

心拍数から考える女子長距離選手の山間部における 組み合わせトレーニングと運動強度に関する研究

川上 雅之・猪木原孝二*・松原 孝*・岩崎 英人**

岡山理科大学理学部

*岡山理科大学工学部

**山陽学園大学

(1994年9月30日 受理)

1. 緒 言

本研究は、我々が従来から一連の研究課題として取り組んでいる^{6)8)10)~12)}陸上競技における長距離選手の有酸素能力を高めるトレーニングの方法を開発するためのものである。

とくに最近の長距離レースは、スピード化の様相を呈しており^{4)25)~27)}、レース中のスピードの切り替えは予想することができない、いろいろな場面とかケースに遭遇する。筆者等の研究グループは、そのような多様化する今日の長距離レースに対応する競技力を養成するために、既報のデータ^{1)3)7)9)16)~19)22)~24)29)}を基礎に各種のトレーニング方法を模索しながら、最適なトレーニングの開発を検討しているところである。しかし、長距離レースの多様化は、不規則及び不連続的にスピードの切り替えがなされるため、従来のトレーニングでは解決できない問題点も多く、対処策を模索中というのが現況である。したがって、当面の対処策は、長距離レースの多様化に対応するために必要な問題点を解明することが重要な課題と考えられる。その問題解決の糸口は、最近の長距離レースに見られるチェンジオブペースといわれる、スピードの切り替えに対応する競技力の養成が最大の課題といえよう。つまり、チェンジオブペースに対応するスピードの切り替えが、いついかなる場面においても自由自在に発揮できるスピード対応能力の養成ということである。では、チェンジオブペースに対応できる競技力を養成するためのトレーニングとは、どのような方法が考えられるかということである。それは、既存のインターバルトレーニング、レペティショントレーニング⁴⁾⁷⁾⁹⁾¹³⁾²⁶⁾¹⁸⁾³⁰⁾では、養成することができないスピードの切り替えポイントとスピード持久性の問題があり、その問題点の解明が最適なトレーニング方法を検討するための重要な糸口になるものである。また、従来から活用されているクロスカントリートレーニング及びビルドアップトレーニング⁷⁾⁹⁾¹³⁾²⁰⁾においても、同様にスピード切り替えポイントの問題点がトレーニング上の課題として残る。以上のことから、チェンジオブペースに対応するトレーニングとして考えられることは、一定の速度で走行している中に各種の距離を組み合わせ、スピードの切り替えが必要なきに発揮できる、スピード対応

能力を養成することである。それには、持久的なトレーニングの中に各種の距離を組み込み、スピードの切り替えをするインターバルトレーニングの形式を採用したミックストレーニングの検討ということが考えられる。ミックストレーニングは、一定のスピードで走行している中に不規則的にスピードの切り替えを組み込み、スピード対応能力を養成するものである。トレーニングの方法としては、持久走の中にショート、ミドル及びロングの距離を不連続的に組み込み、スピードの切り替えをしながらインターバルトレーニング形式で、スピードの切り替え能力を身につけるという方法が考えられる。

そこで今回は、長距離レースにおけるチェンジオブペースというスピードの切り替えに対応するトレーニング方法の検討ということから、山間部を利用した組み合わせたトレーニングと運動強度について分析することを目的に実験した。

その結果、チェンジオブペースに対応できるスピードの切り替え能力を養成するための、組み合わせたトレーニングに関する適正な負荷強度の範囲と方法的な手掛かりが若干ではあるが把握できたので報告する。

2. 実験方法

1) 被 験 者

被験者は、年齢が19歳の女子長距離選手2名をトレーニング実験の対象者とした。また、2名の女子被験者と比較対照するために同年齢の男子長距離選手1名に、同じ内容でトレーニング負荷を試みた。

被験者の身体的特性及び陸上競技における個人データについては、Table 1に示すとおりである。被験者の身体的特性については、1994年6月実験室において負荷実験をした時の数値である。

2) 方 法

トレーニング実験の方法は、山間部における変化に富んだ4.1kmのコースを利用したロングインターバルトレーニング(以下T1と称す)である。トレーニングの回数は、トレーニング間にインターバルを挟み3回の負荷とした。インターバルでの休息時間は、12分間とした。トレーニングコースの概要は、スタート直後が約4%の下り坂で1.7kmの距離(以下aと称す)、つぎが平地で1.5kmの距離(以下bと称す)、最後が約11%の上り坂で距離が0.9km(以下cと称す)の組み合わせコースである。組み合わせコースを選定した理由

Table 1 Physical Characteristics of subjects

	Sex	Age (y)	Height (cm)	Weight (kg)	HR _{max} (b./m.)	HR _{rest} (b./m.)	VO _{2max} (ml/kg. m.)	MVC (l/m.)	VC (l)	R. of 3000m (Time)
Sub. 1	F	19	162	44	194	42	61	114	3.67	9'18"
Sub. 2	F	19	164	48	195	45	82	116	3.76	9'22"
Sub. 3	M	19	178	58	194	50	58	122	4.24	8'35"

は、チェンジオブペースというスピード切り替え能力の養成という観点から、環境条件によりランニングフォーム及びスピードの切り替えが必然的に習得できる山間部の組み合わせコースを選んだのである。つまり、環境条件の変化によりランニングフォームを変化させなければ、スピードが環境に対応できないといわれる場をトレーニングコースの条件においたのである。トレーニング実験の時期及び時間は、8月の午後4時から6時の2時間をトレーニング時間とした。トレーニング時の外気温は、32~35℃の範囲であった。またT1の他に、20kmのジョギングトレーニング（以下T2と称す）を負荷した。トレーニングの時期は、T1と同様に8月である。ただし、トレーニングの時間は、早朝の5時スタートにした。外気温は、28~30℃の範囲であった。トレーニングコースの概要は、スタート直後の傾斜勾配が8~10%の範囲の1.2kmの上り坂、つぎが軽度の上りと下りが組み合わせられた約12.5km、最後が傾斜勾配が8~11%の範囲の上り坂が6.3kmという組み合わせコースである。とくに最後の6.3kmについては、選手個々の総体的筋力¹⁾⁷⁾²²⁾がなければ持久的能力のみではスピードを維持しながら走行することが非常に難しいコースといえる。

トレーニング中の運動強度（以下%HR_{max}と称す）は、心拍数（以下HRと称す）の動向から推定した。HRは、Vine社の心拍数計（メモリーマック VMH-016）を用いて10秒間隔で収録したものである。収録したHRは、年齢から推定するカルボネン¹⁵⁾の最高心拍数（以下HR_{max}と称す）と実験室での実測値をもとに、トレーニング中の%HR_{max}を推定⁷⁾した。

3. 結 果

T1における3回のトレーニングの結果については、Table 2に示すとおりである。組み合わせトレーニングということから、とくに被験者の%HR_{max}の動向が気になるところであるが、第1回目のトレーニング（以下T1-1と称す）についてはSub. 1が72.6%HR_{max}、Sub. 2が74.3%HR_{max}、Sub. 3が74.0%HR_{max}であった。第2回目のトレーニング（以下T1-2と称す）については、Sub. 1が75.1%HR_{max}、Sub. 2が74.3%HR_{max}、Sub. 3が83.5%HR_{max}を示した。また第3回目のトレーニング（T1-3と称す）については、Sub. 1が76.8%HR_{max}、Sub. 2が85.9%HR_{max}、Sub. 3が83.8%HR_{max}であった。トレーニングとトレーニングの間のインターバルにおける%HR_{max}は、T1とT2の間についてはSub. 1が32.0%HR_{max}、Sub. 2が44.4%HR_{max}、Sub. 3が40.1%HR_{max}であった。またT2とT3の間のインターバルにおける%HR_{max}は、Sub. 1が59.3%HR_{max}、Sub. 2が66.6%HR_{max}、Sub. 3が66.5%HR_{max}であった。今回のトレーニングが組み合わせトレーニングということから、コースの内容よる%HR_{max}の動向についても検討した。T1-1-aについては、Sub. 1が63.5%HR_{max}、Sub. 2が61.9%HR_{max}、Sub. 3が53.3%HR_{max}であった。そしてT1-1-bについては、Sub. 1が73.5%HR_{max}、Sub. 2が76.3%HR_{max}、Sub. 3が83.6%HR_{max}を示した。さらに急勾配のT1-1-cについては、Sub. 1が83.8%HR_{max}、

Table 2 The mean of heart rate (beats/min) during T1

	Sub. 1	Sub. 2	Sub. 3
T1-1-a	138.5 ± 9.6	137.8 ± 14.9	126.7 ± 21.1
T1-1-b	153.7 ± 7.4	159.5 ± 7.7	170.4 ± 8.0
T1-1-c	169.4 ± 3.1	172.2 ± 4.1	182.3 ± 3.5
S. Total	152.3 ± 14.5	156.4 ± 17.6	156.5 ± 28.2
int.	90.7 ± 14.7	111.6 ± 14.4	107.8 ± 14.6
T1-2-a	145.3 ± 8.4	152.8 ± 8.8	171.0 ± 13.3
T1-2-b	156.2 ± 4.8	158.6 ± 8.6	174.7 ± 13.2
T1-2-c	170.7 ± 6.1	158.8 ± 13.8	164.6 ± 21.4
S. Total	156.1 ± 12.3	156.5 ± 10.6	170.3 ± 16.4
int.	94.2 ± 14.2	115.3 ± 9.4	116.7 ± 16.3
T1-3-a	149.8 ± 8.4	181.5 ± 8.1	168.0 ± 14.3
T1-3-b	161.6 ± 4.9	179.3 ± 11.8	175.4 ± 9.6
T1-3-c	168.7 ± 8.6	156.9 ± 11.7	168.3 ± 13.5
S. Total	158.7 ± 10.7	173.9 ± 14.8	170.6 ± 13.1
TOTAL	132.1 ± 33.5	144.9 ± 28.0	145.8 ± 32.4

Table 3 The mean of heart rate (beats/min) during T2

	Sub. 1	Sub. 2	Sub. 3
T2-a	135.9 ± 10.2	147.6 ± 11.1	145.7 ± 13.7
T2-b	112.2 ± 11.3	129.8 ± 17.1	120.1 ± 10.7
T2-c	153.9 ± 14.0	168.1 ± 13.5	166.7 ± 13.1
TOTAL	128.2 ± 23.3	147.2 ± 24.0	137.6 ± 24.9

Sub. 2 が84.8%HR_{max}, Sub. 3 が91.9%HR_{max} であった。またT1-2-aについては, Sub. 1 が68.0%HR_{max}, Sub. 2 が71.9%HR_{max}, Sub. 3 が84.0%HR_{max} という結果が確認された。そしてT1-2-bでは, Sub. 1 が75.1%HR_{max}, Sub. 2 が75.7%HR_{max}, Sub. 3 が86.6%HR_{max}を示した。さらにT1-2-cについては, Sub. 1 が84.7%HR_{max}, Sub. 2 が75.9%HR_{max}, Sub. 3 が79.6%HR_{max}であった。最後のトレーニング負荷になるT1-3-aについては, Sub. 1 が70.9%HR_{max}, Sub. 2 が91.0%HR_{max}, Sub. 3 が81.9%HR_{max}を示した。またT1-3-bでは, Sub. 1 が78.7%HR_{max}, Sub. 2 が89.5%HR_{max}, Sub. 3 が87.1%HR_{max}を示した。さらにT1-3-cでは, Sub. 1 が82.8%HR_{max}, Sub. 2 が74.6%HR_{max}, Sub. 3 が82.2%HR_{max}であった。

つぎにT2の結果については, Table 3に示すとおりである。T2については, 早朝時のジョギングトレーニングである。ここにおいても, 組み合わせトレーニングということから, 山間部を利用した変化のあるトレーニングコースを選んだ。コース概要については, スタート直後が約1.2kmの上り坂(以下T2-aと称す), つぎが傾斜勾配は軽度ではあるが上りと下りがミックスされた約12.5km(以下T2-bと称す), 最後に傾斜勾配8%から

11%程度の上り坂（以下T2-cと称す）という3つの変化に富んだ20kmのジョギングコースである。T2におけるトータルでの%HR_{max}については、Sub.1が56.7%HR_{max}、Sub.2が68.1%HR_{max}、Sub.3が60.8%HR_{max}を示した。T1の時と同様に、コース内容から区分して%HR_{max}の動向についても推定した。T2-aの%HR_{max}については、Sub.1が61.8%HR_{max}、Sub.2が68.4%HR_{max}、Sub.3が66.5%HR_{max}であった。つぎのT2-bについては、Sub.1が46.2%HR_{max}、Sub.2が56.5%HR_{max}、Sub.3が48.7%HR_{max}を示した。そして最後のT2-cについては、Sub.1が73.6%HR_{max}、Sub.2が82.1%HR_{max}、Sub.3が81.0%HR_{max}であった。

4. 考 察

今回の実験における主たる目的は、最近の多様化する長距離レースにおけるチェンジオブペースに対応するスピードの切り替え能力を習得させるための、適正なトレーニング強度の解明とトレーニング方法の開発である。とくに最近の長距離レースにおけるチェンジオブペースといわれるスピードの切り替えは、従来のインターバルトレーニング及びレペティショントレーニングでは対応できない⁴⁾⁷⁾⁹⁾¹³⁾²⁶⁾²⁸⁾³⁰⁾、質の高いスピードの切り替え能力とスピード持久性が要求されるようになった。これらの多様化する競技能力の要求は、従来の各種トレーニングに変わる新たなトレーニングの方法を開発する必要性が同時に生じてきたことを意味するものである。なぜなら、従来のインターバルトレーニング及びレペティショントレーニングは、定められた距離を一定の速度で走行するスピード持久性を養成するために考えられたトレーニング方法⁴⁾⁷⁾⁹⁾¹³⁾²⁶⁾²⁸⁾³⁰⁾であるが、チェンジオブペースというスピードの切り替えに要求される競技能力を養成するには、既存のトレーニングでは内容的に少々無理があると思われる。では、最近の長距離トレーニングの主流になっている、ビルドアップトレーニング⁷⁾⁹⁾¹³⁾²⁰⁾によってチェンジオブペースに対応する、スピードの切り替え能力を養成することが可能であるかということも課題として取り上げることができる。ビルドアップトレーニングは、走行中のスピードを段階的に切り替え、負荷強度を高めながらスピード持久性を養成するために考えられたトレーニング⁷⁾⁹⁾¹³⁾²⁰⁾であり、漸進的にスピードアップを養うためのトレーニングとしては効果的なものといえるが、不規則あるいは不連続的にスピードの切り替えが組み込まれる、チェンジオブペースに対応するスピードの切り替え能力を養成するにはいくつかの問題点が残る。そこで、総体的筋力の養成あるいはランニングバランスを身につけるためのトレーニングとして従来から活用されている、クロスカントリートレーニングの性質について考えてみた。クロスカントリートレーニングは、トレーニングの性質から考えてチェンジオブペースが意味する、スピードの切り替え能力を身につけるためのトレーニングとしては、内容的には非常に近いトレーニングであると考えられる。なぜなら、クロスカントリートレーニングは、広い山野を利用したアップダウンのあるコースを取り入れて行うミックストレーニング⁴⁾⁷⁾¹³⁾であり、走行時にラ

ンニングバランス及びスピードの切り替えが必然的に養成できるトレーニングと考えられるからである。したがって、チェンジオブペースに対応するスピードの切り替え能力の養成ということに課題を絞れば、クロスカントリートレーニングが問題を解決するためのトレーニングとして十分活用できるものといえる⁷⁾¹¹⁾。しかし、そのためには、トレーニング強度の適正な範囲とスピードの切り替えポイントの検索が当面の課題である。つまり、従来のインターバルトレーニング、レペティショントレーニング及びビルドアップトレーニングの特徴を、クロスカントリートレーニングの中に内容として組み込んだ、ミックストレーニングの開発ということである。

そこで、今回はクロスカントリートレーニングを中核にしたミックストレーニングの負荷強度とトレーニング方法の検討ということから、山間部の下り坂、平地及び上り坂という3つの異なる環境条件を、組み合わせたトレーニングコースを選択した。コース中に配置された3つの異なる環境条件については、比較的ミドルの距離が明確に区分されたコースをトレーニングの行程として一つに組み込んだ。したがって、今回のトレーニング実験の目的である「ミックストレーニングと運動強度の分析」という課題に対するトレーニングコースとしては、格好の条件を備えたものであるといえることができる。実験の対象者は、関西地区の実業団チームで活躍中の女子長距離選手を被験者とした。とくに女子選手を取り上げたことについては、運動時の身体反応が男子よりも顕著に現れる⁷⁾¹²⁾²²⁾²⁷⁾²⁸⁾³⁰⁾ということから、女子選手を取り上げたものである。また、今回の研究資料に活用した被験者は、2名の女子被験者と1名の男子被験者であるが、実際には4名の女子被験者を対象として実験測定を試みた。しかし、トレーニング実験の時期が夏季の8月ということもあり、発汗等によるノイズデータが各所に発現した女子2名の被験者については検討資料から除外した。

T1-1におけるトレーニング強度は、全体的な流れとして70%~75%HR_{max}程度の身体反応が確認されている。これは、今回のトレーニングが比較的安定した運動強度の中で遂行された⁵⁾⁷⁾¹⁴⁾ことを意味する資料である。なぜなら、トレーニング強度が70%HR_{max}程度の数値を示しているということは、筆者等のトレーニング強度に関する既報の研究データ⁸⁾¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾から考えて、トレーニングが中程度の運動強度で実施されたものと判断できる。また、繰り返しトレーニングであるインターバルトレーニングとして負荷強度を考えても、今回のトレーニング強度は適当なトレーニング負荷の中でトレーニングが遂行されたものと判断できる数値⁷⁾⁸⁾¹³⁾といえる。問題は、トレーニングとトレーニングの間のインターバルにおける身体機能の回復状態である。また、休息後の2回目におけるトレーニング負荷時の身体反応である。トレーニング間のインターバルにおける回復状態は、被験者の回復状況が大体30~45%HR_{max}に低下しているという状況から考えて、休息時の身体機能としては比較的スムーズに回復過程をたどっているものであり、トレーニング後における身体的な疲労度も大きなものではなく、生体内に蓄積する疲労物質の分解²⁾⁵⁾⁷⁾²²⁾もスムーズに進

んでいるものと推測することができる。しかし、被験者個々の回復状況は、Sub. 1 と Sub. 2 ではトレーニング中の $\%HR_{max}$ に大きな相違は認められないが、インターバルでの回復率においては両者の間に大きな違いが認められている。これは、両被験者の間に機能回復の遅延を左右する原因が存在すると考えられる⁷⁾¹³⁾。その原因については、両者の競技的な能力の相違とは考えられない。なぜなら、Table 1 にみられるとおり両者の間に身体的及び競技的な相違は認められない。また、実験室における運動負荷テストによる最大酸素摂取量の数値についても、Sub. 1 に比較して Sub. 2 の方が大きいものであり、持久力及び競技力以外に身体機能の回復過程に影響を及ぼす因子が存在するものと考えられる。持久力以外に影響を及ぼす因子として考えられることは、今回のトレーニングが山間部を利用したトレーニング実験であるということから、両被験者の脚筋力の相違、あるいは生体内に生じる代謝産物としての疲労物資の分解能力の相違という2点が、回復状況を遅延する要因として考えられる²⁾⁴⁾⁷⁾¹³⁾¹⁸⁾²⁰⁾²¹⁾。生体内に生じる疲労物質の分解能力と回復状況の関係については、今後効果的なトレーニングというものを考えていくうえで、さらに各種のデータを収集しながら生化学反応を確認し、原因を詳細に追求する必要がある重要な研究課題の一つと思われる。

つぎに、今回のトレーニング実験が山間部を利用した組み合わせトレーニングということから、トレーニングコースの中をステージ別に区分して考察する必要がある。T1-1-a については、下り坂ということから被験者の $\%HR_{max}$ も60%程度であり、トレーニング強度も低いものであるが、第2ステージのT1-1-bでは平地コースということもあって75% HR_{max} 程度に身体反応も上昇している。これは、被験者が環境条件の変化に対応して走行速度を一定に維持している結果で、コース条件の変化に伴い身体に加わる負担度も当然大きくなるもので、身体反応として発現する運動強度⁶⁾⁷⁾も必然的に大きくなっている。この点については、環境条件に応じてランニングフォームを対応させながらスピードの切り替えができていたものと判断することができる。さらに第3ステージであるT1-1-cにおいては、傾斜勾配が11%の上り坂であるということから、運動強度もさらに強いものになり、85% HR_{max} 程度のトレーニング強度を確認できる。ここにおいても被験者は、環境条件の変化に応じてランニングフォームを対応させながら、スピードを一定に保持しつつトレーニングを遂行していることが、トレーニング中の生体反応から推測することができる。したがって、今回のような山間部を利用したトレーニングをチェンジオブペースという観点から、インターバルトレーニング形式でミックストレーニングとして取り上げた場合、必然的に環境条件にランニングフォームを対応させながらスピードの切り替えがなされるため、トレーニング速度の設定を確定できれば、非常に効果的なトレーニングとして活用できると考えることができる。とくに、アップダウンコースということから環境条件にスピードを対応させながら走行する必要があるため、ランニングフォーム及びスピードの切り替えがトレーニングの中で必然的に養成されるものである。また、女子の比較対照者である男子

被験者の Sub. 3 における $\%HR_{max}$ は、T1-1-c が $91.9\%HR_{max}$ の高い身体反応を示しており、女子の被験者以上にトレーニング強度としては大きな身体反応を確認することができる。これは、男子選手ということもあり、女子被験者に比較して b から c のステージにかけて若干のスピードアップが図られているため、身体に現れる運動強度も大きなものになっている。

したがって、今回のトレーニングは、下り坂から平地、さらに上り坂という 3 つの異なる環境条件を一つのコース中に組み込んでいることから、漸進的に負荷強度が高まるビルドアップトレーニングと性質を同じにする組み合わせトレーニングとすることができる。また、クロスカントリートレーニングと同様に環境条件の変化に対応し、ランニングフォームを切り替えながら走行速度を一定に保持する必要があるため、チェンジオブペースが意味するスピードへの対応能力を養成するのに、最も近いトレーニング方法とすることができる。トレーニングの負荷強度については、平地トレーニングの中程度に該当する $70\%HR_{max}$ 程度の運動強度^{3)4)6)~13)27)29)}でトレーニングスピードを設定すると、比較的安定したトレーニング状態の中で生体を維持することができるといえる。

つぎに T1-2 の $\%HR_{max}$ は、全体的には T1-1 の時と同程度の運動強度でトレーニングが遂行されているが、ステージ別に区分して $\%HR_{max}$ をみると、両被験者の間に T1-1 の時とは異なる身体反応が確認されている。とくに Sub. 2 については、T1-2-a から T1-2-c のステージに至るまでの $\%HR_{max}$ が、T1 の時に認められたような漸進的な変化を確認することはできない。これは、Sub. 2 が環境条件に対応したトレーニングスピードが維持できていない結果である。トレーニングスピードが維持できない原因は、トレーニング間のインターバルにおいて身体機能が十分に回復なされていないか、あるいは T1 のトレーニング強度に無理があり機能の回復が遅れて、T2 のトレーニングスピードが維持できないという両面が考えられる。また、女子被験者の比較対照者として実施した男子被験者である Sub. 3 においても、環境条件の変化による身体反応の明確な格差が認められてなく、最後のステージである T1-2-c においては逆にトレーニング強度が低下している。この点については、Sub. 2 と同様に第 1 回目のトレーニング強度の設定を少し下げるか、あるいはインターバルの時間を延長するかの 2 点について検討する必要がある。なぜなら、インターバルトレーニングは、トレーニング強度が一定であっても負荷回数の増加に伴い、身体に加わる運動強度は大きくなる⁷⁾から身体機能の回復力も遅延するのは当然のことである。また、T2 と T3 の間のインターバルにおける身体の回復状況は、トレーニング強度との関係もあるが、 $65\%HR_{max}$ 程度にしか回復していないという状況から考えて、インターバルの時間を延長する必要があると思われる。

T3 の $\%HR_{max}$ は、全体的に T1 及び T2 よりさらに増加の傾向が確認されている。 $\%HR_{max}$ が増加するのは、トレーニングの負荷回数の増加に伴い大きくなるのは当然の現象であり、身体的な疲労度も大きくなるのは当たり前ことである。問題は、トレーニング速度を一定

に保持することが可能か否かということである。T3の%HR_{max}は、全体的に90%まで近く上昇しており、トレーニング刺激という観点から運動強度を考えると効果的なトレーニングであるといえることができる。しかし、チェンジオブペースというスピードの切り替え能力の養成という観点からトレーニング効果を考えた場合、2回目及び3回目のトレーニング負荷においては、目標にするスピードの切り替えが各ステージ毎に明確にされない。これは、チェンジオブペースの養成というトレーニング効果としては期待薄の結果である。つまり、インターバルトレーニングとして組み合わせトレーニングを考えていくうえで、第1回目のトレーニングの負荷強度が2回目以降のトレーニング内容に影響を与えることは当然のことであり、第1回目のトレーニング強度を負荷回数との関連から低レベルで考える必要があると思う。なぜなら、トレーニングの進行に伴い%HR_{max}も、各回に10%程度の上昇が確認されていることから、生体に加わる負荷強度も漸進的に増加するものである。しかし、今回のように山間部を利用したトレーニングについては、トレーニング強度及び走行速度をトレーニングの負荷回数との関係から検討して設定しなければ、コースの環境条件に対応しながらランニングフォームを切り替え、スピードを一定に維持するという事は非常に難しいといえる。とくにT3のaからcにかけての%HR_{max}に、Sub. 2及びSub. 3にトレーニングスピードの安定性が確認できない。これは、両者のトレーニング強度に無理があり、トレーニングスピードを保持することができていない結果である。したがって、トレーニング強度をトータルでのタイムあるいはトレーニングスピードで設定するのではなく、コース内容に区分してトレーニングタイム及びスピードを設定する必要があると考えられる。今回の女子被験者であるSub. 2は、女子長距離選手として中堅程度の競技力の持ち主であるにもかかわらず、環境条件に対応してランニングフォーム及びスピードを維持できなかったということは、陸上競技の競技力のみならず総体的体力との関連の中で、トレーニング強度の設定の必要もあるといえる。Sub. 2のトレーニングの経過については、Fig. 1のトレンドグラフにみられるとおりである。またSub. 1については、今回のようなトレーニング内容においても十分対応できる、総体的な筋力及び持久力をもっている選手と判断することができる。それは、T1からT3の%HR_{max}の上昇、またT1、T2及びT3のaからcのステージ別に運動強度をみても弱運動から始まり中運動に移行し、さらには80%HR_{max}以上の強運動に移行するという、一連のトレーニング過程が顕著に発現していることから考えても、Sub. 1には今回のトレーニングが最適なトレーニング強度で遂行されたものといえる。それは、Fig. 2にみられるSub. 1のトレンドグラフからもトレーニング内容が安定していることを認めることができる。

つぎに、T1と比較するために実施した早朝時のジョギングトレーニングであるT2については、全体的に60%HR_{max}前後の運動強度でトレーニングが遂行されている。T2においても、チェンジオブペースということからトレーニングコースに上り下りの坂道走を組み込んだ。しかし、トレーニング強度については、早朝時ということもあり前半を比較的低

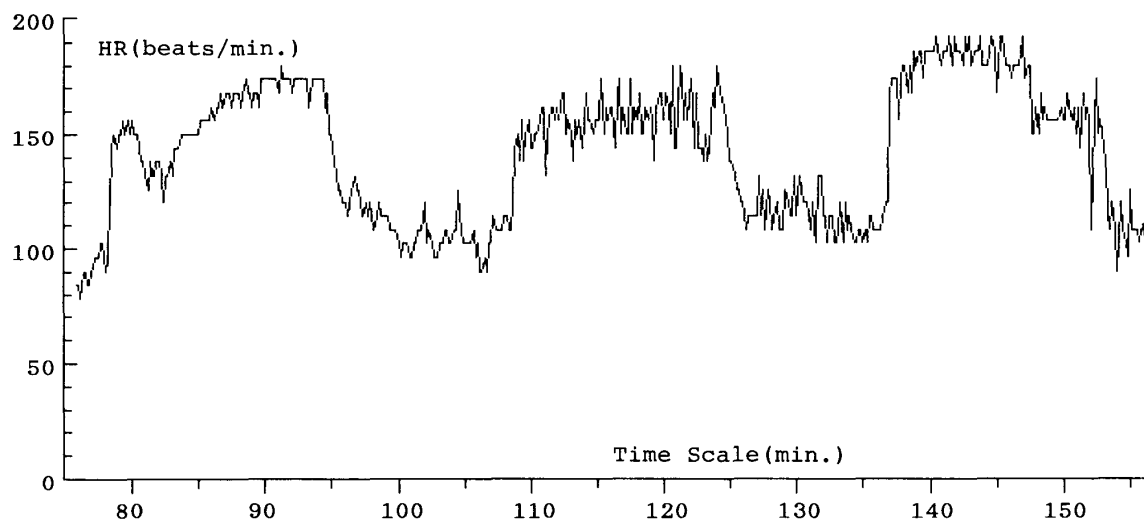


Fig. 1 Heart rate during interval training of sub. 2

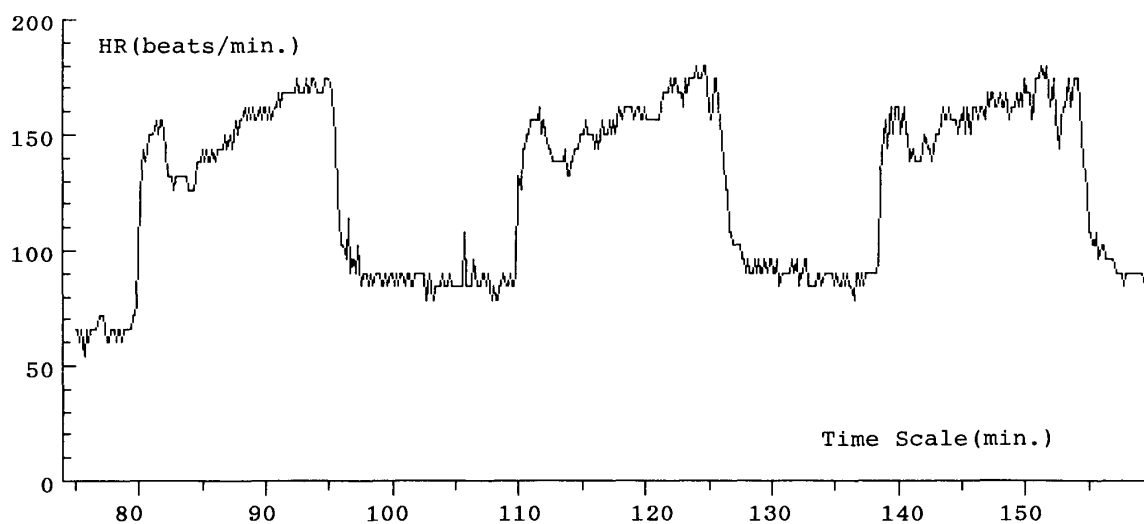


Fig. 2 Heart rate during interval training of sub. 1

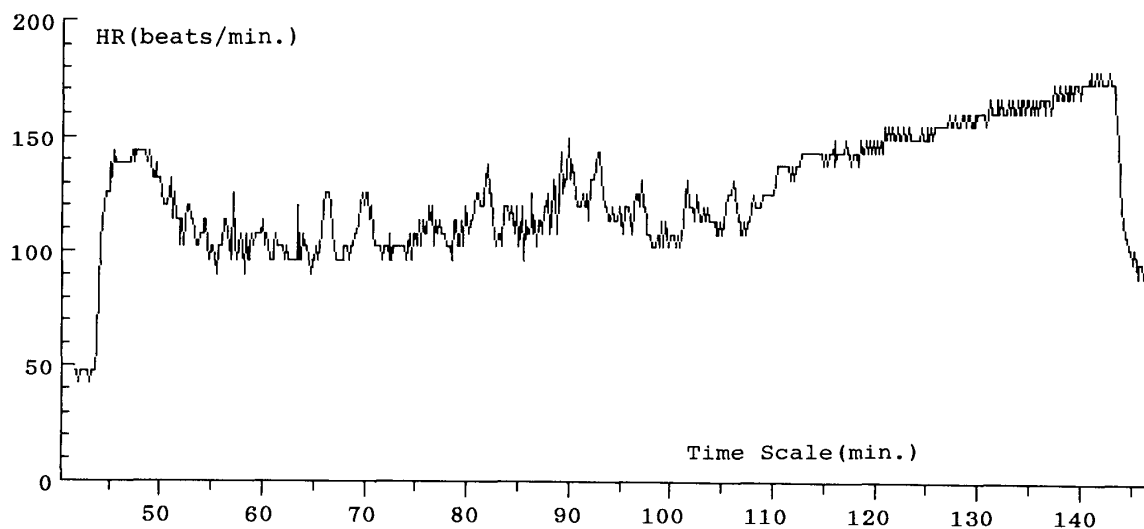


Fig. 3 Heart rate during endurance training of sub. 1

レベルでスタートさせ、中盤で走行リズムをつかみ、後半の上り坂を強運動に移行させるようなトレーニング内容にした。したがって、 $\%HR_{max}$ もコース内容により T2-a が中程度、T2-b が軽運動のジョギングと同程度、最後の T2-c が強運動に移行するというトレーニングパターンを想定したものである。しかし、早朝時のジョギングトレーニングということもあり、被験者の主観的運動強度は非常に大きなものであるが、実際の生理的な運動強度としては大きいものではなく、身体反応の状態も安定した中でトレーニングが遂行された。また、ジョギングトレーニングであるが、アップダウンコースという環境の変化を取り入れたことから、ランニングフォームとスピードの切り替えが必然的に養成できるトレーニングといえる。トレーニング内容については、Sub.1 のトレンドグラフが示すとおり、運動強度の変化とトレーニングの安定性を理解することができる。

以上のことから、長距離レースにおけるチェンジオブペース対応するスピードの切り替え能力を養成するためのトレーニングは、方法的には従来のクロスカントリートレーニングを基盤にしたミックストレーニングをイメージして考えれば最良であろう。また、スピードの切り替えポイント及び距離については、目的に応じた距離の組み合わせと切り替えポイントを負荷強度との関係から設定する必要がある。さらに、トレーニング強度については、コース環境に応じたトレーニングスピードを競技力の約70% HR_{max} 程度で第1回目のトレーニングをスタートすることが望ましいと思われる。トレーニング間のインターバル時間は、トレーニングに要する時間と同等か、疲労の度合いによりケースバイケースで時間の延長を考えることもミックストレーニングでは必要なことと思われる。

5. 要 約

女子の長距離選手を対象に、山間部を利用した組み合わせトレーニングと運動強度を分析する目的で実験したところ、今後のトレーニング研究の手掛かりとなる運動強度及びインターバル時間が掌握できたので報告する。

- 1) 組み合わせトレーニングの負荷強度については、第1回目のトレーニング強度がその後のトレーニング状況を決定するものであり、平均的な負荷強度を70% HR_{max} 程度で考えることが適当と思われる。なぜなら、負荷強度はトレーニングの進行に伴い当然増加するものであり、第1回目のトレーニング負荷に無理があれば第2回目以降のトレーニングに影響を及ぼし、効果的なトレーニングを遂行することができないといえる。
- 2) トレーニングとトレーニング間のインターバルは、トレーニングに要する時間と同等か、もしくは状況によりそれ以上の時間配分をすることが望ましい。とくにインターバル時間の配分は、トレーニングスピードの維持に大きく影響するからである。
- 3) 山間部を利用した組み合わせトレーニングは、環境条件の変化によりスピードの切り替え能力が必然的に身につくため、チェンジオブペースというスピードの切り替えに

対応するトレーニングとしては最適なものと考えられる。とくにクロスカントリートレーニングと同様に、走行速度の切り替え及びランニングフォームの切り替えがトレーニングの中で必然的に養われるトレーニングといえる。

- 4) 以上のことから、山間部を利用した組み合わせトレーニングは、ビルドアップトレーニングに相当する漸進的な負荷強度が得られるようなトレーニングコースを選択する必要がある。また、組み合わせとしては、第1ステージが下り、第2ステージが平地、第3ステージが上りという3種の組み合わせが理想的なコースといえる。

参考文献

- 1) 青木高他：21世紀の健康・体力作り，71—73，135—145，大修館，1990
- 2) Ahlborg B. et al. : Muscle glycogen and muscle electrolytes during prolonged physical exercise. *Acta Physiol. Scand.* **70**, 129—142, 1976
- 3) 浅比奈一男他：作業強度の生理的水準について，*体力科学*，**20**，190—197，1971
- 4) 浅見俊雄他：スポーツトレーニング，40—195，朝倉書店，1985
- 5) 石河利寛：スポーツとからだ，103—140，岩波書店，1991
- 6) 榎本豊他：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，*岡山理科大学紀要*，**25A**，349—360，1990
- 7) Astrand P-O. et al. : *Textbook of Work Physiology*, McGraw-hill, 295—518, 1970
- 8) 川上雅之他：長距離走における走行速度と運動強度の関係，*岡山理科大学紀要*，**26A**，365—378，1991
- 9) 川上雅之他：保体学概論，180—217，小林出版，1992
- 10) 川上雅之他：ショートインターバル・トレーニングと心拍数の関係，*岡山理科大学紀要*，**27A**，311—324，1992
- 11) 川上雅之他：心拍数から考える山間部走とトレーニング，*岡山理科大学紀要*，**28A**，272—292，1993
- 12) 川上雅之他：心拍数から考える女子長距離選手のインターバル・トレーニングと運動強，*岡山理科大学紀要*，**29A**，355—373，1994
- 13) 川上雅之他：ヘルスサイエンス，25—58，不昧堂，1994
- 14) 久保田鏡：ランニングと脳，21—34，朝倉書店，1988
- 15) Karvonen M. et al. : The effects of training on heart rate. *Ann. Med. Exper. Fenn.* **35**, 307—315, 1957
- 16) Cooper K. H. : *The new aerobics*. M. Evans and Company, 25—180, 1970
- 17) 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
- 18) Costill D. et al. : Fractional utilization of the aerobic capacity during distance running. *Med. Sport*, **5**, 248—252, 1973
- 19) Costill D. et al. : Determinants of marathon running success. *Int. Z. Angew. Physiol.* **29**, 249—251, 1971
- 20) Costill D. et al. : Glycogen utilization in leg muscles of men during level and uphill running. *Acta Physiol. Scand.* **91**, 475—481, 1974
- 21) Costill D. et al. : Metabolic responses during distance running. *J. Appl. Physiol.* **28**, 252—255, 1970
- 22) 田口貞善他：運動生理学，13—20，151—288，杏林書院，1992
- 23) 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*，**28-2**，153—161，1993

- 24) Davies C. T. M. : Limitation to the predication of maximum oxygen intake from carfiac frequency measurements. *J. Appl. Physiol.* **24**, 700—706, 1968
- 25) Drinkwater D. L. et al. : Responses of young female track athletes to excercise. *Med. Sci. Sport.* 256—362, 1972
- 26) 野田晴彦：マラソントレーニングにみるトレーニングの限界，*スポーツ医学*，7—5，573—577，1990
- 27) 松井秀治：女子マラソン選手の体力，*体育の科学*，**33**，193—197，1983
- 28) 山路啓司：心拍数の科学，17—30，大修館，1981
- 29) 山路啓司：持久走トレーニングの最大酸素摂取量への影響，*体育学研究*，**32-3**，167—175，1987
- 30) 山路啓司：心臓とスポーツ，47—183，共立出版，1982

The Correlation between Work Load and Mixed Training in the Mountains Inferred from Heart Rate by the Long-distance Runner of Female

Masayuki KAWAKAMI, Koji INOKIHARA*, Takashi MATSUBARA* and Hideto IWASAKI**

Faculty of Science,

**Faculty of Engineering,*

Okayama University of Science,

Ridai-cho 1-1, Okayama 700, Japan

***Sanyo Gakuen University,*

Hirai 1-14-1, Okayama 703, Japan

(Received September 30, 1994)

The purpose of this study was analysis on the results physical function affected by the mixed training in the mountains inferred from heart rate. The subjects in this study were long distance runner of 2 female and 1 male. The influence of physical function was analysis by the results of heart rate during mixed training.

The following results were obtained:

- 1) The mean of work load during mixed training indicated the numerical value between 70% and 85% of HR_{max} of the subjects.
- 2) The mean of work load during interval indicated the numerical value between 30% and 65% of HR_{max} of the subjects.
- 3) The most important things on the interval time for mixed training should be equal to training time.
- 4) Therefore, the most important things on the mixed training for long distance runner should be considered of % HR_{max} per running speed of each runner by the work load during interval training of mixed.