

平成 21 年 3 月 31 日現在

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2006～2008

課題番号：18500522

研究課題名（和文）小学生高学年における骨量増加因子の解析及び指導プログラムの開発

研究課題名（英文）A Longitudinal Study About the Relationship Between Bone Mineral Density, Physique and Lifestyles in 4<sup>th</sup>-6<sup>th</sup> Graders of Primary School

研究代表者

坂田 惇教（SAKADA TAKENORI）

埼玉県立大学・保健医療福祉学部・教授

研究者番号：70113793

研究成果の概要：小学生高学年（4年生～6年生）の骨量を3年間にわたり継続的に測定するとともに運動・食生活習慣との関連を調査し、骨量増加因子を分析した。小学高学年の骨量は、4・5年生では男女差は小さく、6年生で男女差が明確に認められた。女子では、小学校5年生までは男子と同じ傾向を示すが、小学校6年生で大きく骨量の増加を示した。骨量増加要因として運動の有無・時間が挙げられたが、小学校高学年女子では、学校体育以外の運動経験者は30%程度と減少し、問題を残していた。骨量教育は、小学校5年生から開始すべきである。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	1,300,000	0	1,300,000
2007年度	600,000	180,000	780,000
2008年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	2,800,000	450,000	3,250,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学、応用健康科学

キーワード：骨密度、骨粗鬆症、学校保健、運動、栄養

## 1. 研究開始当初の背景

従来、女性では初経の1～2年前より骨量の増加がはじまり16歳～17歳で最大値となることが報告されてきた。我々の調査では、女子では中学2年生（14歳）で最大骨量を獲得し、それ以前の小学校高学年より中学1年生までの骨量獲得が重要となることが判明した。骨量に関する運動・栄養指導などの生活指導を中学生で開始したのでは遅く、特に、女子では小学生高学

年からの骨粗鬆症予防対策としての生活指導の重要性を指摘してきた。

## 2. 研究の目的

小学生高学年（4年生～6年生）の骨量を継続的に3年間にわたり測定するとともに運動・食生活習慣との関連を調査し、骨量増加因子を分析すること。骨粗鬆症予防のための小学生高学年用の骨量増加指導プログラムを開発すること

を目的とした。

### 3. 研究の方法

平成 18 年度埼玉県下 A 小学校 4 年生、男子 96 名、女子 86 名、合計 182 名に質問紙調査、骨量を測定した。これらの小学生を対象として、第 2 回調査としての平成 19 年度(小学校 5 年生)、第 3 回調査として平成 20 年度(小学 6 年生)と継続的に運動・食生活を調査し、骨量の増加因子について分析した。

小学校における調査研究実施内容

- (1) 骨量測定(年 1 回実施、3 年間継続実施、体重・身長・体脂肪・握力測定)
- (2) アンケート調査(食生活、運動、生活習慣等)
- (3) 簡易食物摂取調査---総摂取エネルギー、歩数計および加速度計をもちいた日常身体活動量の評価
- (4) 講演等(骨粗しょう症に関する講話、リーフレット等の配布など)
- (5) 結果の還元(骨量測定等の結果は、個別に生徒に送付、学校全体の報告など)

【質問紙調査】食生活として朝食の摂取状況、朝食時間、食事時の噛む状況、好き嫌い、食事内容(牛乳、乳製品・魚介類・肉卵類・豆類大豆類・インスタント食品、スナック菓子・ファーストフード類)、夕食の摂取状況、ダイエット状況について調査した。また、日常生活関連として家族状況と食事、体型調査として現在の体型、理想的・健康的な体型、初経・骨折の有無、睡眠時間についても調べた。運動実施状況として学校以外での運動、運動時間、通学時間について調査した。質問紙の回収は、2 週間の留め置き式で実施し、骨量の測定時に回収した。回収率は 98.3~98.5%であった。

【体格・骨量の測定】身長、体重、体脂肪率、握力を測定し、ローレル指数を求めた。骨量の測定は 18・19・20 年度ともに超音波骨量測定装置 Benus (石川製作所製)を使用し、右踵骨での測定を原則とした。過去数年の右踵骨骨折の

既往、現在の外傷、皮膚疾患等では左踵骨で測定した。側定率は、98.5%であった。骨量については、骨梁面積率(%)、PB SOS(超音波伝播速度 m/秒)、対最大骨量比(%)をそれぞれ測定した。

なお、本研究は、埼玉県立大学の倫理委員会の承認を受けている。また、調査・測定については、調査目的など説明し、同意書を父兄より戴いた上で実施した。

### 4. 研究成果

#### (1) 小学生高学年の骨量

小学高学年の骨量は、全般的に 4・5 年生では男女差も小さいが、6 年生で男女差が明確に認められた。4 年生から 6 年生までの骨量変化をみると、男子では、超音波伝播速度のみ 5 年生と 6 年生に有意の差がみられたが( $p < 0.05$ )対最大骨量比、骨梁面積率に 3 年間で有意の差は認めず、骨量増加量は小さいものであった。一方、女子では、超音波伝播速度、対最大骨量比、骨梁面積率とも 4、5 年生では差がなく、6 年生になると 3 者とも有意に増加し、5 年生から 6 年生にかけて顕著な骨量の増加が認められた(図 1)。

#### (2) 小学校高学年における体格変化

小学校 4 年生より 6 年生にかけて男女の身長、体重、握力については各学年で成長差が認められ、順調な発育を示していた。体脂肪率に関しては、女子の 5~6 年次に大きく変化した。年間増加量は、身長において 4~5 年次で男子  $5.8 \pm 2.0$ cm、女子  $7.0 \pm 1.6$ cm、5~6 年次で男子  $6.5 \pm 2.3$ cm、女子  $6.4 \pm 1.8$ cm を示した。体重は、4~5 年次で男子  $3.4 \pm 2.1$ kg、女子  $4.1 \pm 2.3$ kg、5~6 年次で男子  $5.0 \pm 2.2$ kg、女子  $4.9 \pm 2.2$ kg の増加を示した。

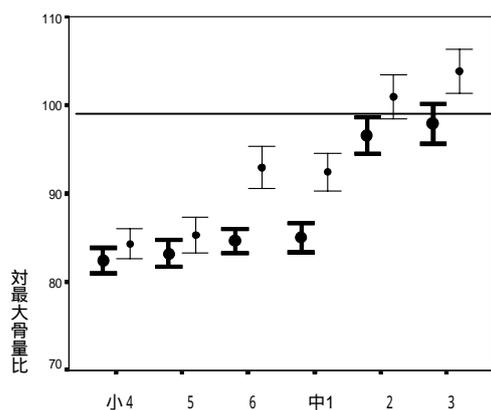


図 小学4年生より中学3年生までの骨量変化 (対最大骨量比、太線：男子、細線：女子)。男子の骨量は、中学1年生まで少量ずつ増加、中学2年生で大きく伸びるも中学3年生では若年成人平均骨量の95%程度までの発育を示す。一方、女子では、小学校6年生で大きく骨量の増加を示し、中学2年生で対最大骨量比は100%を突破し、ほぼ成人並みの骨量を示す(中学生の骨量に関しては、既存の我々の調査と合成。坂田悍教他、中学生の踵骨骨量と体格・生活習慣との関連について、埼玉県大紀要、6： -7,2005)。

### (3) 運動の有無と骨量

女子では、超音波伝播速度、骨梁面積率ともに運動群で骨量が有意に高く、男子において超音波伝播速度で高値を示した ( $p < 0.05$ )。運動時間は、男女とも骨量(超音波伝播速度、骨梁面積率)と正の相関を示した。運動の有無、運動時間と骨量は密接な関連を認めた。

### (4) 小学校4年生から6年生における体格と骨量の年間増加量との関連について

過去1年間の骨量増加量と体格の成長量変化量について検討すると、5年生において超音波伝播速度で男子で体脂肪率、ローレル指数と逆相関を示し、女子では、体重や握力の増加が大きい小学生ほど骨量の増加は著しい。骨梁面積率については、体格変化との相関は認められなかった。6年生では関連を認めなかった。

### (5) 食品摂取状況と骨量

牛乳非摂取群が5年次7名、6年次5名と少なく、統計的資料として問題を残していた。牛乳・乳製品摂取群が男子の骨量(超音波伝播速度、骨梁面積率、対最大骨量比)女子の身長、体重で有意に高値を示していた ( $p < 0.05$ )。そのほかの食品、豆、肉類、魚類、インスタント食品などの摂取状況と骨量の関連は見出せなかった。

### (6) 朝食摂取状況と骨量

朝食を“毎日食べる群”、“朝食を抜く群”との間で体格、骨量、睡眠等について検討した。身長、体重、体脂肪、骨量で男女とも差が認められず、特に、骨量(骨梁面積率、PBSOS)については、朝食摂取の有無との関連をみだせなかった。また、体格・骨量の年間増加量と検討してみると、5年次男子の“毎日食べる群”が“朝食を抜く群”に比べ、骨梁面積率で高い値を示したが、朝食摂取と骨量との関連は比較的低いものであった。

### (7) ダイエットの有無と骨量

小学校6年生までのダイエット経験の有無に関して、ダイエット経験者男子で5名(88名中)5.7%(5年次6.7%)、女子で12名(5年次89名中)13.5%(5年次11.5%)であり、女子で年齢の増加とともにダイエット経験者は増加する傾向にある。

ダイエットの有無と体格、骨量を比較すると、男子では両群間に差を認めないが、女子のダイエット群では、体重、体脂肪率、右握力で高い値を示し、元来、ダイエット群において体重の大きい生徒が多いことがうかがえた ( $p < 0.05$ )。男女とも骨量で両群間に差を認めなかった。しかし、女子のダイエット群では、体重、体脂肪率で高い値を示したにもかかわらず、骨量では低い値を示し、体格を考慮すると明らかにダイエット群で骨量は小さい。男子においても同じ傾向が認められた。5年生におけるダイエット

の有無と体格、骨量を比較すると、ダイエット群では、男子で身長、体重、体脂肪率、女子の握力で高値を示していた ( $p < 0.05$ )。骨量では両群間に差を認めなかった。男子では、体重、体脂肪率の高い肥満傾向のある小学生がダイエットを行っていることが推定された。

#### (8) 骨量と骨折の既往

男子では、“骨折あり”、“骨折なし”群間で骨量の差を認めなかった。しかし、女子では、骨梁面積率、対最大骨量比で“骨折なし”群の骨量が高い。

#### (9) 骨量と初経の有無

“初経あり”は5年次 14.0%、6年次 36.4%であった。5年次における“初経発来群”では、非発来群に比べ、体重、体脂肪、ローレル指数、骨量(PBSOS)で有意に高値を示していた。また、骨量も大きい傾向が見られるが、統計学的には有意の差を認めない。体格的に発育のよい女子に初経がみられ、骨量もやや大きい傾向がみられた。

#### (10) 骨量と睡眠

小学6年生では、就寝時間は平均午後10時19分、起床時間午前6時38分、睡眠時間は8時間18分である。睡眠時間と骨量に関連を認めなかった。

#### (11) 小学校～中学生の骨量教育プログラム

小学校4年生から6年生にわたる女子90名、男子92名、計182名について、骨量、運動、食生活などの縦断的調査を行い、骨量獲得の要因について分析した。小学高学年の骨量は、4・5年生では男女差が小さく、6年生で男女差がはっきりと認められた。3年間の骨量変化をみると、男子では、骨量増加量は小さく、女子では、6年生になると骨量が急激に増加した。男子の骨量は、中学1年生まで少量ずつ増加、中学2年生で大きく伸びるも中学3年生では若年成人

平均骨量の95%程度までの発育を示す。一方、女子では、小学校5年生までは男子と同じ傾向を示すが、小学校6年生で大きく骨量の増加を示し、中学2年生で対最大骨量比は100%前後となり、ほぼ成人並みの骨量を示した(坂田悍教他、中学生の踵骨骨量と体格・生活習慣との関連について、埼玉県大紀要、6: -7,2005)。小学生高学年の骨量は、食生活、睡眠時間などとの関連は見出せなかったが、運動の有無、運動時間と正の相関を示した。一方、女子では、6年次の骨量増加時期にもかかわらず、学校体育以外の運動経験者は30%程度となり、問題を残している。

思春期の骨量獲得には、小学校5年生からの骨量教育が重要であり、特に運動面の指導が重要である。一方、食生活では、カルシウム摂取が重要であるが、給食等で定期的に牛乳摂取を行っており、対象小学生においては食生活に関連しては顕著な差を認めなかった。朝食摂取に関しては、朝食摂取群で年間骨量増加量は大きく、バランスのよい食生活が必要である。

#### 5. 主な発表論文等

[学会発表](計3件)

佐藤雄二、藤縄理、加藤 優、新保真理、坂田悍教、小学校4年生の骨量と運動機能及び生活習慣との関連、第8回埼玉県保健福祉発表会、2007.3.20、浦和(研究抄録集125-126)(研究発表会)

佐藤雄二、加藤優、新保真理、坂田悍教、小学校5年生の骨量と運動習慣との関連、第9回埼玉県保健福祉発表会、2008.3.19さいたま市、(研究抄録集;130-131)(研究発表会)

佐藤雄二、加藤優、新保真理、坂田悍教、小学校高学年3年間にわたる骨量変化と関連因子、第10回埼玉県保健福祉発表会、2009.3.17

さいたま市(研究抄録集;120-121)(研究発表会)

[その他]

坂田悍教、佐藤雄二、藤縄理、加藤優、新保真理、埼玉県における学校保健運動器検診事業報告(小学校における骨量健診)、埼玉整形外科医会誌23(12):36-55、2007

坂田悍教、佐藤雄二、藤縄理、加藤 優、新保真理、小学校における骨粗鬆症検診結果について(平成19年度報告書)1-35、2008、

(父兄・学校関係者に配布)  
坂田悍教、佐藤雄二、藤縄理、加藤 優、  
新保真理、小学校における骨粗鬆症検診結果  
について(平成18年～20年度報告書) 1 -  
47、2009、(父兄・学校関係者に配布)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

坂田 悍教 (SAKADA TAKENORI)  
埼玉県立大学・保健医療福祉学部・教授  
研究者番号：70113793

### (2) 研究分担者

佐藤 雄二 (SATO YUHJI)  
埼玉県立大学・保健医療福祉学部・教授  
研究者番号：10196280

加藤 優 (KATOH MASARU)  
埼玉県立大学・保健医療福祉学部・准教授  
研究者番号：50320669

新保真理 (SHINBO MARI)  
埼玉県立大学・保健医療福祉学部・講師  
研究者番号：20300139

藤縄 理 (FUJINAWA OSAMU)  
埼玉県立大学・保健医療福祉学部・教授  
研究者番号：00315722