

# 骨粗鬆症予防における牛乳・乳製品の有効性に関する 断面及び介入研究

国立健康・栄養研究所健康増進部 部長 太田 壽 城  
田 畑 泉  
石 川 和 子

## 要 旨

1. 骨粗鬆症予防における牛乳・乳製品の有効性について、牛乳・乳製品の摂取と運動の実施の両面から断面的及び時系列的に検討した。
2. 牛乳を毎日摂取する者の比率は各年代を通じて高く、特に40歳代以降では50%を超える者が毎日摂取していた。また、乳製品は10歳代では比較的良好に摂取しているものの、20～30歳代で摂取頻度が減少し、その後は年齢が増すとともに、毎日摂取する者が増える傾向が見られた。
3. 骨密度を目的変数、生活習慣の各項目を説明変数とする重回帰分析を行ったところ、どの測定法でも、年齢、体重、生理の状態が大きく影響していた。
4. 現在の牛乳摂取はMD法（CXD）を除くすべての測定法で正の関係を示した。過去の牛乳摂取は、MD法とDXA法（DCS-600）でのみ検討したが、いずれも骨密度とは正の関係にあり、現在の牛乳摂取より強く影響していた。
5. 1年後の骨密度の変化を運動との関係で比較すると骨密度の関連では運動をしていない群でCXD法、US法とも骨密度の減少が大きかった。
6. カルシウム摂取量との関係では、CXD法はカルシウム摂取量の少ない群での骨密度の減少が大きかったが、US法では逆にカルシウム摂取量の多い群で骨密度の減少が大きかった。しかし、群により年齢に差があり、調整項目、方法等を検討した上で比較する必要がある。
7. 栄養と運動の両面から骨密度の変化を検討すると、運動無・低カルシウム摂取で骨密度の減少が大きい傾向がみられ、カルシウム摂取得点と運動との関係では、運動有で摂取得点の高い群で骨密度の減少がおさえられていた。

## 〈研究目的〉

本研究では、各世代の女性の骨密度に過去及び現在の牛乳・乳製品の摂取状態がどのように関与しているかを運動習慣を含めて、断面及び縦断的に検討することを目的とした。断面研究としては全国の骨粗鬆症検診の結果から、各生活習慣と骨密度の関連を検討した。縦断研究としては1年間の運動、食事の変化が骨密度にどのように影響するかを栄養のみ、運動のみ、栄養と運動の両面から検討した。

断面研究、縦断研究とも昨年度までにその一部を報告したが、断面研究では本年度は骨粗鬆症検診データを1年分追加した上で、生活習慣と骨密度の関連を検討した。縦断研究では昨年までは超音波法による踵骨骨密度のみであったが、本年度はCXD法による第二中手骨の骨密度を加えた。また、昨年までは対象者数が少なかったため、栄養の変化のみ、運動の変化のみに分けて検討したが、本年度は対象者数が増したため、栄養と運動の両面からの検討を加えた。

## 〈方法〉

### 1. 断面研究

平成6～7年度に全国11都道府県66市町村で実施された骨密度健診受診者のデータ(15～94歳の女性32473名分)を用いた。骨密度の測定法は各市町村が選択したもので、①MD法(CXD)、②MD法(DIP)、③DXA法(DCS-600)、④DXA法(QDR)、⑤超音波法(ACHILLES)の5種類を使用した。そのうち、生活習慣に関するアンケート項目として年齢、体重、生理の状態、現在の運動習慣の有無、過去の運動習慣の有無、現在の牛乳摂取頻度、過去の牛乳摂取の有無、食事量を2/3以下に減らすようなダイエットの経験の有無の8項目についてのデータがある者を対象に、骨密度を目的変数とした重回帰分析を行い、他の生活習慣を考慮したうえでそれぞれの生活習慣がどのように骨密度に影響するかを検討した。尚、重回帰分析はすべての説明変数がそろって対象にしか行えないため、MD法(DIP)ではダイエットを除く7項目、DXA法(QDR)では過去の運動習慣と過去の牛乳摂取を除く6項目、超音波法では過去の牛乳摂取を除く7項目を説明変数として用いた。

### 2. 介入研究

平成6～8年に愛知県O町での骨密度健診を1年の間をおいて継続受診した20～80歳の女性を対象とした。対象者数は超音波法(以下US法)による骨密度検診受診者164名のうち自然閉経前に手術により人工閉経をした2名を除く162名であった。CXD法では継続受診者203名のうち自然閉経前に手術により人工閉経をした4名を除く193名を対象とした。骨密度の測定は超音波法はLuner社、ACHILLESにより踵骨骨密度を測定した。CXD法はTELJIN Bonalyzerにより第2中手骨骨密度を測定した。

これら対象者に対し、健診時に既往症、生活習慣に関するアンケートを行った。食品

摂取頻度調査は、「ほとんど食べない=0」「週に1~2回=1」「週に3~6回=2」「毎日食べる=3」と点数化し、牛乳・乳製品・小魚・豆・豆製品の4項目の合計点数を『カルシウム摂取点数』とした。また、一部の対象者には留置法による2日間の食事記録調査と、連続した7日間について歩数計を用いた歩数調査を実施した。栄養調査は栄養士が食事記録の記入もれおよび不明個所の聞き取りを行い、その後四訂食品成分表を用いて主な栄養素の摂取状況を求めた。

健診後には骨密度の測定結果について保健婦が個別に説明した。その後、栄養士が一人当たり約20分程度の個別指導により、カルシウム摂取量の増加と日常生活の運動量の増加を目標とした生活指導を行った。

## 〈結果〉

### 1. 断面研究

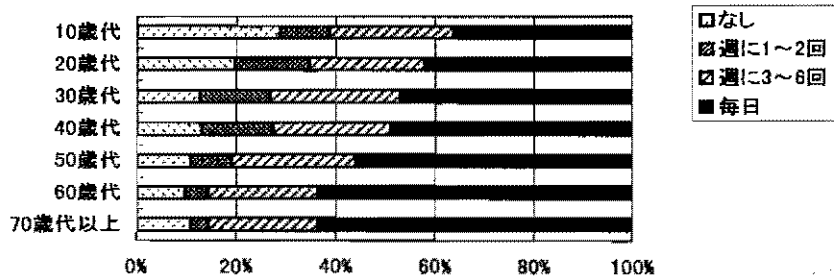
骨粗鬆症検診データのうち、牛乳、乳製品、小魚、豆・豆製品、過去の牛乳摂取についての問診項目があった、それぞれ約2万人分のデータについて、年代別に摂取頻度を比較した(図1)。骨粗鬆症検診は基本的には成人を対象として実施されているため、10歳代に該当する者は15~19歳の者であった。牛乳、豆・豆製品、小魚の摂取頻度は毎日摂取する者が、年齢とともに増加する傾向にあった。牛乳の摂取頻度は40歳代以降は毎日摂取する者が50%をこえた。乳製品では、10歳代では比較的よく摂取しているものの、20~30歳代では摂取頻度が減少し、その後は年齢が増すとともに、毎日摂取する者が増える傾向が見られた。小・中学校時代に牛乳摂取の経験がある者は30歳代までが60%以上と多いが、40歳代以降では半数を下回った。

骨密度と各リスクファクターの重回帰分析による標準化偏回帰係数と重回帰係数、決定係数を表1に示した。各測定項目でリスクファクターのデータがそろった者はMD法(CXD)は231名、MD法(DIP)は4451名、DXA法(DCS-600)は3431名、DXA法(QDR)は99名、US法は6151名の計14363名であった。各測定法ごとの重回帰係数は0.307~0.751、決定係数は0.093~0.563であった。

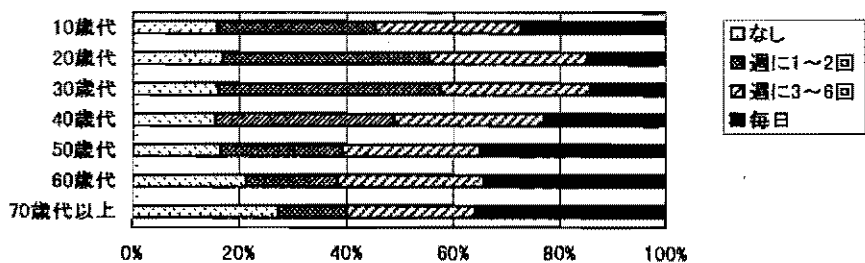
年齢はすべての測定法で負の関係を示し、DXA法(QDR)を除く4測定法で偏回帰係数が有意であった。体重はすべての測定法で正の関係を示しMD法(DIP)、DXA法(DCS-600)、US法で有意であった。生理の状態もすべての測定法で正の関係を示し、MD法(CXD)法、DXA法(QDR)以外で有意であった。以上の3項目(年齢、体重、生理の状態)がいつれの測定法でも骨密度に強く影響していた。

現在の牛乳摂取はMD法(CXD)を除くすべての測定法で正の関係を示したが、有意な関係がえられたのはUS法のみであった。過去の牛乳摂取は、データのある市町村が少なくDXA法(QDR)とUS法では検討できなかった。しかし残りの測定方法では、過去の牛乳摂取のある者で、骨密度は高い傾向がみられ、特にMD法(CXD)とDXA

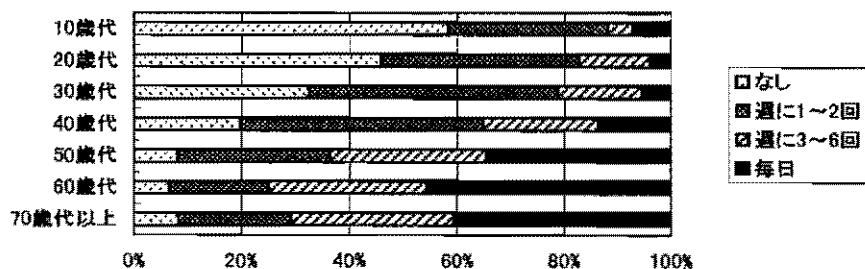
牛乳の摂取頻度



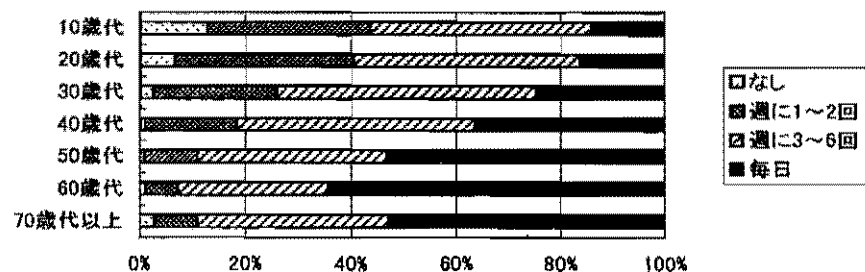
乳製品の摂取頻度



小魚の摂取頻度



豆・豆製品の摂取頻度



過去の牛乳摂取

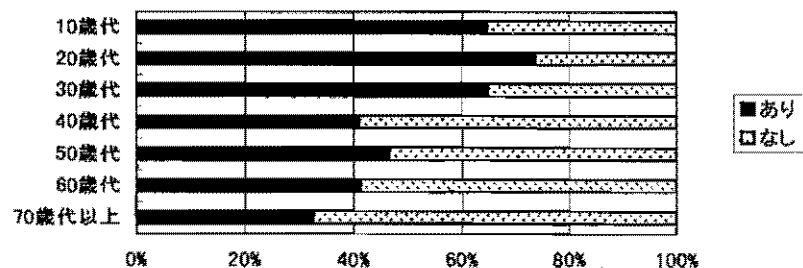


図1 各種食品の摂取頻度(全国データより作成)

法 (DCS-600) では有意であった。いずれの測定法でも、過去の牛乳摂取は現在の牛乳摂取より強い関連がみられた。

運動習慣は現在の運動習慣がMD法以外の測定法では正の関係を示し、過去の運動習慣はMD法 (CXD) とUS法で正の関係を示した。現在、過去とも運動習慣はUS法で強く影響していた。

表1 骨密度と各リスクファクターの重回帰分析による標準化偏相関係数

|                       | MD(CXD)<br>(n=231) | MD(DIP)<br>(n=4451) | DXA(DCS-600)<br>(n=3431) | DXA(QDR)<br>(n=99) | 超音波法<br>(n=6151) |
|-----------------------|--------------------|---------------------|--------------------------|--------------------|------------------|
| 年齢(歳)                 | -0.481**           | -0.197**            | -0.675**                 | -0.196             | -0.621**         |
| 体重(kg)                | 0.034              | 0.073**             | 0.158**                  | 0.141              | 0.159**          |
| 生理の状態                 | 0.095              | 0.150**             | 0.057**                  | 0.141              | 0.078**          |
| 現在の運動 <sup>a</sup>    | -0.032             | -0.046**            | 0.035**                  | 0.116              | 0.072**          |
| 過去の運動 <sup>a</sup>    | 0.075              | -0.011              | -0.005                   | -                  | 0.048**          |
| 現在の牛乳摂取               | -0.049             | 0.005               | 0.008                    | 0.176              | 0.021*           |
| 過去の牛乳摂取 <sup>a</sup>  | 0.122*             | 0.009               | 0.032**                  | -                  | -                |
| ダイエットの有無 <sup>a</sup> | -0.017             | -                   | 0.004                    | 0.035              | 0.015            |
| Muriple R             | 0.628**            | 0.307**             | 0.751**                  | 0.373**            | 0.670**          |
| Adjusted R Square     | 0.373**            | 0.093**             | 0.563**                  | 0.083**            | 0.448**          |

<sup>a</sup>は0:なし, 1:あり

生理の状態は0:なし, 1:不順, 2:正常

現在の牛乳摂取は3:毎日, 2:週に3~6回, 1:週に1~2回, 0:飲まない

\* p<0.05, \*\* p<0.01

## 2. 介入研究

### ①対象者の特性

対象者の身体特性を年代別に表 2a,b、表 3a,b に示した。CXD法では60歳以上群の身長および体重は他群に比し有意な低値を示した。骨密度は年代を増すほど有意な低値を示した。初回時と1年後との比較では各年代とも体格に有意差はみられなかったが、骨密度は50歳未満と50歳代で初回時に比し、有意に低下した。各栄養素の摂取量はカルシウムを除いて大きな変化はなかった。カルシウムは50歳代以上で有意に増加した。歩数は全体的に減少傾向にあり、特に50歳代では有意に減少した。

US法では各年代間に体格の差はなかった。骨密度は年齢が増すほど低値をしめした。初回と1年後の変化は40歳代以上では体重がやや増加傾向にあった。骨密度は30歳未満を除いて各年代で有意に低下した。栄養素の摂取量は40歳代で脂質とエネルギーがわずかにあるが減少した。カルシウム摂取量は大きな変化はみられなかった。歩数は30歳代で増加したが、有意な変化ではなかった。

表2a 対象者特性(CXD法)

|     |                      | 50歳未満<br>(n=64) | 50歳代<br>(n=81)     | 60歳以上<br>(n=48)    |                |
|-----|----------------------|-----------------|--------------------|--------------------|----------------|
| 年齢  | (歳)                  | 45.1 ± 3.2      | 53.9 ± 2.9         | 65.9 ± 5.1         |                |
| 身長  | (cm)                 | 初回時             | 155.1 ± 4.8        | 153.9 ± 4.1        | 150.5 ± 5.1    |
|     |                      | 1年後             | 155.1 ± 5.0        | 153.8 ± 4.2        | 150.2 ± 5.1    |
|     |                      | △               | 0 ± 1.0            | -0.1 ± 1.4         | -0.4 ± 2.1     |
| 体重  | (kg)                 | 初回時             | 54.2 ± 6.2         | 53.6 ± 7.5         | 50.6 ± 7.1     |
|     |                      | 1年後             | 54.1 ± 6.0         | 55.2 ± 12.2        | 50.8 ± 7.2     |
|     |                      | △               | -0.1 ± 2.7         | +1.6 ± 11.4        | +0.2 ± 2.0     |
| BMI | (kg/m <sup>2</sup> ) | 初回時             | 22.5 ± 2.6         | 22.7 ± 3.2         | 22.4 ± 2.9     |
|     |                      | 1年後             | 22.5 ± 2.5         | 23.4 ± 5.4         | 22.6 ± 2.9     |
|     |                      | △               | 0 ± 1.1            | +0.7 ± 5.1         | +0.2 ± 1.1     |
| BMD | (mmol)               | 初回時             | 2.750 ± 0.197      | 2.538 ± 0.285      | 2.159 ± 0.238  |
|     |                      | 1年後             | 2.711 ± 0.201      | 2.453 ± 0.265      | 2.139 ± 0.255  |
|     |                      | △               | -0.038 ± 0.089 *** | -0.084 ± 0.113 *** | -0.019 ± 0.091 |

\*: p < 0.05    \*\*: p < 0.01    \*\*\*: p < 0.001    ( Mean ± sd )

表 2b 対象者特性 (US 法)

|           |                      | 30歳未満<br>(n=19) | 30歳代<br>(n=79) | 40歳代<br>(n=30) | 50歳以上<br>(n=34) |             |
|-----------|----------------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-------------|
| 年齢        | (歳)                  | 27.5 ± 2.2      | 34.2 ± 2.9     | 45.3 ± 2.7     | 56.7 ± 5.4      |             |
| 身長        | (cm)                 | 初回時             | 157.4 ± 6.3    | 157.0 ± 4.9    | 154.9 ± 5.6     | 152.2 ± 4.2 |
|           |                      | 1年後             | 157.1 ± 6.0    | 157.0 ± 5.1    | 155.0 ± 5.6     | 152.0 ± 4.2 |
|           |                      | △change         | -0.3 ± 1.7     | 0.0 ± 1.3      | 0.1 ± 0.5       | -0.1 ± 0.7  |
| 体重        | (kg)                 | 初回時             | 55.4 ± 10.3    | 51.8 ± 6.6     | 53.0 ± 6.9      | 52.4 ± 6.4  |
|           |                      | 1年後             | 53.9 ± 11.3    | 51.9 ± 6.4     | 53.8 ± 6.5      | 53.2 ± 6.2  |
|           |                      | △change         | -1.5 ± 4.3     | 0.1 ± 2.1      | 0.9 ± 2.3*      | 0.8 ± 2.5   |
| BMI       | (kg/m <sup>2</sup> ) | 初回時             | 22.6 ± 5.4     | 21.1 ± 2.6     | 22.1 ± 2.8      | 22.6 ± 2.4  |
|           |                      | 1年後             | 22.0 ± 5.7     | 21.1 ± 2.5     | 22.4 ± 2.6      | 23.0 ± 2.4  |
|           |                      | △change         | -0.5 ± 1.5     | 0.0 ± 0.9      | 0.3 ± 0.9       | 0.4 ± 1.1   |
| STIFFNESS | (%)                  | 初回時             | 87.9 ± 15.6    | 84.6 ± 11.0    | 80.1 ± 10.1     | 69.4 ± 12.6 |
|           |                      | 1年後             | 88.6 ± 15.7    | 83.3 ± 10.4    | 77.4 ± 9.1      | 67.6 ± 11.1 |
|           |                      | △change         | 0.7 ± 9.6      | -1.2 ± 5.0*    | -2.7 ± 4.4**    | -1.8 ± 4.5* |

\* p &lt; 0.05, \*\* p &lt; 0.01 (Mean ± SD)

表3a 年代別ライフスタイル (CXD法)

|                    |     | 50歳未満<br>(n=64) | 50歳代<br>(n=81) | 60歳以上<br>(n=48) |
|--------------------|-----|-----------------|----------------|-----------------|
| エネルギー (Kcal)       | 初回時 | 1896 ± 486      | 1823 ± 354     | 1794 ± 386      |
|                    | 1年後 | 1802 ± 347      | 1740 ± 247     | 1745 ± 392      |
|                    | △   | -94 ± 487       | -83 ± 340      | -49 ± 374       |
| タンパク質 (g)          | 初回時 | 76.1 ± 20.7     | 76.5 ± 14.8    | 76.8 ± 21.3     |
|                    | 1年後 | 75.6 ± 17.5     | 77.2 ± 14.3    | 83.1 ± 21.0     |
|                    | △   | -0.5 ± 21.4     | +0.7 ± 17.7    | +6.3 ± 18.1 *   |
| 脂質 (g)             | 初回時 | 59.4 ± 21.4     | 54.0 ± 16.1    | 53.2 ± 16.6     |
|                    | 1年後 | 56.8 ± 13.2     | 49.7 ± 12.3    | 48.3 ± 15.8     |
|                    | △   | -2.6 ± 21.7     | -4.3 ± 18.8    | -4.9 ± 17.3     |
| 糖質 (g)             | 初回時 | 253 ± 73        | 254 ± 56       | 250 ± 61        |
|                    | 1年後 | 241 ± 56        | 243 ± 40       | 245 ± 61        |
|                    | △   | -12 ± 76        | -11 ± 54       | -5 ± 67         |
| カルシウム (mg)         | 初回時 | 610 ± 246       | 649 ± 248      | 704 ± 364       |
|                    | 1年後 | 645 ± 232       | 767 ± 315      | 952 ± 549       |
|                    | △   | +35 ± 278       | +118 ± 310 **  | +248 ± 423 **   |
| Ca摂取点数 (点)         | 初回時 | 6.4 ± 2.2       | 6.5 ± 2.3      | 7.0 ± 2.8       |
|                    | 1年後 | 7.3 ± 2.1       | 7.4 ± 2.3      | 8.2 ± 2.5       |
|                    | △   | +0.9 ± 1.9 ***  | +0.9 ± 2.1 *** | +1.3 ± 2.0 ***  |
| 歩数 (歩)             | 初回時 | 8803 ± 2621     | 8231 ± 2238    | 6696 ± 2895     |
|                    | 1年後 | 8488 ± 3080     | 7372 ± 2641    | 6218 ± 2555     |
|                    | △   | -315 ± 2372     | -859 ± 2493 *  | -478 ± 2249     |
| 現在の運動習慣 有<br>n (%) | 初回時 | 17 (26.6)       | 33 (40.7)      | 19 (39.6)       |
|                    | 1年後 | 20 (31.3)       | 38 (46.9)      | 25 (52.1)       |

\*: p &lt; 0.05    \*\*: p &lt; 0.01    \*\*\*: p &lt; 0.001 (Mean ± sd)

表3b 年代別ライフスタイルの変化 (US法)

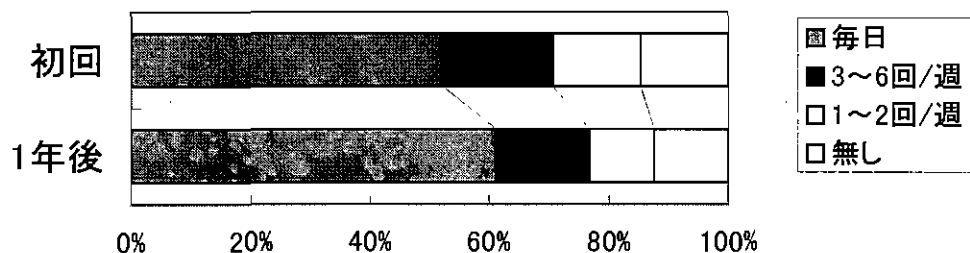
|                   |         | 30歳未満<br>(n=19) | 30歳代<br>(n=79) | 40歳代<br>(n=30) | 50歳以上<br>(n=34) |
|-------------------|---------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|
| エネルギー (kcal)      | 初回時     | 1721 ± 437      | 1781 ± 291     | 1868 ± 360     | 1656 ± 301      |
|                   | 1年後     | 1701 ± 330      | 1783 ± 342     | 1735 ± 311     | 1775 ± 404      |
|                   | △change | -20 ± 505       | 1 ± 394        | -133 ± 321*    | 119 ± 438       |
| タンパク質 (g)         | 初回時     | 63.9 ± 13.3     | 68.7 ± 13.4    | 76.3 ± 14.5    | 71.4 ± 15.0     |
|                   | 1年後     | 67.0 ± 17.0     | 69.6 ± 15.5    | 75.0 ± 17.7    | 76.8 ± 20.3     |
|                   | △change | 3.1 ± 18.2      | 1.0 ± 18.3     | -1.3 ± 20.3    | 5.4 ± 23.3      |
| 脂質 (g)            | 初回時     | 61.0 ± 18.5     | 59.3 ± 15.3    | 58.5 ± 16.6    | 45.7 ± 13.5     |
|                   | 1年後     | 52.8 ± 17.9     | 57.9 ± 15.4    | 50.2 ± 13.3    | 47.3 ± 14.2     |
|                   | △change | -8.1 ± 25.3     | -1.4 ± 22.7    | -8.3 ± 14.8**  | 1.6 ± 14.9      |
| 糖質 (g)            | 初回時     | 223 ± 65        | 235 ± 54       | 258 ± 60       | 236 ± 47        |
|                   | 1年後     | 230 ± 66        | 235 ± 48       | 242 ± 57       | 248 ± 56        |
|                   | △change | 7 ± 81          | 1 ± 56         | -16 ± 51       | 12 ± 62         |
| カルシウム (mg)        | 初回時     | 460 ± 139       | 528 ± 179      | 604 ± 181      | 673 ± 184       |
|                   | 1年後     | 544 ± 256       | 569 ± 193      | 574 ± 275      | 746 ± 317       |
|                   | △change | 84 ± 214        | 41 ± 197       | -30 ± 325      | 73 ± 308        |
| Ca摂取点数 (点)        | 初回時     | 6.6 ± 2.1       | 6.4 ± 2.0      | 5.8 ± 2.3      | 7.0 ± 2.0       |
|                   | 1年後     | 6.5 ± 2.1       | 6.6 ± 2.2      | 7.3 ± 2.1      | 8.1 ± 1.9       |
|                   | △change | -0.5 ± 1.5      | 0.3 ± 1.5      | 1.5 ± 2.2***   | 1.1 ± 1.7**     |
| 一日歩数 (歩)          | 初回時     |                 | 8122 ± 2805    | 7802 ± 2466    | 8055 ± 2024     |
|                   | 1年後     |                 | 9441 ± 2580    | 7845 ± 2339    | 7821 ± 2660     |
|                   | △change |                 | 1319 ± 2164    | 43 ± 2191      | -234 ± 2061     |
| 現在運動習慣 有<br>n (%) | 初回時     | 2 (10.5)        | 17 (22.1)      | 7 (24.1)       | 15 (44.1)       |
|                   | 1年後     | 3 (15.8)        | 20 (25.3)      | 10 (33.3)      | 16 (48.5)       |

\* p &lt; 0.05, \*\* p &lt; 0.01 (Mean ± SD)

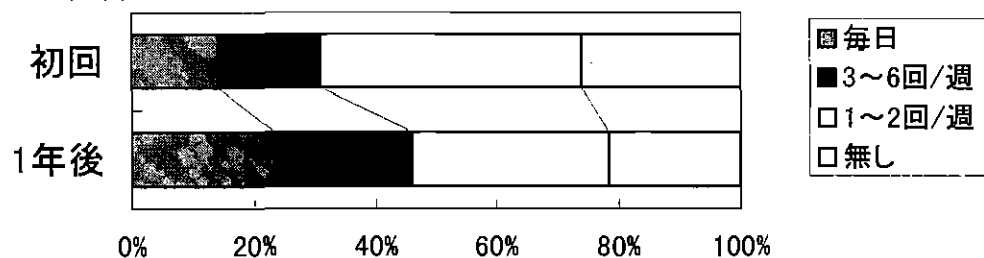
②食品群別摂取頻度の変化

食品毎にその摂取頻度の変化を検討すると、図 2a,b に示すようにいずれの食品も「毎日摂取する」者の割合が増加していた。特に変化が大きかったのは、CXD 法では乳製品と小魚、US 法では乳製品であった。

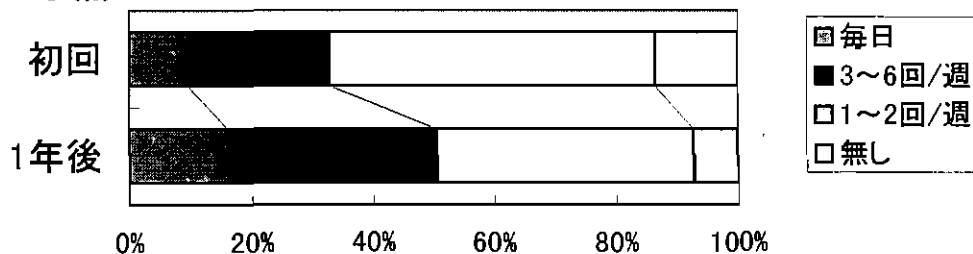
<牛乳>



<乳製品>



<小魚>



<豆・豆製品>

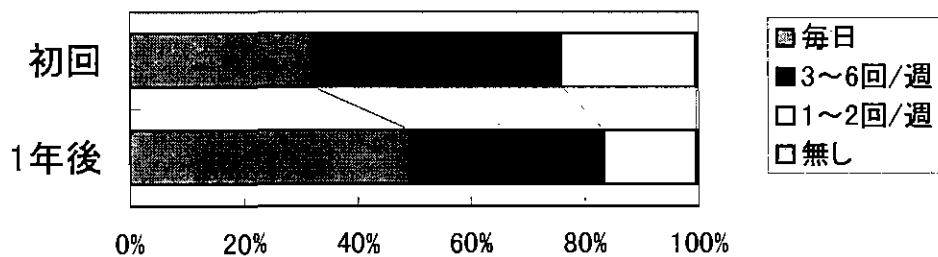


図2a 各食品の摂取頻度(CXD法)



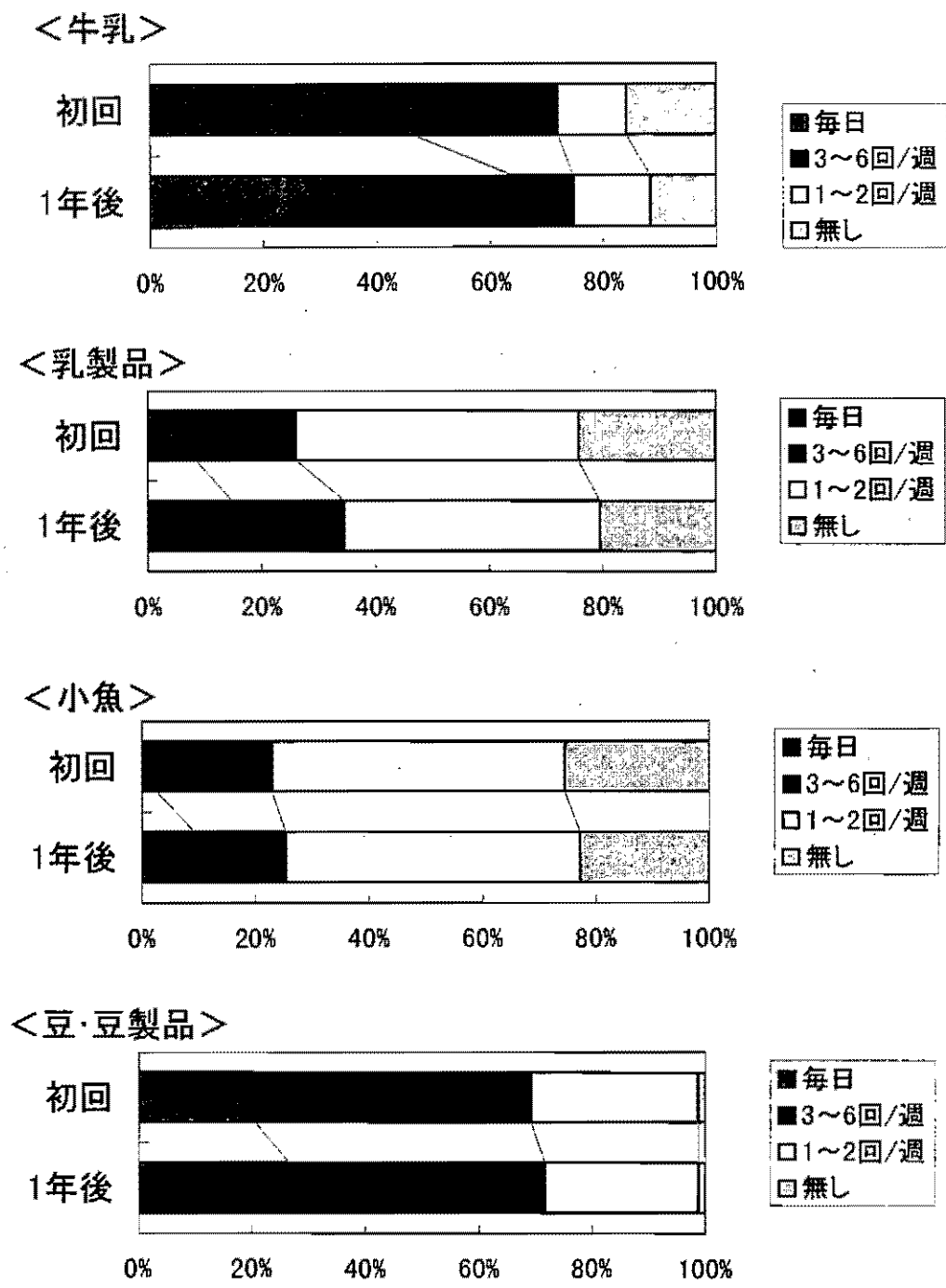


図2b 各食品の摂取頻度 (US法)

③1年後における運動習慣およびカルシウム摂取と骨密度変化との関連

CXD 法では骨密度の変化と加齢および月経状態との関連について、単相関を検討した結果、月経状態との間に最も強い相関がみられたため ( $r=0.261$ )、以下の運動、栄養の影響に関するグループ別骨密度変化率は月経状態 (閉経前、閉経後5年未満、閉経後5年以上) により調整して計算した。US法は対象者が若年であり、単相関の結果強い相関がみられる項目がなかったため、年間変化率の計算にあたっては調整を行わなかった。

A. 現在運動習慣の有無別による検討 (表 4a, b, 図 3a, b)

初回時および1年後における運動習慣の有無別に、以下の4グループに分類し、骨密度およびライフスタイルについて比較した。

「非運動群」：初回も1年後も運動習慣無し。

表4a 運動習慣の変化による群別の比較(CXD法)

|          |        | 非運動群<br>(n=104) | 運動開始群<br>(n=20)    | 運動継続群<br>(n=63)  |                    |
|----------|--------|-----------------|--------------------|------------------|--------------------|
| 年齢       | (歳)    | 52.8 ± 8.3      | 55.4 ± 8.9         | 55.7 ± 9.1       |                    |
| B M D    | (mmAl) | 初回時             | 2.570 ± 0.309      | 2.387 ± 0.332    | 2.462 ± 0.358      |
|          |        | 1年後             | 2.510 ± 0.308      | 2.353 ± 0.325    | 2.411 ± 0.345      |
|          |        | △               | -0.059 ± 0.104 *** | -0.034 ± 0.073 * | -0.052 ± 0.111 *** |
| カルシウム摂取量 | (mg)   | 初回時             | 607 ± 266          | 583 ± 339        | 730 ± 273          |
|          |        | 1年後             | 733 ± 358          | 607 ± 267        | 880 ± 438          |
|          |        | △               | +126 ± 360 **      | +24 ± 171        | +151 ± 366 **      |
| Ca摂取点数   | (点)    | 初回時             | 6.4 ± 2.1          | 4.8 ± 2.5        | 7.3 ± 2.4          |
|          |        | 1年後             | 7.1 ± 2.1          | 6.6 ± 2.1        | 8.4 ± 2.4          |
|          |        | △               | +0.8 ± 2.1 ***     | +1.9 ± 2.0 ***   | +1.1 ± 1.8 ***     |

\*: p < 0.05    \*\*: p < 0.01    \*\*\*: p < 0.001    ( Mean ± sd )

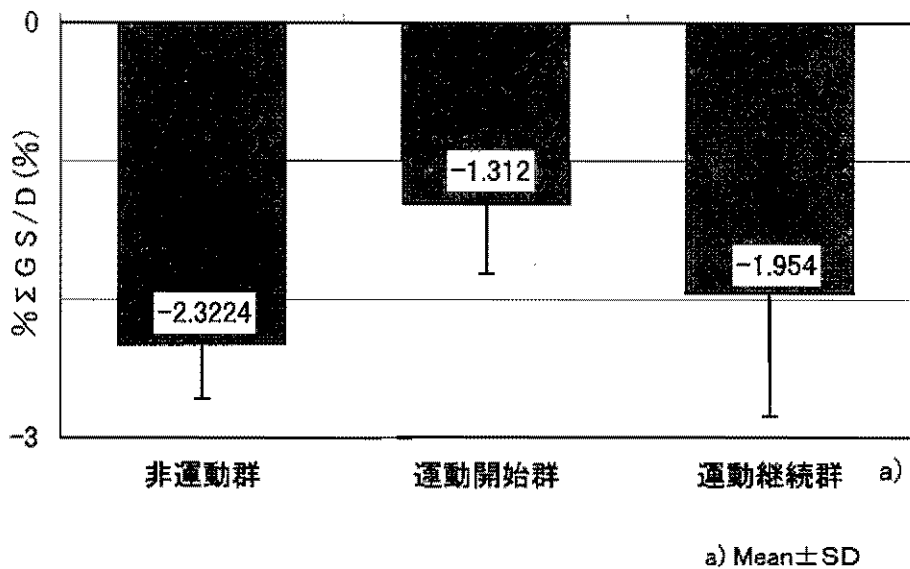


図3a 運動習慣の変化別 骨密度年間変化率(CXD法)

「運動中止群」；初回時運動習慣有り、1年後無し。

「運動開始群」；初回時運動習慣無し、1年後有り。

「運動継続群」；初回時も1年後も運動習慣有り。

なお、運動中止群は人数が十分でないため割愛した。

CXD法では1年後の骨密度はいずれの群においても、初回に比し有意に減少しており、カルシウム摂取量およびCa摂取点数はいずれの群も増加していた。骨密度の年間変化率を月経状態で調整した値と比較すると、非運動群の減少が最も大きいことが示された。

US法では骨密度の変化は、すべての群で有意ではなかった。カルシウム摂取量はわずかに増加したが、有意な変化ではなく、カルシウム摂取点数は運動開始群、運動継続群で増加した。骨密度の変化率では、運動開始群はわずかながら増加し、他の2群では減少した。しかし、運動開始群、運動継続群は非運動群に比べ年齢が高く、SDも大きかった。

表4b 運動習慣の変化による群別の比較 (US法)

|                  |     | 非運動群<br>(n=57) | 運動開始群<br>(n=13) | 運動継続群<br>(n=52) |
|------------------|-----|----------------|-----------------|-----------------|
| 年齢               | (歳) | 37.4 ± 10.7    | 46.8 ± 13.5     | 43.9 ± 9.2      |
| Stiffness        | 初回時 | 79.8 ± 11.7    | 77.8 ± 16.3     | 79.9 ± 13.4     |
|                  | 1年後 | 78.6 ± 12.6    | 77.9 ± 17.1     | 78.6 ± 12.4     |
|                  | Δ   | -1.2 ± 6.0     | +0.2 ± 5.2      | -1.3 ± 5.7      |
| カルシウム摂取量<br>(mg) | 初回時 | 522 ± 171      | 537 ± 182       | 623 ± 203       |
|                  | 1年後 | 570 ± 254      | 667 ± 275       | 632 ± 218       |
|                  | Δ   | +49 ± 240      | +130 ± 328      | +9 ± 253        |
| Ca摂取点数<br>(点)    | 初回時 | 6.5 ± 2.0      | 5.3 ± 1.9       | 6.8 ± 2.2       |
|                  | 1年後 | 6.7 ± 2.1      | 7.3 ± 2.1       | 7.3 ± 2.3       |
|                  | Δ   | +0.3 ± 1.7     | +2.0 ± 1.8      | +0.5 ± 1.9 *    |

\*: p < 0.05    \*\*: p < 0.01

(Mean ± SD)

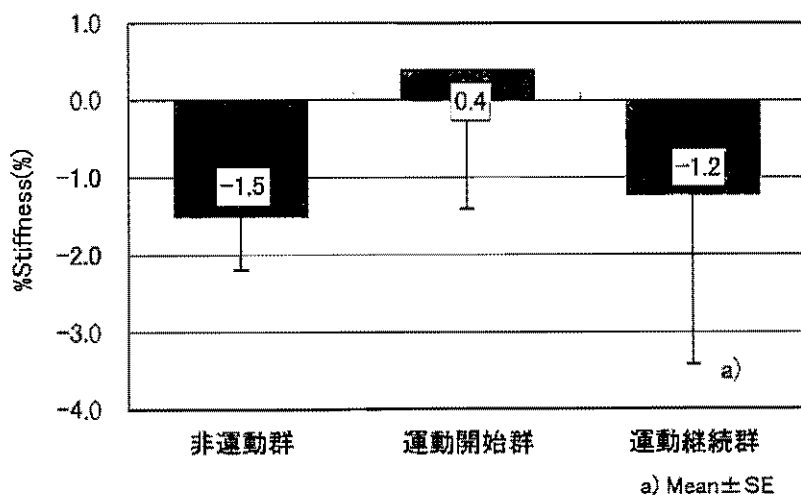


図3b 運動習慣の変化別 骨密度年間変化率 (US法)

B.カルシウム摂取量別 (表 5a,b、図 4a,b)

食事からのカルシウム摂取量が骨密度におよぼす影響を検討するため、初回時および1年後のカルシウム摂取量により以下の2群に分け、骨密度の変化を比較した。

「低Ca摂取群」;初回時におけるカルシウム摂取量が400mg未満で1年後も600mgに達していない群。

「高Ca摂取群」;初回時も1年後も600mg以上摂取されている群。

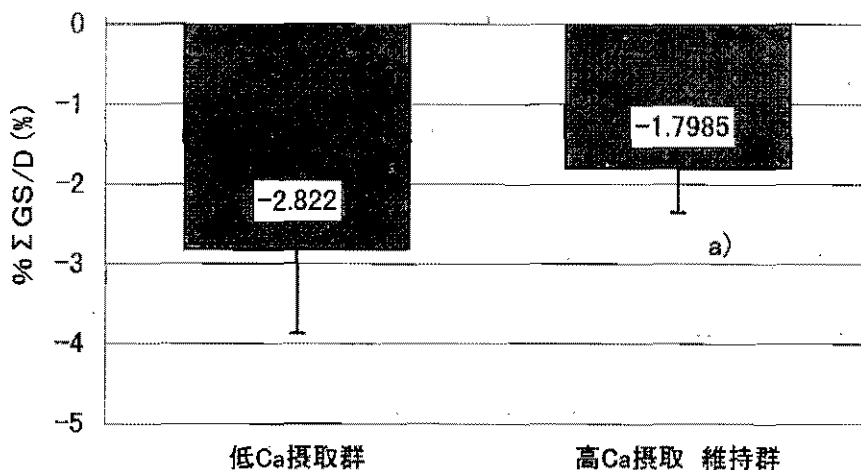
CXD法では1年後の骨密度は、両群とも初回時に比し有意に低下していた。カルシ

表5a カルシウム摂取量の変化と骨密度(CXD法)

|         |        | 低Ca摂取群<br>(n=16) | 高Ca摂取維持群<br>(n=56) |
|---------|--------|------------------|--------------------|
| 年齢      | (歳)    | 53.0 ± 9.1       | 55.3 ± 7.9         |
| BMD     | (mmAl) | 初回時              | 2.519 ± 0.327      |
|         |        | 1年後              | 2.449 ± 0.334      |
|         |        | Δ                | -0.069 ± 0.066 *** |
| Ca摂取量   | (mg)   | 初回時              | 284 ± 68           |
|         |        | 1年後              | 384 ± 104          |
|         |        | Δ                | +101 ± 115 **      |
| Ca摂取点数  | (点)    | 初回時              | 4.4 ± 2.1          |
|         |        | 1年後              | 4.9 ± 2.1          |
|         |        | Δ                | +0.5 ± 2.7 ***     |
| 現在の運動習慣 | 有      | 初回時              | 3 (18.8)           |
|         |        | 1年後              | 8 (50.0)           |

(Mean ± sd)

\*: p < 0.05    \*\*: p < 0.01    \*\*\*: p < 0.001



a) Mean ± SD

図4a カルシウム摂取量の変化別  
骨密度年間変化率(CXD法)

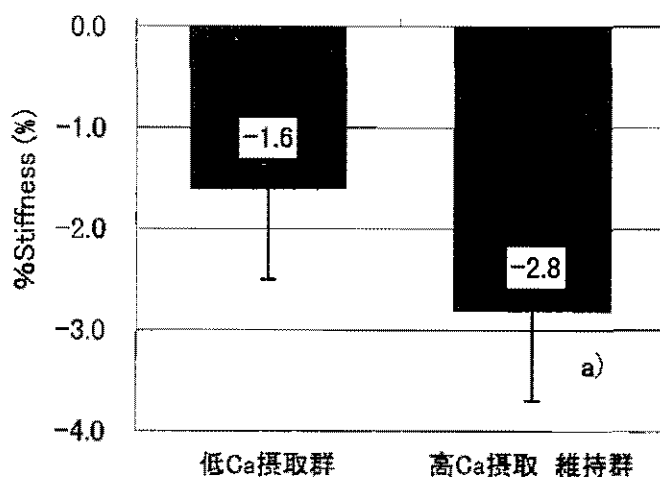
ウム摂取量は両群ともに有意に増加していた。運動習慣有りの者の割合は両群ともに増加していた。閉経状態で調整した骨密度年間変化率は、高Ca摂取群において低Ca摂取群に比し、骨密度の減少が押さえられる傾向が認められた。

US法では、1年後の骨密度は、高Ca摂取維持群で有意な減少がみられた。カルシウム摂取量、カルシウム摂取得点は両群ともに有意に増加し、運動習慣のある者の人数は低Ca摂取群では増加したが、高Ca摂取維持群では1人減った。骨密度の年間変化率は高Ca摂取維持群で大きく減少したが、年齢は高Ca摂取維持群で大きかった。

表5b カルシウム摂取量の変化と骨密度 (US法)

|               |     | 低Ca摂取群<br>(n=21) | 高Ca摂取維持群<br>(n=32) |
|---------------|-----|------------------|--------------------|
| 年齢            | (歳) | 33.9 ± 7.9       | 45.2 ± 12.4        |
| Stiffness (%) | 初回時 | 82.3 ± 14.1      | 77.5 ± 16.1        |
|               | 1年後 | 81.0 ± 14.0      | 75.0 ± 14.8        |
|               | △   | -1.3 ± 3.3       | -2.4 ± 4.2 **      |
| Ca摂取量 (mg)    | 初回時 | 300 ± 51         | 761 ± 110          |
|               | 1年後 | 402 ± 131        | 873 ± 286          |
|               | △   | +102 ± 131 **    | +112 ± 277 *       |
| Ca摂取点数 (点)    | 初回時 | 4.9 ± 2.1        | 8.0 ± 1.5          |
|               | 1年後 | 5.7 ± 1.8        | 8.8 ± 1.5          |
|               | △   | +0.8 ± 1.4 **    | +0.8 ± 1.4 **      |
| 現在の運動習慣<br>有  | 初回時 | 4 (19.0)         | 13 (43.3)          |
|               | 1年後 | 6 (28.6)         | 12 (38.7)          |
| n (%)         |     |                  |                    |

\*: p < 0.05    \*\*: p < 0.01    ( Mean ± SD )



a) Mean ± SE

図4b カルシウム摂取量の変化別  
骨密度年間変化率(US法)

C.カルシウム摂取点数別 (表 6a,b、図 5a,b)

食事からのカルシウム摂取を初回時および 1 年後のカルシウム摂取点数により 9 点を基準として以下の 4 群に分け、骨密度およびライフスタイルを比較した。

- 「低 Ca 点数群」 ; 初回、1 年後とも 9 点未満
- 「Ca 点数上昇群」 ; 初回 9 点未満 1 年後 9 点以上
- 「Ca 点数低下群」 ; 初回 9 点以上 1 年後 9 点未満
- 「高 Ca 点数維持群」 ; 初回、1 年後とも 9 点以上

表6a カルシウム摂取点数別(CXD法)

|          |            | 低Ca点数群<br>(n=107) | Ca点数 上昇群<br>(n=34) | 高Ca点数 維持群<br>(n=25) |
|----------|------------|-------------------|--------------------|---------------------|
| 年齢       | (歳)        | 53.9 ± 8.2        | 56.3 ± 9.6         | 51.7 ± 7.5          |
| B M D    | (mmA1) 初回時 | 2.563 ± 0.314     | 2.479 ± 0.350      | 2.498 ± 0.372       |
|          | 1年後        | 2.500 ± 0.309     | 2.431 ± 0.368      | 2.464 ± 0.353       |
|          | △          | -0.063 ± 0.112    | *** -0.048 ± 0.096 | ** -0.034 ± 0.089   |
| カルシウム摂取量 | (mg) 初回時   | 572 ± 227         | 652 ± 221          | 916 ± 351           |
|          | 1年後        | 613 ± 252         | 922 ± 471          | 1092 ± 405          |
|          | △          | +40 ± 232         | +269 ± 441         | ** +176 ± 434       |
| Ca摂取点数   | (点) 初回時    | 5.5 ± 1.9         | 6.7 ± 1.2          | 10.0 ± 1.0          |
|          | 1年後        | 6.2 ± 1.6         | 9.7 ± 1.0          | 10.5 ± 1.0          |
|          | △          | +0.7 ± 1.9        | *** +2.9 ± 1.4     | *** +0.5 ± 1.2      |
| 現在の運動習慣  | 有 初回時      | 29 (27.1)         | 15 (44.1)          | 17 (68.0)           |
|          | n (%) 1年後  | 43 (40.2)         | 14 (41.2)          | 18 (72.0)           |

\*: p < 0.05    \*\*: p < 0.01    \*\*\*: p < 0.001    ( Mean ± sd )

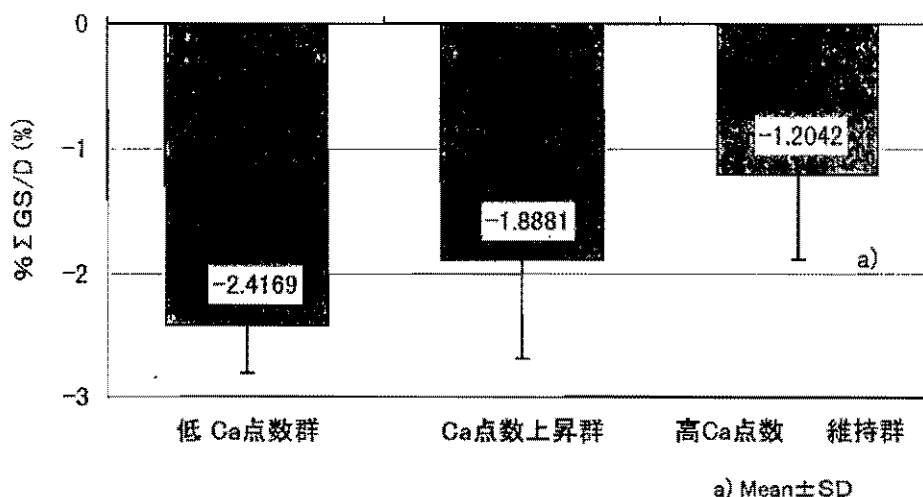


図5a Ca摂取点数の変化別 骨密度年間変化率(CXD法)

なお、Ca 点数低下群は人数が十分でないため、割愛した。

CXD 法では 1 年後の骨密度は、いずれの群も初回時に比し減少していたものの、高 Ca 点数維持群においてはその減少は有意ではなかった。カルシウムの摂取状況は、摂取量、Ca 点数ともにいずれの群においても増加し、運動習慣を有する者の割合は低 Ca 点数群においてとくに増加していた。骨密度変化率を月経状態で調整した値でみると、低 Ca 点数群、Ca 点数上昇群、高 Ca 点数維持群の順に減少は大きかった。

US 法では 1 年度の骨密度は低 Ca 点数群と高 Ca 点数維持群で有意に減少した。カルシウム摂取量はすべての群で増加していたが、高 Ca 点数維持群の増加が有意であった。運動習慣は低 Ca 点数群で増加した。骨密度の年間変化率は CXD 法とは逆に、高 Ca 点数維持群、Ca 点数上昇群、低 Ca 点数群の順に減少が大きかった。

表6b カルシウム摂取点数別 (US法)

|                  |          | 低Ca点数群<br>(n=106) | Ca点数 上昇群<br>(n=21) | 高Ca点数 維持群<br>(n=17) |
|------------------|----------|-------------------|--------------------|---------------------|
| 年齢               | (歳)      | 37.5 ± 8.1        | 46.5 ± 11.5        | 38.9 ± 12.0         |
| Stiffness        | (%) 初回時  | 82.7 ± 12.4       | 76.8 ± 11.7        | 81.7 ± 17.6         |
|                  | 1年後      | 81.4 ± 12.4       | 75.0 ± 10.1        | 79.4 ± 16.3         |
|                  | △        | -1.3 ± 5.7 *      | -1.7 ± 7.3         | -2.3 ± 3.3 **       |
| カルシウム摂取量         | (mg) 初回時 | 510 ± 175         | 657 ± 202          | 655 ± 172           |
|                  | 1年後      | 522 ± 187         | 735 ± 276          | 788 ± 318           |
|                  | △        | +12 ± 228         | +78 ± 282          | +133 ± 268 *        |
| Ca摂取点数           | (点) 初回時  | 5.5 ± 1.7         | 7.2 ± 0.7          | 9.6 ± 0.9           |
|                  | 1年後      | 6.0 ± 1.7         | 9.6 ± 0.7          | 9.8 ± 0.8           |
|                  | △        | +0.5 ± 1.6 **     | +2.4 ± 1.1 ***     | +0.1 ± 1.3          |
| 現在の運動習慣<br>n (%) | 有 初回時    | 21 (19.8)         | 8 (38.1)           | 7 (41.2)            |
|                  | 1年後      | 27 (25.5)         | 9 (45.0)           | 6 (35.3)            |

\*: p < 0.05    \*\*: p < 0.01    \*\*\*: p < 0.00 ( Mean ± SD )

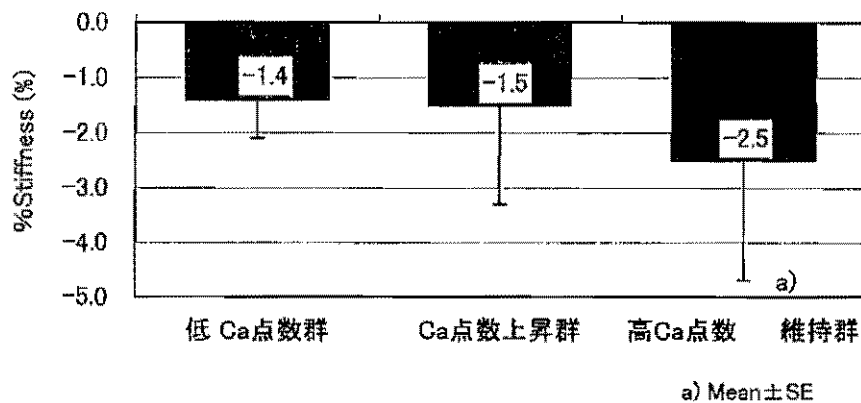


図5b Ca 摂取点数の変化別 骨密度年間変化率 (US法)

D. 運動習慣の有無およびカルシウム摂取量別 (表 7a,b, 図 6a,b)

1年後の運動習慣の有無とカルシウム摂取量 600mg を基準とし、以下の4群に分け、骨密度変化率を比較した。

「運動なし低 Ca 摂取群」；運動習慣なしでカルシウム摂取 600mg 未満

「運動なし高 Ca 摂取群」；運動習慣なしでカルシウム摂取 600mg 以上

「運動あり低 Ca 摂取群」；運動習慣ありでカルシウム摂取 600mg 未満

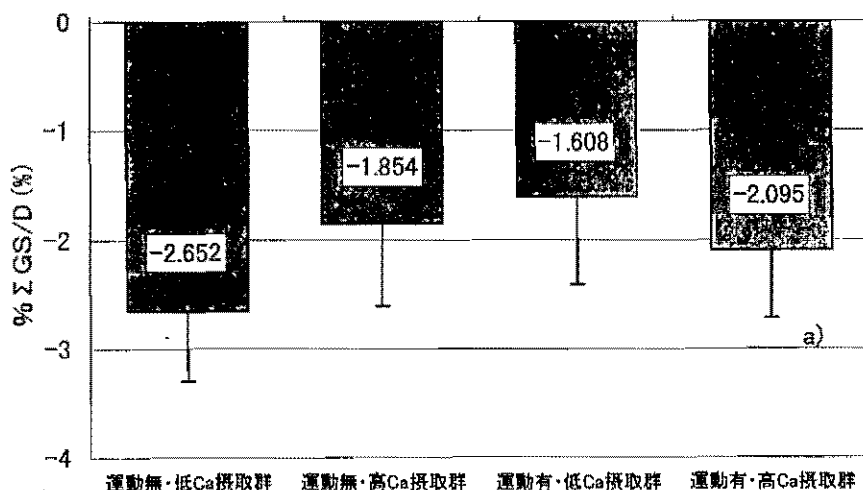
「運動あり高 Ca 摂取群」；運動習慣ありでカルシウム摂取 600mg 以上

表7a 1年後における運動習慣及びカルシウム摂取状況と骨密度(CXD法)

|          |            | 運動無・低Ca摂取群<br>(n=42) | 運動無・高Ca摂取群<br>(n=52)  | 運動有・低Ca摂取群<br>(n=30) | 運動有・高Ca摂取群<br>(n=48) |
|----------|------------|----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|
| 年齢       | (歳)        | 52.0 ± 7.3           | 53.2 ± 9.6            | 53.7 ± 9.4           | 57.8 ± 8.2           |
| B M D    | (mmAl) 初回時 | 2.562 ± 0.266        | 2.541 ± 0.321         | 2.438 ± 0.321        | 2.452 ± 0.373        |
|          | 1年後        | 2.498 ± 0.273        | 2.494 ± 0.336         | 2.398 ± 0.323        | 2.396 ± 0.358        |
|          | △          | -0.064 ± 0.070       | *** -0.047 ± 0.103 ** | -0.04 ± 0.087 **     | -0.057 ± 0.113 **    |
| カルシウム摂取量 | (mg) 初回時   | 474 ± 193            | 683 ± 268             | 472 ± 181            | 811 ± 279            |
|          | 1年後        | 421 ± 111            | 917 ± 307             | 434 ± 115            | 1014 ± 377           |
|          | △          | -53 ± 188            | +234 ± 384            | *** -38 ± 191        | +203 ± 360 **        |
| Ca摂取点数   | (点) 初回時    | 5.7 ± 2.2            | 6.8 ± 2.0             | 5.3 ± 2.6            | 7.9 ± 2.1            |
|          | 1年後        | 6.1 ± 2.0            | 8.0 ± 1.9             | 6.9 ± 2.3            | 9.0 ± 2.1            |
|          | △          | +0.38 ± 2.3          | +1.2 ± 1.9            | *** +1.6 ± 2.3 ***   | +1.0 ± 1.5 **        |
| 現在の運動習慣  | 初回時        | 0                    | 4 (7.7)               | 18 (60.0)            | 41 (85.4)            |
|          | 1年後        | 0                    | 0                     | 30 (100)             | 48 (100)             |

\*: p < 0.05    \*\*: p < 0.01    \*\*\*: p < 0.001    (Mean ± sd)

(低カルシウム摂取群: <600mg, 高カルシウム摂取群: ≥600mg)



a) Mean ± SD

図6a 運動習慣およびカルシウム摂取量別骨密度年間変化率(CXD法)



CXD 法ではカルシウム摂取量は、運動の有無に関わらずカルシウム摂取量の低い群において減少していた。運動有群において運動習慣を有する者の割合はカルシウム摂取量の高低に関わらず初回に比し増加していた。各群における骨密度変化率を月経状態で調整した値で比較すると、運動無・低 Ca 摂取群の減少が最も大きかったが、他の 3 群の関係は明らかではなかった。

US 法では骨密度の変化は運動無・低 Ca 摂取群で有意に減少し、他の 3 群は有意な変化を示さなかった。カルシウムの摂取量は運動の有無に関わらず、高 Ca 摂取群で有意に増加し、低 Ca 摂取群では減少した。年間の変化率で見ると、運動無・低 Ca 摂取群の減少が最も大きく、次に運動有・高 Ca 摂取群であった。しかし、年齢は運動有・高 Ca 摂取群で高かった。

表7b 1年後における運動習慣及びカルシウム摂取状況と骨密度 (US法)

|                  | 運動無・低Ca摂取群<br>(n=65) | 運動無・高Ca摂取群<br>(n=38) | 運動有・低Ca摂取群<br>(n=23) | 運動有・高Ca摂取群<br>(n=22) |
|------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 年齢 (歳)           | 37.3 ± 9.0           | 39.2 ± 11.4          | 41.8 ± 11.6          | 45.9 ± 10.7          |
| Stiffness (%)    | 初回時 82.8 ± 11.7      | 80.3 ± 13.8          | 79.6 ± 14.3          | 78.0 ± 16.0          |
|                  | 1年後 80.8 ± 11.0      | 79.6 ± 14.3          | 79.8 ± 13.3          | 76.8 ± 16.4          |
|                  | Δ -2.0 ± 4.7 ***     | -0.7 ± 6.6           | +0.2 ± 6.0           | -1.2 ± 4.8           |
| カルシウム摂取量 (mg)    | 初回時 499 ± 165        | 623 ± 156            | 556 ± 235            | 641 ± 197            |
|                  | 1年後 442 ± 113        | 831 ± 260            | 463 ± 107            | 818 ± 192            |
|                  | Δ -57 ± 176 **       | +208 ± 256 ***       | -93 ± 227            | +177 ± 235 **        |
| Ca摂取点数 (点)       | 初回時 6.0 ± 2.1        | 7.0 ± 1.8            | 5.7 ± 2.1            | 7.8 ± 2.1            |
|                  | 1年後 6.4 ± 2.0        | 7.8 ± 1.8            | 6.8 ± 2.2            | 7.9 ± 2.3            |
|                  | Δ +0.4 ± 1.8 *       | +0.7 ± 1.2 **        | +1.2 ± 1.8 **        | +0.1 ± 2.1           |
| 現在の運動習慣<br>n (%) | 初回時 6 (9.2)          | 3 (8.1)              | 12 (52.2)            | 15 (71.4)            |
|                  | 1年後 0                | 0                    | 23 (100)             | 22 (100)             |

\*: p < 0.05    \*\*: p < 0.01    \*\*\*: p < 0.001    ( Mean ± SD )  
(低カルシウム摂取群 : <600mg, 高カルシウム摂取群 : ≥600mg)

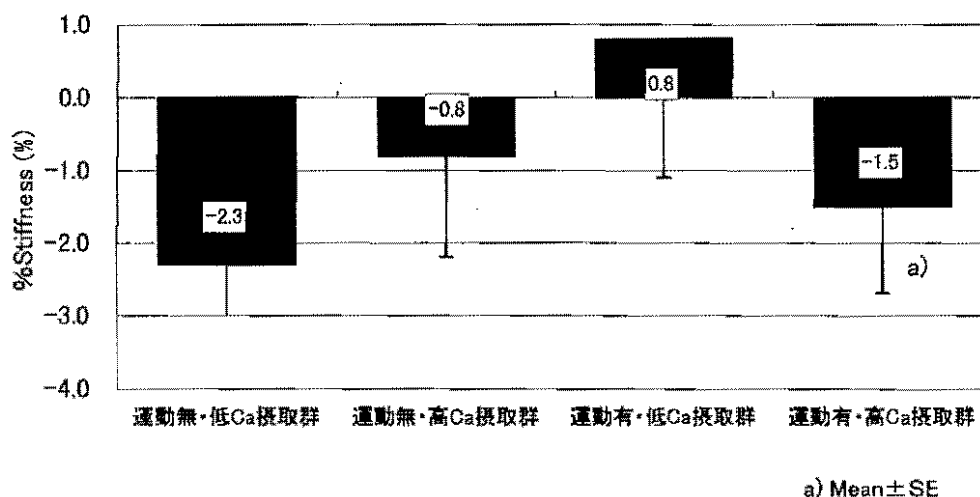


図6b 運動習慣およびカルシウム摂取量別骨密度年間変化率 (US法)

E. 運動習慣の有無およびCa摂取点数別 (表 8a,b、図 7a,b)

1年後の運動習慣の有無とカルシウム得点を基準とし、以下の4群に分け、骨密度変化率を比較した。

「運動なし低Ca点数群」；運動習慣なしでカルシウム摂取点数9点未満

「運動なし高Ca点数群」；運動習慣なしでカルシウム摂取点数9点以上

「運動あり低Ca点数群」；運動習慣ありでカルシウム摂取点数9点未満

「運動あり高Ca点数群」；運動習慣ありでカルシウム摂取点数9点以上

CXD法では1年後の骨密度はいずれの群においても初回時に比し、有意に減少していた。カルシウム摂取量は運動習慣の有無に関わらずCa点数の高い群において有意に

表8a 1年後における運動習慣及びカルシウム摂取点数と骨密度(CXD法)

|            | 運動無・低Ca点数群<br>(n=76) | 運動無・高Ca点数群<br>(n=30) | 運動有・低Ca点数群<br>(n=45) | 運動有・高Ca点数群<br>(n=38) |
|------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 年齢 (歳)     | 52.0 ± 7.3           | 53.2 ± 9.6           | 53.7 ± 9.4           | 57.8 ± 8.2           |
| BMD (mmA1) |                      |                      |                      |                      |
| 初回時        | 2.578 ± 0.303        | 2.576 ± 0.327        | 2.524 ± 0.326        | 2.350 ± 0.362        |
| 1年後        | 2.512 ± 0.294        | 2.524 ± 0.346        | 2.462 ± 0.319        | 2.320 ± 0.350        |
| Δ          | -0.066 ± 0.106       | *** -0.051 ± 0.091   | ** -0.062 ± 0.115    | *** -0.030 ± 0.086 * |
| Ca摂取量 (mg) |                      |                      |                      |                      |
| 初回時        | 598 ± 240            | 608 ± 315            | 556 ± 204            | 830 ± 313            |
| 1年後        | 641 ± 270            | 934 ± 435            | 599 ± 226            | 1025 ± 459           |
| Δ          | +42 ± 276            | +326 ± 434           | ** +43 ± 174         | +195 ± 426 *         |
| Ca摂取点数(点)  |                      |                      |                      |                      |
| 初回時        | 6.0 ± 2.0            | 7.5 ± 1.8            | 5.3 ± 2.2            | 8.7 ± 2.0            |
| 1年後        | 6.2 ± 1.5            | 9.7 ± 0.8            | 6.4 ± 1.7            | 10.3 ± 1.2           |
| Δ          | +0.2 ± 1.9           | +2.2 ± 1.8           | *** +1.1 ± 1.9       | *** +1.6 ± 1.8 ***   |
| 現在の運動習慣    |                      |                      |                      |                      |
| 初回時        | 4 (5.3)              | 1 (3.3)              | 29 (64.4)            | 34 (89.5)            |
| 1年後        | 0 (0)                | 0 (0)                | 45 (100)             | 38 (100)             |

\*: p<0.05 \*\*; p<0.01 \*\*\*: p<0.001 (Mean ± sd)  
(低Ca摂取点数群: <9点, 高Ca摂取点数群 ≥ 9点、)

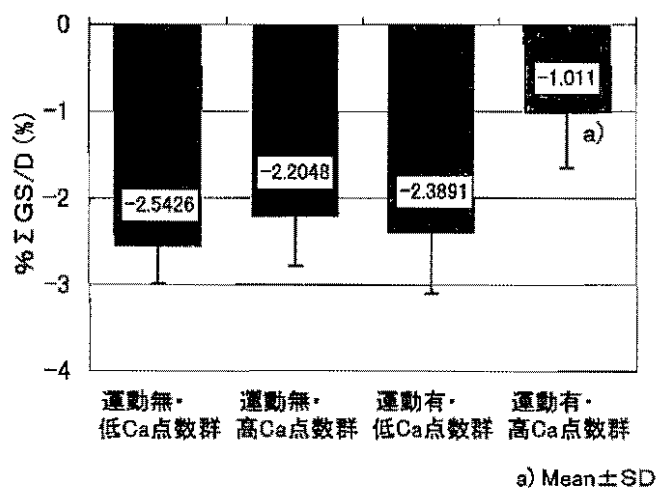


図7a 運動習慣およびCa摂取点数別骨密度年間変化率(CXD法)

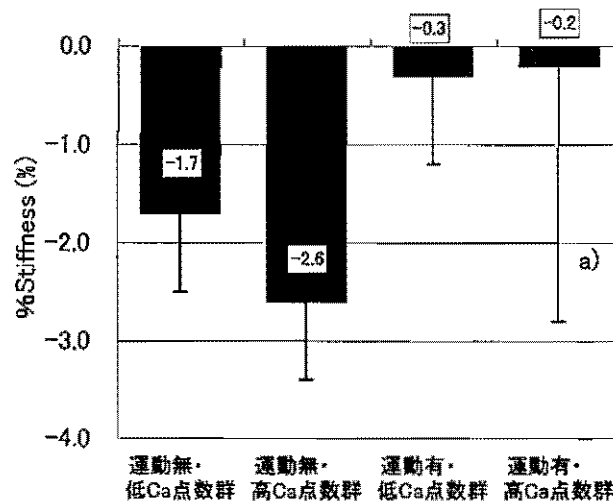
増加していた。Ca 摂取点数はいずれの群も増加し、とくに運動無・低 Ca 点数群を除いたほかの群ではその増加は有意であった。月経状態で調整した骨密度変化率は、運動有・高 Ca 点数群において最も減少が小さく、他の 3 群においてはその減少は同程度であった。

US 法では骨密度はカルシウム点数に関わらず、運動無で有意に減少した。カルシウム摂取量は運動無・高 Ca 点数群でのみ増加した。年間の骨密度の変化率をみると運動無の 2 群での減少が大きく、運動有の群ではほとんど変化しなかった。年齢は運動有・高 Ca 点数群で高かった。

表8b 1年後における運動習慣及びカルシウム摂取点数と骨密度 (US法)

|                  | 運動無・低Ca点数群<br>(n=86) | 運動無・高Ca点数群<br>(n=25) | 運動有・低Ca点数群<br>(n=32) | 運動有・高Ca点数群<br>(n=17) |               |
|------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------|
| 年齢 (歳)           | 37.6 ± 8.8           | 41.4 ± 13.1          | 40.3 ± 9.0           | 50.1 ± 11.5          |               |
| Stiffness (%)    | 初回時                  | 82.3 ± 12.3          | 79.3 ± 13.5          | 81.8 ± 12.8          | 72.8 ± 16.0   |
|                  | 1年後                  | 80.7 ± 12.1          | 77.2 ± 12.8          | 81.5 ± 13.1          | 72.1 ± 15.1   |
|                  | Δ                    | -1.6 ± 6.0           | -2.1 ± 3.2 **        | -0.3 ± 4.2           | -0.6 ± 7.0    |
| Ca摂取量 (mg)       | 初回時                  | 520 ± 166            | 634 ± 170            | 543 ± 212            | 704 ± 195     |
|                  | 1年後                  | 520 ± 178            | 813 ± 371            | 585 ± 203            | 755 ± 262     |
|                  | Δ                    | 0 ± 202              | +178 ± 327 **        | +42 ± 274            | +51 ± 259     |
| Ca摂取点数 (点)       | 初回時                  | 5.8 ± 1.8            | 8.3 ± 1.3            | 5.5 ± 1.9            | 8.4 ± 1.7     |
|                  | 1年後                  | 6.2 ± 1.7            | 9.5 ± 0.8            | 5.7 ± 1.7            | 9.9 ± 0.6     |
|                  | Δ                    | +0.4 ± 1.7 *         | +1.3 ± 1.4 ***       | +0.2 ± 1.9           | +1.5 ± 2.0 ** |
| 現在の運動習慣<br>n (%) | 初回時                  | 7 (8.3)              | 3 (12.0)             | 17 (54.8)            | 13 (76.5)     |
|                  | 1年後                  | 0 (0)                | 0 (0)                | 32 (100)             | 17 (100)      |

\*: p < 0.05    \*\*: p < 0.01    \*\*\*: p < 0.001    ( Mean ± SD )  
(低Ca摂取点数群: < 9点, 高Ca摂取点数群 ≥ 9点、)



a) Mean ± SE

図7b 運動習慣およびCa摂取点数別骨密度年間変化率

## 〈考察〉

### 1. 断面研究

カルシウムを多く含む牛乳、乳製品、小魚、豆・豆製品の摂取頻度は各年代を通じて比較的高かった。牛乳は各年代を通じて、よく摂取されており毎日摂取する者が40～60%程度、週に3～6回の者を加えるといずれの年代でも60%以上の者が摂取している。年代別では、年齢が増すほど多くなっており、この傾向は近年の骨粗鬆症が話題となってからの他の調査結果とほぼ同じである。特に、本対象は自発的に市町村の骨粗鬆症検診を受診した者であり、カルシウム摂取への関心が高い集団と考えられる。乳製品も比較的良好に摂取されており、週に3～6回以上摂取している者がいずれの年代でも50%を超えている。しかし、まったく摂取しない者も20%程度おり、この割合は特に50歳代以降増加することから、乳製品は牛乳に比べ中高年齢者に受け入れにくい食品であると考えられる。小魚や豆は逆に中高年齢者での摂取が多い。小魚は特に20歳代以下では50%程度の者がまったく摂取しておらず、若年者の食生活になじみのない食品であると考えられる。小・中学生時代の過去の牛乳摂取は30歳代以下で多く50%を超えている。この年代からは学校給食により牛乳を飲むことが多かったと予測されるが、その一方で40%近くが飲んでいなかった点にも問題はあるだろう。逆に学校給食での牛乳摂取の習慣が少ない40歳代以降でも40%程度の方が摂取していた。

リスクファクターと骨密度の関連は今回用いた8項目での決定係数が0.083～0.563であった。決定係数はMD法(DIP)とDXA法(QDR)で低く、DXA法(DCS-60)で最も高かった。MD法やUS法は市町村の健診現場では多く使用されているが、臨床的な意義やリスクファクターとの関連を含む研究的な裏付けがまだ十分ではない。しかし、今回の結果ではMD法(CXD)とUS法での骨密度と各リスクファクターの関連は比較的良好く、他の測定法とも一致していた。

年齢はDXA法(QDR)を除くすべての測定法で有意な負の関係を示した。体重と生理の状態はすべての測定法で正の関係を示し、MD法(DIP)とDXA法(DCS-600)、US法で有意であった。年齢、体重、生理の状態はいずれの測定法でも偏相関係数は高く骨密度に大きく影響していたが、このことは他の研究でも示されており、同様の結果を得たといえる。また、MD法やUS法でもDXA法と変わらない結果が得られた。

過去の牛乳摂取はアンケートを実施していない市町村が多かったためMD法(DIP)とDXA法(DCS-600)でのみ検討した。現在、過去とも牛乳摂取頻度が増すに従って骨密度が高くなる傾向がみられた。現在と過去の牛乳摂取の両方が検討できた3測定法でみると、いずれの測定法でも過去の牛乳摂取の影響の方が強く、成長期の十分なカルシウム摂取の必要性を示唆するものと考えられる。

運動との関連は運動実施の有無のみで検討したが、現在の運動はMD法では負の関係が、その他のDXA法とUS法では正の関係が見られた。運動実施者では骨密度が高い傾向にあることが他の研究から示されている。一方我々の他の研究では骨密度の測定部位により関連する運動種目が異なるという結果がえられており、今回の集団ではMD法で測定する第二中手骨に影響する運動種目が少なかったのではないかと推測される。

一方で、DXA法（QDR）の測定部位である腰椎やUS法の測定部位である踵骨は多くの運動種目で体重による負荷がかかりやすいため、運動実施の有無との関係がよくみられたと思われる。今回の運動実施者の実施種目にウォーキングやジョギング、バレーボール、バドミントンなどが多くみられたが、これらは腰椎や踵骨に体重の負荷がかかりやすい種目であろう。過去の運動習慣はMD法（CXD）とUS法では正の関係がMD法（DIP）とDXA法（DCS-600）では負の関係がみられた。過去の運動習慣は、体育の授業を除く他の運動との比較としたが、現在の運動同様に種目と測定部位を加味したうえでの検討が必要と考えられる。

## 2. 介入研究

CXD法は短時間に多数の対象者に測定可能で、X線被曝量が極めて低いという機能性がある一方で、測定部位が第二中手骨という限られた末梢皮質骨のみであることや、同一の撮影条件を保つ必要があるといった点もあげられる。またUS法はX線を使用しないので、測定に際して管理区域を使用しなくてすむこと、妊娠の可能性のある年代に対しても使用が可能であることがあげられる。そのため、市町村での骨粗鬆症検診ではこれらのUS法やMD法が数多く用いられている。しかし測定原理が他のX線を用いたものと大きくことなるため、臨床的意義については不明な点が多い。臨床や研究の場ではDXA法による腰椎や大腿骨の測定が多く行われており、MD法やUS法により測定された骨密度と生活習慣の関係は明確でなく、事後指導の参考となる資料もかぎられている。生活習慣と骨密度の関係を検討するためには、生活習慣の変化と骨密度の変化を縦断的に検討することが必須であるが、今回測定したCXD法におけるCV値は一般に約2%、US法では約3%とされており、DXA法に比し大きいため、研究上の限界があることは否定できない。

今回、生活習慣と骨密度の関係をCXD法とUS法の2種用いたが、それぞれの検診受診者の対象年齢が異なり、US法の方が若年者が多かった。今回の結果では一部CXD法とUS法の結果が異なる点があったが、この点に関しては測定原理が異なること、測定部位が異なり皮質骨、海綿骨の違いによる代謝回転の差と体重負荷のかかり具合に差があること、年齢差があることを考慮して考察する必要がある。また、骨密度の変化には年齢や生理の状態などが大きく影響することが知られており、生活習慣と骨密度の変化の検討では、それらの項目を調整して検討することが必要と考えられる。今回はCXD法は生理の状態と閉経後年数でのみ調整し、US法では調整を行わなかった。これは共分散分析による調整は骨密度の変化と調整項目の間に線形関係があることを前提としているが、US法での年齢と骨密度の変化には有意な線形関係は認められなかったため、共分散分析による調整は不適切と判断したためである。実際には閉経前後の年齢で骨密度の変化が大きく、若年者と高齢者での変化は小さくなっていった。今後はさらに、その他の要因を含めて、調整項目や調整方法についての検討を加え、生活習慣との関連を検討していく必要がある。

運動や栄養の一方の変化と骨密度の変化を比べた結果では運動との関連では、CXD法、US法とも非運動群での骨密度の減少が大きく、骨密度の維持に運動量が大きく影響することを示唆する結果となった。栄養との関連では、CXD法ではカルシウム摂取の多い群での骨密度の減少が少なかったが、US法ではまったく逆の結果となった。カルシウム摂取量との関係ではUS法では高Ca摂取維持群で年齢が高いため、年齢や生理の状態による影響を受けている可能性があり、カルシウム摂取量の影響を単独に検討できない。また、カルシウム摂取得点で検討した場合には、カルシウム摂取得点と実際のカルシウム摂取量を比べた場合、CXD法に比べUS法では摂取得点の高い群のカルシウム摂取量は少なく、両測定法での傾向を比較することはむずかしい。全体としては1年後にカルシウムの摂取量は増加傾向にあり、初回と1年後のカルシウムを多く含む食品の摂取頻度はどの食品でも増加していた。特に牛乳は1年後には毎日飲む者が60%をこえていた。また、乳製品は毎日、週3~6回の摂取の者が大きく増加しており、カルシウム摂取を試みた場合に受け入れやすい食品であったといえる。

運動と栄養の両面から検討した結果では、CXD法、US法とも運動無・低Ca摂取の群での骨密度の減少が大きく、運動有・高Ca摂取で骨密度の減少が押さえられたといった結果が得られ、運動と栄養の両者が骨密度に影響することを示唆している。実際にはCXD法、US法とも運動有でカルシウム摂取の多い群の年齢が高く、その差はもっと顕著であると予測される。US法では特に運動有の群での効果が大きかった。今回は運動種目を限定していないが、多くの運動が踵骨への体重負荷を増すため、運動の効果が得やすかったのではないかと予想される。

骨密度へは運動と栄養の両者が関わっていたが、今回は群分けを主に1年後の運動の有無やカルシウムの摂取状況で検討した。特にカルシウムについてはある量以上を摂取していることをカットラインとした。1年後の運動やカルシウム摂取のみでなく、以前の状況を考慮した検討も必要である。

今回は栄養調査からのカルシウム摂取量からの検討とともにカルシウムを多く含む食品の摂取得点による検討を加えた。カルシウム摂取量とカルシウム得点ではほぼ同様の結果が得られており、食事記録法による栄養調査が不可能な場合でも、カルシウムを多く含む食品の摂取頻度を検討することで、ある程度の傾向を検討することが可能であった。ただし、食事調査より得たカルシウム摂取量と、食品摂取頻度調査より算出したカルシウム摂取得点との関連づけにはさらに検討が必要である。今回は、骨密度変化の差が最も顕著にみられた9点を基準として用いたが、その妥当性についてもさらに検討の余地がある。