

연구개발 지상강좌 <29>

유화는 연속상 내에 계면활성제 막의 작용에 의해 분산된 불연속상 입자가 합쳐지려는 것이 한시적으로 억제된 그러나 궁극적으로 파괴되는 불안정한 계이므로 유화 파괴의 근본 원인인 분산 입자가 충돌하는데 영향을 주는 연속상의 점도는 유화 안정도에 큰 영향을 미치는 요인 중 하나이다.

연속상의 점도( $\eta$ )가 증가하면 다음의 식에서 알 수 있듯이 분산입자의 확산계수(D)를 줄여주므로 유화의 안정도는

### 유화안정도 영향요인, 연속상의 점도

향상된다.  $D=kT/6\pi\eta a$  (1) 여기서 k는 입자의 충돌에 따른 운동에너지 분포식과 관계있는 볼츠만(Boltzmann)상수, T는 절대온도(실제온도에 273℃를 더한 온도) 그리고 a는 분산입자의 반경이다. 확산 상수가 줄어들면 입자의 충돌 빈도가 줄어들고 입자들의 합일 속도가 줄어들게 된다. 또한 상기 식에서 보면 온도가 올라가도 입자의 크기가 작아도 확산계수는 커지므로 입자간 충돌이 일어날 수 있는 확률이 높아지므로 보다 불안정한 계임을 알 수 있다.

한편, 분산입자의 수가 증가하면 외부상의 점도는 증가되고 유화는 보다 안정하게 된다. 이것은 많은 유화가 물을



김 영 대

(공학박사·영코스메틱기술연구소장)  
때보다도 농도가 높을 때 보다 안정한 이유 중 하나이다. 유화에서 외부상의 점도는 천연 또는 합성의 증점제와 같은 특수성분을 첨가하면 증가한다. 또한 앞에서 설명했지만

Friberg 등은 유화를 안정화시키는데 액정의 존재가 중요하다고 지적한 바 있다. 이것은 어떤 농도의 오일, 물 그리고 계면활성제로 된 계에 고점성의 액정 메조페이즈(고체와 액체의 중간상)가 형성되면 유화 안정도가 크게 향상된다는 것이다. 액체로 있으면 분자의 운동이 비교적 자유스러우나 메조페이즈로 있으면 규칙적으로 막을 형성할 수 있는 액체가 갖는 유동성을 약하나마 적당히 가지고 또한 액체처럼 이동이 되지 않고 일정공간에 고정되는 결정성 고체의 성질을 동시에 갖게 되므로 유화계에 액정 메조페이즈가 형성되어 있으면 유화는 보다 안정하게 된다.

연구개발 지상강좌 <30>

유화는 입자가 고정되어 있는 것이 아니고 움직이고 있는 계이다. 따라서 입자의 이동이 항상 있고 입자가 서로 충돌하여 입자가 점점 커진다.

유화 입자의 합일 속도에 영향을 주는 요인의 하나는 입자 크기 분포이다. 유화에서 보다 큰 입자들은 보다 작은 입자들보다 단위 부피 당 작은 계면 면적을 가진다. 따라서 단위 부피 당 보다 작은 자유 에너지를 가지고 입자의 운동량이 작은 보다 큰 입자들은 보다



김 영 대

(공학박사·영코스메틱기술연구소장)  
도에 큰 영향을 미친다. 대체로 연속 상의 부피가 분산상의 부피보다 많아야 유화가 보다 안정하며 연속 상대 분산 상의 비율이 약 74 대 26일 때 가장 안정함이 기하학적 계산으로

### 입자 크기 분포와 부피 비율

작은 입자들 보다 열역학적으로 안정하다.

입자의 크기 범위가 작으면 작을수록 유화는 보다 안정하다. 보다 큰 입자들은 보다 작은 입자들 보다 열역학적으로 안정하므로 보다 불안정한 이동이 용이한 작은 입자들은 큰 입자들에 합쳐져서 없어지고 큰 입자는 더욱 더 커진다. 만약 이 과정이 계속되면 유화는 궁극적으로 파괴되는 것이다. 따라서 상당히 균일한 크기 분포를 갖는 유화는 보다 넓은 크기 분포를 갖는 평균 입자 크기를 갖는 유화 보다 안정하다.

한편 유화는 분산 상을 연속상이 감싸고 있는 계이므로 양자의 부피 비율도 유화의 안정

밝혀진 바 있다.

유화에서 분산상의 부피가 증가함에 따라 계면 막은 더욱 퍼져서 분산물질 입자를 둘러싸게 되고 계의 기본적 불안정도가 증가된다. 분산상의 부피가 연속 상의 부피 이상으로 증가함에 따라서 원래 유화형은 (o/w 또는 w/o) 다른 형의 유화형에 비교하여 보다 불안정하게 된다. 왜냐하면 분산 상을 감싸고 있는 계면의 면적이 연속 상을 감싸는데 필요한 것보다 크기 때문이다. 따라서 유화제가 오직 한 종류의 유화형만 형성할 수 있는 아주 균형이 맞지 않는 것이 아니라면 분산 상이 보다 많아지면 많아질수록 유화의 전상이 종종 보다 용이하게 일어난다.