

[原著論文：査読付]

やり投げ競技者の助走局面から準備局面の特徴による投擲タイプの分類

松藤 圭汰¹⁾, 八板 昭仁^{1,2)}, 疋田 晃久²⁾

Classification of throwing types using characteristics from the run-up phase to the preparation phase in javelin throwers

Keita MATSUFUJI¹⁾, Akihito YAITA^{1,2)}, Akihisa HIKITA²⁾

Abstract

This study aimed to clarify the characteristics of the ways of throwing by classifying javelin throwers based on records performed under various conditions with a focus on the run-up phase to the preparation phase in javelin throws. Sixteen university male javelin throwers were asked to perform four kinds of throwing: a standing throw without a run-up; a one-cross-step throw; and a three-cross-throw. After computing the ratios of the measured performance mentioned above with their best records in the season, the classification was conducted using cluster analysis. As a result, the following three types were obtained: 1) “An upper-body dominated type,” which is dominated by power in the body stem and upper limbs and of which performance from a cross-step phase is equivalent to approximately 90% of the best record in the season; 2) “A type in proportion to the running-up speed,” which gradually increases from standing-throwing to the best record in the season and of which throwing performance improves in proportion to the running-up speed; and 3) “A lower-body dominated type” which is excellent in the Stretch-Shortening Cycle (SSC) of lower limbs and for which excellent throwing performance can be expected at a speed above a certain level with the increasing rate from three-cross-step throwing to the best record in the season at approximately 30%. As the “upper-body dominated type” and “lower-body dominated type” out of these classified types tend to have a high athletic level, it was suggested that it is needed to possess physical fitness such as SSC in the upper or lower limbs to obtain a certain athletic level.

KEY WORDS : An upper-body dominated type, A type in proportion to the running-up speed, A lower-body dominated type

1) 九州共立大学大学院スポーツ学研究科
2) 九州共立大学スポーツ学部

1) Graduate School of Sports Science, Kyushu Kyoritsu University
2) Faculty of Sports Science, Kyushu Kyoritsu University

緒言

陸上競技におけるやり投げは、競技者によって投射されたやりの飛距離を競う競技であり、その運動は、助走局面、クロスステップ局面、準備局面、投げ出し局面、最終局面に分類することができる¹⁾。助走局面において獲得した助走速度をクロスステップ局面で維持し、その速度を効果的に導入局面から投げ出し局面へスムーズに連動させることが必要であり、最終局面において動作に制動をかけてファウルラインを超えることなく投動作を終了させなければならない。各局面の関連については、助走局面からクロスステップ局面において助走速度と投げ出しの初速度との関連から助走速度の重要性が報告されており²⁾、助走からクロスステップ局面または準備局面においては、助走で得られた重心速度を急激に減速させる下肢のバリスティックなSSC運動の遂行能力が重要で、左脚（右投げの場合）の伸張性収縮力が要求される³⁾とされている。これらは、助走局面・クロスステップ局面から準備局面における助走速度とその活用に必要な能力について述べている。また田内ほか⁴⁾は、上肢のパワー発揮能力と競技力向上の関連において競技成績に優れるものは、筋の短縮性収縮パワーに優れる傾向にあると述べており、山本ら⁵⁾は下肢で生み出されたエネルギーを効率よく上肢へ連動することがやりの速度を高めると報告している。これらは、助走後のクロスステップ局面から準備局面を経て投げ出し局面へ至るスムーズな力の移行の重要性を述べている。したがって、やり投げの競技力向上を志向するためには助走局面の保持走で獲得した走速度をクロスステップ局面に繋げ、下肢のSSC運動による助走速度を利用した投擲が必要になり、とりわけ助走局面における助走速度が重要になると考えられる。しかし、国内トップレベルの競技会を概観してみると必ずしも助走速度と投擲距離に関連が認められるとは限らない競技者が散見される。これらは、自らの助走速度を調整し上肢・下肢のパワー発揮能力の特徴に合わせた投擲を行っていると考えられ、各局面の連携や連動、パワー発揮と助走局面との関係には選手による得意不得意があると考えられる。

一方、競技力向上のためのトレーニングにおいては、一般的にそれらの特徴を考慮したトレーニング内容にはなっておらず、どの選手も似たような同様のトレーニングを行っていることが多い。助走速度が速い選手と助走速度が遅い選手においては、下肢のパワー発揮能力が優れている選手とそうでない選手、上肢のパワ

ー発揮能力が優れている選手とそうでない選手が混在している可能性は否定できず、自らの投擲タイプに合わせた効果的なトレーニングがより競技力の向上に繋げることができると考えられる。選手の競技力向上のためには、選手個人が自らの投擲方法の特徴を明確にし、得意な能力を向上させるまたは不足している能力を補うためのトレーニングが必要になると考えられる。

そこで本研究は、やり投げにおける投運動の助走局面から準備局面までに注目し、様々な条件下での投擲記録から選手の分類を試み投擲方法の特徴を明らかにすることを目的とする。投擲方法の特徴を明らかにすることは、競技者の特徴にあった効果的なトレーニング方法を組み立てるために重要な示唆を与えるものと期待できる。

方法

1. 被験者

本研究は、投擲方法に言及することから一定水準の競技力を有する選手が必要であった。やり投げの競技者は、高等学校から競技を始めることが多いことから、やり投げを専門としている男子大学生16名を対象とした。対象となった被験者の年齢、身長、体重、投擲記録などの特性を表1に示した。なお本研究は、九州共立大学研究倫理審査委員会の承認（2019-13）を得た上で、被験者に研究趣旨、測定内容および研究データが研究目的以外に使用されないこと、研究発表時に個人が特定されないことを書面と口頭によって説明し、研究協力の同意を得た上で実施した。

表1. 被験者特性

被験者	(人)	16
年齢	(歳)	20.38 ±0.78
身長	(cm)	175.27 ±6.87
体重	(kg)	79.51 ±6.49
自己ベスト記録	(m)	67.33 ±8.31

2. 実験手順

本研究は、やり投げの投運動における助走局面から準備局面までに注目していることから助走なしの立ち投げ、1クロスステップ投げ、3クロスステップ投げの投擲結果を測定した。各条件とも1-2回の練習試技の後、対象者の主観による成功試技2-3回を計測

試技とし、計測試技の中で最も記録のよい投擲を分析対象とした。投擲試技の順序は無作為に実施した。

3. 統計解析

測定した助走なしの立ち投げ、1クロスステップ投げ、3クロスステップ投げによるそれぞれの投擲記録は、シーズンベスト記録（以下、SB）に対する比率を算出し、クラスター分析を用いて分類した。また、各測定項目は平均値±標準偏差で示した。クラスターリングには、個体間の距離はユークリッド距離、クラスター間の距離の測定はWard法をそれぞれ用いた。分類されたクラスターの対象者の記録からやり投げの投擲方法における助走局面から準備局面までの特徴を検討した。

結果

表2は、すべての被験者の3種類の投擲の記録を示したものである。助走なしの立ち投げはDの53.80mが最高値であり、Cの31.30mが最低値であった。全体の記録は 43.51 ± 5.81 m（以下、同様に最高値、最低値、全体平均値±標準偏差の数値だけを記述する）であった。1クロスステップ投げは、Dの63.25m、Cの

35.40m、 49.24 ± 6.38 mであり、3クロスステップ投げは、Aの69.00m、Cの41.00m、 55.82 ± 7.40 mであった。SBは、Aの77.89m、Cの44.99m、 67.33 ± 8.31 mであった。表3は助走なしの立ち投げ、1クロスステップ投げ、3クロスステップ投げの投擲記録のSBに対する比率を表わしたものである。助走なしの立ち投げは、Dの73.8%、Nの59.1%、全体は65.2%であった。1クロスステップ投げは、Dの86.7%、Nの61.3%、全体74.1%であり、3クロスステップ投げは、Bの92.1%、Pの72.5%、全体83.5%であった。すべての被験者において助走局面からクロスステップ局面が長くなるほど記録は高値を示した。

図1は、助走なしの立ち投げ、1クロスステップ投げ、3クロスステップ投げの投擲記録のSBに対する比率からクラスター分析したデンドログラムである。距離を0.2で区切ると3個のクラスターに分類され、第1クラスターは、BとCにAが結合し、さらにDが結合した4名で構成されるクラスターとなった。第2クラスターは、EとFにGが結合し、IとJにKが結合しさらにHが結合したものに、LとMが結合した9名が含まれるクラスターとなった。第3クラスターは、OとPにNが結合した3名のクラスターとなった。

表2. 被験者ごとの3種類の投擲の記録 (m)

被験者	助走なしの立ち投げ	1クロスステップ投げ	3クロスステップ投げ	シーズンベスト
A	53.00	61.00	69.00	77.89
B	48.00	54.00	65.00	70.55
C	31.30	35.40	41.00	44.99
D	53.80	63.25	65.20	72.93
E	50.84	56.64	63.43	75.91
F	46.60	50.32	58.22	68.59
G	44.15	51.00	55.65	66.30
H	47.15	58.00	64.20	74.21
I	43.50	49.40	57.70	66.66
J	39.00	45.00	52.60	61.41
K	40.58	48.90	56.95	66.36
L	37.70	43.90	48.60	61.22
M	34.00	41.40	44.80	56.75
N	44.00	54.50	54.50	74.40
O	45.80	53.90	53.90	73.58
P	46.99	51.80	51.80	71.46
平均	43.51	49.24	55.82	67.33
標準偏差	5.81	6.38	7.40	8.31

表3. 被験者ごとの3種類の投擲の投擲記録のシーズンベストに対する比率 (%)

被験者	助走なしの 立ち投げ	1クロス ステップ投げ	3クロス ステップ投げ
A	68.0	78.3	88.6
B	68.0	76.5	92.1
C	69.6	78.7	91.1
D	73.8	86.7	89.4
E	67.0	74.6	83.6
F	67.9	73.4	84.9
G	66.9	77.2	84.3
H	63.5	78.2	86.5
I	65.3	74.1	86.6
J	63.5	73.3	85.7
K	61.2	73.7	85.8
L	61.6	71.7	79.4
M	59.9	73.0	78.9
N	59.1	61.3	73.3
O	62.2	67.1	73.3
P	65.8	68.2	72.5
平均	65.2	74.1	83.5

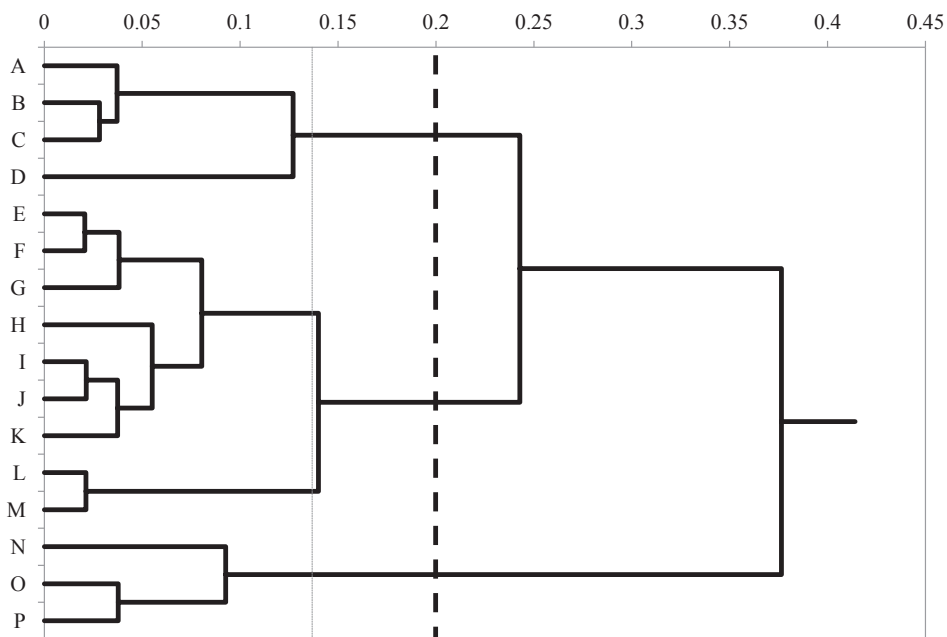


図1. 被験者ごとの3種類の投擲による投擲記録のシーズンベストに対する比率からクラスター分析したデンドログラム

表4は、3つのクラスターに分類された対象者の助走なしの立ち投げ、1クロスステップ投げ、3クロスステップ投げの投擲記録の記録およびSB平均とSBに対するそれぞれの比率を表わしたものである。第1ク

ラスターは4名が含まれ、助走なしの立ち投げは $44.10 \pm 9.28\text{m}$ で69.9%、1クロスステップ投げは $53.41 \pm 10.80\text{m}$ で80.1%、3クロスステップ投げは、 $60.05 \pm 12.36\text{m}$ で90.3%であった。第2クラスターは

9名が含まれ、助走なしの立ち投げは42.61±4.98mで64.1%、1クロスステップ投げは49.40±5.20mで74.3%、3クロスステップ投げは、55.79±5.99mで84.0%であった。第3クラスターは3名が含まれ、助

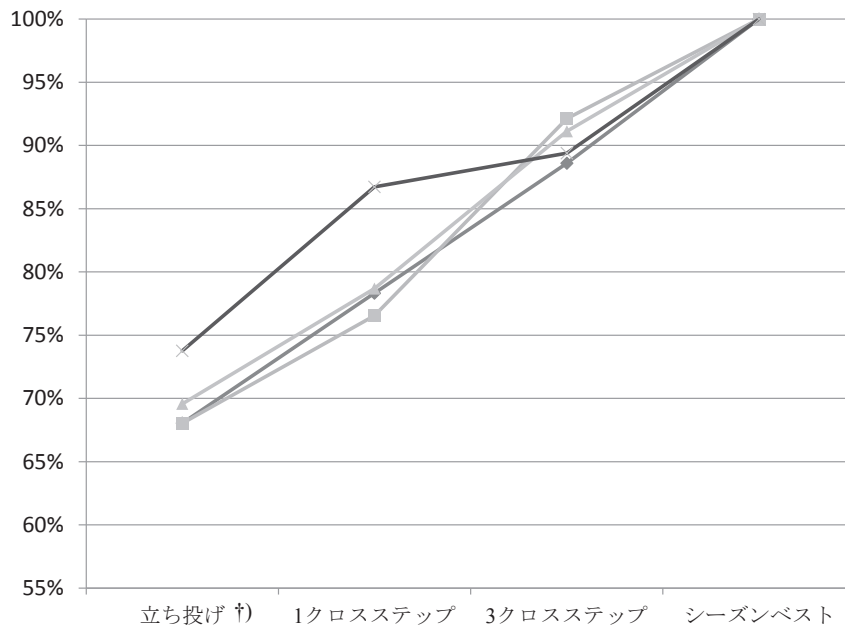
走なしの立ち投げは45.60±1.23mで62.4%、1クロスステップ投げは47.90±1.65mで65.5%、3クロスステップ投げは53.40±1.16mで73.0%であった。

表4. 3つのクラスターに分類された3種類の投擲による投擲記録とシーズンベストに対する比率

			助走なしの 立ち投げ	1クロス ステップ投げ	3クロス ステップ投げ	シーズンベスト
第1クラスター	平均±標準偏差	(m)	44.10±9.28	50.13±10.80	58.33±12.36	66.59±14.10
	シーズンベスト に対する比率	(%)	69.9	80.1	90.3	100.0
第2クラスター	平均±標準偏差	(m)	42.61±4.98	49.40±5.20	55.79±5.99	66.35±5.79
	シーズンベスト に対する比率	(%)	64.1	74.3	84.0	100.0
第3クラスター	平均±標準偏差	(m)	45.60±1.23	47.90±1.65	53.40±1.16	73.15±1.24
	シーズンベスト に対する比率	(%)	62.4	65.5	73.0	100.0

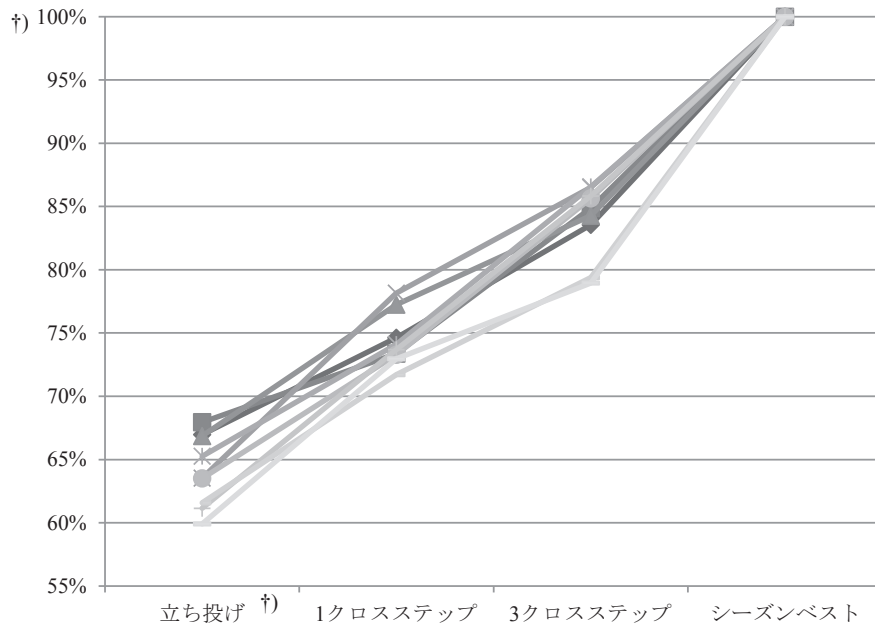
図2-1・2・3はクラスター別に被験者の各投擲記録の比率を折れ線グラフに表したものである。第1クラスター（図2-1）は3クロスステップ投げの比率が90%程度であり、他のクラスターにはない特徴が示された。第2クラスター（図2-2）は、助走なしの立ち投げからSBまで助走距離が長くなるにしたが

って、一定の比率で徐々に記録が上昇している結果であった。第3クラスター（図2-3）は、助走なしの立ち投げから3クロスステップ投げまでの記録がSBの70%程度に留まっており、3クロスステップ投げとSBの差が最も大きかった。



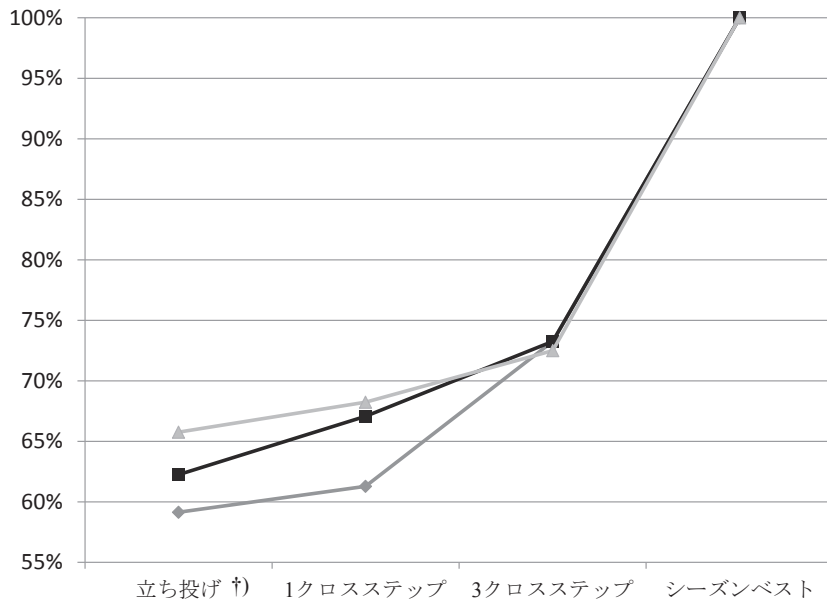
†) 立ち投げ：助走なしの立ち投げ
 1クロスステップ：1クロスステップ投げ
 3クロスステップ：3クロスステップ投げ

図2-1. 第1クラスターの3種類の投擲記録の比率



†) 立ち投げ：助走なしの立ち投げ
 1クロスステップ：1クロスステップ投げ
 3クロスステップ：3クロスステップ投げ

図2-2. 第2クラスターの3種類の投擲記録の比率



†) 立ち投げ：助走なしの立ち投げ
 1クロスステップ：1クロスステップ投げ
 3クロスステップ：3クロスステップ投げ

図2-3. 第3クラスターの3種類の投擲記録の比率

考 察

第1クラスターは、クロスステップ局面からの投擲

でSBの90%程度の投擲を行った。助走を加えたSBとの差が小さく、3クロスステップ投げから助走のあるSBまでの記録の上昇率が10%程度であることから、

助走スピードの影響が最も小さい特徴を有していると考えられる。伊藤ほか²⁾は、助走速度と投擲距離との間には有意な関連があると報告しているが、助走速度が上がらなくても投擲距離を出すことができるこれとは異なる傾向を持った競技者群であることが示された。田内ほか⁴⁾は、やり投げにおいて上肢のSSC運動を利用したパワー発揮能力が優れていることは重要と述べており、それらの効果を利用するには伸張局面から短縮局面へ素早い移行能力を有することが重要⁵⁾と言われている。したがって、このクラスターの競技者は、助走スピードの上昇をそれほど必要とせず4名中3名は大学生トップレベルの投擲を行っており、山本ほかの報告する体幹をエネルギーの発生源として肩関節の水平内転と肘関節の伸展動作を利用した投擲によってやりの速度を高めている⁶⁾と考えられ、体幹から上肢の体力に優れた「上半身優勢タイプ」と考えることができる。

第2クラスターは、助走なしの立ち投げからSBまで助走距離が長くなるにつれて徐々に記録が上昇する傾向が示された。助走で得られた運動エネルギーを投運動に利用し、投擲を行っていると考えられる。助走速度と投擲距離の間には有意な関連があり²⁾、助走なしの立ち投げ、1クロスステップ投げ、3クロスステップ投げ、通常の投擲(SB)は、クロスステップ局面およびその前の助走局面におけるスピードが上昇することは明らかであることから、それらの上昇したエネルギーを利用した投擲によって投擲距離を伸ばしていると考えられる。また、助走が重要となる三段跳や走幅跳びなどの競技においても、助走速度と競技記録との関連が認められており^{7,8)}、自明の結果であると考えられる。しかし、このクラスターのSB平均値は66.35mであり、大学生の平均的な競技レベルであり、助走速度を上昇させることには限界が考えられることから、競技力向上を志向するためには助走スピードの上昇以外の要因をトレーニングする必要があると考えられる。したがって、助走スピードの上昇につれて投擲記録が向上させる「助走スピード比例タイプ」と考えることができる。

第3クラスターは、助走なしの立ち投げから3クロスステップ投げまでの記録がSBの70%程度に留まっており、3クロスステップ投げとSBの差が最も大きく上昇率は30%程度であった。田内ほかは、クロスステップ局面における下肢のSSC運動が投擲距離に影響する³⁾と述べており、山本ほかは助走投げの特徴について下肢で生みだされたエネルギーを上肢に効率よく

伝達することが初速度を高める⁶⁾と報告している。このクラスターの競技者は3クロスステップより少ない助走速度では、下肢のエネルギーを獲得することが十分ではないことが考えられ、下肢のSSC運動によるエネルギーを投擲に効率よく利用するためには、助走で得られる一定以上のスピードが必要になると考えられる。野友ほか⁹⁾は、クロスステップ局面において重心速度の低下を抑えながら左脚接地後の膝関節をほとんど屈曲させないことで、急激な重心速度低下が起これ、助走による運動エネルギーを得ることができると述べており、このクラスターの競技者はより速い助走速度をこのようなブロック動作によって投擲につなげる大きなエネルギーにするための下肢のSSC運動能力を有していると考えられる。また、このクラスターのSB平均値は73.15mであり、より大きな助走スピードを活用できる下肢のSSC運動能力によって大学生トップレベルの投擲に繋がっていると考えられる。したがって、一定以上の速さの助走スピードを活用できる下肢のSSC運動能力に優れた「下肢優勢タイプ」と考えることができる。

結 語

本研究は、やり投げにおける投運動の助走局面から準備局面までに注目し、様々な条件下での投擲記録から選手の種類を試み投擲方法の特徴を明らかにすることが目的であった。やり投げを専門としている男子大学生16名を対象に、助走なしの立ち投げ、1クロスステップ投げ、3クロスステップ投げの投擲を測定した。測定結果からSBに対する比率を算出し、クラスター分析を用いて分類した。その結果、クロスステップ局面までの投擲でSBの90%程度を投げる体幹から上肢の体力に優れた「上半身優勢タイプ」(第1クラスター)、立ち投げからSBまで徐々に記録が上昇しているバランスタイプ、助走スピードの上昇につれて投擲記録が向上させる「助走スピード比例タイプ」(第2クラスター)、3クロスステップ投げからSBへの上昇率が30%程度となる一定以上の速さの助走スピードを活用できる下肢のSSC運動能力に優れた「下肢優勢タイプ」の3つのクラスターに分類することができた。

また、第1クラスターと第3クラスターの競技レベルが高い傾向にあり、上肢または下肢のSSC運動能力を中心とした体力を有している必要性が示された。これらの投擲タイプが明らかになったことによって、より競技者の特徴にあった効果的なトレーニング方法の

構成に貢献できたものと考えられる。

文 献

- 1) 田内健二, 藤田善也, 遠藤俊典 (2012) 男子やり投げにおける投てき動作の評価基準. 日本バイオメカニクス学会機関誌, 16 (1) : 2-11.
- 2) 伊藤章, 村上雅俊, 田辺智 (2006) やり投げの投射条件, 助走速度と記録との関係: 第11回世界陸上競技選手権大会決勝進出者と日本選手の測定結果. 陸上競技研究紀要, 2: 159-161.
- 3) 田内健二, 尹聖鎮, 栗山佳也, 高松薫 (2002) 下肢のバリスティックな伸長 - 短縮サイクル運動の遂行能力からみた槍投げ競技者の体力特性. 体育学研究, 47: 569-577.
- 4) 田内健二, 高松薫, 土江寛裕, 磯繁雄 (2006) 槍投げ競技者における上肢の伸長 - 短縮サイクル運動の遂行能力の評価. スポーツ科学研究, 3: 110-112.
- 5) 田内健二, 尹聖鎮, 山田哲, 高松薫 (2003) 投動作における上肢の伸張-短縮サイクル運動の有効性: 身長局面における見かけ上のstiffness特性に着目して. 体育学研究, 48: 137-151.
- 6) 山本大輔, 野口安忠, 伊藤道郎, 中西一平, 伊藤章 (2013) やり投げにおけるやり速度に対する身体各部位の貢献度からみた立ち投げと助走投げにおける特徴の違い. 天理大学学报, 233: 1-9.
- 7) 津田幸保, 加賀勝 (1998) 三段跳び選手における競技力向上過程の研究. 日本体育学会, 47: 346.
- 8) 小山宏之, 村木有也, 柴山一仁, 清水悠, 苅山靖, 河江通良 (2012) 助走スピードから見た日本男子走幅跳び選手と海外選手の比較. 陸上競技研究紀要, 8: 43-45.
- 9) 野友宏則, 富樫時子, 阿江通良 (1998) 記録水準の異なる選手のやり投げ動作に関するキネマティクス研究. 陸上競技研究, 32: 32-39.

Received date 2020年6月18日

Accepted date 2020年7月21日