

ローイング中に起こるシート上での臀部の ずれの防止が水上艇における ローイングパフォーマンスに及ぼす影響

二 林 加奈子*・松 田 繁 樹**

アブストラクト邦訳

ローイング中、ボート選手はシートから臀部が時折ずれ落ち、漕ぎにくいとすることがある。そこで我々は、シート上での臀部のずれを防止する方法を考案した。本研究の目的は、ローイング中の臀部とシートのずれを防止する二つの方法が水上艇におけるローイングパフォーマンスに及ぼす影響を検討することであった。大学生ボート選手 15 名（男子 8 名、女子 7 名）がシングルスカル艇を用いた最大努力による 200m タイムトライアルを実施した。その際、普段通りで臀部とシートを固定しない条件（normal:N 条件）、ベルトを用いて臀部とシートを固定する条件（belt:B 条件）、マジックテープを用いてシートと臀部を固定する条件（tape:T 条件）の 3 条件設けた。男女ともに臀部がずれた距離は T 条件、B 条件、N 条件の順に有意に低値を示した。タイムについて男子では T 条件が N 条件及び B 条件より、女子では B 条件及び T 条件が N 条件より有意に低値であった。主観的運動強度（RPE）及び心拍数は条件による差はなかった。結論として、ローイング中の臀部のずれを防止する二つの方法（ベルトを使用する方法およびテープを使用する方法）は、シート上での臀部のずれを減少させ、ローイングパフォーマンスを向上させる可能性が高い。

Effect of preventing the slide between rower's hip and the seat of a boat on the performance of rowers, using a surface boat

Kanako FUTABAYASHI・Shigeki MATSUDA

Abstract

When rowers row a boat, their hips often slide from the boat's seat and they experience difficulties in rowing. We invented methods to prevent such sliding. This study aimed to examine the effect of preventing sliding between the hip and seat of a boat's seat on the performance of rowers, using a surface boat. Fifteen university rowers (8 males and 7 females) conducted a 200 m time trial with maximal effort, using a single-scul boat. Then, they rowed in three conditions: the normal condition (N condition), where their hips were not fixed; the belt condition (B condition), where their hips were fixed with a belt; and the tape condition (T condition), where their hips were fixed with a tape. The slide distance between their hips and the boat's seat was lowest in the T condition, followed by the B and N conditions in both males and females. Rowing time for boys was significantly lower in the T condition than in the N and B conditions; for girls, it was significantly lower in the B and T conditions than in the N condition. Significant differences were not found in ratings of perceived exertion (RPE) and heart rates during rowing in all the three conditions. In conclusion, the two prescribed methods—using a tape or a belt—may prevent the slide between a rower's hip and the boat's seat, reducing the slide distance and improving rowing performance.

キーワード：臀部のずれ、ボート、ローイング、水上艇、シート

* 岐阜市立芥見小学校
** 滋賀大学教育学部

I. 序論

ボート競技とは、手漕ぎボートを用いて2000mのタイムレースを行う競技である。競技中、ボート選手はレールの上に設置された前後にスライド可能なシートの上に座っている。そして、フットストレッチャーを両足で蹴り、足関節、膝関節、および股関節を伸展し、上体を後方へ移動させながらオールを水中で動かすことでボートを進行方向に進ませている。ボートを進ませている主要局面をドライブ、そしてドライブから股関節、膝関節を屈曲させ、次のドライブへと移行する準備局面をフォワードという。このドライブとフォワードの一連の動きをストロークといい、ボート選手はこの動きを繰り返し、ボートを進めている。また、ボートは水面に浮かべられており、波や風の影響を受けるため揺れやすくなっており、選手はその揺れに対応しながらボートを漕がなければならない。

ボート選手がボートを漕いでいる際、しばしばシート上で臀部がずれるという問題が発生する (van Soest & Hofmijster, 2009)。ローイング中にフットストレッチャーに加えられている力には水平方向の反力と垂直方向の反力がある (Caplan & Gardner, 2005)。これらの反力により、ドライブの間、選手の体がシートから持ち上がりシートにかかる荷重が減少し、多少ではあるが臀部が浮くと報告されている (Caplan & Gardner, 2005)。この臀部の浮きが臀部とシートとのずれに繋がると考えられる。臀部がシートからずれることにより、漕手は漕ぎにくさを感じる。また、感覚の問題だけでなく、臀部とシートのずれは最適なローイングフォームの実施を困難にさせ、選手のパフォーマンスに影響する可能性も高い。臀部とシートのずれが繰り返された場合は臀部がシートから落下することもあり、この場合はローイングフォームが大きく乱れ、パフォーマンスの低下に大きく影響する。

このような競技中における身体と物との接触に関する問題、つまり物理的接触に関する問題は他の競技でも見られるが、他の競技ではその問題を解決するための用具が多く開発されている。例えば、陸上競技では、足と地面との間に滑りが生じてしまうのを防ぐために様々なスパイクが開発され、競輪競技では、足がペダルから離れてしまわないようにクリックペダルやトゥークリップが開発されている。しかし、ボート競技で起こる上記の問題を解決するような器具はほとんど開発されていない。それには、この問題に対する研究の少なさも影響していると考えられる。

先行研究において、わずかではあるが、ボート競技における物理的接触に関する問題を解決するための研究が行われている。van Soest et al. (2015) は、臀部のずれの防止が水上艇におけるスタート時のパフォーマンスに及ぼす影響を検討している。その結果、臀部のずれを防止することにより、平均速度が高くなり、ボートにおいて抵抗力となる艇の上下の揺れや前後の揺れ、回転運動が見られにくくなったと報告している。しかし、臀部のずれを解決するための研究は van Soest et al. (2015) 以外はほとんどなく、この問題解決に向けた研究を積み重ねる必要がある。また、先行研究 (van Soest et al., 2015) で用いられた使用器具はいくつかの部品を組み合わせで作られたベルトであり、作成やボートへの取り付けにおいて一般のボート選手が利用するのは難しい器具であった。一般のボート選手が利用するには安価で簡便に取り付け可能な器具が望ましいであろう。加えて、先行研究 (van Soest et al., 2015) では、臀部のずれを防止できているかについては被験者の主観的評価のみで判断しており、実際に臀部のずれを防止できていたかについては検討されていない。先行研究の問題を解決するため、一般ボート選手が利用できるような安価で容易に取り付け可能な用具を考案するとともに、その用具が実際にローイング中の臀部のずれを抑えることができているかについても検証しなければならない。そして、臀部のずれの防止がローイングパフォーマンスに良い影響を与えているかについても検討する必要がある。

以上より、本研究では臀部のずれを防止する二つの方法を考案し、その方法が水上艇における200mローイング中の臀部のずれ、ローイングパフォーマンス、および装着者の器具に対する評価に及ぼす影響を検討した。

II. 方法

1. 被験者

被験者は、健常な大学生ボート選手 15 名で、男子 8 名（年齢：20.1 ± 0.4 歳、身長：175.2 ± 2.3cm、体重：66.0 ± 2.0kg、経験年数：3.8 ± 0.4 年）、女子 7 名（年齢：19.9 ± 0.6 歳、身長：161.0 ± 6.1cm、体重：58.0 ± 4.6kg、経験年数：2.7 ± 0.5 年）であった。被験者はシングルスカル種目の試合経験がある者を採用した。シングルスカル種目未経験者を採用しなかったのは、艇の操作に不慣れなことにより、測定中に艇が横転する可能性も考えられたからである。また、いずれの被験者もこれまでにシート上の臀部のずれを抑えるための器具を利用した経験はなかった。被験者には事前に研究の目的および趣旨を十分説明し、同意を得た。

2. 実験内容

被験者は、3つの条件下でシングルスカル艇を用いた最大努力による 200m タイムトライアルを行った。200m タイムトライアルを選択した理由は、ローイング中の臀部のずれが起きやすいのはスタートダッシュおよびラストスパート時であるため、それらを想定した距離である 200m が妥当と判断したからである。風や波による艇の揺れやタイムへの影響をできる限り取り除くため、風速 2m 以下であり、水面に白波が無いことを検者が目視で確認できる際に測定を行った。3つの条件とは、普段通りで臀部とシートを固定しない条件（normal: N 条件）、ベルトを用いて臀部とシートを固定する条件（belt: B 条件）（図 1）、マジックテープを用いてシートと臀部を固定する条件（tape: T 条件）（図 2）であった。B 条件では、被験者はベルトをシートの中央の下部にある穴に通し、ベルトが大腿部の付け根を通るように装着した。T 条件では、検者がマジックテープをキャッチの姿勢時（図 3）の被験者の坐骨結節とシートが触れている部分で固定できるようシートとローイングスーツに取り付けた。両条件に用いられた材料は安価であり、取り付けも簡単であった。事前に予備実験を行い、被験者からの評価が高く、臀部のずれも抑えられていると判断できたため、両方法を採用した。

被験者には、B 条件と T 条件に慣れさせるために、実験前の 2 日間、両日とも約 30 分のエルゴトレーニングの間にそれぞれ二つの器具を使用させた。本実験の 200 m タイムトライアルの前には、15 分の十分なウォーミングアップを行わせた。5 分を動的ストレッチに、残り 10 分はローイングエルゴメータを用いたウォーミングアップに充てた。その後、被験者の上前腸骨棘、肩峰、上腕骨外側上顆、大転子、腓骨頭、腓骨外果、第五中足骨にマーカーを貼付した。タイムトライアル中の被験者をビデオカメラで側方（両側）から撮影した。被験者は N、B、T の条件をそれぞれ 1 試行ずつ行った。被験者には最初から全力で漕ぐように指示した。試行順序の影響を回避するために、カウンターバランスを取った（NBT, NTB, BTN, BNT, TNB, TBN の順番のどれかを行う）。疲労の影響を除去するため、試行間には 10 分の休憩を入れた。



図 1 B条件のベルト



図 2 T条件のテープ



図 3 キャッチ姿勢

3. 評価変数

1) タイム

ストップウォッチで測定したものを記録した。スタート地点の50m手前から漕ぎ始められた艇の先端がスタート地点に入った時点から測定を開始し、艇の先端が200m地点に入った時点で測定を終了した。

2) 自覚的運動強度

各試行後、ボルグスケールを用いて、被験者の自覚的運動強度（RPE: Rate of Perceived Exertion）を測定した。

3) 心拍数（HR: heart rate）

心拍測定器（Polar社）を用いて、測定終了時点での心拍数を測定した。

4) 臀部がずれた距離

同じ重さのビデオカメラを用いて、被験者の左側方からキャッチ時の臀部を、被験者の右側方からフィニッシュ時の臀部を撮影した。1ストロークごとにシートから臀部がずれた距離を記録した。なお、ずれた位置からさらにずれた場合は前のずれた位置を基準にずれた距離を測定した。

5) 器具使用に対する被験者の評価

実験後、B条件およびT条件それぞれについて器具を使用した際の感覚についてアンケート調査を実施した。表1に質問項目を示した。各質問項目については5段階（「当てはまらない」「やや当てはまらない」「どちらでもない」「やや当てはまる」「当てはまる」）で回答させた。

表1 アンケートの質問項目

Q1. 臀部（お尻）に違和感があった。
Q2. 臀部が浮いた感じがあった。
Q3. 臀部がシート上でずれた感じがあった。
Q4. 何もつけていない時より漕ぎやすかった。
Q5. いつもより力強く漕げた。

Ⅲ. 統計解析

臀部がずれた距離に関しては映像から分析するため、検者の主観が入る可能性がある。そこで、検者間信頼性を確認するため、大学院生2名、高校ボート部顧問（教授歴21年）1名の合計3名が解析を行い、その結果から級内相関係数（Intraclass Correlation Coefficients: ICC）を算出した。

臀部がずれた距離、ローイングパフォーマンス（タイム、RPE、HR）について、条件差と性差を検討するために、一要因にのみ対応のある二要因分散分析を用いた。有意差が認められた場合、多重比較検定にはTukeyのHSD法を用いた。アンケート結果については、フィッシャーの直接確率検定を用いて、各項目における性差を検定した。性差が無かった場合、男女のアンケート結果を合算した。また、各項目について度数の差を検定するために、各条件で適合度の検定を行い、有意差があった場合は多重比較検定を行った。本研究における統計的有意水準は5%とした。

Ⅳ. 結果および考察

1. 臀部がずれた距離

検者間信頼性のICCは0.80-0.82であり、高値であった。ICCの判定基準としては、0.7以上（Jackson et al., 1980）あるいは0.75以上（Shrout & Fleiss, 1979）であれば信頼性は良好であると報告されている。

すなわち、臀部のずれた距離に関する変数の客観性は高いと言える。臀部のずれた距離には有意な交互作用は認められず、条件の主効果に有意差が認められた（表2）。多重比較の結果、男女ともにT, B, Nの順で有意に低値を示し、N条件よりB条件が、B条件よりT条件が臀部のずれは少なかった。すなわち、ベルトやテープを利用した方法が臀部の固定に有効であったと考えられる。B条件がT条件よりも臀部のずれた距離が大きかった理由には、B条件ではベルトを締める際に締めすぎによる痛みを回避するため、ベルトを少し緩めに締めた被験者がいた可能性があったこと、シートの中央下部にある穴にベルトを通して固定したが、その穴の幅が広いため、動く度にベルトがその穴の間でずれてしまったこと、T条件ではシートに取り付けたマジックテープは両面テープでしっかり固定されているためシート上で動くことはなく、ローイングスーツに取り付けたマジックテープと繋げてもずれることが無かったことが挙げられる。

表2 臀部がずれた距離 (cm) における二要因分散分析の結果

		N	B	T	二要因分散分析			多重比較検定	
					性	条件	交互作用		
男子 (n=8)	MEAN	5.29	0.33	0.03	F	1.22	18599.39	1.61	男: N>B>T
	S.D.	0.13	0.07	0.04	p	0.29	0.00*	0.22	女: N>B>T
女子 (n=7)	MEAN	5.20	0.34	0.01					
	S.D.	0.08	0.07	0.03					

注) MEAN: 平均値, S.D.: 標準偏差, *: p<0.05

2. 器具使用に対する被験者の評価

表3は器具使用に対する被験者の評価を示している。フィッシャーの直接確率検定よりいずれの質問項目においても性差が認められなかったため、男女のアンケート結果を合算した。質問毎に適合度の検定を行い、有意差が認められた場合、多重比較検定を行った。Q2の「臀部が浮いた感じがあった」についてB条件では有意差は認められなかったが、T条件では回答①「当てはまらない」が回答③「どちらでもない」、回答④「やや当てはまる」、および回答⑤「当てはまる」より有意に回答数が多かった。すなわち、T条件がB条件よりも選手は臀部が浮いた感じはしないと評価していると推察される。T条件ではマジックテープによって臀部とシートが離れないようになっているが、B条件では前述したようにベルトを締める際に締めすぎによる痛みを回避し、少し緩めに締めていた者がいた可能性があり、ベルトの緩みが臀部の浮きに関係したのではないかと考えられる。

Q3の「臀部がシート上でずれた感じがあった」では、B条件では回答①「当てはまらない」が回答③「どちらでもない」、回答④「やや当てはまる」、および回答⑤「当てはまる」より回答数が多かった。一方、T条件では回答①「当てはまらない」が回答②「やや当てはまらない」、回答③「どちらでもない」、回答④「やや当てはまる」、および回答⑤「当てはまる」より回答数が多かった。B条件では回答①「当てはまらない」が80%あったのに対し、T条件では93.3%であった。すなわち、T条件がB条件よりも選手は臀部がずれた感覚はないと推察される。実際の臀部のずれた距離もT条件がB条件より小さい値を示していたため（表2）、選手の感覚は臀部のずれの実測値と合致していたと考えられる。

Q1「臀部に違和感があったか」、Q4「何もつけていない時より漕ぎやすかった」、およびQ5「いつもより力強く漕げた」については、度数の差は認められなかった。しかし、Q4「何もつけていない時より漕ぎやすかった」において、B条件は回答⑤「当てはまる」が0%であったのに対し、T条件は33.3%であった。有意差はなかったものの、T条件において、何もつけていない時より漕ぎやすいと回答した者がおり、B条件よりT条件が高評価であったと考えられる。今回、被験者をシングルスカル種目の試合経験がある者と限定したため、被験者数が少なかった。そのため、有意差が表れにくく、統計的な第二種の過誤の可能性も考えられる。今後は被験者数を増やして検討する必要がある。

表3 アンケート調査の結果 (n=15)

			①	②	③	④	⑤	χ^2	p	多重比較検定
Q1	B条件	人数	2	8	5	0	0	6.0	0.19	
		%	13.3	53.3	33.3	0.0	0.0			
	T条件	人数	4	6	5	0	0	4.0	0.41	
		%	26.7	40.0	33.3	0.0	0.0			
Q2	B条件	人数	6	8	1	0	0	7.0	0.14	
		%	40.0	53.3	6.7	0.0	0.0			
	T条件	人数	12	3	0	0	0	13.5	0.00*	①>③, ④, ⑤
		%	80.0	20.0	0.0	0.0	0.0			
Q3	B条件	人数	12	3	0	0	0	13.5	0.00*	①>③, ④, ⑤
		%	80.0	20.0	0.0	0.0	0.0			
	T条件	人数	14	1	0	0	0	19.0	0.00*	①>②, ③, ④, ⑤
		%	93.3	6.7	0.0	0.0	0.0			
Q4	B条件	人数	0	0	7	8	0	8.5	0.07	
		%	0.0	0.0	46.7	53.3	0.0			
	T条件	人数	0	0	2	8	5	6.0	0.20	
		%	0.0	0.0	13.3	53.3	33.3			
Q5	B条件	人数	0	0	7	4	4	4.5	0.34	
		%	0.0	0.0	46.7	26.7	26.7			
	T条件	人数	0	0	4	6	5	4.0	0.41	
		%	0.0	0.0	26.7	40.0	33.3			

注) ①: 当てはまらない, ②: やや当てはまらない, ③: どちらでもない, ④: やや当てはまる, ⑤: 当てはまる, *: p<0.05

3. ローイングパフォーマンス (タイム、RPE、HR)

表4はローイングパフォーマンスに関する評価変数(タイム、RPE、HR)における二要因分散分析(性×条件)の結果である。RPEとHRについて、交互作用及び主効果に有意差は認められなかった。臀部のずれを防止することでタイムは向上したが(後述)、RPEおよびHRは変化しておらず、被験者の感じる運動強度は軽減されなかったと推察される。

タイムについては有意な性差および条件間差が認められた。多重比較検定の結果、いずれの条件も男子が女子より低値であった。男子は女子より筋力が高いと報告されており(福永、1978)、筋力の違いなども影響し、タイムに性差が現れたと考えられる。条件間差については、男子ではT条件がN条件およびB条件より有意に低値を示し、女子ではB条件およびT条件がN条件より有意に低値を示した。van Soest et al. (2015)は臀部のずれを防止したことにより、ボートにおいて抵抗力となる艇の上下の揺れや前後の揺れ、回転運動が見られにくくなったと報告している。表2の通り、本研究では使用した器具により臀部のずれが減少していた。シート上での臀部のずれが減少したことにより、van Soest et al. (2015)が述べているように、ローイング中のボートの不要な動きが減少し、タイムの向上に繋がったのかもしれない。本研究ではパフォーマンスの指標の一つであるローイング中のパワー、あるいはローイング中の動作を評価していない。これらの指標についても今後検討することで、タイムが向上した要因を深く分析することができると考えられる。この点は今後の課題である。

V. 結論

本研究では、ローイング中に起こる臀部とシートのずれを防止する二つの方法(T条件:テープを利用した方法、B条件:ベルトを利用した方法)が水上艇を用いた200mローイング中の臀部のずれ、ローイングパフォーマンス、および装着者の器具に対する評価に及ぼす影響について検討した。今回考案した両方法とも臀部のずれを防止することができており、T条件がB条件より臀部のずれを少なくさせていた。装着者に対するアンケート調査の結果より、「臀部が浮いた感じがあった」および「臀部がシート上でずれた感じがあった」において、T条件がB条件より若干ではあるが高評価であった。タイムについて、男子ではT条件がN条件およびB条件より、女子はB条件およびT条件がN条件

表4 ローイングパフォーマンス変数における二要因分散分析の結果

			N	B	T	二要因分散分析			多重比較検定	
						性	条件	交互作用		
タイム	男子 (n=8)	MEAN	38.88	38.88	38.38	F	631.7	3.92	2.22	男: N, B>T 女: N>B, T N, B, T: 男<女
		S.D.	1.36	1.05	0.86	p	0.00*	0.03*	0.13	
	女子 (n=7)	MEAN	64.71	64.14	64.29					
		S.D.	2.43	2.29	2.66					
RPE	男子 (n=8)	MEAN	11.25	11.13	11.25	F	0.18	0.33	0.87	
		S.D.	0.43	0.60	0.66	p	0.68	0.72	0.43	
	女子 (n=7)	MEAN	11.14	11.29	10.86					
		S.D.	0.83	0.70	0.64					
HR	男子 (n=8)	MEAN	173.50	174.00	173.75	F	5.08	0.19	1.68	
		S.D.	1.12	1.22	0.97	p	0.05	0.83	0.21	
	女子 (n=7)	MEAN	172.71	172.43	172.43					
		S.D.	0.70	1.05	1.29					

注) MEAN: 平均値, S.D.: 標準偏差, *: p<0.05

より良好な結果であった。RPE および HR には両方法による影響はなかった。したがって、ローイング中の臀部のずれを防止する二つの方法は、臀部のずれを減少させ、タイムを向上させる可能性が高い。

<参考文献>

Caplan N., Gardner T. N. (2005) The influence of stretcher height on the mechanical effectiveness of rowing, Journal of applied biomechanics, 21 (3), 286-296.
 福永哲夫 (1978) ヒトの絶対筋力—超音波による体肢組成・筋力の分析, 杏林書院.
 Jackson A., Jackson A.S., Bell J. (1980) A comparison of alpha and the intraclass reliability coefficients, Research quarterly for exercise and sport, 51 (3), 568-571.
 Shrout P. E., Fleiss J. L. (1979) Intraclass correlations: Uses in assessing reliability. Psychological Bulletin, 86 (2), 420-428.
 van Soest A.J., Hofmijster M. (2009) Strapping rowers to their sliding seat improves performance during the start of ergometer rowing, Journal of sports science, 27 (3), 283-289.
 van Soest A.J., de Koning H., Hofmijster M.J. (2015) Strapping rowers to their sliding seat improves performance during the start of single-scull rowing, Journal of sports science, 34 (17), 1643-1649.