

과학 배경지식  
한 권  
총정리

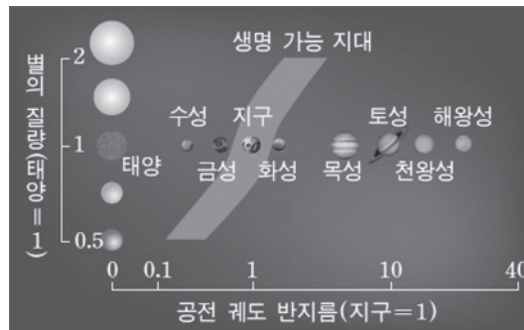
저자 진인사대천명  
박정훈, 김진호, 이소민, 고동현

# 1. 생명 가능 지대

우주를 연구하는 학문, 천문학의 발전으로 우리 인류의 지식과 상상력은 끝없이 펼쳐지고 있습니다. 그러나 아직 풀어내지 못한 문제가 있죠. 바로 외계인의 존재입니다. “이 광활한 우주에 과연 우리뿐일까” 라는 생각은 여러분들도 많이 해보셨죠? 과학자들도 마찬가지입니다. 과학자들도 아직까지 외계인이 어디에 살고 있는지 찾아내진 못했지만, 적어도 “외계인이 존재한다면 이런 곳에 있을 것이다!” 라고는 믿고 있습니다. 바로 생명 가능 지대입니다.

과학자들이 생명체 존재 여부의 가장 큰 단서로 생각하는 것은 물입니다. 얼음, 수증기가 아닌 액체상태의 물을 말합니다. 물론 외계인에게도 물이 필요하다는 것을 고정관념이라 생각할 수도 있습니다만, 대부분의 과학자들은 이에 동의하였습니다. 한편 물 이외에도 생명이 존재하려면 다른 많은 것들이 필요하죠? 실제로 지구의 경우를 생각해 보면 대기의 존재, 적당하고 안정적인 자전축의 경사, 원에 가까운 공전 궤도, 달의 인력으로 인한 조석 현상 등으로 인해 지구는 생명체가 살기 좋은 환경이 되었습니다. 그렇지만, 모든 경우의 수를 따진다면 범위를 좁힐 수 없으니 가장 중요한 단서인 액체상태의 물만 생각하는 거입니다. 아무튼 과학자들은 액체상태의 물을 찾고자 고군분투하고 있습니다. 화성에 물이 존재했는지에 대한 수십 년간의 연구가 괜한 것이 아니었던 거죠.

그럼 액체상태의 물을 찾으면 일단 생명체가 있을 것이라 예상되는 범위는 좁아진다는 말이군요. 어떻게 찾을 수 있을까요? 직접 이곳저곳의 행성을 찾아가 봐야 될까요? 그럴 순 없죠. 인류가 만든 탐사선은 이제 겨우 태양계를 벗어난 수준입니다. 그래서 과학자들은 계산을 했습니다. 태양과 같은 별, 즉 항성으로부터 어느 정도 떨어져야 그곳에 액체상태의 물이 있을지 없을지를 말이죠. 예를 들어서 태양계에서 액체 상태의 물이 있을 수 있는 지대는 금성과 화성 사이입니다. 지구가 딱 들어가는 영역이죠. 그런데 만약 태양이 지구보다 100배 밝게 빛나는 별이라면, 지구에 물이 액체 상태로 존재할 수 있었을까요? 아마도 훨씬 멀리 떨어진 곳으로 가야 물이 액체가 될 수 있을 겁니다. 지구의 위치에는 물이 모두 증발해버려서, 기체상태의 물인 수증기만 남아있겠죠.



별의 질량에 따른 생명 가능 지대

이렇게 과학자들은 생명 가능 지대라는 개념을 만들었습니다. 예를 들어, 태양으로부터 적절히 떨어진 지구에는 생명이 넘쳐납니다. 태양보다 조금 무거운 별은 더 밝게 빛나니까, 더 멀리 떨어져야 생명이 존재할 수 있을 겁니다. 태양보다 가벼운 별 주위에 생명체가 있다면 적어도 태양과 지구 사이의 거리보다는 더 가까이 있어야 할 겁니다. 그러나! 생명 가능 지대에 있다고 무조건 생명체가 존재하는 것은 절대 아닙니다. 단지 물이 액체 상태로 존재하는 지대일 뿐이고, 생명이 존재하기 위한 최소 조건만 알려주는 것이죠. 다른 조건으로는 행성에게 적당한 두께의 대기가 있어야 하고, 행성 자기장이 우주에서 들어오는 고에너지 입자를 차단시켜줘야 하는 등 여러 가지가 있습니다.

생명 가능 지대에 대해서는 여기까지만 알아도 충분하지만, 사실 별의 질량에 따라 생각해야 할 건 더 많아집니다. 조금만 더 알아보죠. 먼저, 별의 질량이 클수록 오히려 별의 수명은 짧아집니다. 이 말은 곧 생명이 싹틀 기회가 그리 많지 않다는 것을 의미합니다. 인간이 지구상에 출현하기까지 46억년이 넘는 세월이 필요했는데, 태양의 수명이 그보다 짧았다면 우리는 존재하지 못했겠죠? 따라서 별의 질량이 커질수록 생명이 존재할 확률은 낮아집니다.

반대로 별이 가벼우면 어떻게 될까요? 아까 말했듯이 가벼운 별의 생명 가능 지대는 좀 더 가까워집니다. 그런데 항성과 행성사이의 거리가 많이 짧아지면, 결과적으로 행성의 자전속도가 급격하게 느려져서 밤과 낮의 길이가 매우 길어집니다. 실제로 수성과 금성의 경우가 그러한데, 밤과 낮의 길이가 너무 길어서 한쪽은 너무 뜨겁고 반대편은 너무 차가운 상태가 오래 지속됩니다. 그러면 당연히 생명이 살기 힘들겠죠? 생각해보니, 태양과 지구의 관계는 참 행운입니다.

#### Review Quiz 복습 퀴즈

- ① 생명 가능 지대는 별의 둘레에서 물이 액체 상태로 존재할 수 있는 거리 범위이다. ○X
- ② 무거운 별일수록 생명 가능 지대는 멀어지고, 가벼운 별일수록 생명 가능 지대는 가까워진다. ○X
- ③ 별의 질량이 클수록 수명이 길어서 생물이 진화할 시간이 충분해진다. ○X

ANSWER ① ○ ② ○ ③ X

## 1. 속력과 속도는 뭐가 다를까?

우리 이제 시작이니 쉽고 짧게 가봅시다. 먼저 여러분이 중학교 때 부터 배운 내용부터 생각해보죠. 속력은 어떻게 정의하나요? 이동한 거리를 걸린 시간으로 나눈 값입니다. 그러면 속도는요? 똑같나요? 속력이 크기만 갖는 “스칼라”라면, 속도는 크기뿐만 아니라 방향까지 포함하는 “벡터”입니다. 아마 여러분 대부분이 스칼라와 벡터가 뭔지 모르실테니, 풀지 말고 우리 이 얘기는 조금 있다가 말해보도록 하죠. 아무튼 식으로 나타내면 이렇습니다.

$$\text{속력} = \frac{\text{이동한 거리}}{\text{걸린 시간}}$$

최대한 수학을 빼고 설명한다 해놓고 시작한지 1분도 안되어서 벌써 분수식이 튀어나왔습니다. 저라고 별 수 있겠습니까. 우리가 배운 속력의 개념은 이런데, 저 분수식이 뭔가 참 부족하다는 것이 느껴지셔야 해요. 생각해봐요. 우리가 달리기를 할 때도 속력이 일정하지 않잖아요? 제가 100m를 10초만에 뛰었다면, 저는 언제나 초당 10미터로 뛰는 것일까요? 우리가 기계가 아닌 이상 그럴 순 없겠죠. 네, 저 식은 사실은 평균속력이라고 해야 옳습니다. 그러면 순간속력은 어떻게 구할까요? 거리를 시간으로 미분하면 돼요. 벌써 짜증나요? 걱정마세요 안할거니까. 그냥 이렇게 있다는 것만 알아두세요.

아 근데, 사실 평균속력이라는 말도 잘 안써요. 주로 평균속도라고 말하죠. 아까 속력과 속도는 다른 개념이라고 말했었죠? 속도는 방향까지 포함한다고 했어요. 인생은 속도가 아니라 방향이라는 말이 헛소리인 이유는, 속도에 방향까지 포함되어 있기 때문이죠. 맞아요, 우린 속도를 더 중요하게 생각해요. 내가 아무리 열심히 뛰어도 빙빙 돌고 있다면 헛고생이니까요. 그러면 속도는 어떻게 정의할까요? “거리” 대신에 “변위”라는 말을 써요. 변위는 위치의 이동이에요. 내가 얼마나 뛰었든 관심없고, 그래서 내가 아까보다 얼마나 이동했냐고 묻는 것이죠. 내가 42.195km짜리 마라톤을 뛰고 출발점으로 돌아오면, 거리는 42.195km지만 변위는 0이에요. 만약 내가 직선으로 쪽 이동했다면 거리와 변위는 동일하겠죠. 아무튼 애도 식으로 쓰면 이래요.

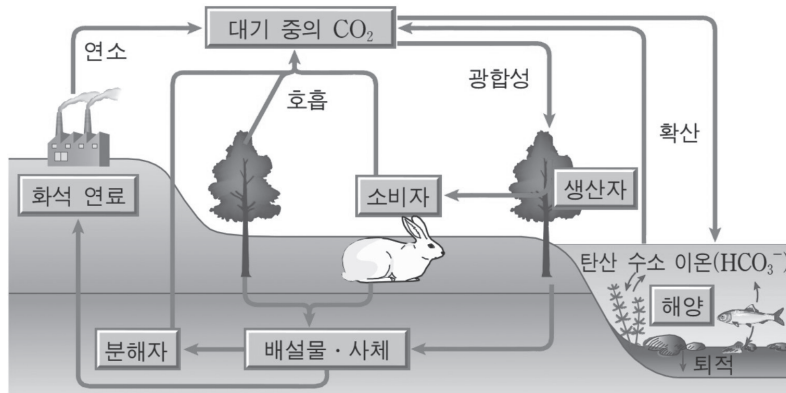
$$\text{속력} = \frac{\text{변위}}{\text{시간}}$$

당연히 애도 평균속도일테고, 순간속도는 미분을 해야 해요. 아마 고등학교 미적분 시간에도 간단하게 다룰거예요. 그러니까 이 책에서는 패스. 여기까지!

# 1. 암모니아의 합성

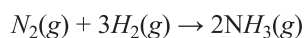
안녕하세요? 화학의 첫 챕터는 암모니아의 합성에 대한 간략한 글로 시작할게요. 산업 혁명 이후 급격한 인구 증가로 인해 식량 부족 문제가 불거졌다는 사실은 알고 계시죠? 때문에 사람들은 식량 생산량을 높이기 위해 많은 고민을 했어요. 식량 생산량을 높이기 위해서는 질소 비료를 사용해야 했는데, 당시의 질소 비료는 모두 동물의 분뇨나 퇴비로 양이 매우 적었어요.

잠깐 생각해 보면, 왜 질소를 얻는 것이 힘든지 이해가 되지 않아요. 그냥 우리가 숨쉬는 공기의 70%가 질소 기체인데 말이에요. 그 이유는, 질소 기체가 매우매우 안정한 물질이기 때문에 그래요. 때문에 우리가 이용하는 질소는 자연적으로 두 가지 방법에 의해 생기는데 첫 번째는 번개에 의해 산소와 반응하여 물에 녹을 수 있는 물질이 되는 것이고, 두 번째는 콩과 식물의 뿌리혹박테리아라는 미생물에 의해 생물이 사용할 수 있는 형태로 바꾸는 것이에요. 이를 질소 고정이라고 불러요. 이렇게 만들어진 질소는 순환 과정을 통해서 우리에게 오게 되는데, 간략한 그림을 보면 아래와 같아요.



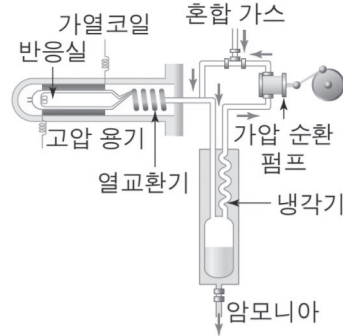
질소를 얻을 수 있는 방법이 제한되어 있기 때문에 사람들은 어떻게 하면 질소를 식물이 흡수할 수 있는 형태로 바꿀 수 있을지 많은 고민을 했지만 뚜렷한 해결책을 내놓지 못했어요. 하지만 1908년, 하버(Fritz Harber, 1868~1934)라는 사람이 질소로 구성된 암모니아라는 물질(한번 좀 맡아본 오줌냄새가 나게 하는 물질이에요!)을 공업적으로 합성할 수 있다는 사실을 알게 되었고 질소비료를 대량 생산할 수 있게 되며 식량 생산 문제를 해결할 수 있게 되었어요. 그렇다면, 간략하게 암모니아의 합성에 대해서 알아볼까요?

암모니아가 합성되는 반응식은 다음과 같아요.



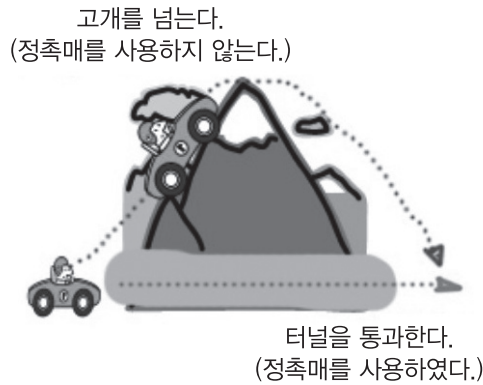
언뜻 보면 무척 간단한 것 같지만, 질소가 매우매우 안정하기 때문에 이 반응은 일반적

인 조건에서 잘 일어나지 않아요. 때문에 하버는 하버-보슈법이라는 방법을 사용해서 암모니아 합성에 성공했는데, 그 모식도는 다음과 같아요.



엄청 복잡해보이죠? 하지만 이 모든 걸 여러분이 알 필요는 없고, 한 가지만 기억해주시면 돼요. 바로 촉매를 사용해서 하버는 이 반응을 성공시켰다는 것인데요, 그렇다면 촉매는 무엇일까요?

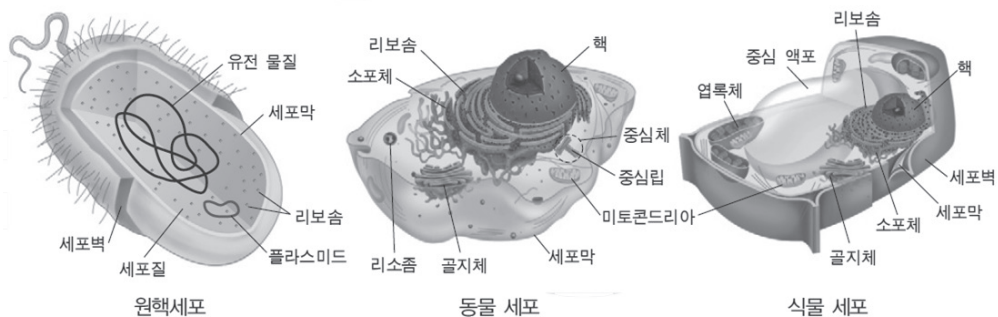
예컨대, 여러분이 언덕으로 가로막혀 있는 반대편 길로 가고 싶다고 할 때, 언덕을 넘어가는 건 매우 힘들지만 그 사이에 터널이 있다면 올라갈 필요 없이 편하게 반대편 길로 갈 수 있잖아요? 촉매는 이 터널과 같은 것이에요. 저 반응이 그냥 일어나기는 힘들지만, 촉매가 있게 되면 반응 사이에 터널을 뚫어주어 반응이 쉽게 일어나게 해주는 거예요.



이러한 덕분에, 20세기 초 불거졌던 식량 부족 문제가 말끔히 해결될 수 있었답니다. 덕분에 하버는 ‘공기에서 빵을 만드는 과학자’ 라는 별칭을 얻었다고 해요!

# 1. 세포란 무엇일까?

모든 동물, 식물, 세균 등 우리가 생각할 수 있는 생명체는 모두 세포로 이루어져있습니다. 겉으로 보기에는 모두 다른 생명체들이, 세포라는 공통된 이름의 단위로 이루어진다는 것은 무척 신기한 일이지요. 우리 몸의 장 속의 세균과 인간인 우리, 그리고 창밖의 나무는 다 매우 다른 형태를 가지고 있는데, 세포라는 같은 단위로 이루어져있다니!



[그림] 원핵세포, 동물세포, 식물세포

일단 우리가 세포에 대해 말을 하는데, 어떻게 생긴 건지 한 번 봐야하겠지요? 위의 그림을 한 번 봅시다. 모든 생명체는 분명 세포라는 기본 단위로 이루어진다고 했는데, 무척이나 다르게 생겼네요. 맨 왼쪽 세포는 원핵세포라고 부르는 것으로, 우리 몸의 대장균과 같은 것들이 원핵세포입니다. 바로 그 옆에는 동물세포, 맨 오른쪽에는 식물세포입니다. 우리는 동물세포와 식물세포를 진핵세포라고 해요. 그림을 보면, 진핵세포에서는 뽀뽀 감싸고 있지만, 원핵세포에서는 유전물질을 따로 감싸고 있지 않은 것이 보일거예요. 이렇게 유전물질을 잘 보관하고 있는 핵이 보이면 진핵세포, 아니면 원핵세포라고 생각하면 됩니다.

진핵세포라고 함께 묶인 동물세포와 식물세포도 차이가 있어요. 물렁하게 잘 움직일 수 있게 생긴 게 동물 세포, 움직이지 못할 것 같은 느낌을 주는 것이 식물 세포예요. 동물 세포는 세포를 감싸는 것이 움직일 수 있는 막을 가지는 반면, 식물 세포는 단단한 세포벽이 하나 더 있습니다. 나무가 꺾이지 않을 수 있는 것은 바로 이 세포벽 때문이에요. 동물과 식물의 차이점을 조금만 더 생각해 보면, 동물세포와 식물세포의 차이점을 또 발견할 수 있어요. 식물은 광합성을 할 수 있는데 우리는 못하지요? 광합성을 할 수 있는 부분이 식물세포에만 있기 때문이에요. 광합성을 할 수 있는 부분을 ‘엽록체’라고 합니다. 엽록체처럼 세포 내에서 특정한 역할을 하는 부분을 ‘세포 소기관’이라고 해요. 세포 소기관에는 그림에서 보이는 것처럼 굉장히 다양한 것이 있는데 급하게 생각할 것 없으니, 이것들에 대해서는 천천히 알아보기로 해요.

우리 인간처럼 여러 개의 세포로 이루어진 생물을 다세포 생물이라고 합니다. 세포가 모여서 조직이 되고, 조직은 모여서 특정한 기능을 가지는 기관이 되며 여러 기관이 모여

---

개체가 됩니다. 모든 생명체 안에서 일어나는 소화, 배설, 호흡, 유전 등등 다양한 현상들의 바탕에는 항상 세포의 역동적인 작용이 있습니다. 우리는 앞으로 세포의 다양한 작용이 모이고 모여 어떻게 생명체가 기능하게 되는지 살펴보도록 합시다.

Review Quiz  
복습 퀴즈

- ① 세포는 생명체의 기본 단위이다. ○×
- ② 모든 세포는 핵을 가진다. ○×
- ③ 식물세포는 세포막 대신 세포벽이 있다. ○×
- ④ 세포 안에는 다양한 세포 소기관이 존재한다. ○×

ANSWER ① ○ ② × ③ × ④ ○