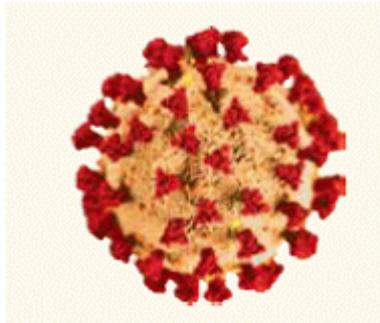


# 면소재 마스크의 우수성

## 1. 개요

COVID-19(Coronavirus Disease-19)는 코로나 바이러스과에 속하는 SARS-CoV-2 RNA 바이러스 감염에 의한 호흡기 증후군이다. 이 바이러스는 감염된 사람의 비말 또는 호흡을 통해 에어로졸 형태로 방출되어 퍼져나가며, 현재 감염의 절반은 무증상자에 의한 것으로 추정된다.



<COVID-19>

코로나 바이러스감염증 COVID-19의 감염 확산 및 지역사회의 보호를 위해 마스크와 같은 개인보호장비(PPE)를 착용하고 있다. 수술용 마스크와 비의료용 마스크는 SARS-CoV-2에 대한 95 % 이상의 에어로졸 차단효과가 있는 것을 확인하였다. 베이징에서는 2003년 SARS 사태를 통해 마스크를 착용하는 것이 착용하지 않는 것에 비해 약 70 %의 위험을 감소시킨다는 것을 확인하였다. 따라서, 마스크와 같은 개인보호장비는 전염을 최소화하는데 중요한 역할을 한다.

전 세계 인구의 약 88.0 %를 차지하는 최소 75개 이상의 국가에서는 2020년 5월 초까지 마스크 착용을 의무화하였으며, 약 152개국에서는 공공장소에서의 마스크 착용을 권장하였다. 그러나 개발도상국 및 최빈국은 마스크 공급이 부족한 현실이다.

또한 수술용 마스크의 공급 부족이 심각하여 미국과 인도 정부는 누빔 원단과 같이 밀도가 높은 면으로 만든 DIY(do-it-yourself) 홈메이드 면 마스크 사용을 추천하였다.

홈메이드 마스크는 면, 폴리에스터 및 혼방 원단을 사용하여 비의료용 마스크로서 집에서 쉽게 제조할 수 있고, 비용이 저렴하며, 세탁이 가능하여 재사용할 수 있어 효율적이다. 다음에 제시하는 연구 결과에 따르면, 면의 경우 폴리에스터와 같은 합성소재 원단에 비해 필터로서의 장점을 나타내는 것으로 확인된다.

## 2. 면 마스크의 연구

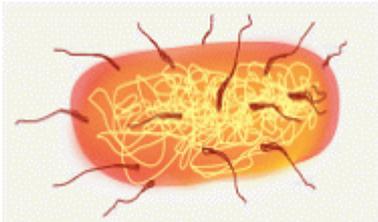
- SARS-CoV-2 입자의 지름 : 50~200 nm
- 마스크의 필터는 설계에 따라 지름 300 nm 이상의 입자를 효과적으로 필터링 가능

마스크에 필요한 특성은 필터 효율, 병원체(바이러스, 병원균 박테리아, 곰팡이) 차단, 통기성을 포함한 물리적 편안함 등이 있다. 연구 논문에 따르면 면 소재는 물리적, 화학적, 높은 등전점(IEP, iso-electric point)\*의 특성으로 폴리에스터 및 나일론과 같은 합성섬유에 비해 마스크에 요구되는 특성이 훨씬 우수하다는 것을 확인하였다. 따라서 SARS-CoV-2와 같은 코로나 바이러스를 포함한 유해 미생물 및 세균 병원체의 차단을 위한 마스크로 면의 사용을 추천하며, COVID-19 확산에 대한 감염을 최소화하기 위한 소재로 적합하다는 과학적인 근거를 제시한다.

\* 등전점 : 특정분자가 전기적인 전하를 띄지 않고 중성상태일 때의 pH

☆ 기침 후 바이러스 양을 측정하는 시험에서 마스크 미착용시 2.56 log copies/mL, 수술용 마스크 착용시 2.42 log copies/mL, 면 마스크 착용시 1.85 log copies/mL로, SARS-CoV-2 바이러스를 필터하는 성능은 수술용 마스크보다 면 마스크가 훨씬 우수하다는 것을 확인할 수 있다.

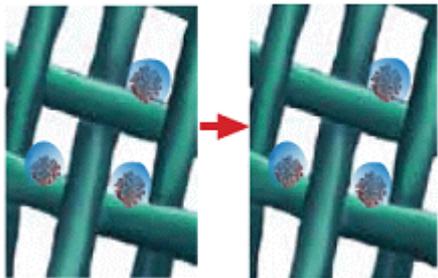
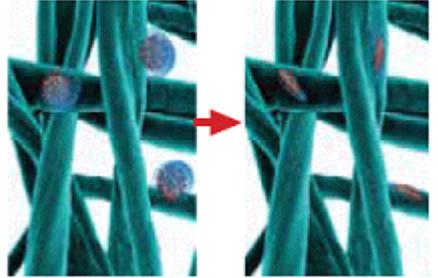
- ✧ 에어로졸 나노입자를 여과하기 위해 15종의 섬유로 시험한 결과 면 마스크는 실크, 쉬폰, 플란넬 및 다양한 혼방원단보다 성능이 우수하였다.
- ✧ SARS-CoV는 면 가운데보다 합성섬유 소재의 일회용 가운데서 바이러스 지속성이 높아 감염성이 더 오래 간다.
- ✧ 인간 노로바이러스(human norovirus)와 고양이 칼리시바이러스(FCV, feline calicivirus)의 회복률은 폴리에스터 5.59 %, 면 0.15 %, 쥐 노로바이러스(MNV, murine norovirus)의 생존율은 폴리에스터 14.7 %, 면 0.85 %로 폴리에스터 원단에서 높은 수치로 나타났다.
- ✧ 우두 바이러스(vaccinia)와 폴리오 바이러스(polio virus)는 양모에서 20주까지 생존한 것에 비해 면에서는 훨씬 적은 시간 동안 생존하였다. 이는 면이 우수한 흡한속건 성능을 갖고 있음에 따라, 양모에 비해 바이러스의 지속성이 낮다.
- ✧ MS2 바이러스의 회복률은 폴리에스터의 경우 2.3 ~ 3.0 %, 면의 경우 0.03 ~ 0.3 %로 나타나, 면에 비해 폴리에스터에서의 바이러스 회복률이 현저히 높았다.
- ✧ 8종의 소재 중 100 % 면은 면 혼방원단 및 100 % 폴리에스터보다 바이러스 차단 효율이 가장 높았다.
- ✧ 면과 면 혼방 원단에서는 50.85 ~ 72.46 %의 바이러스 입자가 필터되고, 또한 다른 모든 제품에 비해 호흡이 용이하므로, 100 % 면 티셔츠 소재가 비의료용 마스크 제조에 가장 적합한 홈메이드 소재로 권장되었다.

박테리아	곰팡이
	
<p>5 종의 병원용 원단에 대해 22g 양성 박테리아로 테스트한 결과 면 100 % 원단이 면/폴리에스터 혼방 및 100 % 폴리에스터보다 병원균의 생존 및 확산 방지 성능이 현저히 우수함.</p>	<p>병원성 곰팡이 5 종은 100 % 폴리에스터, 스판덱스, 폴리에틸렌, 폴리우레탄에서 약 19.5 일 생존하였으며, 100 % 면 테리 및 혼방원단에는 5일 미만으로 생존함.</p>

### 3. 면 마스크의 우수성

#### (1) 친수성

면의 친수성은 바이러스 입자에 해로운 영향을 미친다. 면섬유 1 g 은 약 23.5~28.1 g 의 물을 흡수할 수 있다. 비외피형 바이러스(non-enveloped virus)는 친수성 기질에 덜 취약하지만, SARS-CoV-2 와 같은 외피형 바이러스(enveloped virus)의 경우 감염성을 갖기 위해서는 수분 보호가 필요하다. 이런 바이러스에 대해 면섬유는 외피형 바이러스의 방울로부터 물을 재빠르게 흡수하여 잔여 수분의 증발을 촉진하고, 결과적으로 바이러스 외피의 수분을 제거함으로써 바이러스를 건조에 취약한 상태가 되게 한다. 이러한 특성은 폴리에스터와 같은 소수성 섬유와 대조되는데, 폴리에스터는 바이러스외피의 수분을 효과적으로 제거하지 못함으로써 바이러스의 생존기간이 길어지고 감염성이 지속된다. 따라서 병원체와 바이러스 입자들의 생존율은 면섬유보다 합성섬유에서 높으며, 특히 SARS-CoV-2 와 같은 외피형 바이러스에 대해서 면 마스크는 폴리에스터와 같은 합성섬유로 만들어진 마스크보다 성능이 우수하다.

폴리에스터	면
	
<p>에어로졸 방울이 소수성 섬유에 흡수되지 않고 바이러스가 생존하는 모습</p>	<p>에어로졸 물방울이 친수성 섬유에 흡수되어 바이러스가 건조되는 모습</p>

#### (2) 거친 표면과 접착력

50~200 nm 범위의 크기를 가지는 SARS-CoV-2 바이러스는 전형적인 브라운 운동을 하는 나노입자처럼 보여진다. 합성섬유의 매끄러운 질감과 달리 면섬유는 수많은 나노크기의 중공을 가지는 거친 표면을 가지고 있어 나노 크기의 바이러스를 흡착하고 부착시킬 수 있다.

면섬유에 대한 바이러스 입자의 부착은 원래의 결합에너지와 두 표면을 분리하는데 필요한 에너지의 차이로 정의되는 접착 히스테리시스(adhesion hysteresis)\* 현상에 의해 더욱 강화될 수 있다. 이러한 특성으로 면에 부착된 바이러스가 잘 떨어지지 않으므로, 합성섬유에 비해 바이러스를 필터할 수 있는 성능이 우수하다라고 볼 수 있다.

## (3) 등전점

폴리에스터는 2.3, 유리는 2.1 인 것에 비해 면은 약 3.0 의 높은 등전점을 가진다. 등전점이 4.9 ~ 6.0 인 바이러스는 폴리에스터 및 유리에 비해 면에서 생존율과 회복률이 낮다.

**[참고] SMART COTTON MASK**

<Smart 면 마스크>

나노입자가 코팅된 3-layer 면 마스크는 우수한 보호 성능을 나타내며, 나노-은, 나노-아연, 나노-구리 등 나노입자의 금속코팅을 통해 항균성을 부여할 수 있다. 특히 나노-구리가 코팅된 면섬유는 높은 통기성을 가지며, 세탁 후에도 항균력이 저하되지 않는 우수한 항균성을 보여준다. 천연 재료인 면섬유는 생분해성이 있으며, 환경적 위험을 초래하지 않고 안전하게 폐기할 수 있기 때문에 특히 일회용품으로 사용하기에 매우 우수한 장점을 가진다.

☞ 출처 : The ICAC RECORDER, June 2020