

# 食餌中のたんぱく質含量およびコリンの欠乏が、肝臓の2, 3の解糖系酵素におよぼす影響について

新納英夫\* 佐々木隆造\*\*

## Effect of Dietary Protein Level and Choline Deficiency on some Glycolysis Enzyme Activities.

Hideo Nihiro, Ryuzo Sasaki.

<sup>1)</sup> 前報でカゼイン25%, カゼイン15%, カゼイン9% + 0.2%シスチンおよびカゼイン9% + 0.2%シスチン + 0.2%スレオニンをそれぞれのたんぱく質源とする飼料で、コリン添加群と無添加群に分けて、30°C および25°C で生後6週および4週のWistar系シロネズミを4週間飼育した場合、体重の増加傾向および4週後の肝臓重量はほとんど変わらないが、飼料中のたんぱく質含量が減るにつれて、体たんぱく質の増加は減り、体脂肪による体重の増加分が増える傾向にあり、肝脂肪含量も増加する。また食餌中のコリンの欠乏はこの脂肪蓄積を促進し、30°C 飼育群ではコリン欠乏により15%カゼイン以下のものでは、眼球より出血し、食欲を減じ、死亡するものが多いこと。この低たんぱく含量およびコリン欠乏食による脂肪の蓄積および死亡率の増加は、雌よりも雄に顕著にあらわれることなどを知った。一方、食餌組成による脂肪肝の発

現については、オロチン酸添加によるもの<sup>2)</sup>、エチオニン添加によるもの<sup>3)</sup>、アルコールの過剰摂取<sup>4)</sup>、コリンの欠乏<sup>5)</sup>、四塩化炭素中毒<sup>6)</sup>、低たんぱく食およびアミノ酸のインバランスによるものなど多くの原因が知られている。脂肪肝の発生機構としてはなお不明の点が多いが、多くの脂肪肝では肝臓中のリン脂質含量が低下しており、これが脂肪酸のβ-酸化酵素の活性低下の原因となり、脂肪酸分解の遅滞による脂肪蓄積を起す。リン脂質の不足は脂質の体内移動を阻害することも肝脂肪増加の一因となる。一方、多くの脂肪肝では肝臓のペントースサイクルの酵素活性がまし、NADPHの供給が増加し、脂肪酸合成系の活性化<sup>2)</sup>することが知られ、オロチン酸添加による脂肪肝をはじめ多くの場合にGlycolysis系とペントースサイクルの分岐点に当る、ペントースサイクルの導入酵素 glucos-6-phosphate dehydrogenase の活性が増加することが報告されてい

第1表 飼料組成

	A, A'*	B, B'*	C, C'*	D, D'*
Casein	25%	15%	9%	9%
Cystine-HCl	0	0	0.2	0.2
Threonine	0	0	0	0.2
Sucrose	30	35	38	38
Corn starch	30	35	38	38
Soybean oil	9	9	9	9
Vitamin mixture	1	1	1	1
Salt mixture	5	5	5	5
Amino-N	3.251	1.952	1.188	1.219
Calorie values Kcal/100g	340	340	340	340

\*A, B, C, Dは塩化コリン0.2g/餌料100g, を添加, A', B', C', D'はコリン無添加

\*本学教授 \*\*本学講師

る。食餌中のたんぱく質含量の変化による酵素系の変化については主として xanthine oxydase, arginase などのアミノ酸の代謝系および脂肪の合成, 分解酵素, および aldolase, glucose-6-phosphate dehydrogenase などについて報告されているが, 解糖系の酵素活性の変化についてはまだ解明されていないので, 前報で体成分の変化を報告したシロネズミ肝臓の phosphoglucomutase, glucose-6-phosphatase, fructose-1, 6-diphosphatase, および 3 炭糖系の phosphoglyceromutase 活性を測定し, その活性の変化と食餌中のたんぱく質含有量およびコリン含有量との関係について検討してみた。その食餌組成は第 1 表の通りである。

### 実験方法

前報で示したカゼイン 25% (A 群), カゼイン 15% (B 群), カゼイン 9% + 0.2% シスチン (C 群), および カゼイン 9% + 0.2% シスチン + 0.2% スレオニン (D 群) 飼料ならびに, それぞれのコリン欠乏飼料 (A' 群, B' 群, C' 群, D' 群とする) で 30°C および 25°C で飼育した Wistar 系シロネズミを試料とした。各群のネズミは飼育期間終了後 3 時間絶食させた後, 断頭屠殺し, 肝臓をすみやかに取り出し, 秤量後ドライアイスで凍結させ, -25°C で冷蔵した。この肝臓を融解させたのち全量または一部をとり, Tris buffer を加え, テフロンホモジナイザー中で磨砕して酵素液とした。

酵素液の調製: 30°C 飼育群では各群雄, 雌 1 頭の肝臓含量を合し, 4 倍量の M/20 Tris buffer (pH 7.5) を加え, 冷却しつつテフロンホモジナイザー中で磨砕したホモジネートをそのまま酵素液とした。

25°C 飼育群では各群雄, 雌に分け, 各 2 頭の肝臓 4 g ずつを合し, 4 倍量の Tris buffer を加え, 前同様にして酵素液を調製した。

たんぱく質の定量: 酵素液中のたんぱく質の定量は Lowry の方法に準じて下のようにして行なった。

試薬 (1) 0.1N-NaOH 溶液に 2% の  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  を溶解したもの。

(2) 1% Na-Tartarate $\cdot$ 2H $_2$ O 溶液に 0.5% の  $\text{CuSO}_4\cdot 5\text{H}_2\text{O}$  を溶解したもの。

(3) アルカリ性銅液: 使用直前に試薬(1) 50 ml と試薬(2) 1 ml 混合して調製する。

(4) Lowry 試薬 (Phenol 試薬) 市販の Lowry 試薬を蒸留水で 2 倍に希めて使用した。

定量. 酵素液 1 ml にアルカリ性銅液 5 ml を加え, 10 分間放置したのち Lowry 試薬 0.5 ml を加えてすばやく混合し, 30 分後に 750 m $\mu$  の波長で島津ボツンユロム回析格子型光電比色計で吸光度を測定し, あらか

じめ結晶卵白アルブミンを用いて同様に吸光度を測定して得た標準曲線と比較してたんぱく量を求めた。

Fructose-1, 6-diphosphatase 活性の測定: fructose-1, 6-diphosphatase 活性の測定は次のようにした。5 $\times$ 10 $^{-3}$ M の fructose-1, 6-diphosphate (pH 7.5) 0.5 ml, 0.1 M の Tris-HCl buffer (pH 7.5) 0.5 ml, 0.1 M の 2-Mercaptoethanol 0.5 ml, 5 $\times$ 10 $^{-2}$ M の  $\text{MgCl}_2$  0.5 ml, 酵素液 0.5 ml を混合して反応液とした。基質の存在しない状態で 25°C, 20 分間 preincubation した後, 基質の添加で反応を開始させる。25°C で反応させ, 30% Trichloroacetic acid 0.5 ml を加えて反応を停止させた。0°C, 30 分放置後, 遠心分離にて上清 2.5 ml をとり, カセイソーダ<sup>9)</sup> 0.5 ml を加えて中和し, Fiske-Subbarow 法により無機リンを定量した。

上記反応条件下で 10 分間に 1  $\mu$ g の無機リンを生成せしめる酵素量を 1 unit とする。また比活性は酵素液のたんぱく質 1 mg 当りの有する unit で表示する。

Glucose-6-Phosphatase 活性の測定: glucose-6-phosphatase 活性の測定は次のようにして行なった。5 $\times$ 10 $^{-3}$ M の glucose-6-phosphate (pH 7.5) 0.5 ml, 0.1 M の Tris-HCl buffer (pH 7.5) 0.5 ml および酵素液 0.5 ml に水 1 ml を加えて 2.5 ml としたものを反応液とする。基質の存在しない状態で 25°C, 20 分間 preincubation したのち, 基質の添加で反応を開始させる。25°C で反応させ, 30% Trichloroacetic acid 0.5 ml を加えて反応を停止させる。0°C, 30 分放置後遠心分離して上清 2.5 ml をとり, カセイソーダ<sup>10)</sup> 0.5 ml を加えて中和後, Fiske-Subbarow 法により無機リンを定量した。

上記反応条件下で 10 分間に 1  $\mu$ g の無機リンを生成せしめる酵素量を 1 unit とする。また比活性はたんぱく質 1 mg 当りの unit で表示する。

Phosphoglucomutase 活性の測定: phosphoglucomutase 活性の測定は次のようにして行なった。1.6 $\times$ 10 $^{-2}$ M の glucose-1-phosphate (pH 7.0) 0.25 ml, 5 $\times$ 10 $^{-6}$ M の glucose-1, 6-diphosphate (pH 7.0) 0.25 ml, 酵素液 0.5 ml を混合したものを反応液とした。ただし酵素液はあらかじめ 10 $^{-4}$ M の  $\text{MgCl}_2$  を含む 0.01 M Imidazol-HCl-buffer (pH 7.0) で希釈し, 25°C で 10 分間 preincubation したものを使った。25°C で反応させ, 30% Trichloroacetic acid 0.2 ml を加えて反応を停止させた。0°C, 30 分放置後, 遠心分離して上清 0.5 ml を集め, カセイソーダで中和した。つぎに 5N-H $_2$ SO $_4$  1 ml を加え, 水で 5 ml となし, 100°C で 3 分間加熱後, 冷却して Fiske-Subbarow 法

により無機リンを定量した。

上記反応条件下で10分間に1 $\mu$ gの無機リンを生成せしめる酵素量を1 unit とする。また比活性は酵素液のたんぱく質1 mg 当りの unit で表示する。

Phosphoglyceromutase 活性の測定<sup>12)</sup>: phosphoglyceromutase 活性は次のようにして測定した。6.6 $\times$ 10<sup>-2</sup>M *d,l*-2-phosphoglyceric acid (pH 7.5) 1.5 ml, 10<sup>-3</sup>M *d*-2, 3,-diphosphoglyceric acid (pH 7.5) 0.3 ml, 0.1M Tris-HCl-buffer (pH 7.5) 0.3 ml, 酵素液 0.3 ml, 水 0.6 ml を混合した液を反応液とする。25°C で反応を行ない、30% Trichloroacetic acid 0.5 ml を加えて反応を停止させた。0°C, 30分放置後、遠心分離して上清液 2.5 ml をとり、カセイソーダ 0.5 ml を加えて中和したのち、20% モリブデン酸アンモニウム 3 ml を加え、柳本 Spectropolarimeter を使用して、光路 10 cm のセルで、波長 590 m $\mu$  における旋光度を測定した。この反応条件下で10分間に1 $\mu$  mole の *d*-3-phosphoglyceric acid を生ぜしめる酵素量を1 unit と

する。比活性は酵素液のたんぱく質1 mg 当りの unit で表示する。

実験結果および考察

第2表および第3表に phosphoglucomutase 活性の変化を示した。食餌中のたんぱく質含量の減少につれて、コリンの存在する場合は、この酵素の活性が増大する。即ち glucose-1-phosphate から glucose-6-phosphate への変化の速度が速くなると考えられる。一方、コリン欠乏の場合は、この酵素の活性が低下し、食餌たんぱく質含量の低下により同様活性の増加が起るが、その量は僅かである。25°C の場合に雄と雌を比較すると、すべての飼料について雌の酵素活性が雄より高かった。

つぎに glucose-6-phosphate  $\rightarrow$  glucose の酵素である glucose-6-phosphatase 活性の変化を調べた結果は第4表および第5表である。この酵素も phosphoglucomutase と同様に食餌中のたんぱく質含量低

第2表 Phosphoglucomutase 活性の変化 (1) 30°C

	体重 (平均) g	肝臓 (平均) g	蛋白質 mg 酵素液 ml	蛋白質 mg 肝臓 g	蛋白質 mg (肝臓中 総量)	Unit 酵素液 ml	Specific activity (比活性)	Unit 肝臓 g	Unit (肝臓中 総量)	Unit 体重 g
A	163.5	5.2	24.5	98	510	236	9.72	951	4950	30.3
B	157.5	5.7	22.8	91	520	300	13.20	1200	6850	43.5
C	168.0	6.1	22.5	90	550	192	8.55	770	4700	28.0
D	168.0	6.7	31.0	120	800	420	13.60	990	10850	64.6
A'	163.5	5.3	23.5	95	500	184	7.85	745	3925	24.0
B'	151.5	5.2	31.2	125	670	228	7.30	912	4870	32.3
C'	150.5	5.2	24.8	99	515	252	10.02	990	5150	34.2
D'	140.0	4.4	25.0	100	440	255	10.62	1000	4400	31.4

第3表 Phosphoglucomutase 活性の変化 (2) 25°C

	体重 (平均) g	肝臓 (平均) g	蛋白質 mg 酵素液 ml	蛋白質 mg 肝臓 g	蛋白質 mg (肝臓中 総量)	Unit 酵素液 ml	Specific activity (比活性)	Unit 肝臓 g	Unit (肝臓中 総量)	Unit 体重 g
A ♂	200.0	8.9	26.5	106	940	260	9.82	1040	9200	46.0
A ♀	169.5	9.0	26.0	104	930	252	9.71	1010	9050	53.4
B ♂	179.5	8.7	25.5	102	885	221	8.65	883	7650	42.8
B ♀	157.5	7.9	25.0	100	785	232	9.25	925	7250	46.0
C ♂	164.5	8.5	24.5	98	830	288	11.70	1150	9650	58.6
C ♀	139.0	6.8	25.5	102	690	331	13.00	1330	9000	64.7
D ♂	177.5	8.7	25.5	102	890	276	10.80	1100	9550	53.8
D ♀	154.0	7.9	25.2	101	790	254	10.01	1010	8650	56.2
C' ♂	173.0	7.5	26.3	105	805	256	9.75	995	7600	43.4
C' ♀	145.0	7.3	27.8	111	803	248	8.98	1010	7200	59.6

第4表 Glucose-6-phosphatase 活性の変化 (1) 30°C

	体重 (平均) g	肝臓 (平均) g	蛋白質 mg 酵素液 ml	蛋白質 mg 肝臓 g	蛋白質 mg (肝臓中 総量)	Unit 酵素液 ml	Specific activity (比活度)	Unit 肝臓 g	Unit (肝臓中 総量)	Unit 体重 g
A	163.5	5.2	24.5	98	510	17.8	0.73	71.5	373	2.28
B	157.5	5.7	22.8	91	520	18.1	0.79	72.0	410	2.61
C	168.0	6.1	22.5	90	550	21.7	0.96	86.4	528	3.14
D	168.0	6.7	31.0	120	800	24.0	0.78	93.0	620	3.69
A'	163.5	5.3	23.5	95	500	17.2	0.73	69.4	365	2.24
B'	151.5	5.4	31.2	125	670	17.8	0.57	71.5	383	2.53
C'	150.5	5.2	24.8	99	515	20.0	0.81	80.0	417	2.77
D'	140.0	4.4	25.0	100	440	19.4	0.78	78.0	344	2.46

第5表 Glucose-6-phosphatase 活性の変化 (2) 25°C

	体重 (平均) g	肝臓 (平均) g	蛋白質 mg 酵素液 ml	蛋白質 mg 肝臓 g	蛋白質 mg (肝臓中 総量)	Unit 酵素液 ml	Specific activity (比活度)	Unit 肝臓 g	Unit (肝臓中 総量)	Unit 体重 g
A ♂	200.0	8.9	26.5	106	940	19.0	0.72	76.4	675	3.28
A ♀	169.5	9.0	26.0	104	930	16.6	0.64	66.8	595	3.50
B ♂	179.5	8.7	25.5	102	885	19.9	0.78	79.6	690	3.83
B ♀	157.5	7.9	25.0	100	785	19.0	0.76	76.0	595	3.78
C ♂	164.5	8.5	24.5	98	830	21.6	0.88	86.2	730	4.44
C ♀	139.0	6.8	25.5	102	690	22.8	0.90	92.0	620	4.46
D ♂	177.5	8.7	25.5	102	890	21.1	0.83	85.0	740	4.17
D ♀	154.0	7.9	25.2	101	790	16.1	0.64	65.0	510	3.31
C' ♂	173.0	7.5	26.3	105	805	17.8	0.68	71.5	535	3.09
C' ♀	145.0	7.3	27.8	111	803	20.8	0.76	83.3	604	4.16

第6表 Fructose-1, 6-diphosphatase 活性の変化 (1) 30°C

	体重 (平均) g	肝臓 (平均) g	蛋白質 mg 酵素液 ml	蛋白質 mg 肝臓 g	蛋白質 mg (肝臓中 総量)	Unit 酵素液 ml	Specific activity (比活度)	Unit 肝臓 g	Unit (肝臓中 総量)	Unit 体重 g
A	163.5	5.2	24.5	98	510	330	13.5	1320	6850	41.9
B	157.5	5.7	22.8	91	520	250	11.0	1000	5700	36.2
C	168.0	6.1	22.5	90	550	324	13.8	1240	7550	36.9
D	168.0	6.7	31.0	120	800	360	11.6	1390	9250	41.4
A'	163.5	5.3	23.5	95	500	324	13.8	1310	6900	42.2
B'	151.5	5.4	31.2	125	670	300	9.6	1200	6400	39.6
C'	150.5	5.2	24.8	99	515	288	11.6	1150	5980	38.2
D'	140.0	4.4	25.0	100	440	432	17.3	1730	7600	61.8

下にもなってその活性を増大する傾向にあり、コリンの欠乏はその活性を減少させ、たんぱく含量減少による活性の増加をさまたげる傾向にあると考えられる。この酵素活性も雌の方が大である。

fructose-1, 6-diphosphatase 活性測定の結果は第6

表、第7表であるが、この場合は前2者と異なり、その活性の変化はみられない。30°Cの場合、B、B'、C、C'の場合、活性の低下がみられ、スレオニン添加の場合にその活性を回復しているようにみえるが、25°Cの場合にはB、Cでも活性が高くなっており、

第7表 Fructose-1, 6-diphosphatase 活性の変化 (2) 25°C

	体 重 (平均) g	肝 臓 (平均) g	蛋白質 mg 酵素液 ml	蛋白質 mg 肝臓 g	蛋白質 mg (肝臓中 総量)	Unit 酵素液 ml	Specific activity (比活度)	Unit 肝臓 g	Unit (肝臓中 総量)	Unit 体重 g
A ♂	200.0	8.9	26.5	106	940	325	12.2	1290	11400	57.0
A ♀	169.5	9.0	26.0	104	930	341	13.1	1360	12200	72.0
B ♂	179.5	8.7	25.5	102	885	348	13.6	1390	12100	67.4
B ♀	157.5	7.9	25.0	100	785	329	13.2	1320	10350	65.7
C ♂	164.5	8.5	24.5	98	830	420	17.2	1680	14150	86.0
C ♀	139.0	6.8	25.5	102	690	408	16.0	1630	11000	79.2
D ♂	177.5	8.7	25.5	102	890	342	13.4	1370	11900	67.0
D ♀	154.0	7.9	25.2	101	790	360	14.2	1440	11300	73.4
C' ♂	173.0	7.5	26.3	105	805	336	12.8	1340	10000	57.8
C' ♀	145.0	7.3	27.8	111	803	317	11.5	1270	9190	63.3

第8表 Phosphoglyceromutase 活性の変化 (1) 30°C

	体 重 (平均) g	肝 臓 (平均) g	蛋白質 mg 抽出液 ml	蛋白質 mg 肝臓 g	蛋白質 mg (肝臓中 総量)	Unit 酵素液 ml	Specific activity (比活度)	Unit 肝臓 g	Unit (肝臓中 総量)	Unit 体重 g
A	163.5	5.2	24.5	98	510	21.0	0.86	84	432	2.68
B	157.5	5.7	22.8	91	520	23.1	1.07	97	565	3.59
C	168.0	6.1	22.5	90	550	19.0	0.85	77	490	2.80
D	168.0	6.7	31.0	120	800	21.9	0.71	85	565	3.36
A'	163.5	5.3	23.5	95	500	21.5	0.92	87	458	2.80
B'	151.5	5.4	31.2	125	670	20.0	0.65	81	435	2.87
C'	150.5	5.2	24.8	99	515	20.3	0.82	81	422	2.80
D'	140.0	4.4	25.0	100	440	19.4	0.78	78	344	2.46

第9表 Phosphoglyceromutase 活性の変化 (2) 25°C

	体 重 (平均) g	肝 臓 (平均) g	蛋白質 mg 酵素液 ml	蛋白質 mg 肝臓 g	蛋白質 mg (肝臓中 総量)	Unit 酵素液 ml	Specific activity (比活度)	Unit 肝臓 g	Unit (肝臓中 総量)	Unit 体重 g
A ♂	200	8.9	26.5	106	940	19.6	0.74	79	700	3.50
A ♀	169.5	9.0	26.0	104	930	19.5	0.75	78	700	4.12
B ♂	179.5	8.7	25.5	102	885	21.9	0.86	88	765	4.26
B ♀	157.5	7.9	25.0	100	785	20.3	0.81	81	635	4.03
C ♂	164.5	8.5	24.5	98	830	22.3	0.91	89	750	4.56
C ♀	139.0	6.8	25.5	102	690	22.6	0.89	87	585	4.21
D ♂	177.5	8.7	25.5	102	890	19.5	0.77	89	775	4.37
D ♀	154.0	7.9	25.2	101	790	19.9	0.79	81	635	4.12
C' ♂	173.0	7.5	26.3	105	805	18.6	0.71	75	562	3.25
C' ♀	145.0	7.3	27.8	111	803	19.0	0.69	77	555	3.83

これがスレオニン添加に関係するかどうかはこの実験より判定できない。fructose-1, 6-diphosphataseの活性は食餌たんぱく含量およびコリン欠乏により影響をされ難いと考えられる。この酵素活性もまた雌の方がつよい。

つぎに3炭糖系の解糖酵素として phosphoglyceromutase 活性を測定した結果が第8表および第9表である。この酵素の活性は食餌中のたんぱく質含有量によってあまり影響されず、コリンの欠乏による影響も少なく、また雌雄で酵素活性に差があるともいえなかった。

各表より明らかなように30°Cで飼育したものの酵素活性は、25°Cで飼育したものより低い。これは屠殺前の飼料の摂取量が、30°C飼育では雄10~11g/日、雌8~9g/日であるに反して、25°C飼育では雄12.5~13.5g/日、雌11.5~12.5g/日と大であり、従って25°C飼育群は糖摂取量が多く、糖代謝系酵素が活性であるためと思われる。

つぎに25%カゼイン飼料・コリン添加群を標準とし

て100とし、その体重に対する肝臓重量、肝脂質量、肝脂肪量、リン脂質量ならびに酵素活性を比較一覧表としたものが第10表および第11表である。この表より肝臓に脂肪が増大する場合には phosphoglucomutase および glucose-6-phosphatase の活性がましていることが明らかである。そして第11表にみられるように、この脂肪の蓄積および両酵素の活性の増加は雄で顕著に起り、雌では僅かである。前報で示したように30°C飼育の場合でも肝脂肪の蓄積は雄で顕著であったから、本実験では30°Cでは雌雄を分けなかったが、おそらく同様雄における酵素活性の増加が大であると考えられる。

一方、第10表、第11表にみられるようにコリン欠乏食で飼育した場合には phosphoglucomutase, glucose-6-phosphatase の活性の増加はほとんど起らない。一方、肝脂質含量は増加する。このことと、30°C飼育コリン欠乏食によるB'♂, C'♂, D'♂群のネズミの斃死とはなにか関係があるのではなからうか。

一方、3炭糖解糖系酵素である phosphoglycero-

第10表 食餌組成による肝臓成分および酵素活性の変化 (1) 30°C

Group	Body weight	Liver weight	Total fat	Fat	Phospho lipids	Fructose-1,6-diphosphatase	Glucose-6-phosphatase	Phospho-gluco-mutase	Phospho-glycero-mutase
A	100	100	100	100	100	100	100	100	100
B	96	115	119	150	94	86	114	141	134
C	103	115	150	244	97	88	138	93	105
D	103	125	248	576	95	100	162	214	125
A'	100	102	100	113	90	101	94	80	104
B'	93	108	141	256	72	95	111	107	107
C'	93	108	214	440	78	91	121	113	104
D'	86	98	141	252	86	141	108	104	92

第11表 食餌組成による肝臓成分および酵素活性の変化 (2) 25°C

Group	Body weight	Liver weight	Total fat	Fat	Phospho Lipids	Fructose-1,6-diphosphatase	Glucose-6-phosphatase	Phospho-gluco-mutase	Phospho-glycero-mutase
A ♂	100	100	100	100	100	100	100	100	100
A ♀	100	100	100	100	100	100	100	100	100
B ♂	190	100	141	199	93	118	117	122	116
B ♀	92	97	93	86	94	91	108	98	86
C ♂	82	104	168	282	87	151	138	138	127
C ♀	82	93	114	108	105	110	127	102	120
D ♂	89	110	185	323	90	117	127	125	117
D ♀	90	98	112	134	86	102	95	100	105
C' ♂	87	96	143	213	71	101	94	93	94
C' ♀	85	94	90	98	62	92	119	92	112

utase および fructose-1, 6-diphosphatase 活性は食餌たんぱく含量およびコリン欠乏の影響をほとんど受けない。

すなわちペントースサイクルへの導入口に当る glucose-6-phosphate を中心に phosphoglucomutase, glucose-6-phosphatase, および本報告では測定しなかったが, glucose-6-phosphate dehydrogenase 活性が食餌たんぱく含量が低下するにつれて増大する。この酵素活性の増加が肝脂肪の蓄積しているさいに大きいことは, ペントースサイクルが活性化していることを示すものである。

また雌と雄を比べると, 雌ではこの実験の範囲のたんぱく質含有量では肝脂肪の蓄積は大でなく, phosphoglucomutase, glucose-6-phosphatase 活性もあまり増加しない。このことが前報<sup>1)</sup>でみられたコリン欠乏食による死亡率の雌雄間の差に関係があるのではなからうか。

### 総 括

たんぱく質源としてカゼイン25%, 15%およびカゼイン9%に0.2%シスチンを加えたもの, カゼイン9%に0.2%シスチンと0.2%スレオニンを含み, 充分量のビタミンを加えたものと, コリンのみを欠乏させた飼料群で生後6週および4週のシロネズミを, 4週間飼育し, 各群間の肝臓中の phosphoglucomutase, glucose-6-phosphatase, fructose-1, 6-diphosphatase, phosphoglyceromutase 活性を比較した。その結果, 次の結論を得た。

(1) phosphoglucomutase 活性および glucose-6-phosphatase 活性は食餌中のたんぱく質含量減少に伴って増加する。この増加は雄では著しく, 雌では僅かである。

またこの両酵素の活性はコリン欠乏によって低下す

る。

(2) fructose-1, 6-diphosphatase および phosphoglyceromutase 活性はたんぱく質含量およびコリンの欠乏によって本実験の範囲では, ほとんど影響されない。

(3) 肝臓中の脂肪の蓄積の多いものは phosphoglucomutase および glucose-6-phosphatase の活性が高い。

### 参 考 文 献

- 1) 新納英夫, 佐上香苗: 京都女子大食物学会誌, **19**, 33 (1966)
- 2) 高橋忠雄, 藤沢列: 代謝, **3**, 104 (1966)
- 3) Harris, P. M. and Robinson, D. S.: Biochem J., **80**, 352. (1961)
- 4) Brodie, B. B., Batler, W. M. Jr., Horning, M. G., Maicked, R. P., and Mailing, U. M.: Am. J. Clin. Nutrition, **9**, 432 (1961)
- 5) Best, C. H. and Huntsmann, M. E.: J. Physiol., **75**, 405 (1932)
- 6) 織田敏次, 大菅俊明, 兼子俊男, 久米章司: 代謝, **3**, 93 (1966)
- 7) 芦田淳: 代謝, **3**, 86 (1966)
- 8) O. H. Lowry, N. J. Rosebrough, A. L. Farr, and R. J. Randol.: J. Biol. Chem., **193**, 265 (1951)
- 9) Taketa, K. and Pogell, B. M.,: J. Biol. Chem., **240**, 650 (1965)
- 10) Fiske, C. H., and Subbarow, Y.,: J. Biol. Chem., **66**, 375 (1925)
- 11) Najjar, V. A.,: J. Biol. Chem., **175**, 281 (1948)
- 12) Chiba, H., and Sugimoto, E.,: Bull. Agr. Chem. Soc. Japan. **23**, 207 (1959)