

サッカーの3-4-3システムにおける身体的負荷と ポジション特性に関する研究

— GPS 機器を利用して —

東海林 毅・佐々木亮太

要 旨

本稿は、J大学男子サッカー部における公式戦においてGPS機器により収集・蓄積したデータを分析・検討し、3-4-3システムの身体的負荷とそのポジション特性を明らかにすることを目的とした。

関東大学リーグ2部11試合においてフィールドプレーヤー先発10名と途中交代選手全員のGPS機器データを収集し分析を試みた。J大学サッカー部が採用している3-4-3システムにおけるポジションを6つに分類しその特性に着目した。分析の結果以下のことが示唆された。

- 1) 3人のディフェンダーは他のポジションに比較して身体的負荷が少ないことが示された。
- 2) MFとFWについては、主に中央に位置するポジション(CMF・IFW)は総移動距離の値は高く、高強度移動距離、スプリント距離の値は低く同様のポジション特性を示した。CFWとOMFは1試合を通して高い強度のプレーが求められると考えられる。
- 3) 前半と後半を比較すると、高強度移動距離はCMFとOMF、CFWが前半に比べ後半が有意に高い値を示した。また、スプリント距離ではCMFとIFWが、スプリント回数ではCMFが前半に比べ後半が有意に高い値を示した。これらは、「高強度移動距離は後半に減少する」という先行研究とは異なる結果となった。

キーワード：大学男子サッカー選手、GPS機器、3-4-3システム、ポジション特性

I. 緒 言

現代社会は変化が激しく、スポーツ選手や指導者を取り巻く環境においても変化が著しい。このような状況下、選手、指導者たちはスポーツを科学的に捉え競技を発展させていると考えられる。トレーニング目標を決め、対象に応じた計画を立て、実行し、フィードバックして次の目標を立てる。これらの過程におけるスポーツ科学の役割の一つは、競技中に見られる選手の一連の動作やプレーを一定の局面や区分ごとに数値化し、法則性を導くこと（古川，2020）である。

サッカーにおいてもパフォーマンスを数値化する試みが行われている。サッカーのパフォーマンスを決める要素は非常に複雑であり、テクニック、戦術、心理的要素、体力的要素、これら全てが関与している（Bangsbo, 2015）。競技パフォーマンスを向上させるためには、これらの要素を向上させることが必要である（安部・藤枝，2004）。テクニック、戦術、心理的要素を数値化することは難しいが、体力的要素は数値化が可能である。ゲーム（プレー）パフォーマンスにおける体力的要素の数値化として、選手の移動距離や移動速度の測定が行われている。近年では、グローバル・ポジショニング・システム（Global Positioning System：以下「GPS」と略す）機器を用いて、リアルタイムで試合中の移動距離および移動速度、スプリント数、心拍数などを測定することが可能となっている。2015年に国際サッカー評議会（International Football Association Board：IFAB）において、公式戦でのGPSなどのウェアラブルデバイス機器の着用在承認された（綾部ら，2020）。現在GPS機器はプロチームから大学生、高校生まで広く普及してきており、それぞれのデータの蓄積による試合や練習の分析・評価がなされ、またサッカーにおけるGPS機器を活用した研究調査が行われており、その実態が明らかにされつつある。

先行研究においてポジション別データの比較検討がみられるが、ポジション別の体力特性の知見を得ることの重要性が窺える。ポジション別の比較検討におけるフィールドプレーヤーのシステムは、4-3-3（向本ら，2014）、4-1-2-3（小粥ら，2021）が採用されている。向本らの研究では、ポジションをDF、MF、FWの3種類に分類し比較している。中西ら（2017）は、ポジション別の比較を主とした研究において4-4-2システム（GK、4人のDF、4人のMF、2人のFW）のGKを除く10人をDF、SDF（サイドディフェンダー）、MF、SMF（サイドミッドフィールダー）、FWの5種類のポジションに分類し、それぞれの総移動距離、高強度運動（18.0～23.9 km/h）での移動距離、スプリント（24.0 km/h以上）での移動距離のデータによる比較検討を行っている。これらの研究におけるシステムは全てディフェンスを4人並べる4バックシステム（4-4-2、4-3-3、4-1-2-3、4-1-4-1）であった。ディフェンスが3人の3バックシステム（3-4-3、3-5-2など）の研究はみられないが、今回の研究対象であるJ大学体育会サッカー部（以下JFC

と略す)が3-4-3システムを採用しており、4バックシステムとの比較等、自チームの3バックシステムに関して調査・検討していく価値があると考えられる。サッカーにおけるシステムとは、「いろいろなタイプの選手を、チームとして最高の『性能』が発揮できるように組み合わせることであり、選手のポジション配置だけを表した数字の羅列以上の意味がある」(湯浅, 1995)と考えられ、この数字の羅列だけで戦術が決まるわけでもその優劣が決まるものでもない。3バック=3-4-3システムではないが、2018年のロシアワールドカップで戦った32カ国中3バックを採用していたのは3カ国、2022年シーズンのJ1リーグにおいて3バックを主に採用していたチームは18チーム中5チーム程度でありその比率は低い。しかし少数派ながらも毎シーズン必ず採用するチームが存在し、そのGPS機器データによるポジション特性を分析・検討することはJFC内での活用にとどまらず汎用性があると考えられる。

このような背景を踏まえ、本研究はJFCの公式戦においてGPS機器により収集・蓄積したデータを分析し、これまで研究として多くは採用されていなかった3-4-3システムの身体的負荷とそのポジション特性、さらにはJFCとしての特徴や傾向を明らかにすることを目的とする。

II. 方 法

1. 対 象

被験対象は、関東大学サッカーリーグ2部に所属するJFCの男子トップチーム選手23名とした。被験対象の身体的特徴を表1に示す。対象者の健康状態については測定直前に入念に聞き取り調査を行い、体調不良に関する自覚症状や常備薬等の服用がないこと、また競技の実施に支障をきたすような疾病や障害がないことを確認した。また、対象者全員に本研究の主旨、内容および注意点と、測定後に各個人のデータを今後のトレーニング指針の指標の1つとなるようにフィードバックすることを説明し、研究へ参加、協力する同意を得た。なお、本研究は城西大学倫理審査委員会の承認(人倫-2022-05)を得ている。

表1 被験対象者の身体的特徴

被験者23名	平均値
身長 [cm]	173.6±4.0
体重 [kg]	67.0±4.7
年齢	21.1±1.0

2. 対象期間

2022年8月6日から11月12日までの14週間における関東大学サッカーリーグ2部公式戦11試合を対象期間とした。各試合の日時、試合会場の天気、気温、湿度、暑さ指数（WBGT（湿球黒球温度）：Wet Bulb Globe Temperature）、ピッチ表面の種類および試合結果を表2に示す。なお、気温、湿度、暑さ指数については、キックオフ時刻、キックオフから1時間後、試合終了時刻に測定し、それぞれの平均値を記した。

表2 各試合の日時・天候と会場のピッチ表面の種類と試合結果

日時（2022年）	天気	気温 [°C]	湿度 [%]	WBGT [°C]	ピッチ表面の種類	試合結果	勝敗
8月6日（土）18:00	曇り	26.2	76.1	23.8	人工芝	1-2	負け
8月9日（火）18:00	晴れ	33.9	57.2	28.9	人工芝	0-1	負け
10月1日（土）11:00	晴れ	26.9	59.7	22.7	天然芝	1-1	分け
10月8日（土）11:00	曇り	23.7	70.2	21.3	人工芝	2-4	負け
10月11日（火）18:00	曇り	18.8	67.5	15.7	人工芝	1-3	負け
10月16日（日）11:00	曇り	26.8	56.9	22.5	人工芝	0-0	分け
10月22日（土）11:00	曇り	21.2	59.6	17.5	人工芝	1-2	負け
10月25日（火）18:00	曇り	11.1	85.8	9.9	人工芝	1-2	負け
10月29日（土）11:00	晴れ	24.0	34.9	17.6	人工芝	5-0	勝ち
11月6日（日）14:00	晴れ	19.0	44.4	13.7	人工芝	3-2	勝ち
11月12日（土）11:00	晴れ	24.2	49.2	18.7	人工芝	0-1	負け

3. 測定方法

公式戦に出場するゴールキーパー（GK）以外のフィールドプレイヤー（FP）先発メンバー10名およびサブメンバー8名全員にGPS機能が搭載されているデバイス（KS-01, Knows社製）を、測定用ベストを用いて装着し（図1）、移動距離や速度等の位置情報を測定した。



図1 GPS装置の装着図

公式戦の試合時間は前後半 45 分ずつの 90 分間（ハーフタイム含まず，飲水タイム含む）であり，交代選手も含めて各選手が試合に出場した時間のみのデータとして採用した。本研究で用いた GPS デバイスの主な仕様は，サンプリングレート：1 Hz，GPS 測位精度：2m RMS 程度，連続記録時間：約 4 時間，重量：約 27 g，サイズ：縦 37 mm×横 60 mm×高さ 12 mm である。試合中に得られたデータは専用のソフトウェア（Knows, Knows 社製）でリアルタイムに表示され，試合終了後にエクスポート機能を用いてデータを出力し，Microsoft Excel にテキストデータとして保存し，分析を行った。

4. 分析項目

- 試合出場時間
- 総移動距離
- 高強度移動距離（時速 18 km 以上での移動距離）
- スプリント距離（時速 24 km 以上での移動距離）
- スプリント回数（時速 24 km 以上を 1 秒間以上維持した回数）

5. 分析方法

対象の JFC のチームでは，1-3-4-3 システム（GK，3 人のディフェンダー（DF），4 人のミッドフィールダー（MF），3 人のフォワード（FW））を採用している。さらに，各ポジションにおける戦術的役割の相違点を考慮して，各ポジションの場所と名称を以下の 6 種類に分類した（図 2）。

- センターディフェンダー（CDF）
- インサイドディフェンダー（IDF）
- センターミッドフィールダー（CMF）
- アウトサイドミッドフィールダー（OMF）
- インサイドフォワード（IFW）
- センターフォワード（CFW）

本研究では各ポジションにおける 90 分間のデータを算出し，分析項目を比較することを目的としている。そのため，各ポジションにおいて先発選手と交代選手のデータを合算させ，90 分間の試合データとして採用した。また，試合中に同一選手がポジションを変更した場合は，変更前と変更後のデータを変更時刻で分離し，各ポジションに合算した。

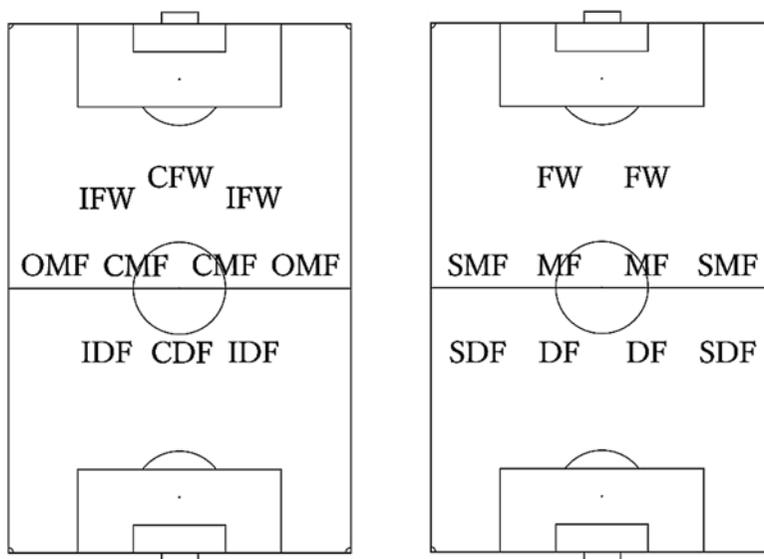


図2 各ポジションの場所と名称

左：3-4-3 システム（本研究） 右：4-4-2 システム（中西ら，2017）

※ CDF: Center Defender, IDF: Inside Defender, CMF: Center Midfielder, OMF: Outside Midfielder, IFW: Inside Forward, CFW: Center Forward, DF: Defender, SDF: Side Defender, MF: Midfielder, SMF: Side Midfielder, FW: Forward

6. 統計処理

全ての測定値は平均値±標準偏差で示した。各ポジションにおける平均値の差は一元配置分散分析を用いて比較し、有意性が見られた場合はチューキー・クレーマー法の多重比較検定を行った。また、前後半における平均値の差の検定には、対応のあるt検定を用いて比較した。なお、いずれの検定も有意水準は5%未満とし、統計処理にはSPSS 28（IBM社製）を使用した。

Ⅲ. 結 果

各ポジションにおける総移動距離、高強度移動距離、スプリント距離、スプリント回数の1試合平均値を図3に示す。

総移動距離の平均値において、CDFとCMF、CDFとOMF、CDFとIFW、IDFとCMF、IDFとIFW、CMFとOMF、CMFとCFWにそれぞれ有意な差が見られた。高強度移動距離の平均値において、CDFとCMF、CDFとOMF、CDFとIFW、CDFとCFW、IDFとCMF、IDFとOMF、IDFとIFW、IDFとCFWにそれぞれ有意な差が見られた。スプリント距離の

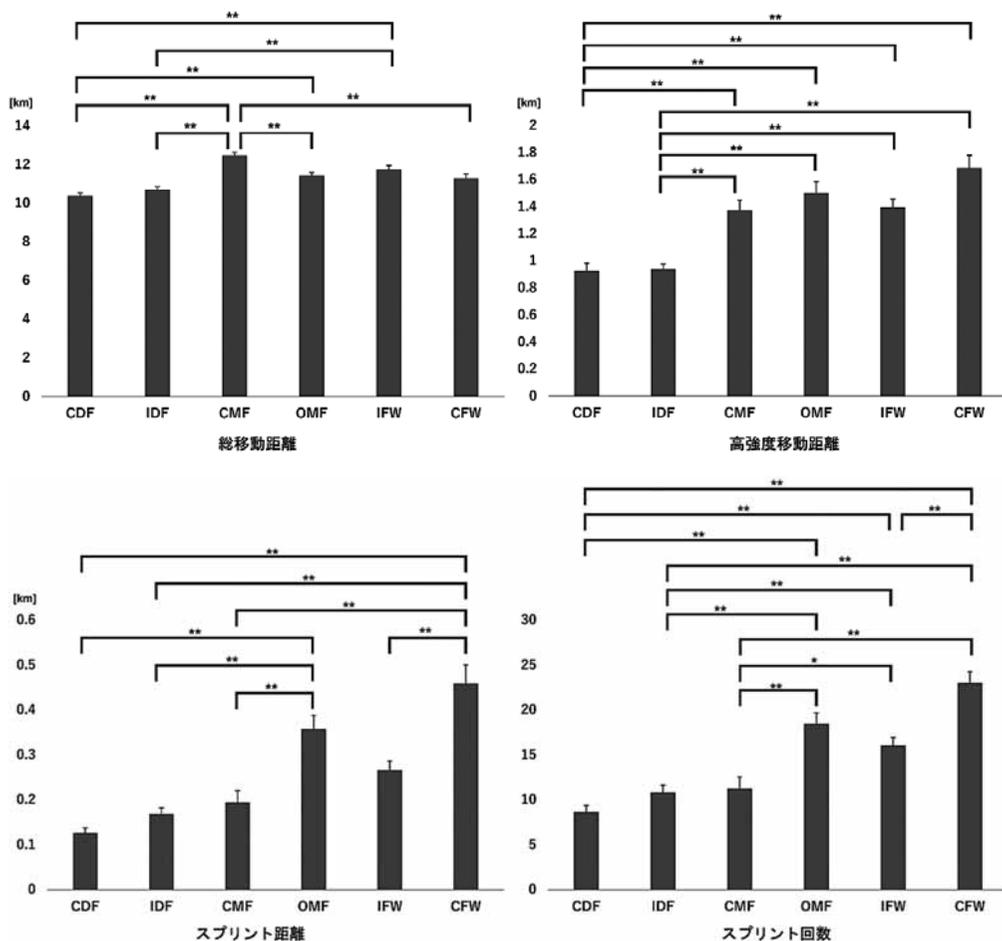


図3 各ポジションにおける総移動距離（左上）、高強度移動距離（右上）、スプリント距離（左下）、スプリント回数（右下）の1試合平均値

※ **: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$ で有意差あり

※ CDF: Center Defender, IDF: Inside Defender, CMF: Center Midfielder, OMF: Outside Midfielder, IFW: Inside Forward, CFW: Center Forward

平均値において、CDFとOMF、CDFとCFW、IDFとOMF、IDFとCFW、CMFとOMF、CMFとCFW、IFWとCFWにそれぞれ有意な差が見られた。スプリント回数の平均値において、CDFとOMF、CDFとIFW、CDFとCFW、IDFとOMF、IDFとIFW、IDFとCFW、CMFとOMF、CMFとIFW、CMFとCFW、IFWとCFWにそれぞれ有意な差が見られた。

次に、各ポジションにおける総移動距離、高強度移動距離、スプリント距離、スプリント回数の前後半別の平均値を表3に示す。

前半と後半の平均値において、高強度移動距離はCMFとOMF、CFWに、スプリント距離は

表3 各ポジションにおける総移動距離、高強度移動距離、スプリント距離、スプリント回数の前後半別の平均値

ポジション		総移動距離 [km]	高強度距離 [km] (18 km/h 以上)	スプリント距離 [km] (24 km/h 以上)	スプリント回数 (24 km/h 以上)
CDF (n = 11)	前半	5.23±0.31	0.46±0.09	0.07±0.03	4.64±1.92
	後半	5.13±0.41	0.47±0.13	0.06±0.03	4.00±1.95
	全体	10.37±0.55	0.93±0.18	0.13±0.04	8.64±2.53
IDF (n = 22)	前半	5.37±0.36	0.45±0.13	0.09±0.04	5.73±2.77
	後半	5.33±0.49	0.49±0.13	0.08±0.04	5.09±2.09
	全体	10.70±0.73	0.94±0.19	0.17±0.07	10.82±3.88
CMF (n = 22)	前半	6.23±0.33	0.63±0.20*	0.08±0.06**	4.68±3.24**
	後半	6.23±0.66	0.74±0.22	0.12±0.08	6.55±3.66
	全体	12.46±0.83	1.37±0.37	0.19±0.12	11.23±6.35
OMF (n = 22)	前半	5.64±0.40	0.70±0.20*	0.17±0.09	8.95±3.27
	後半	5.78±0.60	0.80±0.23	0.19±0.10	9.50±3.51
	全体	11.42±0.88	1.50±0.40	0.36±0.14	18.45±5.84
IFW (n = 22)	前半	5.84±0.30	0.66±0.08	0.11±0.05*	7.05±2.67
	後半	5.91±0.73	0.74±0.25	0.16±0.08	9.00±3.48
	全体	11.75±0.95	1.40±0.29	0.27±0.10	16.05±4.34
CFW (n = 11)	前半	5.70±0.29	0.75±0.13*	0.21±0.08	11.00±2.92
	後半	5.58±0.59	0.94±0.24	0.25±0.08	12.00±2.26
	全体	11.28±0.76	1.69±0.31	0.46±0.14	23.00±4.22
全体 (n = 110)	前半	5.71±0.47	0.61±0.19**	0.12±0.08**	6.85±3.57*
	後半	5.72±0.70	0.70±0.26	0.14±0.09	7.63±3.89
	全体	11.43±1.06	1.30±0.40	0.26±0.15	14.47±6.58

※ **: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$ で前半が後半に比べて有意に小さい。

※ CDF: Center Defender, IDF: Inside Defender, CMF: Center Midfielder, OMF: Outside Midfielder, IFW: Inside Forward, CFW: Center Forward

CMF と IFW に、スプリント回数は CMF に、それぞれ有意な差が見られた。全体においては、高強度移動距離、スプリント距離、スプリント回数の前半と後半の平均値にそれぞれ有意な差が見られた。

IV. 考 察

1. 総移動距離および高強度移動距離、スプリント距離・回数のポジション特性について

本研究は大学男子サッカー選手を対象に公式戦における GPS 機器データを 3-4-3 システムのポジション特性に着目し分析・検討した。

総移動距離についてはGPS機器が活用される以前から測定されているが、エリートレベルにおいても、また、それよりやや低いレベルの試合においても、男子、女子ともに9~14 kmの総移動距離で、そのうち5~8 kmがランニングである(Bangsbo, 2015)とされている。大橋ら(1980)は「筆記法」を用いて、1978年~1979年度の日本代表MF選手の公式戦における移動距離を測定した結果、 11386 ± 1036 mであったと報告している。また、大学男子サッカー選手の公式戦9試合の総移動距離の平均値が11107.6 mという報告(小粥, 2021)がある。今回の全11試合におけるフィールドプレーヤー全ポジションの平均値は11430 mであり先行研究と同等の結果であったといえる。末永ら(2021)は、男子大学サッカー選手の公式戦11試合についてのGPS機器データを比較検討した。チームの平均総移動距離が伸びるに従い、試合の成績が改善される傾向とFW選手の総移動距離の増減が試合の勝敗に影響することを示唆している。しかし総移動距離に関しては、競技レベルを反映しない傾向を示すとの報告もある。総移動距離と競技成績の関係については、一つのチーム内データの活用法としての有用性に限られると考えられる。フィジカル的なデータは、勝敗との関連性よりもチームの特徴が反映されるデータであり、その見方・活用方法をそれぞれのチームで確立していくことが重要だと考えられる(小粥, 2021)。

今回の3-4-3システムにおける3人のディフェンダー(CDF 1人・IDF 2人)について、先ず総移動距離に関してCDFの値はOMF, CMF, IFW, CFWに対し有意に低い。IDFの値はIFW, CMFに対し有意に低かった。またOMF, CFWと比較して有意差はないが総移動距離は低い値である。CDFとIDF間に有意差は見られず、この3人のディフェンダーの総移動距離が短い。また高強度移動距離においてもCDFとIDFは他のポジションと比較して有意に低い値である。さらにはスプリント回数においてもCDFとIDFはCFW, OMF, IFWに比べ有意に低い値であり、身体的負荷が少ないポジションであると考えられる。先行研究によると4-4-2システムにおける2人の中央に位置するディフェンダー(DF)はサイドディフェンダー(SDF)やMF, SMF, FWに比べ移動距離が少ない結果が出ている。また、サイドディフェンダーは総移動距離および高強度移動距離は高い値を示している(中西ら, 2017・小粥ら, 2021)。これはディフェンダーでありながら攻撃参加を頻繁に行うポジションであるためと考えられる。IDFの値から推測されることは、攻撃参加の頻度が限られ、4バックシステムのSDFとは異なる中央に位置するDFに近いポジション特性ということである。

MF(CMF・OMF)とFW(IFW・CFW)についてみてみると、総移動距離に関してCMFはOMF, CFWより有意に高く最も高い平均値であり、2番目にIFWが高い値である。しかし、高強度移動距離は $CFW > OMF > IFW > CMF$ の順番となり、有意差はないがCFWとOMFの値が高い。さらに、スプリント距離と回数では共にCFWはIFW, CMFに対し有意に高い値であり、OMFはCMFに対し有意に高い値である。CMFとIFWは総移動距離が長い傾向にあり、

CFW と OMF は高強度、特にスプリントが多い傾向にある。先行研究においても SMF と FW は高強度移動距離、スプリント距離の値は高い傾向にあり、本研究でも同様の結果といえる。しかし今回の 3-4-3 システムにおける FW 3 人 (IFW 2 人・CFW 1 人) においてスプリント距離・回数において有意差があり、ポジション特性が違う可能性が示された。CMF はフィールドの中央に位置し攻守において幅広く移動するポジションであるが、IFW も CMF と同じようにフィールドの中央付近でのプレーが多くそのポジション特性も同様であることが考えられる。CFW, OMF の 2 つのポジションは高強度のプレーが要求されると考えられる。今回の調査において CFW は全 11 試合において選手交代を行っており、この強度を維持することに関係していると考えられる。OMF は 11 試合 22 度数のうち 5 回の選手交代 (23%) であり選手個人の走力が要求されたと考えられる (表 4)。サッカーの競技レベルが上がるに従い、高強度でのランニングおよびトップスピードのスプリント距離が明らかに長くなっていることが示されている (Bangsbo, 2015) ように、競技力を高める一つの要素として高強度移動距離やスプリント距離がある。また、サッカーにおける選手交代は 1994 年までは 2 人以内とされていたが、1995 年から 3 人となり、2020 年新型コロナ感染拡大に伴うスケジュールの過密化による選手の疲労蓄積を防ぐため特例として 5 人交代が採用された (J リーグオフィシャルホームページ, 2022)。そしてこれは国際サッカー評議会 (IFAB) において恒久化されることが決定した (読売新聞オンライン, 2022)。多くの選手交代を前提として戦術的变化などの影響が予想される。このように 1 試合における交代選手枠が 5 人に増え、運動量やその強度を有効な選手交代によりコントロールすることを可能にしていると考えられる。これは量的な側面であり、当然質的な側面やその他の要因を考慮しなければならず、選手交代は容易ではないことには変わりはないが、その意味や考え方は変化していると考えられる。

表 4 各ポジションにおける交代の回数と割合

ポジション	総ポジション数 (11 試合中)	総交代回数 (11 試合中)	交代率
CDF	11	1	9%
IDF	22	3	14%
CMF	22	6	27%
OMF	22	5	23%
IFW	22	15	68%
CFW	11	11	100%

※ CDF: Center Defender, IDF: Inside Defender, CMF: Center Midfielder, OMF: Outside Midfielder, IFW: Inside Forward, CFW: Center Forward

2. 前半と後半の比較

本研究では各ポジションでの90分間（1試合）のデータを算出し、合計11試合分のデータを分析した。選手交代した場合でもそれらを合算し、また出場選手間のポジションチェンジ（例えば試合途中でIDFの選手とOMFの選手を出ている選手間でポジションを交換する）においてもその交代した時刻で分離しポジションで合算させている。先行研究を見てもこのような方法を採用しているのは少ない。調査測定のための試合を行い選手全員90分間プレーしそのデータを採用する方法（向本ら、2014・中西ら、2017）や、公式戦対象ではフル出場選手のデータのみを採用する方法（小粥ら、2021）、または、途中交代し退場した選手の記録は出場時間で除いた値から90分間の値に換算して採用する方法（末永ら、2021）がとられている。本研究はポジションとして記録された1試合のデータを比較検討することで、選手交代も考慮したポジションとしての特性を提示している。

前半と後半のデータを比較すると（表3）、全体として、総移動距離は前半・後半同等の値（前半5.71 km・後半5.72 km）を示したが、高強度移動距離、スプリント距離、スプリント回数においては前半に比べ後半が有意に高い値を示した。ポジション別では、高強度移動距離はCMFとOMF、CFWが有意に後半高くなっている。スプリント距離ではCMFとIFWが、スプリント回数ではCMFが前半に比べ後半が有意に高い値を示した。宮城ら（2001）によれば、総移動距離において前半に対する後半の移動距離の減少率が6%であったと報告している。これら先行研究において移動距離は後半が減少する傾向である。また、競技レベルに関わらず高強度ランニング（19.8 km/h以上）において後半に移動距離が低下する傾向にあるとされる（公益財団法人日本サッカー協会医学委員会、2019）。スペインエリートチームの試合で示された総移動距離と高強度ランニング距離は、最後の15分で大きく低下しているという報告（Bangsbo, 2015）があり、高強度移動距離においても後半は減少するのが一般的である。今回のJFCのデータは従来の研究に反する興味深い結果となっている。CFWとIFWは選手交代率（100%・68%）が高く、選手交代により運動量が増加したということが考えられる。しかしながら、CMFとOMFの交代率（27%・23%）は低く、選手交代以外の要因も考えられる。例えば試合展開、リードしている状況の時間が長いのか短いのか、また、相手との力関係、走っているのか走らされているのか等、試合毎のGPS機器データと映像や他のデータとの関連性を検討する必要があると考えられる。

V. ま と め

本研究は、JFCの公式戦11試合を対象にGPS機器データの分析を試みた。JFCで採用している3-4-3システムを6つのポジションに分類し、総移動距離、高強度移動距離、スプリント距離、スプリント回数に関して、選手交代も考慮した1試合におけるポジション別のデータを検討した結果は以下の通りである。

- ① 3-4-3システムにおける3人のディフェンダー（CDF・IDF）は、総移動距離、高強度移動距離、スプリント距離において低い値を示し、他のポジションと比較し身体的負荷が少ないと考えられる。
- ② MF（CMF・OMF）とFW（CFW・IFW）については、CMFとIFWは、総移動距離は高い値を示したが高強度移動距離、スプリント距離の値は低くこの2つは同様のポジション特性があると考えられる。CFWとOMFは高強度移動距離とスプリント距離・回数において高い値を示し1試合を通して高い強度のプレーが求められることが示唆された。
- ③ 前半と後半を比較すると、高強度移動距離はCMFとOMF、CFWが前半に比べ後半が有意に高い値を示した。また、スプリント距離ではCMFとIFWが、スプリント回数ではCMFが前半に比べ後半が有意に高い値を示した。これらは、「高強度移動距離は後半に減少する」という先行研究とは異なる結果となった。GPS機器データと映像や他のデータとの関連性について検討する必要性が示唆された。

今回のGPS機器データから得られた結果は、2022年シーズンのJFCにおける3-4-3システムのポジション特性であり、3-4-3システムの事例の一つとして捉えられることができよう。本研究では、選手交代も含めての1試合のポジション別のデータを分析している。各データは選手交代の有無による影響も考えられるが、それらを明示することができていないことは本研究の限界といえよう。しかしながら、今回の分析内容は今後のJFCの戦術、トレーニング構築のための一つの指標になりうると考えられる。さらに、リハビリのエクササイズ強度の指標など、これらのデータを有用に活用していくことが求められるだろう。

参考文献

- 綾部誠也・石崎聡之・坂上賢一（2020）Global Positioning Systemに基づくフットボールのトラッキング。フットボールの科学，15（1），13-22.
- 安部久貴・藤枝賢晴（2004）大学サッカー選手に観る競技力と簡易体力テスト指標の関連性。東京学芸大学紀要，56，131-141.

- 大橋二郎・戸苅晴彦（1981）サッカーの試合中における移動距離の変動. 東京大学教養学部紀要, 15, 27-34.
- 小粥智浩・大平正軌・菅貴哉・川本大輔・今泉壮裕・太田千尋・中野雄二（2021）男子サッカー選手におけるGPSを用いた身体的負荷管理に関する一考察. 流通経済大学スポーツ健康科学部紀要, 14, 41-52.
- 公益財団法人日本サッカー協会医学委員会（2019）コーチとプレーヤーのためのサッカー医学テキスト第2版. 金原出版株式会社, pp.19-30
- Jリーグオフィシャルホームページ/データコラム数的有意, 2022年8月24日.
<https://www.jleague.jp/column/>
- 末永尚・鈴木秀夫・阿久井陽輔（2021）GPS計測器を用いた大学男子サッカー選手のパフォーマンス分析の有用性について：江戸川大学フットボールクラブの公式戦における走行距離に着目して. 江戸川大学紀要, 第31号, 137-144.
- 中西健一郎・小澤治夫・館俊樹・和田雅史・加藤勇之助・小林寛道（2017）GPS機器を活用した大学男子サッカー選手のポジション特性に関する基礎的研究. 静岡産業大学論集, 第2巻第1号, 5-12.
- 中西健一郎・館俊樹・中井真吾（2020）プロサッカークラブにおけるGPSデータの活用状況に関する事例調査研究. 静岡産業大学論集, 第4巻第1号, 159-164.
- Jens Bangsbo and Magni Mohr：長谷川裕・安松幹展訳（2015）パフォーマンス向上に役立つサッカー選手の体力測定と評価. 大修館書店, pp.3-42.
- 古川拓生（2020）ラグビーにおけるタイムモーション分析の現状と課題. フットボールの科学, 15(1), 23-33.
- 宮城修・瀧弘之・大橋二郎・福留彰教・入江史郎（2001）Jリーグサッカー選手の試合中における移動距離と移動スピード：ミッドフィールダーを対象にして. Journal of Kanagawa Sport and Health Science, 35, 1-5.
- 向本敬洋・伊藤雅充・河野徳良・野村一路・西條修光（2014）GPS機器を利用した大学男子サッカー選手における各ポジションのTime-motion分析. コーチング学研究, 27(2), 215-223.
- 湯浅健二（1995）闘うサッカー理論. 三交社, pp.147-154.
- 読売新聞オンライン 2022年6月13日
<https://www.yomiuri.co.jp/sports/soccer/worldcup/20220613-OYT1T50204/>

A Study of the Physical Load and Position Characteristics in Soccer's 3-4-3 System Utilizing GPS Devices

Takeshi Tokairin
Ryota Sasaki

Abstract

This study elucidates the physical load and position characteristics of the 3-4-3 system by examining and analyzing data collected via GPS equipment during J University men's soccer club official games.

We attempted to collect and analyze GPS data from ten starting field players and all substitutes during eleven Kanto University League Div. II games. We classified six positions within the 3-4-3 system adopted by the J University soccer club and focused on their individual characteristics. Our analysis suggested the following:

1. The three defenders experienced a lower degree of physical exertion relative to other positions.
2. With respect to MF and FW, the primarily central positions (CMF and IFW) displayed similar positional characteristics, with high values for total movement distance and low values for high-intensity movement distance and sprint distance. CFW and OMF can be considered to demand high-intensity play throughout a game.
3. Comparing the first and second halves, in the second half CMF, OMF and CFW exhibited significantly higher values for high-intensity movement distance. Sprint distance values for both CMF and IFW and sprint count values for CMF were also significantly higher in the second half. Results differed from previous studies which suggested that "high-intensity movement distance decreases over the second half."

Keywords: collegiate soccer player, GPS, 3-4-3 system, position characteristics