

다변량 통계분석 방법을 이용한 한국인 성인 남녀 체형분류

성 덕 현*** · 정 의 승****

A Multivariate Statistical Approach to the Categorization of Body Types for Korean Adults

Deokhyun Seong***, Eui S. Jung****

ABSTRACT

The purpose of the study is to suggest a methodology for properly categorizing the body type of Koreans based on the multivariate statistical analysis. Anthropometric data used in the study were measured from the sampled strata of about fifteen thousand Koreans surveyed through the 5th national anthropometric data measurement project called Size Korea funded by ATS, Korea, during 2003~2004. In order to categorize whole body types, the normalized anthropometric variables, being divided by its stature, were used for obtaining a set of factors that supposedly represent body types through the factor analysis. These factors, which were again clustered, yielded the body types according to the gender. The body types classified are expected to be applied to product design for clothing, furniture, automobile packaging, etc.

Keyword: Korean body types, Multivariate statistical analysis

1. 서 론

최근 산업자원부 기술표준원에서는 2년간 제5차 한국인 인체치수조사사업인 사이즈코리아(Size Korea) 사업을 진행해 왔으며(Korea ATS 2003a, 2003b, 2004, Seong 2004), 그 사업을 통해 전국 342개 시군구에 거주하는 0~90세까지의 남녀 약 15,000여명에 대한 인체측정을 실시하였다. 수집된 인체측정 자료는 의류, 가구, 자동차, 신발 등 여러 산업분야에서의 활용됨으로써 실용성을 갖춘 자료로서의 의미를 지닐 수 있을 것이다.

인체측정 자료가 실용성을 갖추려면 자료는 현재 시점의 것이어야 하며 또한 지리적 구분에 의한 모집단의 분포를

반영하고 있어야 한다(Tamburrino, 1992). 이에 따르면 Size Korea 사업을 통해 우리나라 국민을 대상으로 한 인체 측정 자료는 가장 최근의 인체치수를 반영하고 있고, 또한 우리나라 사람들의 모집단 특성치를 나타내주는 자료로서 그 활용방안이 적극적으로 모색되어야 할 것이다.

인체의 체형구분은 매우 오래전부터 시도되어 온 것으로, 의류, 신발, 가구산업 등의 분야에서 인체에 보다 적합한 제품설계에 필요한 기초자료로 사용될 수 있다(Korea ATS, 2004). 본 연구에서는 체형을 body type이라는 용어로 정의하였으나 유사 논문에서는 body typology 혹은 체형구분을 somatotyping이라는 용어를 사용하기도 한다.

의류분야에서의 체형구분(Categorization of body types)은 보편적으로 통용되고 있는 시각적인 방법에 의존하고 있

*이 논문은 2001년도 부경대학교 연구년교수지원에 의하여 연구되었음.

**인체측정자료는 '03-04 산업자원부 기술표준원 주관 Size Korea 사업을 통해 측정된 것임.

부경대학교 경영학부, *고려대학교 산업시스템정보공학과

교신처: 성덕현

주 소: 608-737 부산광역시 남구 대연3동 599-1, 전화: 051-620-6563, E-mail: dhsung@pknu.ac.kr

는데, 골격의 크기와 인체 각 부위의 비율 및 체중이 집중되어 있는 부위 등에 따라 정면체형을 기하학적 모양으로 분류해 왔다(Rasband 1994, August 1981, Sinozaki 1995). 이에 의하여 다음의 (표 1)에서와 같이 정면체형은 Rasband에 의하면 8가지 체형으로, August는 정면체형을 1단계에서 4가지로, 그리고 Sinozaki는 4가지로 구분하고 있다.

표 1. 체형에 대한 기존의 시각적 분류

구분	Rasband	August	Sinozaki
정면체형의 분류	이상체형, 삼각체형, 역삼각체형, 사각체형, 모래시계체형, 마름모체형, 튜브체형, 둥근체형	A, X, V, H 체형	V, A, X, I 체형
분류에 사용되는 주요 변수	어깨너비, 가슴둘레, 허리둘레, 엉덩이둘레, 넓다리둘레, 몸무게	어깨너비, 넓다리부위너비, 허리너비	가슴둘레, 허리둘레, 엉덩이둘레

이러한 체형의 분류는 Rasband의 지적에서와 같이 키와 사이즈에 관계없이 일반적으로 같은 체형을 가진 사람들은 옷 입는 스타일이 대체로 같거나 유사한 스타일의 옷에 만족한다고 하며, 따라서 같은 체형을 가진 사람들에 대해 동일한 스타일의 옷을 제공하기 위해 분류가 필요하다.

최근의 연구에 의하면 대부분 여성 의류의 경우 가슴둘레와 드롭치(엉덩이둘레-가슴둘레)에 의해 체형을 분류하고 있다. Lee and Nam(2003)은 18~24세의 한국인 여성의 체형에 대해 분류를 하였으며, 1997년도 국민표준체위조사 자료와 97명의 직접측정 자료를 이용하여 과거와의 체형이 달라진 정도에 대해 발표하였다. 우리나라 KS규격(MCIE 2004a, 2004b)에서는 피트성을 필요로 하는 경우 상의용 체형에 대해 드롭치만으로서 체형을 구분하고 있으며, 성인 여성의 경우 보통체형(N), 가슴이 작고 엉덩이가 큰 체형(A), 가슴이 크고 엉덩이가 작은 체형(H)으로 구분하고 있으며, 성인 남성에 대해서는 역삼각체형(Y), 보통체형(A), 허리가 굽은 체형(B), 배가 나온 체형(BB)으로 구분하고 있다. 이러한 방법론들은 시각적으로 체형을 관찰하여 분류하는 방법으로서, 다른 한편에서는 다변량 통계적인 방법을 이용한 체형의 분류 방법이 제시되어 왔다.

체형구분에 있어서는 일찍이 1940년부터 인체측정 DB에 다변량 통계분석 기법을 적용하여 체형을 구분하여 왔다(O'Brien and Shelton, 1941). 체형분류를 위해 사진자료를 이용한 분석을 시도하였으며(Gazzuolo et al., 1992), 컴퓨터 기술의 발전과 더불어 이를 이용한다면 개인들을 대상으로 보다 잘 맞는 의복의 제작이 가능함을 역설하고 있다. 최근에는 35~55세의 성인 남성 168명을 대상으로 중년 남성의

체형분석을 실시하였다(Sung and Kim, 2004). 그들의 연구에서는 체형분류를 위하여 49개 항목의 직접측정치를 이용하여 7개의 체형분류를 위한 요인을 도출하고, 이로부터 중년 남성의 체형을 3가지로 분류하였다. 그러나, 체형의 분류를 위해서는 인체측정 변수들의 비례관계를 파악하여야 함에도 불구하고, 변수들을 비례관계를 이용하지 않고 직접 사용함으로써 크기를 중심으로 한 분류를 시도하였다. 또한 이정임 등은 노년 여성의 연령대별 체형특성을 제시하였다(Lee et al., 2003). 그들의 연구에서는 각 개인의 키를 기준으로 한 측정항목들에 대해 연령대별, 지역별 평균값의 차이에 대해 유의차 분석을 실시하여 노년층 여성들의 의류치수 개발에 사용될 수 있도록 하고 있다. 최근에는 인자분석(factor analysis)에 의해 주요 인체변수를 도출하고, 이를 중심으로 sizing 체계의 개발 및 평가를 수행하였다(Gupta and Gangadhar, 2004). 그들은 인자분석을 통하여 사이징 체계에 가장 영향을 많이 미치는 인자들을 도출하고, 이 중에서 키와 드롭치에 의하여 체형을 4가지로 구분하였으며, 각각에 대한 사이징 체계를 제시하였다. 그들은 체형그룹의 구분 시 키와 드롭치만을 사용한 바 다른 변수를 반영할 경우 체형구분이 보다 다양해 질 것으로 예상된다.

이상의 연구에서와 같이 인체의 체형에 관한 연구는 시각적 관찰에 의하거나 혹은 다변량 통계분석에 의한 연구가 진행되어 왔다. 이 중에서 시각적 관찰에 의한 방법은 기존의 불명확성으로 인하여 체형의 분류가 주관적으로 이루어질 가능성이 크며, 통계분석에 의한 방법론은 변수의 비례관계를 이용하지 않음으로써 체형의 분류가 아닌 사이즈의 분류가 되고 있거나 혹은 기법을 잘 못 적용함으로써 제III종 오류를 범하고 있는 실정이다(Choi and Lee, 1998). 또한, 최근 우리나라 성인 남녀의 인체측정 자료가 새로이 조사된 바 이를 이용한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

본 연구에서는 최근의 인체측정 자료를 이용하여 체형을 분류하고자 한다. 체형분류는 신체의 크기요소를 제거하기 위하여 모든 인체측정값을 관측자의 키로 나눈 지수값으로 변환하여 사용하였으며, 이 변환된 지수값을 이용하여 인자를 도출 및 체형군집의 분류 등 다변량 통계분석을 이용하고자 한다. 특히, 각 체형의 분류를 위하여 통계적인 검정절차를 적용함으로써 객관적인 분류기준을 확립하고자 한다.

2. 인체측정 자료의 특징

인체측정 자료는 2003년부터 실시된 Size Korea 사업의 결과 중에서 직접측정 자료를 이용하고자 한다. 직접측정 자료는 총 119개 항목에 대해 전국적으로 14,200여명을 대상

으로 측정된 자료로서 성별 연령대별 자료를 이용하였다. 한편, 본 연구에서의 의도인 체형분류는 전신체형을 나타내어 야 하므로 앉은키, 앉은눈높이 등 앉은자세와 관련된 변수와 자료수집이 되어있지 않아 모든 관측치가 결측치(missing values)인 항목을 제외하였다. 한편, 체형을 분류하기 위해서는 '총길이' 등과 같이 체표면의 굴곡에 따라 측정된 '체표 길이'변수도 제외하였으며, 이에 따라 다음의 (표 2)에 나타난 바와 같이 총 54개 항목에 대해 분석을 실시하였다.

표 2. 사용된 인체측정 변수

머리위로뺀주먹높이, 키, 눈높이, 어깨높이, 어깨가쪽높이, 겨드랑높이, 굽힌팔꿈치높이, 엉덩이높이, 살높이, 주먹높이, 허리높이, 배꼽수준허리높이, 위앞엉덩뼈가시높이, 무릎높이, 가슴너비, 젖가슴너비, 허리너비, 배꼽수준허리너비, 엉덩이너비, 몸통수직길이, 벽면앞으로뺀주먹수평길이, 벽면몸통두께, 벽면어깨수평길이, 몸무게, 젖꼭지사이수평길이여, 목밑둘레, 가슴둘레, 젖가슴둘레, 젖가슴아래둘레여, 허리둘레, 배꼽수준허리둘레, 엉덩이둘레, 넓다리둘레, 넓다리중간둘레, 무릎둘레, 무릎아래둘레, 장딴지둘레, 종아리최소둘레, 발목최대둘레, 어깨길이, 넓다리길이, 겨드랑뒤벽접힘사이길이, 겨드랑둘레, 위팔둘레, 팔꿈치둘레, 손목둘레, 몸통세로둘레, 위팔수직길이, 아래팔수평길이, 팔꿈치손끝수평길이, 팔꿈치주먹수평길이, 어깨너비, 위팔사이너비, 팔꿈치사이너비

자료에 대한 이상치 여부를 판정하기 위하여 인체측정 변수에 대한 평균, 분산, 중앙값, 최빈값 등의 기술통계량을 도출하여 이상치 가능성에 대한 판정을 실시하였으며, QQ plot, 마할라노비스 거리(Mahalanobis D^2) 등을 이용하여 다변량 분포상의 이상치(outliers)에 대한 판별을 하였다. 이상치로 의심이 가는 관측치는 원자료의 검토를 통해 이상치 여부를 결정하였다.

체형분류를 위한 절차로서 체형을 나타낼 수 있는 인자분석(factor analysis)을 행하게 되는데, 인자분석을 위한 사전 절차로서 각 변수에 대한 MSA(measures of sampling adequacy)를 분석하였으며, 일반적으로 알려진 바와 같이 MSA값이 0.5 이하인 경우 상관계수의 구조가 인자분석을 수행하기에 적절치 않은 것으로 판단하여 해당 변수를 제거하였다.

분석 대상의 자료는 우리나라 성인 남녀를 대상으로 하고자 하며, 성인의 기준은 성인 남성복과 여성복의 규격인 KS K 0050과 KS K 0051에서 제시된 기준을 적용하였다. 즉, 여성은 18세 이상 60세 미만을, 그리고 남성은 18세 이상 70세 미만을 성인으로 정의하여 사용하였다.

3. 한국인 성인 남녀 체형의 분류

3.1 체형분류 인자의 도출

체형을 분류하기 위한 첫 번째 과정으로서 탐색적인 인자분석(exploratory factor analysis)을 실시하였다. 인자분석이란 변수들간의 상관관계를 분석하여 유사한 변수들끼리 그룹을 만드는 과정을 말하며, 본 연구에서는 측정변수들간의 구조가 명확하게 설정되지 않으므로 탐색적인 인자분석을 수행하였다. 이를 통하여 변수들을 결합한 새로운 변수(artificial variable)인 인자(factor)를 도출하게 되며, 도출된 인자들은 분석에 이용된 모든 변수들을 대표하는 새로운 변수로 이용될 수 있다. 예를 들면, 인체측정 변수 중 가슴둘레(chest circumference), 허리둘레(waist circumference), 엉덩이둘레(hip circumference), 몸무게(weight) 등이 하나의 인자그룹으로 묶일 수 있다면, 이들 변수들을 대표하는 새로운 인위변수인 인자는 '몸굵기(circumference)'라 표현할 수 있음을 말한다.

도출된 인자들의 의미를 명확히 하기 위해 varimax법에 의해 직교회전(orthogonal rotation)하였으며, 도출된 인자부하량(factor loadings)이 유의한 경우 각각의 인자는 두 개 이상의 변수에 의해 설명되도록 하였다. 한편, 인자부하량의 유의성은 표본의 개수에 따라 달리 적용되는 것이 일반적으로서, 표본의 수가 크면 인자부하량이 작더라도 유의한 것으로 판정됨을 의미한다(Hair et al. 1995, Johnson and Wichern, 1998).

체형분류를 위하여 53개(키는 제외) 인체측정 변수에 대해 각 관측자의 '키(stature)'로 나눈 지수값을 이용한다. 즉, 측정 대상자 각각의 '키'에 대한 각 인체치수의 비례(proportion)를 파악함으로써 체형을 분류할 수 있기 때문이다. 예를 들어 키에 비해 어깨가 넓고 허리와 엉덩이가 가늘게 나타나는 관측자들의 체형은 역삼각체형(inverted)으로 분류할 수 있음을 의미한다. 이러한 분류체계는 산업계에의 활용도를 높이기 위하여 가능한 단순화되어야 할 것이며, 그러면서도 대상으로 하는 집단에 속한 사람들의 특성을 가장 잘 나타낼 수 있도록 정밀하게 설계되어야 할 것이다. 따라서 체형특성을 나타낼 수 있도록 인자가 도출되어야 할 것이다.

(표 3)은 우리나라 성인 여성의 경우 체형구분을 위해 모든 변수 값을 해당 관측자의 '키'로 나누어 인자분석을 통해 도출된 인자들의 인자부하량을 나타낸 표이다. 예를 들면, 첫번째 인자는 '키'에 비한 허리, 가슴, 엉덩이 너비 및 둘레 등을 나타내므로 '몸굵기(circumference)'라 명명하였다. (표 3)에 의하면 우리나라 성인 여성들의 체형을 결정하기 위해 도출된 인자는 모두 5개로서 이들에 의한 설명력은 83%를 나타내고 있다. 즉, 우리나라 성인 여성의 체형은 몸

표 3. 성인 여성 체형분류를 위한 인자부하량

변수	f1	f2	f3	f4	f5	Communa- lity
	몸굽기	어깨 높이	아래팔 길이	하지대 상지비	어깨 너비	
(211)허리둘레	0.95	0.01	0.06	-0.12	0.03	.93
(212)배꼽수준허리둘레	0.94	0.00	0.07	-0.10	0.01	.91
(209)젓가슴둘레	0.94	0.03	0.09	-0.14	0.08	.92
(208)가슴둘레	0.94	0.00	0.07	-0.14	0.12	.92
(118)허리너비	0.94	0.00	0.11	-0.09	0.04	.90
(119)배꼽수준허리너비	0.92	-0.01	0.10	-0.04	0.01	.86
(117)젓가슴너비	0.92	0.01	0.10	-0.12	0.12	.88
(210)젓가슴아래둘레(여)	0.91	0.05	0.07	-0.17	0.10	.87
(130)벽면몸통두께	0.89	0.02	0.06	-0.07	-0.04	.80
(240)위팔둘레	0.88	-0.03	0.02	-0.14	0.09	.80
(239)겨드랑둘레	0.85	0.02	0.07	-0.12	-0.02	.75
(318)위팔사이너비	0.84	-0.03	0.07	-0.13	0.38	.88
(319)팔꿈치사이너비	0.84	0.04	0.10	-0.09	0.13	.74
(132)몸무게	0.84	0.08	0.07	-0.07	0.09	.73
(116)가슴너비	0.80	-0.03	0.08	-0.09	0.32	.76
(105)어깨높이	0.11	0.93	0.09	0.07	-0.09	.89
(106)어깨가쪽높이	0.18	0.92	0.10	0.11	-0.09	.90
(108)굽힌팔꿈치높이	0.05	0.83	-0.11	-0.13	-0.10	.74
(107)겨드랑높이	-0.25	0.82	-0.01	0.20	-0.08	.79
(315)팔꿈치주먹수평길이	0.11	0.03	0.88	0.04	-0.02	.79
(313)아래팔수평길이	0.09	0.03	0.88	0.13	0.03	.80
(314)팔꿈치손끝수평길이	0.22	0.00	0.86	0.12	0.09	.81
(110)살높이	-0.28	0.14	0.10	0.90	0.00	.92
(109)엉덩이높이	-0.08	0.17	0.19	0.79	-0.01	.69
(128)몸통수직길이	0.32	0.11	-0.03	-0.85	0.08	.85
(221)어깨길이	0.09	-0.20	-0.04	0.06	0.85	.78
(317)어깨너비	0.39	-0.15	0.17	-0.17	0.73	.76
설명력(% , 누적)	50	63	73	78	83	-

굽기, 어깨높이, 아래팔길이, 하지대 상지비, 그리고 어깨너비의 5개 인자로서 설명이 가능함을 의미한다. 아이겐값(Eigenvalue)이 1보다 큰 조건을 적용하면 인자의 개수가 늘어나야 하지만, 이 경우 하나의 인자가 오로지 하나의 변수에 의해 설명되는 경우가 발생하므로 이들을 분석에서 제거한 후 5개의 체형분류 인자를 도출하였다. 마찬가지로 성인 남성에 대해서도 체형분류를 위해 동일한 인자가 (표 4)에서와 같이 도출됨을 볼 수 있다.

도출된 인자들 중에서 첫번째 인자인 '몸굽기' 인자에는

표 4. 성인 남성 체형분류를 위한 인자부하량

변수	f1	f2	f3	f4	f5	Communa- lity
	몸통 굽기	어깨 높이	아래팔 길이	상지: 하지	어깨 너비	
(209)젓가슴둘레	0.94	0.04	0.06	0.08	0.01	.89
(118)허리너비	0.92	0.04	0.09	0.06	-0.05	.86
(211)허리둘레	0.92	0.07	0.06	0.13	-0.11	.88
(119)배꼽수준허리너비	0.92	0.08	0.06	0.12	-0.03	.86
(212)배꼽수준허리둘레	0.92	0.08	0.05	0.16	-0.11	.88
(208)가슴둘레	0.91	0	0.01	0.08	0.07	.84
(213)엉덩이둘레	0.9	-0.02	0.04	0.1	0.01	.82
(117)젓가슴너비	0.87	0.02	0.02	0.01	0.16	.79
(116)가슴너비	0.83	-0.02	-0.03	-0.03	0.22	.75
(240)위팔둘레	0.82	-0.01	0.04	0.08	0.12	.69
(132)몸무게	0.81	0.14	-0.03	0.07	0.11	.69
(239)겨드랑둘레	0.79	0.01	0.01	0.15	0	.65
(120)엉덩이너비	0.78	0.02	0.13	0.05	0.03	.62
(105)어깨높이	0.15	0.91	0.07	0.02	-0.13	.87
(106)어깨가쪽높이	0.16	0.89	0.1	0.02	-0.19	.86
(107)겨드랑높이	-0.21	0.86	0.1	-0.13	0.09	.82
(108)굽힌팔꿈치높이	0.11	0.84	-0.12	0.02	-0.01	.73
(314)팔꿈치손끝수평길이	0.12	0.03	0.88	-0.11	0	.81
(313)아래팔수평길이	0.06	0.05	0.86	-0.16	0.05	.77
(315)팔꿈치주먹수평길이	0.04	0.03	0.85	-0.07	0.03	.73
(128)몸통수직길이	0.26	0.07	-0.18	0.92	0.02	.94
(110)살높이	-0.24	0.15	0.24	-0.89	0.02	.93
(221)어깨길이	-0.03	-0.05	0.01	0.09	0.89	.80
(317)어깨너비	0.37	-0.24	0.11	-0.19	0.6	.61
설명력(% , 누적)	44	58	70	75	80	-

가슴둘레, 허리둘레 및 엉덩이둘레 등이 포함되어 있다. 그런데, KS규격에서는 여성들의 의류제작 시 가슴둘레와 드롭치(엉덩이둘레-허리둘레)가 중요한 변수로 이용되고 있는 바 차이를 보이고 있다. 이를 확인하기 위하여 엉덩이둘레와 허리둘레의 상관분석을 실시한 바, 상관계수는 성인 남성은 0.72(p-value<0.0001), 성인 여성은 0.70(p-value<0.0001)로서 상관성이 높음을 알 수 있다. 즉, 엉덩이둘레와 허리둘레는 체형분류를 위해서는 하나의 인자로 포함되어 분석에 이용되는 것이 타당할 것으로 판단된다. 다만, 추후 의복제작 시 상하의를 구분한 사이즈 체계의 구성에 두 변수의 분할이 이용될 수도 있으리라 판단된다.

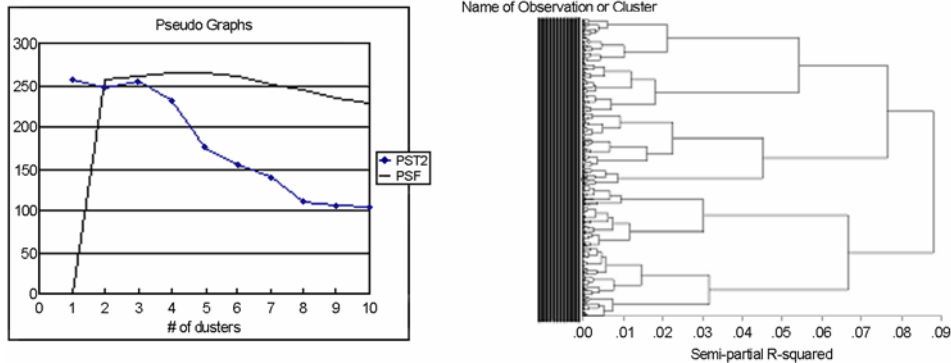


그림 1. 성인 여성의 Pseudo F, pseudo T², dendrogram

3.2 체형군집의 형성

인자분석의 결과 관측자 각각에 대한 인자점수(factor scores)가 도출될 수 있다. 여기서 인자점수란 새로이 도출된 변수인 인자들이 갖는 값을 의미하며, 추후 통계적 분석을 위해 당초의 많은 변수 값들을 대신하여 사용되게 된다. 예를 들어, 53개의 변수들을 대표할 수 있는 인자가 5개로 형성될 수 있다면, 앞으로는 53개의 변수들을 모두 사용하는 대신 오로지 5개의 새로운 변수(인자)만을 사용할 수 있으며, 새로이 도출된 5개 변수들에 대한 인자점수가 이들 새로운 변수(인자)들이 갖는 값으로 사용될 수 있음을 의미한다. 인자점수는 인체측정 변수들의 표준화된 값(Z-score)과 인자부하량에 의해 도출되며, 평균 0, 분산 1인 정규분포를 따르므로 향후 해석이 보다 용이해질 수 있게 되었다.

체형의 분류는 인자들의 인자점수를 이용하여 통계적인 방법인 군집분석(cluster analysis)을 이용하고자 한다. 군집분석이란 다변량 통계적인 방법 중의 하나로서 자료의 특성이 유사한 것들을 하나의 그룹으로 묶어주는 과정이다.

적절한 군집의 개수는 Dendrogram, CCC(cubic clustering criteria) plot, Pseudo F, Pseudo T² 등의 통계량을 이용하여 결정하였으며(SAS Institute 1990a, 1990b), 분류된 군집의 특징은 각 군집별 인자점수의 평균값을 이용하여 나타내었다. 다음의 (그림 1)은 성인 여성의 체형군집의 개수를 결정하기 위한 분석과정으로서, Pseudo F에서의 최대값과 Pseudo T²에서의 가장 급격한 감소점은 모두 군집의 개수가 4개일 때 발생하고 있음을 볼 수 있으며, 이의 적절성은 dendrogram으로부터 확인할 수 있다.

분류된 군집의 특징은 각 군집별 인자점수의 평균값을 이용하여 파악할 수 있으며, 이들 인자점수의 평균값을 (표 5)에 나타내었다. (표 5)에 나타나듯이 성인 여성의 4개 그룹에 대한 체형의 특징은 도출된 5개 인자의 인자점수를 이용하여 성인 여성의 표준체형(standard body type)과 비교하여 묘사할 수 있다. 예를 들어, 첫번째 인자는 '몸굼기

(circumference)'에 관한 인자로서 첫번째 집단에서의 평균값은 -0.53을 나타내고 있다. 이는 전체집단의 평균인 0보다 작은 값을 알 수 있으며, 따라서 제 1 그룹에 속하는 사람들의 '몸굼기'는 성인 여성 전체의 평균체형과 비교할 때 '키에 비해 가는 몸매'라는 것을 알 수 있다. 마찬가지로 제1 그룹에 속하는 사람들의 '어깨높이(shoulder height)'를 나타내는 두번째 인자점수는 0.82로서, 표준체형을 갖는 사람(평균=0)과 비교할 때 '키에 비해 어깨높이가 대단히 높음(추켜진 어깨)'을 알 수 있다.

표 5. 성인 여성의 체형그룹별 평균 인자점수

그룹	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5	빈도 (%)
	몸굼기	어깨높이	팔길이	하지대상지비	어깨너비	
1	-0.53	0.82	0.07	-0.69	0.14	667 (25%)
2	-0.18	-0.84	-0.71	-0.19	0.19	722 (27%)
3	1.34	0.06	0.40	-0.21	-0.07	576 (21%)
4	-0.40	0.04	0.33	1.01	-0.27	713 (27%)

다음으로, 인자점수의 분포로부터 통계적인 유의차 검정을 실시한 바 다음의 결과를 도출하였다.

- H₀: $\mu_{ij} = 0$ 의 가설에 대해 1% 유의수준에서 $\mu_{32} = \mu_{35} = \mu_{42} = 0$ 가 성립하며, 여기서 μ_{ij} : i번째 그룹의 j번째 인자의 인자점수 평균값을 나타낸다.
- H₀: $\mu_{ij} = \mu_{ik}, j \neq k$ 의 가설에 대해 1% 유의수준에서 $\mu_{32} = \mu_{42}, \mu_{33} = \mu_{43}, \mu_{24} = \mu_{34}, \mu_{15} = \mu_{25}$

이상의 군집별 요인점수의 평균값과 앞서의 검정으로부터

다음과 같이 성인 여성에 대한 체형그룹의 상반신에 대해 형태적인 특징을 해석할 수 있으며, 체형의 분류는 August (1981)의 분류기호에 의해 행하였다.

- 그룹 1: 키에 비해 몸이 그룹 중 가장 가늘다. 어깨너비는 약간 넓다(V형).
- 그룹 2: 키에 비해 몸이 약간 가늘고, 어깨너비가 약간 넓다(V형 또는 H/X 형).
- 그룹 3: 키에 비해 몸이 매우 굵고, 어깨너비는 보통 (큰 A형).
- 그룹 4: 키에 비해 몸이 가늘고 어깨너비도 좁다(V형 또는 H/X 형).

다음으로, 그룹 4의 경우 도출된 인자에 의하여 체형의 특징이 정확하게 묘사되지 않으므로 이에 대해서는 다음의 주요변수에 대한 통계적인 유의차 검정을 통하여 체형판독의 보조적인 수단으로 활용하고자 한다.

3.2.1 V체형 또는 H/X체형 판단

August(1981)가 제시한 바와 같이 허리너비에 대한 어깨너비의 비가 클 경우 V형이라 판단할 수 있으며, 비슷한 경우 H 또는 X체형이라 할 수 있다. 다음의 (표 6)에 의하면 V체형이라 확실하게 판단된 그룹 1에 비하여 그룹 2와 4는 어깨너비/허리너비가 1% 유의수준에서 같지 않음을 알 수 있고, 엉덩이너비/허리너비는 같음을 알 수 있다. 또한, 그룹 2와 그룹 4는 이 두 비율이 모두 같음을 볼 수 있다. 따라서, 그룹 2와 그룹 4의 체형은 V체형이라기보다는 H 또는 X체형으로 판단할 수 있다.

표 6. 성인 여성 주요 변수의 비례치에 대한 유의차 검정

변수	비교 그룹	유의성 (p-value)
어깨너비/허리너비	그룹 1(1.5004)과 그룹 4(1.4769)	<0.0001
	그룹 1(1.5004)과 그룹 2(1.4820)	0.001
엉덩이너비/허리너비	그룹 2(1.4820)와 그룹 4(1.4769)	0.204
	그룹 1(1.3466)과 그룹 4(1.3390)	0.066
어깨너비/허리너비	그룹 1(1.3466)과 그룹 2(1.3277)	<0.0001
	그룹 2(1.3277)와 그룹 4(1.3390)	0.011

3.2.2 H 또는 X체형의 판단

키에 대비한 허리너비의 비율에 대하여 유의차 검정 결과 1% 유의수준에서 그룹 2와 그룹 4의 경우 이 비율이 같지 않은 것으로 나타났다. 즉, 그룹 2의 비율이 그룹 4의 비율에 비해 작음으로써 그룹 2의 경우 H체형, 그룹 4는 X체형으로 분류할 수 있다. 이는 앞의 표에서 그룹 4의 경우 엉덩이너비/허리너비가 그룹 1과 같은 것으로 나타남으로써 그룹 4는 H체형이라기보다는 X체형으로 판단하는 것이 적절할 것이다.

표 7. '허리너비/키'에 대한 유의차 검정

변수	그룹 4		그룹 2		유의성 (p값)
	평균	표준편차	평균	표준편차	
허리너비/키	0.1552682	0.013087	0.151424	0.012803	9.3E-09

이상 상반신 형태를 중심으로 성인 여성의 체형을 분류하였다. 이 이외에 앞서 도출한 인자점수를 기초로 다음 (표 8)과 같이 여성 체형의 그룹별 특징을 상세하게 요약할 수 있다.

표 8. 성인 여성 체형그룹별 특징

그룹	상반신 체형분류	상세 특징
1	V (역삼각체형)	가는 몸통 약간 넓은 어깨. 매우 추켜진 어깨. 보통길이의 아래팔. 상지가 하지보다 매우 길다.
2	H (사각체형)	약간 가는 몸통 약간 넓은 어깨. 매우 처진 어깨. 매우 짧은 아래팔. 상지가 하지보다 약간 길다.
3	A (삼각체형)	매우 굵은 몸통 보통 너비의 어깨. 보통 높이의 어깨. 긴 아래팔. 상지가 하지보다 길다.
4	X (모래시계체형)	가는 몸통 좁은 어깨. 보통 높이의 어깨. 긴 아래팔. 하지가 상지보다 매우 길다.

한편, 성인 남성의 경우에도 여성과 동일한 방법론에 의해 체형을 분류하면 다음의 (표 9)와 같이 4개의 그룹으로 분류할 수 있으며, 그 특징 또한 여성과 동일한 절차에 따라 (표 10)에서와 같이 해석이 가능하다. 이로부터 우리나라 성인 남성의 체형의 특징은 다음과 같이 요약될 수 있으며, 특히 여성과는 달리 X체형은 나타나지 않음을 볼 수 있다. 이는 Sinozaki(1981)가 제시한 B/W와 H/W 비율에 의한 결과와도 일치하는 것으로 나타났다.

표 9. 남 그룹별 평균 인자점수

그룹	Factor 1 몸통굵기	Factor 2 어깨높이	Factor 3 아래팔 길이	Factor 4 상하지 비	Factor 5 어깨너비	빈도
1	0.555	-0.428	0.353	-0.663	-0.734	697 (24%)
2	0.172	0.234	-0.563	1.028	-0.525	645 (23%)
3	0.644	0.164	0.073	-0.009	1.150	623 (22%)
4	-1.027	0.051	0.082	-0.224	0.153	875 (31%)

표 10. 성인 남성 체형그룹별 특징

그룹	상반신 체형분류	상세 특징
1	굵은 A (굵은 삼각체형)	굵은 몸통 매우 좁은 어깨. 처진 어깨. 긴 아래팔. 하지가 상지보다 길다.
2	A(삼각체형)	약간 굵은 몸통 좁은 어깨. 약간 추켜진 어깨. 짧은 아래팔. 상지가 하지보다 매우 길다.
3	H(사각체형)	굵은 몸통 매우 넓은 어깨. 약간 추켜진 어깨. 보통길이의 아래팔. 상지와 하지가 비슷
4	V(역삼각체형)	매우 가는 몸통 약간 넓은 어깨. 보통길이의 어깨. 보통길이의 아래팔. 하지가 상지보다 길다.

4. 결론 및 추후 연구방향

본 연구에서는 우리나라 사람들의 성별 체형그룹을 분류하였다. 체형분류를 위하여 각 개인의 인체측정 변수를 키에 대한 지수값으로 변환하여 이용하였으며, 이들을 대표할 수 있는 인자를 도출하였다. 체형분류에 사용될 수 있는 인자는 남녀 공히 5개씩 도출되었으며, 그들은 각각 몸굵기, 어깨 높이, 아래팔길이, 하상지비율, 그리고 어깨너비 등으로 나타났다. 또한, 체형별 그룹은 도출된 인자들의 인자점수를 이용하여 군집분석을 실시하였으며, 형성된 체형그룹별 체형의 특징은 집단별 인자점수의 평균값으로서 제시하였다. 한편, 인자점수를 이용한 군집분석 만으로서는 체형의 명확한 분류가 어렵기 때문에 주요변수에 대한 통계적인 유의차 검정을 실시함으로써 체형분류의 보조수단으로 활용하였다. 체형 분류 결과 우리나라 성인 여성의 체형은 V, H, A, X 등의 4 가지 형태로 나타났으며, 성인 남성의 경우 X체형이 나타나지 않은 A, V, H 등의 형태로 나타났다.

체형의 분류는 기성복의 제작, 가구의 설계, 자동차용 의자 등의 분야에 활용될 수 있을 것으로 판단된다. 예를 들면, 기성복의 경우 상세한 체형분류에 따라 사이징 체계가 마련될 경우 소비자들의 선택폭이 다양해짐으로써 적합도(fitness)가 증가하게 되고, 따라서 소비자의 만족도가 증가할 것으로 예상된다. 또한, 연령별 체형분류를 통하여 제조업체의 입장에서는 시장 세분화를 통해 대상으로 하는 시장의 특성을 명확히 함으로써 기업의 마케팅 전략을 보다 세분화할 수 있고 이로 인하여 보다 적은 노력으로 제품구성의 다양화가 가능할 것으로 판단된다.

본 연구에서 제시된 체형의 분류는 전신체형을 구분하기 위하여 인체측정 변수 중 앉은자세와 관련된 변수와 체표길이 변수를 제외하고 분석에 이용하였다. 또한, 전신자세를 상반신과 하반신으로 구분하지 않은 상태로 체형분류를 하였으며, 측면에서의 자세 또한 분석대상으로 삼지 않았다. 향후 의류제작 등에 보다 세분된 분류를 위하여 상하반신, 측면자세, 앉은자세 등의 구분이 필요할 것으로 판단된다.

참고 문헌

August, B., Looking Thin, Rawson Wade Publishers, Inc., NY., 1981.

Choi, Y. K. and Lee, S. W., Shape classification of body type of adult women, *J. of the Korean Society of Clothing and Textile*, 22/1, 80-88, 1998.

Gazzuolo, E., DeLong, M., Lohr S., LaBat, K. and Bye, E., Predicting garment pattern dimensions from photographic and anthropometric data, *Applied Ergonomics*, 23/3, 161-171, 1992.

Gupta, D. and Gangadhar, B. R., A statistical model for developing body size charts for garments, *Intern. J. of Clothing Science and Technology*, 16/5, pp458-469, 2004.

Hair Jr, J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. L. and Black, W. C., *Multivariate Data Analysis with Readings*, Fourth Ed., Prentice-Hall, 1995.

Johnson, R. A. and Wichern, D. W., *Applied Multivariate Statistical Analysis*, Fourth Ed., Prentice-Hall, 1998.

Korean Agency for Technology and Standards, Ministry of Commerce, Industry and Energy (2003a), 3D body measurement protocols

Korean Agency for Technology and Standards, Ministry of Commerce, Industry and Energy (2003b), Standard glossary of human body measurements

Korean Agency for Technology and Standards, Ministry of Commerce, Industry and Energy (2004), Pattern Quantification Study, the Report of 5th Size Korea

Korean Agency for Technology and Standards, Ministry of Commerce, Industry and Energy (2004), Technical Standard White Paper

Lee, J. I. and Nam, Y. J., The Study on Standard Bodytype for Korean Women between the ages of 18 end 24 years old, *Journal of Korean Society of Clothing and Textiles*, 26/5, 630-641, 2003.

- Lee, J. I., So, Y. J., Nam, Y. J. and Moon, J. Y., Development of Standard Body Measurement for Elderly Women, *Journal of Korean Society of Clothing and Textiles*, 27/1, 88-99, 2003.
- Ministry of Commerce, Industry and Energy (1999a), KS K 0050 Sizing Systems for Men's and Boy's Garments.
- Ministry of Commerce, Industry and Energy (1999b), KS K 0051 Sizing Systems for Women's and Girl's Garments.
- O'Brien, R. and Shelton, W. C., Women's measurement for garment and pattern construction, Quoted from Sausso-Deonier et al.(1985-1986), 1941.
- Rasband, J., *Fabulous Fit*, Fairchild Publications, 1994.
- SAS Institute, SAS Procedures Guide version 6, 1990a.
- SAS Institute, SAS/IML Software version 6, 1990b.
- Seong, D., Deriving Standard Model Groups with 3D data, Ministry of Commerce, Industry and Energy, 2004
- Sung, O. J. and Kim, A. L., A Study of Middle Aged Men's Body Shapes, *Journal of the Korean Society of Costume*, 54/1, 37-51, 2004.
- Tamburrino, N., *Apparel Sizing Issues, Part 2*, Bobbin, 1992.
- 篠崎彰大, 自分でつくるボディ,(株)ワコル人體科學研究所, 1995.

● 저자 소개 ●

❖ 성 덕 현 ❖

서울대학교 산업공학과 학사, 석사(인간공학)
 포항공과대학교 산업공학 박사(생산관리 및 응용통계)
 현 재: 부경대학교 경영대학 경영학부 부교수
 주요 관심 분야: 다변량 통계분석, 생산 및 물류관리

❖ 정 의 승 ❖

서울대학교 산업공학과 졸업
 서울대학교 산업공학 석사
 Pennsylvania State Univ. 산업공학 박사 및 post-doc
 현 재: 고려대학교 산업시스템정보공학 교수
 주요 관심 분야: 인체공학적 제품설계, HCI, 인체모델 개발

논문 접수 일 (Date Received) : 2005년 08월 25일

논문게재승인일 (Date Accepted) : 2005년 09월 26일