

## 特集 少年柔道を考える

青少年期の柔道経験が骨量に及ぼす影響  
(大規模横断研究プロジェクト)

—プロジェクト初年度の横断調査結果の概要—

山梨大学 小山 勝弘

明治大学 春日井淳夫

明治大学 手塚 政孝

## Effect of Judo practice during childhood and/or adolescence on calcaneal quantitative ultrasound parameters

Katsuhiko Koyama (University of Yamanashi)

Atsuo Kasugai (Meiji University)

Masataka Tezuka (Meiji University)

## Abstract

The purpose of this study was to investigate the effects of experience in judo practice during childhood and/or adolescence on bone mass. Quantitative ultrasound parameters (speed of sound, SOS) of judo practitioners (elementary school pupils,  $n = 103$ ) were measured using CM-100 (ELK corporation, Japan). Anthropometric measures, including body height, body weight, body mass index (BMI), percent body fat, fat mass, and lean body mass (LBM) were also measured in all subjects. Associations between SOS and anthropometric measures were analyzed for boys and girls separately. Correlation analysis revealed that percent body fat was negatively correlated with SOS in boys. An increase in SOS in upper grade boys was accompanied with significant gains in body weight and LBM compared with those in lower grades. These results imply that an increase in body weight, which may consist largely of increased LBM has a favorable impact on the growth of bone mass in children.

## 〈研究の背景〉

## A. 少子高齢化社会と骨の健康

「骨粗鬆症」とは骨の量が減り、大根にす（鬆）が入ったような状態になって骨折しやすい状態、あるいは骨折を起こしてしまった状態を指す。現在、日本の骨粗鬆症患者数は1,000万人を越えると考えられている。これほどまでに多くの患者が生まれてきた背景には、戦後の近代化の過程で著しく進んだ経済の発達、栄養状態の改善、医療技術の進歩、その他多くの要因によっても

たらされた「平均寿命の延び」が存在すると思われる。事実、日本人の平均寿命は男性78.36歳、女性85.33歳で、ともに世界第一位（2003年）を誇っている<sup>1)</sup>。ここで平均寿命の延びそのものは歓迎すべき現象といえるが、付随して顕在化してきた多くの課題が我々を悩ませている。

日本をはじめ、多くの先進諸国に共通した問題として人口構成の高齢化が挙げられる。2003年の日本人高齢者（年齢65歳以上）数は2,431万人（男1,026万人、女1,405万人）であり、実に人口の19%を占めるに至っている<sup>2)</sup>。1970年、日本が高齢化社会（65歳以上人口が全体の7%以上）に突入してから、1994年に高齢社会（65歳以上人口が全体の14%以上）に至るまでの期間、いわゆる倍化指数は僅か24年間である。フランスやスウェーデンがそれぞれ115、85年間かけて高齢社会へ進んできた事実と比較すると、極めて速い高齢化現象といえる。そして、国民医療費の中で老人医療費が急騰している現実を前にして、少子化傾向（合計特殊出生率1.29人）<sup>3)</sup>にも歯止めがかからない状況に陥っている。このようなことから、正にドラスティックな社会・経済システムの変革が緊要であることは自明であり、我々の「生き方」に関しても再考する余地があると思われる。つまり単に長く生きることを目標に据えるのではなく、よりよく生きること（QOL, quality of life）に関心を向けるべきなのかも知れない。老いても自活できる「健康寿命」の延伸こそが目指すべき生き方であり、そのために予防医学的アプローチが社会全体で推し進められていく必要があると思われる。

健康寿命の低下はQOLの低下を意味し、それを引き起こす要因として「寝たきり」が挙げられる。寝たきり要介護の原因疾患として脳血管疾患が最も多い（27.7%）が、転倒・骨折を契機とするケース（11.8%）が急増中である<sup>4)</sup>。特に女性については、寝たきりの14.8%が転倒・骨折に起因しており看過できない状態である。また転倒・骨折経験後に、その恐怖感から閉じこもりに至る悪循環も問題視されている。これらのイベントを未然に防ぐためには、予防医学的アプローチを積極的に試みていき、骨格筋と骨を健全に保ち続けることが重要になってくる。

高齢期の大腿骨頸部骨折や脊椎圧迫骨折などを防ぐには、生涯の骨の変化を正確に理解することが何よりも大切で、その上で時宜に合った効果的な対策を施していく必要がある。一般に骨量は、10代から20歳前後までの青少年期に増大し（骨量増大期）、成人以降しばらく一定値を保った後、加齢に伴い緩やかに減少する（骨量減少期）と考えられている。そのため高齢者の骨粗鬆症予防は、加齢に伴う骨量減少を緩徐にしていくことに焦点が絞られる。しかし将来的な視野で現在の高齢化社会に対峙していくには、骨量増大期にある子どもの最大骨量（PBM, peak bone mass）を最大化する努力もまた大変有意義である。特に予防という観点からは、後者のアプローチが効果的であると考えられている。現在までにPBM最大化に対する正負の要因が、体格、生活習慣、運動習慣、遺伝など様々な観点から検討されてきたが<sup>5)</sup>、十分に解明されているとはいえない。しかし、骨量の増加速度が最大になるとされる小学生から大学生までを対象にしたいいくつかの先行研究から、運動習慣の形成が骨量増大に強く貢献するという知見が示されている<sup>6-8)</sup>。また比較的強度が強く、ハイインパクトな負荷が加わる運動種目を習慣的に行うと、より大きなPBMが獲得されると示唆されている。

## B. 柔道と骨の健康

柔道は自重だけでなく相手の体重をも制御する局面を持ち、動きが激しく強度の強いスポーツに分類される。柔道を行うと大きな体重負荷が加わる上に、筋量の獲得、平衡機能の向上、柔軟性の向上などが期待できるため、骨量減少期にある高齢者の転倒リスクを下げ、間接的に骨折を予防できると考えられる。一方、骨量増大期にあたる小学生から大学生にとって、柔道を習慣的に行うことが骨の健康状態にどのような影響をもたらすのか、詳細に検討した報告は見あたらない

い。上述のように、健康寿命をより長く確保するために、PBMをより高い水準に引き上げる積極的な予防医学的手段としての柔道の可能性を探る試みが必要である。

すでに広く知られているように、日本の柔道人口は減少の一途を辿り、全日本柔道連盟登録者数は20万人を切っている。フランスは50万人を越える柔道人口を有しているが、少年柔道人口の獲得のために各種メディアを活用した広報活動などが奏功していると考えられる。日本にとっても底辺を支える少年柔道人口の拡大は急務であり、様々な副次的効果を含めたアピールをしていく必要がある。それらの方策の一つとして、骨量増大期における柔道経験がPBMの増大に、さらには成人以降の骨量変化にどのような影響を及ぼすのかについて多くのエビデンスを集めていくことは、大変有益であると思われる。

### 〈研究目的〉

本研究プロジェクトでは、骨量増大期の柔道経験が骨量に及ぼす影響について、大規模な横断的測定評価を行い、高齢社会における柔道の価値を予防医学的観点から検討することを目的とする。さらに柔道と骨の健康との関連性は、柔道人口拡大に寄与する論拠となりうるかについても考察を加えることを目的とする

本年度はプロジェクト初年度で横断的基礎データの収集過程にあるため、詳細な検討を加えずに得られたデータを示し、若干の考察を加える。

### 〈方法〉

#### A. 被験者

学校講道館普通科（特修科）少年部に所属する1～6年生103名（男子79名、初経発来前女子24名）を対象にした。対象の児童の保護者に対し事前に文書にて研究の趣旨、参加辞退に関わる不利益等は一切生じないことを伝えた後に、体格や骨強度（Speed of Sound, SOS）測定、アンケート調査を実施した。対象とした児童の学年、骨強度、および各種体格指標を表1に示した。

#### B. 測定項目

骨量指標として超音波骨密度測定装置CM-100（エルクコーポレーション、大阪）を用いて、右足踵骨の超音波伝播速度、SOS（m/sec）を測定した。超音波法による骨量評価は大腿骨頸部骨折のリスクを、X線を用いた骨密度とは独立して、鋭敏に反映すると理解されている。これは骨の強度は、密度だけでなく骨梁の走行性などの骨構造に影響され、SOSはその骨構造を評価しうる

表1 対象者のSOS、学年、および各種体格指標  
Table 1 Characteristics of the subjects

	Total (n = 103)	Boys (n = 79)	Girls (n = 24)
SOS (m/sec)	1553.2±23.7	1552.0±25.2	1557.2±17.8
Grade	4.00±1.43	4.01±1.44	3.96±1.46
Height (cm)	136.8±9.8	136.7±9.8	137.3±10.0
Weight (kg)	36.2±11.5	36.6±12.3	35.1±8.4
Body fat (%)	19.7±7.1	19.7±7.6	19.5±5.2
FM (kg)	7.8±5.7	8.0±6.2	7.2±3.6
LBM (kg)	28.5±6.5	28.6±6.9	27.9±5.3
BMI	19.0±4.3	19.2±4.6	18.4±3.0

Means±SD

SOS speed of sound, FM fat mass, LBM lean body mass, BMI body mass index

指標と考えられているためである。また被曝が無い場合、妊婦や子どもなど幅広い年齢層の人々を対象にしたスクリーニングテストとして有用とされている。

体格指標としては身長、体重、BMI (body mass index)、体脂肪率、体脂肪量 (fat mass, FM)、除脂肪体重 (lean body mass, LBM) を測定した。なお体脂肪率は体内脂肪計 (TBF-305、TANITA、東京) により測定し、FMやLBMは体重と体脂肪率から算出した。

生活習慣に関するアンケート調査は、承諾の得られた保護者に回答してもらった。調査項目は食習慣 (カルシウム摂取量など) や運動習慣 (習慣的に行っている運動種目、運動時間や頻度) に関するものを主に構成した (生活習慣に関する調査は現在進行中のため解析対象外とした)。

### C. 統計解析

全対象者を性別に分類し、SOSに対する学年や各種体格指標の影響を検討するため、Pearsonの単相関係数を算出した。また性別に、低学年 (1~3年生) と高学年 (4~6年生) に分類し、SOSや各種体格指標の平均値の差の検定をunpaired t-testにより行った。いずれの解析についても危険率5%以下を有意水準として設定し、10%以下については有意傾向として表記した。なおデータは全て平均±標準偏差で表した。

### 〈結果、および考察〉

対象者のSOS、学年、体格指標を男女別に表1に示した。現在までに測定を終えている男女の人数が大きく異なる影響もあり、特に顕著な差異は認められなかった。SOSに関しては男子で $1552.2 \pm 25.2$  m/sec、女子で $1557.2 \pm 17.8$  m/secと、有意差は無いものの女子の方が高値となっていた。この傾向は小学生の骨密度を観察した過去の研究<sup>8,9)</sup>でもすでに確認されており、骨の発達 (骨量の獲得) は第二次性徴に伴い賦活され、女子のそれが男子に先行するという事実を示してい

表2 SOS、学年、および各種体格指標との単相関係数 (男女別)

Table 2. Correlation matrix between SOS, grades and anthropometric variables.

Boys								
	SOS	Grades	Height	Weight	%fat	FM	LBM	BMI
SOS	1							
Grades	0.116	1						
Height	-0.080	0.747*	1					
Weight	-0.045	0.456*	0.724*	1				
%fat	-0.221*	0.103	0.373*	0.822*	1			
FM	-0.111	0.249*	0.499*	0.932*	0.944*	1		
LBM	0.021	0.589*	0.841*	0.946*	0.618*	0.765*	1	
BMI	-0.005	0.206	0.424*	0.926*	0.893*	0.954*	0.795*	1

Significantly correlated (\*P<0.05).

Girls								
	SOS	Grades	Height	Weight	%fat	FM	LBM	BMI
SOS	1							
Grades	-0.006	1						
Height	-0.046	0.831*	1					
Weight	0.138	0.415*	0.738*	1				
%fat	0.107	-0.203	0.125	0.725*	1			
FM	0.205	0.079	0.423*	0.916*	0.927*	1		
LBM	0.082	0.600*	0.879*	0.964*	0.523*	0.776*	1	
BMI	0.191	-0.141	0.178	0.792*	0.957*	0.951*	0.612*	1

Significantly correlated (\*P<0.05).

表3 高学年と低学年におけるSOS、および各種体格指標の比較

Table 3. Comparisons of SOS and anthropometric variables between the lower and upper grades.

	Boys		Girls	
	Lower (n = 25)	Upper (n = 54)	Lower (n = 10)	Upper (n = 14)
SOS (m/sec)	1544.5±24.2	1555.5±25.2 <sup>†</sup>	1552.9±19.1	1560.3±16.8
Height	128.8±8.0	140.3±8.3*	129.9±6.2	142.6±8.7*
Weight	29.9±8.0	39.7±12.7*	31.6±6.2	37.6±9.1
%fat	18.9±6.3	20.1±8.2	20.4±5.1	18.9±5.4
FM	6.1±3.7	8.8±6.9	6.7±2.9	7.5±4.0
LBM	23.8±4.5	30.8±6.7*	24.9±3.4	30.1±5.5*
BMI	17.8±3.3	19.9±5.0	18.6±7.9	18.3±3.2

Means±SD, \*p<0.05, <sup>†</sup>p<0.10 (Lower vs Upper)

と思われる。

SOSと各種体格指標との関係について、単相関係数を求めて評価した(表2)。女子に関しては、SOSと体格指標との間に有意な相関は認められなかった。現段階での女子の対象者数は24名と少ないため、一定の傾向を把握するには今後のデータ蓄積が必須であると考えられる。一方男子においては、SOSと体脂肪率(%fat)との間に有意な負の相関が確認された( $r=-0.221$ 、 $P<0.05$ )。多くの先行研究で、体重を中心にした体格は骨量に有意な影響を及ぼすことが示唆されている。例えば成人女性を対象にした長瀬ら<sup>10)</sup>の報告では、肥満度

(BMI)と骨量との間に有意な正の相関があるとし、この関係は閉経以前、閉経後のいずれにおいても保たれると示されている。さらに大学生や中学生を対象に同様の検討を行った先行研究でも、体重に関連する指標と骨量との間に正の相関が認められると報告されている<sup>5, 11, 12)</sup>。一般に骨代謝は体重などの重力負荷が加わることによって活性化し、骨形成が促進されると考えられている。しかし本研究の対象者(小学生男子)に関しては、体脂肪率とSOSの間に有意な負の相関が認められ、その他の体格指標についても値が大きいくほどSOSが小さくなる傾向となった。筆者らが行った別の地域の小学生を対象にした解析でも、体重に関連する全ての指標とSOSとの間に負の相関が確認されており(小山ら2004)、第二次性徴発来前の小学生にとっては、「体脂肪が多く体重が重いこと」は骨量増大の促進因子にはなり得ない可能性が示唆される。この点については、今後の広範なデータ収集によって解明されていくであろうと思われる。

対象者を低学年と高学年の2群に分類し、SOSと体格指標について比較検討を行った(表3、図1)。SOSに関して、男女とも高学年の方が大きくなり、男子では有意傾向がみられた。対象者数が比較的多い男子では、体重とLBMが高学年で有意に高くなっている。これらの結果から、低学年から高学年にかけての骨量増加は、単に体重が増えることではなく、骨格筋を中心としたLBMが増えることでなされていく<sup>5)</sup>可能性が考えられる。現段階での対象者数が少ないため、詳細な検討により今後確認していく必要があると思われる。

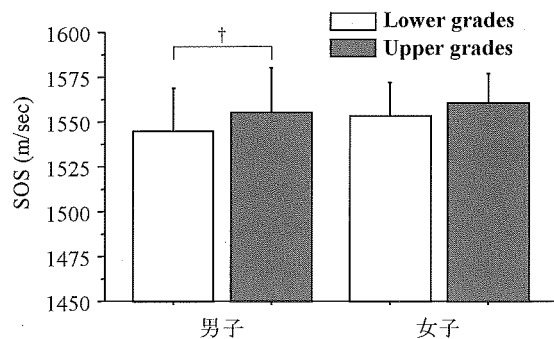


図1 高学年と低学年におけるSOSの比較

Fig. 1. SOS in the lower and upper grades.

### 〈総括、および今後の展望〉

本研究プロジェクトは骨量増大期における柔道経験が、骨量増大期の骨の成長、骨量減少期の骨量変化にどのような影響を及ぼすかについて、大規模な横断的測定評価を行い、高齢社会における柔道の価値を予防医学的観点から検討することを目的としている。本年度は横断的基礎データの収集過程にあり、得られたデータの一部を示して考察を加えた。

解析の対象としたのは柔道を習慣的に学ぶ小学生103名であり、超音波骨密度測定装置 (CM-100) を用いて右踵骨の骨量と各種体格指標を測定した。骨量は男子においてのみ体脂肪率との間に負の相関を示した。また低学年と高学年に分類して比較したところ、やはり男子において、高学年の体重と除脂肪体重が低学年に比し有意に増大していた。第二次性徴前の小学生の骨量増大因子として、体脂肪が増えることなく除脂肪体重が増加して体重が増大することが重要であると考えられる。

今後は大規模横断研究として、柔道経験者、未経験者ともに、様々な年齢層の対象者を確保していくことが求められる。またアンケート調査により生活習慣因子等についても解析を加え、体力要素などを含めた骨量に対する様々な影響因子を把握した上で、柔道経験の意義を検討していく必要がある。

### 参考文献

- 1) 2003年簡易生命表 (<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/life/life03/>)
- 2) 2003年総務省統計局 (<http://www.stat.go.jp/data/topics/topics051.htm>)
- 3) 2003年人口動態統計 (<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/geppo/nengai03/>)
- 4) 2001年国民生活基礎調査 (<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa01/>)
- 5) 横内樹里, 安藤大輔, 小野悠介, 尾崎芳雅, 浅川和美, 北川淳, 中原凱文, 小山勝弘『女子大学生の踵骨超音波計測値と体格の関係』体力科学 52: 639-646, 2003
- 6) 岡野亮介, 中正二郎, 勝木建一, 勝木道夫『男性スポーツ選手における踵骨骨強度の特徴および形態・基礎体力との関連性』臨床スポーツ医学 20 (5): 591-597, 2003
- 7) Wetter AC, Economos CD. Relationship between quantitative ultrasound, anthropometry and sports participation in college aged adults. *Osteoporos Int* 15: 799-806, 2004
- 8) 小山勝弘, 安藤大輔, 横内樹里, 山北満哉, 小佐野登美子『小学生の骨量に関連する生活習慣因子の探索』柔道75 (9): 86-91: 2004
- 9) 岡野亮介『踵骨骨強度の発育特性と男女差』学校保健研究 46: 59-66, 2004
- 10) 長瀬博文, 林宏一, 中村裕之, 山田晃裕, 荻野景規『超音波式踵骨骨量測定装置を用いた骨量とその関連要因についての横断研究』日本公衛誌 46 (9): 799-810, 1998
- 11) 永田瑞穂, 三宅健夫, 北川淳, 中原凱文『思春期女子における運動実践が骨代謝動態に及ぼす影響』日骨形態誌 11: 1-6, 2001
- 12) 長澤誠一郎, 三宅健夫, 横山英世, 野崎貞彦『中学生の踵骨骨強度と体格・生活習慣等の関連について』日大医誌 60 (11): 485-491, 2001