

飼料蛋白質のラット肝酵素活性におよぼす影響

金沢大学医学部小児科学教室(主任 佐川一郎教授)

正 木 明 夫

(昭和40年9月3日受付)

食餌蛋白質の量ならびに質を栄養学的に判定する一つの指標として Litwack⁴⁾⁵⁾⁶⁾らがラット肝 Xanthine oxidase 活性をとり上げ、以後 Dju⁵⁾、芦田ら²⁴⁾も肝 Xanthine oxidase 活性が食餌蛋白質の生物価を鋭敏に反映することを報告している。以来蛋白質栄養を肝酵素活性より評価せんとする試みは多いが芦田ら²⁵⁾¹⁾は蛋白異化過程に関連の深い肝 Arginase, Glutamic pyruvic transaminase, Glutamic oxalacetic transaminase 活性は食餌蛋白レベルの上昇につれて増加し、また質の良い蛋白質ほど一定の排泄尿量に対する肝 Arginase 活性は高いことを報告している。一方牛乳蛋白に比し人乳に多い乳清蛋白の栄養価が高いこと²⁶⁾、さらに乳清蛋白の主要成分であるラクトアルブミンがカゼインに比しラットの成長に対する栄養価のすぐれていること⁹⁾²⁶⁾も異論のないところである。

著者は肝 Glutamic pyruvic transaminase, Glutamic oxalacetic transaminase, Arginase ならびに尿素サイクル酵素の一つである Ornithine transcarbamylase が、カゼインならびにラクトアルブミンを蛋白源とした食餌蛋白の量ならびに質的变化により如何なる変化をうけるかを知るため、幼若ラットを用いまず実験 I ではカゼインを基礎蛋白とした種々の蛋白レベルの上記酵素活性におよぼす影響を、実験 II ではカゼイン、ラクトアルブミンならびにカゼインラクトアルブミン比を 1 ; 1 と人乳化に近づけた食餌蛋白の質的変換が上記肝酵素活性に如何なる影響をおよぼすかを検討した。

実 験 方 法

1) 実験動物

ウィスター系の体重 60~70 g の幼若雄ラットを使用した。

2) 食餌組成

実験 I ではカゼインを蛋白源とし食餌蛋白含有量を表 1 の如く 0, 10, 20, 40, 60% とした。

実験 II では蛋白質 10%, 20%, 40% の各レベルにおいてカゼイン、ラクトアルブミン比を 1 : 0, 1 : 1, 0 ; 1 とした。

3) 飼育方法

各群ともまず基礎飼料(カゼイン20%を含む)を3~4日間与えてから上記実験飼料を水とともに毎日食べ残しのあるように充分量与え2週間飼育後殺して肝臓をとり出し肝酵素活性の測定に供した。これに先立ち最後の2日間の尿を採取し尿素を測定した。この間動物飼育室をほぼ 20°C に保ち体重は隔日に測定した。

4) 肝酵素活性の測定

ラットを断頭瀉血後速かに肝臓をとり出し附着する血液を濾紙で吸い取り肝重量を測定し直ちに正確にその 1 g を 5 倍量の氷冷生理食塩水にて 60 秒間、型の如くホモジナイズしホモジネートを作製して酵素活性の測定に用いた。

Ornithine transcarbamylase は氷冷生理食塩水にて 10,000 倍に希釈後 Reichard の方法²⁷⁾により測定した。ただしアンモニアの定量には Conway の微量拡散法とネスラー法の組合せによらず Conway の微量拡散法とインドフェノール法の組合せ⁸⁾により定量した。湿肝臓 g 当りの生成アンモニア量 (μ M) を unit activity とした。

Arginase は氷冷生理食塩水にて 1,000 倍に希釈後、芦田ら²¹⁾の方法で測定した。生成尿素の定量は Engel の方法⁶⁾によつた。湿肝臓 g 当りの生成尿素窒素量 (μ g) を unit activity とした。

Glutamic pyruvic transaminase (以下 GPT と略す) と Glutamic oxalacetic transaminase (以下 GOT と略す) は氷冷生理食塩水にて前者は 1,000 倍に後者は 3,000 倍に希釈後、Reitman and Frankel

Activities of Several Liver Enzymes in Rats Fed on the Diet of Casein or Lactalbumin or Casein-Lactalbumin Mixture. Akio Masaki, Department of Pediatrics (Director: Prof. I. Sagawa), School of Medicine, Kanazawa University.

の方法²⁸⁾に従つて測定し Karmen 単位にて酵素活性を表わし湿肝臓g当りの活性度を unit activity とした。

各酵素活性とも肝窒素 mg 当りの活性を specific activity 全肝臓活性度を total activity として表わした。

5) 尿中尿素ならびに肝窒素量

尿中尿素は Engel の方法⁶⁾により肝窒素量は mikroieldahl 法により測定した。

実験成績

実験 I

1) 1日当りの体重増加はカゼイン20%レベルで最も良好で以後飼料カゼインの増量とともに下降傾向を示した (表2, 図1)。

肝重量は飼料カゼインの増量につれて増加する傾向を示した (表2, 図1)。各群間の平均値の差の有意

性は図1に示した。

肝窒素量も飼料カゼインの増量につれて増加した (表2, 図1)。各群間の平均値の差の有意性は図1に示した。

2) 肝 GPT ; unit activity の平均値はカゼイン 10, 20, 40, 60%レベルでそれぞれ無蛋白群の 1.6, 1.9, 4.3, 6.3倍であつた。specific activity の平均値は 10, 20, 40, 60% レベルでそれぞれ無蛋白群の 1.2, 2.3, 2.8, 4.0倍を示した。total activity の平均値は 10, 20, 40, 60% レベルでそれぞれ無蛋白群の 2.5, 3.9, 9.5, 15.3倍であつた (表2, 図2)。各群間の平均値の差の有意性は図2に示した。

3) 肝 GOT ; unit activity の平均値はカゼイン 10, 20, 40, 60%レベルでそれぞれ無蛋白群の 1.4, 1.7, 2.4, 2.7倍であつた。specific activity の平均値は10%と60% レベルでそれぞれ無蛋白群の1.1倍から1.7倍の上昇を示した。total activity の平均値は

表1 実験食餌組成表

組成	実 験 [I]					実 験 [II]								
	0	10	20	40	60	10			20			40		
群						I	II	III	I	II	III	I	II	III
カゼイン	—	10	20	40	60	10	5	—	20	10	—	40	20	—
ラクトアルブミン ⁽³⁾	—	—	—	—	—	—	5	10	—	10	20	—	20	40
トウモロコシ澱粉	52	46	40	28	16	46	46	46	40	40	40	28	28	28
シュクロース	35	31	27	19	11	31	31	31	27	27	27	19	19	19
油 (大豆油 4 肝油 1)	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
塩 混 合 ⁽¹⁾	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
ビタミン混合 ⁽²⁾	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
塩化コリン	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15

(1) 塩混合組成*

成 分	%
CaCO ₃	29.29
CaHPO ₄ 2H ₂ O	0.43
KH ₂ PO ₄	34.31
NaCl	25.06
MgSO ₄ 7H ₂ O	9.98
Fe(C ₆ H ₅ O ₇) ₃ ·6H ₂ O	0.623
CuSO ₄ ·5H ₂ O	0.156
MnSO ₄ ·H ₂ O	0.121
ZnCl ₂	0.02
K I	0.0005
(NH ₄) ₆ Mo ₇ C ₂₄ ·4H ₂ O	0.0025

(2) ビタミン混合組成

成 分	%
チアミン塩酸塩	0.059
リボフラビン	0.059
ニコチン酸	0.794
パントテン酸カルシウム	0.235
ピリドキシン塩酸塩	0.029
メナジオン	0.006
ビオチン	0.001
葉 酸	0.002
ビタミンB ₁₂	0.0002
イノシトール	1.176
アスコルビン酸	0.588
乳 糖	97.551

(3) ラクトアルブミン(東京化成)のアミノ酸分析値は教室の畔田が発表している。十全会誌, 70 : 256 (1964) 参照

(4) 餌1に対して水2/3を加え練り餌として使用した。

* Harper A.F.による。J. Nutrition, 68 ; 405 (1959) 参照

図1 実験〔I〕 食餌蛋白（カゼイン）レベルの体重，肝重量および肝窒素量に及ぼす影響

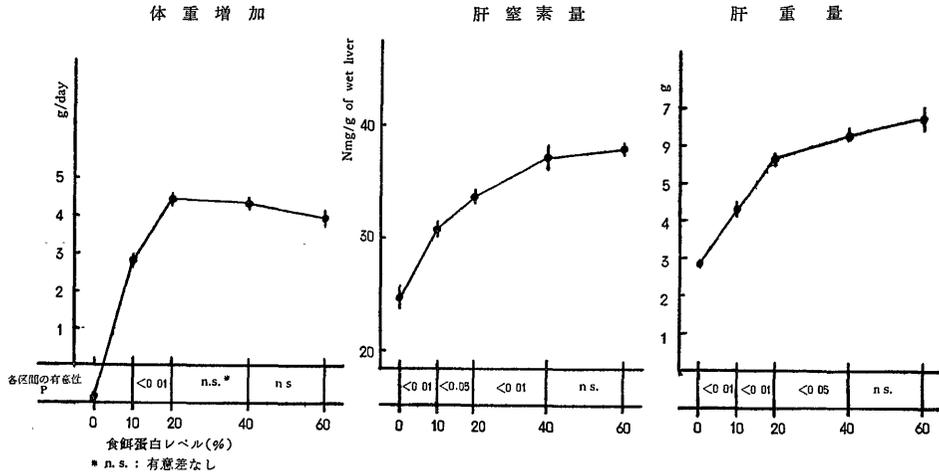


図2 実験〔I〕 食餌蛋白（カゼイン）レベルの肝 Glutamic pyruvic transaminase 活性に及ぼす影響

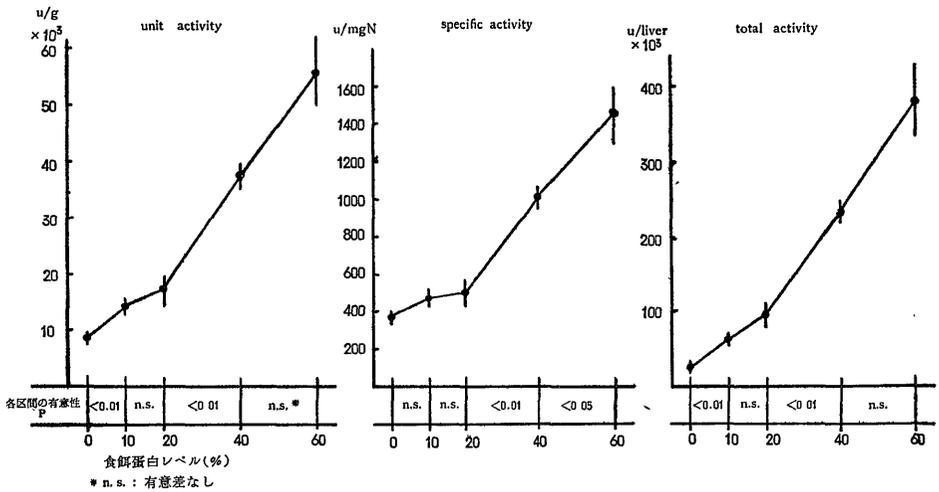


図3 実験〔I〕 食餌蛋白（カゼイン）レベルの肝 Glutamic oxalacetic transaminase 活性に及ぼす影響

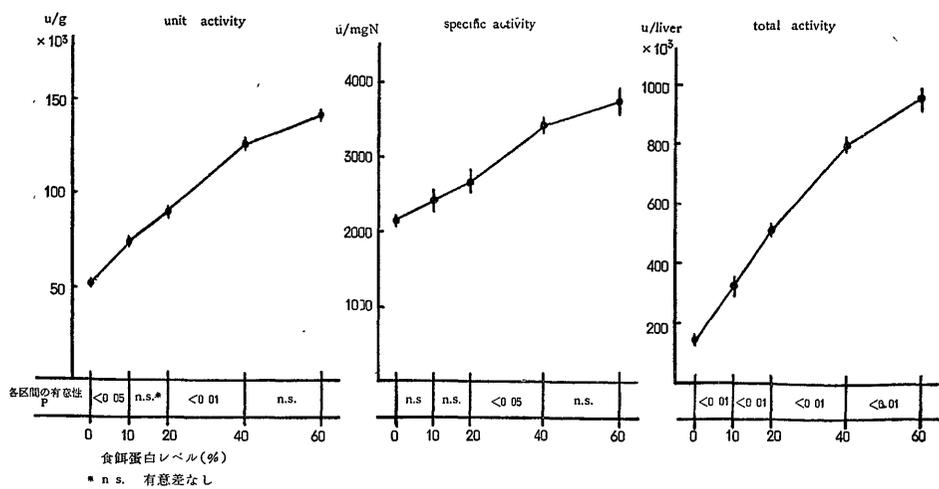


表2 実験〔I〕 食餌蛋白(カゼイン)レベルの体重, 肝重量, 肝窒素量, 排泄尿素量および肝酵素活性に及ぼす影響

カゼイン量	動物 No.	初期体重 g	終末体重 g	体重増加 g/日	肝重量 g	肝窒素量 mg/g	排泄尿素 N mg/日	G O T			G P T			Ornithine transcarbamylase			Arginase		
								unit activity u/g × 10 ³	specific activity u/mgN	total activity u/liver × 10 ³	unit activity u/g × 10 ³	specific activity u/mgN	total activity u/liver × 10 ³	unit activity μM/g × 10 ³	specific activity μM/mgN	total activity μM/liver × 10 ³	unit activity μg/g × 10 ³	specific activity μg/mgN	total activity μg/liter × 10 ³
0%	1	72.5	49.0	-1.68	2.65	25.6	4.5	54	2109	143	8	312	21	7.4	289	19.61	7.0	273	18.55
	2	69.0	48.5	-1.46	2.72	21.2	6.8	48	2264	158	9	424	24	6.2	237	16.86	8.8	415	23.94
	3	73.0	55.0	-1.29	2.72	25.1	5.6	54	2151	147	11	438	30	7.0	213	19.04	9.4	374	25.57
	4	72.0	53.5	-1.32	3.07	22.2	4.8	36	1621	111	8	360	25	6.4	288	19.65	7.2	324	22.10
	5	73.5	55.5	-1.29	2.98	25.0	5.0	66	2640	197	8	320	24	7.0	280	20.86	7.8	312	23.24
平均値 ± 標準誤差	72.0 ± 0.79	52.3 ± 1.49	-1.41 ± 0.07	2.83 ± 0.08	24.8 ± 1.01	5.3 ± 0.41	52 ± 4.87	2157 ± 163.2	143 ± 14.43	8.8 ± 0.58	371 ± 25.9	25 ± 1.46	6.8 ± 0.21	261 ± 15.2	19.20 ± 0.66	8.0 ± 0.46	339 ± 22.68	22.68 ± 1.17	
10%	1	64.5	109.5	3.21	4.40	28.8	24	63	2187	277	14	486	62	11.0	382	48.40	15.4	534	67.76
	2	68.0	104.0	2.57	3.77	31.2	19	66	2115	249	17	545	64	10.6	339	39.96	15.6	500	58.81
	3	68.0	109.0	2.93	5.08	32.0	42	75	2344	381	10	312	51	10.2	318	51.82	16.6	519	84.33
	4	69.0	108.5	2.82	4.42	31.9	40	75	2351	332	17	523	75	10.6	332	46.85	17.2	539	76.02
	5	63.5	102.5	2.79	4.25	30.4	42	96	3157	408	15	493	64	12.0	394	51.00	19.8	651	84.15
平均値 ± 標準誤差	66.6 ± 1.03	106.7 ± 1.43	2.86 ± 0.10	4.38 ± 0.21	30.9 ± 0.59	4.83 ± 0.83	75 ± 5.76	2431 ± 186.8	329 ± 29.99	14.6 ± 1.29	473 ± 42.0	63 ± 3.81	10.9 ± 0.31	353 ± 14.8	47.61 ± 2.01	16.5 ± 0.81	548 ± 26.4	74.21 ± 4.90	
20%	1	65.0	127.0	4.43	6.16	33.0	111	78	2365	480	12	364	74	13.0	394	80.08	18.4	557	113.34
	2	68.0	124.5	4.04	5.73	35.0	178	87	2486	499	25	714	143	15.0	429	85.95	21.4	611	122.62
	3	65.5	131.0	4.68	5.49	31.8	166	96	3019	527	12	377	66	13.8	434	75.76	19.2	603	105.41
	4	69.0	134.0	4.64	5.81	33.6	166	84	2500	488	21	625	122	13.6	404	79.02	17.8	530	103.42
	5	67.0	129.0	4.43	5.42	34.2	115	105	3070	569	15	438	81	15.4	450	83.47	18.9	552	102.44
平均値 ± 標準誤差	66.9 ± 0.75	129.1 ± 1.63	4.44 ± 0.12	5.72 ± 0.13	33.5 ± 0.56	143 ± 17.15	90 ± 4.73	2688 ± 147.6	512 ± 16.13	17 ± 2.58	503 ± 70.0	98 ± 14.95	14.2 ± 0.45	422 ± 10.2	80.85 ± 1.76	18.9 ± 0.62	571 ± 15.8	109.44 ± 3.80	

40%	1	68.0	128.0	4.29	6.45	38.4	395	132	2437	851	44	1145	284	17.0	442	109.65	24.2	630	156.09
	2	69.5	128.5	4.21	5.78	39.0	204	126	3231	728	37	949	214	16.0	410	92.48	25.0	640	144.50
	3	67.0	134.5	4.82	6.84	36.0	400	117	3417	800	32	888	219	14.8	411	101.23	21.4	594	146.38
	4	65.0	124.0	4.21	6.05	37.8	425	126	3333	762	37	979	224	14.8	391	89.54	18.9	500	114.35
	5	61.5	122.0	4.32	6.13	34.8	377	135	3879	828	40	1149	245	13.6	391	83.37	21.0	603	128.73
	平均値±標準誤差	66.2±1.38	127.4±2.15	4.37±0.15	6.25±0.18	37.2±0.78	360±39.47	127±3.13	3459±110.8	794±24.23	38±1.97	1022±53.0	237±12.81	15.2±0.51	409±9.3	95.25±4.19	22.1±1.11	593±24.8	138.0±7.35
60%	1	65.0	124.0	4.21	7.35	38.1	605	138	3622	1014	57	1496	419	15.2	399	111.72	23.4	614	171.99
	2	65.0	118.5	3.82	6.67	37.2	523	126	3387	840	44	1182	293	14.8	398	98.72	21.8	586	144.41
	3	64.5	119.5	3.96	6.13	36.5	760	147	4027	901	44	1205	270	17.8	487	109.11	28.0	767	171.64
	4	64.0	125.5	4.39	7.40	39.4	664	135	3426	999	78	1980	577	15.4	391	113.96	24.2	614	179.08
	5	63.5	112.5	3.50	6.31	37.8	588	165	4365	1041	57	1508	360	18.0	476	113.58	32.0	846	201.92
	平均値±標準誤差	66.4±1.04	120.0±2.29	3.98±0.15	6.77±0.26	37.8±0.48	628±39.85	142±6.60	3765±187.7	959±37.92	56±6.21	1474±143.8	384±54.82	16.2±0.62	430±21.0	109.42±2.80	25.9±1.83	685±42.8	173.8±9.17

10, 20, 40, 60%レベルでそれぞれ無蛋白群の 2.3, 3.6, 5.6, 6.7倍であった (表2, 図3). 各群間の平均値の差の有意性は図3に示した.

4) 肝 Ornithine transcarbamylase; unit activity の平均値はカゼイン10, 20, 40, 60% レベルでそれぞれ無蛋白群の1.6, 2.1, 2.2, 2.4倍であった. specific activity の平均値は10%, 20% レベルでそれぞれ無蛋白群の1.4, 1.6倍で, 以後カゼインを増量しても変動を示さなかつた. total activity の平均値は10, 20, 40, 60%レベルでそれぞれ無蛋白群の2.5, 4.2, 5.0, 5.7倍であった (表2, 図4). 各群間の平均値の差の有意性は図4に示した.

5) 肝 Arginase; unit activity の平均値は食餌中カゼイン10, 20, 40, 60%レベルでそれぞれ無蛋白群の 2.1, 2.5, 2.8, 3.2倍であった. specific activity の平均値は10%レベルで無蛋白群の1.6倍を示し以後飼料カゼインの増量とともにわずかに上昇し60%レベルで無蛋白群の2倍を示した. total activity の平均値は10, 20, 40, 60% レベルでそれぞれ無蛋白群の 3.2, 4.8, 6.1, 7.7倍を示した (表2, 図5). 各群間の平均値の差の有意性は図5に示した.

6) 排泄尿素量と肝 Ornithine transcarbamylase ならびに Arginase の関係

肝 Ornithine transcarbamylase の total activity を排泄尿素量 (mgN/日) に対してプロットすると図6の如く排泄尿素量が増加するにつれて活性度は上昇した (表2). 排泄尿素量 (mgN/日) を対数で表わした場合, 図6の如き回帰直線が得られ相関係数 $r=0.970$, 回帰係数 44.25 でこの直線の回帰係数は明らかに有意であった ($P<0.01$).

肝 Arginase の total activity も図7の如く排泄尿素量 (mgN/日) が増すに従って活性度は上昇した (表2). 排泄尿素量 (mgN/日) を対数で表わした場合, 図7の如き回帰直線が得られ相関係数 $r=0.951$, 回帰係数 67.65 でこの直線の回帰係数は明らかに有意であった ($P<0.01$).

実験 II

a) 蛋白質10%レベル (表3)

体重増加はII群, III群ともにI群に比し平均値は大で明らかな有意差 ($P<0.01$) を示したが, II群とIII群では差を認めなかつた.

肝重量はI群に比しII群, III群ともに平均値は大で明らかな有意差を示した ($P<0.01$) が, II群とIII群では有意差を認めなかつた.

肝窒素量, 排泄尿素量ともに各群間に有意な差を認めなかつた.

肝 GPT の total activity はⅢ群の平均値がⅠ群よりも大で明らかに有意差 ($P < 0.01$) を示したが、Ⅱ群とⅠ群では有意差はなかつた。他の活性度のいずれも各群間に差は認められない。

肝 GOT の total activity はⅢ群がⅠ群のやく1.3倍であつたが有意差とはいえない。他の活性度はいずれも各群間に差が認められない。

肝 Ornithine transcarbamylase の unit activity はⅠ群に比しⅡ群、Ⅲ群ともに平均値は大で有意な差を示した ($P < 0.05$)。specific activity ではⅡ群はⅠ群よりも大で平均値の差は有意であり ($P < 0.05$)、またⅢ群もⅠ群より大で平均値の差は明らかに有意であつた ($P < 0.01$)。total activity はⅡ群、Ⅲ群ともにⅠ群より大で平均値の差は明らかに有意 ($P < 0.01$) であつた。いずれの活性度もⅡ群とⅢ群の間に有意差

はなかつた。

肝 Arginase の total activity はⅡ群、Ⅲ群ともにⅠ群より大きいが有意差とはいえず他の活性度のいずれも各群間に差を認めない。

b) 蛋白質20%レベル (表4)

体重増加、肝重量、肝窒素量、排泄尿素量には各群間に有意差を認めない。

またそれぞれの肝酵素活性は unit activity, specific activity, total activity とともに各群間に有意差は認められない。

c) 蛋白質40%レベル (表5)

体重増加、肝重量、肝窒素量、排泄尿素量とともに各群間に有意の差は認められない。

またそれぞれの肝酵素活性は unit activity, specific activity, total activity とともに各群間に有意差

図4 実験(I) 食餌蛋白(カゼイン)レベルの肝 Ornithine transcarbamylase 活性に及ぼす影響

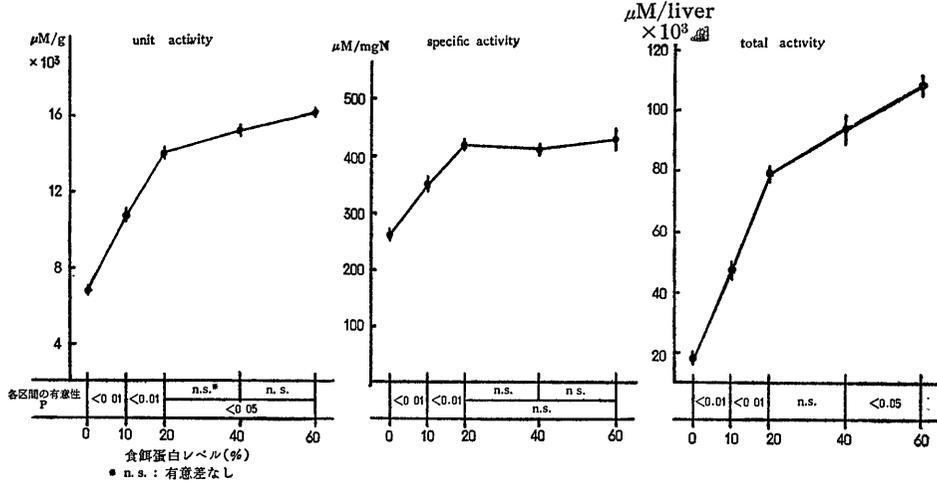
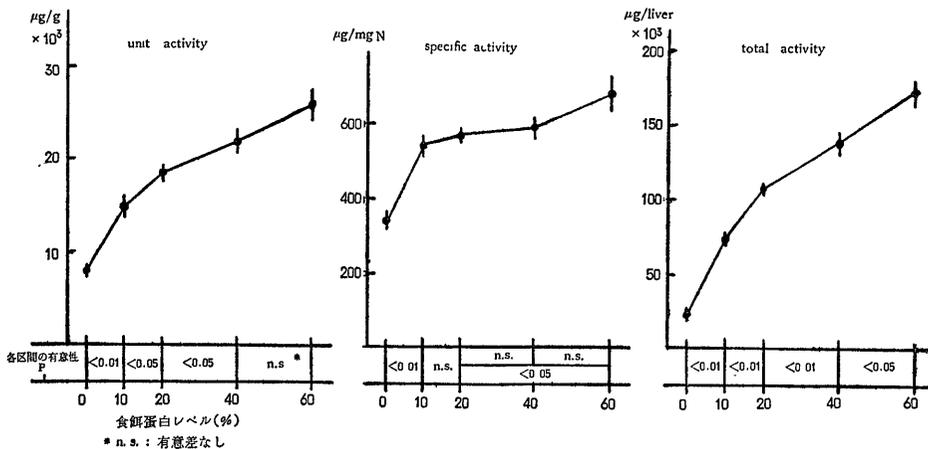


図5 実験(I) 食餌蛋白(カゼイン)レベルの肝 Arginase 活性に及ぼす影響



を認めない。

d) 排泄尿素量と肝 Ornithine transcarbamylase ならびに Arginase 活性の関係

10%から40%蛋白質レベルにおける各群の肝 Ornithine transcarbamylase の total activity を排泄尿素量 (mgN/日) の対数に対してプロットすると図

図6 実験〔I〕肝Ornithine transcarbamylase 活性と排泄尿素量の関係

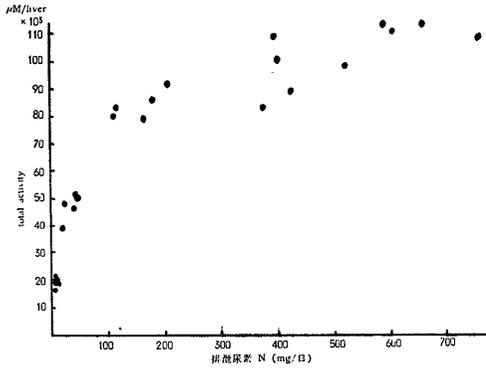


図7 実験〔I〕肝 Arginase 活性と排泄尿素量の関係

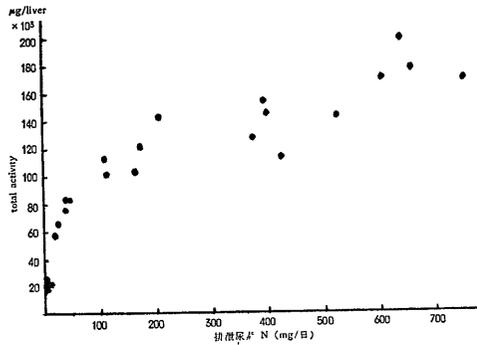
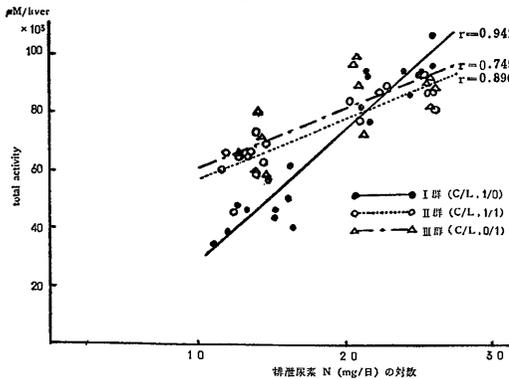
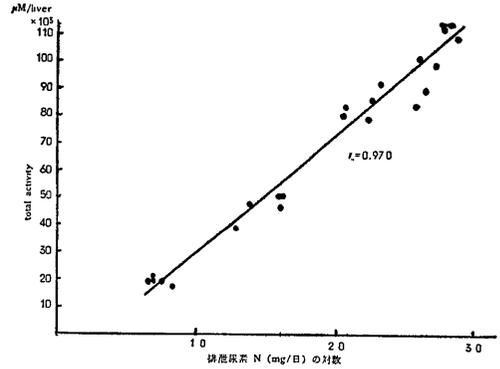


図8 実験〔II〕カゼイン：ラクトアルブミン比を変換した場合の肝 Ornithine transcarbamylase 活性と排泄尿素窒素の対数との関係



8の如き回帰直線が得られた。I群は相関係数 $r=0.942$, 回帰係数 45.02 ($P<0.01$), II群は相関係数 $r=0.896$, 回帰係数 20.40 ($P<0.01$), III群は相関係数 $r=0.749$, 回帰係数 19.89 ($P<0.01$) であつた。I群とII群, I群とIII群の回帰係数の差はそれぞれ明

肝 Ornithine transcarbamylase 活性と排泄尿素窒素の対数との関係



肝 Arginase 活性と排泄尿素窒素の対数との関係

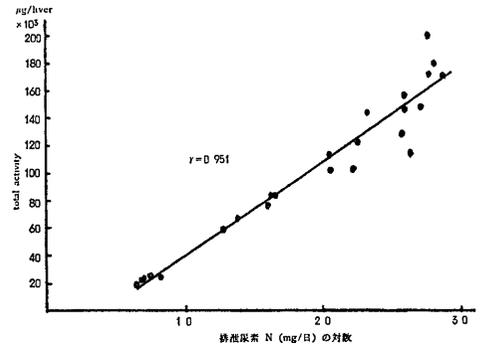


図9 実験〔II〕カゼイン：ラクトアルブミン比を変換した場合の肝 Arginase 活性と排泄尿素窒素の対数との関係

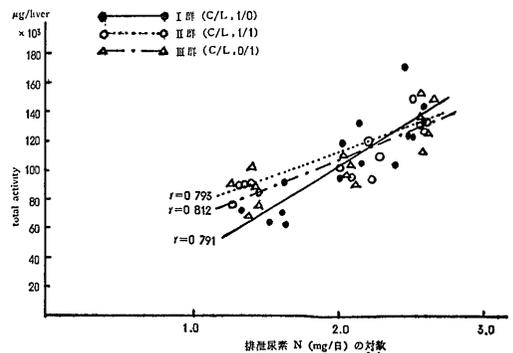


表3 実験(II) 10%蛋白レベールでカゼイン: ラクトアルブミン比を交換した場合の比較 (*C: カゼイン, L: ラクトアルブミン)

群 *C/L	動物 No.	初期 体重 g	終末 体重 g	体重 増加 g/日	肝重 量 g	肝薬 量 mg/gmg/日	排 泄 尿 素 N	G O T			G P T			Ornithine transcarbamylase			Arginase		
								unit activity u/g ×10 ³	specific activity u/mgN	total activity u/liver ×10 ³	unit activity u/g ×10 ³	specific activity u/mgN	total activity u/liver ×10 ³	unit activity μM/g ×10 ³	specific activity μM/mg ×10 ³	total activity μM/ liver ×10 ³	unit activity μg/g ×10 ³	specific activity μg/mgN ×10 ³	total activity μg/liver ×10 ³
I	1	69.0	107.5	2.75	4.39	30.3	40	72	2376	316	528	70	11.4	376	50.05	16.6	547	72.87	
	2	66.5	98.0	2.25	4.35	30.9	32	58	1877	252	356	48	10.8	350	46.98				
	3	68.5	109.5	2.92	4.66	29.7	42	78	2626	363	572	79	8.7	293	40.54	13.8	464	64.31	
	4	63.5	93.5	2.14	3.95	30.3	13	73	2409	288	429	51	9.0	297	35.55				
	5	65.5	102.5	2.64	5.04	31.5	21	84	2666	423	397	63	9.3	295	46.87	14.8	470	74.59	
	6	65.5	101.5	2.57	4.83	32.7	29	73	2232	353	303	49	11.3	381	61.96	17.4	585	95.35	
	7	65.5	108.0	3.04	5.48	29.7	41	78	2626	427	342	45	12.0	373	48.84				
	8	66.5	97.0	2.18	4.07	32.1	18	88	2741	358	486	60	10.3	357	44.08	15.6	541	66.77	
	9	60.0	96.0	2.57	4.28	28.8	32	75	2604	321	457	57	9.7	317	39.77				
	10	62.0	93.0	2.21	4.10	30.6	16	79	2581	324	434	29.9	10.5	341	47.26	15.6	521	74.78	
平均値± 標準誤差	65.3± 0.88	100.7± 1.93	2.33± 0.12	4.52± 0.15	30.7± 0.37	28± 3.12	76± 2.55	2474± 82.5	343± 17.35	434± 29.9	58± 3.61	10.5± 0.39	341± 11.4	47.26± 2.59	15.6± 0.63	521± 23.2	74.78± 5.47		
II	1	62.5	111.5	3.50	5.58	30.9	22	87	2815	485	453	78	12.0	388	66.96	16.4	531	91.51	
	2	62.0	110.0	3.43	5.10	35.1	27	70	1994	357	512	92	12.3	350	62.73				
	3	60.5	109.0	3.48	5.00	33.0	18	72	2181	360	363	60	13.0	393	65.00	15.4	466	77.00	
	4	65.0	101.0	2.57	5.18	33.9	24	72	2124	373	295	52	11.4	336	59.05				
	5	65.0	107.5	3.03	6.37	27.0	21	66	2444	420	518	89	10.3	382	65.61	14.2	526	90.45	
	6	62.0	96.5	2.46	4.80	31.5	17	69	2190	331	444	67	9.7	308	46.56				
	7	65.5	119.0	3.82	5.71	32.7	24	72	2202	411	428	80	13.0	397	74.23	16.0	490	91.36	
	8	62.0	104.0	3.00	5.40	30.3	15	72	2376	389	429	70	12.3	406	66.42				
	9	61.0	106.0	3.21	5.19	30.0	28	66	2200	843	400	62	13.3	443	69.03	16.6	553	86.15	
	10	62.0	105.0	3.07	4.50	33.3	14	72	2162	324	450	68	13.4	402	60.30				
平均値± 標準誤差	62.8± 0.56	107.0± 1.94	3.16± 0.13	5.28± 0.16	31.8± 0.74	21± 1.54	72± 4.62	2269± 72.4	380± 15.49	429± 20.9	70± 4.09	12.1± 0.40	381± 12.3	63.59± 2.34	15.7± 0.43	513± 15.5	87.29± 2.74		

	1	2	3	4	5	64.5	103.5	2.79	4.62	31.2	28	78	2500	360	19	609	88	12.7	407	58.67	16.8	538	77.62
	2	3	4	5		69.5	120.0	3.61	6.79	30.6	25	78	2549	529	15	490	102	12.0	392	81.48	15.2	496	103.21
	3	4	5			65.5	106.5	2.93	5.16	30.0	24	66	2200	341	15	500	77	11.7	390	60.37	13.4	446	69.14
	4	5				64.5	112.0	3.39	5.92	30.3	26	78	2574	462	12	396	71	12.2	402	72.22	15.4	508	91.17
	5					63.0	109.5	3.32	5.99	29.1	18	95	3264	569	14	481	84	11.1	381	66.49	15.4	530	92.25
III	平均値	±	標準誤差			65.4	110.2	3.21	5.69	30.2	24	79	2617	452	15	477	84	12.0	394	67.84	15.2	503	86.68
						1.10	2.81	0.15	0.37	0.35	1.75	4.62	174.2	55.88	15	35.1	4.62	0.26	4.6	4.16	0.67	16.2	5.96

らかに有意であつた (P<0.01). 同様に肝 Arginase の total activity を排泄尿素量 (mgN/日) の対数に対してプロットすると図9の如き回帰直線が得られた. I群は相関係数 r=0.791, 回帰係数 62.3 (P<0.01), II群は相関係数 r=0.793, 回帰係数 37.0 (P<0.01), III群は相関係数 r=0.812, 回帰係数 40.8 (P<0.01) であつた. I群とII群の回帰係数の差は有意 (P<0.05) であつたがI群とIII群の差は有意でなかつた.

考 察

カゼインを蛋白源としたラットの体重増加は10~60%のうち20%レベルで最も良く, これに対し肝窒素量, 肝重量はカゼインの増量に伴い増加した. これは芦田ら^{23,24)}の成績とほぼ一致する. 一方蛋白源をカゼイン, ラクトアルブミン, カゼイン・ラクトアルブミン混合 (1:1) にして比較すると10%蛋白レベルではラクトアルブミンならびにカゼイン・ラクトアルブミン混合群はカゼイン群に比し体重増加は明らかに良好で肝重量も体重増加とはほぼ一致した変動を示すが, 20%と40%蛋白レベルでは3群間に差をみなかつた.

Hegsted ら⁹⁾ は Slope ratio assay によりラクトアルブミン, カゼインの relative potency をそれぞれ 100%, 70% とし, Osborne ら²⁶⁾ も 14.8%ラクトアルブミンと, 16.2%カゼインを11週間与えたラットの体重増加はそれぞれ 122g と 105g で, ラットの成長にはラクトアルブミンがまさると述べ, 教室の畔田¹²⁾, 清水³¹⁾も10%蛋白レベルにおけるラットの体重増加はカゼイン・ラクトアルブミン混合 (1:1) がカゼインよりも良好であると述べている. ラットの体重増加に対してはカゼイン蛋白は20%が至適レベルであり10%蛋白レベルではラクトアルブミンならびにカゼイン・ラクトアルブミン混合がカゼインより有利であると思われる.

食餌蛋白量と肝 Arginase の変動を検討した報告は多い. Seifter ら³⁵⁾ は無蛋白食ラットの肝 Arginase は減少し肝窒素量の喪失をはるかに凌駕するとし, Rosenthal ら³⁶⁾ はラットを2週間無蛋白にすると肝蛋白量は43%失われ total Arginase 活性は68%減少し全肝臟蛋白量のそれを上廻ると述べている. 一方 Miller¹⁹⁾ は低蛋白または無蛋白食ラットの肝 Arginase は肝臟蛋白量の減少と関連し蛋白質代謝において動的非特異的な態度で関与すると述べ, 百済¹¹⁾ や Millman²⁰⁾ も幼若ラットの無蛋白ならびに低蛋白食における肝 Arginase g 当りの活性度は比較的一定に保たれたと報告している. 著者の成績では20%蛋白レベルを基準として無蛋白群を比較すると肝窒素量は26%, 肝 Arginase 活性は58%失われたことになり Seifter や Rosenthal の成績に近い. 1939年 Lightbody ら¹³⁾ は食餌中蛋白質含有量に応じてラット肝 Arginase の変動することを示した. その後 Mandelstam ら¹⁷⁾ はラット肝 Arginase 活性が飼料蛋白量の増加に応じて上昇し両者間に直線的関係のあることを指摘し, 芦田ら²¹⁾ もラット肝 Arginase 活性は飼料蛋白含量の増加に伴い直線的に上昇の傾向を報告しており, Schimke³²⁾ もこれを認めている. 一方百済¹¹⁾ は高蛋白摂取により肝臟単位重量当りの Arginase 活性度はやや高いが, 肝臟窒素当りの活性度にはほとんど影響がないといっている. 著者の成績では unit activity, total activity とともに食餌蛋白量の増加に応じて肝 Arginase は増加し, ほぼ直線に近い関係を示した. specific activity の変動は著明でなかつたが, 60%蛋白レベルと10%蛋白レベルでは推計学的に有意差を示し肝窒素量の変動を上廻る傾向を示している.

Arginase 以外の尿素サイクル酵素と食餌蛋白量の関係を検討した報告では, 芦田ら¹¹⁾ のラット肝尿素サ

表4 実験(II) 20%蛋白レベラでカゼイン:ラクトアトアルブミン比を変換した場合の比較 (*C: カゼイン, L: ラクトアトアルブミン)

群 *C/L	動物 No.	初期 体重 g	終末 体重 g	体重 増加 g/日	肝重 量 g	肝臓 重量 mg/g	排泄 尿酸 素 N	G O T			G P T			Ornithine transcarbamylase			Arginase		
								unit activity u/g ×10 ³	specific activity u/mgN	total activity u/liver ×10 ³	unit activity u/g ×10 ³	specific activity u/mgN	total activity u/liver ×10 ³	unit activity μM/g ×10 ³	specific activity μM/ mgN	total activity μM/ liver ×10 ³	unit activity μg/g ×10 ³	specific activity μg/mgN	total activity μg/liver ×10 ³
I	1	65.5	125.0	4.25	6.55	33.6	138	100	2976	655	625	138	14.2	422	93.01	18.4	547	120.52	
	2	68.5	131.0	4.46	6.13	34.8	123	91	2615	558	459	104	13.3	382	81.53	15.8	454	96.85	
	3	61.5	125.5	4.57	5.85	32.4	141	100	3086	585	555	105	13.3	410	76.05	18.2	561	106.47	
	4	65.0	130.5	4.68	6.65	36.0	134	85	2361	565	388	93	14.2	394	94.43	20.4	566	135.66	
	5	66.0	128.0	4.42	6.15	31.8	242	91	2861	560	628	123	15.3	481	94.10	17.2	541	105.78	
平均値± 標準誤差		65.3± 1.12	128.0± 1.23	4.48± 0.08	6.26± 0.15	33.7± 0.77	156± 21.77	93±2.89 130.4	2780± 130.4	584± 18.14	531± 47.1	112± 7.95	14.1± 0.35	418± 11.2	87.82± 3.19	18.0± 0.75	534± 20.4	113.06± 6.79	
II	1	66.5	130.0	4.55	5.90	37.4		91	2433	537	428	94	14.6	390	85.14	16.6	444	97.94	
	2	64.0	128.5	4.63	5.85	35.8	156	106	2961	620	503	105	13.6	380	79.56	20.6	575	120.51	
	3	63.5	126.0	4.47	5.80	35.4	120	91	2570	528	339	70	13.4	378	77.72	16.8	474	97.44	
	4	69.0	137.5	4.89	6.28	36.6	164	82	2240	515	519	119	13.9	380	87.29	15.2	415	95.46	
	5	67.5	143.0	5.40	5.87	36.6	103	100	2732	587	409	88	14.2	388	83.35	17.6	481	103.31	
	6	66.5	133.0	4.68	6.57	36.2	184	94	2596	618	580	138	13.6	375	89.35	19.0	525	111.53	
平均値± 標準誤差		66.1± 0.85	133.0± 2.57	4.77± 0.14	6.04± 0.13	36.3± 0.29	145± 14.79	94±4.03 100.9	2585± 100.9	567± 19.69	463± 35.6	102± 9.79	13.9± 0.18	382± 2.4	83.73± 1.70	17.6± 0.78	486± 22.9	104.36± 2.74	
III	1	68.5	136.5	4.85	5.91	32.4	120	94	2901	556	771	148	15.1	466	89.24	18.0	555	106.38	
	2	66.0	125.0	4.23	5.07	36.0	128	106	2944	537	750	137	14.2	394	72.00	18.2	506	92.27	
	3	68.5	150.5	5.85	6.87	34.2	111	103	3011	708	438	103	14.5	424	99.62	14.4	421	98.93	
	4	65.5	123.5	4.16	6.25	36.0	107	85	2361	531	527	119	15.6	433	97.50	18.0	500	112.50	
平均値± 標準誤差		67.1± 0.80	133.9± 6.25	4.77± 0.39	6.03± 0.37	43.7± 0.86	117± 2.71	97±4.75 149.5	2804± 149.5	583± 42.01	622± 82.4	127± 9.92	14.9± 0.31	429± 14.8	89.59± 6.28	12.2± 0.91	496± 27.7	102.52± 4.41	

表5 実験(II) 40%蛋白レベールでカゼイン:ラクトアルブミン比を变换した場合の比較 (*C: カゼイン, L: ラクトアルブミン)

群 C/L	動物 No.	初期 体重 g	終末 体重 g	体重 増加 g/日	肝 重量 g	肝 窒素 量 mg/g	排泄 尿 素 N mg/日	G O T			G P T			Ornithine transcarbamylase			Arginase		
								unit activity u/g ×10 ⁸	specific activity u/mgN	total activity u/liver ×10 ⁸	unit activity u/g ×10 ⁸	specific activity u/mgN	total activity u/liver ×10 ⁸	unit activity μM/g ×10 ⁸	specific activity μM/ mgN	total activity μM/ liver ×10 ⁸	unit activity μg/g ×10 ⁸	specific activity μg/mgN	total activity μg/liver ×10 ⁸
I	1	61.5	137.0	5.39	6.98	36.8	376	102	2771	712	27	733	188	15.0	407	107.25	20.8	565	145.18
	2	65.0	121.5	4.04	5.45	38.6	296	141	3653	768	25	647	136	15.2	393	93.48	23.0	595	125.35
	3	64.5	120.5	4.00	6.80	38.9	277	132	3393	898	22	565	150	15.2	390	86.94	25.6	658	174.08
	4	62.0	127.5	4.68	6.78	35.3	281	40	1133	271	40	1133	271	15.6	442	96.25	20.2	571	136.96
	5	62.5	119.5	4.07	5.30	38.6	312	118	3057	625	27	699	143	15.2	393	93.48	23.4	606	124.07
平均値± 標準誤差		63.1± 0.70	125.2± 3.29	4.44± 0.27	6.26± 0.36	37.6± 0.69	328± 21.16	123± 8.52	3218± 192.7	751± 57.22	28±3.08	755± 98.4	178± 24.97	15.2± 0.10	405±9.7	95.48± 3.31	22.6± 0.95	599± 16.5	141.12± 9.09
II	1	62.5	128.0	4.68	6.83	37.4	327	114	3048	779	26	695	177	13.8	369	94.25	22.0	588	150.26
	2	66.5	135.0	4.89	6.22	37.1	391	135	3638	840	25	674	156	14.0	377	87.08	21.4	577	133.11
	3	64.0	125.5	4.39	6.23	36.8	366	114	3098	710	40	1087	249	14.0	380	87.22	21.4	581	133.22
	4	61.0	117.0	4.00	5.43	37.7	381	126	3342	684	39	1034	212	14.8	392	80.36	23.6	626	128.15
	平均値± 標準誤差		63.5± 1.18	126.4± 3.32	4.49± 0.19	6.18± 0.26	37.3± 0.19	366± 13.13	122± 5.10	3281± 191.4	753± 35.18	32±4.05	872± 109.2	198± 20.41	14.2± 0.22	380±4.8	87.23± 2.53	22.1± 0.51	593± 11.2
III	1	68.0	125.0	4.07	6.33	38.6	351	129	3342	817	34	881	215	14.0	393	90.72	24.0	621	151.92
	2	64.5	128.5	4.57	6.48	35.6	353	135	3792	875	43	1207	279	14.0	376	88.85	20.8	584	155.52
	3	64.0	132.5	4.90	6.17	38.3	391	135	3524	833	25	652	154	14.4	376	88.85	20.8	543	128.34
	4	63.5	126.5	4.50	5.60	37.4	372	126	3369	706	43	1149	241	14.4	385	90.64	20.2	540	113.12
	5	60.0	120.0	4.29	5.92	39.8	367	114	2864	675	43	1080	255	15.6	392	92.35	23.4	588	138.53
平均値± 標準誤差		64.0± 1.27	126.5± 2.05	4.46± 0.14	6.10± 0.15	37.9± 0.70	367± 7.24	128± 3.85	3378± 156.2	781± 38.47	37±3.59	994± 101.4	229± 21.34	14.6± 0.35	386±3.9	88.14± 2.60	22.5± 0.81	575± 16.2	137.48± 7.77

イクル酵素活性度は飼料蛋白質レベルの増加につれて上昇した成績があり、Schimke³²⁾もラット肝尿素サイクル酵素は飼料蛋白量にほぼ比例した活性度の上昇を示すと述べている。著者の測定した肝 Ornithine transcarbamylase は unit activity, total activity とともに無蛋白食から60%カゼインレベルまで蛋白量の増加につれて上昇を示したが、Specific activity は20%蛋白レベル以上ではほとんど変動を示さなかつた。20%蛋白レベルを基準として無蛋白群をみると肝窒素量は28%、肝 Ornithine transcarbamylase 活性は52%失われたことになり肝窒素量の喪失をはるかに上廻る成績を得た。Schimke³³⁾も7日間の無蛋白食ラット肝 Ornithine transcarbamylase の減少は肝蛋白量の減少よりも大であると述べ、かかる食餌蛋白量の差により異なる活性を示すラット肝 Arginase ならびに Ornithine transcarbamylase の kinetic property には全く差がみられない³²⁾と述べている。

飼料蛋白質の増加に伴い肝 Arginase 活性度の変動することに対し Mandelstam¹⁷⁾は基質に対する直接的適応現象として説明している。食餌蛋白量の増加に伴いアルギニンの取込みが多くなることは明らかであるが、Cruz-Coke⁴⁾、Auerbach²⁾らはアルギニンを与えてもラット肝 Arginase 活性は影響されないとし、Schimke³⁴⁾も尿素サイクル酵素はオルニチン、チトルリン、アルギニン、尿素を与えても変動しないと述べている。Mass¹⁸⁾、Gorini^ら⁷⁾によれば大腸菌で培養液からアルギニンを除くと Ornithine transcarbamylase の生成は急速に増大するが、やがて生成されたアルギニンにより低下しはじめるという。Schimke³⁴⁾はラットにアルギニンを含まない食餌を与えるとアルギニン生合成にたずさわる4つの酵素活性度は2倍に上昇するが、Arginase 活性は変動しないことを認め大腸菌にみられた抑制効果に類似していると述べている。食餌蛋白量の増加に伴う肝 Arginase や他の尿素サイクル酵素の変動をたんに基質に対する適応現象にすぎないと解すべきではないと思われる。

排泄尿素量と尿素サイクル酵素との関係について芦田^ら²¹⁾²²⁾は摂取蛋白量を変えた場合 Arginase 活性は排泄尿素量との間に比例の関係のあることを認め両者の間の相関関係について回帰式 $Y=102+399X$ 、相関係数 $r=0.99$ を求めている。その後芦田^ら¹¹⁾²⁵⁾は Arginase 活性度と排泄尿素量はある範囲内で直線関係が得られたが、すべてが一直線上には乗らなかつたとしている。Schimke³²⁾も排泄尿素量と尿素サイクル酵素の total activity の間に密接な相関の存在す

ることを認めている。著者のカゼイン 0-60%レベルにおける成績では排泄尿素量と肝 Arginase ならびに Ornithine transcarbamylase の total activity との間に直線的な比例関係は認められなかつたが、排泄尿素量が増すにつれて両酵素活性の上昇することは明らかであり、さらに排泄尿素量の対数との間には密接な相関関係のあることが認められた。尿中尿素の起源がすべて Krebs の尿素サイクルによつて作られるかどうかについては次のような論文がある。すなわち Miller^ら³⁾は 3'-Me DAB 投与ラットの灌流肝はアルギニンとアスパラギン酸からの尿素生成が正常ラット肝のその50%以下であるのに対し炭酸アンモニウムは両者とも同じ程度に尿素生成に利用されることによりアンモニアからの尿素生成が Krebs-Henseleit の尿素サイクル以外の経路によつても行なわれる可能性を示唆している。一方桐山^ら¹⁰⁾はカゼインにクエン酸アンモニウムを加えて排泄尿素量を増加させた場合にはラット肝 Arginase 活性は高まらないとし肝 Arginase の total activity の変化が尿素合成の必要のみによつて支配されるという単純なものではないと述べている。著者の得た肝 Arginase, Ornithine transcarbamylase の total activity が排泄尿素量と完全には平行しないと成績とともにさらに今後の検討を要する。

蛋白質の質的变化と尿素サイクル酵素との関係について芦田^ら¹⁾²⁵⁾はラット肝 Arginase の total activity は質のよい蛋白質を与えたものほど一定の排泄尿素量に対し高い酵素活性を示したと報告し、また桐山^ら¹⁰⁾はアミノ酸混合物を用いたラットの実験で肝 Arginase 活性は栄養価の低下とともに低下したが、この場合の Arginase 活性の変化は尿素排泄量と逆比例的であつたと述べている。著者が実験IIで得た成績によれば10%-40%蛋白レベルでの排泄尿素量の対数に対する肝 Ornithine transcarbamylase の total activity の関係はラクトアルブミンならびにカゼイン・ラクトアルブミン混合群の回帰係数とカゼイン群の回帰係数の差は明らかに有意でありこの差は10%蛋白レベルでの total activity がラクトアルブミン、カゼイン・ラクトアルブミン混合群ともカゼイン群に比し大きいことによるものと思われる。また肝 Arginase の total activity と排泄尿素量の対数との関係をみるとカゼイン・ラクトアルブミン混合群とカゼイン群の回帰係数の差は有意であり、またラクトアルブミン群とカゼイン群の回帰係数には有意の差はみられない。いずれにしる10%蛋白レベルでの排泄尿素量当りの肝 Ornithine transcarbamylase, Arginase の

total activity はラクトアルブミンならびにカゼイン・ラクトアルブミン混合群がカゼイン群に比し高いことがうかがわれ、ある程度蛋白質の質の差を反映しているものと思われる。

カゼインを蛋白源とした食餌蛋白レベルの変動によるラット肝 transaminase について 芦田ら²³⁾は肝 GPT g当りの活性度が 10, 25, 40, 60%蛋白レベルで無蛋白群のそれぞれ 4.1, 6.7, 8.0, 12.5 倍であり、肝 GOT g当りの活性度は60%蛋白レベルで無蛋白群の1.7倍であり食餌蛋白レベルの増加につれて上昇すると述べ、Schimke²²⁾は 50-60g のラット肝 GPT g当りの活性度が 15%, 60%蛋白レベルでそれぞれ 39.6, 110 であり、肝 GOT g当りの活性度は 102, 209 であり尿素サイクル酵素の動きに類似していると述べている。Rosenら²⁹⁾は肝 GPT g当りの活性度が 18, 35, 50, 75%蛋白レベルで無蛋白群の 1.8, 2.4, 4.1, 7.5倍であり、肝 GOT の活性度は75%蛋白レベルでは無蛋白群のそれより20%上昇を示したと述べ、さらに GPTはこれ以外に corticosteroid 投与、アロキサン糖尿、饑餓などにより著明に上昇することからグルコネオゲネシスの規制因子であり GPT 上昇の意義をストレスに対する代謝性反応と解している。Harperら³⁷⁾も肝 GOT 100g 体重当りの全活性度で 0, 11, 25, 50%カゼイン群はそれぞれ24, 38, 45, 63であつたと述べている。著者の得た成績も食餌中カゼインレベルの増加とともに肝 GPT, GOT 活性は上昇し、また GPT の変動は GOT の増加を大きく上廻つていた。またいずれも肝窒素量の動きをはるかに凌駕しており肝酵素蛋白自体の生成を示すものと思われる。

肝 transaminase 活性と食餌蛋白質の質的变化との関連についての報告はみられない。著者の行なつた実験 II の成績によれば肝 GPT g 当りの活性度はいずれの蛋白レベルでもカゼイン群とラクトアルブミンならびにカゼイン・ラクトアルブミン混合群との間には有意の差はみられなかつた。10%蛋白レベルの total activity のみラクトアルブミン群はカゼイン群よりも大で明らかな有意差を示すが、これは肝重量の差にもとづくものである。さらに栄養価の低い蛋白質で検討されるべきであろう。肝 GOT 活性度はすべての蛋白レベルで 3 群間に差は認められなかつた。著者の行なつた条件ではカゼインとラクトアルブミンのような蛋白質の微妙な質的差を肝 GPT, GOT の動きから判定することは無理であろう。

結 論

1) ラット肝 GPT, GOT, Ornithine transcarbamylase, Arginase 活性度は食餌カゼインの増量とともに増加した。

2) 食餌カゼインの増量に伴う肝 Ornithine transcarbamylase, Arginase 全活性度と排泄尿素量 (mg N/日) の間には直線的な比例関係はみられなかつたが、排泄尿素量 (mgN/日) の対数との間に相関関係を認めた。

3) 10%蛋白レベルの食餌によるラットの体重増加 (g/日) は蛋白がラクトアルブミンならびにカゼイン・ラクトアルブミン混合 (1:1) の場合はカゼインよりも大で明らかな有意差を示した。

4) 10%蛋白レベルの食餌によるラット肝 Ornithine transcarbamylase 活性度は蛋白がラクトアルブミンならびにカゼイン・ラクトアルブミン混合 (1:1) の場合カゼインよりも高く明らかな有意差を示す。

5) 10%-40%蛋白レベルの食餌のラット肝 Ornithine transcarbamylase, Arginase 全活性度と排泄尿素量 (mg N/日) の対数との間にみられる回帰係数は蛋白がカゼインとカゼイン・ラクトアルブミン混合 (1:1) により有意差を認める。10%-40%蛋白レベルの肝 Ornithine transcarbamylase 全活性度と排泄尿素量 (mgN/日) の対数との間にみられる回帰係数はカゼインとラクトアルブミンとにより有意差を認める。

6) ラット肝 GPT, GOT 活性は食餌蛋白であるカゼイン、ラクトアルブミン、カゼイン・ラクトアルブミン混合 (1:1) の如き質的差により影響されがたい。

稿を終るにあたり終始御懇篤なる御指導と御校閲を賜つた 恩師佐川教授に厚く感謝の意を表します。また終始御指導と御鞭撻を戴いた谷口講師、統計学上の御教示を賜つた石崎有信教授ならびに御協力戴いた教室員諸兄に感謝いたします。

文 献

- 1) 芦田 淳, 村松敬一郎: Proceedings of symposium on chemical physiology and pathology, 2, 169 (1962). 2) Auerbach, V. H. & Weisman, H. A.: Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 98, 123 (1958). 3) Burke, W. T. & Miller, L. L.: Cancer Reserch, 19, 622 (1959). 4) Cruz-Coke, E., Cabello, J., Jadresic, A. & Prajoux, V.: Biol. soc. biol. (Santiago), 8, 52 (1950). Knox, W. E. et al:

- Phisiol. Rev., 36, 164 (1956) より引用. 5) Dju, M. Y., Baur, L. S. & Filler, L. J. : J. Nutrition, 63, 437 (1957). 6) Engel, M. G. & Engel, F. L. : J. Biol. Chem., 167, 535 (1947). 7) Gorini, L. & Mass, W. K. : Biochim. Biophys. Acta, 25, 208 (1957). 8) 波田野博行, 桐田智子 : 生化学領域に於ける光電比色法各論 2, 化学の領域, 増刊34, 46頁, 東京, 南江堂, (1958). 9) Hegsted, D. M. & Chang, Y. : J. Nutrition, 85, 159 (1965). 10) 桐山修八, 岩尾裕之 : 栄養と食糧, 18, 42 (1965). 11) 百済勝信 : 阪市大医誌, 9, 15 (1960). 12) 畔田陽充 : 十全会誌, 70, 256 (1964). 13) Lightbody, H. D. & Kleinman, A. : J. Biol. Chem., 129, 71 (1939). 14) Litwack, G., Williams, J. N., Chen, L. & Elvehjem, C. A. : J. Nutrition, 47, 299 (1952). 15) Litwack, G., Williams, J. N., Fatterpaker, P., Chen, L. & Elvehjem, C. A. : J. Nutrition, 49, 579 (1953). 16) Litwack, G., Fatterpaker, P., Williams, J. N. & Elvehjem, C. A. : J. Nutrition, 52, 187 (1954). 17) Mandelstam, J. & Yudkin, J. : Biochem. J., 51, 681 (1952). 18) Mass, W. K. : Biol. Bull., 11, 319 (1956). 19) Miller, L. L. : J. Biol. Chem., 186, 253 (1950). 20) Millman, N. : Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 77, 300 (1951). 21) 村松敬一郎, 芦田 淳 : J. Agr. Chem. Soc. of Japan, 29, 725 (1955). 22) 村松敬一郎, 芦田 淳 : J. Agr. Chem. Soc. of Japan, 31, 607 (1957). 23) Muramatsu, K. & Ashida, K. : J. Nutrition, 76, 143 (1962). 24) Muramatsu, K. & Ashida, K. : Agr. Biol. Chem., 26, 25 (1962). 25) 村松敬一郎, 芦田 淳 : 生化学, 34, 473 (1962). 26) Osborne, T. B. & Mendel, L. B. : J. Biol. Chem., 26, 1 (1916). 27) Reichard, H. : Scandinav. J. Clin. & Lab. Investigation, 9, 311 (1957). 28) Reitman, S. & Frankel, S. : Amer. J. Clin. Path., 28, 56 (1957). 29) Rosen, F., Roberts, N. R. & Nichol, C. A. : J. Biol. Chem., 234, 476 (1959). 30) Rosenthal, O., Rogers, C. S., Vars, H. M. & Ferguson, C. C. : J. Biol. Chem., 185, 669 (1950). 31) 清水道郎 : 十全会誌, 70, 269 (1964). 32) Schimke, R. T. : J. Biol. Chem., 237, 459 (1962). 33) Schimke, R. T. : J. Biol. Chem., 237, 1921 (1962). 34) Schimke, R. T. : J. Biol. Chem., 238, 1012 (1963). 35) Seifter, S., Harkness, D. M., Rubin, L. & Muntwyler, E. : J. Biol. Chem., 176, 1371 (1948). 36) Tomarelli, R. M. & Bernhart, F. W. : J. Nutrition, 78, 44 (1962). 37) Waldorf, M. A., Kirk, M. C., Linkswiler, H. & Harper, A. E. : Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 112, 764 (1963).

Abstract

The activities of four kinds of liver-enzymes were investigated in young rats fed on a special protein diet. Seventy-nine male rats, ranging in weight from 60 to 70 gm. were reared on the diets which contained various concentrations of casein or lactalbumin or casein-lactalbumin mixture as source of protein. The ratio of casein/lactalbumin in the mixture was 1 : 1 and similar to the ratio of human milk.

After two weeks, they were sacrificed to investigate the relationship of enzymatic activities in the liver and amounts of urea excreted in urine between these groups of rats. The liver-enzymes tested were ornithine transcarbamylase (OCT), arginase, glutamic pyruvic transaminase (GPT), and glutamic oxalacetic transaminase (GOT). The results were as follows.

(1) Five groups of rats were on the diet of various concentrations of casein; 0%, 10%, 20%, 40%, and 60% respectively. The activities of four enzymes increased with the rise of casein concentration in the diet at unit activities, specific activities and total activities of the enzymes. And the linear correlation was recognized between the logarithmic values of urinary urea nitrogen (mg/day) and the total activities of OCT and arginase in the liver.

(2) Fifty-four rats were divided into three large groups; casein group (three subgroups,

10%, 20%, and 40% of casein), lactalbumin group (three subgroups, 10%, 20%, and 40% of lactalbumin) and casein-lactalbumin mixture group (three subgroups, 10%, 20%, and 40% of the mixture).

Among three groups of 10% of dietary protein, OCT activity was the lowest in the casein group. Its difference between the casein group and the other two groups was statistically significant. In the groups of 20% and 40% of protein, OCT activity was approximately at the same levels.

The regression coefficient between the logarithmic values of urinary urea N and the total activity of OCT and arginase was examined as to these three groups. The casein group had a different regression coefficient from that of the mixture group in statistical significance.

The regression coefficient between the logarithmic values of urinary urea N and the total activity of OCT in the casein group was statistically different from the one in the lactalbumin group.

Concerning the activities of GPT and GOT, there were no differences recognized in these three groups. Accordingly the qualitative change of dietary protein, not the concentration, did not affect the activities of GPT and GOT in the liver.