

カヤックのストロークについて

I. 筋力の伝達機構

II. 筋力と競技成績

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

カヤックのストロークについて

I. 筋力の伝達機構

II. 筋力と競技成績

スポーツ科学研究委員会委員

京都大学 高木 公三郎

カヌー強化コーチ

京都大学 熊本 水頼

カヌー強化コーチ

関西医大 岡本 勉

I. 筋力の伝達機構

緒言

筋力トレーニングの基礎的な問題として、当該スポーツについて最も必要な筋をトレーニングする必要がある。

そのために、今まで筋電図学的な動作分析を行ってきたが、きめてになる資料は得られなかった。

さらにトレーニングの結果を判定するために色々な筋力測定を行なうけれども、それらの筋力と当該スポーツ、この際、特にスピードを要求される種目を選んだのであるが、筋力とそのスポーツの競技成績との間にいかなる関係があるかを正確に判断する資料がない。

以上の問題を明らかにするために各関節を介して筋力がどのような機構で伝達され効果を及ぼすかということを検討してみた。

まず力の伝達機構を解明するにあたり、同時に働く筋群と時期を異にして働く筋群について考察を進める。

同時に働く筋群については力を発生する筋群が直列につながっている場合、例えば握力を生む筋群と肘関節における屈曲筋群、肩関節における上腕の屈筋群により腕で物を引く場合等の力学系と、両手で物を引っばる場合の如く筋群が並列に働く力学系が考えられる。

ここでは直列につながっている場合につきカヌー競技のカヤックの引きについて考察した。

実験方法

a. 被験者

オリンピック候補選手を含むカヤック選手50名余、なお現在の日本ではカヤックの漕手が少ないので基礎的な実験は一般学生について行なった。

b. 方法

カヤック選手について次の要領で最大筋力を測定した。握力、屈腕力（前腕直角の姿勢で測定）上腕屈曲力（脇45°で前腕水平の姿勢で測定）、背筋力を筋力計を用いて行ない、軀幹の捻転力はストレングージを用いた捻転力計で実施した。

一般学生については、握力、屈腕力、上腕屈曲力の最大筋力と、その姿勢で、これに拮抗して働く外力にどこまで耐え得るかを測った。

結果並びに考察

図1の如き姿勢でカヤックのパドルを引くときの発生筋力は、体のねじり即ち捻転、背筋による肩の引きと、肩関節における上腕の屈曲、肘関節における前腕の屈曲、手における握力と直列に連結していた一連の力学系として考えられる。

このような力学系では、伝達される力は、最も弱い筋群に支配されるが、上記の場合果してどの部分が最も弱い筋力となるかは慎重な検討を要する。

図1の表はカヤック選手の筋力測定の結果であ

る。図の如き姿勢即ち直列に連なっている場合、実際問題として捻転力と背筋力とは分離して考えにくいので両者を合せて一つの筋力発生部位と考えると軀幹から発生する筋力が最も大きくなり、屈腕力が一番小さい。

そこで、肘関節直角の姿勢でどの位の力まで耐え得るかを測った。そして、それと最大筋力との関係を示したものが図2である。縦軸は最大筋力、横軸は外力に抗して関節を直角に保持し得る力を示している。

これをみると、関節を保持し得る筋力は最大筋力の約1.36倍で、これをカヤック選手にあてはめると、屈腕の保持し得る筋力は約40kgとなる。しかしカヤックの引きの動作は前腕を直角に行なうわけではない。そこで肘関節の角度を変化させて関節を固定保持し得る筋力を測定した。図3はその結果を示したものであり、これをみると肘関節直角で保持し得る筋力を1とすると、水平から10°では3倍の力に耐え得ることがわかる。即ち、肘関節に関する回転のアームが短くなるにつれ、屈腕力が弱くても肘関節を介して伝達する力はかなり大きくなることわかる。これをカヤックの選手にあてはめると水平から10°の姿勢で120kgの力に耐え得ることになり、図1に示す如く前腕を水平にした場合は更に大きな力を伝達し得ることがわかる。

次に脇45°（上腕と上体との角度）で前腕を水平にしてパドルを引く場合を筋電図によってみると、負荷の方向が僅かの違いで、各被験者とも、上腕二頭筋の長頭と短頭に顕著な差が認められた。図4は同一被験者の筋電図であるが、上腕二頭筋が顕著に働いている時も働いていない時も、パドルを引く筋力としては、ほとんど変化がないことが、同時に記録したストレインゲージから判る。このことは、上腕二頭筋が強く働いていてもこれはパドルを引く力には積極的に関与しているものとは考えられないことを表わすものである。結局肘関節の固定・保持に働いているに過ぎぬのである。

次に前述の屈腕力と同様、握力について最大筋力と関節を保持しうる力との関係を示したものが図5である。

これによれば、保持しうる力は最大筋力の約2.8倍になり、これをカヤックの選手にあてはめるとほぼ160kgになる。この関節を介して伝達しうる力は、かなり大きいことがわかる。もっともこの力は、伝達しうる力なのであって、これがいくら大きくても、積極的に引きに参加するとは考えられない。

図6は上腕屈曲力の最大筋力と、関節を固定保持しうる力との関係を示したものである。これによると、この関節を介して伝達しうる力は、最大筋力の1.66倍になり、これをカヤックの選手にあてはめると100kg程度に耐えうるということになる。

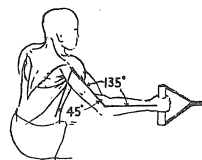
以上のことから、図1に示すような姿勢で各関節が伝達しうる力は、カヤック選手の場合、手では約160kg、肘関節では少なくとも120kg以上、肩関節では100kg程度ということになるから、図1の姿勢でパドルを引く直列的な力学系では肩関節が最弱少となることがわかる。

さらに、それを確かめるためにカヤック選手について、肩関節の上腕屈曲力の最大筋力と、捻転背筋力をふくむ坐位牽引力との関係をみた。図7がその結果で図中×印はカヤック選手、・印は図6と同じ一般学生のものである。

このグラフより坐位牽引力は上腕屈曲力の保持しうる力と極めて似ていることがわかる。即ち軀幹の捻りによって発生した筋力は肩関節を介してパドルに伝達されるとき、脇45°付近の姿勢では肩関節が最も弱い部分となる。

総 括

身体の幾つかの関節を經由して力が伝達される図1.



筋力	$\bar{X} \pm \sigma$ (kg)
握力	57 ± 7.5
屈腕力	30 ± 4.2
上腕屈曲力	61 ± 9.5
捻転力	61 ± 14.0
背筋力	149 ± 15.5

図2. 縦軸は、屈腕力、横軸は、肘関節を直角に固定した状態で抗しうる最大力である。

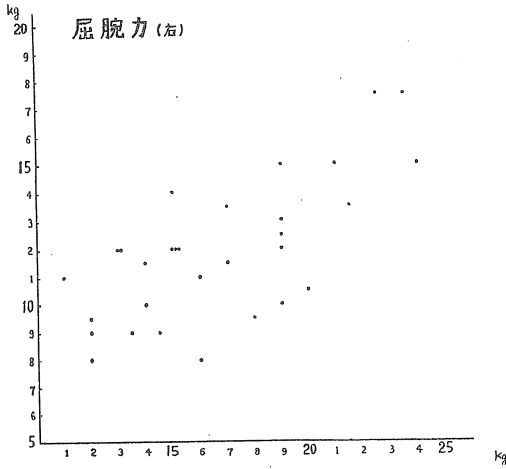


図3.

	筋力元	倍率
	23 Kg	1
	26 Kg	1.1
	56 Kg	2.4
	69 Kg	3.0

図4

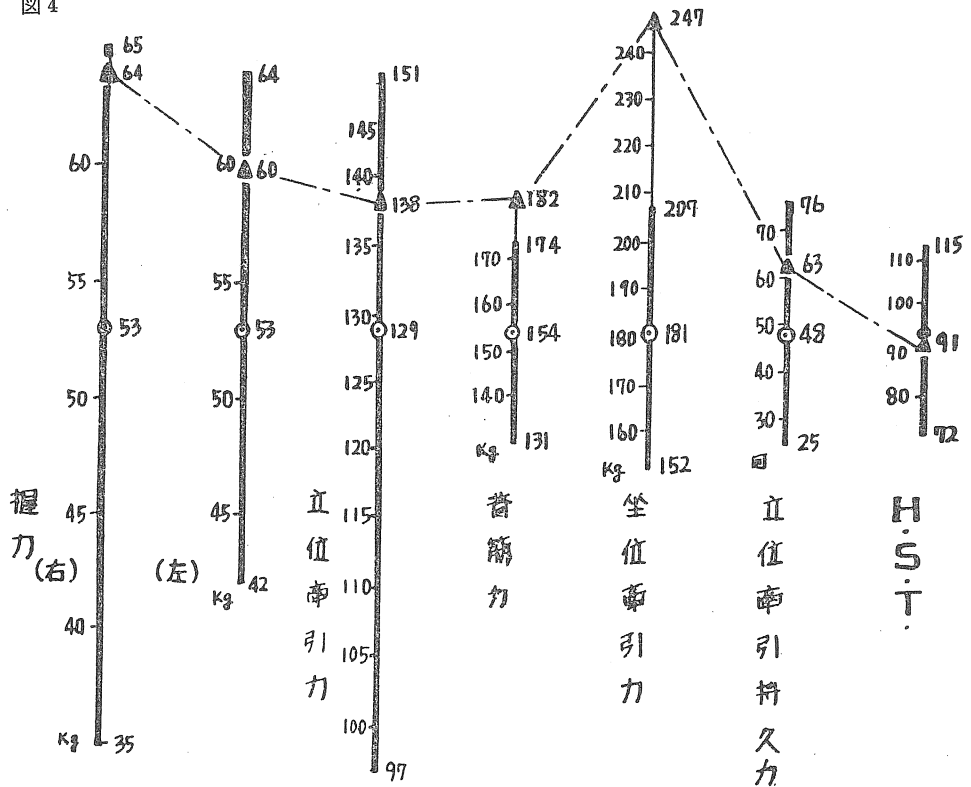
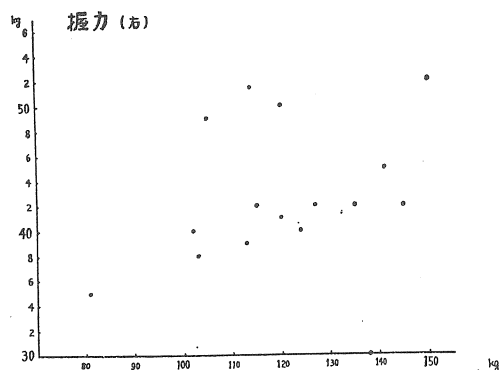


図 5.



とき、同時に働く筋群で直列的に連なっている力学系では、伝達される力はその系の最も小さい筋力の速度方向の分力によって制限される。

カヌーのパドルを引く力は、肩関節における上腕の屈曲位における伝達可能な力によって決まり、握力はその約 $1/2.8$ で十分であり、前腕屈曲力は前腕が水平から 10° に保たれた姿勢では、約 $1/3.9$ で十分であるといえる。

逆に、パドルを引く力の強化には、広背筋、大円筋、棘下筋、僧帽筋、三角筋後部の鍛錬が特に必要である。

II. 筋力と競技成績

緒 言

カヤックを漕ぐとき、艇を推進する最も重要な動作は“ストローク”である。前編に述べた力の伝達機構から、筋力とカヤックの競技成績との関係について検討する。

実験方法

a. 被験者

オリンピック候補ならびに強化選手、20 余名

b. 方法

○若干の候補選手につき、陸上でカヤックのストローク時と同様な負荷をかけてストローク中の動作の筋電図を表面誘導により記録した。

○筋力測定値は第2次オリンピック候補選考会の時測定した資料による。

図 6.

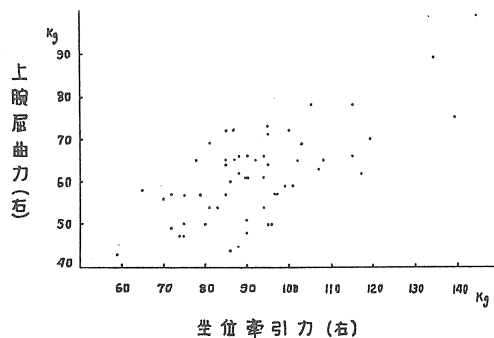
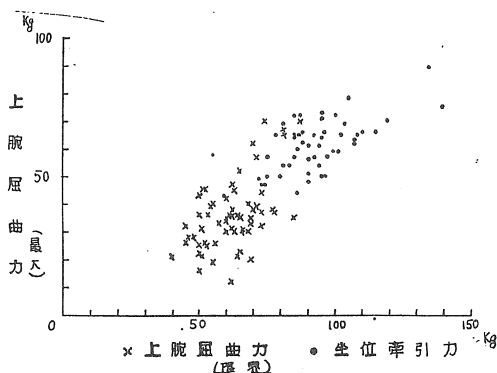


図 7.



○競技成績は第2次オリンピック選考時の3回の記録を得点化した。

結果ならびに考察

図8は、ストローク中の筋電図である。

このストロークの間で艇を最も効果的に推進すべきミドル付近についてみると、引き手と反対側の前鋸筋、引き手と同側の三角筋棘部、大円筋に顕著な放電がみられる。これを検討するために、同一被験者に坐位で捻転計を用いて、軀幹を捻転させた時の筋電図を記録した。図10の左がその筋電図である。

これによると、右回転時には左側の前鋸筋が、左回転時には右側の前鋸筋が交代して顕著な放電を示している。このように前鋸筋は軀幹の捻転時に働くことがわかる。このことから深部の捻転諸筋が主動的に働いていることが推測される。

次に腕を伸ばした姿勢と屈げた姿勢で坐位牽引させた場合の筋電図、図10の右をみると三角筋棘部、大円筋は屈腕時の方が著しく働いている。こ

れは高木*の筋電図学的解析からも明らかな如く、広背筋とともに引きつけに主動的に働いていることがわかる。

以上のことから図11のストローク中のパターンについてみると、ミドル付近では軀幹の捻転諸筋が主動的に働き、肩関節を介して上腕の引きつけが行なわれていることがわかる。

これは我々がカヤック選手の体力測定に実施している坐位牽引力であり、明らかに筋電図と一致していることがわかる。

前編で述べた理論より、カヤックのストロークは背筋や捻転により生じた筋力が肩関節を介してブレードの先に伝達される場合、肩関節が制限要因となることがわかる。即ち上腕屈曲力の約1.3倍が伝達しうる力であり、またこれは坐位牽引力とはほぼ等しい故にカヤック選手の筋力測定においては坐位牽引力がいかに重要であるかがわかる。

そこで、この肩関節を介して伝達可能な筋力と競技成績との関係を注視する。

図9はその関係を示したものである。縦軸はカヤック1人1000m漕ぎを3回記録し、得点化して競技成績とみなした。

これをみると、非常に散らばりが多く、競技成績と坐位牽引力との間に直線的な関係はみられない。これは日本のカヤック選手は競技経歴も浅く、技術的にもまだまだ完全だとはいえないからであろう。

またいわゆる競技成績なるものは、筋力、持久力、技術、精神的なもの、心理的な要素をも含めて考えねばならないものであり、これらの因子が競技成績とどういふ函数関係にあるかもわからない。

実際、艇の推進に主動的な筋力と、競技成績との間の関係を検討したが、両者に直線的な関係は認められなかった。

しかし、この候補選手の中でルーマニヤへ留学しカヌーを学んできた自衛隊のS選手は1000mを4分20秒台で漕ぎ他の選手をはるかに引き離し、競技成績が抜群である。これは筋力、持久力、技術等の種々の因子の中で何かが特にすぐれている

ものと考えられる。

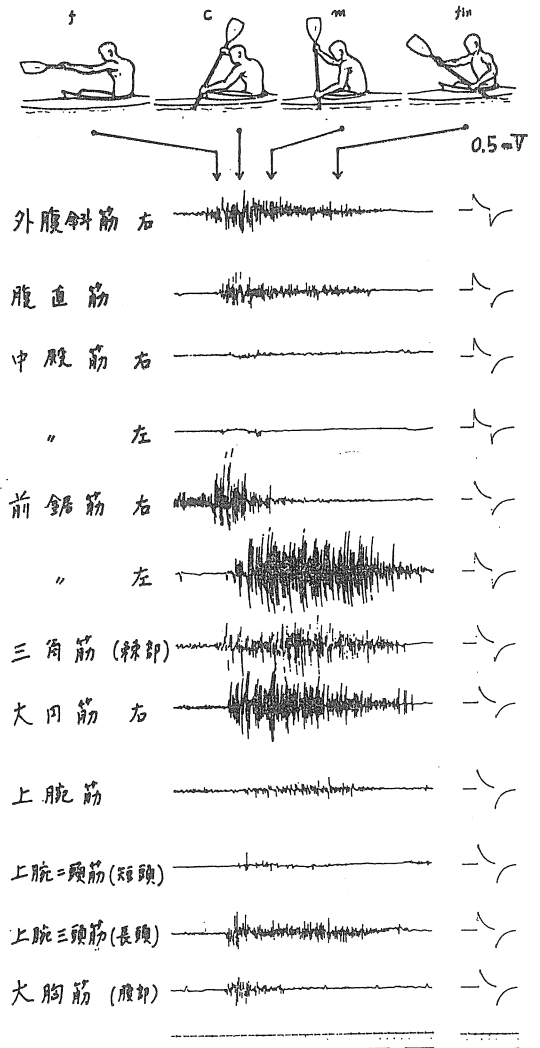
そこで体力測定の結果より分析を行なった図4はそれを示したものである。

候補ならびに強化全選手の種々の筋力の最低から最高までが棒で示され、その中の◎印が全員の平均値である。

この中でS選手の筋力は▲印で示したものであるが、選手群より特にすぐれているものは、背筋力、坐位牽引力で、他はその群の中にありH. S. Tでは平均より下まわっている。特に筋力の中で坐位牽引力がとび抜けて大きい。

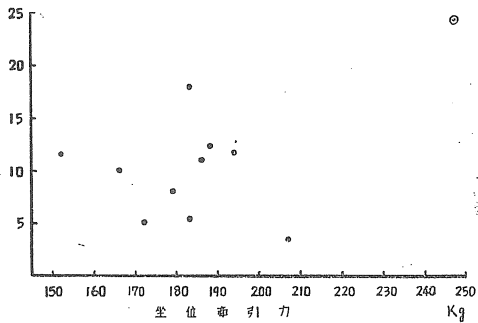
この事実からだけで、そのために成績が良いと

図8.



* 高木公，四肢筋の機能の筋電図学的研究
三重医学，第4巻第5号

図9. 縦軸は、カヤック1人1000m漕ぎを3回記録し得点化したもの。横軸は坐位索引力



断定を下すわけにはいかないが、筋力面にしぼって考えれば、肩関節を介して伝達しうる力がとび抜けて強いことは優秀な記録を生む重要な一要因となるものと考えられる。即ちこれは前編の力の伝達機構から導いた理論と一致するものである。

総括

カヌーのストローク中の筋電図により、次の事が明らかになった。

1. キャッチからミドルにかけては軀幹の捻転筋が主働筋となる。
2. ミドルからフィニッシュにかけては上腕を引きつける、広背筋、大円筋、棘下筋、三角筋後部、僧帽筋等が主動筋となる。
3. なお以上のように一連の動作の中で主働筋が時期を異にして働く筋群については単に筋力だけでなくスピードを加味したパワーの概念を考えねばならぬので、今後この点につき検討を重ねたい。

図10.

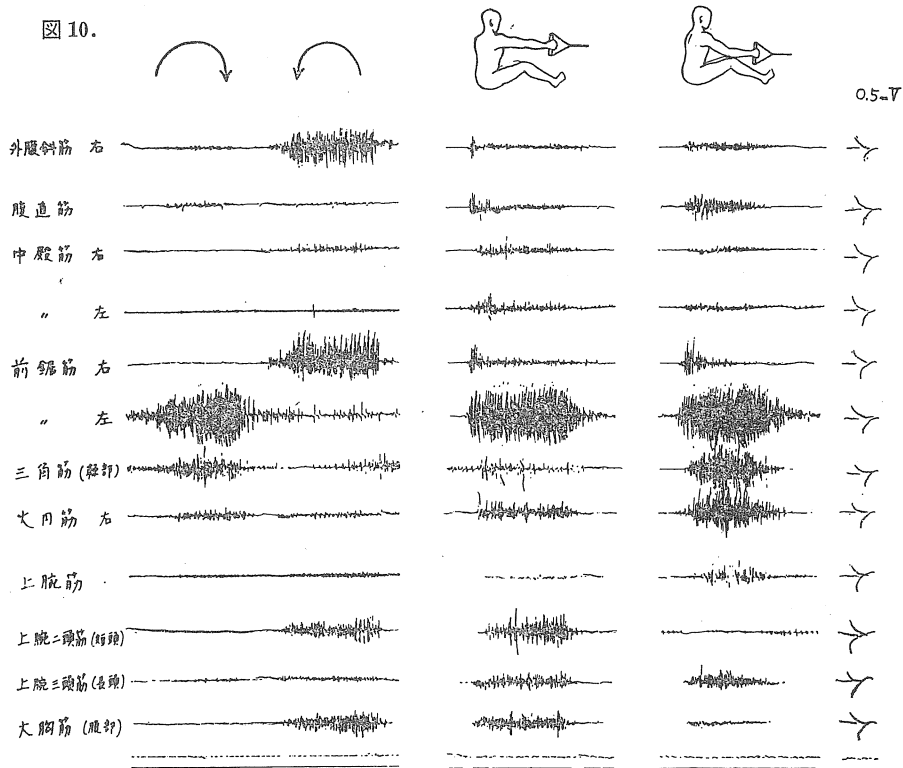


图 11.

