

高齢者の歩行動作特性

柳 川 和 優*

人口の高齢化が急速に進展しつつある我が国において、高齢者の健康問題に対する関心は高まってきている。歩行が思うに任せない状態では生活の質 (quality of life: QOL) を確保することは困難である。高齢社会を迎えた今日、高齢者が自立した日常生活動作 (activities of daily living: ADL) を行うためには、余裕のある歩行能力は必須なものであろう。しかしながら、Riffle (1982) は、重度の傷害をもたらすような転倒の発生率は加齢と共に増加することを報告している。したがって、高齢者が健康的な日常生活を送るためには、基本的な移動動作である歩行能力を維持することが重要な課題であると考えられる。この様な状況を背景とし、本研究集会では、高齢者の歩行動作特性について概説した。具体的には、学位論文「高齢者の歩行動作の特質に関する基礎的研究」の内容を紹介し、その後、高齢者の歩行研究に関するレビューを行った。

■高齢者の歩行動作の特質に関する基礎的研究

加齢に伴い歩行能力は衰えると言われているが、そのことを示す多くの報告がある。自由歩行時における高齢者の歩容の特徴を示す以下の報告は、すべて若年者との比較により得られたものである。ステップ長、歩調、速度の減少 (山岸と徳田 1975, 徳田 1977, 高見と福井 1987, 伊東ら 1989, Kaneko et al. 1990, 1991), 両脚支持時間の増大 (山岸と徳田 1975, 徳田 1977, 高見と福井 1987, Ferrandez et al. 1990, Kaneko et al. 1990, 1991), 歩隔の増大 (高見と福井 1987, Kaneko et al. 1990), 爪先開き角の増大 (Murrey et al. 1964), 足指の遊脚期における挙上の減少 (Kaneko et al. 1991), 股関節開脚角度の減少 (Murrey et al. 1969), スイング期の膝関節屈曲角度の減少 (Murrey et al. 1969), 踵着地時における足関節背屈

* 広島経済大学経済学部教授

程度の減少（渡部ら 1992）、上体の上下動の減少（Murrey et al. 1969）、上体の左右動の増加（Murrey et al. 1969）、骨盤の回転の減少（Murrey et al. 1969）、肩の前方への揺れと肘の後方への伸びの減少（Murrey et al. 1969）、上肢の運動範囲の減少（徳田 1977）などである。また、歩行速度は60歳頃から急速に低下し（Himann et al. 1988, Kaneko et al. 1991）、その原因が主としてステップ長の減少にある（Nagasaki et al. 1996）ことが報告されている。

ところで、Ferrandez et al. (1990) は、ストライド長が短く両脚支持時間が長いという高齢者の歩行特性は若年者における遅歩行においても観察されるので、歩行速度を考慮に入れるならば若年者と同じであると報告している。このことは、若年者と高齢者の歩行動作の差異は、歩行速度の違いのみに起因する可能性があることを示している。したがって、歩行速度に因らない高齢者の歩行動作の特徴を明らかにするためには、自由歩行での比較のみならず同一速度歩行における比較も検討する必要がある。このことに考慮した岡田と阿江（1999）は、若年者と高齢者では同じ歩行速度で歩いた場合にも速度決定因子や下肢関節角度に違いがみられることを示した。しかしながら、同一速度歩行における両群間の定量的な比較は行っていない。

若年者と高齢者の歩行を同一速度で比較する場合、実験室におけるトレッドミルにおいて、速度を規定して行うことが考えられる。しかしながら、同じ歩行速度でもトレッドミル歩行の方が床歩行よりもステップ長は短くなり、歩調は多くなる（Murrey et al. 1985）。また、高齢者はバランス機能が低下（伊東ら 1990）しており、若年者と比較してトレッドミル上での歩行が困難である場合が多い。したがって、トレッドミル歩行は適当ではない。以上のことにより、両群において歩行速度の範囲を区切った同一速度歩行での歩容の比較が望ましいと判断した。なお、若年者と高齢者において歩行速度の範囲を区切った同一速度歩行で歩容を比較した報告は見あたらない。

そこで本研究では、高齢者の歩行運動プログラム作成の基礎資料を得るために、高齢者の歩行動作の特徴を明らかにするとともに、歩容を示す歩行スピード、ステップ長、歩調の簡便な推定法を確立することを目的とした。第1章では、キネマティックスの観点から、また、第2章では、筋放電パターンの観点から歩行速度に因らない高齢者における歩行動作の特徴を明らかにする。さらに、第3章では、歩行基礎3変数とも言える歩行スピード、ステップ長、歩調を簡便に推定するための方法を提案する。

第1章では、キネマティックスの観点から、加齢に伴う歩行動作の変化のうち歩行速度に因らない年齢依存の変数を抽出することができた。さらに、遅歩行から速歩行までに共通してみられる高齢者の歩行動作の特徴を明らかにすることができた。すなわち高齢者は、ステップ長と歩行比が小さく、スイング速度が遅く、踵着地時に爪先の挙上が少なく（足関節の背屈程度が小さく）、膝関節の動作域が小さく、体幹をあまり動かさずに歩いていることが示された。また、若年者は歩行速度の増減をステップ長と歩調の両方で調節するのに対し、高齢者は主に歩調で調節することが示唆され、歩行速度にかかわらず高齢者は踵着地時に爪先の挙上が少ないことが示された。さらには、高齢者の歩調、踵着地時の足関節角度において個人間のばらつきが極端に大きくなることが明かとなった。

第2章では、筋放電パターンの観点から歩行速度に因らない高齢者における歩行動作の特徴を明らかにした。すなわち、高齢者の歩行中における下肢筋群放電パターンの特徴として、①筋放電時間が長いこと、②筋放電の振幅最大値と iEMG が大きいこと、③遊脚期における前脛骨筋のピークが早いことが示された。高齢者は筋力やバランス機能等が低下しており、歩行時には上手にバランスを取らなければ転倒してしまう。転倒を防ぐためには適度の関節固定が必要であり、そのために個々の筋活動が増大すると共に、拮抗筋の co-contraction が引き起こされるものと推察された。また、高齢者の遊脚期における前脛骨筋の筋放電ピーク出現時の相対的時間が若年者よりも早く筋活動が大きい原因は、足関節可動域が小さく歩隔が大きいことに加え、反対脚の着地衝撃に対する身体のバランス保持のために早期に足関節の固定が必要になるためではないかと推察された。

第3章では、高齢者の歩行能力を簡便に推定するための方法を提案した。歩行中の床反力解析から得られた立脚時間と画像解析から得られた歩行スピード、ステップ長、歩調の関係を明らかにし、推定式を作成した。この推定式をあらかじめ解析プログラム内にコード化しておくことにより、圧力板上を歩くだけで歩行スピード、ステップ長、歩調が容易にかつ瞬時に推定できる。このことは、高齢者の歩行能力を簡便に評価する上で非常に有用であると思われる。さらには、リハビリテーション医学、理学療法等に利用可能である。

■高齢者の歩行研究に関するレビュー

第一に、高齢者歩行の特徴について概説した。

まず、時間距離因子からみた高齢者歩行の特徴について、多くの研究者が共通して指摘していることは、次の点である。歩行速度の減少、歩幅の減少、相対的両脚

支持期の延長，歩調の減少，歩隔の増大，歩向角の増大，ストライド時間の延長，単脚支持期の短縮などである。

次に，運動学的因子からみた高齢者歩行の特徴について，多くの研究者が共通して指摘していることは，次の点である。足関節角度（運動角）の減少，着地前爪先高の低下，体幹の前傾，股関節および膝関節運動角の減少，蹴り出し時の股関節および膝関節角度の減少，着地時の股関節および膝関節角度の減少，肘関節屈曲角度の増大，上肢の運動範囲の減少などである。

さらに，動力学およびエネルギー論的因子からみた高齢者歩行の特徴について，多くの研究者が共通して指摘していることは，次の点である。地面反力垂直成分の波形に変化（立脚中期の谷が浅くなる）が見られる，下肢関節モーメントのピーク値に変化が見られる，足関節の正の力学的仕事量に変化が見られる，高齢者は至適速度以外の速度でエネルギー効率が著しく低下するなどである。

第二に，体力要素と歩行速度の関係について概説した。

加齢に伴う歩行能力低下の主な要因は，大腰筋の筋量の減少（金ら 2000，金ら 2001），膝伸展筋力の低下（伊東ら 1985，淵本ら 1999，福永 2000，金ら 2000），足底屈・足背屈筋力の低下（Vandervoort and McComas 1986，淵本ら 1999，福永 2000），バランス機能の低下（伊東ら 1990），および下肢の関節可動域の低下（James and Parker 1989，形本ら 2000）などが報告されており，これらが複合的に絡み合ったものであると考えられる。その他の要因として，実証されているとは言い難いが，視覚の感受性の低下（Sekuler et al. 1980）や脳幹もしくは脊髄に存在すると考えられている歩行を誘発する中枢パターン発生器（Rossignol 1996，中澤 1999）を含めた神経-筋系の機能低下（橋詰 2002）が歩行能力低下に関わっている可能性も否定できない。若年者を基準と考えるならば，高齢者の歩行動作の特徴はこれらの身体機能低下に起因すると考えられる。

東京都老人総合研究所が517名の地域高齢者を縦断的に調査した結果によれば，高齢者の身体機能，健康度，平均余命などを総合的に最もよく代表する指標は歩行速度であった（Furuna et al. 1998）。すなわち，自由歩行スピードが比較的速いほど，身体機能が高い高齢者であることを意味している。

第三に，歩行能力改善のための方策について概説した。

加齢に伴う歩行能力低下の主な要因は，前述の通り，筋力の低下，バランス機能，関節可動域の低下などが報告されており，これらが複合的に絡み合ったものであると考えられる。観点を変えて見るならば，大腰筋や下肢の筋力，バランス機能，関節可動域などが向上すれば歩行能力の改善が期待できるということである。

一方、意識的な歩行運動そのものをトレーニング手段として歩行能力を高める方策も考えられる。金子（1999）は、高齢者の「意識歩行」による歩行運動の変化について次のように報告している。「歩行の速度を速くする」か「歩幅を広くする」意識歩行では、どちらもキック力が強くはたつき、下肢の関節可動域が増大して歩幅の大きい歩行となるので、足腰をきたえて歩行能力を高めることが期待できる。また、渡部（1999）は、高齢者の歩行運動の特徴といわれる歩幅が狭いこと、着地時の足関節の背屈が少ないこと、体幹部の前屈姿勢、などの特徴を改善するための訓練方法として、足底部の圧力中心点の移動軌跡をイメージして歩く「足圧認識歩行」を提案している。

以上の2つの方策、すなわち、①筋力やバランス機能などの体力向上が期待できるトレーニングの実践、②「歩幅を広くする」、「足圧を認識する」などの意識的な歩行運動の実践、が歩行能力を維持・向上させるためには重要であると考えられる。高齢者の歩行能力を客観的に評価し、それに応じた運動プログラムが作成できたならば、歩行研究に携わる者としてこの上ない喜びである。

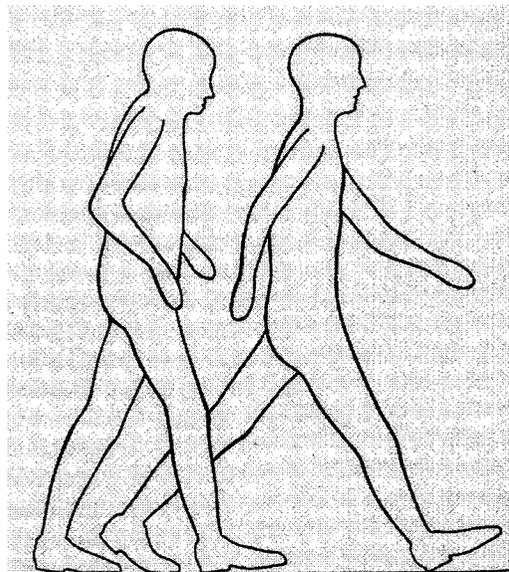


図1 高齢者と若年者の歩行