

연구개발 지상강좌<13>

생명체는 우리가 알고 있듯이 물에서 생겨났고 물이 없으면 존재할 수 없다. 물의 독특한 물리적 성질과 특히 이온에 대한 독특한 용매특성은 종종 언급되었지만 마찬가지로 중요한 많은 비극성 물질에 대한 물의 용매특성의 기여는 주목을 받지 못했는데 소수성효과는 이것을 주로 다루고 있다. 분자들 중에는 알코올, 에테르 그리고 다른 용매에는 녹고 물에는 녹지 않는 분자와 물에



김 영 대

(공학박사·영코스메틱기술연구소장)

지만 이 회합현상의 기원에 대한 오해가 상당히 최근까지 있었다. 1920년 McBain은 비누 수용액에서 가역적인 미셀회합체의 형성에서 탄화수소쇄

계면활성제와 소수성 효과

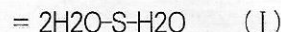
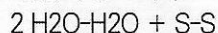
부분적으로 녹고 다른 부분은 물로부터 배척되는 2중성을 갖는 분자들이 있다. 후자의 분자들은 수용성 매질에서 그들의 이중성에 의해 독특한 배향을 하도록 강요받아서 적당한 조직적 구조를 형성한다. 이러한 분자들은 생명체의 중요한 조직을 만듦으로 특히 중요하며 이전에 설명한 세포막은 사실 살아 있는 세포의 경계를 만들어 주는 것으로 아마 가장 좋은 예가 될 수 있다. 세포막의 형성이 자발적이며 그것의 구성 분자들 중 일부는 친수성이며 또 일부는 소수성이라는 사실에만 의존함이 분명하다.

소수성 부분을 포함하는 2중성을 가지는 유기분자 회합체의 존재가 오랫동안 알려져 왔

사이의 회합은 같은 성질의 물질끼리(like to like)의 인력으로부터 생긴다는 즉, 탄화수소쇄 서로간의 인력이 미셀형성 과정에서 중요한 역할을 한다고 믿었다. 그러나, 사실 탄화수소와 같은 비극성 그룹의 상호간의 인력은 소수성효과에서는 단지 작은 역할만 한다. 소수성효과는 등방성으로 배열되는 물에 어떤 용질이 용해되면 흐트러지게 되는, 물분자들 사이의 강한 인력에 의해 주로 일어난다. 만약 용질이 이온성이거나 강한 극성이면 이것은 물분자들과 강한 결합을 형성하여 순수한 물에서 존재하는 결합의 흐트러짐을 보상하고도 남는다. 따라서 이온성 또는 극성의 물질들은 물에서 쉽게 녹게 된다.

연구개발 지상강좌<14>

형성된 분자 상호간의 결합으로 비극성용질 S의 물에서의 용해과정은 다음과 같이 표시될 수 있으며 이 평형반응을 왼쪽 방향으로 진행시키는 중요한 인자는 물분자 사이의 수소결합의 강도이다.



이 결합은 아주 강하여 반응(I)의 생성물의 도식적 표현인 $\text{H}_2\text{O}-\text{S}-\text{H}_2\text{O}$ 는 정확한 표현이 아닐 수도 있다. 왜냐



김 영 대

(공학박사·영코스메틱기술연구소장)

로 탄화수소 사이의 접촉은 최소가 되는데 표면층에서와 전체 매질에서의 농도의 비는 알킬쇄에 하나의 CH_2 기를 붙이면 약 3배로 증가한다는 것이

소수성 효과와 수소결합

하면, 흐트러진 형태에서도 수소결합은 유지되려 하며 낮은 온도에서만 $\text{H}_2\text{O}-\text{S}-\text{H}_2\text{O}$ 가 보다 잘 맞는 표현이기 때문이다. 따라서 이 과정에 대해 불리한 자유에너지 변화를 일으키는 것은 결합에너지가 아니라 엔트로피의 손실로 볼 수 있다.

소수성효과는 1891년 Traube가 정성적 및 직관적으로 처음 이해했는데 그는 극성기에 붙은 장쇄탄화수소로 구성된 분자는 수용액의 표면으로 이동하려는 경향이 있고 그들의 표면에서의 존재는 표면장력의 감소로서 확인될 수 있다고 하였다. 소수성효과의 기원에 관련하여 이 결과의 중요한 점은 낮은 농도에서 분자들은 표면에 아주 적게 분포되며

다. 이것이 유명한 트라우베의 규칙(Traube's rule)이다.

탄화수소-물 계에서 물 자체끼리의 뛰어난 인력의 역할을 나타내는 또 다른 직접적인 방법의 하나는 순수한 액체의 표면장력과 탄화수소-물 계의 계면장력을 이용하는 것이다. 물과 핵산 사이의 인력의 자유에너지는 25°C 에서 단위 접촉면적당 약 -40erg/cm^2 이고 같은 온도에서 탄화수소 사이의 인력의 자유에너지도 약 40erg/cm^2 으로 탄화수소의 물에 대한 인력과 본질적으로 같은 반면 물 자체끼리의 인력 자유에너지는 144erg/cm^2 으로서 분명히 후자가 탄화수소-물 접촉의 제거에서 열역학적 선택성을 주도하는 것이 분명하다.