

氏名(本籍)	おか だ ひで たか 岡 田 英 孝 (広 島 県)		
学位の種類	博 士 (体育科学)		
学位記番号	博 乙 第 1725 号		
学位授与年月日	平成13年3月23日		
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当		
審査研究科	体育科学研究科		
学位論文題目	男性高齢者の移動運動に関するバイオメカニクス的研究		
主査	筑波大学教授	教育学博士	阿 江 通 良
副査	筑波大学教授	理学博士	岡 田 守 彦
副査	筑波大学教授	医学博士	高 松 薫
副査	筑波大学講師	博士(学術)	藤 井 範 久
副査	筑波大学教授	医学博士	吉 岡 博 英

## 論 文 の 内 容 の 要 旨

### 1. 研究の背景および目的

近年、わが国では、社会の高齢化が急速に進み、身体の機能が著しく低下し、自立した生活を営むことが困難な高齢者の増大が、高齢社会のもっとも深刻な問題の1つとして取り上げられるようになった。“健やかな長寿”のために、老年期のスポーツ活動の在り方、高齢者の体力、姿勢、動作に関する体育科学的研究の重要性はますます高まると考えられる。

これまでの体育科学における高齢者に関する研究は、生理学的あるいは体力学的な観点から身体諸機能を明らかにするといったものが多い。しかし、これらの身体諸機能の多くは実際の生活、生存の場における身体の動作となって現れるため、身体の動作のバイオメカニクス的研究も重要である。特に、移動能力は日常生活だけでなく、体育・スポーツの場における安全性や予備力にも大きく関わる能力の1つである。したがって、高齢者の移動運動における身体の動作や下肢関節における力発揮の特徴を知ることが、高齢者の移動能力低下の原因を明らかにし、高齢者の自立した生活やより質の高い生活を支援する事情を提供することができると考えられる。

本研究の目的は、男性高齢者の移動運動(歩、走)をバイオメカニクス的に分析し、その下肢動作の特徴を明らかにすることである。

### 2. 研究課題および方法

本研究の目的を達成するために、以下に示す4つの研究課題を設定した。

研究課題1：日本人高齢者の身体部分慣性係数を数学モデル法により計測し、その推定式を作成する。

身体運動のバイオメカニクス的研究では、質量、質量中心位置、慣性モーメントなどの身体部分の慣性特性に関する情報が必要である。しかし、日本人高齢者については、数体の屍体についての報告があるのみである。本研究では、62～86歳の高齢男性90名と61～83歳の高齢女性89名を被験者とし、数学モデル(積層楕円板近似モデル)を用いて、身体部分慣性係数を計測しステップワイズ重回帰分析を用いて身体部分慣性係数の推定式を作成した。

研究課題2：男性高齢者の歩行動作のバイオメカニクスの特徴を青年と比較することにより明らかにする。

61～86歳の高齢男性25名と22～28歳の青年12名を被験者とし、高速度VTRカメラを用いて被験者の4種類の速度での歩行動作（緩歩、自由歩行、速歩、最大速度歩行）を2次元的に計測し、同時にフォースプラットフォームにより支持期の右足に作用する地面反力を測定した。被験者の身体を剛体リンクモデルにモデル化し、研究課題1で得られた身体部分慣性係数を用いて、逆動力学的分析により身体のkinematicsおよびkineticsを算出した。歩行速度を歩行動作に強い影響を持つ要因としてとらえ、男性高齢者と青年における各パラメータの有意差検定には、歩行速度を共変量とする共分散分析（ANCOVA）を用いた。

研究課題3：男性高齢者の走動作のバイオメカニクスの特徴を青年と比較することにより明らかにする。

これまで、高齢者の走動作の研究はマスターズ選手のkinematicsについて行われているのみであり、一般の高齢者についてやkineticsについての報告はほとんどない。本研究では、研究課題2と同様の方法を用いて、3種類の速度での走動作（低い速度での走動作、中程度の速度での走動作、高い速度での走動作）を分析した。

研究課題4：研究課題2および3で得られた結果を移動速度の大きさに着目して比較し、男性高齢者の移動運動における下肢動作の特徴をバイオメカニクス的に明らかにする。

本研究では、男性高齢者と青年のそれぞれについて移動速度と各パラメータの関係を検討し、両者の相違について考察した。

### 3. 研究成果

本研究で得られた成果をまとめると、以下のようになる。

- (1) 日本人高齢者の身体部分慣性係数は日本人高齢者と日本人青年、日本人高齢男性と日本人高齢女性、日本人高齢女性、日本人高齢者とカナダ人（白人）高齢者では、いずれも異なることがわかった。また、推定式から得られた慣性係数は実測値との相関も高く、十分に実用に耐えられるものと考えられた。
- (2) 男性高齢者の歩および走動作の特徴は、短いステップ長、前かがみの姿勢、支持期の足関節動作の減少、支持期における足関節のパワーの低下、力学的エネルギー利用の有効性の低下などにみられた。
- (3) 歩および走動作においては、男性高齢者では支持期後半における足関節の正のパワーの顕著な低下によりステップ長の減少が生じ、足関節のパワーの低下を補うために股関節および膝関節のパワーを増してステップ頻度を増大させていた。その結果、足関節の貢献度が小さく、膝関節と股関節の貢献度が大きかった。
- (4) 男性高齢者では、速歩に近い移動速度（本研究では1.47m/s）以上で力学的エネルギー利用の有効性が青年よりも低く、同程度の速度の移動においても身体への負担が大きいと考えられる。したがって、男性高齢者の移動能力の低下はトルクやパワーの発揮能力の低下に加え、力学的エネルギー利用の有効性の低下にも影響を受けると考えられる。
- (5) 男性高齢者の移動能力維持のための示唆として、以下のものがあげられよう。
  - ①歩行動作や日常の動作のなかで足関節底屈筋群の筋力やパワーを維持することが必要である。
  - ②移動運動における男性高齢者の足関節パワーの低下は関節角速度の低下や動作範囲の減少にも関連しているため、ストレッチ、PNFなどにより足関節周りの筋の柔軟性を高め、足関節の底屈可動域を維持することが重要である。
  - ③膝関節伸筋群および屈曲筋群のエネルギー吸収機能、股関節伸筋群および屈曲筋群のエネルギー発生機能は足関節底屈機能を補償する役割を担っているため、これらの機能も維持することが重要である。
  - ④力学的エネルギー利用の有効性を高めるために、身体部分間の力学的エネルギーの伝達が巧く行えるような歩や走における合理的な動き方（技術）を身につけておくことが重要である。

以上のように、男性高齢者の移動運動（歩および走）における下肢動作のバイオメカニクスの特徴を明らかにすることができ、男性高齢者の移動能力維持のためのいくつかの示唆が引き出せた。

## 審査の結果の要旨

本論文は、男性高齢者の歩行および走動作をバイオメカニクス的手法（VTR撮影法およびフォースプラットフォーム法）を用いて分析し、その下肢動作の特徴を明らかにしたものであり、得られた知見は加齢のバイオメカニクス的研究に大いに貢献すると考えられる。

論文では、男女高齢者の身体部分慣性係数を数学モデルにより計測し、その推定式を作成し分析に用いることにより、高齢者の歩行および走における移動速度への対応が青年とは異なり、ステップ頻度優位であること、男性高齢者の移動運動における下肢の関節トルク、パワーなどの動的な出力を計測し、足関節の力学的機能が加齢に最も大きな影響をうけること、足関節機能の低下を股および膝関節が補償していることを明らかにした。

審査では、身体部分慣性係数の計測法、加齢による筋力低下や骨の変形などに伴う身体姿勢の影響、高齢者にとって合理的な動作に関する解釈などについては今後検討すべき点のあることが指摘された。しかし、男性高齢者の移動運動をバイオメカニクス的に詳細に分析し、記述して貴重な資料を提示していること、移動速度をパラメータにして歩行と走動作を統一的に扱い、青年との比較により男性高齢者の下肢動作の特徴を明らかにしたことなどに本論文の価値があると評価された。

よって、著者は博士（体育科学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。