

소매설계기준 개발을 위한 상지체표면화구조에 관한 연구

최 해 주

한성대학교 의상학과

A Study on the Mechanism of Arm Surface Changes for the Development of Sleeve Drafting Standard

Hae Joo Choi

Dept. of Fashion Design, Hansung University

(1996. 6. 20 접수)

Abstract

The factors and mechanism of arm surface changes were analyzed by regression analysis for the relationship between changes in arm joint angle and arm surface changes, according to the direction of upper extremity motion. Body surface change patterns among subjects were tested also.

Experiments were carried out on 3 female subjects of different body types to examine 26 motions in 4 directions for 4 upper extremity parts.

The major conclusions of the study are as follows:

1. The expansion or contraction of arm surface length depends on the direction of upper extremity motion.

2. Arm surface length changes by linear expansion or contraction according to the joint angle of the direction of motion. The mechanism of arm surface changes is represented by a linear relation between arm surface changes and the factors of the direction of upper extremity motion and arm joint angle.

3. Arm surface length shows the same pattern of body surface changes regardless of body type.

A quantitative model of body surface changes at upper extremity should be developed for functional sleeve design.

I. 서 론

의복은 착용자의 신체에 잘 맞고 기능적이어야 한다.

의복을 합리적으로 설계하기 위해서는 인체의 형태적, 운동기구적 특성을 바탕으로한 과학적인 의복설계 방안이 확립되어야 한다. 의복설계시 동작기능성은 인체동작의 효율성, 작업 수행능력 및 작업 생산성에까지 영

항을 미치게 되는 중요한 기준이다.

인체부위 중 상지는 운동범위가 가장 넓으며(백상호, 1979; 최월봉 외 1984), 일상생활에서 대부분의 동작에 동원되는 부위이므로 의복설계시 동작가능성이 특히 요구되는 부위이다. 따라서 기능복 소매의 경우 작업시의 부위별 필요치수 산출방안과 여유량 적용방안은 동작가능성을 충분히 고려하여 설계되어야 한다. 이러한 소매설계 기준이 동작가능성을 충족시키려면 상지동작 및 상지체표변화 특성이 인간공학적으로 분석·적용되어야 한다.

상지체표변화에 대한 선행연구(笠井, 1964; Kirk, 1966; 高橋, 1973 a, b; 함옥상 외, 1981; 김혜경 외, 1989)를 종합해 보면, 각각의 실험 동작에 대한 체표신축 결과만을 단편적으로 제시하였으므로, 실험동작 이외의 실제 작업조건에 따른 상지체표변화를 예측할 수 있는 방안이 마련되어 있지 않다.

각종의 상지 동작에 따른 체표변화들은 하나의 종합적인 상지체표변화구조(上肢體表變化構造)를 바탕으로 하여 전개될 수 있다. 이러한 경우에, 상지체표변화의 요인과 구조를 파악함으로써, 다양한 동작시에 부위별 치수산출방안으로 응용할 수 있는, 체계적이고 종합적인 상지체표변화모형(上肢體表變化模型)의 개발이 이루어져야 한다.

본 연구에서는 상지체표변화 모형을 개발하기에 앞서, 상지동작시 체표변화를 예측하고 치수를 산출할 수 있는 상지체표변화 모형의 성립여부 및 형태를 규명하기 위하여, 상지동작 각도변화에 따른 상지체표변화의 요인과 구조를 분석하고자 한다.

II. 실험 설계와 분석 방법

II-1. 실험의 설계

1) 피실험자

피실험자는 한국 성인여성의 체형특징(한국 과학기술연구소, 1980; 공업진흥청, 1986)과 취업현황(노동부, 1986)을 고려하여, 18~24세의 여성을 대상으로 하였다(최해주, 1995 a). 체형차에 따른 상지체표변화 특성의 동일성을 확인하고, 체표변화 모형을 개발하기 위한 피실험자 선정기준에 반영하기 위하여, 신장을 기준으로 소·중·대에 해당하는 3명을 선정하였다. 피실험자의 신체치수는 <표 1>과 같다.

<표 1> 피실험자의 신체치수 (단위: cm)

항 목	OK(소)	YS(중)	SK(대)
1. 신 장	150.0	157.2	165.0
2. 체 중(kg)	47.0	51.5	47.0
3. 바깥팔길이	51.8	52.4	55.5
4. 안팔길이	41.6	43.0	42.3
5. 겨드랑이밑상완둘레	29.5	27.3	26.0
6. 소매산길이	12.5	11.1	12.0

2) 상지체표 측정 및 측정방법

상지부위 중 소매설계의 기준이 되는 대표적인 부위들을(임원자, 최해주, 1988) 측정부위로 선정하였다. 바깥팔길이, 안팔길이, 소매산길이, 겨드랑이밑 상완둘레의 4부위를 선정하였으며, 측정부위의 설정내용은 <표 2>와 같다.

실험의 제측 오차를 줄이기 위하여 3회 반복 측정을 하였다.

<표 2> 상지체표 측정부위

측정부위	설 정 내 용
1. 바깥팔길이	어깨끝점과 팔꿈치점, 손목점을 지나는 길이
2. 안팔길이	겨드랑이점에서 안팔꿈치점과 안손목점을 지나는 길이
3. 겨드랑이밑상완둘레	겨드랑이밑을 지나는 상완의 수평 둘레
4. 소매산길이	바깥팔길이 중 어깨끝점과 겨드랑이밑상완둘레 사이의 길이

3) 실험동작

실험동작은 상지의 어깨관절과 팔꿈치관절의 4가지 동작방향에 대하여 각각 15° 간격으로 나눈 동작들로 설정하였으며, 각 동작 방향의 최대각도는 피실험자의 조건에 따라 선정하였다.

실험동작의 내용은 <표 3>과 같으며, 각 방향의 각도가 0°인 기준자세(최해주, 1995 a, b)를 포함하여 26동작을 선정하였다.

상지관절의 동작방향별 실험동작 범위는 어깨관절의 앞동작(flexion)은 0~130°, 뒷동작(extension)은 0~40°, 바깥동작(abduction)은 0~90°, 팔꿈치관절의

<표 3> 실험동작

상지관절	동작방향	동작각도(°)
어깨관절	앞 동작	0, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 130
	뒷 동작	0, 15, 30, 40
	바깥동작	0, 15, 30, 45, 60, 75, 90
팔꿈치관절	앞 동작	0, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 130

앞동작(flexion)은 0~130°이다.

어깨관절의 안동작은 기준자세에서부터 동작을 전개할 경우, 그 동작방향 단독으로는 동작이 불가능하며, 다른 방향의 동작과 조합이 되는 경우에만 동작이 가능하므로, 본 연구의 실험동작에 포함시키지 않았다.

4) 실험기기

실험에 사용된 기기로 Flexiometer, Martin 계측기, 체중기, 줄자 등을 사용하였다.

II-2. 분석방법

피실험자들의 체표변화의 경향을 파악하기 위하여 부위별 체표길이 변화를 동작방향별로 비교 분석하였으며, 체표변화에 대한 동작방향의 영향을 부위별로 비교 분석하였다.

동작방향별로 피실험자마다 동작각도에 따른 부위별 치수변화를 단순회귀분석하였다. 부위별 체표변화 회귀식의 회귀계수 b를 구하고, 이 계수가 피실험자들 사이에서 동일한가에 대한 것을 각각 t-test로 검정하였다.

III. 상지체표변화의 구조 분석

III-1. 동작방향, 관절각과 체표변화의 관계

상지체표 측정자료의 분석(전보: 최해주, 1995 a, b)을 통하여, 동작이 체표길이 변화에 미치는 영향이 통계적으로 유의함을 알 수 있었다. 전보에 서술한 측정자료의 분석결과를 요약하면, 동작의 특성과 체표길이 변화간에 밀접한 연관관계가 성립하며, 동작에 따라 체표변화 범위가 세 개의 영역으로 구분될 수 있으며, 체표변화가 가장 큰 영역은 팔꿈치 상방부인이었고, 변화가 가장 큰 부위는 안팔길이(겨드랑이밑부분)로 나타

났다. 그러므로, 동작의 특성과 체표변화의 연관관계로부터 체표길이 변화를 추정하는 모형(model)을 수립할 수 있음을 알 수 있다.

체표길이 변화에 영향을 미치는 동작변수는 어깨와 팔꿈치 관절의 5개 방향축과 각 축에서의 관절각도로 정의될 수 있다. 이로 부터 체표변화를 종속변수로, 관절의 운동방향과 관절각도를 독립변수로 하는 상지체표 변화 모형(上肢體表變化模型)이 개발될 수 있다.

모형을 개발하기에 앞서 독립변수(동작방향, 관절각)가 어떠한 속성과 민감도로 종속변수(체표변화)에 영향을 미치는가를 분석할 필요가 있다.

예를 들면, 만일 상지체표변화 정도가 관절각이 변함에 따라 일정하고도 비례를 나타내며 어떤 특정 범위 내에서 변화할 때, 매우 민감하게 체표변화를 일으킬 수도 있는 관계를 보일 것이며, 개발하고자 하는 모형은 선형적 모형(線形的模型)으로 나타낼 수 있다.

그러나 어느 관절각이 체표변화에 매우 민감한 변화를 유발하는 부분과 그렇지 않은 부분으로 나눌 수 있다면, 이 모형은 매우 복잡한 2차적(quadratic) 혹은 지수적(exponential)인 비선형 모형(非線形模型)으로 개발되어야 할 것이다.

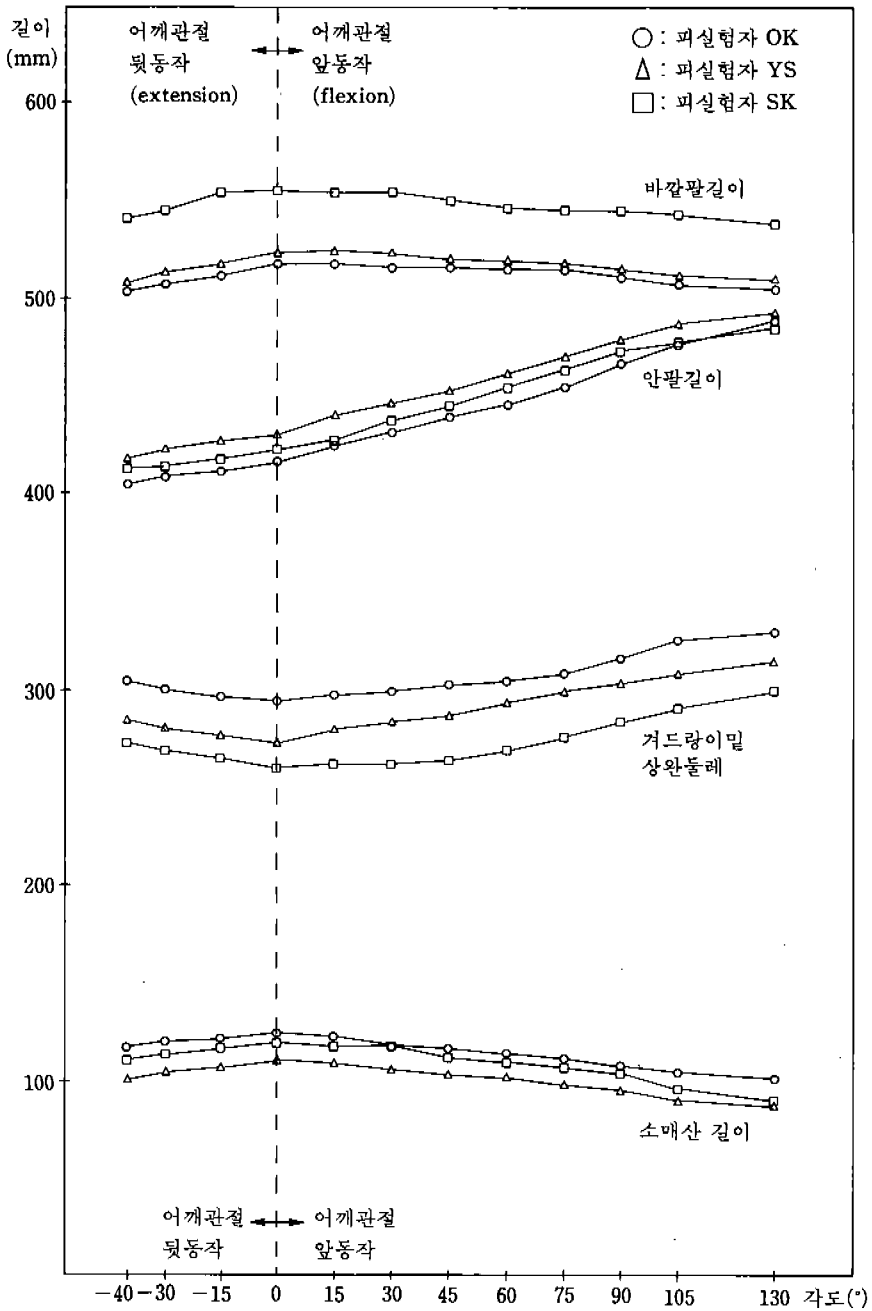
이상에 논의한 모형의 형태를 규명하기 위하여 상지관절의 동작방향, 관절각과 상지체표변화의 관계를 분석하였다.

[그림 1~3]은 상지 주요 관절의 각도변화에 따른 체표변화 내용을 나타내고 있다.

[그림 1]에 나타난 바깥팔길이의 변화형태를 살펴보면, 어깨관절의 뒷동작각이 40°, 30°, 15°로 기준축에 접근함에 따라 바깥팔길이가 점차 늘어남에 따라 어깨의 앞동작각이 0°, 15°, 30°로 늘어남에 따라 점차 줄어들고 있음을 알 수 있다.

안팔길이의 경우는 어깨가 뒷동작에서 앞동작으로 진행됨에 따라 지속적인 신장을 나타내었다. 겨드랑이밑 상완둘레는 기준축을 중심으로 앞동작, 뒷동작 모두 동작각도가 커짐에 따라 체표길이도 점점 신장됨을 알 수 있다. 소매산길이의 경우 바깥팔길이와 유사한 체표변화 경향을 보여, 기준자세에서 가장 큰 치수를 나타내다가 앞동작, 뒷동작 모두 동작각도가 증가함에 따라 치수가 점차 줄어드는 현상을 나타내었다.

어깨관절의 앞동작, 뒷동작에 따른 부위별 체표길이의 변화 경향은 선형적인 증가 혹은 감소를 보이는 것

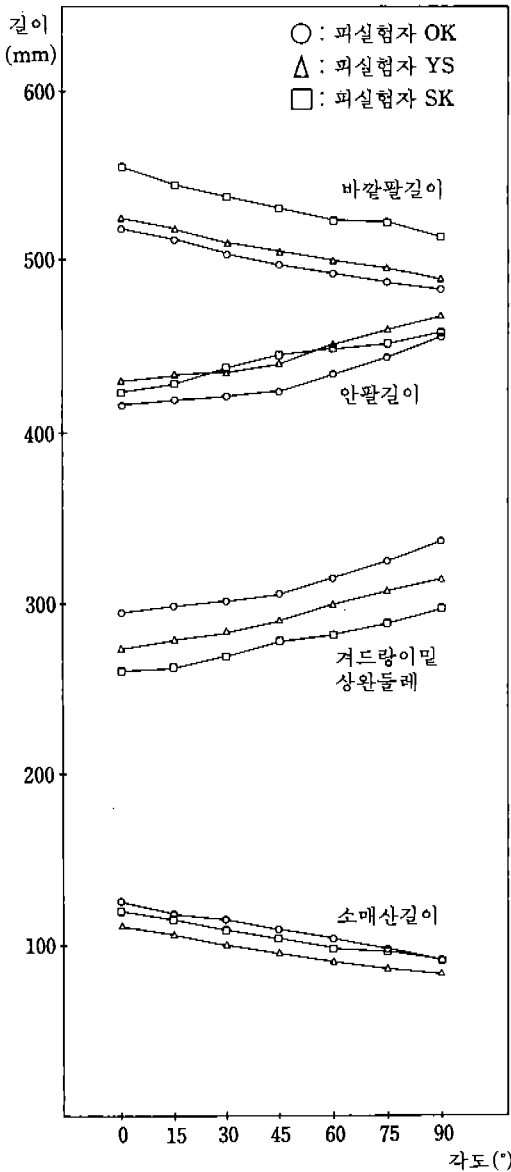


[그림 1] 어깨관절각(앞동작, 뒷동작) 변화에 따른 상지체표변화

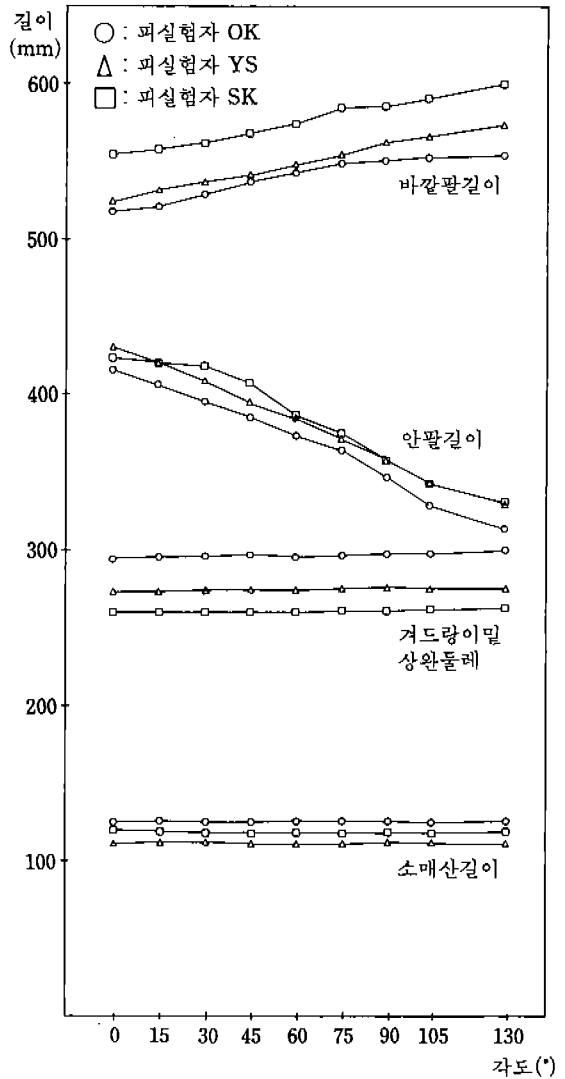
으로 요약할 수 있다.

어깨관절의 바깥동작에 따른 상지부위의 체표길이의 변화내용은 [그림 2]와 같다. 동작각도가 증가함에 따

라 바깥팔길이와 소매산길이는 줄어드는 경향을, 안팔 길이와 거드랑이밑상완둘레는 늘어나는 현상을 나타내 었다. 어깨관절의 바깥동작의 경우에도 체표길이가 선



[그림 2] 어깨관절각(바깥동작) 변화에 따른 상지체표 변화



[그림 3] 팔꿈치관절각(앞동작) 변화에 따른 상지체표 변화

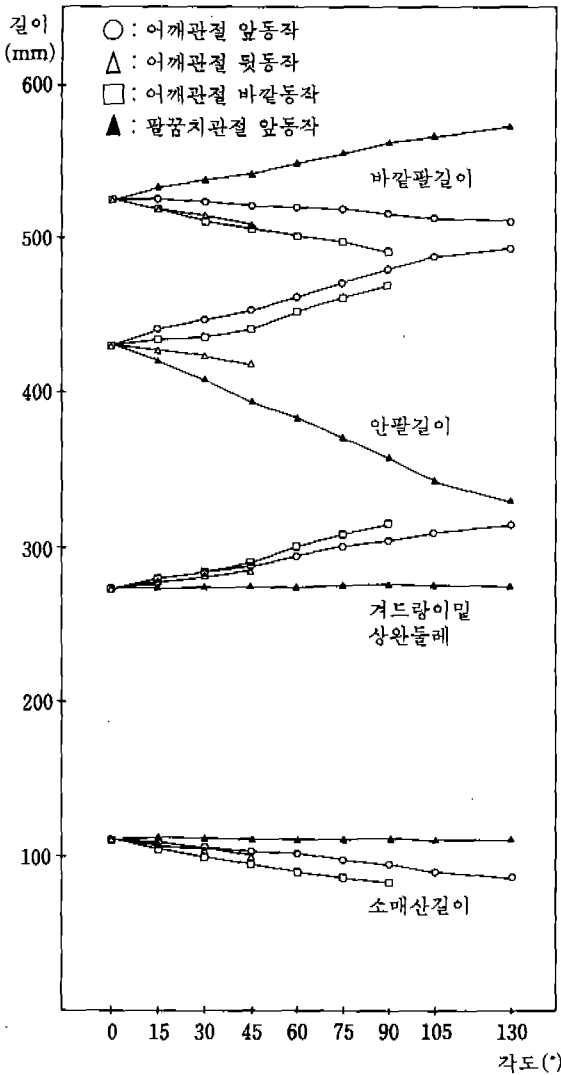
형적인 변화를 보이고 있음을 알 수 있다.

팔꿈치관절의 동작자세와 체표변화 결과는 [그림 3]에 요약되었다. 팔꿈치관절의 경우도, 동작변화에 따라 체표길이가 선형적으로 증가 혹은 감소함을 보이고 있다. 동작각도가 커짐에 따라 바깥팔길이와 겨드랑이 밑 상완돌레는 신장을, 안팔길이는 수축을 나타내었다.

이상의 결과를 종합하여 보면 상지체표변화 경향을 다음과 같이 요약할 수 있다. 즉, 상지부위의 체표길이는

- 동작방향에 따라 증가 혹은 감소가 결정되며,
- 체표변화는 기준자세를 중심으로한 각 동작방향의 관절각에 의해 선형적인 증가 혹은 감소를 보이고 있음을 알 수 있다.

따라서 상지의 체표변화 구조를 나타내는 모형은 동작방향과 각도에 의한 1차 선형 관계(first order lin-



[그림 4] 상지동작 방향에 따른 상지 부위별 체표변화

ear relation)로 나타낼 수 있다.

III-2. 상지동작에 따른 상지체표변화 경향의 동일성 검증

상지체표변화 모형이 동작시 상지부위에 대한 치수산출방안으로서 합리적으로 활용되기 위해서는, 상지동작과 체표변화의 특성 이외에 체형의 특성을 반영한 것 이어야 한다.

상지체표변화 모형을 개발함에 있어서, 체표변화 경향이 피실험자의 체형차에 관계없이 동일한 경향이라면

피실험자 선정시 대상 연령에 대하여 무작위로 표본을 선정할 수 있다. 그러나 체표변화 경향이 체형에 따라 차이가 있다면 체표변화 모형은 체형별로 개발되어야 한다. 그러므로 체형에 따른 체표변화 경향의 동일성은 모형개발시 피실험자 선정에 있어서 중요한 기준이 된다.

체형에 따른 체표변화 경향의 동일성 여부를 파악하기 위하여 체형별 각 피실험자의 체표변화 회귀식의 회귀계수간의 동일성을 검증할 필요가 있다. 단순회귀 분석을 통하여 소·중·대 피실험자 각각의 부위별 체표변화 회귀식을 구하여 회귀계수를 산출하고, 각 피실험자의 회귀식의 회귀계수간의 동일성을 t-test로 검증하였다.

[그림 1~3]에 나타난 결과에 의하여 상지체표변화는 동작의 각도변화에 따라 선형적인 증가 혹은 감소를 나타내므로 1차 회귀식으로 나타낼 수 있다. 동작방향별로 동작각도와 체표변화의 관계를 회귀식으로 나타내면, 종속변수(Y)를 체표길이라고 하고 독립변수(X)를 동작각도로 할 때, 관계식을 $Y=a+bX$ 로 나타낼 수 있다.

각 체형별 피실험자의 체표변화 회귀식의 회귀계수 b는 <표 4>와 같다.

<표 4>에 제시된 회귀계수 b의 동일성을 검증하기 위하여 회귀식의 회귀계수를 들쭉 짝지어 t-test를 실시한

<표 4> 체형별 피실험자의 체표변화 회귀식의 회귀계수 b

동작 방향	부위 피실험자	부위			
		바깥팔길이	안팔길이	겨드랑이밑 상완둘레	소매산길이
어깨관절 앞동작	OK(소)	-0.1031	0.5677	0.2818	-0.1835
	YS(중)	-0.1203	0.5048	0.3266	-0.1914
	SK(대)	-0.1324	0.5172	0.3248	-0.2345
어깨관절 뒷동작	OK(소)	0.3401	0.2639	-0.3156	-0.1605
	YS(중)	0.3810	0.2912	-0.2844	-0.2340
	SK(대)	0.3741	0.2558	-0.3170	-0.2204
어깨관절 바깥동작	OK(소)	-0.3833	0.4357	0.4690	-0.3643
	YS(중)	-0.3714	0.4381	0.4786	-0.3190
	SK(대)	-0.4310	0.3929	0.4310	-0.3238
팔꿈치관절 앞동작	OK(소)	0.3107	-0.8046	0.0325	0.0041
	YS(중)	0.3827	-0.7999	0.0197	-0.0033
	SK(대)	0.3550	-0.7979	0.0228	0.0009

<표 5> 회귀계수 b의 동일성 검정

동작 방향	부위		바깥팔길이	안팔길이	겨드랑이밑 상완둘레	소매산길이
	t-value	OK:YS				
어깨관절 앞동작	OK:YS	1.0267	2.4927*	-1.6155	0.8154	
	YS:SK	0.8570	-0.4195	0.0523	2.1517	
	SK:OK	-1.6297	-1.7679	1.0107	-2.6817*	
어깨관절 뒷동작	OK:YS	-0.9525	-0.5754	-0.1377	-1.8162	
	YS:SK	0.0758	0.6770	0.8242	0.4069	
	SK:OK	0.4068	-0.2060	-0.0061	1.9757	
어깨관절 바깥동작	OK:YS	-0.5025	-0.0300	-0.1582	-2.3938*	
	YS:SK	1.5830	0.8136	1.3775	0.2397	
	SK:OK	-1.2356	-0.6278	-0.6327	2.0290	
팔꿈치관절 앞동작	OK:YS	-1.9687	-0.1428	1.8964	1.2614	
	YS:SK	1.3959	-0.0335	-0.4887	-0.4795	
	SK:OK	1.1700	0.1052	-1.5003	-0.3949	

* : p ≤ 0.05

결과는 <표 5>와 같다.

<표 5>에 나타난 바와 같이 체형별 회귀계수간의 유의도가 95% 수준에서 대부분의 경우 유의하지 않은 것으로 나타났다.

단, 어깨관절의 앞동작의 경우 안팔길이에서 피실험자 OK(소)와 YS(중), 소매산길이에서 피실험자 OK(소)와 SK(대), 어깨관절의 바깥동작의 경우 소매산길에서 피실험자 OK와 YS의 경우에만 5% 수준에서 유의한 것으로 나타났다. 이러한 차이는 측정과정에서의 오차정도로 볼 수 있는 미미한 것으로 보인다.

결과적으로 세 체형의 피실험자의 세 관찰값은 대부분의 경우 동일한 경향을 나타낸다고 볼 수 있다. 즉, 상지체표변화에 있어서 체형의 차이에 관계없이 동일한 체표변화 경향을 나타냄을 알 수 있다. 따라서 모형개발시 체형의 구분없이 무작위로 피실험자를 선정하여 종합적인 체표변화 모형을 개발하는 것이 바람직하다.

III-3. 동작방향에 따른 부위별 체표변화와 소매 설계

상지체표변화는 동작방향에 따라 부위별로 각각 다른 변화경향을 나타내므로, 각 부위가 동작방향에 의해 어떠한 반응을 나타내는지 살펴볼 필요가 있다. 평균체형에 해당하는 피실험자 YS의 체표변화를 바탕으로 하여

부위별 변화를 나타내면 [그림 4]와 같다.

[그림 4]를 살펴보면 바깥팔길이의 경우 팔꿈치관절의 앞동작의 경우에만 신장하며, 어깨관절의 앞동작, 뒷동작, 바깥동작에 대해서는 수축함을 알 수 있다. 바깥팔길이는 소매설계시 필요한 옷감의 길이의 기준이 되는 부위이며(임원자, 1982), 팔꿈치를 구부리는 동작은 손으로 물건을 다루는 활동에서 가장 일반적인 동작이다(Lee, 1979). 따라서 팔꿈치를 구부리는 동작을 많이 하는 작업 등에서는 동작기능성을 충족시키는 소매를 제작할 때 소매길이에 대한 여유량 설정이 특히 중요하다고 할 수 있다.

안팔길이는 어깨관절의 뒷동작 이외의 동작에서는 바깥팔길이와 반대의 변화경향을 보인다. 즉, 어깨관절의 앞동작과 바깥동작에 대해서는 체표의 신장을, 어깨관절의 뒷동작과 팔꿈치 관절의 앞동작에 대해서는 수축 현상을 나타내었다. 소매설계시 안팔길이는 팔을 들어 올리는 각도가 큰 작업에 대해서는 많은 여유량이 필요함을 알 수 있다.

겨드랑이밑상완둘레와 소매산길이는 동작에 대하여 상반되는 경향을 나타내었다. 모든 방향의 동작에 대하여, 겨드랑이밑상완둘레는 신장만을, 소매산길이는 수축만을 나타내었다. 어깨관절의 바깥동작에서 겨드랑이밑상완둘레는 최대 신장을 한 반면에, 소매산길이는 최대 수축을 보여주었다. 겨드랑이밑상완둘레와 소매산길이는 모두 팔꿈치관절 앞동작에서 가장 체표변화가 적은 것으로 나타났다. 소매설계시 옷감의 폭의 기준이 되는 겨드랑이밑상완둘레는 어떠한 방향의 동작에 대해서도 여유량이 필요한 것을 알 수 있으며, 소매산길이는 동작시 여유량이 전혀 필요없을 뿐더러 도리어 낮게 설정되어야 함을 알 수 있다.

요약하면, 상지부위에 따라 동작방향의 영향이 다양하게 나타났으며, 이러한 부위별 동작방향에 대한 반응은 소매설계시 부위의 특성을 고려하여 반영되어야 한다.

IV. 결 론

본 연구는 상지동작 방향별로 관절각도 변화에 따른 상지체표변화의 관계를 회귀분석하고, 피실험자 체형간의 체표변화 경향의 동일성을 검정함으로써, 상지체표변화의 요인과 구조를 분석하였다.

상지의 4등작 방향의 26등작, 소매설계기준인 4상지 부위, 소·중·대 3명의 피실험자를 실측하였다. 상지 체표변화 구조의 분석에 따른 결론은 다음과 같다.

1. 상지부위의 체표길이는 상지의 동작방향에 따라 신장 혹은 수축이 결정된다. 어깨관절의 앞동작, 바깥동작과 뒷동작에서는 안팔길이, 겨드랑이밑상완둘레 등이 신장하였고, 바깥팔길이와 소매산길이가 수축하였다. 팔꿈치관절의 앞동작에서는 바깥팔길이와 겨드랑이밑상완둘레가 신장을 나타내었다.

2. 상지체표길이 변화는 기준자세를 중심으로한 각 동작방향의 관절각에 의해 선형적인 신장 혹은 수축을 보인다. 따라서 상지체표변화 구조는 상지동작 방향과 관절각의 두 체표변화 유발요인과 체표변화가 선형적인 관계를 갖는 구조로 요약할 수 있다.

3. 상지체표길이는 체형에 관계없이 동일한 경향의 체표변화를 나타내었다. 회귀분석에 의하여 상지체표변화의 회귀식을 구하고, 체형별 회귀계수간의 동일성을 검정한 결과, 체표변화 경향이 소·중·대 세 체형에 있어서 동일한 것으로 나타났다. 그러므로 체표변화 모형은 모든 체형에 대한 종합적인 모형으로 개발하는 것이 바람직하다.

4. 상지부위에 따라 동작방향의 영향이 다르게 작용하였다. 즉, 바깥팔길이는 팔꿈치관절의 앞동작, 안팔길이는 어깨관절의 앞동작, 바깥동작에 의해 신장하였고, 겨드랑이밑상완둘레와 소매산길이는 모든 방향에 대해 각각 신장과 수축을 하였다. 이에 따라 기능복 소매설계시 바깥팔길이와 겨드랑이밑상완둘레에는 많은 여유량을 적용하고 소매산을 낮게 설정하여야 한다.

본 연구의 상지체표 변화의 요인과 구조에 대한 분석 결과를 바탕으로 하여, 후속 연구에서는 동작시 상지체표 변화를 예측할 수 있는, 기능복 소매의 치수산출 방안으로서의 종합적이고 체계적인 상지체표변화 모형을

개발하고자 한다.

인 용 문 헌

- 1) 工業振興廳, 1986, 國民標準體位調查報告書, p. 209.
- 2) 김혜경 외 2명, 1989, 신체동작에 따른 상지형태변화에 관한 피복인간공학적인 연구, 한국의류학회지, 13(1)
- 3) 勞動部, 1986, 女性과 就業, 옷고 문화사, pp. 13-72
- 4) 백상호, 1979, 인체해부학, 대한간호협회, pp. 47-105
- 5) 林元子, 1982, 衣服構成學, 敎文社, pp. 13-92
- 6) 林元子, 崔海珠, 1988, 標準衣服原型設計法에 관한 연구, 韓國衣類學會誌, 12(1)
- 7) 최월봉 외, 1984, 기본 인체해부학, 탐구당, pp. 56-106
- 8) 최해주, 1995 a, 소매의 동작기능성에 관한 인간공학적 연구, 한국의류학회지, 19(5)
- 9) 최해주, 1995 b, 상지체표변화에 따른 인간공학적 소매설계에 관한 연구, 한국의류학회지, 19(6)
- 10) 韓國科學技術研究所, 1980, 産業의 標準値設定을 위한 國民標準體位調查研究報告書, pp. 101-119K
- 11) 咸玉相, 鄭惠洛, 1981, 팔의 동작에 따른 소매 原型의 人間工學的 研究, 대한가정학회지, 19(1)
- 12) Kirk, Jr. Wm et al., 1966, Fundamental Relationship of fabric Extensibility to Anthropometric Requirements and Garment Performance, *Textile Research Journal*, 22(1)
- 13) Lee, M.W., 1979, A Stochastic Model of Muscle Fatigue in Frequent Strenuous Work Cycles, Ph.D. Dissertation, Univ. of Michigan.
- 14) 高橋春子 외 3명, 1973 a, 衣服原型의 人間工學的 研究(第一報), 日本家庭學雜誌, 24(2)
- 15) 高橋春子 외 3명, 1973 b, 衣服原型의 人間工學的 研究(第二報), 日本家庭學雜誌, 33(2)
- 16) 笠井姜惠子, 1964, 服裝造型, 技報堂, pp. 8-31