*Journal of the Ergonomics Society of Korea*
Vol. 25, No. 2 pp.107-118, May 2006 

# 한국인 발 형상 분류에 관한 연구

성덕현[1] · 정의승[2] · 조용주[2]

[1]부경대학교 경영학부 / [2]고려대학교 산업시스템정보공학과

# A Study on the Categorization of Korean Foot Shapes

Deokhyun Seong[1], Eui S. Jung[2], Yongju Cho[2]

[1]School of Business Administration, Pukyong National University, Pusan 608-737
[2]Department of Industrial Systems and Information Engineering, Korea University, Seoul, 136-701

**ABSTRACT**

Recently, Korean's 3-D foot data have been extensively collected through 5th national anthropometric survey known as 'Size Korea'. In this study, Korean foot shape was investigated and subsequently classified, based on the existing standard for foot shaping. This study analyzed and categorized Korean foot shapes through the following methods. Although the data used in this study were limited to those of Korean adults, major factors affecting the foot shape were deduced and then categorically grouped by the multivariate statistical analysis. For those whose age ranged from 14 to 70, major factors affecting the foot shape for the male were related to foot breadth, ankle thickness, 1st toe shape, malleolus height, heel to top of the foot length, the ratio between toe-side and heel-side and 5th toe shape. For the female, the ball of foot height was added to the above factors. From the factors extracted, the Korean foot shape was categorized into three groups for the male and four groups for the female. They were the ladder type, the inverted triangle type and the square type. For the female, the triangular type was added to the three types. These findings will serve as useful information for the footwear production industry in Korea.

Keyword: Multivariate statistical analysis, Foot shape

## 1. 서 론

발은 신체 근골격계의 지주로서 보행과 운동 시 주어지는 힘과 체중을 지탱하는 인체의 주요 구조이고, 이를 감싸는 신발은 하지의 자연스러운 동작을 뒷받침하여 발의 기능성을 보강해 주면서 장애를 줄여 주는 역할을 한다(Cavanagh, 1990). 이 경우 구두 혹은 신발 등은 착용하는 사람의 발에 잘 맞음으로써 인간에게 편안함을 줄 수 있어야 함에도 불구하고 종종 무시되곤 한다. 즉, 신발류의 편안함이란 신발류 내부의 형상이 발의 형상과 가장 유사할 때 극대화될 수 있기 때문에 신발류의 제작을 위한 신골 혹은 구두골(라스트) 제작 시 형상을 반영할 수 있어야 한다.

그럼에도 이에 관한 이론적인 연구보다는 라스트 제작자들의 미적 감각에 의존하여 제작되고 있는 실정이다. 따라서 편안한 신발 혹은 구두를 제작할 수 있도록 라스트 제작 시 미적 측면 이외에 맞춤성(fitness)을 증가시킬 수 있도록 하기 위하여 발 형상을 분석할 수 있는 방법론의 개발이 필요하다.

의류의 경우 신체에 대한 체형 분류가 다양하게 연구되고

*본 논문은 산업자원부에서 시행한 2005년 학술연구용역사업(인체치수조사보급사업)의 결과임.
교신저자: 성덕현
주 소: 608-810 부산광역시 남구 대연3동 599-1, 전화: 051-620-6563, E-mail: dhsung@pknu.ac.kr

있으나, 신발 혹은 구두 제작 시 필요한 발의 형상에 관한 분류는 많지 않다. 그 중 족시수(foot index)를 이용하여 발너비 대 발길이 지수로 분류하는 방법(Hojo, 1985)이 발 형상을 분류하는 가장 널리 쓰이고 있는 방법이며, 이 이외에 발가락 길이에 의해 분류하는 방법(Viladot A, 1975), 발의 외곽선의 의해 분류하는 방법(大塚, 1993), 족문검사에 의한 내측종아치 높이에 의한 분류 방법(한상덕, 1990) 등 단순한 형태의 분류가 있다. 우리나라의 경우에도 KS규격에 정의된 바에 의하면 발 형상의 분류에 관해서는 정해진 바가 없으며, 단지 발길이와 볼둘레에 의해서만이 사이징 체계를 분류하고 있다(KS G 3405, 2001).

우리나라의 구두골 및 신골 제작을 위한 표준치수는 현재 'KS G 3405 구두용 구두골', 'KS M 6681 고무걸창 포화 및 총 고무신의 표준치수' 등에 정의된 바에 따른다. 그런데 이 치수는 단지 발길이와 볼둘레에 의해서만 표시되고 있으나 사람들의 발형태가 다양화되면서 단순한 치수변수에 의해 제작된 신발은 다양한 발의 특성을 반영하지 못해 불편감을 줄 수 있으며, 따라서 다양한 변수들을 반영하여 발 형상을 분류함으로써 보다 편한 신발류의 제작 필요성이 제기되고 있다.

한편, 산업자원부에서는 최근 제 5차 한국인 인체치수 조사사업을 통하여 한국인의 발에 관한 3차원 형상 및 수치 자료를 광범위하게 수집하였으므로, 이를 활용한다면 가장 최근의 자료를 반영한 발 형상 분류가 가능할 것이다.

본 연구에서는 우선 기존의 발 형상 분류에 관한 연구 결과와 그 지표(index)를 활용하여 우리나라 사람들의 발 형상이 어떻게 변하고 있는지를 확인하였다. 다음에는 발 형상 분류를 위하여 기존에 제시되고 있는 발길이와 볼둘레(혹은 발너비) 이외의 다양한 변수들을 반영할 수 있는 다변량 통계적 기법을 활용한 발 형상 분류 방법론을 제시하고자 한다. 제시된 방법론은 가장 최근에 수집된 발 측정 자료를 이용하여 분석하고자 하며, 기존 연구 결과와의 비교도 실시하였다.

## 2. 문헌 연구

이제까지 발의 형상을 분류하는 다양한 방법론이 연구되어 왔다. 그 중에서 주로 사용되고 있는 방법을 고찰하면 크게 3가지로 분류 가능하다.

### 2.1 Foot Index(FI)에 의한 분류(Hojo, 1985)

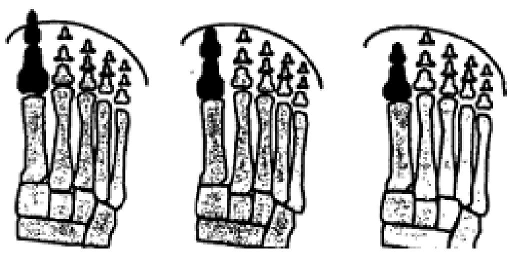
발길이에 비하여 발너비가 넓거나 좁음을 기준으로 분류하는 방법으로서, 다음과 같이 Foot Index(FI)를 사용한다. 모든 관측자의 발길이와 발너비를 측정하여 각 개인의 FI 값을 X라 하고, FI값의 평균과 표준편차를 각각 $\bar{X}$ 와 S라 할 때, 다음과 같이 3가지로 발 형상을 분류한다.

$$\text{Foot Index (FI)} = \frac{\text{Foot Width}}{\text{Foot Length}} \times 100$$

$$\text{Foot type} = \begin{cases} \text{Standard, if } \bar{X} - S \le FI \le \bar{X} + S \\ \text{Slender, if } FI < \bar{X} - S \\ \text{Broader, if } FI > \bar{X} + S \end{cases}$$

### 2.2 발가락 길이에 의한 분류(Viladot, 1975)

그림 1과 같이 엄지발가락과 둘째발가락 길이에 의해 발 형상을 분류하는 방법으로서, 엄지발가락이 둘째발가락보다 2mm 이상 긴 형태를 Egyptian foot, 엄지발가락과 둘째발가락 길이의 차이가 2mm 이내인 경우를 Squared foot, 그리고 엄지발가락이 둘째발가락보다 2mm 이상 짧은 형태를 Greek foot라 분류한다.



Egyptian foot Squared foot Graek foot

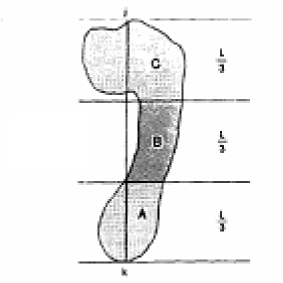
**그림** 1. 발가락 길이에 의한 분류

### 2.3 Arch Index에 의한 분류(Cavanagh and Rogers, 1987, 한상덕, 1990)

발바닥 지문(footprint)의 형태에 따라 분류를 하는 방법으로서, Cavanagh and Rogers(1987)는 그림 2에서와 같이 발바닥 지문을 균등하게 3등분한 후 Arch Index(AI)를 정의하고, 그 값의 크기에 따라 발 형상을 분류하였다.

한편, 한상덕(1990)은 족저내측연이 통과하는 선을 기준으로 4가지로 분류하였다.

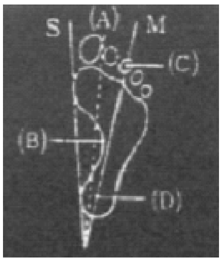
앞에서 제시된 발 유형을 분류하는 방법들은 발의 단순한 외형적인 모습이나 몇 가지의 변수만을 가지고 해석함으로써 실제 다양한 발의 유형들을 분류하기 어렵고, 이러한 분류 방법들이 실제 신발을 만들기 위한 라스트 제작에 활용되기 어렵다는 단점이 있다.




$$\text{Arch Index (AI)} = \frac{B}{A+B+C}$$

$$\text{Foot type} = \begin{cases} \text{High arch, if } AI \le 0.21 \\ \text{Normal arch, if } 0.21 < AI < 0.26 \\ \text{Flat arch, if } AI \ge 0.26 \end{cases}$$

**그림 2.** Arch Index에 의한 분류(Cavanagh and Rogers, 1987)




① 정상: 족저 내측연이 M선 외측을 지나갈 때
② 제 1도(경 도): 족저 내측연이 (A)선과 M선 사이를 지나갈 때
③ 제 2도(중등도): 족저 내측연이 (A)선과 S선 사이를 지나갈 때
④ 제 3도(강 도): 족저 내측연이 S선과 거의 일치되거나 S선 내측을 벗어날 때

**그림 3.** Arch Index에 의한 분류(한상덕, 1990)

## 3. 우리나라 사람들의 발 크기 변화와 발 형상 추이

### 3.1 인체측정 자료

분석대상의 자료는 Size Korea 사업을 통해 이미 측정 및 수집이 완료된 3차원 인체형상 자료(산업자원부, 2005) 중에서 수치화된 자료인 발 형상에 관한 40개 변수의 값을 이용하고자 한다. 이들 40개 측정변수에 관해서는 산업자원부에서 연구된 정의에 따르고자 하며, 변수의 정의 및 의미

**표 1.** 측정변수의 성별 주요 통계량

a. 남성

| 측정변수 | 평균 | 표준편차 | 퍼센타일 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1 | 5 | 10 | 25 | 50 | 75 | 90 | 95 | 99 |
| 발직선길이 | 253 | 11.4 | 227 | 235 | 239 | 246 | 253 | 261 | 268 | 272 | 280 |
| 발꿈치-엄지발가락길이 | 252 | 11.9 | 224 | 234 | 238 | 244 | 252 | 260 | 266 | 270 | 278 |
| 발꿈치-새끼발가락길이 | 209 | 9.9 | 187 | 194 | 197 | 203 | 209 | 216 | 222 | 225 | 233 |
| 발꿈치-발등길이 | 141 | 8.1 | 122 | 128 | 130 | 135 | 141 | 146 | 151 | 154 | 160 |
| 발꿈치-발목길이 | 106 | 6.7 | 91 | 96 | 98 | 102 | 106 | 111 | 115 | 117 | 122 |
| 발목두께 | 94 | 6.4 | 80 | 84 | 86 | 90 | 94 | 98 | 102 | 105 | 110 |
| 발너비 | 101 | 5.1 | 89 | 93 | 94 | 97 | 100 | 104 | 107 | 109 | 112 |
| 볼거리 | 104 | 5.3 | 92 | 96 | 97 | 101 | 104 | 107 | 111 | 112 | 116 |
| 발꿈치너비 | 67 | 4.3 | 58 | 61 | 62 | 65 | 67 | 70 | 72 | 73 | 77 |
| 발목너비 | 71 | 4.2 | 61 | 64 | 66 | 69 | 72 | 74 | 77 | 78 | 81 |
| 엄지발가락높이 | 25 | 2.3 | 19 | 21 | 22 | 23 | 24 | 26 | 27 | 28 | 30 |
| 새끼발가락높이 | 21 | 2.5 | 15 | 17 | 18 | 19 | 21 | 22 | 24 | 25 | 27 |
| 볼높이 | 38 | 2.7 | 32 | 33 | 34 | 36 | 37 | 39 | 41 | 42 | 44 |
| 발등높이 | 61 | 4.7 | 50 | 53 | 55 | 58 | 61 | 64 | 67 | 69 | 72 |
| 발목높이 | 85 | 7.1 | 69 | 73 | 76 | 80 | 85 | 90 | 94 | 96 | 102 |
| 가쪽복사높이 | 69 | 5.2 | 57 | 61 | 63 | 66 | 69 | 72 | 76 | 78 | 83 |
| 안쪽복사높이 | 83 | 5.8 | 69 | 74 | 76 | 80 | 84 | 87 | 91 | 92 | 96 |
| 가쪽복사뼈아래높이 | 53 | 5.0 | 41 | 44 | 46 | 49 | 53 | 56 | 59 | 61 | 65 |
| 안쪽복사뼈아래높이 | 69 | 6.6 | 52 | 58 | 60 | 65 | 69 | 73 | 77 | 79 | 83 |
| 발배뼈점높이 | 43 | 8.6 | 21 | 25 | 31 | 38 | 43 | 49 | 53 | 56 | 59 |
| 발꿈치점높이 | 23 | 3.4 | 15 | 18 | 19 | 20 | 23 | 25 | 27 | 28 | 32 |
| 발꿈치위점높이 | 56 | 16.4 | 33 | 36 | 38 | 42 | 50 | 71 | 80 | 84 | 91 |
| Arch높이 | 13 | 6.9 | 2 | 4 | 6 | 9 | 12 | 15 | 19 | 23 | 45 |
| 볼둘레 | 253 | 12.5 | 225 | 234 | 238 | 245 | 252 | 261 | 269 | 273 | 286 |
| 발등둘레 | 252 | 11.8 | 223 | 233 | 238 | 244 | 252 | 260 | 267 | 271 | 280 |
| 발목수직둘레 | 275 | 14.8 | 242 | 253 | 257 | 265 | 274 | 284 | 292 | 299 | 312 |
| 발꿈치-발등둘레 | 367 | 19.4 | 324 | 337 | 344 | 355 | 366 | 378 | 389 | 397 | 417 |
| 발꿈치-발목둘레 | 330 | 15.5 | 296 | 307 | 312 | 321 | 330 | 340 | 350 | 355 | 371 |
| 발목수평둘레 | 255 | 15.2 | 220 | 231 | 236 | 244 | 255 | 264 | 274 | 280 | 293 |
| 복사뼈아래둘레 | 294 | 25.9 | 247 | 260 | 267 | 278 | 290 | 307 | 325 | 340 | 386 |
| 발꿈치-발안쪽점길이 | 186 | 9.0 | 164 | 172 | 175 | 180 | 185 | 192 | 197 | 200 | 206 |
| 발꿈치-발가쪽점길이 | 162 | 8.7 | 142 | 149 | 152 | 157 | 162 | 168 | 174 | 176 | 182 |
| 발중심점상측길이 | 75 | 5.6 | 62 | 66 | 68 | 71 | 75 | 78 | 82 | 84 | 88 |
| 발중심점하측길이 | 175 | 8.3 | 155 | 162 | 165 | 169 | 175 | 181 | 185 | 188 | 195 |
| 내측볼너비 | 46 | 4.1 | 36 | 40 | 41 | 44 | 46 | 49 | 52 | 53 | 56 |
| 외측볼너비 | 54 | 4.7 | 44 | 47 | 48 | 51 | 54 | 57 | 60 | 62 | 66 |
| 엄지발가락측각도 | 7 | 4.9 | −5 | −1 | 1 | 4 | 7 | 10 | 13 | 15 | 19 |
| 새끼발가락측각도 | 10 | 4.4 | −1 | 3 | 5 | 8 | 11 | 13 | 16 | 17 | 19 |
| 발볼각도 | 14 | 3.4 | 5 | 9 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 19 | 23 |
| 발중심선각도 | 1 | 1.3 | −2 | −1 | −1 | 0 | 1 | 2 | 3 | 3 | 4 |

b. 여성

| 측정변수 | 평균 | 표준편차 | 퍼센타일 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1 | 5 | 10 | 25 | 50 | 75 | 90 | 95 | 99 |
| 발직선길이 | 232 | 9.8 | 210 | 217 | 221 | 226 | 232 | 239 | 245 | 249 | 256 |
| 발꿈치–엄지발가락길이 | 231 | 9.7 | 209 | 216 | 220 | 225 | 231 | 237 | 244 | 248 | 255 |
| 발꿈치–새끼발가락길이 | 192 | 8.6 | 172 | 179 | 181 | 186 | 192 | 197 | 203 | 206 | 212 |
| 발꿈치–발등길이 | 128 | 7.2 | 111 | 116 | 119 | 123 | 127 | 132 | 137 | 139 | 144 |
| 발꿈치–발목길이 | 97 | 6.1 | 83 | 87 | 89 | 92 | 96 | 100 | 104 | 107 | 112 |
| 발목두께 | 86 | 5.4 | 74 | 78 | 79 | 82 | 85 | 89 | 93 | 95 | 100 |
| 발너비 | 92 | 4.8 | 81 | 85 | 86 | 89 | 92 | 95 | 98 | 100 | 104 |
| 볼거리 | 95 | 4.9 | 84 | 87 | 89 | 92 | 95 | 98 | 101 | 103 | 107 |
| 발꿈치너비 | 61 | 3.7 | 54 | 56 | 57 | 59 | 61 | 64 | 66 | 68 | 71 |
| 발목너비 | 65 | 3.8 | 56 | 59 | 60 | 62 | 65 | 67 | 69 | 71 | 74 |
| 엄지발가락높이 | 22 | 2.0 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 27 |
| 새끼발가락높이 | 19 | 2.2 | 14 | 15 | 16 | 17 | 19 | 20 | 22 | 23 | 24 |
| 볼높이 | 34 | 2.4 | 29 | 30 | 31 | 32 | 34 | 35 | 37 | 38 | 40 |
| 발등높이 | 54 | 4.1 | 45 | 48 | 49 | 51 | 54 | 57 | 59 | 61 | 65 |
| 발목높이 | 76 | 6.4 | 61 | 66 | 68 | 72 | 76 | 80 | 84 | 87 | 92 |
| 가쪽복사높이 | 62 | 4.8 | 51 | 54 | 56 | 59 | 62 | 65 | 68 | 70 | 74 |
| 안쪽복사높이 | 74 | 5.4 | 61 | 66 | 68 | 71 | 74 | 78 | 81 | 83 | 87 |
| 가쪽복사뼈아래높이 | 46 | 4.8 | 36 | 39 | 41 | 43 | 46 | 49 | 52 | 54 | 57 |
| 안쪽복사뼈아래높이 | 61 | 6.3 | 43 | 50 | 53 | 57 | 62 | 65 | 69 | 71 | 75 |
| 발배뼈점높이 | 37 | 6.9 | 19 | 24 | 29 | 33 | 37 | 42 | 45 | 48 | 52 |
| 발꿈치점높이 | 20 | 2.8 | 14 | 15 | 16 | 18 | 20 | 21 | 23 | 24 | 28 |
| 발꿈치위점높이 | 51 | 14.3 | 31 | 33 | 35 | 40 | 47 | 63 | 73 | 78 | 85 |
| Arch높이 | 13 | 10.2 | 2 | 4 | 5 | 8 | 11 | 15 | 21 | 42 | 55 |
| 볼둘레 | 231 | 11.1 | 207 | 214 | 217 | 223 | 230 | 238 | 245 | 249 | 260 |
| 발등둘레 | 226 | 10.4 | 202 | 209 | 213 | 219 | 226 | 233 | 239 | 244 | 251 |
| 발목수직둘레 | 247 | 17.2 | 217 | 226 | 230 | 238 | 246 | 254 | 263 | 270 | 311 |
| 발꿈치–발등둘레 | 333 | 17.4 | 298 | 308 | 313 | 322 | 332 | 343 | 355 | 361 | 376 |
| 발꿈치–발목둘레 | 302 | 14.4 | 272 | 280 | 284 | 293 | 302 | 310 | 319 | 325 | 340 |
| 발목수평둘레 | 233 | 13.7 | 204 | 212 | 216 | 224 | 232 | 241 | 251 | 256 | 267 |
| 복사뼈아래둘레 | 269 | 25.8 | 227 | 238 | 244 | 253 | 265 | 280 | 298 | 315 | 360 |
| 발꿈치–발안쪽점길이 | 171 | 7.7 | 153 | 158 | 161 | 165 | 171 | 176 | 180 | 184 | 189 |
| 발꿈치–발가쪽점길이 | 149 | 7.3 | 133 | 138 | 140 | 144 | 149 | 154 | 158 | 161 | 167 |
| 발중심점상측길이 | 68 | 4.9 | 57 | 60 | 62 | 65 | 68 | 71 | 74 | 76 | 80 |
| 발중심점하측길이 | 160 | 7.1 | 144 | 149 | 151 | 156 | 160 | 165 | 169 | 172 | 178 |
| 내측볼너비 | 44 | 4.0 | 35 | 37 | 39 | 41 | 44 | 46 | 49 | 50 | 54 |
| 외측볼너비 | 48 | 4.2 | 39 | 41 | 43 | 46 | 48 | 51 | 54 | 55 | 59 |
| 엄지발가락측각도 | 10 | 5.7 | −4 | 1 | 3 | 6 | 10 | 13 | 16 | 19 | 26 |
| 새끼발가락측각도 | 9 | 4.7 | −3 | 1 | 3 | 6 | 9 | 12 | 14 | 16 | 19 |
| 발볼각도 | 14 | 3.0 | 7 | 9 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 19 | 21 |
| 발중심선각도 | 1 | 1.3 | −2 | −2 | −1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 |

하는 바에 대한 측정부위는 부록에 제시하였다[부록: 발 측정항목]. 한편, 인체측정 자료는 전국 3권역 5개 지역의 8~75세 남녀 5,168명을 대상으로 측정된 자료를 이용하였다.

인체측정은 대한인간공학회, 한국의류학회, 한국표준과학연구원이 참여하는 연구진과 기술진으로 사업단을 구성하여 직접측정팀과 3D 측정팀이 수행하였고, 관련 학계 및 산업계 전문가 25인이 자문위원들이 확인하였다. 14세~69세까지의 남녀 성별 측정변수의 주요 통계량은 표 1과 같다.

## 3.2 발길이에 의한 '성인' 연령대 구분

예전에 비해 가계경제가 나아짐에 따라 사람들의 영양상태가 좋아지고, 한편으로는 성장기의 아동 및 청소년층들의 경우 발이 커짐에 따라 신발을 자주 바꾸어 신김으로써 발의 성장이 급격히 이루어지게 되었다. 표 2에 나타난 바와 같이 1997년도에 비해 2004년도에는 전 연령대에 걸쳐 발 크기가 급격히 성장하고 있음을 알 수 있다. 따라서 예전에 '큰 발'로 분류되었던 발 크기가 이제는 더 이상 큰 발이 아닌 것임을 볼 수 있다. 또한, 청소년들의 발 크기는 급격히 성장하

표 2. 남녀의 연령별 발길이 변화 추이

a. 남성

| 연령 | 1997 | | | 2004 | | | $p$−value* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 평균 | 표준편차 | 개수 | 평균 | 표준편차 | 개수 | |
| 0~9 | 168.7 | 32.2 | 1914 | 208.0 | 14.7 | 104 | <0.0001 |
| 10~19 | 242.7 | 16.8 | 2882 | 247.3 | 18.3 | 630 | <0.0001 |
| 20~29 | 249.8 | 10.6 | 761 | 256.2 | 11.1 | 511 | <0.0001 |
| 30~39 | 247.9 | 9.4 | 419 | 252.5 | 11.2 | 489 | <0.0001 |
| 40~49 | 247.5 | 10.4 | 188 | 250.9 | 10.7 | 248 | 0.0004 |
| 50~59 | 247.0 | 9.4 | 86 | 249.6 | 10.1 | 240 | 0.019 |
| 60~69 | 243.8 | 9.4 | 52 | 249.1 | 9.7 | 164 | 0.0003 |

b. 여성

| 연령 | 1997 | | | 2004 | | | $p$−value* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 평균 | 표준편차 | 개수 | 평균 | 표준편차 | 개수 | |
| 0~9 | 168.5 | 36.5 | 1903 | 201.6 | 12.7 | 104 | <0.0001 |
| 10~19 | 227.4 | 11.2 | 2818 | 230.8 | 11.3 | 648 | <0.0001 |
| 20~29 | 228.9 | 9.4 | 793 | 232.9 | 9.6 | 503 | <0.0001 |
| 30~39 | 228.4 | 9.0 | 351 | 232.2 | 9.9 | 514 | <0.0001 |
| 40~49 | 228.3 | 9.1 | 197 | 232.6 | 10.1 | 256 | <0.0001 |
| 50~59 | 226.0 | 8.0 | 132 | 230.9 | 9.5 | 236 | <0.0001 |
| 60~69 | 227.2 | 9.4 | 97 | 230.0 | 9.1 | 190 | 0.0074 |

* $H_0$: 1997년도와 2004년도 사이에 연령별 평균 발길이는 같다.

고 있어 과거의 사이징 체계로서는 대응이 곤란한 실정이다.

신발 및 구두류의 사이징에 관한 한국의 KS 표준 체계는 구두류에 대한 규격과 신발류에 대한 규격이 다른데, KS G 3405에 의한 구두용 구두골에서는 성인과 청소년을 각각 18세 이상과 12~17세까지로 구분하고 있으며, KS M 6681에서는 고무신류 제작을 위해 어른과 어린이를 12세 이상과 미만으로 구분하고 있다. 또한, 각각의 규격에서는 라스트 제작을 위해 가장 중요한 발 측정변수로서 '발직선길이'를 사용하고 있으므로, 발직선길이에 의한 연령대 구분이 적절할 것으로 판단된다.

발직선길이에 의한 연령대를 구분하기 위하여 발직선길이가 연령별로 달라지는지에 대한 ANOVA를 실시하였다. 분석 결과 남성과 여성 모두 '13세 미만/13~15세/15세 이상'의 그룹으로 분류할 수 있음을 볼 수 있다. 그런데, 13~15세 사이의 그룹에서는 기준에 따라 분류가 달리 나타나므로 서로 다른 두 가지 연령대 집단에 대해 발직선길이의 t검정을 실시하였다. 표 3에 제시한 바와 같이 유의차 검정 결과 남성의 경우 12세와 13세의 발직선길이는 차이가 있는 것으로 나타났으며, 또한 13세와 14세 사이에도 차이가 존재하는 것으로 나타났다. 한편, 13세와 15세와의 발직선길이는 현격하게 차이가 존재하지만 14세와 15세의 발길이 차이는 없다고 할 수 있으므로, 남성의 경우 '성인'의 연령대 구분은 14세 이상으로 정의하는 것이 적절할 것으로 판단된다. 여성의 경우에도 동일한 분석이 가능하며, 결과적으로 여성의 경우에도 '성인'에 대한 정의는 14세 이상이라 할 수 있다.

한편, 노년층에 대한 연령대 구분은 사회통념상 받아들여지고 있는 70세 이상을 기준으로 하고자 하며, 특히 70세 이상의 측정 자료는 절대적으로 부족하므로 분석이 곤란할 것으로 판단된다. 따라서, 남녀 모두 성인의 기준은 발직선길이를 기준으로 14세 이상 70세 미만으로 정의하고자 한다.

**표 3.** t-test 결과 $p$-value

| 연령 | 12~13 | 13~14 | 14~15 | 13~15 |
|---|---|---|---|---|
| 남성 | 0.0785 | 0.0480 | 0.8622 | 0.0572 |
| 여성 | 0.0004 | 0.0008 | 0.2273 | <0.0001 |

* $H_0$: 발길이는 연령별로 동일하다

### 3.3 Foot Index 분류 기준에 의한 변화 추이

한국인 표준체위조사자료를 이용하여 연도별 Foot Index의 연령별 분포를 조사하면 다음과 같다. 자료에 의하면 남녀 모두 Foot Index에 의해 분류된 발 형상의 구성비는 카이제곱 검정 결과 모두 유의한 차이($p$<0.001)가 있음을 나타내고 있다. 즉, 남녀 모두 1997에 비해 2004년도에 Standard형의 비율이 증가하였음을 알 수 있다.

**표 4.** 성인남녀 연도별 Foot Index 변화 구성비(%)

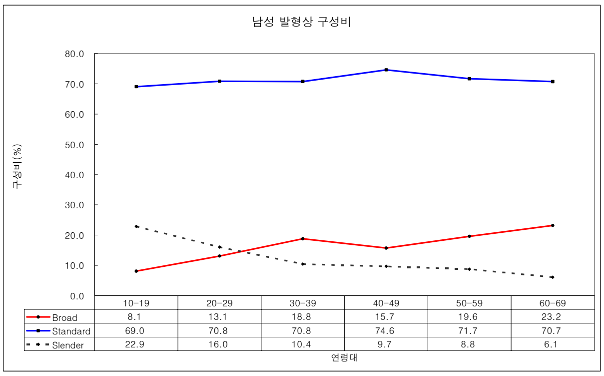
| Type | 남성 | | | 여성 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | '92 | '97 | 04' | '92 | '97 | 04' |
| Standard | 72.9 | 67.2 | 70.6 | 7307 | 67.0 | 69.1 |
| Slender | 7.6 | 16.8 | 13.7 | 12.3 | 20.3 | 14.9 |
| Broad | 19.5 | 16.0 | 15.6 | 14.0 | 12.6 | 16.0 |
| Total | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

2004년도 Size Korea에 의해 측정된 자료로부터 Foot Index에 의해 한국인의 성별 연령별 발 형상 구성비를 분석하였다. 분석 결과 standard 형상은 남성의 70대를 제외하고는 모두 비슷한 구성비를 보이고 있다. 한편, slender 형상은 남성의 연령 증가에 따라 지속적으로 감소하는 경향을 보이는 반면, 여성의 경우 50대까지 지속적으로 감소하다가 그 이후 증가하는 경향을 보이고 있다. 이러한 변화는 신발을 만드는 업체 입장에서 많은 사람들이 포함된 standard를 대상으로 만드는 경향과, 나이가 들어갈수록 slender한 멋보다는 발에 편한 볼이 넓은 것을 찾는 경향 때문에 slender형의 발이 standard나 broad로 지속적으로 변화하고 있음을 추정할 수 있다.

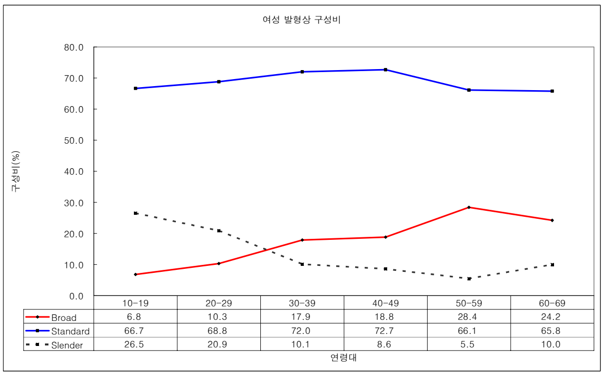
## 4. 다변량 통계분석 방법을 이용한 발 형상 분류

Size Korea 사업으로부터 측정된 40개 발 측정변수들을 모두 반영한 발 형상 도출을 위하여 다변량 분석기법(multivariate statistical analysis)을 활용하고자 한다. 이를 위하여 우선 40개 측정변수에 대해 발 형상을 나타낼 수 있는 소수의 인위변수(artificial variables)인 요인(factors)으로 축약하고자 요인분석(factor analysis)을 실시한다. 이렇게 함으로써 앞으로는 40개 변수들을 모두 사용하는 대신에 축약된 소수의 요인들만을 이용함으로써, 이용의 편리성과 함께 서로 분명하게 구분될 수 있는 변수들을 이용할 수 있게 된다. 다음으로는 축약된 요인들이 갖는 값인 요인점수(factor scores)를 이용하여 발 형상을 나타낼 수 있는 군집(cluster)을 형성한다. 형성된 군집은 유사한 특징을 갖는 집단으로 분류될 수 있도록 만드는 과정을 의미한다.

발 형상을 분류하기 위하여 모든 40개 변수들의 측정값은 모두 '발길이'로 나눈 값을 사용한다. Foot index에서 채택하고 있는 방법과 마찬가지로 발길이에 대한 발 측정변수 값의 비율로 분석함으로써 발 형상에 대한 판단이 가능할 것이다. 예를 들면, 발너비가 '넓다' 혹은 '좁다'라는 판단의 기




a. 남성




b. 여성

**그림 4.** Foot Index에 의한 남녀 연령별 발 형상 구성비

준은 해당 관측자의 '발길이'에 대한 '발너비' 비율로서 판단할 수 있음을 의미한다.

## 4.1 발 형상 분류를 위한 요인(factors)의 도출

요인의 도출은 탐색적 요인분석(exploratory factor analysis)에 의해 수행하였으며, 적절한 요인의 개수는 아이겐값(Eigenvalue)을 이용하여 결정하였다. 또한, 요인들간의 해석을 용이하게 하기 위하여 varimax법에 의하여 직교회전하였다. 표 5-6에는 남녀 각각에 대해 도출된 요인과 그 요인부하량(factor loadings)을 제시하였다.

예를 들어, 남자의 경우 첫번째 요인을 구성하는 변수는 볼거리, 발너비, 볼둘레, 발등둘레 등이 유의하게(significantly) 기여하고 있으므로 그 명칭을 '발너비'로 명명하였으며, 여섯번째 요인은 발중심점상측길이와 발중심점하측길이와의 대비(contrast)로 나타나 그 명칭을 '상하측비'라 명명하였다. 즉, '발너비' 요인의 요인점수가 크다는 의미는 '발너비'와 관련된 측정변수들의 값이 크다는 의미를 나타낸다. 마찬가지로, '상하측비' 요인의 요인점수가 양(+)이라는 의미는 발길이에 비해 발중심정상측길이가 하측길이에 비해 상대적으로 길다는 의미이고, 음(−)의 경우는 그 반대의 의미를 갖는 것으로 해석할 수 있다. 이상과 같은 방법으로 남녀 발 형상을 나타낼 수 있는 요인을 도출하였다.

발 형상을 나타낼 수 있는 요인은 남녀가 서로 다르게 나타난 바, 40개 변수들을 대표하는 새로운 변수로서 남성의 경우 7개, 여성의 경우 8개 요인으로 축약될 수 있음을 볼 수 있다. 즉, 여성의 경우는 남성과는 달리 '볼높이'가 별도의 요인으로 나타나고 있다.

도출된 요인들의 추후 활용성 및 신뢰도를 확인하기 위해 구두 제작 전문가 집단에 의한 검토 결과 구두 제작을 위해서는 모두 필요한 변수라 판단됨으로써 구두 제작을 위한 대표적인 변수임이 입증되었다.

**표 5.** 성인남성의 발 형상 요인부하량(factor loading)

| 변수 | f1 | f2 | f3 | f4 | f5 | f6 | f7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 발너비 | 발목 굵기 | 엄지 형태 | 복사 높이 | 발꿈치 ~발등 거리 | 상하 측비 | 새끼 형태 |
| 8.볼거리 | 0.93 | 0.19 | 0.07 | 0.08 | 0.15 | 0.01 | 0.12 |
| 7.발너비 | 0.93 | 0.18 | 0.09 | 0.09 | 0.14 | 0.04 | −0.17 |
| 24.볼둘레 | 0.89 | 0.22 | 0.01 | 0.20 | 0.10 | 0.05 | 0.12 |
| 25.발등둘레 | 0.82 | 0.27 | −0.01 | 0.28 | 0.09 | −0.04 | −0.05 |
| 6.발목두께 | 0.12 | 0.93 | −0.04 | 0.03 | −0.02 | 0.00 | −0.04 |
| 29.발목수평둘레 | 0.27 | 0.91 | 0.01 | 0.14 | 0.06 | 0.00 | −0.01 |
| 5.발꿈치−발목길이 | 0.13 | 0.86 | 0.02 | −0.16 | 0.13 | −0.07 | 0.01 |
| 10.발목너비 | 0.32 | 0.69 | 0.14 | 0.16 | 0.14 | 0.00 | 0.07 |
| 35.내측볼너비 | 0.28 | 0.08 | 0.90 | −0.08 | 0.07 | 0.10 | −0.05 |
| 37.엄지발가락측 각도 | 0.09 | 0.03 | 0.81 | −0.07 | −0.03 | 0.02 | −0.03 |
| 40.발중심선각도 | 0.24 | 0.02 | −0.89 | 0.16 | 0.00 | −0.07 | −0.07 |
| 19.안쪽복사뼈 아래높이 | 0.13 | 0.01 | −0.12 | 0.88 | 0.02 | −0.03 | −0.03 |
| 17.안쪽복사높이 | 0.18 | 0.12 | −0.14 | 0.84 | 0.03 | 0.03 | −0.13 |
| 18.가쪽복사뼈 아래높이 | 0.15 | −0.02 | −0.03 | 0.75 | 0.14 | −0.02 | −0.03 |
| 4.발꿈치−발등길이 | 0.12 | 0.19 | 0.00 | −0.03 | 0.86 | −0.15 | 0.04 |
| 27.발꿈치−발등둘레 | 0.27 | 0.23 | −0.02 | 0.17 | 0.73 | −0.14 | 0.04 |
| 22.발꿈치위점높이 | 0.05 | −0.13 | 0.05 | 0.10 | 0.67 | 0.27 | −0.16 |
| 33.발중심점 상측길이 | 0.03 | −0.02 | 0.01 | −0.03 | −0.01 | 0.89 | −0.10 |
| 34.발중심점 하측길이 | −0.03 | 0.02 | −0.17 | −0.01 | 0.03 | −0.88 | −0.25 |
| 39.발볼각도 | 0.09 | 0.04 | −0.03 | −0.01 | 0.02 | −0.11 | 0.88 |
| 3.발꿈치−새끼발가락길이 | 0.08 | 0.03 | −0.03 | 0.17 | 0.09 | −0.27 | −0.78 |
| 설명력(%) | 27.7 | 13.9 | 10.7 | 8.5 | 7.2 | 6.8 | 5.8 |

**표 6.** 성인여성의 발 형상 요인부하량(factor loading)

| 변수 | f1 발목굵기 | f2 발너비 | f3 복사높이 | f4 엄지형태 | f5 상하측비 | f6 발끝치~발등거리 | f7 새끼형태 | f8 볼높이 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6.발목두께 | 0.92 | 0.06 | 0.01 | −0.03 | 0.05 | −0.02 | −0.01 | 0.11 |
| 29.발목수평둘레 | 0.91 | 0.18 | 0.08 | 0.03 | 0.00 | 0.10 | −0.02 | 0.18 |
| 5.발끝치−발목길이 | 0.84 | 0.15 | −0.18 | 0.08 | 0.12 | 0.15 | −0.01 | 0.00 |
| 10.발목너비 | 0.76 | 0.19 | 0.15 | 0.16 | −0.06 | 0.17 | 0.02 | 0.12 |
| 8.볼거리 | 0.23 | 0.85 | 0.09 | 0.24 | −0.02 | 0.22 | 0.12 | 0.19 |
| 7.발너비 | 0.22 | 0.84 | 0.11 | 0.25 | −0.08 | 0.22 | −0.13 | 0.19 |
| 24.볼둘레 | 0.26 | 0.78 | 0.21 | 0.16 | −0.05 | 0.19 | 0.09 | 0.30 |
| 38.새끼발가락측각도 | 0.05 | 0.74 | −0.10 | −0.27 | 0.01 | −0.07 | −0.12 | −0.11 |
| 18.가쪽복사뼈아래높이 | −0.03 | −0.01 | 0.82 | 0.02 | 0.04 | 0.06 | 0.02 | 0.11 |
| 19.안쪽복사뼈아래높이 | −0.01 | 0.06 | 0.82 | −0.15 | −0.07 | 0.11 | −0.09 | −0.06 |
| 17.안쪽복사높이 | 0.05 | 0.09 | 0.81 | −0.16 | −0.09 | 0.05 | −0.12 | 0.07 |
| 16.가쪽복사높이 | 0.05 | 0.04 | 0.76 | 0.06 | 0.05 | −0.06 | −0.01 | 0.20 |
| 35.내측볼너비 | 0.13 | 0.21 | −0.01 | 0.92 | −0.10 | 0.10 | −0.02 | 0.06 |
| 37.엄지발가락측각도 | 0.08 | 0.25 | −0.14 | 0.78 | 0.00 | −0.02 | −0.06 | −0.15 |
| 40.발중심선각도 | 0.01 | 0.25 | 0.10 | −0.90 | 0.06 | −0.02 | −0.06 | 0.08 |
| 34.발중심점하측길이 | 0.07 | 0.01 | 0.00 | −0.19 | 0.88 | 0.09 | −0.31 | −0.04 |
| 31.발끝치−발안쪽점길이 | 0.10 | 0.00 | −0.05 | 0.10 | 0.87 | 0.12 | 0.35 | −0.07 |
| 33.발중심점상측길이 | 0.02 | 0.08 | 0.02 | 0.06 | −0.78 | 0.00 | 0.00 | −0.06 |
| 4.발끝치−발등길이 | 0.12 | 0.12 | 0.00 | 0.04 | 0.09 | 0.90 | −0.01 | 0.02 |
| 27.발끝치−발등둘레 | 0.19 | 0.19 | 0.16 | 0.04 | 0.07 | 0.82 | −0.04 | 0.14 |
| 39.발볼각도 | 0.02 | −0.03 | −0.01 | −0.02 | 0.25 | 0.01 | 0.90 | −0.01 |
| 3.발끝치−새끼발가락길이 | 0.04 | 0.02 | 0.17 | 0.01 | 0.27 | 0.06 | −0.80 | 0.06 |
| 11.엄지발가락높이 | 0.16 | 0.12 | 0.10 | −0.01 | −0.03 | 0.17 | −0.09 | 0.82 |
| 13.볼높이 | 0.20 | 0.18 | 0.24 | −0.18 | 0.03 | −0.03 | 0.02 | 0.77 |
| 설명력(%) | 41.2 | 12.0 | 8.9 | 8.3 | 5.7 | 5.2 | 3.4 | 3.2 |

또한 도출된 요인이 기존의 발 형상 분류 기준인 Foot Index에 비하여 보다 정밀하게 쓰일 수 있음을 검증하기 위해 기존의 Foot Index와 비교한 결과 다음과 같은 결론에 도달할 수 있다. 우선, 표 7에서와 같이 모든 관측자들에 대해 Foot Index로 발 형상을 분류한 후, 다시 이를 도출된 요인 중 '발너비'를 나타내는 요인(남성의 경우 요인 1, 여성은 요인 2)의 요인점수에 의해 동일한 방법으로 발 형상을 분류하였다.

Foot Index에 의한 발 형상 분류와 '발너비' 요인에 의한 발 형상 분류의 경우 어느 정도 일치하는지를 알아보기 위해 AER(apparent error rate)을 구하여 비교하였다. AER이란 서로 다른 두 가지 방법으로 분류할 경우 전체 표본 중에서 상이하게 분류된 표본 갯수의 비율을 의미하는 것으로서, 남성의 경우 14.8%, 여성의 경우 20.1%로 나타났다. 이 차이가 발생하는 원인으로서 Foot Index는 오직 '발너비' 변수만 사용하는데 반하여, '발너비' 요인을 이용한 경우 측정변수 '발너비' 이외의 변수들이 추가로 반영되기 때문인 것이라 볼 수 있다. 예를 들면, 여성의 경우 '발너비' 요인에는 측정변수인 '발너비' 이외에 볼거리, 볼둘레, 새끼발가락측각도 등의 변수가 동시에 반영되고 있기 때문이다.

**표 7.** Foot Index와 '발너비' 요인에 의한 분류 결과

| Type | Male Factor Score1 | | | | Female Factor Score2 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Broad | Standard | Slender | Total | Broad | Standard | Slender | Total |
| Standard | 236 | 62 | | 298 | 206 | 103 | | 309 |
| Slender | 76 | 1188 | 70 | 1334 | 91 | 1245 | 122 | 1458 |
| Broad | | 80 | 230 | 310 | | 102 | 208 | 310 |
| Total | 312 | 1330 | 300 | 1942 | 297 | 1450 | 330 | 2077 |

$$AER_{남성} = \frac{76+62+80+70}{1942} = .148$$

$$AER_{여성} = \frac{91+103+102+7122}{2077} = .201$$

결과적으로는 요인을 이용하여 발 형상을 분류할 경우 FI를 이용하는 경우에 비해 보다 많은 변수를 고려함으로써 정밀한 분류가 가능한 것으로 판단된다. 실질적으로는 '발너비'가 넓다는 의미는 볼거리, 볼둘레, 새끼발가락측각도(혹은 발등둘레)를 제외한 순전히 측정변수인 '너비'만이 넓은 경우는 드물 것으로 판단되는데, 이를 확인하기 위하여 남성의 '발너비' 요인, 여성의 '발목굵기' 요인을 구성하는 변수들간의 상관계수를 살펴보면 다음의 표 8에서와 같이 4개(여성은 5개)의 구성변수들은 모두 서로 유의한 상관관계($p<0.0001$)를 가짐을 볼 수 있다. 즉, '발이 넓다'라는 의미는 이들 '발너비' 요인을 구성하는 변수들이 모두 유의하게 큰 값을 가질 것이라는 의미를 내포하고 있다. 이와 같이 발 형상을 나타낼 수 있는 요인을 도출하여 신골(라스트) 제작에 활용할 경우 사람들에게 보다 잘 맞는 신발의 제작이 가능하다는 것을 의미한다.

표 8. 요인 구성변수간의 상관분석

a. 남성 발너비 요인

| 변수 | 발너비 | 볼거리 | 볼둘레 | 발등둘레 |
|---|---|---|---|---|
| 발너비 | 1.0 | | | |
| 볼거리 | 0.96 | 1.0 | | |
| 볼둘레 | 0.88 | 0.91 | 1.0 | |
| 발등둘레 | 0.85 | 0.83 | 0.83 | 1.0 |

b. 여성 발목굵기 요인

| 변수 | 발꿈치~발목길이 | 발목 두께 | 발목 너비 | 발목 수평둘레 |
|---|---|---|---|---|
| 발꿈치~발목길이 | 1.0 | | | |
| 발목두께 | 0.86 | 1.0 | | |
| 발목너비 | 0.69 | 0.68 | 1.0 | |
| 발목수평둘레 | 0.82 | 0.90 | 0.86 | 1.0 |

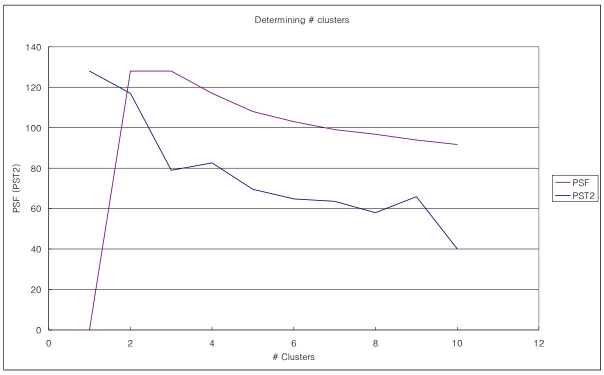
### 4.2 요인을 이용한 발 형상 군집의 형성

발 형상 군집의 형성은 축약된 7개 혹은 8개의 요인들을 이용하여 군집분석(cluster analysis)에 의해 이루어진다. 군집의 형성은 유사한 요인점수를 갖는 관측자들을 동일한 군집으로 분류하는 과정을 말하는 것으로서, 남성의 경우 다음의 그림 5에서와 같이 Dendrogram, Pseudo F, Pseudo $T^2$ 등 다양한 척도를 이용하여 분류해야 할 군집의 개수를 결정하였다.

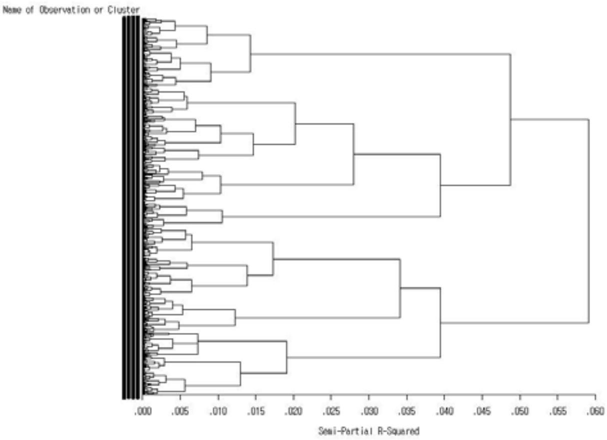
군집의 개수는 남성의 경우 3개, 여성의 경우 4개의 군집으로 분류되는 것이 가장 적절할 것으로 판단되며, 형성된 군집의 특성을 다음의 표 9에 나타내었다.

성인 남성의 첫 번째 군집에서 '발너비' 요인의 점수는 −0.01으로서 통계적으로 0을 나타내고 있다($p$<0.0001). 따라서 성인 남성의 첫째 그룹은 보통의 성인 남성에 비해 발직선길이에 대한 발너비가 같은 수준임을 알 수 있다. 마찬가지의 검정을 거쳐 성인 남녀 각각에 대해 발 형상 그룹별 특징을 요약할 수 있다.

발 형상 군집은 그 특징을 반영하여 명칭을 부여하였으며, 이를 특징적인 동물의 발에 비유함으로써 상징화하였다. 예를 들면, 역삼각형은 발너비가 넓고 발목이 가는 특징을 갖는 것으로서 새발형으로 묘사하였으며, 사각형은 발목이 굵고 발너비가 다소 좁은 특징을 반영하여 거북이발형으로 묘사하였다. 또한 발목이 굵고 낮으면서 발너비는 좁고 새끼발가락이 짧은 것은 삼각형(다람쥐발형)으로, 발목이 가늘면서 발너비가 보통이고 엄지가 곧은 것은 사다리형(오리발형)으로 분류하였다.




(a) Pseudo F and Pseudo $T^2$




(b) Dendrogram

그림 5. 남성의 발 형상 군집 개수 결정을 위한 통계량

### 4.3 성별 연령대별 발 형상의 분포

분류된 발 형상을 연령별 구성비를 조사하면 그림 6에서와 같이 남성은 10대와 20대는 군집 1(사다리형)과 군집 3(사각형)이 많이 나타나고, 30~60대는 군집 2(역삼각형)가 다수를 점유하고 있다. 한편, 여성의 경우 10~40대는 군집 1(삼각형)과 3(사다리형)이 많고, 50~60대는 군집 1(삼각형)과 4(역삼각형)가 많은 것으로 나타났다.

이상의 결과는 남성의 경우 젊을 때 멋을 추구하기 위해 발에 맞는 신발을 찾다가 나이가 들수록 발너비가 넓고 자유로운 신발을 신으면서 발너비가 넓어지는 변형이 온 것으로 예상되고, 여성의 경우도 남성과 같은 현상이 발생하나 지속적으로 멋을 추구하는 여성은 삼각형의 신발을 유지함으로써 발 형상의 군집 분포가 나타난 것으로 추정할 수 있다.

이는 기존연구(박재경, 2003)에서 노년기 여성의 발 형태 특징을 발바닥 형태로 분류한 결과 발너비가 넓은 W형(넓은발형)과 발너비가 좁은 A형(앞좁은발형)이 있다는 연구

표 9. 성인 발 형상 군집의 특징

a. 남성

| 군집 | 요인1 | 요인2 | 요인3 | 요인4 | 요인5 | 요인6 | 요인7 | 빈도 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 발너비 | 발목굵기 | 엄지형태 | 복사높이 | 발꿈치~발등 | 상:하 | 새끼길이 | |
| 1 사다리형 (오리발형) | −0.01 | −0.32 | 0.10 | 0.13 | 0.94 | 0.36 | −0.17 | 687 (35%) |
| | 발너비는 보통이고 발목은 가늘며 엄지는 곧음.<br>복사높이는 보통높이이고, 발꿈치~발등거리가 매우 길다.<br>상측이 하측에 비해 길고, 새끼가 밖으로 약간 짧음 | | | | | | | |
| 2 역삼각형 (새발형) | 0.49 | −0.27 | 0.03 | 0.41 | −0.73 | −0.05 | 0.41 | 631 (33%) |
| | 발이 넓고 발목은 가늘며 엄지는 곧음.<br>복사높이는 높고, 발꿈치~발등거리가 매우 짧다.<br>상측과 하측길이가 비슷하며, 새끼가 안으로 굽음. | | | | | | | |
| 3 사각형 (거북이발형) | −0.49 | 0.63 | −0.15 | −0.56 | −0.30 | −0.35 | −0.23 | 624 (32%) |
| | 발이 좁고 발목은 굵으며 엄지는 약간 밖으로 굽음.<br>복사높이는 낮고, 발꿈치~발등거리가 짧다.<br>상측이 하측보다 짧으며, 새끼가 밖으로 굽음 | | | | | | | |

b. 여성

| 군 집 | 요인1 | 요인2 | 요인3 | 요인4 | 요인5 | 요인6 | 요인7 | 요인8 | 빈도 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 발목굵기 | 발너비 | 복사높이 | 엄지형태 | 하:상 | 발꿈치~발등 | 새끼길이 | 볼높이 | |
| 1 삼각형 (다람쥐발형) | 0.99 | −0.44 | −0.51 | −0.01 | 0.31 | 0.13 | 0.28 | 0.17 | 498 (24.0) |
| | 발목이 매우 굵고, 발너비가 좁다. 복사높이가 낮다<br>엄지가 보통으로 굽음. 하지가 상지보다 길다. 발꿈치~발등거리가 약간 길다<br>새끼길이가 짧다. 볼이 약간 높다 | | | | | | | | |
| 2 사각형 (거북이발형) | −0.02 | 0.00 | 0.29 | −0.66 | −0.98 | 0.45 | −0.60 | −0.08 | 415 (20.0) |
| | 발목굵기는 보통이고, 발너비도 보통. 복사높이가 약간 높다.<br>엄지가 매우 곧음. 하지가 상지보다 매우 짧다. 발꿈치~발등거리가 길다<br>새끼발가락이 길다. 볼높이는 보통 | | | | | | | | |
| 3 사다리형 (오리발형) | −0.35 | 0.00 | 0.21 | −0.28 | 0.35 | −0.84 | 0.09 | −0.27 | 627 (30.2) |
| | 발목이 가늘고, 발너비는 보통. 복사높이가 약간 높다<br>엄지가 곧음. 하지가 상지보다 길다. 발꿈치~발등거리가 매우 짧다<br>새끼길이는 보통. 볼이 약간 낮다 | | | | | | | | |
| 4 역삼각형 (새발형) | −0.49 | 0.40 | 0.00 | 0.85 | 0.06 | 0.51 | 0.10 | 0.22 | 537 (25.9) |
| | 발목이 가늘고, 발너비가 넓다. 복사높이는 보통<br>엄지가 안으로 매우 굽음. 하지와 상지가 비슷. 발꿈치~발등거리가 길다<br>새끼길이는 약간 길다. 볼이 약간 높다 | | | | | | | | |

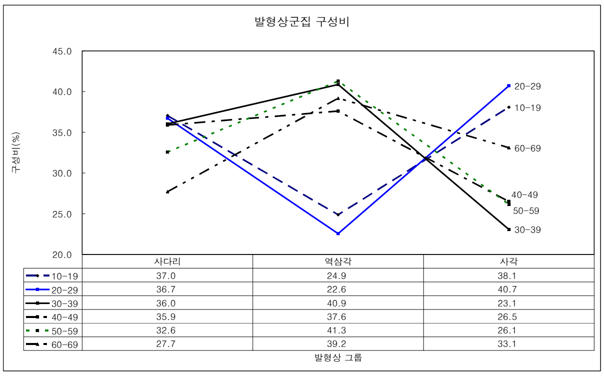
결과와 나이가 많을수록 발너비가 넓어진다(大塚, 1993)는 연구 결과와 유사한 결과라 할 수 있다.

## 5. 결론 및 향후 연구방향

최근의 인체측정 자료 중 발직선길이를 이용한 ANOVA 분석 및 t-test에 따라 성인 남녀의 기준을 14세 이상 70세 미만으로 정의하였다.

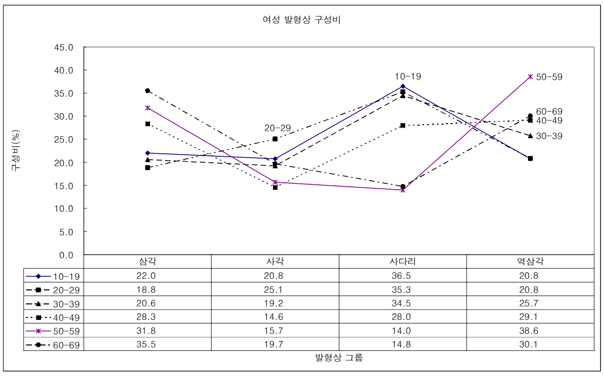
도출된 요인의 수는 성인 남성 7개, 성인 여성 8개로 남성은 발너비, 발목굵기, 엄지형태, 복사높이, 발꿈치~발등거리, 상하측비, 새끼길이로, 여성은 볼높이를 추가하여 정의하였다. 이 요인들은 발직선길이에 대한 각 부위의 비례치를 나타내는 것으로서, 우리나라 성인 남녀 발 형상을 나타낼 수 있는 변수로 사용될 수 있을 것으로 판단된다.

또한 발 형상 군집을 분류한 결과 남성은 3개(사다리형, 역삼각형, 사각형), 여성은 4개(삼각형, 사각형, 사다리형, 역삼각형)군집으로 구분될 수 있는 것으로 나타났다. 연령대별로는 확인 결과 남성 중 10대, 20대는 사다리형과 사각형




| | 사다리 | 역삼각 | 사각 |
|---|---|---|---|
| 10-19 | 37.0 | 24.9 | 38.1 |
| 20-29 | 36.7 | 22.6 | 40.7 |
| 30-39 | 36.0 | 40.9 | 23.1 |
| 40-49 | 35.9 | 37.6 | 26.5 |
| 50-59 | 32.6 | 41.3 | 26.1 |
| 60-69 | 27.7 | 39.2 | 33.1 |

a. 남성




| | 삼각 | 사각 | 사다리 | 역삼각 |
|---|---|---|---|---|
| 10-19 | 22.0 | 20.8 | 36.5 | 20.8 |
| 20-29 | 18.8 | 25.1 | 35.3 | 20.8 |
| 30-39 | 20.6 | 19.2 | 34.5 | 25.7 |
| 40-49 | 28.3 | 14.6 | 28.0 | 29.1 |
| 50-59 | 31.8 | 15.7 | 14.0 | 38.6 |
| 60-69 | 35.5 | 19.7 | 14.8 | 30.1 |

b. 여성

**그림 6.** 여성의 연령대별 발 형상 분포

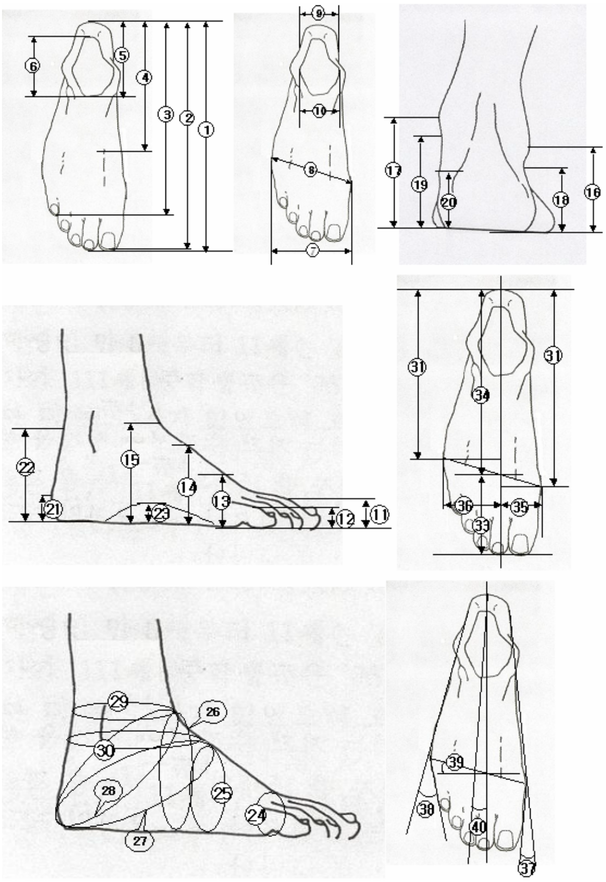
이 많고, 30~60대는 역삼각형 다수를 점유하고 있으며, 여성 중 10~40대는 삼각형과 사다리형이 많고, 50~60대는 삼각형과 역삼각형이 많은 것으로 나타났다.

본 연구를 통해 얻은 결과물인 한국인 발 형상 요인 및 군집의 특징과 그 분포 정도를 활용하면 지금까지의 유형분류 방법보다 한국인 발의 유형을 잘 표현하고 있을 뿐만 아니라, 이 요인들이 라스트 제작에 직접적으로 사용할 수 있다는 장점이 있어 구두 혹은 신발 제작 시 유용한 정보를 제공할 수 있을 것이다.

향후 이들 제시된 사이징 체계에 대하여 적합성(fitness)에 대한 검정이 필요하며, 적절한 적합성 추정 도구를 개발함으로써 발 형상 분류별 사이징 체계에 대한 적절성을 분석할 필요가 있을 것이다.

Appendix: 발 측정항목

| 항목 | 번호 | 제안항목 | 기준점 | 측정방법 |
|---|---|---|---|---|
| 길이 | 1 | 발길이 | 발끔치점, 엄지(둘째)발가락 끝점 | 발끔치점부터 가장 긴 발가락끝점까지의 수평 거리 |
| | 2 | 발뒤축-엄지발가락길이 | 발끔치점, 엄지발가락 끝점 | 발끔치점부터 엄지발가락끝점까지의 수평 거리 |
| | 3 | 발뒤축-새끼발가락길이 | 발뒤축점, 엄지발가락 끝점 | 발뒤축점부터 새끼발가락끝점까지의 직선거리 |
| | 4 | 발뒤축-발등길이 | 발뒤축점,발등점 | 발뒤축점부터 발등점까지의 직선거리 |
| | 5 | 발뒤축-발목길이 | 발뒤축점,발목점 | 발뒤축점부터 발목점까지의 직선거리 |
| | 6 | 발뒤축-발안쪽점길이 | 발뒤축점, 발안쪽점 | 발뒤축점과 발안쪽점 사이의 수직거리 |
| | 7 | 발뒤축-발바깥점길이 | 발뒤축점, 발바깥점 | 발뒤축점과 발안바깥점 사이의 수직거리 |
| | 8 | 발중심점상측길이 | 발중심점, 두번째발가락 끝점 | 발중심점에서 두번째발가락끝점까지의 직선 거리 |
| | 9 | 발중심점하측길이 | 발중심점, 발뒤축점 | 발중심점에서 발뒤축점까지의 직선거리 |
| | 10 | 발뒤축-발안쪽점직선길이 | 발끔치점, 발안쪽점 | 발끔치점과 발안쪽점 사이의 수평 거리 |
| 두께 | 11 | 발목두께 | 발목점 | 발목점 높이에서의 수평 두께 |
| 너비 | 12 | 발너비(수직) | 발안쪽점, 발바깥점 | 발안쪽점과 발바깥점간의 직선 거리 |
| | 13 | 발너비(수평) | 발안쪽점, 발바깥점 | 발안쪽점과 발바깥점간의 수평 거리 |
| | 14 | 발뒤축너비 | 발뒤축점 | 발뒤축점으로부터 발길이 16%되는 지점에서의 수평너비 |
| | 15 | 발목너비 | 발목점 | 발목점 높이에서의 수평 너비 |
| | 16 | 내측볼너비 | 발중심점, 발안쪽점 | 발안쪽점에서 발중심선까지의 수직 거리 |
| | 17 | 외측볼너비 | 발중심점, 발바깥점 | 발바깥점에서 발중심선까지의 수직 거리 |
| 높이 | 18 | 엄지발가락높이 | 엄지발가락관절점 | 엄지발가락관절점의 수직높이 |
| | 19 | 새끼발가락높이 | 새끼발가락관절점 | 새끼발가락관절점의 수직높이 |
| | 20 | 볼높이 | 발볼점 | 발볼점의 수직높이 |
| | 21 | 발등높이 | 발등점 | 발등점의 수직높이 |
| | 22 | 발목높이 | 발목점 | 발목점의 수직높이 |
| | 23 | 발꿈치높이 | 발꿈치높이점 | 발꿈치높이점의 수직높이 |
| | 24 | 발뒤축점높이 | 발뒤축점 | 발뒤축점의 수직높이 |
| | 25 | Arch 높이 | 발볼점 | 발볼점 지나 발중심선에 평행단면의 Arch 최대 높이 |
| | 26 | 바깥복사점높이 | 바깥복사점 | 바깥복사점의 수직높이 |
| | 27 | 안쪽복사점높이 | 안쪽복사점 | 안쪽복사점의 수직높이 |
| | 28 | 바깥복사점아래높이 | 바깥복사점아래점 | 바깥복사점아래점의 수직높이 |
| | 29 | 안쪽복사점아래높이 | 안쪽복사점아래점 | 안쪽복사점아래점의 수직높이 |
| | 30 | 주상골높이 | 주상골 | 주상골의 수직높이 |
| 둘레 | 31 | 발둘레 | 발안쪽점, 발바깥점 | 발안쪽점과 발바깥점의 지나는 둘레 |
| | 32 | 발등둘레 | 발등점 | 발등점을 지나는 수직 |
| | 33 | 발꿈치-발등둘레 | 발꿈치점, 발등점 | 발꿈치점과 발등점을 지나는 둘레 |
| | 34 | 발꿈치-발목둘레 | 발꿈치점, 발목점 | 발꿈치점과 발목점을 지나는 둘레 |
| | 35 | 발목둘레 | 발목점 | 발목점을 지나는 수평둘레 |
| | 36 | 복사뼈 아래둘레 | 안쪽복사점아래점 | 안쪽복사점아래점을 지나는 수평둘레 |
| 각도 | 37 | 엄지발가락측각도 | 발안쪽점 | 발안쪽점과 뒤꿈치 발안쪽을 접하는 접선과 엄지발가락 안쪽접선이 이루는 각도 |
| | 38 | 새끼발가락측각도 | 발바깥점 | 발바깥점과 뒤꿈치 발바깥쪽을 접하는 접선과 새끼발가락 바깥쪽 접선이 이루는 각도 |
| | 39 | 발볼각도 | 발중심선, 발볼선 | 발중심선에 수직인 선과 발볼선이 이루는 각도 |
| | 40 | 발중심점각도 | 발중심선, 볼중심선 | 발중심선과 볼중심선이 이루는 각도 |



## 참고 문헌

김태경, 일부 농촌 지역 성인의 발 유형과 변형에 대한 연구, *한양대 석사학위논문*, 1996.

산업자원부 기술표준원, KS G 3405 구두용 구두골, 2001.

산업자원부 기술표준원, KS M 6681 고무 겉창 포화 및 총 고무신의 표준치수, 2002.

산업자원부, 한국인 발 형상 분류, *2005년 학술연구용역사업 결과보고서*, 2005.

산업자원부, 제5차 한국인 인체치수조사사업보고서, 2004.

서태수, 청년층의 편평족 실태조사, *대한물리치료학회지*, 9(1), 97-101, 1997.

성화경, 노년기여성의 발 유형에 관한 연구, *동국대 박사학위논문*, 1997.

박래준, 박윤기, 서태수, 대학생층의 편평족 실태조사, *논문집*, 11, 1988.

박재경, 노년기 여성 발의 형태분류와 유형별 특징, *서울대 박사학위논문*, 2003.

백승석, 박시복, 이강목, 한국인 발의 형태적 분류, *대한재활학회지*, 20(1), 180-185, 1996.

최순복, 이원자, 발의 불편감에 영향을 미치는 구두형태 및 보행특성-성인 여성 발 유형을 중심으로-, *복식문화연구*, 10(3), 306-317, 2002.

한상덕, Walklogy 건강학, 신발 설계과학 및 보행건강, 1990.

Cavanagh, P, R., The mechanics of distance running: A historical perspective, In Biomechanics of Distance Running, Human Kinetic Books, Champaign, Illinois, 1-34, 1990.

Hojo T. and Nakashima T., The foot shape of school girls and female farm workers in Northern Kyushu, *J. UOEH*, 3, 265-268, 1985.

Peter R. Cavanagh and Mary M. Rogers, The arch index: A useful measure of footprints, *J. of Biomechanics*, 20(5), 1987.

Viladot, Patologia del Antepie, Barcelona, 1975.

大塚, 外廓投影図からみた日本人成人の足形, *日本家政誌*, 44(5), 1993.

## ◐ 저자 소개 ◑

❖ 성 덕 현 ❖ dhsung@pknu.ac.kr
포항공과대학교 산업공학 박사(생산관리 및 응용통계)
현 재: 부경대학교 경영대학 경영학부 부교수
관심분야: 다변량 통계분석, 생산 및 물류관리

❖ 정 의 승 ❖ ejung@korea.ac.kr
Pennsylvania State Univ. 산업공학 박사
현 재: 고려대학교 산업시스템정보공학과 정교수
관심분야: 인체공학적 제품설계, HCI, 인체모델 개발

❖ 조 용 주 ❖ yjcho1202@korea.ac.kr
고려대학교 산업공학 석사
현 재: 고려대학교 산업시스템정보공학과 박사과정
관심분야: 인체공학적 제품설계, 사용자중심 Interface 개발

논 문 접 수 일 (Date Received) : 2006년 03월 03일
논 문 수 정 일 (Date Revised) : 2006년 04월 26일
논문게재승인일 (Date Accepted) : 2006년 04월 28일