

# 저온에서 위생 수준을 만족시키는 과초산제제의 살균력

## 1. 서론

최근 신축성과 탄력성 등 기능성을 가진 쾌적한 침장류나 의류 등에 사용되는 소재가 다양해지면서 열탕이나 염소계를 이용한 살균처리가 불가능한 소재가 증가하고 있다. 일본 겐부(주)에서는 2006년부터 리넨 공급업체용으로 침구나 의류의 세탁공정에서 살균에 효과적인 과초산제제를 첨가하는 방법을 제안하고 있다. 겐부(주)에서 제안한 과초산제제를 사용한 방법(60℃ × 10분)은 열탕(80℃ × 10분) 방법과 동등한 살균효과를 나타내었다. 최근 들어 침구나 의류 등의 제품은 점점 기능적으로 발전하는 방향으로 소재의 다양화가 진행되고 있다. 또한 에너지 절감에 대한 노력이 강조되고 있는 상황에서 보다 저온에서 효과적인 살균처리가 요구되고 있다. 본 고에서는 저온 처리만으로 현재 요구되고 있는 위생 수준을 충분히 만족시키는 과초산제제의 살균력에 대해 알아보고자 한다.

## 2. 리넨 제품과 관련된 법 규제

병원이나 간호복지시설 등의 공공시설이나 호텔 등에서 사용하는 침구나 의류(이하, 리넨 제품)는 고령화사회가 진행되고 있고, 해외 관광객의 증가에 의해 매년 수요가 늘어나고 있는 상황이다.

일반적으로 리넨 제품은 공급업자에 의해 공공시설 등에 납품되며, 사용이 완료된 제품은 공급업자들에 의해 회수되어 세탁·수선한 후 다시 제공된다. 이러한 리넨 제품은 공공성이 높은 시설에서 사용되기 때문에 높은 수준의 위생수준이 요구되고 있다. 이에 따라 리넨 제품의 세탁에서는 눈에 보이는 오염 뿐만 아니라 대장균이나 황색포도상구균, 생활환경에서 항상 존재하는 세레우

스균(식중독 유발) 등의 살균도 필요하다.

일본 후생노동성은 세탁업법으로 “전염성이 있는 원인에 의해 오염이 우려되는 것을 후생노동성령으로 지정하는 세탁물(지정세탁물)”로 규정하고 있다. 병원이나 간호복지시설, 호텔 등에서 사용하는 리넨 제품은 세탁업법에서 규정하고 있는 지정세탁물에 해당하기 때문에 세탁시 소독 또는 살균·소독효과를 갖는 세탁방법이 의무화 되어있다.

리넨 공급업체에서는 리넨 제품의 일반적인 세탁방법으로 80℃에서 10분간 열탕살균이나 차아염소산나트륨에 의한 살균처리를 실시하고 있다. 또한 일본 병원침구협회나 리넨 공급협회를 시작으로 관련 업계 단체에서는 세탁 후의 위생품질에 대해 다음과 같은 자체기준을 설정하여 관리하고 있다.

- ① 변색 및 이상한 냄새가 없을 것
- ② 대장균이 검출되지 않을 것
- ③ 황색포도상구균이 검출되지 않을 것
- ④ 일반 세균수의 경우
  - 제품 1개당 10만개를 초과하지 않을 것(대여용 물수건)
  - 제품 1장당 5만개 이하일 것(대여용 기저귀)
  - 100cm<sup>2</sup> 당 12,000개 이하일 것(일본 리넨공급협회)
  - 100cm<sup>2</sup> 당 1,000개 이하일 것(일본 병원침구협회)

## 3. 과초산제제를 사용한 살균

### 3.1 과초산제제

과초산제제는 과초산, 초산 및 과산화수소를 주성분으로 하고 있으며, 평형상태에서 안정하다(그림 1). 과초산제제 수용액(1%)은 pH3을 나타내는 산성물질이

다. 과초산제제의 살균 메커니즘은 강력한 산화작용을 가진 산소 라디칼 방출을 통해 미생물 세포내의 -SH기나 S-S결합을 파괴하여 세포를 사멸시킨다. <표 1>에 나타난 것과 같이 과초산제제는 포자형성 세균이나 곰팡이에도 유효하게 작용하는 매우 강력한 살균약제이다. 또한 유기물과의 접촉에 의해서도 효과가 떨어지지 않으며, 스테인리스 소재의 부식이 적고, 구성하는 전체 성분이 휘산하기 때문에 잔류성이 없으며, 바이오 필름이나 비누 찌꺼기를 박리시키는 등의 특징이 있다. 이러한 장점으로 인해 일본에서 과초산제제는 이미 인공투석장치나 내시경의 세정, PET병의 세정용도 등으로 확대되어 사용되고 있다.



<그림 1> 과초산제제

<표 1> 과초산의 살균력

| 균 명칭 |                                             | 과초산농도<br>(ppm) | 온 도<br>(℃) | D값*<br>(분) |
|------|---------------------------------------------|----------------|------------|------------|
| 세균   | Bacillus cereus<br>ATCC9139 (포자)            | 2,000          | 40         | 0.35       |
|      |                                             |                | 60         | 0.16       |
|      | Bacillus subtilis var.<br>globigii (포자)     | 500            | 65         | 0.074      |
|      |                                             | 1,000          | 55         | 0.051      |
| 곰팡이  |                                             | 1,500          | 50         | 0.046      |
|      | Arthrinium sacchari<br>M001                 | 100            | 45         | 2.88       |
|      |                                             | 200            | 45         | 1.39       |
|      |                                             | 300            | 45         | 0.67       |
|      | Chaetomium<br>sacchari<br>M002              | 1,000          | 45         | 0.58       |
|      |                                             | 1,500          | 45         | 0.28       |
|      |                                             | 2,000          | 45         | 0.24       |
|      | Cladosporium<br>cladosporioides<br>IFO 6348 | 1,000          | 45         | 0.75       |
|      |                                             | 1,500          | 45         | 0.55       |
|      |                                             | 2,000          | 45         | 0.30       |

D값\* : 일정 온도에서 미생물수가 1/10로 감소하는데 필요한 시간(분)

### 3.2 저온 살균의 필요성

앞서 언급한 바와 같이 리넨 공급업체에서는 신축성이나 탄성 등 기능성을 가진 쾌적한 침구나 의류 용도로 다양한 소재를 사용하고 있어, 열탕이나 염소계 등의 살균 처리가 곤란한 경우가 증가하고 있다. 또한 위생적인 리넨 제품 제공에 대한 인식이 높아지는 있으나, 위생적 품질의 향상을 위해 필요한 비용을 소비자에게 전가시키는 것이 현실적으로 어려운 상황이다. 과초산제제는 강력한 살균약제이지만 사용하는 살균방법은 비용 증가가 발생하기 때문에 높은 수준의 위생품질이 요구되는 경우에만 한정되어 사용되고 있는 것이 현실이다.

저온에서 진행되는 과초산제제에 의한 살균처리는 고온처리에 따른 리넨 제품의 섬유 취화를 더욱 억제할 수 있다. 또한 가열에 필요한 비용이나 에너지 저감, 환경문제인 온실가스 배출량의 저감에도 기여할 수 있어, 겐부(주)사에서는 과초산제제를 이용한 살균처리를 좀더 낮은 온도에서 실시하는 방법을 검토하고 있다.

## 4. 과초산제제의 살균력 실험

과초산제제를 이용한 처리방법(60℃ × 10분)이 열탕 처리방법(80℃ × 10분)의 살균효과와 동등하다는 시험 결과는 2008년에 보고된바 있다.

본고에서는 과초산제제를 이용하여 좀더 낮은 온도에서 열탕이나 염소계를 사용한 살균처리와 동등한 살균효과를 얻을 수 있는 방법에 대해 검토하였다. 시험방법의 일부는 세제·비누 공정거래협의회 “세탁용 합성세제 및 비누의 재균활성 시험방법”을 참고하였다.

### 4.1 시험편 준비

시험에 사용한 가로, 세로 10cm 크기의 면 100% 시트 원단과 타올 원단은 시험전 고온고압멸균기에서 멸균한 후 사용하였으며, 멸균 처리한 시트 및 타올 원단은 대장균·황색포도상구균·일반 세균을 포함한 균액을 도포한 후 35℃에서 24시간 배양하였다. 시트 및 타올 원단은 각각의 건조증량에 따라 멸균액을 넣은 후 플라

스크 진탕법에 의해 30분간 추출작업을 진행하였다. 그 후 추출액을 대장균군 측정용 배지, 황색포도상구균 측정용 배지, 생균수 측정용 배지의 3가지 필름배지에 각각 도포하였다. 대장균과 황색포도상구균은 35 ℃에서 24시간, 일반 세균은 35 ℃에서 48시간 배양하여 배지 상에 출현한 콜로니수를 세어 균수로 측정하였다. 그 결과 시트 원단 1장당 균수는 대장균  $7.0 \times 10^6$  cfu/100 cm<sup>2</sup>, 황색포도상구균  $3.3 \times 10^5$  cfu/100 cm<sup>2</sup>, 일반 세균  $4.1 \times 10^5$  cfu/100 cm<sup>2</sup>을 나타내었다. 그리고 타올 원단은 1장당 균수는 대장균  $1.0 \times 10^8$  cfu/100 cm<sup>2</sup>, 황색포도상구균  $6.0 \times 10^7$  cfu/100 cm<sup>2</sup>, 일반 세균  $5.2 \times 10^7$  cfu/100 cm<sup>2</sup>을 나타내었다.

#### 4.2 실험실에서의 살균시험

시험편에 대한 살균시험은 교반식 세정력 시험기(Tergot-O-Meter)를 사용하여 진행하였다. 살균용 약제는 대조군(Blank, 열탕), 차아염소산나트륨(시약급), 과초산제제를 사용하였으며, 살균처리는 대조군은 80 ℃에서 10분, 차아염소산나트륨은 30 ℃에서 5분, 과초산제제는 40 ℃에서 10분간 실시하였다.

약제 및 시험에 사용된 물은 대장균, 황색포도상구균, 일반 세균이 검출되지 않은 것을 확인한 후 사용하였다. 또한 일반적인 살균조건에 근접한 조건을 만들기 위해 유사오염으로 <표 2>의 시험포를 함께 투입하였다. 또한 세정용 약제로서 중성 액체세제를 0.12% 사용하였다.

살균시험은 사전 준비된 시험편을 각 3장씩 사용하여 세탁, 배수, 행균, 탈수의 순서대로 처리를 실시하였으며, 배수와 행균은 2회 반복하였다(그림 2). 살균시험은 각 방법마다 3회씩 실시하였으며, 균수 측정은 각 시험편마다 실시한 후 평균값을 시험결과로 나타내었다.

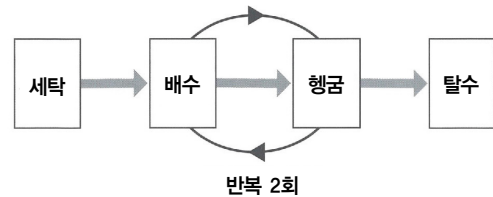
<표 3>은 살균시험에 대한 결과를 나타낸 것으로, 전체 시트 원단 및 타올 원단은 각각 대장균과 황색포도상구균이 검출되지 않았으며, 일반 세균은 현저하게 감소되었다. <그림 3, 4>는 시트와 타올 원단의 과초산제제를 사용한 살균시험 전·후의 결과 비교를 나타낸 것으로 각각 살균전과 비교하여 균이 검출되지 않거나, 현저하

게 감소된 것을 알 수 있다. 또한 본 실험에서 있어 시험 전 시료로부터 썩는 냄새가 감지되었으나, 시험 후에는 모든 시료에서 냄새가 나지 않았다.

위의 결과들을 종합해보면 과초산제제를 이용하여 40 ℃에서 10분간 처리할 경우 열탕이나 차아염소산나트륨을 이용한 경우와 동등한 살균효과가 나타나는 것을 확인할 수 있었다.

<표 2> 유사 오염으로 사용한 시험포

| 시험포     | 소 재      | 오 염                        |
|---------|----------|----------------------------|
| EMPA101 | 면        | 표준 오염, 카본블랙, 올리브유          |
| WFK10D  | 면        | 피지(皮脂) 오염, 우지(牛脂) 오염, 카본블랙 |
| WFK20D  | 폴리에스터 혼방 | 피지(皮脂) 오염, 우지(牛脂) 오염, 카본블랙 |
| WFK10L  | 면        | 레드 와인                      |
| EMPA112 | 면        | 코코아                        |



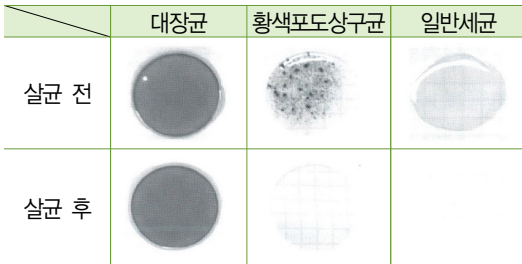
<그림 2> 살균시험 조건

<표 3> 실험실에서의 살균시험 조건과 결과

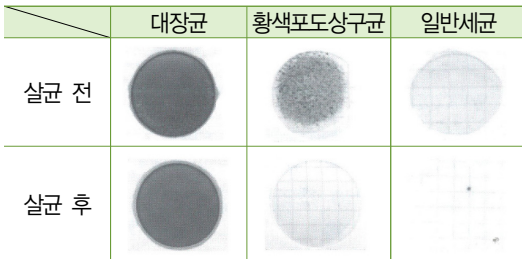
| 살균방법     |                     | 대조군<br>(열탕) | 0.025 %<br>차아염소산<br>나트륨 | 0.025 %<br>과초산제제 |
|----------|---------------------|-------------|-------------------------|------------------|
| 세탁<br>방법 | 온도(℃)               | 80          | 30                      | 40               |
|          | 시간(분)               | 10          | 5                       | 10               |
|          | 중성액체<br>세제<br>농도(%) | 0.12        | 0.12                    | 0.12             |
| 균수<br>측정 | 대장균                 | 0           | 0                       | 0                |

|    |              |                     |                     |                     |
|----|--------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|    | 황색포도상구균      | 0                   | 0                   | 0                   |
| 결과 | 일반세균 (시트 원단) | 8.7×10              | 1.9×10 <sup>2</sup> | 8.6×10              |
|    | 일반세균 (타올 원단) | 2.3×10 <sup>2</sup> | 2.7×10 <sup>2</sup> | 1.4×10 <sup>2</sup> |

·살균 처리장치 : 교반식 세정력 시험기(Tergot-O-Meter), 회전속도 100 rpm, 액비 1 : 33



〈그림 3〉 과초산제제를 이용한 살균시험 결과 비교 (시트 원단)



〈그림 4〉 과초산제제를 이용한 살균시험 결과 비교 (타올 원단)

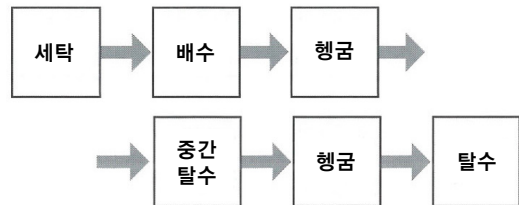
#### 4.3 세탁기를 이용한 살균시험

세탁업계에서 일반적으로 사용하는 15 kg 용량의 세탁기에서 시험편의 살균시험을 진행하였다. 살균용 약제는 대조군(Blank, 열탕)과 과초산제제를 사용하였으며, 살균조건은 열탕은 80 ℃에서 10분, 과초산제제는 40 ℃에서 10분간 처리하였다. 약제 및 시험에 사용한 물은 대장균, 황색포도상구균 및 일반 세균 등이 검출되지 않은 것을 확인한 후 사용하였으며, 세탁 중량을 맞추기 위해

멸균처리한 시트 원단 10 kg을 함께 넣었다. 또한 세정용 약제로 중성 액체세제 0.12 %를 사용하였다.

살균시험은 준비된 시료 각 3개씩을 먼 원단으로 감싼 후 사용하였다. 세탁공정은 세탁, 배수, 행균, 중간 탈수, 행균, 탈수 순으로 진행하였다(그림 5). 살균시험은 각 처리방법별로 3회씩 실시하였고, 균수 측정은 각 시험편마다 실시한 후 평균값을 시험결과로 나타내었다.

〈표 4〉는 살균 시험결과를 나타낸 것으로 대조군(열탕)에서는 시트 원단과 타올 원단 모두 대장균, 황색포도상구균이 검출되지 않았으며, 일반 세균은 현저히 감소되었으나, 과초산제제에서는 시트 원단과 타올 원단 모두 대장균, 황색포도상구균 및 일반 세균이 검출되지 않았다. 이번 세탁기를 이용한 시험결과에서도 과초산제제를 이용하여 40 ℃에서 10분간 처리한 결과가 80 ℃에서 10분간 처리한 열탕살균 공정보다 높은 살균효과를 나타낸 것을 알 수 있었다.



〈그림 5〉 살균시험 공정

〈표 4〉 세탁기를 이용한 살균시험 조건과 결과

| 살균방법    |              | 대조군(열탕)               | 0.025 % 과초산제제 |
|---------|--------------|-----------------------|---------------|
| 세탁방법    | 온도(℃)        | 80                    | 40            |
|         | 시간(분)        | 10                    | 10            |
|         | 중성액체세제 농도(%) | 0.12                  | 0.12          |
| 균수 측정결과 | 대장균          | 0                     | 0             |
|         | 황색포도상구균      | 0                     | 0             |
|         | 일반세균 (시트 원단) | 8.7 × 10              | 0             |
|         | 일반세균 (타올원단)  | 2.3 × 10 <sup>2</sup> | 0             |

·살균 처리장치 : 동경염색기 제작소 MOX 15 kg 세탁기, 액비 1 : 5

#### 4.4 살균처리가 면 섬유에 미치는 영향

리넨 제품은 면 또는 면/폴리에스터 혼방소재가 주로 사용되고 있다. 특히 면은 흡습 및 흡수성이 우수하고 촉감이 부드러운 것이 특징이다. 그러나 면 소재는 셀룰로스로 구성되어 있기 때문에 세탁과정에서 사용되는 약제에 의해 셀룰로스 섬유가 손상되어 리넨 제품의 경화나 주름 등의 문제가 발생되기 쉬운 단점이 있다.

과초산제제와 차아염소산나트륨이 면에 미치는 영향을 알아보기 위해 교반식 세정력 시험기로 면 원단을 반복 살균하여 시험하였다. 시험조건은 면 원단을 0.1%의 과초산제제 및 차아염소산나트륨(시약급) 용액을 각각 이용하여 온도 60℃에서 10분간 살균처리하는 것을 1회로 하였다. 살균처리가 끝나면 건조한 후 면 원단의 중량을 측정하여 결과로부터 감량률을 산출하였으며, 이를 평가에 활용하였다. 살균처리 시험은 각 약제별로 총 50회 실시하였으며, 이 결과를 토대로 과초산제제와 차아염소산나트륨이 면 원단에 미치는 영향을 평가하였다.

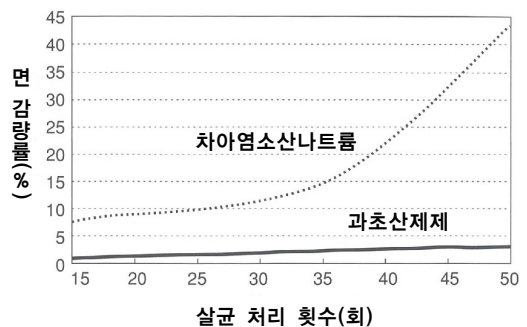
〈그림 6〉은 살균처리 시험이 면 원단에 미치는 영향을 나타낸 것으로 차아염소산나트륨의 면 원단 감량률은 반복 살균 횟수에 따라 증가하는 경향을 나타내어 50회 후에는 초기 면 원단에 비해 중량이 약 45% 감소하였으나, 과초산제제에서는 낮은 감량률 추이를 보였으며, 50회 후에도 초기 면 원단과 비교해 약 4% 미만의 중량 감소를 보였다. 이러한 시험결과를 통해 과초산제제가 차아염소산나트륨 보다 면에 미치는 영향이 적은 것을 알 수 있었다.

## 5. 결론

본고에서는 과초산제제를 이용하여 40℃에서 10분간 처리하는 것이 80℃에서 10분간 열탕 살균 또는 차아염소산나트륨 0.025%를 사용하여 처리한 염소살균 효과와 동등 이상의 살균효과를 나타내는 것을 확인하

수 있었으며, 고가인 과초산제제를 이용하여도 리넨 제품을 저온에서 살균하는 것으로 에너지비용을 절감할 수 있었다. 또한 사용한 처리 조건은 일본 병원침구협회나 리넨 공급협회에서 정하는 자체기준을 충분히 만족시킬 수 있었으며, 사용된 과초산제제는 차아염소산나트륨에 비해 리넨 제품에 많이 사용되는 면의 손상률이 낮게 나타났다.

추후 의류 소재의 다양화 및 라이프 스타일의 변화가 예상되는 가운데, 과초산제제를 이용한 리넨 제품의 저온살균은 점점 필요성이 증가할 것으로 생각된다. 따라서 이후 세정력이나 기계력을 포함한 최적의 처리조건을 대한 검토를 통해 과초산제제의 이용가치는 더욱 높아질 것으로 사료된다.



〈그림 6〉 면 원단 감량률