

반복세탁이 산림작업복 하의의 수축률에 미치는 영향

정응진¹ · 박수규² · 한상균³ · 차두송^{1*}

¹강원대학교 산림과학부, ²한국임업진흥원, ³한국농수산대학 산림조경학과

Effect of Repeated Laundry on Shrinkage Rate of Chainsaw Protective Pants

Eung-Jin Jeong¹, Su-Gyu Park², Sang-Kyun Han³ and Du-Song Cha^{1*}

¹Division of Forest Sciences, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

²Korea Forestry Promotion Institute, Seoul 07570, Korea

³Department of Forestry, Korea National College of Agriculture and Fisheries, Jeonju 54874, Korea

요약: 본 연구는 체인톱에 의한 산림작업 안전사고 저감을 위하여 산림작업복 하의 4개 품목을 대상으로 작업복 17개 부위의 수축률을 측정하였다. 추가적으로 품목 및 반복세탁횟수에 따른 산림작업복의 하의의 적합성을 검토하고 반복세탁을 통한 산림작업복의 사용권장 기간을 제시하였다. 산림작업복 하의 4개 품목의 반복세탁에 따른 수축률 결과, 대부분의 품목이 세탁 20회에서 수축률 기준인 6%가 초과되는 부위가 1개소씩 발생하였으며, 가로방향 측정부위가 세로방향 측정부위보다 더 크게 수축되었다. 또한 산림작업복 하의 수축률의 영향을 미치는 인자로는 반복세탁횟수($p<0.05$)와 측정부위($p<0.05$)로 나타났으며, 측정부위별 수축율에 있어서 총 5개 부위(a, b, g, j, n)가 반복세탁횟수와 유의성이 있는 것으로($p<0.05$) 나타났다. 따라서, 산림작업복 하의의 사용 권장기간은 10개월 정도로 판단되며, 추후 반복세탁횟수와 측정부위와의 관계를 상세 분석하여 산림작업복 하의의 내구성에 대해 검토할 예정이다.

Abstract: In order to reduce the safety risk of forestry operations, this research was conducted to examine the suitability of chainsaw protective pants after repeated laundering, testing four different products that are currently used in hand-held chainsaw operations. Laundering was repeated 10, 20, 30, 40, and 50 times. After washing, we measured the shrinkage ratio of 17 measurement positions mostly affecting the safety of forest operations and suggested the expected safety life cycle of chainsaw protective clothes. The results showed that most of the products have only one measurement position where the standard shrinkage ratio (<6%) was exceeded after 20 washings, and that the lateral direction of measurement positions shrank more than the vertical one. The numbers of repeated laundings and measurement positions were found to be significant factors influencing the shrinkage ratio ($p<0.05$). In the shrinkage rates for 17 measurement positions, there were significant correlations between five of the measurement positions (a, b, g, j, and n) and the number of repeated laundings ($p<0.05$). Therefore, the results suggest that about 10 months would be suitable for an adequate safety lifetime for chainsaw protective pants. The relationship between the number of repeated laundings and the measurement positions will be further analyzed in detail to examine the durability of chainsaw protective pants.

Key words: safety accident, chainsaw protective pants, shrinkage rate, repeated laundry, safety life cycle

서론

산림작업은 실내에서 시행되는 제조업과 같은 산업과는 달리, 옥외에서 시행되는 작업으로 우리나라와 같이 경사

와 굴곡이 심한 험준한 산지지형에서는 산림작업이 매우 어렵고 많은 위험을 수반하고 있다. 또한 산림작업은 중량 물인 임목을 다루는 중노동으로 지속적으로 작업을 수행할 경우에는 심각한 직업병이 유발될 수 있다. 그리고 작업마다 발생하는 극단적인 신체적 부담은 작업자에게 위험을 수반하고 있으므로 임업노동은 다른 분야의 노동에 비하여 훨씬 안전사고율이 높은 것으로 보고되고 있다(Kang, 2001; Kim et al., 2014). 실제로 전체 산업 재해율(4.84%)과 비교

* Corresponding author

E-mail: dscha@kangwon.ac.kr

ORCID

Du-Song Cha  <https://orcid.org/0000-0003-2184-9532>

했을 때, 임업재해율은 13.58%로 광업(169.39%)에 이어 두 번째로 높은 재해율을 나타냈다(KOS&HA, 2018).

임업재해 중 40~50%가 체인톱에 의하여 직·간접적으로 발생하는 것으로 보고되어졌으며(Albizu et al., 2010; Axelsson, 1998; Peters, 1991; Jeong et al., 2017; Nieuwenhuis and Lyons, 2002; Neely and Wilhelmson, 2006; Shaffer and Milburn, 1999), 그 중에서도 하체부위(다리, 발 등)의 재해가 국내 45%, 국외 53%로 가장 많은 부상을 입는 것으로 나타났다(Bentley et al., 2002; Jeong et al., 2017).

오스트리아에서는 1985년 개인안전보호장비(PPE: Personal Protective Equipment)중 절단보호용 하의의 의무도입으로 인하여 10년 간 하체부위의 사고율이 절반으로 줄어들었으며, 특히 2008년에는 다리와 발 부위의 체인톱 사고는 전혀 발생하지 않아 작업자의 하체를 보호할 수 있는 보호장비의 중요성에 대한 인식이 부각되었다(Tsioras et al., 2014).

현재 우리나라는 「산업안전 보건기준에 관한규칙」(MOEL: Ministry of Employment and Labor, 2013) 제32조 보호구의 지급에 관한 사항에서는 산림작업에 대한 구체적인 보호구의 언급이 없으며, 제405조 별목작업 시 등의 위험 방지 조항에서도 보호구에 대한 언급은 되어있지 않다. 또한 「별목표준 안전작업지침」(MOEL, 2015)에서도 안전모, 안전화, 호루라기 등의 보호구만 제시되어있으며, 체인톱 작업 시에는 방진용 장갑과 귀마개 등의 사용에 대한 부분만 규정하고 있다. 그러나 산림청 고시(2018)인 「임업기계장비 품질인증 규정」에서는 산림작업 안전모, 산림작업복 상/하의 및 덧바지, 산림작업 안전화, 산림작업 안전장갑에 대한 품질인증 기준과 방법을 제시하고 있다. 또한 체인톱에 의한 재해방지를 위한 산림작업복 하의에 대한 품질인증 기준은 치수변화, 기계톱 절단저항력, 보호용 소재의 부착강도 등으로 규정되어 있으나, 작업복의 안전성을 확보하기 위한 사용 권장기간 등에 대한 기준은 확립되지 않은 상태이다.

국내에서는 세탁에 따른 의복 및 소재의 내구성에 관한 연구는 수축률과 전단·인장 변형에 대하여만 분석되어졌다(Kwon et al., 1999; Lee et al., 1999; Hwang and Chung, 2017; Lee and Lee, 2017). Arteau et al.(1996)은 산림작업복 하의에 체인톱 보호패드에 영향을 미치는 인

자를 세가지로 정의하였으며, 특히 산림작업복 하의의 내구성 관한 연구는 Sullman(1999)은 산림작업을 6개월 실시한 절단방지용 하의를 대상으로 절단시험을 실시하였으며, Klaiber(2014)은 반복세탁 후 절단방지용 하의의 보호패드의 변화에 대하여 절단강도를 측정하여 사용기간을 제시하였다.

따라서, 본 연구는 체인톱에 의한 산림작업 안전사고의 저감을 위하여 국내 산림작업 현장에서 사용되고 있는 산림작업복 하의 4개 품목을 대상으로 산림작업의 안전에 영향을 미치는 작업복 부위 17개소의 수축률을 측정하여 품목 및 반복세탁횟수에 따른 산림작업복의 적합성을 검토하고 반복세탁을 통한 산림작업복의 사용권장 기간을 제시하고자 수행하였다.

재료 및 방법

1. 대상품목

대상품목은 체인톱 작업에서 사용되는 산림작업 개인 안전보호장비 중 하나인 산림작업복 하의 4개 품목(국산 3품목, 수입 1품목)을 대상으로 시험을 실시하였다.

산림작업복 하의의 대부분 걸감은 폴리에스테르(Polyester) 소재이며, 체인톱 보호영역인 안감의 경우 나일론사(Nylon)로 되어있다.

2. 세탁 조건

세탁은 ISO 표준 세탁기(Wascator FOM 71 CLS)를 이용하여 표준코스(세탁온도60℃, 행굼 4회)(Figure 1)로 세탁하였으며, 세제는 IEC세제(KS C IEC 60456)를 20g/회 씩 사용하였다. 건조는 24시간동안 자연건조 하였다. 반복 세탁 횟수는 10회, 20회, 30회, 40회, 50회 씩 실시하였다.

3. 수축률 시험

세탁에 따른 내구성 변화를 확인하기 위하여 세탁 전·후의 길이를 측정하여, KS K 0465에 의거 다음 식(1)에 의해 수축률을 산출하였으며, 수축률 측정 부위는 「임업기계장비 품질인증 규정」(Korea Forest Service Notification, 2018)에 의거하여 Figure 2와 같이 산림작업복 하의 17개

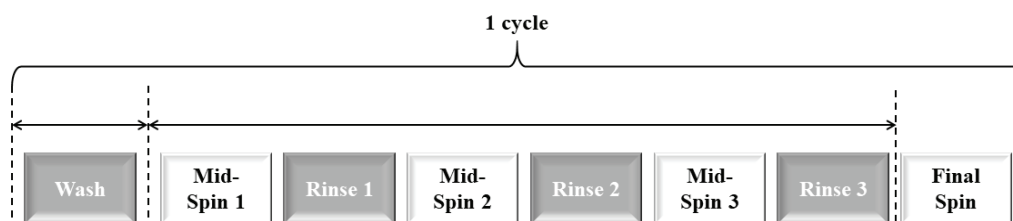


Figure 1. Division of the washing cycle.



Figure 2. Shrinkage measurement positions of chainsaw protective pants.

Table 1. Shrinkage measurement positions of chainsaw protective pants.

Position	Detail
a	The front of the pants. Vertical length from seam at the bottom of the waistband to seam at the bottom of the pants. (Measure at 1/2 point of width)
b	The back of the pants. Vertical length from seam at the bottom of the waistband to seam at the bottom of the pants. (Measure at 1/2 point of width)
c	Vertical length from the area where the crotch seam meets to the lower end of the inner part of the pant.
d	Waist width based on the seam at the bottom of the pants waistband. (Width of the waist)
e	The length of the bottom of the pants from the left end to the right end of the pants. (The width of the bottom of the pants)
f	The width from the left end to the right end of the 1/2 point of the measurement position c.
g	The width from the beginning of the left seam to the right end to be horizontal at the point where the crotch seam meets.
h	Vertical length from top edge to bottom edge of protective pad. (Measure at 1/2 point of width)
i	Width from the left seam to the right seam at the top of the protective pad.
j	Width from the left seam to the right seam at the bottom of the protective pad.
k	Width of the protective pad at 200mm above the crotch of the left leg
l	Width of the protective pad at 200mm below the crotch of the left leg
m	Left leg. Distance from the lower end of the rear part to the bottom of the protective pad. (Measure at 1/2 point of width)
n	Rear part of left leg. Width of the bottom part of the protective pad.
o	Rear part of right leg. Width of the protective pad at 50mm below the crotch.
p	Rear part of right leg. Distance from bottom end to bottom of protective pad. (Measure at 1/2 point of width)
q	Rear part of right leg. Horizontal width of the lower part of protective pad.

부위를 대상으로 부위별 3회씩 반복 측정하였다(Table 1). 수축률 시험 통과 기준은 KS K ISO 11393-2에 의한 수축률 6% 미만으로 하였다. 품목별, 반복세탁횟수별 및 측정부위별의 수축률 변화 특성을 파악하기 위하여 SPSS 23.0 프로그램을 이용하여 삼원분산분석을 실시하였다.

$$\text{수축률 (\%)} = \frac{L' - L}{L} \times 100 \quad (1)$$

L : 세탁 전 측정값의 평균

L' : 세탁 후 측정값의 평균

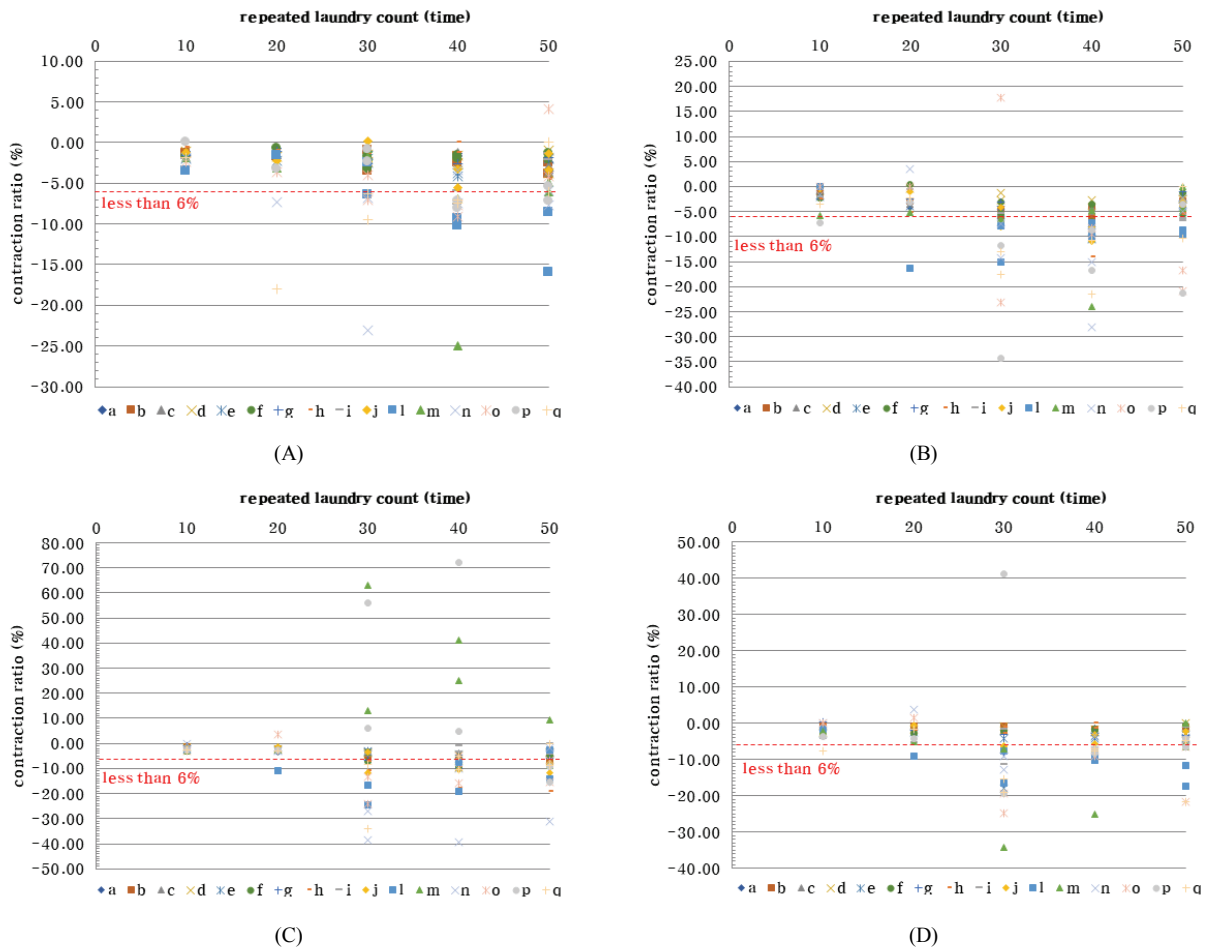


Figure 3. Shrinkage rate of four different products with repeated laundry counts.

결과 및 고찰

1. 산림작업복 하의 수축률 변화 특성

산림작업복 하의 수축에 미치는 영향을 검토하기 위한 산림작업복 하의 품목 4종에 따른 수축률 결과는 Figure 3과 같다. 품목별로 전체적인 수축률의 평균은 품목 A -3.67% (표준편차 ±3.9), 품목 B -7.10% (표준편차 ±10.5), 품목 C -4.60% (표준편차 ±14.2), 품목 D -4.74% (표준편차 ±7.3)로 나타났다.

품목 A의 경우 e부위가 세탁횟수에 따른 수축률이 -1.82~ -4.18%로 가장 변화율(-2.36%)이 적었으며, m부위가 -0.71~ -25.00%로 변화율(-24.29%)이 가장 크게 나타났다. 품목 B는 c부위의 세탁횟수에 따른 수축률이 -1.58~ -5.18%로 변화율(-3.61%)이 적었으며, o부위가 17.86~23.08%로 변화율이 -40.93%로 가장 크게 나타났다. 품목 C의 측정부위별 세탁횟수에 따른 변화율은 e부위가 -3.69% (-2.29~ -5.98%)로 가장 적었으며, p부위가 -87.61% (72.22~ -15.38%)로 가장 컸다. 품목 D의 경우 a부위의 변화율이

-0.82% (-0.82~ -1.64%)로 가장 적었으며, p부위가 -60.82% (41.38~ -19.44%)로 가장 크게 나타났다.

품목 4종의 수축률 시험 통과기준인 수축률 6% 이상인 부위의 경우 품목 A가 세탁횟수 20회와 30회에 각 1개 부위, 세탁횟수 40회에 3개 부위, 세탁 50회에는 1개 부위로 가장 적게 측정되었으며, 품목 B의 경우 세탁횟수 10회, 20회에 각각 1개 부위씩 발생되었으며, 30회에 6개, 40회에 4개, 50회에 3개 부위로 나타났다.

품목 C는 세탁횟수 20회에서 처음으로 1개 부위가 발생하였으며, 30회에 8개, 40회에 14개, 50회에 8개 부위가 수축률 시험 기준 미달로 확인되었으며, 품목 D는 20회에서 1개, 30회에 8개, 40회에 3개, 50회에 3개 부위가 수축률 6% 이상으로 나타났다.

품목의 측정부위 방향에 따라 세로방향(a, b, c, h, m, p)과 가로방향(d, e, f, g, i, j, k, l, n, o, q)으로 분류하여 검토하면 세로방향의 수축률이 가로방향보다 더 크게 나타나고 있었다. 이는 산림작업복의 구조가 걸감과 안감(체인톱 보호영역)이 제공되어있는 이중구조로 각각의

수축이 다른 부분에 영향을 미치기 때문에 판단된다.

결과적으로 품목 4종 모두 반복세탁 30회부터 수축률 6% 이상의 부위가 많이 발생되는 것을 확인하였다. 이는 세탁 횟수 20회까지는 인증기준에 적합하게 나타나 작업복의 안전이 보장될 수 있으나 30회 이상일 때는 수축률이 크게 나타나 작업자의 안전을 확보하기는 어려운 것으로 판단된다. 이것은 독일의 산림작업자들이 산림작업복 하의를 월평균 2회 세탁을 실시한다는 결과에 의거하면(Klaiber, 2014), 산림작업복 하의의 사용 권장기간은 10개월 미만으로 사료된다. 이는 Sullman(1999)의 산림작업복 하의의 6개월간 사용 후 체인톱 실험을 한 결과에 비교하면 세탁된 품목만 절단된 결과와 유사하나 이는 연료와 엔진오일에 따른 오염도 고려한 값으로 추후 연구에는 화학적인 오염에 대한 보호성도 검토하여야 할 것으로 사료된다.

2. 산림작업복 하의 수축률 영향인자 특성

산림작업복 하의의 수축률에 영향을 미치는 인자인 품목, 반복세탁횟수 및 측정부위, 그리고 이들 인자간의 상호작용을 검토하기 위하여 삼원분산분석(유의수준 5%)을 실시한 결과는 Table 2와 같다.

Table 2에 의하면 품목의 경우에는 수축률과의 관계는 없으며($p=0.134$), 반복세탁횟수에 의한 수축률의 변화는 유의적인 것으로 나타나 반복세탁 횟수 각 10회, 20회, 30회, 40회 및 50회에 따른 수축률은 차이가 있음을 알 수 있다($p=0.006$). 또한 측정부위에 의한 수축률의 변화도 유의성이 인정되어 17개의 측정부위별 수축률의 차이가 있음이 확인되었다($p=0.047$).

또한 산림작업복 하의의 품목별, 반복세탁횟수별 및 측정부위별의 수축률의 교호작용을 분석한 결과, 품목과 측정부위간의 교호작용이 유의수준 5%에서 유의한 것으로 보아 두 요인의 조합이 수축률에 영향을 준 것을 확인할 수 있었다($p=0.018$).

수축률에 영향을 미치고 있는 반복세탁횟수 및 측정부위에 대해서 인자간의 특성을 확인하기 위하여 Duncan의 다중검정을 실시하였다(Figure 4와 5). Figure 4에 의하면 반복세탁횟수에 따른 수축률의 변화의 경우, 총 4개 그룹으로 분류되었으며, 반복세탁횟수 20회에서 30회로 세탁될 때 수축률이 크게 증가하였으며, 40회 및 50회에서는 오히려 수축률이 감소되는 신장현상을 나타냈다.

이는 Lee and Lee(2017)에 의하면 소재의 수축이 세탁

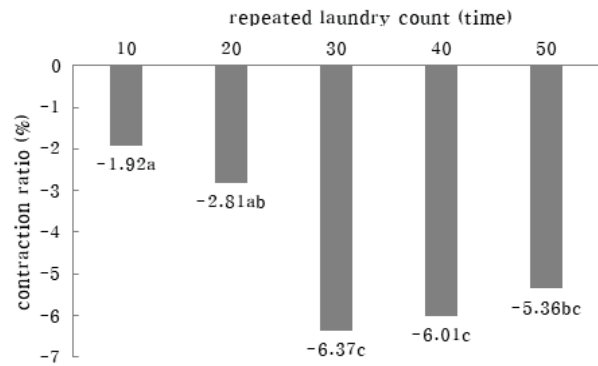


Figure 4. The relationship between shrinkage rates and repeated laundry by the Duncan's new multiple range test.

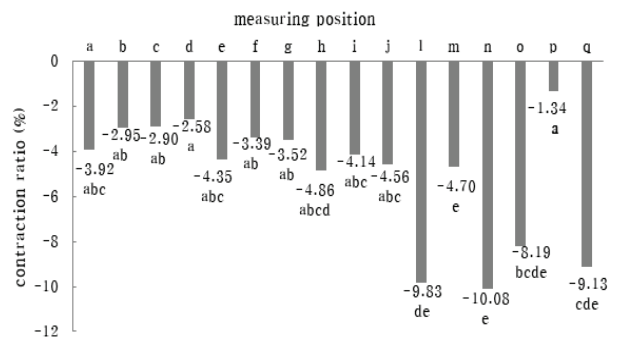


Figure 5. The relationship between shrinkage rates and measurement positions by the Duncan's new multiple range test.

Table 2. Analysis of variance among products, repeated laundry counts and measurement positions.

Source	df	SS	MS	F	p-value
Total	512	61915.62			
Product (A)	3	486.25	162.09	1.89	.134
Repeated laundry count (B)	4	1300.18	325.05	3.78	.006*
Measuring position (C)	15	2239.48	149.30	1.74	.047*
A × B	12	1036.42	86.37	1.00	.447
A × C	45	6132.86	136.29	1.59	.018*
B × C	60	3204.69	53.41	0.62	.984
A × B × C	180	12235.68	67.98	0.79	.945
Error	192	16513.20	86.01		

Table 3. Analysis of variance in shrinkage rate of measurement position with products and repeated laundry counts.

Measuring position	Source	df	SS	MS	F	p-value
a	Total	32	827.90			
	Product (A)	3	119.58	39.86	14.17	.000*
	Repeated laundry count (B)	4	57.57	14.39	5.12	.012*
b	Total	32	380.45			
	Product (A)	3	30.17	10.06	9.62	.002*
	Repeated laundry count (B)	4	25.06	6.26	5.99	.007*
c	Total	32	383.86			
	Product (A)	3	30.53	10.18	5.23	.015*
	Repeated laundry count (B)	4	18.76	4.69	2.41	.107
f	Total	32	585.41			
	Product (A)	3	51.28	17.09	4.28	.028*
	Repeated laundry count (B)	4	34.63	8.66	2.17	.134
g	Total	32	584.75			
	Product (A)	3	24.61	16.63	2.85	.082
	Repeated laundry count (B)	4	66.52	4.44	5.79	.008*
h	Total	32	1565.51			
	Product (A)	3	283.98	94.66	11.03	.001*
	Repeated laundry count (B)	4	105.68	26.42	3.08	.058
j	Total	32	1026.17			
	Product (A)	3	50.16	16.72	2.93	.077
	Repeated laundry count (B)	4	121.55	30.39	5.33	.011*
n	Total	32	7323.45			
	Product (A)	3	55.15	183.72	1.86	.191
	Repeated laundry count (B)	4	1291.79	322.95	3.26	.050*

30회에 크게 변화된다는 결과와 같으며, Roh and Kim (2018)의 폴리에스터/스판덱스 편성물의 반복세탁에서 1회 세탁 후 수축된 편성물이 반복세탁에 따라 신장되는 결과와는 유사한 결과를 나타냈다. 이는 산림작업복도 일반직물의 소재에 따라 일정하게 수축될 수도 있으며, 또한 수축 후 신장될 수도 있다는 것을 보여주고 있다.

Figure 5에 의하면 측정부위에 따른 수축률 변화의 경우, 총 6개의 유형으로 분류되었으며, 이는 측정 부위 l과 n에서 평균 수축률이 가장 크게 나타났다. 이는 두 부위가 왼쪽다리 체인톱 보호영역의 후면 가로부분으로 전체 보호영역이 수축되었을 때 앞쪽으로 당겨져 변화가 크게 나타났거나 애초에 치수가 짧은 부위로 측정자의 오차가 크게 발생할 가능성이 있는 부위이기 때문으로 판단된다. 측정부위 o와 q는 오른쪽다리 체인톱 보호영역의 후면 가로부분으로 부위의 앞선 측정부위 n 및 l과 마찬가지로 세탁에 의해 앞쪽으로 수축되어 큰 수축률을 보이는 것으로 사료된다. 그리고 h부위의 경우 보호영역 전면 세로 치수로 보호영역의 수축에 큰 영향을 받은 것으로

판단된다. 평균 수축률이 적은 측정부위 m과 p의 경우 양쪽의 보호영역 부분이 아닌 보호복의 겹감과 관련되어 수축의 영향이 적게 나타난 것으로 사료된다.

측정부위별 품목과 반복세탁횟수와의 관계를 검증하기 위하여 분산분석을 실시하였다(Table 3). 측정부위 17개 소 중에서 품목에 대한 유의성(5%)이 인정된 부위는 a, b, c, f, h이며, 세탁횟수에 대해 유의성(5%)이 인정된 부위는 a, b, g, j, n로 확인되어 각각 5개소가 유의성이 있는 것으로 나타났다.

이와 같은 측정부위별 품목 및 반복세탁에 따른 유의성이 있는 부위들은 대부분 다리길이 및 바지의 가로 폭 부위 등 길이가 긴 부위들 위주로 유의성이 나타난 것으로 사료되며, n부위를 제외하고서는 KS K ISO 3759에 제시된 측정기준 7개 부위에 대부분 속하여 있는 것으로 확인되었다. 따라서 추후 산림작업복 하의의 사용 권장기간에 대한 명확한 기준을 제시하기 위해서는 17개 부위에 대한 추가적인 실험을 실시하여 사용 권장기간에 영향을 미치는 인자들을 조정할 필요가 있을 것으로 판단된다.

결론

본 연구는 체인톱에 의한 산림작업 안전사고의 저감을 위하여 산림작업에서 사용되고 있는 산림작업복 하의 4개 품목의 17개소 부위를 대상으로 품목별 및 반복세탁 횟수별에 따른 수축률을 측정하여 산림작업복의 하의의 적합성을 검토하고 반복세탁을 통한 산림작업복의 사용권장 기간을 제시하였다.

품목에 따른 산림작업복 하의의 평균수축률의 경우 품목 A -3.67%, 품목 -7.10%, 품목 C -4.60%, 그리고 품목 D -4.74%로 나타났으며, 세탁횟수에 따른 수축률 변화율이 가장 작은 부위는 비교적 짧은 길이의 부위들(m, o, p)로 나타났으며, 수축률 변화율이 큰 부위는 비교적 길이가 긴 부위들(a, c, e)로 확인되었다. 반복세탁에 따른 수축률 결과, 기준 -6%에 미달된 품목은 세탁 20회에서 발생하였으며, 가로방향 측정부위가 세로방향 측정부위보다 더 크게 수축되었다. 이를 토대로 산림작업자의 산림작업복하의 사용 권장기간은 10개월 미만으로 판단되며, 추후 반복세탁 뿐만 아니라 연로나 엔진오일 같은 화학적 오염이 보호영역에 미치는 영향에 대한 연구가 필요하다.

산림작업복 하의 수축률의 영향을 미치는 인자로는 분산분석 결과, 반복세탁횟수($p<0.05$)와 측정부위($p<0.05$)로 나타났으며, 품목별 5개 부위(a, b, c, f, h)와 측정부위별 5개 부위(a, b, g, j, n)가 반복세탁횟수와 유의성이 있는 것으로($p<0.05$) 나타났다. 이들 부위는 n부위를 제외하고서는 KS K ISO 3759에 제시된 측정기준 7개 부위에 대부분 속하여 있는 것으로 확인되었으며, 추후 사용권장기간에 대한 명확한 기준을 내리기 위하여 반복세탁횟수와 측정부위와의 관계분석을 통한 산림작업복 하의의 내구성에 대해 검토할 예정이다.

감사의 글

본 연구는 2018년도 한국임업진흥원 연구용역사업에 의해 수행되었습니다. 현장자료의 실험과 수집에 도움을 준 강원대학교 산림경영학과 김형수 학생과 한국농수산대학 이영석 학생에게 감사드립니다.

References

- Albizu, P., Tolosana, E., Ulecia, J. and Fernández, M. 2010. Diagnosis of the security in the forest exploitation from business records, official databases and field sampling. Action proposals. *Forest Systems* 19(2): 221-233.
- Arteau, J., Arcand, J.F. and Turcot, D. 1996. Factors influencing the performance of chain saw leg protective devices and its measurement. *Performance of protective clothing: Fifth volume, ASTM STP 1237*.
- Axelsson, S. 1998. The mechanization of logging in Sweden and its effect on occupational safety and health. *International Journal of Forest Engineering* 9(2): 25-31.
- Bentley, T., Parker, R., Ashby, L., Moore, D. and Tappin, D. 2002. The role of the New Zealand forest industry injury surveillance system in a strategic ergonomics, safety and health research programme. *Applied Ergonomics* 33: 395-403.
- Hwang, S.Y. and Chung H.W. 2010. Effects of cleaning methods on the change of color and dimensions in denim fabric. *Journal of the Korean Society for Clothing Industry*. 12(1): 114-121.
- Jeong, E.J. Han, S.K. Cho, M.J. and Cha, D.S. 2017. Characteristics of safety accidents in forest operations with chainsaw. *Proceedings of the 2017 Summer Meeting of the Korean Forest Society*. pp. 168.
- Kang, K.W. 2001. The stable securement of the professional forest workers and welfare measures. *Proceeding of seminar for Forestry Labor Policy Development*. pp. 15-19.
- Kim, H.Y. and Pack, J.M. 2014. Study on the system improvement for accident prevention of forestry operations in Korea. *Journal of the Korean Forest Society* 103(4): 574-582.
- Klaiber, W., Wolff, D. and Maier, A. 2014. Veränderung der Sicherheit von Schnitzschutzhosen durch Waschen. *AFZ-DerWald* 2014(3): 42-43.
- KS K ISO 11393-2 Protective clothing for users of hand held chain saws - Part 2: Test methods and performance requirements for leg protectors. 2014.
- KS K ISO 3759 Textiles - Preparation, marking and measuring of fabric specimens and garments in tests for determination of dimensional change. 2014.
- Korea Forest Service Notification No. 2018-12(2018.02.12), Republic of Korea.
- KOS & HA (Korea occupational Safety & Health Agency). 2018. Analysis of the industry hazards for 2017.
- Lee, H.J. and Lee, Y.J. 2017. Effect of Repeated Laundry of Warp Knitted Stretch Material for Compression Wear on Dimension, Clothing Pressure, and Stretch Characteristic. *Textile Science and Engineering* 54(5): 377-385.
- Lee, S.J., Sung, S.K. and Kwon, H.S. 1999. The changes in properties of dress shirts by repeated washing and drying (II). *Journal of the Korean Society for Clothing Industry* 1(3): 259-263.
- Ministry of Employment and Labor (MOEL). 2013. Regulations

- on the standard of industrial safety and health. pp. 103.
- Ministry of Employment and Labor (MOEL). 2015. Guide for standards of safe forest harvesting. pp. 13.
- Neely, G. and Wilhelmson, E. 2006. Self-reported incidents, accidents, and use of protective gear among small-scale forestry workers in Sweden. *Safety Science* 44: 723-732.
- Nieuwenhuis, M. and Lyons, M. 2002. Health and safety issues and perception of forest harvesting contractors in Ireland. *International Journal of Forest Engineering* 13(2): 69-76.
- Peters, P. 1991. Chainsaw felling fatal accidents. *Transactions of the ASAE* 6: 2600-2608.
- Roh, E.K. and Kim, E.A. 2018. Effect of washing conditions on dimensional change and mechanical properties in polyester/spandex knit fabric. *Journal of the Korean Society for Clothing Industry* 20(1): 93-100.
- Shaffer, R. and Milburn, J. 1999. Injuries on feller-buncher/grapple skidder logging operations in the south-eastern United States. *Forest Products Journal* 49(7-8): 24-26.
- Sullman, M. 1999. Factors influencing the effective life of chainsaw protective legwear. *International Journal of Forest Engineering* 10(1): 101-109.
- Tsioras, P., Rottensteiner, C. and Stampfer, K. 2014. Wood harvesting accidents in the Austrian State Forest Enterprise 2000–2009. *Safety Science* 62: 400-408.

Manuscript Received : May 27, 2019

First Revision : July 31, 2019

Second Revision : August 19, 2019

Accepted : August 20, 2019