

학 습 지	3학년	생명과학 II	3학년 반 번
대 단 원	I. 세포와 물질대사		이름:
소 단 원	1. 세포의 특성		

1. 세포의 연구

1-1. 세포의 발견과 세포설

- ① 1665년 로버트 훅: _____ 를 발견.
- ② 브라운(영국): 세포에서 핵 발견
- ③ 슈라이덴은 _____ 세포를, 슈반은 _____ 세포를 각각 관찰. 그 후, 피르호의 이론이 더해져 세포설(1. _____
2. _____
3. _____) 을 확립.
- ④ 몰(독일): 원형질 발견.
- ⑤ 술체: 원형질에서 여러 가지 생명 현상이 이루어진다.

1-2. 세포의 연구 방법

(가) 현미경의 이용

- ① 광학현미경: _____ 을 이용 → 해상력에 한계가 있다. 살아있는 세포 관찰.
- ② 전자현미경: 가시광선 대신 _____ 을 이용, 유리 렌즈 대신 전자 렌즈 사용
→ 높은 해상력(바이러스, DNA, 세포 기관의 구조 관찰). 살아있는 세포의 관찰이 힘들.
- ㉠ 투과 전자 현미경(Transmission Electron Microscopy, TEM)
: 시료에 전자선을 쏘아 투과시킴(그러려면 표본을 얇게 잘라야겠지!)
→ 표본의 단면을 2차원으로 관찰. 주로 세포 내부 관찰시.
- ㉡ 주사 전자 현미경(Scanning Electron Microscopy, SEM)
: 시료에 전자선을 쏘아 표면을 관찰(스캔을 뜨는 것처럼)
→ 3차원의 상으로 나타나므로 입체적인 구조 관찰시 사용. 시료의 표면 연구시.

※ 여러 가지 염색약

- ① 아세트산카민: 식물세포 핵(적색)
- ② 메틸렌블루: 동물세포 핵(블루)
- ③ 야누스그린: 미토콘드리아(그린)
- ④ 김자액: 백혈구 핵(자색)

(나) 세포 분획법

: 세포를 파괴하여(스캐서!) 세포 소기관을 노출시킨 후 원심 분리기로 분리
→ _____ 을 이용.

★ 2002 수능 기출이다. 꼭 살아둬~! 한 번 그려보자.

(다) 조직 배양(생1에서 잠깐 봤었지)

- : 생물체에서 떼어 낸 세포나 조직을 배양액이나 배지에서 무균적으로 기르는 것.
- 유전적으로 동일한 개체들을 대량으로 얻을 수 있다.
 - 세포의 여러 기능 및 세포 분열 과정 등의 연구에 이용.

(라) 자기 방사법(=방사성 동위 원소법) : 원리를 알아두자.

: 세포와 조직에 _____ 가 포함된 화합물을 주입, 방사선을 추적하여
물질의 _____을 연구하는 방법

2. 세포의 구조와 기능

2-1. 세포

① 세포의 크기 측정(이건 기본!)

- ㉠ 접안 마이크로미터의 눈금과 대물 마이크로미터의 눈금이 일치하는 곳을 찾기.
- ㉡ 접안 마이크로미터의 한 눈금을 X로 두기.
- ㉢ **전체 길이가 같으므로** 수식으로 표시해서 X를 구하면 끝!

→ $X \times \text{접안 마이크로미터의 눈금 수} = \text{대물 마이크로미터의 눈금 수} \times \text{대물 마이크로미터 한 눈금의 길이}$
↳(이건 문제에서 주어짐)

$$\therefore X = \frac{\text{대물 마이크로미터의 눈금 수}}{\text{접안 마이크로미터의 눈금 수}} \times \text{대물 마이크로미터 한 눈금의 길이}$$

예)

② 핵(핵막)의 유무에 따른 생물의 분류

- ㉠ 원핵 생물: _____이 없고, 세포 소기관도 없는 원핵 세포로 이루어진 생물.
- ㉡ 진핵 생물: _____이 있고, 세포 소기관이 잘 발달되어 있는 진핵 세포로 이루어진 생물.

2-2. 세포의 구조와 기능

- ① 원형질: 생명 활동이 일어나는 부분.
 - ② 후형질: 생명 활동의 결과로 만들어진 부분(세포벽, 액포, 노폐물, 저장물질 등).
 - ③ 세포 (소)기관: 세포 내부의 여러 가지 미세 구조들.
- ★ 세포의 구조를 직접 그려보자.

2-3. 식물 세포와 동물 세포

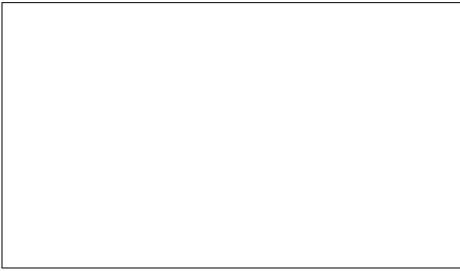
(1) 핵: DNA를 가짐

구성 요소	특징
핵막	① _____ 구조 ② 핵공이 있다 → _____가 세포질로 나가는 통로 ③ 소포체와 연결 ④ 반투과성, 선택적 투과성
핵액	① 콜로이드 상태
염색사(염색체)	① 염색사: _____ + _____ 단백질 세포 분열이 일어나지 않을 때의 상태. ② 뉴클레오솜 ③ 염색체: 세포 분열시 응축될 때의 상태.
인	① _____ + 단백질 ② _____ 합성 장소

(2) 세포질: 원형질에서 핵을 제외한 부분(* 원형질: 핵+세포 소기관들)

종류	특징				
리보솜	① rRNA(리보솜 RNA)와 _____로 구성 ② 2개의 단위체가 결합(대단위체 + 소단위체) ③ 세포질 내에 자유롭게 떠다니거나, _____에 붙어 있다. ④ 기능 : _____을 합성(∴ 이자 세포와 같이 단백질 합성이 활발한 세포에 발달)				
소포체	① 핵막과 연결, 단일막 구조 ② 종류 <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">거친면 소포체</td><td> ㉠ 표면에 _____이 붙어 있음 ㉡ 합성 후 가공 및 단백질 운반 ㉢ 예: 이자의 소화 효소 분비 세포 등에 발달 </td></tr> <tr> <td>매끈면 소포체</td><td> ㉠ 표면에 리보솜이 붙어 있지 않음 ㉡ _____ 합성, 독성 물질 해독, 칼슘 저장 등 ㉢ 소장의 흡수 상피 세포, 부신 겉질 세포 등에 발달 </td></tr> </table> ③ 기능 : 물질 수송의 통로 역할	거친면 소포체	㉠ 표면에 _____이 붙어 있음 ㉡ 합성 후 가공 및 단백질 운반 ㉢ 예: 이자의 소화 효소 분비 세포 등에 발달	매끈면 소포체	㉠ 표면에 리보솜이 붙어 있지 않음 ㉡ _____ 합성, 독성 물질 해독, 칼슘 저장 등 ㉢ 소장의 흡수 상피 세포, 부신 겉질 세포 등에 발달
거친면 소포체	㉠ 표면에 _____이 붙어 있음 ㉡ 합성 후 가공 및 단백질 운반 ㉢ 예: 이자의 소화 효소 분비 세포 등에 발달				
매끈면 소포체	㉠ 표면에 리보솜이 붙어 있지 않음 ㉡ _____ 합성, 독성 물질 해독, 칼슘 저장 등 ㉢ 소장의 흡수 상피 세포, 부신 겉질 세포 등에 발달				

골지체	① 납작한 주머니가 겹쳐져 있는 구조 ② 소포체 막으로부터 형성 → 단일막 구조 ③ 기능 : 소포체로부터 운반된 단백질이나 지질을 변형, 포장하여 세포 밖으로 분비하거나 세포의 다른 부위로 이동 ④ 분비 기능이 활발한 세포에서 특히 발달				
리소좀	① 골지체 막의 일부가 떨어져 나와 형성 → 단일막 구조 ② 기능 : 다양한 가수 분해 효소가 있음 → 세포 내 소화 담당 (∴ 백혈구 등에 발달) <table border="1" data-bbox="518 544 1391 728"> <tr> <td data-bbox="518 544 683 633">외부 물질 분해</td><td data-bbox="683 544 1391 633">세포 내부로 들어온 이물질(세균 등)을 분해</td></tr> <tr> <td data-bbox="518 633 683 728">세포 내 물질 분해</td><td data-bbox="683 633 1391 728">늪거나 손상된 세포 소기관을 분해</td></tr> </table>	외부 물질 분해	세포 내부로 들어온 이물질(세균 등)을 분해	세포 내 물질 분해	늪거나 손상된 세포 소기관을 분해
외부 물질 분해	세포 내부로 들어온 이물질(세균 등)을 분해				
세포 내 물질 분해	늪거나 손상된 세포 소기관을 분해				
미토콘드리아	① _____ 의 장소 ② 세포가 사용할 수 있는 에너지(_____)를 생산 ③ 따라서, 에너지 소비가 큰 세포에 많이 존재함(예: 간세포, 근육세포등) ④ _____ 구조 : 외막과 내막 <table border="1" data-bbox="502 1240 1399 1464"> <tr> <td data-bbox="502 1240 654 1375">기질</td><td data-bbox="654 1240 1399 1375"> ㉠ 고유의 DNA와 리보솜이 있다 → 스스로 복제, 증식, 단백질 합성이 가능함 ㉡ 세포 호흡 관련 효소가 존재 </td></tr> <tr> <td data-bbox="502 1375 654 1464">크리스타</td><td data-bbox="654 1375 1399 1464"> ㉠ 주름진 구조 → 표면적 ↑ → ATP 생산 효율 ↑ ㉡ 세포 호흡 관련 효소가 존재 </td></tr> </table>	기질	㉠ 고유의 DNA와 리보솜이 있다 → 스스로 복제, 증식, 단백질 합성이 가능함 ㉡ 세포 호흡 관련 효소가 존재	크리스타	㉠ 주름진 구조 → 표면적 ↑ → ATP 생산 효율 ↑ ㉡ 세포 호흡 관련 효소가 존재
기질	㉠ 고유의 DNA와 리보솜이 있다 → 스스로 복제, 증식, 단백질 합성이 가능함 ㉡ 세포 호흡 관련 효소가 존재				
크리스타	㉠ 주름진 구조 → 표면적 ↑ → ATP 생산 효율 ↑ ㉡ 세포 호흡 관련 효소가 존재				
엽록체	① _____ 의 장소 ② 광합성을 하는 식물 세포와 조류(녹조류, 갈조류 등) 세포에 존재 ③ _____ 구조 : 외막과 내막 				

	그라나	㉠ 틸라코이드가 쌓인 구조 ㉡ 광합성 색소와 ATP 생성 관여 단백질이 존재
	스트로마	㉠ 엽록체의 기질 ㉡ _____ 합성 관여 효소가 존재 ㉢ 고유의 DNA와 리보솜이 있다 → 스스로 복제, 증식, 단백질 합성이 가능함
세포 골격	① 기능 : 세포의 형태 유지, 세포 소기관의 위치 유지 및 이동에 관여 ② 종류(교과서 31쪽 그림 참고)	
	미세소관	㉠ 길고 속이 빈 원통 모양 ㉡ 중심립에서 형성 ㉢ 세포의 형태 유지 ㉣ _____의 형성, 염색체, 세포 소기관, 소낭 등의 이동에 관여
	미세섬유	㉠ 구형의 단백질이 두 가닥의 나선으로 꼬인 모양 ㉡ 세포 형태 유지 ㉢ <u>근섬유</u> 의 수축과 이완, 아메바의 <u>위축 운동</u> , 세포질 유동 등
	중간섬유	㉠ 여러 가닥의 단백질이 두껍게 꼬인 모양 ㉡ 세포의 형태 유지 ㉢ 핵과 세포 소기관의 위치 고정에 관여
③ 굵기 : 미세소관 > 중간섬유 > 미세섬유		
섬모와 편모	① 세포 표면에 돌출되어 있는 세포의 운동 기관 ② 9+2 구조	
		
	③ 특징	
		㉠ 길이가 짧고 수가 많음 ㉡ 노젓기 운동 예) 짚신벌레의 섬모
		㉠ 길이가 길고 수가 1개~수 개 ㉡ 물결(혹은 채찍) 운동 예) 정자의 편모

(3) 후형질 : 원형질의 생명 활동 결과로 생성되거나 외부에서 들어와 축적된 물질

종류	특징				
세포벽	① 식물 세포에만 존재 ② 식물 세포의 세포막 바깥쪽에 형성되는 두껍고 단단한 벽 ③ 주성분: _____ <table border="1"> <tr> <td>1차 세포벽</td><td>어린 식물 세포에 있는 얇고 유연한 세포벽</td></tr> <tr> <td>2차 세포벽</td><td>세포막과 1차벽 사이에 만들어지는 두껍고 단단한 세포벽</td></tr> </table> ④ 특징 : 물과 용질을 모두 통과시킴(전투과성) ⑤ 기능 : 세포 보호, 형태 유지, 식물체 지탱, 지나친 물 흡수 방지 등	1차 세포벽	어린 식물 세포에 있는 얇고 유연한 세포벽	2차 세포벽	세포막과 1차벽 사이에 만들어지는 두껍고 단단한 세포벽
1차 세포벽	어린 식물 세포에 있는 얇고 유연한 세포벽				
2차 세포벽	세포막과 1차벽 사이에 만들어지는 두껍고 단단한 세포벽				
액포	① 단일막 구조 ② 성숙한 식물 세포에서 크게 발달 ③ 기능 ㉠ 저장 : 노폐물, 영양소, 독성 물질, 색소 등 ㉡ 수분 흡수 : 삼투압 조절, 세포 형태 유지, 식물 세포의 성장에 중요한 역할				

(4) 세포막

특징	
① 세포질 바깥쪽을 둘러싸는 막 ② 구조: 인지질 2중층 + 단백질 (그 외 콜레스테롤, 당단백질, 당 사슬 등)	
인지질	㉠ 머리(인산)는 <u>친수성 / 소수성</u>, 꼬리(지방산)은 <u>친수성 / 소수성</u> → 물에서 2중층을 형성(인지질 2중층) → 이것이 하나의 단일막이 됨. <u>이중막이 아님!!</u> ㉡ 막의 구조를 형성
막단백질	㉠ 인지질 2중층에 파묻혀 있거나 관통하거나 표면에 붙어있음 ㉡ 막의 기능을 결정(물질 수송, 효소로 작용, 정보 전달 등)
③ 유동 모자이크 모델 ㉠ 인지질이 유동적이어서 단백질이 고정되어 있지 않고 움직일 수 있음 ㉡ 온도가 높아지면 막의 유동성도 <u>증가 / 감소</u> 하고, 온도가 낮아지면 막의 유동성도 <u>증가 / 감소</u> 한다.	

※ 리포솜

- 인지질로 만든 인공적인 작은 주머니
- 세포막과 잘 융합하여 물질이 세포 내로 빠르게 흡수되는 장점
- 활용의 예: 백신, 항체, 약물, 콜라겐 등을 흡수시키는 매개체

※ 헛갈리면 안 되는 것들~!

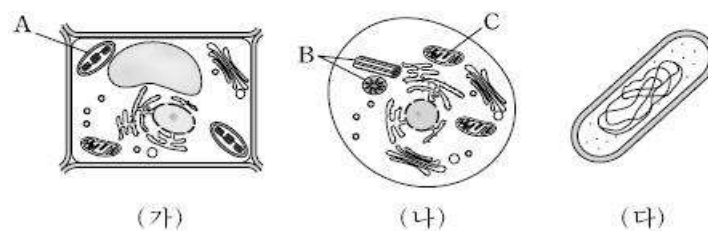
막의 종류	이중막 구조	핵, 엽록체, 미토콘드리아
	단일막 구조	소포체, 골지체, 리소좀, 세포막, 액포
	막이 아닌 구조(막 없음)	인, 리보솜, 중심립(중심체)
동물/식물 세포	주로 동물 세포에만 있는 세포 소기관	중심립
	식물 세포에만 있는 세포 소기관	세포벽, 엽록체
	주로 식물 세포에만 있는 세포 소기관	액포
DNA 함유 세포 소기관		핵, 엽록체, 미토콘드리아

※ 물질의 이동 과정

: 핵(DNA)→ _____(단백질 합성) → _____(단백질의 이동 통로)→ _____
(단백질의 포장, 분비) → 세포 내·외로 이동

※ 2010 수능 기출

1. 그림은 세 종류의 세포 (가)~(다)의 구조를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① (가)와 (나)는 모두 세포벽을 갖는다.
- ② (다)는 핵막을 갖는다.
- ③ 남조류는 A를 갖는다.
- ④ B는 이중막을 갖는다.
- ⑤ C는 DNA를 갖는다.

3. 세포막을 통한 물질의 출입

3-1. 확산, 삼투

(1) 에너지를 소모하지 않는 물질 이동

① 확산

정의	분자가 스스로 운동하여 농도가 높은 곳에서 낮은 곳으로 퍼져 나가는 현상	
특징	㉠ 세포 안팎의 농도가 평형에 도달할 때까지 물질이 고농도에서 저농도로 이동 ㉡ 물질이 이동시 에너지(ATP)가 <u>소모됨 / 소모되지 않음</u> ㉢ 여러 물질이 섞여 있을 경우, 각 물질은 자체의 농도 기울기에 따라 독립적으로 확산	
종류	단순 확산	㉠ 물질이 인지질 2중층을 직접 통과하여 확산 ㉡ 속도 : 분자의 크기가 <u>작을수록 / 클수록</u> , 온도가 <u>낮을수록 / 높을수록</u> , 물질의 농도 차가 <u>작을수록 / 클수록</u> , 지질에 대한 용해도가 <u>작을수록 / 클수록</u> 빠르게 확산 ㉢ 예 : 폐포와 모세혈관 사이에서 O_2 와 CO_2 의 교환, 에탄올, 지질 성분의 호르몬 등의 이동
	촉진 확산	㉠ 물질이 _____을 통해 세포막을 통과하여 확산 ㉡ 속도 : 물질의 농도 차가 클수록 빠르게 확산되지만, 일정 농도 차 이상에서는 확산 속도가 더 이상 증가하지 않음(이유 : 수송 단백질의 수가 정해져 있어서 포화 상태가 되기 때문) ㉢ 예 : 수용성 물질(포도당, 아미노산), 전하를 띤 이온(Ca^{+} , Cl^{-} , Na^{+}), 물 등

② 단순 확산과 촉진 확산의 비교

·공통점 : 물질 이동시 ATP 소모 X

·차이점 : 물질 이동시 수송 단백질의 관여 여부

--	--

③ 삼투

정의	반투과성 막을 사이에 두고 있는 두 용액의 농도가 서로 다를 때, 저농도의 용액에서 고농도의 용액으로 용매(물)가 이동하는 현상
삼투압	㉠ 삼투에 의해 반투과성 막이 받는 압력 ㉡ 삼투압은 용액의 농도가 <u>높을수록 / 낮을수록</u> , 온도가 <u>높을수록 / 낮을수록</u> 크다. ㉢ 계산방법 $P = CRT$ (P : 삼투압, C : 용액의 몰 농도, R : 기체 상수, T : 절대 온도)

동물 세포에서의 삼투			식물 세포에서의 삼투		
저장액	등장액	고장액	저장액	등장액	고장액

(2) 에너지를 소모하는 물질의 이동

① 능동수송

정의	물질이 에너지를 소모하면서 운반체 단백질을 통해 농도 기울기를 거슬러 세포막을 통과하는 방식
특징	㉠ 물질이 저농도에서 고농도로 농도 기울기를 거슬러 이동 ㉡ 물질 이동시 에너지(ATP)가 소모됨 ㉢ 운반체 단백질을 통해 물질이 선택적으로 이동 (결합 부위에 맞는 특정 물질만 운반) ㉣ 물질 이동 속도는 일정 수준 이상 빨라지지 않음 (운반체 단백질의 수가 한정되어 있기 때문) 예) $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 펌프, 소장 융털에서 일어나는 영양소 흡수, 신장에서의 재흡수, 식물 뿌리에서의 무기 양분(칼륨, 인 등) 흡수, 해조류의 아이오딘 흡수 등

② 세포 내 섭취와 세포 외 배출

- ㉠ 세포막 자체가 변형되어 고분자(단백질 등) 물질을 감싸서 운반
- ㉡ 물질 이동시 에너지(ATP)가 소모됨
- ㉢ 종류

세포 내 섭취	㉠ 특정 물질을 세포 안으로 받아들임 ㉡ $\cdot$ () : 고형의 큰 물질을 세포 안으로 이동 예) 아메바의 먹이 섭취, 백혈구의 식균 작용 $\cdot$ () : 액체 또는 액체에 녹아 있는 물질을 세포 안으로 이동
세포 외 배출	㉠ 노폐물이나 세포에서 형성된 단백질 등을 세포 밖으로 분비할 때 예) 이차에서 호르몬(인슐린, 글루카곤) 분비, 신경전달물질 방출, 소장 상피세포에서 지방을 암죽관으로 보내는 경우

4. 효소

4-1. 효소의 작용과 활성화 에너지

(1) 효소의 기능과 활성화 에너지

- ① () : 화학 반응이 일어나는데 필요한 최소한의 에너지
- ② 효소의 기능 : 활성화 에너지를 (증가 / 감소) 시켜 물질 대사의 반응 속도를 증가시킴

4-2. 효소의 종류

: 촉매하는 화학 반응의 종류에 따라 6가지로 분류

- ① 산화 환원 효소 : 산화 환원 반응에 관여
- ② 전이 효소 : 어떤 분자에서 작용기를 떼어 다른 분자로 옮겨 줌
- ③ 가수분해 효소 : 물을 첨가하여 고분자 물질을 저분자로 분해
- ④ 분해·부가 효소 : 어떤 기를 분자에 첨가하거나 제거
- ⑤ 이성질화 효소 : 분자의 구조를 변화시켜 성질이 다른 분자로 바꿔 줌
- ⑥ 연결효소 : 에너지를 사용하여 두 분자를 연결

4-3. 효소의 구조 및 기질 특이성

(1) 효소의 구성

전효소 = 주효소 + 보조인자

주효소	㉠ 효소의 단백질 부분 ㉡ 열과 pH에 의해 쉽게 변성
-----	-----------------------------------

보조인자	㉠ 효소의 비단백질 부분	
	㉡ 종류	
	금속이온	· 무기이온(Fe^{2+}, Mg^{2+}, Zn^{2+} 등) · 기질과 효소 사이의 전자 이동을 도움
	조효소	· 유기물로 구성(비타민 등) · 주효소에 비해 크기가 작고, 열과 pH에 강함 · 대부분 효소와 일시적으로 약하게 결합 · 예) 비타민 B 복합체, NAD^+, FAD, NADP^+ 등

(2) 효소의 구조와 특성

- ① 효소는 단백질로 되어 있고, 각 효소마다 고유의 입체 구조를 가짐
- ② 효소-기질 복합체

㉠ () : 효소에서 반응물과 결합하여 화학 반응이 일어나게 하는 특정 부분	
㉡ () : 활성 부위와 결합하는 반응물	

- ③ () : 한 종류의 효소는 한 종류의 기질과만 결합하여 작용함(열쇠-자물쇠의 관계)
- ④ 효소의 재사용 : 효소는 반응 전후에 구조와 성질이 변하지 않으므로, 생성물과 분리된 후 다시 새로운 기질과 결합하여 반응을 촉매한다.

4-4. 효소의 활성에 영향을 미치는 요인

- ① pH
 - : 최적 pH에서 반응 속도가 최대가 됨
 - 예) 펩신의 최적 pH : pH 2
 - 침의 아밀레이스의 최적 pH : pH 7
 - 트립신의 최적 pH : pH 8
- ② 온도
 - : 효소의 종류에 따라 최적 온도가 다르다(보통 체온 정도가 최적 온도임).
- ③ 기질의 농도
 - ㉠ 기질의 농도가 증가할수록 효소의 반응 속도도 증가함
 - ㉡ 그러나 효소가 기질에 의해 포화되면 더 이상 반응 속도는 증가하지 않고 일정해짐



- ④ 저해제
 - ㉠ () : 효소의 활성 부위에 결합하여 효소와 기질의 결합을 방해
 - ㉡ 종류

경쟁적 저해제	· 기질과 구조가 유사하여 기질과 경쟁적으로 효소에 결합 · 기질의 농도가 높으면 저해 효과는 낮아짐
비경쟁적 저해제	· 효소의 활성 부위가 아닌 다른 부위에 결합하여 효소의 입체 구조를 변형시켜서 효소의 작용을 저해 · 기질의 농도가 높아져도 저해 효과는 감소하지 않음

학 습 지	3학년	생명과학 II	3학년 반 번
대 단 원	I. 세포와 물질대사		이름:
소 단 원	2. 세포와 에너지		

1. 세포 호흡

1-1. 세포 호흡의 과정

(1) 세포 호흡

: 유기물(탄수화물, 단백질, 지방)이 산화되어 CO_2 (이산화탄소), H_2O (물)이 생성되고 에너지 (ATP)가 방출되는 반응

(2) 세포 호흡의 전 과정

① 해당작용

: 포도당 $\rightarrow$ 2 피루브산 + 2 NADH + 2 ATP

② TCA 회로

: 2 피루브산 $\rightarrow$ 6 CO_2 + 8 NADH + 2 FADH_2 + 2 ATP

③ 산화적 인산화

: $\text{NADH/FADH}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{ATP}$

1-2. 해당작용

① 장소 : 세포질

② 산소(O_2)를 필요로 하지 않으므로 산소가 없어도 진행 가능 / 불가능

③ 해당작용의 요약

$\Rightarrow$ 즉, (), (), () 이 생성된다. 그 후 해당작용 산물인 피루브산과 NADH는 미토콘드리아 내로 들어가 산화된다.

1-3. TCA 회로(=시트르산 회로, 크레브스 회로)

① 장소 : 미토콘드리아(기질)

② TCA 회로의 핵심

	㉠ CO_2 가 방출되는 단계 (탈탄산 효소가 작용하는 단계) : ㉡ NADH가 생성되는 단계 (탈수소 효소가 작용하는 단계) : ㉢ FADH_2 가 생성되는 단계 (탈수소 효소가 작용하는 단계) : ㉣ ATP가 생성되는 단계(기질 수준 인산화가 일어나는 단계) :
--	---

③ TCA 회로의 요약

⇒ 즉, (), (), (), () 가 생성된다. 그 후 CO_2 는 미토콘드리아 밖으로 나와 혈액을 통해 호흡 기관으로 운반되어 몸 밖으로 방출된다. NADH 와 FADH_2 는 미토콘드리아 내막에 있는 ()로 전자를 운반한다.

1-4. 산화적 인산화

① 장소 : 미토콘드리아의 내막(전자전달계)

② 전자전달계

: 해당과정과 TCA 회로에서 생성된 NADH 와 FADH_2 는 고에너지 전자를 가지고 있음

⇒ 전자전달계에 고에너지 전자를 전달해주면 에너지가 단계적으로 방출되고, 전자는 최종적으로 O_2 (산소)에 전달된다(즉, 세포 호흡에서 전자의 최종 수용체는 산소임!!) 전자를 전달받은 산소는 미토콘드리아 기질의 2H^+ 와 결합하여 H_2O 이 된다.

③ 산화적 인산화의 요약

㉠ 전자전달계의 전자 공급원 : NADH , FADH_2

㉡ 전자의 최종 수용체 : O_2

㉢ 에너지 방출은 소량씩 단계적 방출 / 한번에 대량 방출

㉣ 생성되는 ATP의 수(산화적 인산화)

: 1 NADH 당 3 ATP, 1 FADH_2 당 2 ATP가 생성

㉤ 결국

· 해당작용 : $2 \text{NADH} \times (\quad) \text{ATP} = (\quad) \text{ATP}$

· TCA 회로 : $8 \text{NADH} \times (\quad) \text{ATP} = (\quad) \text{ATP}$

$2 \text{FADH}_2 \times (\quad) \text{ATP} = (\quad) \text{ATP}$

산화적 인산화 과정에서 총 () ATP가 생성됨

1-5. 세포 호흡의 에너지 생산량

1. 세포 호흡의 ATP 생성량(포도당 1분자 당)

(1) 1단계 해당작용

㉠ 2 ATP(기질 수준 인산화)

㉡ 2 NADH

(2) 2단계 TCA 회로

㉠ 2 ATP(기질 수준 인산화)

㉡ 8 NADH

2 FADH_2

(3) 3단계 산화적 인산화

()

()

()

()

()

총 ATP 생성량 : ()

2. 세포 호흡의 에너지 효율

㉠ 포도당 1몰의 총 에너지량은 686kcal/몰

㉡ 포도당 1몰에서 세포 호흡을 통해 최대 38몰의 ATP가 생성

㉢ 1 ATP는 약 7.3 kcal/몰의 에너지를 가짐

$$\Rightarrow \frac{38 \times 7.3 \text{ kcal}}{686 \text{ kcal}} \times 100 \approx 40\%$$

(즉, 세포 호흡시 발생하는 에너지의 약 40%는 ATP에 저장, 나머지 60%는 열로 방출)

1-6. 탄수화물, 단백질, 지방의 산화

1. 호흡 기질

: 세포 호흡을 통해 분해되어 에너지를 내는 유기물

탄수화물	당으로 분해 → 해당 작용으로 들어가서 세포 호흡에 이용
지방	지방산, 글리세롤로 분해 → 각각 아세틸 CoA와 피루브산으로 전환되어 세포 호흡에 이용
단백질	아미노산으로 분해 → 피루브산, 아세틸 CoA, TCA 회로의 중간 산물 등으로 전환되어 세포 호흡에 이용

2. 호흡률

$\text{호흡률} = \frac{\text{발생한 } CO_2 \text{의 부피}}{\text{소비된 } O_2 \text{의 부피}}$	· 탄수화물 : 1.0 · 단백질 : 0.8 · 지방 : 0.7
---	---

2. 발효

2-1. 세포 호흡과 발효

1. 산소 호흡과 무산소 호흡

(1) 산소 호흡 : 산소를 이용해 유기물을 완전히 분해하여 에너지를 얻음

(2) 무산소 호흡

㉠ 산소를 이용하지 않고 유기물을 분해하여 에너지를 얻음

㉡ 유기물이 불완전 분해되어 에탄올, 젖산 같은 중간 산물이 생성됨

⇒ ∴ 발생하는 에너지량이 산소 호흡에 비해 적다.

㉢ 무산소 호흡은 발효와 부패로 구분됨

2-2. 발효 과정

(1) 1단계 : 해당 작용

(2) NAD⁺의 재생

2-3. 발효의 종류

종류	미생물	물질 분해 과정	ATP 생성	예
알코올 발효	효모	포도당 → 피루브산 → ()	() ATP	술, 빵
젖산 발효	젖산균	포도당 → 피루브산 → ()	() ATP	김치, 치즈, 요구르트, 근육의 젖산 발효
아세트산 발효	아세트산균	에탄올 → ()	다량의 ATP	식초

3. 광합성

3-1. 엽록체와 광합성 색소

1. 엽록체의 구조

구분		
구조	막으로 이루어진 납작한 주머니 모양의 구조물(틸라코이드)이 여러 개 쌓여 있는 것	내막 안쪽의 액체로 차 있는 기질 부분
포함 물질	광합성 색소(엽록체, 카로틴, 잔토피), 단백질 복합체, ATP 합성 효소 등	포도당을 합성하는데 관여하는 효소, DNA, RNA, 리보솜
기능	명반응이 일어남	암반응이 일어남

2. 광합성 색소

엽록소	① 대표적인 광합성 색소 ② 종류			
	<table border="1"> <tr> <td>엽록소 a</td><td>㉠ 세균을 제외한 모든 광합성 생물에 존재 ㉡ 광합성에서 중심적인 역할을 하는 색소(반응 중심 색소)</td></tr> <tr> <td>엽록소 b, c, d</td><td>㉠ 광합성 생물의 종류에 따라 다르게 존재 ㉡ 빛에너지를 흡수하여 반응 중심 색소에 전달하는 보조 색소</td></tr> </table>	엽록소 a	㉠ 세균을 제외한 모든 광합성 생물에 존재 ㉡ 광합성에서 중심적인 역할을 하는 색소(반응 중심 색소)	엽록소 b, c, d
엽록소 a	㉠ 세균을 제외한 모든 광합성 생물에 존재 ㉡ 광합성에서 중심적인 역할을 하는 색소(반응 중심 색소)			
엽록소 b, c, d	㉠ 광합성 생물의 종류에 따라 다르게 존재 ㉡ 빛에너지를 흡수하여 반응 중심 색소에 전달하는 보조 색소			
카로티노이드	① 엽록소가 거의 흡수하지 않는 파장의 빛에너지를 흡수하여 반응 중심 색소에 전달하는 보조 색소 ② 종류 : 카로틴(적황색), 잔토피(황색) 등			

3. 빛의 파장과 광합성 색소

흡수 스펙트럼	작용 스펙트럼
빛의 파장에 따른 엽록소의 빛 흡수율을 그래프로 나타낸 것	빛의 파장에 따른 엽록체의 광합성 속도를 그래프로 나타낸 것

⇒ 흡수 스펙트럼과 작용 스펙트럼은 거의 일치한다.

⇒ 즉, 광합성에 필요한 빛에너지는 주로 엽록소에 의해 흡수됨을 의미한다.

(녹색광에서도 광합성이 일어난 이유 : 카로티노이드 색소가 녹색광을 일부 흡수하기 때문)

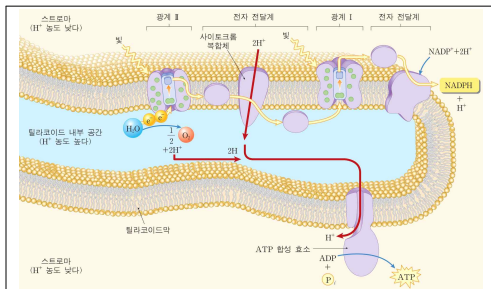
3-2. 광합성의 과정

1. 광합성의 과정

: 광합성의 과정은 명반응, 암반응의 두 단계로 진행된다.

2. 명반응

: ATP와 NADPH를 만드는 과정임. 이 때 부산물로 산소(O_2)가 생성

1단계 : 물의 광분해	① 빛에너지를 이용하여 물을 분해하는 과정																										
2단계 : 광인산화	① ()에서 ATP가 합성되는 과정 : 틸라코이드막에 있는 광계(빛에너지를 흡수하는 단백질 복합체)에 의해 합성됨 ② 광계란?(교과서 78쪽 그림 참고) <table><tr><td>구성</td><td colspan="2">엽록소 a와 그 외 여러 가지 광합성 색소, 전자 수용체로 구성됨</td></tr><tr><td rowspan="2">종류</td><td>광계 I (P_{700})</td><td>P_{700}이 반응 중심 색소임</td></tr><tr><td>광계 II (P_{680})</td><td>P_{680}이 반응 중심 색소임</td></tr><tr><td>작용</td><td colspan="2">빛에너지를 흡수하여 엽록소 a(반응 중심 색소)에서 고에너지 전자를 방출함</td></tr></table> ③ 순환적 광인산화와 비순환적 광인산화 <table><tr><td>구분</td><td>순환적 광인산화</td><td>비순환적 광인산화</td></tr><tr><td>관여하는 광계</td><td>광계 I</td><td>광계 I, 광계 II</td></tr><tr><td>반응 중심 색소</td><td>P_{700}</td><td>P_{700}, P_{680}</td></tr><tr><td>전자의 이동</td><td>$P_{700} \rightarrow P_{700}$ (다시 돌아옴)</td><td>$H_2O \rightarrow P_{680} \rightarrow P_{700} \rightarrow NADP^+$ (다시 돌아오지 않음)</td></tr><tr><td>생성물</td><td>ATP</td><td>ATP, NADPH, O_2</td></tr></table>	구성	엽록소 a와 그 외 여러 가지 광합성 색소, 전자 수용체로 구성됨		종류	광계 I (P_{700})	P_{700} 이 반응 중심 색소임	광계 II (P_{680})	P_{680} 이 반응 중심 색소임	작용	빛에너지를 흡수하여 엽록소 a(반응 중심 색소)에서 고에너지 전자를 방출함		구분	순환적 광인산화	비순환적 광인산화	관여하는 광계	광계 I	광계 I, 광계 II	반응 중심 색소	P_{700}	P_{700} , P_{680}	전자의 이동	$P_{700} \rightarrow P_{700}$ (다시 돌아옴)	$H_2O \rightarrow P_{680} \rightarrow P_{700} \rightarrow NADP^+$ (다시 돌아오지 않음)	생성물	ATP	ATP, NADPH, O_2
구성	엽록소 a와 그 외 여러 가지 광합성 색소, 전자 수용체로 구성됨																										
종류	광계 I (P_{700})	P_{700} 이 반응 중심 색소임																									
	광계 II (P_{680})	P_{680} 이 반응 중심 색소임																									
작용	빛에너지를 흡수하여 엽록소 a(반응 중심 색소)에서 고에너지 전자를 방출함																										
구분	순환적 광인산화	비순환적 광인산화																									
관여하는 광계	광계 I	광계 I, 광계 II																									
반응 중심 색소	P_{700}	P_{700} , P_{680}																									
전자의 이동	$P_{700} \rightarrow P_{700}$ (다시 돌아옴)	$H_2O \rightarrow P_{680} \rightarrow P_{700} \rightarrow NADP^+$ (다시 돌아오지 않음)																									
생성물	ATP	ATP, NADPH, O_2																									
3단계 : 화학 삼투에 의한 ATP 합성	 교과서 80쪽 그림 참고 : 틸라코이드 내부의 수소 이온(H^+) 농도가 스트로마보다 높아져서 틸라코이드 내부의 수소 이온(H^+)이 ATP 합성 효소를 통과해 나가면서 ATP가 합성됨																										
정리	빛에너지에 의해 반응 중심 색소인 엽록소에서 방출된 고에너지 전자는 ()막의 전자 전달계를 통해 차례로 전달되면서 전자의 흐름을 만들어내고, 이 전자의 흐름에 의해 틸라코이드 막을 경계로																										

	()농도 기울기가 형성됨으로써 ()가 합성되는 것이다. 비순환적 / 순환적 전자 흐름에서는 ATP, NADPH, O ₂ (산소)가 생성되지만, 비순환적 / 순환적 전자 흐름에서는 ATP만 생성된다. ATP와 NADPH는 암반응에 공급되어 이산화탄소를 환원시켜 포도당을 생성하는 과정에 사용된다.
--	--

3. 암반응(교과서 83쪽 그림 참고) : 명반응의 산물(ATP, NADPH)을 이용하여 ()을 합성

1단계 : CO ₂ 의 고정	 ★ 최초의 CO ₂ 수용체 : () 최초의 CO ₂ 고정 산물(최초의 생성 물질) : ()
2단계 : 포도당 합성 (3PG의 환원)	 ★ ATP와 NADPH는 명반응에서 만들어진 것들이다.
3단계 : RuBP의 재생	
정리	

3-3. 광합성 과정의 정리

1. 광합성의 과정

교과서 84쪽 그림 참고

· 광합성은 명반응과 암반응의 두 단계로 진행되며, ()이 먼저 일어나야 암반응이 진행된다.

2. 광합성에서의 에너지 전환

: 빛에너지를 화학 에너지 형태로 바꾸어 포도당과 같은 유기물에 저장한다.

3. 광합성 산물의 이동과 이용

(1) 광합성 산물의 이동

: 엽록체에서 생성된 포도당은 녹말로 바뀌어 일시적으로 저장되었다가 주로 물에 녹는 설탕 형태로 변화되어 체관 / 물관을 통해 식물의 각 부분으로 운반된다.

(2) 광합성 산물의 이용

- ① 각 부분으로 운반된 설탕은 세포 호흡의 원료와 물질을 합성하는 원료로 사용되거나, 세포벽의 주성분인 셀룰로스를 만드는 데 사용된다. 남는 것은 주로 ()로 전환되어 저장된다.
- ② 광합성 결과 생성된 산소는 식물의 호흡에 이용되거나, 외부로 방출되어 다른 생물의 호흡에 이용된다.

3-4. 광합성과 세포 호흡의 비교

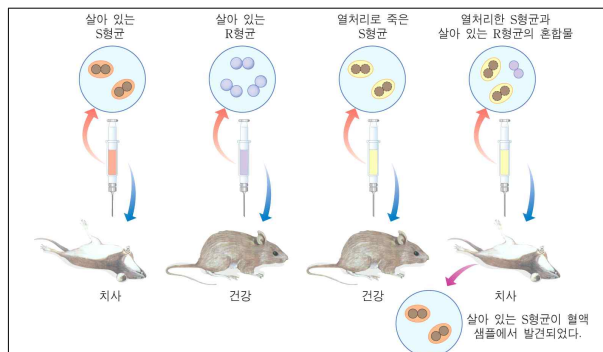
구분	광합성	세포 호흡
과정	· 빛에너지를 화학 에너지로 전환하는 과정 ① 명반응 ② 암반응	· 화학 에너지를 이용하여 ATP를 합성하는 과정 ① 해당작용 ② TCA 회로 ③ 산화적 인산화
장소	① 명반응 : 엽록체의 그라나 (틸라코이드 막) ② 암반응 : 엽록체의 스트로마	① 해당작용 : 세포질 ② TCA 회로 : 미토콘드리아 기질 ③ 산화적 인산화 : 미토콘드리아 내막
공통점	· 효소에 의한 화학 반응임 · 전자 전달계와 화학 삼투에 의해 ATP가 합성됨	

학 습 지	3학년	생명과학 II	3학년 반 번
대 단 원	II. 유전자와 생명 공학		이름:
소 단 원	1. 유전자와 형질 발현		

1. 유전 물질의 구조와 DNA 복제

1-1. 유전 물질의 본질

1. 그리피스의 실험(교과서 97쪽 그림 참고)

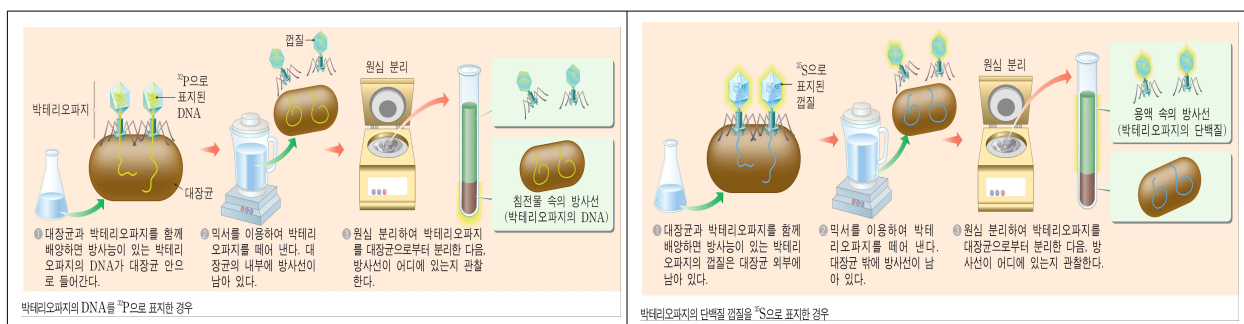


결론) 열처리한 S형균에 남아 있던 어떤 물질이 R형균으로 들어가 R형균을 S형균으로 형질전환 시켰을 것이라고 생각하였다. 그러나 이 물질이 무엇인지는 밝혀내지 못했다.

2. 에이버리의 실험

결론) 살아 있는 R형균을 S형균으로 형질전환시킨 유전 물질은 S형균의 DNA이다.

3. 허시와 체이스의 실험(교과서 100쪽 그림 참고)



결론) 생물의 유전 물질이 DNA임을 명확히 입증하게 되었다.

1-2. DNA의 구조

1. DNA의 구성

기본 단위 : 뉴클레오타이드(당+인산+염기)		
인산	H ₃ PO ₄ 로 구성	
당	㉠ 5개의 ()로 이루어진 5탄당 ㉡ DNA를 구성하는 당 : 디옥시리보스	
염기	㉠ ()를 함유하는 염기성 물질 ㉡ DNA를 구성하는 염기 : 아데닌(A), 구아닌(G), 사이토신(C), 티민(T)	
	퓨린 계열(2개의 고리 구조)	피리미딘 계열(1개의 고리 구조)

2. 뉴클레오타이드의 결합

: 뉴클레오타이드끼리는 인산과 당 사이가 () 결합으로 연결되어 중합체인 폴리뉴클레오타이드를 형성한다. 이 때 뉴클레오타이드의 한쪽 끝은 5번 탄소 방향이고, 반대쪽 끝은 3번 탄소 방향이 되도록 일정하게 배열되어 사슬 전체가 방향성을 가지게 된다(5'→3'). 이러한 폴리뉴클레오타이드 한가닥 / 두 가닥 이 모여 DNA를 구성한다.

3. DNA의 입체 구조

(1) 샤가프의 법칙

: 한 종의 DNA에서는 항상 염기 A와 ()의 양이 같고, G와 ()의 양이 같다.

(2) 프랭클린과 윌킨스의 DNA의 X선 회절 사진

(3) 왓슨과 크릭의 이중 나선 구조(1953년)

- ① DNA는 두 가닥의 폴리뉴클레오타이드 사슬이 서로 마주 보며 꼬여 있는 이중 나선 구조이다.
- ② 당-인산 축은 바깥쪽에, 한 사슬의 염기는 다른 사슬의 염기와 짝을 이루어 () 결합으로 연결된다.
- ③ 염기의 상보적 결합
: 염기 A는 항상 ()와, G는 항상 ()와 () 결합으로 연결된다.
- ④ 크기
: 이중 나선의 지름은 약 2nm, 이중 나선을 한 바퀴 회전하는 데에는 10개의 염기쌍이 필요하며, 그 거리는 3.4nm이다.

1-3. DNA의 복제

1. DNA의 복제 방식

- ① 복제 시기 : 세포 주기 중 간기의 ()기에 일어남
- ② DNA 복제 모델(교과서 107쪽 참고)
: 메셀슨과 스탈의 실험으로 “반보존적 복제”임을 증명함

2. DNA의 복제 과정

- ① DNA의 2중 나선의 두 가닥이 분리
: 염기 사이의 () 결합이 끊어짐
- ② RNA 프라이머 합성
: 프라이머(3' 말단을 제공하는 작은 DNA 조각)가 합성되어 부착
- ③ 새로운 뉴클레오타이드의 결합
: 프라이머의 3' 말단에 주형가닥과 상보적인 염기를 가진 뉴클레오타이드가 DNA 중합효소에 의해 차례로 결합
- ④ DNA 복제 완료
: 원래의 DNA와 똑같은 DNA가 2개 생김

★ DNA가 합성되는 방향은 “항상” (→) 이다. 따라서 새로 합성되는 DNA 가닥 중 한 가닥은 5'→3' 으로 연속적으로 합성되는데, 이 가닥을 () 가닥이라고 한다. 선도 가닥이 아닌 다른 가닥은 DNA가 풀리는 방향의 반대로 작은 조각의 DNA(오카자키 조각)가 만들어진 후 연결되면서 DNA 복제가 진행되는데, 이렇게 불연속적으로 합성이 진행되는 가닥을 () 가닥이라고 한다.

학 습 지	3학년	생명과학 II	3학년 반 번
대 단 원	II. 유전자와 생명 공학		이름:
소 단 원	2. 유전자 발현		

2-1. 유전자와 단백질

1. 유전자와 형질 발현

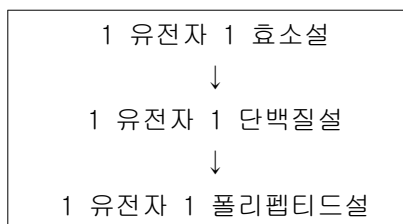
(1) 유전자와 단백질

: 유전자는 특정 단백질이 합성되도록 하고, 합성된 단백질에 의해 생물의 형질이 나타난다.

(2) 형질 발현

: 유전자로부터 형질이 나타나기까지의 과정

(3) 이론들



: 최근에는 1 유전자 1폴리펩티드설에도 맞지 않는 현상이 발견되어 이 가설이 반드시 옳은 것은 아님. 하지만 유전자가 ()의 생산을 결정한다는 점은 변하지 않는 사실이다.

2. 비둘과 데이팅의 붉은뺨공팡이 실험(교과서 110쪽 참고)

형	배지	최소 배지	최소 배지 + 오르니틴	최소 배지 + 시트룰린	최소 배지 + 아르지닌
영양 요구주	아생종	 자란다	 자란다	 자란다	 자란다
	I형	 자라지 못한다	 자란다	 자란다	 자란다
	II형	 자라지 못한다	 자라지 못한다	 자란다	 자란다
	III형	 자라지 못한다	 자라지 못한다	 자라지 못한다	 자란다

1. 아르지닌의 생합성의 과정을 쓰시오.

:

2. 붉은뺨공팡이의 세포 내에서 아르지닌의 생합성 반응이 진행되는 데 필요한 물질은 무엇인가?

:

3. 영양 요구주들에서 아르지닌 합성 과정에 결함이 나타난 이유는 무엇인가?

:

2-2. 유전 정보의 흐름

1. 유전자 발현

: 유전자에 저장된 정보로부터 단백질을 합성하여 형질이 나타나는 과정

2. 생명의 중심 원리(유전 정보의 흐름)

진핵 세포	원핵 세포

- ① 유전자에 담겨진 유전 정보는 (→ →)의 순서로 전달되어 발현된다.
- ② 이 때 DNA에서 RNA가 만들어지는 과정을 () 라고 하며, RNA에서 단백질이 만들어지는 과정을 () 이라고 한다.
- ③ () 세포에서는 전사와 번역이 같은 공간에서 동시에 일어난다. () 세포에서는 핵에서 먼저 전사가 일어난 후 RNA가 세포질로 이동하여 단백질 합성에 이용된다.

3. DNA와 RNA의 비교

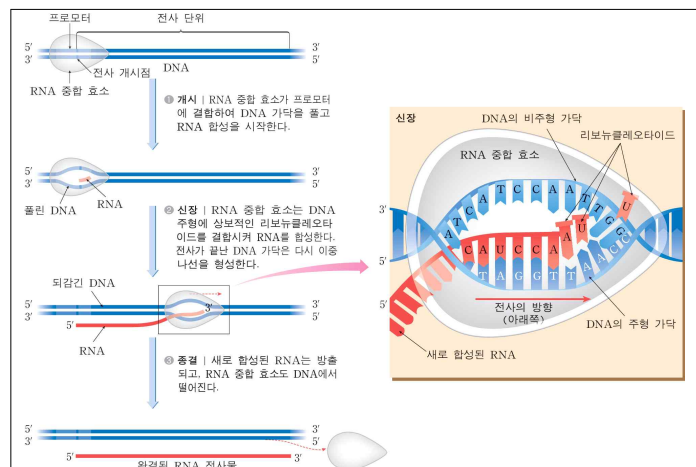
		DNA	RNA
공통점		① 구성 단위는 () 이다. ② 둘 다 유전 정보를 담고 있다.	
차이점	당	디옥시리보스	리보스
	염기	A, G, C, ()	A, G, C, ()
	구조	() 구조	단일 가닥 구조
	존재 장소	주로 핵 속의 염색체	인, 리보솜, 세포질
	기능	유전 정보의 저장	유전 정보의 전달(mRNA), 리보솜 구성(rRNA), 아미노산 운반(tRNA)

2-3. 유전 정보의 전사

1. 전사

: DNA의 한쪽 가닥을 주형으로 하여 ()가 합성되는 과정

2. 전사 과정(교과서 113쪽 그림 참고)



(1) 전사 과정 : () → () → ()

① 개시

: RNA 중합 효소가 ()에 결합하여 DNA 2중 나선이 풀린다. 이 때 DNA 2중 나선의 각 가닥을 연결하는 염기 사이의 () 결합이 끊어져서 DNA 2중 나선이 풀린다.

② 신장

: ()효소에 의해 DNA의 한쪽 가닥을 주형으로 하여 이 가닥에 상보적인 염기를 가진 (디옥시리보 / 리보)뉴클레오타이드가 결합하면서 RNA 가닥이 만들어진다. 이 때 (→) 방향으로 합성한다.

③ 종결

: 전사가 완료되면 RNA 중합 효소가 (DNA / RNA)로부터 분리되고, 전사된 (DNA / RNA)도 같이 방출된다.

3. 전사 결과 합성되는 RNA의 종류

구분	mRNA(전령 RNA)	rRNA(리보솜 RNA)	tRNA(운반 RNA)
기능	단백질 합성 정보를 리보솜으로 ()	단백질과 결합하여 리보솜을 ()	아미노산을 리보솜으로 ()
종류	많다	3종류	50~60종류
크기 (뉴클레오타이드의 수)	300~10,000개	120~4,800개	75~90개

※ 최근 : si RNA(small interfering RNA : 짧은 간섭 RNA), mi RNA(micro RNA : 마이크로 RNA) 등도 발견됨.

4. DNA 복제와 전사의 차이점

구분		
염기	티민(T)이용	우라실(U) 이용
주형가닥	2개의 DNA 가닥이 모두 주형으로 작용	2개의 DNA 가닥 중 한 가닥만 주형으로 작용
프라이머	필요함	필요 없음

2-4. 유전 암호

1. DNA의 유전 정보

: DNA를 구성하는 염기는 A, G, C, T의 4종류이고, 이 염기들의 배열 순서에 따라 유전 정보가 달라진다. 이 때 3개의 염기로 이루어진 DNA의 유전 암호를 ()라고 한다.

2. mRNA의 유전 암호-코돈

① 코돈(codon)

: ()개의 염기로 이루어진 mRNA의 유전 암호로 64종류가 있다. 코돈은 DNA의 염기 서열에 따라 상보적으로 ()된 것이며, (→) 방향으로 읽는다.

② 코돈의 종류

㉠ 개시 코돈 : 단백질 합성을 시작하게 하는 코돈 → ()

※ AUG의 기능

① 개시 코돈

② Met(메싸이오닌)을 지정

㉡ 종결 코돈 : 단백질을 합성을 끝나게 하는 코돈 → (), (), ()
→ 지정하는 아미노산이 (없다 / 있다).

㉢ 아미노산 지정 코돈 : 64개의 코돈 중 종결코돈 () 종류를 제외한 61종류의 코돈은 각각 아미노산을 지정한다. (교과서 115쪽 표 참고)

2-5. 단백질 합성 기구

1. 번역 -단백질 합성

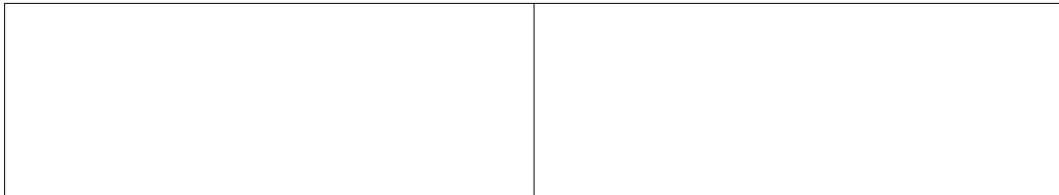
: mRNA의 유전 정보에 따라 단백질이 합성되는 과정. (rRNA / tRNA)가 운반해 온 아미노산이 () 결합에 의해 연결되어 단백질이 합성됨.

2. 단백질 합성 기구

① tRNA

㉠ (단일 / 이중) 가닥으로 이루어진 작은 RNA 분자. ()을 운반한다.

㉡ tRNA의 구조(교 117쪽 그림 참고)



※ () : mRNA의 ()과 상보적으로 결합하는 tRNA의 염기 3개의 조합

㉢ tRNA마다 특정 ()을 가지고 있으므로, 결합할 수 있는 아미노산의 종류가 정해져 있다.

② 리보솜

㉠ () 합성 장소

㉡ 대단위체 + 소단위체로 구성. 각 단위체는 (rRNA / tRNA)와 단백질로 이루어진다.

대단위체	A자리	폴리펩타이드 사슬에 새로 첨가될 (
------	-----	---------------------

3. 단백질 합성 과정

(1) 번역 과정 : () → () → ()의 세 단계로 진행된다.

① 개시(개시 tRNA의 결합)

: DNA로부터 전사된 mRNA가 핵공을 통해 ()로 이동하여 리보솜 (소 / 대)단위체와 결합한다. mRNA의 개시 코돈인 ()에 Met(메싸이오닌)과 결합한 개시 tRNA의 (코돈 / 안티코돈)이 상보적으로 결합한다. 리보솜 (소 / 대)단위체가 결합하여 완전한 리보솜을 만든다. 이 때 개시 tRNA는 리보솜 대단위체의 (E / P / A) 자리에 위치한다.

② 신장(폴리펩타이드 사슬의 신장)

: mRNA의 코돈에 상보적인 안티코돈을 가진 두 번째 tRNA가 아미노산과 결합한 상태로 리보솜의 (E / P / A) 자리로 들어와 mRNA의 코돈과 상보적으로 결합한다. P자리에 있던 메싸이오닌과 A 자리로 들어온 아미노산 사이에 () 결합이 일어나고, 메싸이오닌은 tRNA와 분리된다. 리보솜이 mRNA를 따라 하나의 코돈(____ 개의 염기)만큼 이동하면 P 자리에 있던 개시 tRNA가 (E / P / A) 자리로 이동한 후 리보솜에서 떨어져 나가고, A 자리에 있던 tRNA가 (E / P / A) 자리로 이동한다. 이 과정이 반복되면서 폴리펩타이드 사슬의 길이가 길어진다.

③ 종결(단백질 합성의 종결)

: 리보솜이 mRNA의 () 코돈까지 오면 상보적으로 결합할 수 있는 tRNA가 없으므로 단백질 합성된 후 종결된다(종결코돈에는 _____, _____, _____ 3종류가 있으며, 종결코돈은 지정하는 아미노산이 없으므로 그에 해당하는 tRNA도 없다. 따라서 tRNA 대신 방출 인자가 붙고, 방출 인자는 P자리에 있는 tRNA를 폴리펩타이드와 분리시킨다.). 번역이 종결되면 리보솜은 다시 대단위체와 소단위체로 분리되고, 리보솜에 결합되어 있던 mRNA와 tRNA도 분리되면서 이미 만들어진 폴리펩타이드 사슬이 방출된다. 분리된 리보솜 대단위체, 소단위체, tRNA 등은 새로운 단백질의 합성에 재사용된다. 합성된 폴리펩타이드는 고유한 입체 구조를 가지며, 세포 내 기능에 따라 핵, 소포체, 세포막, 기타 세포 소기관 등으로 이동하여 효소 또는 구조 단백질 등으로 사용된다.

(2) 폴리리보솜(교 120쪽 그림 참고)

: 하나의 mRNA에 여러 개의 리보솜이 붙어서 여러 개의 폴리펩타이드가 동시에 만들어진다. 이 때의 리보솜을 폴리리보솜(폴리솜)이라고 부른다. 폴리리보솜은 원핵세포와 진핵세포에서 모두 발견된다. 이들은 세포가 여러 개의 폴리펩타이드 복사물을 빠르게 만들 수 있도록 한다.



※ 역전사

역전사효소를 가지는 바이러스가 세포에 감염되면, 가지고 있던 RNA가 세포 내로 들어가며, 이 RNA로부터 DNA가 만들어지는 역전사가 이루어진다. 이 바이러스의 경우에는 유전 정보가 RNA에서 DNA로 전달된다. (예) 레트로바이러스(AIDS를 일으키는 HIV 등)	
--	--

학 습 지	3학년	생명과학 II	3학년 반 번
대 단 원	II. 유전자와 생명 공학		이름:
소 단 원	2. 생명공학		

1. 생명공학 기술의 원리와 응용

1-1. DNA 재조합 기술과 유전자 조작

(1) DNA 재조합 기술

① 생물에서 추출한 DNA를 조작하여 인위적으로 재조합된 DNA를 만드는 기술

(예) 단백질(인슐린, 인터페론, 성장 호르몬, 간염 백신, 혈액 응고 방지 물질 등) 대량 생산, GMO, 형질 전환 동물 생산 등

② 유전자 재조합에 필요한 요소

() DNA	유용한 물질을 만드는 유용한 유전자. (예) 사람의 인슐린 유전자
DNA 운반체(벡터)	㉠ 목적 DNA와 재조합되어 목적 DNA를 숙주 세포로 운반 ㉡ 플라스미드(세균 속에 주염색체와는 별도로 존재하는 고리 모양의 작은 DNA)나 바이러스 등을 이용
	DNA의 특정 염기 서열을 선택적으로 절단하는 효소
	제한효소가 절단한 DNA 조각을 연결하는 효소
숙주세포	㉢ 재조합 DNA가 이식되는 살아 있는 세포 ㉣ 주로 대장균이 널리 이용됨

③ 유전자 재조합 과정

- ㉠ 목적 DNA와 대장균의 플라스미드를 같은 () 효소로 자른 후 () 효소로 붙여 재조합 DNA를 만든다. 이 때 유용한 유전자와 플라스미드는 같은 제한 효소로 잘라야 함.
- ㉡ 재조합 DNA를 숙주 세포(대장균)에 삽입하고 증식시킨다. 대장균이 증식하면, 재조합 DNA가 복제되어 동일한 DNA를 많이 얻을 수 있다(DNA 클로닝).
- ㉢ 대장균으로부터 단백질을 대량 생산하여 분리한 후 이용하거나, 유용한 유전자를 대량 생산하여 추출한 후 형질 전환 생물을 생산 또는 유전자에 대한 기초 연구를 한다.

1-2. 중합 효소 연쇄 반응과 DNA 지문 검사

(1) 중합 효소 연쇄 반응(PCR)

- ㉠ DNA의 특정 염기 서열을 복제하여 증폭시키는 기술
(예) 유전자를 조작하는 모든 실험에 이용. 유전 질환이나 세균, 바이러스 등에 의한 감염성 질환의 진단, 친자 확인이나 범인 판별 등을 위해 쓰이는 시료의 충분한 양 확보 등.
- ㉡ PCR 과정
 - ㉢ DNA () : ()℃로 DNA를 가열하여 2중 나선 DNA를 단일 가닥으로 분리한다.
 - ㉣ 프라이머 결합 : 온도를 ()℃로 낮추어 분리된 DNA 가닥에 각각 ()가 결합
 - ㉤ DNA 합성 : 온도를 ()℃ 정도로 높이면 DNA () 효소에 의해 주형 DNA에 상보적인 디옥시리보뉴클레오타이드가 차례로 결합하여 새로운 DNA 가닥을 합성한다.

(2) DNA 지문 검사

- ㉠ () : 개인마다 가지고 있는 독특한 DNA 염기 서열
- ㉡ DNA 지문 검사 원리 : 사람의 DNA 중 비유전자 부분에는 짧은 염기 서열이 여러 번 반복되는 부위가 있는데, 이 부위의 반복 횟수는 사람마다 다르다. 이 부위를 PCR로 증폭시켜 제한 효소로 자르면 사람마다 길이가 다른 DNA 조각이 형성되며, 이 DNA 조각을 젤 전기 영동 법으로 분리하면 사람마다 띠의 위치가 다르게 나타난다.

1-3. DNA 염기 서열 분석법 및 인간 유전체 사업

(1) DNA 염기 서열 분석

- ㉠ DNA 염기 서열 분석 원리 : dNTP 대신 ddNTP가 결합하면 DNA 복제가 중단되는 원리를 이용
- ㉡ DNA 염기 서열 분석 과정
 - ㉢ 염기 서열을 알고자 하는 DNA 가닥에 dNTP와 서로 다른 색의 형광 물질이 부착된 ddNTP, DNA 중합 효소, 프라이머를 첨가하여 DNA 복제를 시작한다.
 - ㉣ ddNTP가 붙은 부분에서 복제가 중단되면서 말단에 형광 표지된 ddNTP가 붙은 다양한 길이의 DNA 조각이 형성된다.
 - ㉤ 합성된 DNA 조각을 전기 영동하면 길이에 따라 DNA 조각이 나열된다.

- ㉔ 순서대로 DNA 복제가 끝난 부분의 염기 서열을 읽으면 알고자 하는 주형 DNA의 상보적인 염기 서열을 알 수 있다.

(2) 인간 유전체 사업

- ① 인간 유전체(genome ; gene + chromosome)에 있는 모든 DNA의 염기 서열을 알아내고 유전자의 위치를 지도화하는 사업
 ② 이용 분야 : 질병의 원인 규명, 질병 진단, 신약 개발, 개인별 맞춤형 치료 등에 이용

1-4. 세포 융합 기술과 단일 클론 항체의 생성

(1) 단일 클론 항체

- ① 항체의 생성 : 하나의 항원에는 항체를 생성하게 하는 항원 결정기가 여러 개 있어 여러 종류의 항체가 만들어지는데, 하나의 항원 결정기에 결합하는 한 종류의 항체를 ()라고 함
 ② 단일 클론 항체 : 인위적으로 만들어진 클론에 의해 생산되는 특정한 단일 항체
 ③ 단일 클론 항체의 생산 : () 림프구(항체 생산, 수명 짧음) + ()세포(항체 생산, 계속 분열)
 ④ 이용 : 암, 바이러스나 병원균에 의한 질병의 진단 및 치료에 이용

(2) () 기술

: 두 종류의 세포를 융합시켜 두 세포의 특징을 갖는 잡종 세포를 만드는 기술
 (예) 포마토, 무추 등

1-5. 핵치환 기술과 줄기 세포

(1) () 기술

- ① 핵을 제거한 난자에 체세포에서 꺼낸 핵을 넣고 발생시키는 기술
 (예) 우량 동물의 보존과 번식, 장기 이식용 동물 생산, 멸종 위기의 희귀 동물 보존, 복제 동물 또는 배아 복제 등에 이용
 ② () 줄기 세포 : 환자의 체세포에서 핵을 추출한 다음 핵을 제거한 난자에 이식하고 배양하여 환자와 유전적으로 동일한 줄기 세포를 얻는다.

장점	신체 모든 기관으로 분화할 수 있는 만능 줄기 세포를 얻을 수 있다.
단점	① 인간 복제의 가능성이 있다. ② 줄기 세포를 얻기 위해 발생 중인 배아를 희생시켜야 한다는 점에서 생명 윤리 문제가 있다.

- ③ () 줄기 세포 : 조직이나 기관의 분화된 세포를 사이에서 발견되는 미분화 세포. 성체가 된 후에도 남아 있는 줄기 세포.

장점	거부 반응이 없고 생명 윤리 문제가 없다.
단점	① 대개 소량으로 존재하여 분리해 내기가 쉽지 않다. ② 쉽게 분화되는 경향이 있으며, 분화될 수 있는 조직이나 기관이 제한적이다.

- ④ () 줄기세포 : 사람의 체세포에 조절 유전자를 도입하여 체세포를 다양한 분화 능력을 가진 세포로 역분화시키는 기술을 이용해 만든 줄기 세포

장점	환자 자신의 세포를 사용하기 때문에 윤리 문제와 거부 반응이 없다.
단점	① 성공 확률이 아직 낮고 안전성이 확인되지 않았다. ② 이렇게 얻은 줄기 세포의 분화 능력에 대해서도 충분히 검증되지 않았다.

학 습 지	3학년	생명과학 II	3학년 반 번
대 단 원	II. 유전자와 생명 공학		이름:
소 단 원	2. 생명공학		

2. 생명 공학 기술의 활용과 사회적 책임

2-1. 생명 공학 기술의 발달 과정

: 발효 식품과 육종 → 미생물의 발견(1800년대 파스퇴르, 고흐) → 항생제의 발견과 대량 생산 (1928년 플레밍이 푸른곰팡이에서 페니실린 발견) → 유전자의 본질에 대한 이해(1928년~1953년 DNA 2중 나선 구조) → 유전자 재조합 기술의 개발(1973년 플라스미드와 제한 효소를 이용한 DNA 재조합 기술 개발) → 생명 공학 기술의 지속적인 발달

2-2. 생명 공학 기술의 활용

(1) 바이오의약품

단백질	용도
인슐린	당뇨병 치료
생장 호르몬	성장 저해 치료
인터페론	항바이러스제, 항암제
TPA	혈전 용해
신경 성장 인자	신경 손상 치료
피부 성장 인자	상처 치료
칼시토닌	골다공증 치료

(2) 식품·농축산물

① () (유전자 변형 생물)

: 유전자 재조합 등에 의해 유용한 유전자를 삽입하여 유전자를 변형시킨 생물

② LMO(Living Modified Organism)

③ GMO의 유익한 점과 문제점

유익한 점	문제점
① 식량 문제 해결 : 병충해에 강하고, 영양을 개선하며, 수확량이 많은 품종을 얻을 수 있다. ② 농가 소득 향상 : 생산비를 절감하고, 적은 노동력으로 수확할 수 있다. ③ 환경 문제 해결 : 제초제, 살충제 등의 사용을 감소시킬 수 있다. ④ 농경지 부족 문제 해결 : 척박한 환경에서도 농작물을 수확할 수 있다.	① 먹었을 때 인체에 대한 안전성이 충분히 검증되지 않았다. → 독성이나 알러지 반응의 가능성 ② 도입된 유전자가 잡초에 전달되어 새로운 유전 형질을 갖는 슈퍼 잡초의 등장 가능성 → 생태계 교란 ③ 해충을 죽이는 독소 유전자가 삽입된 작물에 의해 다른 곤충이 피해를 입을 수 있다.

(3) 산업 바이오

: 녹말, 밀, 사탕수수, 옥수수 등을 원료로 생산한 바이오 에너지원인 에탄올과 자연 상태에서 미생물에 의해 쉽게 분해될 수 있는 생분해성 플라스틱 등이 개발되었다.

(4) 환경

: 오염 물질의 제거, 미생물 농약 등

2-3. 생명 공학과 생명 윤리

(1) 유전자 치료와 생명 윤리

유전자 치료	유전자의 손상으로 나타나는 유전병을 치료하기 위해 정상 유전자로 치환한다.
긍정적인 면	유전자 치료는 알츠하이머병, 혈우병 등과 같이 선천적으로 유전적 결함이 있는

	사람들을 치료하여 고통을 덜어줄 수 있다.
부정적인 면	① 현재까지 개발된 유전자 치료는 성공 확률이 낮고, 모든 유전병에 적용할 수 없다. ② 정상 유전자가 원하는 곳이 아닌 다른 부위에 삽입되면 암과 같은 심각한 질병을 유발할 수 있다. ③ 치료 목적 외에 인간 자체의 변형이나 유전자 조작의 가능성이 높아진다.

(2) 복제 배아 줄기 세포의 이용과 생명 윤리

복제 배아 줄기 세포	핵을 제거한 난자에 환자의 체세포 핵을 이식하여 만든 복제 배아 줄기 세포를 이용하면 이식 시 거부 반응이 없는 장기를 만들 수 있다.
긍정적인 면	① 기증 장기를 오랫동안 기다리지 않아도 불치병 환자의 병든 장기를 대체하여 치료할 수 있게 된다. ② 장기 이식 시 생길 수 있는 면역 거부 반응 문제를 해결할 수 있다.
부정적인 면	① 배아를 하나의 생명체로 본다면 치료 수단으로 이용하는 것에 윤리적인 문제가 따른다. ② 인간의 생명 자체를 상업화하여 인간의 존엄성이 위협받을 수 있다. ③ 사람의 유전자를 도입한 돼지를 증식시켜 장기를 얻는 경우 돼지에게만 감염되는 병원체가 장기를 통해 사람에게 감염될 위험성이 있다. ④ 아직까지 복제 배아의 성공 확률이 낮아서 많은 수의 기증 난자가 필요하다. ⑤ 현재 복제 동물을 생산할 수 있는 것으로 보아 복제 배아를 대리모에게 착상시켜 복제 인간이 탄생할 가능성이 존재한다.

(3) 유전자 검사 및 인간 유전체 정보의 이용과 생명 윤리

유전자 검사 및 인간 유전체 정보	DNA 지문 등을 통한 유전자 검사로 개인의 유전 정보에 대한 분석이 가능해졌으며, 인간 유전체 사업의 결과 염기 서열이 모두 밝혀졌다.
긍정적인 면	① DNA 지문으로 범인을 식별할 수 있다. ② 태아 유전자 검사를 통해 태아에게 나타날 유전병을 예측하고 장애 가능성에 대해 대처하게 될 것이다. ③ 유전 정보를 통해 병의 진단과 발병 가능성을 예측할 수 있다. ④ 질병 유전자를 정확하게 진단하여 정상 유전자로 치환하는 유전자 치료의 기초를 제공하게 될 것이다. ⑤ 부작용을 극소화한 개인 맞춤 의약이 가능하게 될 것이다.
부정적인 면	① 출산 전 유전자 검사를 통한 태아의 선별로 태아의 생존권의 위협 가능성 ② 유전 정보를 근거로 특정인에게 더 높은 보험료를 요구하거나 취업 시 불이익을 받을 가능성이 있다. ③ 개인의 유전 정보를 공개하는 것은 새로운 종류의 사생활 침해와 차별을 초래할 수 있다.

학 습 지	3학년	생명과학 II	3학년 반 번
대 단 원	Ⅲ. 생물의 진화		이름:
소 단 원	1. 생명의 기원과 다양성		

1. 생명의 탄생

1-1. 생명의 기원

(1) 화학 진화설

: 오파린(러시아)과 홀데인(영국)이 각각 비슷한 시기에 생명의 기원에 대해 발표한 학설.

→ “원시 지구의 환경에서 ()이 간단한 ()로 합성, 다시 복잡한 유기물로 변화하는 과정을 거쳐 원시 생명체가 나타났다.”

(2) 원시 지구의 환경

① 원시 대기 : (환원성 / 산화성) 기체(, , , 등)

② 풍부한 에너지 : 번개, 화산 활동, 태양 에너지 등

(3) 원시 생명체의 탄생 과정

① 간단한 유기물의 생성(무기물 → 간단한 유기물)

★ 밀러와 유리의 실험

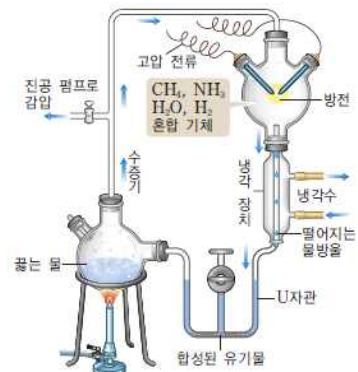
밀러는 그림 14와 같이 밀폐된 플라스크 안에 환원성 기체를 넣고 물을 끓여 순환시키면서 일주일 동안 고압 전류로 전기 방전을 계속하였다. 그 후 U자관에 모인 액체를 분석한 결과 각종 아미노산과 유기산, 요소, 사이안화수소(HCN) 등이 발견되었다.

1. 혼합 기체와 U자관은 원시 지구 환경 중 무엇에 해당하는가?

2. 물을 끓였다가 냉각시키는 이유는 무엇인가?

3. 전기 방전을 하는 이유는 무엇인가?

4. 플라스크 안의 공기를 제거하는 이유는 무엇인가?



<밀러의 실험 장치>

② 복잡한 유기물의 생성(간단한 유기물 → 복잡한 유기물)

· 폭스의 실험

: 170℃의 고온·고압의 상태에서 아미노산을 혼합하여 약 200개의 아미노산으로 이루어진 폴리펩타이드(프로테노이드)를 합성하였다.

③ 유기물 복합체의 생성(복잡한 유기물 → 막을 형성한 유기물 복합체)

: 코아세르베이트(오파린), 마이크로스피어(폭스), 리포솜 등

④ 원시 생명체의 탄생(막 유기물 복합체 → 원시 생명체)

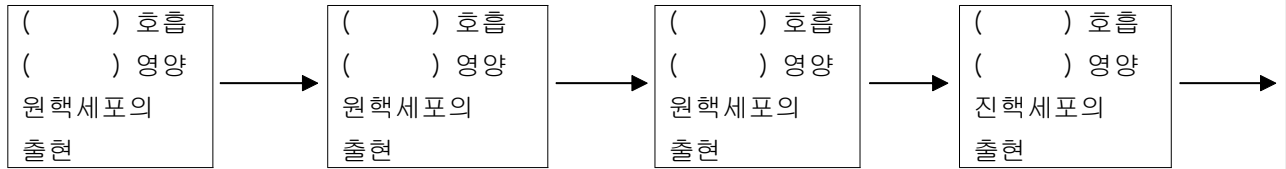
: 막 유기물 복합체 + (,) → 자기 복제와 물질 대사 능력이 있는 원시 생명체가 탄생 (RNA 세계)

⇒ 최초의 유전 물질?

: RNA 중에서도 유전 정보 저장과 효소 기능을 갖춘 ()으로 추정됨.

1-2. 생명체의 진화

① 원핵세포의 출현



생물의
육상 진출

※ 가장 오래된 생물 흔적 : 스트로마톨라이트

② 진핵세포의 형성

세포막 함입설 (막 진화설)	원핵세포의 세포막이 안으로 접혀 들어가 겹쳐진 후 핵막, 소포체 등과 같은 막성 세포 소기관으로 발달되었다는 학설
세포 내 공생설	㉠ 독립적으로 생활하던 원핵세포가 원시 진핵세포 내부에서 () 하다가 세포 소기관으로 분화되었다는 학설 (예) · () : 산소 호흡 · 종속 영양 세균이 숙주 세포에 공생 · () : 광합성 세균이 숙주 세포에 공생 ㉡ 근거 ① 미토콘드리아와 엽록체는 자체의 유전 물질(DNA, RNA)과 리보솜(단백질 합성)을 가짐(⇒ 스스로 복제, 단백질 합성 가능) ② 미토콘드리아와 엽록체는 2중막 구조를 가지며, 그 중 내막은 원핵세포의 막과 유사함(⇒ 원핵생물의 세포막에서 발견되는 효소와 전자 전달계가 내막에서 발견됨) ③ 미토콘드리아와 엽록체의 DNA, 리보솜은 진핵세포보다 원핵세포의 것과 유사하며, 원핵세포와 유사한 방식으로 분열함(⇒ 진핵세포와 발생 기원이 다르다는 것을 의미함)

③ 다세포 생물의 출현(교 181쪽 그림 참고)

: 단세포 진핵생물 → 군체 형성(군체형 생물) → 다세포 생물

④ 육상 생물의 출현

: 산소의 증가로 대기 중에 오존층이 형성되어 자외선 차단 → 생물들이 육상으로 진출

학 습 지	3학년	생명과학 II	3학년 반 번
대 단 원	Ⅲ. 생물의 진화		이름:
소 단 원	2. 생물 진화의 역사		

2-1. 진화의 증거

(1) 화석상의 증거

(2) 해부학상의 증거

상동 기관	발생 기원은 (같지만 / 다르지만) 각기 다른 환경에 적응하여 모양과 기능이 다르게 진화한 기관 (예) 사람의 팔 - 고래의 가슴지느러미 - 박쥐의 날개, 육상 척추동물의 폐 - 수중 척추동물의 부레
-------	---

상사 기관	발생 기원은 (<u>같지만 / 다르지만</u>) 비슷한 환경에 적응하여 모양과 기능이 유사하게 진화한 기관 (예) 새의 날개(앞다리)-곤충의 날개(표피), 장미 가시(줄기)-선인장 가시(잎), 감자(덩이 줄기)-고구마(덩이 뿌리), 담쟁이 덩굴의 덩굴손(뿌리)-포도의 덩굴손(줄기)
흔적 기관	기능적으로 퇴화하여 흔적만 남은 기관 (예) 사람의 막창자 꼬리, 컷바퀴 근육, 꼬리뼈, 순막 등

(3) 발생학상의 증거

초기 발생 과정에서의 유사성	척추동물 : 발생 초기에 근육성 꼬리, 아가미 틸, 척삭 등이 공통 ⇒ 척추동물이 공통 조상으로부터 진화하였음을 암시
동일한 유생 단계	무척추 동물 : 연체동물(조개)와 환형동물(갯지렁이)는 ()라는 동일한 유생 시기를 거친다. ⇒ 연체동물과 환형동물은 공통 조상으로부터 진화하였음을 암시
핵심 조절 유전자(호메오 유전자)가 유사하게 유지	㉠ 핵심 조절 유전자(호메오 유전자) : 동물의 초기 발생 과정에서 기관 형성에 관여하는 유전자를 통제하는 유전자 ㉡ 핵심 조절 유전자는 여러 동물에서 공통적으로 발견되며, 발현하는 부위와 기능이 비슷함 ⇒ 다양한 동물이 하나의 공통 조상에서 진화하였음을 암시

(4) 생물 지리학적 증거

(예) 갈라파고스 군도의 핀치, 오스트레일리아의 캥거루와 코알라

(5) 분자 생물학적 증거(생화학적 증거, 분자 생물학적 증거)

DNA의 염기 서열	생물이 진화하는 동안 발생한 돌연변이는 DNA의 염기 서열에 축적되므로 유연관계가 가까운 종일수록 종 간의 DNA 염기 서열이 비슷함 (예) 사람과 침팬지의 DNA 유사성은 약 97%, 사람과 생쥐의 DNA 유사성은 약 85% ⇒ 사람은 생쥐보다 침팬지와 유연관계가 더 가깝다.
단백질의 아미노산 서열	생물 간의 유연관계가 가까울수록 같은 기능을 가진 단백질을 구성하는 아미노산의 서열이 비슷함 (예) Hb(헤모글로빈)의 β 사슬을 구성하는 아미노산 서열의 유사성, 사이토크롬 C(호흡 효소)의 아미노산 서열의 유사성 등

2-2. 생물 진화의 과정

(1) 지구 역사의 구분

- ① 대규모의 지각 변동, 기후 변화, 생물학적 변화 등에 따라 이언, 대, 기의 순서로 시간의 단위를 구분
- ② 이언(Eon) : 지질 시대를 구분하는 가장 큰 단위. 화석 산출과 생물의 발달 정도에 따라
시생 이언 → 원생 이언 → 현생 이언으로 구분
- ③ 대 : 지층에서 발견되는 화석의 종류에 따라 선캄브리아대 → 고생대 → 중생대 → 신생대로 구분

현생 이언	신생대	제 4기	· 현재의 생물 종이 대부분 출현
		제 3기	· 포유류와 속씨식물 번성 · 인류의 조상 출현
	중생대	백악기	· 포유류와 속씨식물 출현 · 공룡이 대부분 멸종

		쥐라기	· 공룡과 겉씨식물의 번성
		트라이아스기	· 공룡의 번성 시작 · 포유류와 유사한 파충류의 출현
	고생대	페름기	· 파충류의 번성 시작 · 침엽수 출현
		석탄기	· 종자식물과 파충류가 최초로 출현 · 여러 종류의 날개 달린 곤충 출현
		데본기	· 어류의 번성 · 최초의 네 발 달린 육상 동물 출현
		실루리아기	· 육상 절지동물 출현 · 초기 관다발 식물의 번성
		오르도비스기	· 해양 생물의 번성과 어류 출현 · 식물의 육상 진출 → 선대식물과 양치식물 출현
		캄브리아기	· 현존하는 동물 대부분의 조상 출현(캄브리아기 폭발)
원생 이연	선캄브 리아대	· 다양한 조류와 연체성 무척추동물 출현 · 최초의 진핵생물(단세포) 출현	
시생 이연		· 최초의 생명체(원핵생물) 출현 · 지구의 탄생	

(2) 각 시대의 특징

① 선캄브리아대

- ㉠ 원핵생물이 출현하여 진핵생물로 진화
- ㉡ 생물의 다양성이 크지 않았으며, 생물에 단단한 부분이 없어 화석이 거의 남아 있지 않음

시생 이연	㉠ 최초의 생명체인 원핵생물 출현 ㉡ 광합성 원핵생물 출현 → 산소 농도 증가 ㉢ 스트로마톨라이트
현생 이연	㉠ 최초의 진핵생물 탄생 ㉡ 에디아카라 동물군 : 몸이 유연하고 골격 없는 동물들

② 고생대

- ㉠ 다양한 어류 번성, 단단한 껍질 가진 동물 출현
- ㉡ 캄브리아기 (대)폭발 : 바다 속 생물 종이 폭발적으로 증가 → 현존하는 대부분의 동물의 ‘조상’에 해당하는 다양한 동물들 출현
- ㉢ 오존층이 형성되어 육상생물 출현
- ㉣ 고생대 말기에 판게아 형성으로 해양생물의 대멸종

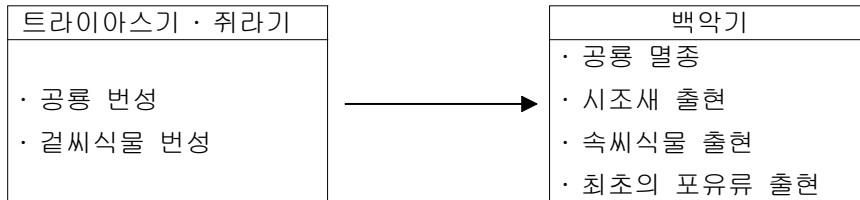
해양	㉠ 최초의 어류(갑주어) 출현 ㉡ 완족류, 삼엽충, 절지동물, 극피동물, 척삭동물 등 출현 ⇒ “캄브리아기 (대)폭발”	
육상	육상 식물	㉠ 선대식물, 양치식물, 겉씨식물 출현 ㉡ 육상식물의 의의 : 식물체 내의 수분 유지, 수분의 운반 통로 확보, 몸의 지탱 등의 문제가 해결되었다는 뜻
	육상 동물	㉠ 절지동물(외골격), 큐티클 층이 발달된 척삭동물 등 → 건조로부터 몸 보호

		㉞ 알을 낳음 → 건조와 충격으로부터 보호 ㉟ 네 발 달린 육상동물의 기원을 짐작하게 하는 어류 (예) 폐어 : 폐호흡의 기원 실러캔스 : 원시적인 다리 형태의 지느러미 → 네 발의 기원
--	--	---

③ 중생대

㉑ 파충류의 시대 : 파충류(공룡) 번성, 초기 파충류가 나타남

㉒ 중생대 말기 : 공룡 멸종 → 시조새만 살아남아 현생 조류로 보호



해양	암모나이트(화석 조개) 번성	
육상	동물	· 익룡, 수장룡 등 다양 · 최초의 포유류 출현 : 소형 야행성 동물 · 시조새 출현
	식물	· 겉씨식물(은행나무, 소철 등)이 번성 · 속씨식물 출현(곤충에 의해 함께 발달하여 유전적 다양성이 증가)

④ 신생대

㉓ 포유류와 속씨식물이 크게 번성(포유류는 정온 동물이라 활동성이 높아져서 번성함)

㉔ 신생대 말기 대륙의 이동 → 각 대륙에서 포유류의 개별적 진화(호주의 단공류(오리 너구리)와 유대류(캥거루))

해양	화폐석이 번성	
육상	동물	포유류 번성, 최초의 인류가 출현
	식물	속씨식물이 번성

2-3. 인류의 기원과 발달

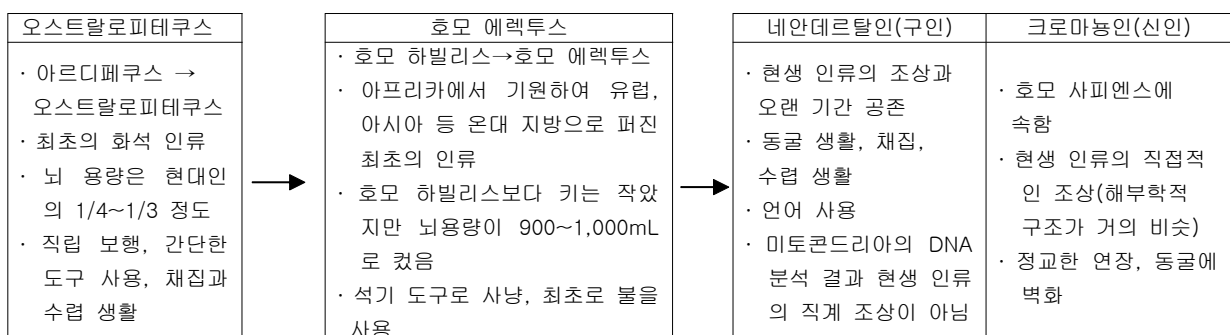
(1) 유인원과 비교한 인류의 특징(교 193쪽)

- ① 직립 보행, 척추가 S자형
- ② 뇌 용량이 크고 턱이 안쪽으로 들어감
- ③ 엄지 손가락이 길어 도구 사용에 유리

(2) 인류와 유인원과 공통 조상으로부터 진화하였다는 증거

- ① 사람과 침팬지의 유아기의 두개골 모양이 매우 유사
- ② 사람과 유인원은 공통적으로 꼬리뼈, 막창자꼬리 등의 흔적 기관이 있고 DNA의 염기 서열이나 아미노산 서열이 유사

(3) 인류의 진화 과정



학 습 지	3학년	생명과학 II	3학년 반 번
대 단 원	Ⅲ. 생물의 진화		이름:
소 단 원	3. 분류의 체계		

3-1. 종

(1) 종의 구분

- ① 형태학적 종 : 외부 형태가 비슷한 특징을 갖는 개체들의 집단(린네의 분류)
- ② 생물학적 종 : 자연 상태에서 교배하여 () 능력이 있는 자손을 생산할 수 있는 개체들의 무리
- ③ 계통발생적 종 : 개체군의 형태학적 자료와 DNA 염기 서열을 이용하여 분류
- ④ · () : 같은 종이지만 서식지 차이에 따라 변이가 나타난 집단
- () : 돌연변이에 의해 다른 형질을 가진 집단
- () : 사람에 의해 인위적으로 개량된 형질을 가진 집단

Q1) 수사자 + 암호랑이 → 라이거, 수호랑이 + 암사자 → 타이곤, 수탕나귀 + 암말 → 노새,
수말 + 암탕나귀 → 버새. 사자와 호랑이, 말과 당나귀는 각각 같은 종인가?

Q2) 개, 늑대, 코요테는 교배를 통하여 생식 능력이 있는 자손이 태어나지만 다른 종으로 분류한다.
그 이유는 무엇일까?

(2) 학명

① 국제적으로 통용되는 생물의 이름. 린네가 창안한 2명법을 사용하여 표기.

② 2명법

- ㉠ 속명 + 종소명(속명의 첫 글자는 대문자로, 종소명의 첫 글자는 소문자로 표기)
- ㉡ 종소명 뒤에 처음 종을 발견한 명명자를 밝히기도 함
- ㉢ 라틴어화하여 이탤릭체로 표기

(예) 사람 : *Homo sapiens* Linne 또는 *Homo sapiens* L.

※ 3명법 : 속명 + 종소명 + 아종·변종·품종명 + 명명자

(예) 시베리아호랑이(아종) : *Panthera tigris altaica* Brass

찰벼(변종) : *Oryza sativa var. glutinosa* Matsumura

반송(품종) : *Pinus densiflora for. multicaulis* Uyeki

③ 학명을 통해 그 생물의 서식지에 대한 정보, 특성, 학명을 명명한 분류학자의 이름 등을 알 수 있음

④ 분류학적 지식은 유전학, 생태학 등 모든 생명 과학의 기초가 되며, 천연 자원을 개발하기 위한 자료를 제공. 또, 생물 다양성을 이해하고 보전하는 데 도움이 됨

(3) 계통 분류와 계통수

① 계통 : 생물이 진화해 온 역사

② 계통수 : 계통을 나뭇가지 모양으로 나타낸 것

③ 계통수를 통해 생물의 진화 경로와 유연관계를 파악할 수 있다.

㉠ 계통수의 아래쪽에는 조상 생물이 위치

㉡ 갈라진 지점(분기점)이 위쪽에 위치할수록 최근에 분화된 종

㉢ 같은 가지에서 갈라진 생물은 공통 조상으로부터 갈라져 나온 것이므로 공통된 특징을 가지며, 유연관계가 가깝다.

- ㉔ 멀리 떨어져 있는 생물일수록 공통 조상으로부터 갈라져 나온 지 오래된 것이므로 유연관계가 멀다.

(4) 동정과 검색표

- ① 동정 : 다양한 분류 형질을 이용하여 어떤 생물이 속하는 분류군 또는 학명을 알아내는 일
 ② 검색표 : 생물을 분류할 때 미지의 생물이 속하는 생물군을 쉽게 찾기 위해 분류 기준이 되는 특징을 단계적으로 배열해 놓은 표

다음은 여러 도형의 검색표를 나타낸 것이고, 그림은 이름을 모르는 여러 도형을 나타낸 것이다.

A1 각이 없다-----원
 A2 각이 있다-----B로
 B1 각이 3개이다-----삼각형
 B2 각이 4개이다-----C로
 C1 2쌍의 변이 평행이다-----평행사변형
 C2 1쌍의 변만 평행이다-----사다리꼴



3-2. 분류 계급과 분류 체계의 변화

(1) 분류 계급

: _____

(2) 분류 체계의 변화(교 203쪽 표 참고)

2계 : _____
 3계 : _____
 4계 : _____
 5계 : _____
 3역 6계 : _____

※ 3역의 비교(교 203쪽 지식 충전)

	진정세균역	고세균역	진핵생물역
핵막			
막성 소기관			
세포벽의 펩티도글리칸			
RNA 중합 효소			
단백질 합성의 개시 아미노산			
히스톤과 결합한 DNA			
100℃ 이상에서 생존 능력			

학 습 지	3학년	생명과학 II	3학년 반 번
대 단 원	Ⅲ. 생물의 진화		이름:
소 단 원	4. 다양한 생물		

(1) 세균역

① 세균(진정세균)의 특징

- ㉑ 단세포 원핵생물
 ㉒ 지구상 거의 모든 곳에서 발견
 ㉓ () 성분의 세포벽
 ㉔ 원형의 염색체(DNA) 1개. 별도의 ()(DNA)를 가지기도 함

- ㉠ 편모로 운동하기도 하며, 선모가 발달하여 다른 세포에 부착하거나 유전자를 교환할 수 있음
- ㉡ 대부분 분열법으로 번식
- ㉢ 환경이 나빠지면 ()를 만들어 휴면 상태가 되었다가 다시 증식



<세균의 구조>

② 세균의 분류 : 영양 방식에 따라

종속 영양 세균	㉠ 스스로 양분 합성 (O / X) ㉡ 대부분의 분해자와 병원균 (예) 부패균, 결핵균, 폐렴균, 콜레라균, 젖산균, 아세트산균, 방선균 등 ㉢ 세균의 모양에 따라 구균, 간균, 나선균으로 구분	
독립 영양 세균	화학 합성 세균	· 무기물을 산화시켜 유기물을 합성(화학 에너지를 이용) (예) 황세균, 철세균, 아질산균, 질산균 등
	광합성 세균	· 빛에너지를 이용하여 유기물을 합성 (예) 홍색 황세균, 녹색 황세균, 남세균 등

(2) 고세균역-고세균계

① 고세균의 특징

- ㉠ 단세포 원핵생물. 일반 생물이 생존할 수 없는 극한 환경에서 서식
- ㉡ () 성분이 없는 세포벽을 가짐
- ㉢ 세포벽과 세포막의 구성 성분이 세균과 다르고 전사와 번역에 관여하는 유전자는 ()생물과 더 유사함
- ㉣ 대부분 무기물이나 유기물을 산화시켜 에너지를 얻음

② 고세균의 분류

호열성 고세균 (극호열균)	㉠ 황이 풍부한 고온의 화산온천이나 심해 열수구 등 온도가 높은 곳에 주로 서식 ㉡ 100℃가 넘는 고온에서도 DNA와 단백질이 안정적으로 유지
호염성 고세균 (극호염균)	㉠ 사해, 염전 등과 같이 염분 농도가 높은 곳에 주로 서식 ㉡ 구형, 막대형, 정육면체형 등 형태가 다양
메테인 생성균	㉠ 혐기성 세균으로 습지, 늪, 동물 내장 등 산소가 부족한 환경에서 서식 ㉡ 이산화탄소를 이용하여 메테인()을 생성

(3) 진핵생물역-원생생물계

1. 원생생물

① 원생 생물의 특징

- ㉠ 진핵생물 중 식물계, 동물계, 균계의 어느 쪽에도 포함시키기 어려운 생물군
- ㉡ 핵이 있으며, 막 구조로 된 세포소기관을 가짐
- ㉢ 대부분 단세포 생물이지만, 군체를 이루거나 다세포성인 것도 있음
- ㉣ 서식지 : 대부분 수중 생활. 육상에서도 수분이 있는 곳에서 서식
- ㉤ 생식 방법 : 대부분 무성 생식을 하지만 일부는 수정이나 접합과 같은 유성 생식을 하기도 함

② 원생생물의 분류

㉠ 조류-()적 특징

분류	특징	종류
녹조류	㉠ 엽록소 a, b와 카로티노이드를 가짐 ㉡ 서식지: 담수나 해양 ㉢ 단세포 또는 다세포 생물이고 군체를 형성하기도 함 ㉣ 세포벽 성분(셀룰로스)과 광합성 색소 및 광합성 산물(녹말) 등이 육상 식물과 같음 ㉤ 생식 : 분열법, 무성 생식(포자 형성), 유성 생식(접합이나 수정)	㉠ 단세포성 : 반달말, 장구말, 클로렐라 등 ㉡ 다세포성 : 파래, 청각 등 ㉢ 군체 : 볼복스, 해캄 등
유글레나류	㉠ 일부는 엽록소 a, b와 카로티노이드를 가짐 (광합성을 하지만, 빛이 없으면 식세포 작용으로 외부로부터 먹이를 섭취하는 종속 영양) ㉡ 서식지 : 담수 ㉢ 생식 : 분열법 ㉣ 단세포 생물. 1개 또는 여러 개의 편모 ㉤ 식물적 특징(엽록체)과 동물적 특징(편모, 안점, 수축포)을 함께 가짐	유글레나
쌍편모조류 (황적조류)	㉠ 엽록소 a, c와 황적색 색소 ㉡ 서식지 : 담수, 해양 ㉢ 식물성 플랑크톤. 수중 생태계의 생산자. ㉣ 단세포 생물이거나 군체를 이루기도 함. 2개의 편모 ㉤ 생식 : 보통 분열법. 포자 형성도 함 ㉥ 급격히 증가하면 ()의 원인이 됨	야광충, 세라티움 등
갈조류	㉠ 엽록소 a, c와 갈조소 ㉡ 서식지 : 해양 ㉢ 다세포 생물. 조류 중 크기가 가장 크고 구조가 복잡 ㉣ 생식 : 무성 생식(유주자), 유성 생식(수정) ㉤ 아이오딘(I)을 많이 함유하고 있어 무기질의 공급원	미역, 다시마 등
규조류 (황갈조류)	㉠ 엽록소 a, c와 규조소 ㉡ 서식지 : 담수, 해양 ㉢ 식물성 플랑크톤. 대부분 단세포 생물, 군체도 형성함 ㉣ 생식 : 무성 생식(분열법), 유성 생식(접합하여 증대 포자를 형성) ㉤ 세포벽에 규소를 포함하여 퇴적되어 규조토의 성분이 됨	규조류

홍조류	㉠ 엽록소 a, d와 홍조소, 남조소를 가짐 ㉡ 서식지 : 해양 ㉢ 대부분 다세포 생물 ㉣ 생식 : 무성 생식(부동 포자), 유성 생식(수정)	김, 우뚝가사리 등
------------	--	------------

㉤ 점균류-()적 특징 : 세포벽과 엽록소가 없고, 끈적끈적한 누런 빛의 원형질체

분류	특징	종류
점균류 (변형균류)	㉠ 습지나 썩은 생물의 사체에서 발견되는 종속 영양 생물 ㉡ 구분 : 원형질성 점균류(원형질 덩어리 모양), 세포성 점균류(균체 형성) ㉢ 세포벽이 없는 다핵성의 원형질 덩어리 ㉣ 생식 : ()를 만들어 포자 번식 ㉤ 생활사 : 아메바형(변형체), 포자형, 편모형(유주자)의 단계	부들점균, 산딸기점균, 황색점균 등

㉥ 물곰팡이류-()적 특징 : 유기체가 부패한 곳에 사는 종속 영양 생물

분류	특징	종류
물곰팡이류 (난균류)	㉠ 서식지 : 수중이나 습한 토양 ㉡ 상처가 있거나 병든 동식물을 감염 ㉢ 생식 : 주로 무성 생식. 불리한 환경에서는 유성 생식 ㉣ 동식물의 사체를 분해하므로 생태계의 물질 순환에 중요한 역할	물곰팡이

㉦ 원생동물-()적 특징 : 종속 영양 생물군. 운동 기관의 종류에 따라 분류

분류	특징	종류
아메바류	㉠ 운동 기관 : () ㉡ 서식지 : 토양, 담수, 해양 ㉢ 단세포 생물. 모양이 일정치 않음 ㉣ 종속 영양(식세포 작용) ㉤ 주로 무성 생식(분열법)	아메바
방산충류	㉠ 운동 기관 : 위족 ㉡ 서식지 : 해양 ㉢ 단세포 생물 ㉣ 종속 영양(식세포 작용)	방산충
편모충류 (편모류)	㉠ 운동 기관 : 1개 또는 여러 개의 () ㉡ 서식지 : 담수 ㉢ 단세포 생물 ㉣ 다른 원생동물을 잡아먹거나, 몸의 표면을 통해 영양 물질 흡수 ㉤ 생식 : 주로 무성 생식(분열법)	트리마노소마
섬모충류 (섬모류)	㉠ 운동 기관 : () ㉡ 서식지 : 담수, 해양 ㉢ 단세포 생물 ㉣ 식포로 세포 내 소화, ()로 배설 ㉤ 원생동물 중 세포 소기관이 가장 잘 발달	짚신벌레, 종벌레

	㉠ 대핵()과 소핵()을 가짐 ㉡ 생식 : 주로 무성 생식(분열법). 환경이 나쁠 때에는 유성 생식(접합)	
포자류	㉢ 운동 기관 : 퇴화됨. 생활사 중 편모나 위족 가짐 ㉣ 포자를 형성하며 모두 () 생활 ㉤ 생식 : 한 번의 생활사에서 무성 생식과 유성 생식을 모두 거침	말라리아병원충, 미립자병원충 등

2. 진핵생물역-식물계

- (1) 다세포 진핵생물. 엽록체가 있어 광합성을 하는 독립 영양 생물
- (2) 뿌리, 줄기, 잎 등과 같은 기관이 분화. 운동성이 없고 육상 생활
- (3) 엽록소 a, b 및 카로티노이드를 가지며, 세포벽의 주성분은 ()임
- (4) 식물계의 분류

① 선태식물(이끼)

특징	㉠ 습지나 물가에 살며, 수중 생활에서 육상 생활로 옮겨 가는 중간 단계의 식물 ㉡ 관다발이 발달하지 않았고 뿌리는 (), 자웅 이주 ㉢ 포자로 번식. ()을 한다 ㉣ 무성 세대 : 배우체() 상태로 생활사의 대부분을 보내며, 포자체()에서 포자를 형성 ㉤ 유성 세대 : 포자()가 발아하여 암수 배우체가 되고, 이로부터 난자와 정자가 형성되어 수정		
종류	선류	외관상 뿌리, 줄기, 잎이 구별되지만 관다발이 없고, 헛뿌리가 몸을 땅에 부착	솔이끼, 물이끼
	대류	외관상 뿌리, 줄기, 잎이 구별되지 않으며, () 구조로 거의 땅에 붙어 삶	우산이끼, 비늘이끼
	각대류	포자체가 풀잎 모양	뿔이끼

② 양치식물-포자로 번식하는 식물 중 가장 발달

특징	㉠ 그늘지고 습한 곳에 서식. 뿌리, 줄기, 잎의 구별이 뚜렷 ㉡ 체관과 ()으로 이루어진 관다발을 가지나, 형성층이 없어서 줄기가 굵게 자라지 않음 ㉢ ()로 번식, 세대 교번을 함 ㉣ 무성 세대 : 포자체() 상태로 생활사의 대부분을 보내며, 포자체에서 포자를 형성 ㉤ 유성 세대 : 포자()가 발아하여 배우체인 ()가 되고, 이로부터 난자와 정자가 형성되서 수정
----	--

종류	솔잎란류(솔잎란), 석송류(석송, 부처손), 쇠뜨기류(속새, 쇠뜨기), 고사리류(고사리, 고비, 일엽초) 등
----	--

③ 종자식물-종자를 만들어 번식

특징	㉠ 뿌리, 줄기, 잎의 구별이 뚜렷하고 ()이 체계적으로 발달 ㉡ 종자는 껍질에 싸여 있고 발아 시 필요한 양분을 저장하고 있어 극한 환경에서도 살아남아 자손을 퍼뜨릴 수 있음 ㉢ 암배우자(난세포)와 수배우자(정자, 정핵)의 수정에 의한 ()을 함 ㉣ 씨방의 유무에 따라 ()식물과 ()식물로 구분							
	겉씨 식물	㉠ ()이 없어 밑씨가 겉으로 드러남 ㉡ 꽃 : 단성화(암술과 수술이 각각 다른 꽃에 있음) ㉢ 관다발 : ()과 체관으로 구성. ()이 있어서 부피 생장을 함 ㉣ 예 : 은행나무, 소나무, 소철 등						
분류	속씨 식물	㉠ 암술에 ()이 있어 밑씨가 씨방 속에 들어 있음 ㉡ 꽃 : 주로 양성화. 단성화도 있음. 꽃잎과 꽃받침이 발달 ㉢ () 수정을 하며, 수정 후 밑씨가 종자로 됨 ㉣ 관다발 : ()과 체관으로 구성 ㉤ 떡잎의 수에 따라 다시 쌍떡잎식물과 외떡잎식물로 나뉨						
		분류	떡잎 수	잎맥	형성층	관다발 배열	뿌리	예
		쌍떡잎 식물	2장	그물맥	있음	규칙적	곧은뿌리	해바라기, 무궁화, 장미
		외떡잎 식물	1장	나란히맥	없음	불규칙적	수염뿌리	벼, 보리, 백합, 옥수수

3. 진핵생물역-균계

- (1) 대부분이 다세포 진핵생물. 종속 영양 생물
- (2) 다세포 균류는 몸이 균사로 이루어져 있고, 균사에서 생성된 포자로 번식(효모는 단세포 생물이며, 균사로 이루어져 있지 않음)
- (3) 균사체에서 외부로 소화 효소를 분비하여 주변 유기물을 분해한 후 흡수
- (4) () 성분의 세포벽이 있으며, 운동성이 없음
- (5) 기생 생활이나 공생 생활을 하기도 하며, 생태계에서 ()의 역할을 함
- (6) 균계의 분류

① 접합균류

특징	㉠ 균사에 격벽이 (있어 / 없어) 하나의 세포에 여러 개의 핵이 존재하는 () 생물임
----	---

	㉠ 기생하거나 편리 공생을 함 ㉡ 무성 생식(포자)을 하지만, 환경이 나쁠 때에는 유성 생식(접합 포자)을 함
종류	털곰팡이, 검은빵곰팡이, 거미줄곰팡이 등

② 자낭균류

특징	㉠ 균사에 격벽이 (<u>있는</u> / 없는) 다세포성 생물. 해양, 담수, 육상 등 다양한 곳에서 서식 ㉡ 무성 생식(분생 포자)을 하거나, 감수 분열을 통해 ()를 만드는 유성 생식을 함 ㉢ 효모 : 단세포 생물, 균사로 구성되어 있지 않음
종류	누룩곰팡이(된장), 푸른곰팡이(페니실린), 붉은빵곰팡이(비들과 테이텀의 실험), 효모(빵, 술) 등

③ 담자균류

특징	㉠ 균사에 ()이 있는 다세포성 생물 ㉡ 갓 안쪽의 많은 주름에서 담자기가 형성되고, 담자기에서 () 포자를 형성하여 번식 ㉢ 포자가 발아하여 생성된 균사는 환경이 좋으면 땅 위로 돌출하여 자라 ()를 형성
종류	버섯류, 동충하초, 갯부기균, 녹병균 등

4. 진핵생물역-동물계

(1) 동물계 : 다세포 진핵생물. 운동성 있는 종속 영양 생물

- ① 광합성을 하지 못하고, 세포벽이 없음
- ② 여러 가지 운동 기관으로 이동하고 먹이 섭취
- ③ 대부분 특수화된 신경 세포와 근육 세포를 가져 주위 환경 변화를 수용, 반응함
- ④ 대부분 유성 생식

(2) 동물계의 분류 기준

① 몸의 대칭성

대칭성 없음	대부분의 해면동물	
대칭성 있음	방사 대칭	자포동물, 극피동물의 성체(유생 시기에는 좌우 대칭)
	좌우 대칭	대부분의 동물

② 척삭의 유무

무척삭동물	해면동물~극피동물
척삭동물	척삭동물

③ 발생 단계와 배엽의 수

무배엽성	포배 단계에서 발생이 끝남→배엽 형성 X	해면동물
2배엽성	낭배 단계에서 발생이 끝남→외배엽, 내배엽 형성	자포동물
3배엽성	㉠ 외배엽, 내배엽, 중배엽을 가짐	편형동물~척삭동물
	㉡ 3배엽성 동물은 다시 원구 분화나 체강의 종류 등에 따라 구분	

④ 원구와 입의 관계 및 중배엽 형성 기원

선구동물	㉠ 원구가 ()이 되고 반대쪽에 항문 형성 ㉡ 원중배엽 세포로부터 중배엽이 형성		편형동물, 선형동물, 윤형동물, 연체동물, 환형동물, 절지동물
후구동물	㉠ 원구가 ()이 되고 반대쪽에 입 형성 ㉡ 내배엽의 원장벽으로부 터 중배엽이 형성		극피동물, 척삭동물

⑤ 체강의 종류

무체강	체강이 없음		편형동물
의체강 (원체강)	중배엽성 조직으로 완전히 싸이지 않고 난할강이 그대로 남아 체강 이 됨		선형동물, 윤형동물
진체강	중배엽성 조직으로 완전히 둘러싸 인 체강임		연체동물, 환형동물, 절지동물, 극피동물, 척삭동물

(3) 동물계 분류

분류군	분류 기준				
	배엽	원구와 입	체강	체절	척삭
해면동물	무배엽			없음	
자포동물	2배엽				
편형동물					
선형동물					
윤형동물					
연체동물					
환형동물					
절지동물					
극피동물					
척삭동물					

해면동물	㉠ 포배 단계의 무배엽성 동물 ㉡ 주로 해양에 살고 고착 생활 ㉢ 운동성은 없고, 편모를 가진 () 세포가 있어 먹이를 잡아 () 세포에서 세포 내 소화를 함	굴뚝해면, 목욕해면
자포동물 (강장동물)	㉠ 낭배 단계의 ()배엽성 동물. 산만 신경계, 근육 세포, 감각 세포가 있음 ㉡ 방사 대칭 구조. 입과 강장(원시적인 소화관)이 있으나 항문은 없음 ㉢ 고착 또는 유영 생활 ㉣ ()가 있는 촉수로 먹이를 잡아 강장에서 소화시킴.	해파리, 말미잘, 히드라, 산호

	세포 내·외 소화가 모두 일어남 ㉠ 분열법, 출아법, 유성 생식	
편형동물	㉠ 3배엽성, 무체강 동물. 일부 기관만 분화 ㉡ 몸은 납작, 좌우 대칭 구조. ㉢ ()에서 소화, 순환 등의 기능. 몸 표면에서 기체 교환 ㉣ 신경계는 () 신경계, 배설기는 ()	플라나리아, 디스토마, 촌충 등
선형동물	㉠ 의체강 동물. 호흡기와 순환기가 없음 ㉡ 몸은 가늘고 긴 원통형. 체절이 없음 ㉢ 몸 표면이 ()층으로 덮여 있음. 자라면서 탈피. ㉣ 대부분 기생, 일부는 분해자 역할을 하면서 자유 생활 ㉤ 배설기는 측선관 ㉥ 대부분 자웅 이체. 유성 생식을 함	회충, 요충, 십이지장충, 선충 등
윤형동물	㉠ 의체강 동물. 입과 항문이 분화 ㉡ 순환계는 없고 몸 표면으로 기체 교환. 신경계와 원신관을 가짐 ㉢ 입 둘레의 ()으로 이동, 먹이 섭취 ㉣ 성체는 연체동물의 유생인 ()와 비슷(연체동물과 유연관계가 있을 것으로 추정)	윤충, 물수레벌레
연체동물	㉠ 진체강 동물. 몸이 연하고 탄력이 있으며 체절이 없음 ㉡ 몸은 ()으로 싸여 있으며, 패각을 가져 몸을 보호 ㉢ 근육으로 된 발. 내장낭에 대부분의 기관이 포함 ㉣ 소화관이 발달, ()로 기체 교환. 대부분 () 순환계 (오징어는 폐쇄 순환계) ㉤ 대부분 자웅 이체로 유성 생식. 트로코포라 유생 시기를 거침	오징어 (두족류), 바지락 (부족류), 소라,달팽이 (복족류) 등
환형동물	㉠ 진체강 동물. 몸이 길고 원통형이며 크기가 같은 고리 모양의 ()로 되어 있음 ㉡ 환상근과 종주근의 수축·이완에 의해 이동 ㉢ 축축한 몸 표면으로 기체 교환. 폐쇄 순환계 ㉣ 각 체절마다 배설기인 ()이 있고, 배 쪽에 () 신경계가 분포 ㉤ 발생 과정에서 () 유생 시기를 거침 (연체동물과 유연관계가 가까움)	갯지렁이 (자웅 이체), 지렁이, 거머리 (자웅 동체)
절지동물	㉠ 진체강. 동물 중의 대부분을 차지 ㉡ 몸은 크기가 다른 체절로 구성. ()의 단단한 외골격. ㉢ 머리, 몸통, 다리로 구분. 다리에 마디가 있다. ㉣ 눈, 후각 수용체 등의 감각기가 발달 ㉤ 아가미나 기관으로 기체 교환. () 순환계, 사다리 신경계 ㉥ 배설기는 신관이나 ().	① 갑각류 (게, 새우 등), ② 거미류 (거미, 전갈), ③ 다지류 (노래기,지네), ④ 곤충류 (벌, 나비 등)
극피동물	㉠ 몸 표면에 석회질의 ()이 있으며, 가시나 돌기가 많아 몸 보호. 조직의 재생력이 강함. ㉡ 유생은 좌우 대칭, 성체는 방사 대칭 ㉢ ()가 순환기 및 호흡기의 역할. 이 끝에 근육질의	불가사리, 성게, 해삼, 바다나리 등

	()이 있어 이동하며 먹이를 섭취 ㉔ 자웅 이체로 유성 생식	
척삭동물	㉑ 유생 시기 또는 일생 동안 몸을 지지하는 ()을 가짐 ㉒ 폐쇄 순환계를 가지며, 배설기는 () ㉓ 배 발생 초기의 공통 특징 : 등 쪽의 관상 신경계, 아가미 틈 (인두열), 항문 뒤쪽의 꼬리	우렁챙이 (=멍게, 미삭동물), 창고기 (두삭동물)
	미삭동물	
	유생 시기에 척삭. 성체 되면 척삭이 사라짐	
	두삭동물	
	일생동안 척삭 뚜렷. 아가미 틈.	
	척추동물	
척추동물	· 발생 초기에는 척삭, 성장하면서 척추로 대체. · 후구동물 중 가장 고등한 동물. · 관상 신경계, 폐쇄 순환계, 콩팥, 내골격 등 가짐 · 척추동물은 턱이 없는 종류(칠성장어류, 먹장어류)와 있는 종류로 구분 · 턱이 있는 종류	
	어류	
	㉑ 몸이 비늘로 덮여 있음. 가슴과 배에 지느러미가 쌍으로 존재 ㉒ 아가미 호흡. 대부분 부레 있음 ㉓ 난생, 체외 수정	
	양서류	
	㉑ 유생은 아가미, 성체는 폐와 피부로 호흡 ㉒ 난생, 체외 수정	
	파충류	
척추동물	㉑ 피부가 비늘로 덮여 있고, 폐호흡 ㉒ 알은 질긴 껍질로 싸여 있고, 내부에 양막이 있어 배를 보호 ㉓ 난생, 체내 수정	
	조류	
	㉑ 몸은 깃털로 덮여 있고, 앞다리는 날개로 변함 ㉒ 방광과 이빨이 없고, 기낭이 연결된 폐 존재 ㉓ 정온 동물, 난생, 체내 수정	
	포유류	
	㉑ 몸은 털로 덮여 있고, 태생, 새끼는 젖을 먹여 기름 ㉒ 효율적인 호흡계와 순환계 ㉓ 정온 동물, 체내 수정 ㉔ 단공류(오리너구리 등), 유대류(캥거루, 왈라비 등), 태반류로 다시 구분	

학 습 지	3학년	생명과학 II	3학년 반 번
대 단 원	Ⅲ. 생물의 진화		이름:
중 단 원	2. 진화의 원리		
소 단 원	1. 변이와 자연선택		

1-1. 변이

(1) 변이 : 같은 종의 생물이라 하더라도 개체 간에 나타나는 형질의 차이

(2) 변이의 종류

- ① 유전적 변이
- ② 비유전적 변이 : 환경에 의한 변이

(3) 변이의 요인

- ① 돌연변이
- ② 감수 분열시 상동 염색체의 무작위 배열
- ③ 교차
- ④ 무작위 수정

1-2. 자연선택

(1) 자연선택

: 주어진 환경에 보다 잘 적응한 개체가 살아남아 그 형질을 가진 자손을 많이 남기게 되고, 그 결과 오랜 시간을 두고 생물이 진화함

(2) 변이와 자연선택

: 돌연변이나 유전자 재조합 등에 의한 다양한 변이는 자연선택에 의한 진화의 자원이 됨

학 습 지	3학년	생명과학 II	3학년 반 번
대 단 원	Ⅲ. 생물의 진화		이름:
소 단 원	2. 유전적 평형과 유전자풀의 변화		

2-1. 유전적 평형

(1) 유전자풀

- ① 한 집단을 구성하는 모든 개체가 가지고 있는 대립 유전자 전체
- ② 유전자풀이 변하면 집단의 유전적 특성이 달라지고, 그 결과 자손에게 전달됨
- ③ 유전자형에 따라 생존율과 번식률이 달라지면 유전자풀이 변함

(2) 유전자 빈도

- ① 한 집단 내에서 개체들이 가지고 있는 대립 유전자의 상대적 빈도
- ② 대립 유전자 빈도의 합은 항상 ()이다.
- ③ 집단에서 대립 유전자 빈도가 변하면 진화가 일어남

(Q) 분꽃의 꽃색을 나타내는 유전자는 붉은색 유전자(R)와 흰색 유전자(r) 2종류가 있으며 대립 유전자의 조합 RR, Rr, rr에 따라 각각 붉은색, 분홍색, 흰색의 표현형을 나타낸다. 붉은색 개체가 320개, 분홍색 개체가 160, 흰색 개체가 20인 집단을 가정해 보자. 유전자 R과 유전자 r의 빈도를 각각 구해보라.

(3) 하디-바인베르크의 법칙

: 이상적인 조건을 갖춘 () 집단에서는 대립 유전자의 빈도가 대를 거듭하여도 변하지 않는 유전적 평형 상태가 유지된다는 법칙

(4) 멘델 집단

: 하디-바인베르크 평형 상태가 유지되는 가상의 집단. 다음의 조건이 충족되어야 함. 조건들 중 어느 하나라도 충족되지 않으면 하디-바인베르크의 평형이 깨지고, 그 집단의 유전자 빈도가 변하게 되어 결국, ()가 일어난다.

<조건> ① 집단의 크기가 충분히 커야 함

② 집단 내에서 교배가 자유롭게 일어나야 함

③ 돌연변이가 일어나지 않아야 함

④ 다른 집단과의 유전자 교류가 없어야 함

⑤ 특정 대립 유전자에 대해 자연선택이 작용하지 않아야 함

(Q1) 개체수가 10,000인 멘델 집단에서 16%가 열성 개체였다. 이 때 이형 접합 개체의 수는 얼마인가?

(Q2) 어떤 멘델 집단에서 알비노가 10,000명당 1명의 비율로 나타난다(단, 알비노 유전자는 정상 유전자에 대해 열성이며, 멘델 법칙에 따라 유전된다).

① 이 집단에서 알비노 유전자의 빈도는 얼마인가?

② 정상인 중에서 알비노 유전자를 가진 사람은 몇 명인가?

(Q3) 남녀가 각각 1,000명씩 있는 멘델 집단에서 색맹인 여자가 10명이다(단, 색맹 유전자는 X 염색체에 존재함).

① 색맹인 남자는 모두 몇 명인가?

② 색맹 유전자의 보인자는 모두 몇 명인가?

2-2. 유전자풀의 변화 요인

(1) 돌연변이

: 개체의 DNA가 변하여 새로운 대립 유전자가 형성되는 것. 집단에 새로운 유전자를 제공하여 유전자풀을 변화시킨다.

(예) 낫 모양 적혈구의 출현, 살충제 내성 곤충의 출현

(2) 자연선택

: 자연선택에 의해 특정 유전자를 가진 개체가 자손을 많이 남기면 집단의 유전자 빈도가 변함
(예) 공업 암화, 살충제 내성 곤충의 증가

방향성 선택	분단성 선택	안정화 선택

(3) 유전자 흐름(유전자 이동, 이주)

: 서로 다른 유전자풀을 가진 인접한 다른 개체군으로부터 생식 능력이 있는 개체나 배우자가 이동하면 원래 집단에 없었던 새로운 대립 유전자가 유입되어 유전자풀에 변화가 생김

(4) 유전적 부동

: 집단의 크기가 작고 고립된 지역에서 돌연변이나 자연선택 없이 “우연한 사건”에 의해 유전자 빈도가 변하는 현상

- ① 병목 효과 : 홍수, 산물 등의 자연재해에 의해 집단의 크기가 급격히 줄어들면서.
- ② 창시자 효과 : 소수의 개체들이 섬 같은 고립된 지역에 정착하면서.

학 습 지	3학년	생명과학 II	3학년 반 번
대 단 원	Ⅲ. 생물의 진화		이름:
소 단 원	3. 종의 분화		

3-1. 진화와 종 분화

(1) 소진화

- ① 환경의 변화에 따라 집단 내에서 유전적 변화가 나타나는 과정
- ② 요인 : 격리, 돌연변이, 자연선택, 유전자 흐름 등

(2) 대진화

- ① 새로운 종의 출현이나 멸종
- ② 지질 시대에 걸친 장기간의 변화

(3) 종 분화

- ① 하나의 생물 종이 두 개 이상의 종으로 나뉘는 것
- ② 소진화로부터 대진화로 가는 과정에서 종 분화를 거침
- ③ 종 분화가 일어나려면 지리적 격리(물리적 장벽), 생식적 격리 등에 의해 유전자풀이 분리되어야 함

3-2. 물리적 장벽에 의한 종 분화(이소적 종 분화)

- ① 하나의 집단이 바다, 큰 산맥, 협곡 등과 같은 지리적 장벽에 의해 둘 이상의 집단으로 격리되어 오랜 세월 동안 제각각 다른 방향으로 진화하여 종이 분리되는 것
- ② 예: 크렌드캐니언의 큰 협곡 양쪽의 다람쥐들

3-3. 유전적 분화에 의한 종 분화(동소적 종 분화)

- ① 같은 장소에서 일어나는 종 분화. 먹이의 종류가 달라지거나 생식 시기가 달라져서 서로 교배되지 않는 생식적 격리가 일어나 종이 분리됨
- ② 예 : 먹이 종류, 성선택에 의한 종 분화, 배수성에 의한 종 분화 등

-생명과학 2 끝-