

식물성 오일의 Micro Emulsion화를 통한 저오염성 산업용 세정제 개발  
 Development of cleaning and degreasing agent for industry  
 by vegetable oil microemulsion

이을규\*, 문수영 (전영화학)

박지산, 황운석 (인하대학교), 장시성 (재능대학)

### 1. 서론

각종 산업분야에서 널리 사용되고 있는 TCE와 같은 대부분의 유기용제계 세정제들은 오존층파괴 등의 환경문제를 야기시키기 때문에, 이에 대응하여 기존의 세정제를 대체할 새로운 세정기술이 절실히 요구되고 있다. 대체세정제는 환경친화성, 고세정성, 경제성의 측면에서 고려되어야 하며, 현재 대체세정제로서는 수계, 준수계, 탄화수소계, 알콜계, 할로젠계 등이 고려되고 있다. 이들 대체세정제중에서 수계 세정제는 장치비와 폐수처리비가 다른 대체세정제에 비하여 높다는 단점에도 불구하고 세정성과 인체 안전성 측면에서 월등히 우수하여 그 적용범위가 점차 확산되고 있다.

본 연구에서는 세정제의 원료로서 식물성 오일을 선정하였는데 이는 식물성 오일을 Microemulsion화함으로써 기존의 여타 세정제보다 우수한 세정효과를 나타낼 수 있으며, 또한 인체 및 생물에 더욱 환경 친화적이며 생분해도가 높은 장점이 있기 때문이다. 식물성 오일의 세정성을 향상시킬 수 있도록 구조화하기 위해서는 식물성 오일의 단순한 emulsion보다는 입자 size를 100nm이하로 최소화하는 Microemulsion으로의 전환과정이 필요하다. 이는 식물성 오일이 현실적으로 고가인 점도 작용하겠지만 세정효과에 있어서 최소화된 입자 size가 최대한의 세정성을 나타내기 때문이다. 또한 Microemulsion은 계면활성제의 사용을 최소화할 수 있어 COD와 BOD를 크게 낮출 수 있는 장점이 있다. 이를 위하여 본 연구에서는 각종 식물성 오일의 용해도 분석, Microemulsion시의 안정성 평가실험을 통하여 최적의 식물성 오일을 선정하였으며, 또한 Microemulsion을 형성하기 위한 최적의 공정조건을 확립하였다. 아울러 Microemulsion화에 따른 생분해도를 COD와 DOC를 측정하여 평가하였다. 그리고 기존의 Solvent(T.C.E)계 세정제, 알칼리 세정제와의 Pilot에 대한 비교실험을 수행하여 Microemulsion의 세정성능을 종합적으로 평가하였다.

### 2. 실험방법

본 실험에서는 최적의 식물성 오일세정제를 선정하기 위하여 지방족 탄화수소계와 방향족 탄화수소계의 식물성 오일을 대상으로 하여 오일 용해도 실험을 수행하고, Microemulsion시의 적정온도에서의 Phase diagram을 작성하여 안정성을 평가하였다. Microemulsion화에 따른 세정효과를 기존의 계면활성제와 알칼리 세정제, T.C.E,

Solvent 및 탄화수소계와 비교분석하였다. 이때 실험조건으로서 계면활성제와의 비교 실험은 기존 수계 세정제에 사용되는 계면활성제의 구성요소를 부분 또는 전량 대체 하여 COD, DOC감소율을 측정하여 생분해도를 평가하였다. 알칼리세정제와의 비교 실험은 세정온도 75℃에서 5분 침적하고, 초음파 탈지후 수세 rinse 단계의 일반 수계 조건을 적용하였으며, 탄화수소계는 50℃의 세정온도에서 10분 침적하여 초음파 탈지하여 시험하였으며, T.C.E의 경우 온도 25℃에서 5분 침적시킨 후 초음파탈지하여 60℃의 증기탈지과정을 거쳐 비교실험을 수행하였다. 각 세정제의 세정성은 세정후에 잔류하는 잔류이온 및 오염물의 성분과 양을 조사하여 비교함으로써 Microemulsion의 전체적인 세정성을 평가하였다.

### 3. 결과 요약

세정재료로서 식물성 오일을 선정하기 위하여 오일용해도 분석실험을 수행한 결과, 방향족 탄화수소계의 오일이 지방족에 비해 3배 정도의 용해속도를 나타내어 오일용해도가 높을수록 세정효과가 우수하기 때문에 방향족 탄화수소계 오일을 세정제 재료로서 선정하였다. 또한, 식물성 오일을 Microemulsion화 하여 세정제 내의 유기계면활성제의 사용량을 감소시킴으로써 세정과정 후에 발생하는 오일 및 세정제의 혼합물로 인한 환경오염을 최대한 낮추기 위하여 생분해도 실험을 수행하였으며, 실험결과 COD가 400ppm 이하로 감소하였으며, DOC 제거율이 60%에 달하는 결과가 얻어졌다. 이는 식물성 오일의 Microemulsion 자체가 갖는 생분해도는 기존 계면활성제와 비교하여 대략 10%이상의 높은 생분해도를 갖는 것으로 평가된다.

기존의 세정제와의 비교실험을 수행한 결과, 식물성 오일의 Microemulsion화 세정제는 특히 세정성 측면에서 기존 TCE보다 우수한 효과를 나타내어 유분제거, 잔류이온, 잔탄제거 등 정밀부품에 요구되는 성능을 모두 만족하였다. 특히 스테인리스 부품에 적용하였을 시 유분제거는 물론 기존의 세정제로는 제거가 어려운 polymer에 대해서도 우수한 세정성을 보였다. 이는 향후 각 산업부문별로 적용시 solvent를 대체할 수 있는 세정제로 기대할 수 있으며, 수행한 pilot실험결과를 평가해 보았을 시 실제 공정에서도 충분히 세정성능을 발휘할 수 있는 것이 확인되었다.

경제성 측면에서 검토한 결과, TCE는 가격이 저렴한 반면, 증발손실분이 많고 액의 재사용시 성능효율이 현저히 떨어지나, 본 세정제는 물에 희석하여 사용하고 유수분리가 잘 되어 세정용액의 사용기간의 대폭적인 연장과 성능효율의 연속성을 유지할 수 있어 생산비용이 약 40%가 절감될 것으로 pilot 실험을 통하여 확인하였다.

또한, 기존의 계면활성제에 비해 유기물의 함량이 약 30%가 감소되므로 폐액처리시 문제가 되는 COD, BOD를 낮출 수 있고, 생분해도 역시 DOC감소율로서 10일 동안에 약 60%가 분해되는 우수한 성능을 보여 환경친화성 세정제로서 선택될 조건을 골고루 갖추고 있다. 실지 생산Line 적용결과 세정효율이 기존 TCE세정에서 보다 약 60%이상 증가하는 것으로 나타났다.