

## 大学生柔道選手の部位別骨塩量

### Partial bone mineral contents of university Judo players

松 本 高 明\*      斉 藤            仁\*      杉 野 健二郎\*  
吉 田 耕志郎\*\*      関 根 修 一\*\*      林            泰 史\*\*  
鳥 居            俊\*\*\*

Takaaki MATUMOTO\* , Hitoshi SAITO\* , Kenjiro SUGINO\* ,  
Koushiro YOSHIDA\*\* , Shuuichi SEKINE\*\* , Yasushi HAYASHI\*\*  
Shun TORII\*\*\*

We measured university judo player's partial bone mineral contents by DEXA (Dual Energy x-ray absorpsiometry). In this study we discuss about partial bone mineral content and relation to bodyweight and muscle power. We emphasize that all partial body mineral contents are not related to isokinetic musucle power, but some of them to body weight. Upper limb's bone mineral contents (UBMC) are not related to body weight. Trunk bone mineral contents (TBMC) and Lower limb's bone mineral content (LBMC) are related to body weight ( $p < 0.001$ ).

#### は じ め に

骨塩量や骨密度が測定され、年齢により骨代謝能に差があること<sup>1)</sup>や、日常行っている運動種目により、同じ世代の集団でも骨密度の差が生じること<sup>2)</sup>、中高年での骨塩量減少の予防に、若年者でのpeak bone massを高めることが大切であること<sup>3)</sup>などの報告がなされている。骨密度を決定する因子として、腰椎の骨密度は、体重や背筋力と相関を示すことが示されている<sup>4)</sup>。また、骨格は身長により変化することから、身長の伸びが骨代謝に影響を及ぼしていることは明らかである。従来、骨密度に関する報告では、表1に示すごとく、

中高年齢者を対象にしたものが多く、若年令のスポーツ選手に対する報告は少ない。大学生という集団を骨代謝の面から考えると、中高校生と異なり、身長の伸びが止まることで、成長による骨生成能に関する要素が減少する時期と考えられる。また、運動負荷については、大学生においては、身体活動を専門として行う体育学部に所属する学生と、体育を一般教養でしか行わない一般学生の間では、大きく異なってくる。また、水泳などの重力負荷に乏しい運動を専門とする選手と、常に重力負荷を受けてトレーニングを行う陸上の選手、上肢に重力負荷を強制するウェイトリフティングの選手とでは運動様式や負荷も大きな差が生じる。

\* スポーツ医学教室 (Dept. of Sport Medicine, Faculty of Physical Education, Kokushikan University)  
\*\* 東京都リハビリテーション病院整形外科 (Tokyo Metropolitan Hospital of Rehabilitation)  
\*\*\* 東京大学整形外科 (Tokyo University Hospital)  
\*\*\*\* 柔道研究室 (Lab. of Judo, Faculty of Physical Education)

表1 運動実践の骨組織への影響に関する横断的研究

| No. | 筆 者 (年)                    | 対 象  |    |               | 運 動                             |        | 骨 組 織             |           | 有意差の有無     |
|-----|----------------------------|------|----|---------------|---------------------------------|--------|-------------------|-----------|------------|
|     |                            | 人数   | 性別 | 年齢            | 種類                              | 実践期間   | 測定法               | 部位        |            |
| 1   | Dalen & Olson (1974)       | 15   | 男  | 50-59         | クロスカントリー                        | 25年    | X線                | 橈骨、上腕骨    | 有          |
| 2   | Montoye et al. (1976)      | 131  | 男  | 45-64         | *                               | *      | X線                | 中手骨       | 無          |
| 3   | Smith et al. (1976)        | 530  | 女  | 50-96         | *                               | *      | SPA               | 橈骨        | 無          |
| 4   | Jones et al. (1977)        | 67   | 男女 | 14-50         | プロテニス                           | 14-18年 | X線写真              | 上腕骨       | 有          |
| 5   | Emiola & O'Shea (1978)     | 45   | 男  | 20-25         | *                               | *      | X線写真              | 第二中手骨     | 有          |
|     |                            | 45   | 女  | 20-24 (21)    |                                 |        | X線写真              | 第二中手骨     | 有          |
| 6   | Borkan & Norris (1980)     | 1086 | 男  | 17-98         | *                               | *      | X線写真              | 中手骨       | 有          |
| 7   | Huddleston et al. (1980)   | 35   | 男  | 70-84         | プロテニス                           | 25-72年 | SPA               | 橈骨        | 有          |
| 8   | Brewer et al. (1983)       | 80   | 女  | 30-49         | *                               | *      | SPA               | 橈骨        | 有          |
|     |                            |      |    |               |                                 |        | photodensitometry | 踵骨        | 無          |
| 9   | Jacobsen et al. (1984)     | 120  | 女  | 18-70         | *                               | *      | SPA               | 中手骨       | 有          |
|     |                            |      |    |               |                                 |        | DPA               | 橈骨、第一中手骨  | 有          |
| 10  | Johnell & Nilsson. (1984)  | 395  | 女  | 全て49          | *                               | *      | SPA               | 腰椎        | 有          |
| 11  | Oyster et al. (1984)       | 40   | 女  | 60-69 (64)    | *                               | *      | X線写真              | 橈骨、尺骨     | 無          |
| 12  | Talmage & Anderson. (1984) | 1200 | 女  | 19-98         | *                               | *      | SPA               | 第二中手骨     | 有          |
| 13  | Kanders & Lindsay. (1985)  | 60   | 女  | 25-34         | *                               | *      | DPA               | 橈骨        | 有          |
|     |                            |      |    |               |                                 |        | SPA               | 腰椎        | 有          |
| 14  | Bailey et al. (1986)       | 51   | 女  | 18-29         | *                               | *      | DPA               | 橈骨        | 有          |
| 15  | Ballard et al. (1986)      | 50   | 女  | 50-68         | *                               | *      | CT                | 踵骨        | 有          |
| 16  | Block et al. (1986)        | 46   | 男  | 20-31         | *                               | *      | SPA               | 橈骨        | 有          |
| 17  | Chow et al. (1986)         | 31   | 女  | 50-59         | *                               | *      | CT                | 腰椎        | 有          |
| 18  | Halioua (1986)             | 196  | 女  | 20-50         | *                               | *      | NA                | 全身        | 有          |
| 19  | Stillman et al. (1986)     | 83   | 女  | 30-85         | *                               | *      | SPA               | 橈骨        | 有          |
| 20  | Lane et al. (1986)         | 961  | 男女 | 50-72         | 長距離走                            | 1年間    | SPA               | 橈骨        | 有          |
| 21  | 林 (1987)                   | 15   | 男  | 60-80         | ゲートボール                          |        | CT                | 腰椎        | 有          |
| 22  | Aloia et al. (1988)        | 24   | 女  | 平均39          | *                               | *      | SPA               | 橈骨        | 有          |
|     |                            |      |    |               |                                 |        | DPA               | 腰椎        | 無          |
| 23  | Sinaki & Offord (1988)     | 68   | 女  | 49-65         | *                               | *      | DPA               | 腰椎        | 有          |
| 24  | Gleeson et al. (1990)      | *    | *  | *             | ウェイトリフティング                      | 1年間    | SPA               | 踵骨、腰椎     | 有          |
|     |                            |      |    |               |                                 |        | DPA               |           |            |
| 25  | 菅原 (1991)                  | 31   | 男女 | 平均72          | ジョギング                           | 平均15年  | QCT               | 腰椎        | 有          |
| 26  | 百武 (1991)                  | 122  | 男女 | 男72           | ゲートボール                          | 平均12年  | DEXA              | 腰椎        | 有          |
|     |                            |      |    | 女69           |                                 |        |                   | 大腿骨       | 有          |
| 27  | 川島&中野 (1991)               | 10   | 男女 | 42-78 (53.9)  | 水泳、スキー、ジョギング                    | 平均6.3年 | DPA               | 腰椎        | 有          |
|     |                            |      |    | 40-75 (55.5)  |                                 |        |                   |           |            |
| 28  | 後藤ら (1991)                 | 438  | 男女 | 20-72         | 野球、バスケットボール、バレーボール、ジョギング、ゲートボール | *      | DEXA              | 腰椎、大腿骨、脛骨 | 有          |
| 29  | 山村&菅原 (1991)               | 40   | 女  | 31-69 (48.7)  | ジョギング                           | *      | DEXA              | 腰椎、大腿骨    | 有          |
| 30  | 楊 (1991)                   | 55   | 男女 | 69.7          | 体操                              | *      | MD                | 中手骨       | 有          |
|     |                            |      |    |               |                                 |        | DPA               | 橈骨        |            |
| 31  | 朴ら (1991)                  | 25   | 男女 | 大学生           | 陸上競技                            | *      | DEXA              | 腰椎        | 有          |
|     |                            |      |    |               |                                 |        | SPA               | 橈骨        | 有          |
| 32  | 細田ら (1991)                 | 450  | 女  | 44-80         | *                               | *      | DEXA              | 腰椎、大腿骨    | 無          |
| 33  | 菅原ら (1991)                 | 203  | 男女 | 男41-77 (58.2) | *                               | *      | DPA               | 腰椎        | 男：有<br>女：無 |
|     |                            |      |    | 女41-66 (56.9) |                                 |        | MD                | 中手骨、腰椎    |            |
| 34  | 福林ら (1991)                 | 41   | 女  | 18-23         | バレーボール                          | *      | DEXA              | 全身        | 有          |
|     |                            |      |    |               |                                 |        | QCT               | 腰椎        |            |

Bailey & McCulloch (1990)を改変 (松本、太田、武藤)  
SPA : Single Photon Absorptiometry  
DPA : Dual Photon Absorptiometry  
CT : Computed Tomography  
NA : Neutron Activation  
DEXA : Dual Energy Absorptiometry  
MD : microdensitometry  
QCT : Quantitative Computed Tomography  
\* 記載内容の確認できなかったもの



peak bone massを迎えるのが20代から30代とするならば、大学生の運動様式はpeak bone massに何等かの影響を与える可能性がある。

また、骨密度に作用する因子として、紫外線照射時間、運動習慣、カルシウム摂取などがあげられているが、従来の研究においては、これらの要素は、対象が一人一人異なった生活習慣を持つため、因子として検討するに困難な面が多い。今回対象とした集団は、単一大学で、寮生活を行っている体育学部 に所属する男子柔道部員であるため、食生活や運動量や様式が比較的均一と考えられる。このような条件を前提とし、男子大学生柔道選手の骨塩量を測定し、部位別に選手の体重や、筋力、との相関を求め、骨塩量を規定する因子について検討を行ったので報告する。

対象と方法

本研究においては、測定の意義並びに危険性を被験者に説明し、同意を得た上で測定を行った。

被験者として体育学部 に所属する単一の大学生男子柔道選手45名を対象とした。

骨 塩 量 は、DEXA法（Dual Energy X-RAY Absorptiometry）により、Norland社製XR-26を用いて全身の骨塩量（TBMC）を測定した。部位別骨塩量は、以下のごとく定義した。両上肢骨塩量（UBMC）を、肩関節関節窩より遠位の両上肢部分の骨塩量の和とし、体幹骨塩量を、左右の肩関節関節窩の上端と下端とを結ぶ線、両鎖骨上縁を結ぶ線、両恥骨下縁を結ぶ線で囲まれた領域の骨塩量（TrBMC）とし、下肢骨塩量（LBMC）を、両恥骨下縁を結ぶ線より遠位の骨塩量と定義して検討した。

体重、体脂肪量は、骨塩量と同時に、DEXA法により測定した。

筋力は、背筋力計を用いて背筋力を、握力計を用いて握力を測定した。被験者らは、以上の筋力測定には習熟していたため、一回の測定結果を測定値とした。また、等速性筋力として、サイベックスを用い、角速度60dpsでの軸足の等速性脚伸

展筋力、肩関節90度外転位での引き手側の肩関節の等速性内旋筋力を各々5回反復して測定し、その中の最大筋パワーを筋力とした。筋力測定にさいし、腰痛の訴えのあるものは、背筋力の測定から除外し、手に障害を持つものは、握力測定から除外し、下肢の障害、上肢帯の障害のあるものは等速性筋力測定から除外した。

結 果

測定結果を表2に示す。

DEXA法による体重の平均値は、 $91.9 \pm 19.8$ kgで日本国民の平均体重より重く<sup>5)</sup>、体脂肪率も、 $25.8 \pm 15.6\%$ と高値を示した。全身骨塩量は、 $3777.9 \pm 432.5$ gであった。上肢骨塩量は、 $561.6 \pm 28.8$ g、体幹骨塩量は、 $1527.1 \pm 215.6$ g、下肢骨塩量は、 $1149.7 \pm 205.4$ gで、全身骨塩量に占める割合は、それぞれ14.9%、40.4%、30.4%であり、残りの14.3%は頭蓋骨と頸椎の骨塩量に相当する。

背筋力は、20名に対し測定し、平均値は $161.4 \pm 15.2$ kgであった。握力は22名を対象に測定し、引き手側の平均が $52.6 \pm 4.9$ kg、吊り手側の平均が $52.5 \pm 7.2$ kgで、吊り手と引き手との筋力について関連2群の差の+検定により検定を行ったが、

表2 測定結果

| 項 目     | 被検者数 | 平 均                |    |
|---------|------|--------------------|----|
| 体重      | 45   | $91.9 \pm 19.8$    | kg |
| 体脂肪量    | 45   | $25.8 \pm 15.6$    | kg |
| 体脂肪率    | 45   | $25.6 \pm 11.5$    | %  |
| TBMC    | 45   | $3777.9 \pm 432.5$ | g  |
| UBMC    | 45   | $561.6 \pm 28.8$   | g  |
| TrBMC   | 45   | $1527.1 \pm 215.6$ | g  |
| LBMC    | 45   | $1149.7 \pm 205.4$ | g  |
| %UBMC   | 41   | $14.8 \pm 2.2$     | %  |
| %TrBMC  | 41   | $40.4 \pm 1.7$     | %  |
| %LBMC   | 41   | $30.1 \pm 2.6$     | %  |
| 背筋力     | 20   | $161.4 \pm 15.2$   | kg |
| 握力(引き手) | 22   | $52.6 \pm 4.9$     | kg |
| 握力(吊り手) | 22   | $52.5 \pm 7.2$     | kg |
| 膝伸展筋力   | 23   | $164.3 \pm 21.5$   | fp |
| 肩内旋筋力   | 21   | $48.6 \pm 12.5$    | fp |

有意差を示さなかった。このため、上肢骨塩量と握力との相関は、引き手側の筋力との相関を検討することとした。著者らが以前第28回リハビリテーション医学会にて報告したように、大学生柔道選手の軸足と非軸足の脚伸展筋力、引き手と吊り手の間の肩内旋筋力は有意差を示さないため、脚伸展筋力測定は軸足について行い、肩内旋筋力測定は、引き手側について行った。軸足の脚伸展筋力測定は23名に対し行い、平均 $164.6 \pm 21.5$ fp、引き手側の肩内旋筋力測定は21名に対して行い、平均 $48.6 \pm 12.5$ fpであった。

測定項目の相関は、体重に対し、TBMC,UBMC,TrBMC,LBMC,背筋力に対し、TrBMC,握力に対しUBMC、肩内旋筋力に対しUBMC、膝伸展筋力に対しLBMCについて検討した(表3)。結果を表3に示す。体重と相関を示す骨塩量は、全身骨塩量、体幹骨塩量、下肢骨塩量であり、上肢骨塩量は、体重と相関を示さなかった。おのものの、一次回帰直線を図1-5に示す。相関係数をみると、下肢骨塩量と体重との相関係数は、 $r=0.73$ と最も大きかった。筋力と骨塩量との相関は、膝伸展筋力と下肢骨塩量との間でのみ認められたが、有意水準は0.05と低く、相関係数も、 $n=23$ に対し $r=0.46$ であった。背筋力と体幹骨塩量、握力並びに肩内旋筋力と上肢骨塩量との相関は認められなかった。

表3 測定項目と相関

| 項 目   |       | n  | 相関係数 | 相 関       |
|-------|-------|----|------|-----------|
| 体 重   | TBMC  | 45 | 0.59 | $p<0.001$ |
|       | UBMC  | 45 | 0.17 | (-)       |
|       | TrBMC | 45 | 0.52 | $p<0.001$ |
|       | LBMC  | 45 | 0.73 | $p<0.001$ |
| 背筋力   | TrBMC | 20 | 0.40 | (-)       |
| 握 力   | UBMC  | 22 | 0.03 | (-)       |
| 肩内旋筋力 | UBMC  | 21 | 0.17 | (-)       |
| 膝伸展筋力 | LBMC  | 23 | 0.46 | $p<0.05$  |

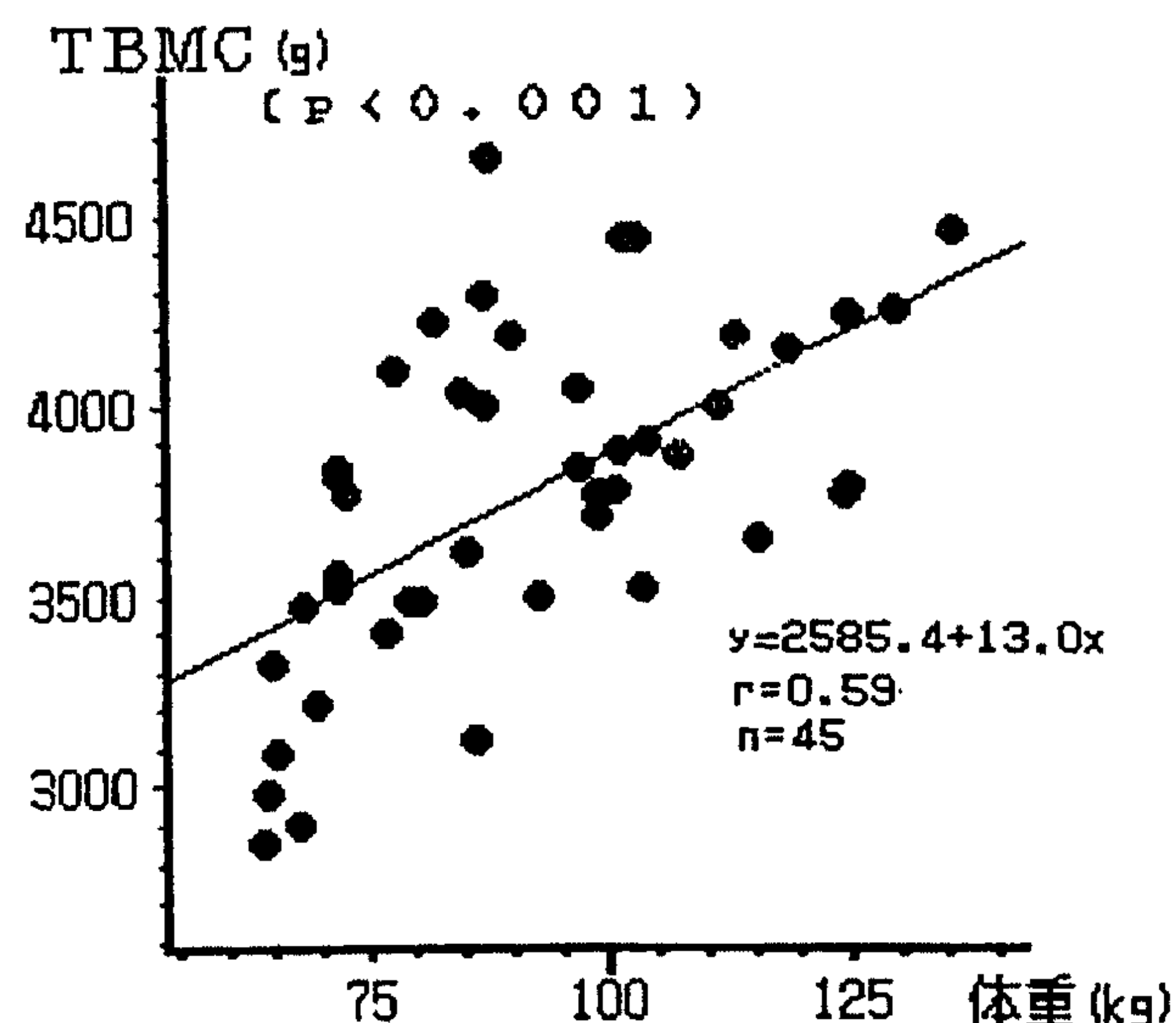


図1 体重と全身骨塩量との関係

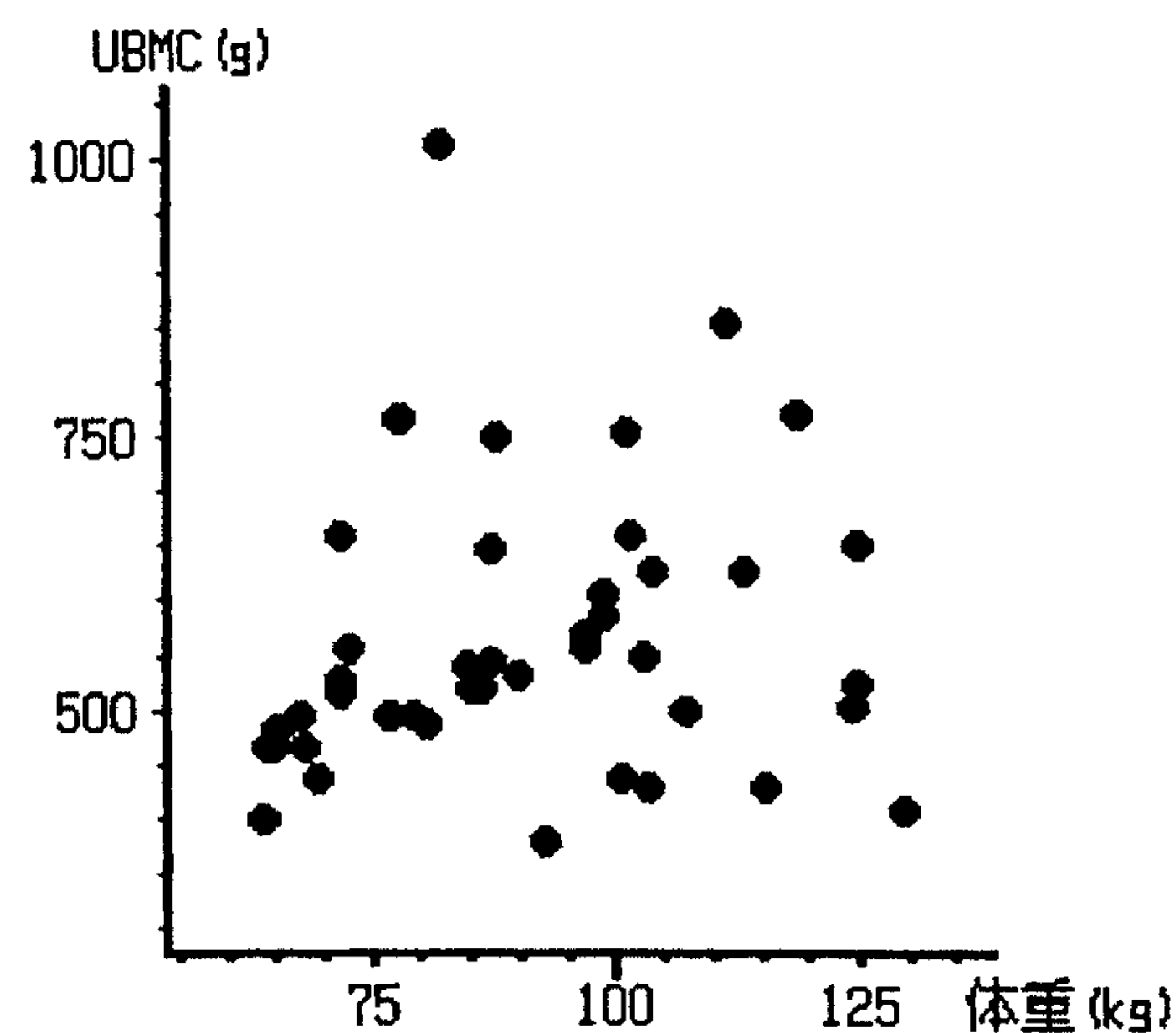


図2 体重と上肢骨塩量との関係

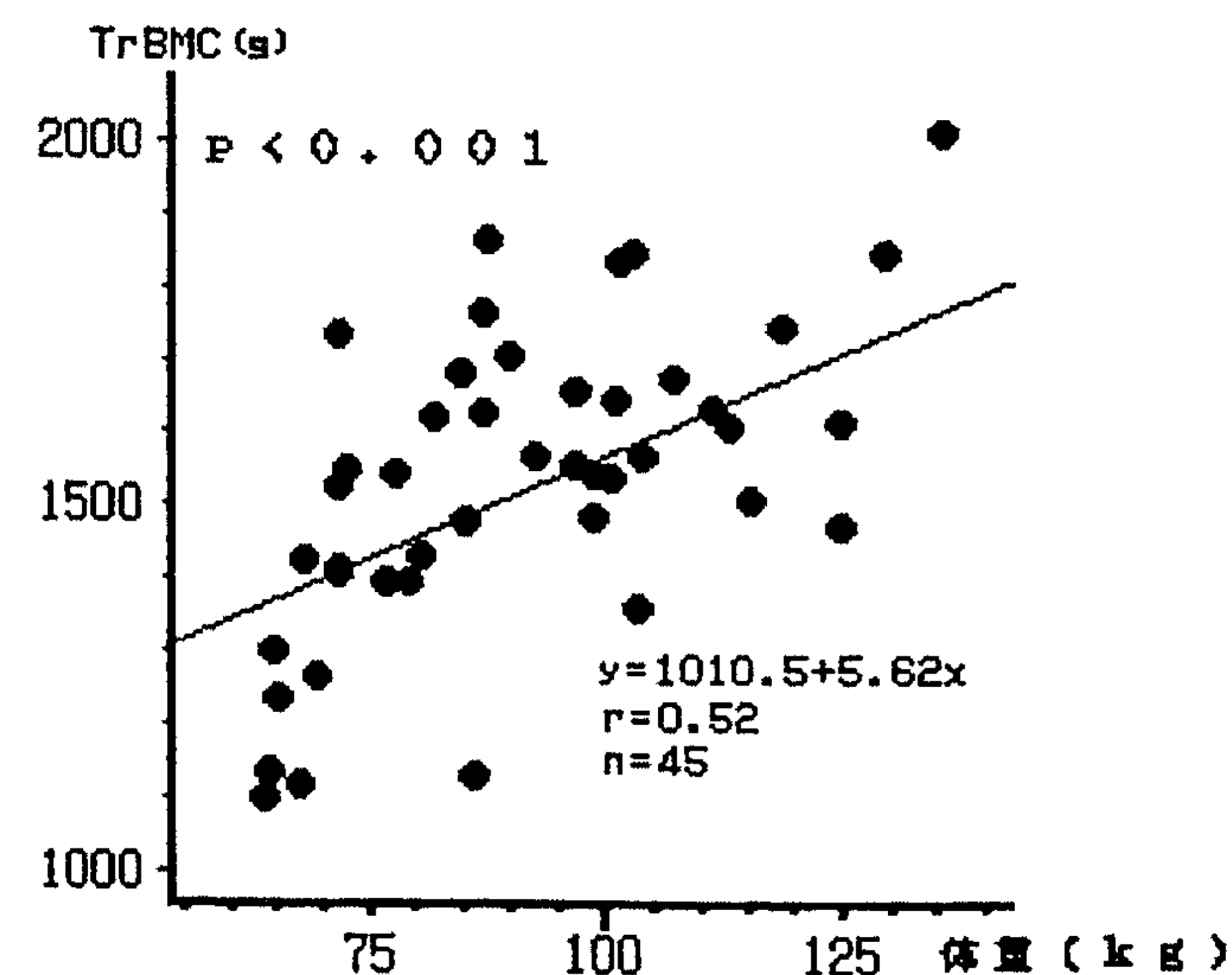


図3 体重と体幹骨塩量との関係



## 考 察

荷重骨である腰椎骨密度と体重との間で相関を示す報告<sup>6)</sup>や、無重力状態の生活で骨密度の低下が起こる報告<sup>7)</sup>から、骨密度の上昇に重力の働きが必要だといわれている。実際、本研究においても、荷重骨である下肢骨で体重と最も高い相関を認め、肋骨など非荷重骨と脊椎など荷重骨が混合する体幹骨塩量でつぎに体重と相関した。非荷重骨である上肢骨塩量と体重とは相関を示さなかった。このことは、骨塩量の増大には、重力負荷が大きな要素であるという従来の考え方を支持するものである。全身骨塩量と体重との間に認められる相関は、荷重骨である下肢や脊椎の全身の骨に占める割合が大きく、上肢骨塩量の占める割合が小さいためであると考えられる。SPA(single photon absorptiometry)による測定によって、中高年齢者に腕相撲様の運動を行い、橈骨遠位での骨塩量の増大を見たとの報告<sup>8)</sup>があるが、上肢の骨塩量は、静的な筋力である握力や、等速性筋力とは相関を示さなかった。腕相撲という動作を繰り返すことによって筋力は増大すると考えられるが、腕相撲の運動様式は等尺性筋収縮であり、筋力と骨塩量との相関を検討するには、運動様式の差や筋収縮のスピードなども考慮して行う必要があると思われる。背筋力と腰椎との骨密度との相関が認められないとの報告<sup>9)</sup>があるが、今回、体幹骨塩量と背筋力との相関は示さなかった。下肢骨塩量と脚伸展筋力との間に相関は認められたものの、その相関は弱いため、下肢骨塩量と筋力との関係についてはさらに検討を要する。上肢の骨塩量は、体重や、静的筋力、等速性筋力と相関を示さなかった。そこで、上肢骨塩量と全身骨塩量との相関について検討したところ、有意水準  $P < 0.001$  で有意な相関を示した。(図6) このことは、上肢骨塩量が、全身の骨代謝に規定されている可能性を示唆するものと考えられる。

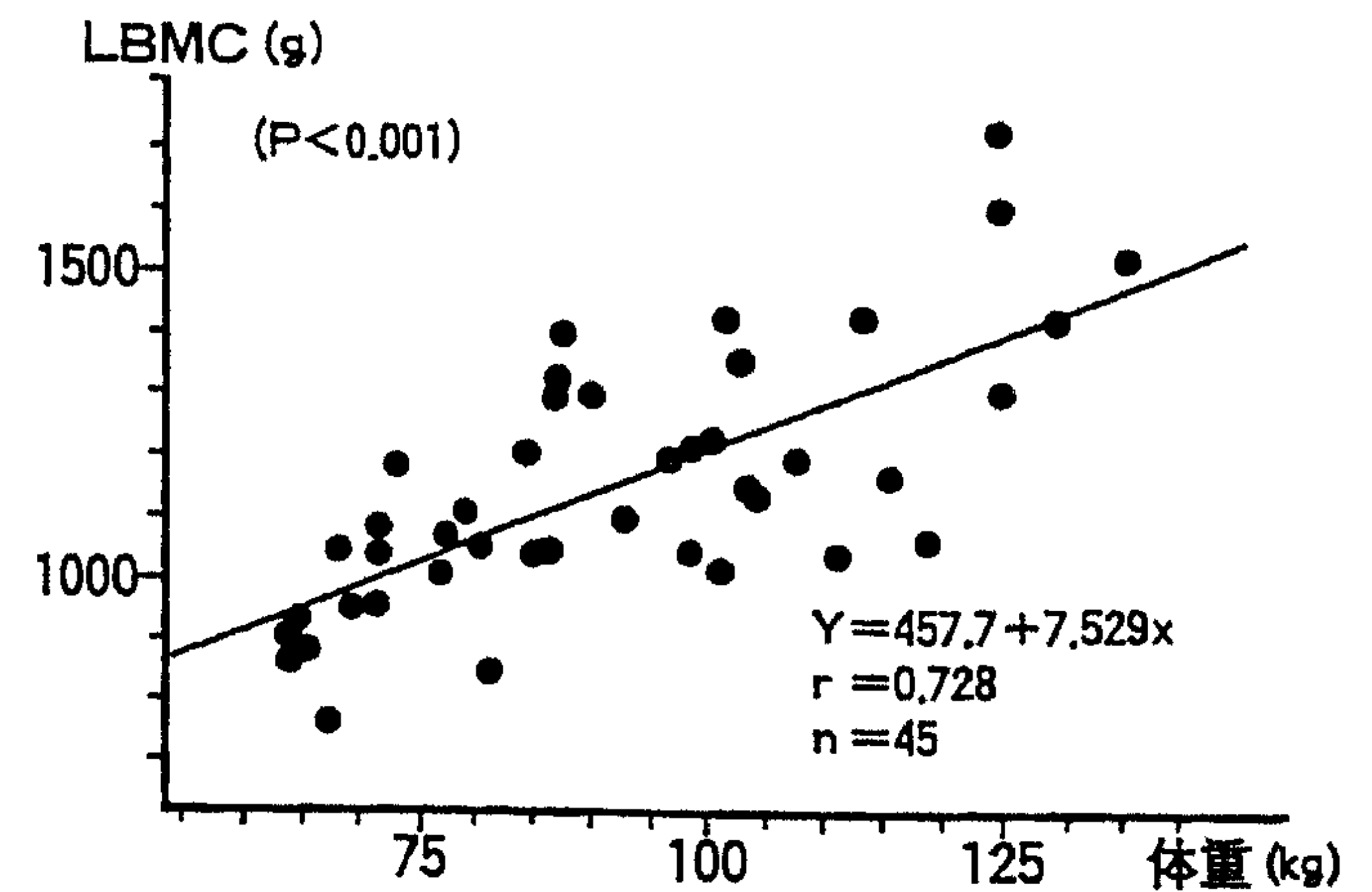


図4 体重と下肢骨塩量との関係

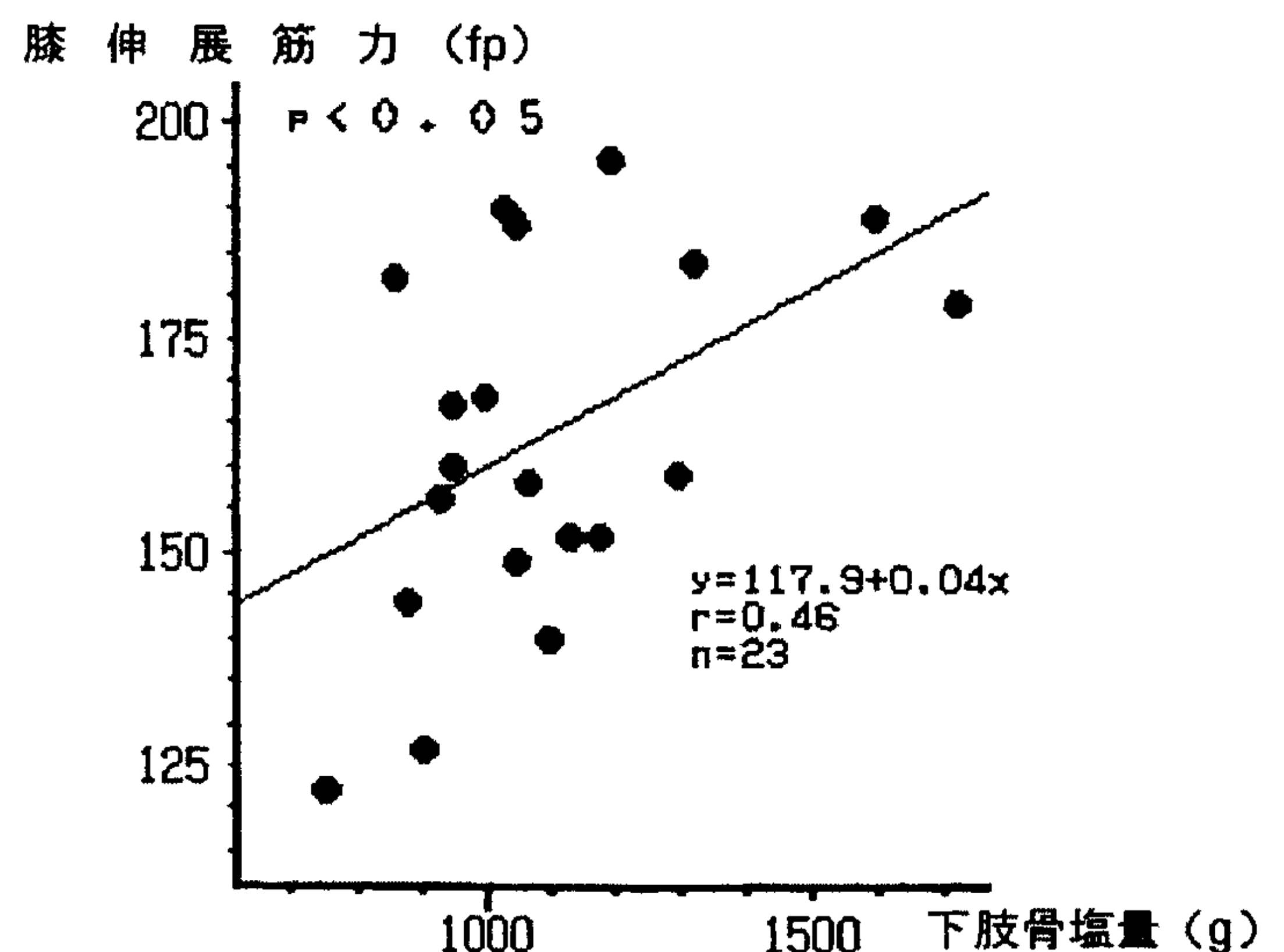


図5 下肢骨塩量と膝伸展筋力との関係

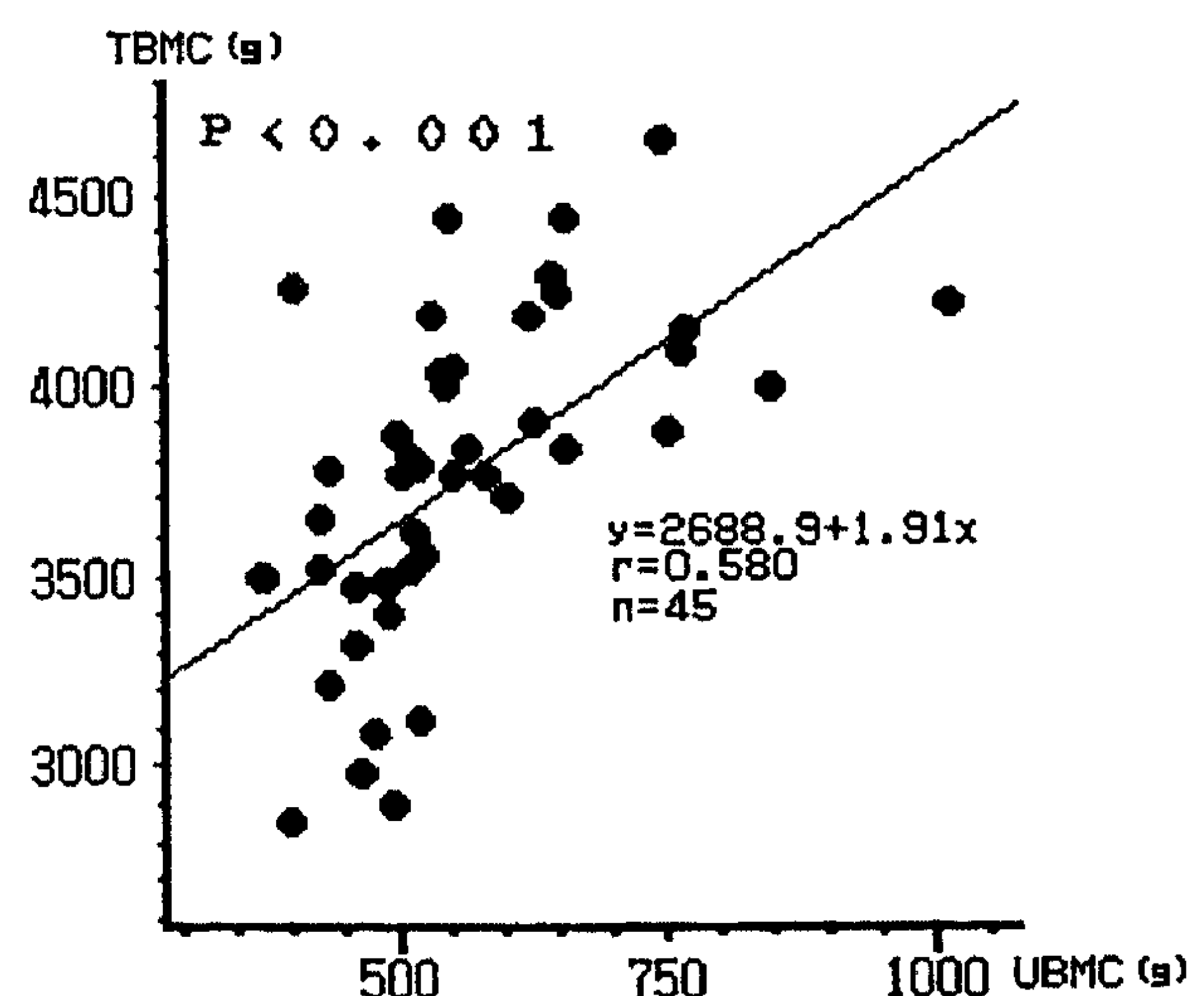


図6 上肢骨塩量と全身骨塩量との関係

## ま と め

全身骨塩量を上肢、体幹、下肢の部位別骨塩量に分け、部位別骨塩量と従来骨密度を決定する因子としてあげられていた体重、筋力との相関を検討した。全身骨塩量は、体重と相関を示すが、下肢骨塩量との相関が最も高かった。上肢の骨塩量は体重と相関を示さなかったが、全身骨塩量に占める割合が、平均14.8%と低いため全身骨塩量は体重と相関を示すものと考えられた。

筋力と相関を示したのは、下肢骨塩量と脚伸展筋力のみであった。

この論文の要旨は、第3回臨床スポーツ医学会にて報告した。また、この研究の一部は、平成4年度の国士舘大学体育研究所の助成金によりおこなわれた。

## 引用・参考文献

- 1) 乗松尋道：Osteoporosisに対する予防、臨床スポーツ医学, 5:1325-1331,1988.
- 2) Dalen,N,Oleson,K,E,:Bone mineral content and physical activity.Acta ortop. Scand. 45: 170-174, 1974.
- 3) 後藤澄雄：高い骨密度の医事に有効なスポーツの質と量に関する研究, 臨床スポーツ医学 8 : 821-825,1991.
- 4) Sinaki. M, Offord, K.P.: Physical activity in postmenopausal women:Effect on back muscle strength and bone mineral density of the spine. Arch Phys. Med. Rehabili. 69: 277-280,1988.
- 5) 国民衛生の動向39,9 厚生統計協会
- 6) Sinaki ,M., Wahnor, HW.,: Efficiency of nonloading exercises in prevention of vertebral bone loss in postmenopausal women Laulence and Dorothy Falls Interanational Symposium. Clinical disorders of bone and mineral metabolism, May8-13, 1988.
- 7) Mack, P.B., LaChance, P.A.,: Bone demineralization of foot and hand of Gemini-Titan IV, V and VII astronauts during orbital flight. Amer. J.Roent.Rad.Theraphy and Nuclear Med. 100:503- 511, 1967.
- 8) Aloia, J.F., Cohn, S.H., et al.: Prevention of involutional bone loss by exercise. Ann. Int. Med. 89: 356-358,1978.
- 9) 広中主司ら：骨粗鬆予防のための効果的運動療法に関する時系列研究、骨粗鬆症予防のための効果的運動療法の研究開発事業報告書 日本エアロビクスフィットネス協会109-126,1992.
- 10) 武藤芳照、谷本広道、松本高明ら：身体運動と骨粗鬆症との関係に関する資料調査研究、骨粗鬆症予防のための効果的運動療法の研究開発事業報告書, 日本エアロビクスフィットネス協会, 7-37,1992.