

2023

Critical Point Biology

Critical 포인트 생물

중급이론

박윤저



고시계사
THE GOSHIGYE

Preface

크리티컬 포인트 생물 (중급이론 2권)은 지난 21여년간 과년도 변리사 기출문제를 철저히 분석하여 단원별로 정리를 했습니다. 기출문제를 기반으로 제작된 교재이므로 수험생들의 효율적이고 효과적인 학습이 가능할 것입니다. 현재 변리사 생물만을 위한 교재가 턱 없이 부족한 상태입니다. 수능 생물 교재로 공부하거나 대학 전공 서적으로 막연히 공부하는 학생들을 위해서 이 교재가 제작이 되었습니다. 부디 이 교재가 여러분들의 꿈을 이루는데 기여하기를 바랍니다.

● 이 책의 구성과 특징

크리티컬 포인트 생물(중급이론 2권)은 변리사 1차 생물 시험에서 고득점을 목표로 하는 수험생에게 적합한 교재입니다. 중급이론 교재에서는 생물의 진화체계(1장, 분류포함), 생식과 발생(8장), 돌연변이(11-4장), 진화(13장), 생태계(23장) 파트가 포함되어 있기 때문에 변리사 생물에서 고득점으로 가는 길을 안내해 줄 것입니다. 단계별 학습이 용이하도록 교재 안에 **책속의 책(별책: 21년간 변리사 기출문제 및 해설지 수록/객관식 예상문제 및 해설지 수록)**을 추가로 넣었습니다. 다양한 문제풀이를 필요로 하는 수험생들은 본 교재 후반에 수록되어 있는 **책속의 책(별책)**을 공부하시면 변리사 생물 고득점에 한층 쉽게 도착할 것입니다.

● 책의 순서는 다음과 같습니다.

1. 변리사 생물 중급이론
2. 책속의 책: 21년간 변리사 생물 기출문제 및 해설지 수록
3. 책속의 책: 변리사 생물 객관식 예상 문제 및 해설지 수록

Critical Point Biology

변리사 생물의 학습 순서는 변리사 생물 중급이론을 먼저 학습을 하고, 뒤로 가서 책속의 책(별책)을 학습하시면 된답니다. 21년간에 걸친 변리사 생물 기출문제를 통해서 변리사 생물에 필수적인 문제를 빠르게 정리할 수 있을 것입니다. 그리고 객관식 예상 문제를 풀어봄으로써 문제해결에 필요한 능력을 키움과 동시에 1차 변리사 생물 시험에서 고득점을 획득할 수 있을 것입니다.

우리 수험생들은 생물학을 연구하는 석사나 박사 과정생들이 아닙니다. 변리사 생물 객관식 시험을 쳐서 좋은 성적을 얻는 것이 최종 목적입니다. 그 목적에 부합되는 교재를 가지고, 여러분들의 꿈을 이루기를 바랍니다. 저도 현장에서 여러분들의 생물 시험 향상을 위해서 최선을 다해 생물이론 및 문제풀이 강의를 하도록 하겠습니다.

이 교재가 나오기까지 열심히 도와주신 고시계 정상훈 대표님, 전병주 국장님, 신아름 팀장님께 감사인사 드립니다. 이 보다 더 좋은 생물 편집은 본 적이 없습니다(진심입니다). 그리고 병원일로 바쁘지만 항상 기도로 응원해주는 아내, 강의 후에 집에 갔을 때 늘 기쁨으로 반겨주는 두 아들 량이, 샘솔이에게도 고마움을 전합니다. 마지막으로 여러분들의 합격을 위해서 진심으로 기도합니다.

2022년 1월 25일

박 윤

Contents

PART 01

세포생물학(cell biology)

Chapter 01. 생물의 진화체계	11
1. 생물체의 특성 11	2. 생물체의 출현 및 진화 11
3. 생물의 분류 체계(Hierarchy of Life) 13	
Chapter 02. 생물의 원자적 구성	17
1. 생물체를 구성하는 원자 17	
Chapter 03. 생명의 구성분자	23
1. 생물체를 구성하는 분자 23	
2. 생물체를 구성하는 거대분자(macromolecules) 26	
Chapter 04. 세포구조	40
1. 세포의 종류 40	
Chapter 05-1. 세포의 물질수송	56
1. 원형질막(Plasma membrane) 56	2. 세포 연결(cell junction) 59
3. 물질수송 (cellular transport) 60	
Chapter 05-2. 세포에너지와 효소	66
1. 세포에너지(Cellualr energy) 66	
2. 효소(Enzyme): 생물학적 촉매(biological catalyst) 69	
Chapter 06. 세포호흡	74
1. 생물계의 에너지 순환 74	2. 에너지의 생성 74
3. 세포호흡(Cellular respiration) 74	

Chapter 07. 광합성 ----- 85

- 1. 생물계의 에너지 순환 | 85
- 2. 엽록체(chloroplast)의 구조 | 85
- 3. 광합성(photosynthesis): 식물, 조류(algae), 남세균(cyanobacteria) | 86
- 4. 광호흡(photorespiration) | 93

**PART
02**

생식과 발생, 유전학(genetics), 유전자 발현

Chapter 08. 생식과 발생 ----- 99

- 1. 동물의 생식 | 99
- 2. 사람의 생식 | 100
- 3. 사람의 발생 | 109

Chapter 09. 세포분열 ----- 116

- 1. 원핵생물의 세포분열(prokaryotic reproduction) | 116
- 2. 진핵생물의 세포분열(eukaryotic reproduction) | 117
- 3. 세포주기의 조절 | 128

Chapter 10. 유전학(Genetics) ----- 131

- 1. 멘델 유전학 | 131
- 2. 멘델 이후의 유전학 (멘델법칙의 예외) | 134
- 3. 염색체수의 이상(aneuploid) | 142

Chapter 11-1. DNA 복제 ----- 144

- 1. 유전물질로서의 DNA 증명 | 144
- 2. DNA의 구조 | 146
- 3. 유전정보의 흐름 | 148
- 4. DNA의 복제(replication) | 149

Chapter 11-2. 유전자의 전사 ----- 155

- 1. RNA 전사(Transcription) | 155
- 2. 원핵생물의 전사(prokaryotic transcription) | 157

Contents

3. 진핵생물의 전사(transcription) 159	
4. 원핵생물과 진핵생물의 전사(transcription)의 비교 162	
Chapter 11-3. 유전자의 번역	163
1. 단백질로의 번역(Translation) 163	2. 리보솜과 tRNA의 구조와 종류 164
3. 원핵생물의 번역(Prokaryotic Translation) 167	
4. 진핵생물의 번역(Eukaryotic Translation) 170	
5. 번역 후 단백질 변형(posttranslational modification) 171	
Chapter 11-4. 돌연변이	173
1. DNA 유전정보의 변형 173	2. 돌연변이(Mutation) 174

PART 03

유전자 발현조절, 진화, 인체생리학 (1)

Chapter 12. 유전자 발현의 조절	181
1. 오페론(operon) 181	2. 람다파아지(λ -phage)의 주기조절 185
Chapter 13. 진화	186
1. 진화(evolution) 186	2. 대립유전자의 소진화 187
3. 대진화(macroevolution) 189	4. 진화와 생물다양성 192
Chapter 14. 영양과 소화	196
1. 영양분의 섭취 196	2. 동물의 소화계 197
3. 사람의 소화계 198	4. 영양소 207
Chapter 15. 호흡	210
1. 기체교환 기작 210	2. 동물의 호흡 210

Chapter 16. 순환계 ----- 218

- 1. 동물 순환계의 체계성 | 218
- 2. 동물의 순환계 | 218
- 3. 사람의 순환계 | 220
- 4. 혈액(blood) | 227

Chapter 17. 면역계 ----- 231

- 1. 면역세포(Immune cell) | 231
- 2. 사람의 방어기작 | 234
- 3. B 세포와 항체 | 241
- 4. T 세포와 MHC | 243

**PART
04**

인체생리학(2). 생태계

Chapter 18. 배설계 ----- 249

- 1. 항상성(Homeostasis) | 249
- 2. 체온조절(Thermoregulation) | 250
- 3. 삼투 조절과 배설 | 251
- 4. 사람의 배설기관과 배설 | 252

Chapter 19. 내분비계 ----- 258

- 1. 호르몬(Hormone): 내분비 화학 전달물질 | 258
- 2. 사람의 내분비계 | 259

Chapter 20. 신경계 ----- 269

- 1. 신경계의 구성 | 269
- 2. 신경계의 작용 | 272
- 3. 사람의 신경계 | 279

Chapter 21. 감각 ----- 286

- 1. 감각(sensation)의 경로 | 286
- 2. 사람의 미각 | 286
- 3. 사람의 후각 | 287
- 4. 사람의 청각 | 287
- 5. 사람의 시각 | 289

Contents

Chapter 22. 근육계 ----- 294

- 1. 근육계(skeletal muscle) | 294

Chapter 23. 생태계 ----- 299

- 1. 생태계의 구성 | 299
- 2. 물질의 순환과 에너지 흐름 | 304
- 3. 생태계의 평형 | 306
- 4. 환경 오염 | 308

변리사 생물에서 꼭 알아야 할 생태 그림 및 그래프 ----- 310



세포생물학(cell biology)

- Chapter 01. 생물의 진화체계
- Chapter 02. 생물의 원자적 구성
- Chapter 03. 생명의 구성분자
- Chapter 04. 세포구성
- Chapter 05-1. 세포의 물질수송
- Chapter 05-2. 에너지와 효소
- Chapter 06. 세포호흡
- Chapter 07. 광합성

1 생물체의 특성

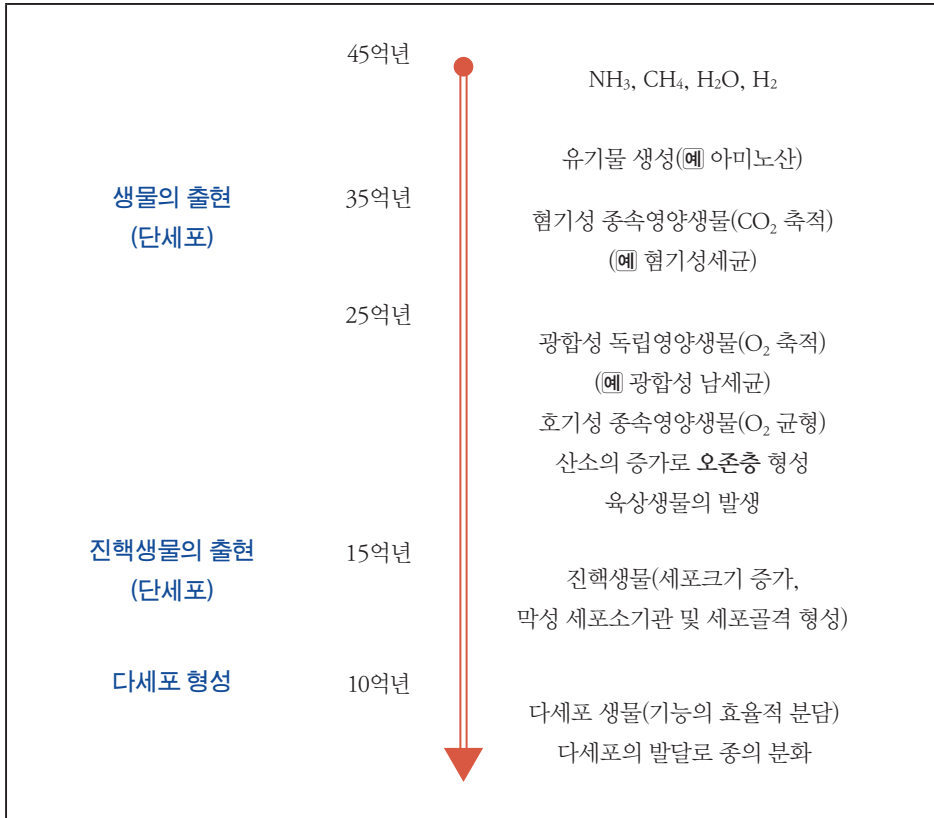
- ㉠ 조직화(organization): 생명체가 일정한 질서를 갖고 유기적인 활동을 하계끔 통일이 이루어지는 것
- ㉡ 조절(regulation): 외부환경과 생물체내의 변화에 대응하여 생물체내의 환경을 일정하게 유지하려는 것
- ㉢ 환경에 대한 반응(response to the environment): 환경 자극에 대한 반응
- ㉣ 에너지 이용(energy utilization): 에너지의 획득과 그 이용
- ㉤ 생식(reproduction): 무성적 또는 유성적 방식을 통해 개체의 수가 늘어나는 것
- ㉥ 발생(development): 다세포 생물의 수정란이 분열 및 분화를 통해 하나의 독립적 개체를 형성하는 과정
- ㉦ 진화(evolution): 시간의 흐름에 따른 생물종의 변화

2 생물체의 출현 및 진화

원시 지구는 물(H_2O), 수소(H_2), 메탄(CH_4), 암모니아(NH_3) 등으로 구성되었다고 여겨지며 따라서, 현재의 산소호흡 생물은 최초에 존재하지 못하였고, 광합성(photosynthesis)을 수행하는 남세균(cyanobacteria) 등에 의해 유기물과 산화력이 강한 산소(O_2)가 축적되면서 산소호흡(aerobic respiration)이 발생하였다.

A. 생물의 발생 순서

유기물의 발생(화학진화설) → 혐기성 종속영양생물(CO_2 의 축적) → 광합성 독립영양생물(O_2 의 축적) → 산소호흡(호기성) 종속영양생물 → 오존의 발생으로 육상생물출현 → 단세포의 크기증가 → 단세포 진핵세포(막성세포소기관과 세포골격 발생) → 다세포 진핵생물



B. 세포의 크기 증가

- ① 장점: 영양분과 접촉할 수 있는 기회의 증가로 초기 생물체가 표면적을 넓히려는 방향으로 진화
- ② 단점: 표면적 증가 비율(제공)보다 부피의 증가비율(세제공)이 커서 표면적당 부피의 비율이 증가됨(표면/부피 가설)

세포 부피증가의 단점 및 극복방법에서 진핵세포로 진화

- ① 세포의 지탱 및 유지 곤란 → 세포골격 형성
- ② 세포내 물질의 체계적인 수송의 곤란 → 세포골격 형성
- ③ 특정 물질의 농도구배 형성 곤란 → 막성세포소기관 형성

3 생물의 분류 체계(Hierarchy of Life)

A. 세포설

세포(cell)는 모든 생명체의 구조적 기능적 기본단위이며, 세포는 세포로부터 발생한다. 최초의 생물체는 화학진화설로 설명되고, 이후 생물속생설(세포설)로 다양한 생물의 진화를 설명함

B. 생물 개체의 구성

생물학적 구성 단계: 분자 - 세포 - 조직 - (조직계) - 기관 - (기관계) - 개체 - 개체군 - 군집 - 생태계 - 생물권

- ㄱ. 분자(molecule): 원자라고 불리는 작은 화학적 단위가 둘 이상으로 구성되어 있는 화학적 구조
- ㄴ. 세포(cell): 생명체의 근본적인 구조 및 기능적 단위
- ㄷ. 조직(tissue): 구조적, 기능적으로 유사한 세포들의 모임
- ㄹ. 기관(organ): 다세포 생물에서 몇 개의 조직이 복합하여 일정한 형태를 가지고 특정한 작용을 하는 부분
- ㅁ. 개체(individual): 개개의 생명체인 생물
- ㅂ. 개체군(population): 특정한 지역 내에 생존하는 한 종을 구성하는 모든 개체의 집합
- ㅅ. 군집(community): 특정 생태계에 서식하는 모든 생물체의 집단
- ㅇ. 생태계(ecosystem): 특정 지역에 살아있는 모든 생물종 뿐만 아니라 생물체와 상호작용하는 무생물적 환경을 포함한 것
- ㅈ. 생물권(biosphere): 생물체가 살고 있는 지구상의 모든 곳

C. 생물의 분류학상 구성

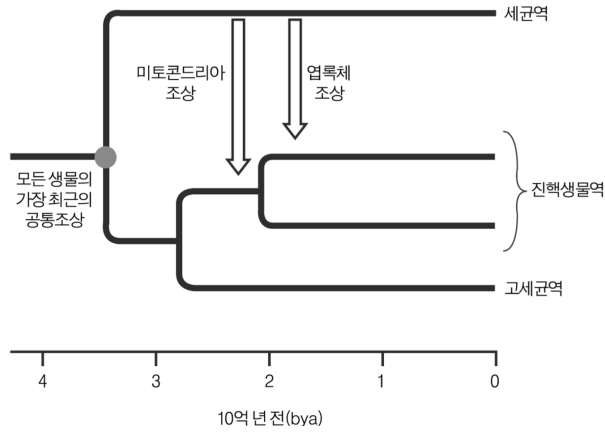
ㄱ. 생명의 분류: 생명의 다양성을 체계화하기 위한 작업으로 종(species) < 속(genus) < 과(family) < 목(order) < 강(class) < 문(phylum) < 계(kingdom)의 범주로 생물을 묶음. 아래 그림은 미국흑곰(Ursus americanus) 종의 계통을 보여줌



ㄴ. 생물의 영역: 진정세균, 시원세균, 진핵생물로 구분함

- ㉠ 진정세균역(domain Bacteria): 가장 다양하고 널리 퍼져 있는 원핵생물임
- ㉡ 시원세균역(domain Archaea): 지구상의 극단적 환경, 염분호수나 끓어오르는 온천 등에서 생존함. 이전에는 진정세균과 합쳐서 하나의 영역으로 분류되었는데 최근의 여러 가지 증거들이 진정세균과 시원세균이 서로 다른 형태의 원핵생물이라는 입장을 지지함. 시원세균은 진정세균 뿐만이 아니라 진핵생물과도 높은 연관성이 있음
- ㉢ 진핵생물역(domain Eukarya): 원생생물계, 균계, 식물계, 동물계와 같은 핵(nucleus)이 존재하는 생물들이 포함됨

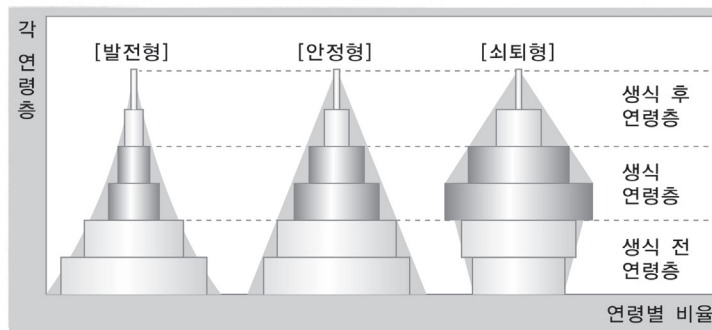
D. 3영역에서의 수평적 유전자전달



특성	영역		
	진정세균	고세균	진핵생물
핵막	없다	없다	있다
막으로 둘러싸인 소기관	없다	없다	있다
세포벽의 펩티도글리칸 성분	있다	없다	없다
막지질	결가지가 없는 탄화수소	일부 가지 달린 탄화수소	결가지가 없는 탄화수소
히스톤과 결합된 DNA	없다	일부 존재한다	있다
원형 염색체	있다	있다	없다
RNA 중합효소	한 종류	여러 종류 (책마다 상이)	여러 종류
단백질 합성에 사용되는 개시 아미노산	포밀메티오닌	메티오닌	메티오닌
인트론 (유전자의 비암호화 부위)	매우 드물다	일부 유전자에 있다	있다
스트렙토마이신 및 클로람페니콜에 대한 반응	생장이 억제된다	생장이 억제되지 않는다	생장이 억제되지 않는다
100°C 이상에서 자랄 수 있는 능력	없다	일부 존재한다	없다

변리사 생물에서 꼭 알아야 할 생태 그림 및 그래프

1. **연령분포**: 개체군에 있어 각 연령층에 속하는 개체수의 분포로서 그 형태는 개체수의 증감과 밀집하게 관련하여 변화함



- ㉠ 발전형: 생식 전 연령층이 많아 개체군의 수적 증가가 예상되는 연령 분포임
- ㉡ 안정형: 각 연령층이 일정한 비율로 구성되어 안정되고 변화가 없을 것으로 예상되는 연령 분포임
- ㉢ 쇠퇴형: 생식 전기 연령층이 적고 생식 후기 연령층이 많은 연령 분포로서 장차 개체수가 줄어들 것으로 예측되는 연령 분포임

2. 생활사의 구분

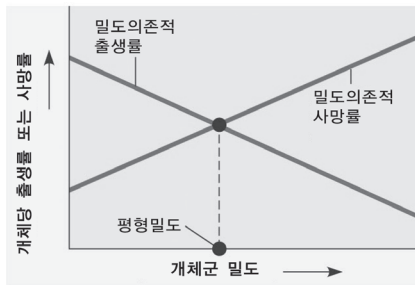
㉠ K-선택형과 r-선택형의 의미

- K-선택(K-selection ; 밀도-의존적 선택): 개체군의 밀도에 민감한 생활사의 특성에 대한 선택이며 K-선택형 개체군은 개체군의 크기를 극대화하려는 경향이 존재함
- r-선택(r-selection ; 밀도-비의존적 선택): 밀집되지 않은 환경에서 생식적 성공을 극대화하는 선택이며 r-선택형 개체군은 r 값을 극대화하려는 경향이 존재함

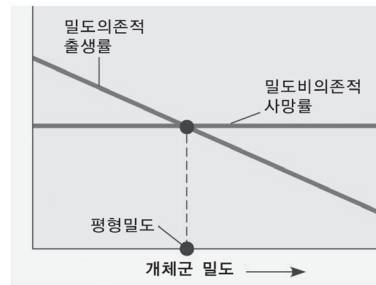
② K-선택형과 r-선택형의 비교

	r-선택	K-선택
기후	다양, 예측 불가능	균일, 예측 가능
종내 경쟁	다양하나 심하지 않음	치열
생존	높은 초기 사망률	낮은 초기 사망률
성장과 발달의 양식	빠른 발달 높은 개체군 증가율	늦게 발달 큰 경쟁력으로 지연된 생식
개체 수명	보통 1년 이하	보통 1년 이상
생식 횟수와 시기	초기 생식, 한번 생식	반복된 생식
개체 크기	작은 체형	큰 체형
선호 선택	생식	양육

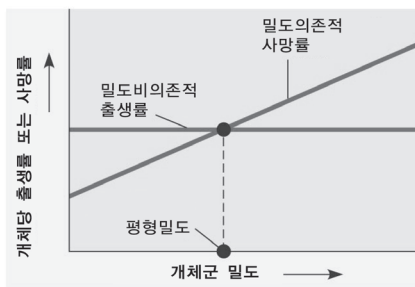
3. 개체군 크기의 조절: 개체군은 출생률이 사망률을 능가하면 성장하고 사망률이 출생률을 능가하면 감소하며 출생률과 사망률이 동일하면 개체군의 밀도 변화는 존재하지 않음



(a) 출생률과 사망률이 모두 변함



(b) 출생률은 변하지만 사망률은 일정함



(c) 사망률은 변하지만 출생률은 일정함

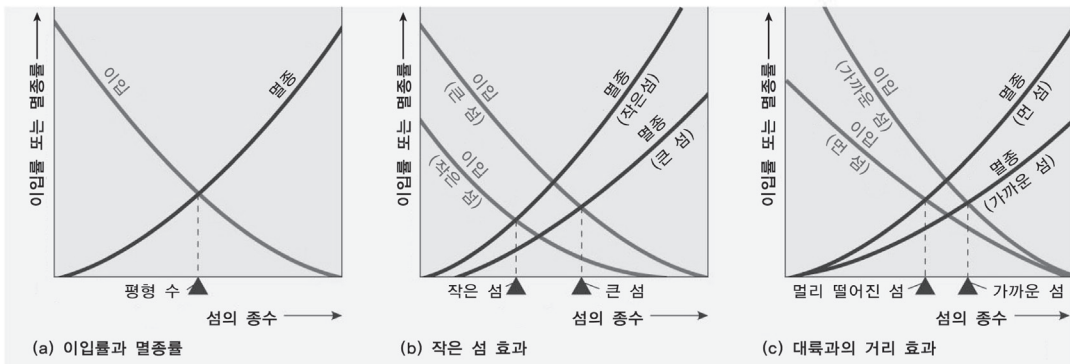
ㄱ. 밀도-의존적 개체군 조절: 개체군 밀도 변화가 출생률과 사망률에 영향을 미치게 되는 개체군 밀도 조절 방식임

- ① 밀도-의존적 요인: 식량 부족, 서식처 부족, 경쟁의 증가, 세력권, 독성 폐기물, 포식, 질병 등의 생물적 요인
- ② 개체수가 증가할수록 사망률이 증가하고 출생률이 감소하여 개체군의 성장률이 떨어짐

ㄴ. 밀도-비의존적 개체군 조절: 개체군의 밀도 변화가 출생률과 사망률에 영향을 미치지 않는 개체군 밀도 조절 방식임

- ① 밀도-비의존적 요인: 기후, 날씨, 항생제 등의 무생물적 요인
- ② 개체수와 출생률, 사망률 간에는 그 어떤 관계도 존재하지 않음

4. 섬평형 모형(island equilibrium model): 섬에 서식하는 생물의 종다양성에 관련된 수학적 모델



ㄱ. 섬의 생물 종다양성을 결정하는 요인 - 이입률과 멸종률

- ① 이입률: 섬의 생물 종수가 증가할 때 감소하게 됨. 이는 종이 이미 많은 경우 이입의 결과 새로운 개체군이 정착되는 것이 어렵기 때문임
- ② 멸종률: 섬의 생물 종수가 증가할 때 증가하게 됨. 이는 자원에 대한 경쟁과 생태적 지위의 중복이 더욱 증가하기 때문임

ㄴ. 이입률과 멸종률에 영향을 미치는 요인: 섬의 크기와 대륙으로부터의 거리는 멸종률과 이입률에 영향을 미침

- ㉔ 섬의 크기: 섬의 크기와 멸종률은 음의 상관관계인데, 섬의 크기가 클수록 다양한 서식지를 제공하고 더 큰 군집을 유지할 수 있는데 섬이 작을수록 적은 자원을 제공하고 높은 멸종률을 보임
- ㉕ 대륙으로부터의 거리: 대륙으로부터의 거리와 이입률은 음의 상관관계인데, 대륙으로부터의 거리가 클수록 적은 종이 이주하고 낮은 이입률을 보임

5. 수질오염의 기준과 현상

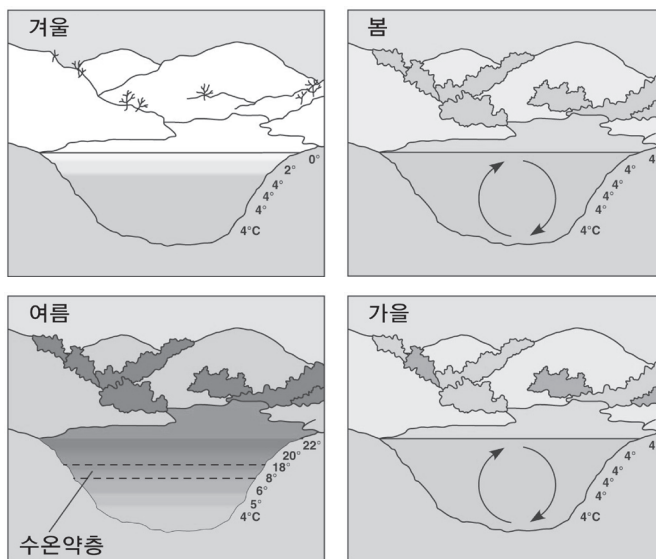
구분		설명
수질 오염 기준	DO (용존 산소량)	물 속에 존재하는 산소의 양으로 DO가 높을수록 깨끗한 물임
	BOD (생물학적 산소 요구량)	호기성 세균이 물 속의 유기물을 분해할 때 소모하는 산소의 양으로 BOD가 낮을 수록 깨끗한 물임 <i>BOD=물을 채취한 즉시 측정한 DO - 밀봉하여 20℃ 암실에서 5일동안 방치한 후의 DO</i>
	COD (화학적 산소 요구량)	산화제가 물 속의 유기물을 분해할 때 소모하는 산소의 양으로 COD가 낮을수록 깨끗한 물임
수질 오염 현상	부영양화	수질 오염으로 인해 질산염이나 인산염의 농도가 급격히 올라가는 현상. 부영양화로 인해 적조 현상 (바다) 이나 녹조 현상(하천, 호수) 이 발생
	적조 현상	오염물질의 유입으로 인해 외편모류의 대량 번식하여 바닷물이 붉게 물들게 됨
	녹조 현상	부영양화로 인해 하천이나 호수에서의 녹조류, 남세균이 대량 번식하여 녹색빛을 띠게 됨
	생물 농축	DDT, PCB, 납, 수은, 카드뮴 등 생체 내에서 잘 분해되지 않는 물질 등이 생체내에 농축되는데 영양단계가 높을수록 생체 내에 더 높은 농도로 농축되는 것이 특징임

6. 수질의 등급 기준

등급	이용	기준				
		DO(ppm)	BOD(ppm)	COD(ppm)	pH	지표생물
I	간단한 정수 처리 후 식수로 사용 가능	7.5 이상	1 이하	1 이하	6.5~8.5	플라나리아
II	일반적 정수 처리 후 수돗물로 사용 가능	5 이상	3 이하	3 이하	6.5~8.5	선충류
III	고도의 정수처리 후 생활용수, 농업 용수로 사용	5 이상	6 이하	6 이하	6.0~8.5	거머리
IV	공업 용수로 사용	2 이상	8 이하	8 이하	6.0~8.5	물벌레
V	사용할 수 없는 물	2 이상	10 이하	10 이하	6.0~8.5	실지렁이

7. 호수: 다양한 규모의 정체된 수괴

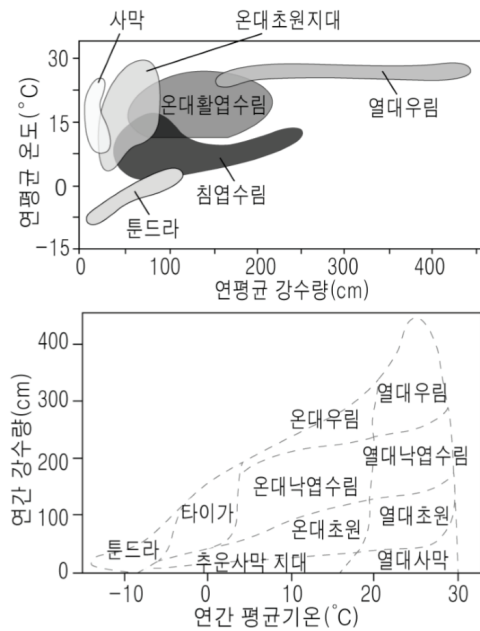
- ㉠ 물리적 환경: 온대 지역의 호수들은 겨울과 여름에 계절적인 수온약층을 형성하는데, 봄과 가을에는 온도 변화의 결과로 물이 서로 섞이는 현상을 전도 현상을 겪게 됨. 이러한 전도 현상은 산소를 포함하고 있는 표면의 물을 호수의 밑바닥까지 전달해주며 영양이 풍부한 바닥 부근의 물을 표면으로 올려보냄. 열대 저지대의 호수에서는 수온약층이 연중 유지됨



⑥ 화학적 환경: 염도, 산소농도, 영양물질의 함유량은 호수에 따라 계절에 따라 크게 다름

- 빈영양호수(oligotrophic lake): 영양물질의 양과 호수바닥 침전물 중 분해가능 유기물의 양이 적고, 산소함량이 높음
- 부영양호수(eutrophic lake): 영양물질의 양과 호수바닥 침전물 중 분해가능 유기물의 양이 많고, 산소함량이 낮음

8. 육상 생물군계: 지구 표면 전체에 걸쳐 위도에 따른 기후의 패턴이 나타나기 때문에 생물군계의 분포 패턴도 위도를 따라 나타남



ㄱ. 열대림 : 적도대나 아적도대 지역에 분포함

- ④ 강수량: 열대우림은 연간 200~400cm 정도로 매년 일정하며 식물과 동물의 생활형이 다양하고, 열대건조림은 연중 150~200cm로 계절에 따라 집중적임
- ⑤ 온도: 연중 25~29℃로 계절적 변화가 거의 없음
- ⑥ 식물: 열대우림은 활엽 상록수가 우점하나 열대건조림은 건조 낙엽성 교목, 관목이 우점함. 열대림에는 착생식물이 분포하는 것이 특징임

ㄴ. 사막: 남북으로 위도 30° 부근지역, 대륙의 안쪽에 분포함

- ㉠ 강수량: 연중 30cm 이하로 상당히 적음
- ㉡ 온도: 계절에 따라, 하루 중 시간에 따라 변화가 심함 (50 ~ -30℃)
- ㉢ 식물: 사막 식물은 열과 건조에 대한 내성이 있으며, 수분 저장조직이 발달되어 있고 잎 표면적 감소가 특징임. 가뭄기간을 종자 형태로 보내는 단명식물과 C4, CAM 식물이 많음

ㄷ. 사바나: 적도와 아적도대 지역에 분포함. 초본과 산재한 관목 또는 교목으로 이루어진 지면 피복이 특징이며 개방초지~목본식생피복에 이르기까지 다양한 식생 유형을 포함함

- ㉠ 강수량: 계절적으로 편중적이며 연간 30~50cm임. 건기가 8~9개월 가량 지속됨
- ㉡ 온도: 연평균 24~29℃ 정도로서 열대우림보다 계절적 차이가 큼
- ㉢ 식물: 목본은 드문드문 분포하며 가시 지닌 나무가 많은데 이는 잎 표면적을 줄여 건기 동안 적응하기 위한 형태임. 빈발한 불 때문에 우점식생은 불에 적응되어 있으며 땅의 대부분을 덮고 있는 풀과 활엽초본은 우기에 비가 내리면 빠르게 성장함

ㄹ. 온대초원: 남아프리카의 초원, 아르헨티나와 우루과이의 팜파스 초원, 러시아의 스텝 지대, 북미의 중앙에 위치한 대초원

- ㉠ 강수량: 연평균 30~100cm으로 겨울에는 건조하며 여름에는 습한데 주기적 가뭄이 발생하는 것이 특징임
- ㉡ 온도: 여름은 종종 30℃까지 올라가며, 겨울에는 종종 -10℃까지 내려감
- ㉢ 식물: 우점 식물은 다양한 풀과 활엽초본으로서 풀의 높이는 몇 cm에서 2m에 이르기까지 다양함. 이곳의 식물들은 주기적으로 오래 지속되는 가뭄과 불에 잘 견뎌내도록 적응됨

ㄹ. 지중해성 관목림: 여러 대륙의 중위도 해안 지역에서 발견됨

- ㉠ 강수량: 연평균 30~50cm으로 계절에 따라 매우 다른데, 겨울은 비가 많이 내리며 여름은 길고 건조함
- ㉡ 온도: 가을, 겨울, 봄은 평균 기온이 10~12℃ 정도로 시원함. 여름에는 30℃까지 평균 기온이 오르며 낮 최고 기온이 40℃를 넘기기도 함
- ㉢ 식물: 매우 다양한 초본 및 관목과 작은 나무들에 의해 우점됨. 가뭄에 대한 적응으로 물의 손실을 막는 짙은 상록수의 잎을 볼 수 있으며 불에 대한 적응 또한 되어 있는 점이 특징임

ㄹ. 침엽수림: 북미 유라시아 북부~극지방 툰드라 지대 경계까지 이어지는 타이가(taiga)라 불리는 곳으로 지구에서 가장 큰 육상 생물군계임

- ㉠ 강수량: 연평균 30~70cm 정도이고 주기적으로 가뭄이 흔히 일어남. 그러나 해안에 위치한 미국의 북서부 태평양 해안의 몇몇 침엽수림은 연간 강수량이 연간 강수량이 300cm가 넘는 온대우림임
- ㉡ 온도: 겨울은 대체로 추우며 김. 일부 지역은 -50℃까지 내려가기도 하며 여름에는 30℃까지 올라가는 등 온도 범위가 넓음
- ㉢ 식물: 소나무, 가문비나무, 전나무 그리고 낙엽송과 같이 추위에 잘 견디는 송백류가 우점함. 낙엽송을 제외하고 이 종들은 모두 상록수임. 침엽수림의 관목과 초본층은 온대 활엽수림의 같은 층보다 식물 다양성이 극히 낮음

사. 온대활엽수림: 북반구 중위도 지역에 넓게 분포함

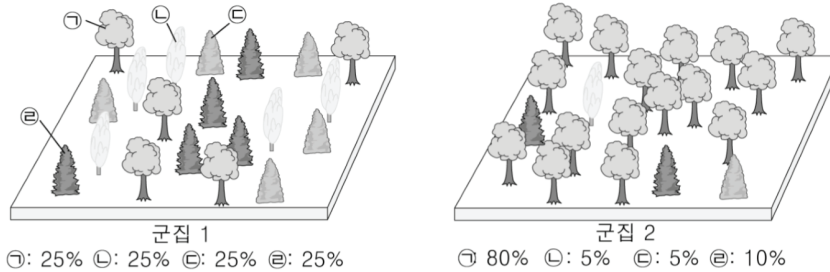
- ㉠ 강수량: 연평균 70~120cm 이상임. 여름에는 비, 겨울에는 눈이 오는 등 모든 계절에 상당한 양의 강수량을 보임
- ㉡ 온도: 겨울에는 평균 0℃정도이며 여름에는 최대 30℃정도까지 올라갈 정도로 덥고 습함
- ㉢ 식물: 뚜렷하고 매우 다양한 수직층을 가짐. 북반구의 우점 식물은 낙엽성 목본이며 겨울철 잎이 없는 시기 들어가기 전 생육기 말의 단풍이 특징임. 뉴질랜드와 칠레의 경우는 활엽 상록수가 우점함

오. 툰드라: 지구 육상 표면의 20%를 차지하며 북극지방과 고산지대에 분포함

- ㉠ 강수량: 연평균 20~60cm이지만 고산 툰드라에서는 최대 100cm 이상 내리는 경우도 있음
- ㉡ 온도: 겨울철에는 평균 -30℃ 이하일 정도로 겨울이 길고 추우며 여름철에는 일반적으로 10℃ 이하이며 시원함
- ㉢ 식물: 대체로 초본류로 지의류와 이끼, 풀, 그리고 활엽초본들과 작은 관목들로 이루어져 있음. 지상부의 비율보다 지하부의 비율이 더욱 큰 것도 특징임. 영구동토층이라 불리는 항상 얼어 있는 토양층은 일반적으로 물의 투과를 막음

9. 종 다양성

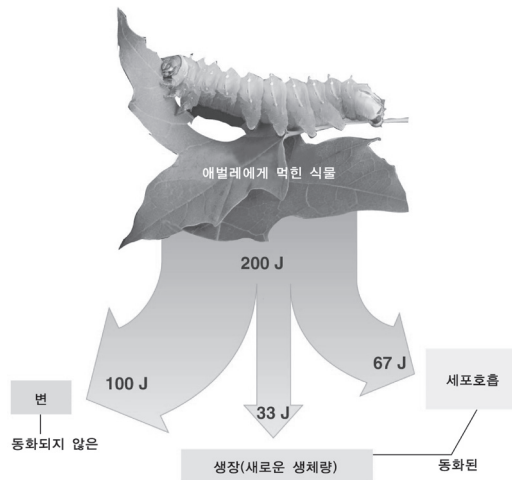
종풍부도(species richness ; 군집 안의 모든 종의 수), 상대수도(relative abundance ; 군집 내에 출현하는 각 종의 비율)에 모두 의존하는 개념이다. 종 풍부도가 클수록, 그리고 각 종의 상대수도가 유사할수록(= 균등도가 높을수록) 종 다양성이 큰 것임



10. 생산효율(production efficiency): 호흡으로 사용되지 않고 생체에 저장된 에너지의 비율로서 내 온동물인 조류와 포유류는 체온 유지에 들어가는 에너지 비율 때문에 전형적으로 1~3%의 낮은 생산 효율을 지니나 외온동물인 어류는 약 10%, 곤충은 약 40%의 비교적 높은 생산효율을 지님

$$\text{가. 생산 효율}(\%) = \frac{\text{순2차 생산량}}{\text{흡수된 1차 생산물의 양}} \times 100$$

나. 생산효율 계산의 예 - 곤충 애벌레의 생산 효율 계산 (아래 참조)



$$\text{생산 효율} = \frac{33}{100} \times 100 = 33\%$$