

## 食物繊維の糖代謝に及ぼす影響

——健常者及び糖尿病患者を対象として——

### Effects of Dietary Fiber on Carbohydrate Metabolism — A Study in Healthy Subjects and Diabetic Patients —

佐藤 寿一\* 大沢 功\* 服部 温子\*\*  
押田 芳治\*\* 佐藤 祐造\*\*

Juichi SATO \*, Isao OSAWA \*, Yoshiko HATTORI \*\*  
Yoshiharu OSHIDA \*\*, Yuzo SATO \*\*

To examine the effectiveness of dietary fiber as a diet for diabetics, oral tolerance tests of glucose, rice and barley were performed to 6 healthy subjects and 6 diabetic patients.

The following results were obtained :

- 1) Plasma glucose concentration at any given time-point after administering the barley load was lower than that of the rice load in diabetics.
- 2) Total area under the tolerance curve of barley was smaller than that of rice or glucose in diabetics.
- 3) Total area under the insulin response curve of the barley load was smaller than that of the rice or glucose load in healthy subjects.

These results suggest that barley which is a fiber-rich food could be a useful therapeutic diet for diabetic patients.

## はじめに

食物繊維とは、食物中に含まれる人間の消化酵素で水解されない高分子化合物の総称である。そしてその栄養学的特性として、吸水作用と膨潤作用、摂取食物の拡散阻害作用、無機質や有機化合物を吸着する作用を有する<sup>1)</sup>。近年、食物繊維への関心が次第に高まってきているが、炭水化物に含まれる食物繊維のそのような特性を、種々の疾患の予防および治療に利用しようとする試みは、1970年代初期の食物繊維仮説<sup>2)</sup>と呼ばれた概念を始まりとしてなされてきている。

糖尿病への応用に関しては、食物摂取後の糖代謝に食物繊維が好影響を及ぼすという報告が、

Andersonら<sup>3)4)5)</sup>の一連の研究を始めとしていくつみられる。また1981年のBritish Diabetic Association<sup>6)</sup>では、糖尿病患者の食事に含まれる食物繊維の量を増やすことは有効な治療手段であるという勧告がなされている。

大麦は、食物繊維を多く含み、なにかつ臨床応用が比較的容易である食品の一つである。しかしながら、その糖尿病の治療食としての有用性について本格的に検討した報告はこれまでほとんどみられない。そこで我々は、健常者及び糖尿病患者に対して、等エネルギーの大麦食、米飯、液状ブドウ糖を負荷し、糖代謝におよぼす影響について比較検討を加えたので報告する。

\*名古屋大学医学部第三内科

\*\*名古屋大学総合保健体育科学センター

\* The Third Department of Internal Medicine, Nagoya University School of Medicine

\*\* Research Center of Health, Physical Fitness and Sports, Nagoya University

対象および方法

対象者は非肥満健常者 6 名および糖尿病患者 6 名の合計 12 名で、非肥満健常者は全員男性、年齢は 24-26 歳、体重は標準体重の 92-111%，糖尿病患者は、男性 2 名女性 4 名、年齢は 43-68 歳、体重は標準体重の 73-153% である。各々に対して、早朝空腹時、液状ブドウ糖 75g (トレラン G<sup>®</sup>)、白米 300kcal、大麦 300kcal をそれぞれ経口負荷し、負荷前および負荷後 30 分、60 分、90 分、120 分、180 分の血糖および血中インスリン濃度を測定した。なお糖尿病患者のうち 2 名はインスリン治療、3 名は経口血糖降下剤による治療を行っていたが、経口負荷前 24 時間はそれらの治療を中止した。

結 果

健常者 6 名の、ブドウ糖、白米および大麦負荷後の血糖値の平均を示す (Fig. 1)。大麦負荷後 30 分の血糖値は  $98.7 \pm 5.4$  mg/dl (Mean  $\pm$  S. E.) と、白米負荷後 30 分  $125.7 \pm 5.7$  mg/dl に比して有意に低値を示した ( $p < 0.05$ ) が、以後有意差は認められなかった。ブドウ糖負荷後と白米負荷後およびブドウ糖負荷後と大麦負荷後の間には有意差は認められなかった。

Fig. 2 に糖尿病患者 6 名の、負荷後の血糖値の平均を示す。負荷前の血糖値は大麦、白米間で

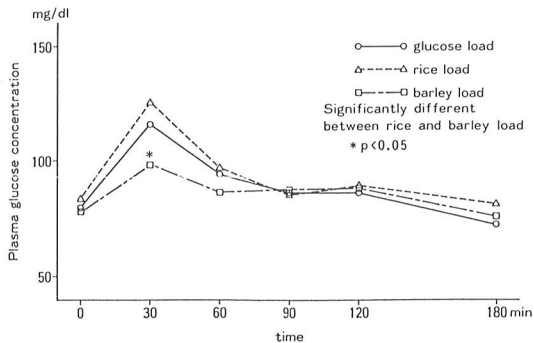


Fig. 1 Comparison of oral tolerance tests of glucose, rice and barley in controls

は有意差は認められなかった。しかし負荷 30 分後、大麦では  $197.3 \pm 16.1$  mg/dl、白米は  $285.0 \pm 28.8$  mg/dl、負荷 60 分後、大麦では  $236.5 \pm 20.8$  mg/dl、白米は  $345.3 \pm 29.4$  mg/dl、負荷 90 分後、大麦では  $240.7 \pm 22.0$  mg/dl、白米は  $371.8 \pm 34.5$  mg/dl、負荷 120 分後、大麦では  $243.7 \pm 21.4$  mg/dl、白米は  $371.5 \pm 39.0$  mg/dl、負荷 180 分後、大麦は  $231.5 \pm 22.2$  mg/dl、白米は  $349.2 \pm 44.8$  mg/dl と大麦負荷後の血糖値は、白米負荷後に比していずれも有意に低値を示した ( $p < 0.01$ )。また大麦負荷後 90 分 ( $p < 0.01$ )、120 分 ( $p < 0.05$ )、180 分 ( $p < 0.05$ ) の血糖値は、ブドウ糖負荷後に比していずれも有意に低値を示した。ブドウ糖負荷後と白米負荷後の間には有意差を認めなかった。

Fig. 3 に健常者および糖尿病患者のブドウ糖

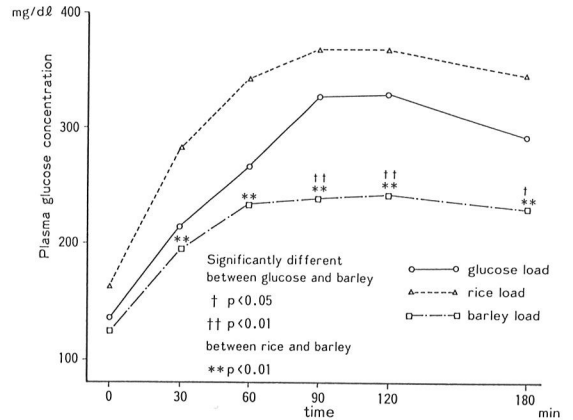


Fig. 2 Comparison of oral tolerance tests of glucose, rice and barley in diabetics

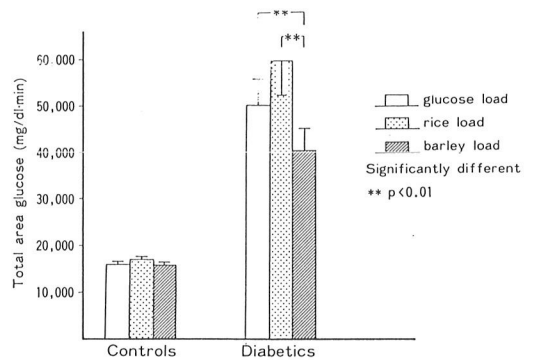


Fig. 3 Comparison of total area glucose under tolerance curve of glucose, rice and barley

負荷曲線，白米負荷曲線および大麦負荷曲線の面積の比を示す。健常者においては各群間で有意差を認めなかったが，糖尿病患者においては，大麦負荷曲線の面積は40,033±3,287 mg/dl・min と，ブドウ糖負荷曲線の面積50,244±5,540 mg/dl・min，および白米負荷後の面積59,733±5,881 mg/dl・min に比して有意に低値を示した (p < 0.01)。

Fig. 4 は，健常者および糖尿病患者のブドウ糖，白米および大麦負荷後のインスリン反応曲線の比である。健常者においては，大麦負荷後の面積は3,385±720 μU/ml・min であり，ブドウ糖負荷後の面積7,437±1,529 μU/ml・min，および白米負荷後の面積7,019±915 μU/ml・min に比して有意に低値を示した (p < 0.01)。一方糖尿病患者においては，各群間で有意差は認められな

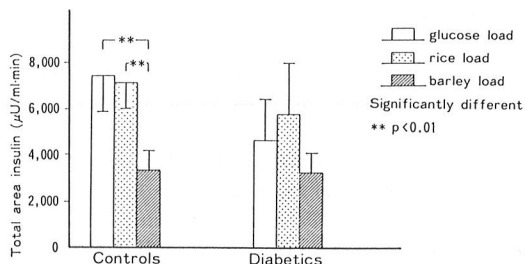


Fig. 4 Comparison of total area under insulin response curve to glucose, rice and barley load

かった。

### 考 案

食物繊維を多く含む食物を摂取した場合<sup>7)</sup>，あるいは摂食時に食物繊維を同時に摂取した場合<sup>8)</sup>，食物繊維の持つ栄養学的特性により摂取食物の消化および吸収は遅延し，その結果摂食後の急峻な血糖およびインスリンの上昇が抑制されるという。食物繊維の含量の多い大麦を負荷し，白米，ブドウ糖との比較検討を行なった今回の我々の研究においても同様の事実が確認された。

Jenkins ら<sup>9)</sup>は，

glycemic index (血糖指数)

$$= \frac{\text{ある食物摂取後の血糖上昇度}}{\text{同量のグルコース摂取後の血糖上昇度}} \times 100$$

という指数を用いて，食物の種類により摂取後の血糖上昇に違いのあることを報告しているが，食物中に含まれる食物繊維の種類と量がこの指数に大いに関係していることが示唆されている。

国立健康・栄養研究所の池上ら<sup>10)</sup>の大麦および白米の分析結果 (Fig. 5) によると，大麦は 100g 当り 314kcal，白米は 100g 当り 362kcal の熱量を有し，その中に含まれる食物繊維の示す割合は，

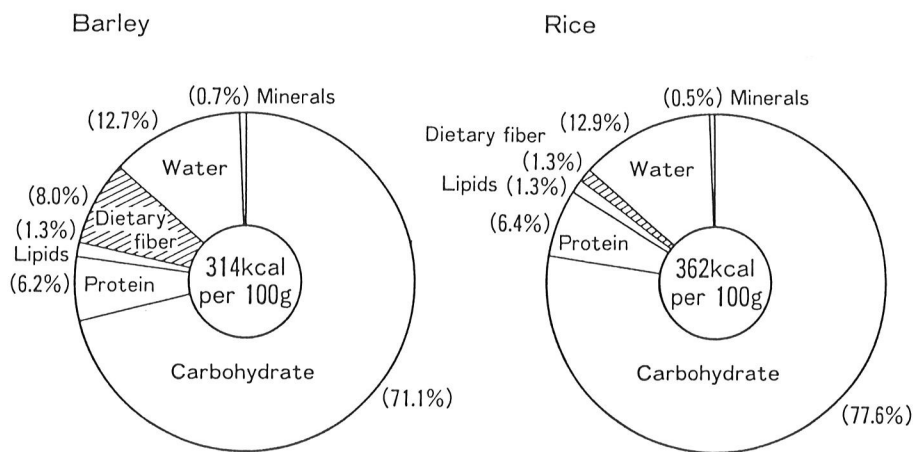


Fig. 5 Components of barley and rice

白米の1.3%に対して大麦は8.0%と約6倍である。このように大麦は食物繊維の含量が多く、なおかつ容易に手にいれることができ、糖尿病患者だけでなく、健常者の日常の食事としてもふさわしいものであると思われる。

## 結 論

健常者及び糖尿病患者に、等エネルギーの大麦、白米、およびブドウ糖を摂取させ、各群間の血糖値とインスリン分泌反応に比較検討を加えた。

- ① 大麦負荷後の血糖値の上昇は、ブドウ糖負荷後および白米負荷後に比して有意に小で、ことに糖尿病患者において著明であった。
- ② 健常者において、大麦負荷後のインスリン反応曲線は、ブドウ糖負荷後および白米負荷後の反応曲線に比して低値を示した。

以上の事実は、食物繊維を多く含有する大麦が、糖尿病患者の食後の過血糖抑制作用を有しており、糖尿病患者の食事療法の補助食品として有用である可能性を示唆している。

(最後に、名古屋大学医学部第三内科坂本信夫教授の御指導、御鞭撻に感謝いたします。また、国立健康・栄養研究所の池上幸江室長、樋口満室長の御協力を深謝します。なお、本論文の要旨は、第39回日本体質学会総会および日本内科学会第149回東海、第145回東海北陸合同地方会において発

表された。)

## 文 献

- 1) 山下亀次郎：食事と血糖値. プラクティス. 4 : 410-413, 1987.
- 2) Trowell, H. C. and Burkitt, D. P. : Refined carbohydrate foods and disease. Academic Press. London : 333-345, 1975.
- 3) Kiehlm, T. G., Anderson, J. W. and Ward, K. : Beneficial effects of a high carbohydrate high fiber diet in hyperglycemic men. Am J Clin Nutr. 29 : 895-899, 1976.
- 4) Anderson, J. W. and Ward, K. : Long-term effects of high carbohydrate, high fiber diets on glucose and lipid metabolism. Diabetes Care. 1 : 77-82, 1978.
- 5) Anderson, J. W. and Ward, K. : High carbohydrate high fiber diets for insulin-treated men with diabetes mellitus. Am J Clin Nutr. 32 : 2312-2321, 1979.
- 6) The Nutrition Sub-committee of British Diabetic Association's Medical Advisory Committee : Dietary recommendations for diabetes for the 1980's Final Draft July, 1981.
- 7) Jenkins, D. J. A. and Wolever, T. M. S. : Slow release carbohydrate and the treatment of diabetes. Proc Nutr Soc. 40 : 227-235, 1981.
- 8) 岩崎良文, 青野充, 青木矩彦 : 食物繊維の健常者血糖曲線及びインシュリン反応に対する影響. 栄養学雑誌. 38 : 177-180, 1980.
- 9) Jenkins, D. J. A., Taylor, R. H. and Wolever, T. M. S. : The Diabetic Diet, Dietary Carbohydrate and Differences in Digestibility. Diabetologia. 23 : 477-484, 1982.

(1989年12月11日受付)