

食肉の機能性に関する予備調査研究
報告書

平成6年3月

食肉の機能性研究会

食肉の機能性に関する予備調査研究

目的： 多くの食品の中で、食肉には特有な活力・精力の増強・疲労回復などの三次機能のあることが期待される。本研究では食肉の三次機能を科学的に明らかにするため、実験動物を用いてこれらを予備的に検討した。

材料および方法：

1. 試料： 下表に示す飼料成分（オリエンタル酵母精製飼料）を配合して、試料とした。

飼料成分	牛肉群	豚肉群	鶏卵群	対照群
コーンスターチ	38	38	38	38
カゼイン	—	—	—	25
アルファ澱粉	10	10	10	10
セルロースパウダー	8	8	8	8
植物油	6	6	6	6
ミネラル類（オリエンタル）	6	6	6	6
グラニュー糖	5	5	5	5
ビタミン類（オリエンタル）	2	2	2	2
牛肉	25	—	—	—
豚肉	—	25	—	—
鶏卵	—	—	25	—
	(100%)	(100%)	(100%)	(100%)

なお、蛋白源として用いた牛肉、豚肉、鶏卵は、伊藤ハム（株式会社）中央研究所にて凍結乾燥後、加熱殺菌して精製した。その他の飼料成分は、UV照射滅菌したものを購入した。これらの飼料成分は、乳鉢を用いて粉末化した後、V型混合機（ダルトン社製）にて混合した。

2. 動物：

実験には、日本チャールス・リバー株式会社厚木飼育センター生産のCrj：CD（SD）雄ラットを、6週齢で購入し、使用した。購入した動物は馴化のため2週間予備飼育し、その間粉末飼料（対照群飼料）および水道水を自由に摂取させた。動物は温度 $24 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度 $55 \pm 5\%$ 、照明12時間（午前7時～午後7時）に条件設定されたバリアーシステムの飼育室で飼育し、予備飼育後は、それぞれの試料配合飼料および水道水を自由に摂取させた。なお、予備飼育後、体重別層化無作為抽出法を用いて各群に10匹のラットを配分した。

3. 検査：

1) 体重および摂餌量：毎週2回、体重および摂餌量を測定した。なお、摂餌量は給餌量と残餌量の差として求め、24時間の飼料摂取量とした。

- 2) 自発運動量測定：試料供給開始後3～4日および22～23日に測定した。20チャンネル自発運動量測定装置（回転ケージ：日本ケージ株式会社、記録集計装置：株式会社精巧電気）を用いて、24時間の総回転数を集計した。
- 3) 行動（オープンフィールド試験）：試料供給開始後10日および11日に、各群とも10例について検査した。Hallの装置を応用して作製した直径150cm、深さ40cmの丸型ボックスの中央に検査動物を置き、紙箱で約20秒間動物を覆った後、静かに紙箱を取り除いて動物の行動を1日3分間、2日にわたり観察した。行動観察の指標は静止時間（秒）移動距離（cm）、立ち上がり回数、身繕い回数、脱糞数および排尿回数の6項目とした。なお、行動の観察と記録には画像解析装置を応用した動物行動モニタリングシステム（ユニコム, TK-703）を用いた。
- 4) 体温：試料供給開始後12, 29および38日に各群とも全例について測定した。なお、体温はサーミスタ温度計（オムロン, MC-211）を用い、保定条件下にて直腸温を測定した。
- 5) 免疫機能検査：5週間の試料供給期間終了日に、エーテル深麻酔下にて腹部大動脈より採血し、遠沈後plasma中の補体C3, IgG, 総コレステロール, トリグリセリド, 総タンパク質, アルブミン, および尿素窒素濃度を測定した。
- 6) 剖検および器官重量測定：5週間の試料供給期間終了日に剖検し、胸部および腹部主要器官の異常の有無を調べた。さらに、心臓、肺、肝臓、脾臓、腎臓、および精巣の重量を測定した。

実験の結果：

1. 体重：対照群と試料供給群および試料供給群間に統計学的有意差は認められず、いずれの群の動物も順調に体重増加を示した。

体重推移 (g, mean ± S. D.)

群	試料供給 開始日	3日	7日	10日	14日	18日	22日	25日	29日	31日
カゼイン N = 10	116.5 8.5	129.2 13.9	154.6 20.9	172.7 26.0	199.3 30.4	225.9 35.1	245.5 35.4	255.1 45.1	275.5 43.4	285.0 41.9
牛肉 N = 10	115.5 5.9	123.8 6.1	145.2 12.5	162.5 14.4	191.5 16.8	217.8 20.0	232.3 20.9	243.4 21.0	262.6 24.8	273.0 24.8
豚肉 N = 10	117.9 6.6	128.9 7.5	156.8 9.7	174.7 10.5	203.6 14.0	232.1 14.9	254.6 12.5	264.5 16.4	286.4 17.2	296.1 16.8
鶏卵 N = 10	113.7 7.6	127.7 10.0	156.2 13.8	174.8 16.6	205.1 19.9	234.2 23.2	249.2 24.2	261.3 30.0	280.8 30.7	287.5 33.0

2. 摂餌量：1日当たりの飼料摂取量を測定したが、体重増加と同様、群間に統計学的有意差は認められなかった。また、30日間の1匹当たりの試料（牛肉、豚肉、鶏卵あるいはカゼイン）摂取量の総量（群平均）を算出すると、それぞれ132g, 133g, 131gあるいは141gとなった。

試料摂取量 (g, mean ± S. D.)

群	1～2日	4～5日	7～8日	10～11日	14～15日	18～19日	22～23日	26～27日	30～31日
カゼイン 4N=10 0	16.0 2.0	17.5 2.5	17.1 2.7	17.5 3.0	17.3 2.9	19.6 3.1	23.9 4.6	21.2 3.0	19. 3.
牛肉 N=10	14.5 2.5	15.2 2.3	16.5 2.0	16.6 2.3	16.5 3.4	17.7 2.5	25.5 7.1	18.7 1.8	17.2 2.2
豚肉 N=10	13.8 1.7	17.4 2.2	16.6 1.8	15.3 1.6	16.5 2.2	18.5 1.8	21.8 2.5	20.3 2.0	18.7 2.3
鶏卵 N=10	15.7 2.4	16.5 1.8	17.0 3.1	15.5 3.2	17.4 2.8	17.9 2.0	21.1 5.0	19.2 2.1	17.2 3.4

3. 自発運動量：試料供給開始後3～4日および22～23日の両測定時期とも、試料供給群の暗期（19：00～7：00）ならびに全期（明期7：00～19：00+暗期）の自発運動量は、対照群と比較して減少したが、群間に統計学的有意差は認められなかった。

自発運動量（1） mean ± S. D.

群	回 転 数		TOTAL
	明期 ^a	暗期 ^b	
試料供給期間			
<u>3～4日</u>			
カゼイン N = 10	709 ± 242	5313 ± 3614	6318 ± 4402
牛肉 N = 10	1025 ± 508	3659 ± 939	4684 ± 1313
豚肉 N = 10	802 ± 319	4235 ± 2110	5037 ± 2171
鶏卵 N = 10	718 ± 200	3530 ± 2620	4248 ± 2733

a, 7：00～19：00

b, 19：00～7：00

自発運動量 (2) mean ± S. D.

群	回 転 数		
	明期 ^a	暗期 ^b	TOTAL
試料供給期間			
<u>22~23日</u>			
カゼイン N = 10	810 ± 526	3174 ± 2535	3989 ± 3029
牛肉 N = 10	626 ± 280	2351 ± 851	2976 ± 1041
豚肉 N = 10	656 ± 396	2531 ± 1121	3187 ± 1457
鶏卵 N = 10	633 ± 270	2682 ± 2103	3315 ± 2319

a, 7:00~19:00

b, 19:00~7:00

また、オープンフィールドにて移動距離を測定したが、群間に統計学的有意差はみられなかった。その他、立ち上がり回数、見繕い回数、脱糞数および排尿回数には群間で差はなく、いずれの試料も情動性には何ら影響を及ぼさないと考えられる。

オープンフィールド試験

測定項目	静止時間(sec)	移動距離(cm)	立ち上がり数	身繕い数	脱糞数	排尿数
1st day						
カゼイン N = 10	4.2 ± 3.7	1279 ± 1016	7 ± 6.7	1.4 ± 2.0	1.9 ± 2.4	0.7 ± 0.7
牛肉 N = 10	4.1 ± 3.3	1601 ± 714	11 ± 6.8	1.5 ± 1.5	2.1 ± 1.5	0.4 ± 0.5
豚肉 N = 10	9.9 ± 9.4	1680 ± 774	9 ± 5.6	1.5 ± 0.8	0.7 ± 0.8	0.5 ± 0.5
鶏卵 N = 10	6.7 ± 4.3	1156 ± 670	8 ± 6.3	0.9 ± 1.1	3.0 ± 2.1	0.5 ± 0.5
2nd day						
カゼイン N = 10	31.1 ± 56.0	1122 ± 1157	5 ± 4.1	1.4 ± 1.6	1.7 ± 2.3	0.2 ± 0.4
牛肉 N = 10	13.2 ± 7.0	1120 ± 871	4 ± 4.8	0.8 ± 1.3	1.7 ± 1.7	0.6 ± 0.7
豚肉 N = 10	15.2 ± 19.7	1071 ± 964	5 ± 5.2	1.0 ± 1.2	1.2 ± 1.4	0.3 ± 0.5
鶏卵 N = 10	28.3 ± 55.0	699 ± 655	3 ± 3.1	2.4 ± 3.0	0.4 ± 0.8	0.4 ± 0.5

4. 体温：いずれの体温測定日においても、直腸温は、試料供給群において、やや高くなる傾向を示したが、統計学的有意差は認められなかった。

体 温 (°C, mean ± S. D.)

群	12日	29日	38日
カゼイン N = 10	38.0 ± 0.4	38.8 ± 0.4	38.6 ± 0.4
牛肉 N = 10	38.1 ± 0.3	38.8 ± 0.2	38.8 ± 0.2
豚肉 N = 10	38.1 ± 0.2	38.8 ± 0.3	38.8 ± 0.3
鶏卵 N = 10	38.4 ± 0.3	39.0 ± 0.3	38.9 ± 0.3

5. 免疫機能：免疫機能の強化の有無の指標としたすべての項目には、群間で統計学的有意差は認められなかった。

免 疫 機 能

群	総コレステロール (mg/dl)	トリグリセリド* (mg/dl)	総タンパク (g/dl)	アルブミン (g/dl)	尿素窒素濃度 (mg/dl)	補体 C3	I g G (mg/l)
カゼイン N = 10	65.8 21.5	30.9 7.5	6.1 0.3	3.4 0.2	29.3 9.7	51.8 9.3	3873 1279
牛肉 N = 10	81.7 13.4	130.8 84.3	5.7 0.3	3.1 0.2	9.1 1.9	52.6 10.0	8102 3050
豚肉 N = 10	78.3 12.3	102.4 62.6	5.5 0.3	3.0 0.2	12.1 2.0	48.8 4.4	6729 5298
鶏卵 N = 10	81.3 11.7	62.6 27.1	5.7 0.4	2.9 0.3	10.2 1.3	59.4 9.7	6204 4790

6. 器官重量および剖検：心臓、肺、肝臓、脾臓、腎臓および精巣の比体重値を求めた結果、鶏卵試料供給群の肝臓比体重が対照群と比較して有意に高値を示したが、その他の器官重量の比体重値には群間で差は認められず、さらに剖検でも異常は観察されなかった。

器官重量（比体重値，mean ± S. D.）

群	心臓	肺	肝臓	脾臓	腎臓	精巣
カゼイン N = 10	0.322 0.033	0.368 0.044	3.176 0.265	0.174 0.021	0.985 0.093	1.025 0.010
牛肉 = 10	0.290 0.024	0.311 0.032	3.459 0.264	0.187 0.028	0.714 0.042	0.812N 0.069
豚肉 N = 10	0.279 0.013	0.311 0.016	3.485 0.216	0.187 0.021	0.693 0.042	0.813 0.064
鶏卵 = 10	0.283 0.016	0.322 0.028	4.179* 0.483	0.189 0.020	0.734 0.065	0.825N 0.105

*, p < 0.05

- 要約：**
1. 活力・精力の増強・疲労回復などが期待されている食肉の三次機能を科学的に明らかにするため、実験動物を用いて予備的に検討した。
 2. 蛋白源として牛肉、豚肉、鶏卵あるいはカゼインを含んだ飼料を約5週間、Cri : CDラットに連続して与え、その間の体重増加、飼料摂取量、行動量、体温変化、免疫機能の強化の有無ならびに主要器官重量などを測定した。
 3. その結果、いずれの群も順調な発育を示したが、体重増加、自発運動量、体温、免疫機能ならびに器官重量などには群間で差は認められなかった。
 4. 今回の予備的な実験では、食肉の三次機能を科学的に明確にはし得なかった。今後さらに検査例数を増やし、種々の免疫機能の有無、持久力、疲労回復力などについても検討を加える必要があると考えられる。