

# 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度

川上 雅之・猪木原孝二・松原 孝・岩崎 英人\*

岡山理科大学 教養部

\*山陽学園短期大学

(1993年9月30日 受理)

## 1. 緒 言

本研究は、我々が従来から取り組んでいる陸上競技における有酸素能力を高めるための、効果的なトレーニング方法を確立するための一連の研究<sup>7)9)11)12)</sup>である。とくにトレーニングの組み合わせとトレーニング強度の設定は、効果的なトレーニング方法を確立するための絶対的な条件<sup>4)8)24)29)~33)</sup>といえる。しかし、トレーニング強度については、トレーニングを実施する者の体力及び競技能力を考慮<sup>19)20)</sup>して決定しなければならない問題であり、各種の基礎的な条件<sup>17)23)</sup>を勘案して負荷強度を設定しなければ効率的なトレーニング効果<sup>3)6)8)25)28)</sup>を得ることはできない。とくに女子選手の場合は、男子選手と異なり生理的なことから生じる血液成分の問題、筋力及び皮下脂肪の問題など、トレーニングプログラムを編成するうえで数多くの身体的な条件<sup>1)2)8)21)27)30)</sup>が背景として存在する。したがって、女子選手のトレーニングプログラムは、男子選手とは多くの点で異なる諸条件を考慮したうえで、トレーニング強度の設定及び休息時間の配分を考えたトレーニングプログラムを作成しなければならない。

今回は、とくに競技能力の異なる女子の長距離選手を対象に各種のインターバル・トレーニングが身体に与える影響について分析する目的で実験した。競技能力の異なる選手を対象にした理由は、通常のトレーニングはチーム単位の集団でトレーニングをしているケースが多く、中でも女子チームの場合は競技能力の異なる者が一同に同一のトレーニングを実施しているのが実情である<sup>28)~30)</sup>。そのような意味で、競技能力の異なる女子長距離選手が同一のトレーニングプログラムを実施した時にみられる身体反応について、分析する目的で能力差の異なる被験者を選んだのである。トレーニング時の身体反応は、トレーニング中の心拍数（以下 HR と称す）から運動強度（以下 %HRmax と称す）を推定<sup>8)10)</sup>して、トレーニングにおけるトレーニング強度とした。

その結果、各種インターバル・トレーニングにおける%HRmax から適当なトレーニング強度と休息時間の配分について確認できたので報告する。とくに今回の実験におけるトレーニング強度と休息時間は、各種のインターバル・トレーニングにおける女子長距離選

Table 1 Physical Characteristics of subjects

	Age (y)	Height (cm)	Weight (kg)	HRmax (beats/m.)	HRrest (beats/m.)	%Fat (%)
sub. 1	20	157	41.5	200	45	11.4
sub. 2	18	162	45.0	204	48	13.8
sub. 3	18	164	46.6	210	42	14.2
sub. 4	18	164	47.0	202	54	14.4
sub. 5	18	164	45.3	202	60	14.2
sub. 6	19	160	42.6	201	48	13.5
sub. 7	20	163	51.7	200	54	20.2
sub. 8	17	158	45.0	203	61	16.9
sub. 9	19	164	50.7	201	54	20.4
sub. 10	19	158	45.7	201	60	18.2
Total (M)	18.6	161.4	46.1	202.4	52.6	15.7
S.D.	0.97	2.88	3.17	3.0	6.65	3.0

手のトレーニングプログラムを作成するうえで、主軸になる負荷強度の設定及び休息時間の配分を決定する重要な資料になるものである。

その他、参考資料として選手の体脂肪率（以下 %Fat と称す）、除脂肪量及び体水分量についても検討時の分析資料<sup>24)</sup>として考慮した。また、トレーニングから受ける身体的な影響度を把握する意味で、トレーニング前後の尿成分の分析も参考資料<sup>8)</sup>として採集した。

## 2. 実験方法

### 1) 被験者

被験者は、年齢が17歳から20歳（ $18.6 \pm 0.97$ 歳）の陸上競技の長距離を専門にトレーニングしている女子の選手10名である。被験者の陸上競技歴は、初心者から8年間という広範囲の経験の持ち主及び競技能力の異なる者を対象にした。

被験者の身体的特性については、Table 1に示すとおりである。

### 2) 方法

今回の実験に採用したインターバル・トレーニングは、ショート、ミドル及びロングの各種インターバル・トレーニングである。トレーニングの強度については、被験者個々のトレーニング中のHR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。収録したHRは、年齢から推定するカルボネンの最高心拍数（以下 HRmax と称す）<sup>15)</sup>と実測値を加味して、トレーニング中のHRの動向から%HRmaxを推定<sup>15)</sup>した。尚、%Fat、除脂肪量及び体水分量は、体内脂肪計(BODY-FAT ANALYZER TBF-101/TANITA)により測定した値を参考資料とした(Table 1)。また、トレーニング前後の尿成分の分析 (MINI AUTONANALYZER MA-4210/京都第一科学) も行い、トレーニング強度が与える尿成分への影響も同時に調べ参考資料にした。

Table 2 The mean of heart rate (beats/min.) during SIT-1

	sub. 9	sub. 7
1st	168.0±8.49	162.0±0.00
int.	165.6±5.37	157.2±3.79
2nd	174.0±0.00	165.0±4.24
int.	168.0±0.00	156.0±6.93
3rd	177.0±4.24	165.0±4.24
int.	169.2±5.02	156.0±4.24
4th	177.0±4.24	162.0±8.49
int.	168.0±4.90	154.8±5.02
5th	177.0±4.24	168.0±0.00
int.	171.0±3.46	157.5±5.74
6th	177.0±4.24	168.0±0.00
int.	170.4±5.37	162.0±4.90
7th	177.0±4.24	171.0±4.24
int.	171.0±3.46	157.2±10.73
8th	177.0±4.24	171.0±4.24
int.	172.5±5.74	163.2±5.02
9th	174.0±8.49	174.0±0.00
int.	174.0±4.65	159.0±6.00
10th	177.0±4.24	171.0±4.24
int.	174.0±3.79	160.9±7.01
11th	180.0±0.00	168.0±8.4
int.	174.0±4.90	164.4±5.37
12th	180.0±0.00	174.0±0.00
int.	175.5±3.00	164.0±12.49
13th	180.0±0.00	174.0±8.49
int.	177.2±3.09	163.0±8.83
14th	180.0±0.00	174.0±0.00
int.	176.0±4.90	166.0±4.90
15th	183.0±4.24	168.0±8.49
int.	174.0±4.90	158.0±3.46
16th	180.0±0.00	174.0±0.00
int.	178.0±4.24	163.2±5.02
17th	180.0±0.00	171.0±4.24
int.	178.0±3.10	163.2±6.20
18th	180.0±0.00	171.0±12.73
int.	176.4±5.37	170.0±7.27
19th	183.0±4.24	174.0±8.49
int.	175.2±2.68	166.0±3.46
20th	183.0±4.24	174.0±8.49
Total	175.0±5.38	163.6±7.78

Table 3 The mean of heart rate (beats/min.) during SIT-2

	sub. 9	sub. 10
1st	144.0±6.00	162.0±0.00
int.	140.0±6.71	151.5±4.24
2nd	160.0±3.64	172.0±3.46
int.	143.1±5.40	159.0±6.14
3rd	160.0±3.46	174.0±6.00
int.	149.3±6.76	159.4±10.31
4th	162.0±0.00	176.0±3.46
int.	151.5±8.93	166.0±7.35
5th	166.0±3.46	182.0±3.46
int.	151.0±8.83	162.8±6.76
6th	165.0±3.46	180.0±8.00
int.	155.1±4.14	162.9±10.06
7th	166.0±3.46	180.0±0.00
int.	158.3±6.36	166.3±6.68
8th	170.0±3.46	178.0±3.46
int.	159.0±5.02	166.5±6.21
9th	168.0±0.00	178.0±3.46
int.	160.3±6.68	163.7±6.68
10th	168.0±6.00	180.0±0.00
int.	161.1±6.41	162.0±4.90
11th	170.0±3.46	180.0±6.00
int.	159.4±6.80	167.3±6.71
12th	170.0±6.93	178.0±3.46
int.	164.5±5.98	156.0±8.49
13th	162.0±7.35	182.0±3.46
int.	161.6±5.99	167.3±5.95
14th	166.2±7.09	178.0±6.93
int.	164.8±6.75	165.0±6.41
15th	174.0±6.00	180.0±6.00
int.	164.6±5.86	168.9±4.14
16th	174.0±0.00	182.0±3.46
int.	166.3±6.68	166.0±4.90
17th	174.0±0.00	180.0±6.00
int.	167.3±5.01	163.5±8.93
18th	176.0±3.46	178.0±3.46
int.	168.0±4.90	163.5±8.93
19th	178.0±3.46	180.0±6.00
int.	167.3±8.14	169.0±10.33
20th	174.0±6.00	182.0±9.17
Total	161.0±10.51	167.8±10.06

### 3. 結 果

#### 1) ショートインターバル・トレーニングと心拍数

今回の実験におけるショートインターバル・トレーニングは、400メートル以下の距離を課する場合をショートインターバル・トレーニングと称した。

ショートインターバル・トレーニングは、100m（各自の競技能力の約70%の速度）+100mジョグ×20回（以下 SIT-1 と称す）、150m（各自の競技能力の約70%の速度）+150mジョグ×20回（以下 SIT-2 と称す）、400m（各自の競技能力の約70%の速度）+200mジョグ+200m（各自の競技能力の約70%の速度）+400mジョグ×6回（以下 SIT-3 と称す）の3種類のトレーニングについて実施した。

SIT-1における sub. 9 及び sub. 7 の HR は、Table 2 に示すとおりである。両被験者は、体型的にも競技能力的にも大体同程度のレベルの者である。両被験者が SIT-1 に要した時間は、sub. 9 が24分間、sub. 7 が26分間であった。両被験者のトレーニング中における HRmax と最低心拍数（以下 HRmin と称す）の範囲は、sub. 9 が186~154beats/min. (89.8~68.0%HRmax), sub. 7 が180~144beats/min. (85.7~61.2%HRmax) であり、両被験者とも大体同程度の幅を示した。またトレーニング中の最多頻度の HR は、sub. 9 が174beats/min. (81.6%HRmax), sub. 7 が162beats/min. (73.5%HRmax) であった。そしてトレーニング負荷時と休息時の HR の差は、平均で sub. 9 が $5.2 \pm 2.4$  beats/min., sub. 7 が $8.9 \pm 3.3$ beats/min.であり、負荷時と回復期の HR に被験者間で若干の相違のあることが認められた。

SIT-2における sub. 9 と sub. 10 の HR は、Table 3 に示すとおりである。両被験者は、体型的には相違があるものの競技能力的には同レベルの者である。両被験者が今回のトレーニングに要した時間は、ともに約34分間であった。両被験者のトレーニング中における HRmax と HRmin の範囲は、sub. 9 が180~132beats/min. (85.7~53.1%HRmax), sub. 10 が192~144beatn/min. (93.6~59.6%HRmax) であり、両被験者のトレーニング強度は異なるものの、高低差は大体同程度の幅を示した。またトレーニング中の最多頻度の HR は、sub. 9 が168beats/min. (77.6%HRmax), sub. 10 が168beats/min. (76.6%HRmax) であった。そしてトレーニング負荷時と休息時の HR の差は、平均で sub. 9 が $9.9 \pm 3.1$ beats/min., sub. 10 が $15.0 \pm 3.4$ beats/min.であり、負荷時と回復期の HR に被験者間で若干の相違のあることが認められた。

SIT-3 における HR は、Table 4 に示すとおりである。これは、一人の被験者 (sub. 9) による2回のトレーニングに関する資料である。トレーニングに要した時間は、1回目のトレーニング（以下 SIT-3-1 と称す）が約43分、2回目のトレーニング（以下SIT-3-2 と称す）が約45分間であった。トレーニング中における HRmax と HRmin の範囲は、SIT-3-1 が186~108beats/min. (89.8~36.7%HRmax), SIT-3-2 が180~108beats/min. (85.7~36.7%HRmax) であり、両トレーニング間に大きな相違は認められ

Table 4 The mean of heart rate (beats/min.) during SIT-3

	sub. 9-1	sub. 9-2
400m	150.6±18.64	164.7±8.00
int.	158.4±11.38	163.8±4.94
200m	172.0±6.93	174.0±0.00
int.	150.3±11.49	152.4±8.57
total	153.6±14.09	159.3±10.11
-----		
400m	168.0±11.62	173.3±6.32
int.	156.0±17.27	165.0±6.52
200m	176.0±3.46	174.0±0.00
int.	153.3±7.11	155.4±8.46
total	158.6±12.72	163.0±10.43
-----		
400m	170.3±5.50	174.7±6.32
int.	159.8±10.11	167.4±6.60
200m	180.0±0.00	178.0±3.46
int.	154.4±8.32	155.0±10.49
total	160.4±11.31	162.9±12.38
-----		
400m	174.0±10.14	173.3±5.57
int.	160.0±11.23	156.0±13.94
200m	182.0±6.93	174.0±0.00
int.	160.9±8.61	150.5±9.94
total	164.7±11.57	157.5±13.75
-----		
400m	176.7±11.27	167.4±7.72
int.	166.0±7.35	150.0±10.58
200m	184.0±3.46	164.0±6.93
int.	161.2±15.8	146.4±6.71
total	166.9±14.83	152.6±11.60
-----		
400m	179.3±10.36	168.7±7.00
int.	169.7±11.86	147.4±11.93
200m	184.0±3.46	168.0±0.00
int.	159.4±9.21	132.0±16.86
total	167.2±13.22	145.7±20.96
-----		
Total	161.8±13.84	157.0±14.68

なかった。またトレーニング中の最多頻度の HR は、SIT-3-1 が156beats/min. (69.4%HRmax), SIT-3-2 が168beats/min. (77.6%HRmax) であった。そしてトレーニング負荷時と休息時の HR の差は、平均で SIT-3-1 が16.5±5.3beats/min., SIT-3-2 が17.1±7.2beats/min. であり、両トレーニング間に大きな相違は認められなかった。

## 2) ミドルインターバル・トレーニングと心拍数

今回のミドルインターバル・トレーニングは、600m(各自の競技能力の70%の速度)+600mジョグ×3回(以下 MIT-1 と称す), 900m(各自の競技能力の70%の速度)+120秒ジョグ×7回(以下 MIT-2 と称す), 5分間ジョグ+5分間ペースアップ(各自の競技

Table 5 The mean of heart rate (beats/min.) during MIT-1

	sub. 9	sub. 7
1st	166.2±12.58	153.4±11.46
int.	134.7±12.44	134.9±9.96
2nd	166.3±12.65	159.3±15.87
int.	136.1±10.73	130.7±8.76
3rd	164.8±8.25	157.9±12.14
int.	134.8±13.59	121.9±11.74
Total	144.4±18.23	138.0±17.31

Table 6 The mean of heart rate (beats/min.) during MIT-2

	sub. 3	sub. 4
1st	161.4±8.88	148.2±9.15
int.	129.0±8.73	110.6±15.38
2nd	166.8±9.09	155.1±12.53
int.	136.9±12.53	129.8±19.77
3rd	166.0±6.66	158.7±10.75
int.	140.0±8.98	134.4±18.59
4th	158.0±7.18	160.9±10.58
int.	135.8±8.45	133.2±15.44
5th	169.3±18.12	160.5±11.16
int.	167.0±10.80	138.0±16.32
6th	192.3±10.18	164.9±7.73
int.	171.2±7.60	119.3±29.12
7th	193.1±6.65	122.7±14.76
Total	144.4±18.23	145.0±22.03

能力の70%の負荷)×3回(以下MIT-3と称す)の3種類のトレーニングについて実施した。

MIT-1におけるsub. 9とsub. 10のHRは、Table 5に示すとおりである。これは、600mを各自の競技能力の約66~76%の速度で走行した後に、600mのジョギング(約6分間)を挟み、3回のトレーニング負荷を繰り返したものである。両被験者が今回のトレーニングに要した時間は、ともに約27分間であった。トレーニング中における両被験者のHRmaxとHRminの範囲は、sub. 9が180~120beats/min. (85.7~44.9%HRmax)、sub. 10が192~108beats/min. (93.6~34.0%HRmax)であり、両被験者間のトレーニング強度には若干の相違があることが認められた。またトレーニング中の最多頻度のHRは、sub. 9が126beats/min. (49.0%HRmax)、sub. 10が126beats/min. (46.8%HRmax)であった。そしてトレーニング負荷時と休息時のHRの差は、平均でsub. 9が30.4±1.2beats/

Table 7 The mean of heart rate (beats/min.) during MIT-3

	sub. 7	sub. 5
jog	150.5±8.02	122.8±19.90
1st	182.3±6.13	155.1±11.04
jog	169.4±5.70	118.4±9.70
2nd	181.8±6.13	152.9±14.27
jog	168.4±6.29	115.2±8.24
3rd	177.0±11.61	152.7±11.36
Total	171.1±13.56	137.0±21.71

Table 8 The mean of heart rate (beats/min.) during LIT-1

	sub. 1	sub. 2
jog	126.0±5.32	114.0±10.28
1st	151.2±6.33	153.0±6.18
jog	126.6±5.40	134.4±8.36
2nd	151.6±4.54	159.6±3.99
jog	125.6±5.44	128.5±6.52
3rd	151.4±4.99	159.3±5.08
jog	126.0±6.87	132.2±8.25
4th	155.4±5.26	163.3±5.91
Total	143.7±13.61	148.6±17.13

min., sub. 10が $26.9 \pm 6.4$ beats/min. であり、負荷時と回復期の HR には被験者間で若干の相違があることが認められた。

MIT-2における sub. 2 と sub. 4 の HR は、Table 6 に示すとおりである。これは、900mを各自の競技能力の約64~90%の速度で走行した後に、120秒間の動的休息を挟み、7回のトレーニング負荷を繰り返したものである。両被験者が今回のトレーニングに要した時間は、ともに約35分間である。トレーニング中における両被験者のHRmax と HRmin の範囲は、sub. 3 が210~120beats/min. (100.0~46.4%HRmax), sub. 4 が174~78beats/min. (81.1~16.2%HRmax) であり、両被験者間に相当の相違があることが認められた。またトレーニング中の最多頻度の HR は、sub. 3 が168beats/min. (75.0%HRmax), sub. 4 が168beats/min. (77.0%HRmax) であった。そしてトレーニング負荷時と休息時の HR の差は、平均で sub. 3 が $25.0 \pm 9.2$ beats/min., sub. 4 が $28.4 \pm 11.0$ beats/min. であり、負荷時と回復期の HR には被験者間で若干の相違があることが認められた。

MIT-3における sub. 5 と sub. 7 の HR は、Table 7 に示すとおりである。これは、5分間をゆっくりとジョギングした後に、各自の競技能力の65~87%の負荷強度で5分間



Table 9 The mean of heart rate (beats/min.) during LIT-2

	sub. 6	sub. 8
1st	142.0±16.96	157.5±22.55
int.	92.4±16.06	104.0±12.75
2nd	142.5±14.3	156.3±20.42
int.	89.2±21.06	103.3±15.55
3rd	145.1±16.42	153.0±19.46
Total	124.4±30.35	137.7±31.05

走行するという、10分間を1セットに3回の繰り返しをする時間インターバルである。トレーニング中における両被験者のHRmaxとHRminの範囲は、sub. 7が192~126beats/min. (93.9~49.0%HRmax), sub. 5が168~90beats/min. (76.1~21.1%HRmax)であり、両被験者間に相当の相違があることが認められた。またトレーニング中の最多頻度のHRは、sub. 7が186beats/min. (89.8%HRmax), sub. 5が156beats/min. (67.6%HRmax)であった。そしてトレーニング負荷時と休息時のHRの差は、平均でsub. 7が15.8±9.1beats/min., sub. 5が35.7±2.3beats/min.であり、負荷時と回復期のHRには被験者間で相当の相違があることが認められた。

### 3) ロングインターバル・トレーニングと心拍数

今回のロングインターバル・トレーニングは、5分間ジョグ+10分間ペースアップ(各自の競技能力の70%の負荷強度)×4回(以下LIT-1と称す)、上り坂及び下り坂と平地を組み合わせたロードの4.1km(各自の競技能力の70%の速度)×3回、トレーニング間の休息は15分間(以下LIT-2と称す)、6000mジョグ(各自の競技能力の70%の負荷強度)+<600m(各自の競技能力の70%の速度)+120秒間ジョグ>×3回(以下LIT-3と称す)の3種類のトレーニングについて実施した。

LIT-1におけるsub. 1とsub. 2のHRは、Table 8に示すとおりである。両被験者は、体型的には異なるものの競技能力的にはほぼ同程度のレベルの者である。これは、5分間をゆっくりとジョギングした後に、各自の競技能力の67~74%の負荷強度で10分間走行するという、15分間を1セットに4回の繰り返しをする時間インターバルである。トレーニング中における両被験者のHRmaxとHRminの範囲は、sub. 1が168~120beats/min. (79.4~48.4%HRmax), sub. 2が174~72beats/min. (80.8~15.4%HRmax)であり、両被験者間の高低差に相当の相違があることが認められた。またトレーニング中の最多頻度のHRは、sub. 1が150beats/min. (67.7%HRmax), sub. 2が162beats/min. (73.1%HRmax)であった。そしてトレーニング負荷時と休息時のHRの差は、平均でsub. 1が25.9±1.6beats/min., sub. 2が29.0±6.3beats/min.であり、両被験者ともトレーニングの負荷強度については同程度ものが認められた。

Table 10 The mean of heart rate (beats/min.) during LIT-3

	sub. 9	sub. 10
6000m	171.8±11.51	175.2±6.12
int.	135.5±12.74	136.3±11.62
1st	169.6±9.48	175.3±7.13
int.	153.9±7.33	152.8±9.31
2nd	179.6±7.24	177.2±11.08
int.	157.5±7.73	157.2±6.49
3rd	181.4±4.35	175.0±16.15
Total	164.5±18.2	166.4±17.38

LIT-2における sub. 6 と sub. 8 の HR は、Table 9 に示すとおりである。これは、上り坂及び下り坂と平地を組み合わせた4.1km のコースによるトレーニングである。トレーニング負荷とトレーニング間の休息は、15分間の完全休息とした。トレーニング中における両被験者の HRmax と HRmin の範囲は、sub. 6 が174~60beats/min. (81.8~7.8%HRmax), sub. 8 が192~84beats/min. 2.3~16.2%HRmax) であり、両被験者間に若干の相違のあることが認められた。またトレーニング中の最多頻度の HR は、sub. 6 が150 beats/min. (66.2%HRmax), sub. 8 が102beats/min. (28.9%HRmax) であった。そしてトレーニング負荷時と休息時の HR の差は、平均でsub. 6 が $52.2 \pm 2.9$ beats/min., sub. 8 が $52.0 \pm 1.6$ beats/min. であり、両被験者ともトレーニングの負荷強度については同程度のものではあった。

LIT-3における sub. 9 と sub. 10 の HR は、Table 10 に示すとおりである。これは、各自の競技能力の約80%の強度で6000mの持久走をした後に、10分間の完全休息を取り、さらに600mを各自の競技能力の80~85%で3回走行したものである。600m負荷の間には、120秒間の動的休息を取り入れて実施した。トレーニング中における両被験者の HRmax と HRmin の範囲は、sub. 9 が186~114beats/min. (89.8~40.8% HRmax), sub. 10 が198~108beats/min. (97.9~34.0%HRmax) であり、両被験者間に相当の相違があることが認められた。またトレーニング中の最多頻度の HR は、sub. 9 が174beats/min. (81.6%HRmax), sub. 10 が174beats/min. (80.9%HRmax) であった。そして6000mの持久走と10分間の休息時の HR には、平均で sub. 9 が36.3beats/min., sub. 10 が38.9beats/min. の差が認められた。また600mの負荷時と休息時の HR は、平均で sub. 9 が $21.9 \pm 4.4$ beats/min., sub. 10 が $21.2 \pm 2.9$ beats/min. の差があり、両被験者ともトレーニングの負荷強度については比較的安定した状態であり、同程度の強度でトレーニングが遂行されたものといえる。

#### 4. 考 察

インターバル・トレーニングにおいて重要なことは、トレーニング強度とトレーニング間の休息時間の配分及び負荷数をいかに組み合わせるかということである<sup>4)5)7)~9)11)12)</sup>。それは、ショート、ミドル及びロングにおけるすべての距離のインターバル・トレーニングのプログラミングにおいても共通のことがいえる<sup>7)8)9)11)12)</sup>。つまり、トレーニングの基本的原則は、トレーニングの負荷強度と休息時間の配分<sup>4)8)</sup>である。とくに選手個々の競技能力を向上させるためには、個別の原則を踏まえ、たうえて個々のトレーニングの編成を考えると、さらに個々の競技能力以上の過負荷のトレーニング強度を要求するオーバーロードの原則をプログラムに組み込んだトレーニングプログラムが必要<sup>8)10)16)22)24)</sup>である。しかし、トレーニングの現場においては、競技能力の異なる集団が同一のトレーニングをしているのが実情であり、そこには集団トレーニングの厳しい現実がトレーニングの実態として存在する。

そのような意味で今回は、とくに競技能力の異なるトレーニングケースが比較的多く見られる、女子の長距離選手を対象にしたインターバル・トレーニングを取り上げ、トレーニングが身体に与える影響及び運動強度を分析する目的で実験をした。各種のインターバル・トレーニングが選手の身体に与える影響については、トレーニング中のHRの動向から%HRmaxを推定<sup>8)15)</sup>し、トレーニング強度として考察したものである。

ショートインターバル・トレーニングは、他の種類のインターバル・トレーニングに比較して負荷する距離が短く、走行速度及びトレーニング間の休息時間の比率が異なるために全体の%HRmaxも高く、トレーニングの目標に合わせたトレーニング強度及び休息時間の配分が、効率的なトレーニング効果を得るための重要なポイント<sup>8)11)</sup>になる。とくにインターバル・トレーニングでは、トレーニングの距離が短くなればなるほど走行速度も速くなり、トレーニング間の休息時間も短縮されるということが基本的な考え方である。これは、本来ショートインターバル・トレーニングが養成の目標にするスピード持久性を向上させる手段であり、トレーニング速度の選択も重要なポイントであるが、それ以上に休息時間の配分がよりスムーズにトレーニングを継続していくうえで、重要な条件になると考えられる。なぜなら、短かい距離の走行は、無酸素状態での走行を身体機能に要求する<sup>8)24)</sup>ものであり、ミドル及びロングのインターバル・トレーニングとは休息期に該当するインターバルでの回復状態が異なるからである<sup>8)24)</sup>。つまり身体的負担度は、休息期に十分な回復をしないままにトレーニング負荷を繰り返すため、他のインターバル・トレーニングに比較して負荷強度が非常に大きなものになる<sup>4)8)11)24)</sup>。今回のSIT-1の%HRmaxにおいても、トータルで82.3及び74.6%HRmaxの平均強度を示しているが、トレーニング負荷期と休息期の%HRmaxは84.5と81.1%HRmax及び78.9と72.9%HRmaxのように、負荷時と休息時の%HRmaxが非常に接近したトレーニング強度の中でトレーニングが遂行されている。これは、インターバルと負荷期の間の%HRmaxに差がないということを示している。

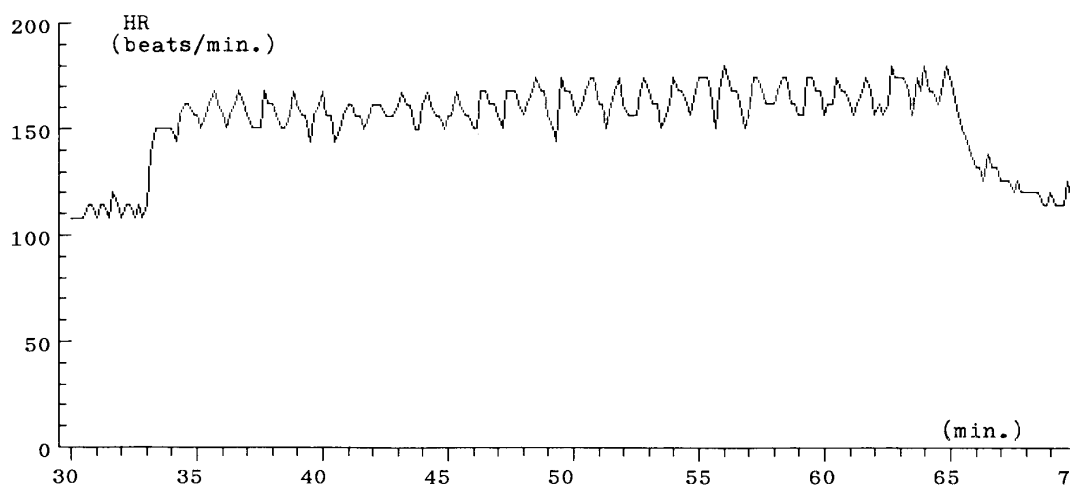


Fig. 1 Heart rate during short-interval training of sub 7

示しているものである。したがって、ショートインターバル・トレーニングにおいては、トレーニング時の走行速度に緩急はみられても、身体に加わる負荷強度としては平均的な%HRmaxを生体に要求しているといえよう。さらに、トレーニング中のHRmaxとHRminの間に大きな差が見られないということは、トレーニング時の負荷強度に強弱の幅がないままにトレーニングが遂行されているものであり、トレーニング強度も大きく、非常に大きな身体的労作を生体に要求していると考えられる。この点については、筆者等の既報とほぼ同様のものであった<sup>11)</sup>。また、休息期の時間を短縮したトレーニングを逆の観点から考えた場合、回復速度が遅くなるためトレーニング負荷時のトレーニング速度にマイナス作用として影響するという一面もあり、ショートインターバル・トレーニングが本来、目標とするスピード持久力を養成するためのトレーニングを考えるならば、休息時間の延長をある程度考慮しなければならないといえる。つまり、休息時間の延長は、回復時の%HRmaxを70%以下に回復させて、トレーニング負荷に入ることがよりスムーズにトレーニングスピードも維持できるし、より多くの負荷数を継続することが可能で、同時に筋持久力も養成<sup>2)8)</sup>できるものと思われる。このトレーニング状況については、今回収録した Fig. 1 (sub. 7)のトレンドグラフの直線的な流れに見られるとおりである。さらに、MIT-1よりもトレーニングの距離を少し延長したMIT-2においては、MIT-1の場合よりも休息期の距離及び時間が長くなるだけ回復状態は若干良好にはなるが、全体的な状況としてMIT-1と大差は認められなかった。つまり、ここでもMIT-1の場合と同様に、150mというトレーニング距離が無酸素状態を身体機能に要求<sup>8)16)</sup>しているものであり、MIT-1のケースと同様に休息期の時間配分がトレーニング効果をあげるための重要なポイントになるといえよう。つまり、無酸素運動に該当する距離をインターバル・トレーニングとして活用する場合は、少なくとも回復期の%HRmaxを70%以下に確保する必要がある。なぜなら、回復

率が70%HRmax以上の状況でトレーニングを継続しようとした場合、連続負荷が非常に難しくなると考えられる。さらにスムーズなインターバル・トレーニングの継続を考えるならば、休息期の回復率を65%HRmaxまで回復させて、トレーニング負荷に入ることができれば、より効率的なトレーニング効果を得ることができるといえよう。休息期の%HRmaxの確保は、反復トレーニングを本旨とするインターバル・トレーニングにとってトレーニング強度を80%HRmax以上に維持するための、基本的条件であろうと考える。つぎに二種類の異なる距離を組み合わせたSIT-3においては、とくに1セットの%HRmaxと全体の%HRmaxを把握したうえで、トレーニング時及び休息時間の強度の配分について考慮しなければならないといえる。今回のSIT-3-1及びSIT-3-2においても、全体的にはトレーニング負荷時が約80%HRmax、休息時が約70%HRmaxのトレーニング強度が確認されており、トレーニングの効率からすれば負荷強度及び休息時間の配分は最適な比率であったといえる。また組み合わせによる%HRmaxを考えた場合は、400mの負荷時が約80%HRmax、200mのジョグギングが約70%HRmax、200mの負荷時が約80%HRmax、400mのジョグギングが約70%HRmaxであり、トレーニング負荷時と休息時のバランスが比較的うまく配分されているものと考えられる。以上のことから、400m以下の距離を主体にしたショートインターバル・トレーニングの%HRmaxは、トレーニング負荷時の強度を80%HRmax、休息期のインターバルを70%HRmax以下に回復させるような時間配分をトレーニング強度として考えれば、比較的スムーズなトレーニング効果が得られるものと考えられる。またトータルでのトレーニング強度は、70~75%HRmaxを平均強度として設定できれば、無理なくトレーニングを遂行することができるものと確信する。

つぎにミドルインターバル・トレーニングは、トレーニング強度の設定が非常に難しいトレーニングといえる<sup>8)24)</sup>。なぜなら、ミドルインターバル・トレーニングは、トレーニングとして負荷する距離が、無酸素運動と有酸素運動の境界領域に相当するところのものだからである<sup>18)26)</sup>。したがって、ミドルインターバル・トレーニングにおいても、ショートインターバル・トレーニングと同様に休息期の時間配分を重点的に考える必要があると判断する。今回のミドルインターバル・トレーニングとしての負荷距離は、1000m以下を基準に考えたため、休息期の時間配分を各自の%HRmaxの3分の2程度の回復率をイメージして、休息時間及びジョグギングの距離を設定した。とくにMIT-1のように、無酸素運動から有酸素運動に切り換わる距離をトレーニングプログラムにした場合は、トレーニングの負荷強度の設定が非常に難しい。なぜなら、ある一定の距離までは無酸素で走行するが、それ以降の距離の走行については有酸素運動に切り換わるという二面的な酸素の供給機構<sup>8)14)24)</sup>が組み合わさっている運動だからである。今回のMIT-1における被験者の%HRmaxは、全体的には62%と54%、トレーニングの負荷時が76%と68%、休息時が55%と49%であり、インターバル・トレーニングとしての%HRmaxとしてはトレーニング強度が低すぎる感じがする。また休息期の時間配分についても、%HRmaxの値が非常に低いライン

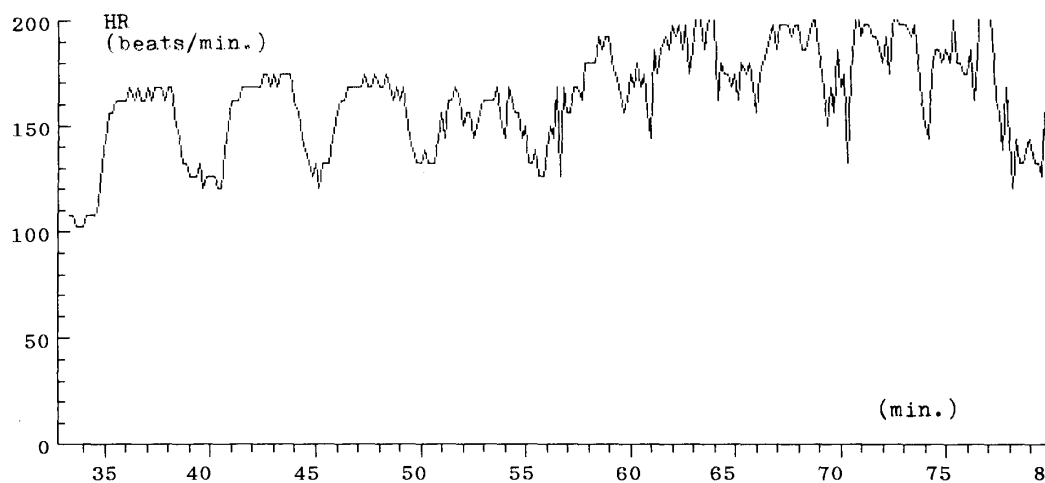


Fig. 2 Heart rate during middle-interval training of sub. 3

にあり、その点についても負荷強度と休息時間のバランスについてをトレーニングポイントを少し高い位置におき、トレーニング遂行することが望ましいと考える。つまり、トレーニング効果ということから考えた場合、休息期の %HRmax を65~70%までとして、トレーニング負荷の継続を考えなければ、本来ミドルインターバル・トレーニングがトレーニング目標とする持久力プラススピードの養成<sup>8)24)</sup>は獲得できないと考える。またトレーニング時の負荷強度は、あくまで80%HRmax を基準に考えなければ、効率的なトレーニング効果は期待できないといえる。MIT-1より少し距離を延長したMIT-2では、1名の被験者がトータルで約72%HRmax を示し、負荷時が約78%HRmax、休息時が約62%HRmax のトレーニング強度が確認されており、トレーニング状況としては比較的うまく遂行されたものといえる。Fig. 2 (sub. 3) のトレンドグラフに見られるとおり、ある程度のトレーニング強度を維持しながら、生体への刺激は回数が増加するに伴って大きくなる。この状況が、ミドルインターバル・トレーニングが目標とするところのスピード持久力の養成の獲得である<sup>8)24)</sup>。したがって、トレーニングプログラムの設定は、今回の実験におけるトレーニング強度は最適なものであったということができよう。しかし、もう一方の被験者については、全体的にみてもトレーニング負荷時及び休息時の %HRmax が低く、両者の競技能力の相違を確認することができる。つまり、競技能力の異なる選手を同一のトレーニングプログラムで同時に実施することは、競技能力以外の精神的な要素<sup>8)13)</sup>がトレーニング時に作用して、必ずしもプラスには作用しないということ今回の結果から確認することができる。つぎに時間走を主体にしたインターバル・トレーニングであるMIT-3は、1名の被験者がトータルで約80%HRmax、負荷時の平均が約86%HRmax、休息時の平均が約74%HRmax であり、全体的には選手の競技能力に対してトレーニング強度が少し高いようにも考えられる。つまり、第3回目のペースアップの %HRmax が第1回目及び2回目

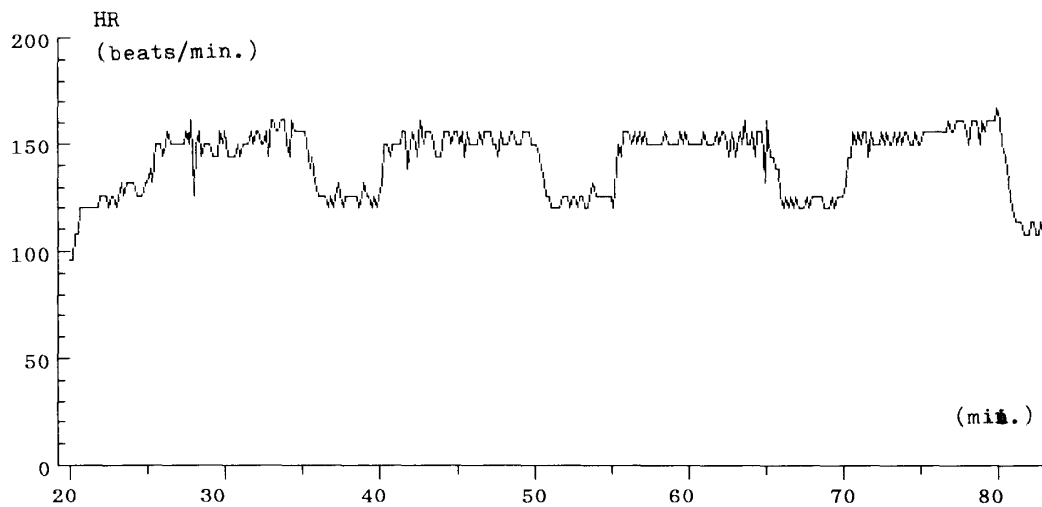


Fig. 3 Heart rate during long-interval training of sub. 1

に比較して追い込みがなされていない。したがって、MIT-3においても同様に考えられることは、休息期のペースを70%HRmax以下に落とすことにより、負荷時のペースアップがスムーズに導入できるものと考えられる。また、もう一方の被験者は、両者の競技能力の相違から70%HRmaxに追い込むことも非常に難しい現状であった。この点については、MIT-2に見られた現象と同様に、競技能力の異なる者が同一にトレーニングをした場合に生じる精神的なマイナス因子が影響するものと考えられる。以上のことから、ミドルインターバル・トレーニングにおいては、負荷時の%HRmaxを80%に維持するという事は非常に厳しいものであり、負荷強度を上げるためには回復期の時間及び距離を延長しなければならないということになり、ミドルインターバル・トレーニングとレペティション・トレーニングとの境界領域の区分が非常に難しいところである。したがって、今回の実験から考察する%HRmaxについては、負荷時の%HRmaxを75%を基準に、回復期の%HRmaxを65%程度で配分すれば、トータル的に70%HRmaxが保持できるため、インターバル・トレーニングとしては比較的スムーズに反復負荷が継続できるものと考えられる。また、ミドルインターバル・トレーニングにおいては、競技能力の異なる者が同一に同一のトレーニングプログラムを遂行するという事には、非常に無理が生じるということも今回の実験から確認できた。

ロングインターバル・トレーニングは、負荷時の距離が長くなるために休息期の%HRmaxをある程度下げてやらなければ、負荷時の%HRmaxを維持することが非常に難しいという点<sup>8)24)</sup>がある。LIT-1は、時間によるトレーニングの組み合わせである。今回の実験におけるトレーニング対象の2人の被験者は、競技能力としてはほぼ同程度の者である。両被験者のLIT-1における%HRmaxは、全体的には約65%程度の負荷強度である。そして、トレーニング負荷時と休息期の%HRmaxは、約70%と約50%であり、非常にバランスよ

く組み合わせられているが、トレーニング強度としてはもう少し負荷強度を高めてもトレーニングプログラムとしては実施が可能であると考えられる。それは、両被験者ともに HRmax と HRmin の範囲の格差が非常に大きく認められており、トレーニングの流れの中に余裕を伺うことができるからである。トレーニングの流れについては、Fig. 3 (sub. )に見られるとおりである。さらに LIT-2 では、トレーニング環境にアップ、ダウンのコースをを組み入れた、比較的長い距離をトレーニングとして採用したものである。今回の LIT-2 の %HRmax は、全体的には約50%前後、トレーニング負荷時が約65%前後、休息時が約30%程度の値が確認されており、トレーニング強度のバランスとしては比較的うまく配分されてトレーニングが遂行されたものと判断することができる。しかし、トレーニング強度としては、負荷時の強度を70~75%HRmax、休息時を25~30%HRmax、そして全体的には60%HRmax で配分されることが望ましいといえる。なぜなら、間のインターバルに完全休息を採用しているが、LIT-1 のトレーニングケースと同様に両被験者ともに HRmax と HRmin の範囲に相当の幅と余裕<sup>14)</sup>が認められているにもかかわらず、負荷時の %HRmax の数値が今一步の状況であった。LIT-3 は、ロングジョグの後にミドルインターバル・トレーニングを配分したものである。両被験者とも競技能力としては同程度の者であり、全体的には約75%HRmax という数値が確認されている。これは、トレーニング強度としては最適な %HRmax といえる。その後、休息期において約55%HRmax に回復した後に、つぎのミドルインターバルに入っている。そのミドルインターバルでは、全体として75~77%HRmax、トレーニング負荷時が約80%の %HRmax、休息時が約70%HRmax であるということはトレーニングの内容としては最適な配分率であったといえる。以上のことから、ロングインターバル・トレーニングにおける %HRmax は、休息期が60%、トレーニング負荷時が70%及び80%のトレーニング強度を、トレーニングとして負荷する距離に応じてトレーニングプログラムを配分すれば、効率的なトレーニング効果を期待できるものと考えられる。

また、参考資料として収集した %Fat については、今回対象にした被験者が女子の長距離選手ということで、同年齢の女性に比較して少ない<sup>8)24)</sup>値であったが、%Fat の多い者の方がトレーニングから受ける身体的影響及び %HRmax の反応は大きいものであった。これは、他の研究資料に見られるもの<sup>8)16)</sup>とほぼ同様の結果である。さらに、体水分量については、トレーニングの内容によりトレーニング前後で若干の変動が認められている。これも、今回の実験においてはトレーニングによる影響を考えるまでの体水分変動は確認できなかった。トレーニング前後の尿成分の変動は、とくにトレーニング直後において尿タンパク (PRO)、続いて若干のウロビリノーゲン (URO)、まれに軽い潜血反応が見られる被験者もいたが、翌朝には解消されるという程度のもので、オーバーワークを考慮する<sup>4)8)10)23)24)</sup>までの状況を確認するまでには至らなかった。



## 5. 要 約

女子の長距離選手を対象にしたインターバル・トレーニングの運動強度について分析する目的で実験したところ、トレーニング中のHRの動向からトレーニング強度としての%HRmax及び休息時間における%HRmaxから負荷及び休息の配分に関する資料が確認できたので報告する。

1. ショートインターバル・トレーニングの%HRmaxは、負荷時が80%、休息時が70%、全体で75%のトレーニング強度で設定することが望ましいといえる。また、トレーニング時間の配分としては、スピード持久性を養成するためのトレーニングであるため、少なくとも有酸素運動が成立する運動時間を課さなければならない。
2. ミドルインターバル・トレーニングの%HRmaxは、負荷時が75%、休息時が65%、全体で70%のトレーニング強度で設定することが望ましいといえる。しかし、ミドルインターバル・トレーニングでは、負荷する距離に応じて休息時の%HRmaxを調整してやらなければ、インターバル・トレーニングとして反復負荷を継続することは困難になる。
3. ロングインターバル・トレーニングの%HRmaxは、負荷時が80%、休息時が60%、全体で70%のトレーニング強度で設定することが望ましいといえる。しかし、ロングインターバル・トレーニングでは、負荷する距離に応じて回復期の%HRmaxを低くすることも考える必要がある。
4. 以上のことから、各種のインターバル・トレーニングの%HRmaxにおいては、トレーニングの種類によって異なるが、負荷強度としては80%HRmaxを基準に、負荷するトレーニングの距離及び時間に応じて休息時間及び距離を設定し、トータルでの%HRmaxをトレーニング強度としてプログラミングすることが望ましいといえる。

## 参 考 文 献

- 1) 青木高他：21世紀の健康・体力づくり，71-73，135-143，大修館，1990
- 2) Ahlborg B., et al. : Muscle glycogen and muscle electrolytes during prolonged physical exercise. Acta Physiol. Scand. 70 : 129-142, 1967
- 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，20，190-194，1971
- 4) 浅見俊雄他：スポーツトレーニング，40-195，朝倉書店，1985
- 5) American College of Sports Medicine : T recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining fitness in the healthy adults. Med. Sci. Sports. 10 7-10, 1978
- 6) 石河利寛：スポーツとからだ，103-140，岩波書店，1991
- 7) 榎本豊他：VO<sub>2</sub>max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
- 8) Astrand P.-O., et al. : Textbook of Work Physiology, Mcgraw-hill, 295-518, 1970
- 9) 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
- 10) 川上雅之他：保体学概論，180-217，小林出版，1992
- 11) 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

- 12) 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，277-292，1993
- 13) 久保田競：ランニングと脳，21-34，朝倉書店，1988
- 14) 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
- 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) 黒田善雄他：日本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
- 18) 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
- 19) Costill D. L., et al. : Fractional utilization of the aerobic capacity during distance running. *Med. Sport*, 5, 248-252, 1973
- 20) Costill D. L., et al. : Determinants of marathon running success. *Int. Z. Angew. Physiol.* 29, 249-251, 1971
- 21) Costill D. L., et al. : Glycogen utilization in leg muscles of men during level and uphill running. *Act. Physiol. Scand.* 91, 475-481, 1974
- 22) Costill D. L., et al. : Metabolic responses during distance running. *J. Appl. Physiol.* 28, 252-255, 1970
- 23) 新畑茂充他：中高年ランナーの血清脂質について，スポーツ医学，vol.7，no.7，805-810，1990
- 24) 田口貞善他：運動生理学，13-20，151-161，259-288，杏林書院，1992
- 25) 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
- 26) Davies C. T. M., : Limitation to the prediction of maximum oxygen intake from cardiac frequency measurements. *J. Appl. Physiol.*, 24, 700-706, 1968
- 27) Drinkwater D. L. et al. : Responses of young female track athletes to exercise. *Med. Sci. Sports*, 356-62, 1972
- 28) 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及び長距離走行中の酸素摂取水準，体育学研究，vol.17，no.5，1973
- 29) 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，vol.7，no.5，573-577，1990
- 30) 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
- 31) 山地啓司：心拍数の科学，17-30，大修館，1981
- 32) 山地啓司：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，vol.32，no.3，167-175，1987
- 33) 山地啓司：心臓とスポーツ，47-119，162-183，共立出版，1982

## The Correlation between Work Load and Interval Training Inferred from Heart Rate by the Long-distance runner of Female

Masayuki KAWAKAMI, Koji INOKIHARA, Tkashi MATSUBARA,  
and Hideto IWASAKI\*

*Faculty of Liberal Arts and Science*

*Okayama University of Science*

*1-1 Ridaicho, Okayama 700 Japan*

*\*Sanyo Gakuen Junior College*

*1-14-1 Hirai, Okayama 703 Japan*

*(Received September 30, 1993)*

The purpose of this study was analysis on the results physical function affected by the interval training inferred from heart rate. The subjects in this study were long distance runner of 10 female of 17 to 20. The influence of physical function was analysis by the results of heart rate during interval training of short, middle and long.

The following results were obtained:

- 1) The mean of work load during short-interval training indicated the numerical value between 75% and 80% of HRmax of the subjects.
- 2) The mean of work load during middle-interval training indicated the numerical value between 70% and 75% of HRmax of the subjects.
- 3) The mean of work load during long-interval training indicated the numerical value between 70% and 80% of HRmax of the subjects.
- 4) Therefore, the most important thing on the interval training for long distance runner of beginner should be considered of %HRmax per running speed of each runner by the work load during interval training of short, middle and long.