

# 항바이러스 가공 섬유제품의 성능평가 시험

## 1. 서언

섬유제품은 그 용도에 따라 다양한 특징을 갖고 있으며, 특수한 기능을 갖는 제품도 있다. 기능성 가공에는 여러 가지가 있는데, 그 중 하나로 위생가공 섬유제품을 들 수 있다. 최근 소비자는 청결하고 쾌적한 생활환경을 추구하는 경향이 있다. 이러한 경향은 섬유제품에도 적용되며, 불쾌한 냄새 방지나 일상생활 및 의료현장에서 착용하는 의류제품에 대한 청결이 요구되고 있다. 이와 같은 소비자의 요구에 따라 일본 섬유평가기술협회는 SEK(Sen-i Evaluation Kino) 마크 제도를 구축하고, 향균방취 가공제품, 제균 가공제품, 향곰팡이 가공제품, 항바이러스 가공제품 등에 대해서 인증을 하고 있다. 또한 향균, 향곰팡이 및 항바이러스성 기술은 섬유제품뿐만 아니라 플라스틱, 가전제품 등에도 다양하게 사용된다. 제품을 청결하고 위생적으로 유지할 수 있도록 하는 가공법은 여러 가지 방법이 있으며, 그 평가방법도 각각 규정되어 있다. 본 고에서는 위생 가공제품 중에서 미생물과 관련된 섬유제품을 대상으로 하는 항바이러스성 시험에 대하여 소개하고자 한다.

## 2. 섬유제품의 항바이러스성 시험

인플루엔자 바이러스(Influenza virus), 노로바이러스(Noro virus) 등에 대한 소비자의 높아진 관심과 쾌적·청결한 생활환경에 대한 요구로 인해 섬유제품뿐만 아니라 다양한 분야에서 항바이러스 제품의 수요가 확대되고 있다. 이와 같은 배경을 바탕으로 「일본 경제산업성

2011년~2013년 국제표준공동연구개발사업 : 섬유제품의 항바이러스성 시험방법에 대한 표준화(ISO화 사업)」에서 일반 사단법인 섬유평가기술협의회(JTETC, Japan Textile Evaluation Technology Council), NPO(Non-Profit Organization)법인 바이오메디컬사이언스연구회, 일반 재단법인 일본섬유제품품질기술센터(QTEC, Japan Textile Products Quality and Technology Center)에 의해 「섬유제품의 항바이러스성 시험방법」의 공동연구개발이 진행되었고, 2014년 9월 1일 부로 섬유제품의 항바이러스성 시험방법(ISO 18184 Textiles-Determination of antiviral activity of textile products)이 발행되었다. 그 후 2016년 12월 20일에 ISO 18184를 바탕으로 한 「JIS L 1922-섬유제품의 항바이러스성 시험방법」이 제정되었다. 또한 2019년 6월에 섬유제품의 항바이러스 시험방법 (ISO 18184 Textile-Determination of antiviral activity of textile products)의 두 번째 개정판이 발행되었다.

## 3. 바이러스 개요

바이러스 입자는 수십~수백 나노미터의 크기이며, 유전자 (DNA or RNA)가 캡시드(capsid, 바이러스의 핵산을 감싸는 단백질)라고 불리는 단백질로 감싸진 구조이다. 또한 캡시드의 외층이 엔벨로프(envelop)라고 불리는 지질막으로 덮여 있는 것도 있다. 바이러스는 대사계를 갖고 있지 않기 때문에 세포 밖에서는 단순한 입자로서 무생물 상태로 존재하고 숙주가 되는 살

아있는 세포에 감염되면 그 세포 내에서 증식할 수 있다.

바이러스의 세포 감염에는 특이성이 있다. 즉 어떤 종류의 바이러스는 특정한 조건의 세포만 감염시킬 수 있다. 바이러스가 숙주인 특정 세포에서 증식하기 위해서는 경우에 따라서는 ‘열쇠와 열쇠 구멍’의 관계처럼 세포 표면에 바이러스에 대한 수용체(receptor)가 있어야 하며, 바이러스는 각 세포 표면의 수용체를 인식하여 특이적으로 흡착된다. 예를 들어 인플루엔자 바이러스의 수용체는 기도상피세포의 시알산(sialic acid) 당류, HIV의 수용체는 헬퍼 T세포 표면의 CD4 분자 등이다. 어떤 종류의 바이러스는 외피막 단백질 분해에 필요한 단백질 분해효소가 조직 내에 있는지, 바이러스의 복제·전사에 필요한 세포성 인자가 있는지가 조건이 되기도 한다.

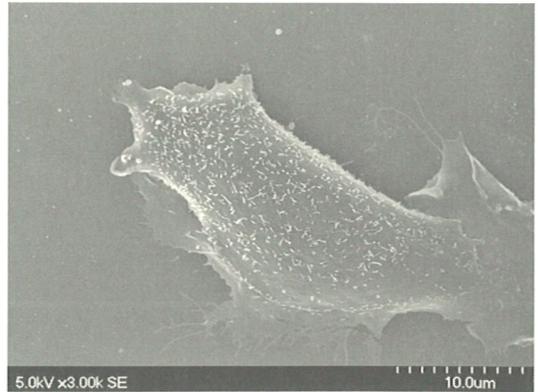
#### 4. JIS L 1922

##### 4-1 적용 범위

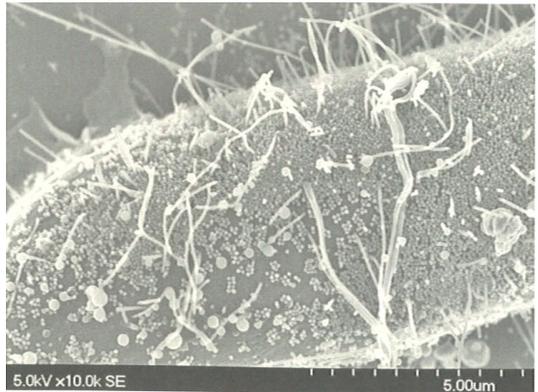
이 규격을 대상으로 하는 섬유제품은 직물, 편물, 부직포, 면, 실, 끈 등이다.

##### 4-2 바이러스의 측정방법

바이러스 입자는 매우 작아서 육안으로는 그 존재를 확인할 수 없으나, 바이러스가 감염된 숙주세포의 변성(세포의 형태변화 : <그림 1>, <그림 2>)을 관찰함으로써 감염성을 나타내는 바이러스의 수를 정량적으로 측정할 수 있다.



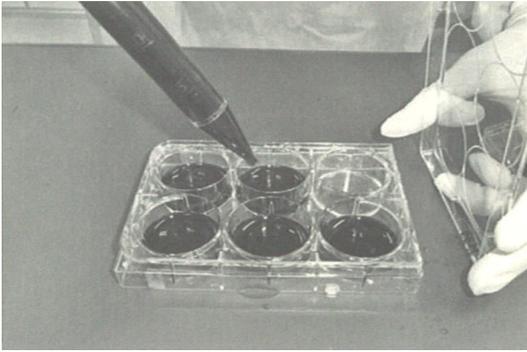
<그림 1> 정상적인 MDCK 세포



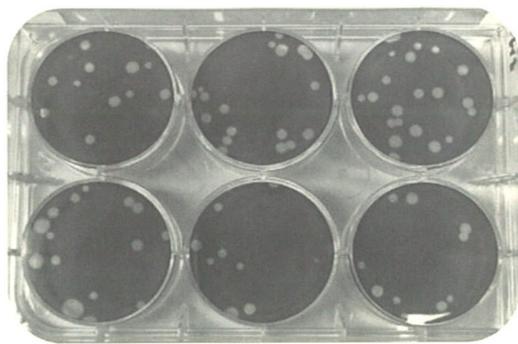
<그림 2> 인플루엔자 바이러스가 감염된 MDCK 세포

본 시험방법은 바이러스 감염가(viral infectivity) 측정방법으로서 플라크(plaque) 측정법 또는 50% 조직배양감염량(TCID<sub>50</sub>, 50% tissue culture infective dose) 측정법이 이용되었다.

플라크 측정법은 세포에 바이러스를 감염시키고, 배양한 후, 메틸렌블루 용액을 이용하여 세포를 염색하고 (살아있는 세포는 푸르게 염색되고, 변성세포는 염색되지 않음 : <그림 3>), 바이러스가 감염되어 세포가 변성된 부분(PFU : Plaque Forming Unit : <그림 4>)의 수를 세어서 바이러스 감염을 정량적으로 평가하는 방법이다.

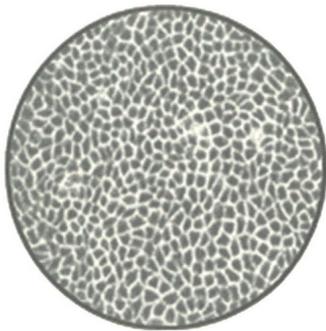


〈그림 3〉 세포의 염색

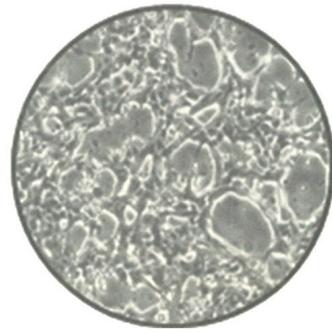


〈그림 4〉 플라크

50% 조직배양감염량(TCID<sub>50</sub>) 측정법은 바이러스 감염에 의해 발생하는 배양세포의 형태적 변화를 현미경으로 관찰하여(〈그림 5〉, 〈그림 6〉), 바이러스 감염을 정량적으로 평가하는 방법이다.



〈그림 5〉 정상적인 MDCK 세포



〈그림 6〉 인플루엔자 바이러스가 감염된 MDCK 세포

본 시험방법으로 시험할 때에는 바이러스 취급에 관한 전문지식, 숙달된 기술 및 경험이 필요하다. 또한 본 시험의 대상 바이러스가 BSL 2 (Biological Safety Level 2)로 분류되는 경우에는 그에 맞는 설비를 준비하고 관리규정 등을 정비하는 것이 바람직하다.

#### 4-3 시험대상 바이러스

본 시험방법에서는 시험대상 바이러스로서 ① Biological Safety Level, ② 실험 시 취급 용이성, ③ 항바이러스 작용에 영향을 미칠 수 있는 엔벨로프의 존재 여부를 고려하여 엔벨로프가 있는 바이러스의 경우 A형 인플루엔자 바이러스(H3N2 또는 H1N1)를, 엔벨로프가 없는 바이러스의 경우 고양이 칼리시 바이러스(feline calicivirus, F-9, 노로 바이러스의 대체 바이러스)를 선정하게 되어 있다(표 1).

#### 4-4 시험 순서

섬유제품의 항바이러스 성능을 평가하는 경우, 바이러스를 섬유제품과 작용시킨 후에 섬유로부터 씻어내어 검출하고, 그 검출액의 바이러스 감염가를 측정한다. 섬유로부터 바이러스를 회수하는데 사용하는 검출액은 검출액 내에서 바이러스의 안정성과 섬유로부터의 바이러스 회수 효율이 좋고, 섬유에서 탈락·용출된 항바이러스제를 불활성화하여야 하며, 이를 고려하여 SCDLP(Soya Casein Digest Lecithin

〈표 1〉 시험대상 바이러스

시험대상 바이러스	Biosafety Level	엔벨로프	보존 기관명
A형 인플루엔자 바이러스 Influenza A virus(H3N2) : A/Hong Kong/8/68 : TC adapted ATCC VR-1679 또는 Influenza A virus(H1N1) : A/PR/8/34 : TC adapted ATCC VR-1469	2	있음	American Type Culture Collection (ATCC) (미국기준 미생물 주보존기관)
고양이 칼리시 바이러스 Feline calicivirus : Strain : F-9 ATCC VR-782 *노로 바이러스의 대체 바이러스로서 사용	2	없음	American Type Culture Collection (ATCC) (미국기준 미생물 주보존기관)

Polysorbate Broth) 배지가 이용된다. 탈락·용출된 약제의 활성이 강한 경우에는 SCDLP 배지에 FBS(fetal bovine serum, 소태아혈청) 등을 필요에 따라 첨가한다. 바이러스 감염가를 측정할 때에는 섬유에 가공된 항바이러스제 등이 숙주세포에 대하여 독성을 미치는지, 바이러스가 세포의 감수성에 영향을 미치는지 등을 확인하는 숙주세포 확인시험이 필요하며, 항바이러스 성능평가와 함께 실시된다.

시험 조작은 ①시험 바이러스 현탁액의 제조 ( $1\sim5\times 10^7$  PFU/ml 또는 TCID<sub>50</sub>/ml), ②시

험 원단 준비 (0.4g), ③섬유에 바이러스 현탁액 접종 (0.2ml), ④25℃, 2 시간 작용, ⑤섬유에서 바이러스 검출, ⑥검출액 내의 바이러스 감염가 측정 순으로 실시하고, 바이러스 감염가를 측정하고, 항바이러스 활성치를 산출한다(그림 7).

#### 4-5 항바이러스 활성치의 산출

플라크 측정법의 경우, 계열희석한 시험편에서 배양 후 6~60개의 플라크가 나타난 수를 측정하고, 희석배율, 검출액의 액량, 시험편별



〈그림 7〉 시험 바이러스 현탁액의 제조

로 바이러스 감염가를 산출하여, 아래 식에 의해 항바이러스 활성치를 산출한다.

※ 계열희석법 : 여러 가지 희석도의 항생제를 사용하여 세균을 집중 배양한 뒤에 항생제의 효력 단위를 측정하는 방법 (실험 세균의 성장을 억제하는 가장 낮은 농도를 얻기 위한 방법)

**〈시험성립의 판정〉**

다음의 3가지 기준에 모두 해당될 경우 시험이 성립한다고 판정한다.

- a) 시험 바이러스 현탁액의 감염가 > 10<sup>7</sup> PFU/ml 또는 TCID<sub>50</sub>/ml
- b) 시험편의 가공제 활성 억제효과가 확인됨.
- c) 다음 식에 의해 산출된 대조 시료의 감염가의 감소값이 1.0 이하일 것

$$M = \log(V_a) - \log(V_b)$$

M : 대조시료의 감염가의 감소값

log(V<sub>a</sub>) : 대조시료의 시험 바이러스 현탁액 접종 직후, 3 검체 바이러스 감염가의 상용로그의 평균값

log(V<sub>b</sub>) : 대조시료의 2 시간 작용 후, 3 검체 바이러스 감염가의 상용로그의 평균값

주) (그림 8) ③의 작용시간이 24 시간인 경우에는 대조시료의 감염가의 감소값은 2.0 이하로 하는 것이 바람직하다.



시험편을 0.4 g 채취한다.

시험 바이러스 현탁액 0.2ml를 시험편에 접종한다.



25 °C에서 2 시간 작용시킨다.

추출액을 20ml 넣고, 교반하여 검체로부터 바이러스를 회수한다.

〈그림 8〉 시험순서의 개요

**〈항바이러스 활성치의 계산〉**

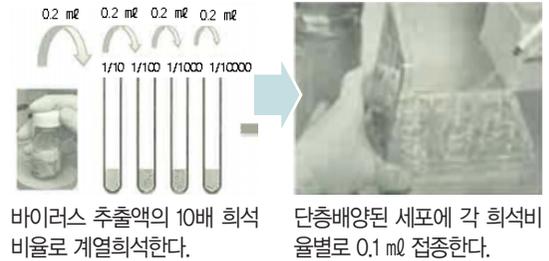
$$M_V = \log(V_b) - \log(V_c)$$

M<sub>V</sub> : 항바이러스 활성치

log(V<sub>b</sub>) : 대조시료의 2 시간 작용 후, 3 검체 바이러스 감염가의 상용로그의 평균값

log(V<sub>c</sub>) : 항바이러스 가공시료의 2 시간 작용 후, 3 검체 바이러스 감염가의 상용로그의 평균값

주) M (대조시료의 감염가의 감소값)이 1.0 미만이고, log(V<sub>a</sub>)가 log(V<sub>b</sub>)를 넘는 경우에는 log(V<sub>b</sub>)를 log(V<sub>a</sub>)로 바꾸어 계산해도 된다.



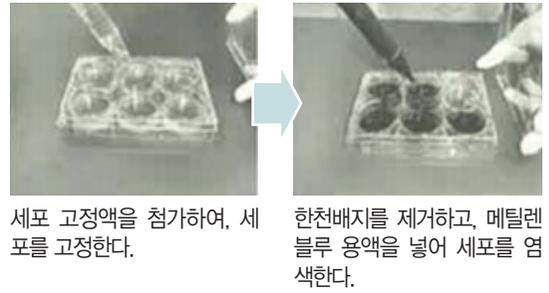
바이러스 추출액의 10배 희석 비율로 계열희석한다.

단층배양된 세포에 각 희석비율별로 0.1 ml 접종한다.



37 °C, 1 시간 배양하고, 세포에 바이러스를 흡착시킨다.

한천배지를 더하고, 37 °C, 5% CO<sub>2</sub>로 2~ 3일 배양한다.



세포 고정액을 첨가하여, 세포를 고정한다.

한천배지를 제거하고, 메틸렌 블루 용액을 넣어 세포를 염색한다.

〈그림 9〉 바이러스 감염가 측정순서의 개요

**4-6 항바이러스 효과**

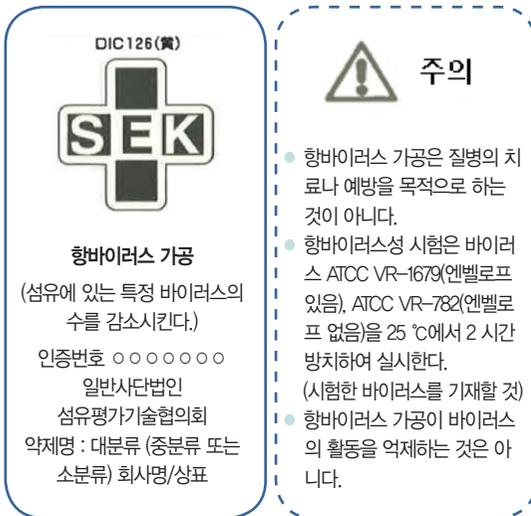
JIS L 1922 부속서 G(참고)를 참고하면, 항바이러스 효과의 예로서 기준치가 기재되어 있다.

3)항바이러스 활성치≥2.0 「효과 있음」

항바이러스 활성치≥3.0 「충분한 효과 있음」

## 5. SEK 마크 섬유제품 인증

일본 섬유평가기술협회는 JIS L 1922를 평가기준으로 하는 섬유제품의 항바이러스 가공마크(SEK 마크:〈그림10〉)에 대한 인증을 하고 있다.



〈그림 10〉 SEK 마크와 주의사항

시험대상 바이러스는 A형 인플루엔자 바이러스(H3N2) ATCC VR-1679, 고양이 칼리시 바이러스(F-9) ATCC VR-782 중에서 선택하며, 바이러스 감염가 측정법은 플라크 측정법이 이용되고 있다. 항바이러스 효과의 기준치는 항바이러스 활성치 3.0 이상 (항바이러스 활성치 ≥ 3.0)으로 되어 있다.

♣ 가공기술  
(Vol. 55, No. 7, 2020)