

# 発育学的にみたラグビー選手における走行スピードを 加味したパワーの診断と評価について

川上 将史\*・瀬戸 孝幸\*\*・三野 耕\*\*\*

Auxological study on the testing and evaluation of power,  
taking into account sprinting speed of rugby players

KAWAKAMI Masashi\*

SETO Takayuki\*\*

MINO Tsutomu\*\*\*

## Abstract

The purpose of this study is to examine how to increase power (body weight × sprinting speed, kgm/sec.) and sprinting speed through testing and evaluation of a rugby player's power, taking into account sprinting speed.

Stature (cm), weight (kg), and 50m sprint time (sec.) were collected upon enrollment of 1,206 rugby players born between 1981 and 1984 in a high school which participated in the nationwide competition. Power was calculated as the product of 50m sprinting speed (m/sec.) and weight (kg).

As a result, the following was clarified:

1. A negative straight line relation was obtained between the logarithm of power to the specific body surface area (:  $s = \text{body surface area (cm}^2\text{)} / \text{weight (g)}$ ) and the logarithm of the specific body surface area, and the following formula was derived.

$$\text{Power}/s = 53.7s^{-2.66}$$

2. The following formula was obtained for power as a difference of body surface area and weight:

$$\log(\text{Power}) = -0.6859 \cdot \log S + 1.163 \cdot \log W \cdot \cdot \cdot \cdot (1)$$

(ks, kw : const., S : Body surface area (cm<sup>2</sup>), W : Weight (g))

---

平成22年10月30日 原稿受理

\*日学園附属第一高等学校教諭

\*\*大阪産業大学 人間環境学部スポーツ健康学科講師

\*\*\*大阪産業大学 人間環境学部スポーツ健康学科教授, 兵庫教育大学名誉教授

3. Physical power was predicted from Rugby players' weight and the surface area of a body. And from formula (1), the chart was produced which predicted power from stature and weight. Furthermore, the chart was created which can determine 50m sprint time from power and weight.
4. These charts achieved on testing and evaluation of power which took into account sprinting speed of rugby players.

**keywords** : auxological study, specific body surface area, power, sprinting speed, testing and evaluation

キーワード : 発育学的研究, 比体表面積, パワー, 走スピード, 診断と評価

## I. はじめに

著者らは、発育期にある子どもたちにおける生体のキャパシティである最大酸素摂取量 (Funaki and Mino, 1974) や生体が発揮する運動能力 (Funaki and Mino, 1976a), ならびに各種動物における1日のエネルギー消費量 (Funaki and Mino, 1976b) など代謝 (MR) が同化作用に比例する体表面積 (S) と異化作用に比例する質量 ( $\infty$  体重 (W)) の差であるとして  $\log MR = k_s \cdot \log S - k_w \cdot \log W$ , ( $k_s, k_w : \text{const.}$ ) が成立することを報告した。

このことは発育期にある子どもが発揮する運動機能を生体内の代謝の結果とするならば、種々の運動機能の成果は、体表面積と体重とから分析できることを示唆するものである。

ところで、カナダ (Balyi and Way, 1995) をはじめ、アイルランド (National Coaching & Training Center, 2003) などのスポーツ協会では、Balyi (1999) が中心となって組織的にスポーツタレントを発掘するプログラムを確立し、なかでも発育期の子どもの運動機能の成果について、発育に伴った育成時期を生物学的年齢で詳細に区分し、さらに早熟、平均、晩熟による成熟に伴ったプログラムが必要であることを明らかにしている。

我が国でも「スポーツ振興基本計画」(文部科学省, 2000) において、個人の特性や発育段階に応じて一貫した指導理念に基づいた競技者を育成するためのシステム、すなわち一貫指導システムを提唱し、子どもの発育と発達の特性に合ったトレーニングの重要性が強調されている。

その後、日本オリンピック委員会 (2001) が一貫指導システム構築のためのモデル事業において、一貫指導システムに二つの課題があることを指摘した。

一つは、「一貫指導システムと発育・発達段階」で、身長が発育速度曲線について、思春期に先立って身長が伸び始める時期 (take off), 身長が最も伸びる時期 (peak height velocity) など生物学的パラメータをもとにジュニア競技者の発育・発達特性を具体的に

発育学的にみたラグビー選手における走行スピードを加味したパワーの診断と評価について(川上・瀬戸・三野)

知ること。もう一つは「一貫指導とトレーニングの進め方」で、ジュニア競技者の発育・発達特性に合わせ、どのようなトレーニングを進めるか、とくに、どのようなタイミングで、専門的なトレーニングへ移行していくか、またどのような過程を経て専門性を高めていくか、という指導理念に関わる問題である。

これまでのスポーツ指導、とくに発育・発達の著しい発育期の指導の基本的なものとして、学校、とりわけ小学校の体育教材や発育期のスポーツ活動時の指導教材的なものものもとになっているのは、スキヤモンの発育曲線（Tannerら、1966）である。その標準的な発育の状態を考慮したものとして日本サッカー協会（2000）が、「強化指導指針2000年度版ポスト2002」を公表している。その内容は、子どもの発育・発達をもとにした詳細かつ具体的なもので長期的な視野と選手育成プランを作成している。

しかし、スキヤモンの発育曲線は、平均的あるいは標準的なもので、Tannerら（1966）が示したように発育期にある時期での暦年齢による平均曲線は、位相差効果がみられ個人にスキヤモンの発育曲線を当てはめた場合、極端に言えば100人に一人しか相応しないものなのである。なぜならばスキヤモンの発育曲線は集団を横断的に検討した結果の平均曲線であり、中央値や50パーセント値に相当し、しかも年齢間で位相差効果がみられるからである。これまでに集団を横断的に検討した平均曲線をもとに基準値や標準値が多く公表されているが、これらによる評価は集団内の優劣を決め、劣と評価された子どもにとって何の動機づけにもならないだけでなく、目標値にもならない。とくに身体発育や発達は、個人独自のもので相対的なものではなく、子ども個人に相応した評価、すなわち絶対評価が必要なのである（Tannerら、1966）。

この考え方は、前述したようにカナダのコーチング研究所のBalyi理論がもとになっているものと考えられるが、Balyiが記述しているように思春期の個々の発育について考慮した指導をしている指導者が少ないのも事実である（National Coaching & Training Center, 2003）。

日本におけるスポーツタレント発掘のためのプログラムは、各スポーツ団体に委ねられているものの組織的計画的なものはほとんどみられない。

ラグビーフットボールにおいては、スポーツタレント発掘の試みはあるものの長期にわたるタレント発掘については実施されていない（平尾プロジェクト、1999）。

ラグビーフットボール競技は、ボールを身体で操作する要素が大きく、また体力的にはハイ・パワーが求められるスポーツである。辻野ら（1984）は、ラグビーの日本代表のパワーを破壊力指数として背筋力×体重が20,000以上が望ましいことを報告している。しかし、この破壊力指数はスクラムやタックルなど衝突の際（コンタクト）の力を評価できる

ものの現代ラグビーに重要なスピードを加味したものではなかった。ラグビー選手のスピードを伴ったパワーの診断と評価ができればなお一層選手育成に役立つと考えられる。

そこで、本研究は、生体から発揮されるランニング・スピードを加味したパワーを体表面積と体重とから推定し、導き出された個人ごとの評価基準（理論値）からパワーの診断と評価、ならびにランニング・スピードを加味したパワーを高める方法を発育学的に明らかにすることを目的とした。

## Ⅱ. 方法

### 1. ランニング・スピードを加味したパワーを推定するための発育学的検討

#### 1) 対象者と対象資料

身長、体重および50m走時間は、1981年から1984年の間に生まれた第81回全国高校ラグビーフットボール大会出場登録選手1,206名について放送実施委員会・放送実施事務局（2002）が編集した第81回全国高等学校ラグビーフットボール大会事業報告書から収集した。

#### 2) 体表面積および比体表面積の算出方法

体表面積は、藤本ら（1968）による方法で、以下のとおりである。

$$S = W^{0.444} \times H^{0.663} \times 88.83$$

（S：体表面積（cm<sup>2</sup>），W：体重（kg），H：身長（cm））

なお、比体表面積（Funaki and Mino, 1974；Funaki and Mino, 1976a；Funaki and Mino, 1976b）は、以下の式で算出された。

$$s = S / W, \quad (s : \text{比体表面積})$$

ただし、Funaki and Mino（1974）と同様にSはcm<sup>2</sup>単位で、Wはg単位とした。

#### 3) パワーの算出方法

パワーは、仕事率のことであり、仕事量／移動（に要した）時間のことである。仕事量は質量（体重）×移動距離で、仕事率は体重×移動距離／移動時間でも表せる。したがって、パワー（仕事率）は、体重×速度で表せる。本研究では、体重（kg）×50m走速度（m/sec.）をパワー（kgm/sec.）として扱うことにした。

### 2. 個々の体表面積と体重とから得られるパワーの診断と評価について

#### 1) 体重と身長からパワーを推定する簡易図の作成

体表面積と体重とからパワーを求める算出式を用いて、体重と身長からパワーを簡易的に求める図を作成した。

#### 2) ランニング・スピードを加味したパワーを推定する簡易図を用いた診断と評価

発育学的にみたラグビー選手における走行スピードを加味したパワーの診断と評価について(川上・瀬戸・三野)

第81回全国高等学校ラグビーフットボール大会に出場した選手の身長、体重および50m走時間が得られた典型的な3名について、パワーを推定する簡易図を用いてパワーの診断と評価をした。

### 3. パワーの診断と評価からパワーの運動処方について

#### 1) 日本代表とオールブラックスの2006年度メンバーの比体表面積について

日本代表として2006年春シーズン出場メンバー62名(FW:35名, BK:27名)の身長と体重の資料は、日本ラグビーフットボール協会機関誌「RUGBY FOOTBALL」(2006)から得た。

2006年度のAll Blacks チームメンバー46名(FW:26名, BK:20名)の身長と体重はNew Zealand Rugby Football Unionのウェブサイト(2006)から得た。

#### 2) 縦断的な資料をもとにしたパワーの運動処方を考える

##### (1) 対象者と対象資料

対象者は、2000年に全国優勝したT高校に在籍していた1984～1986年生まれで、現在関東と関西の大学一部リーグでレギュラーとして活躍している2名である。対象とした資料は、小学校から大学在籍時までの毎年4月に測定された縦断的な身長および体重、ならびに高校時および大学時の50m走時間である。

##### (2) 身長発育の生物学的パラメータの算出と成熟度の判定

最大発育年齢および最終身長など身長発育に関する生物学的パラメータは、PBI法(Preece and Baines, 1978)によって求められた。PBI法の算出式は、以下のとおりである。

$$h = m1 - [2(m1 - m2)] / \{ \exp [m3(t - m5)] + \exp [m4(t - m5)] \}$$

h : tの時の身長

m1 : 最終身長 (final or adult height)

m2 : t = m5の時の身長

m3 & m4 : rate constant

m5 : time constant

また、生物学的パラメータは、思春期開始の指標であるtake off (TO)、思春期で発育速度が最大になるpeak height velocity (PHV)の時の年齢(最大発育年齢)、現量値(身長)、発育速度(年間増加量)、および思春期終了の指標である最終身長(1/1,000cm/yr. : Final)の時の年齢および現量値とした(Nariyamaら, 2001)。

成熟度(Tannerら, 1966)については、最大発育年齢が11.75歳未満を早熟型、11.75歳以上12.28歳未満を早熟傾向型、12.28歳以上13.70歳未満を平均型、13.70歳以

上14.36歳未満を晩熟傾向型、14.36歳以上を晩熟型とした（三野，1984）。

なお、早熟型と早熟傾向型を早熟タイプ、平均型を平均タイプ、晩熟傾向型と晩熟型を晩熟タイプとした。また、最大発育年齢が未だ発現していない場合には、個人の縦断的な身長を発育基準チャート（三野，1984；三野・成山，1996）によって成熟タイプを判定した。

### (3) 比体表面積の評価

比体表面積の評価は、比体表面積の縦断型成熟タイプ別の基準チャート（三野・成山，2004）によって求められた。なお、それぞれの比体表面積の成熟タイプ別基準チャートの縦軸は、比体表面積（ $s$ ）の逆数で表されていることから以下  $1/s$  で示している。

## Ⅲ. 結果

### 1. ランニング・スピードを加味したパワーを推定するための発育学的検討

表1は、全国高校ラグビーフットボール選手権大会に登録した選手の内、身長、体重および50m走時間が得られた1,206名についての形態的機能的特徴を平均値と標準偏差で示したものである。

表1 第81回全国高校ラグビー大会出場選手の形態的機能的特徴

項目	平均値	標準偏差	
人数 (n)		1,206	
身長 (cm)	173.24	±	6.16
体重 (kg)	75.40	±	11.47
$1/s$ ( $g/cm^2$ )	4.07	±	0.30
50m sprint (sec.)	6.77	±	0.42
speed (m/sec.)	7.41	±	0.45
power (kgm/sec.)	557.20	±	78.10

図1は、比体表面積と比体表面積当たりのパワーについて両対数でプロットしたものである。明らかに高い相関（ $r = -0.937$ ,  $p < 0.001$ ）がみられ、右下がりの直線関係が得られた。

この時の直線式は

$$\text{power}/s = 53.7s^{-2.66}$$

であった。

いま、パワーが同化作用と異化作用の差として



発育学的にみたラグビー選手における走行スピードを加味したパワーの診断と評価について(川上・瀬戸・三野)

$$\log P = k_s \cdot \log S - k_w \cdot \log W,$$

( $k_s, k_w$  : const.,  $P$  : power (kgm/sec.),  $S$  : body surface area ( $\text{cm}^2$ ),  $W$  : body weight (g))  
の式を仮定し、 $k_s$ および $k_w$ の定数を求めた。

その結果,

$$\log P = -0.6859 \cdot \log S + 1.163 \cdot \log W \cdots \cdots (1)$$

が得られた。

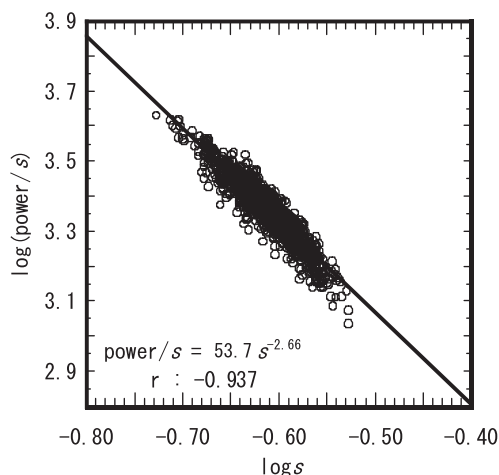


図1 第81回全国高校ラグビー大会出場者の  $\log s$ と $\log(\text{power}/s)$ との関係

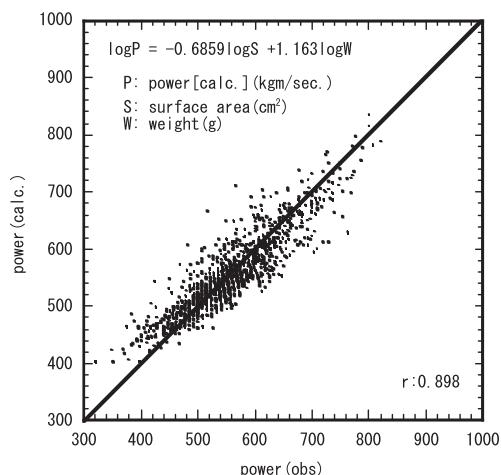


図2 パワーの実測値(power (obs.))と理論値(power (calc.))との関係

この得られた式に1,206名の体表面積と体重を当てはめて求めたパワーの理論値 (calc.)とパワーの実測値 (obs.)でプロットしたのが図2に示され、相関係数は0.898 ( $p < 0.001$ )と高い有意な相関が認められた。理論値と実測値との差について、F検定したところ $F_0 = 0.209$ が得られ両者間に差はみられなかった。

## 2. 個々の体表面積と体重とから得られるパワーの診断と評価について

図3の左図は、x軸に身長、y軸に式(1)から得られたパワーの理論値 (power (calc.))を示し、図中に示した曲線は体重で、x軸の身長と図中の体重とからy軸のパワーが推定できるようになっている。また、右図は、x軸に50m走時間、y軸にパワー、図中の曲線は体重を示したものである。

左図のA, B, Cの黒丸は、身長と体重からパワーを推定したものである。左図の黒丸から右図へ平行移動(直線)し、左図の体重と同等である右図の体重曲線まで移行させた理論値(二重丸)のx軸を読み取ることによって50走時間の理論値が得られる。A型は、

50m走時間が理論値（二重丸）と実測値（四角）が一致し、パワーも理論値と実測値が一致している事例である。B型は、左図から右図へ平行移動（点線）させた時、50m走時間の理論値（二重丸）よりも実測値（四角）の方が優れ、パワーが理論値よりも実測値の方が大きい事例である。C型は、左図から右図へ平行移動（一点鎖線）させた時、50m走時間の理論値（二重丸）よりも実測値（四角）の方が劣り、パワーが理論値よりも実測値の方が小さい事例である。

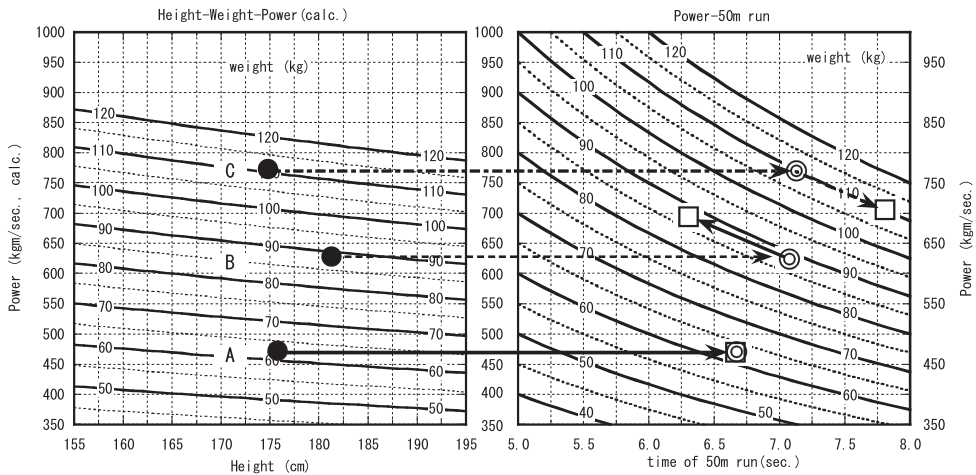


図3 身長と体重とからパワー(左図)、およびパワーと体重とから50m走時間(右図)を求める簡易図と、その代表例

### 3. パワーの診断と評価からパワーの運動処方について

図4は、2006年ニュージーランド、オールブラックスチームおよび2006年春シーズンの日本代表チームのFWとBKの身長(H)と体重(W)とから比体表面積(1/s)を求める簡易図にFWとBKに区分してプロットしたものである。

黒四角は日本代表、黒丸はオールブラックスの選手で、1/sは、FWで4.6～4.8、BKで4.2～4.4の範囲にあった。

これら基礎資料をもとにして、図5に示した運動プログラムを作成するための個人カルテを作成した。

上左図は身長発育で現量値曲線をPB1法を用いてテイク・オフの時、最大発育年齢の時、最終身長の際の年齢と現量値を求め、両親(F:父親、M:母親)の身長から求めた平均身長(M+F, Tanner, 1978)、上右図は比体表面積発育で、小学校低学年時の比体表面積および現在の比体表面積から将来望める比体表面積の推移の資料とした。中図は図4、下図は図3を挿入し、上図の身長と比体表面積の経過から推移された体重(中図)をもとに



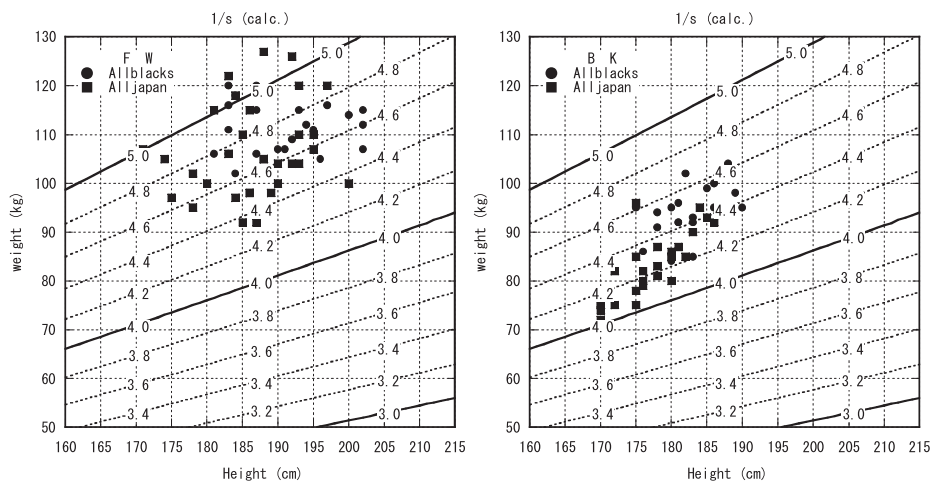


図4 オールブラックスと日本代表のFWおよびBKの身長と体重から求めた比体表面積について

走スピードを加味したパワーの目標値を決定(下図)し、実践させる運動プログラムを作成する個人カルテで、以下に事例を取り上げた。

図5 (GHS-117-LO) は、全国高校ラグビー大会に1年次および2年次に出場した選手である。

この選手は、小学校時から野球をやり、中学生時になってラグビーを始めたもので、中学生時代に地域選抜に選ばれ、全国大会で優勝し、高校時代は国体優勝した経験がある。

小学生時から高校までの身長発育(上左図)は、基準曲線の97%ile.曲線に沿って発育し、成熟の状態は平均的で、比体表面積(1/s, 上右図)は、小学生低学年では基準曲線の97%ile.以上であったものが中学年になると減少し90%ile. ~ 97%ile.を示し、高校生時には再度97%ile.曲線を越えている。

高校3年次の身長は、184.5cm、体重は88.0kgで、小学校時からの縦断的な身長発育についてPBI法を用いて求めたテイク・オフ(TO)の年齢は10.01歳、最大発育年齢は12.80歳、最終身長時の年齢は21.02歳で、最終身長は184.08cmと推測された。また比体表面積は、高校生時には4.3であった。ポジションはFW、小学校時代の1/sが大きく、97%ile.以上であり、小学校時代の比体表面積が基準曲線の90%ile.以上で、高校で97%ile.以上であったことからトレーニングによる1/sの増大の可能性を4.6とした。

そこで、中央図に示したように白丸で示した最終身長184.08cmの時、トレーニングによって比体表面積が最大4.6まで増大するものと見積れば体重の推定値は100kgと推定された。下左図の大きな黒丸は、高校3年次の身長184.5cmと体重88.0kgを示し、下右図まで伸ばした矢印の黒丸は体重88.0kgに相当する体重曲線上を示している。この黒丸のx軸の

subj. GHS-117-L0, IH:HS1, 2

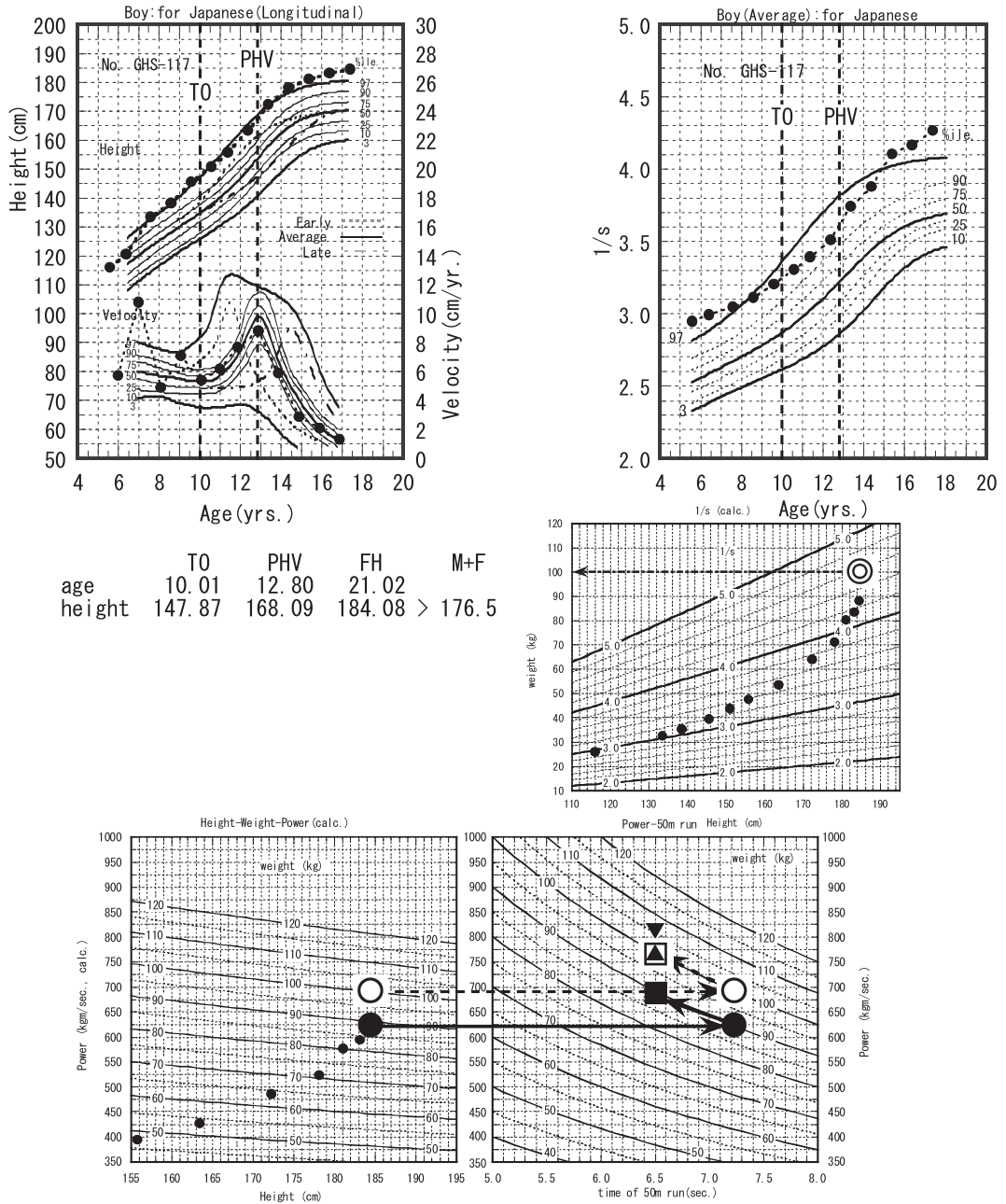


図5 GHS-117の身体的特徴とパワーの診断と評価、ならびに処方について

発育学的にみたラグビー選手における走行スピードを加味したパワーの診断と評価について(川上・瀬戸・三野)

50m走時間を読むと7.2sec.を推定し、実際の50m走時間が6.5sec. (黒四角)であったことから、実測値(黒四角)は理論値(黒丸)に対して上方に位置することになる。すなわち、最終身長と中央図から推定された体重(白丸)をもとに下左図で推定したパワー(白丸)の矢印は下右図で示した体重曲線に相当するところまで伸ばした推定値(白丸)が得られ、50m走時間がそのまま(6.5sec.)であれば実測値から推量すると白四角の位置になる。

この選手が、日本代表選手のパワーの目安を700kgm/sec.として、50m走時間を維持しながら体重を増大させることでできれば700kgm/sec.を越えることになる。したがって、この選手は走スピードを低下させないで体重を増大させる運動プログラム(体力トレーニング)が必要である。

大学における2年間のラグビーの練習と体力トレーニングの結果、黒三角で示したのは1年後のもので体重が99.0kgに増大し、逆三角で示したのは2年後のもので体重が106.0kgに増加し、白四角の目標値を越えたものと考えられた。

図6(GHS-138-WTB)は、小学校時にはラグビースクール、中学生時からラグビー部に所属、中学校時には地域選抜、高校3年時には全国大会に出場したプレーヤーで、日本代表として高校ラグビー海外遠征(オーストラリア)、19歳以下世界選手権(南アフリカ)に出場している。

身長発育(上左図)は、中学生時には90%ile.以上を示し、高校時になると97%ile.となっている。成熟は平均的で、比体表面積(1/s, 上右図)は、小学生から75%ile.以上にあり高校になると90%ile.前後を示していた。

身長は、高校3年次には179.9cm、体重は73.0kg、1/sは90%ile.前後にある。小学校時からの縦断的な身長についてPB1法を用いて求めたテイク・オフ(TO)の年齢は9.23歳、最大発育年齢は12.50歳、最終身長時の年齢は21.54歳で、最終身長は180.17cmと予測された。比体表面積は、高校生時には3.9である。

とくに、1/sは小学生時から75%ile.以上に位置し、高校生時で90%ile.前後であり、筋組成を類推すると比較的太い筋(速筋)の割合が多く、トレーニングによって筋肥大が期待でき、体重の増大が期待できるものと考えられる。

そこでトレーニングによって1/sが4.4位まで増加させられるとしたとき、最終身長を180.17cmとし、1/sを4.4として体重を推定したところ、約90kgが得られる。高校3年次の身長(179.9cm)と体重(73.0kg)を当てはめパワー(:P(calc.))を推定すると(下左図)大きな黒丸で示したように約530kgm/sec.が得られ、その位置から右図の体重曲線の73.0kgに相当する時点でのx軸の50m走時間を推定すると約6.9sec.が推定された。この時の実際の50m走時間が6.4sec.であったので、黒四角で示した位置に移行させたとき、パワー

subj. GHS-138-WTB, IH:HS3, HS-JAPAN:03AUS, U19-JAPAN:03SA

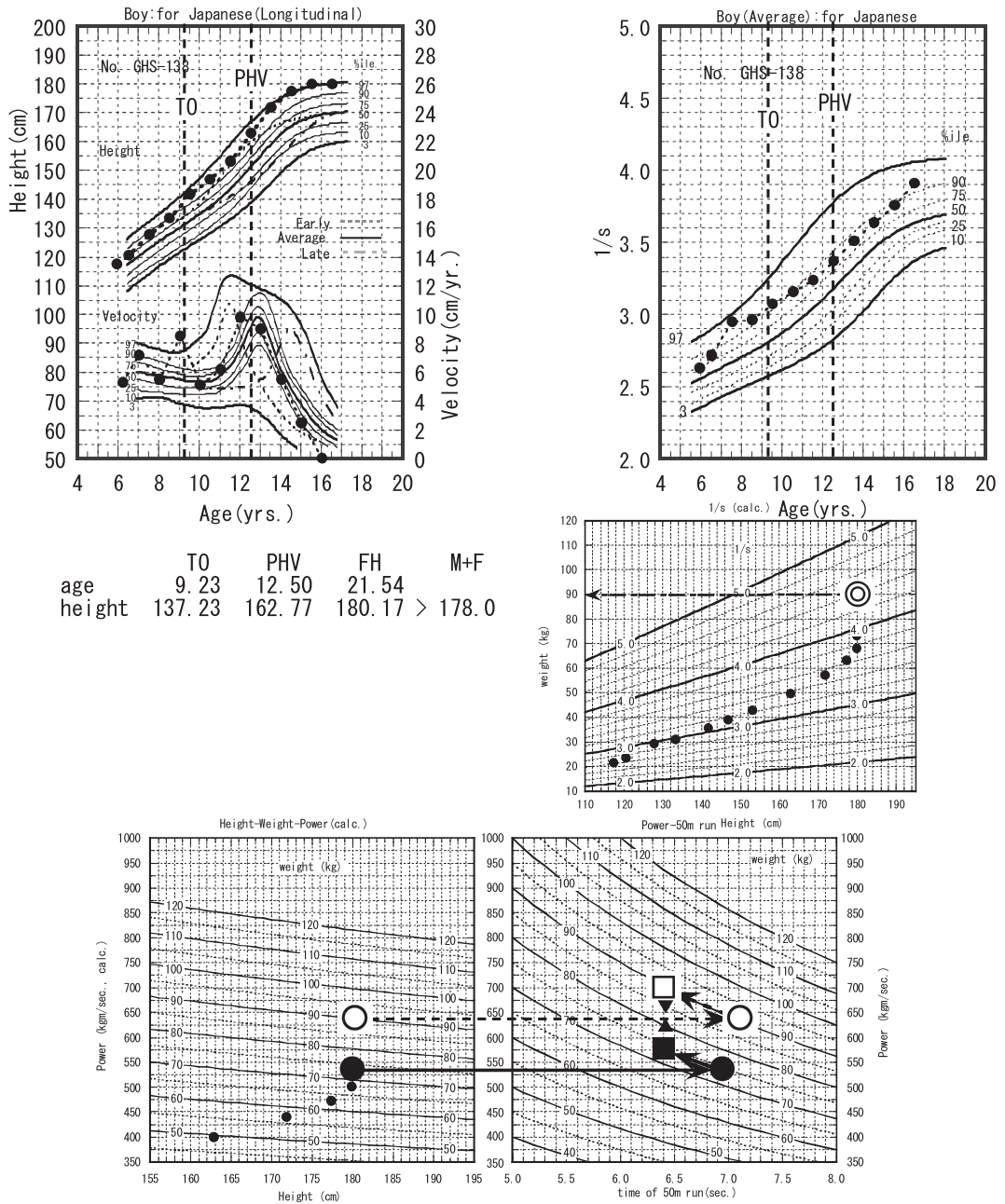


図6 GHS-138の身体的特徴とパワーの診断と評価, ならびに処方について

発育学的にみたラグビー選手における走行スピードを加味したパワーの診断と評価について(川上・瀬戸・三野)

( : P(obs.)) は約580kgm/sec.で推定値よりも高いパワーを有している。この時の50m走時間を維持したまま体重を1/sが4.4である90kgまで増加させることができればパワーは約700kgm/sec.位まで高くなる (白四角)。

実際には、大学における2年間のラグビーの練習とトレーニングによって50m走時間(6.4sec.)を維持したまま体重が1年目で80kg (パワー約625kgm/sec., 黒三角), 2年目では体重が85kgに増大し(逆黒三角), パワーは約670kgm/sec.で、順調にパワーが大きくなっていったと評価できるものであった。

#### IV. 考 察

Funaki and Mino(1974, 1976a, 1976b)の研究を参考にして比体表面積当たりの走スピードを加味したパワー (power/s) と比体表面積 (s) との間に

$$\text{power}/s=53.7s^{-2.66}$$

が得られ、パワーは、体表面積と体重とで

$$\log(\text{power}) = -0.6859 \cdot \log S + 1.163 \cdot \log W$$

が得られた。

ところで、近年のラグビー選手は、優れたスピードを有し、パワーの大きいものが増えてきている(日本体育協会, 2002)ことから体重が大きいとともにスピードも速いことがパワーをより大きくすることになる。したがって、この得られたパワーの推定式から得られる理論値 (power (calc.)) よりも実測値 (power (obs.)) の方が大きいことがスピードを有した優れた選手ということになる。

図3で示したようにA型(50m走時間 (calc.) = 50m走時間 (obs.)) の場合には、power (calc.) = power (obs.) となり、今後パワーを増大させるためには、走スピードを維持しながら筋肉量を主とした体重の増大、あるいは走スピードの増大が必要である。また、B型(50m走時間 (calc.) < 50m走時間 (obs.)) の場合には、パワーではpower (calc.) > power (obs.) となり、今後パワーを増大するためには体重のうち体脂肪率が高ければ体脂肪率の減少を、体脂肪率が正常範囲であれば走スピードを維持した上で体重(筋肉量)を増大させるか体重を維持させたまま走スピードを増大することになる。一方、C型(50m走時間 (calc.) > 50m走時間 (obs.)) の場合には、power (calc.) < power (obs.) となり、今後さらにパワーを増大させるためには、走スピードを維持しながら体重の増大、走スピードの増大と体重の増大が必要である。

これらから、パワーの増大には体重の増大と走スピードの増大が関与しているものの体重を増大させるだけでなく、走スピードの維持および増進を考慮しながらの運動プログラ



ムが必要で、少なくとも不活性組織である脂肪の蓄積は走スピードの低下を促すだけでパワーアップにつながらないものと考えられることから不活性組織の蓄積を起こさないで走スピードを促進できる筋組成の活性化を促す運動プログラムの作成が重要となる。

そのためには、これまでの選手の身長や比体表面積の縦断的な発育が運動プログラム作成には重要な要因になる。

なかでも身長発育のPHV発現後からのパワーにつながるトレーニングを実施した場合に比体表面積 ( $1/s$ ) が増大する程度をトップアスリートであるオールブラックスや日本代表の成績から類推した時、FWの $1/s$ では4.4～4.6、BKの $1/s$ では4.2～4.4が適切な基準であると考えられた。また、三野・石指らの報告(2004)および三野・山本らの報告(2006)を参考に個々の小学生時からの比体表面積 ( $1/s$ ) の評価が75%ile.以上でポジションがFWであれば $1/s$ は4.6、75%ile.未満であれば $1/s$ は4.4、BKでは75%ile.以上であれば $1/s$ は4.4、75%ile.未満であれば $1/s$ は4.2を適切な基準であると判断される。

故に、トレーニングによって期待される目標体重は、個々の比体表面積 ( $1/s$ ) の経過から判断された基準となる $1/s$ と予測された最終身長とから理想とする体重を求めることができ、理想とするパワーが推定される。

また、選手の小学生時からの比体表面積の評価(三野・石指ら, 2004)とオールブラックスや日本代表の資料をもとに高校時の身長と体重、ならびに50m走時間を用いて目標とする比体表面積値から目標体重の設定を試みたところ、大学進学後の身長と体重、ならびにパワーの実測値は理論値に近似していた。

走速度は、神経的な要素の関わりが深く、走技術は思春期のグロース・スパート以前、すなわち子ども期であるテイク・オフ (TO) までに身につけさせることが必要である(National Coaching & Training Center, 2003)。しかし、体重に占める不活性組織(体脂肪)が多い場合には不活性組織を減少させることによって走速度を速めることも可能である。

本研究でのトレーニングの時期は、最大発育年齢発現以後におけるトレーニングであるけれども走技術の向上と走速度を高める適切な筋力トレーニングをすればパワーだけでなく走速度を速める可能性を示すものであった。

前述したように、Balyi (1999; National Coaching & Training Center, 2003) は、子どものスポーツタレント育成について長期にわたる育成計画を報告している。その長期にわたるスポーツタレント育成の特徴は、身長発育を基準とした成熟を加味したものである。

Balyiが示した身長発育の基準である最大発育年齢は、性成熟など第二次性徴の指標と密接な関係にあり、脂肪量や除脂肪体重 (Parizkova, 1976)、上腕骨や頸骨の幅径、上腕や下腿の筋幅等と関係 (Tannerら, 1981) していることが知られている。また、運動能力



発育学的にみたラグビー選手における走行スピードを加味したパワーの診断と評価について(川上・瀬戸・三野)

なども最大発育年齢と関係しているという報告 (Malina and Bouchard, 1991 ; Kemperら, 1987) もある。

一方, 成熟度による個体差についても形態面だけでなく, パフォーマンスにも個体差がみられ思春期において早熟な男子は, 平均的な男子や晩熟な男子よりも筋力, 筋持久力などが優れていることや早熟な男子の方が晩熟な男子よりも思春期の心臓容積や最大酸素摂取量が優れていることが報告 (Hollmannら, 1967) されている。

ところで, 発育期にある子どもの体重増加には身長や比体表面積の発育に関わる生理的要因が大きく関わっているようで, 例えば最大発育年齢が発現する以前では, 身長の伸びに伴い筋線維が長くなることによって筋量が増え, それにしたがって体重も増えることになる (三野・溝畑ら, 1999 ; 三野・石指ら2000 ~ 2003)。また, 最大発育年齢の発現した以後, すなわち身長の伸びが緩慢になった頃からは筋線維が肥大することによって体重が増えることが知られている (Tanner, 1978)。したがって, 筋力や無気的な筋持久能力など, 走速度を高めたり, 筋力を高めるトレーナービリティ (Malina and Bouchard, 1991 ; Hollmannら, 1967 ; Kemperら, 1987) は, 有酸素能力 (Mirwardら, 1981) と同じように最大発育年齢発現以降に存在することになる。

ラグビー日本代表フィットネス・ディフェンスコーチであったWallace (日本体育協会, 2002) は, 日本選手について, 競技力を向上させるためには, 技術や判断力などの要素が優れていてもそれらを支える体力, なかでもパワー, 筋力, 筋持久力, スピードなどラグビーの専門的体力が十分備わっていることが必修条件でありながら, 代表選手においても体格や体力に劣っていると指摘していることからラグビー選手にとって筋力やパワーなどのトレーニングの時期は重要であると考えられる。

これらのことから, 中学生や高校生でもラグビー選手の専門的体力である筋力や筋持久力, ならびにスピードが要求されるが, 接触の多さから言って大きなパワーが必要であるとすれば筋量の多さ, 言い換えれば体重の大きさが重要で1/sが大きいだけでなく, 将来の身長が大きくなるものを早期に見極めるとともにスピードのあるものを早期に見出す必要があることを示唆している。

## V. 文 献

Balyi, I., [1999], "Long-Term Planning of Athlete Development, Multiple Periodization, Modelling and Normative Data in FHS", *The UK's Quarterly Coaching Magazine*, Issue Four, pp.7-9.

Balyi, I. and Way, R., [1995], *Long-Term Planning of Athlete Development. The Training to Train Phase*,

- B.C. Coach, pp.2-10.
- 放送実施委員会・放送実施事務局 編集, [2002], 『平成13年度第81回全国高等学校ラグビーフットボール大会事業報告書』, 全国民間放送43社, ティ・ビー・エス・サービス.
- 藤本薫喜・渡辺 孟・坂本 淳・湯川幸一・森本和枝, [1968], 「日本人の体表面積に関する研究 第18篇 - 3期にまとめた算出式 -」, 『日衛誌』, 第23巻, pp.443-59.
- Funaki, H. and Mino, T., [1974], 「Maximum oxygen intake and specific body surface area (Preliminary Report)」, 『京府医大誌』, 第83巻, pp.779-84.
- Funaki, H. and Mino, T., [1976a], 「Specific (body) surface area and motor ability (Preliminary Report)」, 『京府医大誌』, 第85巻, pp.73-77.
- Funaki, H. and Mino, T., [1976b], 「Metabolic rate and specific body surface area」, 『京府医大誌』, 第85巻, pp.749-56.
- 平尾プロジェクト, [1999], <http://www.president.co.jp/pre/19991100/02.htm/>.
- Hollmann, W., Bouchard, C., and Herkenrath, G., [1967], “The development of physical working capacity in children and youth with special reference to biological age”, *Arztliche Jugendkunde*, vol. 58, pp.198-203.
- Kemper, H. C. G., Verschuur, R., and Ritmeester, J. W., [1987], “Longitudinal development of growth and fitness in early and late maturing teenagers”, *Pediatrician*, vol. 14, pp.219-25.
- Malina, R. M. and Bouchard, C., [1991], *Growth, Maturation, and Physical Activity*, Human Kinetics Books, Champaign, Illinois, pp.251-272.
- 三野 耕, [1984], 「学齢期における身長発育の評価基準についての研究」, 『和歌山医学』, 第35巻, pp.427-43.
- 三野 耕・成山公一, [1996], 「中学生期におけるスポーツ選手の成熟特性に関する研究」, 『体力科学』, 第45巻, pp.127-40.
- 三野 耕・溝畑 潤・成山公一・多々見道雄・川田浩二, [1999], 「ラグビー選手のタレント発掘に関する形態学的検討」, 『ラグビー科学研究』, 第11号, pp.28-37.
- 三野 耕・石指宏通・河瀬泰治・溝畑 潤・成山公一・多々見道雄・川田浩二, [2000], 「ラグビー選手のタレント発掘に関する形態学的検討 - ポジション別にみた形態的特徴からの検討 -」, 『ラグビー科学研究』, 第12号, pp. 1 -10.
- 三野 耕・石指宏通・河瀬泰治・多々見道雄・川田浩二・溝畑 潤・境山博之, [2001], 「ラグビー選手のタレント発掘に関する形態学的検討 - 中学生選抜選手の形態的特徴からみたポジションの選択について -」, 『ラグビー科学研究』, 第13号, pp.1-8.
- 三野 耕・石指宏通・河瀬泰治・溝畑 潤・記虎敏和・土井崇司・多々見道雄・川田浩二・境山

発育学的にみたラグビー選手における走行スピードを加味したパワーの診断と評価について(川上・瀬戸・三野)

博之, [2002], 「ラグビー選手のタレント発掘に関する形態学的検討－某地域中学選抜選手のその後について－」, 『ラグビー科学研究』, 第14号, pp.1-8.

三野 耕・石指宏通・河瀬泰治・記虎敏和・多々見道雄・土井崇司・溝畑 潤・林 雅人・川田浩二・杉ノ原淳文・南 亜紀, [2003], 「ラグビー選手のタレント発掘に関する形態学的検討－優勝経験のある高校部員の身長と比体表面積の縦断的発育をもとにして－」, 『ラグビー科学研究』, 第15号, pp.1-15.

三野 耕・石指宏通・河瀬泰治・記虎敏和・多々見道雄・土井崇司・溝畑 潤・川田浩二・成山公一・山本忠志, [2004], 「ラグビー選手のタレント発掘に関する形態学的検討－思春期前における身長と比体表面積の評価について－」, 『ラグビー科学研究』, 第16号, pp.1-18.

三野耕・成山公一, [2004], 「学齢期の比体表面積基準チャートの作成とその利用について」, 『学校保健研究』, 第46巻, pp.29-43.

三野 耕・石指宏通・山本忠志・河瀬泰治・中井俊行・灘 英世, [2005], 「ラグビータレントを育成するための指導－パワーおよびスピードの発育学的評価－」, 『ラグビー科学研究』, 第17号, pp.1-8.

三野耕・山本忠志・成山公一, [2006], 「ラグビーにおけるジュニア選手の成熟度と比体表面積の関係からみたトレーニングの時期についての検討」, 『発育発達研究』, 第32巻, pp.15-22.

三野耕・成山公一・山本忠志, [2007], 「小学校低学年の比体表面積と身長の最大発育年齢時の比体表面積との関連」, 『発育発達研究』, 第36巻, pp.11-20.

Mirward, R. L., Bailey D. A., Cameron, N., and Rasmusen, R. L., [1981], “Longitudinal comparison of aerobic power in active and inactive boys aged 7.0 to 17.0 years”, *Annals of Human Biology*, vol. 8, pp.405-14.

文部科学省, [2000], 『スポーツ振興基本計画』, [http://www.mext.go.jp/b\\_menu/houdou/12/09/000905.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/12/09/000905.htm).

National Coaching & Training Center, [2003] *Building Pathways in Irish Sport ;Towards a plan for the sporting health and well-being of the nation*, Ed. Balyi et al., National Coaching & Training Center, University of Limerick, Limerick, Irish, pp.1-43.

成山公一・三野 耕, [1998], 「子どもの成長期における比体表面積に関する基礎的研究」, 『AUXOLOGY』, 第5号, pp.56-60.

Nariyama, K., Mino, T., and Hauspie, R. C., [2001], “Logitudinal Growth Study of Male Japanese Junior High School Athletes”, *Am. J. Human Biology*, vol. 13, pp.346-54.

New Zeland All Blacks rugby team official website, [2006], <http://www.allblacks.com/index.cfm?layout=team>.

- 日本オリンピック委員会, [2001], 『競技者育成プログラム策定に向けて』, 日本オリンピック委員会, 一貫指導システム構築のためのモデル事業.
- 日本サッカー協会, [2000], 『強化指導指針2000年度版ポスト2002』, JFAnews増刊号, pp.61-69.
- 日本ラグビーフットボール協会, [2006], 「DESTINATION FRANCE」, 『RUGBY FOOTBALL』, 第56巻, No.1, pp.10-12.
- 日本体育協会, [2002], 「特集 座談会 日本のアスリート・指導者の現状を問う 世界と戦うからだ」, 『指導者のためのスポーツジャーナル 5 / 6月号』, 第248巻, pp.10-20.
- Parizkova, J., [1976], “Growth and Growth Velocity of Lean Body Mass and Fat in Adolescent Boys”, *Pediatric Research*, vol. 10, pp.647-50.
- Preece, M. A. and Baines, M. J., [1978], “A new family of mathematical models describing the human growth curve”, *Annals of Human Biology*, vol. 5, pp.1-24.
- Tanner, J. M., Whitehouse, R. H., and Takaishi, M., [1966], “Standards from birth to maturity for height, weight, height velocity and weight velocity; British children, 1965”, *Archives of Disease in Childhood*, vol. 41, pp.454-71: pp.613-35.
- Tanner, J. M., [1978], *Fetus into Man*, 1st. Ed., The interaction of heredity and environmental in the control of growth, Open Books, London, pp.60-77.
- Tanner, J. M., Hughes, P. C. R., and Whitehouse, R. H., [1981], “Radiographically determined widths of bone, muscle and fat in the upper arm and calf from age 3-18 years”, *Annals of Human Biology*, vol. 8, pp.495-517.
- 辻野 昭・坂田好弘・三野 耕・芝原 玲, [1984], 「ゲームに発揮された技術と体力－1983年対オ・ケ大連合, ウェールズ選抜を中心として－」, 『昭和58年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告書 No.Ⅱ 競技種目別競技力向上に関する研究』, 第7報, pp.293-303.
- 山岸 宏, [1977], 『成長の生物学』, 講談社, 東京, p.69.