

日本陸上競技連盟バイオメカニクス研究班 男子一流ハンマー投選手のバイオメカニクスの分析

岡本 敦¹⁾ 池上康男²⁾ 桜井伸二³⁾

1) 名古屋経営短期大学 2) 名古屋大学 3) 中京大学

1. はじめに

2004年8月22日(日本時間23日午前3時15分から)にアテネオリンピック男子ハンマー投げ決勝において82m91を投げ、金メダルに輝いた。日本人初の投てき種目でのオリンピック金メダルを獲得した。

われわれの研究グループは2004年5月8日に大阪長居陸上競技場で開催された大阪国際グランプリにおいて3次元動作解析を行った。今回は大阪グランプリで優勝した室伏広治選手と準優勝のアヌシュ選手の分析結果から、室伏広治選手のハンマー投の特徴を明らかにすることを目的とした。

2. 方法

長居陸上競技場のハンマー投投てきサークルの側方と後方の観客席最上段に設置した2台の高速ビデオカメラ(nac社製ハイスピードビデオカメラHSV-500C3)のシャッターを同期し、毎秒250コマで撮影した。得られた2台の映像を座標解析し、DLT(Direct Linear Transformation法)によって身体各部とハンマーヘッドの3次元座標値を算出した。

動作中に選手が発揮する力は動作中にハンマーヘッドに作用する力の最大値を示した。パワーは4回転目のターンのローポイントからリリースまでのハンマーヘッドの持つ力学的エネルギーの変動から平均パワーとして求めた。左膝関節角度は左膝と左大転子を結ぶベクトルと左膝と左足関節を結ぶベクトルのなす角とした。左股関節角度は左大転子と左肩を結ぶベクトルと左大転子と左膝を結ぶベクトルのなす角とした。

3. 結果と考察

1) 室伏選手とアヌシュ選手の比較

表1に室伏選手とアヌシュ選手のリリース時の初期条件を示した。

表1 室伏選手とアヌシュ選手のリリース時の初期条件の比較

| | 記録(m) | 初速度(m/s) | 投射角(deg) | リリース高(m) |
|------|-------|----------|----------|----------|
| 室伏 | 82.18 | 28.7 | 39.6 | 1.37 |
| アヌシュ | 80.93 | 28.4 | 44.2 | 1.26 |

図1に室伏選手のハンマーヘッドの速度の経時的変化を示した。また、図2にアヌシュ選手のハンマーヘッドの速度の経時的変化を示した。図中のHPはハイポイント、LPはローポイントを示している。また、SSは片足支持になった時点、DSは両足支持になった時点を示している。⇨は両足支持期を示しており、⇨は片足支持期を示している。室伏選手とアヌシュ選手の速度変動の特徴は、アヌシュ選手は片足支持の時間が非常に短いのに対して室伏選手はアヌシュ選手に比べると片足接地期が長くなっている。また、アヌシュ選手はハイポイント後に両足接地をした時点からハンマーヘッドの加速が始まっているのに対して、室伏選手はハイポイント直後の両足接地をする前の片足支持期から加速が始まっている。これまでハンマー投では両足接地期に加速し、片足接地期に減速すると言われてきたが、今回の分析から室伏選手は従来のハンマー投の加速理論とは異なる技術でハンマーを加速している可能性が示唆された。

室伏選手とアヌシュ選手のハンマーヘッドの速度の比較を図3に示した。この図から、ターン開始

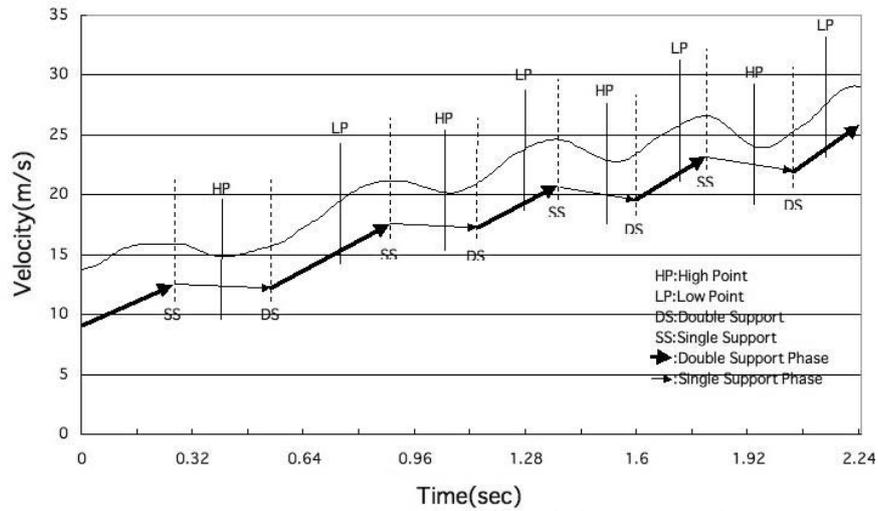


図1 室伏選手のハンマーヘッドの速度の経時的変化

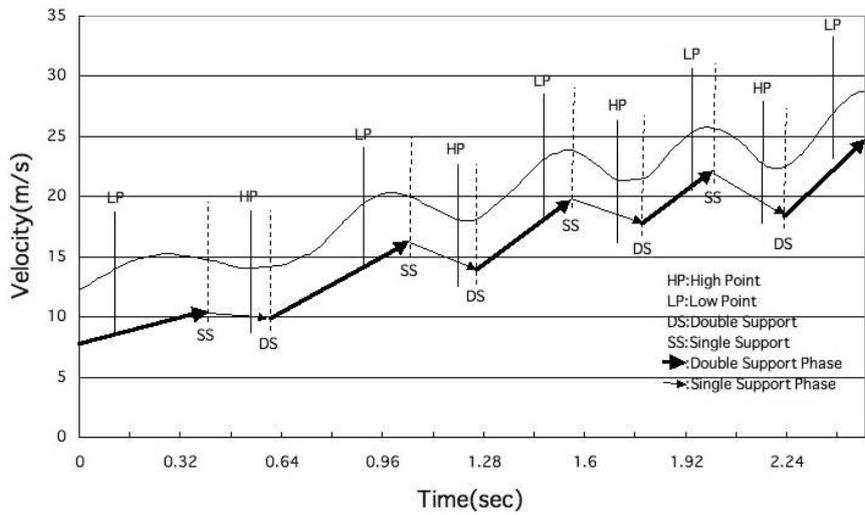


図2 アヌシュ選手のハンマーヘッドの速度の経時的変化

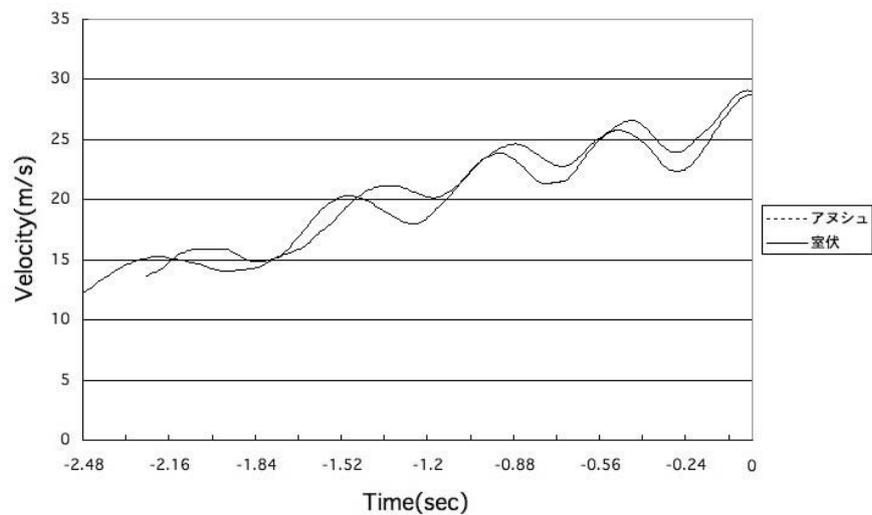


図3 室伏選手とアヌシュ選手のハンマーヘッドの速度変動の比較

からリリースまでの動作時間は室伏選手のほうが約0.2秒短く、室伏選手のターンが速いことが明らかである。

また、ターン開始時の速度も室伏選手のほうが速く、ターン毎の速度変動も室伏選手は小さ

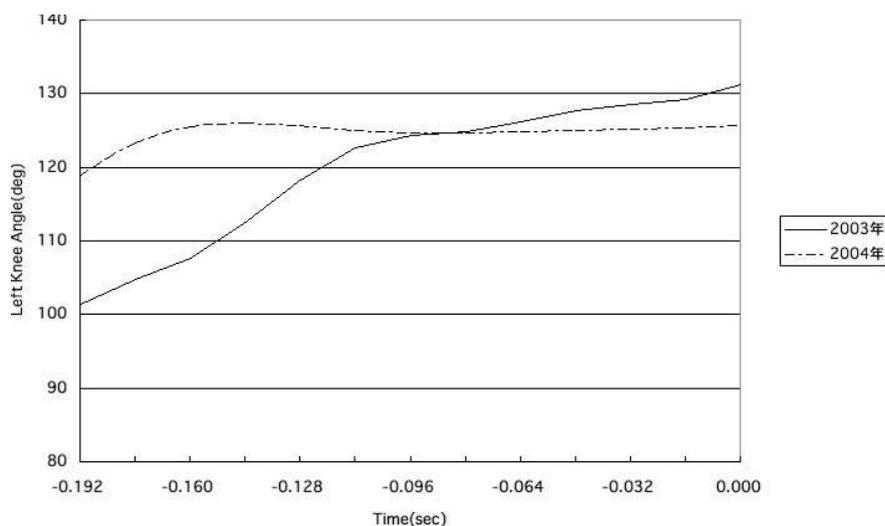


図4 左膝関節角度の2003年と2004年の比較

かった。最終ターンの極大値から極小値の差は室伏選手が $26.61-23.96=2.65$ (m/s)、アヌシュ選手が $25.78-22.35=3.43$ (m/s) であった。これは体格で劣る室伏選手は最後の加速局面で加速できる速度が小さくなるため、それを補うためにターン開始時から速度を大きくし、ターン毎の速度変動も小さく抑さえ、速度のロスが少なくしたものと推察される。この速度変動が小さく速度のロスが小さいことはハンマー投の技術的な高さを裏付ける結果であると考えられた。

2) 室伏選手の2003年と2004年の比較

室伏選手はアテネオリンピックで金メダルに輝いたものの、2003年に記録した自己ベスト84m86(6/29プラハ国際：世界歴代3位)を上回ることが出来なかった。そこで昨年と今年のフォームの違いについて検討した。

2004年の室伏選手は5月8日の大阪グランプリでは82.18mで優勝、6月6日の日本選手権では82.09mで優勝と一見順調な仕上がりを見せた。しかし、昨年、殆どファールが見られなかったのに比べると今年は室伏選手らしからぬファールが多く見られた。

表2に2003年と2004年の室伏選手の大阪グランプリでの優勝記録の初期条件を示した。

表2 室伏選手の大阪グランプリの2003年と2004年の初期条件の比較

| | 記録 (m) | 初速度 (m/s) | 投射角 (deg) | リリース高 (m) | 力(kgw) | パワー(w) |
|-------|--------|-----------|-----------|-----------|--------|--------|
| 2003年 | 82.95 | 29.2 | 40.1 | 1.42 | 364 | 7460 |
| 2004年 | 82.18 | 28.7 | 39.6 | 1.37 | 341 | 7870 |

2003年と2004年の初期条件の比較から、記録の低下はハンマーを引く力の低下による初速度の低下であることが分かる。それでは、何故、2004年はハンマーを引く力が低下したのであろうか？

図4に室伏選手の投てき中の左膝関節角度の経時変化を示した。また、図5に左股関節角度の経時変化を示した。これらの図では、最終ターンの両足接地時点からリリースまでを示している。リリースの0.1秒前がほぼローポイントである。

2003年と2004年を比較すると、膝関節では2003年には両足接地後ローポイントまで伸展し、ローポイント以後も伸展が緩やかに続いていたのに比して2004年は両足接地直後に若干、伸展したもののそれ以後膝関節角度はほぼ一定の値を示していた。左股関節角度では、2003年にはローポイント近辺で急速に伸展したのに対して2004年では、両足接地からリリースまで緩やかに伸展されており、その角度も2003年の半分程度であった。このローポイント近辺での膝関節と股関節の伸展は、大臀筋や大腿四頭筋などの下肢の大筋群によって地面を蹴ることによってハンマーを加速する力を発揮している局面であり、2004年にはこの部分の加速が不十分になったものと考えられた。

2004年に室伏選手が昨年には見られなかった、投てき方向へ向かって左側へファールする投てきが何度も見られた。これはこのローポイントでの投てき方向への加速が不十分になった時に、ハンマーを投てき方向に向かって左へ引っかけたことによるファールであると考えられた。

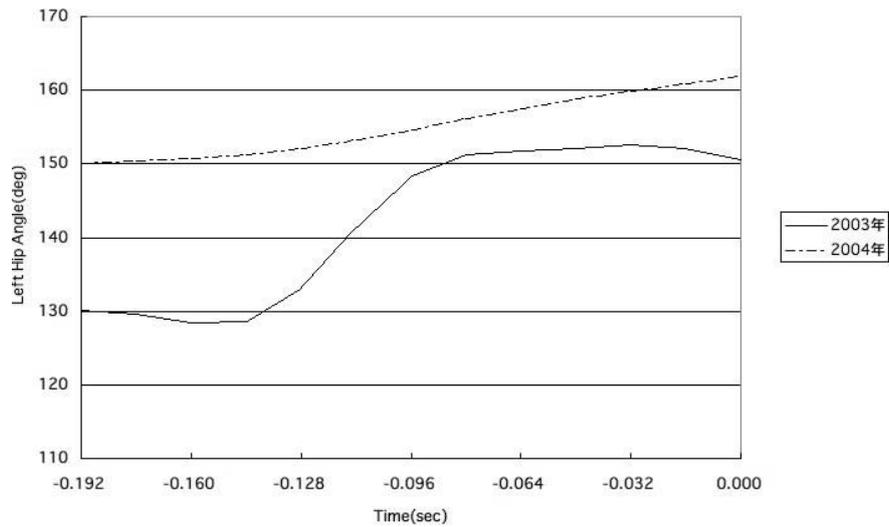


図5 左腰関節角度の2003年と2004年の比較

4. まとめ

室伏選手のハンマー投を3次元動作解析した結果、一般にはハンマー投では両足接地期で加速し片足接地期で減速すると言われているが、室伏選手はハイポイント直後の片足接地期から加速が始まるという特殊な加速技術を使用していることが明らかとなった。また、2003年と2004年の投てき動作の比較から2004年はローポイントでの膝関節と股関節の伸展による蹴りがやや弱く、それが投てき方向左へ引っかけるフェールを引き起こした可能性が示唆された。今後、これらの問題点を修正し、2005年の世界陸上、2008年の北京オリンピックとさらなる活躍を期待したい。