中学、高校生の最大作業能の発達について

第一報 最大酸素摂取量, 最大炭酸ガス排出量および

最大酸素負債量の追跡研究

(昭和43年9月17日受付)

長 沢 弘

On the Development of the Maximum Working Capacity in Junior and High School Pupils

I. A Continuous Study of Maximum Oxygen Intake, Maximum Carbon Dioxide Output and Maximum Oxygen Debt.

Hiromu Nagasawa

Department of Physiology, School of Medicine, Gifu University

(Director: Prof. Y. Tamura)

The development of physical activity of junior and senior high school students is thought to be closely related to the mode of their lives. This study was intended to examine how these factors affect the development of maximum O_2 intake and maximum O_2 debt which are indices of their endurance ability under aerobic and anaerobic circumstances, respectively. A continued examination for 3 years was made on boys in both junior and senior high schools from their first grade to the third grade. A total of 144 subjects were divided into the following 3 groups:

1) Those who want to study more and to go on to the advanced school (study-group), 2) Those who are sportsmen usually trained by physical exercises (sports-group), and 3) Those who are going to enter the business society immediately after graduation (employment-group). The investigation was done annually from September to December. The maximum working capacity was estimated utilizing the Douglas bag method and the bicycle-ergometer. Maximum O_2 intake was determined in the way subjects were to display the highest work toward the end of 5 min-work, and maximum O_2 debt by pedaling as hard as possible for 60 seconds.

The result was summarized as follows.

As to both maximum O_2 intake and maximum CO_2 output, the sports-group was superior to the other two, but little difference was noted between the study-group and employment-group. The working capacity tended to increase with age, but the rate of its development was the highest in the sports-group at their 2nd year grade in both junior and senior high school. A similar tendency was observed on the maximum O_2 debt. As compared with these values per unit body weight, body surface area and basal metabolism, the student of sports-group showed a higher value than the other two. The record collected from the sports-group was also the highest with respect to the

oxygen pulse, the increment of heart rate and the oxygen utilization. The above facts suggest that the daily training is highly important to improve their working efficiency and to build up the maximum working capacity. In this sense, the sports-group has the highest capacity, the employment-group came to the next place and the study-group the last.

It may be concluded, therefore, that there are differences in maximum working capacity among the pupils who are in different manner of their lives, and the training effect and working efficiency are of considerable importance in the development of physical activity for pupils of the age of junior and senior high schools.

結 言

戦後青少年の体格の向上はめざましいものがあるが、体力は必ずしもこれと平行して向上しておらず、特に持久能力が劣っていると指摘されている。更に最近では激しい受験準備がこの傾向に拍車をかけているといわれる。このことは文部省編体育白書¹⁾によつても明らかであるところである。

そこで著者は現代の青少年の生活様式の相違が運動持久能の発達に如何に影響するかを検索するために、中学生及び高校生を対象にして、最大の持久性運動を負荷しその有酸素的作業能力ならびに無酸素的作業能力の最大値を測定して検索の指標とした。

ここにいう最大有酸素的作業能力とは運動しながら摂取することの出来る酸素の最大限界量(最大酸素摂取量)をいい、最大無酸素的作業能力とは、激しい運動中酸素不足に耐えられる最大限界量(最大酸素負債量)をいう。被検者として中学生及び高校生各一年生を選び、それぞれについて受験勉強を主とした静的な生活者(進学群)と運動クラブに所属する動的な生活者(運動者群)更にその何れにも属さない普通の生活者(就職者群)の3群に分け、3ヶ年間追跡した。

各群の被検者は約20名計144名である。

従来最大酸素摂取量の発達過程については伊原(1956²⁾) 猪飼(1967³⁾) 田村ら(1968⁴⁾) Åstrand(1952⁵⁾)らにより究明せられ、最大酸素負債量の発達については伊原(1956²⁾)らによ

り報告されているが、青少年を対象とし、生活様式の相違が最大酸素摂取量および最大酸素負債量におよぼす影響について明らかにした報告は見当たらない。

最近 International Biological Program (IBP-国際生物学事業計画)においても世界各国、または各地域の人々の体力を比較するのに最大酸素摂取量を用いることが定められ、これに呼応して、その Human Adaptability (HA-ヒトの適応性)の研究班では地域間の最大酸素摂取量の比較研究が行われている。

本報告においてはこれらの最大酸素摂取量および最大酸素負債量すなわち酸素需給能との関係を明らかにすると共に他の地域の成績との比較検討も試みた。また運動時の心肺機能の変化と生活様式との関係については第二報において稿⁶⁾を別にして報告する。

研究 方法

被検者として中学および高校の一年生男子を選び、進学者(受験勉強を主とし比較的静的な生活者)運動者(運動クラブに属し、日々激しいトレーニングに打込む動的な生活者)および就職者(進学、運動の何れにも属さない普通の生活)の3群に分けて比較した。表1には被検者について3ヶ年間にわたつて追跡した体格の發育過程の平均値を示した。

測定時期は昭和40年9月より10月中旬までに中学生の、また10月下旬より12月初旬までの間に高校生の第一回の測定を行い、第二回第三回の測定はそれぞれ昭和41年と昭和42年の同一時期に行つた。全国平均(昭和42年)と比較するた

第1表 体格の発達推移

<div> <div>生活時間</div> <div>学年</div> <div>人員</div> <div>グループ</div> </div>			身長 (cm)			体重 (kg)			基礎代謝 (ml)		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3
中 学	進学	33	152±9	157±8	163±7	42.4±7.0	44.2±6.5	47.3±6.0	188±20	187±18	188±16
	運動	26	158±8	163±8	167±10	45.7±6.5	50.9±6.5	53.1±6.9	200±18	203±17	202±16
	就職	19	151±8	157±7	163±5	42.9±6.5	45.5±6.7	49.1±6.0	189±19	191±17	192±15
	全国平均		149	156	161	40.1	45.6	50.8	185	193	189
高 校	進学	20	168±4	169±4	169±4	55.0±4.7	57.3±4.7	58.3±5.2	207±10	201±10	205±11
	運動	23	169±7	171±5	171±4	58.3±8.5	60.3±4.1	61.4±7.8	213±6	208±9	201±9
	就職	23	166±5	168±5	170±5	53.6±5.5	55.8±5.6	57.5±5.6	203±13	199±12	202±13
	全国平均		165	167	167	54.7	57.0	57.9	204	199	200

第2表 生活時間調査

<div> <div>生活時間</div> <div>学年</div> <div>人員</div> <div>グループ</div> </div>			睡眠			学 習			運 動			そ の 他			授 業		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
中 学	進学	33	7.7	7.5	7.6	1.5	2.1	2.7	0.3	0.4	0.2	7.5	7.0	6.5	7.0	7.0	7.0
	運動	26	7.8	7.6	7.5	1.3	1.8	2.3	1.1	1.5	1.3	6.8	6.1	5.9	7.0	7.0	7.0
	就職	19	7.9	8.0	7.9	1.1	1.6	2.0	0.5	0.6	0.3	7.5	6.8	6.8	7.0	7.0	7.0
高 校	進学	20	6.9	7.1	6.8	4.9	5.0	5.2	0.2	0.3	0.1	5.0	4.6	4.9	7.0	7.0	7.0
	運動	23	7.6	7.4	7.3	2.2	2.3	3.0	2.9	3.2	2.8	4.3	4.1	3.9	7.0	7.0	7.0
	就職	23	7.7	7.3	7.8	2.1	1.7	1.2	0.2	0.2	0.3	6.8	7.2	7.7	7.0	7.0	7.0

(単位: 時間)

め、4月現在の同年令の文部省の測定値と一年上の年令の4月値との平均をもつて全国レベルの10月の値とし、これを著者の測定値と比較した。進学群就職群の体格では、ほとんど全国平均との差が認められないが、運動群はややすぐれていた。

次に被検者の平日の生活の実態は表2の如くである。

すなわち睡眠時間は中学高校とも、進学群が最短で運動群、就職群の順に長くなり、その最長は中学二年就職群の8時間であり、一般に学年の進むに従って短くなる傾向が認められ、最短は高校三年進学群の6.8時間である。学習時間は進学群が最長で運動群、就職群の順に短く、か

つ学年が進むに従って長くなり、最長は高校3年進学群の5.2時間、最短は中学一年就職群の1.1時間である。運動時間はもちろん運動群が最長で、就職群進学群の順に短く、最大は高校二年運動群3.2時間である。就職群進学群ではごくわずかで0.5時間に達しない。高校三年の運動群にやや低下が見られるが、これは9月に対外試合をほとんど終了し、三年生が二年生と選手交代を行うためであろう。

表中にその他の時間として示した部分で、各群に大きな差が見られるが、これは、進学群、運動群はこの時間を短かくし、合理的な時間の使い方をしていることの現われである。このことは高校において顕著である。

第3表 負荷量の変化

学年	中 学			高 校		
負荷	1	2	3	1	2	3
加重 kg	3.0	3.5	3.5	4.0	4.5	4.5
速さ回/分	70	70	80	80	75	80
仕事量 kgm/分	651	760	865	980	1047	1117
学年差 kgm/分		109	105	115	67	70

運動の負荷は自転車労作計を用い、採気はダグラスバッグ法によつた。またガス分析には大型労研式分析器とフクダ製 Breath analyzer を使用した。

最大酸素摂取量の測定法についての詳細は既に別紙⁷⁾に報告した通りである。ここでは最終全力法を用いたがその負荷規準は、種々検討の結果表3の如く実施した。

最大酸素負債量の測定法については、別紙⁷⁾にその詳細を記載するから、ここは簡単にその概略を述べるにとどめる。すなわち被検者に自転車労作計を使用し、2～3分の warming up の後60秒間一定スピードで全力回転してオールアウトに達せしめ、運動後40分間の呼気を細分して採集し、これを分析して、安静値の値を差引くことによつて酸素負債量を求める方法である。この時の負荷規準は最大酸素摂取量測定時の規準と同一とした。

なお各群より任意抽出した6～7名の被検者について、福田エレクトロ RS-100DH 型直記式心電計を用い、胸部誘導により ECG 記録した。心拍数は測定時点の前後5秒間計10秒間のRR間隔より1分間の値に換算して求めた。この追跡測定は3年間同一被検者に固定して行ったことは論をまたない。

測定結果

1) 最大酸素摂取量

最終全力負荷法によつて求めた最大酸素摂取量を各群毎に平均した値を図1の上段に示し、この時の呼気量を同じく各群毎に平均した値で下段に示す。

図1の横軸は学年を示し、縦軸は1分当りの最大酸素摂取量及び1分当りの最大換気量を示してある。最大酸素摂取量は学年の進行と共に増加の傾向を示し、最低は中学一年進学群の1.8lから最高は高校二年運動群の2.8lの範囲にある。就職群と進学群との間には大差がなく運動群の約38%程度である。

中学高校の各三年生でやや停滞の状態がうかがわれる理由は、運動を中止したためか、あるいは受験準備による生活態度の影響が現われたためかと考えられる。1分間の最大換気量も(最大酸素摂取量測定時の呼吸換気量)最大酸素摂取量とほとんど平行に増加し、最低は中学一年進学群の60lから最高は高校二年運動群の85lの範囲にある。三つのグループを比較すると運動群が最もよく、ついで就職群、進学群の順となり、最大酸素摂取量と同様な傾向を示した。

以上の結果は運動群では明らかに最大呼吸換気量、最大酸素摂取量共にすぐれていることを

図1 最大酸素摂取量および最大呼吸換気量

図2 最大酸素摂取量の比較

示すものであるが、このように量的に大きい値を示すことが直ちに持久性能力がすぐれていると判断することは危険である。なぜならば表1に示した如く運動群はあきらかに体格がすぐれているので、同じ運動をするにも使用筋が大きく、したがってより多量のエネルギー、すなわち多量の酸素を消費することになり、当然大きい値を示すことになる。したがって同一標準のもとで比較しなければならない。そこで、単位体重当り、単位体表面積当り等で各群の最大酸素摂取量を比較したのが図2である。

図2の中段に各学年別の単位体重(kg) 当り最大酸素摂取量を示したが、各学年とも大体同様の値をとり、その値は 42~46ml の間にある。各群別にみると運動群、就職群、進学群の順に少くなり、運動群は約 2ml 大きい値を示す。その他 高校三年に低下の現象が見られるが、これは生活状態の変化の影響によるものと思惟する。図の上段は単位基礎代謝量(酸素1 l) 当り、また下段は単位体表面積(1m²) 当り最大酸素摂取量について比較したものである。基礎代謝量当りでは中学は9.5 l から12 l の範囲にあり高校は11.5 l から13.5 l の範囲にあり、いずれも運動群がすぐれ就職群、進学群は劣っている。体表面積当りにおいても中学は 1.3 l から1.5 l、高校は1.4 l から1.6 l の範囲にあり、運動群がすぐれていることが明らかである。

2) 最大炭酸ガス排出量

運動中の炭酸ガス排出量の最大値を最大炭酸ガス排出量として取扱つてあるが、最大酸素摂取量の得られる時点に最大炭酸ガス排出量が表裏の関係において得られている。ここに特に最大炭酸ガス排出量を持久性能力の指標として取扱つた理由は、酸素摂取能力は炭酸ガス排出能力とも関連し、排出能力の限界を越える余剰物質の蓄積は持久性因子を左右する条件の一部と考えられるからである。

最大炭酸ガス排出量の絶対量および単位体重当り、単位体表面積当り、単位基礎代謝量当りの容量を図示すると図3の如くなる。

最大炭酸ガス排出量は中学一年では運動群

図3 最大炭酸ガス排出量の比較

図4 最大酸素摂取量の比較

2.3 l、就職群、進学群共に約2.0 lで学年の進行と共に増加し、高校三年では運動群3.1 l、進学群、就職群共に約 2.7 l となり最大酸素摂取量とはほとんど同様な増大傾向を示し、中学・高校共に三年生に停滞の状態が認められる。体重当りでは、学年による差はほとんど認められず、3群の間にはやや差が認められる。すなわち運動群が 50~51ml 進学群就職群は共に 47~48ml

程度である。中学及び高校の二年にはやや低下する現象が認められる。代表面積当り、基礎代謝当りにおいても運動群がすぐれ、就職群、進学群両群にはほとんど差がない。

3) 最大酸素負債量

酸素的工作能力は最大酸素負債量によつて代表されるが、それは一時的の爆発的なエネルギーを要するような形式の短時間の最大作業能力を示すのに適当である。

これも最大酸素摂取量と同様に体力の重要な指標の一つである。各群の被検者について得られた結果を図示すると図4のようになる。

最大酸素負債量も最大酸素摂取量と同様に学年の進行と共に増加し、中学一年で運動群3.0 l 就職群、進学群は大体同じで約 2.5 l であるが、高校三年ではそれぞれ運動群が5.5 l 就職群、進学群が4.7 l にまで増加し、また体重当りの量で比較しても運動群、進学群就職群の順となり学年と共に増加し 60ml~90ml の範囲にある。体表面積 1m²当りの値をみると最低は中学一年就職群2.0 l で最高は運動群高校三年3.2 l である。ここでの特徴は中学高校の三年に停滞の状態がみられないことであつて、これは、これは最大酸素摂取量や最大炭酸ガス排出量と趣を異にするところである。その理由については第二報において他の身体条件の測定資料と併せて論ずるが、回復過程において鍛錬者はすみやかに回復し、非鍛錬者は回復に長時間を要することに関連している。また運動直後の循環器の活動レベルについても考慮すべき問題⁸⁾⁹⁾ が含まれており、検査に臨む心構えも各群の生徒で異つておりこれらが発動の要因として重要と思われる。

考 察

伊原²⁾、猪飼³⁾、田村⁴⁾ らは最大酸素摂取量を青少年男女の運動能力ないしは作業能力の最大限界の決定要素として取り上げているが、本研究は更に生活様との関連において観察しようとしたもので、既に結果のところ示した如く最大酸素摂取量、最大炭酸ガス排出量、最大酸素負債量は共に年令に伴つて増大し、高校三年

頃をピークとし、やや停滞し頭打ちの状態に入る。この点については、伊原、猪飼、田村らの成績と同様に、身長体重等の体格の发育過程と大体平行的に推移している。

Döbeln¹⁰⁾(1952) は最大酸素摂取量と脂肪ぬきの体重との間に非常に高い相関を見出し、猪飼は体重当り最大酸素摂取量とオールアウト時間との間に+0.801 という高い相関関係を見出しているが、更に身長と体重の发育過程について詳細に検討を加えると、その发育過程には年令によりやや相違があり、身長が18才にて停滞するに対し、体重はなお増加を続ける。したがつて単位体重当りの最大酸素摂取能力の発達推移と、身長並びに体重並びに体重を計算の基礎とした単位体表面積当りの最大酸素摂取量や基礎代謝量当りの最大酸素摂取量との間の発達推移に若干の差の生ずることも当然である。なお、最大酸素負債量が高校三年でもなお増加傾向が見られるから、それ以後も追跡調査が必要であらう。

次にグループ別、すなわち生活様式の観点からの考察を行つてみると、被検者群の身体的背景のうち、すでに中学一年において運動者群は身長、体重ともに優れており先天的に素質の優れた者が運動クラブに所属していることを看過すべきではない。これに対して、進学者群、就職者群の間にはそれ程体格の差は見られない。しかも三年間の发育速度はこれらの3群とも大体同じである。故にこれらの素質的優劣が体力の測定指標にかなり大きい支配要因を示していることが考えられる。たとえば最大酸素摂取量もすでに中学一年生より運動群が量的(絶対値)にも質的(相対値)にも優れ、中学、高校の学年進行に伴うその増加率をみると、他の群よりやや高い(または低下し難い)傾向が認められる。(図2参照)。これは運動鍛錬によつて持久性能力が改善されたことを示すものである。中学、高校とも三年生は量的にも質的にも停滞又は減少を示し、特に高校三年にこの傾向が強く現われる。このことは、成長の完成ということもあるが、三年生の9月には運動群は運動を中止

し、進学群は受験勉強に一層拍車がかかり、就職群は一般社会人的な生活を送るようになる等、動的生活から遠ざかることがその主因と考えられる。最大炭酸ガス排出量も最大酸素摂取量とほとんど同様な傾向である。

最大炭酸ガス排出量は最大酸素摂取量と測定法上ではほとんど同時に得られ、しかも測定が簡便であるから、これも体力の指標として十分利用できるものと考ええる。

また最大酸素負荷量に見られる特徴は中学、高校ともに運動群がすぐれ、ついで進学群、就職群の順であるが、学年と共に各群ともその値が増加し、最大酸素摂取量に比べて停滞現象が認められないことである。この理由としては最大酸素負荷量は運動後の主として循環機能の回復過程における種々の生理的要因（酸素脈、酸素利用率、心拍数回復速度）に左右されるためである。この詳細については第2報に述べる。

最後に全身性持久能測定の身体的背景とその条件について考察を加える。

一般に最大作業行使においては全身の諸器官の完全な協調が必要である。これらの機能状態の概略を知るのに、しばしば心電図、呼吸筋電図、血液性状の変化等が測定される。

ただし、本測定においてはそれらのうち最も重要と思われる運動中の心電図（心拍数）の変化についてとりあげてみた。最大酸素摂取量測定の場合オールアウト時に得られた心拍数、および心拍数増加率、酸素利用率、酸素脈についてその学年進行による発達過程を図5に示す。

最大心拍数は図5に示す如く1分当りの数値は中学生では約190～195、高校生では群別により開きが生ずるが183～191と低下を示し、また中学、高校とも学年の進むにつれて低下がみられている。これらの現象は循環器の機能が年令の進行と共に強い負荷運動に適応してきていることを示すものである。群別に比較すると中学では運動群、進学群、就職群の順に、高校では進学群、運動群、就職群の順に少なくなっている。

次に心拍数増加率を自転車にのつて回転を始める時を100%として観察すると運動群につ

図5 最大酸素摂取量測定時の心肺機能

いては中学一年で180%, 二年で200%, 高校三年218%に増加し、進学群、就職群は中学一年では運動群と大差はないが二年時三年時になると運動群に比して10%前後低い値となつている。これらの非運動者群でも心拍数の増加率は中学、高校を通じて年令と共に増大しているが、安静時の心拍数が年少者ほど多いため年令の進むにつれて増加率では逆に少なくなるわけである。ただ中学生運動群で急激に上昇している点が興味ある事実で、この事はこの年令層では運動に対する循環器の適応性が運動により比較的能率よく発達することを示すといえよう。酸素利用率（摂取酸素量/吸入酸素量）は中学一年で平均14.7%高校三年で平均16.3%と年令と共に増大することは、少ない換気量によつて体内に取り込み得る酸素量を増すという、いわば呼吸の効率が年令と共によくなつてくることを示している。なお運動群が他の二群より大きい値を示すことはトレーニング効果と見るべきである。

次に酸素脈（分時酸素摂取量/分時心拍数）すなわち、心臓の1拍動により摂取される酸素量は学年進行と共に増加を示し、中学生では運動群で10.8mlが12.4mlに増大し、高校生では14.0mlが3年間で14.6mlに向上した。また

図 6 最大酸素摂取量の地域的比較

他のグループも大体同様な増大傾向を示し、就職群は運動群より約 1ml 進学群は更に 0.6ml 程度低い値を示した。この傾向は年齢による体力の発達を意味すると共に運動による鍛練効果が存在するものと判断される。

さて今回の測定によつて得られた最大酸素摂取量の成績について、他の研究者との値と比較してみると図 6 の如くなる。

最大酸素摂取量の測定において負荷する作業種目による相違をのぞき一定規準で比較するには、既に著者が発表⁷⁾したように種目別の測定値に一定の比率を乗ずればよい。すなわち、トレッドミルを100%とすると、ランニング93.3%，ステップテスト88.5%，自転車81.5%の値を用いて換算すればよい。そこで本報告の学年平均（自転車）中一(1.900 l) 中二(2.055 l) 中三(2.161 l) 高一(2.458 l) 高二(2.521 l) 高三(2.499 l) と、田村ら（ランニング）、猪飼（トレッドミル）、伊原（ランニング）による諸値をトレッドミルに換算して図 6 に示す。相対値の比較のため単位体重当りで示したものを上段に示す。下段に示す絶対量をみると、年齢と共に増大し、田村ら（岐阜⁴⁾）、猪飼（東京）、の値はほとんど重なり、伊原（千葉）の値がやや低い値を示している。この伊原の測定は約10年

前における農村の青少年の値であり、10年前と現在の体格の差と地域差を考慮に入ればそれ程大きい差とは考えられない。すなわち上段の体重当りで比較すると各学年ともほとんど差が認められず、その何れもが 46ml~52ml の間にある。

以上要するに本報では運動群、進学群、就職群によつて最大作業能力の差が存在し、これは中学ないしは高校時のような心身発育時の鍛練効果や生活態度、作業効率が大きいに関係していることを明らかにし得たものと考えられる。

総 括

中学生、高校生の身体機能の発達は彼らの日々の生活様式と密接な関係があると考えられるが、著者は特に全身の持久性能力の指標である最大酸素摂取能力および最大酸素負債能力の発達に対するスポーツ、勉学、その他の影響を検討することにした。そこで、中学および高校における各3ケ年間、その一年生より始めて三年生にいたるまでの追跡調査を行つた。生活様式の区分として、進学群、運動群、就職群に分け検被者数を各グループ約 20 名総計 144 名とした。測定は毎年 1 回 9 月から12月初旬までの間に行つた。運動作業には自転車労作計を使用し、ダダラスバック法により、最大酸素摂取量は最終全力負荷法により、最大酸素負債量は60秒間全力ベタリングすることにより求めた。

測定結果は最大酸素摂取量、最大炭酸ガス排出量ともに、運動群がすぐれ、次いで就職群、進学群の順であつた。発達の傾向は学年と共に増大したが、中学、高校とも二年の運動群の発達度合が最高であつた。最大酸素負債能力においても大体同様な傾向を示した。これらの値を、単位体重、体表面積および基礎代謝量当りについて比較した場合も運動群が優位を示した。なお酸素脈、心拍数増加率、酸素利用率においても運動群が最も優れ、次いで就職群、進学群の順であつた。

以上の結果何れにおいても運動群が最もすぐれ、就職群、進学群となることは最大作業能力

に差が存在し、これは中学ないしは高校時代の心身発育時の鍛錬効果や、生活態度、作業効率が大いに関係していることを明らかにし得たものとする。なおこの年令別平均値を他の地域との値と比較検討したところ顕著な差が認められなかった。

稿を終るに 臨み終始御懇篤な御指導と御援助を賜った岐阜大学医学部第二生理学教室田村喜弘教授、藤本守助教授に深甚の謝意を表すると共に測定に協力された教室員各位に深謝を捧げます。

なおこの研究は昭和40年度昭和41年度文部省科学研究費の援助によつて行われたものである。

文 献

- 1) 文部省：青少年の健康と体力，帝国地方行政学会，（昭和41年）
- 2) 伊原茂一：農村青少年の最大酸素摂取量並びに最大酸素負債量について，体力科学，6（2）52～59（1956）
- 3) 猪飼道夫：青少年最大作業能の比較民族学的研究，日本生理学誌，29（9）517～522（1967）
- 4) 田村喜弘，藤本 守，渡辺義行，長沢 弘，杉 江律，篠田昭八郎，大堀保也，田中亮平：農村青少年の体力に関する研究，第二報 僻地農村学童の体力について，体力科学 18巻（1969）投稿中
- 5) Åstrand, P.O.: Experimental Studies of Physical Working Capacity in Relation to Sex and Age, Copenhagen Munksgaard, (1952).
- 6) 長沢 弘：中高校生の酸素需給能の発達について，第二報 心肺機能の変化と生活様式との関係について，体育学研究，投稿中
- 7) 長沢 弘：最大持久性作業能の測定法に関する研究，第一報 最大酸素摂取量測定法の検討，岐大医紀，16（2）印刷中
- 8) 山岡誠一，蜂須賀弘久，樹岡義明：呼吸代謝よりみた子供と成人の比較，第一報 身体運動時の酸素摂取量・酸素負債量，体育学研究，11（4）203～212（1967）
- 9) 青木純一郎，喜多 弘：疾走後の酸素摂取量及び心拍数のタイムコース，体育学研究，12（4）249～259（1968）
- 10) Von Döbeln, W.: Maximal Oxygen Intake, Body Size, and Total Hemoglobin in Normal Man Acta Physiol, Scand. 38: 193-199 (1956.)
- 11) 猪飼道夫，進藤宗洋：全身持久性の研究Ⅱ，体育科学，16（12）734～739（1966）