

1963

水槽実験による漕艇動作の研究

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

水槽実験による漕艇動作の研究

ポート・トレーニングドクター 石 河 利 寛

東京大学医学部衛生看護学科生理学教室

山 川 純・御 子 柴 紀 子

日本体育協会スポーツ科学研究室

伊 藤 幸 子

漕艇運動は水上で行なわれるので、その動作を分析するのにいろいろと困難が伴う。

そこでわれわれは漕艇運動を実験的に分析しようと試み、水槽とバック台を用いて模擬的に漕艇動作を行ない、筋電図、オール引きの力、ストレッチャーの押し力、及びオールの角度変化を記録し、漕艇動作を解明しようと試みた。

実験方法

(1) 実験的漕艇動作……日本体育協会敷地内にある貯水槽を利用し、この傍にバック台を置いて

被検者が実際にオールで水を漕いだ。この場合は水がほぼ静水に近い状態なので、スピードの出ている艇で漕ぐ場合に比較してオールにかかる抵抗が大きい。これを防ぐために、オールの面積を小さくして（オールに穴をあけた）、実際に近い抵抗をうるように調節したオールを用いた。

(2) 筋電図……使用した器械が12要素を同時増幅記録できるもの（三栄測器KK製脳波計）であり、3要素は、オールの歪、ストレッチャーの歪及びオールの角度変化の記録に使用したので、残

第 1 図



りの9要素を用いて、9カ所ずつの筋肉の活動を表面誘導法により同時記録した。誘導した筋は次の通りである。

前腕伸筋群、前腕屈筋群、上腕二頭筋、上腕三頭筋、三角筋、僧帽筋、広背筋、大腿内側広筋、大腿二頭筋、腓腹筋、前脛骨筋（いずれも左右対称の位置）。

(3) オールの歪曲線（オールを引く力）……オールのインボードの中央に4枚のストレングージを接着貼布し、ブリッジ抵抗に組む。オールを引くと水の抵抗を受けてオールは僅かながら歪むが、この歪によりオールに貼布されたストレングージそのものも歪み、ブリッジ抵抗の平衡がくずれ電位差を生ずる。この差を歪増幅器により増幅し、記録すれば連続的にオールにかかる力を知ることができる。

記録された曲線について絶対値を知るために、同じ条件で既知の数種類の荷重をオールにかけ較正をした。

(4) ストレッチャーの歪曲線（ストレッチャーをおす力）……上と同様の原理、方法で、脚がストレッチャーにかける力の変化を記録した。

(5) オールの角度……オールはクラッチの位置を中心として、水平面及び鉛直面の両面、すなわち立体的に角度変化しているわけであるが、ここでは、水平面の角度変化のみを記録した。クラッチの位置、すなわちオールの支点にバリオームを固定し、そのバリオームの軸に横木をつけ、これとオールに垂直にたてた棒とをつないだ。これによってオールの角度変化を抵抗の変化にかえて電氣的に記録した。

以上の現象の記録を、中央大学、東京大学の優秀な選手数名について行なった。第1図は、その実験を行なっているところの写真である。第2図は、記録の一例である。

結果ならびに考察

まず力の曲線から眺めてみよう。

第3図は第2図の上部3段を拡大して示したものである。ABCDEA（太線）はストレッチャーの歪曲線（S—曲線）で下向きがストレッチャーを押す方向の力である。

e m n mは、オールの歪曲線（O—曲線）で、

下向きがオールをひく方向の力である。

X Y Xはオールの位置の角度をあらわす。X点は、ブレードが最も前（コックス側）にある位置を、Y点はブレードが最も後（バウ側）にあることを示す。O—曲線をみても、mでブレードが水をキャッチし、ストロークが始まる。0.3秒で力は最大に達し（n）、その後次第に力が減じてeでフィニッシュになる。n—e間は0.5秒で、キャッチからフィニッシュまで（m—e）は0.8秒になる。力の最高はn点で80kg弱である。ただしこの時のピッチは31.5であった。eの後の上向きの変化は、ブレードが水から出た反動を示すものと思われる。オールがX→Yとフォワードされる時期には空中をもどるわけだから当然、O—曲線は零位にとどまる。

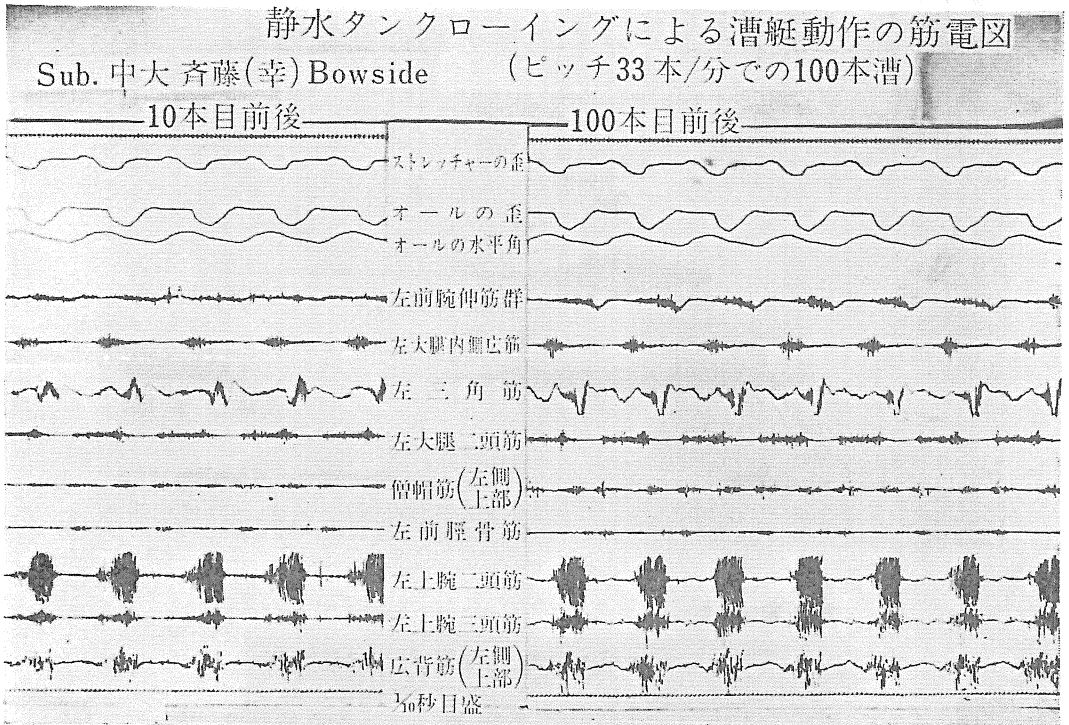
S—曲線についてみると、キャッチのm以前にABCの変化がある。これはオールをフォワードするとき（X→Y）、脚でストレッチャーを軽度（ひっぱって）、シートを前にもってくる動作をあらわす。C点はからだのもつ前方の運動量を制御して体重がストレッチャーにのりはじめる時点でmの0.3秒前である。

CDの間にストレッチャーを蹴る動作の始点があるはずであるが、S—曲線では明瞭でない。しかしオールの角度曲線を見れば、オールの進行の方向が変わるY点がS—曲線のCDの間にあることから、その時点付近でストレッチャーを当然蹴っていなければならない。もしこの蹴る力が体重に比して大きいものであれば、S—曲線はその時点でさらにシャープな谷を描くであろうと考えられるが、そうでないところを見ると脚のけりは体重と比較してそれほど大きなものではなさそうである。

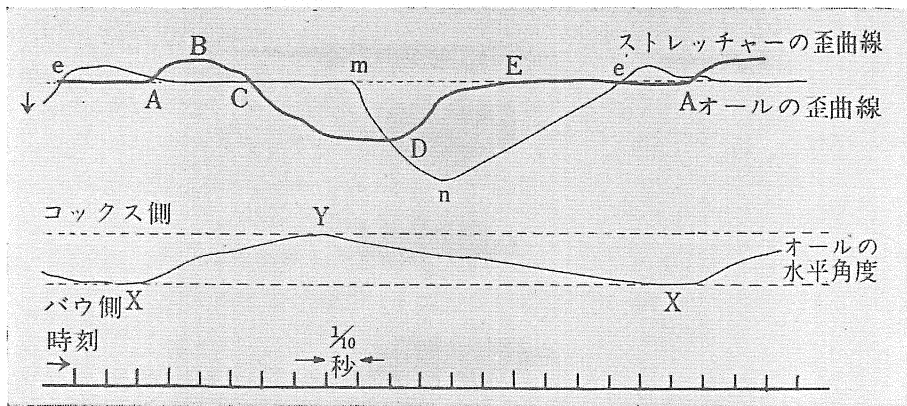
C点から0.5秒位してD点に達し、Dから急に減じて零位にもどる。m n eでしめされるストロークの後半からフィニッシュを経てブレードが最も前（コックス寄り）につきだされるまでS—曲線は零位にある。すなわち、ストレッチャーには何も力がかかっていない。この間0.5秒位である。

二つの歪曲線を合わせてみると、1.ストロークの間に、つぎのように力が発揮されていると言えよう。オールをフィニッシュしてフォワードに移

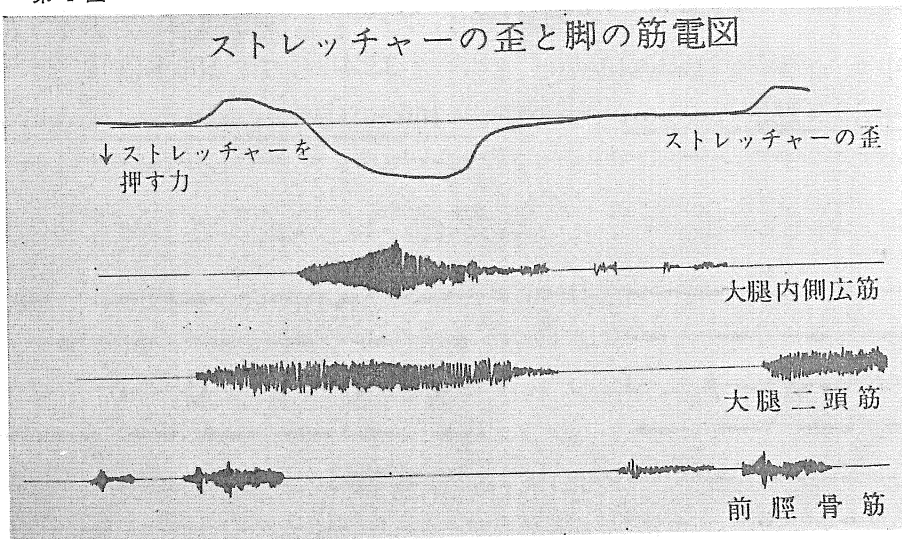
第 2 図



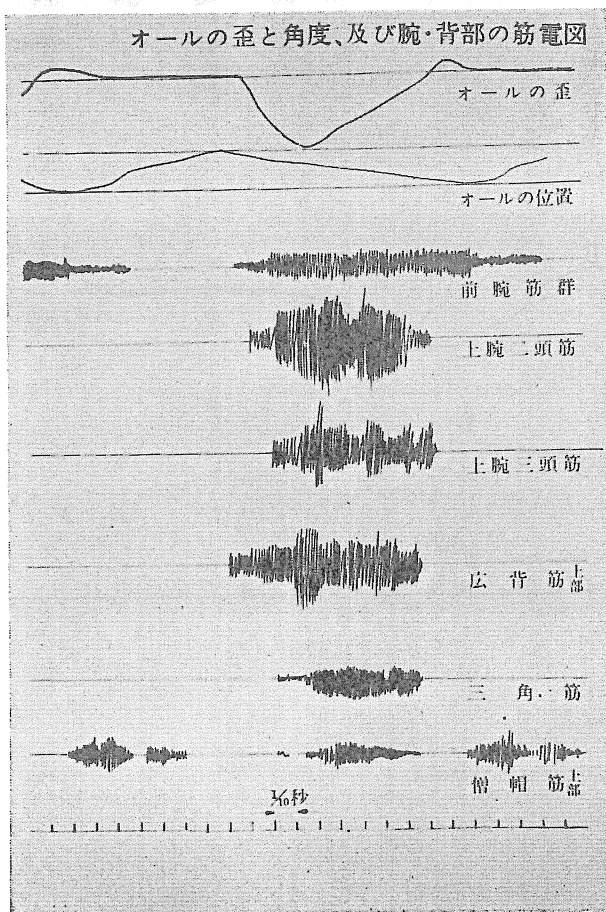
第 3 図



第4図-1



第4図-2



るが、フォワードの前半 $\frac{2}{3}$ でストレッチャーを引張りながら体重を前進させる（S—曲線ABC）、つぎにフォワードの後半 $\frac{1}{3}$ で、ストレッチャーを押して前進しつつある身体の運動量を抑えつつ次第に体重をストレッチャーにかけてギャザーを終る（S曲線Cとオールとの角度Yとの間）。

オールを前方に出すや否や、体重を後方におしやりつつストレッチャーを蹴る。この蹴りの直後でキャッチに入る（O—曲線m）。オールのひきの力が最大になるとときには（O—曲線n）、ストレッチャーの押しは弱まり、主として身体の運動量がオールに働いていることがわかる。ストロークの後半はストレッチャーの押しはオールに関与せず、全く身体の運動量とオールをひく力だけがオールに働いている。Y点をストレッチャーの蹴る時点とみなせば図3の被検者では、0.1秒だけオールのキャッチが遅れているが、他の例ではY点がmと一致していた場合もあつた。

以上のべた歪の曲線で、力の働いている時点が判明したように思う。そこでこの曲線と筋の放電時期（筋の活動時期）と合わせ眺めてみよう。第4図は、第2図を並べ変えて、脚の筋電図とストレッチャーの歪曲線、腕と背部の筋電図とオールの歪曲線を纏めて並べてみたものである。

これで見ると、大腿の伸筋（内側広筋）及び屈筋（大腿二頭筋）が、ストレッチャーに押しのかかっているときに協働していることが明瞭である。また、屈筋はシートが前にもどる時期（eから0.3秒間位）にも、前脛骨筋と協働しているので、そのへんだけ大腿伸筋より早く放電が始まっている。この時前脛骨筋は足首を背屈して、足の甲をバンドにひっかけ、シートを前にもどすの

に役立っている。

腕・背中の筋は、オールのストロークの時期に全部協働して、たんにフィニッシュの際のみ働いているのではない。前腕は、上腕その他の筋にくらべてかなり後まで働いている。これはフィニッシュの際にしっかりオールを抜くのに役立っていると思われる。

僧帽筋はフォワードの時期にも働いている。

総括

1. 貯水槽とバック台を組合わせて、漕艇運動を行ない、その際のオールの歪、オールの角度、ストレッチャーの歪、筋電図を同時描記して動作分析を行なった。

2. ストレッチャーの歪はプラスマイナスの両方向の変化を示した。すなわち、フォワードの際にストレッチャーに足を引っかけて、からだを引きつけ、つぎにストレッチャーに体重が乗り、最後に脚でストレッチャーを蹴る動作が行なわれたことを示す。

3. オールはストレッチャーの蹴りの直後水をキャッチする。ストレッチャーの最大歪とオールの最大歪とに約0.3秒ずれがあり、後者がおくれる。オールのキャッチからフィニッシュ迄は約0.8秒（ピッチ31.5）であり、オールは水を離れた直後オールの弾性のために反対方向に歪む。

4. 上腕三頭筋、上腕二頭筋、広背筋、三角筋はオールのキャッチからフィニッシュ迄に働らくが、前腕筋はフィニッシュ後も働らき、大腿内側広筋はストレッチャーを蹴るときに働らくが、僧帽筋、大腿二頭筋、前脛骨筋はフォワードのときにも働らく。

