성장률 연구 → 개체군 생태학
- 개체 (organism, individual)

# 3장 생태학의 기본개념들

## 1. 생태학



## 1. 생태학: 계층 구조



# 3장 생태학의 기본개념들

## 1. 생태학



## 1. 생태학: 영양 구조

- 생태계의 영양 구조 (**trophic structure, trophic level**)
  - 생산자(producer): autotrophic component → plant
  - 소비자(consumer): heterotrophic component → animal
  - 분해자(decomposer): bacteria
- 현존량 (**standing crop**)
  - 각 영양단계의 생물량, 즉 이용가능한 생물량
  - unit) 단위면적 또는 단위체적당 세포수 또는 생물량(biomass)

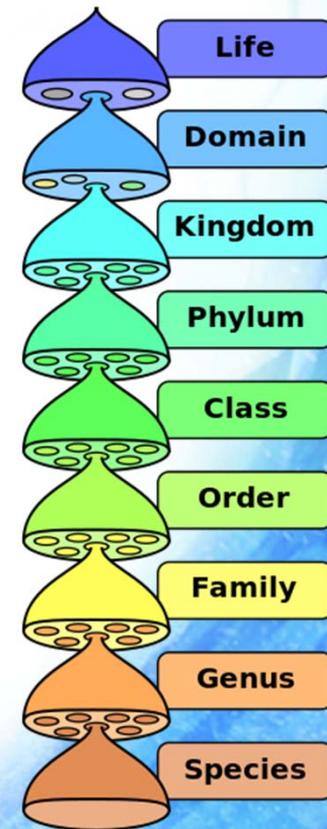
# 3장 생태학의 기본개념들

## 2. 생물의 다양성



### 2. 생물의 다양성: 분류

- **생물의 분류 (classification)**
  - 정의: 생물간의 유사성을 기준으로 종을 식별
    - cf. 동정 (identification): 종을 식별하는 행위
- **분류학 흐름의 변화**
  - 초기: 형태적 차이, 현재: 유전적 차이로 종을 구분
- **분류의 종류: 세가지 주요과제**
  - $\alpha$ -분류: 동정, 외형(생화학적 특징)에 기반한 분류
  - $\beta$ -분류: 계층/분류체계(종속과목강문계)에 따른 분류
  - $\gamma$ -분류: 동일수준(종)에서 생물들의 변화/진화과정 연구



# 3장 생태학의 기본개념들

## 2. 생물의 다양성



### 2. 생물의 다양성: 분류학의 3대 과제

- $\alpha$ -분류: 동정 (**identification**)
  - 페논(phenon): 같은자리에 놓여진 생물의 무리
  - 신종(new species): 새로 발견한 종 또는 새롭게 개량한 종(품종)
  - 분석단계(analytical stage): 동정 확정 및 기재(차별성)
- $\beta$ -분류: 분류 (**classification**)
  - 종합단계(synthetic stage): 유사 정도에 따른 순차척/계통적 배열
- $\gamma$ -분류: 종형성 (**speciation**) 및 진화 (**evolution**)
  - 종형성(species formation): 진화과정에서 신종 형성
  - 종분화(speciation): 변이/분포상태, 환경관계, 습성, 집단관계, 근사종

# 3장 생태학의 기본개념들

## 2. 생물의 다양성



## 2. 생물의 다양성: 분류체계

- **분류체계**

- 계 (Kingdom)
- 문 (Phylum)
- 강 (Class)
- 목 (Order)
- 과 (Family)
- 속 (Genus)
- 종 (Species)

- **Kingdom System의 역사**

- 2-Kingdom: 생물을 식물과 동물로만 구분
- 3-Kingdom: Protista, Plantae, Animalia
- 4-Kingdom System:
  - E. Haeckel(1866), 4군으로 분류
  - Protista, Plantae, Fungi, Animalia
- 5-Kingdom System:
  - R.H. Whittaker(1969), 5군으로 분류
  - Monera, Protista, Plantae, Fungi, Animalia
- 6- or 8 Kingdom System

# 3장 생태학의 기본개념들

## 2. 생물의 다양성



### 2.1 생물계의 구분: 6-Kingdom

- **6-Kingdom**

- 비세포생물계 (Noncellular Organisms)
- 원핵생물계 (Kingdom Monera)
- 원생생물계 (Kingdom Protista)
- 진균생물계 (Kingdom Fungi)
- 식물계 (Kingdom Plantae)
- 동물계 (Kingdom Animalia)

# 3장 생태학의 기본개념들

## 2. 생물의 다양성



### 2.1 생물계의 구분: 6 Kingdom

- **비세포생물계** (Noncellular Organisms)
  - 핵산과 단백질로만 이루어지거나, DNA만으로만 되어있기도 함
  - 스스로 에너지를 얻을 수 있는 구조나 기능이 없음
  - 다른 생물에 기생하여 유전자를 복제함
- **원핵생물계** (Kingdom Monera)
  - 단세포성, 크기가 작음 (10 $\mu$ m 이하)
  - 유기물질 합성, 분해 등 에너지를 얻는 기본적인 대사기능이 있음
  - 세포소기관은 미분화
  - 주로 무성생식 (이분법)
  - Autotrophic과 heterotrophic 모두 다 있음

# 3장 생태학의 기본개념들

## 2. 생물의 다양성



### 2.1 생물계의 구분: 6 Kingdom

- 원생생물계 (Kingdom Protista)
  - 진핵생물 중 조직이 미분화된 생물의 총집합(단세포, 군체형 생물)
  - 식물성 원생생물: 규조류, 미역, 다시마 등
  - 동물성 원생생물: 아메바, 짚신벌레 등
  - 식물성 원생생물들은 해양 광합성의 주역!

# 3장 생태학의 기본개념들

## 2. 생물의 다양성



### 2.1 생물계의 구분: 6 Kingdom

- **식물계** (Kingdom Plantae)
  - 광합성을 하는 생물
  - 육상에서 진화함 (일부는 다시 바다로 돌아감)
  - 기관이 미분화된 식물: **선태식물**
  - 기관이 분화된 식물: **양치, 겉씨, 속씨식물**
- **진균생물계** (Kingdom Fungi)
  - 영양분을 다른 생물로부터 흡수하는 생물
- **동물계** (Kingdom Animalia)
  - 다른 생물이나 유기물을 섭식하는 생물

# 3장 생태학의 기본개념들

## 2. 생물의 다양성



### 2.1 생물계의 구분: 종

- 생물학적 종의 개념

- 유성생식을 하는 생물

- : 자연상태에서 교배하여 생식이 가능한 자손을 퍼뜨릴 수 있는 집단

- 무성생식을 하는 생물이나 일부 생물에게는 적용하기 어려움

- 종, 아종, 변종, & 품종

- 아종 (sub-species): 동일 종내, 형태/지리 분포가 다른 종 내 개체군  
(e.g., 한국 호랑이, 시베리아 호랑이, 인도 호랑이)

- 변종 (variety): 기본 유적특성은 같으나, 돌연변이에 따라 그 형질이 달라질 때, 지리 분포도 다름 (e.g., 고추와 피망, 벼와 찰벼)

- 품종 (breed): 인공 돌연변이에 의한 개량종 (e.g., 통일벼, 햄프셔 등)

# 3장 생태학의 기본개념들

## 2. 생물의 다양성



### 2.1 생물계의 구분: 해양생물종의 수는?

OPEN ACCESS Freely available online

PLOS BIOLOGY

## How Many Species Are There on Earth and in the Ocean?

Camilo Mora<sup>1,2\*</sup>, Derek P. Tittensor<sup>1,3,4</sup>, Sina Adl<sup>1</sup>, Alastair G. B. Simpson<sup>1</sup>, Boris Worm<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Biology, Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia, Canada, <sup>2</sup> Department of Geography, University of Hawaii, Honolulu, Hawaii, United States of America, <sup>3</sup> United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre, Cambridge, United Kingdom, <sup>4</sup> Microsoft Research, Cambridge, United Kingdom

**Table 2.** Currently catalogued and predicted total number of species on Earth and in the ocean.

Species	Earth			Ocean		
	Catalogued	Predicted	±SE	Catalogued	Predicted	±SE
<b>Eukaryotes</b>						
Animalia	953,434	7,770,000	958,000	171,082	2,150,000	145,000
Chromista	13,033	27,500	30,500	4,859	7,400	9,640
Fungi	43,271	611,000	297,000	1,097	5,320	11,100
Plantae	215,644	298,000	8,200	8,600	16,600	9,130
Protozoa	8,118	36,400	6,690	8,118	36,400	6,690
<i>Total</i>	1,233,500	8,740,000	1,300,000	193,756	2,210,000	182,000
<b>Prokaryotes</b>						
Archaea	502	455	160	1	1	0
Bacteria	10,358	9,680	3,470	652	1,320	436
<i>Total</i>	10,860	10,100	3,630	653	1,320	436
<b>Grand Total</b>	<b>1,244,360</b>	<b>8,750,000</b>	<b>1,300,000</b>	<b>194,409</b>	<b>2,210,000</b>	<b>182,000</b>

# 3장 생태학의 기본개념들

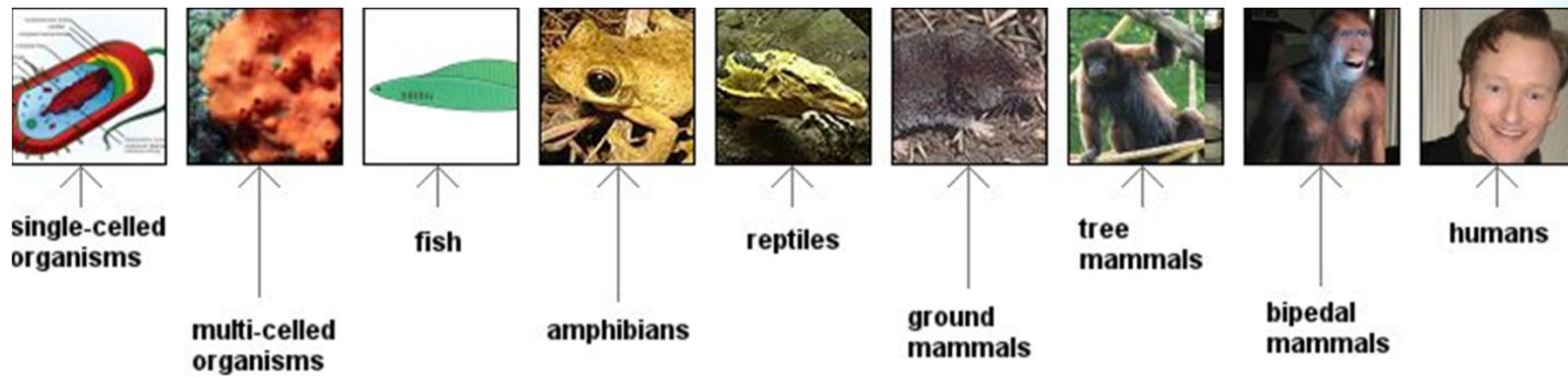
## 2. 생물의 다양성



### 2.2 생물의 역사: 진화론

- 진화의 역사

- 최초의 생물(공통조상)로부터 현재 생물상까지 35억년의 세월이 흐름
- 인간이 이 사실을 인지한 것은 18세기 이후
- 19세기 중후반, 진화론이 받아들여지기 시작



# 3장 생태학의 기본개념들

## 2. 생물의 다양성



### 2.2 생물의 역사: 자연선택설

- **다윈의 자연선택설 (natural selection)**
  - 개체마다 다양한 형질에 있어서 차이가 있음 (변이성)
  - 환경에 대한 각 형질의 경쟁력은 차이가 있음 (적합도)
  - 부모의 형질은 어떠한 형태로든 다음 세대로 전달됨 (유전)
  - 주어진 환경에 경쟁력이 있는 개체는 다음세대로 형질을 전해줄 확률이 높아짐 (자연선택)
  - 자연선택의 반복된 결과로 특정형질의 개체수가 늘어남 (적자생존)

# 3장 생태학의 기본개념들

## 2. 생물의 다양성



### 2.2 생물의 역사: 진화

- **종의 격리(isolation) 와 진화**
  - 서로 다른 환경에서 자연선택의 과정이 반복되면서 각 개체군 전체의 형질은 조금씩 다르게 나아감 (격리 초기)
  - 결과적으로 형태나 행동이 달라짐 (격리 중기)
  - 어느 정도 누적되면, 서로 교배 및 유전자교류가 불가능 해짐 (격리말기, 진화로 발전)
- **화석과 분자생물학에 의한 증거와 생물의 진화과정은 거의 일치**

# 3장 생태학의 기본개념들

## 2. 생물의 다양성



### 2.2 생물의 역사: 해양생물의 진화

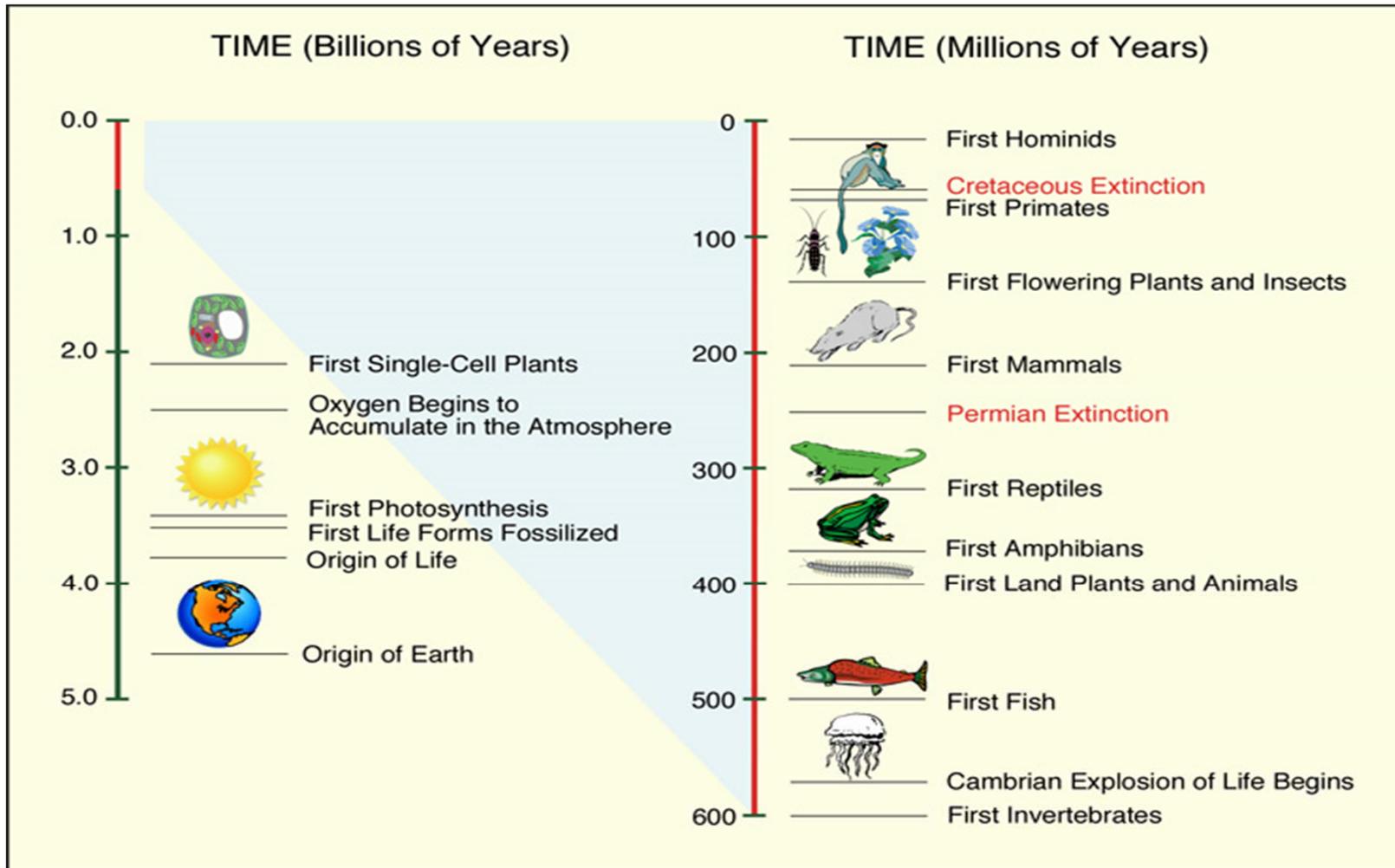
- 원시 해양생물의 진화 (약 35억년 전, 선캄브리아기)
  - 박테리아 (종속영양생물, 유기물 고갈)
  - 남조류 (독립영양생물, 최초의 광합성 원핵생물)
  - 원생생물 (진핵생물, 내부공생설에 의함)
  - 군체성 진핵생물 (조직 미분화, 단순히 단세포생물의 집합)
  - 다세포생물
- 해양무척추동물의 진화 (약 5억 7천만년 전, 캄브리아기)
- 해양척추동물의 진화 (고생대)
- 육상생물의 진화 (고생대 말, 대륙이동, 해양생물 이주)
- 다시 바다로 돌아간 육상생물(고래)도 있음

# 3장 생태학의 기본개념들

## 2. 생물의 다양성



### 2.2 생물의 역사: 해양생물의 진화

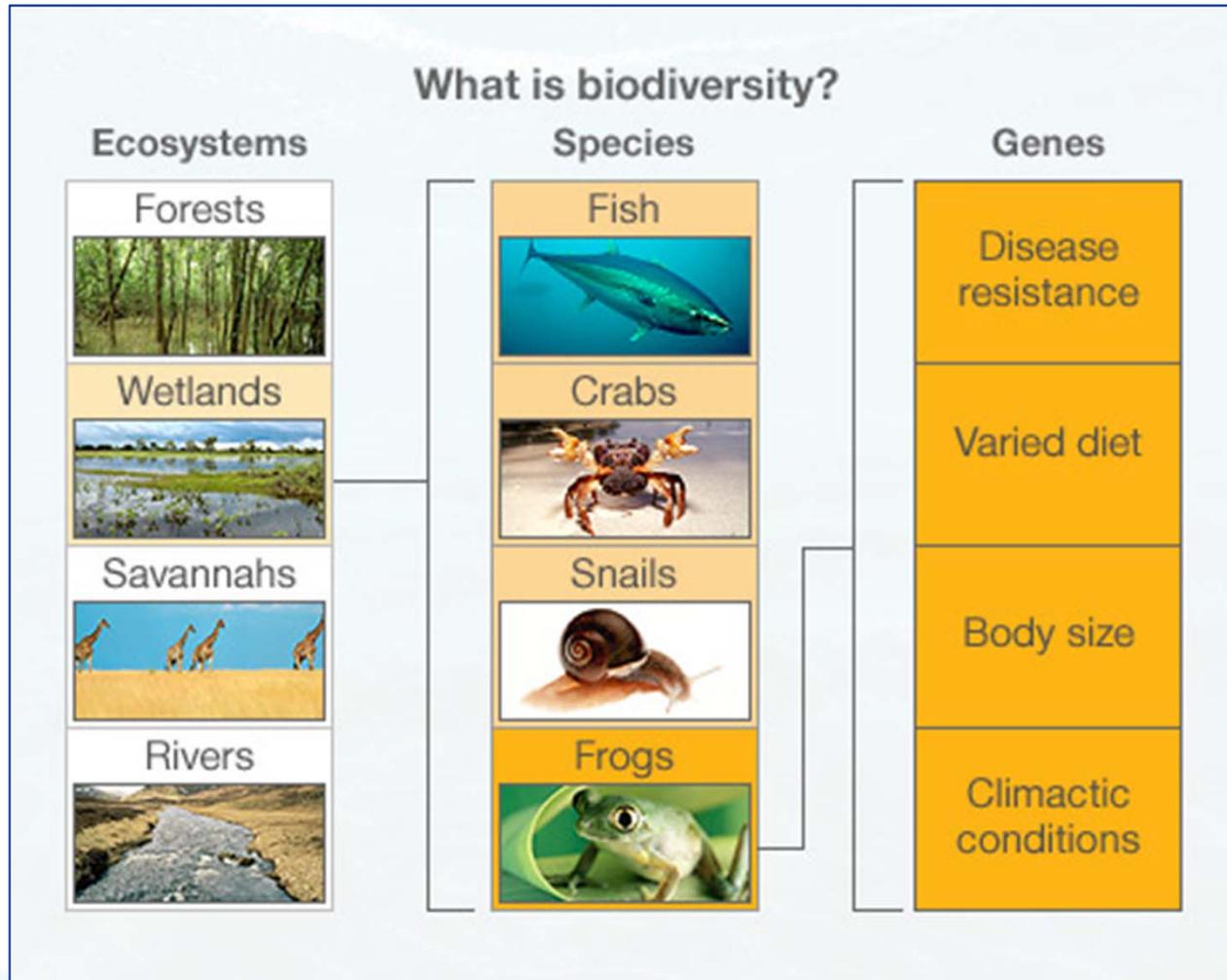


# 3장 생태학의 기본개념들

## 2. 생물의 다양성



### 2.3 해양생물의 다양성: 생물다양성



# 3장 생태학의 기본개념들

## 2. 생물의 다양성



### 2.3 해양생물의 다양성: 생물다양성

- 다양성의 여러 가지 의미
  - 종다양성 (species diversity)
    - ✓ 일반적으로 받아들여지는 다양성의 개념
  - 분류학적 다양성 (taxonomical diversity)
  - 유전자적 다양성 (genetic diversity)
    - ✓ 유전자 구성의 다양성
  - 생태계 다양성 (ecosystem diversity)
    - ✓ 가장 상위수준의 다양성
- 유전자 다양성 → 종 다양성 → 생태계 다양성

# 3장 생태학의 기본개념들

## 2. 생물의 다양성



### 2.3 해양생물의 다양성: 생물다양성

- **유전자 다양성 (Genetic Diversity)**
  - 생물종을 구성하는 개체 사이의 유전적 변이
  - 한 생물종이 외부환경의 변화에 적응하는 힘을 제공
- **종다양성 (Species Diversity)**
  - 서로 다른 종의 빈도/다양성을 총칭, 종풍부도/종균등도의 복합개념
  - 종수-개체수 관계로부터 본 군집구조의 복잡성
- **생태계다양성 (Ecosystem Diversity)**
  - 가장 상위의 다양성, 생물과 주변환경을 합쳐서 일컫는 말.
  - 자연/인공생태계, 육상(숲-초지-사막-툰드라)/수생태계(담수-해양) 등
  - 다양한 생태계 환경에 적응하는 과정에서 종다양성이 커지게 됨

# 3장 생태학의 기본개념들

## 2. 생물의 다양성



### 2.3 해양생물의 다양성: 해양생물의 다양성

- 해양생물의 다양성

- 지구상에 현존하는 생물 종의 약 20%에 불과함
- 육상의 경우 지리적 다양성에 의해 종분화가 활발하였음
- 문(Phylum)의 경우 해양이 더 많음

*(해양생물로부터 육상생물이 진화했기 때문)*

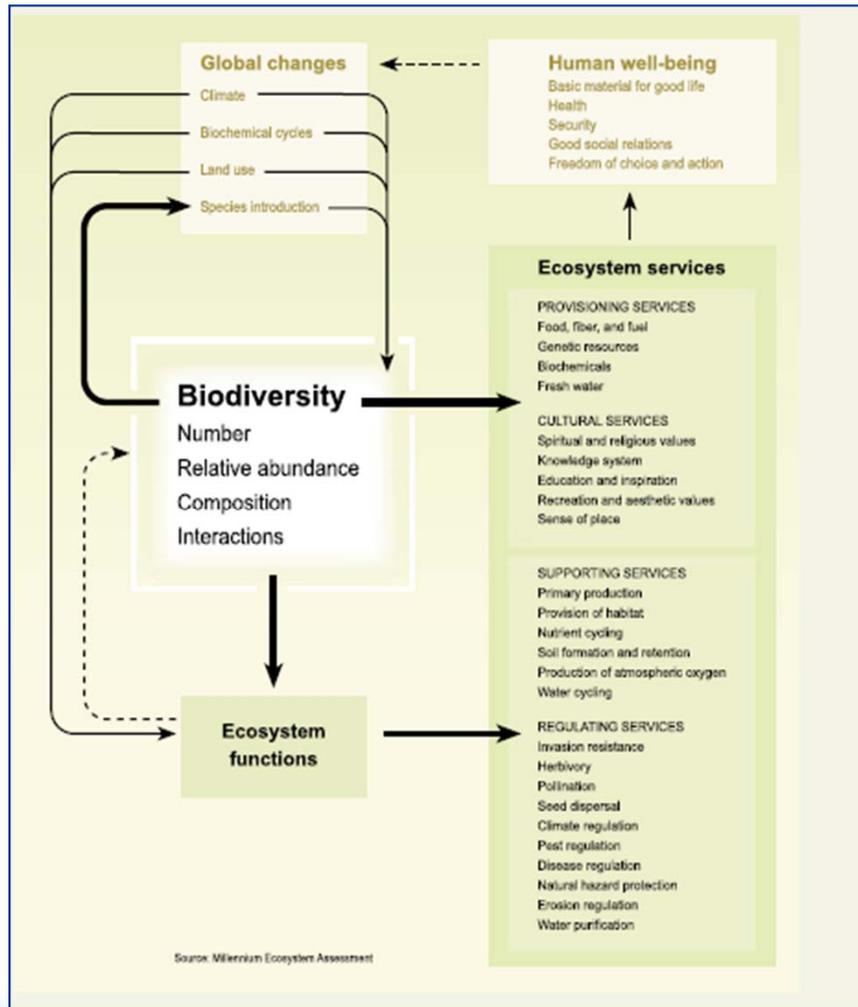
- 현재 기록된 해양생물의 종수는 실존하는 종의 10%에도 미치지 못할 것으로 추정됨

# 3장 생태학의 기본개념들

## 2. 생물의 다양성



### 2.3 해양생물의 다양성: 생물다양성의 역할



생물다양성의  
유지 또는 증가

생태계의  
구조 및 기능 지탱

생태계 서비스 제공

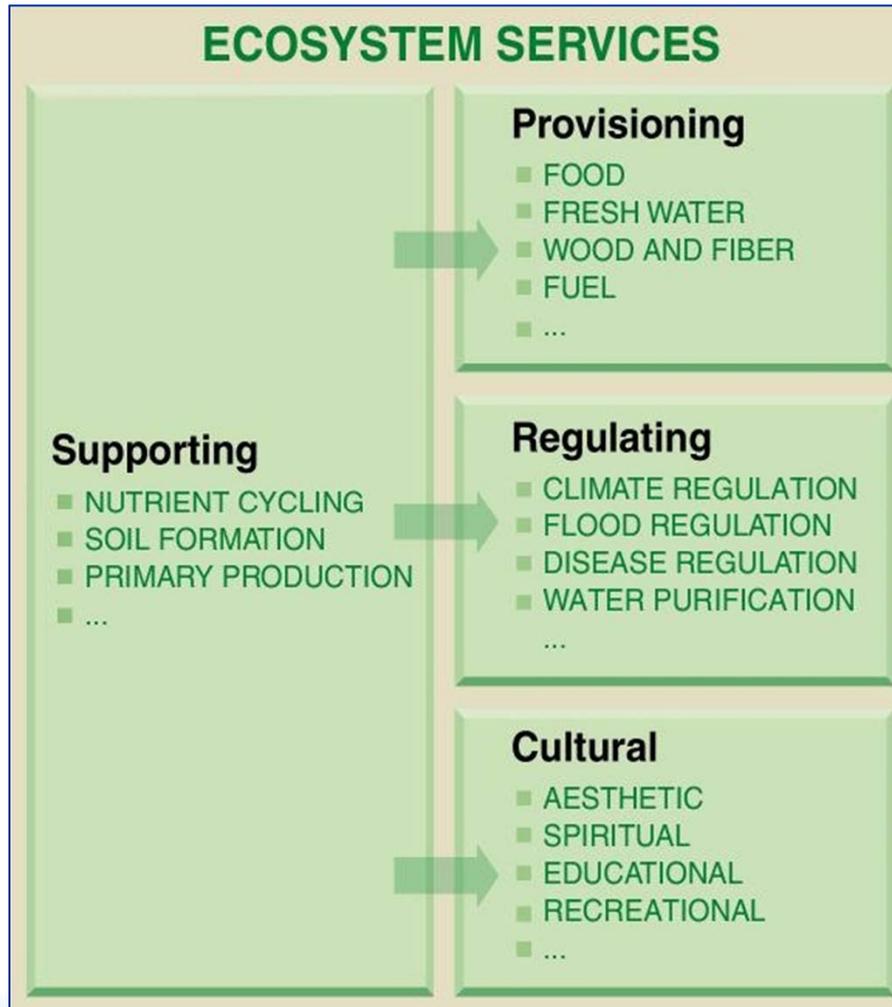
- 물자공급 (provisioning services)
- 자연현상 조절 (regulating services)
- 자연기능 지원 (supporting services)
- 문화/휴양 (cultural services)

# 3장 생태학의 기본개념들

## 2. 생물의 다양성



### 2.3 해양생물의 다양성: 생태계 서비스



#### 갯벌 생태계 서비스의 예

1. 물고기 산란지
2. 퇴적환경 제공(서식지)
3. 영양염 순환(재활용)
4. 해산물 공급
5. 연안침식 방지
6. 오염물질 정화
7. 휴식처 제공
8. 교육 및 생태관광

# 3장 생태학의 기본개념들

## 3. 생태적 지위



### 3 생태적 지위: 개념 및 정의

- 생태적 지위 (ecological niche)의 개념

- 종의 분화를 통해 각 종은 고유의 환경을 점유
- 이러한 환경적 공간, 생태계 내의 위치를 niche라고 함
- 종의 서식 범위를 기재하는 기본 개념
- 군집 내에서의 한 종의 기능적 역할을 고려한 개념

*e.g.) 자가영양/타가영양/혼합영양? or 생산자/소비자/분해자?*

- 정의

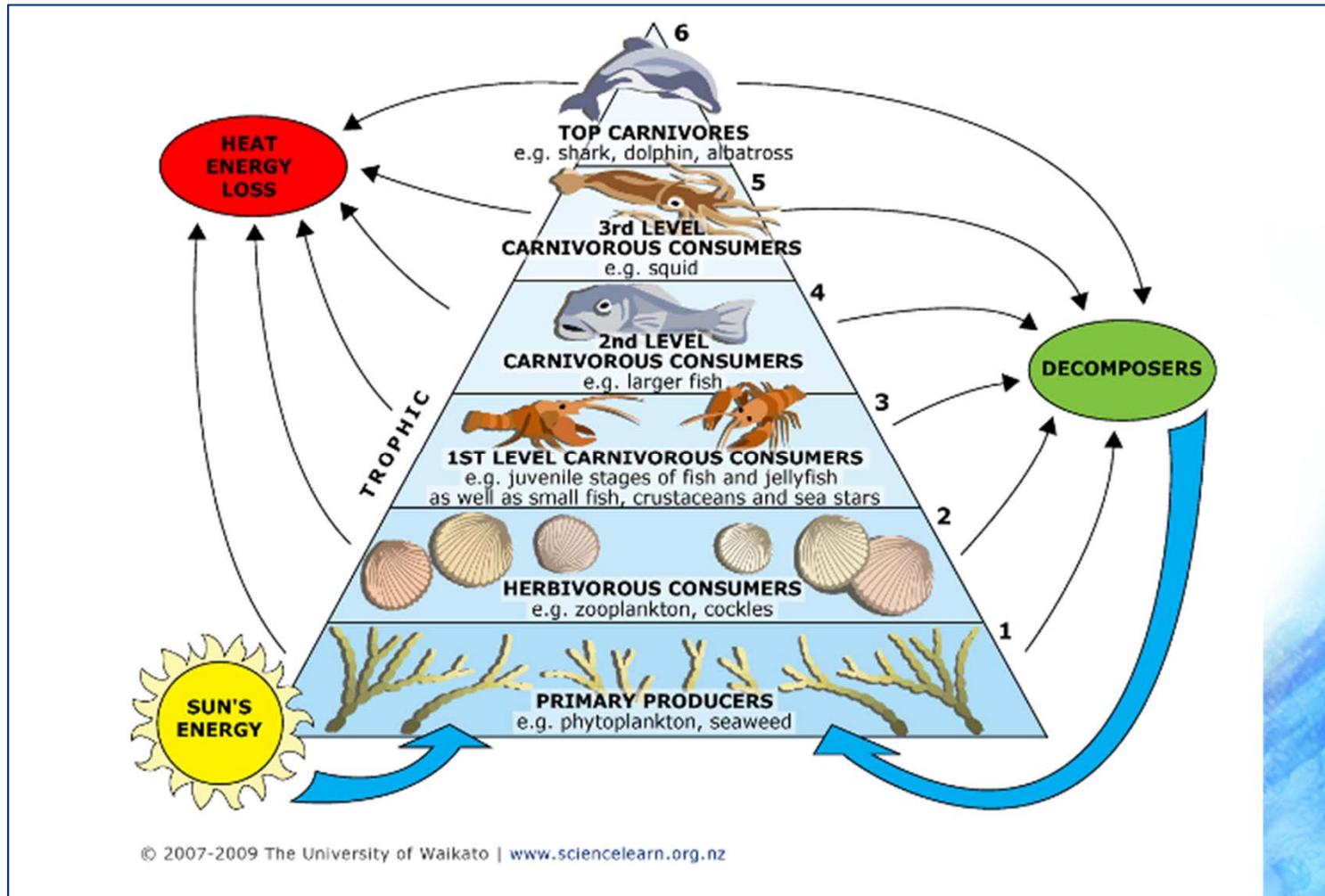
- 어떤 생물이 살고 있는 서식처(habitat) (Grinnell, 1917)
- 먹이나 적과의 관계 (Elton, 1927)
- 특정생물의 생존을 제한하는 다양한 요인의 교집합 (Hutchinson, 1957)

# 3장 생태학의 기본개념들

## 3. 생태적 지위



### 3 생태적 지위: trophic level



# 요약



## 생태학의 기본 개념들

1. 생태학의 정의, 연구방법론에 대한 소개
2. 생태계의 계층 구조와 영양 구조에 대한 이해
3. 생물계의 구분, 생물의 역사-진화의 관점
4. 유전자/종/생태계 다양성 & 역할
5. 생태계 서비스에 대한 개념과 이해
6. 생태적 지위의 개념과 정의

# 3장

SEE YOU

Next Week!

## 생태학의 기본 개념들

1. 생태학
2. 생물의 다양성
3. 생태적 지위
4. 개체군
5. 군집
6. 에너지 흐름과 물질순환