

1963

# 漕艇の動作分析

—技術上の一、二の問題について—

財団法人 日本体育協会  
東京オリンピック選手強化対策本部  
スポーツ科学研究委員会



# 漕艇の動作分析

—技術上の一、二の問題について—

スポーツ科学研究委員会委員

京都大学 高木公三郎

” 熊本水頼

関西医大 岡本 勉

## はじめに

ボートの漕法は英国の昔からの正統派漕法、フェアバンスタイル、アメリカ式のもの、イタリアスタイル、スイス漕法、ドイツ式漕法、それにわが国の各大学のいろいろのタイプがある。

今後、漕艇術の発達とともに、また多くの新しいタイプが生れるであろうが、それはまた漕艇技術には未だ最高の決定的なものがないからであるともいえよう。

オーソドックス・スタイルを完成したオックスフォードのワール博士は、一つの完全な理想的な漕法の像があるとして、それを追求しあの漕法を生んだが、その頃誰も夢想だにしなかった自由漕法を後にケンブリッジのフェアバーンが創造している、それがまたいろいろと変化してきた。

わが国の漕法の変遷のあとだけを見ても興味多いことであり、それだけに研究すべき問題は多い。

われわれは、先年来日したアメリカのレークワシントンクラブの舵無しフォアとドイツのキール大学のエイト・クルーの力漕中をほぼ真横から撮影した映画のフィルムによって、これらのクルーの漕ぎ方を動作分析し、わが国の漕手のそれと比

較し、技術的な一、二の問題を検討した。またわが国のクルーが今後漕法上特に留意すべき点と考えられる事柄につき、主としてローイングマシンとストレージージを使用して実験を行なった。

## 動作分析の方法

16mm映画、64コマで撮影したフィルムより1コマ毎に引伸ばし、手札の印面を作って、フォワード・モーション、ストローク、リカバリーの各動作中における水平方向の身体運動を調査した。

ストローク中オールブレードに伝えられる力

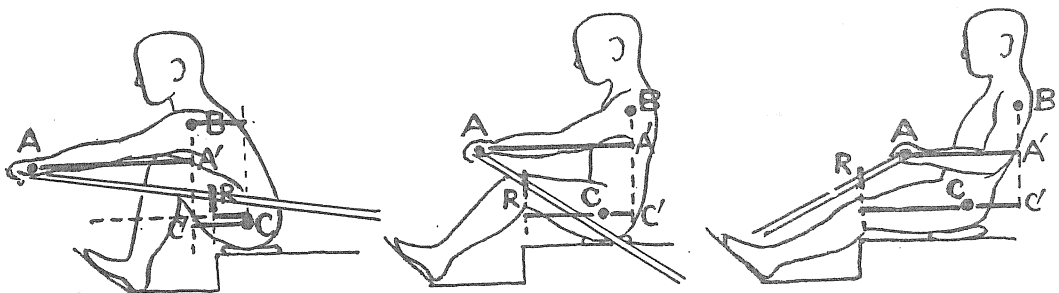
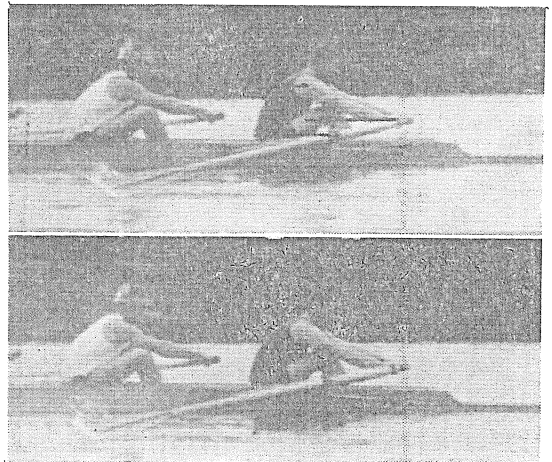


図 2.

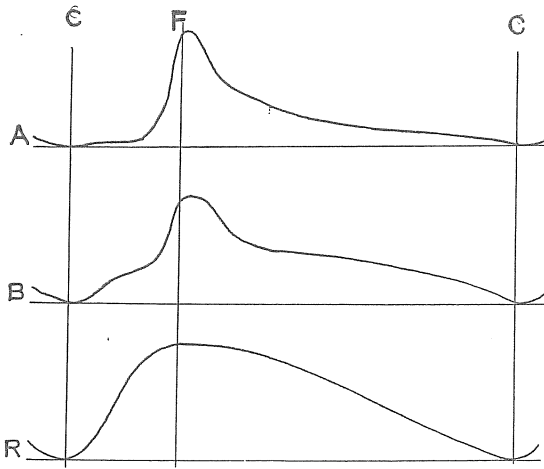


図 3.

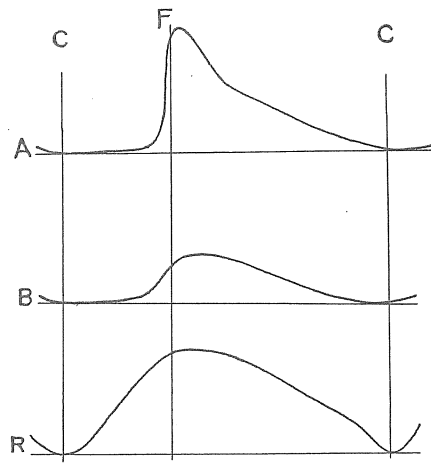


図 4.

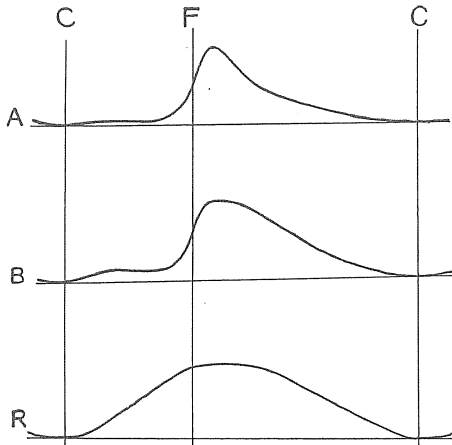
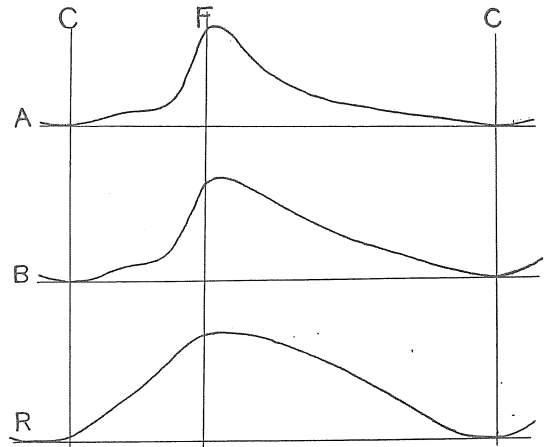


図 5.



は、ほとんど身体の水平移動により発生すると考えられるからである。

連続写真より①脚の蹴りによる上体の後進、②上体がフォアードの最前端、キャッチの時からフィニッシュにいたる間に水平移動する状態、③腕の伸展から屈曲までオールを引く手の水平移動を主として調査した。

即ち図 1 に示す如く、漕手の写真上で、手の位置を A、肩関節を B、股関節を C、ローラックの位置を R とし、A と B との水平距離 AA' の変化は上肢の屈曲を表わし、B、C 間の水平距離 CC' の変化は、上体のフォワードおよびバックワードの動きを表わし、CR の水平距離の変化に、ストレッチャとローラックとの水平距離を加えたもの

が、下肢の伸展を表わすとした。

### 動作分析の結果

図 2, 3, 4, 5 は以上の方法によって得た動作を表わすグラフである。

図 2 はレークワシントンの整調

図 3 はキール大学エイトクルーの 6 番漕手

図 4 はわが国某大学フォアクルーの軸手

図 5 は関西某大学のスカル漕手

の動作を表わしたものである。各図とも横軸は時間を表わし、C はキャッチの時点、F はフィニッシュの時点である。また縦軸は腕、上体、脚の水平移動を表わし、最も前出したところが下、上にゆくにつれ後方への移動を表わしている。各図と

もA線・B線・R線はそれぞれ、上肢の屈伸、上体の水平移動、下肢の屈伸を示したものである。

#### i) 腕の動作

各図のA線を比較しつつみると、上肢の動作は、いづれもキャッチからかなり腕を伸ばした状態で漕いでいる、特に図3のキールの6番手はストロークの随分後まで腕を伸ばしたままオールを引き、フィニッシュ近くで急に曲げ、フィニッシュ後まで腕をまげる動作がしばらくつづく、ただ図5のスカルの選手はキャッチからすぐ腕をまげ、まげたままの腕でオールを引いていることがわかる、しかもストロークの中程から再び大きく腕を屈曲しているが、よほど筋力が強くてこのフォームでは脚力がオールには伝えられない。<sup>\*</sup>

レークワシントン(図2A)もキールの選手(図3A)も随分強い筋力のある腕をもちながらストロークの大部分を腕を伸ばしたフォームでオールを引き、脚力や背筋による力を腕を綱としてオールに伝達している有様がみえる。フィニッシュのあと手をシュットアウトして、その後は、いづれもスムーズに前出している。

#### ii) 上体の動作

次に上体のフォアードおよびバックワードの動作が各図中央B線で表わされている。

レークワシントン(図2B)の上体の動きは、かなり大きい、キャッチから段々に上体を立てつつオールを引き、ストロークの中程でしばらく上体の角度を変化させずに漕いでいるが、最後の約1/3は再び上体をバックさせ、かなり大きくバックをとっている。これに反しキールの漕手(図3B)はややフォアードを出す程度でキャッチの後に上体の角度はほとんどかえず、そのままの姿勢でオールをいっきに引き、最後に上体をやや立てフィニッシュで極めて僅かバックした姿勢になっている。

図4の漕手はキャッチ後、先づ上体を立てようとし、ストロークの中央で、腰部の後進に対し上体がついていかず、かえて僅かに上体が前に傾く様子を見せる、この姿勢では脚力をオールに伝えることはできない、そして最後に再び或る程度のバックをとっている、腰がはいていない、腰

<sup>\*</sup>高木、熊本、岡本(カヤックのストロークについて)

に弱さがあるという動きである。図5のスカルの選手もフォアードで上体を前に出し、キャッチ直後に立ち上ろうとするが、ストロークの中程では一定の姿勢で漕ぎラストでぐっとバックをとっている。

上体の動きは図2のレークワシントンでは前後にかなり大きく動き、図3のキールでは、フォアードもバックも極めて僅かしかとらず、上体をほとんど立てたような姿勢でもっぱら脚力による漕ぎ方をしている。かつてわれわれがアメリカ漕法とよんだ、脚力のみによる漕法という感じである。

#### iii) 下肢の動作

最後に、各図のR線は下肢の屈伸の様子を表わしたものである。これによれば脚によりストレッチャの蹴りの状態を知ることができる。図2、図3はともに、下肢が十分屈曲した瞬間に直ちに伸展して、ストレッチャを蹴っており、特にキャッチの瞬間に弾力的に蹴っていることがわかる。これに対し図4、図5では下肢が屈曲しきった状態のまま、足底がしばらくストレッチャに押しつけられたままの状態になってから、後に蹴り出していることがわかる。言いかえれば、キャッチの時に一時下肢が静止してしまった状態になってから、再び動き出して、蹴る、という動作になっている。

蹴りの動作が弾力的でない。のみならず図5のスカル選手は、蹴りがキャッチよりいくらか早すぎるのがめだつ。また図3では、フォアードの最後の一時、下肢の引きつけがやや速くなり、十分フォアードをした瞬間、もう蹴り出しているのがわかる。

漕力が脚力におうところが大きいことからこのキャッチの瞬間の蹴りには、よほど留意しなければならない。

フォアードの最後の瞬間キャッチのはじめの下肢の動作の部分、特に注意するために各図のこの部分だけを拡大し、重ね合せてしめたものが図6である。

この図で、グラフが左から右へ時間がたつにつれて、基線に近づくのは、フォアードを出しつつあることを示し、基線についたところでフォアードが出しきられ、足底がストレッチャを押しした形

になる、ここでストレッチャを蹴ればグラフは基線から離れる。

レークワシントンもキール大学も、このグラフで明らかなように、フォアードの最後からキックまでの間は全く短かく、一瞬で、下肢を十分屈曲した瞬間にけりの伸展になっている。脚力をまことに弾力的に使っていることがわかる。これに反して図4、図5で表わした漕手は、足底をストレッチャに十分つけた状態で、ある時間静止している。しかも図5のスカルの漕手は、Cのキャッチより大分早い時に脚の伸展をしている。オールで十分水をつかんだ瞬間と、この弾力的な蹴りの瞬間とが完全にうまくマッチしないと意味がないが、この蹴りの技術は十分留意して、練習せねばならぬことと考えられる。

#### iv) 以上の要約

以上を要約すると、レークワシントンおよびキール大学に学ぶべき点は、

上腕はよく伸ばして水をつかみ、引きにあたっては、肘関節を屈曲せず、あくまで上肢を綱として脚力を伝達するようにすること、およびフォアードの最後を注意し、筋力の発揮は弾力的であるべきで、下肢が十分フォアードの形になった瞬間直ちに、全く止まることなくバネじかけの如くストレッチャを蹴るということである。

#### 漕艇の動作

漕艇運動の原理は、オールのブレードを水に入

れ、同時水を強く押すとその反作用として水はブレードを押しかえし、その力によって艇を推進させるということである。

オールで水を強く速く長く押せば、それだけ艇は速く多く進む。如何にしてより速く艇を進め、より速く2000mを漕ぎ切るかが漕艇術の問題である。

さて漕艇の動作を大きく分けると

- i) 準備運動としてのフォアード・モーション
- ii) 主運動であるストローク
- iii) フォロスルーとしてのリカバリーモーション

であるが、このうち艇の推進力となるのは主運動のストロークである。

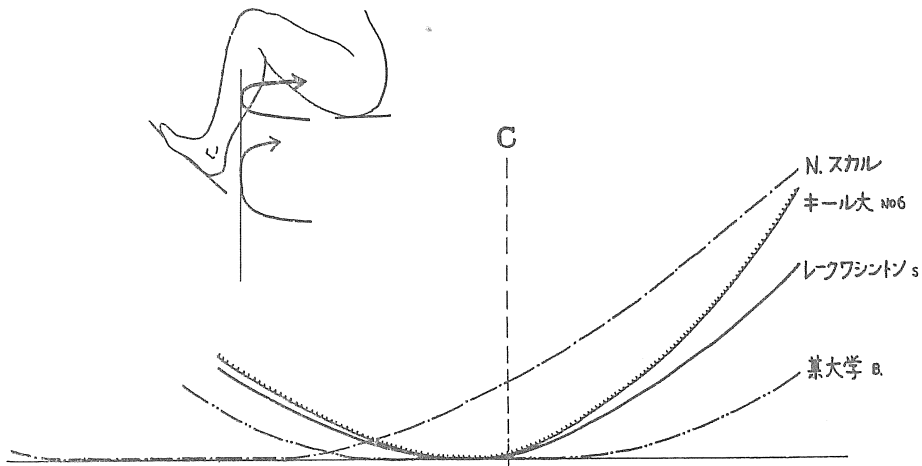
ストロークはまた次の二つの動作に分けて考えられる。即ち

- ① 上体を後方に飛ばせる動作
- ② 後方へ飛ぶ上体が、腕によってオールを引く動作

である。この①の上体を後方に強く速く飛ばせる動作は、筋電図による動作分析(後記)が示すように、下肢の伸展力、俗にいう脚力によってストレッチャを強く蹴る力と、腰背諸筋による上体をバックさせる力によるものである。また②の動作は、上の力が上体につく鎖骨と肩甲骨とからなる上肢帯と、自由上肢である上腕・前腕そして手によって伝達され、オールのハンドルを引く動作である。

足関節・膝関節・股関節をまたぐ諸筋の強い収

図6.



縮によって発生する脚力が、多くの腰椎・胸椎をへて肩関節・肘関節・手関節および指の関節をまたいで直列的につらなれた諸筋の緊張・収縮によってオールの手柄に作用して、オールを引く力となっているのであるから\*より強く、より速い動作のためには十分な強い、また速い下肢の伸展力を求めるべくふと、この力をなるべく有効に手まで伝達する工夫が必要となる。

### ①及び②の動作のための実験

ストレッチャを支える水平棒にストレインゲージを合成樹脂で固定し、下肢の伸展力でストレッチャを蹴るときの力を測った。

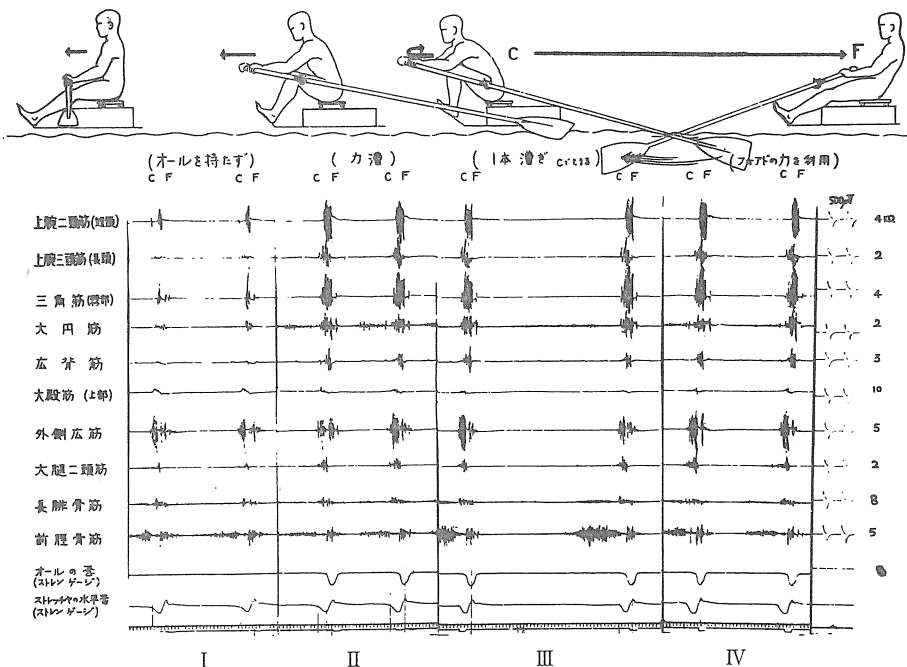
ただしこれで絶対的な力を求めるのではなく、脚の伸展方法によってストレッチャに水平に与える力の量の変化を知ろうとしたものである。

また、同時に動作を知るために筋電図を記録した。

### 実験結果

先に図5でその漕法を示した、関西某大学のスカルの漕手の動作であるが、図7のIはオールを持たず、上体を後方に飛ばせるだけの前述①の動

図7.



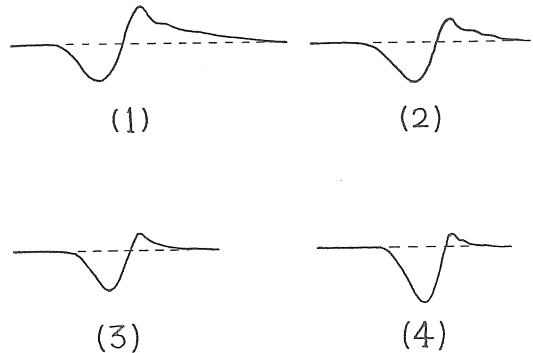
作を行なった場合である。漕艇練習によく用いられるバック台上の運動である。

筋電図をみると、オールを持たず上肢はただ動かしているだけであるから、上肢の諸筋の放電は非常に小さく、下肢の伸展筋だけが働いていることがわかる。

ストレインゲージの記録線は下方向に圧した力を、上方向に引く力を表わしている。

下肢の力で身体を後方に飛ばせる動作と、自分の力で、後方に飛ぶ上体を止めていることがわかる。前脛骨筋でストラップの皮を引きストレッチャを引いている状態が筋電図とストレインゲージから読みとられる。〔図8の(1)〕

図8.



\* 高木, 熊本, 岡本, カヤックのストロークについて

もし②の動作により、①で発生した力が完全にオールブレードに完全に伝達することができれば、上体を止める力は水にうつり、ストレッチャを引くことなしに水からの反作用でフィニッシュで上体は止まる筈である。

図7のⅡ、同じ選手にローイングマシン上でオール(抵抗45kg)をもたせて漕がしたものである。上肢の諸筋も大きい放電をみせており、ストレージでは、相当の力がオールに伝えられ、リカバリーにあたってストレッチャを引く力はよほど少なくなっている[図8の(2)]。しかしまだ上体を自力で止めるためのむだなエネルギーが使われている。

次に図7のⅢでは、キャッチの姿勢で一時静止し、一本漕ぎ、やや時間をかけてフォワードし、また次の一本を漕ぐという動作をくりかえした場合である。フォワードを出す最後に前脛骨筋がかなり長くストラップを引いていることがわかるが、この場合はよほど頑張ってもストレッチャを蹴る力が大きくなり、これは何回かくりかえして述べたように注意すべきことで、キャッチで一時静止すれば十分には強く蹴れないことをものがたっている。[図8の(3)]

最後に図7のⅣは、フォワードを出し切った瞬間に直ちに弾力的にストレッチャを蹴ることを特

に注意して漕がせた場合である。ストレージの歪はよほど大きく、ストレッチャを強くけていることがわかる。[図8の(4)]

これが、レクワシントンやキール大学のクルーの蹴り方に近いと思われる。

また、下脚の蹴り方のちがいにより、ストレッチャを圧する力が、どのように変わるかをストレージを用いて調査した。

図9の上の4つの曲線は、キャッチ直前に一瞬静止して蹴った場合の力、その下はそれぞれ同じ漕手が、弾力的に脚を屈伸させ、キャッチ前に全く止まらずにストレッチャを蹴ったときの力を示している。かなりの差がみられる。

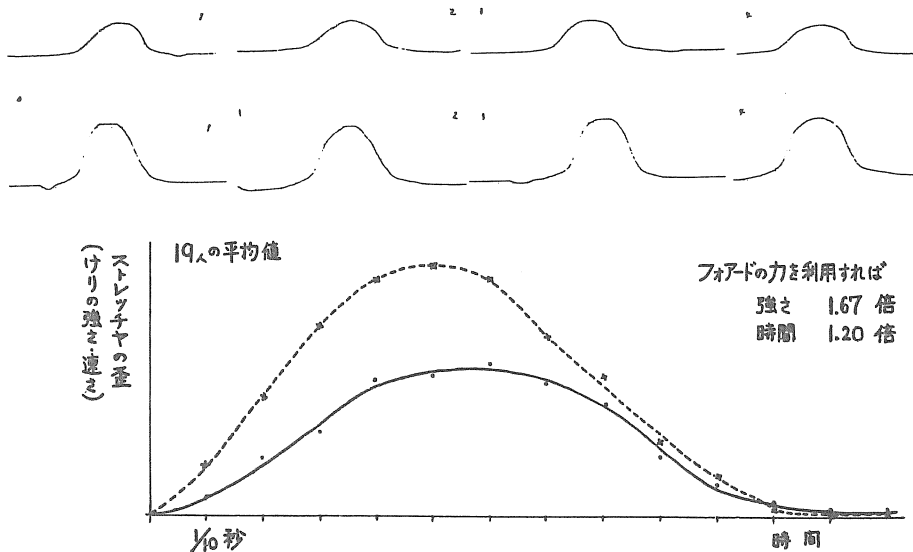
このようにして得た19人の漕手の平均をとったものを図示すると図9の下図になる。

蹴りの強さにおいて1.67倍、蹴りに要する時間は5/6に短縮されることがわかる。

フォワードの最後を注意して、弾力的に脚を使えば、このように強く速く蹴ることができる、キャッチのはじめの力が大になり、ストロークの最初に大きい加速度が生れ、艇速はより大になることがわかる。

なお②の動作、すなわち、後方へ飛ぶ上体にたく両腕がオールのハンドルを持って引く場合の問題は、著者等の別の報告書「カヤックのストロー

図9.





クについて]\* に詳細に記述したのでここには省略する。

それは、筋力の伝達機能を吟味するために行なった測定および実験である。

それによれば、ボートの場合、脚力が腰背部を経由し、肩関節・肘関節・手と直列的に連結する諸筋の緊張によってオールまで伝達される一つの力学系をなしている。このような場合その系中で最も筋力の弱い部分が伝達力を制限することになる。(ボートの場合、両脚は肩から並列的に連結されているが、この場合の伝達力は左右の腕の伝達力の和になる。)

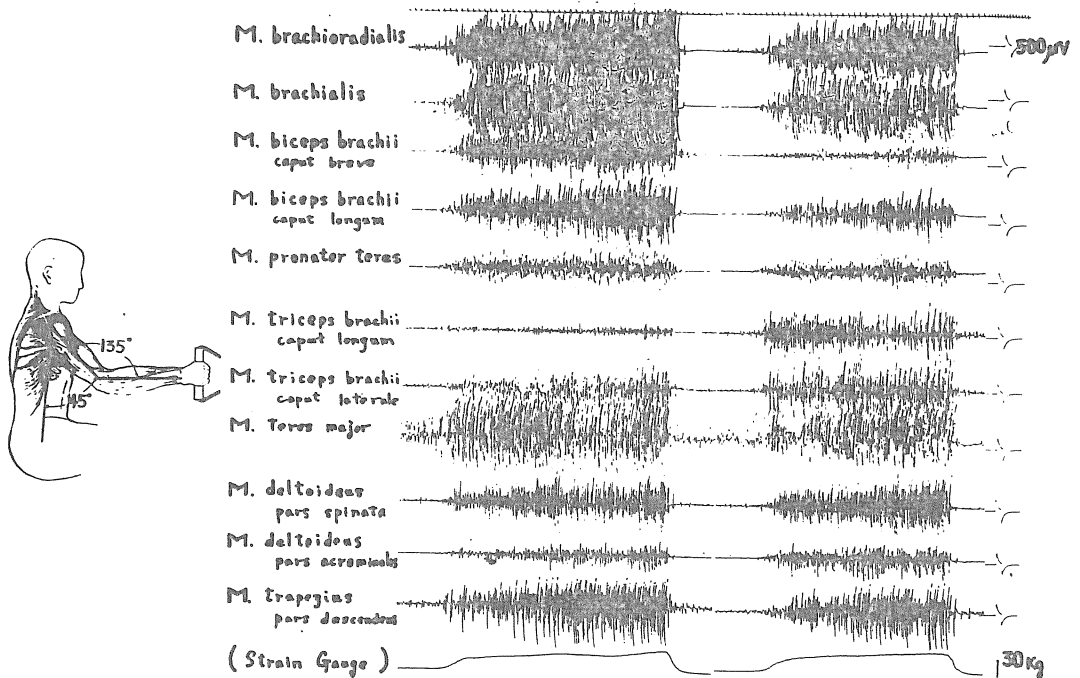
前腕を水平に近くしたフォームでオールを引くとき、この最も弱い部分は、上腕を体にひきつける諸筋であることを、われわれはカヤックのストロークの研究でたしかめた。

レークワシントンや特にキール大学クルーの如くキャッチよりストローク中かなり長い期間にわたって腕全体を一つの綱として使うとき最も有効に脚力をオールに伝達できるが、フィニッシュ近

くでは上腕を体に引きつけ、その後オールを水からあげねばならない。この動作に肩関節で積極的に働く諸筋、すなわち、広背筋・大円筋・小円筋・棘下筋・上腕三頭筋長頭の強化は、現在のわが国のクルーにとって最も重要なことである。

図10はフィニッシュ近く、上腕を体に引きつけようとする、(脇の角度が45°位の姿勢)引きの動作中の筋電図である、引きの方向が僅かに変わっても、肘関節に関係した諸筋の放電にかなりの差異がみられることがある。図10の左右の図は、同一被検者がほとんど同じ引きの動作をしたとき、このように異なったパターンが表われた例である。特に上腕二頭筋のパターンは左右で大きい差をみせているが、しかもストレインゲージに表われた引きの強さは、左右でほとんど変わらない。このことから上腕二頭筋の働きそのものは、引きについての力になるのではなく、肘関節の固定に関するものにすぎないといえる。ボートの腕を引くために必要な筋は、肩甲骨、上腕骨を後方へ引く諸筋である。

図 10.



\* 高木, 熊本, 岡本 (カヤックのストロークについて)

## 要 約

レークワシントン・キール大学のクルーおよびわが国の若干の漕手の力漕中を16mm映画により撮影したフィルムにより、身体の水平移動につき動作分析した。

上肢は脚力伝達の綱として用いられていること、肩甲骨・上腕骨を後方へ引く主働筋を強化すべきこと、フォアードの最後からキャッチの動作は筋力を弾力的に使うべきこと、が上の分析より明らかになった。

ストレインゲージを用い、蹴り方の実験測定の結果、フォアードの終りに直ちに弾力的にストレッチャを蹴れば、一瞬止まってから脚を伸展する

場合の1.67倍の蹴りの強さを得ることがわかった。

最後に、筋は少し伸展された状態から、その粘性を活用して収縮させるとき最も大きい力を発揮する。身体中最大の関節である股関節や腰の筋を特に弾力的に使用する漕法、主働筋の働く直前にその拮抗筋を適当に使用する漕法、つまり主運動直前の準備運動の最後の瞬間における動作のくふう、ボートではフォアードの最後の一瞬の動作をより研究工夫する必要がある。

(なお、この調査に当って、千葉四郎先輩から多くの注言を戴いた。ここに感謝の意を表す次第である。)

## 漕艇運動の筋電図

身体運動の動作分析を行なって、筋の働き方を解析することは、その運動のためにコンデンスした強化策を立てる上に大切なことである。

ある動作のために、どの筋が何時から何時まで実際にどのように働いているかを知るためには、筋電図を記録し、解剖学の教えるところを基礎として、その記録を読む必要がある。

漕艇運動中の筋電図をいくつか記録したので説明をつけてここに示す。

第1図、第2図は人体の表在筋を説明するための略図である。第3図は京大・西村光漕手の漕艇動作中の表在諸筋の筋電図である。図中Cはキャッチの瞬間、Fはフィニッシュの瞬間である。時刻のきざみは $\frac{1}{10}$ 秒である。

オイルブレーキを使ったデルターのローイングマシンを用いた動作で、キャッチ付近では実際のローイングと若干のずれがあろう。何本も漕ぎ連続的にとった筋電図中から、C→Fのストローク中・C→Fのフォアード中のものの1本分を表わしている。何本日もほとんど全く同じパターンを画いた。

C→Fのストロークが約0.6秒、F→Cのフォアード中が1.2秒で、ピッチは33である。オールにかけた抵抗は、45kgほどであった。

○各筋について説明すると

**三角筋後部** 上腕を後方に引く筋である。キャッチより0.2秒から少し働きかけ、0.4秒から0.6秒すなわちフィニッシュの後に近づくにつれ急に強い放電をみせ、上腕が強く後方に引かれていることがわかる。

**僧帽筋下部** 肩甲骨を内下方に引き下げる筋である。フォアードの後半から緊張し肩の動きに作用していることがわかるが、ストロークの中頃から後にかけて肩を固定しつつ腕を後方に引くための肩甲骨の動きに働いている。

**大円筋** 上腕を後内方に引きこれを内方にまわす筋上の僧帽筋とほとんど同じ時に働き、上腕を後方に引いている。これもフォアードの終り頃、キャッチの準備の緊張を示す。

**広背筋** 上腕を内旋しつつ後下内方に引く筋

ストローク中0.3～0.5秒位の間に強い放電をみせる。上体が垂直になり、やや後方にバックした時には放電は消える。この体位では、広背筋はすでに上腕の引きの力にならない方向になっている。

**腹直筋** 上体がバックする頃から働き、股関節の固定に働き、またリカバリー時に放電をみせる。リカバリーには、深部の大腰筋・腸腰筋が主働筋であるが、この腹筋の働きも大いに協力している。

**上腕三頭筋** 上肢を伸展する筋である。

腕を引く諸筋と同時に放電をみせているのは、肘関節及び肩関節を固定しているのである。腕で引く動作中、腕が綱になっていることを表わすものである。

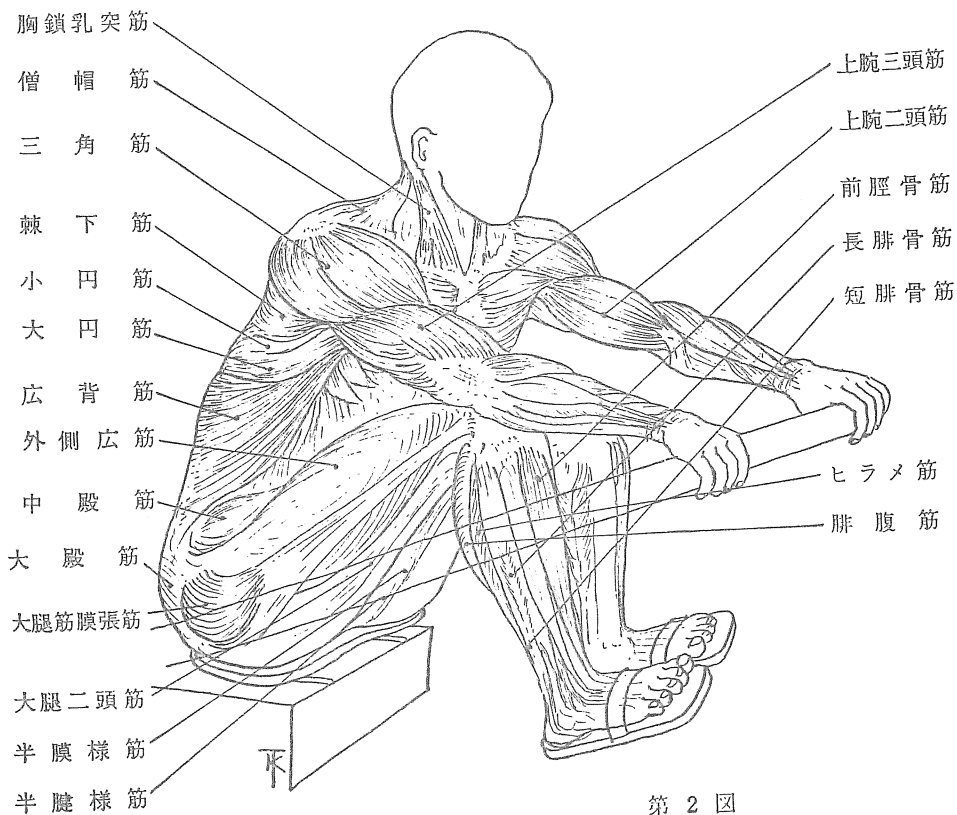
**中殿筋** 下肢が固定されているときは、上体を前へまげるときに働く、はじめ股関節の固定に働き、つづいてリカバリーに働いている。

**半腱様筋** 大腿の後側の筋で、膝関節の屈曲に働く。2の動作では、後に述べる大腿二頭筋と共に、下肢の強い伸展時、すなわち、ストレッチャーを強く圧するとき、大腿伸展筋(大腿四頭筋などによる)に拮抗的に働き或る程度の放電をみせ、またフォアードの後半、膝の屈曲のために強くはないが連続的な放電を見せる。

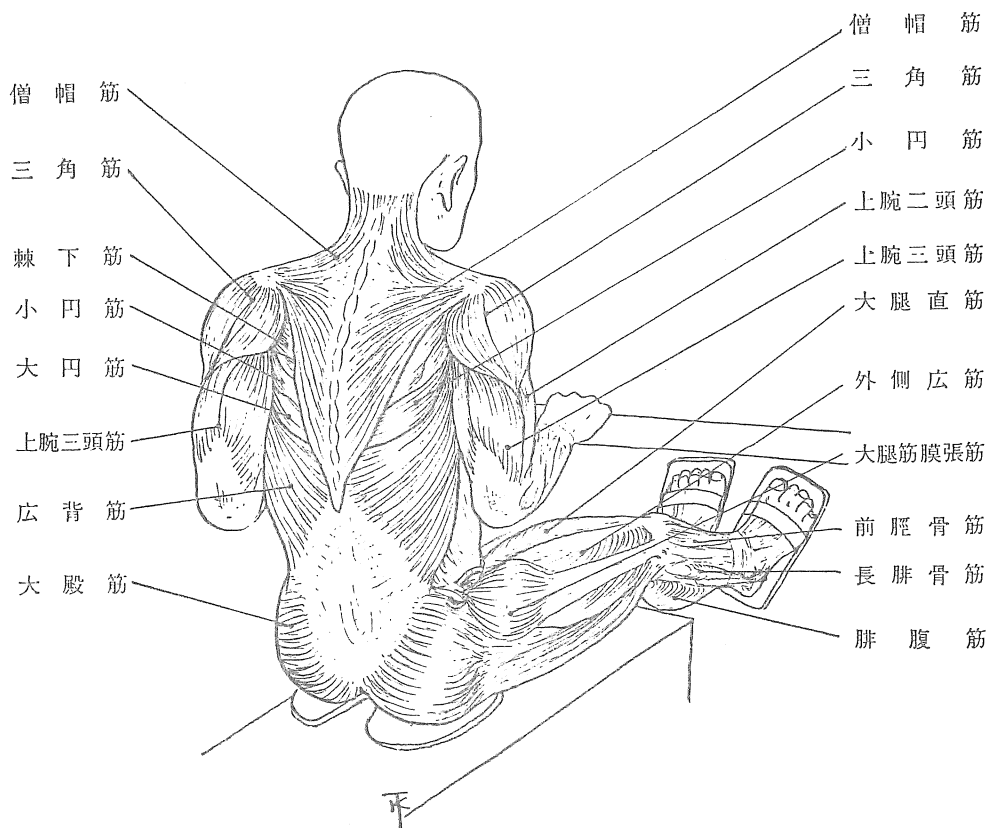
**上腕二頭筋** 上肢の肘を上げる筋

ストロークの始めは全く放電をみせないし、腕が綱の役をしている間は放電しないが、腕を十分引きつけたフィニッシュの時にはかなり大きい放電をみせる。この筋がフィニッシュに当って重要な役割をはたしていることがわかる。

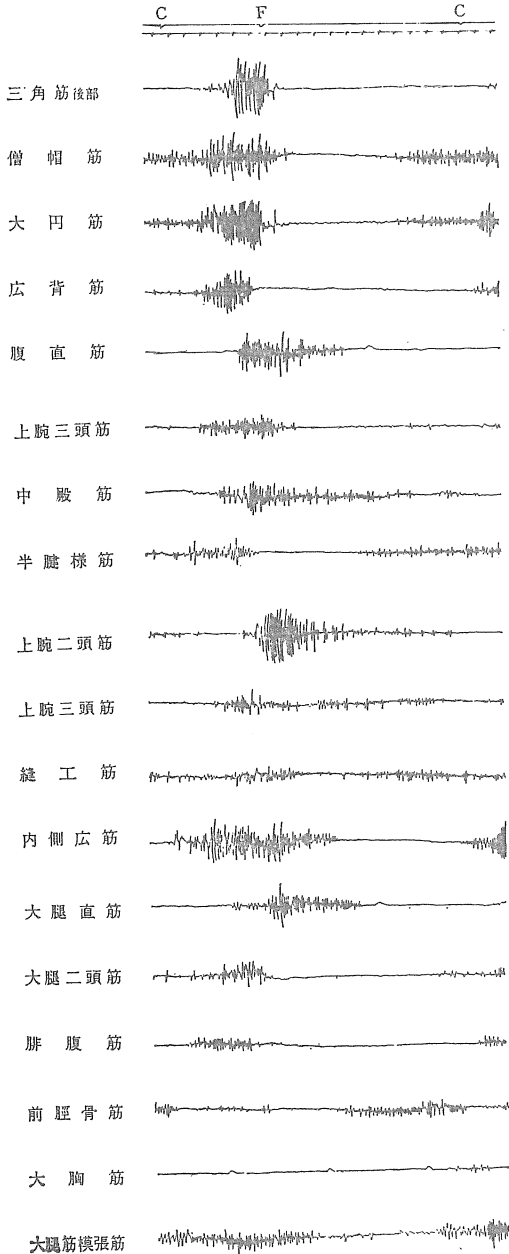
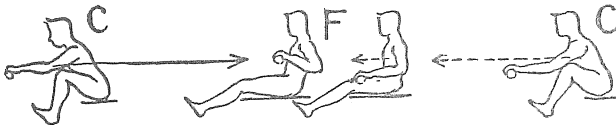
第 1 図



第 2 図



第 3 図



縫工筋 膝関節が屈しているときは、大腿を内方にまわすのに働き、伸びているときは大腿を固定し、膝関節が固定しているときは股関節をまげ、また下腿が固定しておれば骨盤の前にひき傾ける筋である。ローイング中下肢の運動のため僅かであるが常に放電をみせているが特にリカバリーの時とフォアードの後半、上体を前に傾けるのに働いている。

内側広筋 深部の中間広筋や反対側の外側広筋とともに、肘関節を伸展し下腿と大腿を一直線にするときに働く筋である。膝を伸ばしてストレッチャボードを強く圧する、ボートの重要な筋である。ストロークの始めから強い放電をみせ、脚を強く伸展させていることが実証される。フィニッシュのあとも、なお0.1~0.2秒ほど緊張してるのは、脚をしめ腓腹筋のあたりで、レールの一端を圧していることを物語っている。おそらく中間広筋、外側広筋も同様の働きをしているものと推定される。

大腿直筋 骨盤の一端から膝頭の下までを結ぶ筋で、股関節と膝関節の二つの関節をまたぐ筋であるから、その機能は簡単ではない。ストローク中にあまり放電をみせずフィニッシュ時からリカバリーの頃に収縮している。脚の伸展時よりも上体の起きあがりに主として働いていることがわかる。

大腿二頭筋 前記の半腱様筋と同じく腿の後側の筋でその様も似ていることが放電から理解できる。

腓腹筋 ふくらはぎの大きい筋で、足を足底側に屈する働きである。ストレッチャーを強く圧していることがみられるが、フィニッシュの寸前0.1秒位ではすでに放電がとまっている。

前脛骨筋 足を足背側に曲げる筋である。腓腹筋に拮抗的に働き、ストローク中にも極めて微小な放電をみせるが、フォアード中、ストラップを引くときにずっと働いていることがわかる。

大胸筋 上腕が水平以上に挙げられないからほとんど放電をみせないが、心電がはいっている。これはそのためにとった訳ではないが、漕手の漕艇中の脈搏数をよむことができる。この場合は0.6秒毎に表われているので脈搏数は約100ということになる。ピッチ33であり、負荷は約45kg、あまり強い力漕状態ではないことがわかる。

大腿筋膜張筋 ストローク中、下肢を伸展しているときに緊張しており、フィニッシュ後も下肢でレールを圧している間働き、また、フォアードの後半キャッチ前に肢を曲げて上体をぐっと前方に出すときにも腰を前に引きつけるための緊張をみせている。

以上の諸筋の働きかたを見ると、われわれが最も優秀な漕手の動作として持つイメージを、これらの筋電図は、ほぼ完全に近く表わしていると思う。

逆に、この筋電図のパターンからこの漕手の優秀な技術を知ることができたとも思う。

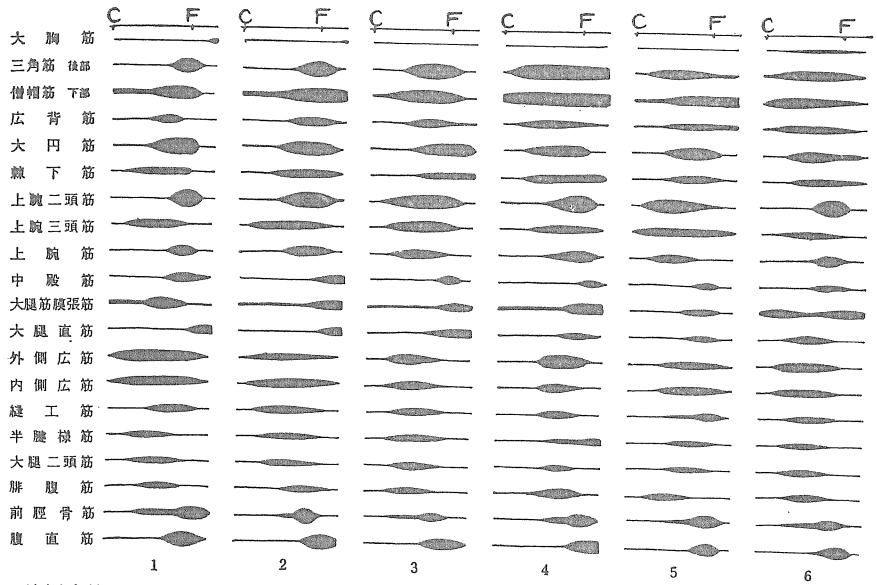
さて、これらから、ストローク中に主働的に働く筋は、上肢では、大円筋・広背筋・僧帽筋、三角筋後部・上腕二頭筋であり、上体では背筋群・広背筋・大殿筋・下肢では、内側広筋・外側広筋・腓腹筋・ヒラメ筋・長、短腓骨筋などであると言い得よう。

○第4図は、漕艇動作中の筋電図を模式的に表わしたものである。C→Fのストローク中のものだけであるが、1は、前記西村漕手のものからの模式図であり、2・3はその他の漕手のものである。パターン之差が認められる。一々の説明は略すが、4・5・6は、漕艇経験のない某大学の体操の選手の漕艇動作である。徒らに肩の固定に大きい筋力を使ったり、ほとんど満足に使えなかったりしていることがわかる。

又第5図は、筋力測定中にとった諸筋の筋電図の模式図である。右側に示した漕艇中の筋電図模式図と比較して漕艇のために必要な諸筋が背筋力計・脚力計・肩腕力計により、計られていることは十分合理的であるといえる。ここに付記した次第である。

漕艇に於ける筋の使い方の相異を示す筋電図模式図

第4図



第五図

