農村食餌の改善に関する研究(1)

Studies on the Nutritional Improvement of the Farming Village Diets (Part 1)

大豆加工品の利用

Utilization and nutritional values of three soybean products

(昭和38年4月30日受理)

佐藤 徳子 武田 みわ子
(Tokuko Sato) (Miwako Takeda)

An experiment on the weanling rats was proceeded to estimate the nutritional value of three soybean products, "Miton", "Shinsei-tofu" and "Mame-no-hana".

The farming village diet in the Japanese Nutritional Survey was used as the control diet, in which animal protein (fish meal and skim milk) content is 33% of total protein. The low protein diet was prepared by excluding the animal protein from the above mentioned control diet.

Each soybean product was respectively added to the low protein diet to make the protein content as the control. About 40% of the total protein of these experimental diets was supplied from soybean.

Of the experimental animals, increasing rate of the body weight, weights of liver, spleen and kidney, efficiency ratio of diet and protein, lengths and weights of bones, calcification of bones, serum protein concentration, alkaline phosphatase activity and liver xanthine oxidase activity were estimated for the indication of the nutritional values of these diets.

The followings were concluded from the experiment. The low protein diets revealed the lowest nutritional value. However, the three diets containing each of three soybean products showed almost the same value and also had a higher nutritional value compared with the control and skim milk diets.

東北地方農村が特に米食偏重で良質蛋白、灰分およびビタミンなどに不足し、住民の健康・体力に悪影響を及ぼしている事実はすでに多くの研究者により指適されている¹⁾²⁾。またその食生活改善のためには種々の手段が実施され着々成果をあげている³⁾。一方比較的良質蛋白源として早くからその価値が認められ、不足する蛋白の給源食品として利用されている大豆およびその製品の栄養価についても従来多くの研究^{4)~6)}が行なわれ林⁷⁾らは大豆の栄養価はその加工処理に影響されると述べている。最近新しい大豆加工品が出廻ってきたが、それぞれの製法については詳細を知り得ない場合もあってその栄養価については疑問の点がある。最近市販されている3種の大豆加工食品を蛋白補給源として農村食餌に添加した場合の効果を知る目的でratによる動物実験を行なった。

料で飼育した Wister 系の親 rat 2 腹より生まれた仔 rat 50 g 前後のものを、乱塊法により雌雄 2 匹ずつ 4 匹を 1 群とし、6 群合計 24 匹を用いた。

2. 試験食品：試験しようとする新大豆加工食品はミートン、新生豆腐および豆の花(いずれも商品名)の3種で各会社による成分表は表1および図1に示す。いずれ

図 1

ミートン 豆の花 新生豆腐
各々 約 5g

実験方法

1. 実験動物：可及的に同日に出産するように標準飼

表1 供試食品の分析値 (100 g中)

(商品パンフレットによる)

	熱 量	水 分 (g)	粗蛋白 (g)	粗脂肪 (g)	糖 質 (g)	纖 維 (g)	灰 分 (g)	Ca (mg)	備 考
ミ ー ト ン	341.0	3.53	65.38	0.15	22.25	3.42	5.27	607	ミートン株式会社 100 g 45円
新 生 豆 腐	340.0	10.49	30.12	0.36	54.03	0.12	4.88	(記載無)	ビタミン, Ca強化食品, 保健産業株式会社 100 g 30円
豆 の 花	—	8.90	39.27	18.33	27.51	1.78	4.21	188	豆の花食品工業株式会社 100 g 14円
いずれも固形品で飼料にはこれらをそのまま製粉して用いた。									
雪印脱脂粉乳	361.0	3.2	34.8	1.0	乳糖として 53.2	—	7.8	1200	雪印乳業株式会社
雪印マッシュポテト	365.6	7.3	7.85	1.19	80.87	1.34	1.46		雪印乳業株式会社

表2 基本飼料組成 (計算値)

35年度全国生産者世帯 平均1人1日 (厚生省)					基 本 飼 料				
食 品 名	分 量 (g)	蛋 白 (g)	脂 肪 (g)	(P+Ca+Fe) 灰分(g)	食 品 名	分 量 (g)	蛋 白 (g)	脂 肪 (g)	(P+Ca+Fe) 灰分(g)
米	382.8	24.3	3.1	626	白 米 粉	382.0	24.4	3.1	635.6
大 麦	44.3	4.2	0.6	121	押 麦 粉	44.6	4.2	0.5	120.9
小 麦	52.1	4.1	0.7	79	小 麦 粉	47.6	4.1	0.6	66.3
い も 類	81.7	1.4	0.2	42	雪印マッシュポテト	16.0	1.2	0.1	(233.6)*
大豆およびその製品	60.9	7.3	3.6	196	き な こ	32.8	7.2	6.3	254.8
魚	67.8	15.8	3.5	296	} 煮 干 粉	30.1	19.4	0.8	894.6
肉	9.0	1.9	0.8	20					
卵	13.1	1.7	1.4	39	雪 印 s. m.	3.1	1.1	0.03	66.4
乳およびその製品	27.1	1.1	0.9	70	—	—	—	—	—
そ の 他	415.3	7.1	7.6	304	—	—	(11.1%)	—	—
合 計	1154.1	68.9	22.4	1794	合 計	556.2	61.8	11.4	2052.9

* 雪印マッシュポテトの灰分は会社分析による総灰分である。

表3 試験飼料食品組成

食品名 試験区	白米粉	押麦粉	小麦粉	雪印マッシュポテト	きなこ	煮干粉	雪印 s. m.	ミートン	新生豆腐	豆の花	s. m.	合計
基 本 食 群	382.0	44.6	47.6	16.0	32.8	30.1	3.1	—	—	—	—	556.2
低 蛋 白 群	415.0	44.6	47.6	16.0	32.8	—	—	—	—	—	—	556.0
ミ ー ト ン 群 ⁽¹⁾	375.0	44.6	47.6	16.0	32.8	—	—	40.0	—	—	—	556.0
新 生 豆 腐 群 ⁽²⁾	320.0	44.6	47.6	16.0	32.8	—	—	—	95.0	—	—	556.0
豆 の 花 群 ⁽³⁾	340.0	44.6	47.6	16.0	32.8	—	—	—	—	75.0	—	556.0
s. m. 群	335.0	44.6	47.6	16.0	32.8	—	—	—	—	—	80.0	556.0

(1) ミートンはミートン株式会社の固型食品を粉末とした。

(2) 新生豆腐は保健産業株式会社のホサン新生豆腐 (固型) を粉末とした。

(3) 豆の花食品工業株式会社の製品を粉末とした。

栄 養 と 食 糧

も固形食品でミートンについては稲垣⁷⁾がその製法を述べているが、新生豆腐、豆の花については明らかでないが新生豆腐にはCaが強化してあることが明記しており、豆の花は外観が従来の「打ち豆」に類似した食品である。これらはすべてそのまま製粉加工して他の飼料に混入して用いた。

3. 基本および試験飼料：厚生省国民栄養調査成績昭和35年度の生産世帯の平均摂取食品構成とはほぼ同じになるように該当する主な蛋白給源食品を配合したものを基本飼料とし1群とす。該当食品の配合は表2に示す通りで蛋白含有率は計算値11.1%、動蛋白は33%となる。基本飼料の中、穀類、いも類、みそなどの食品のみより構成される食餌（東北地方農村食餌の約 $\frac{2}{3}$ を⁹⁾占め、米飯みそ汁を主とする食餌に相当し蛋白含有率は計算値7.7%）を2群の低蛋白食とした。低蛋白食に基本食と蛋白含有量がほぼ同じになるようにそれぞれ、ミートン（3群）、新生豆腐（4群）、豆の花（5群）および比較のため脱脂粉乳（6群）を加えたものを試験食とし合計6群とした。基本および試験飼料の食品構成は表3に、栄養組成の計算値および実測値は表4に、給源食品別蛋白摂取割合は表5に示す通りで、3、4、5、6各試験食群の添加食品による蛋白添加量は全蛋白の約40%を占める。なお各群に脂肪、灰分およびビタミンを補給するため、大豆油を飼料100gにつき3g McCollum-Simmonds 混合塩を飼料100gにつき2gおよび強力ビタミンを飼料10g当り約25mgを混入した。混合塩およびビタミン剤の成分組成は表6-(1)、(2)に示す。

4. 実験期間：1962年7月12日より8月20日までの約

表5 給源食品別蛋白摂取割合（計算値%）

群	蛋白含有率	給 源 食 品					試験大豆製品
		穀類	いも類	きなこ	動物性		
基 本	11.1 100	53.0	1.9	11.6	33.2	—	—
低 蛋 白	7.8 100	80.5	2.7	16.6	—	—	—
ミ ー ト ン	12.0 100	48.3	1.7	10.7	—	—	39.0
新 生 豆 腐	11.8 100	43.6	1.8	10.9	—	—	43.5
豆 の 花	12.1 100	44.2	1.7	10.6	—	—	43.3
s. m.	11.8 100	45.0	1.8	10.9	42.1	—	—

表6-(1) McCollum-Simmonds塩

成 分		含有量(g)
食 塩	NaCl	17.3
酸性磷酸ソーダ	NaH ₂ PO ₄ ・H ₂ O	34.7
磷 酸 カ リ	K ₂ HPO ₄	95.4
〃 カルシウム	CaH ₄ (PO ₄) ₂ ・H ₂ O	54.0
ク エ ン 酸 鉄	Fe(C ₆ H ₅ O ₇)	11.8
乳 酸 石 灰	Ca(C ₃ H ₃ O ₃) ₂	139.0~130.0
硫酸苦土（無水）	MgSO ₄	26.2
沃 化 カ リ	KI	3~3.7
合 計		372.4~382.1

以上のように配合混合したものを飼料100gにつき2g混合

表4 試 験 飼 料 栄 養 組 成

(100g中)

	水 分 (g)		蛋 白 (g)		脂 肪 (g)		灰 分 (g)		Ca (mg)	
	計算値	実測値 ⁽¹⁾	計算値	実測値	計算値	実測値	計算値	実測値	計算値	実測値
基 本 食	14.1	16.32 ±0.16	11.1	14.41 ±1.55	2.0	1.39 ±0.04	1.45	1.65 ±0.04	79.9	222.0 ±1.5
低 蛋 白 食	13.7	15.35 ±0.16	7.7	9.94 ±0.51	1.9	1.15 ±0.01	0.90	0.89 ±0.02	(1:3.5) ⁽³⁾ 19.5	45.3 ±4.5
低蛋白+ミートン食	12.9	14.92 ±0.11	12.0	16.24 ±0.34	1.8	1.39 ±0.12	1.24	1.16 ±0.02	(1:9.3) 62.8	115.0 ±4.8
低蛋白+新生豆腐食	13.0	15.30 ±1.03	11.8	15.98 ±0.02	1.8	1.37 ±0.08	1.63	1.74 ±0.23	(1:3.3) (22.3) ⁽²⁾	343.0 ±6.0
低蛋白+豆の花	13.0	15.16 ±0.26	12.1	15.94 ±0.16	4.2	1.52 ±0.09	1.40	1.41 ±0.01	(1:8.4) 44.1	67.3 ±3.5
低蛋白+s. m. 食	12.1	14.11 ±0.2	11.8	15.82 ±0.66	1.9	1.13 ±0.01	1.94	1.98 ±0.03	(1:5.3) 191.3	227.0 ±5.0

(1) 実測値は同一試験食につき3標本の分析値の平均と標準偏差である。

(2) 新生豆腐は商品としてCa分析値がないので添加新生豆腐分を除いた分の値である。

(3) Ca：Pの比を示す。

表 6-(2) ビタミン剤 (強力ビタベピー)
3 tablets (0.6~0.7 g) 中

成 分	含有量	単 位
V. A	3000	I. U.
V. D ₂	300	I. U.
V. B ₁	2.0	mg
V. B ₂	2.0	mg
V. B ₆	2.0	mg
V. B ₁₂	0.6	γ
ニコチン酸アミド	10.0	mg
葉 酸	0.2	mg
D-パントテン酸カルシウム	5.0	mg
V. C	30.0	mg
V. E	1.0	mg
L-リジンモノ塩酸塩	40.0	mg

飼料 10g 当り 25mg の割合に混合。1 tablet は約 0.2g

40日間である。

5. 飼育方法および測定項目: rat は金あみの籠に 2 匹ずつ(同性)入れ, 籠の底に布を張ったバットをおき毎日の残餌を糞尿などより区別して採集しやすいようにした。

(1) 摂取飼料: 各食餌は 1 日 1 匹 10~25 g (食べ残す程度) を, 混合塩, ビタミンおよび大豆油と共に混合し一定量の水で団子状にまとめ, 約 15 分蒸してから放冷し, 食べ易い大きさに分けて毎日一定時刻(午後 1 時~3 時)に投与した。水は自由に水道水を与えた。翌日飼料投与直前, 残餌を集めて秤量し, 乾物に換算し投与飼料との

図 2 体重増加曲線 (各群♀♂ 合計 4 匹の平均値)

差を摂取飼料とした。

(2) 体重測定: 体重は 3 日目毎に, 飼料投与前 11 時~12 時に測定し, 初重と終重との差を体重増加量とし, 初重 1 g 当りの増加量を体重増加率とした。また体重増加量 1 g 当りの摂取飼料量を飼料効率とした。

(3) 解剖および測定: 試験終了後, 漸首により採血し血清アルカリフォスファターゼ活性度 (以下 Al·P-ase A. とする) および血清蛋白を測定した。その後解剖して症状を観察し, 肝臓, 腎臓および脾臓の重量を測定し, 肝臓については Xanthine Oxidase Activity (以下 X. O. A. とする) を測定した。血清 Al·P-ase A. は中川⁹⁾法により, 血清蛋白は日立蛋白計により, 肝 X. O. A. は松村¹⁰⁾らの比色法によった。また右側大腿骨および脛骨・腓骨について骨重量, 骨灰分および骨 Ca 量を常法により測定した。

実 験 結 果

(1) 体重増加率: 各群 4 匹の平均体重増加曲線は図 2 に示す通りで, 初重に於いては豆の花, 低蛋白, s.m., ミートン, 新生豆腐, 基本の各群の順に大であるが, 終了時体重は豆の花, ミートン, 新生豆腐と 3 大豆加工食品群が上位を占め基本群, s.m. 群がこれにつぎ, 低蛋白群が最下位となっている。体重増加率は表 7 のように低蛋白群が最も小であるが群別の平均値に有意差が認められず, 性別には雄は雌より ($P < 0.01$) また腹別では 1 は 2 より ($P < 0.001$) それぞれ有意差で大であった。

(2) 飼料効率および蛋白効率: 共に表 7 に示す通りで

分散分析すると, 飼料効率では群別の差に有意性が認められないが, 性別には雌が雄より有意差 ($P < 0.05$) で大である。すなわち体重 1 g 増加するに要する飼料量がとなり飼料効率は悪い。摂取蛋白 1 g 当りの体重増加量を蛋白効率とすると, 群別にも性別にも有意差が認められ, 低蛋白群は他のすべての群より大である (基本群との差 $P < 0.05$, 3 大豆製品群および s.m. 群との差 $P < 0.01$)。また性別には雄が雌より ($P < 0.05$) 大である。

(3) 内臓重量: 肝臓, 腎臓および脾臓の各測定値およびそれらの合計値については表 8 に示す通りで, 個々の測定値について同様の傾向が見られる。すなわち低蛋白群が最も小さく基本群がこれにつぎ, 新生豆腐, 豆の花および s.m. の各群が同様の価でこれにつぎ, ミートン群が最も大である。肝と腎については群別にも性別にも平均値に有意差が認められるが脾には有意差は認められない。3 内

栄 養 と 食 糧

表7 体 重 増 加 率

群	性	腹	初 重 (g)	終 重 (g)	増加量 (g)	増加率	40日2匹 分摂取飼 料量(g)	飼料効率	40日2匹 分蛋白摂 取量(g)	蛋白効率
1 基 本	♂	1	54.3	267.0	212.7	3.9				
		2	52.3	240.0	187.7	3.6	1361.3	3.4	196.0	2.04
	♀	1	55.5	215.0	159.5*	2.9				
		2	62.5	220.0	157.5	3.22 2.5	1195.8	3.6 3.8	172.1	1.94 1.84
2 低 蛋 白	♂	1	48.6	175.0	126.4	2.6				
		2	81.0	258.0	177.0	2.2	1242.4	4.1	122.9	2.46
	♀	1	46.3	205.0	158.7	3.4				
		2	64.0	222.0	158.0	2.66 2.5	1241.0	4.0 3.9	122.8	2.51 2.57
3 ミ ー ト ン	♂	1	49.2	263.0	213.8	4.3				
		2	71.0	300.0	229.0	3.2	1419.0	3.2	229.8	1.92
	♀	1	48.5	206.0	157.5	3.2				
		2	64.0	215.0	151.0	3.28 2.4	1208.4	3.5 3.9	195.7	1.74 1.57
4 新 生 豆 腐	♂	1	41.5	219.0	177.5	4.3				
		2	74.2	320.0	245.8	3.3	1405.0	3.3	223.3	1.89
	♀	1	47.2	180.0	132.8	2.8				
		2	65.4	245.0	179.6	3.28 2.7	1221.9	3.6 3.9	194.2	1.74 1.60
5 豆 の 花	♂	1	41.2	216.0	174.8	4.2				
		2	87.0	345.0	258.0	3.0	1393.6	3.2	221.5	1.95
	♀	1	46.4	196.0	149.6	3.2				
		2	66.0	245.0	179.0	3.28 2.7	1200.8	3.4 3.7	190.9	1.83 1.72
6 脱 脂 粉 乳	♂	1	49.5	245.0	195.5	3.9				
		2	78.7	318.0	239.3	3.0	1391.6	3.2	219.8	1.97
	♀	1	36.2	173.0	136.8	3.8				
		2	59.6	200.0	140.4	3.27 2.4	1074.4	3.5 3.9	169.7	1.80 1.63

* 各群の平均値

表8 内 臓 重 量 (g)

群	性	腹	肝 臓 * $\bar{X} \pm F. L.$	腎 臓 $\bar{X} \pm F. L.$	脾 臓 $\bar{X} \pm F. L.$	肝+腎+脾 $\bar{X} \pm F. L.$
1 基 本	♂	1	9.1	1.6	1.1	11.8
		2	8.2 (g)	1.4 (g)	0.8	10.4
	♀	1	9.7 ± 1.6	1.8 ± 0.3	0.9 ± 0.2	12.4 ± 1.8
		2	7.4	1.3	1.2	9.9
2 低 蛋 白	♂	1	5.9	1.7	0.7	8.3
		2	8.3 7.3	1.4 1.4	1.1 0.8	10.8 9.5
	♀	1	6.8 ± 1.8	1.4 ± 0.3	0.6 ± 0.3	8.8 ± 1.8
		2	8.2	1.2	0.9	10.3
3 ミ ー ト ン	♂	1	11.1	1.8	1.2	14.1
		2	10.7 9.5	1.9 1.6	1.2 1.1	13.8 12.3
	♀	1	8.1 ± 2.7	1.5 ± 0.5	1.0 ± 0.1	10.6 ± 3.0
		2	8.3	1.2	1.2	10.7
4 新 生 豆 腐	♂	1	7.5	1.3	0.7	9.5
		2	9.5 7.6	1.8 1.3	1.0 0.9	12.3 9.9
	♀	1	5.9 ± 2.3	1.0 ± 0.5	1.0 ± 0.2	7.9 ± 2.8
		2	7.8	1.2	1.1	10.1
5 豆 の 花	♂	1	7.4	1.6	1.1	10.1
		2	10.6 7.8	2.0 1.5	1.5 1.0	14.1 10.4
	♀	1	6.3 ± 3.0	1.2 ± 0.5	0.8 ± 0.5	8.3 ± 4.0
		2	7.1	1.4	0.8	9.3
6 脱 脂 粉 乳	♂	1	8.3	1.4	0.9	10.6
		2	10.3 7.6	1.9 1.3	1.0 0.9	13.2 9.9
	♀	1	5.8 ± 3.3	1.0 ± 0.6	0.9 ± 0.0	7.7 ± 3.9
		2	6.2	1.2	1.0	8.4

* $\bar{X} \pm F. L.$ は平均値 $\pm 95\%$ 信頼限界

表9 骨 成 分 (大腿骨および脛骨と腓骨)

群 別	骨 の 長 さ (cm)	骨 の 重 さ (g)	骨 Ca / 骨 重
1 基 本	6.8	1.4	1.3
	6.5 *	1.0	3.1
	7.0 6.4	1.2 1.1	3.3 2.4
	6.4 ± 0.4	1.1 ± 0.2	2.0 ± 1.5
2 低 蛋 白	5.7	0.9	3.3
	6.8	1.4	1.6
	6.1 6.2	0.8 1.0	2.6 2.4
	6.3 ± 0.7	1.0 ± 0.4	2.3 ± 1.1
3 ミ ー ト ン	6.7	1.4	3.0
	7.1	1.3	2.0
	6.4 7.0	1.1 1.2	1.9 2.4
	7.9 ± 1.0	1.2 ± 0.1	2.7 ± 0.8
4 新 生 豆 腐	6.6	1.2	3.8
	7.9	1.3	5.3
	6.3 6.8	0.9 1.1	4.7 4.5
	6.5 ± 1.1	1.2 ± 0.2	4.2 ± 1.0
5 豆 の 花	6.6	1.2	1.8
	7.5	1.5	3.1
	6.4 6.7	1.1 1.2	3.4 3.3
	6.6 ± 0.7	1.1 ± 0.2	5.0 ± 2.0
6 s.m.	6.6	1.2	2.3
	7.4	1.6	3.5
	6.4 6.8	1.0 1.2	3.4 3.2
	6.9 ± 0.6	1.2 ± 0.3	3.8 ± 1.0

* 平均値 $\pm$ 95%信頼限界

表10 血清蛋白, 血清Al-P-ase, および肝X.O-ase 活性度

群 別	性 別	腹 別	血 清 蛋 白 (%)	血清Al-P-ase活性度 (mM/h/l)	肝X.O.A.. (μ l/h/g)
1 基 本	♂	1	5.8	7.6	405
		2	6.3	9.6	478
	♀	1	6.0	7.2	407
		2	5.9 6.0 $\pm$ 0.31	6.6 7.75 $\pm$ 2.06	539 457 $\pm$ 102
2 低 蛋 白	♂	1	5.0	10.6	426
		2	5.8	6.4	289
	♀	1	4.0	8.0	371
		2	6.1 5.25 $\pm$ 1.49	8.6 8.40 $\pm$ 2.76	364 362 $\pm$ 89.5
3 ミ ー ト ン	♂	1	5.4	9.6	212
		2	5.9	8.9	356
	♀	1	6.2	5.9	374
		2	5.8 5.83 $\pm$ 0.52	6.6 7.76 $\pm$ 2.82	480 380 $\pm$ 200.5
4 新 生 豆 腐	♂	1	5.1	8.4	324
		2	5.3	9.6	440
	♀	1	5.5	5.6	540
		2	5.5 5.35 $\pm$ 0.30	6.0 7.40 $\pm$ 2.90	579 470 $\pm$ 181.4
5 豆 の 花	♂	1	5.8	7.6	345
		2	5.7	6.2	322
	♀	1	5.9	5.6	541
		2	6.7 6.02 $\pm$ 0.72	5.9 6.33 $\pm$ 1.30	696 476 $\pm$ 280.9
6 脱 脂 粉 乳	♂	1	6.1	7.2	411
		2	6.0	9.6	387
	♀	1	5.2	4.2	457
		2	5.4 5.67 $\pm$ 0.70	4.8 6.47 $\pm$ 3.89	781 509 $\pm$ 292.2

臓重量を合計した価についてみると、群、性、腹などすべてに有意差が認められる。群別の平均値については低蛋白群が最も小さく新生豆腐群と s. m. 群がこれにつきこれら3群の間には有意差は認められないが低蛋白群は基本 ($P<0.01$)、ミートン ($P<0.001$) および豆の花 ($P<0.02$) の各群よりそれぞれ有意差で小さい。ミートン群は他のすべての群より有意差で最も大で (基本群との差は $P<0.01$, 他はすべて $P<0.001$)、基本群がこれにつき同様に他の群より有意差で大である。(豆の花群との差 $P<0.05$, 新生豆腐および s. m. 群との差 $P<0.01$)。

(4) 骨の長さ、重さおよびカルシウム量: 右側大腿骨および脛骨・腓骨の長さ、重さおよび重量当りの骨カルシウム量は表9に示す通りである。骨の長さでは腹別に2の腹は1の腹より長く ($P<0.02$)、骨の重さでは性別に雄は雌より重く ($P<0.01$) 共に有意差を示すが、群別の平均値ではいずれも低蛋白群が最も小さく、基本群がこれにつき、3大豆製品および s. m. の各群が上位を占める傾向を示すがすべて有意差は認められない。骨重量に対する骨カルシウム量は群別の平均値に有意差が認められ新生豆腐群が最も大で、基本、低蛋白およびミートンの3群より有意差 ($P<0.05$) を示すが、豆の花および s. m. 群との間には差が認められない。またミートン群以外の各群の間にもそれぞれ有意の差は認められない。

(5) 血清蛋白、血清 Al·P·ase A. および肝 X. O. A.: これらの測定値を表10に示す。血清蛋白は群別、性別および腹別にすべて有意の差は認められないが、群別に低蛋白群が最も小さい値を示している。血清 Al·P·ase 活性度は性別に有意差が認められ雄は雌より高い ($P<0.02$)。群別の平均値に有意差は認められないが、他の測定値と逆に低蛋白群が最も高い値を示している。肝 X. O. A. は血清 Al·P·ase A. と同様に性別の平均値にの

み有意差が認められ、Al·P·ase とは逆に雄は雌より低く ($P<0.01$) また有意差ではないが低蛋白群が最も低い傾向を示している。血清 Al·P·ase A. と肝 X. O. A. との相関々係をみると図3に示すように両者の間には有意の逆相関々係が認められ ($P<0.05$) 血清 Al·P·ase A. の高い場合は肝 X. O. A. が低い。

総括および考察

厚生省国民栄養調査成績昭和35年度生産者世帯の主な蛋白給源食品より構成される食餌を基本食とし、これより動物蛋白食品を除いたものを低蛋白食とし、この低蛋白食に基本と蛋白含量が同じになるように3大豆加工食品を添加したものをそれぞれミートン食、新生豆腐食、豆の花食とし、比較のため同様に脱脂粉乳 (s. m.) を加えたものを s. m. 食とし以上合計6食群について rat による発育試験を行なったところ次のような結果を得た。なお脂肪、灰分、ビタミンなどは充分な量を補給した。

(1) 体重増加率は群別の平均値に有意の差は認められないが、低蛋白群が最も少なく、基本がややこれを上廻り、3大豆製品および s. m. 群は一樣にさらにこれを上廻っている傾向がみられる。もし実験動物の数が各群雌雄3匹ずつ合計36匹以上になると、低蛋白群は有意差で3大豆製品および s. m. 群より劣ることとなる。この点から動物実験の場合は最小限1群雌雄6匹を用いることが望ましく、また性別、腹別に有意差が認められるので、性および腹の条件も考慮することが望ましい。

(2) 飼料効率は有意差で雌は雄より悪く、また有意差ではないが低蛋白群が最も効率が悪い傾向が見られる。

(3) 蛋白含有率が最も低く、かつ穀類からの蛋白が80%を占める低蛋白群の、蛋白効率が他の5群 (動蛋白または大豆蛋白が33~43%、穀類蛋白が43~53%) よりも有意差で大きい。体重増加が必ずしも体蛋白の増加と比例せず、体脂肪の増加による場合があるとして、蛋白の栄養価判定法としての蛋白効率の欠点が指摘されていることを示すものと考え。一方動物蛋白を33%含む基本群およびミルク蛋白を42%含む s. m. 群とこれらの動物蛋白の代りに大豆蛋白を用いた3大豆製品群との蛋白効率にはすべて有意差が認められなかったことは、蛋白含有率がほぼ等しい場合、これら大豆蛋白の利用価をある程度肯定できるものと考え。

(4) 内臓の重量: 脾臓を除き肝臓と腎臓では群別の平均値に有意差の認められる場合もあり、特に低蛋白群は最も小さく、最も大きいミートン群との間に有意差が認められる。また3内臓を合計してみても、低蛋白群は有意差で基本、豆の花およびミートン群より小さく内臓発育に於いて劣るとも考えられる。

図3 血清 Al·P·ase A. と肝 X. O. A. との相関

$r = -0.5184$ $t_{(22)} = 2.43$ $P < 0.05$ ●...● ○...○

(5) 骨の長さ、重さおよびカルシウム量：骨の長さ、重さについては群別の平均値に有意の差は認められないが、共に低蛋白群が最も小さく、基本群がこれにつき、3大豆製品および s. m. 群はほぼ同様の値を示している。骨の重量当りの Ca 量は、Ca 強化がしてある新生豆腐群が他の群より大で特に基本、低蛋白およびミートンの3群との間には有意差が認められる。

(6) 血清蛋白、血清 Al·P-ase A. および肝 X. O. A. : 血清蛋白量は各群の平均値に有意差は認められなかったが、低蛋白群が最も少ない傾向を示していた。血清 Al·P-ase A. については群別の平均値に有意の差は認められないが他の諸測定値と逆の傾向が見られ、低蛋白群が最も大となっている。血液成分の化学的測定が栄養状態判定法の一つとして用いられるようになり¹¹⁾、Al·P-ase は佝僂病その他骨に於ける異常代謝によって起こる多くの病気の場合血清中に増加するので Ca や V. D に関する栄養状態の判定を与えるものとして測定されているが、Guzman¹²⁾ らは Central America の学童の Al·P-ase 値は同年令のアメリカ合衆国の栄養の良い児童に比べると低いと報告している。一方 Tuba¹³⁾ らは適当に栄養をとっている成熟白 rat の血清 Al·P-ase 値は食餌中の蛋白質を質的または量的に変えても変化することはないといっている。また蛋白の利用状態判定の一方法として用いられる肝 X. O. A. については Al·P-ase との間に有意の逆相関々係が認められ、諸測定値と同様低蛋白群が最も小さい傾向を見せ農村低蛋白食の質的量的欠陥を示すものと考ええる。

結 語

動物蛋白を含まない低蛋白農村食餌に、蛋白給源食品としてミートン、新生豆腐および豆の花の3大豆加工品を補給した場合の効果を知る目的で rat による発育試験を行なった。厚生省国民栄養調査昭和35年の生産者世帯の食品構成による食餌を基本食とし（蛋白含有率11.1%，動蛋白33%）これより動物蛋白給源食品を除いたもの

を低蛋白食とし、これに基本食と蛋白含有率が同じになるように、3大豆加工食品および脱脂粉乳を加えたものを試験食とした。諸測定値の中には有意の差の認められない場合もあったが、低蛋白農村食餌群は、血清 Al·P-ase A. および蛋白効率を除き、飼料効率、体重増加率、骨重量および長さ、骨カルシウム量、内臓重量、血清蛋白量および肝 X. O. A. などの諸測定値に於いて一様に最下位を占めていた。また肝 X. O. A. と血清 Al·P-ase A. との間には有意の逆相関関係がみられた。基本食の動物蛋白給源食品の代りに、前記3大豆加工品を加えると（脂肪、灰分、ビタミンなどが充分な場合）共に動物蛋白含有食餌に優るとも劣らない良い結果を得たので、これら3大豆加工品の利用は農村の食生活改善に役立つものと考えるがなお実験を重ねて検討したい。

本研究は東北大農学部有山教授を代表とする昭和37年度文部省科学研究総合研究費によるもので、rat の解剖などについて御援助いただいた東北大医学部高橋教授、ならびに脱脂粉乳、新生豆腐を寄贈された雪印乳業 K. K. および保健産業 K. K. に厚く御礼申し上げます。また豆の花は東北大医学部近藤名誉教授より御恵みいただいたもので併せて感謝申し上げます。

文 献

- 1) 近藤：久留米医学会雑誌，15, 1(1951)
- 2) 金田：東北医学雑誌，65, 418 (1962)
- 3) 鷹觜：栄養と食糧，13, 338 (1961)
- 4) 林：栄養と食糧，13, 297 (1961)
- 5) 稻垣：栄養と食糧，14, 487 (1962)
- 6) 岩尾：栄養学雑誌，20, 115 (1962)
- 7) 稻垣：栄養と食糧，14, 487 (1962)
- 8) 佐藤：第16回日本栄養・食糧学会総会発表 (1962)
- 9) 中川：栄養学実験書，p. 677, (朝倉書店) (1955)
- 10) 松村：農化，28, 984 (1954)
- 11) E. S. Eppright : *J. Nutr.*, 54, 557 (1954)
- 12) M. A. Guzman : *Am. J. Clin. Nutr.*, 9, 164 (1961)
- 13) J. Tuba et al. : *Can. J. Med. Sci.*, 30, 378 (1952)

(東北大学川内東分校家政科)