

## 퀼팅원단 후속가공을 통한 기능성 향상 연구

김지훈\*, 고혜지  
국방기술품질원 전투물자센터

### A Study of the Performance Improvement for Quilting Fabric via Postprocessing

Ji-Hoon Kim\*, Hye-Ji Ko  
Combat Material Center, Defense Agency for Technology and Quality

**요약** 군용 방한복 상의 내피 원단은 원단과 패드타입 솜을 누빔(퀼팅)하는 형태로 제조되어 보온성을 부여하고 있다. 이렇게 제조된 방한복 내피 원단을 퀼팅원단이라고 하는데, 퀼팅원단은 윗실, 밑실이 각각 교차하여 원단과 솜을 같이 봉제하는 형태로 견고하게 제조되는 것이 일반적이다. 따라서 제조된 퀼팅원단에서 원단과 솜을 분리하는 것은 거의 불가능하며, 이를 분리할 경우 원단 및 솜에 상당한 손실을 가져올 수 있다. 본 연구에서는 퀼팅원단을 제조한 뒤 원단을 손상시키지 않고 후속가공을 통해 보온력을 증대시키고 두께 변화율을 안정화 시키는 방법에 대해서 연구하였다. 일반적인 솜 생산 시설 중 일부 설비를 이용하여 퀼팅원단을 통과시키는 비교적 간단한 방법을 통해 연구를 수행하였고 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다. 보온성의 경우 후속가공하기 전 퀼팅원단에 비해 clo값 기준으로 약 10 %가 상승한 효과가 나타났으며, 세탁 두께 변화율은 후속가공하기 전 퀼팅원단에 비해 약 10 % p. 안정화된 효과를 보여주었다. 이는 퀼팅원단 제작 후에도 후속가공을 통해 보온성을 향상시키고 세탁에 따른 두께 변화율을 안정화시킬 수 있음을 나타낸다.

**Abstract** The fabric used for military winter inner clothing(top) is quilted with padded cotton to provide warmth. This quilting fabric is generally manufactured with yarns that intersect and are sewn substantially between the fabric and cotton. Thus, it is impossible to separate the fabric and cotton once after the quilting fabric is manufactured, which can result in a significant loss of fabric and cotton when separated. In this study, after fabricating the quilting fabric, we investigated a method to stabilize change rate of thickness and increase the warmth keeping property through subsequent processing without damaging the fabric. A relatively method of passing the quilting fabric through a part of the cotton production facility was used generally, and the following results were obtained. This indicates that after the quilting fabric was manufactured, the warmth keeping property was improved through the subsequent processing steps, so that the change rate of thickness due to washing was stabilized.

**Keywords** : Padded Cotton, Quilting Fabric, Postprocessing, Warmth Keeping, Thickness Change

#### 1. 서론

일반적으로 피복은 패션 아이템으로서 다른 사람에게

나를 나타내는 역할을 가짐과 동시에, 혹한기 또는 혹서기 등 외부 기온 및 환경으로부터 인체를 보호하는 역할을 주로 수행한다. 특히 우리나라는 봄, 여름, 가을, 겨울

\*Corresponding Author : Ji-Hoon Kim(Defense Agency for Technology and Quality)

email : jhkim@dtaq.re.kr

Received April 20, 2020

Accepted July 3, 2020

Revised May 13, 2020

Published July 31, 2020

사계절이 뚜렷한 기후를 가진 국가로서 다른 나라에 비해 의복 체계가 상당히 다양한 특성을 갖는다. 이 중 군용 피복은 대개 일반적으로 착용하는 민수의 피복과는 다르게 내구성, 착용자의 생존성 그리고 신뢰성에 중점을 두고 있다[1]. 반면 방한 피복의 경우 민수와 비슷하게 외부 혹한의 기온으로부터 신체를 따뜻하게 보호하는 역할을 수행함과 동시에 제품 자체의 무게를 가볍게 만들어 인체에 최대한 부담을 주지 않게 하는데 그 초점이 맞춰져 있다. 따라서 현재 군에서는 민수에서와 마찬가지로 다양한 방한 피복을 개발하여 운용하고 있으며, 지속적인 개선도 추진 중에 있다. 이때, 군용 방한 피복에 대한 개발 및 품질개선을 하는 주요 목적은 기본적으로 제품의 보온성을 높이고 무게는 낮추는데 있다.

한편, 열은 전도, 대류, 복사를 통해 에너지가 이동하는 것을 말하며[2], 보온성이란 인체가 느끼는 이러한 열에 대한 감각을 수치화 하여 나타낸 것이다. 열에너지의 이동은 결국 피복을 착용한 사람의 온도(체온)를 낮게 하는 것이므로 열에너지의 이동을 물리적으로 막거나, 열에너지를 반사시키는 방법을 통하여 보온성을 높일 수 있으며, 이와 관련한 기존 연구가 다수 존재한다[3-4]. 관련 이론을 바탕으로 보온재 내부에 공기층을 형성시키면 공기층의 단열효과로 열 차단력이 증가하여 보온성을 높일 수 있는 효과가 있다. 따라서 깃털, 솜털 등 동물의 털을 통해 내부 공기층을 극대화하는 방법은 상당히 큰 보온성 상승효과를 볼 수 있다[5]. 하지만 군용으로 사용할 경우 털 빠짐 등을 통한 작전 운용 간 기도비니 성능 저하와 다회 세탁 시 성능저하 등 사용 간에 문제가 발생할 소지가 있어 깃털과 솜털 사용이 제한된다. 따라서 현재 군에서 일반적으로 사용되는 보온재는 ‘패딩 솜’이라 불리는 패드타입 보온재를 사용하는데, 이는 솜을 제조할 때 솜의 원료를 넓게 퍼서 일정한 너비를 유지하는 형태를 띠고 있다. 하지만 패드타입 보온재로 제작된 패딩 솜 자체를 입고 다닐 수는 없기 때문에 패딩 솜과 수요자가 원하는 원단을 봉제하여 새로운 형태의 원단을 제작하게 되는데, 이 공정을 누빔 또는 퀼팅이라고 하며, 이렇게 만들어진 원단을 퀼팅원단이라고 한다. 군용으로는 방한복상의 내피 일명 ‘깁깁이’라고 하는 제품이 퀼팅원단을 재단, 봉제하여 생산된 제품이며, 앞서 설명한 깃털, 솜털처럼 높은 보온성을 나타내긴 어렵지만, 기도비니 성능, 세탁 내구성이 우수하여 군용으로는 적합한 특성을 가진다. Fig. 1에는 현재 군에서 운용하고 있는 방한복상의 내피에 대한 사진을 제시하였다.



Fig. 1. Picture of military winter inner clothes(top)

현재 군용 방한복상의 내피의 퀼팅원단은 수요자가 요구한 색상과 기능을 나타내는 원단과 패딩 솜을 누벼 제작되고, 이렇게 제작된 퀼팅원단은 규격에서 요구하는 바와 같이 보온성과 세탁 두께 변화율을 평가하게 된다. 이때, 규격에서 요구하고 있는 보온율과 세탁에 따른 두께 변화율 기준을 다음 Table 1에 제시하였다.

Table 1. Characteristic value of military winter clothing(top)

Characteristics	Characteristic value
Warmth keeping property	1.687 clo
Change of thickness rate according to washing	± 20 %

한편 이미 제작된 퀼팅원단의 보온성과 세탁 두께 변화율이 제시된 규격에 미달된 경우 원단과 보온재를 분리 후 보온재와 실을 다시 확보하여 재생산 하는 방법이 있으나, 이 방법은 시간과 비용이 많이 들게 되며 분리된 원단은 퀼팅공정으로 인한 바늘자국 등으로 원단 손상이 가해진 상태이므로 재사용이 불가하다[6]. 결국 퀼팅공정에 들어가는 모든 재재를 다시 구매하고 다시 전량을 제작해야 하는 문제가 발생한다.

실제로 군에서 현재 운용중인 방한복에 대해서 최근까지 성능으로 인한 사용자불만(A/S 요청사례)이 발생한 사례는 없었으며, 검사 과정에서 규격 불일치가 발생한 사례는 이번이 처음이다. 또한 이러한 규격 불일치건 이후 생산업체의 자체 품질관리 활동을 통해 추가적인 규격불일치건은 발생하지 않았다. 그러나 본 현상과 유사한 사례가 발생 시 최대한 경제적이고 군 운용에 지장을 주지 않는 시간 안에 납품이 가능한 방법에 대한 연구가 필요하다. 결국 이미 만들어진 퀼팅원단을 재가공하여 원하는 성능을 나타낼 수 있는지에 대한 연구가 필요하다고 할 수 있다. 이에 대해 Matusiak의 연구 결과를 보면 아

옷도어용 키팅원단을 제작 후 일부 가공을 통해 키팅원단의 공기투과도 증대와 같은 기능성을 부여한 것이 확인되었다[7]. 하지만 본 연구에서와 같이 군용 키팅원단 반제품에서 후속가공을 통해 보온성과 세탁에 따른 두께 변화율을 연구한 사례는 없었다.

따라서 본 연구에서는 후속가공 수행하기 전의 키팅원단의 보온성과 세탁 두께 변화율을 먼저 측정하고 동일한 로트에 대해 후속가공을 거친 키팅원단의 보온성과 세탁 두께 변화율을 각각 측정하여 비교해보았다. 이를 통해 비교적 간단한 방법으로 키팅원단의 성능 향상을 도모할 수 있을 것으로 기대한다.

## 2. 실험

### 2.1 재료

키팅원단은 한 변이  $(90 \pm 2)$  mm인 다이아몬드 키팅된 원단을 사용하였다. 이때, 키팅은 원단과 솜만을 봉제하여 단면 키팅된 형태의 원단을 준비하였다. 키팅원단을 제조할 때 사용된 패딩 솜은 (주)한국바이린 사의 KAP-90 폴리에스터 100 % 화학솜을 사용하였고, 키팅공정시 사용된 재봉사는 진공섬유 사의 60'S/3 폴리에스터 재봉사를 뒷실과 밀실로 각각 사용하였다. 이렇게 제작된 키팅원단의 사진을 아래 Fig. 2에 제시하였다.

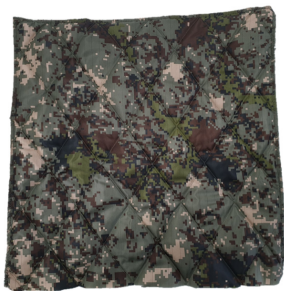


Fig. 2. Picture of quilting fabric

### 2.2 후속 가공 방법

앞서 2.1에서 제작된 단면 키팅원단을 컨베이어 벨트를 지나가게 하면서 원단이 봉제된 부위가 아닌 패딩 솜이 있는 면에 온도  $130\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 벨트 속도  $6\text{ m/min}$ .으로 열풍 처리하였다. 키팅원단에 열풍을 균일하게 처리함으로써 솜의 부피 원단이 전체적으로 늘어나 키팅원단 자체의 벌키성이 증대될 수 있도록 하였다.

### 2.3 보온성 시험 방법

보온성 시험은 KS K 0466에 제시된 장비 및 방법을 따라 시험하며[8], 얻어진 3개의 시편의 clo 값을 평균하였다. 또한 시험의 재현성을 확인하기 위해 보온성 시험의 경우 3개의 시편을 더 만들어 시험하였는데, 이때 보온성 시험 시편은  $50\text{ cm} \times 50\text{ cm}$ 로 재단된 단면 키팅원단에 동일한 크기의 안감을 붙여 제작하였다.

한편, clo란 열저항을 나타내는 단위로서 바람의 속도가  $0.1\text{ m/s}$ 이고, 주위의 온도가  $21\text{ }^{\circ}\text{C}$ 인 경우에  $58\text{ W/m}^2$ 의 열을 발산하는 사람이 안락감을 느낄 수 있는 보온 상태를 뜻한다. 이때 1 clo는  $0.155\text{ m}^2\cdot\text{K/W}$ 를 의미하며, 계산식은 다음과 같다[8].

$$R_{ct} = \frac{(T_s - T_a)A}{H_c} \quad (1)$$

Where,  $R_{ct}$  denotes heat resistance(warmth keeping property) between sample and air layer,  $T_s$  denotes surface temperature of sample plate,  $T_a$  denotes air temperature,  $A$  denotes area of sample plate,  $H_c$  denotes input electric power

### 2.4 세탁 두께 변화율 시험 방법

두께 변화율 시험은 세탁 전 후의 결과를 비교하는 것으로 세탁 및 건조 방법에 따라 큰 차이가 있을 수 있다. 따라서 본 연구에서는 세탁 및 건조 방법을 KS K ISO 6330:2011, 6B, 텀블건조(약)로 설정하여 시험 하였으며[9], 이에 대한 세부 시험조건은 Table 2에 나타났다. 세탁은 세탁-헹굼-건조를 1회로 설정하여 총 5회 세탁 하였으며, 세탁 전 후 두께 변화율은 SPS DTAQ T 0014에 따라 수행하였다[10]. 이때 시편은  $30\text{ cm} \times 30\text{ cm}$ 로 재단된 단면 키팅원단에 동일한 크기의 안감 가장 자리를 오버록(Overlock) 형태로 4면 봉제하여 제작하였으며, 시험은 5회 수행 후 세탁 전 후의 두께 변화율의 평균을 구하였다. 또한 다이아몬드 키팅의 경우 두께 변화율을 측정하는 부위를 한정하지 않으면, 측정 부위별로 편차가 발생하여 정확한 시험 결과를 얻는데 문제가 발생할 수 있으므로 Fig. 3에 나타난 부위와 같이 두께 변화율 시험부위를 한정하여 시험하였다.

Table 2. Detail washing conditions for quilting fabric to measure change rate of thickness

Net weight(kg)	Temp.( $^{\circ}\text{C}$ )	Washing cycle time(min.)	Dehydration type
$2 \pm 0.1$	$40 \pm 3$	12	Normal

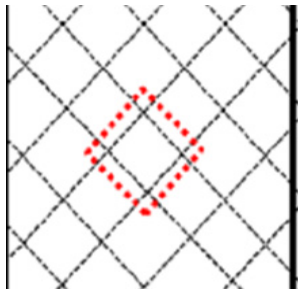


Fig. 3. Measurement quilting site for change rate of thickness

### 2.5 시험 방법 종합

우선 군용 방한복 내피 제작에 사용되는 퀼팅원단을 제작 후 보온성 실험 시편과 세탁 두께 변화율 측정용 시편을 각각 제작한다. 이후 보온성 시편은 보온성을 바로 측정하고 세탁 두께 변화율 시편은 2.4에 제시된 방법으로 세탁-건조를 5회 반복한 후 두께 변화율을 측정하여 데이터를 얻는다. 본 연구에서 수행한 시험 일련의 과정을 다음 Fig. 4에 제시하였다.

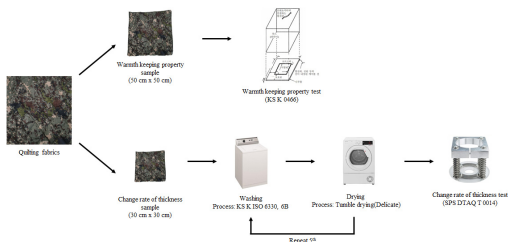


Fig. 4. Schematic flow for experiment in this study

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 보온성 시험

보온성은 앞서 2.3에 제시한 Eq. (1)과 같이 측정되는 열 저항을  $m^2 \cdot K/W$ 로 나타낸다. Eq. (1)에 따르면 보온성 측정기기에 입력되는 전력이 열에너지가 커지면, 열저항(보온성)은 작아지는 상관관계를 가지고 있다. 즉, 보온성이 낮은 시료의 경우 시료가 보온성 측정기기 하단에 있는 발열판에서 발생하는 열을 지속적으로 손실시켜 열에너지 이동이 많아지게 된다. 따라서 보온성 측정기기 내에서 온도를 일정하게 유지시키기 위해 발열판에 투입되는 전력이 높아지게 된다. 반면 보온성이 높은 시료의 경우 시료가 발열판에서 발생하는 열을 유지시켜 열에너

지 이동이 적어지게 된다. 결국 발열판 온도를 유지하기 위해 들어가는 전력이 낮아지게 되는 것이다.

본 연구에서는 후속가공 전 후의 퀼팅원단에 대해 보온성을 측정하였는데, 보온성 측정은 2 세트의 시험을 통해 각각 시험결과를 도출하였다. 보온성 시험의 경우 2.3을 따라 시험하며, 3회 시험 후 평균을 제시하도록 하고 있다. 물론 시험 진행 전 충분한 컨디셔닝(Conditioning)을 통해 외부 요인을 통제하고 있지만, 시험할 때의 외부 온도, 습도, 풍량 등 외부조건에 따라 시험결과와 변동이 크게 나타날 수 있다. 따라서 시험결과와 재현성 문제가 발생할 수 있으므로 후속가공 전과 후 퀼팅원단에 대해 각 2 세트 시험을 진행하였고 그 결과를 Fig. 5에 제시하였다.

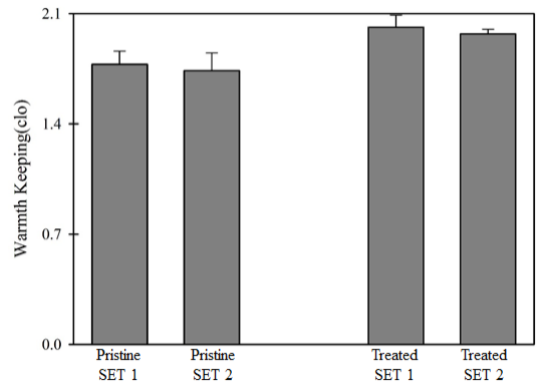


Fig. 5. Changes in warmth keeping property of quilting fabric according to postprocessing

Fig. 5에 나타난 바와 같이 세트 1번과 세트 2번 모두 후속가공(열풍가공) 이후 보온성이 상승한 것을 확인할 수 있다. 이는 열풍가공을 거치면서 열풍이 퀼팅원단에 봉제 부착된 솜의 부피를 증가시켜 보온성을 상승시킨 것으로 해석된다. 실제로 열풍가공을 거치기 전과 후의 원단 두께를 비교해보면 열풍가공을 거친 원단의 두께가 증가한 것을 확인할 수 있는데, 이는 원단 등 시료가 보유할 수 있는 공기층 즉, 벌기성이 확보될수록 보온성이 증가한다는 기존 보온성 관련 연구결과와 일치하는 것이다[11-12]. 다만 보온성 측정은 열풍가공 직후 측정하는 것이 아니라 2.3에 따라 시편을 24 시간 이상 컨디셔닝한 후 측정한다. 따라서 열풍가공에 들어간 열은 보온성 시험할 때 이미 주위 온도와 평형상태를 이루어 남아있지 않으므로 시험결과에 영향을 미쳤다고 볼 수 없다.

한편, 보온성을 시험한 세트 1번과 세트 2번은 2.3에 제시된 동일한 절차로 시험하였으나, 시험 일자에만 차이를 둔 경우로 보온성 시험의 재현성을 확인하고자 수행

한 것이다. Fig. 5의 세트 1번과 세트 2번의 시험결과를 보면 세트 1번의 경우 열풍가공 전 보온성 시험결과가 평균은 1.78 clo, 표준편차가 0.08로 나타났으며, 세트 2번의 경우에는 평균은 1.74 clo, 표준편차가 0.11로 나타났다. 결과값을 보면 각 세트 내 편차가 크지 않으며, 각 세트 간의 평균도 크게 차이하지 않음을 알 수 있다. 열풍가공을 진행하고 난 뒤 세트 1번의 보온성 평균은 2.01 clo, 표준편차는 0.07이며, 세트 2번의 보온성 평균은 1.97 clo, 표준편차는 0.03으로 세트 내부에서나 시험 세트 간에 평균과 표준편차는 크지 않다. 결국 시험의 재현성 등 신뢰성 측면에서 보면, 보온성 시험의 신뢰도는 높다고 할 수 있으며, 이를 통해 열풍가공이 킨팅원단의 벌기성을 증대시켜, 보온성을 높이는데 기여함을 알 수 있다.

### 3.2 세탁 두께 변화율 시험

세탁 두께 변화율의 경우 군에서 사용하는 제품에 대한 특수성을 일부 반영한 것으로, 군에서 제품을 사용하면서 발생 가능한 다회 세탁에 따른 내구성 및 패딩 솜의 회복 성능을 시험하는 것이다. 여기서 말하는 회복 성능이란 다회 세탁이 진행되더라도 패딩 솜이 최초에 가지고 있던 일정한 부피를 유지함으로써 세탁 등 주위환경 변화에 따른 일종의 형태 안정성을 의미하는 것이다. 실제 민수에서는 깃털, 솜털 등을 주재료로 사용한 다운제품에서 세탁에 따른 두께 변화율을 일부 측정하고 있으나, 패딩 솜을 이용한 킨팅원단의 세탁에 따른 두께 변화율 측정 소요는 그리 많지 않은 것으로 알려져 있다[13].

한편, 군용 패딩 제품 중 방한복 상의 내피 원단인 킨팅원단의 두께 변화율은 세탁 후 킨팅원단의 두께가 줄어드는 음(-)의 방향과 두께가 늘어나는 양(+)의 방향을 모두 규제 대상으로 하고 있다. 앞서 3.1에서 설명하였듯이, 보온성은 두께가 증가하여 그 내부에 온도를 유지시켜 줄 수 있는 공기층이 있으면, 상승하는 효과가 있다. 하지만 두께가 과도하게 증가하는 경우에는 두께 증가에 따라 다른 피복 제품과의 호환성 문제 등이 발생할 수 있으므로 세탁 후 두께가 과도하게 늘어나는 것에 대해 규제를 하고 있다. 특히 본 연구의 대상인 킨팅원단으로 만들어진 방한복 상의 내피는 내피를 먼저 입고 외피를 입을 수 있게 되어 있어 과도한 부피 증가는 규제되어야 한다. 또한 세탁 두께 변화율 시험은 3.1에서 수행한 보온성 시험과 달리 5회 시험한 결과를 평균하여 사용하고 있으며, 보온성 시험과 달리 풍량 등 외부 영향을 받는 인자가 없으므로 시험의 신뢰성에는 큰 문제가 없을 것

으로 판단하였다. 이에 세탁 두께 변화율은 1 세트만 시험하였고, 결과를 Fig. 6에 나타내었다.

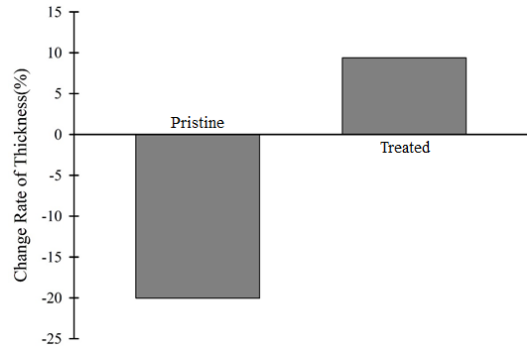


Fig. 6. Changes in thickness of quilting fabric according to postprocessing

Fig. 6을 보면 열풍가공 전 세탁 두께 변화율은 음수 값으로 킨팅원단의 부피가 수축되었음을 나타내고 있으며, 열풍가공을 거친 이후에는 양수 값으로 킨팅원단의 부피가 증가한 것으로 볼 수 있다. 이는 3.1에서 언급한 바와 같이 열풍가공을 통해 열풍이 패딩 솜 사이에 공기층을 형성시키면서 부피가 증가하였기 때문이다. 즉, 열풍가공을 통해 다수의 공기층이 확보된 킨팅원단의 경우 세탁 후에도 충분한 공기층을 가지게 되는 것이다. 이는 세탁 후 건조 과정에서 다시 패딩 솜이 부풀 수 있는 공간을 확보해 놓은 것으로 해석할 수 있다. 즉, 열풍가공을 통해 패딩 솜 사이에 공간을 확보하였다면, 세탁 후 건조 과정에서 솜이 부풀면서 그 공간을 그대로 유지하며 보온성과 함께 세탁에 따른 두께 변화율 역시 우수해지는 것으로 판단된다[14-15]. 결국 열풍가공을 통해 다수의 공기층이 확보된 킨팅원단은 세탁에 대한 내구성을 가질 수 있다. 또한 이를 통해서 최초 패딩 솜의 부피를 일정 부분 확보한다면 킨팅원단을 만들고 난 뒤 세탁을 하더라도 그 성능이 유지될 수 있음을 보여준다.

### 3.3 시험 결과 정리

패딩 솜을 원단과 누벼 제작한 킨팅원단의 열풍가공 전과 후의 보온성과 세탁 두께 변화율에 대한 시험 결과를 다음 Table 3에 정리하였다. Table 3을 보면 열풍가공을 수행한 뒤 킨팅원단의 보온성은 각 세트 모두 상승하였으며, 세탁에 따른 두께 변화율은 양수 값 즉, 원단의 두께가 증가되는 방향으로 안정화되었음을 알 수 있다.

보온성과 세탁 두께 변화율은 기존 방한복 킨팅원단에서 평가하고 있지 않은 항목으로 기존에 이에 대해서



시험한 결과는 없다. 하지만 퀼팅원단 생산업체의 자체 품질관리 활동을 통한 자주검사 결과를 보면 후속가공을 통해 성능이 보다 우수한 내피 원단이 생산되었음을 알 수 있었다.

Table 3. Experimental data(warmth keeping and change rate of thickness) of quilting fabric according to postprocessing.

Parameter		Pristine	Treated	Change rate
Warmth Keeping (clo)	SET 1	1.78	2.01	11.69 %
	SET 2	1.74	1.97	11.84 %
Change rate of thickness (%)		-20.05	9.39	10.66 % p.

#### 4. 결론

본 연구에서는 반제품 상태인 퀼팅원단에 후속가공을 통해 원단을 훼손시키지 않고 성능을 향상시킬 수 있는지에 대하여 시험하였다. 생산과정에서 규격 불일치가 발생하면 자재를 재구입하여 제품을 다시 생산하는 방법을 사용할 수 있으나, 퀼팅원단의 경우 원자재로 겔감원단, 재봉사, 패딩 솜을 각각 재구매하고 일정시간을 들여 재 생산하여야 한다. 이 방법은 본 연구에서 수행한 후속가공을 통한 성능향상 방법에 비해 재 구매 비용, 시간이 더 들게 되므로 비경제적이라고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 우선 원단과 패딩 솜을 누벼 제작된 퀼팅원단을 재료로 하였고 후속가공은 패딩 솜을 생산하는 설비 중 일부 설비인 열풍 가공기를 조건에 맞게 이용하여 후속가공 전과 후의 퀼팅원단을 확보하였다. 이후 후속가공 전과 후의 퀼팅원단으로 보온성과 세탁 두께 변화를 시험을 수행하였다.

보온성 시험 결과는 후속가공을 처리하고 난 뒤 보온성이 상승하는 것으로 나타났다. 이는 후속가공인 열풍가공을 거치게 되면 패딩 솜 사이에 공기층이 생겨 보온성이 증가하는 것으로 판단된다. 즉, 공기층으로 인해 주어진 열에너지가 손실되지 않게 되며 이로 인해 보온성이 상승하는 것이다. 다음으로 두께 변화율의 경우 열풍가공 수행 전 시료는 세탁 후 두께가 줄어들고 그 변화율이 크게 관찰되었으나, 열풍가공을 한 이후에는 세탁 후 두께가 증가되는 경향을 보이며 변화율 폭도 작아진 것을 알 수 있었다. 결국 퀼팅원단은 후속가공인 열풍가공을 거치게 되면 추가적인 공기층 확보에 따라 보온성을 증대시

킬 수 있으며, 두께 변화율을 안정화 시킬 수 있다. 다만, 열풍가공의 조건을 좀 더 세분화하여 더 적합한 조건을 찾는다면, 추가적인 보온성 향상과 두께 변화를 안정화를 도모할 수 있을 것으로 보인다.

#### References

- [1] J. H. Kim, "A study of the change for military uniform fabric properties according to multiple washing", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 20, No. 10, pp. 366-373, Oct. 2019. DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.20190.10.366>
- [2] J. Argyris, L. Tenek, and F. Oberg, "A multilayer composite triangular element for steady-state conduction/convection/radiation heat transfer in complex shells", Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, Vol. 120, No. 17 pp. 271-301, April 1994. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0045-7825\(94\)00775-1](http://dx.doi.org/10.1016/0045-7825(94)00775-1)
- [3] T. Kawasaki and S. Kawai, "Thermal insulation properties of wood-based sandwich panel for use as structural insulated walls and floors", The Japan Wood Research Society, Vol. 52, No. 7, pp. 75-83, Jan. 2006. DOI: <https://dx.doi.org/10.1007/s10086-005-0720-0>
- [4] Y. H. Yeo, S. D. Hong, M. H. Lee, K. P. Kim, and I. H. Chung, "A study on the standard test method for thermal resistance of military textile thermal insulator for winter season", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 19, No. 9, pp. 492-500, Sep. 2018. DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2018.19.9.492>
- [5] A. Peguri and C. Coon, "Effect of feather coverage and temperature on layer performance", Poultry Science, Vol. 72, No. 20, pp. 1318-1329, Feb. 1993. DOI: <http://dx.doi.org/10.3382/ps.0721318>
- [6] T. Rowe, Interior Textiles, p. 284, Woodhead Publishing in Textiles, 2009, pp. 141-147.
- [7] Matusiak and Malgorzata "Study of quilted fabrics used in outdoor clothing", Tekstilec, Vol. 60, No. 4, pp. 302-309, Oct. 2017.
- [8] Korea Standard, KS K 0477, "Test Method for Thermal Resistance of batting Systems using a Hot Plate", Oct. 2015
- [9] Korea Standard, KS K ISO 6330:2011, "Textiles - Domestic Washing and Drying Procedures for Textile Testing", Dec. 2011.
- [10] Collective Standard, SPS DTAQ T 0014, "Test Method for Determination of Thickness of Quilted Thermal Insulator after Laundry", Dec. 2017.
- [11] J. Gao, W. Yu, and N. Pan, "Structures and properties of the goose down as a material for thermal

insulation", Textile Research Journal, Vol. 77, No. 8, pp. 617-626, Aug. 2007.  
DOI: <https://dx.doi.org/10.1177/0040517507079408>

- [12] P. Cui1, F. M. Wang, A. Wei, and K. Zhao, "The performance of kapok/down blended wadding", Textile Research Journal, Vol. 80, No. 6, pp. 516-523, July. 2010.  
DOI: <https://dx.doi.org/10.1177/0040517508097522>
- [13] Y. Hiroko, S. Sachiko, and F. Takako, "Thickness changes in recycled fiber assemblies made from industrial waste of sweater products after repeated compression", Journal of Textile Engineering, Vol. 53, No. 4, pp. 131-135, July 2007.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.4188/jte.53.131>
- [14] C. W. Kan and Y. L. Lam, "Low stress mechanical properties of plasma-treated cotton fabric subjected to zinc oxide-anti-microbial treatment", Materials, Vol. 6, No. 10, pp. 314-333, Jan. 2013.  
DOI: <https://dx.doi.org/10.3390/ma6010314>
- [15] B. Kumar, J. Singh, A. Das, and R. Alagirusamy, "Comfort and compressional characteristics of padding bandages", Materials Science and Engineering C, Vol. 57, No. 7, pp. 215-221, July 2015.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/i.msec.2015.07.055>

고 혜 지(Hye-Ji Ko)

[정회원]



- 2015년 2월 : 한양대학교 응용화학(이학학사)
- 2017년 2월 : 한양대학교 응용화학(이학석사)
- 2017년 2월 ~ 현재 : 국방기술품질 연구원

<관심분야>

국방품질경영, 분석화학, 재료공학

김 지 훈(Ji-Hoon Kim)

[정회원]



- 2013년 2월 : 숭실대학교 유기신소재·파이버 공학과(공학학사)
- 2015년 2월 : 숭실대학교 유기신소재·파이버 공학과(공학석사)
- 2014년 12월 ~ 현재 : 국방기술품질 연구원

<관심분야>

국방품질경영, 신소재공학, 재료공학