

捕手の二盗阻止場面における送球動作に関する研究 ——リードステップ・スローの有効性について——

澤村 省逸* 栗林 徹** 細川 幸希***

(1997年4月1日受理)

A Study of Catchers' Throwing to Stop Stealing 2nd Base ——The Comparison Lead-step with No-step Throwing——

Shoitsu Sawamura* , Toru Kuribayashi** , Koki Hosokawa***

1. 緒 言

近代野球において捕手は他のいかなるポジションよりも多くゲームに関与し、その果たすべき役割は時として投手をも凌駕するといわれている。

捕手が試合中に遂行すべき任務としては、相手打者を研究し味方投手の能力を最大限に引き出すこと、守備の要として他の8人の野手に的確な指示を与えること、相手チームが企てる盗塁を阻止すること、本塁周辺で行われる守備行為（バント処理、捕邪飛、ブロッキング等）があげられる。この捕手の重要な任務の一つである盗塁阻止の成否は、その後の試合のゆくえを大きく左右する。

一般に捕手にとって大切な身体資質として「肩の強さ」があげられる。捕手の肩が弱いと盗塁やエンドランなど足を絡めた積極的な攻撃を仕掛けられやすくなり、相手走者にも大きなリードオフを取られるなど守備側は失点の危機にさらされる。反対に強靱な肩を持つ捕手の前では相手チームの攻撃は消極的にならざるを得ない。

ここでいう「肩」とは遠投力を指すと考えられるが、実際の盗塁阻止の場面においては、投手からの投球を捕球してから二塁に送球を到達させるまでの所要時間が重要であり、ただ単に肩が強い（遠投力がある）だけでは盗塁を阻止することはできない。つまり盗塁の刺殺には迅速な送球動作と強い肩の両方が要求される。当然これらの能力は独立したものではなく、互いに影響を持つものと考えられる。例えば、強いボールを投げようとする余り送球動作が大きくなれば捕球から送球が二塁に到達するまでの所要時間は長くなるであろうし、送球動作を短くしようと慌てることで送球に十分な速度を持たせられない可能性もある。

捕手が盗塁阻止の送球時に用いるステップ動作は、「リードステップ」（右軸足を前方に小さくステップしてから左足を踏み出す）と「ノーステップ」（右軸足をステップさせずに左足を踏み出す）の2種類が一般的である。しかし、どちらが有効な送球動作なのかは明確ではない。指導書の中でもノーステップ・スローを支持するもの²⁾³⁾¹⁰⁾、リードステップ・スローを支持す

* 岩手大学人文社会科学部 保健体育講座

** 岩手大学教育学部 保健体育科

*** (財)岩手県スポーツ振興事業団

るもの⁷⁾¹³⁾, 状況によって使い分けるべきとするもの¹¹⁾¹⁴⁾があり, 統一された見解がみられない。また捕手の送球動作を扱った研究もほとんど行われていない。

このようなことから, 捕手の盗塁阻止送球について検討することは野球のコーチングや指導, 合理的な動作の研究という観点から興味深く, 本研究では特に送球時のステップ動作に着目して検討を行った。

II. 方 法

1. 被験者

社会人野球全国大会に出場経験を持つ K 野球部の捕手 2 名および北東北大学リーグ一部に所属する I 大学硬式野球部の捕手 5 名の計 7 名 (年齢 22.3 ± 6.2 歳, 身長 175 ± 3.1 cm, 体重 77.1 ± 5.9 kg, 競技歴 11.6 ± 3.5 年, 捕手歴 6.7 ± 5.0 年) を被験者とした。なお被験者は全員右投げであった。

表 1 被験者の身体的特性

subject	age (yrs)	height (cm)	weight (kg)	career A* (year)	career B** (year)	class
T.K	37	170	75	19	19	SHAKAIJIN
K.M	22	173	80	10	7	SHAKAIJIN
K.Y	22	172	77	13	6	COLLEGE
M.N	19	178	71	12	8	COLLEGE
J.S	19	176	90	7	3	COLLEGE
T.S	19	177	75	10	2	COLLEGE
K.H	18	179	72	10	2	COLLEGE
mean	22.3 ± 6.2	175.0 ± 3.1	77.1 ± 5.9	11.6 ± 3.5	6.7 ± 5.0	

* : career of baseball , ** : career of catcher

2. 実験日および場所

1995 年 10 月 21 日

岩手大学野球場

3. 捕手の二盗阻止送球の試技

被験者はキャッチャースボックスの中央 (本塁下角から 1.5m 後方) に位置し, ピッチングマシン (トーアスポーツマシン社製 2MA-580) から投球された時速約 120km/h の直球 (コースまん中, 高さ 0.7m) を捕球し, 二盗阻止の要領で速やかに二塁へ送球した。

送球動作は, (1)捕球後に右軸足を前方にステップしてから左足を踏み出して送球するリードステップ・スロー (Lead-step) と, (2)捕球からリリースまで右軸足を移動させずに左足を踏み出して送球するノーステップ・スロー (No-step) の 2 種類として, それぞれ 10 試技ずつ行った。

二塁には 1.7×1.7 m の標的を, 走者へのタッグプレーを考慮して中心を 0.3m 一塁寄りに移動させ設置した。

4. 所要時間の計測

捕手の送球動作を撮影するために, 送球方向に対して右側方 8m の地点に VTR カメラ

(SONY 社製 Handy Cam Pro) を設置した。またリリース後のボールを撮影するために、二塁斜め後方に VTR カメラ (SONY 社製 Handy CCD-TR1NTSC) を設置した。いずれのカメラも毎秒 60 フィールド、露出時間 1/2000~4000 秒で撮影した。

撮影された映像にはビデオタイマー (日本事務光機社製 VTG-33) を用いて 1/100 秒スケールのカウントを入れた。ダビングにはビデオレコーダ (National 社製 MacLoad FS1) を用いた。

送球動作を、①投球がミットに触れた時点 (捕球: Catch)、②ミットから右手にボールが握り換えられた時点 (握り換え: Grip)、③リードステップ時に右軸足が着地した時点 (右軸足着地: RFL)、④送球方向に踏みだした左足が着地した時点 (左足着地: LFL)、⑤テークバックの際に肘の位置が最も後方に引かれた時点 (トップ: Top)、⑥リリース時に指先からボールが離れた時点 (リリース: Release)、⑦二塁上の標的に送球が到達した時点 (二塁到達: 2B) の 7 つに細分し、送球動作にタイマーを写し込んだ VTR 映像からそれぞれの所要時間を算出した。なお捕球からリリースまでに要した時間を送球動作時間、リリースから二塁到達までに要した時間を送球時間、捕球から二塁到達までに要した時間を全送球時間と呼ぶことにする。

試技は二塁上の標的に的中した送球のみを有効とした。

5. 送球動作の解析

送球動作および送球されたボールを撮影するために、送球方向に対して右側方 8m と右斜め後方 8m の位置に 2 台の VTR カメラ (SONY 社製 Handy Cam Pro) を設置し、毎秒 60 フィールド、露出時間 1/2000~4000 秒で録画した。また位置座標が既知の較正器 (2×2m の立方体に 8 個の較正点) を撮影範囲に配置し、DLT 法 (Direct Linear Transformation method)⁵⁾ で身体各部位およびボールの座標を算出するためのコントロールポイントとした。

送球動作と較正器の 2 次元映像は、ビデオレコーダ (National 社製 MacLoad FS1) から計算機 (NEC 社製 PC-9801ES) のディスプレイ上に再生・停止し身体各部位とボールおよび較正点の座標を読みとった。

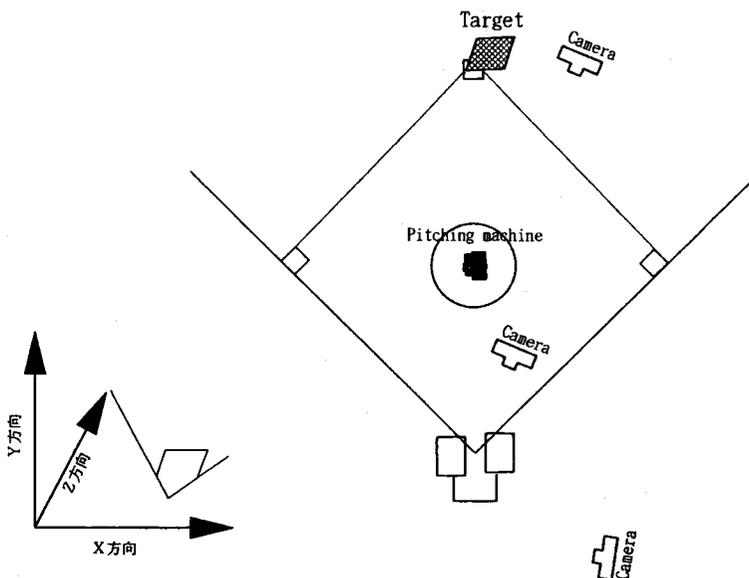


図1 VTRカメラの配置と動作解析での座標系

計測点の3次元座標の算出には、ビデオ分析プログラム(トーヨーフィジカル社製)を用い、各カメラで撮影した計測点および校正点の2次元座標からDLT法により算出した。

計測点は(1)右手指先、(2)右手首、(3)右肘、(4)右肩峰、(5)左手指先、(6)左手首、(7)左肘、(8)左肩峰、(9)右足爪先、(10)右足首、(11)右足膝、(12)右腸骨陵、(13)左足爪先、(14)左足首、(15)左足膝、(16)左腸骨陵、(17)頭頂、(18)眉間、(19)胸骨上部、(20)臍、(21)ボールの計21カ所とした。

6. 送球速度の算出

送球の平均速度を送球(リリースから二塁到達)に要した時間とその送球距離(38.8m)から算出した。

また送球の初速度をDLT法を用い、リリース直後2フィールドのボールの移動距離から算出した。

III. 結 果

1. 送球動作および送球に要した時間と送球の平均速度

投球を捕球してから送球が二塁に到達するまでの時間を、送球動作(捕球からリリースまで)時間と送球(リリースから二塁到達まで)時間に分けLead-step, No-step別に表2, 図2に示した。また送球に要した時間から送球の平均速度に換算した値をつけ加えた。

(1)全被験者の平均

送球動作時間はLead-stepが 0.70 ± 0.05 秒, No-stepが 0.69 ± 0.04 秒であり, No-stepが0.01秒短かったがその差は有意ではなかった。

送球時間はLead-stepが 1.40 ± 0.04 秒, No-stepが 1.46 ± 0.03 秒でありLead-stepが0.06秒短くその差は1%水準で有意であった。送球の平均速度はLead-stepが 99.7 ± 3.0 km/h, No-stepが 95.6 ± 2.1 km/hであり, 4.1km/hの差は1%水準で有意であった。

全送球時間はLead-stepが 2.11 ± 0.07 秒, No-stepが 2.15 ± 0.05 秒であり, Lead-stepが0.04秒短くその差は1%水準で有意であった。

(2)被験者ごとの平均

1) 被験者 T.K

送球動作時間はLead-stepが 0.71 ± 0.05 秒, No-stepが 0.75 ± 0.03 秒であり, Lead-stepが0.04秒短くその差は5%水準で有意であった。全被験者中の順位はLead-stepが6位, No-stepが最下位であった。

送球時間はLead-stepが 1.34 ± 0.03 秒, No-stepが 1.42 ± 0.04 秒であり, Lead-stepが0.08秒短くその差は1%水準で有意であった。送球の平均速度はLead-stepが104.2km/h, No-stepが98.6km/hであり, Lead-step, No-stepとも全被験者中最も速かった。

全送球時間はLead-stepが 2.05 ± 0.07 秒, No-stepが 2.17 ± 0.06 秒であり, Lead-stepが0.12秒短くその差は5%水準で有意であった。また全被験者中の順位はLead-stepが2位, No-stepが4位であった。

表2 送球動作および送球の所要時間と平均速度

subject	Catch → Release		Release → 2B						Total	
	Lead-step (sec) (rank)	No-step (sec) (rank)	Lead-step		No-step		Lead-step		No-step	
	(sec) (rank)	(sec) (rank)	(sec)	(km/h) (rank)	(sec)	(km/h) (rank)	(sec)	(rank)	(sec)	(rank)
T.K	0.71±0.05(6)*	0.75±0.03(7)	1.34±0.03	104.2±2.1(1)**	1.42±0.04	98.6±2.5(1)	2.05±0.07(2)*	2.17±0.06(4)		
K.M	0.68±0.02(2)*	0.66±0.02(3)	1.42±0.03	98.4±1.9(6)*	1.48±0.05	94.4±3.3(6)	2.09±0.03(4)	2.13±0.05(3)		
K.Y	0.81±0.03(7)**	0.74±0.03(6)	1.40±0.06	99.4±3.9(5)*	1.47±0.05	94.9±3.2(4)	2.21±0.06(7)	2.20±0.05(6)		
M.N	0.65±0.03(1)	0.65±0.02(2)	1.38±0.02	101.5±1.6(2)**	1.43±0.02	97.7±1.2(2)	2.02±0.05(1)*	2.07±0.03(1)		
J.S	0.70±0.02(4)	0.71±0.04(5)	1.39±0.03	100.6±2.1(3)**	1.47±0.05	94.9±3.2(4)	2.09±0.04(4)**	2.18±0.05(5)		
T.S	0.68±0.04(2)	0.64±0.04(1)	1.40±0.04	100.0±2.5(4)	1.45±0.05	96.6±3.7(3)	2.08±0.05(3)	2.09±0.07(2)		
K.H	0.70±0.03(4)	0.70±0.02(4)	1.49±0.03	93.6±1.8(7)	1.52±0.05	92.0±3.1(7)	2.20±0.05(6)	2.22±0.06(7)		
mean	0.70±0.05	0.69±0.04	1.40±0.04	99.7±3.0 **	1.46±0.03	95.6±2.1	2.11±0.07 **	2.15±0.05		

*: P<0.05, **: P<0.01

2) 被験者 K.M

送球動作時間は Lead-step が 0.68±0.02 秒, No-step が 0.66±0.02 秒であり, No-step が 0.02 秒速くその差は 5%水準で有意であった。全被験者中の順位は Lead-step が 2 位, No-step が 3 位であった。

送球時間は Lead-step が 1.42±0.03 秒, No-step が 1.48±0.05 秒であり, Lead-step が 0.06 秒速くその差は 5%水準で有意であった。送球の平均速度は Lead-step が 98.4km/h, No-step が 94.4km/h であり, 全被験者中の順位は Lead-step, No-step とともに 6 位であった。

全送球時間は Lead-step が 2.09±0.03 秒, No-step が 2.13±0.05 秒であり, Lead-step が 0.04 秒速かったが有意な差ではなかった。また全被験者中の順位は Lead-step が 4 位, No-step が 3 位であった。

3) 被験者 K.Y

送球動作時間は Lead-step が 0.81±0.03 秒, No-step が 0.74±0.03 秒であり, No-step が 0.07 秒速くその差は 1%水準で有意であった。全被験者中の順位は Lead-step が最下位, No-step が 6 位であった。

送球時間は Lead-step が 1.40±0.06 秒, No-step が 1.47±0.05 秒であり, Lead-step が 0.07 秒速くその差は 5%水準で有意であった。送球の平均速度は Lead-step が 99.4km/h, No-step が 94.9km/h であり, 全被験者中の順位は Lead-step, No-step とともに 4 位であった。

全送球時間は Lead-step が 2.21±0.06 秒, No-step が 2.20±0.05 秒であり, No-step が 0.01 秒速かったがその差は有意ではなかった。また全被験者中の順位は Lead-step が最下位, No-step が 6 位であった。

4) 被験者 M.N

送球動作時間は Lead-step が 0.65±0.03 秒, No-step が 0.65±0.02 秒であり, Lead-step, No-step とともに同タイムであった。全被験者中の順位は Lead-step が 1 位, No-step が 2 位であった。

送球時間は Lead-step が 1.38±0.02 秒, No-step が 1.43±0.02 秒であり, Lead-step が 0.05 秒速くその差は 1%水準で有意であった。送球の平均速度は Lead-step が 101.5km/h, No-step が 97.7km/h であり, 全被験者中の順位は Lead-step, No-step とともに 2 位であった。

全送球時間は Lead-step が 2.02±0.05 秒, No-step が 2.07±0.03 秒であり, Lead-step が 0.05 秒速くその差は 5%水準で有意であった。また全被験者中の順位は Lead-step, No-step とともに 1 位であった。

5) 被験者 J.S

送球動作時間は、Lead-step が 0.70 ± 0.02 秒、No-step が 0.71 ± 0.04 秒であり、Lead-step が 0.01 秒速かったがその差は有意ではなかった。全被験者中の順位は Lead-step が 4 位、No-step が 5 位であった。

送球時間は Lead-step が 1.39 ± 0.03 秒、No-step が 1.47 ± 0.05 秒であり、Lead-step が 0.08 秒速くその差は 1% 水準で有意であった。送球の平均速度は Lead-step が 100.6km/h、No-step が 94.9km/h であり、全被験者中の順位は Lead-step 3 位、No-step とともに 4 位であった。

全送球時間は Lead-step が 2.09 ± 0.04 秒、No-step が 2.18 ± 0.05 秒であり、Lead-step が 0.09 秒速くその差は 1% 水準で有意であった。また全被験者中の順位は Lead-step が 4 位、No-step が 5 位であった。

6) 被験者 T.S

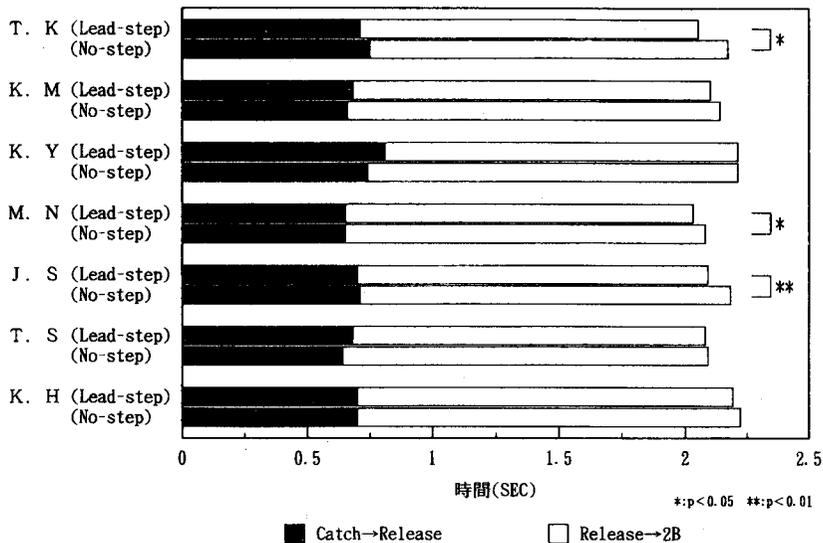
送球動作時間は、Lead-step が 0.68 ± 0.04 秒、No-step が 0.64 ± 0.04 秒であり、No-step が 0.04 秒速かったがその差は有意ではなかった。全被験者中の順位は Lead-step が 2 位、No-step は 1 位であった。

送球時間は Lead-step が 1.40 ± 0.04 秒、No-step が 1.45 ± 0.05 秒であり、Lead-step が 0.05 秒速かったがその差は有意ではなかった。送球の平均速度は換算すると Lead-step が 100.0km/h、No-step が 96.6km/h であり、全被験者中の順位は Lead-step 4 位、No-step とともに 3 位であった。

全送球時間は Lead-step が 2.08 ± 0.05 秒、No-step が 2.09 ± 0.07 秒であり、Lead-step が 0.01 秒速かったがその差は有意ではなかった。また全被験者中の順位は Lead-step が 3 位、No-step が 2 位であった。

7) 被験者 K.H

送球動作時間は、Lead-step が 0.70 ± 0.03 秒、No-step が 0.70 ± 0.04 秒であり、Lead-step、No-step とともに同タイムであった。全被験者中の順位は Lead-step、No-step とともに 4 位で



<図中の*有意差マークは Lead-step、No-step の全送球時間における有意差を示す>

図2 送球動作および送球の所要時間

あった。

送球時間は Lead-step が 1.49 ± 0.03 秒, No-step が 1.52 ± 0.05 秒であり, Lead-step が 0.03 秒速かったがその差は有意ではなかった。送球の平均速度は Lead-step が 93.6km/h, No-step が 92.0km/h であり, 全被験者中の順位は Lead-step, No-step とともに最下位であった。

全送球時間は Lead-step が 2.20 ± 0.05 秒, No-step が 2.22 ± 0.06 であり, Lead-step が 0.02 秒速かったがその差は有意ではなかった。また全被験者中の順位は Lead-step が 6 位, No-step が最下位であった。

2. 送球動作の期分けとその所要時間

送球動作のいかなる場面で迅速性や巧拙に差がつくのかを比較するために, 送球動作を 7 つの時点 (捕球: Catch, 握り換え: Grip, 右軸足着地: RFL, 左足着地: LFL, トップ: Top, リリース: Release, 二塁到達: 2B) で期分けし, それぞれの所要時間を表 3 に示した。また各時点までの所要時間が最も短かった被験者との時間差を図 3,4 に示した。

表 3 送球動作の期分けとその所要時間

subject	Catch→Grip		Catch→RFL Lead-step	Catch→LFL		Catch→Top		Grip→Top		Grip→Release		Top→Release	
	Lead-step	No-step		Lead-step	No-step	Lead-step	No-step	Lead-step	No-step	Lead-step	No-step	Lead-step	No-step
T.K	0.24(2) 0.05	0.26(3) 0.02	0.32(6) 0.03	0.53(6) 0.03	0.55(7) 0.02	0.55(6) * 0.05	0.59(7) 0.03	0.31(7) 0.02	0.32(7) 0.03	0.47(6) * 0.02	0.49(7) 0.02	0.16(2) 0.01	0.17(2) 0.01
K.M	0.34(6) 0.03	0.31(6) 0.04	0.26(3) 0.01	0.48(2) * 0.02	0.45(2) 0.03	0.48(1) 0.02	0.46(1) 0.02	0.14(1) 0.03	0.16(1) 0.02	0.35(1) 0.03	0.36(1) 0.02	0.20(7) 0.00	0.20(7) 0.01
K.Y	0.37(7) 0.04	0.31(6) 0.02	0.33(7) 0.04	0.58(7) ** 0.04	0.51(5) 0.04	0.62(7) ** 0.03	0.57(6) 0.04	0.25(3) 0.03	0.27(5) 0.04	0.44(5) 0.03	0.44(4) 0.03	0.18(4) 0.01	0.17(2) 0.02
M.N	0.26(3) 0.03	0.24(1) 0.02	0.24(2) 0.04	0.45(1) 0.03	0.43(1) 0.02	0.51(2) 0.03	0.50(3) 0.02	0.25(3) 0.03	0.25(3) 0.02	0.39(2) 0.03	0.41(3) 0.02	0.14(1) * 0.01	0.16(1) 0.01
J.S	0.22(1) 0.04	0.25(2) 0.04	0.29(5) 0.02	0.50(4) 0.03	0.45(2) 0.08	0.53(4) 0.02	0.54(5) 0.04	0.30(6) 0.03	0.29(6) 0.04	0.48(7) 0.03	0.47(6) 0.04	0.18(4) 0.01	0.18(4) 0.01
T.S	0.28(4) 0.03	0.27(5) 0.04	0.20(1) 0.05	0.45(2) 0.04	0.45(2) 0.03	0.51(2) 0.02	0.48(2) 0.03	0.23(2) 0.03	0.21(2) 0.06	0.41(3) 0.02	0.40(2) 0.05	0.18(4) * 0.01	0.19(5) 0.01
K.H	0.28(4) 0.02	0.26(3) 0.03	0.28(4) 0.04	0.52(5) 0.03	0.51(5) 0.03	0.53(4) 0.03	0.52(4) 0.02	0.25(3) 0.03	0.26(4) 0.02	0.42(4) 0.03	0.45(5) 0.02	0.17(3) 0.01	0.19(5) 0.01
mean	0.293	0.276	0.282	0.519 *	0.483	0.543	0.521	0.249	0.246	0.425	0.425	0.176	0.179
SD	0.053	0.026	0.456	0.049 *	0.041	0.050	0.041	0.047	0.050	0.041	0.042	0.017	0.013

* : P < 0.05, ** : P < 0.01

上段: 平均 (sec) () 内: Rank
下段: SD (sec)

(1) 全被験者の平均

Catch から Grip に要した時間は Lead-step が 0.293 ± 0.053 秒, No-step が 0.276 ± 0.026 秒であり, No-step が 0.017 秒短かかったが, その差は有意ではなかった。

Catch から RFL に要した時間は 0.282 ± 0.045 秒であった。

Catch から Top に要した時間は Lead-step が 0.543 ± 0.050 , No-step が 0.521 ± 0.041 であり, No-step が 0.022 秒速かったが, その差は有意ではなかった。

Catch から LFL までに要した時間は Lead-step が 0.519 ± 0.049 秒, No-step が 0.483 ± 0.041 秒であり, No-step が 0.036 秒速く, その差は 5%水準で有意であった。

Grip から Top に要した時間は Lead-step が 0.249 ± 0.047 , No-step が 0.246 ± 0.050 であり, No-step が 0.003 秒速かったが, その差は有意ではなかった。

Grip から Release に要した時間は Lead-step が 0.425 ± 0.041 , No-step が 0.425 ± 0.042 であり, 差がなかった。

Top から Release に要した時間 Lead-step が 0.176 ± 0.017 , No-step が 0.179 ± 0.013 で

あり、Lead-step が 0.003 秒速かったが、その差は有意ではなかった。

(2)被験者ごとの平均

1) 被験者 T.K

Catch から Grip に要した時間 Lead-step が 0.24 ± 0.05 秒 (被験者中 2 位), No-step が 0.26 ± 0.02 秒 (被験者中 3 位) であり、Lead-step が 0.02 秒短かったが、その差は有意ではなかった。Catch から RFL に要した時間は 0.32 ± 0.02 秒 (被験者中 6 位) であった。Catch から Top に要した時間は Lead-step で 0.55 ± 0.05 (被験者中 6 位), No-step で 0.59 ± 0.03 (被験者中 7 位) であり、Lead-step が 0.04 秒短く、その差は 5%水準で有意であった。Catch から LFL に要した時間は Lead-step が 0.53 ± 0.03 秒 (被験者中 6 位), No-step が 0.55 ± 0.02 秒 (被験者中 7 位) であり、Lead-step が 0.02 秒短かったが、その差は有意ではなかった。Grip から Top に要した時間は Lead-step で 0.31 ± 0.02 (被験者中 7 位), No-step で 0.32 ± 0.02 (被験者中 7 位) であり、Lead-step が 0.01 秒短かった、その差は有意ではなかった。Grip から Release に要した時間は Lead-step で 0.47 ± 0.02 (被験者中 6 位), No-step で 0.49 ± 0.02 秒 (被験者中 7 位) であり、Lead-step が 0.02 秒短く、その差は 5%水準で有意であった。Top から Release に要した時間は Lead-step で 0.16 ± 0.01 (被験者中 2 位), No-step で 0.17 ± 0.01 (被験者中 2 位) であり、Lead-step が 0.01 秒短かったが、その差は有意ではなかった。

2) 被験者 K.M

Catch から Grip に要した時間は Lead-step が 0.34 ± 0.03 秒 (6 位), No-step が 0.31 ± 0.04 秒 (6 位) であり、No-step が 0.03 秒短かったが、その差は有意ではなかった。Catch から RFL に要した時間は 0.26 ± 0.01 秒 (3 位) であった。Catch から Top に要した時間は Lead-step で 0.48 ± 0.02 秒 (1 位), No-step で 0.46 ± 0.02 秒 (1 位) であり、No-step が 0.02 秒短かったが、その差は有意ではなかった。Catch から LFL に要した時間は Lead-step で 0.48 ± 0.02 秒 (2 位), No-step で 0.45 ± 0.03 秒 (2 位) であり、No-step が 0.03 秒速く、その差は 5%水準で有意であった。Grip から Top に要した時間は Lead-step で 0.14 ± 0.02 秒 (1 位), No-step で 0.16 ± 0.02 秒 (1 位) であり、Lead-step が 0.02 秒短かったが、その差は有意ではなかった。Grip から Release に要した時間は Lead-step で 0.35 ± 0.02 秒 (1 位), No-step で 0.36 ± 0.02 秒 (1 位) であり、Lead-step が 0.01 秒短かったが、その差は有意ではなかった。Top から Release に要した時間は Lead-step で 0.20 ± 0.00 秒 (7 位), No-step で 0.20 ± 0.01 秒 (7 位) であり、差がなかった。

3) 被験者 K.Y

Catch から Grip に要した時間は Lead-step が 0.37 ± 0.04 秒 (7 位), No-step が 0.31 ± 0.02 秒 (6 位) であり、No-step が 0.06 秒速く、その差は 1%水準で有意であった。Catch から RFL に要した時間は 0.33 ± 0.04 秒 (7 位) であった。Catch から Top に要した時間は Lead-step で 0.62 ± 0.03 秒 (7 位), No-step で 0.57 ± 0.04 秒 (6 位) であり、No-step が 0.05 秒速く、その差は、1%水準で有意であった。Catch から LFL に要した時間は Lead-step で 0.58 ± 0.03 秒 (7 位), No-step で 0.51 ± 0.03 秒 (5 位) であり、No-step が 0.07 秒速く、その差は 1%水準で有意であった。Grip から Top に要した時間は Lead-step で 0.25 ± 0.03 秒 (3 位), No-step で 0.27 ± 0.04 秒 (5 位) であり、Lead-step が 0.02 秒短かったが、その差は有意ではなかった。Grip から Release に要した時間は Lead-step で 0.44 ± 0.03 秒 (5

位), No-step で 0.44 ± 0.03 秒 (4 位) であり, 差がなかった。Top から Release に要した時間は Lead-step で 0.18 ± 0.00 秒 (4 位), No-step で 0.17 ± 0.01 秒 (2 位) であり, No-step が 0.01 秒短かったが, その差は有意ではなかった。

4) 被験者 M.N

Catch から Grip に要した時間は Lead-step が 0.26 ± 0.03 秒 (3 位), No-step が 0.24 ± 0.02 秒 (1 位) であり, No-step が 0.02 秒短かったが, その差は有意ではなかった。Catch から RFL に要した時間は 0.24 ± 0.04 秒 (2 位) であった。Catch から Top に要した時間は Lead-step で 0.51 ± 0.03 秒 (2 位), No-step で 0.50 ± 0.02 秒 (3 位) であり, No-step が 0.01 秒短かったが, その差は有意ではなかった。Catch から LFL に要した時間は Lead-step で 0.45 ± 0.03 秒 (1 位), No-step で 0.43 ± 0.02 秒 (1 位) であり, No-step が 0.02 秒短かったが, その差は有意ではなかった。Grip から Top に要した時間は Lead-step で 0.25 ± 0.03 秒 (3 位), No-step で 0.25 ± 0.02 秒 (3 位) であり, 差はなかった。Grip から Release に要した時間は Lead-step で 0.39 ± 0.03 秒 (2 位), No-step で 0.41 ± 0.02 秒 (3 位) であり, Lead-step が 0.02 秒短かったが, その差は有意ではなかった。Top から Release に要した時間は Lead-step で 0.14 ± 0.01 秒 (1 位), No-step で 0.16 ± 0.01 秒 (1 位) であり, Lead-step が 0.02 秒短かったが, その差は有意ではなかった。

5) 被験者 J.S

Catch から Grip に要した時間は Lead-step が 0.22 ± 0.03 秒 (1 位), No-step が 0.25 ± 0.04 秒 (2 位) であり, Lead-step が 0.03 秒短かったが, その差は有意ではなかった。Catch から RFL に要した時間は 0.29 ± 0.02 秒 (5 位) であった。Catch から Top に要した時間は Lead-step で 0.53 ± 0.02 秒 (4 位), No-step で 0.54 ± 0.04 秒 (5 位) であり, Lead-step が 0.01 秒短かったが, その差は有意ではなかった。Catch から LFL に要した時間は Lead-step で 0.50 ± 0.03 秒 (4 位), No-step で 0.45 ± 0.08 秒 (2 位) であり, No-step が 0.05 秒短かったが, その差は有意ではなかった。Grip から Top に要した時間は Lead-step で 0.30 ± 0.03 秒 (6 位), No-step で 0.29 ± 0.04 秒 (6 位) であり, No-step が 0.01 秒短かったが, その差は有意ではなかった。Grip から Release に要した時間は Lead-step で 0.48 ± 0.03 秒 (7 位), No-step で 0.47 ± 0.04 秒 (6 位) であり, No-step が 0.01 秒短かったが, その差は有意ではなかった。Top から Release に要した時間は Lead-step で 0.18 ± 0.01 秒 (4 位), No-step で 0.18 ± 0.01 秒 (4 位) であり, 差がなかった。

6) 被験者 T.S

Catch から Grip に要した時間は Lead-step が 0.28 ± 0.03 秒 (4 位), No-step が 0.27 ± 0.04 秒 (5 位) であり, No-step が 0.01 秒短かったが, その差は有意ではなかった。Catch から RFL に要した時間は 0.20 ± 0.05 秒 (1 位) であった。Catch から Top に要した時間は Lead-step で 0.51 ± 0.05 秒 (2 位), No-step で 0.48 ± 0.03 秒 (2 位) であり, No-step が 0.03 秒短かったが, その差は有意ではなかった。Catch から LFL に要した時間は Lead-step で 0.48 ± 0.04 秒 (2 位), No-step で 0.45 ± 0.03 秒 (2 位) であり, No-step が 0.03 秒短かったが, その差は有意ではなかった。Grip から Top に要した時間は Lead-step で 0.23 ± 0.02 秒 (2 位), No-step で 0.21 ± 0.06 秒 (2 位) であり, No-step が 0.02 秒短かったが, その差は有意ではなかった。Grip から Release に要した時間は Lead-step で 0.41 ± 0.02 秒 (3 位), No-step で 0.40 ± 0.05 秒 (2 位) であり, No-step が 0.01 秒短かったが, その差は有意ではなかった。Top から Release に要した時間は Lead-step で 0.18 ± 0.01 秒 (4 位), No-step で

0.19±0.01 秒 (5 位) であり、Lead-step が 0.01 秒速く、その差は、5%水準で有意であった。

7) 被験者 K.H

Catch から Grip に要した時間は Lead-step が 0.28±0.02 秒 (4 位)、No-step が 0.26±0.03 秒 (3 位) であり、No-step が 0.02 秒短かったが、その差は有意ではなかった。Catch から RFL に要した時間は 0.28±0.02 秒 (4 位) であった。Catch から Top に要した時間は Lead-step で 0.53±0.03 秒 (4 位)、No-step で 0.52±0.02 秒 (4 位) であり、No-step が 0.01 秒短かったが、その差は有意ではなかった。Catch から LFL に要した時間は Lead-step で 0.52±0.03 秒 (5 位)、No-step で 0.51±0.03 秒 (5 位) であり、No-step が 0.01 秒短かったが、その差は有意ではなかった。Grip から Top に要した時間は Lead-step で 0.25±0.02

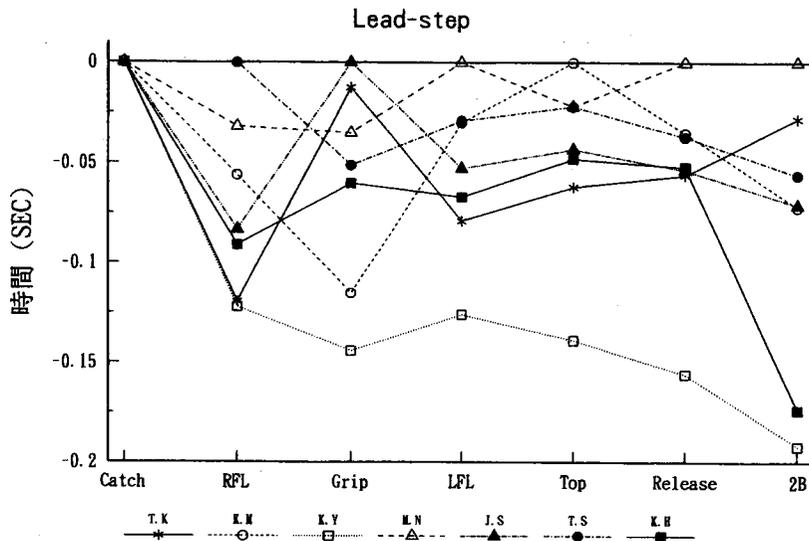


図3 各期の所要時間が最短の被験者とその時間差 (Lead-step)

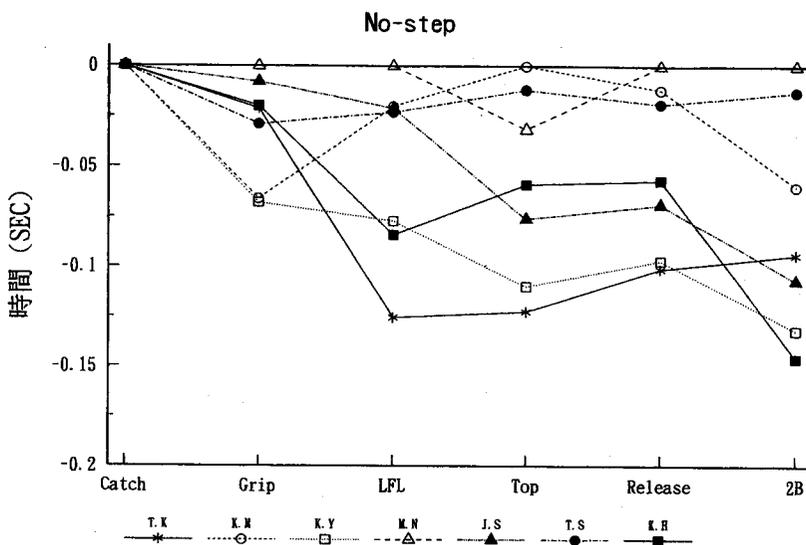


図4 各期の所要時間が最短の被験者とその時間差 (No-step)

秒 (3位), No-step で 0.26 ± 0.02 秒 (4位) であり, Lead-step が 0.01 秒短かったが, その差は有意ではなかった。Grip から Release に要した時間は Lead-step で 0.42 ± 0.02 秒 (4位), No-step で 0.45 ± 0.02 秒 (5位) であり, Lead-step が 0.03 秒短かったが, その差は有意ではなかった。Top から Release に要した時間は Lead-step で 0.17 ± 0.01 秒 (3位), No-step で 0.19 ± 0.01 秒 (5位) であり, Lead-step が 0.02 秒短かったが, その差は有意ではなかった。

3. DLT 法を用いて算出した送球の初速度

DLT 法を用い 2 台の VTR カメラで撮影した映像から送球動作およびボールの 3 次元空間座標を求め, リリース直後の 2 フィールド間のボールの距離から送球の初速度を算出し表 4 に示した。

(1) 全被験者の平均

Lead-step の初速度は 116 ± 4.7 km/h, No-step の初速度は 112.2 ± 4.3 km/h であり, Lead-step の初速度が 4.0 km/h 速く, その差は 1% 水準で有意であった。

初速度の最大値は Lead-step が 121.7 ± 3.1 km/h, No-step が 118.0 ± 2.7 km/h であり, Lead-step が 3.7 km/h 速く, その差は 1% 水準で有意であった。初速度の最小値は Lead-step が 111.4 ± 4.5 km/h, No-step が 105.9 ± 2.7 km/h であり, Lead-step が 5.5 km/h 速く, その差は 5% 水準で有意であった。

(2) 被験者ごとの平均値

1) 被験者 T.K

Lead-step は 119.8 ± 2.6 km/h (被験者中 2 位), No-step は 115.1 ± 3.4 km/h (被験者中 1 位) であり, Lead-step が 4.7 km/h 速く, その差は 1% 水準で有意であった。最大値は Lead-step が 124.2 km/h (被験者中 2 位), No-step が 121.3 km/h (被験者中 2 位) であり, Lead-step が 2.9 km/h 速かった。最小値は Lead-step が 117.1 km/h (被験者中 1 位), No-step が 108.6 km/h (被験者中 1 位) であり, Lead-step が 8.5 km/h 速かった。

2) 被験者 K.M

Lead-step は 115.5 ± 3.3 km/h (5 位), No-step は 111.8 ± 3.0 km/h (5 位) であり, Lead-

表 4 DLT 解析から算出した送球の初速度

subject	velocity		max		min	
	Lead-step (km/h)(rank)	No-step (km/h)(rank)	Lead-step (km/h)(rank)	No-step (km/h)(rank)	Lead-step (km/h)(rank)	No-step (km/h)(rank)
T.K	$119.8 \pm 2.6(2)$ **	$115.1 \pm 3.4(1)$	124.2(2)	121.3(2)	117.1(1)	108.6(1)
K.M	$115.5 \pm 3.3(5)$ *	$111.8 \pm 3.0(5)$	123.1(3)	117.7(4)	111.6(4)	107.3(3)
K.Y	$114.4 \pm 2.6(6)$	$112.0 \pm 3.2(4)$	117.2(7)	116.9(5)	109.5(5)	106.4(5)
M.N	$116.1 \pm 3.5(4)$	$114.0 \pm 3.1(2)$	121.6(5)	119.0(3)	109.3(6)	107.8(2)
J.S	$118.1 \pm 3.9(3)$ **	$111.7 \pm 2.8(6)$	122.1(4)	115.7(6)	113.6(3)	106.5(4)
T.S	$120.2 \pm 3.7(1)$ *	$113.8 \pm 5.8(3)$	126.4(1)	121.7(1)	115.8(2)	99.9(7)
K.H	$110.3 \pm 4.1(7)$	$107.6 \pm 2.7(7)$	117.4(6)	113.8(7)	102.6(7)	104.6(6)
mean	116.2 ± 4.7 **	112.2 ± 4.3	121.7 ± 3.1 **	118.0 ± 2.7	111.4 ± 4.5 *	105.9 ± 2.7

*: $P < 0.05$, **: $P < 0.01$

step が 3.7km/h 速く、その差は 5%水準で有意であった。最大値は Lead-step が 123.1km/h (3 位)、No-step が 117.7km/h (4 位) であり、Lead-step が 5.4km/h 速かった。最小値は Lead-step が 111.6km/h (4 位)、No-step が 107.3km/h (3 位) であり、Lead-step が 4.3km/h 速かった。

3) 被験者 K.Y

Lead-step は 114.4 ± 2.6 km/h (6 位)、No-step は 112.0 ± 3.2 km/h (4 位) であり、Lead-step が 2.4km/h 速かったが、その差は有意ではなかった。最大値は Lead-step が 117.2km/h (7 位)、No-step が 116.9km/h (5 位) であり、Lead-step が 0.3km/h 速かった。最小値は Lead-step が 109.5km/h (5 位)、No-step が 106.4km/h (5 位) であり、Lead-step が 3.1km/h 速かった。

4) 被験者 M.N

Lead-step は 116.1 ± 3.5 km/h (4 位)、No-step は 114.0 ± 3.1 km/h (2 位) であり、Lead-step が 2.1km/h 速かったが、その差は有意ではなかった。最大値は Lead-step が 121.6km/h (5 位)、No-step が 119.0km/h (3 位) であり、Lead-step が 2.6km/h 速かった。最小値は Lead-step が 109.3km/h (6 位)、No-step が 107.8km/h (2 位) であり、Lead-step が 1.5km/h 速かった。

5) 被験者 J.S

Lead-step は 118.1 ± 3.9 km/h (3 位)、No-step は 111.7 ± 2.8 km/h (6 位) であり、Lead-step が 6.4km/h 速く、その差は 1%水準で有意であった。最大値は Lead-step が 122.1km/h (4 位)、No-step が 115.7km/h (6 位) であり、Lead-step が 6.4km/h 速かった。最小値は Lead-step が 113.6km/h (3 位)、No-step が 106.5km/h (4 位) であり、Lead-step が 7.1km/h 速かった。

6) 被験者 T.S

Lead-step は 120.2 ± 3.7 km/h (1 位)、No-step は 113.8 ± 5.8 km/h (3 位) であり、Lead-step が 6.4km/h 速く、その差は 5%水準で有意であった。最大値は Lead-step が 126.4km/h (1 位)、No-step が 121.7km/h (1 位) であり、Lead-step が 4.7km/h 速かった。最小速度は Lead-step が 115.8km/h (2 位)、No-step が 99.9km/h (7 位) であり、Lead-step が 15.9km/h 速かった。

7) 被験者 K.H

Lead-step は 110.3 ± 4.1 km/h (7 位)、No-step は 107.6 ± 2.7 km/h (7 位) であり、Lead-step が 2.7km/h 速かったが、その差は有意ではなかった。最大値は Lead-step が 117.4km/h (6 位)、No-step が 113.8.0km/h (7 位) であり、Lead-step が 3.6km/h 速かった。最小値は Lead-step が 102.6km/h (7 位)、No-step が 104.6km/h (6 位) であり、No-step が 2.0km/h 速かった。

4. 送球動作中の身体重心の移動距離および移動速度

各被験者の送球動作と送球に要した時間の和が最も短い試技について、DLT 法を用いて算出した身体 20 ヶ所の 3 次元座標を松井の式⁹⁾に代入して身体重心を求めた。送球動作 (捕球からリリースまでの) 中の身体重心の移動距離および速度を表 5 に示した。

表5 送球動作中の身体重心の移動距離・時間・速度

subject	time		X				Y				z				abs			
	(sec)		range (m)		velocity (m/sec)													
	Lead	No	Lead	No	Lead	No	Lead	No	Lead	No	Lead	No	Lead	No	Lead	No	Lead	No
T.K	0.65	0.72	0.70	0.05	1.07	0.06	0.10	0.25	0.16	0.35	1.27	0.80	1.96	1.12	1.45	0.84	2.24	1.17
K.M	0.67	0.63	0.26	0.02	0.40	0.03	0.19	0.26	0.28	0.41	0.92	0.69	1.39	1.08	0.98	0.73	1.47	1.16
K.Y	0.77	0.70	0.26	0.20	0.33	0.29	0.22	0.35	0.29	0.50	1.36	0.73	1.77	1.04	1.40	0.83	1.83	1.19
M.N	0.62	0.63	0.07	0.11	0.11	0.18	0.27	0.39	0.43	0.61	0.95	0.68	1.54	1.07	0.99	0.79	1.61	1.25
J.S	0.72	0.65	0.20	0.09	0.27	0.14	0.25	0.10	0.35	0.15	1.03	0.66	1.44	1.01	1.08	0.67	1.50	1.03
T.S	0.63	0.62	0.22	0.01	0.35	0.01	0.29	0.27	0.46	0.44	0.67	0.68	1.06	1.10	0.76	0.73	1.21	1.19
K.H	0.65	0.65	0.12	0.29	0.18	0.44	0.31	0.36	0.47	0.55	0.68	0.72	1.04	1.11	0.75	0.86	1.16	1.32
mean	0.67	0.66	0.26	0.11	0.39	0.17	0.23	0.28	0.35	0.43	0.98*	0.71	1.46*	1.08	1.06*	0.78	1.57*	1.19
SD	0.05	0.04	0.20	0.10	0.32	0.16	0.07	0.10	0.12	0.15	0.27	0.05	0.34	0.04	0.28	0.07	0.37	0.09

*: P<0.05, **: P<0.01

(1) 全被験者の平均値

身体重心のX軸方向の移動距離(X-range)はLead-stepが 0.26 ± 0.20 m, No-stepが 0.11 ± 0.10 m, 移動速度(X-velocity)はLead-stepが 0.39 ± 0.32 m/秒, No-stepが 0.17 ± 0.16 m/秒であった。

身体重心のY軸方向の移動距離(Y-range)はLead-stepが 0.23 ± 0.07 m, No-stepが 0.28 ± 0.10 m, 移動速度(Y-velocity)はLead-stepが 0.35 ± 0.12 m/秒, No-stepが 0.43 ± 0.15 m/秒であった。

身体重心のZ軸方向の移動距離(Z-range)はLead-stepが 0.98 ± 0.27 m, No-stepが 0.71 ± 0.05 mであり, Lead-stepが0.27m長く移動しその差は5%水準で有意であった。移動速度(Z-velocity)はLead-stepが 1.46 ± 0.34 m/秒, No-stepが 1.08 ± 0.04 m/秒であり, Lead-stepが0.38m/秒速く, その差は5%水準で有意であった。

身体重心の3次元の移動距離(ABS-range)はLead-stepが 1.06 ± 0.28 m, No-stepが 0.78 ± 0.07 であり, Lead-stepが0.28m長く移動しその差は5%水準で有意であった。3次元の速度(ABS-velocity)はLead-stepが 1.57 ± 0.37 m/秒, No-stepが 1.19 ± 0.09 m/秒であり, Lead-stepが0.38m速くその差は5%水準で有意であった。

送球動作の身体重心の移動距離と送球速度の間にはLead-step ($r=0.635$, n. s.) No-step ($r=0.037$, n. s.)とも相関は認められなかった。

送球動作の身体重心の移動速度と送球速度の間にはLead-stepで相関($r=0.754$, $p<0.05$)が認められた。しかしNo-stepでは($r=0.214$, n. s.)認められなかった。

5. リードステップの際の右軸足の着地位置・移動距離・移動時間・移動速度

各被験者の全送球時間が最も短い試技について, リードステップの際の右軸足の座標(X-Z平面上)をDLT法を用いて算出した。右軸足の捕球時の位置(X,Z)を(0,0)としたときのリードステップ後の座標, 移動距離, 移動時間, 移動速度を表6に示した。またリードステップした右軸足の位置を図5に示した。

(1) 全被験者の平均

リードステップの際に右軸足は, X軸方向に -0.43 ± 0.20 m, Z軸方向に 0.34 ± 0.27 mの位置に移動した。移動距離は 0.56 ± 0.31 m, 移動時間は 0.15 ± 0.04 秒, 移動速度は 3.52 ± 1.24 m/secであった。

表6 リードステップ時の右軸足の座標, 移動距離・時間・速度

subject	position		distance		time		velocity	
	X (m)	Z (m)	(m)	(rank)	(sec)	(rank)	(m/sec)	(rank)
T.K	-0.80	0.80	1.13	(1)	0.22	(1)	5.20	(1)
K.M	-0.33	0.18	0.37	(6)	0.13	(5)	2.81	(6)
K.Y	-0.48	0.67	0.83	(2)	0.18	(2)	4.52	(2)
M.N	-0.37	0.29	0.47	(5)	0.12	(6)	4.03	(3)
J.S	-0.45	0.31	0.54	(3)	0.15	(4)	3.62	(4)
T.S	-0.07	0.05	0.09	(7)	0.08	(7)	1.06	(7)
K.H	-0.51	0.06	0.51	(4)	0.16	(3)	3.43	(5)
mean	-0.43	0.34	0.56		0.15		3.52	
SD	0.20	0.27	0.31		0.04		1.24	

この右軸足の移動距離と送球動作時間 ($r=0.524$, n. s.) および右軸足の移動速度と送球動作時間 ($r=0.407$, n. s.) との間には相関は認められなかった。

また右軸足の移動距離と送球速度 ($r=0.418$, n. s.) および右軸足の移動速度と送球速度 ($r=0.346$, n. s.) との間にも相関は認められなかった。

(2) 各被験者の値

1) 被験者 T.K

ステップ位置は X 軸に -0.80m , Z 軸に 0.80m であり X 軸, Z 軸に対して等距離の位置にステップを行った。移動距離は 1.13m (全被験者中 1 位) であり, 移動時間は 0.22 秒 (全被験者中 1 位), 移動速度は 5.20m/sec (全被験者中 1 位) であった。

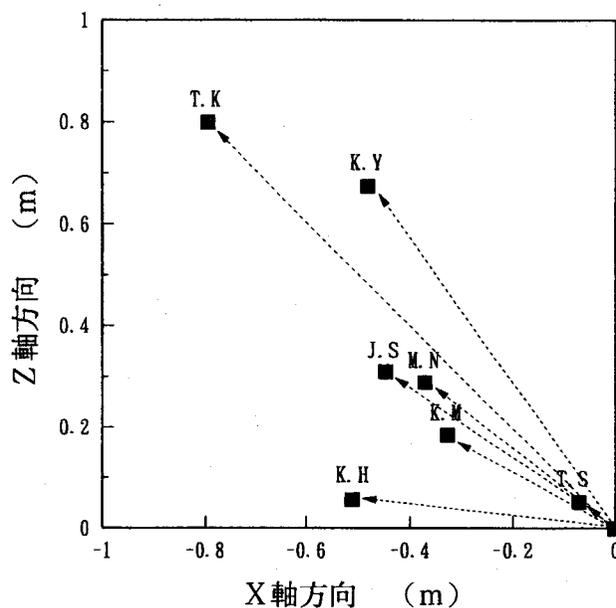


図5 リードステップ時の右軸足の位置

2) 被験者 K.M

ステップ位置は X 軸に -0.33m 、Z 軸に 0.18m であり、投球方向に対して左サイド (X 軸方向) に大きなステップを行った。移動距離は 0.37m (6 位) であり、移動時間は 0.13 秒 (5 位)、移動速度は 2.81m/sec (6 位) であった。

3) 被験者 K.Y

ステップ位置は X 軸に -0.48m 、Z 軸に 0.67m であり、投球方向 (Z 軸方向) に大きなステップを行った。移動距離は 0.83m (2 位) であり、移動時間は 0.18 秒 (2 位)、移動速度は 4.52m/sec (2 位) であった。

4) 被験者 M.N

ステップ位置は X 軸に -0.37m 、Z 軸に 0.29m であり、比較的左サイド (X 軸方向) に大きなステップを行った。移動距離は 0.47m (5 位) であり、移動時間は 0.12 秒 (6 位)、移動速度は 4.03m/sec (3 位) であった。

5) 被験者 J.S

ステップ位置は X 軸に -0.45m 、Z 軸に 0.31m であり、比較的左サイド (X 軸方向) に大きなステップを行った。移動距離は 0.54m (3 位) であり、移動時間は 0.15 秒 (4 位)、移動速度は 3.62m/sec (4 位) であった。

6) 被験者 T.S

ステップ位置は X 軸に -0.07m 、Z 軸に 0.05m であり X 軸、Z 軸に対してほぼ等距離の位置に、被験者中最も小さなステップを行った。移動距離は 0.09m (7 位) であり、移動時間は 0.08 秒 (7 位)、移動速度は 1.06m/sec (7 位) であった。

7) 被験者 K. H

ステップの位置は X 軸に -0.51m 、Z 軸に 0.06m であり、左サイド (X 軸方向) に大きなステップをおこなった。移動距離は 0.51m (4 位) であり、移動時間は 0.16 秒 (3 位)、移動速度は 3.43m/sec (5 位) であった。

IV. 考 察

本研究では捕手の重要な任務の一つである二盗阻止送球について、2 種類のステップ動作に着目し、送球動作および送球に要する時間、送球の初速度、身体重心の移動について検討を行った。

1. Lead-step と No-step による送球動作および送球の所要時間

捕手が投球を捕球してから送球を二塁に到達させるまでに要した時間 (全送球時間) は、Lead-step が 2.11 ± 0.07 秒で No-step が 2.15 ± 0.05 秒であり、Lead-step による送球の方が 0.04 秒早く ($p < 0.01$) 二塁に到達する。この差は、Adair¹⁾ が大リーグ選手をもとにシュミレートした結果から、盗塁中の走者の位置にして約 0.4m に値する。

捕球からリリースまでに要した時間 (送球動作時間) は、Lead-step が 0.70 ± 0.05 秒で No-step が 0.69 ± 0.04 秒であり、No-step の方が若干短い傾向を示したが有意な差ではなかった。

リリースから二塁到達までに要する時間（送球時間）は Lead-step が 1.40 ± 0.04 秒で No-step が 1.46 ± 0.03 秒であり、Lead-step の方が 0.06 秒有意 ($p < 0.01$) に短い。この値を速度に置き換えると Lead-step が 99.7 ± 3.0 km/h, No-step が 95.6 ± 2.1 km/h であり、その差は 4.1 km/h ($p < 0.01$) であった。またリリース直後の送球の軌跡から算出した初速度は Lead-step が 116.2 ± 4.7 km/h, No-step が 112.2 ± 4.3 km/h でその差は 4.0 km/h ($p < 0.01$) であった

全送球時間の内、送球動作時間の割合は Lead-step が 33.3%, No-step で 32.1% であり、送球時間の割合は Lead-step が 66.7%, No-step が 67.9% であった。このようにステップの動作の有無にかかわらず全送球時間の約 2/3 はリリース後にボールが移動している時間であり、リードステップによって失う時間より、強い（速い）ボールを投げられることの方がより重要であることが示された。

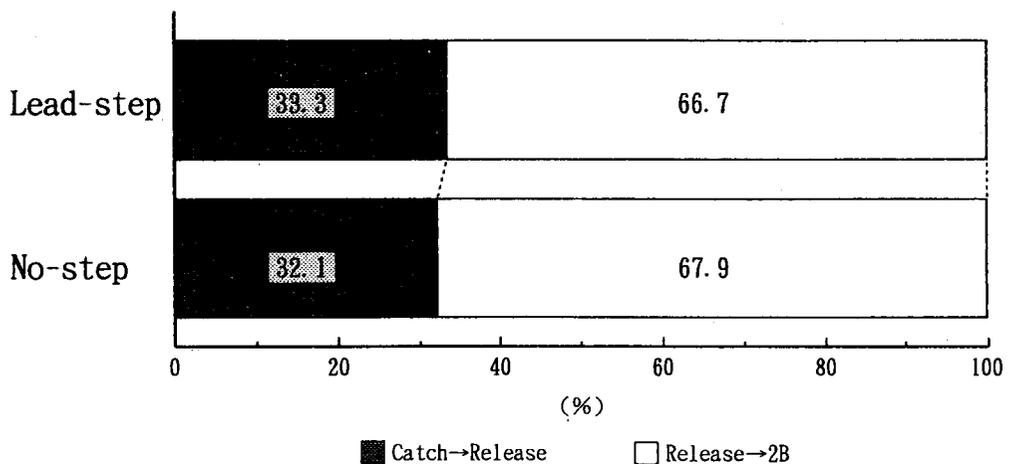


図6 送球動作および送球に要する時間の割合

テレビ放映された社会人および大学野球の試合から6名の一流捕手の二盗阻止送球（各捕手とも1試技のみ、全て Lead-step）の所要時間を参考までに算出した。送球動作時間は 0.70 ± 0.06 秒 (35.7%)、送球時間は 1.26 ± 0.05 秒 (64.3%)、全送球時間は 1.96 ± 0.07 秒であり、速度に換算すると 110.81 ± 4.69 km/h であった。この値と今回検討の対象とした被験者とを比較すると、送球動作時間には差はみられなかったが、送球時間には 0.14 秒、速度にして 11.1 km/h の比較的大きな差がみられた。

今回実験を行った時期は東北地方の社会人・大学野球チームにとってはオフシーズンであり、実験日の気温もかなり低かったこともあり、直接的な比較をする事はできないが、全体としては送球能力に差があると言わざるをえない。

2. 送球動作（捕球からリリースまで）について

送球動作を細分した所要時間からは、捕球から左足を踏み出すまでの時間が No-step が有意 ($p < 0.05$) に短かった。Jobe ら⁹⁾は投球動作を5つのステージに分けているが、この左足の踏み出し時期は、ちょうど第2期「アーリーコッキング」と第3期「レイトコッキング」の中間にあたり、投球腕の肩関節を外旋させその後の加速に備える体勢を整えた状態である。つまり No-step は Lead-step と比較してボールを加速させる体勢を早く作ることができるものと考

えられる。個人間の比較では、Lead-step, No-step にかかわらずこの左足の踏み出しが行われた時点での順位(図3,4)とリリース時の順位とに大きな差はなく、送球動作の迅速性の差は左足を着地する以前につくものと考えられる。

捕球から右手にボールを持ち換えるまでの時間も No-step の方が若干短い傾向であった。これは送球に備えて Lead-step する際に、左肩を送球方向に向けるため半身の姿勢となるため、右手の位置がミットから離れやすくなりボールの握り換えに時間がかかったものと推測される。一般に送球動作において素早くボールを握り換えることはその後の諸動作に先だつ重要な動作であり、ボールを確保できなければ素早く強い送球を行うことはできないと考えられている。そこで捕手が盗塁に備える場合はフェールチップの危険を省みず右手をミットの近くに置きボールを握り換える時間を極力短縮するべきだとされてきた。しかし今回の結果からはステップにかかわらず被験者が右手にボールを持ち換えた時点での順位とリリース時の順位との間に関係は認められなかった。

捕球からトップまでの所要時間も、No-step の方が若干短い傾向がうかがえる。松永の内野手の送球動作を扱った研究⁹⁾では、動作に習熟してくると捕球後に身体が送球方向に移動するため、相対的に投球腕が後方に引かれそのまま送球できるとしている。しかし今回の捕手の送球では Lead-step によって送球方向へ身体を移動させてもトップまでの時間は短縮されなかった。

Lead-step 送球において右足の着地時点での順位と、リリース時の順位とはほぼ等しかった。このことは、「Lead-step は送球動作のリズムを作る」⁷⁾¹³⁾といわれるように Lead-step 足の着地を早くすることによって送球動作の所要時間を短縮させられる可能性があることを示唆している。

3. リードステップ時の右足の移動について

今回の実験では投球コースはほぼまん中であったのに対し、被験者の Lead-step の位置や大きさには大きな差があった。一般に Lead-step は投球コースに合わせて行い、まん中の投球は前方へ、インコースの投球は左側に、アウトコースの投球は右側にステップする¹³⁾とされている。しかし今回の実験では平均すると前方に 0.34 ± 0.27 m, 左サイドに 0.43 ± 0.20 m (図5)と概ね左側前方に Lead-step がなされていた。このことは Lead-step が身体に送球方向への速度を持たせる意味合いと、左腰・左肩を送球方向に向けやすくして、投げる体勢をつくる意味があると考えられる。また、打者を立たせなかったため捕手の Lead-step に制約がなく実際の試合の場面とは異なるかも知れない。

Lead-step の大きさについては 1.12m から 0.09m まで被験者によって大きな差があった。また移動速度についても 5.20m/sec から 1.06m/sec まで大きな差があった。しかし、Lead-step の大きさと送球動作の所要時間 ($r=0.524$, n. s.), Lead-step の右足の移動速度と送球動作の所要時間 ($r=0.407$, n. s.), 移動距離と送球速度 ($r=0.418$, n. s.), 移動速度と送球速度 ($r=0.346$, n. s.) のいずれの間にも相関は認められなかった。

4. 身体重心の移動について

重心の移動については、送球方向への距離、速度とも Lead-step が No-step より有意に大きかった。また送球方向に対して左側への距離、速度も Lead-step が大きい傾向があり、水平方向の移動は当然のことながら Lead-step が大きく速い傾向を示した。しかし垂直方向へは重心の移動は No-step の方が距離、速度とも大きい傾向を示した。これはステップ動作により

身体を加速させられない分、垂直方向に重心を引き上げ、位置エネルギーを蓄えたものと考えられる。

重心の移動距離は Lead-step で $1.06 \pm 0.28\text{m}$ (身長 60.6%)、No-step で $0.78 \pm 0.07\text{m}$ (身長 44.6%) であった。平野⁹⁾らが日本のプロ野球投手 5 名 (身長 1.82 ± 0.03) を写真解析した値は $0.95 \pm 0.03\text{m}$ であり、この値は身長の 52.4% に相当する。投手の場合、傾斜したマウンドから時間に制約を受けずに投球することができるので捕手の No-step 送球より重心の移動を大きくすることができる。しかし捕手が二盗阻止送球において Lead-step を用いることで投手の重心の移動距離より大きく移動できることは興味深い。

一般に送球時の重心移動を大きくすることは、ボールに力を作用させる距離を長くすることになり、ボールへの仕事量を増すことができると考えられる。今回の実験でも Lead-step の重心の移動速度と送球速度の間には相関 ($r=0.754, p<0.05$) が認められた。しかし、No-step の重心の移動速度と送球速度には相関 ($r=0.214, n.s.$) は認められなかった。また重心の移動距離と送球速度の間には、Lead-step ($r=0.635, n.s.$)、No-step ($r=0.037, n.s.$) とも相関が認められなかった。このことから Lead-step での送球速度の増加に重心の移動速度が大きく影響しているものと考えられる。

以上のように、捕手の二盗阻止送球においては Lead-step を用いた方が有利であり、その差は送球動作時の重心の移動速度を高められ、速度の高い送球が可能となるためと考えられる。しかし実際の試合の場面では打者の立つ位置や投球コースによってリードステップできる位置も違って来るであろうし、捕手の Lead-step の習熟度にも影響を受けるであろう。

また二盗阻止において、送球がベースから 1m ずれば走者は 2m の距離をかせぐ¹⁾といわれており、僅差でアウト・セーフが分かれる盗塁阻止の場面では送球の正確性も非常に重要である。今回取り上げなかった送球の正確性を加味した研究が待たれる。

なお各被験者の Lead-step と No-step の球速の間には高い相関 ($r=0.936, p<0.01$) があった。このことはステップにかかわらず肩の強い者は速い送球ができることを示し、また投距離が一定の場合の正確性は投能力が高い者ほどよい¹²⁾といわれていることなどから、二盗阻止送球の上達には Lead-step の送球動作を習熟する一方で、肩を鍛える練習も重要と思われる。

V. ま と め

本研究では、捕手にとって重要な任務の一つである盗塁阻止送球について、そのステップ動作に着目して検討を行い、以下の知見を得た。

1. 二盗阻止送球時の捕球から二塁到達までの所要時間は、リードステップ送球がノーステップ送球より有意に短い。
2. その所要時間の差は送球の速度の差による。
3. リードステップ送球では重心の移動距離・移動速度が伸びた。また重心の移動速度と送球速度との間には相関があることから、リードステップによってボールに作用させる力と距離を伸ばし、送球の速度を増したものと考えられる。
4. リードステップ時の右軸足の移動距離・移動速度と送球速度との間には相関は認められなかった。

引用文献

- 1) Adair, Robert K. : The Physics of Baseball 2nd edition, HARPERCOLLINS PUBLISHERS, 1994.
- 2) Bench, Johnny : Catching and Power Hitting. The Viking Press, Inc. 1975,
- 3) Campanis, Al : The Dodger's Way to Play Baseball, E. P. Dutton & Co. , Inc. , 1954.
- 4) 平野裕一, 浅見俊雄, 野球の投球動作とその指導, 体育の科学, 38, 93-100, 1988.
- 5) 池上康男, 写真撮影による運動の3次元解析法, Japan Journal of Sports Sciences, Vol. 2-No. 3, 1983.
- 6) Jobe, F.W., Kvitne, R.S. : 米国プロ野球選手の肩関節と肘関節の障害, Jap. J. Sports Sci. , 9, 429-442, 1990.
- 7) 功力靖雄, アマチュア野球教本(練習のマニュアル), ベースボール・マガジン社, 1991.
- 8) 松井秀治, 運動と身体の重心, 杏林書院, 1958.
- 9) 松永尚久, 内野手の投球動作の習熟, 体育の科学, 24, 448-452, 1974.
- 10) ピート・ローズ / ボブ・ハーツェル, ピート・ローズの野球教室, ベースボールマガジン社, 1981.
- 11) 鈴木惣太郎, 現代野球百科, ベースボールマガジン社, 1975.
- 12) 豊島進太郎, 星川保, 投げ出されたボールの速度と正確性からみた投運動の調整力, 「身体運動の科学Ⅱ」, 身体運動のスキル, キネシオロジー研究会編, 168-177, 杏林書院, 1976.
- 13) 土屋弘光, NEW 野球テクニク<投手・守備編>, 学研, 1988.
- 14) Winfield, Dave : The Complete Baseball Player, Avon Books, 1990.