

京都 体育学 研究

原著

寺田 光世他：インパクトハンマー法による筋収縮時の
体表振動に関する基礎的研究…………… 1

資料

松浦 範子他：幼児における調整力および手の
操作能力の発達についての研究……………10

芳田 哲也他：大学ラグビー選手のトレーニングが
体格・体力に与える影響……………17

藤島 みち：関西女子大学バレーボールリーグ戦の成績順位と
身長および攻撃技術との関連についての考察……………24

京都体育学会

第 **6** 卷
平成 3 年 2 月

「京都体育学研究」編集・投稿規定

昭和60年4月4日制定

1. 「京都体育学研究」(英文名 Kyoto Journal of Physical Education, 以下本誌)は, 京都体育学会の機関誌であり年一回以上発行する。
2. 本誌は本学会会員の体育・スポーツに関する論文の発表にあてる。編集委員会が認めた場合には会員以外に寄稿を依頼することもできる。
3. 1編の論文の長さは本誌8ページ以内を原則とする。
4. 原稿は, 所定の執筆要項に準拠して作成し, 原著・資料などの別を指定して編集委員会あてに提出する。原文のほかにコピー2部も提出する。
5. 投稿論文は, 学術論文としてふさわしい内容と形式をそなえたものであり, かつ未公開のものでなければならない。
6. 投稿論文は編集委員会が審査し, その掲載の可否を決定する。
7. 原稿の印刷において規定のページ数を超過した場合, あるいは, 図版・写真などくに費用を要するものは, その実費を執筆者の負担とする。
8. 別刷は投稿時に希望部数を申し出ること。実費により希望に応じる。
9. 本誌の編集事務についての連絡は, 京都体育学会事務局内「京都体育学研究」編集委員会あてとする。
10. 編集委員会は理事会において編成する。

インパクトハンマー法による筋収縮時の 体表振動に関する基礎的研究

寺田 光世* 柴田 俊忍**

(平成2年8月20日受付)

Study on the impact hammer-induced body
surface oscillation during muscle contraction

Mitsuyo Terada * Toshinobu Shibata **

Abstract

It is the purpose of this study to determine an availability of impact hammer - induced body surface oscillation (BSO) for evaluating a stiffness of skeletal muscle under various conditions of % MVC. The BSO was detected from the miniature accelerometer stuck to the skin over vastus lateralis of adult males. The impulsive force dealt to the skin was also detected by a force transducer in the hammer. The reproducibilities of the oscillation period, damping ratio, and force time were analysed. The displacement of the skin at hammering was estimated in an additional examination. The results obtained were summarized as follows :

1. The BSO seemed to be a kind of free damped oscillation by the appearances of oscillation curve.
2. The oscillation period, damping ratio, and force time decreased with increasing % MVC, which appeared to indicate that the muscle became more stiff mechanically owing to the exertion. The oscillation period and the force time were found to be more reproducible than the damping ratio.
3. There was a positive correlation ($r = 0.988$, $p < 0.001$) between the measured and estimated displacements of the skin at hammering.
4. The BSO analysis may be an available method to evaluate the stiffness of muscle.

緒 言

体表面に物理的な衝撃を加えたときに発生する身体組織の局所的な振動は経皮的すなわち体表を通して捉えることができる。このように体表でとらえた身体組織の振動を本論文では体表振動 (body surface oscillation, BSO) と呼ぶことにする。

皮膚面に与えられた衝撃がある程度大きいものであって骨格筋に及ぶものであれば、体表振動は皮膚や皮下脂肪や筋の振動の総合された波形として現れるが、その際、筋の収縮や弛緩の状態が変化すれば振動波形は変化することが考えられる^{9,10)} この波形変化は筋収縮にともなういわば機械的な硬化によるものと考えられる。一方、肩凝りによる筋硬化⁸⁾ やランニング後の

* 京都教育大学教育学部 Faculty of Education, Kyoto University of Education, Fushimiku, Kyoto

** 京都大学工学部 Faculty of Technology, Kyoto University, Sakyoku, Kyoto

脚筋の硬化¹¹⁾など、安静弛緩状態での筋の硬化に関してはいくつかの報告がある。^{6,8,11)} これらは筋の代謝的な硬化であると考えられ、一応、前者の機械的な硬化とは区別されるべきものと思われる。

しかし、筋硬化の測定に関しては、今日、機械的な硬化と代謝的な硬化が区別されていないばかりでなく、測定方法も研究者によって色々であるのが実情である。たとえば加藤ら⁵⁾は機械的共振機を皮膚に圧着させて共振周波数の変化量を測定する方法によって、高木ら⁸⁾は筋に経皮的にステップ荷重を加えたときの振動周期と凹み変位によって、それぞれ筋の粘弾性を判定する方法を報告している。また、小林⁶⁾や土居と小林¹¹⁾は小さい荷重変換器と加速度変換器を組み合わせた筋衝撃試験装置を開発し、荷重と変位から粘弾性を判定する方法を報告している。しかし、いわゆる体表振動の波形分析からその時点における筋の物理的側面をとらえようとする研究はないように思われる。

今日、いわゆる筋硬度の研究は、筋線維タイプから見た筋組成との関連性³⁾をはじめ、伸長性運動に誘発される筋肉痛^{2,4)}、筋疲労^{6,8,11)}、筋の加齢¹⁾などの関連から取り上げられている。本研究は、これらの研究への応用を目的とし、主に工業用に使用されるインパクトハンマーを生体に応用して筋の硬化を検索することの可能性、特に体表振動波形の検出とその再現性および筋の弾性や粘性を知るための加速度の二階積分による変位の推定について検討するものである。

実験対象および方法

対象は成人男子で、対象とする筋は走跳運動の主働筋である大腿四頭筋とした。体表振動波形の検出にはインパクトハンマー (System kit GKR291B, PCB PIEZOTRONICS, INC., New York) を使用した。これは図1のとおり、荷重変換器付きのハンマー (230g) と小さい加速度センサー (直径7mm, 高さ11.5mm, 重さ1.9g), および電源部からなる。これらの電気信号は、A/D変換器 (ANALOG-PRO II, CAN OPUS) を介し、パーソナルコンピューター (PC-9801F, NEC) にて分析用ソフト (DSS98 Type 4, CANOPUS) を使って計測されるようにした。

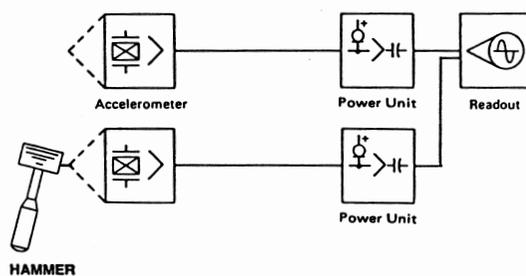


図1 Schematic diagram of the experimental setup of impact hammer

まず、被験者1名について大腿骨長のほぼ中央の高さのところの大腿部断層 NMR 影像 (撮影, 明治鍼灸大学) を得た。影像に基づき加速度センサーの装着部位として大腿直筋, 外側広筋, 大腿二頭筋長頭, および縫工筋・薄筋の各付近, 計12か所 (図2) を選ぶとともに、ハンマー叩打部位としては適度な振幅で振動波形が得られる部位, すなわち各センサー装着部位の5cm下方と定め、座位でハンマー叩打による体表振動を各所について得ることにした。加速度センサーの装着には市販の両面粘着テープを用いた。

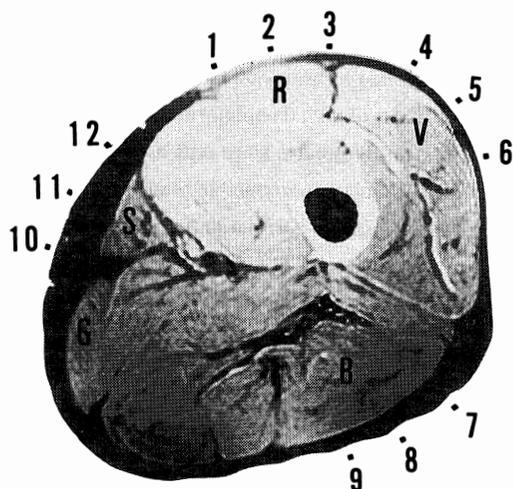


図2 MRI transverse section through the middle of thigh and points hammerd
(B: m. biceps femoris, caput longum ;
G: m. gracilis R: m. rectus femoris ;
S: m. sartorius ; V: m. vastus lateralis)

以後の実験としてはこの結果(図3)から加速度センサーの装着部位とハンマー叩打部位は波形の最も得られやすい外側広筋上に決定した。また、ハンマー叩

Number
of region

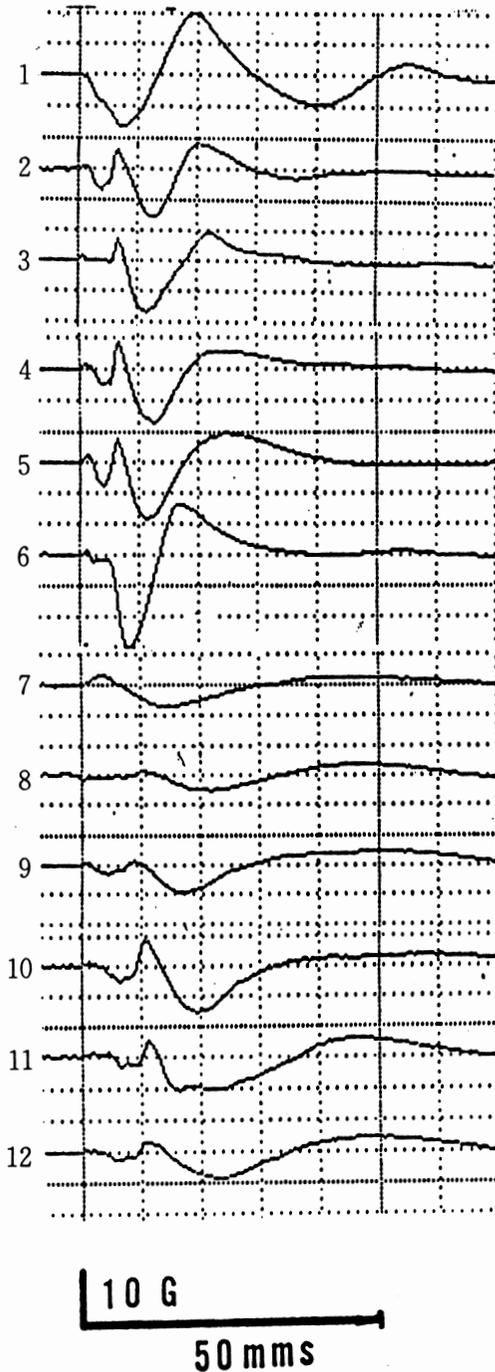


図3 Oscillation curve detected from the circumference of thigh

打部の皮膚面には叩打の痛みを防止すること、および叩打部を常に一定の部位に定める目的で、 2×3 cmの亚克力板のチップを取り付けることにした。また、叩打時、検者はハンマーを片手に持ってフリーハンドで叩打することとした。尚、叩打強度は振動波形の振幅に影響を及ぼすが、振動周期や減衰比には影響を及ぼさないので、ハンマーのヘッドにかかる荷重は、適度な振幅で振動波形が得られる範囲とし、 $30-60$ N、チップ 1 cm当たり $5-10$ Nになるよう練習して実験に臨んだ。また、このような強度では皮膚面への荷重の時間に影響が及ばないことも事前に確かめた。

次に、体表振動波形の再現性を検討するため、被験者8名について椅座位で膝内角 130 度における膝伸展の等尺性最大筋力(以下MVCと記す)を足関節部で測定し、その $0, 20, 60, \text{および} 100\%$ に当たる筋力発揮時の外側広筋上の体表振動波形を得るとともに(Test 1)、その後 $1-4$ 日間を置いて同条件下で2度目の波形を得た(Test 2)。再現性を検討する項目とその定義は次に通りである。なお振動波形の位相に関する検討については省略し、波形解析に当たっては加速度センサーおよび亚克力板の重量は無視することとした。

(1) 荷重時間

図4に示す通り荷重曲線が立上がっている間を荷重時間 (Force time, Ft) とした。

(2) 振動周期

図4に示すL波とN波までの時間 (LN time) を振動周期とした。

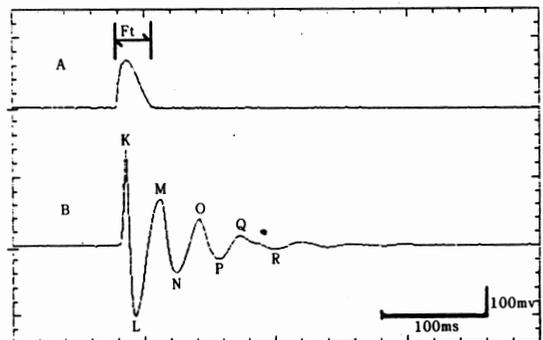


図4 Force curve (A) and oscillation curve (B) yielded by hammering the skin over contracting vastus lateralis

(3) 減衰比

図4に示すL波からN波の振幅比の自然対数(対数減衰率, δ)を 2π で除して次のように補正したものを減衰比(Damping ratio, ζ)とした。

$$\zeta = \frac{\delta}{2\pi} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{\delta}{2\pi}\right)^2}}$$

終わりに、ハンマー叩打の際に生じる皮膚の凹みすなわち変位距離が加速度の二階積分によってどの程度に推定できるかを検討するため、インパクトハンマーのヘッドの一方に加速度センサーを取り付けてハンマーの速度を検出できるようにし、いろいろの強度で弛緩筋の皮膚面を叩打することを試みた。

この際、ハンマーのヘッドに皮膚変位を実測する装置を取り付け、これで測定した距離を実測の変位距離とした。被験者は1名である。

また、この成績を筋以外のものと比較するため、厚いスポンジゴム板(光SR20-15, 天然)を被験体として同様の実験を行った。

結 果

大腿部横断像にもとづいて決定した12か所における各波形は図3の通りである。波形1~3は大腿直筋上、4~6は外側広筋上、7~9は大腿二頭筋長頭上、10~12は縫工筋と薄筋の中間の位置にそれぞれ当たる。NMR像から推定した平均の皮下脂肪の厚さは大腿直筋部では3mm、外側広筋部では2mm、大腿二頭筋長頭部では8mm、縫工筋部では18mmであった。皮下脂肪が比較的薄い部位の波形1~6は厚い部位の波形7~12に比べて振幅が大きく、波が明瞭に現れることが認められた。

図4は、加速度センサーを外側広筋上に、また、そ

表1 Characteristics of impact hammer-induced body surface oscillation under various conditions of % MVC

No. of cases		% MVC				
		0	20	40	60	100
Force time (ms)						
Test 1	8	51.4±8.2	25.6±3.4 ¹	22.2±4.6 ²	19.1±3.3 ³	15.6±1.6 ⁴
Test 2	8	49.6±6.4	25.9±0.8 ¹	21.6±3.9 ²	18.8±2.1 ³	16.9±3.2
LN time (ms)						
Test 1	8	38.5±5.3	19.4±2.2 ¹	16.8±2.8	15.6±2.3 ³	12.1±2.0 ⁴
Test 2	8	37.9±4.3	19.1±2.5 ¹	16.4±1.8 ²	15.1±2.2 ³	13.1±1.9 ⁴
Damping ratio						
Test 1	8	0.38±.08	0.26±.09 ¹	0.22±.05	0.15±.02 ³	0.17±.07
Test 2	8	0.33±.05	0.24±.06 ¹	0.19±.04	0.16±.04	0.17±.04

¹ difference when compared with the 0%, ² difference when compared with the 20%, ³ difference when compared with the 40%, and ⁴ difference when compared with the 60% MVC respectively

表2 Statistical evaluation of reproducibility of the test

	Range measured		Regression equation	r	R ²	SEE
	Test 1 (X)	Test 2 (Y)				
Force time (ms)	13-66	14-59	Y=4.11+0.837X	0.911	0.831	5.27
LN time (ms)	10-49	10-44	Y=1.293+0.930X	0.974	0.949	2.18
Damping ratio	0.07-0.51	0.11-0.41	Y=0.070+0.601X	0.830	0.688	0.05

r : Correlation coefficient ; R² : Correlation of determination ; SEE : Standard error of estimate

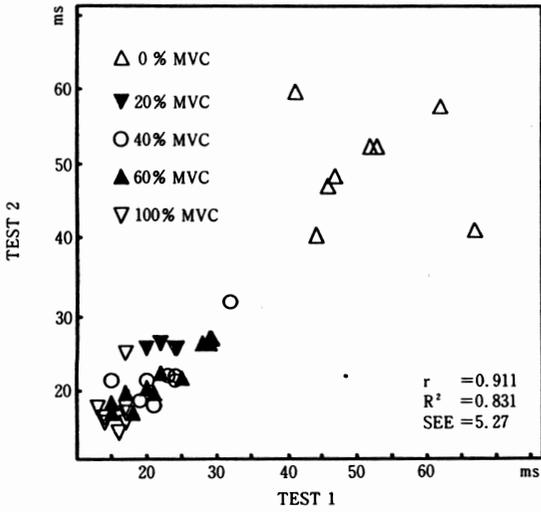


図5 力の時間再現性

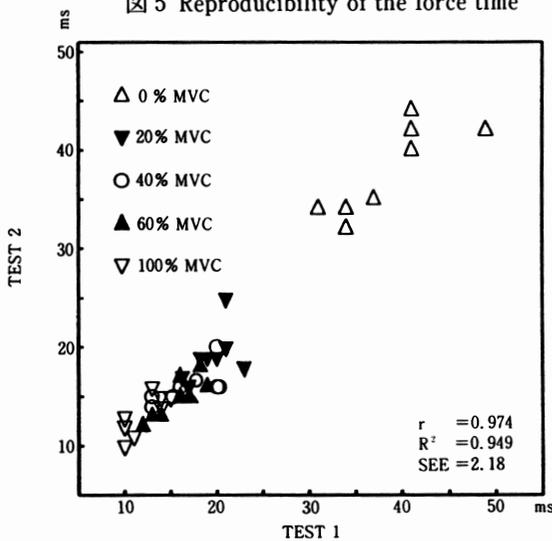


図6 LN時間の再現性

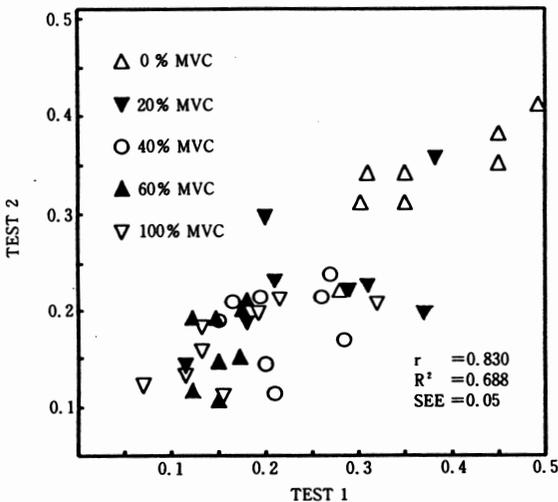


図7 減衰比の再現性

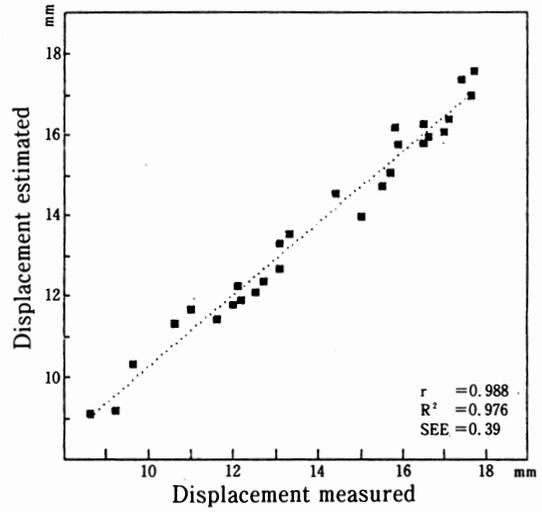


図8 大腿の測定と推定された変位との関係

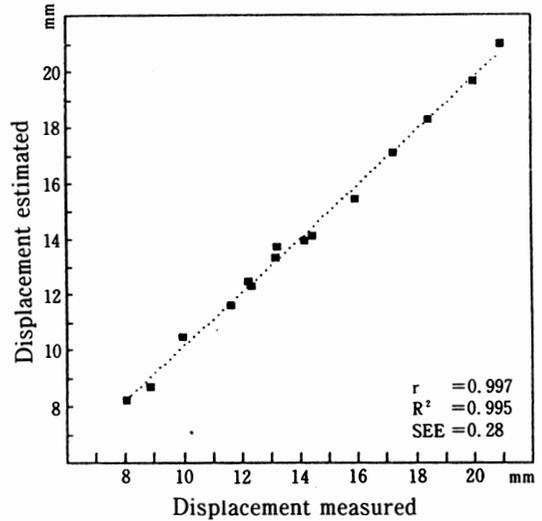


図9 スポンジゴムでの測定と推定された変位との関係

の約5 cm下方にチップをそれぞれ取り付け、15kgの力で等尺性膝伸展を行うときに叩打して得た波形の1例で、図中のAはインパクトハンマーの荷重曲線、Bは加速度曲線を示す。荷重曲線の振れ始めとほぼ同時に加速度曲線が振れ始めること、および、加速度曲線は上下の振幅のバランスがとれた減衰のある自由振動の波形であることが認められた。

表1は各% MVCにおける荷重時間、振動周期、および減衰比をTest 1とTest 2についてまとめたものである。荷重時間ではTest 1の場合0% MVCで51.4

msであるのに対して20% MVCでは約半分の25.6 msに短縮され、その後% MVCが増すにしたがって僅かづつ短縮されることが認められた。また Test 1 と Test 2 の間には有意の差がないことが認められた。振動周期と減衰比についても、0% MVCと20% MVCの間で顕著な差が生じること、および Test 1 と Test 2 の間には有意の差がないことがそれぞれ認められた。

表2は振動パラメーターの再現性に関する統計的評価のまとめである。荷重時間では Test 1 において13~66 msの範囲で検討したところ、Test 2の成績との間に相関係数0.911 ($p < 0.001$), 決定係数0.831 ($p < 0.001$)の関係があり、このときの推定の標準誤差は5.27であることが認められた。振動周期では10~49 msの範囲で検討したところ、Test 2の成績との間に相関係数0.974, 決定係数0.949 ($p < 0.001$)の関係があり、このときの推定の標準誤差は2.18であることが認められた。また減衰比では Test 1 において0.07~0.51の範囲で検討したところ、Test 2との間に相関係数0.830 ($p < 0.001$), 決定係数0.688 ($p < 0.001$)の関係があり、推定の標準誤差は0.05であることが認められた。Test 1をX軸に、Test 2をY軸にプロットした散布図は図5~7に示す通りである。これらの成績を比較すると再現性の最も高いパラメーターは振動周期、最も低いものは減衰比であることが示された。

表3は加速度曲線による変位の推定に関する成績のまとめである。スポンジゴム板の実測の変位Y(範囲8.0~20.9mm)と加速度曲線の二階積分で推定した変位Xの間には $Y = 0.476 + 0.966 X$ ($r = 0.997$, $P < 0.001$, 決定係数は0.995, 推定の標準誤差は0.28)の回帰式が得られ、これに対して大腿の外側広筋の場合(範囲8.6~17.7mm)は $Y = 1.354 + 0.891 X$ ($r = 0.988$, $P < 0.001$, 決定係数は0.976, 推定の標準誤差は0.39)の回帰式が得られた。大腿はスポンジゴムに比べると、推定精度は僅かに劣るものの、どちらも高い精度で変位の推定が可能であることが認められた。これらの回帰図は図8および9に示す通りである。

考 察

いわゆる筋の硬さの測定を取り扱った研究はいくつかみられる。Alnaqeebら¹⁾やJonesら⁴⁾は筋の伸長-張力関係によって筋の硬さを評価している。加藤ら⁵⁾は筋の硬さを非侵襲的に測定する方法として機械的共振装置を開発し、前脛骨筋の硬さを測定している。これは一定周波数で振動する圧子を皮膚面に圧着させたときの共振周波数から筋のStiffnessを計測するもので、筋力の発揮とともにStiffnessが増大することを認めている。高木ら⁸⁾は肩凝りにおける僧帽筋の弾性率の変化を経皮的にステップ荷重を与える方法で測定し、その振動周期と変位の組み合わせによって肩凝りの程度を知ることができると報告している。また、土居と小林¹¹⁾は筋の硬さを測定するための筋衝撃装置を開発し、これによって運動前後の硬さの変化を非線形モデルを用いて測定している。本研究はこれまでの報告にはみられない方法としてハンマー叩打による体表振動を自由振動波形として分析しようとするものであるので、この観点から考察を進める。

1. 加速度でみる振動について

振動は一般に物理的な運動に限らず、ゆれ動く現象全体をさす用語であるが⁷⁾ここでは機械的振動として捉えることにする。いま周期振動のうち最も簡単な調和振動を取り上げてみると、X軸とY軸の交点を中心として、大きさa、角速度 ω で反時計回りに回転するベクトルAは軸上のx、yに対して、

$$\begin{aligned} A &= a (\cos \omega t + j \sin \omega t) \\ &= a \cdot \exp(j \omega t) \end{aligned}$$

の関係にある。ただし、tは時間、 $j = \sqrt{-1}$ とする。

いま、Aが物体の変位を表すとすれば、その速度および加速度はAの時間に関する1階および2階の微分、すなわちvとaは

$$\begin{aligned} v &= (a \omega) \exp\{j(\omega t + \pi/2)\} \\ a &= (a \omega^2) \exp\{j(\omega t + \pi)\} \end{aligned}$$

となり, したがって変位振幅を a とするとき, 速度および加速度振幅はそれぞれ $(a\omega)$, $(a\omega^2)$ となり, かつその位相は変位に対し $\pi/2$, π だけ進むことになる。本研究では体表振動を皮膚面に対して鉛直な方向での加速度の変化として捉えているが, これにより振動周期 (又は波長), 減衰比および2階積分による変位の推定は理論的に可能であると考えられる。

2. 体表振動について

本研究における体表振動の波形は図4に示される通り, 減衰のある自由振動とみるのが妥当であると思われる。これに対する皮下脂肪の影響についてみると, 大腿 NMR 像と体表振動 (図3) の関係から明らかのように, 皮下脂肪の比較的少ないところでは振動振幅の大きな波形が得られる。このことから体表振動波形が皮下脂肪の厚さに影響されることは明らかである。元来, 振動はその物体の形態や物理的性状を反映するものであるから, 本実験における大腿部の体表振動は皮下脂肪のみならず, 皮膚, 筋膜, 筋やその大きさ, 骨など, その部位の解剖的または形態的な諸条件とそれらの物理的な性状に影響された結果として現れるものと考えられる。体表振動波形から筋それ自体の振動のみを分離することは現在のところ解析手法のうへで無理がある。この点では, 土居と小林¹¹⁾ は筋衝撃試験装置を用いて運動前後の筋の硬さの変化を測定する実験で, 皮下脂肪は運動の前後および運動中に軟らかくなったり, 厚さが増大することは考えられないとし, 筋以外の諸条件が変動しないことを前提にしている。本実験において, もし筋以外の組織性状が不変か, または, 変化があるとしても僅かなもので無視できるとの前提に立てば, 筋力発揮にともなう振動パラメータ

の有意な変化 (表1) は筋それ自体の物理的変化の側面をとらえたものと考えられる。

以上のことから, 体表振動のパラメーターを扱うとき, 同一被験者, 同一部位, 同一叩打方法のもので得られたものを比較する必要がある。しかし, これにおいても長期に亘る縦断的観察などの場合で, 皮下脂肪厚や筋の大きさに変動があるときは, その影響を考慮しなければならないと思われる。

3. 筋収縮時の体表振動について

表1の通り, 筋の等尺性収縮にともなう振動周期と荷重時間が短縮し, 減衰比が小さくなることが認められた。これは筋収縮によるいわゆる機械的な硬化現象であるということができるとは物理的には次のように考えられよう。すなわち, 質量 m の物体の固有振動数 f_0 と弾性係数 k の間には,

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{k}{m}}$$

の関係がある。また, 仮に弦を想定するとき, 綿密度 ρ , 長さ l の弦の n 倍振動における固有振動数 f_n とその弦の張力 s の間には,

$$f_n = \frac{n}{2l} \cdot \sqrt{\frac{s}{\rho}}$$

の関係がある。いま, m が一定のとき, 固有振動数 f_0 は k の平方根に比例し, また弦の場合には ρ と l が一定のとき固有振動数 f_n は s の平方根に比例する。したがって筋肉収縮にともなう振動数の増大すなわち振動周期の短縮 (表1) は筋の弾性係数 k または弦の張力 s が増大したことを意味するものであり, 筋が

表3 Estimate of displacement from acceleration curve

	Range		Regression equation	r	R ²	SEE
	Measured (X)	Estimated (Y)				
Human thigh	8.6-17.7	9.1-17.6	Y=1.354+0.891X	0.988	0.976	0.39
Sponge rubber	8.0-20.9	8.2-21.0	Y=0.476+0.966X	0.997	0.995	0.28

r : Correlation coefficient ; R² : Correlation of determination ; SEE : Standard error of estimate

いわゆる硬くなったことを示している。

また、減衰比は k 、 m 、および粘性係数 c の間に、

$$\zeta = \frac{c}{2\sqrt{km}}$$

の関係がある。したがって、 ζ の低下は k の増大のためと思われるが、 c の低下の可能性も否定することはできない。また筋収縮による荷重時間の短縮はハンマーのいわゆる跳ね返りが速くなったものであり、 k や c の変化を反映しているものと思われる。

4. 体表振動の再現性について

荷重時間、振動周期、減衰比のうち、最も再現性の高いものは振動周期であり、これは信頼性の高いパラメーターであると思われる。

荷重時間は時間の短いところでは再現性が比較的に高いが、長いところ、すなわち筋が弛緩しているときには再現性が低くなることが考えられる。最も再現性の低いものは減衰比であるが、これらの再現性を高くするためには、(1) 測定のために叩打点とセンサーの装着部位が移動しないようすること、(2) 測定に当たっては叩打を何度か繰り返して、平均値をもって成績とする、(3) L波とN波の減衰比だけでなく、さらにNとPやMとOの減衰比を求めるなどの工夫が必要であると思われる。

5. 皮膚面変位の推定精度について

被検体としてスポンジゴムを用いた場合、推定の変位(Y)と実測のそれ(X)の間には $Y=0.476+0.966 X$ の回帰式が得られたが、回帰係数が0.996であるので実測14mm以上では推定値はやや小さく、それ以下ならやや大きく算出される。しかし、相関係数は0.997で精度の高い推定が可能である。これに対して大腿の場合は $Y=1.354+0.891 X$ 、相関係数0.988となり、これも精度の高い推定が可能であるが、スポンジゴムより精度がやや低下した。これは生体においては実測の変位を正確にとらえることが難しく、測定に誤差が生じたためである。しかし、大腿部の叩打で生じる皮膚

面の変位を推定することは実際的には可能であると考えられる。

弾性係数と粘性係数の決定についてみると、スポンジゴムのように比較的均質なものでは、衝撃応答特性として荷重 f と変位 x の間に線形モデル、すなわち弾性係数 k 、粘性係数 c 、変形速度 v として

$$f = kx + cv$$

の式 (Voigt Model) が適用できる。しかし、生体軟組織では線形モデルよりも非線形モデル、すなわち

$$f = kx^a + cv^b$$

が適用されるべきであるとの報告があり^{6,11)} このときの定数 k , c , a , b は力、加速度、速度、変位のベクトルの時系列から最小二乗法によって求めることができるとしている⁶⁾。これに従えば本インパクトハンマーを用いても力、加速度、速度、変位が計測できるので弾性係数と粘性係数および定数 a , b は求めることができる。

結 語

筋の硬化を検索する目的で、主に工業用に使用されるインパクトハンマーを生体に応用することの可能性、特に成人男子の外側広筋を対象に体表振動波形の検出とその再現性および加速度の二階積分による変位の推定について検討したところ、大要次のような結論を得た。

1. 大腿横断 NMR 影像にみる皮下脂肪分布と体表振動波形の関係をみると、皮下脂肪の薄い大腿直筋と外側広筋の部位では他の皮下脂肪の厚い部位より振幅の大きな明瞭な波形が得やすいことが認められた。
2. 加速度センサーで捉えられた体表振動は減衰のある自由振動とみることができた。
3. 筋収縮時の体表振動としては振動周期が短縮し、減衰比が小さくなること、および、荷重時間が短くなることが認められた。
4. 体表振動波形の再現性についてみると、振動周期では相関係数0.974、減衰比では0.830、そしてハンマーの筋への荷重時間では0.911であり、このうち振動

周期が最も再現性の高いパラメーターであった。

5. ハンマーの振り下ろしによる皮膚面の変位を加速度の2階積分によって推定したところ, 実測と推定の間には相関係数0.988 (決定係数0.976, 推定標準誤差0.39), また, スポンジゴムを被検体にすると同相関係数0.997 (決定係数0.995, 推定標準誤差0.28)で, ともに高い精度で推定が可能であることが認められた。

6. 以上の結果からインパクトハンマーを用いた体表振動の検出は可能であり, その波形分析によって筋肉の物理的側面の一端をとらえることができると思われる。また, これによって弾性係数, 粘性係数などの筋の硬度に関する物理的パラメーターを推定することができると考えられる。しかし, 体表振動の波形変化の生理学的な解釈や意味づけについては現在のところ不明な面が多く, この点は今後の研究課題であると思われる。

引用文献

1. Alnaqeeb, M. A., N. S. Alzaid, and G. Goldspink : Connective tissue changes and physical properties of developing and aging skeletal muscle J. Anat. 139 : 677-689. 1984.
2. Brumback, R.A., R. D. Staton, and M. E. Susag : Exercise - induced pain, stiffness, and tubular aggregation in skeletal muscle J. Neurosurg. Psychiatry 44 : 250-254. 1981.
3. Goubel, F. and J. F. Marini : Fibre type transition and stiffness modification of soleus muscle of trained rats Pflügers Arch. 410 : 321-325. 1987.
4. Jones, D.A., D. J. Newham and P. M. Clarkson : Skeletal muscle stiffness and pain following eccentric exercise of the elbow flexors Pain 30 : 233-242. 1987.
5. 加藤正道, 村上新治, 松本伍良: 随意収縮におけるヒト前脛骨筋の硬さの変化について 医用電子と生体工学 17 : 258-263. 1979.
6. 小林一敏: 衝撃試験法による緩衝材および筋の非線形弾性特性の測定法 筑波大学体育科学系紀要 11 : 205-211. 1988.
7. 小林芳正: 振動の概念 衛生工学ハンドブック騒音・振動編 庄司 光, 山本剛夫, 畠山直隆編 朝倉書店 東京 1982.
8. 高木 洋, 笠原 哲, 沖野雅美, 平林 洸, 富田 豊, 堀内敏夫: 肩凝りと筋肉の弾性率 医用電子と生体工学 22 : 46-52. 1984.
9. 寺田光世: 音・振動からみた筋と筋力の研究 (第2報) 日本体育学会 第39回大会号 A : 284, 1989.
10. 寺田光世: 運動が筋の Structural behavior に及ぼす影響について日本体育学会 第40回大会号 A : 300. 1990.
11. 土居陽治郎, 小林一敏: 筋肉の硬さ測定に関する研究 筑波大学体育科学系紀要 11 : 265-274. 1988.

幼児における調整力および手の 操作能力の発達についての研究

松浦 範子* 野原 弘嗣**

(平成2年8月31日受付)

A Study on the Development of Motor Coordination and Manual Dexterity in Preschool Children

Noriko Matsuura * Hiroshi Nohara **

Abstract

In order to investigate the developmental relationship between coordination of gross movement and manual dexterity, physique (standing height and body weight), some variables which belong to coordination of gross movement such as "foot stamping at a sitting position" (agility), "jump over and crawl under a tape" (coordination and agility), "balance beam walking" (dynamic balance), "soybean" task, "otedama" task, and ball bouncing (manual dexterity) were measured. The subjects were 106 boys and 120 girls, aged from 4.5 to 6.5 years.

Results were as follows :

1. As for relative increase from 4.5 to 6.5 years of age, manual dexterity and coordination of gross movement such as agility, coordination, and dynamic balance showed greater development than physique.
2. The relative increase of "otedama" task which was performed by hand showed greater development than "soybean" task which was performed by fingers at these ages.
3. Among these three variables which belong to manual dexterity such as "soybean" task and "otedama" task were less correlated to ball bouncing, and these two tasks highly correlated to "foot stamping at a sitting position" and "jump over and crawl under a tape" than ball bouncing, with both boys and girls.

I 緒論

幼年期において調整力および手の操作能力や器用さの育成は重要な課題である。幼児の調整力の発達においては、遊びや運動経験の重要性が多くの研究に共通して指摘されており、^{4,14,15)} 幼児の調整力養成のトレーニングに関する研究^{3,5,7,12)} によりテスト種目¹¹⁾が検討されている。しかし、全身運動の調整力に比べると手

の操作能力や器用さについての研究は少ない。^{6,8)} 筆者らはこのことに注目し先に、手の操作能力と運動能力との関連について報告した。⁹⁾ この研究で測定された運動能力テスト種目(25m走, 立ち幅跳び, ボール投げ)では神経系のコントロールとともに筋パワーが重要な役割をはたしているものであった。そこで、今回の研究では、神経系によるコントロールが中心的役割を果たしていると考えられる調整力テスト(椅座位ステッ

* 神戸女子大学 Kobe Women's University, Higashisuma-Aoyama, Suma-ku, Kobe

** 京都教育大学 Kyoto University of Education, Fukakusa-Fujinomori-cho, Fushimi-ku, Kyoto

ピング、跳び越しくぐり、平均台歩き)の成績と手の操作能力との関係について測定を実施し、若干の検討を試みた。

II 研究方法

(1) 標本

本研究で用いた標本は、4歳後半から6歳前半の園児を対象とした。対象園児は測定時の月齢から4歳後半(56~61月)、5歳前半(62~67月)、5歳後半(68~73月)、6歳前半(74~79月)の4つの年齢群に区分された。男女別、年齢別の対象児(全ての項目について測定された人数)は表1に示された通りであり、男児106名、女児120名、合計226名である。

(2) 測定実施期間

1989年12月~1990年1月上旬

(3) 測定項目および測定方法

a) 体格: 身長, 体重

b) 手の器用さのテスト

○大豆つまみ: 右手のテストでは、左の皿に入れてある大豆20粒を1粒ずつ右の皿につまんでいれさせる。(左手のテストではこの逆)。20粒を移し終わるまでの時間を秒単位で測定する。テストは、左右の手について各1回実施する。

○お手玉つまみ: 右手のテストでは、左の容器のお手玉(縦7cm, 横7cm, 重さ50g)10個を1個ずつ右の容器に移させる。(左のテストではこの逆)。10個のお手玉を移し終わるまでの時間を秒単位で測定する。テストは、左右の手について各1回実施する。

○まりつき: 屋内のフローアにおいて、直径150cmの円の中でドッジボール1号のボールを使い、まりつきが何回できるかをみる。失敗しないで、まりが床にバウンドした回数を記録する。テストは、2回実施して最もよいものをとる。

表1 男女別、年齢別測定数

	4歳後半群	5歳前半群	5歳後半群	6歳前半群	計
男児	25	24	37	20	106
女児	24	34	28	34	120

c) 調整力のテスト

調整力のテスト項目としては、敏捷性、巧緻性、動的平衡性をみるのをねらいとした以下の種目を測定した。

○椅座位ステップング: 椅子に座らせ、10秒間できるだけ早く足を踏みかえさせ、側方から、VTRに収録し、再生してその回数を測定する。テストは、1回実施する。

○跳び越しくぐり: 高さ35cmのテープを片足踏み切りで跳び越しテープの下をくぐり、立つ。連続5回繰り返しその所要時間を秒単位で測定する。テストは、1回実施する。

○平均台歩き: 高さ30cm, 幅10cm, 長さ250cmの平均台の上を歩き、その歩行時間を秒単位で測定する。テストは、2回実施し良い方の記録をとる。

III 結果および考察

1. 本研究対象幼児の体格の発育状態

身長、体重の男女別、年齢別の平均値、標準偏差を表2に示した。なお、本研究の対象幼児の体格の発育状態をみるために、年齢別男女別平均値に併せて全国の統計値として東京都立大学身体適性研編集の標準値¹⁵⁾および学校保健統計値¹⁰⁾をプロットし図1に示した。

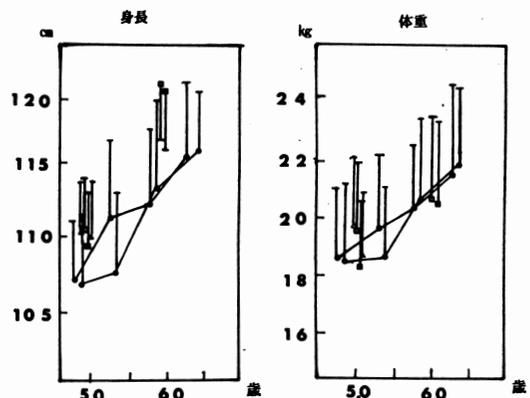


図1 身長 体重の発育水準

本研究: 男児○女児●
 学校保健統計: 男児△女児▲
 都立大学編標準値: 男児□女児■

図1に見られるように、全国的な統計値と比較すると、本研究で対象とした幼児の身長は、男女児とも、やや低い値であったが、体重の平均値は、ほぼ同じ程度で

あるとみられた。

2. 調整力および手の操作能力の発達

本研究の各項目について、男女別、年齢別の平均値、標準偏差、および年齢群における測定値のばらつきをみるための変動係数 [=標準偏差÷平均値×100(%)] を表2に示した。体格の発育状態の把握と同じく、本

研究対象児の椅座位ステッピング、跳び越しくぐり、まりつき、平均台歩きの年齢別の平均値に併せて東京都立大学身体適性研編集¹⁵⁾の平均値をプロットし図2に示した。

表2および図2に見られるように、椅座位ステッピングの標準値については、6歳児のみプロットできた

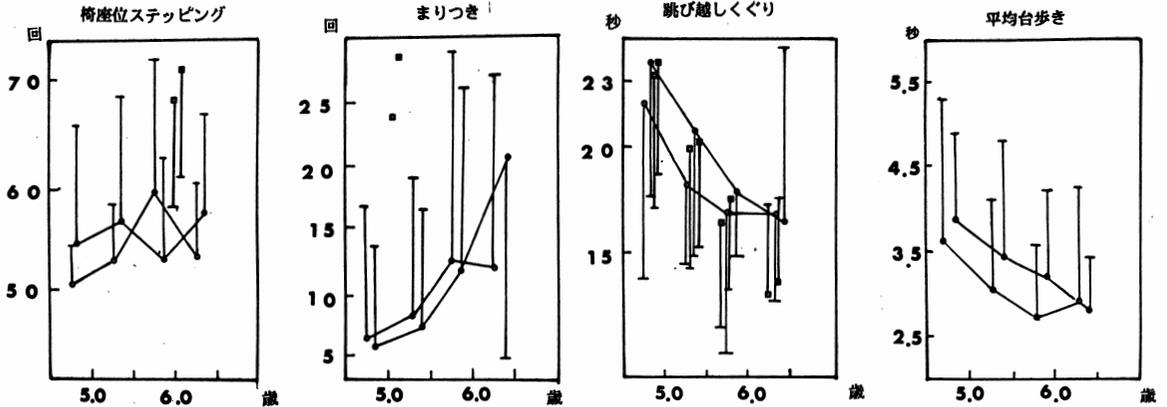


図2 椅座位ステッピング、まりつき、跳び越しくぐり、平均台歩きの発達水準
 本研究：男児○女児● 都立大学編標準値：男児□女児■

表2 男女別、年齢群別の平均値、標準偏差、変動係数

男児

	4歳後群 (N=25)			5歳前群 (N=24)			5歳後群 (N=37)			6歳前群 (N=20)		
	M	SD	CV									
身長 (cm)	107.6	3.8	3.5	111.1	5.4	4.9	112.2	4.8	4.3	115.8	4.9	4.2
体重 (kg)	18.5	2.4	12.9	19.3	2.6	13.5	20.0	2.2	11.0	21.3	3.3	15.5
大豆つまみ右 (秒)	29.4	4.9	16.6	26.4	4.3	16.3	24.4	4.1	16.8	24.4	4.9	20.1
大豆つまみ左 (秒)	31.8	4.1	12.9	28.8	4.5	15.6	27.7	4.5	16.2	25.2	2.9	11.5
お手玉 右 (秒)	11.7	3.9	33.3	9.9	1.8	18.2	9.1	1.5	16.5	8.8	2.1	23.9
お手玉 左 (秒)	12.6	6.3	50.0	10.5	1.6	15.2	9.6	2.2	22.9	8.6	1.6	18.6
ステッピング (回)	50.4	4.3	8.5	53.7	5.2	9.7	59.8	12.5	20.9	53.7	7.9	14.7
まりつき (回)	6.6	10.8	163.6	8.0	11.4	142.5	13.2	16.5	125.0	13.1	15.9	121.3
跳び越しくぐり (秒)	21.8	8.2	32.6	17.8	3.6	20.2	16.9	6.9	40.8	16.9	8.5	50.3
平均台歩き (秒)	3.6	1.7	47.2	3.0	1.1	36.7	2.7	0.9	33.3	2.8	1.3	46.4

女児

	4歳後群 (N=24)			5歳前群 (N=34)			5歳後群 (N=28)			6歳前群 (N=34)		
	M	SD	CV	M	SD	CV	M	SD	CV	M	SD	CV
身長 (cm)	107.2	4.6	4.2	107.5	5.3	4.9	113.6	5.8	5.1	115.9	3.9	3.4
体重 (kg)	18.2	2.7	14.8	18.2	2.4	13.2	20.4	2.9	14.2	21.5	2.7	12.6
大豆つまみ右 (秒)	29.3	6.2	21.1	26.8	3.6	13.4	24.6	3.8	15.4	22.7	2.9	12.8
大豆つまみ左 (秒)	31.1	4.9	15.8	29.8	4.3	14.4	28.0	5.0	17.9	25.4	2.9	11.4
お手玉 右 (秒)	12.3	2.6	21.1	10.7	1.4	13.1	9.6	2.1	21.9	8.2	1.5	18.3
お手玉 左 (秒)	12.6	2.0	15.9	11.5	2.0	19.4	10.2	2.5	24.5	8.8	1.5	17.0
ステッピング (回)	54.4	11.7	21.5	56.7	11.8	20.8	53.3	9.2	17.3	57.8	10.0	17.3
まりつき (回)	5.5	8.1	147.3	7.4	10.0	135.1	12.6	15.1	119.8	21.1	16.6	78.7
跳び越しくぐり (秒)	23.9	6.5	27.2	20.7	6.1	29.5	17.7	3.2	18.1	16.5	2.8	17.0
平均台歩き (秒)	3.8	1.0	26.3	3.5	1.3	37.1	3.2	1.0	31.3	2.7	0.6	22.2

(椅座位ステッピングをステッピングと略記)

が本研究の成績は、著しく低かった。日常の生活や遊びの中で体験していない形式の運動についてテストを実施するときは、幼児の理解が十分得られることが重要である。岩田ら²⁾は、言語による指示と目標線を設けたときの場合について、幼児の立ち幅跳びの動作や記録に差が生じたことを報告している。今回の研究における椅座位ステッピングテストの結果が著しく低かった理由の一部には、テスト方法にあったのではないかと考えられる。今回の幼児への説明は、言語によって行なったため、再生したVTR映像から見ると、足を高く上げすぎている者が多かったことから、このためにステップ頻度が低くなった可能性がある。

跳び越しくぐりの成績を全国的統計値と比較すると、男児の場合は、各年齢とも、ほぼ同等の成績とみれるが、女児の場合は、各年齢とも本研究のほうが下まわっており、6歳後群については、男女児とも、本研究の結果は、著しく下まわっていた。

まりつきの成績は、実施場所が、屋内のフロアか、屋外では、土のグラウンドか、コンクリート面かによって、また、用いるボールの大きさ、弾性により影響される。本研究の実施条件は、図2にプロットした全国的統計値に示した方法とは、ボールの大きさ等にお

いて、条件が異なるが、参考としてプロットした。本研究の成績は、男児の6歳後群を除いては年齢に応じた発達を示しているとみなしてよいであろう。ただし、男女とも、椅座位ステッピング、跳び越しくぐりに比べると、変動係数が大きく、発達の個人差が著しい項目であり、これまでの生活における運動経験等の要素が、大きく影響するものと考えられる。

表3は、対応する年齢の男女間および男女それぞれについて隣接する年齢群間において平均値の差を検定した結果である。加齢による発達経過については、縦断的に追跡した観察資料に基づいて考察するのが適当であることは、言うまでもないが、今回の横断的資料の結果について概観する。

大豆つまみにおいては、男女間の差は、見られなかった。加齢による発達は、顕著で、右手については、隣接する年齢群間全てに危険率5%から1%水準で有意差が見られ、左手では、男児の4歳後群と5歳前群の間、5歳後群と6歳前群の間、また、女児では、5歳後群と6歳前群の間には危険率5%水準で有意差が見られた。

お手玉つまみは、男児が優れ、5歳前群では危険率1%水準で有意差が見られた。加齢による発達は顕著

表3 平均値の差の検定 (対応する年齢の男女の比較・隣接の年齢間の比較)

	男女児間の比較				隣接の年齢間の比較					
					男 児			女 児		
	A : E	B : F	C : G	D : H	A : B	B : C	C : D	E : F	F : G	G : H
身長		*			*		*		*	**
体重		**							*	
大豆つまみ右					*	**		**	*	*
大豆つまみ左					*		*			*
お手玉つまみ右		**			*	**		*	*	*
お手玉つまみ左		**				**	**	*	*	*
ステッピング	*		*		*	*	**			**
まりつき				**			*			*
跳び越しくぐり		*			*			**	*	
平均台歩き	*		*							*

(A) 4歳男児後群 (B) 5歳男児前群 (C) 5歳男児後群 (D) 6歳男児前群
 (E) 4歳女児後群 (F) 5歳女児前群 (G) 5歳女児後群 (H) 6歳女児前群
 (椅座位ステッピングをステッピングと略記) * : P < 0.05 ** : P < 0.01

で、一部を除き隣接する年齢間に危険率5%または1%水準で有意差がみられた。このように手指の操作能力においては、指先の操作能力の大豆つまみより、少し大まかな操作である、お手玉つまみのほうが、より多くの年齢群間に差が見られ、加齢による発達が大きかった。全身を使った手の操作と考えられるまりつきは、男女児ともデータのばらつきが著しかった。

敏捷な動きを要する椅座位ステップは、4歳児後群については女児が、5歳児後群については男児が優れ、これらの群間にはいずれも危険率5%水準で有意差がみられた。加齢による発達が不安定と見られたことは、横断的資料による不十分さであり、縦断的観察が必要であると考えられる。

巧緻性と敏捷性を要する跳び越しくぐりは、男児のほうが優れた結果を示し、5歳児前群では、女児との間に危険率5%水準で有意差がみられた。また、男児の6歳前群のほかは着実な発達がみられ、隣接する多くの年齢群間に有意差が見られた。

動的な平衡性を要する平均台歩きは、男児のほうが優れ、4歳児後群と5歳児後群の男女児間には、危険率5%水準の有意差が見られた。加齢による発達はばらつきが大きいために、一部の年齢群間を除いて隣接する年齢群間に統計的な有意差はみられなかったが、加齢にともなう着実な発達がうかがわれた。

3. 各項目の相対発達率について

図3は、4歳児後群の平均値を100とした相対発達率を各項目について算出し、加齢にともなう相対的な発達をみたものである。なお、椅座位ステップおよび、まりつきは、測定値の変動が他の測定項目に比べて著しく大きかったので、この図から削除した。また、男女とも体格(身長・体重)の発達率に比べ、手指の操作、巧緻性、平衡性等の調整力の発達率が高いこと、手指の操作能力については、より細かな操作を要する大豆つまみよりも、少し大まかな操作であるお手玉つまみの発達率が、大きい傾向であった。ゲゼル¹⁾の研究からも幼児期における身体活動の発達は、大きな筋肉の調節から小さな筋肉の調節へと進むことが明らかであるが、今回の4.5歳から5.6歳の男女児について、お手玉つまみのほうが、大豆つまみよりも早くに

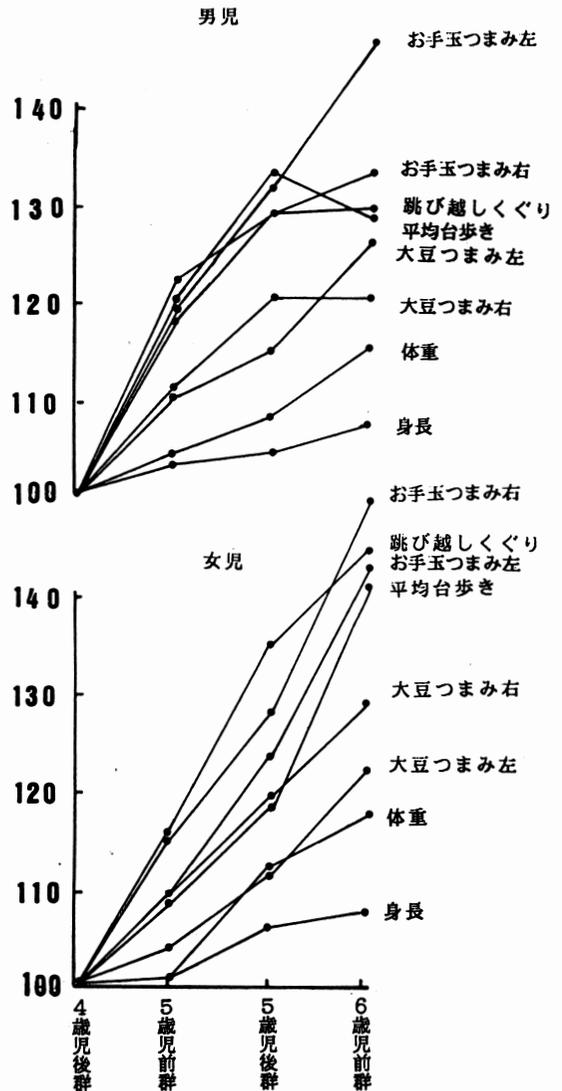


図3 各項目の相対発達率(%)
男女それぞれに4歳児後群の平均値を基準として比較

発達していく傾向は、この発達の特徴を確認する結果といえる。

4. 各項目相互間の相関について

表4は各項目相互間の相関係数を示したものである。左右の手の操作能力について、大豆つまみおよび、お手玉つまみの相関を見ると、男児では、0.48から0.63、女児では、0.52から0.73の相関係数がみられ、敏捷な手の操作における左右の手の器用さには共通性があるとみられた。

大豆つまみとお手玉つまみとの相関は、女児では、

一部の年齢群のほかは、0.5から0.6程度の相関係数がみられたのに対し、男児では、殆どの年齢群で統計的な有意性の認められた相関係数はなかった。このように、手および、手指の操作でありながら操作の細かな違いが、男児と女児で著しく異なる結果をみたことは、手の操作の発達からみて、興味深い。このことについて、大豆つまみ、お手玉つまみの変動係数の大きさから類推することが可能かと思われる。すなわち、これらの項目の平均値における男女児の差は、それほど著しいものではないが、変動係数では、ほとんどの

年齢群において、女児のほうが小さく、男児においては、発達の個人差が大きいということになる。この理由としては、細かに手を操作する種類の遊びについての男女児の経験の違いが考えられる。

大豆つまみおよび、お手玉つまみとまりつきとの相関をみると、男女児とも一部の年齢で有意な相関係数がみられたにすぎず、まりつきに比べると、むしろ、手の操作が中心とならない椅座位ステップングや跳び越しくぐりとの間の相関係数のほうが高かった。まりつきの変動係数が、男女児とも著しく大きいことを考

表4 各項目相互間の相関係数(表の左下は男児、右上は女児について示す。)

		身長	体重	大豆つまみ右	大豆つまみ左	お手玉右	お手玉左	ステップング	まりつき	跳び越しくぐり	平均台歩き
身長	4歳後群	** .705		-.373	-.176	-.057	-.094	.337	.051	-.147	-.325
	5歳前群	** .742		-.168	.024	-.081	.206	.053	.238	** -.599	** -.504
	5歳後群	** .739	** -.483	** -.497	** -.724	** -.618	** .497	.319	-.247	-.086	
	6歳前群	** .688		-.205	-.272	-.221	-.197	.126	.173	.150	.021
体重	4歳後群	** .705		-.052	.109	.282	.175	.352	-.063	.111	-.095
	5歳前群	** .814		-.051	.176	-.011	.097	.136	* .401	-.328	-.261
	5歳後群	** .741	** -.474	-.312	** -.589	** -.466	** .464	* .363	-.271	-.184	
	6歳前群	** .688		-.034	-.157	.032	-.092	.115	.037	.092	.183
大豆つまみ右	4歳後群	* -.415	-.284		** .726	** .592	.376	* -.472	-.119	* .433	.168
	5歳前群	-.162	.037		** .515	.294	.058	-.121	* -.368	** .493	* .357
	5歳後群	-.249	-.244		** .629	** .536	** .529	* -.413	-.148	.226	.105
	6歳前群	-.239	.173		** .627	** .612	** .607	.120	-.233	* .355	* .349
大豆つまみ左	4歳後群	-.179	-.368	** .629		** .563	** .516	-.227	-.171	.254	.084
	5歳前群	-.067	-.003	** .503		* .444	** .579	-.141	-.189	.295	.010
	5歳後群	-.139	-.173	** .546		** .658	** .641	** -.564	-.234	* .429	.239
	6歳前群	-.132	.049	* .481		* .391	** .486	** -.711	-.011	* .526	* .446
お手玉右	4歳後群	-.184	* -.481	.260	.313		* .389	-.178	-.228	** .659	.273
	5歳前群	-.271	-.327	-.079	.190		** .559	-.115	-.010	.256	.098
	5歳後群	-.235	-.296	* .407	.158		** .860	* -.425	-.288	* .414	.229
	6歳前群	.057	-.095	-.238	-.048		** .773	.085	-.284	.129	.319
お手玉左	4歳後群	-.264	* -.439	.109	.221	** .820		-.232	* -.444	.061	.037
	5歳前群	.078	.022	* .417	.319	.349		-.015	.047	.068	.202
	5歳後群	-.259	-.128	** .429	.287	** .609		-.328	-.104	* .407	.153
	6歳前群	-.127	-.231	.078	.293	* .462		.041	-.196	.155	** .464
ステップング	4歳後群	.255	.281	* -.502	.361	* -.486	* -.408		.026	-.215	* -.391
	5歳前群	.107	.065	.182	* -.435	-.279	.248		.279	-.172	.039
	5歳後群	.098	-.118	-.203	-.202	-.044	-.018		** .532	* -.413	-.167
	6歳前群	.179	.034	-.342	-.221	.235	.191		-.029	-.031	-.152
まりつき	4歳後群	.273	** .641	-.281	-.354	-.250	-.178	.109		-.192	.013
	5歳前群	-.126	.239	.140	-.121	-.341	-.202	.049		-.192	-.114
	5歳後群	.207	.124	** -.491	** -.431	-.283	-.153	** .523		* -.451	-.187
	6歳前群	-.284	-.386	-.153	-.329	.006	.016	.022		.066	-.080
跳び越しくぐり	4歳後群	-.002	-.284	.178	.330	* .448	.169	.085	-.331		.373
	5歳前群	* -.473	-.211	.226	-.086	.034	-.224	.017	* .458		** .629
	5歳後群	-.168	-.203	.212	.144	-.143	.066	-.121	-.234		** .635
	6歳前群	.058	* .474	** .698	.352	-.034	.092	-.176	-.250		** .507
平均台歩き	4歳後群	-.231	-.365	.361	.292	* .401	.147	-.298	-.029	.342	
	5歳前群	-.367	-.335	-.145	-.077	.357	-.034	-.143	-.266	.149	
	5歳後群	* -.365	-.187	.235	* .347	.259	.171	* -.348	* -.377	* .382	
	6歳前群	.099	.205	.334	-.033	-.065	.054	-.202	-.153	.241	

(椅座位ステップングをステップングと略記)

* : P < 0.05, ** : P < 0.01

えると、継続調査をし、さらに検討を加えなければならない。動作は異なるが、ともに敏捷性を要するという点で共通する大豆つまみと25m走との相関が高かったという報告⁹⁾もあり、今回の結果においても、大豆つまみや、お手玉つまみにおける手指の操作の早さが、手の操作として関連性をもつと考えたまりつきよりも、敏捷動作である椅座位ステップングや跳び越しくぐりに対して、より高い相関のある傾向がみられた。

IV. 要約

幼児の調整力と手の操作能力の発達について検討するために年齢が4歳後群(56~61月)から6歳前群(74~79月)の男児106名、女児120名を対象として体格(身長、体重)、敏捷性、巧緻性、平衡性テスト(椅座位ステップング、跳び越しくぐり、平均台歩き)および手の操作テスト(大豆つまみ、お手玉つまみ、まりつき)を実施した。これらの相互関係について検討した結果、以下の結論が得られた。

1. 各項目の発達経過についてみると、体格の発育に比べ、手指の操作及び、敏捷性、巧緻性、平衡性等の調整力の発達率が高かった。
2. 手指の操作能力において、指先の操作能力の大豆つまみより、少し大まかな操作であるお手玉つまみのほうが、加齢による発達が大きかった。
3. 手指の操作能力にあげた3項目のうちでも大豆つまみおよび、お手玉つまみとまりつきとの相関は、男女児ともに、椅座位ステップングや跳び越しくぐりとの相関よりも、低かった。

本研究について協力を賜った神戸女子大学附属幼稚園に対して、ここに記して感謝します。

文 献

- 1) ゲゼル, A. 著, 周郷博ほか訳: 学童の心理学, 家政教育社, 1975
- 2) 岩田浩子, 森下はるみ: 幼児の動作メカニズムとその発達(指示のしかたによる跳躍動作の変容について), 体育学研究, 24(3): 185-199, 1979
- 3) 勝部篤美, 原田硯三, 後藤サヨ子: 幼児体育に関する実験的研究(2)(幼児の運動の練習効果について), 体育学研究, 15(1): 26-32, 1970
- 4) 勝部篤美: 幼児の運動能力についての12章, 体育の科学, 22(6), 374-378, 1972
- 5) 勝部篤美, 松井秀治: 幼児の調整力向上のための身体運動についての実験的研究, 体育科学, 5: 125-138, 1977
- 6) 岸本肇, 馬場桂一郎: 幼児の運動能力の発達に関する一考察, 体育学研究, 25(1): 47-58, 1980
- 7) 松井秀治, 勝部篤美, 水谷四郎, 脇田祐久: 調整力向上のための身体運動の練習効果について, 体育科学, 4: 158-169, 1976
- 8) 松浦義行: 幼児における運動技能の発達(ボールハンドリング技能について), 体育学研究, 23(2): 129-140, 1978
- 9) 松浦範子, 追登美代, 野原弘嗣: 幼児における手の操作能力と運動能力の関係, 京都体育学研究, 5, 25-33, 1990
- 10) 文部省大臣官房調査統計課: 平成元年度学校保健統計調査報告, 厚生指標, 37(2): 52, 1990
- 11) 体育科学センター調整力専門委員会: 調整力テスト実施要領およびその基準値, 体育科学, 4: 207-217, 1976
- 12) 末利博ほか: 幼児の調整力の育成と運動内容との関係についての研究, 体育科学, 8: 117-125, 1981
- 13) 高田典衛, 松浦義行, 吉川和利, 前川峯雄, 森下はるみ, 近藤充夫: 幼年期の生活と運動に関する調査(1), 体育科学, 4: 195-206, 1976
- 14) 高田典衛, 松浦義行, 近藤充夫, 森下はるみ: 幼児期における調整力と生活との関連からみた構造と発達, 体育科学, 5: 162-182, 1977
- 15) 東京都立大学身体適性研究室編: 日本人の体力標準値(第4版), 不味堂出版, 1989

大学ラグビー選手のトレーニングが 体格・体力に与える影響

芳田 哲也* 岡本 直輝**

(平成2年8月31日受付)

Effect of Training on the Physique and Physical Fitness in College Rugby Football Players

Tetsuya Yoshida * and Naoki Okamoto **

Abstract

In order to make the best method of training prescription in athlete, the physique and physical fitness of college rugby football players had been measured during 8 months (April - November).

Some results of the study were as follows :

- 1) Girths of chest, waist, hip, upper arm, thigh and skinfold thickness (triceps, subscapular, abdomen) showed significant decrease during training period in all players. These tendency was remarkable in forward players (FW).
- 2) The time of 50m running decreased in July, and increased in September and November in all players.
- 3) Jump ability tended to decrease in November in FW players.
- 4) Back strength increased in July in all players, and decreased in September and November in FW. However, significant tendency was not observed in backward players (BK) in September and November.
- 5) The time of 3000m running decreased gradually during the training period in FW. However in BK, almost the same value was found in July, September and November, but in July the value decreased compared with that of the April.

These results suggest that the coach of athletes must make training prescription with considering positional characteristics of each player.

1. はじめに

トレーニングに関する研究は、大きく分類して呼吸循環器系、及び筋力系の2項目について実施され、過負荷、漸進性、継続性などの原則が確立されている。近年では、健康ブームの到来から、これらの理論を応用し、一般人を対象に健康・体力の維持及び向上を目

的としたトレーニング処方の実践が行われている。しかしトレーニングを日課としているスポーツ選手を対象に、競技力向上を目的としたトレーニングを実施する場合、これらの原則や理論をどのように応用するかは論議の絶えない点である。

さてスポーツの中で球技系種目(サッカー、ラグビー、バスケットボール等)のトレーニング内容は宮下⁵⁾

* 京都工芸繊維大学 Kyoto Institute of Technology, Matsugasaki Goshō-kaidōcho, Sakyo-ku, Kyoto

** 立命館大学 Ritsumeikan University, 56, Kitamachi Tojiin, Kitaku, Kyoto

が示すように体力面と技術面に分類出来るものと考えられる。スポーツ選手は一般に、シーズンオフに体力トレーニングを実施し、シーズン中は実戦(技術)練習を主に実施している。良好な身体状態を保つにはシーズンオフに増強した体力をシーズン中に維持(Keeping)する必要がある。トレーニング効果の持続に関して、筋力系のアイソメリックトレーニングについては Hettinger の報告²⁾が基礎となり、法則性が示されている。また持久性トレーニングによる効果の持続については、浅見たち¹⁾、山岡たち¹⁾、石河たち³⁾の報告がある。しかしこれらの報告は一般人を対象にしたものがほとんどである。

本研究は球技種目のなかでラグビーを取り上げ、選手の体格・体力がシーズンオフ及びシーズン中にどのような状態であるのかを、選手全体及びポジション別に把握してトレーニング処方に関して検討し、スポーツ選手の競技力向上を目的とする望ましいトレーニング計画を考案する資料を得ることを目的とした。

2. 方法

被験者は関西学生Cリーグに所属する大学ラグビー部員20名(FW:10, BK:10名, 経験年数2-9年)であり、この内7名は、大学入学時からラグビーを始めた者である。

測定項目は、大がかりな器具を必要とせず、実際の現場で簡便に測定できる測定項目の中からラグビーに必要と考えられる項目を選択した。体力測定としては背筋力、垂直跳び、50m走、3000m走、シャトルラン(25m 2往復を1本として1分毎に10本測定し、その合計タイム)を、体格測定は、体重、皮脂厚(上腕背部、肩甲骨下角、腹部)、胸囲、腰囲、臀囲、上腕囲、大腿囲、下腿囲の測定を実施した。また皮脂厚の測定は栄研式キャリパーを用いた。測定は、いずれの項目も4, 7, 9, 11月の年間4回実施した。

1週間の練習内容は月、木曜日がフリー練習、日曜日はおもに試合であった。年間の練習内容は4月から7月までウエイトトレーニングなどを含む体力養成を中心とする練習を実施し、7月中旬から下旬までオフ、8月は合宿を行い、9月から11月まではリーグ戦、12

月には地区対抗戦が行われるので、9月から12月はラグビーの実戦練習(フォーメーション、サインプレイなど)が中心であった。

また11月の測定には実戦練習時の運動強度をみるために、心拍数メモリー装置(VINE社製)を用いて、練習時の心拍数の測定を実施した。

さらに4月の測定結果を基にして、次に示した各個人別の体力トレーニングメニューを作成し、被験者に積極的に実施するよう指示した。

その1 ウエイトトレーニング

対象:全員

方法:6回がやっとなり持ち上がる負荷を、6回(1/秒)×3-5セット行う。(最初は3セットで可。開始後一ヶ月以内に5セットにする。)下記の項目の5-8は全員実施する。さらに50m:6.8秒以上、垂直跳び:64cm以下の者は1-4を、背筋力:180kg以下の者は9, 10を重点的に行う。

- 1:スクワット 2:レッグカール・エクステンション 3:シットアップ 4:カールレイズ 5:ベンチプレス 6:バックプレス 7:フレンチプレス 8:アームカール 9:ハイパーエクステンション 10:デッドリフト

その2 全身持久性トレーニング(筋持久力を含む)

対象:全員(3000m;12'30"以上のものは重点的に実施)

- 方法:
- 1, 宝が池までランニング(2km:10分以内)
 - 2, 1500mのコースを用い、100mダッシュ(最大スピードの90-95%)+100mジョックのインターバルを10回
 - 3, その場もも上げ:100回×5セット
 - 4, 1500mのコースを用いて、二人組おんぶ走(50mで交替)15本
 - 5, 地面が芝生でなだらかな勾配のある場所を用いて、ハイハイ&ダッシュ(20mハイハイ+20mダッシュ)10本
 - 6, 宝が池から大学までランニング(2km:15分以内)

その3 スピードトレーニング

対象: 50m; 6.8秒以上, 垂直跳び: 64cm以下

方法: 1, 坂道ダッシュ; 30m×10本

2, 階段のぼり (最大スピード, 教養棟なら3階まで10本)

3, その場もも上げ (最大スピード) 100回×5セット

4, ジャイアントステップ (歩幅を最大限に広げて走る) 50m×10本

その4 体脂肪を減らす為のトレーニング

対象: % fat; 14%以上

方法: 食事は減らさず, 上記のトレーニング以外にジョギング or 水泳 (30分~60分) 及び, その1 (ウエイトトレーニング) の3と9を無負荷で50回×5セット行う。

3. 結果

図1は体重と皮脂厚の変動を示したものである。体重は, 年間を通して, 顕著な変動が認められなかった

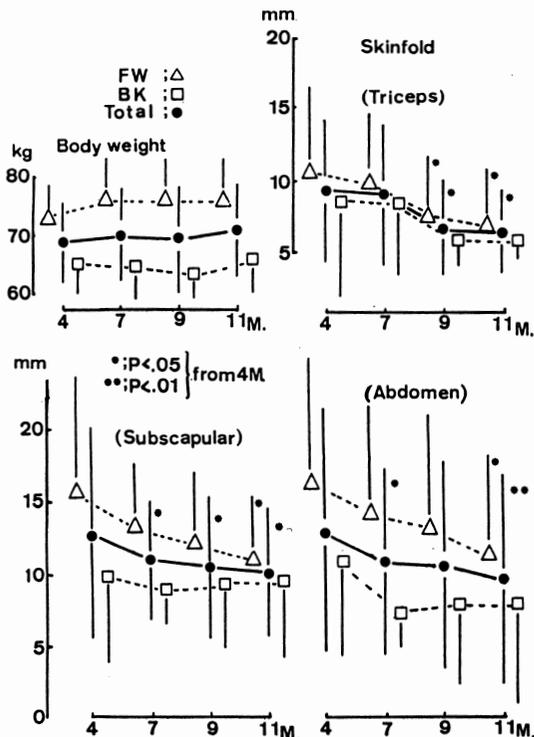


図1. トレーニング期間中における体重と皮脂厚の変動

が, 上腕背部, 肩甲骨下角, 腹部の皮脂厚は, トレーニング期間が増すにつれて減少する傾向を示し, この減少傾向は, FWが顕著であった。図2は身体各部位の周径圏を示した。胸囲, 腰囲, 臀囲, 上腕囲はトレーニング期間が増すにつれ減少する傾向を示したが, この減少傾向は, BKよりもFWが顕著であった。しかし大腿囲はFWが減少傾向にあったが, BKは顕著な変動を示さず, また下腿囲については, BK; FW共に, 顕著な変動が認められなかった。

図3はトレーニング期間中の背筋力, 50m走, 垂直跳びの変動を示したものである。背筋力は, FW, BK共に4月に比べて7月に有意に増加したが, FWは9, 11月には7月に比べて減少する傾向を示したのに対し, BKは7月に増加した筋力を9, 11月に維持している傾向が認められた。しかしFW, BK共に7-11月の値は4月に比べて高値を示した。50mのランニングタイムはFW, BK共に7月に有意に向上したが9, 11には7月に比べて有意に低下した。垂直跳びは, FWが11月に低下する傾向を示したが, BKにおいては顕著な変動を示さなかった。

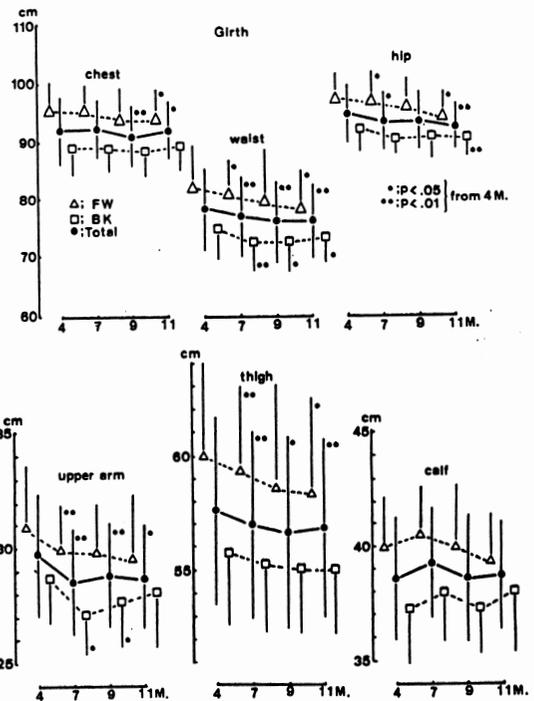


図2. トレーニング期間中における身体各部位の周径圏の変動

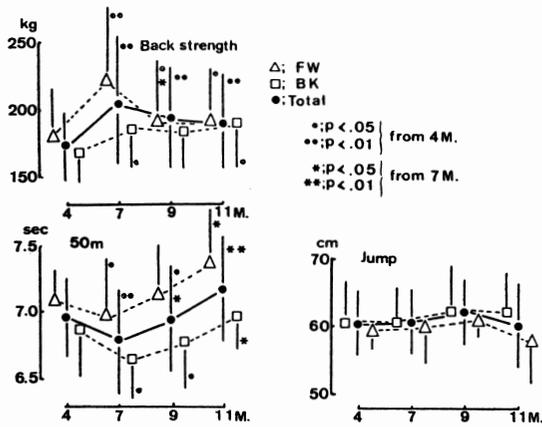


図3. トレーニング期間中における背筋力, 50m走, 垂直跳びの変動

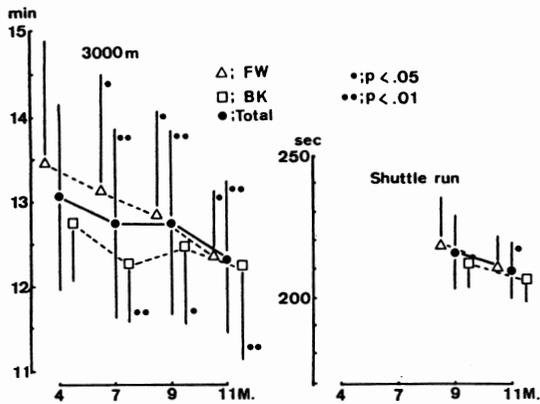


図4. トレーニング期間中における3000m走, シャトルランの変動(3000mは4月の測定値との間, シャトルランについては9月の測定値との間で有意差検定をおこなった。)

図4はトレーニング期間中の3000m, シャトルランの変動を示したものである。3000mは, FW, BK共に11月に最高値を示したが, FWはトレーニング期間が進むにつれて, ランニングタイムを短縮しているのに対し, BKは4月に比べて7月に向上しているが7月以降の値に顕著な変動を認めなかった。シャトルランは, 4, 7月に測定していないが9月に比べて11月に向上した。

図5上段は, BK選手の試合前の実戦練習時による心拍数の変動を示したものである。ヘッドダッシュ, コンパクトバックを用いた当り及びフォロー, さらにFW, BKのコンビネーションにおいても150拍/分付近の心拍数が15分程度継続している。また練習中の心

拍数の平均値は138.3拍/分であった。図6下段にはFW選手の心拍数の変動を示した。スクラム練習は他の練習よりも心拍数は低い水準にあるが, その他の練習は上段に示したBK選手の傾向と類似していた。

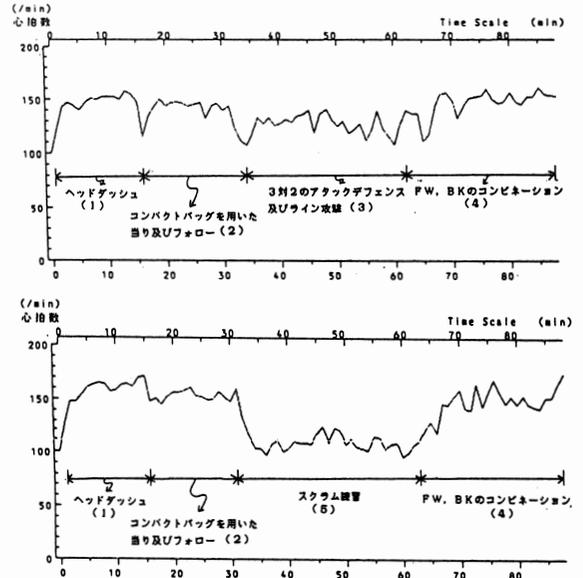


図5. ラクビーの実戦練習時における心拍数の変動(図上段はBK選手, 下段はFW選手の測定値)

- (1) キックされたボールを3人組で追い, ボールキャッチの後パスをしながらダッシュするパスの基本練習
- (2) コンパクトバックにボールを持って当り, こぼれたボールを2人がフォローキャッチの後3人でパスをしながらダッシュする。当りとフォローの基本練習
- (3) 3人でパスをしながら相手のディフェンス(2人)のタックルをかわす攻撃練習
- (4) 実際の攻撃(サインプレイ, スイング戦法等)を想定したFW, BKの連携攻撃による実戦練習
- (5) 3対3, 5対5のスクラム練習

4. 考察

本実験による身体各部位の周径囲はトレーニングの進行に伴い減少傾向にあり, この傾向はFWが顕著であった。各周径囲の減少は, 筋量の減少か, あるいは, 体脂肪量の減少に起因するものと考えられる。しかし4月から7月までのトレーニングは, ウェイトトレーニングなどを含む体力養成を中心とするものであったので, この時期に筋量が減少すると考察するのは困難である。またトレーニング期間中の体重は, FW, BK共に不変であったが, 皮脂厚は減少傾向にあった。したがって, 各周径囲が減少傾向にあったのは, 筋量の

減少よりも体脂肪の減少に起因することが考えられ、この傾向は体脂肪の多いFWに顕著に現れたものと推論した。

FWの背筋力の測定値は7月に増加し、9、11月には7月に比べて低下したが、4月の測定値に比べると高値を示した。BKは、FWと同様7月に増加したが、9、11月には減少傾向を示さなかった。FWの背筋力低下の原因としては、9月からの練習はリーグ戦に備えて、ラグビーの実戦練習を主に実施したため、ウエイトトレーニングなどの体力トレーニングを実施できなかったことが考えられる。同様のことがBKにもあてはまるが、背筋力の低下傾向は認められなかった。現状ではBKとFWの傾向の差異はポジションの特性によるものなのか、あるいは選手のトレーナビリティの差異によるものかは、明確に説明することは困難である。しかし今回対象にした被験者は、大学よりラグビーを始めた選手がFWに10名中5名含まれていたのに対し、BKは10名中2名であった。Hettinger²⁾のアイソメトリックトレーニングの報告によればトレーニングを中止した場合、トレーニング期間が長いほどトレーニング効果の消失が比較的ゆるやかに現れることを示している。Hettinger²⁾の理論が長期にわたる被験者のトレーニング経歴にも応用できるのであれば、FWとBKによる背筋力の低下傾向の差異は、選手の過去のトレーニング経歴に起因するのかもしれない。いずれにせよ、FWの背筋力の低下傾向は認められたが9、11月は4月よりも高値を示し、またBKについては顕著な低下傾向が認められなかったことから、選手全体としては4-7月に実施した体力トレーニングの効果はシーズン中にある程度、維持(Keeping)されていたことが推察された。

スピードあるいはパワーの指標とも考えられる50mのランニングタイムはFW、BK共に7月に向上し、9、11月に、低下した。またFWの垂直跳びの測定値も11月に低下する傾向を認めた。金久たち⁴⁾は水泳選手の腕のかきによる等速性筋出力の10カ月の変動を追跡した結果、筋出力トレーニングを10カ月実施していても、水中トレーニングの増加する4-6月は、筋出力のピークトルクが減少することを報告した。また

この減少は、水中トレーニングの増加によって、長期にわたる疲労の蓄積が原因であると考察している。本実験においても、9-11月は毎週1回、リーグ戦の試合が行われるため、選手の疲労は過度に蓄積していたものと考えられる。また9-11月は技術練習主体のため、大腿・下腿部の筋力トレーニングも実施していなかった。したがって50mのランニングタイムが9、11月に低下したのは、リーグ戦による疲労の蓄積と筋力トレーニングの不足が原因と考えられる。

持久性の指標である3000mやシャトルランは、FW、BK共に11月が最高タイムであり、特にFWの3000mのランニングタイムはトレーニング期間が進むにつれて向上していた。ラグビーの実戦練習はFWのスクラム練習を除くと、ランニング中心のサインプレー、コンビネーションなどが主である。図5に示したヘッドダッシュ、コンビネーション練習の心拍数は、FW、BKの両選手共に150拍/分以上の値が15分程度継続されている。また練習中の心拍数の平均値はFW、BK共に130拍/分以上であった。これらの値は、体育科学センター方式の運動処方図⁸⁾によると持久的能力を高めるトレーニングとしては強度のものにあてはまる。測定を実施したFW、BKの選手はいずれも経験年数6年以上で技術的、体力的にチーム内では上位であった。技術、体力的に劣る他の選手では、心拍数の測定を実施した両選手以上に心拍数が上昇していることが予測される。したがって、FWの3000mのタイムがトレーニング期間が進むにつれて向上し、11月に最高値を示したのは、ラグビーの実戦練習が、FWの持久的能力を向上させるのに適したトレーニング内容であったことが考えられた。さらにFW選手の皮脂厚はトレーニング期間が進むにつれて顕著に減少していた。体脂肪の減少はランニングに対する生体負担を軽減する可能性があるため、皮脂厚の減少もFWの3000mのランニングタイム短縮の原因であるのかもしれない。

BKの3000mの記録は、トレーニング期間中の全ての値についてFWよりも良い値を示していた。図5に示したごとく、BKはそのポジション特性から必然的にランニングを主とする練習内容がFWに比較し

て多くなる。このことから、BKは通常の練習時に持久的能力を高めるトレーニングをFWより多く実施していることが考えられる。また皮脂厚の測定値についてもBKはFWに比べて低値を示した。したがってBKの3000mの記録がトレーニング期間中、FWと比較して良い値を示したのは、BK選手の体型やポジション特性の差異に起因するものと推察される。しかしFWの3000mの記録はトレーニング期間中漸進的に向上したが、BKの7月以降の記録は顕著な変動を示さなかった。山地と宮下¹¹⁾は大学の陸上中、長距離選手の最大酸素摂取量を3年間追跡調査した結果、高校時代に陸上部に所属していなかったり、特別な運動経験のない選手は、約15%の伸びを示したのに対し、高校時代に陸上競技の専門的なトレーニングを受けていたものは、顕著な伸びを示さなかったことを報告した。本研究では、BKの10名中8名が高校時代にラグビーの専門的なトレーニングを実施していた選手であった。したがってBKの3000mの記録が7月以降、顕著な変動が認められなかった原因としては、山地と宮下の報告¹¹⁾や、上述したBKのポジション特性から推察されるように、持久的能力が高い水準にあるBK選手のもつトレーニング改善余地が、FW選手に比べて低くなっていたことが考えられる。

本研究の持久的能力(3000mのランニングタイム)の年間変動がBKとFWで異なっていたことから、体育科学センター方式の持久的能力を向上させるための指標⁸⁾は、未経験者の多いFW選手には適応できるが、経験者が多く、さらにランニング主体の練習を実施し、持久的能力が高い水準にあるBK選手には充分でないことが考えられた。

ラグビー選手の体格・体力に関する研究は数多く行われ^{6,7,9,10)}なかでもシーズン中における筋力トレーニングの必要性を示唆する研究者やコーチの存在が認められる。岡本⁷⁾は、ラグビーの3~6月の練習を、最初の1カ月を体力トレーニング期、その後2カ月を技術トレーニング期に分けて選手の体力を追跡した。ステップテスト、反復横跳びなどの呼吸循環機能や敏捷性の項目は技術トレーニング期においても維持あるいは向上する傾向にあるが、脚力、背筋力などの筋力

系の項目は技術トレーニング期に減少することを報告した。これらを本研究の結果と比較すると、FWについては3000mに示される呼吸循環器系、さらに背筋力に示される筋力系についても類似した傾向が認められた。しかし本研究のFWの背筋力の低下傾向は比較的ゆるやかであり、シーズン中においても体力トレーニング期のトレーニング効果のある程度維持する傾向を示している。本研究のFWにおける背筋力の低下傾向が岡本の報告⁷⁾と異なっていたのは、岡本の報告⁷⁾では体力トレーニング期間が1カ月と短いのに対し、本研究では体力トレーニングを4カ月間実施しているため、技術トレーニング期においてもトレーニング効果の消失は岡本の報告⁷⁾のように顕著に現れなかったことが原因の一つとして考えられる。また岡本の報告⁷⁾では背筋力の平均値が140kg前後であるのに対し、本研究では約180kgであり、選手の基礎体力の差異がトレーニング効果の消失に影響したのかもしれない。

以上のようにラグビーのシーズン中におけるトレーニングは、体脂肪の減少や、持久力の向上をもたらす可能性があるが、筋力やパワー、スピードは低下傾向が認められたことから、シーズン中における筋力、パワー、スピードトレーニングの重要性が強調された。しかしシーズン中の体力の変動傾向は選手のポジションにより異なり、さらに選手の疲労度やトレーナビリティにも影響する可能性のあることが示された。したがって競技者のコーチや監督はまず競技のポジション特性を考慮し、さらに選手の疲労度やトレーナビリティを配慮したトレーニング処方を作成する必要性が示唆された。

5. まとめ

本研究はラグビー選手の望ましいトレーニング計画を作成する資料を得ることを目的として、ラグビー選手の8カ月間(4, 7, 9, 11月)の体格・体力の変動を追跡した。

得られた結果を以下に示す。

1) 身体各部分の周径囲と皮脂厚はトレーニング期間が進むにつれて減少する傾向を示し、この傾向はFW

が顕著であった。

2) 50mのランニングタイムはFW, BK共に4月に比べて7月に有意に向上したが, 9, 11月には7月に比べて低下した。

3) 垂直跳びは11月に低下する傾向を示した。

4) 背筋力は4月に比べて7月に有意に増加したが, FWにおいて9, 11月には7月に比べて減少する傾向をみとめた。しかしBKは, 9, 11月には減少傾向を示さなかった。

5) 3000mとシャトルランのタイムはFW, BK共に11月が最高タイムであった。またFWの3000mのランニングタイムは, トレーニング期間が進むにつれて向上したが, BKにおいては4月に比べて7月に向上したのみで, 9, 11月には顕著な変動を示さなかった。

6) 練習中の心拍数の平均値はFW, BK共に130拍/分以上であった。

以上の結果より, 9月以降(シーズン中)の体力変動に, FWとBKの差異がみとめられたことから, 選手のポジション特性を配慮したトレーニング処方を考案する必要性が示唆された。

謝辞

本研究の測定・調査に際して, 日新中学校の塩見勝教諭, オムロン(株)の清本浩伸氏に多大なる協力と助言を得た。ここに記して深甚なる謝意を示す。

文献

1) 浅見俊雄, 山本恵三, 広田公一「全身持久性のトレーニング処方に関する研究(1) 頻度の違いによるトレーニング効果について」*体育科学* 1:35-40, 1973.

- 2) Hettinger, Th. (猪飼道夫, 松井秀治訳), 「アイソメトリックトレーニング」大修館, 1970.
- 3) 石河利寛, 清水達雄, 佐藤祐「勤労青年の作業能力向上のための至適運動強度について」*体育科学* 1:73-80, 1973.
- 4) 金久博昭, 宮下充正, 池田公彦, 井上敦雄「陸上トレーニングと競技力向上」昭和56年度日本体育協会スポーツ科学研究報告書, No.13, 水泳, 205-217, 1981.
- 5) 宮下充正「スポーツとスキル」大修館書店, 東京, 1978, pp 5.
- 6) 岡仁詩, 岩野悦真, 星名倫, 田渕和彦, 倉敷千稔, 佐藤陽吉, 川井浩「運動選手の体力に関する研究(1), 同志社大学ラグビー選手の体力測定」*日本体育学会第25回大会号*, 435, 1974.
- 7) 岡本昌夫「本学ラグビー選手の体力についての考察」*大阪経済大学論文集*, 105, 1975.
- 8) 体育科学センター編「健康づくり運動カルテ: 体育科学センター方式」講談社, 東京, 1982, pp 56.
- 9) 辻野昭「体力トレーニング処方の検討」*日本体育協会スポーツ科学研究報告書*, No.10, ラグビー, 221-246, 1978.
- 10) 辻野昭「新実技指導講座, ラグビーの科学2」*新体育*48(1), 59-70, 1978.
- 11) 山地啓司, 宮下充正「3年間の全身持久性トレーニングが陸上中・長距離選手の呼吸循環機能に及ぼす影響」*体育学研究*:21(4):181-189, 1976.
- 12) 山岡誠一, 辻田純三, 有賀みさか「女子学生に対する5分間トレーニングの効果」*体育科学* 1:91-97, 1973.

資料

関西女子大学バレーボールリーグ戦の成績順位と身長および攻撃技術との関連についての考察

藤島 みち*

(平成2年8月31日受付)

A study on the relationship among the height,
offensive skill and ranking of volleyball league players in Kansai women colleges.

Michi Tohshima *

Abstract

The relationship among height, offensive skill and ranking of the players of top five Kansai volleyball teams of women college were studied.

The results were as follows :

1. In spring and autumn league matches in 1989, the team which had a high rate of successful spikes and a low rate of lost points by spike had a favorable result in the game.
2. In the spring matches in 1989, there were close correlations :
 - a) between the rate of successful spike and the ranking in the league,
 - b) between the average point in a set of game and the ranking in the league,
 - c) between successful blocks and points in a set and mean height of players.
3. In the autumn league in 1989, there was a close correlation between the number of successful block in a set and the ranking in the league.

1. 緒言

スポーツを個人スポーツ, チームスポーツ, 対人スポーツに分ければバレーボールはチームスポーツで, ネット型に属するスポーツである。ネット型のスポーツは味方と相手が完全にネットで分けられたコート上でネットを越して相手がレシーブできないボールを相手コートに打ち込むことによって勝敗が争われるものである。これらのネット型のスポーツの代表的なもの

にテニス, 卓球, バドミントン, バレーボールがあげられる。このうちテニス, 卓球, バドミントンはネットの高さが人間の身長よりも低いものに対して, バレーボールはネットの高さが身長よりはるかに高いところに設定されているという特徴がある。

また, 本研究のバレーボールリーグ戦の勝敗は, 1セットで15点を先取し, 3セット取得したチームが勝者となる。そして得点の内容は, スパイク・ブロック・サーブ・相手のミス of 4つに大きく分けることができ

* 京都外国語大学 Kyoto University of Foreign Studies, Saiin-Kasamecho, Ukyoku, Kyoto, Japan

る。特に、スパイク得点とブロック得点の占める割合は非常に高く、これらの得点率の高いチームが有利であるといわれている²⁾。

さらに、スパイクとブロックを効果的に得点に結び付けるには、より高い位置でボールを扱うことができるかどうか問題であり、この点からもバレーボール競技では、身長が高いこととジャンプ力（サーゼントジャンプで測定される瞬発力のこと）のあることが要求される⁴⁾。そして、試合を有利にするためには、スパイク・ブロックに加えてサーブ（攻撃と分類される）による総得点の比率を高めることが必要である。

そこで、本研究ではリーグ戦における攻撃技術の内容を分析し成績順位とどのようにかかわっているか、そして実際に身長の高いチームが有利な結果を得られたかを検証することによって今後のバレーボールの指導に生かしてゆこうとするものである。

2. 研究方法

1) 調査の対象

調査は関西女子大学バレーボール連盟1部リーグに所属する上位5チームのレギュラー選手を対象とした。また、調査した試合は「平成元年度春季リーグ戦および秋季リーグ戦」での上位5チームに於ける試合である。

2) 調査の内容と調査の時期

調査の内容は、関西女子大学バレーボール連盟1部リーグの平成元年度春季および秋季リーグ戦成績上位5チームにかかわる試合の攻撃技術の記録をチーム別に整理した。

同時に、平成元年度の登録者名簿（関西女子大学バレーボール連盟）よりレギュラー選手、各リーグ戦の主力メンバー6名を抽出しその身長を調査した。6人に限定した理由はゲーム開始から終了までほとんど6人でプレーしており、6人以外の選手が2・3人参加しているがそれはピンチサーバーとしての参加であり、全体の流れを左右するほどではなかったので省いた。

調査は平成2年2月から5月にかけて行った。

3) 資料の整理と統計処理の方法

(1) 資料は各チームの状態を知るために、それぞれ

のチームのレギュラー選手の平均身長を求めた。

- (2) 上位5チームの各試合（各チーム4試合）の攻撃技術の内容をもとにチーム別に整理して集計し、最後に4試合を合計した結果を表にまとめた。
- (3) この結果から次の数値を求めた。これらの数値は関西女子大学バレーボールリーグ戦では常に算出され、個人賞の対象としても利用されるものである。

- ① 1セットのスパイク得点 $\left(\frac{\text{総スパイク得点}}{\text{総セット数}} \right)$
- ② スパイク決定率 $\left(\frac{\text{スパイク得点} + \text{スパイク得権}}{\text{スパイク総打数}} \times 100 \right)$
- ③ スパイク失敗率 $\left(\frac{\text{スパイク失点} + \text{スパイク失権}}{\text{スパイク総打数}} \times 100 \right)$
- ④ 1セットのブロック得点 $\left(\frac{\text{総ブロック得点}}{\text{総セット数}} \right)$
- ⑤ 1セットのブロック決定数 $\left(\frac{\text{総ブロック得点} + \text{総ブロック得権}}{\text{総セット数}} \right)$
- ⑥ サーブの得点率 $\left(\frac{\text{総サーブ得点}}{\text{総サーブ打数}} \times 100 \right)$
- ⑦ 1セットの平均攻撃得点 $\left(\frac{\text{総スパイク得点} + \text{総ブロック得点} + \text{総サーブ得点}}{\text{総セット数}} \right)$
- ⑧ 1セットの平均失点 $\left(\frac{\text{総スパイク失点} + \text{その他のミスの総失点}}{\text{総セット数}} \right)$

- (4) 以上の結果とレギュラー選手の平均身長のそれぞれについて順位づけを行なった。
- (5) 順位と身長および攻撃技術の内容との一致度をみるためにスピアマンの順位相関係数を算出した。

4) 調査と考察の観点

まず、リーグ戦成績順位とチーム別にまとめた攻撃技術の内容より各チームの特徴(表1-1, 表2-1)を明確にし、今後の課題を考える。

次にスピアマンの順位相関係数から考察する観点をまとめると次のようになる。

- (1) リーグ戦成績順位とレギュラー選手の平均身長との関係
- (2) リーグ戦成績順位と1セットのスパイク得点との関係
- (3) リーグ戦成績順位とスパイク決定率との関係
- (4) リーグ戦成績順位とスパイク失敗率との関係
- (5) リーグ戦成績順位と1セットのブロック得点との関係
- (6) リーグ戦成績順位と1セットのブロック決定数との関係

- (7) リーグ戦成績順位とサーブ得点率との関係
- (8) リーグ戦成績順位と1セットの平均攻撃得点との関係
- (9) リーグ戦成績順位と1セットの平均失点との関係
- (10) レギュラー選手の平均身長と1セットのスパイク得点との関係
- (11) レギュラー選手の平均身長とスパイク決定率との関係
- (12) レギュラー選手の平均身長とスパイク失敗率との関係
- (13) レギュラー選手の平均身長と1セットのブロック決定数との関係
- (14) レギュラー選手の平均身長と1セットのブロック得点との関係

3. 結果と考察

1) リーグ戦成績順位とリーグ戦技術成績表について
本研究は、成績順位と技術成績内容に着目して整理したものである。

各リーグ戦（各チーム4試合）の技術成績表をまとめたものが表1-1・表1-2・表2-1・表2-2である。

(1) 春季リーグ戦

表1-1より、春季リーグ戦において1位のM大学はスパイク合計得点113とサーブ合計得点20に対してスパイク合計失点22とその他のミスの合計失点5という結果であった。このことはM大学が各試合において得点率が高く、失点率の低い試合内容であることがうかがえる。

2位のT大学は対M大学戦において、スパイク得点8・スパイク得権49・ブロック得点3・ブロック得権0と他チームとの試合と比べて極端に低くなっている。そこで試合内容として、攻撃ができず、また、ブロックもできないで敗れたように思われる。このチームは上位チームに対するブロックを特に考える必要がある。また、全体的にみればスパイクミス（合計失点39・合計失権29）やサーブミス14とその他のミス（合計失点20・合計失権12）がめだつ。そこでミスによる失点を

できるだけ少なくすると同時に攻撃方法を考える必要もありそうである。

3位のK大学は特に2位のT大学との対戦でスパイクミス（失点17・失権4）が多い。また、対S大学戦でK大学はS大学に132本のスパイクを打たれたが1本もブロックでの得点も得権もなかったのに、3対0で勝ったことはS大学のスパイクミス（失点15・失権3）やその他のミス（失点8・失権5）の多さもあるが興味深い。

4位のS大学は上位チームに対してスパイクミス（対M大学失点9失権2・対T大学失点6失権3・対K大学失点15失権3）やその他のミス（対M大学失点8失権3・対T大学失点6失権8・対K大学失点8失権5）でミスが多いチームである。秋季リーグ戦までにこれらのミスをいかに少なくするかが上位進出へのカギになるといえそうである。

5位のO大学は、スパイク（合計得点51合計得権145）・ブロック（合計得点11合計得権5）・サーブ（合計得点10）と全体的に低調である。

表1-2は表1-1から各チームともスパイク得点（M113・T72・K78・S74・O51）がブロック得点（M23・T37・K25・S32・O11）やサーブ得点（M20・T14・K20・S24・O10）より高い数値を示し、試合内容を左右しているように思われ、各チーム4試合でのスパイクの得失点率をスパイクの合計打数より算出したものである。

この結果、1位のM大学の得権率(24.7%)は5チーム中最低でありながら得点率(18.3%)が最高となっており、好成績を裏付けている。また、失点率(3.6%)・失権率(1.8%)も最低値を示している。このことは、サーブ権をもっているとき、サーブを入れて相手をサーブで崩すかまたは相手の攻撃をレシーブして効率よく得点に結びつけているのである。これらのことがM大学の1位の大きな要因となっていると考えられる。

2位のT大学は、得権率(29.6%)は高いが得点率(10.9%)が低い。これはサーブやスパイクが効果的に得点に結びついていないことを示すものである。また、スパイクにおける失点率(5.9%)・失権率(4.4%)と共にM大学よりも高く、スパイクが効果的でな

表1-1 平成元年度春季リーグ戦チーム別技術成績表

成績順位	チーム名	対戦チーム	セット数と勝敗	スパイク(フェイント含)					ブロック		サーブ			その他のミス	
				打数	得点	得権	失点	失権	得点	得権	打数	得点	失権	失点	失権
1	M	T	③:0	135	22	50	9	1	6	1	104	3	5	0	4
		K	③:1	170	39	42	0	4	4	2	102	6	4	0	2
		S	③:2	232	38	44	9	2	8	0	149	5	6	5	10
		O	③:0	82	14	17	4	4	5	1	69	6	3	0	0
		計	15	619	113	153	22	11	23	4	424	20	18	5	16
2	T	M	0:3	137	8	49	10	7	3	0	82	2	3	4	0
		K	③:0	150	16	46	8	12	8	0	96	4	2	5	0
		S	③:1	172	27	49	9	5	12	4	127	5	5	6	8
		O	③:1	199	21	51	12	5	14	5	118	3	12	5	4
		計	14	658	72	195	39	29	37	9	423	14	22	20	12
3	K	M	1:3	163	28	49	8	12	11	1	101	1	5	0	0
		T	0:3	150	13	38	17	4	4	2	79	1	5	0	1
		S	③:0	120	13	29	8	6	0	0	85	9	2	0	7
		O	③:1	167	24	36	9	1	10	5	105	9	1	4	0
		計	14	600	78	152	42	23	25	8	370	20	13	4	8
4	S	M	2:3	209	30	52	9	2	9	1	122	6	4	8	3
		T	1:3	164	12	52	6	3	9	4	116	4	9	6	8
		K	0:3	132	12	25	15	3	4	2	73	6	7	8	5
		O	③:0	99	20	36	3	3	10	1	76	8	10	2	4
		計	15	604	74	165	33	11	32	8	387	24	30	24	20
5	O	M	0:3	93	5	25	10	4	0	0	58	0	6	10	7
		T	1:3	194	14	49	11	11	6	4	114	4	6	5	2
		K	1:3	186	22	44	9	2	3	0	85	3	4	7	5
		S	0:3	102	10	23	6	1	2	1	61	3	4	1	1
		計	14	575	51	145	36	18	11	5	318	10	20	23	15

注) セット数と勝敗欄の○印は勝ち試合を示したものである。

表1-2 平成元年度春季リーグ戦におけるスパイクの得失点率

項目	M		T		K		S		O	
	1	2	3	4	5					
得点	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
得権	113	18.3	72	10.9	78	13.0	74	12.3	51	8.9
失点	153	24.7	195	29.6	152	25.3	165	27.3	145	25.2
失権	22	3.6	39	5.9	42	7.0	33	5.5	36	6.3
合計打数	11	1.8	29	4.4	23	3.8	11	1.8	18	3.1
合計打数	619		658		600		604		575	

いといえる。各選手の効果的なスパイク技術の向上が今後の課題である。これと同じことはK・S・O大学にもいえる。サーブ権のあるときにスパイクを決め、またスパイクでの失点および失権を少なくすることが上位に移動する条件になるといえる。

(2) 秋季リーグ戦

秋季リーグ戦の1位は春季リーグ戦と同じM大学であったが2位以下は大きく変動した。春季リーグ戦2位のT大学は3位、3位のK大学は5位、4位のS大学は2位、5位のO大学は4位という結果となっている。

1位のM大学はスパイク打数の合計561に対するスパイク得点の合計が82と14.6%のスパイク得点率で、

有利に試合を行なっている。ところが、S大学とT大学に対してはスパイク得点(対S大学ではスパイク打数126でスパイク得点9・対T大学ではスパイク打数143でスパイク得点18)が少なく失点(対S大学では11・対T大学では10)が多くなっている。特にS大学との対戦ではスパイク得点が9に対して失点合計15(スパイク失点11+その他のミスの失点4)という結果であった。これらのことが敗因を示しているように思われる。(しかし、S大学との優勝決定戦の再試合ではセットカウント3対2の接戦で勝ち、見事1位となった。今回は各チーム4試合を参考資料としたのでこの決定戦の資料は本研究での分析には含まなかった。)このM大学は全体的にみてスパイクにおける失点(春

表2-1 平成元年度秋季リーグ戦チーム別技術成績表

成績順位	チーム名	対戦チーム	セット数と勝敗	スパイク(フェイント含)					ブロック		サーブ			その他のミス	
				打数	得点	得権	失点	失権	得点	得権	打数	得点	失権	失点	失権
1	M	S	0:3	126	9	31	11	3	2	2	66	8	5	4	2
		T	③:0	143	18	34	10	5	8	1	99	8	5	2	0
		O	③:2	188	34	44	8	6	7	4	126	2	5	8	5
		K	③:0	104	21	26	4	2	6	2	72	2	6	3	5
		計	14	561	82	135	33	16	23	9	363	20	21	17	12
2	S	M	③:0	111	17	31	1	3	7	3	78	6	2	6	5
		T	0:3	147	19	42	8	3	3	2	83	0	5	7	6
		O	③:1	230	15	64	15	2	11	5	158	5	13	12	15
		K	③:1	115	16	32	4	2	8	1	88	5	6	8	4
		計	14	603	67	169	28	10	29	11	407	16	26	33	30
3	T	M	0:3	143	12	39	6	4	4	2	82	2	8	5	6
		S	③:0	137	18	43	4	1	9	1	102	3	7	5	5
		O	2:3	263	34	76	8	6	8	5	159	5	9	8	7
		K	③:1	150	28	33	10	4	4	0	98	7	8	2	13
		計	15	693	92	191	28	15	25	8	441	17	32	20	31
4	O	M	2:3	210	29	43	9	2	3	2	109	4	11	16	3
		S	1:3	270	15	58	20	10	3	6	140	5	11	8	9
		T	③:2	293	41	79	6	9	9	2	170	5	7	7	6
		K	1:3	241	22	45	10	4	5	3	113	3	5	11	6
		計	18	1014	107	225	45	25	20	13	532	17	34	42	24
5	K	M	0:3	106	8	17	9	1	2	3	48	1	3	7	2
		S	1:3	117	13	34	10	3	5	4	84	4	6	9	9
		T	1:3	186	15	19	12	5	2	0	85	8	7	5	1
		O	③:1	227	22	51	13	4	12	2	121	4	8	7	5
		計	15	630	58	121	44	13	21	9	338	17	24	28	17

- 注) 1. セット数と勝敗欄の○印は勝ち試合を示したものである。
 2. 1・2位は勝敗が同じなので決定戦を行ない3:2でM大学が勝ち1位となった。
 3. 4・5位も勝敗が同じであったが、この場合は取得セット率によってO大学が4位となった。

$$\text{取得セット率} = \frac{\text{全試合の取得セット数}}{\text{全試合の喪失セット数}}$$

$$O\text{大学} = \frac{7}{11} = 0.636, \quad K\text{大学} = \frac{5}{10} = 0.5$$

表2-2 平成元年度秋季リーグ戦におけるスパイクの得失点率

項目	チーム名		M		S		T		O		K	
	成績順位		1	2	3	4	5					
得点	N	%	82	14.6	67	11.1	92	13.3	107	10.6	58	9.2
	得権		135	24.1	169	28.0	191	27.6	225	22.2	121	19.2
失点	N	%	33	5.9	28	4.6	28	4.0	45	4.4	44	7.0
	失権		16	2.9	10	1.7	15	2.2	25	2.5	13	2.1
合計打数			561	603	693	1014	630					

22・秋33)と失権(春11・秋16)が春季リーグ戦と比べてふえ、これが苦戦した原因である。

2位のS大学は、ブロックの合計得点が29で得権が11と5チーム中最高であった。スパイクの合計失点が28・失権が10という結果は春季リーグ戦と比べて失点は5、失権は1少なくなっている。特に注目すべきことはM大学に対してスパイク失点が1という結果であり、それがセットカウント3対0での勝ちに結びついたものと思われる。しかし、3位のT大学戦ではスパイク失点が8でブロック得点3と得権2と低くサーブ得点も0でこれらの結果が負けた要因といえる。また、

その他のミスの合計で失点33・失権30もある。このミスを少なくすれば試合を有利に展開できるのではなかろうか。

T大学は4位のO大学に負けたことが影響して3位となっている。そこでT大学対O大学戦のそれぞれの技術成績表をみるとブロック・サーブ・その他のミスでは大きな違いはなく、ただ「スパイク得点+得権」が120と110で10だけO大学の方が多かった。しかし総打数はO大学の293本(決定率41.0%)に対しT大学は263本(決定率41.8%)で総打数に対する決定率はT大学の方がわずか(0.8%)に大きい。これらの点からO

大学の1本目のスパイクに対しては防禦しても続けてスパイクされると防禦しきれなくなってしまうといえようか。また、S・T・K戦と比べてM大学戦でのスパイク得点12とブロック得点4が低く春季リーグ戦と同様の結果であった。

4位のO大学は各チームと接戦をくりひろげスパイク総打数が1014ともっとも多い。このことは、スパイクをレシーブされても粘り強くスパイクして得点に結びつけるレシーブ主体のチームであることを示している。負けた試合はいずれもスパイクを含めた力の差であったと思われる。(スパイク差：対M大学-5, 対S大学±0, 対T大学+7, 対K大学±0) 3敗したが各試合接戦となりそれが最後には取得セット率でK大学をしのいで4位になったのである。

5位のK大学は、3位からの転落となっているが、春季リーグ戦と比べてスパイク得点の低下(78→58)とスパイク失点(42→44)やその他のミスでの失点(4→28)が増加したことが大きな要因である。これらの点については、春季リーグ戦と秋季リーグ戦の違いを検討し改善する必要があるといえよう。

スパイクの得失点率をみるとやはり春季リーグ戦と同じくM大学は得点率(14.6%)が最高である。しかし、春季リーグ戦と比べ数値は3.7%も低くなっており、失点率(5.9%)が5チーム中2位という数値であった。これが苦戦した原因と思われる。

2位のS大学は得点率(11.1%)は低いが失点率(4.6%)・失権率(1.7%)が春季リーグ戦よりそれぞれ1.3%・2.7%低くなりミスの少ないチームとなり、無駄な点数を対戦チームに与えることが少なくなった。

T大学は得点率(13.3%)・得権率(27.6%)ともに5チーム中2番目と高く、失点率(4.0%)・失権率(2.2%)も低いが、4位のO大学に負けたことが影響して3位という結果であった。このO大学戦に勝てれば、優勝決定戦にM・S大学と共に出場できたのである。

最後にO大学・K大学は得点率が低く失点率が高いので良い結果が得られなかった。特に4・5位の差は失点率(O大学4.4%・K大学7.0%)にありそうである。失点を少なくすれば違った結果がでてくるかもしれない。

2) リーグ戦成績順位と身長・スパイク・ブロック・サーブとの関係について

春・秋それぞれのリーグ戦における項目別順位を表3, 表4にまとめた。

表3・表4よりスピアマンの順位相関係数^(注)を求め各関係をまとめたのが表5・表6である。

表5・表6の結果から、平成元年度春季リーグ戦の成績順位との関係では(表5)スパイク決定率(0.900), 1セットの平均攻撃得点(0.975), 秋季リーグ戦では身長(0.725), 1セットのブロック決定数(0.800)に高い相関がみられた。

また、レギュラー選手の平均身長との関係では(表6)春季リーグ戦で1セットのブロック決定数(0.900), 1セットのブロック得点(0.900), 秋季リーグ戦でスパイク決定率(0.725)に高い相関がみられた。

このことは、春秋リーグ戦において若干の違いはあるもののスパイク決定率, ブロック決定率でみると身長の高いものの方が有利であるという傾向がうかがえる。

スパイクは、身長の低い選手は大きなジャンプ力とコース打ち, ブロックアウト, フェイントなどの技術で低身長をカバーすることが可能であるが, ブロックはネット上から越えてくるボールを止める技術であるためネットより上に手がでることが必要となり, 長身選手には有利な技術であるといえる。低身長の選手がいくらジャンプ力が豊かであっても常時ネットより上に手をだすことができなければ不利であるといえる。要するにブロックは、瞬間的なジャンプによる高さよりも高身長による常時の手の高さをもっている方が有

注) 数列を順位で表わし、その差を用いて相関係数を求める方法。スピアマン(Spearman)によって考案されたもので等級相関係数(Rank Order Coefficient of Correlation)として知られている。

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum d^2}{N(N^2 - 1)}$$

表3 平成元年度春季リーグ戦における項目別順位

チーム名	成績順位	レギュラー選手の平均身長			1セットのスパイク得点		スパイク決定率		スパイク失敗率		1セットのブロック得点		1セットのブロック決定数		サーブの得点率		1セットの平均攻撃得点		1セットの平均失点	
		C	M	順位	点	順位	%	順位	%	順位	点	順位	本	順位	%	順位	点	順位	点	順位
M	1	170.7	2.9	4	7.5	1	43.0	1	5.3	1	1.5	4	1.8	4	4.7	3	10.4	1	1.8	1
T	2	171.8	3.6	2	5.1	4	40.6	2	10.3	4	2.6	1	3.3	1	3.3	4	8.8	2	4.2	4
K	3	171.5	4.9	3	5.6	2	38.3	4	10.8	5	1.8	3	2.4	3	5.4	2	8.8	2	3.3	2
S	4	172.0	4.1	1	4.9	3	39.6	3	7.3	2	2.1	2	2.7	2	6.2	1	8.7	4	3.8	3
O	5	165.3	3.5	5	3.6	5	34.1	5	9.4	3	0.8	5	1.1	5	3.1	5	5.1	5	4.2	4

注) 1. 身長の下の数値は標準偏差

表4 平成元年度秋季リーグ戦における項目別順位

チーム名	成績順位	レギュラー選手の平均身長			1セットのスパイク得点		スパイク決定率		スパイク失敗率		1セットのブロック得点		1セットのブロック決定数		サーブの得点率		1セットの平均攻撃得点		1セットの平均失点	
		C	M	順位	点	順位	%	順位	%	順位	点	順位	本	順位	%	順位	点	順位	点	順位
M	1	171.8	2.7	1	5.9 (5.85)	3	38.7	3	8.7	4	1.6	3	2.3	2	5.5	1	8.9 (8.92)	2	3.6	2
S	2	170.4	5.6	3	4.8	4	39.1	2	6.3	2	2.1	1	2.9	1	3.9 (3.93)	3	8.0	3	4.4	3
T	3	171.8	3.6	1	6.1	1	40.8	1	6.2	1	1.7	2	2.2	3	3.9 (3.85)	4	8.9 (8.93)	1	3.2	1
O	4	165.3	3.5	5	5.9 (5.94)	2	32.8	4	6.9	3	1.1	5	1.8	5	3.2	5	8.0	3	4.8 (4.83)	5
K	5	168.7	6.3	4	3.9	5	28.4	5	9.0	5	1.4	4	2.0	4	5.0	2	6.4	5	4.8 (4.80)	4

注) 1. 同じ数値の場合は四捨五入前の数値(カッコ内の数値)で順位を決定した。
 2. 全て同じ数値の場合は同じ順位とした。
 3. 身長の下の数値は標準偏差

表5 リーグ戦成績順位と観点との関係

項目	平成元年度	
	春季リーグ戦	秋季リーグ戦
リーグ戦成績順位とレギュラー選手の平均身長	0.100	0.725
リーグ戦成績順位と1セットのスパイク得点	0.650	0.200
リーグ戦成績順位とスパイク決定率	0.900	0.600
リーグ戦成績順位とスパイク失敗率	0.200	0.300
リーグ戦成績順位と1セットのブロック得点	0.300	0.600
リーグ戦成績順位と1セットのブロック決定数	0.300	0.800
リーグ戦成績順位とサーブの得点率	0.100	0.400
リーグ戦成績順位と1セットの平均攻撃得点	0.975	0.625
リーグ戦成績順位と1セットの平均失点	0.650	0.600

表6 レギュラー選手の平均身長と観点との関係

項目	平成元年度	
	春季リーグ戦	秋季リーグ戦
レギュラー選手の平均身長と1セットのスパイク得点	0.100	0.375
レギュラー選手の平均身長とスパイク決定率	0.300	0.725
レギュラー選手の平均身長とスパイク失敗率	-0.100	0.375
レギュラー選手の平均身長と1セットのブロック決定数	0.900	0.675
レギュラー選手の平均身長と1セットのブロック得点	0.900	0.675

利な技術であるといえる。これが現代のバレーボールの重要な要素であり、世界的な傾向であるといえるが、しかし春季リーグ戦においては、スパイク決定率によって成績順位が決定され、身長やブロック決定数はほとんど無関係であった。ところが秋季リーグ戦ではスパイク決定率よりも身長やブロック決定数の方が成績順位に大きく関係していた。このことはおそらく、各チームとも他チームに対しての対策がなされブロック力(おそらくレシーブ力も)がアップし、それで全体的にスパイク決定率が低くなったことに関係していると考えられる。そのブロックには高身長が有利なことは前述のとおりである。

また、春季リーグ戦では新チーム編成直後で新入生がレギュラーに加入(M大学0名・T, O大学各1名・K, S大学各2名)して技術的なまとまりが充分でなく身長を生かすことができなかつたのかもしれない。これに対して、秋季リーグ戦では夏季休暇もあり技術的・体力的なトレーニング期間が長いところから、技術と体力とのバランスがとれてきた結果が、春季リーグ戦と秋季リーグ戦の違いをあらわしたものと思われる。

3) リーグ戦順位と技術・身長との関係

各チームの成績順位とそれに関係する要因のそれぞれに順位をつけ、それらがどのようにかかわっているかをチーム別にレーダーチャートに示した。

(要因)

1. 成績順位
2. レギュラー選手の平均身長
3. スパイク決定率
4. スパイク失敗率
5. ブロック決定数
6. サーブの得点率
7. 1セットの平均攻撃得点
8. 1セットの平均失点

図1～5より成績順位の上位チームは八角形の面積が広く下位チームは狭くなっている。

M大学は、春季リーグ戦の方がスパイク決定率が高くして失敗率が低く安定したスパイク力によって着実に得点にしていた。ところが、秋季リーグ戦ではスパイク決定率が低くなり失敗率が高くなっており、そのことが1セットの平均攻撃得点の低下と失点の増加につながったと思われる。しかし、ブロック決定数とサーブの得点率がよくなったのでろうじて首位を守ることができた。このように、1つが崩れたときに、他の技術で補うことができることがM大学の強さの要因であると判断できる。

T大学は春季リーグ戦より秋季リーグ戦の方が八角形の面積がひろくなっているのに、成績順位が2位から3位へ後退してしまった。このことは、チーム力を勝利にうまく結びつけることができず、実力をだしきれないで秋季リーグ戦を終了してしまったように思われる。

残りのS・O・K大学は、秋季リーグ戦の八角形の

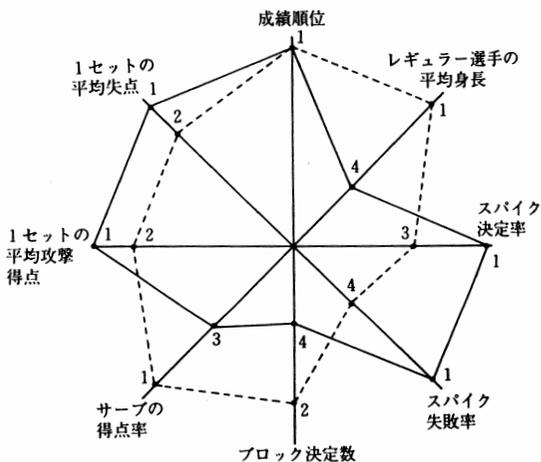


図1 M大学項目別順位によるレーダーチャート
 ——— 平成元年度春季リーグ戦
 - - - - - 平成元年度秋季リーグ戦

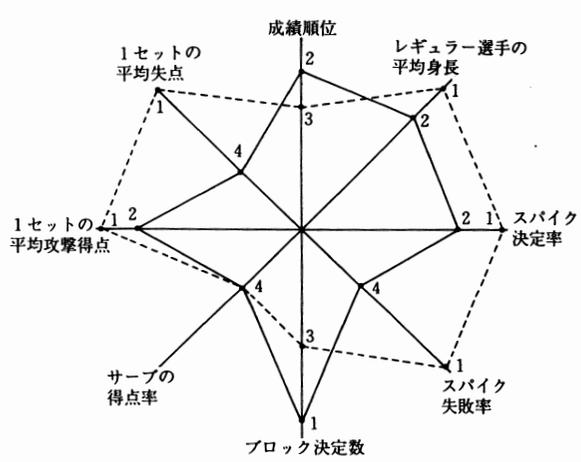


図2 T大学項目別順位によるレーダーチャート
 ——— 平成元年度春季リーグ戦
 - - - - - 平成元年度秋季リーグ戦

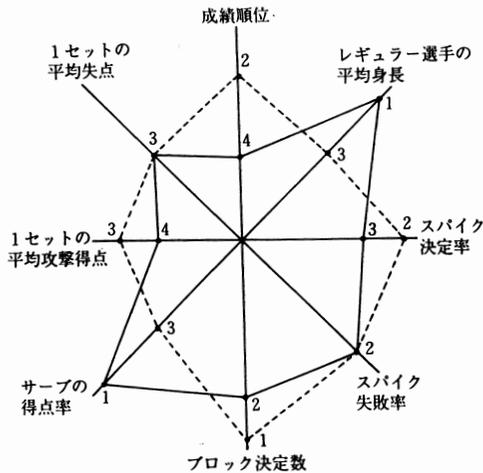


図3 S大学項目別順位によるレーダーチャート
 ——— 平成元年度春季リーグ戦
 - - - - - 平成元年度秋季リーグ戦

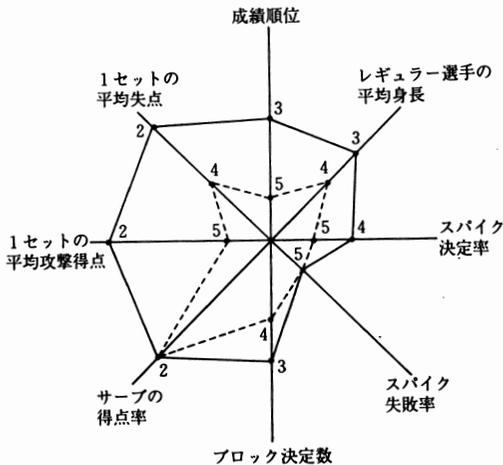


図4 K大学項目別順位によるレーダーチャート
 ——— 平成元年度春季リーグ戦
 - - - - - 平成元年度秋季リーグ戦

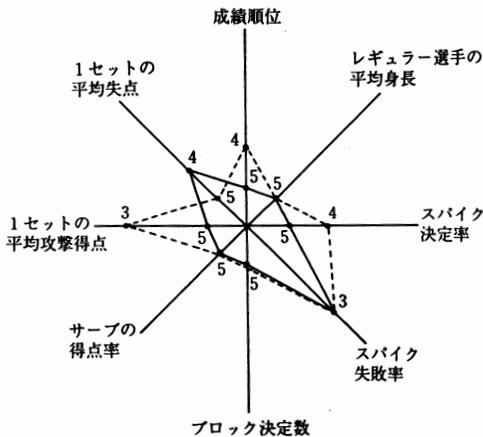


図5 O大学項目別順位によるレーダーチャート
 ——— 平成元年度春季リーグ戦
 - - - - - 平成元年度秋季リーグ戦

面積が春季リーグ戦のそれよりも広がっているチームは成績順位が良くなり、狭くなってしまったチームは悪い成績順位となった。また、図1～5よりそれぞれのチームの面積を求めてみると表7のようになった。

表7より春季リーグ戦におけるS大学の面積が成績順位割には広く、春季リーグ戦での躍進が予測される。春は勝つための要因を結果に結びつけられなかったが秋季リーグ戦では、それらの要因をうまく発揮して2位に進出した。T大学は前述したように秋季リーグ戦において、チーム力をだしきらないで3位になってしまったことが面積の数値からもよくわかる。

4. 結論

1) 結果の要約

バレーボールにおける成績順位と技術成績・レギュラー選手の平均身長の関係を見るために、関西女子大学の上位5チームを対象として調査した結果は次のようにまとめられる。

- (1) リーグ戦成績順位と得点内容については、上位チームは失点が少なく得点のほとんどをスパイク得点とブロック得点で占めている。
- (2) リーグ戦成績順位とレギュラー選手の平均身長について、春季リーグ戦でのスパイク決定率は身長よりも技術的なこと（ブロックアウトやフェイントなど）が優れているチームの方が上位である。

秋季リーグ戦はレギュラー選手の平均身長の高

表7 レーダーチャートによる成績順位と面積

チーム名	春季リーグ戦		秋季リーグ戦	
	成績順位	面積	成績順位	面積
M	1	97 (10)	1	103 (10)
T	2	67 (6.9)	3	106 (10.3)
K	3	60 (6.2)	5	18 (1.7)
S	4	75 (7.7)	2	83 (8.1)
O	5	11 (1.1)	4	17 (1.7)

※面積欄 () 内の数値は1位のM大学の面積を「10」とした時の各チームの値である。

いチームが有利にスパイク・ブロックを生かし上位を占めている。これは、春季リーグ戦終了後から秋季リーグ戦開幕までのトレーニング期間中に身長を生かすためのトレーニング効果のあらわれであるといえる。

- (3) ブロックは身長の高い方が有利である。
- (4) 全体としていえることは、技術と身長のバランスがとれているチームが上位を占めている。

2) 今後の課題

本研究では主としてバレーボール選手に要求される身長と技術的要素（スパイク・ブロック・サーブ）を公式記録の技術成績表から特にスパイクとブロックの関連について調べてみたものである。しかし、スポーツの勝敗や技術についてよくいわれる心・技・体のうち、精神的な問題について調べることができなかった。さらに技術的な問題についても、ミスの内容分析などが必要であると思われる。さらに春季リーグ戦と秋季リーグ戦でチームのレギュラー選手が多少異なるチームがあり、レギュラー変更の効果の有無や同じチームの進歩の度合いをなんらかの方法で調べてみれば各チームの今後の課題がよりみいだされたのではないかと思われる。

また、下位リーグについても検討することによって関西女子大学バレーボール競技のレベルの向上に役立てたい。

（本研究については、天理大学教授花田敬一先生のご指導をいただいた。深く感謝の意を表します。）

参考文献

- 1) 岩原信九郎「新教育統計法」日本文化科学社 1983（40版）
- 2) 柏森康雄ほか4名「バレーボールのゲームに関する一考察」日本体育学会第25回大会号752頁 1974
- 3) 島田出雲・吉原一男・土谷秀雄「バレーボール競技とジャンプ力との関連性について（報告その1）男子6人制バレーボール選手のジャンプ力について」体育学研究第8巻1号69頁 1963
- 4) 島津大宣ほか3名「バレーボール選手のジャンプについての研究」日本体育学会第25回大会号400頁 1974
- 5) 島津大宣・豊田博・宇梶公平「バレーボールの技術に関する研究(1)男女トップクラス選手の技術成績について」体育学研究第12巻5号101頁 1968
- 6) 中島昭子・越智三王「バレーボール選手（女子）の身体適性について（特に跳躍力についての統計学的考察）第3報」体育学研究第8巻1号3頁 1963
- 7) 中島勝政・吉原一男・土谷秀雄「女子バレーボール選手のジャンプ力と身長との相関」体育学研究第12巻5号103頁 1968
- 8) 中島勝政ほか6名「女子バレーボール選手のジャンプ力と技術について」体育学研究第13巻5号199頁 1969
- 9) 四方実一・一谷彊共著「教育統計法入門」日本文化科学社 1980（12版）

協 賛 企 業

ミ ズ ノ 株 式 会 社

フ ク ダ 電 子 京 滋 販 売 株 式 会 社

編 集 委 員 会

伊 藤 稔 (委員長) 小 野 桂 市 倉 敷 千 稔
藤 田 登 八 木 保 <五十音順>

Editorial Committee

Minoru Itoh (Chief Editor) Keichi Ono Chitoshi Kurashiki
Noboru Fujita Tamotsu Yagi

Kyoto Society of Physical Education

Kyoto University, Dept. of Phys. Educ.
Yoshida-nihonmatsu, Sakyoku, Kyoto, JAPAN

京都体育学研究 第6巻

平成3年1月20日印刷

平成3年2月1日発行

編集発行者 倉敷 千稔

印刷者 昭和堂印刷所

京都市左京区百万辺交差点上ル東側

発行所 京都体育学会

〒606 京都市左京区吉田二本松町

京都大学教養部保健体育学教室気付

執筆要項

1. 論文の長さは、文献・図表・abstractを含め8ページ(400字詰原稿用紙で約30枚)までとする。但し超過した場合その費用は執筆者負担とする。
2. 本誌論文の原稿執筆にあたっては、下記の事項を厳守されたい。
 - (1) 原稿は、市販の横書原稿用紙(B5判400字詰)に清書し提出する。

原稿は、1枚目：題目・英文標題。2枚目：著者名とそのローマ字名、著者の所属名と()内にその正式英語名。所属の異なる2人以上の場合著者名の右肩に*、**、・・・印を付して、脚注に*、**、・・・印ごとに所属名と()内にその正式英語名。3枚目：英文要約(タイプ用紙ダブルスペース250字以内)。4枚目：和文要約(編集用；英文要約と同一内容)。5枚目以降本文、注記、参考文献、図・表の順に書く。
 - (2) 外国人名・地名等の固有名詞には、原則として原語を用いること。固有名詞以外はなるべく訳語を用い、必要な場合は初出のさいだけ原語を付すること。
 - (3) 数字は算用数字を用いること。
 - (4) 参考文献の引用は「体育学研究」投稿の手引きによる。(体育学研究27巻1号91～92頁参照)
 - (5) 注記は、補足的に説明するときのみに用い、本文中のその箇所の右肩上に註1)註2)のように書き本文の末尾と文献表の間に一括して番号順に記載する。
 - (6) 図・表は1枚の用紙に1つだけ書く。また図と表のそれぞれに一連番号をつけ、図1、表3のようにする。(上記手引き92～93頁参照)
 - (7) 図の原稿は半透明のタイプ用紙または淡青色方眼紙に黒インキで明瞭に書くこと。写真は明瞭なものを提出すること。
 - (8) 図や表は本文に比べ大きな紙面を要する(本誌1ページ大のものは原稿用紙4.5の本文に当たる)から、その割合で本文に換算し全ページ数の中に算入すること。
 - (9) 図や表の挿入希望箇所は、原稿の本文の左横の欄外に赤字で指定する。
 - (10) 参考文献の書き方は以下の原則による。

文献記述の形式は雑誌の場合には、著者名、題目、雑誌名、巻号、論文所在頁、発表年；単行本の場合には、著者名、書名、版数、発行所、参考箇所の頁、発表年の順とする。なお、上記手引き93～94頁参照。

KYOTO JOURNAL OF PHYSICAL EDUCATION

ORIGINAL

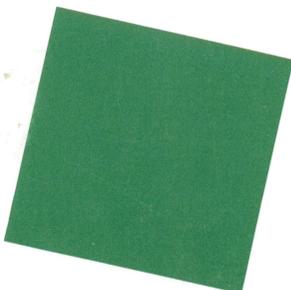
Mitsuyo Terada et al : Study on the impact hammer-induced body surface oscillation during muscle contraction 1

MATERIALS

Noriko Matsuura et al.: A Study on the Development of Motor Coordination and Manual Dexterity in Preschool Children . 10

Tetsuya Yoshida et al.: Effect of Training on the Physique and Physical Fitness in College Rugby Football Players . . . 17

Michi Tohshima : A study on the relationship among the height, offensive skill and ranking of volleyball league players in Kansai women colleges 24



Edited by Kyoto Society of Physical Education

Volume6/February 1991