

ラグビー選手における トレーニング合宿前後の体組成変化

高 階 曜 衣

緒言

15人制ラグビーは、それぞれ15名からなる2つのチームが得点を競う競技であり、試合時間が80分にも及ぶ高強度の間欠的な競技である (Ian, 2007¹⁾；八百ら, 2013²⁾)。ポジションは15通り存在し、フォワード (以下「FW」と略す) とバックス (以下「BK」と略す) の2つに大別することができる (日本ラグビーフットボール協会, 2006³⁾)。

近年、競技力向上やコンディショニングのために、国内外のスポーツ現場において体重や体組成の測定が行われている。Wilmore (1983)⁴⁾や Olds (2001)⁵⁾は、スポーツを行う上で体組成を知ることは重要であると指摘しており、実際にあらゆる競技において体組成に関する研究が数多く報告されている (Alejandro et al., 2015⁶⁾；Lago-Peñas et al., 2011⁷⁾)。ラグビー選手を対象に体組成を検討した研究では、日本人選手はニュージーランド選手と比べ、体脂肪率が高いことが明らかにされている (Ueno and Araki, 1990⁸⁾)。国内においても、九州学生ラグビー連盟に所属するチームを対象に競技レベルで比較した結果、上位チームの選手は下位チームの選手に比べ、除脂肪量が有意に高い値を示し、一方、体脂肪率は下位チームの選手の方が高い傾向にあるといわれている (石原ら, 1997⁹⁾)。さらに、ポジションで比較した研究では、FWはBKと比較して体重が重く、体脂肪率が高いことが指摘されている (Gabbett, 2002¹⁰⁾；

谷嶋・春口, 2003¹¹⁾; Mashiko et al., 2004¹²⁾)。このように、競技レベルやポジションごとに検討した報告は散見されるが、トレーニング合宿のような長期の運動負荷が体重や体組成に与える影響を検討した報告は極めて少ない(Mashiko et al., 2004¹²⁾)。

これまで体組成に関する報告では、水中体重秤量法や二重エネルギー X 線呼吸法などが用いられ評価が行われてきた。しかし、測定に掛かる時間や費用等を鑑みると、これらの測定法を用いて日常的に多くのスポーツ選手の体組成を測定することは困難である。そこで本研究では、スポーツ現場において、継続的かつ簡易的に計測することが可能な生体インピーダンス法を用いて体組成を評価し、長期の運動負荷前後の変化を明らかにすることを目的とした。

対象と方法

1. 対象

A 大学保健体育審議会ラグビーフットボール部に所属する男子学生15名（年齢：19.2±0.1歳，身長：175.2±1.9cm，競技歴：9.9±1.0年）を対象とした。本研究は、所属機関における倫理委員会の承認を得て実施した（承認番号：27-9）。なお、被験者には事前に、研究の主旨及び内容、予想し得る危険性、研究への参加を辞退することが被験者にとって不利益にならないということ、いつでも途中辞退ができるということ、研究で得た個人的なデータは個人が特定できないように管理をすること、を十分に説明した。その後、書面にて実験協力の同意を得た。

2. 実験手順

被験者は長期の運動負荷として、夏期に行われたトレーニング合宿に参加した。合宿は休養日3日間を含め全25日間であった。合宿前と合宿における最後の運動終了から24時間後に、体重および体組成を測定した。

3. 測定項目及び測定機器

体重および体組成の測定機器及び測定方法は以下の通りである。体組成は、

体脂肪量，体脂肪率，骨格筋量，骨格筋率を測定した。

体組成測定は，Inbody 570 Body Composition Analyzer（BIOSPACE社，KOREA）を用い，体内に微弱な電流を流し，その抵抗値により分析を行う生体インピーダンス法にて測定した。同様に体重を測定した。測定実施4時間前より水分補給を含めた飲食を控えさせ，測定をする際は，足底および手のひらの汗のふき取りを行った。測定時間は，午後1時であった。なお，衣類による誤差を少なくするため，測定時は下着のみの着用であった。

4. 合宿における練習の概要

本研究の対象となるトレーニング合宿は，秋季リーグ開幕に向けて例年行われている合宿であり，休養日3日間を含め全25日間行われた。なお，前半の11日間は，岩手県北上市，後半の11日間は長野県上田市で実施された。それぞれの内容を以下に記す。

初日は，宿舎到着後は練習場でグラウンド設営し，軽く汗をかく程度に体を動かした。19時から夕食を取り，20時よりミーティングを実施した。2日目から10日目までの一日の流れは，図1の通りである。朝4時半に起床し，各自7時の朝食に間に合うよう，宿舎から片道約4 km離れたダムを起点に折り返すランニングを行った。朝食後，宿舎から練習場へ向け，各自片道約7 km走って移動した。9時から11時までの午前の練習は，ポジション練習を中心に行った。練習後は宿舎まで走って移動し，12時から昼食と休憩を取った。午後は，15時からの練習に合わせ，各自練習場へ移動。チーム練習が主となり，試合形式の練習を行った。練習終了後，各自宿舎まで移動し，19時から夕食を取り，20時から約1時間程度ミーティングを実施した。その後は就寝まで自由時間となり，体幹トレーニングをする者，休息を取る者など様々であった。最終日は，午前中に片付け等を終えたのち，寮へ移動し，到着後解散した。

休養日3日間を挟んだ後，後半のトレーニング合宿が実施された。後半の11日間はリーグ戦に向けての対外試合を主に行った。初日は，15時から17時半までB大学と合同練習を行った。夕食は19時から取り，20時からミーティングを実施した。2日目から6日目までの一日の流れは図2の通りである。グラン

ドがホテルに併設されているため、早朝5時半よりポジションごとに軽めの練習を行った。9時から11時までは午後の練習試合に向けてのチーム練習を行った。午後は、他大学と練習試合を行った。19時から夕食を取った後、20時より試合内容に関するミーティングをし、その後は就寝時間まで自由時間だった。

7日目から10日目までは先の練習試合の内容を踏まえ行われた。午前の練習開始までは2日目から6日目までと同様であった。前半の合宿同様、9時から11時まではポジションごとに練習を行い、15時から17時半はチーム練習を行った。なお、8日目の午後のみ他大学の練習試合を見学した。

以上が本研究で実施したトレーニング合宿の概要である。なお、合宿実施前に行われていた日常の練習は、走り込み1時間程度、ポジション、チーム練習2時間程度、各自ウエイトトレーニングを行うという内容だった。

図1 合宿前半の一日の流れ

8月8日(土)	
早朝 7:00	ダムヘランニング 朝食
9:00	練習
11:00	
12:00	昼食
15:00	練習
17:30	
19:00	夕食
20:00	ミーティング

図2 合宿後半の一日の流れ

8月22日(土)	
5:30	練習
7:00	朝食
9:00	練習
11:00	
12:00	昼食
13:00	vs B 大学
17:30	
19:00	夕食
20:00	ミーティング

統計分析

測定結果は平均±標準誤差(mean±S.E.)で示した。合宿前後の比較には、対応のあるt検定を用いた。相関関係は、Pearsonの積率相関係数で求めた。

いずれも有意水準は5%未満とした。分析には、SPSS statistics 21.0 (IBM, USA) を用いた。

結果

1. 体重および体組成

表1に合宿前後の体重および体組成の比較を示した。体重 (pre : 88.9±2.5kg, post : 84.7±2.5kg, $t(14)=11.09$, $p<0.01$), 体脂肪量 (pre : 18.3±1.7kg, post : 14.9±1.5kg, $t(14)=7.5$, $p<0.01$), 体脂肪率 (pre : 20.2±1.4%, post : 17.2±1.3%, $t(14)=7.5$, $p<0.01$) はいずれも, 合宿前と比較して合宿後, 有意な減少を示した。骨格筋量は合宿前後で有意な変化を示さなかった (pre : 40.5±0.9kg, post : 40.3±1.0kg, $t(14)=0.79$, n.s.)。骨格筋率は合宿前と比較して合宿後, 有意な増加を示した (pre : 45.8±0.8%, post : 47.8±0.8%, $t(14)=7.73$, $p<0.01$)。

表1 合宿前後の体重および体組成の比較

	合宿前	合宿後	<i>p</i> 値
体重 (kg)	88.9±2.5	84.7±2.5	$p<0.01$
体脂肪量 (kg)	18.3±1.7	14.9±1.5	$p<0.01$
体脂肪率 (%)	20.2±1.4	17.2±1.3	$p<0.01$
骨格筋量 (kg)	40.5±0.9	40.3±1.0	n.s.
骨格筋率 (%)	45.8±0.8	47.8±0.8	$p<0.01$

mean S.E.

n.s. : not significant

2. 相関関係

図3に体重変化率と体脂肪量変化率, 図4に体重変化率と骨格筋量変化率の相関関係を示した。体重変化率 (-4.79±0.4%) と体脂肪量変化率 (-19.2±2.0%) の間に有意な正の相関関係が認められた ($r=0.617$, $p=0.014$)。一方, 体重変化率と骨格筋量変化率 (-0.57±0.6%) の間には有意な相関関係は認められなかった ($r=0.485$, $p=0.067$)。なお, 変化率は, 合宿前から合宿後の値によって算出した。

図3 体重変化率と体脂肪量変化率の相関関係

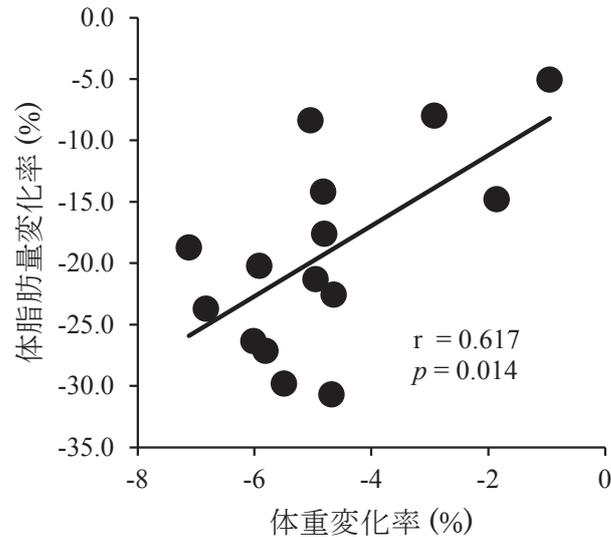
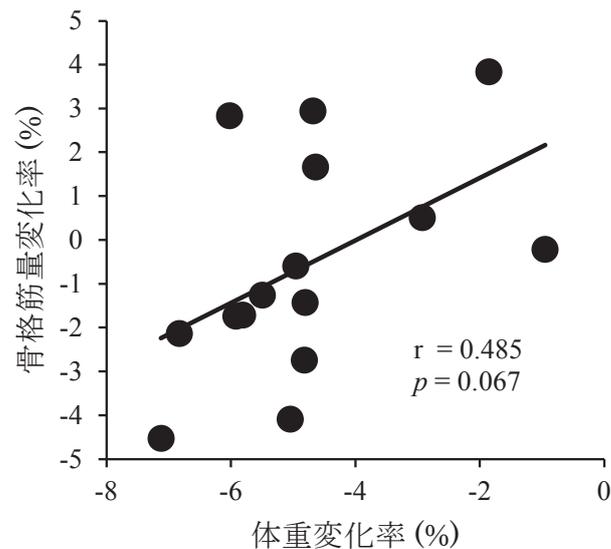


図4 体重変化率と骨格筋量変化率の相関関係



考察

近年、余分な体脂肪の蓄積は競技パフォーマンスに悪影響を及ぼすという報告が散見される。Olds et al. (1985)¹³⁾は、自転車競技者を対象に検討したところ、体脂肪量が2 kg 増加すると、4000m 個人追い抜きの記録が約1.5秒遅くなることを明らかにしている。バスケットボール選手を対象にした報告では、体

脂肪の多い選手は、最大酸素摂取量の推定値が低いことを指摘している (Alejandro et al., 2015⁶⁾)。国際大会および全日本柔道優勝大会出場者を含む計63名の大学柔道選手を対象にした研究では、体脂肪率が高くなるにつれて、瞬発性持久力と動的平衡性は低下すると報告されている (Iida et al., 1997¹⁴⁾)。さらに、ブラジルのナショナル男子柔道選手22名を対象にした研究では、体脂肪率が高い人ほど最大酸素摂取量が低いことが明らかにされており、体重移動を伴う体力指標において不利であることが指摘されている (Franchini et al., 2007¹⁵⁾)。したがって、体組成と競技力向上に関与する体力指標との間に関連があることが明らかにされている。さらに、余分な体脂肪は体力指標に悪影響を及ぼすだけでなく、下肢の外科的疾患を中心とするスポーツ傷害の誘因になると考えられている (山本, 1996¹⁶⁾)。

実際、ラグビー選手を対象にした研究において、体脂肪が高い選手は有酸素能力や走速度の低下、体重比パワー、体温調節機能の低下が認められることが明らかにされている (Wilmore, 1983⁴⁾; Withers et al., 1987¹⁷⁾; Meir et al., 2001¹⁸⁾)。ラグビーにおける一般的な体力要素が、筋力、筋持久力、速さ、加速度、機敏さ、有酸素能力、柔軟性であるとされていることや (Meir, 1993¹⁹⁾)、競技レベル別に比較した研究結果をもとにしても (Ueno and Araki, 1990⁸⁾; 石原ら, 1997⁹⁾)、余分な体脂肪の蓄積は、ラグビーの競技パフォーマンスに対し負の作用をもたらす可能性がある。したがって、体組成は競技力、パフォーマンス向上や下肢を中心とするスポーツ傷害の発症防止を図る上で重要な指標となり得る。

本研究のトレーニング合宿に参加した選手は、合宿後、体重および体脂肪量、体脂肪率が有意な減少を示し、骨格筋率が有意な上昇を示した。体脂肪率および骨格筋率に有意な変化が認められた理由は、体重および体脂肪量の絶対量に有意差があったためである。さらに、合宿前後にかけての体重変化率と骨格筋量変化率の間に有意差は認められず (図4)、体重変化率と体脂肪量変化率の間に有意な相関関係が認められたことから (図3)、合宿前後で体重が有意な減少を示した原因は、体脂肪量の減少に起因していると考えられる。

一般に、体重の増減は、食事による摂取エネルギー量と代謝や運動によるエネルギー消費の釣り合いに依存し、消費エネルギー量の増大により体重や体脂肪量が減少するといわれている（岡・加藤，2012²⁰；下山，2018²¹）。この他にも有酸素運動の実施により脂肪燃焼が促進するといわれているが、体重や体脂肪は、運動強度に関係なく、エネルギー消費量の変化量に依存して変動することが明らかにされている（Nicklas et al., 2009²²；松原ら，2011²³）。本研究で実施したトレーニング合宿は、図1，図2に示した通り、約3時間の日常練習と比較し、運動実施時間が長いため、エネルギー代謝が亢進していたと考えられる。さらに、合宿前半において早朝と移動時のランニングのみで走行距離が約36kmに達していたことから、エネルギー消費量が増大していたことが明らかである。そのため、合宿前後の体重および体脂肪量の著しい減少は、高強度の運動負荷量によって摂取エネルギー量と消費エネルギー量の出納バランスが大きく変化したものと推測される。体脂肪の蓄積がラグビーに必要な体力要素の低下を招く可能性があることから（Wilmore, 1983⁴；Withers et al., 1987¹⁷；Meir, 1993¹⁹；Meir et al., 2001¹⁸），本合宿の実施による体組成の変化は競技パフォーマンス向上に寄与する可能性が示唆される。しかしながら、体重はQuarrie and Hopkinsら（2007²⁴；角谷ら，2013²⁵）が報告しているように、コンタクトスポーツにおいては重要な要素の一つであると考えられている。したがって、今後は、“単に体の重さを獲得する”ことのみを焦点を当てるのではなく、競技パフォーマンスに悪影響を及ぼし、下肢を中心としたスポーツ傷害の誘因になり得るとされる余分な脂肪を落とし（Wilmore, 1983⁴；Withers et al., 1987¹⁷；山本，1996¹⁶；Meir et al., 2001¹⁸），除脂肪量増量による体重増加を目指すべきである。

一方、本合宿の問題点として、急激な体重の減少が挙げられる。日本肥満学会は、肥満症治療ガイドラインにおいて3ヵ月から6ヵ月で5kgの体重減少を推奨しており（肥満症治療ガイドライン作成委員会，2006²⁶），さらに、アメリカのスポーツ医学会は、1週間に1kg以内の減量に止めるべきであると勧告している（American College of Sports Medicine, 1976²⁷）。これらはスポーツ選手

のみを対象にしているわけではないが、いずれも急激な体重変動は健康を害する危険性があるとして、緩やかな体重減少を行うべきであると啓蒙している。本被験者においても、秋季リーグ戦開幕2週間前の時期に大幅に体組成が変化することは競技パフォーマンスやコンディショニングに悪影響を与えることが危惧される。今後は、日常的に選手の体組成に着目し、体脂肪量の変化が適切に行われるような運動負荷量の設定や栄養管理を行っていくことが重要であると考えられる。もちろん、競技スポーツにおいては、メンタル面のタフさを高める行動の一つとして高強度の運動負荷を課すことも慣例としてあるかもしれないが、その際は十分な健康状態把握に努めることが最優先であろう。

結論

本研究は、25日間のトレーニング合宿前後の体重および体組成変化を検討した。その結果、体重、体脂肪量、体脂肪率が有意な低下を示した。骨格筋量に有意な差は認められなかったが、骨格筋率が有意な増加を示した。さらに、体重変化率と体脂肪量変化率の間に有意な正の相関関係が認められた。一方、体重変化率と骨格筋量変化率に有意な相関関係は認められなかった。

注

本論文は、日本大学学位請求論文「長期の運動負荷に対する免疫応答および神経内分泌反応」（2018年3月学位授与）の一部に加筆修正を加えたものである。

参考文献

- 1) Ian Jeffreys (2007) Post Game Recovery Strategies for Rugby. NSCA's Performance Training Journal 6(4) : 13-16.
- 2) 八百則和・小山孟志・西村一帆・花岡美智子・加藤譲・藤井壮浩・栗山雅倫・木村季由・田村修治・今川正浩・陸川章・積山和明・位高駿夫・宮崎誠司・町田修一・内山秀一 (2013) 競技種目におけるフィールドテストによる運動能力評価の開発に関する研究—男女バレーボール, 男女ハンドボール, 男子バスケットボール,

- 男子ラグビー, 男子サッカーの種目横断的研究—. Tokai J. Sports Med. Sci. 25 : 37-44.
- 3) 日本ラグビーフットボール協会 (2006) わかりやすいラグビーのルール. 成美堂出版. 東京 : 190-191.
 - 4) Wilmore JH (1983) Body composition in sport and exercise: directions for future research. Med Sci Sports Exerc 15(1) : 21-31.
 - 5) Olds T (2001) The evolution of physique in male rugby union players in the twentieth century. Jour Sports Sci 19 : 253-262.
 - 6) Alejandro V, Santiago S, Gerardo VJ, Carlos MJ, Vicente GT (2015) Anthropometric Characteristics of Spanish Professional Basketball Players. J Hum Kinet 46 : 99-106.
 - 7) Lago-Peñas C, Casais L, Dellal A, Rey E, Dominguez E (2011) Anthropometric and Physiological Characteristics of young soccer players according to their playing positions: relevance for competition success. J Strength Cond Res 25(12) : 3358-3367.
 - 8) Ueno Y, Araki Y (1990) IMPORTANCE OF LEAN BODY WEIGHT (LBW) TO GAIN ANAEROBIC : POWER INDISPENSABLE FOR RUGBY FOOTBALL. 流通経済大学社会学部論叢 : 137-142.
 - 9) 石原一成, 堀田昇, 高杉紳一郎, 照屋博行, 三村寛一 (1997) 九州ラグビーフットボール選手の脚筋力および形態・体力. J. Health Sci 19 : 53-66.
 - 10) Gabbett TJ (2002) Physiological characteristics of junior and senior rugby league players. British Journal of Sports Medicine 36 : 334-339.
 - 11) 谷嶋二三男・春口廣 (2003) 大学ラグビー選手の骨密度や体脂肪率と体格や体力との関係. 横浜市立大学紀要体力医学編 31 : 1-6.
 - 12) Mashiko T, Umeda T, Nakaji S, Sugawara K (2004) Position related analysis of the appearance of and relationship between post-match physical and mental fatigue in university rugby football players. Br J Sports Med. Oct38(5) : 617-21.
 - 13) Olds TS, Norton KI, Craig NP (1985) Mathematical model of cycling performance. J Appl Physiol 75(2) : 730-737.
 - 14) Iida E, Nakajima T, Matsuura Y, Takeuchi M, Matsumoto D, Tanaka H, Komori F (1997) The relationship between basic physical fitness and body fat in +95kg category university judo athletes. 武道学研究 30(1) : 22-30.
 - 15) Franchini E, Nunes AV, Moraes JM, Del Vecchio FB (2007) Physical fitness and anthropometrical profile of the Brazilian male judo team. Journal of Physiological Anthropology 26(2) : 59-67.
 - 16) 山本利春 (1996) 傷害予防の観点からみた柔道選手の階級別脚筋力と身体組成の評価. 臨床スポーツ医学 13(4) : 429-433.
 - 17) Withers RT, Craig NP, Bourdon PC, Norton KI (1987) Relative body fat and

- anthropometric prediction of body density of male athletes. *Eur J Appl Physiol* 56 : 191-200.
- 18) Meir R, Newton R, Curtis E, Fardell M, Butler B (2001) Physical fitness qualities of professional rugby league football players: Determination of positional differences. *J Strength Cond Res* 15 : 450-458.
 - 19) Meir R (1993) Evaluating players' fitness in professional rugby league: Reducing subjectivity. *Strength and Cond Coach* 1 : 11-17.
 - 20) 岡拓矢・加藤元美 (2012) ヒトにおける体重と体組成の変動パターンおよび体脂肪率に変化を与える要因. *黒潮圏科学* 5 (2) : 161-167.
 - 21) 下山寛之 (2018) アスリートにおけるエネルギー代謝および身体組成. *体力科学* 67(5) : 357-364.
 - 22) Nicklas BJ, Wang X, You T, Lyles MF, Demons J, Easter L, Berry MJ, Lenchik L, Carr JJ (2009) Effect of exercise intensity on abdominal fat loss during calorie restriction in overweight and obese postmenopausal women : a randomized, controlled trial. *Am J Clin Nutr* 89 : 1043-1052.
 - 23) 松原建史, 柳川真美, 小池城司 (2011) 日常生活での相対的中等強度の身体活動が体重, 体脂肪率, 最大下有酸素性作業能力と脚力の変化に及ぼす影響. *体育学研究* 56 : 105-113.
 - 24) Quarrie KL, Hopkins WG (2007) Changes in player characteristics and match activities in Bledisloe Cup rugby. *J Sports Sci* 25(8) : 895-903.
 - 25) 角谷雄哉・上嶋繁・川西正子・時本昌樹・松浪登久馬・佐川和則・明神千穂 (2013) 大学アメリカンフットボール選手における身体組成, 血液検査および栄養摂取状況の所見—ポジションによる相違—. *体力科学* 62(5) : 413-423.
 - 26) 肥満症治療ガイドライン作成委員会 (2006) 肥満治療ガイドライン2006. *日本肥満学会誌* 12 : 12.
 - 27) American College of Sports Medicine (1976) Position statement on proper and improper weight loss program. *Med Sci Sports Exerc* 8 : 11-14.

【緒言】 競技スポーツ選手の多くは, 競技大会での勝利や自己記録の更新に向けて合宿を度々行っている。スポーツ選手のパフォーマンスに影響を及ぼす要因の一つに体組成が挙げられる。これまで競技レベルやポジションごとに検討した報告は散見されるが, トレーニング合宿のような長期の運動負荷が体重や体組成に与える影響を検討した報告は極めて少ない。そこで本研究では, ラグビー部の合宿に着目し, 合宿前後の競技スポーツ選手の体組成の変化を検討した。

【方法】 A 大学ラグビー部に所属する男子選手15名を対象とした。被験者は長期の運動負荷として、夏期に行われた25日間のトレーニング合宿に参加した。生体インピーダンス法を用い、合宿前と合宿における最後の運動終了から24時間後に、体重および体組成を測定した。

【結果】 体重、体脂肪量、体脂肪率はいずれも合宿前と比較して合宿後に有意に低下した ($p<0.01$)。骨格筋量に有意差が認められなかった。しかし、骨格筋率は合宿前と比較して合宿後に有意に増加した ($p<0.01$)。体重変化率と体脂肪量変化率の間に有意な相関関係が認められた ($p=0.014$)。一方、体重変化率と骨格筋量変化率に有意な相関関係は認められなかった ($p=0.067$)。

【考察】 合宿前後の体組成を検討した結果、上述の通り、明らかになった。先行研究により、体脂肪の蓄積がラグビーに必要な体力要素の低下を招く可能性が指摘されていることから、本合宿の実施により体組成の改善に努めることができたと考えられる。一方、本合宿の問題点として、急激な体重の低下が挙げられる。スポーツ選手のみを対象にしているわけではないが、急激な体重変動は健康を害する危険性があるとして、緩やかな体重減少を行うべきであると啓蒙されていることから、今後はシーズンイン直前の合宿により体重および体組成の改善をするのではなく、日常的なトレーニングの中で体重および体組成の管理を行っていくべきであると考えられる。

【結論】 本研究の結果、合宿後に体重および体脂肪率が低下し、骨格筋率が増加した。この事実は、筋肉量が増えたことによって生じたのではなく、余分な体脂肪量と体重の低下によるものであることを明らかにした。

【Introduction】 Many competition athletes often participate in a camp to update their self-record and to win in a game. In this study, we investigated a training camp of a rugby club and examined the change in body composition of competition athletes before and after the camp.

【Methods】 The subjects were 15 university students who were members of rugby football clubs. Using bioelectrical impedance analysis, we calculated

their body composition before and after the camp.

【Results】 The weight, fat mass, and body fat percentage showed a significantly low value after the camp in comparison with before the camp ($p<0.01$). Skeletal muscle mass showed no significant difference. However, Skeletal muscle percentage showed a significantly high value after the camp in comparison with before camp ($p<0.01$). There was significant correlation between rate of weight and rate of body fat percentage between pre and post after the camp ($p=0.014$).

【Conclusions】 This study demonstrated a decrease in weight and body fat percentage and an increase in skeletal muscle percentage in the subjects after the camp. However, these changes were not due to an increase in the quantity of muscle, but were due to a decrease in extra fat mass and weight.

Keyword : Training camp, Rugby, Body composition

