

野球における二塁までのベースランニング時の走塁
コースの分類に関する試案：中学生及び高校生によ
る自由走路疾走条件を事例として

木野村 嘉 則
木 下 達 生
波 戸 謙 太
葛 原 憲 治

愛知東邦大学

野球における二塁までのベースランニング時の走塁コースの分類に関する試案：中学生及び高校生による自由走路疾走条件を事例として

木野村 嘉 則*
木 下 達 生**
波 戸 謙 太***
葛 原 憲 治*

1. 緒言
2. 方法
 - 1) 対象者
 - 2) 実験試技
 - 3) 測定項目および算出項目
 - 4) 統計処理
3. 結果
4. 考察
5. まとめ
6. 引用文献

1. 緒言

野球とは双方のチームが9回の攻撃と守備を繰り返しながら、総得点を競うゲームである。野球の得点は進塁することによって得点期待値が上昇する（鳥越，2014）。より多くの塁に進塁しようとするを狙うには、打撃能力だけではなく、打った後の走塁に関する能力も高くなければ二塁や三塁への到達が困難となることが理解できる。そのため、走塁は得点するための重要な要因の一つと言える。

Coleman and Terry（2004）はメジャーリーグの年間の一塁ベースへの疾走スピードについて検討し、試合中に一塁ベースへ全力に近い疾走を行う割合が49.4%であったと報告した。この研究では二塁打の際に全力疾走する割合については明らかとなっていないが、打撃時の走塁能力を高めることで単打が二塁打をはじめとした長打となるケースが増加することが考えられる。末木（2017）は高校野球にて出塁率と長打率を加算して算出するOn-base plus slugging（以下、OPS）

* 愛知東邦大学人間健康学部

** 東邦高等学校 専任講師

*** 筑波大学大学院人間総合科学研究科体育学専攻

が勝利に貢献することを明らかにしている。岡田ら（2013）はOPSを総合的な打撃能力の指標としているが、打撃時に単打ではなく長打の結果を得るには、打撃能力だけではなく走塁能力を高めることは有効となろう。

これまで、走塁技術に関しては、スライディングの技術に関する比較（Hanson and Hsieh, 2015）、触塁時のスライディングと走り抜けの比較（Ficklin et al., 2016）、盗塁時の成功率と疾走能力の関係（Bricker et al., 2016）が明らかとされてきた。

ベースランニング時のタイムに関して、塁間や一定区間の走塁時間を比較した研究（羽鳥, 1977；羽鳥, 1978）や、野球選手は陸上競技選手と比較して直線走のタイムとベースランニングタイムの比率が小さく、野球選手が疾走方向を変える技術やベースランニングの効率に優れていることを示した研究（Miyaguchi et al., 2011）が行われている。また、Young et al., (2002) は疾走方向の変化には疾走速度、脚の筋力、方向転換の技術と戦術が影響すると述べている。Tsuno et al., (2016) は二塁打に見立てた方向転換走の能力と直線の疾走能力の関係をより詳細に検討し、一塁から二塁への走行時に、膨らんだ走路を走っている人ほど直線走のタイムとベースランニングタイムの比率の差が大きいことを示した。

走塁時の経路に関する研究では、大岡ら（2013）は二塁から本塁までのベースランニングタイムには直線での走力が高いことが重要だと報告した。また、走力が高い人ほど三塁到達前の総移動距離が大きく、より膨らむことで加速距離を獲得していたが、三塁から本塁への走塁経路については疾走能力に影響を受けないことを報告した。

一方で、野球の指導書によると走塁時の走路については「大きく膨らみすぎないこと」や「最短距離で走ること」といったあいまいな表現が多い（池田, 2015；三木, 2016）。二塁までの到達時間を短縮するには、こうした表現をヒントにしながら、感覚的に走路を調整していくことが必要となる。

野球のルール上走路の選択の幅は自由度が大きく、選手自身が走路選択を行い、走路の選択に関して根拠を基にした指導が行われていないのが現状である。より走塁に有利な走り方について選手に指導しようとした際には、選手が走りやすいコース取りについて分類され、選択肢を提示できることは、より効率の良いトレーニング実施のために有益となろう。そこで本研究では、選手が自由に走路を選択した際の二塁到達までのタイムと選択した走路について検討し、走塁時のコースを定量化することで、選手が選択できるコース取りを提示することを目的とした。

2. 方法

1) 対象者

対象者は野球部に所属している男子中学生9名、男子高校生9名であった。男子中学生の年齢は 13.2 ± 1.0 歳、身長は 1.56 ± 0.11 m、体重は 49.3 ± 8.3 kg、男子高校生の年齢は 16.2 ± 0.7 歳、身長は 1.76 ± 0.04 m、体重は 73.2 ± 11.8 kgであった。中学生は少なくとも野球の競技経験を3年以上、高校生は6年以上有しており、1週間におおむね中学生が14時間程度、高校生が29時間程度のト

レーニングを行っていた。本研究は所属する大学の研究倫理指針（人に関する研究）に基づいて行われた。対象者には事前に本研究の目的や危険性などを十分に説明し、本研究への参加協力は、自由意志によるもので同意が得られない場合は研究には使用しないこと、また、参加に同意した後であっても、同意を撤回できること、研究に同意しないことで不利益を生じることが無いことについて説明した。

2) 実験試技

実験試技として対象者に本塁手前より二塁まで全力疾走を行わせた。走路は自由とし、それぞれの対象者にできるだけ早く二塁に到達しようとするように指示した。対象者には走塁の練習時間を確保した後に、1本の試技を行わせた。また、土のグラウンドにて50m直線走を1本行わせた。

3) 測定項目および算出項目

50m直線走のタイムおよび二塁までの到達時間（以下、ベースランニングタイム）の測定にはストップウォッチ（HS-80TW-1JH、CASIO社製）を用いた。

走塁コースおよびその際に測定した距離に関して図1に示した。走塁コースの中で塁間を結んだ基準線に対して最も離れた地点について本塁から一塁までの間をBP1、一塁から二塁までの間をBP2とした。基準線からの距離をそれぞれLD1およびLD2とし、その際の基準線から一塁ベースまでの距離をFD1およびFD2として、それぞれメジャーで計測した。

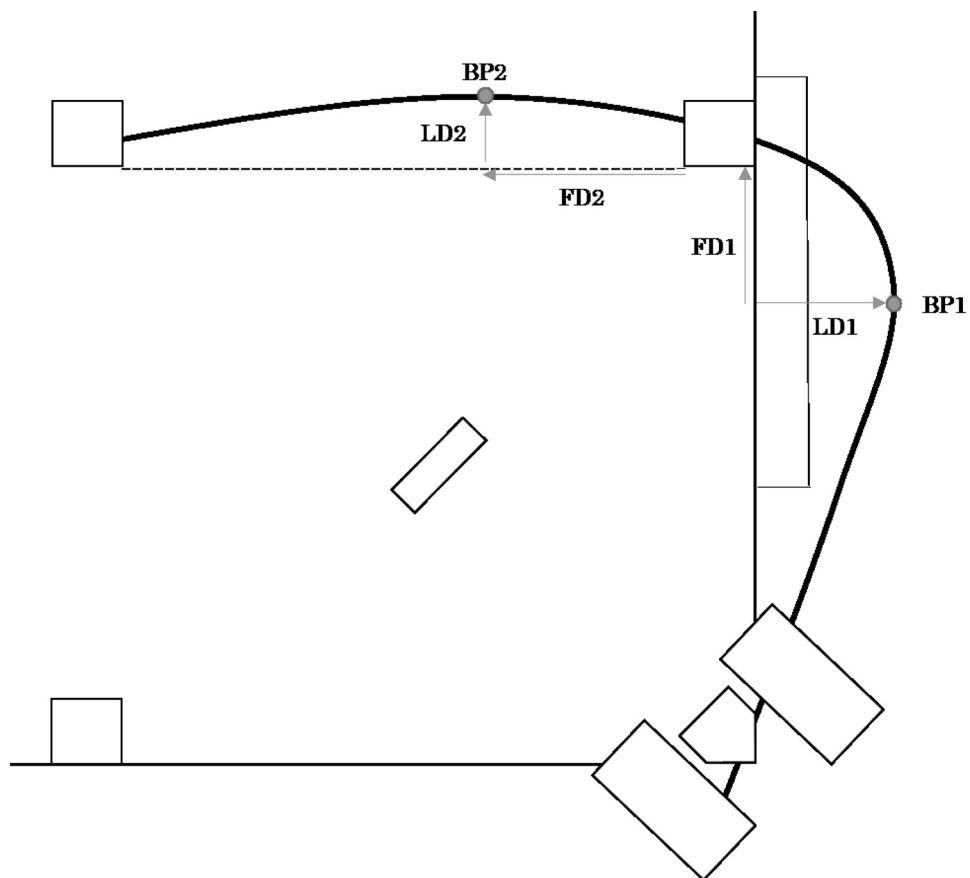
この際、BP1から一塁到達までに要した歩数、一塁からBP2までに要した歩数を目視にて記録した。

4) 統計処理

中学生と高校生の各測定項目の差について検討するためにt検定を行った。また、走路に関する距離の変数間および疾走タイム、BP1から一塁までの歩数および一塁からBP2までの歩数との間の相関関係を検討するためにピアソンの積率相関係数を算出した。いずれの統計処理も有意水準は5%未満とした。

3. 結果

表1に中学生と高校生の50m走のタイム、二塁到達までのベースランニングタイム、LD1、FD1、BP1から一塁までの歩数、LD2、FD2、一塁からBP2までの歩数の平均値と標準偏差を示した。片側t検定の結果、50m走タイム ($p<0.01$) および疾走タイム ($p<0.05$) は高校生が中学生より有意に短く、高校生の疾走速度が直線走、ベースランニングともに高いことが明らかとなった。その他の変数については両群間に有意な差は認められなかった。



BP1: maximum bulged point between home base to first base
 LD1: lateral direction distance between home base to first base
 FD1: forward direction distance between home base to first base
 BP2: maximum bulged point between first base to second base
 LD2: lateral direction distance between first base to second base
 FD2: forward direction distance between first base to second base

図 1 走塁コースの計測地点の定義

表 1 中学生と高校生の50m走タイム、走塁タイム、走塁コース、BP1から一塁および一塁からBP2までの歩数の比較

	junior high school student	high school student	difference
50m sprint time (sec)	7.78 ± 0.69	6.89 ± 0.44	t=3.257, df=16, p<0.01
base running time (sec)	9.15 ± 0.56	8.55 ± 0.73	t=1.952, df=16, p<0.05
LD1 (m)	2.24 ± 0.56	2.03 ± 0.37	t=0.9384, df=16, n.s.
FD1 (m)	7.52 ± 1.31	8.74 ± 1.89	t=1.596, df=16, n.s.
number of steps from BP1 to first base (steps)	4.89 ± 1.05	5.00 ± 0.87	t=0.2443, df=16, n.s.
LD2 (m)	3.46 ± 1.29	3.89 ± 0.54	t=0.9380, df=16, n.s.
FD2 (m)	8.54 ± 3.03	8.38 ± 1.36	t=0.1456, df=16, n.s.
number of steps from BP1 to first base (steps)	4.89 ± 1.05	5.00 ± 0.87	t=0.2443 df=16, n.s.
number of steps from first base to BP2 (steps)	5.89 ± 1.69	5.89 ± 0.60	t=0.0 df=16, n.s.

表 2 に50m直線走および走塁時のタイムと、走路に関する変数、ベースランニングのタイム、BP1から一塁触塁までの歩数と、触塁からBP2までの歩数との間の相関係数を中学生、高校生それぞれについて示した。高校生の50m直線走タイムとベースランニングのタイムとの間に有意な正の相関関係が認められた ($p<0.001$) が、中学生では認められなかった。また、高校生では走路に関する変数や歩数に関する変数との間には有意な関係は認められなかったが、中学生では50m直線走およびベースランニングタイムが短い対象者ほどLD2が大きくなることが明らかとなった (それぞれ $p<0.05$)。

図 2 にBP1と基準線の距離 (LD1) のヒストグラムを示した。40%以上の対象者は一塁到達前に1.5から2m基準線から膨らんでおり、30%程度の生徒が2.0から2.5m膨らんでいることが明らかとなった。

図 3 にBP1から基準線に引いた法線 (LD1) と基準線の交点から一塁までの距離 (FD1) のヒストグラムを示した。図から一塁前5mから11mの間で広く分布していることが分かる。

図 4 にBP2と基準線の距離 (LD2) のヒストグラムを示した。約半数の対象者が3mから4mの間に分布し、30%近くが2mから3mの間に分布することが明らかとなった。

図 5 にBP2から基準線に引いた法線 (LD2) と基準線の交点から一塁までの距離 (FD2) のヒストグラムを示した。6mから10mの間の距離でBP2に到達する対象者が半数以上となり、2割

強の対象者が10mから12mの間に分布していることが分かる。

表 2 中学生と高校生の50m直線走タイムおよび走塁タイム、走塁コース、BP1から一塁および一塁からBP2までの歩数との間の相関係数

	junior high school		high school	
	base running time (sec)	50m sprint time (sec)	base running time (sec)	50m sprint time (sec)
base running time (sec)	1.000	0.538	1.000	0.913**
50m sprint time (sec)	0.538	1.000	0.913**	1.000
FD1 (m)	-0.634	0.118	0.040	0.048
LD1 (m)	-0.174	0.195	-0.547	-0.609
FD2 (m)	-0.462	-0.343	0.037	-0.157
LD2 (m)	-0.733*	-0.726*	0.625	0.429
number of steps from BP1 to first base (steps)	-0.372	0.392	0.020	0.065
number of steps from first base to BP2 (steps)	-0.204	-0.228	-0.185	-0.334

*: $p < 0.05$

**: $p < 0.01$

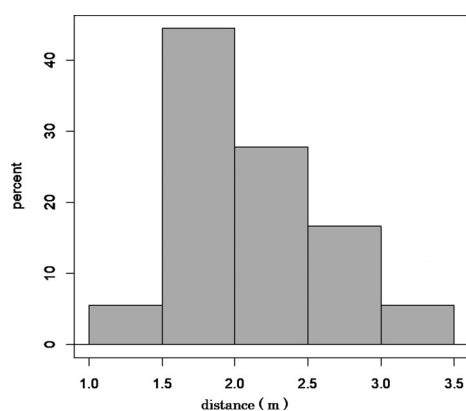


図 2 LD1のヒストグラム

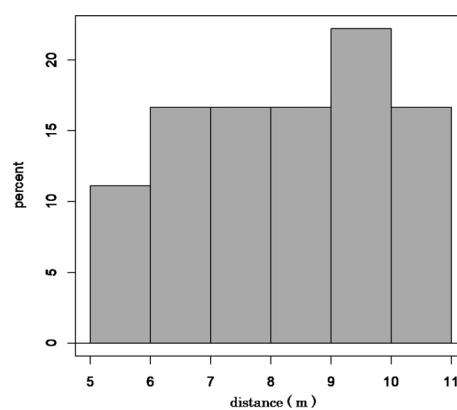


図 3 FD1のヒストグラム

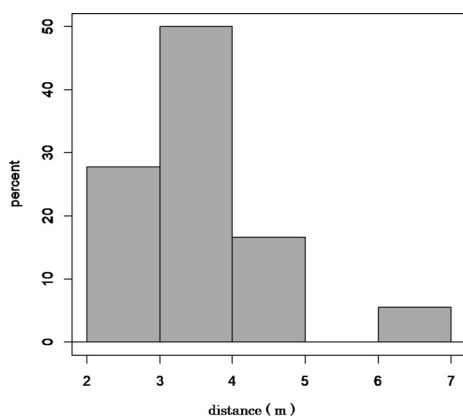


図4 LD2のヒストグラム

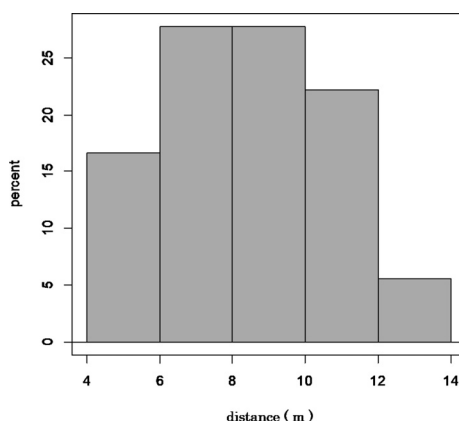


図5 FD2のヒストグラム

図6にBP1から一塁触壘までの歩数の分布をヒストグラムで示した。4歩から6歩前となった対象者がおよそ8割を占め、7歩から8歩前となった対象者が15%強いたことが明らかとなった。

図7にBP2が一塁から何歩目となっていたかをヒストグラムで示した。4歩から5歩目にBP2となった対象者が7割強であり、7歩以内にBP2に到達することが明らかとなった。

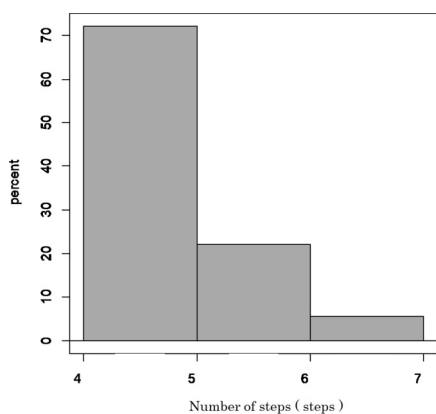


図6 BP1から一塁までの歩数

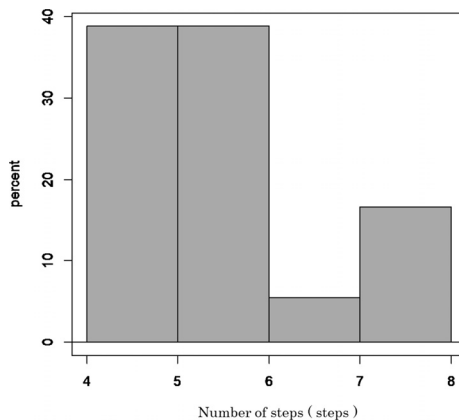


図7 一塁からBP2までの歩数

表3に走路コースに関する変数とベースランニングタイム、BP1から一塁触壘までの歩数と、触壘からBP2までの歩数との間の相関係数を示した。その結果、LD1とFD2 ($p<0.05$)、BP1から一塁触壘までの歩数 ($p<0.05$) との間、FD1とBP1から一塁触壘までの歩数 ($p<0.01$) との間、LD2とFD2 ($p<0.05$) との間、FD2と触壘からBP2までの歩数 ($p<0.01$) との間に有意な正の相関関係が認められた。

表3 走塁コースに関する変数とベースランニングタイム、BP1から触塁までおよび触塁からBP2までの歩数との間の相関係数

	LD1	FD1	LD2	FD2	base running time	S1	S2
LD1	1.000	0.367	-0.123	0.501*	-0.187	0.513*	0.456
FD1	0.367	1.000	0.457	0.344	-0.324	0.798**	0.254
LD2	-0.123	0.457	1.000	0.541*	-0.291	0.186	0.416
FD2	0.501*	0.344	0.541*	1.000	-0.203	0.214	0.938**
base running time	-0.187	-0.324	-0.291	-0.203	1.000	-0.174	-0.149
S1	0.513*	0.798**	0.186	0.214	-0.174	1.000	0.198
S2	0.456	0.254	0.416	0.938**	-0.149	0.198	1.000

S1: the number of steps from BP1 to first base

*: p<0.05

S2: the number of steps from first base to BP2

** : p<0.01

4. 考察

本研究では、野球での二塁打を想定し、本塁から二塁まで疾走する際の走路について定量化し、野球選手が最も速く走ろうとした際のコース取りのパターンを明らかにしようとした。このことによって、野球選手が個々に適したコース取りを試しながら走塁能力を高めようとした際の選択肢を提示することを目的とした。

中学生と高校生を比較した結果、両群には走塁タイムに有意な差が認められた (p<0.05, 表1)。これまで、直線での50m走での疾走タイムとベースランニングでのタイムが関係することが報告されてきた (羽鳥, 1977; 羽鳥, 1978; 大岡ら, 2013)。本研究では中学生と高校生にベースランニングおよび直線走のタイムに差が認められた。この際、高校生では直線走が速い対象者の方が走塁も速かった。しかしながら、中学生では直線走と走塁には関係が認められなかった (表2)。一方、高校生では、直線走が速い、すなわち短距離疾走能力が高い対象者ほどベースランニングも速かったにも拘わらず、走塁コースと疾走時のタイムには一定の関係は見いだせなかった。また、両群の走塁時のコース取りには有意な差が認められなかった。これらのことから、直線での疾走能力とベースランニングのタイムには、選手の年齢による違いや走塁に関わるスキル習得の差に何らかの関係がある可能性が考えられる。あるいは、走塁時に速く走るには直線走での疾走能力だけでなくコース取り選択の影響があるのかもしれない。そのため、走塁時にはそれぞれの選手が走りやすいコース取りを探索する必要があるだろう。

両群のコース取りに差がみられなかったことから、塁間で最も膨らんだ地点であるBP1およびBP2について両群を合わせてヒストグラムを作成してコース取りの分布を検討することとした。

その結果、BP1は一塁ベースの6mから11m程度手前で広範に分布し、その際の膨らみは側方に1.5mから2.0m以内が最も多く、その後2.0mから3.0mの間で膨らむ対象者が多かった（図2）。一塁ベース手前には3フィートラインが引かれているが、本研究から自由走路選択時にはおおむね、3フィートラインの2倍から3倍側方に膨らんで一塁ベースを触塁しようとする対象者が多かったことを示している。この際には、一塁ベースの4歩から6歩前以内に触塁する対象者でおおよそ8割を占め、8歩前以内に膨らみが完了し（図6）、ベースライン上で一塁から5mから11m以内の地点となることが明らかとなった（図3）。

一塁触塁後のBP2も同様に検討した結果、ベースラインに対して3.0から4.0m膨らむ対象者が最も多く半数近くとなり、ほとんどの対象者は5m以内の膨らみとなっていることが明らかとなった（図4）。この際のベースライン上の地点では4m程度から14m程度に広く分布し（図5）、おおよそ一塁から4歩目から7歩目の間の地点となること（図7）が明らかとなった。

これらの結果をまとめると、対象者によって膨らみが発生する際の一塁ベースとの距離に大きなばらつきがあり、このことは触塁前後に細かくステップを踏む対象者とストライドを大きく走る対象者が混在していることを示している。さらに、膨らみは3フィートラインを基準として2倍から3倍の間に分布し、対象者によって用いる走路選択の戦略が異なることを示唆している。

そこで、走塁時のコース取りの関係を見ると、LD1がより遠くにあり、一塁触塁前に側方に膨らんでいる対象者ほどFD2が大きく一塁触塁後により二塁に近い位置でBP2を迎えており、かつ、BP1から一塁触塁までの歩数が多かった。また、FD2が大きい対象者ほどLD2が大きく、一塁触塁後に側方にも膨らんだ走路となっていた（表3）。この際、BP1から一塁までの歩数は特にFD1との関係が強く、一塁前のより本塁に近い地点でBP1に到達していた。BP1から触塁までの歩数が多い対象者はLD1も大きかったが、LD1とFD1には相関関係が認められなかった。一方、一塁触塁後からBP2までの歩数が多いほどFD2が大きくなっていた（表3）。

つまり、多くのステップを踏みながらBP1から一塁に到達する走路には、より本塁に近い位置から直線的に触塁する走路と、大きく側方に膨らみながら、本塁よりも比較的一塁に近い位置から回り込む走路の2つの経路パターンを考えることができる。また、一塁触塁前に側方に膨らむかどうかと二塁への走路取りにおいて膨らむ地点が二塁よりになるかどうかに関係があることがわかった。この際、二塁への走路取りでBP2に達する位置がより二塁側になる対象者はBP2に至るまでの歩数が多いことがわかるが、二塁への走路取りで側方に大きく膨らむこととBP2までの歩数には関係が認められなかった。つまり、一塁触塁前に側方から大きく膨らんだ走路を取ることは、BP2に達する位置をより二塁側にして、一塁触塁後により直線的な走路となることが明らかとなった。

FD1が大きく一塁への触塁をより本塁に近い位置から直線的に行っている対象者には、触塁後のコース取りには一定の傾向は認められず、触塁後、膨らみながら走る経路と膨らまない経路の双方が考えられることがわかる。大岡ら（2013）は二塁から本塁へのベースランニングを分析し、より速い選手ほど三塁前にて膨らむことで加速していることを報告したが、本研究では膨らんで

加速する方法以外にも小回りして二塁へ走る方法や、直線的に一塁を触塁する方法でも速く走る対象者がいた。また、中学生では一塁触塁後に側方に膨らむ対象者のベースランニングタイムが短かった ($p<0.05$) が、高校生ではこの関係は認められなかった。本研究ではこの点についての理由は明らかとならなかったが、中学生の直線走タイムとベースランニングタイムの間に関係が認められなかったことから、走塁時のコース取りと短距離走の走能力との間には直接的な関係がないと考えられる。そこで、走塁時のコース取りの関係を検討し、適切な走塁コースが複数存在するとの仮説の基に走塁コースのパターン化を試みた。

そのため、選手が最適な走路を選択しようとしてコース取りを試す場合には、ベースライン上で触塁前のおおむね12m手前から触塁後の15m程度の範囲を観察・評価しながら走塁タイムを計測することで、選手ごとに適切な走路を選択できる可能性がある。その際には、一塁前に膨らむ側方への大きさを2m以内の小さなものとするか、3m程度の大きなものとするかによって、一塁触塁後に4、5歩で、より一塁に近い位置で二塁への膨らみを完了する（二塁方向に4m程度）走路か、7、8歩程度かけて膨らみ、より二塁側に近い地点まで膨らむ（二塁方向に10m以上程度）走路を選択して走ることが望ましい可能性がある。あるいは、一塁への触塁前の膨らむ位置を5から7歩程度として、より本塁側に近い位置で膨らみを終えて直線的に触塁した後に、一塁触塁時に鋭く曲がり二塁へのコース取りを小さく膨らむ走路か、一塁触塁時に速度を落とさないように大きく膨らむ走路が選択肢になると考えられる。

本研究では選手が最も早く二塁へ到達しようとした際のコース取りに関するパターンを見出し、走塁練習の際のコース取りの選択肢を提示しようとした。しかしながら、本研究ではそれぞれの対象者の固有の走路を分析しており、対象者が複数のパターンによるコース取りで走った時のタイムの分析を行っていない。そのため、今後の課題として、ある選手が本研究で明らかとなった4つの走路パターンを選択して走った時の走塁タイムの変化についての検討が考えられる。

5. まとめ

本研究の目的は選手が自由に走路を選択した際の二塁到達までのタイムと選択した走路について検討し、走塁時のコースを定量化することで、選手が選択できるコース取りを提示することであった。野球部に所属している男子中学生9名、男子高校生9名に、本塁から二塁までの全力疾走（ベースランニング）と直線での50m走を行わせた。主な結果は、以下の通りである。

- ① 高校生は中学生よりもベースランニングも50m走も速かったが、ベースランニング時のコース取りには有意な差は認められなかった。
- ② 中学生ではベースランニングと50m走のタイムの間には相関関係が認められず、高校生では有意な相関関係が認められた。しかし、高校生のベースランニングタイムとベースランニングのコース取りには関係が認められなかった。
- ③ ベースランニングの走路間関係では、一塁前に側方に膨らむほど、一塁触塁前のカーブの歩数が多くなり、前方方向へ二塁に近い位置で側方への膨らみの最大地点を迎えた。

一方、一塁触塁前の膨らむ地点がより本塁側となるかどうかと一二塁間の走路取りには一定の傾向がみられなかった。

これらのことから、走塁時のコース取りと短距離走の走能力との間には直接的な関係はなく、適切な走塁コースが複数存在する可能性がある。コース取りには、一塁前に側方に小さく膨らみ一塁触塁後に二塁への膨らみをより一塁に近い位置で完了する走路か、一塁前に側方に大きく膨らみ一塁触塁後に、より二塁に近い位置まで膨らむ走路かを選択する方法が考えられる。あるいは、より本塁に近い、一塁の手前の位置で膨らみを終えて直線的に一塁触塁し、二塁へのコース取りに際して、より鋭く曲がる、小さく膨らむ走路か、できるだけ減速しないように大きく膨らむ走路かを選択する走路を選択する方法が考えられる。

6. 引用文献

- Bricker, J. C., Bailey, C.A., Driggers, A.R., McInnis, T.C. and Alami, A. (2016) A new method for the evaluation and prediction of base stealing performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(11), 3044-3050.
- Coleman, E. and Dupler, T. L. (2004) Changes in running speed in game situations during a season of major league baseball. *Journal of Exercise Physiology online*, 7(3), 89-93.
- Fiklin, T., Dapena, J. and Brunfeldt, A. (2016) A comparison of base running and sliding techniques in collegiate baseball with implications for sliding into first base. *Journal of Sport and Health Science*, 5, 361-367.
- 羽鳥好夫 (1977) 野球における走塁に関する研究 (第1報) — 熟練者の本塁・2塁間の走塁について —. *東京学芸大学紀要 5部門, 芸術・体育*, 29, 173-178.
- 羽鳥好夫 (1978) 野球における走塁に関する研究 (第2報) — 初心者と熟練者の本塁・2塁間の走塁について —. *東京学芸大学紀要 5部門, 芸術・体育*, 30, 245-251.
- Hanson T. M. and Hsieh, C.T. (2015) Baseball feet-first sliding technique. *33rd International Conference on Biomechanics in Sports*, 945-948.
- 池田哲雄. (2015) プロ野球守備・走塁バイブル. ベースボールマガジン社. 東京.
- 三木肇 (2016) これでプロも変わった守備・走塁の技術と極意. 宝島社. 東京.
- Miyaguchi, K., Demura, S., Nagai, K. and Uchida, Y. (2011) Comparison of base running in baseball players and track-and-field athletes. *Health*, 3(1), 26-31.
- 岡田友輔・道作・三宅博人・morithy・蛭川皓平・高多薪吾・Student・水島仁 (2013) プロ野球を統計学と客観分析で考えるセイバーメトリクス・レポート2. 水曜社. 東京.
- 大岡昌平・藤村美歌・前田正登 (2013) 野球における進塁時間短縮方法に関する研究. *体育・スポーツ科学*, 22, 41-48.
- 末木新 (2017) 高校野球における試合の勝敗に影響を与える要因：投手力・打撃力・守備力の比較. *体育学研究*, 62, 289-295.
- 鳥越規央 (2014) 勝てる野球の統計学. 岩波書店. 東京.
- Tsuno, T., Nagahara, R., Mizutani, M., Matsuo, A., Nakamoto, H. and Maeda, A. (2016) Relationship of base-running performance with running direction and its change. *34th International Conference on Biomechanics in Sports*, 18-22.
- Young, W.B., James. R. and Montgomery, I. (2002) Is muscle power related to running speed with changes of direction? *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 42(3), 282-288.

[注] 分担について：本研究は研究仮説の立案を木下が主体的に行いながら木野村、葛原と検討を重ねながら仮説構築した。実験設定の立案は木下と木野村が主体的に行い、分析を木野村と波戸が担当した。考察は木野村と木下が主体的に行いながら、葛原、波戸と検討を重ねた。以上の検討の後、筆頭著者の木野村が共著者と協議しながら執筆した論文である。

受理日 平成29年10月 2 日