

<研究論文>

# 高校生カヌースプリント選手の漕記録とストローク特性の縦断的变化

～漕記録の向上に伴うストローク頻度とストローク距離の相互関係の変化に着目して～

森 寿仁<sup>1)2)</sup>, 和田政也<sup>3)</sup>, 栢木 駿<sup>4)</sup>, 中村夏実<sup>5)</sup>, 山本正嘉<sup>6)</sup>

<sup>1)</sup>立命館大学

<sup>2)</sup>日本学術振興会特別研究員

<sup>3)</sup>鹿屋体育大学体育学部

<sup>4)</sup>River Sports Club

<sup>5)</sup>鹿屋体育大学スポーツ・武道実践科学系

<sup>6)</sup>鹿屋体育大学スポーツ生命科学系

## <論文概要>

高校生カヌースプリント選手4名(男子3名, 女子1名)を対象として, 2014年4月から11月までの7ヶ月間, 500m漕の記録およびその中間距離である250m地点におけるストローク特性(ストローク距離およびストローク頻度)の縦断的な変化について検討した。対象者の競技レベルは, 九州高校新人大会に当てはめると, 予選レベルが1名, 準決勝レベルが2名, 決勝レベルが1名であった。対象期間において全選手の500m漕記録が向上したが, レベル別にみるとストローク距離およびストローク頻度の変化の様相は異なっていた。予選レベルの選手ではストローク頻度とストローク距離の両方が向上した。準決勝レベルの選手では, ストローク頻度は大きく向上していたが, ストローク距離は維持もしくは低下していた。決勝レベルの選手では, ストローク距離の向上のみがみられ, ストローク頻度には変化が見られなかった。したがって, これらの変化について, SRとDPSの関係を示したダイアグラムで評価することによって, トレーニングによるストローク特性の個人内での変化や, 個人間での特性の違いなどを可視化でき, 合理的なトレーニングを考える上で有効な手法になり得ると考えられた。

**キーワード:** 初心者, 個人差, トレーニング方略, ダイアグラム

## I. 緒言

カヌースプリント競技は, パドルを漕いで艇を前進させ, 一定の距離(200m, 500m, 1000m)における着順を競う競技である。その成績を決定づけるのは艇速度であるが, これはストローク頻度(Stroke Rate:SR)と1ストロークあたりの推進距離(Distance per Stroke:DPS)という2要素の積によって決まる。SRとDPSの間には, 一方を増大させると一方は低下するという二律背反(トレードオフ)の関係がある<sup>7)</sup>。したがって競技力の向上を

図る際に, 両者をそれぞれどの程度重要視してトレーニングするかは, 重要なポイントになるとされる。

このSRとDPSの様相に着目した研究としては, 池田ら<sup>2)</sup>, 中村ら<sup>3)</sup>, 栢木ら<sup>1)</sup>の研究がある。池田らは, 国内一流レベルのカヤック競技選手を対象にレース中のストローク成分の変化について検討し, 500mレースでは序盤に艇のスピードを高め, その後のSRの低下を小さくすることが重要であると報告している<sup>2)</sup>。

表1. 被検者の身体特性

被検者	性別	種目	競技力※	経験年数	年齢(歳)	身長(cm)	体重(kg)	体脂肪率(%)
A	男子	カヤック	予選	1年	15	171.3	55.6	8.6
B	男子	カナディアン	準決勝	1年	15	170.1	67.1	16.5
C	男子	カヤック	準決勝	4年	16	171.4	60.2	14.3
D	女子	カヤック	決勝	4年	16	156.4	54.7	27.5

※競技力は、11月に行われた九州高校新人大会において進出したレベルを示している。

また中村らは、国内一流レベルのカナディアン競技選手を対象に、レース中のストローク成分の変化について検討し、500m競技において、レース中盤から終盤にかけてSRが高い者ほど艇速度を獲得でき、パフォーマンスが高かったことを報告している<sup>3)</sup>。

さらに栢木らは、高校生カナディアン500m競技者に着目し、250m地点におけるストローク成分と漕パフォーマンスの関連について検討している。その結果、艇速度とSRとの間には正の相関関係がみられたが、DPSとの間には関連がみられなかったと報告している<sup>1)</sup>。

以上の先行研究を踏まえると、カヌースプリント競技の競技レベルを向上させるには、DPSよりもSRの獲得が重要であると考えられる。しかし、これらの先行研究に共通した問題として、いずれも横断的な研究であるという点があげられる。すなわち、トレーニングにともなうストローク特性が、縦断的にどのように変化しているのかについては明らかにされていない。

カヌー競技は高校生から専門的に競技を始める選手が多い。したがって、高校生選手のストローク特性の変化を縦断的に観察することにより、初心者から上級者に至るまでのストローク特性の変化についての示唆が得られる可能性がある。そしてこのような知見は、初心者から上級者に至るまでの段階的な指導を効果的に行う上での資料になりうると考えら

れる。

そこで本研究では、高校生期のカヌースプリント500m競技者4名を対象に、漕パフォーマンスおよび漕動作の縦断的变化を、7ヶ月間にわたり個人ごとに明らかにした。そして、SRとDPSとの関連から、カヌースプリント競技における段階的な指導を行う上での資料を提示することを目的とした。

## II 方法

### 1. 被検者

被検者は、鹿児島県内の高校生カヌークラブに所属するカヌー選手男子4名、女子1名の計5名とした。ただし、そのうち1名の男子選手は対象期間中に貧血と診断されたため、本研究の分析から除外した。各被検者の競技種目、競技力、競技歴、身体特性については表1に示した。

なお、被検者の所属するカヌークラブでは、カヤック、カナディアンの両種目ともに、SRを高く維持できるパドリング技術、体力を身につけることを基本課題とし、日々のトレーニングに取り組んでいた。

### 2. 測定方法

栢木らは、500m競技のスタートからゴールまでの艇速度と中間地点における艇速度の間に有意な相関関係があり、その時点における漕動作が全体の漕動作をある程度反映できると報告している<sup>1)</sup>。そこ

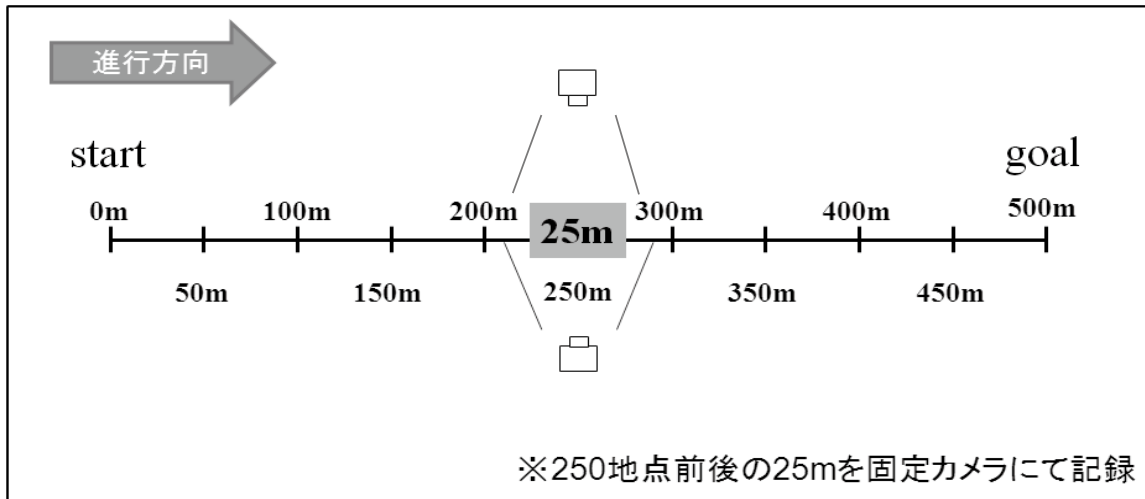


図1. 漕動作の撮影の概要

で本研究でもこの研究と同様、中間地点における漕動作を500mの漕パフォーマンスの代表的な指標と見なし、同様の測定を行った。

平成26年4/27, 11/8に、伊佐市菱刈カヌー競技場で漕動作の測定を実施した。漕動作の測定にあたり、被検者には2回の500mの全力漕を実施させた。そして、タイムの良かった試技におけるSRおよびDPSを分析した。なお、水上競技は風速の影響を受けるため、携帯型風速計（Kestral4000, Nielsen Kellerman社製, USA）を用いて風速を、支持棒に紐を取り付けた風見と方位磁針を用いて風向を計測した。

漕動作の撮影は、栢木らの先行研究<sup>1)</sup>を参考に、コースの250m地点の両側に1台ずつデジタルビデオカメラ（PJ800, sony社製, Japan）を設置した。撮影範囲は250m地点を中央とした25m区間とした。撮影速度は60コマ/秒とし、映像範囲を固定して撮影した。測定方法の概要については、図1に示した。

### 3. 測定項目および分析方法

測定項目は、500m漕記録およびレースの250m地点を中央とした25mの測定区間における艇速度（中間速度）、その際のDPS（ストローク距離）およびストローク時間とした。DPSおよびストローク時間は、栢木ら（2013）の研究と同様に、①キャッチーミドル区間（以下、水中局面前半）、②ミドルーフィニッシュ区間（以下、水中局面後半）、③フィ

ニッシューキャッチ区間（以下、空中動作）、の3局面に分け分析を行った（図2-a）。

映像解析には、映像解析ソフトウェア（Dartfish, Dartfish社製, Switzerland）を使用した。分析は、キャッチ、ミドル、フィニッシュ、キャッチまでの一連の動作においてバランスを崩すなどのミスパドルリングがない連続した3パドル分の平均値を採用した。分析対象とする漕動作の抽出は、全日本選手権入賞、全日本学生選手権入賞経験を有する熟練したカヌー選手が行った。

DPSの算出には、艇長が一定（5.2m）であるという特性からその画角における距離のキャリブレーションを行い、3パドル分のDPSを算出し、その平均値を代表値として用いた。また、前述の①～③の局面における艇の推進距離も同様の方法を用いて算出した。SRは60秒をストローク時間で除することにより算出した。また、①～③の局面の変化については、各局面に要した時間によって検討することとした。

栢木らの研究<sup>1)</sup>ではカナディアン種目のみであったが、本研究ではカヤック種目についても図2-bに示したように、キャッチは水に触れる瞬間、ミドルはパドルが垂直になる瞬間、フィニッシュはパドルが水から離れる瞬間と定義し、カナディアン種目と同様に①～③の局面を定量した。なお、カヤック種目における1ストロークは、右からキャッチした場合には次の右のブレードが入水するまでとし、前

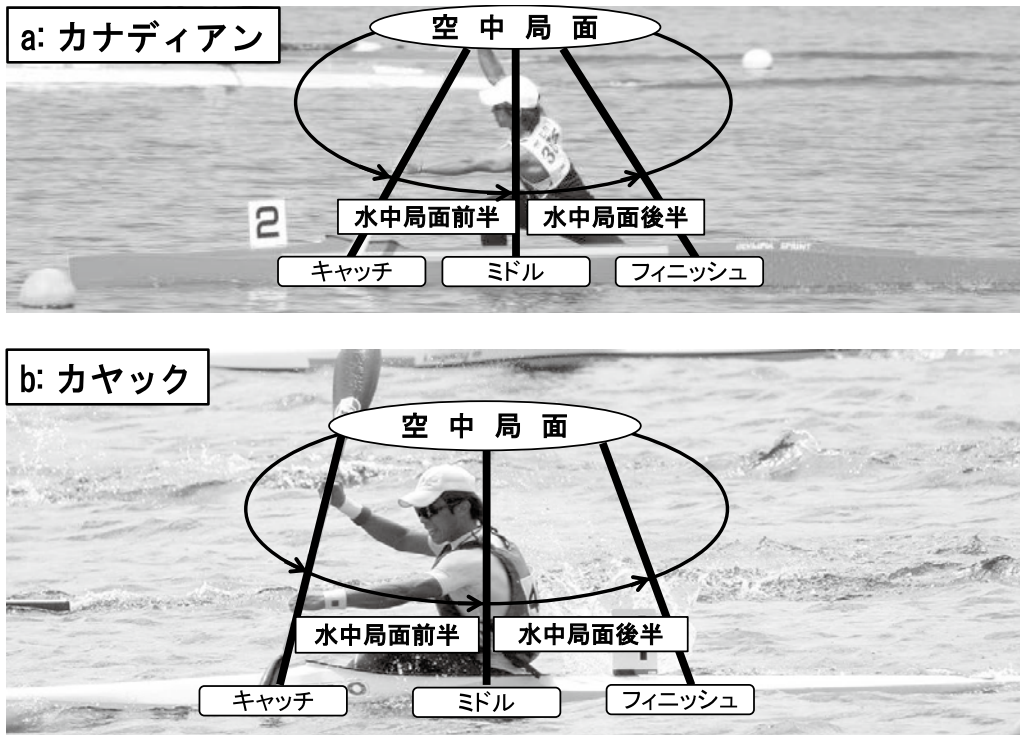


図2-a. カナディアンにおける漕動作の定義  
 図2-b. カヤックにおける漕動作の定義(片側における漕動作の定義を示している.)

述の①～③の局面における分析は左右の各局面の平均値をデータとして採用した。

### Ⅲ 結果

水上競技においては、風速が成績や動作に大きく影響する。500m全力漕時の風向および風速について

て試技ごとに計測したところ、各測定日(4/26, 11/8)の500m全力漕時の風向風速は、ほぼ同様の計測値(0.6~1.0m/s)であった。したがって、本研究における漕パフォーマンスや漕動作は風速による影響は受けていないものと考えられる。

図3は、カヤックおよびカナディアンの各被検者

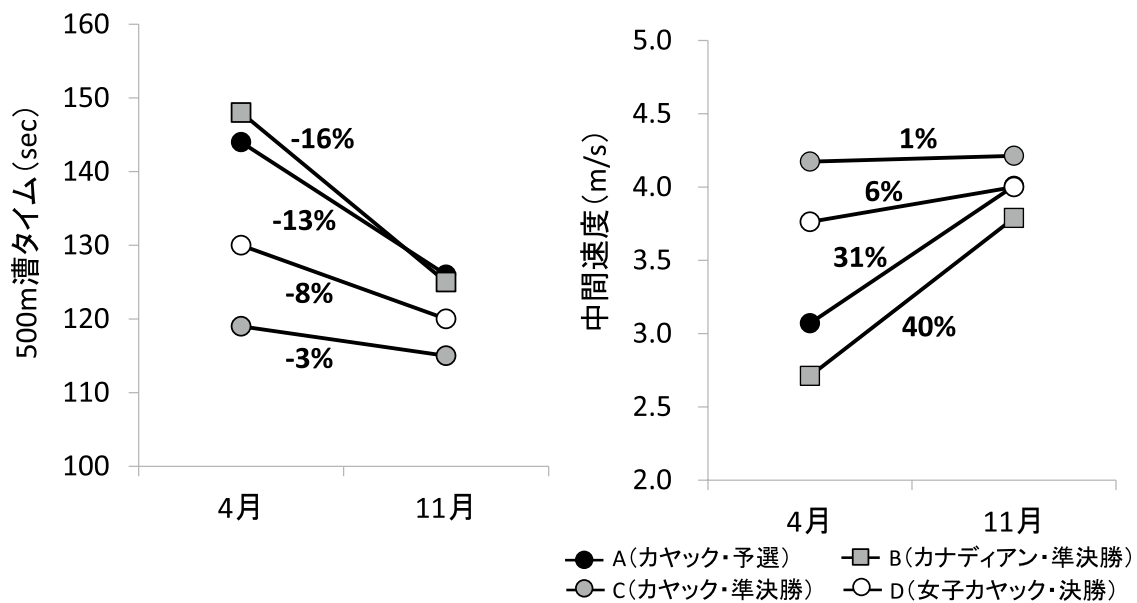


図3. カヤックにおける500m漕タイムおよび中間速度

表2. 4月と11月における漕記録, ストローク特性(1ストローク, 各局面)の変化

被験者	測定日	500m 漕記録 (秒)	1ストローク全体			1ストロークにおける局面					
			艇速度 (m/s)	DPS (cm)	SR (strokes/min)	水中局面前半		水中局面後半		空中局面	
						距離 (cm)	時間 <sup>※1</sup> (秒)	距離 (cm)	時間 <sup>※1</sup> (秒)	距離 (cm)	時間 <sup>※1</sup> (秒)
被験者A カヤック (予選レベル)	4月	144	3.07	234.5	78	60.5	0.18	63	0.18	122.8	0.41
	11月	126	4.01	238.3	101	57.5	0.15	70	0.21	98.3	0.24
	変化率	-13%	+31%	+2%	+30%	-5%	-20%	+11%	+14%	-20%	-41%
被験者B カナディアン (準決勝レベル)	4月	148	2.71	490.0	33	71.7	0.22	206.7	0.58	211.7	0.93
	11月	125	3.79	450.0	50	81.7	0.22	213.3	0.51	155.0	0.47
	変化率	-16%	+40%	-8%	+52%	+14%	-3%	+3%	-13%	-27%	-49%
被験者C カヤック (準決勝レベル)	4月	119	4.17	249.2	101	67.5	0.16	86.7	0.21	95.0	0.23
	11月	115	4.21	230.8	109	59.2	0.14	94.2	0.22	77.5	0.19
	変化率	-3%	+1%	-7%	+9%	-12%	-10%	+9%	+6%	-18%	-19%
被験者D 女子カヤック (決勝レベル)	4月	130	3.76	229.0	99	49.3	0.13	90.0	0.23	89.2	0.24
	11月	120	4.00	241.0	100	58.3	0.14	82.5	0.20	94.2	0.25
	変化率	-8%	+6%	+5%	+1%	+18%	+1%	-8%	-11%	+6%	+4%

※1 各局面における「時間」はストローク中の各局面に要した時間を示しており、値が小さいほど、ストローク頻度が高くなることに貢献していると解釈できる。

の4月および11月における500m漕タイムおよび中間速度の変化を示したものである。また表2は各被験者の4月および11月における漕記録およびストローク特性(1ストロークおよびそれを構成する各局面)の変化を一覧で示したものである。

各被験者における漕記録およびストローク特性の変化は以下の通りである。

### 1. 被験者A (カヤック・予選レベル)

被験者Aの4月、11月における500m漕タイムおよび250m地点における中間速度を図3に示した。500m漕記録は、144秒から126秒に18秒のタイムの短縮がみられた(-13%)。また、中間速度は3.07m/sから4.01m/sへと向上した(+31%)。

その成分であるSRおよび距離を見ると(表2)、SRは、78strokes/minから101strokes/minに増加したが(+30%)、DPSは234.5cmから238.3cmとあまり変化がみられなかった。

さらに、1ストロークを局面ごとにみたところ(表2)、水中局面前半でのストローク距離は、60.5cmから57.5cmに減少し(-5%)、ストローク時間も0.18秒から0.15秒へと減少した(-20%)。水中

局面後半でのストローク距離は、63.0cmから70.0cmに増加し(+11%)、ストローク時間は0.18秒から0.21秒へと増加した(+14%)。空中局面でのストローク距離は122.8cmから98.3cmと減少し(-20%)、ストローク時間は0.41秒から0.24秒へと減少した(-41%)。

### 2. 被験者B (カナディアン・準決勝レベル)

被験者Bの4月、11月における500m漕タイムおよび250m地点における中間速度を図3に示した。500m漕記録は、148秒から125秒に23秒のタイムの短縮がみられた(-16%)。また、中間速度は2.71m/sから3.79m/sへと向上した(+40%)。

その成分であるSRおよび距離を見ると(表2)、SRは、33strokes/minから50strokes/minへと増加し(+52%)、DPSは490.0cmから450.0cmへと減少していた(-8%)。

さらに、1ストロークを局面ごとにみたところ(表2)、水中局面前半でのストローク距離は、71.7cmから81.7cmに増加したが(+14%)、ストローク時間は0.22秒から0.22秒とほとんど変化が見られなかった。水中局面後半でのストローク距離は、

206.7cmから213.3cmへと増加し (+3%), ストローク時間は0.58秒から0.51秒へと減少した (-13%)。空中局面でのストローク距離は211.7cmから155.0cmへと減少し (-27%), ストローク時間では0.93秒から0.47秒へと減少した (-49%)。

### 3. 被検者C (カヤック・準決勝レベル)

被検者Cの4月, 11月における500m漕タイムおよび250m地点における中間速度を図3に示した。500m漕記録は119秒から115秒へと4秒の短縮がみられた (-3%)。一方, 中間速度については4.17m/sから4.21m/sとほとんど変化はみられなかった。

その成分であるSRおよび距離を見ると(表2), SRは, 101strokes/minから109strokes/minに増加し (+9%), DPSは249.2cmから230.8cmへと低下した (-7%)。

さらに, 1ストロークを局面ごとにみたところ(表2), 水中局面前半でのストローク距離は, 67.5cmから59.2cmに減少し (-12%), ストローク時間も0.16秒から0.14秒に減少していた (-10%)。水中局面後半でのストローク距離は, 86.7cmから94.2cmに増加し (+9%), ストローク時間も0.21秒から0.22秒へと増加していた (+6%)。空中局面でのストローク距離は95.0cmから77.5cmに減少し (-18%), ストローク時間も0.23秒から0.19秒に減少した (-19%)。

### 4. 被検者D (女子カヤック・決勝レベル)

被検者Dの4月, 11月における500m漕タイムおよび250m地点における中間速度を図3に示した。500m漕記録は, 130秒から120秒に10秒のタイムの短縮がみられた (-8%)。また, 中間速度は3.76m/sから4.00m/sへと向上した (+6%)。

その成分であるSRおよび距離を見ると(表2), SRは, 99strokes/minから100strokes/minあまり変化がみられなかった一方で, DPSは229cmから241cmへと増加がみられた (+5%)。

さらに, 1ストロークを局面ごとにみたところ(表2), 水中局面前半でのストローク距離は, 49.3

cmから58.3cmへと増加し (+18%), ストローク時間は0.13秒から0.14秒へと, あまり変化がみられなかった。水中局面後半でのストローク距離は, 90.0cmから82.5cmへと減少し (-8%), ストローク時間は0.23秒から0.20秒へと減少した (-11%)。空中局面でのストローク距離は89.2cmから94.2cmへと向上し (+6%), ストローク時間も0.24秒から0.25秒へと増加した (+4%)。

## IV 考察

本研究の目的は, 初心者から上級者までを含んだ高校生のカヌー選手4名を対象として, 7ヶ月間のトレーニングによる漕パフォーマンスの変化やストローク特性の変化について, 選手ごとに縦断的に検討し, それらの変化の様相を比較検討した。

### 1. 各選手の漕パフォーマンスとストローク特性の縦断的变化の関係

艇速度はSRとDPSの2要素の積で決まる。つまり, 同一艇速度であれば, SRとDPSは一方を増大させると一方は低下するという, 二律背反(反比例)の関係にある。そこで, それらの相互関係を可視化するためにSR-DPS関係のダイアグラムを作成した(図4, 5)。

このダイアグラムでは, 漕パフォーマンスの変化を可視化するため, 同一艇速度におけるSR-DPSの関係を破線で示している。また, 縦断的にSR-DPS関係の変化をみた時, 左右方向への変化が大きい場合には, SRの変化による影響が大きく, 上下方向への変化が大きい場合には, DPSの変化による影響が大きいことを示している。

このダイアグラムの結果を踏まえて4名の選手をみると以下のような特徴がある。

#### (1) 被検者A (カヤック・予選レベル)

被検者Aは, SRが大きく増加したにもかかわらず (+30%), DPSはほとんど変化がみられなかった。すなわち, 図4のダイアグラムでは, 漕動作が右方向へ大きく変化し, 漕パフォーマンスが向上していたことが窺える。

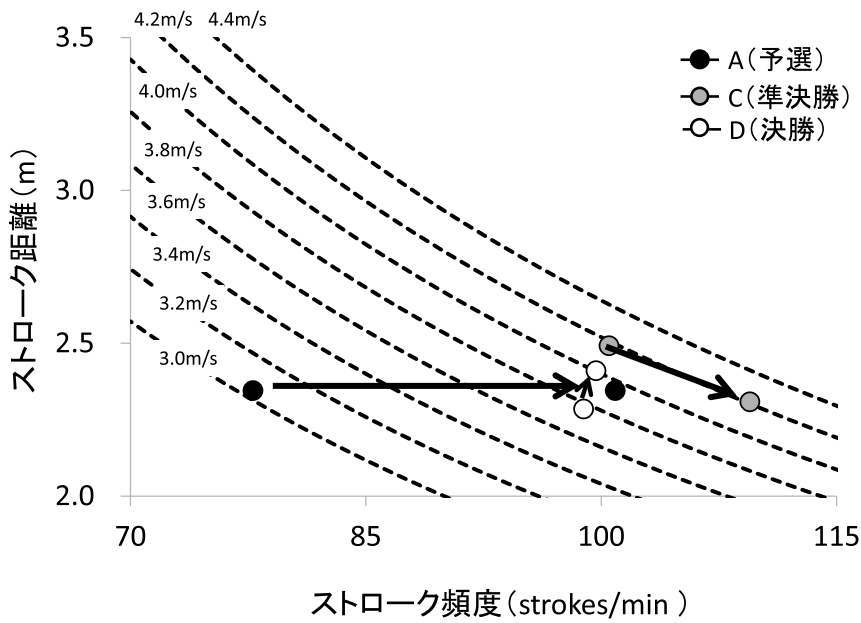


図4. 4月～11月における中間速度時のストローク距離とストローク頻度の関係の変化(カヤック)

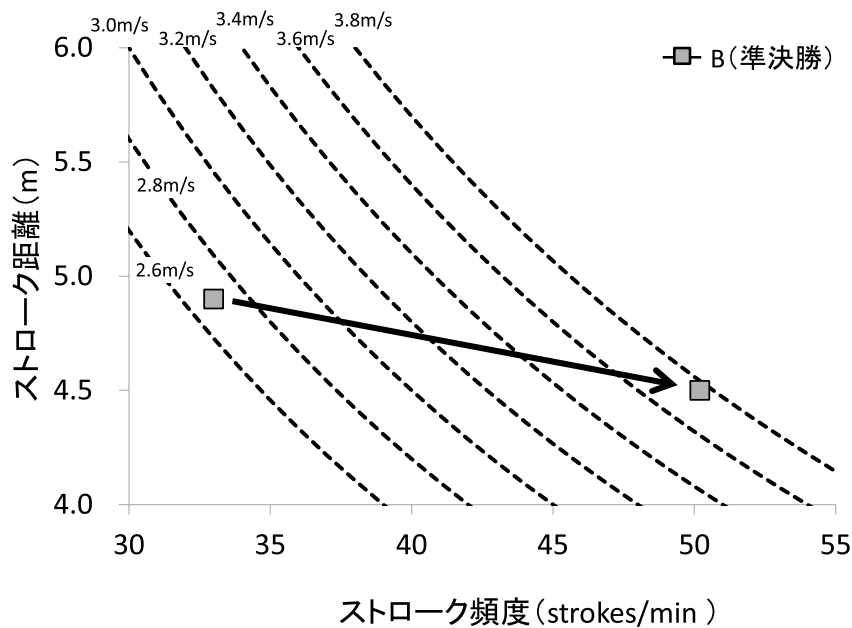


図5. 4月～11月における中間速度時のストローク距離とストローク頻度の関係の変化(カナディアン)

その変化した漕動作を1ストロークの局面別で見たところ(表2), 水中局面前半では所要時間の短縮が大きく(-20%), 推進距離の減少は相対的に見て小さかった(-5%)。また, 空中局面における所要時間も短縮が大きいにも関わらず(-41%),

推進距離の減少は相対的に見て小さかった(-20%)。すなわち, 被検者Aの漕動作の変化の特徴として, 空中局面において艇を安定させる(安定して乗艇する)ことができ, それにより安定したストローク動作が獲得できるようになっていたと考えら

れる。

また、水中局面前半においても所要時間の短縮が大きかったことは、前述の艇の安定に加え、水をしっかりと捉えられる技術の獲得ができたことによる可能性があり、それらが複合的に作用することによって、大きく漕パフォーマンスが向上したと推察される。

### (2) 被検者B (カナディアン・準決勝レベル)

被検者Bは、SRの増加が大きいにも関わらず (+52%)、DPSの減少はSRの変化と比べて小さい (-8%)。すなわち、図5のダイアグラムでは、漕動作が右方向へと大きく変化し、漕パフォーマンスが向上していたことが窺える。

その変化した漕動作を1ストロークの局面別でみたところ(表2)、水中局面前半において所要時間にはほとんど変化が見られなかったにもかかわらず、推進距離の獲得ができていた(+14%)。すなわち、水をしっかりと捉えられるキャッチの技術が獲得でき、漕パフォーマンスが向上した可能性が考えられる。また、被検者Aと同様に、空中局面における所要時間も短縮が大きいにも関わらず(-49%)、推進距離の減少は所要時間の減少に比べて小さかった(-27%)。すなわち、空中局面において艇を安定させる(安定して乗艇する)ことができ、それにより安定したストローク動作を獲得し、ストローク頻度を増加させることができるようになったことも漕パフォーマンスの向上に寄与したと考えられる。

### (3) 被検者C (カヤック・準決勝レベル)

被検者Cは、トレーニングの経過に伴いSRが増加しているが(+9%)、DPSも同程度低下していた(-7%)。すなわち、図4のダイアグラムからみて、漕パフォーマンスには大きな変化は見られませんが、漕動作は右下方向へと変化していたことが窺える。この変化は、被検者CにとってSRを増加させられる技術や体力は身に付いたが、それにもなうDPSの低下を抑制できるような技術がまだ備わっていなかったことを示唆していると考えられる。

また、変化した漕動作を1ストロークの局面別でみても(表2)、各局面において推進距離とストローク時間の変化は同程度であった。すなわち、被検者Cにとって今後はSRを維持しながらDPSを増大させるトレーニングを処方する必要があると考えられる。ただし、被検者Cも中間速度では大きなパフォーマンスの向上はみられていないが、500m漕タイムには4秒の向上がみられた。つまり、SRを増大させた漕技術や体力が、レースの前半局面(スタートダッシュなど)もしくは後半局面(減速など)に何らかの影響を与えていた可能性も考えられる。それらについては本研究では明らかにできないが、今後考慮すべき点かもしれない。

### (4) 被検者D (女子カヤック・決勝レベル)

被検者Dは、SRにはほとんど変化は見られていないものの、DPSには向上がみられた(+5%)。すなわち、図4のダイアグラムでは、漕動作が上方へと変化し、漕パフォーマンスが向上していたことが窺える。

その変化した漕動作を1ストロークの局面別でみたところ(表2)、水中局面前半において所要時間にはほとんど変化がみられていないにもかかわらず、推進距離の獲得ができていた(+18%)。すなわち、水をしっかりと捉えられるキャッチの技術が獲得できていたことがDPSの増加につながったと推察できる。また、被検者Dは女子選手ではあるが、今回の被検者の中で最も競技実績が高く、全国大会での入賞経験やカヌースプリントジュニア日本代表候補に選出された経験がある。すなわち、このようなトップレベルの選手では、ある程度のSRが獲得されており、DPSの向上がパフォーマンスを向上させるうえで重要である可能性がある。

## 2. 競技能力の向上にもなうストローク動作の変化

被検者Aのような初心者の場合、転覆しないようにバランスを保ちながらカヌーを漕ぐための漕技術が不足し、500mを漕ぎ切るまでに無駄なエネルギーを使うことが多い。初心者の場合、パドルが水中に入っておらず、推進力にはつながらない空中局



面において、艇がバランスを崩しやすくふらふらするため、空中局面の所要時間が大きくなると考えられる。実際、被検者Aの場合、トレーニング後において空中局面での所要時間が大きく短縮され、SRが著しく向上し推進距離はわずかに増大もしくは維持されていた（表2）。これらは、艇上でバランスが取れるようになり、ふらつきのないパドリング動作がおこなえるようになったことに起因するものと考えられる。したがって、競技能力が予選レベル程度の初心者選手には、艇のバランスのとり方を身に付け、500mを全力で安定したパドリングで漕ぎきるための技術を習得する事を優先させることが必要であると考えられる。

次に、被検者B、Cのような、競技レベルが準決勝程度の場合、予選レベルの選手とは違い、安定して500mを漕ぎ切る漕技術はある程度身に付けているものと考えられる。つまり、より艇を進められる漕技術もしくは体力の向上が重要であると言える。その点を踏まえて本研究の結果をみると、DPSの減少の程度には違いはあるものの、SRの向上についてはいずれの被検者も共通していた（図4、図5、表2）。すなわち、準決勝レベルの段階としては、SRを向上させるための技術および体力が必要であると考えられる。

水面を移動する競技種目においては、水を後方に押し出すことによって、推進力を得ることができる。カヌースプリント競技では、漕手がパドルで水を掻いて（後方に押し出して）、艇に対する推進力を得る。この時、水の抵抗は、速度の2乗に比例して増大し<sup>5)6)</sup>、SRは艇速度の約2乗（1.86乗）に比例して増大する<sup>4)5)</sup>。また艇速度は、漕手のダイナミックな動作により、艇の抵抗に打ち勝ってパドルが水中を移動することで生み出されるが、パドルが水中にない間（空中局面）は慣性力以外の新たな推進力が生じないため、艇は抵抗を受けて減速する。つまり、艇が抵抗を受けて減速する時間を短くすること、すなわち、空中局面を短くするためにSRを増加させることが漕パフォーマンスの向上につながると考えられる。

準決勝レベルの選手の中でも被検者Bの1スト

ローク内の成分についてみると、水中局面前半において所要時間が短縮しているにもかかわらず、推進距離の獲得ができていた（図5、表2）。これは、水中局面前半であるキャッチでパドルの力をうまく水に力を伝えられず、パドルをただ素早く動かすだけの動作になっていたものが、キャッチの時にパドルでうまく水をとらえ、推進力を生み出すことができる技術を習得したことに起因するものと考えられる。つまり、SRの向上と同時に、水中局面前半の漕技術の改善も指導上重要なポイントとなるかもしれない。

最後に、今回の被検者の中で最も競技実績が高かった被検者D（全国大会入、カヌースプリント日本代表候補選出）についてみると、SRの向上はみられず、DPSの向上がみられた（図4）。また、そのストローク成分についてみると、準決勝レベルの被検者Bと同様に水中局面前半で、推進距離の獲得ができており、キャッチの時にパドルでうまく水をとらえ、推進力を生み出すことができる技術を習得したと考えられる。したがって、競技レベルが高い高校生の選手においては、SRの向上よりも、DPSの獲得が重要となり、それに合わせた練習が必要であると考えられる。

次に、国内トップレベルのカヌー選手におけるSRとDPSについて着目し、本研究の被検者の変化との関連について検討する。池田らは、女子カヤックの国内トップレベル選手の500mレース中間地点におけるSRについて報告し、 $100.1 \pm 6.2$  strokes/min、DPSは $239 \pm 13$  cmであったことを明らかにしている<sup>2)</sup>。本研究の被検者Dにおける4月時点のSRは99 strokes/min、DPSは229 cmであり、国内トップレベルの選手と比較してSRは同等であったが、DPSでは10 cm程度低値を示していた。そして、11月時点ではSRは同等のまま、DPSも国内トップレベルの選手と同等まで向上していた。これらのことは、SRが国内トップレベルの選手と同等に高められる選手の場合には、SRを維持しながらDPSを向上させるトレーニング方略が有効であることを示唆しているかもしれない。

また、池田らは男子カヤック国内トップレベ

ル選手においても同様に検討し, SRが $110.0 \pm 6.4$ strokes/min, DPSが $255 \pm 13$ cmであったと報告している<sup>2)</sup>。本研究の被検者Cをみると, 4月時のSRは101strokes/min, DPSは249cm, 11月時のSRは109strokes/min, DPSは231cmであった。すなわち, 被検者Cは4月から11月にかけて国内トップレベル選手に匹敵するSRを獲得できていたが, DPSは4月から11月にかけて低下してしまっていた。被検者Dの事例を基に考えると, 被検者Cは今後, SRを維持しながらDPSを向上させるようなトレーニング方略をとるようトレーニング内容をシフトさせていく必要があると考えられる。

しかし, 国内トップ選手のパドリング特性にも個人差がある。そのため, 本研究の被検者Cおよび被検者DのSRがたとえ国内トップ選手と同等であったとしても, 各選手の適性値であるかはわからない。したがって, 被検者Cおよび被検者Dの今後のトレーニング方法についてはさらに検討が必要である可能性もある。

その一方で, 本研究の図4および図5のようなパドリング特性の変化を一覧化できるダイアグラムを用いることで, 個人内のトレーニングによる変化や, 個人間の特性の相違を可視化して客観的に評価することができる可能性がある。すなわち, トレードオフの関係にあるSRとDPSが, ある方針で一定期間のトレーニングを行った場合に, どのような変化をし, その結果としてパフォーマンスにどのような影響を及ぼしたかを把握することができる。また, トップ選手と自身のパドリング特性を比較することによりどのような能力やトレーニングが不足しているのかについて検討することもできる。したがって, より合理的なトレーニング計画の立案をするための手助けとなりうると考えられる。

本研究は対象人数が少ないうえに, 性別, 競技経験(1~4年), 競技種目(カヤック, カナディアン)も異なる選手を対象としている。したがって, 今後さらに対象者を増やして高校生カヌー選手のパドリング特性の変化と競技力の関係について検討することが必要である。さらに, 本研究では漕動作やパドルにかかる力を測定できていない。そのため,

「水をしっかりと捉えられるキャッチの技術を習得できていた」など, 漕技術に関する推察を行っているものの, その技術が実際にどのようなものであるか, また実際にそのような変化が起こっているかは不明である。その点を明らかにすることは今後の課題である。

## V まとめ

高校生カヌースプリント選手4名(男子3名, 女子1名)を対象として, 500m漕の中間距離である250m地点の漕動作を縦断的に測定し, 漕記録およびストローク特性(DPSおよびSR)の変化について検討した。対象者の競技レベルは, 九州高校新人大会に当てはめると, 予選レベルが1名, 準決勝レベルが2名, 決勝レベルが1名であった。以下に競技レベルごとにみられた漕動作の変化を示す。

- 1) 対象期間において全選手で500m漕記録の向上がみられた。
- 2) 予選レベルの選手は, 艇上でバランスを取りながら, ふらつきのないパドリングができるようになることで, 空中局面に要する時間は短縮し, DPSを維持しながらSRを著しく向上させていた。
- 3) 準決勝レベルの選手は2名ともにSRの向上がみられた。中でも被検者Cは, SRは日本国内トップレベルの選手と同等まで向上していたが, 同時にDPSも低下してしまっていた。
- 4) 決勝レベルの選手は, 日本国内トップレベルの選手と同等のSRをすでに有しており, 水中局面前半での推進距離の獲得によりDPSの向上がみられた。

以上の結果から, 本研究で用いたSRとDPSの関係を示したダイアグラムで評価することによって, トレーニングによるストローク特性の個人内での変化や, 個人間での特性の違いなどを可視化でき, 合理的なトレーニングを考える上で有効な手法になり得ると考えられた。

## VII. 参考文献

- 1) 栢木駿, 奥島大, 山本正嘉: 競技能力から見た

- 高校生カヌーカナディアン競技選手におけるストローク頻度, ストローク距離の局面別特性, スポーツパフォーマンス研究, 5 : 310-321, 2013.
- 2) 池田達昭, 澁谷顕一, 大岩奈青, 松尾彰文 : 日本人カヌー選手のレースパフォーマンスの実態および北京オリンピックへ向けたレース戦略の目標, *Jap. J. Elite Sports Support*, 2 : 1-11, 2009.
- 3) 中村夏実, 石井泰光, 本間洋樹, 松下雅雄, 山本正嘉 : カヌースプリント日本選手権大会・男子カナディアンシングルレースにおける1ストローク推進距離とストローク頻度の特徴, *コーチング学研究*, 27(1) : 69-80, 2013.
- 4) Prendergast D., Bhnell D., Wilson W. Cerrtelli P. : Energetics of kayaking, *Eur. J. Appl. Physiol.*, 59 : 342-350, 1989.
- 5) Pendergast D., Zamparo P., di Prampero P., Capell C., Cerretelli P., Termim A., Craig Jr. A., Bushnell D., Paschke D. and Mollendorf J. : Energy balance of human locomotion in water, *Eur. J. Appl. Physiol.*, 90 : 377-386, 2003.
- 6) Prendergast D., Mollendorf J., Zamparo P., Termin II A., Bushnell D. Paschke D. : The influence of drag on human locomotion in water, *Undersea Hyperb. Med.*, 32 : 45-57, 2005.
- 7) Sealey RM, Ness KF, Leicht AS. : Effect of self-selected and induced slow and fast paddling on stroke kinematics during 1000m outrigger canoeing ergometry, *J. Sports Sci. Med.*, 10 : 52-58, 2011.