

身長と歩幅の関係 —大学生の事例から—

Correlation between human height and step length: evidence from undergraduate students

植木岳雪*¹*¹ 帝京科学大学Takeyuki UEKI *¹*¹ Teikyo University of Science

要約： 歩幅は、古くから歩測や歩数計による歩行距離の見積もりなどで使われており、しばしば身長を説明変数とした身長と歩幅の関係式から見積もられている。今回、大学生135名の身長と歩幅を調べたところ、先行研究とは異なり、身長と歩幅の相関が認められないか、外れ値を除くとごく弱い相関にとどまった。これは、もともと身長に対する歩幅の相対値のばらつきが大きいためであり、身長は歩幅の説明変数にならない可能性がある。そのため従来の身長と歩幅の関係式は用いない方が良いと思われる。

I. はじめに

歩測は歩幅を用いて距離を測る測量技術であり、古くは古墳の計量や(岩田, 2010)、江戸時代の伊能忠敬による日本地図の作成(斎藤, 1998)に用いられた。現在でも、測量学の教科書では距離測量の方法として歩測がとりあげられており、1/100~1/200の精度があるとされている(丸安, 1977)。高等学校の授業では、理科地学として歩測とGPS(スマートフォンを含む)やGoogle Earthを用いて地球の大きさを求めたり(埼玉県高等学校理化研究会地学研究委員会, 2017など)、地理歴史科地理として歩測により学校内の地図の作成が行われている(小橋, 2002, 2011など)。また、子ども向けのアウトリーチ活動としては、国土院によって「測量の日」に歩測大会が行われたり、各地の測量設計業協会による学校での歩測による「測量体験学習」が行われている。歩幅は歩測のために必要であるが、一般に自分の身長・体重や足の大きさに比べて、自分の歩幅を知っている人は少ないと思われる。歩幅を簡単に知ることができないかと言うことが、本研究の動機付けとなっている。

日本では、古くから自然歩行による歩幅の測定が行われており(石川, 1925; 大谷, 1933; 阿久津, 1975; Sato and Ishizu, 1990)、年齢、性別、身長、時代、体力・運動能力などによる違いが認

められている(山崎・佐藤, 1990; 中野, 2020)。

従来、個人の歩幅(d)と身長(h)には正の相関があるとされ、それらの回帰式は表1のようである。また、式の導出方法はわからないが、測量学の教科書(佐藤ほか, 1981)では $d=0.26h+0.35$ が示されている。しかし、これらの式では、傾きや縦軸切片には大きな違いがある。さらに、 $d=h-1$ や $d=kh$ (k は定数)という式もよく使われているが(大塚ほか, 1993; 村田ほか, 2014; 歩数計の説明書など)、理学的にこれらを強く支持する定量的なデータはないとされている(Perry, 1992)。そこで、新たに大学生135名から h と d の関係を調べたので、本報告ではその結果をまとめる。

表1 先行研究における歩幅(d)と身長(h)の関係式(単位はm)

先行研究	性別	人数	回帰式	相関係数
翁長ほか(1999)	男子	190	$d=0.38h+0.09$	0.738
	女子	46	$d=0.36h+0.16$	0.754
	男女全体	236	$d=0.26h+0.31$	0.706
清水(2003)	男女全体	75	$d=0.553h-0.217$	0.52
植木(2020)	男子	23	$d=0.76h-0.51$	0.46
	女子	10	$d=0.64h-0.29$	0.50
	全体	33	$d=0.59h-0.22$	0.58

II. 歩幅の測定方法

本報告では、関東地方にあるA大学B学部の2年生、男子99名、女子36名、合計135名を対象とした。学部共通科目の最後20分で、100 mの間尺をコンクリート舗装された道路上に直線的に引き、学生を1人ずつ、日常の歩行と同じ速さで、一定のリズムで間尺に沿って1回だけ歩かせた。100 m歩いた時の歩数を0.5歩単位で記録させ、100 mを歩数で除して、歩幅 (d) を計算させた。そして、歩数、歩幅および身長 (h) を自己申告させた。

III. 結果

図1に、男子、女子、男女全体に分けて、身長 (h) と歩幅 (d) の散布図を示す。また、表2に、hとdの最小値、最大値、平均値と標準偏差を示す。最小二乗法によるhとdの回帰式と相関係数 (r) は、次のようである (単位はm)。

男子 $d = 0.12h + 0.51$ $r = 0.09$
 女子 $d = 0.18h + 0.64$ $r = 0.02$
 男女全体 $d = 0.19h + 0.37$ $r = 0.04$

hとdの相関は、男子、女子、男女全体のいずれにも認められない。すなわち、hとdの関係式には統計学的な意味はないと言える。ただし、男子では $d = 1.82$, $h = 0.40$ および $d = 1.47$, $h = 0.78$ の2名の外れ値を除くと、 $d = 0.31h + 0.19$, $r = 0.22$ となり、女子では $d = 1.74$, $h = 0.40$ の1名の外れ値を除くと $d = 0.32h + 0.16$, $r = 0.38$ となる。男女全体では、それらの3名の外れ値を除くと、 $d = 0.29h + 0.22$, $r = 0.33$ となる。その場合、男子、女子、男女全体いずれにもごく弱い正の相関があることになる。

IV. 議論

中野 (2020) は、人の歩行に関する9本の論文から身長 (h) と歩幅 (d) の平均値を抽出し、hに対するdの相対値は、20歳前後の男子では42.7~43.6%、女子では40.1~46.3%と見積もった。しかし、大学生を個別にみると、dには体力や運動能力のようなh以外の要因が影響するため、hに対するdの相対値は、男子15名では35.5~46.2%、女子111名では28.0~54.8%とばらつきが大きく

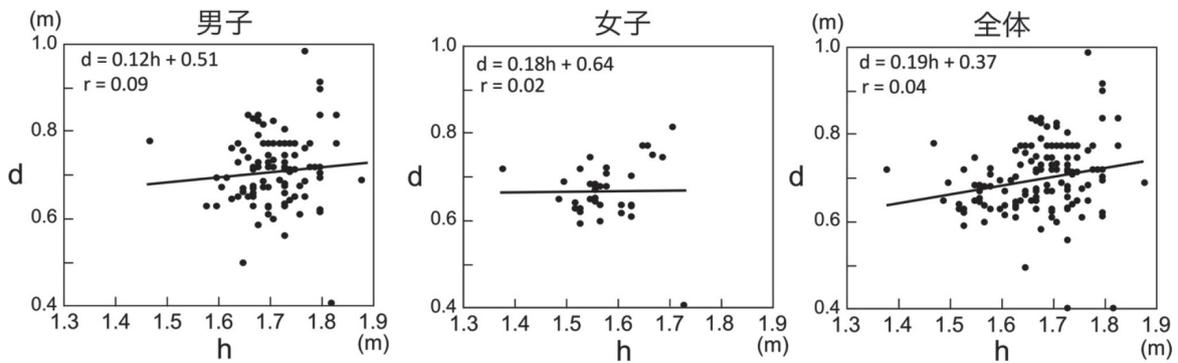


図1 大学生135名の歩幅 (d) と身長 (h) の関係
 最小二乗法によるhとdの回帰式・回帰直線と相関係数 (r) を示す。

表2 大学生135名の歩幅 (d) と身長 (h) に関する統計値

性別	人数	身長				歩幅			
		最小	最大	平均	標準偏差	最小	最大	平均	標準偏差
男子	99	1.47	1.88	1.713	0.062	0.40	0.98	0.708	0.084
女子	36	1.38	1.73	1.579	0.067	0.40	0.81	0.666	0.070
全体	135	1.38	1.88	1.677	0.087	0.40	0.98	0.697	0.082

なるとした。表1のようにhとdの関係式が各研究で異なっていたり、本報告のようにhとdの相関が認められないか、外れ値を除くとごく弱い相関にとどまることは、星川ほか(1971)や中野(2020)のように、hに対するdの相対値が各人でかなり違い、もともとばらつきが大きいと思われる。例えば、本報告の男女全体では、身長163 cmの6名、170 cmの9名、180 cmの8名で、歩幅の最大値と最小値の差がそれぞれ15.2 cm、16.3 cm、29.9 cmもあった。

特に、同じ方法で同じ大学の学生を対象としているにもかかわらず、今回と植木(2020)でhとdの相関の強さに違いが生じたことは、そのことを支持するものである。植木(2020)では、今回よりもdが5~10 cm長く、恣意的に大股で歩いた可能性がある。それは、物理学実験で最小二乗法を使う練習として、学生にhとdに相関を調べさせたため、学生が歩くことを意識しすぎて、通常より大股で歩いたのかもしれない。

hに対するdの相対値のばらつきが大きければ、集団ごとにhとdの関係式が違ったり、相関の有無や強弱が生じることがありうる。従来、hをdの説明変数として、翁長ほか(1998)の $d=0.26h+0.31$ がしばしば用いられてきた(鈴木ほか, 2011; 中嶋ほか, 2016; 楨村ほか, 2021など)。しかし、本報告ではhとdには相関が認められないか、外れ値を除くとごく弱い相関にとどまることことから、hはdの説明変数にならない可能性がある。翁長ほか(1998)などのhはdの関係式は用いない方が良いと思われる。

歩数計メーカーのオムロンヘルスケア株式会社のホームページ

(https://www.faq.healthcare.omron.co.jp/faq/show/4195?site_domain=jp,

<https://www.healthcare.omron.co.jp/resource/column/life/140.html>)には、dの目安として $d=0.45h$ が示されているが、正確なdを知るには10歩歩いた距離を歩数(10)で除するとしている。また、株式会社タニタヘルスリンクのホームページには、2020年4月時点では $d=0.5h$ が示されていたが、現在ではそれが削除されており、10歩歩いた距離からdを求めるとしている。

(<https://tanita.zendesk.com/hc/ja/articles/115015913948>)。これらのホームページでは、hからdを求めるのはあくまでも目安としているので、より正確に10歩歩いた距離からd

を求める方法を推奨することにしたと思われる。

V. おわりに

学校の授業で行う歩測のための基礎調査として、関東地方の大学生135名の身長と歩幅を調べたところ、先行研究とは異なり、身長と歩幅の相関が認められないか、外れ値を除くとごく弱い相関にとどまる結果となった。ただし、本報告の歩測の測定方法は簡易的であり、精度や再現性を議論していないこと、相関の有無について、帰無仮説検定と標本数の検討を行っていないことが限界である。

身長は歩幅の説明変数にならない可能性があることから、翁長ほか(1998)などの従来の身長と歩幅の関係式は用いない方が良いと思われる。その代わり、手間と時間はかかっても、一定の距離を歩いた歩数や一定の歩数の距離から、各自の歩幅を求めることが勧められる。

近年の情報通信技術の発達によって、加速度、角速度、地磁気などのセンサーを内蔵したスマートフォンやタブレットを用いて、歩数、歩幅、進行方向を推定し、直前の位置からの変位で現在位置を決定できるようになった(上坂ほか, 2011; 村田ほか, 2014; 柏木ほか, 2015など)。今後は、学校の授業でもこのような身近なデバイスを用いて、歩幅を用いなくても、距離を求めることができるようになるだろう。

謝辞

2名の匿名査読者の建設的なコメントによって、本報告は大幅に改善された。ここに深く感謝いたします。

参考文献

- 阿久津邦男(1975)『歩行の科学：運動不足克服のために』東京、不昧堂出版。
- 星川 保・宮下充正・松井秀治(1971)「歩及び走における歩幅と歩数に関する研究 各種速度における歩巾と歩数の関係」、『体育学研究』16, 157-162。
- 石川知福(1925)「自然歩行に関する統計的研究」、『労働科学研究』2, 571-583。
- 岩田重雄(2010)「日本における古墳の長さの計量単位」、『計量史研究』32, 11-27。
- 上坂大輔・村松茂樹・岩本健嗣・横山浩之(2011)「手に保持されたセンサを用いた歩行者向け

- デッドレコニング手法の提案」『情報処理学会論文誌』52, 558-570.
- 柏本幸俊・荒川 豊・安本慶一 (2015) 「デッドレコニングの高精度化に向けた超音波による歩幅推定法」. 『電子情報通信学会技術研究報告』114, 253-258.
- 小橋拓司 (2002) 「校内調査を活かした地理授業」. 『兵庫地理』56, 79-86.
- 小橋拓司 (2011) 「地理的技能の育成をめざす高校地理授業：地形実体視を活用して」. 『立命館地理学』14, 75-83.
- 槇村明紘・池田智哉・高田佳吾・正畑智徳・中道上 (2021) 「ソーシャルディスタンスの個人差の検証と新たな実践の検討」. 『電子情報通信学会 情報・システムソサイエティ特別企画 ジュニア&学生ポスターセッション予稿集』150.
- 丸安隆和 (1977) 『新版測量学 (上)』東京, コロナ社.
- 村田雄哉・梶 克彦・廣井 慧・河口信夫 (2014) 「歩行者自律測位における行動センシング知識の利用」. 『情報処理学会シンポジウムシリーズ (CD-ROM)』2014, 1614-1619.
- 中嶋大喜・村田 伸・飯田康平・井内敏揮・鈴木景太・中島 彩・中村 葵・白岩加代子・安彦鉄平・阿波邦彦・窓場勝之・堀江 淳 (2016) 「活動的な高齢者の5m最速歩行時間と身体・認知・精神機能との関連」. 『ヘルスプロモーション理学療法研究』6, 111-116.
- 中野裕史 (2020) 「大学1年生における歩幅と体力・運動能力の関係」. 『中村学園大学・中村学園大学短期大学部研究紀要』52, 249-253.
- 翁長謙良・吉永安俊・趙 廷寧 (1998) 「身長と歩幅の相関に関する一考察：学生の歩測の事例から」. 『琉球大学農学部学術報告』45, 149-155.
- 大谷武一 (1933) 「自然歩の研究」. 『体育研究』1, 713-724.
- 大塚貴子・波多野義郎・小林央幸 (1993) 「高齢者の歩行速度を規定する要因について」. 『ウォーキングと歩数の科学』東京, 不昧堂出版, 59-63.
- Perry, J. (1992) 『Gait Analysis: Normal and Pathological Function』New Jersey, SLACK Incorporated.
- 埼玉県高等学校理化研究会地学研究委員会 (2017) 「埼玉から地学 地球惑星科学実習帳」. さいたま.
- 斎藤国治 (1998) 「伊能忠敬の歩幅」. 『天界』79, 532-534.
- Sato, H. and Ishizu, K. (1990) 「Gait patterns of Japanese pedestrians」. 『Journal of Human Ergology』19, 13-22.
- 佐藤俊郎・岸塚正昭・小野耕平・駒村正治・中村好男 (1981) 『測量要論』東京, 共立出版.
- 清水啓司 (2003) 「「歩行実習」の取り組み - 身体特性と歩幅の相関・学生報告課題の評価 -」. 『奈良産業大学紀要』19, 39-55.
- 鈴木明宏・石井賢治・永富良一 (2011) 「腰部身体加速度を用いた歩行速度・歩幅推定法 - ウォーキング及びノルディックウォーキング -」. 『生体医工学』49, 957-961.
- 植木岳雪 (2020) 「大学生の歩幅と身長の関係式」. 『千葉科学大学教職学芸員センター通信』7, 36-39.
- 山崎昌廣・佐藤陽彦 (1990) 「ヒトの歩行 - 歩幅, 歩調, 速度およびエネルギー代謝の観点から -」. 『人類学雑誌』98, 385-401.