異常環境下の栄養に関する研究 (第 4 報)

Nutrition under Abnormal Environment (Report 4)

振動および寒冷の蛋白代謝に及ぼす影響

Influence of Vibration and Cold upon Protein Metabolism

陸上幕僚幹部 (Ground Staff Office)

田 所 吉 忠 (Yoshitada Tadokoro)

Four groups fed on different protein sources and contents as next

- I Animal protein 15% (casein)
- II Animal protein 30% (casein)
- III Mixed protein 15% (rice, wheat, casein, carrot, soybean)
- IV Vegetable protein 15% (wheat, carrot, soybean)

were exposed to the vibration for 8 weeks 5 hours daily.

Results observed were as follows:

Amount of food intake	III > IV > II > I
Growth rate	II > III > I > IV
N Utilization rate	II > I > IV > III
N Balance	II > III > IV > I
Haemoglobin	II > I > III, IV
Serum protein	II > I > IV > III

Generally the animal protein was better against the vibration environment, but the mixed protein also showed a good effect, probably caused from much amount of the food intake, because the rats preferred the mixed diet and took more amount of the protein than in other groups.

I はしがき 第 3 報¹⁻³⁾までの実験により白鼠に振動などのストレスを負荷した場合、単一蛋白質の量の増減が成長に大きな影響を持つことを知った。また動物蛋白源として使用した牛乳カゼインが植物蛋白源として使用した脱脂大豆粕よりも成長において、特に振動を負荷した場合に良好な成長を示したことより、今回も飼料の熱量は一定とし更に蛋白質の種類および量を変えると共に混合蛋白飼料をも使用して振動による影響を研究することとした。

振動負荷が如何なる場合にも非振動負荷に対して悪い結果を示したことより今回は対称を省略した。また時期的には寒冷をストレスの一部として加味した結果となつた。

II 実験方法 生後約40日の同腹の白鼠(♂のみ)20匹を使用し、同腹のものに1週間標準基礎飼料を与えてからこれをそれぞれ4群に分け(1群5匹)、1匹宛を分離飼育籠に入れた。飼料区分は I-群: 標準蛋白飼料, II-群: 高蛋白飼料, III-群: 混合蛋白飼料, IV-群: 植物蛋白飼料とした。各群とも実験開始後7週

第1表（その1）動物実験各飼料配合組成表

塩類配合組成表

群別 品目	標準蛋白群	高蛋白群	混合蛋白群	植物蛋白群
デキストリン	65.0%	47.0%	—	11.7%
精米(準内地米)	—	—	45.6%	—
小麦粉	—	—	15.8	50.8
小カゼイ	18.0	36.0	6.0	—
人参粉	—	—	12.6	10.0
大豆粕	—	—	3.0	10.5
脱脂大豆	9.7	9.7	9.7	9.7
肝油類	0.3	0.3	0.3	0.3
塩用	4.0	4.0	4.0	4.0
酵母	3.0	3.0	3.0	3.0
蛋 白 質	15%	30%	14%	15%
100g 当り 熱量	422Cal	422Cal	422Cal	422Cal

塩 類 名	重量割合
塩 化 ナ ト リ ウ ム	458 g
沈 降 炭 酸 カ ル シ ウ ム	637
硫 酸 マ グ ネ シ ウ ム	545
沃 化 カ リ ウ ム	15
拘 攣 酸 鉄 ア ン モ ニ ウ ム	118
燐 酸 ナ ト リ ウ ム	347
燐 酸 2 水 素 カ リ ウ ム	1,331

第1表（その2）飼料中の必須アミノ酸組成

群別 飼料蛋白配合組成 飼料 100g 中の全N量 (蛋白%) 飼料中の必須アミノ酸	標準蛋白群	高蛋白群	混合蛋白群	植物蛋白群
	牛乳カゼイン(18)	牛乳カゼイン(36)	精米(45.6) + 小麦粉(15.8) + 牛乳カゼイン(6.0) + 人参粉(12.6) + 脱脂大豆粕(3.0)	小麦粉(5.08) + 人参粉(10.0) + 脱脂大豆粕(10.5)
	2.39 g (15%)	4.76 g (30%)	2.24 g (14%)	2.40 g (15%)
イ ソ ロ イ シ ン	0.96 g	100	1.92 g	200
ロ イ シ ン	1.50	"	3.01	"
リ ジ ン	1.19	"	2.38	"
{ メ チ オ ニ ン	0.45	"	0.91	"
{ シ ス チ ン	0.06	"	0.12	"
フェニルアラニン	0.80	"	1.60	"
ス レ オ ニ ン	0.65	"	1.30	"
トリプトファン	0.20	"	0.40	"
バ リ ン	1.07	"	2.14	"
	0.74 g	77	0.67 g	69
	1.15	77	1.00	67
	0.74	62	0.60	50
	0.30	66	0.20	45
	0.17	299	0.29	497
	0.68	86	0.70	87
	0.53	81	0.47	74
	0.16	81	0.17	88
	0.85	79	0.70	66

第1表（その3）摂取飼料中の必須アミノ酸組成

群別 摂取飼料 摂取全N量 飼料中の必須アミノ酸	標準蛋白群	高蛋白群	混合蛋白群	植物蛋白群
	1358 g	1418 g	1465 g	1427 g
	32.5 g	66.4 g	32.9 g	34.3 g
イ ソ ロ イ シ ン	13.0 g	100	27.3 g	209
ロ イ シ ン	20.4	"	42.7	"
リ ジ ン	16.1	"	33.8	"
{ メ チ オ ニ ン	6.1	"	12.9	"
{ シ ス チ ン	0.8	"	1.7	"
フェニルアラニン	10.8	"	22.7	"
ス レ オ ニ ン	8.8	"	18.5	"
トリプトファン	2.7	"	5.7	"
バ リ ン	14.5	"	30.4	"
	10.8 g	83	9.5 g	73
	16.9	83	14.3	70
	10.9	67	8.5	53
	4.4	72	2.9	48
	2.6	322	4.2	522
	10.0	92	9.9	92
	7.7	88	6.8	77
	2.4	88	2.5	92
	12.4	86	10.0	69

第 2 表 窒素出納 (全期間)

第 1 ~ 11 週 (昭 32. 11/7 ~ 33. 1/27)

温度 最高 11.9°C
最低 9.4°C

湿度 10時 62%

群 別	白 鼠 No.	食 量		体 重		窒 素 排 出			窒素利用率 %	窒素平衡 g
		摂取 g	摂取窒素 g	終日 g	増減 g	尿 g	糞 g	計 g		
I 標準 蛋白 飼料	1	1357	32.5	267	210	17.1	5.65	22.7	82	+ 9.7
	2	1447	34.7	256	194	16.7	5.86	22.5	83	+12.1
	3	1276	30.5	240	183	14.6	5.91	20.5	80	+10.0
	4	1338	32.0	232	181	14.3	6.01	20.3	81	+11.7
	5	1374	32.9	259	204	17.8	6.15	23.9	81	+ 8.9
	小平均	1358	32.5	251	194	16.1	5.92	22.0	81	+10.5
II 高 蛋白 飼料	6	1397	65.2	309	248	36.7	7.32	44.0	88	+21.2
	7	1430	67.0	276	217	44.0	7.18	51.2	89	+15.7
	8	1425	66.7	289	234	44.5	8.51	53.1	87	+13.6
	※9	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	10	1420	66.5	274	214	42.1	8.80	50.9	86	+15.6
	小平均	1418	66.4	287	228	41.8	7.95	49.8	88	+16.5
III 混 合 蛋白 飼料	11	1415	31.8	290	233	13.3	7.58	20.9	76	+10.9
	12	1478	33.2	259	199	14.0	6.75	20.7	79	+12.5
	13	1597	35.9	310	252	13.2	9.86	23.1	72	+12.8
	14	1336	30.0	236	183	11.4	7.12	18.5	76	+11.5
	15	1497	33.7	268	216	14.6	8.62	23.3	74	+10.3
	小平均	1465	32.9	272	217	13.3	7.99	21.3	75	+11.6
IV 植 物 蛋白 飼料	16	1389	33.3	217	161	14.2	8.34	22.5	75	+10.8
	17	1372	32.9	215	157	16.2	7.09	23.3	78	+ 9.6
	※18	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	19	1431	34.3	228	174	13.9	7.12	21.0	79	+13.3
	20	1517	36.4	255	199	16.1	9.30	25.4	74	+11.0
	小平均	1427	34.3	229	173	15.1	7.96	23.0	76	+11.2

間までは振動負荷時以外は国立栄養研究所の動物飼育室 (温度 20°C 前後の恒温状態を保つ) に入れて飼育したが、8 週間目以後は振動機上に籠をセットし振動負荷終了後も常温に置いた。振動負荷は前回同様 1 日 5 時間の連続振動を負荷し、給飼、給水は前回同様とした。使用した各群の飼料および塩類配合組成は第 1 表 (その 1, その 2, その 3) の通りである。即ち動物蛋白源としては牛乳カゼイン、植物蛋白源として精米 (配給用準内地米)、高蛋白含有の小麦粉、人参粉、および脱脂大豆粕を使用した。混合蛋白食群の配合比率はほぼ国民平均食糧構成に近い蛋白質合計 14% とした。

尿、糞、および肝臓中の窒素定量については半マイクロケルダール法により前回と同様に行なった。

III 実験結果および考察 昭和 32 年 11 月 7 日より昭和 33 年 1 月 27 日に至る 11 週間上記の実験方法により飼育試験を行ない、その間毎日飼料の消費を計量し 3 日おきに体重を測定し、1 週間毎に尿と糞を採取しその窒素を定

第 1 図 動物実験成長曲線図

第3表 最終時の血液・肝性状

群	白鼠 No.	飼育 日数	体 重					肝 臓			血 液	
			初 g	終 g	増加量 g	1日平均 増加量 g	増加率 %	生重量 g	体重に 対する %	窒素含量 %	全血比重	血清屈折 率
I 標準 蛋白 群	1	82	56.5	267	210	2.56	3.72	9.7	3.64	3.53	1.062	6.8
	2	82	62.5	256	194	2.36	3.10	10.3	4.04	3.54	1.058	6.7
	3	83	57.0	240	183	2.20	3.21	8.6	3.60	3.46	1.060	7.1
	4	83	51.0	232	181	2.18	3.55	9.6	4.14	3.21	1.062	8.0
	5	83	55.0	259	204	2.46	3.71	10.0	3.87	3.33	1.058	7.0
	平均		56.4	251	194	2.35	3.46	9.6	3.86	3.41	1.060	7.12
II 高蛋 白群	11	82	61.5	309	248	3.02	4.03	16.4	5.32	3.28	1.062	7.0
	12	82	58.5	276	217	2.65	3.71	12.7	4.61	3.29	1.060	7.1
	13	83	54.5	289	234	2.82	4.30	13.0	4.53	3.33	1.063	7.8
	14	14	54.5	54	—	—	—	—	—	—	—	—
	15	83	60.5	274	214	2.57	3.53	12.1	4.43	3.40	1.060	8.1
	平均		58.8	287	228	2.77	3.89	13.6	4.73	3.32	1.061	7.50
III 混合 蛋白 群	21	82	56.5	290	233	2.84	4.13	16.2	5.61	3.07	1.057	6.0
	22	82	60.5	259	199	2.42	3.28	11.8	4.59	3.34	1.061	6.2
	23	83	57.5	310	252	3.04	4.39	14.5	4.70	3.39	1.057	6.7
	24	83	52.5	236	183	2.21	3.49	9.1	3.88	3.23	1.057	7.3
	25	83	52.0	268	216	2.60	4.16	11.1	4.14	3.40	1.061	7.4
	平均		55.8	272	217	2.62	3.89	12.5	4.58	3.28	1.059	6.72
IV 植物 蛋白 群	31	82	56.0	217	161	1.97	2.88	10.4	4.82	3.39	1.060	6.8
	32	82	57.5	215	157	1.92	2.73	11.2	5.23	3.52	1.061	7.0
	33	82	54.5	195	140	1.71	2.57	11.6	5.99	3.29	—	4.5
	34	83	54.5	228	174	2.09	3.19	12.4	5.46	3.28	1.057	7.1
	35	83	56.0	255	199	2.39	3.55	12.5	4.92	3.46	1.057	7.1
	平均		56.0	229	173	2.09	3.09	11.6	5.11	3.41	1.059	7.00

- 。 No. は1桁の数字が同じものは同腹を示す。例えば No. 1, No. 11, No. 21, No. 31, 4匹は同腹の如し。
- 。 No. 14, No. 33 は実験途中で死亡したため平均より除く。
- 。 飼育日数は実験開始後の日数を示す。

量し窒素出納を調べた結果は第2表の通りである。

なお、体重曲線を第1図に、11週間飼育終了後採血し全血比重、血清屈折率を調べ、肝臓の重量、含有窒素量を測定した結果を第3表に示した。

(1) 飼料の摂取量と体重増加について：白鼠の嗜好性によるものか、或いは繊維質が腸内運動を助けて摂取量を多くするものかは判然としないが、混合蛋白食餌および植物蛋白食餌群では他に比較して多量の飼料を摂取した。II-群は体重増加に比例して摂取量も多いがI-群の如くカゼイン食餌は白鼠にとって旨い餌とは考えられない。III-群は蛋白含量は他に比し少ないにもかかわらず摂取量多くまたアミノ酸組成より見ても蛋白価が高く総合的に良好であるため、体重増加も多く高蛋白食群に次いで良い成績を示したのではないかと考えられる。これに反しIV-群は飼料の摂取量では、I, II-群よりも多いにもかかわらず振動負荷による影響か、またはアミノ酸組成を見た場合蛋白価が低いため体重増加は最も悪く現れたのではないかと考えられた。

III-群とIV-群とを比較すると摂取窒素量ではIV-群の方が多量にもかかわらず、体重増加ではIII-群が良好なのは蛋白質のアミノ酸組成によるものと思われる。

単一蛋白である I, II-群では II-群が良好な成長をとげたことはストレスに対する蛋白質の量の問題を示していると思われる。

8 週間以後室温にて飼育し寒冷にさらした場合各群とも体重増加が急に衰えたが IV-群は特にこれが目立つた。これは栄養組成と耐久性の関連を現す問題と考えられる。

(2) 窒素出納について：糞中窒素が I-群を除き他は大した差を認めないのに反し尿中窒素は I, II-群の如くカゼイン蛋白が多く、窒素の利用率は II-群が最も大きく I-群がこれに次いでいる。

III-群は摂取量に対し消化吸収が悪いためか糞中窒素排泄が多く窒素の利用率は最も悪い。

(3) 肝臓機能について：前回と同様 11 週間飼育後の重量および窒素含量を測定した。肝臓重量は体重に対する比率からいうと各群共大差ないが IV-群が他に比し大きく現れた。窒素含量についてもほとんど大差なく同じ傾向が見られた。

(4) 血液について：全血比重は高カゼイン食餌である II-群が最も高く次に I-群が高い。これは動物性蛋白が栄養状態をより良くするものと思われる。血清屈折率にも同じ傾向を示した。

IV 要約 (1) 前報に引続き異なる種類の単一および複合蛋白質を含む同一熱量を持つた飼料を一定期間投与し、振動を負荷した場合、白鼠の成長および肝臓機能の差を調べた。

(2) 振動を負荷して蛋白質の種類を変えた場合、動物性蛋白質を与えた方が植物性蛋白質よりも体重増加が明らかに現れ、また白鼠の嗜好にも関連するが蛋白含量のやや少ない飼料の場合でも餌の摂取量さえ多ければ動物性蛋白をも含有するアミノ酸配合のバランスの取れた餌を与えた群は予想以上に成長が良い。

(3) 中途より寒冷ストレスを振動と平行して受けさせた場合、動物性高蛋白質を摂っている群はごく一時的に体重増加がにぶるが植物性蛋白質のみを摂取している群では明らかに体重増加に悪影響を与えた。

(4) 動物蛋白を多く与えた群即ち II-群の白鼠は非常に活動的であり気が荒く、それにひかえ IV-群は特に元気なく、摂取蛋白飼料による外面的の差も見られた。

終りに臨み、国立栄養研究所鈴木慎次郎博士の御指導と御校閲に感謝し、同僚中島欽一君の協力に謝意を表す。

文 献

- 1) 田所吉忠：栄養雑誌, 21, 147 (1963)
- 2) 前 同 : 前同 21, 167 (1963)
- 3) 前 同 : 前同 21, 171 (1963)

(受付：昭和38年10月30日)

抄 録

飼料中の蛋白, 糖, 脂肪含量と Rat の發育 Protein, Carbohydrate and Fat Content of the Diet of the Rat as Related to Growth. E. E. Howe, E. W. Gilfillan: *J. Nutrition*, 79, 395 (1963)

10% Casein で Corn oil 1% 添加では、糖質を Starch (S) 或いは Glucose (G) でも發育に差はな

いが、Corn oil 10% 添加では S 群の方が G 群よりも發育は劣つた。蛋白量を増加するか質の向上により S と G の發育の差は消失した。添加する脂肪の種類を変えても、S 群は G 群よりも發育は劣つた。10% Casein, 10% Corn oil 飼料に Chlortetracycline を加えると、S 群の發育は改善されたが、他の抗生物質では効果がみられなかつた。(松野)