Kobe University Repository : Kernel

PDF issue: 2025-07-17

やり投初心者におけるターボジャブを用いた投げ練習がやり投に及ぼす効果

丹松, 由美子
前田, 正登

(Citation)
陸上競技研究,75:29-35

(Issue Date)
2008-12

(Resource Type)
journal article

(Version)
Version of Record

(URL)
https://hdl.handle.net/20.500.14094/90001690

【原著論文】

やり投初心者におけるターボジャブを用いた投げ練習がやり投に及ぼす効果

Effects of throwing practice using Turbo-jav on the javelin throw of beginners

丹松由美子（神戸大学大学院人間発達環境学研究科）
Yumiko TANMATSU (Graduate School of Human Development and Environment, Kobe University)
前田　正登（神戸大学）
Masato MAEDA (Kobe University)

Abstract

Turbo-jav is a throwing implement designed to aid javelin throwing practice. The present study investigated the effects of throwing practice using the Turbo-jav on the javelin throw of beginners in comparison to the throws of other objects. Twelve university students participated in 30-minute throwing practice sessions using only the Turbo-jav once a week for four weeks. Before and after the four Turbo-jav practice sessions, the students' throws of a bamboo javelin, the Turbo-jav and a handball were experimentally measured with regard to throwing distance and throwing action, which was recorded using two high-speed video cameras. The throwing release condition and the positions of various parts of the body during throwing were calculated using the 3-dimensional Direct Linear Transformation method. The results revealed that throwing practice using the Turbo-jav was effective for increasing initial velocity at release as well as greatly improving the swing of the throwing arm; however, the elbow was brought forward during throwing. Using the Turbo-jav to practice throwing resulted in students mastering movements peculiar to Turbo-jav throwing. Thus, coaches and javelin throwers should be aware of the specific effects of throwing practice using the Turbo-jav.

1. 緒言

日本陸上競技連盟では，やり投に繋がる種目として，中学生を対象にやりの代わりに，ターボジャブと呼ばれるやりに似た棒状の用具を投げて飛距離を競う「ジャベリックスロー」を導入している。また，ターボジャブはジャベリックスローの競技会で使用される以外でも，やり投選手が競技前のウォーミングアップに用いたり，屋外での練習が困難であるときに体育館等でやりの代わりに投げたりと，やり投のための練習補助用具として使用されることも少なくない。

太田ら（2002）はターボジャブ投げをやり投の練習手段として捉え，やり投の技術練習の手段として有効であるとしている。また，阿江ら(2001)は一流やり投選手にターボジャブ投げを行わせ，やり投動作と比較してターボジャブを正しく投げるための動作の検討を行っている。しかしながら，これらの研究は既にやり投の基本動作を習得しているやり投選手を対象としたものであり，そのため，やり投の導入のための器具としてターボジャブを位置付けるとき，やり投初心者の導入段階でターボジャブを使用した練習を行うことが，投げの動作や飛距離にどのような影響を及ぼすかは明らかにされていない。

そこで本研究では，やり投初心者がターボジャブを投げる練習を行うことにより，やり投の記録や投げ動作にどのような影響を及ぼすかを検討する。

2. 方法

(1) 被験者

被験者の属性を Table 1 に示す。被験者は，やり投未経験の男子大学生 12 名とした。なお，被験者は全員右投げであった。

Table 1　被験者の属性

	身長(cm)	体重(kg)	年齢(yrs)
被験者 (n=12)	175.3 ± 5.6	67.9 ± 9.1	20.3 ± 0.7

Table 2　使用した3種類の投てき物

	長さ(cm)	重量(g)	形状
ターボジャブ	70	300	棒状
竹やり※	261	520	棒状
ハンドボール	18	560	球

※竹やりの長さ，重量は標準的な値

(2) 測定実験と投げ練習

まず，被験者にターボジャブ，竹やり（以後，やり），ハンドボール（以後，ボール）を各2回投げさせる測定実験を行った。（Table 2 参照）この測定実験の後，全被験者を対象に約1ヶ月間のターボジャブを投げる練習期間を設定した。練習期間の後，再び被験者に3種類の投てき物を2回ずつ投げさせる測定実験を行った。

ターボジャブを投げる練習期間に先立って，被験者には練習期間終了後のやり投の記録を向上させるために行う練習であることを伝えた。期間中の練習は週1回，1回当たり30分間とした。練習の内容は，2人組みで向かい合ってターボジャブを投げ合うことを繰り返す，キャッチボール形式での練習を中心に行わせた。なおこの方法では，1回の練習での投げの回数は，1人あたり約50～60回であった。また，練習期間中の投げに関しての指導は個別には行わず，全員に対して一斉に行うことのみとした。

(3) 測定実験の方法

練習期間前後の測定実験では，被験者に3種類の投てき物を2回ずつ投げさせ，投てき物の挙動と被験者の投げ動作を2台の高速度ビデオカメラ（FASTCAM-rabbit-2，フォトロン）を用いて240 fpsで撮影した。また全試技について，投てき物の落下位置を三角法により測定した。なお，本研究で用いた座標系は，助走路の中央で投てき線より8 m後方の地点を原点に，被験者の前後方向をx（前方方向を正），左右方向をy（左方向を正），鉛直方向をz（鉛直上向きを正）とした。

(4) 分析方法

練習期間前後にそれぞれ被験者に行わせた2回ずつの試技のうち，記録が良い方を分析対象の試技とした。

三次元動作解析ソフトウェア（Frame-DIAS Ⅱ，ディケイエイチ）を用いて分析を行った。コンピュータに取り込んだ映像をもとに，身体23点および投てき物の先端，重心位置及び後端の3点をデジタイズした。これらのデータは，バターワース型デジタルフィルタを用いて6 Hzで平滑化した。なお，本測定による標準誤差は，x方向に0.9 cm，y方向に1.0 cm，z方向に0.7 cmであった。

(5) 分析項目

本研究では，リリースした地点から投てき物が落下した地点までの水平距離を飛距離とし，三角法によって算出された落下位置の座標と分析時に算出したリリース時の投てき物のxy座標から求めた。

デジタイズにより得られた座標を元に，完全に手が投てき物から離れたと判断されたコマの直前のコマをリリース時とした。

リリース時における投てき物の各パラメータ（初速度，投射角，投射高，姿勢角，迎え角，及び水平面姿勢角，水平面投射角，水平面迎え角）はダイソン（1972）や尾縣と関岡（1986）の定義を参考に算出した。なお，各パラメータの定義はFig.1 aとFig.1 bに示す通りとした。

それぞれの試技は，被験者や投てき物が異なっ

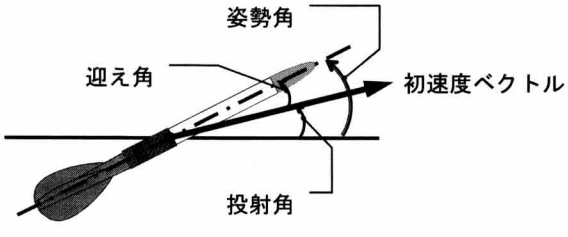


Fig.1 a　角度設定（矢状面）

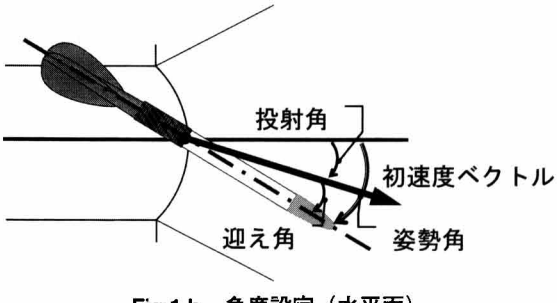


Fig.1 b　角度設定（水平面）

ており，投げに要する時間がそれぞれで異なる。そのため本研究では，投げ動作の最終局面に入って，投げの構えとして左足が接地した瞬間を 0%，リリース時を 100% の時刻として投げに要する時間を規格化して分析に用いた。

投げ動作における身体各部位の位置変化は，規格化時間 0% の時点における座標を基準として，リリース時（規格化時間 100%）に至るまでのそれらの位置を相対座標にして示した。また，投げ動作中の身体各部及び投てき物の速度を算出し，規格化時間での速度変化を求めた。

(6) 統計処理

練習期間前後での飛距離や各部の位置変化，速度や各角度の増加または減少は，対応のある t 検定を用いて有意水準 5% 未満で検定した。また，練習期間前後での各投てき物間の飛距離，位置の変化，速度や各角度における差の検定には，一要因分散分析および多重比較検定（Bonferroni 法）を用いて有意水準 5% 未満で検定した。

3. 結果

(1) 3 種類の投てき物におけるリリース時のパラメータ

Table 3 に示すように，投げ練習期間の前後を比較すると，ターボジャブでは飛距離，初速度，姿勢角，迎え角，水平面迎え角が有意に増加していた。一方，ボールでは，投射角においてのみ有意な増加が認められた。またやりでは，いずれのパラメータも練習期間前後で有意な変化は認められなかったが，わずかな変化の傾向はターボジャブでの変化の傾向と類似していた。しかし，水平面迎え角に関しては，ターボジャブでは増加したにもかかわらず，やりでは減少するという傾向がみられた。

(2) 投げ動作中における身体各部及び投てき物の位置変化

投げ動作中における身体各部位の位置変化は，投てき物の重心位置（以後，単にそれぞれの位置とする），右手先，右手首の 3 つの部位で同様の変化であった。

投げ動作中におけるやり，ターボジャブ及びボールの位置の時間変化を Fig.2 に示す。リリース時における投てき物の位置は，いずれの座標においても練習期間後には変化する傾向がみられた。中でも規格化時間の 100%，つまりリリース時においては，ターボジャブのみで x 座標が増加，y 座標が減少しており，これらの変化はいずれも有意であった。

投げ動作中における右肘の x 座標の時間変化を Fig.3 に示す。3 種類の投てき物の中で，やりとターボジャブを用いた場合に，規格化時間約 60 %以降の投げ動作の後半で，練習期間後の方が右

Table 3　投げの練習前後における各投てき物を使用した時のリリース時のパラメータ

		ターボジャブ		やり		ボール	
飛距離	before	30.37 ± 5.97	*	29.14 ± 5.19	n.s	34.68 ± 6.00	n.s
	after	35.42 ± 6.04		30.51 ± 4.63		36.18 ± 5.31	
初速度	before	19.0 ± 1.3	**	17.4 ± 1.4	n.s	19.9 ± 1.9	n.s
	after	21.0 ± 1.3		18.3 ± 1.2		19.7 ± 2.2	
投射角	before	32.4 ± 3.7	n.s	30.2 ± 6.3	n.s	27.9 ± 2.7	**
	after	21.0 ± 1.3		18.3 ± 1.2		19.7 ± 2.2	
水平面投射角	before	32.4 ± 3.7	n.s	30.2 ± 6.3	n.s	27.9 ± 2.7	n.s
	after	34.4 ± 4.5		35.1 ± 3.9		33.9 ± 5.1	
迎え角	before	20.8 ± 13.9	**	7.8 ± 9.6	n.s	--------	
	after	29.3 ± 9.1		11.0 ± 7.6		--------	
水平面迎え角	before	7.0 ± 24.4	**	-25.0 ± 14.3	n.s	--------	
	after	-16.0 ± 29.4		-20.4 ± 12.9		--------	
姿勢角	before	53.2 ± 15.4	*	38.1 ± 10.9	n.s	--------	
	after	63.7 ± 12.0		46.2 ± 8.5		--------	
水平面姿勢角	before	0.8 ± 24.4	**	-37.8 ± 10.7	n.s	--------	
	after	-24.5 ± 28.0		-34.8 ± 12.6		--------	

* : $p<0.05$,　** : $p<0.01$,　n.s : not significant

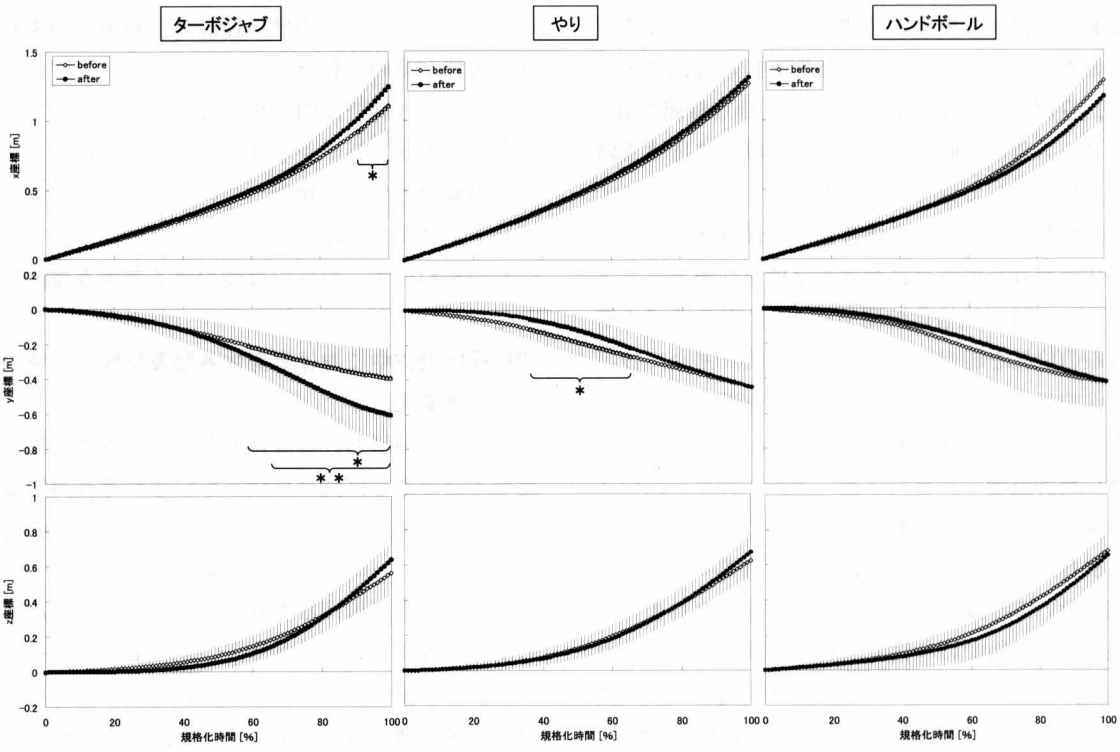
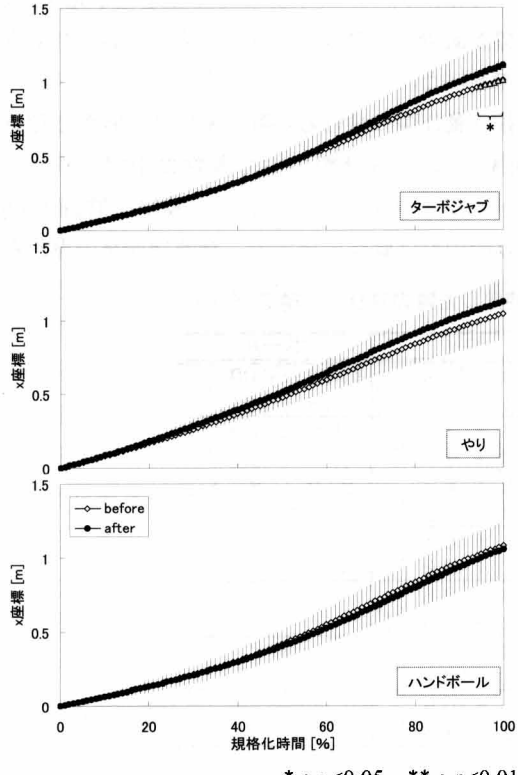


Fig.2　投げ動作中における投てき物の位置変化（上段:x 座標, 中段:y 座標, 下段:z 座標）　*：p<0.05　**：p<0.01



*：p<0.05　**：p<0.01

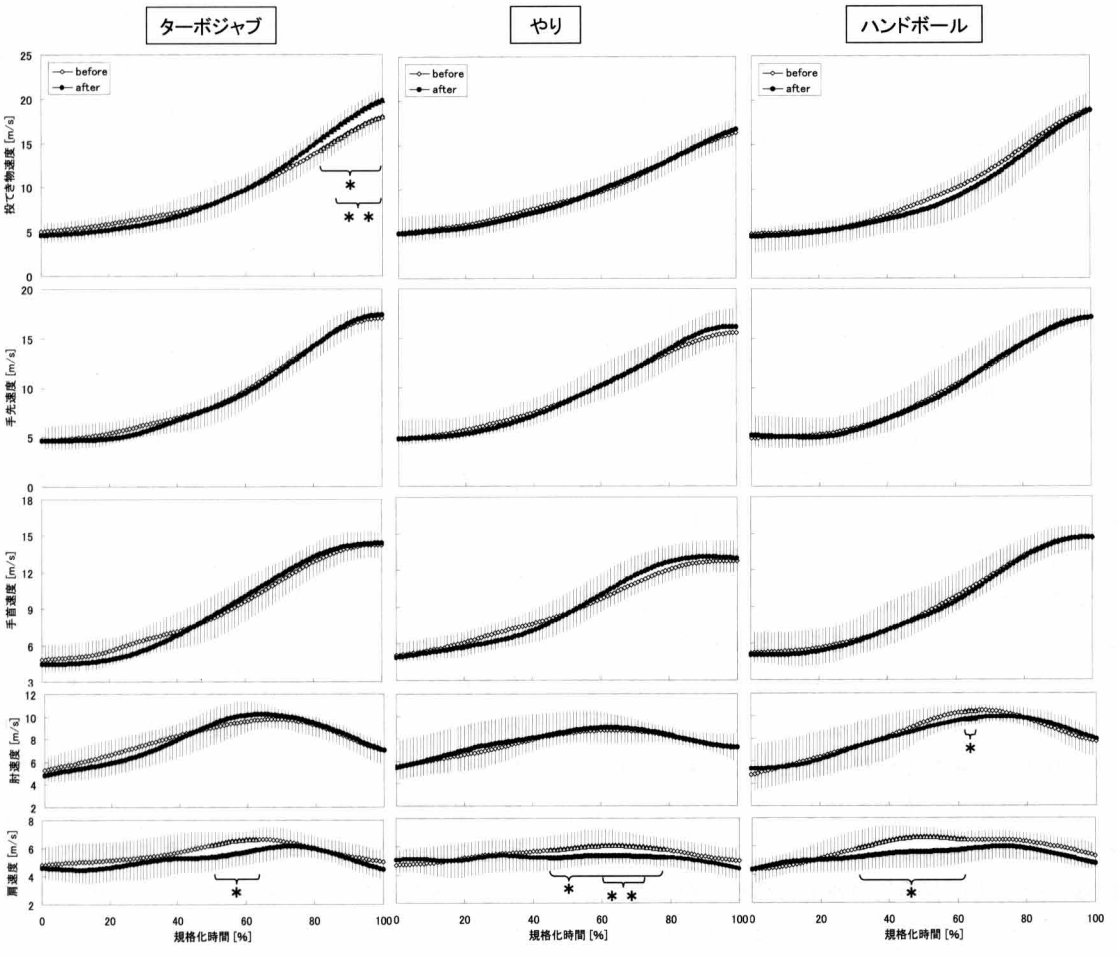
Fig.3　3 種類の投てき物を使用した時の投げ動作中における右肘の位置変化（x 座標）

肘の x 座標の値が大きくなっており，ターボジャブを用いた場合のみ，リリース時の右肘の x 座標に有意な増加が認められた。

(3) 投げ動作中における身体各部及び投てき物の速度

練習期間前後での投げ動作中における身体各部位及び投てき物の速度変化を Fig.4 に示す。規格化時間 0% に相当する左足接地時の投てき物の速度には，練習期間前後で有意差は認められなかったが，リリース時ではターボジャブを使用した時のターボジャブの速度のみ，練習期間後に有意に増加していた。また，ターボジャブにおいては，規格化時間約 60% 以降で練習後の方がターボジャブの速度の増大が大きいことが認められたが，身体各部位に関しては，どの投てき物の場合においても練習前後で有意な差は認められなかった。

一方，3 つの投てき物間において，やりを使用した場合のリリース時のやりと右手首の速度は，ターボジャブを使用した場合やボールを使用した場合よりも，練習期間前後ともに有意に低く，右



*：p<0.05　**：p<0.01

Fig.4　3種類の投てき物を使用した時の投げ動作中における各部位及び投てき物の重心の速度変化

手先の速度は練習期間前のみ有意に低いことが認められた。右手先の練習期間後については，有意差は認められなかったものの，他の投てき物を使用した場合よりもやりを使用した場合の方が値は低かった。リリース時における右肘と右肩の速度は，3つの投てき物間で有意差は認められなかった。また，3種類の投てき物を使用した場合のそれぞれの投てき物と右手先と右手首の速度変化は，これらの部位の位置変化と同様に類似した速度変化となっていた。

4. 考察

(1) ターボジャブ投げ練習が投射初期状態に及ぼす影響

前田ら（1996）によると，やり投において迎え角は正負どちらであっても過大であると投てき距離増大に不利であり，出来る限り小さい方が望ましいとしている。このように，やりには長さがあるという点から考えると，ターボジャブも同様であるはずである。しかし，Table 3に示されるように，ターボジャブでは，練習期間前後でリリース時の迎え角と水平面迎え角が増加したにも関わらず飛距離は増加していた。この結果は前田ら（2008）の報告とも一致しており，ターボジャブを投げる場合では，迎え角がある程度大きくてもさほど飛距離には影響が少なく，迎え角が大きいと失速してしまう（池上ら，1982）やりとは異なる特徴があるものと考えられる。

やり投では，最適投射角や迎え角が存在する（若山ら，1994）とされ，長さがあるものを投げる際

には，リリース時における投てき物の向きが重要になる（前田，1996）。全長が261 cmとターボジャブよりもかなり長いやりでは，迎え角も水平面迎え角も小さいままで，初速度も飛距離も大きな変化は認められなかった。一方，70 cm程度と短いものの長さがあるターボジャブでは，迎え角が大きくなっても初速度を大きくすることができたことにより，結果として飛距離が大きくなっていた。さらにFig.4で示したように，やりは練習期間前，練習期間後ともにターボジャブやボールよりもリリース時の速度（初速度）が有意に低くなっていた。つまり，やりには長さがあるため，投げる際に投げ出す方向を意識せざるを得ず，やりの向きを調整しながら，かつ，初速度を高めようとすることは困難であろう。しかしターボジャブでは，ターボジャブの向きを調整することよりも初速度を高めることの方が飛距離増大に繋がりやすく，被験者はこのようなターボジャブの特徴を，投げの練習を通して習得したことにより，ターボジャブの飛距離を増加させることができたのではないかと推察される。ターボジャブとボールにおける初速度及び右手部の速度に差がなかったこと，さらに，ボールを投射する際には初速度を高めることが飛距離増大に大きく関係することなどからみて，本研究の被験者においては，ターボジャブを投げることがボールを投げる感覚に近いものになってしまったと推察される。したがって，このままターボジャブを投げる練習のみを続けていても，やり投には不可欠であるやりの向きと投射方向を合わせる（一致させる）ことを習得できないままになってしまうことが懸念される。

やりを投げる場合においては，練習期間前後でほとんどのリリース時のパラメータに大きな変化はみられなかったが，わずかな変化の傾向はターボジャブでの変化と類似した傾向であった。つまり，約1ヶ月月間にわたってターボジャブを投げる練習によって習得したことが，やりを投げることにもわずかに繋がりつつあることも否定できず，やり投初心者に対する指導の導入段階にターボジャブを用いることの効果は軽視できないものと考えられる。

(2)ターボジャブ投げ練習が投げ動作に及ぼす影響

Table 3のように，練習期間前後で初速度はターボジャブのみで増加していた。また，左足接地時における速度は，練習期間前後で各投てき物間のいずれにも有意な差は認められなかった。つまり，初速度の差は左足接地時以後でリリース時に至るまでの局面により生じたものと考えることができる。そこで，Fig.4の左足接地時からリリース時までの投てき物の速度変化に着目すると，ターボジャブの速度変化では，規格化時間の約60％付近以降で速度増加が練習期間前よりも練習期間後の方が大きくなっていた。このように，ターボジャブを投げる練習は，投げの後半の動作に影響したものと考えられる。

3つの投てき物間において，投てき物，右手先，右手首の速度は投げ動作の後半でやりがターボジャブやボールよりも低い速度で変化しており，リリース時に高い速度を得ていなかった。このことは，他の投てき物を使用した場合よりもやりを使用した場合の方が，腕によるやりの加速が十分ではなかったことを示す結果であり，やりを投げる際には大きな速度で腕を振り切ることができず，より大きな初速度の生成につながらなかったものと推察される。

また，投げ動作中における身体各部位の位置変化および速度変化は，投てき物，右手先，右手首の3つの部位で同様の変化であった。この3つの部位はいずれも体幹から遠位にあり，かつ，これらが隣接した部位であるためであろうと推察されるが，ターボジャブを投げる練習はこれらの部位の動かし方，例えば，スナップ動作などにはあまり影響しないものと考えることもできる。ターボジャブを投げる練習を行うことにより，ターボジャブのように長さのあるものを投げる場合でも，しっかりと腕全体を大きく振りきることができる動作に変容しつつあったものと推察される。

Fig.3にみられたように，右肘のx座標はターボジャブを使用した場合のみでリリース時に有意差が生じていた。つまり，ターボジャブを投げる

練習期間の後にはリリース時の右肘の位置がより前方に出るようになっていたことになる。さらに，Fig.3を詳細にみていくと，規格化時間の約60%以降で練習期間前よりも大きな値，すなわち右肘の位置がより前方になっていることがわかる。この規格化時間約60%の時点は，投てき物の速度が増加していた時点とも一致しており，左足接地時からリリース時に至る投げの主要局面の中で腕を振り切る動作局面の初期に相当する時点である。これらのことから，練習期間後のターボジャブ投げでは，投げる際に肘を積極的に前に出しながら投げる，いわゆる肘でリードするような腕の振り切り動作となっていたものと推察される。しかしながら，やりはターボジャブよりも2m近くも長く，このように積極的に肘を前に出すように腕を振り切ろうとすれば，やりは肩や背中にぶつかってしまうことになる。このような腕の振り切り動作は投てき物が比較的短いターボジャブであるからできる動作であって，やりを投げる場合には有効な動作にはなり難い。やり投の記録向上を目的としてのターボジャブを投げる練習では，投げの主要局面における腕を振り切り動作に悪影響を及ぼしかねないことが示唆される。

5. 総括

本研究では，やり投初心者がターボジャブを繰り返して投げる練習を行うことにより，向上すべきやり投の記録や改善すべき投げ動作にどのような影響を及ぼすかを検討した。

やり投未経験者の大学生男子12名を対象に，約1ヶ月間にわたってターボジャブを用いた投げ練習を行わせた。練習期間前後に，ターボジャブ，竹やり，ハンドボールを投げさせそれらの飛距離を測定するとともに，投げ動作を2台の高速度ビデオカメラで撮影・分析した。

その結果，ターボジャブを用いた投げ練習を行うことによる影響として，以下のことが明らかになった。

①ターボジャブを投げる場合は，迎え角がある程度大きくてもさほど飛距離には影響が少ないことから，やり投に必要とされる迎え角の抑制という点では，効果はあまり期待できない。

②長さのあるものを投げるということに慣れ，腕をより大きく振り切る動作へと変容しており，初速度を増大させる効果が期待できる。

③ターボジャブを投げる際に，投げの主要局面後半で肘を積極的に前に出しながらリリースに向う動作に変容しており，やり投ではこの腕の動作が有効な動作とはならないものと考えられた。

以上のことから，やり投初心者におけるターボジャブを用いた投げ練習は，長期間継続して行うことが必ずしも有効であるとは限らず，また，やり投の記録向上には好影響も悪影響も合わせ持つ練習方法であり，導入に際しては配慮が必要であると考えられる。

文献

阿江通良，島田一志，榎本靖士，横澤俊治（2001）ターボジャブ投げとやり投における投動作の比較．陸上競技研究46：16－24.

G. ダイソン（1972）投てき運動の力学．金原　勇，渋川侃三，古藤高良訳　陸上競技の力学．大修館書店：東京，pp.209－249.

池上康男（1982）やり投げ考．Japanese Journal of Sports Sciences 1（2）：99－103.

前田正登，野村治夫，柳田泰義，宮垣盛男（1996）人間の動きを考慮に入れたヤリの最適投射条件．デサントスポーツ科学17：270－277.

前田正登，丹松由美子（2008）ジャベリックスローにおけるターボジャブの投射初期条件が飛距離に及ぼす影響．スポーツ方法学研究21（2）：139－145.

前田正登（1992）「投」におけるやり投の特異性―ヤリの長さと投動作―．スポーツ方法学研究5（1）：31－39.

尾縣　貢，関岡康雄（1986）水平面におけるヤリの迎え角がその飛距離に及ぼす影響．日本体育学会第37回大会号A：385.

太田幸治，阿江通良，横澤俊治（2002）やり投の練習手段としてのターボジャブ投げの有効性．陸上競技研究50：13－20.

若山章信，田附俊一，小嶋俊久，池上康男，桜井伸二，岡本敦，植屋清見，中村和彦（1994）やり投のバイオメカニクス的分析世界一流陸上競技者の技術．ベースボールマガジン社：東京，pp 220－238.

（2008年10月23日受理）