

## 卒業研究 1

### 015-1 下腿義足の外装における周径調整の必要性の検証 ～3D造形技術を用いて～

キーワード：下腿義足 外装 3Dプリンター

○田端 いずみ(PO)<sup>1)</sup>、丸山 貴之(PO)<sup>2)</sup>  
星野 元訓(PO)<sup>2)</sup>

- 1) 株式会社 愛和義肢製作所  
2) 国立障害者リハビリテーションセンター学院

#### 1. はじめに

下腿義足における外装は、健側より義足が太く見えるという理由から、採寸値よりも周径を細く製作するなどの工夫をし、製作される事がある。義足が太く見える要因は明らかではないが、形状の不一致、生体とは異なる質感や色、筋や関節の動きがないことなどが考えられる。形状に関しては、断端形状や使用する部品による物理的な制約などもあるが、そうでない場合でも、一般的に手作業で行われる外装の製作は製作者の技術に依存し、形状を健側と完全に一致させることは困難である。この形状の要因に関しては、近年3D造形技術が普及し、健側とほぼ同じ形状をした義足外装を製作している例も散見される。しかし、これらの技術により形状の要因が解決しても、それら外装と健側の「見え方」の違いを評価した報告などは見当たらない。

そこで本研究では、この「形状」に着目し、3D造形技術で生体形状を再現した外装と生体との比較評価を行い、生体と同じに見える周径調整量を検証することを目的とした。それにより、義足外装を製作する際の形状決定の一助となること、および義足使用者の義足外観への満足度向上への貢献に繋がると考えられる。

#### 2. 研究の方法

健常者を対象とし、下腿形状を3Dスキャナー(Artec EVA: Artec社)にて3Dデータ化し、外装を模擬した造形物(以下:試料)を製作した。試料は生体と同じ周径のものとは異なる周径のものを製作した。これら試料と生体との比較評価実験を行い、生体と最も同じに見える周径調整量を検証した。

##### 2-1. 試料の製作

###### ①下腿形状の3Dデータ化

3Dスキャナーを用いた生体の形状取得における計測誤差については、今回使用した3Dスキャナー自体の精度は3D距離精度(最大)0.03%(100cm以上)<sup>1)</sup>と高精度であり、誤差の要因は、被験者の姿勢や人体動揺など計測法に起因するものが大きいと考えられた。本研究では、計測肢位は立位とし、平行棒に両ASISをあてがい動揺を抑制した。計測者はスキャナーを手で保持し、対象者の周りを一周しスキャンした。その際、精度向上のためにマーカーを用い、3Dスキャナーと対象者の距離を一定とするための円形のガイドを用いた(図1)。スキャニングを5試行を行い、

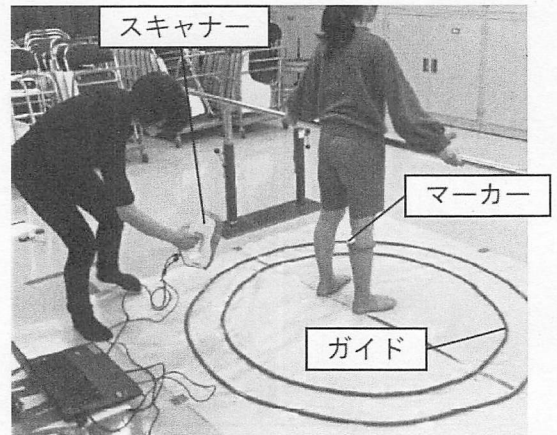


図1 スキャニング方法

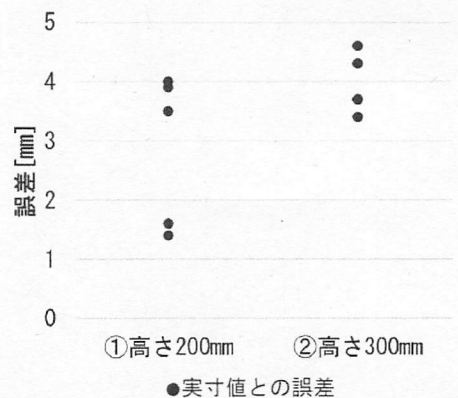


図2 生体実寸値とデータ計測値の誤差

表1 生体と比較した試料

試料名	生体との周径差	
A(基準)	+2.9mm	(+1%)
B(太い)	+13.3mm	(+4%)
C(細い)	-7.5mm	(-2%)
D(最も細い)	-14.4mm	(-4%)

生体の周径: 345mm (高さ300mm位置)

メジャーによる採寸値を生体実寸値として3Dデータの計測値と比較し、最も誤差の小さいデータを採用した。生体実寸値との誤差を図2に示す。ISO<sup>2)</sup>では、3Dスキャナーで下腿最大囲を計測する際の誤差の許容範囲を4mm以下と規定しており、計測ではこれを満たすデータが得られた。さらに生体の実寸値に近づけるために3D CAD(Fusion360: Autodesk社)にて補正を加えたものを試料の基準データとした。

###### ②試料

試料の基準データを基に、3D CAD上にて、3種周径を調整し、3Dプリンター(da Vinci 1.0 Aio: XYZprinting社)にて周径が異なる4種類の試料を製作した。各試料と実験時の生体の周径を表1に示す。

## 2-2. 比較評価実験

### ①実験方法

健常者1名の下腿を比較対象とし、6名の評価者による比較評価を行った。試料の提示は図3の通り、生体と試料が並ぶようにし、かつ試料と大腿部、足部が自然につながって見えるように設置した。また、普段ストッキングを着用する義足使用者を想定し、生体と試料にスキャニング時と同じストッキングを着用した。評価者の観察できる範囲と角度を制限し、背景は単色無地の生地で統一した。

評価手順は、始めに4種類全ての試料をランダムな順序で1回ずつ提示した。提示時間は1種類につき15秒間とし、4種類提示後に評価者からの要望があれば再度提示した。再提示する際には時間や回数を制限せず、評価は提示開始から終了まで何度でも変更可とし、全ての評価が終わり次第終了とした。

### ②評価方法

生体と試料の評価にはVAS及びインタビューを用いた。VASの線の左端が「全く同じ」、右端が「全く異なる」とし、各試料がスケールのどこに位置するかを記入した。「全く異なる」は、評価者間の感覚の相違による影響を排除するため、極端に細いものと太いものの写真を「全く異なる」の基準として提示した。また、評価後に半構造化インタビューを実施し、「なぜ生体と似ていないのか」、「特に着目した部位はあったか」など、VASでは得られない評価者の感覚や、観察の仕方などを確認した。

## 3. 結果

### 3-1. VAS 評価

VAS 評価結果を図4に示す。平均値では、生体と最も似ていると評価された試料は順に、C(細い)、D(最も細い)、A(基準)、B(太い)という結果であった。評価者間のばらつきは大きく、また、平均値の差はC(細い)とD(最も細い)で0.3、D(最も細い)とA(基準)で0.2と明らかな差があるとは言えないが、生体よりも周径の小さい試料が生体と同じに見える傾向にあった。

### 3-2. インタビュー

各試料において、生体と異なる理由について、B(太い)に対して6名中5名が「太い」と回答した。一方、A(基準)C(細い)、D(最も細い)では「太い」と「細い」で回答がばらつき、最も細いD(最も細い)でも「太い」という回答があった。B(太い)は実態の通り太く見えているが、A(基準)、C(細い)、D(最も細い)は、実態とは異なる評価がされた。形状以外に生体と異なる理由については、「色」、「質感」が多かった。

## 4. 考察

今回比較した中では、C(細い)、D(最も細い)が生体と同じに見える傾向と評価される傾向となった。しかし、D(最も細い)は評価値が高値と低値に分かれた。このことから、C(細い)はより生体と似て見え、D(最も細い)は人に



図3 試料の提示方法

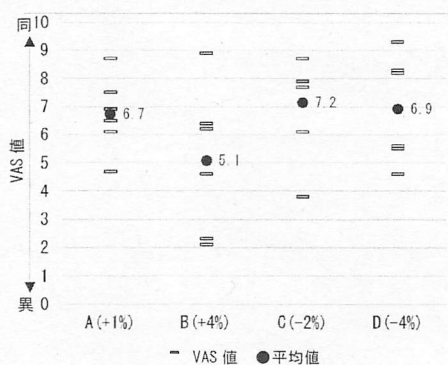


図4 VAS 評価結果

よって意見が分かれ、似て見える境界に近いとも考えられる。B(太い)は実態の通り「太い」評価が多く、生体より太い場合は太いと判断されやすいと考えられる。今回の結果からは、周径が小さい試料の方が生体と同じに見える傾向があると考えられるが、これらは6名の評価者の結果であり、また、インタビューで意見があった色や質感など、形状以外の要因の影響もあると考えられる。

## 5. まとめ

本研究では、健常者の生体とそれを模擬した試料において、生体と同じに見える周径調整量を検証することを目的とし、-4%~+4%の試料を用いて生体との比較評価実験を行った。その結果、生体との周径差+1%(+2.9mm)、+4%(+13.3mm)、-2%(-7.5mm)、-4%(-14.4mm)の4種類の試料の比較では、生体より細い試料が生体と同じに見えるということが確認できた。しかし、最も細い-4%(-14.4mm)でも「太い」という回答もあり、生体と同じに見える周径調整量の特定には至っておらず、更に周径の小さい試料との比較評価を行う必要がある。

本研究は平成29年度国立障害者リハビリテーションセンター学院義肢装具学科卒業研究として行った。

## 参考文献

- 1) 株式会社 OPT HP. Artec 3D. URL: [http://www.opt-techno.com/artec/artec\\_m.html](http://www.opt-techno.com/artec/artec_m.html) (2018年3月20日参照)
- 2) ISO 2010. 3-D scanning methodologies for internationally compatible anthropometric databases. ISO 20685:1-8. 2010.