

人工消化酵素処理米投与がラットの腸内細菌相におよぼす影響

田尻尚士，東野英明*

Effects of Administration of Rice Treated with Artificial Digestive Enzymes
on Intestinal Bacterial Flora of Rats

Takashi TAJIRI, Hideaki HIGASHINO*

Synopsis

To prevent overeating and reduce the burden on digestive organs by increasing the rate of digestion and absorption, we produced rice treated with artificial digestive enzymes (pancreatin + diastase = ADE) and evaluated the effects of ADE rice administration on the body, especially on intestinal bacterial flora of rats.

The following results and suggestion were obtained.

1. ADE rice showed decreased protein and fat contents and an increased sugar content compared with non-treated rice.
2. The body weight and the epididymal fat weight increased.
3. The digestive tract was slightly shortened, although the length of the large intestine decreased.
4. The bile acid content in stools was similar between rats administered with ADE rice and untreated rice.
5. *Bacteroides* and *Eubacterium* in the cecum decreased.
6. Total serum cholesterol slightly increased while blood sugar and serum neutral fat increased.
7. Along with weak acidification, an increase in *Bifidobacterium* and a decrease in the bile acid pool in the intestine were observed, suggesting a possible of carcinogenesis and the development of living habit-associated diseases due to increased useful metabolites.
8. No preventive effects on obesity were observed.

Digestive enzyme in ADE rice promoted hydrolysis of starch, and glucose was used for the synthesis of neutral fat in fat cells, increasing body weight and fat weight.

However, these increases may not be due to an increase in fat tissue since bile acid in stools decreased.

Shortening of the digestive tract made digestion and absorption in the body efficient, shortened the time of stagnation of large intestinal contents, and shortened the time of uptake of carcinogenic substances and intestinal mucosa. These may be useful for decreasing the carcinogenesis rate and preventing living habits-associated diseases.

Intracecal acidification, inhibition of bile acid production, and a decrease in amino acid due to a decrease in proteins are most likely reduce the production of ammonia or phenols, inhibiting production of toxic substances. On the other hand, a decrease in the bile acid pool due to a decrease in fat appear to

improve intestinal bacterial flora which may exert anti-cancer effects.

Ade rice, which reduces the burden of the digestive organs, making digestion · absorption efficient, may be effective as a food material for treatment of patients with digestive diseases or aged people.

結 言

最近、我が国では、炭水化物を多含する米を主食とする日本型食生活から、動物性タンパク質や脂肪を多含する西洋型食生活への移行が進んだ。それにより平均寿命の延長が叶えられたが、人口の高齢化と共に癌、糖尿病、高血圧症、心臓病や脳血管疾患など生活習慣病の有病率が増加¹⁾し、新たな社会問題となっている。主食である米は、味が淡白で飽きず、容易に満腹感が得られることより理想的な食物であると言えるが、反面過食因になりやすい。一方、高脂肪、高タンパク質の摂取は多量の胆汁分泌を促すために腸内細菌相の変化をもたらし、結腸癌の発生を高める²⁾。

既報³⁾ならびに前報⁴⁾で、米を人工的に消化酵素処理することにより、体内での消化吸収速度を促進させると早期に満腹感が達成され、過食防止と消化器官への負担軽減が計れるために健康維持に適すると判断し、人工消化酵素処理米を考案してその効果について報告した。本報では、生活習慣病対策治療食品として考案・開発した人工消化酵素処理米は経口摂取された後に腸内細菌によって代謝され、宿主に有用にも有害にも働く物質が生成され、健康増進または阻害因にもなる可能性があることから、生体に及ぼす影響、特にラットの腸内細菌相の投与後の変化について検討した。

実験材料及び方法

(1)人工消化酵素処理米の製造と貯蔵

1)米飯用精白米は、コシヒカリ(*Oryza sativa* L. ; 福井産、1997年10月収穫)玄米を用い、精米器(ナショナル製NA-R5型)にて精白歩留り率92.0%(搗精率100%)に精白した。

2)人工消化酵素処理米(ADE)は、既報³⁾及び前報⁴⁾に準じて製造した。製法は精白米を15-20℃下で10分間自動洗米器(羽田製作所

製H-W2型)で洗米し、ざるを用いて水切りしたのち、25℃恒温室内で30分間通風下で除水を行った。

人工消化酵素処理は、3%の人工消化酵素PancreatinとDiastase(天野製薬株式会社製)を等量(v/v)混合した1.5倍重量の消化酵素溶液に洗米した精白米を投入し、37-39℃で120分間浸漬吸水させて行った。その後、5分間洗米して残存消化酵素処理液を除去したのちに、定温乾燥機(ヤマト科学株式会社製DX-600型)を用いて40℃で12時間通気乾燥した。

包装と貯蔵は、レトルトパウチ・ラミネイト袋容器(外層ポリエステル:0.8mm、中層アルミニウム箔:0.5mm、内層ポリエチレン:1.2mm = 厚さ2.5mm、容器径20 x 25cm(肉詰量:360g)、内層面融点132℃:菱阪包装システム株式会社製)に乾燥した酵素処理米を秤量投入し、真空ガス充填包装機(Fuji機械株式会社製,FP-1M型)を用いて真空/窒素ガス封入(飽和)下で加熱シールを行い、5℃の恒温室内に保存した。

(2)実験飼料

実験には3群に分けたラットに対し次の粉末飼料を用いた。

1)SP餌(Control):ラット用基礎飼料(SP:株式会社舟橋農場製)を精白米の対照飼料とした。

2)C餌(Control米):ミキサー粉碎精白米をSP餌と等量混合(v/v)し、人工消化酵素処理米餌(ADE餌)の対照飼料とした。

3)ADE餌:ADE米をミキサーで粉末とした後にSP餌と等量混合(v/v)して用いた。

(3)成分分析とカロリー及び色調測定

1)タンパク質の定量⁵⁾:タンパク質はKjeldall法で定量した。分解及び蒸留はBUCHL-426、323(Einheit Digestion unit:柴田科学器機工業社製)、滴定にはDosimat 725(Metrohm社製)を用いた。タンパク質換算係数は6.25で算出した。

2)粗脂肪の定量⁷⁾：粗脂肪は、エーテル抽出（関西計測社製KM-15型）によるSoxhlet法で定量した。

3)水分定量：赤外線乾式電子水分計（長計量器社製IB-30型）を用い定量した。

4)灰分の定量⁸⁾：マッフル炉（ヤマト科学株式会社製FP-32型）を用いて、酢酸マグネシウム添加灰化法で定量した。

5)糖質の定量：一般に食品成分表などに用いられる方法を採用し、試料中のタンパク質、脂質、繊維、灰分及び水分含有総量を差し引いて算出した。

6)カロリー計算：タンパク質、脂質、炭水化物（糖質）からAtwaterのカロリー換算係数を用いて算出した。その算出係数は各々4、9、4とした。

7)色調測定⁹⁾：色調測定は、Hunter Color Value Methodを用い、COLOR-METER(日本電色工業社製、ND-101D型)にて、色相(a値)、彩度(b値)、明度(L値)を測定し、Lb/IaI式で算出した。

(4)実験動物

1) 4週齢のSprague-Dawley系雄性ラット（日本SLC株式会社産）18匹（体重60-80g）を用い、ラット用基本飼（SP）で7日間予備飼育¹⁰⁾を行った。ラットを1群6匹の3実験群に分け、5週齢（体重約100-120g）から本飼育に供し、12週間飼育した。

2)飼育条件

飼育¹⁰⁾は、金網製ケージ（25×40×18 cm）に3尾ずつ入れ、室温22±2℃、湿度60±5%、照明12時間の条件下で飼育した。1週間馴化飼育後、3群のラットにそれぞれ体重100g当たり5-20gの飼料を毎日与え、水は自動吸水器を用いて自由に摂取させた。

3)実験動物の測定項目¹⁰⁾

i)ラットの生長

本飼育期間中に体重と体長（第一頸椎部より尾基部）を週2回測定した。

ii)飼料摂取量と摂取カロリー

毎日の飼料投与量、こぼした量及び残量を測定し、ラット体重100g当たりの摂取量を求め、摂取量から1日の摂取カロリーを求めた。

iii)糞便の排泄量

毎週一回24時間内に排泄された糞便を採取して集め、105℃下で2時間乾燥（常圧定温乾燥機、ヤマト科学株式会社製DX-300型）した後、秤量して排泄糞便量とした。

iv)糞便のpH

糞便を蒸留水中に懸濁してホモジナイズし、pHメーター（ヤマト科学株式会社製LAB-Fシリーズ）で測定した。

v)栄養価の検討

全実験飼育期間中、ラットの体重増加量から1週当たりの体重増加率、飼料効率を次式により算出し比較した。

体重増加率(%)=

$$\frac{\text{体重増加量(g)} - \text{初体重(g)}}{\text{初体重(g)}} \times 100$$

飼料効率(%)=

$$\frac{\text{体重増加量(g)} - \text{初体重(g)}}{\text{飼料摂取量(g)}} \times 100$$

なお、全実験飼育期間中、飼育ラットの健康状態を把握するために、糞便の性状（色、硬さ、臭気等）についても留意して観察した。

vi)飼育終了時のラット臓器重量の測定

実験終了日の翌日、ラットの腹腔内に50mg/kgネンブタール注射液（ペントバルビタールナトリウム液）を注射して麻酔し、腹部大動脈を切開して出血致死させた。屠体より全脳、心臓、肝臓、膵臓、脾臓、腎臓、副腎、睾丸及び副睾丸脂肪組織を摘出し、各々の重量を測定した。

胃と盲腸については、内容物を含んだ状態で重量を測定した後、切開して内容物を除去して生理食塩水で洗浄したのち、ペーパータオルで水分を拭き取り、重量測定を行った。また、十二指腸から回盲部までを小腸長、回盲部から肛門までを大腸長として測定した。

盲腸内pHは、解剖直後速やかに盲腸内容物を除去し、5mlの蒸留水に懸濁させてpHメーターで測定した。

vii)腸内細菌相の解析¹¹⁾

便中の細菌相の解析は、自然排泄便を用いて行った。実験期間中の0、1、2、4、8週目にラットから排泄された直後の糞便一塊を、検体保存用輸送培地（シードスワブ1号：栄研化学株式会社製）に投入し、ガラス

ホモジナイザーのピストルで摩砕して培地中に拡散させた。飼育12週目には、屠殺後の盲腸内粘膜周囲の内容物を、空気に触れると嫌気性菌が死滅するため速やかにプラスチック性薬匙で採取して輸送培地中に埋めた。これら検体の細菌学的検索は株式会社東邦微生物病研究所に依頼して行った。

10倍段階希釈された試料を白金耳 (10-3 g) で、各平板培地 (Table 1) に塗抹して培養した後に、好気性菌の発育の状態、コロニー形態とコロニー数、菌形態を観察し、一部をグラム染色して鏡検を行い、それぞれのコロニーを分離した¹²⁾。 *Bifidobacterium*、 *Bacteroides*、 *Eubacterium*、 *Peptostreptococcus*、 *Escherichia coli* (*E. coli*)、 *Lactobacillus*、 *Streptococcus*、 *Clostridium*、 *Staphylococcus*、 *Proteus* 菌については性状検査 (芽胞形成、OF試験、オキシダーゼ反応、カタラーゼ反応、ガス産生能、硫化水素産生能、インドール産生能、Voges-Prokauer反応、クエン酸ナトリウム利用能) を行った。

腸内細菌の同定試験は、TSI培地とLIM培地を用いて行い、得られた結果から総菌数、各菌数を得て、検体1g当たりの対数値を算出して比較した。

viii) 総胆汁酸の測定¹³⁾

糞便中の総胆汁酸は、飼育期間中の0、6、12週に排泄された糞便の凍結乾燥標本 (ヤマト科学株式会社製SF-05型) を粉碎して、その約50mgを秤量し80℃のエタノール溶液2.5ml中で1時間抽出して得た。

測定は市販の測定キット (総胆汁酸テストワコー：和光純薬工業株式会社製) を用い、3 α -hydroxysteroid dehydrogenase法 (酵素比色法) により、分光光度計 (ヤマト科学株式会社製U-3000型) で560nm下で吸光度を測定し総胆汁酸濃度を求めた。

ix) 糞便中のアンモニアの測定¹⁴⁾

排泄糞便中のアンモニアは、除タンパク比色法により、排泄された直後の糞便を約0.2g採取し、2.0mlの蒸留水で攪拌、懸濁して試料とし、市販の測定キット (アンモニアテスト・ワコー：和光純薬工業株式会社製) を用い、分光光度計を用いて吸光度630nmで比色定量した。

Table 1 Method and medium of culture for intestinal bacterial flora

Use culture medium	Temperature (°C)	Time(hr)
Drigalaki's improve culture medium	35 - 37	24 - 48
Columbia CNA agar culture medium	35 - 37	24 - 48
BL Agar (Glucose, blood, liver, agar) culture medium	35 - 37	48
Potato dextrose agar culture medium	30	48 - 72
MRS agar culture medium	35 - 37	24 - 48
GM-GAM agar culture medium	35 - 37	48

xi) 血液の成分分析¹⁵⁾

馴化飼育後 (0週目) ならびに本飼育期間中の6週目、12週目に、ラットを一夜絶食して無麻酔下で尾静脈より約0.5ml採血し、一部の血液を用いて赤血球数、白血球数、血小板数およびヘモグロビン量を血球測定器 (F-300: Sysmex 社製) で測定し、遠心分離して得た血清中のGOT (グルタミン酸オキサロ酢酸トランスアミナーゼ)、GPT (グルタミン酸ピルビン酸トランスアミナーゼ)、T-Chol (総コレステロール)、TG (中性脂肪)、TP (総タンパク質) およびGL (血糖) を、オートアナライザー法で測定した。これらは、東淀川病院生化学検査科に依頼して実施した。

実験結果

(1) ADEの食味

人工消化酵素処理米飯は、通常の米飯に比して柔らかく、色調は乳白黄色を呈し、味覚の点ではやや甘さが強く感じられた。食味時での全体的な咀嚼感が僅かに物足りなく、弾力性に欠ける傾向を示し、違和感は認められないが僅かに異臭 (人工消化酵素臭) が残存する試料が現出した。これらの現象は、人工消化酵素処理によりデンプンが糖化したためと考えられた。

(2) ADE米及び各飼料の成分分析とカロリー

各種飼料の主な成分分析値をTable 2に示した。パンクレアチン、ジアスターゼ処理ADE米の主要成分についてみると、未処理精白米に比してタンパク質、脂肪が各々40.7%、35.2%減少し、糖質は4.0%増加した。この結果は、消化酵素処理により米粒中のタンパク

Table 2 Food composition and calorie of each diet given to the three groups of rats

Feed section	Protein (%)	Fat (%)	Carbohydrate (%)	Moisture (%)	Ash (%)	Calorie (Kcal/100g)
S P	20.8	4.5	54.5	14.5	5.7	341.7
C*	12.9	3.2	66.9	13.0	3.9	348.2
ADE**	11.9	2.8	68.8	12.6	4.0	347.8
Polished rice	5.1	1.8	71.9	19.0	2.1	324.7
ADE rice***	2.5	1.2	76.0	18.2	2.3	323.9

C* : mixed in equal % w of SP and polished rice

ADE** : mixed in equal % w of ADE and SP

ADE rice*** : Artificial Digestive Enzyme treatment : mixed in equal % w of pancreatin and diastase (by polished rice weight to 3.0% weight)

質や脂肪が分解されたことを示した。

これは、パンクレアチンが、タンパク質、脂肪、糖質を分解、消化する酵素を含むため、タンパク質がペプチドに、脂肪は脂肪酸とグリセロールに分解され、また、ジアスターゼに含まれるアミラーゼによって、デンプンが低分子の糖類に分解・生成され、還元糖が増加した結果と考えられた。

ラットの基本飼料であるSP飼料は、ADE米に比してタンパク質を多含し、糖質が少なかった。

Table 2にタンパク質、脂肪、糖質から算出した100g当たりのカロリーを示した。各飼料間の成分には差がみられたが、カロリーの差は認められなかった。

(3) ADE米の色調

ADE処理による米粒表面の色調変化を、Table 3に示した。

ADE米粒の表面色調は、未処理米に比して肉眼的に僅かに乳白黄色を呈した。数値的(ハンター表色法)にもa、b、L値ともに上昇し、色調(Lb/IaI)は大きく6.29倍上昇し、顕著な乳白黄色化が認められた。

Table 3 Effect of color tone on the treatment of Artificial Digestive Enzyme of polished rice

Color tone	Polished rice	ADE rice
L	58.5	85.83
a	-3.2	-1.7
b	6.5	14.87
Lb/ a	119.4	750.76

Color tone : Hunter color value

(4) ラットの生長への影響

1) ADE餌投与が体重増加に及ぼす影響

各群ともに実験開始(100-120g)より12週(300-400g)まではほぼ直線的に順調に生長し、ADE米投与群は未処理米群に比して体重増加率が高い傾向を示したが、統計的に有意な差異は認められなかった。この結果は、

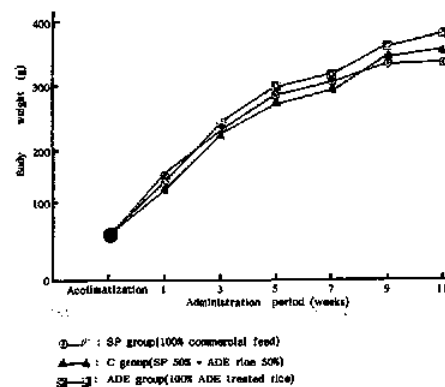


Fig. 1 Body weight gain of the rats given the three diets.

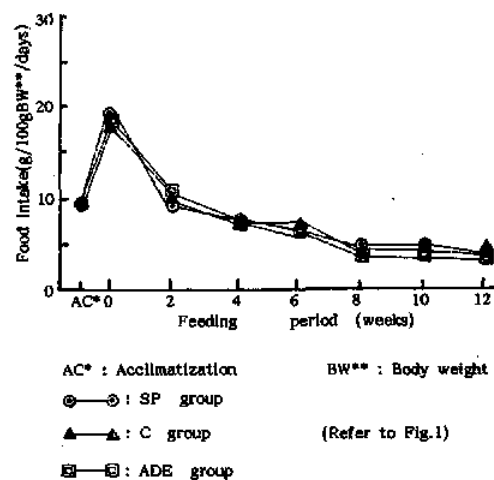


Fig. 2 Effect of the food intake of rats in the three groups.

Fig.1に示した。

2)飼料摂取量の比較

Fig.2にラットの体重100g当たりの1日飼料摂取量を示した。生長とともに各餌投与群の摂食量は減少したが、各群間における差異は認められなかった。

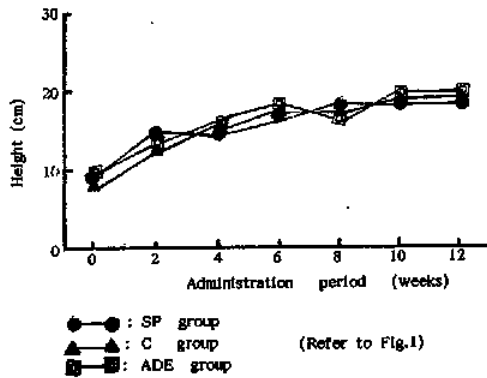


Fig. 3 Effect of height gain of the rats given the three diets.

3)ラットの首～尾基部間の伸長への影響

ラットの第一頸椎部から尾基部までの長さを測定し、Fig.3に示した。体重増加に従って各餌間での伸長は微差となった。

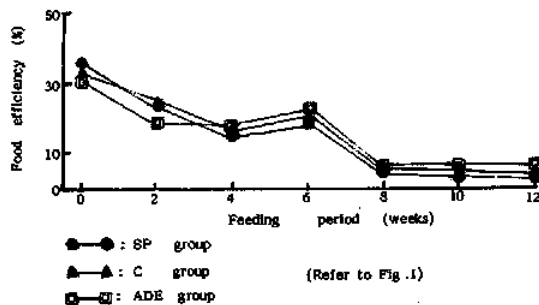


Fig. 4 Effect of food efficiency in the three groups of rats.

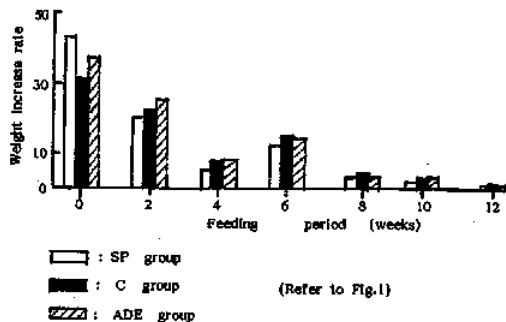


Fig. 5 Effect of weight increase three groups of rats.

4)飼料効率と体重増加率

各餌群間の餌料効率にはばらつきが認められたが、確定的な差は認められなかった。

体重増加率については、ADE群は未処理群に比して実験開始時より増加率が高い傾向を示し、実験終了時までこの傾向が継続した。しかし、対照群との間に有意な差を認めなかった。これらの結果は、Fig.4とFig.5に示した。

5)排泄糞便重量とpH

実験期間中の排泄糞便中の水分含有量をFig.6に示し、排泄糞便重量から水分を差し引いた糞便乾燥重量をFig.7に示した。ADE群の糞便中の水分含有量は、未処理群に比して僅かに多い傾向を示した。また、全体的に8週目より水分が減少する傾向が認められたが、各群間での差異は認められず、下痢の症状も認められなかった。糞便乾燥重量は、全体的にラットの生長とともに増加したが、各群間でばらつきがあり確定的な差は認められなかった。傾向として実験開始時よりSP群では増加し、ADE群及び未処理米群では減少し、とくに、12週目にはADE群はSP群の約1/2量

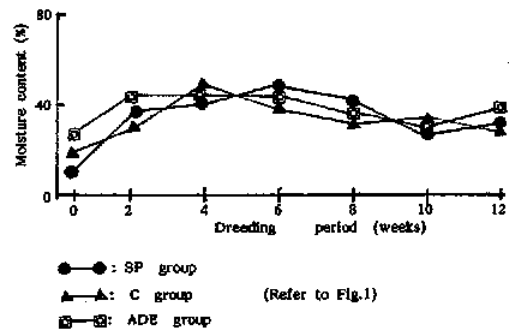


Fig. 6 Effect of moisture content in feces of three groups of rats.

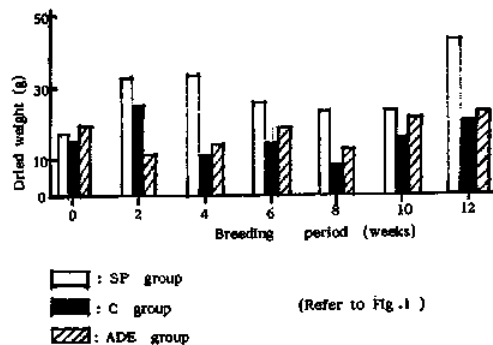


Fig. 7 Effect of dried weight in feces of three groups of rats.

に減少した。この変化はSP飼料と精白米・酵素処理米の吸収率の差によると考えられた。

排泄糞便中のpHをFig.8に示した。経時的变化が激しく、各群でばらつきを生じ、一定の傾向を把握することができなかった。ADE米群の盲腸内容物のpHは他群に比べやや低かった。

6) 腸内細菌相と総菌数への影響

各群ラットの0、1、2、4、8週目の糞便内細菌相の変化をFig.9、総菌数の変化をFig.10に示した。糞便中に検出された細菌相は、主として*Bifidobacterium*、*E. Coli*、

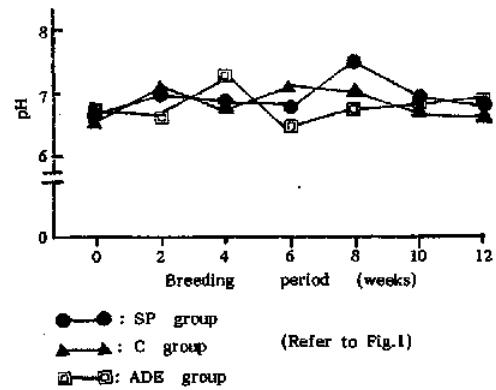


Fig. 8 Effect of pH in the feces of three groups of rats.

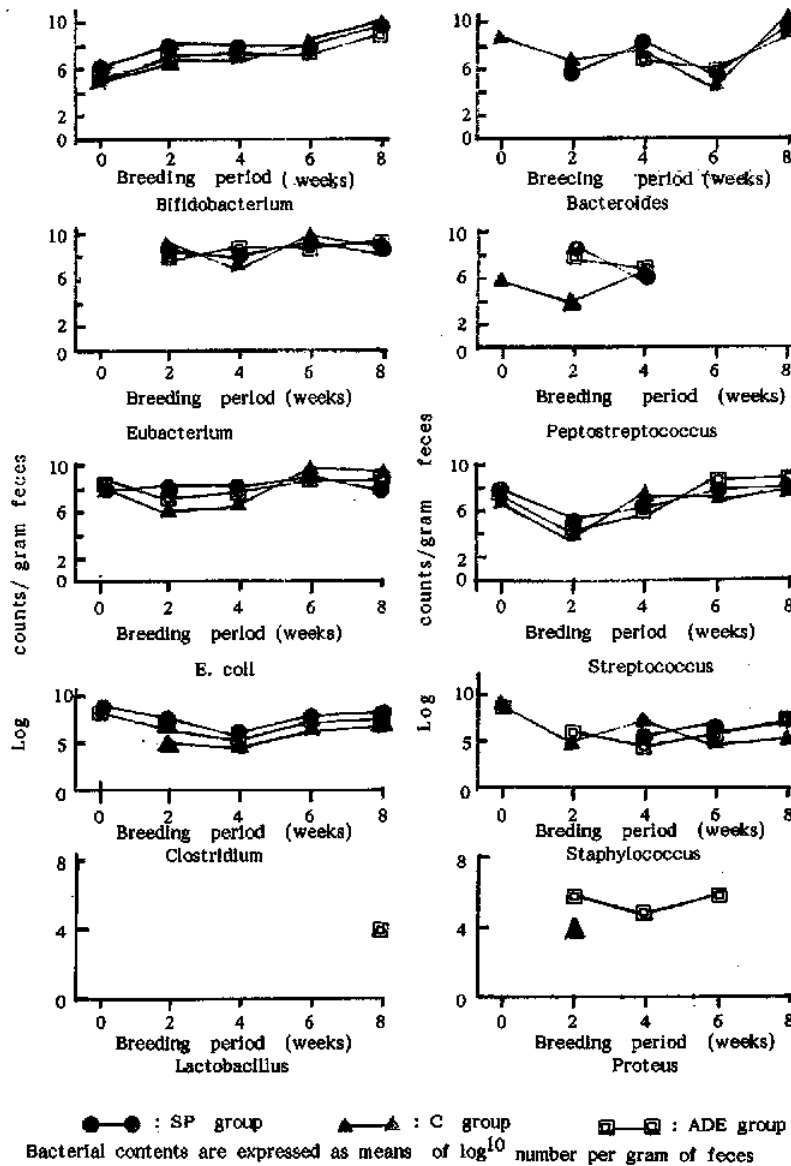


Fig. 9 Effect of each diet on the rats feces flora.

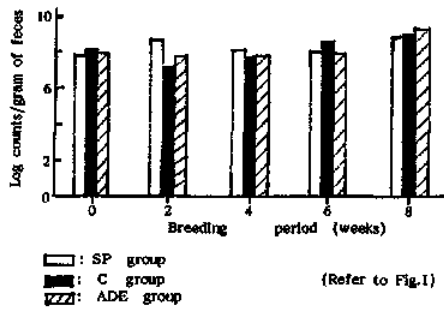


Fig.10 Effect of total bacteria in feces flora of three groups of rats.

Lactobacillus, *Bacteroides*, *Clostridium*, *Eubacterium*, *Peptostreptococcus*, *Streptococcus*であった。

7) 糞便中の胆汁酸とアンモニア含量への影響

結果をTable 4に示した。胆汁酸量には各群間で差異が認められなかった。アンモニアについても、群間差がなかった。

8) 血清脂質および血糖、血球への影響

0、6、12週目に採血した一夜絶食後のラット尾静脈血の測定結果をFig.11に示した。ADE群では、血糖値が全体的に高値を示した。

総コレステロールはADE群で高い傾向を示し、中性脂肪値は有意 (P<0.01) に増加した。肝機能障害の指標である血清GOT、GPTはいずれも 正常値を示し、各群間に差異は無かった。また、血液中の血球数をFig.11に示したが、各群間に差は認められなかった。

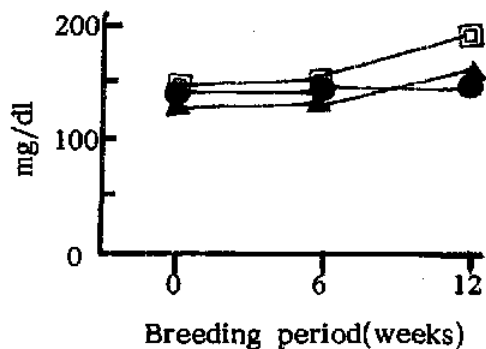


Fig. 11 Effect of component in blood serum and blood cell counting on the each diet of rats.

Table 4 Effect of content to bile acid and ammonia in feces of rats

Feed section	Bile acid (μmol/l)			Ammonia (μg/l)	pH
	0w*	6w*	12w*	12w*	12w*
Sp	24.1	21.2	23.2	1200.1	7.2
C	18.5	26.2	22.9	1248.4	7.0
ADE	23.4	23.9	18.9	1288.5	7.1

w*: Week

Inspection individual : 6

(Refer to Table 2)

考 察

腸内細菌は、摂取された食物成分や消化器官で分泌された生体成分を栄養源として増殖し、宿主に有害あるいは有用に作用する代謝産物を生成して栄養、免疫などの生理機能や発癌、老化などの病理に深く関与することから、腸内有用菌優勢、有害菌劣性のバランス維持が、健康保持に極めて重要であると考えられる。

食生活の欧米化によるタンパク質や脂肪の摂取増加は、胆汁酸プールの増大および慢性便秘を発症させるため腸内細菌相を変化させることが予想される。

便秘による大腸内容物の滞腸時間の延長により、腸内細菌がアミノ酸からアンモニアやフェノール類等の有害腐敗代謝物を生成し、発癌や老化の原因となることが考えられる。

有用腸内細菌の *Bifidobacterium* を増殖させる一因子にパンクレアチンが挙げられている¹⁶⁾ ことから、パンクレアチンを用いた米の ADE 処理は、*Bifidobacterium* 増殖を促進させる可能性が考えられる。

生活習慣病対策治療食品として考案した ADE 米は、この点において優れた機能を発揮することが考えられる。

ADE 米群では、餌摂取量に変化がないにも拘わらず体重、脂肪重量が増加した。これは、ADE 処理によりデンプンが吸収され易いオリゴ糖に分解されることによって、容易にグルコースとなって速やかに吸収される結果、急速な血糖上昇により膵臓からインシュリンが分泌されるとともに、脂肪細胞に取り込まれたグルコースがコレステロールや中性脂肪の

合成に使われたことによると考えられる。血清中のコレステロールの微増傾向、中性脂肪の増加、副睾丸脂肪重量の増加及び体重の増加傾向はそれを表していると判断された。

ADE米群では糞便中の胆汁酸が低下していたことから、脂肪に由来した脂肪組織の増量ではないと判断された。

また、消化管の減長は、ADE処理米の摂取では、体内での消化吸収が効率的に行われるために短化したものと考えられた。これらの結果が、ADE処理米投与においては大腸内容物の滞腸時間が短縮され、腸内細菌による有害物質生成時間も短縮化され、結果的に発癌率の抑制や生活習慣病の予防に有効と考えられた。

ADE米群の盲腸内容物のpHは他群に比べやや酸性側であった。腸内pHが酸性になると、アンモニア、インドールなどの腐敗産物を生産する腸内腐敗菌の増殖が抑制され⁷⁾、発癌作用を有する二次胆汁酸の生成も抑制⁸⁾されることが提唱されている。

ADE米摂取により 10^{-1} - 10^{-4} /gの*Proteus*が検出された。*Proteus*は一般に宿主が衰弱した時に日和見感染することが知られているが、検出菌数は極く少数であった。

一方、ADE処理米投与ラットでは腸内腐敗菌や腸管炎症の抑制および血流や消化吸収の生理的機能の改善に有効な*Bifidobacterium*が増加した。これらの現象は、ADE処理によって、デンプンがオリゴ糖に変換された結果と考えられ⁹⁾好ましい結果であった。

ADE米は、低タンパク質化によるアミノ酸の減少に伴い、アミノ酸からのアンモニア、フェノール等への変換が抑制され、有害物質の発生を抑制することや低脂肪化による胆汁酸プールの減少により、腸内細菌相を改善し、抗癌作用を高めることが予想される。また、酵素処理米粒中の還元糖増加によって糖質が速やかにトリアシルグリセロールとして脂肪組織に蓄積されることが示唆された。

以上の結果より、ADE米は消化器官の負担軽減により消化吸収が効率的となるため消化器疾患や高齢者等の治療食材として有効であること、腸内の弱酸性化や*Bifidobacterium*の増加、胆汁酸プールの減少などにより、発

癌抑制や有用代謝物質増が期待されることから、生活習慣病の発症抑制にも効果があると考えられた。

なお、肥満防止効果は認められなかった。

要 約

経口摂取された食餌の一部は腸内細菌によって代謝され、宿主に有用または有害に働く物質が生成され、健康増進や阻害因になる可能性が指摘されていることから、生活習慣病対策治療食品として考案・開発した人工消化酵素処理 (ADE) 米の生体、特に腸内細菌相に及ぼす影響をラットを用いて調べた。

パンクレアチンは有用腸内細菌*Bifidobacterium*のを増殖を促進することから、ADE米は生活習慣病治療食品として優れた機能を発揮することが示唆された。

ADE米は、デンプンが分解され速やかに消化吸収され、急速な血糖上昇をもたらし、膵臓からのインシュリンが分泌を促進して、糖の脂肪細胞への取り込みと中性脂肪の合成に使われると考えられた。ただ、餌料摂取量が無変化にも拘わらず体重と脂肪重量は増加したが、糞便中の胆汁酸は低下したことから、脂肪に由来した脂肪組織の増量でないと判断された。

ADE米投与ラットの消化管は短化した。これは摂取により体内での消化吸収が効率的となった結果と考えられ、大腸内容物の滞腸時間が短縮されることから、発癌物質等と腸粘膜の接触時間も短縮され、発癌率や生活習慣病の予防に有効となることが示唆された。

ADE米群の盲腸内容物のpHは、他群に比して酸性側となったが、これも腸内腐敗菌の増殖を抑制し、発癌作用を有する二次胆汁酸生成の抑制に連がることを推察させる。

ADE米摂取により、*Proteus*が検出されたが極少数に限られた。腸内腐敗菌や腸管炎症の抑制及び血流や消化吸収の生理的機能の改善に有効な*Bifidobacterium*は増加し、好ましい菌相を示した。

これらの現象は、ADE処理がデンプンをオリゴ糖に変換させたことによるものと考えられた。

ADE米は、低タンパク質化によるアミノ酸の減少に伴い、アンモニアやフェノール等の有害物質の発生を抑制し、低脂肪化による胆汁酸プールの減少によって、腸内細菌相を改善させて抗癌作用を高めることが示唆された。一方、米粒中の還元糖の増加により糖質が速やかにトリアシルグリセロールとして脂肪組織に蓄積されることが認められた。

ADE米は、消化器官の負担軽減により消化吸收が効率的となり、消化器患者や高齢者等の治療食材として有効であり、腸内の弱酸性化や*Bifidobacterium*の増加及び胆汁酸プールの減少など生活習慣病の発症抑制効果があることが示唆された。なお、肥満効果は認められなかった。

文 献

- 1) 光岡知足：腸内フローラの分類と検定 (理研細菌フローラシンポジウム-11、(学会出版センター、東京)、1-7(1994-a)
- 2) HILL, M. J., and ARIES, V. C., : *J. Pathol*, **104**, 1229-135(1971)
- 3) 田尻尚士：高齢者及び成人病治療食米飯の開発に関する研究(1)、近畿大学農学総合研究所報告、**3**、81-88(1995)
- 4) HIGASHINO, H., TAJIRI, T., and SUZUKI, A., : Effect of Long-Term Administration of Rice Pretreated with Pancreatin or Diastase on the Growth of Rats, *J. Home Eco. Jpn*, **48**, 699-706(1997)
- 5) TAJIRI, T., HIGASHINO, H., and SUZUKI, A., : Effects of Long-Term Administration of Rice Predigested with Pancreatin or Diastase on the Growth of Streptodotocin-Induced Diabetic Rats, *J. Home Eco. Jpn*, **48**, 1063-1070(1997)
- 6) KRYSIYNA A, MCLVER (Director of Publication) : A. O. A. C. (16th Ed), Ch. 32-23(1995-a)
- 7) KRYSIYNA A, MCLVER(Director of Publication) : A. O. A. C. (16th Ed), Ch. 32-16(1995-b)
- 8) 日本食品科学工業学会編 (新食品分析法編集委員会：新食品分析法、(光琳、東京)、104(1996)
- 9) 緒方邦安：青果保蔵汎論、(建帛社、東京)、286 (1985)
- 10) 松本慶蔵・本間守男監訳：臨床検査学-IV (グラッドオール)、(医歯薬出版、東京)、50-51(1988-a)
- 11) 松本慶蔵・本間守男監訳：臨床検査学-IV (グラッドオール)、医歯薬出版、東京)、448(1988-b)
- 12) 坂崎利一：医学細菌同定の手引き (第三訂)、(近代出版、東京)、189-200(1994)
- 13) 松本慶蔵・本間守男監訳：臨床検査学-IV (グラッドオール)、(医歯薬出版、東京)、325(1988-c)
- 14) 松本慶蔵・本間守男監訳：臨床検査学-IV (グラッドオール)、(医歯薬出版、東京)、305(1988-d)
- 15) 松本慶蔵・本間守男監訳：臨床検査学-IV (グラッドオール)、(医歯薬出版、東京)、286(1988-e)
- 16) 光岡知足：腸内フローラの分類と検定 (理研細菌フローラシンポジウム-11)、(学会出版センター、東京)、1-3(1994-b)
- 17) 藤川茂昭・岡崎昌子・松元信也：キシロオリゴ糖摂取による腸内細菌と腸内腐敗産物の挙動、日本栄養食糧学会誌、

44、37-40(1991)

- 18) 辻啓介：食物繊維の保健効果、ピフィ
ズス、8、125-134(1995)

- 19) 米本千春・香田祐美子・上中居和男・
中野長久：大豆オリゴ糖を発酵原料と
した食酢のラット脂質代謝に及ぼす影
響、日本栄養食糧学会誌、48、441-449
(1995)