

陸上競技 4×100 mリレーにおけるバトンパス方法の特徴

—アンダーハンドパスとオーバーハンドパスの動作比較—

福島 洋樹・黒住 久徳*・堀田 朋基

The Characteristics of Baton pass techniques in the 4×100 meter relay

—Comparison between “up sweep pass” and “down sweep pass”
from the viewpoint of its action—

Hiroki FUKUSHIMA, Hisanori KUROZUMI and Tomoki HORITA

E-mail : fukushi@edu.u-toyama.ac.jp

Abstract

In this research, running action of “down sweep pass”(Down) in the 4×100-meter relay was compared with that of “up sweep pass” (Up) in order to verify malfunctions of “Down”. The following is the result of the research.

1) There were no significant differences in the runners' running speed between “Up” and “Down”.
2) Concerning “Down”, there were few changes in the runners' ankle joint movement to the position of dorsiflexion and its movement back to the position of plantar flexion was slow in the support phase.
3) Concerning “Down”, the runners leaned their whole legs forward at a slight angle in the support phase.
4) Concerning “Down”, there were observable changes in a forward and backward lean of the runners' body and an upward and downward movement of their upper limbs. 5) The runners obtained an advantage of the gain distance with “Down” while there were no significant differences in the time required for baton pass and whole relay race.

Consequently, “Up” would be recommended as a training method for beginners who aim to modify the above-mentioned malfunctions. Moreover, a possibility of new technique in baton pass was suggested in order to bring an advantage of the gain distance to “Up”.

キーワード：陸上競技, 4×100mリレー, オーバーハンドパス, アンダーハンドパス

keywords : Track & Field, 4×100-meter relay, Down sweep pass, Up sweep pass

I 緒言

陸上競技 4×100mリレーのバトンパス方法は、主に“オーバーハンドパス (以下, オーバー)”と“アンダーハンドパス (以下, アンダー)”の2種類に区分される。日本男子ナショナルチームは、2001年よりアンダーを採用し(佐久間ら, 2008), オリンピック(第29回大会, 2008)において銅メダルを獲得した。これは、アンダーの採用により堅実なバトンパスが実行されただけでなく、個々の持つスプリント能力も十分に発揮され、バトンゾーン以外での“利得時間”を優先させることができた結果であると報告されている(有川, 2008)。また、実験条件下においてオーバーとアンダーをタイム分析に

*富山大学教育学部 平成20年度卒業

より比較した報告(佐久間ら, 2008)においても、渡し手(以下, 渡し走者)がバトンゾーン入口を通過し、受け手(以下, 受け走者)がバトンゾーン出口を通過するのに要した時間、さらには、バトンパスを完了した位置から前方20m地点までの距離を受け走者が疾走するのに要した時間においても、アンダーが有意に短い時間で疾走できることが報告されている。それに対してオーバーでは、利得距離(バトンパスを行う両走者が共に伸ばした腕の長さにより実際に走らなくてよい距離)を獲得するために、両走者が共に腕を高く挙上する必要がある、そのことで本来の疾走動作を崩しやすく(土江, 2005), 特に受け走者の不十分な加速により利得距離によるアドバンテージが相殺されている可能性が述べられている(太田ら, 2009)。以上のことから、アンダー

の特徴である“利得時間”(有川, 2008)に注目が集まり, これまで一般的になじみの薄かったアンダーの急速な普及が予想された。しかしながら, 今日の競技会においては, 未だ多くのチームがオーバーを採用している現状から鑑みると, バトンパス時の腕の挙上による疾走速度のロスを最小限に抑えるため技術習得に努め, オーバーの特徴である利得距離の獲得によるアドバンテージの活用を重要視する傾向がうかがえる。

このようにバトンパス方法の選択については賛否両論あるが, バトンパス方法を比較し, その是非を述べる場合には, バトンパス技術の習熟度に留意する必要がある。そこで, これまでのアンダーの優位性を述べてきた報告(佐久間ら, 2008)に注目すると, その被験者は, 普段の練習においてどちらのバトンパス技術を採用し, 技能的に成熟していたのか, そのことについての情報が明示されていない。つまり, 実験条件下においてすでに, オーバーの技術的な精度が低く, 技能の習熟度に差があった可能性もぬぐえない。また, これまでのオーバーの疾走動作の不具合を指摘した報告においても, 動作分析法を用いた定量的な検証は十分に行われていない。

そこで本研究では, 普段の練習ではオーバーの技術習得に取り組むチームの競技者を対象に, これら2種類のバトンパスを実施させ, 動作分析法を用いて受け走者の疾走動作を比較する。これにより, これまで述べられてきたオーバーの疾走動作の不具合をあらためて検証し, オーバーの技術習得への具体的な留意点を明確にする。このことはオーバーの技能の精度を高めるために重要な課題であると思われる。また, これら2種類のバトンパス方法の特徴を明らかにすることで, アンダーの学習教材としての可能性についても意見を述べる。

II 方法

被験者

被験者は大学陸上競技部に所属し, 短距離走を専門とする男子6名(年齢: 20.8 ± 0.8 歳, 身長: 171.7 ± 3.5 cm, 体重: 62.3 ± 4.0 kg, 100m走ベスト記録: 11.04 ± 0.33 sec.)であった。いずれもアンダーの練習経験はなく, オーバーの技術習得には定期的(約2回/週)に取り組んでいる者であった。なお, 本実験の主旨, 内容, ならびに安全性についてあら

かじめ説明し, 参加の同意を得た。

実験試技

公認2種全天候型陸上競技場にて, アンダーとオーバーの2種類のバトンパス試技をランダムに実施した。バトンゾーン(全20m)の中間点を挟む前後5mの区間(10m)においてバトンパスが完了し, かつ二人の走者が共にバトンパスのために疾走速度を緩めなかったと判断した試技を採用し, それ以外はすべて失敗試技とした。なお, 習熟度の低いアンダーについては, 受け走者がスタートを切るタイミングを誤らないように, 渡し走者との足合わせ練習を事前に2回実施させた。いずれの実験試技も, 被験者2名のペアは固定し, 渡し走者と受け走者を入れ替えて実施した。第1走者から第2走者へのバトンパスを想定し, 渡し走者はレース同様のスタート地点よりクラウチングスタートの構えからピストルの合図によりスタートし, 正規の距離を疾走した。受け走者はバトンゾーン手前10mのブルーラインからバトンゾーン出口より前方20mの地点をゴールとした。両走者には全力で疾走するように指示した。バトンの受け渡しは, 渡し走者の右手から受け走者の左手に渡すよう指示した。また, 疲労の影響を避けるために各試技の間には十分な休息時間をおいた。

タイム測定および疾走動作の撮影

タイム測定のために, スタートの合図であるピストルの煙をデジタルビデオカメラ(Panasonic社製NV-GS250-S)に映し込み, 渡し走者のスタートから受け走者のゴールまでを毎秒60フレームでパンニング撮影した。バトンゾーンの入口地点, 出口地点, バトンゾーン出口から前方20m地点(いずれもレーン内側のラインより20cmの位置)の3つのポイントとカメラの光軸を結んだ線上にポールを設置し, 走者のトルソーの一部とポールが重なった時点のフレーム数からタイムに関する測定項目のデータを算出した。

疾走動作の撮影には, 高速度VTRカメラ(EX-F1, Casio社製)を用い, 毎秒300フレーム, 露出時間 $1/2000$ 秒で行った。バトンゾーン入口より前方5m地点のレーンに対し, カメラの光軸が垂直になるようにトラックの内側と外側に2台のカメラを設置した。受け走者を撮影対象とし, ブルーラ

インから、バトンゾーン出口に至るまでの疾走動作をパニング撮影した。撮影されたビデオ画像をコンピュータ (Dell Latitude D520) に取り込み、動作分析ソフト (Frame-DIAS II V3 for Windows DKH 社製) を用い、毎秒250フレームで身体各部位7点 (肩峰、手首、肋骨下端、大転子、膝、外果、母子球) とレーン両側に 1 m 間隔で設置した較正マーク (被験者の近傍 4 点) の 2 次元座標を読み取った。バトンを受け取る準備の違いによる疾走動作の様相を解明するために、受け走者がバトンを受け取る準備として左手を挙上し始めて最初に接地した脚を対象とし、その脚が接地した瞬間から離地を経て、再び接地する直前までの 1 サイクル (2 歩) を分析した。画像から読み取った身体各部位の座標は、較正マークをもとに実長換算した後、デジタルフィルターを用いて遮断周波数10Hzで平滑化した。

算出項目

1) タイム測定項目

①バトンタイム (秒)：渡し走者がバトンゾーン入口を通過し、受け走者がバトンゾーン出口を通過するまでに要した時間。

②疾走タイム (秒)：受け走者がバトンゾーン出口を通過してから、その前方20m地点のゴールまでに要した時間。

③全体タイム (秒)：渡し走者がスタートし、受け走者がバトンゾーン出口より前方20m地点のゴールまでに要した時間。

2) 動作分析項目

分析した 1 サイクル (2 歩) 中の大転子の水平移動距離の 1/2 をストライド長、1 サイクルに要した時間の 1/2 の逆数をピッチとし、ピッチとスト

ライド長の積を疾走速度とした。また、疾走時における身体セグメントおよび関節の角度を算出した。それぞれの角度定義は図 1 に示した。角度変位を時間微分することで角速度も算出した。下肢のセグメント角度の正の値は後傾、負の値は前傾を、関節角速度の正の値は伸展、負の値は屈曲を示すこととした。なお、セグメントの角速度は時計回りを負とした。また、バトンを受け取る準備として腕を挙上し、バトンが手のひらに触れる瞬間までの間に、腕角度が示す最大値と最小値の差を“腕変位角度”と定義した。さらに、バトンが手のひらに触れた瞬間における渡し走者の大転子と受け走者の大転子の水平距離を“利得距離”と定義した。

動作の局面分けおよびデータの規格化

支持期 (対象脚接地時から離地時)、回復期前半 (対象脚離地時から逆脚接地時)、回復期後半 (逆脚接地時から対象脚接地時) の 3 つの局面に分けた (羽田ら, 2003)。本研究では、各被験者が支持期に要した時間を 100%、回復期前半を 50%、回復期後半を 50% としてそれぞれのデータを規格化した (遠藤ら, 2008)。なお、支持期に要した時間を“支持時間”、回復期前半に要した時間を“回復時間”とした。

統計処理

値はすべて平均値±標準偏差で示した。統計ソフト (SPSS 株式会社製 SPSS Statistics 17.0) を使用し、アンダーとオーバーの平均値の比較には対応のある t 検定を用いた。動作分析項目に関しては、規格化時間 10% ごとに平均値の比較を行った。なお、有意性は危険率 5% 未満 ($P < 0.05$) で判定し、10% 未満 ($P < 0.1$) を有意傾向とした。

III 結果

表 1 には、受け走者のアンダーとオーバーにおける疾走速度、ストライド長、ピッチ、支持時間、回復時間、疾走タイムを示した。いずれの項目においても有意な差は認められなかった。次に、渡し走者と受け走者の両者との関係でバトンを移動させるパフォーマンス指標となる、利得距離、バトンタイム、全体タイムについて示した。利得距離は、アンダーが 0.84m であったのに対し、オーバーは 1.05m

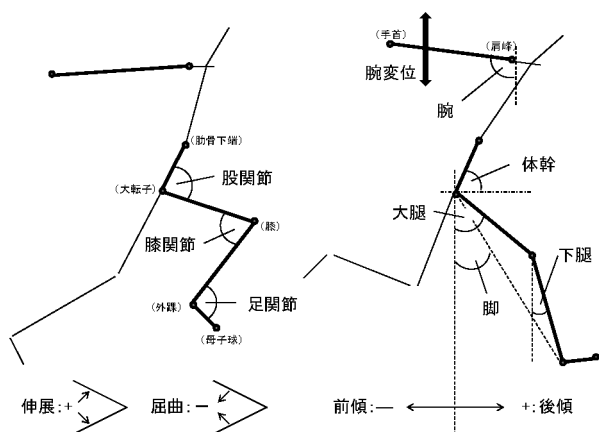
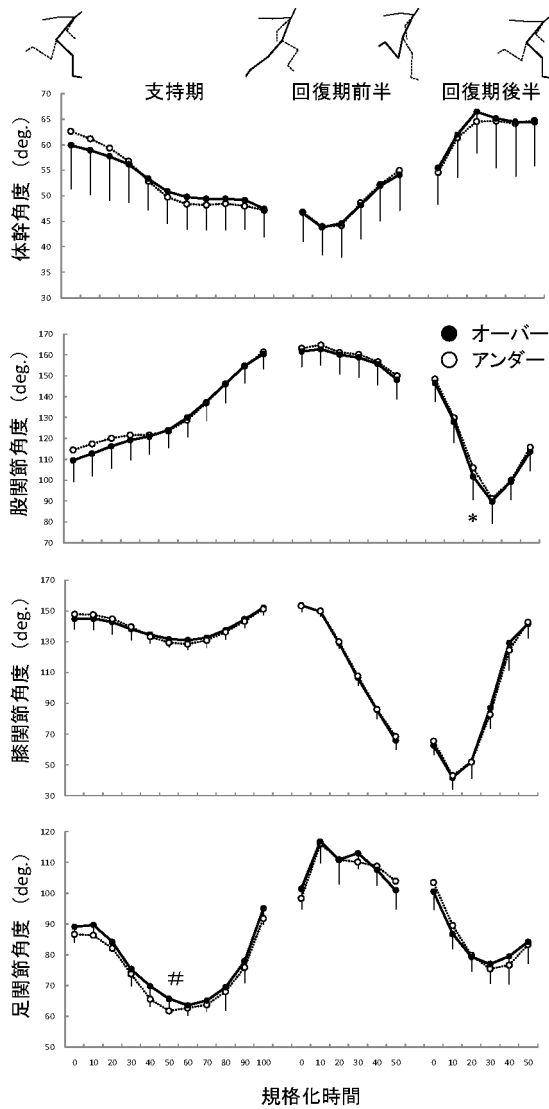


図 1 下肢関節と身体セグメントの角度定義

表 1 バトンパス方法の違いによるパフォーマンス指標

	オーバー	アンダー	差
<受け走者>			
疾走速度 (m/s)	8.89 ± 0.32	8.95 ± 0.27	-0.07
ストライド (m)	1.93 ± 0.10	1.96 ± 0.08	-0.03
ピッチ (Hz)	4.55 ± 0.20	4.58 ± 0.20	-0.03
支持時間 (s)	0.117 ± 0.01	0.115 ± 0.00	0.001
回復時間 (s)	0.311 ± 0.01	0.310 ± 0.02	0.001
疾走タイム (s)	2.111 ± 0.06	2.119 ± 0.06	-0.008
腕変位角度 (deg)	14.94 ± 5.84	8.48 ± 4.06	6.46**
<両走者間>			
利得距離 (m)	1.05 ± 0.17	0.84 ± 0.27	0.21*
バトンタイム (s)	2.106 ± 0.03	2.133 ± 0.07	-0.028
全体タイム (s)	14.853 ± 0.32	14.956 ± 0.44	-0.103

差：(オーバー)-(アンダー) [** : p<0.01 * : p<0.05]



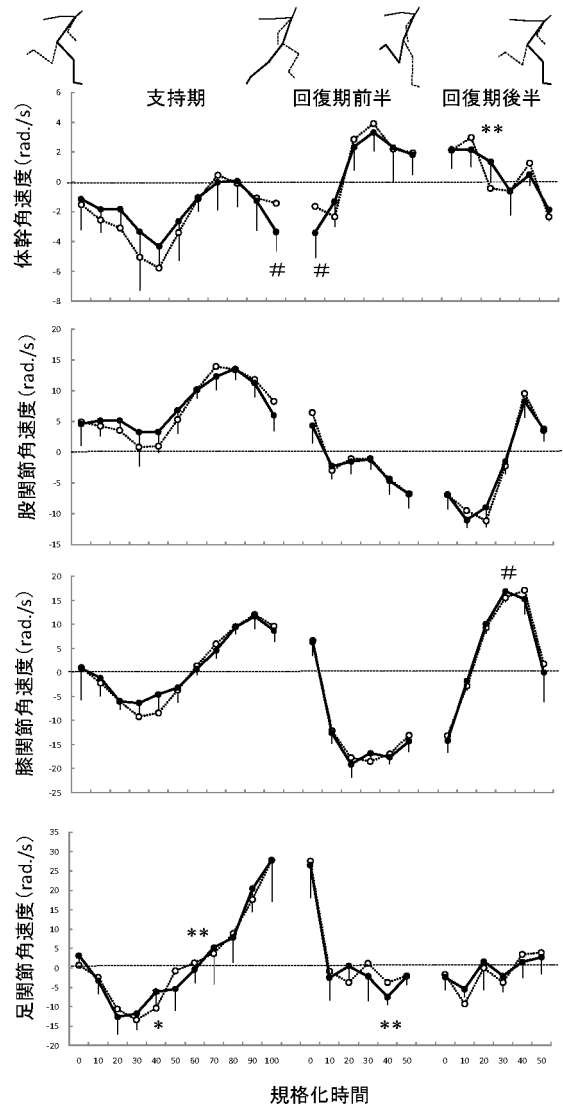
[* : p<0.05 # : p<0.1]

図 2 各局面における体幹, 下肢関節角度の変位パターン

であり有意に大きい値 ($p<0.05$) を示した。しかし、バトンタイム, 全体タイムのいずれにおいても有意差は認められなかった。

図 2 には、体幹および下肢関節の角度についての時系列変化を示した。体幹, 膝関節はすべての局面において有意な差は認められなかった。股関節は、回復期後半20%においてオーバーがより屈曲位 ($p<0.05$) にあった。また、足関節は、支持期50%においてオーバーがより底屈位 ($p<0.1$) にある傾向を示した。

図 3 には、体幹セグメントおよび関節の角速度についての時系列変化を示した。本研究では、値に正負の符号がみられる変数については、絶対値でその大小を表現する。体幹は、支持期100%とその直



[** : p<0.01 * : p<0.05 # : p<0.1]

図 3 各局面における体幹, 下肢関節角速度の変位パターン

後の回復期前半0%にかけて、オーバーの前傾速度が高値 ($p<0.1$) で推移する傾向にあり、また、回復期後半20%においては、オーバーの後傾速度が高値 ($p<0.01$) を示した。なおアンダーでは、いずれの同じ時点においても 0 rad./sec. 近くの値を示していた。足関節は、支持期40%においてアンダーの背屈速度が高値 ($p<0.05$) を示していた。しかし、支持期60%にはすでに、アンダーは底屈速度を示していた。それに対し、オーバーは背屈速度を示し続けていた ($p<0.01$)。

図4には、支持期における脚、大腿、下腿の角度についての時系列変化を示した。70-90%時点に

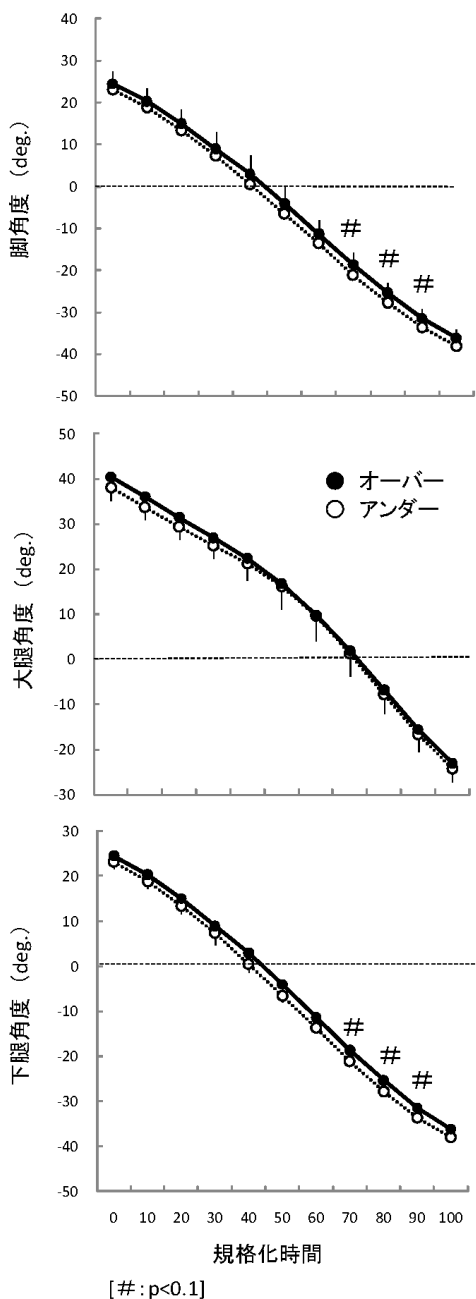


図4 支持期における下肢セグメント角度の変位パターン

においてオーバーの脚角度の前傾が低値 ($p<0.1$) を示す傾向にあった。なお、大腿角度には有意差が認められなかったものの、同じ時点におけるオーバーの下腿角度の前傾が低値 ($p<0.1$) で推移する傾向にあった。

表1には、腕変位角度を示した。アンダーは8.48 deg.であったのに対し、オーバーは14.94 deg.と高値 ($p<0.01$) を示した。

IV 考察

本研究における疾走速度、疾走タイムについては、オーバーとアンダーに有意な差は認められなかった。よって、腕の挙上の違いによりバトンを受け取る際の受け走者の疾走速度に差が現れることはなく、このことは、アンダーの優位性を述べたこれまでの報告(佐久間ら, 2008)とは一致するものではなかった。また、疾走速度の獲得と結びつきが強いとされる支持期の股関節と膝関節の動き(伊藤ら, 1997, 1998)についても、統計的な違いは認められなかった。しかし、本研究での被験者はアンダーの経験がなく、技能的に未熟である。それにもかかわらず、習熟しているはずのオーバーとの試技間に有意な差が認められなかったことから、疾走速度の獲得においてオーバーで何らかの不具合が生じていた可能性も考えられる。また、今後へ向けてアンダーの技能が習熟されるに従い、アンダーが優位になる可能性も残されている。よって、本研究では、バトンパス時の疾走動作が崩れにくいとされるアンダーの動作を目標モデルと仮定し、その比較から、オーバーにおける動作の不具合を検証する。

1. オーバーの技術習得における留意点

足関節の角速度に着目すると、アンダーは支持期40%において、より大きく背屈位へと変動していたが、その直後の支持期60%においては、すでに底屈位への動きが開始されていた。それに対してオーバーでは、背屈位への変動が小さかったにもかかわらず、支持期60%においても背屈位への動きが継続されており、底屈位への切り替えが行われていなかった。このことから、オーバーにおいては背屈位から底屈位への切り替えが遅延していたことが考えられる。馬場ら(2000)は、スタートダッシュ局面の接地期において、腓腹筋とヒラメ筋の伸張—短縮

サイクル (SSC) の筋活動を観察し、スタート後の走速度の増加とともに最大伸張速度と切り替え速度は高まったと報告している。しかし、その後に現れる最大短縮速度はほぼ一定の値を示し、その要因については、股関節の伸展動作を原動力とした推進力を地面に効果的に伝達するために足関節角度を固定 (伊藤ら, 1998) した結果であると推察している。また, Jacobs et al. (1992) は、スタートダッシュ時における離地直前の足関節が発揮するパワーについて、接地時に足底屈筋群や腱が伸張されることで、SSC 運動による強いパワーが発揮されることを述べている。また、遠藤ら (2008) も、足関節底屈筋群の SSC 運動によるパワー発揮が有効に機能しなくなることで100m走後半において疾走速度が低下するとしている。よって、オーバーにおいて足関節の背屈位から底屈位への切り替えが遅れたことは、足関節における SSC 運動が有効に機能せずに、疾走速度の獲得に不具合を生じさせていた可能性も考えられる。

さらに、支持期70%から90%における脚角度に注目すると、オーバーの脚の前傾角度が低値を示した。このことは、支持期後半において脚全体の前傾位が浅いことを表している。脚角度は大腿と下腿のセグメントにより構成されることから、その詳細を検証してみると、大腿角度には有意な差は認められなかったものの、同じ時点において下腿の前傾角度が低値を示す傾向にあった。よって、脚全体の前傾位の浅さは下腿の前傾位の浅さに起因していたことが推察される。離地時における下腿の前傾が大きいことは推進力を前方へ向けるために有効であり (阿江, 2001)、また、体幹近位部位から下腿、足といった末端部位へと作用した力の大きさと作用時間が、直接的に疾走速度を決定する一因であることが示唆されている (小木曾ら, 1998)。このことから、支持期後半においてオーバーの脚の前傾位が浅くなることは、十分な加速成分を得るためには不都合な動作であり、疾走速度を獲得するには不都合であったとも考えられる。

以上のことから、オーバーでは、支持期において足関節の SSC 運動による機能を活かし、下肢全体の前傾を意識した疾走へと修正することで、加速成分が獲得されやすい疾走動作を実現できるものと考えられる。

2. 安全性の違いがもたらす影響

アンダーは、“Up sweep pass” と表記されるように、渡し走者は手のひらを上向きにしてバトンを保持し、重力方向とは反対の上方へ向かってバトンを渡す。そのため、バトンが落下するリスクが少なく、比較的安全な方法とされている。それに対し、“Down sweep pass” と表記されるオーバーは、利得距離を得るために両走者が離れて位置しているにもかかわらず、重力方向に向かってバトンが渡されるため、バトンを落とすリスクが高く、上級者向きの方法であると言われている (Harald Müller et al. 2000)。バトンパス方法の違いによる安全性について検証するために、上肢や体幹の動きに着目すると、バトンを受け取る左腕の上下への変動を示す腕変位角度は、オーバーが高値 ($p<0.01$) を示していた。このことから、挙上した左腕の位置が一定に定まらず、大きく上下に変動していたことが考えられる。また、上肢のブレと同様に体幹についても、脚が離地する前後において (支持期100%から回復期前半0%)、オーバーの体幹が大きく前傾位に変動 ($p<0.1$) し、その後、大腿が最も前方に位置する直前、つまり膝が最も高く上がる直前 (回復期後半20%) においても、体幹が大きく後傾位へと変動 ($p<0.01$) した。このように、受け走者の上肢と体幹が大きく変動し、手の位置が定まりにくいことで、渡し走者にとっては、バトンを渡す難易度も高まるであろう。アンダーでの同様の時点における体幹の変動に着目すると、いずれの時点においても 0 rad./sec. 近くで推移しており、体幹の前後へ変動は少なかったものと思われる。よって、オーバーの上肢と体幹のブレは、腕の挙上による安全性への不具合として捉えることができる。

バトンを移動させる速度の獲得に貢献する利得距離は、オーバーが大きい値 ($p<0.05$) を示し、アンダーとの間に明らかなアドバンテージを有していた。それにもかかわらず、バトンを移動させる速さを示す指標であるバトンタイム、全体タイムについては、試技間に有意な差が認められなかった。これは、利得距離で得たアドバンテージが何らかの不具合により相殺されたものと考えられる。バトンを受け取る側である受け走者の疾走速度に有意な差がないことから単純に仮定すると、オーバーの渡し走者の疾走速度がバトンを渡す間際において減速した可能性も考えられる。しかし、疲労により減速局面にある渡

し走者が意図的に疾走速度を緩めたといった解釈ではなく、受け走者がバトンパスミスリスクを避けるために、本来のタイミングよりも遅いタイミングでスタートを切ること、両走者の距離を“つまり”気味にし、疲労状態にある渡し走者が余裕を持ってバトンを渡すことができるように、リスクレベルを調節していた可能性も考えられる。このように、安全性への不安から両走者のスプリント能力が発揮されずに十分なバトンの移動速度を獲得できなかったとすれば、オーバーにおける不具合は、疾走動作の崩れによる影響だけではなく、受け走者がスタートを切るタイミングの判断力に起因する部分も大きいと考えられる。太田ら(2009)は、リレー時におけるスプリント能力の実力発揮の度合いについて、日本男子ナショナルチームは、アンダーへの安心感により100mレース時と同様のパフォーマンスを発揮できていたのに対し、オーバーを採用する日本女子ナショナルチームは、バトンパスに対する不安感から自身の持つスプリント能力を十分に活かしきれず、利得距離によるアドバンテージは、バトンパスのタイム短縮に働くのではなく、受け走者の不十分な加速を補完していた可能性を示唆している。本研究においても同様に、普段から慣れているはずのオーバーであるにもかかわらず、バトンパスミスが許されない状況に追い込まれるほど、受け走者の心理的な覚醒水準が高まり、意識的なのか、無意識的なのかは定かではないが、スタートを切るタイミングに誤差が生じてしまった可能性も考えられる。以上のことから、バトンパスの安全性の違いが心理面へともたらす影響にも配慮し、戦略的にバトンパス方法を選択しなければならないと考えられる。

3. 学習教材としてのアンダーの可能性

リレー種目を最初に学習する場であろう学校体育においては、オーバーへの取り組みが中心であり、アンダーを経験する機会は少ない。よって、オーバーが一般的なバトンパス方法として普及してきた。オーバーの利得距離を十分に活かすためには、バトンパス時の疾走動作の修正のみならず、まずは、受け走者が渡し走者の減速の程度を正しく判断し、適切なタイミングでスタートを切ることが重要となる。そのため、視覚的なフィードバック情報による判断力と、その判断によって実行される運動の安定性が求められる。主にクローズドスキルが求められる

陸上競技にありながらも、リレー種目の受け走者には、渡し走者の疾走状況に合わせて運動を協応させるといったオープンスキルの要素も同時に求められる。しかし、学校体育における学習者の疾走能力は決して高いものとはいえず、さらに、その能力には大きなばらつきがある。よって、減速が大きい渡し走者の疾走状況を見極め、利得距離を活かすことのできるタイミングで正確なスタートを切るとは非常に難易度の高い課題となる。このような受け走者のオープンスキルの習得へ向けた学習方略として、アンダーを下位教材として採用することを提案したい。アンダーは利得距離による恩恵が少ないために、スタートを切るタイミングの精度はオーバーほどに求められない。よって、焦らず、落ち着いた心理状態でスタートを切ることが容易となる。スタートのタイミングを安定させる練習としてアンダーを採用した後にオーバーへと移行させる学習方略の有効性について、今後の検討が求められる。さらに、これまでオーバーは“速さ”、アンダーは“安全”といったように、二元論的にその特徴を捉える傾向が強かったが、“速さ”を求めると“安全”の要素がどの程度の強さで保証されるかといったように、“速さ”と“安全”の相反する事項の連続体の上にバトンパス技術が存在するといった捉え方もできる。具体的には、アンダーによる受け渡し方法でありながらも、両走者は腕を伸ばすことで利得距離を加えていき、アンダーから“安全”の要素を徐々に減らしながら、利得距離による“速さ”を求めていくといった、“完璧な方法ではないが、最善の方法”といったような技術が存在してもよいと考えられる。今後、このようなバトンパス技術の有効性についても検証が求められる。また学校体育においては、これら2種類のバトンパス技術の特徴を知識として理解し、チームを構成する仲間の疾走能力、受け走者のスタートの判断力、チームにとってのレースの位置づけ(重要度)など、さまざまな状況を加味し、チームにとって適したバトンパス方法を戦略的に選択するといった論理的な思考も育まれることであろう。さらに、動機づけの観点からも、オーバーによるバトンパスミスは恐れ、恐々とした思いきりのないスタートを繰り返すよりは、学習の初期段階においてはアンダーによる成功体験を積み重ね、次第に利得距離を加えることでリスクを求めるといったスポーツの醍醐味を導く手段としてもアンダーは有効に機能するもの

と予想される。よって、今後は、アンダーの下位教材としての有効性についても詳細な検証が求められる。

V 要約

陸上競技 4×100mリレーのバトンパス方法については、これまでタイム分析を中心にアンダーの優位性が述べられてきた。今回、動作分析法を用いてアンダーとオーバーの疾走動作を比較し、オーバーの不具合について定量的に検証した。

以下に結果をまとめる。

- 1) アンダーとオーバーの疾走速度に有意差は認められない
- 2) オーバーにおいて、支持期における足関節の背屈位への変動が低値を示し、さらに底屈位への切り替わりも遅延した
- 3) オーバーにおいて、支持期の脚の前傾角度が低値を示した
- 4) オーバーにおいて、体幹の前後傾への変動、および上肢の上下への変動が高値を示した
- 5) オーバーにおいて、利得距離は高値を示した。しかし、バトンタイム、全体タイムに有意差が認められない

以下に、オーバーの技術習得における留意点をまとめる。

- ①支持期における足関節の機能を活かし、下肢全体を前傾させたキックにより加速成分を獲得する
- ②体幹や腕の位置を一定に保つ
- ③スタートの判断力と安定性を高める

以上に挙げた課題を解決するための下位教材としてアンダーを推奨し、さらには、アンダーに利得距離を加えた新たなバトンパス技術の可能性を提案した。

引用文献

阿江通良 (2001) スプリント走に関するバイオメカニクス的研究から得られるいくつかの示唆. スプリント研究 11: 15-26.

有川秀之 (2008) 北京五輪 4×100mリレー銅メダルの軌跡. 月刊陸上競技 10: 58-59.

馬場崇豪, 和田幸洋, 伊藤 章 (2000) 短距離走の筋活動様式, 体育学研究 45: 186-200

遠藤俊典, 宮下 憲, 尾縣 貢 (2008) 100m 走後半の速度低下に対する下肢関節のキネティクスの要因, 体育学研究 53: 477-490

羽田雄一, 阿江通良, 榎本靖士, 法元康二, 藤井範久 (2003) 100m 走における疾走スピードと下肢関節のキネティクスの変化. バイオメカニクス研究 7: 193-205.

Harald Muller and Wolfgang Ritzdorf (2000) Run! Jump! Throw! The Official IAAF Guide to Teaching Athletics. IAAF: pp. 39-40.

伊藤 章, 齊藤昌久, 淵本隆文 (1997) スタートダッシュにおけるピークトルク, ピークパワーおよび筋放電パターンの変化. 体育学研究 42: 71-83.

伊藤 章, 市川博啓, 齊藤昌久, 佐川和則, 伊藤道郎 (1998) 100m 中間疾走局面における疾走動作と疾走速度の関係, 体育学研究 43: 260-273

Jacobs, R. and Van Ingen Schenau, G.J. (1992) Inter-muscular coordination in a sprint push-off, J. Biomechanics, 25: 953-965

小木曾一之, 安井年文, 青山清英, 渡辺健二 (1998) 全力疾走時の速度変化に伴う支持脚各部の機能の変化, 体力科学 47: 143-154

太田 涼, 麻場一徳, 清田浩伸, 有川秀之 (2009) 日本女子ナショナルチーム 4×100m リレー分析—2008年レースを中心に—. 陸上競技研究 76: 31-38.

佐久間和彦, 柳谷登志雄, 杉浦雄策, 杉田正明 (2008) 陸上競技 4×100mリレーにおけるオーバーハンドパスとアンダーハンドパスの特性の比較, 陸上競技研究 72: 14-21.

土江寛裕 (2005) 選手の立場から見たアテネオリンピックでの400mリレー4位入賞への道のり. トレーニング科学 17: 13-17.

(2010年5月20日受付)

(2010年7月14日受理)