階級制スポーツにおける急速減量に関する研究

(2) レスリング選手の減量の筋持久力およびパワーに及ぼす影響

片岡　幸雄*

Studies on the Effects of Rapid Weight Reduction in Sports with Weight-Classification System

Report 2. Effects of weight reduction of muscular endurance and power of wrestlers

by

YUKIO KATAOKA

(Department of Physical Education College of General Education University of Tokyo)

To find out the effects of rapid weight reduction on muscular endurance and power, Four college wresthers in preparation for actual competition were expose to radical dieting and smeating from physical exercise to reduce weight for the period of six to seven days and were subjected to the test of static muscular endurance and power by an inertia wheel before and after the weight reduction. Two wrestlers from the same university were used as a control. Results obtained were as follows.

1. The average amount of weight reduced was 3.6 kg (6.1%). Decrease in skinfold thickness was remarkable in abdomen (22%), and muscular strength (the elbow flexion) was decreased in average 8%.

2. As to the static muscular endurance, sustained time was reduced in average 27%, and decrement of maximum muscular strength which performd one bout per every two seconds for go seconds was also observed.

3. Arm power (watt) calculated from the result obtained by an inertia wheel was reduced in average 23.7% (including data obtained from the proceeding experiment exceeted in 1968). In relation to the rate of weight loss, muscular power decreased in average 20% for a group which reduced 5.3～5.7% of their weight, while other group which reduced 6.0～6.7% of their weight decreased their power in average 31%.

4. From the above results, it may be said that the rapid weight reduction of average 6.1% might cause decrement in anaerobic muscular capacity and concentration of nervous inpulse. [Proceedings of Department of Physical Education, College of General Education, University of Tokyo, No. 7, 41～47, 1972]

緒　言

本研究は前報[1]に引き続き，試合を目前としたレスリング選手の1週間程度の減量について，特に，筋持久力，およびパワーに与える影響について検討したので報告する．従来，減量が筋持久力やパワーに与える影響についての検索は少なく，わずかに白井[5]，北[4]，著者[2)3)]らの報告があるにすぎない．

* 東京大学教養学部体育研究室

実験方法

(1) 被験者

前報[1]と同一大学の経験年数5～7年のレスリング選手6名（年令19～21才，うち4名が減量群，2名が非減量群である。）とパワーの資料として前報の被験者5名の資料も加えた．なお，今回の被験者中，48 kg 級の選手は昭和44年，世界選手権第三位（48 kg 級）の選手である．表1に被験者の体格を示した．

(2) 減量の条件

減量の条件に関しては，前報と殆んど同じである．すなわち，減量期間は昭和44年5月の中旬から行った試合のための10日間の合宿生活中の1週間であり，試合からさかのぼって，3日前からの6～7日間である，試合は5月30日～6月1日の3日間行われた．

減量方法は前報とほぼ同じであり，減食と練習時の落汗法の併用である．減食は表2に示すとうりである．

(3) 測定項目

表1 被験者の体格
Table 1 Physique of the Subject

	Subj. \ Items	Age	Stature (cm)	Weight (kg)	Roher Index.
Wt. Reduction-Gr.	A. U.	21	156.0	53.0	140
	S. U.	21	157.0	56.0	147
	A. M.	20	166.0	63.0	138
	T. K.	19	165.5	66.0	146
Non Wt. R.-Gr.	T. S.	20	176.0	76.3	148
	S. S.	19	178.0	85.5	151
	$\bar{X}$	20	166.4	66.6	145.0

表2 減量群の摂取カロリー
Table 2. Caloric intake of weight reduction group.

day	内田	梅田	川島	宮
1	2200 (88.0)	3700 (106.2)	1770 (93.9)	1600 (79.9)
2	2100 (88.5)	3100 (108.8)	2580 (95.7)	1330 (63.9)
3	2000 (95.5)	1500 (111.2)	2480 (110.0)	1445 (77.4)
4	1880 (88.4)	2100 (92.3)	1900 (91.2)	1465 (59.2)
5	2000 (92.4)	1400 (67.2)	2450 (106.9)	1358 (72.0)
6	1600 (83.1)	2080 (65.7)	1470 (87.4)	1240 (80.7)
7	1700 (45.5)	1060 (34.2)	1450 (50.5)	882 (28.9)

（　）内は蛋白量 g

1) 体重　Tanaka 製天びん式体重計（精度 50 g）を使用した．

2) 皮脂厚：Keys-Brozek 式 Caliper を用いて，腹部，背部および腕部の三部位を測定した．

3) 屈腕力：筋力台に座位し，図1-(1) のように腕を直角の状態で，半導体力量計を用いて測定した．3回測定し最大値をとった．

4) 静的筋持久力：図1-(2) に示すように，体幹に対して，腕を直角，床に平行に（水平横挙）重さ 2.3 kg のバーベルを保持する時間を測定する．

5) 90秒間の静的反復筋持久力：姿勢は屈腕力の測定における条件と同じで，最大筋収縮の反復を2秒に1回のテンポで 90 秒間くり返す．

6) 慣性車輪（等価質量 27.8 kg）による腕パワー：図1-(3) のように，立位で腕を直角にし，慣性車輪を腕と同一の高さとし，床に平行にけん引した．三回測定し最大値をとった．

以上の6項目を減量前後（減量後は試合の3日前である）に同一の条件で測定した．測定はすべて東京大学教養学部体育実験室にて行った．

結果と考察

表3は減量前後の体重，皮脂厚および筋力の変化を示したものである．

体重の減少は全員が5％を越え，平均 3.6 kg（−3.0～−4.4 kg），平均 6.1％（5.4～6.7％）の減量であり，昨年の資料（平均 5.8％）よりわずかに減量度が大きかった．62 kg 級の Subj. T.K.

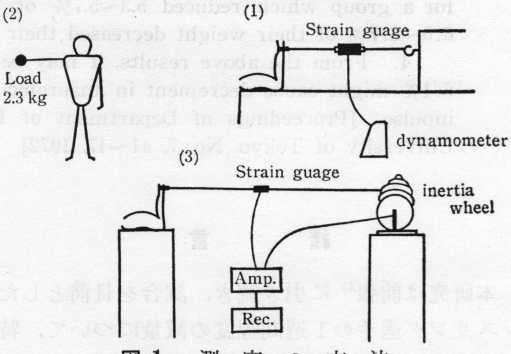

図1. 測定の方法
Fig. 1. Methods of measurement

表 3　減量前後の体重，皮脂厚および筋力の変化

Table 3　Changes of body weight, skinfold thickness and muscular strength before and after reducing

	Body Weight (kg)			Skinfold thickness (mm)									Muscular Strength (Arm Flexion) (kg)		
				Abdomen			Arm			Back					
	B	A	B−A	B	A	B−A	B	A	B−A	B	A	B−A	B	A	B−A
A. U.	53.0	50.0	−3.0	4.6	3.4	−1.2	4.0	3.6	−0.4	6.6	5.6	−0.4	32.0	31.0	−1.0
S. U.	56.0	53.0	−3.0	6.5	5.2	−1.3	4.0	3.9	−0.1	10.0	9.3	−0.7	41.5	38.0	−3.5
A. M.	63.0	58.6	−4.4	5.0	3.9	−1.1	5.8	5.5	−0.3	6.0	5.5	−0.5	52.0	44.0	−8.0
T. K.	66.0	62.0	−4.0	5.5	4.3	−1.2	5.0	4.9	−0.1	6.3	6.0	−0.3	47.0	45.0	−2.0
$\bar{X}$	59.5	55.9	−3.6	5.4	4.2	−1.2	4.7	4.5	−0.2	7.1	6.6	−0.5	43.1	39.5	−3.6
T. S.	76.3	76.0	−0.3	10.0	8.5	−1.5	8.0	7.8	−0.2	10.5	9.9	−0.6	36.0	33.0	−3.0
S. S.	85.5	86.2	+0.7	20.5	20.5	0	8.5	8.0	−0.5	15.0	14.6	−0.4	56.0	48.0	−8.0
$\bar{X}$	80.9	81.1	+0.2	15.3	14.5	−0.8	8.3	7.9	−0.4	12.8	12.3	−0.5	46.0	40.5	−5.5

B: Before Reducing　　A: After Reducing

を除き3名は自己の制限体重に達していない，すなわち 48 kg 級の Subj. A.U. は，2 kg. 52 kg 級の Subj. S.U. は1 kg，57 kg 級の Subj. A.M. は 1.6 kg とそれぞれあと1.8%～3.8% 残す結果となった．

皮脂厚は，腕部および背部では−4%，−7%と減少が少なかったが，腹部の減少が−22%と著しかった．この傾向は前報[1]の結果と同様である．しかし，腕部と背部の減少率が小さい．

屈腕力では，非減量群（−12%）の減少より減少が少ないが，前報（−2.9%）に比べると，減少が大きかった．中でも，6.7% の減量をした Subj. A.M. は 52 kg から 44 kg と −15.4% と大きな減少を示した．

表4は静的筋持久力（保持時間）の変化と90秒間反復による筋力の減少率の変化を示したものである．

保持時間 (Sustained time) は平均108秒から79秒と29秒（−27%）の減少を示した．減少からみると，6.7%の減量をした Subj. A.M. が一番大きく，38%の減少であった，この静的筋持久力（保持時間）は減量によって，確実に減少する項目の一つであるが，減量の期間によって，異った特徴をもっている．体育学専攻生および体育教師を対象にして行った以前の研究[2]によれば，減量の期間を，3日群，7日群および15日群の三群に分けて，それぞれ同程度（8～9%）の減量を行った時，静的筋持久力は，3日群では短期間に急激に減量したのにもかかわらずむしろ減量前より増大したが，7日群では遂日的に減少し，−27～−34%の減少であった．一方，15日群では，当初，7日群と同様に減少の傾向であったが，7日以降になると，徐々に回復の傾向を示し，結局，+9%～−17%と減量前より増大した例もみられた．

表 4　減量前後の静的筋持久力（保持時間および最大筋収縮の反復の減少率）の変化

Table 4　Changes of static muscular endurance (Sustained time and decrement of repeated maximum muscular strength)

	Arm. Static Muscular Endurance (sec.)			Repeated Maximum Muscular Strength (90 sec.) Decrement (%) *		
	B	A	B−A	B	A	B−A
A. U.	90	70	−20	28.0	29.0	1
S. U.	120	89	−31	31.0	43.0	−12.0
A. M.	116	72	−44	35.0	52.0	−17.0
T. K.	105	83	−22	24.0	40.0	−16.0
$\bar{X}$	108	79	−29.3	30.0	41.0	−11.0
T. S.	70	90	+20	42.0	36.0	+ 6.0
S. S.	130	111	−19	20.0	28.0	− 8.0
$\bar{X}$	100	101	+ 0.5	31.0	32.0	− 1.0

B: Before Reducing
A: After 〃

$$* \frac{\text{Max.-Min.}}{\text{Max.}} \times 100$$

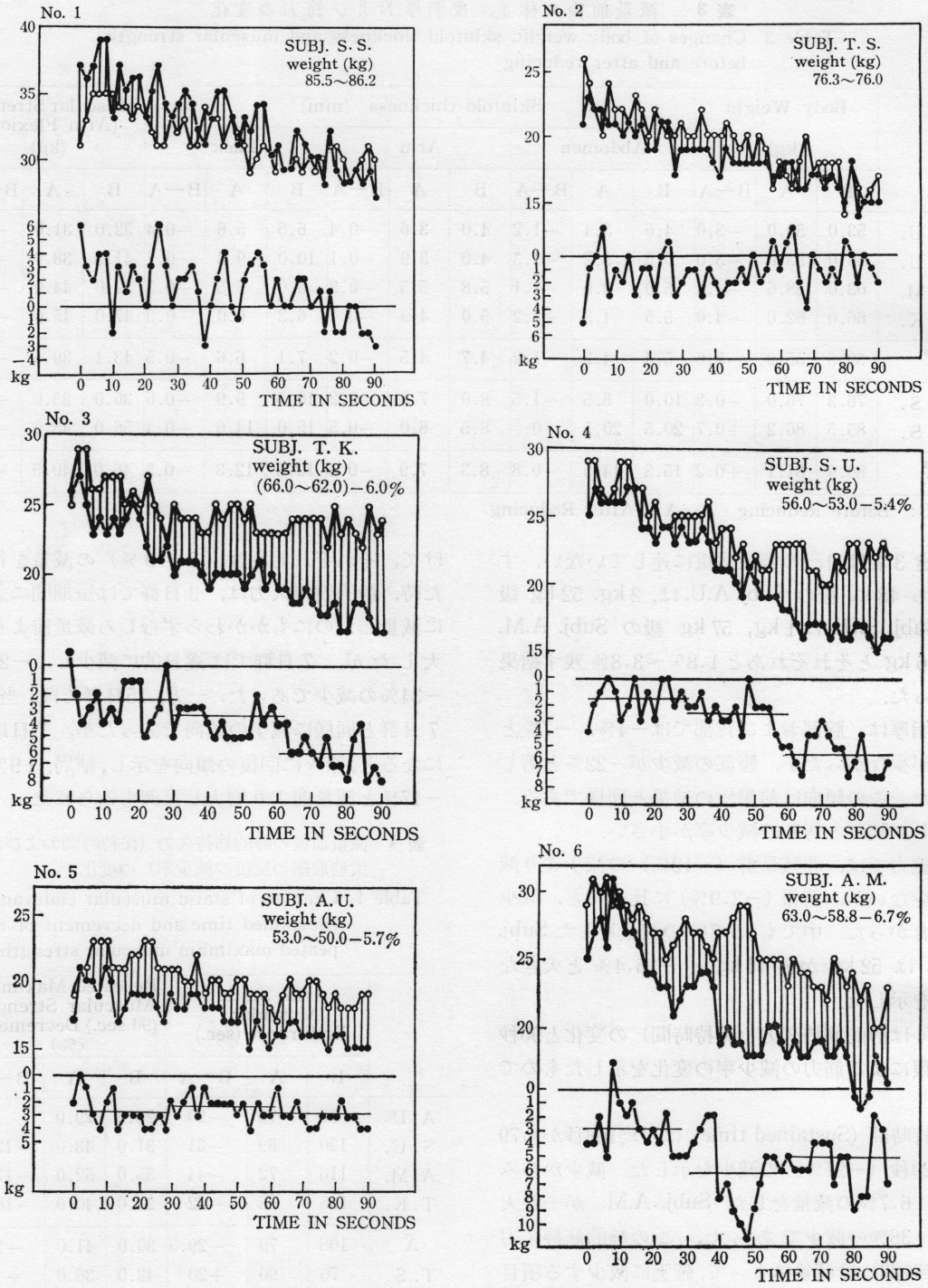

図 2. 減量前後の最大筋収縮（90秒間―2秒に1回）の疲労曲線
No. 1～2 非減量組 (non weight Reduction Gr.)
No. 3～6 減 量 組 (weight Reduction Gr.)

Fig. 2. Fatigue curve of maximum muscular strength (90 sec. time per 2 sec.) before and after reducing.

また，競技の種類によっても異なるように思われる．たとえば，ウェイト・リフティング選手が7日間でおよそ8%の減量をした時，静的筋持久力は減量前に比べて 9～10% の減少しか示さなかった[3]．

この減少率は，今回の成績や以前の研究の結果と比べると小さい．これは日頃の練習において，ウェイト・リフティング競技が，静的な筋収縮の発揮が極めて多いことによるのかもしれない．

云うまでもなく，静的筋持久能力を左右するものは，筋肉の乳酸等の代謝産物の蓄積に対する耐性である．減量によって乳酸の蓄積が高まるのか，作業に対して容易に高まりやすくなるためか，あるいは，筋の収縮物質 (ATP. C.P. glycogen) が減量に伴って減少するためか，更に検索が必要である．

また，精神的な持続性の欠除などの心理的要因もまた，重要な影響因子と考えられる．

図2は90秒間の静的筋収縮を2秒に1回のテンポで反復した時の疲労曲線を示したものである．

No. 1～2 は非減量群，No. 3～6 が減量群である．図中，下段は減量前をそれぞれゼロとした時の変化 (kg) を示した，非減量群では Subj. S.S. は減量前よりむしろ高いレベルにある．

一方，減量群では，減量後の減少が明瞭である．特に後半になるにつれて，減量前後の差が著しくなる．しかし，Subj. A.U. は減量後では全体に収縮力は減少を示しているが，90秒間中の収縮力低下の経過並びに程度は殆んど，減量前と変らない．この傾向を明確にみるために，表4の右に示したように，90秒間中の(最大値—最少値)を(最大値)で割って減少の度合をみると，減量群では減量前で30% であったものが減量後では41% となり結局，減量前後で平均11.0%の差がみられた．中でも，一番減量度の大きい Subj. A.M. が −17% 差と，減量前後の差が大きい，また，逆に Subj. A.U. は，他の例が −12～−17% の差があったの

表5　減量前後のパワーの変化

Table 5　Changes of power before and after reducing

	Items / Subj.	Weight Decrement (%)	Action time (sec.)		Work Capacity (Joul)		Power (watt)		Arm Strengh (kg)	
			B	A	B	A	B	A	B	A
Weight Reduction Group	A. U.	−5.7	0. 35	0. 30	36.3	26.3	103.6	87.6	32.0	31.0
	S. U.	−5,4	0. 30	0. 50	26.3	34.3	87.6	68.6	41.5	38.0
	T. A.*	−5.3	0. 30	0. 28	37.8	31.0	126.1	110.6	32.0	31.0
	K. N.*	−5.6	0. 35	0. 28	43.4	34.3	124.	122.5	29.0	31.0
	$\bar{X}_{(1)}$	−5.5	0.325	0.340	36.0	31.5	110.4	97.3	33.6	32.8
	A. M.	−6.7	0. 40	0. 45	39.6	34.3	99.1	72.2	52.0	44.0
	T. K.	−6.0	0. 35	0. 50	41.5	27.8	118.7	55.7	47.0	45.0
	N. M.*	−6.6	0. 30	0. 30	55.8	47.4	185.5	158.0	38.0	38.0
	S. Y.*	−6.6	0. 30	0. 30	34.3	13.4	114.4	44.7	40.0	37.0
	M. O.*	−6.2	0. 30	0. 28	43.4	34.3	144.8	122.5	35.0	34.0
	$\bar{X}_{(1)}$	−6.4	0.330	0.366	42.9	31.4	132.6	91.4	42.4	39.6
	$\bar{X}_{(1)+(2)}$	−6.0	0.328	0.354	39.8	31.4	122.7	93.6	38.0	86.2
Non-Wt. R.-Gr.	T. S.	−0.4	0. 35	0. 40	31.0	34.3	88.4	85.8	36.0	33.0
	S. S.	+0.8	0. 35	0. 35	53.6	58.0	153.8	165.7	56.0	48.0
	$\bar{X}$	+0.2	0.350	0.380	42.3	46.2	121.1	125.8	46.0	40.5

B：Before Reducing　　* 昭和43年資料

A：After　〃

に対して，むしろ＋1％と殆んど，減量前後で差がみられない，この被験者は昭和44年度世界選手権大会の48kgで第3位となった選手であり，減量時の体力の保持という面ですぐれている選手といえる．勿論，この被験者と減量度の異なる他の被験者と最初の筋力発現レベルが異なりそのまま比較することは出来ないが，少くとも，減量後において，減量前と比較して絶対筋力は減少しているにしても，時間に伴なう減少率に差がみられないということは注目すべきである．

また，減量度の関連からみれば，今回一番減量度が大きかったSubj. A.M.（−6.7％）が，筋力，筋持久力（保持時間，反復による疲労曲線）ともに一番減少が著しかったことは注目される．

表5は等価質量27.8kgの慣性車輪を用いて求めた腕屈曲時のパワーの変化を示したものである．（昭和43年の資料も含む）

減量群では仕事率（watt）は平均122.7 wattから93.6 wattと23.7％の低下を示した．仕事量（Joul）もまた平均39.8 Joulから31.5 Joulと20.9％の減少を示した．一方，非減量群では逆に平均121.1 wattから125.8 wattと約4％，平均42.3 joulから46.2 joulと約9％とそれぞれ減量後では増大した．

仕事率と仕事量の関係は図3に示したように，従来の報告通り[6]かなりの相関関係がみられ，減量後においても同様である．したがって，仕事率の低下は仕事量の減少とも云える．

金子[6]はallout作業前後に慣性車輪を用いて仕事量を測定したところ，直後では筋電図のパターンにおいてallout前にみられるような集中的な筋放電が消失し，この時の張力図は鈍い立上りを示し山形を呈していた．かつ，静的な筋力がallout直後，20％減少したのに対し，慣性車輪による力の最高値は40〜55％も減少した．これらのことから疲労による仕事量の減少は筋力の低下によるとともに，運動速度の減退によるものであって，そこには神経衝撃の集中性如何が関係すると述べている．

また，減量度とパワーの関係をみると（表5），減量度が平均5.5％群では仕事率（watt）は平均110.4 wattから97.3 wattと12％の減少であったのに対し，平均6.4％群では平均132.6 wattから91.4 wattと31％と減少が著しかった．仕事量（Joul）におても殆んど同様の結果であり，減量度平均6.4％群の方が減少が大きかった．運動の作用時間も遅延し，筋力も平均6.4％減量群の方が−6.6％と平均5.5％減量群より（−2.4％）大きかった．

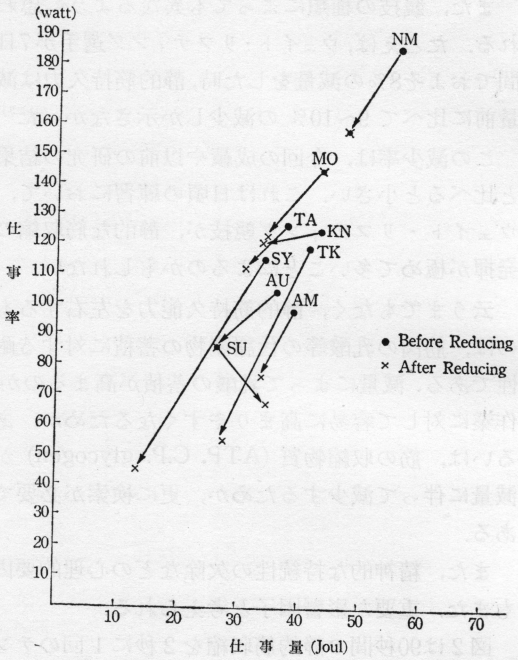

図3.　仕事量と仕事率の関係
Fig. 3.　Relationship power and work

それに対して非減量群は作用時間は若干遅延したが仕事量および仕事率はそれぞれ約9％，4％程増大した．

このように，減量の程度が大きくなるにつれて，パワーが低下するのは，筋力の低下のみならず，減量の進行とともに起ってくる倦怠，めまい，精神不安感，物事に熱心になれないなど[7,8]の心理的不調や反応時間の遅延，バラツキの増加[2,5,9]，クレペリン検査にみる初頭努力率の低下[9]（仕事に対するとりつきが悪い）などから神経衝撃の集中力が減退するためかもしれない．

白井[5]は日本一流レスリング選手の減量のパワーに対する影響を垂直跳の成績からみており，減量が5％くらいまではむしろ増加するが5〜7％

減量群では−4.2%，7～9%減量群では−5.9%それぞれ減少し，減量度の大きい選手ほど低下を示したと報告している．

減量度との関連から小野[7]は重量挙の記録との関係から，減量が5%を越えると記録も急に低下すると報告しており，今回のパワー測定の結果からみてもうなづけよう．

ま と め

前報に引き続き重量階級制スポーツにみられる急速減量の生体に及ぼす影響について，試合を目前にして減量を行った大学レスリング選手4名と非減量群として同大学レスリング選手2名の計6名を対象に，6～7日間の減食法と練習による落汗法の併用による減量を行なわせ，静的筋持久力（保持時間および90秒間2秒に一回のテンポでの最大筋収縮の反復）および慣性車輪を用いた腕屈曲パワー（昭和43年の測定資料5名を加えた）を中心に検討した．結果を要約すると次のとうりである．

1) 体重は平均3.6kg（−6.1%）の減量であった．皮脂厚では，腕部，背部に比べて腹部の減少が著しかった．（−22%），屈腕力は−8%の減少であった．

2) 静的筋持久力（保持時間）は平均108秒から79秒と−27%の減少を示した．また，2秒に1回のテンポで90秒間静的筋収縮（最大筋力発揮）の反復による疲労曲線では，90秒間中における $\left(\frac{\text{最大値}-\text{最少値}}{\text{最大値}}\times 100\right)$ の式で示される筋力の減少率でみると，非減量群では減量前後でそれぞれ31.0%と32.0%とわずか1%の差であったのに対し，減量群では30.0%と41.0%と11%も差があり，減量後における筋力の減少率が著しかった．

3) 慣性車輪を用いた腕パワー（watt）は平均122.7 wattから93.6 wattと23.7%の低下を示した，また，減量度とパワー（watt）の減少との関係をみると減量5.3～5.7%群（4名）では約12%の減少を示したのに対し，減量6.0～6.7%群（5名）では約31%と減少度が著しかった．

4) 以上の結果から，今回の程度の減量において，筋の無酸素的エネルギーや神経衝撃の集中性の減退などが推定された．

最後に御校閲を戴きました黒田善雄教授に感謝致します．

また実験に御協力戴きました国士館大学体育学部運動生理学研究室の渡辺剛先生，明治生命体医研生山匡先生ならびに東洋大学レスリング部コーチの清水守氏に感謝致します．

引 用 文 献

1) 片岡幸雄（1972） 階級制スポーツにおける急速減量に関する研究（1）レスリング選手の減量の呼吸，循環機能および筋力に及ぼす影響 東大教養学部体育学紀要 **7** 29-40
2) 片岡幸雄（1967） 減量の運動生理学的研究—特に減量期間と身体諸機能の関係— 東教大大学院修士論文（未刊）
3) 片岡幸雄他（1968） ウェイト・リフテング選手の減量について，（未発表）
4) 北 均，伊藤森幸（1963） 大学ボクシング選手の減量時における体力測定について（その1） 体育学研究
5) 白井伊三郎（1963） 体重調整が体力に及ぼす影響について olympia No. 20 9-12
6) 金子公宥（1967） 慣性エルゴメーターによる人体・筋パワーの測定 体育学研究 **8**-3.4 72-82
7) 小野三嗣（1964） 重量挙選手調査報告 （第6報）体重減量について
8) 大滝忠夫（1664） 柔道競技における減量の問題 東教大体育学部紀要 **4** 67-87
9) 石島武一他（1968） 騎手における減量の研究 日本中央競馬会