

ラグビー選手におけるポジション別にみた無酸素性、 有酸素性パワー発揮特性に関する研究

森 弘暢・安食 龍生*

Characteristics of Anaerobic and Aerobic Power on Positional difference in Rugby Football Players

Hironobu MORI, Ryuusei ANJIKI*

本研究の目的は、ラグビー選手の無酸素性および有酸素性パワーの測定を行い、ポジション別のパワー発揮特性を検討することであった。被験者は、大学ラグビー選手49名を対象とした。被験者の年齢、身長、体重の平均および標準偏差は、それぞれ、 20.6 ± 1.0 歳、 175.0 ± 5.8 cm、 80.5 ± 11.8 kgであった。無酸素性能力を測定するテストとして、60秒間の全力ペダリング運動を行った。測定項目は、ピークパワー、体重あたりピークパワー、60秒の平均パワー、体重あたり60秒平均パワー、低下率とした。有酸素性能力は、マルチステージフィットネステストを行い、 $\dot{V}O_2\max$ を推定した。全体の平均として、最大無酸素性パワーは、 960.7 ± 136.3 W、 12.0 ± 0.8 W/kgであり、 $\dot{V}O_2\max$ は、 52.8 ± 4.4 ml/kg/minであった。ポジション別に検討したところ、FW 1 (PR, HO, LO) はピークパワー、60秒の平均パワーともに優れていた。しかし、有酸素性能力を表す低下率、 $\dot{V}O_2\max$ は、ともに低い値であった。すべての測定項目において高い成績を示し、総合的な能力を兼ね備えていたのはFW 2 (FL, No.8) であった。BK 1 (SH, SO, In. CTB)、は有酸素性能力および体重あたり60秒平均パワーにおいて高い値を示した。しかし、ピークパワーは極端に低い値であった。BK 2 (Out. CTB, WTB, FB) は体重あたりのパワーに優れており、 $\dot{V}O_2\max$ も高い値であった。

1. 研究目的

ラグビーフットボール (以下、ラグビー) のゲームにおける運動様式は、ジョギングやウォーキングといった低強度の運動中に、ダッシュやスクラム、タックルといった高強度の運動を何度も反復する間欠的運動である。そのため、ラグビーのゲームにおいて要求されるフィットネスは、高強度の運動において、力強いパワーを発揮する無酸素性能力と、その発揮パワーを長く、高いレベルで繰り返すことを可能にする有酸素性能力の双方^{3) 9)}となる。また、近年のルール改正に伴い、ゲーム形態はよりスピーディな展開を必要とするものに変化してきている^{9) 10)}。そのため、80分間のゲームを通して高い競技力を発揮するためには、プレーヤーが高いフィットネスレベルに達していることが重要となる。

ラグビー選手のフィットネスに関する研究は、これま

でも数多く行われている。その多くは、実験室テストとしては、無酸素性パワー²¹⁾、最大酸素摂取量^{3) 12) 14) 23)}および等速性筋持久力²²⁾などの測定である。さらに、トレーニング現場でより簡便にフィットネスの測定を行うためのフィールドテストでは、短距離走²⁰⁾、The 85% maximal 100m shuttle run test⁴⁾ およびマルチステージフィットネステスト^{5) 20)}などの測定が行われている。また、これらの研究の多くは、プレーヤーのポジションをフォワードとバックスとに分けて検討されてきた。しかし、ラグビー選手のフィットネスを無酸素性、有酸素性能力という観点から総合的に測定し、さらに、ポジション別の特性について検討したものはあまり行われていない。

そこで本研究では、ラグビー選手の無酸素性および有酸素性パワーの測定を行い、ポジション別のパワー発揮特性を検討することによって、今後のフィットネストレーニングにおける基礎的資料を得ることを目的とする。

*奈良教育大学 (Nara University of Education)

2. 研究方法

1. 被験者

被験者は、関西大学ラグビーフットボールAリーグに所属するA大学の選手49名とした。被験者の年齢、身長、体重の平均および標準偏差は、それぞれ20.6±1.0歳、175.0±5.8cm、80.5±11.8kgであった。測定を実施するにあたり、被験者に対して測定に伴う苦痛および危険性について十分な説明を行い、測定に参加する同意を得た。また、すべての測定は、十分なウォーミングアップを行った後に実施した。

2. 無酸素性パワーテスト

自転車エルゴメーター (POWER MAX-V II ; コンビ社製) を用い、負荷を体重の8%の重量に設定し、60秒間の全力ペダリング運動を行った^{1) 6)}。発揮されたパワーの測定は、自転車エルゴメーターと接続されたコンピュータにより、0.1秒ごとに記録された。測定項目は、ピークパワー (Peak Power)、体重あたりのピークパワー (Peak Power/BW)、60秒の平均パワー (Mean Power)、体重あたりの60秒の平均パワー (Mean Power/BW) および以下に示す低下率とした。

$$\text{低下率} = (\text{Peak Power} - \text{Power}_{(55-60)}) \div \text{Peak Power} \\ \text{Power}_{(55-60)}: 55\text{秒} \sim 60\text{秒の平均パワー}$$

なお、測定を行う前に被験者に対して、サドルの高さを最もペダリングしやすい位置にセットすること、運動中はサドルから腰を上げないこと、ペース配分をせず運動開始時から終了時まで最大努力でペダリングすること、の3点を指示した。

3. 有酸素性パワーテスト

Legerら¹¹⁾が考案したマルチステージフィットネステスト (以下、マルチテスト) を用いた。テスト方法は、20mのコースを往復するシャトルランを、あらかじめ録音された音声信号に合わせて、8.5km/hのスピードから、約1分ごとに信号間隔を短くすることによって、スピードを0.5km/hずつ増加させるものである。被験者が音声信号についていけなくなった時点でテストを終了し、走ったシャトルランの本数から最大酸素摂取量 (以下、 $\dot{V}O_2\text{max}$) を推定する。

4. ポジションの分類

ラグビーでは、ポジションが図1に示すように分けられる。本研究では、ポジション別のフィットネス特性を検討するために、FW 1 (PR、HO、LO)、FW 2 (FL、

No.8)、BK 1 (SH、SO、In. CTB)、BK 2 (Out. CTB、WTB、FB) の4つに分類した。各グループの人数は、FW 1 (18名)、FW 2 (11名)、BK 1 (9名) およびBK 2 (11名) であった。

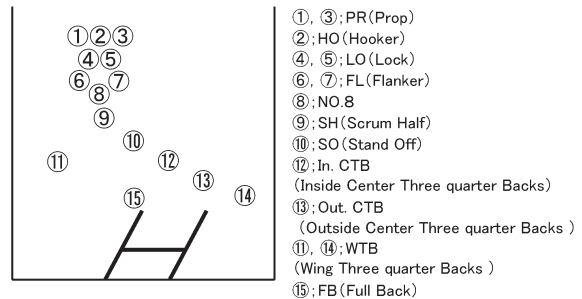


図1. ラグビーにおけるポジションとその配置

3. 結果および考察

本研究における測定結果の平均および標準偏差を表1に示した。また図2には、無酸素性パワーテストにおける5秒ごとの発揮パワーの平均および標準偏差を表した。

まず、無酸素性パワーおよび最大酸素摂取量 ($\dot{V}O_2\text{max}$) について、先行研究との比較を行った。本研究における無酸素性パワーについては、ピークパワーが960.7±136.3Wであり、体重あたりでは12.0±0.8W/kgであった。上野ら²³⁾は、本研究における被験者と同様に、大学トップレベルにあるチームの無酸素性パワーを測定した。その結果、ピークパワーは985.4Wであり、体重あたりでは13.4W/kgであったと報告している。ピークパワーはほぼ同等の値であったが、体重あたりでは

表1. 各測定項目における平均値

	Mean±S.D.
Height (cm)	175.0±5.8
Weight (kg)	80.4±11.8
P. Power (W)	960.7±136.3
P. Power/BW (W/kg)	12.0±0.8
M. Power (W)	506.7±59.5
M. Power/BW (W/kg)	6.4±0.7
低下率 (%)	68.9±6.0
$\dot{V}O_2\text{max}$ (ml/kg/min)	52.8±4.4

(P. Power; Peak Power, P. Power/BW; Peak Power/Body Weight, M. Power; Mean Power during 60sec., M. Power/BW; Mean Power during 60sec./Body Weight)

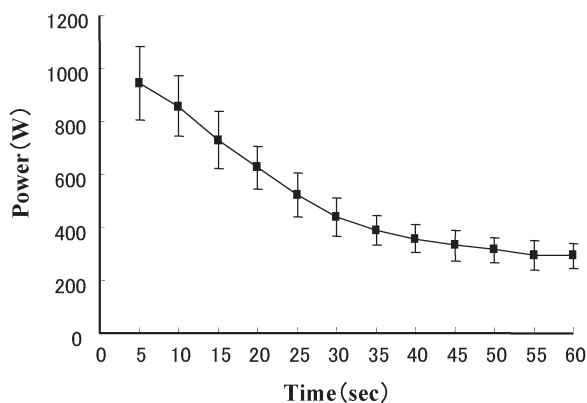


図2. 無酸素性パワーテストにおける5秒ごとの発揮パワーの変化

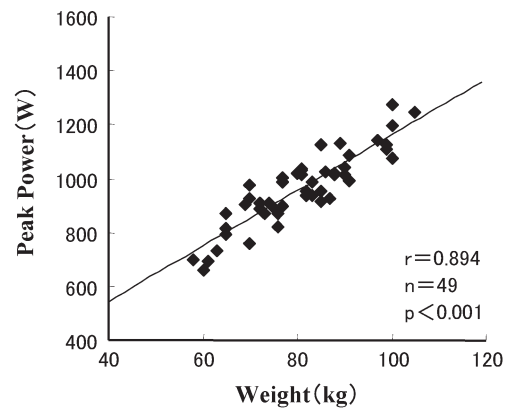


図3. ピークパワーと体重との関係

違いがみられた。被験者の身体特性を比較したところ、本研究における被験者の平均体重は80.5kgであり、上野ら²³⁾が行った研究では73.9kgであった。そこで、ピークパワーと体重との関係を見ると、図3に示すように両者の間には、非常に高い相関 ($r=0.894$) がみられた。つまり、身体が大きい選手ほど、ピークパワーは高い値を示すことになる。また、さまざまな種目の一流選手の無酸素性パワーを測定した中村¹⁶⁾によると、ラグビー選手の無酸素性パワーは1080W、体重あたりでは13.2W/kgであると報告している。Brewer²⁾は、オーストラリアの一流ラグビーリーグ選手における無酸素性パワーの測定を行い、ピークパワーは約1110W、体重あたりでは、FWの選手が 14.3 ± 1.4 W/kg、BKの選手に関しては 15.9 ± 1.4 W/kgであったと報告しており、特に体重あたりでは明らかな違いがみられた。

$\dot{V}O_2\max$ の測定は、これまでに数多く行われてきた³⁾¹²⁾¹⁴⁾²³⁾。国際レベルの選手では、 62.6 ± 2.6 ml/kg/minであり、その範囲は58.7~67.5 ml/kg/minであったと報告されている¹²⁾。大学トップレベルの選手では、 54.8 ± 2.6 ml/kg/minであった²³⁾。本研究における被験者の $\dot{V}O_2\max$ は、 52.8 ± 4.4 ml/kg/minであり、最大値は64.9 ml/kg/minであった。無酸素性パワーのピークパワーは、体重と非常に高い相関関係を示した。そこで、 $\dot{V}O_2\max$ と体重との関係を調べた。すると、図4に示すように、両者の間には有意な負の相関関係 ($r=-0.505$) がみられた。つまり、身体が大きいほどピークパワーは高い値を示すが、 $\dot{V}O_2\max$ は逆に低い値を示すことになる。現在ラグビー日本代表 (JAPAN) のフィットネスコーチであるGary Wallaceによると、JAPANが世界の強豪国と互角に戦うには、フィットネスに関して次の3点が必要であると述べている²⁴⁾。1、体脂肪率の減少。

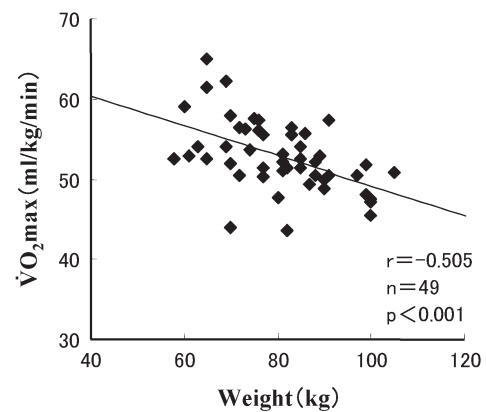


図4. $\dot{V}O_2\max$ と体重との関係

2、体重あたりのパワーの増加。3、ランニングスピードの向上。これら3点については、本研究の結果からも窺えるものであった。

続いて、ポジション別のパワー発揮特性について検討を行う。ポジションの分類では、FWをスクラムの第1、2列であるFW 1 (PR、HO、LO) とスクラム第3列のFW 2 (FL、No.8) に分けた。またBKについては、Gary Wallace²⁴⁾が行っているフィットネスに関するグループ分けと同様に、BK 1 (SH、SO、In. CTB)、BK 2 (Out. CTB、WTB、FB) に分けた。各測定項目におけるポジション別の比較を図5に示した。

身長、体重およびピークパワーについては、FW 1、FW 2の順に高い値を示し、BK 1、BK 2はほぼ同じ値であった。前述したように、ピークパワーと体重との間には非常に高い相関関係がみられる。FWの選手は、スクラムやモール、ラックにおいては、ピークパワーの力強さが求められるため高い値を示したと考えられる。また、有意ではないものの、BK 1に比べBK 2の方が高い

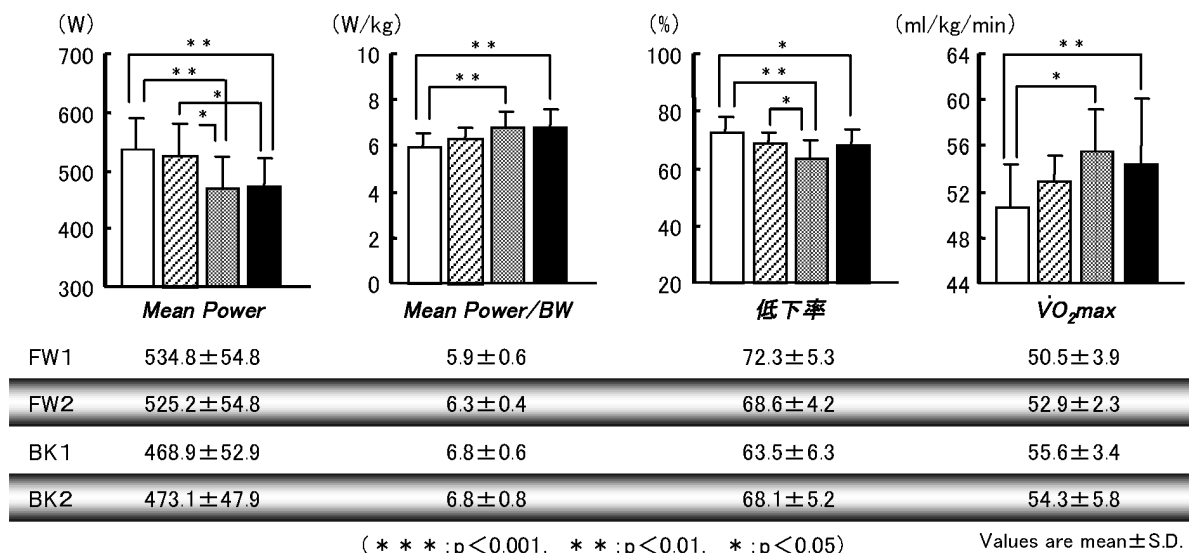
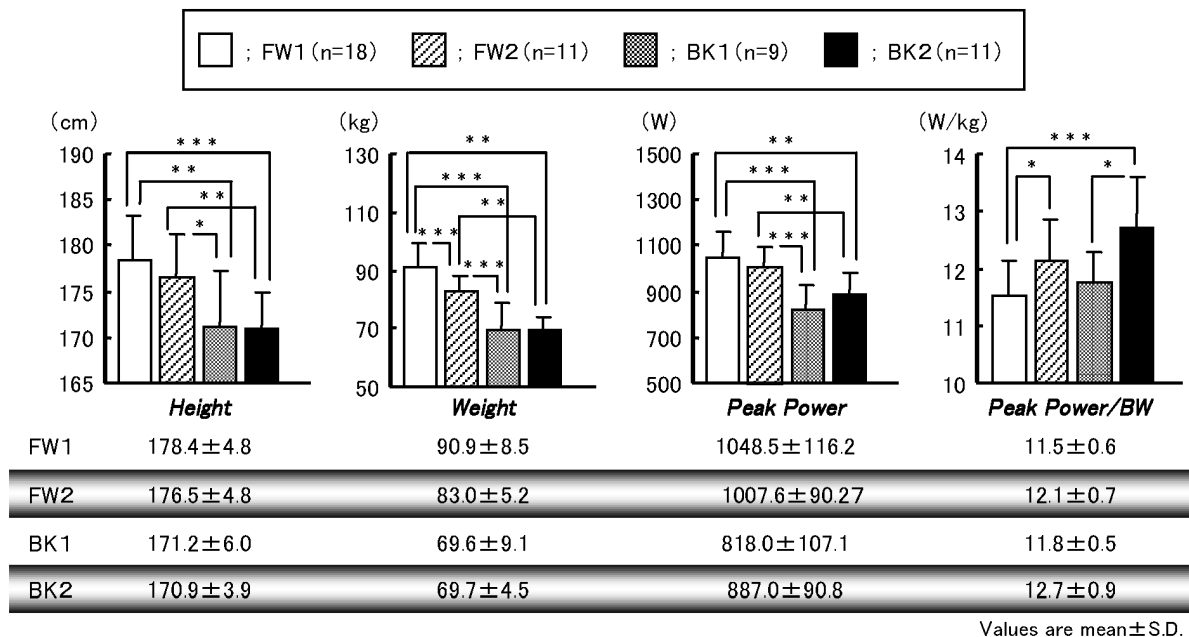
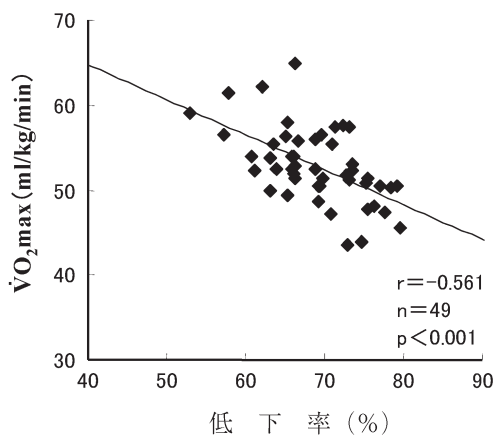


図5. 各測定項目におけるポジション別の比較

値を示した。BK 1のSHのポジションは、俊敏性が求められるため、特に身体が小さい選手が多くなること、本研究においても、平均体重は65.0 ± 8.5kgであった。そのためピークパワーは低い値であったと考えられる。体重あたりのピークパワーでは、BK 2、FW 2、BK 1、FW 1の順で高い値を示した。体重あたりのピークパワーは、短距離疾走能力と有意な関係にあることが明らかにされている^{7) 15)}。BK 2は特にランニングスピードが求められる。また、FW 2の選手はFWとしての力強さだけでなくスピードも要求される。そのため、BK 2に次いで高い値を示したと考えられる。

60秒の全力運動における、総エネルギー供給量に対す

る有酸素性エネルギーの占める相対的割合は50%であり、残りの50%は無酸素性から供給される^{13) 19)}。また、Jacobs⁸⁾によると、60秒の全力運動では、体内に蓄積する乳酸が最大値になると報告されている。つまり、60秒の全力ベダリング運動では、無酸素性+有酸素性能力が反映され、体内に蓄積した乳酸に対する緩衝能力も含まれると考えられる。60秒の平均パワーでは、ピークパワーと同様にBKの選手に比べFWの方が有意に高い値を示した。しかし、体重あたりでは、BKの選手の方が高い値を示した。体重あたりのピークパワーにおける結果との違いは、BK 1がFW 2より高い値を示し、BK 2とほぼ同等であったことである。

図6. $\dot{V}O_2\max$ と低下率との関係

低下率は、値が低いほど筋出力を低下させずに運動を継続できることを示している。結果は、BK 1、BK 2、FW 2、FW 1の順であった。この順序は $\dot{V}O_2\max$ と同じであった。また、筋出力の低下を抑えるには有酸素性能力が重要であることが明らかにされている¹⁷⁾。そこで、低下率と $\dot{V}O_2\max$ との関係を調べたところ、図6に示すように、有意な負の相関関係 ($r = -0.561$) がみられた。ラグビーのゲームにおける総移動距離を調べたMeir¹⁴⁾らによると、ハーフバックスが $7921 \pm 473m$ で一番長い距離を走っていたと報告している。そのため、ゲームにおいて運動量が求められるBK 1の選手が高い値を示したと考えられる。また、FWのなかでは、FW 2の選手が運動量を求められる。FW 2は、低下率では、BK 1に次いでBK 2とほぼ同じ値であったが、 $\dot{V}O_2\max$ の値は、BK 2を下回った。

これらの結果より、ポジションにおけるフィットネスの特性を図7のように示した。この図は、全体の平均および標準偏差をもとに表2に示す評価基準を作成し、ポジション別の平均を得点化したものである。ただし、低下率については、評価基準は逆になる。

表2. 5段階評価基準

評価	基準
5	$X + 0.9S.D. \leq$
4	$X + 0.3S.D. \leq$
3	$X - 0.3S.D. \leq$
2	$X - 0.9S.D. \leq$
1	$X - 1.2S.D. \leq$

X=平均値、S.D.=標準偏差

FW 1はピークパワー、60秒の平均パワーともに優れていた。しかし、有酸素性能力を表す低下率、 $\dot{V}O_2\max$ は、ともに低い値であった。すべての指標において高い成績を示し、総合的な能力を兼ね備えていたのはFW 2であった。BK 1は、有酸素性能力および体重あたり60秒の平均パワーにおいて高い値を示した。しかし、ピークパワーは極端に低い値であった。BK 2は体重あたりのパワーに優れており、 $\dot{V}O_2\max$ も高い値であった。

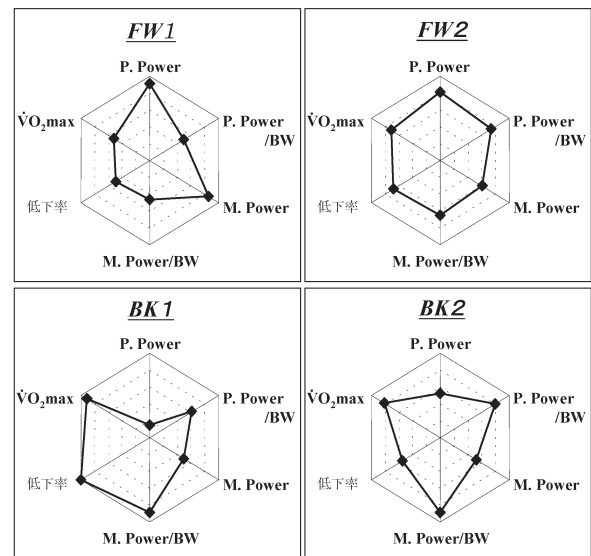


図7. 各ポジションにおけるパワー発揮特性

4. 要 約

本研究の目的は、ラグビー選手の無酸素性および有酸素性パワーの測定を行い、ポジション別のパワー発揮特性を検討することであった。

- 1) 最大無酸素性パワーテストにおける、ピークパワーは $960.7 \pm 136.3W$ で、体重あたりでは $12.0 \pm 0.8W/kg$ であった。
- 2) $\dot{V}O_2\max$ は、 $52.8 \pm 4.4ml/kg/min$ であった。
- 3) FW 1 (PR、HO、LO)の選手は、ピークパワー、60秒の平均パワーともに優れていた。しかし、有酸素性能力を表す低下率、 $\dot{V}O_2\max$ は、ともに低い値であった。
- 4) FW 2 (FL、No.8)の選手は、すべての測定項目において高い成績を示し、総合的な能力が求められると考えられる。
- 5) BK 1 (SH、SO、In. CTB)の選手は、有酸素性能力および体重あたり60秒の平均パワーにおいて高い値を示した。しかし、ピークパワーは極端に低い値であった。
- 6) BK 2 (Out. CTB、WTB、FB)の選手は、体重あた

りのパワーに優れており、 $\dot{V}O_2\max$ も高い値であった。

参考文献

- 1) Ayalon, A., Inbar, O. and Bar-Or, O. ; Relationship among measurements of explosive strength and anaerobic power. International Series on Sports Sciences, Vol.1, Biomechanics IV . 527-532, University Park Press, 1974
- 2) Brewer J. Davis J. Keur J. ; A comparison of the physiological characteristics of rugby league forward and backs, J. Sports Sci., 12 (2), 158, 1994
- 3) D. A. McLean ; Analysis of the physical demands of international rugby union, Journal of Sports Sciences, 10, 285-296, 1992
- 4) D. A. McLean ; Field testing in rugby union football., In Intermittent high intensity exercise, (D. A. D. Macleod, R. J. Maughan, C. Williams, C. R. Madeley, J. C. M. Sharp and R. W. Nutton), 79-88, 1993
- 5) 古川拓生、奥脇透、江田昌佑、村上純、河野一郎；マルチステージフィットネステストを用いたラグビー選手の全身持久力の評価、トレーニング科学, Vol.9, No.1, 19-26, 1997
- 6) H. Vandewalle, G. Peres, and H. Monod ; 無酸素性作業能力テスト (総説), Sports Medicine, 4 , 268-289, 1987
- 7) 橋本修；ラグビー選手の無酸素性パワー発揮の特性と短距離疾走能力との関係, 新潟大学教養部研究紀要, 20, 153-162, 1987
- 8) I. Jacobs ; Blood Lactate, Implications for training and sports performance, Sports Medicine, 3 , 10-25, 1986
- 9) John Berwer and Jackie Davis ; Applied Physiology of Rugby League. Sports Medicine, Vol. 20, No.3, 129-135, 1995
- 10) 小森田敏、河野一郎；ラグビー選手のコンディショニングに関する研究-フィールドテストによるコンディショニング評価-, トレーニング科学, Vol.6, No.2, 109-118, 1994
- 11) L. A. Leger, D. Mercier, C. Gadoury and J. Lambert ; The multistage 20 meter shuttle run test for aerobic fitness, Journal of Sports Sciences, 6, 93-101, 1988
- 12) Larder P. ; The rugby league coaching manual.2nd rev. ed. London:Kingswood Press, 1992
- 13) Medbo, J. I. and I. Tabata ; Relative importance of aerobic and anaerobic energy release during short-lasting exhausting bicycle exercise.J. Appl. Physiol. , 67, 1881-1886, 1989
- 14) Meir RA, Lowdon BJ, Davie AJ. ; The effect of jersey type on thermoregulatory responses during exercise in a warm humid environment., Aust. J. Sci. med. Sport, 26 (1/2), 25-31, 1994
- 15) 森弘暢、石指宏通、中井俊行、河瀬泰治、三野耕、若吉浩二；間欠的シャトルランを用いたフィットネス評価の試み, ラグビー科学研究, Vol.11, 23-27, 1999
- 16) 中村好男；アネロビックパワーからみたスポーツ選手の体力, Jpn. J. of Sports Sci., 6 , 11, 697-702, 1987
- 17) Neil McCartney, George J. F. Heigenhauser, and Norman L. Jones ; Power output and fatigue of human muscle in maximal cycling exercise, J. Appl. Physiol. : Respirat. Environ. Exercise Physiol., 55, 218-224, 1983
- 18) R. Dotan and O. Bar-Or ; Load optimization for the Wingate anaerobic test. Eur. J. Appl. Physiol., 51, 409-417
- 19) R. T. Withers, W. M. Sherman, D. G. Esselbach, S. R. Nolan, M. H. Mackay, and M. Brinkman ; Muscle metabolism during 30, 60 and 90s of maximal cycling on an air-braked ergometer., Eur. J. Appl. Physiol., 63, 354-362, 1991
- 20) Rex Hazeldine ; Fit for Rugby, Rugby Football Union, 113-124, 1991
- 21) 高松薫、佐藤芳弘、宮坂雅昭、高森秀蔵；無氣的パワーにおける“力型”と“スピード型”のタイプからみたラグビー選手の特性, 体育学研究, 第34巻, 第1号, 81-88, 1989
- 22) 辻野昭、野々村博、坂田好弘、三野耕、石指宏通、中井俊行、河瀬泰治、外山幸正、青木敦英；ラグビー選手のトレーニング方法の改善に関する基礎的研究-競技レベルによる等速性筋出力, 乳酸耐性の比較から-, 平成4年度ラグビー科学研究報告, No.5, 45-56, 1993
- 23) 上野裕一、広瀬良、綿井永寿、石井喜八；ラグビー選手の有酸素性・無酸素性パワー, 日本体育大学紀要, 第17巻, 11-15, 1987
- 24) 山本潤一郎；サイエンフィティック“ラグビー”トレーニング, Training Journal, July, 65-69, 2001