

# 小学生から高校生にいたる中軸骨骨発達の 6年間追跡に基づく思春期骨折のリスク要因の解明と 骨折予防プログラムの立案

近畿大学医学部公衆衛生学教室 伊木 雅之、玉置 淳子、藤田 裕規  
門脇 英子、甲田 勝康、由良 晶子  
名古屋大学医学部地域在宅看護学 梶田 悦子

## はじめに

高齢社会から超高齢社会に移行しようとする現在、高齢者の運動能力を低下せしめて要介護状態に陥らせ、QOLを傷害する重要な要因が骨折である。この骨折は骨粗鬆症による低骨密度に起因しており、骨粗鬆症予防は超高齢社会の重要な課題であると言わねばならない。

骨粗鬆症予防は最大骨量の最大化と閉経後骨量減少の最小化に要約される。これまでの対策は後者に偏重しており、骨粗鬆症予防に関する多くの研究も中高年女性を対象にしてきた。しかし、近年になって、前者の重要性に対する認識が高まり、小児を対象にできるだけ高い骨密度を獲得させる積極的な予防策の重要性も指摘されるようになった。しかし、筆者らが平成8年に実施した橈尺骨骨密度測定では、高校生女子の骨密度はほとんど上昇せず、しかも成人の平均値より1標準偏差低い結果であった。これは骨折の生涯リスクが約2倍になることを示しており、若年者の状況は現在の成人や高齢者に比べてけっしてよい状態ではないことが明らかになった。さらに、現在に至るまで高校生女子の痩身化の傾向はますます強く、運動離れもすすみ、牛乳飲用も減少しており、状況は悪化しこそすれ改善されているとは言い難い状態である。

それを裏付けるように、学校管理下での骨折は過去30年間に倍増している。骨折は学校での外傷の内、学習時間損失の最大の原因であり、加えて成長期に獲得される最大骨量を小さくする可能性もあり、思春期骨折の予防も重要な課題と言わねばならない。ところが、骨折のリスク要因を明らかにするための縦断研究はほとんど行われておらず、これが近年の骨折増加に有効な対策をとれない一因となっている。

小児の骨折をもう少し詳しく見てみると、中学生は小学生、高校生の2倍、男子は女子の2倍骨折していることがわかる。小学生より骨密度が高い中学生がより骨折し、女子より骨密度が高い男子がより骨折する。これは思春期骨折の要因が骨密度の高低だけで単純には語れないことを意味している。

筆者らは、骨折が中学1、2年の男子に特に多いことから、急激な身長伸びに骨発達が追従できないことによって生じる一時的な骨強度の低下があると考えている。これが牛乳等の栄養摂取状況によっては助長されるのではないかと、そして、その時期にスポーツ活動が活発になることによって骨折の引き金が引かれているのではないかと考えられる。この作業仮説の下に、以下

の研究目的を設定した。

- ①小学校高学年から高校生における骨折の発生状況および中軸骨の骨発達の全過程を明らかにする。
- ②成長と二次性徴を考慮して、高い骨密度に結びつく要因と骨折のリスク要因を解明する。
- ③平成13、16、19年の中学生における骨密度、並びに骨折に関連する要因の保有率の推移を明らかにし、今後、どの要因に焦点を当てて対策を立案すべきかを明らかにする。

## 対象と方法

### 1. 対象

筆者らは、平成13年に、福島県旧塩川町（現、喜多方市）の町立4小学校の4年生から6年生と、町立塩川中学校の生徒から各学年男女それぞれ50人を無作為抽出し、初回の骨密度調査を実施し、585人（男子：288人、女子：297人）が受診した。その受診者のうち、平成16年時点で塩川町に在住していた570人を対象にほぼ同内容の追跡調査を実施し、初回小学生だった者264人と中学生だった者168人、計432人が受診し、追跡期間中の中軸骨骨密度の変化と骨折状況が把握できた。今回の調査対象は初回調査時に小学校高学年で現在喜多方市に在住する者287人で、塩川中学校を卒業して1年目から3年目になっている。

表1-1. 追跡調査対象者（塩川中学卒業生）の平成13年時の性別・学年別人数

性別	小学校 4年生	小学校 5年生	小学校 6年生	合計
男子	49人	46人	48人	143人
女子	48人	40人	56人	144人
合計	97人	86人	104人	287人

なお、これまで2回の調査によって平成13年と16年の塩川中学校在校生の骨密度とライフスタイルが把握されている。そこで、平成19年の喜多方市立塩川中学校の在校生全員307人（男子：148人、女子：159人）を対象として同様の調査を行った。これにより過去3世代にわたる塩川中学校の生徒の状況が比較できると同時に、3世代を併合することによって標本数は900人を超え、解析に十分な検出力を備えることが期待できる。

表1-2. 断面調査対象者（塩川中学在校生）の性別・学年別人数

性別	1年生	2年生	3年生	合計
男子	51人	53人	50人	154人
女子	44人	66人	53人	163人
合計	95人	119人	103人	317人

## 2. 方法

### [1] 骨密度測定

二重X線吸収法により、腰椎正面と大腿骨近位部正面の骨密度測定（アメリカ合衆国Hologic社製車載型QDR4500A）を行った。腰椎は第2から第4腰椎の平均骨密度を算出し、大腿骨近位部は近位部全体と大腿骨頸部の骨密度を別に求めた。本測定法による骨密度の人体での変動係数は腰椎と大腿骨近位部で1.2%、大腿骨頸部で1.6%と良好である。

### [2] 骨折の判定

症候的骨折(Clinical fracture)、すなわち「痛みを伴い、医療機関を受診して、レントゲン撮影の上、医師によって骨折と診断されたもの」を、自記式アンケートとそれを基にした問診で確認した。この定義と方法は国際的にも採用されており、実際の骨折との整合性に問題がないことが知られている。

### [3] 身体計測

身長、体重を自動身長体重計（竹井科学製TK-11868h）で測定した。体格判定の指標としては、身長と体重から体格指数(BMI: body mass index)

$$\text{BMI} = \text{体重}(\text{kg}) \div \text{身長}(\text{m})^2$$

を算出した。

### [4] 握力測定

握力測定は、電子握力型を用いた。被験者は直立の姿勢で両足を左右に自然に開き、腕を自然に下げ、握力計が衣服や身体に触れないように指示された。人差し指の第2関節が握力計の握り手にあたるよう握りの幅を調整し、握りの幅は、親指の付け根から人差し指の先端までの長さの約1/2とした。右、左、右、左の順で、計4回測定し、左右の平均値を値として用いた。

### [5] ライフスタイル等アンケート調査

アンケートは、運動習慣、睡眠時間、牛乳・乳製品の摂取および食事等に関する食習慣、ダイエット経験、二次性徴、骨折、現在・過去の病気等の既往歴などから構成した。アンケートは、在校生については学校を通して事前に配布して記入を求めて回収し、卒業生については郵送して記入を求め、調査当日に持参させて回収した。回収時に、保健師が面接して回答内容を確認し、記入漏れや矛盾回答を補完、訂正した。

### [6] カルシウム摂取量の推定

カルシウムの供給源として重要な27品目の食品について1回の摂取の基準量を提示し、その上で最近1週間の摂取頻度を尋ねる形式の調査票を用いた。調査票は付録に添付してある。1回摂取量についても個人的なバラツキを考慮し、「やや多い」「基準量程度」「やや少ない」の中から1つ選択させた。カルシウム摂取量は食品毎に基準量の含有カルシウムに1回摂取量のバラツキ係数と摂取頻度を乗じ、それを合算して1日量を求めた。本調査から得られたカルシウム摂取量と国民栄養調査に準拠して行った秤量法によるカルシウム摂取量とはよく一致しており、両者の

相関係数も0.544と良好であった。これもアンケートと同時に対象者に配布し、事前に記入を求め、調査当日に管理栄養士が問診し、回答を確認した。

#### [7] 倫理的事項

本研究内容は近畿大学医学部倫理委員会に承認されている。対象者には研究目的と内容などについて文書で説明し、文書で参加承諾を得た。

## 結果と考察

### 1. 対象者の基本的属性

#### [1] 追跡率

受診者は在校生307人（男子156人、女子151人）、卒業生167人（男子86人、女子81人）、全体では474人受診し、追跡率は在校生ではなんと96.8%、卒業生でも58.2%、全体では78.5%であった。卒業生は高校進学等で分散するので、追跡率は上げにくい。本調査追跡率はかなり高いと言うべきで、受診者の確保の努力をしていただいた喜多方市塩川総合支所、塩川中学校関係者の方々のご協力を高く評価したい。

平成13年の調査では、中学生の受診者は284人、平成16年では264人、今回の中学生と併合して855人となる。中学生における骨密度に影響する要因の解析では、この併合データを用いた。

#### [2] 対象者の体格

##### ① 現在の体格と過去6年間の変化

表2-1は、対象者の年齢、身長、体重、握力の平均値および標準偏差を性別に示している。全国平均値と比べると、男子対象者の身長が高い傾向を示したが、体重では大差なく、女子では、中学生が身長が高く体重が重い傾向を示したが、全体的には大差なく、本対象者の体格は全国並みと考えられた。男女とも、学年別、卒業年別にみたBMIの平均値は男子の卒業1年目を除き、標準とされる22に達しておらず、やせ傾向が伺える。

表2-1. 男子対象者の基本的特性

学年	年齢(歳)		身長(cm)		体重(kg)		BMI	
	平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD
中学1年生	12.3	0.5	154.6	9.4	45.2	12.6	18.7	3.6
中学2年生	13.3	0.5	162.9	6.4	52.2	10.6	19.6	3.4
中学3年生	14.3	0.5	166.9	4.9	54.4	9.7	19.5	2.9
卒業1年目	15.8	0.3	170.8	4.8	58.9	8.5	20.2	2.9
卒業2年目	16.9	0.3	171.5	6.1	59.3	8.7	20.1	2.3
卒業3年目	17.8	0.3	172.2	5.8	64.4	14.1	21.7	4.9

表 2-2. 女子対象者の基本特性

学年	年齢(歳)		身長(cm)		体重(kg)		BMI	
	平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD
中学 1 年生	12.4	0.5	155.6	5.7	48.2	10.1	19.8	3.6
中学 2 年生	13.2	0.4	155.3	5.9	47.9	8.2	19.8	2.6
中学 3 年生	14.4	0.5	158.0	4.9	52.4	6.0	21.0	2.4
卒業 1 年目	15.9	0.3	158.6	5.1	52.8	8.2	21.0	3.1
卒業 2 年目	16.9	0.3	155.5	5.9	47.7	5.7	19.7	1.4
卒業 3 年目	17.9	0.3	157.6	4.8	52.5	6.0	21.1	2.2

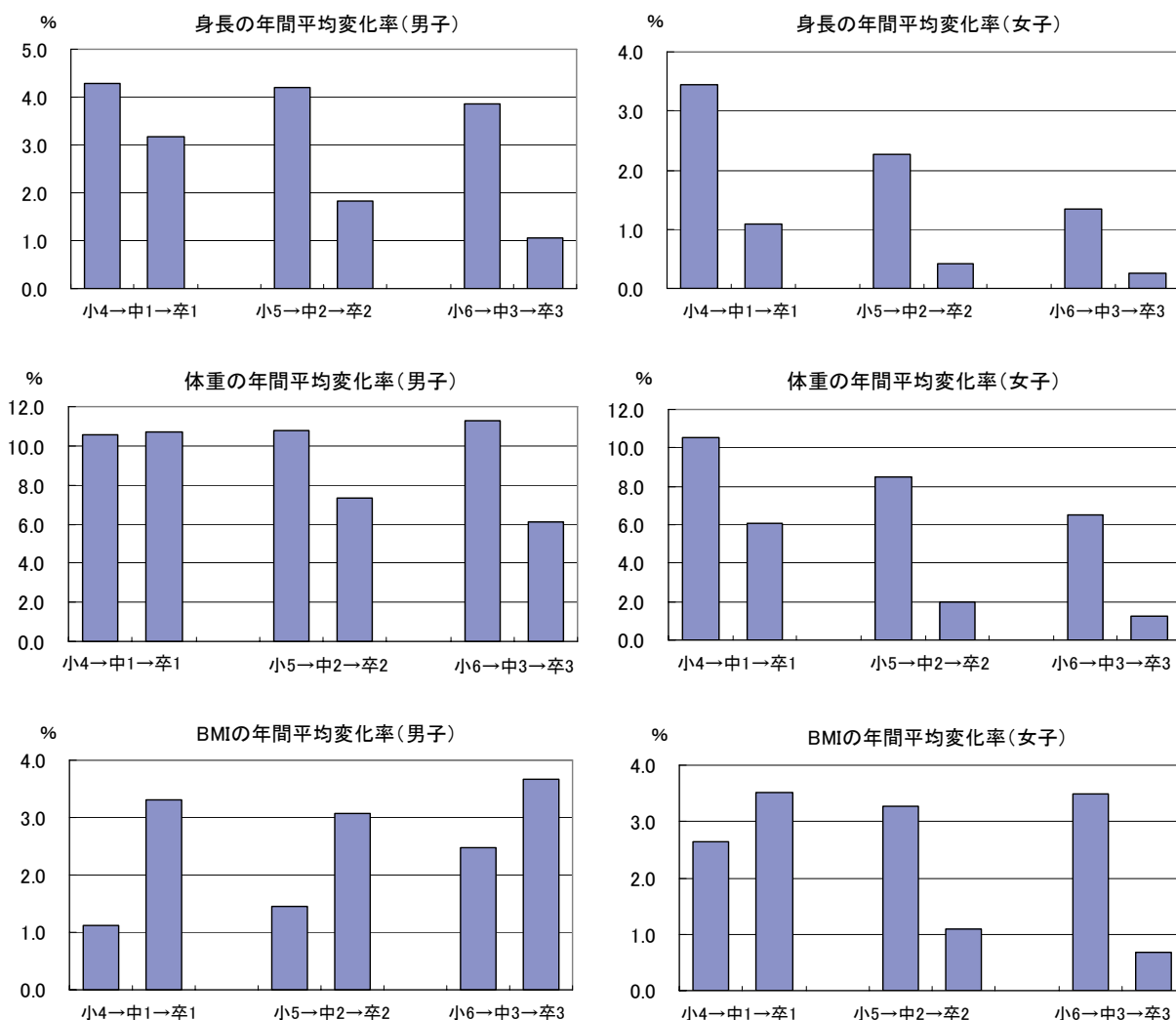


図 1. 卒業生における体格の年間変化率

卒業生について体格の各種指標の初回調査時からの年間変化率を図に示した。男子の身長と体重は小学校4年から中学3年までの伸びが大きく、中学を卒業すると明らかに低下した。女子では中学校1年までの3年間の伸びが最大で、その後の伸びは明らかに鈍化した。BMIの変化率は、男子では卒業後に上昇したが、女子では逆に低下していた。女子における体格管理を十分にすべきことがわかる。

### [3] 握力

表3に握力の今回の測定値を示す。また、図2には卒業生の握力の変化率を示した。男女とも全国平均値よりやや高い傾向が見られた。変化率は若いほど大きかったが、卒業3年目でもまだ増加しているので、まだ強くすることはできる。しかし、卒業3年目の女子は平均1.3%しか増加しておらず、二年目の19.1%と比べると大きな違いである。この学年はBMIも低下し、やせが増えていたので、それが影響して筋力の伸びも小さくしているものと考えられる。

表3. 対象者の握力

学年	男子		女子	
	平均	SD	平均	SD
中学1年生	22.9	5.7	22.0	3.5
中学2年生	29.9	6.5	22.4	3.7
中学3年生	32.8	5.3	24.5	2.4
卒業1年目	36.9	5.1	24.1	3.5
卒業2年目	37.6	4.7	22.2	3.7
卒業3年目	42.9	6.0	24.5	3.5

注) 握力は左右の平均値 単位: kg

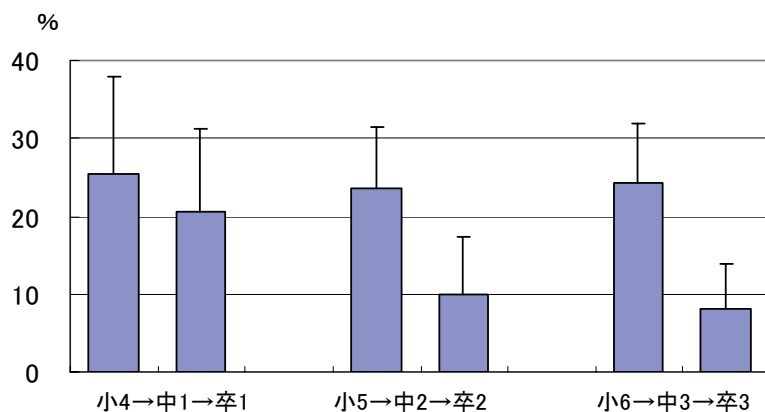


図2-1. 握力の年間平化率(平均+標準偏差) 男子

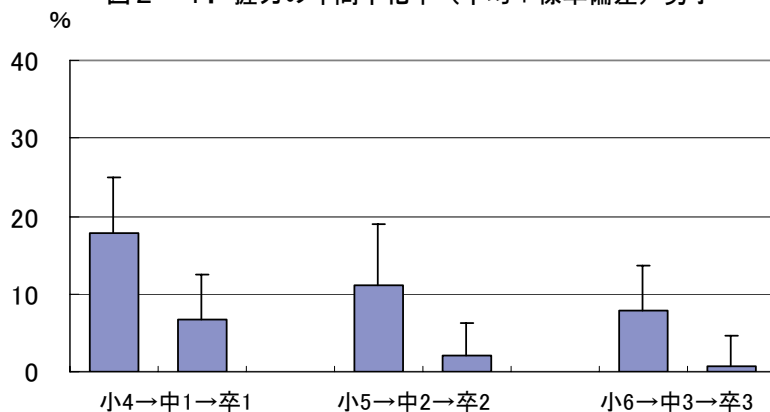


図2-2. 握力の年間平化率(平均+標準偏差) 女子

[4] 第2次性徴の発来状況

図3-1と3-2は第2次性徴発来時期の分布を示している。男子では陰部の発毛を、女子ではそれに加えて初経の時期を調査している。早い者では小学校の3年生から始まり、遅い者では中学3年で未発来の者がいた。男子の発来時期は小学校6年から中学1年が最も多く、女子では小学校6年以前が多くなっていった。男子では中学1年で未発来の者が40%弱あり、3年生ではなくなった。女子では発毛未発来のもものが5%、初経未発来が20%それぞれあったが、3年には未発来者はいなかった。

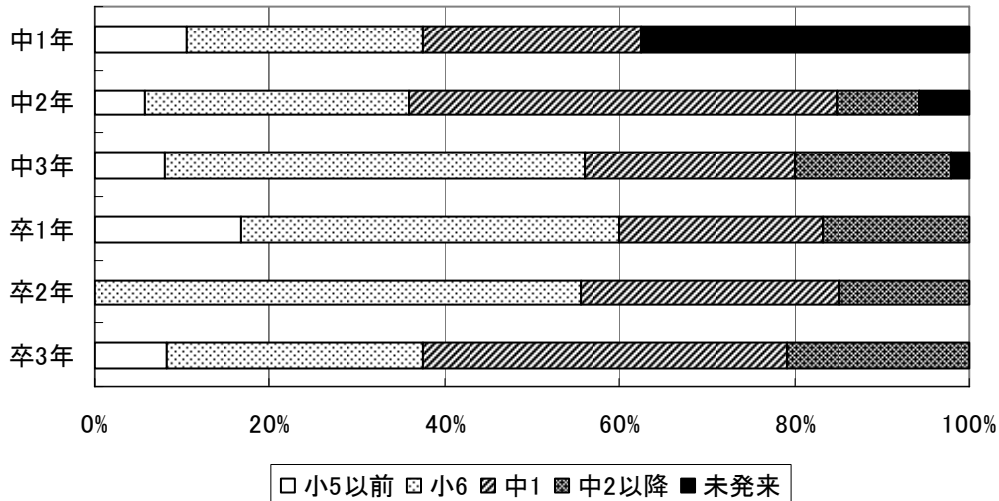


図3-1. 男子において調査時の学年別に見た二次性徴が発来した学年の分布

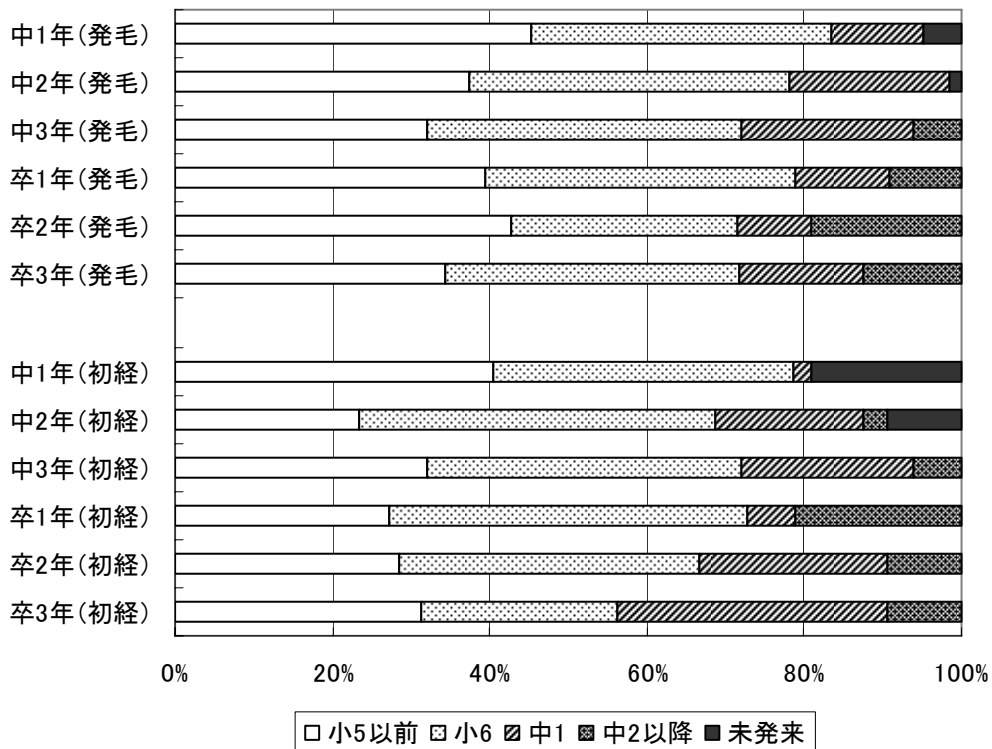


図3-2. 女子において調査時の学年別に見た二次性徴が発来した学年の分布

## 2. 骨密度測定結果

### [1] 性別、学年別にみた骨密度

表4は、性別に腰椎、大腿骨近位部および大腿骨頸部骨密度の平均値および標準偏差を示している。また、図4はそれらを図示したものである。

表4-1. 性別、学年別に見た骨密度（男子）

学年	腰椎骨密度 (g/cm <sup>2</sup> )		大腿骨近位部骨密度 (g/cm <sup>2</sup> )		大腿骨頸部骨密度 (g/cm <sup>2</sup> )	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
中学1年生	0.745	0.110	0.851	0.109	0.789	0.100
中学2年生	0.841	0.100	0.928	0.104	0.839	0.089
中学3年生	0.892	0.114	0.957	0.124	0.879	0.123
卒業1年目	0.976	0.091	0.994	0.106	0.926	0.111
卒業2年目	1.015	0.109	1.064	0.135	1.001	0.132
卒業3年目	1.030	0.123	1.058	0.117	1.011	0.108
若年成人値	1.053 (20-44)		0.960 (20-44)		---	

表4-2. 性別、学年別に見た骨密度（女子）

学年	腰椎骨密度 (g/cm <sup>2</sup> )		大腿骨近位部骨密度 (g/cm <sup>2</sup> )		大腿骨頸部骨密度 (g/cm <sup>2</sup> )	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
中学1年生	0.891	0.113	0.871	0.084	0.808	0.086
中学2年生	0.936	0.102	0.907	0.090	0.830	0.098
中学3年生	0.995	0.082	0.955	0.082	0.888	0.082
卒業1年目	0.984	0.094	0.944	0.092	0.870	0.102
卒業2年目	1.025	0.094	0.963	0.102	0.892	0.105
卒業3年目	1.006	0.111	0.953	0.125	0.881	0.123
若年成人値	1.031 (20-44)		0.886 (20-44)		0.801 (20-44)	

男子ではいずれの部位の骨密度も、概ね学年進行と共に上昇している。しかし、女子では卒業2年目以降いずれの骨密度も低下傾向にある。正常若年成人の平均値は表の最下行に示したが、腰椎では男女とも到達せず、大腿骨では越えている。腰椎ではまだ上昇しなければならないが、卒業生女子では到達が危ぶまれる状況である。また、大腿骨については男女とも若年成人値を越えていた。今後、腰椎については徐々にでも上昇していくことを期待するが、そのためには前述の体格を始め、見直さなければならないことが多くあると思われる。



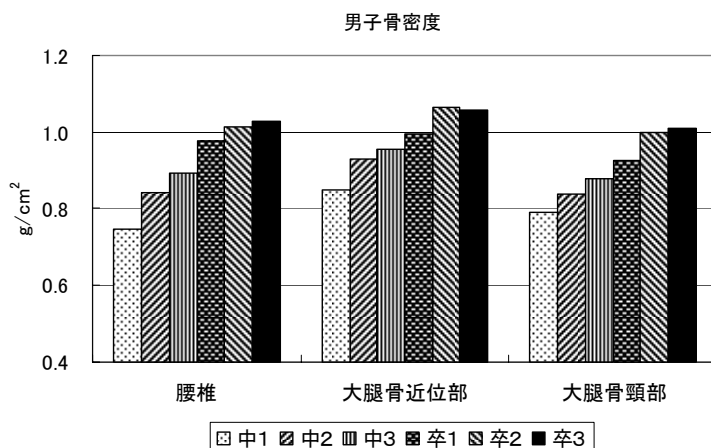


図5-1. 男子の学年別に見た骨密度

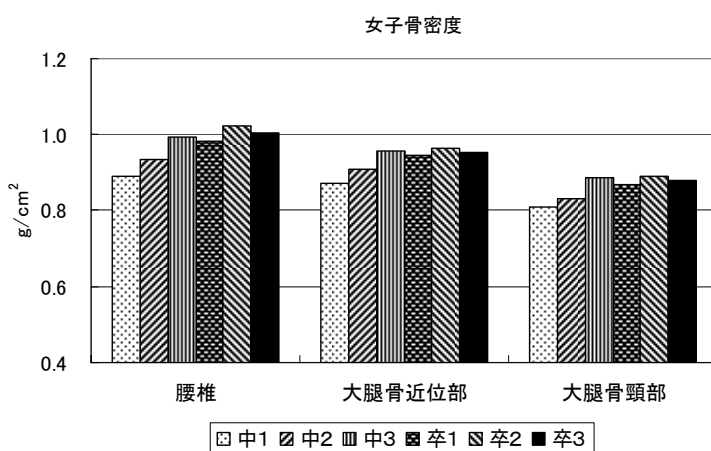


図4-2. 女子の学年別に見た骨密度

## [2] 性別、学年別に見た骨密度の変化率

図5は、卒業生について性別、学年別に腰椎、大腿骨近位部および大腿骨頸部骨密度の平成13年から16年、16年から19年にかけての年間平均変化率を示したものである。平成13年は調査の実施時期が12月から1月にかけてで、16年、19年の調査とは時期が異なるが、変化率は1年間の値になるように補正してある。

男子では腰椎と大腿骨で多少の違いはあるが、概ねいずれの部位の骨密度も小学校6年から中学3年の間に最も大きく上昇し、その後の上昇率は鈍ってゆく。一方、女子では概ねいずれの部位も小学校4年から中学校1年の間での上昇率が最も高く、その後は急速に鈍化していた。

この事実は男子では中学生の3年間に最も大きく骨密度は上昇すること、女子では小学校の高学年から中学生にかけて大きく上昇することを示している。年齢が進むほど骨密度上昇のスピードが遅くなり、効率的に骨密度を上昇させることが難しくなる。したがって、最大骨量を最大化する対策は最も骨密度の上昇が大きい時期、すなわち男子では中学時代に、女子では小学校高学年から中学にかけて実施すべきであると考えられる。

なお、女子の中学校3年の大腿骨近位部、大腿骨頸部では年間変化率が約0.5%とこの3年間でほとんど上昇していない。この年代の女性にはより十分な注意を喚起したい。

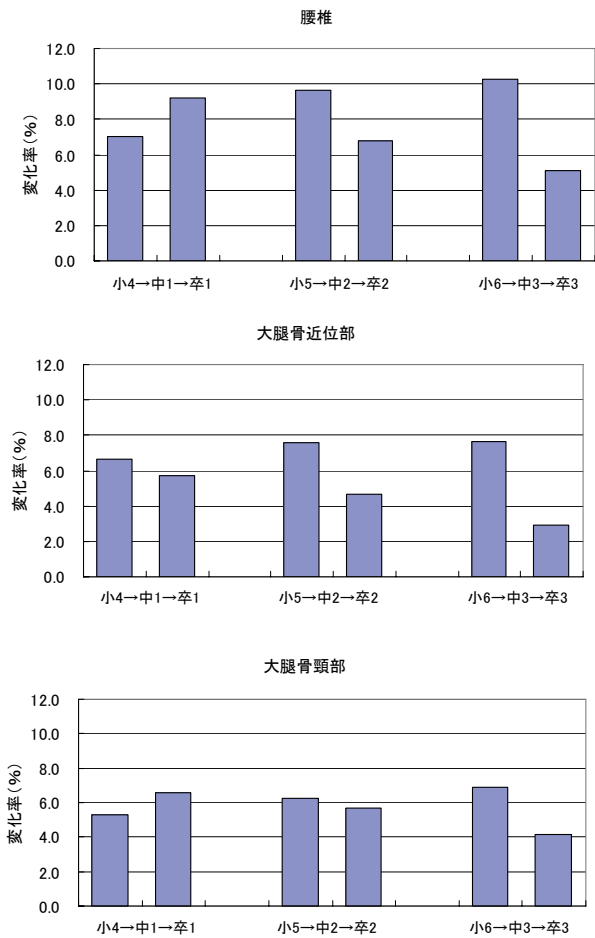


図5-1. 男子の学年別に見た骨密度変化率

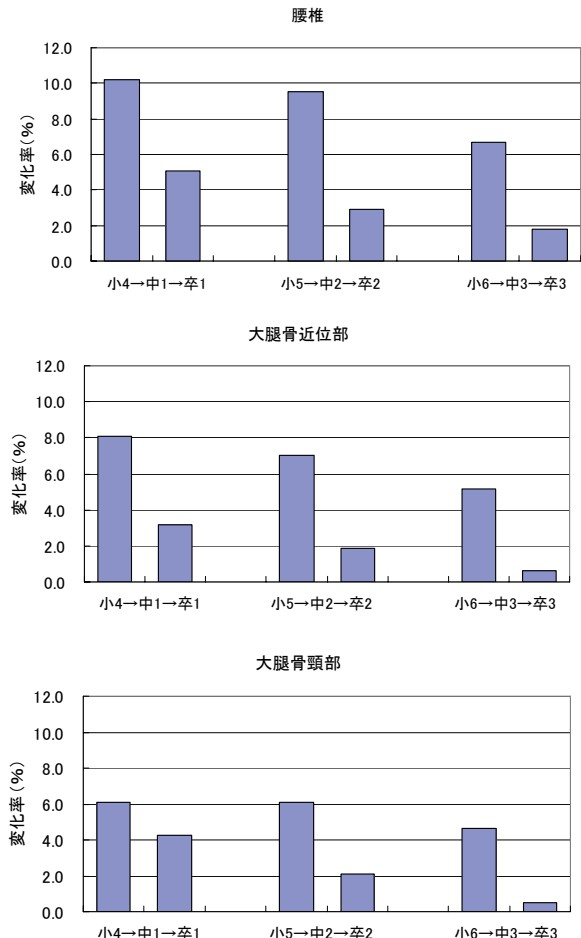


図5-2. 女子の学年別に見た骨密度変化率

### 3. 骨密度に影響する要因

#### [1] 二次性徴と骨密度

##### ① 二次性徴発来時期と骨密度

図6-1は、中学生併合データを用いた男子における二次性徴（発毛）の発来状況別に骨密度の平均値を示したものである。既に発来している生徒については発来後の経過年数によって群分けした。未発来の生徒に比べ、二次性徴の発来後の生徒の骨密度は高く、概ね発来後の経過年数が長い生徒ほど骨密度が高い傾向を示した。また、二次性徴発来後の生徒では、発来を迎えた学年と発来2年目の間でいずれの部位においても骨密度の上昇の度合いが大きい傾向にあった。

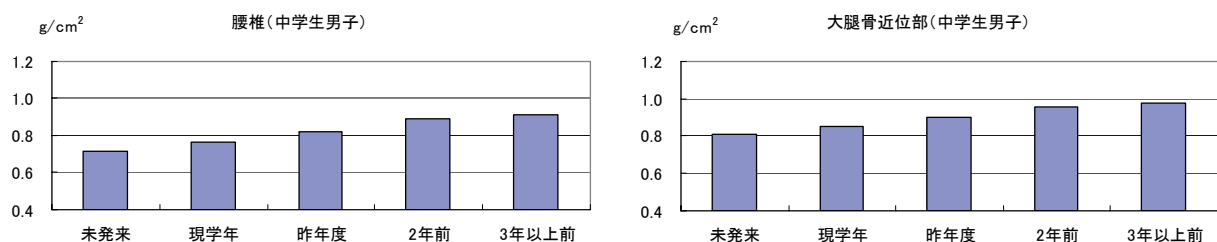


図6-1. 男子における二次性徴発来時期別骨密度（中学生）

図6-2に、中学女子における二次性徴（発毛）の発来状況別に骨密度の平均値を示す。女子についても、未発来の生徒に比べ、二次性徴の発来後の生徒の骨密度が高く、発来を迎えた学年と発来2年目の間で骨密度の上昇の度合いが大きい傾向は、男子と同様であった。

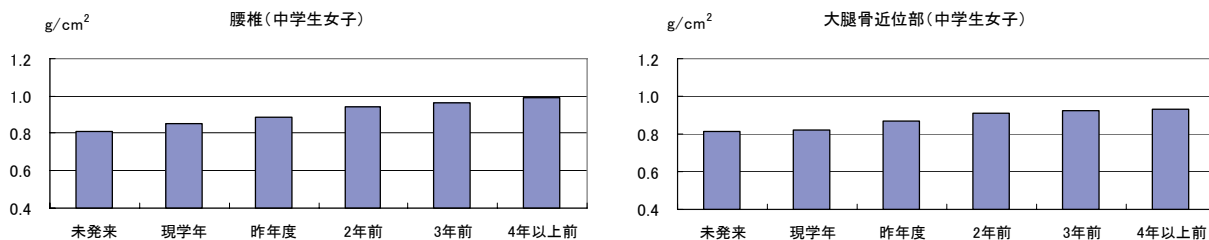


図6-2. 女子二次性徴(発毛)発来の期間別骨密度 (中学生)

### ② 二次性徴発来時期と骨密度変化率

図7は、二次性徴発来状況別の骨密度変化率を中学生の男女別に示したものである。各部位とも男子では、調査時が発来2年目にあたる生徒で骨密度の上昇率が最大となり、女子では、おおむね調査時に発来を迎えた生徒で最大となった。骨密度は過去3年間の変化を年率で示している。したがって、男子ではちょうど二次性徴の発来時に、女子ではそのやや前に骨密度の上昇率が最大となることをこの図は示している。これは骨密度の上昇率を学年別に見た結果と一致しており、男子では中学生、女子では小学校の高学年で骨密度の上昇率は最大となり、この時期における対策の重要性を示しているものと考えられる。

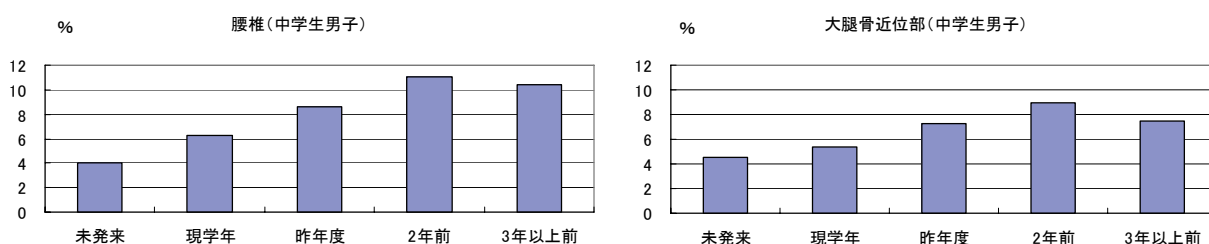


図7-1. 二次性徴発来時期別骨密度変化率 (男子)

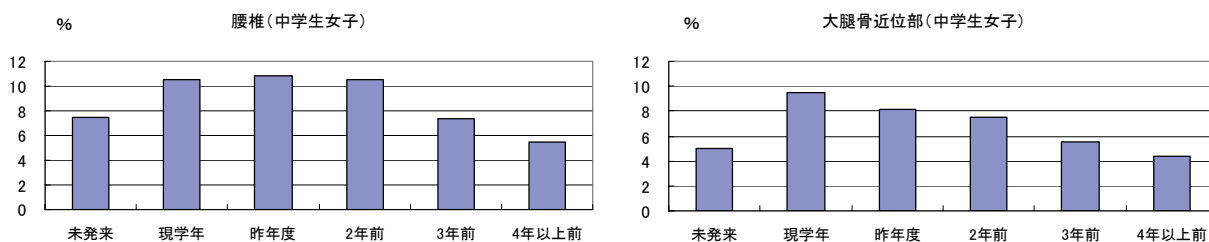


図7-2. 二次性徴発来時期別骨密度変化率 (女子)

## [2] 体重と骨密度

図8は性、学年別に体重と腰椎骨密度、大腿骨近位部骨密度それぞれの散布図と相関係数(r)を示している。図は縦軸が骨密度(g/cm<sup>2</sup>)、横軸が体重(kg)である。どの部位でも一貫して体重が重い群ほど骨密度が高い傾向にあった。男子では卒業2年目、卒業3年目の腰椎骨密度を除き、体重と骨密度に有意な関連があった。女子でもほぼ同様に強い関連が認められた。

中学1年から卒業3年目までのどの時期においても、男女ともに体重と骨密度との間に正の関連があり、なお、身長も骨密度と有意な正の相関をもっていた。これらは、高い骨密度を獲得するためにはしっかりした身体を作ることの重要性を示している。

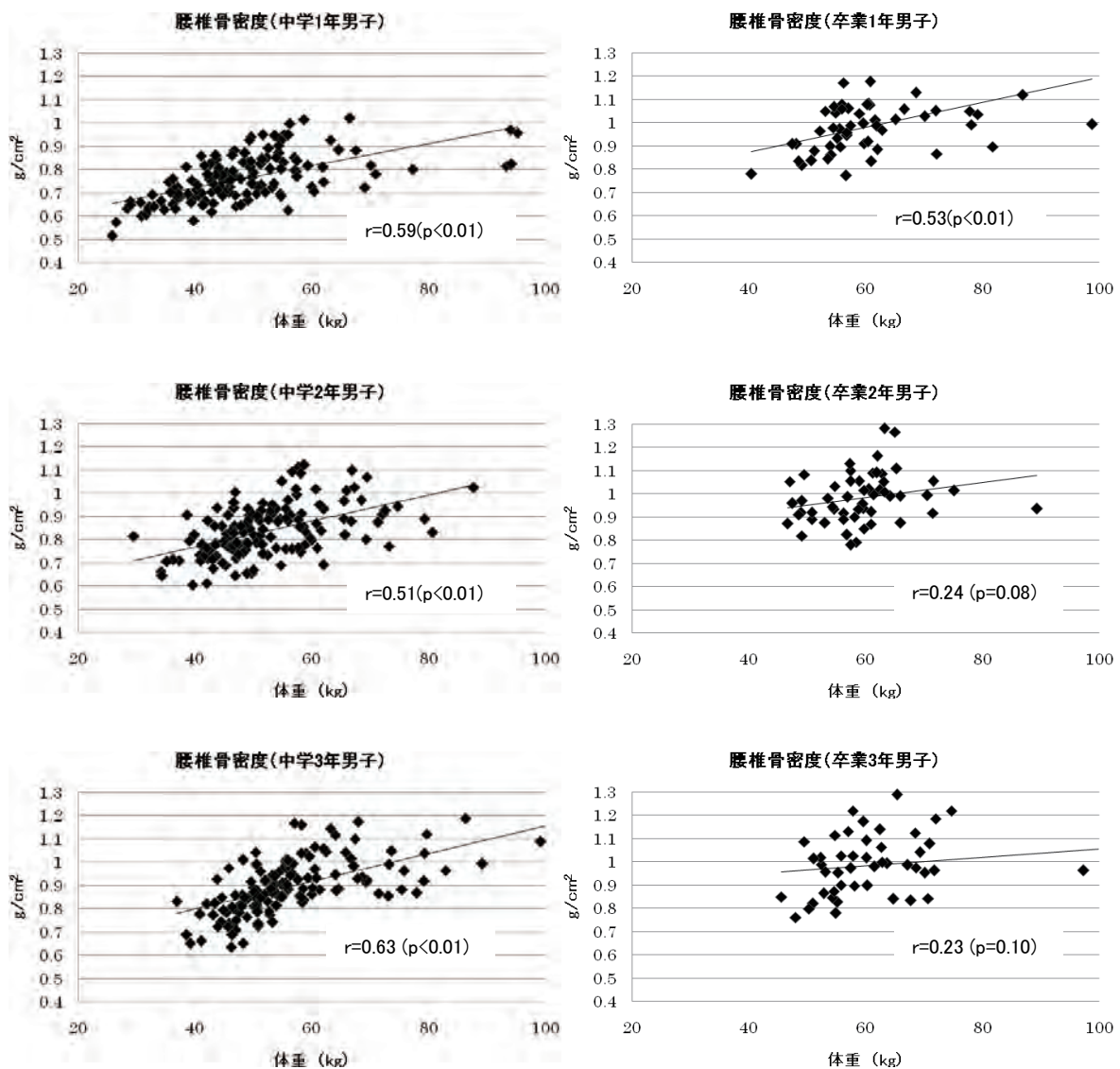


図8-1-1. 体重と腰椎骨密度との関連 (男子)

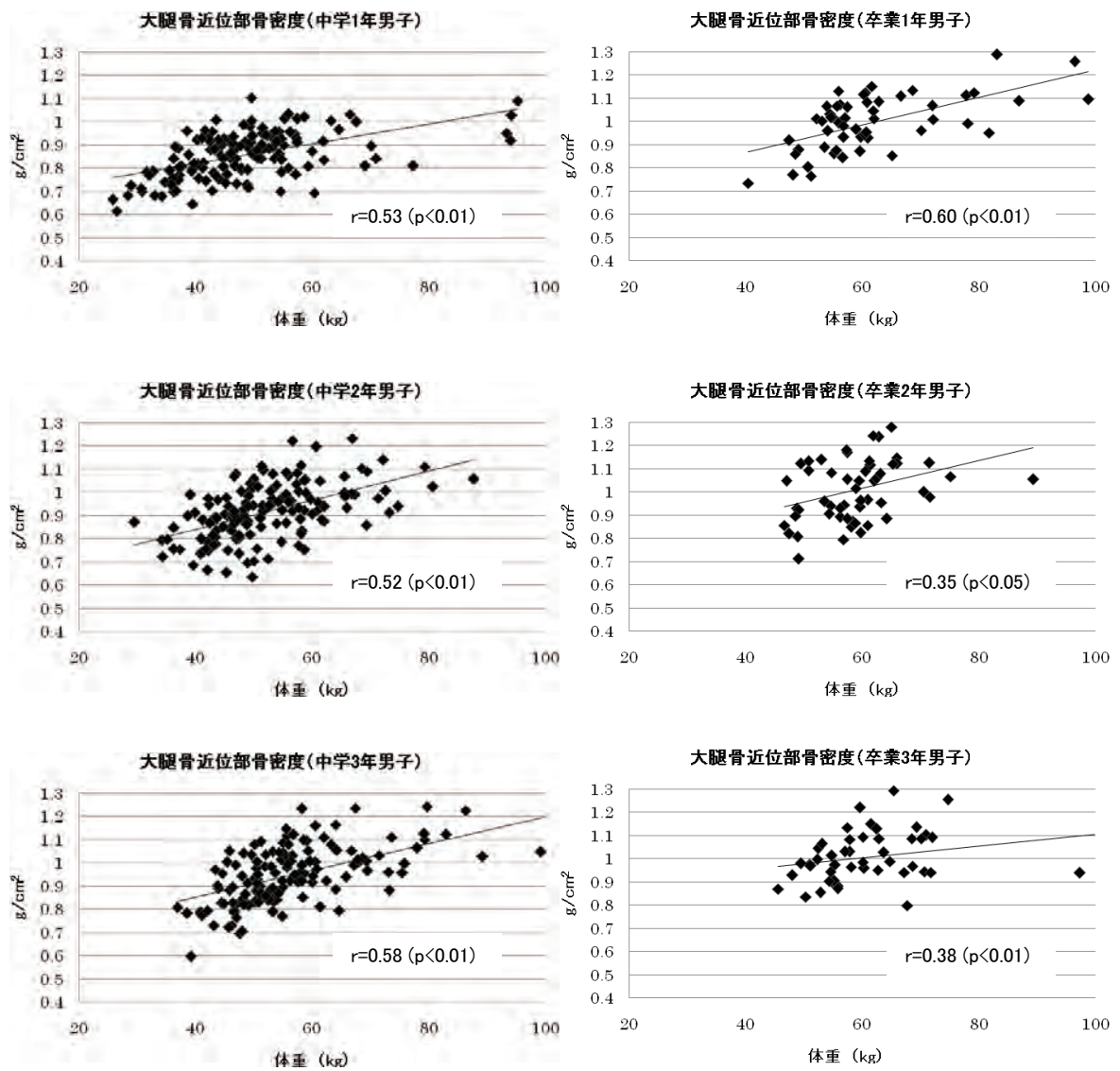


図8-1-2. 体重と大腿骨近位部骨密度との関連(男子)

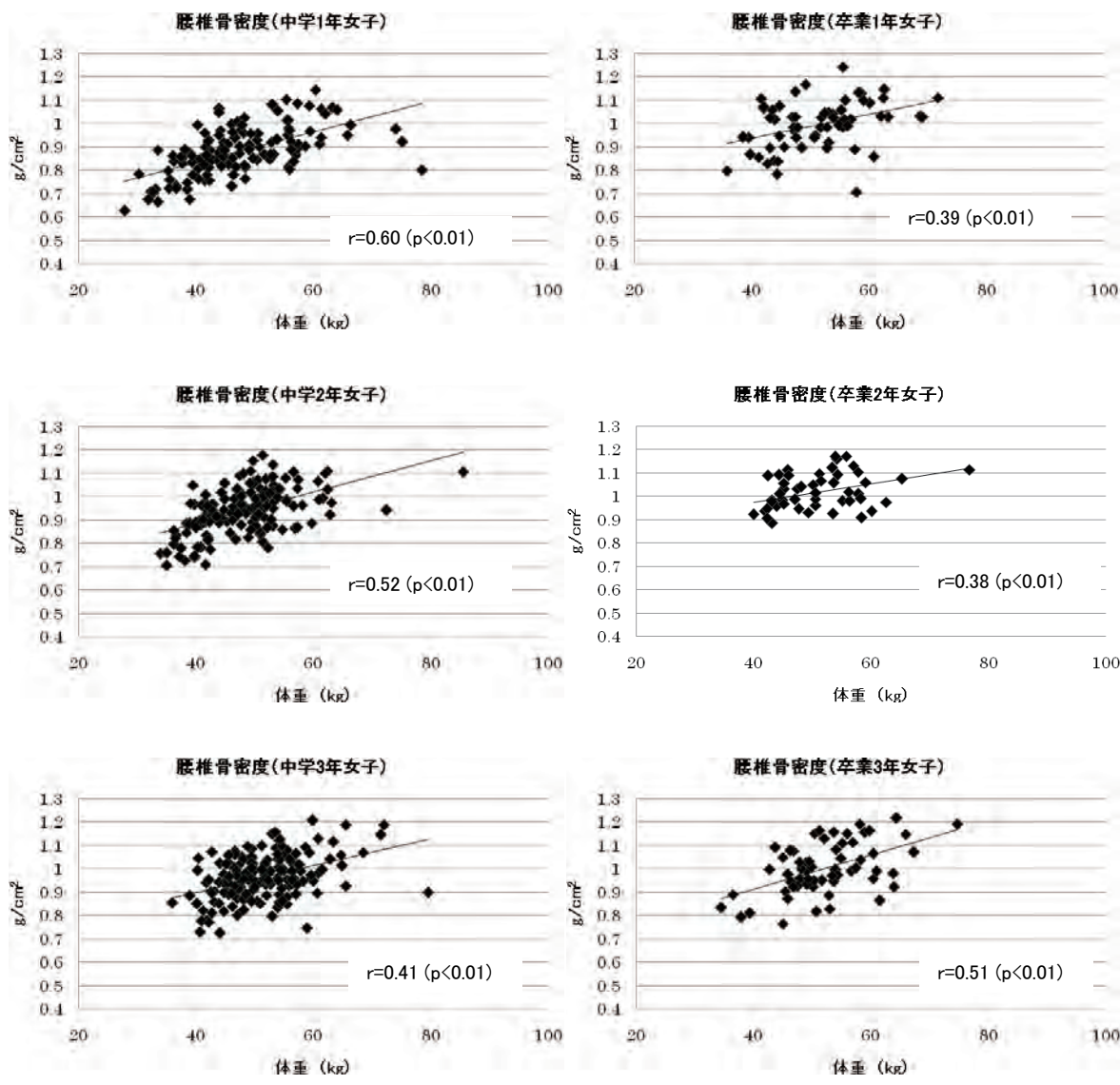


図8-2-1. 体重と腰椎骨密度との関連(女子)

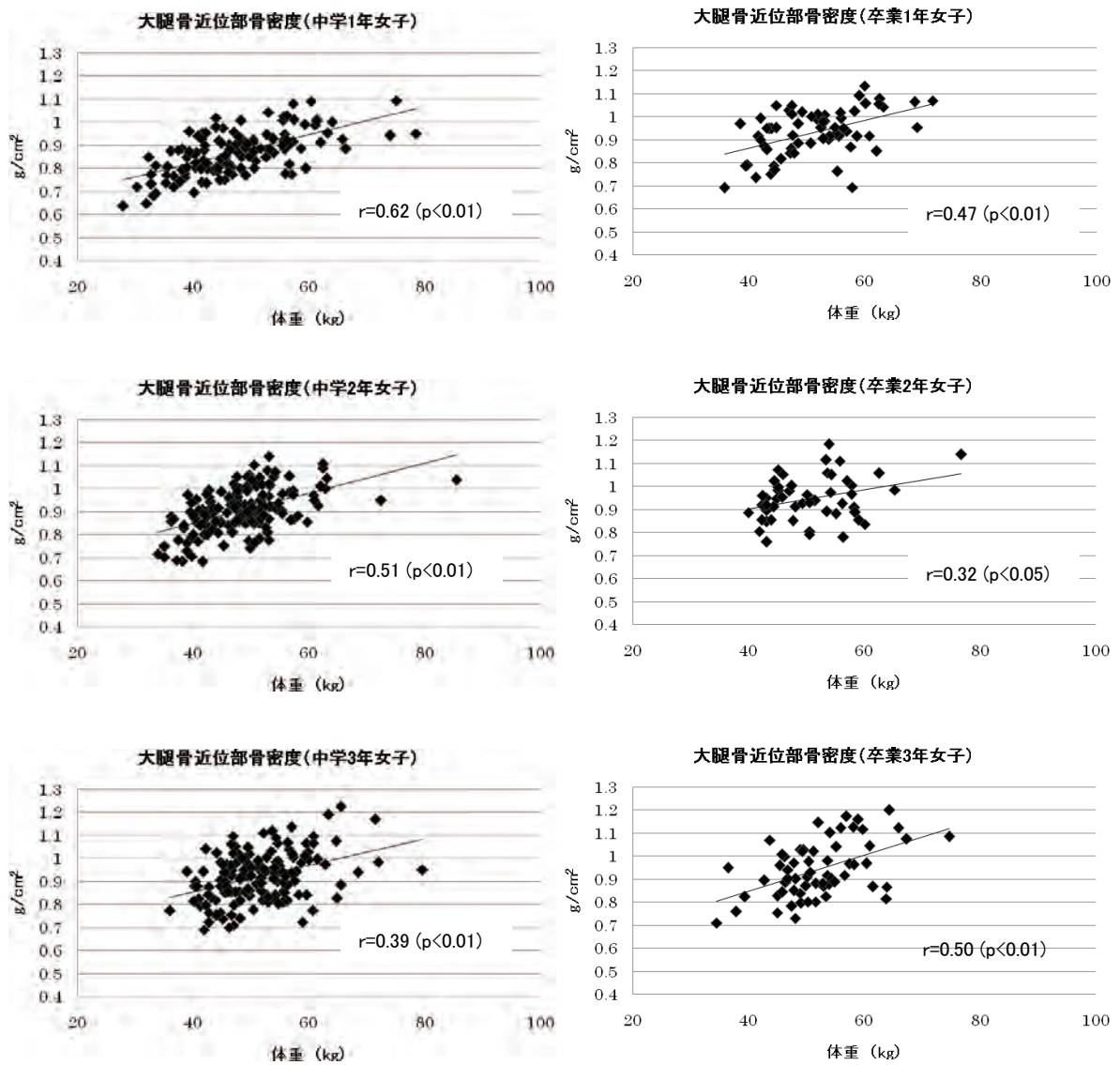


図8-2-2. 体重と大腿骨近位部骨密度との関連(女子)

### [3] 握力と骨密度

図9は性、学年別に握力と腰椎骨密度、大腿骨近位部骨密度それぞれの散布図と相関係数(r)を示している。図は縦軸が骨密度(g/cm<sup>2</sup>)、横軸が握力である。男子ではどの部位でもほとんどの学年で握力が大きいほど骨密度が高く、その相関は卒業生と比べ中学生で大きかった。女子では、男子ほど明確ではないもののどの部位、どの学年でも握力が大きいほど骨密度が高く、その相関や筋力は卒業生と中学生でほぼ変わりはない。

男女ともに筋力が強いことは骨密度が高いことと関連しており、どの年代においても高い骨密度の獲得には十分な運動が重要であると推察される。

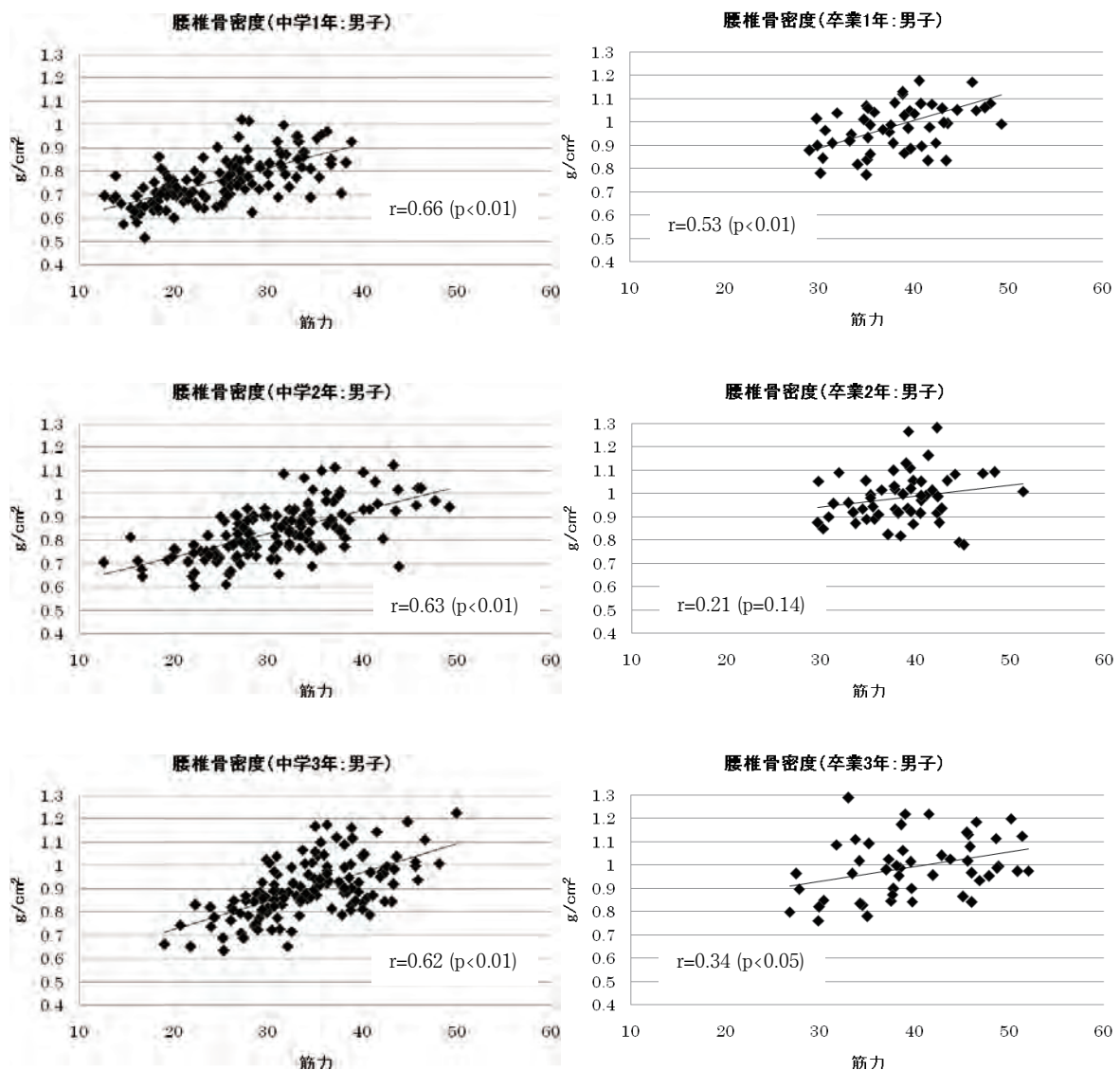


図9-1-1. 握力と腰椎骨密度との関連(男子)



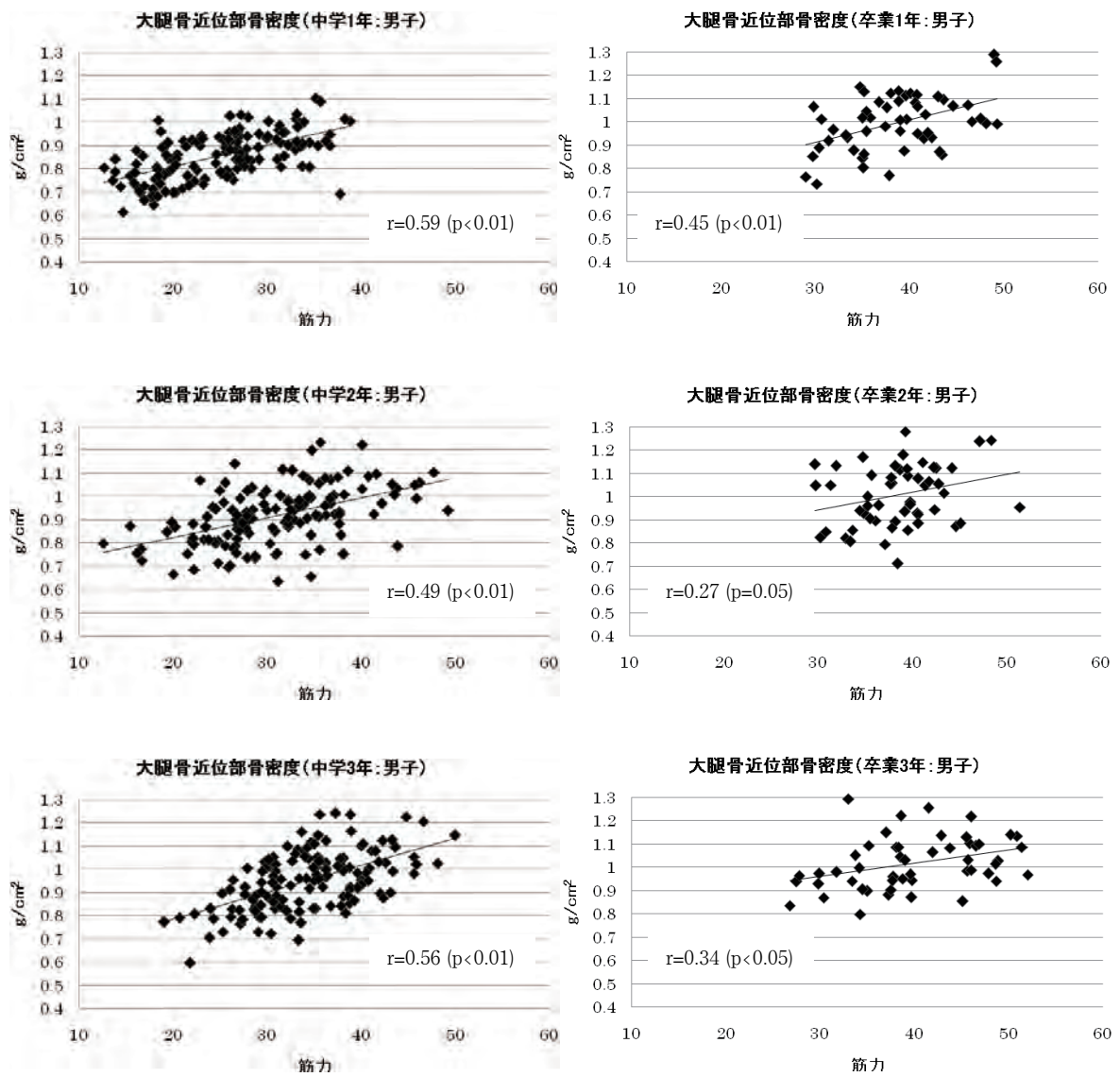


図9-1-2. 握力と大腿骨近位部骨密度との関連(男子)

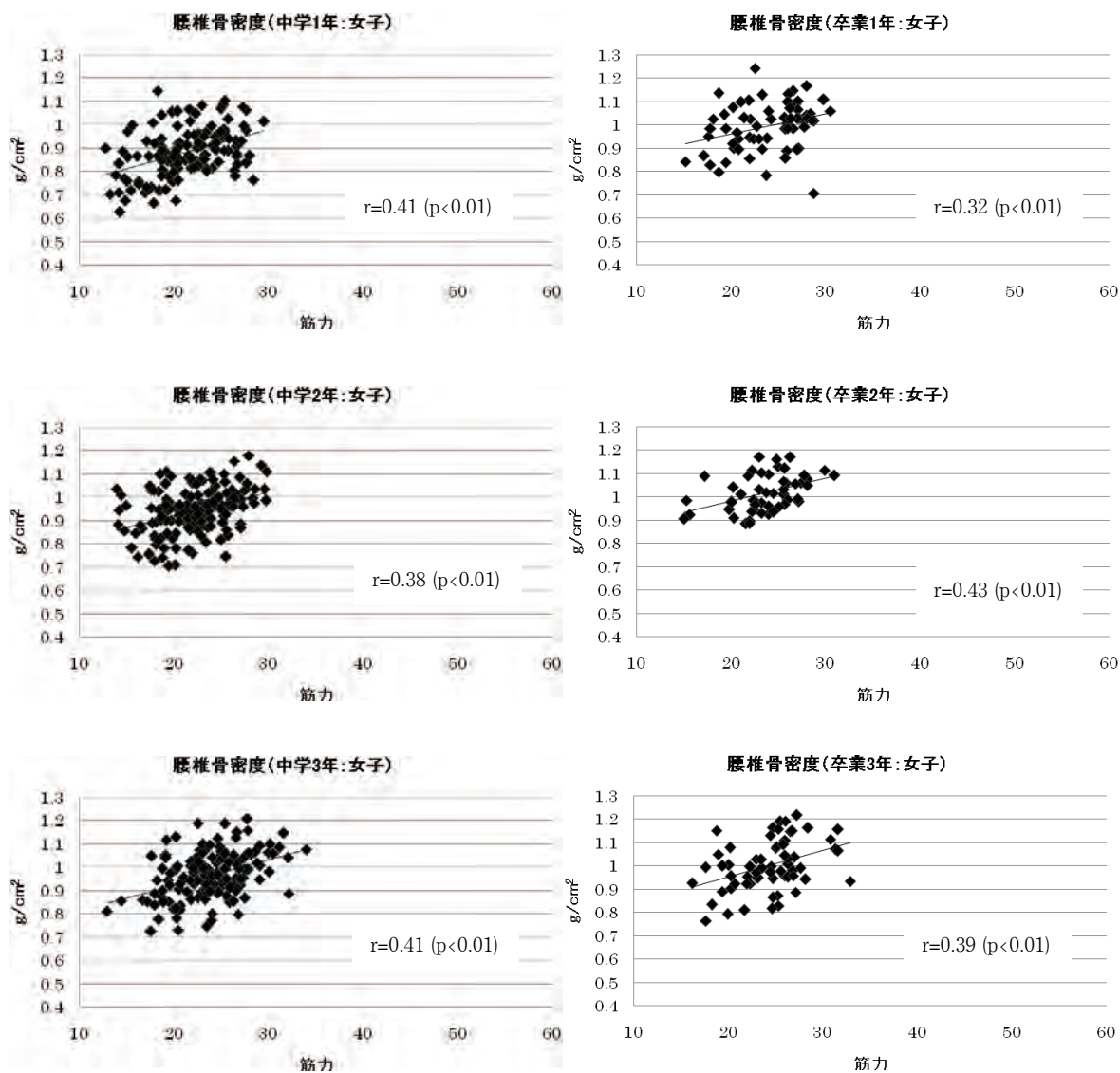


図9-2-1. 握力と腰椎骨密度との関連(女子)

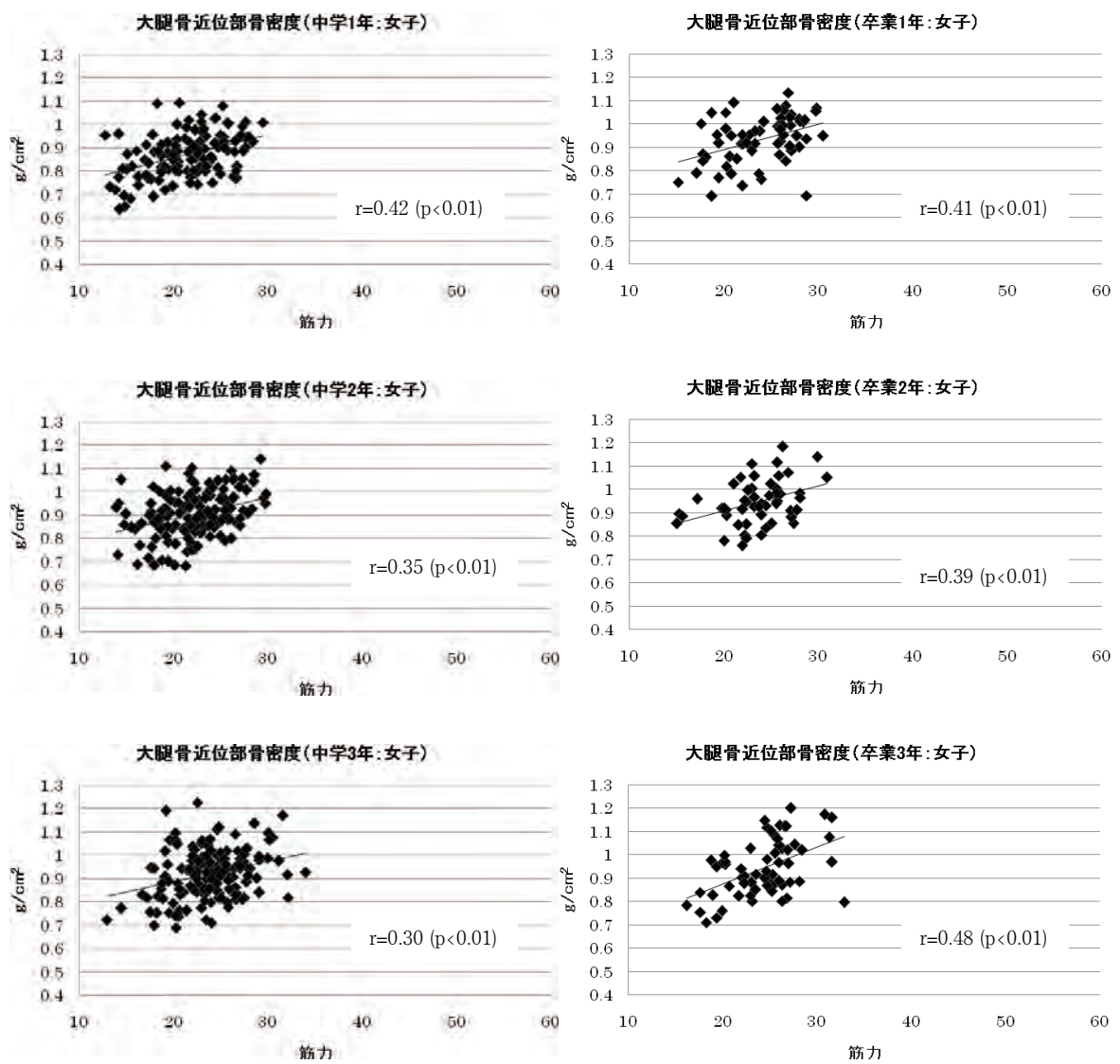


図9-2-2. 握力と大腿骨近位部骨密度との関連(女子)

#### [4] 牛乳摂取と骨密度

給食での牛乳は、多くの中学生が「いつも飲んでいる」状況であったので、学校外での牛乳摂取の状況と骨密度との関連について解析した。

図10に中学生の現在の学校外での牛乳摂取状況別骨密度を示す。男子では、牛乳の摂取頻度の違いによって骨密度の変化がみられた。全体的にみて「一週間に1杯以下」と回答した生徒では、「2～3日に1杯」以上の頻度で飲んでいる生徒より骨密度が低い傾向がみられ、中学3年生では牛乳の摂取頻度が低いほど、いずれの部位の骨密度も有意に低かった。女子では、男子ほど明らかではなかったが、同様な傾向は認められた。

男女とも給食以外の牛乳摂取と骨密度に顕著な関連が見られなかった学年があったが、このことは給食以外の積極的な牛乳・乳製品の摂取を促す重要性を否定するものではない。給食での牛乳はほぼ全員が飲んでいたので、少なくとも1日200mlの牛乳飲用をしているというベースがある。これが学校外での牛乳非飲用者の骨密度を引き上げたのであろう。しかし、本対象者のカルシウム摂取は全体的に不足しており、1日400mlの牛乳やそれにあたる乳製品をとることが必要である。そのためには、給食の牛乳とは別に牛乳や乳製品を摂取させる指導が引き続き必要である。

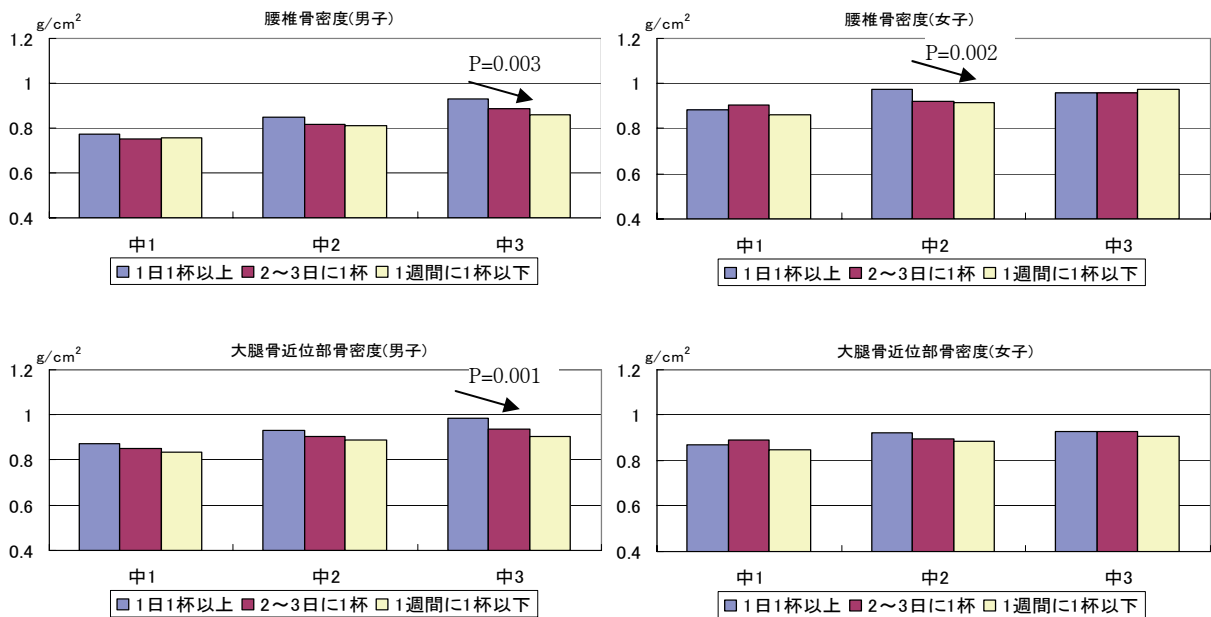


図10. 現在の学校外での牛乳摂取状況別骨密度 [中学生]

図11に卒業生の現在の牛乳摂取状況別の骨密度を示す。男子では、全体的にみて「一週間に1杯以下」の者では、「2～3日に1杯」以上の頻度で飲んでいる者より骨密度が低い傾向がみられ、女子でも卒業1年目の大腿骨近位部と大腿骨頸部では有意に牛乳摂取頻度が増えるほど骨密度が高い傾向をみとめた。

卒業生においては牛乳摂取状況と骨密度に明らかな傾向は認められなかったが、これは、卒業生では在校生よりさらにカルシウム摂取量が少ないためと思われる。卒業生では給食がないため、中学生より一層普段の食生活で牛乳や乳製品を摂取するの必要があり、そのような食習慣を獲得さ

せる必要がある。

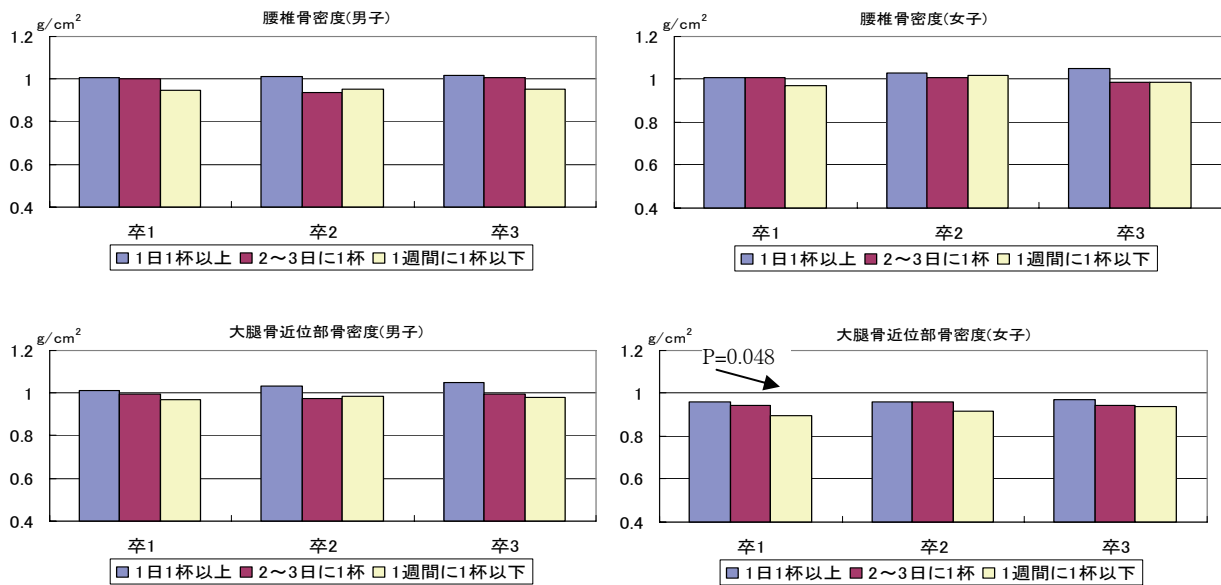


図11. 現在の学校外での牛乳摂取状況別骨密度 [卒業生]

[5] カルシウム摂取と骨密度

① 食事からの総カルシウム摂取と骨密度

図12に、本調査時の食事からの総カルシウム摂取量別の骨密度の値を示す。対象者を性別、学年別にカルシウム摂取量の多い方から1/3を多い側、少ない方1/3を少ない側、及びその中間の3群とした上で、学年を併合してカルシウム摂取量別の3群を設定した。

中学では男女ともカルシウム摂取量が多い群ほど骨密度が有意に高い結果が得られた。卒業生では中学生ほど顕著ではないが、男子でカルシウムの摂取量が多いほど骨密度が高い結果が得られた。卒業生の女子では一貫した傾向が認められなかった。

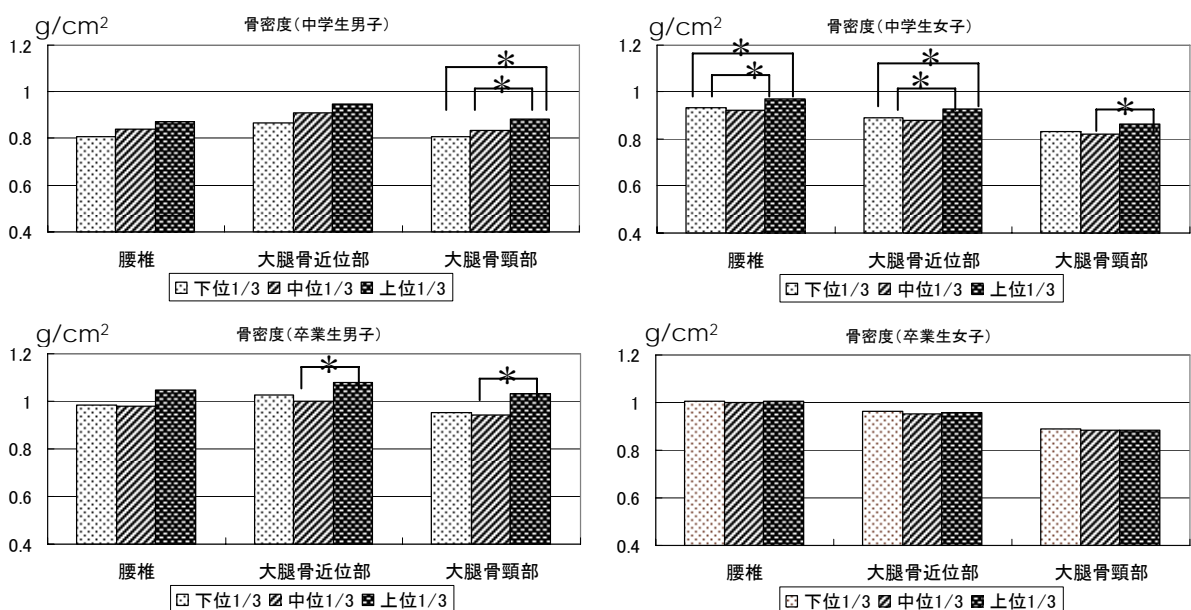


図12. 食事からのカルシウム摂取量別骨密度

図13で、本調査時の牛乳・乳製品からのカルシウム摂取量別の骨密度の値を示す。総カルシウム摂取と同様に、性別、学年別に乳製品からのカルシウム摂取の多い方から全体の1/3を多い側、少ない方1/3を少ない側、及びその中間の3群に分類した。中学生男女ともカルシウム摂取量が多い群ほどいずれの部位の骨密度も高く、卒業生男子でも同様の傾向がみられた。卒業生女子では一貫した傾向は認められなかった。

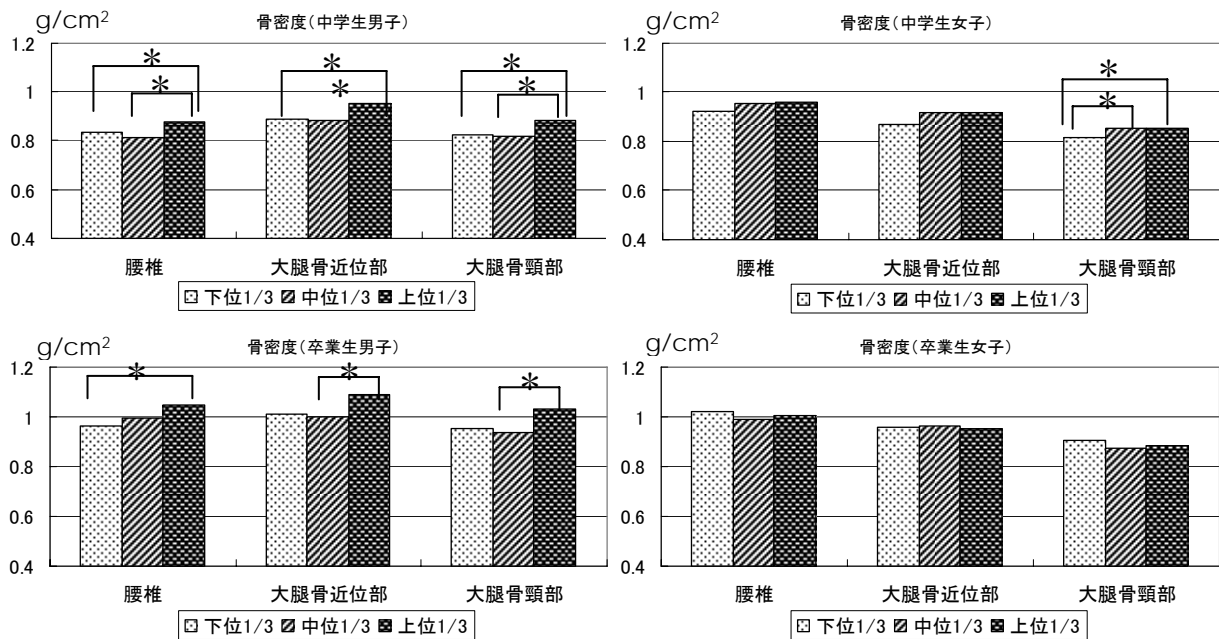


図13. 牛乳・乳製品からのカルシウム摂取量別骨密度

## [6] 運動と骨密度

図14に、男子の中学生については中学時代の1ヶ月あたりの平均運動時間と骨密度の関連を示す。卒業生については、卒業してからの1ヶ月あたりの平均運動時間と骨密度の関連を示している。性別に、中学時代もしくは卒業後の1ヶ月あたりの平均の運動時間の長短で3群に分け、学年を併合した結果を示す。運動をしていない者は「運動なし」として別に扱った。

中学生男子では、いずれの部位についても全体的に運動時間が長いほど骨密度が有意に高い傾向がみられた。大腿骨近位部と大腿骨頸部では、総運動時間が長い群で、他の群より有意に骨密度が高かった。男子の卒業生では、大腿骨近位部で総運動時間が長いほど有意に骨密度が高い傾向がみられた。

図15に、同様に女子の月平均運動時間と骨密度の関連を示す。中学生では、いずれの部位についても全体的に総運動時間が長いほど骨密度が有意に高い傾向がみられた。大腿骨近位部と大腿骨頸部では、総運動時間が最も長い群で、平均運動時間が下1/3の群より有意に骨密度が高かった。卒業生でも総運動時間が長いほど有意に骨密度が高い傾向がみられ、腰椎と大腿骨頸部では、「運動なし」群が平均運動時間が下1/3群より有意に骨密度が低かった。

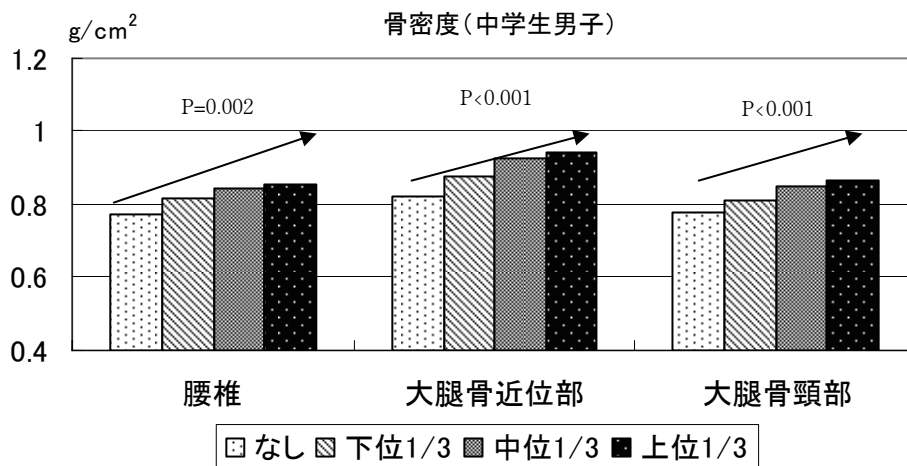


図14-1. 中学時代の1ヶ月あたりの平均運動時間と骨密度(中学生男子)

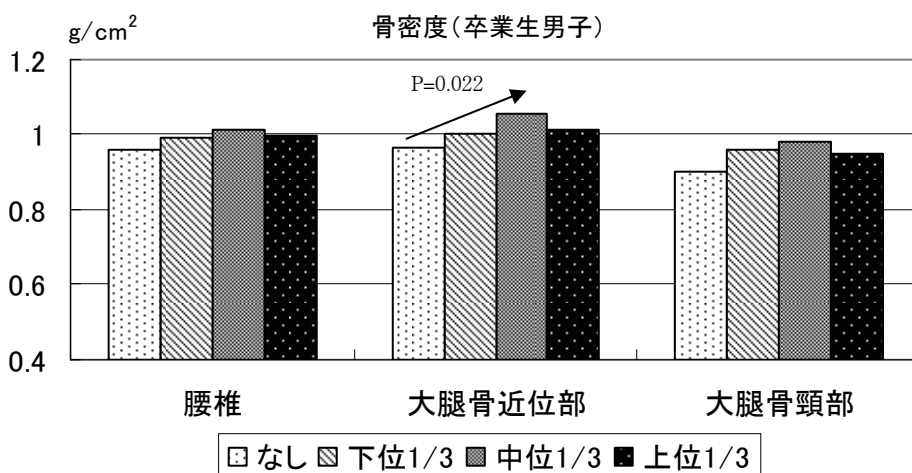


図14-2. 卒業後の1ヶ月あたりの平均運動時間と骨密度(卒業生男子)

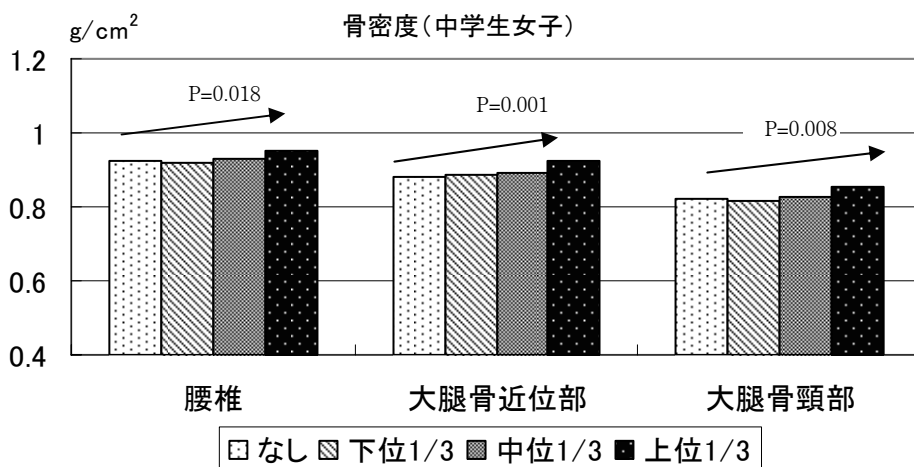


図15-1. 中学時代の1ヶ月あたりの平均運動時間と骨密度(中学生女子)

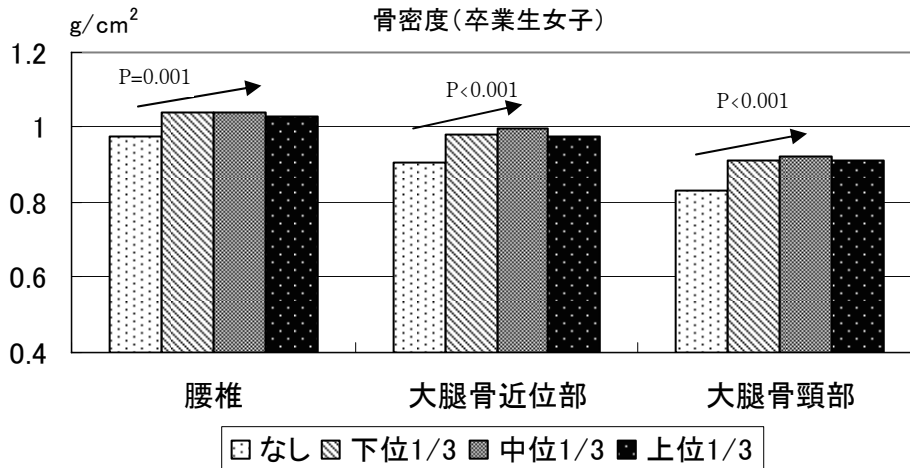


図15-2 卒業後の1ヶ月あたりの平均運動時間と骨密度(卒業生女子)

#### 4. 骨折発生に影響する要因

##### [1] 骨折した生徒数と骨折の発生率

骨折は学校での外傷の内、学習時間損失の最大の原因であり、加えて成長期に獲得される最大骨量を小さくする可能性もあり、思春期骨折の予防も重要な課題と言わねばならない。ところが、独立行政法人日本スポーツ振興センターの「学校管理下での災害」によれば、図16に示した

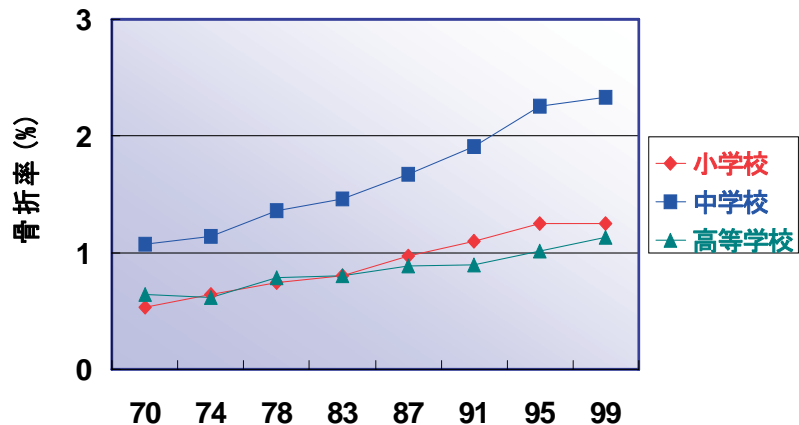


図16. 学校管理下での骨折発生率の年次推移 ([独]日本スポーツ振興センター)

とおり、学校管理下での骨折は過去30年間に倍増している

小児の骨折をもう少し詳しく見てみると、中学生は小学生、高校生の2倍骨折しており、男子は女子の2倍骨折している。小学生より骨密度が高い中学生がより骨折し、女子より骨密度が高い男子がより骨折する。これは思春期骨折の要因が骨密度の高低だけで単純には語れないことを意味している。

表5. 過去3回の調査によって把握された症候的骨折数

	小4	小5	小6	中1	中2	中3	卒1	卒2	卒3	合計
男子	1	2	7	7	13	6	3	5	2	46
女子	0	2	4	2	3	3	2	0	0	16

塩川中学校での過去3回の調査において詳細な聞き取りにより症候的骨折が把握されてきた。その小学校4年から中学3年までに発生した骨折数の累積数を表5に示した。男子の骨折数は女



子のほぼ3倍で、学年別に見ると女子では小学校6年で、男子では中学2年でもっとも多く観察された。これはこれまでの研究と同様な傾向である。

これに観察期間と人数を考慮して性別学年別の骨折発生率を求めたものが、図17である。卒業生の後半2学年は人数が少ないので、値の信頼性が保てないと判断して、削除した。傾向は表5と同じである。男子では小学校の高学年から骨折率は上昇し始め、中学2年でピークとなる年間8.1%を記録し、その後は低下した。女子でのピークは明確ではないが、男子よりやや早く、小学校6年生付近の可能性はある。ただし、この間も骨密度は男女とも上昇し続けている。骨密度は骨強度と平行し、成人においては骨折率とも平行するが、思春期では骨折率とは必ずしも平行しないことがわかる。一方、骨折率のピークは男女とも二次性徴の発来時期とほぼ一致しており、ここに思春期骨折の原因のキーがあるのではないかと考えられる。

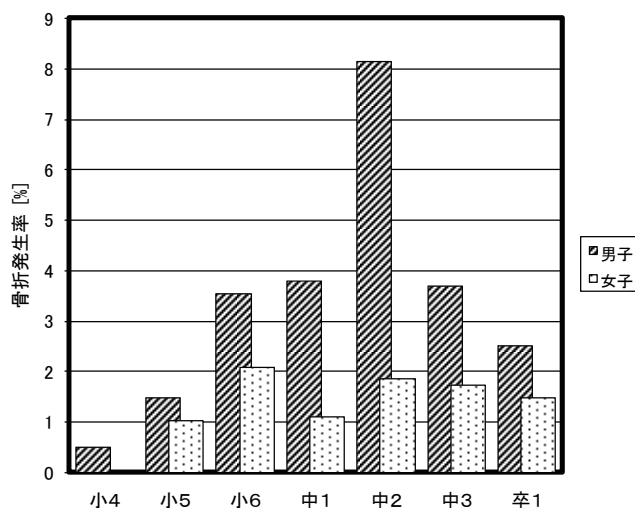


図17. 性別学年別の骨折発生率

[2] 骨折した生徒の特徴

表5に示した骨折数から重複骨折者を1人と数えた上で追跡期間内に骨折した者を取り出したところ、データの欠損のないものは男子で39人、女子で14人となった。骨折しなかったものは男子238人、女子297人であった。これらについて男女別に骨折した者としなかった者の特徴を比較したものが表6である。

表6-1. 追跡期間内に骨折した者としなかった者の特性の比較

追跡開始時	骨折あり(39人)		骨折なし(238人)		差の検定
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	
年齢	12.2	1.6	12.8	1.6	○
二次性徴未発来の割合 (%)	47.4		55.1		
身長 (cm)	151.0	11.4	154.9	12.2	○
体重 (kg)	42.1	10.5	47.2	13.7	*
BMI	18.2	2.9	19.4	3.7	○
総カルシウム摂取量 (g/日)	551	146	565	220	
乳製品からのカルシウム摂取量 (g/cm <sup>3</sup> )	307	122	307	153	
腰椎骨密度 (g/cm <sup>2</sup> )	0.736	0.118	0.771	0.135	
大腿骨近位部骨密度	0.854	0.121	0.848	0.125	
<b>追跡期間中の</b>					
二次性徴発来者の割合 (%)	50.0		39.4		
身長の変化 (cm)	14.1	7.1	12.4	6.9	
体重の変化 (kg)	12.0	5.0	10.1	6.8	
BMIの変化	1.6	1.3	1.0	1.8	*
総カルシウム摂取量の変化 (g/日)	29	196	31	261	
乳製品からのカルシウム摂取量の変化	40	166	7	186	
腰椎骨密度の変化 (g/cm <sup>2</sup> )	0.167	0.071	0.146	0.067	
大腿骨近位部骨密度の変化 (g/cm <sup>2</sup> )	0.133	0.065	0.116	0.064	
総運動時間	2324	2072	1694	1707	*

○ :p<0.1, \*:p<0.05

男子の追跡開始時の指標で有意差があったのは体重で、その他は明確ではないものの、おおむね背が高く、体重が重い生徒が骨折しにくいと見られる。追跡期間中の指標で差があったのはBMIの変化とその間の総運動時間で、運動をしっかりとる者は骨折の機会が増えるので、骨折にリスク要因にあがってくるのだろう。BMIの上昇も骨折を増やす側に働いていたが、これはしっかりと運動した結果として筋肉量が増加し、BMIが上昇したためであろう。

表6-2. 追跡期間内に骨折した者としなかった者の特性の比較

女子					
追跡開始時	骨折あり(14人)		骨折なし(297人)		差の検定
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	
年齢	11.9	1.1	12.9	1.7	*
二次性徴未発来の割合 (%)	64.3		36.8		*
身長 (cm)	150.6	7.4	151.1	8.6	
体重 (kg)	42.3	8.1	44.3	9.3	
BMI	18.5	2.4	19.2	2.9	
総カルシウム摂取量 (g/日)	427	124	533	232	○
乳製品からのカルシウム摂取量 (g/cm <sup>2</sup> )	226	91	266	160	
腰椎骨密度 (g/cm <sup>2</sup> )	0.811	0.130	0.854	0.138	
大腿骨近位部骨密度	0.811	0.133	0.843	0.116	
追跡期間中の					
二次性徴発来者の割合 (%)	57.1		32.4		○
身長の変化 (cm)	8.9	5.5	5.6	5.3	*
体重の変化 (kg)	9.8	4.2	5.7	5.6	**
BMIの変化	1.9	1.0	1.1	1.7	
総カルシウム摂取量の変化 (g/日)	75	191	-1	244	
乳製品からのカルシウム摂取量の変化	57	150	-2	181	
腰椎骨密度の変化 (g/cm <sup>2</sup> )	0.163	0.058	0.110	0.073	**
大腿骨近位部骨密度の変化 (g/cm <sup>2</sup> )	0.128	0.054	0.079	0.064	**
総運動時間	1837	1889	1700	2119	

○ :p<0.1, \* :p<0.05, \*\* :p<0.01

女子における同様の分析結果を表6-2に示した。女子では骨折のピークが男子より早いため、骨折者は若く、二次性徴未発来の者が有意に多かった。有意にはならなかったが、骨折者ではカルシウム摂取量が少ない傾向にあった。追跡期間中の変化では、骨折者では身長、体重が大きく伸びており、骨密度の上昇も大きかった。しかし、これらは骨折者が若く、二次性徴も未発来の者が多いことに起因すると思われる。

### [3] 骨折を起こす要因

以上の検討から、追跡期間中に骨折を起こしたかどうかと追跡開始時の指標との関連、ならびに追跡期間中の各種指標の変化との関連をロジスティック回帰分析で検討し、その結果を表7に示した。二次性徴以外は各指標が1標準偏差 (SD) 変化した場合に骨折リスクがどう変わるかをオッズ比で示してある。

男子では、骨折リスクに有意な影響を示した追跡開始時の指標は体重だけであった。すなわち体重が1SD重くなると、骨折リスクは0.628倍となった。37.2%低下するということもできる。有意ではないものの身長とBMIも同様な影響を示しており、小柄な者が骨折しやすいと考えられた。しかし、これらの影響は年齢と二次性徴を調整すると、有意ではなくなった。

表7-1. 追跡開始時、並びに期間中の各種指標と骨折リスク

追跡開始時	1SDあたり			有意性
	オッズ比	95%信頼区間		
年齢	0.819	0.663 - 0.012		○
二次性徴既発来を基準に未発来	1.363	0.686 - 2.707		
身長	0.720	0.511 - 1.016		○
体重	0.628	0.416 - 0.948		*
BMI	0.675	0.441 - 1.032		○
総カルシウム摂取量	0.931	0.658 - 1.318		
乳製品からのカルシウム摂取量	0.997	0.710 - 1.399		
腰椎骨密度	0.756	0.523 - 1.094		
大腿骨近位部骨密度	1.048	0.748 - 1.467		
<b>追跡期間中の</b>				
身長の伸び	1.276	0.901 - 1.806		
体重の増加	1.339	0.950 - 1.887		○
BMIの変化	1.406	0.999 - 1.978		○
総カルシウム摂取量の変化	0.993	0.707 - 1.394		
乳製品からのカルシウム摂取量の変 <sup>1</sup>	1.202	0.854 - 1.692		
腰椎骨密度の変化	1.370	0.973 - 1.930		○
大腿骨近位部骨密度の変化	1.317	0.936 - 1.853		
総運動時間	1.353	1.008 - 1.815		*
総運動時間(年齢、身長、体重を調整)	1.378	1.025 - 1.851		*

○ :p&lt;0.1, \*:p&lt;0.05

表7-2. 追跡開始時、並びに期間中の各種指標と骨折リスク

追跡開始時	1SDあたり			有意性
	オッズ比	95%信頼区間		
年齢	0.687	0.489 - 0.966		*
二次性徴既発来を基準に未発来	3.088	1.009 - 9.450		*
身長	0.939	0.553 - 1.593		
体重	0.798	0.464 - 4.375		
BMI	0.767	0.435 - 1.351		
総カルシウム摂取量	0.523	0.249 - 1.098		○
乳製品からのカルシウム摂取量	0.738	0.389 - 1.402		
腰椎骨密度	0.730	0.423 - 1.259		
大腿骨近位部骨密度	0.757	0.436 - 1.313		
<b>追跡期間中の</b>				
身長の伸び	1.692	1.051 - 2.725		*
体重の増加	2.089	1.202 - 3.631		**
BMIの変化	1.674	0.972 - 2.884		○
総カルシウム摂取量の変化	1.394	0.797 - 2.439		
乳製品からのカルシウム摂取量の変 <sup>1</sup>	1.393	0.812 - 2.387		
腰椎骨密度の変化	2.062	1.185 - 3.590		*
大腿骨近位部骨密度の変化	2.039	1.207 - 3.446		**
総運動時間	1.064	0.638 - 1.774		

○ :p&lt;0.1, \*:p&lt;0.05, \*\*:p&lt;0.01

追跡期間中の指標では、体重、BMI、腰椎骨密度が上昇することが有意ではないものの骨折リスクを上げる側に作用していたが、これは、追跡開始時に小柄で骨密度が低めだった者が骨折しやすく、同時に体も大きくなるために見られた見かけの関係と考えられる。一方、総運動時間は1SDの増加で骨折リスクは1.378倍、37.8%上昇した。これは追跡期間中によく運動する者が骨折しやすいことを示しており、この関係は年齢、身長、体重を調整してもほとんど変わることなく

認められた。これは運動による骨折機会の増大を示すものと考えられる。

一方、女子では、追跡開始時に低年齢で二次性徴未発来リスクが有意に大きく、特に後者の影響は大きかった。食事からの総カルシウム摂取量が1SD増えると骨折は0.523倍、47.7%も低下したが、ばらつきが大きく有意にはならなかった。カルシウム摂取量の1SDは約200mgなので、牛乳に換算するとコップ1杯分である。これによって相当な骨折リスクの低下が期待できる可能性がある。

追跡期間中の指標では身長伸び、体重増加、骨密度の上昇が骨折リスクを上げる要因となっていた。しかし、これは成長と二次性徴の遅かった女子に骨折が起こっており、そのために見られた見かけの関係である。実際に、年齢と二次性徴の有無を調整すると、これらはすべて有意でなくなった。

#### [4] 本研究での骨折に関する分析の限界と今後の課題

本研究は思春期の男女を追跡して骨折のリスク要因を検討した我が国最初の研究である。初回585人の生徒を調査し、その後の追跡で、総計2,671人年の追跡期間となった。その間、62件の症候的骨折を把握し、その要因を検討した。その結果、男女とも小柄であること、男子では総運動時間が長いこと、女子では二次性徴発来前であることがリスク要因として浮かび上がり、女子では食事からのカルシウム摂取量が少ないこともリスクを上げている可能性があった。このうち、男子の総運動時間が長いことは頑健で、他の要因を調整しても変化しなかったが、その他の要因は年齢や二次性徴を調整すると有意でなくなった。骨強度を反映する骨密度は骨折リスクに関係しなかった。

運動時間が長いと言うことはその分だけ運動中の事故に会う可能性が大きくなる。したがって、運動時間が長いことが骨折リスクを上げることは当然と思われる。同時に、運動時間が長いと「3[6]運動と骨密度」で示したように、高い骨密度に結びつく。その結果、骨密度の上昇が骨折のリスク要因として把握できなかつたのであろう。筆者らは、骨折が中学1、2年の男子に特に多いのは、この時期の急激な身長伸びに骨発達が追従できないことによって一時的な骨強度の低下が生じ、その時期にスポーツ活動が急激に活発になることによって骨折の引き金が引かれているのではないかと考えている。本研究によってこの仮説の活発なスポーツ活動が骨折リスクを上げるという点は観察されたが、骨密度の関連は得られなかった。今後、さらに詳しい解析が必要である。

本研究は、思春期骨折のリスク要因の解明を目指した初めてのコホート研究で、約2,700人年弱の追跡を実施できた。しかし、起こった骨折は62件で、男女別に分けると女子では14件しかなかった。骨折の部位も様々で、部位別に分けて検討すべきであるが、骨折数が少なくできなかった。小児には骨密度の上昇、身体的成長、性的成熟、運動などの外的要因などが二次性徴の発来時期に同時に生じてくる。ここに解析の難しさがあり、これをどう解きほぐしていくかが今後の課題である。これらの基本的なリスク要因の相互関係を解きほぐさない限り、牛乳やカルシウム

摂取量などの重要な要因の影響を正確に見積もることはできないと考えられる。今後はこれらの要因を精密に測定したより規模の大きなコホート研究が必要と考えられる。

## 5. 骨密度や骨折に影響する要因の存在率の推移

本項では、骨密度と骨折に影響を与えると考えられる体格とライフスタイルの各項目について、平成13年、16年、19年の各調査時の結果を比較し、それらの改善状況について述べる。

### [1] 体格の変化

#### ① 6年間での体格判定の変化

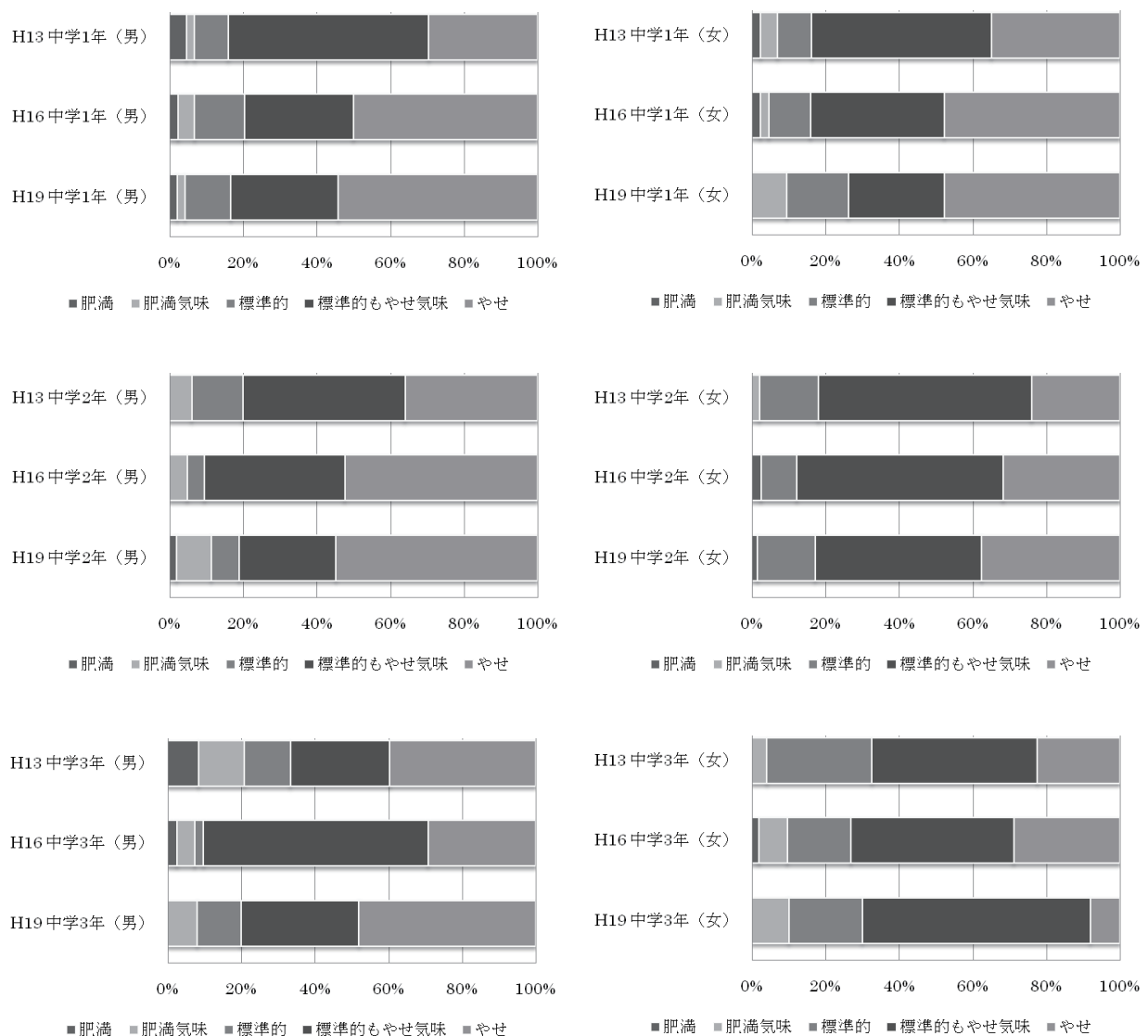


図18. 中学生の3年間の体格判定の推移

図18は平成13年、16年と19年の中学生の体格がどの程度変化したかを性別・学年別に示している。中学3年生の女子を除いては、各学年でBMIが18.5未満の「やせ」の割合が3年ごとに増加していた。中学3年生の女子は「標準的」( $22 \leq \text{BMI} < 25$ )が3年ごとに減少し、「標準的もやせ気味」

味」(18.5<BMI<22)が増加していた。「標準的もやせ気味」と「やせ」を合わせると、男女ともに全体の約80%を占めている。全体的な傾向としてこの6年間で中学生の体格のやせ傾向がより顕著になったといえる。やせ傾向は高い骨密度の獲得の障害となることが推測され、早急に是正する必要がある。

② 実際の体格と体格の自己的評価

平成13年、16年と19年の中学生の自らの現在の体格に対する意識を性別・学年別にみたものである。先ほど述べた体格判定の5区分を3分類にまとめ、体格区分毎に自分の体格に対する評価を見た。男女とも、「太っている（「肥満」または「肥満気味」の判定に属する）」生徒は、ほぼ全員自分は太っていると意識していた。男女とも体格が標準（「標準的」または「標準的もやせ気味」の判定）の生徒は、自分の体格を標準か太っていると意識していた。体格判定が「やせている」の生徒では、自分が標準的だと意識している者もが女子では半数強いた。全体的な傾向として、実際の体格判定より自分の体格が太めであると考えている生徒が多く、やせ指向にあることがわかる。

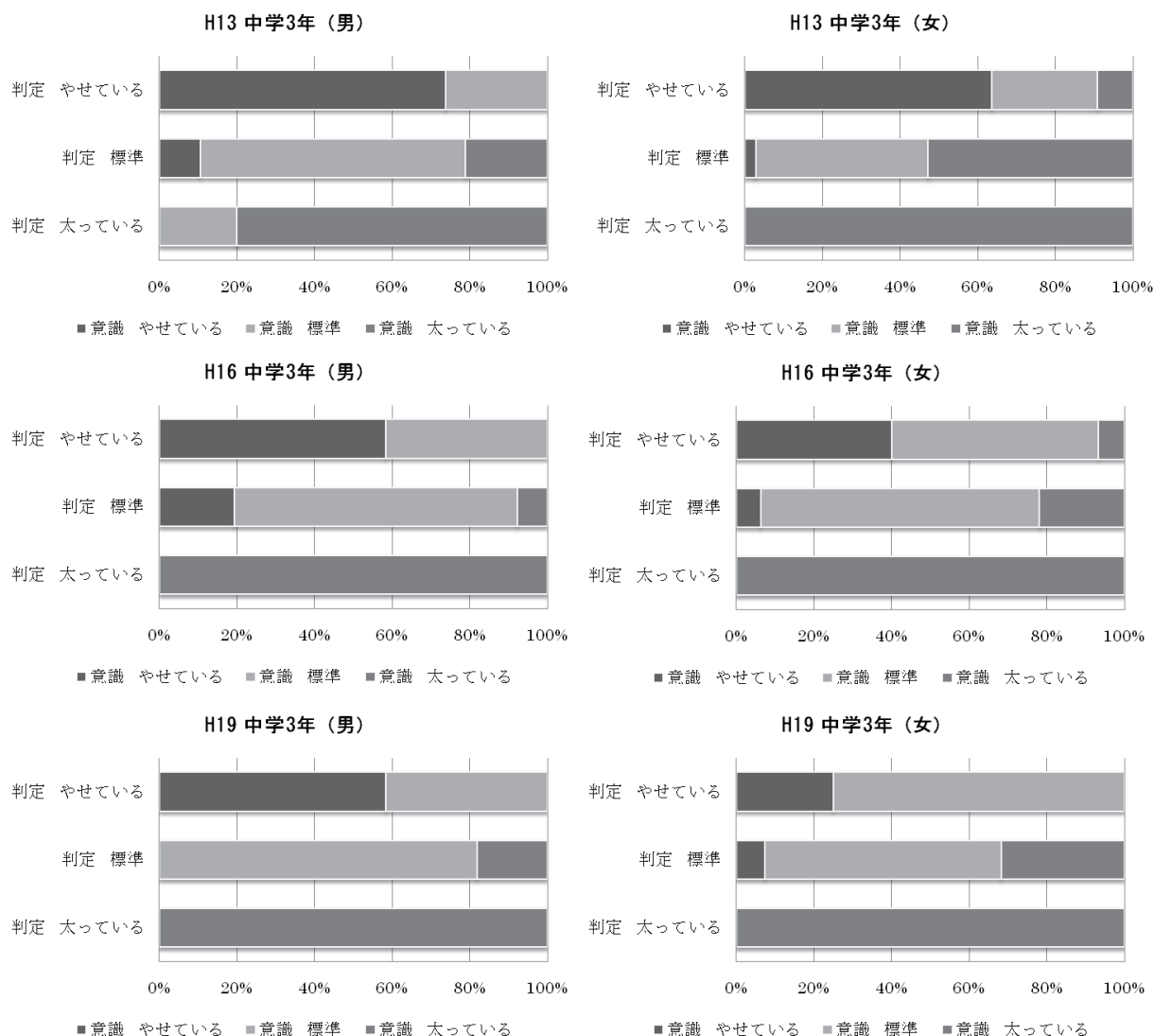


図19. 中学3年生の実際の体格判定ごとの自分の体格に対する意識

図19は上記の分析を中学3年生について示したものである。女子のやせ指向は学年進行と共に強くなり、その傾向は近年ほど強い。平成19年の女子では「やせ」でありながら、それを認識している者はわずかに22%程度である。このやせ指向を修正しない限り、十分な食事や乳製品はとらず、骨密度の上昇は望めないと考えられる。

### ③ ダイエット経験

図20は平成13年、16年と19年の中学3年生のダイエット経験の有無がどの程度変化したかを性別に示している。男子に比べ女子でダイエット経験ありの者が多く、平成13年には、ダイエット経験ありの女子が多かったが、平成16年と平成19年には、その割合は低下している。一般的に思春期や若年女性のやせ傾向は、平成13年当時より現在の方が大きな問題となっている。このような状況下で今回の結果が得られたのは、平成13年調査報告で骨の健康のための対策の提言を受けて、学校と地域が取り組んだ成果であると考えられる。今後とも、健康教育を通じた正しい知識の提供と生活指導の継続が望まれる。

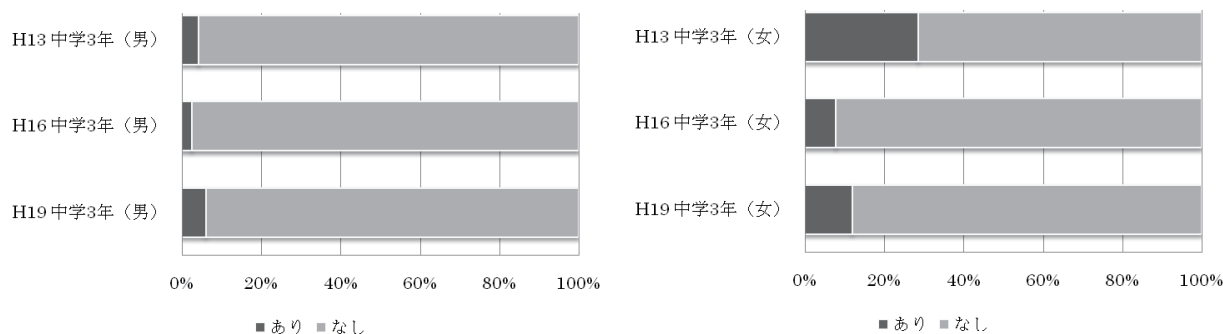


図20. 中学3年生の3年間のダイエット経験の有無

## [2] 食習慣

### ① 学校給食での牛乳摂取の状況

図21は平成13年、16年と19年の学校給食での牛乳摂取の状況を性別・学年別に示している。男子ではどの学年においても平成13年よりも平成19年で「いつも飲んでいる」割合が高くなっていった。女子ではどの学年においても平成13年の「いつも飲んでいる」割合が男子に比べかなり低いが、3年ごとにその割合は高くなり、大きく変化していた。このことは、平成13年の調査時からの提言を受けて、学校と地域が一体となって給食の牛乳を残さず積極的にとる栄養指導を行った成果とみてとれる。

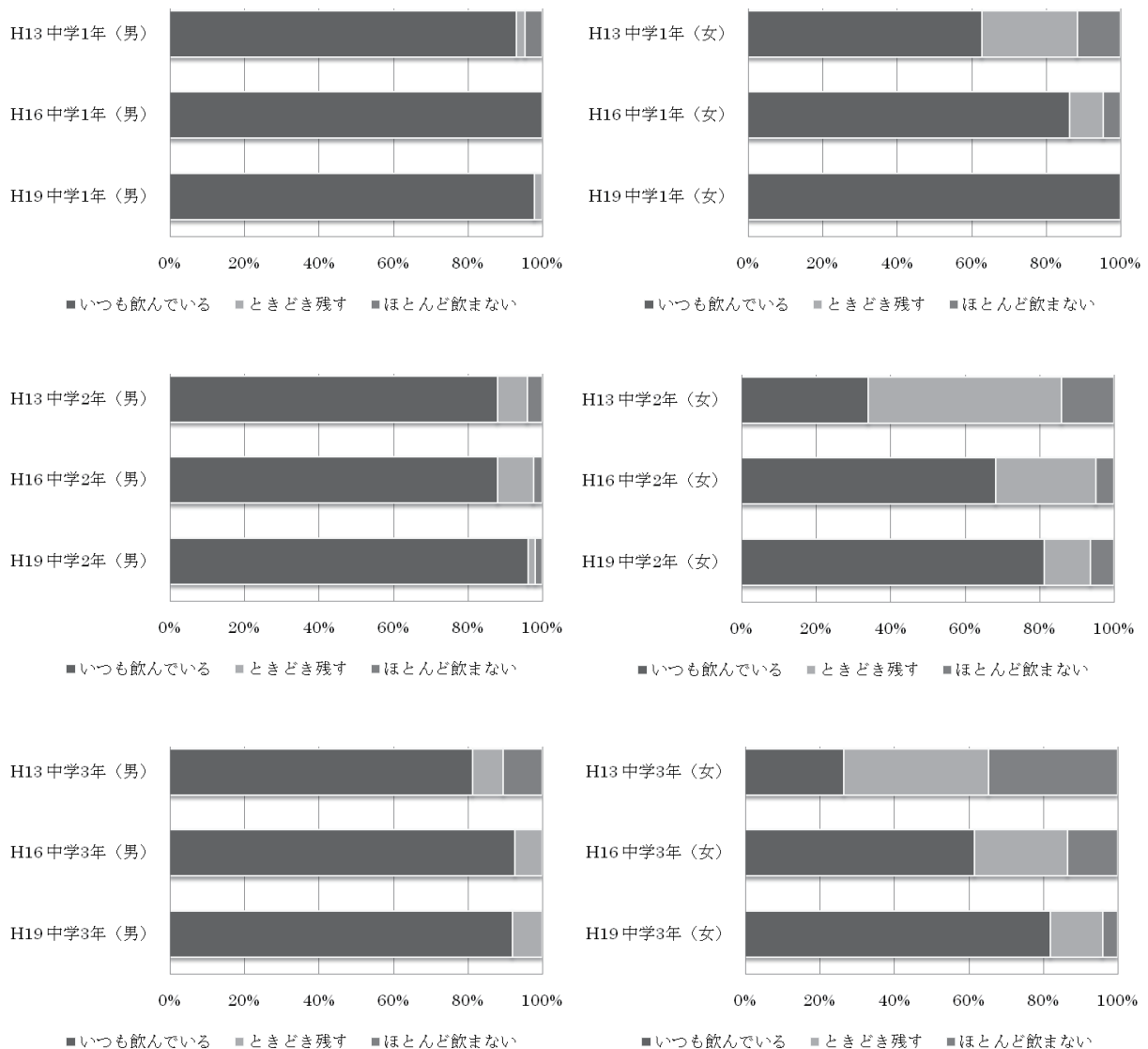


図21. 中学生の3年間の給食での牛乳の摂取状況の推移

## ② 給食とは別の牛乳・ヨーグルトの摂取状況

図22は平成13年、16年と19年の日常生活での（給食とは別の）牛乳・ヨーグルトの摂取状況を性別・学年別に示したものである。中学1年の男子では3年ごとに「1日コップ1杯以上」と「1日コップ1杯」の割合が減少していたが、逆に中学2年、中学3年では増加していた。中学1年生と2年生の女子では「1日コップ1杯」の割合が減少し、あまり摂取しない傾向になっていた。中学3年生の女子は1日コップ1杯の割合が増加していたが、全体としての「1日コップ1杯以上」と「1日コップ1杯」の割合は低かった。

家庭での牛乳・乳製品の摂取は学校給食での摂取ほどには改善していなかった。学校の指導が本人にとどまり、家庭には届きにくいことをこの結果は示している。牛乳・乳製品の摂取量は、特に女子で少なく、大きな問題である。家庭への継続的な働きかけや、卒業生では個々人の牛乳あるいは乳製品の摂取習慣の維持を啓発し続ける必要がある。



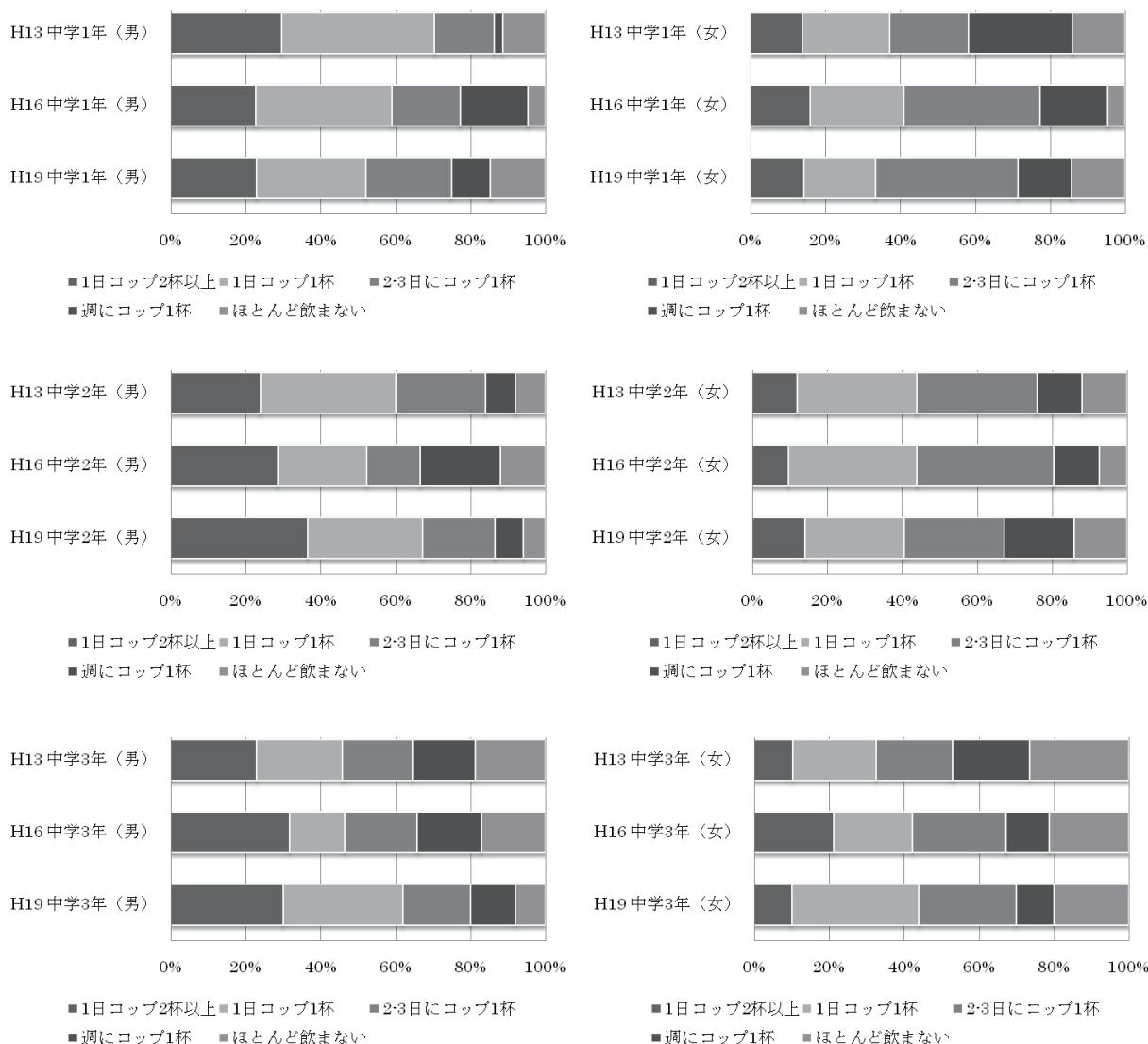


図22. 中学生の3年間の給食とは別の牛乳・ヨーグルトの摂取状況の推移

### ③ カルシウム摂取の状況

図23は平成13年、16年と19年の中学生のカルシウム充足率を性別・学年別に示したものである。いずれの学年でも、3年ごとにカルシウム充足率は改善され、特に「60%未満」の割合は3年ごとに減少している。これは給食での牛乳摂取が大きく進んだことの現れである。しかしながら、男女ともにカルシウム充足率「100%以上」の割合は依然として低く、最も割合が高かった平成19年においても2割程度である。目標である120%の充足率には遠く及ばず、骨量獲得のために大切なこの時期にカルシウム摂取量が少ない状況は継続している。

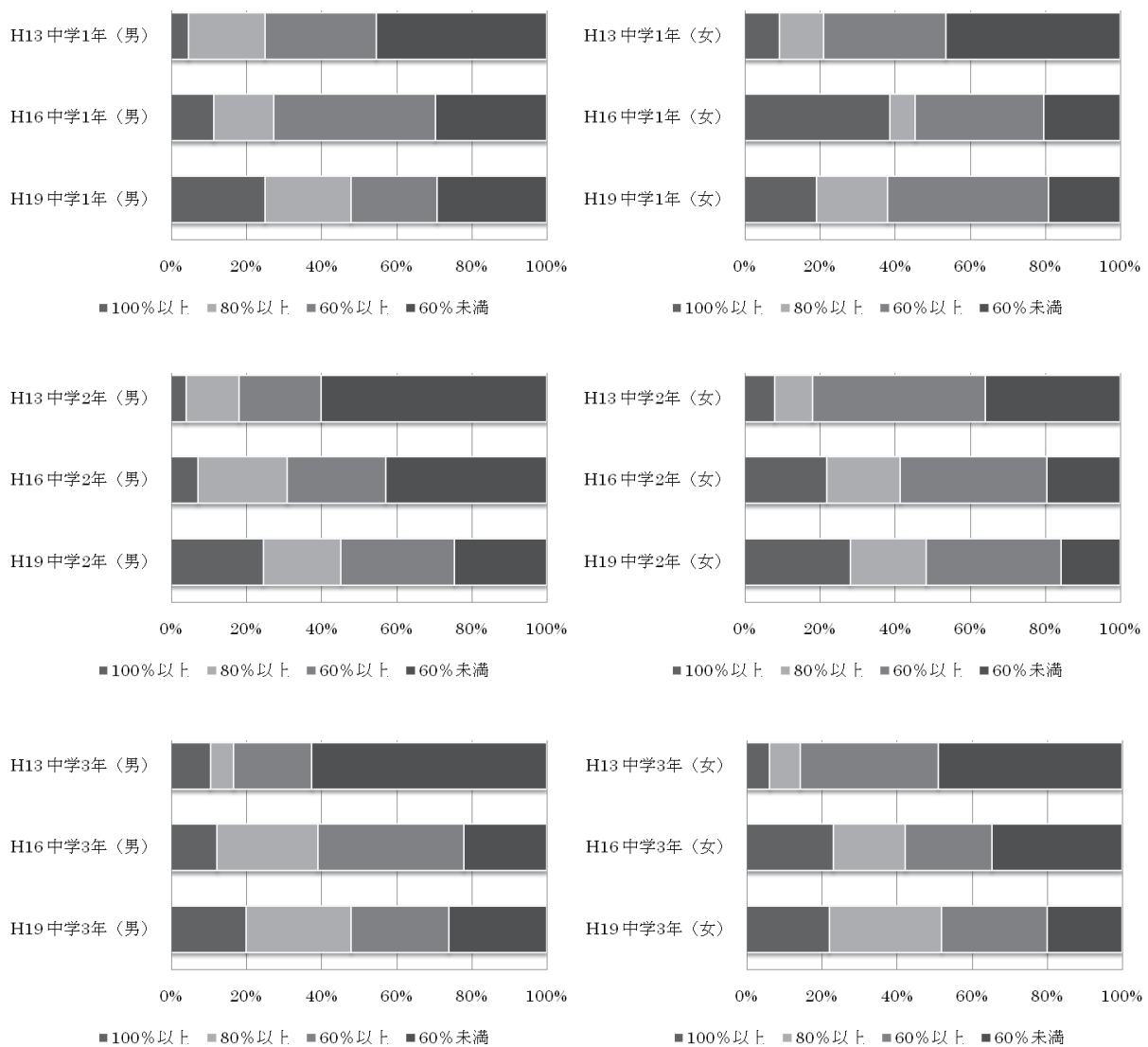


図23. 中学生の3年間のカルシウム充足率の推移

### [3] 運動習慣

#### ① 学校内での部活動

平成13年、16年と19年の中学生の学校内での部活動の実施の有無を性別・学年別に検討した。塩川中学校では運動部活動が盛んで、男子は95%女子でも90%前後の生徒が何らかの運動部活動をしていた。今後も継続が望まれる。

#### ② 校外での部活経験

図24は平成13年、16年と19年の中学生の学校外での運動の実施の有無を性別・学年別に示している。中学1年、2年生の男子、中学3年生の女子は6年間で「実施」の割合が増加し、平成19年に男子では約80%、女子では70%弱になっていた。

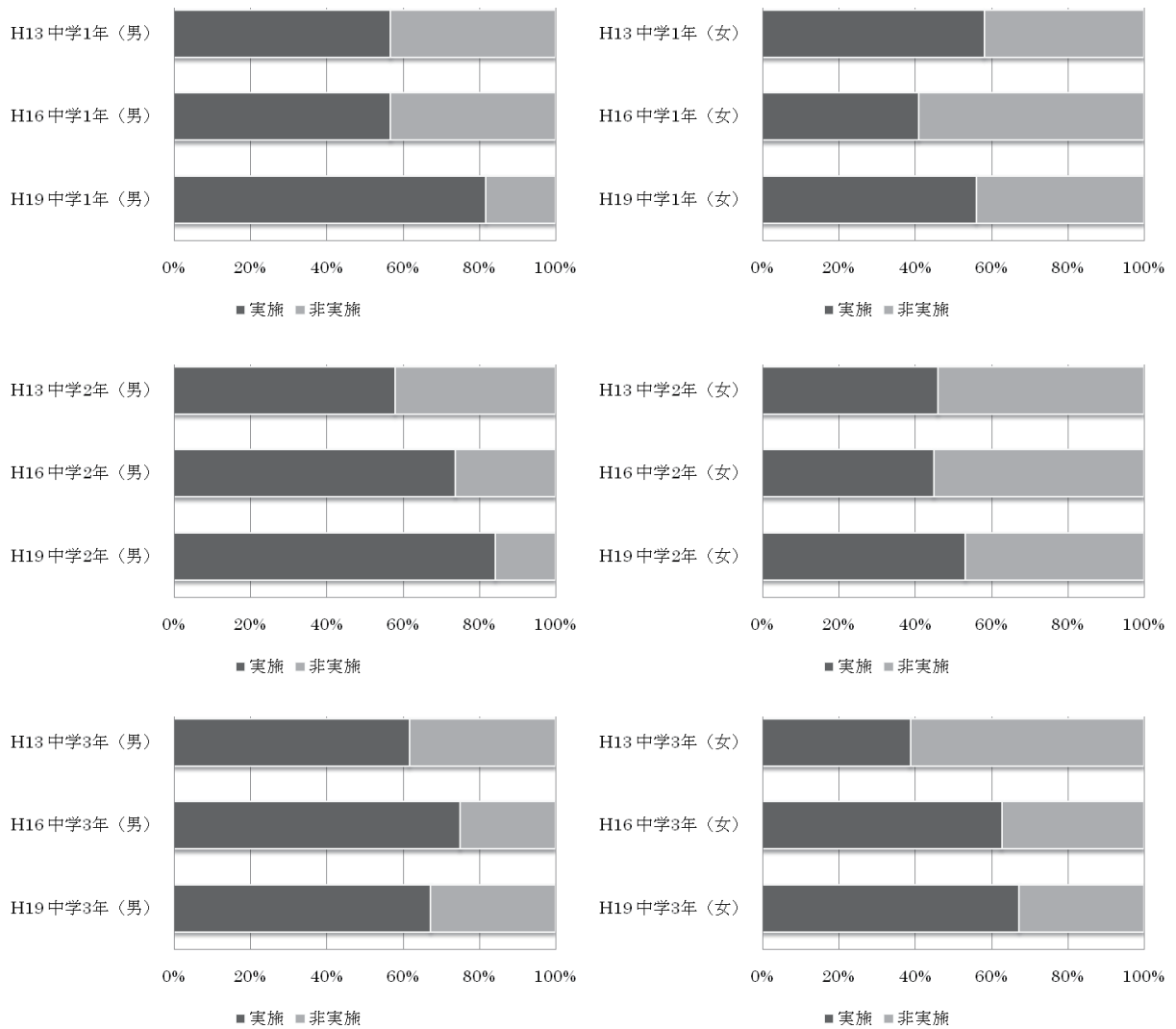


図24. 中学生の3年間の学校外での運動の実施状況の推移

## まとめ

### 1. 本研究から得られた知見

#### [1] 小学生から高校生に至る骨密度の変化

- ・男子では骨密度は高校2年までは急速に上昇するが、高校3年生では鈍化した。高校生の腰椎骨密度は成人値に達していないが、大腿骨近位部では達していた。
- ・女子の骨密度の上昇は中学3年以降は明らかに鈍化した。高校生女子の腰椎骨密度は成人値に達していなかったが、大腿骨近位部では達していた。
- ・もっとも急速に骨密度が上昇する時期は男子では中学生、女子では小学校の高学年であった。

#### [2] 骨密度に影響する要因

##### ① 二次性徴

- ・男子では二次性徴の発来時に、女子ではそのやや前に骨密度の上昇速度が最大になると考えられた。

##### ② 体格と握力

- ・身長と体重、ならびに握力は性別、学年を問わず、また骨の部位にかかわらず、骨密度と正の強い相関を持っていた。変化率も同様であった。

##### ③ 牛乳摂取

- ・給食での牛乳はほとんどの生徒が飲んでいたので、家庭での牛乳やヨーグルトの摂取と骨密度の影響を検討したところ、毎日コップ1杯以上摂取する群は1週間に1杯以下の群より高い骨密度を獲得していた。

##### ⑤ 食事からのカルシウム摂取

- ・食事からの総カルシウム摂取が多い群ほど高い骨密度を獲得していた。ただし、この傾向は卒業生の女子では統計的に有意には至らなかった。摂取量が少ないためと考えられた。
- ・牛乳・乳製品からのカルシウム摂取と骨密度との関係を検討したが、総カルシウム摂取とほとんど同じ傾向を示した。

##### ⑥ 運動

- ・男女とも総運動時間が長いほど、高い骨密度を獲得していた。この傾向は骨の部位によらなかった。ただし、卒業生ではもっとも運動時間が長い群でやや骨密度が低くなり、運動の内容を検討しなければならない。

#### [3] 思春期骨折のリスク要因

- ・塩川中学の在校生と卒業生を総計2,671人年追跡し、62件の症候的骨折を把握した。骨折発生率を算出すると男子では中学2年で最高の8.2%となり、女子では小学校6年頃にピークがあった。

- ・骨折を起こした生徒の特徴としては、男女とも小柄であること、男子では総運動時間が長いこと、女子では二次性徴発来前であることが挙げられた。
- ・女子では食事からのカルシウム摂取量が少ないことも骨折リスクを上げている可能性があった。
- ・男子の総運動時間が長いことは他の要因を調整しても変化しなかった。
- ・骨密度はいずれの部位も骨折リスクには関係しなかった。

## 2. 小児期に最大骨量を最大化し、思春期骨折を防ぐための提言

以下に、本研究結果、並びにこれまでの医学的知見から必要と考えられる対策を提言として述べ、本事業報告書の締めくくりとする。

### [1] 個々人がすべきこと

1. 身体の成長時期は、同時に骨量獲得の時期であることを認識する。
2. やせは低い骨密度につながる。成長期に体重が適切に増加しないと、骨量の増加度が小さくなるので、標準体重を下回らないようにする。カロリー制限によるダイエットは、成長期には厳禁である。自分の標準体重を知り、体格を客観的に認識できるようになる。
3. 牛乳や乳製品を少なくとも1日コップ1杯、できれば牛乳に換算して1日400mlとする習慣をつける。
4. 睡眠時間を十分確保し、規則正しい生活習慣を身につける。
5. 朝食を毎日とり、規則正しい食生活をする。
6. 運動部等に所属し、積極的に運動する習慣をつける。筋力をつける運動は骨密度を増やすために効果的であることを認識する。
7. 喫煙は骨密度を下げ、骨折を増やす。絶対にタバコは吸わない。

### [2] 学校がすべきこと

1. 健康の大切さと、普段の生活習慣がそれを形成していることを考えさせ、理解させる。
2. 身体の成長時期が、骨量獲得を含め、生涯を通じての自己の身体の基礎となることを認識させる。
3. 自分の標準体重を知り、体格を客観的に認識できることを視野に入れた健康教育に取り組む。
4. 学校給食で牛乳を残さずに飲む指導を徹底する。カルシウム充足率120%の目標値を念頭に、家庭にも、こどもが牛乳ならびに乳製品、丸ごと食べられる小魚類等からカルシウムやタンパク質を摂取をしやすい環境を整えることを推奨する。
5. 学校で積極的に運動できる環境を維持する。ただし、体格の小さい生徒、二次性徴前の生徒については骨折リスクが高い可能性があることに鑑み、激しい運動や新しい運動を始める際には十分に注意をする。
6. 学校医、養護教諭、保健主事、栄養士らが健康教育に積極的に加わることを推奨する。

7. 健康増進や健康教育のプロである市町村の保健師や管理栄養士との連携を強化する。
8. 小学校の低学年から、喫煙防止教育を行い、中学校で必要に応じ、喫煙支援も行う。

### [3] 自治体がすべきこと

1. 教育委員会は児童・生徒に健康教育プログラムを提供する必要があることを自覚し、その中に、子どもの骨量獲得、成人の骨粗鬆症予防、高齢者の骨折予防を位置づける。
2. 骨の健康プログラムの目標は、小学校、中学校、高校で十分な骨量を獲得すること、更年期女性の骨密度低下の防止、高齢者の骨折予防である。これをふまえ、自治体は、それぞれの世代に合わせたプログラムを提供する。
3. 骨の健康プログラムの一つとして、児童生徒には適正な体重の維持、小学校からの運動習慣の獲得と維持、十分なカルシウム摂取を実現する対策を実施する。
4. 男子では中学生、女子では小学校の高学年でもっとも急速に骨密度は高くなる。この時期にこそ適切な対策が必要だが、同時に思春期骨折のリスクがあがる時期でもある。小柄で二次性徴が未発来の児童生徒に激しい運動をさせる場合には十分に注意をする。
5. 高校生年齢になると女子では骨密度は全体でほとんど上昇していなかった。しかし、この年齢でも体重増加のある人や運動によって握力が増加している人では骨密度は上昇しており、打つ手はある。中学を卒業すると子どもたちはバラバラになる。この年代の子供達を地域で集め、高い骨密度の獲得のために必要なことを伝える。
6. 保護者が自らの骨粗鬆症予防のための生活習慣を実施することが、こどもの骨量獲得に有効な家庭環境を作ることになり、保護者の親の世代に対しても骨折・骨粗鬆症予防対策となる。骨折・骨粗鬆症対策は3世代が共通して取り組める世代縦断的課題である。
7. 健康増進や健康教育のプロである市町村の保健師や管理栄養士を、学校の健康教育に参画させる。
8. 学校の敷地内禁煙を実現するなど、喫煙対策を強力で推進する。

子供たちの骨密度を上げ、骨折を予防するためには、学校を中心に地域と一体になった取り組みが必要である。本研究の対象となった塩川中学校では熱心な取り組みが奏功して、給食の牛乳飲用が大きく進み、カルシウム摂取が相当改善した。しかし、給食以外の牛乳・乳製品摂取は必ずしも改善していない。学校での取り組みの地域、家庭への浸透に課題が残されたと言えよう。今後、自治体の健康部門と教育委員会が子供の健康問題と地域住民の健康問題に一体的に取り組む努力が必要であることを強調したい。

(以上)