

[研究報告]

## 骨粗鬆症の骨折リスク評価ツールの研究

松 原 朱 實<sup>1,\*</sup>      坂 本 亜里紗<sup>1</sup>      古 賀 和 美<sup>1</sup>  
田 中 哲 子<sup>1</sup>      佐々木 妙 子<sup>1</sup>      寺 本 弘 二<sup>1</sup>

Study of fracture risk assessment tool of osteoporosis

Akemi MATSUBARA, Arisa SAKAMOTO, Kazumi KOGA, Tetsuko  
TANAKA, Taeko SASAKI, Kouji TERAMOTO

### 【要旨】

骨粗鬆症は、生活習慣病とも関連があり、高齢男性や閉経後の女性に好発し、骨折のリスクが高く寝たきり原因第3位として社会問題となっている。検査方法には、大別して問診、骨密度測定、血液検査などがある。本研究では、WHO 骨折リスク評価ツール、骨密度、骨代謝マーカー（骨吸収・骨形成マーカー）の測定値を62名（男性19名：49.1±16.6歳、女性：閉経前27名：34.2±8.87歳、閉経後16名：59.1±5.66歳）で比較し、関連性を統計学的処理により検討した。男性と閉経前の女性では加齢による%YAMや骨代謝マーカーの変動が少ないが、骨折リスクは徐々に上昇する同様な変化を認めた。閉経後の女性では、骨代謝マーカーの変動に一定の傾向を認めず、食事、運動などの個人の生活習慣により大きく変動すると思われる。今後さらに閉経後の女性の対象者を増やして詳細な解析が必要である。

キーワード：骨粗鬆症、骨折リスク、骨密度測定、骨吸収・骨形成マーカー

### I はじめに

骨粗鬆症は、高齢男性や閉経後の女性に好発し、骨折のリスクが高く寝たきり原因第3位<sup>1)</sup>であり、喫煙や肥満の関連から生活習慣病としても社会問題化されている。また、日本では骨粗鬆症が約1,100万人で、予備軍も含めると2,000万人とも言われる<sup>2)</sup>。一方で、骨、関節、筋肉などの運動器の働きが衰え自立度が低下し、ロコモティブシンドローム（運動器症候群）で介護が必要となる。要支援・要介護認定の原因疾患でも転倒・骨折11.8%、関節疾患10.9%、脊髄損傷2.3%と運動器の障害の合計が25%と、転倒・骨折の予防は介護予防の点からも重要である<sup>2)</sup>。

骨粗鬆症は、骨量の低下と骨微細構造の劣化を特徴とし、骨強度が低下し、骨折リスクが増加した状態と定義される<sup>2)</sup>。2000年米国国立公衆衛生研究所（NIH：National Institutes of Health）では、「骨折リスクを増すような骨強度上の問題を既に有している人に起こる骨格の疾患である」と報告された。骨強度は、骨密度（BMD：bone mineral density）と骨の質（bone quality）が統合されて決定される<sup>3)</sup>。

骨密度は、単位面積あるいは単位体積当たりのミネラル量で表現され、現在の骨密度は個人のピーク骨量と減少速度で規定される。骨の質は、骨微細構造、骨代謝回転、微小ダメージの蓄積、石灰化の程度、コラーゲンなどの骨基質の特性により規定される<sup>4,5)</sup>。しかし、現時点での骨質臨床的評価は、骨代謝

学科

<sup>1</sup>熊本保健科学大学 医学検査学科

\*責任著者 :matsubara.a@kumamoto-hsu.ac.jp

マーカーによる骨代謝回転の評価以外に手段はない<sup>2)</sup>。

骨粗鬆症の検査方法には、大別して問診、骨密度測定、血液・尿検査などがある。健康診査では、前者2法を行った上で、疑えば後者の精密検査を行っている。問診は、通常 WHO 骨折リスク評価ツール FRAX<sup>®</sup> (Fracture Risk Assessment Tool)<sup>6-9)</sup> が用いられ、10年間の骨折確率：主要骨粗鬆症性骨折 (ten-year probability of major osteoporotic fracture: P-MOF) を推定する。骨密度測定は、簡易型として超音波法、高感度として X 線や CT の単独および複合機の測定が行われる。通常は、24～29歳女性 SOS (speed of sound) 平均値から算出される % YAM (若年者比較%値: young adult mean) と補助的に各年代の SOS 平均値と比較して % AGE (同年齢比較%値: Age) が判定に用いられる。また、血液や尿の精密検査として、骨吸収および骨形成マーカーが測定され、骨代謝の指標として評価されている。

そこで、本研究では、62名を対象に骨密度および骨吸収・骨形成マーカーの測定値、WHO 骨折リスク評価ツールを比較し、骨折リスクと骨粗鬆症判定基準との関連性を統計学的処理により検討したので報告する。

## Ⅱ 方 法

1. 対象者：62名（男性19名：49.1±16.6歳，女性（閉経前）27名：34.2±8.87歳，女性（閉経後）16名：59.1±5.66歳）

2. 使用機器・試薬：

1) 超音波測定法による骨密度

超音波骨密度測定装置 CM-100（古野電気社製）での測定に際して、測定部の説明<sup>10)</sup> および測定上の留意点<sup>11)</sup> を熟知し、足の位置や角度などの最適条件を決定した。また、測定日には予め校正および精度管理を行い、足や踵の浮腫を考慮して対象者は全員午前中に測定した。

% YAM は、女性20～29歳（SOS 値：mean ± SD=1538±33m/s）と比較して算出した<sup>10-12)</sup>。診断基準<sup>11-13)</sup> に準じて、YAM の80%以上を「正常」、70%以上80%未満を「骨量減少」、70%未満を「骨粗鬆症」と判断した<sup>11-15)</sup>。% AGE は、各性別で20～89歳までの5歳毎の平均 SOS 値と該当年齢を比較して算出した<sup>12)</sup>。

2) 問診：WHO 骨折リスク評価ツール

問診による性別、年齢、生年月日、体重、身長、骨折歴、両親の大腿骨近位部骨折歴、現在の喫煙、1日の本数、糖質コルチコイド経口投与、関節リウマチ確定診断、続発性骨粗鬆症、飲酒（1日3単位以上）の有無を問診により、10年間の骨粗鬆症性骨折と股関節部骨折（P-MOF）を日本人用の FRAX<sup>®</sup>骨折リスク評価手法<sup>6)</sup>を用いて算出した。

3) 骨代謝マーカー

骨吸収マーカー：

I 型コラーゲン架橋 N-テロペプチド (NTX)：

ELISA 法

I 型コラーゲン架橋 C-テロペプチド (CTX)：

ELISA 法

骨形成マーカー：

骨型アルカリフォスファターゼ (BAP)：

CLEIA 法

オステオカルシン (OC)：

ECLIA 法

注) ELISA：Enzyme Linked Immunosolvent

Assay 酵素免疫測定法

CLEIA：Chemiluminescent Enzyme Immuno

Assay 化学発光酵素免疫測定法

ECLIA：Electro Chemiluminescence Immuno

Assay 電気化学発光免疫測定法

Table 1. A list of reference intervals for metabolic bone markers

item	Bone resorption markers		Bone formation markers	
	NTX	CTX	BAP	OC
unit	nmol BCE/L	ng/mL	μg/L	ng/mL
Males	9.5-17.7	0.196-0.845	3.7-20.9	2.5-13
Females Before menopause	7.5-16.5	0.100-0.653	2.9-14.5	
Females After menopause	10.7-24.0	0.115-1.030	3.8-22.6	

なお、骨吸収・骨形成マーカーは、空腹時採血を行い血清分離後に溶血・乳糜の無いことを確認し、-30℃に冷凍した検体を（株）エスアールエルに検査委託した。

また、統計学的処理には IBM SPSS Statistics Desktop Ver.23 を用いた。

本研究は、熊本保健科学大学倫理委員会の承認（平成27年5月27日、承認番号：2015-01）を得て、

対象者には研究概要を説明し、同意・協力を得た上で、問診・骨密度測定・採血を実施した。また、学内研究費の助成を受け、利益相反は存在しない。

### Ⅲ 結果

#### 1. 超音波測定法による骨密度

超音波骨密度測定装置の精度を確認するため、対象者1名により同時再現性 (n=10) および日差変動 (n=17) を行った。同時再現性は連続10回で CV =

Table 2. Within-run and between-day presisions

Within-run (n = 10)							
No.	SOS	Heel Temp.	Unit Temp.	T-SCORE	Z-SCORE	%YAM	%AGM
1	1506	28.1	26.5	-0.97	0.57	83	110
2	1506	28.1	26.5	-0.97	0.57	83	110
3	1507	28.4	26.5	-0.94	0.62	83	111
4	1507	28.5	26.5	-0.94	0.62	83	111
5	1507	28.6	26.5	-0.94	0.62	83	111
6	1506	28.7	26.5	-0.97	0.57	83	110
7	1506	28.8	26.6	-0.97	0.57	83	110
8	1506	28.8	26.6	-0.97	0.57	83	110
9	1506	28.8	26.6	-0.97	0.57	83	110
10	1506	28.9	26.6	-0.97	0.57	83	110
Mean	1506.3	28.6	26.5	-0.96	0.59	83.0	110.3
SD	0.48	0.29	0.05	0.01	0.02	0.00	0.48
CV	0.03	1.02	0.19	1.51	4.13	0.00	0.44

SOS: Speed of sound (m/s)  
 Heel Temp.: 踵温度℃  
 Unit Temp.: 測定器内温度℃

T-SCORE:  $\frac{\text{測定値}-\text{若年成人平均値}}{\text{若年成人標準偏差}}$   
 Z-SCORE:  $\frac{\text{測定値}-\text{同年代平均値}}{\text{同年代標準偏差}}$

%YAM: young adult mean 若年成人比較%  
 %AGM: Age Matched 同年齢比較%

Between-day (n = 17)																		
No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Y/D	8/11	8/12	8/19	8/20	8/21	8/24	8/28	8/31	9/1	9/2	9/3	9/4	9/7	9/8	9/9	9/10	9/11	Mean
SOS	1564	1560	1561	1563	1562	1559	1558	1559	1558	1559	1559	1558	1559	1561	1560	1559	1560	1559.9
																		SD
																		1.75
																		CV
																		0.11

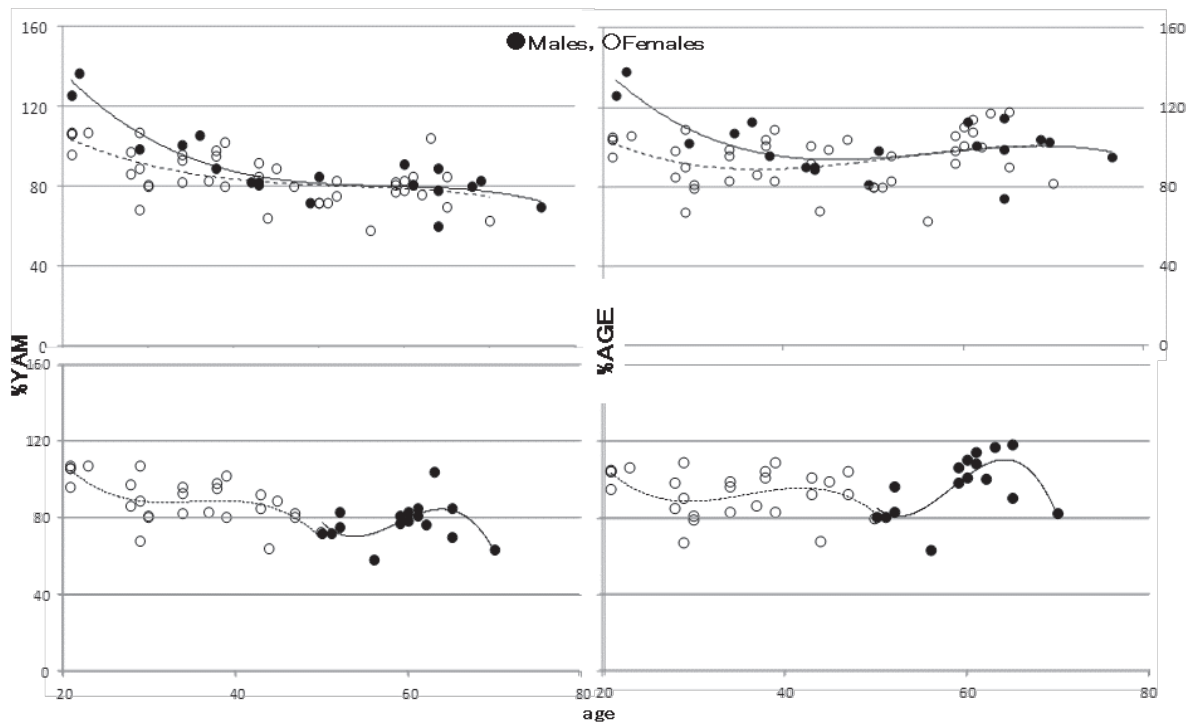


Fig. 1 Relations of %YAM or %AGE with ages

upper stage ●—● : Males, ○—○ : Females

lower stage ○—○ : Premenopausal, ●—● : Postmenopausal

0.00~4.13%, 日差再現性を測定した1ヶ月間17回でCV = 0.11%と共に極めて良好であった (Table 2)。

測定に際しては、予め測定日に校正と精度管理を行い、測定可能であることを確認した。%YAM (x) と %AGE (y) の線形相関を確認すると、男

性は  $r = 0.892$ ,  $y = 1.09x - 22.33$  に対し、閉経前は  $r = 0.891$ ,  $y = 0.909x + 4.88$ , 閉経後は  $r = 0.857$ ,  $y = 0.56x + 23.18$  であった。

また、%YAM と %AGE (x) および年齢 (y) の線形相関を確認した (Fig. 1)。

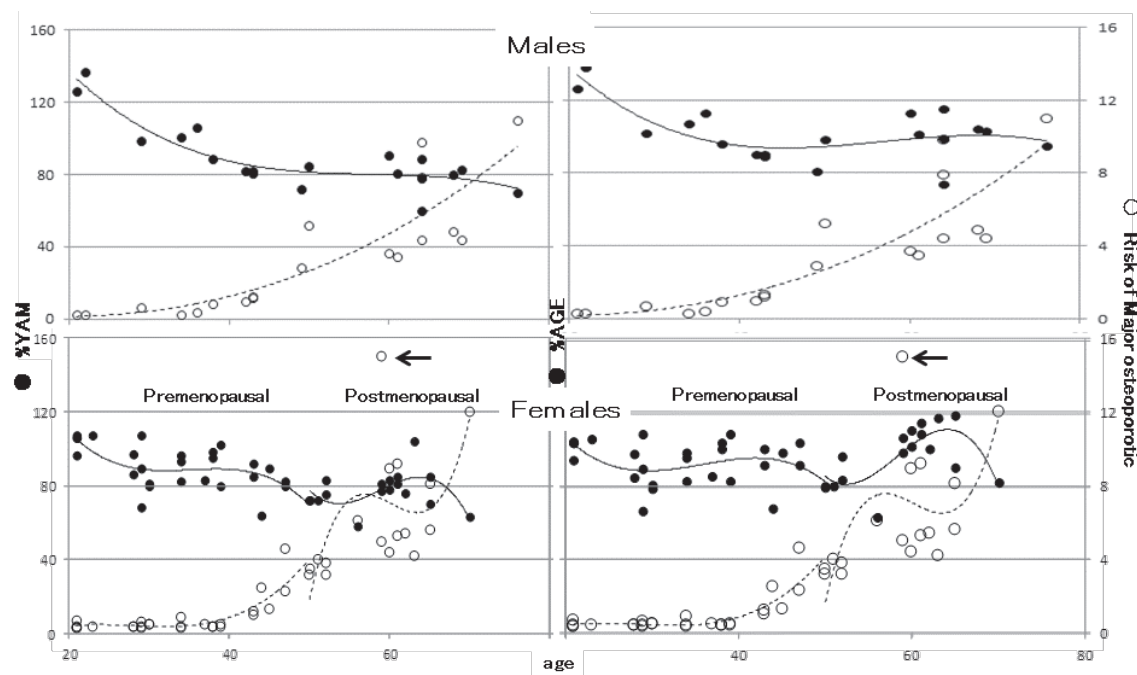


Fig. 2 Relations of %YAM or %AGE with P-MOF

●—● : %YAM or %AGE, ○··○ : Risk of Major osteoporotic

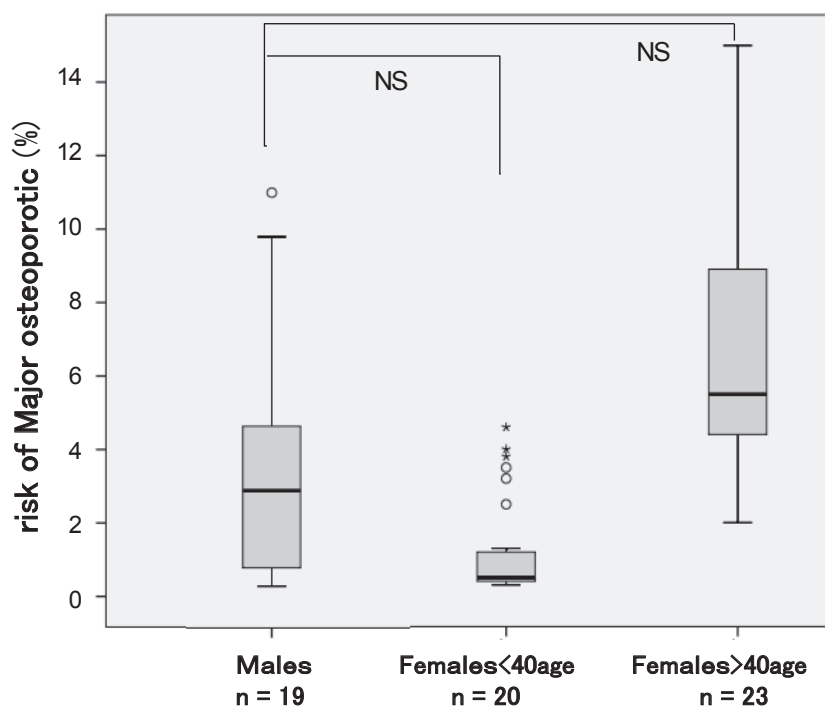


Fig. 3 Distributions (box-whisker charts) of P-MOF among three groups

%YAM(x)では、男性: $r = -0.771$ ,  $y = -0.692x + 110.71$ , 閉経前: $r = -0.569$ ,  $y = -0.416x + 71.46$ , 閉経後: $r = -0.114$ ,  $y = 0.062x + 54.29$ であった。%AGE(y)では、男性: $r = -0.411$ ,  $y = -0.452x + 95.17$ , 閉経前: $r = -0.197$ ,  $y = -0.147x + 47.83$ , 閉経後: $r = 0.432$ ,  $y = 0.155x + 44.16$ であった。

上段に示す男性は%YAMが加齢に従い低下傾向にあるのに対し、%AGEはさらに緩やかな低下傾向を認めた。女性は男性に比べさらに緩やかな下降あるいは不変を示した。そこで、下段に示す閉経前後に分割して確認したところ、閉経前では%YAMと%AGEがともに同様な傾向であるのに対し、閉経後は上向きの湾曲を示し、%YAMより%AGEでは顕著な傾向を示した。

## 2. 問診：WHO 骨折リスク評価ツール (FRAX®)

%YAMまたは%AGEと年齢の関連性を日本人版FRAX®で求めたP-MOFを追加して確認した(Fig. 2)。なお、股関節部骨折の骨折確率は数値が小さいため統計学的処理には含めなかった。上段に示す男性では%YAMや%AGEは加齢に従い低下するが、P-MOFは加齢とともに急激に上昇した。下段に示す閉経前後に分割して確認したところ、閉経前は男性同様に上昇傾向であるのに対し、閉経後ではS字傾向を示し、特に%AGEでは顕著であった。なお、乖離した矢印(←)の対象者は、

Grubbs-Smirnov 検定を行ったが棄却できなかった。

つぎに、P-MOF scoreは、40~90歳を対象にしているため、男性と女性の40歳未満および40歳以上に分割して、骨折率を箱ひげ図とKruskal-Wallis検定( $p < 0.05$ )により確認した(Fig. 3)。女性の40歳未満は最も収束し、中央値の視覚的比較では有意

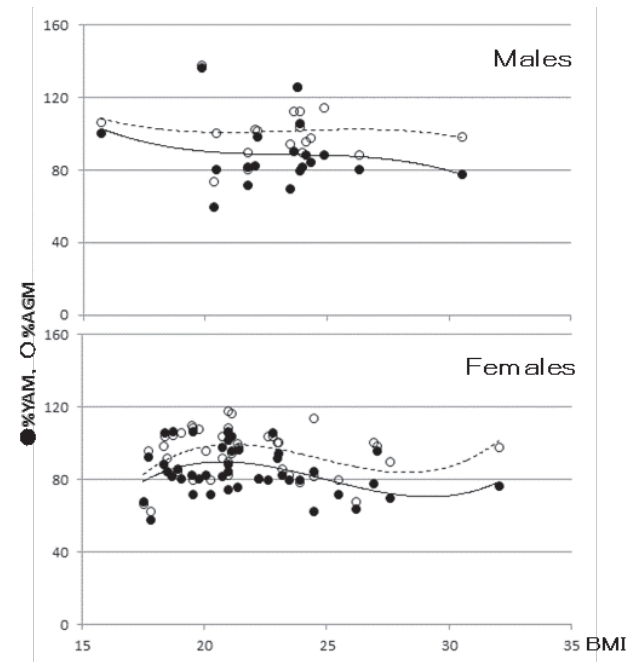


Fig. 4 Relations of %YAM or %AGE with BMI

●-●: %YAM, ○-○: %AGE

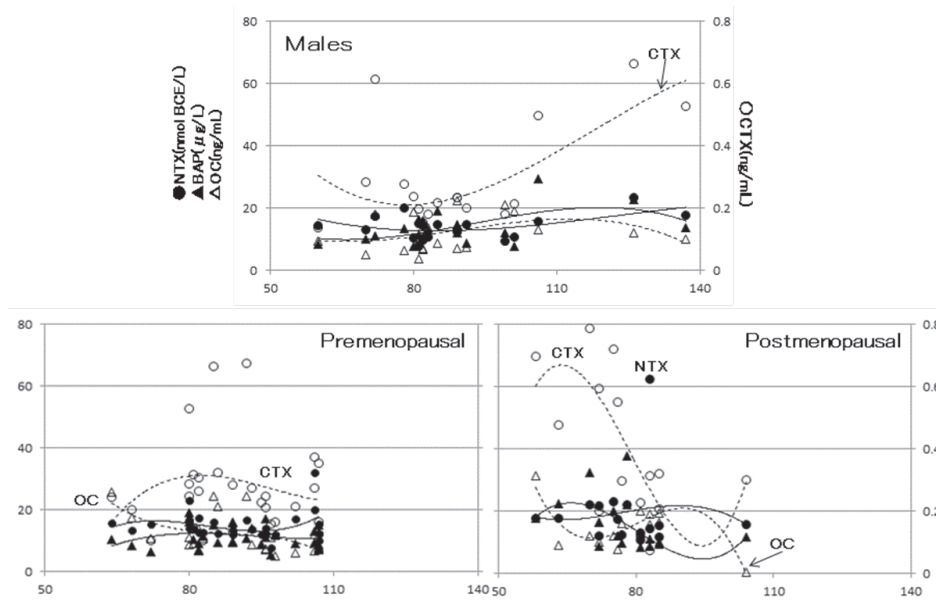


Fig. 5 Relations of %YAM with metabolic bone markers

●-●: NTX, ▲-▲: BAP, ○-○: CTX, △-△: OC



な差が認められるが、女性の40歳以上は男性よりも第3四分位点から最大値の「ひげ」(分散)が大きく有意差を認めなかった。

さらに、生活習慣病と骨粗鬆症が関連のあることから、BMI:15.7~32.0の男女に分けて%YAM, %AGEとの関連を確認したところ、男女ともに大きな影響は認めなかった (Fig. 4)。

### 3. 骨代謝マーカー

%YAMと骨吸収・骨形成マーカーとの関連性を確認した (Fig. 5)。なお、近似曲線は多項式近似により3次元にて表した。男性では%YAMの上昇に伴いCTXが急激に上昇するのに対し、閉経前では湾曲しOCと鏡面現象を示した。また、NTXとBAPは男性で交差したものの変化が少なく、閉経前ではほぼ平行で変化が無かった。さらに、閉経後ではNTXとBAPで%YAM:75%付近で交差し、CTXとOCは%YAM:85%付近で交差する顕著な鏡面現象を示しながら、S字湾曲近似曲線の挙動を示した。

%AGEと骨吸収・骨形成マーカーとの関連性を確認した (Fig. 6)。男性と閉経前は、%YAMとの関係と同様な挙動を示した。閉経後では、NTXとBAPは%AGE:90~100%を最大値とする上向

きの湾曲を示し、OCはAGE:80%を最低値とする下向きの湾曲を示した。CTXは、%AGEが増加するに従い一定系統のある低下を示したが、多項式近似による4次元で確認すると蛇行した近似曲線を示した。

なお、乖離した矢印(←)の対象者は、Grubbs-Smirnov検定を行い棄却できた。しかし、NTX:62.4nmol BCE/Lと異常高値であったが、CTX:0.075ng/mLと異常低値、%YAM:83%, %AGE:96%, BAP, OC, 骨折リスクはともに基準範囲内であった。

## IV 考 察

まず、超音波測定法による骨密度測定は、測定条件を厳密に規定すれば精度良く測定できる (Table. 1) が、簡易測定器のため、DXA (Dual Energy X-ray Absorptiometry: 二重X線吸収) 法<sup>14,16)</sup> に比して若干乖離があると考えられる。%YAM (x) と %AGE (y) の線形相関を確認すると、男性は%AGEが若干高値傾向はあるが、良好な  $r = -0.771$  と負の相関を認めた。閉経前は  $r = -0.567$  と男性と同様な負の相関であるのに対し、閉経後は  $r = 0.114$  と弱い相関で回帰直線も切片が大きく傾きが

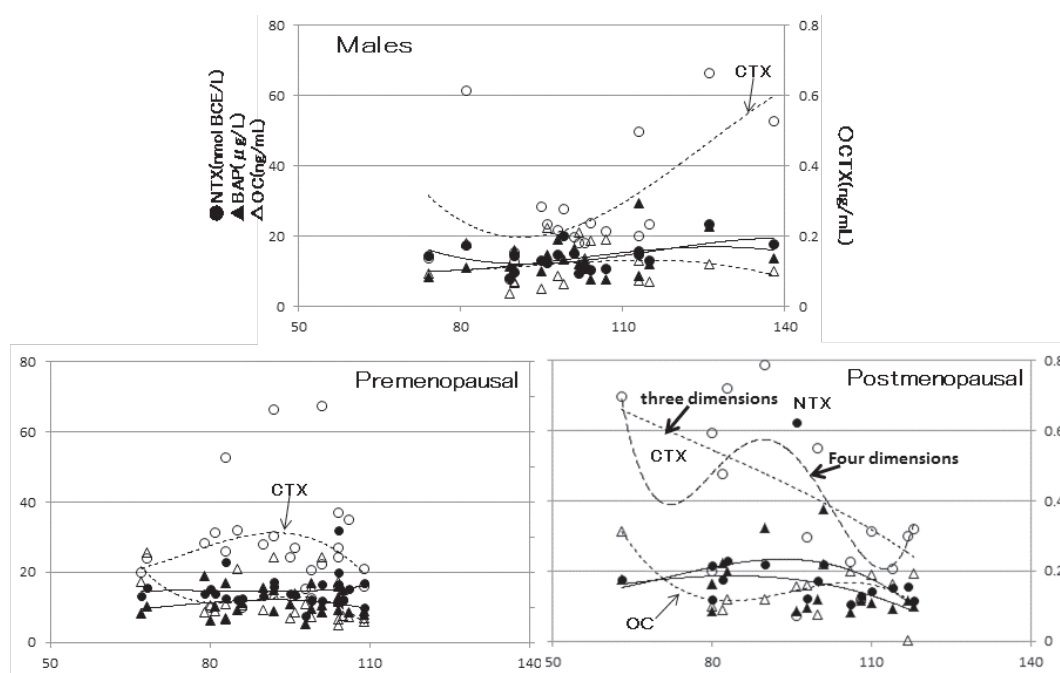


Fig. 6 Relations of %AGE with metabolic bone markers

●-●: NTX, ▲-▲: BAP, ○-○: CTX, △-△: OC

小さくなり、% YAM より % AGE がかなり高値傾向を認めた (Fig. 1)。これは、年齢別の % YAM と % AGE の比較でも、% AGE の上向きの大きな湾曲と同様な結果であった (Fig. 2)。閉経後から % AGE が上昇し年相応な値であるのに対し、% YAM は上昇が小さく若年期の骨密度が維持できないと考える。

出生時の骨は体重の1/100の約30 gで、学童期から思春期にかけて形態学的成長とともに量的増加し、20歳前後で骨格部位の骨端軟骨は化骨を終了し骨量が最大値を示す。その後骨量は比較的安定に推移しながら、女性の50歳前後で閉経による女性ホルモン(エストロゲン)の急激な枯渇に伴い、閉経後10年ほどの間に骨量は著しく減少し、骨量減少や骨粗鬆症に進行する。その減少を腰椎骨密度で表すと、20~44歳を100%として、45~49歳で約98%、50~54歳で90~92%、55~59歳で82~83%と激減し、骨強度規定因子である骨のコラーゲン含有量も30~40歳代をピークに減少する<sup>16)</sup>。

つぎに、FRAX<sup>®</sup>は高齢者に好発する大腿部の10年間の骨折確率を骨粗鬆症性骨折として予測する目的であるため、40歳~90歳を対象とする。また、評価ツールに用いる T-Score は測定部位が大腿骨頸部であり、DXA 法で求めた20歳~29歳の女性に対するNHANES (National Health and Nutrition Examination Survey: 米国国民健康栄養調査)の基準値に基づいて算出する<sup>16)</sup>。WHO からの世界的指標用語では、若年齢の平均 BMD 値を0とした場合、標準偏差1SDを指標の規定値として骨粗鬆症診断基準に用いられる。診断基準は、T-Score が-1SD以上を「正常」、-1~-2.5SDを「骨減少症」、-2.5SD以下を「骨粗鬆症」と判断する。そのため、男性も同じ絶対値が使用され、女性ではトータルヒップのデータを用いても同等の骨折の予測が可能であると考えられる。しかし、本研究での T-Score は超音波法で求められた値を用いているため、若干の誤差を生じる可能性がある。

一方、若年期の骨折は修復と硬化が早期に行われるが、加齢に従いその機能は低下し、高齢期では修復も遅延し再骨折の可能性も大きい。そのため、FRAX<sup>®</sup>は若年期での骨折はリスクとせず、40歳以上での骨折歴が鋭敏に反映される<sup>16)</sup>。これらより、骨折確率が% YAM より % AGEの方が加齢に伴い上昇したと考える。骨折歴は、男性の40歳未満と以

上で各3名、閉経前で2名、40歳以上かつ閉経後で3名であった。特に、閉経後かつ骨折歴のある3名は% YAM: 78~81%とやや低下し、骨折確率: 8.9~15.0と上昇させた大きな要因であったと考える。なお、40~90歳の中・高齢者を対象としているが、75歳以上女性の推定値は信頼性が低下する<sup>16)</sup>。

また、FRAX<sup>®</sup>の骨折率を男性と女性の40歳未満および40歳以上で箱ひげ図 (Fig. 3) と Kruskal-Wallis 検定により確認したところ、大きな有意差は認めなかった。また、生活習慣病と骨粗鬆症が関連のあることから、BMI と % YAM、% AGE との関連を確認したところ、男女ともに大きな影響は認めなかった (Fig. 4)。本研究の対象者は、本学教職員が多く含まれるため現在の喫煙者は皆無で、飲酒(1日3単位以上)も控え、服薬(糖質コルチコイド経口投与)や病歴(関節リウマチ確定診断、続発性骨粗鬆症)も無いため、影響の解析はできなかった。しかし、これらの質問事項は現在の生活習慣病との乖離もあり、FRAX<sup>®</sup>自体の計算ツールとしてのアルゴリズム自体や集団調査による骨折リスク比率を個別性の強い個人の骨折リスクに一律に適用させる問題点も指摘されている<sup>4)</sup>。

% YAM・% AGE および骨代謝マーカーの関連を確認したところ、男性と閉経前は NTX, BAP, OC は変化が少なく、CTX は男性が正比例して上昇するのに対し、閉経前は変化が少なかった。しかし、閉経後の % YAM が上昇するのに伴い、CTX と OC は鏡面現象を有しながら交差した (Fig. 4, 5)。この現象に対する研究は皆無で、今後女性の閉経後の対象者を増やし詳細な解析が必要であろう。

骨代謝マーカーは、骨代謝回転の評価には有効であるが、日内変動や骨吸収・形成のラグタイムが指摘されている<sup>17)</sup>。また、骨リモデリング(骨新陳代謝)は、骨密度の低下、構造劣化、二次石灰化度の低下、酸化ストレスや糖化の亢進、ビタミン D や K の不足による骨基質蛋白の変化などにより骨の脆弱性が高まる<sup>15)</sup>。さらに、骨リモデリング部位の骨吸収は数週間で終了するが、骨形成期は数か月を要し、特に閉経によるエストロゲン、カルシウム、ビタミン D・K の欠乏や低下により副甲状腺ホルモンの骨吸収作用の亢進などで骨量は減少する<sup>15)</sup>。

従来は骨代謝マーカー(骨吸収・骨形成マーカー)の比率と BMD 推移からの規定により推測されたが、比較的若年者では証明できても老年者や骨粗鬆症患者

者では証明できない<sup>16)</sup>。したがって、近年ではBMD測定と骨代謝マーカー測定の要因はそれぞれが独立した骨強度関連指標であり、少なくとも骨粗鬆症においては互いに関連しあう必然はなく、BMDと骨代謝回転の変化が乖離する現象は骨粗鬆症の臨床像を特徴付けると報告されている<sup>15)</sup>。また、今回の検討でも、これらの報告の如く一定した関連を認めなかった。

本研究で、閉経後の中に%YAMが70%未満の2名の内、%AGEが82%に対し63%と乖離を示した。この対象者は、骨折歴もなく骨折リスクは6.1と低値を示し、骨吸収・骨形成マーカーも基準範囲内であり、詳細な問診を行ったが原因は不明である。このように、%YAM・%AGEとFRAX<sup>®</sup>骨折リスクは乖離例も多く、FRAX<sup>®</sup>が骨折歴を鋭敏に反映するためと考える。近年では、FRAX<sup>®</sup>質問紙にある喫煙、飲酒、投薬などの経験者が少なくリスクファクターにならない懸念もあり、今後はロコモティブシンドロームも考慮した定期的・継続的な運動や食生活などのファクターも検討する必要があると考える。

さらに、本研究において、閉経後のBMDと骨吸収・骨形成マーカーの変動が湾曲するなど興味深く、閉経後の対象者を増やし検討する意義は大きいと考える。

## V 結 語

本研究において、骨密度、骨折リスク、骨代謝マーカーを比較すると、男性と閉経前の女性では加齢による%YAMや骨代謝マーカーの変動が少ないが、骨折リスクは徐々に上昇する同様な変動を認めた。閉経後の女性では、変動に一定の傾向を認めず、食事、運動などの個人の生活習慣により大きく変動すると考えられ、FRAX<sup>®</sup>-WHO骨折リスク評価ツールの問診事項よりも個々の詳細な解析が必要である。

今後、閉経後の女性の対象者を増やし、詳細な生活習慣との関連を解析する意義は大きい。

## 参考文献

- 1) 厚生労働省「国民生活基礎調査」2013年。
- 2) 骨粗鬆症の予防と治療ガイドライン作成委員

- 会：骨粗鬆症の予防と治療ガイドライン2011年版。p38-39, ライフサイエンス出版, 2011.
- 3) NIH: Consensus Development Panel on Osteoporosis Prevention, Diagnosis and Therapy. JAMA; 285: 785-95, 2001.
- 4) Weinstein RS: True strength. J Bone Miner Res. 15: 621-5, 2000.
- 5) Chesnut III CH, Rosen CJ for the Bone Quality Discussion Group. Reconsidering the effects of antiresorptive therapies in reducing osteoporotic fracture. J Bone Miner Res. 6: 2163-72, 2001.
- 6) Kanis JA, on behalf of the World Health Organisation Scientific Group. Assessment of osteoporosis at the primary health care level. WHO Collaborating Centre for Metabolic Bone Diseases, University of Sheffield 2007, <http://www.shef.ac.uk/FRAX/?lang=jp> (2015年12月4日検索)。
- 7) Fujiwara S, Nakamura T, Orimo H, Hosoi T, Gorai I, Oden A et al: Development and application of a Japanese model of the WHO fracture risk assessment tool (FRAX<sup>TM</sup>). Osteoporos Int 19:429-448, 2008.
- 8) Kanis JA, Oden A, Johansson H, Borgström F, Ström O, McCloskey E: FRAX<sup>®</sup> and its applications to clinical practice. Bone 44:734-743, 2009.
- 9) 折茂 肇: WHO骨折評価ツール (FRAX<sup>®</sup>) とは. Clinical Calcium, 12: 11-12, 2009.
- 10) CM-100に関する取扱説明書. (株)古野電気システム機器事業部, 2003.
- 11) 岸本英彰, 楊鴻生, 太田弘明, 他: CM-100によるQUSの基準値とcut-off値. Osteoporosis Japan, 11: 129-132, 2003.
- 12) CM-100マルチセンタースタディー委員会 (委員長: 楊鴻生): CM-100 基準データ (J0302) に関する解説. (株)古野電気システム機器事業部, 2003.
- 13) 日本骨粗鬆症学会: 大腿骨近位部BMD測定マニュアル2007. Osteoporosis Japan, 15: 17-57, 2007.
- 14) 福永仁夫, 三木隆己, 他: 1QUSの標準化について. Osteoporosis Japan, 17: 19-39, 2009.



- 15) 骨粗鬆症の予防と治療のガイドライン委員会  
(委員長：折茂肇)：骨粗鬆症の予防と治療のガイドライン2015版．東京：ライフサイエンス出版，15：1-207，2015.
- 16) 原発性骨粗鬆症診断基準改訂検討委員会（委員長：福永仁夫）：原発性骨粗鬆症の診断基準  
(2012年度改訂版) Osteoporosis Japan, 21：9-21, 2013.
- 17) 日本骨粗鬆症学会：骨粗鬆症診療における骨代謝マーカーの適正使用ガイドライン．Osteoporosis Japan, 17：19-39, 2009.  
(平成29年2月2日受理)

## Study of fracture risk assessment tool of osteoporosis

Akemi MATSUBARA, Arisa SAKAMOTO, Kazumi KOGA,  
Tetsuko TANAKA, Taeko SASAKI, Kouji TERAMOTO

Osteoporosis is a lifestyle disease prevalent among postmenopausal women and elderly men. It is the third frequent condition leading to bed-ridden status. Therefore, early detection and prevention of the disease has become an important social issue. Its diagnosis depends on physical examination, bone mineral density (BMD) measurement, and laboratory tests for metabolic bone markers (MBMs). In this study, we evaluated the utility of WHO fracture risk assessment tool (FRAX) expressed as a 10-year probability of major osteoporosis fracture (P-MOF) and its relation to test results for BMD and MBMs (both osteoclastic and osteoblastic markers) by recruiting 62 volunteers: 19 males [ $49.1 \pm 16.6$  years of age ( $M \pm SD$ )] ; 27 premenopausal women [ $34.2 \pm 8.9$ ]; 16 postmenopausal women [ $59.1 \pm 5.7$ ]. In men and in premenopausal women, BMD and MBMs showed only a slight age-related changes but P-MOF showed an apparent increase with age. On the other hand, in postmenopausal women, age-related changes were observed neither in P-MOF nor in MBMs. P-MOF rather appears to be related to food and exercise. The hypothesis needs to be investigated by recruiting more women from that age group.