

DB  
2365  
2007  
HG

博士論文

レスリング選手における減量時のコンディショニング  
に関する研究

平成 19 年度

久木留 毅

筑波大学

寄贈  
久木留毅氏

08010827

## 目次

図表のタイトル一覧

### 第一章 序論

|           |      |
|-----------|------|
| 1-1 研究の背景 | ・・・1 |
| 1-2 研究の目的 | ・・・3 |
| 1-3 文献研究  | ・・・4 |

### 第二章 研究課題, 用語の定義, 限界

|                         |       |
|-------------------------|-------|
| 2-1 本研究の課題              | ・・・8  |
| 2-2 本研究におけるコンディショニングの定義 | ・・・11 |
| 2-3 本研究の限界              | ・・・11 |

### 第三章 レスリング選手に関する減量の実態把握

(研究課題 1: 調査・研究 1-1, 1-2)

|   |       |
|---|-------|
| 3-1 トップレスリング選手の減量に関する現状<br>(調査・研究 1-1)  | ・・・13 |
| 3-1-1 目的                                | ・・・13 |
| 3-1-2 対象および方法                           | ・・・13 |
| 3-1-3 結果                                | ・・・14 |
| 3-1-4 考察                                | ・・・21 |
| 3-1-5 要約                                | ・・・23 |
| 3-2 ジュニアレスリング選手の減量に関する現状<br>(調査・研究 1-2) |       |
| 3-2-1 目的                                | ・・・24 |
| 3-2-2 対象および方法                           | ・・・24 |
| 3-2-3 結果                                | ・・・24 |
| 3-2-4 考察                                | ・・・37 |
| 3-2-5 要約                                | ・・・39 |

|       |  |        |
|-------|--|--------|
| 第四章   | 短期的急速減量が及ぼす代謝動態および形態特性の変化                  |        |
|       | (研究課題 2: 実験 2-1, 2-2)                      |        |
| 4-1   | 一流レスリング選手の急速減量時の代謝動態                       |        |
|       | (実験 2-1)                                   |        |
| 4-1-1 | 目的   | ・ ・ 40 |
| 4-1-2 | 対象および方法                                    | ・ ・ 40 |
| 4-1-3 | 結果   | ・ ・ 46 |
| 4-1-4 | 考察   | ・ ・ 50 |
| 4-1-5 | 要約   | ・ ・ 54 |
| 4-2   | 磁気共鳴画像法により評価した急速減量時のレスリング選手の局所組成動態         |        |
|       | (実験 2-2)                                   |        |
| 4-2-1 | 目的   | ・ ・ 55 |
| 4-2-2 | 対象および方法                                    | ・ ・ 55 |
| 4-2-3 | 結果   | ・ ・ 58 |
| 4-2-4 | 考察   | ・ ・ 64 |
| 4-2-5 | 要約   | ・ ・ 66 |
| 第五章   | 総合討論                                       |        |
| 5-1   | 本研究の目的                                     | ・ ・ 67 |
| 5-2   | 本研究で得られた成果および今後の課題                         | ・ ・ 67 |
|       | 5-2-1 課題 1: シニアおよびジュニア期におけるレスリング選手の減量の実態把握 | ・ ・ 67 |
|       | 5-2-2 課題 2: 短期的急速減量が及ぼす代謝動態および形態特性の変化      | ・ ・ 68 |
| 5-3   | レスリング選手における減量時のコンディショニング法の確立に向けた提言         | ・ ・ 69 |
| 5-4   | 今後の展望                                      | ・ ・ 73 |
| 第六章   | 結語   | ・ ・ 74 |
|       | 謝辞   | ・ ・ 76 |
|       | 文献   | ・ ・ 77 |
|       | 付記   | ・ ・ 85 |

## 図表のタイトル一覧

### 第三章 レスラーにおける減量の実態把握

#### 3-1 トップレスリング選手の減量に関する現状

図 3-1-1. トップレスリング選手の減量に関する現状（減量の有無）

図 3-1-2. トップレスリング選手の減量に関する現状（減量の程度）

図 3-1-3. トップレスリング選手の減量に関する現状（減量の期間）

図 3-1-4. トップレスリング選手の減量に関する現状（減量中の飲水制限開始時期）

図 3-1-5. トップレスリング選手の減量に関する現状（減量前日の体重）

図 3-1-6. トップレスリング選手の減量に関する現状（なぜ減量が必要か）

#### 3-2 ジュニアレスリング選手の減量に関する現状

図 3-2-1. ジュニアレスリング選手の減量に関する現状（減量の有無）

図 3-2-2. ジュニアレスリング選手の減量に関する現状（減量の程度）

図 3-2-3. ジュニアレスリング選手の減量に関する現状（減量の期間）

図 3-2-4. ジュニアレスリング選手の減量に関する現状（1週間前のオーバー体重）

図 3-2-5. ジュニアレスリング選手の減量に関する現状（飲水制限の時期）

図 3-2-6. ジュニアレスリング選手の減量に関する現状（計量1日前のオーバー体重）

図 3-2-7. ジュニアレスリング選手の減量に関する現状（減量方法とその習得）

図 3-2-8. ジュニアレスリング選手の減量に関する現状  
(減量中にコンディショニングを崩した経験の有無)

図 3-2-9. ジュニアレスリング選手の減量に関する現状 (減量を開始した年齢)

図 3-2-10. ジュニアレスリング選手の減量に関する現状 (年間の減量回数)

#### 第四章 急速減量が及ぼす減量時コンディション評価

##### 4-1 一流レスラーの急速減量時の代謝動態

図 4-1-1. ヒューマン・カロリメータ

図. 4-1-2. レスリング選手における減量による体重 (A), 除脂肪体重 (B) と安静時代謝量との個人内変化

表 4-1-1. レスリング選手における急速減量による身体組成の変化

表 4-1-2. レスリング選手における通常期と急速減量期の栄養摂取状態

表 4-1-3. レスリング選手における急速減量による安静時代謝、睡眠時代謝、食後安静時代謝、食事誘発性体熱産生の変化

##### 4-2 磁気共鳴画像法により評価した急速減量時のレスラーの局所組成動態

図 4-2-1. 本研究のデザイン

図 4-2-2. レスラーの急速減量による上肢・下肢の筋横断面積の変化率 (n=12)

表 4-2-1. レスラーの急速減量による身体組成の変化

表. 4-2-2. レスラーの急速減量による上肢・下肢の筋横断面積の変化 (n=12)

表 4-2-3. 急速減量時の栄養摂取状態 (n=12)

## 第一章 序論

### 1-1. 研究の背景

アスリートは、競技力の向上を目的として日々の激しいトレーニングを行う。このようなトレーニングは身体の形態的・機能的適応を伴い、パフォーマンス発揮に大きく貢献する。さらにアスリートは、獲得した競技力を試合に向けて最良の状態に維持することが（コンディショニング）パフォーマンス発揮において重要と考えている。しかし、実際のスポーツ現場では、試合前に体調を崩し、十分なパフォーマンスを発揮できない選手も多く、試合に向けたコンディショニングの成功あるいは失敗が試合結果に大きな影響を与えることは明らかである。

アスリートのコンディショニングは様々な視点から取り組む必要がある。なかでもレスリングや柔道などの体重階級制競技では、試合前に計量が行なわれるため試合に向けた体重調整（減量）がコンディションを左右する重要な要因と考えられている。このため、アスリートの身体特性や競技特性を考慮した視点からコンディショニングについて捉えていくことは重要となるが、体重階級制競技アスリートを対象としたコンディションの実態やそれに基づくコンディショニングへの取り組みは十分に行なわれていないのが現状である。

アスリートの減量と競技特性について、大きく二つに分類することができる。一つは、試合前の計量をルールによって義務付けられている競技・種目である。体重階級制競技のレスリング、柔道、ボクシング、ウエイトリフティングなどと非体重階級制競技のスキージャンプなどは、試合前にルールとして体重を測定する。二つ目は、陸上競技の長距離種目と芸術系の競技・種目（体操競技、新体操、フィギアスケート、シンクロナイズドスイミングなど）などが挙げられる。前者は少しでも体重を軽くして脚への負担を軽減するために減量を行い、後者は美しいプロポーションを維持するために日常的に減量を行っているが、両競技・種目とも試合前に計量がある訳ではない。これらのこと

から、アスリートの減量はその競技特性や目的に沿った体重調節が合目的的に行なわれていると考えられる。しかし、競技力向上の視点から減量に取り組むため、減量方法や日頃の体重管理を誤ると脱水症などのスポーツ障害やコンディションが低下する危険性が高くなることも現実問題として捉えておく必要がある。

アスリートの減量期間は、1週間以上の期間をかけて減量を行う長期的減量と1週間程度で体重減少を行う短期的減量に分けることができる<sup>1)</sup>。これらの減量期間の大きな違いは、長期的減量は負のエネルギーバランスを伴う減量方法であるのに対して、短期的減量は飲水制限による脱水を主とした減量方法である。短期間の急速減量は急激な体重減少を伴うことから、長期間の減量と比べその減量方法に特徴がみられ、極端な飲水制限やサウナなどによる脱水が問題視されている。また、短期的急速減量は、主に体重階級制競技にみられるが、計量日の違いも明確に押さえておくことは重要である。先行研究において計量日が試合当日の柔道では、計量日が試合前日のレスリングと異なり体重減少量に違いが認められている<sup>2)</sup>。このことは、計量後から試合までの体重回復期間（再水和）の違いが減量方法に影響している可能性がある。このように、アスリートの減量方法は、減量期間やエネルギー摂取量が体重減少率と密接に関連し、さらに競技特性に大きく影響を受けると考えられる。

減量時には様々なコンディション因子が変動する。極端な食事制限や脱水を伴う短期的急速減量が及ぼす因子を挙げると<sup>3)</sup>、(1) 身体成熟の遅延、(2) 摂食障害の増加、(3) 学業や授業意欲の停滞、(4) 心理的ストレス、(5) 体温調節機能の低下、(6) 循環器機能の低下、(7) 血漿量の低下、(8) 免疫機能の低下、(9) 内分泌機能の低下、(10) タンパク合成能の低下、(11) 運動性無月経や骨粗鬆症の増加、などが起こると報告されている。

アスリートの減量法で問題とされている短期的な急速減量は、主にレスリングや柔道などの体重階級制競技にみられる。なかでも、試合の前日に計量が行われるレスリング

では、試合当日に計量がある柔道に比べて回復期間を長く取れるため、短期的急速減量が競技力向上の視点から行われていることが推察される。そこで、レスリング選手の試合に向けた減量は、試合に良好なコンディションで臨むものでなければならないが、減量方法を誤ると心身のコンディションを崩し、結果としてパフォーマンス発揮に負の影響を与える可能性がある。1997年の報告によると、過度の急速減量による脱水が原因で3名の米国大学レスリング選手が死亡した事例がある<sup>4)</sup>。この事故を境として、全米大学体育協会（NCAA）では、レスリング競技の計量に関するルールを改正し再発防止に努めている。これらのことから理解できるように体重調節を必要とするレスリング選手は、試合までのコンディショニングが特に重要となる。

しかしながら、日本国内のレスリング選手を対象とした減量の実態把握や減量時にみられる生理的及び形態的なコンディション特性を検討したものはほとんどなく、これらを明らかにすることは、選手の体調面だけでなく競技力向上の観点からも非常に重要な検討課題であると考えられる。また、ジュニア期からシニア期を見据えた一貫指導トレーニングの重要性が認識されており、これらの背景からもジュニア期の減量調査や競技レベルが高い全日本トップレスリング選手の減量に関する現状を総合的に明らかにする必要がある。さらに、短期的急速減量時にみられる形態的变化や代謝機能面を評価することは、レスリング選手にみられる減量時のコンディション特性を把握する上で重要な情報となり得ると考えられる。

## 1-2. 研究の目的

本研究の目的は、体重階級制競技におけるレスリング競技を対象に、シニアおよびジュニアレスリング選手の減量の実態を把握し、さらに急速減量をもたらすエネルギー代謝動態や体組成の変化に着目し、試合にむけた減量の実態把握および形態的・機能的側面からレスリング選手の急速減量時のコンディション特性を明らかにすることである。

### 1-3. 文献研究

これまでにレスリング選手の急速減量が身体に悪影響を及ぼす多くの報告がある。レスリング選手における短期的急速減量時の生理応答を検討した報告では、血漿容積の減少、体温調節機能の低下、腎臓機能の低下、低血糖などがある<sup>5, 6)</sup>。また、急激な体重減少は、不安感の増大や消極的行動などの心理的側面にも影響を及ぼすとの報告もある<sup>7)</sup>。これらを受け、アメリカスポーツ医学協会は、1976年および1996年にレスリング選手の減量に関する研究のレビューおよび基本的な方針を示している<sup>8, 9)</sup>。しかし、1997年に3つの州で3名の大学レスリング選手が、試合に向けた短期的急速減量による脱水が原因で死亡した事例が報告されている<sup>4)</sup>。事態を重く見たNCAAでは、レスリング競技におけるルールの改正を行い、階級の変更、減量におけるサウナ等の禁止、計量日の変更を行い再発防止に取り組んできた<sup>10)</sup>。1998-1999年に行った調査研究では、シーズンに40%のレスリング選手が新ルールによって無理な減量を抑制したが、危険な減量方法を実施している選手も一部みられることが明らかになっている<sup>11)</sup>。また、Kinninghamらの報告によれば、米国ミシガン州の高校生レスリング選手2,532名を対象に、減量方法や減量の程度に関する実態調査を行った結果、選手はシーズン中、平均6ポンド(約2.7kg)減量を行っており、50%の選手が5ポンド(約2.2kg)以上の減量を行ない、27%の選手が10ポンド(約4.5kg)の減量をしていた。主な減量方法としては、トレーニング量の増大、ラバースーツ、トレーニング場の高温化、食事制限などを併用していた。数名の選手は、利尿剤、ダイエットピル、下剤などを用いて減量していた。さらに、短期間で減量しているレスラーほど、減量を開始する年齢が早い傾向も認められた。これらの結果より、米国ミシガン州の高校生レスラーは、短期間で過剰な減量をしている傾向が明らかになっている<sup>12)</sup>。

以上、米国におけるレスリング競技の現状は、急速減量が誘因となり多くの障害を引き起こしていることが明らかになり、エビデンスの蓄積がルールの改正に繋がったと考

えられる。しかし、なお急速減量を行っている選手の現状が明らかにされており、より急速減量をもたらす健康障害やパフォーマンスへの影響について知見を蓄積することは重要と考えられる。一方、日本では、レスリング選手における急速減量に関する実態については明らかでない。そこで、国内のシニアおよびジュニアレスリング選手における急速減量に関する現状把握を行なう必要があると考えられる（研究課題 1）。

格闘技のような体重に基づく階級が設定されている競技においては、試合に向けた計画的な減量を遂行するためにもエネルギー消費を構成する各要素（基礎代謝，睡眠時代謝，食事誘発性熱産生，運動による代謝亢進など）について個別に定量された知見が必要となる。基礎代謝の低下は，エネルギー摂取量の制限を長期間続けて減量した一般人の測定<sup>13)</sup> や，レスリング選手の試合シーズン中の安静時代謝をシーズン前後に比較した研究から明らかとなっている<sup>14)</sup>。レスリング選手の場合には，シーズン前においても体脂肪率が低く<sup>15)</sup>，シーズン中には更に体脂肪率を減少させる場合が多く，一般健常人よりも厳しい減量であると考えられる。しかし，レスリング選手の基礎代謝をシーズン前後で比較した前述の研究では，エネルギー代謝の季節変動<sup>16)</sup> の影響が混在している可能性が否定できない。

レスリング選手が行っているこのような厳しく急速な減量は，エネルギー代謝に関連する幾つかの要因に影響を与えていると考えられる。（1）1日当たりのエネルギー消費量の約 60%を占めるといわれる基礎代謝は，体重，特に除脂肪体重と相関しているが<sup>17)</sup>，除脂肪体重も減量に伴って大きく低下すると報告されている<sup>13)</sup>。（2）食事誘発性体熱産生は食事の摂取量や食事成分によって異なってくる<sup>18)</sup>。（3）飲水はエネルギー代謝を一過性に上昇させるという報告がある<sup>19)</sup>。（4）減量期のトレーニング量の増減が選手のエネルギー代謝に影響を与えることは容易に想像できるが，トレーニング量と減量による体調の変化がトレーニング時以外の身体活動量に及ぼす影響は不明である。健常人においては，NEAT(nonexercise activity thermogenesis)と総称されているス

スポーツ活動以外の身体活動によるエネルギー消費量が栄養条件によって影響を受けることが知られており、NEATは過食で増大し食事制限で減少すると報告されている<sup>20)</sup>。

Melbyらによれば、レスリング選手を対象としてヒューマン・カロリメータを用いてシーズンを通じた代謝動態を検討するために、プレシーズン期、シーズン期、ポストシーズン期の3回に分けて安静時代謝の変動を調査した結果、シーズン期はプレシーズン期に比べ安静時代謝が低下し、ポストシーズン期にはプレシーズン期の値に回復することを報告している<sup>14)</sup>。一方、柳沢らの報告では、同様にレスリング競技者を対象とした研究において、競技大会の前・中・後の代謝動態は変化しなかったとの報告がある<sup>21)</sup>。

レスリング選手における減量時の代謝動態は、シーズンの前・中・後で変化するとの報告がある一方で、1回の減量における前中後の比較を行った研究では、代謝が変化しないとの報告もある。さらに、これまでは国内において、アスリートが減量時の食事中や睡眠時の代謝を長時間にわたって連続的に測定した報告はほとんど見当たらない。そこで、レスリング選手の減量前後のエネルギー代謝変動について、ヒューマン・カロリメータによる間接熱量測定を用いて明らかにする必要があると考えられる(研究課題2)。

レスリング選手の減量による身体組成の変化を評価した研究では、空気置換法(BOD POD)やバイオインピーダンス(BIA)法を用いて計測したものが多く<sup>22-26)</sup>、減量に伴い除脂肪体重や体脂肪率、体水分量が減少することが示されている。さらに、レスリング選手の減量時の横断面積について推定式を用いて評価した研究では、シーズン前と比較してシーズン後に上腕部と大腿部の中央横断面積が減少したとの報告がある<sup>15)</sup>。レスリング選手は、試合に向けて短期間にトレーニング量の増大や脱水により減量を行うため、急速減量時の身体組成を評価することは重要である。

近年の画像解析技術の進歩により筋や皮下脂肪組織の各部位を詳細に評価できる磁気共鳴画像診断装置が用いられている。しかし、これまでの減量時の身体組成の評価は、

主に除脂肪体重や体脂肪量などの総量を検討しており、筋や脂肪組織の各部位組成における形態的变化について磁気共鳴画像診断装置を用いて評価しているものはない。レスリング競技で問題となる短期間の急速減量時や再水和による身体組成の変化を明らかにすることは、レスラーの危険な減量を防ぐための知見として重要な意義があると考えられる（研究課題2）。

レスリング選手における減量時のパフォーマンスに関する研究は、体力因子を以下の3つに分け、1) 無酸素性作業能（Wingate test, 30m走） 2) 有酸素作業能（Vo2max測定） 3) 筋力系（垂直跳び）、短期的あるいは長期的な減量期間から検討が行われている。

McMurrayらは、大学生レスリング選手12名を対象として高炭水化物食群と通常炭水化物食群に分けて1週間で約3%減量させ、減量の前後で無酸素性作業能の測定を行なった結果、高炭水化物食群はパフォーマンスが変わらなかったが、通常炭水化物食群が低下することを報告している<sup>27)</sup>。また、Websterらは、レスリング選手7名を対象に36時間で4.9%の減量を行い、無酸素性作業能および有酸素性作業能は減量後に有意に低下することを報告している<sup>28)</sup>。一方、Maffulliらは、2名のレスリング選手を対象として3週間で8%の減量を行なった結果、有酸素性作業能の変化は認められなかった<sup>29)</sup>。

緩徐減量と急速減量によるパフォーマンスの影響を検討した報告では、Fogelholmらは、レスリング選手と柔道選手を対象に緩徐減量群（3週間で5%減量）と急速減量群（2.4日間で6%）に分け、減量の前後でパフォーマンス（Wingate test, 30m走、垂直跳び）測定をした。その結果、緩徐減量群が垂直跳びにおいて有意に高い値を示し、他のパフォーマンス項目には変化が認められなかったことを報告している<sup>30)</sup>。

以上のことより、レスリング選手における減量時のパフォーマンス測定に関する研究は、これまでに多く報告されているが、一致した見解に至っていないのが現状であり、減量方法や減量期間、および減量中の食事の影響も考慮する必要があると考えられる。

## 第二章 研究課題，用語の定義，限界

### 2-1. 研究の課題

本博士論文は，研究課題 1 として，シニアおよびジュニア期のレスリング選手の減量の実態把握を行い，さらに研究課題 2 では，短期的急速減量が及ぼす代謝動態および形態特性の変化を明らかにし，レスリング選手における減量時コンディショニング法の確立を目的とする。

#### 研究課題 1：シニアおよびジュニア期におけるレスリング選手の減量の実態把握

体重階級制競技のレスリング競技では，選手は試合前日の計量をパスしなければ試合に出場できない。そのため多くの選手が短期間の減量を実施している調査研究が国外にて報告されている<sup>9, 31, 32)</sup>。このような短期間の急速減量は，試合時の体力を支える重要な体成分である水分，グリコーゲン，ミネラル，ビタミンなどの損失をもたらすため，望ましい減量法ではないと考えられている<sup>5, 15, 31, 33)</sup>。そこで，研究課題 1 では，国内のレスリング選手の減量の実態把握を行なうことを目的とする。

##### (研究課題 1: 1-1；トップレスリング選手の減量に関する現状)

日本国内においては，全日本レスリング選手権大会に出場する一流選手の減量の実態に関する調査研究はほとんど見当たらない。そこで研究 1-1 では，全日本トップレスリング選手を対象に急速減量に関する実態について調査することを目的とした。

##### (研究課題 1: 1-2；ジュニアレスリング選手の減量に関する現状)

ジュニアレスリング選手は，シニア選手と比べ身体的成長が著しいため，長期的な視野で捉えると，計画性のある安全な減量方法を行う必要がある。米国においては，ジュニア期の過度な減量を抑制するための対策として，減量の実態調査や<sup>12)</sup>，体脂肪率を指標に用いて過度な減量を制限する試みがなされている<sup>34)</sup>。しかし，日本のジュニア

選手における減量の実態やその対策に関する報告は極めて少ない。そこで研究 1-2 では、ジュニアレスリング選手における試合に向けた減量の実態について調査することを目的とした。

## 研究課題 2：短期的急速減量が及ぼす代謝動態および形態特性の変化

研究課題1では、レスリング選手の試合に向けた減量の実態について検討することを目的とした。さらに研究課題2では、レスラーにみられる短期間の急速減量時のコンディション特性を明らかにするために、急速減量が及ぼす代謝動態の把握および形態的变化を検討することを目的とした。

### (研究課題 2: 2-1；ヒューマン・カロリメータを用いた一流レスリング選手の急速減量時の代謝動態)

競技力向上を目的とするアスリートが、日々のハードなトレーニングを行いその効果を十分に引き出すためには、身体活動量に見合った適切なエネルギー補給をすることが望ましい。特に格闘技のような体重に基づく階級が設定されている競技においては、試合に向けた計画的な減量を遂行するためにもエネルギー消費を構成する各要素（基礎代謝、睡眠時代謝、食事誘発性熱産生、運動による代謝亢進など）について個別に定量された知見が必要となる。

これまで、エネルギー代謝を間接熱量測定法により測定するには、呼気ガス採取のために被験者がマスクを装着する方法が主に用いられ、多種目のアスリートを対象とした基礎代謝の測定においてもこの方法が用いられていた<sup>35)</sup>。しかし、この方法は食事中や睡眠時の代謝を長時間にわたって連続的に測定することが困難であるといった問題点の指摘をされていた。この問題点を解決する手法としては、ヒューマン・カロリメータによる間接熱量測定がある。これは被験者が居住する空間全体のガス濃度分析からヒ

トのエネルギー代謝測定を行う方法で、欧米諸国ではヒトのエネルギー代謝の測定に1980年代から盛んに用いられてきたが、我が国においては2000年に国立健康・栄養研究所に最初に設置され、現在は4研究施設に設置されたばかりで<sup>注1)</sup>、研究成果の蓄積は大きく欧米に遅れをとってきた。

そこで実験2-1では、一流レスリング選手を対象に通常期と減量期における安静時代謝、睡眠時代謝、および食事誘発性体熱生産の変動についてヒューマン・カロリメータを用いて基礎的な知見を得ることを目的とした。

**(研究課題 2: 2-2 ; 磁気共鳴画像法により評価した急速減量時のレスリング選手の局所組成動態)**

レスリング選手の減量は主に短期的減量と長期的減量に分けることができる。とくに短期的減量は、食事・飲水制限により減量を行うため、体水分の低下や筋量の低下を招きやすい。このため、レスリング選手の減量時の身体組成を評価することは、減量時のコンディション評価として重要と考えられる。また、実際の試合では、計量後から試合開始までの短期間(約16時間)の間に早急の体重回復(再水和)を行うため、通常期から計量時および試合後までの経時的な身体組成の変化を把握することは必要である。特に除脂肪体重(筋量)は、パフォーマンスと関連するため、レスリングで高い競技成績を収めるためには、試合に向けて高い筋力を維持することが重要である<sup>36)</sup>。一般的に筋力は、筋量と相関関係にあることがよく知られている。これらのことからレスリング選手の減量は、筋量を維持し、皮下脂肪を減少させる減量方法が理想的であると考えられる。

近年の画像解析技術の進歩により筋や皮下脂肪組織の各部位を詳細に評価できる磁気共鳴画像診断装置が用いられている。しかし、これまでのアスリートにおける減量時の身体組成の評価は、主に除脂肪体重や体脂肪量などの総量を検討しており、筋や脂肪組織の各部位組成における形態的变化について磁気共鳴画像診断装置を用いて評価し

ているものはない。レスリング競技で問題となる短期間の急速減量時や再水和による身体組成の変化を明らかにすることは、レスリング選手の危険な減量を防ぐための知見として重要な意義があると考えられる。そこで実験 2-2 では、全日本学生選手権大会<sup>注2)</sup>に出場する大学生の男子レスラーを対象として、磁気共鳴画像法を用いて通常体重期から減量および試合後までの経時的な身体組成の変化を検討し、減量に影響を受ける部位特性を明らかにすることを目的とした。

## 2-2. 本研究におけるコンディショニングの定義

「コンディショニング」

一般的には、スポーツ活動を行う上でより効果的な身体活動が行えるように体力や体調を適度な状態に整えることと定義されている。コンディショニングの目的は、対象によって多様であり、試合での優れたパフォーマンスの発揮、効果的なトレーニングの実施、スポーツ活動時あるいはリハビリテーションの際の安全確保などが考えられる。内容も多様であるが、本研究では、アスリートが激しいトレーニングによって獲得した競技力を試合に向けて最良の状態に維持することをコンディショニングとした。

## 2-3. 本研究の限界

本研究の成果から減量時のコンディショニング法を確立するためには、いくつかの限界が存在する。この限界は、用語の定義による限界、用いる対象者による限界、測定項目および方法による限界に分類できる。ここでは、研究の方向提示および本論文の学問上の位置づけをより明確にするために、本研究を制限する諸条件を挙げる。

### 1. 用語の定義による限界

「コンディショニング」の要因は、体力、メンタル、ケガ、水分・栄養補給等多数考えられる。すなわち、コンディショニングは様々な要因が複合的に関与していることか

ら、定量的に評価するには限界がある。このため本博士論文では、アンケート調査を用いたアスリートの主観と、代謝動態および形態の変化という客観的指標を用いて検討を進めた。

## 2. 対象者による限界

本研究で用いた対象者は、競技レベルの高い一流アスリートと一般的なアスリートである。本来研究の成果を一般化するためには、被験者の質を揃えることと測定数を増やすことが必要である。しかし一流アスリートを対象として、減量時の代謝動態および形態特性を特殊な装置を使って正確に測定するには限界がある。そこで、本研究の成果を一般的に適用するにはさらなる検討が必要である。

## 3. 測定項目および方法による限界

本研究では、実際の試合に参加するアスリートや競技力の高い一流アスリートの協力を得ていることから、減量時のパフォーマンス測定および検討を行っていない。そのため本研究においては、パフォーマンス面からのコンディショニングについて言及するには限界がある。しかし、本研究における成果を減量時のコンディションに関するエビデンスと捉えることは、可能性があると考えられる。

### 第三章 レスリング選手に関する減量の実態把握

#### 研究課題 1：シニアおよびジュニア期のレスリング選手の減量の実態把握

(調査・研究 1-1, 1-2)

研究課題 1 では、レスリング選手の減量に関する実態を全日本選手権、ジュニアオリンピック大会の参加選手を対象としてアンケート調査を行い検討する。

#### 3-1. トップレスリング選手の減量に関する現状 (調査・研究 1-1)

##### 3-1-1. 目的

レスリングの、減量に関する実態を明らかにする目的で全日本選手権大会出場者の実態を調査した。

##### 3-1-2. 対象および方法

###### A. 対象

2002 年 12 月 21 日～23 日に行われた全日本レスリング選手権大会（東京）の出場選手 286 名（男子 196 名，女子 90 名）全員にアンケートの趣旨を説明し対象者とした。

###### B. 調査方法・項目

全日本レスリング選手権出場選手の試合に向けた減量の実態を明らかにするために、「減量に関するアンケート」を独自に作成した。調査項目は、減量の有無，減量体重の程度，減量期間，減量期間中の飲水制限，計量前日の体重オーバー，減量を実施する理由について調査をした。

アンケートは自己記入法を用い，大会出場選手 286 名全員に計量日に調査の趣旨を説明し依頼した。その結果，277 部（男子 196/196）（女子 81/90）が回収された（回収率 97%）。有効回答者数は 277 名（男子 196 名，女子 81 名）であり，選手の平均年齢は男子 22.7±3.2 歳，女子 19.3±3.3 歳であった。

### 3-1-3. 結果

本大会出場における減量実施状況について、男子は減量した者が 163 名 (87%)、減量しない者が 33 名 (13%) であった (図 3 - 1 - 1 : A)。女子は減量した者が 62 名 (77%)、減量しない者が 19 名 (23%) であった (図 3 - 1 - 1 : B)。

本大会に向けた減量の程度は、5kg 以上の減量を実施している男子選手は 147 名 (89%)、この内 9kg 以上の減量をしている者が全体の 5% いた。同じく女子においても 5kg 以上の減量をしている者は 56 名 (69%)、この内 7kg 以上減量している者が全体の 5% いた (図 3 - 1 - 2)。

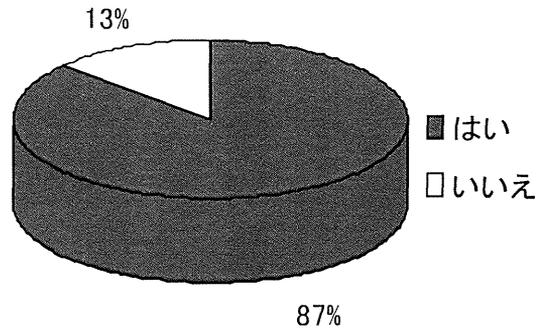
本大会に向けた減量に要した期間が、8 日間以内の者は男子 118 名 (71%)、女子 51 名 (78%) であった (図 3 - 1 - 3)。

減量期間中に飲水制限を始めた時期に関しては、男子が計量日の当日 (5%)、1 日前 (27%)、2 日前 (26%)、3 日前 (24%) で全体の 82% を占め、女子が計量日の当日 (5%)、1 日前 (14%)、2 日前 (35%)、3 日前 (29%) で全体の 83% を占め、3 日前から飲水制限を始める者が男女共に全体の 80% 以上を占めていた (図 3 - 1 - 4)。

計量の 1 日前の体重オーバーは、男子が 1.1kg~1.5kg 以下 (24%)、1.6kg~2.0kg 以下 (19%)、2.1kg~2.5kg 以下 (27%)、3.1kg~3.5kg 以下 (10%)、であり、女子が 0~0.5kg 以下 (14%)、0.6kg~1.0 kg 以下 (22%)、1.1kg~1.5kg 以下 (36%)、1.6kg~2.0kg 以下 (14%)、であった (図 3 - 1 - 5)。

減量を実施する理由は、男子が“試合で勝つため” (49%)、 “監督・コーチのアドバイス” (2%)、 “出場を希望する階級が自分の体にとって適切だから” (45%)、 “その他” (4%) であり、女子が“試合で勝つため” (39%)、 “監督・コーチのアドバイス” (4%)、 “出場を希望する階級が自分の体にとって適切だから” (57%) であった (図 3 - 1 - 6)。

今大会に向けて減量しましたか（男子）



今大会に向けて減量しましたか（女子）

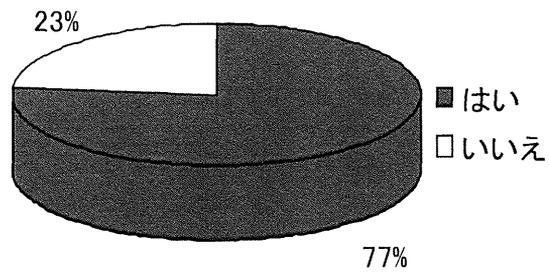


図 3 - 1 - 1. トップレスリング選手の減量に関する現状（減量の有無）

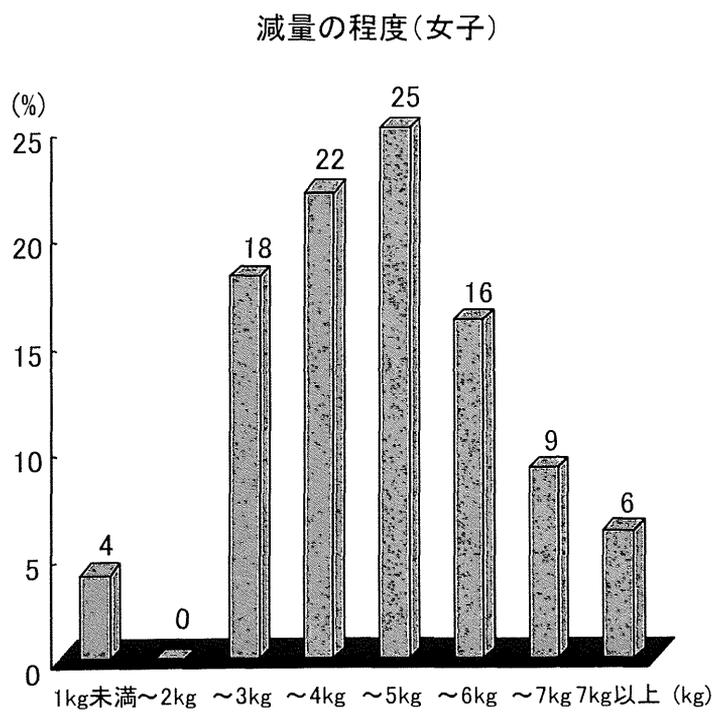
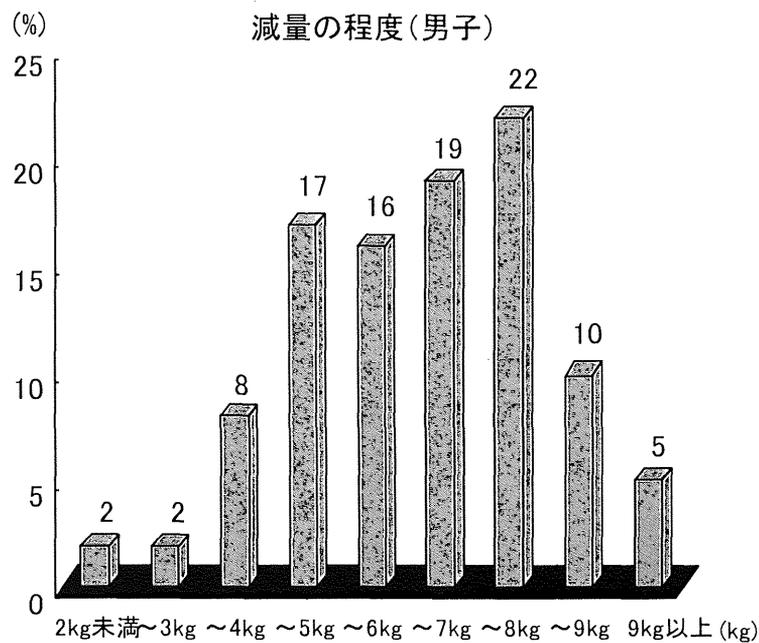


図 3 - 1 - 2. トップレスリング選手の減量に関する現状 (減量の程度)

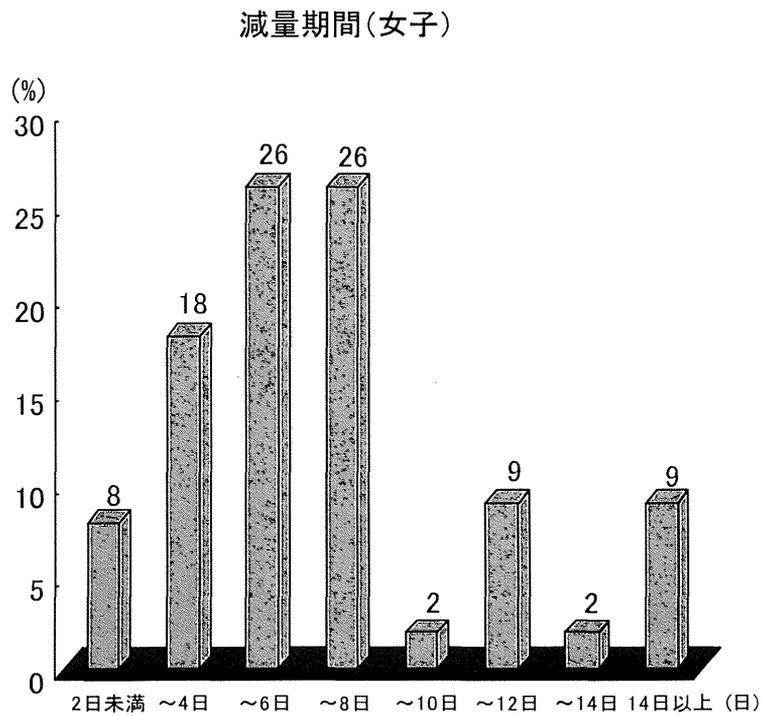
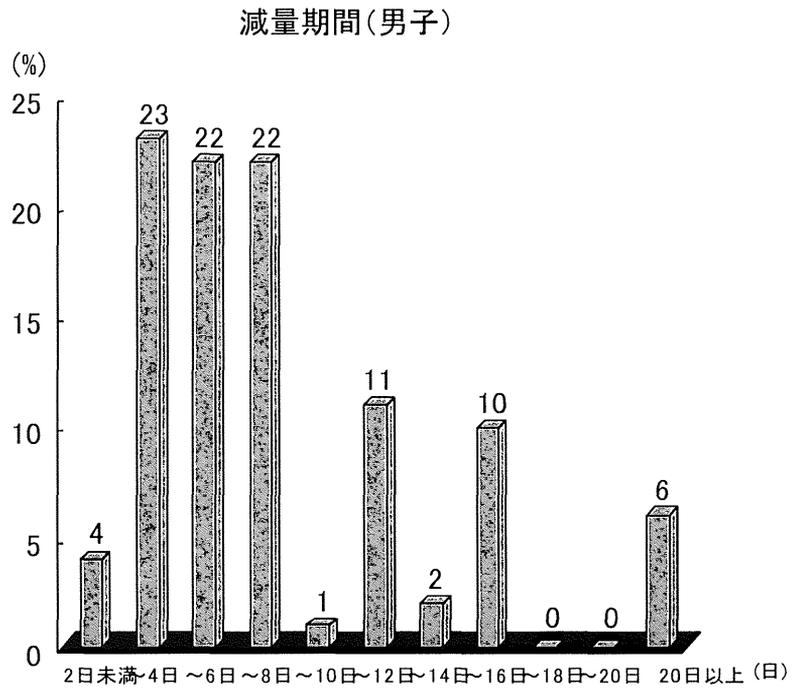
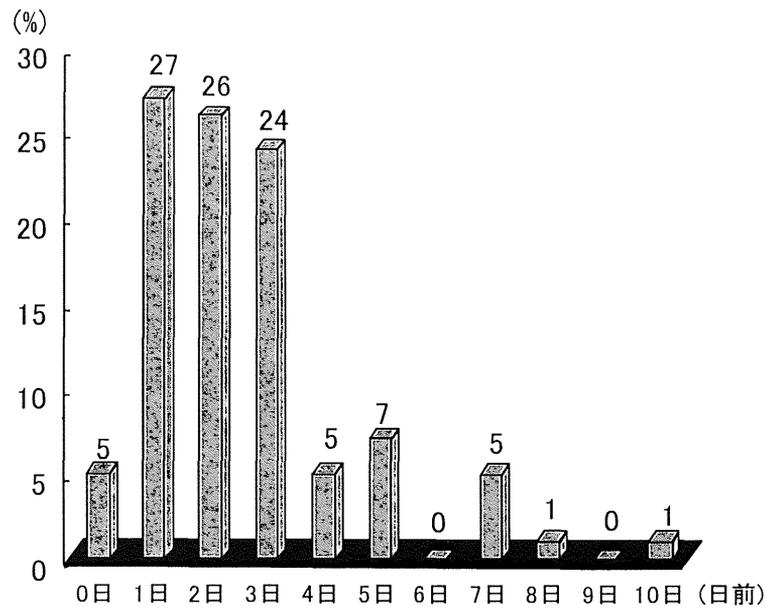


図 3 - 1 - 3. トップレスリング選手の減量に関する現状 (減量の期間)

減量期間中に飲水制限を始めた時期(男子)



減量期間中に飲水制限を始めた時期(女子)

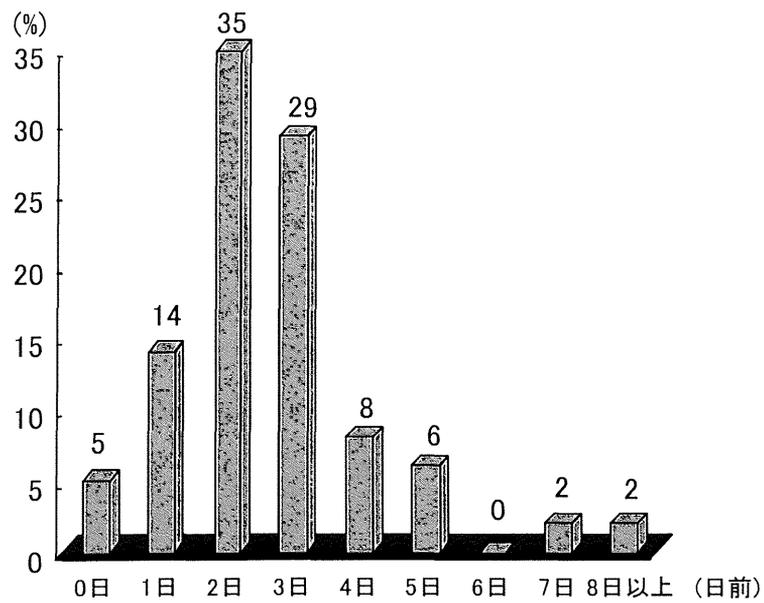


図 3 - 1 - 4. トップレスリング選手の減量に関する現状 (減量中の飲水制限開始時期)

計量1日前、練習をする前の体重は出場階級から何kgオーバーしていたか

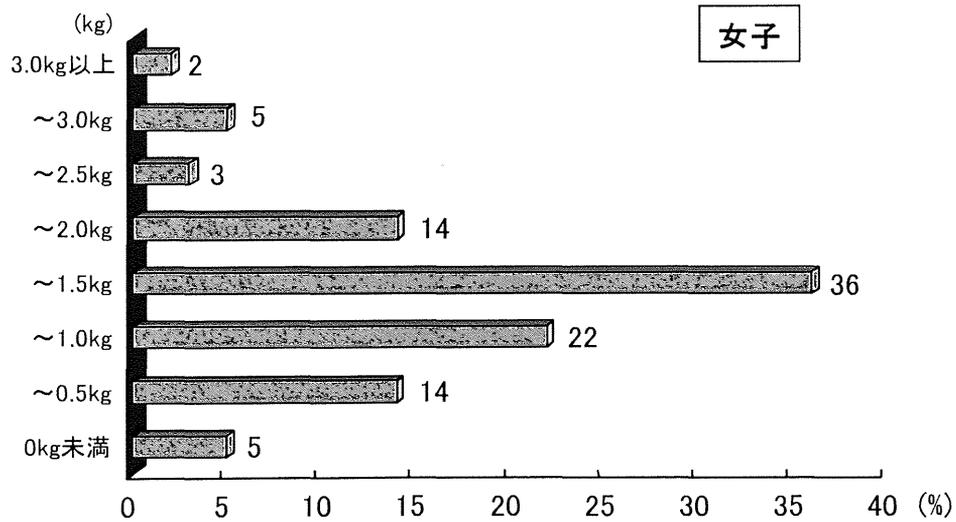
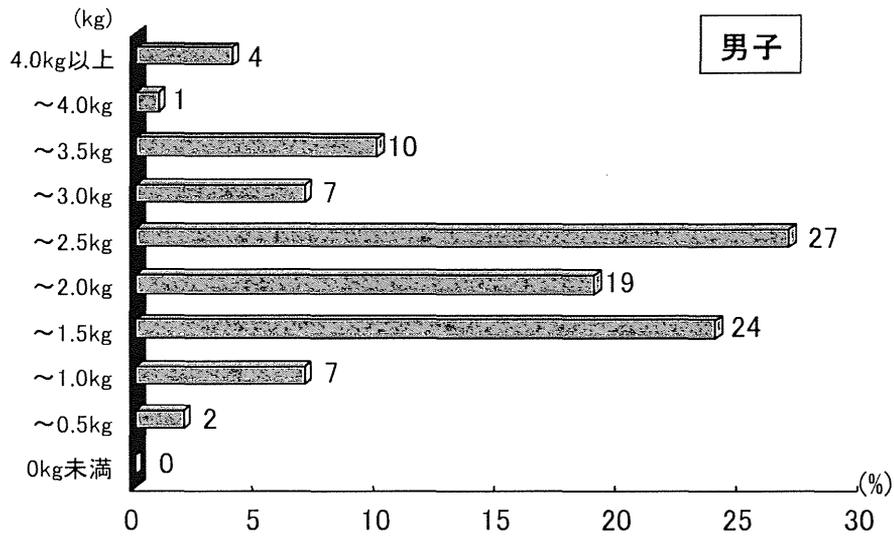
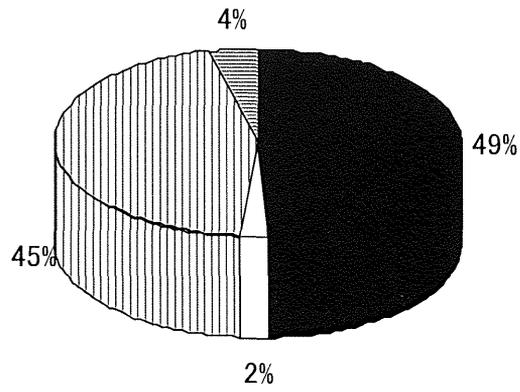


図 3 - 1 - 5. トップレスリング選手の減量に関する現状 (減量前日の体重)

なぜ減量が必要ですか(男子)



- 試合で勝つため
- 監督、コーチのアドバイス
- ▨ 出場を希望する階級が自分の体にとって最も適切だったから
- ▤ その他

なぜ減量が必要ですか(女子)

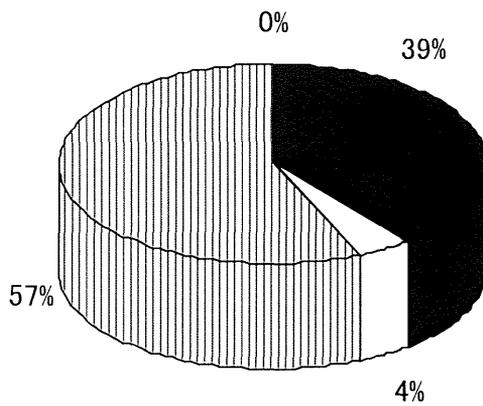


図 3 - 1 - 6. トップレスリング選手の減量に関する現状 (なぜ減量が必要か)

#### 3-1-4. 考察

全日本レスリング選手大会出場選手の試合に向けた減量についてアンケート調査結果より、男子は平均で 8.4 日間に 5.7kg 体重を減らし、女子は平均で 6.0 日間に 4.4kg 体重を減らすことが明らかになった。さらに、男子においては 9kg 以上の減量をしている者が全体の 5%、女子において 7kg 以上減量している者は 6%であった。一般的に身体に無理なく減量を行う場合には、体脂肪の減少を考える。体脂肪を 1kg 減少させるためには、7,200kcal を消費する必要がある<sup>18)</sup>、食事のコントロールと運動療法を併用し、早くても 10 日間から 2 週間掛けて実施する必要がある。これらのことから、全日本選手権大会に出場したレスリング選手は、男女共に短期間で過度の減量をしていることが明らかとなった。

レスリング選手の減量に関するアンケート調査では、米国の高校生を対象とした調査報告があり、シーズン中に減量した選手は約 50%を占め、その大部分が短期的な急速減量をしているとの報告がある<sup>12)</sup>。日本のトップ選手が参加する大会を対象とする本調査では、試合に向けて減量を行った選手は男子で全体の 87%、女子で全体の 77%と高い割合を示した。このことから、選手は通常体重で試合に出場するより、試合前に減量を行い通常体重より下の階級に出場した方が有利であると考えている可能性が高いと思われる。また、レスリング競技は試合前日に計量を行うため、計量後から試合までの間に早急な体重回復を目的として短期的な減量を行なうことが示唆されている<sup>37)</sup>。

レスリング競技と他の階級制競技(柔道, ボクシング, ウエイトリフティング)では、試合前の計量において大きな違いがある。それは計量後から試合開始までの時間に起因するものと考えられる。レスリング競技は、試合の前日に計量を行い計量後から翌日の試合までに約 16 時間あり、十分な回復期を持つことができるが、他の階級制競技は試合当日の朝に計量を行う場合が多く、計量と試合の間隔が短いために、十分な回復期がない。このこともレスリング選手が急速減量を行う要因の一つかもしれない。

我々の調査では<sup>38)</sup>、日本においてもジュニア期から短期間で過度の減量をしていることから、本調査研究結果と照合するとシニアになって新しく減量方法を変えるのではなく、ジュニア期からの方法を継続していると考えられる。ジュニア期の選手は、過度の減量をすることで、対戦相手より有利な状態で試合に臨めるという意識が高く、減量についての正しい知識を有していないのかもしれない。これらのことは、ジュニア期における選手、コーチ、保護者に対して正しい減量方法に関する情報の提供が不可欠であり、そのことがシニアまで影響していることを示唆している。

短期的な急速減量は飲食制限、および厚着やサウナ等での脱水のために脱水症や筋痙攣などの障害を招くと共に、パフォーマンスの発揮においても悪影響を及ぼすことが問題となっている<sup>9)</sup>。また急激な体重減少により、身体のだるさ、脱力感、疲労感などの主観的体調の低下を訴えるものも多い<sup>31)</sup>。

今回の調査では、減量のための飲水制限は計量日の3日前から行う者が男女共に多かった。以上のことから、男女共に減量の最終段階はほとんどが体水分量の減少による可能性が高いと推察される。

減量を実施する理由について、男子では“試合で勝つため”が最も多くを占め(49%)、次に“出場を希望する階級が自分の体にとって最も適切だから”が(45%)、“監督、コーチのアドバイス”がわずか2%であった。女子では“出場を希望する階級が自分の体にとって最も適切だから”が最も多くを占め(57%)、次に“試合で勝つため”が(39%)、“監督、コーチのアドバイス”がわずか4%であった。このことから、選手はほとんどの場合経験を基にした自己流で減量方法を習得している可能性が高いと思われる。

これまでに、短期的な急速減量が原因で米国において大学レスリング選手3名が亡くなっている<sup>4)</sup>。これらのことから減量に関しては、競技力向上のための安全で効率のよい方法の提言等を急ぐ必要があると考えられる。

本研究では、全日本レスリング選手権出場選手の減量の実態を自己記入法によるアン

ケート調査で評価した。全体的な実態の把握には有益であるが、減量の程度や減量方法には個人差があるため、今後は体重の変化だけでなく身体組成の変化、尿の比重の変化による脱水の程度などの客観的な指標を用いてより詳細に検討していく必要があると考えられる。

### 3-1-5. 要約

レスリング選手の短期的急速減量は長年本邦でも問題視されてきたが、全日本選手権等の高いレベルでの減量の実態は把握されていなかった。しかし、今回の調査研究においてこれまでの報告同様に短期間の急速減量の実態が明らかにされた。結果としては、これまでの報告で警告されていた短期間の急速減量が改善されていないことが明らかになった。シニア選手に関しては、試合に向けた過度な減量も勝敗を争う1要因となるため、減量期間中のコンディショニングがより重要となる。そこで、コンディショニングの要因となる減量時の身体組成や代謝動態を把握する必要がある。

### 3-2. ジュニアレスリング選手の減量に関する現状（調査・研究 1-2）

#### 3-2-1. 目的

ジュニアレスリング選手における試合に向けた減量に関する実態を明らかにする目的で JOC 杯ジュニアオリンピック選手権大会出場者の調査をした。

#### 3-2-2. 対象および方法

##### A. 対象

2003 年 4 月 26 日～27 日に行われた JOC 杯ジュニアオリンピック選手権大会（横浜）の出場選手においてアンケートの趣旨を説明しアンケートを提出した 124 名（男子 101 名，女子 23 名）を対象とした。

##### B. 調査方法・項目

ジュニアレスリング選手の試合に向けた減量の実態を明らかにするために、「2003 年度 JOC 杯ジュニアオリンピック出場選手の減量に関するアンケート」を独自に作成した。

調査項目は、減量の有無，減量体重の程度，減量期間，減量期間中の飲水制限，主な減量方法，減量開始年齢，年間を通した減量回数，減量中のコンディションの良悪について構成した。また，減量方法に関する知識の習得についても同時に調査した。

アンケートは自己記入法を用い，大会出場選手を対象に無作為に依頼し，150 部を配布し，124 部が回収された（回収率 82.6%）。有効対象者は 124 名（男子 101 名，女子 23 名）であり，平均年齢は 18.2 歳であった。

#### 3-2-3. 結果

本大会出場における減量実施状況は，減量した者が 99 名（80%），減量しない者は 24 名（20%）であった（図 3 - 2 - 1）。

本大会に向けた減量体重は、6kg (26%)、5kg (19%)、4kg (15%)、7kg (10%)、8kg(7%)の順で全体の約 8 割を占めていた (図 3 - 2 - 2)。また、9kg 以上減量した者は全体の 7%を占めていた。

本大会に向けた減量に要した期間は、7日間 (18%)、5日間 (16%)、4日間 (16%)、10日間 (14%)、2日間 (11%)、14日以上 (8%) の順であり、全体的に 10日間以内で減量を行う傾向が認められた (図 3 - 2 - 3)。

計量の一週間前の体重オーバーは、5kg (26%)、6kg (23%)、4kg (21%)、3kg (13%)、2kg(7%)、7kg(6%) の順であった (図 3 - 2 - 4)。

減量期間中に普段より飲水量を抑え始めた時期 (飲水制限) に関しては、計量日から 2日前 (32%)、3日前 (21%)、1日前 (11%)、7日前 (11%)、5日前 (8%)、4日前 (7%)、の順であり、3日前から飲水制限を始める者が全体の半数を占めていた (図 3 - 2 - 5)。

計量の 1 日前の体重オーバーは、0.6kg~1.0kg 以下 (29%)、1.1kg~1.5kg 以下 (28%)、1.6kg~2.0kg 以下 (20%) の順であった (図 3 - 2 - 6)。

減量方法に関しては、食事制限 (81 回答)、飲水量を減らす (73 回答)、サウナスーツを利用する (63 回答)、トレーニング量を増やす (53 回答)、サプリメントを利用する (24 回答)、サウナを利用する (15 回答) であった (図 3 - 2 - 7 : A)。

減量方法に関する知識の習得は、自己流 (53%)、監督・コーチのアドバイス (38%)、雑誌や専門書 (6%) の順であった。中でも自己流は全体の半分を占めていた (図 3 - 2 - 7 : B)。

減量中、コンディションを崩した有無に関しては、はい (64%)、いいえ (36%) であった (図 3 - 2 - 8)。

減量を初めて行った年齢に関しては、16歳 (39%)、15歳 (19%)、17歳 (15%)、14歳 (8%) 12歳 (6%) の順であった (図 3 - 2 - 9)。なお、小学生の時から減量を始

めた者も少数おり、減量の開始年齢が低年齢を示す傾向が認められた。

年間を通した減量回数に関しては、4回（24%）、5回（18%）、3回（14%）、10回以上（13%）、1回（9%）、2回（8%）の順であった（図3-2-10）。

今回、大会に向けて減量しましたか

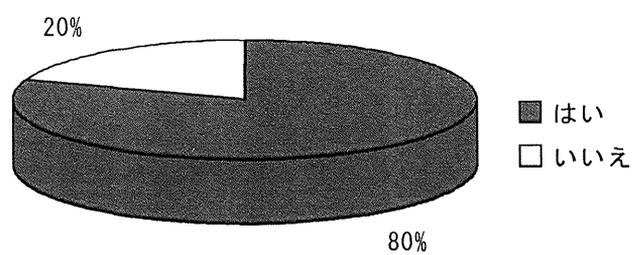


図 3-2-1. ジュニアレスリング選手の減量に関する現状（減量の有無）

試合に向けて何kg体重を落としましたか

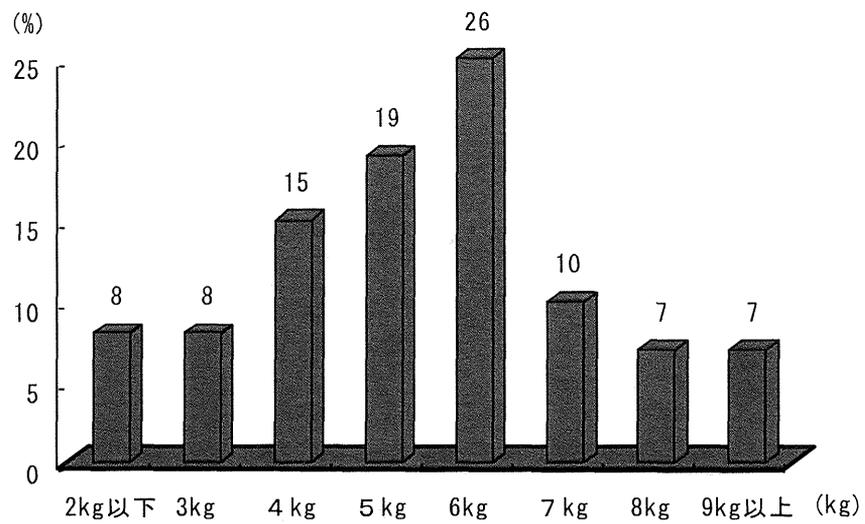


図 3-2-2. ジュニアレスリング選手の減量に関する現状 (減量の程度)

### 減量期間は何日間でしたか

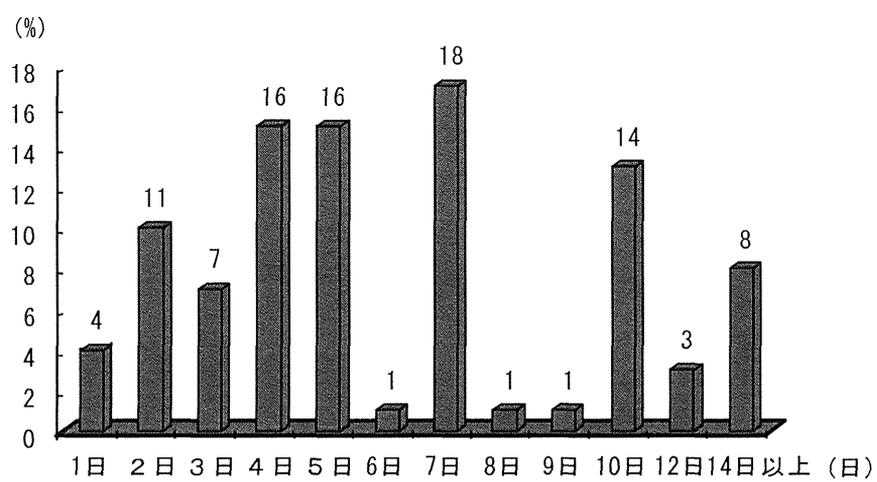


図 3-2-3. ジュニアレスリング選手の減量に関する現状 (減量期間)

計量の1週間前、練習をする前の体重は出場階級から何kg オーバーしていましたか

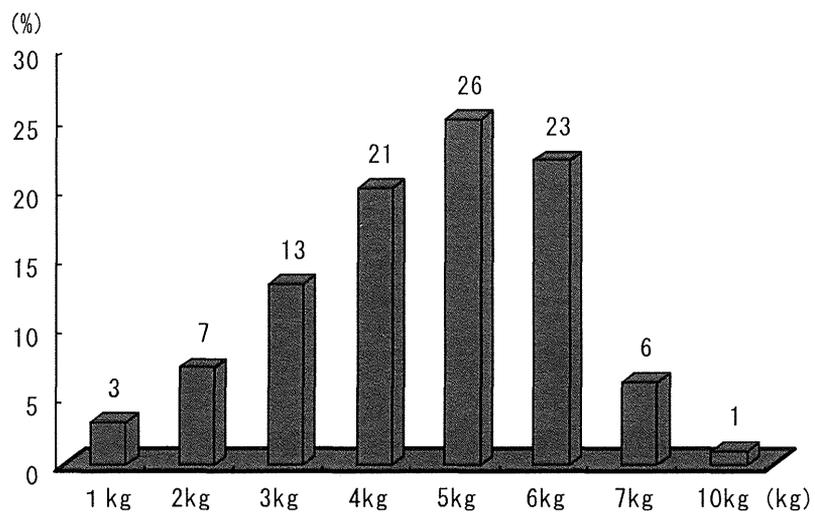


図 3-2-4. ジュニアレスリング選手の減量に関する現状  
(1週間前のオーバー体重)

減量期間中に飲水制限を始めたのは計量の何日前からでしたか

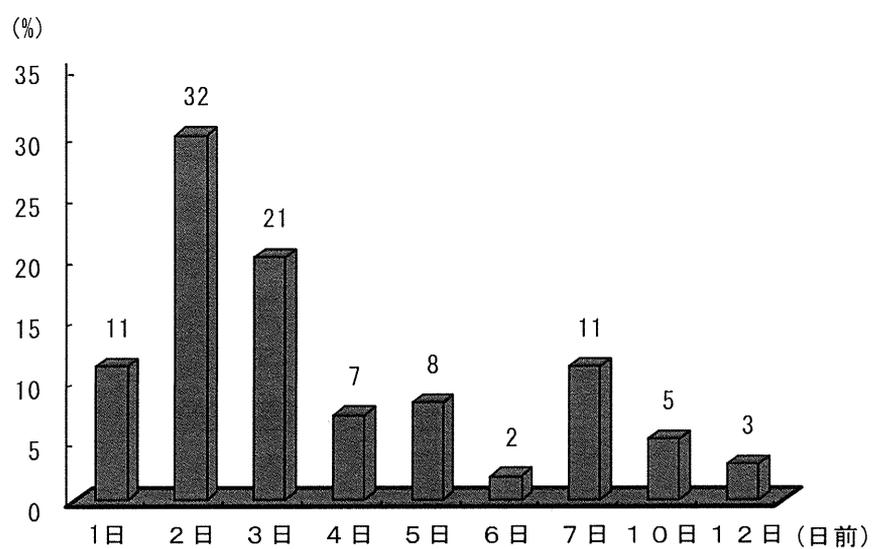


図 3-2-5. ジュニアレスリング選手の減量に関する現状  
(飲水制限の時期)

計量1日前、練習をする前の体重は出場階級から何kgオーバーしていましたか

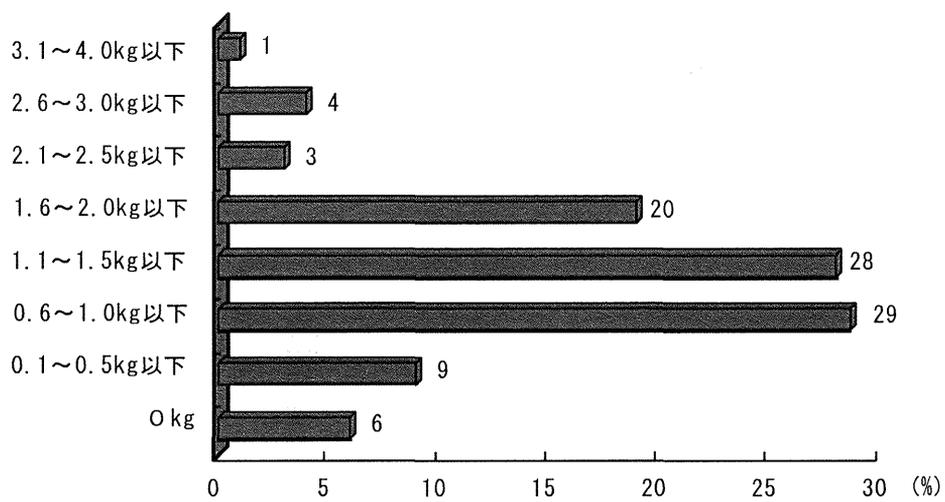
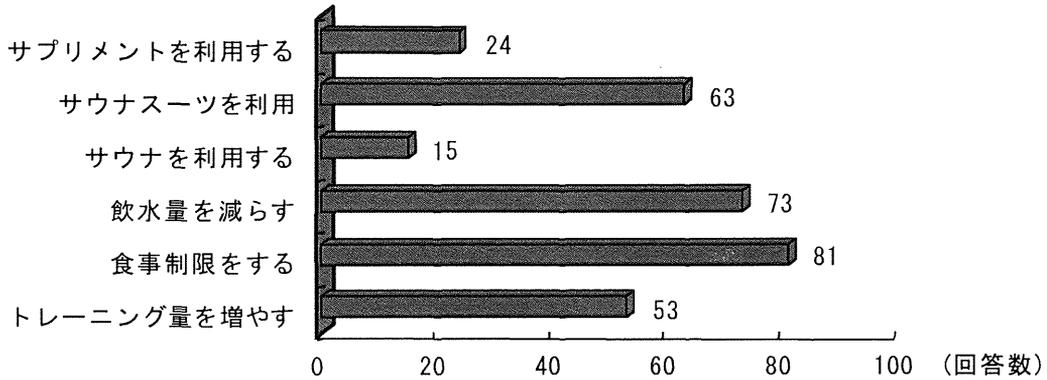


図 3-2-6. ジュニアレスリング選手の減量に関する現状

(計量1日前のオーバー体重)

### 減量方法とその習得に関する実態

#### A. 主にどのような減量方法をしましたか（複数選択）



#### B. 減量方法はどのようなところから学びましたか

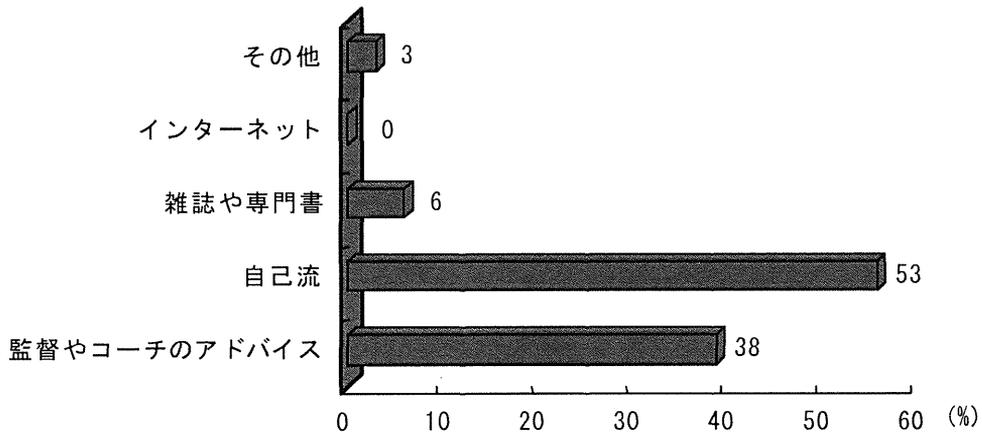


図 3-2-7. ジュニアレスリング選手の減量に関する現状

(減量方法とその習得)

減量中、コンディションを崩したことはありますか

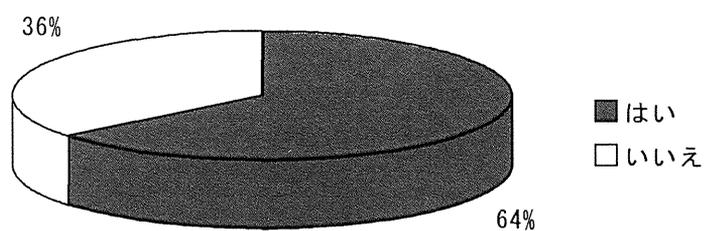


図 3-2-8. ジュニアレスリング選手の減量に関する現状  
(減量中にコンディショニングを崩した経験の有無)

あなたが初めて減量をした年齢は何歳ですか

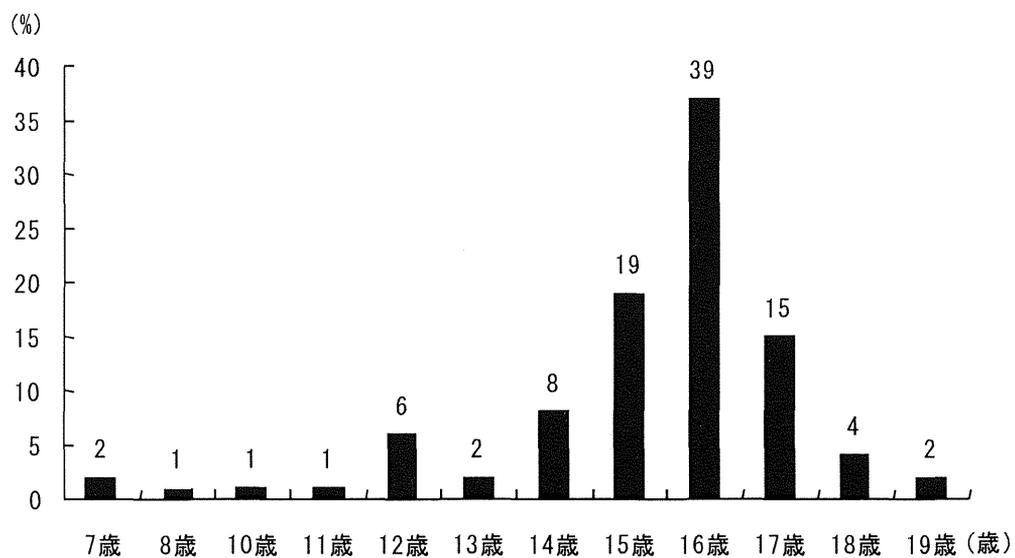


図 3-2-9. ジュニアレスリング選手の減量に関する現状  
(減量を開始した年齢)

一年を通して何回減量をしますか

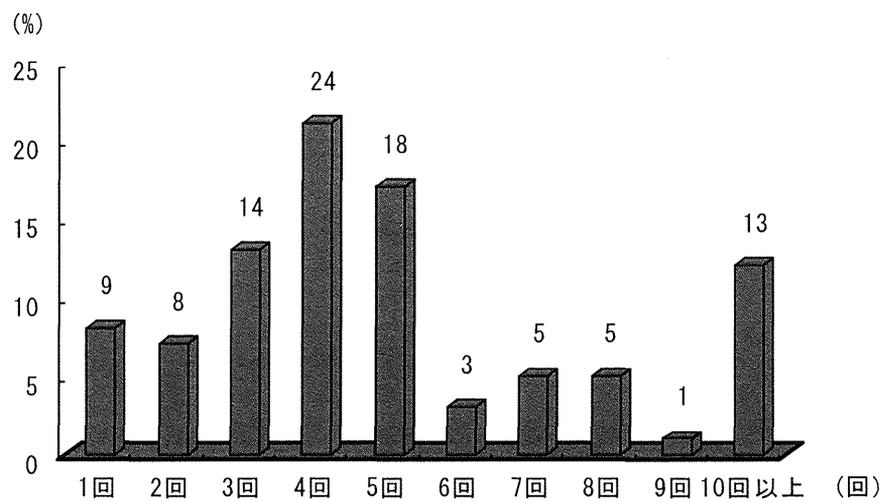


図 3-2-10. ジュニアレスリング選手の減量に関する現状

(年間の減量回数)

#### 3-2-4. 考察

ジュニア期のレスリング選手において、試合に向けた減量は 10 日以内で、約 4kg～6kg の体重を減らす傾向が認められ、短期間で過度の減量をしていることが明らかとなった。

米国高校生レスラーを対象とした調査では、シーズン中に減量した選手は約 50% を占め、その大部分が短期的急速減量をしているとの報告がある<sup>12)</sup>。本調査より、試合に向けて減量を行った選手は全体の 80% を占めていた。米国の高校生についての報告と比較しても今回の減量を行う選手の割合は高いと考えられる。この要因には、選手やコーチは通常体重より低い階級で試合に臨むことが試合時の身体的な有利性を得るとの経験的な背景が影響しているかもしれない。また、レスリングの計量は試合前日に行うため、短期的な減量を行うことで計量後から試合までの間に早急な体重回復を目的としていることも示唆されている<sup>37)</sup>。

減量体重に関しては、4kg～6kg 体重を減らす選手が全体の 77% を占めていた。また、減量期間は全体的に 10 日間以内で行う傾向が認められた。このことは、ジュニア期から短期間で過度の減量をしていることを示している。さらに、9kg 以上減量した者は全体の 7% を占めていた。この要因には、ジュニア期の段階で、勝敗に対する意識が高いことやチーム状況などが影響しているかもしれない。

短期的急速減量は食事制限、水分制限、サウナ等を併用し<sup>39)</sup>、短期間で体重が減少するために脱水症状を伴う危険性がある<sup>40)</sup>。短期的急速減量の生理的現象として血漿容積の減少、体温調節機能の低下、腎臓機能の低下、低血糖などがある<sup>33, 41)</sup>。また急激な体重減少は、不安感の増大や消極的行動などの心理的側面にも影響を及ぼす<sup>7)</sup>。今回の調査より、飲水制限は計量日の 3 日前から行う者が多く、計量前日の体重は 1.5kg 前後で維持していることから、減量の最終段階は体水分の減少による可能性が推察される。

減量方法に関しては、トレーニング量の増大、食事制限、飲水量の制限、サウナスーツ等を併用していた。米国ミシガン州の高校レスラーにおいて、短期的急速減量を行う選手は競技レベルに関わらず、脱水と極度の食事制限を併用していることを報告している<sup>12)</sup>。本調査においても同様の傾向を示していた。なお、減量中にサプリメントを利用する者も認められた。サプリメントの誤った使用はコンディションを崩す要因となる。また、サプリメントの使用はドーピングコントロールの対象となる可能性もあるため、特にジュニア期において、正しいサプリメントの使用方法も含めた栄養状態の評価や栄養教育を積極的に行う必要があると考えられる。さらに興味深いことは、減量方法の習得に関して、監督・コーチのアドバイス(38%)に比べ半数以上の選手が自己流(53%)であった。さらに、減量中にコンディションを崩す選手が全体の60%を示していた。すなわち、減量の開始年齢が15歳~17歳が大部分を占めるジュニアレスリング選手において、減量に関する生理学的あるいは栄養学的知識が不足していることが経験的(自己流的)な減量方法に傾倒し、コンディションを崩す結果へと導いていると考えられる。なお、米国においては、大学レスラー3名が短期的急速減量により試合前に死亡した事例も報告されており<sup>4)</sup>、特にジュニア期を対象に、減量に関する教育プログラムを選手、監督、家庭を含めて行う必要性が指摘されている<sup>12)</sup>。

シーズン期のレスリング選手は、試合が集中するため、体重の増減を繰り返す、いわゆるウエイト・サイクリングがみられる<sup>15, 42, 43, 44)</sup>。米国高校レスラーを対象とした調査では、1シーズン中に平均6回~8回のウエイト・サイクリングをもたらし、1回の減量体重は1.9kg~2.3kgで、平均3%程度の体重増減を繰り返している<sup>15, 42, 43, 44)</sup>。本調査では、年間を通して行う減量回数は、3回~5回が大半を占めていたが、10回以上を行う選手も10%であった。ウエイト・サイクリングの1つの方法として、自己誘発嘔吐の習慣がある。94名のレスラーの約4%が減量期間中に自己誘発嘔吐を経験したとの報告がある<sup>12)</sup>。本調査では自己誘発嘔吐の有無について詳細に検討しなかったが、

短期間の急速減量を行う傾向を認めることから、自己誘発嘔吐、さらには摂食障害を誘発する危険性がある。本研究では、ジュニアレスリング選手の減量の実態を自己記入法によるアンケート調査で評価した。全体的な実態の把握には有益であるが、減量の程度や減量方法には個人差があるため、身体組成などの客観的な指標を用いて今後はより詳細に検討していく必要がある。

以上のことより、ジュニアレスリング選手は、過度の短期的急速減量を行っていることが明らかとなった。米国では高校レスラーを対象に身体組成の測定、栄養指導、減量方法等の教育プログラムを行っている。またジュニア期の過度な減量を防ぐために、体脂肪率7%以下の選手には減量の禁止、1週間の減量体重を3ポンド以内に制限することを提唱している<sup>34)</sup>。さらに、同じ体重階級制種目である柔道競技では、体重管理の目安として5%の減量幅に2kgのゆとりをもたせた値を基準としている<sup>45)</sup>。計量日が試合の前日に行われるレスリング競技は試合当日に計量がある柔道競技と異なる点はあるが、体重の5%前後を基準として用いることは、階級の設定や日頃の体重管理の目安となるかもしれない。

### 3-2-5. 要約

レスリング選手の短期的急速減量は長年本邦でも問題視されてきたが、減量の実態は改善されていないと思われる。自己管理が確立しているシニア選手に関しては、試合に向けた過度な減量も勝敗を争う1要因となるため、減量期間中のコンディショニングがより重要となる。しかしながら、ジュニア期の減量は長期的な視点から、監督・コーチは選手の階級設定を考慮することも必要である。また、減量に関する知識が不足していることが減量中のコンディションを崩す要因として考えられる。今後は、ジュニア期のレスリング選手の身体特性を考慮した減量プログラムを作成し、ジュニア選手における教育・啓発活動を進めていく必要がある。

## 第四章 短期的急速減量が及ぼす代謝動態および形態特性の変化

(研究課題 2: 実験 2-1, 2-2)

研究課題 2 では、レスラーにみられる短期間の急速減量時のコンディション特性を明らかにするために、急速減量が及ぼす代謝動態の把握および形態的变化を検討した。

### 4-1. ヒューマン・カロリメータを用いた一流レスラーの急速減量時の代謝動態

(実験 2-1)

#### 4-1-1. 目的

本研究では、一流レスリング選手を対象に通常期と減量期における安静時代謝、睡眠時代謝、および食事誘発性体熱生産の変動についてヒューマン・カロリメータを用いて基礎的な知見を得ることを目的とした。

#### 4-1-2. 方法

##### A. 対象

全日本レスリング選手権に出場した男子上位選手（優勝者 2 名，準優勝者 1 名，3 位 1 名を含む）6 名（年齢 19–25 歳 平均 23.0 歳）を対象とした（表 4 - 1 - 1）。

全ての被験者に研究の目的・手順，そして途中で辞退できることを説明した上で，文書による実験参加の同意を得た。なお，本研究は筑波大学における「筑波大学大学院人間総合科学研究科研究倫理委員会」の承認を得て実施した。



図 4-1-1. ヒューマン・カロリメータ

## B. 実験手順

測定は通常体重時（通常期）および減量後（減量期）の2回の測定をクロスオーバー方式で行った。減量は7日間で通常体重の4%を減量するよう被験者に指示した。測定日の18時30分に被験者は実験室に来室し、身体組成を測定した。その後、翌日10時までヒューマン・カロリメータ内に滞在してエネルギー代謝量測定を行った。その間、被験者は19時00分に夕食、23時00分に就寝、6時00分に起床、7時00分に朝食という日程で過ごした。被験者は就寝時以外、座位安静を保ち10時00分までヒューマン・カロリメータに滞在した。なお滞在時の夕食と朝食については、通常期、減量期ともに各自自由とした。なお滞在時の夕食と朝食については、通常期、減量期ともに各自自由とした。

本実験では、23時00分から翌6時00分までを睡眠時代謝、食事摂取開始前の代謝率を安静時代謝（6時30分-7時00分）、食事摂取開始後の値から安静時代謝を引いた値を食事誘発性体熱産生と定義して計算した。

## C. ヒューマン・カロリメータ

ヒューマン・カロリメータはヒトのエネルギー代謝を間接熱量測定、つまり酸素摂取量と二酸化炭素産生量から測定する装置の一種で、密閉された室内（2.00 x 3.45 x 2.10m）には必要最低限の設備（トイレ、洗面台、ベッド、机、電話、テレビ機能のついたパーソナルコンピューター等）が調えられている（図4-1-1）。本装置はpullタイプのカロリメータで、室内の空気はファンで十分に混合された後に一定速度（90L/分）で室外に排気される一方で、それを補う量の外気が一定状態（25℃、湿度55%）に調整された後に室内に供給される。排気速度は質量流量制御装置（CMQ02、山武社、東京）で制御され、室内より排出される空気中のガス濃度はオンラインのプロセス用質量分析計（VG Prima □□B、Thermo Electron社、英国）で1分毎に測定した。

O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, <sup>13</sup>CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, 及びアルゴンの濃度を測定し, ガス産生率は, <sup>13</sup>CO<sub>2</sub> とアルゴンの濃度を CO<sub>2</sub> と N<sub>2</sub> の濃度に加算し, Henning の式に基づいて毎分の酸素摂取率及び二酸化炭素産生率を計算した<sup>46)</sup>.

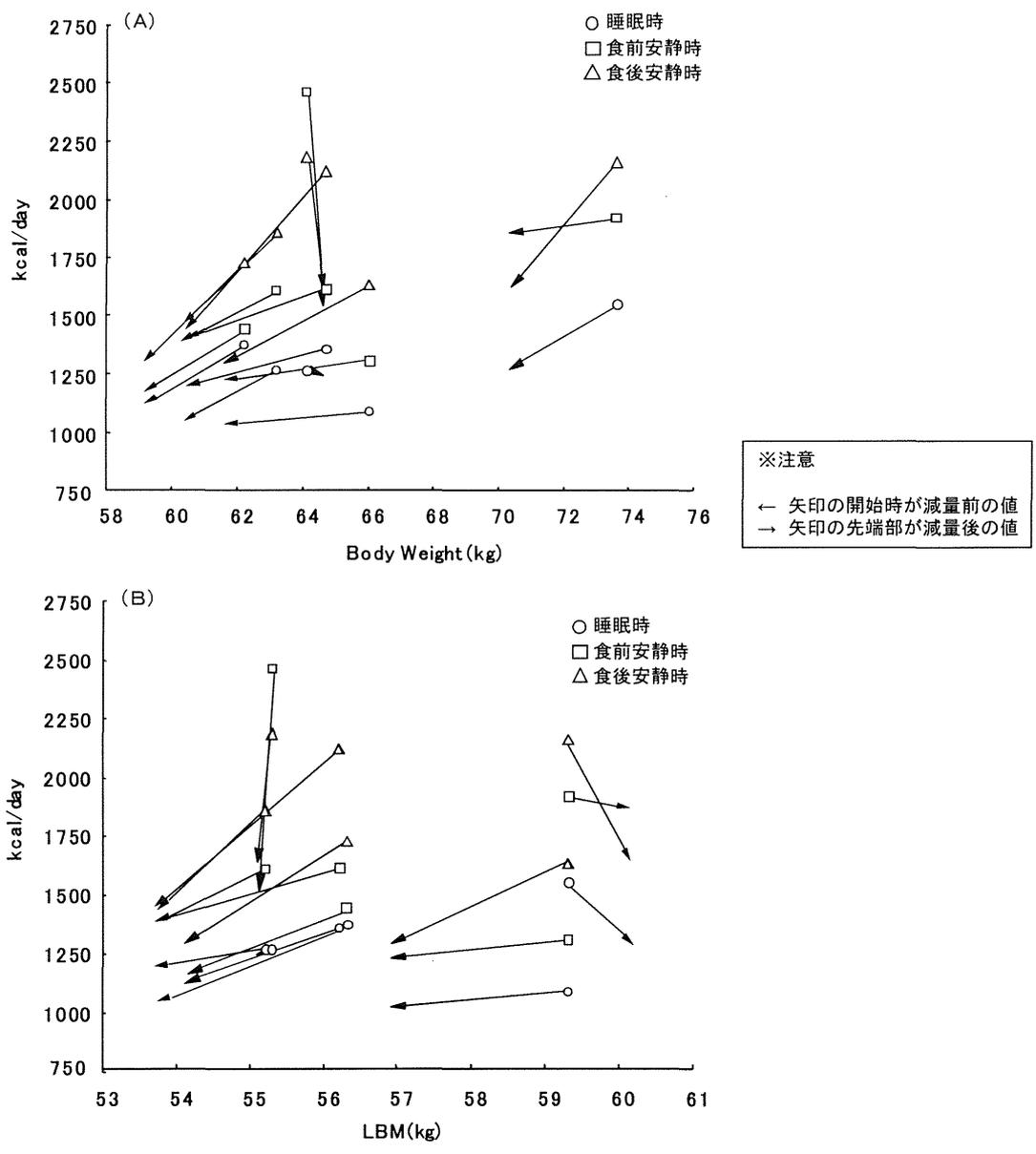


図. 4-1-2. レスリング選手における減量による体重 (A), 除脂肪体重 (B) と安静時代謝量との個人内変化

#### D. 身体組成の測定

身長，体重，体脂肪率，除脂肪体重を測定した．身体組成（体重，体脂肪率，除脂肪体重）はインピーダンス法（BC - 600，TANITA）を用いた．

#### E. 食事調査

自己記入式の食事調査票を配布し，被験者は通常期（エネルギー代謝測定日前の1週間）と減量期（エネルギー代謝測定日前の1週間）の食事内容および間食内容を記録した．記入上の注意については，事前に十分に説明し，被験者がインスタントカメラにより食事の写真撮影を行い，食事調査票回収時，管理栄養士が聞き取りを実施した．記録された内容はすべて重量（g）に換算し，栄養価計算ソフト（エクセル栄養君 Ver.3.0 建帛社）を用いて，1週間のエネルギーおよび各栄養素摂取量を算出した．

#### F. 統計処理

各測定項目の値は，平均±標準偏差で示した．通常期と減量期における差の検定は，ノンパラメトリック検定（ウィルコクソン符号付順位和検定）を用い，統計学的有意水準は5%未満とした．

#### 4-1-3. 結果

レスリング選手の減量によるエネルギーおよび各栄養摂取状況を表 4-1-2 に示す。エネルギー (kcal), 炭水化物 (g), 脂質 (g) およびタンパク質 (g) は, 通常期に比べ減量期に有意に減少した ( $P<0.05$ )。また, タンパク質, 脂質, 炭水化物の摂取エネルギー比率 (PFC 比率) は, 通常期がそれぞれ 15 (%), 27 (%), 50 (%) に対して, 減量期は 13 (%), 22 (%), 58 (%) であった。なお, 入出時の通常期と減量期における摂取エネルギー (kcal) の変化量は, 朝食時 ( $-486.7\pm 187.1$ ), 夕食時 ( $-585.2\pm 274.6$ ) であった。

レスリング選手の減量による身体組成の変化を表 1 に示す。体重 (-4.4%), 脂肪重量 (-17.5%), 総体水分量 (-3.2%) は, 通常期に比べて減量期に有意に減少した ( $P<0.05$ )。しかし, 体脂肪率は平均 12.3%から 11.2%に変化 (-1.1%) し, 除脂肪体重 (-2.3%) は, 統計学的に有意差は認められなかったが減少傾向を示した。

レスリング選手の減量による安静時代謝, 睡眠時代謝, 食後安静時代謝, 食事誘発性体熱産生の変化を表 4-1-3 に示す。安静時代謝 (kcal/d), 睡眠時代謝 (kcal/d), 食後安静時代謝 (kcal/d) は, 通常期に比べ減量期に有意に減少した ( $P<0.05$ )。また, 除脂肪体重で補正した場合も同様に減量期で有意に減少した ( $P<0.05$ )。食事誘発性体熱産生 (kcal/d) は統計学的に有意差を認めないものの, 通常期に比べ減量期に減少傾向を示した。さらに, レスリング選手における減量による体重, 除脂肪体重と安静時代謝との個人変化を散布図にて示した (図 4-1-2)。

表 4-1-1. レスリング選手における急速減量による身体組成の変化

|           | 通常期         | 減量期                    |
|-----------|-------------|------------------------|
| 年齢(歳)     | 23.2 ± 2.7  | -                      |
| 身長(cm)    | 165.2 ± 3.9 | -                      |
| 体重 (kg)   | 65.6 ± 4.1  | 62.7 ± 4.2*<br>(-4.4%) |
| 体脂肪率 (%)  | 12.3 ± 2.1  | 11.2 ± 2.9<br>(-9.8%)  |
| 脂肪重量(kg)  | 8.7 ± 3.0   | 7.1 ± 2.3*<br>(-17.5%) |
| 除脂肪体重(kg) | 56.9 ± 1.9  | 55.6 ± 2.6<br>(-2.3%)  |
| 総体水分量(kg) | 42.1 ± 2.1  | 40.7 ± 1.9*<br>(-3.2%) |

平均値±標準偏差, ( ): 変化率

\*  $P < 0.05$  vs 通常期

表 4-1-2. レスリング選手における通常期と急速減量期の栄養摂取状態

|              | 通常期            | 減量期             |
|--------------|----------------|-----------------|
| エネルギー (kcal) | 2768.9 ± 549.9 | 1698.6 ± 482.5* |
| 炭水化物 (g)     | 348.3 ± 68.6   | 245.3 ± 46.0*   |
| 脂質 (g)       | 84.1 ± 21.2    | 41.9 ± 16.4*    |
| タンパク質 (g)    | 101.0 ± 19.1   | 56.9 ± 10.7*    |

平均値 ± 標準偏差

\* P < 0.05 vs 通常期

表 4-1-3. レスリング選手における急速減量による安静時代謝、睡眠時代謝、食後 安静時代謝、食事誘発性体熱産生の変化

|                        | 通常期            | 減量期             | 変化率     |
|------------------------|----------------|-----------------|---------|
| 睡眠時代謝 (kcal/d)         | 1324.5 ± 153.3 | 1160.5 ± 103.9* | (-11.8) |
| 睡眠時代謝 (kcal/d/LBM)     | 23.3 ± 2.6     | 20.9 ± 1.7*     | (-9.7)  |
| 安静時代謝 (kcal/d)         | 1732.5 ± 414.8 | 1439.6 ± 247.6* | (-15.2) |
| 安静時代謝 (kcal/d/LBM)     | 30.5 ± 7.7     | 25.8 ± 3.6*     | (-13.1) |
| 食後安静時代謝 (kcal/d)       | 1954.4 ± 239.5 | 1463.1 ± 149.4* | (-24.9) |
| 食後安静時代謝 (kcal/d/LBM)   | 34.4 ± 4.6     | 26.3 ± 2.4*     | (-23.1) |
| 食事誘発性体熱産生 (kcal/d)     | 221.9 ± 262.8  | 23.5 ± 124.9    | (-89.4) |
| 食事誘発性体熱産生 (kcal/d/LBM) | 3.859 ± 4.684  | 0.491 ± 2.136   | (-87.2) |

平均値 ± 標準偏差, ( ): 変化率

\*  $P < 0.05$  vs 通常期

LBM: lean body mass

#### 4-1-4. 考察

体重が年間を通して大きく変化するレスリング選手の安静時代謝を追跡した研究では、体重が減少するシーズン中に安静時代謝が低下するという報告があり、減量が安静時代謝を低下させることが示唆されている<sup>14)</sup>。またシーズン中の体重変動の小さいレスリング選手を対照群として、体重変動の大きい選手（ウェイトサイクリング群）の安静時代謝を検討した研究においては、後方で安静時代謝が低い<sup>47)</sup>と報告されている。しかし、これまでのところ選手が最も厳しい急速減量を行う際のエネルギー代謝についての検討はなされていなかった。そこで本研究では、エネルギー代謝に及ぼす急速減量の影響を明らかにするために、減量の経験が豊富な一流レスリング選手を対象に、1週間で4%の急速減量をした時のエネルギー代謝を正常体重時と比較検討した。減量法の詳細については各被験者に指示をしていないが、1週間で平均4.4%の減量が達成された。被験者の栄養摂取状況は、エネルギー、炭水化物、脂質、タンパク質ともに通常期と比較して減量期において有意に減少した。

本研究において身体組成の測定は、インピーダンス法を用いて行った。本来、身体組成の正確な測定には、水中体重秤量法や二重エネルギーX線吸収法（DEXA法）などを用いることが妥当であると考えられる。しかし、本研究では、被験者が測定時に苦痛を伴うことや被曝の観点を考慮し、使用方法も簡便で同じ対象者を経時的に評価することができるインピーダンス法を用いた。測定の結果から、急速減量を行った本研究の被験者は、総体水分量も減量期に有意に減少しており身体内で脱水が起こっていた可能性が考えられる。このことは、実際の試合に向けて短期間の急速減量を行ったレスリング選手の先行研究と一致しており<sup>48,49)</sup>、被験者は通常の試合前に行っている食事制限や脱水などの減量方法を用いていたと考えられる。しかし、本研究で用いたインピーダンス法による体水分量の評価は、「体内の水分量＝除脂肪体重×0.73」という仮定の下に推定がなされ、除脂肪成分における水分構成比（73.7%）を考慮する必要があることか

ら<sup>50, 51, 52)</sup>, 減量期の脱水の評価には測定上の限界が伴う。今後は浸透圧や尿比重などの生化学的指標を用いた脱水状態の評価も含めて検討する必要があると考えられる。

これまでのアスリートにおける減量中のエネルギー代謝についての研究では、安静時代謝のみが測定されていたが、本研究では間接熱量測定にヒューマン・カロリメータを用いることで睡眠時代謝と食事誘発性体熱産生についても併せて検討した。アスリートは日常的に激しいトレーニングを行っており、それが運動後 24 時間以上持続する運動後余剰酸素消費量(EPOC)として睡眠時の代謝を亢進させている可能性が考えられる<sup>53)</sup>。また、厳しい食事制限による空腹感が睡眠の質に影響を与えることにより睡眠時のエネルギー代謝に影響をしている可能性も考えられる。本研究では急速減量により安静時代謝、睡眠時代謝、食後安静時代謝いずれもが有意に低下を示した。安静時のエネルギー代謝に影響を与える因子としては、まず体重や除脂肪体重が知られている<sup>54, 55, 56)</sup>。樫村らは<sup>35)</sup>、レスリング選手を含む種々のスポーツ選手を対象とした研究において、基礎代謝と除脂肪体重に高い相関関係を報告している。また、一般健常人女性と女性持久性アスリートを対象とした基礎代謝と体重および除脂肪体重との関係をみた研究では、いずれも正の相関関係が認められている<sup>57)</sup>。これらのことから、本研究において安静時代謝、食後安静時代謝および睡眠時代謝が減少した大きな要因としては、除脂肪体重の減少が考えられる。しかし、体重が減少したにも関わらず、除脂肪体重が増量した 1 名の被験者についても代謝が落ちていることから除脂肪体重の減少以外の食事等の要因も考慮する必要がある。

一方、体重や除脂肪体重低下の影響を除外するために、除脂肪体重 1 kg 当りでエネルギー代謝を算出しても安静時代謝、食後安静時代謝および睡眠時代謝は急速減量により低下した。また減量中のエネルギー代謝の低下は、安静時代謝や睡眠時エネルギー代謝に比べて食後安静時代謝の方が顕著であった。エネルギー代謝は食事中からす早く上昇することがヒューマン・カロリメータを用いた測定により既に示されている<sup>58)</sup>。安静時

代謝からの上昇分として算出された食事誘発性体熱産生も減量期には大きく低下したが、統計学的に有意な差ではなかった。これは6名中1人の通常期食事誘発性体熱産生が-277.4 kcal/dであったことに因る。起床後の食事前の時間帯に十分に安静が保てなかったことや、食後に寝てしまったなどの可能性が考えられるが、測定時に観察していた験者は異常を認めていない。食事誘発性体熱産生は2測定値の差から算出されるために誤差が大きくなり易いが、この1例はエネルギー代謝測定中の体動の測定なども考慮して食事誘発性体熱産生を検討する方法<sup>59)</sup>の導入が必要であることを示唆している。この1例を除き5例の平均を計算すると食事誘発性体熱産生は通常期(321±108 kcal/d)と比べて減量期(11±135 kcal/d, p<0.01)で著しく減少していた。これらの結果は、減量期のエネルギー代謝の低下には、除脂肪体重の減少に加えて摂取量の低下も関与していることを示唆している。極端な食事制限は、安静時代謝や基礎代謝の低下を招くことが肥満女性を対象とした測定から報告されている<sup>60)</sup>。さらに、タンパク質摂取量の減少が、減量中のエネルギー代謝の低下に寄与している可能性も指摘されている<sup>61)</sup>。本研究においてタンパク質の摂取状況は、通常期が101.0±19.1g (1.5g/体重kg)、減量期が56.9±10.7 (0.9g/体重kg)と著しく減少していた。減量期におけるエネルギー代謝の低下は、除脂肪体重の減少とエネルギー摂取量の低下のうちどちらが大きな要因となっているのかについて未だ明らかにされていない。また、減量後の回復期でエネルギー摂取量が正常に戻り、除脂肪体重の減少が完全に回復していない時期についての検討などが必要と考えられる。

ところで、レスリング選手のシーズンを通じた代謝動態を検討したMelbyらの研究では<sup>14)</sup>、シーズン期の安静時代謝がプレシーズン期に比べ低下し、ポストシーズン期にはプレシーズン期の値に回復することを報告している。このことは、減量を繰り返すシーズン期には安静時代謝が低下することを示している。本研究は、通常期に比べ減量期に代謝が低下し、Melbyらの研究と同様に減量時には代謝が低下することを示した。特

に本研究は、1週間程度での短期間の急速減量による代謝の低下を明らかにした。さらに、Melbyらの研究において<sup>14)</sup>、レスリング選手は、プレシーズン期と比べてシーズン期の体脂肪率が低下し、ポストシーズン期にはプレシーズン期の値に回復している。このことは、除脂肪体重の低下が安静時代謝の低下と関係している可能性が考えられる。一方、本研究では、急速減量に伴い体脂肪率および除脂肪体重には大きな変化を認めないにも関わらず、代謝機能が低下しており、体脂肪率や除脂肪体重の因子とは他に減量期間や食事摂取の違いが影響している可能性が推察される。また、Melbyらは<sup>14)</sup>、減量を繰り返すレスリング選手のシーズン期の代謝の低下を報告しており、本研究のような短期間の減量を繰り返すこと（ウエイト・サイクリング）により、結果としてシーズン期の代謝機能の低下をもたらす要因になる可能性が考えられる。

さらに、減量経験数や年間あたりの減量回数が減量期の安静時代謝の低下に関与していた可能性も考えられる。今後は、減量後から体重回復時（リフィーディング）の安静時代謝動態について減量経験数や年間あたりの減量回数を含めて検討する必要がある。また、レスリング選手は、年齢が上がるにつれて減量時に体重が落ちにくくなることが経験的に指摘されており<sup>注2)</sup>、このことは、減量による代謝機能の低下に年齢や競技特性なども影響していると考えられるため、より詳細な検討が必要である。

本研究は、体重階級制競技のアスリートが短期間に減量を行うと安静時代謝、睡眠時代謝および食後安静時代謝が有意に減少することを明らかにした。しかし、減量に伴うエネルギー代謝変動の全容を理解するためには、減量期間や減量の程度が異なるアスリートについても例数を増やし検討すると共に、減量期とそれに続く回復期のエネルギー代謝の変動の経時変化についての詳細な検討を行う必要がある。また、エネルギー代謝の変動と関連する除脂肪体重の変化を把握するためには、筋量の変化をより直接定量する方法なども採用して調べる必要があると考えられる。

#### 4-1-5. 要約

本研究は、全日本チャンピオンを含む一流の男子レスリング選手6名を被験者とし、ヒューマン・カロリメータを用いて、身体組成と安静時代謝、睡眠時代謝、そして食事誘発性体熱産生の変動について検討を行った。その結果、短期間に減量するレスリング選手は、安静時代謝および睡眠時代謝が低下することが明らかとなった。

## 4-2. 磁気共鳴画像法により評価した急速減量時のレスラーの局所組成動態（実験 2-2）

### 4-2-1. 目的

本研究では、全日本学生レスリング選手権大会<sup>注3)</sup>に出場する大学生の男子レスリング選手を対象として、磁気共鳴画像法を用いて通常体重期から減量および試合後までの経時的な身体組成の変化を検討し、減量に影響を受ける部位特性を明らかにすることを目的とした。

### 4-2-2. 方法

#### A. 対象

被験者は、2005年度全日本学生レスリング選手権大会に出場した選手12名（18-22歳）、身長170（163.0-176.5）cm、体重74.1（63.8-90.6）kg、出場階級60kg級（4名）、66kg級（3名）、74kg（2名）、84kg級（2名）とした。全ての被験者に研究の目的・手順、そして途中で辞退できることを説明した上で、文書による実験参加の同意を得た。さらに、本研究は国立スポーツ科学センター（JISS）における「JISS倫理委員会」の承認を得て実施した。

#### B. 実験手順

レスリング選手の身体組成の評価は、計量1ヶ月前、計量1週間前、計量当日、試合当日（試合後）、計量1週間後の5回行った（図4-2-1）。右大腿部および体幹部はMRIを用いて評価した。身体組成の計測は、In Body（Biospace, KOR）を用いた。

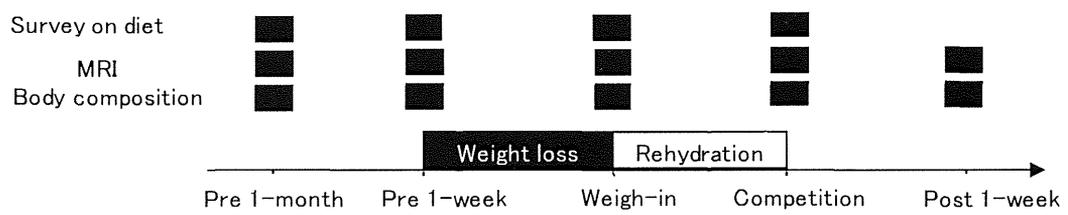


図 4-2-1. 本研究のデザイン

#### C. 磁気共鳴画像装置による筋・皮下脂肪面積の測定

1.5T の MR 装置とボディーコイル(Magnetom Symphony, Siemens, Germany)を用いて、右大腿部および体幹部における MR 撮像（仰臥位）を計量 1 ヶ月前，計量 1 週間前，計量当日，試合当日（試合後），そして計量 1 週間後で行った。大腿部における筋および皮下脂肪の横断面積は，大転子上端と膝関節列隙の 50% 部位における T1 強調横断画像（スピンエコー法；繰り返し時間 404 msec；エコー時間 11 msec；積算回数 1 回；撮像領域 240 mm；スライス厚 10 mm；マトリックス 256×256；撮像時間 3 分 34 秒）を用いて算出した。なお，筋横断面積として大腿四頭筋，大腿二頭筋，半腱様筋，半膜様筋，長内転筋，大内転筋，薄筋，および縫工筋の各横断面積を合した値を採用した。一方，体幹部ではヤコビー線上の T1 強調横断画像（スピンエコー法；繰り返し時間 98 msec；エコー時間 4.3 msec；積算回数 1 回；撮像領域 380 mm；スライス厚 10 mm；マトリックス 256×256；撮像時間 27 秒）を用いて，全筋横断面積（腹直筋，外腹斜筋，内腹斜筋，腹横筋，腰方形筋，大腰筋，脊柱起立筋群：すべて左右），皮下脂肪および内臓部における横断面積を算出した。なお，体幹部の MR 撮像は，呼吸によるモーションアーチファクトを回避するために吸気位での息止め撮像を実施した。各横断面積は，専用の画像分析ソフト（Independent System for Imaging Services, Hitachi Medical Corporation, Japan）を用いて，それぞれの領域をトレースすることで算出した。その際，骨，神経，および血管が分析対象に含まないように配慮した。

#### D. 食事調査

食事摂取量の調査は，管理栄養士が食事記録法とデジタルカメラによる映像記録法を併用して行い，計量 1 ヶ月前（通常期：3 日間），計量 1 週間前，計量日，計量からその翌日の試合終了後までの，4 回行った。

## E. 統計

各データは平均値±標準偏差 (SD) で表した。各データの比較には一元配置の分散分析 (ANOVA) を用い、有意差が認められた場合には、Fishers'PLSD を用いて多重比較検定を行った。有意水準は  $P<0.05$  とした。

### 4-2-3. 結果

体重は、計量 1 ヶ月前と比較し計量 1 週間前ではほとんど変化がなかったが、計量 1 ヶ月前と計量当日では平均 5.4 kg の有意な減少が認められた ( $P<0.01$ )。減量率は-7.3%であった。試合当日 (試合後) の測定において、体重は計量当日より平均 3.1kg 増加した。計量当日には体脂肪率、体内水分量ともに 1 ヶ月前と比較して有意に減少した ( $P<0.05$ ,  $P<0.01$ ) が、計量 1 週間後に、ほぼ 1 ヶ月前の状態に戻った。(表 4 - 2 - 1)

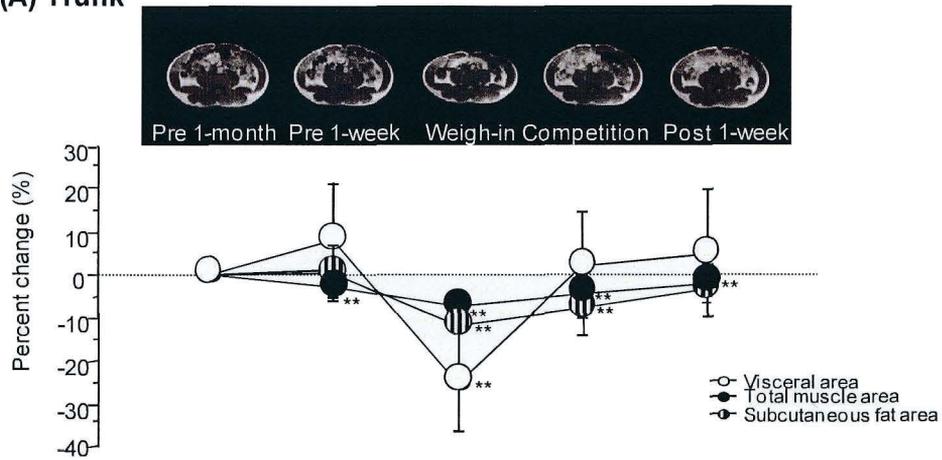
体幹部横断面積は、計量当日に計量 1 ヶ月前と比較し有意に小さくなり ( $P<0.01$ )、試合当日 (試合後) では計量 1 ヶ月前と有意差がなかった。体幹部内臓他 (筋, 皮下脂肪, 骨以外) の横断面積は、計量当日に計量 1 ヶ月前と比較して有意に小さくなり ( $P<0.01$ )、試合当日 (試合後) に計量 1 ヶ月と有意な差がなかった。計量当日の体幹部筋横断面積は、計量 1 ヶ月前と比較し有意に小さくなり ( $P <0.01$ )、計量 1 週間後に計量 1 週間前と同程度の大きさに回復した。体幹部の皮下脂肪横断面積は、計量 1 ヶ月前と比較し計量当日に有意に小さくなり ( $P <0.01$ )、計量 1 週間後に計量 1 ヶ月前と有意な差がなかった。大腿部筋横断面積は、計量 1 ヶ月前と比較し有意に小さくなり ( $P <0.01$ )、計量 1 週間後に計量 1 ヶ月前および計量 1 週間前とも有意な差がなかった。大腿部皮下脂肪横断面積は、計量 1 週間前に計量 1 ヶ月前と比較し有意に小さくなり ( $P <0.05$ )、計量当日に計量 1 ヶ月前と比較し有意に小さくなった ( $P <0.01$ )。(表 4 - 2 - 2)

(図 4 - 2 - 2)

食事重量 (飲料分を含む) は、それぞれ 1 ヶ月前; 4,498±989g, 1 週間前 3,573±1,016g,

計量当日  $122 \pm 201$ g, 試合後  $6,589 \pm 1,383$  g であった。その中で水分摂取量は、それぞれ  
1ヶ月前  $3,740 \pm 826$ g, 1週間前  $2,954 \pm 904$ g, 計量当日  $128 \pm 110$ g, 試合後  $5,536 \pm 910$ g で  
あった (表 4 - 2 - 3)。

(A) Trunk



(B) Lower extremity

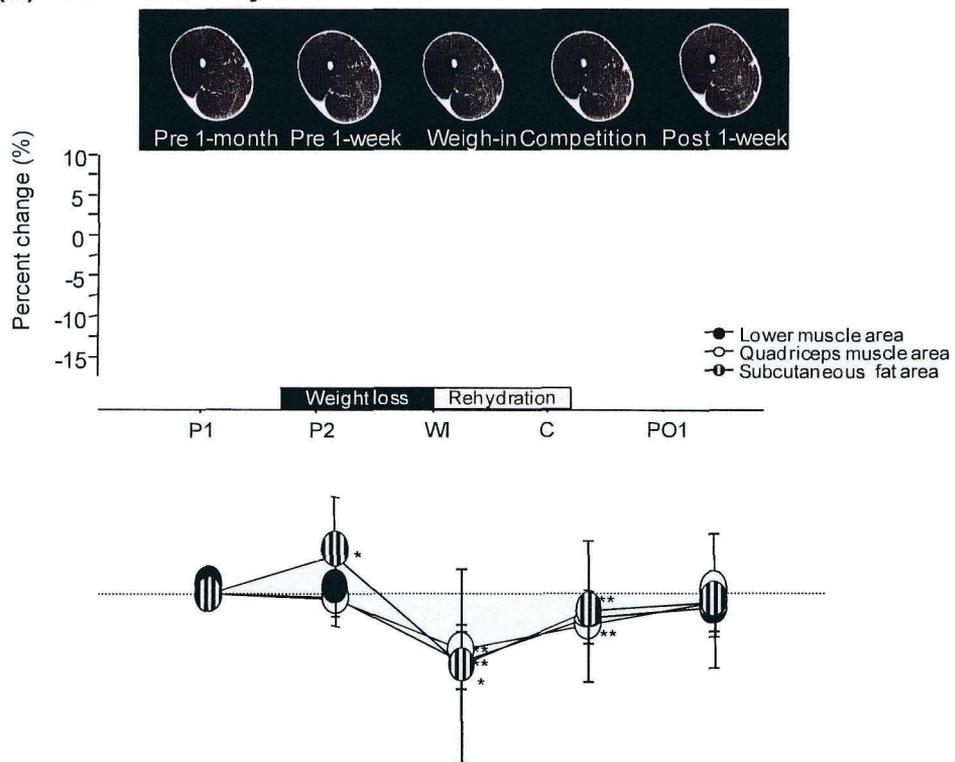


図 4-2-2. レスラーの急速減量による体幹部・下肢の筋横断面積の変化率 (n=12)

P1: Pre 1-month, P2: Pre 1-week, WI: Weigh-in, C: Competition, PO1: Post 1-week.

Data were expressed mean  $\pm$  SD..

\* P < 0.05 vs Pre 1-month.

\*\* P < 0.01 vs Pre 1-month.

表 4-2-1. レスラーの急速減量による身体組成の変化

|              | Pre 1-month | Pre 1-week            | Weigh-in                | Competition             | Post 1-week           |
|--------------|-------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|
| Age (years)  | 20.3 ± 0.9  | -                     | -                       | -                       | -                     |
| Height (cm)  | 170.6 ± 4.6 | -                     | -                       | -                       | -                     |
| Weight (kg)  | 74.5 ± 9.2  | 74.3 ± 9.4<br>(-0.4)  | 69.1 ± 9.0**<br>(-7.3%) | 72.2 ± 9.3**<br>(-3.3%) | 74.1 ± 9.9<br>(-1.1%) |
| Body fat (%) | 15.1 ± 2.8  | 14.4 ± 3.1<br>(-5.1%) | 13.8 ± 3.1*<br>(-9.3%)  | 13.7 ± 3.4*<br>(-10.7%) | 15.6 ± 3.5<br>(2.5%)  |
| LBM (kg)     | 59.8 ± 6.3  | 60 ± 6.4<br>(0.4%)    | 56.2 ± 6**<br>(-5.9%)   | 58.7 ± 6.2**<br>(-1.6%) | 59.4 ± 6.4<br>(-0.8%) |
| TBW (kg)     | 43.8 ± 4.6  | 44 ± 4.7<br>(0.4%)    | 41.2 ± 4.4**<br>(-5.9%) | 43.0 ± 4.6**<br>(-1.6%) | 43.5 ± 4.7<br>(-0.8%) |

Data were expressed as the means ± SD. ( ): Differences from Pre1-month values expressed in percent.

\*  $P < 0.05$  statistically significant from Pre1-month.

\*\*  $P < 0.01$  statistically significant from Pre1-month.

LBM: lean body mass, BMI: body mass index, TBW: total body water

表. 4-2-2. レスラーの急速減量による体幹部・下肢の周径, 脂肪・筋横断面積の変化

(n=12)

|   | Pre 1-month  | Pre 1-week                | Weigh-in                   | Competition               | Post 1-week             |
|---|--------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------------|
| <b>Trunk</b>                                  |              |                           |                            |                           |                         |
| Total cross sectional area (cm <sup>2</sup> ) | 463.2 ± 78.0 | 468.3 ± 75.0<br>(1.5%)    | 403.3 ± 71.8**<br>(-13.2%) | 451 ± 78.6<br>(-2.9%)     | 463 ± 89.7<br>(-1.2%)   |
| Total muscle area (cm <sup>2</sup> )          | 210.8 ± 19.4 | 204.8 ± 18.4**<br>(-2.8%) | 196.0 ± 18.5**<br>(-6.9%)  | 202 ± 19.1**<br>(-4.0%)   | 206 ± 19.9**<br>(-2.1%) |
| Subcutaneous fat area (cm <sup>2</sup> )      | 81.8 ± 53.2  | 82.2 ± 53.2<br>(1.0%)     | 73.7 ± 50.7**<br>(-11.6%)  | 76.9 ± 53.3**<br>(-7.8%)  | 80.5 ± 55.4<br>(-3.4%)  |
| Visceral area (cm <sup>2</sup> )              | 143 ± 23.6   | 154 ± 27.4<br>(8.2%)      | 106.9 ± 21.0**<br>(-25.8%) | 146 ± 26.8<br>(0.3%)      | 149 ± 23.5<br>(1.2%)    |
| Abdominal circumference (cm)                  | 72.6 ± 6.8   | 73.2 ± 6.8<br>(0.9%)      | 69.2 ± 6.7**<br>(-4.8%)    | 71.8 ± 7.0*<br>(-1.3%)    | 72.5 ± 7.4<br>(-0.4%)   |
| <b>Lower extremity</b>                        |              |                           |                            |                           |                         |
| Lower muscle area (cm <sup>2</sup> )          | 180.0 ± 18.4 | 179.7 ± 19.4<br>(-0.3%)   | 169.7 ± 20.5**<br>(-5.9%)  | 176.7 ± 21.3**<br>(-2.8%) | 177.8 ± 18.2<br>(-1.3%) |
| Quadriceps muscle area (cm <sup>2</sup> )     | 91.0 ± 8.6   | 90.8 ± 9.1<br>(-0.3%)     | 86.6 ± 9.3**<br>(-4.7%)    | 88.7 ± 9.0**<br>(-2.6%)   | 90.4 ± 8.1<br>(-0.6%)   |
| Subcutaneous fat area (cm <sup>2</sup> )      | 34.7 ± 16.1  | 35.8 ± 17.0*<br>(2.2%)    | 33.0 ± 17.2**<br>(-7.5%)   | 34.3 ± 17.1<br>(-2.6%)    | 34.5 ± 16.6<br>(-1.6%)  |
| Circumference (cm)                            | 48.2 ± 3.7   | 48.2 ± 4.0<br>(0.0%)      | 47.1 ± 4.3**<br>(-2.4%)    | 47.7 ± 4.3*<br>(-1.273%)  | 48.1 ± 4.1<br>(-0.1%)   |

Data are expressed as mean ± SD. ( ): Differences from Pre 1-month values are expressed in percent.

\*  $P < 0.05$  for the difference from Pre 1-month.

\*\*  $P < 0.01$  for the difference from Pre 1-month.

表 4-2-3. 急速減量時の栄養摂取状態 (n=12)

|                  | Pre1-month  | Pre1-week       | Weigh-in    | Competition     |
|------------------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|
| Food intake (g)  | 4,498 ± 989 | 3,573 ± 1,016** | 122 ± 201** | 6,589 ± 1,383** |
| Water intake (g) | 3,740 ± 509 | 2,954 ± 664**   | 128 ± 110** | 5,536 ± 910**   |

Data were expressed as the means ± SD.

\*\*  $P < 0.01$  statistically significant from Pre1-month.

#### 4-2-4. 考察

本研究は、試合に向けたレスリング選手を対象に、減量に伴う身体組成の変化について磁気共鳴画像法を用いて経時的に検討した。その結果、減量により大腿部筋横断面積および体幹部筋横断面積は、計量当日に計量 1 ヶ月前と比較し有意に小さくなり ( $P<0.01$ )、計量 1 週間後に計量 1 週間前と同程度に回復していることが明らかになった。さらに、大腿部と体幹部の皮下脂肪面積および腹腔内横断面積も明らかに減量により小さくなることを示した。以上のことから、レスリング選手は急速減量により、骨格筋組織や脂肪組織などの横断面積部が減少することが明らかとなった。

本研究において試合に出場するレスリング選手は、1 週間前後で約 7.3%の体重減少を認め、計量日から試合までの約 16 時間の間に 4%の体重回復が認められた。さらに計量日には除脂肪体重も約 6%減少しており、先行研究<sup>62-67)</sup>と同様に本研究の対象者は短期間の急速減量をしていたと考えられる。しかし、これまでの研究<sup>23-26)</sup>では、体重や除脂肪体重など総量の評価を行っており、身体組成の骨格筋組織や脂肪組織、あるいは腹腔内などの各部位組織における面積の変化については不明であった。本研究において、レスリング選手の大腿部および体幹部の筋横断面積、皮下脂肪横断面積、腹腔内横断面積は、減量により一時的に小さくなるが、計量後には回復することが明らかとなった。

本研究において体水分量は、計量 1 ヶ月前と比較して計量当日に有意に少なかった ( $p<0.01$ )。このことは、減量による筋横断面積の減少に影響している可能性が考えられる。さらに、本研究では、計量 1 ヶ月前に比べ計量 1 週間前および計量当日の食事・水分摂取量は明らかに少なかった。このことから、今回の大腿部および体幹部の横断面積の低下は、減量時の食事・水分摂取量の低下が除脂肪組織内の水分保留を減少させ、結果として横断面積の縮小をもたらした可能性が推察される。その一方、計量後から試合までの短時間に通常期以上の食事・水分摂取を行っていた。すなわち、大腿部と体幹

部における筋横断面積の回復は、計量後と試合日の食事・水分摂取の増大が関与した可能性が考えられる。大腿部と体幹部の筋横断面積が計量日から試合当日（試合後）までの短時間の間に一定量が回復していることから、計量後から試合当日までの食事・水分摂取量が重要であると考えられる。

体脂肪に関して、大腿部皮下脂肪横断面積は、筋横断面積と同じく急速減量により減少するが、筋横断面積とは違い試合当日（試合後）に計量1ヵ月前の状態に戻った。一方、体幹部皮下脂肪横断面積は、計量当日に明らかに減少するが、計量1週間後に計量1ヵ月前の値まで回復していた。このため、減量による脂肪量の変動は部位により異なる可能性が考えられる。また体脂肪率は計量1ヶ月前に比べ計量当日に有意に減少しているが、計量1週間後にはもとの状態以上に戻っていることから、体内の水分量の変化がインピーダンス法を用いた測定結果に影響した可能性が考えられる。

また、レスリング選手のシーズンを通した筋横断面積の変化を検討した Roemmichi らの研究では<sup>15)</sup>、シーズン期の大腿部筋横断面積がプレシーズン期に比べ低下し、ポストシーズン期にはプレシーズン期の値に回復することを報告している。このことは、減量を繰り返すシーズン期には大腿部筋横断面積が減少することを示している。本研究は、Roemmichi らの研究<sup>15)</sup>と同様に減量時には大腿部筋横断面積が減少することを示した。特に本研究は、1週間程度での短期間の急速減量による大腿部筋横断面積の減少を明らかにした。さらに、本研究のような短期間の減量を繰り返すことにより、結果としてシーズン期の大腿部筋横断面積の減少をもたらす要因になる可能性が考えられる。

本研究にて用いた磁気共鳴画像により、急速減量時に腹腔内の変化（内臓他の横断面積）が明らかになった（図4-2-2）。計量1週間前、計量当日そして計量翌日における腹腔内の急激な変化は、減量時の食事摂取量の低下が関与している可能性がある。さらに、食事・水分の摂取量は計量当日から試合までに急激に増大しているため、食事摂取量は減量時の内臓などの腹腔内に影響を与える因子である可能性が推察される。また

計量当日から試合当日（試合後）の急激な変化については、計量後に摂取した食事摂取量の増大が、腹腔内に残留することにより面積の早急な回復が認められたと考えられる。

レスリング選手を対象とした Tarnopolsky ら<sup>68)</sup>の研究では、減量後の 17 時間の回復期間に骨格筋内グリコーゲン量が回復し、減量前の値と差を認めないことを報告している。このことから、肝臓等のグリコーゲン容量が計量後の食事摂取から合成された可能性が考えられる。本研究において、その詳細は明らかでないが、このことは、試合におけるコンディショニングを考えた場合に重要であるため今後の検討が必要である。また、Goodman MN ら<sup>69)</sup>によれば、ラットを用いた実験では絶食による急速な減量で脂肪や骨格筋重量が減少し、内臓のタンパク質量も減少することを報告している。このことから、本研究における腹腔内横断面積の急激な変化についても先行研究同様に内臓の減少も考えられたが、今回はその変化を見ることができなかった。アスリートにとって内臓重量の減少は、パフォーマンスにマイナス影響を及ぼすと考えられることから、今後の検討課題の一つである。

#### 4-2-5. 要約

本研究は、全日本学生選手権に出場した男子レスリング選手 12 名を対象に磁気共鳴画像法を用いて減量時の身体組成の変化を経時的に検討した。その結果、短期間の急速減量は、減量期の計量当日に体幹部と大腿部において筋横断面積および脂肪横断面積が一時的に小さくなり計量後の再水和により一定量回復した。急速減量によるレスリング選手の身体組成は、骨格筋組織や脂肪組織などの部位特性の変化を認めることが明らかとなった。

## 第五章 総合討論

### 5-1. 本研究の目的

本研究の目的は、体重階級制競技におけるレスリング競技を対象に、シニアおよびジュニアレスリング選手の減量の実態を把握し、さらに急速減量が及ぼすエネルギー代謝動態や体組成の変化に着目し、試合にむけた減量の実態把握および形態的・機能的側面からレスリング選手の急速減量時のコンディション特性を明らかにすることである。

### 5-2. 本研究で得られた成果および今後の課題

#### 5-2-1. 課題 1：シニアおよびジュニア期におけるレスリング選手の減量の実態把握

調査・研究 1-1 では、減量に関する実態を明らかにする目的で全日本レスリング選手権大会出場者の調査を行い検討した。出場選手の試合に向けた減量についてアンケート調査結果より、男子は平均で 8.4 日間に 5.7kg 体重を減らし、女子は平均で 6.0 日間に 4.4kg 体重を減らすことが明らかになった。さらに、男子においては 9kg 以上の減量をしている者が全体の 5%、女子において 7kg 以上減量している者は 6%であった。このことから、全日本レスリング選手権出場選手の多くは、男女共に短期的な急速減量を行っていることが明らかとなった。

調査・研究 1-2 では、ジュニアレスリング選手における試合に向けた減量に関する実態を明らかにする目的で JOC 杯ジュニアオリンピック選手権大会出場者の調査を行い検討した。ジュニア期のレスリング選手において、試合に向けた減量は 10 日以内で、約 4kg～6kg の体重を減らす傾向が認められ、短期間で過度の減量をしていることが明らかとなった。

レスリングなどの体重階級制競技は試合前に計量が行われるため、試合に向けて短期間の減量を行う選手は多い<sup>1, 62-66, 70-72)</sup>。中でも短期間の急激な減量は、サウナや飲水制限、あるいは絶食などを併用することにより行われるため、レスリング選手の減量法

として好ましくないとされている<sup>63-66)</sup>。このようなレスリング選手の試合に向けた急速減量は脱水状態を呈しコンディションの低下を導く可能性が高いため、食事内容や減量方法を含めた減量時のコンディショニングがより重要となる。研究課題1では、シニアおよび次世代を担うジュニア期のレスリング選手を対象に、試合に向けた減量の実態把握について調査した。その結果、シニアおよびジュニアともに短期間の急速減量を行なっていることが明らかとなった。とくに問題となるのは、ジュニア期の多くのレスリング選手が短期間に急速減量を行なっている点である。ジュニア期は身体的成長が顕著であり、体重調整や選手の階級の設定を選手の成熟度を考慮して行なう必要性が示唆された。一方、全日本トップレスリング選手の減量は、対戦相手に対する身体的な有利性や戦術的な観点から過度な減量を行なう選手が見受けられる。それゆえ、試合に向けたコンディショニングの重要性が示された。National collegiate athletic association(NCAA)は、ジュニアレスリング選手を対象に短期間の急速減量を制限する試みが行なわれていることから<sup>73)</sup>、本邦においてもジュニア期のレスリング選手を対象に、急速減量を制限する取り組みが必要であると考えられる。さらに、シニア選手の減量時のコンディショニングとしては、個人の形態的及び機能的側面から評価することにより、試合にむけた減量時のコンディショニングを効率的に行なうための取り組みが必要であると考えられる。

#### **5-2-2. 課題2：短期的急速減量が及ぼす代謝動態および形態特性の変化**

実験2-1では、一流レスリング選手を対象に通常期と減量期における安静時代謝、睡眠時代謝、および食事誘発性体熱生産の変動についてヒューマン・カロリメータを用いて基礎的な知見を得ることを目的に検討した。短期間に減量するレスリング選手は、安静時代謝および睡眠時代謝が低下することが明らかとなった。

実験2-2では、全日本学生選手権に出場した男子レスリング選手12名を対象に磁気

共鳴画像法を用いて減量時の身体組成の変化を経時的に検討した。短期間の急速減量は、減量期の計量当日に体幹部と大腿部において筋横断面積および脂肪横断面積が一時的に小さくなり計量後の再水和により一定量回復した。急速減量によるレスリング選手の身体組成は、骨格筋組織や脂肪組織などの部位特性の変化を認めることが明らかとなった。

研究課題 2 では、短期間の急速減量が及ぼす代謝動態および形態特性の変化について検討した。その結果、急速減少は代謝機能の低下をもたらし、さらに減量による身体組成の横断面積も一次的に縮小することが明らかとなった。このことは、急速減量は機能的あるいは形態的变化をもたらすことを示している。研究課題 1 の減量の実態の結果から、減量時には極端な飲水制限や食事制限を一週間程度の短期間で減量を行なうため、このような減量方法が代謝機能や形態的变化に関与している可能性が考えられる。また、栄養調査の結果も通常期に比べ減量期に明らかに食事摂取量が低下し、計量後には回復する傾向を示すことから、食事の取り方や栄養状態を評価することはレスリング選手の減量時のコンディショニングに重要な因子となり得ると考えられる。レスリング選手の減量時コンディショニングにおいて、代謝動態や形態変化が大きく選手のコンディションに影響していると考えられる。このことから、レスリング選手の減量は、方法や期間、栄養状態、形態評価など様々な視点からコンディションを評価し、個人に適したコンディショニングを行なう必要があると考えられる。

### 5-3. レスリング選手における減量時のコンディショニング法の確立に向けた提言

本博士論文の研究課題 1 の結果から、レスリング選手における減量は短期間に行い、コンディションを崩す要因となることが明らかとなった。このような背景には、試合の前日に計量が行われる現行のルールが問題と考えられるが、国際レスリング連盟に働き掛け現行の計量に関する国際ルールを早急に変更させることは困難であり現実的でない

い。また、競技現場における指導者および選手の暗黙知（経験知）から、通常の体重より低い階級で試合に臨むことが試合時の身体的な有利性を得るとの思いが影響しているのかもしれない。さらに、指導者や選手は、試合に向けた急速減量後（計量後）にトップレスリング選手は、体重を早急に回復させ試合に向けたコンディショニングができるとの認識が強く存在している可能性も考えられる。特殊な例であるが、コーチとして参加した 2005 年のユニバーシアードにおいて、74kg 級で 3 位に入賞した日本人選手は、1 週間で 10kg 減量し計量をパスした。翌日、彼の体重は 7kg 回復し通常時のパフォーマンスを見せ男子唯一のメダルを獲得した。実際のスポーツ現場では、研究室で想像もできない事実が多く存在する。しかし、本博士論文では、スポーツ医科学の観点からエビデンスに基づいた減量時のコンディショニング法について検討を行い、これらの基礎的な知見を用いて競技特性を考慮したコンディショニングに関する提言をしていくことが重要であると考え。本博士論文では、減量とパフォーマンスの関係に関する研究を行っていないため、今後は競技パフォーマンスや心理、栄養面についても総合的に検討し、レスリング選手における減量時コンディショニング法を確立し、活用するための方策が必要と考えられる。

そこで、本博士論文では、研究課題 1 の結果および研究課題 2 の結果に基づき、現行ルールの中でより効率的なコンディショニングについて以下の 3 つの期間（1：減量前，2：減量中，3：減量後）に分けて提言を行なうこととする。

#### 1) 減量前

本博士論文の課題 1 の実態調査から、個々の減量時アセスメントを行う必要がある。とくに定期的な身体および栄養のアセスメントを実施し、体脂肪を極力減らすことが不可欠である。目標とする基準値としては、日本レスリング協会と国立スポーツ科学センターが共同で実施している代表選手の測定結果を基準とすることが望ましい。同じ体重階級制種目である柔道競技では、体重管理の目安として 5% の減量幅に 2Kg のゆとりを

もたせた値を基準としている<sup>45)</sup>。計量日が試合の前日に行われるレスリング競技は試合当日に計量がある柔道競技と異なる点はあるが、体重の5%前後を基準として用いることは、階級の設定や日頃の体重管理の目安となるかもしれない。

## 2) 減量中

本博士論文の研究課題2のヒューマン・カロリメータを用いた測定結果から、減量中は安静時代謝が落ちることが明らかになった。そこで、減量中は、安静時代謝が落ちることを考慮したメニューを栄養スタッフに相談して作成してもらうことが望ましい。さらに、コンディショニングを崩す要因である急速減量期間をできるだけ短く設定する必要がある。そのためには、1)の減量前の期間に多くの体脂肪を減らす必要がある。

減量中における最初の段階では、通常時(減量前の期)に体重管理をした上でさらに体脂肪を減らすため水分補給と身体を維持する最低限の栄養素を確保すると共に、食事において脂肪分を減らす期間を設定することが重要である。さらに、有酸素運動を普段より大目に取り入れることも必要となる。体脂肪を1kg燃焼させるためには、7200kcalのエネルギー消費が必要となることから<sup>18)</sup>、コンディションを崩さず無理なく体脂肪を落とす期間(2~3週間)を設定することが望ましい(減量中のフェーズI)。次の段階として、計量をパスするためには1~2日間で2~3kgを落とす急速減量期を設定することが理想的と考えられる(減量中のフェーズII)。

## 3) 減量後

レスリング競技では、計量後から翌日の試合(1試合目)まで約16時間ある。計量時には、本博士論文の研究課題2の磁気共鳴画像法を用いた測定結果から、腹腔内に栄養素が入っていないと推察できる。さらに、水分・栄養摂取調査の結果から脱水状態であると推察できる。そこで、計量後早急に糖分およびミネラル入りの水分補給を行なうことと、グリコーゲンの基となる糖質(おにぎり、バナナ、カステラ、等)の補給をすることが必要である(リフィーディングI)。その後、夕食はグリコーゲンの基となる

糖質（ご飯，パスタおよび他の麺類，等）を中心として摂取することが望ましい（リフィーディングⅠ）。翌朝も同様にグリコーゲンの補充に努めると共に，試合間の水分・栄養補給も重要なポイントと考えられる（リフィーディングⅡ）。

McMurray ら<sup>27)</sup>の研究では，減量前後のパフォーマンスを高炭水化物食群と通常炭水化物食群で比較した研究において，高炭水化物食群のパフォーマンスは変わらなかったが，通常炭水化物食群は低下したことから，計量後および翌朝試合前の高炭水化物食の摂取がパフォーマンスに好影響を与える可能性が考えられる。

最後に，ジュニア選手に特化した減量時のコンディショニングについての提言を行いたい。自己管理が確立しているシニア選手に関しては，現行のルール上，試合に向けた過度な減量も勝敗を争う1要因となるため，減量期間中のコンディショニングがより重要となる。しかし，これまでの様々な研究報告から，無理な減量が身体に与える負の影響はジュニア選手にとってコンディションを崩すだけでなく，命に関わる大きな問題となることもある。また，本研究の結果から，減量時には代謝も低下することが明らかになり，減量中の栄養摂取にも配慮する必要がある。成長期のジュニア世代の栄養摂取に関する問題は，慎重に取り扱う必要がある。さらに，減量時の動態変化に関する結果から，減量が身体に及ぼす影響は少なくない。そこで，ジュニア選手に関しては，成長期であることを考慮し目の試合に勝つためだけの減量を極力控える様な指導が必要である。

具体的にジュニア期の減量では，以下の3点に気を付ける必要があると考える。

- 1) 通常時のアセスメントを実施する。
- 2) 通常時の体重が、出場階級の5%+3kgを超える場合は、適切な階級に変更する。
- 3) 目の試合に勝つためだけの減量を控える。

上記の提言を踏まえた上で，ジュニア選手における減量時のコンディショニングのポイントとしては，普段から自己管理を行えることが重要と考える。そのためには，以下

の4つに分けて考えることが望ましい。1つ目として、本博士論文の課題1で行なったアンケート調査を自ら実施し、現状を把握することが重要である。2つ目に把握した現状とこれまでの研究結果等の情報の整理が必要である。3つ目は、日頃の自己の体重や体調を把握するために記録する習慣を身に付けることである。最後の4つ目は、コンディショニングの実践である。これについては、シニア選手と同様に3つの期分けに沿った減量を行なうことが望ましいと考えられる。

#### 5-4. 今後の展望

本博士論文では、調査研究としてシニアおよびジュニアのトップレスリング選手に関する減量の実態を把握した。その結果、急速減量によりコンディショニングを崩す選手が多くいることが明らかになった。しかし、ジュニアの下位年齢である中学生や小学生に関する実態の調査は行なっていない。レスリングというマイナーな競技においては、経験者が指導者になることが多い。本博士論文におけるジュニア選手の減量に関する実態調査の中で、減量方法は、「監督やコーチのアドバイス」が全体の38%と「自己流」に続いて2番目に多かった。このことから、自らが行なってきた減量方法を幼少期および成長期の選手に指導している可能性が高い。そこで、今後は中学生および小学生の減量に関する実態の調査を行なう必要があると考える。

本博士論文では、ヒューマン・カロリメータおよび磁気共鳴画像法という特殊で制度の高い装置を使用し、トップレスリング選手を対象として測定を行なった。その結果、一定の成果を得たが、研究結果として例数が少ないことは否めない。そこで、同様の測定を継続し結果を蓄積すると共にさらなる検討を加えることが不可欠である。さらに、本博士論文で行ってきた特殊な装置による測定と合わせて、先行研究において実施されているパフォーマンスの評価を行う必要がある。

## 第六章 結語

本研究は、体重階級制競技におけるレスリング競技を対象に、シニアおよびジュニアレスリング選手の減量の実態を把握し、さらに急速減量が及ぼすエネルギー代謝動態や体組成の変化に着目し、試合にむけた減量の実態把握および形態的・機能的側面からレスリング選手の急速減量時のコンディション特性を明らかにすることを目的として検討し、以下の知見を得た。

(1) 全日本レスリング選手権出場選手の多くは、男女共に短期的な急速減量を行っている。

(2) ジュニア期のレスリング選手において、試合に向けて短期間で過度の減量をしている。

(3) 一流レスリング選手を対象に通常期と減量期における安静時代謝、睡眠時代謝、および食事誘発性体熱生産の変動についてヒューマン・カロリメータを用いて検討した。短期間に減量するレスリング選手は、安静時代謝および睡眠時代謝が低下することが明らかとなった。

(4) 全日本学生選手権に出場した男子レスリング選手 12 名を対象に磁気共鳴画像法を用いて減量時の身体組成の変化を経時的に検討した。急速減量によるレスリング選手の身体組成は、骨格筋組織や脂肪組織などの部位特性の変化を認めることが明らかとなった。

以上の成果は、階級制のアスリートの試合に向けた減量に伴うコンディショニングに

新しい知見を加えるものであり、また、スポーツ医学あるいは競技スポーツ分野へ応用できる知見として意義あるものと考えられる。

## 謝 辞

本研究を遂行し論文を作成するにあたり、懇切丁寧なご指導ご助言を賜りました筑波大学総合人間科学系・宮川 俊平教授、同・久野 新譜也准教授、徳山 薫平准教授そして尾縣 貢准教授に厚く御礼申し上げます。また、本博士論文の作成にあたり適切な助言および方向性を示して頂きました、筑波大学総合人間科学系・河野 一郎教授に心より厚く感謝致します。また、筑波大学総合人間科学系・相澤 勝治技官におきましては、本研究に関する多くの面でご協力とご指導を賜り心から感謝致します。さらに、国立スポーツ科学センターのレスリング競技のサポートを担当して頂きました研究員の皆様には、研究活動にあたり多大なるご協力を賜り深く感謝いたします。

思い起こせば、10 数年前に海外から帰国した小生が筑波大学大学院への進学を希望した時、物心両面において援助してくださった衆議院議員・馳 浩氏のご好意がなければ本博士論文を作成することはできなかったと思います。ここに改めて心より深く感謝いたします。さらに、(財)日本レスリング協会の皆様においても研究遂行にあたりご協力を賜り感謝申し上げます。特に、指導者として若輩ものの小生に競技現場の厳しい指導とはいかなるものかを教えて頂きました、強化委員会委員会の皆様にも改めて感謝致します。また、本研究を実施するに辺り快く協力を申し出てくださったトップレスリング選手の皆様に厚く御礼申し上げます。本博士論文は、選手として指導者として競技スポーツの現場で疑問に感じ考えたことを研究室という場に持ち込み、様々な方々の助言を加えてまとめ挙げたものです。また、研究の分野においては、研究とはいかなるものかを初歩から指導して頂きました早稲田大学（前筑波大学体育科学系）鈴木 正成教授に改めて感謝致します。本博士論文は、現場と研究の融合から生まれたものであると自負しております。レスリングという人類最古のスポーツが永遠に発展することを祈願すると共に、本博士論文が次世代のレスリング関係者の参考になることを願って止みません。

## 参考文献

1. Fogelholm M. Effects of bodyweight reduction on sports performance. *Sports Med*, (1994) 18 : 249-267.
2. 相澤勝治,久木留毅,寺田照子. 体重階級制競技におけるジュニア選手の減量の実態—レスリングと柔道の比較—。日本臨床スポーツ医学会誌, (2007) 15 : 41-47.
3. Perriello VA Jr, Almquist J, Conkwright D Jr, Cutter D, Gregory D, Pitrezzi MJ, Roemmich J, Snyders G. Health and weight control management among wrestlers. A proposed program for high school athletes. *Va Med Q*, (1995) 122 : 179-183.
4. From the Centers for Disease Control and Prevention. Hyperthermia and Dehydration-Related Deaths Associated With Intentional Rapid Weight Loss in Three Collegiate Wrestlers -North Carolina, Wisconsin, and Michigan, November-December 1997, *JAMA* . (1998) 279 : 824-825.
5. Noakes, T. D. Fluid replacement during exercise. *Exerc. Sport. Sci. Rev.* (1993) 22 : 297-330.
6. Ribisl, P. M. Rapid weight reduction in wrestling. *J. Sports Med.* (1978) 3 : 55-57.
7. Choma CW, Sforzo GA, Keller BA. Impact of rapid weight loss on cognitive function in collegiate wrestlers. *Med. Sci. Sports Exerc.* (1998) 30:746-749.
8. American College of Sports Medicine position stand on weight loss in wrestlers. *Med Sci Sports.* (1976) 8 : xi-xiii.
9. America College of Sports Medicine : Proper and Improper weight loss programs,. *Med. Sci. Sports Exerc.* (1996) 15 : IX-X II .
10. Committee Refines Wrestling Safety Rules. *The NCAA News* (1998) 35 : 1.
11. Oppliger RA, Steen SA, Scott JR, Weight loss practices of college wrestlers. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* (2003) 13 : 29-46.
12. Kiningham RB, Gorenflo DW. Weight loss methods of high school wrestlers. *Med. Sci.*

- Sports Exerc. (2001) 33 : 810-813.
13. Blackburn GL, Wilson GT, Kanders BS, Stein LJ, Lavin PT, Adler J, Brownell KD. Weight cycling: the experience of human dieters. *Am. J. Clin. Nutr.* (1989) 49 (5 Suppl), 1105-1109.
  14. Melby CL, Schmidt WD, Corrigan D. Resting metabolic rate in weight-cycling collegiate wrestlers compared with physically active, noncycling control subjects. *Am. J. Clin. Nutr.* (1990) 52 : 409-414.
  15. Roemmich JN, Sinning WE. Weight loss and wrestling training: effects on nutrition, growth, maturation, body composition, and strength. *J. Appl. Physiol.* (1997) 82 : 1751-1759.
  16. Plasqui G, Kester AD, Westerterp KR. Seasonal variation in sleeping metabolic rate, thyroid activity, and leptin. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.* (2003) 285 : 338-343.
  17. Tataranni PA, Ravussin E. Variability in metabolic rate: biological sites of regulation. *Int J Obes Relat Metab Disord.* (1995) 19 : 102-106.
  18. 中野昭一,竹宮隆 : 運動とエネルギーの科学. 杏林書院 (1996) 211 : 274.
  19. Bryant KR, Rothwell NJ, Stock MJ. Influence of sodium intake on thermogenesis and brown adipose tissue in the rat. *Int J Obes.* (1984) 8 : 221-231.
  20. Levine JA. Nonexercise activity thermogenesis (NEAT): environment and biology. *Am J Physiol Endocrinol Metab,* (2004) 286 : 675-685.
  21. 柳沢香絵, 田口素子, 小澤礼子. レスリング選手における減量期と回復期の基礎代謝量の変動. *栄養学雑誌* (2004) 62, 5, 146.
  22. Utter AC, Scott JR, Oppliger RA, Visich PS, Goss FL, Marks BL, Nieman DC, Smith BW, A comparison of leg-to-leg bioelectrical impedance and skinfolds in assessing body fat in collegiate wrestlers. *J Strength Cond Res.* (2001) 15 : 157-160.

23. Utter AC, Goss FL, Swan PD, Harris GS, Robertson RJ, Trone GA. Evaluation of air displacement for assessing body composition of collegiate wrestlers. *Med Sci Sports Exerc.* (2003) 35 : 500-505.
24. Dixon CB, Deitrick RW, Pierce JR, Cutrufello PT, Drapeau LL. Evaluation of the BOD POD and leg-to-leg bioelectrical impedance analysis for estimating percent body fat in National Collegiate Athletic Association Division III collegiate wrestlers. *J Strength Cond Res.* (2005) 19 : 85-91.
25. Clark RR, Bartok C, Sullivan JC, Schoeller DA. Is leg-to-leg BIA valid for predicting minimum weight in wrestlers? *Med Sci Sports Exerc.* (2005) 37 : 1061-1068.
26. Utter AC, Goss FL, Swan PD, Harris GS, Robertson RJ, Trone GA. Evaluation of air displacement for assessing body composition of collegiate wrestlers. *Med Sci Sports Exerc.* (2003) 35 : 500-505.
27. McMurray RG, Proctor CR, Wilson WL. Effect of caloric deficit and dietary manipulation on aerobic and anaerobic exercise. *Int J Sports Med.* (1991) 12: 167-172.
28. Webster S, Rutt R, Weltman A. Physiological effects of a weight loss regimen practiced by college wrestlers. *Med Sci Sports Exerc.* (1990) 22 : 229-234.
29. Fogelholm GM, Koskinen R, Laakso J, Rankinen T, Ruukonen I. Gradual and rapid weight loss: effects on nutrition and performance in male athletes. *Med Sci Sports Exerc.* (1993) 25 : 371-377.
30. Maffulli N, Making weight: a case study of two elite wrestlers. *Br J Sports Med.* (1992) 26 : 107-110.
31. Steen SN, Brownell KD. Patterns of weight loss and regain in wrestlers has the tradition changed. *Med. Sci. Sports Exerc.* (1990) 22: 762-768.
32. Craig A Horswill. *Applied Physiology of Amateur Wrestling Sport Medicine.* (1992) 14 :

- 114-143.
33. Noakes, T. D. Fluid replacement during exercise. *Exerc. Sport. Sci.* (1993) 22 : 297-330.
  34. Oppliger RA, Harms RD, Herrmann DE, Streich CM, Clark RR. The wisconsin wrestling minimum weight project: a model for weight control among high school wrestlers. *Med. Sci. Sports Exerc.* (1995) 27 : 1220-1224.
  35. 櫻村修生, 中井誠一, 芳田哲也, 伊藤孝. 種々のスポーツにおける基礎代謝量. *日本衛生学雑誌*, (1987) 42 : 809-814.
  36. Horswill CA, Scott JR, Galea P. Comparison of maximum aerobic power, maximum anaerobic power, and skinfold thickness of elite and nonelite junior wrestlers. *Int J Sports Med.* (1989) 10 : 165-168.
  37. Randall, R. W. and Donald, P. M. Acute weight gain and its relationship to success in high school wrestlers. *Med. Sci. Sports Exerc.* (1995) 30 : 949-951.
  38. 相澤勝治, 久木留毅, 増島 篤, 中島耕平, 坂本静男, 鳥羽泰光, 西牧謙吾, 細川 完, 青山晴子, 大庭治雄. ジュニアレスリング選手における試合に向けた減量の実態. *日本臨床スポーツ医学会誌* (2005) 13 : 214-219.
  39. Ahlman, K. Weight reduction by sweating in wrestlers, and its effect on physical fitness. *J. Sports Med. Phys.* (1961) 1: 58-62.
  40. Center for disease control and Prevention. Hyperthermia and dehydration-related deaths associated with intentional rapid weight loss in three collegiate wrestlers-North Carolina, Wisconsin, and Michigan, November-December 1997. *MMWR.* (1998) 47: 105-108.
  41. Ribisl, P. M. Rapid weight reduction in wrestling. *J. Sports Med.* (1978) 3: 55-57.
  42. Lakin JA, Steen SN, Oppliger RA. Eating behaviors, weight loss methods, and nutrition practices among high school wrestlers. *J. Community Health Nurs.* (1990) 7: 223-234.
  43. Marquart, L. F., and J. Sobal: Weight loss beliefs, practices and support systems for high

- school wrestlers. *J. Adolesc. Health.* (1994) 15 : 410-415.
44. Steen SN, Brownell KD. Patterns of weight loss and regain in wrestlers: has the tradition changed? *Med. Sci. Sports Exerc.* (1990) 22 : 762-768.
  45. 寺田照子 : 柔道選手における減量と競技力との関係. *臨床スポーツ医学* (2002) 3 : 263-269.
  46. Henning B, Lofgren R, Sjostrom L. Chamber for indirect calorimetry with improved transient response. *Med. Biol. Eng. Comput.* (1996) 34 : 207-212.
  47. Steen SN, Oppliger RA, Brownell KD. Metabolic effects of repeated weight loss and regain in adolescent wrestlers. *JAMA.* (1988) 1 : 147-150.
  48. Zambraski EJ, Tipton CM, Jordon HR, Palmer WK, Tchong TK. Iowa wrestling study: urinary profiles of state finalists prior to competition. *Med. Sci. Sports.* (1974) 6 : 129-32.
  49. Zambraski EJ, Tipton CM, Tchong TK, Jordon HR, Vailas AC, Callahan AK. Iowa wrestling study: changes in the urinary profiles of wrestlers prior to and after competition. *Med. Sci. Sports.* (1975) 7 : 217-220.
  50. Haschke F, Body composition of adolescent males. Part I. Total body water in normal adolescent males. Part II. Body composition of the male reference adolescent. *Acta Paediatr Scand* (1983) 1 : 1-23.
  51. Heymsfield SB, Wang J, Lichtman S, Kamen Y, Kehayias J, Pierson RN Jr. Body composition in elderly subjects: a critical appraisal of clinical methodology. *Am J Clin Nutr.* (1989) 50 : 1167-1175.
  52. Wang ZM, Pierson RN Jr, Heymsfield SB. The five-level model: a new approach to organizing body-composition research. *Am J Clin Nutr.* (1992) 56 : 19-28.
  53. Børsheim E, Bahr. Effect of exercise intensity, duration and mode on post-exercise oxygen consumption. *Sports Med.* (2003) 33: 1037-1060.

54. Ravussin E, Boqardus C. Relationship of genetics, and physical fitness to daily energy expenditure and fuel utilization. *Am. J. Clin. Nutr.* (1989) 49 : 968-975.
55. Fukagawa NK, Bandini LG, Young JB. Effect of age on body composition and resting metabolic rate. *Am. J. Physiol.* (1990) 259 : 233-238.
56. Tataranni PA, Ravussin E. Variability in metabolic rate : biological sites of regulation. *Int. J. Obesity.* (1995) 19 : 102-106.
57. 田口素子, 樋口 満. 女性持久性競技者の基礎代謝. *栄養学雑誌.* (2001) 59 : 127-134.
58. 山内有, 佐藤真樹, 徳山薫平. 食後体熱産生の cephalic phase —ヒューマン・カロリメータによる検討. *肥満研究.* (2006) 121 : 31-135.
59. Schutz Y, T Bessard, E Jequier. Diet-induced thermogenesis measured over a whole day in obese and nonobese women. *Am.J.Clin.Nutr.* (1984) 44 : 542-552.
60. Donnelly JE, Pronk NP, Jacobsen DJ, Pronk SJ, Jakicic JM. Effects of a very-low-calorie diet and physical-training regimens on body composition and resting metabolic rate in obese females. *Am J Clin Nutr.* (1991) 54 : 56-61.
61. Poehlman ET, Melby CL, Badylak SF, Calles J. Aerobic fitness and resting energy expenditure in young adult males. *Metabolism.* (1989) 38:85-90.
62. Oppliger RA, Steen SA, Scott JR. Weight loss practices of college wrestlers. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* (2003) 13 : 29-46.
63. Fogelholm GM, Koskinen R, Laakso J, Rankinen T, Ruukonen I. Gradual and rapid weight loss: effects on nutrition and performance in male athletes. *Med Sci Sports Exerc.* (1993) 25 : 371-377.
64. Oopik V, Paasuke M, Sikku T, Timpmann S, Medijainen L, Ereline J, Smirnova T, Gapejeva E. Effect of rapid weight loss on metabolism and isokinetic performance capacity. A case study of two well trained wrestlers. *J Sports Med Phys Fitness.* (1996) 36 : 127-131.

65. Kraemer WJ, Fry AC, Rubin MR, Triplett-McBride T, Gordon SE, Koziris LP, Lynch JM, Volek JS, Meuffels DE, Newton RU, Fleck SJ. Physiological and performance responses to tournament wrestling. *Med Sci Sports Exerc.* (2001) 33 : 1367-1378.
66. Finn KJ, Dolgener FA, Williams RB. Effects of carbohydrate refeeding on physiological responses and psychological and physical performance following acute weight reduction in collegiate wrestlers. *J Strength Cond Res.* (2004) 18 : 328-333.
67. Alderman BL, Landers DM, Carlson J, Scott JR. Factors related to rapid weight loss practices among international-style wrestlers. *Med Sci Sports Exerc.* (2004) 36 : 249-252.
68. Tarnopolsky MA, Cipriano N, Woodcroft C, Pulkkinen WJ, Robinson DC, Henderson JM, MacDougall JD. Effects of rapid weight loss and wrestling on muscle glycogen concentration. *Clin J Sport Med.* (1996) 6 : 78—84.
69. Goodman MN, Lowell B, Belur E, Ruderman NB. Sites of protein conservation and loss during starvation: influence of adiposity. *Am J Physiol.* (1984) 246 : 383-390.
70. Oppliger RA, Harms RD, Herrmann DE, Streich CM, Clark RR. The wisconsin wrestling minimum weight project: a model for weight control among high school wrestlers. *Med Sci Sports Exerc.* (1995) 27 : 1220-1224.
71. Oppliger RA, Landry GL, Foster SW, Lambrecht AC. Wisconsin minimum weight program reduces weight-cutting practices of high school wrestlers. *Clin J Sport Med.* (1998) 8 : 26-31.
72. Kiningham RB, Gorenflo DW. Weight loss methods of high school wrestlers. *Med Sci Sports Exerc.* (2001) 33 : 810-813.
73. Webster S, Rutt R, Weltman A. Committee Refines Wrestling Safety Rules. *The NCAA News.* (1998) 35:1.

注 1) わが国のヒューマン・カロリメータは，国立健康・栄養研究所（2000 年）に最初に設置され，続いて筑波大学大学院人間総合科学研究科（2003 年），花王ヘルスケア第一研究所（2004 年）および仙台大学体育学部（2005 年）の 4 研究施設で稼動している。

注 2) ナショナルチームコーチ，現役ナショナルチーム選手へのヒアリングから。

注 3) 全日本学生レスリング選手権大会は，FILA（国際レスリング連盟）のルールに則って試合を行っている。FILA ルールでは，計量は試合前日の夕方に 1 度だけ行われる。この点は，アメリカの NCAA ルールと違う。オリンピックは FILA ルールで実施される。

## 付記

### 研究業績

著者の研究業績を以下に記す.

### 論文発表

#### 【本博士論文に関する原著論文】

1. 久木留毅, 相澤勝治, 中嶋耕平, 増島篤. 全日本レスリング選手権大会出場選手における減量の実態. 日本臨床スポーツ医学会誌.(2006) 14: 325-332.
2. 久木留毅, 相澤勝治, 岡田藍, 徳山薫平, 河野一郎. 急速減量によるアスリートのエネルギー代謝変動. 体力科学.(2007)56:429-436.
3. **Takeshi Kukidome**, Katsuyoshi Shirai, Junjiro Kubo, Yoshiko Matsushima, Osamu Yanagisawa, Toshiyuki Homma, Katsuji Aizawa. Evaluation of body composition of wrestlers undergoing rapid weight reduction using magnetic resonance imaging. British Journal of Sports Medicine.(2008)
4. 相澤勝治, 久木留毅, 増島 篤, 中嶋耕平, 坂本静男, 鳥羽泰光, 西牧謙吾, 細川完, 青山晴子, 大庭治雄. ジュニアレスリング選手における試合に向けた減量の実態. 日本臨床スポーツ医学会誌.(2005)13:214-219.

### 学会発表

#### 【本博士論文に関する学会発表】

1. 久木留毅, 相澤勝治, 嘉戸洋, 佐藤満, 荒谷潤, 久保潤二郎. 2002年度全日本レスリング選手権大会出場選手における減量の実態. 体力科学. (2004) 53: 902.

2. 久木留毅, 白井克佳, 久保潤二郎, 中嶋佳子, 齋藤実, 柳澤修, 榎木泰介, 佐藤満 :  
レスリング選手の減量に関する基礎研究 (1) 一体幹部の MRI 画像分析を中心として一. 体力科学. (2006) 55: 714.