

原著

# 大学硬式野球部の男子部員における栄養素強化ソイプロテイン飲料摂取が栄養状態へ及ぼす影響 —栄養素摂取状況、血液検査結果、身体組成の検証—

新富 瑞生<sup>\*1</sup>、山本 亜衣<sup>\*1</sup>、塩田 由紀<sup>\*1</sup>、辰見 康剛<sup>\*2</sup>、澤田 和英<sup>\*3</sup>、長谷川 伸<sup>\*2</sup>、  
樋口 行人<sup>\*2</sup>、河野 光登<sup>\*1</sup>、湯澤 優一<sup>\*4</sup>、船津 京太郎<sup>\*2</sup>、巴 美樹<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup>九州女子大学家政学部栄養学科、<sup>\*2</sup>九州共立大学スポーツ学部スポーツ学科、

<sup>\*3</sup>九州共立大学経済学部経済・経営学科、<sup>\*4</sup>不二製油株式会社

## 【目的】

K大学硬式野球部員を対象としてソイプロテイン飲料摂取が被験者の栄養素摂取状況、血液検査結果および身体組成に及ぼす影響について検討を行った。

## 【方法】

被験者をコントロール群、牛乳群、ソイプロテイン群の3群に分け、試料摂取前、試料摂取期6週（血液検査のみ）、試料摂取期12週との比較に加え、後観察期間を試料摂取終了後6週までとし、3期間の食事調査および身体測定、4期間の血液検査を実施した。

## 【結果】

ソイプロテイン群は試料中に含有されているエネルギー、栄養素以上に栄養素摂取量の増加がみられた。牛乳群は牛乳付加分の栄養素摂取量が増加した。食品群別摂取量はソイプロテイン群のみ穀類摂取量が摂取期12週で有意に増加した。ソイプロテイン群は鉄摂取量が有意に増加していたが、血液検査の結果血清鉄に変化はみられなかった。

## 【結論】

ソイプロテイン群は、摂取期12週にコントロール群や牛乳群と比較して多くの栄養素摂取量が基準値を満たした。また食事摂取量も増加したが、ソイプロテイン飲料に起因するものか否かは今後検証が必要であると考えられる。鉄摂取量が有意に増加したにもかかわらず、血清鉄に変化がみられなかった。ソイプロテイン群、牛乳群は必要なエネルギー量、ビタミンが供給されたことで体脂肪の分解抑制に繋がったと考えられた。

キーワード：スポーツ選手 大豆たんぱく質 栄養素摂取量 食品群別摂取量 血液検査結果

## I 緒言

近年、学生アスリートに対するスポーツ栄養マネジメントの概念も広まり、リスクマネジメント、身体活動が増加した状態での健康維持と疾病予防、体力・競技力向上を目的とした栄養教育の実施、評価が求められる<sup>1)</sup>。しかし、学生アスリートの栄養管理においては体組成測定や食事調査に止まり<sup>2), 3)</sup>、血液検査

結果と併せて評価している報告は数少ない。国立スポーツ科学センターは、競技力向上を目指した栄養サポートとして、食事摂取調査、身体計測に加えて生化学検査や食行動による栄養アセスメントからアスリートにおける栄養状態の問題点を抽出することが重要としている<sup>4)</sup>。また、2013年にはどのような場所でも自己管理と調整のできる力を身に付けるための教育媒体として栄養評価システムを導入したアスリート向けレ

ストランを開くなど、トップアスリートに対しこれまで以上の競技力向上を目指した栄養サポートを行い、栄養状態の改善に努めている<sup>4)</sup>。しかし、大学生アスリートにおいては、競技を行う上で栄養サポートが必要だと思っている者は89%に達していたが、実際にサポートを受けたことがある者は39%と少なく<sup>5)</sup>、「アスリートのための栄養・食事ガイド」の基準値<sup>6)</sup>を満たしている者の割合は炭水化物15%、たんぱく質26%であり、微量栄養素は基準値を満たしていない者が多かった<sup>7)</sup>。このように、大学生アスリートは栄養サポートを受ける機会が少ないため自己にあった食事を把握していない者が多く、朝食を欠食する者も多い<sup>8)</sup>。先行研究として2018年に硬式野球部男子大学生を対象に3日間の食事調査を実施した。その結果、エネルギーをはじめすべての栄養素が不足し、特にカルシウム、鉄、ビタミンA、B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>等の不足が顕著であった<sup>9)</sup>。たんぱく質の充足率は84%であったが、主な摂取源は鶏肉で豆類の充足率は50%を下回っていた<sup>9)</sup>。豆類の摂取不足はレチノール、ビタミンB<sub>1</sub>、カルシウム、鉄等の微量栄養素の不足に繋がる。近年、大豆たんぱく質には動物研究において筋萎縮抑制効果<sup>10)</sup>や筋損傷抑制効果<sup>11)</sup>が認められており、ヒト研究においては大腿四頭筋の筋肉量の増加<sup>12)</sup>など、筋肉量増大への有効性が報告されている。これらのことから、不二製油(株)は大豆たんぱく質を主成分とし、大豆に不足するビタミン、ミネラルを必要量配合したアスリート向けの栄養素強化ソイプロテイン飲料(以下、ソイプロテイン飲料)を開発した。このソイプロテイン飲料を摂取することで、エネルギー、たんぱく質をはじめカルシウム、鉄、亜鉛、ビタミンB<sub>1</sub>等を付加することができ、スポーツ選手に必要な栄養素を総合的に充足させることができるのではないかと考えた。一般的な学生アスリートにおいては、大豆・大豆製品の摂取頻度は「ほとんど食べない」「週に1回~2回程度」を合わせると60%であり、習慣的に摂取していないものが多かった<sup>3)</sup>。一方、牛乳・乳製品はスポーツ選手にとって必要なエネルギー、たんぱく質、カルシウムを多く含む食品であることから学生アスリートの約70%は2日に1回以上摂取し、習慣的に牛乳を飲用していることが報告されている<sup>3)</sup>。本研究ではソイプロテイン飲料とエネルギーやカルシウム含量が同等で通常の食事として飲用されている普通牛乳との違いを検討するために、コントロール群、栄養素強化ソイプロテイン群(以下、ソイプロテイン群)、牛乳群の3群に分け、栄養素等摂取状況、血液検査結果および体組成に及ぼす影響を検討した。試験デザインは並行群間試験とし、試料摂取前、試料摂取期6週(血液検査のみ)、試料摂取期12週との比較に加え、後観察期間を試料摂取終了後6週までとした。本研究の被験者は全寮制のため朝食、夕食に寮食を摂取している。しかし、冬季休暇中

は帰省のため食生活が変わることが考えられ、その期間を避けて「摂取期6週」「摂取期12週」「摂取終了後6週」と設定し、試験を実施した。

## II 方法

### 1. 被験者

対象はK大学硬式野球部に所属し、入寮している男子大学生とし、保護者の同意を得られなかった1名を除く47名で実施した。本研究はヘルシンキ宣言の精神に則り、「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」を遵守し、九州共立大学倫理審査委員会の承認番号(2020-03)を受けて被験者に説明を行い、同意を得て実施した。

### 2. 試験期間および試験デザイン

試験は2020年9月から2021年1月に行った。除外基準は1)本人および保護者の同意が得られなかった者、2)大豆アレルギー、豆乳アレルギー、牛乳アレルギーのある者、3)体調不良のため継続不可と判断された者とした。被験者は全員非レギュラーのため試合には出場せず、試験期間である摂取前、摂取期6週、摂取期12週、摂取終了後6週すべて練習期であり、6日/週、1日3時間の練習を実施していた。3時間の練習ではウォーミングアップ、キャッチボール、ノックを計1時間、ランニング(150 m×10本程度)、トレーニング(自体重を負荷としたもの、ウエイトトレーニング)を計2時間実施していた。また、被験者を19歳、20歳、21歳に分けエネルギー摂取量を比較した結果、年齢間でエネルギー摂取量に有意な差がないことを確認した。そこで、被験者47名のBMI (Body Mass Index) および体脂肪率のデータを基にクラスター分析により3群に割り付けし、試験を開始した。試験開始後、下痢を訴えた3名およびソイプロテイン飲料が嗜好に合わなかった1名は、継続摂取不可と判断し、被験者より除外した。また、ビタミン剤を毎日摂取していた1名も被験者より除外し、最終的にコントロール群14名、ソイプロテイン群14名、牛乳群14名の3群とし、図1の試験デザインの通り実施した。摂取期は12週間とし、摂取終了後は6週間とした。食事調査、身体計測は摂取前、摂取期12週、摂取終了後6週の3期間実施した。血液検査は摂取前、摂取期6週、摂取期12週、摂取終了後6週の4期間実施した。

### 3. 食事調査

食事調査は藪田ら<sup>13)</sup>、井上ら<sup>14)</sup>、保井ら<sup>15)</sup>の方法を参考に3日間の食事記録法により行い、申告誤差を小さくするために写真法と秤量法を併用<sup>16)</sup>した。調査日は各期、朝食、夕食に寮食が提供され、昼食は自由喫食である平日2日と毎食自由喫食である土日または祝

	← 摂取前 →	← 摂取期 12 週 (12 週間) →	← 摂取後 6 週 →
コントロール群		試験食非摂取	
ソイプロテイン群		ソイプロテイン飲料摂取	
牛乳群		牛乳摂取	
1) エネルギー・ 栄養素摂取量の評価	食事調査 (血液検査前 1 週間のうち 3 日間)		
2) 身体計測、 体組成測定	・ 体重 ・ 筋肉量 ・ 体脂肪量		
3) 血液検査			

図 1 試験スケジュール

日 1 日の計 3 日間とした。エネルギーおよび栄養素摂取量、食品群別摂取量は 3 日間の平均値を算出し、3 群間 3 期間の比較を行った。

食事記録は、1 日のうちに摂取した朝食、昼食、夕食、間食の食事の献立名、材料名、市販食品のメーカー、商品名、摂取量および個数を食事記録表に記入させ、記録提出時には管理栄養士が聞き取りを行い、分量、材料、喫食率、残食率を確認した。栄養価算定は日本食品標準成分表 2020 年版 (八訂) を食品データベースとした栄養指導支援システム ((株) コアソリューションズ) を用いて行った。食品データベースがない市販食品などの成分はメーカーに問い合わせ、原材料および表示成分に合わせて食品を組み合わせ栄養価を算出した。成分値が分からない外食などの料理に関しては、購入して重量を測定し、栄養価を算出した。

#### 4. 血液検査

採血前日は 22 時以降水以外絶飲食とした。採血は (株) キューリンに依頼し、朝食前の空腹時に行った。血液一般および血球検査の項目は総蛋白 (TP)、アルブミン (Alb)、尿酸 (UA)、カリウム (K)、血中尿素窒素 (BUN)、クレアチニン (CRE)、推算糸球体濾過量 (e-GFR)、鉄 (Fe)、白血球数 (WBC)、赤血球数 (RBC)、ヘモグロビン (Hb)、ヘマトクリット (Ht)、平均赤血球容積 (MCV)、平均赤血球ヘモグロビン量 (MCH)、平均赤血球ヘモグロビン濃度 (MCHC)、血小板数 (PLT) とした。

#### 5. 身体計測、体組成の測定

身長は身長計 (YG-200、(株) ヤガミ) で計測し、体重、体組成 (筋量、体脂肪量) は体成分分析装置 (InBody770、(株) インボディ・ジャパン) で測定した。測定時の服装は薄手のシャツ 1 枚、薄手のトレーニングパンツ 1 枚とした。また、3 期間すべて同条件となるよう、朝食摂取 2 時間後、排便・排尿を済

ませ、激しい運動直後や体調不良時を避け測定した。なお、先行研究において、InBody770 で測定した全身筋肉量と四肢骨格筋量、体脂肪量と除脂肪量は、Dual-energy X-ray absorptiometry (DEXA) 法で測定したそれらの値と高い相関を示すことが報告されている<sup>17), 18)</sup>。

#### 6. 試料

表 1 に試料 (ソイプロテイン飲料、牛乳) の栄養価を示した。ソイプロテイン群は試験飲料として不二製油 (株) が開発を行ったソイプロテイン飲料 200 ml を朝食と夕食時の 2 回、合計 400 ml 摂取した。牛乳群は普通牛乳 200 ml を朝食および夕食時の 2 回、合計 400 ml 摂取した。コントロール群は通常通りの食事のみとした。ソイプロテイン飲料は牛乳と比較し、エネルギー、脂質、カルシウムの含有量に違いはみられなかった。しかし、たんぱく質が約 1.8 倍、炭水化物は約 0.5 倍であり、牛乳には含有されていない鉄、銅、食物繊維が含まれている。さらに、亜鉛は 7.5 倍、ビタミン A は約 4.5 倍、ビタミン B<sub>1</sub> は 6.5 倍、ビタミン D は 4 倍、ビタミン E は 12 倍であった。

#### 7. 統計解析

値はすべて平均値 ± 標準偏差で示した。統計解析は、統計解析ソフト IBM SPSS Statistics 20 (日本アイ・ビー・エム (株)) を使用し、摂取前の 3 群間の比較は一元配置分散分析後、Bonferroni の多重比較を行った。栄養素摂取量、食品群別摂取量、身体組成の 3 群間 3 期間の比較は二元配置反復測定分散分析を行った。摂取前から摂取期 12 週の変化量 (以下、摂取期 12 週変化量)、摂取前から摂取終了後 6 週の変化量 (以下、摂取終了後変化量) の 3 群間の比較は一元配置分散分析後、Bonferroni の多重比較を行った。血液検査の 3 群間 4 期間の比較は二元配置反復測定分散分析を行った。摂取前から摂取期 6 週の変化量 (以下、

表 1 試料の栄養価

		(100ml あたり)					
栄養素 (単位)		ソイプロ <sup>*1</sup>	普通 <sup>*2</sup>	アミノ酸 (単位)	ソイプロ <sup>*1</sup>	普通 <sup>*2</sup>	
		ティン	牛乳		ティン	牛乳	
		飲料			飲料		
エネルギー	(kcal)	62	67	アルギニン	(g)	0.43	0.11
水分	(g)	87.7	87.4	リジン	(g)	0.34	0.27
たんぱく質	(g)	5.8	3.3	ヒスチジン	(g)	0.15	0.09
脂質	(g)	3.4	3.8	フェニルアラニン	(g)	0.29	0.16
炭水化物	(g)	2.5	4.8	チロシン	(g)	0.22	0.15
灰分	(g)	0.6	0.7	ロイシン	(g)	0.45	0.32
ナトリウム	(mg)	93	41	イソロイシン	(g)	0.25	0.17
カリウム	(mg)	50	150	メチオニン	(g)	0.07	0.08
カルシウム	(mg)	104	110	バリン	(g)	0.25	0.20
マグネシウム	(mg)	12	10	アラニン	(g)	0.23	0.10
リン	(mg)	48	93	グリシン	(g)	0.23	0.61
鉄	(mg)	2.0	0.0	プロリン	(g)	0.31	0.31
亜鉛	(mg)	3.0	0.4	グルタミン酸	(g)	1.14	0.69
銅	(mg)	0.29	0.00	セリン	(g)	0.29	0.17
ビタミン A	( $\mu$ g)	170	38	スレオニン	(g)	0.22	0.14
ビタミン B <sub>1</sub>	(mg)	0.26	0.04	アスパラギン酸	(g)	0.66	0.25
ビタミン D	( $\mu$ g)	1.2	0.3	トリプトファン	(g)	0.07	0.05
ビタミン E	(mg)	1.2	0.1	シスチン	(g)	0.07	0.26
葉酸	( $\mu$ g)	53	5				
食物繊維	(g)	1.0	0.0				
脂肪酸 (飽和)	(g)	3.08	2.33				
脂肪酸 (不飽和一価)	(g)	0.01	0.87				
脂肪酸 (不飽和多価)	(g)	0.03	0.12				
コレステロール	(mg)	0	12				

※ 1：(一財) 日本食品分析センターによる

※ 2：「日本食品標準成分表 2015 年版 (七訂)」による

摂取期 6 週変化量)、摂取期 12 週変化量、摂取終了後変化量の 3 群間の比較は一元配置分散分析後、Bonferroni の多重比較を行った。検定はすべて両側検定とし、有意水準を 5% とした。

### III 結果

#### 1. 被験者の属性

表 2 に被験者の属性を示した。年齢以外の項目は、3 群間で有意な差はみられなかった。

#### 2. エネルギーおよび栄養素摂取量の結果

表 3 に示す通り、摂取前のエネルギーおよび栄養素摂取量を 3 群間で比較した結果、ビタミン D 以外の栄養素摂取量に有意な差はみられなかった。ビタミン D

は牛乳群で有意に少なかった ( $p < 0.001$ )。また、摂取前のエネルギーおよび栄養素摂取量は、アスリートのための栄養・食事ガイド<sup>6)</sup>の基準値と比較してすべての栄養素 (エネルギー、たんぱく質、脂質、炭水化物、カルシウム、鉄、レチノール当量、ビタミン B<sub>1</sub>、ビタミン B<sub>2</sub>、ビタミン C) において 3 群すべて基準値を満たしていなかった。また、アスリートのための栄養・食事ガイドに基準値の記載がない栄養素は「食事摂取基準 2020 年版」の 18 歳~29 歳男性の基準値と比較を行った。その結果、マグネシウム、食物繊維は 3 群すべて基準値を満たしていなかった。カリウムはコントロール群において基準値を満たしていなかった。ビタミン D はコントロール群、牛乳群において基準値を満たしていなかった。それ以外の栄養素においてはすべて基準値を満たしていた。

表2 被験者の属性

		コントロール群 n = 14	ソイプロテイン群 n = 14	牛乳群 n = 14	全体 n = 42	p 値
年齢	歳	20.1 ± 0.4a	20.7 ± 0.5b	19.9 ± 0.4a	20.2 ± 0.5	p < 0.001
身長	cm	175.1 ± 7.5	172.4 ± 4.7	174.3 ± 4.8	174.0 ± 5.9	0.491
体重	kg	76.7 ± 10.9	76.4 ± 6.5	74.3 ± 7.3	75.8 ± 8.5	0.741
BMI	kg/m <sup>2</sup>	24.9 ± 2.6	25.7 ± 1.6	24.4 ± 1.7	25.0 ± 2.1	0.306
骨格筋量	kg	35.4 ± 4.2	35.9 ± 3.3	35.0 ± 2.2	35.4 ± 3.4	0.803
骨格筋率	%	46.3 ± 2.2	47.0 ± 2.2	47.3 ± 2.5	46.9 ± 2.3	0.512
体脂肪量	kg	14.8 ± 5.0	13.9 ± 3.3	12.9 ± 4.2	13.9 ± 4.3	0.531
体脂肪率	%	19.0 ± 3.9	18.0 ± 3.9	17.1 ± 4.2	18.0 ± 4.1	0.513

一元配置分散分析、異なるアルファベット間に Bonferroni の多重比較による有意差あり。 n = 42

表3 3群間における摂取前のエネルギーおよび栄養素摂取量

栄養素		摂取前		p 値 <sup>†</sup>	栄養素		摂取前		p 値 <sup>†</sup>
		平均値	SD				平均値	SD	
エネルギー	kcal	コントロール群	2,698 ± 532	0.483	レチノール 当量	μg	コントロール群	377 ± 108	0.342
		ソイプロテイン群	2,896 ± 573				ソイプロテイン群	537 ± 473	
		牛乳群	2,911 ± 368				牛乳群	416 ± 102	
		全体	2,835 ± 508				全体	443 ± 294	
たんぱく質	g	コントロール群	101.2 ± 20.6	0.199	ビタミンD	μg	コントロール群	8.1 ± 2.9a	p < 0.001
		ソイプロテイン群	120.6 ± 38.7				ソイプロテイン群	9.0 ± 2.0b	
		牛乳群	106.7 ± 19.6				牛乳群	3.8 ± 1.2a	
		全体	109.5 ± 28.9				全体	7.0 ± 3.2	
脂質	g	コントロール群	77.6 ± 14.0	0.480	ビタミンE	mg	コントロール群	7.0 ± 1.7	0.313
		ソイプロテイン群	80.9 ± 25.6				ソイプロテイン群	7.0 ± 1.5	
		牛乳群	87.5 ± 21.8				牛乳群	7.8 ± 1.2	
		全体	82.0 ± 21.4				全体	7.3 ± 1.5	
炭水化物	g	コントロール群	377.2 ± 101.6	0.647	ビタミンK	μg	コントロール群	236 ± 98	0.061
		ソイプロテイン群	400.1 ± 72.7				ソイプロテイン群	226 ± 89	
		牛乳群	402.7 ± 42.5				牛乳群	299 ± 54	
		全体	393.3 ± 77.0				全体	254 ± 89	
ナトリウム	mg	コントロール群	4,861 ± 772	0.883	ビタミンB <sub>1</sub>	mg	コントロール群	1.01 ± 0.19	0.058
		ソイプロテイン群	4,779 ± 1176				ソイプロテイン群	1.26 ± 0.31	
		牛乳群	4,684 ± 679				牛乳群	1.28 ± 0.41	
		全体	4,775 ± 905				全体	1.19 ± 0.34	
カリウム	mg	コントロール群	2,454 ± 348	0.401	ビタミンB <sub>2</sub>	mg	コントロール群	1.30 ± 0.31	0.128
		ソイプロテイン群	2,737 ± 695				ソイプロテイン群	1.48 ± 0.32	
		牛乳群	2,578 ± 483				牛乳群	1.62 ± 0.49	
		全体	2,590 ± 541				全体	1.47 ± 0.40	
カルシウム	mg	コントロール群	386 ± 153	0.356	ナイアシン	mgNA	コントロール群	22.3 ± 5.7	0.310
		ソイプロテイン群	435 ± 212				ソイプロテイン群	24.0 ± 7.0	
		牛乳群	484 ± 139				牛乳群	20.3 ± 5.1	
		全体	435 ± 175				全体	22.2 ± 6.2	
マグネシウム	mg	コントロール群	281 ± 48	0.229	ビタミンB <sub>6</sub>	mg	コントロール群	1.59 ± 0.37	0.524
		ソイプロテイン群	320 ± 95				ソイプロテイン群	1.75 ± 0.46	
		牛乳群	281 ± 38				牛乳群	1.60 ± 0.39	
		全体	294 ± 68				全体	1.64 ± 0.41	
リン	mg	コントロール群	1,268 ± 254	0.745	ビタミンB <sub>12</sub>	μg	コントロール群	5.1 ± 1.9	0.650
		ソイプロテイン群	1,349 ± 325				ソイプロテイン群	5.7 ± 2.2	
		牛乳群	1,315 ± 227				牛乳群	4.8 ± 2.9	
		全体	1,311 ± 274				全体	5.2 ± 2.4	
鉄	mg	コントロール群	7.8 ± 1.4	0.051	葉酸	μg	コントロール群	260 ± 53	0.197
		ソイプロテイン群	9.1 ± 1.9				ソイプロテイン群	304 ± 91	
		牛乳群	9.3 ± 1.4				牛乳群	304 ± 61	
		全体	8.7 ± 1.7				全体	289 ± 73	
亜鉛	mg	コントロール群	13.2 ± 3.3	0.264	ビタミンC	mg	コントロール群	82 ± 25	0.343
		ソイプロテイン群	14.0 ± 3.9				ソイプロテイン群	98 ± 39	
		牛乳群	15.3 ± 2.5				牛乳群	97 ± 29	
		全体	14.2 ± 3.4				全体	92 ± 32	
銅	mg	コントロール群	1.41 ± 0.35	0.375	食物繊維	g	コントロール群	12.8 ± 1.6	0.136
		ソイプロテイン群	1.52 ± 0.25				ソイプロテイン群	14.6 ± 2.8	
		牛乳群	1.55 ± 0.13				牛乳群	14.2 ± 2.4	
		全体	1.50 ± 0.26				全体	13.9 ± 2.4	

n = 42、<sup>†</sup>：一元配置分散分析、異なるアルファベット間に Bonferroni の多重比較による有意差あり。

表4 3期間におけるエネルギー、たんぱく質、脂質、炭水化物摂取量

栄養素	基準値	試験飲料 (400ml) 中の成分	摂取前		摂取期12週		摂取終了後6週		p値†	摂取期12週-摂取前 (摂取期12週変化量)		摂取終了後6週-摂取前 (摂取終了後変化量)		p値††		
			平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD		平均値	SD	平均値	SD			
エネルギー	kcal	3500 <sup>‡1</sup>	248	248	248	248	248	248								
			268	268	268	268	268	268	268	268	268	268	268	268	268	268
			2835	2835	2835	2835	2835	2835	2835	2835	2835	2835	2835	2835	2835	2835
			2835	2835	2835	2835	2835	2835	2835	2835	2835	2835	2835	2835	2835	2835
たんぱく質	g	130 <sup>‡1</sup>	232	232	232	232	232	232								
			132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	
			109.5	109.5	109.5	109.5	109.5	109.5	109.5	109.5	109.5	109.5	109.5	109.5	109.5	109.5
			109.5	109.5	109.5	109.5	109.5	109.5	109.5	109.5	109.5	109.5	109.5	109.5	109.5	109.5
脂質	g	105 <sup>‡1</sup>	136	136	136	136	136	136								
			152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	
			82.0	82.0	82.0	82.0	82.0	82.0	82.0	82.0	82.0	82.0	82.0	82.0	82.0	82.0
			82.0	82.0	82.0	82.0	82.0	82.0	82.0	82.0	82.0	82.0	82.0	82.0	82.0	82.0
炭水化物	g	500 <sup>‡1</sup>	100	100	100	100	100	100								
			192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	
			393.3	393.3	393.3	393.3	393.3	393.3	393.3	393.3	393.3	393.3	393.3	393.3	393.3	393.3
			393.3	393.3	393.3	393.3	393.3	393.3	393.3	393.3	393.3	393.3	393.3	393.3	393.3	393.3

n = 42, †: 二元配置反復測定分散分析, ††: 一元配置分散分析, 異なるアルファベット間に Bonferroni の多重比較による有意差あり。

‡1: 基準値: 「(公財) 日本体育協会スポーツ医・科学専門委員会 アスリートのための栄養・食事ガイド」による基準値を示す。

表4に3期間におけるコントロール群、ソイプロテイン群、牛乳群のエネルギー、たんぱく質、脂質、炭水化物摂取量の変化の比較および摂取期12週変化量、摂取終了後変化量を示した。

エネルギー、たんぱく質、脂質は交互作用がみられた。3群間におけるエネルギー ( $p < 0.001$ )、たんぱく質 ( $p < 0.001$ )、脂質 ( $p = 0.004$ ) 摂取量の摂取期12週変化量は、ソイプロテイン群がコントロール群よりも有意に高値を示した。摂取終了後変化量については、すべての項目において3群間に有意な差はみられなかった。

表5に3期間におけるコントロール群、ソイプロテイン群、牛乳群のミネラル摂取量の変化の比較および摂取期12週変化量、摂取終了後変化量を示した。ナトリウム、カリウム、カルシウム、マグネシウム、リン、鉄、亜鉛、銅に交互作用がみられた。3群間におけるナトリウム ( $p = 0.007$ )、カルシウム ( $p < 0.001$ )、リン ( $p < 0.001$ ) 摂取量の摂取期12週変化量は、ソイプロテイン群、牛乳群がコントロール群より高値を示した。鉄 ( $p < 0.001$ )、亜鉛 ( $p < 0.001$ )、銅 ( $p < 0.001$ ) 摂取量の摂取期12週変化量は、ソイプロテイン群が他の2群よりも有意に高値を示した。3群間におけるカリウム摂取量の摂取期12週変化量は牛乳群がコントロール群より有意に高値を示した ( $p = 0.016$ )。摂取終了後変化量についてはすべての項目において3群間に有意な差はみられなかった。

表6に3期間におけるコントロール群、ソイプロテ

イン群、牛乳群のビタミンおよび食物繊維摂取量の変化の比較および摂取期12週変化量、摂取終了後変化量を示した。

レチノール当量、ビタミンD、ビタミンE、ビタミンB<sub>1</sub>、ビタミンB<sub>2</sub>、ナイアシン、ビタミンB<sub>12</sub>、葉酸および食物繊維において交互作用がみられた。3群間におけるビタミンD、ビタミンE、ビタミンB<sub>1</sub>、葉酸、食物繊維摂取量の摂取期12週変化量はソイプロテイン群が他の2群よりも有意に高値を示した ( $p < 0.001$ )。摂取終了後変化量はビタミンDのみ牛乳群が他の2群よりも有意に高値を示した ( $p < 0.001$ )。

### 3. 食品群別摂取量の結果

表7に示す通り、摂取前の食品群別摂取量を3群間で比較した結果、きのこ類、砂糖類以外の食品群別摂取量に有意な差はみられなかった。きのこ類、砂糖類は牛乳群で有意に少なかった (きのこ類:  $p < 0.001$ 、砂糖類:  $p = 0.002$ )。

表8に3期間におけるコントロール群、ソイプロテイン群、牛乳群の食品群別摂取量の変化の比較および摂取期12週変化量、摂取終了後変化量の結果を示した。摂取前の3群の食品群別摂取量をアスリートのための栄養・食事ガイドの基準値と比較した結果、3群すべて基準値を満たしていた食品は肉類のみであった。卵類は牛乳群のみ基準値を満たしていた。

穀類、卵類、豆類、乳類、きのこ類、砂糖類には交互作用がみられた。3群間における穀類、豆類摂取量

表 5 3 期間におけるミネラル摂取量

栄養素	基準値	試験飲料 (400ml) 中の成分	摂取前		摂取期 12 週		摂取終了後 6 週		p 値 <sup>†</sup>	摂取期 12 週 - 摂取前 (摂取期 12 週変化量)		摂取終了後 6 週 - 摂取前 (摂取終了後変化量)		p 値 <sup>††</sup>
			平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD		平均値	SD	平均値	SD	
ナトリウム	mg	600 <sup>#2</sup>	コントロール群	4,861 ± 772	4,534 ± 590	5,917 ± 686		-326 ± 745a		1,056 ± 1033				
			ソイプロテイン群	4,779 ± 1176	5,920 ± 1377	5,802 ± 825	0.012	1,142 ± 1650b	0.007	1,023 ± 1015	0.724			
			牛乳群	4,684 ± 679	5,478 ± 737	5,998 ± 865		794 ± 854b		1,314 ± 968				
			全体	4,775 ± 905	5,311 ± 1124	5,906 ± 800		536 ± 1314		1,131 ± 1014				
カリウム	mg	2,500 <sup>#2</sup>	コントロール群	2,454 ± 348	2,141 ± 369	2,713 ± 418		-313 ± 529a		259 ± 424				
			ソイプロテイン群	2,737 ± 695	2,735 ± 549	2,976 ± 505	p < 0.001	-2 ± 669ab	0.016	239 ± 542	0.899			
			牛乳群	2,578 ± 483	2,906 ± 339	2,762 ± 485		328 ± 377b		184 ± 304				
			全体	2,590 ± 541	2,594 ± 540	2,817 ± 485		4 ± 599		227 ± 435				
カルシウム	mg	1,200 <sup>#1</sup>	コントロール群	386 ± 153	282 ± 92	633 ± 86		-105 ± 171a		247 ± 148				
			ソイプロテイン群	435 ± 212	817 ± 152	660 ± 116	p < 0.001	382 ± 260b	p < 0.001	225 ± 202	0.352			
			牛乳群	484 ± 139	773 ± 76	636 ± 108		289 ± 137b		152 ± 164				
			全体	435 ± 175	624 ± 267	643 ± 105		189 ± 288		208 ± 177				
マグネシウム	mg	340 <sup>#2</sup>	コントロール群	281 ± 48	276 ± 43	308 ± 71		-5 ± 51		27 ± 67				
			ソイプロテイン群	320 ± 95	384 ± 59	341 ± 81	p < 0.001	64 ± 110	0.053	21 ± 101	0.653			
			牛乳群	281 ± 38	334 ± 28	331 ± 69		52 ± 42		50 ± 72				
			全体	294 ± 68	331 ± 63	327 ± 75		37 ± 80		33 ± 82				
リン	mg	1,000 <sup>#2</sup>	コントロール群	1,268 ± 254	1,065 ± 200	1,592 ± 272		-202 ± 252a		324 ± 288				
			ソイプロテイン群	1,349 ± 325	1,577 ± 345	1,660 ± 256	p < 0.001	228 ± 345b	p < 0.001	311 ± 272	0.839			
			牛乳群	1,315 ± 227	1,566 ± 156	1,584 ± 202		251 ± 160b		270 ± 146				
			全体	1,311 ± 274	1,403 ± 343	1,612 ± 248		92 ± 336		302 ± 245				
鉄	mg	16.3 <sup>#1</sup>	コントロール群	7.8 ± 1.4	7.9 ± 1.5	9.5 ± 1.8		0.0 ± 1.6a		1.7 ± 1.9				
			ソイプロテイン群	9.1 ± 1.9	17.3 ± 1.4	9.9 ± 1.4	p < 0.001	8.2 ± 2.0b	p < 0.001	0.8 ± 1.6	0.251			
			牛乳群	9.3 ± 1.4	8.9 ± 1.1	10.0 ± 1.6		-0.4 ± 1.4a		0.7 ± 1.5				
			全体	8.7 ± 1.7	11.4 ± 4.4	9.8 ± 1.6		2.6 ± 4.3		1.1 ± 1.8				
亜鉛	mg	11 <sup>#2</sup>	コントロール群	13.2 ± 3.3	11.7 ± 2.0	14.5 ± 2.9		-1.5 ± 2.9a		1.3 ± 3.1				
			ソイプロテイン群	14.0 ± 3.9	26.3 ± 3.2	15.3 ± 2.6	p < 0.001	12.3 ± 3.8b	p < 0.001	1.3 ± 3.5	0.521			
			牛乳群	15.3 ± 2.5	14.3 ± 2.5	15.4 ± 2.4		-1.0 ± 2.8a		0.1 ± 2.2				
			全体	14.2 ± 3.4	17.5 ± 6.9	15.1 ± 2.7		3.3 ± 7.1		0.9 ± 3.0				
銅	mg	0.9 <sup>#2</sup>	コントロール群	1.41 ± 0.35	1.55 ± 0.31	1.68 ± 0.35		0.14 ± 0.26a		0.27 ± 0.24				
			ソイプロテイン群	1.52 ± 0.25	3.00 ± 0.30	1.72 ± 0.24	p < 0.001	1.48 ± 0.33b	p < 0.001	0.20 ± 0.27	0.740			
			牛乳群	1.55 ± 0.13	1.67 ± 0.25	1.75 ± 0.24		0.11 ± 0.25a		0.20 ± 0.22				
			全体	1.50 ± 0.26	2.07 ± 0.72	1.72 ± 0.28		0.58 ± 0.70		0.22 ± 0.24				

n = 42, †: 二元配置反復測定分散分析, ††: 一元配置分散分析、異なるアルファベット間に Bonferroni の多重比較による有意差あり。  
基準値 <sup>#1</sup>: 「(公財) 日本体育協会スポーツ医・科学専門委員会 アスリートのための栄養・食事ガイド」による基準値を示す。

<sup>#2</sup>: 「日本人の食事摂取基準 2020年版」による基準値を示す

の摂取期12週変化量は、ソイプロテイン群が他の2群よりも有意に高値を示した(穀類:  $p = 0.002$ 、豆類:  $p < 0.001$ )。3群間における乳類、きのこ類摂取量の摂取期12週変化量は、牛乳群が他の2群よりも有意に高値を示した(乳類:  $p < 0.001$ 、きのこ類:  $p < 0.001$ )。3群間における砂糖類摂取量の摂取期変化量はコントロール群、ソイプロテイン群が牛乳群よりも有意に低値を示した( $p = 0.017$ )。摂取終了後変化量はきのこ類、砂糖類で牛乳群が他の2群よりも有意に高値を示した(きのこ類:  $p < 0.001$ 、砂糖類:  $p = 0.005$ )。

#### 4. 血液検査結果

##### 1) 血液一般検査結果

表9に4期間におけるコントロール群、ソイプロテイン群、牛乳群の血液一般検査結果の変化の比較および摂取期6週変化量、摂取期12週変化量、摂取終了後変化量を示した。TP、Albにおいて交互作用がみられた。TPの摂取期6週変化量は牛乳群がコントロール群よりも高値を示した( $p = 0.040$ )。摂取期12週変化量に3群間で有意な差はみられなかった。摂取終了後変化量は牛乳群が他の2群よりも有意に高値を示した( $p = 0.001$ )。Albの摂取期6週変化量、摂取終了後変化

表6 3期間におけるビタミンおよび食物繊維摂取量

栄養素	基準値	試験飲料 (400ml) 中の成分	摂取前		摂取期12週		摂取終了後6週		p値†	摂取期12週-摂取前 (摂取期12週変化量)		摂取終了後6週-摂取前 (摂取終了後変化量)		p値††
			平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD		平均値	SD	平均値	SD	
レチノール当量 μg	1,300 <sup>#1</sup>	-	コントロール群	377 ± 108	363 ± 131	331 ± 91		-14 ± 172ab		-47 ± 132				
		38	ソイプロテイン群	537 ± 473	460 ± 232	337 ± 119	p < 0.001	-77 ± 272a	0.028	-200 ± 450	0.252			
			牛乳群	416 ± 102	547 ± 69	388 ± 186		131 ± 98b		-27 ± 157				
			全体	443 ± 294	457 ± 176	352 ± 140		13 ± 213		-91 ± 296				
ビタミンD μg	85 <sup>#2</sup>	48	コントロール群	8.1 ± 2.9	2.4 ± 0.8	5.5 ± 0.9		-5.8 ± 3.0a		-2.6 ± 3.3a				
		12	ソイプロテイン群	9.0 ± 2.0	11.0 ± 6.7	5.6 ± 1.3	p < 0.001	2.0 ± 6.6b	p < 0.001	-3.5 ± 2.3a	p < 0.001			
			牛乳群	3.8 ± 1.2	5.2 ± 3.4	5.4 ± 0.8		1.5 ± 2.6a		1.6 ± 1.1b				
			全体	7.0 ± 3.2	6.2 ± 5.7	5.5 ± 1.0		-0.8 ± 5.7		-1.5 ± 3.3				
ビタミンE mg	6 <sup>#2</sup>	48	コントロール群	7.0 ± 1.7	5.7 ± 1.2	8.0 ± 1.5		-1.3 ± 1.8a		1.0 ± 1.7				
		0.4	ソイプロテイン群	7.0 ± 1.5	12.3 ± 1.9	8.1 ± 1.7	p < 0.001	5.3 ± 2.9b	p < 0.001	1.0 ± 2.4	0.819			
			牛乳群	7.8 ± 1.2	7.4 ± 1.2	8.3 ± 2.2		-0.4 ± 1.3a		0.5 ± 1.9				
			全体	7.3 ± 1.5	8.5 ± 3.2	8.1 ± 1.9		1.2 ± 3.6		0.8 ± 2.0				
ビタミンK μg	150 <sup>#2</sup>	-	コントロール群	236 ± 98	294 ± 63	203 ± 51		58 ± 118		-34 ± 95				
		8	ソイプロテイン群	226 ± 89	300 ± 89	215 ± 59	0.279	74 ± 148	0.216	-11 ± 93	0.356			
			牛乳群	299 ± 54	297 ± 45	231 ± 124		-2 ± 60		-68 ± 115				
			全体	254 ± 89	297 ± 68	216 ± 86		43 ± 119		-37 ± 104				
ビタミンB <sub>1</sub> mg	1.9 <sup>#1</sup>	1.04	コントロール群	1.01 ± 0.19	1.13 ± 0.37	1.87 ± 0.39		0.13 ± 0.43a		0.86 ± 0.39				
		0.16	ソイプロテイン群	1.26 ± 0.31	2.57 ± 0.64	2.02 ± 0.50	p < 0.001	1.30 ± 0.71b	p < 0.001	0.76 ± 0.55	0.250			
			牛乳群	1.28 ± 0.41	1.33 ± 0.16	1.83 ± 0.42		0.05 ± 0.38a		0.55 ± 0.48				
			全体	1.19 ± 0.34	1.68 ± 0.77	1.91 ± 0.45		0.49 ± 0.78		0.72 ± 0.50				
ビタミンB <sub>2</sub> mg	2.5 <sup>#1</sup>	-	コントロール群	1.30 ± 0.31	1.11 ± 0.47	1.40 ± 0.52		-0.19 ± 0.53		0.10 ± 0.56				
		0.60	ソイプロテイン群	1.48 ± 0.32	1.48 ± 0.48	1.34 ± 0.31	0.006	0.00 ± 0.63	0.280	-0.14 ± 0.46	0.126			
			牛乳群	1.62 ± 0.49	1.77 ± 0.23	1.32 ± 0.27		0.15 ± 0.48		-0.30 ± 0.44				
			全体	1.47 ± 0.40	1.25 ± 0.44	1.35 ± 0.38		-0.01 ± 0.57		-0.11 ± 0.51				
ナイアシン mgNA	15 <sup>#2</sup>	-	コントロール群	22.3 ± 5.7	19.2 ± 5.1	24.4 ± 6.3		-3.16 ± 7.57		2.10 ± 6.08				
		0.40	ソイプロテイン群	24.0 ± 7.0	24.1 ± 7.0	27.8 ± 7.4	0.001	0.10 ± 6.80	0.407	3.87 ± 6.08	0.714			
			牛乳群	20.3 ± 5.1	20.0 ± 3.5	22.7 ± 4.1		-0.33 ± 5.48		2.33 ± 5.54				
			全体	22.2 ± 6.2	21.1 ± 5.8	25.0 ± 6.5		-1.13 ± 6.83		2.77 ± 5.96				
ビタミンB <sub>6</sub> mg	1.4 <sup>#2</sup>	-	コントロール群	1.59 ± 0.37	1.46 ± 0.54	1.76 ± 0.41		-0.13 ± 0.69		0.17 ± 0.43				
		0.12	ソイプロテイン群	1.75 ± 0.46	1.82 ± 0.57	1.93 ± 0.44	0.815	0.07 ± 0.58	0.613	0.18 ± 0.36	0.907			
			牛乳群	1.60 ± 0.39	1.51 ± 0.42	1.72 ± 0.28		-0.09 ± 0.30		0.12 ± 0.31				
			全体	1.64 ± 0.41	1.60 ± 0.54	1.80 ± 0.39		-0.05 ± 0.56		0.16 ± 0.37				
ビタミンB <sub>12</sub> μg	2.4 <sup>#2</sup>	-	コントロール群	5.1 ± 1.9	4.9 ± 2.9	9.7 ± 2.0		-0.16 ± 3.66		4.65 ± 3.00				
		1.20	ソイプロテイン群	5.7 ± 2.2	8.0 ± 5.7	9.8 ± 1.9	0.001	2.37 ± 5.17	0.185	4.17 ± 3.19	0.694			
			牛乳群	4.8 ± 2.9	7.0 ± 2.1	10.1 ± 2.3		2.20 ± 2.01		5.25 ± 3.37				
			全体	5.2 ± 2.4	6.6 ± 4.1	9.9 ± 2.1		1.47 ± 4.01		4.69 ± 3.22				
葉酸 μg	240 <sup>#2</sup>	212	コントロール群	260 ± 53	243 ± 42	311 ± 46		-17 ± 74a		51 ± 61				
		20	ソイプロテイン群	304 ± 91	498 ± 69	315 ± 54	p < 0.001	194 ± 101b	p < 0.001	11 ± 82	0.372			
			牛乳群	304 ± 61	303 ± 46	335 ± 113		-1 ± 55a		31 ± 71				
			全体	289 ± 73	348 ± 121	321 ± 78		59 ± 124		31 ± 74				
ビタミンC mg	230 <sup>#1</sup>	-	コントロール群	82 ± 25	71 ± 27	94 ± 23		-11 ± 45		12 ± 39				
		4	ソイプロテイン群	98 ± 39	75 ± 26	97 ± 25	0.454	-23 ± 49	0.665	-1 ± 45	0.570			
			牛乳群	97 ± 29	74 ± 10	95 ± 25		-23 ± 23		-3 ± 26				
			全体	92 ± 32	73 ± 23	95 ± 25		-19 ± 41		3 ± 38				
食物繊維 g	21 <sup>#2</sup>	40	コントロール群	12.8 ± 1.6	12.3 ± 1.8	13.5 ± 2.8		-0.6 ± 1.9a		0.7 ± 2.9				
		0.0	ソイプロテイン群	14.6 ± 2.8	18.4 ± 2.3	14.4 ± 2.8	p < 0.001	3.8 ± 3.7b	p < 0.001	-0.3 ± 3.7	0.530			
			牛乳群	14.2 ± 2.4	14.5 ± 2.1	13.5 ± 2.5		0.3 ± 1.8a		-0.6 ± 2.4				
			全体	13.9 ± 2.4	15.1 ± 3.3	13.8 ± 2.7		1.2 ± 3.2		-0.1 ± 3.1				

n = 42、†：二元配置反復測定分散分析、††：一元配置分散分析、異なるアルファベット間に Bonferroni の多重比較による有意差あり。  
 基準値 <sup>#1</sup>：「(公財) 日本体育協会スポーツ医・科学専門委員会 アスリートのための栄養・食事ガイド」による基準値を示す。  
<sup>#2</sup>：「日本人の食事摂取基準 2020 年版」による基準値を示す。



表 7 3 群間における摂取前の食品群別摂取量

食品群		摂取前			p 値 <sup>†</sup>
			平均値	SD	
穀類	g	コントロール群	757.6	± 246.5ab	0.042
		ソイプロテイン群	695.0	± 91.7a	
		牛乳群	862.5	± 110.1b	
		全体	771.7	± 178.5	
肉類	g	コントロール群	239.3	± 67.1	0.973
		ソイプロテイン群	232.1	± 94.7	
		牛乳群	236.3	± 72.8	
		全体	235.9	± 79.1	
魚介類	g	コントロール群	29.4	± 19.7ab	0.022
		ソイプロテイン群	37.7	± 20.6a	
		牛乳群	15.2	± 19.5b	
		全体	27.4	± 22.0	
卵類	g	コントロール群	57.1	± 40.2	0.229
		ソイプロテイン群	64.2	± 29.3	
		牛乳群	80.7	± 35.6	
		全体	67.3	± 36.7	
豆類	g	コントロール群	59.4	± 46.5	0.368
		ソイプロテイン群	47.4	± 43.6	
		牛乳群	38.6	± 7.1	
		全体	48.5	± 38.0	
乳類	g	コントロール群	74.9	± 29.9	0.366
		ソイプロテイン群	124.0	± 131.3	
		牛乳群	121.9	± 104.9	
		全体	106.9	± 101.1	
いも類	g	コントロール群	47.3	± 12.8	0.539
		ソイプロテイン群	45.6	± 9.7	
		牛乳群	56.5	± 43.2	
		全体	49.8	± 27.1	
野菜類	g	コントロール群	190.8	± 55.2	0.423
		ソイプロテイン群	222.3	± 76.6	
		牛乳群	217.7	± 62.7	
		全体	210.3	± 66.9	
藻類	g	コントロール群	1.2	± 0.5	0.133
		ソイプロテイン群	3.8	± 6.8	
		牛乳群	0.9	± 1.1	
		全体	2.0	± 4.2	
きのこ類	g	コントロール群	10.7	± 5.4a	p < 0.001
		ソイプロテイン群	13.4	± 4.1a	
		牛乳群	3.3	± 6.8b	
		全体	9.1	± 7.0	
果実類	g	コントロール群	16.0	± 13.2	0.592
		ソイプロテイン群	22.5	± 30.5	
		牛乳群	25.1	± 22.6	
		全体	21.2	± 23.5	
砂糖類	g	コントロール群	15.8	± 6.3a	0.002
		ソイプロテイン群	19.0	± 11.4a	
		牛乳群	7.3	± 4.5b	
		全体	14.0	± 9.4	
油脂類	g	コントロール群	17.7	± 8.5	0.795
		ソイプロテイン群	16.0	± 5.3	
		牛乳群	16.3	± 6.1	
		全体	16.7	± 6.8	

n = 42、<sup>†</sup>：一元配置分散分析、異なるアルファベット間に Boferroni の多重比較による有意差あり。

表 8 3 期間における食品群別摂取量

食品群	基準値*		摂取前		摂取期 12 週		摂取終了後 6 週		p 値†	摂取期 12 週 - 摂取前 (摂取期 12 週変化量)		p 値††	摂取終了後 6 週 - 摂取前 (摂取終了後変化量)		p 値††	
			平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD		平均値	SD		平均値	SD		
穀類	g	940	コントロール群	757.6 ± 246.5	857.0 ± 208.3	791.9 ± 204.4		99.4 ± 175.4a		34.3 ± 185.5						
			ソイプロテイン群	695.0 ± 91.7	1003.8 ± 200.6	706.2 ± 102.0	p < 0.001	308.9 ± 149.2b	0.002	11.3 ± 101.3	0.110					
			牛乳群	862.5 ± 110.1	901.8 ± 245.8	774.5 ± 164.3		39.3 ± 229.4a		-88.0 ± 160.1						
			全体	771.7 ± 178.5	920.9 ± 227.6	757.5 ± 166.6		149.2 ± 220.4		-14.2 ± 162.0						
肉類	g	130	コントロール群	239.3 ± 67.1	200.3 ± 57.7	266.0 ± 91.7		-39.0 ± 78.9		26.7 ± 97.8						
			ソイプロテイン群	232.1 ± 94.7	249.5 ± 88.3	288.7 ± 113.7	0.408	17.4 ± 105.3	0.115	56.6 ± 113.5	0.667					
			牛乳群	236.3 ± 72.8	190.9 ± 28.2	264.9 ± 68.6		-45.4 ± 55.2		28.6 ± 65.3						
			全体	235.9 ± 79.1	213.6 ± 68.1	273.2 ± 93.8		-22.4 ± 87.1		37.3 ± 95.3						
魚介類	g	70	コントロール群	29.4 ± 19.7	24.1 ± 8.9	22.8 ± 17.9		-5.3 ± 19.8		-6.6 ± 24.7						
			ソイプロテイン群	37.7 ± 20.6	64.1 ± 70.7	26.0 ± 34.4	0.171	26.4 ± 70.5	0.188	-11.7 ± 43.2	0.706					
			牛乳群	15.2 ± 19.5	32.1 ± 21.2	14.0 ± 12.0		16.9 ± 23.7		-1.2 ± 24.4						
			全体	27.4 ± 22.0	40.1 ± 46.3	20.9 ± 24.0		12.7 ± 46.4		-6.5 ± 32.3						
卵類	g	70	コントロール群	57.1 ± 40.2	33.1 ± 12.0	76.9 ± 52.0		-24.0 ± 40.1		19.7 ± 53.7						
			ソイプロテイン群	64.2 ± 29.3	58.5 ± 43.1	44.2 ± 20.9	0.007	-5.6 ± 43.1	0.433	-19.9 ± 35.1	0.054					
			牛乳群	80.7 ± 35.6	75.1 ± 30.3	66.9 ± 27.6		-5.6 ± 41.1		-13.8 ± 39.3						
			全体	67.3 ± 36.7	55.6 ± 35.7	62.7 ± 38.6		-11.8 ± 42.3		-4.7 ± 46.8						
豆類	g	100	コントロール群	59.4 ± 46.5	57.0 ± 23.5	43.0 ± 69.9		-2.4 ± 54.3a		-16.3 ± 78.6						
			ソイプロテイン群	47.4 ± 43.6	445.3 ± 40.9	21.4 ± 36.4	p < 0.001	398.0 ± 60.5b	p < 0.001	-26.0 ± 54.4	0.582					
			牛乳群	38.6 ± 7.1	48.1 ± 8.5	38.7 ± 55.0		9.4 ± 10.4a		0.0 ± 56.2						
			全体	48.5 ± 38.0	183.5 ± 187.3	34.4 ± 56.2		135.0 ± 191.9		-14.1 ± 64.9						
乳類	g	600	コントロール群	74.9 ± 29.9	30.1 ± 59.9	84.7 ± 61.9		-44.8 ± 72.5a		9.8 ± 83.7						
			ソイプロテイン群	124.0 ± 131.3	47.1 ± 61.6	91.6 ± 50.5	p < 0.001	-76.9 ± 105.4a	p < 0.001	-32.4 ± 101.0	0.335					
			牛乳群	121.9 ± 104.9	420.2 ± 25.7	86.6 ± 45.6		298.3 ± 97.3b		-35.3 ± 70.0						
			全体	106.9 ± 101.1	165.8 ± 187.3	87.6 ± 53.2		58.9 ± 193.5		-19.3 ± 88.3						
いも類	g	100	コントロール群	47.3 ± 12.8	51.6 ± 29.3	17.5 ± 4.1		4.3 ± 29.9		-29.8 ± 12.8						
			ソイプロテイン群	45.6 ± 9.7	39.3 ± 8.6	20.3 ± 4.9	0.267	-6.4 ± 11.0	0.259	-25.4 ± 8.3	0.513					
			牛乳群	56.5 ± 43.2	40.1 ± 10.9	19.0 ± 2.8		-16.5 ± 44.7		-37.5 ± 44.0						
			全体	49.8 ± 27.1	43.6 ± 19.5	18.9 ± 4.1		-6.2 ± 32.8		-30.9 ± 27.3						
野菜類	g	400	コントロール群	190.8 ± 55.2	159.8 ± 29.4	221.0 ± 42.1		-31.0 ± 65.7		30.2 ± 48.0						
			ソイプロテイン群	222.3 ± 76.6	173.4 ± 61.7	226.2 ± 60.9	0.390	-48.9 ± 117.9	0.655	3.9 ± 78.2	0.304					
			牛乳群	217.7 ± 62.7	199.7 ± 38.0	212.9 ± 68.5		-18.0 ± 61.9		-4.8 ± 46.1						
			全体	210.3 ± 66.9	177.6 ± 48.1	220.0 ± 58.5		-32.6 ± 86.6		9.8 ± 61.1						
藻類	g	4	コントロール群	1.2 ± 0.5	3.5 ± 8.8	3.5 ± 9.5		2.3 ± 8.8		2.3 ± 9.5						
			ソイプロテイン群	3.8 ± 6.8	1.1 ± 1.7	2.2 ± 3.0	0.252	-2.7 ± 7.2	0.186	-1.6 ± 7.8	0.378					
			牛乳群	0.9 ± 1.1	2.1 ± 4.9	2.0 ± 2.9		1.2 ± 5.1		1.1 ± 2.9						
			全体	2.0 ± 4.2	2.2 ± 6.0	2.6 ± 6.0		0.3 ± 7.5		0.6 ± 7.5						
きのこ類	g	15	コントロール群	10.7 ± 5.4	0.6 ± 1.4	2.4 ± 1.7		-10.1 ± 6.2a		-8.3 ± 6.2a						
			ソイプロテイン群	13.4 ± 4.1	0.5 ± 1.3	2.3 ± 1.4	p < 0.001	-12.9 ± 4.2a	p < 0.001	-11.1 ± 4.3a	p < 0.001					
			牛乳群	3.3 ± 6.8	5.6 ± 14.6	5.1 ± 7.8		2.3 ± 8.6b		1.8 ± 4.1b						
			全体	9.1 ± 7.0	2.2 ± 8.8	3.2 ± 4.8		-6.9 ± 9.3		-5.9 ± 7.4						
果実類	g	200	コントロール群	16.0 ± 13.2	20.3 ± 53.1	13.0 ± 38.9		4.3 ± 45.6		-3.0 ± 31.0						
			ソイプロテイン群	22.5 ± 30.5	27.1 ± 48.3	7.1 ± 14.4	0.528	4.7 ± 61.6	0.514	-15.4 ± 35.0	0.513					
			牛乳群	25.1 ± 22.6	10.5 ± 26.3	10.9 ± 20.2		-14.6 ± 33.9		-14.2 ± 22.5						
			全体	21.2 ± 23.5	19.3 ± 44.6	10.3 ± 26.7		-1.9 ± 49.2		-10.9 ± 30.5						
砂糖類	g	25	コントロール群	15.8 ± 6.3	6.1 ± 5.1	14.4 ± 3.3		-9.7 ± 8.4a		-1.3 ± 5.8a						
			ソイプロテイン群	19.0 ± 11.4	10.3 ± 6.4	19.9 ± 13.2	0.014	-8.7 ± 10.4a	0.017	0.9 ± 11.7a	0.005					
			牛乳群	7.3 ± 4.5	6.6 ± 3.8	16.8 ± 8.0		-0.7 ± 5.9b		9.5 ± 6.2b						
			全体	14.0 ± 9.4	7.6 ± 5.5	17.0 ± 9.4		-6.4 ± 9.4		3.0 ± 9.6						
油脂類	g	40	コントロール群	17.7 ± 8.5	12.8 ± 6.0	18.0 ± 6.0		-4.9 ± 7.9		0.3 ± 9.4						
			ソイプロテイン群	16.0 ± 5.3	12.6 ± 5.0	15.3 ± 5.6	0.833	-3.5 ± 6.8	0.848	-0.7 ± 7.8	0.643					
			牛乳群	16.3 ± 6.1	13.1 ± 4.6	18.6 ± 6.8		-3.2 ± 9.1		2.3 ± 7.2						
			全体	16.7 ± 6.8	12.8 ± 5.3	17.3 ± 6.3		-3.8 ± 8.0		0.6 ± 8.3						

n = 42、†：二元配置反復測定分散分析、††：一元配置分散分析、異なるアルファベット間に Bonferroni の多重比較による有意差あり。  
#：基準値：「(公財) 日本体育協会スポーツ医・科学専門委員会 アスリートのための栄養・食事ガイド」による基準値を示す。

表9 4期間における血液一般検査結果

項目	基準値	摂取前		摂取期6週		摂取期12週		摂取終了後6週		摂取期6週-摂取前 (摂取期6週変化量)		摂取期12週-摂取前 (摂取期12週変化量)		摂取終了後6週-摂取前 (摂取終了後変化量)		p値††
		平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	
TP	66-8.1 g/dL	コントロール群	7.3 ± 0.4	7.1 ± 0.3	7.1 ± 0.4	6.9 ± 0.4	-0.2 ± 0.2a	-0.2 ± 0.2	-0.4 ± 0.3a	0.028	0.040	0.190	-0.3 ± 0.2a	0.001		
		ソイプロテイン群	7.4 ± 0.4	7.3 ± 0.4	7.2 ± 0.5	7.0 ± 0.4	-0.1 ± 0.2ab	-0.1 ± 0.3	-0.1 ± 0.2b							
		牛乳群	7.2 ± 0.4	7.2 ± 0.4	7.1 ± 0.4	7.1 ± 0.4	0.0 ± 0.2b	0.0 ± 0.3	-0.1 ± 0.2b							
		全体	7.3 ± 0.4	7.2 ± 0.4	7.1 ± 0.4	7.0 ± 0.4	-0.1 ± 0.3	-0.1 ± 0.3	-0.3 ± 0.3							
Alb	41-5.1 g/dL	コントロール群	5.0 ± 0.3	4.7 ± 0.3	4.7 ± 0.3	4.5 ± 0.2	-0.3 ± 0.2a	-0.3 ± 0.2	-0.4 ± 0.2a	0.002	0.003	0.118	-0.3 ± 0.1b	p < 0.001		
		ソイプロテイン群	4.8 ± 0.2	4.6 ± 0.2	4.7 ± 0.3	4.6 ± 0.2	-0.2 ± 0.2b	-0.2 ± 0.2	-0.2 ± 0.2b							
		牛乳群	4.8 ± 0.3	4.7 ± 0.2	4.7 ± 0.2	4.6 ± 0.3	-0.1 ± 0.2b	-0.1 ± 0.2	-0.2 ± 0.2b							
		全体	4.9 ± 0.3	4.6 ± 0.2	4.7 ± 0.3	4.6 ± 0.2	-0.2 ± 0.2	-0.2 ± 0.2	-0.3 ± 0.2							
A/G	1.32-2.23	コントロール群	2.2 ± 0.3	1.9 ± 0.2	2.0 ± 0.2	2.0 ± 0.2	-0.2 ± 0.2a	-0.2 ± 0.2	-0.2 ± 0.2	0.171	0.390	0.175	-0.1 ± 0.1	0.252		
		ソイプロテイン群	1.9 ± 0.2	1.8 ± 0.1	1.8 ± 0.2	1.8 ± 0.2	-0.2 ± 0.2a	-0.1 ± 0.2	-0.1 ± 0.2							
		牛乳群	2.0 ± 0.3	1.9 ± 0.2	2.0 ± 0.2	1.9 ± 0.2	-0.1 ± 0.2a	-0.1 ± 0.2	-0.1 ± 0.2							
		全体	2.0 ± 0.3	1.9 ± 0.2	1.9 ± 0.2	1.9 ± 0.2	-0.2 ± 0.2	-0.1 ± 0.2	-0.1 ± 0.2							
UA	3.7-7.0 mg/dL	コントロール群	6.1 ± 0.9	6.1 ± 0.9	5.7 ± 0.8	6.2 ± 0.7	0.0 ± 0.5	-0.3 ± 0.7	0.2 ± 0.5	0.060	0.074	0.412	0.4 ± 0.6	0.800		
		ソイプロテイン群	5.8 ± 1.0	6.1 ± 1.3	5.6 ± 1.0	6.2 ± 1.2	0.3 ± 0.8	-0.2 ± 0.6	0.4 ± 0.6							
		牛乳群	5.9 ± 0.5	6.1 ± 0.8	5.5 ± 0.8	6.1 ± 0.7	0.2 ± 0.5	-0.4 ± 0.6	0.2 ± 0.5							
		全体	5.9 ± 0.8	6.1 ± 1.0	5.6 ± 0.9	6.1 ± 0.9	0.2 ± 0.7	-0.3 ± 0.6	0.2 ± 0.5							
K	3.6-4.8 mmol/L	コントロール群	4.5 ± 0.5	4.1 ± 0.2	4.1 ± 0.3	4.2 ± 0.4	-0.4 ± 0.5	-0.4 ± 0.5	-0.3 ± 0.6	0.424	0.052	0.051	-0.3 ± 0.6	0.430		
		ソイプロテイン群	4.3 ± 0.5	4.5 ± 0.5	3.9 ± 0.2	3.9 ± 0.3	0.3 ± 0.6	-0.4 ± 0.4	-0.1 ± 0.3							
		牛乳群	4.1 ± 0.3	4.3 ± 0.4	4.1 ± 0.3	4.0 ± 0.2	0.3 ± 0.3	-0.0 ± 0.3	-0.1 ± 0.3							
		全体	4.3 ± 0.5	4.3 ± 0.4	4.0 ± 0.3	4.0 ± 0.3	0.1 ± 0.6	-0.2 ± 0.4	-0.2 ± 0.5							
BUN	8.0-20.0 mg/dL	コントロール群	15.5 ± 2.2	15.1 ± 3.5	15.5 ± 2.4	17.1 ± 3.8	-0.4 ± 2.3	-0.0 ± 1.4	1.6 ± 2.2	0.157	0.860	0.088	-0.2 ± 2.9	0.159		
		ソイプロテイン群	16.2 ± 3.2	16.0 ± 4.0	15.4 ± 2.4	15.9 ± 3.1	-0.2 ± 2.9	-0.8 ± 2.1	-0.2 ± 2.9							
		牛乳群	14.0 ± 4.0	14.2 ± 3.0	15.1 ± 3.0	15.4 ± 3.0	0.2 ± 2.8	1.2 ± 3.0	1.4 ± 2.8							
		全体	15.2 ± 3.3	15.1 ± 3.6	15.3 ± 2.6	16.1 ± 3.4	-0.1 ± 2.7	0.1 ± 2.4	0.9 ± 2.8							
CRE	0.65-1.07 mg/dL	コントロール群	0.9 ± 0.1	0.9 ± 0.1	0.9 ± 0.1	1.0 ± 0.1	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.1 ± 0.1	0.969	0.670	0.995	0.0 ± 0.1	0.909		
		ソイプロテイン群	0.9 ± 0.1	1.0 ± 0.1	1.0 ± 0.1	1.0 ± 0.1	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.1	0.0 ± 0.1							
		牛乳群	0.9 ± 0.1	1.0 ± 0.1	1.0 ± 0.1	1.0 ± 0.1	0.0 ± 0.1	0.0 ± 0.1	0.1 ± 0.1							
		全体	0.9 ± 0.1	1.0 ± 0.1	0.9 ± 0.1	1.0 ± 0.1	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.1	0.1 ± 0.1							
e-GFR	60mL/min /1.73m <sup>2</sup> 以上	コントロール群	92.6 ± 11.2	89.3 ± 9.3	90.9 ± 12.3	86.6 ± 9.9	-3.3 ± 4.4	-1.7 ± 4.4	-6.0 ± 6.5	0.973	0.800	0.995	-4.2 ± 5.4	0.747		
		ソイプロテイン群	87.5 ± 5.6	84.1 ± 7.1	86.2 ± 9.3	83.3 ± 6.9	-3.3 ± 4.1	-1.2 ± 6.2	-4.2 ± 5.4							
		牛乳群	89.7 ± 9.0	85.3 ± 8.4	87.8 ± 9.5	84.1 ± 6.3	-4.4 ± 5.9	-1.9 ± 6.4	-5.6 ± 6.7							
		全体	89.9 ± 9.2	86.3 ± 8.6	88.3 ± 10.6	84.6 ± 8.0	-3.7 ± 4.9	-1.6 ± 5.8	-5.3 ± 6.3							

n = 42, †: 二元配置分散分析, ††: 一元配置反復測定分散分析、異なるアルファベット間に Bonferroni の多重比較による有意差あり。  
基準値: 株式会社キューリン 2016-2017 総合検査案内による基準値を示す。

量はソイプロテイン群、牛乳群がコントロール群より有意に高値を示した (摂取期6週変化量:  $p = 0.003$ 、摂取終了後変化量:  $p < 0.001$ )。他の血液一般検査結果に有意な差はみられなかった。

## 2) 血球検査結果

表10に4期間におけるコントロール群、ソイプロテイン群、牛乳群の血球検査結果の変化の比較および摂取期6週変化量、摂取期12週変化量、摂取終了後変化量を示した。RBC、Hb、Ht、MCHにおいて交互作用がみられた。RBCは3群間で摂取期6週変化量は牛乳群がコントロール群より有意に高値を示した ( $p =$

0.026)。摂取期12週変化量に有意な差はみられなかったが、摂取終了後変化量は牛乳群が他の2群よりも高値を示した ( $p = 0.012$ )。Hbは3群間で摂取期6週変化量、摂取期12週変化量に有意な差はみられなかったが、摂取終了後変化量は牛乳群が他の2群よりも有意に高値を示した ( $p < 0.001$ )。Htは3群間で摂取期6週変化量、摂取終了後変化量は牛乳群が他の2群よりも有意に高値を示した (摂取期6週変化量:  $p = 0.012$ 、摂取終了後変化量:  $p = 0.001$ )。摂取期12週変化量に有意な差はみられなかった。他の血球検査結果に有意な差はみられなかった。ソイプロテイン群のFeは摂取期12週変化量において3群間で有意差はみ

表10 4 期間における血球検査結果

項目	基準値	摂取前		摂取期6週		摂取期12週		摂取終了後6週		p値†	摂取期6週-摂取前 (摂取期6週変化量)		摂取期12週-摂取前 (摂取期12週変化量)		摂取終了後6週-摂取前 (摂取終了後変化量)		p値††	
		平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD		平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD		
Fe	40-188 μg/dL	コントロール群	113.7 ± 36.7	123.3 ± 45.5	96.4 ± 49.0	126.1 ± 44.0			9.6 ± 39.4a			-17.4 ± 37.0			12.4 ± 24.8			
		ソイプロテイン群	127.6 ± 34.5	137.3 ± 33.8	98.6 ± 46.1	137.9 ± 46.7	0.327	9.7 ± 44.2a	0.292	-28.9 ± 39.1	0.061	10.4 ± 41.4	0.902					
		牛乳群	116.4 ± 26.6	149.3 ± 38.5	128.7 ± 35.5	133.1 ± 29.7		32.9 ± 44.7a		12.3 ± 54.5		16.7 ± 40.8						
		全体	119.2 ± 33.4	136.6 ± 41.0	107.9 ± 46.3	132.4 ± 41.1		17.4 ± 44.2		-11.333 ± 47.5		13.1 ± 36.6						
WBC	3,300-8,600 μL	コントロール群	5,750.7 ± 1,116.0	5,839.3 ± 938.9	5,883.6 ± 1,306.0	5,285.7 ± 1,035.5			88.6 ± 495.7			132.9 ± 964.6			-465.0 ± 697.8			
		ソイプロテイン群	5,807.1 ± 744.3	5,641.4 ± 749.6	5,771.4 ± 1,206.0	5,307.1 ± 739.7	0.797	-165.7 ± 850.9	0.666	-35.7 ± 1,142.5	0.439	-500.0 ± 647.0	0.544					
		牛乳群	6,484.3 ± 1,468.3	6,290.0 ± 1,125.5	6,075.7 ± 1,139.2	5,704.3 ± 1,142.2		-194.3 ± 1,156.1		-408.6 ± 1,152.7		-780.0 ± 988.0						
		全体	6,014.0 ± 1,195.6	5,923.6 ± 988.5	5,910.2 ± 1,225.4	5,432.4 ± 1,005.8		-90.5 ± 885.9		-103.8 ± 1,113.3		-581.7 ± 804.5						
RBC	435-555 万/μL	コントロール群	539.4 ± 26.9	518.9 ± 24.1	509.2 ± 29.2	518.6 ± 18.8			-20.6 ± 12.6a			-30.2 ± 18.1			-20.9 ± 18.9a			
		ソイプロテイン群	545.8 ± 26.1	531.0 ± 27.2	507.6 ± 24.7	523.9 ± 21.7	0.004	-14.8 ± 14.2ab	0.026	-38.2 ± 16.0	0.055	-21.9 ± 13.4a	p < 0.001					
		牛乳群	523.2 ± 29.2	520.7 ± 26.0	504.3 ± 26.9	526.8 ± 28.7		-2.5 ± 21.7b		-18.9 ± 24.3		3.6 ± 13.5b						
		全体	536.1 ± 29.0	523.5 ± 26.4	507.0 ± 27.1	523.1 ± 23.7		-12.6 ± 18.3		-29.1 ± 21.3		-13.0 ± 19.5						
Hb	13.7-16.8 g/dL	コントロール群	15.9 ± 1.2	15.6 ± 1.3	15.0 ± 1.4	15.3 ± 1.2			-0.3 ± 0.4a			-0.9 ± 0.5ab			-0.6 ± 0.5a			
		ソイプロテイン群	16.4 ± 0.6	16.1 ± 0.6	15.3 ± 0.6	15.8 ± 0.6	0.043	-0.3 ± 0.5a	0.237	-1.1 ± 0.6a	0.034	-0.7 ± 0.5a	0.001					
		牛乳群	15.9 ± 0.7	16.0 ± 0.9	15.5 ± 0.8	16.0 ± 0.6		0.0 ± 0.9a		-0.5 ± 0.7b		0.1 ± 0.5b						
		全体	16.1 ± 0.9	15.9 ± 1.0	15.3 ± 1.0	15.7 ± 0.9		-0.2 ± 0.7		-0.8 ± 0.7		-0.4 ± 0.6						
Ht	40.7-50.1 %	コントロール群	48.8 ± 2.8	47.3 ± 2.5	47.5 ± 3.2	47.3 ± 2.8			-1.5 ± 1.2a			-1.3 ± 1.4ab			-1.6 ± 1.6a			
		ソイプロテイン群	50.3 ± 1.9	49.0 ± 1.7	48.1 ± 1.8	48.5 ± 1.5	0.013	-1.4 ± 1.3a	0.012	-2.2 ± 1.6a	0.048	-1.9 ± 1.1a	0.001					
		牛乳群	49.0 ± 2.1	49.2 ± 2.2	48.6 ± 2.3	49.3 ± 1.9		0.1 ± 1.8b		-0.4 ± 2.1b		0.3 ± 1.5b						
		全体	49.4 ± 2.4	48.5 ± 2.3	48.1 ± 2.5	48.3 ± 2.3		-0.9 ± 1.6		-1.3 ± 1.9		-1.0 ± 1.7						
MCV	85-102 fL	コントロール群	90.7 ± 5.9	91.4 ± 5.7	93.5 ± 6.6	91.2 ± 5.7			0.7 ± 0.9			2.8 ± 1.5			0.5 ± 1.2			
		ソイプロテイン群	92.3 ± 3.0	92.3 ± 2.8	95.0 ± 3.8	92.6 ± 3.1	0.570	0.0 ± 1.2	0.128	2.8 ± 1.5	0.965	0.3 ± 0.9	0.475					
		牛乳群	93.8 ± 3.4	94.5 ± 3.3	96.4 ± 3.5	93.7 ± 2.8		0.7 ± 0.7		2.6 ± 1.5		-0.0 ± 1.3						
		全体	92.3 ± 4.5	92.7 ± 4.3	95.0 ± 5.0	92.5 ± 4.2		0.5 ± 1.0		2.7 ± 1.5		0.3 ± 1.2						
MCH	28-35pg	コントロール群	29.5 ± 2.5	30.1 ± 2.7	29.5 ± 2.7	29.6 ± 2.6			0.6 ± 0.6			-0.0 ± 0.4			0.1 ± 0.7			
		ソイプロテイン群	30.1 ± 1.0	30.3 ± 1.0	30.2 ± 1.4	30.1 ± 1.3	0.662	0.2 ± 0.4	0.255	0.1 ± 0.6	0.508	-0.0 ± 0.5	0.863					
		牛乳群	30.5 ± 1.1	30.7 ± 1.3	30.7 ± 1.0	30.4 ± 1.3		0.2 ± 0.8		0.2 ± 0.6		-0.0 ± 0.5						
		全体	30.0 ± 1.7	30.4 ± 1.8	30.1 ± 1.9	30.1 ± 1.9		0.3 ± 0.6		0.1 ± 0.6		0.0 ± 0.6						
MCHC	31-36%	コントロール群	32.5 ± 1.0	32.9 ± 1.2	29.5 ± 2.7	32.4 ± 1.2			0.4 ± 0.7			-3.0 ± 1.9			-0.1 ± 0.6			
		ソイプロテイン群	32.7 ± 0.6	32.9 ± 0.5	30.2 ± 1.4	32.6 ± 0.7	0.035	0.2 ± 0.4	0.441	-2.5 ± 1.4	0.141	-0.1 ± 0.7	0.974					
		牛乳群	32.5 ± 0.5	32.5 ± 0.9	30.7 ± 1.0	32.5 ± 0.7		-0.0 ± 1.0		-1.8 ± 1.2		-0.1 ± 0.6						
		全体	32.6 ± 0.7	32.8 ± 0.9	30.1 ± 1.9	32.5 ± 0.9		0.2 ± 0.8		-2.4 ± 1.6		-0.1 ± 0.6						
PLT	13-36 万/μL	コントロール群	26.4 ± 5.2	27.8 ± 5.9	27.6 ± 5.9	26.8 ± 5.9			1.3 ± 1.6			1.1 ± 2.5			0.3 ± 2.2			
		ソイプロテイン群	23.3 ± 3.5	25.3 ± 2.9	23.2 ± 3.4	22.3 ± 2.9	0.329	1.9 ± 3.7	0.779	-0.2 ± 1.6	0.249	-1.1 ± 2.5	0.390					
		牛乳群	25.5 ± 4.9	26.9 ± 4.5	25.4 ± 4.2	25.6 ± 6.5		1.4 ± 1.5		-0.1 ± 2.2		0.1 ± 3.3						
		全体	25.1 ± 4.8	26.6 ± 4.7	25.4 ± 5.0	24.9 ± 5.6		1.5 ± 2.5		0.3 ± 2.2		-0.2 ± 2.8						

n = 42, †: 二元配置分散分析, ††: 一元配置反復測定分散分析, 異なるアルファベット間に Bonferroni の多重比較による有意差あり。  
基準値: 株式会社キューリン 2016-2017 総合検査案内による基準値を示す。

られず、摂取期12週において摂取前と比較して低下した。

5. 身体組成の結果

表11に示す通り、摂取前の3群間の身体組成を比較した結果、すべての項目において有意な差はみられなかった。

表12に3期間におけるコントロール群、ソイプロテイン群、牛乳群の身体組成の変化の比較および摂取期

12週変化量、摂取終了後変化量の結果を示した。体重、骨格筋率、体脂肪率に交互作用がみられた。

3群間における骨格筋率の摂取期12週変化量は、コントロール群が他の2群よりも有意に高値を示した (p = 0.002)。3群間における体脂肪量、体脂肪率の摂取期12週変化量は、コントロール群が他の2群よりも有意に高値を示した (体脂肪量: p = 0.007, 体脂肪率: p = 0.004)。

表11 3群間における摂取前の身体組成

測定項目	摂取前			p 値 <sup>†</sup>
		平均値	SD	
体重	kg	コントロール群	76.7 ± 10.9	0.741
		ソイプロテイン群	76.4 ± 6.5	
		牛乳群	74.3 ± 7.3	
		全体	75.8 ± 8.5	
BMI	kg/m <sup>2</sup>	コントロール群	24.9 ± 2.6	0.306
		ソイプロテイン群	25.7 ± 1.6	
		牛乳群	24.4 ± 1.7	
		全体	25.0 ± 2.1	
除脂肪量	kg	コントロール群	61.9 ± 7.2	0.856
		ソイプロテイン群	62.6 ± 5.7	
		牛乳群	61.4 ± 3.8	
		全体	62.0 ± 5.7	
骨格筋量	kg	コントロール群	35.4 ± 4.2	0.803
		ソイプロテイン群	35.9 ± 3.3	
		牛乳群	35.0 ± 2.2	
		全体	35.4 ± 3.4	
骨格筋率	%	コントロール群	46.3 ± 2.2	0.512
		ソイプロテイン群	47.0 ± 2.2	
		牛乳群	47.3 ± 2.5	
		全体	46.9 ± 2.3	
体脂肪量	kg	コントロール群	14.8 ± 5.0	0.531
		ソイプロテイン群	13.9 ± 3.3	
		牛乳群	12.9 ± 4.2	
		全体	13.9 ± 4.3	
体脂肪率	%	コントロール群	19.0 ± 3.9	0.513
		ソイプロテイン群	18.0 ± 3.9	
		牛乳群	17.1 ± 4.2	
		全体	18.0 ± 4.1	

n = 42, † : 一元配置分散分析。

#### IV 考察

本被験者の基本的属性は、3群間で年齢に有意差はみられたが、平均値の差はわずかであった。また、表11に示した通り、摂取前の3群間の身体組成を比較した結果、すべての項目において有意な差がみられなかったことから、年齢差が本研究に及ぼす影響は少ないと考えられる。河井<sup>19)</sup>、村松<sup>20)</sup>、勝亦<sup>21)</sup>、長谷川ら<sup>22)</sup>が報告した大学野球選手と比較して、3群すべて身長は変わらなかったが、体重は他の大学野球部 (69.9~74.2 kg) を上回っていた。BMIも他の大学野球部 (23.2~24.0 kg/m<sup>2</sup>) を上回り、BMIの基準値18.5 ≤ BMI < 25.0を超えており、被験者のBMIは他の大学野球部より高い傾向を示した。また、体脂肪率も他の大学野球部 (12.9~15.6%) より高値を示した。

摂取前の栄養素摂取量は、3群すべてでアスリートのための栄養・食事ガイド<sup>6)</sup>の基準値に達していな

かった。コントロール群の摂取期12週変化量はエネルギー、たんぱく質、脂質において牛乳群と有意な差はみられなかったが、ソイプロテイン群と比較して有意に低値を示し、特に、たんぱく質摂取量は摂取前と比較して摂取期12週で減少していた。その原因は、たんぱく質源となる肉類、魚介類、卵類、豆類、乳類摂取量が摂取期12週で減少したためと考えられた。

ソイプロテイン群は、ソイプロテイン飲料に含有されている栄養素のうち、エネルギー、たんぱく質、脂質の摂取期12週変化量はコントロール群と比較して有意に高値を示し、摂取前より摂取期12週で増加した。ミネラルにおいてはナトリウム、カルシウム、リン、鉄、亜鉛、銅の摂取期12週変化量がコントロール群よりも有意に高値を示した。ビタミンにおいてはビタミンD、ビタミンE、ビタミンB<sub>1</sub>、葉酸および食物繊維の摂取期12週変化量がコントロール群、牛乳群よりも有意に高値を示した。ソイプロテイン群において、摂

表12 3期間における身体組成の比較

測定項目		摂取前		摂取期12週		摂取終了後6週		p値 <sup>†</sup>	摂取期12週-摂取前 (摂取期12週変化量)		p値 <sup>††</sup>	摂取終了後6週-摂取前 (摂取終了後変化量)		p値 <sup>††</sup>	
		平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD		平均値	SD		平均値	SD		
体重	kg	コントロール群	76.7 ± 10.9	73.8 ± 8.4	75.0 ± 8.7				-2.93 ± 3.72a				-1.74 ± 3.35		
		ソイプロテイン群	76.4 ± 6.5	76.0 ± 6.0	77.0 ± 6.8	0.008	-0.43 ± 1.96a	0.049	0.59 ± 2.29	0.058					
		牛乳群	74.3 ± 7.3	73.5 ± 6.2	74.7 ± 6.2		-0.82 ± 1.99a		0.34 ± 2.06						
		全体	75.8 ± 8.5	74.4 ± 7.0	75.5 ± 7.4		-1.39 ± 2.90		-0.27 ± 2.83						
BMI	kg/m <sup>2</sup>	コントロール群	24.9 ± 2.6	24.0 ± 1.7	24.4 ± 1.8				-0.94 ± 1.19				-0.54 ± 1.09		
		ソイプロテイン群	25.7 ± 1.6	25.5 ± 1.6	25.8 ± 1.8	0.341	-0.16 ± 0.62	0.059	0.08 ± 0.83	0.212					
		牛乳群	24.4 ± 1.7	24.1 ± 1.5	24.4 ± 1.6		-0.31 ± 0.58		-0.07 ± 0.78						
		全体	25.0 ± 2.1	24.6 ± 1.7	26.3 ± 9.6		-0.47 ± 0.91		-0.18 ± 0.95						
除脂肪量	kg	コントロール群	61.9 ± 7.2	62.1 ± 6.5	62.4 ± 6.3				0.21 ± 1.46				0.46 ± 1.48		
		ソイプロテイン群	62.6 ± 5.7	63.2 ± 5.5	63.5 ± 5.8	0.680	0.55 ± 1.34	0.796	0.92 ± 1.44	0.458					
		牛乳群	61.4 ± 3.8	61.8 ± 3.2	62.4 ± 3.8		0.44 ± 1.11		1.08 ± 0.92						
		全体	62.0 ± 5.7	62.4 ± 5.3	62.8 ± 5.5		0.40 ± 1.32		0.82 ± 1.33						
骨格筋量	kg	コントロール群	35.4 ± 4.2	35.5 ± 3.8	35.7 ± 3.8				0.09 ± 0.98				0.31 ± 0.96		
		ソイプロテイン群	35.9 ± 3.3	36.2 ± 3.2	36.5 ± 3.3	0.647	0.29 ± 0.87	0.772	0.57 ± 0.83	0.421					
		牛乳群	35.0 ± 2.2	35.4 ± 1.9	35.8 ± 2.2		0.32 ± 0.75		0.73 ± 0.55						
		全体	35.4 ± 3.4	35.7 ± 3.1	36.0 ± 3.2		0.23 ± 0.88		0.54 ± 0.82						
骨格筋率	%	コントロール群	46.3 ± 2.2	48.1 ± 1.8	47.7 ± 1.8				1.85 ± 1.10a				1.39 ± 1.15		
		ソイプロテイン群	47.0 ± 2.2	47.6 ± 2.3	47.4 ± 2.1	0.001	0.63 ± 0.60b	0.002	0.39 ± 0.98	0.063					
		牛乳群	47.3 ± 2.5	48.3 ± 2.6	48.0 ± 2.3		0.94 ± 0.76b		0.70 ± 1.06						
		全体	46.9 ± 2.3	48.0 ± 2.3	47.7 ± 2.1		1.14 ± 0.99		0.83 ± 1.14						
体脂肪量	kg	コントロール群	14.8 ± 5.0	11.7 ± 3.1	12.6 ± 3.4				-3.14 ± 2.57a				-2.19 ± 2.34		
		ソイプロテイン群	13.9 ± 3.3	12.8 ± 3.1	13.5 ± 3.1	0.154	-1.04 ± 1.22b	0.007	-0.40 ± 1.78	0.055					
		牛乳群	12.9 ± 4.2	11.7 ± 3.9	12.2 ± 3.6		-1.19 ± 1.19b		-0.68 ± 1.72						
		全体	13.9 ± 4.3	13.1 ± 7.7	12.8 ± 3.4		-1.79 ± 2.02		-1.09 ± 2.12						
体脂肪率	%	コントロール群	19.0 ± 3.9	15.7 ± 2.9	16.6 ± 3.0				-3.29 ± 2.08a				-2.33 ± 2.15		
		ソイプロテイン群	18.0 ± 3.9	16.8 ± 3.9	18.1 ± 4.3	0.008	-1.18 ± 1.05b	0.004	0.14 ± 3.30	0.054					
		牛乳群	17.1 ± 4.2	16.4 ± 4.9	16.2 ± 3.7		-0.73 ± 2.48b		-0.97 ± 1.88						
		全体	18.0 ± 4.1	16.3 ± 4.0	17.0 ± 3.8		-1.73 ± 2.26		-1.05 ± 2.71						

n = 42、<sup>†</sup>：二元配置反復測定分散分析、<sup>††</sup>：一元配置分散分析、異なるアルファベット間に Bonferroni の多重比較による有意差あり。

摂取期12週にエネルギー 714 kcal、たんぱく質29.4 g、脂質32.2 g、炭水化物75.7 gの増加がみられ、ソイプロテイン飲料に付加されている栄養素以上に摂取量が増加していた。微量栄養素においてもナトリウム、マグネシウム、リン、銅、ビタミンB<sub>1</sub>がソイプロテイン飲料の付加分以上に増加した。そこで、食品群別摂取量の摂取前と摂取期12週を比較すると、穀類309 g、豆類398 g、肉類17.4 g、魚介類26.4 gが増加しており、このうち、豆類、穀類摂取量の摂取期12週変化量は他の2群よりも有意に高値を示した。ソイプロテイン群の摂取前と摂取期12週の米飯摂取量を調査した結果、摂取前は576 ± 116 g、摂取期12週は897 ± 256 gであり、摂取期12週に321 ± 211 g増加した。米飯100 g当たりのエネルギー量は156 kcalであり、米飯321 gを摂取したことにより、エネルギーを501 kcal摂取していた。このエネルギー摂取量にソイプロテイン飲料400

mlのエネルギー 248 kcalを加えると749 kcalとなり、摂取期12週のエネルギー摂取量714 kcalの近似値となったことから、栄養素摂取量の増加は米飯摂取量増加によるところが大きいと考えられた。寮においては朝食、夕食時の米飯摂取量に制限はなく、自由摂取できることから、摂取期12週における穀類摂取量の有意な増加は、寮食の米飯摂取量の増加が一因として挙げられた。また、脂質摂取量はソイプロテイン飲料付加、米飯摂取以外での増加がみられた。食品群別摂取量において、肉類と魚介類が摂取期12週において増加していた。肉類や魚介類はたんぱく質の供給源となる食品であるが、脂質も豊富に含んでいる。このことから、肉類、魚介類の摂取量増加がソイプロテイン群の脂質摂取量増加の一因として考えられた。ソイプロテイン群の食事量が増加した要因として、摂取終了後6週は摂取前の量に戻っていたことから、ソイプロテイン飲

料摂取により食事摂取量が増加した可能性が示唆された。Nakatoらによると、動物研究において大豆たんぱく質の主要構成成分の一つであるβ-コングリシニンの酵素消化物が食欲促進作用のあるグレリンに作用し、グレリンシグナルを増強することで食事摂取量を増加させることが報告されている<sup>23)</sup>。ソイプロテイン飲料中の大豆たんぱく質はすべて大豆由来のたんぱく質であり、100 ml中に5.8 g含まれている。大豆たんぱく質はβ-コングリシニン、グリシニン、リン脂質で構成されており、構成割合は23%、46%、31%である<sup>24)</sup>ことから、5.8 gの大豆たんぱく質にはβ-コングリシニン1.33 g、グリシニン2.67 g、リン脂質1.80 gが含まれていると考えられた。β-コングリシニンは3つの異なるサブユニットで構成されており(a、a'、β)<sup>25)</sup>、β-コングリシニンの酵素消化物はa-サブユニットに存在している<sup>23)</sup>。a-サブユニットに存在する酵素消化物をYoshinoら<sup>26)</sup>の報告を元に計算した結果、ソイプロテイン飲料100 ml中に8~24 mgの酵素消化物が生成されていた可能性が考えられた。しかし、これまでβ-コングリシニンの酵素消化物とヒトの食欲の関係について検証したという報告はない。本研究においては被験者の食欲増進の有無を検証していないため、ソイプロテイン群の食事摂取量の増加が酵素消化物による食欲増進効果であるのかは明らかにならなかった。ヒトにおける大豆と食欲の関係についてはこれからの研究が期待される。

ソイプロテイン群の摂取期12週はエネルギー、たんぱく質、脂質、ビタミンB<sub>1</sub>、マグネシウム、鉄の基準値を満たすことができたが、カルシウムは基準値の68%、ビタミンB<sub>2</sub>は59%、レチノール当量、ビタミンCは基準値の40%以下であった。アスリートは日々の食事に対する意識を高めなければ、基準値を満たすことは困難であると考えられる。カルシウムにおいてはソイプロテイン飲料を摂取しても基準値を大きく下回っていたことから、日常的に意識して摂取することが重要である。また、ソイプロテイン飲料中にはビタミンCが含有されておらず、ソイプロテイン群の摂取期12週のビタミンC摂取量は75±26 mgであり、基準値(230 mg)を大きく下回っていた。ビタミンCは植物性食品に含まれる非ヘム鉄の吸収率を上昇させることが知られており<sup>27)</sup>、ビタミンC欠乏は筋肉の萎縮や身体能力の低下を引き起こす<sup>28)</sup>ため、アスリートにおいてビタミンC摂取量を充足することは重要である。以上の結果より、ソイプロテイン群は、コントロール群や牛乳群と比較してエネルギー摂取量の増加とともにたんぱく質やエネルギー代謝に必要なビタミンB<sub>1</sub>、鉄の摂取量を増やし、基準値を満たすことができた。しかし、試料中に含有されているエネルギー、栄養素以上に増加がみられた要因がソイプロテイン飲料摂取による食事摂取量の増加か否かは今後検証が必

要となる。基準値を大きく下回っていたカルシウム、ビタミンCは日常的に意識して食事から摂取する必要がある。

牛乳群において、エネルギー、たんぱく質、脂質、炭水化物の摂取期12週変化量はコントロール群と比較して有意な差はみられなかったが、摂取前と比較して摂取期12週に増加した。微量栄養素においては、ナトリウム、カリウム、カルシウム、リン、レチノール当量は摂取期12週変化量でコントロール群よりも有意に高値を示したが、それ以外の栄養素において有意な変化はみられなかった。アスリートのための食事摂取基準値と比較した結果、脂質は基準値を満たし、エネルギー、たんぱく質、マグネシウムは基準値を満たすには至らなかったが、近づけることができた。食品群別摂取量は牛乳摂取に伴い乳類摂取量は摂取期12週変化量が有意に高値を示した。Matsumotoら<sup>29)</sup>は牛乳摂取量が多い女子中学生は栄養素摂取量が適切な生徒が多いと報告し、本研究においても、牛乳付加により、栄養素摂取量を基準値に近づけることができた。しかし、カルシウムは基準値の64%、鉄は55%、ビタミンB<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>は70%、レチノール当量は42%、ビタミンCは33%であった。牛乳を1日400 ml摂取しても、エネルギー代謝に必要なビタミンB<sub>1</sub>や鉄は基準値を満たしていなかったことから、牛乳群においてはこれらの栄養素を食事から摂取する必要がある。

血液検査結果について、TP、Alb、A/G比を3群間で比較した結果、栄養状態に差はみられず、3群すべて介入期間中の栄養状態は摂取前と変わらなかった。摂取期12週においてソイプロテイン群はFeやRBC、Hb、Htに基準値範囲内ではあるが低下がみられた。ソイプロテイン群の鉄摂取量は、摂取前9.1±1.9 mg、摂取期12週17.3±1.4 mgであり、摂取期12週に8.2 mg増加した。しかし、Feにおいて摂取期12週変化量に有意差はみられず、摂取前と比較して基準値の範囲内で低下の傾向を示した。大豆には一般的にフィチン酸が約2%含有され<sup>30)</sup>、ソイプロテイン飲料中のフィチン酸含量は134 mg/100 mlと推計されており、1日400 mlのソイプロテイン飲料を摂取することで536 mgのフィチン酸を摂取していると考えられた。本研究において、食事からのフィチン酸摂取量は測定できなかったが、岡崎らの報告によると日本人の1日当たりのフィチン酸摂取量は750 mg以上であると推定されており<sup>31)</sup>、ソイプロテイン飲料を摂取することで通常よりも約1.7倍のフィチン酸を摂取していると考えられた。フィチン酸は、金属と結合しやすい形態にするキレート作用により、錯体を形成して腸からの鉄や亜鉛の吸収を阻害することが報告されている<sup>32)</sup>。一方、ビタミンCは食品中の三価鉄(Fe<sup>3+</sup>)を二価鉄(Fe<sup>2+</sup>)に還元するため、鉄の吸収を促進させるだけでなく、フィチン酸による鉄吸収阻害を抑制するこ

とも報告されている<sup>33)</sup>。今回試験に用いたソイプロテイン飲料には鉄分が豊富に含有されていたが、フィチン酸の影響により鉄吸収が抑制され、血清鉄が増加しなかったと考えられた。血清鉄への影響をより詳細に検討するためには、ソイプロテイン飲料や食事内のフィチン酸を評価・コントロールできる研究デザインが必要である。

身体組成について、コントロール群の体重は摂取期12週に $2.93 \pm 3.72$  kg減少した。骨格筋量と体脂肪量の変化を確認した結果、体脂肪量は有意に減少したが骨格筋量は維持されていた。栄養素摂取量において、摂取期12週のエネルギー摂取量は基準値を満たしておらず基準値の77%しか摂取できていなかった。トレーニングで消費されるエネルギーを食事から供給することができず、体脂肪を分解しエネルギー供給を行ったことで体重が減少した<sup>34)</sup>と考えられ、このことが骨格筋率の増加、体脂肪率の減少に繋がったと考えられた。一方、ソイプロテイン群、牛乳群は摂取期12週における体重、体脂肪量に変化はみられなかった。ソイプロテイン飲料あるいは牛乳を付加し摂取前と比較して栄養状態が改善したことにより、トレーニングにより消費されるエネルギー、エネルギー代謝に必要なビタミンを食事から供給できたため、体重減少、体脂肪量の減少に繋がらなかったと考えられた。このことから、ソイプロテイン飲料や牛乳は意図しない体重減少を予防することができる可能性が考えられた。ソイプロテイン飲料、牛乳が身体組成へ及ぼす影響について明らかにするためには、長期間投与の影響を確認する必要があると考える。

本研究にはいくつかの限界点がある。1つ目、体組成の測定は、体水分量の変化の影響を少なくするために、朝食摂取前の測定が望ましいが、被験者への負担を考慮した結果、朝食摂取前に身体測定を実施することはできなかった。今後は、朝食摂取前の体組成測定が実施できる体制を整え、さらに大学硬式野球の競技力向上に資する研究デザインを検討する必要がある。2つ目、今回の被験者は入寮生であり、朝夕に決められた食事が提供されていた。米飯の摂取量は自由に決められるが、主菜、副菜の量は全員同じであったことから、3日間すべて自由喫食の野球部員を対象とした場合、主菜、副菜の量に制限がなくなるため、異なる結果が得られる可能性がある。今後は自由喫食の大学生アスリートを対象に研究を実施し、本研究結果の汎用性を検討する必要がある。

## V 結論

摂取前の3群間は、栄養素摂取量が基準値を満たしていなかった。ソイプロテイン群は、摂取期12週にコントロール群や牛乳群と比較してエネルギー、たんぱ

く質、ビタミンB<sub>1</sub>、鉄の摂取量が増加し、基準値を満たした。また食事摂取量も増加したが、ソイプロテイン飲料に起因するものか否かは今後検証が必要であると考えられる。鉄摂取量が有意に増加したにもかかわらず、血清鉄に変化がみられなかった。今後フィチン酸と鉄吸収の関連について検討が必要である。身体組成において、コントロール群は摂取期12週に体脂肪量の減少とともに体重が減少した。ソイプロテイン群、牛乳群は必要なエネルギー量、ビタミンが供給されたことで体脂肪の分解抑制に繋がったと考えられ、ソイプロテイン飲料や牛乳は意図しない体重減少を予防することができる可能性が考えられた。

## 謝辞

本研究を行うにあたりご協力いただいたK大学硬式野球部の被験者の皆様に厚く御礼申し上げます。

## 利益相反

本研究は不二製油（株）より研究助成金ならびに試験食品の提供を受け、実施した。

不二製油（株）は試験食品の製造、成分の分析、安定性の確認後に試験食品を提供した。

## 文献

- 1) 鈴木志保子: スポーツ栄養マネジメントの構築, 栄養学雑誌, 70, 275-282 (2012)
- 2) 岩見百江, 下岡理英, 山田紀子: 大学スポーツ選手に対する栄養管理—行動科学理論を用いた検討—, 岐阜市立短期女子大学研究紀要, 62, 67-70 (2013)
- 3) 砂見綾香, 鈴木良雄, 安田 純, 他: 大学生アスリートにおける10食品群の摂取頻度と食物摂取重量との関連, 日本食育学会誌, 11, 3-11 (2017)
- 4) 亀井明子, 川原 貴: アスリートの栄養管理について—国立スポーツ科学センターの場合—, JAPANESE JOURNAL of ELITE SPORTS SUPPORT, 8, 41-52 (2016)
- 5) 中村文香, 七尾由美子, 春名 亮, 他: 大学スポーツ選手の食行動変容ステージに影響を及ぼす要因と食生活の実態, 日本食育学会誌, 12, 125-134 (2018)
- 6) 小林修平, 樋口 満: アスリートのための栄養・食事ガイド, 11-20 (2014), 第一出版, 東京
- 7) Hinton, P.S., Sanford, T.C., Davidson, M.M., et al.: Nutrient Intakes and Dietary Behaviors of Male and Female Collegiate Athletes, *Int. J. Sport. Nutr. Exerc. Metab.*, 14, 389-405 (2004)
- 8) 角谷雄哉, 上嶋 繁, 川西正子, 他: 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, 413-423 (2013)



- 9) 崎山栄子, 白石美恵, 山本亜衣, 他: アスリートの食事基準値と比較した九州共立大学野球部男子寮生の食事の実態と改善策, 九州女子大学研究紀要, 56, 129-138 (2020)
- 10) 二川 健, 橋本理恵, 中尾玲子, 他: 坐骨神経切除による筋萎縮に対する大豆たん白質とホエイたん白質の相加効果, 大豆たん白質研究, 20, 8-12 (2017)
- 11) Abe, T., Kohno, S., Yama, T. et al.: Soy Glycinin Contains a Functional Inhibitory Sequence against Muscle-Atrophy-Associated Ubiquitin Ligase Cbl-b, *Int. J. Endocrinol.*, 1-11 (2013)
- 12) Hashimoto, R., Sakai, A., Murayama, M. et al.: Effects of dietary soy protein on skeletal muscle volume and strength in humans with various physical activities, *J. Med. Invest.*, 62, 177-183 (2015)
- 13) 藪田 望, 松本範子: 期分けにおける栄養教育の有無が大学スポーツ選手の身体組成やエネルギーと各種栄養素摂取量に与える影響, 日本スポーツ栄養研究誌, 12, 52-67 (2019)
- 14) 井上なぎさ, 小清水孝子, 田畑昭秀, 他: プロテインサプリメントが自転車競技アスリートのトレーニング効果に与える影響, 日本スポーツ栄養研究誌, 6, 18-27 (2013)
- 15) 保井智香子, 福田典子, 中村富子: 社会人女子ラクロス選手の身体組成・栄養素等摂取量と運動能力との関連, 日本スポーツ栄養研究誌, 15, 42-53 (2022)
- 16) 岡本 香, 村田浩子, 西山英子, 他: 男性持久系競技者を対象とした食事記録法の栄養評価における食品重量見積もり誤差の特徴, 栄養学雑誌, 77, 154-166 (2019)
- 17) Lee, S.Y., Ahn, S., Kim, Y.J., et al.: Comparison between Dual-Energy X-ray Absorptiometry and Bioelectrical Impedance Analyses for Accuracy in Measuring Whole Body Muscle Mass and Appendicular Skeletal Muscle Mass, *Nutrients*, 10, 738 (2018)
- 18) Hurt, R.T., Ebbert, J.O., Croghan, I., et al.: The Comparison of Segmental Multifrequency Bioelectrical Impedance Analysis and Dual-Energy X-ray Absorptiometry for Estimating Fat Free Mass and Percentage Body Fat in an Ambulatory Population, *JPEN. Parenteral. Enteral. Nutrition.*, 45, 1231-1238 (2020)
- 19) 河井克正, 澤田孝二: 大学野球選手のポジション別に見た身体特性—硬式野球部員の身長・体重・BMI・投打の特性の分析—, 山梨学院短期大学研究紀要, 36, 27-36 (2016)
- 20) 村松愛梨奈, 乙木幸道, 井川正治: 部位別生体電気インピーダンス法を用いた大学競技の身体組成の検討—異なる競技特性に注目して—, 日本体育大学スポーツ科学研究, 1, 28-35 (2012)
- 21) 勝亦陽一, 長谷川伸, 川上泰雄, 他: 投球速度と筋力および筋量の関係, スポーツ科学研究, 3, 1-7 (2006)
- 22) 長谷川伸, 船津京太郎: 野球投手の身体における深層筋と浅層筋の形態的特性, 九州共立大学研究紀要, 6, 57-62 (2015)
- 23) Nakato, J., Aoki, H., Iwakura, H., et al.: Soy-ghrelin, a novel ghrelin-releasing peptide derived from soy protein, *FEBS. Lett.*, 590, 2681-2689 (2016)
- 24) Samoto, M., Maebuchi, M., Miyazaki, C., et al.: Abundant proteins associated with lecithin in soy protein isolate, *Food Chem.*, 102, 317-322 (2007)
- 25) Yoshino, M., Kanazawa, A., Tsutsumi, K., et al.: Structure and characterization of the gene encoding  $\alpha$  subunit of soybean  $\beta$ -conglycinin, *Genes. Genet. Syst.*, 76, 99-105 (2001)
- 26) Yoshino, M., Kanazawa, A., Tsutsumi, K., et al.: Structural variation around the gene encoding the  $\alpha$  subunit of soybean  $\beta$ -conglycinin and correlation with the expression of the  $\alpha$  subunit, *Breeding. Sci.*, 52, 285-292 (2002)
- 27) Beard, J., Tobin, B.: Iron status and exercise, *Am. J. Clin. Nutr.*, 72, 594-597 (2000)
- 28) Takisawa, S., Funakoshi, T., Yatsu, T.: Vitamin C deficiency causes muscle atrophy and a deterioration in physical performance, *Sci. Rep.*, 9, 4702 (2019)
- 29) Matsumoto, M., Hatamoto, Y., Sakamoto, A., et al.: The Association between Milk Intake and Nutrient Intake Adequacy among Japanese Female Junior High School Students: A Cross-Sectional Study, *Nutrients*, 13, 2838 (2021)
- 30) 岡崎由佳子, 片山徹之: 大豆ホエーおよびその分画物の抗酸化作用, 日本家政学会誌, 55, 957-965 (2004)
- 31) 岡崎由佳子, 片山徹之: フィチン酸の栄養的再評価—ミオイノシトールとの共通性を中心に—, 日本栄養・食糧学会誌, 58, 151-156 (2005)
- 32) 小林ゆき子, 木戸康博, 中坊幸弘: 鉄欠乏性貧血ラットの回復期における食事たんぱく質およびペプチドの影響, 栄養学雑誌, 65, 165-171 (2007)
- 33) 山本憲朗, 石神昭人: 生体における鉄の吸収動態とビタミンCの関係, ビタミン, 88, 297-304 (2014)
- 34) 堀尾 強, 河村洋二郎: 体脂肪率の変動に及ぼす栄養摂取と運動の影響, 人間工学, 34, 143-150 (1998)

(受付日: 2022年3月10日)  
(採択日: 2023年3月8日)

Original Article

# Effects of nutrient-enriched soy protein intake on the nutritional status in male university baseball players - verification of nutrient intake, blood test data and body composition -

Tamaki SHINTOMI <sup>\*1</sup>, Ai YAMAMOTO <sup>\*1</sup>, Yuki SHIOTA <sup>\*1</sup>, Yasutaka TATSUMI <sup>\*2</sup>,  
Kazuhide SAWADA <sup>\*3</sup>, Shin HASEGAWA <sup>\*2</sup>, Yukito HIGUCHI <sup>\*2</sup>, Mitsutaka KOHNO <sup>\*1</sup>,  
Yuichi YUZAWA <sup>\*4</sup>, Kyotaro FUNATSU <sup>\*2</sup>, Miki TOMOE <sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> Department of Nutrition, Faculty of Home Economics, Kyushu Women's University

<sup>\*2</sup> Faculty of Sports Science, Kyushu Kyoritsu University

<sup>\*3</sup> Department of Economics and Management, Faculty of Economics, Kyushu Kyoritsu University

<sup>\*4</sup> FUJI OIL CO., LTD.

---

## ABSTRACT

### **【Aim】**

We investigated the effects of intake of a soy protein beverage on the nutrient intake status, blood test results, and body composition in baseball players of K University.

### **【Methods】**

The subjects were divided into three groups, namely, the control, soy protein, and milk groups, and the study endpoints measured before, after 6 weeks of intake (blood test only) and after 12 weeks of intake of the soy protein beverage, and at the end of an additional 6-week observation period after 12 weeks of intake were compared. Dietary surveys and physical measurements were carried out at three time-points, while blood tests were conducted at all the four time-points.

### **【Results】**

The results revealed increases in the energy and nutrient intakes in excess of the amounts contained in the soy protein beverage in the soy protein group. In the milk group, increase of the nutrient intake was observed, but only corresponding to the amounts of nutrients added to the milk. In regard to the type of foods consumed, intake of grains increased significantly only in the soy protein group during the 12-week beverage intake period. Also, significant increase in iron intake was observed in the soy protein group, but the blood test results revealed no changes in the serum iron levels.

### **【Conclusion】**

During the 12-week soy protein beverage intake period, the reference values for daily intake were satisfied for more nutrients in the soy protein group as compared with the control and milk groups. In addition, the soy protein group also showed increase in the food intake, but further study is needed to verify if this was a result of the soy protein beverage intake or not. While there was a significant increase in the iron intake in the soy protein group, no changes in the serum iron levels were observed in this group. It appears that the soy protein group and milk group received the required amounts of energy and vitamins, and that this was linked to the suppression of body fat breakdown.

**Keywords:** athletes, soy protein, nutrient intake, food group intake, blood characteristics