

## ウルトラマラソン (100Km) 走行中の心拍数の変動

木村 瑞生\* 北 均\* 五十嵐 圭一\*\*

### Changes of Heart Rate during Ultra-marathon Race (100Km)

Mizuo KIMURA, Hitoshi KITA, Keiichi IGARASHI

#### Abstract

The purpose of the present study was to investigate the changes of heart rate during ultra-marathon race. Subject was one healthy male in age 36, who were well trained for long distance running. Subject run the whole distance (100km) on 8 hours 24 minutes in 100km race. Values of mean heart rate and mean running speed every 5km were calculated. Although the values of mean running speed decreased, the values of mean heart rate increased from 140 to 168 beats/min. gradually. This relation between heart rate and running speed during long distance running hasn't been given an example in previous study.

#### はじめに

1970年代に芽生えたジョギングブームは、一時のブームに終わらず、年々エスカレートしている。それ以降、ジョギングに留まらず、これまでトップアスリートのためのマラソン(42.195 Km)が、1980年には大衆マラソン(篠山マラソン)として登場した。そして、1990年には70ものフルマラソンレースが開催され、4万8千名が完走している<sup>6)</sup>。このように現在では、単に健康のためのジョギングのレベルを越えたランニングブームが到来している。さらに、1985年頃からは、42.195 Kmを越える距離を目指すウルトラマラソンレースが開催され、より長い時間とより長い距離を志向したランナーが増加し続けている。

今日では50 Km以上のウルトラマラソンは国内だけでも大規模、小規模含めて約45大会あり、

この内100 Km以上は26大会にもおよんでいる<sup>6)</sup>。このような超長距離とも言うべきランニングが生体に及ぼす影響についての生理学的研究も数年前から行われるようになってきた。研究内容は、レース前・中・後のランナーの血液性状を調べるものが主なものである。しかしながら、極力ランナーに苦痛を与えず、しかも時間のロスを少なくし走行に支障を来さないように配慮しなければならないため、一度に多くの被験者(ランナー)から経時的に生理的データを得ることは困難である。特に、血液循環のポンプである心臓の活動レベルの指標ともいうべき心拍数をスタートからゴールまで経時的に測定することは極めて困難である。そのためウルトラマラソン中の心拍数の変動に関する研究報告はほとんど見あたらない。長時間運動の心拍数を経時的に測定するためには、被験者の体力レベルはもとより、測定し続ける強い意志が必要となる。

そこで、今回、1名の被験者ではあるが、100 Kmウルトラマラソン走行中の心拍数を経時的測定す

\*本学工学部(体育)

\*\*本学芸術学部(体育)

1995年9月5日受理

ることに成功し、走行スピードと心拍数の関係を調べたところ興味ある結果が得られたので報告する。さらに、同一被験者について100 Kmの約5分の1の距離、6分の1の所要時間のハーフマラソン(21.0975 Km) 走行中の心拍数の変化も併せて報告する。

## 方法

被験者は、週5日以上頻度でトレーニングをし、ランニング歴20年以上の健常な成人男子1名(MK:年齢36歳)であった。100 Kmの経験は、1992年に1回、1993年に1回あり、今回で3回目のレースであった。また、ハーフマラソンは今回で5回目のレースであった。

今回の心拍数測定を行った2大会とその記録を以下に紹介する。

### 1) 第3回まほろば国際マラソン

開催日:1994年5月15日(日)

種目:ハーフマラソン(21.0975 Km)

記録:1時間19分43秒(自己最高記録)

順位:108位(2907人中)

### 2) サロマ湖100 Kmウルトラマラソン

開催日:1994年6月25日(日)

種目:100 Km

記録:8時間24分09秒(自己最高記録)

順位:一般男子の部18位(1200人中)

上記のようにいずれの大会においても自己最高記録をマークした。

## 心拍数測定方法および解析

今回の心拍数測定には、ハートレートモニター(バンデージXL, キャノントレーディング株式会社)を用いた。この測定装置は、胸部に導電ゴム電極ベルトと心拍信号送信機を装着し、腕時間型受信機に無線で心拍信号を送ることにより、運動中の心拍数をリアルタイムでモニターおよびメモリーできる機能を持っている。

サロマ湖100 Kmウルトラマラソンでは、ハートレートモニターの受信機のメモリー・インターバルを1分、まほろば国際マラソンでは5秒にセットしてメモリーし、後にパーソナルコンピュータを用いてメモリーされた心拍データを解析した。

## 最高心拍数および運動中の心拍水準の求め方

個人が記録する最高の心拍数を最高心拍数という<sup>7)</sup>。最高心拍数は、加齢により低下することが報告されている<sup>4)</sup>。最高心拍数を求める方法は、推定式を用いる方法<sup>1,3)</sup>と実際に最大身体作業を行わせて実測する方法がある。被験者MKの場合、これまで数回最高心拍数を求める測定を行ったが、今回のハーフマラソンレース中の心拍数が最も高かった(200拍/分)のでその値を最高心拍数として採用した。

運動強度の指標となる心拍水準は以下の式を用いて求めた。

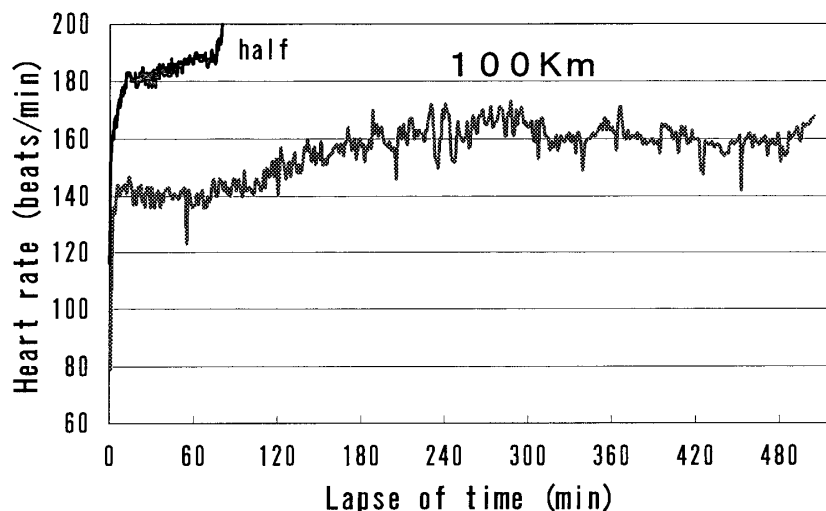


Fig. 1 Changes of heart rate during 100km and half-marathon.

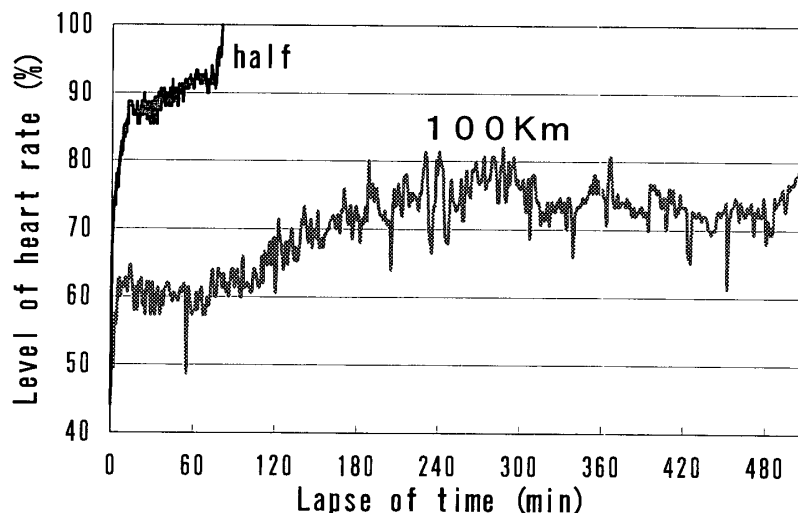


Fig. 2 Changes of level of heart rate during 100km and half-marathon.

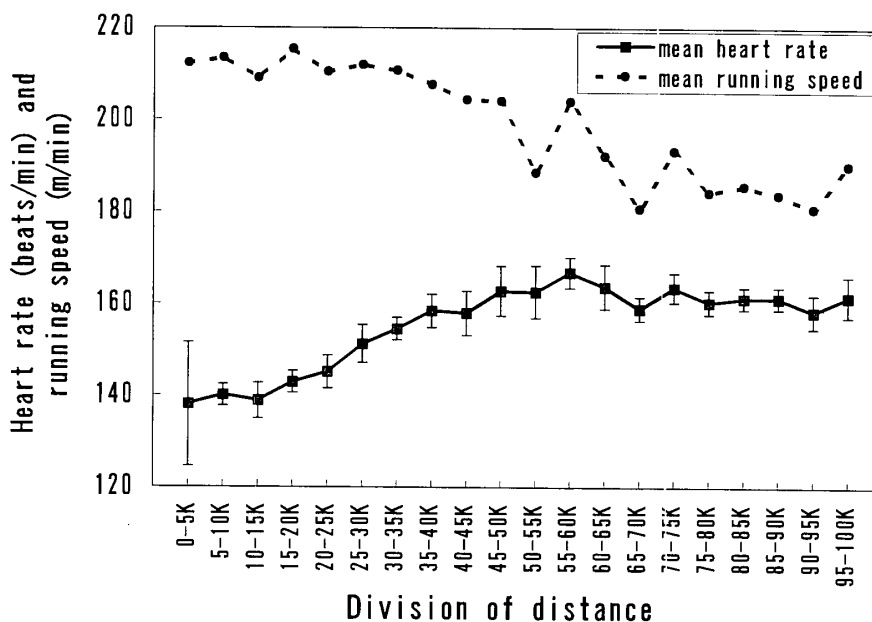


Fig. 3 Changes of heart rate and running speed during 100km running.

心拍水準 (運動強度) =  $\frac{(HR_{ex} - HR_{rest})}{(HR_{max} - HR_{rest})} \times 100$

- HR<sub>ex</sub> : 運動中の心拍数
- HR<sub>rest</sub> : 安静時心拍数 (MK: 50 拍/分)
- HR<sub>max</sub> : 最高心拍数 (MK: 200 拍/分)

結果および考察

自己最高を記録したハーフマラソンおよび100 Km ウルトラマラソン走行中の心拍数の変動を図-1に示した。ハーフマラソン中の心拍数は、スタート直後急激に上昇し20分以内に180拍/分に

達した。その後、心拍数は緩やかに190拍/分前後まで増加し、ゴール約10分前から再度急激に上昇し、最高200拍/分まで達した。

最高心拍数は加齢に伴い低下することが報告されている。これまでの研究報告<sup>1)</sup>から被験者MKの最高心拍数を求めると、184拍/分前後と推測される。しかし、結果として200拍/分の最高心拍数を示した。このことは、被験者MKの日常のトレーニングレベルが高く、心臓循環系機能が高い状態に保たれていると考えられる。

100 Km ウルトラマラソンの心拍数は、ハーフマラソンと比較して明らかに低く、スタート後2

時間位までは約 140~150 拍/分のほぼ安定した値を示したが、その後 2 時間から 4 時間まで緩やかに増加し、4 時間以降は 160 拍/分前後の値を示した。

次に、これらの心拍数の変化から相対的運動強度の指標となる心拍水準を求めた(図-2)。ハーフマラソンと 100 Km ウルト라마ラソンの心拍水準は、それぞれ 85~100% と 60~80% であった。今回のウルト라마ラソンにおいて被験者 MK はゴール 3 Km 手前より最大努力で走ったにもかかわらず心拍水準が 80% レベルまで達しなかった。主観的な努力の程度(主観的強度: RPE)と心拍数の間には正の比例関係が存在することが報告されている<sup>2)</sup>。しかしながら、先に述べたようにゴール前 3 km を最大努力を尽して走行したにもかかわらず、意外に心拍水準が上昇しなかった事実を考えると、100 Km 走のような超長距離の場合は、単純に心拍数と RPE の正の比例関係は成立しないことが示唆された。

次に 100 Km ウルト라마ラソンについて走速度と心拍数の変化を調べた。図-3 には 5 キロ毎の平均走速度とその区間の平均心拍数(±SD)との関係を示した。スタート後 60 Km 地点まで徐々に平均速度が低下しているにもかかわらず平均心拍数は逆に明らかな増加を示した。この関係は、走速度と心拍数が正の比例関係を示すというこれまで

の報告とは矛盾する結果となった。

このように、ウルト라마ラソンのような長時間の身体運動を続けた場合の心拍数の調節機構に関する研究には、未だ解決されていない問題が残されている。

#### 参考資料

- [1] American Heart Association, Committee on Exercise. Exercise Testing and Training on Apparently Healthy Individuals: A Handbook for Physician. New York: American Heart Association (1972)
- [2] Borg G. Perceived Exertion as an indicator of somatic stress. Scand J. Rehab. Med. 2-3: 92-98 (1970)
- [3] Drinkwater B. L. & S. M. Horvath. Heart tolerance and aging. Med. Sci. Sports 11: 49-55 (1979)
- [4] Wilmore J. H. & W. L. Haskell. Body composition and endurance capacity of professional football players. J. Appl. Physiol. 33: 564-567 (1972).
- [5] 山西哲朗. 「市民マラソン」, 体育の科学, 42: 914-918 (1992)
- [6] 山西哲朗. 「ジョギングの特性」, J. J. Sports Sci. 14: 11-22 (1995)
- [7] 山路啓司. 心拍数の科学 (1981)