

Microcapsule을 이용한 면직물의 방충(蚊)가공에 관한 연구

서재범, 김인회, 남성우

성균관대학교 공과대학 섬유공학과

1. 서 론

최근 건강에 대한 관심은 경제성장과 더불어 고조되고, 환경문제가 대두됨에 따라 천연 원료를 이용한 건강, 환경을 위한 개발이 여러 분야에서 진행되고 있다. 그 일례를 든다면 skin care 가공으로서 자외선 차단, pH조절, 항알레르기 가공, 삼림욕 효과, 변색 등의 기능을 부여한 연구, 여러 가지 천연물을 이용한 향균, 방취, 소취, 방충가공에 관한 연구가 진행되고 있다.^{1~3)} 그러나 이들 가공에 이용한 천연 기능성 물질들은 불안정하거나 섬유에 대한 친화력이 적은 경우가 많으므로 섬유상에 내구성 있게 부착시키기 위하여 여러 가지 방법이 제안되었다.

마이크로캡슐화법은 이러한 기능을 섬유에 부여하기 위한 방법 중 대표적인 것으로서 휘발성 액체나 반응성 물질들의 보호, 냄새차폐 및 내부물질의 외부로의 방출시기, 장소, 속도 등을 조절할 수 있는 장점을 가지고 있다.

본 연구에서는 인체에 무해하고 또 그 안정성이 높은 천연계 기능성 물질 중 곤충기피제로서 방충(蚊)효과가 있는 citronella oil을 심물질로 하고 벽물질로는 polyurethane과 polyurea로 마이크로캡슐을 제조하였다. 다음 이렇게 제조한 마이크로 캡슐을 아크릴계수지 바인더를 이용하여 섬유상에 부착한 후⁴⁾ 두 microcapsule의 특성을 비교하고 그 기능성을 살펴보았다.

2. 실험

2.1. 시료 및 시약

시험에 사용한 면직물은 KS K 0905 염색견뢰도 시험용 백면포를 사용하였으며, Ethylene glycol(EG, 藥理化學工業(株), 시약 제1급), Ethylene diamine(ED, 藥理化學工業(株), 시약특급), Cyclohexanone(大井化金(株), 시약 1급)은 소량의 Calcium hydride(Aldrich chem. co. Inc.)를 첨가하여 24시간 교반 후, steam distillation하여 사용하였고, Toluene-2,4-diisocyanate(TDI, Junsei chem., Japan, 시약 제 1급)는 정제하지 않고 사용하였다. 또한 보호 콜로이드로는 Polyvinyl alcohol(PVA), 분산제로는 Arabic gum을 사용하였고 심물질로는 Citronella oil을 사용하였다.

2.2. 실험방법

2.2.1. 마이크로캡슐의 제조

① Polyurethane microcapsule의 제조

i) Polyurethane prepolymer의 합성

반응용기에 과량의 TDI와 cyclohexanone을 넣고 질소기류하에 30분간 방치한 후, EG를 서서히 가하여 80℃에서 약 2시간 반응시켜 isocyanate 말단기를 갖는 prepolymer를 합성하였다. 반응 후 rotary evaporator를 사용하여 미반응 monomer와 cyclohexanone을 제거하였다.

ii) Microcapsule화

Prepolymer와 심물질(citronella oil)의 혼합용액을 소정농도의 분산제가 함유된 수용액에 부가하여 homogenizer로 고속 교반시켜 유화액을 제조하였다. 다음 약 800rpm으로 교반하면서 소정 농도의 EG를 첨가하고 60℃에서 2시간 반응시켜 polyurethane microcapsule을 형성시켰다. 제조된 microcapsule slurry는 증류수를 사용하여 aspirator로 감압여과한 후 상온하에에서 건조하였다.

② Polyurea microcapsule의 제조

0.5M의 TDI와 심물질(citronella oil)을 보호 콜로이드로써 0.5%의 PVA를 첨가 한 후, 소정농도의 분산제가 함유된 수용액에 부가하여 homogenizer로 고속 교반시켜 유화액을 제조하였다. 다음 약 800rpm으로 교반하면서 소정 농도의 ED를 첨가하고 70℃에서 3시간 반응시켜 polyurea microcapsule을 제조하였다. 제조된 microcapsule slurry는 증류수를 사용하여 aspirator로 감압여과한 후 상온하에에서 건조하였다.

2.3. 특성분석

Polyurethane과 polyurea 중합체를 확인하기 위하여 적외흡수분광분석(Perkin-Elmer Spectrum 2000 FT-IR Spectrometer, KBr)을 이용하였고 Microcapsule의 입자크기는 입도 분석기(Particle analyzer, ELZONE 280PC, Particle Data, USA)를 이용하여 측정하였으며 캡슐의 형태 및 섬유처리 후의 부착상태는 주사전자현미경(JSM 5410LV, Japan)을 이용하여 조사하였다.

2.4. Microcapsule의 섬유상처리⁴⁾

수성에멸전형 아크릴 수지 바인더를 이용하여 제조한 캡슐을 섬유상에 부착하였다. 처리 조건은 microcapsule(5% sol)과 acryl binder(3% sol)를 분산액으로 하고 처리직물을 상온에서 5분간 침적하고 70℃에서 10분간 예비건조 후 120℃에서 5분간 증열처리하였다.

2.5. 세탁에 대한 내구성 시험

캡슐처리포를 KS K 0430 A-1법에 따라 Launder-O-meter를 이용하여 5회, 10회, 15회,

20회 세탁한 후 캡슐의 부착 상태를 주사전자현미경으로 조사하였다.

2.6. 방충(蚊)시험⁵⁾

약 60×60×60cm 크기의 모기 사육용 우리에 공시모기 30마리를 풀어 넣고 25±2℃, 습도 70~80%의 조건하에 관측자의 팔뚝에 시료를 감아 우리 중에 2분간 노출시키고 이 사이 팔뚝에 감은 시료에 달라붙은 모기의 수(정지수)를 측정하였다. 측정한 정지수에서 정지율을 산출하고, 또한 미가공포에서의 정지수와 가공포의 정지수를 비교하여 기피율을 산출하였다.

$$\text{정지율(\%)} = \frac{\text{정지모기수}}{\text{공시모기수(30匹)}} \times 100$$

$$\text{기피율(\%)} = \frac{\text{미가공의모기수} - \text{가공포의모기수}}{\text{미가공의모기수}} \times 100$$

3. 결과 및 고찰

3.1. 중합체의 확인

Polyurea의 경우 3300cm⁻¹ 부근에서 NH peak, 3000cm⁻¹ 부근에서 CH₂ 신축진동 peak, 1650cm⁻¹ 부근에서 CO peak, 1550cm⁻¹ 부근에서 NH 신축진동 peak가 나타나는 것으로 보아 polyurea가 합성되었음을 확인할 수 있었다.

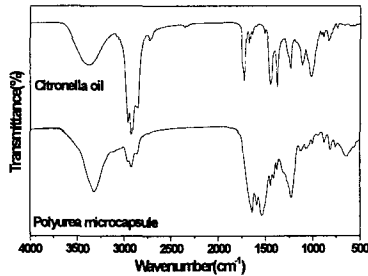


Fig. FT-IR spectra of citronella oil and polyurea microcapsule.

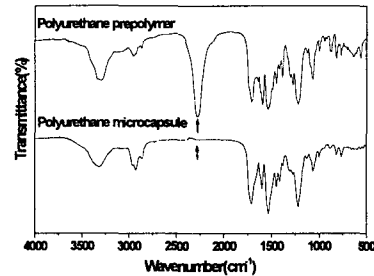


Fig. FT-IR spectra of polyurethane prepolymer and microcapsule.

또한 polyurethane의 경우 반응이 완결된 polyurethane microcapsule에서는 prepolymer에서 보이던 2270cm⁻¹ 부근에서의 NCO peak가 거의 사라진 것으로부터 중합반응을 확인하였고 NH의 신축진동 peak가 3300cm⁻¹에서 CO 신축진동 peak가 1700cm⁻¹에서 나타나는 것으로 polyurethane이 합성되었음을 확인할 수 있었다.

3.2. 캡슐입자의 크기와 형태조사

교반속도를 달리하여 제조한 microcapsule을 전자현미경 조사결과 캡슐의 크기는 교반속도에 비례하여 감소하고 있음을 확인할 수 있었다. 1000rpm으로 제조한 경우 캡슐은 쉽게

붕괴되었고 평균 입경도 섬유에 응용가능한 크기인 $10\mu\text{m}$ 를 크게 넘어서는 것을 볼 수 있다. 5000rpm의 경우 캡슐의 평균입경은 감소하였지만 상당히 불균일한 입도 분포를 보였다. 9000rpm으로 제조한 경우는 훨씬 균일한 크기를 갖으며 평균입경도 $10\mu\text{m}$ 이하의 캡슐이 제조됨을 볼 수 있다. 본 연구에서는 교반속도를 9000rpm으로 조절할 경우 원하는 크기와 물성을 갖는 microcapsule을 얻을 수 있었다.

분산제를 사용한 경우와 사용하지 않은 경우를 비교해 보면 분산제를 사용한 경우 사용하지 않은 경우에 비해 캡슐의 크기도 균일하여지고 입자의 응집도 방지할 수 있는 것을 알 수 있다. 본 연구에서는 분산제의 농도 3%로 캡슐을 제조하였을 경우 섬유에 캡슐을 부착하기에 적당한 크기인 평균입경 $10\mu\text{m}$ 이하를 갖는 캡슐이 제조되었다.

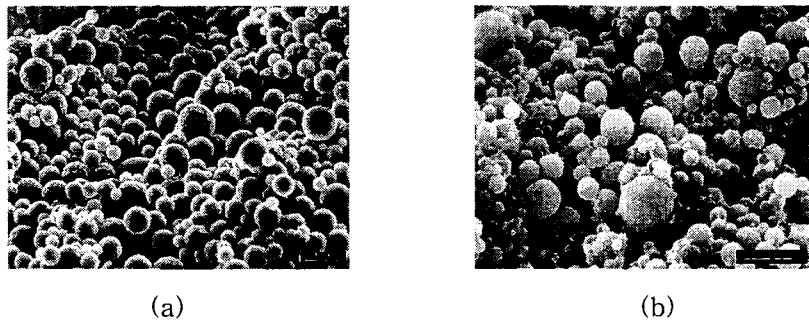


Fig. Scanning electron micrographs of microcapsule;
(a) polyurethane($\times 2000$) (b) polyurea($\times 5000$)

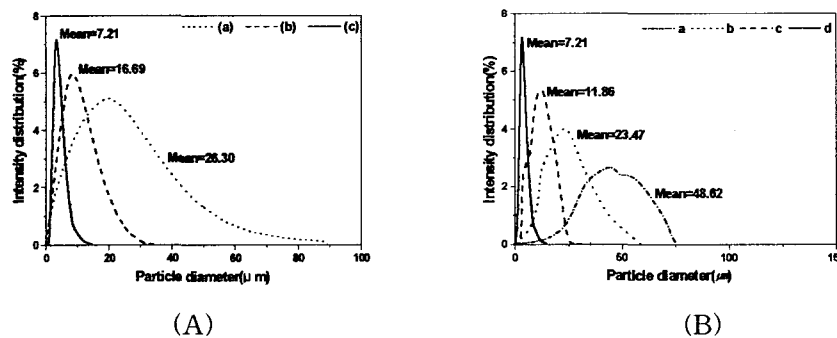


Fig. Particle size distribution of polyurethane microcapsule treated with different agitation speed(A) and different conc. of emulsifier(b)

3.3. 마이크로 캡슐을 이용한 면직물 가공

아크릴계수지 바인더를 사용하여 캡슐을 섬유에 부여하고 Launder-O-meter를 이용하여 5회, 10회, 15회, 20회 세탁을 행한 후 microcapsule의 섬유 표면 부착상태를 주사전자 현미경을 이용하여 조사한 결과 세탁회수에 비례하여 캡슐의 부착량은 감소하는 것을 볼 수 있어 세탁회수에 따른 방출효과의 감소를 예상할 수 있다.

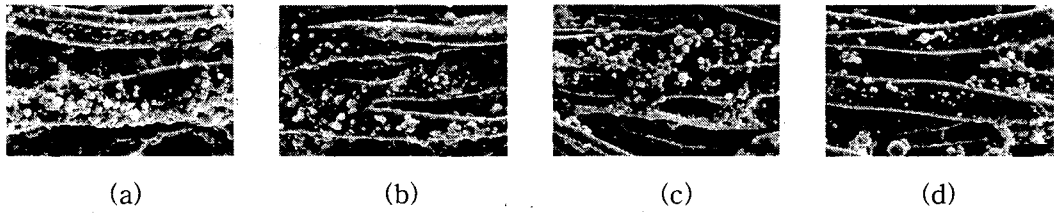


Fig. Scanning electron micrographs of cotton fabrics treated with polyurethane microcapsules after washing.($\times 1500$)
 (a) 5times (b) 10 times (c) 15times (d) 20times

3.4 방충성 시험 결과

방충시험 결과 세탁회수와 방치시간에 비례하여 방충효과가 감소하고 있으나 모두 60% 이상의 우수한 방충효과를 가지고 있음을 알 수 있었다.

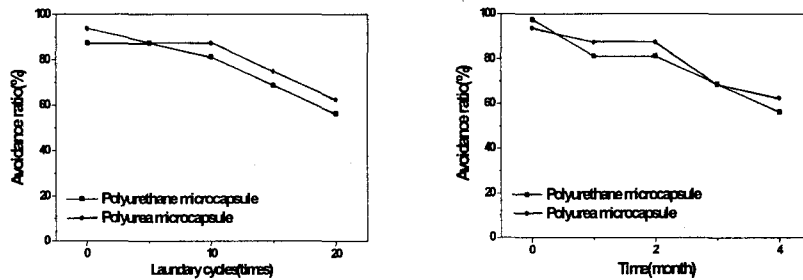


Fig. Anti-moth test of cotton fabric treated with microcapsules.

4. 결론

Microcapsule을 제조하여 섬유에 부착한 후 두 microcapsule의 특성을 비교하고 방충성을 검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- i) 교반속도와 분산제의 농도가 커질수록 캡슐의 평균 입경은 작아졌으며 제조된 microcapsule은 $10\mu\text{m}$ 이하의 평균입경을 가지고 있어 섬유에 응용가능하였다.
- ii) Microcapsule로 가공된 면직물은 세탁회수와 시간에 비례하여 방충효과가 감소하였지만 우수한 방충효과를 가지고 있었다.

5. 참고문헌

1. 板本光, 風比佐志, 纖維と工業, 49(11), 411(1993).
2. 折居一憲, 纖維と工業, 50(8), 492(1994).
3. 鶴谷良一, 纖維と工業, 52(1), 3(1995).
4. 特開平 3-90682.
5. 加藤利啓, 人にやさしい纖維と加工, 纖維社, 482(1995)