

中距離走のペースに関する実験的研究 —第二報—

有吉正博* 村木征人* 小村渡岐磨*

An Experimental Study of the Pace in the Middle Distance Running (II)

by

Masahiro ARIYOSHI, Yukito MURAKI and Tokimaro OMURA

This study was intended to investigate the pace of the middle distance running from several experiments, and this was a serial investigation which had reported in this bulletin of 1972.

Nine experienced distance runners completed three experimental runs of equal distance and duration (1400 m., 4 min.) on a motor driven treadmill. Each run varied according to the pace (fast-slow, slow-fast, steady), with the individual order of runs rotated to prevent bias in this respect. Oxygen consumption, heart rate and respiration rate were taken during exercise and a 45-minutes recovery period.

And separately, the subjects performed continuous treadmill runnings up to exhaustion after the three kinds of 1400 m-running varied according to pace. Results obtained in this study were as follows.

- 1) There were no significant differences among the three pace types in net oxygen intake during the runs.
- 2) The total oxygen debt for the fast-slow pace was lower than for either the slow-fast or the steady paces.
- 3) The oxygen requirements for the fast-slow pace showed a tendency to be less than that for the other two paces.
- 4) Recovery of heart rates and respiration rates for the fast-slow pace showed a tendency to be more rapid than that for the other two paces.
- 5) The reserve performance-time up to exhaustion after the three pace runs were significantly long for the fast-slow pace.
- 6) It was concluded that a fast-slow pace is the most efficient for achieving best time and last spurt in the middle distance running.

I 目 的

競技力に影響を及ぼす因子として、体力、技術、さらには精神力とか作戦とかがあげられる。又、猪飼⁴⁾は $\text{Performance (運動成果)} = \text{Skill (調整力)} \times \text{Physical Resources (身体資源)}$ の式が成り立つとしている。近年、いわゆる体力とか Physical Resources に関する研究

が進み、競技力向上に大きな役割を果たしてきた。しかしながら、技術とか Skill に関する研究は前者に比較して、まだまだ遅れているといえよう。ペースは身につけた体力を競技全体に配分するための技術としてとらえることが出来る。また Physical Resources をうまく効果的に引き出して Performance に結びつける Skill としてもとらえることが出来る。

中・長距離走で良い記録を得るためには、こ

* 体育学部学校体育研究室

れまで前, 後半をむらなく走行する「一定ペース」がよいとされていたが¹⁾³⁾⁵⁾⁸⁾, 最近では理論的にも, レースの実際においても, 前半のスピードが重要とされ, いわゆる前半から積極的にある程度速いスピードで飛びだしていく走り方がよいといわれるようになった²⁾⁷⁾⁹⁾¹¹⁾¹²⁾。すなわち, それは「Natural Pace⁹⁾」, 「機能的イーブンペース⁷⁾」, 「限界曲線理論による走り方¹²⁾」とかであろう。しかしこのような理論的ペースもまだ実験的に明らかにされているのは数少ない。われわれ²⁾は先にいくつかの1600m走における, スピード変化, 酸素摂取, 酸素負債の発現経過を実験的に測定して中距離走ペースを検討し, 前半のスピードの重要性を明らかにしてきたが, ペース走がフィールド走であった

ため, いくつかの問題点も残された。

そこで, 今回の研究はトレッドミルにおいて走距離, 走時間を一定にして, 3種の異ったペースパターンでのいくつかの実験走による酸素摂取量, 酸素負債量, 心拍数, 呼吸数さらに連続負荷によるオールアウト時間を測定し, 中距離走ペースを比較検討しようとしたものである。

II 方 法

被検者は本学陸上競技部中長距離走者9名であり, 各被検者の身体的特性, 1500m最高記録は表Iに示した。最大酸素摂取量測定における運動負荷はトレッドミル速度漸増負荷法によるオールアウト走を用いた。

表1 各被験者の身体的特性及び1500 m最高記録

Table 1 Basic characteristics of subjects

Subject	Age (yr.)	Height (cm.)	Weight (kg.)	$\dot{V}O_2$ Max (l/min.)	$\dot{V}O_2$ Max/Wt (cc/min./kg.)	Best Records of 1500 m-Run
Y. N.	21	170.9	58.0	4.404	75	4:09.0
T. A.	21	172.5	58.5	4.594	78	3:59.1
Y. G.	20	164.0	51.5	3.768	73	4:15.0
Y. K.	20	167.5	55.5	3.813	68	4:13.0
M. Y.	20	164.0	55.0	3.464	62	4:19.0
T. N.	19	166.0	57.0	3.818	66	4:18.0
M. M.	21	180.0	60.5	4.371	73	4:04.7
T. S.	19	170.0	59.0	3.975	67	4:15.0
K. N.	20	177.6	58.0	3.583	61	4:03.8
Mean	20.1	170.2	57.0	3.976	69.2	4:10.7

被検者達は本実験に入るまで, 前もって最低60分程度のトレッドミル走行をさまざまなスピードで行わせ, 十分慣れていた。

又, 各実験走のためのウォーミングアップはトレッドミルにて 200 m/min で5分間の軽いランニングを行わせ, 引きつづいてその後, スピードを 360 m/min まで増加しながらの30秒間ランニング(ウインドスプリント)とした。そして5分間の休息のあと実験走に入った。

(図1参照)

走距離, 走時間はすべて, 1400m 4分とした。これは, 各被検者の1500mの最高記録から推察して, だれもが走行可能であり, 比較的最高に近いレベルの走行となることを考慮した。そしてペースの条件は図1に示した3種のタイプを設定した。

つまり, タイプ1 (T. 1) は, 最初の1分を 365 m/min でスタートし, 1分毎に 10 m/min

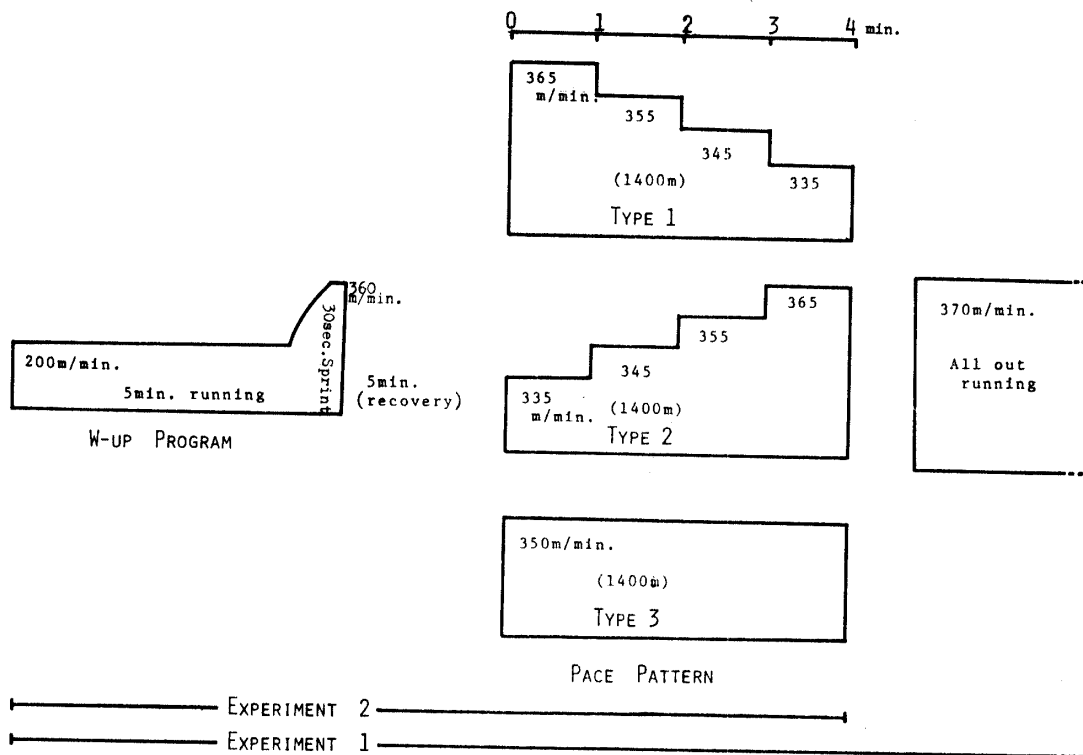


図1 ウォーミングアップ及びペースの条件
Fig. 1 Warming-up program and pace pattern

づつスピードが低下していく、いわゆる前半速い尻下りのタイプ（速→遅ペース）であり、タイプ2（T. 2）は、T. 1とは逆に最初の1分間を 335 m/min でスタートし、1分ごとに10 m/min づつスピードが上昇していく尻上りのタイプ（遅→速ペース）、そしてタイプ3（T. 3）は4分間 350 m/min のいわゆる一定ペースのタイプである。

トレッドミルのスピードは前もって、タコメーター（SUGAI KEIKI 製）によりベルトスピードの検定を行い校正した。そしてタイプ1, 2におけるスピードの切り換えは、ほぼ5秒以内で手動にて行った。また走行距離はトレッドミル距離計より読み取り、±5 mを越えたものについては除外した。

A 実験 I

9名の被験者は所定の W-up 後、5分間の休息ののちに、前述した3種のペースパターン

からなる4分間のトレッドミル1400m走を行ったあと、Performance としての余裕力をみるために連続して 370 m/min まで増速し、オールアウトまで走行させ、オールアウト時間の測定を行った。

各被検者はタイプ間の順序によるかたよりを避けるために表2に示すように、各々走順序をかえて行った。また実験走は1日1回、次の実験走まですくなくとも中1日をおいた。

B 実験 II

各タイプの1400m走における生理的機能変化の手がかりを得るために、走行中および回復45分までの呼気の採集とともに、心拍数、呼吸数の測定を行った。

呼気はダグラスバック法により採集し、Max Plank Institute の開発した小型乾式ガスマーターによって呼吸量を求めるとともに、一部の呼気を労研式大型ガス分析器によって分析を行

表2 各タイプ, 各被験者の 1400 m 走につづく連続負荷によるオールアウト時間

Table 2 Individual reserve performances after the three kinds of 1400 m-running differentiated by the pacing pattern.

Subject	Type 1		Type 2		Type 3	
	Performance Time (second)	% of Best Performance	second	%	second	%
Y. N	184	100.0	128	69.6	91	49.5
T. A	152	100.0	121	79.6	44	42.1
Y. G	37	100.0	29	78.4	33	89.2
Y. K	152	100.0	121	79.6	136	89.5
M. Y	63	100.0	36	57.1	62	98.4
T. N	39	100.0	11	28.2	18	46.2
M. M	200	92.2	140	64.5	217	100.0
T. S	65	82.3	62	78.5	79	100.0
K. N	85	100.0	25	29.4	66	77.6
Mean	108.6	97.2*	74.8	62.8	82.9	76.9
S. D.	59.9	6.1	49.1	20.8	57.6	24.4

* Type 2 とは1%水準の有意差あり

Type 3 とは5%水準の有意差あり

表3 各タイプによる 1400 m 走における酸素需要量

Table 3 Individual oxygen requirement in the three kinds of 1400 m-running differentiated by the pacing pattern.

Subject	Individual Type Sequence	Type 1		Type 2		Type 3	
		liters	ml/Wt.	liters	ml/Wt.	liters	ml/Wt.
T. A.	1, 2, 3	14.043	240.1	14.945	255.5	16.650	284.6
Y. G.	2, 3, 1	16.369	317.8	17.853	346.7	16.640	323.1
Y. K.	3, 2, 1	16.151	291.0	15.044	271.1	15.114	272.3
M. Y.	1, 3, 2	15.604	283.7	16.528	300.5	16.524	282.3
T. N.	3, 1, 2	16.032	281.3	16.109	282.6	16.461	288.8
M. M.	2, 1, 3	14.791	244.5	15.461	255.6	15.379	254.2
T. S.	2, 1, 3	18.843	319.4	29.198	325.1	18.800	318.6
K. N.	1, 2, 3	15.223	262.5	16.164	278.7	16.524	284.9
Mean		15.882	280.0	16.413	289.5	16.512	288.6
Standard Deviation		1.332	28.0	1.366	30.6	1.031	21.2

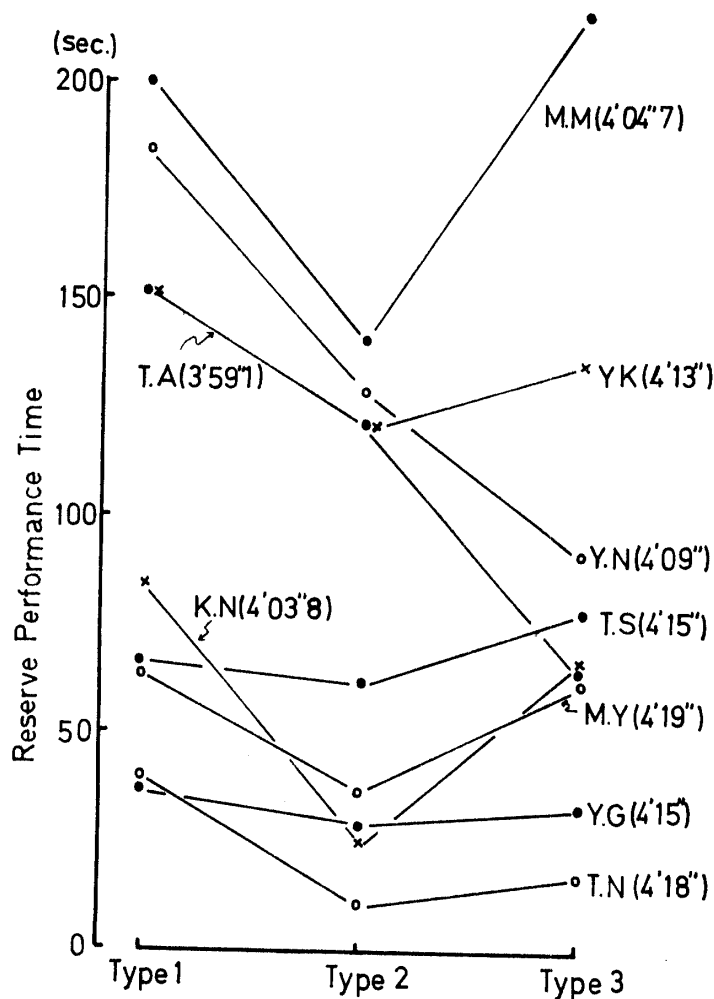


図2 各タイプ、各被験者の1400m走につづく連続負荷によるオールアウト時間
Fig. 2 Individual reserve performance time after three kinds of 1400 m-running differentiated by the pacing pattern.

い、酸素摂取量を求めた。また回復45分間の酸素負債量を算出した。呼吸数はサーミスター法による呼吸曲線より、心拍は胸部誘導による心電図より読みとった。

II 結果と考察

実験 I における、各タイプの1400m走につづ

く連続負荷オールアウト走の結果を表2、図2に示した。オールアウト時間は11秒から最高217秒まで大きな範囲にわたったが、同一個人内での変動幅はそれ程大きな範囲ではなかった。図2でみられるように、1500mの最高記録のいいものは、どのタイプでもオールアウト時間が長い傾向を示した。

各タイプ間の平均オールアウト時間は、T. 1

表4 各タイプによる1400m走における酸素摂取量, 酸素負債量及び酸素需要量に対するそれぞれの割合
 Table 4 Individual oxygen intake, oxygen debt and these rates to the oxygen requirement
 in the three kinds of 1400 m-running differentiated by the pacing pattern.

Subject	Type 1				Type 2				Type 3			
	O ₂ intake	% of O ₂ req.	O ₂ debt	% of O ₂ req.	O ₂ intake	% of O ₂ req.	O ₂ debt	% of O ₂ req.	O ₂ intake	% of O ₂ req.	O ₂ debt	% of O ₂ req.
T. A.	11.732	83.5	2.311	17.5	10.208	68.3	4.737	31.7	12.669	76.1	3.981	23.9
Y. G.	11.330	69.2	5.039	30.8	11.097	62.2	6.756	37.8	11.111	66.8	5.529	33.2
Y. K.	11.323	70.1	4.828	29.9	11.016	73.2	4.028	26.8	10.704	70.8	4.410	29.2
M. Y.	11.563	74.1	4.041	25.9	10.809	65.4	5.719	34.6	10.534	63.7	5.990	36.3
T. N.	11.217	70.0	4.815	30.0	11.077	68.8	5.032	31.2	10.756	65.3	5.705	34.7
M. M.	11.679	79.0	3.112	21.0	11.600	75.0	3.861	25.0	11.764	76.5	3.615	23.5
T. S.	12.494	66.3	6.349	33.7	12.065	62.9	7.133	37.1	12.276	65.3	6.524	34.7
K. N.	10.393	68.3	4.830	31.7	11.070	68.5	5.094	31.5	10.800	65.4	5.724	34.6
Mean	11.466	72.4	4.506	27.6	11.118	68.0	5.265	32.6	11.327	68.7	5.184	31.3
S. D.	0.552	5.4	1.118	5.3	0.508	4.2	1.109	4.2	0.755	4.8	0.976	4.8

表5 各タイプによる1400m走中, 及び回復期の各局面における酸素消費量の平均値と t 値
 Table 5 Means and t ratios of mean differences for oxygen consumption measured for
 different periods of work and recovery.

Experimental period	Means			t Ratios		
	Type 1	Type 2	Type 3	Type 1 vs 2	Type 1 vs 3	Type 2 vs 3
Exercise phase 1 (0-1 : 20)	3.520	3.291	3.398	2.630*	0.729	0.667
Exercise phase 2 (1 : 20-2 : 40)	4.403	4.282	4.436	0.553	0.422	0.886
Exercise phase 3 (2 : 40-4 : 00)	4.607	4.612	4.560	0.038	1.230	1.323
Total Run	12.530	12.185	12.394	1.295	0.406	0.618
Recovery 1 (0-3 : 00)	3.548	3.668	3.714	0.784	1.191	0.379
Recovery 2 (3-10 : 00)	2.951	3.371	3.143	1.500	0.937	0.849
Recovery 3 (10-20 : 00)	3.245	3.476	3.199	1.112	0.203	1.103
Recovery 4 (20-30 : 00)	2.866	2.806	3.002	0.364	0.723	1.019
Recovery 5 (30-45 : 00)	3.922	4.094	4.087	0.922	0.938	0.033
Total Recovery (0-45 : 00)	16.532	17.415	17.145	1.531	1.005	0.461
Net Consumption	29.062	29.600	29.539	0.863	0.793	0.095
Oxygen Debt	4.506	5.265	5.184	1.274	1.208	0.144
Requirement	15.882	16.413	16.512	0.736	0.988	0.153

* $P < 0.05$

が108.6秒と最も長く、T. 3 が82.9秒、T. 2 が74.8秒の順であった。特に T. 1 のオールアウト時間が最も長かったものは9名中7名であった。タイプ間の比較のために、各タイプにおける個人間の変動を除くよう各個人のオールアウト時間の最も長かったタイプを100として算出し、各タイプ間の差を検定して見ると明らかに T. 1 がすぐれ、T. 2 とは1%水準で、T. 3 とは5%水準で著しく有意であった。また T. 2 と T. 3 とは有意な差は認められなかった。

このように各被検者の走能力の差がオールアウト時間の大きな広がりとして現れるが、走り方としてのペースを検討するとき、明らかにT. 1、いわゆる最初からスピードが高く徐々に低下していく走り方の時が、1400mを4分で走行した時点で、Performanceとしての余裕力を最も残していたことがうかがえる。

表3は、実験Ⅱでの各タイプの1400m走における酸素需要量を各被検者について見たものである。被検者Y.N.は実験Ⅰ終了後、体調を乱したため、実験Ⅱには参加しなかった。各タイプでの1400m、4分の走行における酸素需要量はほぼ15~20 lであった。各被検者について見ると、走能力が高く、最大酸素摂取量も高い、T. A, M. M がどのタイプとも比較的少い酸素需要量を示し、又体重当りの酸素需要量に算出しても同様に少く、効率という点からも秀れていることが示唆される。逆に T. S, Y. G はどのタイプとも比較的高い需要量を示した。各タイプをみると、最も少い酸素需要量を示したものが、T. 1 では、8名中6名であり、平均値も T. 1 が 15.882 l と最も少く、T. 2, 16.413 l, T. 3, 16.512 l であったが、有意な差は認められなかった。(表5参照)

Adams, W. C. 等の報告¹⁾によると、ペース

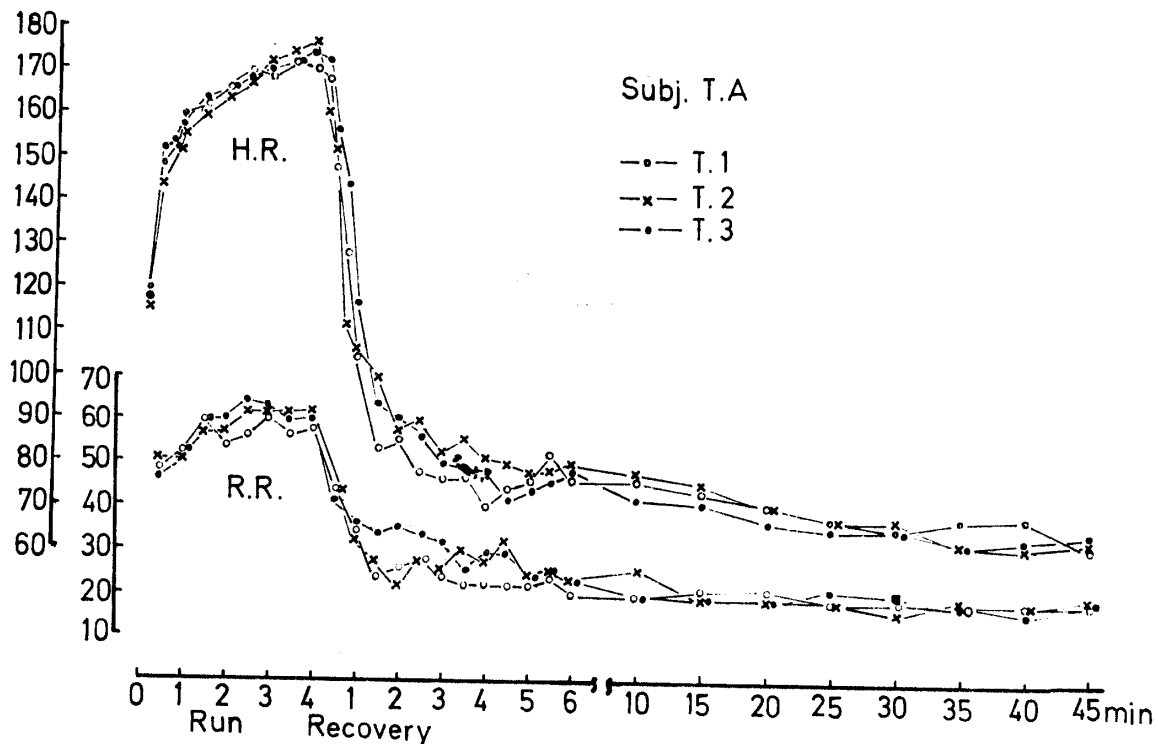


図3 各タイプによる 1400 m 走中、及び回復期の心拍数、呼吸数変化

Fig. 3 Changes of heart rates and respiration rates taken during work and recovery in the three kinds of 1400 m-running differentiated by the pacing pattern.

パターンを遅一速 (slow-fast), 速一遅一速 (fast-slow-fast), 一定 (steady) ペースの3種類における酸素需要量は, 一定ペースが有意に最も少なかったとしているが, この研究には, 本研究に見られた酸素需要量が有意ではなかったが, 一番少ない傾向を示した T.1, いわゆる前半速く徐々にスピードが低下する (速一遅) ペースでの例は報告されていない。又, 山岡¹³⁾等は Sargent¹⁰⁾が行った走速度と酸素需要量との関係を日本人においてさらに検討を加え, 走速度と酸素需要量との関係式より 800m 2分で走る場合の酸素需要量を等速の場合と速一遅ペースの場合とで推定算出し, 等速ペースが必要エネルギーが最低になると述べて¹⁴⁾いるが, 本研究での 1400m 4分走での実測値では, 必ずしもそのようにはならなかった。

表4は実験Ⅱで得られた走行中酸素摂取量, 酸素負債量および両者の酸素需要量に対する割

合を各タイプ, 各被検者について見たものである。又表5は酸素消費の経過を走中, 回復期の各ピリオドごとに, さらに酸素負債量, 酸素需要量を被検者8名の平均値と各タイプ間の t 値を示したものである。走行中酸素摂取量は, 第1局面 (0~80秒) で T.1 と T.2 との著しい差 (5%水準で有意) がみられるが, これは明らかにペースの条件差によるものと思われる。それ以外は走中の各局面, 走中全酸素摂取量については, Adams¹²⁾等, 筆者²⁾等も先に報告したように各タイプ間の有意差は認められないが, やや T.1 が他のタイプに比して走中酸素摂取量が大きい傾向がみられる。回復期も同様に, 各タイプ間の著しい差はみられないが, 走行中の酸素摂取量の大きい傾向を示した T.1 が今度は逆に, 他の2つのタイプに比較して回復が早いように見られる。

酸素負債量についてみると, 最大酸素摂取量

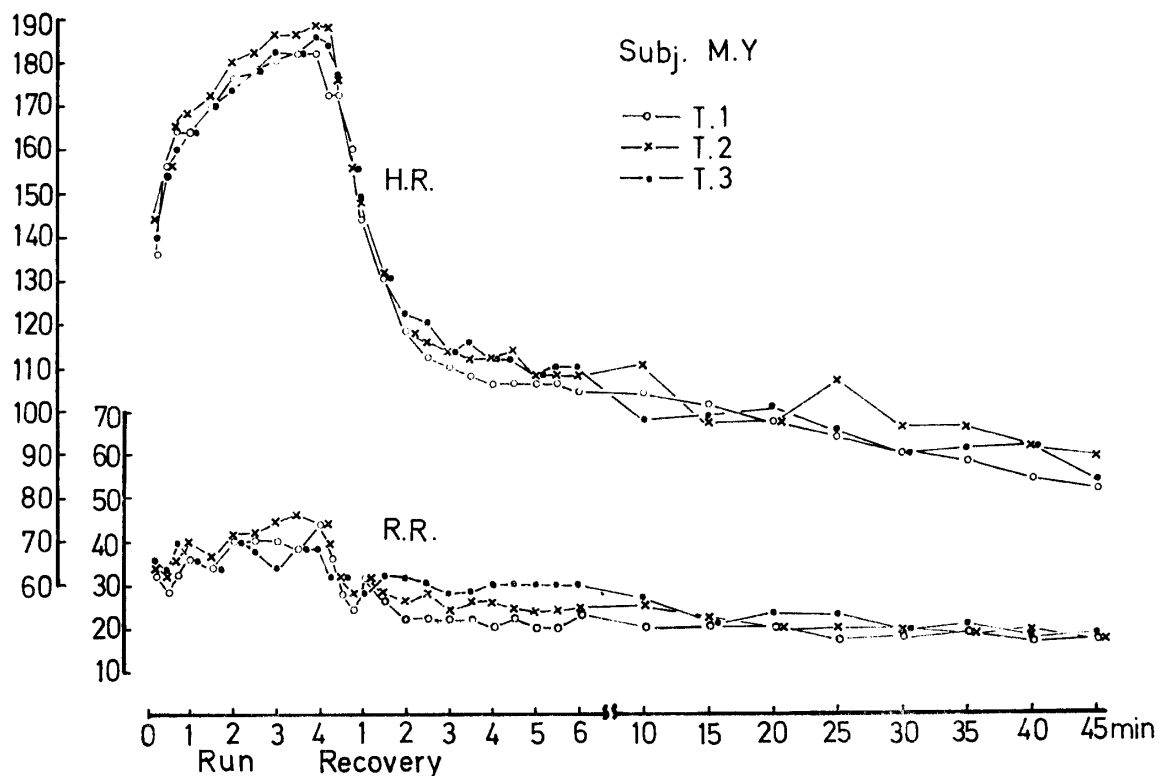


図4 各タイプによる1400m走中, 及び回復期の心拍数, 呼吸数変化

Fig. 4 Changes of heart rates and respiration rates taken during work and recovery in the three kinds of 1400 m-running differentiated by the pacing pattern.

の高かった T. A, M. M はどのタイプとも比較的酸素負債量が少ない, いわゆる酸素需要量の中で酸素摂取量の示める割合が大きい傾向を示した。つまり, 両被検者は, 他の被検者達に比べると1400m 4分という運動に必要なエネルギーをより有酸素的にまかなうことが出来, 他被検者に比較してやや低い運動強度であったことがわかる。各タイプ間では, T. 1 が平均4.506 l と最も少く, T. 3 が5.184 l, T. 2 が5.265 l とつづいた。特に T. 1 が最も少なかった者が8名中7名であった。このことは, T. 1 が他の2つのタイプに比較するとより少ない無酸素的エネルギーの発現で済む走り方ということになり, 無酸素的エネルギーを比較的残してゴールしていることが考えられる。これらのことはゴールを前にした競走の最後の局面でのラストスパートという場面では, T. 1 がより高いラストスパート能力を残し得ることを示唆するものであろう。

しかしながら, 表5からもわかるように酸素

負債量の各タイプ間の差は推計学的には有意なものではなかった。

図3, 4は M. Y, T. A の心拍数, 呼吸数の変化を各タイプの走中, および回復期にわたって図示したものである。M. Y は走中2分を過ぎると, 心拍数はどのタイプとも180拍/minを越えており, 又回復も比較的遅く, かなりの激しい運動であったことがわかる。一方, 1500mの記録が3分59秒1と最もよく, 最大酸素摂取量の高い T. A は, どのタイプとも180拍/minまで達してなく, 回復も速やかであり比較的余裕をもって1400m 4分の実験走を行ったことがうかがえる。各タイプ間をみると, 両被検者とも走行中の心拍数, 呼吸数とも目立った差異はみられなく, どのタイプとも同じような変化を示す。回復期をみると, 特に回復初期(0~5分)において, T. 1 が心拍数, 呼吸数とも他の2つのタイプに比較して, 回復が早い傾向がみられる。他の被検者も個人差はあったが, ほぼ同様な傾向を示した。そこで表6は, 被検者

表6 各タイプによる1400m走中, 回復期の各局面における心拍数の平均値とt値

Table 6 Means and t ratios of mean differences for heart rates taken during work and recovery.

Experimental Period	Mean Heart Rate (beats/min.)			t Ratios		
	Type 1	Type 2	Type 3	Type 1 vs 2	Type 1 vs 3	Type 2 vs 3
Exercise phase 1 (0-1:00)	154.0	148.3	151.5	1.155	0.505	0.725
Exercise phase 2 (1-2:00)	173.0	169.9	171.1	0.808	0.440	0.337
Exercise phase 3 (2-3:00)	177.3	177.3	175.3	0.000	0.428	0.428
Exercise phase 4 (3-4:00)	179.4	180.7	178.9	0.276	0.128	0.419
Recovery 1 (0-1:00)	147.0	153.4	155.0	1.042	1.666	0.249
Recovery 2 (1-2:00)	102.9	109.6	108.8	1.167	0.999	0.165
Recovery 3 (2-3:00)	94.5	98.1	99.1	0.700	0.856	0.202
Recovery 4 (3-4:00)	90.1	96.0	95.4	1.203	1.014	0.129
Recovery 5 (4-5:00)	88.9	93.4	92.1	0.785	0.571	0.234
Recovery 6 (10-11:00)	85.6	92.4	84.1	1.077	0.258	1.447
Recovery 7 (15-16:00)	82.3	85.2	83.1	0.545	0.147	0.406
Recovery 8 (20-21:00)	78.3	83.6	82.0	0.980	0.598	0.287
Recovery 9 (25-26:00)	75.1	79.5	75.6	0.822	0.085	0.738
Recovery 10 (30-31:00)	73.9	75.6	75.3	0.331	0.269	0.067

8名の心拍数を走中, 回復期の各ピリオドについて, その平均値と各タイプ間の t 値を求めたものである。走中, 回復期とも各タイプ間の有意の差は認められないが, 平均値の上ではT.1が比較的回復が早く, 特に回復の1, 2, 3, 4の局面で他の2つのタイプとの差も大きくなっている。

以上, いくつかの観点から各ペースパターンを検討してきたが, T.1いわゆる最初のスピードが最も速く, 徐々に低下していく走り方が, その後の連続したスピード一定負荷走でのオールアウトに到る持続時間が明らかに長く, 酸素需要量, 酸素負債量とも最も少なく, さらに心拍数, 呼吸数の回復も速い傾向を示した。つまり, この走り方が比較的, 効率のよい生理的原理にかなったエネルギーの出し方, 使い方をしていることを示唆している。

競走の場面では, Performanceが問題となる。単に効率よく走るだけでは良い記録は望めないであろうし, また激しいレースに勝つためには, 生理的原理を無視して無酸素的スパートを余儀なくせざるをえない場合もある。金原⁶⁾は, ペースはそのねらいに応じて「よい記録を出すためのペース」, 「勝つためのペース」, 「ある水準の記録を出して決勝に備えるためのペース」とに区別されると述べている。また Doherty³⁾も「試合のための戦術という点から見ると無駄の多いスピード変化となる」と述べているように, 競走の場面では無数の要素が存在していると考えられるが, 少なくとも自己の力を最高に発揮して最良のタイムを得るためには, 前半から積極的に速いスピードでとびだし, 徐々に低下していく走り方にあるといえよう。

本研究では, 9名の被検者を用いたが, 同じようにトレーニングされた被検者間においても, 酸素摂取能力とか走能力の差異と関連があると思われる1400m 4分走における酸素需要量, 酸素負債量等にも見のがせない個人差があった。また, 連続負荷オールアウト走における急激なスピードの変化は, 生体にかかなりの影響を及ぼしていると考えられるし, それは競走の最後の局面でのいわゆるラストスパートに関する問題

ともつながっていき。今後, さらに検討していきたい。

IV まとめ

9名の中, 長距離走者を被検者として, 3種の異った走り方(速→遅ペース, 遅→速ペース, 一定ペース)による1400m 4分のトレッドミル走行を行い, 酸素摂取量, 酸素負債量, 心拍数, 呼吸数, さらに連続負荷によるオールアウト時間を実験的に測定し, 中距離走ペースを検討したところ, 次のことがわかった。

1. 各ペース走につづく, 連続負荷オールアウト走では, 前半速く, 徐々にスピードが低下していく走り方(速→遅ペース)の時間が明らかにオールアウト時間が長かった。

2. 酸素需要量, 酸素負債量とも, 速→遅ペースが遅→速ペース, 一定ペースの両者に比較して最も少なかった。しかし, その差の有意性は認められなかった。

3. 走行中酸素摂取量, 心拍数, 呼吸数については各ペース間の目立った差異は認められなかった。

4. 回復過程の酸素消費量, 心拍数, 呼吸数は, 特に回復の初期において, 速→遅ペースの回復が速い傾向が見られたが, その差は著しいものではなかった。

5. 前半速く, 徐々にスピードが低下していく速→遅ペースが効率のよい走り方であり, 最後の局面でのスパートの能力も期待でき最良タイムを得るためにも効果的な走り方であることが示唆された。

6. トレーニングされたランナーの間においても, 各自の走能力, 最大酸素摂取量の差異により, 1400m 4分走における酸素需要量, 酸素負債量に個人差が認められた。

参考文献

- 1) Adams, W. C., (1968): The effect of selected pace variation on the oxygen requirement of running a 4:37 mile, Res. Quart., 39 (4): 837-846.

- 2) 有吉正博(1972):「中距離走のペースに関する実験的研究」東海大学紀要体育学部第2号 P.43—54
- 3) Doherty, J. K., (1964): Modern Training for Running, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N. J.
- 4) 猪飼道夫他編(1970): 体育科学事典, 第一法規
- 5) Jordan, P. and Spencer, B., 小田海平訳(1970):「アメリカ陸上競技の技術」, 講談社
- 6) 金原勇(1962): 陸上競技(トラック編) 学芸出版社 P.112—117
- 7) 金原勇(1971):「陸上競技の体力, 技術, 精神力, 作戦」図説陸上競技事典, 上巻, P.43—64
- 8) Morehouse, L. E., (1959): Physiology of Exercise, The C. V. Mosby Company.
- 9) Rompotti, K., (1970): Racing Tactics, Finland, International Track and Field Coaching Encyclopedia.
- 10) Sargent, R. M.,(1926): The relation between oxygen requirement and speed in running, Proc., Roy., Soc., B. 100: 10-22
- 11) 清水克哉, 金原, 古藤(1971):「陸上競技における中距離ペースの実験的研究」, 体育学研究 vol. 15, No. 5, P. 105
- 12) 進藤宗洋(1969):「マラソンの研究—第1報—平均スピード・所要時間(対数尺度)グラフによる分析」, 福岡大学35周年記念論文集体育学編, P.307—338
- 13) 山岡誠一他(1956):「疾走スピードと酸素需要量の関係」(スポーツのエネルギー代謝に関する研究第5報) 京都大学学報, B.9: 42—52
- 14) 山岡誠一(1971):「エネルギー代謝から見た走運動」体育の科学 2月号 P.83—87