

日本人のカルシウム摂取と骨量および骨折に関する検討： 系統的レビュー

石黒 宏美・大橋 恵美・上原 沙織・初谷 周子
新潟大学医学部医学科 4 年

尾山 真理・土屋 康雄・中村 和利
新潟大学大学院医歯学総合研究科
地域予防医学講座 社会・環境医学分野

Calcium Intake, Bone Mass and Fracture in Japan: a Systematic Review

Hiromi ISHIGURO, Emi OHASHI, Saori UEHARA and Shuko HATSUGAI

*Niigata University School of Medicine,
Fourth-Year Students*

Mari OYAMA, Yasuo TSUCHIYA and Kazutoshi NAKAMURA

*Division of Social and Environmental Medicine,
Department of Community Preventive Medicine,
Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences*

要 旨

カルシウム摂取と骨折および骨粗鬆症予防に関する日本人を対象とした研究は少なく、日本人のカルシウム不足がどの程度骨粗鬆症のリスクを高めているかについてはよくわかっていない。そこで現在公表されている文献を体系的に検索することにより、日本人のカルシウム摂取と骨量および骨折との関連性を明らかにすることとした。PubMed による検索では、MeSH terms の「BONE DENSITY」または「FRACTURES」と「CALCIUM INTAKE」と「JAPAN」の論理積をとった。医学中央雑誌による検索では、「骨」と「カルシウム摂取」との論理積をとった。その結果、今回の課題に利用可能な横断研究が 22 件、コホート研究が 4 件、介入研究

Reprint requests to: Kazutoshi NAKAMURA
Division of Social and Environmental Medicine
Department of Community Preventive Medicine
Niigata University of Graduate School of Medical
and Dental Sciences
1 - 757 Asahimachi - dori Chuo - ku,
Niigata 951 - 8510 Japan

別刷請求先：〒951-8510 新潟市中央区旭町通 1-757
新潟大学大学院医歯学総合研究科地域予防医学講座
社会・環境医学分野 中村 和利

が1件の合計27件の原著論文が得られた。若年者を対象とした9つの横断研究のうち、3つの研究でカルシウム摂取と骨量に有意な関連がみられ、若年者のカルシウム摂取量増加による骨量増加が期待された。中高年者を対象としたカルシウム摂取量と骨量に関する13の横断研究と2つのコホート研究のうち、3つの横断研究と1つのコホート研究でカルシウム摂取と骨量の有意な関連がみられた。カルシウム摂取と骨量との関連は明らかではなかったが、カルシウム低摂取群における骨折増加の可能性が示唆された。今回の系統的レビューにより、以下の問題点が明らかになった。1) 多くが横断研究であり、コホート研究や介入研究が少ない、2) 小・中規模の疫学研究が多い、3) カルシウム摂取と骨量および骨折との関連を主要なテーマとした研究が少ない、などである。そのため、日本人のカルシウム摂取と骨粗鬆症との関連性に関するエビデンスが十分に存在するとは言い難かった。これらの点を踏まえて、よりエビデンスレベルの高い研究を行うことが求められる。

キーワード：カルシウム、骨量、骨折、日本人、骨粗鬆症

はじめに

カルシウムは骨を構成する主要な成分であり、骨の健康にとって重要な栄養素である。ところが、カルシウムは日本人に不足する代表的なミネラルと考えられている。平成16年国民健康・栄養調査報告によると、カルシウム摂取量の平均値は、男性550mg/日、女性528mg/日¹⁾であり、男女ともカルシウム摂取の目標量である600mg/日²⁾を下回っている。それゆえ、カルシウムの十分な摂取により、骨粗鬆症を予防することが期待される。

カルシウム摂取と骨折および骨粗鬆症予防に関するエビデンスに関しては、欧米白人を対象とした研究が多く行われ、1000mg/日以上カルシウム付加が有効とされる³⁾⁴⁾。しかしながら、日本人を対象とした研究は少なく³⁾⁴⁾、日本人のカルシウム不足がどの程度骨粗鬆症のリスクを高めているかについてはよくわかっていない。

本研究の目的は、現在公表されている文献を体系的に検索することにより、日本人のカルシウム摂取と骨量および骨折との関連性を明らかにすることである。

対象と方法

米国医学図書館が公開しているデータベース

PubMedと医学中央雑誌を用いた文献検索を行った。PubMedによる検索では、MeSH termsの「BONE DENSITY」または「FRACTURES」と「CALCIUM INTAKE」と「JAPAN」の論理積をとった。その結果、英語の論文が94件、日本語の論文が27件ヒットした。医学中央雑誌による検索では、「骨」と「カルシウム摂取」との論理積をとった。その結果、18件の論文がヒットした。

結 果

検索の結果、今回の課題に利用可能な横断研究が22件、コホート研究が4件、介入研究が1件の合計27件の原著論文が得られた。対象者別では、30歳未満の若年者を主に対象とした研究が11件、30歳以上の中高年者を対象とした研究が16件であった。アウトカム別では、骨量(骨密度または超音波法による骨強度)をアウトカムとして用いた研究が26件、骨折をアウトカムとして用いた研究が1件であった。

若年者を対象とした研究

若年者を対象とした9つの横断研究のうち、3つの研究でカルシウム摂取と骨量の有意な関連がみられた。妥当性の確認されたカルシウム摂取調査法を用いた横断研究は5つで、そのうち3つの研究でカルシウム摂取量と骨量とに有意な正の関

表1 カルシウム (Ca) 摂取量と骨量または骨折との関連性を評価した研究結果

| 著者 | 年 | デザイン | 対象者 | アウトカム | Ca 摂取量評価の妥当性 | 交絡因子の調整 | 結果 | 効果 |
|-------------------------------|------|------|---------------------------------|--------------|--------------|---------|---|----|
| Hirota ら ⁵⁾ | 1992 | 横断研究 | 19～25 歳 (平均 19.8±1.1) の女性 161 人 | 前腕 BMD | + | + | Ca 摂取量と BMD に有意な相関あり (r=0.2136, P=0.004) . | + |
| 梶田ら ⁶⁾ | 1995 | 横断研究 | 35 歳以上 (平均 56.0±10.8) の女性 177 人 | 腰椎 BMD | + | + | Ca 摂取量≥800mg/日と<800mg/日の 2 群において BMD の平均値に有意差なし (閉経前女性 P=0.19, 閉経後女性 P=0.35) . また、Ca 摂取量と BMD に有意な相関なし. | - |
| 庄野ら ⁷⁾ | 1997 | 横断研究 | 38～86 歳の女性 44 人 | 超音波法による踵骨骨強度 | + | + | Ca 摂取量と骨強度に関連なし. | - |
| 秋坂ら ⁸⁾ | 1997 | 横断研究 | 15～18 歳 (平均 16.5±0.8) の女性 142 人 | 超音波法による踵骨骨強度 | - | + | Ca 摂取量と踵骨骨強度に有意な関連なし. | - |
| Tsukahara ら ⁹⁾ | 1997 | 横断研究 | 12～15 歳の女性 197 人 | 中手骨 BMD | - | + | 牛乳摂取量と Ca 摂取量に有意な相関 (p<0.01)があったが、Ca 摂取量と BMD に有意な相関なし | - |
| Osei-Hyiaman ら ¹⁰⁾ | 1999 | 横断研究 | 40～70 歳の女性 1168 人 | 中手骨 BMD | - | + | Ca 摂取量と BMD に有意な相関なし (r=-0.0179). | - |
| Tsuchida ら ¹¹⁾ | 1999 | 横断研究 | 40～49 歳 (平均 44.9±3.2) の女性 995 人 | 中手骨 BMD | - | - | Ca 摂取量と BMD に有意な相関なし (r=0.038, P=0.216) . | - |
| 小坂谷ら ¹²⁾ | 1999 | 横断研究 | 29～39 歳 (平均 31.9±4.6) の女性 353 人 | 超音波法による踵骨骨強度 | - | + | 全体では、Ca 摂取量と骨強度に相関なし. 出産後 12～35 ヶ月のサブグループにおける Ca 摂取量≥800mg/日の群の骨強度は <400mg/日より有意に高い. | + |
| Anai ら ¹³⁾ | 2001 | 横断研究 | 20～23 歳 (平均 20.8±0.8) の女性 180 人 | 腰椎 BMD | - | + | Ca 摂取量と BMD に有意な関連なし. | - |
| Ishikawa ら ¹⁴⁾ | 2000 | 横断研究 | 40～69 歳の女性 535 人 | 中手骨 BMD | + | ± | 閉経後 1-5 年のサブグループにおいて、Ca 摂取量≥800mg/日の群の BMD は、<800mg/日の群より有意に高い (P=0.023) . | + |
| 中崎ら ¹⁵⁾ | 2001 | 横断研究 | 52～60 歳 (平均 67.4±7.3) の女性 60 人 | 超音波法による踵骨骨強度 | - | - | Ca 摂取量と踵骨骨強度に有意な関連なし. | - |

| 著者 | 年 | デザイン | 対象者 | アウトカム | Ca摂取量評価の妥当性 | 交絡因子の調整 | 結果 | 効果 |
|----------------------------|------|------|--|-----------------|-------------|---------|---|----|
| Hara ら ¹⁶⁾ | 2001 | 横断研究 | 20～39歳(平均30.6±5.9)の女性91人 | 全身、腰椎、橈骨BMD | + | + | Ca摂取量とBMDに有意な相関なし(全身 $r=0.010$, 腰椎 $r=-0.038$, 橈骨 $r=0.161$) . | - |
| 柴田 ら ¹⁷⁾ | 2001 | 横断研究 | 17歳の女性105人 | 超音波法による踵骨骨強度 | - | - | Ca摂取量とOSIに有意な相関なし($r=-0.004$, $P=0.97$) . | - |
| Sasaki ら ¹⁸⁾ | 2001 | 横断研究 | 29～60歳の閉経前女性(平均41.8±7.5)243人, 39～60歳の閉経後女性(平均55.5±4.0)137人 | 踵骨BMD | + | + | Ca摂取量とBMDに有意な相関あり($P<0.01$) | + |
| Yahata ら ¹⁹⁾ | 2002 | 横断研究 | 40歳以上(平均66.1±8.1)の女性532人 | 中手骨BMD | + | - | Ca摂取量とBMDに有意な相関なし($P=0.60$) . | - |
| Katsuyama ら ²⁰⁾ | 2002 | 横断研究 | 閉経前女性(平均33.2±9.8)117人 | 超音波法による踵骨骨強度 | + | + | Ca/Crと踵骨骨強度に有意な相関なし | - |
| Egami, ら ²¹⁾ | 2003 | 横断研究 | 18～22歳(平均19.0±0.7)の男性143人 | 中手骨BMD | + | + | Ca摂取量とBMDに有意な相関あり($P=0.001$) . | + |
| Izumotani ら ²²⁾ | 2003 | 横断研究 | 40～59歳(平均49.2±5.4)の男性686人 | 腰椎BMD | - | + | Ca摂取量と腰椎BMDに有意な関連なし. | - |
| Nakamura ら ²³⁾ | 2005 | 横断研究 | 19～25歳(平均20.5±0.8)の女性108人 | 大腿骨頸部および腰椎BMD | + | + | Ca摂取量と大腿骨BMDに有意な関連あり($r=0.292$, $P=0.004$).Ca摂取量と腰椎BMDには有意な相関なし($r=0.106$) . | + |
| Saito ら ²⁴⁾ | 2005 | 横断研究 | 18～21歳(平均18.9±0.6)の女性86人 | 腰椎、大腿骨、大腿骨頸部BMD | + | + | Ca摂取量とBMDに有意な関連なし. | - |
| Nakamura ら ²⁵⁾ | 2006 | 横断研究 | 69～91歳(平均74.3±4.4)の女性774人 | 前腕BMD | + | + | Ca摂取量とBMDに有意な相関なし($P=0.065$) . | - |
| Tamaki ら ²⁶⁾ | 2008 | 横断研究 | 12～15歳の男性127人(平均13.7±0.9)および女性136人(平均13.8±0.9) | 腰椎および大腿骨BMD | + | + | Ca摂取量とBMDに有意な関連なし. | - |

| 著者 | 年 | デザイン | 対象者 | アウトカム | Ca 摂取量評価の妥当性 | 交絡因子の調整 | 結果 | 効果 |
|------------------------------|------|--------|--|------------------------|--------------|---------|--|----|
| Ishikawa ら ²⁷⁾ | 2003 | コホート研究 | 20~39歳の女性 457人 40~69歳の女性 750人 | 超音波法による踵骨骨強度 | + | ± | Ca 摂取量減少と骨量変化に有意な相関あり (p<0.01) | + |
| Kurabayashi ら ²⁸⁾ | 2004 | コホート研究 | 閉経前、閉経直前、閉経後女性 (平均年齢 37.9±5.5, 49.7±4.2, 61.7±6.7歳)338人のうち、 185人を5年間追跡 | 5年間の腰椎 BMD の変化 | ± | - | Ca 摂取量と5年後のBMD変化に有意な相関なし (閉経前 P=0.27, 閉経前後 P=0.23、閉経後 P=0.06) | - |
| Hirota ら ²⁹⁾ | 2005 | コホート研究 | 10~15歳の女性 (平均 12.4±1.6歳) 262人および男性 (平均 12.3±1.5歳) 286人 | 超音波法による踵骨骨強度変化率 | + | - | Ca 摂取量 (乳製品摂取量) と骨強度変化率に有意な相関あり (女性 r=0.20, P=0.046; 男性 r=0.30, P=0.023) . | + |
| Nakamura ら ³⁰⁾ | 2008 | コホート研究 | 40~69歳の女性 41,120人、男性 34,759人 | 10年間の自己申告による脊椎骨折罹患 | + | + | 女性のCa摂取量4分位におけるQ4に対してQ1は有意な骨折罹患率上昇がみられた (RR=2.1) . 男性では有意差なし. | + |
| 北川ら ³¹⁾ | 2000 | 介入研究 | 男性5人 (平均年齢 22.6±0.9) に Ca720mg を含む乳飲料を毎日摂取させた (プラセボ群の設定なし) | 腰椎 BMD および超音波法による踵骨骨強度 | + | + | 2ヵ月後に BMD の有意な増加が見られたが、踵骨骨強度に有意な変化は見られなかった. | + |

BMD:骨密度,

連がみられた。コホート研究は1つあり、その研究では、(乳製品からの)カルシウム摂取量と超音波法による骨強度変化率に有意な関連が見られた。少規模な介入研究が1つあり、短期間のカルシウム摂取増加による腰椎骨密度の増加を報告しているが、プラセボを設定していない研究であることが弱点である。以上より、若年者のカルシウム摂取量増加による骨量増加が期待される。しかしながら、大規模コホート研究やランダム化比較試験(RCT)のデザインを用いた研究が行われていないため、今後これらのデザインによる研究より得られるエビデンスの蓄積が待たれる。

中高年者を対象とした研究

中高年者を対象としたカルシウム摂取量と骨量に関する13の横断研究と2つのコホート研究のうち、3つの横断研究と1つのコホート研究でカルシウム摂取と骨量の有意な関連がみられた。妥当性の確認されたカルシウム摂取調査法を用いた横断研究は6つ、コホート研究1つで、そのうち1つの研究でカルシウム摂取量と超音波法による踵骨骨強度とに有意な正の関連がみられた。以上、これまでの観察研究結果では、中高年者のカルシウム摂取量と骨量の関連性は明らかでない。この結果は、中高年者のカルシウム摂取量の評価は難しいことも一因と思われる。この点を克服するためには、今後、介入研究を行う必要がある。

カルシウム摂取量と自己申告による脊椎骨折の関連を調査した大規模コホート研究結果が1つ報告され、女性のカルシウム摂取量の4分位における最大4分位群(約700mg/日以上摂取相当)に対して最小4分位群(約350mg/日未満摂取相当)の脊椎骨折の相対リスクは2.1(95%信頼区間1.2-3.7)であった。男性ではカルシウム摂取量と脊椎骨折罹患に有意な関連は見られなかった。中高年者、特に高齢者においては、骨量低下と共に骨質の低下(骨の構造の劣化)が問題となる。この研究結果は、カルシウム摂取不足の骨量および骨質への悪影響を反映しているかもしれない。

中高年者を対象とした15の研究をまとめると、カルシウム摂取と骨量との関連は明らかではな

かったが、カルシウム低摂取群における骨折増加の可能性が示唆された。中高年者の骨折予防は予防医学上重要であり、今後骨折をアウトカムとした研究によるエビデンスの蓄積を行う必要がある。

限界

今回のキーワードで、日本人のカルシウム摂取と骨量および骨折の全ての論文を網羅できなかったかもしれない。すなわち、「CALCIUM INTAKE」や「カルシウム摂取」をキーワードとして持たない骨量や骨折の疫学研究であっても、副次的にカルシウム摂取を評価している場合があるかもしれない。また、関連性の欠如した研究結果は論文として発表されない傾向にある(出版バイアス)。本研究では、これらの限界を考慮する必要がある。

おわりに

今回の系統的レビューにより、27件の原著論文が得られ、いくつかの問題点が明らかになった。その問題点とは、1) 多くが横断研究であり、コホート研究や介入研究が少ない、2) 小・中規模の疫学研究が多い、3) カルシウム摂取と骨量および骨折との関連を主要なテーマとした研究が少ない、などである。そのため、日本人のカルシウム摂取と骨粗鬆症との関連性に関するエビデンスが十分に存在するとは言い難い。これらの点を踏まえて、よりエビデンスレベルの高い研究を行うことが求められる。

謝辞

本研究のご指導および論文のご校閲をいただきました新潟大学大学院医歯学総合研究科地域予防医学講座社会・環境医学分野の山本正治教授に感謝いたします。

参考文献

- 1) 健康・栄養情報研究会 編：平成16年国民健康・栄養調査報告。健康・栄養情報研究会、東京、2006。
- 2) 第一出版編集部 編：日本人の食事摂取基準

- 2005年版. 第一出版編集部, 東京, 2005.
- 3) 久保田恵：カルシウム摂取による骨折・骨粗鬆症予防のエビデンス. 日本衛生学雑誌 58: 317-327, 2003.
 - 4) 伊木雅之 編：地域保健におけるエビデンスに基づく骨折・骨粗鬆症予防ガイドライン. (財)日本公衆衛生学会, 東京, 2004.
 - 5) Hirota T, Nara M, Ohguri M, Manago E and Horota K: Effect of diet and lifestyle on bone mass in Asian young women. *Am J Clin Nutr* 55: 1168-1173, 1992.
 - 6) 梶田悦子, 伊木雅之, 飛田芳江, 三田村純枝, 日下幸則, 緒方 昭, 寺本路夫, 土田千賀, 山本和高, 石井 靖：中高年女性の腰椎骨密度とそれに影響する要因 (第3報) 有経者と閉経者別にみた体力指標及び Lifestyle 要因と骨密度の関係. 日衛誌 50: 893-900, 1995.
 - 7) 庄野菜穂子, 久木野憲司, 吉田節子, 中山実生子, 上野裕文, 西住昌裕：閉経前後の女性における超音波法による骨密度に関する研究 — 性ホルモンおよび栄養摂取状況との関連性 —. 日衛誌 51: 755-762, 1997.
 - 8) 秋坂真史, 座光寺秀元, 有泉 誠：女子高校生のライフスタイルと踵骨骨密度に関する研究. 日衛誌 52: 481-489, 1997.
 - 9) Tsukahara N, Sato K and Ezawa I: Effects of physical characteristics and dietary habits on bone mineral density in adolescent girls. *J Nutr Sci Vitaminol* 43: 643-655, 1997.
 - 10) Osei-Hyiaman D, Ueji M, Toyokawa S, Takahashi H and Kano K: Influence of grip strength on metacarpal bone mineral density in postmenopausal Japanese women: a cross-sectional study. *Calcif Tissue Int* 64: 263-266, 1999.
 - 11) Tsuchida K, Mizushima S, Toba M and Soda K: Dietary soybeans intake and bone mineral density among 995 middle-aged women in Yokohama. *J Epidemiol* 9: 14-19, 1999.
 - 12) 小坂谷典子, 石川和子, 太田壽城, 吉本清美, 田中誉子, 江澤郁子：若年成人女性における踵骨超音波骨量とライフスタイルの関係 特に出産経験との関係について. 日本公衛誌 46: 977-985, 1999.
 - 13) Anai T, Miyazaki F, Tomiyasu T and Matsuo T: Risk of irregular menstrual cycles and low peak bone mass during early adulthood associated with age at menarche. *Pediatr Int* 43: 483-488, 2001.
 - 14) Ishikawa K, Ohta T, Hirota M, Yoshimoto K, Tanaka S and Inoue S: Relation of lifestyle factors to metacarpal bone mineral density was different depending on menstrual condition and years since menopause in Japanese women. *Eur J Clin Nutr* 54: 9-13, 2000.
 - 15) 中崎美峰子, 堀井裕子, 田中朋子, 西野治身, 稗苗智恵子, 南 幹雄, 上野真理子, 横川 博, 守田万寿夫, 福島啓子, 木屋 昭, 松倉知晴：閉経女性を対象としたライフスタイルの変化と骨密度および骨代謝指標との関係についての介入調査. 富山衛研年報 24: 138-146, 2001.
 - 16) Hara S, Yanagi H, Amagai H, Endoh K, Tsuchiya S and Tomura S: Effect of physical activity during teenage years, based on type of sport and duration of exercise, on bone mineral density of young, premenopausal Japanese women. *Calcif Tissue Int* 68: 23-30, 2001.
 - 17) 柴田洋孝, 辻岡三南子, 玄葉道子, 齊藤郁夫：女子高校生における骨密度と生活習慣の検討. 慶應保健研究 19: 47-54, 2001.
 - 18) Sasaki S and Yanagibori R: Association between current nutrient intakes and bone mineral density at calcaneus in pre- and postmenopausal Japanese women. *J Nutr Sci Vitaminol* 47: 289-294, 2001.
 - 19) Yahata Y, Aoyagi K, Okano K, Yoshimi I, Kusano Y, Kobayashi M, Moji K and Takemoto T: Metacarpal bone mineral density, body mass index and lifestyle among postmenopausal Japanese women: relationship of body mass index, physical activity, calcium intake, alcohol and smoking to bone mineral density: the Hizen-Oshima study. *Tohoku J Exp Med* 196: 123-129, 2002.
 - 20) Katsuyama H, Ideguchi S, Fukunaga M, Saijoh and Sunami S: Usual dietary intake of fermented soybeans (Natto) is associated with bone mineral density in premenopausal women. *J Nutr Sci Vitaminol* 48: 207-215, 2002.
 - 21) Egami I, Wakai K, Kunitomo H, Tamakoshi A,

- Ando M, Nakayama T and Ohno Y: Associations of lifestyle factors with bone mineral density among male university students in Japan. *J Epidemiol* 13: 48 - 55, 2003.
- 22) Izumotani K, Hagiwara S, Izumotani T, Miki T, Morii H and Nishizawa Y: Risk factors for osteoporosis in men. *J Bone Miner Metab* 21: 86 - 90, 2003.
- 23) Nakamura K, Ueno K, Nishiwaki T, Okuda Y, Saito T, Tsuchiya Y and Yamamoto M: Nutrition, mild hyperparathyroidism, and bone mineral density in young Japanese women. *Am J Clin Nutr* 82: 1127 - 1133, 2005.
- 24) Saito T, Nakamura K, Okuda Y, Nashimoto M, Yamamoto N and Yamamoto M: Weight gain in childhood and bone mass in female college students. *J Bone Miner Metab* 23: 69 - 75, 2005.
- 25) Nakamura K, Saito T, Nishiwaki T, Ueno K, Nashimoto M, Okuda Y, Tsuchita Y, Oshiki R, Muto K and Yamamoto M: Correlations between bone mineral density and demographic, lifestyle, and biochemical variables in community-dwelling Japanese women 69 years of age and over. *Osteoporos Int* 17: 1202 - 1207, 2006.
- 26) Tamaki J, Ikeda Y, Morita A, Sato Y, Naka H and Iki M: Which element of physical activity is more important for determining bone growth in Japanese children and adolescents: the degree of impact, the period, the frequency, or the daily duration of physical activity? *J Bone Miner Metab* 26: 366 - 372, 2008.
- 27) Ishikawa-Takata K and Ohta T: Relationship of lifestyle factors to bone mass in Japanese women. *J Nutr Health Aging* 7: 44 - 53, 2003.
- 28) Kurabayashi T, Matsushita H, Kato N, Nagata H, Kikuchi M, Tomita M, Yahata T, Honda A and Tanaka K: Effect of vitamin D receptor and estrogen receptor gene polymorphism on the relationship between dietary calcium and bone mineral density in Japanese women. *J Bone Miner Metab* 22: 139 - 147, 2004.
- 29) Hirota T, Kusu T and Hirota K: Improvement of nutrition stimulates bone mineral gain in Japanese school children and adolescents. *Osteoporos Int* 16: 1057 - 1064, 2005.
- 30) Nakamura K, Kurahashi N, Ishihara J, Inoue M, Tsugane S and for the Japan Public Health Centre - based Prospective Study Group: Calcium intake and the 10-year incidence of self-reported vertebral fractures in women and men: The Japan Public Health Centre-based Prospective Study. *Br J Nutr* 13: 1 - 10, 2008.
- 31) 北川 淳, 中原凱文: 短期間のカルシウム付加による青年男性の骨密度変化. *日本生理人類学会誌* 5: 13-16, 2000.

(平成20年12月2日受付)