

リズムダンス活動が高齢者の体力特性に及ぼす影響

The influence that rhythm dance activity gives to physical strength properties of the elderly people

岸本卓也¹⁾・春日晃章²⁾・竹本康史³⁾

Takuya KISHIMOTO¹⁾, Kosho KASUGA²⁾ and Yasuhumi TAKEMOTO³⁾

1) 岐阜大学大学院教育学研究科

Graduate School of Education, Gifu University

2) 岐阜大学教育学部保健体育講座

Department of Physical Education, Faculty of Education, Gifu University

3) 岐阜聖徳学園大学教育学部保健体育講座

Department of Physical Education, Faculty of Education, Gifu Shotoku Gakuen University

キーワード：高齢者，リズムダンス活動，体力特性

Key words：elderly people, rhythm dance activities, physical strength characteristics

I 緒言

平成26年版高齢社会白書¹⁾によると、65歳以上の高齢者人口は、過去最高の3,190万人、総人口を占める割合(高齢化率)も25.1%と高齢化が急速に進展し、高齢者人口が急増している。生涯を通して少しでも長く健康を維持していくことが現代の大きな課題の一つとなっている。宮口ら²⁾は、日常生活における身体活動量は加齢と共に減少傾向にあり、身体の器官や組織も運動不足などの影響が加わり、急激にその機能が低下すると述べている。福永ら³⁾は、高齢期における身体諸機能の低下が骨粗鬆症や腰痛などの疾患を誘発し、寝たきり老人などの現象を引き起こしていると報告している。花岡ら⁴⁾は、運動・スポーツ活動への参加により、日常生活における身体活動量、運動量を増加させることで、高齢者の生活自立能力の維持・増進に有効であることを示唆している。朴ら⁵⁾は、日常生活での中高齢者の身体活動の増加は筋力強化だけではなく、心血管系機能や骨粗鬆症などの疾患発病リスクを抑制することに繋がると報告している。上述のようにこれまで多くの研究者によって、高齢者の自立した生活に必要な基礎体力の維持・増進の研究が進められ、習慣的な運動・スポーツ活動が有効であることが明らかにされてきた。

また一方で急速な高齢化に伴い地方自治体では、介護保険給付費や老人医療費が年々増加し、財政調整が難しくなっている現状がある。そのため地域では、地域住民を主体とした多くの取り組みを行い、高齢者の体力や運動習慣の向上を積極的に支援することで健康維持を促し医療費や保険費、介護費の節減に繋げている地域も存在する。しかしながら、その高齢者の体力の維持・増進を目指す健康教室やスポーツ活動の運動内容としては、高齢者でも無理せず行える動きを組み合わせた運動プログラムや、持久力・筋力を高めるためのトレーニング性のものが多い。リズムダンス活動を継続的に行い、高齢者の体力特性を検討したものは少ない。村田ら⁶⁾は、リズムダンスの特性は、「リズムにのって踊る楽しさ」と「リズムを共有して他者と交流して踊る楽しさ」の2つに集約されると述べている。草薙ら⁷⁾は、リズムに合わせての運動は、高齢者にとって「受け入れやすい事、身体・精神的にも心地よいこと」であり、運動をすることの苦痛を取り除き、身体・精神的機能を復活させる効果があったと報告している。これらのようにリズムダンス活動は、運動特性やリハビリテーションの面で効果

が報告されていることが多く、その活動自体が高齢者の体力維持に与える影響や効果を検討した研究は少ない。

そこで本研究では、ダンス教室へ通う女性高齢者について、定期的なリズムダンス活動が高齢者の体力特性に与える影響を分析し、年代別に比較することで体力の維持にいかなる効果があるのかを検討することを目的とした。

II 研究方法

1) 対象

対象は、平成26年5月に岐阜県多治見市が一般高齢者の健康づくりプロジェクトとして一般募集の中から結成したヒップホップダンスユニット「TGK48」(T=Tajimi・G=Genki・K=Koureisya 48)に所属する60～79歳の女性高齢者38名であった。練習は週1回、約2時間程度行い、定期的にイベントやコンサート、試合のハーフタイムショーなどで練習の成果を発表している。対象の内訳は、60～64歳が6名、65～69歳が17名、70歳代(70～79歳)が15名であった。

また一般女性高齢者との比較分析のため岐阜県多治見市が企画している桔梗大学(生涯学習講座)に通う70歳代の女性高齢者28名の体力特性も測定した。なお60歳代の一般女性高齢者は、対象が少なかったため比較分析は行わなかった。

2) 体力測定

実施した体力測定項目は、6項目(長座体前屈、立位ステッピング、握力、全身反応時間、脚筋力、棒上ジグザグ歩行テスト)であった。

上肢の筋力には握力を、下肢の筋力には脚筋力を選択した。握力の測定に関しては、竹井機器社製のデジタル握力計を用いて行った。脚筋力の測定方法に関しては、片脚用筋力測定台に膝を垂直に曲げて腰掛け、利き足の足首にワイヤーが連結してあるベルトを通したのち、合図と同時に前方へ伸展させワイヤーの張力を竹井機器社製のケーブルテンションメーターによって計測し、2回測定した値の最大値を分析値とした。

動的バランス能力の計測には、棒上ジグザグ歩行テストを選択した。測定は、春日ら⁹⁾が開発した測定器具を用いて行った。この測定器具は、棒状の板(全長125cm、高さ3cm、幅2, 3, 4, 5, 6cm)を同じ幅同士で繋げたものを1ブロックとし、それらを幅広のものから順にジグザグに5ブロック繋げたものを使用した。測定器具は25cmごとに区切られ、各領域には、1～50までの点数が記載されている。(スタートである6cm幅の最初の領域には1、最も狭い2cm幅の最後の領域は50)得点については、各領域に到達するごとに1点ずつ加算される。バランスを崩し床に足がついた時点で、最後に器具の上に残っていた足の領域の点数を得点とした。残っている足が2つの領域をまたいでいた場合は、高い方の領域の点数を得点とした。対象者には器具の上を裸足で歩行させ、2回測定した値の最大値を分析値とした。

立位ステッピングに関しては、竹井機器社製STEPPING TESTER(T.K.K.5301)を用い、5秒間のステッピング回数を測定し、1回測定した値を分析値とした。全身反応時間に関しては、竹井機器社製REACTION(T.K.K.5408)を用い、光刺激による跳躍反応時間を5回測定し、最大値および最小値を除く3回の平均値を分析値とした。

3) 解析方法

年齢群で加齢に伴う体力低下を明らかにするために体力測定値を、60～64歳、65歳～69歳、70歳代の3群に分け、各測定に関する年齢群間の比較は、一元配置の分散分析を適用した。有意な差が認められた場合、その後Tukeyの多重比較法により群間の差の検定を行った。なお、本研究の統計的有意

水準は全て5%未満とした。

またTGK48に所属する女性高齢者と多治見市の一般女性高齢者の体力特性を比較するため体力測定結果に対して2群の平均値の差の検定(t検定)を行った。比較対象は、桔梗大学(生涯学習講座)に通う中で、比較するのに十分な人数がいた70歳代の一般女性高齢者とTGK48に所属する70歳代の女性高齢者で行った。

III 結果

体力測定の各項目における平均値および標準偏差は表1に示した。一元配置分散分析の結果、若干の加齢に伴う低下傾向は認められるものの有意な低下は認められなかった。

表1 体力測定結果および一元配置分散分析の結果

測定項目/年齢		60~64歳 Mean±SD	65~69歳 Mean±SD	70歳代 Mean±SD	F値	P値	
長座体前屈	(cm)	39.4±12.1	39.4±6.5	38.0±6.9	0.17	0.85	n. s.
立位ステップング	(回)	42.7±6.0	39.3±3.7	37.7±3.6	3.19	0.05	n. s.
握力	(kg)	26.8±2.8	24.0±4.7	25.0±3.4	1.09	0.35	n. s.
全身反応時間	(秒)	0.363±0.032	0.393±0.035	0.399±0.041	2.08	0.14	n. s.
脚筋力	(kg)	18.5±3.4	19.9±3.9	17.4±3.4	2.03	0.15	n. s.
棒上ジグザグ歩行テスト	(点)	24.7±10.3	18.9±9.5	16.8±10.1	1.37	0.27	n. s.

注) n. s. : non significant

表2にTGK48に所属する女性高齢者(70歳代)と一般の多治見市女性高齢者(70歳代)の体力測定平均値の比較を示した。分析の結果、全ての項目においてTGK48に所属する女性高齢者の体力水準が有意に高かった。

表2 TGK48所属の女性高齢者と一般の多治見市女性高齢者との体力測定平均値比較(70歳代)

	TGK48所属の女性高齢者 (70歳代)	一般の多治見市女性高齢者 (70歳代)	P値 (片側検定)	t値	効果量 (d)
長座体前屈 (cm)	38.0	32.9	0.0238 *	1.980	0.580
立位ステップング (回)	37.7	30.4	0.0000 **	6.245	1.986
握力 (kg)	25.0	22.6	0.0134 *	2.214	0.701
全身反応時間 (秒)	0.399	0.456	0.0001 **	3.720	-1.100
脚筋力 (kg)	16.8	14.3	0.0030 **	2.744	0.863

注) 一般の多治見市女性高齢者の測定時に棒上ジグザグ歩行テストは実施していないため比較対象にしていない。

*: P<0.05 ** : P<0.01

IV 考察

本研究では、ダンス教室へ通う60~79歳の女性高齢者について定期的なリズムダンス活動が高齢者の体力特性に与える影響を分析し、年代別に比較することで体力の維持にいかなる効果があるのかを検討した。

高齢者の柔軟性について樋口ら⁹⁾は、男性よりも女性は、世代推移における長座体前屈距離の顕著な低下は見られないと報告している。南¹⁰⁾は、開脚機能において、体前屈は男女とも加齢と共に徐々

に低下すると述べている。また加藤ら¹¹⁾は、中高齢者を対象に週3回以上の頻度で12週間の柔軟性トレーニングを行ったところ、長座体前屈の記録は増加傾向が見られたが、統計的有意差はなかったと報告している。本研究では、加齢に伴い若干の数値の低下傾向は認められるものの有意な低下は認められなかった。これらのことから先行研究と同様な結果が得られると共にリズムダンス活動における継続的な全身運動が加齢による柔軟性の低下を防いでいる可能性があるかと推察された。

高齢者の筋機能について大塚ら¹²⁾は、60歳以上の健常高齢者の握力正常値を求め、運動群でも握力は年齢と共に減少する傾向があったと報告している。佐藤ら¹³⁾は、20代若年群と60代高齢群の握力平均を比較したところ60代高齢群のみ利き手の握力だけは下回り、高齢群においては加齢における筋力低下が生じていると示している。さらに村木ら¹⁴⁾は、女性は50歳代から握力が既に低下してきており、下肢筋力も60歳代より低下がみられたと報告している。本研究の体力測定では、60歳代と70歳代で有意な低下は認められなかった。これらのことから先行研究と同様に加齢と共に体力低下は認められると示唆された。

高齢者のバランス能力について宅島ら¹⁵⁾は、60歳代と70歳代女性の体力テストの結果、個人差はあるものの70歳を過ぎると開眼でのバランス力においても低下することを示している。また臼田ら¹⁶⁾は、60歳以上の女性健常高齢者において静的立位時重心動揺は年齢との関連性は認められなかったが、機能的バランス能力の結果(FRT)は、加齢に伴う有意な低下が認められたと報告している。しかし、本研究の体力測定では、加齢に伴う有意な低下は認められなかった。リズムダンス活動では、音楽に合わせて全身運動をするため自分の体をコントロールすることが大切である。その動きを継続的に行う中で自分の体の軸を意識しながら運動をすることが多くなる。これらのことが高齢期におけるバランス感覚の保持に役立っているのではないかと推察された。

高齢者における神経系の敏捷性機能について南¹⁰⁾は、筋機能は加齢と共に顕著に低下していくが、瞬発力の低下は筋力の低下よりも大きい。また全身反応に関わる神経機能は、低下が大きいと示している。出村¹⁷⁾は、筋力の中でも、速筋繊維の加齢に伴う萎縮は顕著であり、筋力低下と密接に関係していると報告している。春日ら¹⁸⁾は、高齢者の体力診断テストの結果から高齢者の四肢の敏捷性、全身反応性及び平衡性因子に加齢に伴う有意な低下が認められたため、高齢期の敏捷性及び平衡性は著しく低下すると報告している。しかし、本研究の体力測定では、若干の数値の低下はあるが先行研究とは異なり加齢に伴う有意な低下は認められなかった。

またTGK48の60歳代と70歳代の体力特性について全国平均値のある長座体前屈、立位ステップング、握力、全身反応時間の4項目での比較を表3に示した。長座体前屈と握力といった柔軟性と筋力機能は、年相応な平均値であった。しかし、立位ステップングと全身反応時間といった下肢や全身の敏捷性は、60歳代、70歳代共に20歳代相当の能力を有していた。これらのことからリズムダンス活動特有の音楽に合わせてステップを踏むことやリズムに反応して瞬時に動く、次の動きを予測しながら動くといった全身運動を継続的に行うことが敏捷性機能の維持に影響しているのではないかと推察された。

表3 体力測定結果における平均値と推定年齢

	長座体前屈 【柔軟性】	立位ステップング 【下肢の敏捷性】	握力 【筋力】	全身反応時間 【全身の敏捷性】
TGKの60歳代平均値	39.4cm	40.1回	24.7kg	0.386秒
推定年齢	69歳相当	22歳相当	63歳相当	24歳相当
TGKの70歳代平均値	38.0cm	37.7回	25.0kg	0.399秒
推定年齢	73歳相当	25歳相当	63歳相当	28歳相当

春日ら¹⁸⁾は、高齢者の体力診断テストの結果から各体力要素によって低下傾向に違いはあるものの高齢者の体力は全般的に加齢と共に低下する傾向にあると報告している。しかし今回、TGK48に所属する女性高齢者に6項目の体力測定を行った結果、各年代で若干の数値の差はあるが、加齢に伴う有意な低下は認められなかった。また一般の多治見市女性高齢者(70歳代)とTGK48に所属する女性高齢者(70歳代)の体力測定平均値を比較するとTGK48に所属する女性高齢者の方が高い体力水準を保っているという結果となった。宮口ら¹⁹⁾は、高齢ゲートボール愛好者における体力の加齢変化は一般高齢者に比べて小さく、運動実施が体力低下を抑制していると報告している。これらのことから定期的なリズムダンス活動による運動実施が、体力維持又は加齢に伴う著しい体力低下をゆるやかにしているのではないかと推察される。

今回、定期的なリズムダンス活動が高齢者の体力特性に与える影響を分析した結果、全ての体力測定項目において加齢に伴う有意な低下が認められなかった。また、下肢や全身の敏捷性機能が実年齢に比べて高いことが示された。この結果を私生活の中で役立てようと思うと例えば、高齢者が巻き込まれるさまざまな事故防止に繋がると考える。高齢期になると自分の思いと体の反応に大きなズレが生じる。そのため現在、自動車や自転車の運転操作ミスや危険な状況に咄嗟に反応できずに巻き込まれる交通事故、歩行中に小さな段差で躓くことで起こる転倒事故などが増加傾向にある。その中で今回のようなリズムダンス活動を継続して行うことにより、分析結果からもこれらの事故防止にも有効的ではないかと考えられる。

村田ら⁹⁾は、リズムダンスの特性として「リズムを共有して他者と交流して踊る楽しさ」と「リズムを共有して他者と交流して踊る楽しさ」にあり、音楽を通して動きが生まれたり伝わったりする中で、お互いを体で感じ、リズムと踊る楽しさを共有することで、固いバリアをはずし人間関係がより深まっていくと報告している。また藪下ら²⁰⁾は、運動継続の理由のひとつに、“楽しいから”をあげる高齢者は多い。運動の楽しさを他者と共有し合うことにより継続性が高まると示している。TGK48の練習では、女性、男性関係なくお互いに教え合う姿や学び合う姿が多くあり、常に笑顔で溢れている。さらに細かい振りや自分の立つ位置を確認し合うなど常に一人ではなく仲間と共に練習をしている姿からチームワークや仲間意識の高さを感じる。メンバー1人1人の練習に対する姿勢に注目すると、カメラでダンスインストラクターの振付を撮影し自宅でも練習しようとする人や休憩中も自主的に練習をする人、ポイントを忘れないようにノートに書いて覚える人などのようにダンスに対する探究心・向上心が高く、自らリズムダンスの楽しさを味わい練習中は終始笑顔で溢れていた。これらのことからリズムダンス活動に含まれる要素と自分のリズムダンス活動を通して得た達成感や所属感、自己有能感などが楽しさや笑顔に繋がるとはのではないかと考えられる。つまりリズムダンス活動は、高齢者の体力維持だけでなく生涯スポーツとしても向いているのではないかと示唆される。

V まとめ

本研究では、ダンス教室へ通う60～79歳の女性高齢者38名について定期的なダンス活動が高齢者の体力特性に与える影響を分析し、年代別に比較することで体力の維持にいかなる効果があるのかを検討した。分析の結果、TGK48に対する体力測定では、若干の数値の低下傾向は見られるものの全ての項目において加齢に伴う有意な低下が認められなかった。また一般の高齢者と比較すると下肢や全身の敏捷性機能が年齢に比べて高い傾向にある。これらの結果からリズムダンス活動は、体力の維持、またリズムダンス特有のステップやリズムに反応して動く全身運動が、敏捷性機能の維持に影響しているのではないかと示唆された。今回のようなリズムダンス活動を継続して行うことにより、分析結果からも交通事故や転倒事故などの防止にも有効的ではないかと考えられる。

文 献

- 1) 内閣府：第1章 高齢化の状況. 高齢化社会白書 (2015)
- 2) 宮口明義, 藤原勝夫：高齢者の万歩計を用いた身体活動量. 金沢経済大学人間科学研究所 telos, (12), 7-14 (1994)
- 3) 福永哲夫：「生活フィットネス」の生年齢別変化. 体力科学 52, 9-16 (2003)
- 4) 花岡美智子：中高齢者における運動実施の効果. 石川看護雑誌 Ishikawa Journal of Nursing Vol.3(1) (2005)
- 5) 朴晟鎭, 志村広子, 朴眩泰, 武藤芳照：日本と韓国の中高年齢者の体力特性および下肢筋力の比較. 身体教育医学研究 (4), 37-41 (2003)
- 6) 村田芳子, 松本昌代：生涯学習に向けた「リズムダンス」・「現代的なリズムのダンス」の学習指導に関する縦断的研究. Research Journal of JAPEW Vol.21 (2004)
- 7) 草薙奈苗, 渡邊千春, 洞口直：能動的リハビリテーションとしてのリズムダンスの取り組みについて 第1報. 日本理学療法学会大会, 2002 (0), 681-681 (2003)
- 8) 春日晃章, 福富恵介：棒上ジグザグ歩行テストによる子どもの動的平衡性の性差および加齢変化. 体育測定評価研究 Japan Journal of Test and Measurement in Health and Physical Education Vol.13 (2013)
- 9) 樋口雅俊, 岡田明, 久本誠一, 宮野道雄：日本人の体力測定結果に関する考察 - 健常者を対象とした測定結果に基づく報告 -. 日本生理人類学会誌 第3号 115-124 (2008)
- 10) 南雅樹：健常高齢者の体力特性とその関連要因に関する研究. 金沢大学大学院社会環境科学研究科修士論文 (2002)
- 11) 加藤卓郎, 星本正姫, 河合祥雄：中高齢者における筋力および柔軟性トレーニングが筋力および間接可動域に及ぼす影響. 順天堂大学スポーツ健康科学研究 第7号 12-23 (2003)
- 12) 大塚友吉, 道免和久, 里宇明元, 園田茂, 才藤栄一, 椿原彰夫, 木村彰男, 千野直一：高齢者の握力 - 測定法と正常値の検討 -. リハビリテーション医学 Vol.31, No10 (1994)
- 13) 佐藤彩乃, 相原裕幸, 青木和人, 今野和美, 長谷川舞, 畠山愛子, 吉田真理子, 吉田忠義, 黒後裕彦：加齢における筋力低下の要因の検討 - 握力の比較 -. 日本理学療法学会大会 (2009)
- 14) 村木重之, 阿久根徹, 岡敬之, 吉村典子：高齢者における運動機能低下の危険因子および転倒との関連の解明. 第27回健康医科学研究助成論文集 138-147 (2012)
- 15) 宅島章, 羽多野慶美, 山岡裕之, 山坂匡弘, 吉田修二, 岩田大助, 川尾勇達, 洪進杓, 張乃心：高齢者体力テストに関する研究 - 60歳代と70歳代女性の比較. 八代高専紀要 第27号 (2005)
- 16) 臼田滋, 山端るり子, 遠藤文雄：地域在住女性高齢者のバランス能力と下肢筋力, 歩行能力との関連性. 理学療法科学 14, 33-36 (1991)
- 17) 出村慎一, 中比呂志, 春日晃章, 松沢甚三郎：女性高齢者における体力因子構造と基礎体力評価のための組テストの作成. 体育学研究 41, 115-127 (1996)
- 18) 春日晃章, 岩田弘敏：現在及び過去における生活条件が高齢者の体力特性に及ぼす影響. 岐阜大学医学部紀要, 第48巻2号 (2000)
- 19) 宮口和義, 出村慎一, 宮口尚義：高齢ゲートボール愛好者の体力特性. 体力医学 39, 262-269 (1990)
- 20) 藪本典子, 根本みゆき, 田中喜代次：体力低位の高齢者に向けた運動. 体育の科学 Vol.62 No.6 (2012)

小学校教諭の運動実施状況と学校での運動遊びにおける児童との関わり

大矢 尚巨¹⁾・春日 晃章²⁾

Relation between elementary school teacher's implementation situation of the movement and movement play with a child

Naoki OYA¹⁾ and Kosho KASUGA²⁾

1) 岐阜大学大学院教育学研究科
Graduate School of Education, Gifu University

2) 岐阜大学教育学部保健体育講座
Department of Physical Education, Faculty of Education, Gifu University

キーワード：小学校，運動実施頻度，運動遊び

Key words : Elementary school, Exercise implementation situation, Movement play

I. 諸言

近年，学校現場における仕事量が増加し，教師の労働時間が問題となっている．平成25年2月に行われたOECD（経済協力開発機構）による国際教員指導環境調査（TALIS）¹⁾によると，日本の教員，1週間当たりの勤務時間は参加国最長（日本53.9時間，参加国平均38.3時間）であった．課外活動の指導時間（日本7.7時間，参加国平均2.1時間），事務業務の時間（日本5.5時間，参加国平均2.9時間），学校内外で個人で行う授業の計画や準備の時間（日本8.7時間，参加国平均7.1時間）など，上記の項目においても参加国中に比べて，日本人は時間が長い傾向にある事が報告されている．さらに，浄住ら²⁾は，平日は授業数が増加したことに加え，新学習指導要領の導入により教師の仕事が複雑化した現状から自宅へ仕事を持ち帰る量が多くなり，平日自宅でくつろぐ時間が減少したと報告している．平日の仕事量が増加したことや週5日制になった現在でも休日に仕事を持ち帰り，残業をする教師や他学校に出向き，研修会に参加する教師も多くみられる．このような現状故に，小学校の教師が休み時間に子ども達と運動遊びをする姿が見られなくなってきている．加えて，教師自身のプライベート時間の減少から運動を実施する時間も減少しており，運動，スポーツや体育に関しての意識も低い可能性があると思われる．

村瀬ら³⁾によると，親世代においては外遊び・スポーツ遊びの多様性に対して教師の影響は大きかったが，現代では学校教員が子どもたちに遊びを教える機会が減っていることが考えられ，外遊び・スポーツ遊びへの影響力が低下していると報告している．以前は，教師と子どもが一緒に遊ぶことで子ども達は教師から遊びを学び，その遊びを友達とも遊ぶようになっていた．しかし，現代では教師と子ども達が一緒に遊ぶ時間が減っており子ども達の運動遊びへの影響力が低くなっていると考えられる．運動遊びをして身体を動かすと子どもの体力は大きく向上するという事は，これまでの様々な研究からも明らかであり⁴⁾⁵⁾⁶⁾⁷⁾⁸⁾，子ども達と運動遊びをすることは非常に大切だと考えられる．しかし，小学校の教師における体育への取り組みについては大内ら⁹⁾¹⁰⁾¹¹⁾が運動への態度，運動実施日数との関連を明らかにしているが，教師自身の運動実施頻度と休み時間における子ども達との運動遊びの実態を比較した研究は全くされていない．

そこで本研究は小学校教諭の運動実施状況と子ども達との運動遊びを通じた関わりについて検討することを目的とした。

II. 研究方法

1. 対象

本研究の対象はG県T市の20代から50代までの小学校教諭237名（男性62人，女性175人）であった。

2. 調査方法および質問内容

G県T市のすべての小学校教諭に対してアンケート調査を行った。質問内容は、教員自身の運動実施頻度（以下，運動実施頻度），教員自身の体力に対する自信の程度（以下，体力自信），子ども達と一緒に運動遊び（体育以外）をする頻度，確保したい子どもとの運動遊び時間，体育で子ども達に運動の楽しさを伝えられている程度の5項目とした。

また，運動実施頻度，体力自信の2項目は3群に分け，1，2（週に5日以上と週に3～4回，非常にあるとややある）と回答した場合を上位群，3（週に1～2日，どちらともいえない）を中位群，4，5（月に1～2回とほとんどしない，あまりないと全くない）を下位群とした。子ども達と一緒に運動遊び（体育以外）をする頻度，今以上に子ども達と遊ぶ時間を確保したいか，体育の授業で子ども達に運動の楽しさを伝えられている程度の3項目は，1（ほとんど毎日，非常に思う）と回答した場合を5点，2（週に3～4日，やや思う）を4点，3（週に1～2日，どちらとも言えない）を3点，2（月に1～2日，あまり思わない）を2点，1（ほとんどしない，全く思わない）を1点とし，項目を得点化した。

3. 統計処理

本研究では運動実施頻度，体力自信の2項目と子どもとの運動遊びの頻度，確保したい子どもとの運動遊び時間および体育で子どもたちに運動の楽しさを伝えられている程度の3項目を比較検討するため，年代別，群別の対応のない二要因分散分析を適用し，有意な群間の差異が認められた場合には多重比較検定を行った。なお，本研究の統計的有意水準は，全て5%未満とした。

III. 結果

運動実施頻度と体力自信における男女別の回答数の割合を表1に示した。表2，3は二要因分散分析および多重比較検定の結果を示している。

運動実施頻度では，男女ともに，中位群，下位群が多く，全体の約90%を占めていた。体力自信では，男性においてほぼ同じ割合になったが，女性では体力に自信のないと答える教師が多くみられた。子どもと一緒に運動遊びをする頻度では，男性，女性関係なく子ども達と運動遊びをしていない教師が50%以上存在した。確保したい子どもとの運動遊び時間において，男性は約80%，女性は65%が非常に思う，やや思うと肯定的な意見が多かった。体育で子ども達に運動の楽しさを伝えられている程度については，男性，女性共にやや思う，どちらとも言えないという回答が全体の70%であった。

子どもと運動遊びをする頻度と年齢において，有意な主効果が認められ，20代が40，50代に比べて，30代が50代に比べて有意に高い値を示した。確保したい子どもとの運動遊び時間と年齢において，有意な主効果が認められ，20，30，40代が50代に比べて有意に高い値を示した。体育で，運動の楽しさを伝え切れているかと運動実施頻度において有意な主効果が認められ，運動実施の中位群，低位群が上位群に比べて有意に高い値を示した。体力自信と子ども達と運動遊びをする頻度，確保したい子どもとの運動遊び時間および体育で運動の楽しさを伝えられているかの分析では，どの項目においても有意な差異は認められなかった。

表1 現在の運動実施頻度と体力自信の分布

項目	性別	上位群 (%)	中位群 (%)	下位群 (%)	未回答 (%)
現在の運動実施頻度	男性	6.6	37.7	54.1	1.6
	女性	5.2	20.7	73.6	0.6
現在の体力自信	男性	41.0	27.9	31.1	0.0
	女性	17.2	28.7	54.0	0.0

表2 二要因分散分析および多重比較検定の結果（運動実施頻度）

項目	比較項目	平方和	F 値	P 値	判定	多重比較検定
運動遊びの頻度	年齢	13.954	5.126	0.002	**	20>40, 50 30>50
	運動実施頻度	2.333	1.285	0.279	n.s	
	交互作用	4.099	0.753	0.608	n.s	
確保したい子どもとの運動遊び時間	年齢	9.147	3.471	0.017	*	20, 30, 40>50
	運動実施頻度	0.405	0.230	0.794	n.s	
	交互作用	1.192	0.226	0.968	n.s	
体育で楽しさを伝えられているか	年齢	1.101	0.592	0.621	n.s	
	運動実施頻度	4.289	3.457	0.033	*	中, 小>大
	交互作用	1.341	0.360	0.903	n.s	

n.s: non significant * = P < 0.05 ** = P < 0.01

表3 二要因分散分析および多重比較検定の結果（体力自信）

項目	比較項目	平方和	F 値	P 値	判定	多重比較検定
運動遊びの頻度	年齢	2.481	1.379	0.254	**	20>40, 50 30>50
	体力自信	2.481	1.379	0.254	n.s	
	交互作用	3.109	0.576	0.749	n.s	
確保したい子どもとの運動遊び時間	年齢	22.583	8.467	0.000	*	20, 30, 40>50
	体力自信	1.348	0.758	0.470	n.s	
	交互作用	2.197	0.412	0.871	n.s	
体育で楽しさを伝えられているか	年齢	4.631	2.499	0.061	n.s	
	体力自信	2.546	2.061	0.130	n.s	
	交互作用	4.301	1.161	0.329	n.s	

n.s: non significant * = P < 0.05 ** = P < 0.01

IV. 考察

子どもと運動遊びをする頻度と年齢において、20代が40、50代に比べて、30代が50代に比べて有意に高い値を示した（図1）。渡辺ら¹²⁾は20、30、40、50代と年代を追うごとに体育活動参加意識は低下する傾向にあり、特に20、30代の意識では大きな開きはないが、50代の参加意識では消極的な傾向を示していると報告している。本研究の結果からも、運動遊び参加意識が年代が上がることで順に低下し、ベテラン教師は子ども達と遊ぶ頻度が少なくなっている事が推察される。

確保したい子どもとの運動遊び時間と年齢において、20、30および40代が50代に比べて有意に高い値を示した（図2）。年代の若い教師ほど、今以上に子ども達と遊ぶ時間を確保したいと感じている傾向にあった。しかし、年代が上がるにつれて、今以上に子ども達と遊ぶ時間を確保したいと思う教員が少なくなっている事が明らかになった。大内ら⁹⁾は、男性教師の体育的指導への関心は加齢とともに減退する種目があり、その原因のひとつに、指導にあたる際の体力的消耗が考えられると報告している。加登本ら¹³⁾、徳永ら¹⁴⁾の研究では、小学校教員の体育授業に関して、全般に若い教師の方が学びたいと考える意識が高い傾向にあった。熟練期の教師は比較的学びたいと考えていない傾向にあ

ると明らかにしている。本研究の分析結果と同じように、教師は年代が上がるにつれて体育活動に対して意欲が減退する傾向にある。そのため若い教師と比較した際、ベテラン教師は運動遊びに対しての意欲が低くなると考えられる。また、藤原ら¹⁵⁾は、40、50代などの年代が重要な公務分掌を担い、実質的に学校を牽引している立場でありストレスを感じていると報告している。ベテラン教師は若い教員の上司という立場になり、事務作業や教職のまとめ役、主任といった役割を請け負うことから、若い教師とベテラン教師ではベテラン教師の仕事量が多く、子どもと遊ぶ時間を作ることが困難である可能性がある。また、本研究の分析結果で有意差は認められなかったが、大内ら⁵⁾の報告と同様にベテラン教師に体力がないといった回答が多くみられた事も関係していると推察される。

体育の授業で運動の楽しさを伝え切れていると感じている教師は年代間で有意な差は認められなかった(図3)。しかし、運動実施頻度の中位群、低位群が上位群に比べて有意に高い値を示した(図4)。大内¹⁶⁾は、運動実施日数と体育教材への取組みとの関連については、相互の関連性が非常に高いという結果を得た。日頃、運動する機会の多い者ほど体育教材への取組みに積極的であることが明らかになったと報告している。このことから、運動を定期的に行っている教師は、運動実施頻度が少ない教師に比べて、子ども達にもっと体育を通して運動の楽しさを伝えることができていると考えている事が示唆された。

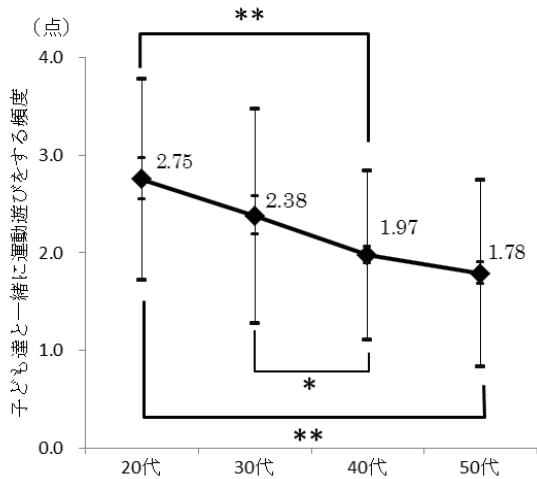


図1 年代と子ども達と一緒に運動遊びをする頻度の比較

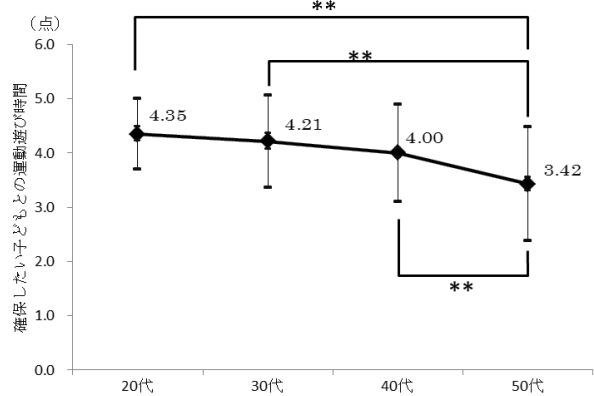


図2 年代と確保したい子どもとの運動遊びの時間との比較

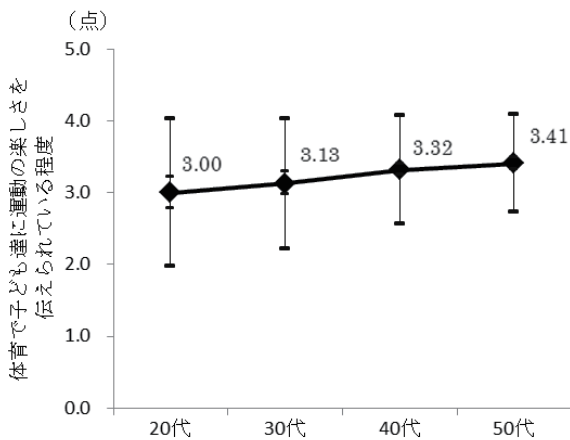


図3 年代と体育で子ども達に運動の楽しさを伝えられている程度の比較

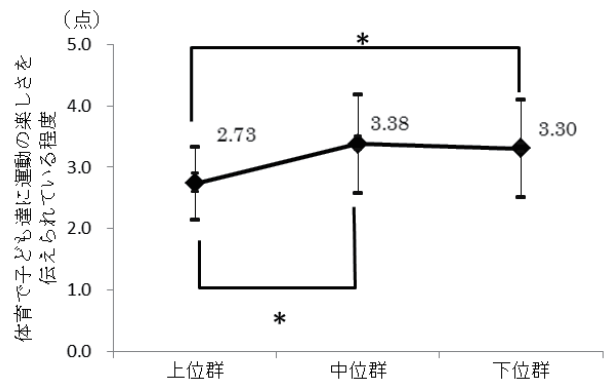


図4 運動実施頻度と体育で子ども達に運動の楽しさを伝えられている程度の比較

V. まとめ

本研究は、小学校教諭における運動実施状況と子ども達との運動遊び状況の関連を明らかにすることを目的とした。方法は質問紙によるアンケート調査であり、対象は小学校教諭237名であった。現在の教員自身の運動実施頻度（運動実施頻度）と自身の体力に対する自信の程度（体力自信）は3群に分け、その他、3項目は回答を項目ごとに得点化した。分析の結果、子どもと運動遊びをする頻度と年齢において、20代が40、50代に比べて、30代が50代に比べて有意に高い値を示した。確保したい子どもとの運動遊び時間と年齢において、20、30および40代が50代に比べて有意に高い値を示した。体育で運動の楽しさを伝えられている程度と、運動実施頻度において、運動実施頻度の上位群が中位群、低位群に比べて有意に低い値を示した。以上のことから、若い教師はベテラン教師に比べて、子ども達と運動遊びをする頻度が多く、今後子ども達と一緒に運動遊びをしたいと思っているという事が考えられた。また、運動実施頻度が多い教師は、運動実施頻度が少ない教師に比べて、子ども達にもっと体育の楽しさを伝えられると感じていることが考えられる。その一方で、運動実施頻度にかかわらず50代のベテラン教師は、子ども達との運動遊び頻度が少ない事に加え、今後もっと運動遊びをしていきたいという意欲が低いという事が示唆された。

参考文献

- 1) 国立教育政策所編「教員環境の国際比較－OECD国際教員指導環境調査（TALIS）2013年調査結果報告書（株）明石書店, 2014,
- 2) 淨住護雄他. 教師の健康管理に関する研究 熊本大学教育学部紀要. 自然科学. 第53号. 71-75. 2004
- 3) 村瀬浩二 and 落合優. "子どもの遊びを取り巻く環境とその促進要因：世代間を比較して." 体育学研究 52.2 (2007) : 187-200.
- 4) 高木綾子 and 春日晃章. "小学校3年生の遊び志向特性と体力との関係." 岐阜大学教育学部研究報告. 自然科学 37 (2013) : 113-118.
- 5) 中村和彦. "乳幼児の運動遊び (2) 子どもにとっての遊びの意義--特に運動特性に着目して." 子どもと発育発達 1.2 (2003) : 123-125.
- 6) 池田裕恵. "子どもの遊びの意味 (特集 子ども遊びと心の発達)." 子どもと発育発達 3.3 (2005) : 132-135.
- 7) 小林寛道. "子どもにとってなぜ運動は必要か (特集 子どもを育む運動)." 体育の科学 58.5 (2008) : 300-304.
- 8) 馬場礼三. "運動をしない子どもはどうなるのか (特集 子どもを育む運動)." 体育の科学 58.5 (2008) : 305-310.
- 9) 大内義昭. 小学校教師の教科外体育指導における一考察. 研究紀要, 1986, 19 : 167-172.
- 10) 木村一郎, 阿部正臣, 梶原洋子 & 穂田清. (1977). 629 小学校助教諭の体力・技能が及ぼす教科体育への意識 (第2報). 日本体育学会大会号, (28), 411.
- 11) 穂田清. "小学校助教諭の体力・技能と教科体育への意識." 日本体育学会 30 回大会号 (1979) : 395.
- 12) 渡部憲一他 身体活動に対する参加意識について：社会人を対象として 日本体育学会大会号 (24), 47, 1973-09-01
- 13) 加登本仁. et al. "体育授業に関する小学校教師の力量形成についての調査研究：教職経験年による差異に着目して." (2012). 滋賀大学教育学部紀要, 教育科学, 第62号, pp. 73-85
- 14) 徳永隆治・加登本仁・藤本翔子 (2012) 現職教師の求める体育授業の研修内容に関する調査研究.
- 15) 藤原忠雄, 古市裕一 and 松岡洋一. "教師のストレスに関する探索的研究：性, 年代, 校種における差異の検討." (2009).
- 16) 大内義昭. "小学校教師における体育教材への取組みに関する一考察." 研究紀要 18 (1985) : 39-45.

ジュニアサッカー選手のインステップキックにおける バイオメカニクスの動作特性

In instep kick of junior football players Biomechanical operating characteristics

鈴木裕也¹⁾・春日晃章²⁾・内藤 譲³⁾・松田繁樹⁴⁾

Yuya SUZUKI¹⁾, Kosho KASUGA²⁾, Yuzuru NAITO³⁾ and Shigeki MATSUDA⁴⁾

- 1) 岐阜大学大学院教育学研究科
Graduate School of Education, Gifu University
- 2) 岐阜大学教育学部保健体育講座
Department of Physical Education, Faculty of Education, Gifu University
- 3) 岐阜聖徳学園大学短期大学部
Gifu Shotoku Gakuen University Junior College
- 4) 滋賀大学教育学部保健体育講座
Department of Physical Education, Faculty of Education, Shiga University

キーワード：3次元動作分析, 床反力, インステップキック, ジュニア

Key words：3-dimensional motion analysis, ground reaction force, instep kick, junior

I. 緒言

サッカーをプレイする際、その技術の中において、キックはシュートや味方へのパスなどに使われる重要な技術である。難波¹⁾は試合中の基礎技術使用率を調査し、ワールドクラスから少年までのいずれのカテゴリーでも、使用される基礎技術の約50%をキックが占めていると報告している。いくつかのキックの種類がある中で、インステップキックはサッカーのキックの中でボールを最も速く、遠くへ飛ばすことができることから、シュート、クリア、ロングパス、フリーキックなどに使われる。

キック力の構成要素²⁾であるボールスピードの観点でみると、速いボールを蹴ることにより、相手がボールに短時間で反応しなければならないため、パスやシュートにおける速いボールスピードは試合を有利に進めるために重要である。ボールスピードと蹴り脚のスイングスピードと

の間に高い相関関係があるという研究²⁾やボールスピードと踏み込み脚のスピードの間にも高い相関関係があるといった研究³⁾が存在し、ボールスピードに着目した研究はこれまでに多く行われている⁴⁾⁵⁾⁶⁾。しかし、これらの多くは青年期および成人を対象としたものが多く、キックフォームが成人のものに近づいていく⁷⁾⁸⁾とされるジュニア期を調査したものは少ない。ジュニア期はゴールデンエイジとも呼ばれ、動作習得のための要素がすべて高い水準を示し、技術習得に最も有利な時期である。

そこで本研究は、ジュニアサッカー選手のインステップキックの動作特性をバイオメカニクスの観点から明らかにすることを目的とした。

II. 研究方法

1. 対象

本研究の対象は、サッカークラブに所属する小学4年生の男子13名であった。(年齢 9.84 ± 0.38 歳, 身長 134.7 ± 2.87 cm, 体重 29.0 ± 1.95 kg, 競技歴 4.1 ± 1.94 年)

2. 測定方法

1) 動作撮影および分析

キック動作は、3台のデジタルビデオカメラ(CASIO EX-F1)を用いて、毎秒300コマのハイスピードモードで、シャッタースピード $1/1000$ 秒で撮影した。カメラはキック方向に対して右側方、左後方、左前方に設置し、撮影範囲はキック方向に対して左右方向に2.00m、キック方向に3.70m、鉛直方向に1.50mと設定した。測定前に0.50m間隔でコントロールポイントをつけた2.00mのキャリブレーションポールを9か所に地面と垂直に立てキャリブレーションを行った(図1)。全周囲光呈示器を用い、検者が発光させたフラッシュをカメラに撮影することによって分析時におけるカメラの同期を行った。対象者には身体各セグメント端点23点(頭頂, 耳珠, 胸骨上縁, 右肩峰, 左肩峰, 右肘, 左肘, 右手首, 左手首, 右中手骨, 左中手骨, 右肋骨下端, 左肋骨下端, 右大転子, 左大転子, 右膝, 左膝, 右足首, 左足首, 右踵, 左踵, 右つま先, 左つま先)に目印とするために球体発反射マーカーを貼付した。得られた映像をもとに、Frame-DIASIV (DKH社製)を用いて毎秒150コマでデジタイズし、進行方向をY座標、左右方向をX

座標、鉛直方向をZ座標とした、3次元座標をDLT (Direct Linear Transformation) 法により算出した。なお、コントロールポイントの実測値と推定値の標準誤差は、 $X=0.007 \sim 0.009$ m, $Y=0.008 \sim 0.009$ m, $Z=0.004 \sim 0.007$ mであった。得られた3次元座標は、測定点ごとに最適遮断周波数を決定し、バターワース型デジタルフィルターを用いて平滑化した(9.60~16.65Hz)。身体重心は横井ほか⁹⁾の身体部分慣性係数を用いて算出した。

2) キック試技

キック試技は床反力計上にて行った。本研究では対象者に利き脚でのインステップキックを3本ずつ行わせ、試技においては2.50m先の2.00m \times 2.00mの的をめがけて最大努力で蹴るように指示をした。成功試技は的にあたったものとし、キック試技の成否の判定は検者とサッカー経験がある者の2名が行った。助走距離を一定にするため助走はすべて床反力計上から始めるように指示した。

3) 床反力の測定および分析

床反力の測定には3台の床反力計(KISTLER社製)を用いた。また、床反力計とカメラの同期は、全周囲光呈示器のフラッシュがシグナルとして床反力データに取り込まれた時とフラッシュをカメラに撮影することによって行った。踏み込み時における床反力を垂直方向(vertical component, 以下, Z成分)、前後方向(fore and aft component, 以下, Y成分)左右方向(lateral component, 以下, X成分)において波形で測定した。得られた力の成分からY方向とZ方向の合力、3方向の合力および力積を算出した。またそれぞれの値は体重による影響を除外するために体重で除したものを使用した。

4) 動作における測定項目

本研究では、キック動作を助走からボールをインパクトしてフォロースルーが終わるまでとした。また、蹴り脚離地から踏み込む直前までを助走局面、踏み込み脚が着地する瞬間からボールインパクトまでを踏み込み局面、蹴り脚がボー

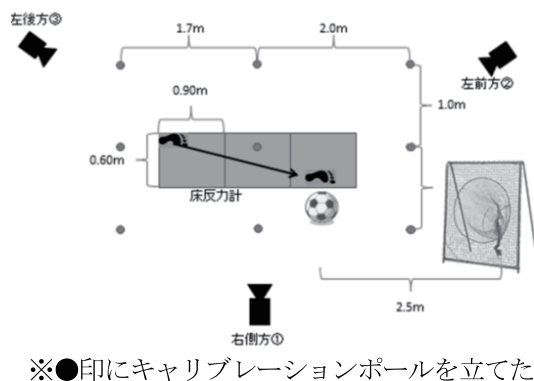


図1 撮影範囲

ルを接している局面をインパクト局面、インパクト局面終了後から振り上げ脚が最高点に達するまでをフォロースルー局面の4局面に分類し(図2)それぞれに分析項目を設けた(表1, 図3).

助走局面における分析項目は身体重心の水平速度, 蹴り脚の股関節最大伸展角度, 蹴り脚の膝関節最大屈曲角度を算出した. 踏み込み局面は床反力, 支持脚の膝関節角度, 支持脚の膝関節水平速度を算出した. インパクト局面ではスイングスピード, 蹴り脚の膝関節最大角速度, 蹴り脚の股関節角度, 蹴り脚の膝関節角度を算出した. フォロースルー局面では蹴り脚のつま先移動距離, フォロースルースピードを算出した.

なお, 本研究におけるボール初速度は, ボールから蹴り脚が離れた瞬間から5コマ間の合成方向の平均速度とした. 助走局面の身体重心の水平速度とは支持脚接地直前における値を採用した. また, 床反力は踏み込みからインパクトにおけるYZ方向の平均の力積を採用し, 支持脚膝関節水平速度は得られた膝関節部の水平方向への速度の時系列データから踏み込み時の値を採用した. さらに, インパクト局面のスイングスピードにおいては, インパクト直前の5コマ間の蹴り脚のつま先移動スピードをFrame-DIASIVから出力された0.027秒間の合成方向への速度データを平均した値を用いた.

表1 キック動作における分析項目

局面	項目	単位
助走	身体重心の水平速度	m/s
	蹴り脚の股関節最大伸展角度	deg
	蹴り脚の膝関節最大屈曲角度	deg
踏み込み	床反力	N・s
	支持脚の膝関節角度	deg
	支持脚の膝関節水平速度	m/s
インパクト	スイングスピード	m/s
	蹴り脚の膝関節最大角速度	deg/s
	蹴り脚の股関節角度	deg
フォロースルー	蹴り脚のつま先移動距離	m
	フォロースルースピード	m/s

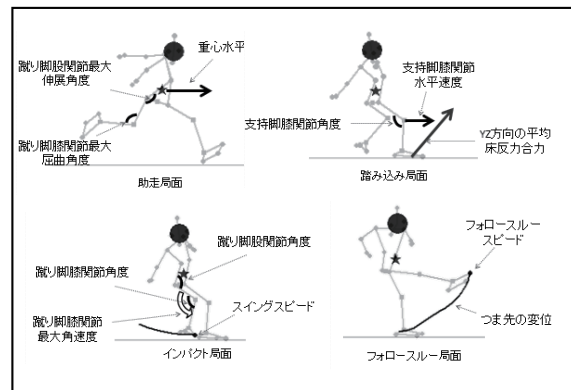


図3 測定項目

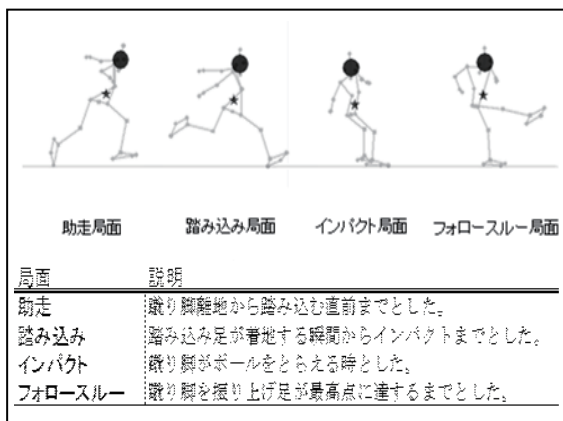


図2 キック動作の局面分け

5) 統計処理

ボール初速度と各測定項目との関連の程度を検討するために, ピアソンの積率相関係数を用いた. また, 2群の差の検定には, マン・ホイットニーのU検定を用いた. その際, 統計的有意水準はすべて5%未満とした.

III. 結果

表2は各測定項目の測定結果とボール初速度との関連を示している. 助走局面においてボール初速度と測定項目の間には関連が認められなかった. 踏み込み局面において, ボール初速度との間に, 床反力は中程度の正の関連, 支持脚膝関節角度とは関連なし, 支持脚膝関節水平

速度とは低い負の関連がそれぞれ認められた。インパクト局面ではボール初速度とスイングスピードとの間に有意な高い正の関連が認められた(図4)。蹴り脚膝関節最大角速度は中程度の正の関連、蹴り脚股関節角度は低い正の関連、

蹴り脚膝関節角度は中程度の正の関連が認められた。フォロースルー局面では、ボール初速度とつま先の変位との間には低い正の関連、フォロースルースピードとの間には中程度の正の関連が認められた。

表2 各測定結果とボール初速度との関連

局面	項目名	各項目の値				ボール初速度との関連	
		単位	n	平均	標準偏差	相関係数	無相関の検定
助走	身体重心水平速度	m/s	13	2.80	±0.267	0.085	
	蹴り脚股関節最大伸展角度	deg	13	150.61	±15.821	0.189	
	蹴り脚膝関節最大屈曲角度	deg	13	96.13	±6.835	0.086	
踏み込み	床反力	N・s	13	0.02	±0.003	0.480	
	支持脚膝関節角度	deg	13	131.24	±9.81	0.171	
	支持脚膝関節水平速度	m/s	13	0.34	±0.437	-0.220	
インパクト	スイングスピード	m/s	13	15.15	±1.134	0.790	**
	蹴り脚膝関節最大角速度	deg/s	13	1282.53	±191.687	0.476	
	蹴り脚股関節角度	deg	13	109.79	±15.843	0.322	
	蹴り脚膝関節角度	deg	13	115.76	±10.924	0.531	
フォロースルー	つま先の変位	m	13	0.54	±0.103	0.352	
	フォロースルースピード	m/s	13	7.83	±0.659	0.477	

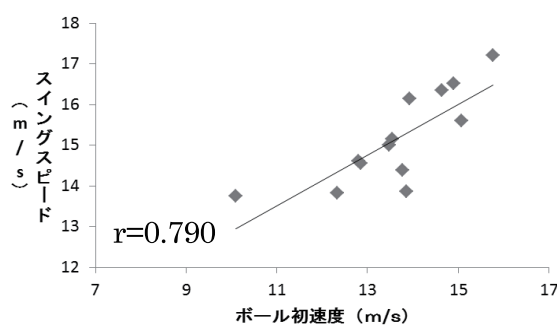
* : $p < 0.05$ ** : $p < 0.01$ 

図4 スイングスピードとボール初速度との相関

IV. 考察

本研究の目的は、ジュニアサッカー選手のインステップキックの動作特性をバイオメカニクスの観点から明らかにすることであった。

分析の結果、踏み込み局面において、支持脚にかかるYZ方向の床反力の力積はボール初速度と中程度の正の関連が認められた。先行研究に

おいて、支持脚膝関節の伸展による床反力依存トルクが蹴り脚の膝伸展運動に大きく貢献している¹⁰⁾とされ、その膝伸展運動の要因の一つである膝関節角速度もボール初速度と関係がある¹¹⁾ことから床反力とボール初速度には高い関連があると考えられたが、ジュニアサッカー選手では中程度の関連にとどまった。ジュニアサッカー選手は成人に比べ膝関節の速度および角速度が小さい¹²⁾ことから、踏み込みの力も小さく、今回の結果になったのではないかと考えられる。今後、習熟とともに角速度および膝関節速度が高くなっていくこと¹¹⁾から、床反力とボール初速度の関連が高くなることが推察される。スイングスピードとボール初速度との関連は戸荻ら²⁾などの従来の報告と同じように高い値を示した。ジュニアサッカー選手でもボール初速度を高めるにはスイングスピードをいかに高めるかが重要になる。

また、蹴り脚のスイングスピードを増大させるためには、下肢のムチ動作の重要性が言われている¹³⁾。図5は蹴り脚の大転子、膝関節部および足関節部の位置データの合成方向速度を、ボール初速度の高かった上位3名(以下、一上位群)と下位3名(以下、一下位群)の各速度の平均値を示した。また、これは時間軸を規格化したもので、支持脚着地を0%、インパクトを50%、フォロースルー最高点を100%とした。本研究でも膝関節部の速度が高まり、遅れて足関節部の速度が高まっている¹²⁾ことから、ジュニアのサッカー選手のキックにもムチ動作が表れている可能性が示唆された。

また、規格化したデータに関して、規格化時間5%ごとに上位群および下位群間の平均値の差を検定した。その結果、膝関節部合成方向速度の15%、20%において有意な差が認められた(表3、図6)。また、足関節部合成方向速度の20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%において有意な差が認められた(表4、図7)。

上位群のほうがインパクト前において足関節部だけでなく、膝関節部の合成方向速度が高いことから、下肢のムチ動作に伴う運動連鎖が

ボール初速度を高めるための有効な手段である可能性が高い。また下位群がボール初速度を高めるためには、足部のスピードを高めるだけではなく、その近位にある膝から速く振り出す必要があるのではないかと考えられる。

V. 結論

本研究は、ジュニアサッカー選手のインステップキックの動作特性をバイオメカニクスの観点から明らかにすることを目的とした。分析の結果、以下のような結論を得た。

- 1) ボール初速度とスイングスピードとの間には有意な高い正の関連が認められた。
- 2) ボール初速度と床反力との間には中程度の正の関連が認められた。

これらのことから、ジュニア期のサッカー選手においても、ボール初速度を高めるにはまずスイングスピードを高める必要があることが示唆された。また、そのスイングスピードを高めるためには、末端の足部だけを速くするのではなく、その近位にある膝から速く振り、下肢のムチ動作に伴う運動連鎖を上手く身につけていく必要があると考えられる。

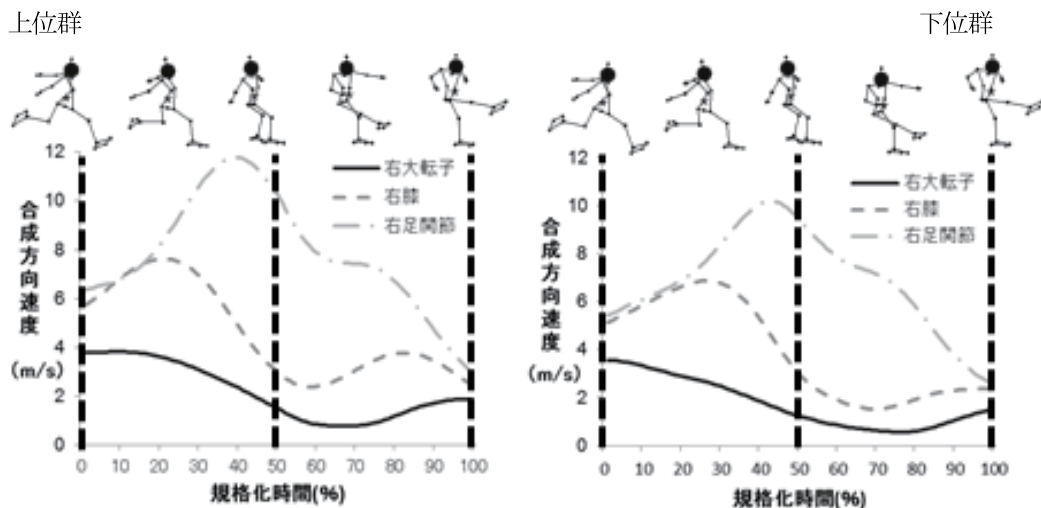


図5 ムチ動作の表れ

表3 膝関節部合成方向速度の上位群下位群における比較

時点	統計量:Z	P値	検定結果
1%	1.0911	0.2752	
5%	1.0911	0.2752	
10%	1.0911	0.2752	
15%	1.9640	0.0495	* 上位群>下位群
20%	1.9640	0.0495	* 上位群>下位群
25%	1.5275	0.1266	
30%	0.6547	0.5127	
35%	0.6547	0.5127	
40%	0.6547	0.5127	
45%	0.6547	0.5127	
50%	0.2182	0.8273	
55%	0.6547	0.5127	
60%	1.0911	0.2752	
65%	1.5275	0.1266	
70%	1.5275	0.1266	
75%	1.5275	0.1266	
80%	1.5275	0.1266	
85%	1.5275	0.1266	
90%	1.0911	0.2752	
95%	0.6547	0.5127	
100%	0.2182	0.8273	

表4 足関節部合成方向速度の上位群下位群における比較

時点	統計量:Z	P値	検定結果
1%	1.091089	0.275234	
5%	0.6547	0.5127	
10%	0.6547	0.5127	
15%	1.5275	0.1266	
20%	1.9640	0.0495	* 上位群>下位群
25%	1.9640	0.0495	* 上位群>下位群
30%	1.9640	0.0495	* 上位群>下位群
35%	1.9640	0.0495	* 上位群>下位群
40%	1.9640	0.0495	* 上位群>下位群
45%	1.9640	0.0495	* 上位群>下位群
50%	1.9640	0.0495	* 上位群>下位群
55%	0.6547	0.5127	
60%	0.2182	0.8273	
65%	0.6547	0.5127	
70%	0.2182	0.8273	
75%	1.0911	0.2752	
80%	1.5275	0.1266	
85%	1.5275	0.1266	
90%	0.6547	0.5127	
95%	0.6547	0.5127	
100%	0.6547	0.5127	

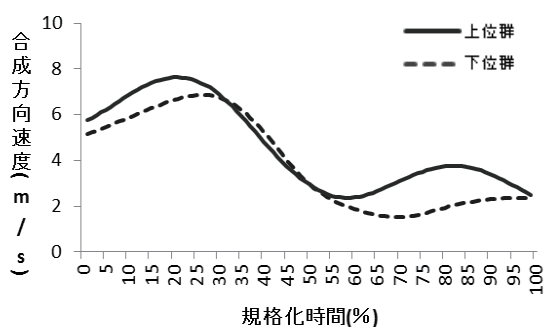


図6 膝関節部合成方向速度の上位群下位群における比較

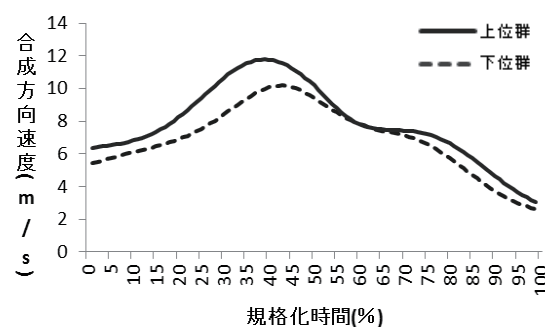


図7 足関節部合成方向速度の上位群下位群における比較

VI. 参考文献

- 1) 難波邦雄：発育段階別にみたサッカーの基礎的技術の比較検討. 第8回サッカー医・科学研究報告書：125-148, 1988
- 2) 戸莉晴彦, 浅見俊雄, 菊池武道：サッカーのキネシオロジ的研究 (1) 体育学研究 16.5 (1972)：259-264
- 3) 荒井康夫, 垂見光雄：サッカーのインステップキックにおける熟練者と未熟練者との比較：名古屋女子大学紀要 28 (1982)：241-247
- 4) 浅見俊雄, 戸莉晴彦：サッカーのキック力に関する研究 (1968)
- 5) 深倉和明, 有吉正博, 古谷嘉邦：助走スピードがインステップ・キックのフォーム及びボール・スピードに及ぼす影響 (1978)
- 6) 浅井武, 小林一敏, 榎原潔：サッカーのインステッ

- プキックについての力学的考察 体育科学系紀要 6 (1983)：171-175
- 7) 三宅一郎, 宮丸凱史, 大石八重：066 ボール蹴り運動における動作様式の発達 日本保育学会大会研究論文集 36 (1983)：132-133
- 8) 後藤幸弘, 辻野昭, 田中譲：インステップ・キックにおけるボール速度と正確性の発達について (1975)
- 9) 横井孝志, 渋川侃二, 阿江通良：日本人幼少年の身体部分係数 体育学研究 31.1 (1986)：53-66
- 10) 福井洋介, 内藤耕三, 丸山剛生：B36 サッカーのインステップキック動作における蹴り脚の膝伸展運動に貢献する動力学的要因 (サッカー) ジョイント・シンポジウム講演論文集：スポーツ工学シンポジウム：シンポジウム：ヒューマン・ダイナミックス：symposium on sports engineering:

symposium on human dynamics. Vol. 2007. 一般社団法人日本機械学会, 2007

- 11) 内山秀一：＜原著＞サッカーのキック動作に関する基礎的研究：インステップキックにおける一步助走の位置がボールスピード・膝関節化の角度変化に及ぼす影響 東海大学紀要 体育学部 25 (1996)：1-6
- 12) 原田精一郎，岡田英孝，窪康之，阿江通良，松本光弘：大学および少年サッカー選手のインステップキックの特徴 日本体育学会大会号 46 (1995)：521.
- 13) 鈴木英一，齋藤知行，竹内 良平，加藤信岳，瀧上秀威，腰野富久：成長期サッカー選手における高速度ビデオカメラを用いたキック動作 日本臨床バイオメカニクス学会誌 (1340-9018) 16巻 Page31-35 (1995.10)

児童の体力, 肥満度とメディア利用習慣の関連

Relationship between the physical fitness, the degree of obesity and the media usage habits among elementary school children

浅野 佑弥¹⁾・春日 晃章²⁾

Yuya ASANO¹⁾ and Kosho KASUGA²⁾

1) 岐阜大学大学院教育学研究科

Graduate School of Education, Gifu University

2) 岐阜大学教育学部保健体育講座

Department of Physical Education, Faculty of Education, Gifu University

キーワード：児童, 体力, メディア利用習慣, 肥満度

Key words : elementary school children, physical fitness, media usage habits, degree of obesity

I. 緒言

文部科学省によると, 1960年代から2000年代に至る子どもの体力・運動能力の調査では1986年をピークに低下傾向にあると報告されている¹⁾. 子どもの体力低下は, 保護者をはじめとする国民の意識の中で, 外遊びやスポーツの重要性を学力の状況と比べ軽視する傾向が進んだこと, 生活の利便化や生活様式の変化による日常生活における身体を動かす機会の減少を招いていることが原因だと指摘されている²⁾. 具体的には, 学校外の学習活動や室内遊びの増加による外遊びやスポーツ活動時間の減少, 空き地などの手軽な遊び場の減少, 少子化, 学校外の学習活動などによる遊び仲間の減少があるといえる. また, 生活の利便化により, スマートフォンやインターネット, ゲーム機器などの情報伝達機器等の普及が進んでおり, 現在の子どもが好む遊びが, 室内でできる疑似体験型のゲーム機遊びや携帯メールによる遊びが大きな割合を占め, 運動遊びをする環境がかなり変化してきている³⁾. 中央審議会生涯学習分科会の報告⁴⁾によると, 小学生の休日の過ごし方は, テレビを見る割合が67.6%と最も高く, 次いでカードゲームやテレビゲームなどの室内ゲームが56.8%と報告している. さらに, 一日のテレビ視聴時間では, 一時間以

上利用している割合が67.1%と高い割合でテレビを利用していることが報告されている. 携帯電話やスマートフォンでは, 政府が実施した調査⁵⁾によると小学生の携帯電話・スマートフォンの所持率が2013年では36.6%と2012年と比べて9.1%増加している. また, 文部科学省が行っている調査票⁶⁾によると, 小学6年生が携帯電話・スマートフォンを所持している割合は全国平均で53.7%であるとされている. 宮下ら⁷⁾はテレビ視聴時間が長ければ, 運動時間や外遊びができる時間が減り, 体力に悪影響を及ぼすと報告している. 高井ら⁸⁾は, 小学校ではテレビ視聴時間と体力の関係にほとんど差が見られないが, 中学校・高等学校において影響がみられ, 特に時間が長くなるほど, 20mシャトルランの平均値の差が顕著であると報告している. テレビやスマートフォン等が与える影響は, 体力だけではなく生活習慣にも影響を与えている. 大国ら⁹⁾の研究によると肥満児はテレビを1日平均3時間以上みており, 肥満児とテレビ等視聴時間の長さとの相関を示した. さらに, 1日3時間以上のテレビ視聴やゲーム遊びなどは肥満につながると報告している. Reillyら¹⁰⁾はテレビ視聴時間, 睡眠時間などの生活時間が肥満形成に影響していると報告している. これまで, 睡眠時間, 朝食

摂取状況、余暇時間等の多くの諸条件が、身体活動量に影響を及ぼすことが示唆されている¹¹⁾¹²⁾¹³⁾。これらはいずれも身体活動量と生活諸条件との単独的関連についてのものであり、生活諸条件を複合的に検討しているものはみられない。また、さらに情報化、情報伝達機器利用の低年齢化が進む中で、どの条件による影響が大きいのか検討することは、今後の社会環境の変化の中で重要である。

そこで、本研究は子どもの体力特性に対する生活習慣の複合的な関連を検討し、条件相互の関連を考慮しながら計量的に検討することを目的とした。

II. 研究方法

1) 対象

本研究の対象はG県G市内の小学校に在籍する小学生546名（男子：261名，女子285名）であった（表1）。

2) 測定項目

表1 対象者数

学年	男子	女子	全体
低学年	55	69	124
中学年	102	117	219
高学年	104	99	203
全体	261	285	546

(単位：人)

対象者の体力・運動能力を把握するために、文部科学省の新体力テスト8項目（握力，上体起こし，長座体前屈，反復横跳び，シャトルラン，50m走，立ち幅跳び，およびソフトボール投げ）を実施した。また，アンケート調査により，対象のメディア利用習慣を調査し分析に用いた。本研究におけるメディアとは，情報伝達機器（テレビ・携帯電話・スマートフォン・インターネット）のことを示す。メディア利用習慣に関する調査項目は「平日TV視聴時間」，「週末TV視聴時間」，「平日PC等利用時間」，および「週末PC等利用時間」の4項目とした。

3) 分析方法

新体力テスト8項目に，男女別の低・中・高

学年それぞれに主成分分析を適用し，第1主成分を抽出した。その抽出した第1主成分得点を個人の体力総合得点として分析に用いた。

次に，対象の肥満度を算出するために，身長別標準体重では厚生労働省¹⁴⁾が設定した性別・年代別・身長別の係数を用いた計算式[身長別標準体重(kg) = 係数a × 身長(cm) - 係数b]，肥満度では財団法人日本学校保健会¹⁵⁾が作成した計算式[肥満度(%) = {実測体重(kg) - 標準体重(kg)} / 標準体重(kg)] × 100]を用い算出した。算出した体力総合得点を目的変数，メディア利用習慣4項目を説明変数として，さらに，肥満度を目的変数，メディア利用習慣4項目を説明変数として，それぞれに数量化第I類を適用し，各メディア利用習慣の体力に対する複合的関連を，男女別，学年別に検討した。なお，本研究の統計的有意水準はすべて5%未満とした。

III. 結果

1. 男子児童の体力総合得点とメディア利用習慣の関連

図1は男子児童の体力総合得点を目的変数とする数量化I類を適用した結果である。体力総合得点とメディア利用習慣の間には，低学年では中程度の重相関係数(0.536)，中・高学年では低い重相関係数(中学年：0.383，高学年：0.385)が認められた。また，体力総合得点に対してレンジの大きい項目順は，低学年では，平日PC等利用時間(レンジ(R)：2.417，偏相関(PC)：0.309)，週末PC等利用時間(R：1.821，PC：0.398)，平日TV視聴時間(R：1.509，PC：0.264)，週末TV視聴時間(R：0.967，PC：0.174)の順であった。中学年では，週末TV視聴時間(R：1.123，PC：0.215)，平日PC等利用時間(R：1.117，PC：0.234)，週末PC等利用時間(R：0.945，PC：0.167)，平日TV視聴時間(R：0.906，PC：0.138)の順であった。高学年では，平日PC等利用時間(R：1.746，PC：0.254)，平日TV視聴時間(R：1.335，PC：0.213)，週末PC等利用時間(R：1.145，PC：0.202)，週末TV視聴時間(R：0.860，PC：0.172)の順であった。

児童の体力、肥満度とメディア利用習慣の関連

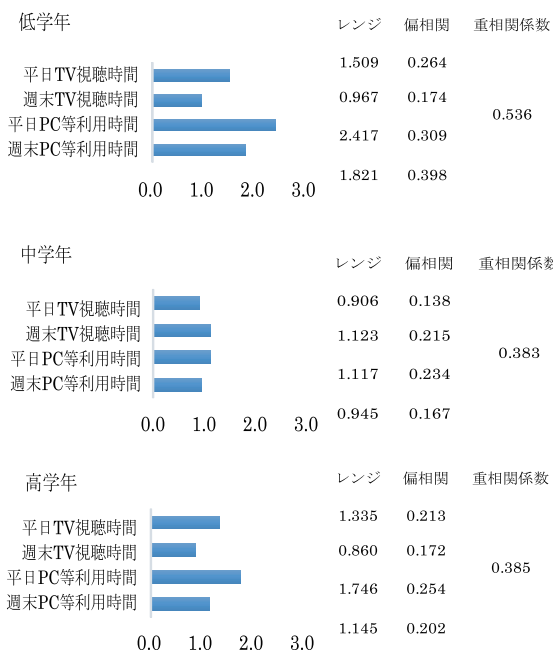


図1 男児における体力総合得点の数量化I類の結果

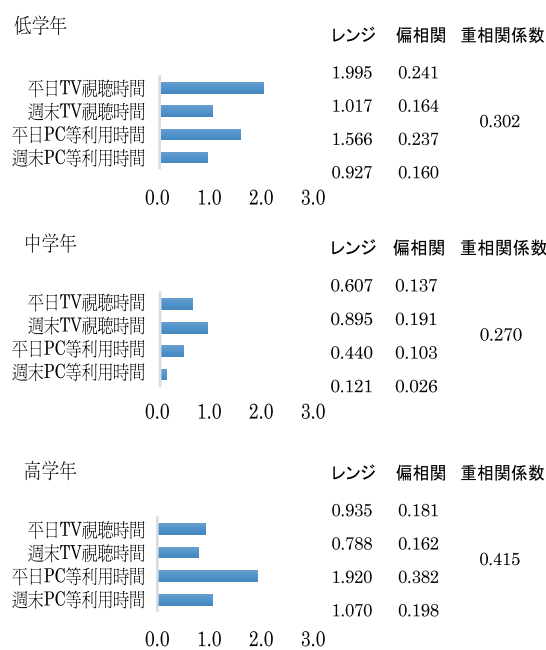


図2 女児における体力総合得点の数量化I類の結果

2. 女子児童の体力総合得点とメディア利用習慣の関連

図2は女子児童の体力総合得点を目的変数とする数量化I類を適用した結果である。体力総合得点とメディア利用習慣との間には、低・中学年では低い重相関係数（低学年：0.302，中学年：0.270），高学年では中程度の重相関係数（0.415）が認められた。また、体力総合点に対してレンジの大きい項目順は、低学年では、平日TV視聴時間（レンジ（R）：1.995，偏相関（PC）：0.241），平日PC等利用時間（R：1.566，PC：0.237），週末TV視聴時間（R：1.017，PC：0.164），週末PC等利用時間（R：0.927，PC：0.160）の順であった。中学年では、週末TV視聴時間（R：0.895，PC：0.191），平日TV視聴時間（R：0.607，PC：0.137），平日PC等利用時間（R：0.440，PC：0.103），週末PC等利用時間（R：0.121，PC：0.026）の順であった。高学年では、平日PC等利用時間（R：1.920，PC：0.382），週末PC等利用時間（R：1.070，PC：0.198），平日TV視聴時間（R：0.935，PC：0.181），週末TV視聴時間（R：0.788，PC：0.162）の順であった。

3. 男子児童の肥満度とメディア利用習慣の関連

図3は男子児童の肥満度を目的変数とする数量化I類を適用した結果である。肥満度とメディア利用習慣の間には、低・高学年では中程度の重相関係数（低学年：0.610，高学年：0.446），中学年では低い重相関係数（0.378）が認められた。また、体力総合点に対してレンジの大きい項目順は、低学年では、平日TV視聴時間（レンジ（R）：12.215，偏相関（PC）：0.473），平日PC等利用時間（R：10.577，PC：0.392），週末TV視聴時間（R：8.811，PC：0.311），週末PC等利用時間（R：5.314，PC：0.177）の順であった。中学年では、平日TV視聴時間（R：11.387，PC：0.070），週末TV視聴時間（R：10.840，PC：0.092），平日PC等利用時間（R：4.583，PC：0.277），週末PC等利用時間（R：3.226，PC：0.235）の順であった。高学年では、週末TV視聴時間（R：10.195，PC：0.302），平日PC等利用時間（R：8.115，PC：0.268），週末PC等利用時間（R：7.108，PC：0.214），平日TV視聴時間（R：4.488，PC：0.160）の順であった。

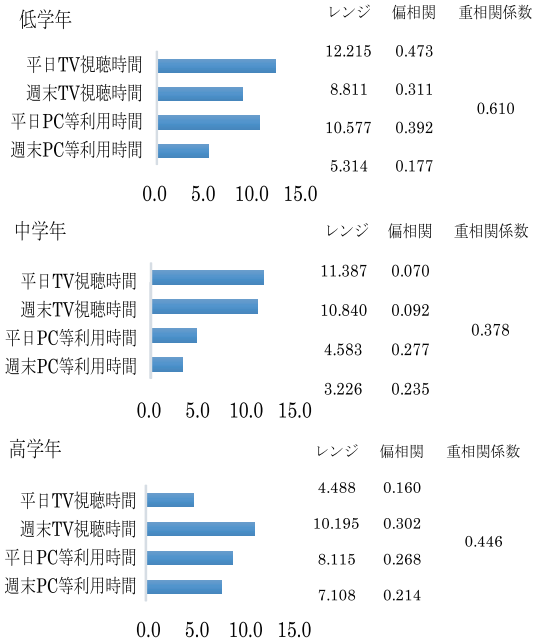


図3 男児における肥満度の数量化I類の結果

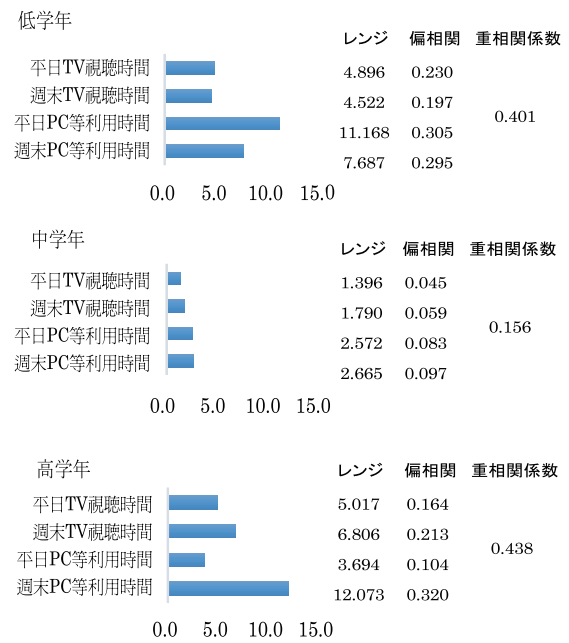


図4 女児における肥満度の数量化I類の結果

4. 女子児童の肥満度とメディア利用習慣の関連

図4は女子児童の肥満度を目的変数とする数量化I類を適用した結果である。肥満度とメディア利用習慣の間には、低・高学年では中程度の重相関係数（低学年：0.401，高学年：0.438），中学年ではほとんど関係ない重相関係数（0.156）が認められた。また，体力総合点に対してレンジの大きい項目順は，低学年では，平日PC等利用時間（レンジ（R）：11.168，偏相関（PC）：0.305），週末PC等利用時間（R：7.687，PC：0.295），平日TV視聴時間（R：4.896，PC：0.230），週末TV視聴時間（R：4.522，PC：0.197）の順であった。中学年では，週末PC等利用時間（R：2.665，PC：0.097），平日PC等利用時間（R：2.572，PC：0.083），週末TV視聴時間（R：1.790，PC：0.059），平日TV視聴時間（R：1.396，PC：0.045）の順であった。高学年では，週末PC等利用時間（R：12.073，PC：0.320），週末TV視聴時間（R：6.806，PC：0.213），平日TV視聴時間（R：5.017，PC：0.164），平日PC等利用時間（R：3.694，PC：0.104）の順であった。

IV. 考察

男子児童の体力総合得点とメディア利用習慣との関連では，各学年の重相関係数を見ると低学年では0.536，中学年では0.383，高学年では0.385とどの学年でも強く影響を与えていた。特に低学年では，偏相関係数を見ると，平日・週末ともにPC等利用が0.309，0.398と高く，低学年においてはPC等利用が体力に影響を及ぼしていた。女子児童では，高学年で重相関係数が0.415と最も高く，偏相関係数では平日のPC等利用が0.382と高く，平日のPC等利用が影響を及ぼしていた。春日ら¹⁶⁾は，高齢者を対象に，生活諸条件が体力に影響をおよぼしているか複合的に検討をした結果，測定項目と外的基準変量との重相関係数が0.305を示し，生活諸条件が複合的に関与していると報告している。宮下らの研究⁷⁾では，体力とテレビ視聴時間との間には関連性が認められなかったが，テレビ視聴時間が長ければ，運動時間や外遊びができる時間が少なくなり，体力に悪影響を及ぼす可能性があるとして唆している。西嶋ら¹³⁾は小学生では，食事，睡眠，運動の基本的な生活習慣が体力に大きく関係していたと報告している。浅井ら¹⁷⁾は運動不足の背景として，テレビを見る時間が多い，勉強や習い事が多いなどがあると報告している。

根本ら¹⁸⁾は、TV視聴といった運動を伴わない非活動時間の増加が、児童の身体活動量を低下させている原因の一つであると示唆している。足立¹⁹⁾らは、体力が低い傾向にある子どもは、メディアを視聴している時間に運動やスポーツができないことが関連していると報告している。本研究の結果においても、男児の各学年、女子の低学年と高学年では重相関係数が高く、様々な生活諸条件がある中でこの値は、長時間のメディア利用が体力や身体活動量に大きな影響を与えているのではないかと推察される。

男児の肥満度とメディア利用習慣との関係では、各学年の重相関係数を見ると低学年では0.610、中学年では0.378、高学年では0.446と、どの学年も高い値を示した。特に低学年では、0.610と最も高く、偏相関係数を見ると平日のメディア利用が大きく影響を与えている。さらに高学年では、週末のTV視聴時間が大きく影響を与えている。女兒では低学年と高学年において重相関係数がそれぞれ0.401、0.438と高い値を示した。偏相関係数を見ると低学年では平日のPC等利用が、高学年では週末のPC等利用が影響を与えていた。大須賀¹⁹⁾は、TV視聴は受動的でエネルギー消費の少ない行為であり、長時間の視聴は心身両面の活動力を低下させるために、肥満につながっていると述べている。大関²⁰⁾は肥満と関係ある生活習慣として、朝食の欠食、睡眠時間の減少、長時間のゲームやTVなど直接的にエネルギー出納に関与している場合が考えられると報告している。根本ら¹⁸⁾は、肥満や肥満傾向にある児童は身体活動量によるエネルギー消費量に問題があると報告している。Dietzら²¹⁾は、運動しないために活動エネルギー消費が減少することと、テレビ視聴の間にスナックのようなエネルギー密度の濃い間食をとることを成因であると述べている。大関ら⁹⁾はただ安静にしているよりも、テレビ視聴の間におけるほうが、消費エネルギーが低下し、肥満児では正常体重児と比べてさらに低下量が大きいと報告している。戸田ら²³⁾の研究では小学校高学年児童を対象とした調査から、日々の生活における3METs以上の活動時間や総消費量が多ければ、男子は全身持久力、基礎運動能力の走、跳の力

に、女子は基礎運動能力の走、跳に優れ、個人内の脂肪量は低く、筋肉量が多い傾向が示されたと報告している。高橋ら²⁴⁾は現在の子どもは室内遊びが主流になり、活動量が減ることで肥満などの生活習慣病に陥る危険性があると示唆している。本研究の結果においても、男女ともに重相関係数が高い数値を示していることから、メディア利用は、身体活動量に影響を与えることで、消費エネルギーが減り肥満につながることを示唆される。

V. まとめ

本研究では、子どものメディア利用習慣と体力・運動能力の関係、およびメディア利用習慣と肥満度の関係について明らかにすることを目的とした。分析の結果、以下の結論を得た。

1. 体力総合得点には、男児において、低学年および高学年では平日PC等利用時間が、中学年では週末TV視聴時間が最も強く影響し、女兒において、低学年では平日TV視聴時間、中学年では週末TV視聴時間、高学年では平日PC等利用時間が最も強く影響している。
2. 肥満度には、男児において、低学年および中学年では平日TV視聴時間、高学年では週末TV視聴時間が最も強く影響し、女兒において、低学年では平日PC等利用時間、中学年および高学年では週末PC等利用時間が最も強く影響を与えている。
3. 習慣的なメディア利用が、体力や身体活動量に影響を及ぼし、長時間の利用により消費エネルギーが減少し、体力低下や肥満児の増加の一因となっている。

VI. 参考文献

- 1) 仙田満；こどもの遊び環境の変容，教育と情報，470，12-19，05
- 2) 杉原隆，近藤充夫，吉田伊津美，森司朗；1960年代から2000年代に至る幼児の運動能力発達の時代変化，体育の科学57，1，69-73
- 3) 文部科学省中央教育審議会；子どもの体力向上のための方策について（答申），2002-9-30
- 4) 文部科学省中央審議会生涯学習分科会；生涯学習に関するデータ集，2005

- 5) 内閣府；青少年のインターネット利用環境実態調査，共生社会政策調査研究，2013
- 6) 文部科学省；スポーツ振興基本計画，スポーツ振興施策の展開方策，スポーツの振興を通じた子どもの体力向上方策
- 7) 宮下和，本山貢，木場田昌宜；小学生の生活習慣が体力に及ぼす影響について，和歌山大学教育学部教育実践総合センター紀要，2010，20，125-131
- 8) 高井瑞穂，大谷一記；児童生徒の体力・運動能力と生活実態に関する研究
- 9) 大国真彦，浅井利夫，天野曄，一色玄，伊藤助雄，高野陽，田辺功，永井多恵子，長嶋正実，前川喜平，沢田淳；子ども達がテレビ等視聴時間，ファミコン等で遊んでいる実態と肥満との関係調査成績，日本小児科学会こどもの生活環境改善委員会，日本小児科学会雑誌，99，9
- 10) Reilly JJ, Armstrong J, Dorosty AR, et al. : Early risk factors for obesity in childhood, cohort study .Br Med J, 330, 1361-1359, 2005
- 11) 三村寛一，臼井達也，山口晃平，持田師；小学生の体力・運動能力と睡眠時間に関する一考察，大阪教育大学，2012，61，1，263-270
- 12) 高倉実，小林稔，宮城政也，小橋川久光；児童における体力および健康習慣の短絡的变化に関するコホート研究，日本体育学会大会号，2003，54，476
- 13) 西嶋尚彦，中野貴博，鈴木宏哉，大塚慶輔，森田真男，國士将平，鈴木和弘，小沢治夫，大澤清二，小林寛道；子どもの生活習慣と体力との関係，日本体育学会大会号 (54)，476，2003-08-26
- 14) 厚生労働省；乳幼児身体発育調査，2000
- 15) 財団法人日本学校保健会；児童生徒の健康診断マニュアル (改訂版)，2006
- 16) 春日晃章，岩田弘敏；現在及び過去における生活条件が高齢者の体力特性に及ぼす影響，岐阜大学医学部紀要，2000，48，51-67
- 17) 浅井利夫；保護者・学校関係者・スポーツ指導者・医師のためのこどものスポーツ医学，2-3，新興医学出版社，2001
- 18) 根本裕太，稲山貴代，北畠義典，荒尾考；小学校4年生の日常生活における身体活動量とその関連要因，学校保健研究，2011，53，329-342
- 19) 足立稔，酒向治子，笹山健作；3年間にわたる子どもの体力縦断的变化が形態，生活習慣，心身の健康指標に及ぼす影響，岡山大学大学院教育学研究科研究集録，2013，153，81-87
- 20) 大須賀恵子；小学生の体型と生活習慣との関連性，日本公衛誌，2013，60，128-136
- 21) 大関武彦；肥満とやせ 子どもの肥満の現状と保健指導，公衆衛生，2010，74(6)，474-479
- 22) Dietz, William H., and Steven L. Gortmaker. "Do we fatten our children at the television set? Obesity and television viewing in children and adolescents." Pediatrics 75.5 (1985): 807-812.
- 23) 戸田稔子，渡辺丈真，& 唐誌陽；高学年児童における日常身体活動量及び体力，体格との関連. 学校保健研究，2007，49(5)，348-362.
- 24) 高橋亮輔，岡田真平，渡邊真也，武藤芳照；小学生の身体特性および生活習慣について，身体教育医学，7，1，25-30，2006

高齢者用衣服の考案

—寝たきり状態の方が着用する快適な衣服開発の事例—

Designed clothes for the elderly

—comfortable clothes development case of the person bedridden state to wear—

河田 祐里・夫馬佳代子

Yuri kawada and kayoko fuma

はじめに

現在は既製服社会となり、健康な人々や標準的な体型の人々は、大量な衣服の中から選択することが可能であるが、標準体型や体の機能を失うと、衣服の選択に限られた衣生活を送ることにもなる。例えば高齢者の中には、体型が変化すると共に体の機能にも問題が生じ、自立した生活が困難になる場合も見られる。このような状態になると、当然ながら既製の衣服の着脱が難しくなることが予測される。

現在では、高齢者用衣服や障害者用衣服などの研究が重ねられ、体の機能を考慮した機能重視の衣服も市販されるようになってきている。しかし、大量生産は不可能の為、価格的に高い、また各自の体の状態に適合する形態の衣服に出会うことは難しいのが現状である。

こうした現状をふまえて、学生が授業の一環として高齢者の衣生活改善に取り組み、四種の高齢者衣服を考案した。この取り組みは、全て異なる症状の高齢者や障害を持つ方々を対象として衣服の改善に取り組むものであるが、共通した考え方は、まず当事者の衣生活に関する願いをかなえ、次いで介護する方々の願いをかなえることである。もっとも留意したのは、製作者が一方的に高齢者衣服のイメージを作り上げるのではなく、まず高齢者本人の気持ちに寄り添い、着用者が衣服を着ていて「気持ちいい」「楽に着れる」など高齢者の「着心地」を追究した衣服の考案に努めること、さらに衣服を着ることにより精神面、心が楽しくなることに留意し、衣服の考案や製作に取り組む。

本稿で報告するのは、衣服の考案事例のⅠ「寝たきりの状態の方が気持ちよく過ごせる体に快適な衣服の考案」についてである。

対象とした高齢者の方の症例に対し、着装後の改善を3回行ったので、その過程について報告する。

1. 体に快適な衣服の考案

対象例 体が不自由で寝た状態の高齢者が快適に過ごせる介護服

体が不自由になり、寝たきりの状態で過ごす高齢者は多く存在する。ここでは、同様の体の問題を抱えた高齢者を対象として、本人及び介護をする方々の意見や願いをもとに、衣服の開発を進める。

試作した考案服を、対象例と類似する方に実際に着用してもらい、試作服の改善点を明らかにした。こうした改善点を踏まえ、体に快適な衣服の製作を試みる。

(1) 試作服のデザインの考案

家族が願う体にやさしい衣服の条件は以下ようになる。

【形態】・半袖シャツがないのでよい。

・襟は開いていた方がよい。

・体が大きいので肩幅を広めにし、全体的にゆとりがあるとよい。

【留め具】・横を向いた時に、介護用の衣服の袖下や脇のマジックテープが痛いかもしれないので無くしたい。

【材質】・オムツや保護バンドで蒸れやすく汗かきであるため、吸湿性・通気性のよい素材がよい。

・色は元気なころに好みの衣服の色が良い。

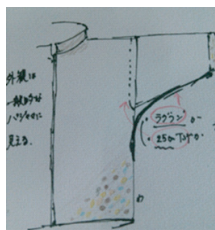
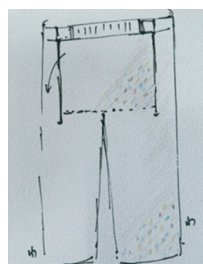


図1 試作服上下衣の図案

【上衣の工夫】

- ・服脇の縫い目を無くす。
- ・背中中の縫い目も無くし、前開きにする。
- ・袖付けを下げると。
- ・半袖。
- ・立ち襟。
- ・留め具はマジックテープ。
- ・吸湿性、通気性に優れた生地。



【下衣の工夫】

- ・下衣の前真ん中を半分開けられるようにする。
- ・下衣の脇の縫い目を無くす。
- ・股上を5cm深くする。
- ・腰の脇のゴムを無くす。
- ・吸湿性、通気性に優れた生地。

(2) 試作服の製作

試作服の図案をもとに、試作服を製作する。

1) 上衣

試作服上衣の特徴は、①脇と背中中の縫い目が無い、②肌触りのよい綿100%サッカー布。

具体的に「襟」は襟元が開くと寒いので立襟とし、前開きで全て開くことができる形態にする。留め具はマジックテープとする。



写真1 試作服上衣



写真2 襟



写真3 留め具



写真4 袖

2) 下衣

試作服下衣は、脇の縫い目がなく、股上が深くしてある、肌触りのよい綿100%サッカー布を用いる。脇の縫い目は横になって寝る場合に、縫い目が肌に接触することを考慮し、脇は「わ」にする。留め具はマジックテープを用いる。



写真5 試作服下のウエスト部分



写真6 マジックテープの留め具



写真7 前開きを開いた状態

前が半分開き、紐がつき、紐を結ぶことで下がらないようになっている

(3) 試作服の着装

試作服を類似した症状の高齢者が着装する。着装した状態を見た介護者の感想は、幅にゆとりがあり、基本的な着脱がし易い。袖付けが下げてあるが、腕を通すには肩を狭めなければならない。腰の紐を結ぶのは手間がかかる、綿100%サッカー布を用いているので通気性がよく、着心地はよい等の意見が得られた。



写真8 試作服の着装 前・横・後

(4) 試作服の評価と改善点

製作した試作服を高齢者の協力者が実際に着用し、介護者が試作服の着装状態を観察した。その結果に基づいた試作服の評価と改善点について紹介する。

1) 試作服の評価

試作服に関する評価は資料1に示す。

2) 試作服の改善点

試作服の改善点は、形態の面では、袖幅が広すぎると邪魔になるので、袖幅を端に向かって狭くすること。下衣は、横を向くことが多いため脇のゴムを無くし、どのような場合にも対処できるように全開きにすること。留め具の面では、上衣の留め具はやわらかいマジックテープにし、下衣は柔らかめのファスナーを用いて、持ち出しをガーゼのような布で深くすること。さらに、ファスナーの一番上の部分は布で覆い、マジックテープで留められるようにすること等がある。

資料1 評価

- | |
|--|
| <p>【形態】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・前全開きはよい。 ・首元の温度調節ができるとよい。 ・袖幅が広いのは着やすくよい。 ・袖幅が広すぎると手を前にした時に邪魔かもしれない。 ・下衣の前部分が開くようになっているのはよい。 ・小の時は半開きでよいが、大の時は全開きの方がよい。 ・股上が下げているのはよい。 <p>【材質】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・綿100%サッカーの布がよい。 |
|--|

2. 第2試作服の製作

試作服の改善点をもとに第2試作服を製作する。

(1) 第2試作服の製作手順(上)

1) 上衣

改善点をもとにして型紙を作成する。

図に示す寸法は、1つの事例である。

参考寸法であり、対象者の体の胸囲など採寸が必要である。(図3-1～図3-3)

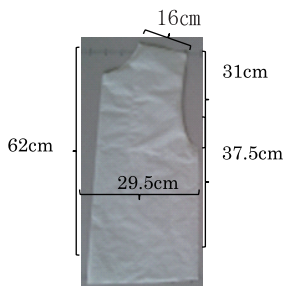


図2-1 型紙(前身頃)

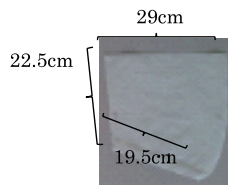


図2-2 型紙(袖)

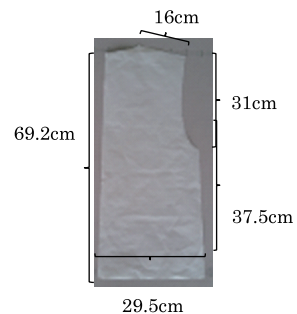


図2-3 型紙(後ろ身頃)

1. 布に型紙を写し布を裁つ。

布を半分に折り、その上に前身頃と後ろ身頃の半分ずつを繋ぎ合せて置いてしるしを付け、縫い代を残し、脇の縫い目が無くなるように裁つ。(写真9)

2. 袖は半分に折った布のわになる方を袖の型紙の上に合わせ、縫い代を残し、袖上に縫い目が無くなるように裁つ。(写真10)

3. 袖下を縫い、袖口の始末をする。両袖の袖下を袋縫いにする。(写真11)

4. 袖口は、内側に三つ折りにし、縫いとめる。(写真12) この作業を両袖で行う。

5. 身頃の肩を縫う。身頃の両肩を袋縫いにする。(写真13)

6. 袖を身頃に縫い付ける。

輪状になった袖と身頃を袋縫いで縫い合わせる。(写真14) この作業を両袖で行う。

7. 前身頃の端に布を足す。

前身頃の端の長さの縦72.2cm横10cmの布を前身頃の柄に合わせて2部裁つ。布の長い両端を二つ折りにし、バイアステープのように前身頃の両端にそれぞれ縫い付ける。(写真15)

8. 裾の始末をする。裾を内側に三つ折りにし、縫いとめる。(写真16)

9. 前身頃の端にマジックテープを付ける。介護服用のソフトマジックテープを、右前身頃が上になるように前身頃の両端に5つずつ縫い付ける。(写真17)

10. 襟まわりにバイアステープを付ける。襟まわりにサテン生地バイアステープを縫いつける。(写真18)



写真9 型紙と布



写真10 布を裁つ



写真11 袖下



写真12 袖口の様子



写真13 肩の袋縫い



写真14 袖と身頃



写真15 前身頃の表



写真16 裾三つ折り



写真17 前身頃の留め



写真18 襟まわりのテープ

2) 下衣

改善点をもとにして型紙を作成する。

図に示す型紙の寸法は1つの参考事例である。

対象者の体を詳細に採寸することが望ましいが、体調により採寸が困難な場合は、胴囲・腰囲をもとに、現在装着している衣服の寸法から割り出すのも一つの方法である。(図4)

11. 布に型紙をルレットなどを用いてうつす。

布を裁断する。

股下を縫い合わせる。

裁った大きい布と小さい布の股下を袋縫いで縫い合わせる。(写真19)

12. 股下を縫い合わせる。

13. 股上を縫い合わせる。

股下を縫い合わせた2部を重ね、

股上を袋縫いで縫い合わせる。(写真21)

14. ファスナーを縫い付ける。

ファスナーを設ける内側の端に、表から見てファスナーの凸凹が布から出ないように縫い付ける。

(写真22)

15. 外側の端には、ファスナーの凸凹が、表から見て布から出るように縫い付ける。(写真23)

16. 外側の端に、写真24のような8cm幅の持ち出しの布を、ファスナーの端を覆うようにして縫い付ける。(写真25)

17. この作業を両足のファスナーを設ける部分で行う。

18. 裾の始末をする。

裾を内側に三つ折りにし、縫いとめる。(写真26)

この作業を両裾で行う。

19. 腰周りにゴムを通し、始末をする。

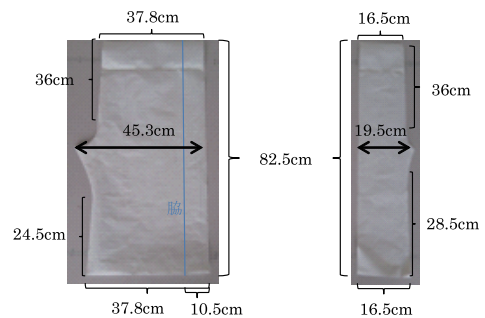


図3 型紙 (下衣)



写真19 股下の様子



写真20 股下を縫い合わせ



写真21 股上の縫い合わせ

端を内側に三つ折りにし、ゴムを通さない両脇10cmは縫いとめてしまう。

背中と腹部分は三つ折りの真ん中だけを縫い、1本ずつゴムを通し、ゴムの端を5回返し縫いする。

ゴムを縫い込まないようにしながら、三つ折りを縫いとめる。(写真27)

20. ファスナーの上部にマジックテープを付ける。

ファスナーが通っていない上部に、マジックテープを縫い付ける。(写真28)

21. ファスナーに持ち手を設ける。

ファスナーに合わせた長細い布の短い両端の始末をし、長い両端を二つ折りにし、布を半分にして縫い合わせる。

それをファスナーの穴に通し、端を3回返し縫いする。(写真29)



写真22 内側の端の裏



写真23 外側の端の裏

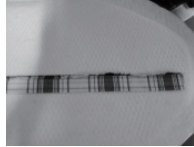


写真24 持ち出しの布



写真25 外側の端の裏



写真26 裾の始末

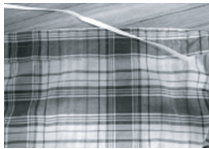


写真27 腰回り



写真28 ファスナーの上部



写真29 ファスナー持ち手



写真30 介護服上衣

(2) 完成した第2試作服の特徴

①上衣

- ・綿100%サッカー布。
- ・青色のチェック柄。
- ・すべて袋縫いである。
- ・襟は無い。
- ・脇に縫い目が無い。
- ・前全開きである。
- ・留め具はマジックテープ

②下衣

- ・綿100%サッカー布。
- ・青色のチェック柄。
- ・すべて袋縫いである。
- ・脇に縫い目が無い。
- ・前がファスナーで、開くようになっている。
- ・留め具はファスナーとマジックテープである。



写真31 介護服下衣

完成した試作服の特徴をまとめる。上衣は襟なしの前全開きの半袖シャツである。袖付けが下げられてあり、袖口に向かって袖幅が狭まっていることで、着脱しやすく邪魔にならない工夫がされている。下衣はどのような場合にも対処できるように、脇から少し前方が全てファスナーで開くようになっている。ファスナーの上方はマジックテープで留めることができるようになっている。肌触りのよい綿100%サッカー布を使用し、縫い代を全て袋縫いにすることで、敏感肌でも刺激を受けにくいようになっている。

(3) 改善点の比較

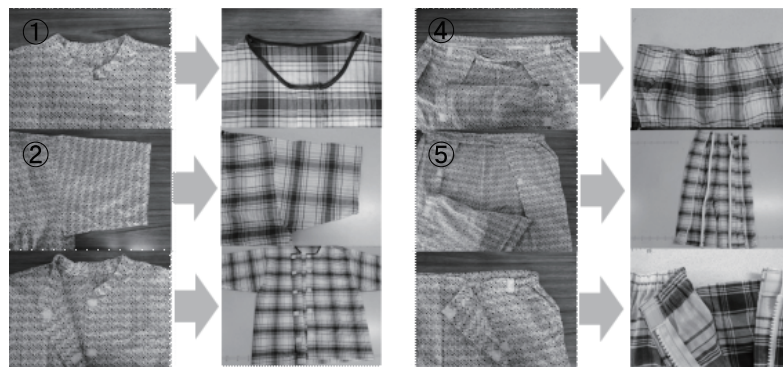


図5 第2試作服の改善点

第2試作服の改善点は以下の通りである。

- 【形態】①襟が無く、サテン生地のバイアステープで襟まわりが覆ってある。
- 【形態】②袖が袖口に向かって狭まっている。
- 【留め具】③留め具は介護服用のやわらかいマジックテープを使用している。
- 【形態】④脇にゴムが通っておらず、背中と腹にゴムが通っている。
- 【形態】⑤下衣の上から下までが開くようになっている。
- 【留め具】⑥ファスナーの上部はマジックテープで留められるようになっている。

3. 第3試作服の製作

より体にやさしい介護服を求めて、第2試作服を一か月着用して生活した後、介護者からの改善の要望にもとづき、より快適に着用できる衣服を求めて改良を行う。

(1) 第3試作服の改善点

①袖の前部分にファスナーをつけ腕を通しやすくする。



写真32 袖

②首を動かしやすくする。



写真33 襟ぐり

(2) 体の状態に合わせて作り直すための製作手順

体に快適な第2試作服を着用する中で、さらに快適に着用できるよう作り直すための手順の事例

1) 上衣

1. ファスナーを設けるところを裁つ。

袖先から身頃に向かってファスナーの長さ分の36cmだけ袖上から10cmのところにするしを付け、布を裁つ。(写真34)

この時、袖先の始末と、身頃と袖が結合している部分のしるしの左右の縫い目をミシンで補強する。

2. 裁った部分の始末をする。

縦6cm横40cmの長方形の布を2つ用意し、1つは短い両端を二つ折りにして始末をしてから、下の端に中表にして縫い付ける。(写真35)

3. 縫い付けた布を裏返し、アイロンで縫い目を押さえてから残った端を三つ折りにして、袖の裏に縫い付ける。(写真36)

4. 反対側の端布の縦6cm横40cmの長方形の布の短い両端を二つ折りにして始末をしてから、長い両端を二つ折りにし、上の端に縫い付ける。(写真37)

5. ファスナーを縫い付ける。

下の端に、ファスナーの凸凹が表から見て布から出るように縫い付ける。(写真38)

6. ファスナーが布から出るように縫い付けた方に、8cm幅の持ち出しの布をファスナーの端を覆うようにして縫い付ける。(写真39)

7. 上の端には、ファスナーの凸凹が布から出ないように下の端に縫い付けたファスナーに合わせて縫い付ける。(写真40)

8. ファスナーに持ち手を設ける。

ファスナーに合わせた長細い布の短い両端の始末をし、長い両端を二つ折りにし、布を半分に折って縫い合わせる。それをファスナーの穴に通し、端を3回返し縫いする。(写真41) 同様の手順で両袖のファスナーをつける。

9. 襟まわりの布を裁つ。

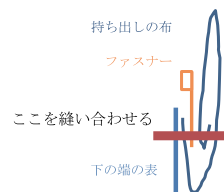


図6 持ち出しの布の図

襟まわりのバイアステープをはずし、襟まわりの端に沿って2 cm幅ずつ裁つ。(写真42)

10. 襟まわりにバイアステープを付ける。

襟まわりにサテン生地バイアステープを縫い付ける。(写真43)

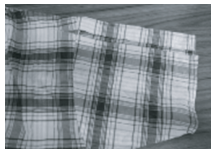


写真34 袖のファスナー

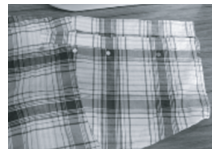


写真35 裾のファスナーの始末



写真36 裾のファスナーの始末



写真37 ファスナー付けの端布



写真38 ファスナー縫い



写真39 ファスナー縫い2



写真40 ファスナー上の端の裏の様子

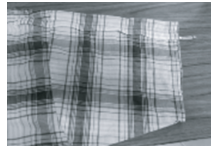


写真41 ファスナーの持ち手



写真42 襟まわり



写真43 襟まわりの様子

(3) 第3 試作服の完成

改良点を踏まえ、完成した体に快適な衣服の特徴をまとめる。上衣は襟なしの前全開き半袖シャツである。袖付けが下げられてあり、袖口に向かって袖幅が狭くなっている。寝ていても邪魔にならないように、袖の前方には袖先から肩近くにかけてファスナーが付いており、そこを開いてから肘を入れ腕を通すことで、腕が拘縮していても楽に袖を通すことができるようになっている。下衣はどのような場合にも対処できるように、脇から少し前方が全てファスナーで開くようになっており、横になった状態でもファスナーが体に当たることがないようにしている。ファスナーの上方はマジックテープで留めることができるようになっている。肌触りのよい綿100%サッカー布を使用し、縫い代を全て袋縫いにする事で、敏感肌でも刺激を受けにくいようになっている。

上衣

- ・綿100%サッカー布。
- ・青色のチェック柄。
- ・すべて袋縫いである。
- ・襟は無い。
- ・脇に縫い目が無い。
- ・前全開きである。
- ・留め具はマジックテープである。



写真44 改良した上衣



写真45 袖を開いた状態
・袖先から肩近くまでがファスナーで開く。

下衣

- ・綿100%サッカー布。
- ・青色のチェック柄。
- ・すべて袋縫いである。
- ・脇に縫い目が無い。
- ・前がファスナーで開く。
- ・留め具はマジックテープである。



写真47 改良した下衣



写真46 広がった襟まわり
・襟まわりが広がる。

(4) 日常着装した状態を観察した介護者の感想

介護者の感想を以下に示す。

- | | |
|-------|---|
| 【着脱】 | ・袖のファスナーは、腕が拘縮していても袖を通すことができる。
・下衣のファスナーが長く、手間である。 |
| 【形態】 | ・首回り、身幅、袖幅、股上、腰周りすべてにゆとりがある。 |
| 【留め具】 | ・寝た状態でもファスナーが邪魔にはならない。 |
| 【材質】 | ・綿100%サッカー布の肌触りがよく、夏場でも快適に過ごせそうである。 |



写真48 前



写真49 横



写真50 後



写真51 袖のファスナー



写真52 下衣のファスナー

4. 応用作品例：改善点を生かした体に快適な介護服

体に快適な衣服の開発において、試作服製作後の着装意識や介護者の観察により、さらなる介護服の改良を試みた。これまでに明らかになった改善点を踏まえて考案した応用作品例を紹介する。

(1) 応用作品例の特徴

- ・綿100%の布。
- ・青色。
- ・すべて袋縫いである。
- ・脇に縫い目が無い。
- ・縫い代が表に出ている。



写真53-1 応用作品



写真53-2 襟
・襟が無い。



写真53-3 袖
・半袖
・すべて開く。



写真53-4 留め具
・留め具はマジックテープ



写真53-5

- ・膝から上下がファスナーで開く
- ・ズボンの下部分のファスナーを開いた状態。
- ・ファスナーが足の前部分にあるので、寝たきりでも皮膚への刺激は少ない。



(2) 着装とその着心地

全体的にゆとりがあり、基本的な着脱は容易であるが、拘縮した腕を想定した着脱では腕を通す行為が困難。また、下衣のファスナーが膝から上下に開くことで、ファスナーの長さが短くなり、簡単に開くことができる。

- 【着脱】・拘縮した腕の場合、袖付けを下げるより袖部分が開くと良い。
・下衣のファスナーが多い。
- 【形態】・首回り、身幅、袖幅、股上、腰周りすべてにゆとりがある。
- 【留め具】・寝た状態でもファスナーの付け位置が邪魔にはならない。



写真54 前



写真55 横



写真56 後



写真57 下衣のファスナー

おわりに 高齢者衣服のこれから

本報では、高齢者用衣服の開発の1つの試みとして、寝たきりの状態の高齢者の体への負担を軽減する衣服の在り方について検討し、考案服を試作した。1月間着用して日常生活の中で着装することにより、課題を見出すことができた。2回の改善を重ね、3つの形態の考案服の開発を重ねることができた。特に、寝たきりの生活状態やおむつの取り換えなどもより簡易にできることに配慮した形態を提案した。

このように実際の高齢者の抱える生活課題に着面しながら問題解決を重ねることで、学生も多様な衣生活や衣服形態を創造する力が育成されたものと思われる。

前述したように高齢者の中には、身体機能の低下を免れず、それに伴い衣服も機能性を重視し、ファッション性について考えることは難しくなる傾向が見られる。

そこで、これからの超高齢化社会では、一人一人に合わせた高齢者用の衣服製作が重要になると考える。しかし現実には、各自に合わせた高齢者衣服製作は、時間的にも費用的にもコストがかかり、実現は難しいのが現状と思われれます。

本報では、小中学校家庭科の経験を生かして、高齢者衣服は自分で製作することができること、型紙から製作することが出来なくとも既製服を用いて高齢者衣服に改良することができることを提案した。これからの高齢者及び障害者の方々の衣服は、購入するのみなく、自分で既製服に少し手を加えて、より着用者の願いをかなえる服作りを、楽しみながら作ることができたら理想であると考えている。それには、如何に簡単で短時間で理想とする衣服作りが可能であるかの検討を重ねることが必要であると考えている。

紙面ではありますが、ご指導、ご協力を賜りました平川仁尚先生、木股貴哉先生、患者様の皆様に厚く御礼を申し上げます。

齧歯類モデルを用いた経口糖質負荷試験における 血糖自己測定機器の測定差異

Measurement difference of self-monitoring of blood glucose devices on
oral glucose-tolerance test performed in rodent models

久保和弘

Kazuhiro Kubo

岐阜大学教育学部 家政教育, 〒501-1193 岐阜市柳戸1番1

要旨

血糖自己測定（SMBG）機器は、糖尿病患者の血糖モニタリングを使用目的としているが、測定操作が簡便であるため、齧歯類を用いた糖質負荷試験においてもしばしば利用される。SMBGの測定原理は、酵素比色法と酵素電極法に大別され、さらに酵素の種類（グルコースオキシダーゼ（GOD）、グルコースデヒドロゲナーゼ（GDH））によって分類される。測定原理の違いにより、測定値は高値または低値を示すことが報告されているが、血糖変動パターンへの影響とそれに伴う糖質負荷試験の判定結果への影響については明らかではない。本研究では、2型糖尿病モデル動物を用いて経口グルコース負荷試験（OGTT）及び経口炭水化物負荷試験（OCTT）を実施し、測定原理の異なる典型的なSMBG機器を用いて血糖モニタリングの血糖変動パターンを比較した。対照は、体外診断薬であるグルコースCII-テストワコーを用いた。GOD比色法またはGDH電極法を採用する機器の値はいずれも、血糖濃度が高いほど、対照に比べて低値を示した。また、高血糖時に、GDH電極法はGOD比色法に比べてより低値を示した。血糖変動パターンは測定原理によって異なることから、糖質負荷試験の血糖モニタリングにSMBG機器を用いる場合は、測定値に影響を与える要因（特に血液の種類とヘマトクリット（Ht）値）に留意する必要がある。

1. 緒言

血糖自己測定（Self-monitoring of blood glucose: SMBG）機器は、糖尿病患者の血糖モニタリングを目的として広く普及している。少量（数 μ L）の血液で簡易に血糖濃度の変動を監視できることから、糖尿病予防を目的とした食品機能性素材等の研究において、ヒト^{1,2)}以外に、ラット³⁻⁵⁾やマウス^{6,7)}を対象とした経口グルコース負荷試験（Oral glucose tolerance test: OGTT）や経口炭水化物負荷試験（Oral carbohydrate tolerance test: OCTT）に利用する事例が見受けられる。SMBG機器の精度は、国際規格ISO 15197に準拠し、測定値の95%が、グルコース濃度75mg/dL未満の試料では ± 15 mg/dL以内、グルコース濃度75mg/dL以上の試料

では $\pm 20\%$ 以内に入るように調整されている⁸⁾。すなわち、実測値の誤差の許容範囲は血糖濃度の上昇に伴って大きくなる。そのため、OGTTやOCTTにおいて、とくに高血糖時の測定値が機種によって大きく異なることが危惧される。SMBG機器の基本的性能について評価した研究報告⁹⁻¹¹⁾や、犬及び猫への応用に関する研究報告¹²⁾がある。しかし、OGTTやOCTTを対象としたSMBG機器の比較研究は見当たらない。そこで本研究では、日本人に多くみられる非肥満・インスリン分泌低下型の2型糖尿病モデル動物によるOGTT及びOCTTを実施し、測定原理の異なるSMBG機器を用いて血糖モニタリングの血糖変動パターンを比較して、糖質負荷試験の判定結果への影響について検討した。

2. 実験方法

2.1 動物

本研究は、岐阜大学動物実験委員会の許可を得て、生命科学総合研究支援センター動物実験施設において実施された。動物の取り扱いについては、岐阜大学動物実験取扱規則及び岐阜大学大学院医学研究科動物実験要項を遵守した。

日本人の2型糖尿病の特徴である非肥満、インスリン分泌低下及びインスリン抵抗性を示すモデル動物としてGoto-Kakizaki (GK) ラットを使用した。日本エスエルシー(株)より購入したGK/SlcラットオスSPF (Specific Pathogen Free) に一般飼料CE-2 (日本クレア(株)) と水を自由摂取させ、個別ケージで飼育した。施設内の環境条件は、12時間の明暗サイクル、温度22°C±2°C、湿度60%であった。

2.2 OGTT及びOCTT

8週齢のGKラットを1週間馴化させ、9週齢の時点で16時間絶食した後、対照群及びSMBG機器2種の群(全3群、各群12匹)に分け、OGTT及びOCTTを実施した。経口投与した糖質は、OGTTにはグルコース(特級D(+)-Glucose(無水)、和光純薬(株))を、OCTTにはグルコースと α -コーンスターチ(日本配合飼料(株))の混合物(混合比1対1)を用いた。糖質投与量が200mg/5ml蒸留水/kg体重となるように胃ゾンデを用いて強制的に経口単回投与を行い、投与前(空腹時0分)、投与後15分、30分、60分、120分、180分に尾静脈から全血を採取した。

SMBG機器は後述する2機種を使用した。各機器に取り付けた専用センサーで、ラット尾静脈血(全血)を直接吸い取り、血漿中グルコース濃度として結果を表示させた。比較対照として、ヘマトクリット毛細管を用いて採血した尾静脈全血を遠心分離(12,000rpm×5分間、4°C)して、得られたヘパリン血漿のグルコース濃度を体外診断用医薬品グルコースCII-テストワコー(和光純薬工業(株))を用いて測定した。

2.3 SMBG機器

我が国では20種類以上のSMBG機器が普及している¹⁰⁾。これらの測定原理は、酵素比色法と

酵素電極法の2つに大別され、さらに使用する酵素の種類(グルコースオキシダーゼ(GOD)、グルコースデヒドロゲナーゼ(GDH))によって分類される(Table 1)。

Table1 SMBG機器の測定原理による分類

	GOD法	GDH法
比色法	GOD比色法	GDH比色法
電極法	GOD電極法	GDH電極法



Fig.1 テルモM (GOD比色法)
(左: 本体, 右: センサー)



Fig.2 ニプロF (GDH電極法)
(左: 本体, 右: センサー)

本研究では、GOD比色法を採用する機種としてテルモ・メディセーフフィット(以下、テルモM)(医療機器承認番号22100BZX00858)(Fig.1)を、また、GDH電極法を採用する機種としてニプロ・フリースタイルフリーダムライト(以下、ニプロF)(医療機器承認番号22200BZX00881A01)を使用した(Fig.2)。

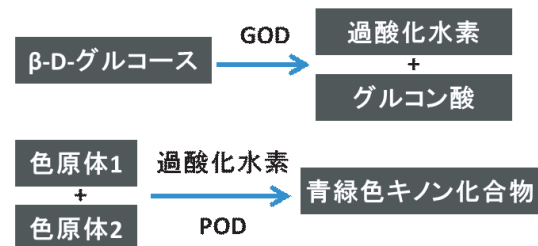


Fig.3 テルモM (GOD比色法) の測定原理

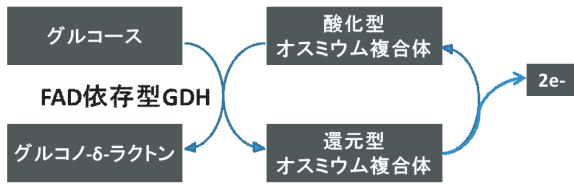


Fig.4 ニプロF (GDH電極法) の測定原理

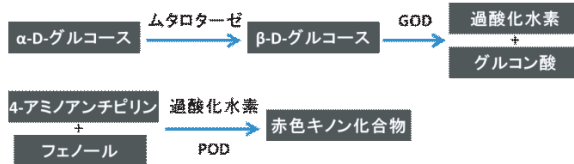


Fig.5 グルコースCII-テストワコー (ムタロターゼ・GOD比色法) の測定原理

テルモMの測定原理 (Fig.3) は、比較対照であるグルコースCII-テストワコー (和光純薬(株)) と同様に、GOD比色法を採用している。ただし、検体は血漿ではなく全血であり、また、専用センサーであるメディセーフフィットチップ中にムタロターゼを含まないことからβ-D-グルコースのみを測定し、これを機器本体に内蔵の専用検量線により校正して、血漿中グルコース濃度として結果を表示する。実際の取り扱いには、まず、テルモM本体に専用センサーを取り付け、ラット尾静脈血 (全血) を吸引すると、血中のβ-D-グルコースのみがセンサーに含まれるGODによって酸化されて過酸化水素とグルコン酸を生成する。生成した過酸化水素はペルオキシターゼ (POD) により、センサーに含まれる1-(4-スルホフェニル)-2,3-ジメチル-4-アミノ-5-ピラゾロン (以下、色原体1) 及びN-エチル-N-(2-ヒドロキシ-3-スルホプロピル)-3,5-ジメチルアニリンナトリウム (以下、色原体2) と反応して、青緑色のキノン化合物を生成するので、これを比色定量する。

ニプロFの測定原理 (Fig.4) は、フラビンアデニンジヌクレオチド (FAD) 依存型GDHとクーロメトリー法を用いた酵素電極法である。テルモMと同様に、検体は血漿ではなく全血であり、β-D-グルコース濃度を測定した後に専用の検量線で校正して血漿中グルコース濃度とし

て表示する。すなわち、ニプロF本体に専用センサーであるニプロFS血糖センサーライトを取り付け、ラット尾静脈血 (全血) を吸引すると、血中のβ-D-グルコースが、センサー電極中のFAD依存型GDHと反応して、グルコノ-δ-ラクトンに変換される。このとき起こる酸化型オスミウム複合体の還元に伴って放出される電子(e-)の量を専用電極で一定時間測定して電荷量を求め、電荷量は分子量に比例することから、血漿中グルコース濃度に変換して表示する。

SMBG機器の比較対照として体外診断用医薬品グルコースCII-テストワコー (和光純薬(株)) を用い、尾静脈全血から得たヘパリン血漿中のグルコース濃度を測定した。測定原理 (Fig.5) は、ムタロターゼとGODを組み合わせたムタロターゼ・GOD比色法である。すなわち、発色液中のムタロターゼにより、ヘパリン血漿中のα-D-グルコースがβ型へ変換され、β-D-グルコースはGODにより酸化されて過酸化水素とグルコン酸を生成する。生成した過酸化水素は共存するPODにより4-アミノアンチピリンとフェノールを定量的に酸化縮合させて赤色のキノン化合物を生成するので、これを比色定量する。比較対照法による血漿中のグルコース濃度は次の計算式により求めた。

$$\text{グルコース濃度 (mg/dL)} = (\text{Es} / \text{EStd}) \times 200$$

Es: 血漿試料の吸光度

EStd: グルコース標準液 (200mg/dL) の吸光度

2.4 統計処理

空腹時 (0分) に対する経時的な血糖値変化について、Dunnettの多重比較検定法 (Dunnett's multiple comparison test) を用いて有意差検定を行った ($p < 0.05$)。また、同じ測定時間における測定方法間の差を比較するため、Tukey-Kramerの多重比較検定法 (Tukey-Kramer multiple comparisons test) を用いて有意差検定を行った ($p < 0.05$)。

3. 結果

OGTTの結果をFig.6に示した。0分と15分後の血糖値に関して、対照法（ムタロターゼ・GOD比色法）に比べ、テルモM（GOD比色法）はほぼ同じ値を示したが、ニプロF（GDH電極法）は有意に低値を示した（Fig.6A）。しかし、その変化量（Fig.6B）は3群間で有意差は認められなかった。血糖値（Fig.6A）のピークはいずれも60分後に現れ、その時、3群間の測定値の差が最大となった。血糖値は30分以降180分後まで3群間に有意差が認められ、対照>テルモM>ニプロFの順に高値を示した。一方、その変化量（Fig.6B）は、対照に比べてSMBG 2機種は有意に低値を示したが、2機種間では有意差が認められなかった。180分後、2機種の測定値

は0分レベルまで低下したが、対照値は低下しなかった（Fig.6A）。この傾向は、変化量についても同様であった（Fig.6B）。

OCTTの結果（Fig.7）は、血糖変動を除き、前述したOGTTの結果とほぼ同じであった。血糖値（Fig.7A）のピークはOGTTと同様に60分後に現れ、30分以降180分後まで3群間に有意差が認められた（対照>テルモM>ニプロF）。また、60分後の変化量（Fig.7B）は、テルモM（GOD比色法）がニプロF（GDH電極法）に比べて有意に高値を示した。一方、180分後の変化量は、テルモM（GOD比色法）の場合、空腹時（0分）との間に有意差が認められなかったが、ニプロF（GDH電極法）は、対照と同様に、空腹時（0分）との間に有意差が認められた（Fig.7B）。

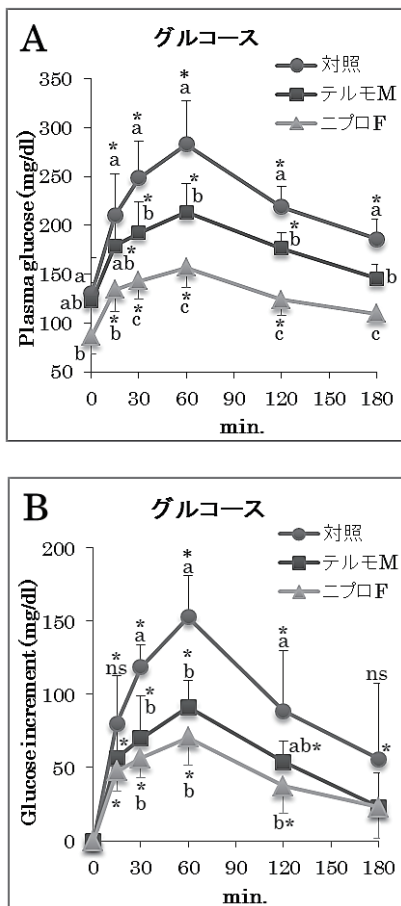


Fig.6 OGTTにおける血糖値及びその変化量
A：血糖値，B：変化量，n=12。a,b,c：同じ経過時間において、異なるアルファベットを付したものは有意差がある ($p<0.05$)。*：空腹時（0分）に対して有意差がある ($p<0.05$)。

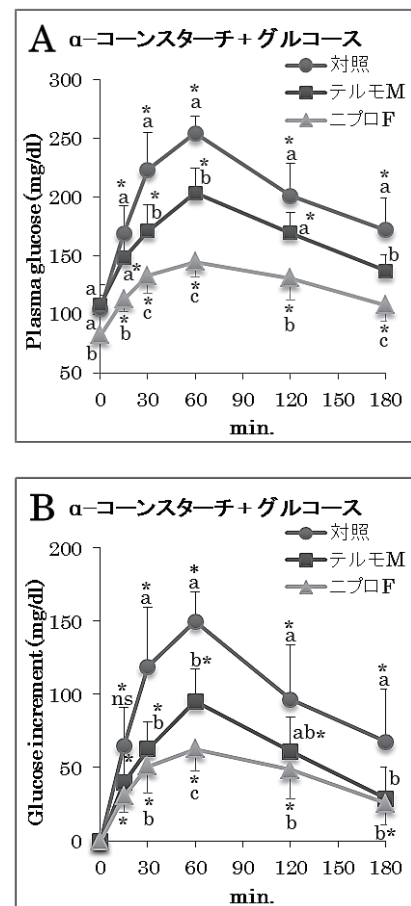


Fig.7 OCTTにおける血糖値及びその変化量
A：血糖値，B：変化量，n=12。a,b,c：同じ経過時間において、異なるアルファベットを付したものは有意差がある ($p<0.05$)。*：空腹時（0分）に対して有意差がある ($p<0.05$)。ns：同じ経過時間において有意差がない。

4. 考察

血糖濃度が高いほど、SMBG機器の測定誤差の許容範囲は大きくなるため、OGTT及びOCTTにおける血糖モニタリングの血糖変動パターンは機種によって異なることが危惧される。実際に、本研究で使用した2機種の測定値の差は血糖濃度の上昇に伴い増大し、また、血糖値が空腹時レベルまで低下するのに要する時間は2機種で異なるケースが認められた。従って、SMBG機器の特性によって糖質負荷試験の判定結果が異なることが示唆された。SMBG機器5機種の臨床評価では、グルコース分析装置での測定値に比較して、GOD比色法及びGOD電極法の測定値は高く、一方、GDH電極法の測定値は低くなることが報告されている¹⁹⁾。本研究において、ニプロF (GDH電極法) の測定値がテルモM (GOD比色法) に比べて低値を示したと一致する。血糖値測定に影響を与える因子として、①D-グルコースのアノマー比、②SMBG機器の使用環境、③血中アスコルビン酸、④解糖阻剤としてのフッ化物、⑤血中脂質、⑥血液の種類、⑦ヘマトクリット (Ht)、⑧血中溶存酸素などが挙げられる。本研究結果とこれらの因子の関係について以下に整理した。

① 血中におけるD-グルコースのアノマー比 (β/α 比) は水中での平衡状態 (63.5/36.5) とほとんど同じであるため、血中の β -D-グルコースは α -D-グルコースより1.73倍多く存在する¹³⁾。対照法 (グルコースCII-テストワコー) とテルモM (GOD比色法) の測定原理は、基本的に同じであるが、相違点として前者はムタロターゼによって血漿中のグルコースを全て β 型に変換することで感度を高めている。 β -D-グルコースのみを測定するSMBG機器2種に比べ、対照法は感度が高いため血糖値ピークがより高値を示した可能性がある。

② 測定環境は、温度 $22^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、湿度60%、振動や塵埃のない室内であり、添付文書に記載されているSMBG機器2種の使用環境条件に合致していた。機器2種の周囲温度の適用範囲は $5^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ であり、この温度範囲内であれば測定値の安定性は高いと考えられる。対照法 (グ

ルコースCII-テストワコー) の測定温度条件は 37°C であり、SMBG機器の使用温度 (22°C) に比べて高かった。しかし、各測定法の適温において測定された値であるため、この温度差が対照と機器2種の測定値の差異に反映したとは考えにくい。

③ 血液中の多量のアスコルビン酸は血糖値に影響を与える。一般的な汎用ラットであるWistar系オスの血漿アスコルビン酸濃度は 1.23 mg/dL ¹⁴⁾であるが、このレベルのアスコルビン酸濃度は測定値にほとんど影響を与えない。GKオスラットのそれは 0.5 mg/dL ¹⁵⁾とむしろ低値であることから、本研究において特段の影響はなかったと考えられる。

④ 解糖阻剤であるフッ化物を血液に多量に添加すると血糖値に影響を与える場合がある。しかし、本研究では採血時にフッ化物を用いなかった。

⑤ 血中脂質濃度は血糖測定値に影響を与える場合がある。添付文書の記載によると、ニプロF (GDH電極法) は、コレステロール 500 mg/dL 、または、トリグリセライド 3000 mg/dL までの濃度では、測定値に影響を与えない。一方、テルモM (GOD比色法) に関して該当する情報は見当たらない。本研究で使用したGKラットの血中脂質濃度は、10週齢においてコレステロール約 100 mg/dL 、トリグリセライド約 40 mg/dL と十分に低いことが分かっている¹⁶⁾。

⑥ 本研究で使用したSMBG機器2種は、毛細血管血 (capillary blood) であるヒトの指頭全血の血糖濃度をヘマトクリット (Ht) 値で補正して静脈血漿中の濃度に換算し表示する。換算する理由は、医療機関における採血が一般的に静脈血であり、その血漿を自動分析装置で測定するためである。一方、齧歯類を用いたOGTTやOCTTでは、毛細血管血ではなく尾静脈血の血糖濃度を測定することが一般的である。血糖濃度は動脈血で高く静脈血で低いので、動脈と静脈が繋がる毛細血管の濃度は動脈より低い静脈より高いと考えられる。実際に、OGTT時の毛細血管血の血糖値は静脈血のそれより 30 mg/dL (20~25%) 程度高いこと¹⁷⁾、一方、空腹時には、毛細血管血と静脈血の血糖値の差は

2 mg/dLしかないこと^{17,18)}が報告されている。静脈血が毛細血管血に比べ低血糖であるならば、毛細血管血を測定することを目的としたSMBG機器で尾静脈血を測定すれば、その分、低値傾向を示すことは自明である。加えて、高血糖では機種間のHtによる補正誤差がさらに大きくなる。

⑦) Htが高い検体では血漿量が少ないため、排除体積効果により血漿の血糖濃度は全血に比べて高くなる。従って、ヒトと動物のHt値の違いが測定値に影響を与える可能性がある。SMBG機器の添付文書に記載されているHt値の適用範囲は、テルモM (GOD比色法) が20~60%、ニプロF (GDH電極法) が15~65%である。電極法は、使用する酵素 (GDH, GOD) に関わらずHt値40%でグルコース分析装置の測定値とほぼ一致するが、Ht低値 (40%以下) では高めに測定され、Ht高値 (40%以上) では低めに測定されることが報告されている¹⁹⁾。日本人のHtの平均値は、男性で39.8%、女性で35.8%である²⁰⁾。一方、齧歯類のHt値はヒトのそれに比べて10%程度高い。すなわち、10週齢の場合、SDラットのオス48%、メス46%、F344ラットのオス50%、メス49%、ICRマウスのオス54%、メス53%、ddyマウスのオス54%、メス53%、C57BLマウスのオス50%、メス50%、BALBマウスのオス53%、メス52%などである。GKオスラットのHt値は、10週齢以降ではおよそ45%である¹⁶⁾。OGTT及びOCTTに用いたGKオスラットのHt値は、その週齢から40%以上であったと考えられる。従って、今回のGKラットを用いた経口糖質負荷試験において、ニプロF (GDH電極法) の測定値がテルモM (GOD比色法) に比べて低値傾向を示したと考えられる。当該2機種が採用している、ヒト指頭全血 (毛細血管血) の血糖値を静脈血漿の濃度に直す換算式は明らかではないが、換算式が機種間で異なるならば、測定結果も当然異なる可能性がある。筆者の所見では、一般的にHt値が齧歯類に比べて低いヒトの場合、これら2機種の測定結果は逆転することを確認している。すなわち、ニプロF (GDH電極法) の測定値はテルモM (GOD比色法) に比べて高値を示し、高血糖であるほどそ

の傾向は強くなる。

⑧) 色素法は溶存酸素濃度の影響を受けないが、電極法はその影響を受けることが知られ、低酸素血症では高値誤差、高酸素血症では低値誤差を与える。すなわち、静脈血検体は、動脈血検体より高値となる。動脈と静脈が繋がる毛細血管の濃度はその中間値を示すと考えられる。SMBG機器は毛細血管血の血糖濃度をHt値で補正して静脈血漿中の濃度に換算し表示するため、ニプロF (GDH電極法) の値は、これらの影響を反映した値と考えられる。

国際規格ISO 15197では、SMBG機器の測定値の評価に関して、ヒトの指頭全血をSMBG機器で測定した値と、ヒトの指頭全血から得た血漿を用いて検査室の日常検査法である自動分析装置により測定した値を比較する方法をとっている¹⁹⁾。SMBG機器2種の添付文書によると、自動分析装置の値に対する相関係数はいずれもR=0.99以上である。本研究では自動分析装置による測定は行っていないが、OGTT及びOCTTの全ての測定時間における血糖値 (Fig.6A, 7A) は、対照>テルモM>ニプロFの順に高値傾向を示し、血糖濃度が高いほど測定値間の差は大きくなった。国際規格ISO 15197は、グルコース濃度75mg/dL以上の試料は測定値が±20%以内に入ることを要求している⁹⁾。OGTT及びOCTTの血糖値ピークにおける2機種の平均値の差は20%程度、また、ニプロF (GDH電極法) は対照と比べて40%程度低値となった (Fig.6A, 7A)。これらの誤差は、臨床で使用するには精度が不十分であり、あくまで糖尿病患者が使用する血糖モニタリング機器であることを意味している。また、動物実験に用いる場合にも、SMBG機器の測定値は絶対値として扱うことができないことが改めて確認された。

糖尿病患者の血糖モニタリングを目的としたSMBG機器は、操作が容易で直ちに測定値を得られるため、齧歯類を用いたOGTTやOCTTにおいて使用する事例が見受けられる。しかし、本研究において、SMBG機器の測定値は、その測定原理や検体の種類などの要因によって変動することが分かった。SMBG機器は、同一機種、同一条件、同一採取部位のモニタリングに使用

することを基本としつつ、OGTTやOCTTの評価に用いる場合には、特に血液の種類とHt値に留意する必要がある。

文 献

- 1) 出口ヨリ子, 長田邦子, 内田和美, 木村広子, 芳川雅樹, 工藤辰幸, 保井久子, 綿貫雅章: グアバ葉熱水抽出物のdb/dbマウスにおける抗糖尿病効果及びヒト飲用試験による食後血糖値上昇抑制効果, 日本農芸化学会誌, 72 (8), 923-931 (1998)
- 2) 上村佑也, 橋口健司, 長田裕子, 坂智秀, 吉田睦子, 牧野陽介, 天野秀臣: 緑藻ヒトエグサの血糖値上昇抑制作用, 日本食品科学工学会誌, 57 (10), 441-445 (2010)
- 3) 森本聡尚, 澤純子, 吉田宗儀, 穂積俊樹, 末永謙治, 宮崎俊之, 北村育夫, 土井邦紘: 小麦アルブミン添加餌の長期投与がストレプトゾトシン糖尿病ラットの糖代謝へ及ぼす影響, 糖尿病, 43 (6), 421-430 (2000)
- 4) 内田あゆみ, 陶慧, 荻原淳, 松藤寛, 太田恵教, 櫻井英敏: ジャンボリーキが病態モデルラットへの血糖値及び肝機能に及ぼす影響について, 日本食品科学工学会誌, 55 (11), 549-558 (2008)
- 5) Okamura T., Pei X.Y., Miyoshi I., Shimizu Y., Takanashi-Yanobu R., Mototani Y., Kanai T., Satoh J., Kimura N., Kasai N.: Phenotypic Characterization of LEA Rat: A New Rat Model of Nonobese Type 2 Diabetes, *J Diabetes Res.*, 2013, ID 986462, p9 (2013)
- 6) 濱本純子: DPP-IV 阻害薬 Vildagliptin による膵β細胞保護作用の分子機構の解明 ~ 2型糖尿病モデル及び非糖尿病コントロールマウスを用いた検討, 川崎医学会誌, 37 (4), 195-210 (2011)
- 7) 下田将司: グルカゴン様ペプチド-1 (GLP-1) による膵β細胞保護の分子機構の解明: ヒトGLP-1アナログリラグルチドによる糖尿病モデルdb/dbマウスへの介入実験からの検討, 川崎医学会誌, 3 (64), 313-325 (2010)
- 8) 厚生労働省: 自己検査用グルコース測定器承認基準の制定について, 薬食発第 0302006 号, 2007年3月2日
- 9) 厚生労働省, 報道発表資料: 簡易血糖自己測定器・自己血糖検査用グルコースキット (補酵素としてPQQを利用しているGDH法) に関する安全対策について, 2005年2月7日
- 10) 武田倬: II. 治療の進歩, 4. 血糖自己測定の使用, 日内会誌, 98, 761-767 (2009)
- 11) 野木岐実子, 池田律子, 清水陽子, 宮澤幸久, 山内俊一, 山岡桂子: 簡易血糖自己測定器9機種の評価, 糖尿病, 42 (5), 367-372 (1999)
- 12) 左向敏紀, 馬淵剛, 森昭博, 本池俊仁, 水谷尚, 廣瀬昶: 犬と猫における簡易血糖測定器の検討, 動物臨床医学, 16 (3), 77-81 (2007)
- 13) 奥田潤, 田口忠緒: D-グルコースα-及びβ-アノマーとそのアルデヒド型の生理化学, 化学と生物, 26 (6), 367-373 (1988)
- 14) 米倉政実, 鈴木一彦, 中谷哲郎: ラットの体内アスコルビン酸量及びアスコルビン酸合成酵素活性に及ぼすD-ガラクトノ-γ-ラクトン投与の影響, 日本畜産学会報, 60 (9), 852-856 (1989)
- 15) Kashiba M., Oka J., Ichikawa R., Kageyama A., Inayama T., Kageyama H., Ishikawa T., Nishikimi M., Inoue M., Inoue S.: Impaired reductive regeneration of ascorbic acid in the Goto-Kakizaki diabetic rat, *Biochem J.*, 351(2), 313-318 (2000)
- 16) 日本エスエルシー株式会社: 2003 実験動物データ集
- 17) Larsson-Cohn U.: Differences between capillary and venous bloodglucose during oral glucose tolerance tests, *Scand J Clin Lab Invest* 36, 805-808 (1976)
- 18) Lind T., De Groot H.A., Brown G., Cheyne G.A.: Observations on bloodglucose and insulin determinations, *BMJ* 3, 320-323 (1972)
- 19) 三浦文子, 吉野正代, 富岡光枝, 長谷川美彩, 田中康富, 嶺井里美, 尾形真規子, 佐藤麻子, 岩本安彦: 簡易血糖測定器5機種の臨床評価, 糖尿病, 52 (10), 865-870 (2009)
- 20) Kiyohara Y., Ueda K., Hasuo Y., Fujii I., Yanai T., Wada J., Kawano H., Shikata T., Omae T., Fujishima M.: Hematocrit as a risk factor of cerebral infarction: long-term prospective population survey in a Japanese rural community, *Stroke*, 17(4), 687-692 (1986)

サバの味噌煮を対象とした調理品質の把握

柴田(石渡)奈緒美¹・広瀬 純子²

¹岐阜大学教育学部 家政教育講座

²岐阜大学大学院教育学研究科

Assessment of the Cooking Quality of Mackerel Boiled in Miso Base

Shibata-Ishiwatari Naomi¹ and Hirose Junko²

¹Faculty of Education, Gifu University

²Graduate School of Education, Gifu University

要 旨

教科書に記載されている調理方法に従いサバの味噌煮を調理した。定義した火加減に基づき調理を行うと同時に、温度履歴、重量・体積変化そして、調味料に多く含まれる塩化ナトリウムとグルタミン酸の定量を行った。その結果、加熱調理に伴い、試料は13%重量減少すること、体積は幅と長さが収縮するが、高さ方向に膨潤することが明らかとなった。また呈味成分は、塩化ナトリウムは魚肉の中心と端の両方において増加した。これに対してグルタミン酸は、煮汁が接している面積が大きい端は増加したが、中心は減少することが明らかとなった。すなわち、グルタミン酸は魚肉の中心部では煮汁からの浸透以上に、重量減少に伴う溶出が著しいことが示唆された。さらには、同じ呈味成分であっても、塩化ナトリウムとグルタミン酸で試料に存在する濃度分布が異なることが明らかとなった。

キーワード: 調理, サバの味噌煮, 塩化ナトリウム, グルタミン酸, 品質

1. 緒 言

食品の加熱調理は、煮る、蒸す、焼く、炒める、揚げる等の数多くの操作が挙げられる。このうち煮る調理は、調味料の入った煮汁中で、食品の加熱と調味を目的とする操作であり¹⁾、日本の料理文化における代表的な調理法のひとつである²⁾。また、2013年に和食がユネスコ無形文化遺産に登録されたことから³⁾、和食の代表的な料理として挙げられる煮物は、世界的に注目されているといえる。

家庭でよく作る・買う煮物の種類として、肉じゃが、かぼちゃの煮物、大根の煮物等の野菜を中心としたメニューの他に、煮魚が挙げられる⁴⁾。魚の主成分はタンパク質と脂肪であり、必須アミノ酸や必須脂肪酸を多く含むことから⁵⁾、健康志向が高まる現代において重要な食材といえる。しかし一方で、「魚の調理方法がわからない」、「生臭さが気になる」等の理由により、家庭での下ごしらえが必要な煮魚調理を苦手とす

る人が多いことから⁶⁾、近年、食品産業では煮魚の調理済加工品の生産・販売が盛んに行なわれている。

煮魚の品質を左右する因子として、主成分であるタンパク質の変性に伴うテクスチャーの変化と、調味料による呈味の変化が挙げられる⁷⁾。前者については、下村ら⁸⁾は30~100℃で10分間、煮汁中で加熱したマアジは収縮およびタンパク質の凝集が始まる50℃加熱が最も軟らかいこと、畑江ら⁹⁾は沸騰浴中で加熱処理した養殖魚は、天然魚より軟らかいことを明らかにした。煮魚に関する呈味性については、煮汁中に溶出したアミノ酸の分析¹⁰⁾について報告されているが、魚肉中に存在する呈味成分の定量に関する報告はない。さらに、煮魚は切り身もしくは一尾を調理する為、魚内に不均一な呈味成分の濃度分布が生じると予想されるが、これらを考慮し、煮魚調理における呈味成分の消長を示した研究はない。特に、生活習慣病につながる塩分量は、今後健康を留意した高品質な加工品の製造ならば

に、家庭での調理において必要不可欠な定量項目といえる。

そこで本研究は、中学校・高等学校の教科書に記載されているメニューのひとつであるサバの味噌煮を対象とし、調理過程における温度変化や、調理前後の重量・体積変化などの基本的な品質項目を定量することを目的とした。

2. 実験方法

(1) 火加減の定義

加熱調理過程において、魚の主成分であるタンパク質は熱変性し、変性の程度は硬さおよび体積などの品質に影響を及ぼす。すなわち、同等の品質を担保した調理を行うには、再現性のある温度履歴の取得が求められる。そこでまず、実験に用いる鍋を用いて、強火、中火および弱火を決定し、水を加熱した際の温度履歴を測定することで、火加減の定義を行った。

火加減は、高校の家庭科教科書¹⁰⁾に記載されている強火、中火、弱火を参考とし、強火は炎が鍋の両端をなめる状態、中火は炎の先端と鍋の底が少し開く状態、弱火は炎の高さが中火の半分程度の状態とした。水500ml(初期温度7.12±0.37°C)を底面180mmの雪平鍋(北陸アルミニウム株式会社)に入れ、ガスコンロ(Rinnai, RBG-30J3R)を用いて加熱を行った。鍋底中央から高さ12mmの位置にシース型K型熱電対(φ1.0mm)を固定し、水の温度を測定した。水の温度が100°C近くで沸騰し、30秒間温度上昇しないことを確認後、消火し、火を止めてから10分後まで温度を測定した。

(2) 実験試料

試料には、二枚おろしで市販されている生ゴマサバ(養殖)を用いた。二枚おろしから、魚の骨を取り除いた三枚おろしの切り身にし、さらに半身を頭側から70mmのところまで切り、頭側と尾側に分けた。三枚おろしの切り身にした際の重量は146.3±5.6gであり、定量する試料とした頭側重量は59.9±3.4g、大きさは幅71.1±4.3mm、厚み20.5±1.00mmであった。

定量項目のうち、含水率、塩分量およびグル

タミン酸量は、魚肉の中心と端で経験する温度履歴が異なるため、タンパク質変性に伴う離水や呈味成分の量に差が生じることが予想される。そこで、試料の背側のうち、血合いと皮を取り除き、外側から5.0mmの部分の端、それ以外を中心と分けて測定を行った。

(3) サバの味噌煮調理方法

調理方法は、最も基本的な調理方法が記載されていると考えられる、教科書の調理方法に基づいて行った。その中でも、フローチャートによる調理実習¹¹⁾に掲載されているサバの味噌煮を採用した。しかし、時間、火加減については詳しく記載されていないため、高校家庭科フードデザインの教科書¹²⁾を参考にした。

調味料は、水、酒(料理酒醸造調味料、キング醸造株式会社、塩分濃度1.2%)、醤油(本醸造しょうゆ、イチビキ株式会社)、砂糖(クルルマーク上白糖、伊藤忠製糖株式会社)、味噌(純正無添加あわせ、イチビキ株式会社)および生姜(厚さ1.0mm)を用いた。分量は、フローチャートによる調理実習に従い、調理を行う魚の重量に対して、水は40%、酒は40%、醤油は5%、砂糖は3%、味噌は10%、生姜は10%とした。

調理方法は、底面180mmの雪平鍋(北陸アルミニウム株式会社)に水、酒、醤油および砂糖を入れ、2分30秒中火で煮立てた。次に魚を入れて、落とし蓋(直径160mmのアルミホイル)をし、中火で3分間煮た後、味噌重量の50%の水で合わせて溶いた味噌と、生姜を加えた。その後、再度落とし蓋をし、弱火で10分間煮た。

(4) 温度履歴

調理過程における温度履歴は、魚の中心、魚の表面および煮汁の3点とした。また、鍋の中心断面からみた3点の測定箇所をFig.1に示した。魚の頭側を左に置き、試料の横の長さを幅、たての長さを長さとして定義し、幅の中央と長さ中央の交点において、上皮から10mmを中心、幅の中央と長さ中央の交点から背側に10mm移動した点において、上皮から3.0mmを表面、鍋中央かつ水面より10mmを煮汁の測定位置とし、シース型K型熱電対(φ1.0mm)を固定し、それぞれ温度測定を行った。

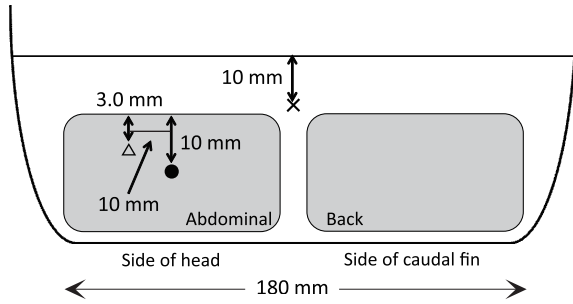


Fig.1 Experimental setup and thermocouple locations (●: core, ▲: surface, ×: broth).

(5) 重量および体積変化率

重量は、測定前にキッチンペーパーで表面の水分をふきとった後、測定を行った。調理前（未加熱）と調理終了後の重量より、重量変化率を算出した。

体積は、魚の頭側を左に置き、試料の横の長さを幅、たての長さを長さ、中心温度を測定した位置を通る長さを高さとして定義した。ノギス（シルバー普及型、VC-15）を用いて調理前（未加熱）と調理終了後の体積を測定し、体積変化率を算出した。

(6) 水分含量

試料2.5gを105℃、18時間恒温槽（AS ONE, DO-600FA）を用いて乾燥させた。乾燥前後の重量より、乾物基準含水率を算出した。

(7) 塩分量

塩分量は、魚肉（中心および端）と調理終了時に鍋に残っている煮汁を定量した。魚肉は、試料約2.0gを採取し、蒸留水8mlを加えホモジナイズした。ホモジナイズした試料を遠心分離機（KUBOTA, ユニバーサル冷却遠心機）で10,000×g、4℃において5分間遠心分離を行った。遠心分離後、上清液を採取し、残渣に蒸留水5mlを加えホモジナイズした。さらに同様の条件において遠心分離を行い、上清液を1回目の上清液と合一し、蒸留水を用いて15mlにメスアップし、これを検体液とした。煮汁は約10gを採取し、蒸留水で20mlまでメスアップしたものを検体液とした。各々の検体液を、ろ紙（AVDANTEC, No.2）でろ過し、塩分計（AS ONE, APAL-ES1）を用いて塩分濃度を測定した。

(8) グルタミン酸量

グルタミン酸量は、魚肉（中心および端）と調理終了時に鍋に残っている煮汁を定量した。魚肉は試料約4.0gを採取し、蒸留水4mlを加えホモジナイズした。ホモジナイズした試料を10mlまで蒸留水でメスアップし、10%濃度のトリクロロ酢酸（和光純薬）を10ml加えた。その後、遠心分離機（KUBOTA, ユニバーサル冷却遠心機）で10,000×g、5℃において5分間遠心分離を行った。遠心分離後、上清液を採取し、ろ紙（AVDANTEC, No.2）でろ過したものを検体液とした。煮汁は約10g採取し、蒸留水で20mlまでメスアップし、十分に溶解させたのち、5ml採取した。採取したものに、10%濃度のトリクロロ酢酸5mlを加え、魚肉と同様に遠心分離機（KUBOTA, ユニバーサル冷却遠心機）で10,000×g、5℃において5分間遠心分離を行った。遠心分離を行った上清液を採取し、ろ紙（AVDANTEC, No.2）でろ過したものを検体液とした。検体液は、ヤマサL-グルタミン酸測定キットII（ヤマサ醤油株式会社）を用い、分光光度計（HITACHI, U-2001）、波長600nmで測定した吸光度より、グルタミン酸量を算出した。

(9) 統計処理

各定量結果についての統計処理は、F検定ならびにt検定をエクセル統計2010 for Windowsで行った。

3. 結果および考察

(1) 火加減の定義

それぞれの火加減における温度履歴をFig.2に示した。強火および中火は沸騰までほぼ一定の速度で温度上昇した。これに対して弱火は約80℃を境に温度上昇が緩やかとなり、100℃まで到達しなかった。また、火加減が弱いほど、沸騰までに要する時間が長くなるため、水の蒸発量が多くなることが明らかとなった。

このように、それぞれの火加減の特徴を把握でき、再現性のある温度履歴を取得できたことから、以後、定量した火加減を用いて煮魚調理を行うことにした。

(2) サバの味噌煮調理実験

1) 温度履歴

サバの中心、表面および煮汁の調理過程における温度履歴をFig.3に示した。中心および表面の温度は、サバを鍋に入れた時（調理開始から2分30秒後）から測定を開始した。中心温度は測定開始から緩やかに温度が上昇し、調理終了時に約90°C前後に到達した。表面温度は、落とし蓋を開けるまで（調理開始から5分30秒）は中心温度より高く、著しく温度が上昇したが、落とし蓋を開けたことによる環境温度の低下に伴い、表面温度は約15°C低下した。しかし、再び落とし蓋をして煮込む過程において緩やかに温度が上昇した。煮汁は、水、酒、醤油および砂糖を入れて中火で煮立てる工程において、約85°Cまで上昇したが、冷蔵保存していたサバを鍋に入れた際、温度は低下した。落とし蓋を開けた際も若干の温度低下がみられたが、温度は約100°Cに安定していた。

2) 重量および体積変化率

重量および体積変化率についてFig.4に示した。重量は初期重量に対して約13%減少した。金田¹³⁾は、キハダを80°Cから20分で95°Cに到達するよう設定した水中で加熱を行った際の重量損失は20.8%であると報告している。本研究では、サバの加熱時間が13分であることから、重量損失が抑制されたと推測できる。

体積変化率は幅が約18%減少、長さが約5%減少、高さが約8%増加した。つまり、幅と長

さは収縮し、高さ方向に膨潤することが明らかとなった。これは、筋肉の繊維方向が関係していることが原因として挙げられる。魚の筋肉は骨格筋であり、筋原繊維が集まってできた筋繊維の束、すなわち筋節で構成されている¹⁰⁾。筋肉の主成分であるタンパク質は、調理過程において熱変性し、収縮が生じる。この収縮により、魚肉の外側の筋節が中心部分の筋節に引き寄せられるため、幅と長さが収縮した一方で、高さ方向に膨潤したと考えられる。

3) 含水率

調理前後における乾物基準含水率の結果を、Fig.5に示す。調理前（未加熱）では、中心より端の含水率が低くなった。これは、端には皮下脂肪などが多く含まれることが原因として挙げられる。中心と端で調理前後における乾物基準含水率を比較すると、中心と端ともに、調理後は有意に低下していることが見て取れる ($p < 0.05$)。これは、加熱に伴いタンパク質が熱変性し、魚が保持していた水分が流出したためだと考えられる。また、調理前の初期水分量に対する減少率を算出すると、中心は12%、端は19%となり、端の方が著しく減少していた。Fig.3に示したサバの中心と表面の温度履歴より、表面のほうが高い温度で加熱されている時間が長いことが見て取れることから、表面位置の方が中心よりタンパク質変性が進行し、その結果、水分の流出量が多くなったと示唆された。

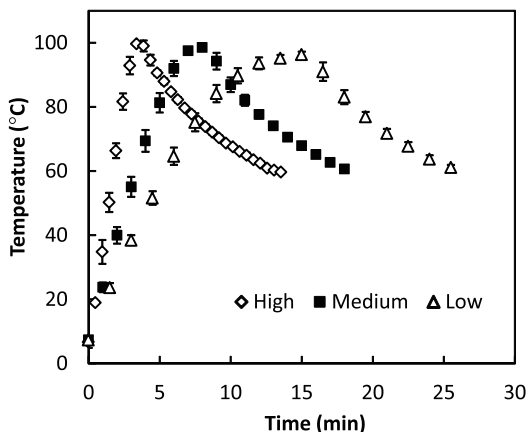


Fig.2 Changes in water temperature with heating power.

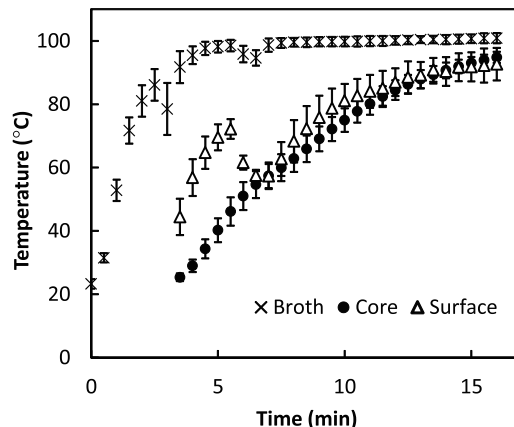


Fig.3 Temperature changes of mackerel boiled in miso base during cooking.

4) 塩分量

調理前後における試料1.0gあたりの塩分量の結果をFig.6 (A) に示す。未加熱では中心と端ともに、約9.0mg/gであり、調理前の魚は、部位による塩分量の違いはないといえる。また臼井ら¹⁵⁾は、マダイと同じ海水魚であるクロカジキに含まれる塩化ナトリウム濃度は6.5mg/gであると報告しており、今回の測定結果と大きな相違がないことを確認した。調理終了後では、中心が10.8mg/g、端が17.3mg/gとなり、中心と端、ともに塩分量が有意に増加した ($p < 0.05$)。調理後の煮汁の塩分量は 45.7 ± 7.96 mg/gであったことから、醤油や味噌などの塩分を含む調味料を用いて調理を行うことで、煮汁が魚に浸透し、塩分量が増えることが明らかになった。ま

た、調理終了後の中心と端の塩分量を比較すると、端の塩分量の方が有意に多くなった ($p < 0.05$)。調理によって中心も端も塩分量が増加するが、特に端は中心と比較し、直接煮汁に接する面積が大きいため、煮汁の塩分に大きく影響されて塩分濃度が高くなったと考えられる。これに対して、中心は煮汁の塩分による影響が少なく、煮汁の浸透量が少ないことが明らかとなった。

5) グルタミン酸量

調理前後における試料1.0gあたりのグルタミン酸量の結果をFig.6 (B) に示す。未加熱では、中心と端ともに約0.06mg/gとなり差がなかったことから、調理前の状態では部位によるグルタ

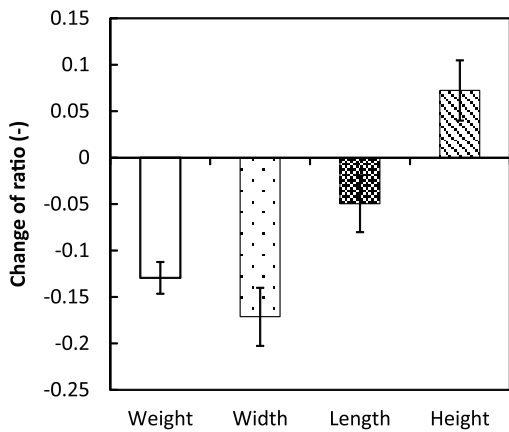


Fig.4 Changes in the weight and volume of fish samples before and after cooking.

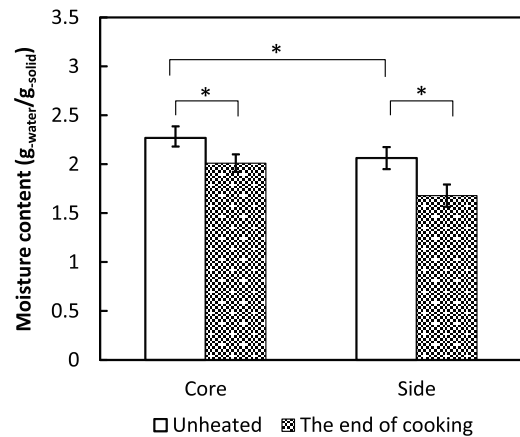


Fig.5 Comparison between moisture content in the unheated and heated samples.

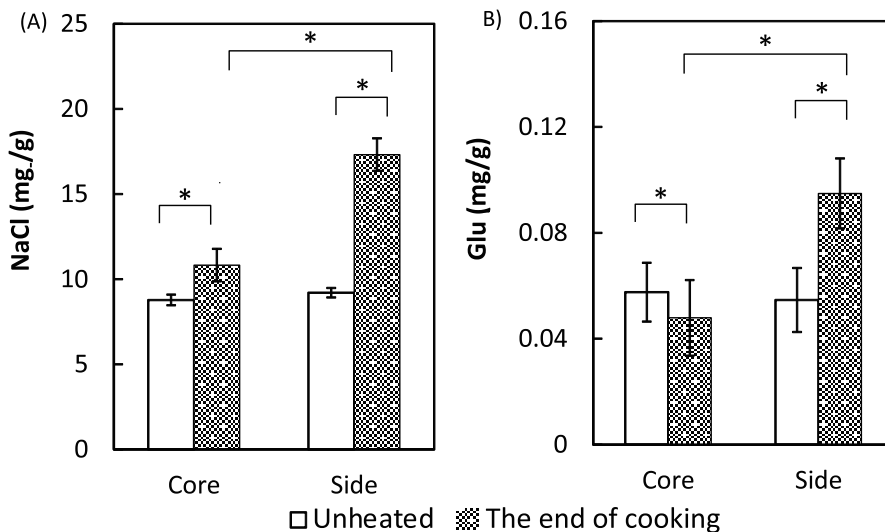


Fig.6 Comparison between the concentration of taste components in the unheated and heated samples. (A): sodium chloride, (B): glutamic acid.

ミン酸量の違いはないといえる。調理終了後では、中心が0.043mg/g、端が0.095mg/gとなり、中心より端のグルタミン酸量が有意に多い結果となった ($p < 0.05$)。調理前後の変化を比較すると、中心は有意に減少し、端は有意に増加したことが見て取れる ($p < 0.05$)。

端の塩分量が増加したことと同様に、調理後の煮汁にはグルタミン酸が0.40mg/g含まれていたことから、煮汁中に存在するグルタミン酸が端の部分により浸透したと考えられる。これに対して中心部分のグルタミン酸量は調理前より減少した。通常であれば、魚肉の塩分量の増加や端のグルタミン酸量の増加と同様に、中心部分においても煮汁に含まれるグルタミン酸が浸透し、グルタミン酸が増加すると予想される。今回、中心部のグルタミン酸が減少した原因として、加熱調理による魚の水分流出が挙げられる。魚肉は加熱によりタンパク質が熱変性し、収縮する。さらにこの際、魚肉内部に存在する水溶性タンパク質ならびに水溶性の成分が水分とともに系外に溶出することはよく知られている¹⁶⁾。塩化ナトリウムとグルタミン酸はともに水溶性であることから、加熱に伴う水分とともに、煮汁に流出される。しかし、グルタミン酸は塩化ナトリウムより分子量が大きい。そのため、塩化ナトリウムと比較し、中心部まで十分に浸透せず、煮汁からの調味料の浸透が表面部分に留まったことが予想される。したがってグルタミン酸は、魚肉の中心部では煮汁からの浸透以上に、重量減少に伴うグルタミン酸の溶出が著しいことが示唆された。さらには、同じ呈味成分であっても、塩化ナトリウムとグルタミン酸で試料に存在する濃度分布が異なることが明らかとなった。

4. 結論

教科書に記載されている調理方法を参考とし、サバの味噌煮を調理し、温度履歴、重量・体積変化、そして調味料に多く含まれる塩化ナトリウムとグルタミン酸の定量を行った。その結果は次のようにまとめられる。

- 1) 加熱調理に伴い、試料は13%重量減少すること、体積は幅と長さが収縮するが、高さ方向に膨潤することが明らかとなった。
- 2) 塩分は魚肉の中心と端の両方において増加した。これに対してグルタミン酸は、煮汁が接している面積が大きい端は増加したが、中心は減少することが明らかとなった。
- 3) グルタミン酸は、魚肉の中心部では煮汁からの浸透以上に、重量減少に伴う溶出が著しいことが示唆された。
- 4) 同じ呈味成分であっても、塩化ナトリウムとグルタミン酸で試料に存在する濃度分布が異なることが明らかとなった。

今後は、調理開始時の煮汁に含まれる醤油と味噌の割合を変更する実験や、pHの変化を考慮した実験を行い、魚に浸透する塩化ナトリウムとグルタミン酸の相関を明らかにすることで、減塩かつグルタミン酸が多く存在する、美味しさと健康のバランスを考慮した煮魚調理法の具体的な提示を目指す。

参考文献

- 1) 杉田浩一 (1998), 調理の科学5 煮る 人類の知恵の象徴, キッコーマン技術情報, 117, 10-13
- 2) 池内ますみ, 水野千恵, 升井洋至, 奥田展子, 澤田崇子, 永谷裕子, 山下英代, 山田克子, 横溝佐衣子, 四谷美和子, 富岡和子 (2005), 煮ものにおける醤油の調理特性, 日本調理科学会誌, 38, 163-169
- 3) 農林水産省 (2013/12), ユネスコ無形文化遺産に登録された「和食;日本人の伝統的な食文化」とは, <http://www.maff.go.jp/j/keikaku/syokubunka/ich/>, (2015.1.24)
- 4) 日本調理科学会近畿支部・煮る研究分科会 (2008), 関西地区の家庭における煮物調理の実態調査, 日本調理科学会誌, 41, 383-389
- 5) 荒川幸香, 塩野緑子, 山口光子 (1972), 「調理の理論と手法」, 化学同人, 京都, pp.94-95
- 6) 成瀬宇平 (2000), 食生活と魚介類の位置, New Food Industry, 42, 71-76
- 7) 下村道子 (1997), 魚の調理に関する研究, 日本家政学会誌, 48, 758-762

- 8) 下村道子, 島田邦子, 鈴木多香枝 (1976), 魚の調理に関する研究 アジ肉の加熱による変化, 家政学雑誌, 27, 484-488
- 9) 畑江敬子, 李敬姫, 土屋隆英, 島田淳子 (1989), 養殖魚と天然魚のテクスチャー特性について, 日本水産学会誌, 55, 363-368
- 10) 宮本みち子 (2011), 「新家庭基礎 未来へつなぐパートナーシップ」, 実教出版, 東京, p.99
- 11) 曾根喜和子 (1996), 「フローチャートによる調理実習」, 地人書館, 東京, pp.54-55
- 12) 江原絢子 (2013), 「フードデザイン新訂版」, 実教出版, 東京, p.158
- 13) 金田尚志 (1962), 「基礎調理学Ⅱ」, 朝倉書店, 東京, p.75
- 14) 久保田紀久枝, 森光康次郎, 「食品学 食品成分と機能性 (第2版補訂)」, 東京化学同人, 東京, pp.234-235
- 15) 臼井一茂, 石崎松一郎, 渡辺悦生 (2004), クロカジキ筋肉の塩漬処理に伴う肉質の変化とスクロースの影響, 日本食品科学工学会誌, 51, 339-345
- 16) 千国幸一, 佐々木啓介, 中島郁世, 室井進, 三津本充, 江森格, 岩本史之, 谷史雄 (2002), 豚肉風味関連物質の含量に対する加熱処理の影響, 日本養豚学会誌, 39, 191-199

