

女子大学生の骨密度に関与する過去と現在の運動・スポーツ経験について — 数量化 I 類を用いたカテゴリースコアによる分析 —

A multiple regression analysis of past and present sporting activity correlation to bone mineral density in Japanese female university students

高橋 和文¹

Kazufumi TAKAHASHI

稲嶋 修一郎²

Shuichiro INASHIMA

村本 名史³

Morifumi MURAMOTO

加藤 恵子⁴

Keiko KATO

鶴原 香代子⁵

Kayoko TSURUHARA

松田 秀子⁵

Hideko MATSUDA

大隈 節子⁶

Setsuko OKUMA

田中 陽子⁷

Yoko TANAKA

金 興烈⁸

Heungyoul KIM

池上 久子⁸

Hisako IKEGAMI

【はじめに】

骨粗鬆症の予防と治療ガイドライン(2015)によると、骨量は、20歳前後で最大値(最大骨量)を示すことが指摘されている。特に女性の場合、50歳前後で女性ホルモン(エストロゲン)の減少に伴い、腰椎の骨量は、ピーク時(20~44歳)と比較して、55~59歳では82~83%まで激減することが報告さ

れている。さらに、骨粗鬆症の予防の観点から、若年期に高い骨密度を獲得しておくことは、後年になって骨密度の低下があっても、骨粗鬆症の発症を遅らせる可能性も指摘されている(骨粗鬆症の予防と治療ガイドライン, 2015)。

過去の運動・スポーツ経験と大学生の体格・体力の関係を詳しく調べた池上ほか(2014, 2015, 2016, 2017)によると、「19歳前半で、すでに骨密度や握力に過去(中学から現在に至るまで)の運動・スポーツの実施の影響がある」と述べられている。さらに、「5年以上の運動・スポーツ経験を継続していることが骨密度の増加につながった」ことも指摘されており、継続的な過去の運動経験が女子大学生の骨密度に影響していることがわかる。また、Miyabaraほか(2007)によると、最大骨量(PBM: peak bone mass)に達した

¹ 金城学院大学人間科学部コミュニティ福祉学科

² 愛知県立大学

³ 常葉大学

⁴ 名古屋文理大学短期大学部

⁵ 愛知淑徳大学

⁶ 三重大学

⁷ 成城大学

⁸ 南山大学

女性の腰椎骨密度にはBMIと過去の運動習慣，総活動エネルギー量が影響しているとされる。ここで述べられる過去の運動習慣とは，中学，高校時代の主としてクラブ活動を指し，強度，時間，頻度の3要素の中でも，時間の因子の関与が最も強かったとされる。

稲嶋ほか（2018）は，中学・高校の女子生徒を対象に骨密度と運動および生活習慣との関係を報告しており，骨密度は体重，BMI，体脂肪率の身体要素との間に有意な正の相関関係が認められ，また，質問紙調査から，年齢，学年，体力レベルの自覚度，運動の必要性，体重増減の希望も，それぞれ骨密度との関係性があったとしている。金ほか（2018）は，過剰な身体活動やダイエットは骨量獲得に負の側面もあることを指摘し，第二次成長期（12～17歳）に骨量を獲得するための効率的介入は重要なことであるとしている。

以上の先行研究からも明らかのように，PBMを獲得する時期にあたる女子大学生の骨量には，自身の生活習慣が関与しており，特に中学，高校での運動経験が影響していることがわかっている。さらに，女子大学生になる前の女子中高生の骨密度には，その時点での定期的な運動経験が関与していることも明らかである。また，過度のダイエットは，将来的には骨粗鬆症のリスクを高める。より高いPBMを獲得し，将来的な骨粗鬆症のリスクを軽減するためには，女子大学生に対して，適度な運動や正しい栄養摂取などの生活習慣への効率的な介入は重要となる。生涯にわたって健康的な生活を営むためにも，定期的な運動習慣の獲得は，女子大学生がもつべき教養の一つと言えよう。

本研究では，過去から現在に至る（小・中・高・大学の各学校時代）までの運動・スポーツ経験が，現在の女子大学生の骨密度に及ぼす相対的な影響の大きさを統計的に分析する。

具体的には，女子大学生を対象に，骨密度（OSI）および体格要素の測定を行う。さらに，運動・スポーツ習慣については質問紙調査を行う。骨密度（OSI）の量的なデータと質問紙調査の質的なデータとの関係性については，骨密度（OSI）を従属変数，質問紙調査のカテゴリーデータを独立変数とした数量化I類により，カテゴリースコアを算出する。このカテゴリースコアを分析することで，質問紙調査によるカテゴリーデータ（つまり過去および現在の定期的な運動・スポーツ経験）が，骨密度（OSI）に対して，どの程度の影響を及ぼしているのかを相対的に示すことができる。また，カテゴリースコアは，量的データと同様に考えてピアソンの積率相関係数を求めることを可能とする（中山，2005）。すなわち，本研究の目的は，質問紙調査の質的データからカテゴリースコアを求めることで量的データに変換し，ピアソンの積率相関係数を求めることで，過去および現在の運動経験が女子大学生の骨密度（OSI）にどの程度の影響を及ぼしているのかについて統計的に明らかにすることである。

【方法】

1. 対象

対象は，愛知県内の大学および短期大学，三重県内，静岡県内および関東の大学の8大学で同意が得られた女子学生586名とした。その中で，分析対象にしたのは，すべての体格要素の測定項目（身長，体重，BMI，体脂肪率），握力（左右），骨密度（OSI），質問紙調査の運動およびスポーツ経験に関する項目に回答のあった396名とした。

調査，測定期間は2013年9月から2014年12月であった。なお，本研究は，南山大学研究審査委員会倫理審査委員会の承認を得て実施された（承認番号：13F-051）。

2. 測定項目

骨密度は、超音波骨密度測定装置（ALOKA社製AOS-100NW）を用いて、右踵骨の超音波伝播速度（SOS）と透過指標（TI）により求められた音響的骨評価値（OSI： $TI \times SOS^2$ ）をもって評価値とした。

体格要素は、体組成計（タニタ社製TBF-210）を使用し、身長、体重、体脂肪率を測定し、BMIを算出した。

握力は、ス מדレー式握力計を用いて、左右それぞれで測定した。

質問紙調査は、無記名自記式とした。本研究の分析で採用した運動・スポーツ経験に関する質問紙の内容は、表1に示したとおりである。なお、本研究で用いた質問紙調査の詳細については、本研究と同様の質問紙を用いた池上ほか（2014, 2015, 2016, 2017）に詳しく説明されている。

表1 分析に使用したアンケート調査の質問項目

Q1	子どもの頃（幼児期，児童期），どちらかというと戸外で遊ぶことが多かったですか。 1. はい 2. どちらともいえない 3. いいえ
Q2	小学，中学時代および高校時代に定期的に運動・スポーツ，部活動等を実施していましたか。 (1) 小学時代： 1. はい 2. いいえ (2) 中学時代： 1. はい 2. いいえ (3) 高校時代： 1. はい 2. いいえ
Q3	最近1年以内に，体育等の実技授業以外に定期的に運動・スポーツを実施していますか。 1. はい 2. いいえ

3. 統計処理

データの分析には、統計解析ソフト「R」ver3.4.3を用いた。

統計解析の手続きとして、各体格要素、握力（それぞれ左右）、骨密度（OSI）の測定

値を標準化した。標準化された各体格要素等は、ピアソンの積率相関係数（ r : correlation coefficient）を用いて、相関関係の大きさを評価した。有意水準は、5%未満とした。本研究において単に相関係数と記述したものは、ピアソンの積率相関係数のことを指す。

標準化された体格要素と各質問紙調査項目は、相関比（ η : correlation ratio）を用いて、関係の大きさを評価した。相関比（ η ）は、一元配置分散分析によって求められる、ある要因の平方和（ SS_{effect} ）と全体平方和（ SS_{total} ）から、次式により算出した。

$$\text{相関比}(\eta) = \sqrt{SS_{\text{effect}}/SS_{\text{total}}}$$

質問紙調査項目の各回答群における骨密度（OSI）の平均値の差は、一元配置分散分析を用いて分析をおこなった。有意水準は5%未満とした。なお、2群の平均値の差の検定（両側のStudentのt検定）は、一元配置分散分析を用いても、同様の結果が得られるので、本研究では2群間（「はい」と「いいえ」の2群）の平均値の比較に関しても、一元配置分散分析により評価した。

各質問紙調査項目間との関係は、クロス集計表から算出できるクラメールの連関係数（ V : Cramer's coefficient of association）を用いて評価した。このクラメールの V は、後にカテゴリースコアから導かれる相関係数との比較により、骨密度（OSI）に対するカテゴリーデータの妥当性を検討する際にも用いた。なお、カテゴリーデータが2値変数の場合（例えば、「はい」と「いいえ」の回答など）は、相関係数を求めることができ、その値はファイ係数（ ϕ : phi coefficient）として知られている。2値変数同士のファイ係数の絶対値は、クラメールの V に一致する（南風原，2002）。本研究では多項変数（3つのカテゴリー）を含むことから、ファイ係数ではなく、クラメールの V を用いた。

数量化 I 類は, 標準化された骨密度 (OSI) を従属変数として, 運動およびスポーツ経験に関する項目を独立変数として, 全変数組み合わせ法を採用した。多重共線性は, VIF 統計量 (Variance Inflation Factor) が10以上の有無により判定した。

カテゴリースコアは, 菅 (2001) や青木 (2009) に詳しいが, 本研究では, 青木 (2009) の方法を用いてカテゴリースコアを算出した。すなわち, 数量化 I 類によって求められる回帰係数と独立変数の項目ごとの加重平均から算出した。また, 青木 (2009) の方法を用いて, カテゴリースコアから, 骨密度 (OSI) および質問紙調査の運動およびスポーツ経験に関する項目間の相関係数を算出した。

【結果および考察】

表 2 には分析対象とした396名の各体格要素の平均値および標準偏差を示した。分析対象者の年齢は, 19.30 ± 1.22 歳で, 身長は, 157.32 ± 5.40 cm, 体重は, 51.09 ± 6.72 kg, BMIは 20.63 ± 2.39 であった。平成25年度の国民健康・栄養調査報告によると, 19歳女子の身長は, 158.9 ± 4.8 cm, 体重は, 52.7 ± 7.1 kg (いずれも平均値および標準偏差) であった (厚生労働省, 2015)。この報告書から算出したBMIは, 20.9であった。この報告書と比較すると, 本研究の研究対象者は, 身長, 体重, BMIの数値はやや低値を示した。本研究の体脂肪率は, $25.22 \pm 4.82\%$ であった。タニタ社の体脂肪率判定表 (タニタ社のホームページ) では, 女性18歳から39歳の体脂肪率は21から27%の範囲で「- (マイナス) 標準」とされており, 本研究の平均値は, この範囲にあった。本研究の骨密度 (OSI) は, 2.88 ± 0.35 であり, ALOKA 社 A OS-100の20歳女性の基準値 2.7094 ± 0.5279

(平均値 \pm 標準偏差 $\times 2$) と比較すると (萩野, 2005), 本研究の方がやや高値を示した。本研究の握力は左が 23.72 ± 4.66 kg, 右が 25.89 ± 4.81 kgであり, 右手の方が高値を示した。平成25年度体力・運動能力調査によると, 19歳女子の握力 (左右の平均値) は, 26.38 ± 4.54 kgであった (文部科学省, 2014) ので, 本研究の分析対象者は, 左右ともに, やや低値であった。

表 2 分析対象者の各体格要素の平均値と標準偏差

骨密度 (OSI)	2.88 ± 0.35
年齢 (才)	19.30 ± 1.22
身長 (cm)	157.32 ± 5.40
体重 (kg)	51.09 ± 6.72
BMI (kg/m ²)	20.63 ± 2.39
体脂肪率 (%)	25.22 ± 4.82
握力 (左) (kg)	23.72 ± 4.66
握力 (右) (kg)	25.89 ± 4.81

表 3 は, 運動およびスポーツ経験に関する質問紙調査項目の回答者の内訳である。「子どもの頃 (幼児期, 児童期), どちらかというと戸外で遊ぶことが多かったですか。: 表 3 では子どもの頃 (児童期・幼児期) の外遊び経験」との質問に, 「はい」と回答したものは, 258名 (65.15%) であり, 「どちらでもない」は99名 (25.0%), 「いいえ」は39名 (9.85%) であった。

「小学, 中学時代および高校時代に定期的に運動・スポーツ, 部活動等を実施していましたか。」の質問に対し, 小学時代の運動経験で「はい」は256名 (64.65%), 「いいえ」は140名 (35.35%), 中学時代の運動経験で「はい」は277名 (69.95%), 「いいえ」は119名 (30.05%), 高校時代の運動経験で「はい」は181名 (45.71%), 「いいえ」は215名 (54.29%) となった。

「最近1年以内に, 体育等の実技授業以外

表3 各質問紙調査項目の回答者数とその割合

	はい	いいえ	どちらでもない
子どもの頃（児童期・幼児期）の外遊び経験	258 (65.15%)	39 (9.85%)	99 (25.0%)
小学時代の運動経験	256 (64.65%)	140 (35.35%)	
中学時代の運動経験	277 (69.95%)	119 (30.05%)	
高校時代の運動経験	181 (45.71%)	215 (54.29%)	
現在の定期的な運動実施状況	138 (34.85%)	258 (65.15%)	

に定期的に運動・スポーツを実施していますか。：表3では現在の定期的な運動実施状況の質問に対し、「はい」は138名（34.85%）、「いいえ」は258名（65.15%）であった。

定期的に運動・スポーツや部活等を実施しているものは、中学時代に最も多くいることがわかった。一方で、定期的な運動の実施は、高校時代に減少し、現在（大学生）が、最も少ない人数となった。その人数（最近1年以内に定期的な運動を実施するに「はい」と回答したものは、最も多い中学時代と比較すると約半数（約50%）に減少していることがわかった。

表4は、各アンケート調査項目の回答者数のクロス集計をあらわしている。子どもの頃の外遊びが「はい」のものは、小学時代の運動経験で「はい」（192名）、「いいえ」（66名）となり、その人数の割合は、「はい」が「いいえ」より約3倍多くなった。一方、子ども

の頃に「いいえ」（39名）のものは、小学時代の運動経験で「はい」（13名）、「いいえ」（26名）であり、その割合は、「いいえ」が「はい」よりも約2倍多くなった。加えて、子どもの頃に「どちらでもない」のものは、小学時代の運動経験で「はい」（51名）、「いいえ」（48名）であり、その割合はほぼ等しかった。これらのことから、子どもの頃（幼児期、児童期）に外遊び経験を有しているものは、「はい」>「どちらでもない」>「いいえ」の順に高い割合で、小学校での定期的な運動経験を有していたことがわかった。

同じように中学時代の運動経験を見ると、小学時代の運動経験が「はい」（256名）のうち、中学時代も「はい」（207名）と答えたものは、「いいえ」（49名）よりも約4倍多いことがわかった。この傾向は、子どもの頃の外遊びと小学時代の関係と同じく、小学時代に運動経験を有するものが、中学に進学してか

表4 各質問紙調査項目の回答者数のクロス集計

		子どもの頃(児童期・幼児期)の外遊び経験			小学時代の運動経験		中学時代の運動経験		高校時代の運動経験	
		はい	いいえ	どちらでもない	はい	いいえ	はい	いいえ	はい	いいえ
小学時代の運動経験	はい	192	13	51						
	いいえ	66	26	48						
中学時代の運動経験	はい	203	17	57	207	70				
	いいえ	55	22	42	49	70				
高校時代の運動経験	はい	142	7	32	147	34	165	16		
	いいえ	116	32	67	109	106	112	103		
現在の定期的な運動実施状況	はい	103	8	27	98	40	113	25	94	44
	いいえ	155	31	72	158	100	164	94	87	171

・表中の数字は、すべて回答者数（人）をあらわす。

表5 各質問紙調査項目における回答者別の骨密度(OSI)の平均値と標準偏差および一元配置分散分析のF値

	はい	いいえ	どちらでもない	F値
子どもの頃(児童期・幼児期)の外遊び経験	2.92 ± 0.36	2.71 ± 0.23	2.85 ± 0.37	6.60**
小学時代の運動経験	2.92 ± 0.34	2.81 ± 0.36		8.39**
中学時代の運動経験	2.93 ± 0.36	2.78 ± 0.32		15.64**
高校時代の運動経験	2.97 ± 0.36	2.81 ± 0.33		21.03**
現在の定期的な運動実施状況	2.99 ± 0.37	2.82 ± 0.33		20.68**

**p<0.01

らも定期的な運動に親しんでいることを示唆していた。注目したいことは、小学時代に「いいえ」(140名)と回答した半数にあたる70名が、中学に進学後の運動経験で「はい」と回答していることであった。つまり、小学時代に定期的な運動に親しんでいなくても中学への進学後に、定期的な運動に取り組んでいるものも半数(50%)いたことがわかった。しかし、高校時代の運動経験に目を向けると、中学時代の運動経験が「はい」(277名)のうち、高校時代の運動経験「はい」(165名)、「いいえ」(112名)となり、中学から高校に進学後に、約40%のものが定期的な運動から遠ざかったことがわかった。そして、中学時代の運動経験が「いいえ」(119名)のうち、高校時代の「いいえ」(103名)が、「はい」(16名)と比較して約6倍多かった。つまり、中学から高校に進学して、新たに定期的な運動を始めるものは、約13%(16/119名)にとどまっていた。

現在の定期的な運動実施状況に目を向ける

と、高校時代の運動経験が「はい」(181名)のうち、現在も「はい」(94名)、「いいえ」(87名)となり、高校から大学へ進学して、運動を継続しているものは、ほぼ半数に減少していた。一方で、高校時代の運動経験が「いいえ」(215名)のうち、約20%の44名は、現在(大学生)になって運動を始めていた。新たに定期的な運動を始めたものの割合は、中学から高校では約13%であったので、高校から大学(現在)では約20%に向上したことがわかった。

表5は、運動およびスポーツ経験に関する項目の回答者別にみた骨密度(OSI)の平均値±標準偏差および一元配置分散分析によるF値を示している。いずれの質問項目においても、「はい」と回答したものの骨密度(OSI)は、「いいえ」もしくは「どちらでもない」と回答したものよりも高値を示した。また、小学時代から現在の定期的な運動実施状況に至るまで、いずれの質問項目においても「はい」と「いいえ」の間に、1%水準で

表6 各身体要素の相関関係(標準化した数値により算出)

	骨密度(OSI)	年齢	身長	体重	BMI	体脂肪率	握力(左)
年齢	-0.02						
身長	0.03	0.00					
体重	0.30**	-0.13**	0.47**				
BMI	0.33**	-0.15**	-0.06	0.85**			
体脂肪率	0.18**	-0.15**	0.04	0.70**	0.78**		
握力(左)	0.27**	-0.07	0.29**	0.39**	0.27**	0.13*	
握力(右)	0.23**	-0.01	0.27**	0.30**	0.17**	0.09	0.79**

**p<0.05 **p<0.01

有意差が認められた。すなわち、どの年代でも定期的な運動経験を有するものは、ないものに比べて、大学生になってからの骨密度(OSI)は有意に高値になることがわかった。

表6は各体格要素間の相関係数を示したものである。分析対象者が396名のため、相関係数の値が0.13と低値であっても1%水準で有意差が認められた。

骨密度(OSI)との間で、弱い相関関係が認められたのは、BMIで $r=0.33$ ($p<0.01$)あり、次いで、体重との間に $r=0.30$ ($p<0.01$)となった。握力は左手が $r=0.27$ ($p<0.01$)、右手 $r=0.23$ ($p<0.01$)で弱い相関関係を示した。体脂肪率との間には、 $r=0.18$ ($p<0.01$)と有意差は認められたものの他の項目よりも弱い相関関係となった。身長との間には、 $r=0.03$ となり、有意差は認められなかった。

年齢については、体重との間に $r=-0.13$ ($p<0.01$)、BMIとの間に $r=-0.15$ ($p<0.01$)、体脂肪率との間に $r=-0.15$ ($p<0.01$)と、いずれも1%水準で有意差が認められたものの、いずれも相関関係は弱かった。

身長は、体重 $r=0.47$ ($p<0.01$)、握力(左) $r=0.29$ ($p<0.01$)、握力(右) $r=0.27$ ($p<0.01$)との間で有意差が認められたが、体脂肪率とBMIとの間では、有意な相関関係を示さなかった。

一方、体重は、すべての項目との間で、1%水準で有意な相関関係を示した。特に、

BMIと $r=0.85$ ($p<0.01$)、体脂肪率と $r=0.70$ ($p<0.01$)と強い相関関係を示した。また、握力とは、それぞれ、左 $r=0.39$ ($p<0.01$)、右 $r=0.30$ ($p<0.01$)で有意な相関関係があった。

BMIも、体重と同様の傾向がみられ、体脂肪率との間に $r=0.78$ ($p<0.01$)の強い相関関係があった。握力とは、それぞれ左 $r=0.27$ ($p<0.01$)、右 $r=0.17$ ($p<0.01$)の有意な相関関係があった。

握力は、左右で $r=0.79$ ($p<0.01$)の強い相関関係が認められたものの、骨密度(OSI)に対しては、左 $r=0.27$ ($p<0.01$)、右 $r=0.23$ ($p<0.01$)で弱い相関関係を示した。

表7は、各体格要素と質問紙調査項目との相関比(η)を示したものである。相関比(η)は、一元配置分散分析の平方和を用いて算出できる。骨密度(OSI)は、高校時代の運動経験との間で相関比 $\eta=0.23$ を示した。次いで、現在(大学生)の定期的な運動実施状況で、 $\eta=0.22$ であった。中学時代との間には $\eta=0.20$ であった。骨密度(OSI)と小学時代の相関比 $\eta=0.14$ は、子ども時代の外遊び経験との関係 $\eta=0.18$ よりも低値を示した。

握力と運動経験の各項目との相関比(η)は、現在の定期的運動(左: $\eta=0.15$, 右: $\eta=0.11$)よりも、高校時代の運動経験(左右とも $\eta=0.20$)および中学時代の運動経験

表7 質問紙調査項目と体格要素の相関比(η)

	骨密度(OSI)	年齢	身長	体重	BMI	体脂肪率	握力(左)	握力(右)
子どもの頃(児童期・幼児期)の外遊び経験	0.18	0.10	0.02	0.07	0.07	0.12	0.17	0.13
小学時代の運動経験	0.14	0.13	0.07	0.11	0.07	0.02	0.13	0.16
中学時代の運動経験	0.20	0.13	0.06	0.07	0.04	0.06	0.16	0.18
高校時代の運動経験	0.23	0.06	0.03	0.05	0.04	0.09	0.20	0.20
現在の定期的な運動実施状況	0.22	0.10	0.01	0.02	0.02	0.06	0.15	0.11

・各体格要素、握力、骨密度(OSI)は、標準化した値を用い、各アンケート調査項目との相関比(η)を求めた。

表 8 各質問紙調査項目間のクラメールの連関係数（V）

	子どもの頃(児童期・幼児期)の外遊び経験	小学時代の運動経験	中学時代の運動経験	高校時代の運動経験
小学時代の運動経験	0.30			
中学時代の運動経験	0.27	0.32		
高校時代の運動経験	0.27	0.32	0.42	
現在の定期的な運動実施状況	0.15	0.10	0.19	0.33

（左： $\eta=0.16$ ，右： $\eta=0.18$ ）の方が高値を示した。握力と子ども時代の外遊び経験との間では，左手（ $\eta=0.17$ ）の方が，右手（ $\eta=0.13$ ）よりも高値を示した。一方で，握力と小学時代の運動経験との間には，右手（ $\eta=0.16$ ）の方が，左手（ $\eta=0.13$ ）よりも高値を示した。

年齢と運動経験の相関比（ η ）から，本研究の分析対象者は，年齢によって，高校時代を除く過去，および，現在の運動経験にわずかに差があったことが示唆された。その他の項目で特徴的であったのは，身長，体重（小学時代の運動経験を除く），BMI，体脂肪率が，過去および現在の運動経験との相関比（ η ）が，いずれも低値となったことであった。つまり，過去や現在の運動経験は，女子大学生の体格にほとんど影響をしていないことが示唆された。

表 8 は各質問調査項目間のクラメールの連関係数（以下： V ）を示している。現在の定期的な運動実施状況は，高校時代の運動経験との間に，最も高い $V=0.33$ の関係を有していた。同様に，高校時代の運動経験は，中学時代の運動経験との間に，最も高い $V=0.42$ の関係を有し，中学時代の運動経験は，小学時代の運動経験との間に，最も高い $V=0.32$ の関係を有していた。これらのことをまとめると，ひとつ前の学校時代の運動経験は，ひとつ後の学校時代の運動経験との間に最も高い関係（クラメールの V ）を有しているということであった。表4の結果とあわせて考察

すると，小学時代に定期的な運動経験のあるものは，中学時代も定期的な運動に親しみ，中学時代に定期的な運動経験のあるものは，高校時代も定期的な運動に親しみ，高校時代に定期的な運動経験のあるものは，現在の大学生になっても定期的な運動を実践する傾向にあることを読み取ることができた。逆に言えば，ひとつの前の学校時代に定期的な運動をしないものは，ひとつ後の学校でも定期的な運動をしない傾向があったことを示唆していた。

子ども時代の外遊び経験が高いものは，小学時代の運動経験との間に，最も高い $V=0.30$ の関係を有していた。 V の値は，その後，中学 $V=0.27$ ，高校 $V=0.27$ と小学時代よりも低下するものの，ほぼ一定の関係性を維持していた。ただし，現在（大学生）の定期的な運動との間には， $V=0.15$ となり，高校時代以前に比べて，低値になっていた。

表 9 は，骨密度（OSI）を従属変数に，各時代の運動経験を独立変数とした数量化 I 類の結果を示したものである。決定係数は0.10，自由度調整済み決定係数も0.08と低値を示した。これらの結果は，過去や現在の運動経験だけでは，骨密度（OSI）を説明することが困難であることを表している。骨粗しょう症学会のガイドライン2015にも示されるように，一般に骨密度（OSI）は，遺伝や栄養などの摂取状況，紫外線照射にも影響される。また，本研究の結果（表 6 の相関関係）からも明らかのように，骨密度（OSI）は，体重やBMI

表9 数量化I類の結果およびカテゴリースコア

独立変数	カテゴリー	偏回帰係数	p値	VIF	カテゴリースコア
子どもの頃(児童期・幼児期)の外遊び経験	はい				0.05
	いいえ	-0.35	0.05	1.16	-0.30
	どちらでもない	-0.05	0.69	1.12	0.00
小学時代の運動経験	はい				0.03
	いいえ	-0.09	0.41	1.22	-0.06
中学時代の運動経験	はい				0.06
	いいえ	-0.19	0.12	1.31	-0.13
高校時代の運動経験	はい				0.11
	いいえ	-0.20	0.08	1.40	-0.09
現在の定期的な運動実施状況	はい				0.21
	いいえ	-0.33	0.00	1.13	-0.11
<hr/>					
決定係数	0.10				
自由度調整済み決定係数	0.08				
F値	7.09				
p値 <	0.001				

などの体格要素にも影響された。しかしながら、カテゴリースコアの値を見ると、過去および現在の定期的運動の実施経験は、確実に大学生の骨密度を高める効果があることが認められた。

なお、数量化I類の解析において、VIF統計量は、いずれのカテゴリーにおいても10未満であったため、多重共線性はなかったものと判断した。

図1は、表9中のカテゴリースコアを示したものである。カテゴリースコアが正の値を示したのは、すべての質問項目の「はい」の回答であった。一方、すべての質問項目の「いいえ」の回答は、負の値を示した。この結果が意味することは、子どもの頃の遊びから現在の定期的運動の実施に至るまで、外遊びや運動の定期的な実施は、女子大学生の骨密度(OSI)を高めることに影響していることであった。特に、カテゴリースコアは、大きい順に、現在の定期的運動の実施状況>高校時代の運動経験>中学時代の運動経験>子ども時代の遊び>小学校時代の運動経験となっ

た。つまり、女子大学生の高い骨密度(OSI)には、現在の定期的運動の実施、次いで、高校時代の運動経験、中学時代の運動経験が関与していることを示唆された。これらの結果を時間軸でとらえると、より現在に近い時期の定期的な運動が、女子大学生になってからの高い骨密度(OSI)の獲得に影響していると考えられる。

一方、興味深いのは、「いいえ」のカテゴリースコアの数値の大きさの順序である。低い順に、子ども時代が-0.30と最も低値を示し、次いで、中学時代の運動経験が-0.13、現在の定期的運動の実施が-0.11、高校時代の運動経験が-0.09、小学時代の運動経験-0.06と続いた。表5の結果から、子ども時代の外遊びが「いいえ」の回答群の骨密度(OSI=2.71±0.23)は、他の時代の「いいえ」(OSI=2.78±0.32~2.82±0.33)と比較しても、明らかに低値を示していた。この理由を明確にするため、表10に示すように、質問紙調査5項目のすべての時期の運動経験(子ども時代の外遊び経験~現在の定期的運

動の実施) が, すべて「いいえ」13名とすべて「はい」59名の骨密度 (OSI) の平均値と標準偏差を調べた。その結果, すべて「いいえ」の骨密度 (OSI) は, 2.68 ± 0.23 となった一方で, すべて「はい」は, 3.09 ± 0.37 となった。一元配置分散分析を用いて, 両群間を比較すると1%水準で有意差が認められた。

表10 質問紙項目がすべて「はい」と「いいえ」の回答者別の骨密度(OSI)の平均値と標準偏差および一元配置分散分析のF値

	すべて「はい」	すべて「いいえ」	F値
骨密度(OSI)	3.09 ± 0.37	2.68 ± 0.23	14.49**
回答者数(人)	59	13	

**p<0.01

これらの結果が意味することは, 子どもの頃からの定期的な運動の継続的な実施は, 女子大学生になってからの骨密度 (OSI) を高めることに繋がり, ひいてはPBMを高める効果があると考えられる。一方, 子どもの頃から定期的な運動を実施しないことは, 高いPBMの獲得を損なう要因になっている。本研究の結果は, 定期的な運動を実施すれば, 大学生以前のどの年代においても骨密度 (OSI) を高めるのであるが, 逆に定期的な運動を実施しないでいると骨密度 (OSI) を

高める作用が乏しくなること示していた。一般的に, 骨密度は, 1~4歳と12~17歳の2つの時期に増加し, 思春期にスパートが見られるとされる (骨粗鬆予防のガイドライン, 2015)。12~17歳は, 第二次成長期にあたる。この時期に定期的な運動を実施しないことは, ある集団における骨密度において, 平均値よりも低値になるリスク要因になることが示唆される。餅ほか (2016) は, 第二次成長期 (中学および高校生の計5972名を対象) に継続的な運動を中止した場合の骨量の変化を報告している。この報告によると, 中学で運動をしていた女子生徒が高校で継続的な運動を行っていないと, 中学および高校で運動を行っていないものと同レベルの骨量にまで低下したとされる。これまで, 定期的な運動の実施が骨密度 (OSI) を高めることは報告されていたが, 定期的な運動の中断が骨密度 (OSI) の維持に対して阻害要因になることはあまり知られていない。カテゴリースコアを用いた本研究の分析結果は, 第二次成長期における継続的な運動が, 女子大学生になってからのPBMの獲得に正の効果を及ぼしていることを示す。また, 同時に, 小学から大学にかけて継続的な運動を実施しないことが

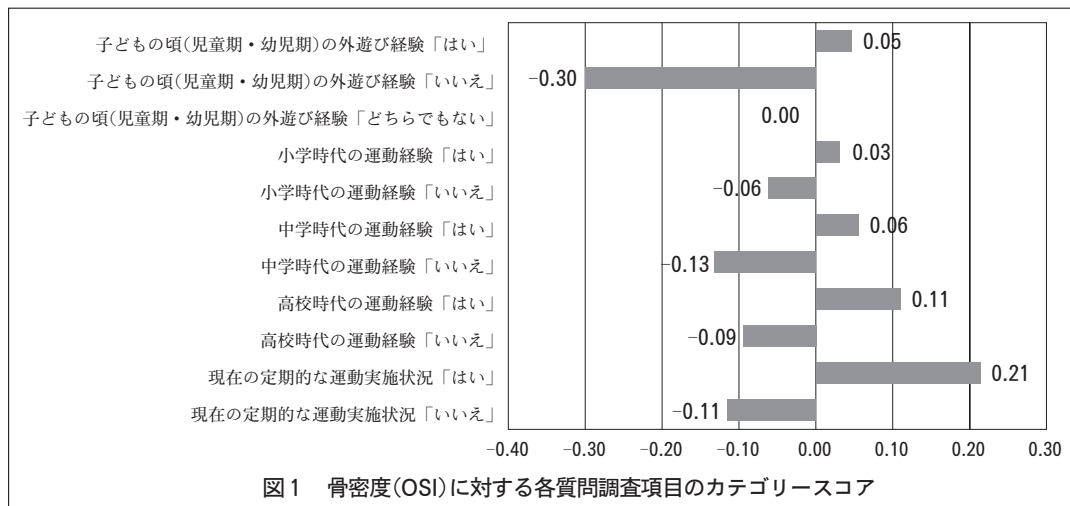


表11 カテゴリースコアから算出した各項目間の相関関係

	骨密度(OSI)	子どもの頃 (児童期・幼児期)の外遊び 経験	小学時代の 運動経験	中学時代の 運動経験	高校時代の 運動経験
子どもの頃(児童期・幼児期)の外遊び経験	0.17**				
小学時代の運動経験	0.14**	0.25**			
中学時代の運動経験	0.20**	0.22**	0.32**		
高校時代の運動経験	0.23**	0.22**	0.32**	0.42**	
現在の定期的な運動実施状況	0.22**	0.12*	0.10	0.19**	0.33**

*p<0.05 **p<0.01

PBMの獲得に負の側面を有している可能性を明確に示したものである。

表11は、カテゴリースコアから算出した各項目間の相関関係を示す。表からも明らかのように、すべての相関係数の値は、正の値を示した。相関比 (η) は、 $0 \leq \eta \leq 1$ 、クラメールのVは、 $0 \leq V \leq 1$ の範囲をとることから、正負の判断をすることはできない。今回、カテゴリースコアからピアソンの積率相関係数を求めたことで、その相関関係の正負の判断を行うことができた。結果的に、本研究においては、過去および現在の運動経験を有することは、骨密度 (OSI) に有意な正の相関関係を示すことが明らかとなった。

相関関係の大きさを詳しく見てみると、骨密度 (OSI) と2値変数 (小学・中学・高校時代の運動経験) との相関係数は、表7に示した相関比 (η) の大きさと一致した。骨密度 (OSI) と児童期・子ども時代の外遊び経験 (多項変数) は、 $r=0.17$ ($p<0.01$) となり、同じ組み合わせの相関比 ($\eta=0.18$) より、少し低値を示した。骨密度 (OSI) に対して、過去の運動習慣で、弱い相関関係を示したのは、数値の大きい順に、高校時代 $r=0.23$ ($p<0.01$)、次いで現在の定期的な運動実施状況 $r=0.22$ ($p<0.01$)、中学時代 $r=0.22$ ($p<0.01$) であった。いずれも相関係数の値は高くないものの (弱い相関関係)、定

期的運動の実施は、有意に骨密度 (OSI) を高める効果があることが示唆された。これらの結果は、過去の定期的な運動経験が、女子大学生の骨密度 (OSI) を高めることに影響するとされる先行研究 (池上ほか, 2014, 2015, 2016, 2017, Miyabaraほか, 2007) と一致するものであった。PBMに到達するのは、20歳前後であることを勘案すると、女子大学生がより高いPBMを獲得するには、中学時代や高校時代の運動経験だけでなく、現在の定期的な運動実施状況にも配慮する必要があると言える。

質問紙調査の項目が2値変数 (本研究においては中学・高校・現在の定期的運動同士の 2×2 の組み合わせ) 間の相関係数 r の大きさ (絶対値) は、同じ変数の組み合わせで算出したクラメールのVと一致した (表8)。これは、いわゆるファイ係数の絶対値が、クラメールのVと一致することからも明らかである。3つの多項変数であった子ども時代 (幼児期・児童期) の外遊び経験については、小学時代 $r=0.25$ ($p<0.01$)、中学時代 $r=0.22$ ($p<0.01$)、高校時代 $r=0.22$ ($p<0.01$)、定期的運動の実施状況 $r=0.12$ ($p<0.05$) となり、同じ組み合わせ同士のクラメールのVと比較すると、いずれも低値を示す結果となった。とはいえ、子どもの頃の外遊び経験と他の時代の相関係数は、数値の大きい順に、

小学時代の定期的な運動経験, 次いで中学時代の運動経験と高校時代の運動経験(中学と高校は同値)となった。いずれも1%水準で有意な相関関係を示した。これらのことから, 子どもの頃の外遊び経験は, 上級学校へ進学後も定期的な運動の実施に関与していることが示唆された。ただし, 大学生になってからの定期的運動の実施状況との間には, $r=0.12$ ($p<0.05$) となり, 小学から高校までと比べて, 低値を示した。表8(クラメールの連関係数)のところでも述べたように, 現在(大学生)の定期的な運動は, 高校時代の運動経験との間 $r=0.33$ ($p<0.01$)に, 他の学校時代よりも高い関係を有していることから, 大学生の定期的運動の実施は, 高校時代の運動経験に影響される。表4や表8の結果とあわせて考察すると, 中学, 高校, 大学と進学するにつれ, いずれの時代も, 一つ前の学校時代の運動経験との間に他の学校時代よりも高い影響を受けており, 子どもの頃の外遊びや中学時代の定期的な運動経験は, 将来, 大学生になったときの定期的な運動の実施に影響している可能性が示唆された。また, 表4に示したように, 高校時代に定期的な運動をしていなくても, 約20%(44名)の学生は, 大学生になって定期的運動を実施していた。大学生になってからの定期的な運動の実施が, 骨密度(OSI)の獲得に寄与している($r=0.22$, $p<0.01$)ことから, 大学で体育を指導する教員は, 高校時代の運動経験が少ない学生に対しても, 定期的な運動の実施に繋がるような教育的な介入が必要であると言える。

【まとめ】

本研究の目的は, 質問紙調査の質的データからカテゴリースコアを求めることで量的データに変換し, ピアソンの積率相関係数を求め

ることで, 過去および現在の運動経験が女子大学生の骨密度(OSI)にどの程度の影響を及ぼしているのかについて統計的に明らかにすることであった。統計解析の手法として, 骨密度(OSI)を従属変数, 質問紙調査のカテゴリーデータを独立変数とした数量化I類により, カテゴリースコアを算出した。このカテゴリースコアの分析により, 質問紙調査によるカテゴリーデータ(つまり過去および現在の定期的な運動・スポーツ経験)が, 骨密度(OSI)に対して, どの程度の影響を相対的に与えているのかを示した。これらの結果をまとめると次のようなことがわかった。

1. 本研究の研究対象とした女子大学生の各体格要素の平均値は, 年齢19.30歳, 身長157.32cm, 体重51.09kg, BMI 20.63, 体脂肪率25.22%, 骨密度2.88, 握力(左)23.72kg, (右)25.89kgであった。
2. 現在の定期的な運動実施状況は, 34.85%であった。
3. 過去の定期的な運動経験は, 小学校が64.65%, 中学校が69.95%, 高校が45.71%であり, 中学時代が最も高い割合を示した。
4. 小学時代に定期的な運動をしていなかった140名の内, 中学に進学後は, 半数(50%)にあたる70名が, 新たに定期的な運動を実施していることがわかった。
5. 高校に進学後は, 中学時代に定期的な運動をしていた277名のうち, 約40%にあたる112名が定期的な運動を継続していないことがわかった。中学時代に定期的な運動をしていなかった119名の内, 高校に進学後に新たに定期的な運動を開始したものは約13%にあたる16名にとどまっていた。
6. 現在(女子大学生)の運動経験に目を向けると, 高校時代に定期的な運動をしていた181名の内, ほぼ半数の94名のみが, 大学に進学後も継続して運動を実施していた。

一方で、高校時代に定期的な運動をしていなかった215名の内、約20%にあたる44名は、大学に進学後に新たに定期的な運動を開始したことがわかった。

7. 骨密度 (OSI) は、中学から現在 (大学) において定期的な運動経験があると回答したものは、ないと回答したものよりも、いずれも1%水準で有意に高値を示した。
8. 骨密度 (OSI) は、体重、BMI、体脂肪率の身体項目との間に、1%水準で有意な相関関係を示し、これらの体格要素の影響を受けていることがわかった。
9. 質問紙調査のすべての時期の運動経験 (子ども時代の外遊び経験～現在の定期的な運動実施状況) が、すべて「いいえ」13名と「はい」59名の骨密度 (OSI) の平均値と標準偏差を調べた結果、すべて「いいえ」は 2.68 ± 0.23 となった一方で、すべて「はい」は、 3.09 ± 0.37 となり、両群間に $p < 0.01$ で有意差が認められた。
10. カテゴリースコアの結果より、定期的な運動を実施すれば、大学生以前のどの年代においても骨密度 (OSI) を高めるが、逆に定期的な運動を実施しないしていると骨密度 (OSI) を高める作用が乏しくなることがわかった。
11. 中学、高校、大学と進学するにつれ、いずれの時代も、一つ前の学校時代の運動経験と最も高い相関関係を示しており、子どもの頃の外遊びや中学時代の定期的な運動経験は、将来、大学生になったときの定期的な運動の実施に影響している可能性が示唆された。
12. 大学生になってからの定期的な運動の実施が、より高い骨密度 (OSI) の獲得に寄与している ($r=0.22$, $p<0.01$) ことから、大学で体育を指導する教員は、高校時代の運動経験が少ない学生に対しても、定

期的な運動の実施に繋がるような教育的な介入が必要であると言えた。

【文献】

- 青木繁伸 (2009) Rによる統計解析, オーム社.
 南風原朝和 (2002) 心理統計学の基礎, 有斐閣アルマ.
 林知己夫 (1986) 数量化理論のできるまで, 日本オペレーションズ・リサーチ学会, 31 (12): 728-734.
 池上久子, 金興烈, 村本名史, 鶴原香代子, 松田秀子, 加藤恵子, 田中陽子, 高橋和文, 谷口裕美子, 大隈節子, 稲嶋修一郎 (2014) 大学生の骨粗鬆症予防に関する研究: 骨密度, 体格, 運動習慣, 生活習慣について, 大学保健体育研究 (34): 9-25.
 池上久子, 金興烈, 村本名史, 鶴原香代子, 松田秀子, 加藤恵子, 田中陽子, 高橋和文, 谷口裕美子, 大隈節子, 稲嶋修一郎 (2015) 大学生の骨粗鬆症予防に関する研究—現在及び過去の運動・スポーツ実施状況と体格, 体力との関連について—, 大学保健体育研究 (35): 11-19.
 池上久子, 金興烈, 村本名史, 鶴原香代子, 松田秀子, 加藤恵子, 田中陽子, 高橋和文, 大隈節子, 稲嶋修一郎 (2016) 大学生の骨密度に及ぼす健康, 体力, 運動習慣について: 高齢期における骨粗鬆症予防に関する研究, 大学保健体育研究 (36): 1-14.
 池上久子, 金興烈, 村本名史, 田中陽子 (2017) 大学生の骨密度に及ぼす食習慣, 健康, 体力, 運動習慣について: 高齢期における骨粗鬆症予防に関する研究, 成城大学社会イノベーション研究 12 (2): 1-15.
 稲嶋修一郎, 高橋和文, 村本名史, 加藤恵子, 鶴原香代子, 松田秀子, 金興烈, 池上久子 (2018) 女子中学・高等学校生徒の骨密度と体格, 運動・生活習慣に関する検討, 日本体育測定評価学会抄録集: 46.
 金興烈, 稲嶋修一郎, 高橋和文, 村本名史, 加藤恵子, 鶴原香代子, 松田秀子, 池上久子 (2018) 女子生徒および女子学生の骨粗鬆症予防に関する横断的研究, 日本体育測定評価学会抄録集: 45.
 餅美和子, 松本範子 (2016) 成長期における運動

女子大学生の骨密度に関与する過去と現在の運動・スポーツ経験について(高橋, 稲嶋, 村本, 加藤, 鶴原, 松田, 大隈, 田中, 金, 池上)

の継続が骨量に与える影響—踵骨超音波骨密度測定器を用いて—, 日本体育学会大会予稿集 67 : 216.

Miyabara Y, Onoe Y, Harada A, et al (2007) Effect of physical activity and nutrition on bone mineral density in young Japanese women. *J Bone Miner Metab* 25 : 414-418.

村上隆, 前田忠彦編 (2012) 数量化理論の現在, 社会と調査No9 : 4-62.

永添めぐみ, 村上明日香, 佐藤創 (2007) 数量化理論I類の方法とその適用例, 専修ネットワーク&インフォメーション11 : 51~58.

中山功 (2005) 数量化理論I類における偏相関係数, *NUCB journal of economics and information science* 49 (2) : 265-271.

萩野浩 (2005) QUSの基準値 (QUS使用の実際—日本骨粗鬆症学会 骨強度測定機器の評価と臨床応用に関する委員会), *オステオポロシスジャパン* 13 (1) : 31-35.

菅民郎 (2001) 多変量解析の実践 (下), 第2版, 現代数学社.

文部科学省 (2014) 「平成25年度学校保健調査統計」

http://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/chousa05/hoken/kekka/k_detail/1345146.htm (参照日2018年5月7日)

文部科学省 (2014) 「平成25年度体力・運動能力調査」

http://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/chousa04/tairyoku/1261241.htm (参照日2018年5月7日)

厚生労働省 (2015) 「平成25年度国民健康・栄養調査報告」

<http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/eiyou/h25-houkoku.html> (参照日2018年5月7日)

骨粗鬆症予防学会「骨粗鬆症の予防と治療ガイドライン2015年版」

http://www.josteo.com/ja/guideline/doc/11_2.pdf (参照日2018年3月28日)

タニタ社「体組成計の測定項目の見方について」

<http://www.tanita.co.jp/health/measure/taioseikei/> (参照日2018年3月28日)

R Development Core Team 2018. R : A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.