

秋田大学医短紀要 6 : 39-47, 1998.

超音波法による秋田市・鷹巣町在住女性の踵骨骨密度 3 指標の比較  
— デイサービス利用高齢女性も含めて —

志 賀 令 明\*      河 村 鴻 允\*      大 友 和 夫\*  
宮 越 不二子\*\*      長谷部 真木子\*\*      野 村 誠 子\*\*  
湯 浅 孝 男\*\*\*      佐 竹 將 宏\*\*\*\*      樋 口 重 和\*\*\*\*\*  
相 澤 里 香\*\*\*\*\*

Analysis of calcaneum bone stiffness in the women  
in Akita-city and Takanosu-machi.

Noriaki SHIGA\* Koin KAWAMURA\* Kazuo OHTOMO\* Hujiko MIYAKOSHI\*\*  
Makiko HASEBE\*\* Seiko NOMURA\*\* Takao YUASA\*\*\*  
Masahiro SATAKE\*\*\*\* Shigekazu HIGUCHI\*\*\*\*\* Rika AIZAWA\*\*\*\*\*

Synopsis

Calcaneum bone stiffness, SOS and BUA in 862 healthy women in Akita-city (7-76 years), 133 healthy women in Takanosumachi (13-78 years) and 21 handicapped women receiving day services in Takanosumachi (68-94 years.) were investigated by using ultra-sound bone densitometer (Achilles).

The healthy women in Takanosumachi showed lower stiffness compared with the women in Akita-city, especially in their thirties, forties, fifties and sixties. The difference in stiffness was attributed to the lower dairy products intake in Takanosumachi women.

The handicapped women indicated significantly lower stiffness compared with the healthy women. But the handicapped women who had higher ADL scores showed higher stiffness and SOS.

秋田大学医療技術短期大学部

\*総合基礎教育

\*\*看護学科

\*\*\*作業療法学科

\*\*\*\*理学療法学科

\*\*\*\*\*医学部公衆衛生学講座

\*\*\*\*\*日本赤十字秋田短期大学

Key Words: Calcaneum bone stiffness, dairy products intake, ADL

Also the handicapped women who had the habit of taking much dairy products showed higher scores.

## はじめに

われわれはこれまで主に秋田市内在住健常女性の踵骨骨強度 (stiffness) を超音波法で検討し、その加齢による変化を明らかにすると同時に、stiffness 算出基盤である超音波伝導速度 (SOS) とその減衰系数 (BUA) に影響する要因が異なることを明らかにしてきた<sup>1)~3)</sup>。同時に、郡部の小学生と秋田市内での小学生では同じ学年であっても郡部の方がやや踵骨 stiffness, 特に SOS が市内の小学生よりも高く、運動量の差異が骨量に反映されるものと考えた<sup>4)</sup>。今回われわれは秋田県北部にある鷹巣町福祉保健課及び秋田鷹巣ウエルフェアテクノハウス研究活動の一環として、鷹巣町在住健常女性及び鷹巣町デイスサービス利用高齢女性に関して、超音波法を用いた踵骨骨密度測定を行い、秋田市内在住健常女子データとの比較を行ったので、報告したい。

## 目 的

骨粗鬆症の予防には、青少年期にピークボーンマスを高めておくことが必要である<sup>5)</sup>。しかしその後の結婚・妊娠・出産を通じて多少の骨量減少が生じること<sup>6)</sup>、特に学校卒業以降は運動する機会が減少すること、地域によって栄養摂取の形態に差がみられること、など多くの理由によって各年代層での女性の骨量には差がでてくる可能性がある。特に更年期以降は血中エストロゲンの急激な減少により、単に骨量が減少するだけではなく、脂質の上昇から心臓疾患、脳血管障害などの出現頻度が上昇し、その結果、車椅子を使用したり、最悪の場合には「寝たきり」になり、骨量の低下に拍車がかかることが予想される。

本研究では、①秋田市と鷹巣町在住健常各年代女子で超音波法を用いて計測された踵骨骨強度に地域差があるか否か、②車椅子を使用することの多い鷹巣町デイスサービス利用者で、健常者との比較で骨強度の低下がみられるか否かに

ついて検討を加えることを目的とした。

## 対象と方法

対象は6歳から76歳までの秋田市内在住健常女性862名 (10歳未満91名, 10代311名, 20代175名, 30代64名, 40代101名, 50代41名, 60代64名, 70代15名), 13歳から79歳までの鷹巣町在住健常女性133名 (10代10名, 20代9名, 30代9名, 40代17名, 50代28名, 60代47名, 70代14名) 及び鷹巣町デイスサービス利用高齢女性21名 (60代1名, 70代4名, 80代15名, 90代1名) である。

これらに対し、超音波踵骨骨密度測定装置 (Lunar A-1000) を使用して、踵骨 stiffness, 超音波伝導速度 (SOS), 超音波減衰係数 (BUA) の測定を行うとともに、年齢、身長、体重、初経年齢、閉経年齢、牛乳等の乳製品摂取量、小魚類摂取量、及び各年代に応じた運動量の聞き取りを行い、表1のような基準で評価した。

## 結 果

### ①健常女性の10代ごとの平均値の比較

図1に秋田市・鷹巣町の健常女性の stiffness の20代以降の10歳区切りの平均値を示した。10代20代では群間差はみられないが、30代から60代まで全て鷹巣町の健常女性で有意に低く、70代になって有意差は消失している。

図2は stiffness 算出の基礎値の一つである SOS の10歳区切りの平均値の比較を示したものである。stiffness と同様、30~60歳代での値が鷹巣町で有意に低い。

図3は同じく BUA の10歳区切りの平均値の比較である。10代では鷹巣町が有意に高く、40代では秋田市が有意に高い。

図4には各年代の平均肥満度 (BMI) を示した。BMI には年代による地域差はみられず、超音波法による stiffness, SOS, BUA の地域差が必ずしも肥満度に依存するわけではないこ

表 1. 3つの年代層での運動量・栄養摂取量の評価基準

	小学生～短大生年齢	主婦～前更年期年齢	閉経後群
運動量	<p>a. 膝関節に加重のかかるバスケットボールやバレーボールなどのスポーツを毎日熱心に行っている</p> <p>b. 週3～4回程度</p> <p>c. 週1回程度</p> <p>d. ほとんど運動しない</p> <p>小学生：1)現在の運動量 中学生：1)小学校時の運動量 2)現在の運動量 高校生以降 1)小学校時の運動量 2)中学校時の運動量 3)現在の運動量 を対象に質問した。</p>	<p>a. スポーツクラブ等で週1回2時間以上の運動をしている</p> <p>b. 習慣的に1日1時間程度の早足歩行を行っている</p> <p>c. 立ち仕事が多い、ないしは歩行量が多い仕事である</p> <p>d. 家事が主で主に家の中にいる</p> <p>過去の運動体験は、高校生以降の質問に準じた</p>	<p>a. 習慣的に1日1時間程度の早足歩行を行っている、ないしは年5回以上山菜取りに山に入る</p> <p>b. ほぼ毎日15分以内のスーパーなどに行く</p> <p>c. 買い物は週2～3回程度である</p> <p>d. 買い物に出る機会は少なく、家事もありしない。</p> <p>現在の運動量に限定した。</p>
乳製品類摂取量	<p>a. 1日200mlないしはそれ以上の牛乳、それと同等のヨーグルトやチーズ類を食べる</p> <p>b. 1日100ml程度の牛乳またはそれと同程度の乳製品摂取</p> <p>c. 週に200ml程度の牛乳またはそれと同程度の乳製品</p> <p>d. 乳製品は嫌いで摂取しない</p>	同	同
小魚類摂取量	<p>ふりかけや佃煮、菓子類に含まれる小魚類を</p> <p>a. 毎日食べる</p> <p>b. 週3～4回食べる</p> <p>c. 週1回程度</p> <p>d. 食べない</p>	同	同
備考	<p>いずれの指標も、a. 4点、b. 3点、c. 2点、d. 1点に換算した。ただし、「ここ数ヶ月」という答えが付随した場合には1ランク下に評価した。</p>		

(42)

秋田市・鷹巣町在住女性の踵骨骨密度

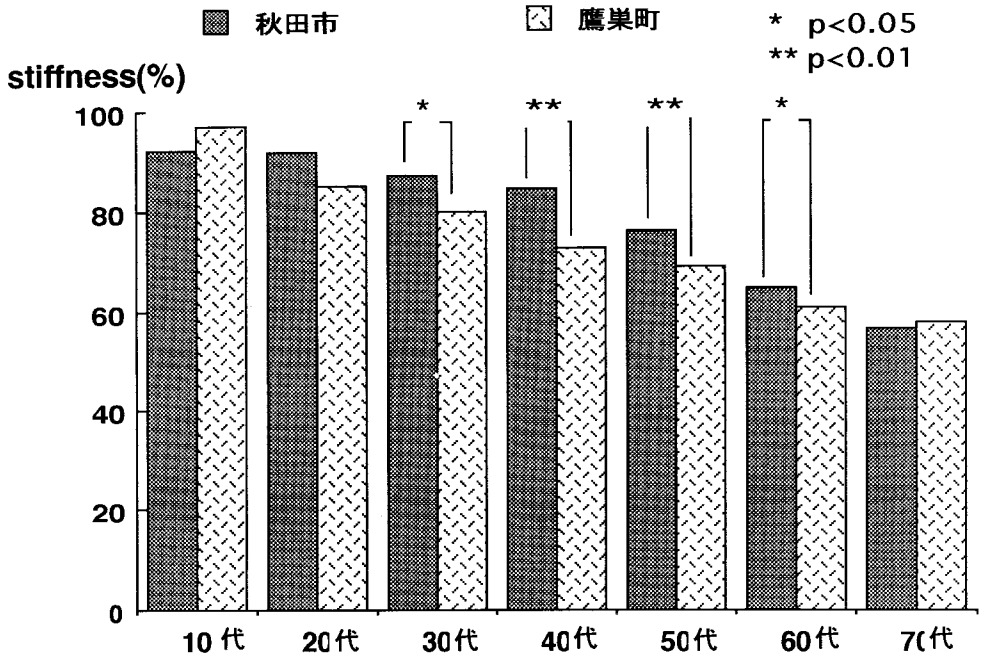


図1. 秋田市・鷹巣町在住健康常女性の10歳区切りの stiffness 平均値

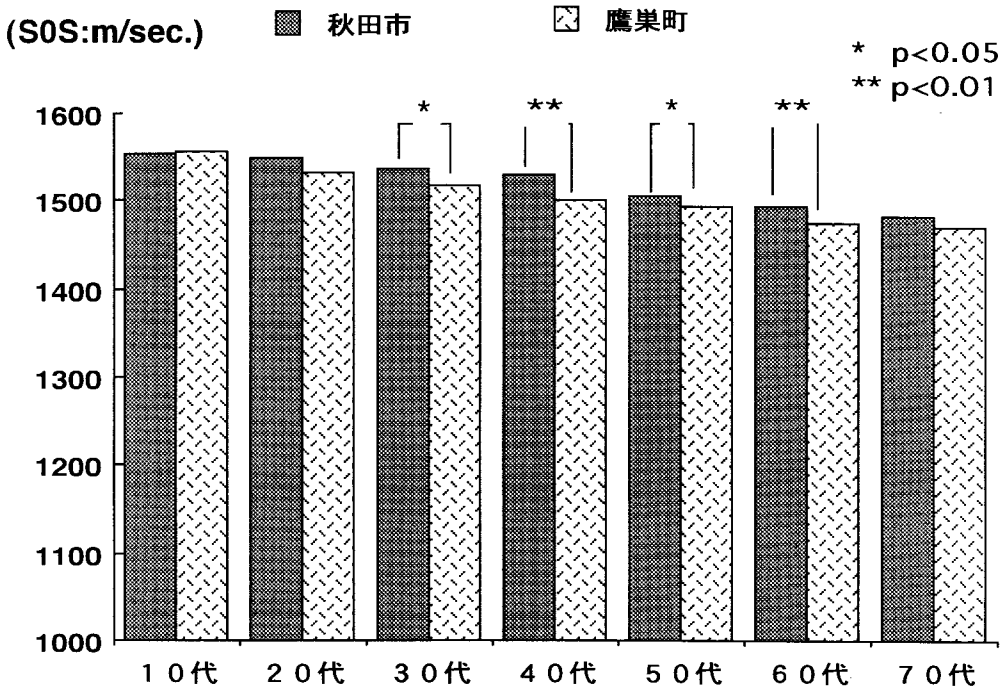


図2. 秋田市・鷹巣町在住健康常女性の10歳区切りの SOS 平均値

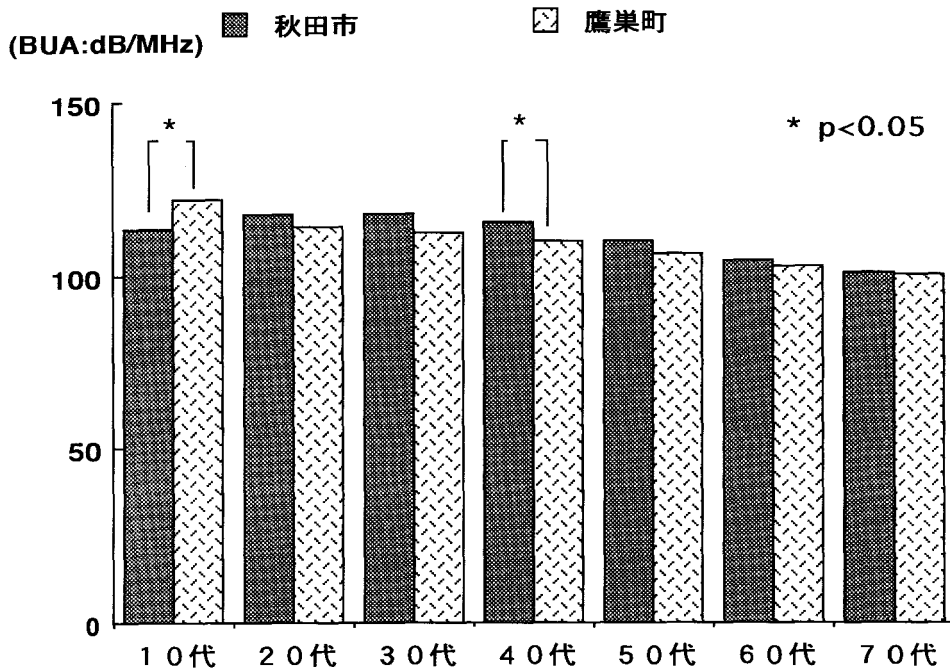


図3. 秋田市・鷹巣町在住健康女性の10歳区切りの BUA 平均値

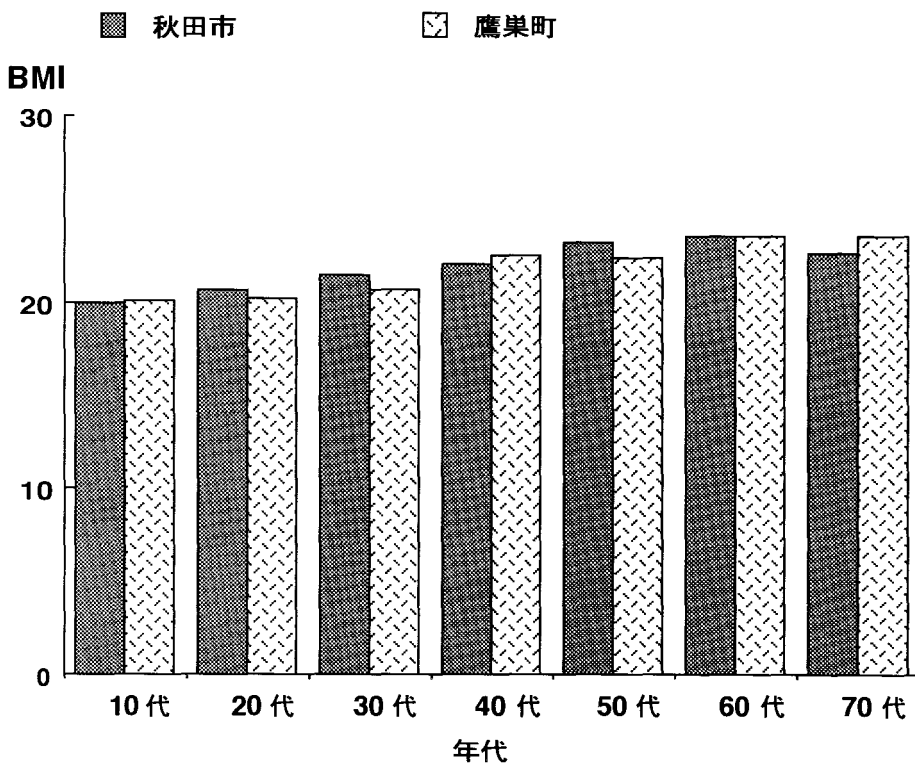


図4. 秋田市・鷹巣町在住健康女性の10歳区切りの BMI 平均値

とを意味する。

## ②秋田市と鷹巣町の stiffness の差の解析

上記のように秋田市と鷹巣町との間には、超音波法による stiffness, SOS, BUA の3つの指標に有意な年代差がみられた。ここでは超音波法の代表的な指標である stiffness に注目し、この地域差を生み出す要因について検討した。

われわれは既にある年齢の stiffness はその個人の初経発来後の年数と BMI から予測できることを報告している。ここではそれを応用し

て、両地区で初経年齢の判明しているもの617名を対象にして、現在の年齢と初経年齢との差を求め、それを  $x_1$ 、BMI を  $x_2$  とし、stiffness を  $y$  とした重回帰式  $y = -0.724x_1 + 1.147x_2 + 75.038$  ( $N = 617$ ,  $R = 0.724$ ,  $R^2 = 0.524$ ,  $p = 0.0001$ ) を作成し、stiffness 実測値との差を求めた。同様にして、1～4 までの4段階評価で表現された乳製品摂取量、小魚類摂取量及び現在の運動量をそれぞれ  $y$ 、年齢を  $x$  として二次ないしは三次回帰式によって、年齢から予測されるそれぞれの摂取量、ないしは運動量を

表2. 秋田市・鷹巣町での各年代での予測値との差

	stiffness		牛乳摂取量	
	秋田市	鷹巣町	秋田市	鷹巣町
10代	-0.4	4.3	0.0	-0.3
20代	-0.6	-4.8	0.0	-0.3
30代	7.2	-3.1 *	1.0	-0.2 **
40代	8.8	-5.0 **	0.6	-0.1 **
50代	3.0	-2.0	0.5	0.1
60代	0.1	-5.5 **	0.4	-0.1
70代	1.6	-1.2	1.0	1.0

	小魚類摂取量		現在の運動量	
	秋田市	鷹巣町	秋田市	鷹巣町
10代	0.0	-0.4	0.1	0.8 *
20代	-0.2	0.9 **	-0.6	0.4 **
30代	0.1	-0.3	0.1	0.2
40代	0.0	0.0	0.6	-0.1
50代	-0.2	0.2	1.1 **	0.3
60代	0.0	0.0	-0.1	-0.3
70代	0.0	0.0	-0.3	-1.0

$p < 0.05$

$p < 0.01$

求め、実測値との差を求めた。表2に stiffness の実測値・予測値間の差、及び上記3指標の実測値・予測値間の差の平均値を秋田市・鷹巣町ごとに示した。

これに基づき、秋田市及び鷹巣町での stiffness 実測値と上記重回帰式に基づく予測 stiffness との差を従属変数、乳製品・小魚類摂取量、現在の運動量の実測値と予測値との差をそれぞれ独立変数として、stepwise 法による分析を行うと、全体での stiffness の差は、乳製品類の摂取量の差で説明された ( $y = 0.804 * \text{乳製品摂取量} + 0.206$ ,  $R = 0.112$ ,  $F = 4.035$ )。すなわち秋田・鷹巣全体を対象にした場合、年齢から予測されるよりも多めに乳製品を摂取しているものが、現在の年齢と初経年齢との差、及び肥満度 (BMI) から予測される stiffness よりも高い stiffness を示すことが分かる。

一方、秋田市では独立変数を上記3つにすると有意な説明変数は得られなかったが、運動量

の差を変数からはずすと、stepwise 法では  $y = 1.128 * \text{乳製品摂取量の差} + 1.356 * \text{小魚類摂取量の差}$  ( $R = 0.160$ ,  $F = 6.283$ ) と二つの変数が有意な説明変数となった。秋田では栄養摂取が stiffness の向上に大きな役割を果たしていることが分かる。

他方鷹巣町に対象を限定すると  $y = 1.938 * \text{運動量の差} - 3.105$  ( $R = 0.224$ ,  $F = 6.721$ ) の有意な説明が得られ、鷹巣では運動量の不足が stiffness の低下に寄与していることが分かる。

上記のことから、秋田鷹巣双方の全てを対象にした場合、乳製品の摂取量が多いものほど stiffness は高くなり、加えて秋田市では小魚類摂取量が、鷹巣町では運動量が多いものほど stiffness が高くなることが分かる。

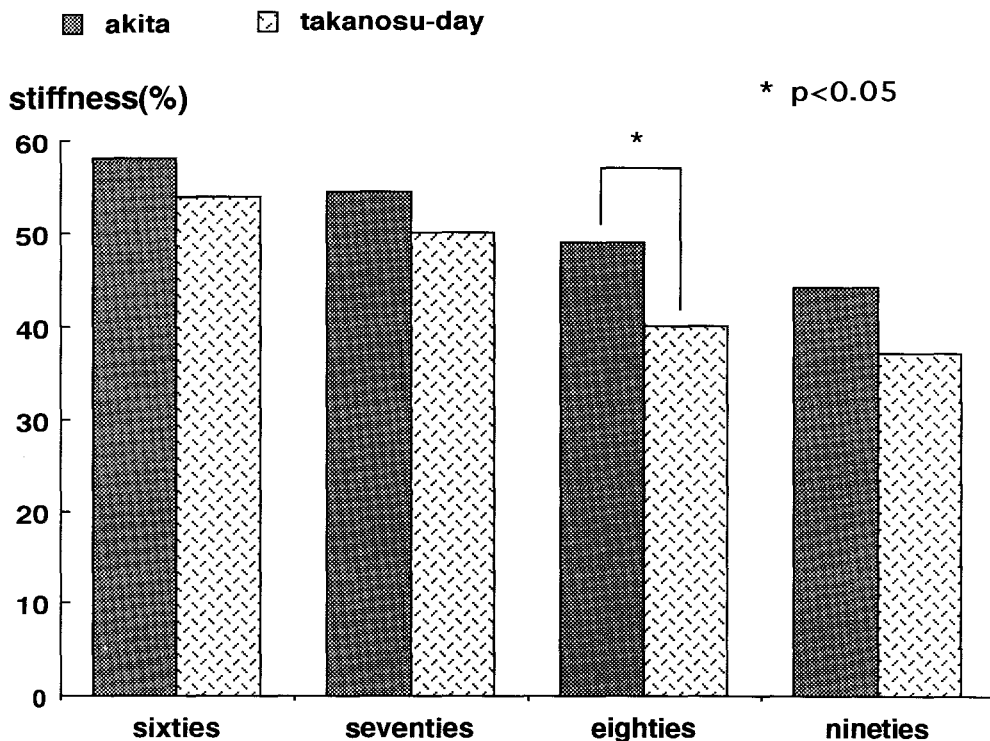


図5. 鷹巣町デイサービス利用高齢女性と、秋田市内健全常予測 stiffness の比較

### ③鷹巣町デイサービス利用高齢女性での stiffness の低下

鷹巣町デイサービス利用者21名の疾患の内訳は、脳梗塞8名(36.4%)、脳出血2名(9.1%)、高血圧3名(13.6%)、高脂血症3名(13.6%)その他6名(27.3%)であった。

図5に鷹巣町デイサービス利用女性の各年代での stiffness 平均値と、それと比較するために秋田市の60歳以上の高齢健常女性での、stiffness と年齢との単回帰式  $y = -0.651 * \text{年齢} + 103.607$  に鷹巣町デイサービス利用女性の年齢を代入して得られた健常予測値を併記したものを示した。デイサービス利用女性は全体的に低い傾向を示し、特に80代で有意な低下 ( $p < 0.05$ ) をみせた。

秋田市での健常 stiffness 予測値とデイサービス利用者の stiffness 実測値との差を従属変数  $y$ 、デイサービス利用者での乳製品類、小魚類摂取量、及び室内活動量(ともに4段階評価)を独立変数として stepwise 法による解析を行った結果、乳製品摂取量が高いもので stiffness の差は有意に説明された ( $y = 3.178x - 13.209$ ,  $R = 0.498$ ,  $F = 5.616$ )。

他方、SOS の差は室内活動量で有意に正に説明され ( $y = 9.627x - 30.547$ ,  $R = 0.477$ ,  $F = 5.581$ )、BUA の差は stiffness と同様、乳製品摂取量で有意に正に説明された ( $y = 2.560x - 10.727$ ,  $R = 0.483$ ,  $F = 5.471$ )。

なお、ADL の度合いを表現すると言われる Barthel Index Score との関連では、合計得点と上記超音波骨密度3指標に関して有意な相関は見られなかった。しかし、トイレの項目に関する評価(4点:衣服の上げ下げ、服を汚さない、ペーパーを使用する、尿器を使用してもその管理が出来る、2点:要監視または上の一部に介助要、0点:ズボンの上げ下げに要介助)をそれぞれカテゴリー化して、4点をH、2点をM、0点をLとして分散分析を行うと、H群 ( $N = 13$ ) はM・L両群に比して stiffness の差、及び SOS の差が高い傾向 ( $p < 0.1$ ) を示した。

## 考 察

### ①秋田市と鷹巣町健常女性の超音波法による踵骨骨強度の差について

図1のように双方の地域の10歳区切りの stiffness 平均値の比較では、30~60代に関して、鷹巣町在住健常女性は秋田市のそれに比して有意な stiffness の低下を示した。この差異は図2に示したように SOS の差異に一致し、また40代では BUA の差異にも一致した。図4のように双方の地区の平均肥満度 (BMI) には差がないので、鷹巣町の stiffness の低下には SOS の低下が寄与しているものと思われる。

ところで、踵骨内超音波伝導速度である SOS (Speed of Sound) は皮質骨の厚さ及び海綿骨の3次元構造を反映するものと考えられ、弾性の低い硬い骨で高い値を示すと考えられている<sup>7)</sup>。また SOS は運動量と正の相関を示すことが明らかになっている<sup>8)</sup>。

初経発来後年数と肥満度 (BMI) との重回帰式を用いて算出された予測 stiffness と全体の stiffness 実測値との差は乳製品摂取量で有意に説明され、秋田・鷹巣を問わず、乳製品摂取量の多いものほど stiffness は高い結果となった。牛乳を中心とする乳製品摂取量の地域差をみると表2のように鷹巣町での乳製品摂取量は秋田市に比して30、40代で少なく、この年代での乳製品の摂取の増加が骨量低下を予防する可能性を示唆した。

他方、鷹巣町での予測 stiffness と実測値との差は、現在の運動量の差で有意に説明された。鷹巣町では10、20代での運動量は秋田市に比して高いが、50代では低い。30代~60代での SOS は秋田市に比して有意に低いので、特に30代以降の鷹巣町の stiffness の低下は主に運動量の不足に由来するものと考えられる。そのような意味で更年期を迎える以前での鷹巣町の健常女性の stiffness 及び SOS の対秋田市での低値は、この地区の女性の皮質骨の厚さが運動量の不足によって秋田市内ほど十分には形成されていないことを示し、特に閉経後の骨量減少による皮質骨強度の低下が、将来の骨折に結びつく可能性が高いことを表している。



このような現象がなぜみられるのかに関しては現在のところ推測の域を出ないが、郡部ほど移動に自家用車を用いることが多く、結果的に運動不足になる可能性をあげることができる。これに関しては、今後町民の移動形態、実際の歩行量などを無作為抽出法により計測し、確認する必要がある。

## ②鷹巣町デイサービス利用高齢者の stiffness の低下について

閉経後骨量は2段階にわたって低下すると言われている。第一段階は閉経後から約10年間にわたる急激な低下の時期で、これはエストロゲンの喪失に基づいて、腸管からのカルシウム吸収が低下すること、骨吸収を促進する破骨細胞の持つサイトカイン (IL-2) に対するエストロゲンの抑制効果が薄れ、骨吸収が促進されることに基づく。しかし、その後の第2段階、すなわち60歳以降ではこのエストロゲン喪失の影響は徐々に緩慢となり、むしろ腎機能の老化による活性型ビタミンDの産生低下が顕著になり、同時に骨芽細胞の機能低下の双方から低回転型の骨量減少が生じると考えられている<sup>9)</sup>。

今回のわれわれの健常者データには80歳以上の例が含まれておらず、逆にデイサービス利用女性は80歳以上の高齢者が多数を占めたので、秋田市の60歳以上の健常女性の stiffness, SOS, BUA と年齢との単回帰式を作成し、それによって80代以降に関する予測値を作成した。図5に示したように、デイサービス利用女性は上記予測値よりも低い傾向を示し、特に stiffness と BUA に関しては乳製品類摂取量が多いものほど健常予測値との差は小さくなり、また屋内活動量の多いものほど、SOS の予測値との差は小さくなった。また Barthel Index を用いるとトイレの後始末・衣服処理などの動作が良いものほど stiffness, SOS の予測値との差は縮まる傾向を示した。

つまり主に脳血管障害などによる不全麻痺などを理由に車椅子等を使用するにしても、日常生活で乳製品類の摂取が多いか、ないしは室内での ADL が良いものほど骨量は正常値に近い

値を示す結果が得られた。不全麻痺の度合いやその他の身体的な症状の重症度が最も大きな要因であると考えられるが、週に数回デイサービスを利用することで、栄養バランスの良い食事をするができること、入浴や友人たちとのふれあいを通じて活動意欲が高まることなどは骨量低下を予防する役割を果たしうることが示唆された。

## 文 献

- 1) 志賀令明, 福島峰子, 田中俊誠 (1997) 超音波法による各年代女子の踵骨 stiffness の加齢による変化の研究. 秋田医学24: 59-74.
- 2) 志賀令明, 福島峰子, 田中俊誠 (1996) 若年女子の踵骨 stiffness の上昇過程に関する研究. 日産婦誌48: 1085-1092.
- 3) 志賀令明, 福島峰子, 田中俊誠 (1997) 超音波法による初経未発来および閉経女性の踵骨 SOS, BUA の検討. Osteoporosis Jpn. 5: 386-387.
- 4) 志賀令明, 阿原美生, 福島峰子, 田中俊誠 (1997) 初経発来前後での踵骨 SOS, BUA の変化, 第8回婦人科骨粗鬆症研究会プログラム & 抄録集 pp13.
- 5) 広田憲二, 藤木雅美, 中村朋子ほか (1996) 思春期から老年期における骨密度とその影響因子の相違. Osteoporosis Jpn. 4: 393-394.
- 6) 小川菜穂子, 佐々木文子, 長谷川育子ほか (1997) 褥婦の授乳形態と踵骨骨強度. 第13回秋田県母性衛生学会学術講演会抄録集
- 7) 山崎薫 (1995) 踵骨超音波測定法. 松本俊夫 (編) 骨粗鬆症. 羊土社, 東京, pp121.
- 8) 坂田悟, 串田一博, 山崎薫ほか (1996) 超音波診断法の進歩. Osteoporosis Jpn. 4: 22-26.
- 9) 久保俊英, 清野佳紀 (1994) カルシウム調節ホルモン, 性ホルモンによる骨吸収の調節. 松本俊夫 (編) 骨・カルシウム代謝の調節系と骨粗鬆症. 羊土社, 東京, pp93-103.