

24週間の筋力トレーニングが大学女子サッカー選手の スプリント、ジャンプ、アジリティ、スローイン、脚伸展に及ぼす影響

**Effects of 24 weeks strength training program on sprint, jump, agility,
throwing and leg extension in college woman football players**

金子 憲一*, 山岸 道央**, 柏木 悠***, 船渡 和男****

Kaneko Ken-ichi*, Yamagishi Michio**, Kashiwagi Yu***, Funato Kazuo****

*徳島文理大学
**松山大学
***専修大学
****日本体育大学

*Tokushima Bunri University
180, Nisihama-cho, Yamashiro-cho, Tokushima-shi, Tokushima, 770-8514, Japan
kaneko@tks.bunri-u.ac.jp

**Matsuyama University

***Senshu University

****Nippon Sport Science University

[Received June 12, 2018; Accepted January 22, 2019]

Abstract

The aim of this study was to identify the effects of 24 weeks strength training (ST) program on sprint, jump, agility, throwing and leg extension in college woman football players to fulfill it, who have little experience in competition. 1 repetition maximum (1RM) test was used for the evaluation of maximum muscle strength of the lower a body, and the target value (Tv) was calculated from 1 RM test compared with the actual value (Av). 8 college woman football players had participated in this study (age: 19.8 ± 0.4 years, body height: 158.2 ± 5.0 cm, body mass: 54.4 ± 5.9 kg). College woman football players followed a ST program twice a week for 24 weeks. ST program was included in 2-3 sets of 8-15 repetitions with the load 55-80% 1RM. Maximum strength ([1RM] Leg Press (LP), Inclination Leg Press (ILP)), running speed (10m-sprint), agility ability (505 agility test), Throwing (TH), jump ability (counter movement jump ; CMJ, standing broad jump ; SBJ) were measured at the beginning week (Pre), 12week (Mid), and 24 week (Post). Mid and Post of the test, TH, CMJ, SBJ and SU were higher ($p < 0.05$) than for the Pre. In addition, 1RM test LP and ILP of Post were higher ($p < 0.05$) than Mid test. No significant differences were observed from the running speed and agility ability. The results of this study suggested that 24 weeks ST program could improve on dynamic movement such as jump ability rather than sprint and agility abilities. In conclusion, 24 weeks ST program college woman football players could be useful as the development of their physical abilities. Especially, it is effective for college woman football players to fulfill it, who have little experience in competition.

Keywords: strength training, 1 repetition maximum (1RM) test, college woman football players.

[Football Science Vol.16, 16-26, 2019]

1. はじめに

サッカー選手が筋力トレーニング (Strength Training ; ST) を行うことで、パフォーマンスに関わる基礎的および特異的体力水準を高めることができる (Chelly et al., 2009 ; Christou et al., 2006 ; Wisloff et al., 2004). 例えば,

Chelly et al. (2009) は 17 歳の男子サッカー選手 (競技歴 4.7 ± 0.8 年) に対して 8 週間の ST を実施した結果、40m 走中の加速と最大速度が有意に改善されたと報告している。また、Christou et al. (2006) は、12 歳から 15 歳までの男子サッカー選手 (競技歴 4.3 ± 1.9 年) に ST を課すこと

がフィジカルキャパシティの包括的な発達に貢献すると報告している。一方、ハムストリングを中心とした下肢の ST や神経筋制御のトレーニングは、試合中における下肢の傷害リスクを低減させることが報告されており (Lehance et al., 2009; Myer et al., 2005), これらのことから、計画的な ST の実施が 10 代のサッカー選手のパフォーマンスの向上と障害予防に貢献することは明らかである。

ST におけるヒトの最大筋力を評価するための手法として、One repetition maximum test (1RM test) がある。これは、正しいテクニックで 1 回挙上できる最大重量を指し (Baechle and Earle, 2002), 1RM test は、サッカー選手の最大筋力の評価としても用いられている (Larson-Meyer et al., 2000; Myer et al., 2005; Nesser and Lee, 2009)。1RM test は、Dead lift (DL), Back squat (BS), ベンチプレスなどに行われ、主に ST の経験が充分な選手に対して用いられることが多い。そのため、ST の経験が乏しい選手が 1RM test を行うと、1RM test の正確性を損なうだけでなく、ケガや傷害のリスクが高まることは容易に想像でき危険である (Baechle and Earle, 2002)。しかし、1RM test は、最大筋力の評価として有用なツールであるため、ST の経験が浅い選手に対して高度なテクニックを必要とせず、安全に測定することが実現できれば、選手の最大筋力の評価に用いることができよう。

サッカー選手に求められる体力要素は、主に持久的パフォーマンス、高強度運動パフォーマンス、スプリントパフォーマンス、筋発揮パフォーマンスに分類される (JFA medical committee, 2011)。それらの報告によると、日本人は持久的パフォーマンスと高強度運動パフォーマンスは諸外国よりも高いレベルにあるが、一方で、スプリントパフォーマンスや筋発揮パフォーマンスは諸外国よりも低いレベルにあると報告されている。

サッカー日本女子代表チームが、2011 年にワールドカップ優勝を成し遂げてから、女子サッカーの注目度は高い。中でも、日本の女子サッカー選手のテクニックは、高さやパワーが全てではないサッカーにおいて生命線とされている (JFA Technical committee, 2013)。しかし、近年、試合内容のスピード化により、選手への体力的要求度は高まるばかりである。加えて、諸外国の選手との体格差を補ううえでは、すでに述べたように日本の女子サッカー選手のスプリントパフォーマンスや筋発揮パフォーマンスの向上は急務である (JFA medical committee, 2011)。

日本の女子サッカー選手の競技人口について、選手登録者数の推移を調べてみると、2007 年は 25,000 名、2017 年では 28,000 名と女子全体の選手登録者数は増加しているが (Japan Football Association, 2018), 中でも、高校や

大学において、選手登録者数やチーム登録数が増えており (All Japan High School Athletic Federation, 2018; Japan University Women Football Association, 2018), このことは、高校や大学から競技を始める選手も少なくないと思われる。こうした選手には、サッカーの技術・戦術といった、いわゆるサッカーのトレーニングが最重要と考えることが必然であるが、一方で、競技を行ううえでの基礎的体力を備えていないことが多く、下肢のケガのリスクが高いことは否めない。そのため、こうした競技経験の浅い選手が ST を実施することは、傷害のリスクを軽減させるだけでなく、サッカーのパフォーマンスに影響を及ぼす基礎的および特異的体力水準を高めるうえで重要な役割を担っており、競技経験年数の差を補う上でも大切であると考えられる。

そこで、本研究では、競技経験の浅い大学女子サッカー選手を対象に、計画的に ST を実施し、サッカーのパフォーマンスに影響を及ぼす基礎的および特異的体力への効果を明らかにすることとした。その際、最大筋力の評価に 1RM test を用いて ST プログラムデザインをし、さらに、1RM test の結果を基準に設定した目標値と実際に扱った負荷設定値 (実施値) を比較し、大学女子サッカー選手の下肢最大筋力向上における基礎的資料を得ることとした。

2. 方法

2.1. 参加者

参加者は、19 歳から 20 歳までの大学女子サッカー部に所属する 13 名であった。このうち、24 週間の ST を実施したうえで、ケガおよび病欠などの事情により全てのトレーニングを実施出来なかった者を除いた 8 名 (年齢: 19.8 ± 0.4 歳, 身長: 158.2 ± 5.0 cm, 体重: 54.4 ± 5.9 kg) を本研究の対象とした。参加者のほとんどが大学から競技を始めたが、高校までにサッカー以外にいくつかのスポーツを経験していた (Table 1)。参加者には、インフォームドコンセントを書面で行い参加の同意を得た。なお、本研究は、大学倫理審査委員会の承認を得て実施した。

2.2. フィジカルテスト

本研究では、ST 開始前 (Pre), 12 週間後 (Mid), 24 週間後 (Post) の 3 回の Physical test を実施した。基礎的体力の評価として、10m-sprint, Counter Movement Jump (CMJ), Standing Broad Jump (SBJ) を測定した。10m-sprint は、疾走路の側方に DV カメラを構え、参加者の胸骨上縁を基準に、スタートからゴールまでの映像を基にタイムを 100 分の 1 秒まで算出し、2 回の試技を行いタ

イムの速い方を記録 (sec) とした。CMJ は、壁に寄り添って立ち、指先の跳躍高を測るようにした。まず、片手中指にチョークで印をつけ、壁から 15 ~ 20cm ほどの離れた位置から腕を伸ばして基準点を設けた後、参加者の足をそのまま動かさないようにし、手を振りながら上体を上げて最高到達点で壁にタッチさせるようにした。2 回の試技を行い、基準点から最高到達点までを CMJ の記録 (cm) とした。SBJ は、踏切線から直角に、最も近い着地点 (後足かかと) までの距離を測定した。2 回の試技を行い踏切線から遠い方の記録 (cm) を用いた。なお、CMJ と SBJ において、センチメートル未満は切り捨てた値を記録とした。

特異的体力の評価は、Agility, Throwing (TH) を測定した。Agility の評価は、505 agility test (Draper and Lancaster, 1985) を用いた。505 agility test は、スタートから 15m の距離を至適な速度で調整をしながら進み、180 度方向転換を行い再び 5 m の距離を戻すテストである。この中で、180 度の方向転換を含む 5 m 区間のタイムが Agility 能力の評価として用いられる。測定では、タイム計測区間のスタート / ゴール位置の側方に DV カメラを構え、参加者の胸骨上縁を基準に、参加者が通過した時点から 180 度の方向転換を経て再びゴール通過までの映像を基に 10m-sprint と同様にタイムを算出し、2 回の試技を行いタイムの速い方を記録 (sec) とした。TH は、日本サッカー協会が発行しているサッカー競技規則 2017/2018 を参考に、TH の成否、ファールスローの判定を参加者の側方に立たせた検者が確認した。両足の midpoint を基準にタッチラインから、ボールが最も遠い地点に落下した位置までを測

定し、記録 (m) とした。この時、10cm 未満を切り上げた値を記録とした。2 回の試技を行いタッチラインから遠い方の記録を用いた。

2.3. 1RM test

1RM test は、Leg Press (以下 LP, CYBEX 社製) と Incline Leg Press (以下 ILP, CYBEX 社製) を用いた (Figure 1)。LP は、重量を全身で負荷を受け止める必要がないため、ST の経験が浅くても比較的 safely に実施できる。また、ILP は、試技中脚全体に負荷がかかるが、万が一、選手が重量を上げられなくてもセーフティバーが付いているため、事故の危険性はほぼないと判断し採用した。1RM の測定手順は、NSCA ストレngth & コンディショニング (Baechle and Earle, 2002) 1RM test のガイドラインおよびテクニックを参考にした。LP の 1RM test は、座位姿勢から股関節を最大屈曲させ、膝関節の内角が 90 度以下の状態から膝関節の伸展動作を行わせた。検者が側方に立ち、参加者が膝関節最大伸展位 (180 度) 近くまで

Table 1 Competition history of participant's

participant	Competition history
A	Swimming, Basketball, Handball, Ekiden
B	Swimming, Softball, Soccer
C	Soft tennis
D	Handball
E	Swimming, Volleyball
F	Swimming, Handball, Soft tennis
G	Basketball, Soft tennis
H	Swimming, Softball



(LP)



(ILP)

Figure 1 1RM measurement of LP and ILP

押し切ることが確認できた試技を記録 (kg) とした。ILP の 1RM test は、座位姿勢から股関節および膝関節をゆっくり曲げて最大屈曲させた状態から伸展動作を行わせた。LP と同様に検者が側方に立ち、参加者が膝関節最大伸展位まで押し切ることが確認できた試技を記録 (kg) とした。

2.4. ST プログラムデザイン

ST プログラムデザインは、Christou et al. (2006) を参考にした。参加者には、24 週間、A・B の ST プログラムをそれぞれ週 1 回ずつ、合計 48 回の ST を課した (Table 2)。ST プログラムは、参加者のトレーニング経験がないこと、かつ安全に行わせるために 30 分程度で終了できるような種目のボリュームを考慮しプログラムを分けることとした。さらに、LP と ILP 以外の種目は、参加者がプログラムに飽きないように工夫した。ST は、サッカーのトレーニング開始前や大学の講義のない空き時間などを利用して

行わせた。また、チームの「技術」トレーニングの頻度は (試合も含めて) 週 4～5 回であった。ST を開始する前に、参加者には一ヵ月程度の馴化期間を設けた。ST プログラムは、上肢 + 下肢 + 体幹の組み合わせでプログラムし (Table 2)、負荷設定については目標値 (Target value : Tv) または基準値を参考に参加者が任意で設定したが、指導者が参加者の ST をサポートしている場合には、ST のフォームや負荷設定についてアドバイスをするようにした。

体幹のメニューは、実施回数の獲得と体幹保持能力やバランス能力の向上、さらには体幹部の可動域を広げることに重点を置いてプログラムした。ST プログラムは、1～8 週間、9～16 週間、17～24 週間と 8 週間ごとに 3 期に分けてプログラムを変更した。参加者には、A と B の ST プログラム実施の間隔をなるべく 48 時間以上の時間を設けるように指示した。

LP と ILP のトレーニングは、Pre の 1RM test の結果

Table 2 24-week ST program

ST program A	Load	Rep	Set	ST program B	Load	Rep	Set
1～8 Week				1～8 Week			
LP	Table3. reference			LP	Table3. reference		
ILP	Table3. reference			ILP	Table3. reference		
Dumbbell press	12RM	12	2	Lat pull down	12RM	12	2
Leg extension	12RM	12	2	Leg curl	12RM	12	2
Standing calf	15RM	15	2	Standing calf	15RM	15	2
Core	Knee-touch 50 × 2set, Leg-up 20 × 2set Front-bridge 40" × 2set et al.			Core	Diagonal sit-up 40 × 2set Diagonal back extension 40 × 2set Side-bridge 40"/40" × 2set et al.		
9～16 Week				9～16 Week			
LP	Table3. reference			LP	Table3. reference		
ILP	Table3. reference			ILP	Table3. reference		
Dumbbell press	10RM	10	2	One hand rowing	5～10kg	10/10	2
Reverse push up	Body weight	20	2	Front and side raise	3～5kg	10	2
Forward lunge	15～20kg	20	2	Step-up	15～20kg	12/12	2
Core	Sit-up 15 × 3set, Torso rotation 15/15 × 2set, Side-bridge 40"/40" × 2set et al.			Core	Leg-up 20 × 2set Toe-touch 20 × 2set Front-bridge 45" × 2set et al.		
17～24 Week				17～24 Week			
LP	Table3. reference			LP	Table3. reference		
ILP	Table3. reference			ILP	Table3. reference		
Incline Dumbbell press	10RM	10	3	One hand rowing	5～10kg	10/10	3
Forward lunge	15～25kg	16	3	Step-up	25kg	10/10	3
Core	Balance ball(BB) crunch 30 × 3set BB back extension 15 × 2set et al.			Core	BB leg raise 15 × 3set BB hip lift and cross 10 × 2set et al.		

ST : Strength training ; LP : Leg press ; ILP : Inclination Leg Press.

から、LP と ILP の Tv をそれぞれ設定した。LP および ILP の負荷設定値は、参加者が ST の経験が浅いことから、1RM の 55 ～ 80% で設定した (Table 3)。ST 期間中、参加者には記録用紙を配布し、Tv と実際にトレーニング時に用いた負荷値 (Actual value : Av) を毎回記録するように指示し、記録用紙は 2 週間ごとに回収した。2 週間で 1 サイクルとし、12 週間後に再度 1RM test (Mid) を実施し、13 ～ 24 週までの負荷設定に用いた。

2.5. 統計処理

各測定値はすべて平均値 (標準偏差) で示した。LP と ILP の Tv と Av の平均値の比較は、対応のある t 検定を用いた。Pre, Mid, Post における各変数の比較は、一元配置の分散分析を行った後、等分散性が確認された後、各時期による変数の違いを Tukey-kramer の HSD 検定 (多

重比較) を用いて検定した。解析ソフトウェアは、SPSS Statistics ver. 22 (IBM) を用いた。いずれの検定においても、危険率 5% 未満をもって有意とした。

3. 結果

24 週間の ST において、2 週間ごとの回数は、プログラム A が平均 2.2 ± 0.2 回、プログラム B が 2.0 ± 0.3 回であり、チームトレーニングの時間外にて計画的に ST を実施することが出来た (Figure 2)。

Table 4 には、参加者の 24 週間における身長、体重、BMI の推移を示した、その結果、体重は、Pre の 54.4 ± 5.9 kg から 24 週間後では 55.9 ± 5.8 kg と有意に増加した ($p < 0.05$)。

Figure 3 は、LP における Tv と Av および Av を体重値で除した相対値の 24 週間の推移を示した。その結果、1 週目から 24 週目において、ほぼすべての週において Av は Tv を上回ったが、Tv と Av では、統計上有意な差は認められなかった。Av を体重値で除した相対値 (Av/BW) の推移をみると、1 週目の 0.83 ± 0.24 Av/BW から 24 週目には 1.52 ± 0.24 Av/BW と体重の 1.5 倍まで増加した。一方、ILP は (Figure 4)、1 週目の Av は 47.3kg から始まり、12 週目では 68.4kg、最終的に 24 週目では 122.5kg まで増加した。しかし、1 週目から 24 週目においても、常に Av が Tv を上回ることが出来ていたが、Tv と Av において統計上有意な差は認められなかった。一方、Av を体重値で除した相対値 (Av/BW) は、1 週目の 0.86 ± 0.45 Av/BW から、最終的に 2.21 ± 0.61 Av/BW と体重の 2 倍以上に増加した。

Table 5 には、Pre から Mid, Post における各測定の結果を示した。10m-sprint タイム、505 agility タイムでは、有意な差が認められなかった。次に、CMJ, SBJ および TH は Pre と Mid, Pre と Post の結果においてそれぞれ統計上有意な差が認められた ($p < 0.05$)。また、LP, ILP および LP と ILP の相対値は、Pre と Mid, Pre と Post および Mid から Post の結果において統計上有意な差が認められた ($p < 0.05$)。さらに、LP および ILP の増加量を比較すると、LP の Pre から Mid は 32.0kg, Pre から Post では 46.7kg, ILP の Pre から Mid は 71.9kg, Pre から Post は 110.6 kg と ILP の増加量のほうが高かった。

Table 6 には、LP および ILP の Pre の値を 100% とした増加率 (%) を示した。LP は、Mid で 143%, Post は 162% の増加率を示し、ILP では Mid で 191%, Post で 240% の増加率を示し、ILP のほうが高い増加率を示した。

Table 3 LP and ILP program throughout the 24-week training period

1RM test (Pre)			
Week	Intensity (%1RM)	Rep/set	frequency
1~2	55~60	15 × 2	Twice/1W
3~4	55~60	15 × 3	
5~6	65~70	12 × 2	
7~8	65~70	12 × 3	
9~10	70~75	10 × 2	
11~12	70~75	10 × 3	
1RM test (Mid)			
13~14	55~60	15 × 3	Twice/1W
15~16	65~70	12 × 3	
17~18	65~70	12 × 3 (18W・2set)	
19~20	70~75	10 × 3	
21~22	75~80	10 × 3 (22W・2set)	
23~24	80	8 × 3	
1RM test (Post)			
1RM: 1repetition maximum ; LP: leg Press ; ILP : Inclination Leg Press.			

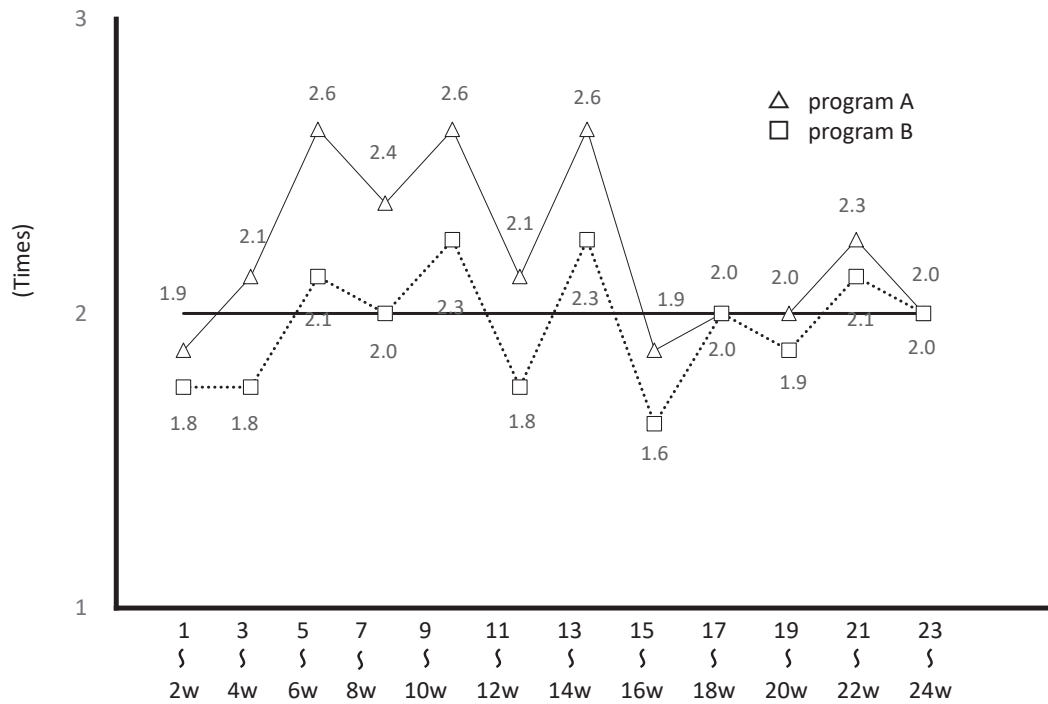


Figure 2 Comparison of ST times

4. 考察

本研究は、競技経験の浅い大学女子サッカー選手を対象に、24 週間 ST を実施した結果、10m-sprint タイムと 505 agility タイムを除くすべての項目に効果がみられた。また、選手の体格では、Pre から Post にかけて体重が有意に増加した。

下肢の ST は、1RM test に準じて LP, ILP を中心に行い、参加者は、毎週、Tv と照らし合わせながら Av を決定し ST を実施した。特に、ILP では、参加者は、すべての週において Av が Tv を上回って実施することができた。このことは、指導者が選手の LP, ILP の実施時になるべく補助に入るようにし安心感を与えるように努めたこと、さらに、トレーニングの進捗現状や Av の負荷設定について常にアドバイスをしたことも影響しているかもしれない。また、これらのことは、ST の熟練者には必要なく、本来

では重要視されない面であるが、ST 経験の乏しい参加者が、安全かつ漸進的に ST を進めていくうえでは必須のサポートであったと考える。Tv の設定は、参加者の安全面を考慮し、先行研究 (Christou et al., 2006 ; Larson-Meyer et al., 2000) のように 1RM に対する 80% を超える高負荷の設定はしなかった。しかし、結果的に、選手は、15 週目以降の ILP において平均で 100kg 以上の高負荷を扱っていた (Figure 4)。このことは、12 週間後に再度 1RM test (Mid) を実施し、13 週以降の負荷設定 (Tv) を改めたプログラムデザインの影響も大きいと考えられる (Figure 3, 4)。また、本来、下肢への ST であれば LP か ILP のどちらかで充分と考えるが、本研究では 1RM の 80% 以上の高負荷の設定を用いることはしなかった分、両種目を用いてトレーニングのボリュームを増やしたことも影響しているかもしれない。

10m-sprint において ST の成果がみられなかったこと

Table 4 Participant's physical characteristics.

Variable	unit	Pre	Mid (12 Week)	Post (24 Week)
Body height	(cm)	158.2 (4.40)	158.2 (4.49)	158.7 (4.61)
Body weight	(kg)	54.4 (5.93) b	55.2 (5.57)	55.9 (5.78)
BMI	(kg/m ²)	21.7 (2.26)	22.0 (2.00)	22.2 (2.03)

Significant of Difference b: vs Post *: p<0.05

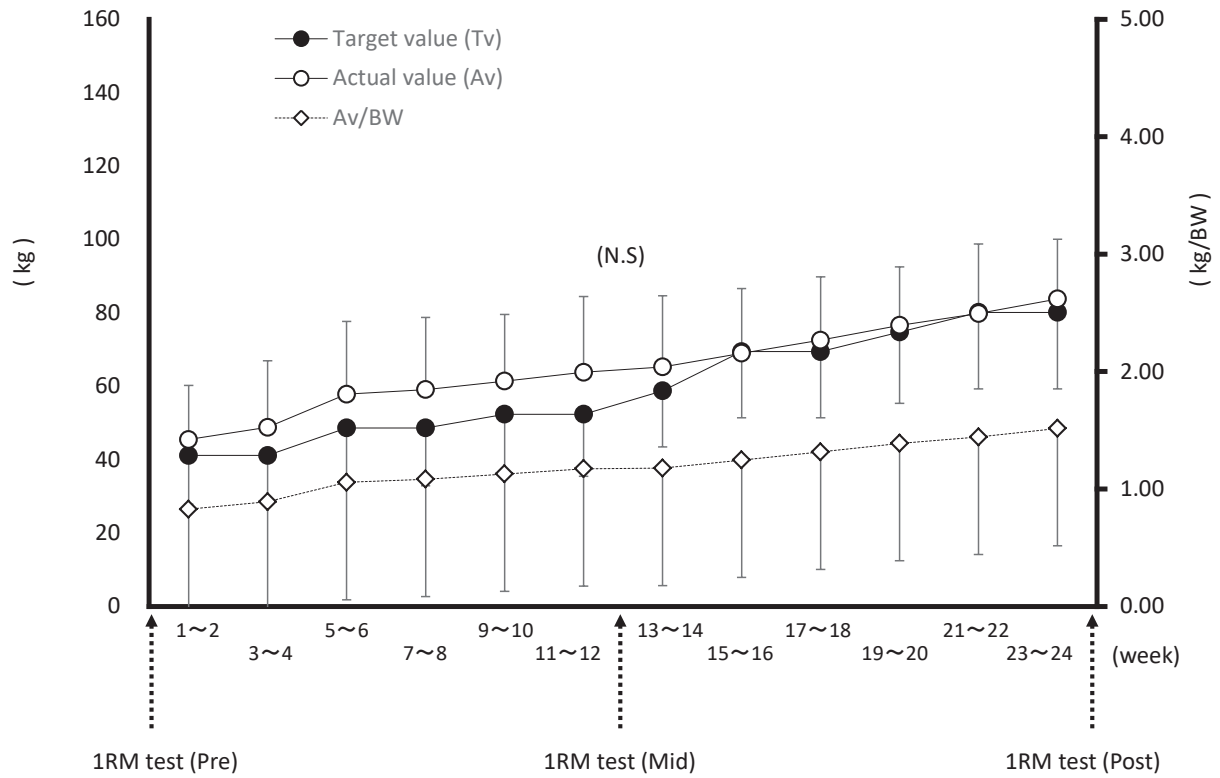


Figure 3 Comparison of target, actual and relative value in LP

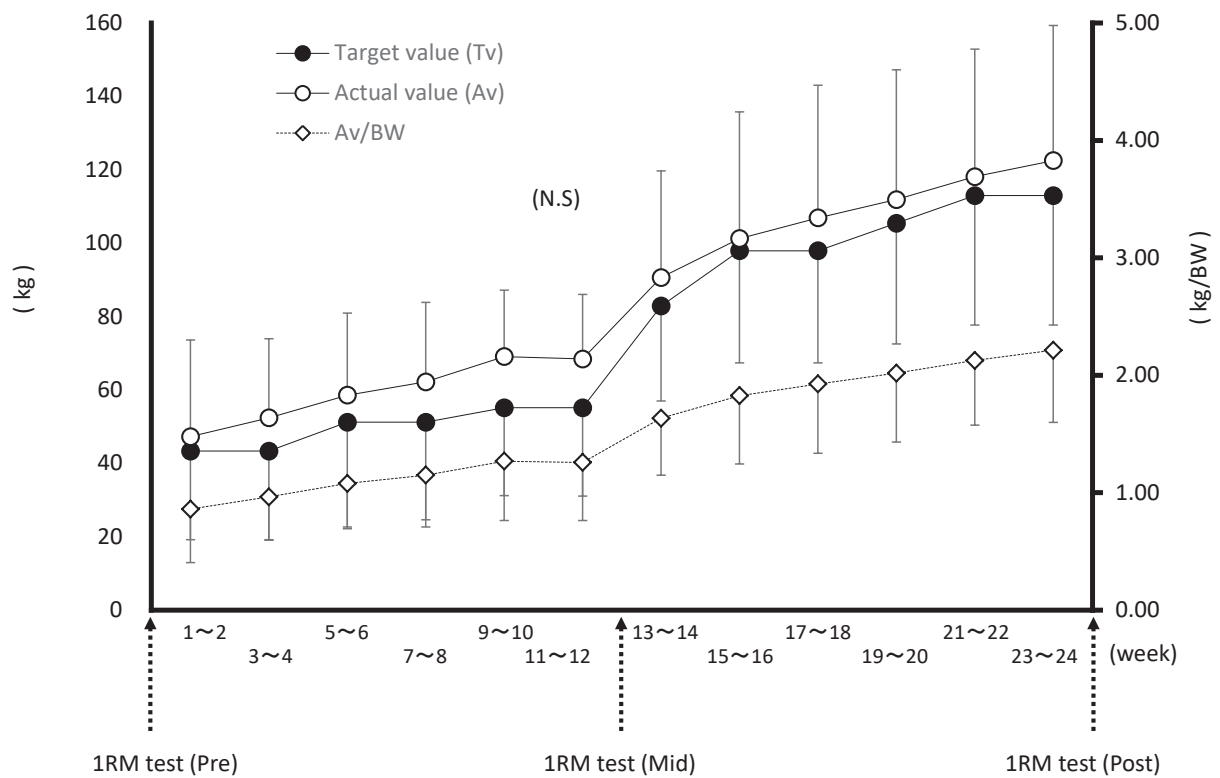


Figure 4 Comparison of target, actual and relative value in ILP

要因として、最大努力に近いレベルの筋力とパワー発揮が要求される（1RM80%以上の）高負荷を用いてSTを実施していないことが考えられる。例えば、本研究がSTのプログラムデザインを参考にしたChristou et al. (2006)の研究においても、12歳から15歳までの競技経験4年程度の一般的なサッカー選手に対して16週間のSTを実施した結果、30m-sprintタイムは、8週間後、16週間後では有意にタイムの短縮がみられたが、スタートから10mまでの区間タイムでは有意な短縮はみられなかった。これらのことについて、10mのような、より短い距離において身体を加速させるために必要な筋力には、まず、大きなパワーを発揮する能力を養う必要がある。パワーは力（強度）と速度の積であるため、最大筋力の向上は、高い力の立ち上がり速度とパワー発揮にとって不可欠である。したがって、今後は、1RMの80%以上の高負荷設定プログラムの導入も順次必要であろう。また、先行研究において（Wisloff et al., 2004）、成人の代表選手のBSの1RM値と10m-sprintタイムとの間に高い相関関係が認められている。本研究では、STの経験が浅くても比較的 safely に実施できることを最優先させるために、LPとILPを用いて1RM testを実施し、漸進的なSTプログラムをデザインしたが、日本人のサッカー選手のウィークポイントとされるスプリントパフォーマンスや筋発揮パフォーマンスの向上を目指すならば、競技レベルに応じてDLやBSなどフリーウエイトの

種目をスタンダードに、さらには、パワーエクササイズ（パワークリーン、スナッチ）を段階的に導入していくべきである。

一方、Ozbar et al. (2014)は、15歳から22歳までの女子サッカー選手を対象に、8週間のPlyometric training (PT)を実施したグループと実施しないグループを比較した結果、PTの実施グループのみ20m-sprintタイムが有意に短縮したとPTの効果を証明している。PTは、短い時間で大きな筋力を発揮する能力の向上に効果的であり、それらのトレーニングにより筋張力を向上させることで、力の立ち上がり速度すなわち加速力を高めることに貢献できると考えられる（Baechle and Earle, 2002）。このように、短い距離におけるタイムの短縮には、最大筋力を高めるSTやPTが最適なトレーニング方法であると考えられ、現場の指導者やコーチは、選手の体力水準やトレーニング環境に応じて、最適なトレーニングを立案し、選手に提供していくことが重要であると思われる。

CMJ, SBJ および TH は、Pre 対 Mid, Pre 対 Post において、それぞれ統計上有意な差が認められた ($p < 0.05$)。3種目とも、着実に記録が伸びSTの成果が表れた。STによってCMJとSBJパフォーマンスが向上することは、すでに多くの研究報告がある（Christou et al., 2006; Larson-Meyer et al., 2000; Myer et al., 2005; Nesser and Lee, 2009）。本研究のCMJは、Pre (38.4 ± 3.9 cm) から

Table 5 Descriptive statistics for pre, mid and post performance test

Variable	unit	Pre	Mid (12 Week)	Post (24 Week)	Pre⇒Mid	Pre⇒Post
10m sprint	(sec)	2.23 (0.12)	2.24 (0.03)	2.23 (0.06)		
CMJ	(cm)	38.4 (3.90) ab	44.8 (4.44)	44.6 (3.22)		
SBJ	(cm)	176.0 (14.4) ab	185.3 (9.27)	189.9 (5.96)		
505 agility	(sec)	2.69 (0.12)	2.63 (0.07)	2.64 (0.09)		
TH	(m)	11.8 (1.13) ab	12.6 (1.43)	12.9 (1.31)		
LP	(kg)	74.8 (24.2) ab	106.8 (27.8) b	121.5 (29.3)	32.0	46.7
ILP	(kg)	78.8 (43.9) ab	150.6 (47.0) b	189.4 (57.5)	71.9	110.6
LP/BW	(Kg/BW)	1.36 (0.39) ab	1.93 (0.44) b	2.18 (0.48)	0.57	0.81
ILP/BW	(Kg/BW)	1.43 (0.76) ab	2.72 (0.77) b	3.37 (0.93)	1.28	1.94

CMJ: Counter Movement Jump; SBJ: Standing Broad Jump; TH: Throwing; LP: Leg Press; ILP: Inclination Leg Press. Significant of Difference a: vs Mid, b: vs Post * : $p < 0.05$

Table 6 Comparison of relative value in LP and ILP

Variable	unit	Pre	Mid	Post
LP	%	100	143	162
ILP		100	191	240

Post (44.6 ± 3.2cm) と 24 週間で 6 cm 向上した。このことは、ILP における脚伸展動作と CMJ (SBJ) の踏切動作時における下肢三関節の動作パターンが類似していることにより、ST の効果が CMJ および SBJ の向上に表れ易かったと推測する。TH は、例えば、敵陣の深い位置や、ゴール付近においてはコーナーキックと同様に攻撃の手段として有効であると思われる。本研究では、測定項目に上肢の 1RM test は実施していないものの、24 週間のすべての ST プログラムには、上肢帯の種目が含まれていることなどから改善した可能性が考えられ、結果的に、TH の飛距離の向上に繋がったと考えられる。また、本研究では、体幹トレーニングも 24 週間の ST プログラムに加えた。サッカーは、競り合いやボールを奪う際など、相手との接触がある非常に激しいスポーツであるため、下肢だけではなく、上肢および体幹部を含め総合的に強化していくことが必要であると考えられる。一方、505 agility タイムについては、Pre から Post において有意な差は認められなかった。このことは、Agility パフォーマンスは直線的疾走能力、下肢筋出力、方向転換能力などの影響を受けるため (Young et al., 2002)、ST の成果のみでは、505 agility タイムの短縮に与える影響が少なかったと考えられる。

3 回 (Pre・Mid・Post) の 1RM test の実施により、LP および ILP の増加率は非常に高かった。ILP 度の絶対値は、Pre の 78.8kg から Post の 189kg と 240% の増加を示した (Table 6)。体重値で除した相対値は、Pre の 1.43kg/BW に対して、Mid は 2.72kg/BW、Post では 3.37kg/BW と 24 週間で 1.94kg/BW 増加した (Table 5)。この結果について、同じ LP を用いた先行研究 (Christou et al., 2006) と比較すると、12 歳から 15 歳までの男子サッカー選手に対して 16 週間、1RM の 55～80% の負荷で 32 セッションの ST を行った場合、Pre から 8 週間後では 138%、Pre から 16 週間後では、159% の増加が認められ、体重値で除した相対値は、Pre では 1.90kg/BW、8 週間後は 2.60kg/BW、16 週間後では 2.90kg/BW と 16 週間で 1.0kg/BW の増加が報告されている。また、トレーニング経験のない 17 歳の男子サッカー選手に対して 8 週間、それぞれ、1RM の 70% (7 回)、80% (4 回)、85% (3 回)、90% (2 回) の負荷のセット数で週 2 回の ST を実施した研究 (Chelly et al., 2009) では、BS の伸び率は、Pre の 105kg から Post の 142kg と 135% の増加を示し、体重値で除した相対値では、1.80kg/BW から 2.40kg/BW と 0.60kg/BW の増加が報告されている。さらに、プロサッカー選手を対象に 8 週間 (1～2 週目 6RM × 3 セット、3～5 週目 5RM × 4 セット、6～7 週目 4RM × 5 セット) の ST を実施した研究 (Rønnestad et al., 2008) では、BS の 1RM は、Pre は 166kg から 209kg と絶対値では 125% の増加を示し、

体重値で除した相対値では、Pre は 2.10kg/BW、Post では 2.60kg/BW と 0.50kg/BW の増加が報告されている。これらのように、被験者の年代やトレーニング期間、競技レベル、さらには、トレーニング種目の違いによって、ST の成果 (増加率) は異なることが理解できるが、対象者の競技レベルが高いほど、トレーニング前後の 1RM の増加率は小さいと思われる。事実、本研究の 1RM の増加率は先行研究 (Christou et al., 2006; Chelly et al., 2009; Rønnestad et al., 2008) と比較して最も高かった。

例えば、高強度の PT を実施する際のガイドラインによると、体重の 2 倍の重量を BS で挙上する必要がある (Baechle and Earle., 2000)。しかし、このような基準値を満たすことは、トレーニング経験の浅い選手にとっては非常に困難である。そのため、ST の経験が浅い選手に対しては安全性の確保が最優先であり、そのうえで 1RM test を実施し、選手の基礎的体力 (最大筋力) 水準を高めてから、ST の種目や負荷設定を漸進させていくことが非常に大切であると考えられる。また、1RM の強さと下肢のケガの受傷率の割合との間には、反比例の関係性が立証されている (Lehance et al., 2009)。女子サッカー選手は男子選手と比較して、特に、ACL 損傷のリスクが高いため (Agel et al., 2005)、ST を実施することは、ケガのリスクを軽減させるためにも重要である。

本研究は、競技経験の浅い大学女子サッカー選手を対象に、24 週間 ST を実施した結果、10m-sprint タイムと 505 agility タイムを除く基礎的および特異的体力要素を有意に向上させることができた。また、脚の最大筋力の向上は、跳躍能力 (CMJ, SBJ) の改善に大きく貢献することが示唆された。1RM test を用い、それらを基準とした計画的な ST の実施は、サッカーのパフォーマンスにおける基礎的および特異的体力を向上させるが、その中でも、競技経験の浅い大学女子サッカー選手が ST を実施することは、ボールを蹴る・コントロールする・運ぶなどのサッカーの技術的要因の差を埋めることは難しいものの、体力的な要因の差を埋めることは可能であり、非常に大切であると考えられる。

本研究の限界として、ST の実施に対して、シーズンの期分けを考慮してプログラムしていない点が挙げられる。17 歳未満のエリート女子サッカー選手に対して、サッカーのシーズン中の形態や体組成および体力との相対的変化の関連について検討した研究によれば (Lesinski et al., 2017)、シーズン中の体組成 (除脂肪体重、体脂肪量) は、それぞれのトレーニング期間の要求に応じて変化することが明らかにされており、指導者は期分けに応じて、緻密なトレーニングプログラムをデザインすることが求められる。加えて、ST のボリュームについても注意深く検討す

ることが求められる。例えば、オフシーズンやプレシーズンにおいて、短期間で成果を求める場合には、セット数×回数が多いプログラムを、反対に、インシーズンなど、コンディションに重点をおく時期には、STのボリュームをコントロールし、目的に合わせて合理的な戦略を取ることが大切であり (Naclerio et al., 2013), シーズンの期分けに合わせた計画性のあるプログラムの作成が必要と考える。

5. まとめ

本研究は、競技経験の浅い大学女子サッカー選手を対象に、24週間STを実施した結果、10m-sprintタイムと505 agility タイムを除く基礎的および特異的体力要素が有意に向上した。1RM testを用い、それらを基準とした計画的なSTの実施は、サッカーのパフォーマンスに影響を及ぼす基礎的および特異的体力の全体的な発達のために使用することができる。結果として、大学女子サッカー選手のための24週間のSTプログラムは、ジャンプ能力などの爆発的パフォーマンスには有用であるが、10mスプリントやAgility能力の改善は観察されなかった。このことは、競技の特異性や競技経験の差が関係している可能性がある。しかし、競技経験の浅い大学女子サッカー選手がSTを実施することは、サッカーの技術的要因の差を埋めることは難しいものの、体力的な要因の差を埋めることは可能であり、非常に大切であると考えられる。

1RM testは、選手の最大筋力の評価としての有用なツールであり、競技力向上を目指すうえで、1RM testを用いてSTを積極的に導入していくべきである。その際、ST経験の浅い選手の場合には、安全性を考慮しながら行うことが最も重要であり、そこでは、指導者の創意工夫や応用力が求められる。

参考文献

All Japan High School Athletic Federation (2018) <http://www.zen-koutairen.com/> (in Japanese). (Accessed 2018-11-05).

Agel, J., Arendt, E. A., and Bershadsky, B. (2005) Anterior cruciate ligament injury in national collegiate athletic association basketball and soccer : A 13-year review. *Am J Sports Med.*, 33 : 524-530.

Baechle, TR., and Earle, RW. (2002) Second edition essentials of strength training and conditioning. Tokyo : National strength and conditioning association (in Japanese).

Baechle, TR., and Earle, RW. (2000) Essentials of Strength Training and Conditioning. Champaign, IL : Human Kinetics.

Chelly, MS., Fathloun, M., Cherif, N., Ben Amar, M., Tabka, Z., and Van Praagh, E. (2009) Effects of a back squat training program on leg power, jump, and sprint performances in junior soccer players. *J Strength Cond Res.*, 23 : 2241-2249.

Christou, M., Smilios, I., Sotiropoulos, K., Volaklis, K., Piliandis, T., and Tokmakidis. (2006) Effects of resistance training on the physical capacities of adolescent soccer players. *J Strength Cond Res.*, 20 : 783-791.

Draper, J.A., and Lancaster, M.G. (1985) The 505 test : A test for agility in the horizontal plane. *Australian Journal of Science and Medicine in Sport.*, 17 : 15-18.

Naclerio, F., A.D. Faigenbaum, E., Larumbe-Zabala, T., Perez-Bilbao, J., Kang, N.A. Ratamess., and T., Triplett. (2013) Effects of different resistance training volumes on strength and power in team sport athletes. A pilot study. *Journal of Strength and Conditioning Research.*, 27 : 1832-1840.

Japan Football Association (2018) http://www.jfa.jp/about_jfa/organization/databox/player.html (in Japanese). (Accessed 2018-09-20).

Japan Football Association (2011) Medical text for football. JFA medical committee. Tokyo : Japan football association (in Japanese).

Japan Football Association (2013) U-14 Instruction guidelines 2010. JFA Technical committee. Tokyo : Japan football association (in Japanese).

Japan University Women Football Association (2018) <http://juwfa.com/> (in Japanese). (Accessed 2018-11-05).

Larson-Meyer, ED., Hunter GR, Trowbridge CA, Turk JC, Ernest JM, Torman SL, and Harbin PA. (2000) The effect of creatine supplementation on muscle strength and body composition during off-season training in female soccer players. *J Strength Cond Res* 14 : 434-442.

Lehance, C., Binet, J., Bury, T., and Croisier, JL. (2009) Muscular strength functional performances and injury risk in professional and junior elite soccer players. *Scand J Med Sci Sports.*, 19 : 243-251.

Lesinski, M., Prieskel, O., Norman Helm, N., and Granacher, U. (2017) Effects of Soccer Training on

Anthropometry, Body Composition, and Physical Fitness during a Soccer Season in Female Elite Young Athletes: A Prospective Cohort Study. *Front. Physiol*, 8 : 1093.

Myer, GD., Ford, KR., Palumbo, J P., and Hewett, TE. (2005) Neuromuscular training improves performance and lower-extremity biomechanics in female athletes. *J Strength Cond Res.*, 19 : 51-60.

Nesser, T W., and Lee, W L. (2009) The relationship between core strength and performance in division I female football players. *J Exerc Physiol.*, 12 : 21-28.

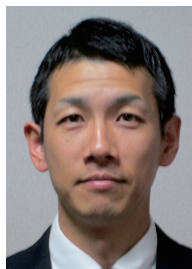
Ozbar, N., Ates, S., and Agopyan, A. (2014) The effect of 8-week plyometric training on leg power, jump and sprint performance in female soccer player. *J Strength Cond Res.*, 28 : 2888-2894.

Rønnestad, BR., Kvamme, N H., Sunde, A., and Raastad, T. (2008) Short-term effects of strength and plyometric training on sprint and jump performance in professional soccer players. *J Strength Cond Res.*, 22 : 773-780.

Sedano, Campo, S., Vaeyens, R., Philippaerts RM., Redondo JC., de Benito, AM., and Cuadrado, G. (2009) Effects of lower-limb plyometric training on body composition, explosive strength, and kicking speed in female soccer players. *J Strength Cond Res.*, 23 : 1714-1722.

Young, W. B., James, R., and Montgomery, I. (2002) Is muscle power related to running velocity with changes of direction? *The Journal of sports medicine and physical fitness.*, 42 : 282-288.

Wisloff, U., Castagna, J., Helgerud, R., Jones, R., and Haff, J. (2004) "Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players" . *J. Sports Med.*, 38 : 285-288.

**Name:**

Kaneko Ken-ichi

Affiliation:

Tokushima Bunri University

Address:

180, Nisihama-cho, Yamashiro-cho, Tokushima-shi, Tokushima, 770-8514, Japan

Brief Biographical History:

2014- Lecturer, Tokushima Bunri University

Main Works:

- Factors affecting the 180 degree change of direction speed in youth male soccer players. *Human Performance Measurement*, (in press)
- Characteristics of change of direction running ability in youth male soccer players. *Shikoku Society of Physical Education and Sport*, 5:1-14.

Membership in Learned Societies:

- Japan Society of Physical Education, Health and Sport Sciences
- Japan Society of Training Science for Exercise and Sport
- Japan Society of Human Growth and Development
- Japanese Society of Biomechanics
- Japanese Society of Science and Football