

1

세포의 구조와 구성 요소

1.1 세포의 구조

세포는 구조에 따라 원핵세포(procaryote)와 진핵세포(eucaryote)로 나누어진다. 원핵세포와 진핵세포의 가장 큰 차이점은 염색체를 둘러싸고 있는 막의 유무와 미토콘드리아(mitochondria)나 소포체(endoplasmic reticulum)와 같은 세포 내 소기관의 유무이다(표 1.1). 바이러스는 독자적으로 살아갈 수 없는 생물체이므로 이 두 가지 부류에 포함되지 않는다.

표 1.1 원핵세포와 진핵세포의 비교

	원핵세포	진핵세포
핵막	없음	있음
인	없음	있음
DNA(염색체)	한 개, 히스톤 등 단백질과 결합 안 됨	여러 개의 염색체로 존재. 히스톤 등 단백질과 복합하게 결합됨
분열	무사분열	유사분열
원형질막	보통 스테롤이 없음	보통 스테롤이 없음
라이보솜(ribosome)	70S(50S+30S)	80S(60S+40S)
세포 내 소기관(organelle)	없음	액포, 디티오솜, 미소체 등 다수
호흡계	원형질막 부분 혹은 메소솜	미토콘드리아
크기	일반적으로 작음. 보통 직경 2 μ m 이하	보통 큼. 2~100 μ m

1.1.1 바이러스(virus)

바이러스의 크기는 30~200 nm 정도로 매우 작으며 다른 세포에 기생한다. 바이러스는 유전정보를 RNA 또는 DNA에 저장하는데 이 핵물질은 캡시드(capsid)라는 단백질 껍질로 덮여 있다. 거의 모든 세포는 바이러스에 의해 감염될 수 있으며 박테리아를 감염시키는 바이러스를 박테리오파지(bacteriophage)라고 한다.

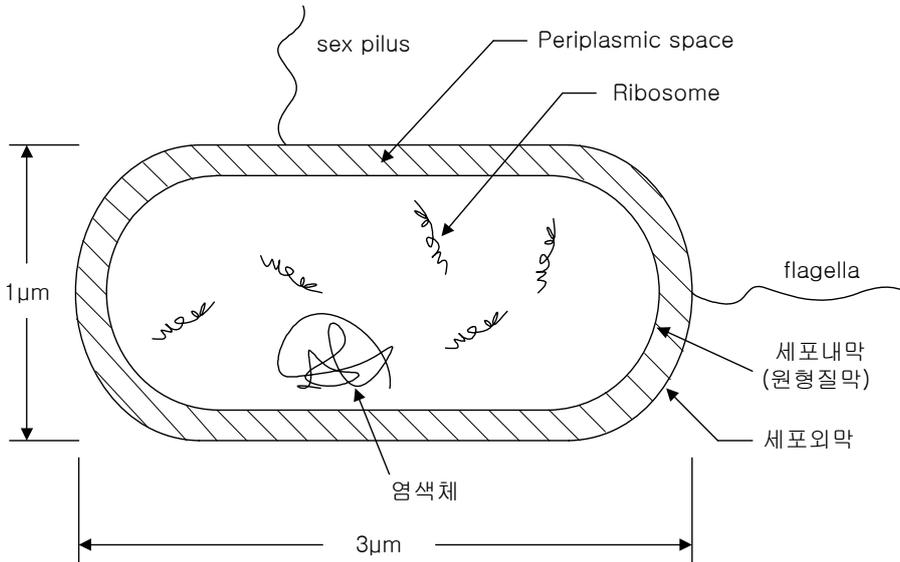


그림 1.1 전형적인 그람음성 박테리아(대장균)의 모식도

1.1.2 원핵세포(procaryote)

원핵세포의 크기는 반지름이 0.5~3μm, 질량이 10^{-12} g 정도이며 모양은 막대기 모양의 간균(bacillus), 구형의 구균(coccus), 나선형의 나선균(spirillum)의 세 종류가 있다. 전형적인 그람음성(Gram negative) 박테리아의 모식도를 그림 1.1에 나타내었다. 원핵세포는 증식 속도가 빠르고 생화학적으로 다양한 능력을 갖고 있기 때문에 자연계에 널리 퍼져 있다.

원핵세포는 외막, 내막 또는 세포질막, 핵영역, 리보솜, 저장과립체, 블루틴 등으로 나누어진다. 외막(outer membrane)은 외부 환경 속에서 세포가 원형을 보존할 수 있도록 지지하는 역할을 한다. 내막(inner membrane) 또는 세포질막은 70 Å 정도의 두께로 50%의 단백질, 30%의 지방, 20%의 탄수화물로 이루어져 있으며 세포 간극(periplasmic space)에 의해 외막과 분리되어 있다. 세포질막은 외부로부터 세포가 필요로 하는 화학 물질이나

영양분을 선택적으로 수송하고 또한 그 수송 속도를 조절하는 중요한 역할을 하기 때문에 한 부분이라도 유실되면 세포 용혈(cell lysis)이 일어나 결국은 죽게 된다. 핵영역(nuclear zone)은 핵막(nuclear membrane)이 없으므로 분명하게 규정하기 어렵다. 검은 점 모양의 리보솜(ribosome)은 단백질을 합성하는 장소이다. 크기는 10~20 nm 정도이며 RNA(ribonucleic acid)가 63%, 단백질 37%로 이루어져 있다. 저장과립체(storage granule)는 0.5~1µm 정도의 크기로 중요한 대사산물의 저장 장소로 이용되며 다당류, 지방, 황(sulfur)과립체가 축적된다. 블루틴은 세포 내에 생기는 과립형 구조로 몇몇 종의 박테리아에 존재한다. 그 외의 부분은 세포질로 채워져 있다. 원생 생물계에 속하는 박테리아의 분류는 그림 1.2에 나타나 있다.

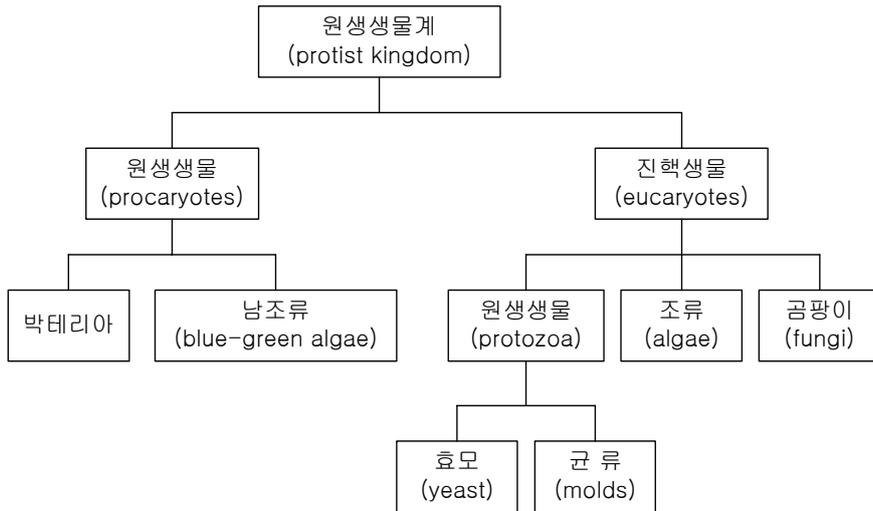


그림 1.2 원생 생물계의 분류도

미생물 명명법

각각의 생물의 명칭은 2개의 이름으로 표시하는 이명식(binomial system)을 사용하여 불리어진다. 각 생물의 이름은 이탤릭체로 쓰여진다. 이름의 첫 부분은 속(genus)을 의미하며 그 첫 자는 대문자로 쓴다. 두 번째 이름은 종(species)을 의미한다.

- *Bacillus subtilis*: 고초균
- *Clostridium acetobutylicum*: 부탄올, 부티르산 등을 생성하는 박테리아
- *Helicobacter pylori*: 위장에서 서식하는 박테리아
- *Saccharomyces cerevisiae*: 효모

같은 속명이 여러 차례 반복될 때는 약자를 사용한다. 예를 들어, *Bacillus subtilis* 는 *B. subtilis* 라고 쓴다.

진정 박테리아

진정 박테리아는 그람(Gram) 염색법, 영양요구성과 에너지 대사 과정에 따라 나눌 수 있다. 진정 박테리아 중에서 그람양성 박테리아는 세포막이 한 겹으로 되어 있고, 그람 음성 박테리아는 세포막이 이중으로 되어 있다. 그람 염색법에 의한 진정 박테리아의 분류는 이와 같은 세포막(cell membrane)의 구조적인 차이를 이용하는 것이다. 그람 염색법이란 우선 세포에 열을 가해 고정시킨 후 염색약인 보라색 결정(crystal violet)을 가하여 보라색으로 염색시킨다. 그후 요오드(iodine)와 에탄올을 순차적으로 가하면 그람양성(Gram positive) 세포는 보라색으로 남는 반면, 그람음성(Gram negative) 세포는 붉은 색을 띠게 된다. 마지막으로 사프란인(safranin)으로 대조 염색(contrast staining)하면 그람양성 세포는 보라색으로 남으나 그람음성 세포는 붉은색을 띤다.

영양요구성에 따라 종속영양 박테리아를 heterotroph라 하고 독립영양 박테리아를 autotroph라 한다. 독립영양은 두 가지로서 광합성 독립영양(photoautotroph)과 화학합성 독립영양(chemoautotroph)이 있다.

고박테리아(archaeobacteria)

고박테리아는 현미경으로 보면 다른 진정 박테리아와 거의 같아 보이지만 미생물의 분자 수준에서 다음과 같이 차이가 난다.

- 1) 고박테리아는 외막을 지지하는 층인 펩티도글리칸(peptidoglycan)을 가지지 않는다.
- 2) 리보솜 RNA의 염기서열이 진정 박테리아의 그것과 상당히 다르다.
- 3) 세포막의 지질 조성(lipid composition)이 다르다.

고박테리아는 특이한 지질조성 및 대사경로(metabolic pathway)때문에 보통 극한 환경(extreme environment)에서 서식한다.

1.1.3 진핵세포(eucaryote)

진핵세포는 원핵세포보다 지름이 5~10배 크며 다중막으로 둘러싸인 핵과 세포질 내의 수많은 세포 소기관으로 이루어져 있다. 고등 생물을 구성하는 진핵세포는 세포 표면을 통해 직접 또는 간접적으로 세포간에 협동적인 상호작용을 하므로 원핵세포와는 달리 생화학적인 융통성 및 적응성을 가지지 않아도 된다.

핵(nucleus)은 DNA(deoxyribonucleic acid)분자인 염색체(chromosome)를 핵물질로 갖고 있다. 핵의 내부에는 핵인(nucleolus)이 존재하는데 합성된 여러 종류의 RNA분자를 저장하고 있다.

미토콘드리아(mitochondria)와 엽록체(chloroplast)는 ATP(adenosine triphosphate)생성에 관

여하며 이중막(double layer)을 가진 세포 소기관이다. 자체의 DNA와 단백질 합성 기구를 갖고 있어 스스로 합성된다. 미토콘드리아는 동물과 식물세포에 모두 존재하지만 엽록체는 식물세포에만 존재한다. 미토콘드리아는 직경 1 μm , 길이 2~3 μm 인 원통 모양의 구조로 세포 내에 다수 분포되어 있으며 영양물을 산화(oxidation)하는 효소가 들어 있어 세포의 활동에 쓸 수 있는 활동 에너지(ATP)를 생성한다. 엽록체는 엽록소(chlorophyll)를 함유하는 녹색의 세포 소기관으로 조류(algae)와 식물세포에서 광합성에 기여한다. 엽록소는 빛에너지를 이용하여 탄수화물을 합성한다.

리보솜(ribosome)은 세포질에 들어 있는 가장 작은 구조물로 단백질을 합성하는 장소이므로 단백질을 많이 합성하는 세포에는 리보솜이 많이 존재한다.

소포체(endoplasmic reticulum)는 세포막에서 세포 안으로 이어지는 복잡한 회선 모양의 막조직으로 리보솜을 가지고 있는 조면소포체(rough endoplasmic reticulum; RER)와 리보솜이 없는 활면소포체(smooth endoplasmic reticulum; SER)가 있다. 리소좀(lysosome)은 골지체에서 만들어진 매우 작은 입자로 막과 결합되어 있다. 여러 소화 효소들을 포함하고 있으며 이를 방출하여 여러 영양소와 세포 내로 들어온 외부 물질을 분해한다.

골지체(Golgi complex)는 막 집합체로 되어 있는 매우 작은 입자로 분비 작용이 활발한 세포에 많다. RER에서 합성된 단백질은 골지체에서 탄수화물과 결합된다. 일부 단백질은 골지체에 축적되어 세포 표면을 통해 외부로 분비된다.

퍼옥시솜(peroxisome)은 막으로 둘러싸인 매우 작은 입자로 식물에서 광호흡(photorespiration)에 관여한다.

글리옥시솜(glyoxysome)은 매우 작은 막결합 입자로 글리옥실산염 순환(glyoxylate cycle)의 효소들을 포함하고 있다.

액포(vacuole)는 낮은 밀도의 막으로 둘러싸여 있는 식물세포의 소기관으로 소화, 삼투압 조절, 세포폐기물 저장 등의 역할을 한다. 성숙한 식물세포의 경우 액포가 전체 용적의 약 90%를 차지한다. 액포는 액포막(tonoplast)으로 둘러싸여 있으며, 이 막은 물의 흡수와 방출을 빠르게 조절함으로써 식물의 운동을 일으킨다. 액포의 활동에 따라 기공의 개폐운동, 식충식물에서 포충엽의 포획운동, 미모사의 팽압운동 및 꽃의 개화운동 등이 이루어진다. 또한 동물에 비해 배설기관이 분화되지 않은 식물에 있어서는 액포가 물질대사의 결과로 생긴 노폐물의 배설장소일 뿐만 아니라 무기염류, 당, 색소, 유기산, 탄닌, 결정체, 알카로이드, 효소 등이 축적되어 있는 곳이기도 하다.

세포막(cell membrane)은 원형질막으로 단백질(protein)과 인지질(phospholipid)로 구성되어 있으며 인지질 이중막(lipid bilayer)을 형성한다. 세포의 내부와 외부의 차이점을 유지시키는 역할을 하므로 세포가 항상성(homeostasis)을 유지하는 데 중요한 역할을 한다.

세포벽(cell wall)은 원형질막 바깥에 존재하며 세포가 환경에 의해 파괴되지 않고 생존

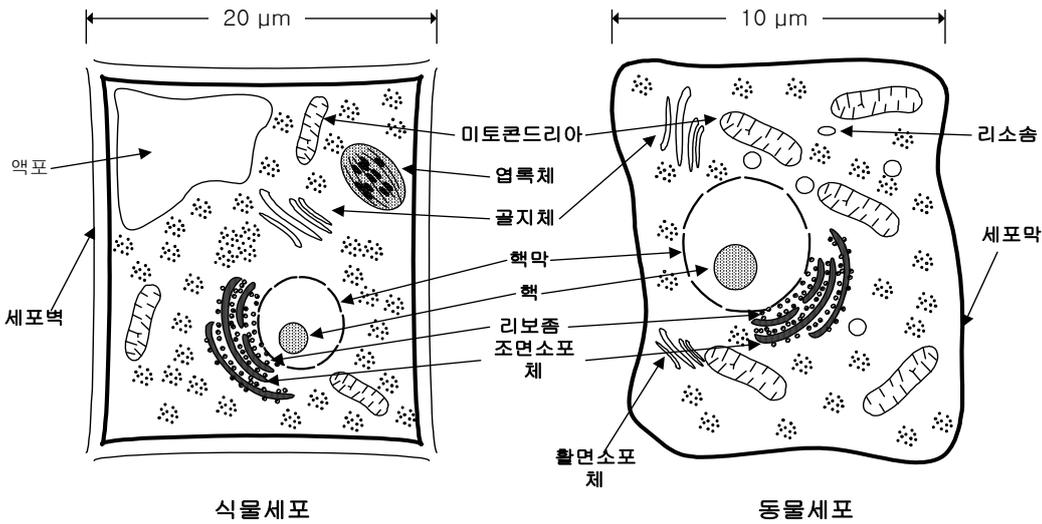


그림 1.3 동물세포와 식물세포의 비교 모식도

할 수 있도록 보호하고 구조를 유지시켜 주는 기능을 한다. 동물세포는 세포벽을 갖고 있지 않으므로 전단력(shear)에 민감하여 깨지기 쉽다. 고등 진핵세포인 동물세포와 식물 세포의 모식도를 그림 1.3에 나타내었다.

1.2 세포의 구성 요소

지구상의 생물들은 태양에너지와 지구상에 존재하는 유기 및 무기물질을 이용하여 생장 및 유지에 필요한 물질을 스스로 생산하여야 한다. 생물체에 따라 차이는 있지만 살아 있는 세포 내의 수분함량은 70~80% 정도이다. 수분을 제외한 나머지 부분의 구성 요소는 대장균의 경우 C-50%, O-20%, N-14%, H-8%, P-3%, S-1%, K-1%, Na-1%, Ca, Mg, Cl가 각각 0.5%, Fe-0.2%, 그리고 기타 원소가 전부 합해서 0.3% 정도이다. 이 원소의 구성비율은 생물마다 다르고 같은 세포라도 성장 환경에 따라 달라진다. 중요한 것은 이 원소들이 분자량이 50~250 달톤 정도의 중간체를 거쳐 단당류, 지방산 및 아미노산으로 합성되며 이 저분자 물질들은 탄수화물, 지질, 단백질, 핵산(DNA, RNA) 등 고분자물질(macromolecules)의 구성단위가 된다.