

投球運動における高強度領域での主観的努力度の変化が ボールスピードに及ぼす影響とその再現性

森本吉謙¹⁾ 伊藤浩志²⁾ 川村 卓³⁾ 奈良隆章³⁾

Influence of changes in subjective effort at high intensity range on ball speed and its repeatability in pitching

Yoshikata Morimoto¹⁾, Koji Ito²⁾, Takashi Kawamura³⁾ and Takaaki Nara³⁾

Abstract

The purposes of this study were to investigate the influence of changes in the subjective effort at the high intensity range on the ball speed in the pitching and to make clear its repeatability. Twenty male university baseball pitchers took part in this study as the subjects. Each subject randomly performed three sets of pitching at five different subjective efforts of 90, 92.5, 95, 97.5, and 100% maximum. The ball speed of each trial was measured with the speed radar gun. After one week, the retest was carried out in the same procedure. The intraday (inter-set) and the interday intraclass correlation coefficients (ICCs) were calculated to examine the repeatability of the ball speed in each subjective effort. As the result, the ball speed tended to increase as the subjective effort was high. There were significant differences in the ball speed (all $p < 0.01$) except the combinations of the subjective efforts next to each other. The relative ball speed that referred to the trial at the maximum effort as 100% tended to be higher than each value of the subjective effort. This difference tended to decrease as the subjective effort was increased. There were significant differences among all combinations of the subjective efforts (all $p < 0.01$). The intraday (inter-set) ICCs (0.90-0.96) and the interday ICCs (0.80-0.88) in each subjective effort were all significant (all $p < 0.01$).

Key words: subjective effort, high intensity, pitching, ball speed, repeatability

主観的努力度, 高強度, 投球運動, ボールスピード, 再現性

1. 緒言

スポーツ・トレーニングにおける基本的手段としての運動 (Exercise) は, たとえ同じ運動であっても, その実施方法の違いによって各課題に応じた体力的, 技術的な要素の改善に対する指向性が色濃くなり, それぞれ強化的, 習熟的方向へと変化し得る (村木, 2007). したがって, 個々の運動と課題あるいは目的が, 単純に一对一の対応関係を示すことは極めて稀となる. この運動 (手段) と実施方法, 課題 (方向性, 目的) の関係において, 強度の設定はトレーニングの方向性を振り分ける上で重要な役割を持つ. 強化的方向では, 最

大またはそれに近い強度による運動遂行がなされ, 一方, 習熟的方向では, 動作の細部に渡る知覚および運動の操作性を確保するために, 最大下の強度が用いられることとなる (伊藤, 2007). このように, 強度はトレーニングの方向性を決定付ける重要な役割を担うが, 実際のトレーニング場面における強度の制御は, 多くの場合で運動者自身による主観的な努力度合い (以下「努力度」と略す) に依存する. そのため, 運動者の主観的な感覚に基づく努力度と, 実際に発揮される客観的なパフォーマンスとの対応関係を把握することは重要な課題となる. これまで, 努力度の変化が走運動における疾走速度 (村木, 1983; 伊藤ほか, 2001;

1) 仙台大学体育学部

Faculty of Sports Science, Sendai University

2) 国立スポーツ科学センタースポーツ科学研究部

Department of Sports Science, Japan Institute of Sports Sciences

3) 筑波大学人間総合科学研究科

Comprehensive Human Sciences, University of Tsukuba

伊藤・村木, 2005), 跳運動における跳躍高(加藤ほか, 1995; 村木・稲岡, 1996), 打運動における対象物の速度あるいは飛距離(金子ほか, 1999; 種ヶ島ほか, 2002; 小塚ほか, 2007), 泳運動における泳速度(合屋ほか, 2005, 2008)などの各種パフォーマンスに及ぼす影響が検討されている。投球運動においては, 森本ほか(2012)が大学生投手を対象に60, 70, 80, 90および100%の努力度を用いて, ボールスピードとの対応関係を報告している。これらの先行研究によると, いずれの運動においても努力度が増すに伴いパフォーマンスが高まり, また, 努力度による期待強度よりも実際の強度は高くなる傾向が認められている。

一方, 最大下の努力度では, 「全力(最大努力)マイナス数%」の高強度領域で, 努力度を落とすことによる心理的な余裕が, リラックスと最適な筋間の調整を生み出し, 最大努力でのパフォーマンスを上回る可能性が示唆(村木, 1994)されている。このことから, 高強度領域において努力度の変化がパフォーマンスに及ぼす影響を検討することは興味深い。しかし, これまでの研究は20%, 50%, 60%といった比較的低強度から努力度を変化させており, また, その間隔も10%や20%刻みと設定されたものがほとんどである。高強度領域を対象とした研究は, 村木ほか(1999)によるスプリント走の報告を除き, 投球運動を含めてその他の運動では見当たらない。「全力マイナス数%」の努力度となれば, 比較的狭い領域で, 且つ最大に近いスピード水準の下で努力度を変化させることになるため, これまでの研究で得られた知見から, 直接的に高強度領域での影響を推測するのは問題が残される。よって, 高強度領域における努力度とパフォーマンスの対応関係を改めて検討することは重要と考えられる。

また, トレーニングにおける主観的な経験に基づく努力度の判断基準は, 心理的要因や環境要因などに左右される可能性が指摘(村木, 1994)されており, 努力度とパフォーマンスの対応関係については, その再現性を検討しておく必要がある。先行研究(森本ほか, 2012)によれば, 投球運動における各努力度に対応したボールスピードの発揮には, 高い再現性があることが報告されている。しかしながら, この研究に関しても, 低強度を含めた変化幅の大きい努力度の範囲で検討したものであり, 高強度領域での変化に対する知見を得るためには, 更に検討を進める必要があると考えられる。

そこで本研究では, 高強度領域における運動者の主

観的な努力度の変化が, 投球運動におけるボールスピードに及ぼす影響とその再現性を明らかにすることを目的とした。

II. 方法

1. 被験者

全日本大学野球連盟に加盟するリーグ上位校の硬式野球部に所属する男子投手20名(身長: 176.4 ± 6.1cm, 体重: 72.4 ± 7.8kg, 年齢: 20.0 ± 0.8歳, 競技歴: 11.6 ± 2.3年)を被験者とした。実験に先立ち, すべての被験者に本研究の目的, 内容および危険性について予め説明し, 実験参加の同意を得た。

2. 実験試技

実験試技は, スピード発揮に対する90, 92.5, 95, 97.5および100%の5段階の異なる努力度により, 19m先に位置する捕球者に向けて投球を行った。実験は1週間隔で2日に分けて実施し, 異なる努力度での5試技を1セットとして, 両実験日でそれぞれ3セット行った。1試技毎の投球間隔は20秒, セット間隔は5分とした。各努力度での試技の順序は, 順序による影響を排除するために, 実験日, セットおよび被験者毎にランダムに変化させた。なお, 被験者にはすべての試技が終了するまで結果のフィードバックを行わなかった。

3. 測定方法および測定項目

スピードガン(Decatur Electronics社製, PSK-DSP)を投球方向の延長線上, 被験者からの距離22.0m, レンズ中心高1.6mの地点に設置し, 各試技のボールスピード(初速)を測定した。本機器の主な仕様は, 周波数25.120GHz, 測定可能スピード50km/hから320km/hの範囲であり, 測定値は時速(km/h)で表示される。本研究では, 得られた測定値を時速から秒速(m/s)に換算した。Fig.1に, 本実験における配置図を示し

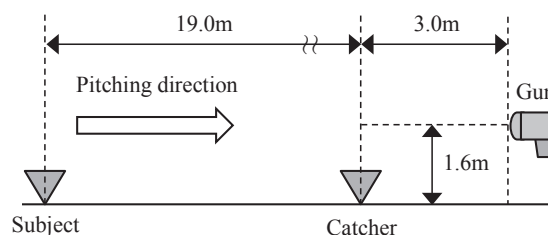


Fig. 1 Experimental setup (side view).

た。なお、このように投球方向の延長線上にスピードガンを設置することで、得られた値は二次元画像分析で求めたりリース時のボールスピードと極めて近似することが報告されている(森本ほか, 2007)。

4. 統計処理

統計的な有意差の検定には、努力度：5水準(90, 92.5, 95, 97.5, 100%)×実験日：2水準(第1日目, 第2日目)×セット：3水準(第1セット, 第2セット, 第3セット)の三要因分散分析を行った。そこでF値が有意であったものに関しては、その後Ryanの方法を用いて多重比較を行った。また、各努力度におけるボールスピードの再現性の指標として、実験日内におけるセット間、実験日間それぞれで級内相関係数(intraclass correlation coefficient：以下「ICC」と略す)を求めた(前者Case1, 後者Case2)。いずれも有意水準は危険率5%未満で判定した。

III. 結果

1. ボールスピードの変化

Table 1は、両実験日の各努力度におけるボールスピードをセット別に平均値と標準偏差で示したものである。ボールスピードは、第1日目の第3セットにおける努力度90と92.5%、第2日目の第1セットにおける努力度92.5と95%および第2セットにおける努力度95と97.5%の間を除き、努力度が増すにつれて増大する傾向にあった。分散分析の結果、努力度の主効果($F(4, 76) = 12.4, p < 0.01$)のみ有意であり、実験日およびセットの主効果、交互作用および2次の交互作用はいずれも有意ではなかった。多重比較の結果、努力度の差が5%以上となるすべての努力度間に有意な差が認められた(いずれも $p < 0.01$)。

2. 最大努力に対するボールスピードの相対的变化

Fig.2は、各被験者の努力度100%でのボールスピードの値を基準に、各努力度でのボールスピードを百分率に換算した相対値を平均値と標準偏差で示したものである。6系列のグラフの重なりが著しいため、セットの水準に分けて2要因(努力度, 実験日)の結果を示した。いずれの実験日およびセットにおいても、対応する努力度の値を相対値が上回る傾向にあった。分散分析の結果、努力度の主効果($F(4, 76) = 11.7, p < 0.01$)のみ有意であり、実験日およびセットの主効果、交互作用、2次の交互作用はいずれも有意でなかった。多重比較の結果、努力度の差が5%以上となるすべての努力度間で有意な差が認められた(いずれも $p < 0.01$)。

3. 努力度とボールスピードの相対値の差

Fig.3は、努力度の値とボールスピードの相対値との差を、各最大下努力度において平均値と標準偏差で示したものである。セットの水準毎に2要因(努力度, 実験日)の結果を示した。いずれの実験日およびセットにおいても、努力度が増すに伴い段階的に差が小さくなる傾向にあった。分散分析の結果、努力度の主効果($F(3, 57) = 84.8, p < 0.01$)のみ有意であり、実験日およびセットの主効果、交互作用および2次の交互作用はいずれも有意でなかった。多重比較の結果、すべての努力度の組み合わせで有意な差が認められた(いずれも $p < 0.01$)。

4. 最大努力を上回るボールスピードの出現率

Table 2は、各被験者のセット内での比較から、各最大下努力度において努力度100%でのボールスピードを上回った試技数を、各努力度の総試技数(各実験日60試技, 両実験日総計120試技)で除して、それぞれ

Table 1 Ball speed at each subjective effort.

		Subjective effort					
		90.0%	92.5%	95.0%	97.5%	100.0%	
Ball speed (m/s)	Day_1	Set_1	32.9 ± 2.5	33.0 ± 2.5	33.3 ± 2.4	33.4 ± 2.1	33.8 ± 2.2
		Set_2	32.9 ± 2.3	33.0 ± 2.3	33.2 ± 2.3	33.5 ± 2.1	33.8 ± 2.6
		Set_3	33.0 ± 2.6	32.7 ± 2.5	33.1 ± 2.5	33.4 ± 2.3	33.8 ± 2.6
	Day_2	Set_1	32.5 ± 2.4	33.0 ± 2.3	32.8 ± 2.4	33.1 ± 2.3	33.3 ± 2.3
		Set_2	32.4 ± 2.5	32.8 ± 2.6	33.2 ± 2.3	33.1 ± 2.4	33.3 ± 2.3
		Set_3	32.6 ± 2.7	32.8 ± 2.2	33.1 ± 2.4	33.2 ± 2.3	33.6 ± 2.1

Values are mean ± SD.

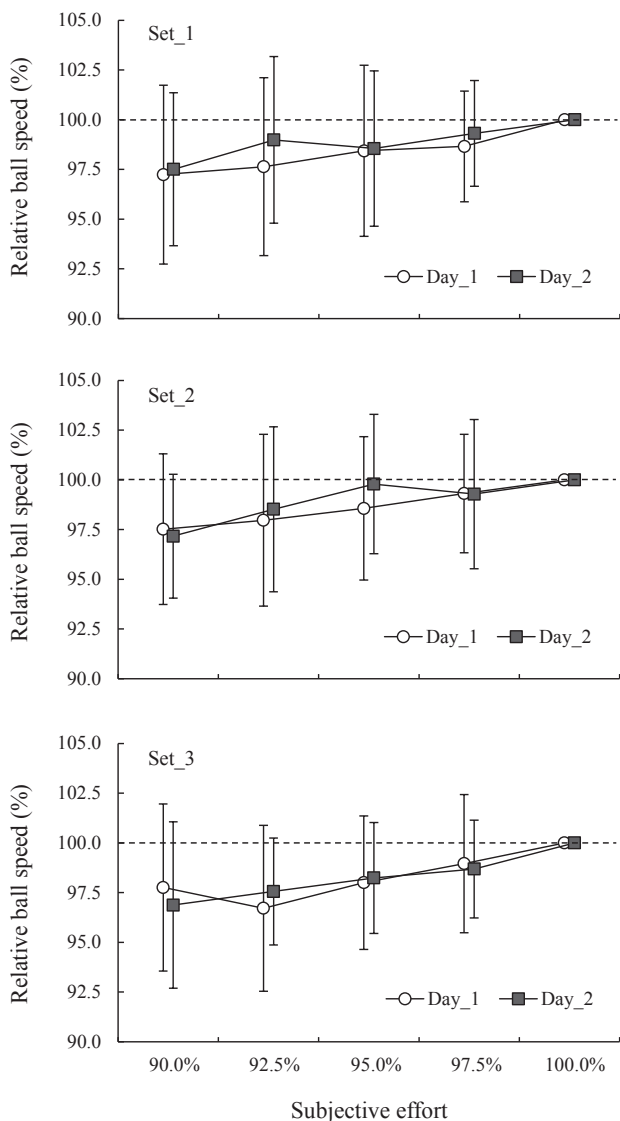


Fig. 2 Relative ball speed with reference to the value at maximum effort in each set (mean ± SD).

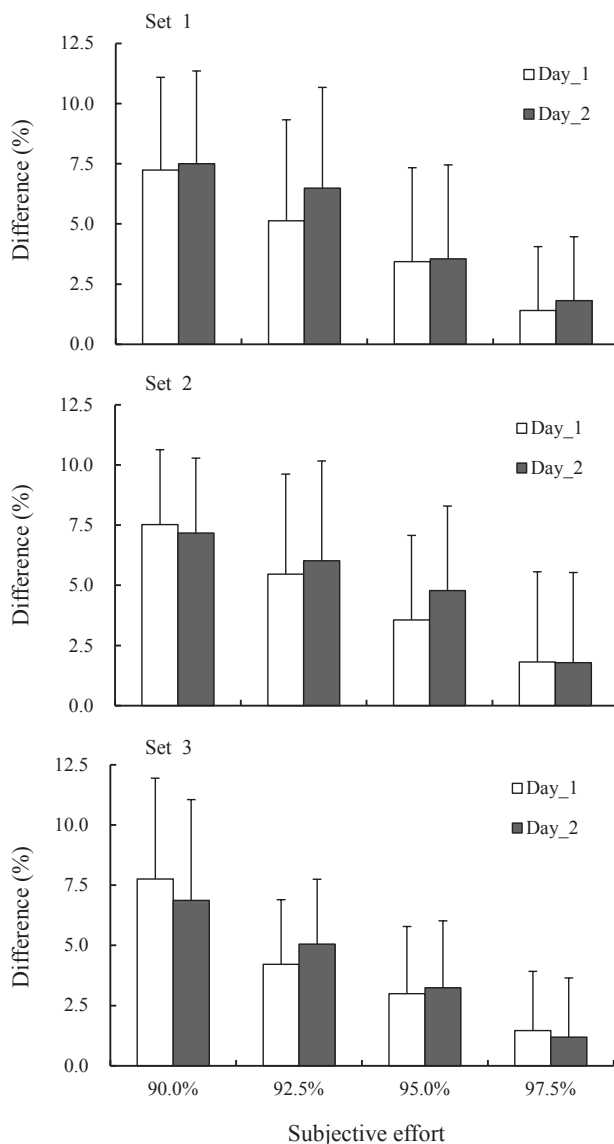


Fig. 3 Difference between the subjective effort and the relative ball speed (mean ± SD).

Table 2 Appearance ratio of the trial that was faster than the ball speed at the maximum effort.

		Subjective effort			
		90.0%	92.5%	95.0%	97.5%
Appearance rate (%)	Day_1	20.0	16.7	26.7	25.0
	Day_2	13.3	21.7	26.7	33.3
	Total	16.7	19.2	26.7	29.2

れ出現率として示したものである。出現率は、第1日目の努力度90と92.5%、努力度95と97.5%の間を除き、努力度が増すにつれて高まる傾向にあった。

5. ボールスピードの級内相関係数

Table 3は、各実験日内におけるボールスピードから求めたセット間のICC (1, 1) と、その95%信頼区間および測定の標準誤差を示したものである。ICCは0.90から0.96の範囲にあり、いずれの努力度および実験日においても有意であった (いずれも $p < 0.01$)。

Table 4は、両実験日におけるボールスピードから求めた実験日間のICC (2, 1) と、その95%信頼区間および測定の標準誤差を示したものである。ICCは0.80から0.88の範囲にあり、すべての努力度で有意であった (いずれも $p < 0.01$)。

Table 3 ICC data for the ball speed among three sets.

	Subjective effort									
	90.0%		92.5%		95.0%		97.5%		100.0%	
	Day_1	Day_2	Day_1	Day_2	Day_1	Day_2	Day_1	Day_2	Day_1	Day_2
ICC (1,1)	0.96	0.94	0.92	0.91	0.94	0.94	0.95	0.96	0.91	0.90
Lower bound-95%CI	0.91	0.88	0.84	0.83	0.89	0.88	0.89	0.93	0.82	0.80
Upper bound-95%CI	0.98	0.97	0.97	0.96	0.98	0.98	0.98	0.98	0.96	0.95
SEM	0.52	0.61	0.69	0.70	0.57	0.57	0.51	0.44	0.76	0.71

ICC = intraclass correlation coefficient; CI = confidence interval; SEM = standard error of measurement.

Table 4 ICC data for the ball speed between Day_1 and Day_2.

	Subjective effort				
	90.0%	92.5%	95.0%	97.5%	100.0%
ICC (2,1)	0.83	0.86	0.88	0.87	0.80
Lower bound-95%CI	0.72	0.77	0.81	0.79	0.68
Upper bound-95%CI	0.90	0.91	0.93	0.92	0.87
SEM	1.03	0.89	0.80	0.81	1.04

ICC = intraclass correlation coefficient; CI = confidence interval; SEM = standard error of measurement.

IV. 考 察

本研究では、高強度領域での異なる5段階（90, 92.5, 95, 97.5および100%）の努力度で投球を行った。また、各努力度において発揮されたボールスピードの再現性を検討するために、実験日の1週間後に同様な手順で再テストを実施した。各実験日およびセットにおける努力度100%でのボールスピードの平均値は、33.3から33.8m/sの範囲にあった。大学生投手を対象としたこれまでの研究（Feltner and Dapena, 1986；桜井ほか, 1990；Wang et al., 1995；Escamilla et al., 1998；Flesig et al., 1999；Matsuo et al., 2001）の値（32.3から35.0m/s）と比較すると、本研究の被験者のボールスピードを発揮する能力は、大学生投手として平均的な水準の範囲内にあったと考えられる。ボールスピードの分散分析の結果、努力度の主効果のみ有意であり、いずれの実験日およびセットにおいても、ボールスピードは努力度が増すに伴い増大する傾向にあった（Table 1）。このことから、努力度の変化幅を大きく設定したこれまでの研究（村木, 1983；伊藤ほか, 2001；加藤ほか, 1995；村木・稲岡, 1996；金子ほか, 1999；合屋ほか, 2008；森本ほか, 2012）と同様に、高強度領域における小さな変化幅であっても、努力度の変化によってボールスピードを段階付けることが可能であると考えられる。しかしながら、努力度の

差が2.5%となる隣り合う努力度間においては、統計的に有意となるほどの差は認められず、一部のセットでは、努力度が増してもボールスピードが増大しない組み合わせもあった。したがって、努力度差が2.5%では、実際の強度に明確な違いをもたらすまでには至らない可能性が考えられる。伊藤（2007）は、努力度と疾走速度の対応関係において、被験者の疾走能力の違いは対応関係に影響を及ぼさなかったと報告している。しかし一方で、「通常行うトレーニング内容の違いから運動経験に差を生じ、出力を段階付ける能力が異なる可能性がある」と指摘している。本研究においても、努力度とボールスピードの対応関係に、被験者のボールスピード発揮能力の影響と考えられる傾向は認められなかった。走運動での知見を直接的に投球運動に用いるには慎重になる必要があるが、本研究の被験者が努力度2.5%の差を明確に段階付けることができなかった要因については、被験者のトレーニング経験による可能性を含め、今後更に検討する必要があると考えられる。各被験者におけるセット毎の努力度100%での試技を基準としたボールスピードの相対値をみると、努力度2.5%の差に対して、相対値の差は平均して0.7%に留まっていた（Fig.2）。努力度90%の時点で、相対値は平均で97.3%を示しており、最大努力まで2.7%の幅を残すのみであった。よって、以降、努力度を増しても、努力度の差と同等に相対値を

段階付けることはできず、努力度と相対値の差は努力度が増すに伴い段階的に小さくなる傾向が示された (Fig.3)。最大下努力度においては、いずれも対応する努力度の値を相対値が上回っており、努力度に基づく判断よりも実際の強度が高くなる傾向が認められた。このことについても、努力度の変化幅を大きく設定した先行研究と一致するものであった。

いくつかの先行研究 (村木・稲岡, 1996; 村木ほか, 1999; 金子ほか, 2000; 伊藤・村木, 2005) において、最大下努力度で最大努力でのパフォーマンスを上回る試技が認められたとの報告がなされている。村木 (1994) は、「全力 (最大努力) マイナス数%」の運動遂行では、努力度を落とすことによる心理的な余裕が、リラックスと最適な筋間の調整を生み出し、最高パフォーマンスを達成し得る可能性を示唆している。本研究において両実験日の総計から求めた、努力度100%でのボールスピードを上回る試技の出現率は、努力度90, 92.5, 95, 97.5%で、それぞれ16.7, 19.2, 26.7, 29.2%であり、高強度になるほど出現率が高くなる傾向にあった (Table 2)。先行研究を概観すると、努力度50あるいは60から90%までの範囲で、最大努力でのパフォーマンスを上回る試技は努力度90%に集中している。したがって、個別性はあるが、努力度90%を境にこうした試技が出現し、以降、努力度が増すに伴いその出現率が高まる可能性が考えられる。このことは、村木 (1994) のいう「全力マイナス数%」の努力度を利用することの有用性を裏付けるものとなる。ところで、最大努力を上回る試技の出現率は、努力度の試技順によって異なり、努力度を最大下から最大へと漸増させた場合、最大から最大下へと漸減させるより、同じ努力度であっても出現率が高くなることが報告されている (村木・稲岡, 1996; 金子ほか, 2000)。本研究では、こうした試技の順序による影響を排除するために、各試技で選択する努力度の順序を実験日、セットおよび被験者毎にランダムに変化させた。同様にランダム手順で、投球運動における努力度とボールスピードの対応関係を検討した森本ほか (2012) の報告によれば、努力度90%で努力度100%を上回った試技の出現率は31.0%であったという。この研究では、設定した努力度の範囲が60, 70, 80, 90および100%と本研究と異なるが、同じ努力度において異なる出現率が示されたこととなる。また、本研究の実験日間で比較しても、同一の努力度であっても出現率には最大で8.3%の違いがあった。したがって、本研究の結果は、高強度の最大下努力度での運動遂行

において、最大努力を上回るパフォーマンス発揮がなされる可能性を支持するものであるが、その出現率については今後更に慎重に検討する必要があると考えられる。

各努力度において発揮されたボールスピードの再現性については、各実験日内のセット間および実験日間それぞれでICCを求めた。ICCは、ある測定を繰り返し行ったり、あるいは複数の検者が同一の対象を測定したりした場合、同じ結果が得られる度合いをみる一つの指標となる。伊藤・村木 (2000) は、スプリント走における努力度の変化に伴う疾走速度の再現性をICCから検討しており、異なる実験日間から求めたICCの値は、男子で0.91から0.95、女子で0.80から0.87の範囲にあったと報告している。投球運動では、前出の森本ほか (2012) の研究において、本研究と同様に実験日間とセット間で、努力度の変化によるボールスピードの再現性が検討されている。それによると、ICCの値は実験日内のセット間で0.77から0.95、実験日間で0.66から0.84の範囲にあった。これらの先行研究の結果は、各努力度に対応したパフォーマンス発揮に高い再現性があることを示唆するものである。本研究においては、実験日内のセット間でICCの値は0.90から0.96、実験日間では0.80から0.88の範囲にあった (Table 3および4)。Landis and Koch (1977) によるICCの判定基準によれば、これらはいずれもalmost perfectと判定される。ICCの判定には他の基準もあるが、総じてICCが0.70以上であれば再現性が高いとされている (対馬, 2011)。ただし、ICCは点推定値であることから、ICCの判定には区間推定値、すなわち信頼区間をみる必要がある。95%信頼区間の下限値をみると、実験日間における努力度100%で比較的低い値が示されているが、セット間で0.80から0.93、実験日間で0.68から0.81の範囲にあった。これらのことから、高強度領域における努力度の変化であっても、投球運動での努力度とボールスピードの対応関係には高い再現性があるものと考えられる。

V. 実践面への示唆

本研究の結果、高強度領域での投球運動において、努力度とボールスピードとの対応関係が明らかとなった。このことは、主観的に判断される努力度に基づくトレーニング強度の管理に対して、実際の強度としての客観的な指標を与えるものと考えられる。また、その出現率に検討の余地が残されるものの、最大下努力

度において最大努力を上回るボールスピードの発揮が認められた。このことから、最大スピードを引き出す手掛かりの一つとして、高強度の最大下努力度を利用し得る可能性が考えられる。

努力度とボールスピードの対応関係には高い再現性が認められた。しかし一方で、再現性については、「時間経過に伴う身体的、心理的状态の変化により左右される不安定な側面をもつ」との指摘(森本ほか, 2012)もあり、特に体力的、技術的な状態が随時更新されるような時期には、時間経過の影響が大きくなる可能性が述べられている。本研究において、実験日内のセット間と実験日間のICCを比較すると、総じて実験日間の方が低い値を示しており、時間経過による影響の可能性を支持する結果であった。したがって、努力度とボールスピードの対応関係は、高い再現性があると考えられるものの、適宜確認する必要性は残されるであろう。

VI. まとめ

本研究の目的は、投球運動における高強度領域での主観的努力度の変化がボールスピードに及ぼす影響およびその再現性を明らかにすることであった。大学硬式野球部に所属する投手20名を被験者とし、努力度の変化には90, 92.5, 95, 97.5および100%の5段階を設けた。実験は1週間隔で2日に分けて実施し、異なる努力度での5試技を1セットとして、実験日それぞれで3セット行った。各努力度での試技の順序は実験日、セットおよび被験者毎にランダムに変化させた。各試技のボールスピードはスピードガンを用いて計測した。結果は以下の通りである。

- (1) ボールスピードは努力度が増すに伴い増大する傾向にあり、隣り合う努力度間を除くすべての努力度間で有意な差が認められた。
- (2) 各最大下努力度でのボールスピードの相対値は、いずれも対応する努力度の値を上回った。その差は努力度が増すにつれて小さくなる傾向にあり、すべての努力度間で有意な差が認められた。
- (3) 最大下努力度において、努力度100%でのボールスピードを上回る試技がみられ、その出現率は高強度になるほど高くなる傾向にあった。
- (4) ボールスピードの再現性を示す級内相関係数(ICC)は、実験日内のセット間で0.90から0.96、実験日間では0.80から0.88の範囲にあり、いずれにおいても有意であった。

これらのことから、高強度領域においても努力度に対応したボールスピードの段階付けが可能であり、実際の強度は努力度の判断よりも高くなる可能性が示唆された。また、努力度の変化に伴うボールスピードの発揮には高い再現性があることが明らかとなった。

文 献

- Escamilla, R.F., Fleising, G.S., Barrentine, S.W., Zheng, N. and Andrews, J.R. (1998) Kinematic comparisons of throwing different types of baseball pitches. *Journal of Applied Biomechanics*, 14 : 1-23.
- Feltner, M. and Dapena, J. (1986) Dynamics of the shoulder and elbow joints of the throwing arm during a baseball pitch. *International Journal of Sport Biomechanics*, 2 : 235-259.
- Fleising, G.S., Barrentine, S.W., Zheng, N., Escamilla, R.F. and Andrews, J.R. (1999) Kinematic and kinetic comparison of baseball pitching among various levels of development. *Journal of Biomechanics*, 32 : 1371-1375.
- 合屋十四秋・野村照夫・杉浦加枝子 (2005) 女子水泳選手におけるクロール泳の速度出力調整と動作との関係. *スポーツ方法学研究*, 18 : 75-83.
- 合屋十四秋・野村照夫・松井敦典 (2008) 男子水泳選手におけるクロール泳の速度出力調整と動作との関係. *トレーニング科学*, 20 : 33-42.
- 伊藤浩志・村木征人 (2000) 全力および最大下努力度によるスプリント走の再現性. *日本体育学会大会号*, 51 : 436.
- 伊藤浩志・村木征人・金子元彦 (2001) スプリント走加速局面における主観的努力度の変化がパフォーマンスに及ぼす影響. *スポーツ方法学研究*, 14 : 65-76.
- 伊藤浩志・村木征人 (2005) スプリント走における主観的努力度の違いが疾走速度、ピッチ・ストライド、下肢動作に及ぼす影響. *スポーツ方法学研究*, 18 : 61-73.
- 伊藤浩志：トレーニング課題の相補性(習熟的・強化的指向性)への努力度のアプローチ. *スポーツ方法学研究*, 21 : 71-78.
- 金子元彦・村木征人・伊藤浩志・成 万祥 (1999) 打動作における主観的努力度と客観的達成度の対応関係. *スポーツ方法学研究*, 12 : 25-32.
- 金子元彦・村木征人・伊藤浩志 (2000) 打動作における主観的努力度と客観的達成度の対応関係—男女差の観点から—. *スポーツ方法学研究*, 13 : 197-206.
- 金子元彦・村木征人・伊藤浩志・古川 覚 (2007) 異なる二種類の打動作における主観的努力度と客観的達成度の対応関係：中級から初球レベルのバドミントン・プレイヤーの場合. *スポーツ方法学研究*, 20 : 57-70.
- 加藤史夫・小山祐三・濱松亜紀・小倉幸雄・五十嵐聰・澤井 博 (1995) スポーツ競技者の跳躍運動における主観的強度と客観的達成度の対応関係に関する一考察. *陸上競技研究*, 23 (4) : 18-24.
- 小塚昭二・八百則和・長谷川望 (2007) サッカーのキックにおける主観的努力度とパフォーマンスの関係. *スポーツ方法学研究*, 21 : 29-42.
- Landis, J.R. and Koch, G.G. (1977) The measurement of observer

- agreement for categorical data. *Biometrics*, 33 : 159-174.
- Matsuo, T., Escamilla, R.F., Fleising, G.S., Barrentine, S.W. and Andrews, J.R. (2001) Comparison of kinematic and temporal parameters between different pitch velocity groups. *Journal of Applied Biomechanics*, 17 : 1-13.
- 森本吉謙・宮西智久・川口鉄二 (2007) スピードガン計測におけるボールスピードの信頼性. *仙台大学紀要*, 38 : 10-15.
- 森本吉謙・川村 卓・入澤裕樹・奈良隆章 (2012) 投球運動における主観的努力度の変化がボールスピードに及ぼす影響とその再現性. *トレーニング科学*, 24 : 253-260.
- 村木征人 (1983) スプリント走における速度強度および歩幅と歩数に関する研究—スプリント走の各種客観的速度と主観速度および歩幅との関係—. *日本バイオメカニクス学会編 身体運動の科学V*. 杏林書院 : 東京, pp.76-83.
- 村木征人 (1994) スポーツトレーニング理論. ブックハウスHD : 東京, pp.157-158.
- 村木征人・稲岡純史 (1996) 跳躍運動における主観的強度 (努力度合) と客観的出力との対応関係. *スポーツ方法学研究*, 9 : 73-79.
- 村木征人・伊藤浩志・半田佳之・金子元彦・成 万祥 (1999) 高強度領域での主観的努力度の変化がスプリント・パフォーマンスに与える影響. *スポーツ方法学研究*, 12 : 59-67.
- 村木征人 (2007) 相補性統合スポーツトレーニング論序説 : スポーツ方法学における本質問題の探求に向けて. *スポーツ方法学研究*, 21 : 1-16.
- 桜井伸二, 池上康男, 矢部京之助, 岡本 敦, 豊島進太郎 (1990) 野球の投手の投動作の3次元動作解析. *体育学研究*, 35 : 143-156.
- 種ヶ島尚志・高橋正則・加藤史夫・青山清英 (2002) テニスのサーブにおける主観的努力度がパフォーマンスに与える影響. *スポーツ方法学研究*, 15 : 15-23.
- 対馬栄輝 (2011) SPSSで学ぶ医療系データ解析. 東京図書 : 東京, pp.195-214.
- Wang, Y.T., Ford, H.T. 3rd, Ford, H.T. JR, and Shin, D.M (1995) Three-dimensional kinematic analysis of baseball pitching in acceleration phase. *Perceptual motor skills*, 80 : 43-48.

平成25年3月20日受付

平成25年9月24日受理