

【論文】

本学女性アスリートのエネルギー・アベイラビリティと 食生活に関する調査

——SONODA スポーツ栄養ナビステーションの利用者から——

松 本 範 子

緒 言

2017 年 4 月に園田学園女子大学では、学内の女性アスリートのコンディションを調整し、競技力向上を目的とした「SONODA スポーツ栄養ナビステーション」を開設した。この「SONODA スポーツ栄養ナビステーション」が開設された背景には、女性アスリートの三主徴 (Female Athlete Triad: 以下 FAT) という女性特有のスポーツ障害が多くみられることがあげられる。これらの障害を予防し、アスリートに必要な栄養補給を行いながら、スポーツ活動を継続できるよう、食物栄養学科の学生が中心となり、学内クラブに所属する学生に対して栄養サポートを実施する拠点として SONODA スポーツ栄養ナビステーションが活用されている。最近では、身体計測や貧血のチェックなどを定期的に行う学生も増加し、4 年目を迎える 2020 年 4 月には、延べ 700 人を超える利用者数となった。

アスリートがより良いコンディションでスポーツ活動を行うための栄養補給の基本的な考え方は、エネルギーを消費した量だけ、摂取することである。しかし、日々、激しい練習を繰り返すアスリートでは、練習やトレーニングで消費したエネルギー量を食事で十分に摂取することが困難な場合があり、摂取量が偏ったり、不足することで、慢性的なエネルギー不足に陥る傾向も見られる。

このエネルギー不足は、男女を問はず相対的エネルギー不足 (Relative Energy Deficiency in Sports: 以下 REDs) として、近年のアスリートの健康課題に取りあげられている。REDs とは、運動によるエネルギー消費量が過度になり、生体の健常性を保持するためのエネルギー確保ができず、内臓機能や精神的、身体的にもあらゆる健康状態に影響を与える状態のことを指す¹⁾。この REDs が影響する問題の中で、女性特有のものに女性アスリートの三主徴がある。2014 年アメリカスポーツ医学会は、「摂食障害を伴う、または伴わない低エネルギー・アベイラビリティ (Low Energy Availability: 以下 LEA)」、「視床下部性無月経」と「骨粗しょう症」の 3 つを FAT と定義した²⁾。

まず、FAT の成因として、利用可能エネルギー不足が起因となり、女性ホルモンの分泌を抑

制し、無月経を引き起こす。この無月経が長期化することによって、骨密度低下が起こり、継続した運動による骨への負荷が疲労骨折を引き起こすと考えられている。つまり、スポーツ活動で消費したエネルギーの補給以上に身体機能を維持するためのエネルギーを確保しなければ良好な身体状態は保持できないこととなる。スポーツ活動をする上において、身体機能維持に必要なエネルギーを利用可能エネルギー（Energy Availability：以下 EA）という。アスリートが十分にスポーツ活動を行うためには、身体状況やトレーニング、発育発達状況にあわせた EA の十分な確保が必要となる。

EA とは、1 日の総エネルギー摂取量から運動中のエネルギー消費量を引いた値を除脂肪量（Free Fat Mass：以下 FFM）で除して求められる日常生活に利用可能なエネルギーのことを指す。エナジー・アベイラビリティが除脂肪体重 1 kg あたり 30 kcal/kg 未満になると代謝やホルモン機能に異常をきたし、月経異常や骨粗しょう症、競技パフォーマンスや健康状態を害する可能性があると言われている³⁾。これらの疾患は競技パフォーマンスに影響を与えるだけでなく、健全な状態でのスポーツ活動の継続を阻害する。より良い競技パフォーマンスを発揮するためには定期的なコンディショニングチェックによる現状把握を行うことが必要である。

これまでに競技レベルの高い大学女性アスリートの EA を調査した研究では、対象者の約 49 %が治療レベルの低エナジー・アベイラビリティであったと報告している⁴⁾。

アスリートが健康状態やコンディショニングを維持するためには、個々に見合った食事管理が必要である。しかし、女性アスリートの食生活には、「主食」のみが多く、「主食+主菜+副菜」が少ないなどの問題が報告されており、食事に対する意識や知識、関心の低さにより偏食傾向にあることが指摘されている⁵⁾。また、女性アスリートでは、女性特有の身体のふくよかさを嫌ったり、トレーニングによって体つきが大きくなることを嫌がったりする理由から、痩せるための食事制限が頻繁に行われることもある⁶⁾。

そこで、本研究は、2017 年 4 月に開設された「SONODA スポーツ栄養ナビステーション」の利用学生を対象に 2017・2018 年度までに収集した FAT スクリーニングシート⁷⁾の結果を分析し、本学の女性アスリートの三主徴の状況調査を行った。さらに追加調査として、低エネルギー状態が予見されるアスリートの食事調査を行い、身体組成や食生活状況とエネルギー摂取量の関係性についても分析し、低エナジー・アベイラビリティ（Low Energy Availability：以下 LEA）の実態を把握することを目的とした。

対 象

2017 年から 2018 年度に「SONODA スポーツ栄養ナビステーション」を利用した学生（総数 247 名）の FAT スクリーニングシート⁷⁾の結果から、各クラブの FAT 有訴者率について分析した。過去の利用者の FAT 有訴数の平均値の高いクラブを抽出した。FAT に関わる質問項目の平均有訴数は多い順に陸上部 10.3 個、テニス部 7.7 個、バスケットボール部 5.4 個、ソフトボール

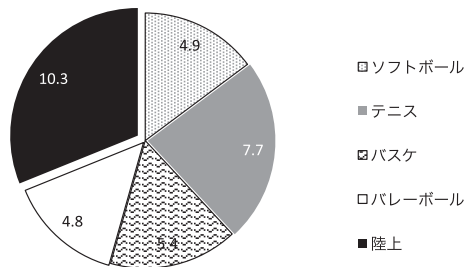


図1 FAT スクリーニング時のクラブ別平均有訴数 (個)

表1 追加調査対象者の身体的特徴 (Mean±SD)

学年	身長 (cm)	体重 (kg)	体脂肪率 (%)	BMI (kg/m ²)
2 年生	161.1 ± 3.5	57.6 ± 5.3	20.9 ± 4.5	22.2 ± 1.8
3 年生	162.7 ± 5.1	56.9 ± 6.2	19.5 ± 3.1	21.5 ± 1.6
4 年生	163.9 ± 6.3	58.0 ± 6.1	19.7 ± 3.2	21.5 ± 1.1
全体平均	162.2 ± 4.9	57.4 ± 5.7	20.1 ± 3.8	21.8 ± 1.7

部 4.9 個、バレーボール部 4.8 個であった (図 1)。

スクリーニングの結果、陸上部の FAT 有訴率が最も高かったため、陸上部 2～4 年生 53 名を追加調査の対象とした。追加調査対象者の身体的特徴は表 1 に示す。

方 法

1. 追加調査の方法

- 1) 食・生活アンケート調査：現在の食・生活状況の把握および運動によるエネルギー消費量を算出するため食・生活状況や栄養・食事、運動量に関する内容について自記式アンケートを用い実施した。
- 2) 食事調査：喫食状況は食事記録法を用い、写真記録と並行して行った。食事記録は、連続した 3 日間を対象期間とし、朝食、昼食、夕食、間食、補食など 1 日に摂取した食事すべての献立名、材料名、摂取量および個数を対象者自身で記録する自記式留置き法で行った。また、食事調査の精度を高めるために摂取した食事すべての撮影時に食器の大きさが把握できるよう「カード (縦 4 cm×横 7 cm)」を配置し、一緒に撮影するよう指示した。食事記録用紙の回収時には、研究担当者が食事の写真と記録用紙を見比べながら個別に記入内容および記入漏れを聞き取り確認した。また、エネルギーおよび栄養素等摂取量の評価として、エネルギーは、JISS 式⁸⁾、その他栄養素については、アスリートのための栄養・食事ガイドを参照値⁹⁾とし、比較検討した。
- 3) 女性アスリートの三主徴 (FAT) スクリーニングシート：「FAT に陥っている」もしくは「FAT に陥りやすい状態」をスクリーニングする目的でアメリカスポーツ医学会でまとめられ

たものを日本人アスリート用にアレンジしたものである⁷⁾。当てはまる身体状況についてチェックをした数によって三主徴の状態を「FAT にかかわる愁訴」、「FAT の可能性が高い愁訴」、「FAT の受診推奨域」の3群に区分されている。これらの区分ごとの有訴について検討した。

4) 測定項目

- a. 身長、体重、体組成（体脂肪量、体脂肪率、除脂肪量）の測定は InBody 770（インボディ・ジャパン社製）を用いた。
- b. 食・生活アンケート調査や食事調査から得た結果をさらに分析するために、利用可能エネルギー不足（以下：LEA）と運動によるエネルギー消費量を算出した。算出式は以下のとおりである。

・利用可能エネルギー不足 (kcal/FFM・kg) (1) =

$$\frac{\text{エネルギー摂取量 (kcal)} - \text{運動によるエネルギー消費量 (kcal)}}{\text{除脂肪体重 (kg)}}$$

判断基準（女性）： >45：良好 30～45：正常 <30：危険

・運動によるエネルギー消費量 (kcal) = 体重 (kg) × 運動強度 (METs) × 運動時間 (h)

分 析

分析は、FAT の有訴率および身体組成、食・生活習慣アンケートおよびエネルギー・栄養素等摂取量など各項目との関連性について検討した。

FAT のクラブ別有訴数および利用可能エネルギーの区分については、 χ^2 検定を用いて比較した。身体組成と食・生活アンケートとの平均値の2群間比較には un-paired t-検定、3群以上は一元配置分散分析を用いて分析し、FAT 有訴数に対する要因分析には、重相関係数を用いて分析した。

倫 理 的 配 慮

2017・2018年度の過去に「SONODA スポーツ栄養ナビステーション」を利用した学生に対しては、学内の掲示板に研究目的を記載し、同意・不同意確認のための掲示を行った（倫理審査承認後1週間程度）。不同意の意志が表明された場合には、その個人のデータは使用しないものと、不同意の申し出がない場合には、同意を得られたものとした。

追加調査対象者53名に対しては、インフォームドコンセントを行ったうえで任意の参加とし、依頼書を口頭で説明した後、同意書に記名してもらった。

なお、本研究は園田学園女子大学の研究倫理審査を受け承認されている。

結 果

1. FAT のスクリーニング

全対象者 247 名に対する FAT スクリーニングシートの有訴結果は、FAT にかかわる愁訴のクラブ別平均有訴率（％）は、図 2 に示したとおり、体重や体型への不満や現在、体重を減らす必要があるなどの有訴数が多い結果であった。FAT の可能性が高い愁訴のクラブ別平均有訴率は図 3、FAT の受診推奨域のクラブ別平均有訴率は図 4 に示したとおりである。

FAT の有訴数は、FAT にかかわる愁訴では、「体型に不満がある」と回答した人は 59.1%、「体重をへらす必要があると思う」と回答した人は 55.5% と多く見られた（図 2）。FAT の可能性が高い愁訴では、「今までに疲労骨折をしたことがある」と回答した人は 26.3% と他の項目に比べ多かった（図 3）。FAT スクリーニングシートによる FAT の受診推奨域では、「自分の月経

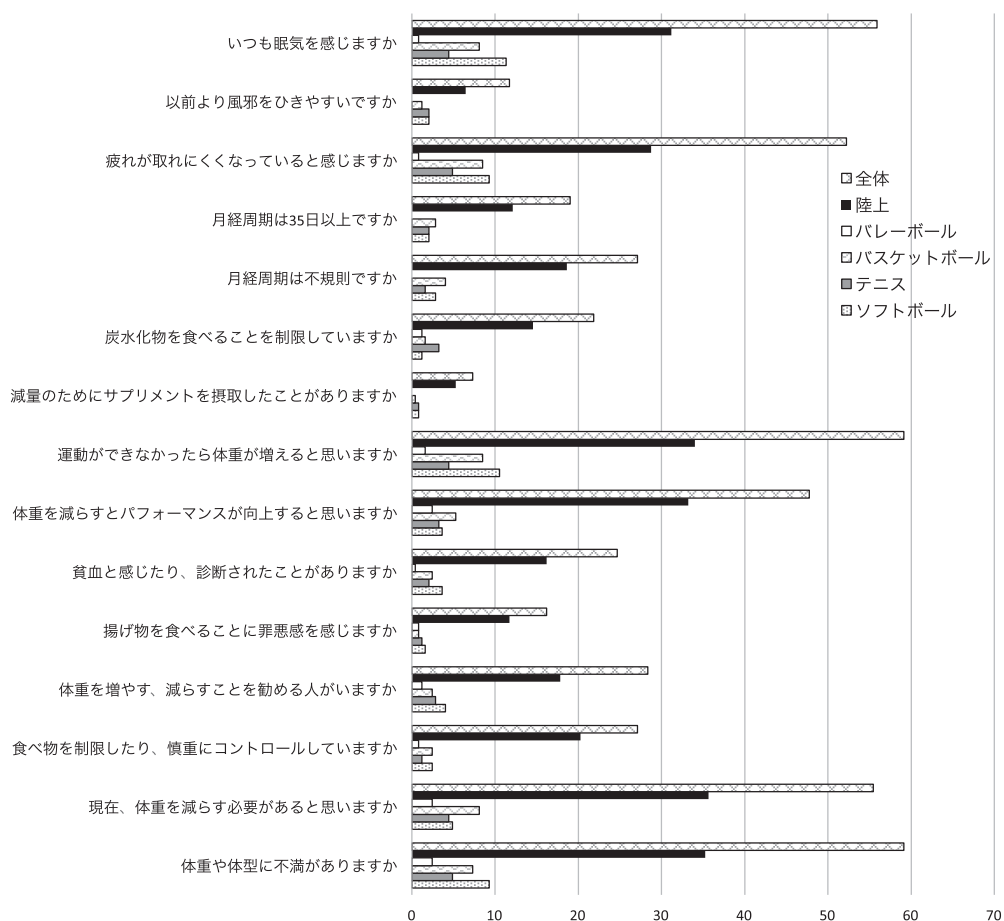


図 2 FAT にかかわる愁訴のクラブ別平均有訴率（％）

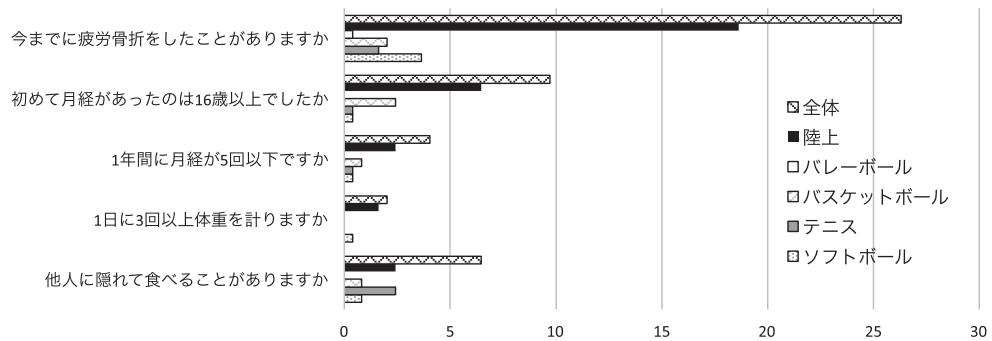


図3 FATの可能性が高い愁訴のクラブ別平均有訴率(%)

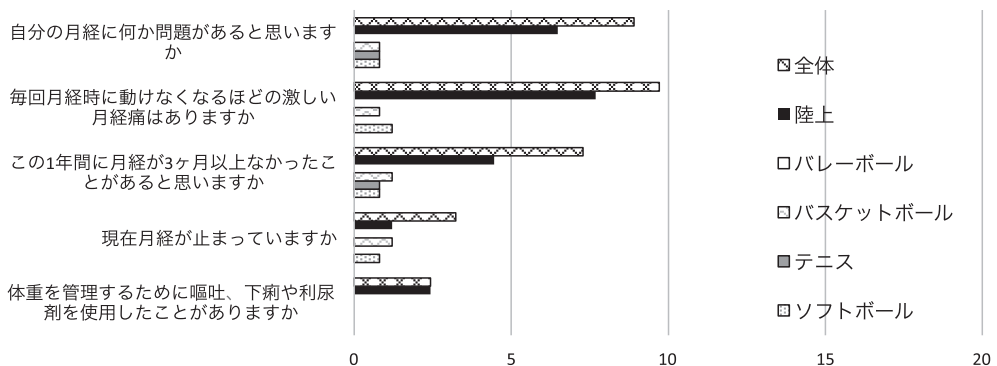


図4 FATの受診推奨域のクラブ別平均有訴率(%)

に何か問題があると思いますか」と回答した人は8.9%と他の項目に比べ多い結果であった(図4)。

追跡調査の結果

2. 身体計測

追加調査対象者の平均BMIは $21.8 \pm 1.7 \text{ kg/m}^2$ 、平均体脂肪率は $20.1 \pm 3.8\%$ と厚生労働省の示す成人体型の適正範囲内であった。

3. 食・生活アンケート

食・生活アンケートの結果から、朝食の欠食に関する質問では、「必ず食べる」の回答が73.6%、「時々食べる」が18.9%、「ほとんど食べない」は7.5%であり、朝食の欠食者は53名中4名であった(図5)。

4. 食事調査

喫食調査より、エネルギーおよび栄養素等摂取量を算出した結果、平均エネルギー摂取量は

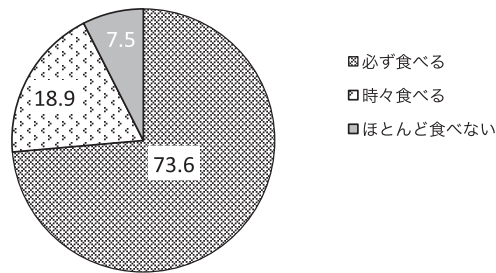


図 5 朝食欠食率 (%)

表 2 エネルギーおよび栄養素等の参照値と対象者の平均摂取量

	参照値 ⁵⁾⁶⁾	平均摂取量
エネルギー (kcal)	2,606	1,860 ± 437
たんぱく質 (g)	110.7	72.1 ± 20.2
脂質 (g)	78.2	58.3 ± 21.1
糖質 (炭水化物) (g)	364.8	238.9 ± 57.0
食物繊維総量 (g)	23	13.8 ± 11.9
カルシウム (mg)	1000	479 ± 199
鉄 (mg)	15	8.5 ± 5.1
ビタミン A (μgRE)	900	701 ± 970
ビタミン D (μg)	5.5	5.4 ± 5.1
ビタミン B ₁ (mg)	1.8	0.90 ± 0.33
ビタミン B ₂ (mg)	1.4	1.25 ± 0.43
ビタミン C (mg)	200	87 ± 72

5) 独立行政法人日本スポーツ振興センター国立スポーツ科学センター (JISS)

6) 石川秀次：アスリートのための栄養・食事ガイド、日本体育協会スポーツ医・科学専門委員会、19 (2001)，第一出版，東京

1,860 ± 437 kcal、平均たんぱく質摂取量は 72.1 ± 20.2 g、平均脂質摂取量は 58.3 ± 21.1 g、平均糖質（炭水化物）摂取量は 238.9 ± 57.0 g、平均ビタミン C 摂取量は 87 ± 72 mg であり、独立行政法人日本スポーツ振興センター国立スポーツ科学センター（以下、JISS）やアスリートの食事摂取の参照値と比較するとエネルギーと全ての栄養素が不足している結果となった（表 2）。

5. 体脂肪率と食・生活アンケートの関係

食・生活アンケートと体脂肪率の関係について分析したところ、「食事はしっかりとれているか」の質問では、「食事がしっかりとれている」と回答した人の体脂肪率は 19.8%、「しっかりとれていない」と回答した人は 20.9% と「しっかりとれていない」と回答した人の方が体脂肪率は若干の高値を示していた。また、朝食の欠食率と体脂肪率の関係では、朝食を「必ず食べる」

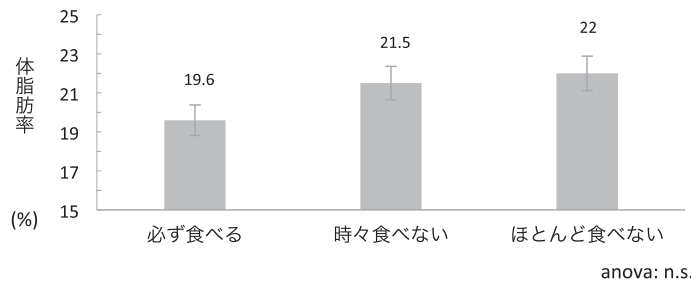


図6 朝食の欠食状況と体脂肪率

と「ほとんど食べない」と回答した人は $19.6 \pm 4.0\%$ と、 $22.0 \pm 4.4\%$ と「ほとんど食べない」と回答した人のほうが有意差はみられなかったものの体脂肪率は高い値を示し、朝食を食べていない人は体脂肪率が高い傾向であることがわかった（図6）。

また体脂肪率との相関関係では、体脂肪率と「疲れやすい」自覚症状に正の相関係数（ $p < 0.01$, $r = 0.360$ ）を認め、体脂肪率が高い人は疲れやすい傾向であることがわかった。

6. 栄養摂取量と食・生活アンケート

アンケート調査と食事調査における居住形態別のエネルギー摂取量は「寮」が $1,943 \pm 234$ kcal、「実家」は $1,877 \pm 459$ kcal、「一人暮らし」は $1,686 \pm 398$ kcal であった（図7）。「寮」と「一人暮らし」のエネルギー摂取量を比較すると「一人暮らし」のほうが有意差はみられなかったものの低い値を示した。「実家」と「寮」では、食物繊維摂取量に有意に寮が多い結果であった。「一人暮らし」と「寮」でも、食物繊維、カルシウム、ビタミン B₁、ビタミン C に有意差がみられた（表3）。「一人暮らし」は、エネルギー摂取量だけでなく食物繊維、カルシウム、ビタミン B₁、ビタミン C の摂取量も低い値を示した。

「食事がしっかりとれている」と回答した人のエネルギー摂取量は $1,928$ kcal、「しっかりとれていない」と回答した人は $1,528$ kcal であり、食事に関してしっかりとれていないと認識している人ほどエネルギー摂取量が低い傾向がみられた。

そこで栄養摂取量と食・生活アンケートによる自覚症状の相関関係を分析したところエネルギー、脂質、ビタミン C において、「疲れやすい」、「怒りっぽい」、「いつも体がだるい」と自覚症

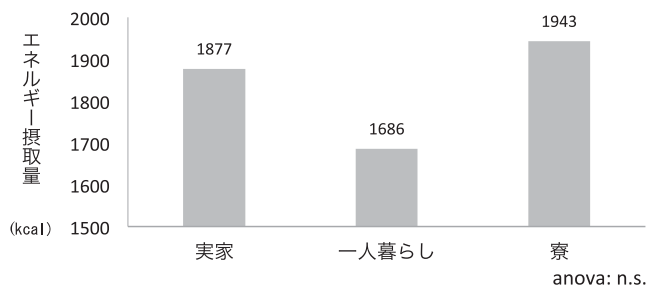


図7 居住形態とエネルギー摂取量

表 3 一元配置分散分析による居住形態別の栄養素

	実家	一人暮らし	寮
食物繊維 (g)	12.9 ± 7.4 [#]	9.3 ± 2.3 ^b	25.3 ± 26.8
カルシウム (mg)	475 ± 182	371 ± 77 ^b	643 ± 282
ビタミン B ₁ (mg)	0.94 ± 0.34	0.60 ± 0.18	0.97 ± 0.20
ビタミン C (mg)	88 ± 50	33 ± 10 ^b	150 ± 150

p<0.05 # : 実家 vs 寮 ^b : 一人暮らし vs 寮

表 4 栄養素と自覚症状の相関係数 (単相関)

	エネルギー	たんぱく質	脂質	糖質 (炭水化物)	ビタミン C
いらいらすることが多い					-0.418**
手足が時々ケイレン (痙攣) する					-0.276*
疲れやすい	-0.361*		-0.369**		-0.363**
怒りっぽい	-0.359**	-0.287*	-0.287*	-0.352**	-0.419**
いつも体がだるい	-0.341*		-0.296*	-0.309*	-0.433**

* : p<0.05, ** : p<0.01

状がある人との間に負の相関がみられた。さらにビタミン C とは「イライラすることが多い」、「手足が時々ケイレン (痙攣) する」と自覚症状がある人との負の相関がみられた。たんぱく質において、「怒りっぽい」と自覚症状がある人との負の相関がみられたことにより栄養素が不足すると「疲れやすい」、「怒りっぽい」、「いつも体がだるい」「イライラすることが多い」、「手足が時々ケイレン (痙攣) する」などの自覚症状が現れることが分かった (表 4)。

7. 利用可能エネルギー (EA)

EA の結果は、53 名中「>45 kcal/kgFFM/day : 良好」は 4 名、「30~45 kcal/kgFFM/day : 正常」は 19 名、「<30 kcal/kgFFM/day : 危険」は 30 名であり、危険域であった人は正常な人に比べ有意に多かった (図 8)。

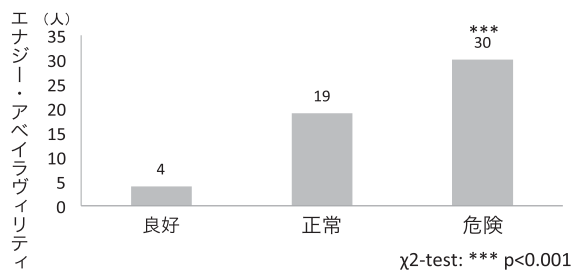


図 8 利用可能エネルギーの区分別人数

表5 利用可能エネルギーと各項目の重回帰分析

	標準化係数 (β)
たんぱく質	0.263**
糖質 (炭水化物)	0.115***
体脂肪量	-1.35**
すぐにスタミナがなくなる	-2.477*
R	0.838
R ²	0.703

* : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$, *** : $p < 0.001$

R : 重相関係数

食事調査によって算出されたエネルギー摂取量と食・生活アンケートによって算出されたエネルギー消費量により、EA が高い人と「疲れやすい」と自覚症状がある人との間に負の相関関係 ($p < 0.05$, $r = -0.344$) が認められた。

栄養摂取と食・生活アンケート、体脂肪率の結果から EA が高い人はたんぱく質、糖質 (炭水化物) の摂取量が多く、EA が低い人は体脂肪量が多い結果が見られた。しかしながら、EA が低くともスタミナがあるとの回答もみられ、実際の摂取と競技パフォーマンスに相違がみられた。また EA の危険域であった者は EA の良好域であった者より疲れやすいなどの自覚症状がみられた (表5)。

考 察

2021 年に 2020 東京オリンピック・パラリンピックをむかえ、日本人のスポーツ人口が増加している。その中、アスリートの新たな健康課題として、相対的エネルギー不足 (以下 REDs) があげられている。特に女性アスリートでは利用可能エネルギー不足や視床下部性無月経、骨粗しょう症が女性アスリートの三主徴 (FAT) として問題視されている。

本研究は、本学の女性アスリートの低エネルギー状態 (LEA) の現状を把握するために身体計測 (身長・体重・BMI・体脂肪率・筋肉量・体脂肪量) の測定と FAT スクリーニングシート、食・生活アンケート、食事調査を行った。その結果から本学の女性アスリートの三主徴の現状および LEA の把握を行い、今後、よりよい状態で競技パフォーマンスを高めるための課題点を見出すことを目的とした。

FAT スクリーニング調査では、FAT にかかわる質問項目の有訴数を調べた結果、陸上部 10.7 個、テニス部 7.7 個の順に多く見られた。なかでも陸上部は、中・長距離走者の選手が所属しており、これらの競技は、競技特性としても摂食障害のリスクが多い競技にあたる。本研究の FAT スクリーニングシートの FAT にかかわる愁訴において、体重や体型への不満や体重を減らす必要性については、他のクラブよりも陸上部が多く回答しており、痩身である方が競技パフォーマンスが高くなると考えている傾向があることが考えられた¹⁰⁾。

FAT の可能性が高い愁訴では、「今まで疲労骨折したことがある」と回答した人は全体で 26.3 % と他の項目に比べ特に多い結果を示した。なかでも、先行研究同様に陸上部に多くみられた。加えて、食事調査によるカルシウム摂取量では、 479 ± 199 mg と基準とされる参照値の半分以下であった。疲労骨折とは、ごく小さな外力の繰り返しにより、骨に慢性的にストレスが加わり、微細骨折を生じるものであるといわれている¹¹⁾。ランニングなどによる繰り返しの外力や骨の材料である栄養成分の不足がみられたことから過去だけでなく、将来的な疲労骨折を危惧する結果であることが示唆された。

FAT の受診推奨域では、「自分の月経に何か問題があると思いますか」と回答した人は 8.9%、「動けなくなるほどの月経痛はありますか」への回答は 9.7% と他の質問項目に比べ月経に対する問題に多くが回答していた。日本産婦人科学会の女性ヘルスケア委員会と国立スポーツ科学センターの共同研究でのアンケート調査では、無月経の頻度が体操・新体操群に次いで陸上（中・長距離・競歩群）が多いと報告している¹²⁾。本学においても中・長距離・競歩の種目があり、月経異常にある選手について、種目や状況について詳細に検討する必要があると推察される。

体脂肪率と食・生活アンケートの関係では、朝食を「必ず食べる」と「ほとんど食べない」と回答した人は $19.6 \pm 4.0\%$ と、 $22.0 \pm 4.4\%$ と「ほとんど食べない」と回答した人のほうが有意差はみられなかったものの体脂肪率は高い値を示し、朝食を食べていない人は体脂肪率が高い傾向がみられた。これは、欠食後に食事を摂取すると急激に血糖値が上がり、インスリン分泌が促進する、インスリン分泌は血中のブドウ糖の吸収を促進し、脂肪蓄積を促すと考えられており、今回の結果は、欠食が脂肪の蓄積につながることを裏付ける結果になったものと考えられた。さらに、体脂肪率と食・生活アンケートの相関関係の結果では体脂肪率が高い人と「疲れやすい」との自覚症状がある人に正の相関を認め、体脂肪率が高い人ほど疲れやすい傾向があることがわかった。体脂肪率が高い人は、脂肪量を負荷した肉体を活動しなければならないため、エネルギー不足を早期に引き起こし、「疲れやすい」状況を有しやすくなるのではないかと考えられる。このことから体脂肪率が高い人は疲れやすい傾向にあると推察できる。

また、食・生活アンケートの居住形態と食事調査におけるエネルギー摂取量の結果では、「一人暮らし」と「寮」の比較は、食物繊維、カルシウム、ビタミン B₁、ビタミン C に有意差がみられ、「寮」生活者の摂取量が高い結果であった。先行研究では、若年女性における一人暮らしの生活環境は、「実家」と「一人暮らし」では「一人暮らし」の野菜摂取量が少ない結果を報告している¹³⁾。本学の寮は、朝と夜に食事が提供されているが、「一人暮らし」の食生活は概ね自炊が必要となるため、食意識や調理スキルが未熟な場合、食品数や食量が少ない可能性がある、エネルギーおよび栄養素等摂取量の少ない結果からスポーツ活動に必要な栄養補給が不足している状態であることが明らかとなった。

食事調査における栄養素等摂取量と食・生活アンケートでの自覚症状の結果では、エネルギー、たんぱく質、脂質、糖質（炭水化物）、ビタミン C と疲れやすい、怒りっぽい、いらいらすることなどとの間に負の相関傾向がみられ、これらの栄養素不足によって不定愁訴の出現が高く

なることがわかった。特にビタミン C は、5 項目の自覚症状と負の相関が認められた。ビタミン C の生体内作用は、コラーゲン合成、鉄の吸収、抗ストレス作用、免疫力の低下など体調管理やスポーツ障害予防に重要な役割がある¹⁴⁾。これらのことより、ビタミン C の摂取低下に伴い、「疲れやすい」、「怒りっぽい」、「いつも身体がだるい」「イライラすることが多い」、「手足が時々ケイレン（痙攣）する」などの自覚症状が現れた可能性が推察された。

食事調査から算出されたエネルギー摂取量と食・生活アンケートの運動エネルギー消費量によって算出した利用可能エネルギー（EA）の結果では、危険域に分類された人は全体の約 6 割みられた。FAT スクリーニングシートの結果においても、「体重を減らす必要がある」「体重や体型に不満がある」や「炭水化物を食べることを制限している」などの回答が多く見られたことから、体型を意識して食事制限を行った結果、エネルギーおよび栄養素等摂取量の参照値（表 2）においても全ての項目で大きく不足を招き、慢性的なエネルギーや栄養素の不足が起こっていたのではないかと考えられ、この状態が長期的に続く場合は、FAT を引き起こす可能性も視野に入れなければならない。

また、利用可能エネルギー（EA）と食・生活アンケートでの自覚症状の相関係数の結果では、EA が低い人は疲れやすさと相関関係が認められた。EA の低下は、免疫の低下や骨代謝、血液など様々な健康問題が引き起こされると考えられている¹⁾。今回の結果では、単相関の結果であるが、EA 低下は、疲れやすさを伴うため、スポーツ活動における最適なコンディションを妨げる一因になると考えられた。

EA に影響を与える項目を重回帰分析で抽出したところ、たんぱく質・糖質（炭水化物）と EA に正の相関、体脂肪量と負の相関が認められ、EA が高いほど、たんぱく質・糖質（炭水化物）摂取が多く、体脂肪量が少ない結果であった。つまり、食事を必要量に対して十分に摂取している人は、アスリートとして希望する筋量が多く、体脂肪の少ない体型につながりやすいと言える。スポーツ活動の有無にかかわらず生体内のエネルギー利用において、食べ物からのエネルギー、特に糖質（炭水化物）が不足した場合、筋タンパク質のアラニンが糖新生に使用され、血糖の保持に利用される。つまり、朝食の欠食をするなどの飢餓やエネルギー不足が生じることは、筋量の低下と体脂肪量の増加を招くと考えられている。スポーツ選手が最適なコンディションで練習やトレーニングを継続するには、エネルギー消費量に見合ったエネルギー摂取量と栄養素等摂取量が必須である。今回の結果、これらを裏付けるだけでなく、疲れやだるさなどの不定愁訴にも関わり、利用可能エネルギー（EA）の低下は、競技パフォーマンスに負の影響を与える可能性を示唆する結果となった。

結 語

本学の女性アスリートの三主徴の現状および低エネルギー状態の把握を行った結果、EA の危険域であった者は全体の約 6 割で、朝食の欠食者もみられ、FAT になりうる可能性が高いと考

えられた。また、たんぱく質・糖質（炭水化物）と EA に正の相関、体脂肪量と負の相関が認められ、たんぱく質・糖質（炭水化物）の摂取が多い人は、アスリートとして希望する筋量が多く、体脂肪の少ない体型につながりやすいことが示された。

今後は、「SONODA スポーツ栄養ナビゲーション」を活用し、より多くの学生に本結果と改善のための情報（朝食欠食率を 0% にするための講義やアドバイス、栄養サポート）を啓発していく必要があると考えられた。

謝辞

本研究は、2019 年度スポーツ栄養学研究室の卒業論文課題としてまとめたものを再分析・再編集したものである。本調査は、3 日間の食事調査を行うなど、非常に労力を伴う調査であった。これら調査を共同研究者として実施した、本学卒業生の笠井美希氏、柏尾友葵氏、砂本菜摘氏、福井里菜氏、藤本樹氏、三上桃愛氏、山本祥子氏に感謝の意を示したい。

参考文献

- 1) Mountloy M, et al. : IOC consensus statement : beyond the female athlete triad-relative energy deficiency in sports (RED-S). Br J Sports Med, 48 : 491-497, 2014.
- 2) De Souza MJ, et al. : 2014 Female athlete Triad Coalition Consensus Statement on Treatment and Return to Play of the Female Athlete Triad : 1st International Conference held in San Francisco, California, May 2012 and 2nd International Conference held in Indianapolis, Indiana. May 2013 Br J Sports Med, 48 : 289, 2014.
- 3) Nattiv A., Loucks A. B., Manore M. M., Sanborn C. F., Sundgot-Borgen J., & Warren M. P. : American College of Sports Medicine position stand. The female athlete triad. Medicine and Science in Sports and Exercise, 39(10), 1867-1882, 2007.
- 4) 田口素子, 高田和子, 鳥居俊, 田中智美 : 日本人女性アスリートにおけるエネルギー・アベイラビリティ利用の課題, 日本臨床スポーツ医学会誌, 26 : 5-11, 2018.
- 5) 長澤伸江, 岩田香, 柘植光代, 佐藤文代, 川野因 : 大学女性スポーツ選手の食生活実態とその問題点, 栄養学雑誌, 62 : 361-368, 2004.
- 6) 豊岡示朗 : レベル別に見た栄養サポート活動陸上長距離 (大学生選手), 臨床スポーツ医学, 13, 312-314, 1996.
- 7) FAT スクリーニングシート, 女性スポーツ研究センター, 順天堂大学,
<https://www.juntendo.ac.jp/athletes/fatscreening/download.html>. (2020 年 11 月 2 日閲覧)
- 8) 小清水孝子, 柳沢香絵, 樋口満 : スポーツ選手の推定エネルギー必要量, トレーニング科学, 17, 245-250, 2005.
- 9) 石川秀次 : アスリートのための栄養・食事ガイド, 日本体育協会スポーツ医・科学専門委員会, 19, 第一出版, 東京, 2001.
- 10) Sundgot-Borgen L. and Torstveit MK. : Prevalence of eating disorders in elite athletes is higher than in the general population. Clin J Sport Med. 14 : 25-31. Table 4, 2004.
- 11) 日本陸上競技連盟医事委員会 : 「日本陸上競技連盟 疲労骨折予防 10 か条～疲労骨折に注意！予防しましょう～」 <https://www.jaaf.or.jp/pdf/about/resist/medical/hirokosetsu.pdf> (2019 年 11 月 20 日閲覧)
- 12) 日本産婦人科学会 女性ヘルスケア委員会 女性アスリートへのヘルスケア小委員会 委員長 : 「女性アスリートを対象としたアンケート調査」, 4, 2014.
- 13) 市川知美 : 若年女性における一人暮らしの生活環境が生活習慣に及ぼす影響 広島女学院大学生活科学部紀要, 19 : 51-59, 2012.

- 14) 樋口満：体育・スポーツ・健康科学テキストブックシリーズ 新版コンディショニングのスポーツ栄養学, pp.102, 市村出版, 東京, 2007.
-

[まつもと のりこ スポーツ栄養学]