

## 2011年テグ世界陸上男子 50kmW におけるベント・ニー判定の分析

三浦康二<sup>1)</sup> BAE, Young-Sang<sup>2)</sup> LEE, Jung-Min<sup>2)</sup> SEO, Seok-Jin<sup>2)</sup>  
1) 成蹊大学 2) 啓明大学

### 1. はじめに

陸上競技の競歩における歩型判定は、両足が同時に地面との接触を失う「ロス・オブ・コンタクト」と、支持脚の接地から地面と垂直となるまでの局面で支持脚膝関節が屈曲してしまう「ベント・ニー」の2つのルール不適合の発生を見極めるために行われる。

実際に判定を行う競歩審判員の選抜は、各国連盟が実施するレベルⅠを含めたレベルⅢまでの国際審判員の選抜に際してのみ認定試験が行われ、陸上競技の競技規則全般に関するペーパーテストと口頭試問に加え、国際陸連競歩委員会 (Race Walking Committee) 監修のもと編集された世界大会のビデオ画像による判定テストが行われる。さらに、選抜された国際審判員は、選抜の根拠となった技能に基づいて各国内で競歩審判員育成のための講師として委嘱される (2010a, 法元)。そのため、ビデオ判定テストの問題となる動画、および監修にあたった委員の技量がそのまま全世界の競歩種目の判定基準となっているといえる。

世界大会における歩型判定の分析は、これまでロス・オブ・コンタクトに関するものがほとんどであり (2001, 2004, 2007, 2010, 法元ほか; 2005, 法元), ベント・ニーに関するものはわずかである (2005, 法元ほか)。その背景として、世界大会における注意・赤カードおよび失格はロス・オブ・コンタクトに対するものが多く、世界大会で分析用画像の撮影を行ってもベント・ニーの注意・赤カードを受けた選手が非常に少なかったことによると考えられる (2010b, 法元)。また、これまで日本選手が受けた赤カードのほとんどがロス・オブ・コンタクトによるものであり、ベント・ニーによる分析をあまり行われてこなかったことも一つの要因である。

しかし、2011年テグ世界陸上では競歩種目全体を通して出された注意・赤カード全体に対するベ

Table 1 The number and the ratio of (a) cautions and (b) red cards for “Bent Knee” during race walking events in 2011 Daegu.

(a) Cautions			
Event	Number of Loss of Contact	Number of Bent Knee	Ratio of Bent Knee
M20kmW	68	51	43%
M50kmW	44	112	72%
W20kmW	69	66	49%

(b) Red cards			
Event	Number of Loss of Contact	Number of Bent Knee	Ratio of Bent Knee
M20kmW	13	15	54%
M50kmW	4	49	92%
W20kmW	10	32	76%

ント・ニーの比率が高く (表1), 日本選手が受けた注意・赤カードもベント・ニーの比率がこれまでよりも高い結果となった。そのため、本報ではベント・ニーによる失格者の多かった男子 50kmW でのベント・ニー判定について分析結果の報告を行う。

### 2. 方法

テグ世界陸上の競歩種目は全てテグ市内中心、国債報償運動記念公園前を発着点とする東西片道 1km の片側 3 車線道路の全車線を使った 1 周 2km の往復周回コースで行われた。分析対象とした地点はスタートから 1.5km 地点で、この地点の反対側歩道に 1 台の VTR カメラ (ソニー社製, DCR-TRV50, 毎秒 60 フィールド) を、右側車線を歩く選手を左側から撮影するように設置した。競技開始前にカメラから 14.60m と 16.51m の地点にカメラ光軸と垂直となるよう 4m 間隔で距離較正用マーカーを設置して撮影し、選手的位置からカメラまでの距離に合わせて遠近補正を行った。また、撮影は 7.5km 地点、9.5km 地点の通過から開始し、以下 10km ごとに連続する 2 回の周回を撮影した。

被験者は競技会終了後に入手した競歩審判集計表

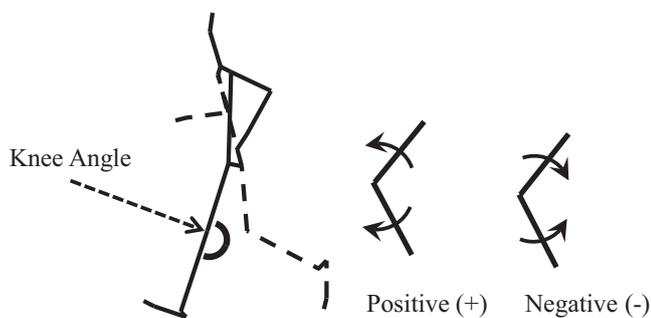


Figure 1 Definition of the knee angle

に記載された判定結果をもとに以下のように選択した。ベント・ニーの注意・赤カードを受けなかった競技者のうち上位3名 (A, B, C) を Good 群とし、ベント・ニーの注意を受けたが赤カードを受けた競技者のうち上位3名 (D, E, F) を Cautioned 群、ベント・ニーの赤カード3枚で失格となった競技者のうち、失格となった時点の順位の上位4名 (G, H, I, J) を Disqualified 群として選択した。分析はレース中盤, 27.5km および 29.5km 地点を通過する画像を中心としたが、集団内での選手同士の重なり等で分析が不可能であった場合は 7.5km, 9.5km, 17.5km, 19.5km 地点の各画像によって分析した。

分析項目は、各分析地点における左足接地 (LH-on) から次の LH-on までを 1 サイクルとして以下の各変数を算出した。1 サイクル中のフィールド数に 1/60 秒を乗じたものの 1/2 をステップ時間 (Step time)、ステップ時間の逆数をステップ頻度 (Step frequency, ピッチ) として算出した。さらに、1 サイクル中の左右の足が接地している局面のフィールド数に 1/60 秒を乗じた数の 1/2 を支持時間 (Support time)、両方の足が地面と接触していない局面のフィールド数に 1/60 秒を乗じた数の 1/2 を非支持時間 (Flight time) として、それぞれ算出した。また、図 1 に定義したように膝関節角度を算出し、時間微分することによって膝関節角度を算出した。また、各分析対象者の膝関節角度、角速度変化の比較のために、左足支持期については LH-on を 0%, 左足離地 (LT-off) を 100% として、左足回復期については LT-off を 0%, LH-on を 100% として、それぞれデータを規格化した。

### 3. 結果と考察

表 2 に全ての分析対象者のピッチ、ステップ時間、支持時間、非支持時間を示した。全ての分析対象者で地面と接触を失うロス・オブ・コンタクト局面の発生がみられたが、これまでの 20km 競歩の分

Table 2 Step frequency, step time, support time and flight time for each analyzed subjects.

Group	Good			Cautioned			Disqualified			
	Subject	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Step frequency (Hz)	3.33	3.16	3.00	3.00	3.00	3.00	3.16	3.33	3.00	3.16
Step Time (sec)	0.3	0.32	0.33	0.33	0.33	0.33	0.32	0.30	0.33	0.32
Support time (sec)	0.25	0.3	0.28	0.28	0.30	0.30	0.28	0.27	0.28	0.30
Flight time (sec)	0.05	0.02	0.05	0.05	0.03	0.03	0.03	0.03	0.05	0.02

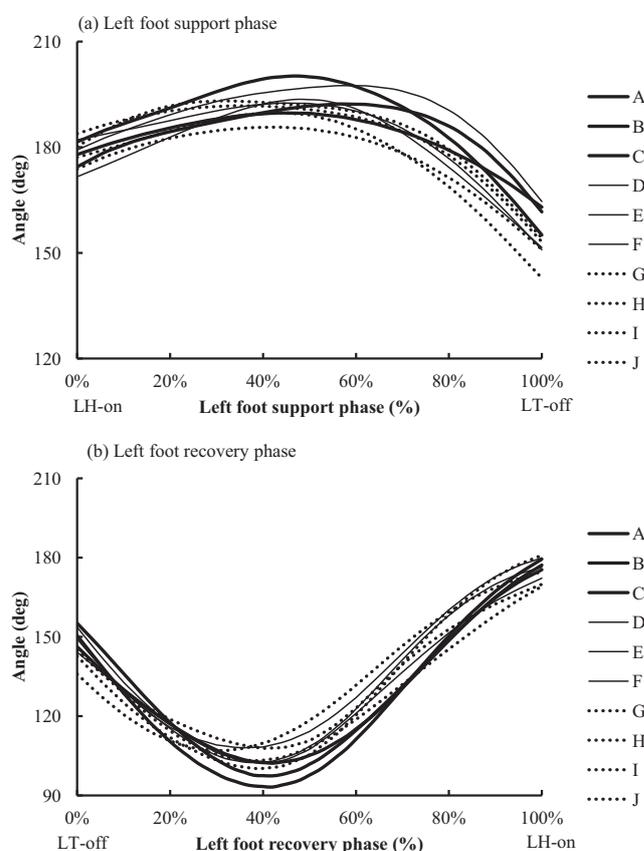


Figure 2 Patterns of the knee angle for each subject during (a) the left foot support and (b) the left foot recovery phase.

析においてみられたものと同程度で (2001, 2004, 2007, 2010, 法元ほか; 2005, 法元), ロス・オブ・コンタクトの注意を受けなかった競技者のものと変わらない範囲であった。また、本報告における群間に明確な違いはみられなかった。

図 2 は各分析対象者の左足支持期 (a) と左足回復期 (b) の膝関節角度変化を示したものである。

左足支持期では、各被験者とも 180 度前後の角度で接地し、LH-on から支持期 60% まで膝関節角度が増加し、その後 150 度まで減少して離地していた。左足回復期では、LT-off から回復期 40% まで減少し、その後 180 度まで増加して接地していた。支持期全体を通して、Good, Cautioned, Disqualified の順に並ぶような明確な違いはみられなかったが、支持期後半に Disqualified 群の膝関節角度が他の 2 群と比較して小さい傾向がみられた。同じく、回復期全体を通して Good, Cautioned, Disqualified の順に並ぶ違いはみられなかったが、回復期中盤で Good 群の膝関節角度が他の 2 群と比べて小さい傾向がみられた。

図 3 は各分析対象者の左足支持期 (a) と左足回復期 (b) の膝関節角速度変化を示したものである。正の角速度は膝関節が伸展していることを、負の角速度は屈曲していることを示している。左足支持期では、各被験者とも毎秒 200 度前後の角速度で接地し、LH-on から支持期 40% まで角速度が減少して、その後負の角速度が増加して離地していた。左足回復期では、LT-off から回復期 40% まで負の角速度が減少し、その後、正の角速度に変化した後、回復期 70% まで増加していた。支持期全体を通して、Good, Cautioned, Disqualified の順に並ぶような明確な違いはみられなかったが、支持期前半に Disqualified 群の正の膝関節角速度が他の 2 群と比較して小さい傾向がみられた。同じく回復期全体を通して明確に Good, Cautioned, Disqualified の順に並ぶ違いはみられなかったが、回復期前半では、20% から 40% にかけて、Disqualified 群の負の角速度が小さく、Good 群の角速度が大きい傾向がみられ、また、LH-on 直前では、Disqualified 群の正の角速度が小さく、Good 群の角速度が大きい傾向がみられた。

図 4 は、左足回復期における左膝関節の角度と角速度の関係を示したものである。LT-off ではおよそ左膝関節が 150 度前後であり、角速度は -540 度前後で屈曲していたが、その後膝関節が 100 度前後で伸展に変化し、140 度前後で伸展角速度がピークとなり、180 度前後で接地していた。回復期全体を通して明確に Good, Cautioned, Disqualified の順に並ぶ違いはみられなかったが、膝関節角速度が屈曲から伸展に変化する局面での角度が Good 群で他の 2 群よりも小さく、また、膝関節角速度が伸展のピークとなる局面の角度には群間の違いはなかったものの、Disqualified 群は 1 名を除いて他の 2 群よりもピークが低い傾向がみられた。

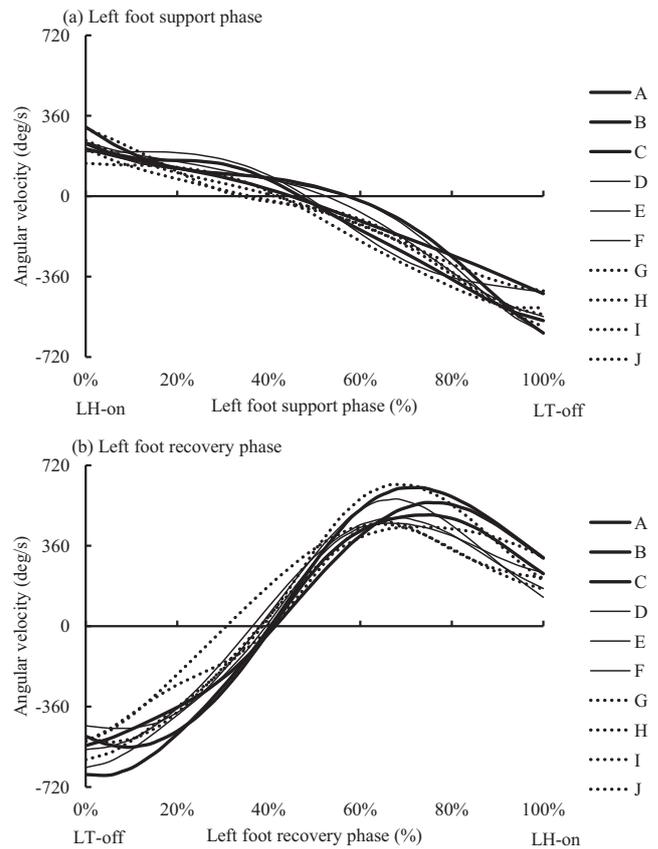


Figure 3 Patterns of the knee angular velocity for each subject during (a) the left foot support and (b) the left foot recovery phase.

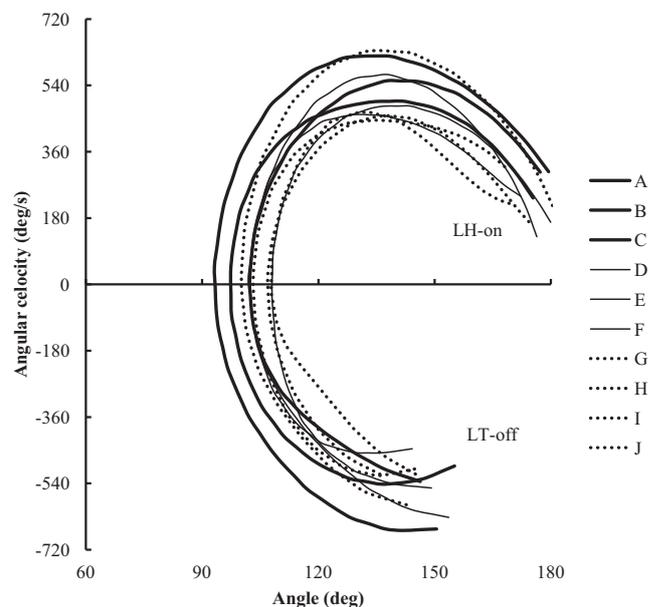


Figure 4 Relationship between the left knee angle and the angular velocity during the left foot recovery phase.

競技規則ではベント・ニーについて、「前脚は、接地の瞬間から垂直の一になるまで、まっすぐに伸びていなければならない(ベント・ニーにならない)」として定義していることから(2011, 財団法人日本陸上競技連盟), 規則上は支持期前半における膝関節の角度を目視によって判定しているものとなっている。支持期前半の膝関節の結果を見ると, 関節角度については群間の違いはみられなかったものの, 伸展の関節角速度については Disqualified 群が他の 2 群よりも小さかったことから, テグにおける競歩審判員は, ルールに定義した局面の角度ではなく, 角速度によって判断を行っていたと考えられる。また, Disqualified 群の膝関節角度が支持期後半において他の 2 群よりも小さく, 膝関節屈曲が大きかったことを示していたが, このことは, 競歩審判員がルールに定めた局面の後まで伸展位が継続しているかどうかで判定を行っていたと考えられる。これらのことは IAAF の審判育成教材においても示されており(2008, The International Association of Athletics Federations), テグにおいて判定を行った審判員は IAAF の方針に沿った判定を行っていたといえる。

また, 回復期における膝関節の動作についても群間の違いがみられたが, Good 群において膝関節の屈曲が大きく, また接地前の伸展角速度が大きかったことから, Good 群では回復期前の膝関節の動作範囲が大きく, また, その速度も大きかったといえ, それによって競歩審判員に膝関節の伸展動作が強く印象づけられたと考えることができる。

## 引用文献

- 法元康二, 阿江通良, 榎本靖士(2001) 競歩における歩行技術に関するバイオメカニクス的研究 - 競技規則への適合について -。陸上競技研究, 47, 19-24.
- 法元康二, 杉田正明, 藤崎 明, 阿江通良(2004) 競歩の歩型判定に関するバイオメカニクスの分析 - 第 42 回全日本競歩輪島大会男子 20km 競歩の判定結果から -。日本陸連科学委員会研究報告 陸上競技の医科学サポート研究 REPORT, 3(1), 53-59.
- 法元康二(2005) ロス・オブ・コンタクトの判定分析からみた競歩。月刊陸上競技, 39(6), 160-162.
- 法元康二, 杉田正明, 藤崎 明, 阿江通良(2005) アテネオリンピックと第 43 回全日本競歩輪島大

- 会の男子 20km 競歩におけるベント・ニー判定の比較。日本陸上競技連盟, 日本陸上競技研究報告 陸上競技の医科学サポート研究, 1, 124-127.
- 法元康二, 広川龍太郎, 杉田正明, 阿江通良(2007) 世界陸上競技選手権ヘルシンキ大会男女 20km 競歩におけるロス・オブ・コンタクト判定。日本陸上競技学会誌特別号, 6 (supplement), 11-16.
- 法元康二(2010a) 国際競技会における競歩のロス・オブ・コンタクト判定。月刊陸上競技, 43 (1), 211-213.
- 法元康二(2010b) 北京五輪および世界陸上競技選手権ベルリン大会における国際審判員の判定傾向分析。日本陸連科学委員会研究報告 第 9 巻 陸上競技の医科学サポート研究 Report 2009, 9, 102-107.
- 法元康二, 榎本靖士, 門野洋介, 鈴木雄太(2010) 男女 20km 競歩におけるロス・オブ・コンタクト判定。第 11 回世界陸上競技選手権大阪大会 日本陸上競技連盟バイオメカニクス班研究報告書 世界一流陸上競技者のパフォーマンスと技術, 財団法人日本陸上競技連盟, 東京, pp212-217.
- The International Association of Athletics Federations(2008) Materials for IAAF Level II Race walking judges course.
- 財団法人日本陸上競技連盟(2011) 陸上競技ルールブック 2011 年版。あい出版, 東京, pp217-221.