

立幅跳における主観的強度と客観的強度の対応

—運動経験, 視覚情報の有無について—

合 屋 十四秋 (愛知教育大学 保健体育講座)

若 林 美 奈 (愛知教育大学 保健体育講座 大学院)

The relationship between subjective and objective intensity during the standing long jump

Toshiaki GOYA (Department of Health and Physical Education, Aichi University of Education)

Mina WAKABAYASHI (Department of Health and Physical Education, Aichi Univ. of Edu. Graduate school)

要約 本研究は、全身運動であり基本的な跳躍動作である立幅跳を用いて、主観的強度と跳躍距離の客観的強度の対応性と運動経験、視覚情報の有無による影響を、跳躍の実測距離とForce plateによる地面反力から、出力調整の様相について検討した。被験者は運動群、非運動群それぞれ9名とした。視覚情報の有無の条件は、主観的強度を100% (最大努力)、80%、60%、40%、20%の5段階を設定し、ランダムに各3setを行わせた。結果は以下の通りであった。

1) 主観的強度と客観的強度との間には、運動群、非運動群の双方共に、有意な直線回帰が認められ、客観的強度が主観的強度を上回る度合いは、主観的強度が低くなるにつれて大きくなった。また、標準偏差は、運動群が非運動群より小さく、W.V.I (視覚情報あり) がN.V.I (視覚情報なし) より小さかった。

2) 前後方向の力 (F_y) のピーク値は、主観的強度が高くなるにつれて、運動群が非運動群より大きくなり、W.V.IがN.V.Iより大きくなった。主観的強度と F_y 、および F_z (上下方向の力) の客観的強度の間には有意な直線回帰が認められ、主観的強度が高くなるにつれて F_y は大きくなった。また、直線回帰 $y=ax+b$ の変化係数 $|a|$ を調節量として着目すると、 F_z が F_y より大きかった。このことから、跳躍距離の調整は、目標とする強度が高い場合は客観的強度とほぼ一致し、低い場合は主観的に過大評価する傾向がみられ、力発揮の様相は、上下方向の力成分を主に調整していることが伺われた。

キーワード: 立幅跳, 主観的強度, 客観的強度, 運動経験, 視覚情報の有無, 地面反力

1. 緒言

今日、スポーツ科学では「客観性」が重んじられ、またスポーツ技術には客観化することの困難な「主観的な経験」に基づく要素が含まれることが多い⁴⁾。

我々は、運動場面において、動作を習得していく際、試行のなかでうまくいったときの「感じ」を手がかりに修正し、習熟していくことが経験的に知られている。同様に、その時々やそれぞれの種目に応じた出力調整が必要なことも知られている。さらに、運動経験を基にした自らの「運動感覚」によって必要な出力を調整しながら運動を遂行していることが伺える。これは一般的に「主観的強度」と言われているが、この主観的強度と客観的なデータを対応させいくことは、運動の「感じ」を技術や知識として正確に伝えるために必要であると考えられる。本研究では、客観的なデータを、全力を100%として理論的に数字として求められたものとし、「客観的強度」と言う。例えば、実際の運動場面において、「何%の力で」と運動課題を提示することがしばしば見受けられる。その際、指導者は、自身

の提示した運動強度と遂行者の主観的強度による客観的強度の「ずれ」を予測し運動課題を与えることが必要である。このことは、運動感覚を実際のトレーニングや運動学習の場面に適応させる上で重要な手がかりとなるであろう。

主観的強度と客観的強度の対応関係における先行研究は、一般人あるいは競技者の走動作^{3) 10) 12) 13)}、跳動作^{1) 6) 11) 15)}、投動作³⁾、打動作⁵⁾、泳動作²⁾を対象に数多くなされている。これらの報告を概観すると、主観的強度と客観的強度の間には、直線的対応関係があることが推察される。しかし、いずれの研究においても、一般人か競技者に限った検討であり、両者を比較検討したものは見受けられない。両者を比較することは、運動経験が出力調整にどのような影響を与えるかを明らかにすることが可能である。

我々は、全身運動においてある動作を正確に遂行するために、視覚情報が重要な手がかりであると言われて¹⁵⁾。動作の「感じ」を、実際に自分の身体で「これくらい感じだ」と捉え直すとき、「自分の感覚だけでどれくらい出力を調整できるか」ということに

対し, 視覚情報の有無がどのような影響を与えるのかを明らかにしたものはほとんど見受けられない。また主観的強度による身体運動の出力調整を, 客観的データとして跳躍距離や跳躍高と対応させたものは見られるが, 地面反力と対応させたものは見られない。

そこで, 本研究では, 継続的に専門競技のトレーニングを行っている大学生女子(以下, 運動群)と一般の大学生女子(以下, 非運動群)を対象とし, 全身運動であり基本的な跳運動である立幅跳を行った時の主観的強度と跳躍距離における客観的強度の対応性, 運動経験, 視覚情報の有無による影響および地面反力による力発揮の様相を検討することを目的とした。

II. 研究方法

1. 被験者

被験者は, 運動群9名(年齢 19.9 ± 0.9 歳, 身長 163.5 ± 6.9 cm, 体重 53.8 ± 5.7 kg)と非運動群9名(年齢 21.9 ± 1.0 歳, 身長 161.1 ± 6.6 cm, 体重 51.8 ± 5.1 kg)を用いた。

2. 実験試技

被験者は, 両腕の振込動作を用いた立幅跳を行った。なお, 振込動作は1回までとした。

試技は, 主観的強度100%, 80%, 60%, 40%, 20%の5段階をランダムな順序(100%→40%→80%→20%→60%)で行った。5段階を1setとし, With Visible Information(以下, W. V. I), Non Visible Information(以下, N. V. I)の場合において, 各3set行った。この際, 跳躍距離に関するフィードバックはせず, 各自の感覚のみを頼りに調整を行うように指示した。

3. 測定項目及び測定方法

(1) 跳躍距離

跳躍距離は, 踏切線から踵の着地点までの距離を実測した。

(2) 地面反力

被験者の踏切位置にForce Plate(Kistler社製)を設置し, パーソナルコンピューターを介してMacLab(ADI社製)を用い, AD変換後, 力発揮の成分 F_y (前後方向に蹴る力)と F_z (上下方向に蹴る力)を計測した。

右上に実験風景を示す。



実験風景

的強度が高くなるにつれて, W. V. IとN. V. Iの差が大きくなった。

図1に, 運動群における主観的強度と客観的強度の対応関係を示した。主観的強度と客観的強度は直線的対応関係が見られ, 客観的強度は主観的強度を上回る傾向を示した。上回る度合いは, N. V. IがW. V. Iより大きかった。非運動群においても同様の結果であった。また, 標準偏差は, 主観的強度が20%から80%に高くなるにつれて, それぞれ運動群W. V. Iが9.8, 8.2, 5.7, 5.1, 運動群N. V. Iが9.7, 7.5, 8.1, 6.9, 非運動群W. V. Iが12.6, 10.9, 9.3, 6.2, 非運動群N. V. Iが13.0, 11.1, 11.7, 11.3と減少傾向にあった。

2. 地面反力

図2に, 運動群の被験者A.YのW. V. Iの各主観的強度における地面反力波形の発現様相を示した。 F_y は主観的強度が大きくなるにつれてピーク値が大きくなり, ピーク値に到達するまで徐々に大きくなる様相を示した。また, F_z は主観的強度が大きくなるにつれてピーク値が小さくなり, よりはっきりとした2峰

(n=27) 跳躍距離(cm)
標準偏差(cm)

主観的強度		100%	80%	60%	40%	20%
運動群	W.V.I	194.1	175.0	155.3	142.0	106.0
		14.3	18.5	16.7	20.3	21.1
運動群	N.V.I	179.9	164.8	147.6	136.1	107.5
		25.8	25.8	25.2	24.3	24.1
非運動群	W.V.I	165.4	151.9	138.5	124.4	87.4
		16.4	20.7	25.5	24.5	24.2
非運動群	N.V.I	156.3	148.6	134.3	119.7	89.0
		20.1	20.3	22.0	21.0	21.7

※W.V.I - With Visible Information
N.V.I - Non Visible Information

表1 各主観的強度における跳躍距離

II. 結果

1. 主観的強度と跳躍距離の対応関係

表1は, 各主観的強度において実測された跳躍距離であり, 運動群が非運動群より大きかった。また, 主観

性を示した。この発現様相は、いずれの群においても同様の傾向が見られた。

表2は、各主観的強度において計測されたFyおよびFzのピーク値であり、FyおよびFzは、運動群が非運動群より大きかった。また、W.V.IがN.V.Iより大きかった。

図3は、運動群W.V.Iにおける地面反力の主観的強度と客観的強度の対応関係であり、FyおよびFzは主観的強度と客観的強度の間に直線的対応関係を示した。いずれの群においても同様であった。また、直線 $y=ax+b$ の変化係数|a値|は、Fyが $0.24 < a < 0.33$ 、Fzが $0.37 < a < 0.69$ であった。

IV. 考察

1. 主観的強度と跳躍距離の対応関係

運動群、非運動群は主観的強度と客観的強度との間に有意な ($p < 0.01$) 直線回帰が認められた。この結果は、大築ら¹⁵⁾、阿江ら¹⁾、加藤ら⁶⁾、村木ら¹¹⁾の結果と一致した。このことから、我々は、運動経験にかかわらず、基本的な跳躍運動である立幅跳において跳躍距離を主観的強度によって調整することができることを示唆している。また、運動群、非運動群において、客観的強度が主観的強度を上回る度合いは、主観的強度が低くなるにつれて大きくなった。宮下ら⁹⁾も述べているように、目標の距離を正確に跳ぼうとする場合、最大下の努力度合いで運動を行うことは、最大の努力度合いで運動を行うことに比べ非常に困難であることを示唆している。

また、主観的強度が高くなるにつれて実測された跳躍距離は、W.V.IがN.V.Iより大きくなり、視覚を遮ることで空中にいる局面や着地局面に不安が生じるこ

とから力を制御し、結果として過小評価していると考えられる。このことは、視覚情報の有無による跳躍動作では、心理的要因や身体動揺といった原因から、運動感覚に影響を及ぼすという河原ら⁷⁾や大築ら¹⁵⁾の報告を裏付けている。

各主観的強度における客観的強度の標準偏差は、非運動群N.V.I、非運動群W.V.I、運動群N.V.I、運動群W.V.Iの順に小さかった。このことは、運動群のほうが非運動群に比べ、再現性が高く、主観的強度により跳躍距離を調整する能力が高いと考えられる。同様に、視覚情報があったほうが、再現性が高く、主観的強度により跳躍距離を調整できると考えられ、N.V.IがW.V.Iより運動調節が難しいという報告⁷⁾と一致した。さらに、運動群N.V.Iの標準偏差が、非運動群N.V.Iのそれより小さかったことから、運動経験を重ねることにより、視覚情報が与えられなくても、再現性が高く、跳躍距離が調整できると示唆された。

		(n=27)				
		Fh(N) Fv(N)				
主観的強度		100%	80%	60%	40%	20%
運動群	W.V.I	439.8	427.0	425.1	395.5	346.0
		597.9	672.5	760.0	809.7	926.8
	N.V.I	379.7	352.4	320.8	320.1	273.6
		25.8	25.8	25.2	24.3	24.1
非運動群	W.V.I	349.3	325.8	306.6	311.7	248.2
		475.9	518.1	544.7	574.5	647.1
	N.V.I	301.4	295.3	267.4	263.3	215.6
		500.5	516.4	564.8	594.8	636.3

※W.V.I - With Visible Information
N.V.I - Non Visible Information

表2 各主観的強度における地面反力のピーク値

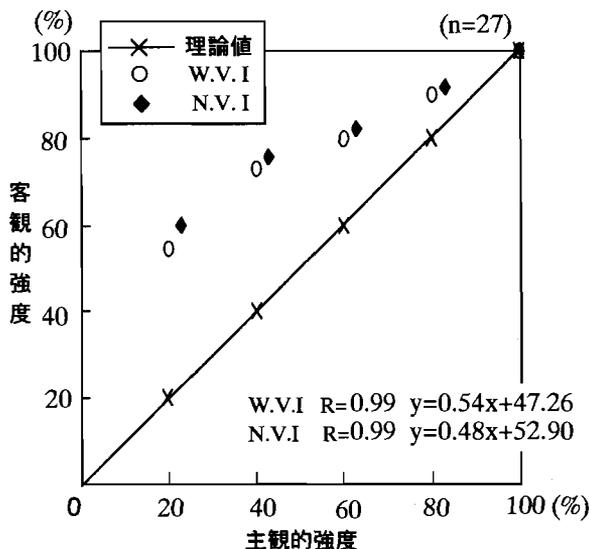


図1 跳躍距離における主観的強度と客観的強度の対応関係—運動群—

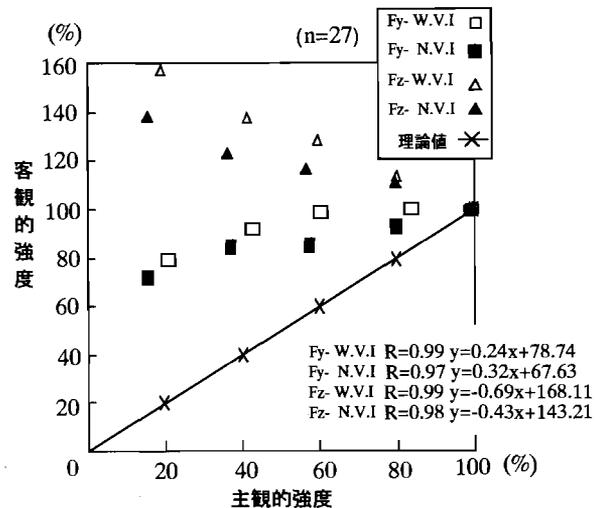


図3 地面反力のピーク値における主観的強度と客観的強度の対応関係—運動群—

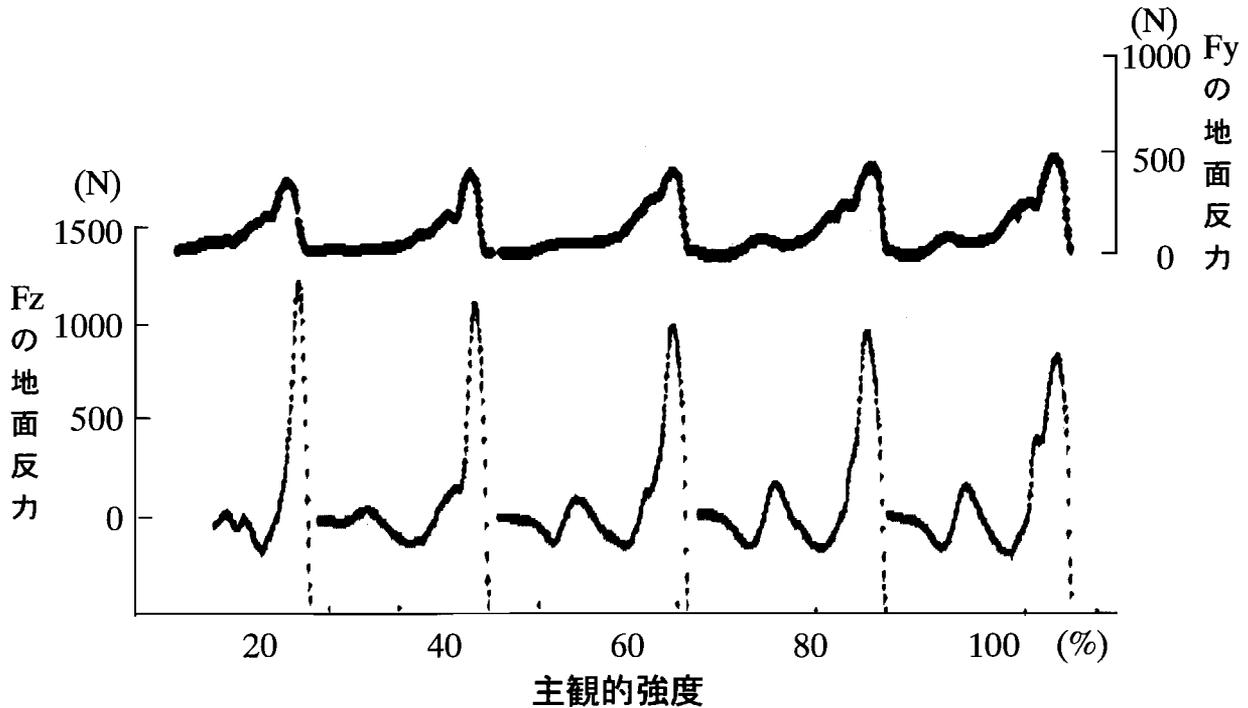


図2 各主観的強度における地面反力波形の発現様相 ~ sub. A. S ~

2. 地面反力

跳躍運動は、地面を蹴ることにより、空中へ身体を投げ出す動作である。つまり、 F_y が大きければ身体を前へ投げ出す力が大きく、 F_z が大きければ身体を上へ投げ出す力が大きい。北本ら⁸⁾は、跳躍距離の増大は、跳躍方向に対して反対方向の力積と比例関係であると報告している。本研究ではピーク値に着目したところ、主観的強度が高くなるにつれて F_y は大きくなった。このことは、跳躍距離を大きくした要因のひとつとして考えられ、北本ら⁸⁾の報告を裏付ける結果となった。 F_y において、運動群が非運動群より大きくなり、 $W.V.I$ が $N.V.I$ より大きくなったことから考えられる。主観的強度と F_y ($p < 0.01$), F_z ($p < 0.05$)の客観的強度の間に有意な直線回帰が認められた。また、これらの直線回帰 $y = ax + b$ の変化係数 $|a$ 値 $|$ を調整量として着目すると、 F_z が F_y より大きかった。つまり、主観的強度が高くなるにつれて、 F_y はわずかな増加であるのに対し、 F_z は大きな減少であった。これらのことから、上方への力成分を主に調整していると考えられた。 F_y と F_z の力発揮の様相は、踏切時の動作変化が影響していると考えられるため、今後詳細の検討を加えたい。

V. まとめ

本研究では、全身運動であり基本的な跳躍動作である立幅跳を用いて、主観的強度と跳躍距離の客観的強度の対応性と、運動経験、視覚情報の有無による影響を、跳躍の実測距離とForce plateによる地面反力から、

出力調整の様相について検討した。その結果以下のような結論が得られた。

1. 運動群、非運動群それぞれにおいて、主観的強度と客観的強度の間には、有意な直線回帰が認められ、客観的達成度が主観的強度を上回る度合いが、主観的強度が低くなるにつれて大きくなった。また、標準偏差は、運動群が非運動群より小さく、 $W.V.I$ が $N.V.I$ より小さかった。

2. F_y のピーク値は、主観的強度が高くなるにつれて、運動群が非運動群より大きくなり、 $W.V.I$ が $N.V.I$ より大きくなった。主観的強度と F_y および F_z の客観的達成度間に有意な直線回帰が認められ、主観的強度が高くなるにつれて F_y は大きくなった。また、直線回帰 $y = ax + b$ の変化係数 $|a$ 値 $|$ を調整量として着目すると、 F_z が F_y より大きかった。

以上のことより、跳躍距離の調整は、目標とする強度が高い場合は客観的強度とほぼ一致し、低い場合は主観的に過大評価する傾向が見られ、また、力発揮の様相は、上下方向の力成分を主に調節していることが伺われた。

VI. 参考・引用文献

1. 阿江通良 (1990) : 垂直跳の踏切における努力度が下肢各部の貢献度に及ぼす影響, ジャンプ研究, 日本バイオメカニクス学会編, メディカルプレ

- ス：40-45
2. 合屋十四秋 (1999) : 泳ぎの動作認識とバイオメカニクス情報とのマッチング, バイオメカニクス研究 4 (3) : 206-213
 3. 伊藤浩志, 村木征人 (1997) : 走・跳・投動作のグレーディング能力に関する研究, スポーツ方法学研究 10-1 : 17-24
 4. 金子公宥 (2001) : バイオメカニクスからみた21世紀のスポーツ科学, 体育の科学 51 : 6-11
 5. 金子元彦 (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(1) : 25-32
 6. 加藤史夫, 小山祐三, 濱松亜紀, 小倉幸雄, 五十嵐聡, 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性に関する一考察, 陸上競技研究 23(4) : 19-24
 7. 川原ゆり (1972) : 跳躍動作の調整, 体力科学 22 : 101-110
 8. 北本拓, 吉田健一, 川村自行, 一正考 (1985) : 床反力波形からみた跳躍運動の調節のバイオメカニクスの研究, 第7回バイオメカニクス研究 走・跳・投・打・泳運動における“よい動き”とは; 94-101
 9. 宮下充正 (1974) : 垂直跳びにみられる跳動作の基本: 昭和48年度日本体育協会スポーツ科学研究報告No.IV 跳の能力の向上, 第1次研究報告: 2-6
 10. 村木征人 (1990) : スプリング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的速度および歩幅との関係—「身体運動の科学V」日本バイオメカニクス学会編: 76-83
 11. 村木征人, 稲岡純史 (1996) : 跳動作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(1) : 73-79
 12. 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(1) : 59-67
 13. 小野寺孝一, 宮下充正 (1976) : 全身持久力運動における主観的強度と客観的強度の対応性—Rating of Perceived exertionの観点から—体育学研究 21(4) : 191-203
 14. 大築立志 (1986) : スペーシング・グレーディング・タイミング —意志における運動の制御—, 体育の科学 36 : 104-109
 15. 大築立志, 定本朋子 (1977) : 跳躍動作における出力制御の正確性—跳躍距離のgradingおよび再現性の特徴—体育学研究 22 : 215-229