

## 大学ラグビー選手の骨密度や体脂肪率と体格や体力との関係

谷 嶋 二三男<sup>1)</sup> 春 口 廣<sup>2)</sup>

### Factors related to the bone density and percent body fat in university rugby football players

TANISHIMA Fumio HARUGUCHI Hiroshi

By separating the B group (backs) and the F group (forwards) for the university rugby football players, factors related to the bone density and percent body fat were examined. The following results were obtained from the study.

- 1) There was no significant difference in the bone density between B group and F group, whereas the F group was higher for the percent of body fat.
- 2) Correlation between slowness of short run and bone density was found for B group.
- 3) Correlation between slowness of 3000 m run and bone density was found for F group.
- 4) Correlation between body fat percent and weight as well as chest and arm girth were found for both groups.
- 5) There was a relationship between body fat percent and slowness of 3000m run for F group.

From these results, body fat percent is a more effective indicator of physical fitness than bone density.

#### 緒 言

運動が骨密度に与える影響については、ヒトばかりでなく、ラット等<sup>3, 4, 7)</sup>についても研究されてきている。ヒトに関しては、思春期ごろの運動が骨密度にあたえる影響<sup>11, 18)</sup>や若い女性の骨密度に与える運動の影響<sup>1, 6, 10)</sup>についてなど非常に多くの報告がある。

骨密度を高めるには運動と栄養が大きな要素になっていることは周知のとおりである。しかし、カルシウム摂取より運動刺激の方が重要である<sup>6)</sup>との報告もあるように、両者のかかわりの程度についても研究が行われてきているが、十分理解されているわけではない。また、運動様式や運動強度、運動時間等が骨密度に関わる程度も不明な点も多い。

運動強度について、ラットの実験から、最大酸素摂取量の40%から80%の運動強度では骨量が増

加すること<sup>3)</sup>、80%以上では骨量がかえって減少する<sup>4)</sup>ことが報告されている。しかし、高強度の有酸素運動が骨密度やコラーゲン代謝を活性化すると報告もある<sup>12)</sup>。

また、運動様式の違いが骨密度に与える影響が異なるとの報告もある<sup>1, 13, 16, 22)</sup>。水泳より陸上で運動、歩くより走る方が効果がある。さらに走るより、ジャンプのように衝撃が加わる運動や、筋を強く使用する様式のほうが効果が高いと考えられる。しかし、使いすぎの点から見ると、長距離走のような負荷は、骨密度を高める効果があまり見られないと考えられている<sup>15)</sup>。

このように、運動刺激が骨密度を高める効果があるものの、運動刺激単独の効果ではなく、栄養その他の複合的な要素が関わっている<sup>19, 20)</sup>のである。そして、複合的な要素間の関わりの程度が、

1) 横浜市立大学大学院総合理学研究科 運動・スポーツ科学教室 (236-0027金沢区瀬戸22-2)

Laboratory of Exercise & Sports Science, Graduate School of Science, Yokohama City University

2) 関東学院大学 Kanto Gakuin University

十分理解されていないのが現状でもある。

運動刺激が骨密度に与える影響に不明な点はあるものの、日本人に対しての運動様式についての研究も盛んに行われてきている。剣道<sup>23)</sup>、柔道<sup>15)</sup>、相撲<sup>17)</sup>そして長距離走や競泳等<sup>16)</sup>の研究も見られる。

今回我々も、超音波法ではあるが、経験年数の長いラグビー選手の骨密度を中心に測定を行った。そして、体格や体力の測定も行い、ラグビー選手の骨密度や体脂肪率の特徴や体格そして体力との関係を検討したので報告する。

## 方 法

骨密度は乾式のMcCue Ultrasonics社製（イギリス）のCuba Clinicalを用いて、骨梁数を表すBUA値と、主に骨質部分の体積を反映するVOS（SOS）とを測定した。超音波を片側から送ると、反対側に到達する音波が減衰することなどを利用して測定している。超音波の減衰には、散乱と吸収があるが、骨の構造から考えてほとんど吸収と考えられている。また、超音波の高い周波数成分は、低い周波数成分に比較して骨に吸収されやすい特徴があるため、吸収の程度から骨の量が算出できる<sup>2)</sup>。簡単に述べれば吸収が大きければ骨が多くあったことになる。

体脂肪率は、まず両足間に微弱な電流を流し電気抵抗を測定する。そして、電気抵抗や身長、体重等から体密度を算出し、Brozek<sup>5)</sup>の式に代入して体脂肪率を算出するインピーダンス法を用いた体脂肪計（タニタ社製）の、アスリートモードで測定した。

その他の体格項目として、身長、体重、胸囲をはじめ、前腕、上腕、大腿そして下腿囲、主な体力測定項目として、握力、背筋力、垂直跳び、反復横跳び、立位体前屈、3000m走、そして100m走や100m走における50m迄のタイム（以下0-50m走と記載）を測定した。被検者は、大学選手権優勝チームで同様な練習を行っている男子、1年生31名、2年生21名、3年生22名、4年生21名であった。

## 結果と考察

運動種目の違いによる運動様式の違いと同様、同一種目でもポジションによる運動様式の違いがある。そこで、今回は、大まかにスクラムハーフを除きフォワードとバックスに分けて分析した。フォワード群をF群、そしてバックス群をB群とした。BH群は、B群にスクラムハーフを加えた群である。表1は、被検者の運動歴をまとめたものであり、高校でのラグビー未経験者は1名であり、長年ラグビーを行ってきている集団であることがわかる。学年別に平均値を比較したが、2年生の体重や体脂肪率、前腕囲、大腿囲等に差が見られる程度で、骨密度や体力に学年間の差が見られなかった。このように、学年間の影響があまりないことから、ポジション別に検討した。

スクラムでは瞬発的な力発揮が必要であるが、長い時間動き回るため、持久力も必要とされるフォワード群（F群）と、瞬間的に走る要素の多いバックス群（B群）とおおまかに分けて検討した。スクラムハーフは、前者のように長い時間動き回るが、スクラム等に参加しないため、F群やB群と区別した。

ポジション別平均値等を表2に記載した。F群とB群の比較では、ほとんどの項目で有意な差が見られた。骨密度に関しては、F群の平均値の方が高いが、有意な差は見られなかった。B群では、体格項目として体脂肪率やVOS、体力測定項目として3000m走、そして0-50m走の成績がF群より良く、ポジションの影響もあらわれている。

表1. 運 動 歴

		小学校	中学校	高等学校
BH群 n=44	ラグビー	15	29	43
	その他	22	13	1
	無し	7	2	0
F群 n=51	ラグビー	5	16	51
	その他	32	33	0
	無し	14	2	0

表2. ラグビー選手の体格や体力測定結果の平均値 (ポジションによる分類)

		身長 (cm)	体重 (kg)	胸囲 (cm)	上腕囲 (cm)	前腕囲 (cm)	大腿囲 (cm)
全員 n=95	平均	174.6	79.3	97.2	34.4	28.5	57.0
	SD	6.87	12.32	7.73	3.15	2.04	5.12
B群 n=34	平均	173.0	72.5	93.4	32.8	27.8	54.8
	SD	5.12	5.32	3.84	1.77	1.32	3.21
F群 n=51	平均	**177.2	**86.9	**101.2	**36.1	**29.4	**59.4
	SD	6.61	10.87	7.86	3.14	1.98	5.21

		下腿囲 (cm)	背筋力 (kg)	握力 (kg)	垂直跳び (cm)	反復横跳び (回)	立位体前屈 (cm)
全員 n=95	平均	39.6	158.6	45.4	56.2	47.8	10.9
	SD	3.72	24.15	7.21	6.56	6.04	6.72
B群 n=34	平均	38.7	154.9	45.5	57.9	47.9	12.2
	SD	4.08	15.28	7.30	4.90	9.53	7.53
F群 n=51	平均	**40.9	*165.6	46.5	*54.6	47.8	*9.0
	SD	3.10	26.86	6.99	6.98	2.84	5.92

		骨密度 BUA値	VOS m/sec	体脂肪率 (%)	3000m走 (秒)	100m走 (秒)	0-50m走 (秒)
全員 n=95	平均	108.4	1864	14.6	747.7	13.3	6.9
	SD	16.49	53.2	3.84	66.15	0.76	0.36
B群 n=34	平均	104.5	1879	12.8	718.5	12.8	6.6
	SD	16.13	48.6	1.89	38.55	0.40	0.19
F群 n=51	平均	110.4	**1848	**16.7	**773.7	**13.6	**7.1
	SD	16.28	50.5	3.69	72.39	0.79	0.31

B群とF群間; \*\*:p<1%、\*:p<5%

表3. 骨密度や体脂肪率と体格や体力との相関関係

		身長	体重	胸囲	上腕囲	前腕囲	垂直跳び
骨密度	B群	0.189	*0.350	0.165	0.212	**0.467	*-0.356
	F群	-0.199	0.052	0.079	0.014	-0.310	-0.064
体脂肪率	B群	0.194	**0.735	**0.512	**0.484	*0.423	*-0.383
	F群	-0.160	**0.821	**0.839	**0.702	0.380	-0.243

		3000m走	100m走	0-50m走	体脂肪率	骨密度	VOS
骨密度	B群	-0.017	**0.492	**0.617	0.278	-	0.263
	F群	*0.257	0.249	0.131	0.175	-	**0.476
体脂肪率	B群	0.293	0.081	0.244	-	0.272	0.024
	F群	**0.614	**0.436	**0.496	-	0.175	-0.028

\*\* : p<1%、\* : p<5%

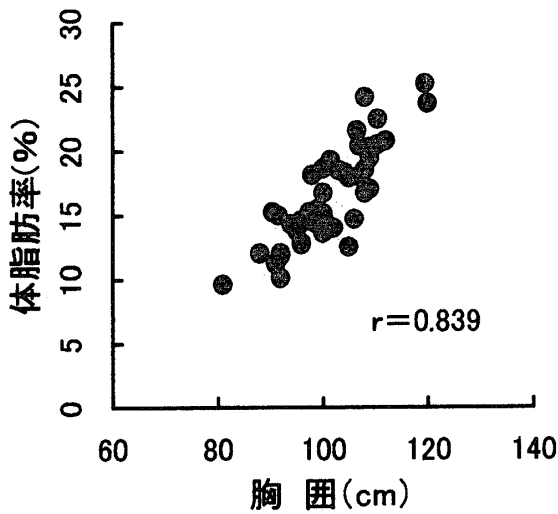


図 1. 胸囲と体脂肪率との相関関係 (F 群)

表 3 は、表 1 の項目をしぼって、相関係数を算出したものである。骨密度は B 群では、体重、前腕囲、垂直跳び、100m 走や 0-50m 走と有意な相関があり、F 群では、3000m 走と VOS とに有意な相関が見られた。骨密度と体脂肪率との相関は見られなかった。松本は<sup>15)</sup>、柔道選手では骨密度と体重に高い相関が見られていることを示し、骨密度と体重は、一般的には相関すると述べている。しかし、骨密度と体脂肪率との関係は、種目によって異なると述べてもいる。今回の結果も同様な傾向であった。

体脂肪率については、B 群では、体重、胸囲、上腕囲、前腕囲、垂直跳びに有意な相関が見られた。また、F 群では、体重、胸囲、上腕囲に B 群より強い相関関係が見られるとともに、3000m 走、100m 走や 0-50m 走においても有意な関係が見られた。F 群は、体脂肪率が高いと走能力が低い関係が明らかである。図 1 は、F 群の体脂肪率と胸囲の相関関係を図にしたものである。F 群の体脂肪率と胸囲や上腕囲との相関が高いということは、胸囲や上腕囲は体脂肪率が多い人ほど長いことになり、筋厚だけの影響ではない可能性を示している。体脂肪率の平均は表 2 から、F 群では、16.7% と高い値ではない。今回はアスリートモードで測定したためか、先の報告<sup>14)</sup>より低値である。しかし、運動選手では、高い方でもある<sup>8)</sup>。種目の特徴もあるため、ある程度の体脂肪率は必要である

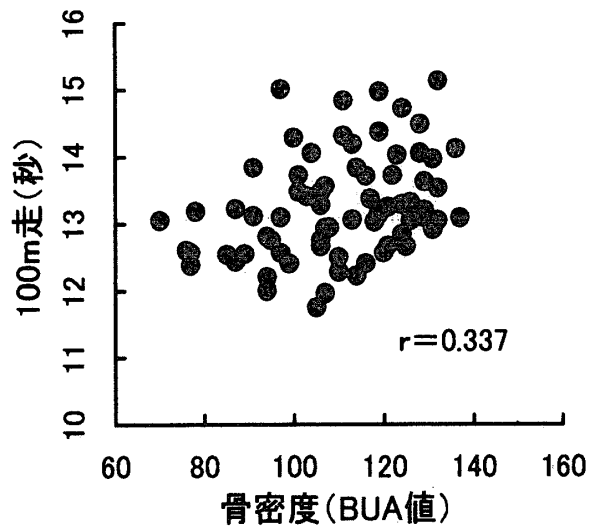


図 2. 骨密度と 100m 走の相関関係 (全員)

が、ラグビー<sup>9)</sup>ではどのくらいであるべきかは一概に言えない。相関係数を見る限りでは、もう少し体脂肪率を下げる必要もあるかも知れないが、今後の推移や他の種目等も考慮して検討していきたい。また、測定モードの統一やもう少し精度の良い体脂肪計等による測定も必要と考える。

図 2 は、全員について、骨密度と 100m 走の相関関係を図に示したものである。100m 走と骨密度には有意な関係があるものの、それほど強い相関関係ではない。ところが、F 群、B 群別にみると表 3 のように、B 群 0.492 と有意な相関があり、F 群と差が見られた。

フォワードは、衝撃力から考えると、練習や試合等でも土や芝の上で行うプレーであること、ジャンプによる刺激より、足が地面についている状態での力の発揮であること。また、骨に対して長軸方向の力でないことや踵が地面から離れた状態での力発揮であることから考えれば、それほど大きな衝撃が踵にかかっているわけではない。しかし大きな下肢筋を強く使うことには変わりなく、骨密度に与える影響も少なくない。一方 B 群も、すばやく動くこと、全力で走ることによって両足が地面から離れることは F 群より多いので着地の際衝撃は強い。長軸方向からの刺激であること、また、全力で走ることにより、強い筋の働きが生じることにより、骨密度に与える影響も少なくない。

このように、スクラムのように足を地面につけ、

大きい筋のアイソメトリックな要素の多い力の発揮と、全力疾走の繰り返しのような、動的な力発揮では、下肢の骨に与える影響が異なるの可能性があるかも知れない。しかし、今回の結果では、B群よりF群の方が骨密度は高いが、有意な差は見られなかった。今後、同一体重の者で比較し、検討することも興味がある。しかし、今回のB群の結果は、骨密度が高い者ほど100m走のタイムが悪いことになり、単に骨密度が高い者は、体重が重いので100m走が遅くなったと考えている。

大学生のラグビー選手の骨密度は、著者ら<sup>21)</sup>の同一測定器で測定した、一般大学生の骨密度( $94 \pm 14.5$ )に比較して高い傾向ではあるが、一流サッカー選手( $116 \pm 15.2$ )に比較するとそれほど高い値ではないのも特徴かと考えている。

## 結 論

運動歴の長い大学のラグビー選手を対象に、バック選手(B群)とフォワード選手(F群)とに分けて、骨密度や体脂肪率と体格や体力の関係を検討した。

1. 骨密度は両群間に差はなかったが、体脂肪率はF群の方が高かった。
2. B群では、骨密度が高いと短距離走能力が低い関係がみられた。
3. F群では、骨密度が高いと長距離走能力が低い関係がみられた。
4. 両群とも、体脂肪率と体重、胸囲そして上腕囲とに有意な相関がみられた。
5. F群では、体脂肪率が高いと長短距離走能力が低い関係がみられた。

以上のように、骨密度に比べ、体脂肪率は体格や体力に影響を与えやすい。

## 参考文献

- 1) A. Heinonen, P. Oja, P. Kannus, H. Sievänen, H. Haapasalo, A. Mänttari, and I. Vuori (1995) Bone mineral density in female athletes representing sports with different loading characteristics of the skeleton. *Bone*. 17 (3) : 197-203.
- 2) Aloka (1996) 超音波骨評価装置AOS-100 (技術資料) Aloka, Pp57.
- 3) Bourrin S., Palle A., Pupier R, et al. (1995) Effect of physical training on bone adaptation in three zone in the rat tibia. *J Bone Miner Reseach* 10 : 1745-1752.
- 4) Bourrin S., Genty C., Palle S., et al. (1994) Adverse effects of strenuous exercise: a densitometric and histomorphometric study in the rat. *J Appl. Physiol.* 76 : 1999-2005.
- 5) Brozec J., F. Grande, J. T. Anderson and A. Keys. (1963) Densitometric analysis of body composition : Revision of some quantitative assumptions. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 110 : 113-140.
- 6) D. C. Welten, H. C. G. Kemper, G. B. Post, W. Van Mechelen, J Twisk, PLips, G. J. Teule (1994) Weight-bearing activity during youth is a more important factor for peak bone mass than calcium intake. *J. of Bone and Mineral Research.* 9 (7) : 1089-1096 .
- 7) E. C. Firth, J. Delahunt, J. W. Wichtel, H. L. Birch and A. E. Goodship (1999) Galloping exercise induces regional changes in bone density within the third and radial carpal bones of Thoroughbred horses. *Equine Veterinary J.* 31 (2) : 111-115.
- 8) 福永哲夫 (1988) 競技スポーツにおける脂肪と筋量. *コーチング・クリニック*. 2 (5) : 28-31.
- 9) 古川拓生、村上純、奥脇透、村上英司、河野一郎、中川昭、斎藤武利、勝田隆 (1998) ラグビー選手の最大酸素摂取量推定換算表作成に関する研究. 平成10年度日本オリンピック委員会スポーツ医・科学研究報告 (No. II 競技種目別競技力向上に関する研究第22報) 157-165.
- 10) H. Alfredson, P. Nordström, R. Lorentzon (1996) Total and regional bone mass in female soccer players.
- 11) Haruko Takada, Kaei Washino, Tadayuki

- Hanai and Hirotoishi Iwata (1998) Response of parathyroid hormone to exercise and bone mineral density in adolescent female athletes. *Environmental Health and Preventive Medicine*, 2 (4) : 161-166.
- 12) Jennifer D. Wallace, Ross C. Cuneo, Per Arne Lundberg, Thord Rosen, Jens Otto Lunde Jørgensen, Salvatore Longobardi, Nicola Keay, Luigi Sacca, Jens Sandahl Christiansen, Bengt-Åke Bengtsson, and Peter H. Sönksen (2000) Responses of markers of bone and collagen turnover to exercise, Growth Hormone (GH) administration, and GH withdrawal in trained adult males. *The J. of Clin. Endo. and Met.* 85 (1) : 124-133.
- 13) Jon E. Block, Harry K. Genant, and Dennis Black (1986) Greater vertebral bone mineral mass in exercising young men. *West J. Med.* 145 : 39-42.
- 14) 黒岩純、春口廣、上田大、林加奈子、石濱慎司、泉圭祐、石井哲次、森田恭光、弘卓三 (2001) 大学ラグビー選手権優勝チームにおける体力-関東学院大学ラグビー選手の特性-。 *運動とスポーツの科学* 7 (1) : 87-95.
- 15) 松本高明、斎藤仁、杉野健二郎、吉田耕志郎、関根修一、林泰史、鳥居俊 (1992) 大学生柔道選手の部位別骨塩量。 *The Annual Reports of Health, Physical Education and Sport Science.* 10・11 : 35-40.
- 16) 松本高明 (1998) 青年期スポーツ選手の骨密度 一種目間の相違一。 *臨床スポーツ医学* 15 (7) : 727-731.
- 17) Noriko Tsukahara, Naomi Omi and Ikuko Ezawa (1999) Effects of special physical characteristics and exercise on bone mineral density in Sumo Wrestlers *J. Home Econ. Jpn.*, 50 (7) : 673-682.
- 18) Robin M. Daly, Peter A. Rich, Rudiklein, and Shounabass (1999) Effects of high-impact exercise on ultrasonic and biochemical indices of skeletal status : A prospective study in young male gymnasts. *J. Bone Mineral Res.* 14 : 1222-1230.
- 19) 酒井昭典、中村利孝 (1999) 運動の骨代謝への影響。 *総合リハビリテーション*. 27 (2) : 111-115.
- 20) Stefan Judex, William C. Whiting, Ronald F. Zernicke (1999) Exercise-induced bone adaptation : considerations for designing an osteogenically effective exercise program. *International J. Industrial Ergonomics.* 24 : 235-238.
- 21) 玉木伸和 (1998) からだと運動の科学。学術図書出版社、東京 : pp215
- 22) U. Petteersson, P. Nordström, R. Lorentzon (1999) A comparison of bone mineral density and muscle strength in young male adults with different exercise level. *Calcified Tissue International.* 64 (6) : 490-498.
- 23) 山神真一、百鬼史訓、横山直也、直原幹、宮本賢作、高橋健太郎 (1998) 剣道高段者の骨量に関する研究。 *武道学研究* 31 (2) : 20-29.