

高校生男子サッカー選手における方向転換走能力の特徴

金子憲一（徳島文理大学）

Characteristics of change of direction running ability in youth male soccer players

要旨

本研究では、高校生男子サッカー選手の方向転換走能力の特徴を明らかにすることを目的とした。参加者は、高校生男子サッカー選手8名およびフィールド・コート競技経験のない同年代の男子高校生9名であった。方向転換走の試技は、505 agility test を改変して実施した。参加者には、スタートラインから15mの距離を全力で走り、素早く180度の方向転換を行い、再び5mの距離を全力で戻る試技を行わせた。計測には、レーザー方式距離計測装置を用い、方向転換走中の加速、減速の経時的な速度変化を明らかにし、各局面の変数を比較した。その結果、高校生男子サッカー選手は、フィールド・コート競技経験のない同年代の男子高校生と比べて、方向転換直前のブレーキ力が優れていることが明らかとなった。

Key words

高校生男子サッカー選手、フィールド・コート競技、方向転換走能力、加速/減速

1. はじめに

サッカーやラグビーなどに代表されるフィールド・コート競技では、対峙する相手をお互いにかわす、抜き去る、または、相手の動きに反応する際など、前方への直線的な走動作よりも、左右または後方など、様々な方向への方向転換走が要求される(Green et al., 2011 ; 岡本, 2015 ; Sayers, 2000)。例えば、バスケットボ

ールでは、試合の中で、2秒に1回の割合で方向転換が行われ(McInnes et al., 1995)、フィールドホッケーの試合では、直線走の約2倍の頻度で方向転換走が行われていると報告されている(Spencer et al., 2004 ; Spencer et al., 2005)。そのため、フィールド・コート競技選手による素早い方向転換走は、競技パフォーマンスにおいて重要な能力(以下「方向転

換走能力」と呼ぶ)であると考えられる。また、フィールド・コート競技選手は、日頃のトレーニングや試合中において、方向転換走を高い頻度で行っているため(Bloomfield et al., 2007)、方向転換走能力が、フィールド・コート競技をしていない人と比べて、優れていることは容易に想像ができる。

フィールド・コート競技選手の方向転換走能力を評価する手段として様々な方法がある。例えば、Illinois test は、直線走と配置したコーンを旋回する動作が含まれ、L-Run test では、直線走と90度のカッティング動作が含まれ、T-test では、直線走、サイドステップ、バックステップ動作が含まれる(Semenick, 1990)。また、アメリカンフットボール選手の評価に多く用いられる Pro agility test、ラグビーやサッカー、または、バスケットボールの評価に多く用いられる 505 agility test では、直線走と180度の方向転換動作が含まれる(Carling et al., 2009 Australian Sports Commission, 2000)。このように、フィールド・コート競技選手の方向転換走能力の評価方法は多く存在するが、評価方法によって、直線走、移動方法、方向転換動作、角度、回数などが異なるため、指導

者は、競技特性に応じて適切に評価方法を選択する必要がある。また、方向転換走には、加速、減速といった変数が存在する。一般的には、これらの局面を含むすべての計測時間が方向転換走能力の評価となる。しかし、フィールド・コート競技選手の方向転換走能力には、どのような特徴があり、どのくらい優れているのかを明らかにするには、計測時間のみでの評価だけでは困難であると考えられる。

そこで、本研究では、フィールド・コート競技選手として、高校生男子サッカー選手(Soccer 群:以下SOC)を対象に、方向転換走中の加速、減速の経時的な速度変化を捉え、高校生男子サッカー選手の180度の方向転換走能力の特徴を明らかにすることを目的とした。その際、フィールド・コート競技経験のない同年代の男子高校生(Control 群:以下CON)を比較対象とし、方向転換走中の各局面の変数をSOCとCONで比較をすることとした。

2. 研究方法

2.1. 参加者

参加者は、児童期からサッカーを継続的にプレーしている高校生男子サッカー選手8名

(年齢: 17.0 ± 0.6 歳, 身長: 169.9 ± 7.0 cm, 体重: 60.2 ± 8.9 kg)であった。また, 比較対象として, これまでにフィールド・コート競技経験のない同年代の一般高校生男子 9 名(年齢: 17.4 ± 1.2 歳, 身長: 170.9 cm, 体重: 53.3 ± 6.0 kg)が本研究に参加した。参加者には, 事前に文書にて目的, 方法, 実験の危険性およびデータの管理方法等について十分に説明し, インフォームドコンセントを書面で行い, 参加者から実験参加の同意を得た。なお, 本研究は, 日本体育大学倫理審査委員会の承認を得て実施した。

2.2. 実験デザイン

方向転換走の試技は, 体育館内にある室内走路で行い, 計測時のシューズは, 参加者がそれぞれ持参したトレーニングシューズを用いた。方向転換走の計測は, Draper and Lancaster (1985)の 505 agility test を改変した(図 1)。まず, 基準となる 0m 位置から

10m 手前の位置(-10m 位置)をスタートラインとし, 0m 位置から 5m 前方をカッティングライン(参加者の足が方向転換の際に触れるライン)とした。参加者には, スタートラインからカッティングラインまでの 15m を全力で走り, 素早く 180 度の方向転換を行い, 再び 0m 位置(フィニッシュライン)まで全力で戻るように指示した。

方向転換走の計測は, 先行研究(Hader et al., 2015 ; 金子ほか, 2015)と同様にレーザー方式距離計測装置(LDM 300C SPORT : JENOPTIK 社製, 100Hz : 以下 Laveg)を用いた。Laveg は, スタートラインより, さらに 10m 後方に構え, 三脚で Laveg のレンズの計測焦点を, 参加者の体幹部の高さに合わせるように 100cm の高さで固定した。測定検者は, 参加者のスタートから方向転換を含むゴールまでの移動を, Laveg のレンズ内の計測焦点に参加者の体幹部を合わせるようにして計測した。参加者には, 出来るだけ回り込

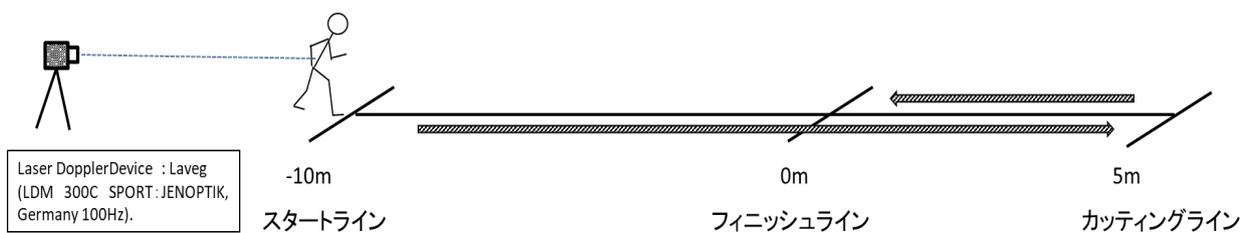


図1 方向転換走テスト

むような動作にならずにカッティングラインに利き足（本研究では競技中にボールを主に扱う方の足と定義した）を触れさせて、素早く方向転換を行うように指示した。この時、参加者のシューズがカッティングラインに触れたか否かについては、カッティングライン側方に測定検者を配置して目視し、確認が困難な場合には、設置されたビデオカメラで確認した。2回の試技を行いタイムの速い方を記録とした。

2.3. データ分析

方向転換走の区間分けについて、①スタートから参加者の最大速度が計測された位置までの区間をアプローチ区間とし、その区間の通過時間をアプローチ時間とした。

次に、②最大速度が計測された位置から参加者の足がカッティングラインに触れ、計測部位である体幹部の速度がプラスからマイナスに切り替わる時点までの区間を減速区間とし、この区間を減速時間とした。さらに、③方向転換後の参加者の体幹部の速度が、プラスからマイナスに変わる時点からフィニッシュライン(0m位置)までを加速区間とし、この区間を加速時間とした。最終的に、①②③すべて

の合計タイムを方向転換走時間と定義した(図1, 2)。

分析について、Laveg から距離データを収集し、時間-距離データを Microsoft Excel 上に取り込み、疾走距離及びタイムを算出した。また、金高(1999)の方法を参考に 1Hz のローパスフィルター(4 次のバターワース型)を用いて平滑処理を行い、平滑した時間-距離データを時間微分($\Delta t: 1/100\text{sec}$)することにより速度データを算出した。最大速度発生位置手前の-2m位置から方向転換後の 0m位置までの各位置の速度の平均値を算出した。

さらに、最大速度が計測された位置を最大速度位置、方向転換後の 0m位置通過速度をゴール時速度とした。

2.4. 統計処理

SOC と CON の各変数の比較について、すべての変数は平均値±標準偏差で示した。SOC と CON における変数の比較は、対応なしの t 検定を用いた。また、SOC と CON における各位置の速度の平均値の比較には、グループ(SOC と CON の 2水準)と位置(-2m から 4m, さらに、4m から 0m までの 12水準)を要因とする二要因の分散分析により検定し、

交互作用が有意な場合には、単純主効果の検定(Bonferroni)を行った。加えて、方向転換走時間と各変数との関係を検討するために、ピアソンの積率相関係数を求めた。解析ソフトウェアは、SPSS Statistics ver. 22.0 (IBM社製)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

SOCとCONの身体的特徴を比較した結果、年齢、身長、体重ともに、SOCとCONにおいて有意な差は認められなかった(表1)。

図2には、スタートからゴールまでの時間を正規化した方向転換走中の経時的速度変化を示した。その結果、SOC、CONともに、スタートから40%付近で最大速度に達し、70%付近で方向転換を行っていた。

方向転換走時間は、SOCが有意に速かった。また、試技の1回目と2回目の変動係数は、SOCで0.01、CONでは0.02、級内相関係数は、SOCが0.80、CONが0.73であった(表2)。

方向転換走における各変数の比較をした結果、SOCの減速時間、加速時間はCONより

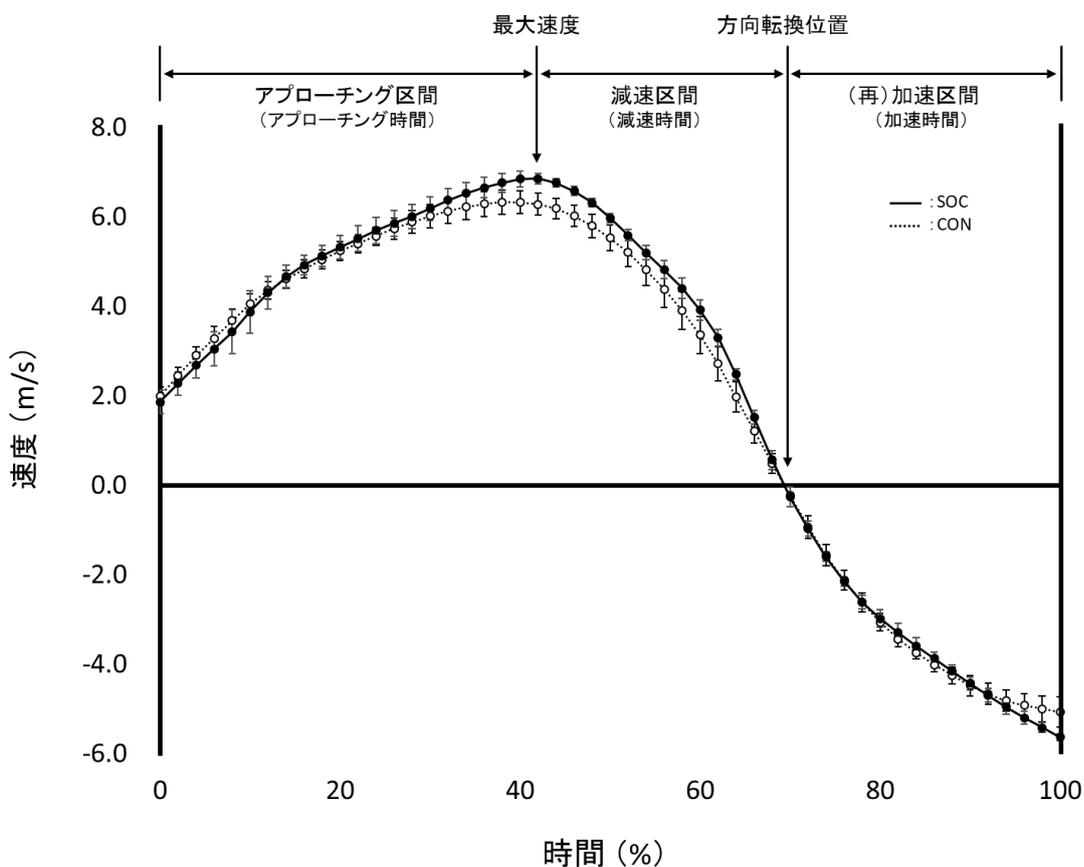


図2 SOCとCONにおける方向転換走中の経時的速度変化

表1 参加者の身体的特徴

	Soccer (n=8)	Control (n=9)	P value
年齢(歳)	17.0±0.6	17.4±1.2	0.462
身長(cm)	169.9±7.0	170.9±5.2	0.738
体重(kg)	60.2±8.9	53.3±6.0	0.079

表2 SOCとCONにおける方向転換走時間の比較

	Soccer (n=8)	Control (n=9)	P value
方向転換走時間(秒)	4.38±0.16	4.69±0.21	0.004**
変動係数	0.01	0.02	0.124
級内相関係数	0.80	0.73	

**: p<0.01

表3 方向転換走における各変数比較

	Soccer (n=8)	Control (n=9)	P value
アプローチ時間(秒)	1.82±0.13	1.84±0.12	0.703
減速時間(秒)	1.22±0.04	1.41±0.08	<0.001***
加速時間(秒)	1.35±0.06	1.44±0.08	0.016*
最大速度(m/s)	6.89±0.15	6.35±0.27	<0.001***
最大速度位置(m)	-0.88±0.30	-1.06±0.50	0.374
ゴール時速度(m/s)	-5.64±0.08	-5.07±0.34	0.001**

*: p<0.05, **: p<0.01, *** : p<0.001

も有意に短く、さらに、SOCの最大速度、ゴール時速度は、CONよりも有意に高い速度を示した。しかし、アプローチ時間、最大速度位置については、有意な差は認められなかった(表3)。

表4には、グループ(SOCとCONの2水準)と位置(-2mから4m、さらに、4mから0mまでの12水準)を要因とする二要因の分

散分析の結果を示した。まず、-2mから1m位置までの速度は、SOCがCONよりも有意に高い速度を示したが、方向転換直前の3m、4m位置では、わずかに速度が逆転した。また、方向転換後の4mと3m位置においても、CONがSOCよりも高い速度を示したが、1m、0m位置では、再び、SOCがCONよりも有意に高い速度を示した(表4)。計測部位である

体幹部の速度がプラスからマイナスに切り替わる速度転換(停止)位置では、CONはSOCよりもカッティングラインに有意に近い位置で記録された。

表5には、最大速度を100%とした各位置の相対速度を示した。その結果、方向転換直前の2mから4m位置、方向転換後の4mから2m位置ともにCONがSOCよりも有意に高い相対速度を示した(表5)。

表6, 7には、SOCとCONの方向転換走時間と各変数との相関関係を示した。SOCでは、方向転換走時間と減速時間を除く全ての

変数との間に相関関係が認められた。一方、CONでは、アプローチ時間、加速時間および最大速度のみ、方向転換走時間との間に相関関係が認められた。

4. 考察

本研究では、方向転換走中の加速、減速の経時的な速度変化を明らかにし、各局面の変数をフィールド・コート競技経験のない同世代の高校生と比較をすることで、高校生男子サッカー選手の方向転換走能力の特徴を明らかにすることを目的とした。

表4 SOCとCONにおける各位置の速度比較

position	Variable	Unit	Soccer (n=8)	Control (n=9)	P value
			Mean ± SD	Mean ± SD	
-2m			6.75 ± 0.20	6.29 ± 0.28	<0.001***
-1m			6.88 ± 0.15	6.33 ± 0.26	<0.001***
0m			6.75 ± 0.10	6.26 ± 0.23	<0.001***
1m	Deceleration	m/s	6.35 ± 0.09	6.02 ± 0.20	0.004**
2m			5.67 ± 0.14	5.55 ± 0.25	0.365
3m			4.84 ± 0.23	4.86 ± 0.30	0.962
4m			3.53 ± 0.39	3.62 ± 0.45	0.596
4m			-2.77 ± 0.13	-3.17 ± 0.30	0.001**
3m			-3.84 ± 0.14	-4.08 ± 0.23	0.043*
2m	Acceleration	m/s	-4.58 ± 0.17	-4.61 ± 0.27	0.680
1m			-5.17 ± 0.15	-4.91 ± 0.26	0.021*
0m			-5.63 ± 0.08	-5.07 ± 0.34	<0.001***
速度転換(停止)位置		m	4.64 ± 0.11	4.92 ± 0.25	0.011*
速度転換時の速度		m/s	0.02 ± 0.03	0.03 ± 0.03	0.712

*: p<0.05, **: p<0.01, ***: p<0.001

表5 SOCとCONにおける各位置の相対速度比較

position	Variable	Unit	Soccer (n=8)	Control (n=9)	p value
			Mean ± SD	Mean ± SD	
-2m			97.9 ± 1.02	99.0 ± 1.06	0.464
-1m			99.8 ± 0.13	99.7 ± 0.48	0.912
0m			97.9 ± 1.02	98.6 ± 1.38	0.675
1m	Deceleration	%	92.2 ± 1.76	94.9 ± 1.94	0.075
2m			82.3 ± 2.55	87.5 ± 3.04	0.001**
3m			70.4 ± 3.98	76.5 ± 3.87	<0.001***
4m			51.3 ± 6.27	57.0 ± 6.55	<0.001***
4m			-40.2 ± 1.62	-49.9 ± 4.28	<0.001***
3m			-55.8 ± 2.04	-64.2 ± 2.87	<0.001***
2m	Acceleration	%	-66.5 ± 2.38	-72.6 ± 2.98	<0.001***
1m			-75.1 ± 1.65	-77.4 ± 3.09	0.115
0m			-81.8 ± 1.48	-79.9 ± 3.98	0.191

** : p < 0.01, *** : p < 0.001

表6 SOCにおける方向転換走時間と各変数との相関関係

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
①方向転換走時間(秒)							
②アプローチ時間(秒)	0.97 ***						
③減速時間(秒)	-0.61	-0.74 *					
④加速時間(秒)	0.94 ***	0.88 **	-0.65				
⑤最大速度(m/s)	-0.87 **	-0.83 *	0.60	-0.87 **			
⑥最大速度位置(m)	0.92 **	0.98 ***	-0.79 *	0.84 **	-0.76 *		
⑦ゴール時速度(m/s)	0.83 *	0.80 *	-0.38	0.73 *	-0.55	0.76 *	

* : p < 0.05, ** : p < 0.01, *** : p < 0.001

表7 CONにおける方向転換走時間と各変数との相関関係

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
①方向転換走時間(秒)							
②アプローチ時間(秒)	0.86 **						
③減速時間(秒)	0.43	-0.04					
④加速時間(秒)	0.91 ***	0.81 **	0.18				
⑤最大速度(m/s)	-0.76 *	-0.61	-0.49	-0.58			
⑥最大速度位置(m)	0.58	0.85 **	-0.27	0.53	-0.20		
⑦ゴール時速度(m/s)	0.21	0.40	-0.14	0.10	-0.67 *	0.19	

* : p < 0.05, ** : p < 0.01, *** : p < 0.001

Laveg から算出した方向転換走時間の再現性について、SOC と CON の変動係数は 0.01 から 0.02、級内相関係数は 0.73 から 0.80 であった。級内相関係数は、0.7 以上で良好なテストであるとされる(桑原ほか, 1993)。また、Laveg を用いて方向転換走能力を捉えることが可能か否かについて、測定方法の妥当性については、すでに、先行研究において検討されている(金子ほか, 2015)。それらの報告によると、Laveg と光電管それぞれから算出した計測時間の相関分析では、 $r=0.93$ と高い正の相関関係が示されており、したがって、我々は、Laveg を用いて個人の方向転換走能力を評価することは、大方、可能であろうとの見解を持っている。しかしながら、測定検者は、方向転換走の計測について十分に経験を積んでいたものの、方向転換の際の計測精度(参加者の体幹部の計測焦点が反転していくこと)に関しては、個々人の差は少なからずあり、本研究では、方向転換動作について詳細に言及することはできない。したがって、ここからは、本研究の限界を示したうえで、高校生男子サッカー選手の方向転換走能力について考察していくこととする。

SOC と CON において、スタートから最大

速度までのアプローチ時間に差は認められなかったが、SOC は、CON よりも高い最大速度を示し(図 2, 表 3)、短い距離の中で高い速度を発揮することができる高い加速力を有していると推察される。一方、最大速度以降の減速区間では、SOC が CON よりも有意に短い時間を示した。加えて、 -2m から 2m 位置では、SOC が CON よりも高い速度を示したが、方向転換直前の 3m , 4m 位置では、SOC と CON の速度がわずかに逆転し(表 4)、さらに、速度転換(停止)位置では、CON は SOC よりもカッティングラインに近い位置で記録された(表 4)。これらのことに鑑みると、CON は SOC よりも、減速から速度転換(停止)までに時間がかかったと推測できる。

また、方向転換後の 4m , 3m 位置においても、CON が SOC よりも有意に高い速度を示した。このことは、前述の通り、CON が減速から停止までに時間がかかったことが関係していると考えられる。すなわち、CON は、最大速度位置から計測部位である体幹部の速度がプラスからマイナスに切り替わる位置までの時間とその位置間の距離が延長したため、再加速の際、今度は、体幹部の速度がほぼ停止した位置から 4m 位置までの距離も SOC

と比較して CONの方が長くなることになる。そのため、CONはSOCよりも4m位置までの加速に費やすことができる距離が長くなり、このことが、SOCよりもCONの方が方向転換後の4m, 3m位置において有意に高い速度を示した要因の一つであると推察される。しかし、その後、SOCは方向転換後の1m位置以降で高い速度を示したため、結果的に、ゴール時速度において逆転したと考えられる。

表5には、最大速度を100%の速度とした各位置の相対速度を示した。2mから4m位置までの相対速度をみると、SOCの82.3%, 70.4%, 51.3%に対し、CONは、87.5%, 76.5%, 57.0%と、CONの方が高い相対速度を示した。このことについて、SOCの方がCONよりも速度の高低差が大きいことを示したことは、フィールド・コート競技選手の特徴の一つかもしれない。例えば、加速から減速への速度転換の際には、身体に自体重の1.7から4.2倍にも達する力がかかることが報告されている(Barnes et al., 2007 ; Sato et al., 2009 ; Stolen et al., 2005 ; Wallace et al., 2010)。つまり、フィールド・コート競技選手は、常に加速や減速が繰り返される中で、パフォーマンスを発揮しているため、加速や減速、す

なわち、ダッシュ力やブレーキ力が、日頃のトレーニングや試合において養われていると推察される。

方向転換走時間と各変数との相関関係をみると、SOCでは、アプローチ時間と加速時間との間には正の相関関係が認められた。一方、減速時間とは相関関係が認められなかったが、CONとは異なり、負の相関係数を示したことは興味深いことであった。加えて、アプローチ時間と減速時間との間に負の相関関係が認められた(表6)。つまり、SOCの中で、方向転換走時間に優れる選手は、スタートから最大速度までのアプローチ時間が短いため、結果的に、減速区間では、最適な方向転換実行のための準備に時間をかけることができたのかもしれない。一方、CONの方向転換走時間は、アプローチ時間、加速時間および最大速度との間に相関関係が認められたが、SOCのようなアプローチ時間と減速時間との間に相関関係は認められなかった。

本研究では、方向転換走における加速、減速の経時的な速度変化を明らかにし、高校生男子サッカー選手における180度の方向転換走能力の特徴を明らかにすることを目的とし

た。その結果、SOCは、CONと比較して短い距離において高い加速力を有していることが示唆された。また、SOCはCONよりも有意に高い最大速度を示したが、方向転換直前の相対速度では、CONよりも有意に低い相対速度を示したことは、フィールド・コート競技選手の特徴の一つであると考えられる。例えば、Hader et al. (2015)は、本研究と同じLavegを用いて、方向転換角度の異なる方向転換走において減速局面の速度を調べた結果、極端な減速は、方向転換、さらには、方向転換後の加速を遅らせる可能性がある指摘している。また、Hewit et al. (2013)は、180度の方向転換走について、減速局面のストライドの長さや頻度および姿勢調整は、方向転換で失われる時間(減速から停止まで)を最小限に抑えることができると述べている。つまり、SOCとCONにおける方向転換直前の相対速度における高低差は、方向転換コントロール(ストライドの長さや頻度および姿勢調整)の巧拙を表している可能性があり、このことは、方向転換後の再加速にも影響を及ぼしているかもしれない。すなわち、SOCはCONと比較をして、方向転換直前の速度調整の能力、すなわち、ブレーキ力が優れてい

ることにより、このことが、SOCの減速時間と加速時間がCONよりも有意に短い要因の一つであると推察される。

サッカーのプロ選手になれるような選手は、試合中における“判断の早さ”や“ターンの速さ”が強調されるが、単純に直線的な加速能力も高いとされる。加えて、プロ選手は、下のカテゴリーの選手と比べて、大腿部の筋断面積が大きいことが報告されている(星川, 2009)。本研究では、高校生男子サッカー選手の方向転換走能力について検討したところ、方向転換直前のブレーキ力に特徴がみられたが、大学生あるいはプロ選手などは、大腿部の筋断面積が大きいなどの影響から、より大きなブレーキ力を発揮できるのではないかと予想される。

なお、本研究では、高校生男子サッカー選手を対象として180度の方向転換走能力の研究を進めたが、フィールド・コート競技でも、テニスやバレーボールなどの陣を区切るネットが存在する競技と、サッカーやバスケットボールなどの対人型球技スポーツでは、競技で求められる方向転換走能力は異なると考えられる。したがって、本研究の結果が、すべてのフィールド・コート競技の方向転換走能

力の特徴を示せたわけではないことを追記しておく。

5. 結論

本研究では、高校生男子サッカー選手の180度の方向転換走能力の特徴を明らかにすることを目的とした。方向転換走中の加速、減速の経時的な速度変化を明らかにし、各局面の変数について比較をした結果、高校生男子サッカー選手は、方向転換直前のブレーキ力が優れていることが明らかとなった。

文献

Australian Sports Commission (2000) Physiological tests for elite athletes. Human Kinetics : Champaign, IL pp.134-135.

Barnes, J.L., Schilling, B.K., Falvo, M.J., Weiss, L.W., Creasy, A.K., and Fry, A.C. (2007) Relationship of jumping and agility performance in female volleyball athletes. Journal of strength & conditioning research, 21 : 1192-1196.

Bloomfield, J., Polman, R. and O'Donoghue, P. (2007) Physical demands of different

positions in FA Premier League soccer. Journal of Sports Science and Medicine, 6 : 63-70.

Carling, C., reilly, T., and Williams, M. (2009) Performance assessment for field sports. Routledge : London, pp.150-152.

Draper, J.A., Lancaster, M.G. (1985) The 505 test : A test for agility in the horizontal plane. Australian Journal of Science and Medicine in Sport, 17(1) : 15-18.

Green, S., Blake, C., and Caulfield, B. (2011) A comparison of cutting technique performance in rugby union players. Journal of strength & conditioning research, 25 (10) : 2668-2680.

Hader, K., Palazzi, D., and Buchheit, M. (2015) Change of direction speed in soccer : How much brake is enough?. Kineziology, 47(1) : 67-74.

Hewit, J., Cronin, J.B., and Hume, P.A. (2013) Kinematic factors affecting fast and slow straight and change-of direction acceleration times. Journal of Strength and Conditioning Research,

- 27(1) : 69-75.
- 星川佳広 (2009)プロサッカー選手を選抜した体力的要因～育成期選手の体力変化からあるべきトレーニングを考える～. 日本ストレンクス&コンディショニング協会機関誌, 16 (9) : 2-8.
- 金子憲一・石井信子・袴田智子・柏木悠・伊藤知之・船渡和男 (2015) アプローチ走速度の違いが方向転換走タイムに及ぼす影響, —レーザー距離計測装置による瞬時速度分析から—. トレーニング科学, 26 (4) : 241-249.
- 金高宏文 (1999) レーザー速度測定器を用いた疾走速度測定におけるデータ処理の検討. 鹿屋体育大学学術研究紀要 22 : 99-108.
- 桑原洋一・斉藤俊弘・稲垣義明 (1993) 検者内および検者間の Reliability (再現性, 信頼性) の検討. 呼吸と循環, 41(10) : 945-952.
- McInnes, S.E., Carlson, J.S., Jones, C.J., and McKenna, M.J. (1995) The physiological load imposed on basketball players during competition. *Journal of Sports Science*, 13 (5) : 387-397.
- 岡本直輝 (2015) 敏捷性測定法 505 test の評価視点の検討. *体育測定評価研究*, 14 : 33-41.
- Sato, K., Mokha, M. (2009) Does core strength training influence running kinetics, lower-extremity stability, and 5000-M performance in runners?. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23 : 133-140.
- Sayers, M. (2000) Running techniques for field sport players. *Sports Coach Autumn*, 23 (1) : 26-27.
- Semenick, D. (1990) Tests and measurements : the T-test. *National Strength and Conditioning Association Journal*, 12 (1) : 36-37.
- Spencer, M., Lawrence, S., Rechichi, C., Bishop, D., Dawson, B., and Goodman, C. (2004) Time-motion analysis of elite field hockey, with special reference to repeated-sprint activity. *Journal of sports science*, 22 : 843-850.
- Spencer, M., Rechichi, C., Lawrence, S., Dawson, B., Bishop, D., and Goodman, C. (2005) Time-motion analysis of elite field hockey during games in succession : a

tournament scenario. Journal of sports science and medicine in Sport, 8 : 382-391.

Stolen, T.K., Chamari, C., Castagna, U., and Wisloff. (2005) Physiology of soccer. Sports Medicine, 35 : 501-536.

Wallace, B.J., Kernozek, T.W., White, J.M., Kline, D.E., Wright, G.A., Peng, H.T., and Huang, C.F. (2010) Quantification of vertical ground reaction forces of popular bilateral plyometric exercises. Journal of Strength and Conditioning Research, 24 : 207-212.

(平成31年3月15日受理)