노년 여성의 발 유형분류

김남순 · 도월희[†]

전남대학교 의류학과/전남대학교 생활과학연구소

Classification of Elderly Women's Foot Type

Nam-Soon Kim · Wol-Hee Do[†]

Dept. of Clothing & Textiles, Chonnam National University/
 The Research Institute of Human Ecology, Chonnam National University
 접수일(2013년 9월 9일), 수정일(2014년 4월 4일), 게재확정일(2014년 4월 21일)

Abstract

This study identifies the foot shapes of elderly women by classifying foot type according to the 3D shape of the foot and 2D sole type analyzing individual characteristics. The subjects were 295 elderly women over 60 years of age who live in Gwangju. A foot scanner (K&I Technology Nexcan[®]) was used to obtain three-dimensional shapes of feet and a flat bed scanner (HP Scanjet G2410) was used to obtain the two-dimensional shapes of soles. The anthropometric measuring items consisted of 59 items estimated on the right foot of each subject. Data were analyzed by various statistical methods such as factor analysis, ANOVA and cluster analysis using the SPSS 19.0 statistical program. To classify the side type of elderly women's feet, three-dimensional measurement data were analyzed for the 27 measurement items using factor analysis and 6 factors were extracted (inside height and side gradient, ankle thickness, toe height and midfoot size, lateral malleolus height, instep, and heel height and gradient). A cluster analysis resulted in three types: 36.5% belonged to Type 1 (high forefoot and high midfoot), 31.1% belonged to Type 2 (high forefoot and low midfoot), and 32.4% belonged to Type 3 (low forefoot and high midfoot). The distribution was relatively even. For the sole, 8 factors were extracted (ball width and medial foot protrusion, lateral foot protrusion, forefoot and hindfoot length ratio, ball gradient, heel size, toe breadth, lateral ball length, and foot length) and a cluster analysis resulted in three Types (Type H, Type D, and Type A). The largest proportion (42.7%) belonged to Type H, which is the same as the elderly men's case.

Key words: Elderly women, Foot type, Sole type, 3D scanner, 2D scanner; 노년 여성, 발 형태, 발바닥 유형, 3D 스캐너, 2D 스캐너

I. 서 론

발은 많은 뼈와 인대, 건, 근육으로 이루어진 복잡한 구조물로서, 서 있거나 걷는 동안 인체를 지지하고 충격을 흡수하는 중요한 기관으로 연령의 증가와 함께 후천

[†]Corresponding author

E-mail: whdo@chonnam.ac.kr

본 논문은 박사학위 논문의 일부임.

적인 영향에 의하여 쉽게 변형이 될 수 있다(Kim et al., 2011). 신발은 발을 보호하면서 발의 기능을 효과적으로 보조하는 용도로 사용되고 있다. 그러나 신발과 발 형태와의 관계가 맞지 않을 경우 피로감을 느끼게 되고 심한 경우 발 형태가 변형되기도 한다. 이는 발에 장애를 발생시키며 무게중심의 변화로 순환장애, 요통, 어깨결림, 두통 및 발목 이상 등 신체에 악영향을 미치게 된다. 따라서 발 형태에 적합하고 발 기능을 효과적으로 보조

할 수 있는 신발 제작을 위해서 발 형태에 대한 분석이 우선시되어야 한다(Seok et al., 2009). 특히 노년의 발은 다른 연령층과 달리 장기간의 신발 착용 및 습관, 질병 등에 의해 심한 발의 변형이 나타나 있으며 신발 제작시 고려해야 할 신체부위 특성도 다소 차이가 있다. 현재 업체에서는 고령자를 대상으로 하는 신발 제작 시 숙련자의 경험과 수작업에 의존하여 구두골(라스트, Last)을 개발하여 사용하고 있으며, 노년층의 신발에 대한 호칭과 치수체계가 구축되어 있지 않은 상태에서 일반화된 호칭 치수체계를 그대로 사용하고 있는 것이 업체의 현실이라고 한다(Jung & Lee, 2001). 따라서 노년층의 발 계측치에 대한 보다 정확한 자료와 분석이 이루어져서 신발 제작을 위한 실질적인 정보가 필요한 실정이다.

노년층은 근육의 퇴화 및 장기간의 신발 착용으로 인해 발의 크기나 형태가 청년층에 비해 많이 변화되어 있다. 노년층 발에 대한 선행연구를 살펴보면 다음과 같다. Moon(1993)은 20~89세 여성을 대상으로 족지수, 발끝각, 족형각도에 의해 12형으로 분류한 결과, 20대에서는 세장형의 비율이 높으나 30, 40대에서는 발너비가 넓은 광단형이 증가하고 이후의 연령 증가에 따라서는 세장화되는 경향이 있다고 하였다. Seong(1998)은 고령자가 청년층에 비해 키에 대한 발길이가 크고, 발길이에 대한 발너비, 발등둘레, 발등높이가 크며 발안쪽엽임길이가 커지는 특성이 있다고 하였으며, 발길이 치수보다 둘레치수가 크다고 하였다. 또한 엄지발가락각도, 새끼발가락각도가 크며, 연령이 많아질수록 편평족이 심화된다고 하였으며, 청년층은 보통형과 광대형이 많은 반면, 고령자는 광단형, 왜소형, 광대형에 많이 분포하고 있어 청년층과 고령자의 발 형태에 많은 차이가 있음을 밝혔다. Choi(1998)는 61세 이상의 집단이 발의 길이항목이 짧아지며 대부분의 둘레항목 또한 작아지나 발꿈치높이와 발등높이가 높게 나타난다고 하였다. Jung(2000)은 60세 이상의 남녀를 대상으로 발너비 대 길이지수(Foot index)와 발끝각도(Foot angle)에 의하여 발 유형분류와 형태 분석을 실시한 결과 고령의 발은 청·장년층에 비하여 세장화되는 경향을 보이고 있으며, 여성의 경우 남성보다 변형이 보다 많이 발생하는 것으로 나타난다 하였다. Park(2003)은 청년층에 비해 발길이는 작고, 발길이에 비해 발너비는 넓으며, 발등높이는 낮은 타원형의 형태를 나타난다고 하였고, 망치발가락, 발가락굽침, 무지외반증 등 발가락변형으로 인해 발안쪽점과 발가락부분의 높이가 높아지므로 여성 고령자 발에 적합성을 높일 수 있는 신발의 설계가 필요하다고 하였다. Park and Chae(2008)

은 나이가 들수록 발가락너비는 작아지고, 가쪽복사뼈아래너비는 넓어지는 형태를 보이며, 발볼둘레, 발등둘레, 발꿈치-발등둘레도 작아지고 엄지발가락과 새끼발가락이 발기준축 쪽으로 모이는 변형이 나타난다고 하였다. Park(2011)은 연령이 증가할수록 둘레항목이 두껍게 발달하고, 발볼너비와 발꿈치너비가 넓어지며 발목 형태가 두껍게 발달하는 것으로 나타나 구두 앞부분의 높이와 구두 중앙 부위에서 후반 사이의 높이에 대한 고려가 필요하다 하였다. 이와 같이 노년층은 발길이나 둘레, 높이, 각도 등 모든 항목에서 다양한 유형에 고루 분포하고 있으며 특히 노년 여성의 경우 발가락이 발의 기준축을 중심으로 모여 엄지발가락각도, 새끼발가락각도가 커지고, 무지외반증 발가락의 변형과 평발이 증가하는 경향을 나타내었다.

본 연구에서는 60세 이상 노년 여성을 대상으로 3차원과 2차원 계측을 통해 정확한 자료 분석 및 발 유형에 대한 분류를 실시하고 유형별 특징을 고찰하여 노년 여성을 위한 신발의 맞춤새 향상 및 체계적인 치수규격 설정을 위한 기초자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

구체적인 연구의 내용은 다음과 같다.

- 1) 3차원 데이터에 의해 고령자 발의 유형을 분류하고, 유형별 형태적 특징을 알아본다.
- 2) 2차원 데이터에 의해 고령자 발바닥의 유형을 분류하고, 유형별 형태적 특징을 알아본다.
- 3) 2차원 데이터와 3차원 데이터에 의한 유형조합을 통하여 고령자 발 전체 형태에 대한 유형별 분포를 고찰한다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 계측 전 설문지와 인터뷰를 실시하여 질병 여부를 확인하고 질병으로 인해 발에 심각한 변형이 없는 60세 이상 여성을 대상으로 실시하였다. 계측은 2012년 7월 10일부터 7월 18일까지 광주광역시에 위치한 노인복지관에서 오른발을 계측하여 자료를 수집하였으며, 총 계측인원은 353명 중 자료가 미비한 58명을 제외한 295명을 최종 분석에 이용하였다.

2. 측정방법 및 측정항목

노년 여성의 발 형태를 구분하기 위하여 발바닥을 제

외한 윗부분은 3차원 데이터를 이용하였으며, 발바닥은 2D 스캔 데이터를 이용하여 분석하였다. 풋(Foot) 스캐너를 이용한 3차원 측정(K&I Technology의 Enfoot System) <Fig. 1(a)>과 평판 스캐너(HP Scanjet G2410)<Fig. 1(b)>를 이용한 2차원 측정을 병행하여 발의 전체적인 형태와 악을 정밀하게 수행할 수 있도록 하였다(Fig. 1). 본 연구의 3차원 계측을 위해 사용된 기기는 한국의 K&I사의 Nexcan[®]을 이용하였으며, 2D 스캐너를 이용한 측정장치는 HP Scanjet G2410 스캐너를 이용하여 Park(2003)의 선행연구를 참고하였다. 스캔 자료는 Photoshop 6.0을 사용하여 실제사이즈로 출력 후 측정항목을 직접 계측하였다.

3차원 발 측정 시 기준점과 계측항목은 제5차 Size Korea의 기준점과 측정항목을 참고로 3D 스캔 장치의 자동 계측항목 중 발의 윗부분과 관련있는 길이 3항목, 높이 12항목, 너비 2항목, 둘레 7항목 등 총 24항목과, 3차원 측정된 발의 측면사진을 통해 엄지발가락-발등각도(Toe 1-instep angle), 발등각도(Instep angle), 발꿈치각도(Heel angle) 3항목을 추가로 계측하여 총 27항목을 계측하였다. 3차원 발 계측항목은 <Table 1>, <Fig. 2>와 같으며, 2D 스캔법에 의한 발바닥 형태의 간접 측정항목은 선행 연구(Jung, 2000; Park, 2003)를 참고로 길이항목 9항목, 너비항목 15항목, 각도항목 8항목 등 총 32항목을 설정하여 <Table 2>에 제시하였다.

3. 연구내용 및 분석방법

본 연구의 자료는 SPSS 19.0 Package를 이용하여 통계처리하였으며, 3차원과 2차원 데이터 각각의 요인분석, 군집분석, ANOVA, Duncan test의 사후검증을 실시하여 유형별 형태적 특징을 알아보고, 2차원 데이터와 3차원 데이터에 의한 유형조합을 통하여 고령자 발 전체 형태에 대한 유형별 분포를 고찰한다.

III. 연구결과 및 고찰

1. 3차원 데이터에 의한 분류

1) 발 형태의 구성요인 추출

노년 여성 발의 3차원 형태의 구성요인을 도출하기 위하여 요인분석을 실시하였다. 요인의 성격을 명확히 하기 위하여 베리맥스(Varimax) 방법으로 직교회전시켜 고유치(Eigenvalue)가 1 이상인 것으로 6개의 요인이 추출

Fig. 1. (a) 3D foot scanner (K&I Technology), (b) HP Scanjet G2410 scanner.

Table 1. 3D foot dimensions

No.	Dimension
1	Foot length
2	Heel-to-instep length
3	Heel-to-ankle length
4	Ankle thickness
5	Ankle width
6	Toe 1 height
7	Toe 5 height
8	Ball height
9	Instep height
10	Ankle height
11	Lateral malleolus height
12	Medial malleolus height
13	Sphyrion fibulare height
14	Sphyrion height
15	Heel height
16	Height of upper point of heel point
17	Arch height
18	Ball circumference
19	Instep circumference
20	Perpendicular ankle circumference
21	Heel-to-instep circumference
22	Heel-to-ankle circumference
23	Horizontal ankle circumference
24	Sphyrion circumference
25	Toe 1-instep angle*
26	Instep angle*
27	Heel angle*

*Measurement items in this study.

Fig. 2. Foot dimensions.

Table 2. Measuremen items

Length	1. Foot length / 2. Heel-to-toe 1 length / 3. Heel-to-toe 2 length / 4. Heel-to-toe 5 length / 5. Medial ball length / 6. Lateral ball length / 7. Ball center-to-toe 2 length / 8. Ball center-to-heel length / 9. Heel length	
Width	10. Foot breadth / 11. Ball distance / 12. Heel width 13. Heel width2 / 14. Medial ball width / 15. Lateral ball width / 16. Toes width / 17. Toe 1 width / 18. Toe 5 width / 19. Instep length level width / 20. Instep length level medial width / 21. Instep length level lateral width / 22. Ankle length level width / 23. Ankle length level medial width / 24. Ankle length level lateral width	
Angle	25. Toe 1 angle / 26. Toe 5 angle / 27. Medial foot angle / 28. Lateral foot angle / 29. Foot breadth angle / 30. Medial foot width angle / 31. Lateral foot width angle / 32. Heel angle	

되었으며 전체 변량의 72.73%를 설명하였다. 요인분석 결과 추출된 각 요인의 요인부하량은 <Table 3>과 같다.

요인 1은 안쪽복사뼈아래높이, 안쪽복사높이, 발목높이, 측면발끝각도, 발등각도, 아치높이 항목이 부하되었으며, 이들 항목은 발안쪽의 계측항목과 측면의 기울기 특성을 나타내는 요인이므로 ‘발안쪽높이(Inside H.)’ 요인이라 할 수 있다. 고유치는 6.28이고 변량의 기여율은

25.12%이다. 요인 2는 발목두께, 발목수평둘레, 발꿈치-발목길이, 복사뼈아래둘레, 발목너비, 발꿈치-발목둘레 항목이 부하하여 발목의 굽기에 대한 특성을 나타내므로 ‘발목굽기(Ankle thickness)’ 요인이라 할 수 있다. 고유치는 5.18이고 전체 변량의 20.71%를 설명한다. 요인 3은 엄지발가락높이, 볼둘레, 발등둘레, 새끼발가락높이, 볼높이 항목을 포함하여 ‘발가락높이 및 발 중양부 크기

Table 3. Factor analysis of elderly women's 3D foot data

Factors	Item	Factor loading	Eigenvalue Variance % (Accumulative variance %)
Inside H.	Medial malleolus H. / Foot L.	.893	6.28 25.12 (25.12)
	Sphyrion H. / Foot L.	.891	
	Ankle H. / Foot L.	.735	
	Instep angle	.694	
	Toe 1-instep angle	.661	
	Arch H. / Foot L.	.526	
Ankle thickness	Ankle thickness / Foot L.	.874	5.18 20.71 (45.83)
	Horizontal ankle C. / Foot L.	.833	
	Heel-to-ankle L. / Foot L.	.814	
	Sphyrion C. / Foot L.	.801	
	Ankle width / Foot L.	.642	
	Heel-to-ankle C. / Foot L.	.533	
Toe H. and foot center size	Toe 1 H. / Foot L.	.767	2.16 8.62 (54.45)
	Ball C. / Foot L.	.766	
	Instep C. / Foot L.	.738	
	Toe 5 H. / Foot L.	.614	
	Ball H. / Foot L.	.550	
Lateral malleolus H.	Lateral malleolus H. / Foot L.	.900	1.84 7.37 (61.82)
	Sphyrion fibulare H. / Foot L.	.893	
Instep	Heel-to-instep L. / Foot L.	.915	1.67 6.67 (68.50)
	Heel-to-instep C. / Foot L.	.778	
	Instep H. / Foot L.	-.673	
Heel	H. of upper point of heel point / Foot L.	.746	1.06 4.24 (72.73)
	Heel H. / Foot L.	.579	
	Heel angle	-.447	

H.: Height, C.: Circumference, L.: Length

(Toe height and foot center size)' 요인이라 할 수 있으며, 고유치는 2.16이고 전체 변량의 8.62%를 설명한다. 요인 4는 가쪽복사높이와 가쪽복사뼈아래높이 항목을 포함하여 '가쪽복사뼈높이(Lateral malleolus H.)' 요인이라 할 수 있으며, 고유치는 1.84이고 전체 변량의 7.37%를 설명한다. 요인 5는 발꿈치-발등길이, 발꿈치-발등둘레, 발등높이 항목을 포함하고 있어 '발등(Instep)' 요인이라 할 수 있으며 고유치는 1.67이고 전체 변량의 6.67%를 설명한다. 요인 6은 발꿈치위점높이, 발꿈치점높이, 발꿈치 각도 항목을 포함하고 있어 '발꿈치(Heel)' 요인이라 할 수 있다. 고유치는 1.06이고 4.24%의 설명력을 갖는다.

2) 발 형태의 유형화

요인분석에서 추출된 6개 요인의 요인점수를 독립변수로 하여 군집분석을 실시하였다. 군집수는 발 유형의 출현율과 연구결과의 활용성을 고려하여 3개의 군집으로 유형화하였다. 3유형의 유형별 분포상태를 살펴보면 유형 1은 116명(36.5%), 유형 2는 99명(31.1%), 유형 3은 103명(32.4%)의 분포로 유형 1이 가장 높은 분포를 나타내었다.

분류된 유형별로 발 형태의 특징을 살펴보기 위하여 각 유형별 요인점수와 측정항목의 지수치 및 실측치에 대하여 분산분석을 실시하고 사후검증으로 Duncan test

Table 4. The result of ANOVA of factor scores according to 3D foot type

Factor Contents		Type 1	Type 2	Type 3	F-value
Factor 1	Inside H.	-0.19 A	-0.19 A	0.40 B	13.22***
Factor 2	Ankle thickness	0.51 C	-0.01 B	-0.56 A	38.41***
Factor 3	Toe H. and foot center size	0.18 B	0.41 B	-0.60 A	34.76***
Factor 4	Lateral malleolus H.	0.58 C	-0.51 A	-0.16 B	41.99***
Factor 5	Instep	0.00	-0.15	0.14	2.23
Factor 6	Heel	0.42 B	-0.75 A	0.25 B	54.42***

*** $p < .001$

Duncan test: A<B<C

Table 5. The result of ANOVA of indices value according to 3D foot type

Items		Type 1 (n=116)	Type 2 (n=99)	Type 3 (n=103)	Total (n=318)	F-value
L. / Foot L.	Heel-to-instep L.	0.557 B	0.544 A	0.551 A	0.551	3.64*
	Heel-to-ankle L.	0.447 B	0.445 B	0.429 A	0.441	32.90***
W. / Foot L.	Ankle thickness	0.396 B	0.393 B	0.380 A	0.390	22.10***
	Ankle W.	0.302 B	0.300 B	0.288 A	0.297	33.23***
H. / Foot L.	Toe 1 H.	0.100 B	0.099 B	0.093 A	0.097	23.53***
	Toe 5 H.	0.082 B	0.081 B	0.075 A	0.079	17.95***
	Ball H.	0.156 B	0.153 B	0.150 A	0.153	8.99***
	Instep H.	0.252	0.249	0.247	0.249	1.44
	Ankle H.	0.313 B	0.302 A	0.317 B	0.311	12.42***
	Lateral malleolus H.	0.291 C	0.264 A	0.280 B	0.279	34.09***
	Medial malleolus H.	0.335 A	0.342 A	0.350 B	0.342	10.39***
	Sphyrion fibulare H.	0.227 C	0.202 A	0.216 B	0.216	28.95***
	Sphyrion H.	0.275 A	0.282 B	0.291 C	0.282	13.91***
	Heel H.	0.122 B	0.110	0.113 A	0.116	16.13***
	H. of upper point of heel point	0.309 B	0.279	0.310 B	0.300	38.05***
	Arch H.	0.044 B	0.036	0.043 B	0.041	8.75***
C. / Foot L.	Ball C.	1.038 B	1.046 B	1.011 A	1.032	18.05***
	Instep C.	1.020 B	1.018 B	0.988 A	1.009	21.30***
	Perpendicular ankle C.	1.091	1.080	1.070	1.081	1.89
	Heel-to-instep C.	1.475	1.464	1.464	1.468	0.43
	Heel-to-ankle C.	1.386 B	1.384 B	1.354 A	1.375	18.34***
	Horizontal ankle C.	1.117 B	1.110 B	1.066 A	1.098	30.14***
	Sphyrion C.	1.221 C	1.157 B	1.120 A	1.168	98.54***

* $p < .05$, *** $p < .001$

Duncan test: A<B<C

H.: Height, W.: Width, C.: Circumference, L.: Length

를 사용하여 비교한 결과는 <Table 4>~<Table 6>과 같다. 분석결과 발꿈치-발등길이, 발등높이, 발꿈치-발등둘레 항목을 제외한 모든 항목에서 유의차가 나타났다.

며 유형별로 요인점수와 지수치, 실측치에 대해 비교한 결과를 종합하여 유형별 특징을 비교해보면 다음과 같다.

Table 6. The result of ANOVA of measurements according to 3D foot type

(Unit: mm)

Items		Type 1 (n=116)	Type 2 (n=99)	Type 3 (n=103)	Total (n=318)	F-value
Length	Heel-to-instep L.	126.47	125.79	127.05	126.44	0.46
	Heel-to-ankle L.	101.53 B	102.97 B	98.94 A	101.14	14.81***
Width	Ankle thickness	89.98 B	90.75 B	87.68 A	89.47	10.54***
	Ankle W.	68.65 B	69.46 B	66.39 A	68.17	19.00***
Height	Toe 1 H.	22.60 B	22.82 B	21.43 A	22.29	17.65***
	Toe 5 H.	18.58 B	18.62 B	17.39 A	18.20	14.74***
	Ball H.	35.42 B	35.44 B	34.54 A	35.14	4.33***
	Instep H.	57.26	57.45	56.97	57.22	0.22
	Ankle H.	71.15 A	69.84 A	73.00 B	71.34	9.53***
	Lateral malleolus H.	65.97 B	60.98 A	64.49 B	63.94	22.02***
	Medial malleolus H.	76.14 A	78.92 B	80.69 C	78.48	19.31***
	Sphyrion fibulare H.	51.52 C	46.61 A	49.77 B	49.42	20.76***
	Sphyrion H.	62.34 A	65.08 B	67.13 C	64.74	22.37***
	Heel H.	27.74 B	25.52 A	26.05 A	26.50	10.53***
	H. upper point of heel point	70.16 B	64.43 A	71.47 B	68.80	28.63***
	Arch H.	9.90 B	8.39 A	9.93 B	9.44	7.72***
Circumference	Ball C.	235.64 A	241.64 B	232.99 A	236.65	16.32***
	Instep C.	231.68 B	235.19 C	227.69 A	231.48	12.88***
	Perpendicular ankle C.	247.89 A	252.25 B	246.64 A	248.84	3.95*
	Heel-to-instep C.	338.28	338.52	337.69	338.16	0.06
	Heel-to-ankle C.	314.86 A	320.01 B	312.28 A	315.63	7.99***
	Horizontal ankle C.	253.53 B	256.60 B	245.77 A	251.97	16.92***
	Sphyrion C.	277.27 C	267.63 B	258.21 A	268.09	39.23***
Angle	Toe 1-Instep angle	21.34 B	20.25 A	21.07 B	20.91	7.71***
	Instep angle	26.35 B	24.61 A	26.19 B	25.76	13.54***
	Heel angle	17.66 B	19.97 C	16.67 A	18.06	27.41***

* $p < .05$, *** $p < .001$

Duncan test: A<B<C

H.: Height, C.: Circumference, L.: Length

유형 1은 요인 1의 점수가 가장 낮게 나타나 발안쪽 높이가 낮음을 알 수 있다. 그러나 발길이에 비해 발등 높이는 높고 발안쪽높이는 낮아 발 중앙부와 발앞쪽의 높이 차이가 크다. 발가락높이를 나타내는 요인 3의 점수는 높아 발길이에 비해 엄지발가락높이, 볼높이, 새끼 발가락높이, 볼둘레, 발등둘레가 크지만 실측치를 비교해보면 볼둘레는 작은 편에 속하고 발등둘레는 중간정도로 발의 중앙부분이 높이에 비해 너비가 작은 형태를 이룬다. 발등각도와 발끝각도는 발가락높이가 높고 발

꿈치-발등길이가 길어 발등에서 발가락까지의 길이가 짧기 때문에 각도가 큰 형태를 이룬다. 요인 4의 점수는 세 유형 중 가장 높아 가쪽복사높이가 높으며 세 유형 중 안쪽복사점의 높이가 가장 작아 가쪽복사점과 안쪽 복사점의 높이 차이가 큰 경향을 나타내었다. 발목의 굵기를 나타내는 요인 2의 점수도 가장 높아 발목높이는 낮지만 발길이에 비해 발목두께, 발목너비, 발꿈치-발목둘레, 복사뼈아래둘레, 발꿈치-발목길이, 발꿈치-발목둘레가 큰 형태를 이룬다. 발꿈치의 높이와 기울기를 나타내

는 요인 6의 점수가 높으며 발꿈치점과 발꿈치위점의 높이가 높고 발꿈치의 각도가 중간 정도의 각도를 이루어 발꿈치의 형태가 곧은 형태를 이루고 있음을 알 수 있다. 즉, 유형 1은 전반적으로 높이항목이 높은 유형으로 발 앞부분의 높이가 크고 측면기울기가 커 두꺼운 형태를 이루어 두껍고 솟은 유형이라 할 수 있다.

유형 2는 발가락높이 및 중앙부의 크기를 나타내는 요인 3의 점수가 높아 엄지발가락높이가 높고 볼높이가 높으면서 볼둘레와 발등둘레가 크다. 유형 1과 더불어 요인 1의 점수가 낮아 안쪽복사점의 높이와 발목높이는 낮은 경향을 나타내었다. 가쪽복사높이를 나타내는 요인 4는 세 유형 중 가장 낮고 발꿈치높이 및 각도의 요인 6의 점수도 낮아 전반적으로 높이항목이 낮은 형태를 이룬다. 요인 2의 점수는 중간 크기를 나타내어 발목은 중간 정도의 굵기임을 알 수 있으나 지수치를 살펴보면 복사뼈아래둘레를 제외하고 발길이에 비해 발목두께, 발목너비, 발목수평둘레, 발꿈치-발목길이, 발꿈치-발목둘레는 큰 경향을 나타내었다. 엄지발가락높이와 볼높이가 높음에도 불구하고 발목높이가 낮아 발끝각도와 발등각도는 세 유형 중 가장 낮게 나타나 납작한 형태를 이루며, 발꿈치각도는 가장 크게 나타나 발꿈치가 뒤로 튀어나온 형태라 할 수 있다. 즉, 유형 2는 발의 앞부분이 두껍고 전반적으로 발의 높이와 측면의 기울기는 가장 낮아 두껍고 납작한 유형이라 할 수 있다.

유형 3은 발안쪽높이 및 기울기를 나타내는 요인 1의 점수가 높아 안쪽복사점과 발등높이가 높다. 발가락높이를 나타내는 요인 3은 낮은 점수를 나타내어 엄지발가락높이와 볼높이가 낮아 측면의 기울기가 큰 경향을 나타내었다. 요인 2의 점수는 세 유형 중 가장 낮아 발길이에 비해 발목두께, 발목수평둘레, 복사뼈아래둘레, 발꿈치-발목길이, 발꿈치-발목둘레가 작으며 실측치도 작은 값을 나타내어 발목부위의 굵기가 가장 가는 형태를 이룬다. 발꿈치의 높이 및 기울기를 나타내는 요인 6의 점

수는 높게 나타났는데 항목별 지수치와 실측치를 살펴보면 발꿈치점높이는 낮은 반면 발꿈치위점높이가 높고 발꿈치각도가 작아 발꿈치부분이 직선 형태를 이룬다고 할 수 있다. 즉, 유형 3은 발목이 가늘고 전반적으로 발의 높이가 높은 편이며, 발의 앞부분이 낮고 발목이 높아 측면의 기울기가 큰 경향을 나타내어 얇고 솟은 유형이라 할 수 있다.

각 유형의 3차원 특징을 나타내는 대표적인 입체 발 형태는 <Fig. 3>에 나타내었다.

3) 3차원 발 형태의 실루엣 비교

유형별로 분산분석과 Duncan test를 통해 비교한 결과를 종합한 유형별 형태적 특징은 <Fig. 4>와 같다. 유형 1은 36.5%의 분포로 가장 높은 분포를 이루며 전체적으로 발의 높이가 높고 엄지발가락과 볼높이가 높아 앞부분이 높다. 발꿈치점높이와 발꿈치위점높이 또한 가장 높고 발꿈치각도는 중간 크기로 발꿈치가 곧은 형태를 이룬다. 발끝각도와 발등각도는 큰 값을 나타내어 발 앞부분이 높고 발 중앙부가 높은 유형이라 할 수 있다. 유형 2는 31.1%의 분포로 발의 높이가 낮으나 엄지발가락과 볼높이가 높아 발 앞부분이 높다. 발꿈치점높이와 발꿈치위점높이가 세 유형 중 가장 낮으나 발꿈치각도가 가장 큰 값을 나타내어 발꿈치가 돌출한 형태를 이룬다. 발끝각도와 발등각도는 세 유형 중 가장 낮은 값을 나타내어 전체적으로 발 앞부분이 높고 발 중앙부가 낮은 유형이라 할 수 있다. 유형 3은 32.4%로 엄지발가락과 볼높이가 가장 낮아 발의 앞부분의 높이가 세 유형 중 가장 낮으며, 발꿈치높이는 낮은 반면 발꿈치위점높이는 높고 발꿈치각도가 세 유형 중 가장 작게 나타나 발꿈치가 직선 형태를 이룬다. 발끝각도와 발등각도는 높은 값을 나타내어 전체적으로 발 앞부분이 낮고 발 중앙부가 낮은 유형이라 할 수 있다.

제5차 사이즈코리아 데이터를 이용하여 20~50대 성

Fig. 3. Foot type according to 3D data of elderly women.

Fig. 4. Comparison of silhouette according to 3D foot type of elderly women.

인여성의 발 형태를 분석한 Park(2011)의 결과에서는 발등높이와 볼높이가 높은 솟은 발형, 볼높이가 높고 발등둘레가 큰 두툼한 형, 볼높이, 볼둘레, 발등둘레가 보통인 보통 발형으로 분류되어 60대 이상 노년층의 발 형태와 차이를 나타내었다.

2. 2차원 데이터에 의한 분류

1) 발바닥 형태의 구성요인 추출

노년 여성의 발바닥 형태와 관련된 요인을 추출하기 위하여 요인분석을 실시하였다. 이 때 사용된 항목은 발바닥의 크기요인을 배제하기 위하여 각도항목을 제외한 모든 항목에서 발길이에 대한 지수치를 사용하였으며, 요인부하량이 명확하지 않은 항목을 제외하고 실루엣 형상화에 중요한 항목으로 최종 30항목이 사용되었다. 요인 분석 결과 8개 요인이 추출되었으며, 각 요인의 요인부하량을 <Table 7>에 제시하였다. 8개 요인의 주성분이 설명할 수 있는 분산은 전체의 79.99%이다.

요인 1은 발안쪽너비, 발안쪽각도, 엄지발가락각도, 발너비, 볼너비, 발등길이수준안쪽너비, 발등길이수준너비, 발목길이수준안쪽너비, 발목길이수준너비 항목이 부하하였으며, 이들 항목은 발볼의 너비와 발안쪽 각도와 너

비항목을 포함하므로 ‘볼너비 및 발안쪽 돌출 정도(Ball width and medial foot protrusion)’ 요인이라 할 수 있다. 고유치는 6.14이고 변량의 기여율은 20.45%이다. 요인 2는 발가쪽너비, 발가쪽각도, 새끼발가락쪽너비, 발목길이수준가쪽너비, 발등길이수준가쪽너비, 새끼발가락각도 항목이 부하하였으며, 발가쪽의 너비와 각도항목을 포함하므로 ‘발가쪽 돌출 정도(Lateral foot protrusion)’ 요인이라 할 수 있다. 고유치는 5.70이고, 전체 변량의 18.99%이다. 요인 3은 발안쪽길이, 뒤쪽발길이, 앞쪽발길이 요인을 포함하여 ‘앞뒤쪽 발길이 비(Anterior and posterior foot length ratio)’ 요인이라 할 수 있다. 이 요인의 고유치는 3.03이고 전체 변량의 10.11%이다. 요인 4는 발꿈치각도, 발너비각도, 가쪽발너비각도, 안쪽발너비각도의 볼너비 관련 각도항목을 포함하고 있어 ‘볼 기울기(Ball gradient)’라 할 수 있으며, 고유치는 2.66이고 전체 변량의 8.88%이다. 요인 5는 발꿈치너비와 발꿈치길이 항목을 포함하고 있으므로 ‘발꿈치크기(Heel size)’에 대한 요인이라 할 수 있으며, 고유치는 2.19이고 전체 변량의 7.29%이다. 요인 6은 엄지발가락쪽너비와 발가락너비를 포함하고 있으므로 ‘발가락퍼짐성(Toes breadth)’에 대한 요인이라 할 수 있으며, 고유치는 1.76이고 전체 변량의 5.87%이다. 요인 7은 새끼발가락끝길기와 발가쪽길이 요인을 포함하므로 ‘발가쪽길이(Lateral ball length)’ 요인이라 할 수 있으며, 고유치가 1.39이고 전체 변량의 4.63%를 설명하고 있다. 요인 8은 엄지발가락끝길기와 검지발가락끝길이 항목을 포함하고 있어 ‘발길이(Foot length)’ 요인이라 할 수 있으며, 발가락길이 차이에 의한 형태분류와 관련된 요인이라 할 수 있다. 고유치는 1.13이고, 전체 변량의 3.76%를 설명하고 있다.

발바닥 유형을 분류한 선행연구 중 동일한 연구방법으로 노년 여성의 발바닥을 측정한 Park and Nam(2005)의 연구에서의 요인분석 결과를 살펴보면, 발안쪽너비 및 발안쪽점의 돌출 정도, 발안쪽점과 가쪽점의 기울기, 발가쪽너비 및 발가쪽점의 돌출 정도, 발앞뒤쪽의 길이비, 발가락의 퍼짐성, 발꿈치의 크기, 발가락길이의 균일성의 7개의 요인으로, 본 연구결과의 발가쪽길이의 요인을 제외하고 대부분 비슷한 항목이 도출되었다. Park(2011)은 노년 여성 발의 3차원 데이터를 활용하여 발바닥 형태를 요인분석한 결과 발길이의 요인, 발내측형태요인, 발볼 및 발외측형태요인, 발볼기울기요인으로 4개의 요인이 도출되었으며, Choi(2005)는 3차원 데이터를 활용하여 성인 여성 발바닥의 형태를 요인분석한 결과 발길이의 요인, 발너비 및 발외측요인, 발내측요인으로 나타나 Park(2011)

Table 7. Factor analysis of elderly women's sole

Factors	Items	Factor loading	Eigenvalue Variance % (Accumulative variance %)
Ball width and medial foot protrusion	Medial ball W. / Foot L.	.884	6.14 20.45 (20.45)
	Medial foot A.	.857	
	Toe 1 A.	.837	
	Foot breadth / Foot L.	.806	
	Ball breadth / Foot L.	.771	
	Instep length level medial W. / Foot L.	.710	
	Instep length level W. / Foot L.	.697	
	Ankle length level medial W. / Foot L.	.590	
	Ankle length level W. / Foot L.	.572	
Lateral foot protrusion	Lateral ball W. / Foot L.	.937	5.70 18.99 (39.44)
	Lateral foot A.	.842	
	Toe 5 W. / Foot L.	.758	
	Ankle length level lateral W. / Foot L.	.753	
	Instep length level lateral W. / Foot L.	.672	
	Toe 5 A.	.639	
Anterior and posterior foot length ratio	Medial ball L. / Foot L.	.980	3.03 10.11 (49.55)
	Ball center-to-heel L. / Foot L.	.980	
	Ball center-to-toe 2 L. / Foot L.	-.943	
Ball gradient	Heel A.	-.842	2.66 8.88 (58.44)
	Foot breadth A.	.829	
	Lateral foot width A.	.717	
	Medial foot width A.	-.694	
Heel size	Heel W. / Foot L.	.811	2.19 7.29 (65.73)
	Heel L. / Foot L.	.727	
Toes breadth	Toe 1 W. / Foot L.	.838	1.76 5.87 (71.60)
	Toes W. / Foot L.	.783	
Lateral ball length	Heel-to-toe 5 L. / Foot L.	.865	1.39 4.63 (76.23)
	Lateral ball L. / Foot L.	.734	
Foot length	Heel-to-toe 1 L. / Foot L.	-.809	1.13 3.76 (79.99)
	Heel-to-toe 2 L. / Foot L.	.703	

L.: Length, W.: Width, A.: Angle

과 비슷한 결과를 나타내었다. 이를 본 연구결과와 비교해 보면, Park(2011)과 Choi(2005)는 발길이요인이 1요인으로 추출되고 발내측과 외측의 형태요인이 2, 3요인으로 나타났으나 본 연구에서는 발내측과 외측의 형태요인이 1, 2요인으로 나타나고 발길이 요인은 7요인으로 차이를 보였다. 이는 계측방법의 차이로 직접 스캔한 발

바닥의 형상이 3차원 스캔 데이터보다 선명하고 구체적인 형상을 제시함으로써 발바닥 형태를 특징짓는 다양한 요인들이 추출된 것으로 판단된다.

2) 발바닥 형태의 유형화

발바닥 유형분류를 위하여 요인분석에 추출된 8개

요인을 독립변수로 군집분석을 실시하였다. 군집의 수는 3~5개 정도로 분류하여 분석한 결과 3개의 군집일 때 군집 간 발바닥의 형태특징을 잘 설명할 수 있어 3개의 군집으로 분류하였다. 3유형의 유형별 분포상태를 살펴보면, 유형 1은 126명(42.7%), 유형 2는 111명(37.6%), 유형 3은 58명(19.7%)의 분포를 나타내었다.

<Table 8>은 요인점수에 대한 유형별 분산분석과 Duncan test 결과로, ‘볼기울기’ 요인을 제외한 7개 요인에서 유형별 유의차가 인지되었다. 유형별 특징을 살펴보면, 유형 1은 볼너비 및 발안쪽점 돌출 정도 요인, 발가쪽점 돌출 정도 요인, 발꿈치크기를 나타내는 요인의 점수가 낮고, 발가락퍼짐요인과 앞뒤쪽 발길이 요인이 중간값을 나타내며, 발가쪽길이요인과 발길이 요인의 점수가 높아 그리스 타입의 발이 많고 발너비가 넓지 않으며 발꿈치너비는 좁은 편에 속하지만 돌출부위가 없는 형태적 특징을 가지고 있다. 유형 2는 발가쪽점 돌출 정도 요인과 발가락퍼짐점성요인의 점수가 가장 높으며 발꿈치크기요인과 발 앞뒤쪽 발길이 비 요인의 점수가 높은 편에 속한다. 반면에 볼너비 및 안쪽점 돌출 정도 요인과 발가쪽길이요인, 발길이요인이 낮은 값을 나타내어 발길이 스캐어 타입이며 발안쪽점의 돌출이 거의 없으나 발가쪽점의 돌출이 큰 형태를 이룬다. 유형 3은 다른 유형에 비해 볼너비 및 발안쪽점 돌출 정도 요인이 가장 높은 특징을 가지고 있으며, 발가쪽점 돌출 정도 요인이나 발가쪽길이요인, 발길이요인 또한 높은 편에 속한 반면 발 앞뒤쪽 발길이 비 요인과 발가락퍼짐성요인의 점수가 가장 낮은 특징을 나타내어 발안쪽점 부위의 돌출로 인해 볼너비가 넓고 발가락이 모여있는 형태적 특징을 나타낸다.

발바닥 유형별 지수치에 대한 유형별 분산분석과 Du-

ncan test 결과 <Table 9>와 같이 모든 항목에서 유형별 유의차가 인지되었다. 분석결과를 살펴보면 유형 1은 발길이 요인의 점수가 높아 엄지발가락보다 검지발가락이 긴 유형이 많으며 발길이에 비해 발너비가 좁은 편이고 발가락너비/발너비항목과 발꿈치너비/발너비 항목의 값이 큰 편에 속해 전체적으로 검지발가락이 긴 그리스 형태에 발너비가 좁은 균일한 형태를 이룬다고 할 수 있다. 유형 2는 발길이요인이 가장 낮아 엄지발가락과 검지발가락의 길이가 2mm 이내인 스캐어 타입이며 발길이에 비해 발너비와 볼너비가 중간 크기에 속하나 발가쪽너비, 발가락너비, 엄지발가락너비, 새끼발가락너비, 발목수준가쪽너비, 발가락너비/발너비의 지수값이 높은 값을 나타내었다. 반면에 엄지발가락너비/새끼발가락너비, 발안쪽너비/발가쪽너비, 발등수준안쪽너비/발등수준가쪽너비, 발목수준안쪽너비/발목수준가쪽너비의 지수값은 가장 작은 값을 나타내어 유형 2는 전체적으로 스캐어 타입 발가락길이에 발너비는 중간에 속하나 발가락이 퍼져있으며 발안쪽보다는 발가쪽 부분이 넓은 형태를 나타내고 있다. 유형 3은 발길이에 대해 길이항목이 큰 편에 속하나 안쪽발길이 가장 작으며 이로 인해 아래쪽발길이 역시 작다. 그러나 발길이에 비해 발너비, 볼너비, 발등수준너비, 발목수준너비 항목이 가장 큰 값을 나타내어 세 유형 중 볼이 가장 넓으며, 특히 안쪽볼너비, 발등수준안쪽너비, 발목수준안쪽너비가 크게 나타나 유형 2와 달리 발안쪽부분이 넓은 형태를 나타내고 있다. 또한 발길이에 비해 엄지발가락쪽너비, 새끼발가락쪽너비, 발가락너비가 작아 전체적으로 발길이에 비해 발안쪽부분이 넓으며 발가락이 모인 형태를 이루고 있다.

발바닥 유형별 실측치에 대한 유형별 분산분석과 Du-

Table 8. The result of ANOVA of factor scores according to sole type

Factor Contents		Type 1	Type 2	Type 3	F-value
Factor 1	Ball width and medial foot protrusion	-0.34 A	-0.20 A	1.11 B	64.26***
Factor 2	Lateral foot protrusion	-0.40 A	0.49 C	-0.07 B	27.17***
Factor 3	Anterior and posterior foot length ratio	0.09 B	0.14 B	-0.46 A	8.24***
Factor 4	Ball gradient	0.06	0.00	-0.13	0.67
Factor 5	Heel size	-0.58 A	0.45 B	0.40 B	49.71***
Factor 6	Toes breadth	-0.06 B	0.43 C	-0.69 A	29.26***
Factor 7	Lateral foot length	0.25 B	-0.32 A	0.07 B	10.42***
Factor 8	Foot length	0.26 B	-0.34 A	0.07 B	11.47***

*** $p < .001$

Duncan test: A<B<C

Table 9. The result of ANOVA of index value according to sole type

Item		Type 1 (n=126)	Type 2 (n=111)	Type 3 (n=58)	Total (n=295)	F-value
Length / Foot length	Heel-to-toe 1 L.	1.00 A	1.00 B	1.00 B	1.00	8.17***
	Heel-to-toe 2 L.	0.99 B	0.98 A	0.99 B	0.99	21.34***
	Heel-to-toe 5 L.	0.83 B	0.82 A	0.83 B	0.83	10.65***
	Medial ball L.	0.73 B	0.73 B	0.72 A	0.73	4.96**
	Lateral ball L.	0.63 B	0.62 A	0.63 B	0.63	7.78***
	Ball center-to-toe 2 L.	0.31 B	0.30 A	0.32 C	0.31	18.05***
	Ball center-to-heel L.	0.68 B	0.68 B	0.67 A	0.68	10.01***
	Heel L.	0.27 A	0.28 B	0.28 B	0.27	29.74***
Width / Foot length	Foot breadth	0.36 A	0.38 B	0.39 C	0.37	68.88***
	Ball breadth	0.38 A	0.39 B	0.40 C	0.39	70.95***
	Heel W.	0.24 A	0.25 B	0.25 B	0.24	73.42***
	Heel W.2	0.24 A	0.25 B	0.25 B	0.24	70.65***
	Medial ball W.	0.17 A	0.17 A	0.19 B	0.17	56.10***
	Lateral ball W.	0.20 A	0.21 B	0.20 A	0.20	31.14***
	Toes W.	0.33 A	0.35 B	0.33 A	0.34	65.84***
	Toe 1 W.	0.15 A	0.15 B	0.15 A	0.15	7.68***
	Toe 5 W.	0.18 A	0.20 B	0.18 A	0.19	50.67***
	Instep length level W.	0.31 A	0.33 B	0.33 C	0.32	42.31***
	Instep length level medial W.	0.14 A	0.14 A	0.15 B	0.14	17.50***
	Instep length level lateral W.	0.18 A	0.19 B	0.18 A	0.18	12.24***
	Ankle length level W.	0.28 A	0.30 B	0.30 C	0.29	50.63***
	Ankle length level medial W.	0.14 A	0.14 A	0.15 B	0.14	13.50***
	Ankle length level lateral W.	0.15 A	0.16 C	0.16 B	0.15	38.18***
Others	Toe 1 W. / Toe 5 W.	0.83 B	0.78 A	0.80 A	0.80	4.27*
	Medial ball W. / Lateral ball W.	0.87 B	0.80 A	0.98 C	0.86	41.44***
	Instep length level medial W. / Instep length level lateral W.	0.80 B	0.73 A	0.85 C	0.78	19.77***
	Ankle length level medial W. / Ankle length level lateral W.	0.94 B	0.86 A	0.96 B	0.91	12.86***
	Toes W. / Foot breadth	0.91 B	0.93 C	0.84 A	0.91	96.76***
	Heel W. / Foot breadth	0.65 B	0.66 B	0.64 A	0.65	8.97***

* $p<.05$, ** $p<.01$, *** $p<.001$

Duncan test: A<B<C

H.: Height, C.: Circumference, L.: Length W.: Width

ncan test 결과는 <Table 10>과 같으며, 32개 항목 중 27개 항목에서 유형별 유의차가 인지되었다. 유형별로 살펴보면 유형 1은 발꿈치길이를 제외한 모든 길이항목이 가장 길고 엄지발가락쪽너비항목을 제외한 대부분의 너비항목이 세 유형 중 가장 작은 형태를 나타낸다. 또한 엄지 발가락쪽너비항목이 큰 편이고 발가락너비항목은 중간

에 속하며 발안쪽각도와 발가쪽각도항목이 작은 값을 나타내어 전체적으로 발이 가늘고 길며 발가락이 모이지 않고 돌출된 부위가 없는 형태라 할 수 있다. 유형 2는 길이항목은 3유형 중 가장 작은 값을 나타내었다. 너비항목은 발너비, 볼너비, 발꿈치너비, 발등수준너비, 발목수준너비 항목의 값이 중간의 크기를 속하나 안쪽발

Table 10. The result of ANOVA of measurements according to sole type

(Unit: mm)

Item		Type 1 (n=126)	Type 2 (n=111)	Type 3 (n=58)	Total (n=295)	F-value
Length	Foot L.	235.79 C	230.22 A	232.85 B	233.11	12.52***
	Heel-to-toe 1 L.	235.14 B	230.13 A	232.37 A	232.71	10.04***
	Heel-to-toe 2 L.	233.57 C	226.04 A	230.90 B	230.21	22.73***
	Heel-to-toe 5 L.	195.54 C	188.99 A	192.86 B	192.55	23.41***
	Medial ball L.	172.26 B	168.75 A	166.72 A	169.85	6.76***
	Lateral ball L.	149.11 C	143.60 A	146.26 B	146.48	22.93***
	Ball center-to-toe 2 L.	72.14 B	68.53 A	75.63 C	71.47	21.65***
	Ball center-to-heel L.	161.43 B	157.51 A	155.27 A	158.74	12.28***
Width	Heel L.	63.18 A	64.50 B	65.23 B	64.08	7.14***
	Foot breadth	85.54 A	86.84 B	90.86 C	87.08	33.71***
	Ball breadth	88.62 A	90.47 B	94.04 C	90.38	33.24***
	Heel W.	55.86 A	57.24 B	57.93 B	56.79	14.95***
	Heel W.2	56.04 A	57.51 B	58.13 B	57.01	14.77***
	Medial ball W.	39.64 B	38.33 A	44.73 C	40.15	61.01***
	Lateral ball W.	46.12 A	48.45 B	46.13 A	47.00	13.33***
	Toes W.	77.98 B	81.05 C	76.36 A	78.82	32.08***
	Toe 1 W.	35.33 B	35.51 B	34.38 A	35.21	3.81*
	Toe 5 W.	42.65 A	45.55 B	41.99 A	43.61	30.93***
	Instep length level W.	74.34 A	75.64 B	77.91 C	75.53	16.30***
	Instep length level medial W.	32.96 B	31.66 A	35.71 C	33.01	20.81***
	Instep length level lateral W.	41.91 A	43.98 B	42.19 A	42.74	5.29**
	Ankle length level W.	66.14 A	68.44 B	70.41 C	67.85	22.69***
	Ankle length level medial W.	31.92 A	31.32 A	34.31 B	32.16	12.74***
	Ankle length level lateral W.	34.23 A	37.12 C	36.10 B	35.69	22.83***
Angle	Toe 1 A.	12.02 B	9.45 A	22.42 C	13.10	94.87***
	Toe 5 A.	14.19	14.97	15.73	14.79	2.80
	Medial foot A.	5.09 A	4.68 A	7.17 B	5.34	50.75***
	Lateral foot A.	8.55 A	9.72 B	8.44 A	8.97	20.31***
	Foot breadth A.	105.24	105.28	103.59	104.93	0.95
	Medial foot width A.	69.61	68.51	68.29	68.94	2.09
	Lateral Foot width A.	96.62	96.19	96.20	96.38	0.53
	Heel A.	4.25	4.94	6.05	4.86	2.05

* $p<.05$, ** $p<.01$, *** $p<.001$

Duncan test: A<B<C

L.: Length, W.: Width, A.: Angle

너비, 발등수준안쪽너비, 발목수준안쪽너비, 발안쪽각도 항목이 가장 작은 값을 나타내는 반면 가쪽발너비, 발등수준가쪽너비, 발목수준가쪽너비, 발가쪽각도 항목의 값이 가장 큰 값을 나타내어 발안쪽보다는 발가쪽 부분이 넓은 형태를 나타내며, 발가락너비, 엄지발가락쪽너비, 새

끼발가락쪽너비 역시 큰 값을 나타내어 발가락이 퍼져있는 형태를 이루고 있으나 엄지발가락각도가 가장 작은 값을 나타내어 발안쪽점의 돌출은 거의 없는 형태임을 알 수 있다. 따라서 유형 2는 발의 크기가 작으며 발가쪽 부분이 넓으며 발가락이 새끼발가락 쪽으로 퍼져있는 유

형이라 할 수 있다. 유형 3은 대부분의 길이항목이 중간의 값을 나타내고 있으나 앞쪽발길이 항목이 가장 크게 나타났다. 발의 너비는 발너비, 볼너비, 발꿈치너비항목의 값이 가장 큰 값을 나타내어 세 유형 중 가장 넓은 형태를 나타내었다. 특히 안쪽발너비, 발등수준너비, 발등수준안쪽너비, 발목수준너비, 발목수준안쪽너비 항목의 값이 큰 반면 가쪽볼너비, 발등수준가쪽볼너비 항목이 가장 작은 값을 나타내어 발안쪽이 넓은 형태라 볼 수 있으며 엄지발가락각도와 발안쪽각도가 가장 크게 나타나고 발가락너비, 엄지발가락너비, 새끼발가락너비 항목이 가장 작은 값으로 발안쪽점이 돌출하고 발가락이 모인 형태임을 알 수 있다.

3) 발바닥 유형별 실루엣 비교

발바닥 유형별로 분산분석과 Duncan test를 통해 비교한 결과를 종합하여 유형별 형태적 특징을 <Fig. 7>에 제시하였다. 유형 1은 42.7%의 분포로 가장 높은 분포를 차지하는 유형으로 전체적으로 발길이에 비해 발너비가 좁고 돌출된 부위없이 균일한 일자 형태를 나타내므로 H형이라 할 수 있으며, 유형 2는 37.6%의 분포로 발길이는 중간에 속하며 발안쪽 부분보다 발가쪽부분이 넓고 엄지발가락이 곧으며 발가락이 퍼진 형태를 나타내므로 D형이라 할 수 있다. 유형 3은 19.7%의 분포로 발길이에 비해 발너비는 세 유형 중 가장 크며 발가락은 모이고 발안쪽점이 돌출된 형태를 나타내므로 A형이라 할 수 있다.

발바닥 유형 간의 실루엣 비교를 위해 3유형 중 가장 높은 분포를 차지한 H형을 기준으로 나머지 유형의 실루엣을 각각 겹쳐 비교해 본 결과는 <Fig. 8>과 같다. A

형은 H형에 비해 발안쪽점의 돌출이 심하게 나타나며 발안쪽점의 돌출로 인해 발안쪽너비와 발등수준안쪽너비, 발목수준안쪽너비의 값이 커 전체적으로 발너비가 넓은 반면 엄지발가락각도와 새끼발가락각도가 커 발가락이 기준축을 중심으로 모여있어 발가락너비는 작아 유형 간 차이를 보였으며, D형은 발안쪽의 외곽선은 돌출된 부위없이 H형과 유사한 데 비해 발가쪽점의 돌출과 새끼발가락너비, 발가쪽너비, 발등수준가쪽너비, 발목수준가쪽너비의 값이 크게 나타나 발의 가쪽이 넓은 형태를 이루어 유형 간의 차이를 나타내었다.

이와 같은 결과를 선행연구와 비교해보면, 3차원 스캔 데이터를 이용하여 여성의 발바닥 유형을 분류한 Choi (2005)는 발바닥 유형을 4가지로 구분하였으며 발이 넓고 발가락이 안쪽으로 휘어짐이 큰 유형, 볼이 좁은 유형, 발길이가 짧고 엄지발가락이 비교적 곧은 유형, 발길이가 길고 볼이 넓으며 엄지발가락이 비교적 곧은 유형으로 구분하였고, 네 유형 중 발이 넓고 발가락이 안쪽으로 휘어짐이 큰 유형이 가장 높은 분포를 나타내었다. Park (2011)은 좁은 발바닥형 I형, 넓은 발바닥형 W형, 발가락이 모여진 형태의 A형, 곧은 발바닥형 H형으로 구분하였고 이 중 W형과 I형의 분포가 높게 나타났다. 본 연구와 같은 방법으로 발바닥 유형을 분류한 Park(2003)은 넓은발형 W형, 앞좁은발형 A형, 가쪽돌출발형 D형, 일자발형 H형으로 구분하였으며 이 중 W형과 H형의 유형이 높은 분포를 나타내어 본 연구에서 H형, D형, A형으로 구분하고 H형과 D형의 분포가 높게 나타난 결과와 차이를 나타내었다. 이와 같이 노년 여성의 발은 발길이에 비해 볼의 크기가 넓은 유형이 높게 나타나며 발가락의 변형으로 인해 다양한 형태를 나타내므로 이러

Fig. 7. Foot type according to 2D data of elderly women.

Fig. 8. Comparison of silhouette according to sole type for elderly women.

한 발의 유형별 형태적 특징을 고려하여 고령자를 위한 신발 제작을 위하여 유형별 다양한 치수체계의 설계가 필요할 것으로 사료된다.

3. 2차원과 3차원의 조합 데이터에 의한 발 유형 분류

노년 여성의 3차원 발 3유형과 발바닥 3유형 간 교차 분석 결과는 <Table 11>과 같으며, 발바닥 유형별 3차원 발 유형에 유의한 차이가 인지되었다($p < .01$).

노년 여성의 3차원 발 유형분포는 세 유형에 비교적 고른 반면, 발바닥 유형은 H와 D유형에 약 70% 이상이 집중되어 있다. 따라서 발바닥 유형분포에 따른 3차원 발 유형을 살펴보면, H형은 유형 3(발 앞부분이 낮고 발 중앙부가 높은 유형)이 46.3%의 출현율로 가장 높고, 유형 1(발 앞부분이 높고 발 중앙부가 높은 유형)은 29.27%, 유형 2(발 앞부분이 높고 발 중앙부가 낮은 유형)이 24.39%의 순으로 출현율이 나타나 일반적으로 발의 변형이 없는 H형은 발 앞부분이 낮고 발 중앙부가 높은 형태로 발

꿈치가 직선형인 경향을 보였다. D형은 유형 1(발 앞부분이 높고 발 중앙부가 높은 유형)의 출현율이 40.38%로 가장 높게 나타났으며, 유형 2(발 앞부분이 높고 발 중앙부가 낮은 유형)는 34.62%, 유형 3(발 앞부분이 낮고 발 중앙부가 높은 유형)은 25.00%의 순으로 출현율이 나타나, 발의 앞부분이 높고 측면기울기가 크며, 발꿈치는 곧은 형태로 전체적으로 넓고 굽은 경향을 나타내었다.

A형은 유형 2(발 앞부분이 높고 발 중앙부가 낮은 유형)의 출현율이 42.86%로 가장 높게 나타났으며, 유형 1(발 앞부분이 높고 발 중앙부가 높은 유형)은 33.93%, 유형 3(발 앞부분이 낮고 발 중앙부가 높은 유형)은 23.21% 순으로 출현율을 보여, 발 앞부분이 두껍고 측면의 기울기는 낮아 납작하며 발꿈치가 뒤로 튀어나와 앞으로 기운 경향을 나타내었다.

IV. 결 론

본 연구는 60세 이상 노년 여성을 대상으로 3차원과 2차원 데이터에 의한 발 유형을 분류하고 유형별 특징을 분석함으로써 노년 여성의 발 형태의 특징을 밝히고자 하였다. 결과는 다음과 같다.

첫째, 노년 여성의 3차원 발 계측항목을 발길이에 대한 지수치로 요인분석한 결과, 발안쪽높이, 발목굽기, 발가락높이 및 발 중앙부 크기, 가쪽복사뼈높이, 발등, 발꿈치의 6요인이 추출되었으며, 전체 변량의 72.73%를 설명하였다.

둘째, 6개의 요인점수를 독립변수로 군집분석을 실시한 결과, 발 앞부분이 높고 발 중앙부가 높은 유형, 발 앞부분이 높고 발 중앙부가 낮은 유형, 발 앞부분이 낮고 발 중앙부가 높은 유형 등 3유형으로 분류되었으며 발 앞부분이 높고 발 중앙부가 높은 유형의 분포가 많으나 세 유형이 비교적 고르게 분포하였다.

셋째, 노년 여성의 발바닥 형태를 분류하기 위하여 발길이에 대한 지수치로 요인분석한 결과, 볼너비 및 발안쪽 돌출 정도, 발가쪽 돌출 정도, 앞뒤쪽 발길이 비, 볼

Table 11. Cross tabulation of elderly women according to 3D foot type and sole type (Unit: N (%))

Sole type Foot type	Type H	Type D	Type A	Total
Type 1	36 (12.72)	42 (14.84)	19 (6.71)	97 (34.28)
Type 2	30 (10.60)	36 (12.72)	24 (8.48)	90 (31.80)
Type 3	57 (20.14)	26 (9.19)	13 (4.59)	96 (33.92)
Total	123 (43.46)	104 (36.75)	56 (19.79)	283 (100.00)

기울기, 발꿈치크기, 발가락퍼짐성, 발가쪽길이, 발길이의 8요인이 추출되었으며, 전체 변량의 79.99%를 설명하였다. 8개의 요인점수를 독립변수로 군집분석을 실시한 결과, H형(곧은형), D형(가쪽돌출형), A형(좁은발가락형) 등 3유형으로 분류되었으며 H형의 분포가 가장 높게 나타났다.

넷째, 3차원 데이터로 분류된 3개 유형과 2차원 데이터로 분류된 3개 유형 간의 관계를 교차분석 후 조합된 발 전체 형태를 살펴보면, 유형 3(발 앞부분이 낮고 발 중앙부가 높은 유형)과 발바닥 H형의 조합이 20.14%로 가장 높은 출현율을 나타내었고, 다음으로 유형 1(발 앞부분이 높고 발 중앙부가 높은 유형)과 발바닥 D형이 14.84%로 높은 출현율을 나타내었다. 유형 1(발 앞부분이 높고 발 중앙부가 높은 유형)과 발바닥 H형, 유형 2(발 앞부분이 높고 발 중앙부가 낮은 유형)와 발바닥 D형은 12.72%로 같은 비율은 나타내었으며, 그 외 나머지 조합에서도 대부분 고른 분포를 보여 노년 여성의 다양한 발 형태를 확인할 수 있다.

이와 같이 노년 여성의 발은 발길이에 비해 볼의 크기가 넓고 발의 중앙부가 높은 유형이 높게 나타났다. 이는 현재 신발치수체계에서 기본항목으로 사용하고 있는 발 길이와 볼둘레 항목보다는 발의 중앙부의 높이와 너비, 둘레를 나타내는 항목으로 기본항목의 재설정이 필요할 것으로 판단된다. 또한 발가락의 변형으로 인해 다양한 형태를 나타내므로 이러한 발의 유형별 형태적 특징을 고려하여 노년층을 위한 신발 제작을 위하여 유형별 다양한 치수체계의 설계가 필요할 것으로 사료된다.

References

- Choi, S. H. (1998). *A study on foot shape and shoes purchasing trends of women in Korea*. Unpublished master's thesis, Yonsei University, Seoul.
- Choi, S. H. (2005). *Foot shape classifying of women in Korea with 3D foot scan data*. Unpublished doctoral dissertation, Yonsei University, Seoul.
- Kim, S. Y., Kim, S. M., & Bang, S. Y. (2011). Foot pain and disability in community dwelling elders. *Journal Korean Gerontological Nursing*, 13(1), 69-78.
- Jung, S. G. (2000). *A study on foot type and gait characteristics in ergonomic footwear design for the elderly*. Unpublished doctoral dissertation, Dong-A University, Busan.
- Jung, S. G., & Lee, S. D. (2001). A study on anthropometric measurement and type classification of foot for the elderly. *Journal of Korean Society of Design Science*, 14(2), 95-105.
- Moon, M. O. (1993). *A study on the classification of foot type and the analysis of foot shape for Korean women*. Unpublished doctoral dissertation, Pusan National University, Busan.
- Park, J. E. (2011). *Classification of adult women's foot shape and their morphological characteristics by age-By using 3D foot data of size Korea-*. Unpublished doctoral dissertation, Kyung Hee University, Seoul.
- Park, J. K. (2003). *Classification of foot types of elderly women and their characteristics*. Unpublished doctoral dissertation, Seoul National University, Seoul.
- Park, J. K., & Nam, Y. J. (2005). Classification of sole types of elderly women by scanning method. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 29(5), 595-606.
- Park, S. J., & Chae, H. S. (2008). Analysis on foot measurements of elderly women for ergonomic shoes design. *Journal of the Korean Society for Clothing Industry*, 10(1), 83-91.
- Seok, H. J., Park, J. E., Han, S. H., & Kim, D. H. (2009). A study on the comparison of foot type for the men in their 20's and 60's-With the usage of size Korea's 3-dimensional measurement data. *Journal of the Korean Fashion & Costume Design Association*, 11(2), 183-195.
- Seong, H. K. (1998). *The classification of foot type and the analysis of foot shape for older adult women*. Unpublished doctoral dissertation, Dongkuk University, Seoul.