

2025 年度 修士論文

競技者の食事記録に対する栄養士の栄養分析値における

個人内及び個人間誤差とその要因の検討

Examination of Intra- and Inter-Rater Variability and Its Factors in Nutritional Analysis of

Athletes' Dietary Records by Dietitians

十文字学園女子大学大学院

人間生活学研究科食物栄養学専攻（修士課程）

修士学位申請者 24MA005 森近なぎさ

指導教員 村田浩子 教授

副指導教員 井上久美子 教授

副指導教員 岡本節子 教授

目次

I. 緒言	2
II. 方法	5
III. 結果	11
IV. 考察	26
V. 結論	30
謝辞	32
参考文献	33

## I, 緒言

競技者のパフォーマンス向上と健康管理において、個々の体格や競技特性、ライフスタイルに応じた個別の栄養管理は不可欠な要素である。こうした個別対応の栄養管理は、生化学的指標の改善、疲労軽減、睡眠の質向上<sup>1)</sup>、体脂肪率の減少や除脂肪体重の増加<sup>2)3)</sup>、パフォーマンスの向上<sup>4)</sup>などに寄与することが報告されている。これらの知見は、競技者が適切な栄養管理を受けることで、身体組成およびパフォーマンスの有意な改善が期待できることを示しており、個別対応の栄養管理の重要性を示唆している。競技者のエネルギー及び栄養素摂取必要量は、競技種目の特性並びにトレーニング期・試合期・オフ期といった時期要因に応じて変動する<sup>5)</sup>ため、これらに応じた食事のタイミング、内容の正確な評価は、栄養管理の基礎となる要素である。

競技者に栄養管理を行う際には、競技者の特性を十分に把握する必要がある。この過程を栄養アセスメントといい、栄養管理のファーストステップとして位置づけられる<sup>6)</sup>。栄養アセスメントは、現状把握と課題・問題点の抽出を指し、目的に沿った現状把握をするために必要な項目や方法を選択し実施する<sup>7)</sup>。主な項目は、身体計測、生理・生化学検査、臨床診査、食事調査、エネルギー消費量の推定、パフォーマンスの評価などである<sup>6)</sup>。栄養アセスメントでは、複数の指標を用いて栄養状態を評価するが、食事摂取状況は、食事調査によってのみ直接的に評価することができるため、競技者に対し個別の栄養管理を実施する上で、食事調査の実施が不可欠である。

食事調査には様々な方法があり、それぞれ長所と短所が存在する。日本人の食事摂取基準(2020年版)には、食事調査によって得られる摂取量には必ず測定誤差が伴う。このため、

実施する食事調査について、より高い調査精度を確保するため、調査方法の標準化や精度管理に十分配慮するとともに、食事調査の測定誤差の種類とその特徴、程度を知ることが重要であると明記されている<sup>8)</sup>。そのため、調査の目的や選手の負担を考慮した上で、適切な方法を選択する必要がある<sup>9)</sup>。代表的な調査法として、食物摂取頻度調査法 (Food Frequency Questionnaire: FFQ)、24 時間思い出し法、食事記録法などが挙げられる。食物摂取頻度調査法は、数十～百数十項目の食品の摂取頻度を質問票を用いて尋ねる方法であり、対象者一人あたりのコストが安く、データ処理に要する時間と労力が少ない点が長所として挙げられる<sup>8)</sup>。食品成分表は 5 年ごとに全面改訂されるため<sup>10)</sup>、既存 FFQ に基づく栄養素摂取量の推定値は、新成分表への対応状況を考慮して解釈する必要があり、妥当性を再検討することが求められる。加えて、食品項目数の多い調査票では、食事記録より過大評価になる傾向があり<sup>11)</sup>、反対に、食品項目の少ない調査票では、食事記録より過小評価になる傾向があること<sup>12)</sup>が報告されている。近年、日本人アスリートを対象とした競技者用食物摂取頻度調査 (Food Frequency Questionnaire for Japanese Athletes : FFQJA) が開発され、その妥当性および再現性が検証されている<sup>13)</sup>。しかし、一般的な FFQ や FFQJA は摂取食品の種類や頻度、習慣の把握には有用であるものの、食事の摂取時刻やタイミングといった時間的要素を十分に評価することは困難である。さらに、24 時間思い出し法は、前日の食事または調査時点からさかのぼって 24 時間分の食物摂取を、調査員が対象者に問診する方法であり、対象者の負担が小さいことが長所として挙げられる。一方で、対象者の記憶に依存することに加え、熟練の調査員が必要であるという短所がある<sup>8)</sup>。これらに対し、食事記録法は摂取した食品の種類、量、調理法や時刻などを詳細に把握し得る調査方法である。食事記録法に

は秤量法と目安量法がある。秤量法は、摂取した食品の重量を計り記録していく方法であり、目安量法は、目安量を記録していく方法である。どちらも対象者が摂取した食品に加え調理法や摂取時刻等を詳細に記録できるため、競技者が「何を・いつ・どのように・どのくらい」摂取したか食事摂取のタイミングがパフォーマンスへ及ぼす影響を分析する上で有用である。食事記録法は、食物の摂取時点で調査票に記録するため、対象者の記憶に依存しないという長所があり、ゴールドスタンダードとして扱われることが多く<sup>14)</sup>、スポーツ栄養学の研究や実践現場で最も一般的に使われている方法である<sup>15)</sup>。一方で、詳細な記録を求められる対象者の負担が大きく、また栄養士にとっても、食品番号の選択や重量の見積もりに加え、栄養価計算ソフトを用いたコンピューター入力に手間がかかるという特徴がある<sup>14)</sup>。近年、スマートフォンやデジタルカメラの普及に伴い、食事記録法と写真記録法の併用が活用されている<sup>16)17)</sup>。写真記録法は、摂取した食事を撮影し、その画像から食品の種類や量を推定する方法であり、客観的情報の取得を可能にするため目安量法での食事記録法に伴う推定誤差を補うことができる<sup>18)</sup>。

しかし、食事記録法において栄養士による推定栄養素摂取量算出時にも、評価者間誤差が報告されている<sup>19)20)21)</sup>。一方で、同一栄養士が別日などの異なる条件下で同一記録を評価した場合に生じ得る個人内誤差についての研究は見当たらない。評価者自身の熟練度やコンディション、解析環境によって栄養分析値が変動する可能性は、データの信頼性を問われる要因であるにもかかわらず、十分に検討されていない。これらの評価誤差は、栄養士間で評価結果の不一致を生じさせ、適切な栄養評価および栄養指導の実施に影響を及ぼす可能性がある。そのため、栄養士は、食事記録法によって得られる栄養分析値が推定値であり、

一定の誤差を含むことを十分に理解した上で、評価結果を適切に解釈し、根拠に基づいた栄養指導を行うことが求められる。

そこで本研究は、競技者に対する食事記録法における栄養評価者の個人内および個人間生じる評価誤差を検討することを目的とする。

## II. 方法

### 1. 対象者

対象者は、栄養アセスメント業務に携わる管理栄養士、栄養士（以下、栄養士）の計 28 名であった。選定条件は、栄養士として日常的に栄養指導及び栄養アセスメントを業務の中で行っている者、食事調査を実施した経験がある者、65 歳以下の者の 3 つの条件を全て満たす者とした。除外条件は、栄養士として栄養指導及び栄養アセスメントの業務経験がない者、食事調査を実施した経験がない者、65 歳以上の者、色覚障害を持つ者のいずれかの条件に該当する者とした。年齢制限を設けた理由は、高齢になると老眼などの視覚的な問題が生じる可能性があり、正確な栄養分析が難しくなる可能性があるためと判断したためである。また、写真記録から正確な情報を得るために、色覚異常のある者も除外対象とした。研究実施者は、既存の知り合いの栄養士および関係者に調査協力を依頼し、これらの紹介を通じて対象者をリクルートする機縁法により募集を行い、研究の主旨、方法、個人情報の取り扱い、成果の公表、任意の参加及び研究に参加しないことで不利益が生じないこと等について記載した説明文書と研究同意書を口頭で説明し、書面にて研究参加への同意を得た。1 回目の栄養分析実施日に、競技者が作成した写真記録と食事記録に加え、競技者の選手情報を直接

渡し栄養分析を依頼した。なお、栄養分析は、各対象者のスケジュールに配慮し、十文字学園女子大学内の教室、または研究実施者が対象者の活動拠点もしくは就業場所へ赴いて実施した。本研究実施前に食事記録法による食事調査の訓練等を行わず、食品番号の選択方法についても事前指導は実施しなかった。

## 2. 倫理的配慮

本研究では、取得したデータは全て仮名加工を行った。結果返却に際し、対象者ごとにデータを判別できる必要があるため、3回の分析データに仮名加工を施した。結果返却までは仮名加工情報を個人情報と紐づける対応表は、研究責任者のみが扱うこととした。結果返却後、対応表は直ちに破棄する。研究実施者および研究協力者は仮名加工情報のみを扱うこととした。本研究は十文字学園女子大学の「人を対象とする研究に関する倫理審査委員会」の承認（承認番号 JEC 2024029）を得て実施し、仮名加工情報の取り扱いについては対象者に口頭で説明を実施した。

## 3. モデル献立の作成

競技者の一般的な食事を再現するため、研究室に蓄積された食事調査データベースより競技者の食事記録を抽出し、1日分のモデル献立（朝食、昼食、補食2回、夕食）を作成した（表1）。モデル献立作成において使用する食品は、日本食品成分表2024（八訂）<sup>22)</sup>（以下、食品成分表）に記載されている食品番号として選択可能なもののうち、調理損失を考慮し、摂取時の状態にできる限り近い食品を選定し、その食品重量を基準重量とした。競技者

の食事の特徴として、糖質由来のエネルギー摂取量が多いこと、練習前後のタイミングで計画的な補食を摂取する習慣があることなどが挙げられる<sup>22)</sup>。これらの特徴を反映した内容とした。食品成分表に準拠したスマート栄養計算 Ver9.1（医歯薬出版社）を用いエネルギー及び栄養素等摂取量の算出を行い、その結果を基準値とした。モデル献立の栄養評価項目は、エネルギー、たんぱく質、脂質、炭水化物、カルシウム、鉄、レチノール活性当量、ビタミン B<sub>1</sub>、ビタミン B<sub>2</sub>、ビタミン C とした。基準値は、エネルギー3233kcal、たんぱく質 119.3g、脂質 65.2g、炭水化物 503.3g、カルシウム 804mg、鉄 10.6mg、レチノール活性当量 1305  $\mu$ gRAE、ビタミン B<sub>1</sub> 2.21mg、ビタミン B<sub>2</sub> 1.97mg、ビタミン C 286mg とした。

#### 4. 食事記録の作成

食事記録作成のため、1名の競技者に協力を依頼した。競技者は21歳の女性で、競技種目はローイングであった。所属チームは競技力が高く、全日本学生選手権では近年、優勝または上位入賞の成績を収めており、十分な栄養サポートが行われていた。そのため、本競技者も食事管理ができ、食への関心が高い選手であった。

食事記録作成の手順は以下の通りである。研究実施者がモデル献立をもとに2食分の食事を調理し、1食は競技者が写真撮影後に喫食し食事記録を作成した。食事記録には、料理名、食品名、および食品重量（目安量）を記録するように依頼した（図1）。写真を撮影する際、食器の大きさ等が把握できるように、15 cm の定規を一緒に写すことに加えて全ての食器が写るように競技者に指示した。（図2）。もう1食は、食品分析会社（埼玉県食品衛

生協会検査センター)に依頼し、化学分析を実施した。

## 5. 化学分析の実施

研究実施者がモデル献立をもとに2食分の食事を調理し、1食を食品分析会社(埼玉県食品衛生協会検査センター)に化学分析を依頼した。化学分析項目は、栄養評価項目と同様にエネルギー、たんぱく質、脂質、炭水化物、カルシウム、鉄、レチノール活性当量、ビタミンB<sub>1</sub>、ビタミンB<sub>2</sub>、ビタミンCとした。各栄養素は以下の試験方法により算出された。エネルギーはエネルギー換算係数を用いて算出された。たんぱく質はケルダール法により測定し、窒素量に換算係数6.25を乗じて算出された。脂質は酸分解法により測定された。炭水化物は、100から水分、たんぱく質、脂質および灰分の合計値を差し引く方法により算出された。食物繊維総量は酸素一重量法により測定された。カルシウムおよび鉄はICP発光分光分析法を用いて定量された。レチノール活性当量は、レチノールおよびβカロテン当量から算出された。ビタミンB<sub>1</sub>、ビタミンB<sub>2</sub>ならびにビタミンCは、高速液体クロマトグラフ法により測定された。

## 6. 栄養素等摂取量の算出

本研究では、写真記録、食事記録、対象者の選手情報の3点を食事調査票として用いた。対象者は、食事調査票から摂取した食品名および食品重量を推定し、栄養分析用紙に記入した。その後、前述の栄養計算ソフトに料理名、食品番号、食品重量を入力し、推定栄養摂取量を算出した。栄養分析の条件を統一するため、分析に使用する書籍は、「食品成分表」<sup>23)</sup>

および「調理のためのベーシックデータ第6版（女子栄養大学出版部）」<sup>24)</sup>の2種類に限定した。これらに加えて、多くの栄養士が栄養分析の際に活用しているオンラインサイトである「食品のカロリー グラムのわかる写真館」(<https://eiyoukeisan.com/calorie/gramphoto/>)<sup>25)</sup>も使用媒体として採用した。本研究では、これら3種類の資料に限定して栄養分析を実施することで、条件の統一と分析の標準化を図った。

食品番号は指定せず、各対象者には各自が日常的に実施している方法に従って栄養分析を行うよう指示した。また、一連の作業に際して制限時間は設けなかった。栄養分析は、約6週間の間隔<sup>26)</sup>で同一手順により3回実施した。作業終了後、食事調査票と記入した栄養分析用紙は研究実施者が回収した。また、電子データについても対象者が持ち帰ることができないように管理し、研究用パソコン内にのみ保存した。

## 7. 業務経験に関するアンケート調査

対象者の年齢、性別、現在の職場の種類及び業務経験年数について自記式アンケートを実施した。業務経験は、栄養士としての総経験年数、日常業務の中での栄養指導及び栄養アセスメント実施の有無、スポーツ栄養マネジメントの実施の有無、スポーツ競技者に対する食事・栄養管理の総経験年数の4項目を調査した。

## 8. 統計分析

統計ソフト SPSS ver.26（日本 IBM 株式会社）で分析し、有意水準は5%未満とした。各データの正規性は Shapiro-Wilk 検定を用いて確認し、正規性の分布を確認できるデータ

はパラメトリック検定、非正規分布を示すデータはノンパラメトリック検定を用いた。栄養分析値の個人間及び個人内誤差を検討するため、変動係数 (coefficient of variation: CV) を算出した。変動係数は平均値に対する相対的なばらつきを示す指標である。栄養分析値の変動には誤差が反映されることから、本研究では変動係数 (CV) を誤差を検討する際の指標として用いることとした。個人間変動は栄養士間の栄養分析値のばらつき、個人内変動は同一栄養士による 3 回の栄養分析値のばらつきから算出した。この際、正規分布に従わないデータに対しては、対数変換を行って正規分布に近づけたうえで CV を算出したが、変換前後で CV に大きな差は認められなかったため、変換前の値で示すこととした。さらに、評価誤差の要因を明らかにするため、分析回数ごとに各栄養士が選択した食品番号を整理し、モデル献立において基準とした食品番号との一致状況を確認した。さらに、エネルギー産生栄養素については、エネルギー基準値に対して占める割合の大きい食品を抽出し、それらの食品における見積もり重量および食品番号の選択傾向を検討した。なお、エネルギー基準値に対する割合は以下の式により算出した。

$$\text{エネルギー基準値に対する割合 (\%)} = (\text{各栄養素のエネルギー量} / \text{全体のエネルギー量}) \times 100$$

そして、基準値と見積もり重量との誤差については、分析回数の増加に伴う傾向を検討するため Jonckheere-Terpstra 検定を用いて解析した。

### Ⅲ. 結果

#### 1. 対象者特性

対象者特性を表 2 に示した。対象者は計 28 名（男性 1 名、女性 27 名）であった。年齢の中央値（四分位範囲）は 26（25-29）歳であり、実務経験年数の中央値（四分位範囲）は 4（2-7）年であった。食事記録法における栄養評価の業務の習熟度は多岐にわたっていた。所属先の内訳は、大学教員 12 名、介護保険施設 5 名、病院 4 名、保育園 3 名、その他 4 名であった。

#### 2. 化学分析値と基準値と栄養分析値の比較

化学分析値と基準値と栄養分析値の比較を表 3 に示した。同一の献立により作成された食事において、化学分析値、基準値、栄養分析値それぞれで差がみられた。基準値は、エネルギー 3233kcal、たんぱく質 119.3g、脂質 65.2g、炭水化物 503.3g、カルシウム 804mg、鉄 10.6mg、レチノール活性当量 1305  $\mu$ gRAE、ビタミン B<sub>1</sub> 2.21mg、ビタミン B<sub>2</sub> 1.97mg、ビタミン C 286mg であった。化学分析値は、エネルギー 3110kcal、たんぱく質 161.6g、脂質 77.7g、炭水化物 462.9g、カルシウム 1056mg、鉄 15.5mg、レチノール活性当量 1181  $\mu$ gRAE、ビタミン B<sub>1</sub> 2.80mg、ビタミン B<sub>2</sub> 1.55mg、ビタミン C 342mg であった。個人間の栄養分析値はエネルギー 3329 $\pm$ 534kcal、たんぱく質 125.8 $\pm$ 26.6g、脂質 93.5 $\pm$ 22.5g、炭水化物 461.8 $\pm$ 94.9g、カルシウム 974 $\pm$ 123mg、鉄 12.6 $\pm$ 2.6mg、レチノール活性当量 974 $\pm$ 167  $\mu$ gRAE、、ビタミン B<sub>1</sub> 2.42 $\pm$ 0.55mg、ビタミン B<sub>2</sub> 2.12 $\pm$ 0.35mg、ビタミン C 275 $\pm$ 47mg であった。個人内の栄養分析値は、エネルギー 3329 $\pm$ 290kcal、たんぱく質

125.8±12.6g、脂質 93.5±13.4g、炭水化物 461.8±43.0g、カルシウム 974±70mg、鉄 12.6±1.5mg、レチノール活性当量 974±113 $\mu$ gRAE、ビタミン B<sub>1</sub> 2.42±0.26mg、ビタミン B<sub>2</sub> 2.12±0.21mg、ビタミン C 275±24mg であった。

### 3. 個人内及び個人間変動

個人内及び個人間変動を表 4 に示した。個人内及び個人間変動の指標として算出した CV を比較した。全栄養素で個人間変動が個人内変動を上回り、その比率は栄養素により異なった。個人内変動は、脂質が最も高く(14.5%)、次いで鉄(12.1%)、レチノール活性当量(11.7%)、ビタミン B<sub>1</sub> (10.7%) の順であった。一方、カルシウム (8.6%) は相対的に低い変動を示した。個人間変動は、脂質が最も高く (24.0%)、次いでビタミン B<sub>1</sub> (22.4%)、たんぱく質 (21.2%)、炭水化物 (20.5%) の順であった。最小値はカルシウム (15.5%) であり、個人内変動と同様の傾向を示した。

### 4. 調理油の見積もり重量と基準重量との誤差の推移

調理油の見積もり重量と基準重量との差を算出し、分析回数を重ねるにつれての推移を図 3 に示した。1 回目から 3 回目のいずれにおいても、調理油の見積もり重量と基準重量との間に誤差が認められた。基準重 (2g/日) に対し、各回の調理油の見積もり重量と基準重量との誤差の中央値 (四分位範囲) は、1 回目が 8 (-2-14) g、2 回目が 7 (-2-13) g、3 回目が 5 (-2-13) g であった。なお、1 回目に 76 g/日と評価した者が 1 名いた。順序付けの独立サンプルによる Jonckheere-Terpstra の検定により、誤差と分析回数間に有意な傾向

は認められなかった ( $p=0.329$ )。また、各対象者の調理油の見積もり重量と基準値との誤差を図 4 に示した。各対象者の 3 回の見積もり重量から平均値と標準偏差を算出し、平均値が 0 g でない者について CV を求めて個人内変動の指標とした。その結果、CV の中央値 (四分位範囲) は 46.5 (21.6-133.8) %であった。

## 5. 栄養分析値の変動に関連する食品番号の選択状況

個人間変動および個人内変動のいずれにおいても脂質の変動が大きかったことから、脂質に着目した。そこで、エネルギー産生栄養素の一つである脂質について、エネルギー基準値に対して占める割合が大きい食品を抽出した。その結果、夕食の主菜であるポークソテーに使用される豚肉が該当した。この食品における食品番号の選択内容と選択回数を表 5 に、基準となる食品番号を選択した者の人数を図 5 に示した。モデル献立において基準とした食品番号は、豚肉に該当する食品番号のうち、「11124<畜肉類>ぶた [大型種肉] ロース 脂身つき 焼き」である。この食品番号が選択された回数は、全 84 回中 (28 人×3 回) 25 回であった。最も多く選択されたのは「11123<畜肉類>ぶた [大型種肉] ロース 脂身つき 生」であり、全 84 回中 36 回であった (表 6)。3 回の栄養分析のうち、3 回すべてで正解となる食品番号を選択した者は 7 名、2 回正解の食品番号を選択した者は 2 名、1 回正解となる食品番号を選択した者は 2 名、1 回も正解の食品番号を選択しなかった者は 19 名であった (図 5)。

表 1 : 1 日分のモデル献立

食事区分	献立内容
朝食	ごはん、温泉卵、納豆、豚汁、フルーツヨーグルト
昼食	ごはん、鶏肉の照り焼き（付け合わせ：キャベツ、トマト）、味噌汁、ほうれん草の胡麻和え
補食	鮭おにぎり、バナナ、オレンジジュース
夕食	ごはん、ポークソテー（付け合わせ：ピーマン、かぼちゃ）、ミネストローネ、果物（オレンジ、キウイ）、牛乳

基準値：エネルギー3233kcal、たんぱく質119.3g、脂質65.2g、炭水化物503.3g、カルシウム804mg、鉄10.6mg  
レチノール活性当量 1305  $\mu$ gRAE、ビタミンB<sub>1</sub> 2.21mg、ビタミンB<sub>2</sub> 1.97mg、ビタミンC 286mg

表2：対象者特性

項目	内容	
対象者数	28名	
性別	男性	1名
	女性	27名
年齢	26 (25-29) 歳	
実務経験年数	4 (2-7) 年	
所属先	大学教員	12名
	介護保険施設	5名
	病院	4名
	保育園	3名
	その他	4名

中央値 (四分位範囲)

表 3：化学分析値、基準値および栄養分析値の比較

各栄養素	化学分析値	基準値*	栄養分析値					
			個人間†			個人内‡		
エネルギー (kcal)	3110	3233	3329	±	534	3329	±	290
たんぱく質(g)	161.6	119.3	125.8	±	26.6	125.8	±	12.6
脂質(g)	77.7	65.2	93.5	±	22.5	93.5	±	13.4
炭水化物(g)	462.9	503.3	461.8	±	94.9	461.8	±	43.0
カルシウム(mg)	1056	804	789	±	123	789	±	70
鉄(mg)	15.5	10.6	12.6	±	2.6	12.6	±	1.5
レチノール活性当量(μgRAE)	1181	1305	974	±	167	974	±	113
ビタミンB <sub>1</sub> (mg)	2.8	2.21	2.43	±	0.54	2.43	±	0.26
ビタミンB <sub>2</sub> (mg)	1.55	1.97	2.12	±	0.35	2.12	±	0.21
ビタミンC(mg)	342	286	275	±	47	275	±	24

平均値±標準偏差

\*基準値：モデル献立から算出した栄養素等摂取量

†個人間：28人が分析したときの平均値と標準偏差の3回の平均

‡個人内：1人が3回分析したときの平均値と標準偏差の28人の平均

表 4：栄養分析値と変動係数（coefficient of variation：CV）の個人内と個人間の比較

各栄養素	栄養分析値		CV (%) *	
	個人間	個人内	個人間	個人内
エネルギー(kcal)	3329 ± 534	3329 ± 290	16.0	8.8
たんぱく質(g)	125.8 ± 26.6	125.8 ± 12.6	21.2	10.2
脂質(g)	93.5 ± 22.5	93.5 ± 13.4	24.0	14.5
炭水化物(g)	461.8 ± 94.9	461.8 ± 43.0	20.5	9.3
カルシウム(mg)	789 ± 123	789 ± 70	15.5	8.6
鉄(mg)	12.6 ± 2.6	12.6 ± 1.5	20.4	12.1
レチノール活性当量(μgRAE)	974 ± 167	974 ± 113	17.1	11.7
ビタミンB <sub>1</sub> (mg)	2.42 ± 0.55	2.42 ± 0.26	22.4	10.7
ビタミンB <sub>2</sub> (mg)	2.12 ± 0.35	2.12 ± 0.21	16.5	9.9
ビタミンC(mg)	275 ± 47	275 ± 24	16.9	9.1

平均±標準偏差

\* CV (%)：(標準偏差/平均値) × 100

表5：豚肉の食品番号の選択内容と選択回数

食品番号	選択数
11115 【大型種肉】 かた 脂身つき 生	1
11119 【大型種肉】 かたロース 脂身つき 生	7
11123 【大型種肉】 ロース 脂身つき 生	36
11124 【大型種肉】 ロース 脂身つき 焼き	25
11126 【大型種肉】 ロース 皮下脂肪なし 生	2
11127 【大型種肉】 ロース 赤肉 生	2
11129 【大型種肉】 ばら 脂身つき 生	1
11130 【大型種肉】 もも 脂身つき 生	1
11145 【中型種肉】 かたロース 脂身つき 生	3
11149 【中型種肉】 ロース 脂身つき 生	4
11151 【中型種肉】 ロース 赤肉 生	1
11155 【中型種肉】 もも 皮下脂肪なし 生	1



競技者用調査用紙

食事区分	料理名	食品名	目安量	備考	
朝	ご飯	ご飯	どんぶり 2/3, 250gくらい		
	とん汁	にんじん ごぼう だいこん こんにゃく 油あげ 豚肉	いちおう切り 10gくらい ささげ 少量 いちおう切り 5gくらい 親指サイズ 8gくらい 1cm 長さ 5gくらい こぎ切れ 3枚		
	な.とう	な.とう	1パック		
	温泉卵	卵	1コ		
		めんつゆ	ち.と		
	ヨーグルト	ヨーグルト	お皿 1/2		
		バナナ			
		ブルーベリー	大さじ 1gくらい		
	補食①	おにぎり	ご飯 のり しけ	ごはん 20gくらい 100gくらい 1枚 大さじ 1gくらい	
		昼	ご飯	ご飯	どんぶり 1杯
みそ汁			豆腐 わかめ	1/3パック はし 2つまみ	
全	ほうれん草 おひたし	ほうれん草	小針 1杯		
		ご子	少量		
	チキステーキ	とりもも (皮なし)	1枚		
	千切りキャベツ	キャベツ	茶 1つまみ		
	トマト	トマト	大 1/6コ		
	ドレッシング	ゴマドレ	コンビニの ドレッシング 1/2コ		

図 1-1 競技者が作成した食事記録

競技者用調査用紙

食事区分	料理名	食品名	目安量	備考	
補食②	ブレンドソース	〃	コップ 1杯		
	バナナ	〃	1本		
夕食	ご飯		<del>少量</del> お皿1杯 300g		
	ミネストローネ	にんじん	少量 1cm角		
		たまねぎ	〃		
		キャベツ	〃		
		Y-セージ	2本分程度		
		トマト (缶?)	少量		
		ポークステーキ	豚肉	厚1cm 1枚	
			かぼちゃ	スライス 3枚	
			ピーマン	1/2コ	
		フルーツ	オレンジ	1/3コ	
			キウイ	1/2コ	
	牛乳	牛乳	コップ 1杯		

図 1-2 競技者が作成した食事記録

《朝食》



《昼食》



《補食 1 回目》



《補食 2 回目》



《夕食》



図 2 競技者が撮影した写真記録

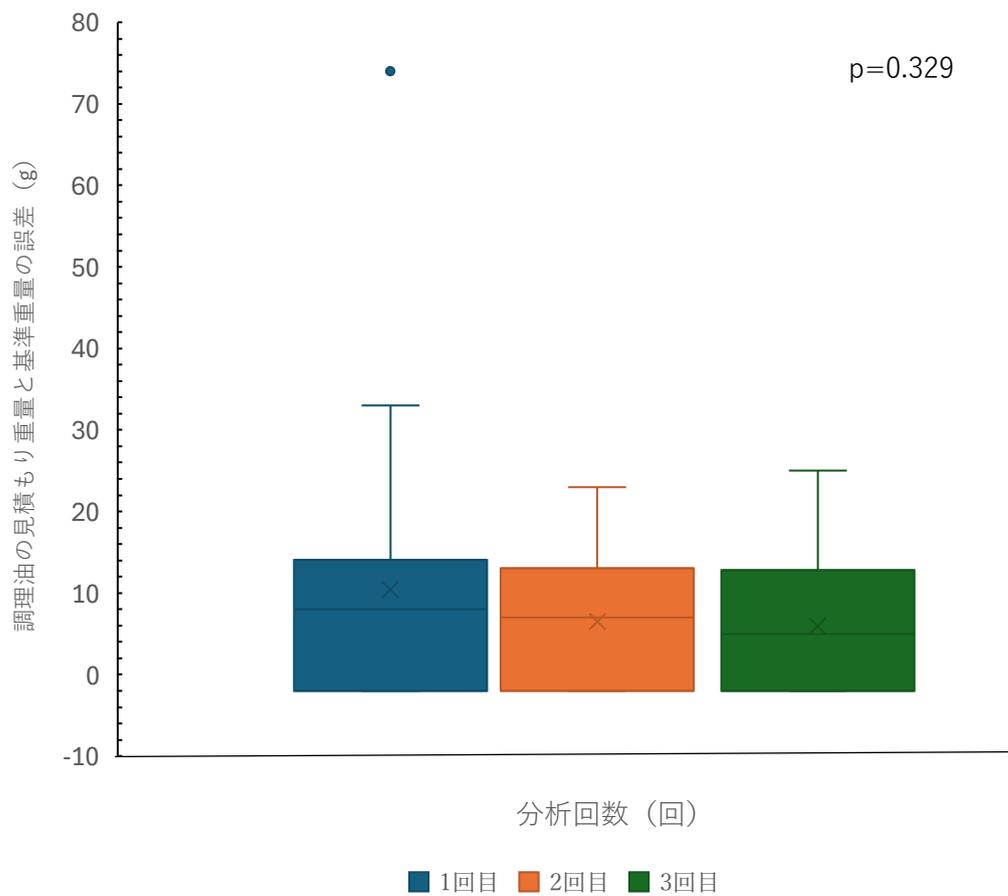


図 3：各回の調理油の見積もり重量と基準重量との誤差の推移

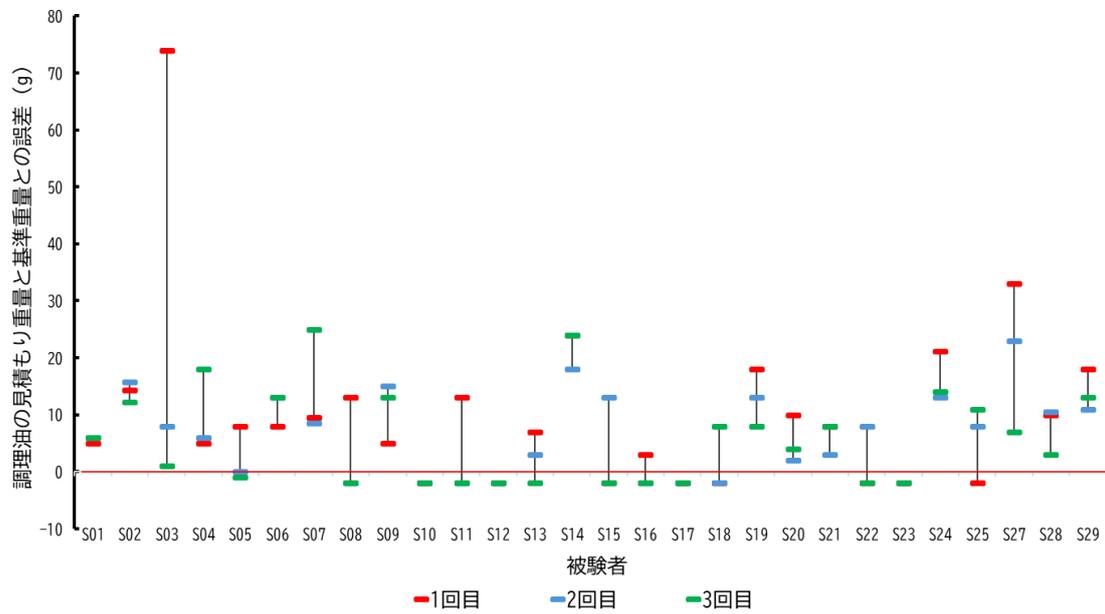


図4：各対象者の調理油の見積もり重量と基準値との誤差

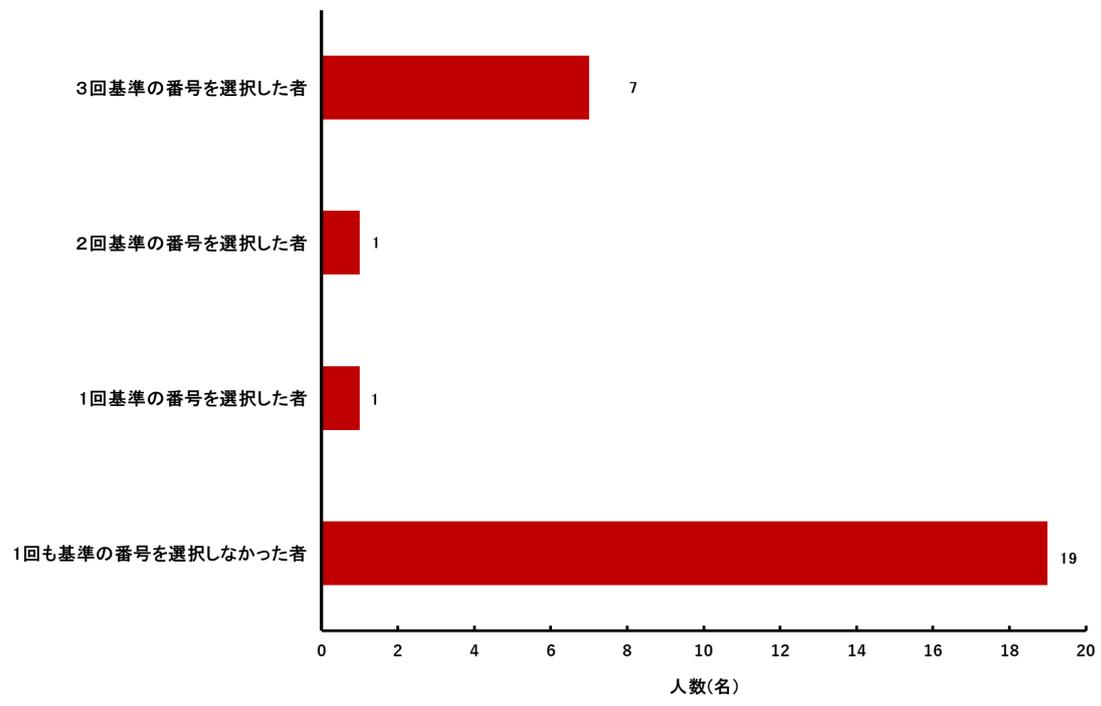


図5：基準となる食品番号を選択した者の人数

#### IV. 考察

本研究は栄養士を対象に、競技者の食事記録に対する栄養分析値における個人内及び個人間誤差とその要因を検討した。その結果、食品成分表から算出した基準値、栄養士が算出した栄養分析値及び化学分析値の間に違いが認められた。また、栄養分析値の変動係数は個人間に比べ個人内で小さく、よりばらつきが小さいことが分かった。一方で、個人内および個人間のいずれにおいても脂質の変動係数が最も大きく、脂質の評価において誤差が生じやすいことが明らかとなった。これは、変動係数が大きいほど平均値に対するばらつきが大きいかを示しており、同一条件下であっても値が大きく変動しやすく、推定誤差が増大するためである。特に、脂質由来のエネルギーに占める割合が大きかった夕食の主菜で使われた豚肉の食品番号の選択に着目したところ、調理損失を考慮した食品番号の選択が適切ではない栄養士が多くみられた。

##### 1. 基準値、栄養分析値及び化学分析値間の比較

本研究では、モデル献立をもとに食品成分表から算出した基準値、栄養士が算出した栄養分析値及びモデル献立を実際に調理した食事を化学分析した値との間に違いが認められた。食品成分表に基づく推定値と化学分析値との乖離を報告した先行研究では、食品成分表の推定値が脂質で24%過大、炭水化物で8%過小に推定されており、特に脂質評価では栄養士間の調味油類の評価の違いが寄与する可能性が指摘されている<sup>27)</sup>。本研究では脂質で20.3%過大（栄養分析値93.5g、化学分析値77.7g）に評価されており、先行研究と同様の傾向を示す結果であった。以上のことから、脂質は過大に評価される傾向があると考えた。また本研究では、食事調査に対する理解度が高い競技者に食事記録作成を依頼

した。競技者が作成した食事記録には、具体的な数字でごはんの重量が記載されており、目分量法による記録であったにもかかわらず、朝食のご飯では基準重量 280g に対して 250g と記載があり、夕食のご飯では基準重量 300g に対して 300g と、比較的正確に記載された。この記載の正確性は、当該競技者が食事調査を日常的に実施しており、栄養管理に関する食育を受けていたことが要因として考えられた。その結果、モデル献立の基準値と栄養士の栄養分析値の間で推定摂取エネルギー量にさほど誤差が認められなかった可能性がある。エネルギー量の多い食品、特に主食であるごはんなどの糖質源については、秤量し正確に重量を記録することで栄養評価の精度が向上する可能性があると考えた。そして、食品成分表に掲載される標準成分値は、国内において年間を通じて普通に摂取する場合の全国的な代表値を表すという概念に基づき算定された値であることから、絶対的な栄養価を示すものではなく<sup>10)</sup>、特定食品の栄養価には季節変動があることも明らかにされている<sup>28)</sup>。ほうれん草は、ビタミン C 含量が冬期 436 mg/kg、夏期 180 mg/kg と季節で 2 倍以上異なり、日本食品成分表ではこの違いに対応するため夏採りと冬採りの 2 種類を分けて収載している。しかし、にんじんやブロッコリーなど季節別の収載を行わない食品では、採取機会による最大値と最小値の差が著しく、食品成分表の平均値に基づいた栄養評価では実際の栄養価を正確に反映することが難しいと考えた。

## 2. 個人内及び個人間変動

変動係数は平均値に対する相対的なばらつきを示す指標であり、栄養分析値の変動には誤差が反映されることから、本研究では変動係数 (CV) を誤差を検討する指標として用いた。その結果、エネルギーおよび各栄養素の変動係数 (CV) が、個人間と比較して個人内

で小さかったことから、各栄養士は自身の判断基準に基づき比較的一貫した評価を行っていたと考えられた。具体的には、エネルギーでは個人間 CV が 16.0%、個人内 CV が 8.8%、炭水化物では個人間 CV が 21.2%、個人内 CV は 10.2%、脂質では個人間 CV が 24.0%、個人内 CV 14.5%であり、いずれの栄養素においても個人内のばらつきが小さい傾向を示した。Naaman らは、若年成人を対象に、食事の写真および動画を用いた画像ベースでの食事評価法の妥当性と信頼性を検討し、栄養士間よりも栄養士内の信頼性が高いことを報告しており<sup>29)</sup>、本研究と同様の傾向が確認できた。本研究は、あくまで栄養分析値の変動の程度を検討したに過ぎず、個人間に比べ個人内ではばらつきが小さかったことを示すに留まった。栄養分析値が実際の摂取量に対してどの程度正確であるか、つまり妥当性については明らかではない点に留意が必要であると考えた。

### 3. 調理油の見積もり誤差

特に脂質は視覚的に把握しにくく、調理に使用された油の量や食品に吸収された油の程度は外観から推定しづらいため、誤差が生じやすい栄養素であると考えた。本研究において、調理油の見積もり重量は、基準重量 2 g/日に対し、1 回目が 8 (-2-14) g、2 回目が 7 (-2-13) g、3 回目が 5 (-2-13) g であった。誤差が分析回数を重ねるごとにどう推移するのか、傾向性のトレンド検定を行ったが、有意な傾向は認められなかった ( $p=0.329$ )。この結果は、評価を繰り返しても過大評価の程度が大きく変化しなかったことを示しており、栄養士ごとに調理油の見積もりに関する判断基準が固定化している可能性が考えられた。なお、本研究では全ての記録値をそのまま解析対象とする方針であるため、1 回目に 76 g/日と評価した者が 1 名いたが、外れ値として除外せず解析を行った。本研究のモデル献立作成にお

いて、調理油の使用量を一般的な献立と比較して少なく設定した。これは、競技者の実際の食事行動を反映させることを目的としたためであった。FFQJA<sup>13)</sup>には、一般人向けの FFQ には見られない独自の質問項目として「肉類の皮や脂身を除いて食べるか」という項目が含まれており、競技者が一般人に比べ脂質摂取に対する意識が強いことを示唆している。大学フットボール選手を対象とした研究においても、選手が低脂肪食を栄養価の高い食事として意識的に選択し、脂肪の少ないたんぱく質源を好む傾向が報告されている<sup>30)</sup>。したがって、モデル献立における調理油の使用量を少なく設定したことは、一般人の標準的な食事ではなく、競技者が実際に実践している食事行動を適切に反映したものであった。

#### 4. 栄養分析値の変動に関連する食品番号の選択状況

また、食事調査では調理損失を考慮し、「口に入る状態」にできるだけ近似した食品番号を選択し、推定栄養素摂取量を算出する必要がある<sup>31)</sup>。肉類については先行研究においてもコーディングの不一致が多いことが指摘されており、同様の傾向が確認された<sup>32)</sup>。本研究のモデル献立において基準とした食品番号は、豚肉に該当する食品番号のうち、「11124<畜肉類>ぶた [大型種肉] ロース 脂身つき 焼き」であったが、この食品番号が選択された回数は、全 84 回中 (28 人×3 回) 25 回に留まり、最も多く選択されたのは「11123<畜肉類>ぶた [大型種肉] ロース 脂身つき 生」であり、全 84 回中 36 回であった。このように、選択すべき食品番号を正確に選んだ栄養士が少なく、生の状態での食品を選択して栄養分析を実施する栄養士が多かったことが誤差の一因であると考えた。これは給食施設での献立作成において、生の食材重量を基準に献立作成を実施することが標準化されているためであり<sup>33)</sup>、このような給食業務経験が蓄積された栄養士は調理後食品ではなく

原材料状態の食品番号を選択する傾向が強まった可能性があると考えられた。原材料と調理後食品を用いた 1 食当たりの献立の栄養価には有意な差があるとの報告<sup>34)</sup>もあり、調理損失を考慮した食品番号選択による栄養価計算が栄養士の評価精度向上に有用である可能性が示唆された。また、コーディングの訓練をすることで誤差が軽減したとの報告もあるため<sup>35)</sup>、食品データベースの検索訓練を実施することが評価誤差の低減に寄与する可能性があると考えられた。

本研究の限界として、次の二点が挙げられた。第一に、サンプル数が 28 と少数であった点である。本研究では G\*power により算出した検定力が 70%に留まり、一般的に推奨される検定力 80%以上<sup>36)</sup>は達していなかった。このことから、統計的検出力に不足があり、得られた結果の解釈には慎重な検討が必要である。第二に、食事記録を作成した競技者は食事調査の経験が豊富であり、しっかりと食育された競技者であった点である。食事調査に慣れていない競技者や栄養管理の経験が少ない競技者が食事記録を作成していた場合、異なる結果が得られた可能性が考えられる。実際には、食事調査の経験がない競技者も存在することが予想されるため、今後は異なるバックグラウンドを持つ競技者に協力を依頼し、記録者の特性による誤差を系統的に検討することが課題と考えられた。

## V. 結論

競技者の食事記録に対する栄養士の栄養分析値では、個人内及び個人間でエネルギー及び各栄養素において変動が認められ、その程度はエネルギー及び各栄養素全てで個人内に比べ個人間で大きかった。その要因として、食品重量の見積もり重量誤差や特定の食品の食

品番号選択の違いが関与している可能性が示唆された。

## 謝辞

本研究の対象者としてご協力いただきました管理栄養士および栄養士の皆様、ならびに食事記録の作成にご協力いただきました競技者様に心より感謝申し上げます。本研究の遂行にあたり、研究構想の立案から論文執筆に至るまで、終始懇切丁寧なご指導とご校閲をいただき、また困難な局面では温かい励ましをいただきました指導教官である十文字学園女子大学 村田浩子教授に心より深く感謝申し上げます。また、副指導教員としてご助言をいただきました十文字学園女子大学 井上久美子教授、岡本節子教授に感謝申し上げます。特に井上教授には、卒業研究の時代からご指導いただき、大学院進学の際には進学の決意を支えていただくなど、長年にわたり温かいご支援をいただきました。本研究の遂行にあたって、懇切なご助言をいただきました。心より感謝申し上げます。さらに、モデル献立の調理にあたり、研究室のゼミ生の皆様から温かいご協力をいただきました。心より感謝申し上げます。

## 参考文献

- 1) Yu L., Cheng L., : Enhancing performance through biochemical monitoring and nutritional support in female weightlifters during pre-competition weight reduction: a randomized trial, *J Int Soc Sports Nutr*, 21,1-15, (2014)
- 2) 松本なぎさ, 飯塚太郎, 千野鎌太郎, 他: 栄養介入がバドミントン日本代表選手のコンディションに及ぼす影響—鉄栄養状態および身体組成に着目して—, *Sports Sci Elite Athl Support*, 29-43, (2016)
- 3) 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)
- 4) Aandahl MH., Noordhof DA., Tjønnå AE. et al : Effect of Carbohydrate Content in a Pre-event Meal on Endurance Performance-Determining Factors: A Randomized Controlled Crossover-Trial, *Front Sports Act Living*, 3, 1-12, (2021)
- 5) Heydenreich J., Kayser B., Schutz Y., et al: Total Energy Expenditure, Energy Intake, and Body Composition in Endurance Athletes Across the Training Season: A Systematic Review. *Sports Med Open*, 3, 1-24, (2017)
- 6) 田口素子, スポーツ栄養学—理論と実践—, pp1-3, (2022), 市村出版, 東京
- 7) 高田和子, 海老久美子, 木村典代, エッセンシャル スポーツ栄養学, pp19-20, (2022), 市村出版, 東京
- 8) 伊藤貞嘉, 佐々木敏: 日本人の食事摂取基準 (2020年版), pp23-25 (2020), 第一出

版株式会社,東京

- 9) 高田和子,神崎圭太,小西可奈,他: スポーツ栄養学,pp122,(2023), 建帛社,東京
- 1 0) 文部科学省科学技術・学術審議会資源調査分科会. 日本食品標準成分表 2020 年版(八訂) 資源調査分科会報告書. 令和 2 年 12 月.
- 1 1) Tsubono Y., Sasaki S., Kobayashi M., et al: Food composition and empirical weight methods in predicting nutrient intakes from food frequency questionnaire,*Ann Epidemiol*,11,213-218. (2001)
- 1 2) 片桐あかね,橋本修二,大橋靖雄,:半定量的食物摂取頻度調査の再現性と妥当性の検討,日本公衆栄養学雑誌, 45, 1127-1136, (1998)
- 1 3) Ishikawa-Takata K., Okamoto K., Taguchi M., : Development and validation of a food frequency questionnaire for Japanese athletes (FFQJA), *J Int Soc Sports Nutr*, 18, 1-13,(2021)
- 1 4) 坪野吉考,栄養疫学, pp57,(2006), 南江堂, 東京
- 1 5) Burke LM. : Dietary assessment methods for the athlete: pros and cons of different methods, *Sports Sci Exch*, 28,1-6, (2015)
- 1 6) 長坂聡子,亀井明子: フェンシング男子フルーレナショナルチームの栄養サポートについて,日本スポーツ栄養学会誌, 6, 60-71, (2011)
- 1 7) 石橋彩, 東泰之, 白井克佳, 他: トップアスリートサポートシステムを用いたフェンシング日本代表選手 1 名に対する減量サポートとその後のコンディション管理. 日本スポーツ栄養研究誌,17,106-111, (2024)

- 1 8) 今井具子,大塚礼,加藤友紀,他 : 3 日間食事記録調査における写真撮影の有効性,  
日本食生活学会誌, 20, 203-210, (2009)
- 1 9) 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)
- 2 0) Braakhuis, A.J., Meredith, K., Cox, G.R., et al : Variability in Estimation of Self-  
reported Dietary Intake Data From Elite Athletes Resulting From Coding By  
Different Sports Dietitians, *Int. J. Sport Nutr Exerc Metab.*, 13, 152-165, (2003)
- 2 1) Stables RG, Kasper AM, Sparks SA, et al : An assessment of the validity of the  
remote food photography method (termed Snap-N-Send) in experienced and  
inexperienced sport nutritionists, *Int J Sport Nutr Exerc. Metab*, 31,115-  
124,(2021)
- 2 2) Thomas DT., Erdman KA., Burke LM., : American College of Sports Medicine  
Joint Position Statement. Nutrition and Athletic Performance. *Med Sci Sports  
Exerc.*, 48, 543-68, (2016)
- 2 3) 日本食品成分表 2024(八訂) ,(2024), 医歯薬出版株式会社, 東京
- 2 4) 調理のためのベーシックデータ第 6 版, (2022) , 女子栄養大学出版部,東京
- 2 5) 食品のカロリー グラムのわかる写真館 (2025 年 5 月 26 日取  
得,[https://eiyoukeisan.com/calorie/gramphoto/#google\\_vignette](https://eiyoukeisan.com/calorie/gramphoto/#google_vignette))
- 2 6) Carpenter SK., Pashler H., Wixted JT., et al : The effects of tests on learning and  
forgetting. *Mem Cognit.* 6,438-448,(2008)

- 2 7) Kim ES., Ko YS., Kim J., et al : Food composition table-based estimation of energy and major nutrient intake in comparison with chemical analysis: a validation study in Korea, *Tohoku J Exp Med.*, 200, 7-15,(2003)
- 2 8) Phillips KM., Tarrago-Trani MT., McGinty RC., et al : Seasonal variability of the vitamin C content of fresh fruits and vegetables in a local retail market. *J Sci Food Agric.* 98,4191-4204, (2018)
- 2 9) Naaman R., Parrett A., Bashawri D., et al: Assessment of Dietary Intake Using Food Photography and Video Recording in Free-Living Young Adults: A Comparative Study, *J Acad Nutr Diet.*,121, 749-761, (2021)
- 3 0) Long D., Perry C., Unruh SA., et al : Personal food systems of male collegiate football players: a grounded theory investigation, *J Athl Train.*, 46, 688-95, (2011)
- 3 1) 食事調査マニュアル はじめの一步から実践・応用まで 改訂 4 版, p.60-61(2024), 南山堂,東京
- 3 2) Guan, V., Probst, Y., Neale, E. et al : A systematic method to evaluate the dietary intake data coding process used in the research setting☆, *J Food Compos Anal*, 65, 39-45,(2018)
- 3 3) 富田教代, 朝見祐也, 今本美幸, 他: 給食施設における献立作成マニュアル第 10 版, pp1-3(2023), 医歯薬出版株式会社, 東京
- 3 4) 神田聖子: 日本食品標準成分表 2015 年版 (七訂) 適用による 調理後食品を用いた栄養価計算に関する一考察, *栄養学雑誌*, 78, 78-87,(2020)

- 3 5) Conway R., Robertson C., Dennis B., et al ; INTERMAP Research Group.  
Standardised coding of diet records: experiences from INTERMAP UK. *Br J Nutr*,  
91, 765-71, (2004)
- 3 6) J. Cohen : A Power Primer, *Psychol. Bull.* 112, 155-159. (1992)