

## 競歩における技術とその指導法

清水 茂幸\*・塚田 美和子\*\*・大山 圭吾\*\*\*・上濱 龍也\*\*\*\*

(平成9年6月30日受理)

### I 目 的

競歩競技のパフォーマンスに関与する因子は筋力、有気能力、体型及び骨格、精神力、技術等が考えられる。競歩に関する研究は長距離走に関する研究と比較すると数少ないものの、有気能力においては雨宮ら<sup>1)</sup>が、技術においては筋電解析の視点で楠本ら<sup>4)</sup>、永井ら<sup>5)</sup>が、フォーム分析という視点では清水ら<sup>6)7)8)</sup>が研究を行ってきた。永井ら<sup>5)</sup>は、絶対強度が同一の場合パフォーマンス上位群は下位群に比べ無駄な筋収縮が無いと報告している。また清水ら<sup>6)7)8)</sup>は、一流競技者のレース中のフォーム分析を行い、歩の技術について述べている。しかしこれらの研究は各被験者の筋力等を比較しておらず、競歩競技のパフォーマンス差は、体力、技術どちらの因子の影響が大きいかについてははっきりとした結論が導き出されていない。一方、年々パフォーマンスの向上が著しい競歩競技ではあるが、この種目における事例研究は数少なく、そのほとんどが男子競技者を対象としたものであることから、女子競技者対象の研究の必要性が多大にあるように思われる。そこで本研究では、女子競技者をレベル分けし、相対強度一定の条件下で複数の設定強度を用い、実際の試技中の筋の活動様相において上位群と下位群の差を調べた。更に群間の差に着目することで、有効な競歩の技術への示唆を得ることを目的とした。

### II 方 法

#### 1) 被 験 者

被験者は、過去2年以上にわたって日頃から継続的にトレーニングを行っている女子大学生及び実業団の競歩競技者8名とした。被験者の競技レベルは、日本選手権獲得者からインカレ出場レベルまでである。また、各被験者の特性は表1に示し、パフォーマンスについては5000m競歩の自己最高記録を採用し、そのタイムを参考にレベル分けをした。被験者AからCを上位群、被験者DからFを下位群とした。

#### 2) 局所の無氣的パワー

局所の無氣的パワーの指標として等速性における膝関節伸展、屈曲、股関節伸展、屈曲の筋

---

\* 岩手大学教育学部  
\*\* 県立盛岡第三高等学校  
\*\*\* 筑波大学大学院体育科学研究科  
\*\*\*\* 筑波大学体育科学系

表1 被験者のプロフィールと試技毎 (Km/h) のペース

被験者	身長(cm)	体重(kg)	5000mW最高記録	1995年度5000mw最高記録	試技1	試技2	試技3	
上位群	A	153	47	22' 13" 5	22' 13" 15	5' 55	4' 55	4' 26
	B	155.5	48.5	22' 24	22' 48	6' 04	5' 03	4' 32
	C	169	51	21' 38" 54	21' 38" 54	5' 46	4' 48	4' 19
下位群	D	154	47	25' 07	25' 07	6' 40	5' 30	5' 00
	E	165	52	24' 41	25' 39	6' 50	5' 40	5' 07
	F	159	48	26' 54	26' 54	7' 10	5' 55	5' 22
	G	164	55	25' 17	25' 17	6' 40	5' 35	5' 03
	H	153	49	24' 09" 6	25' 10	6' 40	5' 35	5' 02

力を測定した。測定には、等速性筋力測定装置（バイオデックス社製）を用い、膝関節伸展、屈曲においては60度/sec, 180度/sec, 300度/secの角速度の順でそれぞれ3回ずつ測定し、最も高い値を採用した。また股関節伸展、屈曲においては60度/sec, 180度/secの角速度の順でそれぞれ2回ずつ測定し、高い方の値を採用した。測定はいずれも右脚について行なった。

### 3) 試 技

各被験者は通常のウォーミングアップの後、3種類の速度により、それぞれ1回ずつ試技を行った。また、被験者のレベルにばらつきがあるため、個々の1995年度最高記録から導いた%最高速度により、相対強度を統一した。各試技は、レースペースに対して75%の速度を低速度（試技1）、90%の速度を中速度（試技2）、レースペースを高速度（試技3）とした。

各試技とも400mトラックの1コースを1周歩き、ペースが安定し、定常状態になったと思われるラスト100m通過途中の筋の活動電位を測定し、同時に画像の撮影も行なった。その際、あらかじめ各被験者に試技毎のペースを指示し100m毎にタイムを読み、設定のペースを維持させた。各被験者の試技毎のペースは表1の通りである。

### 4) 活動電位の導出と記録

被験筋には後藤ら<sup>3)</sup>、楠本ら<sup>4)</sup>、永井ら<sup>5)</sup>が行った自然歩行や、競歩の研究及び予備実験の結果を基に、次の7筋を選んだ。

- a) 前脛骨筋
- b) 内側広筋
- c) 大腿直筋
- d) 大腿二頭筋長頭
- e) 大殿筋
- f) 中殿筋
- g) 外腹斜筋

各筋の活動電位は、導出部の直径2mmのベックマン型表面電極を用い、双極導出法により導出した。各筋とも、電極の中心から中心までの距離を1.5cmにして、両面粘着カラーによって電極を貼付した。電極貼付に先立ち、抵抗を減らし粘着をよくするために、周囲の剃毛及びアルコールによる脱脂を施したうえで、電極接触部分の表皮のごく一部を、針によって剥離した。

導出された電位は、マルチテレメーターシステム（日本光電工業製、WEB-5000型）を用いて増幅し（時定数0.03sec）、データレコーダ（共和電業社製、RTP-600A型）にてテープ速度9.5cm/secで収録した。被験者が試技する歩行路から3m離れた所に送信器を設置し、被験者が最も送信器に近づいた時にテレメーター受信器と送信器の距離が3mになるようにした。収録された信号は、即時にデジタルオシロスコープ（横河電機社製、DL1200E型）及びサーマルアレイレコーダに再生してモニタした。全試技について記録を行う前に、各筋の随意等尺性最大収縮時の活動電位（MVC）を記録した。この時筋の長さは、できる限り安静立位時に近い状態で行った。

これらの記録内容から各筋の活動の大きさ、及び活動タイミングについて定性的及び、定量的な評価も行った。また、随意等尺性最大収縮時の筋の電位を各試技において1サイクル（左脚接地から次の左脚接地まで）における筋活動の相対的活動度の評価に用いた。

#### 5) 撮影方法

今回の撮影は、すべての試技とも試技距離400mのうち300m～400mの通過中に行った。図1は撮影状況を示したものである。400mトラックのフィールド内、試技コースの左側方30mの地点に撮影用カメラを設置した。歩行動作の撮影にはソニー社製ビデオカメラTR-800、パナソニック社製ビデオカメラNV-S9を使用し、60fpsで撮影を行った。撮影区間は6mとし、マークは試技コースの左右に2m間隔で設置した。

#### 6) 筋電図と画像の同期の方法

筋電図と画像を同期させるために、パルスジェネレーターを用いた。パルスジェネレーターを撮影区間内に置き、データレコーダーの入力端子に接続した。撮影中にパルスジェネレーターのスイッチを入れるとパルスジェネレーターが点灯し、同時に筋電図上に矩形波が入力される仕組みを用いた。

#### 7) 筋電の定量的分析

画像データをもとに筋電上における接地時を取り出し、左脚接地から次左脚接地までを1サイクルとした。筋電解析ソフトBIMUTASE（キッセイコムテック社製）で各被験筋の1サイクル中の筋活動について積分値を算出し、同様に最大随意収縮（MVC）時の筋活動についても2秒間の積分値を算出した。各筋およびMVCについて算出された値を計測時間で割り、単位時間あたりの平均活動量を算出した。その後各筋の平均活動量をMVCの平均活動量で割り、各筋の%MVCを算出し筋活動量の指標とした。

#### 8) 画像分析方法

撮影したVTR画像をコンピューター画面（NEC社製PC-9801RA）上にスーパーインポーズし、身体各測定点23点と校正点4点をdigitizeし、実長換算の後、それぞれの時系列をdigital filterにより平滑化した。歩の1サイクルを分析範囲とした。また本研究では足が地面に接地している期間を接地期、離れている期間を離地期とした。測定した項目は以下のとおりである。

##### ①ピッチ・ストライド及び歩行速度

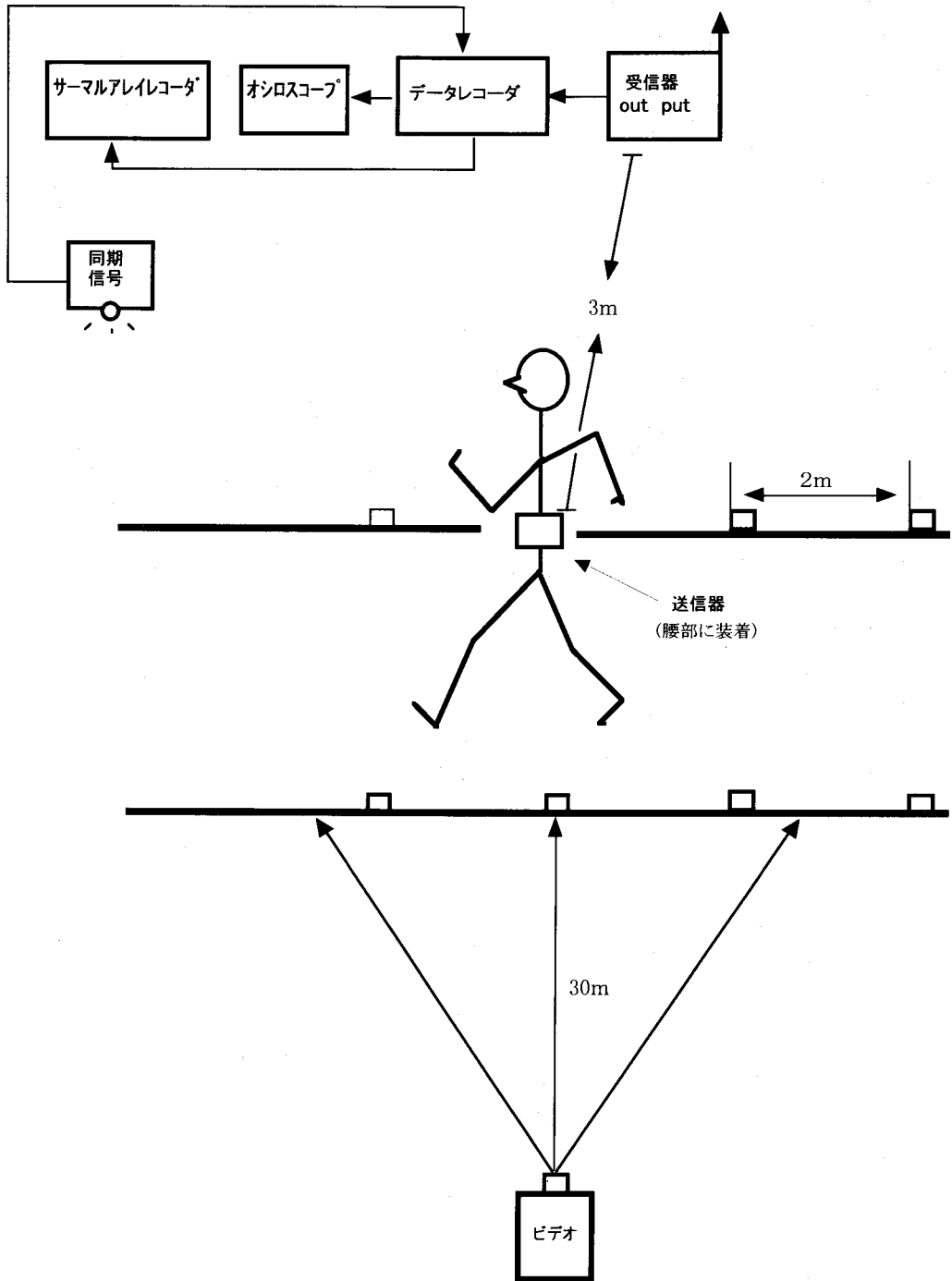


図1 実験設定

ピッチは歩の1サイクルに要したコマ数の1/2に1/60をかけて算出した。ストライドは右足接地瞬時の爪先から次の右足接地瞬時の爪先までの距離とした(倍歩)。またこれらのピッチ及びストライドをもとに歩行速度を算出した。

## ②支持期及び無点支持期

競歩において身体を支える局面を支持期といい、特に両足により身体を支える局面を二点支持期という。また支持期前半とは脚の接地から鉛直線上に至る期間とし、支持期後半とは脚が鉛直線上にある状態から離地までの期間とした。一方、歩行速度が高まると二点支持を保持することが困難となり、両足が同時に地面から離れる局面が出現するが、それを無点支持期(リフティング)という。支持期前半時間及び支持期後半時間はそれぞれの期間に要したコマ数に、また無点支持時間は左右脚の離地瞬時から次の接地瞬時までの足が地面から離れている期間のコマ数に、それぞれ1/60を乗じて算出した。

## III 結果及び考察

### 1. 局所の無氣的パワー

表2は各被検者の膝関節及び股関節の等速性筋力の絶対値を、表3は各被検者の体重あたりの膝関節及び股関節のピークトルク値を示したものである。膝関節伸展時において、絶対値及

表2 膝関節・股関節の等速性筋力の絶対値

		Sub. A	Sub. B	Sub. C	Sub. D	Sub. E	Sub. F	Sub. G	Sub. H
膝関節伸展 (N・m/Kg)	60deg/sec	117.3	97.2	156.1	130.3	131.4	120.5	158.8	138.4
	180deg/sec	72.1	65.2	102.5	83.7	86.8	75.8	92.9	84.2
	300deg/sec	57.6	55.3	77.3	62.6	66.6	54.5	66.0	59.3
膝関節屈曲 (N・m/Kg)	60deg/sec	68.2	49.2	68.5	67.4	70.4	63.1	76.7	60.1
	180deg/sec	50.7	37.3	59.4	50.0	46.9	45.3	47.5	37.6
	300deg/sec	40.5	33.0	56.0	43.3	39.7	35.8	36.6	30.8
股関節伸展 (N・m/Kg)	60deg/sec	118.6	129.2	139.4	142.0	139.9	150.5	125.6	117.3
	180deg/sec	111.2	115.9	131.1	123.7	132.2	120.0	107.3	99.9
股関節屈曲 (N・m/Kg)	60deg/sec	97.6	89.5	94.6	124.1	96.8	86.9	90.7	113.1
	180deg/sec	99.8	89.6	85.0	103.9	90.9	77.8	71.1	92.8

表3 膝関節・股関節の等速性筋力のピークトルク値(体重あたり)

		Sub. A	Sub. B	Sub. C	Sub. D	Sub. E	Sub. F	Sub. G	Sub. H
膝関節伸展 (N・m/Kg)	60deg/sec	2.50	2.00	3.06	2.77	2.53	2.51	2.89	2.82
	180deg/sec	1.53	1.34	2.01	1.78	1.67	1.58	1.69	1.72
	300deg/sec	1.23	1.14	1.52	1.33	1.28	1.14	1.20	1.21
膝関節屈曲 (N・m/Kg)	60deg/sec	1.45	1.01	1.34	1.43	1.35	1.31	1.39	1.23
	180deg/sec	1.08	0.77	1.16	1.06	0.90	0.94	0.86	0.77
	300deg/sec	0.86	0.68	1.10	0.92	0.76	0.75	0.67	0.63
股関節伸展 (N・m/Kg)	60deg/sec	2.52	2.66	2.73	3.02	2.69	3.14	2.28	2.39
	180deg/sec	2.37	2.39	2.57	2.63	2.54	2.50	1.95	2.04
股関節屈曲 (N・m/Kg)	60deg/sec	2.08	1.85	1.85	2.64	1.86	1.81	1.65	2.31
	180deg/sec	2.12	1.85	1.67	2.21	1.75	1.62	1.29	1.89

び相対値共に群による傾向はなく、むしろ下位群が上位群を上回る値のケースも少なくない。膝関節屈曲時においては、60deg/sec, 180deg/sec では膝関節伸展時と同様、両群間で差異はないものの、300deg/sec の角速度においては上位群と下位群に以下のような差がみられた。その差とは表2や表3で示されるように、絶対値や体重あたりの値自体では両群ともほぼ変わらないが、60deg/sec の角速度における値と300deg/sec の角速度における値を個人内で比較した場合、上位群ではその値の差が少ないという点である。このことは60deg/sec の角速度における個人の持つ能力を100%と考え、その値に対し角速度が増加するのにつれ、どれ位の割合で努力できるかという指標と考えられる。一般的に、角速度の増加にともない発揮されるピークトルクの値は小さくなる<sup>2)</sup>。従って、角速度が60deg/sec から300deg/sec に上がったときの値の減少率が小さい上位群は、速度が増加しても下位群より力を発揮しやすいと推測される。

股関節伸展時においては、両群とも60deg/sec, 180deg/sec の角速度における筋力の数値には群内において共通するものはなかったが、個人内の角速度の増加によるピークトルク値減少率はやはり上位群の方が若干小さかった。また、股関節屈曲時においては、下位群において、それぞれの角速度における筋力の数値には被験者間でのばらつきが大きかった。しかし上位群ではほぼ3人とも両角速度において似通っていた。そしてここでも角速度増加によるピークトルク値の減少率は上位群の方が小さかった。

膝関節屈曲、股関節伸展、屈曲において上位群は速度増加におけるピークトルク値の減少率は少なく、特に股関節屈曲において顕著に現れた。言い換えれば、主に股関節の運動において上位群は下位群より高い速度でも筋力を発揮しやすいと推察される。

## 2. 速度増加に伴う筋活動量の違い

図2は前脛骨筋の筋活動量を示したものである。下位群ではほとんどの者が、速度増加に伴い活動量も増加傾向にある。上位群では、被験者Bだけが飛び抜けて増加していたが、他はわずかな増加がみられた。図3は内側広筋の筋活動量を示したものである。両群とも2つのパターンに分けられた。速度増加に対し急な正の傾きと緩やかな増加である。このパターンは被験者の歩型のタイプ、ピッチ型、ストライド型によるものではないかと推察される。楠本ら<sup>4)</sup>、永井ら<sup>5)</sup>は、ピッチ型の歩行は遊脚期前半に大腿直筋、中殿筋が盛んに活動すると報告している。逆にストライド型の歩行を行なった場合はこれらの筋に放電の減少、消失がみられると述べている。しかしこれらの報告のみでは、内側広筋の活動量パターンから実際どちらの歩型のタイプに近いということを推察することは困難である。図4は大腿直筋の筋活動量を示したものである。増加の傾きは両群とも似通った緩やかな増加傾向を示した。図5は大腿二頭筋の筋活動量を示したものである。下位群においては緩やかな増加を示し、5人とも各試技において値は近似しており、値の分布範囲は狭かった。上位群は下位群より被験者Aを除いて大きな増加を示した。図6は大殿筋の筋活動量を示したものである。上位群の被験者Cを除いては、両群とも値の分布が近似していた。下位群では特に分布域が狭かった。図7は中殿筋の筋活動量を示したものである。上位群は緩やかな増加がみられたが、下位群は群内において値の分布や、増加傾向に統一性がなく、被験者7筋の中で最も分布がまばらであった。図8は外腹斜筋の筋活動量を示したものである。両群ともまず似通った増加傾向がみられたが、上位群の被験者Cだけが比較的急な正の傾きを示していた。下位群の分布も比較的分布域が狭かった。全体を通し、下位群では前脛骨筋において速度の増加に伴い顕著な筋活動量増加を示し、上位群では主

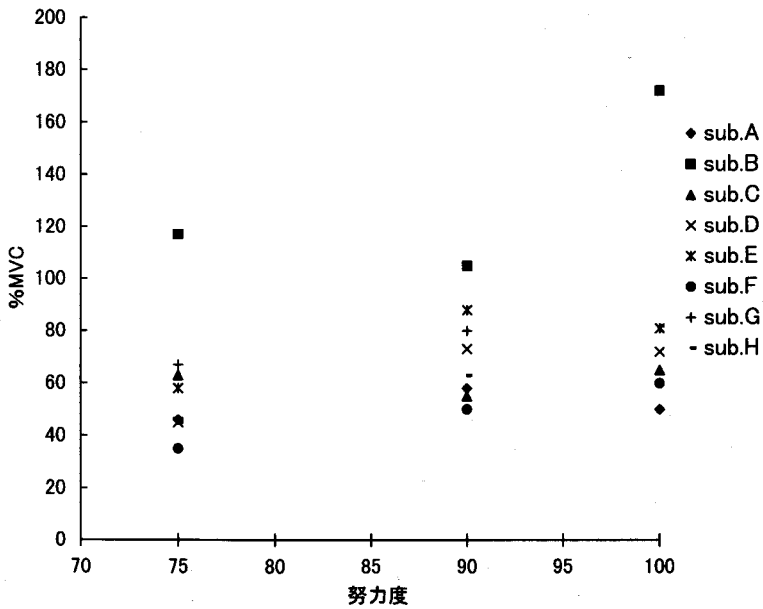


図2 速度増加に伴う前脛骨筋の活動量の変化

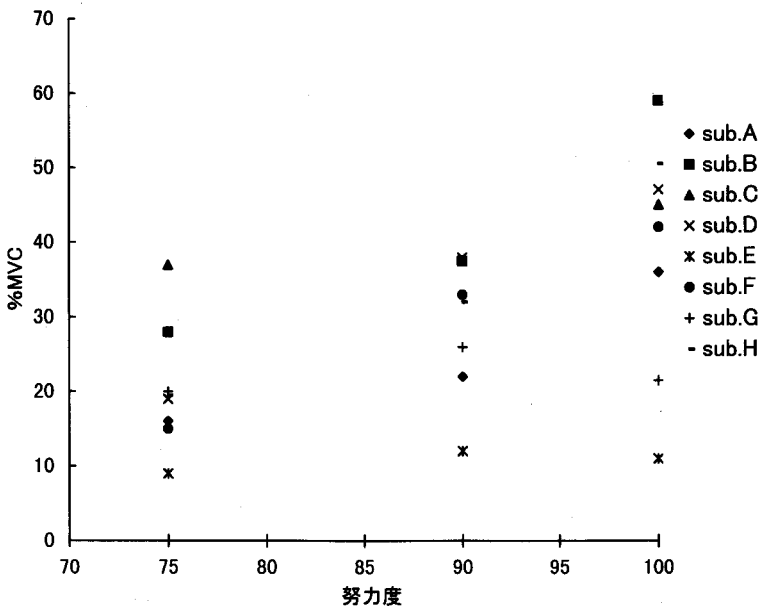


図3 速度増加に伴う内側広筋の活動量の変化

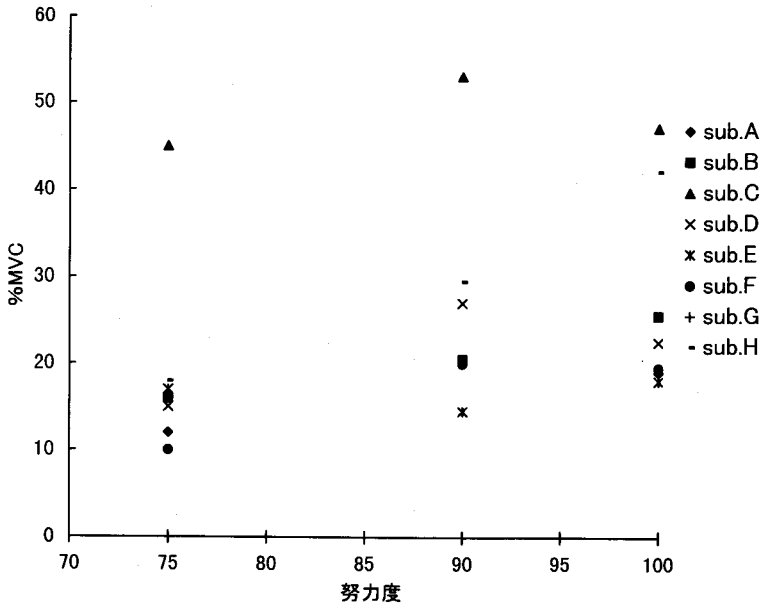


図4 速度増加に伴う大腿直筋の活動量の変化

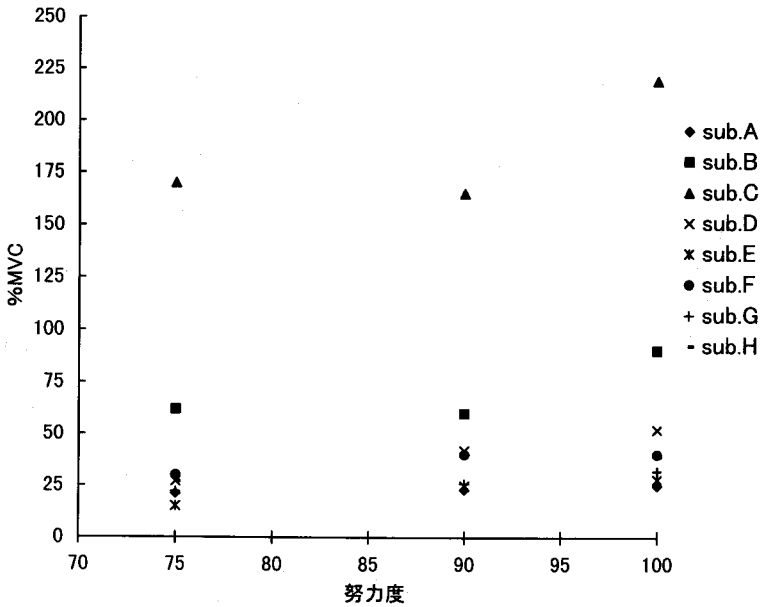


図5 速度増加に伴う大腿二頭筋長頭の活動量の変化



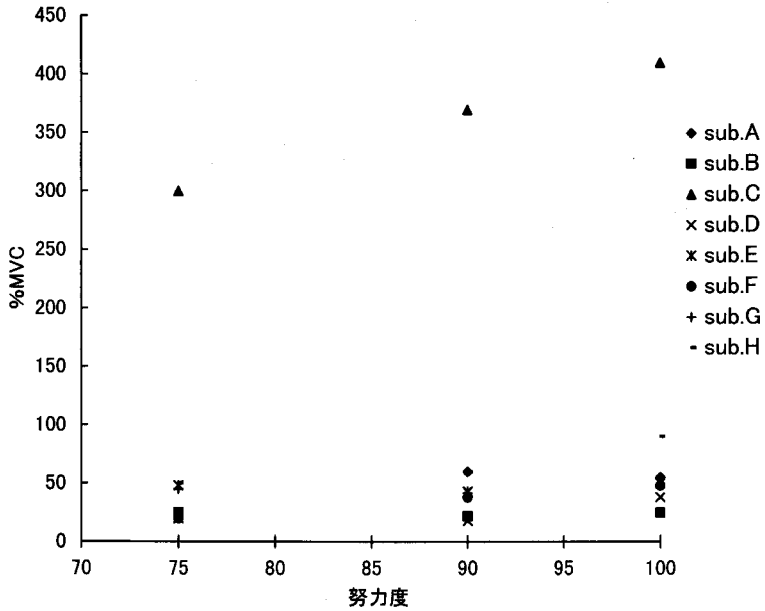


図6 速度増加に伴う大殿筋の活動量の変化

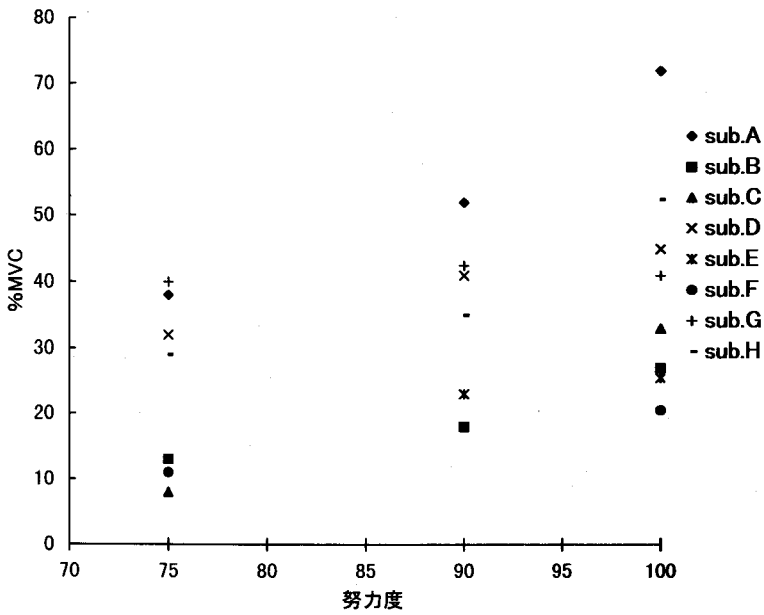


図7 速度増加に伴う中殿筋の活動量の変化

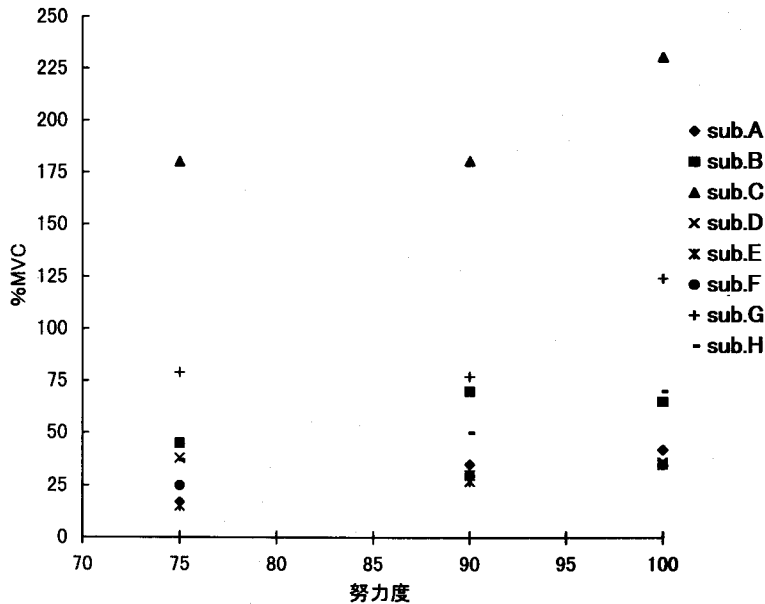


図8 速度増加に伴う外腹斜筋の活動量の変化

に大腿二頭筋において顕著な筋活動量増加を示した。その他の筋に関しては、値の大きさは群に関係なくまばらではあったが、増加傾向は似通っていた。また下位群ほど被検者間の数値の分布はまとまっており、上位群においてはばらついていた。さらに上位群では各筋に必ず一人、数値自体が飛び抜けて大きい者がおり、特に被験者Cに多くみられた。

表4は各被験者のピッチ、ストライド、歩行速度及び無点支持時間を示している。試技1及び試技2においては被験者全員に無点支持期は認められなかった。またレースペースである試技3では被験者B及びC以外のものには無点支持期が認められなかった。表4より、全体的に歩行速度が速くなるとストライドも大きくなることが認められる。しかし、高いパフォーマンスを示す被験者A、B及びCはストライドと歩行速度が直線的な関係を示しているのに対して、比較的パフォーマンスが低い被験者はストライドと歩行速度の関係には一定の傾向がみられない。同様に表4より全体的には歩行速度が速くなるとピッチも大きくなる。だが、やはり高いパフォーマンスを示す被験者A、B及びCはピッチとストライドが直線的な関係を示しているのに対して、比較的パフォーマンスが低い被験者D、E、F、G及びHにはピッチとストライドの関係には一定の傾向がみられない。

表5は各測定項目間の相関を示している。各測定項目間の相関からみると、低速度から高速度に速度を変化させる場合はピッチを速くすることにより歩行速度を速めることが認められた。同じく中速度から高速度に速度を変化させる場合もピッチを速くすることにより歩行速度を速めることが認められた。同様にストライドを大きくすると無点支持時間が大きくなることが認められた。これらのことから競歩においては速度の増加にはピッチを増加させることによって対応しているということが推察されよう。

表4 各被験者のストライド、ピッチ、歩行速度及び無点使時間

被験者		A	B	C	D	E	F	G	H	平均	標準偏差
ストライド (m)	試技1	1.73	1.73	1.87	1.78	1.77	1.75	1.80	1.65	1.76	0.043
	試技2	1.92	1.95	2.05	1.99	1.92	1.83	1.84	1.91	1.92	0.051
	試技3	2.06	2.09	2.25	2.07	1.93	1.95	1.89	1.92	2.02	0.097
ピッチ (f/sec)	試技1	3.33	3.16	3.13	3.00	2.73	2.67	2.86	3.00	2.99	0.174
	試技2	3.43	3.43	3.33	3.24	3.16	3.33	3.24	3.43	3.32	0.083
	試技3	3.75	3.53	3.43	3.24	3.33	3.16	3.33	4.14	3.49	0.238
速度 (m/sec)	試技1	2.88	2.73	2.93	2.67	2.41	2.34	2.57	2.48	2.63	0.177
	試技2	3.29	3.34	3.41	3.22	3.03	3.05	2.97	3.28	3.20	0.135
	試技3	3.86	3.69	3.87	3.35	3.21	3.08	3.15	3.97	3.52	0.325
無点支持時間 (sec)	試技1	—	—	—	—	—	—	—	—	0.000	0.000
	試技2	—	—	—	—	—	—	—	—	0.000	0.000
	試技3	—	0.017	0.017	—	—	—	—	—	0.017	0.000

表5-1 各測定項目間の相関係数  
(試技3と試技1の差)

	(2)	(3)	(4)
(1) ストライド	-0.259	0.428	0.689
(2) ピッチ		0.759*	-0.371
(3) 速度			0.116
(4) 無点支持時間			

表5-2 各測定項目の相関係数  
(試技3と試技2の差)

	(2)	(3)	(4)
(1) ストライド	-0.426	0.079	0.716*
(2) ピッチ		0.867**	-0.154
(3) 速度			0.218
(4) 無点支持時間			

表5-3 各測定項目間の相関係数  
(試技2と試技1の差)

	(2)	(3)	(4)
(1) ストライド	-0.436	0.367	0.000
(2) ピッチ		0.676	0.000
(3) 速度			0.000
(4) 無点支持時間			

## IV トレーニングへの提言

あらゆるスポーツにおいて競技能力を向上させる要因は、大きく捕えて体力、技術の2つにあるといえる。本研究の結果からもそのことが示唆された。

低速度での一連の動作において上位群では、接地から支持においては大腿二頭筋が活動することで重心を移動させたり、接地前の大腿の振り戻しにおいては、接地時の股関節角度を小さくすることで積極的な股関節伸展を行い、立脚後期に膝関節を屈曲位にし、股関節伸展を効率

良く推進力に変えるなどして、より高い速度での歩行を可能にしていたと推察される。ゆえにそれらのことが、レベルの差を招く重要な技術であったと思われる。これらの技術を習得するには要所ごとポイントを意識して、日常のトレーニングを行う必要がある。要所ごとポイントを感覚的に捕えてみたものを以下に述べる。立脚中に、足の親指を中心に強く地面をえぐる様に地面を押すと、膝は自然に前に出てくる。そうすることで上位群にみられた立脚後期の膝関節屈曲位の状態にもっていくことができる。次にその状態から前方へ背伸びをする様なつもりで体重をかけ、転倒しそうになる前にもう一方の胸を素早く接地させることを意識することで強い大腿の振り戻しが期待できる。その結果として、接地時の股関節角度が小さくなり、更に強い大腿の振り戻しの勢いで、次の接地以降に積極的な股関節伸展が期待できるものと思われる。同様のことを両脚交互に行なうことで協調した脚の動きがとれ、効率の良い歩きができ、これらを意識して歩き込むことが、速度増加に対応できる歩型獲得につながるものと思われる。また本研究において体力面からいえば、筋力の大きさがパフォーマンスを左右するものではないという結果が認められた。しかし、速度増加に伴う筋活動量の変化は、股関節の運動に関与する大腿二頭筋長頭、大殿筋、大腿直筋の活動が顕著に認められた。そこで、それらの筋肉の絶対筋力を高める筋力トレーニングというよりは、競歩動作に関連させた補助的な筋力トレーニングをしていくことが競技力を向上させるためには必要であると思われる。何故なら、例えば股関節伸展作用の補助トレーニングをすることで、股関節伸展筋群を支配する神経の反応が活発になり、結果として、それらの筋群における筋肉中の動員される運動単位数が増加し、今までと同様の動作であっても、今まで以上に積極的な動作をすることが可能になるからである<sup>4)</sup>。つまり、積極的な支持や、大腿の振り戻しなどが行われると推察される。またよく使われる部位は、疲労が蓄積しやすい部位であり、さらにその部位の筋肉をしっかりとケアをしなければ、オーバーユーズになりかねない。そのことも考慮すると、補助トレーニングをすることで、高強度のトレーニングに耐えられるだけの筋力をつけることが出来、その結果、故障防止に役立つとも考えられる。よって、股関節動作に重点をおいて補助的な筋力トレーニングをしていくことは、習得した技術をより生かすために必要であると思われる。

最後に、本研究では検討できなかったが、有酸素系の代謝能力、上体の筋力及び精神面について今後詳細な検討をしていく必要があると考えられる。

## V まとめ

本研究は、同一の相対強度で3種類の強度を設定し、競歩中の筋の活動様相における上位群と下位群の差を調べ、競歩の技術における有効な示唆を得ること目的とした。競技能力の高い女子競歩競技者3名と競技能力が比較的低い女子競歩競技者5名による速度増加に伴う筋活動量の変化、膝関節、股関節の伸展、屈曲動作の等速性筋力について分析を行った。

1. 実際の競技レベルの差には、筋力の大小はあまり関係せず、技術要因や、有気的要因等が関係する割合が高いと推察された。
2. 下位群では上位群よりも速度増加に伴う前脛骨筋の活動の増加が著しかった。前脛骨筋のリラクセスは、パフォーマンスへの関連が深いと考えられる。また高い速度に対応するには、股関節伸展への大腿二頭筋の積極的な関与が重要であると推察された。

3. 上位群と下位群において股関節動作に関与する筋の活動や、立脚中の膝関節の使い方に群間の違いがみられた。上位群は積極的な股関節伸展行い、また立脚後期に膝を屈曲して股関節伸展を効率良く推進力に変えるなどして、次の動作への推力を生み、重心移動をより速くしているものと推察される。
4. 低速度から高速度に、同じく中速度から高速度に速度を変化させる場合、ピッチと速度の間に正の相関が認められた。これらのことから競歩においては速度の増加にはピッチを増加させることによって対応しているということが推察される。
5. 今後のトレーニングでは、股関節の作用や、膝関節の作用を意識した歩きこみを行い、習得した技術をより生かすためにも股関節動作に関与する筋の補助トレーニングを行なっていく必要がある。

#### 参考文献

- 1) 雨宮輝也, 黒田善雄, 塚越克己, 伊藤静夫, 金子敬二, 松井美智子, 白鳥金丸, 松永尚久 (1978): 競歩における歩行速度と酸素摂取量に関する研究. 日本体育協会スポーツ科学研究報告, IV: 1-11
- 2) Archibald Vivian Hill 著 若林勲, 真島英信訳: 筋収縮力学の実験 ~A. V. Hill 教授の歩んだ道~. 医学書院, pp. 28-29
- 3) 後藤幸弘, 松下健二, 本間聖康, 辻野昭, 岡野勉 (1978): 歩行の筋電図的研究—各種歩行速度における筋電図の変化—. 大阪市立大学保健体育学研究, 13: 39-52
- 4) 楠本秀忠, 後藤幸弘, 辻野昭 (1983): 競歩の筋電図的研究. 体育学研究, 28 (1): 43-54
- 5) 永井純, 杉山喜一, 上村景史, 尾縣貢, 関岡康雄, 藤田紀盛 (1985): 競歩の技術に関する基礎的研究. 運動学研究, 1: 51-62
- 6) 清水茂幸, 坂田洋満, 藤本浩一, 永井純, 関岡康雄 (1993): 20・競歩競技中におけるピッチ及びストライドに関する研究—国内男子一流競歩競技者を対象として—. 陸上競技研究, 16: 2-7
- 7) 清水茂幸, 坂田洋満, 藤本浩一, 永井純, 関岡康雄 (1994): 国内一流競技者のレース中における歩行フォームの分析的研究. 運動学研究, 10: 61-66
- 8) 清水茂幸, 坂田洋満, 山田英生, 尾縣貢, 永井純, 関岡康雄 (1994): 国内男女一流競技者の歩行動作の相違点に関する分析的研究. 陸上競技研究, 20: 8-161