

I-1 牽引走を最大下の努力度合で行うことによる影響

伊藤 信之, 村木 征人, 宮下 憲, 阿江 通良, 森田 正利

1. 緒 言

牽引走トレーニングに期待されている効果の1つは、より速いスピードを体験することで、神経・筋のコーディネーションを改善させることによりピッチを高め、疾走スピードの向上をはかる³⁾ということであるが、実際の牽引走時には、ストライドの増大によって疾走速度が増大することが多い。村木ら⁶⁾は、この牽引走時にピッチを増加させるためには、足の流れない疾走フォームを身につける必要があり、そのための疾走技術のトレーニングには、張力が3 kg以下の牽引走が適しているといったことを指摘している。こうした疾走技術のトレーニングを実施するにあたっては、受動的に牽引されるままに走るのではなく、ある課題をもって能動的に取り組んでいくことが大切であろう。そのためには、最大努力で疾走を行うのではなく、運動修正が可能な、ある程度余裕を持った最大下の努力度合での牽引疾走を行うことが必要であろう。

本研究では、牽引走を全力および90%の主観的強度で行い、両者の疾走速度および疾走フォーム、疾走の力学的特性等を比較することにより、牽引走を最大下の努力度合で行うことによる影響を検討した。また牽引疾走時に、ストライドを伸ばすよりもピッチを重視して走るという課題（指示）を走者に与えることによる影響についても検討した。

2. 研究方法

(1) 実験方法

1) 実験試技と牽引装置

努力度合の程度に応じた適性牽引力の推定のために、ここでは2 kgと3 kgの2種類の牽引力を設定した。また、最大下の努力度合で牽引走を行

うことによる影響を検討するために、上記2種類の牽引力を最大努力および最大下の努力度合（最大努力の90%とした）の2種類で行った。さらに、最大下の努力度合の試技においては、指示を与えることの影響の有無を検討するために、「指示なし」と「指示あり」の2種類の試技を実施した。ここで与えた「指示」は、「足を後ろに流さないように、ひっかき型の疾走イメージでピッチを重視して走る」ものである。

今後は、これらの実験試技を以下のように呼ぶことにする。

- ①最大努力での張力2 kgの試技：Tow-2
- ② 同 張力3 kgの試技：Tow-3
- ③最大下の努力度合での張力2 kgの試技：TS-2
- ④ 同 張力3 kgの試技：TS-3
- ⑤ 同 「指示あり」の2 kgの試技：TSA-2
- ⑥ 同 「指示あり」の3 kgの試技：TSA-3

また各牽引走の疾走運動に与える影響を検討するために、これらの牽引走の前に全速疾走（以下全力走と呼ぶ）を行った。各試技の疾走距離はすべて100mであり、クラウチングスタートの姿勢から実施した。

牽引装置には牽引力が、所定の大きさに制御可能な等張性牽引装置“SPEED-MAX”（ニシスポーツ社製）を用い、40m加速後の10m区間の疾走動作を高速度ビデオカメラ（nac社製HSV-200）によって、毎秒200コマで撮影を行った。また、100mのスタートからゴールまで10m毎にスタートピストルと連動されている光電管をおき、10m毎の速度変化を測定した。

2) 被験者

被験者には、計画的に専門的なスプリント・トレーニングを行っており本研究への関心が高く、この実験 I に引き続いて行われる、1 ヶ月のトレーニング実験にも、自発的な参画意欲を持った大学男子短距離選手 7 名および跳躍選手 8 名、十種競技選手 5 名の計 20 名を用いた。

疾走のタイプによる影響の違いを検討するために、各被験者の全力走のストライドの対身長比の値から全体をピッチ群 (5 名)、中間群 (10 名)、ストライド群 (5 名) の 3 群に分類した。また、疾走動作や疾走の力学的特性をより詳細に検討するために、タイプの異なる 3 名の被験者を選択し、映像分析の対象とした。なお、これらの被験者の身体特性ならびに主要な競技記録は表 1 に示した。

被験者はランダムに A/B 二つのグループに分け、A グループは実験日の午前に全力での試技を、午後に最大下の努力度合の試技を行った。B グループは午前と午後の試技を入れ換えた。また、試技前にはレース前と同様なウォーミング・アップを実施させ、試技間には 15-20 分の十分な回復時間を設けて実施した。

(2) 実験データの解析

1) 疾走速度、ストライド、ピッチ曲線

光電管から得られた 10m 毎の時間をもとにスタ

ート後 10m から 100m までの 10m 毎の平均速度を計算した。また撮影されたビデオ画像から、光電管の付近に走者の足が接地した時刻と各光電管の間の歩数を測定することにより、1 歩にかかる時間を計算し、この逆数を 10m 毎の平均ピッチとした。10m 毎の平均速度をこの平均ピッチの値で除したものを 10m 毎の平均ストライドとした。こうして得られたデータから疾走速度、ストライド、ピッチ曲線を描いた。

2) 映像分析

映像分析の対象となった被験者 3 名の試技が撮影されたビデオ画像から、身体上の計測点 (23 点) の座標を読みとり、画面に写し込んだ較正点をもとに実長に換算した後、デジタルフィルターにより 10Hz で平滑化した。

3) 測定項目

以上のようにして得られたデータから、疾走速度、ストライド、ピッチの値、および回復期での膝、腰の各関節まわりのトルク、パワー、仕事を算出した。また走の 1 サイクル (右足接地から次の右足接地まで) を、走行中の足先と身体重心との位置関係などに着目した 8 時点-①右足接地、②右足支持期中間点 (身体重心が足先上を通過する時点)、③右足離地、④右足フォロースルー終了、⑤左足接地、⑥左足支持期中間点、⑦左足離地、⑧右足支持期中間点-で区分し、以下の局面を設

表 1 被験者の身体特性

	年齢	身長 (m)	体重 (kg)	対身長比* 100m/身長	100m/10m (sec)	種目
全体	21	1.74	66.2	1.21	11.24	
(n=20)	1.08	0.05	6.0	0.04	0.45	
ピッチ群	20	1.74	68.2	1.15	11.48	
(n=5)	0.40	0.04	7.7	0.02	0.48	
中間群	21	1.72	64.4	1.21	11.14	
(n=10)	1.00	0.06	5.0	0.02	0.41	
ストライド群	21	1.75	67.8	1.26	11.18	
(n=5)	1.02	0.04	4.7	0.02	0.40	
被験者 H	22	1.73	65.0	1.24	10.5	200m
Y	23	1.80	69.8	1.23	11.0	400mH
M	21	1.81	76.0	1.25	11.3	三段跳

*対身長比: 全力走でのストライド長/身長

けた。

局面 1 : 支持期前半①-②

局面 2 : 支持期後半②-③

局面 3 : ③-④

局面 4 : ④-⑤

局面 5 : ⑤-⑦

局面 6 : ⑥-⑦

局面 7 : ⑦-⑧

局面 8 : ⑧-①

これらの各時点における膝関節角度および大腿、

下腿の部分角度を求めた。また、筋群によってなされた機械的仕事を、回復期での各局面(局面 3 - 8) 毎に求めた。

3. 結果と考察

(1) 100mの疾走速度曲線およびストライド、ピッチの基本的な変化傾向について

図 1 および 2 は、各種の試技における100mの疾走速度、ストライド、ピッチ曲線を15名の被験者の平均値で示したものである。牽引力が 2 kg の 3

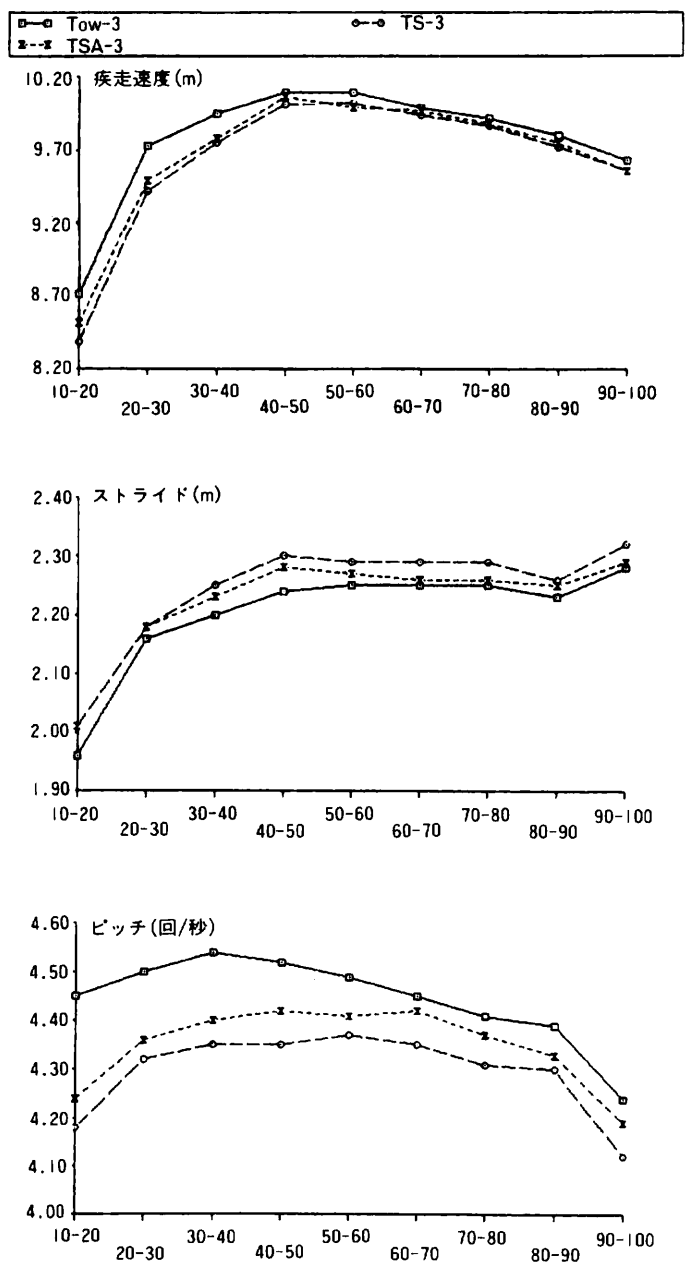
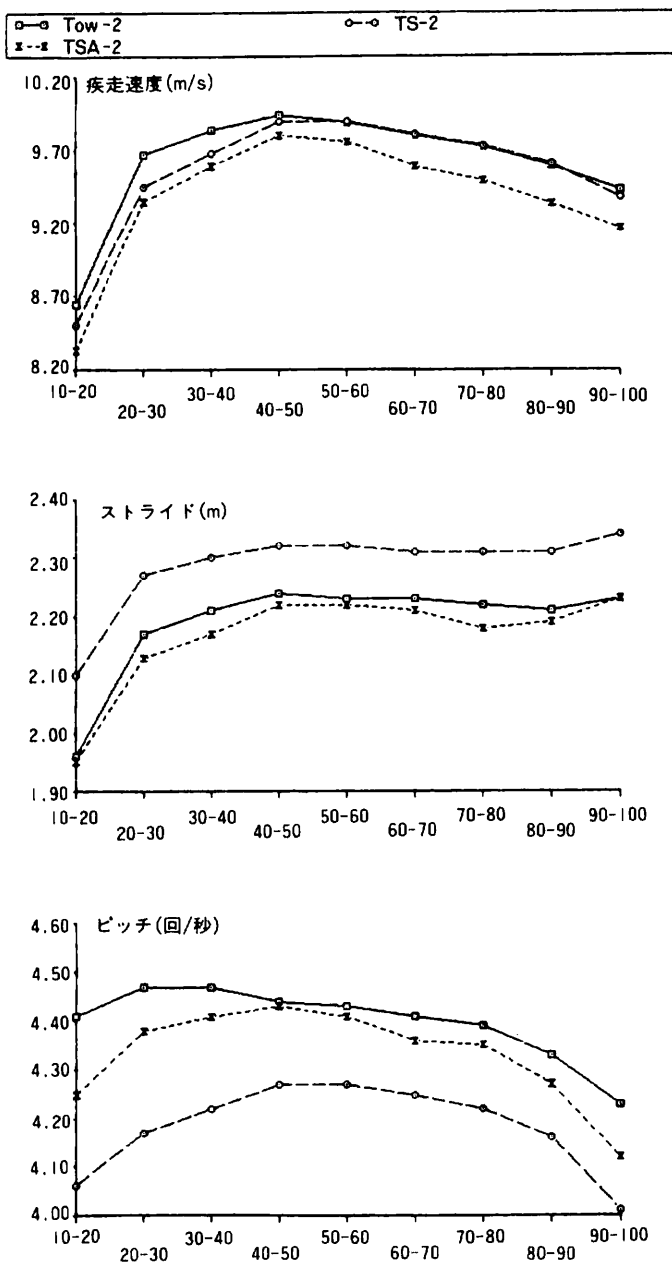


図 1 牽引走(2 kg)の疾走速度、ストライド、ピッチ曲線 図 2 牽引走(3 kg)の疾走速度、ストライド、ピッチ曲線

試技の速度曲線を見ると、40mまでの加速局面では、Tow-2、TS-2、TSA-2の順に速度が大きくなっている。しかし最大速度局面から速度持続局面にかけては、Tow-2とTS-2は、ほとんど同じ大きさになっており、TSA-2のみが両者を下回っていた。

ストライドをみると、TSA-2の大きさがわずかにTow-2のものを下回ったが、最大速度局面では両者に統計的に有意な差はみられなかった。それに対してTS-2は両者を大きく上回り、全ての区間でTow-2/TSA-2双方とに有意な差がみられた ($P < .01$)。

ピッチをみると、全力で走ったTow-2では、加速の初期の段階からピッチが高くなっており、疾走速度が最大になる前の20-30m区間で最高の値となった。90%の努力度合で行われたTS-2とTSA-2では、ストライド曲線と同様に、加速局面では徐々にピッチが高まってゆき、その値が最高になる区間は疾走速度が最高となる区間(40-50m)と一致していることでは共通するが、TS-2の値はTSA-2のものをほぼ全域にわたって有意に下回った。

一方、最大速度局面以降、TSA-2の値はTow-2のものに接近し、20mから80mまでの各区間では、両者の間に有意な差はみられなかった。

次に3kgの牽引力の各試技の速度曲線を見てみると、加速局面では90%の努力度合で走った試技(TS-3/TSA-3)がTow-3を下回るが、2kgのケースとは逆にTSA-3の値がTS-3の値を上回っており、10-20m区間では両者に有意な差がみられた ($P < .05$)。また、最大速度局面から持続局面にかけては、三者間にほとんど差がみられなくなった。

ストライドをみると、TSA-2の値がTow-2のものを上回っていたが、2kgのケースに較べて、三者間の差が少なくなった。ピッチに関してはTSA-3の値が、2kgのケースよりもやや低くなっており、加速局面から最大速度局面(10-60m区間)では、Tow-3との間に有意な差がみられた。

図3は、各試技の最大速度区間(40-60m)での全力走に対する速度、ストライド、ピッチの変化の度合を、各群別に表したものである。この3

群間に最も顕著な差が表れるのは、指示を与えない最大下努力度合の試技(TS-2、TS-3)のピッチの変化のしかたである。TS-2では、ストライドが増大し、ピッチが減少する傾向があることは先にも述べたが、このピッチの減少の度合が、中間群では他の群よりも少なく、特にピッチ群との間には有意な差がみられた。TS-3においては、ピッチ群、ストライド群のピッチの値が減少しているのに対して、中間群はわずかではあるが増大していた。ストライドの伸びもこれに対応して他の群

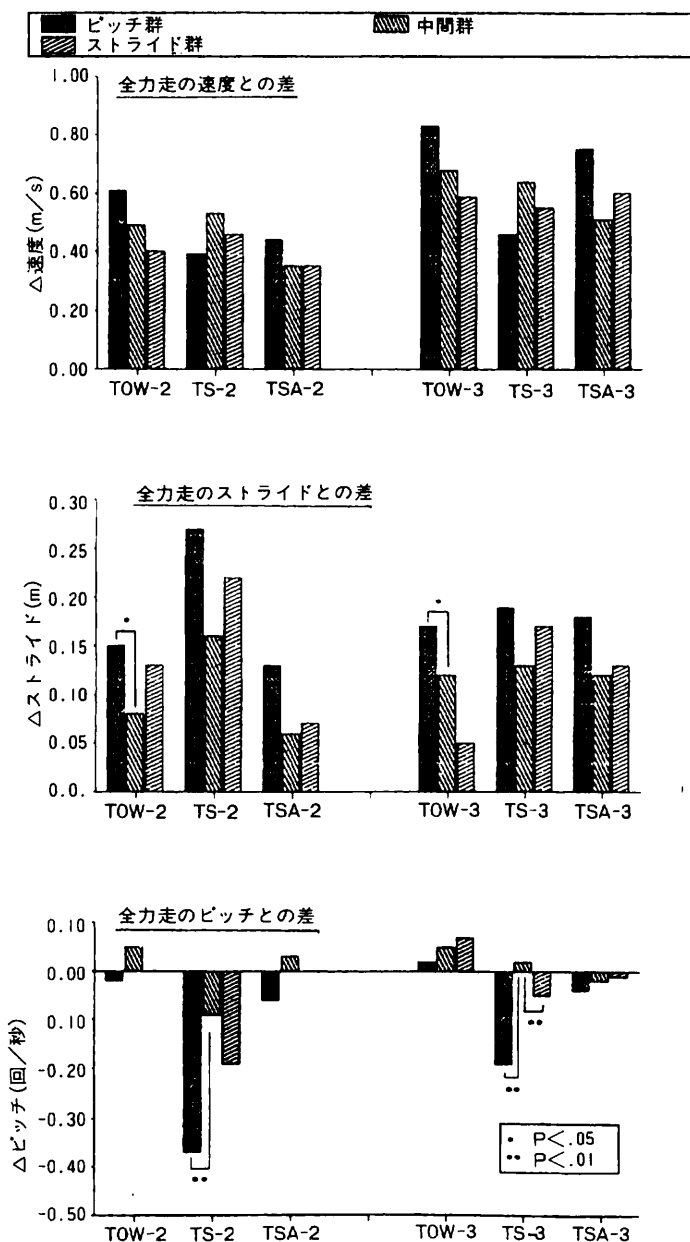


図3 全力走に対する牽引走の疾走速度、ストライド、ピッチの変化

よりも抑えられていた。また、2 kg の場合でも 3 kg の場合でも、「指示」を与えることによって、こうした群間の差はほとんどなくなってしまっている。この3群の中では、ピッチ群が指示を与えることの有無による影響が最も大きく、中間群は比較的その影響が少なかったと言える。

杉浦ら⁷⁾は牽引疾走時、ピッチ型の疾走フォームのものはストライドが増大し、ストライド型の疾走フォームのものは、ピッチが増大したと報告した。本研究では、Tow-3のケースがこれに近かったが、牽引力の違いや指示の有無により必ずしも同様の変化とはならないことが示唆される。

村木⁸⁾は速度水準が低いほどストライド、ピッチ、疾走フォームの違いが大きくなることを指摘しているが、牽引走の場合には、最大下の努力度合で走った場合にこのことがあてはまる。しかしここでの最大速度局面の速度レベルは、最大努力（全力）での試技に比べて著しい低下はみられなかった。

総じて「指示」を与えなかった最大下の努力度合の試技では、ストライドが増大し、ピッチが減少する傾向にあった。最大速度局面以降の速度は、TSA-2以外は、最大下の努力度合であっても、全力のものとはほとんど変わらなかったが、ストライドとピッチの変化の仕方に差が表れていた。2 kg の牽引力では、指示を与えるとピッチの大きさが全力のものに近くなるが、ストライドが減少することによって、疾走速度は他の試技を下回る傾向にあった。

牽引走時に、走者にできるだけ速く脚を地面に接地させるように指示した結果、速度の増加とピッチの増加との間に有意な相関が認められた⁴⁾との報告があるが、ここで「指示」の与えられた試技（TSA-2）は、与えられなかった試技（TS-2）よりもピッチが高かったが、全力で行ったもの（Tow-2）を越えることはなかった。一方、3 kg の牽引力では、指示を与えてもピッチはさほどの高まりをみせず、ストライドの変化も少なかった。これらのことから、ある課題をもって、スプリントのフォームやテクニックを改善していくことを目指す場合には、3 kg よりも 2 kg の牽引力で行うことが望ましいといったことが示唆される。

（2）疾走動作および動作中の各種力学量に及ぼす影響について

1) 速度、ストライド、ピッチ

最大下の努力度合で牽引疾走を行うこと、および指示の有無による影響を、ここではタイプの異なる3名の被験者を事例として比較しながら検討することにする。種々の疾走条件での速度、ストライド、ピッチ等の基本的な運動学的変数の比較は表2に示した。ここでの3名の結果は、全体の平均値とはやや異なった変化のパターンをみせた。

牽引力が2 kg の試技をみると、疾走速度は被験者HではTow-2で最大となり、最大下の努力度合での牽引試技（TS-2、TSA-2）での速度は全力走時のものを下回っていたのに対して、被験者YとMはTS-2で最大となった。疾走動作を崩さないためには、牽引走での速度増加率を5%以内に抑えるべきであるという報告³⁾があるが、ここでの張力2 kg の各試技では、いずれの被験者の速度増加率もこの範囲であった。

ストライドは、いずれの被験者もTS-2で最大となり、これは非支持期距離の増大によるものであった。「指示あり」のTSA-2では三者とも「指示無し」のTS-2よりもストライドは減少した。被験者Hでは非支持期距離を減少させることによって、これに対応していたのに対して、被験者YとMは支持期後半距離を減少させていた。

ピッチをみると、ストライドが最大となったTS-2でその値が最も低くなったが、「指示」を与えたTSA-2では、被験者Hと被験者YはTS-2に比べてピッチを増大させた。他方、被験者Mはストライドは小さくなったものの、ピッチは変化しなかった。

牽引力が3 kg の試技では、疾走速度が被験者HではTow-3で最大となったのに対して、被験者YとMではTSA-3で最大となった。YとMの2 kg の試技では「指示無し」のほうが速度が高かったこととは逆の結果となった。ストライドをみると、その変化の仕方には個人差がみられるが、2 kg のケースとは異なり、最大下の「指示無し」の試技（TS-3）のストライドが最大とはならないという点では共通していた。「指示あり」の試技（TSA-3）では、被験者Hは2 kg の場合と同様にストラ

イドを短くしていたが、被験者YとMでは逆にやや長くなる傾向がみられた。また、被験者Mは支持期後半距離が牽引走時に減少する傾向がみられたが、TS-3で特にそれが顕著になった。これは支持期後半の脚の後方へのキックが著しく減少することを意味するものと考えられる。

ピッチに関して、被験者Hは3試技とも変化が無かった。しかし、被験者YとMは指示を与えることによってピッチがやや高まり、ストライドも減少しなかったため、疾走速度が3試技中最大となっている。短距離走者HとYの非支持期時間は、牽引力が増えたにも関わらず、2 kgの場合よりも

表2 疾走速度、ストライド、ピッチの実験試技間の比較

測定項目	全力走	Tow-2	TS-2	TSA-2	Tow-3	TS-3	TSA-3
速度(m/s)							
H	10.27	10.73 4.48%	10.20 -0.68%	10.23 -0.39%	11.05 7.59%	11.00 7.11%	10.44 1.66%
Y	10.18	10.12 -0.59%	10.40 2.16%	10.22 0.39%	10.48 2.95%	10.55 3.63%	11.08 8.84%
M	9.20	9.51 3.37%	9.55 3.80%	9.22 0.22%	9.77 6.20%	9.30 1.09%	9.81 6.63%
ストライド(m)							
H	2.11	2.31 9.48%	2.35 11.37%	2.15 1.90%	2.32 9.95%	2.31 9.48%	2.19 3.79%
Y	2.29	2.23 -2.62%	2.34 2.18%	2.20 -3.93%	2.25 -1.75%	2.37 3.49%	2.38 3.93%
M	2.25	2.33 3.56%	2.39 6.22%	2.31 2.67%	2.44 8.44%	2.37 5.33%	2.40 6.67%
支持期距離							
前半(m)							
H	0.30	0.31	0.39	0.30	0.43	0.30	0.31
Y	0.30	0.28	0.40	0.30	0.20	0.31	0.32
M	0.36	0.37	0.36	0.46	0.32	0.36	0.38
後半							
H	0.50	0.53	0.41	0.50	0.56	0.52	0.51
Y	0.72	0.68	0.62	0.61	0.72	0.62	0.66
M	0.73	0.56	0.56	0.45	0.56	0.36	0.49
非支持期距離							
H	1.25	1.40	1.45	1.34	1.34	1.42	1.36
Y	1.20	1.14	1.36	1.43	1.27	1.38	1.43
M	1.22	1.46	1.46	1.50	1.48	1.60	1.49
ピッチ(回/秒)							
H	4.88	4.65 -4.71%	4.35 -10.86%	4.76 -2.46%	4.76 -2.46%	4.76 -2.46%	4.76 -2.46%
Y	4.44	4.55 2.48%	4.44 0.00%	4.65 4.73%	4.65 4.73%	4.44 0.00%	4.65 4.73%
M	4.08	4.08 0.00%	4.00 -1.96%	4.00 -1.96%	4.00 -1.96%	3.92 -3.92%	4.08 0.00%
支持時間(ms)							
前半							
H	30	30	40	30	40	30	30
Y	30	30	40	30	20	30	30
M	40	40	40	50	30	40	40
後半							
H	50	50	50	50	50	50	50
Y	70	70	60	60	70	60	60
M	80	60	60	50	60	40	50
非支持時間							
H	120	130	150	130	120	130	130
Y	120	110	130	140	120	130	130
M	130	150	150	160	150	170	150

最大下の試技での増加分が少なくなった。

2) 膝関節角度および大腿角, 下腿角の変化

表3は, 接地時と離地時の膝関節角度, 大腿角, 下腿角および回復脚の状態を表す逆足の接地時と離地時の大腿角を示したものである。

牽引力が2 kgの試技では接地時の膝関節角度が, 全力走時に比べて増大する傾向にあり, いずれの被験者もTS-2でこの値が最大となった。接地時の下腿角もTS-2で増大する傾向にあり, TS-2の支持期前半の時間と距離が増大していたことを考え合わせると, TS-2では接地時のブレーキが大きかったものと推定される。「指示」を与えたTSA-2では, この局面の膝関節角度・下腿角とも

に, 被験者M以外は減少する傾向にあり, 支持期前半の距離と時間も被験者M以外は減少した。離地時の下腿角は被験者H以外で, 最大下の試技で減少する傾向にあり, TSA-2で最小となった。

図4は, 全力走に対する牽引走の支持期後半距離の変化と離地時の下腿角の変化とを比較したものであるが, 変化の大きかった試技と被験者とはほぼ一致していた。被験者Yと被験者Mは, 牽引走時に支持期の脚の後方へのキックが弱まること示唆される。特に支持期後半の時間と距離の減少が顕著にみられた被験者Mでは, 離地時の大腿角をみても他の二人に比べて著しく減少し, キック時に大腿の後方への伸展が抑えられていた。こ

表3 膝関節角度および大腿角、下腿角の実験試技間の比較

測定項目	全力走	Tow-2	TS-2	TSA-3	Tow-3	TS-3	TSA-3
膝関節							
接地時							
H	149.7	155.6	160.4	155.0	158.1	155.2	153.0
Y	144.0	144.8	154.0	148.8	144.4	144.2	151.4
M	156.7	159.5	165.8	162.3	168.6	165.1	160.4
離地時							
H	144.9	144.9	148.3	141.4	139.6	142.4	146.1
Y	143.5	144.1	147.1	149.6	143.2	147.8	147.0
M	152.8	148.6	146.1	147.0	147.4	149.5	148.5
大腿角度							
接地時							
H	31.1	28.6	30.9	26.8	35.2	28.9	31.2
Y	32.3	31.0	29.8	24.8	29.2	27.6	28.2
M	27.1	25.8	24.3	28.1	20.0	21.8	25.4
離地時							
H	-16.0	-16.6	-18.3	-14.6	-13.8	-13.7	-17.6
Y	-22.1	-22.1	-22.1	-22.1	-20.9	-24.0	-20.9
M	-27.5	-18.9	-15.1	-13.7	-12.7	-10.9	-13.0
逆足接地							
H	16.2	20.5	35.2	25.2	30.5	24.7	30.9
Y	19.7	16.1	22.0	28.5	29.7	26.9	19.8
M	5.1	11.5	9.6	13.4	7.1	6.5	12.2
逆足離地							
H	78.5	82.8	87.3	81.1	85.9	84.3	87.4
Y	72.6	73.0	79.4	78.3	77.6	77.5	77.5
M	60.8	66.8	60.1	59.3	66.0	66.1	67.8
下腿							
接地時							
H	0.7	4.2	11.3	1.7	13.3	4.1	4.1
Y	-3.7	-4.2	3.8	-6.4	-6.4	-8.2	-0.4
M	3.9	5.3	10.1	10.4	8.6	6.9	5.9
離地時							
H	-51.1	-51.7	-50.0	-53.2	-54.3	-51.3	-51.4
Y	-58.6	-58.1	-55.0	-52.5	-57.7	-56.2	-54.0
M	-54.7	-50.3	-49.0	-46.7	-45.3	-41.5	-44.5

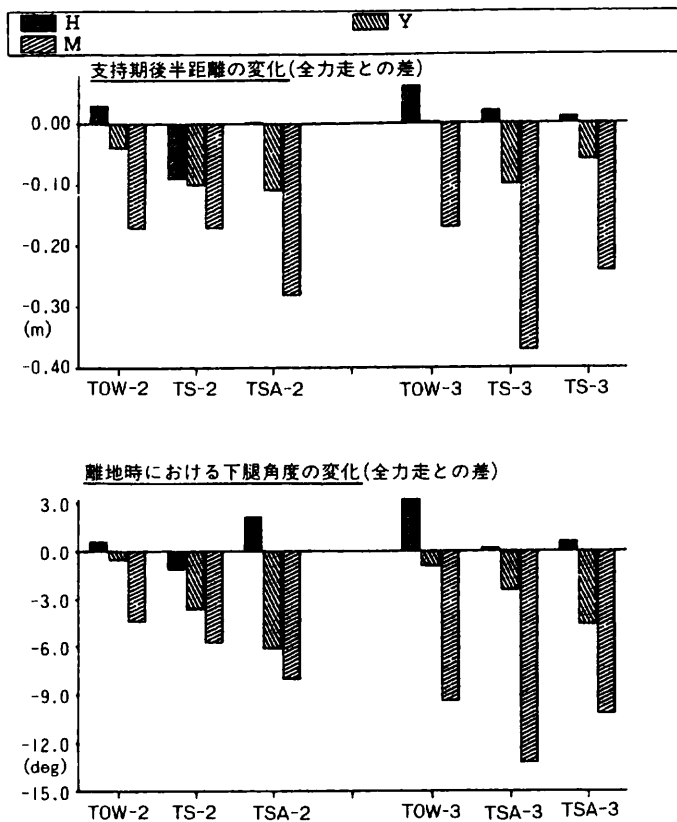


図4 全力走に対する牽引走の支持期後半時間と下腿角度変化との比較

のことは、支持期後半の脚のキックの方向が、後方から上方へ移ることを示すものである。離地時に膝の伸展が少ないことが支持期を減少させ、ピッチを向上させることにつながるという報告²⁾もあるが、支持期後半の後方へのキックが著しく弱まったこの被験者Mでは、支持期後半の距離と時間は減少する反面、非支持期時間が増大しピッチの向上にはつながらなかった。

3 kgの試技では、接地時の膝関節角度は被験者Y以外、2 kgの場合と同様に、最大下の「指示無し」の牽引走(TS-3)で最も大きくなった。また、接地時の下腿角は、被験者HがTOW-3で著しく増大したが、それ以外は2 kgの場合よりも変動が少なかった。離地時の下腿角および大腿角は、2 kgの試技と同様に、被験者YとMでは全力走に比べて小さくなった。特に被験者Mのものは2 kgよりもさらに減少する傾向にあり、後方へのキックがさらに弱まっていることが推測される。

逆足接地時と離地時の大腿角の変化の仕方には個人差がみられるが、牽引走時は概ねこれらの角

度は大きくなっており、大腿の回復が速く、大腿がよく上がっていることを示している。

3) 下肢関節の力学的仕事

図5および6は、牽引走の回復期において腰関節、膝関節まわりの筋群がなした力学的仕事を、全力走との差で示したもので、正の値は牽引走の場合が全力走よりも大きいことを示している。図5の1と2は、張力2 kgの試技の比較を、図6の1と2は、張力3 kgの試技の比較を表している。これらの局面3から5は回復期前半を、局面6から8は回復期後半を示し、短距離疾走では回復期前半では腰屈筋群および膝伸筋群が、後半では腰伸筋群および屈筋群がそれぞれ有意に活動していることが知られている¹⁾。

図5の2 kgの試技でのTOW-2の腰は、被験者Hの局面4と局面7の仕事の減少がみられるが、被験者YとMは局面7の仕事が全力走よりも大きくなっている。また、膝では、回復期後半の屈筋群の仕事が増大する傾向がみられた。最大下の努力度合で行われたTS-2では、局面4で三者とも共通して腰の仕事の減少がみられた。回復期後半では、被験者Yの局面7の腰の仕事の減少がみられた。一方、膝では回復期前半の変動は少ないが、後半の仕事が減少する傾向にあった。指示が与えられたTSA-2では、被験者Hの回復期後半で腰の伸筋群の仕事が増大したが、被験者Mでは、その局面の仕事が逆に減少していた。膝では、被験者HとMはTS-2とほとんど変化がなかったが、被験者Yの回復期後半の仕事が、特に局面6と8で増大していた。

図6の牽引力3 kgの試技をみると、TOW-3の腰では、回復期前半の屈曲局面はTOW-2と同様に全力走に比べて仕事が減少する傾向がみられた。しかし、回復期後半、特に局面7で仕事が増大する傾向にあった。膝では被験者Mの局面7の仕事が増大した以外は、その変動が少なかった。次にTS-3では、腰の仕事はTOW-3のものと同様にほぼ同じ傾向であったが、回復期前半で被験者Yはその値が増大したのに対して、被験者Mは逆に減少した。また、局面8で被験者Hの仕事が著しく減少した。膝では、局面7で被験者Mの仕事の減少がみられた。被験者HとYは、局面8でこの値

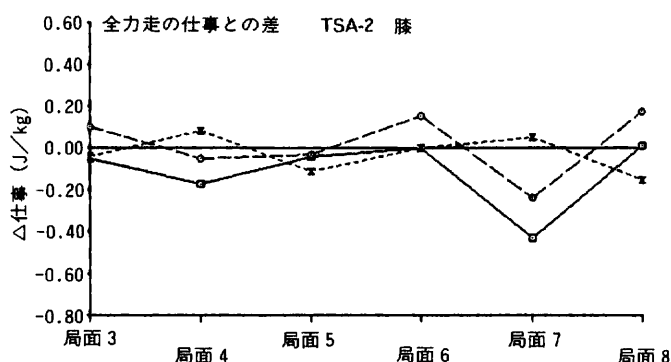
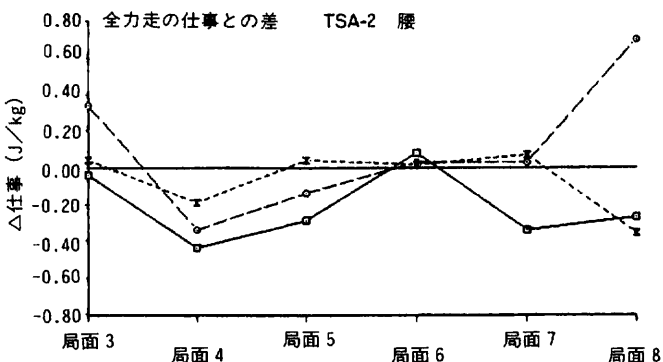
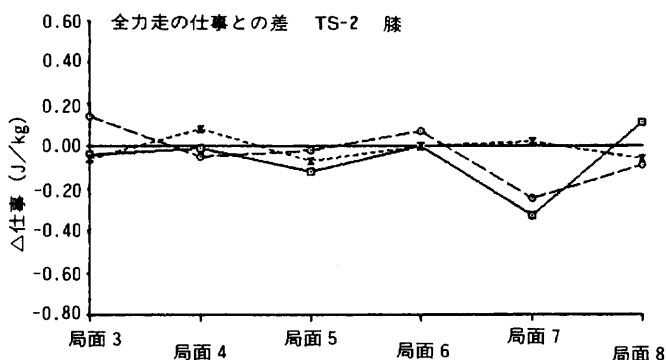
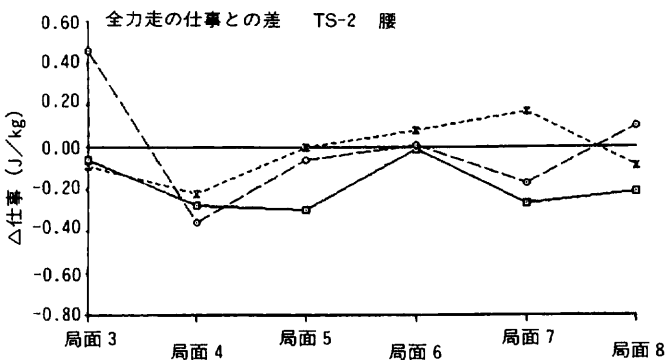
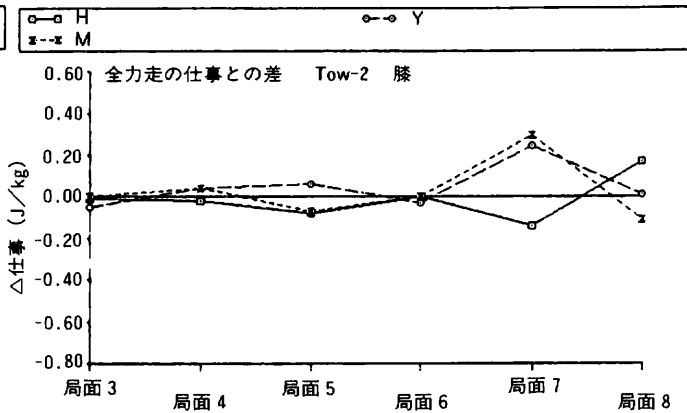
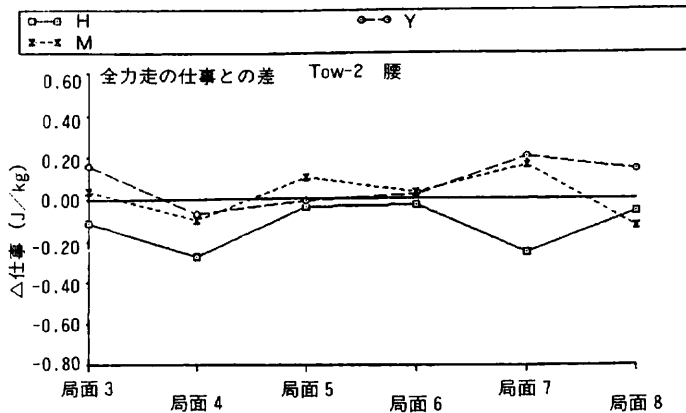


図5-1 全力走に対する牽引走(2 kg)の回復期における腰正仕事の変化

図5-2 全力走に対する牽引走(2 kg)の回復期における膝負仕事の変化

を減少させていた。TSA-3の腰では、被験者YとMは局面4でTS-3よりも仕事が増大する傾向にあったのに対して、被験者Hはこの局面で逆に減少していた。被験者Yは回復期後半の仕事も増大する傾向にあった。膝では、被験者YとMが局面7の仕事を、TS-3に比べて増大させた。

総じて牽引疾走時は、腰関節の屈筋群の仕事が全力走に比べて減少する傾向にあった。しかし、実際の疾走速度は牽引時には増大しており、回復期の脚のリカバリーも早くなっていた。牽引走時3 kg以下の牽引力では、疾走中に余裕があり、楽

に感じるという報告⁶⁾がなされているが、本研究での2 kgの試技での結果は、疾走中にこうした感覚が得られることと符合するものであった。

2 kgの牽引力で、最大下の努力度合で行った場合、腰・膝ともに回復期の仕事が減少する傾向にあり、全力走に比べて疾走速度は高まって、筋の仕事は増大しないことがわかる。この2 kgでの最大下の努力度合の試技では、指示を与えることがストライド・ピッチの変化に与える影響が大きかったことと考えあわせて、トレーニングには強化的な方向よりも、むしろ習熟的な方向で取り組

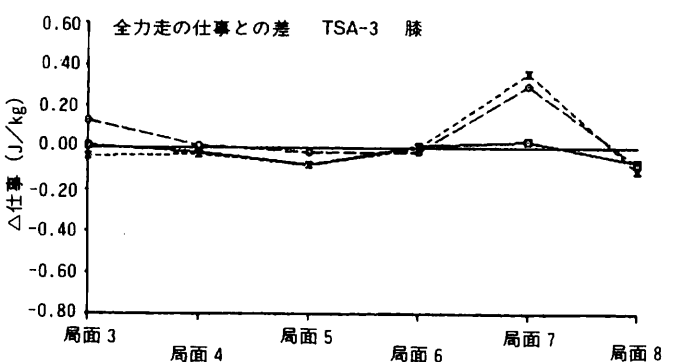
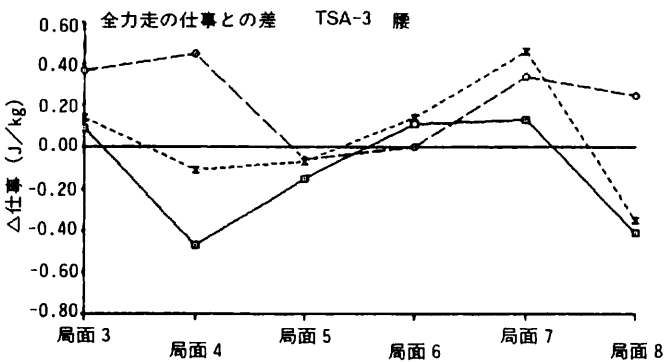
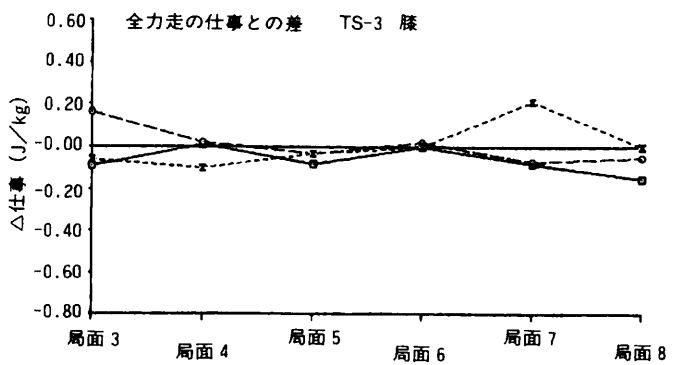
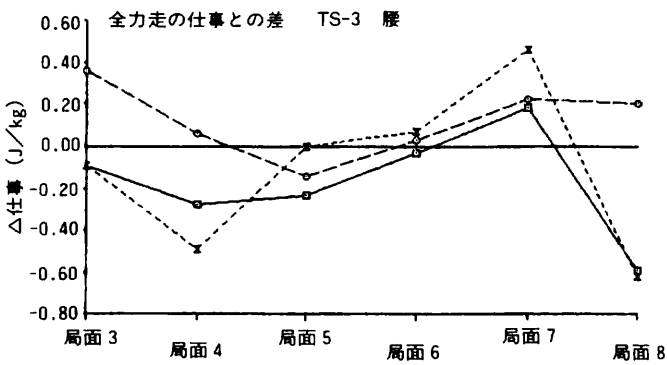
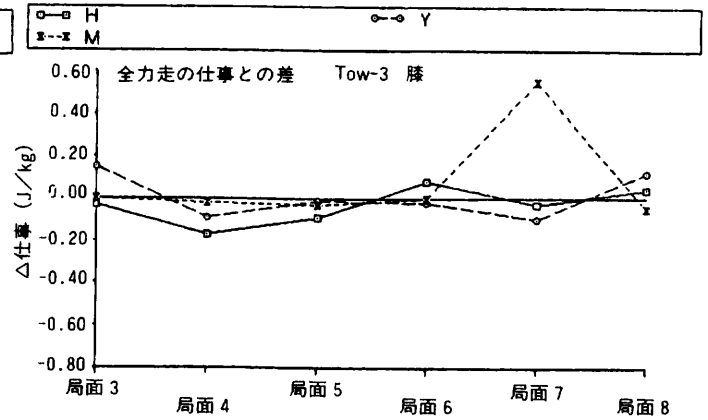
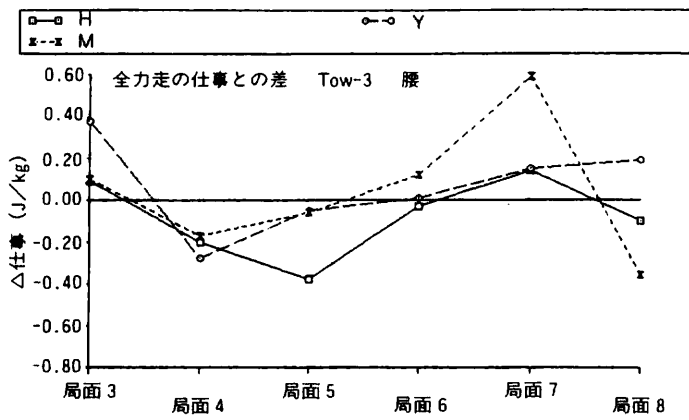


図6-1 全力走に対する牽引走(3kg)の回復期における腰正仕事の変化

図6-2 全力走に対する牽引走(3kg)の回復期における膝負仕事の変化

むべきであることが示唆される。

3 kg の試技における腰の仕事は、回復期前半では個人差によるばらつきがみられるが、局面7で伸筋群の仕事は増大し、最大下の試技でも減少がさほどみられなかった。膝の仕事は、2 kg の場合と異なり、3 試技とも全力走の値を下回ることが少なかった。こうしたことから、この3 kg での牽引走は、より強化的な方向でのトレーニングに取り入れていくことが望ましいと考えられる。

「指示」を与えることに対する対応の仕方には、個人差があり、一般的な傾向は見いだせな

ったが、「指示」を与えた試技でピッチを増大させた被験者Yでは、回復期の脚の仕事も増大する傾向にあった。

4. トレーニング面への示唆

(1) 張力が2 kg の試技では、「指示」への対応が容易で、回復期での脚の仕事も減少する傾向にあったことから、疾走フォームの修正改善を目的とする、習熟的方向に適したものと見える。しかし、「指示なし」の最大下の努力度合での牽引走では一特に、ピッチ走法の群で、ピッチの低下が顕著で

ある。またこれらは、支持期前半のブレーキも大きくなる傾向にあるので、牽引によってストライドを伸ばすよりも脚の高速回転-ピッチを重視した運動課題の遵守が必要であろう。

(2) 張力が3 kgの試技では、最大下の努力度合で牽引走を行うことによる影響、および指示の有無による影響の度合が少なく、最大速度局面以降の疾走速度は3試技共、ほとんど変わらなかった。また、全力走に比べてピッチが減少しなかったものでは、回復期後半での腰、膝の仕事が増大する傾向にある。従って、これらの者への3 kgの牽引走は、より強化的な方向でのトレーニングへの取り組みが可能であろう。

(3) しかし、牽引走中に支持期後半のキックが著しく弱まる傾向のみられるものでは、非支持期の時間および距離が増大することで、ピッチが逆に低下して、ストライドが延びる傾向にある。この現象は、牽引力が大きいほど強まるので、これらに対しては、異なった運動課題-反対にプッシュの強調、または負荷走・加速走の補足的課業の挿入による運動修正の必要が示唆された。

参考文献

1) 阿江通良ほか：機械的パワーからみた疾走における下肢筋群の機能および貢献度。筑波大学

体育科学系紀要, 第9巻, pp.229-239, 1986.

2) MANN, R.: The biomechanical analysis of sprinters. *Track Technique*, 94: 3000-3003, 1989.

3) MERO, A. and KOMI, P.V.: Effects of supramaximal velocity on biomechanical variables insprinting. *ISB*, 1: 240-252, 1985.

4) MERO, A. and KOMI, P.V.: Force-, EMG, and elasticity- velocity relationships at Supramaximal running speeds in sprinters. *Eur. J. of Appl. Physiol.* 55: 533-561, 1986.

5) 村木征人：スプリント走における疾走速度および歩幅と歩数に関する研究-スプリント走の客観的速度と主観的速度および歩幅との関係。身体運動の科学V, pp.76-83, 1983.

6) 村木征人, 阿江通良, 宮下 憲, 伊藤信之：等張性トウ・トレーニングにおける適性牽引力とトレーニングの即時的効果。昭和63年度日本体育協会スポーツ科学研究報告 No.X, スプリントアシステッド・トレーニングに関する研究(第1報), pp.9-27, 1989.

7) 杉浦雄策, 青木純一郎：牽引走(Supramaximal running)が走方の異なる短距離走者のピッチとストライドに及ぼす影響。日本体育学会第39回大会号, 1983.