

3차원 인체 측정치들을 이용한 중년 여성의 유방 형태에 따른 유형 분류

이현영 · 홍경희*[†]

군산대학교 의류학과, *충남대학교 의류학과

Classification of Middle Aged Women's Breast Shapes Using 3D Body Measurement Data

Hyun-Young Lee · Kyunghee Hong*[†]

Dept. of Clothing & Textiles, Kunsan National University

*Dept. of Clothing & Textiles, Chungnam National University

접수일(2009년 7월 22일), 수정일(1차 : 2009년 11월 18일, 완료일 : 2009년 12월 15일), 게재확정일(2009년 12월 28일)

Abstracts

The breast types of middle-aged women of 80A (formerly 80B) size were classified through a 3D scanned nude body. Thirty seven measurements including the radius of curvature, surface area, volume, surface length, and breast displacements were used as input variables. We extracted five main factors through the factor analysis of the measurements and classified 36 subjects into 3 clusters through the cluster analysis. As a result of the factor analysis, the size of the breast, breast sag, the curvature of the inner and the outer breast curve, the width of the breast, and the nipple direction were found as the main factors. For the results of the classification of breast types, Cluster 1 was characterized by narrow breast width and unsymmetrical under the breast curve, whereas Cluster 2 was a wide and sagged shape. Cluster 3 was classified into big breast volume and symmetrical under-breast curve. The results are useful to the product development of high quality brassieres which reflect the 3D characteristics of breast types of middle-aged women.

Key words: Breast shape, 3D measurement, Classification of breast types, Middle aged women, Global average radius of curvature of bottom breast curve; 유방 형태, 3차원 측정, 유형 분류, 중년 여성, 유방 밑선의 평균곡률반경

I. 서 론

현재 시판 브래지어는 기본적으로 20대를 중심으로 생산되고 있어 타 연령대의 여성들은 치수뿐 아니라 형태가 부적합하여 브래지어의 착용감에 대한 불만이 높다는 지적이 많았다(이경화, 최혜선, 1995). 따라서 문제해결을 위해 각 연령층대에 대한 유방 및

흉부 체형 분석, 유방 형태별 유형 분류에 대한 연구들도 다수 이루어졌으며(김영숙, 손희순, 2001; 박은미, 손희순, 1996; 이경화, 최혜선, 1995), 업계에서는 맞춤 브래지어까지 출시하였다. 그러나 맞춤 브래지어조차도 아직까지는 몇몇 치수들만을 기초로 주로 사이즈의 세분화에 그치고 있는 것이 대부분이며, 유방의 입체적 형상까지 고려한 제품 출시는 이루어지지 못하고 있다.

이러한 문제점들을 해결하기 위해 근래에는 3차원 측정시스템을 이용한 유방 형상 분석 및 이에 따른 설

[†]Corresponding author
E-mail: khhong@cnu.ac.kr

계방법들이 모색되고 있다. Lee et al.(2004)은 3차원 계측방법을 이용하여 유방의 길이, 각도, 표면적뿐 아니라 기존에 측정이 불가능했던 유저면적 및 유방 윤곽선들의 구간별 곡률반경 등의 측정방법을 제안하였다. 그리고 이현영 외(2003)의 연구에서는 3차원 영상 분석을 통해 기존 방법(Bulstrode & Shrotria, 2001)보다 정밀한 유방 부피를 측정할 수 있는 방법을 제안하였다. 그리고 3차원 측정이 어려운 경우에도 유방의 부피 및 표면적 등을 길이 및 각도 파라미터들만을 이용하여 예측할 수 있는 예측식도 개발되었다(이현영, 홍경희, 2006). 이옥경(2002)의 연구에서는 3차원 계측 시스템을 이용하여 기능적인 브래지어 컵 패턴의 설계 방법을 제안하였으며, 이에진, 홍경희(2004)의 연구에서는 브래지어의 각 부분에 대한 3차원 정보를 획득하고 이것을 2차원 브래지어 패턴으로 전개할 수 있는 방법을 제안하였다. 그러나, 이러한 연구에서는 3차원 계측을 이용한 분석방법론만이 제안되어있다.

한편, 조신현, 김미숙(2008a, 2008b)의 연구들에서는 산업자원부 기술표준원에서 실시한 제5차 한국인 인체 체수조사의 3차원 인체 형상 데이터 중 30대 여성 134명, 40대 여성 83명의 3차원 정보를 활용하여, 유방 형태에 따라 반악유방 유형, 하수유방 유형, 반구유방 유형, 돌출유방 유형으로, 그리고 상반신의 형태에 따라 바른 체형, 찌뺀 체형, 숙인 체형으로 각각 분류하고 유형별 분포를 분석하였다. 그런데, 사이즈 코리아 2004에서는 한 겹의 브래지어를 착용한 상태의 유방 정보를 제공하기 때문에, 브래지어 설계에 필수적인 유방 하연 곡률 등 누드 상태에서만 관찰할 수 있는 3차원 유방 정보를 알 수가 없다. 이에 따라, 반구유방, 하수유방, 돌출유방과 같이 외관상의 모양이 달라도 유방의 부피나 흉곽과 직접 연계된 유방 하연곡률은 다를 수 있다.

소비자의 가슴둘레와 밑가슴둘레가 같아서 같은 사이즈의 브래지어를 착용하더라도 실제 와이어나 패턴 설계와 관련된 보다 근원적인 유방의 특성, 예를 들면, 유방 부피, 표면적, 유저면적, 유방 하연의 곡률은 다르게 구분될 수 있는 데, 이에 대한 정보는 거의 찾아 볼 수 없는 실정이다.

이에, 본 연구에서는 중년 여성들 중에서도 80A(밑가슴둘레 80cm, 가슴둘레 90cm) 사이즈의 여성들만을 대상으로 나체 상태의 유방을 3차원 계측시스템을 이용하여 유방 부피, 표면적, 유저면적, 곡률 등의 유방의 형태 및 위치, 그리고 흉곽 형상과 관련된 37개 항목을 분석하고 유방을 몇 개의 유형으로 분류하고자 하

였다. 이를 통해 중년 여성들의 유방 형태에 따른 세분화된 브래지어 제품 출시에 도움을 주고자 한다.

II. 연구방법

본 연구의 3차원 인체 데이터, 측정 및 분석도구, 그리고 분석방법은 다음과 같다.

1. 3차원 인체 데이터

본 연구에서 사용된 3차원 인체 데이터는 선행연구(Lee et al., 2004)시 측정하였던 3차원 스캔 자료로서, 브래지어 사이즈가 80A인 중년 여성(30대~50대) 36명의 누드 유방 자료이다. 이들의 평균밑가슴둘레는 79.0cm(S.D.=2.1), 평균가슴둘레는 89.7cm(S.D.=2.6)이었다.

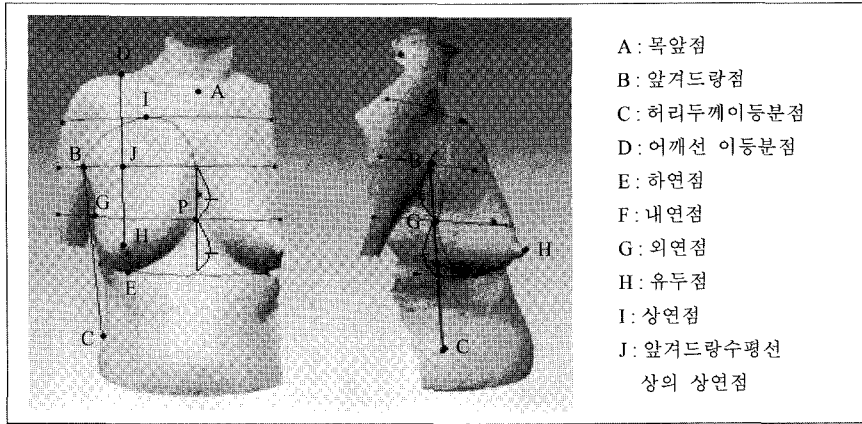
2. 측정 및 분석도구

3차원 스캐너로는 3D Phase-shifting Moiré(Intek Plus, Co., Ltd.)가 이용되었다. 이 장비는 일반 모아레 측정기기에 비해 다중위상천이격자 사용과 N-plane 3D calibration 방식을 이용하고 있어, 인체 측정시 정밀도(0.12mm, single image)가 높다. 3차원 영상의 분석 소프트웨어로는 RapidForm(INUS Technology, Inc.)이 이용되었다.

3. 분석방법

측정점들의 위치는 <그림 1>에 나타내었으며, 측정 항목으로는 아래 <표 1>과 같이 유방 형상, 흉곽 형상, 그리고 흉곽 상에서의 유방 위치에 대한 37개 항목이 측정되었다. 그리고 측정항목의 이해를 돕기 위해 <그림 2>에 직선거리(distance), 표면거리(surface distance), 그리고 X-변위(X-displacement)의 개념 차이를 비교하였다. 이 중에서 변위는 XYZ 좌표 평면에서 세 좌표축 각각에 대한 좌표값의 편차라 볼 수 있다.

본 연구의 경우 측정변수가 많아 유사한 변수들을 그룹으로 묶기 위해 요인분석(주요인분석, Varimax 회전)을 먼저 실시하였고, 피험자들의 유방 형태에 따른 분류를 위해 5개 요인에 대한 요인점수를 이용하여 군집분석(Quick Cluster Analysis)을 실시하였다. 통계 분석에는 SPSS ver.10.0을 이용하였다.

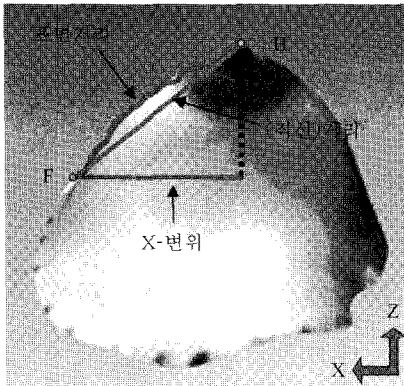


- A: 목앞점
- B: 앞겨드랑점
- C: 허리두께이등분점
- D: 어깨선 이등분점
- E: 하연점
- F: 내연점
- G: 외연점
- H: 유두점
- I: 상연점
- J: 앞겨드랑수평선상의 상연점

<그림 1> 측정점들의 위치

<표 1> 유방 유형 분류를 위한 인체 측정항목

측 정 항 목		측 정 항 목			
유방 형상	부 피	유방 부피	유방 형상	비 율	부피/유지면적
	면 적	유방 표면적			상연점하연점 Y-변위/ 내연점외연점 X-변위
		유지면적			내연점유두점 X-변위/ 내연점외연점 X-변위
	직선거리	유두높이			상연점유두점 Y-변위/ 상연점하연점 Y-변위
	X-변위	내연점외연점 X-변위	흉곽 형상	Z-변위	내연곡률반경/외연곡률반경
		내연점유두점 X-변위			내연점하연점 Z-변위
	Y-변위	상연점하연점 Y-변위	하연점외연점 Z-변위		
		상연점유두점 Y-변위	목앞점내연점 Z-변위		
		하연점최대하수점Y-변위	앞중심점앞겨드랑점 X-변위		
	표면거리	내연점유두점 표면거리	X-변위	앞중심점내연점 X-변위	
		유두점외연점 표면거리		외연점앞겨드랑점 X-변위	
		유두점하연점 표면거리		앞중심점유두점 X-변위	
		어깨이등분점유두점 표면거리		목앞점허리옆점 Y-변위	
	곡선길이	내연길이	Y-변위	목앞점상연점 Y-변위	
		외연길이		하연점허리옆점 Y-변위	
평균곡률	전체곡률반경	흉곽상의 유방 위치		목앞점유두점 Y-변위	
	내연곡률반경		목앞점허리옆점 Y-변위/ 앞중심점앞겨드랑점 X-변위 목앞점허리옆점 Y-변위/ 앞중심점앞겨드랑점 X-변위		
	외연곡률반경		목앞점유두점 Y-변위/ 목앞점허리옆점 Y-변위/ 목앞점유두점 Y-변위/ 목앞점허리옆점 Y-변위		
			비 율	앞중심점유두점 X-변위/ 앞중심점앞겨드랑점 X-변위	



<그림 2> 직선거리, 표면거리, X-변위의 개념 비교

III. 결과 및 토의

본 실험에 참가한 피험자들의 가슴둘레와 밑가슴둘

레를 줄자로 실측한 값을 일원분산분석에 의해 군집별 차이를 검증($\alpha=0.05$)한 결과 유의한 차이는 나타나지 않아, 군집별 브래지어 사이즈는 동일함이 확인되었다.

주요인분석과 베리맥스(Varimax) 회전법을 이용한 요인분석(Factor Analysis)을 실시하여 5개의 요인을 추출하였고, 이 요인들에 의한 설명력은 약 71.9%로 나타났다. 추출된 5개 요인들의 요인점수를 이용하여 피험자들을 군집분석을 이용하여 3개의 군집으로 분류하였으며, 이 3군집의 각각의 특성 차이를 비교하기 위해 주요 측정항목들에 대한 Duncan grouping을 실시하였다. 그리고 각 요인들에 포함되어있으면서 요인적재값이 높은 주요 측정항목들과 요인적재값, 그리고 측정항목들에 대한 군집별 평균값과 일원분산분석($\alpha=0.05$)에서 군집별 유의한 차이가 있는 항목에서의 Duncan grouping 결과를 <표 2>에 요약하였다.

<표 2> 요인분석 결과와 군집분석 결과

요 인	% of Variance (%)	측 정 항 목	요인 적재값	군집별 평균값과 Duncan grouping 결과		
				1군집 (14명, 38.9%)	2군집 (13명, 36.1%)	3군집 (9명, 25.0%)
1요인-유방의 크기	24.4	유방 표면적(cm ²)	.829	293.2	307.1	317.5
		유저면적(cm ²)	.827	227.4 ^{b*}	235.5 ^b	249.4 ^a
		상연점하연점 Y-변위(cm)	.713	12.9	13.0	13.0
		유방 부피(cm ³)	.669	498.1	573.1	581.5
		유두높이(cm)	.597	5.6	5.5	5.3
2요인-유방의 처짐	16.9	상연점유두점 Y-변위(cm)	.820	12.9	13.0	13.0
		어깨이등분점유두점 표면거리(cm)	.706	24.6	26.8	25.5
		하연점최대하수점 Y-변위(cm)	.621	0.3 ^{ab}	0.5 ^a	0.1 ^b
3요인-유방 내연과 외연의 곡률특성	12.9	내연곡률반경/외연곡률반경	.910	1.6 ^a	1.4 ^{ab}	1.1 ^b
		하연점외연점 Z-변위(cm)	-.652	4.6 ^b	6.4 ^a	6.5 ^a
		내연점하연점 Z-변위(cm)	.611	2.1 ^a	1.0 ^b	0.9 ^b
4요인-유방의 너비	9.9	상연점하연점 Y-변위/내연점외연점 X-변위	-.885	1.3 ^a	1.1 ^b	1.2 ^b
		전체곡률반경(cm)	.666	7.7 ^b	8.3 ^a	8.3 ^a
		내연점외연점 X-변위(cm)	.717	13.3 ^b	14.4 ^a	14.7 ^a
5요인-유두의 방향성	7.7	앞중심점유두점 X-변위(cm)	.860	9.4 ^b	10.3 ^a	9.4 ^b
		내연점외연점 X-변위(cm)	.618	8.6 ^b	9.4 ^{ab}	9.1 ^a
합 계	71.9					

*는 일원분산분석($\alpha=0.05$)에서 군집별 유의한 차이가 있는 항목에서의 군집별 Duncan grouping 결과

요인분석 결과, 1요인에는 '유방 표면적', '유저면적', '상연점하연점 Y-변위', '유방 부피', '유두높이' 등의 항목들이 포함되어 '유방의 크기'와 관련되어 있었다. 그리고 2요인에는 '상연점유두점 Y-변위', '어깨이등분점 유두점 표면거리', '하연점최대하수점 Y-변위'의 '유방의 처짐'을 나타내는 항목들이 포함되어 있었다. 3요인에는 '내연곡률반경/외연곡률반경'과 '하연점외연점 Z-변위', '내연점하연점 Z-변위' 등이 포함되어 '유방 내연과 외연의 곡률특성'에 관련된 요인이라 볼 수 있었다. 그리고, 4요인에는 '상연점하연점 Y-변위/내연점외연점 X-변위'를 비롯한 '전체곡률반경' 등이 포함되어 '유방의 너비'를, 5요인에는 '앞중심점유두점 X-변위'와 '내연점외연점 X-변위'가 포함되어 '유두의 방향성'을 나타내는 요인임을 알 수 있었다.

본 연구의 피험자들이 동일 사이즈(80A)의 브라지어가 적용되는 여성들임에도 불구하고, 이 5개의 요인 중 '유방의 크기' 요인이 가장 설명력을 가지는 1요인으로 추출된 것은 피험자별 유방 크기가 매우 다를 수 있음을 의미한다. 따라서 가슴둘레와 밑가슴둘레만으로 브라지어의 사이즈를 결정하고 동일한 컵을 적용하는 현 시스템의 문제점이 잘 드러내고 있는 부분이라 할 수 있다. 실제로 선행연구(이현영 외, 2003)를 통해 가슴둘레와 밑가슴둘레의 편차와 유방 부피 및 유방 표면적 사이의 상관관계(r)는 각각 .017과 .242로 매우 낮게 나타났다.

또한 본 연구를 통해 얻어낸 특징적 성과로, 3요인으로 분류된 '유방 하연의 곡률특성'은 기존의 1, 2차원 측정시스템을 이용한 연구들에서는 나타나지 않았던 요인으로 12.9%의 변량을 보이며 유방 유형 분류에 있어 매우 중요한 요인인 것으로 나타났다. 이 요인에 포함되는 측정항목들은 내연곡률반경/외연곡률반경, 하연점외연점 Z-변위, 내연점하연점 Z-변위 등으로 기존의 1, 2차원적 측정시스템으로는 측정이 어려웠던 항목들로 3차원 측정을 통해 분석이 가능한 항목들이었다. 이 항목들은 이후 유방 형태에 따른 와이어

설계 시 매우 유용하게 활용될 수 있을 것으로 예상된다.

한편, 요인분석에 의해 추출된 요인점수를 이용하여 군집분석으로 피험자들을 3개의 군집으로 분류한 결과, <표 2>에 이미 제시된 바와 같이 전체 36명의 피험자들 중 1군집에 14명(38.9%), 2군집에 13명(36.1%), 그리고 3군집에 9명(25.0%)이 포함되었다.

측정항목별 군집 간의 차이를 비교한 Duncan grouping 결과($\alpha=.05$), 유방 밑면의 면적은 3군집이 다른 군집에 비해 뚜렷이 큰 것으로 나타났다. 하연점최대하수점 Y-변위에서는 2군집이 3군집 비해 다소 큰 값을 보여 유방이 상대적으로 처져 있음을 알 수 있다. 내연곡률반경/외연곡률반경은 1군집이 가장 큰 값을 보여 비대칭적인 유방 밑선의 곡률형태를 가지고 있음을 알 수 있고, 하연점외연점 Z-변위와 내연점하연점 Z-변위도 같은 경향을 설명해 주었다. 내연점외연점 X-변위 등의 유방 너비 관련 항목들은 1군집이 가장 너비가 작은 유형임을 보여준다. 그리고 유두의 방향과 관련된 앞중심점유두점 X-변위 및 내연점유두점 X-변위는 2군집이 가장 커 유두가 가장 외측을 향하고 있는 유형임을 알 수 있다.

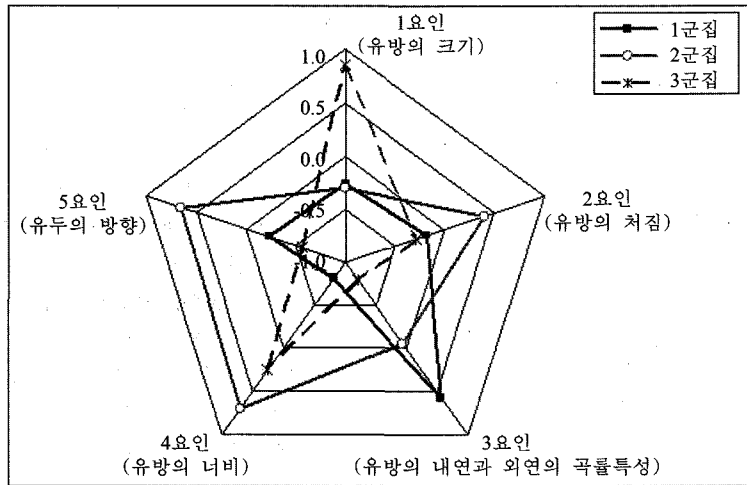
위의 군집별 유방의 형태를 보다 쉽게 비교할 수 있도록 각 군집별 요인점수들의 평균값을 산출하여 <표 3>에 제시하고 <그림 3>에 그래프로도 나타내었다.

군집별 요인점수를 이용하여 요인별 군집 간의 차이를 일원분산분석(ANOVA test)을 통해 검증한 결과, 각 요인에 따른 군집별 차이는 2요인을 제외하면 모두 유의했다.

1군집은 3요인에서 가장 높은 값을 보였고, 반면 4요인에서 가장 낮은 값을 보여, 유방 하연의 형태가 외연 쪽으로 치우쳐있고 유방의 너비가 상대적으로 좁은 유형임을 알 수 있다. 따라서 1군집의 여성들을 위한 브라지어 설계 시에는 와이어가 하연점을 중심으로 대칭인 형태보다는 내연측이 상대적으로 덜 휘어지고 외연측이 더 휘어진 형태의 와이어를 적용해 주

<표 3> 유방 유형별 특성 비교를 위한 평균요인점수

유방 유형	평균 요인 점수				
	1요인 (유방의 크기)	2요인 (유방의 처짐)	3요인 (유방의 내연과 외연의 곡률특성)	4요인 (유방의 너비)	5요인 (유두의 방향)
1군집	-0.267	-0.179	0.570	-0.811	-0.235
2군집	-0.303	0.388	-0.062	0.698	0.643
3군집	0.853	-0.281	-0.797	0.252	-0.563



<그림 3> 유방 유형별 특성 비교를 위한 그래프

면 인체 적합성이 높아짐을 알 수 있었다. 그리고 유방의 너비가 좁으므로 와이어 폭과 브래지어 앞판의 컵 봉제 부분의 좌우 간격이 상대적으로 좁게 설계되어야 한다.

2군집은 유방의 폭이 가장 넓고, 처져있으며, 유두가 외측을 향하고 있는 유형이다. 따라서 와이어 폭과 앞판의 브라 컵 봉제 부분의 좌우 간격이 넓게 설계해야 한다. 그리고 처지고 모아지지 않은 유방의 형태를 보완해 줄 수 있는 기능성 컵을 적용해 주어야 한다.

마지막으로 3군집은 1과 4요인의 값은 높고, 3과 5요인은 낮아 유방 면적이나 부피가 크고, 유방이 상체 위에 전체적으로 넓게 분포하고 있으며, 유방의 하연은 대칭에 가까운 유형이다. 이러한 유형을 위해서는 기존의 대칭적 형태의 와이어를 그대로 적용해 주고, 부피가 크고 비교적 폭이 넓은 유방에 맞는 컵을 설계하여 적용해 줄 필요가 있다.

이러한 군집별 형태적 특징을 알아보기 쉽도록 각 군집별 대표적인 피험자들의 영상과 상대적 비교를 돕기 위한 도식화를 <표 4>에 제시하였다. 여기에 제시된 대표적 사례들의 군집의 중심으로부터의 거리는 1군집 0.7, 2군집 0.9, 그리고 3군집 0.6 수준이었다. 그리고 2군집의 대표 영상 중에서 정면과 측면 영상 외에 유방만 있는 영상은 유방이 처져 유방 하연 부분을 찍기 위해 유방을 테이프로 들어 올려 촬영한 영상이다.

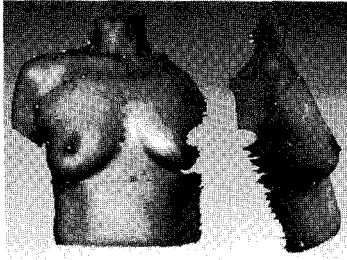
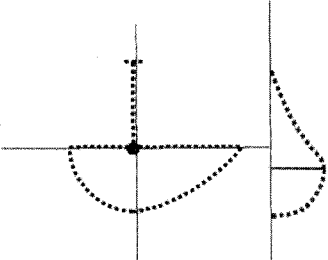
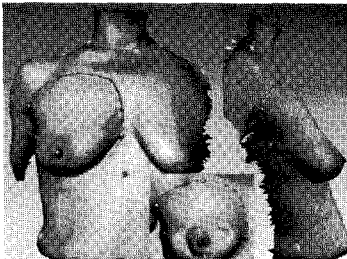
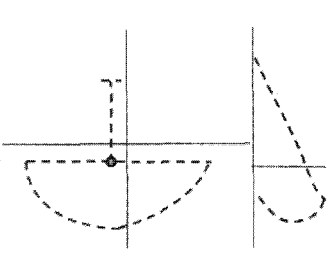
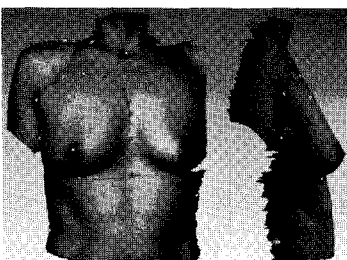
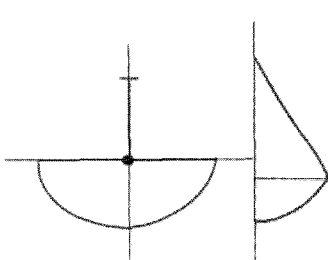
이상의 결과를 통해 같은 사이즈의 유방일지라도

그 형태가 매우 다를 수 있었다. 따라서 편안한 브래지어 디자인을 위해서는 앞에서 제안한 바와 같이 각각의 유방 유형들에 적합한 브래지어 설계가 독립적으로 이루어질 필요가 있음이 밝혀졌다. 그 중에서도 유저면적이거나 유방 내연과 외연의 곡률형태 등은 군집별로 차이가 뚜렷하게 나타났으므로 이러한 유방 내연과 외연의 곡률특성을 와이어 디자인에 유형별로 고려하면 인체 적합성이 향상될 것으로 보인다. 즉, 브래지어 설계 시 조형의 기초 부분인 하컵의 하연 부분이나 와이어 부분은 유방 하연의 곡률을 좀 더 고려하여도 유방의 조형미는 크게 경감되지 않을 것으로 생각되므로, 브래지어의 설계 시 유방 하연의 형태를 좀 더 고려하는 것을 제안하고자 한다. 유방의 조형성은 유방 하연의 형태보다는 그 위에 조성된 피하 지방 등의 볼륨을 원하는 방향으로 밀어 줌에 따라 외관이 좌우 되고 하연의 형태는 외관에는 직접 나타나지 않기 때문이다.

IV. 결 론

본 연구에서는 80A 사이즈의 중년 여성 36명의 3차원 인체 데이터를 이용하여 유방 형태에 따른 유형 분류를 실시하였다. 유방의 여러 길이 및 변위, 유방 내연과 외연의 곡률반경, 표면적, 유저면적, 부피 등 유방의 형태 및 위치, 그리고 흉곽 형상과 관련된 37개 측정치들로부터 요인분석을 통해 5개의 요인을 추출하였다. 그리고 이 요인들을 이용하여 36명의 피험자

<표 4> 유방 유형별 대표적 사례 영상 및 상대적 비교를 돕기 위한 도식화

군 집	유방 유형별 대표적 사례 영상	상대적 비교를 돕기 위한 도식화
1		
2		
3		

들을 군집분석을 통해 3개의 유형으로 분류하였다.

그 결과 유방의 크기, 유방의 처짐, 유방의 내연과 외연의 곡률특성, 유방의 너비, 유두의 방향이 주요 요인으로 추출되었다. 이 중에서 유방의 내연과 외연의 곡률특성은 길이 위주의 파라미터들에만 의존했던 기존 연구들에서 유방 유형 분류에 포함되지 않았던 것이었으나, 본 연구를 통해 유방 유형 분류 시 중요한 특성임이 밝혀졌다. 또한 이를 통해 동일 사이즈의 유방이라 할지라도 유저면적이나 내연 및 외연의 곡률특성들은 매우 다름이 확인되었다. 따라서 브라지어의 설계 시 와이어나 앞판의 하킵이 봉제되는 곡선 부분의 설계에 이러한 특성을 고려되어야 함이 밝혀졌다. 따라서 앞으로의 연구에서는 유방 유형들에 적합한 와이어나 패턴 등의 설계방법에 대한 체계적인 연구들이 더욱 많이 이루어져야 한다.

참고문헌

- 김영숙, 손희순. (2001). 성인여성의 연령집단별 유방 형태 분석에 관한 연구. *대한가정학회지*, 39(2), 25-40.
- 박은미, 손희순. (1996). 20대와 40대 여성의 유방 형태 분석. *대한가정학회지*, 34(2), 85-97.
- 이경화, 최혜선. (1995). 노년 여성용 브라지어 개발을 위한 흉부 형태 분석에 관한 연구. *한국의류학회지*, 19(6), 995-1007.
- 이예진, 홍경희. (2004). 3차원 정보가 반영된 브라지어 패턴 설계: Ruled surface의 활용. *한국의류학회지*, 28(11), 1536-1543.
- 이옥경. (2002). 3차원 측정시스템을 이용한 브라지어 패턴 제작의 기본적 방법론 개발. *충남대학교 대학원 석사학위 논문*.
- 이현영, 이옥경, 홍경희. (2003). 3차원 측정시스템을 이용한 유방 부피 및 유저면적의 측정. *한국의류학회지*, 27(2), 270-276.

- 이현영, 홍경희. (2006). 유방에 대한 길이 파라미터를 이용한 3차원 유방 부피의 예측 개선. *복식문화연구*, 14(5), 840-849.
- 조신현, 김미숙. (2008a). 3차원 인체 측정방법에 의한 상반신 체형을 고려한 브라지어 패턴 설계: 30대를 대상으로. *복식문화연구*, 16(3), 488-501.
- 조신현, 김미숙. (2008b). 3차원 인체 측정을 이용한 40대 여성의 상반신 체형을 고려한 브라지어 패턴 설계. *복식문화연구*, 16(3), 502-517.
- Bulstrode, N. W., & Shrotria, S. (2001). Prediction of cosmetic outcome following conservative breast surgery using breast volume measurements. *The Breast*, 10, 124-126.
- Lee, H. Y., Hong, K. H., & Kim, E. A. (2004). Measurement protocol of women's nude breasts using a 3D scanning technique. *Applied Ergonomics*, 35(4), 353-359.
- Lee, H. Y., Hong, K. H., Kim, J. W., & Lee, S. Y. (2001, 6). Development of design parameters of brassiere. *KSCT/ITAA Proceedings*, 90.