

疾走速度に関する体力要素の検討

串間 敦郎 稲田 夏希 松迫 睦美

【抄 録】

本研究では、平成11年度及び12年度M県陸上競技短距離およびハードルの国体代表選手男子12名の70m走の全力疾走の疾走速度を測定し、その速度に関係があると思われるジャンプ能力と最大無酸素性パワーの体力要素について調査した。そして疾走速度との相関関係を調べ、100m走のパフォーマンスに深い関係のある、疾走中の最大速度に関係する体力要素を検討した。以下に、今回明らかになった知見をまとめる。

- 1) 立幅跳、立三段跳共に、疾走速度と有意な相関を示した(立幅跳： $r=0.596$, $p<0.05$, 立三段跳： $r=0.621$, $p<0.05$)。その理由として、これらのジャンプ運動は、水平方向への跳躍であることから、疾走運動に共通する動作を多く含んでいるためと考えられた。
- 2) 振込動作を行う、行わないに関わらず、垂直跳は疾走速度とは有意な相関はみられなかった。これは、垂直跳の離地するまでの接地時間が長いこと、短距離走とキックの特性が違うことが理由として考えられた。
- 3) リバウンドドロップジャンプは、振込動作を行ったジャンプの跳躍高だけが、疾走速度と有意な相関を示した($r=0.624$, $p<0.05$)。リバウンドドロップジャンプ指数が低い相関を示したのは、被験者のほとんどが、トレーニングで筋の伸張-短縮形のジャンプ運動を実施していないことによると考えられた。
- 4) 最大無酸素性パワーは、疾走速度と有意な相関は示さなかったが、体重あたりの最大無酸素性パワーは有意な相関を示した($r=0.587$, $p<0.05$)。

以上のことから、最大疾走速度9.02~10.20m/sの男子短距離・ハードル選手を対象の場合、疾走速度に関係する体力要素は、①立幅跳、立三段跳、②振込動作を行うリバウンドドロップジャンプの跳躍高、③体重あたりの最大無酸素性パワーであり、疾走速度が速いほどこれらの数値が高くなる傾向がみられた。

【キーワード】 疾走速度、体力要素、ジャンプ運動、最大無酸素性パワー

I はじめに

陸上競技の短距離種目は、あらゆるスポーツ種目の中でも特に短時間に大きなパワーを発揮する種目の一つといえる。そのために短距離選手に必要とされる重要な体力要素は、他の競技と比較して瞬発力、筋力といわれる¹⁾。これまで短距離選手の体力を測定する体力テストの際には、これらの要素を考慮して、跳躍力、筋力等を中心に一流競技者の事例としてこれまでも報告されている^{2,3)}。加藤ら⁴⁾は、一般の男子高校生の疾走能力、疾走フォームおよび最大無酸素性パワーについての報告の中で、立幅跳、走幅跳そして最

大無酸素パワーは、疾走能力と有意な相関があるとした。また深代ら⁵⁾は、短距離の一流選手の体力について、体力測定の結果を基に100m走の各自の最高記録に対して重要な体力要素を検討した。その結果、最大無酸素性パワー、腕振りなしの垂直跳、膝屈曲筋力の能力が高いと報告している。これらの研究では、一般人、一流選手のいずれもジャンプ系の能力と最大無酸素性パワーの能力が、短距離走の疾走能力と関係が深いとしている。

短距離走の中でも特に100m走は、大きく三つの局面に分けられる。まずスタートしてから全力疾走に移行するまでの加速局面、そして、全力疾走移行後最大

表1 各被験者の特性および体力要素の測定値

被 験 者	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	平均
疾走速度 (m/s)	10.20	9.45	9.43	9.02	9.55	9.62	9.26	9.09	9.80	9.90	9.62	10.00	9.20
100mBEST (sec)	10.49	11.39	11.34	11.70	11.41	11.17	—	11.86	11.19	10.74	11.08	10.74	11.19
身 長 (cm)	166.00	170.00	182.00	166.00	168.00	168.00	178.00	174.00	174.00	172.00	172.00	176.00	172.20
体 重 (kg)	58.80	58.00	66.60	61.00	56.00	58.40	61.80	60.80	63.80	60.80	61.80	69.20	61.40
SBJ* (m)	2.82	2.66	2.70	2.40	2.42	2.30	2.34	2.47	2.49	2.65	2.58	2.65	2.54
STJ (m)	8.70	7.55	8.20	6.84	7.13	7.25	7.27	7.87	7.60	7.99	7.20	8.13	7.64
VJ1h (cm)	53.30	45.33	47.00	45.32	32.15	46.40	40.70	49.30	48.40	53.60	50.40	56.90	47.40
VJ2h (cm)	64.50	44.74	55.20	52.13	40.12	51.50	47.90	55.90	55.20	64.40	57.70	60.90	54.18
RDJ1h (cm)	51.20	26.40	35.00	29.20	34.19	45.60	41.80	44.60	31.50	41.82	45.00	41.30	38.97
RDJ1i (m/s)	2.84	1.78	1.83	1.16	1.61	2.07	1.88	3.01	1.67	2.48	1.68	1.89	1.99
RDJ2h (cm)	63.40	36.82	39.80	39.00	37.36	46.70	47.30	56.70	52.40	57.90	54.20	61.80	49.45
RDJ2i (m/s)	3.28	2.14	1.84	1.63	1.28	1.49	2.10	3.48	2.08	2.89	1.91	2.05	2.18
MAnP (W)	858.00	754.00	914.00	855.00	803.00	769.00	759.00	849.00	873.00	908.00	797.00	1,055.00	849.50
MAnP/BW (W/kg)	15.10	13.00	13.20	14.00	14.30	13.30	12.20	13.90	13.60	14.90	12.90	15.30	13.80

,*本文参照

速度を迎えほぼそのスピードを維持する局面、それから、その後ゴールまでスピードが徐々に逡減していく局面である。これらの局面は、動作やエネルギーの供給機構も異なることから、それぞれに必要とされる体力要素は多少異なると考えられる。二つ目の局面において、下肢関節は加速段階まではコンセントリックな収縮が優位に働いているが、疾走速度が定常状態に近づくとエキセントリックな収縮が優位になってくることから、ここでの下肢の筋にはエキセントリックな能力が必要とされる。またエネルギー供給機構は、時間的にも乳酸産出の段階までは達していないことから主にATP-CP系のエネルギーを利用していると考えられる。しかし、これまで100m走として必要とされる体力要素を検討した研究はあったが、最大疾走速度に必要とされる体力要素を検討した研究は、これまで報告されていない。

そこで本研究では、疾走能力に関係があるとされているジャンプ能力と最大無酸素性パワーに注目し、

100m走のパフォーマンスに深い関係のある、疾走中の最大速度に関係する体力要素を検討することを目的とした。

II 対象及び方法

1. 研究対象

対象者は平成11年度及び12年度M県陸上競技短距離およびハードルの国体代表選手（ハードル選手は⑦だけであり他は短距離選手。）男子12名（年齢15歳～27歳、身長：172.2±4.9cm、体重：61.4±3.7kg）であった。表1に本研究の被験者の特性および体力要素の測定値を示した。なお、11、12年度両年にわたって測定している被験者については、平均疾走速度の高い方の値を採用した。

2. 測定項目及び測定方法

1) 平均疾走速度の測定

阿江ら⁶⁾によると、世界・日本の一流選手の最大疾走速度到達区間は50-60m区間で最も多く出現し、次に多いのが40-50m区間であると報告している。本研究の被験者は、日本の一流選手よりも100mのベスト記録は低いこと、ジュニアスプリンターの最大速度疾走時の動作研究⁷⁾が40mを中心に前後4mであったことから、45-55m区間に最大疾走速度が出現すると予想し、その区間の平均速度を最大疾走速度（以後「疾走速度」）とした。測定は、70mの加速走を全力で行わせ、スタートから45m地点と55m地点に光電管を設置し、10m間の通過タイムを測定し平均疾走速度を求めた。

2) ジャンプおよび無酸素性能力

短距離選手の競技力の目安となる瞬発力、筋力を測定するために、疾走能力に関係が深いとされている以下の項目を測定した。

(1) 立幅跳、立三段跳

立幅跳（SBJ）は、立位姿勢から腕や脚の反動を利用してできるだけ遠くに跳躍させた。立三段跳（STJ）は、立幅跳と同様に3歩でできるだけ遠くに跳躍させた。これらの種目は、比較的簡単に行えるために、従来から多く行われているパワー測定およびトレーニングの基本的な項目であった。

(2) 垂直跳およびリバウンドドロップジャンプ

垂直跳（以後「VJ」）及びリバウンドドロップジャンプ（以後「RDJ」）の2種類のジャンプを行

わせた。VJはその場からできるだけ高く跳び上がらせた。RDJは、台高0.4mの台から飛び降り、即座に高く跳び上がらせた。各ジャンプは、次のように動作を規制した。①腕を腰につけ反動を伴う垂直跳（VJ1）②腕の振り込み動作を行わせた通常の垂直跳（VJ2）③腕を腰につけたRDJ（RDJ1）④腕の振り込み動作を行わせたRDJ（RDJ2）の計4種類のジャンプを、それぞれ2回以上の試技を行い最大値を求めた。VJおよびRDJの跳躍高（VJh, RDJh）は、マットスイッチ（DKH社製）を用い、踏切脚がマットを離れ再び接地するまでの滞空時間（Jta）を測定し、次の式により算出した。

$$VJh, RDJh = 1/8 \cdot g \cdot Jta^2$$

また、バリスティックな伸張-短縮サイクル運動の遂行能力の評価のために、関子ら⁸⁾の考案したリバウンドドロップジャンプ指数（RDJindex）を、滞空時間（Jta）と踏切時間（Jtc）から次の式により算出した。

$$RDJindex (m/s) = (1/8 \cdot g \cdot Jta^2) / Jtc$$

なお、gは重力加速度（9.81m/s²）を示す。RDJ1とRDJ2の指数の表記は、それぞれRDJ1i, RDJ2iとする。

(3) 最大無酸素性パワー

最大無酸素性パワーは、2分間の休息をはきんで10秒間の短時間連続運動のパワーをパワーマックスVII（コンビ社製）のペダリングによって3回測定した。そして、中村ら⁹⁾の方法により3段階負荷法から得られたパワー曲線を回帰して、最大無酸素性パワー（以後「MA n P」）および体重あたりの最大無酸素性パ

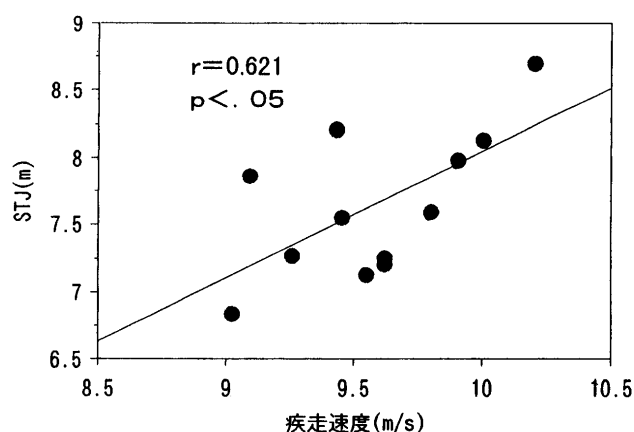
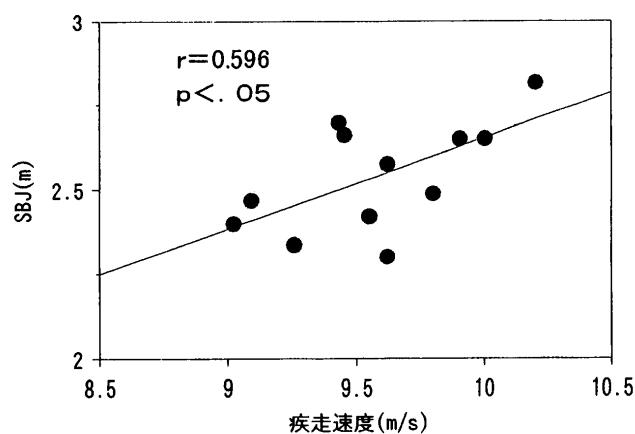


図1 疾走速度と立幅跳、立三段跳の関係

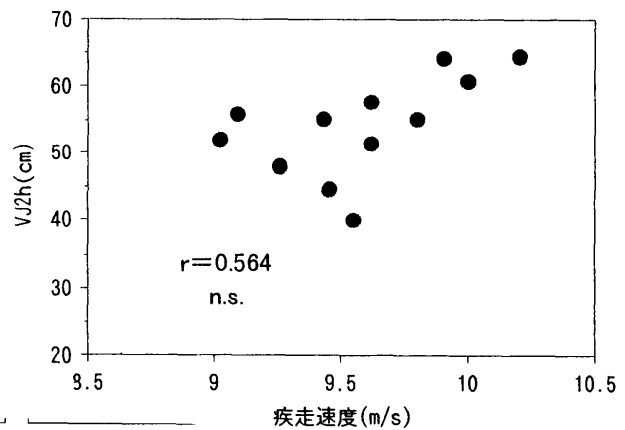
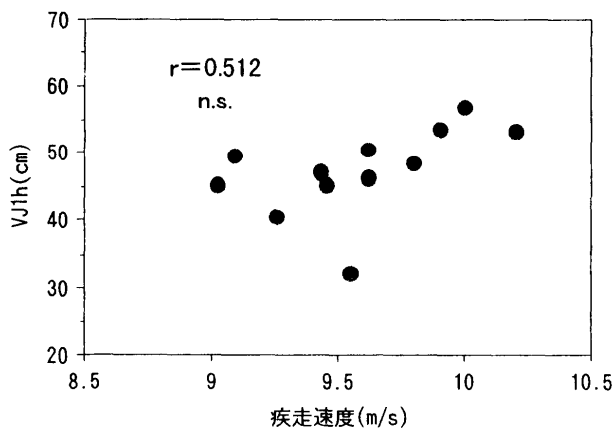


図2 疾走速度と垂直跳の関係

ワー（以後「MA n P / BW」）を算出した。

III 結果と考察

3) 統計およびアンケート調査

各測定項目と疾走速度との相関は、ピアソンの相関係数を用い、5%水準未満をもって有意とした。また、ジャンプ系のトレーニングの実施状況について簡単なアンケート調査を行った。

1. 疾走速度と立幅跳、立三段跳の関係

図1に疾走速度と立幅跳、立三段跳の関係を示した。立幅跳、立三段跳共に、疾走速度と有意な相関を示した（SBJ： $r=0.596$, $p<0.05$, STJ： $r=0.621$, $p<0.05$ ）。その理由として、これらのジャンプ運動は、鉛直方向の跳躍を水平方向への跳躍へ変換し

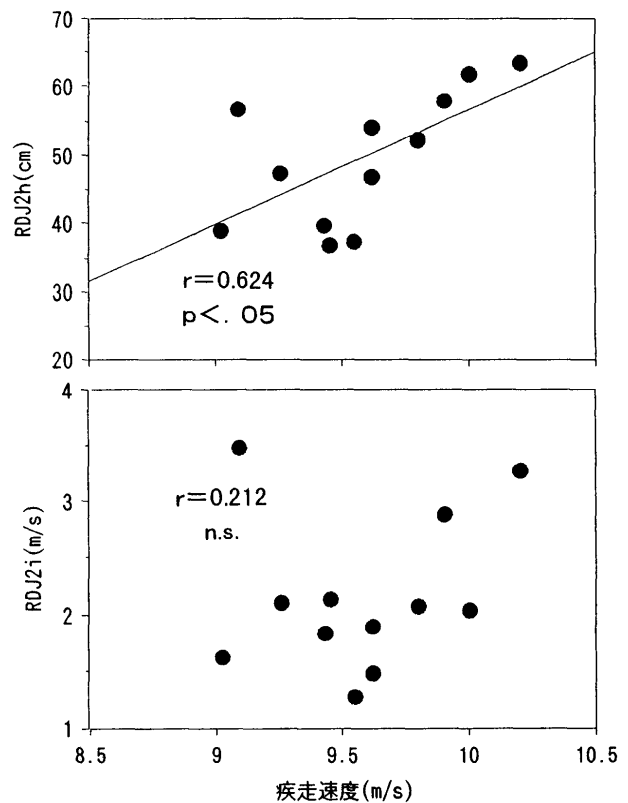
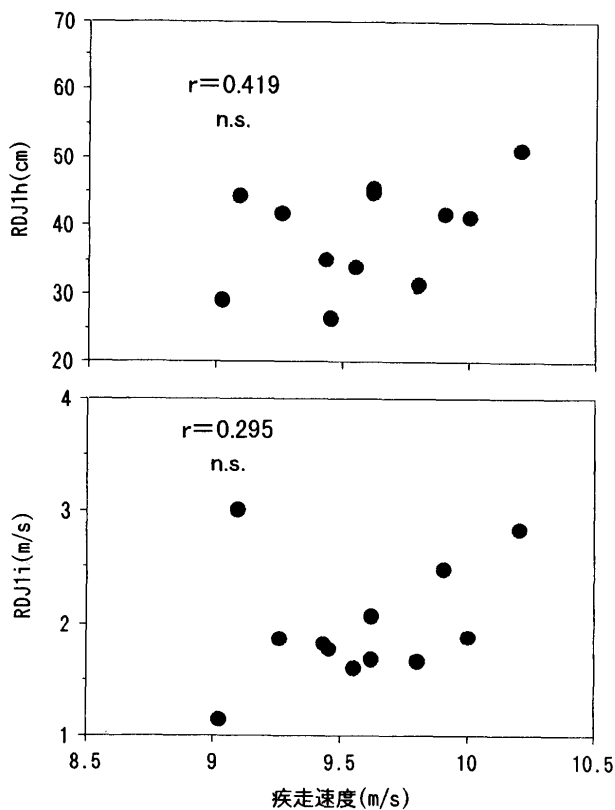


図3 疾走速度とリバウンドドロップジャンプの跳躍高および指数の関係

なければならぬため、疾走運動に共通する動作を多く含んでおり、下肢の筋の出力パターンが似ているためと考えられた。従来より、体力測定やトレーニングの項目として実施されてきたが、疾走速度に関する体力要素として裏付けられた。

2. 疾走速度と垂直跳び、リバウンドドロップジャンプの関係

図2に、疾走速度と垂直跳びの関係を示した。VJ 1hと2h共に有意な相関は得られなかった。VJは、下肢の腰、膝および足関節を大きく曲げ、十分な反動動作を行ってからジャンプするため、動作を始めてからキックが終了するまで2秒以上かかってしまう。それに対し、短距離走での全力疾走中の脚の接地時間（キックにかかる時間）は、0.1秒前後と非常に短い。今回有意な相関が得られなかった理由は、短距離走のキックの方向が斜め上方なのに対し、VJは鉛直方向にキックしている事、そしてキックの際の筋の収縮がコンセントリックな収縮であることが影響していると考えられた。しかし、本研究の疾走速度上位の3名（No①, ⑩, ⑫）が、他と比較して1hと2h共に大きな値を示した。一流選手を被験者とした深代ら⁹⁾の報告では、これらは100mのベスト記録と有意な相関があった事から、より高いレベルになればなるほど、VJの能力は高くなっていくと考えられた。

図3は、疾走速度とRDJの跳躍高および指数の関係を示したものである。RDJ 2hは、疾走速度と有意な相関を示した($r=0.624$, $p<0.05$)。しかし、RDJ 1h, RDJ 1iおよびRDJ 2iは、いずれも

有意な相関はみられなかった。図子ら⁶⁾は、各種競技者のRDJの測定を行い、短距離選手は跳躍選手と共に他の競技の選手と比較して、跳躍高が高く短い踏切時間でジャンプできると報告している。全力疾走中、短距離選手のキック脚が接地してから離地するまで、いかに短時間でより大きな力を発揮できるかは、100mのパフォーマンスの多くを決定すると言っても良いほど重要な要素である。今回RDJの踏切時間は、0.1秒台後半から0.2秒台後半であり、VJと比較して約10分の1の短時間で踏み切っていた。そして、RDJ運動は接地前の下肢の筋の予備緊張から接地直後の筋やアキレス腱の伸張、その後の筋の短縮運動によりキックするという、短距離走のキック動作の一連の過程と同じであることから、短距離選手の能力を判定するには、非常に有効であると予想された。しかし、RDJ 2hにのみ有意な相関がみられ、踏切時間を要素として考慮に入れた指数は、低い相関しかみられなかった。その理由として考えられるのは、被験者が日常のトレーニングの中に筋の伸張—短縮系のジャンプ運動を取り入れてなく、RDJ運動にあまり慣れていないことがあげられる。アンケート調査からは、①の被験者だけが日頃からトレーニングに取り入れており、その他の被験者はほとんど実施していなかった。このことは、先行研究でRDJの踏切時間は約0.2秒と報告している^{6,9,10)}のに対し、本研究ではほとんどの被験者が、その時間を上まわっていたことから推察される。少なくとも、RDJ 2hは有意な相関関係を示したことから、RDJ 2のジャンプ運動は疾走速度と関係のある体力要素であると考えられた。

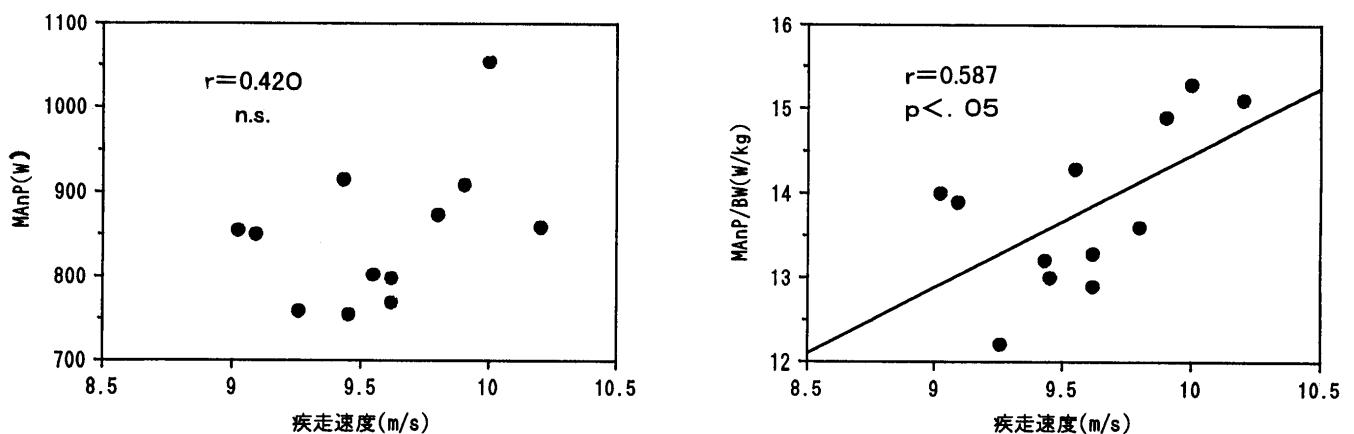


図4 疾走速度と最大無酸素性パワーおよび体重あたりの最大無酸素性パワーの関係

3. 疾走速度と最大無酸素性パワーの関係

図4は、疾走速度とMA n PおよびMA n P/BWの関係を示したものである。MA n P/BWは、疾走速度と有意な相関を示した($r=0.587$, $p<0.05$)。しかし、MA n Pは有意な相関を示さなかった。先行研究から最大無酸素性パワーは、疾走能力と高い相関関係にあることが報告されている^{2,11,12})。疾走速度との相関関係をみて、最大無酸素性パワーは絶対値で比較するのではなく、体重で除した値で比較すべきであることが明らかになった。当然の事ながら、体重の多い選手の方がより大きなパワーを出しやすい。しかし100m走は、そのパワーを外部的に対する出力だけではなく、自分の体をも移動させなければならないことから、体重は軽い方がより有利になる。

以上のことから、疾走速度9.02~10.20m/sの男子短距離・ハードル選手を対象の場合、疾走速度に関係する体力要素は、①立幅跳、立三段跳、②振込動作を行うリバウンドドロップジャンプの跳躍高、③体重あたりの最大無酸素性パワーであり、疾走速度が速いほどこれらの数値が高くなる傾向がみられた。そして、これらの体力要素は、疾走速度を向上させるのに必要な体力要素であると考えられた。競技者は、これらの体力要素をトレーニングする事により、より高い疾走速度を獲得する可能性があるかと推察された。

本研究の遂行にあたり、一部宮崎県体育協会スポーツ医・科学委員会の補助を受けた。

引用文献

- 1) 戸崎晴彦：スポーツとパワー，1版，111-113，大修館書店，1977
- 2) 宮丸凱史，加藤謙一，秋間広：優れた男子高校生の疾走能力の特徴，平成6年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告ジュニア期の体力トレーニングに関する研究-第3報-：55-59，1994
- 3) 高松薫，宮丸凱史，川内麻子，福田理香，西嶋尚彦：基礎的運動能，平成6年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告ジュニア期の体力トレーニングに関する研究-第3報-：4-54，1994
- 4) 加藤謙一，山中任広，宮丸凱史，阿江通良：男子高校生の疾走能力および最大無酸素性パワーの発達，体育学研究37：291-304，1992
- 5) 深代千之，若山章信，岡川暁：重回帰分析による陸上・短距離一流選手の体力要素の検討，スポーツ医科学9：7-11，1995
- 6) 阿江通良，鈴木美佐緒，宮西智久，岡田英孝，平野敬晴：世界一流スプリンターの100mレースパターン分析-男子を中心に-，世界一流競技者の技術，佐々木秀幸ほか監修，日本陸上競技連盟強化本部バイオメカニクス研究班編，14-30，ベースボールマガジン社，1994
- 7) 加藤謙一，宮丸凱史，松元剛，秋間広：ジュニアスプリンターの疾走能力の発達に関する縦断的研究，体育学研究44：360-371，1999
- 8) 関子浩二，高松薫，古藤高良：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38：265-278，1993
- 9) 中村好男，武藤芳照，宮下充正，最大無酸素パワーの自転車エルゴメーターによる測定法，J. J. Sports Sci. 3：834-839，1984
- 10) Bobert M.F., Huijing P.A. and Van Ingen Schenau, G.J.: Drop Jumping I: The influence of jumping technique on the biomechanics of jumping, Med.Sci.Sports andExerc.19: 332-338, 1987
- 11) 高松薫，関子浩二，会田宏，吉田亨，石島繁：デプスジャンプにおける台高と踏切中の膝曲げ動作の相違が跳躍高および下肢筋にかかる負荷の特性に及ぼす影響，昭和63年度日本体育協会スポーツ科学研究報告No.IXブライオメトリックアクティブ筋力トレーニングに関する研究-第2報-：46-55，1989
- 12) Fox, E.L: Sports Physiology, Saunders College Publishing, 18-33, 1979
- 13) 生田香明，渡辺和彦，大築立志：50m疾走におけるパワーの研究，体育学研究17：61-67，1972

The Examination of Physical Fitness' Characteristics — Relating to Running Velocity —

Atsuro Kushima Natsuki Inada Mutsumi Matsusako

【Abstract】

The purpose of this study is to examine the characteristics of physical fitness.

Subjects were 12 male sprinters and hurdlers. They were representative athletes of M prefecture in the National Sports Festival in 1998 and 1999. The measured items were jumping ability and maximal anaerobic power in which the correlation coefficients between running velocity and

their items were obtained.

The results were summarized as follows :

1. Standing broad jump (SBJ) and standing triple jump (STJ) were correlated significantly with running velocity (SBJ : $r=0.596$, $p<0.05$, STJ : $r=0.621$, $p<0.05$).
2. Both heights of vertical jump with no-swing arms (VJ1) and swing arms (VJ2) were not correlated significantly with running velocity. Height of rebound drop jump with swing arms (RDJ2h) was correlated significantly with running velocity ($r=0.624$, $p<0.05$). But index of rebound drop jump (RDJ1i and 2i) showed a low correlation with running velocity (1i : $r=0.295$, n.s., 2i : $r=0.212$, n.s.).
3. Maximal anaerobic power (MANP) was not correlated significantly with running velocity, but maximal anaerobic power per body weight (MANP/BW) was correlated significantly ($r=0.587$, $p<0.05$).

These results suggest that if these values (SBJ,STJ,RDJ2h and MANP/BW) are higher, running velocity is faster.

【Key words】 Jumping movement, Running velocity, Maximal anaerobic power, Physical fitness' characteristics,