

# 大学アメリカンフットボール選手における 大豆・大豆製品摂取の骨密度，体組成および疲労度に及ぼす影響

広田孝子<sup>\*1</sup>・越山香里<sup>1</sup>・今井奈保子<sup>1</sup>・青江智子<sup>1</sup>・片岡宏介<sup>2</sup>

<sup>1</sup>辻学園中央研究室 <sup>2</sup>大阪大学歯学部

## Effects of Soy and Soy Products on Bone Mineral Density, Bone Composition and Fatigue in Japanese Collegiate American Football Players

Takako HIROTA<sup>1</sup>, Kaori KOSIYAMA<sup>1</sup>, Naoko IMAI<sup>1</sup>, Tomoko AOE<sup>1</sup>  
and Hirosuke KATAOKA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Research Laboratory, Tsuji Academy of Nutrition, Osaka 530-0021

<sup>2</sup>Osaka University Graduate School of Dental Medicine, Osaka 565-0871

### ABSTRACT

The effects of daily intake of soy and soy products on bone mineral density, body composition and self-reported fatigue after 16 weeks of physical training were examined in Japanese collegiate American football players. Forty-six football players aged 19-25 years in a national university and 105 male students aged 18-27 years in a nutrition academy (as controls) were recruited. Additionally, football players were sub-divided into "almond" and "no supplement" groups, where the "almond" subjects were supplemented with 60 g of almonds per day during the 16 weeks of training prior to the fatigue testing. Almonds were selected because of their rich vitamin E content. Bone mineral densities (BMD) and body composition were measured by dual energy X-ray absorptiometry (DEX). Self-reported fatigue was measured through Profile of Mood State (POMS) and "subjective fatigue symptoms" questionnaires established by the Japan Society for Occupational Health. BMDs of total body, Lumbar Spine (L<sub>2</sub>-L<sub>4</sub>) and proximal femur were significantly higher in the football players than in the control group. BMDs of the proximal femurs of the football players were significantly higher in those with high ( $\geq 3$  times/wk) intakes of soy and soy products than in those with low intakes. "Subjective fatigue symptoms" during 16 wk of physical training were significantly lower in the football players with high ( $\geq 3$  times/wk) intakes of soy and soy products who were supplemented with almonds, compared to unsupplemented players. Our data suggest that higher intakes of soy and soy products may promote higher accumulation of bone mineral density and,

\*〒530-0021 大阪府北区浮田2-2-9

with almond consumption, may decrease fatigue after heavy training in collegiate football players. *Soy Protein Research, Japan* 6, 140-146, 2003.

Key words : bone mineral density, vitamin E, fatigue, soy and soy products, almond, antioxidants

運動選手のパフォーマンスを向上させるためには、運動トレーニングの内容だけでなく、選手の食事や栄養のあり方を吟味する必要がある。しかしながらトレーニング内容については熟慮されているものの、食事内容や栄養状態に対する配慮は欠けていることが多い。特に学生運動選手においては、限られた時間内で勉強と練習を両立させなければならないため、食生活は不規則となり、空腹感を満たすだけの簡便な食事を摂る傾向があり、代謝の激しいスポーツマンにとり望ましい栄養状態の維持とは程遠い現況にある。しかしながら適切な栄養補給や食生活は、トレーニングによる疲労回復を早め、効率の高い筋量や骨量の増強、そして効果的な運動能力の向上が期待できるであろう。例えば良質のたん白質、脂質、ビタミン、ミネラル類、イソフラボンの豊富な大豆・大豆製品の日常における摂取は、抗酸化作用を示すビタミンEと共に働き激しい運動トレーニングにより産生される活性酸素を抑制させる可能性がある<sup>1)</sup>。活性酸素による酸化的障害は、トレーニングによる筋肉疲労を増加させ、疲労からの回復を遅らせ、競技力の低下をもたらすであろう。

一方、コホート研究による一般女性の骨密度は、運動量やカルシウム摂取のほか、大豆イソフラボンや大豆たん白質の摂取量が多いほど高値を示すことが報告されている<sup>2-4)</sup>。

そこで今回、激しいトレーニングを行うアメリカンフットボール選手を対象とし、日常の大豆・大豆製品摂取が筋量、骨量、体脂肪量などの体組成、骨密度、疲労度にどのような影響を及ぼしているのか横断的検討を行い、さらに抗酸化ビタミン (V<sub>E</sub>) の豊富なアーモンドを補給した場合、疲労軽減効果に影響があるのかどうか縦断研究を行った。

素の消去を目的とし、ビタミンEを大量に含むアーモンドを毎日摂取する摂取群 (60 g/日・20人) と非摂取群 (0 g/日・21人) の2群に分類し、アーモンド摂取は摂取効率を上昇させるためにできるだけトレーニング終了後すぐ行うことを勧めた。

### 全身または部位別の体脂肪、筋肉、骨量、骨密度の測定

筋量、骨量や体脂肪量、体脂肪率などの体組成や全身、腰椎 (L<sub>2</sub>-L<sub>4</sub>) 大腿骨近位部 (頸部、ワード三角、大転子部) の骨密度は2重エネルギーX線吸収法 (DXA法; Lunar社製DPX) により測定した。

### 食習慣、身体状況の調査

食事や運動など子供の頃から現在にわたる生活習慣、身体状況についてはアンケート調査、疲労度はProfile of Mood State<sup>5)</sup>、自覚症状調べ (日本産業衛生学会)<sup>6)</sup>により観察した。なお自覚症状調べでは、自覚症状を、身体違和の感覚が身体部位に投影された自律神経調節異常や不安などの指標となる“神経感覚的症状”、‘注意困難’と‘焦燥感’や‘精神的へばり’を主体とし、作業意志の減弱・パフォーマンスの低下の指標となる“精神的症状”、大脳賦活系の抑制に基づく‘ねむけ’と‘だるさ’を主体とし、一般疲労の指標となる“身体的症状”の3種類に分類して調査する。各食品摂取については、毎日あるいは、週あたりの摂取頻度を尋ねた。栄養バランスについての質問は、本人の主観的評価をそのまま使用した。

### 統計

統計処理はSPSS 9.0 J for Windowsを用い、2群間の差の検定はt検定、また多群間の比較はone way ANOVAで行った。いずれも5%水準で有意とした。なお、表中の数字は平均値±標準偏差で表した。

## 方 法

## 結 果

### 対象者

同意が得られた某国立大学アメリカンフットボール部の19~25歳の男子学生選手46名を対象とした。そして非運動群として18~27歳の栄養専門学校の男子学生の105名を対照群とした。アメリカンフットボール選手には、シーズン開始から16週間、運動による活性酸

### アメリカンフットボール選手の特徴

対象者の体格、体組成や骨密度値はTable 1に示す。身長、体重、BMI、筋量、骨量、全身・各部位骨密度において運動選手が対照群よりも有意な高値を示したが、体脂肪率については両群間で差が認められなかった。対照群の身長、体重、BMIは国民栄養調査成績<sup>7)</sup>

Table 1. Characteristics of subjects

|                           | Athletes    | Non-athletes | <i>P</i> |
|---------------------------|-------------|--------------|----------|
| n                         | 46          | 105          |          |
| Age (y)                   | 20.6 ± 1.3  | 20.3 ± 1.7   | 0.331    |
| Height (cm)               | 174.1 ± 5.1 | 170.9 ± 6.2  | 0.002    |
| Body Wt (kg)              | 76.5 ± 11.0 | 62.0 ± 8.1   | <0.001   |
| BMI (kg/cm <sup>2</sup> ) | 25.2 ± 2.8  | 21.1 ± 2.3   | <0.001   |
| Body Fat (%)              | 17.1 ± 7.7  | 15.7 ± 6.7   | 0.347    |
| Fat body mass (kg)        | 13.0 ± 7.0  | 9.6 ± 5.2    | 0.003    |
| Lean body mass (kg)       | 59.9 ± 6.5  | 49.6 ± 5.0   | <0.001   |
| BMC (kg)                  | 3.63 ± 0.49 | 2.80 ± 0.37  | <0.001   |
| BMD (g/cm <sup>2</sup> )  |             |              |          |
| Total body                | 1.36 ± 0.09 | 1.18 ± 0.10  | <0.001   |
| Lumber spine              | 1.37 ± 0.13 | 1.17 ± 0.11  | <0.001   |
| Neck                      | 1.24 ± 0.14 | 1.09 ± 0.12  | <0.001   |
| Ward's triangle           | 1.21 ± 0.16 | 1.05 ± 0.15  | <0.001   |
| Trochanter                | 1.07 ± 0.13 | 0.95 ± 0.14  | <0.001   |

Mean ± SD. BMD: bone mineral density. BMC: bone mineral content.

Table 2. Frequencies of food intake and duration of physical activity at present and past

|                                           | Athletes    | Non-athletes | <i>P</i> |
|-------------------------------------------|-------------|--------------|----------|
| Intake of soy and soy products (times/wk) | 2.5 ± 2.1   | 2.5 ± 2.1    | 0.875    |
| Light colored vegetables ( 〆 )            | 7.8 ± 6.0   | 9.1 ± 7.3    | 0.296    |
| Dark colored vegetables ( 〆 )             | 5.1 ± 4.8   | 6.8 ± 6.4    | 0.108    |
| Fruit ( 〆 )                               | 2.6 ± 2.6   | 2.3 ± 2.1    | 0.408    |
| Sea weed ( 〆 )                            | 1.6 ± 2.0   | 2.5 ± 2.0    | 0.009    |
| Meat ( 〆 )                                | 4.9 ± 1.9   | 3.5 ± 1.8    | <0.001   |
| Fish ( 〆 )                                | 2.1 ± 1.7   | 2.4 ± 1.8    | 0.270    |
| Small fish ( 〆 )                          | 0.8 ± 1.2   | 1.5 ± 1.8    | 0.011    |
| Animal protein ( 〆 )                      | 13.3 ± 4.9  | 10.4 ± 4.3   | 0.001    |
| Eggs (n/wk)                               | 6.3 ± 3.8   | 4.5 ± 2.9    | 0.002    |
| Current physical activity (h/mo)          | 81.5 ± 23.2 | 5.1 ± 11.6   | <0.001   |
| Sports history at high schools (y)        | 4.6 ± 1.7   | 3.8 ± 2.0    | 0.017    |

Mean ± SD.

における20歳の日本人男性の平均値とはほぼ同様の値を示した。運動選手では対照群に比べ筋量は約10 kg，体脂肪量は約3.5 kg，骨量約0.8 kg，体重において14.5 kg 高値を示した (Table 1)。

#### 日常の食生活と過去から現在にわたる運動習慣

対象者の日常の食生活における食品摂取および中学・高校の運動歴や現在の運動量をTable 2に示した。日常の大豆・大豆製品摂取は，運動選手，対照群共に2.5回/週で差がなく，淡色野菜，緑黄色野菜，果物摂取 (回/週) も運動選手と対照群との間において差が認められなかった。小魚，海藻の摂取頻度は運動選手が低く，卵，肉摂取頻度は高値を示した。

また中学と高校のクラブ活動などでの運動歴 (年数) は，運動選手が約1年多かった。現在の運動時間は，運動選手で2.7時間/日，対照群は0.2時間/日であった。

#### 大豆・大豆製品摂取量と骨密度および体組成

対象者の日常の大豆・大豆製品摂取頻度により摂取低群 (< 3 回/週) と高群 (≥ 3 回/週) に分類し，体組成や骨密度を比較したところ，運動選手，対照群とも大豆・大豆製品摂取の2群間の体重，体脂肪，筋量において有意差は認められなかった (Table 3)。しかし骨密度については，運動選手における大豆・大豆摂取高群は低群にくらべ，大腿骨頸部，ワード三角部，大転子部が8～12%高く表れ，全身や腰椎では有意差が認められなかった (Fig. 1)。対照群ではどの部位の骨密度とも大豆摂取の2群間に差は認められなかった (Fig. 2)。

#### 大豆・大豆製品摂取とアーモンド摂取の疲労度への影響 (縦断研究)

運動選手における日常の大豆・大豆摂取によるPOMSや自覚症状調べにおける16週間のトレーニング

Table 3. Characteristics of subjects in low and high intake of soy and soy products

|                          | Athletes    |             |       | Non-athletes |             |       |
|--------------------------|-------------|-------------|-------|--------------|-------------|-------|
|                          | <3 times/wk | ≥3 times/wk | P     | <3 times/wk  | ≥3 times/wk | P     |
| n                        | 20          | 23          |       | 52           | 51          |       |
| Age (y)                  | 20.4 ± 1.2  | 20.6 ± 1.3  | 0.502 | 19.8 ± 1.4   | 20.9 ± 1.7  | 0.001 |
| Ht (cm)                  | 174.6 ± 5.8 | 174.1 ± 4.6 | 0.745 | 171.0 ± 5.7  | 170.5 ± 6.6 | 0.652 |
| Body wt (kg)             | 78.5 ± 13.4 | 75.6 ± 8.8  | 0.402 | 62.3 ± 8.3   | 61.6 ± 8.1  | 0.728 |
| BMI (kg/m <sup>2</sup> ) | 25.6 ± 3.2  | 24.9 ± 2.5  | 0.431 | 21.2 ± 2.5   | 21.0 ± 2.1  | 0.846 |
| Lean body mass (kg)      | 60.3 ± 8.7  | 60.3 ± 4.1  | 0.998 | 49.2 ± 4.1   | 49.8 ± 5.8  | 0.658 |
| Fat body mass (kg)       | 14.6 ± 7.0  | 11.6 ± 6.9  | 0.158 | 10.2 ± 6.1   | 8.9 ± 4.3   | 0.314 |
| Body fat (%)             | 18.9 ± 7.3  | 15.4 ± 7.9  | 0.139 | 16.5 ± 7.5   | 14.9 ± 6.0  | 0.353 |
| BMD (g/cm <sup>2</sup> ) |             |             |       |              |             |       |
| Total                    | 1.33 ± 0.09 | 1.38 ± 0.08 | 0.075 | 1.16 ± 0.08  | 1.19 ± 0.11 | 0.321 |
| Lumber Spine             | 1.34 ± 0.13 | 1.40 ± 0.13 | 0.160 | 1.16 ± 0.10  | 1.17 ± 0.12 | 0.720 |
| Neck                     | 1.19 ± 0.12 | 1.29 ± 0.13 | 0.018 | 1.08 ± 0.11  | 1.10 ± 0.13 | 0.513 |
| Ward's triangle          | 1.14 ± 0.15 | 1.28 ± 0.15 | 0.006 | 1.04 ± 0.15  | 1.07 ± 0.16 | 0.319 |
| Trochanter               | 1.02 ± 0.13 | 1.12 ± 0.12 | 0.016 | 0.94 ± 0.14  | 0.95 ± 0.15 | 0.803 |

Mean ± SD. BMD: bone mineral density.

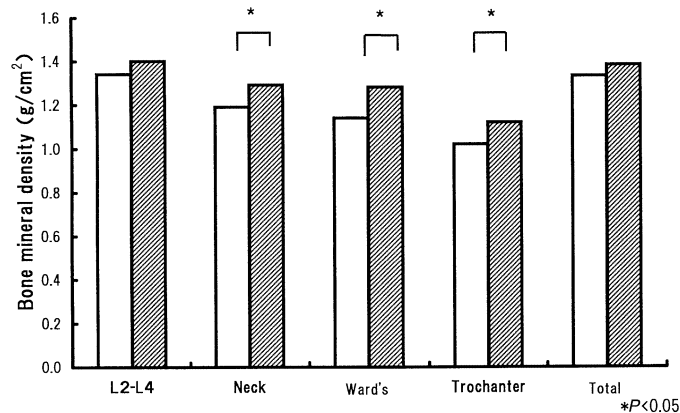


Fig. 1. Bone mineral density in the athletes with low and high intake of soy and soy products.  
□, Low (<3/wk); ▨, High (≥3/wk).

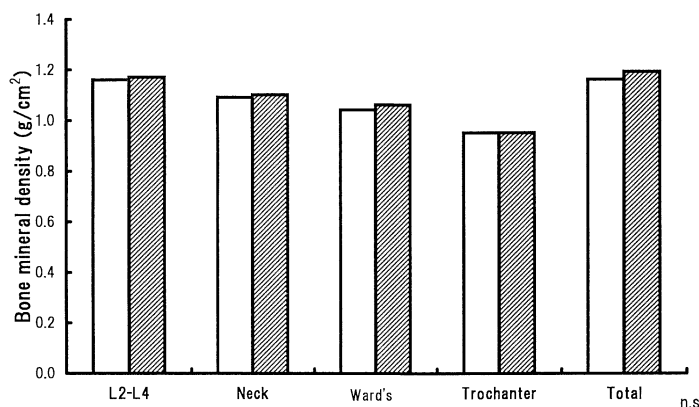


Fig. 2. Bone mineral density in the non-athletes with low and high intake of soy and soy products.  
□, Low (<3/wk); ▨, High (≥3/wk).

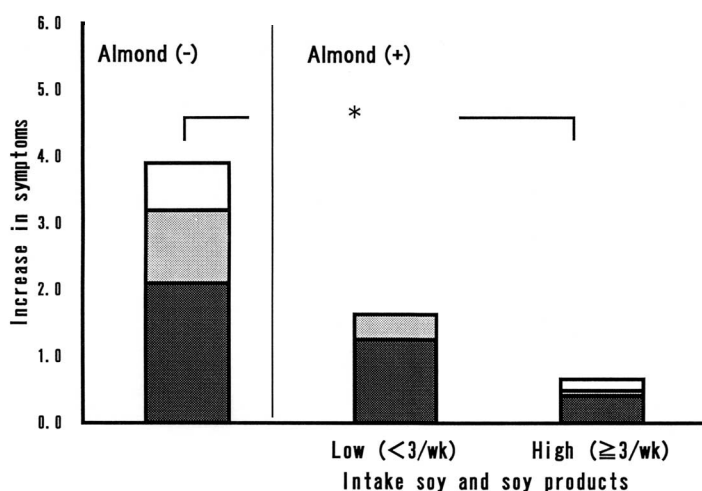


Fig. 3. Effects of almond intake and different intake of soy and soy products on increase subjective fatigue symptoms after 16 wk of physical training in the athletes. □, neuro sensory symptoms; ▒, mental symptoms; ■, physical symptoms. \* $P < 0.05$ .

後の疲労度への影響は観察されなかった。しかしビタミンEの豊富なアーモンド摂取を加え観察したところ、トレーニング8、16週後の自覚症状調べによる自覚疲労は、大豆・大豆製品摂取低群において増加傾向が観察され、大豆・大豆製品摂取高群で、アーモンド摂取していた者において、有意な低下が観察された (Fig. 3)。

POMSにおける疲労度では、大豆・大豆製品摂取高群と低群のアーモンド摂取群と非摂取群において差は認められなかった。

#### 大豆・大豆製品摂取との相関因子

運動選手と対照群のそれぞれにおいて、大豆・大豆製品摂取との相関因子を観察したところ (Table 4, 5) 運動選手では小魚、海藻、肉・魚・卵、乳製品、緑黄色野菜摂取、“栄養バランスがとれている”、歩行時間、骨密度などが大豆・大豆製品摂取と正の相関を示し、朝食の欠食回数とは負の相関を示した (Table 4)。対照群においては、果物、乳製品、肉・魚・卵、緑黄色野菜摂取、“栄養バランスがとれている”、日照射時間と大豆・大豆製品摂取とが正の相関を示し、外食、インスタント食品摂取、欠食回数とは負の相関を示した (Table 5)。

#### 重回帰分析による大豆・大豆製品摂取の説明変数

大豆・大豆製品摂取を従属変数とし、相関が観察された因子を独立変数としてステップワイズ法による重回帰分析を行い、大豆・大豆製品摂取の説明変数を観察した (Table 6)。その結果、大豆・大豆製品摂取の独立した説明変数として運動選手では小魚摂取、朝食

Table 4. Associated factors with intake of soy and soy products in the athletes

| Factors                        | r      | P      |
|--------------------------------|--------|--------|
| Intake of small fish           | 0.599  | <0.001 |
| Intake of seaweed              | 0.512  | <0.001 |
| BMD (ward's triangle)          | 0.496  | 0.001  |
| Intake of animal protein       | 0.494  | 0.001  |
| Balance of nutrition           | 0.482  | 0.001  |
| Skipping breakfast             | -0.460 | 0.002  |
| Intake dark colored vegetables | 0.422  | 0.005  |
| BMD (trochanter)               | 0.394  | 0.010  |
| Intake of dairy products       | 0.390  | 0.013  |
| Duration of walking            | 0.383  | 0.012  |
| BMD (total)                    | 0.361  | 0.017  |
| BMD (neck)                     | 0.359  | 0.020  |
| Likes soy and soy products     | 0.303  | 0.048  |
| Eat all school lunch           | 0.302  | 0.049  |

BMD: bone mineral density.

Table 5. Associated factors with intake of soy and soy products in the non-athletes

| Factors                           | r      | P      |
|-----------------------------------|--------|--------|
| Intake of fruit                   | 0.386  | <0.001 |
| Intake of dairy products          | 0.371  | <0.001 |
| Intake of fish                    | 0.349  | <0.001 |
| Eating out                        | -0.329 | <0.001 |
| Intake of dark colored vegetables | 0.318  | 0.001  |
| Intake of convenience food        | -0.286 | 0.002  |
| Intake of animal protein          | 0.300  | 0.001  |
| Balance of nutrition              | 0.276  | 0.003  |
| Skipping meals                    | -0.247 | 0.006  |
| Duration of sunbathing            | 0.241  | 0.007  |
| Lumber pain                       | -0.200 | 0.022  |

Table 6. Multiple regression analysis of soy and soy products in the athletes and the non-athletes

| Factors                           | Athletes | Non-athletes |
|-----------------------------------|----------|--------------|
| Intake of small fish              | 0.599**  | —            |
| Skipping breakfast                | -0.460*  | —            |
| Intake of fruit                   | —        | 0.386**      |
| Intake of dairy products          | 0.390*   | 0.371**      |
| Eating out                        | —        | -0.329**     |
| Intake of dark colored vegetables | —        | 0.318*       |
| Intake of convenience food        | —        | -0.286*      |
| Multiple R                        | 0.55     | 0.36         |

\*\* $P < 0.001$ , \* $P < 0.05$ .

欠食回数（－），乳製品摂取が選ばれ，対照群では果物，緑黄色野菜，乳製品摂取，外食回数（－），インスタント食品摂取（－）が大豆・大豆製品摂取の説明変数として選ばれた。

## 考 察

日常の大豆・大豆製品摂取が筋肉，体脂肪，骨量などの体組成，骨密度，疲労度にどのような影響を及ぼすのか，また抗酸化ビタミン（ $V_E$ ）の摂取効果に影響があるのかどうか学生アメリカンフットボール選手を対象とし観察した。

運動選手は対照群に比べ，大腿骨近位部の骨密度が高値を示し，なかでも大豆・大豆製品摂取を多く（ $\geq 3$ 回／週）摂っている運動選手に，より高い骨密度値が観察された。しかし，非運動群においては，大豆・大豆製品摂取による骨密度差は認められなかった（Table 3）。運動群でも，腰椎骨密度値においては大豆・大豆製品摂取による差が認められなかった。これまでの報告にもあるように<sup>8)</sup>本研究でも，大腿骨近位部骨密度において運動の効果があらわれやすいことが確認された。このため，高い大豆・大豆製品摂取の影響は，運動との相加或いは相乗効果により，有意差となり明確に表れてくるものと思われ，骨代謝の活発な運動選手においてのみ大豆・大豆製品摂取による骨密度への影響が認められたものと推測される。

運動選手，対照群共に，高い大豆・大豆製品摂取群の体脂肪率が低い傾向にあった（Table 3）。これは，大豆・大豆製品摂取を多く摂る者に，良好なライフスタイルが観察されるため（Table 4～6）ではないかと推測される。また，動物実験結果から，大豆ペプチドによる脂肪細胞の燃焼効率の増加作用も考察される<sup>9)</sup>。

大豆・大豆製品摂取について，重回帰分析により，運動選手では小魚，乳製品摂取，朝食欠食回数（－）が大豆・大豆製品摂取の独立した説明因子として観察されたことから，大豆・大豆製品摂取量が多い者は適切な食習慣を維持している可能性が示唆された。同様に，対照群では果物，緑黄色野菜，乳製品摂取，外食回数（－），インスタント食品摂取（－）が大豆・大豆製品摂取の説明因子として観察され，大豆・大豆製品を多く摂取している者ほど適切な食生活を送っていると考えられる（Table 5, 6）。

またビタミンEの豊富なアーモンド摂取によって，日常大豆・大豆製品を多く摂取する者においてのみ疲労項目の増加が抑制されたことから（Fig. 3），抗酸化ビタミン（ $V_E$ ）を摂るだけでは十分でなく，日常的に大豆・大豆製品を摂る食生活でなければ，抗酸化作用があらわれにくいという可能性が示された。これは，大豆に含まれるイソフラボンなどの抗酸化物質とアーモンドに含まれるビタミンEの相加的，または相補的な作用による<sup>10)</sup>ためなのか，あるいは大豆・大豆製品を多く摂る食生活に代表される良好なライフスタイル（Table 4～6）が抗酸化ビタミン（ $V_E$ ）の効果出現には必要である可能性も考えられる。

日常の食生活から大豆・大豆製品を週3回以上摂取する運動選手において，高い骨密度（大腿骨近位部）やビタミンEによる自覚疲労度の軽減が有意に観察されたことから，2日に1回大豆・大豆製品を摂る食生活の意義が示された。これは日本の日常的な食生活においては，無理がなく，実行しやすい目標であろう。

以上のように，栄養代謝の激しい運動選手において大豆・大豆製品摂取の影響が観察されたことから，強度な労働の時および骨代謝の活発な思春期，更年期などにおける大豆・大豆製品摂取の重要性が示唆された。

## 要 約

運動強度の高い学生アメリカンフットボール選手を対象とし，日常の食生活における大豆・大豆製品摂取が，骨密度，体組成，疲労度にどのように影響を及ぼすのか検討した。19～25歳の男子大学生46名を対象とし，専門学校男子学生105名を対照群とした。疲労度の変化は，シーズン開始から16週間において，ビタミンE補充を目的としたアーモンド摂取群と非摂取群の2群に分類し観察した。日常の食生活における大豆・大豆製品摂取が多い運動選手は，大腿骨近位部骨密度が有意に

高く、また肉・小魚・卵、野菜、乳製品、海藻の摂取、歩行時間が多く、朝食の欠食も少なかった。抗酸化ビタミン（V<sub>E</sub>）による疲労軽減効果は、大豆・大豆製品摂取が多い運動選手にのみ観察された。以上のことから、代謝の激しい運動選手において、日常の大豆・大豆製品摂取は、骨密度のより高い上昇、疲労度の軽減に影響を与えている可能性が示唆された。

## 文 献

- 1) Balakrishnan SD and Anuradha CV (1998): Exercise depletion of antioxidant manipulation. *Cell Biochem Funct*, **16**, 269-275.
- 2) Horiuchi T, Oniuchi T, Takahashi M, Ito H and Orimo H (2000): Effect of soy protein on bone metabolism in postmenopausal Japanese women. *Osteoporos Int*, **11**, 721-724.
- 3) Alekel DL, Germain ASt, Peterson CT, Hanson KB, Stewart JW and Toda T (2000): Isoflavone-rich soy protein isolate attenuates bone loss in the lumbar spine of perimenopausal women. *Am J Clin Nutr*, **72**, 844-852.
- 4) Ho SC, Chan SG, Qilong YI, Wong E and Leung PC (2001): Soy intake and maintenance of peak bone mass in Hong Kong Chinese women. *J Bone Miner Res*, **16**, 1363-1369.
- 5) McNair DM, Lorr M and Droppleman LF (1992): *POMS: profile of mood state*. Eds, Educational and industrial testing service, San Diego.
- 6) 日本産業衛生協会産業疲労研究会疲労自覚症状調査票検討小委員会 (1970): 産業疲労の「自覚症状調べ」についての報告. 労働の科学, **25**, 5-33.
- 7) 健康・栄養情報研究会編 (2002): 平成12年度版国民栄養の現状. 第一出版.
- 8) 中林朋子, 広田孝子, 山西佐智美, 城川法子, 武田ひとみ, 広田憲二 (1997): 骨密度上昇期, 維持期, 減少期における腰椎・大腿骨近位部・全身骨への影響因子の相違. *Osteoporosis Jpn*, **5**, 115-120.
- 9) Saito M (1991): Effect of soy peptides on energy metabolism in obese animals. *Nutr Sci Soy Protein*, **12**, 91.
- 10) Rokitzki L, Logemann E, Sagredos AN, Murphy M, Wetzel-Roth W and Keu J (1994): Lipid peroxidation and antioxidative vitamins under extreme endurance stress. *Acta Physiol Scand*, **151**, 149-158.