

성인 여성의 발 형태 분석에 관한 연구

A Study on Foot Shape of Women

동아대학교 생활과학대학 의상섬유학부

조 교수 서 추 연

배화여자대학 전통복식디자인과

겸임교수 석 은 영

Division of Fashion & Textiles, Dong-A University

Assistant Professor : Chuyeon Suh

Dept. of Traditional Korean Fashion Design, Baewha Women's College

Instructor : Eunyoung Suk

◀ 목 차 ▶

I. 서 론

II. 연구방법

III. 결과 및 논의

IV. 결 론

참고문헌

< Abstract >

The purpose of this study were to analyze the anthropometric data of feet of Korean women with aging, to categorize the women's foot shapes, and to compare the shoe size according to the foot shapes in order to provide the basic information for more comfortable shoes. Subjects of this study were 181 women over age 20. They were measured with the direct measurement method and the indirect measurement method. 26 items were measured from the right foot and 6 items were taken on foot outline. Factor analysis, cluster analysis, analysis of variance, post-hoc test, and cross tabs were performed for statistical analysis of the data by SPSS program.

There were significant differences in height items, breadth items, girth items, and angle items by subjects' age. The older subjects' feet were wide and thick with big deformity on toes. The arch height of the older ones was low. This implicates that the degree of deformity on toes, the foot ratio, the foot girth, the foot breath and the arch height as well as the foot length are needed to be considered in developing comfortable shoes.

Corresponding Author: Eunyoung Suk, Resrarch Institute of Clothing & Textile Science, Yonsei University, 134 Shinchon-dong, Serdaemoon-ku, Seoul, 120-749, Korea Tel: 82-2-334-2256 Fax: 82-2-334-2256 E-mail: eysuk@yahoo.com

Nine foot construction factors were extracted by the factor analysis of anthropometric measurements; foot size factor, heel and instep factor, malleolus lateralis factor, malleolus medialis factor, foot shape factor, shape of toes factor, heel height factor, big toe height factor, and internal factor. On the basis of the cluster analysis, three different foot shapes were categorized. Type 1 was large and wide foot with little deformity on little toe. Type 2 was medium foot with deformation of big toe, and with the lowest arch height. Type 3 was small and narrow foot with the highest arch height.

Distribution of shoe size according to the foot shape was analyzed. The ball of foot breath was of wide distribution than the ball of foot girth. This implicates that girth items and breath items of the foot should be enclosed for the same foot length in the shoe sizing system.

주제어(Key Words): 성인여성(women), 발가락의 변형정도(degree of deformity on toes), 발형태(foot shape), 신발 사이즈(shoe size)

I. 서론

발은 상체의 중력을 땅으로 전달시키는 부분일 뿐만 아니라, 서 있거나 걸을 때 또는 쉴 때에 스프링 역할을 해 준다. 또한 발의 구조는 체력 발달에 많은 영향을 주는 것은 물론, 발바닥의 각도, 족형(足型), 운동자세 등은 운동 수행능력에 매우 중요한 요인이 되고 있다. 특히 발바닥의 각도 및 보행 자세는 신체의 내부에서 일어나는 생리현상 및 에너지 소모와 깊은 관계가 있음이 보고되고 있다(백남섭 한건수, 1998).

이러한 발의 중요성이 인식되면서 각 분야에서는 발에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있으며 그 내용은 발의 형태 특성분석, 발의 유형화, 성별에 따른 발의 형태 비교, 연령증가에 따른 발의 변형 등에 관한 연구가 주를 이루고 있다(문명옥, 1994a, b, 1996, 1997, 1998; 신선우 등, 1999; 임현균 등, 2001).

하루 중 잠자는 시간을 제외한 대부분의 시간 동안 신발류를 착용하고 생활해야하는 현대인은 착용감이 좋은 신발류에 대한 선호도가 높다. 발을 보호해 주는 역할뿐만 아니라 보행시 기능적인 역할을 감당하는 신발류는 발의 치수 외에도 형태적 특성을 고려하여 설계되어야 발의 변형 및 피로감을 막을 수 있으며, 착용감을 좋게 할 수 있다. 발의 형태는 발의 치수와 마찬가지로 매우 다양하므로 신발류 제작시 고려하여야 할 변수에 관한 연구가 필요하다.

이에 본 연구에서는 20세 이상의 성인 여성을 대상으로 발에 대한 직접계측 및 간접계측을 실시하

여 연령증가에 따른 차이를 비교하고, 요인분석과 군집분석을 통하여 발의 유형을 파악하며, 계측결과를 현행의 신발 사이즈 스펙과 비교하여 문제점을 제시하고 이를 바탕으로 신발의 새로운 사이즈 스펙 개발의 기초자료로 활용하고자 하였다.

세부적인 연구목적은 다음과 같다.

첫째, 성인 여성의 발을 직접 및 간접계측하여 발에 대한 기술통계량을 구하고, 연령증가에 따른 차이를 비교·분석한다.

둘째, 요인분석 및 군집분석을 통하여 성인 여성의 발에 대한 정보를 요약하고, 유형별로 분류하여 각 유형별 특성을 분석한다.

셋째, 교차분석을 통하여 각 유형별 발치수를 비교 분석하여 새로운 신발의 사이즈 스펙 개발의 기초 자료를 제시한다.

II. 연구방법

1. 피험자

20세 이상의 성인 여성을 대상으로 하였으며, 연령층별 피험자의 분포는 20~24세 33명, 25~29세 67명, 30~34세 35명, 35~39세 24명, 40세 이상 22명으로 총 181명이다.

피험자들의 평균키는 161.3cm이며, 평균 몸무게는 53.0kg으로 97국민체위조사보고서의 계측치수와 비교해 보면 발길이 0.7cm, 발둘레 0.6cm, 발등둘레 0.3cm

<표 1> 피험자의 계측치수 비교

계측항목	구 분	성인여성(20세이상) (N=181)	97국민체위 조사보고서
발길이		23.5	22.8
발뒤꿈치발등길이		13.3	13.0
발둘레		22.9	22.3
발등둘레		22.5	22.2
발뒤꿈치-발목둘레		30.1	29.6
바깥쪽복사뼈높이		6.4	6.0
발등높이		5.1	5.9
키		161.3	157.1
몸무게		53.0	54.5

가 큰 것으로 나타났으며, 키는 42cm 크고 몸무게는 15kg 가벼운 것으로 나타났다(표 1). 이는 피험자들이 서울 거주자에 한정되었기 때문으로 사료된다.

2. 계측항목 및 계측방법

직접계측은 마틴계측기, 삼각자 등을 이용하여 오른발을 기준으로 계측하였다. 계측항목은 높이 9항목, 길이 3항목, 너비 5항목, 두께 2항목, 둘레 5항목, 키, 몸무게 등 총 26항목이며, 이외에 발길이(L1)에 대한 발너비(B1)의 비율을 포함시켰다. 계측부위는

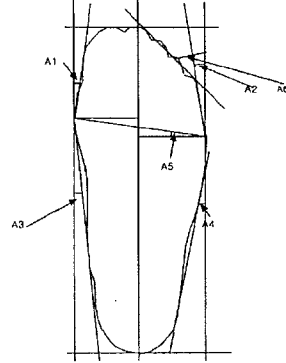
<표 2> 직접계측항목

계 측 항 목		계 측 부 위
높이	H1	뒤꿈치높이
	H2	발뒤축높이
	H3	바깥쪽 복사뼈 중점높이
	H4	바깥쪽 복사뼈 아래점높이
	H5	안쪽 복사뼈 중점높이
	H6	안쪽 복사뼈 아래점높이
	H7	발등높이
	H8	(앞)발목높이
	H9	족궁높이*
두께	D1	발목앞뒤두께
	D2	엄지발가락중자골두께
길이	L1	최대발길이
	L2	발꿈치-발목길이
	L3	발꿈치-발등길이
너비	B1	최대발너비
	B2	발등너비
	B3	발가락너비
	B4	양쪽복사뼈중점너비
	B5	양쪽복사뼈아래점너비
둘레	G1	최대발둘레
	G2	발등둘레
	G3	발꿈치발등둘레
	G4	발뒤꿈치발목둘레
	G5	복사뼈아래 발목둘레
기타	O1	체중(kg)
	O2	키
	B1/L1	세장도(발너비/발길이)

*김대식 등 공저(1996), 체육학측정법, 형설출판사, p275~277

〈표 3〉 간접계측항목

계 측 항 목		계 측 부 위
각도	A1	엄지발가락기울기각도
	A2	새끼발가락기울기각도
	A3	발내측기울기각도
	A4	발외측기울기각도
	A5	내외측점기울기각도
	A6	발가락기울기각도



〈표 2〉와 같다.

간접계측시 피험자는 발을 30cm 정도 벌린 바른 자세로 양발에 체중을 고르게 싣고 계측에 임하였으며, 오른발의 외곽선은 펜을 90도 각도로 세워 채취하였다. 계측항목은 각도 6항목이며 계측부위는 〈표 3〉과 같다.

3. 자료분석

계측결과를 분석하기 위하여 통계 패키지 SPSS 프로그램(ver.10.0)을 이용하여 기술통계량 및 요인분석을 실시하였고, 이들 결과를 바탕으로 군집분석을 실시하였으며, ANOVA에 의한 각 유형별 형태를 비교하였다. 이외에 교차분석을 통하여 각 유형별 신발 사이즈의 분포를 분석하였다.

III. 결과 및 논의

1. 연령에 따른 발치수 비교

연령그룹별로 계측치에 대한 분산분석을 한 결과(표 4), 직접계측 항목 중 바깥복사뼈중점높이(H3), 바깥복사뼈아래점높이(H4), 발등높이(H7), 족궁높이(H9), 최대볼너비(B1), 발등너비(B2), 복사점아래발

목둘레(G5), 체중(O1), 키(O2) 등의 항목 및 계산항목인 세장도(B1/L1)에서 연령층간에 유의한 차이를 나타냈다. 연령계층간에 유의적인 차이를 보인 항목 중에서 높이 항목은 젊은 층의 평균치가 큰 반면 너비, 둘레 등의 항목은 나이가 많을수록 크게 나타났다. 이는 임현균 등(2001)의 연구에서와 같이 연령층간의 유의한 차이가 인정되는 것으로 연령이 증가함에 따라 둘레치수도 증가되고 있어 신발설계시 발둘레의 치수설정은 연령에 따라 차이를 두어야 함을 시사하였으며, 발관련 치수도 일반적인 신체치수와 마찬가지로 젊은 연령층의 체격 향상을 나타내고 있는 것으로 사료된다. 계산항목인 세장도를 나타내는 발길이에 대한 발너비의 비율(B1/L1)은 40세 이상의 연령층에서 가장 크게 나타났는데 이는 40세 이상의 연령층은 발길이에 비해 발이 넓은 형태를 가지고 있다고 할 수 있다.

간접계측 항목 중에서는 엄지발가락기울기각도(A1), 새끼발가락기울기각도(A2), 발외측기울기각도(A4) 등에서 연령층간의 차이를 보였다. 발의 형태를 나타내는 엄지발가락기울기각도(A1), 새끼발가락기울기각도(A2) 등의 항목은 40세 이상의 연령 계층에서 가장 크게 나타나 나이가 많을수록 엄지발가락과 새끼발가락의 변형 정도가 커져서 발안쪽 점의 돌출이 커지고 발가락의 형태가 모여 있는 것

<표 4> 연령별 발 계측치수의 평균과 분산분석 결과

(N=181, 단위: cm, °)

연령 계측 항목	20~24(N=33)		25~29(N=67)		30~34(N=35)		35~39(N=24)		40이상(N=22)		합 계		p값
	평균	표준 편차	평균	표준 편차	평균	표준 편차	평균	표준 편차	평균	표준 편차	평균	표준 편차	
H1	6.5	1.1	6.7	0.8	6.6	0.8	6.6	0.7	6.2	1.0	6.6	0.9	0.226
H2	3.1	0.9	2.9	0.6	2.7	0.5	2.9	0.8	2.8	0.5	2.8	0.6	0.111
H3	6.6 A	0.7	6.6 A	0.7	6.3 AB	0.7	6.1 B	0.6	6.0 B	0.6	6.4	0.7	0.001***
H4	4.8 A	0.6	4.7 AB	0.8	4.4 ABC	0.7	4.2 C	0.6	4.3 BC	0.5	4.5	0.7	0.002**
H5	7.6	0.6	7.4	0.8	7.6	0.8	7.4	0.8	7.5	0.7	7.5	0.8	0.619
H6	5.7	0.8	5.9	0.8	6.0	0.8	5.6	0.9	6.0	0.8	5.9	0.8	0.165
H7	5.5 A	0.6	5.1 AB	0.9	5.1 AB	1.0	4.9 B	0.7	5.0 AB	0.7	5.1	0.9	0.042*
H8	7.6	0.8	7.5	0.8	7.6	0.9	7.4	0.7	7.4	0.7	7.5	0.8	0.636
H9	2.0 AB	0.5	2.0 AB	0.5	2.1 A	0.5	1.9 AB	0.6	1.7 B	0.4	2.0	0.5	0.055
D1	7.6	0.6	7.7	0.7	7.8	0.7	7.8	0.5	7.8	0.7	7.7	0.7	0.727
D2	3.2	0.3	3.2	0.3	3.2	0.2	3.1	0.2	3.1	0.2	3.2	0.3	0.707
L1	23.4	0.8	23.6	0.9	23.3	1.1	23.3	0.9	23.4	0.9	23.5	0.9	0.352
L2	8.9	1.0	8.9	0.9	8.6	0.9	8.7	0.8	9.0	0.9	8.8	0.9	0.321
L3	12.9	1.4	13.7	1.8	13.3	2.0	13.2	1.5	13.1	1.4	13.3	1.7	0.273
B1	9.3 B	0.6	9.4 B	0.5	9.5 AB	0.5	9.4 B	0.4	9.8 A	0.7	9.5	0.6	0.058
B2	8.1 B	0.6	8.4 AB	0.6	8.4 AB	0.7	8.4 AB	0.6	8.7 A	0.7	8.4	0.7	0.008**
B3	9.3	0.5	9.4	0.6	9.4	0.5	9.3	0.5	9.3	0.8	9.3	0.6	0.895
B4	6.6	0.3	6.6	0.3	6.6	0.3	6.6	0.3	6.8	0.4	6.7	0.3	0.263
B5	5.9	0.5	5.9	0.5	5.9	0.3	6.0	0.5	6.1	0.4	6.0	0.5	0.505
G1	22.5	0.8	22.8	1.0	23.1	1.0	23.0	0.8	23.1	0.9	22.9	1.0	0.046*
G2	22.4	0.9	22.3	1.0	22.5	1.0	22.4	0.9	22.7	1.0	22.4	1.0	0.562
G3	34.4	1.6	35.3	2.7	35.3	2.9	35.1	2.0	35.6	1.7	35.2	2.4	0.356
G4	30.1	1.1	30.1	1.5	29.9	1.3	30.2	1.4	30.7	1.4	30.1	1.4	0.192
G5	25.7 B	2.2	25.5 B	1.8	25.2 B	1.6	26.1 B	2.1	27.2 A	3.2	25.8	2.2	0.007**
O1	52.9 B	5.5	52.2 B	5.6	52.6 B	5.7	53.2 B	5.7	56.3 A	5.3	53.0	5.7	0.058
O2	162.7 A	4.8	162.1 AB	4.9	162.0 AB	5.3	159.5 BC	3.8	157.9 C	4.8	161.3	5.1	0.001***
세장도 (B1/L1)	0.399 B	0.02	0.398 B	0.02	0.409 AB	0.02	0.404 B	0.02	0.418 A	0.02	0.404	0.02	0.002**
A1	5.0 B	3.6	6.2 B	4.4	6.7 B	4.2	5.7 B	4.1	9.1 A	4.2	6.4	4.3	0.007**
A2	1.9 AB	3.7	1.1 B	4.0	1.4 B	4.4	2.9 AB	4.3	4.0 A	3.5	1.9	4.1	0.034*
A3	4.8	3.1	4.4	2.7	5.5	1.9	4.3	2.2	5.6	2.6	4.8	2.6	0.135
A4	9.8 AB	2.1	10.2 AB	1.8	10.1 AB	1.8	10.5 A	1.8	9.1 B	1.9	10.0	1.9	0.095
A5	13.0	3.0	13.7	2.9	13.4	3.6	13.7	3.1	12.5	3.0	13.4	3.1	0.515
A6	48.2	3.7	47.0	4.3	48.8	4.2	47.2	3.7	47.3	3.7	47.6	4.0	0.237

SNK test 결과 p<0.05 수준에서 유의적인 차이가 나타난 항목은 서로 다른 문자로 표시하였으며, 점수는 A>B>C 순이다.
 ***p<0.001, **p<0.01, *p<0.05

을 알 수 있다. 이와 같이 연령이 증가할수록 발의 변형 정도가 커지고 발길이에 비해 발너비가 넓어지는 것으로 나타나 이는 신발류 제작시 발길이, 발둘레와 함께 발너비, 발가락의 변형정도, 세장도 및 족궁높이 등을 함께 고려하여야 함을 시사하는 것

이라 할 수 있다.

2. 발 형태 구성요인

계측치가 가지는 정보를 요약하여 성인 여성의

〈표 5〉 발 계측치에 대한 요인분석 결과

계측항목	요인	1	2	3	4	5	6	7	8	9
B1		0.859	0.057	-0.088	0.036	0.070	0.067	-0.082	-0.168	0.096
G1		0.854	-0.017	0.142	-0.027	0.114	-0.006	-0.038	0.029	0.002
G2		0.810	0.080	0.170	0.030	0.068	-0.112	0.010	0.114	0.254
B2		0.717	0.375	-0.178	-0.109	0.079	-0.151	0.026	-0.003	0.140
B3		0.707	0.084	-0.079	0.073	-0.433	0.012	0.060	0.051	-0.163
B4		0.637	-0.043	-0.087	0.090	-0.050	0.460	-0.008	0.194	0.061
G4		0.561	0.246	0.123	0.173	-0.015	0.366	0.197	0.237	0.254
L1		0.507	0.321	0.124	0.119	-0.198	0.448	0.251	-0.069	0.119
D1		0.447	0.316	-0.262	-0.060	0.015	0.052	-0.004	0.298	-0.121
B5		0.423	0.103	-0.363	0.141	-0.088	0.230	0.095	0.324	0.281
L3		0.093	0.871	0.008	-0.226	0.015	-0.110	0.091	0.082	0.023
G3		0.427	0.758	0.032	-0.170	0.056	-0.039	0.037	0.116	0.120
L2		0.052	0.674	-0.015	0.115	-0.155	0.279	0.088	-0.152	0.136
H7		-0.017	-0.547	0.367	0.458	-0.033	0.055	0.098	0.169	0.150
H4		0.020	0.035	0.827	0.142	-0.012	0.039	0.121	-0.023	-0.008
H3		0.044	-0.075	0.817	0.109	-0.112	0.065	0.149	0.067	-0.203
H8		-0.073	-0.034	0.587	0.155	0.104	-0.193	-0.106	0.462	0.083
H6		0.066	-0.091	0.125	0.816	-0.002	-0.078	-0.160	0.081	0.048
H5		0.042	-0.187	0.168	0.743	0.130	0.005	-0.053	0.140	-0.194
A3		0.062	0.022	0.049	0.038	0.763	-0.087	-0.077	0.060	-0.199
A1		0.222	-0.211	-0.272	0.073	0.622	0.063	0.136	-0.302	0.005
A5		0.069	-0.004	-0.030	0.006	-0.534	-0.012	-0.002	-0.196	-0.291
A4		0.308	-0.205	0.189	-0.241	-0.444	-0.286	-0.309	0.085	-0.034
A6		0.009	0.006	0.054	0.063	0.020	-0.737	-0.107	0.261	0.017
A2		0.067	-0.059	0.227	-0.281	0.311	0.536	-0.373	0.222	0.112
H2		-0.061	-0.062	0.100	-0.081	-0.040	0.049	0.779	0.060	0.144
H1		0.114	0.237	0.132	-0.152	0.088	0.048	0.710	0.064	-0.154
D2		0.200	-0.014	0.075	0.167	0.073	-0.177	0.175	0.675	0.044
G5		0.347	0.120	-0.078	-0.006	0.001	0.101	-0.033	0.127	0.747
H9		-0.086	-0.079	0.223	0.277	-0.044	0.064	-0.104	0.497	-0.606
요인의 특성	크기요인	발뒤꿈치, 발등요인	바깥복사점 요인	안쪽복사점 요인	발형태 요인	발가락형태 요인	뒤꿈치높이 요인	중자골 요인	내부요인	
고유치	5.0	2.7	2.5	2.0	1.9	1.8	1.7	1.6	1.5	
분산(%)	16.8	9.1	8.2	6.5	6.3	5.9	5.5	5.5	5.2	
총분산(%)	16.8	26.0	34.2	40.7	47.0	52.9	58.4	63.8	69.0	

발 구성요인을 추출하기 위하여 직접계측 및 간접계측에 의한 30항목의 계측치에 대하여 요인분석을 실시하였다. 가능한 많은 정보를 최소 숫자의 요인에 집약시키는 주성분 모형에 의해 요인을 추출하여 배리맥스(Varimax) 방법으로 직교회전 시킨 결과 9가지 요인으로 축약되었으며, 각 항목의 요인 적재값은 <표 5>와 같다. 9가지 요인으로 전체 변량의 69.0%를 설명할 수 있다.

요인 1은 발의 너비, 둘레, 길이 등의 10개 항목에 높게 적재되어 있어 발의 크기를 나타내는 요인이라 할 수 있다. 최대볼너비(0.86), 최대발둘레(0.85), 발등둘레(0.81) 등이 높은 적재값을 가지며, 고유값이 5.0으로 전체 변량의 16.8%를 설명하고 있다. 요인 2는 발꿈치-발등길이(0.87), 발꿈치발등둘레(0.76) 등 4항목이 높은 적재값을 가져 발꿈치 및 발등요인이라 할 수 있으며, 전체 변량의 9.1%를 설명하고 있다. 요인 3은 바깥쪽복사뼈아래점높이(0.83), 바깥쪽복사뼈중점높이(0.82) 등의 3항목이 높은 적재값을 가지는 바깥쪽사점요인이며, 전체 변량의 8.2%를 설명하고 있다. 요인 4는 안쪽복사뼈아래점높이(0.82), 안쪽복사뼈중점높이(0.74) 등 2항목에 높이 적재되어 있어 안쪽복사점요인이라 할 수 있으며, 전체 변량의 6.5%를 설명하고 있다. 요인 5는 발내측기울기각도(0.76), 엄지발가락기울기각도(0.62), 내외측점기울기각도(-0.53), 발외측기울기각도(-0.44) 등 각도 항목 4개가 높은 적재값을 나타내는 발의 형태요인으로 6.3%의 설명력을 가진다. 내외측점기울기각도 및 발외측기울기각도는 음의 값을 가지므로 다른 요인과 역의 관계에 있음을 알 수 있다.

요인 6은 발가락기울기각도(-0.74), 새끼발가락기울기각도(0.54) 등의 2개 항목에 높게 적재되어 있는 발가락 형태요인으로 5.9%의 설명력을 가진다. 발가락기울기각도는 음의 값을 갖고 있어 두 항목이 서로 역의 관계에 있음을 나타낸다. 요인 7은 발뒤축높이(0.78), 뒤꿈치높이(0.71) 등의 2개 항목에 높은 적재값을 가지는 뒤꿈치높이요인으로 전체 변량의 5.5%를 설명하고 있다. 요인 8은 엄지발가락중자골두께(0.68) 항목에 높은 적재값을 가지고 있어 중자골두께요인이라 할 수 있으며, 전체 변량의

5.5%를 설명하고 있다. 요인 9는 복사뼈아래발목둘레(0.75), 족궁높이(-0.61) 등의 2개 항목이 높은 적재값을 가지는 내부적요인이라 할 수 있으며, 두 항목이 서로 역의 관계에 있음을 알 수 있다.

3. 발 형태의 유형화

성인 여성의 발을 몇 개의 동질적인 집단으로 유형화하기 위하여 군집분석을 실시하였다. 군집의 수는 군집 내 대상들은 동질적이며, 군집간에는 차이가 있는 범위 내에서 군집의 출현율과 연구결과의 활용 가능성을 고려하여 결정하였다.

군집분석 결과에 의해 집단 내 대상들은 동질적이고 집단 간의 유의적인 차이가 나타나는 3개의 집단으로 유형화하면 유형 1에는 34명(18.8%), 유형 2에는 56명(30.9%), 유형 3에는 91명(50.3%)의 분포를 나타낸다.

각 유형의 특징을 살펴보기 위하여 계측항목의 유형별 차이를 분석하였다. 유형별 평균 계측치를 구하고 사후검정 한 결과는 <표 6>에 제시하였다.

유형 1은 발의 크기를 나타내는 요인 1에서 발가락너비 항목만 제외하고 가장 크게 나타났다. 발꿈치 및 발등요인(요인 2)에 있어서는 유형 2보다는 작고 유형 3보다는 크게 나타났으며, 바깥쪽사점요인(요인 3) 및 안쪽복사점요인(요인 4)에 있어서는 가장 크게 나타났다. 발의 형태를 나타내는 각도 항목(요인 5, 6)에 있어서는 발내측기울기각도는 유형 2와 3보다 작으며, 발외측기울기각도 및 새끼발가락기울기각도는 세 유형 중에서 가장 큰 것으로 나타났다. 발가락기울기각도는 유형 3과는 유사하며 유형 2보다는 작게 나타났다. 중자골두께(요인 8)는 유형 2와는 유사한 경향을 보였으며, 유형 3보다는 크게 나타났다. 족궁높이(요인 9)는 세 유형의 중간에 속하는 것으로 나타났다.

유형 2는 발의 크기요인에 있어서 중간에 해당되고 발꿈치-발등길이, 발꿈치발등둘레는 가장 크게 나타났다. 발내측기울기각도는 유형 3과 유사하며 유형 1보다는 크게 나타났다. 발외측기울기각도 및 새끼발가락기울기각도는 유형 1보다 작으나 유형 3

〈표 6〉 발형태 유형별 계측치 평균과 사후검정 결과

(단위: cm, °)

항목	유형	유형 1	유형 2	유형 3	p값
요인1	B1	9.89 A	9.63 B	9.20 C	0.000***
	G1	23.53 A	23.05 B	22.48 C	0.000***
	G2	23.18 A	22.76 B	21.94 C	0.000***
	B2	8.63 B	8.89 A	8.00 C	0.000***
	B3	9.75 A	9.44 B	9.13 C	0.000***
	B4	7.06 A	6.62 B	6.54 B	0.000***
	G4	31.41 A	30.16 B	29.62 C	0.000***
	L1	24.30 A	23.46 B	23.15 B	0.000***
	D1	7.88 A	8.01 B	7.49 B	0.000***
	B5	6.36 A	6.06 B	5.73 C	0.000***
요인2	L3	13.03 B	14.70 A	12.60 B	0.000***
	G3	35.68 B	37.13 A	33.76 C	0.000***
	L2	9.02	9.00	8.63	0.019*
	H7	5.55 A	4.56 B	5.32 A	0.000***
요인3	H4	4.70 A	4.34 B	4.59 AB	0.040*
	H3	6.49 A	6.06 B	6.56 A	0.001***
	H8	7.56	7.41	7.54	0.544
요인4	H6	6.06	5.77	5.82	0.248
	H5	7.60 A	7.24 B	7.60 A	0.013*
요인5	A3	3.62 B	5.08 A	5.12 A	0.016*
	A1	5.62	6.72	6.41	0.485
	A5	13.52	13.21	13.40	0.894
	A4	10.87 A	9.93 B	9.75 B	0.011*
요인6	A6	46.19 B	49.38 A	47.08 B	0.000***
	A2	3.87 A	0.58 B	1.97 B	0.001***
요인7	H2	3.03 A	2.86 B	2.69 AB	0.047*
	H1	6.39	6.65	6.57	0.404
요인8	D2	3.28 A	3.18 AB	3.09 B	0.003**
요인9	G5	27.76 A	26.51 B	24.55 C	0.000***
	H9	1.90 B	1.71 C	2.15 A	0.000***

(사후검정(SNK test) 결과 $p < 0.05$ 수준에서 유의한 차이가 나타난 항목은 서로 다른 문자로 표시하였으며, 점수는 A>B>C 순이다.

*** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$)

과는 유사한 것으로 나타났으며, 발가락기울기각도는 세 유형 중 가장 크게 나타났다. 족궁높이는 세 유형 중에서 가장 낮게 나타났다.

유형 3은 발의 크기요인에 있어서 가장 작게 나타났다. 발내측기울기각도는 유형 2와 유사하며 유형 1보다는 크게 나타났다. 발외측기울기각도 및 새끼발가락기울기각도는 유형 1보다 작으나 유형 2

와는 유사한 것으로 나타났으며, 발가락기울기각도는 유형 1과 유사한 경향을 나타냈다.

이상에서와 같이 유형 1은 발의 크기가 가장 크고 살이 많으며 발너비가 넓고 발등높이는 가장 높은 반면, 족궁높이가 중간인 유형으로 새끼발가락이 안쪽으로 휘어 있는 집단이라 할 수 있다. 유형 2는 발의 크기가 중간인 반면, 발등높이와 족궁높이가

가장 낮은 유형으로 엄지발가락이 안쪽으로 변형이 되어 있어 발가락기울기각도가 가장 큰 집단이다. 유형 3은 발의 크기가 가장 작고 살이 없으며, 발너비는 가장 좁고, 족중높이는 가장 높은 반면, 발등높이는 중간 정도인 집단이라 할 수 있다.

4. 신발 사이즈 설정을 위한 계측결과 분석

신발류의 사이즈 설정에 있어서 결정적인 항목인 최대발길이, 최대발둘레, 최대발너비 등의 분포 현황을 살펴보았다. 한국공업규격 KS G 3405의 성인 여자용 규격과 신발업계에서 참고하고 있는 규격(ISO 9407, JIS S 5037, KS G 3116)에 따라 발길이는 5mm, 발둘레는 6mm, 발너비는 2mm 간격으로 구분한 후 교차분석을 통하여 발 유형에 따른 신발 사이즈의 분포를 살펴보았다(표 7~표 9).

성인 여성의 최대발길이는 211mm에서 260mm 사이에 분포되어 있으며, 전체의 86%가 221mm에서 245mm에 집중되어 있다. 유형 1의 경우 231~235mm에서 256~260mm에 분포되어 있으며, 241~245mm가 가장 많아 유형 1의 38.2%를 차지하고 있다. 유형 2의 경우 211~215mm에서 251~255mm 사

이에 분포되어 있으며, 226~230mm에서 241~245mm가 유형 2의 75.0%를 차지한다. 유형 3은 211~215mm에서 246~250mm 사이에 분포되어 있으며, 221~225mm가 가장 많아 유형 3의 23.1%가 여기에 속하는 것으로 나타났다. 최대발길이는 유형 1이 가장 길며, 다음은 유형 2 > 유형 3의 순서임을 알 수 있다.

성인 여성의 최대발둘레는 205mm에서 269mm 사이에 분포되어 있으며, 77.9%가 217mm에서 239mm 사이에 속하는 것으로 나타났다. 유형 1의 29.4%는 235~239mm에 속해 있으며, 유형 2의 28.6%는 229~234mm에 분포되어 있고, 유형 3의 30.8%는 223~228mm에 분포되어 있는 것으로 나타났다. 최대발너비는 82mm에서 115mm 사이에 분포되어 있으며, 유형 1 > 유형 2 > 유형 3의 순서이다. 전체의 76.2%가 88mm에서 99mm 사이에 속하는 것으로 나타났다.

이상에서와 같이 유형 1의 최대발길이는 231mm에서 260mm 사이에 분포하고 있으며, 241~245mm가 가장 많아 38.2%를 차지하고 있다. 최대발둘레는 217mm에서 269mm 사이에 분포하고 있으며, 29.4%

<표 7> 발형태 유형별 최대발길이 분포

발길이(mm)	유형 1	유형 2	유형 3	전체
211~215		1	1	2
216~220		1	5	6
221~225		7	21	28
226~230		12	17	29
231~235	5	11	17	33
236~240	7	9	16	32
241~245	13	10	11	34
246~250	4	4	2	10
251~255	2	1		3
256~260	3		1	4
전체	34 (18.8%)	56 (30.9%)	91 (50.3%)	181 (100.0%)

$\chi^2=47.020$, $df=18$, $p\text{ value}=0.000$

<표 8> 발형태 유형별 최대발둘레 분포

발둘레(mm)	유형 1	유형 2	유형 3	전체
205~210			5	5
211~216		4	10	14
217~222	5	7	18	30
223~228	2	12	28	42
229~234	8	16	18	42
235~239	10	8	9	27
240~245	5	7	3	15
246~251	2	1		3
252~257		1		1
258~263	1			1
264~269	1			1
전체	34 (18.8%)	56 (30.9%)	91 (50.3%)	181 (100.0%)

$\chi^2=45.940$, $df=20$, $p\text{ value}=0.001$

〈표 9〉 발형대 유형별 최대발너비 분포

발너비(mm) \ 발유형	유형 1	유형 2	유형 3	전체
82~83			2	2
84~85			4	4
86~87			10	10
88~89	1	5	9	15
90~91	3	2	7	22
92~93	2	9	11	22
94~95	4	10	17	31
96~97	5	6	13	24
98~99	6	11	3	24
100~101	2	8	4	14
102~103	3	2	1	6
104~105	3	1		4
106~107	2			2
108~109	2	1		3
110~111		1		1
112~113				0
114~115	1			1
전 체	34 (18.8%)	56 (30.9%)	91 (50.3%)	181 (100.0%)

$\chi^2=75.361$, $df=30$, $p \text{ value}=0.000$

가 235~239mm에 속해 있다. 최대발너비는 88mm에서 109mm 사이에 분포하고 있으며, 94mm에서 99mm 사이에 44.1%가 속하는 것으로 나타났다. 유형 2의 경우 최대발길이는 211mm에서 255mm 사이에 분포하고 있으며, 226~230mm에서 241~245mm가 75.0%를 차지한다. 최대발둘레는 211mm에서 257mm 사이에 분포하고 있으며, 28.6%는 229~234mm에 분포되어 있다. 최대발너비는 88mm에서 111mm 사이에 분포하고 있으며, 19.6%가 98~99mm에 속한다. 유형 3의 경우 최대발길이는 211mm에서 250mm 사이에 분포되어 있으며, 221~225mm가 가장 많아 23.1%가 여기에 속하는 것으로 나타났다. 최대발둘레의 경우 205mm에서 245mm 사이에 분포하고 있으며, 223~228mm가 가장 많아 30.8%에 이른다. 최대발너비는 82mm에서 103mm 사이에 분포하고 있으며, 18.7%가 94~95mm에 속한다.

최대발길이와 최대발둘레, 최대발길이와 최대발너비의 분포표를 살펴본 결과(표 10, 11) 전체의 86.2%가 발길이 221mm에서 245mm 사이에 분포하고 있으며, 77.9%가 발둘레 217mm에서 239mm 사이에 분포하고 있고, 65.7%가 발너비 90mm에서 99mm 사이에 분포하고 있는 것으로 나타났다. 발너비는 발길

〈표 10〉 최대발길이·최대발둘레 분포

(단위: mm, 명)

발둘레 \ 발길이	211~215	216~220	221~225	226~230	231~235	236~240	241~245	246~250	251~255	251~255	전체
205~210			2	2			1				5
211~216	1		8		1	4					14
217~222		3	4	7	8	4	4				30
223~228			9	10	8	6	7	2			42
229~234		1	2	7	9	10	8	2	2	1	42
235~239	1	1	1	2	5	3	10	3		1	27
240~245			2	1		4	4	3			15
246~251					2	1					3
252~257		1									1
258~263										1	1
264~269									1		1
전 체	2	6	28	29	33	32	34	10	3	4	181

$\chi^2=223.837$, $df=90$, $p \text{ value}=0.000$

<표 11> 최대발길이 · 최대발너비 분포

(단위: mm, 명)

발너비 \ 발길이	211~215	216~220	221~225	226~230	231~235	236~240	241~245	246~250	251~255	251~255	전체
82~83			1			1					2
84~85			2	1			1				4
86~87	1	2	2	4		1					10
88~89		2	5	1	2	4	1				15
90~91			4	5	9	3	1				22
92~93			5	7	4	1	3	2			22
94~95	1	1	6	4	5	5	7	1		1	31
96~97		1	2	4	3	8	2	2	1	1	24
98~99			1	1	2	2	10	2	1	1	20
100~101					4	4	4	2			14
102~103				1	1	2	2				6
104~105						1	2	1			4
106~107					1				1		2
108~109				1	1					1	3
110~111					1						1
112~113											0
114~115							1				1
전체	2	6	28	29	33	32	34	10	3	4	181

$\chi^2=172.878$, $df=135$, $p\ value=0.015$

이에 비해 보다 폭넓은 분포를 보여 같은 발길이라 해도 다양한 발둘레와 발너비를 적용시켜야 함을 시사한다. 이는 신발의 길이가 길어짐에 따라 단순히 신발의 품을 증가시키는 신발류 사이즈 규격에는 문제가 있을 수 있음을 의미하는 것이라 할 수 있다.

IV. 결론

본 연구에서는 20세 이상 성인 여자(n=181)의 오른발에 대하여 직접계측 및 간접계측을 실시하여 연령 증가에 따른 차이를 비교·분석하였으며, 요인분석 및 군집분석을 통하여 유형별 특징을 제시하였고, 발 유형에 따른 신발 사이즈의 분포를 살펴보았다.

연령계층간에 유의적인 차이를 보인 항목 중에서 높이 항목은 젊은 층의 평균치가 큰 반면 너비, 둘

레 등의 항목은 나이가 많을수록 크게 나타났다. 이는 발도 인체와 마찬가지로 나이가 많을수록 살이 붙는 것을 나타내는 것이라 할 수 있으며, 발관련 치수도 신체치수와 마찬가지로 젊은 연령층의 체격 향상을 나타내고 있다고 생각된다. 연령이 증가할수록 발길이에 비해 발너비가 넓어지며, 족궁높이는 낮아지고, 엄지발가락과 새끼발가락의 변형 정도가 커져서 발안쪽점의 돌출이 커지고 발가락의 형태가 모여 있는 것을 알 수 있다. 이는 신발류 제작시 발 길이에 의한 신발 사이즈 규격 이외에 발둘레와 발너비, 발가락의 변형정도, 세장도 및 족궁높이를 고려하여야 함을 시사하는 것이라 할 수 있다.

성인 여성의 발 계측치가 가지는 정보를 요약하여 크기요인, 발꿈치 및 발등요인, 바깥복사점요인, 안쪽복사점요인, 발형태요인, 발가락형태요인, 발뒤꿈치높이요인, 종자골요인, 내부적요인 등의 9가지

발 구성 요인이 추출되었다. 이를 바탕으로 성인 여성의 발 형태를 유형화한 결과 3가지 유형으로 구분되었다. 유형 1은 발의 크기가 가장 크고 살이 많으며 발너비가 넓고 발등높이는 가장 높은 반면, 족궁높이가 중간인 유형으로 새끼발가락이 안쪽으로 휘어 있는 집단이라 할 수 있다. 유형 2는 발의 크기가 중간인 반면, 발등높이와 족궁높이가 가장 낮은 유형으로 엄지발가락이 안쪽으로 변형이 되어 있어 발가락기울기각도가 가장 큰 집단이다. 유형 3은 발의 크기가 가장 작고 살이 없으며, 발너비는 가장 좁고, 족궁높이는 가장 높은 반면, 발등높이는 중간 정도인 집단이라 할 수 있다.

발의 형태를 반영한 신발류의 사이즈 설정을 위한 기초자료로 성인 여성의 발 유형에 따른 최대발길이, 최대발둘레, 최대발너비의 분포 현황을 제시하였으며, 이외에 최대발길이와 최대발둘레의 분포표 및 최대발길이와 최대발너비의 분포표를 제시함으로써 가장 빈도가 높은 구간을 한눈에 볼 수 있게 하였다. 발너비는 발둘레에 비해 보다 폭넓은 분포를 나타냈는데, 이는 동일한 발길이라 하더라도 다양한 발둘레와 발너비를 적용시켜야 함을 시사한다. 신발의 길이가 길어짐에 따라 단순히 신발의 품을 증가시키는 신발류 사이즈 규격에는 문제가 있을 수 있음을 의미하는 것이라 할 수 있다.

본 연구는 피험자의 거주 지역이 서울에 국한되어 있으므로 결과를 일반화하는데 신중을 기해야 한다. 따라서 보다 광범위한 지역에 걸친 표본조사에 의해 발가락의 변형정도, 세장도, 족궁높이 등의 발 형태 및 발둘레와 발너비를 반영한 신발류 사이즈 규격으로 개선해 나가야 할 것이다.

■ 참고문헌

- 김대식 등 공저(1996). 체육학측정법. 형설출판사.
- 문명옥(1994a). 발의 형태분석을 위한 군집분석(I)-19세-23세 여자대학생을 중심으로-. 한국의류학회지, 18(2), 211-220.
- 문명옥(1994b). 발의 형태분석을 위한 군집분석(II)-19세-24세 남자대학생을 중심으로-. 한국의류학회지, 18(5), 637-645.
- 문명옥(1996). 유아의 발형태에 관한 연구(I)-연령과 성에 따른 발 형태분석을 중심으로-. 한국의류학회지, 20(4), 596-608.
- 문명옥(1996). 유아의 발형태에 관한 연구(II)-유형분석을 중심으로-. 한국의류학회지, 21(1), 144-154.
- 문명옥(1998). 발의 체표면적 특성에 관한 연구. 복식, 36, 96-105.
- 임현균, 박수찬, 최경주, 김진호, 박세진(2001). 한국 성인 발 형태의 좌우 및 변형 연구. 대한인간공학회지, 20(1), 73-86.
- 백남섭, 한건수(1998). 족부(足部)의 기능해부학적 고찰. 용인대학교 무도연구지, 9(1), 283-295.
- 신선우, 함옥상(1999). 20대 성인 남녀 발의 형태분류와 유형별 특성 분석. 복식문화연구, 7(1), 38-51.
- 이영숙(1996). 한국인 성인남녀 발외곽형태 측정치에 의한 발형태 분류. 한국생활환경학회지, 3(2), 45-57.
- 최선희(1998). 한국 성인 여성의 발 형태와 구두착용 실태에 관한 연구. 연세대학교대학원 석사학위논문.
- 한국공업표준협회(1986). 한국공업규격 KS G 3405 구두용 구두골.
- 한국표준협회(1999). KS G 3116 구두.
- 細長喜久, 岡部和代, 山名信子(1996). 靴による足部形態變化の分析, 日本纖維製品消費科學會誌, 37(5), 41-47.
- ISO (1991). ISO 9407 Shoes sizes-Mondopoint system of sizing and marking.
- Mikiki Kouch (1995). Analysis of foot shape variation based on the medial axis of foot outline. *Ergonomics*, 38(9), 1911-1920.
- Mochimaru, M. and Kouchi, M. (1997). Automatic calculation of the medial axis of foot outline and its flexion angles. *Ergonomics*, 40(4), 450-464.

(2003년 1월 30일 접수, 2003년 4월 25일 채택)