

# 内モンゴル草原住民のミルク茶飲用習慣が骨密度 および骨代謝生化学的指標に及ぼす影響

—日本女性との国際比較研究—

富山医科薬科大学医学部保健医学教室 教授 鏡 森 定 信

## I 緒言

栄養摂取および身体活動のなど環境要因が骨代謝そして骨量に大きく影響することが明らかになっている。私共はこれら生活環境が著しく異なる集団においてこれら要因と骨代謝・骨量の相互関係について検討し、今後の予防医学的施策に資することを目的として本調査研究を実施した。

## II 対象と方法

内モンゴルの市街地区、農村地区、および草原地区から、日常生活に支障を呈することのない 35～44 歳の女性を各 35 名募って対象者とした。なお、日本人のデータとして私共の研究チームが骨密度検診を実施している福井県の同年代女性の成績を採用した。

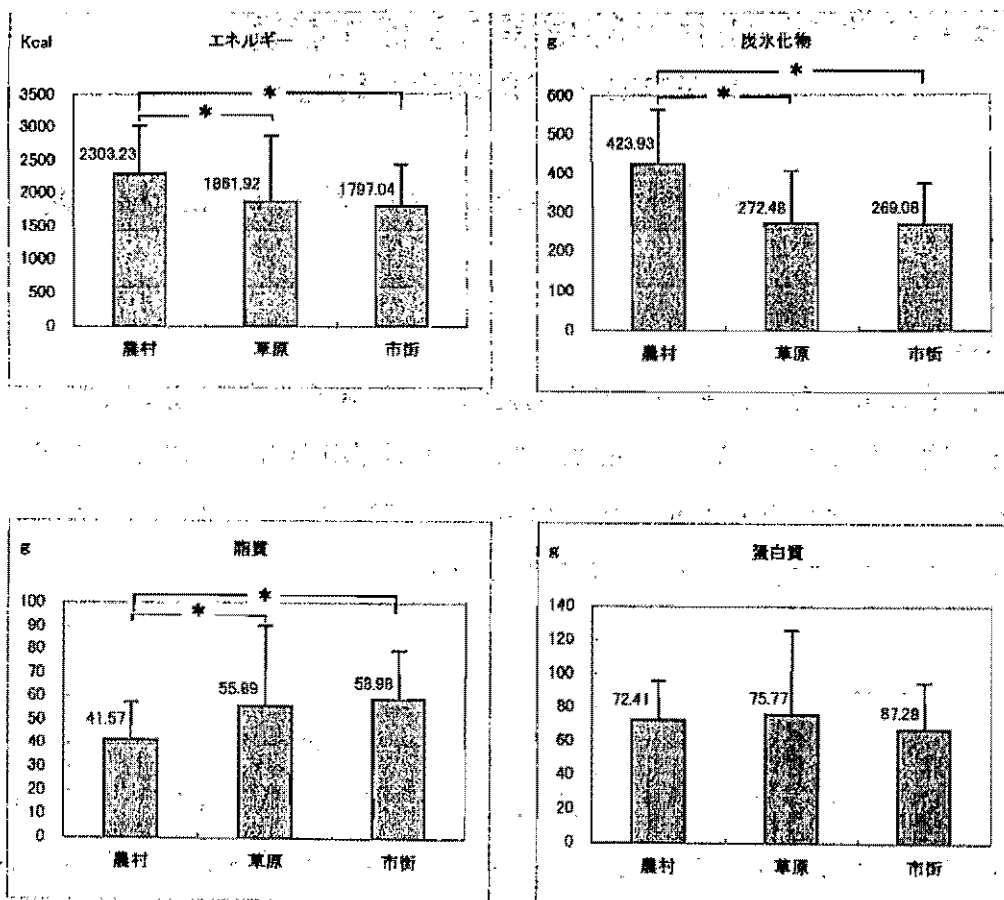
調査は 7 月下旬から 8 月上旬にかけて実施され、調査項目は、食生活および労作に関する質問票による調査、体格・筋力検査、MD 法による骨量・骨密度（第 2 中指骨；アルミ段階補正值）測定、骨代謝生化学的指標に関する血液・尿検査および医師による診査などであった。

## III 成績

### 1. 食生活に関する調査

エネルギーおよび炭水化物の摂取量は農村地区が他の 2 地区より有意に高かったが、脂肪では反対に他の 2 地区に比較して有意に低値を示した。蛋白質では 3 地区に有意差がみられなかった（図 1 参照）。日本（福井）と比較して著差はみられなかった。

図1 内モンゴル3地区におけるエネルギー・栄養摂取量の差異



ミルク茶を1日に600cc以上飲用する者の割合は、草原地区62.8%、市街地区2.7%、農村地区0.0%であり、3地区に顕著な差異がみられた。ミルク茶にかぎらず飲乳および乳製品の摂取状況を比較しても、中学生や高校生時代さらに現在においても草原地区が圧倒的に多く摂取していた(図2,3参照)。

図2 内モンゴル3地区における飲乳習慣の差異

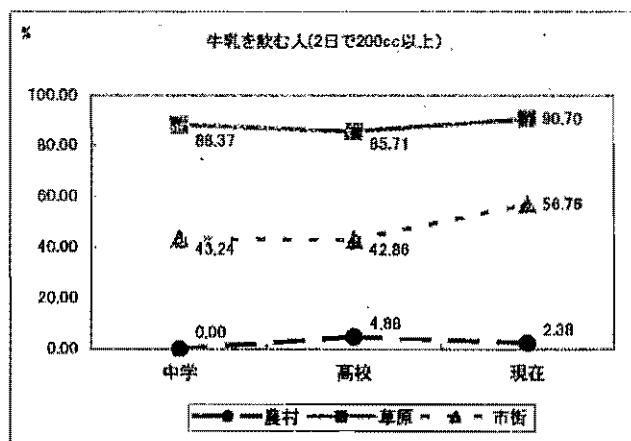
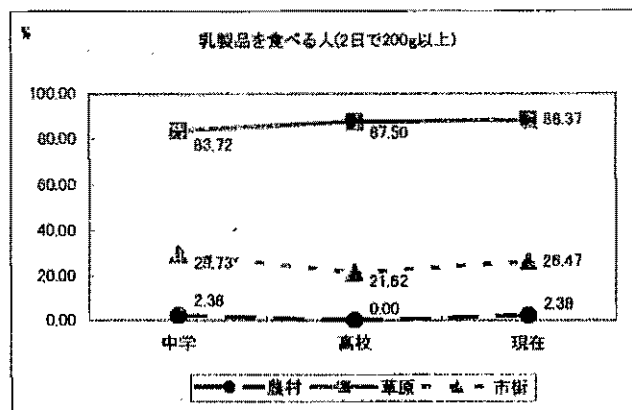
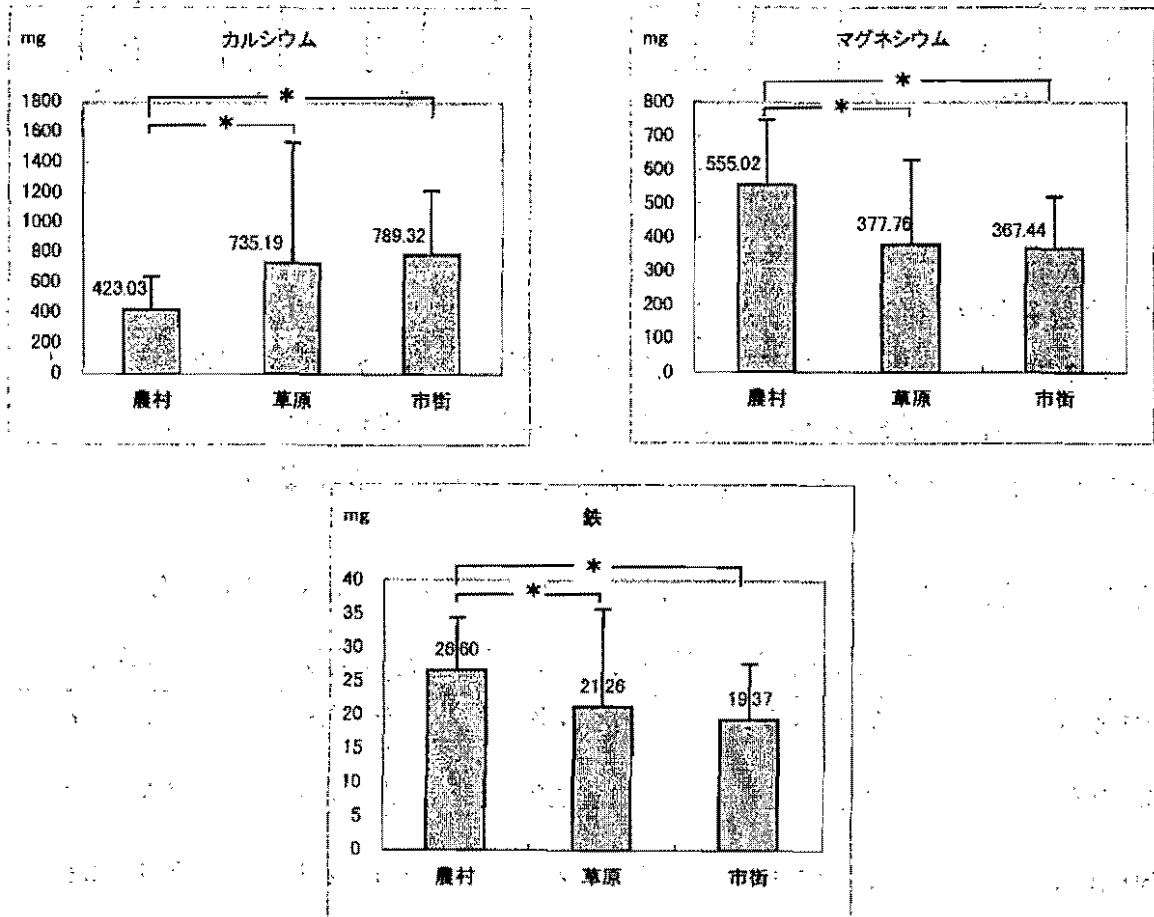


図3 内モンゴル3地区における乳製品摂取量の差異



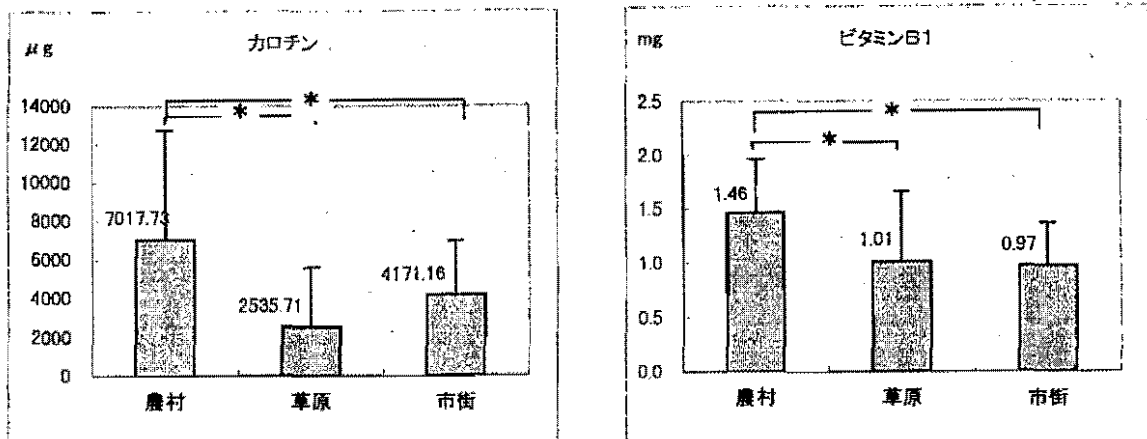
ミネラル、ビタミンについてそれぞれ摂取状況を比較検討したところ、カルシウムは農村地区が他の2地区に比較して有意に少なかったが、マグネシウムおよび鉄では農村地区が他の2地区に比較して有意に高値を示した（図4参照）。

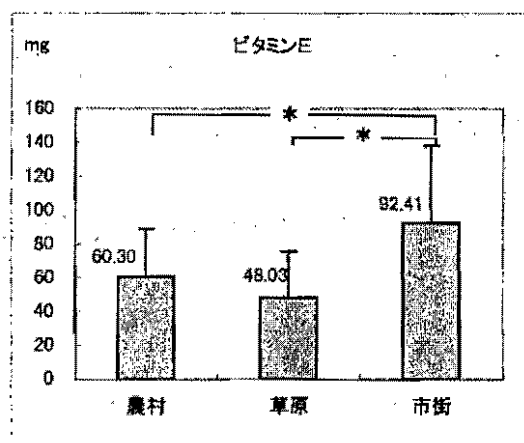
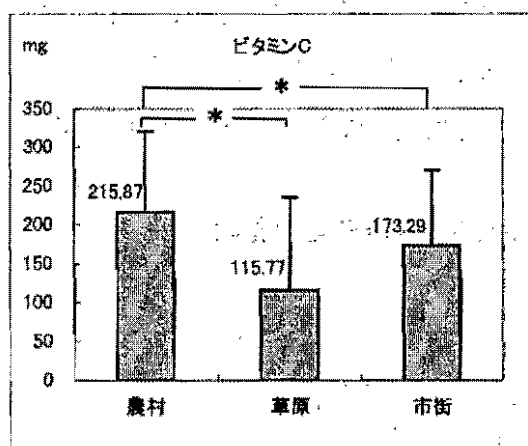
図4 内モンゴル3地区における主なミネラル摂取量の差異



ビタミンではカロチンおよびビタミン B<sub>1</sub> の摂取量が農村地区で他の2地区より有意に高値を示した（図5参照）。

図5 内モンゴル3地区における主なビタミン摂取量の差異





## 2. 労作に関する調査

労働時間については、いずれの地区でも平均値は 6～8 時間内であるが、3 地区の 10 歳年齢間隔の年代ごとにみると差異があり、農村地区では年齢とともに増加する傾向、草原地区では減少する傾向がみられた（表 1 参照）。

表 1. 地区および 10 歳年齢間隔別にみた平均労働時間（時間；M±SD）

|       | 市街地区                 | 農村地区                 | 草原地区                 | 全地区                  |
|-------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 10 歳代 | 7.0±1.5              | 7.1±1.8              | 8.0±1.6              | 7.4±1.7              |
| 20 歳代 | 7.8±1.3              | 7.1±2.2              | 7.7±2.0              | 7.5±1.9              |
| 30 歳代 | 7.6±2.0              | 7.7±2.1              | 7.5±2.2              | 7.6±2.1              |
| 40 歳代 | 7.7±1.9<br>(但し n=19) | 7.8±2.4<br>(但し n=24) | 6.4±3.3<br>(但し n=13) | 7.4±2.6<br>(但し n=56) |

ANOVA;  $p < 0.05$

## 3. 体格・筋力検査

身長、体重、肥満度（BMI）、体脂肪および握力の分布を表 2 に示した。身長は草原地区で最短で、握力については市街地区で最高であった。日本（福井）に比較して身長は短かったが、BMI や握力については著差はなかった。

なお、標本調査として各地区 10 人に労作日に万歩計の測定を依頼したところ、その平均値は市街地区で 8,974 歩（SD=3820）、農村地区 17,423 歩（SD=2573）、草原地区 13,827 歩（SD=3823）で、日本（福井）に比較して歩数は多かった。

表 2. 3 地区の体格・筋力検査 (M±SD)

|                          | 市街地区      | 農村地区      | 草原地区      | 全地区       |
|--------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 年齢 (歳)                   | 39.9±3.9  | 40.7±3.4  | 39.9±2.7  | 40.2±3.4  |
| 身長 (cm) **               | 160.1±4.9 | 157.5±4.2 | 154.5±5.2 | 157.2±5.3 |
| 体重 (kg)                  | 59.9±9.5  | 58.1±8.4  | 57.3±9.0  | 58.3±9.0  |
| BMI (kg/m <sup>2</sup> ) | 23.3±3.1  | 23.4±3.1  | 23.9±3.2  | 23.6±3.2  |
| 体脂肪 (%)                  | 31.2±5.3  | 28.9±6.1  | 31.2±6.5  | 30.5±6.1  |
| 握力 (kg) *                | 28.6±4.3  | 27.7±3.3  | 26.2±3.9  | 27.4±4.0  |

地区間比較 \* p&lt;0.05, \*\*\* p&lt;0.001 (ANOVA)

## 4. 骨密度検査

骨量・骨密度に関する指標を図 6 の定義にしたがって比較した。左側の骨皮質幅指数 (MCI) および左側の骨幅 (D) において 3 地区に差異がみられた (図 7 参照)。すなわち農村地区が最高値を示し、骨皮質幅指数では草原地区に比較して有意に高値、骨幅では市街地区に比較して有意に高値であった。但し日本 (福井) との間に有意差はみられなかった。他に骨髓質幅 (d)、骨皮と骨髓質の骨塩量 (GSmin)、単位骨幅当りの平均の骨塩量 ( $\Sigma GS/D$ ) および骨皮質部分の骨塩量 (GSmax) の左右側について比較したが 3 地区で有意な差はみられなかった。両側を平均した骨皮質部分の骨塩量 (GSmax) については、内モンゴールの 3 地区間で有意な差異はみられなかった。なお、日本 (福井) は内モンゴールの 3 地区に比較して低値を示し、日本 (福井) を含めた 4 群の比較では有意差がみられた (表 3 参照)。

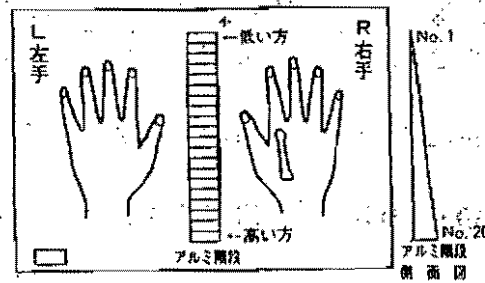
表 3 内モンゴルと日本 (福井) における MD 法による骨皮質部分のみの骨塩量 (GSmax)

|                   | 内モンゴル     |           |           | 日本 (福井)   |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                   | 市街地区      | 農村地区      | 草原地区      |           |
| (GSmax)<br>(M±SD) | 3.77±0.31 | 3.76±0.30 | 3.70±0.26 | 3.59±0.25 |

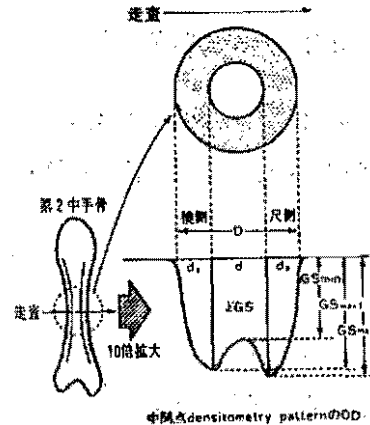
ANOVA; p&lt;0.01

図6 骨量・骨密度に関する指標の定義

(1) X線写真の撮影



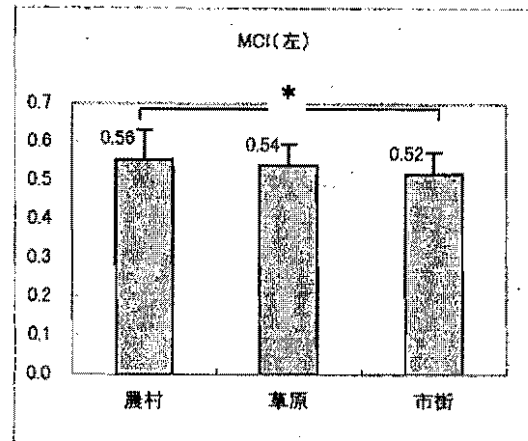
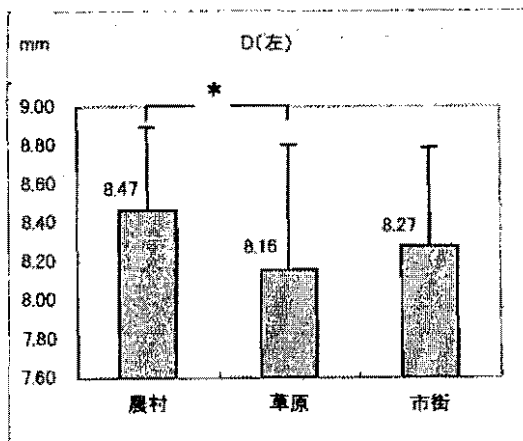
(2) X線写真の解析



MD法の概略

| No. | 指標                        | 内容                   |
|-----|---------------------------|----------------------|
| (1) | $MCI=(d1+d2)/D$           | 骨皮質幅指標               |
| (2) | $d$                       | 骨髓質幅                 |
| (3) | $GSmin$                   | (骨皮質+骨髓質)の骨塩量を表わす指標  |
| (4) | $GSmax=(GSmax1+GSmax2)/2$ | 骨皮質部分のみの骨塩量を表わす指標    |
| (5) | $\Sigma GS/D$             | 単位骨幅当たりの平均の骨塩量を表わす指標 |
| (6) | 骨パターン                     | 骨の状態の指標              |

図7 内モンゴル3地区における主な骨量・骨密度指標の差異



## 5. 骨代謝生化学的指標

血清中の骨型アルカリフォスファターゼ、オステオカルシン、無機リンおよび活性型ビタミンD<sub>3</sub>の平均濃度では、草原地区がいずれも最高値を示し、市街地区と農村地区の両方あるいはその一方に比較して有意であった（図8参照）。なお、血清中のビタミンD濃度には地区間に有意な差がみられなかった。また、これらの内モンゴル3地区の値は日本（福井）のそれぞれの値に比例して高値であった。また、尿中の骨代謝生化学的指標として、クレアチニン補正したクロスラップ、ピリジノリン、総および遊離型デオキシピリジノリンおよびカルシウムを比較検討した。その成績を図9に示したが、クロスラップ、総デオキシピリジノリンおよびカルシウムでは、草原地区が最高値で、市街地区、農村地区のいずれと比較しても有意に上昇していた。またこれらの草原地区の値は日本（福井）の値よりも高値であった。

図8 内モンゴル3地区における血清中の主な骨代謝生化学的指標の差異

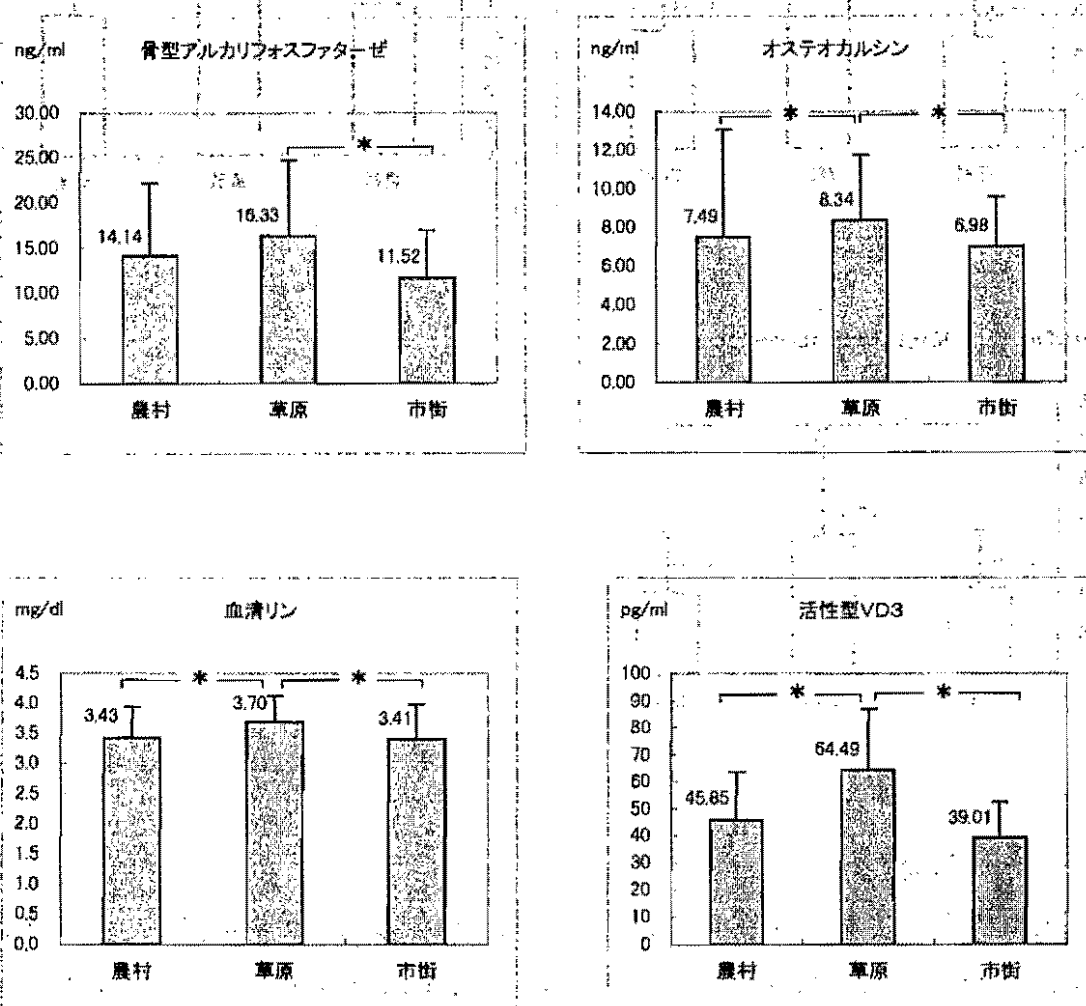
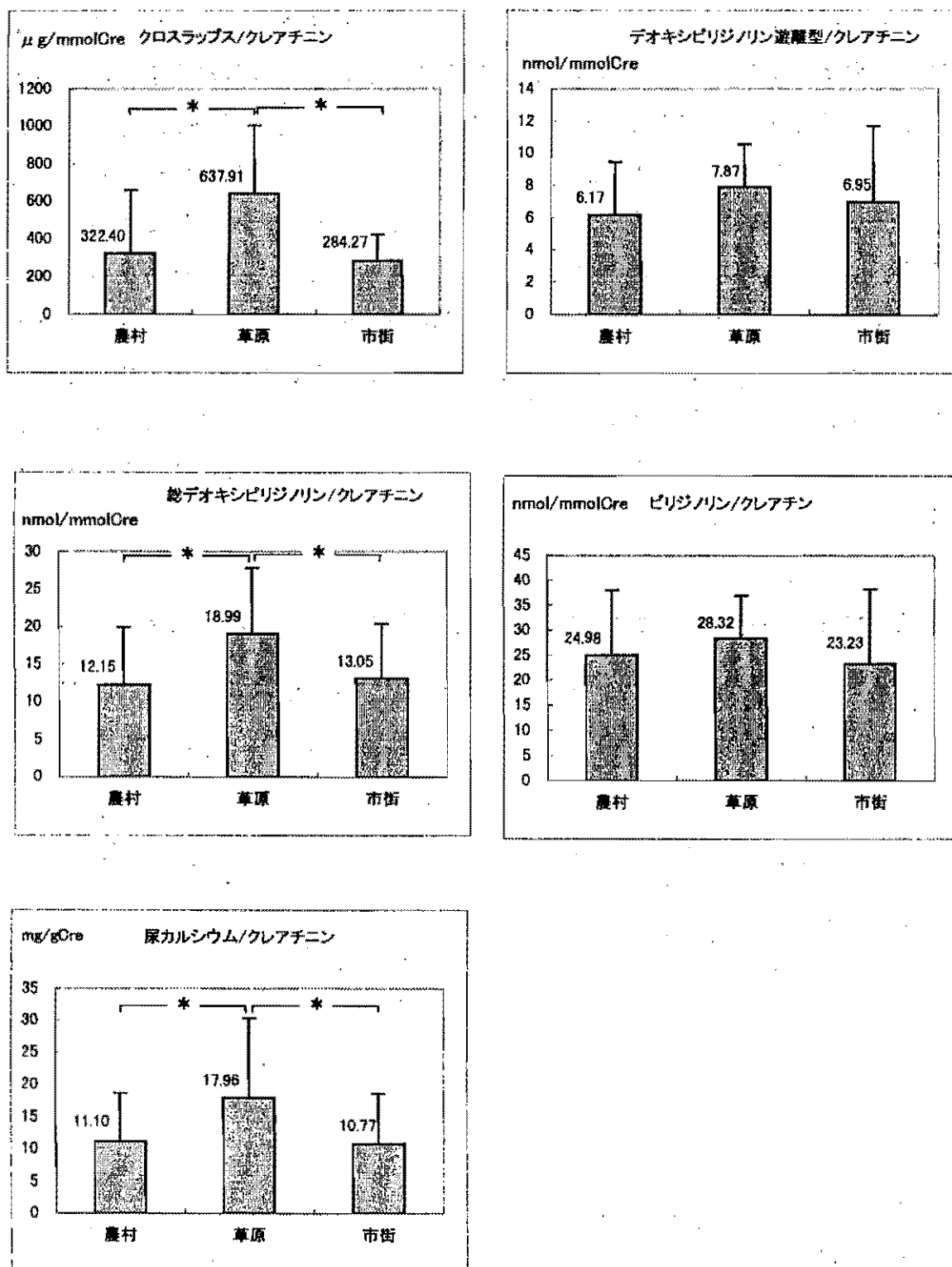


図9 内モンゴル3地区における尿中の主な骨代謝生化学的指標の差異

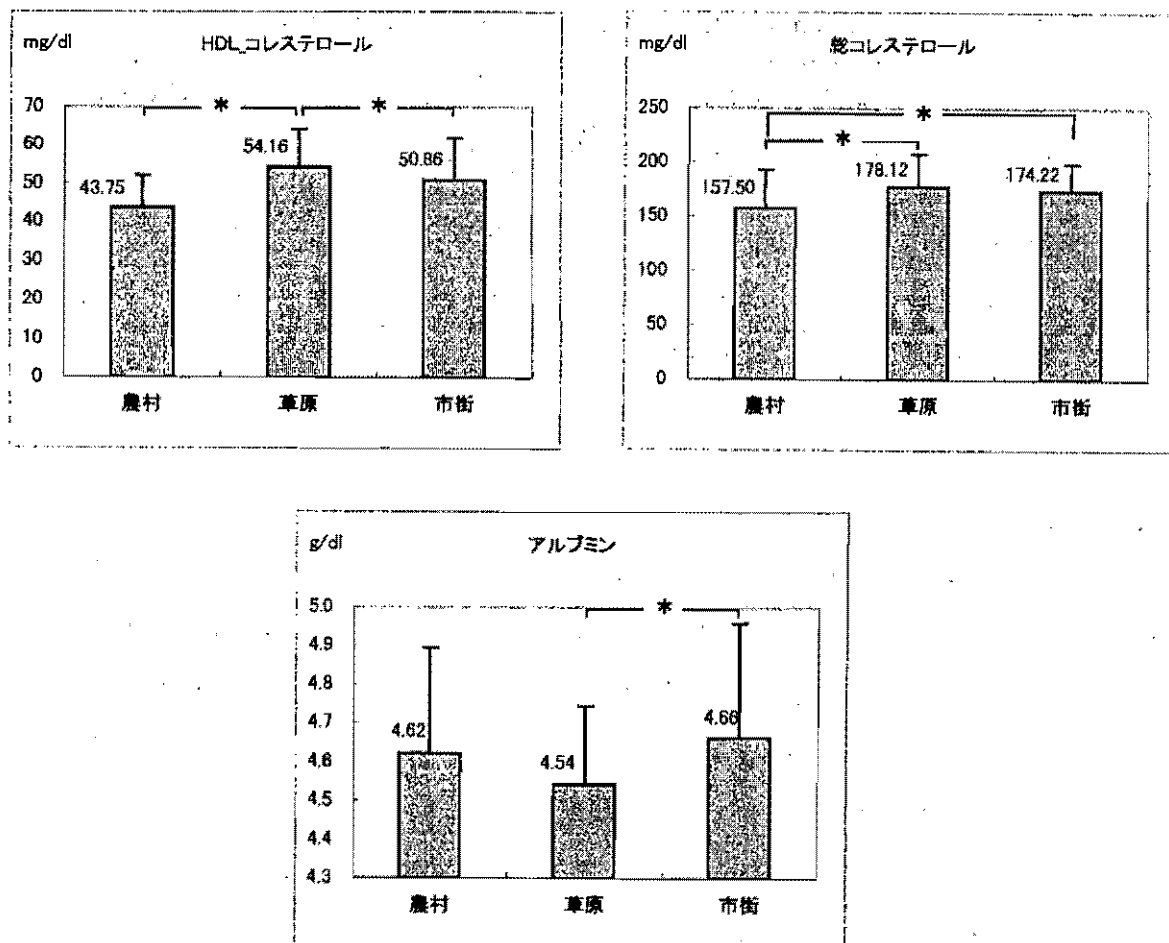


## 6. その他の諸検査

血清中の総コレステロール、HDL-コレステロールおよびアルブミンを3地区で比較したところ、総コレステロールおよびHDL-コレステロールでは、農村地区が市街地区および草原地区に比較して有意に低値を示し、アルブミンでは草原

地区が市街地区に比較して有意に低値を示した（図 10 参照）。なお、日本（福井）の血清総コレステロールの平均値のレベルは 190mg/dl で、内モンゴールのいずれの地区よりも高値であった。

図10 内モンゴル3地区における血液中の栄養学的指標の差異



血清中の GOT および GPT の平均値は内モンゴールの 3 地区に差異はなく、また日本（福井）との間についても同様であった。

尿蛋白の陽性率は、内モンゴル 3 地区および日本（福井）で差異はなかったが、尿中のクレアチニン補正したヒドロキシプロリンでは地区間に有意差があり、内モンゴル草原地区で最高値、農村地区で最低値を示した（表 4 参照）。

表 4 内モンゴルと日本（福井）における尿中クレアチニン補正ヒドロキシプロリン濃度 (M±SD)

|                                          | 内モンゴル    |          |          | 日本（福井）   |
|------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
|                                          | 市街地区     | 農村地区     | 草原地区     |          |
| 尿中クレアチニン補正<br>ヒドロキシプロリン<br>(mg/g クレアチニン) | 31.3±1.6 | 28.8±1.7 | 43.2±1.4 | 29.6±1.6 |

ANOVA; p<0.01

## 7. 血清中活性型ビタミンD<sub>3</sub>と骨代謝生化学的指標の関連

内モンゴル3地区で血清中活性型ビタミンD<sub>3</sub>濃度に有意差がみられたので、それぞれの地区でこの活性型ビタミンD<sub>3</sub>と他の骨代謝生化学的指標の相関を検討し、表5に示した。

表5 内モンゴル3地区における血清中活性型ビタミンD<sub>3</sub>と他の骨代謝生化学的指標の相関

|      | 血清中オステオカルシン | 尿中クレアチン補正遊離アミノ酸 | 尿中クレアチン補正カルシウム |
|------|-------------|-----------------|----------------|
| 市街地区 | 0.14        | -0.35*          | 0.21           |
| 農村地区 | -0.39*      | -0.10           | 0.16           |
| 草原地区 | -0.26       | 0.11            | 0.43**         |

\*p<0.005

\*\*0.001<p<0.05

## IV 考察

内モンゴルの3地区の各検査成績の比較結果を概観すると、飲乳や乳製品の摂取が少なく、したがってカルシウムの摂取が低値である農村地区において、骨量が最高値を示した。これには農村地区で万歩計値が最高値を示したこと等でみられる労作の状況が反映されていることも考えられる。しかしながら、飲乳や乳製品そしてカルシウム摂取量が多かった草原地区において、血清中の活性型ビタミンD<sub>3</sub>が最高値を示し、骨型アルカリフォスファターゼおよびオステオカルシンなどの骨形成マーカーが同じく最高値で、尿中のクロスラップやハイドロキシプロリンなどの骨吸収マーカーも最高値であった。これらのことは草原地区で骨代謝が亢進していることを示唆している。実際尿中カルシウム濃度が最高であったこともこれを支援するものである。このことが草原地区で骨量を減少させる方向に作用していることも考えられるので、今後のさらなる検討が必要である。

今回の調査で特に注目されることは、血清中のビタミンD濃度で地区間に有意差がないにもかかわらず、活性型のビタミンD<sub>3</sub>で有意差がみられ、それが骨代謝の亢進と関係していることが、飲乳と乳製品摂取量の多い草原地区で確認されたことである。草原地区では、活性型のビタミンD<sub>3</sub>骨代謝生化学的指標の動きは、閉経前の女性でありながら、閉経後のそれと似ており、それが著しい骨量低下に必ずしもつながっていないという興味ある知見が得られた。特に活性型ビタミンD<sub>3</sub>のこの地区間の差異、草原地区で他の地区の約2倍の値を示すことは以前の

パイロット研究でも観察されており、活性型ビタミンD<sub>3</sub>とこの骨代謝亢進に関して草原地区において地理病理学的な追加調査を行うことにより、この分野における新しい知見の入手が期待できる。

## V 結語

今回の内モンゴル 3 地区と日本の比較により、明らかになった血清中活性型ビタミン D<sub>3</sub> 上昇地区における骨代謝亢進の背景要因を、内モンゴル草原地区住民の追加調査により検討することは、地理病理学的な面からみて骨と栄養に関する新知見を提供するものと考ええる。

## 謝辞

本研究は平成9年度牛乳栄養研究事業の助成を受けて実施されたものであり、内モンゴル医学院の研究スタッフの絶大な協力とあわせて深く感謝いたします。