2D 데이터에 의한 여고생의 발바닥 유형 분석

이정은 · 도월희[†]

전남대학교 의류학과/전남대학교 생활과학연구소

Classification of Sole Types for Female High School Students by 2D scan data

Jeong-Eun Lee and Wol-Hee Do[†]

Dept. of Clothing and Textiles/Research Institute of Human Ecology, Chonnam National University, Gwangju, Korea

Abstract : This study classified the type of sole for female high school students and analyzed the characteristics of each type by the shape of the sole (plantar view) using 2D scan data. The data were collected from a foot anthropometry of 310 female high school students in Gwangju and Jeollanam-do. Left feet and right feet were measured indirectly by using flatbed scanner. The sole anthropometric measurements consisted of 24 items. The results of the investigation into the differences between left and right feet soles by the 2D measurements data indicated that there was no significant statistical differences in the length of items. The left sole had higher values than right sole in the width items and angle items; however, the lateral side of the right feet projected to the outside more often than left feet. In analyzing foot sole of female high school students, the shapes of sole were classified into three types. Type 1(41.94%), Type 2(36.77%), Type 3(21.29%). The most characteristic sole type for female high school students was Type 1. Type 1 referred to a narrow foot width with little or no curvature of the toe. Type 2 represented the longest foot, with foot width shown as a spacious and distinctive feature in width at the medial area of the foot. Type 3 represented the shortest and widest of ball width, gathered inside toe 5, and lateral side as the most projected among the three types.

Key words: sole type(발바닥 유형), 2D scan data(2D 스캔 데이터), sole scan(발바닥 스캔), female high school student(여고생), anthropometric(인체계측)

1. 서 론

발은 인체를 이동시키고 균형을 취하게 하면서, 사람이 서 있거나 걸을 때 신체에 가해지는 충격을 완화시키는 중요한 역할을 한다. 하지만 대부분의 사람들은 발이 인체의 가장 아래에 위치하고, 활동 중에는 거의 신발 속에 들어있어 관심을 많이 가지지 않으며, 특별한 증상이 없는 한 발의 건강에는 큰 관심을 두지 않는다(Shim & Yoo, 2001). 조선일보의 기사에 따르면 국민건강보험공단 일산병원 재활의학과에서 청소년 165명을 대상으로 족부 관련 질환에 대해 조사한 결과 대상자의 61%가 족부 관련 질환이 있는 것으로 나타났으며, 2가지 이상의 족부 질환을 가진 청소년도 30%이상을 차지하면서 발 건강에 청소년들이 취약한 것으로 조사되었다. 이는 잘못된 생활습관과 자세, 장시간 의자에 앉아 있어야 하는 환경, 스트레칭 또는 운동량 부족, 발이 꼭 조이는 신발 착용 등이 주요 원인으로 나타났다(“To many health”, 2006). 발이 불편한 신발을 착

용하게 되면 발 건강을 해칠 수 있으며, 발이 건강하지 않으면 무릎, 허리, 목의 통증을 유발하고 운동이나 일을 하는데 능률 적일 수가 없다(“More than half”, 2008). 특히 고등학생의 경우는 성장이 완성되지 않은 성장과도기로 발에 잘 맞는 올바른 신발을 선택하여 착용하여야 한다.

신발의 선택을 위한 발 사이즈와 신발 형태와의 적합성에 대한 연구는 주로 20세 이상의 성인을 대상으로 하고 있으며, 간혹 청소년기나 아동기의 연구가 있기는 하지만, 고등학생을 대상으로 하는 발 관련 연구는 미비한 실정이다(Lee, 2007). 그러므로 고등학생의 발 사이즈와 형태에 대한 이해와 유형화가 필요하다. 발 형태의 유형화와 관련된 연구를 살펴보면, Kim and Do(2013)는 2차원 스캔법을 사용한 간접측정 데이터로 노년 남성의 발바닥의 유형을 분류하였고, Lim(2007)은 여자중학생의 발 형태분류를 위하여 간접계측과 마틴계측기를 사용한 직접계측을 실시하였다. Leem et al.(2007)은 Size Korea의 3차원 데이터를 사용하여 남녀의 발 유형화를 위한 요인분석을 실시하였으며, Park and Nam(2005)은 평판스캐너를 사용한 간접측정법으로 60세 이상의 노년 여성의 발바닥을 스캔하여 발의 유형을 분류하고 이를 청년층의 발 유형과 비교하였다. Shim and Yoo(2001)는 직접계측과 Foot print법을 사용한 간접계측으로 발의 형태를 분류하였다. Lim et al.(2001)은 한국

[†]Corresponding author; Wol-Hee Do

Tel. +82-62-530-1346, Fax. +82-62-530-1349

E-mail: whdo@chonnam.ac.kr

본 논문은 석사학위의 일부임.

성인의 발 형태 및 좌우 발의 형태차이와 발 변형의 추이를 알아보기 위하여 마틴자와 줄자를 이용한 직접측정과 디지털 영상을 이용한 간접측정을 실시하였다. 이처럼 연구자들은 발 유형 분류에 필요한 데이터를 얻기 위하여 다양한 방법의 간접 측정법을 사용하고 있었다.

따라서 본 연구는 2차원적 간접측정법을 통해 여고생의 발바닥의 형태적 특징을 분석하여, 발바닥의 유형을 분류하여 유형별 특성을 알아봄으로써 여고생의 신발 제작에 중요한 인솔의 개발 및 제작에 필요한 기초자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

2. 연구방법

2.1. 연구 대상 및 측정 기간

본 연구는 여고생의 발 형태를 알아보기 위하여 광주광역시와 전라남도지역의 고등학교에 재학 중인 여고생을 대상으로 2012년 12월부터 2013년 1월까지 평판 스캐너를 이용한 2차원적 간접측정을 실시하여 자료를 수집하였다. 수집된 자료 중 총 310명의 자료를 최종분석에 사용하였다.

Fig. 1. 2D scanning method.

2.2. 측정 방법 및 항목

측정에 사용한 기기는 평판스캐너 HP Scanjet G2410이다. Park(2003)의 선행연구를 참고하여 스캐너 기기에 무리가 가지 않도록 스캐너 본체와 높이를 맞춘 상자를 2개 제작한 후 스캐너 양쪽에 배치하고, 그 위에 두께 1 cm의 아크릴판을 올려 사용하였다. 또한 스캔 촬영 시 외부의 빛을 차단하기 위하여 검은색 부직포로 덮개를 제작하였다. 측정방법은 Fig. 1과 같이 피험자가 맨발인 상태에서 스캐너와 발판 위에 각각 한 발씩 올려서 체중을 균등하게 분산시킨 후 왼쪽 발과 오른쪽 발의 발바닥을 스캔하였다. 스캔된 자료는 Photoshop CS2와 Illustrator CS2의 그래픽 프로그램으로 기준선을 그려준 다음 실제 사이즈로 출력하여 사이즈 측정에 필요한 기준점과 기준선을 그려주고 사이즈를 측정하였다. 발바닥의 사이즈 측정을 위한 기준점과 기준선은 KS A ISO 8559(의복 설계를 위한 인체측정), KS A ISO 7250(인간공학설계를 위한 인체측정), KS A ISO 7250-1(인간공학설계를 위한 기본 인체측정- 1부: 인체 측정치 정의와 기준점)에서 나타난 인체측정법과 제 6차 한국인인체치수조사사업(Size Korea, 2010)에서 사용된 기준점 및 측정항목에서 발과 관련된 항목을 참고로 하였다. 간접측정을 위한 기준점은 엄지발가락끝점(Toe 1 end point), 검지발가락끝점(Toe 2 end point), 발안쪽점(Metatarsophalangeal I), 발가쪽점(Metatarsophalangeal V), 발꿈치점(Pternion)의 총 5개이다. 측정항목은 왼발과 오른발 각각의 발바닥에 대하여 길이 5항목, 너비 12항목, 각도 7항목의 총 24항목으로 Table 1에 나타내었다.

2.3. 자료분석

2차원 발바닥 스캔 자료에 대한 통계분석은 PASW Statistics

Table 1. 2D scanning foot measurements

Length	1. Foot length(1 is heel to the longest toe length)	3. Heel-to-toe 2 length
	2. Heel-to-toe 1 length	
	4. Ball center-to-toe 2 length	
	5. Ball center-to-heel length	
	6. Toes breadth	7. Foot breadth
Width	8. Ball distance	9. Medial ball width
	10. Lateral ball width	11. Heel width
	12. Instep length level width	
	13. Instep length level medial width	
	14. Instep length level lateral width	
	15. Ankle length level width	
	16. Ankle length level medial width	
Angle	17. Ankle length level lateral width	
	18. Toe 1 angle	19. Toe 5 angle
	20. Medial ball Line angle	21. Lateral ball Line angle
	22. Foot breadth angle	23. Medial foot width angle
	24. Lateral foot width angle

Table 2. The result of 2D measurements data between left and right

n=310

Measurements	Direction	Left		Right		t-test
		Mean	S.D.	Mean	S.D.	
Length (mm)	Foot length	233.73	9.66	233.47	9.86	-.338
	Heel-to-toe 1 length	233.39	9.56	233.03	9.53	-.461
	Heel-to-toe 2 length	230.06	9.92	228.99	9.86	-1.348
	Ball center-to-toe 2 length	72.13	4.78	70.60	4.41	-4.131***
	Ball center-to-heel length	157.93	6.98	158.39	7.27	.795
Width (mm)	Toes breadth	81.58	4.23	80.65	4.50	-2.611**
	Foot breadth	84.41	4.26	83.14	4.33	-3.670***
	Ball distance	87.86	4.32	87.09	4.42	-2.189*
	Medial ball width	38.90	3.42	37.76	3.39	-4.184***
	Lateral ball width	45.33	3.61	45.36	3.57	.106
	Heel width	54.52	3.22	54.45	3.59	-.265
	Instep length level width	75.25	4.22	74.01	4.36	-3.615***
	Instep length level medial width	34.69	4.01	32.83	4.11	-5.696***
	Instep length level lateral width	40.57	4.12	41.18	3.82	1.914
	Ankle length level width	65.97	4.55	64.21	4.32	-4.917***
	Ankle length level medial width	32.78	4.08	30.90	3.98	-5.817***
	Ankle length level lateral width	33.19	3.53	33.32	3.04	.487
Angle (°)	Toe 1 angle	8.82	4.54	8.34	4.34	-1.344
	Toe 5 angle	9.51	4.75	9.59	4.53	.233
	Medial ball line angle	5.80	1.32	5.57	1.38	-2.084*
	Lateral ball line angle	8.76	1.80	8.76	1.77	-.016
	Foot breadth angle	74.46	3.58	72.83	3.36	-5.837***
	Medial foot width angle	68.95	3.19	67.66	4.07	.367
	Lateral foot width angle	96.54	3.61	97.68	6.4	2.740**

18 통계 패키지를 사용하였으며, 분석방법은 다음과 같다.

첫째, 여고생 발바닥의 측정항목별 측정치와 발길이에 대한 지수치 데이터를 사용하여 기술통계를 실시하고, t-test를 통하여 왼발과 오른발을 비교하였다.

둘째, 여고생의 발의 특징을 파악하고 발바닥 형태와 관련된 인자를 추출하기 위하여 오른발을 기준으로 2차원 측정데이터의 24항목으로 요인분석을 실시하였다. 이때 사용된 측정치는 각도항목을 제외한 모든 항목에서 발길이에 대한 지수치를 사용하였는데 이는 발바닥의 크기요인을 배제하기 위함이다.

셋째, 요인분석을 통해 추출된 요인들을 독립변수로 하여 군집분석을 실시하여 여고생의 발바닥 유형을 분류하였다. 각 유형별 형태적 특징을 밝히기 위하여 ANOVA와 사후검정으로 Duncan test를 실시하고, 각 유형별 실루엣을 비교하였다.

3. 결과 및 논의

3.1. 측정치를 통한 좌우 발바닥의 형태 비교

여고생의 왼발과 오른발에 대하여 각각 발바닥의 치수 측

치의 평균을 살펴보고, t-test를 통해 차이를 비교한 결과는 다음과 같다(Table 2).

양발의 측정치 평균 비교 결과, 발중심점상측길이, 발가락너비, 발너비, 볼거리, 발안쪽너비, 발등길이수준너비, 발등길이수준안쪽너비, 발목길이수준너비, 발목길이수준안쪽너비, 발안쪽각도, 볼너비각도, 가쪽발너비각도 항목에서 유의한 차이가 나타났다. 발중심점상측길이는 왼발 72.13 mm, 오른발 70.60 mm로 왼발이 오른발보다 길게 나타났으나, 다른 길이항목에서는 유의한 차이가 나타나지 않아 전체적으로 길이항목에서는 양발의 차이가 없음을 알 수 있었다. 너비항목을 살펴보면, 왼발은 발가락너비 81.58 mm, 발너비 84.41 mm, 볼거리 87.86 mm, 안쪽볼너비 38.90mm이고 오른발은 발가락너비 80.65 mm, 발너비 83.14 mm, 볼거리 87.09 mm, 안쪽볼너비 37.76 mm로 발상측부위는 왼발이 오른발보다 넓게 나타났으며, 왼발의 발등길이수준너비 75.25 mm, 발등길이수준안쪽볼너비 34.69 mm, 발목길이수준너비 65.97 mm, 발목길이수준안쪽너비 32.78 mm로 나타났으며, 오른발은 발등길이수준너비 74.01 mm, 발등길이수준안쪽볼너비 32.83 mm, 발목길이수준너비 64.21 mm, 발목

Table 3. The result of 2D data index value between left and right

Measurements	Direction	Left		Right		t-test
		Mean	S.D.	Mean	S.D.	
Length	Heel-to-toe 1 length/Foot L.×100	99.86	0.66	99.82	0.99	-.470
	Heel-to-toe 2 length/Foot L.×100	98.43	1.27	98.09	1.61	-2.899**
	Ball center-to-toe 2 length/Foot L.×100	30.86	1.56	30.25	1.51	-4.944***
	Ball center-to-heel length/Foot L.×100	67.57	1.23	67.85	1.41	2.571**
Width	Toes breadth/Foot L.×100	34.94	2.05	34.59	2.14	-2.133*
	Foot breadth/Foot L.×100	36.14	1.77	35.64	1.85	-3.424***
	Ball distance/Foot L.×100	37.62	1.80	37.34	1.90	-1.898
	Medial ball width/Foot L.×100	16.65	1.33	16.18	1.37	-4.317***
	Lateral ball width/Foot L.×100	19.42	1.67	19.45	1.62	.249
	Heel width/Foot L.×100	23.34	1.28	23.34	1.52	-.004
	Instep length level width/Foot L.×100	32.24	2.09	31.75	2.21	-2.851**
	Instep length level medial width/Foot L.×100	14.86	1.80	14.08	1.84	-5.327***
	Instep length level lateral width/Foot L.×100	17.38	1.84	17.66	1.77	1.979*
	Ankle length level width/Foot L.×100	28.27	2.22	27.55	2.16	-4.070***
	Ankle length level medial width/Foot L.×100	14.05	1.84	13.26	1.78	-5.435***
	Ankle length level lateral width/Foot L.×100	14.22	1.59	14.29	1.43	.618

L.: Length.

길이수준안쪽너비 30.90 mm로 발 하측부위도 왼발이 오른발보다 넓게 나타났다. 각도항목을 살펴보면 발안쪽각도와 볼너비 각도 항목에서는 왼발이 크게 나타났으며, 가쪽발너비각도는 오른발이 크게 나타나 왼발의 안쪽발부위가 오른발보다 돌출되어 있음을 알 수 있었다.

3.2. 지수치를 통한 좌우 발바닥의 형태 비교

발바닥의 지수치 데이터를 사용하여 양발의 평균 비교를 실시하였다. 이때 사용된 지수치는 발바닥의 크기요인을 배제하기 위하여 길이항목과 너비항목을 발길이로 나눈 후 100을 곱하여 준 수치이다. 그 결과, 검지발가락길이, 발중심점상측길이, 발중심점하측길이, 너비항목에서는 발가락너비, 발너비, 발안쪽너비, 발등길이수준너비, 발등길이수준안쪽너비, 발등길이수준가쪽너비, 발목길이수준너비, 발목길이수준안쪽너비 항목에서 양발에 유의한 차이가 나타났다(Table 3).

검지발가락길이는 왼발 98.43, 오른발 98.09로 나타났으며, 발중심점상측길이는 왼발이 30.86, 오른발이 30.25로 나타났으며, 발중심점하측길이는 왼발이 67.57, 오른발이 67.85로 검지발가락길이와 발중심점상측길이는 왼발이 더 길고, 발중심점하측길이는 오른발이 더 길게 나타났으나, 전체 발길이에 대해서는 양발에 유의한 차이가 나타나지 않았다. 너비항목을 살펴보면, 왼발은 발가락너비 34.94, 발너비 36.14, 발안쪽너비 16.65로 나타났으며, 오른발은 발가락너비 35.64, 발너비 36.09, 발안쪽너비 16.18로 발가락너비는 오른발이 넓게 나타났으나, 발너비는 왼발이 오른발에 비해 넓다는 것을 알 수 있었다. 발등길이수준너비는 왼발 32.24, 오른발 31.75, 발목길이수준너비는

왼발 28.27, 오른발 27.55로 나타나 왼발이 오른발에 비해 너비가 넓게 나타났다. 이를 세부적으로 살펴보면, 발등길이수준안쪽너비는 왼발 14.86, 오른발 14.08, 발목길이수준안쪽너비는 왼발 14.05, 오른발 13.24로 왼발이 넓게 나왔고, 발등길이수준가쪽너비는 왼발이 17.38, 오른발이 17.66로 왼발이 넓게 나와 발안쪽너비는 왼발이 비교적 넓은 편이며, 발가쪽너비는 오른발이 비교적 넓은 편임을 알 수 있었다.

3.3. 발바닥 형태의 구성요인 추출

여고생의 발의 특징을 파악하고 발바닥 형태와 관련된 인자를 추출하기 위하여 오른발의 2차원 스캔 데이터의 지수치를 사용하여 요인분석을 실시하였다. 이때 발바닥의 크기요인을 배제하기 위하여 각도항목을 제외한 길이항목과 너비항목의 발길이에 대한 지수치를 사용하였다. 또한 요인분석에는 요인 부하량이 명확하지 않은 항목을 제외하고 최종 22항목이 사용되었다. 요인분석 결과 5개의 요인이 추출되었으며, 전체변량의 67.56%를 설명하였다. 각 요인의 요인 부하량을 Table 4에 나타내었다. 요인 1은 발너비 및 발가쪽 돌출 요인으로 기여율은 21.78%로 나타났다. 요인 2는 발등 및 발목너비 요인으로 기여율은 15.63%로 나타났다. 요인 3은 발안쪽 너비 및 돌출 요인으로 기여율은 11.44%로 나타났다. 요인 4는 발볼선의 기울기 요인으로 기여율은 9.97%로 나타났다. 요인 5는 발길이에 기여율은 8.74%로 나타났다.

3.4. 발바닥 형태의 유형화

발바닥 유형을 분류하기 위하여 요인분석 결과에서 추출된

Table 4. Female high school students' sole factor loadings to get by an orthogonal rotation using the varimax method

Measurements	Factor	1	2	3	4	5	Communality
Lateral ball W./Foot L.×100		0.87	0.03	-0.29	0.15	0.06	0.66
Instep length level lateral W./Foot L.×100		0.84	-0.07	-0.12	0.14	0.02	0.35
Ankle length level lateral W./Foot L.×100		0.76	-0.02	0.00	0.16	-0.02	0.76
Foot breadth/Foot L.×100		0.74	0.38	0.35	0.08	0.09	0.65
Lateral ball line angle		0.71	0.09	-0.35	-0.08	-0.03	0.78
Ball distance/Foot L.×100		0.64	0.37	0.32	-0.24	0.07	0.76
Toe 5 angle		0.58	-0.08	-0.03	-0.02	0.00	0.39
Toes breadth/Foot L.×100		0.57	0.31	-0.11	0.22	0.08	0.42
Ankle length level medial W./Foot L.×100		-0.22	0.88	0.15	-0.14	0.07	0.79
Instep length level medial W./Foot L.×100		-0.20	0.84	0.27	-0.09	0.05	0.77
Ankle length level W./Foot L.×100		0.35	0.81	0.14	-0.02	0.05	0.49
Instep length level W./Foot L.×100		0.57	0.68	0.13	0.04	0.06	0.82
Heel W./Foot L.×100		0.16	0.46	-0.05	0.11	-0.05	0.71
Medial ball line angle		-0.04	0.04	0.87	0.08	-0.02	0.80
Medial ball W./Foot L.×100		-0.06	0.46	0.76	-0.07	0.06	0.86
Toe 1 angle		-0.20	0.13	0.75	-0.19	0.03	0.25
Foot breadth angle		0.07	-0.04	0.08	0.87	0.06	0.80
Medial foot width angle		0.05	-0.05	-0.11	0.86	-0.01	0.82
Lateral foot width angle		-0.11	-0.05	0.06	-0.60	-0.06	0.74
Ball center-to-heel L./Foot L.×100		0.01	-0.03	-0.06	0.10	0.87	0.80
Heel-to-toe 2 L./Foot L.×100		-0.04	0.04	-0.05	0.17	0.87	0.88
Heel-to-toe 1 L./Foot L.×100		0.12	0.07	0.14	-0.12	0.61	0.60
Eigenvalue		4.79	3.44	2.52	2.19	1.92	
Contribution proportion		21.78	15.63	11.44	9.97	8.74	
Cumulative contribution proportion		21.78	37.41	48.85	58.82	67.56	

L.: Length, W.: Width.

주요인 5개를 독립변수로 하여 군집분석을 실시한 결과 3개의 군집일 때 군집 간 발바닥의 형태특징을 잘 설명할 수 있었다. 세 유형의 유형별 인원 분포상태를 살펴보면 유형 1은 130명(41.94%), 유형 2는 114명(36.77%), 유형 3은 66명(21.29%)로 유형 1의 분포가 가장 많았다.

군집분석에 의해 분류된 발바닥 유형의 형태의 특징을 살펴 보기 위하여 유형별 요인점수와 군집에 대하여 ANOVA를 실시하고, 사후검정으로 Duncan test를 실시하였다. 그 결과 5개

의 요인 모두 $p<0.001$ 수준에서 유형별 유의한 차이를 나타내었다 (Table 5).

군집분석에 의해 분류된 세 유형의 특징을 세부적으로 파악하기 위하여 유형별 측정항목의 평균값을 구하고, 각 유형 간의 평균값의 차이를 검증하기 위하여 ANOVA와 Duncan test를 실시하여, 각 측정항목과 발바닥 유형의 관계를 살펴보았다. 그 결과 발중심점상측길이를 제외한 23항목에서 모두 유의한 차이가 나타났다(Table 6).

Table 5. The result of ANOVA of factor scores by sole types

n=310

Factor	Factor contents	Cluster 1 (n=130)	Cluster 2 (n=114)	Cluster 3 (n=66)	F-value
1	Ball width and lateral foot protrusion	-0.50a	0.20b	0.65c	41.249***
2	Instep and ankle width	-0.40a	-0.05b	0.87c	45.632***
3	Medial ball width and foot protrusion	-0.30b	0.74c	-0.68a	77.922***
4	Ball gradient	0.40c	-0.50a	0.07b	29.297***
5	Foot length	0.23c	-0.05b	-0.38a	8.823***

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$, Duncan test: a<b<c

Table 6. The result of ANOVA by sole clusters of 2D data index value

n=310

Measurements	Cluster	Cluster 1 (n=130)	Cluster 2 (n=114)	Cluster 3 (n=66)	Total (n=310)	F-value
Length	Heel-to-toe 1 length/Foot L.×100	99.83a	99.97b	99.55a	99.82	3.861*
	Heel-to-toe 2 length/Foot L.×100	98.77b	97.78a	97.57a	98.15	11.835***
	Ball center-to-toe 2 length/Foot L.×100	30.47	30.09	30.09	30.25	2.369
	Ball center-to-heel length/Foot L.×100	68.30b	67.69a	67.49a	67.90	5.826**
Width	Toes breadth/Foot L.×100	34.02a	34.36a	36.10b	34.59	25.060***
	Foot breadth/Foot L.×100	34.57a	36.18b	36.84c	35.64	54.853***
	Ball distance/Foot L.×100	35.75a	38.24b	38.32b	37.21	62.204***
	Medial ball width/Foot L.×100	15.62a	17.05b	15.94a	16.21	33.109***
	Lateral ball width/Foot L.×100	18.96a	19.25a	20.77b	19.45	35.104***
	Heel width/Foot L.×100	22.77a	22.97a	24.69b	23.25	17.363***
	Instep length level width/Foot L.×100	30.63a	32.07b	33.32c	31.73	62.284***
	Instep length level medial width/Foot L.×100	13.46a	14.37b	14.74b	14.07	16.347***
	Instep length level lateral width/Foot L.×100	17.17a	17.70b	18.58c	17.66	15.783***
	Ankle length level width/Foot L.×100	26.61a	27.79b	28.88c	27.53	46.956***
	Ankle length level medial width/Foot L.×100	12.66a	13.43b	14.06c	13.24	18.006***
	Ankle length level lateral width/Foot L.×100	13.95a	14.35b	14.82c	14.28	10.567***
Angle(°)	Toe 1 angle	7.16a	10.97b	6.15a	8.34	43.438***
	Toe 5 angle	8.11a	10.53b	10.92b	9.59	13.230***
	Medial ball line angle	5.24b	6.41c	4.80a	5.57	45.095***
	Lateral ball line angle	8.10a	8.61b	10.32c	8.76	45.050***
	Foot breadth angle	74.00c	71.62a	72.64b	72.83	16.986***
	Medial foot width angle	69.15b	65.52a	68.40b	67.66	30.455***
	Lateral foot width angle	96.78a	99.44b	96.43a	97.68	7.106***

* $p<.05$, ** $p<.01$, *** $p<.001$, Duncan test: a<b<c, L.: Length

유형별 발바닥의 특성을 고찰해 보면 다음과 같다.

유형 1은 세 유형 중 발길이가 가장 길고, 발길이에 비해 발너비는 가장 좁은 형태이며, 발가락의 휘어짐이 거의 없는 것이 특징인 일자형이다. 유형 2는 발길이에 비해 발너비가 넓은 편이며, 발가쪽점보다 발안쪽점의 돌출이 있는 형태이고, 발가락이 가운데로 모여 있는 것이 특징인 안쪽돌출형이다. 유형 3은 발길이에 비해 발너비가 가장 넓고, 발 뒤쪽에 비해 발너비가 넓으며, 발안쪽점보다 발가쪽점이 돌출되어 있는 것이 특징인 넓은형이다. 이와 같이 발바닥 유형의 특징을 살펴본 결과 유형 3의 발너비가 가장 넓은 형태였으며, 유형 1이 가장 일반적인 형태라고 할 수 있으며, 여고생에서는 유형 1의 분포가 41.94%이었다. 또 유형 2와 유형 3은 발안쪽점의 돌출과 발가쪽점의 돌출이 인지되었다.

여고생 발바닥의 유형별 발바닥 사이즈 분포는 Table 7에 나타내었고, Table 8은 BMI 지수에 대한 유형별 분포를 나타내었다.

3.4. 발바닥유형의 실루엣

군집분석에 의해 분류된 발바닥의 유형별 대표 사진을 Fig. 2에 나타내었다. 본 연구에서는 발의 크기인자를 배제하고자 발

Table 7. Distribution of sole cluster by foot size

Foot size	Cluster		Cluster		Cluster		Cluster		Total	
	1(n=130)		2(n=114)		3(n=66)		(n=310)			
	N	%	N	%	N	%	N	%		
Below 230 mm	39	30.0	43	37.7	35	53.0	117	37.7		
Below 235 mm	27	20.8	28	24.6	14	21.2	69	22.3		
Below 240 mm	23	17.7	21	18.4	9	13.6	53	17.1		
Below 245 mm	25	19.2	11	9.6	4	6.1	40	12.9		
Below 250 mm	8	6.2	8	7.0	3	4.5	19	6.1		
Above 250 mm	8	6.2	3	2.6	1	1.5	12	3.9		

Table 8. Distribution of sole cluster by BMI

Foot size	Cluster		Cluster		Cluster		Cluster		Total	
	1(n=130)		2(n=114)		3(n=66)		(n=310)			
	N	%	N	%	N	%	N	%		
Underweight	34	26.2	32	28.1	15	22.7	81	26.1		
Normal	85	65.4	77	67.5	48	72.7	182	58.7		
Overweight	11	8.5	5	4.4	3	4.5	28	9.0

Type 1 : The narrow of ball breadth and toes without curve.

Type 2 : The wide of ball breadth, especially medial area is wider than lateral, and the centralized toe.

Type 3 : The widest of ball breadth of types. The toe 5 is centralized and lateral side slant to the outside.

Fig. 2. The representative shape by the sole types.

Fig. 3. The representative silhouette by the sole types.

길이를 동일하게 하여 발바닥의 형태를 비교할 수 있게 하였다. 또한, Fig. 3에 발바닥 세 유형 간의 실루엣 비교를 위하여 유형별 실루엣을 각각 제시하고, 세 유형을 중첩하여 비교하였다. 발 중심선을 기준으로 유형 1에서 유형 3으로 갈수록 발너비가 넓어지고 있는 것을 알 수 있었다. 유형 1과 유형 2의 발너비는 비슷하지만, 유형 2의 외곽선이 비교적 안쪽으로 치우쳤으며, 발 안쪽너비가 더 넓은 형태를 이루었다. 유형 3은 세 유형 중 발너비가 가장 넓으며 발가쪽점이 가장 많이 돌출된 형태를 이루고 있었다. 이는 각 유형의 특징을 잘 나타내고 있다.

4. 결 론

본 연구는 여고생의 발바닥 형태에 대한 유형을 분류하고, 유형별 특성을 분석하여 알아봄으로써 청소년기 여고생 발바닥의 형태 특징을 밝히고자 하였다.

발바닥 형태에 대한 유형 분류 결과는 다음과 같다.

첫째, 계측치와 지수치 데이터에 의한 여고생의 좌우 발바닥의 형태를 비교한 결과, 길이방향은 계측치 및 지수치 데이터에서 동일하게 양발에 유의한 차이가 나타나지 않았다. 너비방향의 경우 계측치 데이터에서는 전반적으로 왼발이 오른발보다 넓게 나타난 반면에 지수치를 통하여 비교한 결과는 발상측부위의 너비방향은 오른발이 더 넓게 나타났고, 발하측부위의 너비방향은 왼발이 더 넓게 나타나 너비방향에서 양 발의 차이가 나타나는 것을 알 수 있었다.

둘째, 발바닥 유형 분류를 위하여 발길이에 대한 지수치로 요인분석을 한 결과, 발너비 및 발가쪽 돌출, 발등 및 발목너비, 발안쪽 너비 및 돌출, 발볼선의 기울기, 발길이의 5요인이 추출되었다.

셋째, 주요인 5개를 독립변수로 군집분석을 실시한 결과 3개의 유형으로 분류되었다. 여고생 발바닥의 세가지 유형의 특징은 유형 1의 경우 발길이가 비교적 짧으며, 검지발가락이 길고, 발길이에 비해 발너비가 좁으며 발가락의 휘어짐이 거의 없는 것이 특징이었다. 유형 2는 발길이가 가장 길며, 발길이에 비해 발너비는 넓고, 발안쪽의 너비가 가장 넓게 나타났다. 유형 3은 발길이가 가장 짧으며, 발길이에 비해 발너비가 가장 넓고, 세

유형 중 발가락점돌출이 가장 크게 나타났다. 유형별 분포는 유형 1의 경우 전체 310명 중 130명(41.94%), 유형 2는 114명(36.77%), 유형 3은 66명(21.29%)으로 유형 1의 분포가 가장 많이 나타났다.

이와 같이 발바닥 유형별 특징과 분포는 여고생이 발에 적합한 인솔의 개발 및 치수체계 설정을 위한 기초자료로 사용될 것으로 기대된다. 본 연구는 광주 및 전라남도 지역의 여고생을 대상으로 실시되었으므로 연구결과의 확대 해석에는 신중을 기해야 할 것이며, 또한 여고생 발의 전체 형태에 대한 특징과 유형에 관련한 연구도 함께 이루어져야 할 것이다.

References

- Kim, N. S., & Do, W. H. (2013). Classification of elderly men's shoe from the 2D scanning methods. *Fashion and Textile Research Journal*, 15(3), 414-422.
- Korean Agency for Technology and Standards. (2008). *Basic human body measurements for technological design(KS A ISO 7250:2008)*. Retrieved October 12, 2012, from <http://www.kats.go.kr>
- Korean Agency for Technology and Standards. (2011). *Basic human body measurements for technological design-Part 1:Body measurement definitions and landmarks(KS A ISO 7250-1:2011)*. Retrieved October 12, 2012, from <http://www.kats.go.kr>
- Korean Agency for Technology and Standards. (2008). *Garment construction and anthropometric surveys-Body dimensions(KS A ISO 8559:2008)*. Retrieved October 12, 2012, from <http://www.kats.go.kr>
- Lee, S. H. (2007). *Relationship between female high-school students' lifestyle and shoes purchasing pattern and shoes-wearing-satisfactions*. Unpublished master's thesis, Hanyang University, Seoul.
- Leem, Y. M., Bang, H. K. & Shin, K. J. (2007). Factor analysis of foot classification of young men and women. *Proceedings of the Safety Management and Science. Spring Conference. Korea*, pp. 125-132.
- Lim, H. K., Park, S. C., Choi, K. J., Kim, J. H., & Park, S. J. (2001). A study on left and right shape and deformation of feet of Korean adults. *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 20(1), 73-86.
- Lim, J. Y. (2007). Analysis of foot characteristics according to the classification of foot types of junior high school girls. *Journal of the Korean Society for Clothing Industry*, 9(3), 319-326.
- 'More than half of youth foot disease...red light in foot health'. (2008, August 21). *SBS News*. Retrieved November 2, 2012, from http://http://news.sbs.co.kr/section_news/news_read.jsp?news_id=N1000460333
- Park, J. K. (2003). *Classification of foot types of elderly women and their characteristics*. Unpublished master's thesis, 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.
- Shim, B. J., & Yoo, H. (2001). The classification for the foot shape using foot Index - Focusing on women in 20's - *bulletin of the humanecology research institute Dong-A University* 9, 189-200.
- Size Korea. (2010). *Newsrelease of 'The 6th Korean's Anthropometric Dimensions'*. Retrieved November 12, 2012, from <http://www.kats.go.kr>
- 'To many health problems of adolescents'. (2006, March 14). *Chosun Media*. Retrieved August 8, 2013, from http://health.chosun.com/site/data/html_dir/2006/03/14/2006031456010.html

(Received 13 August 2013; 1st Revised 10 September 2013;
2nd Revised 9 October 2013; 3rd Revised 14 October 2013;
4th Revised 23 October 2013; 5th Revised 28 October 2013;
Accepted 5 November 2013)