

最大酸素摂取量 (VO_2max) から推定する ロングインターバルトレーニングの身体的影響 —— 5000M走の場合 ——

榎 本 豊・川 上 雅 之*

岡山理科大学企画入試部

*岡山理科大学教養部

(1989年 9月30日 受理)

I 緒 言

陸上競技のトレーニング方法は、大別してインターバル、レペティション及び持久的トレーニングがある。トレーニングの組み合わせは、選手個々の競技能力と強化の目的に応じてトレーニング計画が編成されているが、トレーニング負荷に対する適性範囲について報告した資料はみあたらない。とくにロングインターバルトレーニングについては、トレーニングの距離、頻度及び強度がトレーニング計画を作成するうえで種々論議の多いところである。何故なら、競技能力の低い未熟な競技者ほど身体的にトレーニング負荷の影響を受け易いからである。当然トレーニングの負荷量が増加すれば、誰しも走行中の酸素摂取量（以下 VO_2 と略す）及び心拍数（以下 HR と略す）に変化が現れる^{2) 3) 11) 21)}。問題は、トレーニング負荷の程度である。直接的には、呼吸・循環機能に現れる即時的影響と走行中にみられる各種身体機能に現れる定常状態 (steady state) の変化であろう。それら身体機能に現れる変化の背景は、長時間及び強運動の継続からくる血中乳酸の消去の遅延¹⁾、脱水による体温上昇や血液動態の変動⁸⁾、炭水化物から脂肪の燃焼に依存度が高まることによる効率の低下⁹⁾ など運動負荷からくる生理機能の影響によるものと考えられる。

以上の観点から本研究は、陸上競技の経験が浅い長距離選手に、5000M という比較的長い距離のインターバルトレーニングを負荷した場合にみられる走行速度及び steady state の変化を、被験者の最大酸素摂取量（以下 VO_2max と略す）から推定した走行中の VO_2 と HR によって、ロングインターバルトレーニングが身体に及ぼす影響とトレーニング負荷の適性域について検討する目的で実験したものである。

II 実験方法

1. 被験者

被験者は、大学の陸上競技部に所属し長距離種目を専門とする男子大学生 5 名である。陸上競技の経験年数は、約 3 ～ 4 年間の者である。被験者の特性は、Table 1 に示すとおり

りである。

Table 1 The mean and SD of physical characteristics of subjects

	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5
Age(yrs)	20	20	21	22	20
Height(cm)	170.0	173.0	163.0	159.0	162.0
Weight(kg)	54.3	58.6	54.0	54.4	52.0
%Fat(%)	11.1	12.7	11.7	12.7	13.0
VC(l)	4.81	4.93	5.71	4.27	3.78
VO ₂ max (ml/■.kg)	61.4	49.5	57.4	56.2	55.0
HR(beats/■.)	67	63	44	62	58
5k■ best rec. (sec)	938	933	1033	940	938

VC: vital capacity, VO₂ max: maximal oxygen up take,
HR: heart rate, 5k■ best rec.: best record of 5000■

2. 実験方法

実験の時期は、11～12月にかけての比較的暖かい日（10～15℃）を選んだ。実験場所は、全天候型の400M陸上競技場を使用した。トレーニングは、ウォームアップ（約2000～3000M）の後、5000Mのインターバルトレーニングを被験者1（以下S 1と称す）及び被験者2（以下S 2と称す）に2回、被験者3（以下S 3と称す）に3回、被験者4（以下S 4と称す）及び被験者5（以下S 5と称す）に4回の割合で実施した。5000M走行中の運動強度は、被験者個々の5000Mの最高記録（Table 1）から考えて、約90％前後の速度で走行するように指示を与えた。トレーニングとトレーニングの間の休息は、1000Mのジョギング（6～9分間）で継続する動的休息を採用した。HRの測定は、スポーツテスターPE3000（キャノン）により1分間毎に記録した後、コンピューターによって解析処理した。VO₂maxは、自転車エルゴメーター（Monark）によるAstrandの負荷漸増法³⁾によってexhaustionに導いた。走行中におけるVO₂の推定は、VO₂max測定時に算出した直線回帰式に走行中のHRを導入し推定値とした。

Ⅲ 実験結果

1. 心拍数について

走行中の平均心拍数（以下HRmeanと略す）及び回復中の心拍数（以下HRrecと略す）の平均は、Table 2に示すとおりである。最高心拍数（以下HRmaxと略す）は、Astrandの負荷漸増法によるVO₂max測定時に導いた値を各人の数値とした。また、安静時の心拍数（以下HRrestと略す）は、Table 1に示すとおりである。

Table 2 The mean of heart rate during training and recovery

	(beats / m.)				
	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5
1st T.	183.8 (25.5)	166.5 (35.0)	164.7 (16.7)	172.3 (24.4)	157.6 (25.7)
1st rec.	153.1 (23.5)	155.7 (29.9)	129.5 (12.8)	129.8 (11.0)	134.4 (25.6)
2nd T.	191.8 (25.2)	168.0 (26.7)	167.4 (16.7)	168.2 (24.2)	171.4 (13.1)
2nd rec.	*****	*****	144.3 (18.9)	154.4 (29.3)	132.3 (17.2)
3rd T.	*****	*****	173.8 (13.8)	177.9 (20.3)	169.3 (12.2)
3rd rec.	*****	*****	*****	145.2 (26.7)	135.4 (24.1)
4th T.	*****	*****	*****	177.6 (18.7)	165.3 (15.4)

1st T. : 1st training
 1st rec. : recovery between 1st and 2nd training
 2nd T. : 2nd training
 2nd rec. : recovery between 2nd and 3rd training
 3rd T. : 3rd training
 3rd rec. : recovery between 3rd and 4th training
 4th T. : 4th training

() : S D

第 1 回目のトレーニング (以下 T1 と略す) における HRmean は, HRmax から考えて S 1 が 86.7%, S 2 が 84.5%, S 3 が 81.9%, S 4 が 88.4%, S 5 が 88.0% であった。T 1 と第 2 回目のトレーニング (以下 T 2 と略す) の間の HRrec は, HRmax から考えて約 64~79% の回復率を示した。T 2 における HRmean は, HRmax から考えて S 1 が 90.5%, S 2 が 85.3%, S 3 が 83.3%, S 4 が 86.3%, S 5 が 95.8% であった。T 2 と第 3 回目のトレーニング (以下 T 3 と略す) の間の HRrec は, HRmax から考えて約 72~80% の回復率を示した。T 3 における HRmean は, HRmax から考えて S 3 が 86.5%, S 4 が 91.2%, S 5 が 94.6% であった。T 3 と第 4 回目のトレーニング (以下 T 4 と略す) の間の HRrec は, HRmax から考えて約 75~76% の回復率を示した。T 4 における HRmean は, HRmax から考えて S 4 が 91.1%, S 5 が 92.3% であった。以上の結果, トレーニングとトレーニングの間の HRrec は, トレーニング負荷の増加に伴い HR の回復率も遅くなると, 同時に走行中の HR も高くなる傾向が現れている。

さらに, 走行中の運動強度を, 朝比奈等の報告にみられる生理的指標としての心拍数水準 (以下 %HRmax と略す)²⁾ についても考えた。%HRmax は, カルボネン法^{1,3)} により走行中の HRmean から %HRmax を推定した。T 1 の %HRmax は, S 1 が 80.6%, S 2 が 77.2%, S 3 が 76.9%, S 4 が 83.1%, S 5 が 82.3% の値を示した。この方法によると, 先述の HRmax から考えた場合の運動強度に比較して被験者個々の値にバラツキがみられる。T 1 と T 2 の間の休息中の HRmax は, S 1 が 59.4%, S 2 が 69.2%, S 3 が 54.5%, S 4 が 50.6%, S 5 が 63.1% を示した。T 2 の %HRmax は, S 1 が 86.1%, S 2 が 78.4%, S 3 が 78.6%, S 4 が 80.0%, S 5 が 93.7% の値を示した。ここにおいても, T 1 と同様に被験者個々の %HRmax にバラツキが認められている。とくに, S 5 におい

てはT 1に比較して%HRmaxが大きく上昇しており、身体的負担度も大きくなっている様子が伺われる。T 2とT 3の間の休息中の%HRmaxは、S 3が63.9%、S 4が69.0%、S 5が61.4%を示している。T 3の%HRmaxは、S 3が82.7%、S 4が87.2%、S 5が92.0%の値を示した。ここでもT 1及びT 2の時と同様に、被験者間の%HRmaxに若干のバラツキがみられる。また、T 3においてもS 5の%HRmaxは、他の被験者と比較して大きな値になっている。T 3とT 4の間の休息中の%HRmaxは、S 4が62.1%、S 5が64.0%を示した。T 4の%HRmaxは、S 4が87.0%、S 5が88.7%を示している。

2. 最大酸素摂取量について

VO₂maxは、競技者の持久的運動能力を決定するうえで重要な選別因子になる^{3) 21) 22)}。また、走行中のVO₂及び最大酸素摂取量の水準（以下%VO₂maxと略す）は、競技者の運動中の身体状態を把握するうえで非常に信頼度の高い因子といえる。しかし、実際には走行中のVO₂を動的過程の中で測定することは、技術的に非常に困難なことであるということと競技者の運動中身体的な活動の制約をする。そこで、各種運動の部門では、運動中のHRとVO₂の相関関係が非常に高いことから^{3) 20) 21)}、走行中のHRをVO₂maxの回帰式に導入することによりVO₂を推定する間接法が採用されている^{3) 18) ~ 21)}。本実験でも、同様の間接法を採用した。T 1における被験者のVO₂の動向は、Fig. 1に示すとおりである。

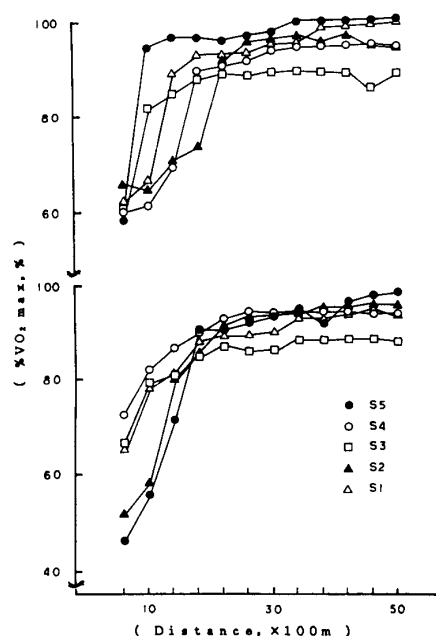


Fig. 1 %VO₂max during 1st and 2nd training

5000M中のVO₂の平均（以下VO₂の平均と称す）は、S 1が1600M (81.6% VO₂max), S 2が1800M (86.7% VO₂max), S 3が1600M (84.8% VO₂max), S 4が1400M

(87.2% VO_2max), S 5 が 1600M (87.5% VO_2max) にある。steady state の発現は, S 1 が 3400M (93.3% VO_2max), S 2 が 3000M (93.7% VO_2max), S 3 が 2200M (87.6% VO_2max), S 4 が 2600M (94.1% VO_2max), S 5 が 3000M (94.0% VO_2max) から現れている。従って, VO_2 の平均から steady state の発現までに要した距離は, 被験者によって 600~1800M の間とまちまちであった。T 2 における被験者の VO_2 の動向は, Fig. 1 に示すとうりである。

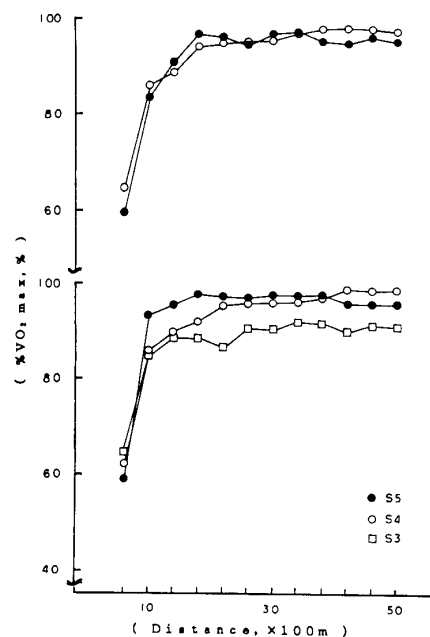


Fig. 2 % VO_2max during 3rd and 4th training

VO_2 の平均は, S 1 が 1600M (88.4% VO_2max), S 2 が 2000M (89.1% VO_2max), S 3 が 1400M (84.8% VO_2max), S 4 が 1800M (89.3% VO_2max), S 5 が 1200M (94.0% VO_2max) にある。steady state の発現は, S 1 が 3800M (98.2% VO_2max), S 2 が 3400M (96.6% VO_2max), S 3 が 2200M (88.5% VO_2max), S 4 が 3000M (93.6% VO_2max), S 5 が 3400M (99.1% VO_2max) から現れている。従って, VO_2 の平均から steady state の発現までに要した距離は, T 1 の時と同様被験者によって 800~2200M の間と発現する時期はまちまちであった。また, T 2 の steady state は, 各被験者とも T 1 の時より少し遅く発現する傾向がみられている。T 3 における被験者の VO_2 の動向は, Fig. 2 に示すとうりである。 VO_2 の平均は, S 3 が 1400M (88.2% VO_2max), S 4 が 1600M (89.8% VO_2max), S 5 が 1000M (93.3% VO_2max) にある。steady state の発現は, S 3 が 3000M (90.9% VO_2max), S 4 が 3000M (95.7% VO_2max), S 5 が 1800M (97.6% VO_2max) から現れている。従って, VO_2 の平均から steady state の発現までに要した距離は, T 1 及び T 2 の時と同様に 800~1600M の間と被験者によって発現する時

期はまちまちであった。とくにS 5においては、T 1及びT 2の時と異なりVO₂の平均から steady state の発現に至る時間が、非常に短縮されている。T 4における被験者のVO₂の動向については、Fig. 2に示すとおりである。VO₂の平均は、S 4が1400M (88.8% VO₂max), S 5が1600M (94.0% VO₂max)にある。steady state の発現は、S 4が3000M (94.7% VO₂max), S 5が3400M (96.2% VO₂max)から現れている。VO₂の平均から steady state の発現までに要した距離は、T 1, T 2及びT 3の時と同様被験者によって1600~2000Mの間と発現する時期は異なっている。

以上のことから、VO₂の平均は1400~1800M (81~94% VO₂max)の間にあり、steady state の発現は3000M (87~99% VO₂max)が本実験における被験者の境界線になっている。しかし、それらが発現する時期は、トレーニングの負荷数及び強度の増加によって遅くなる傾向が認められている。

3. 走行速度について

インターバルトレーニングにおいて身体的な変化と同時に考えなければならないことは、走行速度 (m/sec.) と身体的影響の関係である。被験者の400M毎の走行速度については、Table 3に示すとおりである。

Table 3 The running speed of every 400m during 5000m run. (m/sec.)

(m)	T 1					T 2					T 3			T 4	
	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5	S3	S4	S5	S4	S5
600	4.82	4.82	4.92	4.82	4.82	5.33	5.33	4.94	4.94	4.94	5.06	5.06	4.94	4.88	4.82
1000	5.13	5.13	5.00	5.00	5.00	5.33	5.33	5.00	5.00	5.06	5.13	5.13	5.26	5.00	4.82
1400	5.13	5.13	4.94	4.94	4.94	5.19	5.19	4.94	4.94	4.88	4.65	5.13	5.00	5.06	4.76
1800	4.94	4.94	5.19	5.19	5.19	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.65	5.00	4.82	5.00	4.55
2200	4.88	4.88	4.94	4.94	4.82	5.06	5.06	4.71	5.00	4.88	4.76	5.00	4.76	4.94	4.76
2600	5.00	5.00	4.89	5.00	5.00	5.19	5.19	4.55	4.94	4.82	4.76	4.88	4.76	5.06	4.82
3000	5.19	5.19	4.94	5.13	5.00	5.06	5.06	4.76	5.06	5.00	4.88	4.94	4.76	5.06	4.60
3400	5.06	5.06	4.65	5.06	4.94	5.26	4.88	4.65	5.00	5.06	4.76	5.00	4.65	4.88	4.60
3800	5.00	5.00	4.76	5.00	5.00	5.13	4.82	4.49	4.94	4.94	4.60	4.94	4.71	4.88	4.71
4200	5.06	5.06	4.60	5.06	4.44	5.06	5.00	4.44	5.00	5.26	4.65	4.88	4.71	4.76	4.71
4600	4.94	4.94	4.65	4.94	3.74	5.13	5.00	4.76	5.00	4.76	4.71	5.00	4.82	4.60	4.65
5000	5.13	5.13	4.65	5.13	5.06	5.19	5.13	4.49	5.13	5.13	4.94	5.06	4.94	4.94	4.94
mean 5000	5.03	5.03	4.84	5.02	4.81	5.17	5.09	4.74	5.00	4.99	4.81	5.01	4.85	4.93	4.74

T 1の平均速度は、被験者の5000Mにおける最高記録から考えてS 1が94.4%, S 2が95.0%, S 3が94.0%, S 4が94.4%, S 5が90.2%であった。これは、トレーニング前

に被験者にあらかじめ指示したトレーニング時の走行速度の範囲といえる。しかし、走行速度の低下は、S 3 が3400～5000Mに、S 5 が3800～4600Mに認められている。中でも、S 5 においては4200～4600Mの間の速度が3.74M/sec. と極端に低下している。T 2 の平均速度は、被験者の最高記録から考えてS 1 が96.9%、S 2 が93.8%、S 3 が92.0%、S 4 が94.1%、S 5 が95.1%であった。しかし、走行速度の低下は、S 1 が3400～4600M、S 2 が3000～3800M、S 3 が3000～4600Mの間に認められている。T 3 の平均速度は、被験者の最高記録から考えてS 3 が93.4%、S 4 が94.2%、S 5 が91.0%であった。被験者の走行速度は、この回あたりから速度低下が顕著に認められている。その傾向は、とくに後半の2600～4600Mの間に現れている。中でもS 5 の走行速度の低下は、1400～4600Mの間と非常に長い間続いている。T 4 においては、両被験者とも3000～4600Mに走行速度の低下が認められている。この回の平均速度は、被験者の最高記録から考えてS 4 が92.6%、S 5 が88.9%であった。また、両被験者とも400M毎の走行速度が4.93M/sec., 4.74M/sec. とT 1, T 2 及びT 3 の時に比較して走行速度の低下が顕著にみられる。

全体的には、S 3 及びS 5 における5000Mの平均走行速度が5.0M/sec. を切っている。また、各トレーニング時の平均速度は、被験者の最高記録から考えて約90～95%のスピードの範囲にあった。

IV 考 察

陸上競技におけるトレーニングの中でとくにロングインターバルトレーニングについては、トレーニングの負荷強度及び頻度が競技者にとって非常に重要な問題になってくる^{3) 21)}。とくに陸上競技歴の浅い競技者にはインターバルトレーニングが及ぼす身体的影響は、トレーニング効果ということから慎重に検討しなければならないことである。インターバルトレーニングの身体的影響は、直接的には負荷する距離及び強度が呼吸・循環機能に影響を与え、2次的には筋肉の収縮機構へ影響^{3) 21)}を与えて変化する。具体的には、トレーニング負荷の増加からくるHRの上昇と VO_2 の変化³⁾である。そのHRの上昇及び VO_2 の変化が、走行中のsteady stateの発現に微妙な影響を及ぼす。A strand et.alによると走行中のsteady stateの発現は、競技者の鍛練度及び走行速度によって異なるという³⁾。また、黒田によると5000M走行中の $\%\text{VO}_2\text{max}$ は、80～90 $\%\text{VO}_2\text{max}$ である¹⁴⁾としている。村瀬等は、2000M走行中におけるsteady stateの発現はスタート2～4分間後に現れると報告¹⁹⁾している。山地も走行中のsteady stateの発現は、スタート2～4分後にみられるとしている²¹⁾。高松等によると持続走中における VO_2max の相違は、最高速度による走行の運動開始4分間後に得られたとしている²⁰⁾。さらに松井は、同一の VO_2max の者でも走行距離が長くなればなる程走行速度によって走行状態が異なる¹⁸⁾と報告している。従って、steady stateの発現から考えた場合の身体的影響は、トレーニング負荷の強度及び個々の競技的能力によってHR及び $\%\text{VO}_2\text{max}$ の反応が異なると同時に、走行速度当

たりの VO_2 についても考慮する必要性があるといえる。何故なら、ロングインターバルトレーニングの身体的影響は、トレーニングに耐えるように鍛練されている者といない者によって、身体がうける影響度も異なると考えられるからである。加賀谷によると HR から VO_2 を推定する理論的範囲は、110~120 beats/min. 以上170 beats/min. まです、steady state にある状態としている。しかし、unsteady state 及び anaerobic な運動でも実験的には、HR - VO_2 間の相関関係が高いことを確認している¹⁶⁾。これが、 VO_{2max} から持続的な運動能力を評価する方法として HR - VO_2 の推定関係式が利用される所以⁴⁾といえる。しかし、実際には運動中の VO_2 を測定することは、大変な技術と同時に被験者に運動の制約をすることになり正確なデータを収集することは困難である。従って、方法的には運動中の HR から VO_2 及び $\%VO_{2max}$ を推定することが、運動時の身体的影響を推測するうえで最も簡便的な方法といえる。本実験においても、T 1, T 2, T 3 及び T 4 とトレーニング負荷数の増加により HR の反応も変化した。また、走行中の $\%VO_{2max}$ は、トレーニング負荷毎に上昇しているにもかかわらず走行速度は低下している。これは、トレーニング負荷の増加に伴い、運動時の酸素効率が低下したものと考えられる。それは、被験者個々の鍛練度及び競技能力からみてトレーニングの負荷量がオーバーロード (over load) になっている結果といえよう。

以上の観点より、 VO_{2max} をもとに HR - VO_2 のラインから被験者のトレーニング負荷に対する身体的影響を検討した。それは、T 1 の時における身体状況をもとに T 2 以降のトレーニング負荷と身体的変化について検討したものである。つまり、T 2 における HR 及び走行速度の変化であるが、T 1 の時と比較して大きな変化は確認されていない。ということは、T 2 の運動強度は T 1 の時と同じと考えて差し支えないといえる。しかし、S 5 においては、 $\%HR_{max}$ 及び VO_2 に大きな変化が確認されている。この変化は、他の被験者にはない現象であり、個体差による機能的な変化と思われる。何故なら、S 5 の競技能力は、他の S 1, S 2 及び S 4 に比較して相違はない。にもかかわらず、反応に相違があるということは、運動適応への身体機能の遅延によるものと考えられる。このことについて、山地によると VO_2 は作業強度の高まりに比例して増加する。また、運動時の VO_2 と HR の関係は正比例の関係にあると報告²¹⁾している。Astrand et.al は、鍛練者にみられる運動性徐脈はトレーニングによって心臓に余力が生じた結果であると報告³⁾している。また、Costill et.al は、同一速度に対する HR は持続的能力に優れた者の方が少ないと報告⁷⁾している。以上のことから考えて、競技能力に差のない者が同一速度で走行した場合の身体的反応の相違は、ウォーミングアップ (以下 W-up と略す) の不足からくる運動への身体的な非適応現象と考えられる。また、steady state の発現が HR, $\%HR_{max}$, VO_2 及び $\%VO_{2max}$ から考えて T 1 の時より遅れていることは、トレーニング負荷の増加による疲労からくる身体機能の適応能力の遅延が原因といえる。しかし、steady state の発現の時期が遅くなるということは、当然 steady state が維持される時間も短縮されているという

ことであり、結果的には長距離走行時の速度低下をきたすということである。とくに長距離走行にとっては、運動開始から dead point を経過し steady state に移行するまでの身体機能の変化が重要なポイントである。それは、ある程度 W-up により身体機能の調整が可能と考えられる。何故なら、Gutin et.al¹²⁾、Martin et.al¹⁷⁾ は、W-up の仕方によって VO_2 の立ち上がりが大きく影響されると報告している。つぎに T 3 における変化は、S 5 に T 2 の時と同様走行中の VO_2 の平均及び steady state の発現に大きな変化がみられている。また、走行速度においても他の被験者と比較して速度低下をきたしている。これは、身体機能的には維持状態を保持しているにもかかわらず走行速度に低下をきたしているということは、ロングインターバルトレーニングの負荷が over load になり走行中の酸素効率に低下をきたしているものと判断できる。また、S 3 においては、身体機能の低下と同時に走行速度も低下している。これは、S 3 が他の被験者に比較して競技能力が劣ることによる体力的な限界点と考えられる。さらに T 4 に入れば、被験者の連続走行時間も約 90 分間近くになり走行速度及び身体機能にも運動負荷による影響が顕著な反応として現れている。これは、加賀谷のいうよく鍛練された人が有酸素的エネルギーを使って運動する最大持続可能時間の 130～150 分間¹⁵⁾ に大体近い連続走行時間であり、本実験の被験者の競技能力から考えて、このあたりがトレーニング負荷に対する限界点といえよう。その点について Davies et.al は、運動時の HR は VO_2 とほぼ比例して増加するが最大作業に近づくにつれて VO_2 の増加にもかかわらず HR はそれ以上高くないといっている¹⁰⁾。また、Costill et.al は、5000M 以上の競争になると HRmax を維持することが困難なため走行中の HR は低くなる。さらに 5000M 走行中の HR は、大体 90～100%HRmax になると報告している⁶⁾。つまり、本実験においては走行中の % VO_2max 及び %HRmax の増加に比較して走行速度が維持されていないこと、加賀谷、Davies 及び Costill et.al の報告^{15) 10) 6)} から考えて、3 回が一応の限界と判定して差し支えないといえよう。

以上のことから、5000M 走におけるインターバルトレーニングの強度と休息の比率を個々の競技能力から考えて、約 90：70% の割合で実施した場合のトレーニング負荷の適性範囲は、回数的に考えて一応 3 回という線が境界領域といえる。

V 要 約

陸上競技歴の浅い競技者に、5000M という比較的長い距離のインターバルトレーニングを負荷した場合の身体的影響について、走行中の VO_2 及び HR の変化と走行速度の関係から調べたところつぎのことが判明した。

1. 走行中の VO_2 の平均は、個々の最高記録から考えて約 90% 前後の速度で走行した場合、5000M 中の 1600～1800M の間に認められた。これは、大体 85～90% VO_2max に相当するものであった。
2. 走行中の steady state は、 VO_2 の状態から考えて各被験者とも大体 3000M のあたりを

境界線として発現している。これは、 $\%VO_2\max$ の推定値からみて約95%前後に相当するものであった。しかし、steady stateが発現する時期は、トレーニング負荷の増加に伴って次第に遅くなる傾向が認められた。

3. 走行速度 (m/sec.) は、3回目及び4回目のトレーニング負荷時に走行速度の低下が顕著に認められた。しかし、HR等の機能的な低下は認められなかった。

4. 以上のことから、陸上競技経験の浅い競技者に5000Mという比較的長い距離のインターバルトレーニングを負荷する場合に考えなければならないことは、走行速度当たりの $\%VO_2\max$ についても考えながらトレーニング負荷を設定する必要がある。また、トレーニング負荷数については、個々の競技能力から走行速度設定し、回数的には3回のトレーニング負荷ということを基準に考える必要があるといえる。

参 考 文 献

- 1) Ahlborg b., et al., : Muscle glycogen and muscle electrolytes during polonged physical exercise. Acta Physiolo. Scand.70 : 129-142, 1967.
- 2) 朝比奈一男他 : 作業強度の生理的水準について, 体力科学, 20 : 190-194, 1971.
- 3) Astrand P.-O., et al., : Textbook of Work physiology, Mcgraw-hill, 1970.
- 4) American College of Sports Medicine, : The recommended quality and quality of exercise for developing and mainaining fitness in the healthy adults, Med. Sci. Sports, 10, 7-10, 1978.
- 5) Costill D.L., et al., : Fractional untilizatoin of the aerobic capacity during distance running. Med. Sci. Sports, 5, pp. 248-252, 1973.
- 6) Costill D.L. ,et al., : Determinents of marathon running success. Int. Z. Angew. Physiol. 29 : 249-254, 1971.
- 7) Costill D.L., et al., : Glycogen untilizatoin in leg muscles of men during level and uphill running. Acta Physiolo. Scand. 91 : 475-481, 1974.
- 8) Costill D.L. : Metabolic responses during distanse running. J. Appl. Physiol. 28 : 252-255, 1970.
- 9) Costill D.L. : Energy requirements during exercise inthe water. J. Sports Med. Physical Fitness. 11 : 87-92, 1971.
- 10) Davies C.T.M. : Limitation to the prediction of maximum oxygen intake from carfiac frequency measurements. J. Appl. Physiol. 24, pp. 700-706, 1968.
- 11) Drinkwater D.L., et al., : Responses of young female track athlete to exercise. Med. Sci. Sports. 3 : 56-62, 1972.
- 12) Gutin B., et. al : Oxygen consumption in the first stages of strenuous work as a function of prior exercise, J. Sports Med., 16, 60-65, 1976.
- 13) Karvonen M., et al., : The effects of training on heart rate, Ann. Med Exper. Fenn., 35, 307-315, 1957.
- 14) 黒田善雄他 : 日本人一流選手の最大酸素摂取量, 第1報, 日本体育協会スポーツ科学研究室報告書, 1968.
- 15) 加賀谷熙彦 : 持久走成績の持久性指標としての意義, 体育の科学, vol.36, 352-356, 1986.
- 16) 加賀谷淳子 : 心拍数に基づいた消費カロリーの算出法とその問題点, 体育の科学, vol.36, 358-359, 1986.

- 17) Martin B.J., et al. : Effect of warm-up on metabolic responses to strenuous exercise, Med. Sci. Sports, 7, 146-149, 1975.
- 18) 松井秀治：女子マラソン選手の体力，体育の科学，vol.33，193-197，1983。
- 19) 村瀬豊他：発育期にある陸上競技中・長距離優秀選手の有酸素的作業能，および長距離走行中の酸素摂取水準，体育学研究，vol.17，No. 5，273-274，1973。
- 20) 高松薫他：持久走における心拍数と酸素摂取水準との関係に及ぼす運動経過時間の影響，体育学研究，vol.28，No. 2，153-161，1983。
- 21) 山地啓司：心拍数の科学，p 17，p 19，大修館，1981。
- 22) 山地啓司他：持久性トレーニング（強度，時間，頻度，期間）の最大酸素摂取量への影響，体育学研究，vol.32，No. 3，167-175，1987。

On the Study of Physical Function Affected by the Long Interval Training on 5000 m Run Inferred from Maximal Oxygen Uptake (VO_2max).

Yutaka ENOMOTO and Masayuki KAWAKAMI*

Department of Planing and Admission

**Faculty of Liberal Arts and Science*

Okayama University of Science

1-1 Ridaicho, Okayama 700 Japan

(Received September 30, 1989)

The purpose of this study was analysis on the results of physical function affected by the long interval training of 5000 m run inferred from maximal oxygen uptake (VO_2max). The subjects in this study were long distance runners (LD runners) of 5 male college students of 18 to 21. The influence of physical function was analysis by the results of heart rate (HR) during 5000 m run.

The following results were obtained:

- 1) The mean of oxygen uptake (VO_2) during 5000 m run indicated the numerical value between 85% and 90% of HR max of the subjects.
- 2) The steady state during 5000 m run was showed in the mean of all subjects at 3000 m during 5000 m run. The steady state during interval training indicated about 95% of VO_2 max.
- 3) The running speed during interval training indicated slow down at third and fourth training of 5000 m run.
- 4) Therefore, the most important thing on the long interval training for LD runner of beginner should be considered of % VO_2 max per running speed of each runner by the work load during interval training. And the most suitable training load is thought to confine within three or four trainings.