都市近郊に居住する日本人とネパール人の Maximal Aerobic Power

大坂哲郎* 今野道勝** 和田紀子***

安永誠* 吉水浩**** 増田卓二****

A COMPALATIVE STUDY OF MAXIMAL AEROBIC POWER BETWEEN SEDENTARY GROUP IN MODERN SOCIETY AND ACTIVE GROUP IN PRISTINE SOCIETY

TETSURO OSAKA, MICHIKATSU KONNO, NORIKO WADA,
MAKOTO YASUNAGA, YUTAKA YOSHIMIZU
AND TAKUJI MASUDA

A compalative study of maximal aerobic power (MAP) with special reference to age were carried out as a basic study for determing the optimal physical load for successful living in modern society or in future ages. 169 males who have a sedentary living style profoundly affected by the motorization, 10-69 years of age, in suburban district of Fukuoka City (JAPAN) and 54 males who have a natural living style, 16-55 years of age, in rural districts of Nepal were selected as subjects. Measurement of MAP was made indirectly following to the method of Margaria et al.. Each subject were given two different intensity step up and down exercises, and MAP was calculated from heart rates immediately after exercises and individual's estimated maximal heart rate. % Fat was estimated from skinfold thickness according to the method of Nagamine.

Statistically significant correlations were found both of Japanese group ($r = -0.554$, $P < 0.001$) and Nepalese group ($r = 0.561$, $P < 0.001$), and each regression equation between MAP (ml/kg/min) and Age (yr) were as follows :

$MAP = -0.350 \text{ Age} + 52.121$ in the case of Japanese group.

$MAP = -0.446 \text{ Age} + 63.395$ in the case of Nepalese group.

However, difference of the regression coefficient was not significant.

Mean MAP per kilogram of body weight or per kilogram of lean body mass of every Japanese age groups wese lower than those of Nepalese groups with coincidental age, respectively. Generally, it is said that the socio-economical condition of Nepal today is a similar to that of Japan in the Meiji era. Therefore, it may be considered that modernization or urbanization have lowerd the system of Japanese people.

According to the review of literatures concerning to the living style and MAP in a evolutional and comparative point of view, it may be considered that human races have maintained the relatively high MAP like Nepalese group today. Therefore, it is said conclusionally that the maintenance of mean MAP like Nepalese group is desirable in modern society or in future ages to prevent the degeneration of functions attributing the new health problem of modern society.

(J. Physical Fitness Japan 1982, 31 : 172~177)

* 福岡工業大学保健体育学教室 〒 811-02 福岡市東区下和白 483

Department of Health and Physical Education, Fukuoka Institute of Technology

** 九州大学健康科学センター

Institute of Health Science, Kyushu University

*** 久山町役場健康課

Health Section, Hisayama Town Office

**** 久留米大学保健体育学教室

Department of Health and Physical Education, Kurume University

I. は じ め に

青年期以降の Maximal Aerobic Power (最大酸素摂取量, 以下 MAP と略す) には, Masai 族のようにきわめて活発な日常生活を営んでいる人々を除けば, 加齢とともに減少する傾向が認められている²⁾³⁾⁷⁾¹¹⁾²³⁾。Cumming⁵⁾ は MAP のこのような減少傾向を考慮し, 全く任意の値ではあるが, MAP からみた Fit と Unfit との Cutoff point を, 青少年男子では 50 ml/kg/min, 60 歳までの成人男子でも 40 ml/kg/min であろうと予測している。

そして, 著者たちは進化論的比較論的立場から MAP に検討を加え¹²⁾¹⁵⁾²²⁾, sedentary な生活を営む工業先進国の人々の場合でも, Cumming が予測した 40~50 ml/kg/min 程度の MAP を保持することが, 健康の維持増進のために望ましいであろうと考えてきた。さらに, この程度の MAP は, 長時間にわたる moderate な運動, すなわち, 歩行のような運動によって保持し得るものであることも明らかにしてきた¹²⁾¹⁵⁾²²⁾。しかし, 年齢別にどの程度の MAP を保持することが望ましいのかを, まだ具体的には示していない。

ところで, ヒトの足は長時間の立・歩の習慣に適應するように進化してきたと考えられている。そして, からだの全体性の原理から考えれば, このような習慣は呼吸循環系機能などの進化にも, 当然影響を及ぼしてきたものと考えられる。しかし, いわゆる近代化は, 歩行の習慣を失わせてきたと考えられる。

したがって, 歩行の習慣と MAP との関係に検討を加えることは, 望ましいからだのあるべき姿や, それを保障する生活の条件を明らかにするために, きわめて有効であろうと考えられる。

そこで本研究では, 近代化の影響を受けていると考えられる日本の都市近郊住民 (以下日本人と略す) と, 現在もお長時間にわたる歩行の習慣を保持しているネパール¹⁴⁾²⁷⁾の農民 (以下ネパール人と略す) を対象に, MAP を加齢との関係から比較することによって, ①望ましい MAP の値を年齢別に示すとともに, ②近代化が MAP に及ぼした影響を明らかにしようとした。

II. 方 法

A. 被験者

日本人の被験者は, 福岡市の中心部から約13kmの地点に居住し, 町が企画した栄養展や成人式などで, 自主的に MAP などの測定を受けた10~69歳の男子169名である。この町の1万人当たりの自動車保有台数は1488台(福岡県第1位, 1974年)であり, 町民の生活は著しく自動車に依存している。被験者の職業は10歳代と20歳代の学生を除くと, ほとんどがサラリーマンである。

ネパール人の被験者は, ネパール王国の首都 Kathmandu に比較的近い農村である Thimi, Kotyang および Shirapuri に居住する16~55歳の男子54名である。これらの村の一部にはトロリーバスなどの交通機関が存在する。しかし, 経済的な理由などで, これらを利用する機会は少なく, 住民の生活の大部分は歩行に依存している。被験者のほとんどは農民であり, 野菜や薪の行商あるいは段々畑での労働などで, かなり活発な日常生活を営んでいる。

B. 測定方法

身体組成(%脂肪体重, 除脂肪体重)は, 皮下脂肪厚などから Nagamine²⁰⁾の式を用いて推定した。皮下脂肪厚は榮研式皮脂厚計を用い十分に測定訓練を積んだ者が測定した。

MAP の測定は, Margaria たち¹⁹⁾の方法に準じて測定した。すなわち, 性, 年齢, 体力段階に応じて, 台高 35 cm~45 cm で, 2種類の強度の踏み台昇降運動をそれぞれ5分間負荷し, 負荷直後の心拍数および年齢別に推定した最高心拍数などを Margaria たちの推定式に代入した。なお, 各測定は, それぞれの居住地で行った。

III. 結 果

表1は, 両集団の測定結果を年齢群別に示したものである。形態的には, 10歳代・30歳代の身長および10歳代の体重を除くすべての年齢群の測定値間に有意な差が認められ, いずれも日本人のほうがネパール人より大きい傾向であった。しかし, 体脂肪率(% Fat)には, すべての年齢群間に有意な差があるとは認められなかった。また, 体重当たりおよび LBM 当たりの MAP では, 20

Table 1. Results of measurements in both subjects.

Figures denote mean and standard deviation.

(Japanese)

Age group	N	Age (yrs)	Height (cm)	Weight (kg)	% Fat (%)	$\dot{V}O_2\text{max/wt.}$ (ml/kg·min)	$\dot{V}O_2\text{max/LBM}$ (ml/kg·min)
10—19	45	13 (3)	151.1 (12.7)	43.6 (13.0)	15.6 (3.1)	49.81 (9.14)	58.79 (10.58)
20—29	56	22 (3)	168.5*** (5.0)	60.9*** (6.8)	15.9 (3.5)	41.47 (8.29)	49.28 (9.55)
30—39	29	35 (3)	165.0 (5.8)	60.5*** (6.4)	16.4 (3.5)	41.08 (8.03)	49.47 (9.11)
40—49	15	44 (2)	165.5*** (5.3)	63.5* (6.9)	16.9 (4.9)	36.68 (4.39)	44.17 (4.99)
50—59	18	54 (3)	163.2** (6.3)	59.4*** (9.1)	17.8 (3.6)	34.79 (3.76)	42.34 (4.52)
60—69	6	64 (3)	164.2 (5.7)	66.5 (3.9)	17.6 (2.4)	28.94 (2.26)	35.13 (2.64)

(Nepalese)

Age group	N	Age (yrs)	Height (cm)	Weight (kg)	% Fat (%)	$\dot{V}O_2\text{max/wt.}$ (ml/kg·min)	$\dot{V}O_2\text{max/LBM}$ (ml/kg·min)
10—19	8	18 (1)	156.2 (9.7)	45.4 (8.4)	14.9 (2.1)	54.69 (5.44)	64.30 (6.57)
20—29	26	24 (3)	161.2 (6.1)	51.7 (6.0)	14.8 (3.2)	52.06*** (5.67)	61.20*** (6.93)
30—39	11	32 (3)	163.7 (8.4)	52.8 (5.2)	14.6 (3.4)	51.38** (9.06)	60.10** (9.91)
40—49	5	44 (3)	154.0 (5.8)	54.4 (3.5)	19.2 (6.0)	43.10* (6.42)	53.89** (9.93)
50—59	4	51 (2)	152.3 (5.8)	48.5 (7.2)	14.7 (1.4)	38.74 (4.64)	45.33 (4.95)

***, ** and * denote significant difference between each Japanese age group and Nepalese age group at $P < 0.001$, $P < 0.01$ and $P < 0.05$, respectively.

～40歳代に有意な差が認められ、いずれもネパール人のほうが日本人より高い傾向であった。

図1は、日本人とネパールの年齢と体重当たりのMAPとの関係を示したものである。年齢(X)と体重当たりMAP(Y)の回帰式を最小自乗法により求めてみると、日本人は、 $Y = -0.350X + 52.121$ ($r = -0.554$, $P < 0.001$), ネパール人は、 $Y = -0.446X + 63.395$ ($r = -0.561$, $P < 0.001$)であった。しかし、両集団の回帰式のこう配の差は有意とは認められなかった。また、仮に、ネパ

ール人の年齢とMAPの回帰直線をMAPからみたFitとUnfitとのCutoff pointとした場合、日本人の146名(86.4%)はUnfitな群に属し、その出現率はネパール人(50.0%)より36.4%高い値を示した。

IV. 考 察

A. 望ましいMAPの値

進化論的立場からみれば、現代人のからだも採集・狩猟民としての生活に適応するように進化し

Fig. 1 Relationship between age and maximal aerobic power per kilogram of body weight per minute.

てきたままであると考えられる⁹⁾¹⁶⁾²¹⁾。著者らは、MAP の望ましい値についても進化論的比較論的立場から検討を加え¹²⁾¹⁵⁾²²⁾、(1)採集・狩猟の生活を営む Bushman²⁵⁾、Pygmy⁶⁾および Arctic Indian¹⁾の MAP が 47~50 ml/kg/min の範囲にあり、ネパール人の MAP¹²⁾¹⁵⁾²²⁾と大差ないこと、(2)遊牧民¹⁸⁾などに若干の例外は認められるが、採集・狩猟民から機械化されない農耕を営む集団まで MAP の差がほとんど認められないこと¹⁾⁴⁾⁶⁾⁷⁾²⁴⁾²⁵⁾、(3) MAP の低下が認められる工業先進国に高血圧や心疾患等が多発していることや環境への不適応、低栄養の傾向が認められる集団の MAP が低いこと²⁴⁾から、現段階では、一応ネパール人程度の MAP の平均値を保持することが、工業先進国の人々の健康の維持・増進のためにも必要であろうと考えてきた。しかし、このことは特定の年齢層の比較研究の結果に基づくものであり、年齢別にどの程度の MAP を保持すべきかを具体的に示したものではない。

Pristine な生活を営む人々を対象とした成人期以後の MAP の変化に関する資料²³⁾²⁷⁾は必ずしも多くはないが、それらの加齢にともなう MAP の低下率はいずれも本研究におけるネパール人より

若干低いが大差ないものである。また、本研究におけるネパール人と日本人における年齢と MAP の回帰式のこう配に差がみられないことや、一般健康成人群とトレーニング群の年齢と MAP の回帰式のこう配に差がみられないという報告¹¹⁾もあることから、少なくとも集団的にみる限りは、MAP の低下率に及ぼす加齢の影響は、さほど被験者群間の身体活動の程度に依存しないものと思われる。

したがって、加齢と MAP との関係を考慮した場合でも、本研究で示したネパール人程度の MAP、すなわち、成人男子の場合には 20 歳で 54.5 ml/kg/min 程度、40 歳で 45.6 ml/kg/min 程度、60 歳で 36.6 ml/kg/min 程度の MAP を保持することが、工業先進国の人々の健康の維持・増進のために必要であると考えことに特に問題はないものと思われる。そして、このような考えを否定する根拠は今のところ見当たらない。

B. 近代化が MAP に及ぼした影響

ネパール人の MAP は明らかに日本人より高い傾向であった。しかし、ネパール人は長時間の歩行の習慣を保持してはいるが、特別なトレーニングを実施しているわけではない。また、% Fat に

差がみられず, LBM 当たりの MAP にも体重当たりと同様の傾向が認められることから, 両群の差が形態的差異によるものであるとは考えられない。さらに, 共に *sedentary* な生活を営むネパール人と日本人の MAP に差が認められないこと¹⁵⁾や, 多くの研究者が MAP に *ethnic* な差が認められないと報告している⁶⁾⁷⁾²⁵⁾ことから, 両群間の差を *ethnic* な差によると考えることはできない。

Andersen²⁾, Ekblom & Gjessing⁸⁾, Lammert et al.¹⁷⁾, Chan et al.⁴⁾, Konno et al.¹⁸⁾らは日常生活の身体活動の程度が MAP に影響を及ぼすことを報告している。そして, 著者らは, 歩行のような長時間の *moderate* な運動によっても 40~50 ml/kg/min 程度の MAP を保持できることを明らかにしてきた¹²⁾¹⁵⁾。

岸井¹⁰⁾によれば, 江戸時代の東海道(江戸ー京都, 約 490 km)を歩く場合の1日当たりの歩行距離は, 女性や老人で8里(約 31 km), 青壮年男子では10里(約 39 km)であったとされている。また, 吉田²⁶⁾は, 近代化される以前の日本では1日10里歩くことができることが一人前の男の条件であったと報告している。これらのことから, 近代化される以前の日本人は, かなり長い間ネパール人によく似た歩行の習慣を保持していたものと推察される。

したがって, 本研究でみられた日本人とネパール人の MAP の差は, 日本人が急速な近代化や都市化によって失った歩行の習慣などと無関係であるとは考えられない。

V. 要 約

ヒトの健康の維持・増進に必要な MAP の望ましい値を年齢別に示すとともに, 近代化が MAP に及ぼした影響を明らかにする目的で, 近代化の影響を受けていると考えられる日本の都市近郊住民と, 現在もお長時間にわたる歩行の習慣を保持しているネパール人の農民を対象に, MAP を加齢との関係から比較した。結果は次のように要約できる。

A. 日本人とネパール人の年齢(X)と体重当たり MAP(Y)との間には, それぞれ, $Y = -0.350X + 52.121$, $Y = -0.446X + 63.395$ の関係が得られた。しかし, 両被験者群の回帰式のこう

配には顕著な差があるとは認められなかった。

B. 各年齢群別の MAP(平均値)の比較では, 20~40歳代に顕著な差が認められ, ネパール人のほうが日本人より大きい傾向を示した。この両被験者群の MAP の差は, 日本における急速な近代化や都市化の影響である可能性が強いものと思われた。

C. また, 現時点では, ネパール人程度のMAPを保持することが, 工業先進国の集団にも望ましいと考えられたが, ネパール人の MAP と年齢との回帰直線を下回る値を示す日本人の出現率は 86.4%であった。

(受付 昭和56年12月16日)

参 考 文 献

- 1) Andersen, K.L., Bolstad, A., Loyning, Y. and Irving, L. (1960) : Physical fitness of Arctic Indians. *J. Appl. Physiol.*, **15** : 645-648.
- 2) Andersen, K.L. (1967) : Ethnic group difference in fitness for sustained and strenuous muscular exercise. *Cand. Med. Ass. J.*, **96** : 868-877.
- 3) Astrand, I. (1960) : Aerobic work capacity in men and women with special reference to age. *Acta Physiol. Scand.*, **49** : Supple, 169.
- 4) Chan, O.L., Duncan, M.J., Sundsten, J.W., Thinakaran, T., Che'noh, M.N.B. and Klissoureas, V. (1976) : The maximal aerobic power of the Temiars. *Med. Sci. Sport*, **8** : 235-238.
- 5) Cumming, G.R. (1967) : Current levels of fitness. *Cand. Med. Ass. J.*, **96** : 868-877.
- 6) Davis, C.T.M., Barnes, C., Fox, R.H., Ojikutu, R.O. and Samueloff, A.S. (1972) : Ethnic difference in physical working capacity. *J. Appl. Physiol.*, **33** : 726-732.
- 7) Diprampero, P.E. and Cerreteli, P. (1969) : Maximal muscular power (aerobic and anaerobic) in African natives. *Ergonomics*, **12** : 51-59.
- 8) Ekblom, B. and Gjessing, E. (1968) : Maximal oxygen uptake of the Easter Island population. *J. Appl. Physiol.*, **25** : 124-129.
- 9) ハウエル, C. (1975) : 原始人, 原始人と現代

- 人との関係, ライフネーチュアライブラリー, 東京, 242-256.
- 10) 岸井良衛(1977): 東海道五十三次, 17版, 江戸時代の旅, 中央公論社, 東京, 2-20.
 - 11) 小林寛道, 北村潔和, 松井秀治(1979): 一般健康成人男子および中高年スポーツ愛好者の aerobic power. 体育学研究, **24**(4): 313-323.
 - 12) 今野道勝, 安永 誠(1978): Nepal人の体力を中心とした比較体力的研究. H.S.S. Report, **1**: 10-17.
 - 13) Konno, M., Chiwata, T. and Yasunaga, M. (1978): Maximal aerobic power and heart rates during usual activities of sedentary workers in urban districts. J. Physical Fitness Japan, **27**: 135-139.
 - 14) 今野道勝, 吉水 浩, 安永 誠, 大坂哲郎, 千綿俊機, 増田卓二(1980): 日本人とネパール人の歩行に関する健康科学的比較研究. 健康科学, **2**: 33-39.
 - 15) Konno, M., Osaka, T., Yasunaga, M., Yoshimizu, Y., Masuda, T., Chiwata, T and Ogata, M. (1980): A comparative study of maximal aerobic power and living style for determining optimal load. J. Health Sci., **2**: 41-47.
 - 16) 九州大学健康科学センター編(1978): 現代生活と体育, 新版, 体力, 学術図書出版社, 東京, 57-85.
 - 17) Lammert, O. (1972): Maximal aerobic power and energy expenditure of Eskimo hunters in Greenland. J. Appl. Physiol., **33**: 184-188.
 - 18) Mann, G. V., Shaffer, R. D. and Rich, A. (1965): Physical fitness and immunity to heart-disease in Masai. Lancet, **25**: 1308-1310.
 - 19) Margaria, R., Aghemo, P. and Rovelli, E. (1965): Indirect determination of O₂ consumption in man. J. Appl. Physiol., **20**, 1070-1073.
 - 20) Nagamine, S. (1975): Evaluation of body fatness by skinfold measurement. JIBP synthesis, **4**: 16-20.
 - 21) 緒方道彦(1978): 試論—健康の至適指標のモデルとして—. H.S.S. Report, **1**: 2-5.
 - 22) 大坂哲郎, 吉水 浩, 今野道勝(1981): ネパール高地人の Maximal aerobic power, 体力科学, **30**(4), 228-229.
 - 23) Robinson, S. (1938): Experimental studies of physical fitness in relation to age. Arbeitsphysiol., **10**: 251-323.
 - 24) Weitz, C.A. and Lahiri, S. (1977): Factors affecting the work capacity of natives and migrants group in a jungle area of Nepal. Human Biol., **49**: 91-108.
 - 25) Wyndham, C.H., Strydom, N.B., Morrison, J., Peter, J., Williams, C.G., Bredell, G.A.G. and Joff, A. (1963): Differences between ethnic groups in physical working capacity. J. Appl. Physiol., **18**: 316-366.
 - 26) 吉田健一(1970): 日本人の体力. 国学院大学体育学教室紀要, **2**: 11-21.
 - 27) 吉水 浩, 今野道勝(1978): 日本人とネパール人の歩行に関する比較研究. H. S. S. Report, **1**: 18-21.