

〔総説〕 松本歯学 22 : 1 ~ 7, 1996

key words ; 骨粗鬆症 - DEQCT - 骨塩量 - 下顎皮質骨厚

骨粗鬆症の診断への顎口腔領域からのアプローチ

和田卓郎

松本歯科大学 歯科放射線学講座

An Approach for the Diagnosis of Osteoporosis from Oral Manifestations

TAKUROU WADA

*Department of Oral & Maxillofacial Radiology, Matsumoto Dental College
(Chief : Prof. T. Wada)*

Summary

In order to make the diagnosis of osteoporosis or to know the risk of fracture, radiographic images are one of the best media. Among many radiologic methods for detection, conventional radiographs are the most practical method by which bony structures are evaluated qualitatively for diagnosis. Recently, Quantitative Computed Tomography (QCT) and Dual Energy QCT (DEQCT) have made it possible to measure the bone mineral density (BMD) quantitatively for the accurate diagnosis and the estimation of fracture risk.

Many studies have been done on the radiological approach to the mineral content of mandibular bone, excessive resorption of alveolar bone, and other oral findings. However, there have been some difficulties in the evaluation of these oral findings, especially in the measurement of bone mineral contents due to the characteristic features of this region.

In 1992, Taguchi established the measurement method of BMD of the mandible using DEQCT, and found the high correlation between the BMD of mandibular cortex and that of lumbar spine spongiosa. The latter is also highly related to the mandibular cortex width (MCW) just below the mental foramen in rotationary panoramic radiograph. Tooth loss was proven to be another oral sign. MCW in women with 14 or fewer teeth shows rapid decrease from the fifth to seventh decade of life. In seventh decade, MCW for those with 0 to 14 teeth is significantly lower than that for those with 15 to 28 teeth present.

Although excessive resorption of alveolar bone and chronic destructive periodontal disease have been thought to be the possible oral signs of osteoporosis, they have not been thoroughly investigated yet. Consequently, BMD of the mandible, MCW and tooth loss are the indicators or oral signs of osteoporosis in the elderly, which might contribute to the early detection and control of this pathosis.

はじめに

近年、高齢化社会の到来により、骨粗鬆症が改めて真剣に注目されるようになった。古くから、年をとると腰や背中が曲がって痛みを伴うことは、自然の老化現象として扱われてきたが、現在その本質は骨粗鬆症の病態を示しているものと考えられるようになった。

約50年前(1941年)、Albrightによって初めて本症が独立した疾患として記載されて以来、本症についての考え方には変遷はあるが、現在では、骨粗鬆症とは、骨の成分は正常のまま骨量が減少し、僅かな外力による骨折のリスクが増加した病態と定義されている。

骨粗鬆症の国内患者数は、現在約500万人といわれ、寝たきり原因の第2位である大腿骨頸部骨折患者は年間約5万人発生している。骨折の危険の高い骨には腰椎、胸椎、大腿骨、前腕骨、上腕骨等がある。

我々歯科領域では顎骨の自然骨折には遭遇しないが、全身的な骨量低下を示唆するような顎骨のX線画像にしばしば出くわす。

骨粗鬆症の危険因子としては女性、卵巣摘出、加齢、白人、やせ、小さな体格、低カルシウム摂取、早期閉経等が挙げられ、特に閉経後の女性では10年程で急速に骨量が減少する(15~20%)という。したがって以前は整形外科領域の疾患であったが、現在では内科、産婦人科、老年病科、小児科等の多岐にわたる分野で研究が進んでいる。

骨粗鬆症診断の背景

骨粗鬆症がまず骨量の減少である限り、その診断には骨量を正確に測定することが必須ということになる。しかし、骨折がおこって初めて骨粗鬆症と診断した古い時期はともかく、実際にはX線画像による骨変化の所見でもって、いわば定性的に診断されてきた¹⁾。すなわち、骨量の減少に伴って1) 海綿骨では骨梁の幅が細くなり、骨梁間に隙が広くなり、いわゆる粗雑な海綿構造となる。2) 皮質骨においては、骨膜下吸収や、骨髄側からの吸収などにより、骨皮質幅の減少ないしは骨髄腔の拡大としてみられる。さらに、3) 骨の脆弱化に伴って、荷重その他の外力によって変形し

てくる。もちろん急性で強度であれば骨折という形で現れてくる。したがって単純X線画像においては以上のような骨変化の所見が得られて骨粗鬆症を診断することができる。

以上のような変化がみられ、診断しやすいのは脊椎であり、第8胸椎や第3腰椎を中心とした骨変化は、骨の変形ないし脊柱の彎曲や身長低下などにみられる。とくに、その結果として自然骨折を起こす前の潜在的骨折危険患者を診断するためには骨量減少の証明が第一であり、以前より多くの評価方が考えられてきた。腰椎や大腿骨においては、慈大式分類²⁾やSinghの分類³⁾等のX線写真による分類・評価が行われてきた。

一方、顎骨においては、他の全身骨のように骨の粗鬆化により自然骨折を起こす危険性が殆どないこと、歯牙保持という特有の複雑な形態と骨質の変化のあること、位置的にX線写真上他の骨と重複するという点等から、骨量の測定および評価は、他の領域に比べ、非常に立ち遅れていた。しかし、過度な歯槽骨吸収や、歯牙喪失、慢性破壊性歯周炎は腰椎等の骨粗鬆症の徴候ないし評価法に相当するとの幾つかの報告がなされている⁴⁻⁶⁾。これらの報告は、中年から老年の歯牙喪失期にある患者にとっては、腰椎等の骨量測定が非常に重要な位置を占めると述べている。しかし、それらの症状が顎骨の骨量減少を示唆するものであれば、顎骨自体の骨量評価を直接行うべきである。単純X線写真ではないが、顎骨を総覧できる回転式パノラマX線写真による骨形態計測学的評価法は、一般的で簡便な方法⁷⁻⁹⁾であるが、問題点もあり、直接、評価を反映するには至らなかった経緯がある。

顎骨の骨量測定と評価

非侵襲的に骨変化を捉える方法として、前述のように単純X線写真による視覚的評価方法や骨形態計測学的評価法⁷⁻⁹⁾、photodensitometry法¹⁰⁾、骨梁構造の定量解析法¹¹⁻¹³⁾、digital subtraction法^{14,15)}、骨シンチグラフィ動態解析法¹⁶⁾、single photon absorptiometry法^{17,18)}、dual photon absorptiometry法^{19,20)}、超音波による測定法など多くの方法が用いられてきた。しかし、これらは2次元平面投影法であるため、骨代謝回転の異なる皮質骨と海綿骨とを区別できず、また手法に

よっては、反対側顎骨や顎椎が重なることにより、評価可能な部位に難がある。これに対し、近年、腰椎や大腿骨で広く用いられてきた定量的コンピュータ断層撮影法 (Quantitative Computed Tomography: QCT) によれば、骨の3次元的構築を捉え、しかも皮質骨と海綿骨を分離し定量することができ、腰椎等の骨塩定量に大いに用いられてきた。したがってこのQCTは、下顎骨の骨塩密度 (bone mineral density: BMD) 測定にも非常に有用な方法である。しかし、腰椎は海綿骨の容積が大きく、骨梁構造も均一で、周囲の皮質骨が薄いのにに対し、下顎骨では逆に皮質骨部は非常に厚く、海綿骨の容積が小さく、しかも骨梁構造もより不均一であるという基本的な骨構造の差異がある(写真1)。したがって腰椎のBMD測定法をそのまま下顎骨に当てはめることができない難点があった。しかし、田口²¹⁾は二重エネルギー定量的コンピュータ断層撮影法 (Dual Energy Quantitative Computed Tomography: DEQCT) を用いて下顎骨 BMD 測定における関心領域 (ROI) の設定、精度、再現性等の基本的因子を解明し、下顎 QCT を骨塩定量法として初めて確立した。健康者の下顎骨の骨塩量測定の結果を図1に示す。

この結果から、海綿骨のBMDは男女共、加齢と共に増加の傾向にあるが、皮質骨においては40歳を越えた頃から減少するが、女性においてその減少は極めて著しいことがわかる。

一方、全身のBMDは、皮質骨、海綿骨共に加齢により減少するといわれている^{22~27)}。QCTを用いた腰椎、大腿骨等の報告では^{28~32)}、閉経後の骨変化を捉える対象として代謝回転の速い海綿骨が用いられており、皮質骨では、下顎骨のように著明な減少を示したものはない。したがって、下顎骨の骨塩量については皮質骨における変化が評価の対象となり、ちなみにパノラマX線写真上でオトガイ孔部下顎骨下縁皮質骨厚 (mandibular cortical width: MCW)³³⁾の変化として骨形態計測学的に調べてみると図2のように加齢によって皮質骨厚は減少し、図1で示した骨塩量の減少とはほぼ同じ傾向を示していることがわかる³⁴⁾。

他方、下顎骨骨量と全身骨骨量との関係について、これまで種々検討されてきたが^{35~38)}、閉経後のそれぞれ異なる時期では全身骨骨塩量と下顎骨皮質骨との間に強い相関があるという³⁹⁾。さらにこの関係は、図3に示すように、下顎骨下縁皮質骨厚 (MCW) と第3腰椎海綿骨密度との間にも高い

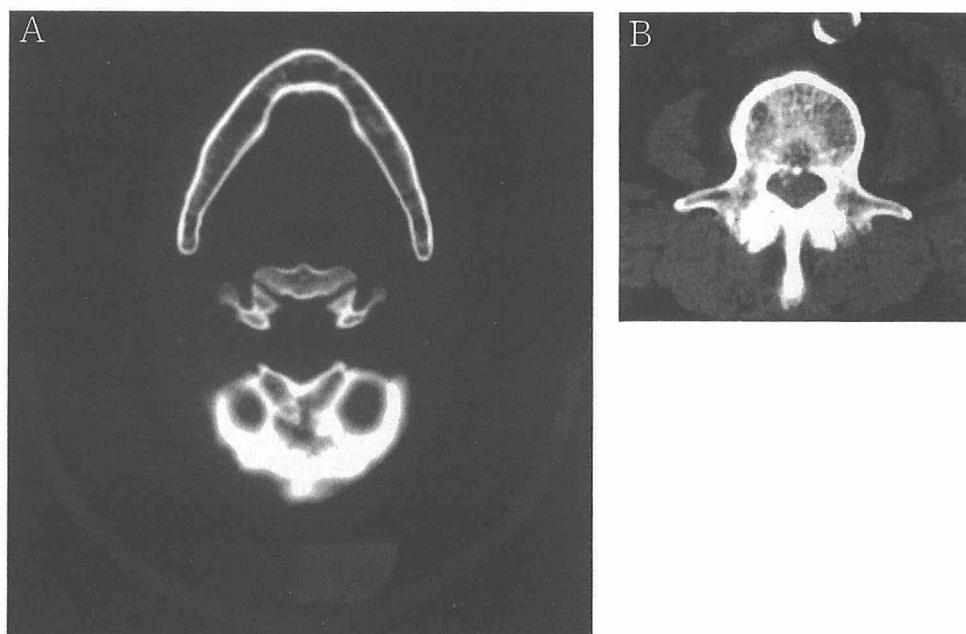


写真1：健康者の下顎骨(A)と腰椎(B)のCT画像。

骨梁構造、海綿骨の容積、皮質骨の厚みなど両者では基本的に差異がある。

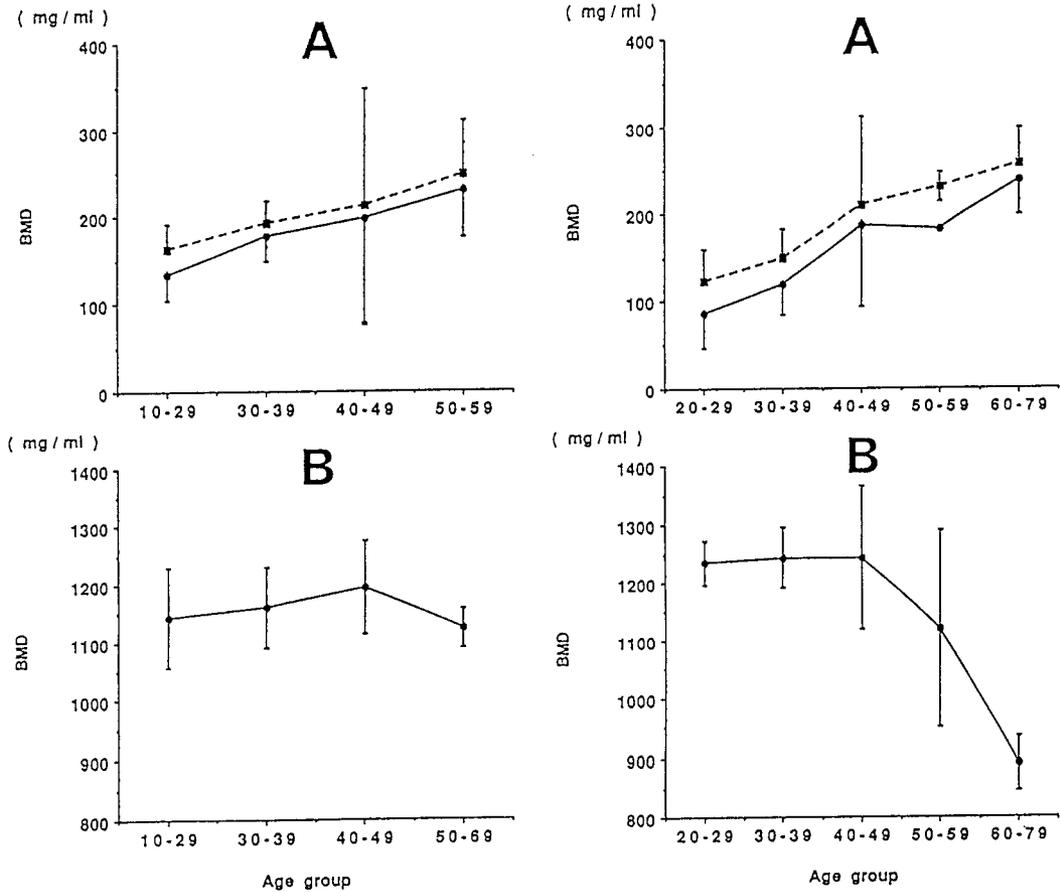


図1

男性の各年齢層における海綿骨(A)及び皮質骨(B)の骨塩密度 (BMD)。

実線は125 kV, 破線はMATHを表す。

●は平均値±標準偏差を示す。

女性の各年齢層における海綿骨(A)及び皮質骨(B)の骨塩密度 (BMD)。

実線は125 kV, 破線はMATHを表す。

●は平均値±標準偏差を示す。

相関のあることがわかる⁴⁰⁾。また、各腰椎間の骨密度の相関は非常に高く、第3腰椎測定値でもって代表させてよいことが確認されている。このように、顎骨の骨量測定には下顎骨皮質骨の DEQCT による定量的骨塩量の測定ないしは回転式パノラマX線写真における下顎骨下縁皮質骨厚 (MCW) の骨形態計測学的評価によって全身の骨粗鬆症の診断が可能であり、しかも MCW の値からでも腰椎骨折の危険性も予測できることになる (写真 2)。

オーラルサインとしての評価

顎骨の骨量を測定する直接的評価の他に、間接的には、歯槽骨の過度な吸収や歯牙喪失、慢性破

壊性歯周炎などが、骨粗鬆症の徴候に相当すると考えられる。たとえば、中年から老年の歯牙喪失期にある患者にあっては、腰椎等の骨量に変化のあることは充分予想されることである。これらについてはすでに諸報告⁴¹⁻⁴³⁾もあるが、歯牙喪失の因子に関連して女性の歯牙保有数と下顎皮質骨厚 (MCW) との関係調べてみると図4のようになる³⁴⁾。すなわち、14歯以上の歯牙喪失者では加齢と共に MCW の減少がみられ、腰椎によって代表される全身骨の骨塩量の低下が示唆される。とくに50~70歳の女性において歯牙喪失の著しい例では、高い確率で胸椎骨折の危険をもつという^{34,41,42)}。歯槽骨の過度な吸収や破壊性歯周炎等では、直接の局所的因子の関与がどの程度無関係

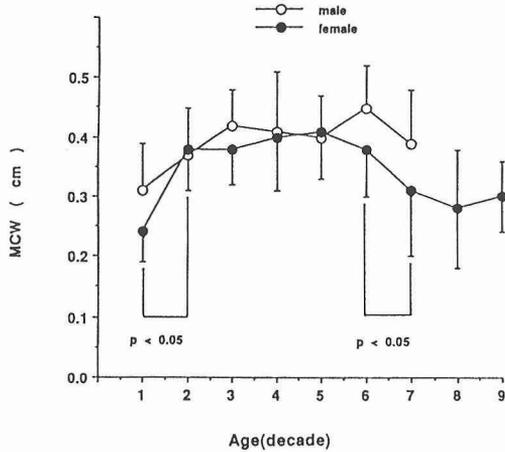


図2：男女各年齢層における下顎骨下縁皮質骨厚 (MCW)

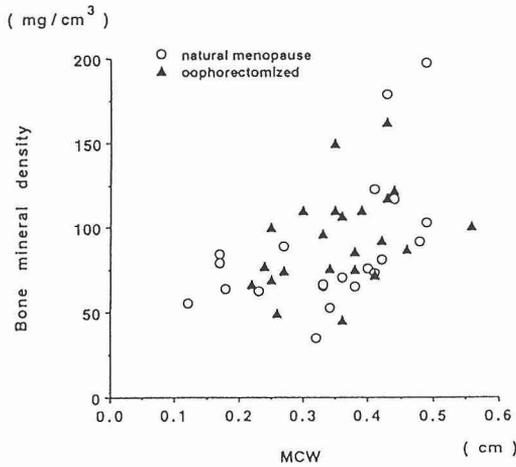


図3：女性の下顎骨下縁皮質骨厚 (MCW) と第3腰椎海綿骨密度 (BMD) との関係。

に処理し得るかが大きな問題となる。下顎骨歯槽骨吸収の程度と腰椎や大腿骨の骨密度との相関については未だ見解の一致をみていない。

おわりに

骨粗鬆症の診断は、実際に骨折をおこす危険性をもつ骨、あるいは腰椎や他の骨の骨量測定によって行うことができる。しかし骨折の危険性を自覚していない無症状ないしは潜在的骨粗鬆症患者も多いと推測される。我々歯科領域の日常臨床では、しばしば歯牙の喪失や過度の歯槽骨の吸収、X線画像における海綿骨や皮質骨の変化等に遭遇

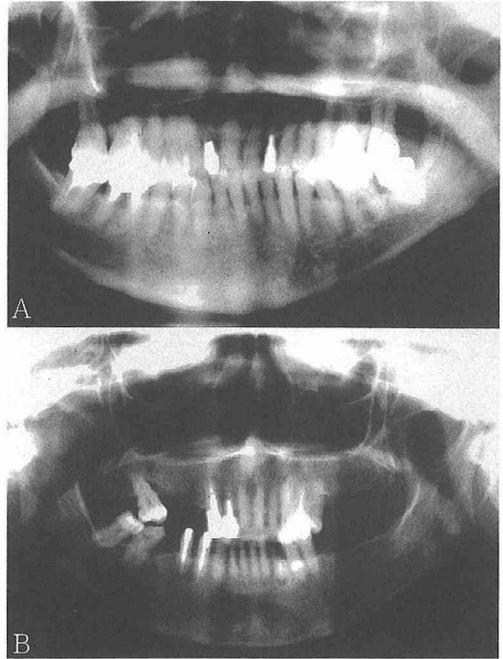


写真2：健康者(A)と骨粗鬆症患者(B)のパノラマX線写真。下顎骨下縁皮質骨厚 (MCW) の差異に注意。

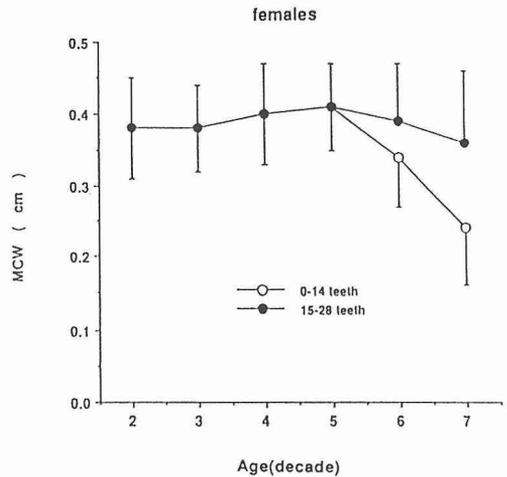


図4：女性の下顎骨下縁皮質骨厚 (MCW) と保有歯数との関係 (第3大臼歯を除く)。少数歯牙残存群 (0~14本) では、MCW は、40歳代から60歳代にかけて著明な減少を示す。とくに60歳代では、多数歯牙残存群 (15~28本) に比べ、有意に低い。

する。これがその患者の骨粗鬆症としての徴候（オーラルサイン）か否かは、直接、下顎骨の骨量測定やX線画像および臨床所見等の定性的評価によって診断が可能になったといえる。とくに最も汎用されているパノラマX線写真における下顎皮質骨の変化は極めて本症の診断には有効であり、潜在的骨粗鬆症患者を含め、専門施設への受診を助言することができる。このことは、さらに歯科医による骨粗鬆症の早期発見にもつながり、本症の早期診断と治療・管理へ大きく貢献することになる。

謝 辞

本文の内容は、共同研究者、広島大学歯学部歯科放射線教室講師田口明博士の研究成果に負うところが多い。ここに名を記し、謝意を表したい。

また、多くの資料整理に協力してくれた本学歯科放射線学教室内田啓一学士に感謝する。

文 献

- 1) 水野耕作 (1993) 骨粗鬆症における単純X線診断. 医学のあゆみ, **165**: 611—614.
- 2) 中野兼吾 (1989) 代謝性骨疾患, 107—113. 羊土社, 東京.
- 3) Singh, M. (1970) Change in trabecular pattern of the upper end of the femur as an index of osteoporosis. *J. Bone Surg.* **52**: 457—467.
- 4) Kribbs, P. J., Smith, D. E. and Chesnut, C. H. (1983) Oral findings in osteoporosis. Part 2: relationship between residual ridge and alveolar bone resorption and generalized skeletal osteopenia. *J. Prosthet. Dent.* **50**: 719—724.
- 5) Daniel, H. W. (1983) Postmenopausal tooth loss contributions to edentulism by osteoporosis and cigarette smoking. *Arch. Intern Med.* **143**: 1678—1682.
- 6) Groen, J., Menczel, J. and Shapiro, S. (1968) Chronic destructive periodontal disease in patients with presenile osteoporosis. *J. Periodontal.* **39**: 19—23.
- 7) Bras, J., van Ooij, C. P., AbrahamInpijn, L., Kusen, G. J. and Wilmlink, J. M. (1982) Radiographic interpretation of the mandibular angular cortex; a diagnostic tool in metabolic bone loss. Part 1. Normal state. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* **53**: 541—545.
- 8) 楊榮展 (1987) X線画像による顎骨ミネラル量の定量—加齢に伴う変動—. *歯科ジャーナル*, **26**: 911—920.
- 9) Mohajery, M. and Brooks, S. L. (1992) Oral radiographs in the detection of early signs of osteoporosis. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* **73**: 112—117.
- 10) 前多 勝, 和田真一, 前多一雄 (1986) Microphotometer—Microcomputer systemによるミネラルの測定に関する研究. *歯学*: **74**: 707—728.
- 11) 佐藤強志 (1986) 画像解析による口内法X線撮影の客観的評価に関する研究—2次元FETによる歯槽骨梁の解析—. *歯放*, **26**: 243—253.
- 12) Kasima, I., Kanno, M., Ogura, T., Higashi, T., Sakai, N., Hideshima, K., Higaki, M., Miyake, K., Minebe, M. and Takano, M. (1988) Bone tabecular pattern analysis in Down's syndrome with the use of computed panoramic tomography with a laser scan system. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* **65**: 366—370.
- 13) 岡田典久 (1990) 回転式パノラマX線写真の画像解析によるヒト顎骨骨梁構造の加齢変化. *口科誌*, **39**: 947—965.
- 14) Ohki, M., Okano, T. and Yamada, N. (1988) A contrast-correction method for digital subtraction radiology. *J. Periodont. Res.* **23**: 277—280.
- 15) Engelke, W., de Valk, S. and Ruttimann, U. (1990) The diagnostic value of subtraction radiology in the assessment of granular hydroxylapatite implants. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* **69**: 636—641.
- 16) 和田真一 (1989) Dynamic bone scintigraphyの2—コンパートメントモデル解析による顔面骨、頭蓋骨の加齢変化の観察. *歯放*, **29**: 15—32.
- 17) Ortman, L. F., Dunford, R., McHenry, K. and Hausmann, E. (1985) Subtraction radiology and computer assisted densitometric analyses of standardized radiographs. *J. Periodont. Res.* **20**: 644—651.
- 18) Johnson (1986) The determination of the mineral content of the alveolus by noninvasive methods. A preliminary report. *Aust Dent. J.* **31**: 424—433.
- 19) Wowern, Nv. (1985) In vivo measurement of bone mineral content of mandibles by dual-photon absorptiometry. *Scand. J. Dent. Res.* **93**: 162—168.
- 20) Wowern, Nv. (1988) Bone mineral content of mandibles; Rate of age-related bone loss. *Calcif. Tissue Int.* **43**: 193—198.
- 21) 田口 明 (1992) Dual Energy Quantitative Computed Tomographyによる下顎骨骨塩密度測定に関する基礎的研究. *広大歯誌*, **24**: 18—38.
- 22) 白木正孝, 折茂 肇 (1979) 加齢と骨塩含量. 1. 加齢に伴う骨塩含量の変動とその観察における

- photon absorption method の有用性. 日老医誌. **16**: 253—260.
- 23) 井上哲朗, 串田一博, 山下源太郎 (1981) 骨量測定の問題—手部X線像による方法—. 骨代謝, **14**: 91—104.
- 24) 福永仁夫, 大塚信昭, 曾根照喜, 永井清久, 森田陸司, 梶原康正, 西下創一(1986)脊椎骨 Phantom を併用した CT scan による第3腰椎海綿骨の骨塩量測定. 日本医放会誌, **46**: 659—664.
- 25) 山田英夫 (1989) 骨塩測定. *Radioisotopes*. **38**: 473—484.
- 26) 佐藤光三 (1989) 骨と加齢. 骨老化の病理—マクロの解説—. *The Bone*. **3**: 39—46.
- 27) 井上哲朗 (1990) オステオポロシス—整形外科的立場から—. *日骨代謝誌*, **8**: 1—8.
- 28) 森田陸司, 向井孝夫, 福永仁夫, 滋野長平, 山本逸雄, 日野 恵, 中野善久, 湊小太郎, 天野 隆, 鳥塚莞爾 (1983) コンピュータ断層の dual energy 法による骨ミネラル量の定量; 加齢に伴う変動. 骨形態計測ハンドブック (高橋栄明編), 235—241. 西村書店, 新潟.
- 29) 伊東昌子, 林 邦昭, 山田直之 (1989) Dual energy quantitative CT (DEQCT) を用いた Bone Mineral Density (BMD) 測定法の実験的・臨床的検討. 日本医放会誌, **49**: 999—1008.
- 30) Bhasin, S., Sartoris, D. J., Fellingum, L., Zlatkin M, B., Andre, M. and Resenick, D. (1988) Three-dimensional quantitative CT of the proximal femur; Relationship to vertebral trabecular bone density in postmenopausal women. *Radiology*, **167**: 145—149.
- 31) Ruegsegger, P., Durand, E. P. and Dambacher, M, A. (1991) Differential effect of aging and disease on trabecular and compact density of the radius. *Bone*. **12**: 99—105.
- 32) Kalender, W, A., Felsenberg, D., Louis, O., Lopez, P., Klotz, E., Osteaux, M. and Fraga, J. (1989) Reference values for trabecular and cortical vertebral bone density in single and dual-quantitative computed tomography. *Europ. J. Radiol.* **9**: 751.
- 33) 田口 明, 谷本啓二, 末井良和, 山田信一, 大塚昌彦, 隅田博臣, 山根由美子, 破屋敷忠, 和田卓郎 (1993) パノラマX線写真における顎骨骨量の指標とその評価. *歯放*, **33**: 309—316.
- 34) Taguchi, A., Tanimoto, K., Suei, Y., and Wada, T. (1995) Tooth loss and mandibular osteopenia. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.* **79**: 127—132.
- 35) Henrikson, p., Wallenius, K. and Astrand, K. (1974) The mandible and osteoporosis (2)-Method for determining mineral content of mandible and radius. *J Oral Rehabil*, **1**: 75—84.
- 36) Wowern, vN., Storm, T. L. and Olgaard, K. (1988) Bone mineral content by photon absorptiometry of the mandible compared with that of the forearm and the lumber spine. *Calcif. Tissue Int.* **42**: 157—161.
- 37) Kribbs, P. J., Chesnut, C. H., Ott, S. M. and Kilcoyne, R. F. (1989) Relationships between mandibular and skeletal bone in an osteoporosis population. *J. Prosthet. Dent.* **62**: 703—707.
- 38) Klemetti, E., Vainio, P., Lassila, V., and Alhava, E. (1993) Cortical bone mineral density in the mandible and osteoporosis status in postmenopausal women. *Scand. J. Dent. Res.* **101**: 219—223.
- 39) Taguchi, A., Tanimoto, K., Suei, Y. and Wada, T. (1996) Relationship between the mandibular and lumber vertebral bone mineral density at different postmenopausal stages. *Dentomaxillofac. Radiol.* **25** (in press).
- 40) 田口 明, 谷本啓二, 末井良和, 和田卓郎, 中川仁志, 大濱紘三. (1994) 回転パノラマX線写真による閉経後骨粗鬆症診断の試み. *日骨形態誌*, **4**: 113—118.
- 41) 田口 明, 和田卓郎. (1993) 骨粗鬆症—早期診断に果たす歯科の役割—. *広大歯誌*. **25**: 525—526.
- 42) Taguchi, A., Wada, T., Tanimoto, K. and Suei, Y. (1994) The 10th Congress of International Assoc of Dentomaxillofac. (Abstr.) **10**: 58.