

세척온도가 유성오염의 세척성에 미치는 영향

서울대학교 의류학과
이선영 · 박성희

온도가 고분자필름의 표면에너지에 미치는 영향을 살펴보고 표면에너지 분석을 세척계에 적용하기 위해 polyethylene terephthalate (PET), nylon, cellulose film의 표면자유에너지 중 분산력 성분(γ_s^d)과 고체-액체 간의 비분산 상호작용자유에너지 (I_{sw}^n)를 이액접촉각법에 의해 온도 변화에 따라 결정하였다. 그리고 유성 오염의 PET, nylon film에서의 접촉각과 세액간의 계면장력으로부터 온도증가에 따른 세척일을 구하여 이를 실제 세척성간의 상관관계를 논의하였다.

세척실험을 위해 계면활성제로는 음이온계로 Na-DBS, 비이온계로 NPPG-10EO와 증류수를 사용하였고, 유성오염으로는 비극성 액체오염으로 triolein, 비극성 고체오염으로는 tripalmitin, 극성 액체오염으로 oleic Acid, 극성 고체오염으로 palmitic acid를 사용하였다. 세척성은 방사성 동위원소를 사용하여 liquid scintillation counting법에 의해 평가하였으며 그 결과는 다음과 같다.

첫째, 고분자 film의 표면자유에너지 중 분산력 성분은 polyethylene terephthalate (PET) > nylon > cellulose 순으로 나타났고, 고체-액체 간의 비분산 상호작용자유에너지는 cellulose > nylon > PET 순으로 나타났다. 분산력 성분은 기질이 비극성일수록 크며, 비분산 상호작용자유에너지는 기질이 극성일수록 크게 나타났다. 온도증가에 따른 표면자유에너지변화를 보면, 분산력 성분의 경우, 온도증가에 따라 서서히 증가하다가 어느 온도에서 약간 감소하였으며, 비분산 상호작용자유에너지의 경우, 온도증가에 따라 감소하였다. 따라서, 온도증가에 따른 표면자유에너지의 감소는 주로 비분산 상호작용자유에너지의 감소에 기인하는 것이라고 생각해볼 수 있다.

둘째, 온도증가에 따른 triolein에 대한 세척일을 보면, 세척일은 온도증가에 따라 감소하였다. 기질은 PET가 nylon보다 triolein에 대한 세척일이 크게 나타났으며, 세제별로는 PET에서 증류수 > 음이온계 > 비이온계 순으로 세척일이 감소하였고, nylon에서는 증류수 > 비이온계 > 음이온계 순으로 세척일이 감소하였다. 따라서, 비극성 오염은 극성 기질일수록 세척일이 작으며 극성 기질에서 음이온계면활성제가 세척일이 작음을 알 수 있었다.

온도증가에 따른 oleic acid에 대한 세척일을 보면, 온도증가에 따라 세척일이 감소되었다. 기질은 nylon이 PET보다 세척일이 크게 나타났고, 세제별로는 두 기질 모두에서, 증류수 > 비이온계 > 음이온계 순으로 감소되었다. 따라서 극성 오염은 비극성 기질일수록, 모든 기질에서 이온계 계면활성제일수록 세척일이 작아짐을 알 수 있었다.

오염 종류에 따른 세척일을 보면, 두 기질에서 모두, 증류수에서는 triolein

> oleic acid이었고, 비이온계면활성제 수용액에서는 oleic acid > triolein이었으며, 음이온계면활성제 수용액에서는 기질에 따라 달리 나타나 PET에서는 triolein > oleic acid, nylon에서는 oleic acid > triolein으로 나타났다. 따라서 음이온계면활성제 수용액에서는 비극성 기질에서 비극성 오염에 대한 세척일이 크고 극성 기질에서 극성 오염에 대한 세척일이 크다는 것을 알 수 있었다.

셋째, 실제 세척실험을 한 결과, triolein의 세척성은 모든 경우에서 온도증가에 따라 점진적으로 증가하였고, 기질별로는 nylon이 PET보다 세척성이 우수하였으며, 세제별로는 비이온계 > 음이온계 > 증류수 순으로 나타났다. 이는 세척일과 좋은 상관관계를 보이고 있어 triolein의 세척일은 그 세척성을 예측하는 하나의 척도가 될 수 있음을 시사한다.

넷째, 온도에 따른 세척성을 유성오염의 상태에 따라 비교한 결과, 극성오염과 비극성오염의 세척성은 비이온계면활성제 수용액이 세척에 유리하였으며, 비극성 액체오염인 triolein은 온도증가에 따라 세척성이 완만하게 증가되었으나, 비극성 고체오염인 tripalmitin은 20-50℃까지는 세척성의 변화가 그리 크지 않다가 50-60℃에서 급격한 향상을 나타내었다. 한편, 극성고체인오염인 palmitic acid의 경우 음이온계면활성제 수용액에서 전 온도범위에 걸쳐 지속적인 세척성의 향상을 볼 수 있었다.