ラットの体重、血清コレステロールレベルおよび腎臓と 精巣周囲の脂肪細胞に及ぼす乾燥酵母の影響

立屋敷 かおる, 今 泉 和 彦

上越教育大学生生活健康系

Effects of Dried Yeast on the Body Weight, Serum Cholesterol Levels, and Perirenal and Periepididymal Adipose Tissue Cells in Rats

Kaoru TACHIYASHIKI and Kazuhiko IMAIZUMI

Department of Living and Health Sciences, Joetsu University of Education, Joetsu 943

Nippon Eiyō Shokuryō Gakkaishi (*J. Jpn. Soc. Nutr. Food Sci.*) **47**, 219~226 (1994)

The effects of dried yeast (DY) on body weight, serum cholesterol levels, and perirenal and periepididymal adipose tissue cells were studied in young and old rats. The rats were fed with 0% (control), 12.5% and 25% DY diets. In the 25% DY group, the body weights of young rats were lower than in the control group. A DY dose-dependent decrease in body weight was observed. No correlation was observed between change in body weight and food or water intake, and DY did not affect the body weight of old rats. The effects of DY on serum total cholesterol and HDL-cholesterol levels in young rats were less marked than those in old rats. However, serum total cholesterol and HDL-cholesterol levels in DY-fed old rats were significantly lower than those in the control rats, and this lowering effect was dependent on DY dose. The radius and volume of cells in periepididymal adipose tissue of DY-fed old rats were significantly higher than those in the control rats. The numbers of cells in periepididymal and perirenal adipose tissues in 25% DY-fed rats were lower than those in the control rats. It is concluded that dried yeast reduces body weight gain in young rats, and changes the serum cholesterol level and the radius, volume and number of cells in the periepididymal adipose tissue of old rats.

Key Words dried yeast, adipose tissue, serum cholesterol, rat body weight, Sprague-Dawley rats.

(Received December 3, 1993)

ビールを醸造するときに用いられる酵母 (*Saccharomyces cerevisiae* Meyen) の乾燥品 (=乾燥酵母 (dried yeast): DY) は、ビタミン B 群, 必須アミノ酸, 各種ミネラル類, およびタンパク質等の栄養補強剤として従来より用いられている。また, DY は現在家畜等の飼料原料としても使われている。

DY には食欲増進, 代謝機能の促進や整腸等の作用があり¹⁾, 抗潰瘍, 肝障害抑制, 抗感染, 抗高血圧および脳卒中予防等の薬理作用も知られている^{1)~5)}。

最近, 高崎らは鉄欠乏性貧血によって惹起される妊娠ラットの胎仔発育障害が DY によって抑制されることを見いだした⁶⁾⁷⁾。さらに, DY は高血圧自然発症ラット (spontaneously hypertensive rat: SHR) や脳卒中易発性高血圧自然発症ラット (stroke-prone spontaneously

hypertensive rat: SHRSP) の血圧を有意に降下させ, また, これらのラットの体重を抑制または低下させることも報告されている⁸⁾。同様の現象が循環系に障害をもたない場合でも認められるか否かについては, まだ明確にされていない。

そこで DY による体重の変動作用があるか否か, その作用があるとすればどのような生理機能と関係しているかを明確にするため, 成長期のラットを用いて自由摂餌および制限給餌の条件下で体重に及ぼす DY の影響を検討した。さらに, DY 飼料を用いて高齢期のラットを 40 日間制限給餌条件下に飼育し, その期間中の体重および飼育終了直後の血清のコレステロールやグルコース濃度等に及ぼす DY の影響をしらべた。併せて, 腎臓および精巣周囲脂肪組織における細胞の半径, 体積および単位面積当りの数に及ぼす DY の影響もしらべた。

実験方法

1. 使用動物

3週齢のSprague-Dawley系雌性と雄性ラット（日本CLEA（株））、および45週齢のSprague-Dawley系雄性ラット（日本SLC（株））を用いた。いずれのラットも市販固型飼料（CE-2, 日本CLEA（株））で3～7日間予備飼育した。ラットの飼育環境は温度22～24℃, 湿度50～60%に保持した。また, 明環境を8:00～20:00時, 暗環境を20:00～8:00時とした⁹⁾¹⁰⁾。水は一度沸騰させた水道水を用いた¹¹⁾。

つぎの2種類の実験を行った。

1) 自由摂餌条件下のラット体重に及ぼすDYの影響

生後23日齢から83日齢までの雌雄ラットの体重に及ぼすDYの影響を検討するため, 25%DYを含む飼料（雄性 $n=11$, 雌性 $n=8$ ）と含まない飼料（雄性 $n=11$, 雌性 $n=8$ ）で飼育した。体重は35日齢まで毎日, 36日齢以降3日ごとに測定した。また, 摂餌量および摂水量は毎日16:00～17:00時に測定した¹²⁾。飼育の最終日にラットの腹部大動脈から採血し, 常法¹³⁾により血清を得た。

2) 制限給餌条件下のラット体重に及ぼすDYの影響 生後24日齢から100日齢までの雄性ラットを0%DY ($n=8$), 12.5%DY ($n=8$), 25%DY ($n=10$) を含む飼料で飼育した。いずれも自由摂餌量の85%で飼育した。同時に, 自由摂餌条件下で雌性ラット ($n=6$) を0%

Table 1. Composition of dried yeast (DY) used in the present study.

Component	Content	Assay method
Moisture	4.1 %	Heat drying method ¹⁴⁾
Ash	6.4 %	Ashing method ¹⁵⁾
Crude fat	4.2 %	Soxhlet method ¹⁶⁾
Crude protein	51.5 %	Kjeldahl method ¹⁷⁾
Crude fiber	3.3 %	NDF* method ¹⁸⁾
Carbohydrate	30.5 %	Calculated**
Energy	303 kcal/100 g	Calculated***
Vitamin B ₁	15.0 mg/100 g	Fluorescence
Vitamin B ₂	3.4 mg/100 g	Fluorescence
Vitamin B ₆	3.2 mg/100 g	Bioassay
Vitamin B ₁₂	0.07 μ g/100 g	Bioassay
Niacin	37.0 mg/100 g	Bioassay
Folic acid	0.9 mg/100 g	Bioassay
Pantothenic acid	3.1 mg/100 g	Bioassay
Biotin	138 μ g/100 g	Bioassay
Inositol	322 mg/100 g	Bioassay
Choline	370 mg/100 g	Salt-precipitation
Sodium	193 mg/100 g	Atomic absorption
Potassium	1780 mg/100 g	Atomic absorption
Sulfur	320 mg/100 g	Gravimetry
Magnesium	203 mg/100 g	Atomic absorption
Calcium	222 mg/100 g	Volumetry
Copper	3.1 mg/100 g	Atomic absorption
Zinc	4.0 mg/100 g	Atomic absorption
Manganese	1.2 mg/100 g	Atomic absorption
Cobalt	2.1 μ g/100 g	Atomic absorption
Silica	16.3 mg/100 g	Fluorescence
Selenium	4.4 μ g/100 g	Fluorescence
Iron	6.8 mg/100 g	Spectrophotometry
Phosphorus	1430 mg/100 g	Spectrophotometry
Phospholipid	633 mg/100 g	Gravimetry

All values are shown as means of $n=3$. * Neutral detergent fiber's method. ** The value was calculated by using $100 - (\text{moisture} + \text{ash} + \text{crude fat} + \text{crude protein} + \text{crude fiber})$. *** The value was calculated by the correction coefficient of protein : 3.00 kcal/g, fat : 8.37 kcal/g, and carbohydrate (crude fiber + non-fibrous carbohydrate) : 3.35 kcal/g.¹⁹⁾

Table 2. Free amino acid composition of dried yeast used in the present study.

Amino acid	Content (g/100 g)
Arginine	0.53
Lysine	0.13
Histidine	0.09
Phenylalanine	0.03
Tyrosine	0.04
Leucine	0.05
Isoleucine	0.04
Methionine	0.01
Valine	0.06
Alanine	0.61
Glycine	0.10
Proline	0.12
Glutamate	0.78
Serine	0.09
Threonine	0.02
Aspartate	0.17
Tryptophan	0.01
Cysteine	0.12
Total	3.00

All values are shown as means of $n=3$. These data were analyzed by the method of Peterson and Warthesen.²⁰⁾

DY の飼料で飼育した。その期間中の体重は隔日ごとに、摂餌量および摂水量については毎日測定した。いずれの測定も 9:00~10:00 時に実施した。また、実験最終日にラットの腹部大動脈から採血し、常法¹³⁾にしたがって血清を得た。

45 週齢雄性ラットを用いて、0%DY ($n=8$), 12.5%DY ($n=8$), 25%DY ($n=8$) の飼料で 40 日間飼育した。その期間中の体重は隔日ごとに測定した。飼育の最終日に心臓穿刺法で血液を採取し、常法¹³⁾により血清を得た。その後、ただちに腎臓と精巣周囲の脂肪組織を剔出した。

2. DY 飼料組成

実験に用いた DY の主要な成分組成を Table 1 に示す。また、DY 中の遊離アミノ酸の含有量を Table 2 に示す。本研究に用いた各 DY 群の飼料成分組成を Table 3 に示す。0%DY (=対照) の飼料には、オリエンタル酵母(株)製の改変 AIN 配合精製飼料を用いた。12.5%および 25%DY の飼料は、粗タンパク質の含有量がいずれも 23%となるようにカゼインとコーンスターチの含量を変えて調製した。飼料はすべてペレット状とした。

Table 4 には、Table 3 に示した DY 飼料中の水分、灰分、粗脂肪、粗タンパク質、食物繊維および糖質の含有量を示す。

各飼料中の食物繊維の含有量は、Total Dietary Fiber

Table 3. The composition of experimental diets.

Ingredient	Group		
	0% DY*	12.5% DY	25% DY
DY	0	12.5	25.0
Corn starch	41.5	34.3	29.7
Casein	25.0	19.7	11.8
α -Corn starch	10.0	10.0	10.0
Vegetable oil	6.0	6.0	6.0
Sucrose	5.0	5.0	5.0
Cellulose powder	8.0	8.0	8.0
Mineral mixture**	3.5	3.5	3.5
Vitamin mixture***	1.0	1.0	1.0

All values are shown as the unit of g/100 g. DY : The abbreviation of dried yeast. * The composition based on modified-AIN purified diet. ** The composition based on AIN-76. *** The composition based on AIN-76 including choline bitartrate (0.2 g/100 g).

Table 4. The diet component of each dried yeast (DY) group.

Component	Group		
	0% DY	12.5% DY	25% DY
Moisture ¹⁴⁾	7.0	6.8	7.0
Ash ¹⁵⁾	2.9	3.7	4.4
Crude fat ¹⁶⁾	5.4	5.2	5.7
Crude protein ¹⁷⁾	22.0	23.8	23.1
Dietary fiber ²¹⁾	9.7	11.8	15.6
Carbohydrate	53.0*	48.7*	44.2*

The values are shown as means (g/100 g) of three samples. *The values were calculated by using $100 - (\text{moisture} + \text{ash} + \text{crude fat} + \text{crude protein} + \text{dietary fiber})$.

Assay kit (Sigma Co., St. Louis) を用いて定量した²¹⁾。

DY 中の無機質やビタミン類の定量は常法²²⁾²³⁾に従った。

3. 血清コレステロールおよびグルコース濃度等の測定

血清中の総コレステロール、HDL-コレステロール、トリグリセライド、グルコース、アルブミンおよび総タンパク質の各濃度は、コニカドライラボシステム (コニカ(株)) で定量した。

4. 脂肪細胞の半径、細胞体積および細胞数の測定・解析

剔出した腎臓と精巣周囲の脂肪組織中の細胞を Lillie の中性緩衝ホルマリンで固定し、2.5 μm のパラフィン組織切片を作成した後、Hematoxyline-Eosin によって染色した²⁴⁾。細胞半径は、Ashwell ら²⁵⁾の方法を用いて

Fig. 1. Effects of dried yeast (DY) on the changes of food intake (I), change of body weight gain per food intake per day (II), and body weight (III) in young male (A) and female (B) rats.

Conditions : free-feeding. Mean values are shown. I and II : ○ and ● for 0% DY-fed rats (=control) and 25% DY-fed rats, respectively. III : * $p < 0.05$ (vs. 0% DY-fed rat (=control), by Student's t -test).

脂肪組織標本から算出した。この値から細胞の体積と組織中の細胞数を決定した。

5. 統計解析

本研究では、得られたデータを平均値±標準誤差として表示した。平均値の差の検定は、Dunnett's test および Student's unpaired t -test を用いた。

なお、本研究は実験動物の飼養および保管等に関する基準²⁶⁾に則り、施行した。

結 果

1. ラットの体重に及ぼす DY の影響

1) 成長期ラット Fig. 1 は、自由摂餌条件下におけるラットの1日当りの摂餌量 (I), 1日当りの摂餌量に対する体重の変化量 (II), および対照の体重に対する25% DY 群の体重の比 (III) を、それぞれ生後日数に対してプロットしたものである。A は雄性、B は雌性のデータを示す。雄雌ラットともに1日当りの摂餌量 (I) と1日当りの摂餌量に対する体重の変化量 (II) は、多少のばらつきはあるが DY の影響をうけなかった。

Fig. 1 の A-III に示すように、雄性ラットの体重は、28~33 日齢まで25% DY 群が対照より約5%大きかった。しかし、35~80 日齢までの体重は25% DY 群の方が対照より低値を示し、とくに47 日齢の場合には約14% ($p < 0.05$) 低かった。この体重の差は、50 日齢以降徐々に小さくなった。全飼育期間を通じて、25% DY 群の体重の変化量と摂餌量または摂水量との間に相関がみられなかった。

一方、雌性ラットの体重は25% DY 群と対照との間で有意な差が認められなかった。しかし、23~34 日齢までの体重は、25% DY 群が対照より最大約10%小さかった。その後、その低下の程度は徐々に小さくなった (Fig. 1 の B-III)。

つぎに、85%制限給餌下の雄性ラットの体重に及ぼす DY の影響をしらべた。その結果を Fig. 2 に示す。Fig. 2 の A は対照の体重に対する DY 群の体重の比を、B は DY 群の体重と対照の体重の差を、それぞれ生後日数に対してプロットしたものである。

この条件下の体重は、DY 群の方が対照より有意に低

Fig. 2. Effect of dried yeast (DY) on the growth changes of body weight in male rats.

Conditions : 85% food-restrained feeding. Mean values are shown. A : Changes of the ratio of the body weight of 25% DY-fed rats to that of 0% DY-fed rats (=control). $\circ$ and $\bullet$ for 12.5% DY-fed rats ($*$: $p < 0.05$ vs. 0% DY-fed rat (=control), by Dunnett's test), and 25% DY-fed rats ($*$: $p < 0.05$ and $**$: $p < 0.01$, by Dunnett's test), respectively. B : Changes of the difference of body weights between DY-fed rats and 0% DY-fed (=control) rats. $\circ$ and $\bullet$ for 12.5% DY-fed rats and 25% DY-fed rats, respectively. Significant marks were neglected.

Fig. 3. Changes of the ratio of that the body weight of DY-fed old rats to that of 0% DY-fed old rats.

Conditions : 85% food-restrained feeding. Male old rats : 45 to 51 weeks old. All data are calculated by using the mean value. $\circ$ and $\bullet$ for 12.5% DY-fed old rats and 25% DY-fed rats, respectively.

かった。その程度は日齢によって異なり、DYの含有率が高い方がより体重が低かった。12.5%および25% DY群の体重が対照より有意に低い期間は、それぞれ生後45~57日齢、33~61日齢であった。それらの日齢を超えると、DY群と対照の体重との間に有意な差がみられなかった。その期間は、12.5%および25% DY群でそれぞれ生後59~78日齢、60~69日齢であった。さらにそれらの時期を超えたときの体重は、DY群の方が対照より再び有意に低くなった (Fig. 2. A, B)。

2) 高齢期ラット 高齢期ラットを85%制限給餌条

Table 5. Effects of DY on serum total cholesterol and HDL-cholesterol concentrations in young and old male rats.

Group	Total cholesterol (mg/dl)	HDL-cholesterol (mg/dl)
Young rats [†]		
Free-feeding ($n=5$)	65 $\pm$ 6	52 $\pm$ 5
85% food-restrained feeding		
0% DY ($n=7$)	53 $\pm$ 7	37 $\pm$ 5
12.5% DY ($n=5$)	43 $\pm$ 11	30 $\pm$ 7
25% DY ($n=8$)	43 $\pm$ 12*	32 $\pm$ 6
Old rats ^{††}		
Free-feeding ($n=6$)	132 $\pm$ 13	89 $\pm$ 14
85% food-restrained feeding		
0% DY ($n=8$)	131 $\pm$ 5	84 $\pm$ 10
12.5% DY ($n=8$)	101 $\pm$ 5*	50 $\pm$ 3**
25% DY ($n=8$)	88 $\pm$ 8**	40 $\pm$ 4**

Values are shown as means $\pm$ SE. DY : The abbreviation of dried yeast. [†]15 weeks old rats (the duration of feeding : 60 days and 76 days for free-feeding and 85% food-restrained feeding, respectively) and ^{††}51 weeks old rats (the duration of feeding : 40 days). * : $p < 0.05$ and ** : $p < 0.01$ (vs. 0% DY rats in 85% food-restrained feeding, by Dunnett's test).

件下で40日間飼育したときの体重を Fig. 3 に示す。いずれも対照の体重に対する DY 群の体重の比を飼育日数に対してプロットした。この条件下の高齢期雄性ラットの体重は3群ともほぼ等しく、DYの有意な影響が認

Table 6. Effects of DY on the radius, volume and numbers of cells in perirenal and periepididymal adipose tissues of old male rats.

Parameter	Free-feeding	85% food-restrained feeding		
		0% DY	12.5% DY	25% DY
Cell radius (μm)				
PRE	49 $\pm$ 2	46 $\pm$ 1	46 $\pm$ 1	46 $\pm$ 3
PEP	46 $\pm$ 1	40 $\pm$ 1	45 $\pm$ 1*	50 $\pm$ 2**
Cell volume ($\times 10^3 \mu\text{m}^3$)				
PRE	500 $\pm$ 58	413 $\pm$ 32	415 $\pm$ 12	445 $\pm$ 72
PEP	414 $\pm$ 34	267 $\pm$ 23	395 $\pm$ 31**	545 $\pm$ 53**
Numbers of cell ($\times 10^6$)				
PRE	21.9 $\pm$ 2.6	26.9 $\pm$ 2.5	28.3 $\pm$ 2.0	15.5 $\pm$ 1.7**
PEP	17.2 $\pm$ 1.5	28.1 $\pm$ 3.3	20.7 $\pm$ 1.3*	18.4 $\pm$ 1.0**

PRE : perirenal adipose tissue and PEP : periepididymal adipose tissue. The duration of feeding : 40 days. Values are shown as means $\pm$ SE ($n=6$ and 8 rats for free-feeding and 85% food-restrained feeding, respectively). DY : The abbreviation of dried yeast. * : $p<0.05$ and ** : $p<0.01$ (vs. 0% DY rats in 85% food-restrained feeding, by Dunnett's test).

められなかった。しかし、25%DY 群では 20 日目以降対照に比べて体重が低くなる傾向が認められた。また、40 日目に対照のうち 2 匹が給餌した量を残し、平均体重が若干減少した。その結果、25%DY 群の体重は対照のそれとほぼ同じとなった。

2. 血清総コレステロールおよび HDL-コレステロールに及ぼす DY の影響

成長期および高齢期における DY 群および対照の血清中の総コレステロールおよび HDL-コレステロール濃度を Table 5 に示す。表には、同時に飼育した自由摂餌条件下のデータも示してある。対照と DY 群の平均値の差の検定は Dunnett の方法で行った。

成長期ラットの血清総コレステロール濃度は 12.5%、25%DY 群の方が対照より約 25%低かったが、対照との間に有意な差がみられたのは、25%DY 群 ($p<0.05$) のみであった。高齢期ラットの血清総コレステロール濃度は、12.5%、25%DY 群の方が対照よりそれぞれ 30% ($p<0.05$)、49% ($p<0.01$) 低かった。

成長期ラットの血清 HDL-コレステロール濃度は、いずれの DY 群とも対照より 16~24%低かったが、対照との間に有意差がみられなかった。高齢期ラットの場合、12.5%および 25%DY 群の血清 HDL-コレステロール濃度は、対照のそれぞれ 0.60 倍 ($p<0.01$)、0.48 倍 ($p<0.01$) であり、明らかに低かった。

図示しないが、成長期ラットの 85%制限給餌条件下で得られた血清中の尿素窒素濃度および A/G 比は、いずれも DY 群の方が対照より低く、とくに 25%DY 群の値は対照より有意に低い値を示した。また、血清中のトリグリセライド、グルコースおよび総タンパク質の各濃度は、成長期と高齢期のラットとも DY の影響がみられな

かった。

3. 高齢期ラットの脂肪組織に及ぼす DY の影響

1) 脂肪組織の重量および体積 腎臓と精巣周囲の各脂肪組織の湿重量およびその体重当りの相対比には、DY の有意な影響がみられなかった。

2) 脂肪細胞の半径、体積および細胞数 Table 6 に示すように、腎臓の周囲組織の脂肪細胞の半径には DY の影響がみられなかった。それに対し、精巣周囲組織の細胞半径は、12.5%、25%DY 群の方が対照よりそれぞれ 12% ($p<0.05$)、25% ($p<0.01$) 高く、DY の含有量に比例して高かった。脂肪細胞の体積についても腎臓の周囲組織では DY の影響がみられなかった。しかし、精巣の周囲組織の脂肪細胞の体積は、12.5%、25%DY 群の方が対照よりそれぞれ 48% ($p<0.01$)、104% ($p<0.01$) 大きかった。したがって、脂肪細胞の半径および体積に対する DY の影響は精巣部位で有意に認められるが、腎臓部位ではみられず、部位による差が明らかにみられる。

腎臓周囲の脂肪組織の細胞数は、25%DY 群のみが対照より有意に少なかった。しかし、精巣周囲の細胞数はいずれの DY 群とも対照より有意に少なかった。その減少の程度は、DY の含有量にほぼ比例していた。

考 察

本研究で明確になった第一の点として、DY は成長期のラットの体重を低下させる (Fig. 1, 2) が、高齢期のラットの体重に大きな影響を与えない (Fig. 3) ことである。したがって、DY による体重への影響は成長の期間中から停止した時期かで異なるものと推定できる。自由摂餌条件下の場合、DY で飼育した成長期の雄性ラットでは、33 日齢ごろまで体重が増加し、その後低下するという二

相性を示す (Fig. 1)。一方、雌性ラットの場合にはDYによる体重の低下が単相性であり、性差が認められる。このDYによる体重低下は、摂餌量または摂水量の変化と必ずしも一致していない。さらに、85%制限給餌条件下でも、成長期の雄性ラットではDYによる体重の有意な低下が明らかに認められる (Fig. 2)。Table 4に示すように、3群間の摂取エネルギーはほぼ同じである。これらの結果より、成長期におけるDYによる体重増加の抑制にはDYに含まれているなんらかの成分が寄与していることが示唆される。

本研究で明らかにされた第二の点として、血清中のコレステロールやHDL-コレステロールの各濃度が、成長期ラットではDYによってわずかに低下するに過ぎないが、高齢期ラットではDY量に比例して著しく低下することである (Table 5)。一般に、血清中のコレステロール濃度は食物繊維、とくに種々の難消化性多糖類によって低下することが知られている^{26)~36)}。本研究に用いた12.5%DYと25%DY中の食物繊維の含有量は、対照のそれぞれ1.2倍、1.6倍である。成長期ラットではDY中の食物繊維の含有量とコレステロールレベルとの間に密接な関係が認められなかった (Table 5)。また、高齢期ラットで認められたDYによる血清コレステロールレベルの有意な低下作用は、DY中の食物繊維によるものではなく、未知成分による可能性が推定できる。

以上のように、高齢期のラットの血清コレステロールレベルがDYによって著明に低下した (Table 5) ので、本研究では高齢期ラットの脂肪組織に及ぼすDYの影響について組織学的に検討した。

本研究で明らかにされた第三番目の点は、次のように要約できる：1) 高齢期ラットの精巣の周囲脂肪組織における細胞の半径と体積がDYによって有意に大きくなること、2) このDYによる細胞の半径と体積の増大は腎臓の周囲脂肪組織で認められず、部位差が明らかに存在すること、3) 腎臓と精巣周囲の脂肪組織における細胞数がDYによって減少したこと (Table 6)。

これらの結果は、DYが高齢期ラットの体脂肪の蓄積を低下または抑制させることを示唆している。また、このDYによる脂肪組織の変化と体重の変化との間に対応関係がみられないことから、作用機序は不明であるが、DYは脂肪組織の重量を変えることなく、細胞の質的变化を惹起させるものと推定できる。さらに、DY量に比例して血清中の総コレステロールレベルが低下することと精巣周囲の脂肪細胞の組織学的変化との間になんらかの関係があるものと推定される³⁷⁾。したがって、これらのDYによる脂肪細胞の変動とそのメカニズム、およびDYによる血清中の総コレステロール濃度やHDL-コレステロール濃度の低下と脂肪細胞の変動との相互関係を

明らかにすることが重要であろう。

要 約

ラットの体重、血清コレステロールレベルおよび腎臓と精巣周囲の脂肪細胞に及ぼす乾燥ビール酵母 (DY) の影響を明確にするため、成長期と高齢期のラットを用いて検討した。その結果、以下の知見を得た。

1) 生後23~83日齢の期間自由摂餌下で飼育したラットの体重は、生後24~100日齢の期間85%制限給餌下で飼育した場合と同様に、DY群が対照より低値を示した。このDYによる体重の変動作用は、日齢で異なっていた。また、性差がみられ、DYを多く含むほど大きかった。体重低下の程度と摂餌量または摂水量との間には、相関がみられなかった。高齢期ラットの体重は、40日間DY飼料で飼育しても25%DYで徐々に減少する傾向がみられたが、有意な変化を示さなかった。したがって、DYによる体重の変動作用は成長期ラットで認められるが、成長が停止した高齢期ラットでは大きな変化がみられない。

2) 血清中の総コレステロールとHDL-コレステロールの各濃度は、成長期ラットではDYによって大きな影響がみられなかったが、高齢期ラットではDY量に比例して有意に低かった。

3) 脂肪細胞の半径と体積は精巣周囲部でDYの含有量に比例して増大したが、腎臓周囲部ではDYの影響がみられず、部位差がみられた。25%DY群の場合、精巣と腎臓周囲の脂肪細胞数は、対照に比べて54~72%有意に少なかった。

以上より、DYは成長期ラットの体重を低下させ、高齢期ラットの血清コレステロールレベルを有意に低下させ、脂肪細胞の半径や体積を大きくし、その数を減少させる。本論文ではこれらの結果を考察した。

本研究を遂行するに当たり、種々多大なご協力とご援助をいただきましたアサヒビール㈱中央研究所の阿部裕子氏、内山けい子氏、梶原良夫氏に深甚なる謝意を表します。

文 献

- 1) 渡辺和夫、矢野伸吾、加藤哲男、梶原良夫、北畠克顕：応用薬理，35，351 (1988)
- 2) Ross, O.A. : *Am. J. Pathol.*, 34, 471 (1958)
- 3) Mihuchi, I., Hosoi, M. and Yokokura, T. : *Gann*, 60, 655 (1969)
- 4) Mimura, T., Makino, Y., Nakajima, H., Okabe, M., Kohama, Y., Kato, T. and Takeuchi, M. : *Chem. Pharm. Bull.*, 34, 3312 (1986)
- 5) Murakami, T. : *Acta Med. Kinki Univ.*, 10, 51 (1985)
- 6) 高崎智子、梶原良夫、北畠克顕：栄食誌，45, 529 (1992)

- 7) 高崎智子, 梶原良夫, 北畠克顕: 栄食誌, **46**, 227 (1993)
- 8) 菅野道廣, 森田(中野)満樹, 吉田克子, 今井 淳: 日本食品工業学会誌, **35**, 242 (1988)
- 9) Tachiyashiki, K. and Imaizumi, K.: *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, **38**, 69 (1992)
- 10) Tachiyashiki, K. and Imaizumi, K.: *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, **39**, 163 (1993)
- 11) 立屋敷かおる, 今泉和彦, 原田咲織, 森 章子: 栄食誌, **46**, 233 (1993)
- 12) 立屋敷かおる, 今泉和彦, 戸田典子, 鷹股 亮, 上杉公仁子, 荻田善一: 栄食誌, **40**, 35 (1987)
- 13) Imaizumi, K., Tachiyashiki, K. and Ogita, Z-I.: *High-Altitude Medical Science* (Ueda, G., Kusama, S. and Voelkel, S., eds.), 436 (1988), Shinshu University Press (Matsumoto)
- 14) 堤 一忠: 食品分析法 (日本食品工業学会食品分析法編集委員会編), 3 (1982), 光琳 (東京)
- 15) 小泉忠夫, 堤 一忠: 食品分析法 (日本食品工業学会食品分析法編集委員会編), 239 (1982), 光琳 (東京)
- 16) 小原哲二郎 (編): 食品化学実験, 90 (1975), 建帛社 (東京)
- 17) 小原哲二郎 (編): 食品化学実験, 81 (1975), 建帛社 (東京)
- 18) Soest, P.J.V. and McQueen, R.W.: *Proc. Nutr. Soc.*, **32**, 123 (1973)
- 19) 香川 綾 (監修): 四訂食品成分表, 10 (1992), 女子栄養大学出版部 (東京)
- 20) Peterson, W.R. and Warthesen, J.J.: *J. Food Sci.*, **44**, 994 (1979)
- 21) Prosky, L. and Harland, B.F.: *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, **68**, 677 (1985)
- 22) 岩尾裕之, 見目明雄, 関 博麿, 五島孜郎, 堤 忠一: 改訂食品分析ハンドブック (小原哲二郎, 鈴木隆雄, 岩尾裕之監修, 林 淳三, 印南 敏, 菅原龍幸編集), 259 (1982), 建帛社 (東京)
- 23) 舛重正一, 斉藤衛郎, 平原文子, 辻村 卓, 印南 敏, 前川昭男: 改訂食品分析ハンドブック (小原哲二郎, 鈴木隆雄, 岩尾裕之監修, 林 淳三, 印南 敏, 菅原龍幸編集), 302 (1982), 建帛社 (東京)
- 24) 田中克己, 浜 清: 顕微鏡標本の作り方, 135 (1985), 裳華房 (東京)
- 25) Ashwell, M., Priest, P., Bondoux, M., Sowter, C. and McPherson, C.K.: *Lipid Res.*, **17**, 190 (1976)
- 26) 総理府: 実験動物の飼養及び保管等に関する基準 (昭和55年3月, 総理府告示第6号), 栄食誌, **41**, 105 (1993)
- 27) 綾野雄幸: 栄食誌, **45**, 209 (1992)
- 28) 青江誠一郎, 太田富貴雄, 綾野雄幸: 栄食誌, **41**, 203 (1988)
- 29) Fisher, H., Griminger, P. and Siller, W.G.: *J. Atheroscler. Res.*, **7**, 381 (1967)
- 30) Kay, R.M. and Truswell, A.S.: *Am. J. Clin. Nutr.*, **30**, 171 (1977)
- 31) O'Brien, B.C. and Reiser, R.: *J. Nutr.*, **109**, 98 (1979)
- 32) Chen, W.L., Anderson, J.W. and Jennings, D.: *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, **175**, 215 (1984)
- 33) Ershoff, B.H. and Wells, A.F.: *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, **110**, 580 (1962)
- 34) Kiriyaama, S., Morisaki, H. and Yoshida, A.: *Agric. Biol. Chem.*, **34**, 641 (1970)
- 35) Kritchevsky, D., Tepper, S.A. and Storry, J.A.: *J. Food Sci.*, **40**, 8 (1975)
- 36) Shimizu, H., Yamauchi, M., Kuramoto, T., Kubota, N., Matsuda, M. and Hoshita, T.: *J. Pharmacobio-Dyn.*, **14**, 371 (1991)
- 37) Miettinen, T.A.: *Adv. Lipid Res.*, **18**, 88 (1981)

(1993年12月3日受理)