

# 中学・高校生の前腕骨骨塩濃度に関する研究

赤 嶺 卓 哉

鹿屋体育大学健康教育学講座

## はじめに

平均寿命の向上と人口の高齢化に伴い、骨粗鬆症に関する研究報告が、今日さかんに行われている。また、最近普及した Dual energy X-ray absorptiometry (DEXA) 法を用いた骨塩濃度測定法は、放射線被曝線量が少なく (3 mR以下)、測定時間も短く (5-7分以下)、誤差の少ない (0.55%以内) 優れた方法である。

一方、骨塩濃度に関するDEXAを用いた研究においては、従来青年~中高年層の測定データは非常に数多く、健常者平均値も一定の骨領域においては整備されてきている。しかし、発育・発達段階における年少者 (中学・高校生) の骨塩濃度データは大変少なく、必ずしも未だ完備された状態ではない。

今回我々は、健常な中学・高校生の前腕骨骨密度をDEXA法にて測定する機会を得たので、若干の考察を加え報告する。

## 【対象と方法】

対象は、とくに骨系統疾患やその他の重篤な疾患を認めない、男子中学・高校生30名 (中3:6名、高1:10名、高2:7名、高3:7名、平均年齢15.9歳)、女子中学・高校生30名 (中3:6名、高1:6名、高2:10名、高3:8名、平均年齢16.1歳) の計60名である。対象者の学年別の平均身長・体重と過去・現在のスポーツ歴などを表1に示す。

対象者の左前腕骨に対し、前腕骨専用骨密度測定装置 (Norland-Stratec 社製、pDXA) を用いた骨塩濃度測定を実施した。測定部位は橈骨および尺骨の超遠位部 (RUU)、橈骨および尺骨の遠位1/3部 (RU1/3)、橈骨の遠位1/3部 (R1/3) の3カ所であり、解析領域長はそれぞれ1.00cmである。なお、橈骨および尺骨の超遠位部と橈骨の遠位1/3部の数値に関しては、日本人平均最大骨密度値に対する比率も算出した (図1)。

得られた前腕骨骨塩濃度測定値について、男女別・学年別にグループ分けを行い、各群間に

表1 対象者の平均身長・体重・運動歴

	男 子				女 子			
	中学3年 (n=6)	高校1年 (n=10)	高校2年 (n=7)	高校3年 (n=7)	中学3年 (n=6)	高校1年 (n=6)	高校2年 (n=10)	高校3年 (n=8)
身長 (cm)	161.5±11.8	170.5±6.6	171.0±2.9	175.6±4.6	156.3±6.0	160.7±2.8	161.5±5.1	158.4±4.6
体重 (kg)	52.0±8.8	57.8±7.6	60.9±6.5	65.1±8.1	47.7±13.1	52.7±4.2	55.9±6.4	51.3±6.0
運動歴 (年) (小学校)	2.7	3.4	2.9	4.3	2.5	2.7	2.3	2.4
運動歴 (年) (中学校)	2.3	2.7	2.6	2.9	1.3	3.0	2.3	3.0
運動歴 (年) (高校)	—	0.4	0.8	1.7	—	0.4	1.1	2.2
運動歴 (hr/日) (現在)	1.8	2.0	0.8	1.3	0.7	1.6	0.8	1.7

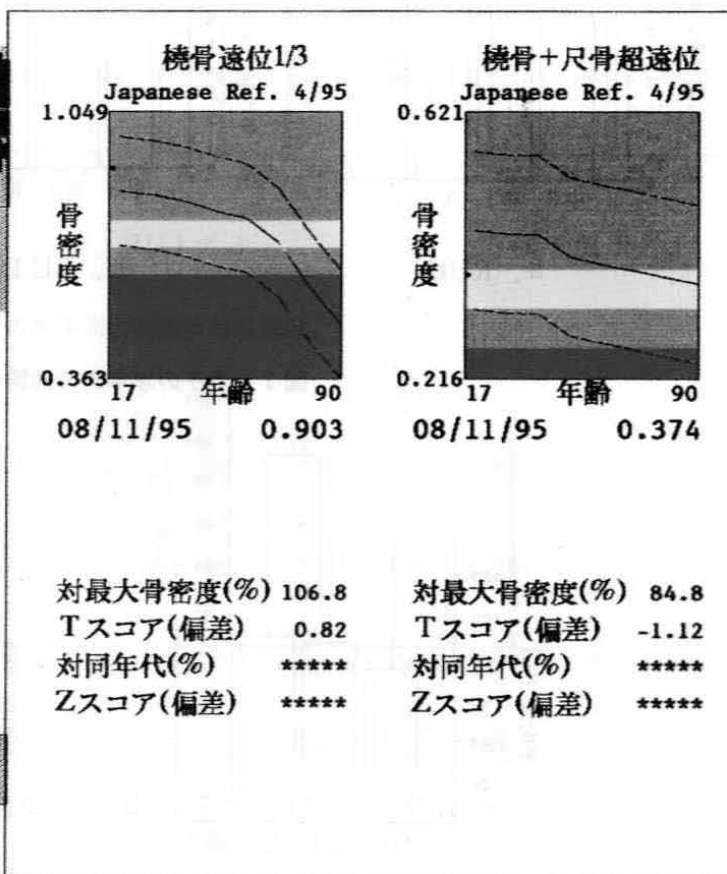
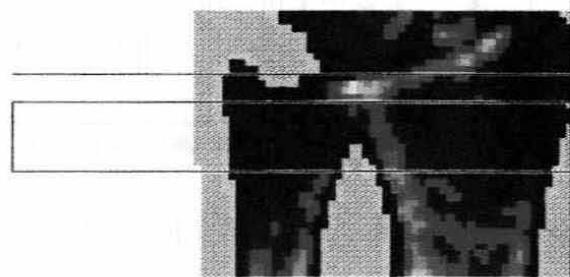
氏名 Y.H  
ID HK9301M  
年齢 17

性別 男性

国籍 J  
身長  
体重

低  高

左前腕 08/11/95 10:27



Bone image not for diagnosis

図1 前腕骨骨塩濃度測定の実例

対し、対応のないt検定を行い、比較検討を加えた。また男女別に、前腕骨骨塩濃度測定値と年齢との散布図を作製し、両者の相関について検討した。

なお、対象者には、あわせて体脂肪率、除脂肪体重、有酸素性運動能力 (PWC150)、無酸素性運動能力 (Anaero P)、脚伸展パワー、ハイクリーンパワーの各測定をも実施し、それらの測定値と前腕骨骨塩濃度計測値との相関についても検討を加えた。

【結果】

1. 男女別・学年別の前腕骨骨塩濃度

① 男子

橈骨および尺骨の超遠位部の骨塩濃度 [RU (g/cm<sup>2</sup>)] の平均値と標準偏差は、中学3年

生0.326±0.049、高校1年生0.387±0.044、高校2年生0.398±0.036、高校3年生0.398±0.043であり、各群間に統計学的に有意な差異はなかった (図2 a)。

橈骨および尺骨の遠位1/3部の骨塩濃度 [RU 1/3 (g/cm<sup>2</sup>)] は、中3 0.694±0.082、高1 0.804±0.064、高2 0.835±0.066、高3 0.853±0.060であり、中3と高2、中3と高3の各群間に統計学的に有意な差異が認められた (P<0.05、P<0.05) [図2 b]。

橈骨の遠位1/3部の骨塩濃度 [R 1/3 (g/cm<sup>2</sup>)] は、中3 0.674±0.084、高1 0.814±0.060、高2 0.862±0.050、高3 0.856±0.046であり、中3と高1、中3と高2、中3と高3の各群間に有意差が観察された (P<0.01、P<0.01、P<0.01) [図2 c]。

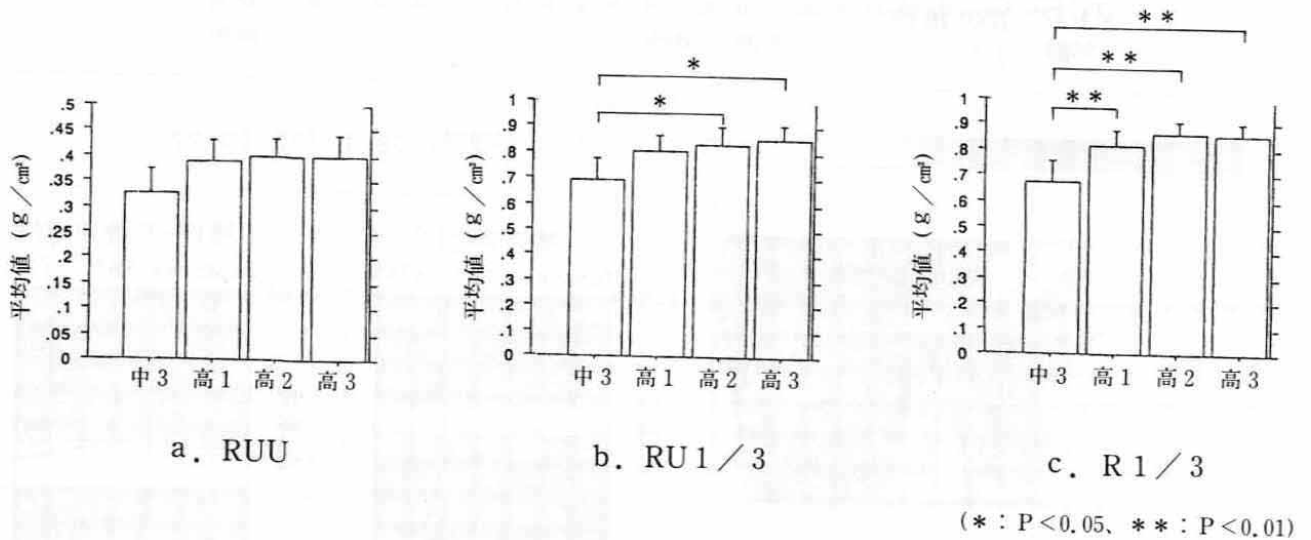


図2 男子の学年別の前腕骨骨塩濃度

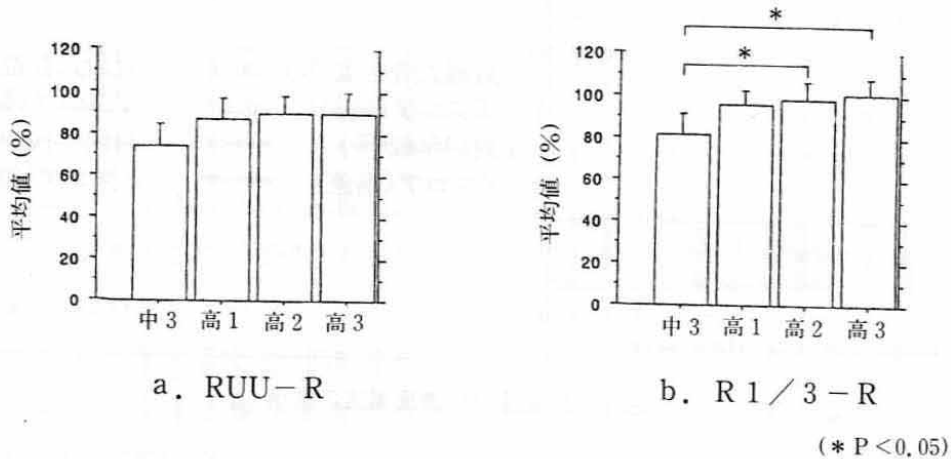


図3 男子の学年別前腕骨骨塩濃度の日本人平均ピーク値に対する比率

橈骨および尺骨の超遠位部骨密度の日本人平均最大骨密度値に対する比率〔RUU-R (%)〕は、中3 73.900 ± 11.094、高1 87.800 ± 10.017、高2 90.129 ± 8.073、高3 90.329 ± 9.817であり、各群間に有意差はなかった (図3 a)。

橈骨遠位1/3部骨密度の日本人平均最大骨密度値に対する比率〔R 1/3-R (%)〕は、中3 82.033 ± 9.619、高1 95.480 ± 7.156、高2 98.671 ± 7.743、高3 100.814 ± 7.109であり、中3と高2、中3と高3の各群間に有意差が認められた (P < 0.05、P < 0.05) [図3 b)。

## ② 女子

橈骨および尺骨の超遠位部の骨塩濃度〔RUU (g/cm²)〕の平均値と標準偏差は、中学3年生 0.302 ± 0.057、高校1年生 0.300 ± 0.038、高校2年生 0.320 ± 0.036、高校3年生 0.307 ± 0.065であり、各群間に統計学的に有意な差異はなかった (図4 a)。

橈骨および尺骨の遠位1/3部の骨塩濃度〔RU 1/3 (g/cm²)〕は、中3 0.700 ± 0.042、高1 0.702 ± 0.058、高2 0.714 ± 0.053、高3 0.757 ± 0.024であり、各群間に有意差はなかった (図4 b)。

橈骨の遠位1/3部の骨塩濃度〔R 1/3 (g/cm²)〕は、中3 0.682 ± 0.056、高1 0.707

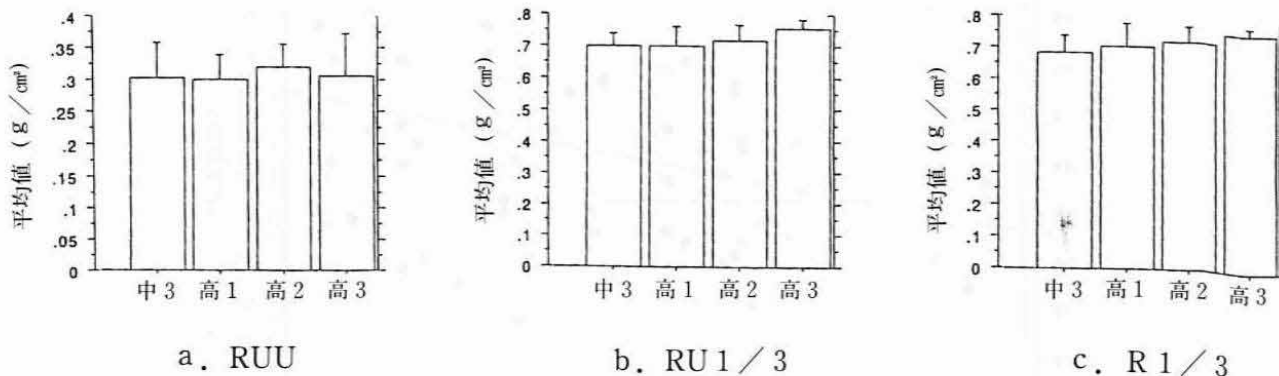


図4 女子の学年別の前腕骨骨塩濃度

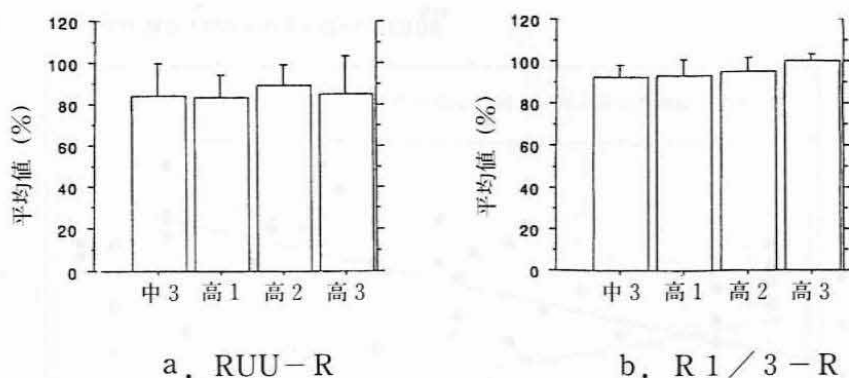


図5 女子の学年別前腕骨骨塩濃度の日本人平均ピーク値に対する比率

±0.072、高2 0.720±0.054、高3 0.758±0.023であり、各群間に有意差はなかった(図4c)。

橈骨および尺骨の超遠位部骨密度の日本人平均最大骨密度値に対する比率〔RUU-R (%)〕は、中3 84.200±15.880、高1 83.733±10.407、高2 89.140±9.935、高3 85.412±18.236であり、各群間に有意差はなかった(図5a)。

橈骨遠位1/3部骨密度の日本人平均最大骨密度値に対する比率〔R 1/3-R (%)〕は、中3 92.400±5.923、高1 92.950±7.705、高2 94.600±6.968、高3 100.288±3.238であり、各群間に有意差はなかった(図5b)。

## 2. 前腕骨骨塩濃度と年齢との相関

### ① 男子

橈骨および尺骨の超遠位部 (RUU)、橈骨お

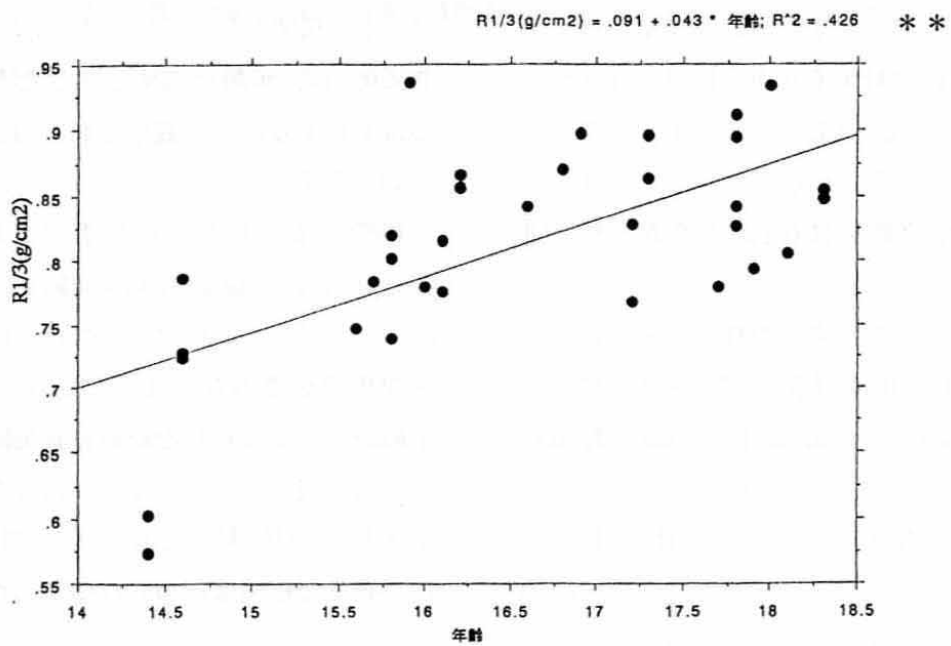
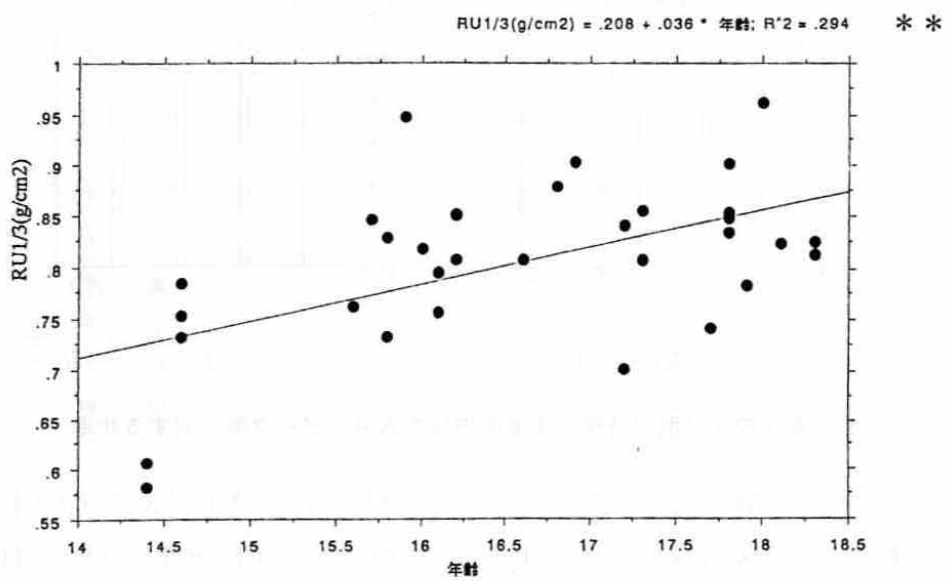
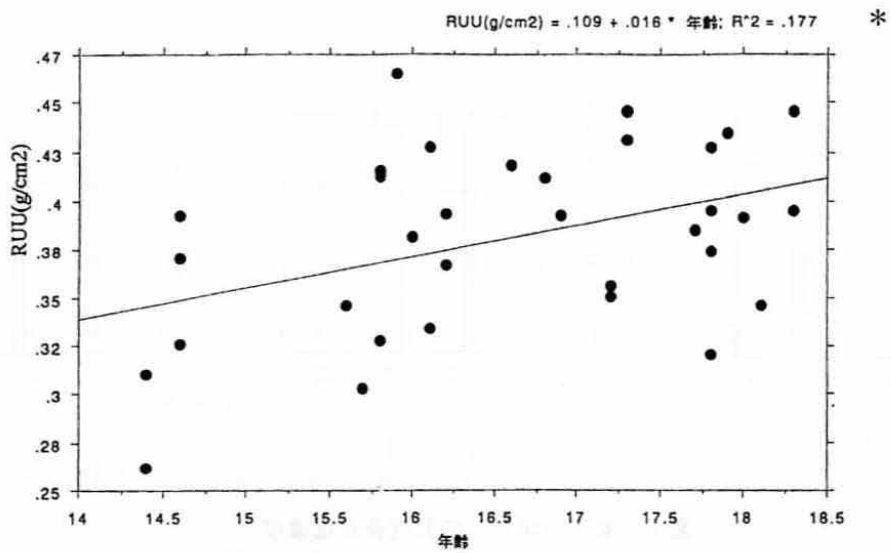
よび尺骨の遠位1/3部 (RU 1/3)、橈骨の遠位1/3部 (R 1/3) の骨塩濃度と年齢との関係については、すべての項目に統計学的に有意な相関が認められ (P<0.05、P<0.01、P<0.01)、年齢が長ずるにしたがい、骨塩濃度は増強する傾向が観察された(図6)。

### ② 女子

橈骨および尺骨の遠位1/3部 (RU 1/3)、橈骨の遠位1/3部 (R 1/3) の骨塩濃度と年齢との関係については、統計学的に有意な相関が認められ (P<0.05、P<0.05)、年齢が高くなるにしたがい、骨塩濃度は増強する傾向が観察された。なお、橈骨および尺骨の超遠位部 (RUU) と年齢との関係については、有意な相関は認められなかった(図7)。

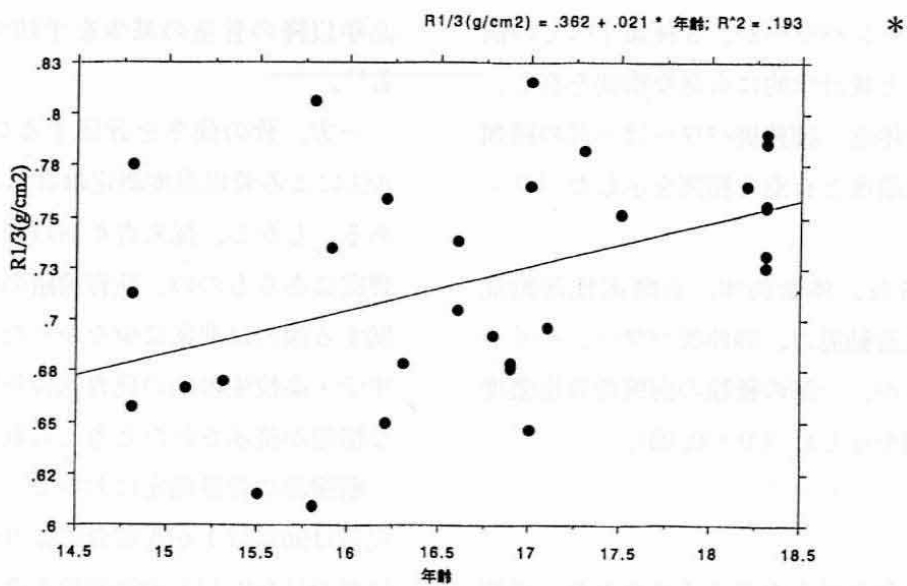
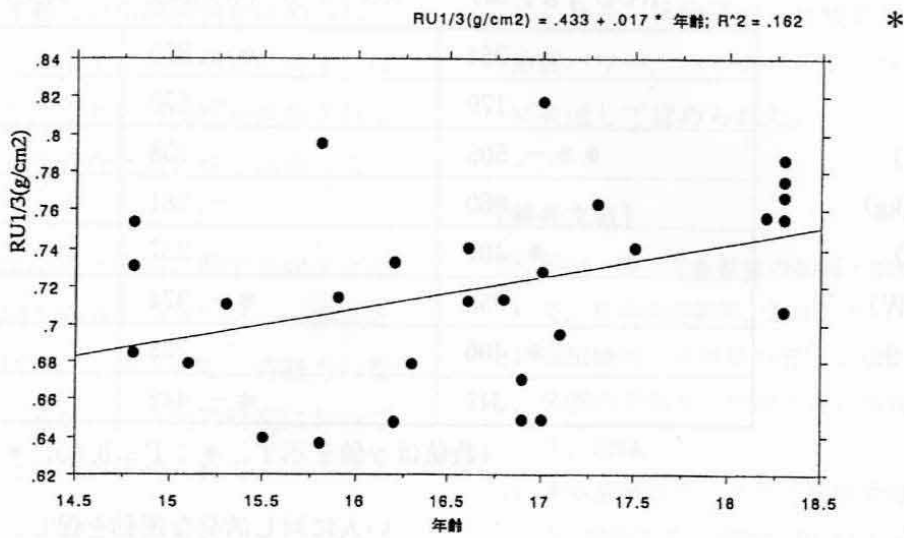
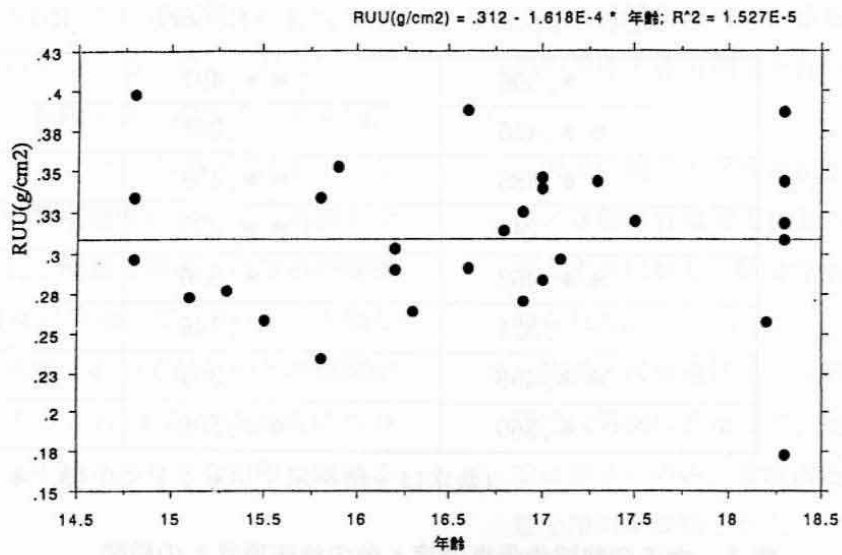
## 3. 前腕骨骨塩濃度と他の検査項目との相関

各検査項目と前腕骨骨塩濃度との関係を表



(\* : P < 0.05, \*\* : P < 0.01)

図6 男子の前腕骨骨塩濃度と年齢との相関



(\* : P < 0.05)

図7 女子の前腕骨骨塩濃度と年齢との相関

表2 男子の前腕骨骨塩濃度と他の検査項目との相関

	RUU (g/cm <sup>2</sup> )	RU1/3 (g/cm <sup>2</sup> )	R1/3 (g/cm <sup>2</sup> )
年齢	*.396	** .497	** .710
身長 (cm)	** .456	.261	.259
体重 (kg)	** .485	** .439	** .589
体脂肪率 (%)	.247	** .435	** .516
除脂肪体重 (kg)	** .452	*.336	** .460
PWC150 (W)	.321	.146	.190
Anaero P (W)	** .459	.304	.283
Ballistic P1	*.360	** .509	** .582

(数字は $\gamma$ 値を示す。\* :  $P < 0.05$ , \*\* :  $P < 0.01$ )

表3 女子の前腕骨骨塩濃度と他の検査項目との相関

	RUU (g/cm <sup>2</sup> )	RU1/3 (g/cm <sup>2</sup> )	R1/3 (g/cm <sup>2</sup> )
身長 (cm)	.264	* -.370	-.086
体重 (kg)	-.179	-.170	.077
体脂肪率 (%)	** -.505	.138	.170
除脂肪体重 (kg)	.060	-.281	.008
PWC150 (W)	*.401	.237	*.404
Anaero P (W)	.053	* -.374	-.051
Leg P (W) 90	*.406	.203	.248
Ballistic P1	.347	* -.442	-.241

(数値は $\gamma$ 値を示す。\* :  $P < 0.05$ , \*\* :  $P < 0.01$ )

2、3に示す。

男子では身長、体脂肪率、有酸素性運動能力、ハイクリーンパワーが、3種類すべての前腕骨骨塩濃度と統計学的に有意な相関を有し、体重、除脂肪体重、脚伸展パワーは一部の種類の前腕骨骨塩濃度と有意な相関を示した ( $P < 0.05$ )。

女子では身長、体脂肪率、有酸素性運動能力、無酸素性運動能力、脚伸展パワー、ハイクリーンパワーが、一部の種類の前腕骨骨塩濃度と有意な相関を示した ( $P < 0.05$ )。

### 【考察】

本格的な高齢化社会を迎えるにあたり、骨粗鬆症は大きな社会問題となりつつある。骨量低下の予防策としては2本の柱があり、1つは若

い人に対し活発な運動を促し、その人のピークの骨量を増加させることであり、もう1つは中高年以降の骨量の減少を予防する諸対策である<sup>1)</sup>。

一方、骨の強さを評価するにあたり、DEX A法による骨塩濃度測定は非常に有益な手段である。しかし、従来青年期以降の測定データは豊富にあるものの、発育段階の中学・高校生に関する報告は非常に少なかった。本研究では、中学・高校生の骨の発育過程を知る上で、貴重な情報が提示されたと考えられる。

前腕部の骨量測定において、とくに橈骨の中央部は90%以上が皮質骨により構成され、超遠位部では40%以上の海綿骨を含むといわれている<sup>2)</sup>。従って、本研究における、橈骨および尺骨の超遠位部 (RUU) は海綿骨を、橈骨およ

び尺骨の遠位1/3部 (RU1/3) と橈骨の遠位1/3部 (R1/3) は皮質骨を、それぞれ比較的に多く含んでいると考えられる。

今回の報告中の前腕骨骨塩濃度を、男女別、学年別に検討すると、とくに男子のRU1/3部とR1/3部の骨塩濃度において、高校生では中学3年生に比し有意な骨密度の増強が観察された。また男女に共通して、RU1/3部とR1/3部の骨密度においては年齢との相関が有意に認められたが、RUU部の骨密度については男子にのみ、年齢との有意な相関が観察された。

これらの事より、発育過程の皮質骨では海綿骨よりも明白な年齢との相関関係が認められること、男子に比し女子では骨の発育に若干のばらつきがあること、などの可能性が推察されるが、例数も少なく明確な結論にまでは至っていない。

なお、従来骨塩濃度と密接に関する因子として、体重、瞬発的な筋力パラメーター (垂直とび、握力、脚伸展力、上体そらし、背筋力) などが指摘されているが<sup>3)</sup>、今回の研究においても、ほぼ類似した傾向が認められた。

### 【まとめ】

中学・高校生に対し、前腕骨骨塩濃度測定と各種の身体・体力測定を行い、以下の結論を得た。

1. 男子の橈骨・尺骨遠位1/3部、橈骨遠位1/3部の骨塩濃度において、高校生では中学3年生に比し、統計学的に有意な増強が認められた。
2. 橈骨・尺骨遠位1/3部、橈骨遠位1/3部では男女に共通して、橈骨・尺骨超遠位部では男子にのみ、骨塩濃度と年齢との間に有意な相関が観察された。
3. 前腕骨骨塩濃度と有意に相関する因子として、身長、体脂肪率、有酸素性運動能力、脚伸展パワー、ハイクリーンパワーなどが男女に共通して認められた。

### 【参考文献】

- 1) 折茂 肇：骨粗鬆症の診断・治療と指導について、日本医事新報、3443、3-9、1990。
- 2) 森田陸司：末梢骨の骨塩定量法、骨密度測定装置の手引き、財団法人骨粗鬆症財団、2-5、1994。
- 3) 井本岳秋ほか：女性の腰椎骨塩濃度と基礎体力、臨床スポーツ医学、10(6)、701-706、1993。