

## (特別掲載)

(東女医大誌第30巻第3号)  
(頁237—248 昭和35年3月)

## 成熟家兎のエネルギー代謝に関する研究

東京女子医科大学第一生理学教室 (主任 齋藤島高教授)

松野マサヨ

(受付 昭和35年1月16日)

## I 緒言

生体における栄養実験に当り、そのエネルギー代謝を究明することは、栄養素のいずれが生体内にいかん利用され、また、与えた食物の栄養組成がその生体の維持、成長に適しているか否か、もし不適とすれば何を如何程補給すべきかを知るために、極めて重要な意義がある。

この目的を果すには、通常ガス代謝と尿中窒素の測定より、与えた食物中の各栄養素の利用状況を算出する法<sup>1)</sup>が用いられるのではあるが、多くの報告<sup>2)~5)</sup>はガス代謝の測定のみを行つて尿中窒素までも測定しておらず、ために正確なエネルギー代謝の把握が行われておらず、かつそのガス代謝測定装置もその多くは複雑、高価で取扱至難或は操作に熟練を要したり、消費酸素(以下 $O_2$ と略す)量あるいは排泄炭酸ガス(以下 $CO_2$ と略す)量の一方のみの測定で他方は計算により求めねばならなかつたりする欠点を有している。著者はそこで現今もつとも多く生理学実験に供せられる家兎の簡易にして安価、しかも充分に実用に適するガス代謝測定装置を考案すると共に、この装置を用いて成熟健全家兎に、通常与えられている飼料を与え、正常家兎のガス代謝の観察を行い、あわせて尿中窒素量の測定を行い、エネルギー代謝の正常値を究明し、幾多の動物実験実施者の大なる参考資料となるべき成績を得たのでここに報告する。

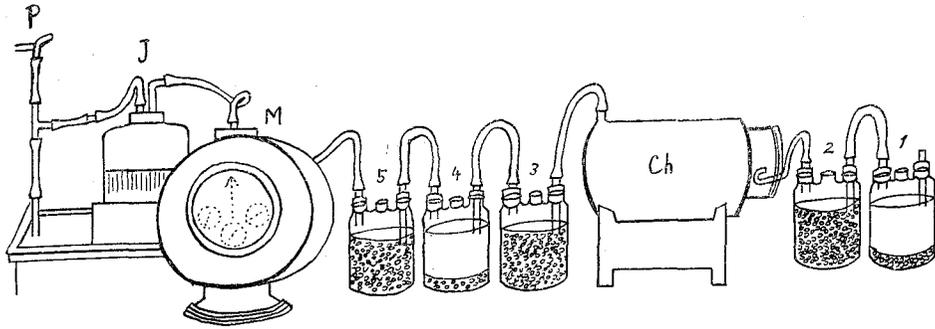
## II ガス代謝測定装置

1. 現行の装置の種類：家兎並にモルモット及び鼠などの小動物のガス代謝測定装置は、その形式上より

大別して、ガス分析法、開放式および閉鎖式測定器とに分類し得る。すなわちガス分析法は代表的のものを挙げると Scholander<sup>6)</sup>あるいは本邦に於ける労研式<sup>7)</sup>ガス分析器などにより、一定容器中に貯蔵した呼気を分析定量する方式で、 $O_2$ および $CO_2$ を各々個別に分析しなければならず簡便な方法とはいいがたい。

開放式とは $O_2$ 供給源を大気中の空気に仰ぐもので1862年 Pettenkofer<sup>8)</sup>により始めて実用的に考案され、ついで1892年 Haldane<sup>9)</sup>により改良され、その後多くの人々<sup>10) 11)</sup>により幾多の改良型が考案、使用されている。この式のものは今でも非常に広く使用されているが、共通した欠点は $O_2$ を直接的に測定し得ないことで、何れも $CO_2$ および水分から消費 $O_2$ 量を逆算するか、中川<sup>12)</sup>式のごとく呼気を一定容器に貯えて複雑な分析によらなければ消費 $O_2$ 量を求め得られない欠点があり、かつ $O_2$ を正確に算出するためには、空気中の水分を正確に採取秤量し、更に空気を適当な速度で循環させるために特別の装置を要し、必然的にこの式の装置は複雑高価とならざるを得ない。参考までに本型式の1つである Haldane<sup>9)</sup>の装置の略図を第1図に掲げた。すなわち1, 2を通して水分及び $CO_2$ を奪取させた乾燥空気を動物室に送り、呼気を3, 4, 5に導く間にその水分及び $CO_2$ を吸収させ、そのおのおの実験前後の秤量の差から水分及び $CO_2$ の数値を求め、更にこれらの数値より $O_2$ 量を算出するもので、ロータリーポンプにより1時間約720lの速度で換気を行つている。

閉鎖式ガス代謝測定器とは密閉した既知の $O_2$ だめより $O_2$ を供給するもので消費 $O_2$ 量をも直接に測定し得る便があり、Zuntz-Geppert<sup>8)</sup>並に Regnault-Reiset<sup>13)</sup>が各々この式の測定器を考案し、以来両者とも多くの改良型が報告されている。前者の改良型と



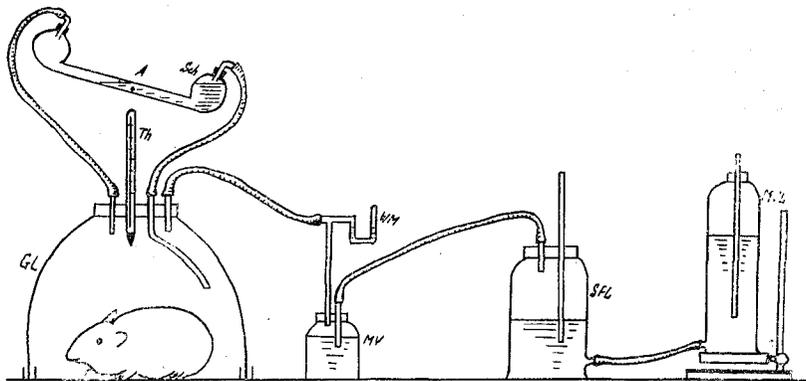
- |          |           |
|----------|-----------|
| 1. 硫酸瓶   | Ch 動物室    |
| 2. 曹達石灰瓶 | M ガスマーター  |
| 3. 曹達石灰瓶 | J 圧調節器    |
| 4. 硫酸瓶   | P ローラーポンプ |
| 5. 曹達石灰瓶 |           |

第 1 図 J.Haldane の開放式ガス代謝測定装置

して 1928 年 Knipping<sup>14)</sup> が考案した装置は最も普及しているが、これは特殊のマスクを考案して家兎の口にはめ、装置された O<sub>2</sub> だめより O<sub>2</sub> を呼吸し、呼気中の CO<sub>2</sub> を特殊の容器中の KOH に捕捉させる。かかる経路で循環させるためにモーターが装置されている。O<sub>2</sub> タンクの容積減少により O<sub>2</sub> 消費量を知る一方、実験後 KOH に硫酸を注ぎ再び CO<sub>2</sub> をガス状となしタンク中に導きその場合のタンク内の容積増加による描記変動より CO<sub>2</sub> を測定するものである。

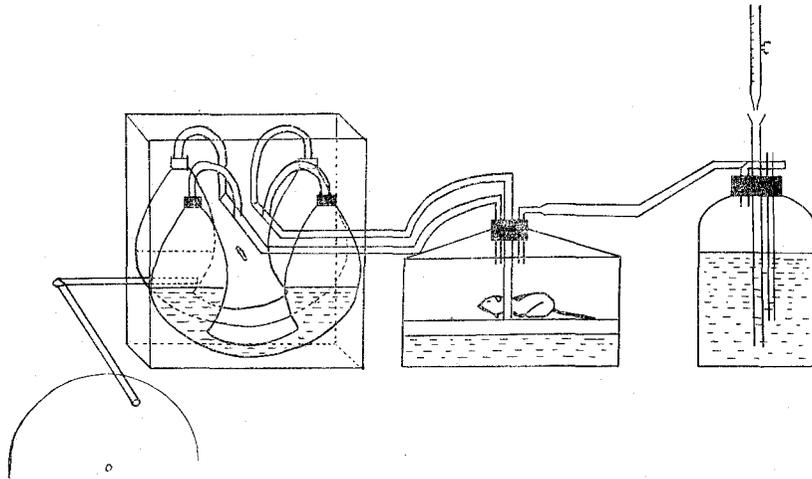
1850 年 Regnault-Reiset<sup>13)</sup> が考案した装置は今回著者が参考の基礎としたものでここに本装置並にこれを改良した 2, 3 の装置を稍詳細に述べその特徴と欠点を掲げると、Regnault-Reiset 法は第 2 図のごとく、O<sub>2</sub> 瓶 (SFL) に貯えた O<sub>2</sub> を水圧 (MFL) により

Müller 氏弁 (MV) を経て動物室 (Gl) に導入する。マンメーター (WM) の圧を一定に保ちつつ水圧を加減すると O<sub>2</sub> 瓶に送られた水量が O<sub>2</sub> 使用量を示し、一方 2 本のガラス管により一定の速さで軸 (A) を中心として動く水酸化バリウム溶液を容れた揺動瓶 (Sch) に呼気を導き、呼気中の CO<sub>2</sub> を吸収させると、実験前後の水酸化バリウムの測定力価差が CO<sub>2</sub> 排泄量を示すものである。動物室はガラスグローブを使用し気密としたが、動物の排泄した水蒸気を吸収する装置がないこと、揺動瓶の形が兎の様な大きい動物には不向きであるなどの欠点がある。1926 年 Foster u. Sundstroem<sup>15)</sup> はこれを改良し第 3 図のごとくした。すなわち、図の如く呼吸室には口径 15~20 cm のデシケーターを用い金網上に動物をのせ下部に硫酸を容れ水



- |                                   |                          |
|-----------------------------------|--------------------------|
| Gl Glasglocke                     | WM Wassermanometer       |
| Th Thermometer                    | MV Müllersches Ventil    |
| Sch Schlenkgefäß mit Bariumwasser | SFL Sauerstoff Flasche   |
| A Achse der Schaukel              | MFL Mariottesche Flasche |

第 2 図 Regnault-Reiset の閉鎖式ガス代謝測定器

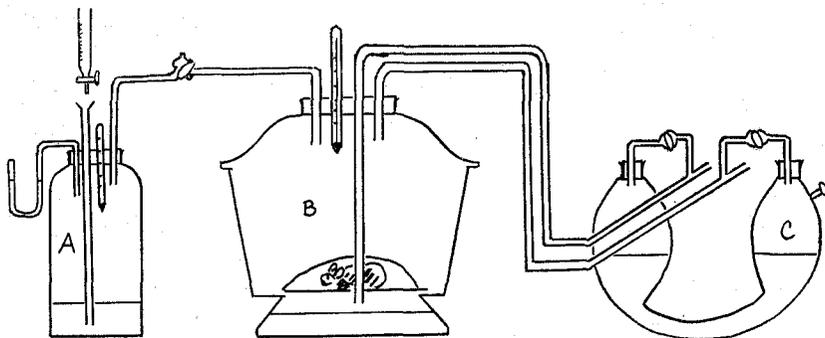


第 3 図 Foster u. Sundstroem のガス代謝測定器

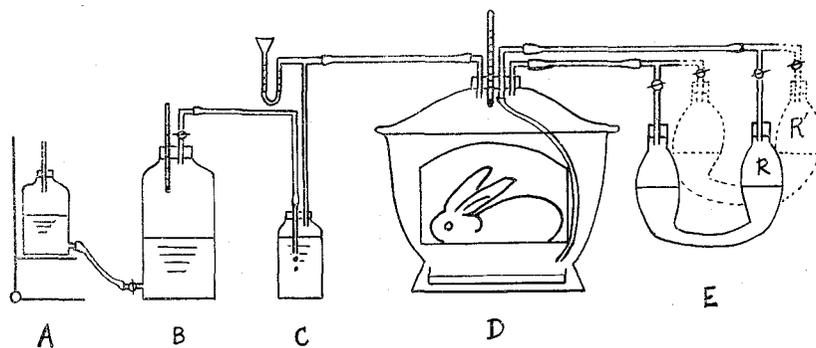
分を吸収させる。O<sub>2</sub> 貯槽は 1.5 l の硝子瓶で 1 本のマンメーターを具え、2 方活栓で呼吸室又は外気に連絡し、1 本の上方漏斗状に開いた硝子管を瓶の底部まで通し、ピューレットにより CO<sub>2</sub> を含まぬ水を 1 滴宛加えることにより O<sub>2</sub> を呼吸室に送る。一方 CO<sub>2</sub> 吸収用として 500 cc の Kjeldahl コルベンの口を短く切り、その 2 個を長さ 18 cm、内径 16 mm のやや彎曲したガラス管で連結したものの 2 対を動物室に連絡し、1 分間 10 回の速度で揺り動かし、吸収瓶には 400 cc の N/10 水酸化バリウム溶液を容れ、その前後の力価差から CO<sub>2</sub> を知り、消費 O<sub>2</sub> 量は滴加した水の量から求めることは前者の場合と同様である。本法の特徴は予備試験と称し、条件の満される迄約 30 分間 1 対の吸収瓶を以て CO<sub>2</sub> を吸収し、以後活栓を切り換えて本試験を行うこと及び、装置の正確さを検するためアルコールテストを行つている点が挙げられる。1935 年 Aehle<sup>16)</sup> は Foster などの測定器をより一層気密にする為、これらの装置をガラスの磨合せとし、吸接管の側壁に活栓を設け、水酸化バリウムの操作に際し空気に触れることを避ける工夫をした改良型を考

慮したが、本器は実用的には高価に過ぎるきらいがある。さらに高田<sup>17)</sup>は 1951 年 Foster 等の装置をやや改良して第 4 図の如き装置を作り使用した。すなわち、動物室に使用するデシケーターは鼠の安静に適するように褐色のものをを用い、動物をその体形に適合するような金網籠に入れ固定した。なお動物室及び O<sub>2</sub> 貯槽は恒温槽につけて一定温度を保つ工夫を施した。しかし以上 3 法の共通した欠点として、動物室内圧の上昇する場合には室内のガスは O<sub>2</sub> 貯槽に逆流し、O<sub>2</sub> を汚染する危懼のあること、及びマンメーターの設置箇所との関係が兎においては動物室内圧を敏捷に示さないことが指摘される。そこで著者はこれらの方式の長所を参考とし所期の目的を達し得たので以下本装置につき述べる。

2. 著者考案の装置の概要：本装置は第 5 図に示したように A, B, C, D, E の 5 部分よりなり、A は水槽の目的に用いるため、500 cc の容量を有する下口試薬瓶を任意の高さに移動し得る様に工夫した。B は O<sub>2</sub> 貯蔵瓶で 3000 cc の容量の細口下口試薬瓶で、活栓を具えた下口は A の下口と連絡、上部のゴム栓は温度計



第 4 図 高田式ガス代謝測定装置



A 水槽  
B 酸液貯蔵瓶  
C ミューラー氏弁  
D 動物室  
E 炭酸ガス吸収瓶

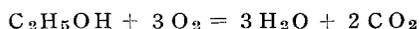
第 5 図 著者の改良した閉鎖式家兎用ガス代謝測定装置

及び内径 6 mm のガラス管に 2 方活栓を備えたものを通じ、C は 500 cc の試薬瓶で水を入れて Müller 氏弁として使用するためゴム栓に通じた 2 本のガラス管のうち 1 本は水中に没し、1 本は空間にある様にし、前者は B の 2 方活栓に連絡し、後者は T 字管により D に連絡する一方マンومترに接続している。D は動物室で口径 24 cm、容量 12 l の無色デシケーターで、底部に濃硫酸を容れるためのシャーレを置き、中敷の上には径 20×18 cm、高さ 16 cm の動物籠を入れる。上部のゴム栓に温度計と、ゴム栓直下に終る 3 本のガラス管を通じ、1 管は T 字管により C に、他の 2 管は E にゴム管を介して連絡する。E に通ずる管のうち 1 管はデシケーター底部の硫酸直上に終るピニール管を連絡する。E は  $\text{CO}_2$  吸収瓶で 1000 cc のキエルダールコルマンの口を短く切りその 2 個を底部で内径約 4 cm のやや彎曲したガラス管で連結したもので、おのおの 1 個の標本採取孔をそなえている。この 2 対を金網籠に固定し籠の中心を軸として前後に弧状に揺り動かすようになっている。吸収瓶 R の口のゴム栓には前後部ともに活栓をそなえた T 字型のガラス管を、R' にはおなじくカギ型の管を通じ、R、R' の前部と前部、後部と後部をゴム管で連絡し、更にデシケーター上部から出た管を R の前部に、デシケーター底部よりのものを後部に連絡した。ゴム管はすべて真空用を使用し、気密を要する箇所はグリースを用い細心の注意を払った。

3. 本装置実施法：測定に際してはまづ、A に 500 cc の水を入れ、B には水を満し空気を駆逐した後、 $\text{O}_2$  ポンペより  $\text{O}_2$  を適当量の水と置き換え、両活栓を閉じ、しかる後上方の 2 方活栓により一瞬大気と通じ大気圧と同圧に保ち、E の 2 対の吸収瓶には各 500 cc 宛

の N/10 水酸化バリウム溶液を容れ、使用前予め N/10 塩酸により力価を測定する。動物は金網籠に入れてデシケーターに入れ、吸収瓶の 1 対のみの活栓を開き、各部の平衡を保つに至るまで 10 乃至 20 分子予備試験を行い、しかる後活栓を切り換え他の 1 対で本試験を行う。測定期間中はマンومترの目盛に注意しつつ水槽の高さを加減し適当量の  $\text{O}_2$  を動物室に送り、他方吸収瓶は 1 分間約 10 回の速さで一方のコルベンから他のコルベンへと内容を移動させることにより、動物室内のガスを一定の速さで換気し  $\text{CO}_2$  を吸収させ、測定終了後、標本採取孔より共栓遠心管に液をとり遠心沈澱後上清につき再び力価を検し、前後の差より  $\text{CO}_2$  を計算、 $\text{O}_2$  消費量は水槽の水の使用量から気圧、温度の補正により計算して求める。

4. 装置の精度検定：本装置を上記の操作法に従い、動物の代りに動物室内で小なるアルコールランプ (7) を以て、毎回 1.0 g の秤量したエタノールを燃焼させ、これに要した  $\text{O}_2$  量と、発生した  $\text{CO}_2$  量とを 10 回に亘り測定した成績を第 1 表に示したが、表の様にその平均値は  $\text{O}_2$  消費量  $1452 \pm 42$  cc、 $\text{CO}_2$  発生量  $966 \pm 21$  cc、 $\text{CO}_2/\text{O}_2$  (以下 R. Q. と略す)  $0.67 \pm 0.06$  で次式から得られる理論値の  $\text{O}_2$  消費量 1461 cc、 $\text{CO}_2$  発生量 974 cc、R. Q. 0.667 に極めて近い値を示し、本装置は充分使用しうることを証明できた。すなわち、



$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  (エタノール) の分子量 46 ゆえ、46 g のエタノール燃焼に要する  $\text{O}_2$  量は、

$$22.41 \times 3 = 67.21$$

発生する  $\text{CO}_2$  量は

$$22.41 \times 2 = 44.81$$

以上の式より 1 g 燃焼の場合の理論値を算出した。

第1表 ガス代謝測定装置精度試験成績  
(エタノールテスト)

回数	O <sub>2</sub> cc	CO <sub>2</sub> cc	R.Q.
1	1500	1010	0.67
2	1470	956	0.65
3	1410	987	0.70
4	1430	972	0.68
5	1450	986	0.68
6	1400	952	0.68
7	1470	940	0.64
8	1480	947	0.64
9	1420	951	0.67
10	1490	968	0.65
平均	1452±42	966±21	0.67±0.06
理論値	1461	974	0.667

5. 本装置の応用型：著者は後述するように、長時間のガス代謝測定をも企図し、その場合CO<sub>2</sub>吸収瓶の手動は不可能であるので、单相誘導電動機(50W, 1/15 hp, 廻転数1400~1700)を用い、吸収瓶を固定した籠をさらに枠に入れ、電動機の廻転数をおとして1分間約9回の往復運動にかえ手動と同様の成果を得た。さらに5時間測定のためにO<sub>2</sub>消費、CO<sub>2</sub>発生量も増大するため、水槽は容量3 l, O<sub>2</sub>貯蔵瓶は10 lの試薬瓶にかえ、吸収瓶には水酸化バリウム溶液各1500 ccを容れ、さらに適当な時に同様に用意された吸収瓶と交換し目的を達し得た。

### III 成熟家兎のエネルギー代謝

#### 1. 10分間のガス代謝成績

(1) 実験動物：体重1.5 kgから3.0 kgまでの健康成熟白色家兎の雄を用いた。飼料は人参及び

第2表 A. 与えた飼料の成分組成

成分 項目	蛋白質 %	脂質 %	糖質 %	熱量 Cal/100g
人参	1.9	0.2	7.8	41
キャベツ	1.5	0.3	2.4	18

B. 1日に与えた飼料の1例  
体重2 kgの場合

成分 飼料	量 g	蛋白質 g	脂質 g	糖質 g	熱量 Cal
人参	200	3.8	0.4	15.6	82
キャベツ	400	6.0	1.2	9.0	72
計	600	9.8	1.6	24.6	154

キャベツを1:2の重量比とし、飼養初期の体重を基準とし体重1 kg当り75 Calの割に、1日1回体重測定後比較的狭い範囲で全量を1回に与え、約3時間の後残量を秤量した。数日の飼養により体重安定し、飼料も残すことなく食するようになるのを待つて実験を開始した。飼料の組成並に1日量の組成を1例を挙げて第2表に示した。

(2) 測定方法：上記飼料の摂取後12~18時間の摂食による影響のなくなつた時間を選び、ガス代謝測定装置に家兎を移し、前述の如き操作により、室温10~26°Cに於て正確に10分間の測定を行い、O<sub>2</sub>消費量、CO<sub>2</sub>排泄量並にR.Q.を求めた。なお馴化<sup>18)</sup>のため前以て連続5日間5回に亘る同様実験を繰返した後、3回の実測値を平均して成績とした。

(3) 測定成績：第3表のように家兎をその体重により3群に分ち、第1群1.51~2.00 kgのもの、第2群2.01~2.50 kgのもの及び第3群2.51~3.00 kgのものとして観察した。第1群7例の平均値はO<sub>2</sub>消費量150±16.1 cc/min., CO<sub>2</sub>排泄量139±12.6 cc/min., R.Q. 0.93で、第2群は同じく7例でO<sub>2</sub>消費量161±16.8 cc/min., CO<sub>2</sub>排泄量は145±12.3 cc/min., R.Q. 0.90, 第3群ではO<sub>2</sub>消費量192±12.2 cc/min., CO<sub>2</sub>排泄量172±10.0 cc/min., R.Q. 0.89であつた。すなわち体重増加に従いO<sub>2</sub>消費量並にCO<sub>2</sub>排泄量は漸次増量している。これを体重1 kg当りに換算すると、この関係は逆となり、O<sub>2</sub>消費量は第1群から順に83±7.9, 72±9.3, 68±3.0 cc/min.でCO<sub>2</sub>排泄量は同じく77±8.1, 64±6.5, 61±1.8 cc/min.となり体重に逆比例する結果を得た。R.Q.は各群間に有意差を認めなかつた。

#### 2. 5時間のエネルギー代謝

(1) 実験方法：前項10分間測定の場合と同様の条件の下に同様飼料を与え、食後10時間以降、大多数は12時間以降に前述の測定器により5時間のガス代謝測定を行い、これと同時に実験開始時導尿による排尿を除き、実験中の自然排尿はデシケーター底部の濃硫酸の増量により尿量を知り、実験終了後再び導尿により尿量を計りこの両者をそれぞれ、Micro-Kjeldahl<sup>19)</sup>法により窒素定量を行つて5時間の尿中窒素量を測定し、この窒素量からこの期間中に消費された蛋白質量を求め、5時間中の消費O<sub>2</sub>量および排泄CO<sub>2</sub>量か

第3表 ガス代謝成績—10分値

項目			実 測 値			体重相当換算値	
区分	番号	O <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> cc/10min. 体重 kg	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	R.Q.	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>
1.51   2.00 kg 群	1	1.51	130	127	0.97	86	84
	2	1.62	138	135	0.97	85	83
	3	1.82	168	160	0.95	92	87
	4	1.88	158	138	0.87	94	73
	5	1.94	144	128	0.89	74	65
	6	1.96	175	158	0.90	89	80
	7	1.98	135	132	0.97	68	66
平均	1~7	1.81±0.158	150±16.1	139±12.6	0.93±0.04	83±7.9	77±8.1
2.01   2.50 kg 群	8	2.05	182	159	0.87	88	72
	9	2.14	142	133	0.93	67	62
	10	2.20	152	134	0.88	70	61
	11	2.25	189	171	0.90	84	76
	12	2.30	144	138	0.96	63	60
	13	2.43	162	136	0.84	68	56
	14	2.48	158	148	0.93	63	60
平均	8~14	2.26±0.142	161±16.8	145±12.3	0.90±0.04	72±9.3	64±6.5
2.51   3.00 kg 群	15	2.60	175	163	0.92	67	63
	16	2.65	183	158	0.86	69	59
	17	2.80	209	178	0.85	74	63
	18	2.98	198	185	0.93	66	62
	19	3.00	198	178	0.90	66	59
平均	18~19	2.81±0.164	192±12.2	172±10.0	0.89±0.03	68±3.0	61±1.8

ら蛋白質消費のための O<sub>2</sub> 量および CO<sub>2</sub> 量をそれぞれ減じ、非蛋白性 R.Q. を求め、Zuntz などの表により糖質並に脂質の消費量を求め、さらにこの期間中に発生した熱量を計算し、与えた飼料中の各栄養素組成より飼料の利用状況を観察した。

(2) 実験成績：前項同様家兎をその体重により 3 群に区分し、体重 1.51~2.00 kg のもの 15 例、2.01~2.50 kg のもの 10 例、2.51~3.00 kg のもの 10 例についてそれぞれガス代謝量、R.Q.、尿窒素量、非蛋白性 R.Q.、3 養素の消費量、消費熱量並に 3 養素の消費率を求め第 4 表に示した。

(i) ガス代謝量並に R.Q.：表の様に第 1 群の O<sub>2</sub> 消費量は平均 4621 ± 220 cc、CO<sub>2</sub> 排泄量は 4421 ± 218 cc、R.Q. 0.95 ± 0.026、非蛋白性 R.Q. 0.98 ± 0.032 で、第 2 群の O<sub>2</sub> 消費量は 5404 ± 256 cc、CO<sub>2</sub> 排泄量 5108 ± 190 cc、R.Q. 0.94 ± 0.017、非蛋白性 R.Q. 0.99 ± 0.056、

第 3 群では O<sub>2</sub> 消費量は 5754 ± 348 cc、CO<sub>2</sub> 排泄量 5388 ± 421 cc、R.Q. 0.93 ± 0.035、非蛋白性 R.Q. 0.99 ± 0.056 であつた。すなわちガス代謝量は 10 分間測定と同様に体重群ほど増加しているが、体重 1 kg 当りの O<sub>2</sub> 消費並に CO<sub>2</sub> 排泄量はともに体重増加するに従つて減少の傾向を示し、後出の第 5 表に示すように第 1 群ではそれぞれ 2520 ± 131、2420 ± 132 cc、第 2 群 2330 ± 108、2230 ± 113 cc、第 3 群 2060 ± 99、1930 ± 115 cc であつた。これは下式を用いて統計的処理を行つても、危険率 1% を以てしてもなお有意の差を証明できる。即ち O<sub>2</sub> 消費量の第 1, 2 群の比較においては  $t = 9.48 > 2.807$  ( $t$  分布表より、以下同様) 第 2, 3 群間では  $t = 8.55 > 2.878$ 、CO<sub>2</sub> 排泄量についての第 1, 2 群の比較においては  $t = 10.53 > 2.807$ 、第 2, 3 群においては  $t = 17.77 > 2.878$  であつた。(用いた計算式<sup>20)</sup> は次の通りである。)

第4表 成熟家兎に於る5時間のエネルギー代謝成績

	番号	体重 kg	O <sub>2</sub> cc	CO <sub>2</sub> cc	R.Q.	尿酸素 g	非蛋白性 R.Q.	消費量 g			消費 熱量 Cal	消費率 %		
								蛋白質	脂質	糖質		蛋白質	脂質	糖質
1.51 — 2.00 kg 群 (第1群)	1	1.72	4466	4228	0.95	0.150	0.98	1.0	0.12	3.5	19.2	54.5	42.	77.7
	2	1.72	4334	4014	0.92	0.221	0.97	1.4	0.16	3.4	20.5	77.4	56.	75.3
	3	1.73	4384	4288	0.97	0.123	1.00	0.8	0	4.5	21.3	47.6	0	99.6
	4	1.76	4527	4436	0.98	0.095	1.00	0.6	0	4.8	22.	31.5	0	106.
	5	1.78	4382	4297	0.98	0.221	1.00	1.3	0	3.7	20.8	77.4	0	81.9
	6	1.80	4888	4794	0.98	0.054	0.99	0.3	0.08	5.4	23.9	16.5	23.8	104.
	7	1.80	4372	4289	0.98	0.141	1.00	0.9	0	4.3	21.1	41.3	0	83.2
	8	1.81	4737	4686	0.99	0.176	1.00	1.1	0	4.5	22.8	51.0	0	87.1
	9	1.82	4560	4320	0.94	0.158	0.98	1.0	0.12	4.0	22.8	48.5	35.7	77.4
	10	1.86	4612	4253	0.92	0.141	0.96	0.9	0.25	3.6	22.0	58.3	75.7	69.8
	11	1.86	4784	4512	0.94	0.223	0.99	1.4	0.06	4.0	22.7	65.5	17.8	77.4
	12	1.88	5218	4823	0.92	0.272	0.97	1.7	0.12	4.0	24.7	82.6	35.7	77.4
	13	1.90	4763	4456	0.93	0.223	0.98	1.4	0.12	3.9	22.6	65.5	35.7	75.5
	14	2.00	4395	4306	0.98	0.132	1.00	0.8	0	4.5	21.3	38.8	0	87.1
	15	2.00	4920	4635	0.94	0.143	0.96	0.9	0.25	4.3	23.6	43.7	75.7	83.2
	1~15 平均	1.83 ±0.09	4621 ±220	4421 ±218	0.95 ±0.026	0.165 ±0.526	0.98 ±0.032	1.04 ±0.34	0.08 ±0.86	4.2 ±0.56	22.5 ±1.43	53.3 ±17.4	27.4 ±22.2	84.2 ±9.4
2.01 — 2.50 kg 群 (第2群)	16	2.10	4949	4710	0.95	0.286	1.00	1.8	0	4.1	23.4	87.4	0	79.3
	17	2.10	5240	5087	0.97	0.282	1.00	1.7	0	4.4	24.9	82.6	0	85.2
	18	2.16	5403	5155	0.95	0.154	0.99	1.0	0	5.1	24.8	48.5	0	98.8
	19	2.24	5566	5223	0.94	0.323	1.00	2.0	0.16	4.6	26.3	97.1	47.3	89.1
	20	2.28	5347	5083	0.95	0.307	1.00	1.9	0	4.4	25.2	92.3	0	85.2
	21	2.32	5580	5157	0.92	0.341	0.99	2.1	0.07	4.1	25.3	87.7	18.1	67.3
	22	2.34	5128	4943	0.96	0.294	1.00	1.8	0	4.2	24.3	75.1	0	68.9
	23	2.45	5396	5126	0.95	0.275	1.00	1.7	0	4.7	25.7	71.0	0	77.1
	24	2.48	5764	5168	0.91	0.339	0.94	2.1	0.41	3.7	26.9	87.7	106.	60.7
	25	2.50	5671	5427	0.96	0.223	1.00	1.4	0	5.4	27.2	59.4	0	88.6
	16~25 平均	2.29 ±0.14	5404 ±256	5108 ±190	0.94 ±0.017	0.282 ±0.038	0.99 ±0.056	1.7 ±0.32	0.06 ±0.12	4.4 ±0.48	25.4 ±1.11	78.8 ±16.8	17.1 ±33.0	80.0 ±11.4
2.51 — 3.00 kg 群 (第3群)	26	2.56	5233	4527	0.87	0.497	0.94	3.1	0.25	2.2	23.6	130.	65.2	36.4
	27	2.65	5198	4817	0.93	0.272	0.98	1.7	0.13	4.1	24.5	71.5	33.9	67.8
	28	2.66	6117	5635	0.92	0.425	1.00	2.7	0	3.4	24.4	113.	0	56.2
	29	2.75	5436	5228	0.96	0.263	1.00	1.6	0	4.8	25.7	67.3	0	79.4
	30	2.80	5645	5496	0.97	0.256	1.00	1.6	0	5.1	26.9	52.2	0	64.8
	31	2.80	6063	5950	0.98	0.253	1.00	1.6	0	5.7	29.1	52.2	0	72.4
	32	2.84	5703	5362	0.94	0.307	1.00	1.9	0	4.8	26.9	62.1	0	60.9
	33	2.94	5915	5393	0.91	0.385	0.98	2.4	0.13	4.2	26.3	78.4	26.0	53.3
	34	2.94	6060	5898	0.97	0.260	1.00	1.6	0	5.6	29.0	52.2	0	71.1
	35	2.96	6172	5573	0.90	0.353	0.98	2.2	0.14	4.6	28.5	71.9	28.0	58.4
	26~35 平均	2.79 ±0.13	5754 ±348	5388 ±421	0.93 ±0.035	0.327 ±0.081	0.99 ±0.056	2.0 ±0.51	0.06 ±0.09	4.4 ±1.00	26.5 ±1.86	75.1 ±24.8	15.3 ±21.2	62.1 ±14.9

第5表 10分値と5時間値のガス代謝の比較  
(体重 1 kg 当り)

		10分測定値から5時間への換算値				5 時 間 測 定 値					
		No.	体重 kg	O <sub>2</sub> cc	C O <sub>2</sub> cc	R.Q.	No.	体重 kg	O <sub>2</sub> cc	C O <sub>2</sub> cc	R.Q.
1.51 } 2.00 kg 群	1	1.51	2580	2520	0.97	1	1.72	2580	2450	0.95	
	2	1.62	2550	2490	0.97	2	1.72	2520	2330	0.92	
	3	1.82	2770	2610	0.95	3	1.73	2530	2480	0.97	
	4	1.88	2520	2190	0.87	4	1.76	2570	2520	0.98	
	5	1.94	2220	1950	0.89	5	1.78	2470	2410	0.98	
	6	1.96	2670	2400	0.90	6	1.80	2720	2660	0.98	
	7	1.98	2030	1980	0.97	7	1.80	2430	2380	0.98	
							8	1.81	2620	2580	0.99
							9	1.82	2500	2370	0.94
							10	1.86	2570	2420	0.92
							11	1.86	2480	2280	0.94
							12	1.88	2770	2570	0.92
							13	1.90	2510	2340	0.93
							14	2.00	2200	2150	0.98
							15	2.00	2460	2320	0.94
平均	1—7	1.81 ±0.158	2480 ±242	2300 ±247	0.93 ±0.04	1—15	1.83 ±0.089	2520 ±131	2420 ±132	0.95 ±0.026	
2.01 } 2.50 kg 群	8	2.05	2630	2160	0.87	16	2.10	2360	2240	0.95	
	9	2.14	2020	1860	0.93	17	2.10	2500	2420	0.97	
	10	2.20	2100	1830	0.88	18	2.16	2500	2380	0.95	
	11	2.25	2520	2280	0.90	19	2.24	2480	2330	0.94	
	12	2.30	1890	1800	0.96	20	2.28	2340	2230	0.95	
	13	2.43	2040	1680	0.84	21	2.32	2400	2220	0.92	
	14	2.48	1890	1800	0.93	22	2.34	2190	2110	0.96	
						23	2.45	2200	2090	0.95	
						24	2.48	2320	2080	0.91	
						25	2.50	2270	2170	0.96	
平均	8—14	2.26 ±0.142	2170 ±272	1920 ±206	0.90 ±0.038	16—25	2.29 ±0.14	2360 ±108.	2230 ±113	0.94 ±0.017	
2.51 } 3.00 kg 群	15	2.60	2010	1890	0.92	26	2.56	2040	1870	0.87	
	16	2.65	2070	1770	0.86	27	2.65	1960	1810	0.93	
	17	2.80	2220	1890	0.85	28	2.66	2300	2120	0.92	
	18	2.98	1980	1860	0.93	29	2.75	1980	1900	0.96	
	19	3.00	1980	1770	0.90	30	2.80	2010	1960	0.97	
						31	2.80	2160	2120	0.98	
						32	2.84	2030	1880	0.94	
						33	2.94	1980	1830	0.91	
						34	2.94	2060	2000	0.97	
						35	2.96	2080	1880	0.90	
平均	15—19	2.81 ±0.164	2050 ±90	1840 ±55.	0.89 ±0.032	26—35	2.79 ±0.13	2060 ±99.	1930 ±115	0.93 ±0.035	

第6表 毎分 1000 cm<sup>2</sup> 当りガス代謝量

No.	第1群 (1.51~2.00 kg)				No.	第2群 (2.01~2.50 kg)				No.	第3群 (2.51~3.00 kg)			
	体重 kg	体表 面積 cm <sup>2</sup>	O <sub>2</sub> cc 1000cm <sup>2</sup> /min.	C O <sub>2</sub> cc / /		体重 kg	体表 面積 cm <sup>2</sup>	O <sub>2</sub> cc 1000cm <sup>2</sup> /min.	C O <sub>2</sub> cc / /		体重 kg	体表 面積 cm <sup>2</sup>	O <sub>2</sub> cc 1000cm <sup>2</sup> /min.	C O <sub>2</sub> cc / /
1	1.51	1405	9.2	9.0	23	2.05	1723	10.5	9.2	40	2.56	1998	8.7	7.6
2	1.62	1472	9.3	9.1	24	2.10	1750	9.4	8.9	41	2.60	2020	8.6	8.0
3	1.72	1533	9.7	9.1	25	2.10	1750	9.9	9.6	42	2.65	2045	8.4	7.8
4	1.72	1533	9.3	8.5	26	2.14	1773	8.0	7.5	43	2.65	2045	8.9	7.7
5	1.73	1539	9.4	9.2	27	2.16	1785	10.0	9.6	44	2.66	2051	9.9	9.1
6	1.76	1557	9.6	9.4	28	2.20	1806	8.4	7.4	45	2.75	2096	8.6	8.3
7	1.78	1569	9.3	9.1	29	2.24	1828	10.1	9.5	46	2.80	2122	8.8	8.6
8	1.80	1581	10.3	10.1	30	2.25	1834	10.3	9.3	47	2.80	2122	9.5	9.3
9	1.80	1581	9.2	9.0	31	2.28	1850	9.6	8.9	48	2.80	2122	9.8	8.3
10	1.81	1586	9.9	9.8	32	2.30	1860	7.7	7.4	49	2.84	2142	8.8	8.3
11	1.82	1592	9.6	9.0	33	2.32	1871	9.9	9.1	50	2.94	2191	8.9	8.2
12	1.82	1592	10.5	10.0	34	2.34	1881	9.0	8.7	51	2.94	2191	9.2	8.9
13	1.86	1616	9.5	8.7	35	2.43	1930	8.4	7.0	52	2.96	2202	9.3	8.4
14	1.86	1616	9.8	9.3	36	2.45	1941	9.2	8.8	53	2.98	2212	8.9	8.3
15	1.88	1627	10.6	9.8	37	2.48	1957	9.8	8.7	54	3.00	2221	8.9	8.0
16	1.88	1627	9.7	8.4	38	2.48	1957	8.0	7.6					
17	1.90	1638	9.6	9.0	39	2.50	1967	9.6	9.1					
18	1.94	1662	8.6	7.7										
19	1.96	1672	10.4	9.4										
20	1.98	1684	8.0	7.8										
21	2.00	1695	8.5	8.4										
22	2.00	1695	9.5	9.1										
平均	1.82 ±0.123	1597 ±65	9.5 ±0.6	9.0 ±0.6		2.27 ±0.141	1850 ±82	9.3 ±0.92	8.6 ±0.8		2.79 ±0.147	2116 ±71.6	9.0 ±0.42	8.3 ±0.48

## A) 母集団分散値の検定 (F分布)

$$t = \frac{\frac{1}{n_1 - 1} n_1 s_1^2}{\frac{1}{n_2 - 1} n_2 s_2^2}$$

## B) 有意差の検定 (t分布)

$$t = \sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 - 2)}{n_1 + n_2}} \times \frac{|x - y|}{\sqrt{n_1 s_1^2 + n_2 s_2^2}}$$

但 n = 個数 s<sup>2</sup> = 分散値

更に家兎の体表面積を、

$$\text{Meeh 氏式 } S = K^3 \sqrt{W^2}$$

但 S = cm<sup>2</sup>, W = kg, K = 1068.

(星野<sup>21)</sup>による)

により求め、O<sub>2</sub>消費量並にCO<sub>2</sub>排泄量の各々1分値を体表面積 1000 cm<sup>2</sup> 当りに換算すると第6表の如く、O<sub>2</sub>消費量は第1群では9.5 ± 0.62

cc, 第2群9.3 ± 0.92 cc, 第3群9.0 ± 0.42 cc となり、CO<sub>2</sub>排泄量は第1群9.0 ± 0.6 cc, 第2群8.6 ± 0.8 cc, 第3群8.3 ± 0.48 ccでO<sub>2</sub>消費、CO<sub>2</sub>排泄量ともに体重重群ほど減少の傾向を示したが上記のごとく統計的処理を行うとそれぞれ

$$t = 0.87 < 2.021 \text{ (t分布表)}$$

$$1.4 < 2.042$$

$$1.8 < 2.021$$

$$1.2 < 2.042$$

となりいずれも P = 0.05 に於て有意差を認めなかつた。又 R.Q. および非蛋白性 R.Q. には体重による差は見られなかつた。

(ii) 尿中窒素: 第4表に示すように第1群は0.165 ± 0.526 g, 第2群0.232 ± 0.038 g, 第3群0.327 ± 0.08 gで、これを<sup>24</sup>/<sub>5</sub>すなわち4.8倍して24時間値に換算すると第1群0.792, 第2

群 1.354, 第3群 1.569 g であつた。

(iii) 養素消費量並に消費率：飼料の消費状況を上記同様体重別による3群について比較すると、糖質の消費量は第1群  $4.2 \pm 0.56$  g, 第2群  $4.4 \pm 0.48$  g, 第3群  $4.4 \pm 1.0$  g で軽体重群に比し第2,3群の重体重群の方が多量であつたが、投与した糖質量につき消費率をとると第1群  $84.2 \pm 9.4\%$ , 第2群  $80.0 \pm 11.4\%$ , 第3群  $62.1 \pm 14.9\%$  で数値的には重体重群ほど減少しているが、統計的には第1,2群間には差異を認めないが第2,3群を比較すると危険率1%を以てしても有意の差を示して減少している。すなわち第1,2群の比較において  $t = 0.9 < 2.069$ , 第2,3群間では  $2.9 > 2.878$  である。次に脂質は第1群  $0.08 \pm 0.86$  g, 第2群は  $0.06 \pm 0.12$  g, 第3群  $0.06 \pm 0.09$  g を消費し、少量ではあるが第1群の消費が第2,3群に比し増加している。しかし脂質は全群を通じ消費率は僅少であるが個々の利用状況に著しい個体差があるため、その分布状態が異つており第1群  $27.4 \pm 22.2\%$ , 第2群  $17.1 \pm 33.0\%$ , 第3群  $15.3 \pm 21.2\%$  で第1群は他の2群に比しはるかに勝つている。さらに蛋白質の利用状況は第1群  $1.0 \pm 0.34$  g, 第2群  $1.7 \pm 0.32$  g, 第3群  $2.0 \pm 0.51$  g で、消費率を見ると第1群では  $53.3 \pm 17.4\%$ , 第2群  $78.8 \pm 16.8\%$ , 第3群  $75.1 \pm 24.8\%$  を示し、第2及び第3群の間に於ては消費量及び消費率共に統計的に差異は認められなかつたが第1群と比較すると明らかに増加しており、糖質が比較的体重の軽い群に於て消費率の高いのに対し逆の関係を示している。すなわち第1,2群を比較すると、

蛋白質消費量  $t = 4.6 > 2.069$

同 消費率  $t = 3.46 > 2.069$

第2,3群を比較すると、

蛋白質消費量  $t = 1.4 < 2.101$

同 消費率  $t = 0.36 < 2.101$

(iv) 消費熱量：消費熱量は第1群では  $22.5 \pm 1.43$  Cal, 第2群  $25.4 \pm 1.11$  Cal, 第3群  $26.5 \pm 1.86$  Cal で体重増加に伴い増加しているがおのの体重1kg当りに換算すると第1群では  $12.3 \pm 0.82$ , 第2群は  $11.1 \pm 0.5$ , 第3群  $9.5 \pm 0.67$  Cal となり、体重増加に反し減少の傾向を示し、統計的にも第1,2群間においては

$t = 4 > 2.069$  ( $P = 0.05$ )

第2,3群間においては

$t = 5.7 > 2.101$  (同上)

で、有意差を認めた。

(v) 10分値との比較：全く同様の条件の下に測定時間のみの異なる10分間と5時間とのガス代謝測定成績を比較しようと試み、両者とも体重1kg当りに換算し、10分間の成績はこれを30倍して比較し第5表に掲げた。

表のごとく両測定法による  $O_2$  消費並に  $CO_2$  排泄量は各群毎にほぼ近似の成績を得たが統計的には兎の個体差のためか、実測値を30倍した10分値の群は「バラツキ」が大きくすなわち標準偏差が大で比較できないが R.Q. を見ると何れも有意差を認められず、すなわち

第1群  $t = 1.3 < 2.845$

第2群  $t = 2.57 < 2.947$

第3群  $t = 1.1 < 3.01$  (以上  $P = 0.01$ )

従つてこのことから逆に10分間測定でも5時間測定でも同様の成績と云つてもよい。

## VI 考 按

家兎のガス代謝に関する報告はすでに多数の研究者によつて行われ、本邦における目星しい業績のみを表示しても第7表のごとくで、これらはおのおの原著においてはあるいは1分、あるいは10分間の標準状態における容積をもつて、又は1時間値を重量を以てあらわしている。これらの成績と著者のそれとを比較するため、いづれも1分値を容積であらわしたが、著者の成績は大平<sup>2)</sup>、金沢<sup>3)</sup>などによる値よりは高く、大西・前田<sup>22)</sup>の成績よりは幾分低いガス代謝値を示し、作伯<sup>4)</sup>、伊藤<sup>5)</sup>、岡本<sup>23)</sup>及び八木<sup>24)</sup>の成績にほぼ近い値を示した。しかし或は  $O_2$  消費量がやや低値となるか、 $CO_2$  排泄量が幾分上廻る結果となつたのは後にも述べるように飼料との関係であろうと考えられる。つぎに R.Q. の成績を比較すると著者の成績は、ほとんどいづれの報告よりも高く、軽体重群で 0.93, 中体重群 0.90, 重体重群では 0.89 であつたが、これは飼料の関係上すなわち第2表のごとくその大部分が糖質より成り、殊に脂質はその  $1/15$  程度しか含まれていないのに反し、佐伯<sup>4)</sup>、伊藤<sup>5)</sup>、八木<sup>24)</sup>などの飼料として用いた豆腐糟及び大豆の脂質量は夫々糖質の  $1/2$  及び  $1/3$  以上を含有することから当然の結果と云える。前田<sup>25)</sup>等は体重変化による家兎のガス代謝に及ぼす影響を

第7表 諸家の測定した家兎のガス代謝成績

報告者	測定法	O <sub>2</sub> cc/min.	CO <sub>2</sub> cc/min.	R.Q.	例数	飼料	発表雑誌
大平 勲 <sup>2)</sup>	Sanborn-Benedict	11.3	/	/	107	/	Tohoku J. Exp. Med. 6.
金沢 勲 <sup>5)</sup>	Zuntz-Geppert	9.3	7.8	0.84	50	/	日消誌 21.
佐伯正雄 <sup>4)</sup>	Haldane	17.5 20.3	14.2 16.3	0.82 0.81	9 8	豆腐槽 大豆	千医誌 9.
伊藤光雄 <sup>5)</sup>	労研式	15.2~32.3	10.9~ 26.3	0.72~ 0.82	25	豆腐槽 及菜	日医健保 3214.
岡本節男 <sup>23)</sup>	Zuntz-Geppert	19.	14.	0.74	107	/	大医事 6.
八木辰太 <sup>24)</sup>	Krogh	15.3	/	/	♂53 ♀54	豆腐槽 及菜	産婦紀 26.
大西秀夫 <sup>22)</sup> 前田義雄	Knipping	22.6~26.4	15.5~ 18.4	0.67~ 0.72	67	/	十全医誌 43.
松野マサヨ	著者考案の閉鎖式 ガス代謝測定器	体重 15.0 15.1~2.0 " 16.1 2.01~2.5 " 19.2 2.51~3.0	13.9 15.5 17.2	0.93 0.90 0.89	7 7 5	人参 及 キャベツ	本誌

観察し、結論として O<sub>2</sub> 消費量ならびに CO<sub>2</sub> 排泄量は体重増加に比例して増加し、R.Q. は体重増加に対し無関係、発生熱量は体重増加と共に急増するが、体重1 kg 当りカロリーは発育期の家兎は比較的多く、発育を遂げた老熟家兎では概して少いと述べているが、この点著者の成績もほぼこれと同様の傾向を示しているが、前田等は体重増加に伴う体重当りのガス代謝量の変化を指摘していない。

ガス代謝測定に際し、何分間の測定を行えばよいかは種々議論のある所であるが10分、20分或は30分の検査を行つているものが多いが、鼠の如き小動物に於ては緒方・田中<sup>11)</sup>、高田<sup>16)</sup>、苫米地<sup>12)</sup>はいづれも10乃至15分の短時間測定が動物の安静保持の点で優つているためこれを採用している。本装置による著者の成績から見れば第5表のごとく10分間測定値を5時間に換算しても、5時間の測定値とほぼ等しい値を得られたことから家兎に於ては測定時間は小動物ほど問題とはならないのではないかと考えられる。体表面積とガス代謝の関係を体重別に記載した成績は本邦には殆んど見当たらないが、著者の成績によると Rubner の説<sup>21)</sup>を裏書きする如く体重による差は認められず、この結果からむしろ測定値の正確度を証明し得たとも考えられる。

尿中窒素量は文献にてらし、低値を示したが飼

料の関係によるものと思われる。

つぎに第2表の飼料を与えた健康成熟家兎のエネルギー代謝につき、各栄養素の利用状況に考察を加えると第4表のごとく、かりに24時間では5時間量の $\frac{24}{5}$ すなわち4.8倍量を消費するものと考え、糖質では軽体重群は与えた糖質の84%を、中体重群では80%、重体重群では62%をおのおの消費することとなり、体重の増加とともに糖質の消費量の割合は減少傾向を示した。これは糖質が主として基礎代謝エネルギーに用いられるため、体重が増加してもその割には基礎代謝エネルギーを必要としない事実をこの数字は物語つていものと云えよう。これと同様の傾向が脂質に於ても認められた。これに反し蛋白質ではその消費率は軽体重群では与えた蛋白質量の53%、中体重群では78%、重体重群では75%となり、中体重及重体重の2群間では有意の差は認められなかつたが、重体重群は軽体重群に比し明らかにその利用が増大している。これは体重増加と共に体軀の発育にそれ程多量の蛋白質を必要としなくなるため、体重増加に伴い糖質の代りに蛋白質が基礎代謝面に積極的に利用される率が高まりかような現象を生じたものとする。消費熱量は軽体重群に於ては投与熱量の74%を代謝エネルギーとして利用し、中間群ではその71%、重体重群では59%を消費したこととなり、体重増加とともに基

礎代謝に用いられる熱量の割合は減少して行くことを認めた。本実験に用いた家兎は何れも一応の成熟を外観上呈したものであるため、上記余剰熱源は一応体脂質の形をとつて体内に蓄積されるものと仮定すると、Kellner u. Kehler<sup>26)</sup>の説(飼料中の蛋白質 1g から生産される体脂質は 0.24g, 糖質 1g からは 0.25g, 脂質 1g からは 0.6g)から第2表のごとき飼料を与えた場合、体重 1.51~2.00 kg の家兎では平均 1日 1.5g 前後の体脂質の生産が行われ、2.01~2.50 kg 群では 2.7g 前後、2.51~3.00 kg 群では約 4.9g の体脂質が出来ているわけで、これを各群体重 1kg 当りに換算すると、それぞれ 0.82, 1.18, 1.75g となり、当然のことながら重体重群の体脂質生産率も多くなり、またかような計算も実験施行上その増加体重の原因分析に大いなる一助ともなろうと考える。

## V 総括

成熟家兎のエネルギー代謝を究明する目的で、Regnault-Reiset の閉鎖式ガス代謝測定器をもととし、Foster u. Sundstroem, 高田の装置の長所を参考に改良した家兎用閉鎖式ガス代謝測定装置を考案し、これを用いて 1日 1回 75 Cal/kg の割に生人参と生キャベツを与えた健康無処置家兎の食後 10 時間以降の食餌による影響のなくなった時間のエネルギー代謝を 10 分間及び 5 時間連続測定して次の成績を得た。

1. 本装置は Ethanol 燃焼テストにより充分実用に供しうる精度を有することを確認した。

2. 本装置を用い家兎のガス代謝を測定するには最少限 10 分間の測定を行えばこれを数時間値に換算しても誤りを生じない。

3. 家兎のガス代謝量はその体重により異り体重 1.51~2.00 kg のものでは  $O_2$  消費量は 150 cc/10min.,  $CO_2$  排泄量は 139 cc/min. であつたが体重 500g 増加する毎に、 $O_2$  161  $CO_2$ , 145,  $O_2$  192,  $CO_2$  172 cc/min. とその量は増加するが、これらの家兎の各体重 1kg 当りの  $O_2$  消費ならびに  $CO_2$  排泄量は逆に体重増加に従い減少した。しかして体表面積により換算すると  $O_2$  消費並に  $CO_2$  排泄量は体重増加に関係なく殆んど同値を示した。R. Q. は各群間に大した変動を認めなかつた。

4. 5 時間測定の際の尿中窒素排泄量とガス代謝量より見た飼料の各成分の利用状況は、軽体重

家兎群では糖質をその代謝熱源として利用し、蛋白質がこれに次ぐが、体重増加に従いこの関係は逆転する。

5. 基礎代謝に用いられる熱量は体重増加と共にその量を増すが、ガス代謝量と同様に体重 1kg 当りの消費熱量は体重増加につれて減少する。

(本論文要旨は第 25 回東京女子医科大学学会に於て報告した。)

稿を終るに当り終始御懇篤なる御指導と御校閲を賜つた恩師蓑島教授並に青島講師、小峰助手に深謝すると共に、実験に絶大な御助力を頂いた当教室岩本由基枝学姉に深く感謝する。

## 引用文

- 1) 児玉桂三・正宗 一：医化学，9 版 金原出版 (昭 30)
- 2) 大平 勲：Tohoku J. Exp. Med., 6 325 (1925)
- 3) 金沢 勲：日本消化器誌 21 360 (大 11)
- 4) 佐伯正雄：千医誌 9 1285 (昭 6)
- 5) 伊藤光雄：日本医学及健康保険 321 4 1120 (昭 15)
- 6) Scholander, P. F.: J. Biol. Chem. 169 551 (1947)
- 7) 奥山美佐雄：労働科学研究 9 451 (昭 7)
- 8) 北 光三：内分泌学雑誌 1 1023 (1924~5) より引用
- 9) Haldane, J.: J. Physiol. Lond. 13 419 (1892)
- 10) 柳 金太郎：東医会誌 41 2185 (昭 2)
- 11) 緒方 章・田中時彦：薬学雑誌 58 111 (昭 13)
- 12) 吉米地孝之助：ビタミン 7 209 (1954)
- 13) Regnault, . u. Reiset, J.: Schütz E.: Physiologie 202 (1954) より引用
- 14) 中川一郎：栄養総論 (南条書店) 103 (昭 23) より引用
- 15) Regnault, G. L., Sundstroem, E. S.: J. Biol. Chem. 69 565 (1926)
- 16) Aehle, H.: Klin. Wschr. 14 638 (1935)
- 17) 高田通徳：栄養食糧 4 186 (昭 26)
- 18) 大西秀夫・前田義雄：十全医誌 43 3010 (昭 13)
- 19) 藤井暢三：生化学実験法・定量編 10 版 80 (昭 31) より引用
- 20) 安西広忠：数理統計の基礎と応用 126 (昭 26)
- 21) 星野 進：東京医事新誌 2988 号 1838 (昭 11)
- 22) 大西秀夫・前田義雄：十全医誌 43 2997 (昭 13)
- 23) 岡本節男：阪医事新誌 6 1461 (昭 10)
- 24) 八木辰太：産科婦人科紀要 26 528 (昭 18)
- 25) 前田義雄・大西秀夫：十全医誌 43 3004 (昭 13)
- 26) 海塩義男：家畜飼養 (共立出版社) (昭 18) より引用