

# 日本男子プロサッカーリーグに おける試合中の膝前十字靭帯損傷の特徴 動画分析を用いた検討

原 著

The characteristics of anterior cruciate ligament injuries in male players during professional soccer league games in Japan  
A Video-Based Analysis

椎木孝道\*<sup>1</sup>, 高橋達也\*<sup>2</sup>

キー・ワード : male soccer, anterior cruciate ligament injury, video analysis  
男子サッカー, 膝前十字靭帯損傷, 動画分析

〔要旨〕 日本プロサッカーリーグ (Jリーグ) の試合における男子選手の膝前十字靭帯 (以下 ACL) 損傷の特徴を, 動画を用いて明らかにすることを目的とした. 対象は, 2016~19年の4シーズンでJリーグ所属選手において公式発表された ACL 損傷事例全 111 件の内, 受傷シーンを動画で確認できた 42 件とした. 検討項目は, ①受傷形態 (非接触・接触損傷), ②攻守 (攻撃時・守備時), ③移動方向 (攻撃方向に対して前向き・後ろ向き), ④受傷エリア (攻撃・守備エリア) のそれぞれにおける発生数とした. また, 攻撃時と守備時における受傷エリアと移動方向の発生割合と, 受傷エリア別の移動方向について攻撃時と守備時でそれぞれ発生割合を比較した. 結果は, 非接触損傷 69%, 守備時 62% と非接触損傷と守備時の発生が多い傾向であった. 攻撃時は攻撃エリア, 守備時は守備エリアでの発生が多く有意差が認められた. 受傷エリア別の移動方向について, 守備時は守備エリアで後ろ向きでの発生が多く有意差が認められた.

Jリーグにおける ACL 損傷は, 非接触損傷と守備時に多く, 守備時の受傷は守備エリアで多く発生し, その 54% は後ろ向きで発生していた.

予防のためには, 守備時に特に守備エリアにおける後ろ向き動作は損傷リスクが高くなることを, 選手や指導者が認識しておくことが必要だと考える.

## 緒言

過去 10 年間のプロフットボールで重大な損傷が減少しておらず, 膝前十字靭帯 (以下 ACL) 損傷の予防がスポーツ医学/スポーツ理学療法研究の優先事項<sup>1)</sup>と言われている. そうした中で様々な予防へのアプローチがなされており, 疫学研究もその一つである.

疫学研究で実際の ACL 損傷シーンに関する調

査を行う場合, 受傷者からの聞き取りやアンケートを行うことが多い. しかし, 受傷者からの聞き取りやアンケートは主観的であり, 詳細を思い出すようにすることにより不正確になる傾向があり, これらの情報源は分析には理想的ではない<sup>2)</sup>と言われる.

これに対し, 近年は試合場面での受傷シーンの動画分析が行われており, 守備時の発生割合が高いこと<sup>1,3)</sup>や非接触損傷のパターンではプレッシングを行った際の受傷割合が高いことが報告されている<sup>1,3)</sup>. しかし, 受傷直前の選手の移動方向について調査されたものはなく, 日本のプロレベルでの男子サッカーに関して動画分析を用いて調査し

\*1 船橋整形外科クリニック

\*2 トヨタ記念病院整形外科

Corresponding author : 高橋達也 (s0201555@yahoo.co.jp)



図1 移動方向

ボールを保持している選手が攻撃方向に対して「前向き」に進んでいるのに対して、保持していない選手はその選手を追いかけて自身のゴール方向、すなわち「後ろ向き」に進んでいる。

たものは渉猟し得ない。Jリーグの試合中における受傷シーンを動画で確認して、その傾向を調査することは、サッカーにおけるACL損傷予防の一助になると考える。

本研究の目的は、Jリーグにおける男子サッカー選手のACL損傷シーンの特徴を動画から明らかにすることである。

## 対象および方法

損傷事例は、各チームから出された公式報道発表をインターネットにて情報収集した。2016～19年の4シーズン中にJリーグ所属男子選手において発生したACL損傷事例は111件（104名106膝、再受傷7件）であったが、練習中に発生したものおよび試合中に発生し動画が確認できなかったものを除き、受傷場面の動画が確認できた42件（41名42膝：FW11件・MF19件・DF11件・GK1件）を本研究の対象とした。

動画取得は、2016年はスカパーにて放映、2017年以降はDAZNにて配信された試合を視聴した。それらの動画を2人で別々に確認し、以下の検討項目について確認し、結果が異なった場合は話し合いにて合意した。検者内・検者間信頼性については、K係数を用いて行った。

検討項目は、①受傷形態（非接触・接触損傷）、②攻守（攻撃時・守備時）、③移動方向（攻撃方向に対して前向き・後ろ向き）、④受傷エリア（攻撃・守備エリア）とした。また、攻撃時と守備時における受傷エリアと移動方向の発生割合をそれぞれ比較した。さらに、受傷エリア別の移動方向について攻撃時と守備時でそれぞれ発生割合を比

較した。統計処理は、統計ソフトR2.8.1を用いて、Fisher直接確率検定で比較した（有意水準5%）。

各項目の定義については、①受傷形態は、Waldénら<sup>1)</sup>の報告を参考にして、接触損傷は「負傷した脚への接触があったもの」、非接触損傷は「負傷した脚以外への接触（間接触）および他プレーヤーとの接触のなかったもの」とした。②攻守は、Andersenら<sup>4)</sup>の報告を参考にして、攻撃は「ボールをコントロールしており、ボールの決定に必要なスペースと時間を確保している」、守備は「相手チームが、ボールをコントロールしており、ボールの決定に必要なスペースと時間を確保している」とした。③移動方向は、Andersenら<sup>4)</sup>の報告を参考にして相手ゴールに向かって動いている選手を前向き、自身のゴール方向に向かって動いている選手を後ろ向きとした（図1）。④受傷エリアは、half way lineを挟んで自陣を守備エリア、相手陣地を攻撃エリアとした（図2）。

## 結果

検者内・検者間信頼性は、K係数0.76～1.00となり、全ての項目において許容範囲内であった（表1）。

①受傷形態は、非接触損傷29件（69%）・接触損傷13件（31%）と非接触損傷の割合が多い傾向であった。②攻守は、攻撃時16件（38%）・守備時26件（62%）と守備時の割合が多い傾向であった。③移動方向は、前向き23件（55%）・後ろ向き19件（45%）と同様の発生割合であった。④受傷エリアは、攻撃エリア20件（48%）・守備エリア22件（52%）と同様の発生割合であった（図3）。

全 42 件の受傷時の選手のポジションを示す(図 4).

受傷エリアについて、攻撃時は攻撃エリア 13 件 (81%)・守備エリア 3 件 (19%), 守備時は攻撃エリア 7 件 (27%)・守備エリア 19 件 (73%) となり、攻撃時は攻撃エリア、守備時は守備エリアでの発生が有意に多くなった( $p < 0.05$ ). 移動方向について、攻撃時は前向き 12 件 (75%)・後ろ向き 4 件 (25%), 守備時は前向き 11 件 (42%)・後ろ向き 15 件 (58%) であり、有意差は認められなかった( $p = 0.057$ ). 攻撃時と守備時における受傷エリアと移動方向の発生割合について表 2 に示す.

攻守毎の受傷エリアにおける移動方向の比較について、それぞれ図 5・図 6 に示す. 攻撃時(図 5)は、攻撃エリア：前向き 9 件 (56%)・後ろ向き 4 件 (25%), 守備エリア：前向き 3 件 (19%)・後ろ向き 0 件 (0%) となり、攻撃エリアで前向きの発生が多い傾向であったが、有意差は認められなかった ( $p = 0.52$ ). 守備時(図 6)は、攻撃エリア：前向き 6 件 (23%)・後ろ向き 1 件 (4%),

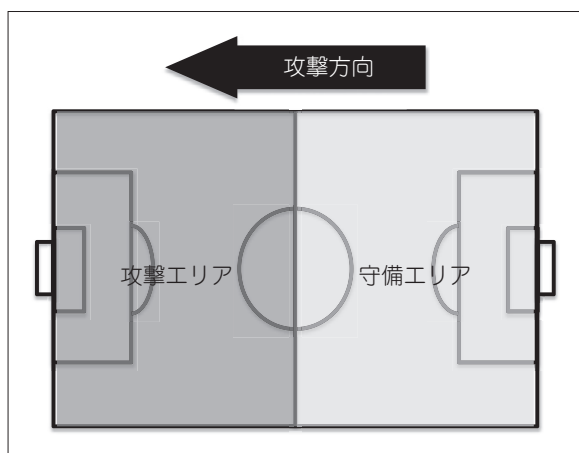


図 2 エリア分類  
受傷エリアは、自陣半分を守備エリア、相手陣半分を攻撃エリアとした.

守備エリア：前向き 5 件 (19%)・後ろ向き 14 件 (54%) となり、守備時の守備エリアでの発生は、攻撃エリアと比較して後ろ向きで多く、有意差が認められた ( $p < 0.05$ ).

## 考 察

男子プロサッカーにおける ACL 損傷は、受傷した脚への接触のない損傷(非接触損傷)が 65~88% と報告されており<sup>1,3,5)</sup>、本研究でも 69% が非接触損傷で発生しており、先行研究と同様の傾向が見られた. 他競技と比較すると、バスケットボールでは 90%<sup>6)</sup>、ハンドボールでは 95%<sup>7)</sup> が非接触損傷で発生しており、コリジョンスポーツの代表格であるプロアメリカンフットボールでも攻撃的なラインマンを除いて、72.5% が非接触損傷であった<sup>8)</sup>ことを考慮すると、非接触損傷が多いことはこれらの競技の共通点と言える.

また、68~77% が守備時に発生すると報告されており<sup>1,3)</sup>、本研究でも 62% が守備時に発生しており、先行研究と同様に守備時に多い傾向であった. バスケットボールでは 74% が攻撃時に<sup>6)</sup>、ハンドボールでは 95% が攻撃時に発生しており<sup>7)</sup>、他競技と比較すると守備時における発生が多いことはサッカーの特徴であると言える.

Della Villa ら<sup>3)</sup>は、最も多い受傷パターンは、プレッシング・タックル時であったと述べている. 守備動作は反動的な操作であることが多く、身体ポジションとテクニックを土壇場で調整する必要があること<sup>9)</sup>が報告されている. このことから、守備時は、相手の行動に反応しようとして下肢が危険なポジションになることにより、損傷リスクが高まる可能性があると考えられる.

守備時の損傷を受傷したエリアで比較すると、守備時には守備エリアでの発生が 73% (19 件) と多い傾向であった. サッカーの試合中に発生する傷害を動画で調査した先行研究<sup>4,10)</sup>では、守備時に

表 1 検者間および検者内信頼性

検討項目	変数	κ 係数	
		検者内	検者間
①受傷形態	非接触損傷・接触損傷	1.00	0.79
②攻守	攻撃時・守備時	0.95	0.89
③移動方向	前向き・後ろ向き	0.85	0.76
④受傷エリア	攻撃エリア・守備エリア	1.00	1.00

※全て  $p < 0.001$

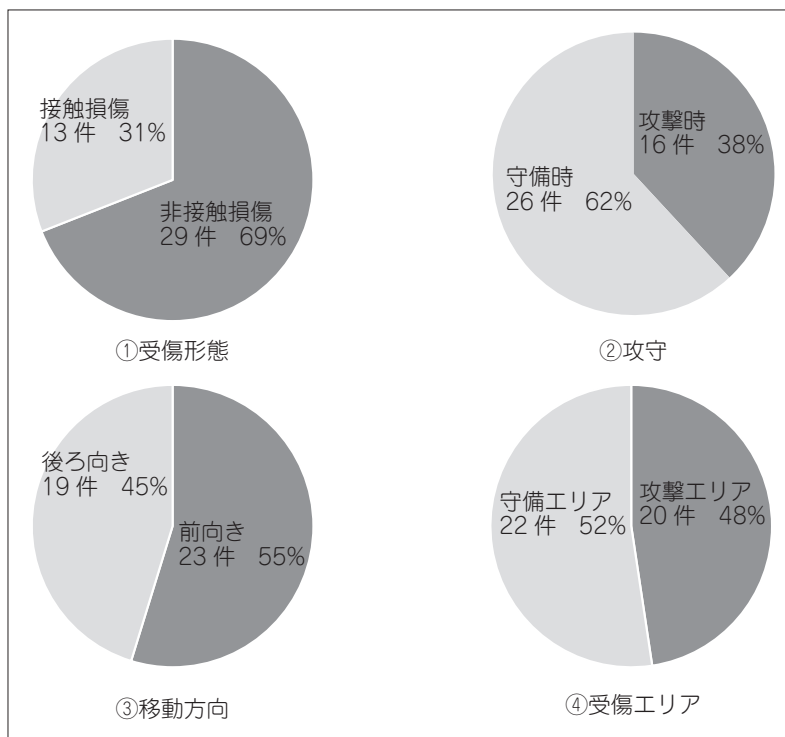


図3 発生件数と割合 ①受傷形態, ②攻守, ③移動方向, ④受傷エリア

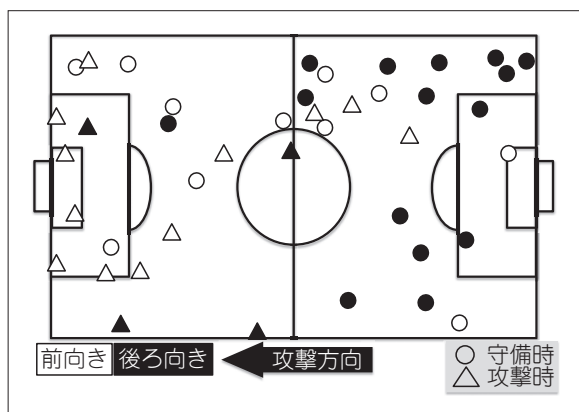


図4 受傷ポジション  
全42件の受傷時の選手のポジションを示す。  
白が前向きを, 黒が後ろ向きを表し, 丸が守備時,  
三角が攻撃時を表す。

は守備エリア, 攻撃時には攻撃エリアでの傷害発生が多いと報告されている。Rahnamaら<sup>11)</sup>は, 守備エリアは攻撃選手による得点の努力に対して, 守備選手は失点を防ぐために激しい動きが生じると述べている。サッカーにおけるACL損傷は, 守備時・守備エリアでの発生が多くなる可能性が示唆された。

受傷時の移動方向については, 守備時に後ろ向きでの発生が58% (15件) と多い傾向であった。

更に, その15件のうち14件は守備エリアで発生しており, 守備時に26件発生した中で, 守備エリアにおける後ろ向きでの発生が54% (14件) と高い割合であった。

守備動作であるプレッシングとタックルは複雑なアクションで, 通常は高速の前進動作に続いて, ボールに到達するためにサイドステップカッティングが続く<sup>5)</sup>と言われている。サッカーのプレッシングにおけるACL損傷の運動学についての研究<sup>12)</sup>では, 守備動作時の減速動作では, 攻撃時と比較して体幹がより直立もしくは後傾した姿勢になると報告されている。体幹が直立または後傾位になると, Carlsonら<sup>13)</sup>は, 身体重心から遠くに足を接地することにより, 重力ベクトルに対して脛骨プラトーの後方傾斜が増加すること, そして, その姿勢で軸方向の圧縮を受けた場合, 大腿骨外顆が脛骨に対して後方に亜脱臼しやすくなり, 脛骨の前方偏位と内旋がACLにかなりのストレスを与えると述べている。また, 遠くに足を接地すると踵接地になり, 腓腹筋による床半力の衝撃吸収が最小限に抑えられて膝に伝達してACL損傷につながりやすいことを述べている。この踵接地のリスクはOgasawaraら<sup>14)</sup>も, カッティング動作における踵接地は, 膝関節外反と脛骨内旋を組み

表2 攻撃時と守備時における受傷エリアと移動方向の発生割合

調査項目		n = 42	
	攻撃エリア	守備エリア	p =
攻撃時	13 (81%)	3 (19%)	<0.05
守備時	7 (27%)	19 (73%)	

a. 受傷エリアと攻守の関係性

調査項目		n = 42	
	前向き	後ろ向き	p =
攻撃時	12 (75%)	4 (25%)	0.057
守備時	11 (42%)	15 (58%)	

b. 移動方向と攻守の関係性

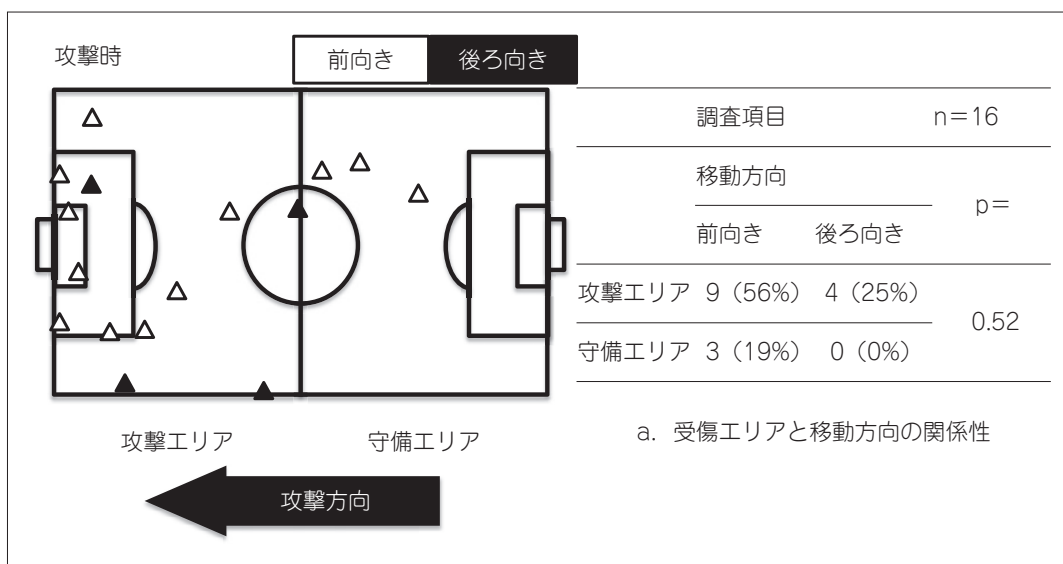


図5 攻守毎の受傷エリアにおける移動方向の比較：攻撃時

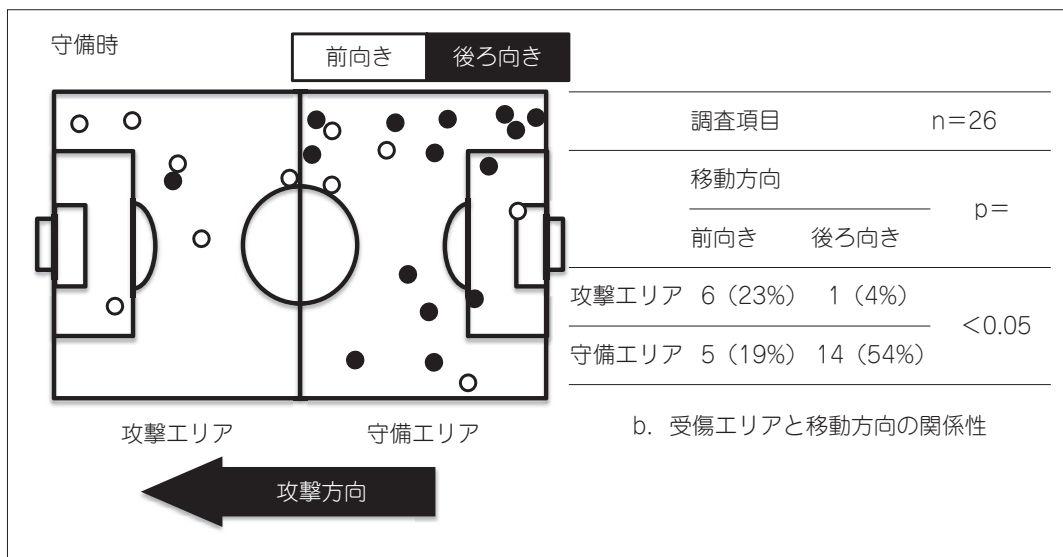


図6 攻守毎の受傷エリアにおける移動方向の比較：守備時

合わせて発生させる可能性が高く、ACL 損傷の確率を高めると述べている。

更に、守備時は減速と方向変換をしながら相手からボールを奪うための駆け引きが求められる。

小笠原<sup>15)</sup>は、選手の注意の大半が戦略的思考に向けられると、下肢制御への注意配分は下がると述べており、守備エリアでは、ゴールを守るための守備意識が高まることによって下肢制御への注意

が低下する可能性がある。

後ろ向きでは、守備者は自陣ゴール方向に向かいながら自陣ゴールからボールを遠ざけるために、自らの進行方向と反対方向にボールを運ばなければならない。また、相手選手への後方からの接触が競技のルールで重大な違反になるため、違反にならないように守備をする必要がある。自陣方向へ戻りながら、すなわち後ろ向きでの守備対応は、減速と方向転換に対する身体操作の難易度が高まる可能性があると考えられる。守備時に守備エリアでの後ろ向き動作が ACL 損傷にとってハイリスクになる可能性が示唆された。

予防のためには、高強度の守備的プレーを検討すること<sup>16)</sup>が提案されている。Sasakiら<sup>12)</sup>は、損傷の有無にかかわらずプレッシング時の膝関節の角度はほぼ伸展位だと述べている。そして素早いカッティング動作の獲得には股関節を十分に屈曲させること<sup>17)</sup>、予防には股関節の内旋と膝関節の外反を減らすことに集中することが必要<sup>12)</sup>と述べている。そのためにはカッティング時の足の着き方が重要で、踵接地にならないようにつま先から接地することを意識する必要があると考える。守備時に特に守備エリアにおける後ろ向き時には損傷リスクが高くなることを、選手や指導者が認識しておくことも予防に対する取り組みにとっては必要だと考える。

研究の限界として、ACLを損傷した瞬間のタイミングは選手の状況から判断した推測であること、膝関節や股関節、下腿の外旋、骨盤傾斜、足部・足関節の方向などの角度や角度変化の計測は行えていないこと、膝関節の既往歴は不明であることが挙げられる。

## まとめ

今回、動画を用いてJリーグの試合中のACL損傷の特徴を調査した。守備時の発生が多く、守備時は守備エリアにおいて54%が後ろ向き動作で発生していた。男子サッカー選手のACL損傷予防は、特に守備エリアで後ろ向きでの守備場面における下肢制御が重要であると考えられる。

### 利益相反

本論文に関連し、開示すべき利益相反はなし。

## 文 献

- 1) Waldén M, Krosshaug T, Børneboe J, et al. Three distinct mechanisms predominate in non-contact anterior cruciate ligament injuries in male professional football players: a systematic video analysis of 39 cases. *Br J Sports Med.* 2015; 49: 1452-1460.
- 2) Boden BP, Torg JS, Knowles SB, et al. Video Analysis of Anterior Cruciate Ligament Injury Abnormalities in Hip and Ankle Kinematics. *AJSM.* 2009; 37: 252-259.
- 3) Della Villa F, Buckthorpe M, Grassi A, et al. Systematic video analysis of ACL injuries in professional male football (soccer): injury mechanisms, situational patterns and biomechanics study on 134 consecutive cases. *Br J Sports Med.* 2020; 54: 1423-1432.
- 4) Andersen TE, Ø Larsen, Tenga A, et al. Football incident analysis: a new video based method to describe injury mechanisms in professional football. *Br J Sports Med.* 2003; 37: 226-232.
- 5) Grassi A, Smiley SP, Roberti di Sarsina T, et al. Mechanisms and situations of anterior cruciate ligament injuries in professional male soccer players: a YouTube-based video analysis. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2017; 27: 967-981.
- 6) Krosshaug T, Nakamae A, Boden BP, et al. Mechanisms of anterior cruciate ligament injury in basketball: video analysis of 39 cases. *Am J Sports Med.* 2007; 35: 359-367.
- 7) Olsen OE, Myklebust G, Engebretsen L, et al. Injury mechanisms for anterior cruciate ligament injuries in team handball: a systematic video analysis. *Am J Sports Med.* 2004; 32: 1002-1012.
- 8) Johnston JT, Mandelbaum BR, Schub D, et al. Video analysis of anterior cruciate ligament tears in professional American football athletes. *Am J Sports Med.* 2018; 46: 862-868.
- 9) Brophy RH, Stepan JG, Silvers HJ, et al. Defending Puts the Anterior Cruciate Ligament at Risk During Soccer: A Gender-Based Analysis. *Sports Health.* 2015; 7: 244-249.
- 10) Arnason A, Tenga A, Engebretsen L, et al. A prospective video-based analysis of injury situations in elite male football-Football incident analysis. *Am J Sports Med.* 2004; 32: 1459-1465.

- 11) Rahnama N, Reilly T, Lees A, et al. Injury risk associated with playing actions during competitive soccer. *Br J Sports Med.* 2002; 36: 354-359.
  - 12) Sasaki S, Koga H, Krosshaug T, et al. Kinematic analysis of pressing situations in female collegiate football games: New insight into anterior cruciate ligament injury causation. *Scand J Med Sci Sports.* 2018; 28: 1263-1271.
  - 13) Carlson VR, Sheehan FT, Boden BP. Video Analysis of Anterior Cruciate Ligament (ACL) Injuries: A Systematic Review. *JBJS REVIEWS.* 2016; 29: 4: e5.
  - 14) Ogasawara I, Shimokochi Y, Mae T, et al. Rearfoot strikes more frequently apply combined knee valgus and tibial internal rotation moments than forefoot strikes in females during the early phase of cutting maneuvers. *Gait Posture.* 2020; 76: 364-371.
  - 15) 小笠原一生. サッカー, バスケットボール, ハンドボールなどのサイドカット系競技種目. *臨床スポーツ医学.* 2015; 32: 878-883.
  - 16) Lucarno S, Zago M, Buckthorpe M, et al. Systematic Video Analysis of Anterior Cruciate Ligament Injuries in Professional Female Soccer Players. *J Sports Med.* 2021; 49: 1794-1802.
  - 17) Sasaki S, Koga H, Krosshaug T, et al. Biomechanical Analysis of Defensive Cutting Actions During Game Situations: Six Cases in Collegiate Soccer Competitions. *J Hum Kinet.* 2015; 46: 9-18.
- 
- (受付 : 2022 年 2 月 12 日, 受理 : 2022 年 6 月 28 日)

## The characteristics of anterior cruciate ligament injuries in male players during professional soccer league games in Japan A Video-Based Analysis

Shiiki, T.\*<sup>1</sup>, Takahashi, T.\*<sup>2</sup>

\*<sup>1</sup> Funabashi Orthopaedic Clinic

\*<sup>2</sup> Toyota Memorial Hospital

**Key words:** male soccer, anterior cruciate ligament injury, video analysis

**[Abstract]** The purpose of this study is to understand the features and circumstances of anterior cruciate ligament (ACL) injuries male soccer players sustained Japanese professional (J-League) matches. The participants were J-League players from various clubs and were followed for four playing seasons, from 2016 to 2019. There were 111 cases of ACL injuries that were officially announced. Of these 111, we could confirm 42 by video. The items examined were the number of occurrences in each case, namely, (1) the injury form (non-contact / contact injury), (2) offensive/defensive, (3) movement direction (forward / backward with respect to the attack direction), and (4) injury area (offensive/defensive area). We also compared the rates of occurrence of the injured area and the direction of movement during attack and defense, and the direction of movement for each injured area during attack and defense, respectively. The results tended to be higher for more non-contact and defensive cases.

In the defensive area, the occurrence was significantly higher when moving backwards during defense.

Players should be aware that ACL injury prevention is important in high-intensity defensive play, and that there is a high risk of injury, especially when moving backwards in the defensive area.