

日本学生一流女子走幅跳選手における競技記録と 各種垂直跳能力の縦断的变化

大 宮 真 一

Longitudinal changes in athletic records and various vertical jump performances in a Japanese university top woman long jumper

Shin-ichi Omiya

Abstract

The purpose of this study was to investigate longitudinal changes in the athletic records and various vertical jump performances in a Japanese university top woman long jumper. Studied performances included : Squat jump : SJ ; Counter-movement jump : CMJ ; Vertical jump : VJ ; Rebound jump : RJ ; Rebound jump with arm : RJA. Subject volunteering in the study was a Japanese university top woman long jumper. Athletic records were calculated by averaged values of each of the subject best records achieved in 37 regular games for a duration of 4 years. Various vertical jump performances were calculated to determine the average values in 3 sessions : Athletic records affected in training phase in categories labeled, session A : 1st year and 2nd year ; session B : 3rd year ; session C : 4th year. The results were shown below.

- 1) Athletic records were seen to remain on a plateau between 1st year and 2nd year, and then increased from 3rd year to 4th year.
- 2) Body weight was significantly decreased from session A to C.
- 3) From session A to C, jump height of SJ, CMJ, VJ and RJA, RJ-index and RJA-index were significantly increased, in contrast, RJ-CT and RJA-CT were significantly decreased.

It is concluded that athletic records were increased in step with various vertical jump performances.

key words : Athletic performance, Rebound jump, Case study

I. 緒 言

走幅跳は、跳躍距離を競う助走を伴った片脚踏切の跳躍運動であり、運動の特徴から助走、踏切、空中および着地の4局面で構成されている。走幅跳の跳躍距離は助走速度と高い正の相関関係にある(Hay, 1986)ことが報告されており、助走速度が高いと大きな跳躍距離を獲得できると考えられる。しかし、走幅跳は助走速度を高めることだけでなく、踏切において助走速度で得た水平

方向の速度を効率よく鉛直速度に変換する能力が要求される(深代ほか, 1994; Hay, 1986; 小山ほか, 2009; Luhtanen and Komi, 1979)。このとき踏切では約0.15秒以内に体重の7-10倍の負荷がかかり大きなパワー発揮が要求される(深代, 1983)ことから、踏切には筋力やパワーなど体力的な要素も強く関わっていると考えられる。そのため、走幅跳選手は筋力やパワートレーニング手段としてあるいは競技種目特性に類似した専門的運動能力を測定するためにコントロールテストとしてバウン

北翔大学 生涯スポーツ学部
〒069-8511 北海道江別市文京台23番地

School of Lifelong Sport, Hokusho University
23, Bunkyo-dai, Ebetsu, Hokkaido, Japan 069-8511

著者連絡先 大宮 真一
omiya@hokusho-u.ac.jp

ディング運動、垂直跳およびリバウンドジャンプ運動などを実施しており、競技者の競技記録推定やトレーニング状態を把握することに役立っている（深代，1992；吉田ほか，2008；図子，2006）。

一方、跳躍競技の踏切時における踏切脚の筋腱複合体は、強制的に伸張されながらエキセントリックな筋収縮によってエネルギーを受け止め、その後コンセントリックな筋収縮が行われる典型的なStretch-Shortening Cycle（以下、SSC）運動（Komi and Bosco, 1978；Komi and Buskirk, 1972）となっているため、下肢のSSC運動の遂行能力を評価する方法として、リバウンドジャンプ（以下、RJ）テストが考案され、数多くの研究が報告されている（荏山・図子，2015；図子ほか，2017；図子・高松，1995a；図子・高松，1995b；図子ほか，1993）。図子ほか（2017）は、国内トップレベルを含む男子跳躍選手（走幅跳選手含む）33名のRJ能力と競技力が数値として示されているIAAF score（International Association of Athletics Federations, 2011）との関係において有意な相関関係があったことを報告しており、競技力が高いほどRJ能力が高いことが報告されている。

しかし、これまでのRJに関する先行研究（荏山・図子，2015；図子ほか，2017；図子・高松，1995a；図子・高松，1995b；図子・高松，1996；図子ほか，1993）は対象者が男子のみであり、女子に関する知見が非常に少ない。そのため、女子選手が競技記録向上を目標とするためのRJ能力の基準値や目標値の設定、競技記録に伴うRJ能力の変化などの知見を集積していくことが必要であると考えられる。女子選手のRJに関する報告において、図子（2006）が三段跳選手1名を対象に競技ベスト記録の経年的向上に伴い、RJ能力のベスト記録も向上していたことを報告しているが、競技会の日時や、コントロールテストの測定時期などが不明である。また、図子（2000b）は日本女子一流走幅跳選手の2名のRJを含めた各種垂直跳能力のデータを報告している。これらの報告においては、共通してRJに関する測定の方法について、腕を腰に当てて実施したのか、または腕を振り込んで実施したのか明確な記載がない。したがって、今後先行研究で示されるコントロールテストのデータについては、競技記録を予測したり目標値などと比較するためには測定時期や測定方法を明確に示すことが必要であると考えられる。

そこで本研究では、大学4年間で日本一流となった女子走幅跳選手1名を対象として、事例的に競技記録とRJを含む各種垂直跳能力の縦断的な変化について明らかにし、女子走幅跳の選手育成における手がかりを提示することを目的とした。

Ⅱ. 方 法

1. 対象者

対象者は、北海道内の大学陸上競技部に所属する女子走幅跳選手1名であった。この対象者は、大学4年時に日本代表に選出された経験を持ち、現在北海道および北海道学生記録保持者である。大学在学中の主な大会成績は、大学1年では日本陸上競技選手権大会6位、大学2年では日本学生陸上競技対校選手権大会7位、大学3年では日本学生個人陸上競技選手権大会2位、大学4年では日本陸上競技選手権大会3位、日本学生陸上競技対校選手権大会1位、アジア室内陸上競技選手権大会1位などであった。なお、身長は4年間通して158cmであった。

対象者から、この研究の実施に際し、研究の目的と方法、安全性について説明し、測定の同意を得た。

2. 競技記録

大学1年から4年までの4年間、公式競技会に39回出場した。そのうち、大学2年の国民体育大会および大学3年の日本学生陸上競技対校選手権大会の2試合は予選ラウンドにおいて着地が片脚となったことで走幅跳として技術的に成立していなかったことや3回連続のファールで記録を残せなかったため除外し、37試合を対象とした（大学1年：9試合、大学2年：7試合、大学3年：12試合、大学4年：9試合）。それぞれの試合において、3試技ないしは6試技あるうちの最高記録およびその時の風速を用い、平均値によって学年ごとの競技力を示した。

3. 測定項目

1) 各種垂直跳能力

大学4年間のうち、初回が2010年4月11日、終回が2014年2月11日として計30回の測定を実施した。本研究では手を腰に当てた姿勢での反動なし垂直跳（Squat Jump, 以下SJ）、手を腰に当てた姿勢での反動ありの垂直跳（Counter-movement Jump, 以下CMJ）、腕の振込動作を用いて反動ありの垂直跳（Vertical Jump, 以下VJ）、手を腰に当てた姿勢での5回連続リバウンドジャンプ（Rebound Jump, RJ）および腕の振込動作を用いての5回連続リバウンドジャンプ（Rebound Jump with Arm, 以下RJA）を採用した。

各垂直跳能力の指標として、SJ、CMJおよびVJは跳躍高、RJおよびRJAにおいては接地時間（RJ-CT, RJA-CT）、跳躍高（RJ-H, RJA-H）およびRJ-indexおよびRJA-indexを用いた。全ての跳躍運動は、マットスイッチ（ディケイエイチ社製、マルチジャンプテスト）上で行わせ、滞空時間（Air time：AT）および接地時間を測定した。跳躍高は、以下の式に代入することにより算出した。

$$\text{跳躍高} = 1/8 \cdot g \cdot \text{AT}^2 \quad g \text{は重力加速度 (9.81m/s}^2\text{)}$$

表1 競技記録と風速

	大学1年 (n=9)	大学2年 (n=7)	大学3年 (n=12)	大学4年 (n=9)	一元配置分散分析	多重比較
競技記録 (m)	5.86±0.14	5.82±0.17	6.06±0.13	6.34±0.08	p<0.01	大学1年・2年<3年<4年
風速 (m)	1.9±1.2	0.8±0.8	1.7±1.9	0.6±1.3	ns	
最高記録 (風速) (m)	6.07 (+2.4)	6.06 (+1.3)	6.23 (+0.7)	6.45 (-0.1)		
最低記録 (風速) (m)	5.66 (+3.3)	5.53 (0.0)	5.71 (-0.5)	6.19 (-0.4)		
	*公認最高記録 6.06 (+0.6)					

RJ-indexおよびRJA-indexは、跳躍高 (RJ-H, RJA-H) を接地時間 (RJ-CT, RJA-CT) で除すことにより算出し、5回の跳躍のうちRJ-indexが最高値を示したものを分析に用いた (遠藤ほか, 2007; 大宮ほか, 2009)。また、同時に体重測定を行った (表1)。

本研究の対象者が出場する公式競技会の前後においてコントロールテストを実施することができれば厳密な競技記録と各種垂直跳能力の関係を検討することができたが、競技会に向けての身体コンディションを乱す可能性があったため、コントロールテストは冬季トレーニング中、または競技会から前後1週間以上の間隔をあけて測定した。本研究では測定前に準備運動として数回の跳躍練習を行わせた。

4. 各種垂直跳能力測定期間の分類

対象者の学年ごと走幅跳のシーズン記録をもとに、各種垂直跳能力測定期間を3つに分類した。学年ごとの記録は、前年度の冬季トレーニングを含む長期的なトレーニングの影響を受けているものと考えられる。競技記録において、大学1, 2年のシーズンベスト公認記録がともに6m06, 3年は6m23, 4年は6m45であり、結果でも後述するが学年ごとの平均値でも大学1年と2年には差はなく、その後有意に3年, 4年へと向上したことが明らかとなった (表1)。そのため、大学1, 2年での体力レベルは同程度であったとみなし、各種垂直跳測定期間を大学1年の測定開始日から大学2年の12月までをA期 (11回測定)、大学2年1月から大学3年の12月までをB期 (7回測定)、大学3年の1月から大学4年2月までをC期 (12回測定) として3期に分類した。これらの3期において、対象者のトレーニング計画や身体コンディション状況などを配慮し、測定時期・回数は固定できなかった。

なお、本研究においてA期とB期、およびB期とC期の区切りを12月末とした。理由として、試合期が10月で終了し、積雪のない10月末まではおおそ屋外での球技を行うなど積極的休養を含めた移行期とし、その後積雪が始まった11月から屋内トレーニングへと切り替わってからは筋力および筋持久力向上を目指したサーキットトレーニングなどが中心の一般的準備期のトレーニングを行い、一旦走幅跳のテクニクトレーニングを行わない時期を設けて高強度のトレーニング負荷をかけておらず、次期に対して競技記録に正の影響を与える期間で

はないと考えられるためである (村木, 1994)。その後、1月以降屋外の雪解けまでは専門的準備期として、屋内の砂場付設の室内ウレタン走路にて走幅跳のテクニクトレーニングを行っている。また、C期に大学4年の12月から2月までの期間を含めたのは、アジア室内陸上競技選手権大会の日本代表選手として選出され、2月15日にその大会へ出場することとなったためである。10月までの屋外試合期が終わっても試合期が継続されるトレーニング計画となり、11月を移行期として走幅跳のテクニクトレーニングを12月から再開している。

補足として、3期の主なトレーニング内容において、①スタートダッシュ、加速走およびミニハードル走・マーク走などのスプリントトレーニング、②ベンチプレス、スクワットおよびクリーン運動を中心としたウエイトトレーニング、③バウンディングおよびハードルジャンプなどのプライオメトリックトレーニング、④走幅跳における中助走から、踏切位置に傾斜板を設置しての踏切練習などのテクニクトレーニングを年間通して、一般的準備期、専門的準備期および試合期に応じて量、強度を変化させて行った。さらに、A期における大学2年の冬季トレーニング以降から体幹および臀筋群の強化を目的として、腹圧を高めながら行うスタビライゼーション・コアトレーニング (吉田ほか, 2011) を週に1~2回、理学療法士およびアスレティックトレーナー資格を有する指導者の指導を受けた。

5. 統計処理

競技記録、風速、体重および各種垂直跳能力の測定値は、平均値と標準偏差で表した。なお、学年ごとの競技記録および風速、3期間に分類した各種垂直跳能力の測定値の比較には、一元配置分散分析を用い、その差が有意であった項目にはさらにTurkey-Kramer法による多重比較を行った。有意水準は5%未満で判定した。

Ⅲ. 結 果

(1) 4年間の競技記録の変化

表1は、対象者の大学1年から4年までの公式試合に出場した競技記録および風速について示したものである。

競技記録は、大学1年と2年では有意差が認められなかったが、大学2年, 3年, 4年の順で有意に大きい値

表2 体重および各種垂直跳能力の測定値

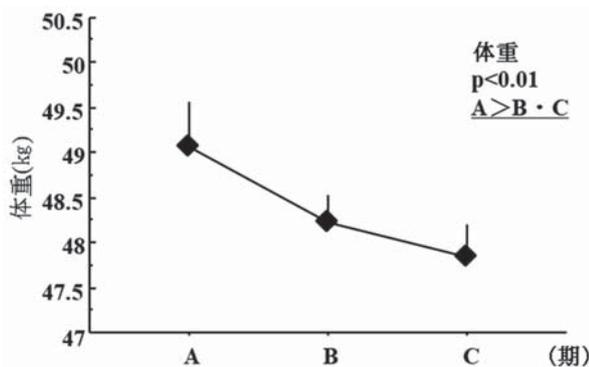
		A期 (n=11)	B期 (n=7)	C期 (n=12)	一元配置分散分析	多重比較
体重 (kg)	平均値±標準偏差	49.1±0.5	48.2±0.3	47.8±0.4	p<0.01	A>B,C
	最高値	50.0	48.6	48.6		
	最低値	48.3	47.8	47.2		
SJ (cm)	平均値±標準偏差	40.1±3.0	43.4±3.5	46.0±2.0	p<0.01	A<C
	最高値	47.4	48.3	51.3		
	最低値	36.1	38.6	43.8		
CMJ (cm)	平均値±標準偏差	44.6±3.0	47.1±1.8	48.6±2.3	p<0.01	A<C
	最高値	51.0	49.4	52.2		
	最低値	40.6	44.8	43.4		
VJ (cm)	平均値±標準偏差	48.7±2.3	52.3±1.7	54.2±2.6	p<0.01	A<B,C
	最高値	53.0	54.7	58.0		
	最低値	45.0	50.0	48.3		
RJ-index (m/秒)	平均値±標準偏差	2.652±0.295	2.869±0.178	3.043±0.270	p<0.01	A<C
	最高値	3.164	3.118	3.468		
	最低値	2.192	2.580	2.538		
RJ-CT (秒)	平均値±標準偏差	0.153±0.007	0.140±0.006	0.141±0.008	p<0.01	A>B,C
	*	0.154	0.134	0.138		
	**	0.157	0.140	0.153		
RJ-H (cm)	平均値±標準偏差	40.3±3.1	40.2±2.2	42.8±2.4	ns (p=0.052)	
	*	45.9	41.8	47.9		
	**	34.4	36.1	38.8		
RJA-index (m/秒)	平均値±標準偏差	3.017±0.329	3.496±0.164	3.688±0.323	p<0.01	A<B,C
	最高値	3.415	3.707	4.079		
	最低値	2.219	3.309	2.818		
RJA-CT (秒)	平均値±標準偏差	0.153±0.010	0.138±0.005	0.136±0.007	p<0.01	A>B,C
	***	0.146	0.132	0.132		
	****	0.180	0.146	0.156		
RJA-H (cm)	平均値±標準偏差	46.0±3.2	48.3±1.0	49.9±2.6	p<0.01	A<C
	***	49.9	48.9	53.8		
	****	39.9	48.3	44.0		

*RJ-index最高値時 **RJ-index最低値時 ***RJA-index最高値時 ****RJA-index最低値時

SJ : Squat Jump, CMJ : Counter-movement Jump, VJ : Vertical Jump, RJ : Rebound Jump, RJA : Rebound Jump with Arm

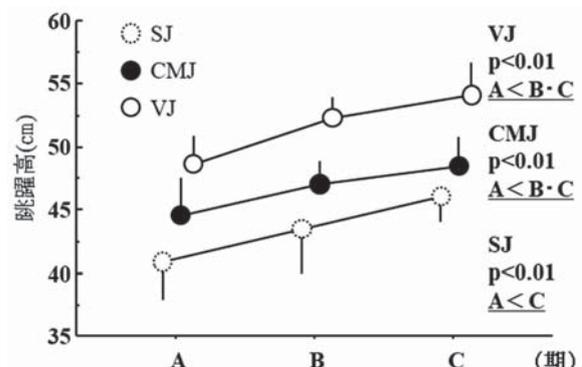
CT : Contact Time, H : Height

A期 : 大学1年4月~大学2年12月, B期 : 大学2年1月~大学3年12月, C期 : 大学3年1月~大学4年2月



A期 : 大学1年4月~大学2年12月
B期 : 大学2年1月~大学3年12月
C期 : 大学3年1月~大学4年2月

図1 体重の変化



SJ: Squat Jump, CMJ: Counter-movement Jump
VJ: Vertical Jump
A期 : 大学1年4月~大学2年12月
B期 : 大学2年1月~大学3年12月
C期 : 大学3年1月~大学4年2月

図2 SJ, CMJおよびVJにおける跳躍高の変化

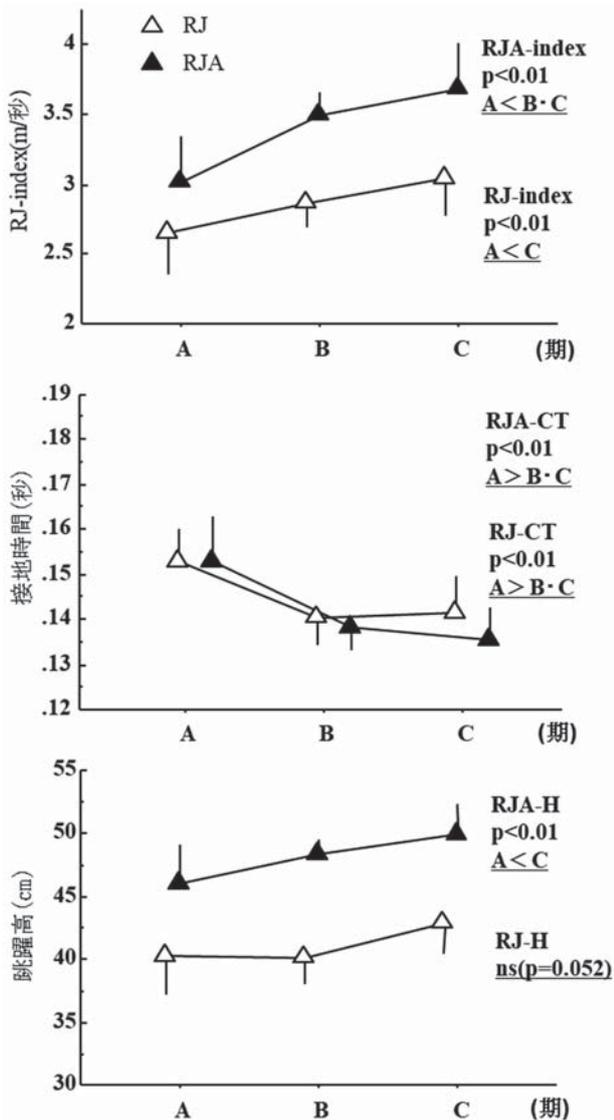
へと変化した。また、風速については、学年間に有意差は認められなかった。

(2) 体重および各種垂直跳能力の変化

表2および図1~3に体重および各種垂直跳能力の変化について示した。

体重は、B期およびC期がA期と比較して有意に小さい値を示した。SJおよびCMJの跳躍高はC期がA期

と比較して有意に高い値を示し、VJの跳躍高はB期およびC期がA期と比較して高い値を示した。RJ-indexはC期がA期と比較して有意に高い値を示し、RJ-CTはB期およびC期がA期と比較して有意に小さい値を示し、RJ-Hについてはいずれも有意差は認められなかった。RJA-indexは、B期およびC期がA期と比較して有意に高い値を示し、RJ-CTはB期およびC期が有意に小さな



RJ: Rebound Jump, RJA: Rebound Jump with Arm
 CT: Contact Time, H: Height
 A期: 大学1年4月～大学2年12月
 B期: 大学2年1月～大学3年12月
 C期: 大学3年1月～大学4年2月

図3 RJ能力およびRJA能力の変化

値を示し、RJ-HはC期がA期と比較して有意に高い値を示した。

IV. 考 察

本研究の対象者は、女子走幅跳選手として大学4年間のうち学年ごと全国大会に入賞し、大学4年では日本学生陸上競技対校選手権大会にて1位およびアジア室内陸上競技選手権大会では日本代表として1位を獲得するなど日本学生一流の実績を持っている。大学4年で記録した6m45は、IAAF score Tables of Athletics (International Association of Athletics Federations, 2011) では1086点であり、関子ほか (2017) が報告する男子一流走幅跳選手1113点 (7m94相当) より若干低い

値であった。

本研究において、A期からC期にかけて競技記録の向上とともに体重においては1.3kg減少した (図1)。これまでに女子走幅跳選手において競技記録と体重との間に有意な関係が認められていない (跡見ほか, 1983)。また、女子短距離選手においては、100m走の自己記録と体脂肪量や体脂肪率との間には有意な関係は認められなかったが、除脂肪体重との間に有意な負の相関関係が認められたことが報告されており (杉田ほか, 1994)、すなわち疾走速度が高い選手ほど除脂肪体重が多いことを示している。本研究の対象者において、競技記録向上の背景には助走における疾走速度が高まっていた (Hay, 1986) ことが考えられ、競技記録向上とともに除脂肪体重は増加していた可能性がある。これらのことをまとめると、体重減少は、除脂肪体重の増加とそれに対する体脂肪量の減少などの変化によるものと推察され、競技力向上の一助になったと考えられる。

次にA期からC期にかけてSJ, CMJおよびVJの跳躍高, RJ-indexおよびRJA-indexそれぞれ値が向上したことが明らかとなった。走幅跳などの跳躍競技は踏切時間が約0.15秒であること (深代, 1983)、および踏切時の下肢筋群がSSC運動となるため爆発的な力を発揮している (Komi and Bosco, 1978; Komi and Buskirk, 1972) と考えられる。これらのことから跳躍選手の下肢筋群におけるSSC運動の遂行能力を適切に評価する方法としてRJテスト (関子ほか, 2017) が用いられ、関子 (2000a) は12月から3月までの3か月間の競技記録の伸び率とRJ-indexの伸び率との関係において有意な正の相関関係を認めているものの、スクワットによる最大筋力の伸び率とは有意な関係にないことを報告している。つまり、3か月間のトレーニング期間ではRJ能力が競技記録に影響し、それに対し、最大筋力は影響しないことを示している。一方、本研究で測定したSJ, CMJおよびVJの跳躍高は、最大筋力と関係があることが報告されている (ザチオルスキー, 1972; 関子・高松, 1995a)。本研究の4年間の競技記録とともにRJ能力の向上だけでなく、SJ, CMJおよびVJのような最大筋力に関係する垂直跳能力も向上しており、長期間で検討した場合では最大筋力も関係していると考えられる。

次に、RJ能力における接地時間と跳躍高についてみると、RJについて、A期からC期にかけてRJ-CTは有意に短縮し、RJ-Hは有意ではなかった ($p=0.052$) が向上傾向にあり、RJ-indexの向上については接地時間の短縮が主に影響を及ぼしたと考えられる。一方、RJAについて、A期からC期にかけてRJA-CTは有意に短縮し、RJA-Hは有意に向上していたため、両方の能力がRJA-indexの向上に影響を与えたものと考えられる。関子・高松 (1995c) はリバウンドドロップジャンプにおいて、この運動の跳躍高と接地時間との間に有意な相関関係が認められなかったことから、これらの変数がそれぞれ独

立した能力であることを示し、二つの能力が同時に高まることはないことを指摘している。また、RJ能力が向上していく過程では、運動遂行時間の短縮能力（接地時間）と大きなエネルギーの発揮能力（跳躍高）が常に相殺的な関係を保ちながら振り子状に変化していく可能性を報告している。本研究の結果は、RJおよびRJAともにA期からB期へと接地時間が短縮され、A期・B期からC期へと跳躍高を向上させていることから、図子・高松(1995c)の結果を支持するものであったと考えられる。

また、RJ能力は疾走能力との間に有意な関係にあることが報告されている（岩竹ほか、2002）。さらに走幅跳の競技記録は助走速度と関係があることも報告されている（Hay, 1986）。これらのことから、本研究において4年間におけるRJ能力の向上が走幅跳の助走速度を高め、その結果、競技記録を向上させることができたことと推察される。助走速度が高くなると、必然的に走幅跳の踏切時間も短縮されることが予想できる。このように助走速度が高くなっても短時間で適切に踏切動作を遂行するためには、RJ能力における運動遂行時間を短縮する能力と大きなエネルギーを発揮する能力の向上が不可欠であると考えられる。以上のことから、RJ能力における接地時間と跳躍高の変化からA期からB期にはRJの運動遂行時間を短縮する能力が、B期からC期にかけては大きなエネルギーを発揮する能力が特に競技記録向上に影響を及ぼしたと考えられる。

以上をまとめると、4年間で競技記録とともに、各種垂直跳能力もそれぞれ向上していることが明らかとなった。特に、4年間の各種垂直跳能力の最高値（表1）は、SJが51.3cm、CMJが52.2cm、VJが58.0cm、RJ-indexが3.468m/秒、RJA-indexが4.079m/秒であり、全てC期内の大学3年の3月に記録され、大学4年に上がる直前に記録したものである。このC期中には、競技記録において大学4年9月に6m45の自己最高を出しているが、各種垂直跳能力の測定値の最高記録を出した時期と6か月のずれが生じている。このように、競技記録を予測するためにコントロールテストの測定値は重要なものと考えられるが、必ずしも競技記録の最高値を出した時期とコントロールテストの測定最高値が出た時期とは一致しない。したがって、本研究の結果から、学年ごと出場した競技会の全ての競技記録とそれに影響を与えるトレーニング期間および試合期を含めて実施したコントロールテストの測定値を対応させ、選手のトレーニング状態を把握し理解しておくことが必要であると考えられる。また、特に跳躍競技の競技記録とRJ能力との相関関係が認められている（図子ほか、2017）。女子走幅跳選手の育成に際し、本研究の対象者が示した競技記録とRJ能力の向上過程は、RJ能力に対する競技記録の予測や、コントロールテストの目標値としてトレーニング計画を立案すること、およびタレント発掘への有益な示唆となるであろう。

V. 要 約

本研究では、日本学生女子一流走幅跳選手1名を対象に、大学4年間の競技記録、体重および各種垂直跳能力（SJ, CMJ, VJ, RJおよびRJA）と縦断的变化について明らかにすることを目的とした。競技記録は4年間で37回の公式競技会の最高記録について学年ごとで平均化して算出、各種垂直跳能力については競技記録に影響を及ぼす期間を大学1, 2年の記録はA期、大学3年はB期、大学4年はC期に分類し、それぞれの期間で測定した値を平均化して比較した。結果は以下の通りである。

- 1) 競技記録は、大学1, 2年では停滞し、その後大学3年、さらに4年で向上した。
- 2) 体重はA期からC期にかけて有意に低下した。
- 3) SJ, CMJおよびVJの跳躍高、RJ-index, RJA-indexおよびRJA-HはA期からC期にかけて有意に向上し、RJ-CTおよびRJA-CTは有意に低下した。

以上のことから、大学4年間で競技記録向上とともに各種垂直跳能力も向上したことが明らかとなった。

付 記

本研究は、平成23年度～平成25年度文部科学省「私立大学戦略的研究基盤形成支援事業」（研究プロジェクト名：北海道型スポーツ振興システムの構築、研究代表者：川初清典）と平成25年度北翔大学短期大学部学長采配研究費の助成を受けて実施したものである。

謝 辞

本研究の執筆にあたり、対象者の競技力向上に関するトレーニングに際し、ご指導いただいた北海道ハイテクACの中村宏之氏、北風沙織氏、元北翔大学陸上競技部コーチで横浜市体育協会の伊丸岡亮太氏、北翔大学生涯スポーツ学部の吉田真氏、吉田昌弘氏、八王子スポーツ整形外科メディカルの稲川祥史氏をはじめ当時の北翔大学トレーナー部の皆様には感謝申し上げます。

文 献

- 跡見順子・八田秀雄・岩岡研典（1983）女子陸上競技選手の形態的特徴と身体組成—第2報—。昭和57年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告No. I 女子のスポーツ適性に関する研究—第2報—。東京、pp41-45。
- 遠藤俊典・田内健二・木越清信・尾縣 貢（2007）リバウンドジャンプと垂直跳の遂行能力の発達に関する横断的研究。体育学研究, 52: 149-159。
- 深代千之（1983）走幅跳と三段跳のBiomechanics. J. J. Sports Sci. 2 (8): 600-613。

- 深代千之 (1992) いかに跳能力を高めるか! ~陸上・跳躍のトレーニング考~. トレーニング科学, 4 (特集): 89-95.
- 深代千之・若山章信・小嶋俊久・伊藤信之・新井健之・飯干 明・淵本隆文・湯 海鵬 (1994) 走幅跳のバイオメカニクス. 世界一流競技者の技術. ベースボールマガジン社, 東京, pp135-151.
- Hay, J.G. (1986) The biomechanics of the long jump. *Exerc. Sports Sci. Reviews.*, 14 : 401-446.
- International Association of Athletics Federations (2011) IAAF score Tables of Athletics -Outdoor-2011 Edition.
- 岩竹 淳・鈴木朋美・中村夏実・小田宏行・永澤 健・岩壁達男 (2002) 陸上競技選手のリバウンドジャンプにおける発揮パワーとスプリントパフォーマンスとの関係. *体育学研究*, 47 : 253-261.
- 荻山 靖・関子浩二 (2015) 陸上競技跳躍種目のパフォーマンス向上に対するバウンディングとリバウンドジャンプの使い方に関するトレーニング学的研究. *トレーニング科学*, 25 : 41-53.
- Komi, P. V. and Bosco, C. (1978) Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 10 : 261-265.
- Komi, P.V. and Buskirk, E.R. (1972) Effect of eccentric and concentric muscle conditioning on tension and electrical activity of human muscle. *Ergonomics*, 15 : 427-434.
- 小山宏之・村木有也・吉原 礼・永原 隆・柴山一仁・大島雄治・高本恵美・阿江通良 (2009) 走幅跳のバイオメカニクスの分析. 世界一流競技者のパフォーマンスと技術. 財団法人日本陸上競技連盟, 東京, pp154-164.
- Luhtanen, P. and Komi, P. V. (1979) Mechanical power and segmental contribution to force impulses in Long Jump. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 41 : 267-274.
- 村木征人 (1994) スポーツ・トレーニング理論. ブックハウス・エイチディ: 東京.
- 大宮真一・木越清信・尾縣 貢 (2009) 小学生のリバウンドジャンプ能力が走り幅跳び能力に及ぼす影響—小学校6年生を対象として—. *体育学研究*, 54 : 55-66.
- 杉田正明・安部 孝・八田秀雄・川上泰雄・小林寛道 (1994) 一流短距離選手の体力的特性とパフォーマンス. 東京大学教養学部体育学紀要, 28, 37-44.
- 吉田昌弘・吉田 真・盛 智子 (2011) Draw-inによる腹横筋および内・外腹斜筋の筋厚変化. 北翔大学生涯スポーツ学部研究紀要, 2 : 63-69.
- 吉田孝久・大山下圭悟・宮地 力・村木征人 (2008) 跳躍競技者における両脚・片脚スクワット運動の負荷特性: 両脚・片脚レッグプレスとの比較から. *スポーツ方法学研究*, 22 : 29-39.
- ザチオルスキー, V. M. (1972) スポーツマンと体力. 渡辺 謙訳. ベースボールマガジン社: 東京, pp122-130.
- 関子あまね・荻山 靖・関子浩二 (2017) リバウンドジャンプテストを用いた跳躍選手の専門的な下肢筋力・パワーに関する評価. *体力科学*, 66 (1) : 79-86.
- 関子浩二 (2000a) SSC理論を応用したトレーニングの可能性. *トレーニング科学*, 12 (2) : 69-84.
- 関子浩二 (2000b) トレーニングマネジメント スキルアップ革命 スポーツトレーニングの計画がわかる⑥—スポーツトレーニングにおける測定評価—, *コーチング・クリニック* (6) : 27-33.
- 関子浩二 (2006) 跳躍動作とその指導・トレーニング—プライオメトリックトレーニングに注目して—. *トレーニング科学*, 18 (4) : 297-305.
- 関子浩二・高松 薫 (1995a) バリステイックな伸張—短縮サイクル運動の遂行能力を決定する要因—筋力および瞬発力に着目して—. *体力科学*, 44 : 147-154.
- 関子浩二・高松 薫 (1995b) リバウンドドロップジャンプにおける踏切時間を短縮する要因: 下肢の各関節の指導と着地に対する予測に着目して. *体育学研究*, 40 : 29-39.
- 関子浩二・高松 薫 (1995c) リバウンドジャンプ能力の向上に伴う踏切時間と跳躍高の変化パターン. 第12回バイオメカニクス学会大会論集 生体・運動のシステム—スポーツスキルの向上—, 杏林書院: 東京, pp306-310.
- 関子浩二・高松 薫 (1996) リバウンドドロップジャンプにおける着地動作の違いが踏切中のパワーに及ぼす影響—膝関節に着目して—. *体力科学*, 45 : 209-218.
- 関子浩二・高松 薫・古藤高良 (1993) 各種スポーツ選手における下肢の筋力およびパワー発揮に関する特性. *体育学研究*, 38 : 265-278.

〔平成30年4月22日 受付〕
〔平成30年8月10日 受理〕