

## 実践活動報告

# バドミントン日本代表選手の試合期間における 身体組成の推移と栄養面の課題 —海外での国際大会で決勝まで勝ち上がった選手 1名の事例—

井上 なぎさ\*<sup>1</sup>、飯塚 太郎\*<sup>2</sup>、朴 柱奉\*<sup>2</sup>\*<sup>1</sup> 独立行政法人国立スポーツ科学センター、\*<sup>2</sup> 公益財団法人日本バドミントン協会

## 【目的】

世界トップレベルのバドミントン選手において、一定の除脂肪量を獲得し、維持することは重要である。しかし、世界各地での試合遠征が通年で繰り返されるバドミントン日本代表選手にとって、試合期間中、除脂肪量の維持に向けて十分な食事摂取量を確保することは難しい。そこで、国際大会での試合期間における食事摂取量と身体組成の関係について検証した。本稿では、5日間で5試合、決勝まで勝ち上がった選手1名の事例を報告する。

## 【活動内容】

調査項目は、身体組成、食事摂取量、試合時間、主観的疲労感とした。食事摂取量の栄養評価を行う目的で目標量を設定した。

## 【成果】

身体組成において、決勝当日では、1回戦当日から体重で1.7%、除脂肪量で1.9%、それぞれ低下していた。試合期間のエネルギー摂取量は、平均 $2,006 \pm 406$  kcalであり、目標量に対する充足率は、平均 $78.9 \pm 15.9$ %であった。たんぱく質と炭水化物の摂取量は、試合期間を通じて目標量に達していなかった。

## 【今後の課題】

本栄養サポートにより、試合期間における体重と除脂肪量の減少に、食事摂取量の不足が影響していたことが示唆された。現在は、本栄養サポートから得られた客観的データをもとに、バドミントン日本代表チームに対し、ホテル室内での自炊の充実や、補食の種類・量・タイミングに関する行動計画を提案するとともに、別大会でも継続して身体組成に関するモニタリングを行っている。

キーワード：バドミントン日本代表選手 試合期間 除脂肪量 食事摂取量

## I サポート活動の目的

バドミンントンの主要な国際大会は、各種目1日1試合の勝ち残り式トーナメント制で開催され、優勝するためには、決勝まで5日間連続で5試合を勝ち抜く必要がある。試合は、21点3ゲーム制（2ゲーム先取）のラリーポイント方式で実施され、世界トップレベルの試合時間は1ゲームあたり20-30分程度、3ゲームの長い試合では90分を超えることも少なくない。その中で、選手らは高強度のラリーを間欠的に繰り返す必要があるため、世界トップレベルのバドミントン選手

において、試合を通じて俊敏かつ力強い動きを持続できるよう、一定の除脂肪量を獲得し、維持することが不可欠といえる<sup>1)</sup>。

バドミントン日本代表チームの年間スケジュールには、世界各地で行われる国際大会への遠征が数多く組み込まれており、年間を通じて食環境が一定ではない。また、海外遠征での食事は、選手個人に任せられており、試合会場や宿泊ホテル周辺の食環境が整っていないことも多い。バドミントン日本代表チームに対するこれまでの栄養サポートにおいて、海外遠征中における食事摂取量を調査したところ、1日あたりの平

均摂取量に関して、エネルギーは96.8 %とほぼ目標量に達しているものの、たんぱく質は86.9 %、炭水化物は81.3 %と目標量より有意に少ない実態が示された<sup>2)</sup>。さらに、試合期間では、十分な食事摂取量を確保することが一層難しくなり、準決勝まで4日間で4試合を行った選手では、トーナメントを勝ち上がるのに伴ってエネルギー摂取量が減少していたことが報告されている<sup>2)</sup>。バドミントン国際大会では、前の試合の進行状況によって、試合開始時間が大幅に遅れるなど、予め決められた時間に試合が始まらないことも多い。そのため、昼食あるいは夕食を取り損ねてしまうこともあるなど、事前に食事計画を立てることは難しい。また、試合終了時刻が夜遅く、選手がホテルに戻る時間が深夜に及ぶこともあり、そのような場合には、試合後に十分な食事を選手自身で準備することは容易ではない。

これらの背景から、国際大会において各種目ともベスト8に入ることはもちろん、決勝まで勝ち上がることも増えてきたバドミントン日本代表選手にとって、海外遠征での試合期間中、競技パフォーマンスを支える除脂肪量の維持に向けて十分な食事摂取量を確保することは、重要かつ難しい課題となっている。しかし、トーナメントを勝ち上がる中での食事摂取量の推移が選手の身体組成に及ぼす影響に関して、これまでデータに基づいた検証はなされてきていなかった。そこで我々は今回、バドミントン日本代表チームの海外遠征に帯同し、試合期間における食事摂取量および身体組成の推移について調査を行った。本稿では、世界ランキング上位選手が集まる「スーパーシリーズ」のトーナメントにおいて、5日間で5試合、決勝まで勝ち上がった選手1名の事例について、試合期間の身体組成の推移およびそれと関連する栄養面の課題、さらにはその改善に向けて検討した方策について報告する。

## II サポート活動の内容

### 1. 対象選手

調査を行った「スーパーシリーズ」の1大会において、5日間で5試合、決勝まで勝ち上がった選手1名を本稿の対象とした。なお、本稿では、性別、年齢、国際大会名など、個人が特定される情報について記述しない。

本栄養サポートは、2017年度国立スポーツ科学センター医・科学支援事業の枠組みで実施した。本栄養サポート実施にあたり、サポート内容について、競技団体スタッフと選手に十分に説明を行い、選手の同意を得て実施した。また、投稿について、日本バドミントン協会および選手個人から同意を得た。

## 2. 調査項目

調査項目は、身体組成、食事摂取量、試合時間、主観的疲労感の4項目とした。

### 1) 身体組成

評価項目は、体重と除脂肪量とし、測定値は、1回戦が行われた日を基準とした変化率で示した。体重は、体重計(HD-661、株式会社タニタ)を用いて測定した。除脂肪量は、生体電気インピーダンス法による測定装置(Inbody S10、株式会社インボディ・ジャパン)を用い、立位で測定を行った。測定時の服装は、毎回同様の衣類を着用するよう選手に依頼した。測定は、起床してから排尿・排便後、朝食前に行った。

### 2) 食事摂取量と喫食状況

海外遠征中の食事は、選手個人に任せられており、朝食はホテルビュッフェでとり、昼食と夕食は外食や中食、またはホテル室内で日本から持ち込んだ食品を用いた自炊が中心となっている。食事摂取量の調査は、スマートフォンを利用した写真記録法を用い、食事前後に食事写真を撮影するよう選手に依頼し、出来るだけ正確な情報が得られるよう、食品名と重量の目安や残食について、公認スポーツ栄養士の資格を持つ者が選手に聞き取りを行った。評価項目は、栄養素等摂取量(エネルギー、たんぱく質、脂質、炭水化物)およびエネルギー産生栄養素バランスとし、日本食品標準成分表2015を搭載した栄養計算ソフト(エクセル栄養君Ver.8)を用い、聞き取りを行ったのは別の管理栄養士1名が算出した。また、スマートフォンから食事写真撮影時刻のデータを抽出し、喫食開始時間を確認した。

### 3) 試合時間

試合時間および試合開始・終了時刻は、Tournament Software<sup>3)</sup>というウェブサイトにも公式記録が掲載されており、そのデータを使用した。

### 4) 主観的疲労感

主観的疲労感は、「なし」、「普通」、「あり」の3段階で評価し、毎朝、選手へのヒアリングにより回答を得た。

## 3. 食事摂取量の目標設定

食事摂取量の栄養評価を行う目的で、目標量を設定した。エネルギー必要量の設定は、本栄養サポートでの調査結果による身体組成の変化とエネルギー摂取量を踏まえながら、基礎代謝量に身体活動レベルを乗じて推定されるエネルギー必要量<sup>4)</sup>を用いて設定した。たんぱく質と炭水化物の目標量は、国際オリンピック委員会<sup>5)</sup>とアメリカスポーツ医学会<sup>6)</sup>の公式見解を参考に、日本人の食事摂取基準<sup>4)</sup>に示されたエネルギー産生栄養素バランスの目標量の範囲内になるよう、それぞれ設定した。

その結果、食事摂取量の目標量は、エネルギー 2,543

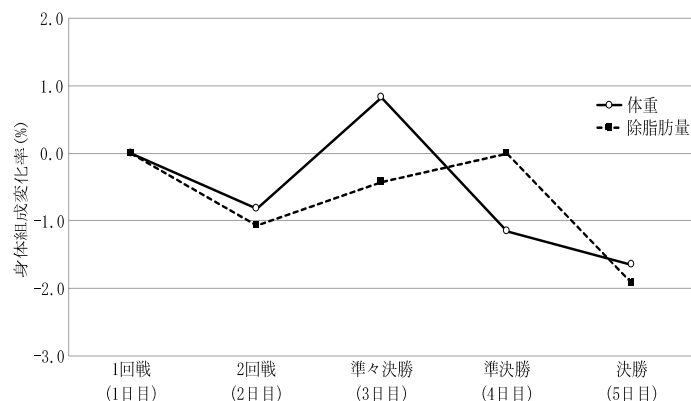


図1 調査1日目を基準とした1日ごとの身体組成の変化率

kcal、たんぱく質101.7 g (1.7 g/kg体重)、脂質76.3 g、炭水化物362.3 g (6.0 g/kg体重)となった。また、エネルギー産生栄養素バランスの目標は、たんぱく質16.0 %エネルギー、脂質27.0 %エネルギー、炭水化物57.0 %エネルギーとなった。

### Ⅲ サポート活動の成果

#### 1. 身体組成

身体組成は、決勝当日（5日目）では、1回戦当日（1日目）から体重で1.7 %、除脂肪量で1.9 %、それぞれ低下していた（図1）。

#### 2. 食事摂取量と喫食状況

食事摂取量の調査結果を表1に示した。試合期間の食事摂取量の平均は、エネルギー 2,006 ± 406 kcal、たんぱく質81.6 ± 17.5 g (1.4 ± 0.3 g/kg体重)、脂質64.1 ± 14.6 g、炭水化物267.5 ± 66.1 g (4.5 ± 1.1 g/kg体重)であった。試合期間のエネルギー産生栄養素バランスの平均は、たんぱく質16.3 ± 1.3 %、脂質29.1 ± 6.5 %、炭水化物53.1 ± 5.8 %であった。目標量に対する充足率の平均は、エネルギー 78.9 ± 15.9 %、たんぱく質80.2 ± 17.2 %、脂質84.1 ± 19.2 %、炭水化物73.8 ± 18.2 %であり、試合期間を通じてエネルギー、たんぱく質、脂質、炭水化物の摂取量が目標量に達した日はなかった。

喫食状況の調査結果を表1に示した。試合期間を通じて、毎日の1食目（朝食）はホテル朝食ビュッフェでとっていたが、2食目（昼食）と3食目（夕食）では、日本から持参した食品を用いた自炊が多く、その食事内容は、炭水化物の主な供給源として、麺類（うどん、ラーメン）、米飯とレトルト食品、たんぱく質の主な供給源として、レトルト惣菜の「鯖」をとるだけなど、それぞれ単品が多かった。また、決勝当日においては、補食として煎餅とエネルギーゼリーをとっ

ていたが、1回戦から準決勝までは、試合中のスポーツドリンク以外、補食をとっていなかった。

#### 3. 試合時間

各試合における試合時間を表2に示した。1回戦の試合終了時刻は22:17であり、試合会場からシャトルバスで宿泊ホテルに戻った時刻は24:00を過ぎていた。





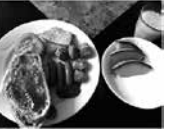







#### 4. 主観的疲労感

主観的疲労感の推移を表2に示した。主観的疲労感は、1回戦当日（1日目）は「普通」、2回戦当日（2日目）は「なし」であったのに対し、3回戦当日（3日目）では「あり」となって、その後変化しなかった。

### Ⅳ 今後の課題

本稿では、世界ランキング上位選手が集まる「スーパーシリーズ」のトーナメントにおいて、5日間で5試合、決勝まで勝ち上がった選手1名について、試合期間の体重と除脂肪量の推移を評価するとともに、栄養面の課題抽出と改善に向けた方策の検討を行った。その結果、決勝当日（5日目）では、1回戦当日（1日目）から体重で1.7 %、除脂肪量で1.9 %、それぞれ低下していたことが示された。エネルギー摂取量が消費量を下回るエネルギー不足の状態が続けば、体重や筋肉量の低下につながる<sup>7)</sup>。食事摂取量に関して、試合期間における本栄養サポート対象選手のエネルギー摂取量は、平均2,006 ± 406 kcalであり、目標量に対するエネルギー充足率は、平均78.9 ± 15.9 %であった。先行研究<sup>2)</sup>では、海外遠征中におけるバドミントン日本代表選手のエネルギー摂取量は、ほぼ目標量に達していることが報告されているが、これはトーナメントで早期に敗退した選手を含んだ対象選手全体のデータとなっている。この先行研究においても、トーナメントを準決勝まで勝ち上がった選手では、エネル

表1 試合期間における食事摂取量

		1回戦 (1日目)	2回戦 (2日目)	準々決勝 (3日目)	準決勝 (4日目)	決勝 (5日目)
<b>食事摂取量</b>						
エネルギー	(kcal)	1,687	2,104	2,180	2,536	1,521
	(%)*	66.4	82.8	85.8	99.7	59.8
たんぱく質	(g)	68.2	82.2	100.5	96.9	60.2
	(g/kg 体重)	1.1	1.4	1.7	1.6	1.0
	(%)*	67.0	80.8	98.8	95.2	59.2
脂質	(g)	38.7	72.6	71.1	73.5	64.7
	(%)*	50.7	95.2	93.2	96.3	84.8
炭水化物	(g)	256.5	271.1	276.3	359.8	173.9
	(g/kg 体重)	4.3	4.5	4.6	6.0	2.9
	(%)*	70.8	74.8	76.3	99.3	48.0
<b>エネルギー産生栄養素バランス</b>						
たんぱく質	(%エネルギー)	16.2	15.6	18.4	15.3	15.8
脂質	(%エネルギー)	20.6	31.1	29.3	26.1	38.3
炭水化物	(%エネルギー)	60.8	51.5	50.7	56.8	45.8
<b>喫食状況</b>						
喫食開始時間		ホテル朝食ビュッフェ 7:43	ホテル朝食ビュッフェ 9:33	ホテル朝食ビュッフェ 8:46	ホテル朝食ビュッフェ 9:47	ホテル朝食ビュッフェ 9:00
写真						
1食目 (朝食)	内容	ゆで卵 スクランブルエッグ ハム オレンジジュース	パン ゆで卵 スクランブルエッグ ハム ミニハンバーグ トマト 果物 オレンジジュース ヨーグルト チーズ	パン ゆで卵 スクランブルエッグ ハム ミニハンバーグ トマト 果物 オレンジジュース ヨーグルト チーズ	パン ゆで卵 スクランブルエッグ ハム ミニハンバーグ トマト 果物 オレンジジュース ヨーグルト チーズ	パン ウインナー ミニハンバーグ 果物 オレンジジュース ヨーグルト
喫食開始時間		自炊 13:11	自炊 12:34	自炊 16:20	—	—
写真			No image		—	—
2食目 (昼食)	内容	米飯 鯖の味噌煮 スープ	アルファ化米	親子丼	—	—
喫食開始時間		自炊 18:50	自炊 19:33	自炊 22:41	中食 20:17	外食 19:23
写真						
3食目 (夕食)	内容	ミートソースパスタ 鯖の味噌煮	うどん	ラーメン 鯖の醤油煮	米飯 (1/2) チャーハン (1/2) 牛肉炒め (1/2) 中華野菜炒め (1/2)	チキンソテー フライドポテト
補食		スポーツドリンク	スポーツドリンク	スポーツドリンク	スポーツドリンク	煎餅 エネルギーゼリー スポーツドリンク

\*1日あたりの目標量に対する充足率

表2 試合期間における試合時間と主観的疲労感

	1回戦 (1日目)	2回戦 (2日目)	準々決勝 (3日目)	準決勝 (4日目)	決勝 (5日目)
試合時間					
開始-終了時刻	21:00-22:17	16:20-16:56	19:00-20:03	15:00-16:04	12:30-13:14
試合時間 (分)	77	36	63	64	44
主観的疲労感	普通	なし	あり	あり	あり

ギー摂取量の不足が生じており、本栄養サポートの事例と一致している。さらに、試合期間を通じて、たんぱく質、炭水化物の摂取量も目標量に達した日はなく、体重と除脂肪量の減少に食事摂取量の不足が影響していた可能性が示唆された。

本栄養サポートを実施した海外遠征において、試合期間中の宿泊ホテルや試合会場周辺の食環境は、レストランがほとんどなく、朝食以外の食事はホテル室内での自炊になることが多かった。また、ホテル室内の自炊では、麺を茹でる、米を炊く、レトルト食品・惣菜を温めるといった作業を一つ一つ、1台の簡易調理器で行う日々が1回戦当日(1日目)から準々決勝当日(3日目)まで続いていた。さらに、日本から持参したレトルト食品の種類が少なく、たんぱく質源であるレトルト惣菜は「鯖」が中心となっていた。そのため、ホテル室内での自炊において、調理時間を短縮すること、食品数を増やす必要がある、という問題点が抽出された。その方策として、炊飯器や電気ポットなど調理機器の充実や、常温で保存可能なレトルト惣菜の種類を増やす取り組みが有効であると考えられる。試合期間の食事摂取量が目標量に達していなかったもう一つの要因として、食事摂取量の不足を補食で補えていなかったことも挙げられる。決勝当日(5日目)では、補食として煎餅とエネルギーゼリーをとっていたが、1回戦当日(1日目)から準決勝(4日目)までは、試合中のスポーツドリンク以外、補食をとっていなかった。そのため、前の試合が長引くことで、試合開始予定時刻から遅れたり、準々決勝や決勝のように、試合時刻が夕食や昼食と重なり食事タイミングの調整が難しい場合において、適宜、選手自身が判断して、アルファ化米、おにぎり、果物など簡単にとれる食品を、補食として取り入れることができるスキルを身につける必要がある。

飯塚ら<sup>8)</sup>は、2008年北京オリンピック出場に向けた一年間のポイントレース期間と、2016年里オデジャネイロオリンピック出場に向けた一年間のポイントレース期間とで、スーパーシリーズ各12大会の試合時間を比較した結果、後者において、全種目を通じて1ラリーあたりのストローク数が有意に増加し、試合時間は5分以上増加していたことを報告している。このよう

に、世界トップレベルのバドミントン競技において、ラリーによる選手への身体的な負荷はますます増加してきており、試合期間における食事管理は、トーナメントを勝ち上がるうえで重要となる。本栄養サポート対象選手の主観的疲労感は、1回戦(1日目)と2回戦(2日目)の朝は、それぞれ「普通」あるいは「なし」だったのに対し、準々決勝の朝には「あり」と増加し、その後も改善が認められなかった。その要因として、高強度で間欠的な運動を行う際の中心的なエネルギー源となる骨格筋および肝臓のグリコーゲンが、試合期間中、十分に回復されていなかったことが影響した可能性がある。本栄養サポート対象選手において、試合期間の炭水化物摂取量は、平均 $267.5 \pm 66.1$  g ( $4.5 \pm 1.1$  g/kg体重)であり、国際オリンピック委員会<sup>5)</sup>やアメリカスポーツ医学会<sup>6)</sup>から発表されている中程度(1日1時間程度)あるいは高強度(1日1-3時間の中-高強度)のトレーニングに対する推奨量であるそれぞれ5-7 g/kg体重、6-10 g/kg体重よりも少なかった。これに対して、試合で減少したグリコーゲンを回復させるためには、炭水化物を十分に摂取することがまず重要であるが、さらに、たんぱく質と同時摂取することで、それぞれ単独で摂取した場合と比べて血中のインスリン分泌量が相乗的に増加し、グリコーゲンの回復が促進されるという報告もある<sup>9)</sup>。加えて、試合後にグリコーゲンを速やかに回復させるためには、炭水化物を摂取するタイミングも考慮すべきであろう。Ivyら<sup>10)</sup>は、運動終了2時間後に炭水化物を摂取した場合に比べ、運動終了直後に炭水化物を摂取した方が、筋グリコーゲンの回復率が約2倍高かったことを明らかにしている。本栄養サポート対象選手に関して、試合期間中、試合終了後2時間以内に食事をとった日はなかった。そのため、試合終了後2時間以内に食事や補食から炭水化物源となる食品を摂取することで、試合が連日続くことによる疲労蓄積を抑制する方策の一つとなることが考えられる。

高強度の試合が続く試合期間の中で、除脂肪量を維持するためには、日々の適切なたんぱく質の摂取によって、筋たんぱく質の分解と合成のバランスを均衡、あるいは合成を優位にする必要がある。Tarnopolskyらは、筋力トレーニング実施者を対象とした研

究から、窒素出納が得られるたんぱく質摂取量は1日あたり1.41 g/kg体重になると推定し、測定誤差や個人差などを考慮して1.76 g/kg体重を推奨している<sup>11)</sup>。一方、本栄養サポート対象選手における試合期間のたんぱく質摂取量は、1日あたり1.4±0.3 kg/体重であり、筋たんぱく質合成を高めるとされる1.2-2.0 g/kg体重<sup>5), 6), 12)</sup>の範囲内であった。しかし、決勝当日(5日目)の除脂肪量が1回戦当日(1日目)より1.9%減少していた実態を踏まえると、除脂肪量維持に対してたんぱく質摂取量が不十分である可能性が示唆された。そのため、改善に向けて、試合期間中の除脂肪量を維持するためのたんぱく質の目標量を、Tarnopolskyらが推奨するように、1日あたり1.76 g/kgまで高めることが対策になるのかもしれない。また、たんぱく質と同時に炭水化物をとることが筋たんぱく質の合成を亢進させる<sup>13), 14)</sup>ことから、除脂肪量を維持するという観点からも、たんぱく質と炭水化物の同時摂取について一層着目していく必要があると考えられる。

バドミントン日本代表選手は、通年で国内外の試合遠征が続き、トレーニング期、試合期、オフ期といった明確な期分けがないことから、筋肥大を目的とした高強度のトレーニングを一定期間継続して行うことが難しい。その中で、専門とする種目やプレースタイルによってそれぞれ目標量は異なるものの<sup>15)</sup>、年間を通じた除脂肪量の維持に課題を抱える選手は少なくない<sup>16)</sup>。東京2020オリンピック・パラリンピックの出場権をかけたポイントレースが2019年5月から始まっており、選手にとって、2020年4月末までの国際大会は、これまで以上に一戦一戦が重要となっている。現在は、本栄養サポートから得られた客観的データをもとに、バドミントン日本代表チームに対し、飛行機の預け入れ荷物の重量を踏まえながら、調理器具の検討や、レトルト食品・惣菜に加え、補食の種類・量・タイミングに関する行動計画を提案するとともに、別大会でも継続して身体組成に関するモニタリングを行っている。

本栄養サポートの限界点として、毎日の測定はなるべく同じ条件で行うようにしたものの、身体活動量について測定・評価を行えていないこともあり、1日ごとの体重や除脂肪量の変化の要因について、食事摂取量を含めた今回の測定データのみでは説明しきれないことが挙げられる。それでも、1回戦当日と比較して、決勝(5日目)当日の体重と除脂肪量が減少していた要因としては、5日間の試合期間全体において、エネルギー摂取量が合計で約2,500 kcal不足していたことによる影響がまず大きいものと推察され、身体組成の維持に向けて、試合期間において十分な食事摂取量を確保するための方策を検討していくことの意義は大きいと考えられる。

## 謝辞

本栄養サポートの実施に際し、ご支援・ご協力を頂きました日本バドミントン協会関係者の皆様、バドミントン日本代表選手の皆様に心より感謝と御礼を申し上げます。また、食事摂取量の算出にあたり、管理栄養士の上野紀子氏に多大なるご協力を賜りました。ここに感謝の気持ちと御礼を申し上げたく、謝辞にかえさせていただきます。

## 利益相反

本研究内容に関して利益相反は存在しない。

## 文献

- 1) 飯塚太郎, 井上なぎさ, 千野謙太郎, 他: バドミントン日本代表チームの競技力向上に向けた医・科学データの活用, *Strength & conditioning journal*, 26, 4-12 (2019)
- 2) 松本なぎさ, 飯塚太郎, 朴 柱奉: バドミントン日本代表選手における海外遠征中の食事管理に関する栄養サポート, *日本スポーツ栄養研究誌*, 10, 70-76 (2017)
- 3) tournament software: <https://www.tournamentsoftware.com/> (2019年8月9日)
- 4) 菱田 明: エネルギー, 日本人の食事摂取基準 (2015版), 佐々木敏監修, pp.45-87 (2014), 第一出版, 東京
- 5) International Olympic Committee: Nutrition for Athletes 2012, <https://www.olympic.org/documents> (2019年8月8日)
- 6) Thomas, D.T., Erdman, K.A., Burke, L.M.: American College of Sports Medicine Joint Position Statement. Nutrition and Athletic Performance, *Med. Sci. Sports. Exerc.*, 48(3), 543-568 (2016)
- 7) 海老根直之, 高田和子: エネルギー消費量の評価とエネルギーバランス, 体育・スポーツ指導者と学生のためのスポーツ栄養学, 田口素子, 樋口満監修, pp.13-29 (2015), 市村出版, 東京
- 8) 飯塚太郎, 平野加奈子, 烏賀陽真未子: バドミントン「スーパーシリーズ」における試合時間の変化 - 北京およびリオデジャネイロオリンピック出場に向けたポイントレースの比較 -, *Sports. Science. in Elite. Athlete. Support.*, 2, 21-29 (2017)
- 9) Zawadzki, K.M., Yaspelkis, B.B., Ivy, J.L.: Carbohydrate-protein complex increases the rate of muscle glycogen storage after exercise, *J. Appl. Physiol.*, 72, 1854-1859 (1992)
- 10) Ivy, J.L., Katz, A.L., Cutler, C.L., et al.: Muscle glycogen synthesis after exercise: effect of time of carbohydrate ingestion, *J. Appl. Physiol.*, 64, 1480-1485 (1988)
- 11) Tarnopolsky, M.A., Atkinson, S.A., MacDougall, J.D., et al.: Evaluation of protein requirements for trained strength athletes, *J. Appl. Physiol.*, 73, 1986-1995

- (1992)
- 12) Jäger, R., Kerksick, C.M., Campbell, B.I., et al.: International Society of Sports Nutrition Position Stand: protein and exercise, *J. Int. Soc. Sports. Nutr.*, 20, 14-20 (2017)
  - 13) Tipton, K.D., Ferrando, A.A., Phillips, S.M., et al.: Postexercise net protein synthesis in human muscle from orally administered amino acids, *Am. J. Physiol.*, 276, E628-634 (1999)
  - 14) Rasmussen, B.B., Tipton, K.D., Miller, S.L., et al.: An oral essential amino acid-carbohydrate supplement enhances muscle protein anabolism after resistance exercise, *J. Appl. Physiol.*, 88, 386-392 (2000)
  - 15) Chino, K., Inoue, N., Iizuka, T., et al.: Comparison of anthropometric characteristics between elite singles and doubles badminton players, *Gazzetta. Medica. Italiana*. (In press)
  - 16) 松本なぎさ, 飯塚太郎, 千野謙太郎, 他: リオデジャネイロ 2016 オリンピックに向けたバドミントン日本代表チームに対する栄養サポート, *日本スポーツ栄養研究誌*, 11, 93-100 (2018)

(受付日: 2019年8月16日)  
(採択日: 2019年10月30日)