

ラグビーコーチングにおけるGPSの活用と可能性

古川 拓生¹⁾ 鷲谷 浩輔²⁾ 小柳 竜太²⁾ Nemes Roland³⁾

Practical applications and possibility of GPS technology in rugby coaching

Takuo Furukawa¹⁾, Kosuke Washiya²⁾, Ryuta Koyanagi²⁾ and Nemes Roland³⁾

Abstract

The purpose of this study was to examine the practical use of Global Positioning System (GPS) in rugby coaching. Thirty-six male university rugby players were involved in six games in one official season. GPS technology was used to assess data about the players' positioning, movement patterns, covered distance, number and speed of sprints, number and intensity of impacts associated with collisions. Comparison was performed on the changes of players' performance during one game and between games, as well as between players and playing positions. Beside performance evaluation, the findings helped to appoint players for certain tactical needs, and to improve position specific training. In addition, body load could be measured which is difficult to obtain by video analysis. The results confirmed findings of previous studies that had compared playing positions focused on the total distance covered, and proved that GPS can be an efficient tool in rugby coaching.

Key words: Rugby coaching, Performance evaluation, GPS, Movement patterns, Impact force

ラグビーコーチング, パフォーマンス評価, GPS, 移動パターン, 衝撃力

1. 緒言

Global Positioning System (以下, GPSと略す)は衛星からの信号を受信することで, 地球上の現在位置を認識するシステムであり, 今日では自動車のナビゲーション機器や携帯電話に広く用いられている。近年, このGPSの機能を用いた計測機器がスポーツ界においても普及しており, 試合やトレーニング現場で活用した例が報告されている(藤原ほか, 2009; Wisbey et al., 2009; Macutkiewicz and Sunderland, 2011)。

戦術やトレーニングを計画する上で, その競技の特性や様相を知ることが重要である。陸上競技トラック種目や競泳といった記録競技と異なり, 球技は競技中の動きの不規則性から, 移動距離や移動速度といった運動負荷を特定することが容易ではない。これまで幾つかの球技種目において試合やトレーニング中の運動負荷を定量化する目的で, 映像からパス・キック・コ

ンタクトといった動作パターンの頻度や動作時間, 移動距離や移動速度を測定・評価した報告が行われている(舍利佛, 2003; 福塚, 2007; 谷所ほか, 2009; 村上ほか, 1996; Austin et al., 2011)。これらの映像分析に用いられているタイムモーション分析やDLT法の問題点は, 映像に映っていない対象を分析できないことや, 移動スピードの分類や定量化が難しく計測者のスキルにその精度が大きく影響を受けること, 計測に多くの時間を要することから一度に多くの選手を対象とする場合や日々のトレーニング状況を定量化することは現実的に難しいとなどが挙げられる。これに対して, 測定条件が屋外のみであることや動作パターンによる測定誤差の報告(Coutts and Duffield, 2010)はあるものの, GPSの機能を活用することで, 移動距離や移動スピード, スプリント回数といった個別パフォーマンスの測定に要する煩雑さの問題が解消されると考えられる。

1) 筑波大学体育系

Faculty of Health and Sport Science, University of Tsukuba

2) 筑波大学大学院人間総合科学研究科

Graduate School of Comprehensive Human Sciences, University of Tsukuba

3) 筑波大学スポーツResearch & Developmentコア

Sports Research & Development Core, University of Tsukuba

近年、ラグビーにおいて試合中のGPS着用在が認められたことから、試合中の移動距離やスプリント回数、コンタクト回数といった試合中のパフォーマンスの定量化を行った報告がされている (Cunniffe et al., 2009; Venter et al., 2010)。しかし、同一選手あるいは同一チームを1シーズン通して計測・評価した報告は見られず、GPSのコーチング現場での有効性や活用方法についてはまだ十分に検討されていない。

そこで本研究は、大学ラグビー選手における1シーズンの公式戦6試合を対象にGPSより得られる位置情報から、試合中の選手のパフォーマンスを明らかにし、GPSのコーチング現場での活用とその可能性について検討することを目的とした。

II. 方法

1. 標本の試合

本研究では国内大学ラグビーを対象とし、第33回関東大学ジュニア選手権大会におけるT大学ラグビー部が出場したカテゴリー2全5試合とカテゴリー1昇格への入替戦1試合の計6試合を標本とした。本文中では、標本の6試合を実施された日付順にGame1からGame6で表記した。

2. 測定項目

本研究では、試合中の選手のパフォーマンスを評価するために、選手にGPSを装着し、試合を通して計測したGPSデータ (15Hz) による移動距離、スプリント回数と3軸加速度センサデータ (100Hz) によるインパクト回数の3つの測定を行った。被験者は、T大学ラグビー部に所属するラグビー部員で、標本の試合に出場した36名 (FW21名, BK15名) とした。被験者は衝撃緩衝用のベストを着用し、GPSRORTS社製のGPS (SPI Pro X; 重さ76g, 形状48mm×87mm×20mm) を左右肩甲骨間の中央上部に位置するように装着した。また、ゲーム様相とパフォーマンスの関係を検証するために、標本とした試合に出場した選手の出場時間と個別コンタクトプレー回数の2つの測定も行った。それぞれの事項の測定項目の詳細は以下のとおりである。

1) 移動距離

選手の試合中の移動距離をCunniffe et al. (2009, p.1197) が移動スピードから分類している6つの動作を基に、4つのスピードゾーンを設定し、測定・評価を行った。4つのスピードゾーンは以下の通りとした。

①Speed Zone 1 (以下SZ-1と略す): 時速6km未満 (Standing and Walking), ②Speed Zone 2 (以下SZ-2と略す): 時速6km以上12km未満 (Jogging), ③Speed Zone 3 (以下SZ-3と略す): 時速12km以上18km未満 (Cruising, Striding), ④Speed Zone 4 (以下SZ-4と略す): 時速18km以上 (High-intensity running, Sprinting)

2) スプリント回数

選手の試合中のスプリント回数を速度別、継続時間別に求めた。スプリント速度は時速12km以上18km未満 (以下SP12と略す) と時速18km以上 (以下SP18と略す) の2つ、継続時間はスプリント速度がSP12またはSP18に達してから1秒以上3秒未満, 3秒以上5秒未満, 5秒以上継続したものの3つに分類し、各回数と合計を求めた。

3) インパクト回数

GPS内の3軸加速度センサより得られる加・減速の値をインパクト値とし、その発現数をインパクト回数として求めた。加速度センサの測定値から4つの強度を設定し、インパクト値の評価を行った。4つのインパクト強度と特徴的な動作を次に示す。強度1: 5.0G以上6.0G未満 (急な加・減速や方向転換), 強度2: 6.0G以上7.0G未満 (選手同士の接触や転倒による地面との接触), 強度3: 7.0G以上8.0G未満 (強いコンタクト), 強度4: 8.0G以上 (スクラムエンゲージ等の非常に強い衝撃, 極めて激しいコンタクト) (Carling et al., 2009)。

4) 出場時間

交替・入替なしで出場した選手は、レフリーによる前半・後半の試合開始から終了までを出場時間とし、途中交替・入替した選手は、競技区域に入る、または出た時点で出場時間の開始、または終了とした。試合の途中で、レフリーが負傷者の対応や給水によりプレーを中断している間も出場時間とした。試合中の移動は、インプレー中だけでなく、アウトオブプレー中においても行われる。実際にアウトオブプレー時間は、次のプレー再開場所への準備や移動が含まれ、状況によっては高い移動速度が求められることもある。本研究では、試合中の移動距離をインプレー時間とアウトオブプレー時間を合わせて評価を行っており、選手はプレーが中断された時間においても、全て立ち止まっているわけではなく、アウトオブプレー時間と同様な意味を持つと考え、出場時間として評価した。

5) 個別コンタクトプレー回数

選手が試合中に行ったタックル、ラック・モールへ

の参加，ボールキャリアーとしてコンタクトを行ったプレー4項目の回数をカウントし，その総数をコンタクトプレー回数として求めた。

3. 結果の処理方法

選手およびチームの試合中のパフォーマンスの経時的变化を見るために，GPSから得られる選手個々の試合中の移動距離，スプリント回数，インパクト回数を前半・後半とその合計からなる1試合の値で算出した。さらに，移動距離はスピードゾーン別，スプリント回数はスプリント速度別，インパクト回数はインパクト強度別にそれぞれの値を算出した。選手の交替・入替による途中出場後のパフォーマンス評価を除き，同一選手または選手間およびポジション間の比較は，交替・入替なしで1試合全てに出場した選手延べ55名のデータのみを用いた。チームの平均値は，その試合に出場した全選手の値を合計し，データを取得したポジションの数で除して算出した。例えば，試合でフッカーのみが交替した場合，交替しなかった14名と交替を含めたフッカー2名分，計16名の値を合計した後，ポジション数の15で割った値をチーム平均値とした。なお，試合中の移動距離，スプリント回数，インパクト回数の計測において，一部でも欠損値が確認された場合は，その試合で欠損値が確認された項目のデータは除いて分析を行った。本研究において，欠損値は被験者延べ132名(22名×6試合)中，6名

(Game 1: 1名, Game 2: 3名, Game 5: 2名)に認められた。

III. 結果と考察

1. 選手のパフォーマンス評価への活用

表1は選手A(ポジション: フランカー)が交替・入替なしで出場した5試合の総移動距離とスピードゾーン別移動距離の結果をチーム平均値と比較して示したものである。ここでは，同ポジションを対象とした先行研究と比較するため，本研究の被験者中，交替・入替なしで出場した試合数が6試合中5試合と最も多い，選手Aを対象とした。全ての試合において，総移動距離はチーム平均値を上回っており，Game 1以外は1試合で1,000m以上多く，Game 3では総移動距離が7,000mを超え，チーム平均値との比較においても1,600mを超える結果となった。さらにスピードゾーン別移動距離の比較では，ジョギング以下のスピードと想定される時速12km未満(SZ-1, SZ-2)の移動距離はチーム平均値と同等か低い値となっているが，ストライド走やそれ以上のスピードとなる時速12km以上(SZ-3, SZ-4)の移動距離では，チーム平均の3倍を超える試合もあり，シーズンを通じて高いランニング・パフォーマンスを維持している結果が見られた。同ポジションにおけるプロラグビー選手の1試合の総移動距離が約7,000m, SZ-3の移動距離が約

表1 選手Aの移動距離の結果

	総移動距離	スピードゾーン別移動距離			
		SZ-1	SZ-2	SZ-3	SZ-4
Game 1	5567	2502	1416	1282	367
	556	▲ 179	▲ 129	786	78
	(111%)	(93%)	(92%)	(259%)	(127%)
Game 3	7058	2469	2107	1802	680
	1673	▲ 239	200	1265	447
	(131%)	(91%)	(111%)	(335%)	(293%)
Game 4	6294	2162	1880	1647	606
	1349	▲ 254	37	1171	395
	(127%)	(89%)	(102%)	(346%)	(287%)
Game 5	6533	2174	1845	1850	665
	1456	▲ 333	4	1342	443
	(129%)	(87%)	(100%)	(364%)	(300%)
Game 6	5923	2265	1775	1443	440
	1016	▲ 358	108	1015	252
	(121%)	(86%)	(106%)	(337%)	(234%)

上段: 選手Aの移動距離(m)

中段: 選手Aの移動距離とチーム平均移動距離の差(m)

下段: 選手Aの移動距離のチーム平均移動距離に対する割合(%)

1,750m, SZ-4が約650m (Cunniffe et al., 2009, p.1199)であったことから、選手Aの移動距離からみた試合中のランニング・パフォーマンスは高いレベルにあったと言える。試合中の選手個々のパフォーマンスは対戦相手や戦術、天候等により変化することが予測されるが、その試合でのチーム全体のパフォーマンス(チーム平均値)と比較することで、より試合に応じた選手評価が行えると考えられる。映像分析から選手15名の試合中の移動距離を全て測定することは容易ではないが、選手個々にGPSを装着させることで迅速に測定・評価を行うことが可能となる。

表2は選手B(ポジション:ロック)が出場した2試合(Game1, Game6)の移動距離とスプリント回数の結果を示したものである。2試合の比較では、前半・後半共にGame6の総移動距離が4,827mから5,399mに増加しており、1試合で572mの向上が見られた。さらにスピードゾーン別移動距離の比較では、時速12km未満(SZ-1, SZ-2)の移動距離が減少している一方、時速12km以上(SZ-3, SZ-4)の移動距離が増加が見られた。また、スプリント回数は総数と各スプリント速度で増加しており、特にSP12でのスプリント回数は51回の増加が見られた。また、Game1の後半では一度も見られなかったSP18のスプリント回数も、Game6では5回あり、1試合の合計で11回増加した。

1試合あたりの移動距離やスプリント回数の合計値は、出場した試合のパフォーマンスを表す一つの指標として分かり易いが、移動スピードなどの強度の内訳や時間経過による変動が分からないことから、選手のパフォーマンスを評価するには十分とは言えない。しかし、ここで示したスピードゾーン別移動距離やスプリント回数を前半・後半で比較することで、パフォーマンスの質的变化をより詳細に見ることが可能となる。選手BはGame1直後の練習で負傷し、手術・入院を含めた2ヶ月間のリハビリ期間を過ぎたが、復帰の過程で苦手としていた全身持久力の改善を目的としたトレーニングを行い、復帰後のプレーにおいて運動量の向上が見込めたことから、Game6の先発メンバーとして起用した。結果として、試合における移動距離とスプリント回数からみた試合中のランニング・パフォーマンスには顕著な向上が見られた。

9月から12月のシーズン期は、ほぼ毎週試合が行われることから、選手のフィットネスの状態を把握するために、シーズン前に実施していたオールアウトに達する様なフィットネステストを行うことは、時間やコンディショニングの面から日程調整が難しい。しかし、移動距離やスプリント回数といった限られた項目であるが、試合中のパフォーマンスを数値化することで選手のフィットネスレベルやコンディションを知る

表2 選手Bの移動距離とスプリント回数の結果

移動距離 (m)	Game 1			Game 6			試合間の増減		
	合計	前半	後半	合計	前半	後半	合計	前半	後半
総移動距離	4827	2643	2184	5399	2991	2408	572 (112%)	348 (113%)	224 (110%)
SZ-1	2244	1118	1126	2124	1039	1085	▲ 120 (95%)	▲ 79 (93%)	▲ 41 (96%)
SZ-2	1775	974	801	1744	954	790	▲ 31 (98%)	▲ 20 (98%)	▲ 11 (99%)
SZ-3	721	466	255	1273	808	465	552 (177%)	342 (173%)	210 (182%)
SZ-4	87	85	2	258	190	68	171 (297%)	105 (224%)	66 (3400%)
スプリント回数	Game 1			Game 6			試合間の増減		
	合計	前半	後半	合計	前半	後半	合計	前半	後半
総スプリント回数	103	76	27	165	106	59	62 (160%)	30 (139%)	32 (219%)
SP12	93	66	27	144	90	54	51 (155%)	24 (136%)	27 (200%)
SP18	10	10	0	21	16	5	11 (210%)	6 (160%)	5 (-)

() 内のパーセンテージは試合間の増減の割合

有益な情報として活用することができた。

以上より、試合中のGPSから得られた個人とチームのパフォーマンスの結果を1試合の合計値だけでなく、スピードゾーンや前半・後半の比較を行うことで、これまで容易でなかった実際の試合からの選手評価が可能となった。移動距離のスピードゾーンやスプリント速度の設定は自由に変更できることから、対象のレベルや目的に応じて評価を行うことも可能である。

2. 戦術的な選手起用・選手入替への活用

表3は戦術的入替により、後半開始または後半の途中から出場した選手2名(共に右プロップ)の各2試合の移動距離とスプリント回数の結果を示したものである。選手Cは出場した2試合の出場時間が12分21

秒と27分16秒、選手Dは40分9秒と11分5秒であったことから、両者を比較するために、それぞれの値を40分間出場した場合の値に換算した。図1は総移動距離に対するスピードゾーン別移動距離の割合を示したものである。表3の換算値の結果から、選手CのGame1の総移動距離のみ2,164mとやや低い値となったが、それ以外は2,500m前後と同様な値を示した。スピードゾーン別移動距離では負荷の低いSZ-1, SZ-2の換算値で選手Dが高く、負荷の高いSZ-3では選手Cが高くなる結果となった。スプリント回数でも選手CのSP12の換算値(78, 81回)が選手Dの値(54, 36回)よりも高く、総スプリント回数も選手Dを上回る結果となった。選手のパフォーマンスはゲーム様相によっても影響を受けることが予想されるため、一概に選手Dのパフォーマンスが低いとは言えないが、図1

表3 途中出場選手のパフォーマンスの結果

移動距離 (m)	実測値				40分の試合時間での換算値			
	選手C		選手D		選手C		選手D	
	Game 1 (12m21s)	Game 4 (27m16s)	Game 2 (40m9s)	Game 3 (11m5s)	Game 1 (40m)	Game 4 (40m)	Game 2 (40m)	Game 3 (40m)
総移動距離	668	1769	2601	675	2164	2595	2591	2436
SZ-1	232	540	1260	293	750	791	1256	1056
SZ-2	215	736	871	304	696	1080	868	1098
SZ-3	208	426	382	72	673	625	380	261
SZ-4	13	67	89	6	43	99	88	22
スプリント回数	選手C		選手D		選手C		選手D	
	Game 1 (12m21s)	Game 4 (27m16s)	Game 2 (40m9s)	Game 3 (11m5s)	Game 1 (40m)	Game 4 (40m)	Game 2 (40m)	Game 3 (40m)
総スプリント回数	25	42	62	10	81	92	62	36
SP12	24	37	54	10	78	81	54	36
SP18	1	5	8	0	3	11	8	0

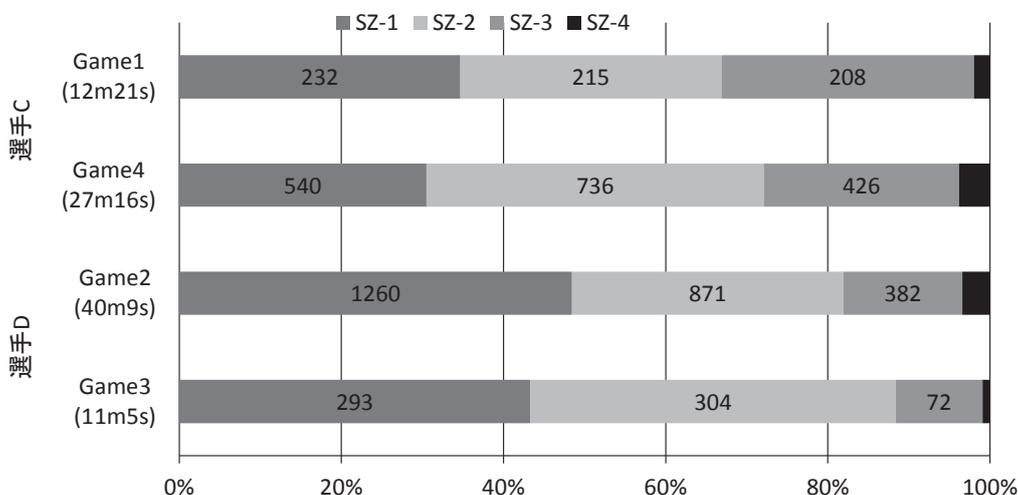


図1 途中出場した選手のスピード別移動距離の割合

で見られるように、選手Dは40分間出場したGame2と11分間出場したGame3共にSZ-3以上の移動距離が20%以下となっている。一方、選手Cは27分間出場したGame4においてSZ-3以上の占める割合が、選手Dの11分間のみ出場したGame3の割合よりも高く、12分間出場したGame1ではSZ-3以上の割合がさらに高くなり、結果的に時速12km以上(SZ-3, SZ-4)の割合が30-35%になることが分かった。

意図的に選手の入替が認められる現ルール下においては、途中から出場する選手はインパクトプレーヤーとして、セットプレーやコンタクト、ランニングといったプレーで高いパフォーマンスを発揮することが期待される。単にフィットネステストでの数値が高いだけでなく、出場するタイミングや時間帯による、パフォーマンス発揮の特徴が分かれば、戦術的な選手起用に活用できると考えられる。実際に、選手CとDはシーズン前に実施した全身持久力の指標の一つとして用いられている3000m走の結果において、選手Dの方が僅かではあるが高い値を示しており、試合でのパフォーマンスがフィットネステストの結果からでは評価できない要素を含んでいることが考えられた。

選手起用を決定する上で、選手の試合でのパフォーマンスの発揮パターンは有益な情報と考えられる。本研究では、ランニング・パフォーマンスの強度と持続性の2つの要素から3つのタイプを作成し、選手の評価を行った。①ハイパワー持続型：SZ-3以上での移動距離とスプリント回数の値が高く、選手自身またはチーム平均値と比較して、前半・後半で値の変化が小さい選手。②ミドルパワー持続型：ハイパワー持続型に比べ、SZ-3以上での移動距離やスプリント回数の値は高くないが、選手自身またはチーム平均値と比較して、前半・後半で値の変化が小さい選手。③ハイパ

ワー疲労型：ハイパワー持続型同様にSZ-3以上での移動距離とスプリント回数の値が高いが、選手自身またはチーム平均値と比較して、前半・後半で値の低下が大きい選手。

表4は入替なしで出場したスタンドオフ4名の移動距離(SZ-3とSZ-4の合計)と総スプリント回数(SP12とSP18の合計)、SP18のスプリント回数の3つを前半・後半の値と前半・後半の増減値、および増減率で示した結果である。括弧内に、各選手が出場した試合のチーム平均値に対する各選手のそれぞれの結果の割合を示した。選手Eは前半での移動距離と総スプリント回数が4名中最も高く、チーム平均値と比較しても約30%を越える値(移動距離131%、総スプリント回数144%)を示している。しかし、後半はそれぞれの値が大幅に低下し、移動距離においては半分以下となり、チーム平均値との比較でも78%に相当する結果となった。選手Hも同様に後半にランニング・パフォーマンスが大きく低下する結果であった。一方、選手Gは選手Eや選手Hに比べ、前半の移動距離や総スプリント回数が極端に高い値ではないが、チーム平均値を上回る結果であり、増減率も82%と後半での顕著な低下は見られなかった。選手Fは移動距離、総スプリント回数共に4名中、前半の値が最も低く、チーム平均値との比較においても移動距離が66%と低い値を示した。しかし、後半は移動距離、総スプリント回数共に増加し、後半のランニング・パフォーマンスのみを比較すると、移動距離が800mを越え、総スプリント回数の109回と共に、選手Gに次ぐ結果となった。選手GはSP18においても前半・後半で31回、24回と高い結果を示した。

選手4名を本研究で設定したパターンで分類すると、選手Gはハイパワー持続型、選手Fはミドルパ

表4 選手のタイプ別評価

	移動距離(SZ-3, 4) (m)				総スプリント回数				スプリント回数(SP18)			
	前半	後半	前半・後半の比較 増減値 増減率		前半	後半	前半・後半の比較 増減値 増減率		前半	後半	前半・後半の比較 増減値 増減率	
選手E	1338.4 (131%)	662.0 (78%)	▲676.4	49%	162 (144%)	91 (91%)	▲71	56%	25 (101%)	18 (75%)	▲7	72%
選手F	772.2 (66%)	807.7 (86%)	35.5	105%	106 (116%)	109 (101%)	3	103%	26 (144%)	26 (107%)	0	100%
選手G	988.9 (102%)	813.2 (100%)	▲175.7	82%	128 (132%)	114 (109%)	▲14	89%	31 (120%)	24 (122%)	▲7	77%
選手H	1116.1 (129%)	506.1 (84%)	▲610.0	45%	147 (128%)	72 (71%)	▲75	49%	32 (124%)	14 (71%)	▲18	44%

() 内のパーセンテージは各選手が出場した試合のチーム平均値に対する割合

ワー持続型、選手E, Hはハイパワー疲労型と特徴づけることができる。スタンドオフはチーム内で戦術決定などの役割を担うことが多く、負傷などのアクシデントがない限り、ほとんど途中入替が行われないポジションであることが報告されている(古川・嶋崎, 2010)。従って、試合中の状況判断やスキルと同様、フィットネスにおいても安定したパフォーマンスを発揮することが重要と考えられる。トレーニングの目的は、全ての選手がハイパワー持続型になることであり、少なくとも先発の15名をこのタイプで構成することが望ましいが、チーム事情で選手が揃わない場合は、入替に適した選手起用を行っていくことが必要となる。フィットネスレベルだけが選手起用の基準とはならないが、ここでの結果も参考に、この大会に続く上位大会において、選手Gを先発とし、選手Hをリザーブとして起用した。

以上より、出場時間の異なる選手間のパフォーマンス比較を行うための時間あたりの換算法や、測定結果の強度と持続性の要素からパフォーマンスのタイプを評価する方法は、戦術的な選手起用や選手入替を検討する上で、有効に活用できると考えられた。

3. ポジション別のトレーニング法説明への活用

表5は交替・入替なしで出場した選手のうち、移動

距離とスプリント回数に欠損値の見られなかった55名の移動距離とスプリント回数について、10のポジションを6つのグループに分けて示したものである。グループ間の比較を行うために、移動距離とスプリント回数の1試合の合計、前半・後半、さらにスピードゾーン別移動距離、持続時間別スプリント回数(SP18)の平均値と標準偏差値を求めた。前半・後半の移動距離とスピードゾーン別移動距離については各ポジションの合計に対する割合を求め、括弧内に示した。移動距離の結果から、フロントファイブ(PR/HO, LO)以外は1試合の平均が6,000mを上回る結果となった。また、全てのポジションにおいて前半から後半にかけて移動距離が減少する傾向が見られた。スピードゾーン別移動距離では、SZ-1でWTB/FBの値が3,252.7±263.2mと全体の52%を占め、SZ-3ではFL/NO8とSHが高く、全体の20%以上を占める結果となった。スプリント回数では、SHとFL/NO8、次いでSO/CTBの値が高く、後半に減少するものの前半には110回を超える結果を示し、SP18のスプリント回数でも、フロントファイブ以外は45回を超える結果を示した。持続時間別回数では、1秒以上3秒未満ではフロントファイブ以外は約30回を示し、3秒以上5秒未満ではFL/NO8とWTB/FBが多く、5秒以上ではSHが14回と特に多い結果を示した。

表5 ポジション別の移動距離とスプリント回数

ポジション	N	移動距離 (m)			スピードゾーン別移動距離 (m)			
		合計	前半	後半	SZ-1	SZ-2	SZ-3	SZ-4
PR/HO	9	5314.9±378.7	2800.2±283.2 (53%)	2514.6±263.4 (47%)	2377.6±280.6 (45%)	1821.9±249.7 (34%)	935.9±297.6 (18%)	179.5±156.9 (3%)
LO	7	5554.5±491.1	2953.9±234.0 (53%)	2600.5±307.2 (47%)	2258.8±196.6 (41%)	1921.3±292.2 (35%)	1071.7±195.3 (19%)	302.7±151.9 (5%)
FL/NO8	11	6300.9±611.4	3290.9±297.7 (52%)	3010.0±401.5 (48%)	2292.0±206.7 (36%)	1957.2±316.9 (31%)	1469.9±354.2 (23%)	581.8±174.6 (9%)
SH	1	6437.2	3485.9 (54%)	2951.3 (46%)	2401.6 (37%)	1882.3 (29%)	1443.9 (22%)	709.4 (11%)
SO/CTB	14	6125.5±500.1	3269.9±286.0 (53%)	2855.7±371.6 (47%)	2712.5±262.6 (44%)	1780.9±229.9 (29%)	1088.1±261.2 (18%)	544.1±108.9 (9%)
WTB/FB	13	6269.6±638.5	3197.0±295.3 (51%)	3072.6±370.1 (49%)	3252.7±263.2 (52%)	1584.8±327.8 (25%)	832.3±248.7 (13%)	599.8±168.9 (10%)

() 内の数値は移動距離の1試合合計に対する各移動距離の割合を示した

ポジション	N	スプリント回数			持続時間別スプリント (SP18) 回数			
		合計	前半	後半	合計	1秒以上, 3秒未満	3秒以上, 5秒未満	5秒以上
PR/HO	9	125.6±47.0	71.4±23.2	54.3±25.1	16.1±13.2	10.9±7.7	4.1±4.3	1.1±1.7
LO	7	160.7±36.5	96.0±19.6	64.7±21.3	25.9±12.0	16.6±8.3	7.7±4.2	1.6±1.9
FL/NO8	11	234.6±49.7	125.5±23.9	109.2±30.2	48.1±12.6	30.0±7.3	13.5±5.6	4.6±3.9
SH	1	253.0	154.0	99.0	55.0	31.0	10.0	14.0
SO/CTB	14	210.6±40.5	114.1±37.5	96.4±23.3	47.2±9.8	31.0±9.2	9.4±4.2	6.8±3.4
WTB/FB	13	173.1±46.5	88.4±31.6	84.7±27.4	48.4±14.4	28.2±10.0	12.7±4.5	7.5±4.6

本研究では、フロントファイブの試合中のランニング・パフォーマンスにおいて、移動距離や時速18km以上のランニングスピードまたはスプリント持続時間が3秒を超えるスプリント回数が、他のポジションに比べて低い傾向を示した。しかし、南アフリカの19歳以下セミアプロ選手を対象とした同様な研究では、60分間の試合による分析であるが、PR/HOが他のポジションと比較して、最も移動距離が多い結果であった (Venter et al., 2011, p.5)。これより、チームの特徴や戦術によっては、ポジションに求められるパフォーマンスに違いがあることが予測される。スキルトレーニングについてはユニットやポジションごとの練習方法が専門誌等でも多く紹介されているが、フィットネストレーニングとなると個別性・専門性に触れた記述はほとんど見られない。古川ほか (1997) はラグビー日本代表およびユース代表のフィットネステストの結果から、ポジション別の評価基準を作成したが、実際の試合中のパフォーマンスとの関連性については言及していない。本研究で、試合中にフロントファイブがSP18で5秒以上走る回数が1-3回程度しかないことに対し、SHに14回見られたことや、ポジションごとの移動の際のスピードゾーンに見られたチーム内の個別性やポジション間の特徴は、専門性を考慮したフィットネストレーニングを計画する上で示唆的な知見といえるかもしれない。

本研究のGPS計測において、最も高い負荷として設定したSZ-4およびSP18に相当する時速18km以上 (High-intensity running) のランニングスピードと試合中に確認されたスプリント回数を基に、実際のトレーニングメニュー考案の一例を以下に述べる。時速18kmは、通常のラグビーピッチのゴールライン間となる100mを20秒で走るペースに相当し、スプリント継続時間の1秒以上3秒未満では最大15m、3秒以上5秒

未満では最大25m程度の距離を走ることとなる。5秒以上をスプリント継続時間10秒に相当する50mで設定した場合、15m、25m、50mをそれぞれ3秒、5秒、10秒以内のタイム設定で走ることとなる。この設定は、対象者の能力にもよるが、直線を走るだけであれば比較的容易に達成することが予測されるため、実際の試合で発生する切り返しや押し合い、地面に倒れた後、起き上がるといった動作を間に入れることで、より試合の負荷に近い状況を作り出すことが可能となる。また、スプリント距離については、試合中に5秒を超えるスプリントがほとんど見られなかったフロントファイブが15mと30mを5:2の割合で、SHは15m、30m、50mを3:1:2の割合、それ以外のポジションは15m、30m、50mを4:2:1の割合を目安に、順番を自由に組み合わせて実施することで、各ポジション特性に合ったトレーニングになると考えられる。さらに、フロントファイブは、他のポジションと比較して試合中のSZ-2での移動割合が高い (約35%) ことから、スプリント間や押し合いの動作間をSZ-2で最も速い速度となる時速12km/h (100m30秒ペース) で走ることにより、よりポジション要件に近いトレーニングになることが考えられる。

表6は交替・入替なしで出場した選手のうち、インパクト値に欠損値の見られなかった55名のインパクト回数と映像分析より求めたコンタクトプレー回数をチームとFW・BK、および6つのポジショングループ別に示したものである。表6の結果から、コンタクトプレー回数はBKよりもFWで多く、FW内の3グループは全て30回を超える結果であったことに対し、BK内の比較ではSO/CTBが24.5回と比較的高く、WTB/FBは9.7回と最も低い値を示した。インパクト回数については、SHが1名の結果ではあるが、最も高く、特に急加減速や方向転換の際に発生するとされる強度

表6 ポジション別のコンタクトプレー回数とインパクト回数

ポジション	N	コンタクトプレー回数	インパクト回数	強度別インパクト回数			
				強度1	強度2	強度3	強度4
TEAM	54	25.8±11.8	661.7±268.6	437.4±180.9	74.6±47.2	81.3±44.8	68.5±32.6
FW	26	35.0±6.4	677.8±281.0	451.8±185.0	74.5±50.2	84.6±50.1	66.9±33.4
BK	28	17.2±8.7	646.8±260.8	424.0±179.3	74.6±45.2	78.3±40.0	70.0±32.4
PR/HO	9	32.3±5.8	905.1±226.8	554.9±163.1	120.8±69.4	127.9±51.3	101.6±28.3
LO	6	33.3±3.7	481.9±176.4	341.6±132.7	42.3±14.3	51.5±22.9	46.5±25.1
FL/NO8	11	38.1±6.9	562.2±258.2	369.8±169.3	67.0±48.0	73.3±45.9	52.1±20.9
SH	1	12.0	1075.0	816.0	92.0	106.0	61.0
SO/CTB	14	24.5±5.2	772.9±263.4	486.9±189.5	93.0±49.0	100.9±40.1	92.1±28.0
WTB/FB	13	9.7±4.0	478.1±114.9	326.1±74.9	53.5±33.1	51.7±20.8	46.8±18.5

1のインパクト回数が多い結果となった。ラグビーの試合中の衝撃は選手間のコンタクトだけでなく、転倒等による地面との衝撃でも多く発生し(Rooyen et al., 2008), 1試合中のインパクト数は500回になることが報告されている(Cunniffe et al., 2009, p.1200)。本研究でのインパクト回数のチーム平均値は約660回であったことから、プレー中の動作は明らかではないがインパクト回数の多い試合であったと考えられる。また、強い衝撃となる強度4ではPR/HOの値が高く、次いでSO/CTBが高い結果となった。映像分析により評価したコンタクトプレーは、タックル、ラック・モールへの参加、ボールキャリアーとしてのコンタクトのプレー動作であることから、インパクト値としては強度4に相当すると考えられる。BKではコンタクトプレー回数の多いSO/CTBが、強度4のインパクト回数においても多い結果であったが、FWではコンタクトプレー回数に差は見られないものの、インパクト回数ではPR/HOが他のグループより約2倍多い結果となった。本研究で用いた標本6試合における1試合あたりのスクラム回数は 20.5 ± 3.7 回、ラインアウト回数は 21.3 ± 3.3 回であったが、スクラムを組む際の衝撃の強さがPR/HOと他のFWでは異なる予想したことや、ラインアウトにおいてもスローワーやジャンパー、リフターの違いによって衝撃の強さに差が生じると考えたことから、コンタクトプレー回数にスクラムやラインアウト等のセットプレーは含めなかった。しかし、スクラムの最前列で相手と組み合うPR/HOにおいて、スクラムは高強度のプレーであることが予想される。これより、スクラム回数をPR/HOのコンタクト回数 32.3 ± 5.8 回に加算すると、約50回に達し、FWの中でコンタクト回数が最も多い結果となる。それでも、スクラムエンゲージや極めて激しいコンタクトに相当するとされる強度4のインパクト回数は 101.6 ± 28.3 回となっており、映像からでは評価できない、または評価することが容易でない場面で、インパクト値の高いプレーが頻繁に行われていることが示唆された。そこで、ある選手が実際に行った10回のタックル場面でのインパクト値を確認したところ、タックルした瞬間の値が5.3–11.6G、タックル後地面に倒れた際の値は5.6–7.8Gとなる結果が確認された。また、1回のタックルで複数回のインパクト値が確認されたことから、タックルプレーの前後では、ボールキャリアーとの衝突だけでなく、他の選手や地面との衝突など、様々な力が身体にかかっていることが考えられる。

これより、加速度センサから得られるインパクト値は、コンタクトプレーなどの衝撃の大きさを計測できると同時に、映像から定量化が難しいプレー中の身体にかかる衝撃を強度別に確認することができた。具体的なプレーや動作との関係性についての確認は行っていないが、試合中の選手の消耗や疲労に至る過程を検証する一つの指標として活用が期待できると考えられる。

本研究では、大学ラグビーの一チームを対象とした測定・評価であることから、ラグビー競技における一般論を言及するには限界があるが、1シーズン中の計測を継続的行ったことで、チーム内でのポジション別の特徴を把握することができた。この様な測定・評価を国代表やユース代表をはじめとする様々なグレードでの選手を対象に実施することで、より適切なポジション要件やポジション特有のトレーニング方法の解明に活用できると考えられる。

IV. まとめ

本研究は、大学ラグビー選手における1シーズンの公式戦6試合を対象にGPSより得られる位置情報から、試合中の選手のパフォーマンスを明らかにし、GPSのコーチング現場での活用とその可能性について検討することを目的とした。

GPSによる試合中の選手一人一人の位置情報を記録することで、これまで映像分析による測定が容易ではなかった実際の試合での移動距離や走スピードといった、個別パフォーマンスデータの迅速な抽出が可能となった。得られた情報を速度や時間、頻度といった条件をもとに、本研究で示した測定・評価法を用いることで、同一選手の経時的・縦断的なパフォーマンスの変化や、選手やポジション間の比較を客観的に行うことができ、選手のパフォーマンス評価やチーム内のポジション特性に関する知見を得ることができた。また、本研究で評価を試みた選手のランニング・パフォーマンスの発揮タイプは、実際の選手起用や戦術的な選手入替の判断材料としても活用することができた。さらに、映像からは確認できない身体接触を伴う負荷の評価は、コンタクトスポーツであるラグビーのパフォーマンス評価において、興味深い指標を得ることができ、今後のラグビーのコーチング現場におけるGPS活用の有用性を確認することができた。

V. 今後の課題

本研究を通して試みたGPSの測定・評価法は、映像分析では容易でなかった個別パフォーマンスの測定・評価を可能とした。しかし、これらの分析手法を単独で用いるのではなく、両者の利点を活用することで、より競技に適した評価が実施できると考えられる。例えば、サッカーやハンドボールなどの非コンタクト系競技では静止や歩行といった移動スピードは負荷の低いプレーとして評価されるが、ラグビーではスクラムやモール内での押し合いといった極めて負荷の高い筋出力を伴うプレーが含まれる。移動を伴わない動作においては、映像による評価が必須となることから、今後はGPSより得られる位置情報と試合映像を同期し、プレー動作を合わせた測定・評価法を検証する必要がある。

また、試合中のパフォーマンス評価のみでなく、普段のトレーニングをモニタリングすることで効果的なトレーニングやリハビリ、オーバートレーニングの予防を目的としたプログラム作成への活用法も検討していきたい。

文献

- Austin, D., Gabbett, T. and Jenkins, D. (2011) The physical demands of super 14 rugby union. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 14: 259-263.
- Carling, C., Reilly, T. and Williams, A.M. (2009) *Performance Assessment for Field Sports*. Routledge: Abingdon, Oxon, pp.200-218.
- Coutts, A. J. and Duffield, R. (2010) Validity and reliability of GPS devices for measuring movement demands of team sports. *Journal of Sports Medicine and Sports*, 13 (1): 133-135.
- Cunniffe, B., Proctor, W., Baker, J.S. and Davies, B. (2009) An evaluation of the physiological demands of elite rugby union using

- global positioning system tracking software. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23 (4): 1195-1203.
- 藤原昌・千足耕一・山本正嘉 (2009) ウインドサーフィン競技におけるレース戦略の改善を目的としたGPSの活用. *トレーニング科学*, 21 (1) : 61-68
- 福塚優樹 (2007) バスケットボール選手の試合中における運動率に関する研究: Time-Motion 分析を用いて. *スポーツ方法学研究*, 21 (1) : 51-54.
- 古川拓生・奥脇透・江田昌佑・村上純・河野一郎 (1997) マルチステージフィットネステストを用いたラグビー選手の全身持久力の評価. *トレーニング科学*, 9 (1) : 19-26.
- 古川拓生・嶋崎達也 (2010) ラグビーにおけるスタンドオフのゲームパフォーマンス分析. *日本フットボール学会第7回大会*.
- Macutkiewicz, D. and Sunderland, C. (2011) The use of GPS to evaluate activity profiles of elite women hockey players during match-play. *Journal of Sports Sciences*, 29 (9): 967-973.
- 村上 純・下園博信・下永田修二・乾真 寛・片峯 隆・古川拓生 (1996) ラグビープレイヤーのゲーム中の移動距離と速度の研究. *福岡大学体育研究*, 28 (1) : 25-54.
- Rooyen, M. V., Rock, K., Prim, S. and Lambert, M. (2008) The quantification of contact during professional rugby matches. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 8 (1): 113-126.
- 舍利佛学 (2003) ハンドボール選手の移動特性に関する研究. *ハンドボール研究*, 6 : 68-74.
- 谷所 慶・伊藤和一・前田正登・平川和文 (2009) 混戦型球技における移動特性および間欠的運動パターンの比較. *体育学研究*, 54 : 99-106.
- Venter, R. E., Opperman, E. and Opperman, S. (2011) The use of global positioning system (GPS) tracking devices to assess movement demands and impacts in Under-19 rugby union match play. *African Journal for Physical, Health Education, Recreation and Dance*, 17 (1): 1-8.
- Wisbey, B., Montgomery, P. G., Pyne, D.B. and Rattray, B. (2009) Quantifying movement demands of AFL football using GPS tracking. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13: 531-536.

平成24年8月20日受付

平成24年12月20日受理