

和牛の肉質に関する基礎的研究

III. 化学成分の相互関係ならびに水分から肉組成の推定(2)

小松 明德・国松 豊

AKINORI KOMATSU and YUTAKA KUNIMATSU : Fundamental studies of meat quality of Japanese Breed of Cattle

III. Relationships among chemical components and estimation of meat composition from water content of meat (2)

摘 要 牛肉の各成分間の相互関係を検討し、水分含量から肉組成推定の可能性を明らかにすることを目的として約2°Cの冷蔵庫に5~10日間保たれた黒毛和種の雌59, 去勢28および雄6計93の枝肉から得たロース芯73, 内モモ23およびイチボ5計101の材料につき水分および脂肪の含量を測定し、そのうち56材料については蛋白質および灰分の含量を定量した。

新鮮材料中の水分・脂肪・蛋白質および灰分含量の平均測定値は、それぞれ67.6%±5.02, 9.1%±5.84, 21.9%±1.44および1.0%±0.09である。脂肪含量と水分含量・蛋白質含量および灰分含量との間にはそれぞれに $r=-0.943^{**}$, -0.598^{**} および -0.463^{**} の有意な関係がある。

脂肪と水分の関係から水分含量(W)から脂肪含量(F)を推測する $F=441.03+0.6142W-258.925 \log W$ ($sy \cdot x=1.928\%$)なる推定式を得た。両者の関係がこのような曲線関係とよく一致することは、脂肪含量が多くなるにしたがって水分の減少割合が幾分少なくなり、逆に蛋白質などの減少割合が僅かずつ多くなることを暗示している。

無脂物中の水分含量は平均74.3%±1.86で標準偏差からみてかなり一定した値であるが、脂肪含量との間には -0.234^{**} の相関が認められ、脂肪の増加に伴い僅かずつ減少することを示す。

無脂固形物中の蛋白質および灰分の平均含量は94.2%±1.16および4.37%±0.390である。この値は脂肪の増減に左右されないきわめて一定なものであるので、この値を定数として得た次の推定式を用いて水分含量(W)から蛋白質含量(P)および灰分含量(A)を推測することができる。

$$P=10.55+0.165W$$

$$A=0.74+0.0042W$$

前報^{D)}において、黒毛和種の雌45, 去勢21, 雄6より得た市販直前のロース芯肉58, 内モモ肉17, イチボ肉5計80の材料につき水分および脂肪含量を定量しその内35材料については蛋白質および灰分含量とその肉片の比重を測定した成績より各成分間の相互関係を検討し、水分含量および比重測定値から肉組成を推測する式を求めて報告した。本報はその内の化学成分についてその後得た分析結果を追加し、各成分間の相互関係、特に脂肪含量と他成分含量との関係、無脂物中水分含量、無脂固形物中の蛋白質および灰分含量、ならびに水分含量より他成分含量の推測についてさらに詳細に検討した成績である。

実験方法

本報ではこれまでに得た成績にさらに屠殺後5~10日間冷蔵された黒毛和種成牛の大割枝肉から得たロー

第1表 性別による供試肉の内容

	ロース芯	内モモ	イチボ	計 (性別枝肉実数)
雌牛	52	9	2	63 (59)
去勢牛	15	12	3	30 (28)
雄牛	6	2	0	8 (6)
計	73	23	5	101

註：()内の数字は、供試肉101個中の8個が同一枝肉の異なった部位から採取されているため実際に試料を採った枝肉数である。

ス芯肉15, 内モモ肉6の計21材料の分析結果を追加したが、試料の採取方法および一般成分の分析方法は前報とまったく同様である。全材料肉の採取部位と屠体性別との関係は第1表のようである。

追加試料では凡ての材料について水分・脂肪・蛋白

第2表 性別および部位別に示した水分・脂肪・蛋白質および灰分含量の範囲と平均値

区 分	分析数	範 囲 (%)	差 (%)	平均含有量 (M±σ)	
水	全材料	101	53.7~74.9	(21.2)	67.57±5.016
	♀	63	53.7~74.7	(21.0)	65.38±4.681
	♂	30	65.1~74.9	(9.8)	70.92±3.066
	♂	8	64.9~74.7	(9.8)	72.23±3.210
	ロース	73	53.7~74.7	(21.0)	66.18±5.011
	モモ	23	66.6~74.9	(8.3)	71.82±2.541
イチボ	5	67.1 70.0	(2.9)	68.32±1.148	
脂	全材料	101	1.6~27.6	(26.0)	9.08±5.835
	♀	63	1.9~27.6	(25.7)	11.61±5.579
	♂	30	1.6~12.9	(11.3)	5.17±4.168
	♂	8	1.6~12.7	(11.1)	3.81±3.666
	ロース	73	1.6~27.6	(26.0)	10.79±5.76
	モモ	23	1.6~12.9	(11.3)	4.08±2.84
イチボ	5	4.6~11.3	(6.7)	7.04±2.612	
蛋白質	全材料	56	17.6~24.6	(7.0)	21.91±1.437
	♀	32	17.6~24.6	(7.0)	21.61±1.614
	♂	18	20.1~24.6	(4.5)	22.28±0.924
	♂	6	21.4~22.9	(1.5)	22.35±0.574
	ロース	40	17.6~24.6	(7.0)	21.83±1.558
	モモ	16	20.4~24.6	(4.2)	22.11±1.094
灰	全材料	56	0.8~1.2	(0.4)	1.01±0.091
	♀	32	0.9~1.2	(0.3)	0.98±0.078
	♂	18	0.8~1.2	(0.4)	1.06±0.097
	♂	6	1.0~1.1	(0.1)	1.05±0.045
	ロース	40	0.8~1.2	(0.4)	1.00±0.099
	モモ	16	1.0~1.2	(0.2)	1.04±0.063

質および灰分の含量を測定したので、全材料 101 中水分含量と脂肪含量は全材料について測定し、蛋白質および灰分含量はその内 56 材料について測定したものである。

実験結果

1. 一般化学成分

各成分含量の範囲および平均値を性別および筋肉部位別に分けて示せば第2表のようである。含量に著しい差異の認められる水分および脂肪では最少のものと最大のものととの差がそれぞれ 21.2% および 26.0% である。蛋白質も 17.6% から 24.6% の範囲でその差 7.0% であるが 20% 以下および 24% 以上のものは非常に稀れで、標準偏差からみても比較的变化の少ない成分とみてよい。また灰分含量は絶対量が少ないためそ

の変化は最も僅少であり、実用上は一定の成分であるとして差支えない。

もちろん本実験においては意識的に脂肪含量に差のある材料を集めたものであるから第2表より性別および部位による差を論ずることは出来ない。しかし蛋白質と灰分はこのような材料においても性別および部位の差によらず比較的变化の少ない成分であることが認められる。

2. 脂肪含量と他成分の含量との関係

水分・蛋白質および灰分の各含量の変化は脂肪の蓄積によつて起ることが明らかであるので、脂肪含量の多少によつて全材料を 3 階級に分けて各階級内における水分・蛋白質および灰分含量の範囲と平均値を算出して示すと第3表のようである。ただしこの 3 階級の区分は筆者らのこれまでの経験から行なつたもので、

第3表 脂肪含量の異なる3階級*内の水分、蛋白質および灰分含量の範囲と平均値

区 分	試料数	範 囲 (%)	差 (%)	平 均 値 ($M \pm \sigma$)		
水 分	全 材 料	101	53.7~74.9	(21.2)	67.57±5.016	
	脂 肪 含 量	階 級 I	38	67.1~74.9	(7.8)	72.26±2.025
		階 級 II	38	62.9~72.5	(9.6)	67.13±2.074
		階 級 III	25	53.7~66.8	(13.1)	61.10±3.622
蛋 白 質	全 材 料	56	17.6~24.6	(7.0)	21.91±1.435	
	脂 肪 含 量	階 級 I	25	20.2~24.6	(4.4)	22.44±1.031
		階 級 II	23	20.1~24.3	(4.2)	22.02±1.272
		階 級 III	8	17.6~21.9	(4.3)	19.93±1.399
灰 分	全 材 料	56	0.8~1.2	(0.4)	1.01±0.091	
	脂 肪 含 量	階 級 I	25	0.9~1.2	(0.3)	1.05±0.071
		階 級 II	23	0.8~1.2	(0.4)	0.99±0.10
		階 級 III	8	0.9~1.1	(0.2)	0.95±0.076

* 階級 I は脂肪含量 5.9 %までのもの
 階級 II は脂肪含量 6.0 %より 12.9 %までのもの
 階級 III は脂肪含量 13.0 %より以上のもの

並肉とされる牛肉の脂肪含量が大体 3 %前後であり、上肉ないしは特上とされるものでは 15 %前後の脂肪を含有していることから、脂肪含量 5.9 %までのものを階級 I、6.0 %から 12.9 %のものを階級 II、13.0 %以上のもの（本実験結果では 27.6 %まで）を階級 III としたものである。

本表においては脂肪蓄積が他成分に及ぼす影響がさらに明らかに認められ、脂肪含量の多い階級ほど各成分の含有量が減少している。このことは REID et al²⁾ が家畜体の水分・蛋白質および灰分の各含量に対する

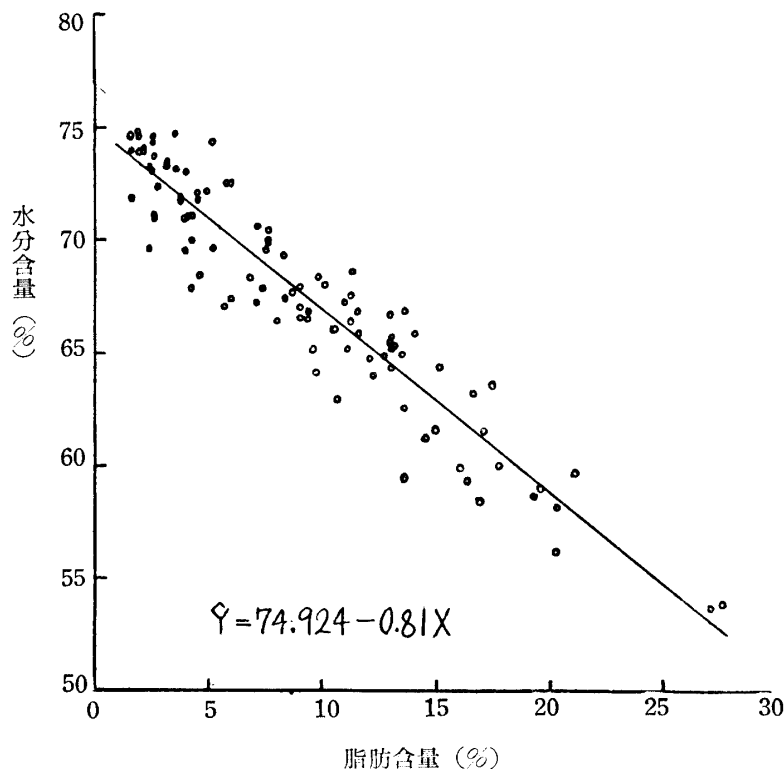
脂肪蓄積の主な影響はこれらの含有割合を³⁾うすめる⁴⁾だけであると述べているように、各成分が一律に⁵⁾うすめられた⁶⁾ことを示すものである⁷⁾が、蛋白質と灰分は水分に比して含有割合が少ないため⁸⁾うすめられ⁹⁾方も僅かであることが認められる。

脂肪含量と水分・蛋白質および灰分の各含量間には第 4 表および第 1 図のような関係がある。特に脂肪含量と水分含量との間には $r = -0.943^{**}$ のきわめて有意な関係があり、脂肪含量の異なる各階級内においてもこの関係がそれぞれ認められることは脂肪含量が増

第4表 脂肪含量と水分、蛋白質および灰分、各含量との関係

区 分	試料数	r	脂肪含量に対する 各成分含量の回帰	推 定 誤 差 (%)		
水 分	全 材 料	101	-0.943**	$\hat{Y} = 74.924 - 0.81X$	1.684	
	脂 肪 含 量	I	38	-0.551**	$\hat{Y} = 75.327 - 0.91X$	1.713
		II	38	-0.686**	$\hat{Y} = 73.871 - 0.703X$	1.530
		III	25	-0.849**	$\hat{Y} = 74.214 - 0.7714X$	1.561
蛋 白 質	全 材 料	56	-0.598**	$\hat{Y} = 23.079 - 0.1507X$	1.162	
	脂 肪 含 量	I	25	-0.101		
		II	23	-0.06		
		III	8	-0.666		
灰 分	全 材 料	56	-0.463**	$\hat{Y} = 1.068 - 0.0074X$	0.082	
	脂 肪 含 量	I	25	-0.236		
		II	23	-0.143		
		III	8	-0.625		

** は 1 %水準を示す



第1図 脂肪含量と水分含量との関係

加するにしたがいほとんどこれと入れ代わるように水分が減少してゆくことを示している。蛋白質および灰分においても全材料についてはいずれも脂肪の増加に伴ってその含有量は減少するが、脂肪含量の異なる階級内ではいずれにおいても有意な関係を認めなかつた。このことは脂肪の僅かな増加では蛋白質および灰分含量に認め得るほどの減少は起らないことを示すものである。しかし、第4表の水分含量の脂肪含量に対する回帰において勾配を示す値が0.81(全材料)と1.0以下であることは明らかに脂肪の増加に伴って水分以外の他成分(この場合主として蛋白質)が僅かずつ減少することを示すものである。したがって牛肉中の脂肪蓄積が進めば水分・蛋白質および灰分のいずれもが影響されて減少するが、蛋白質および灰分では脂肪増加の程度が相当高くない限りその変化は顕著でなく、水分含量のみが僅かな脂肪の増減によつても左右されることが認められる。

3. 無脂物中水分含量

MOULTON³⁾が“chemical maturity”に達した以後の動物体の無脂物中水分含量は年令とともに僅かずつ減少するがほぼ一定となることを報告して以来多数の研究が行なわれ、PACE and RATHBUN⁴⁾はこれらの成績をまとめて(第5表)哺乳動物の無脂物中水分含量の平均を73.2%と仮定した。

KRAYBILL et al⁵⁾はPACE and RATHBUNの出した

平均値73.2%を哺乳動物の無脂物中水分の定数と仮定し、実際に牛体の脂肪量算出に利用して实用価値のあることを認めたが、後年彼ら⁶⁾は豚体の体成分測定に74.4%なる平均値を用いている。またCLAWSON et al⁷⁾は哺乳動物では71.0~74.4%の範囲であるとされるが豚体の場合75.3%と仮定するのが大体正確であるとし、REID et al²⁾は牛体について72.9%±2.01なる成績を得ているが年令との間にr=-0.46**の有意な関係が認められるので哺乳動物の無脂物中水分含量を定数化することに疑問をいんでいる。

筆者の成績から算出した牛肉の無脂物中水分含量は第6表のようで、全材料の平均値74.3%±1.862は動物体について測定された値とよく一致し、また比較的一定した値であるが、脂肪含量の異なる3階級につ

第5表 各種成熟動物の無脂物中水分含量

動物の種類	研究者	無脂物中の平均水分含量(%)
白ネズミ	1	71.8
"	2	74.4
"	3	72.6
ギニヤピッグ	1	74.2
"	4	72.4
家兎	1	73.5
"	5	76.3
猫	1	72.4
犬	5	74.5
"	6	69.9
猿	5	73.3
平均		73.2

- 1 HATAI, S (1917)
- 2 ASHWORTH, U.S. and G.R. COWGILL (1938)
- 3 LIGHT, A.E. et al (1934)
- 4 PACE, N. and E.N. RATHBUN (1945)
- 5 HARRISON, H.E. et al (1936)
- 6 BEIUK, A.R. (1941~42)

いての値では僅かではあるが脂肪含量の多い階級ほど無脂物中水分含量が減少するようである。これを明らかにするために脂肪含量と無脂物中水分含量との増減についての関係を求めた結果は第7表のようで、全材

第6表 全材料および脂肪含量の異なる3階級内における無脂物中水分含量

区 分	試料数	範 囲 (%)	差 (%)	平 均 値 ($M \pm \sigma$)	
全 材 料	101	68.8~78.5	9.7	74.28±1.862	
脂肪含量階級	I	38	70.8~78.5	7.7	74.78±1.771
	II	38	71.0~77.3	6.3	74.24±1.662
	III	25	68.8~77.3	8.5	73.60±2.175

第7表 全材料および脂肪含量の異なる3階級内における脂肪含量と無脂物中水分含量の関係

区 分	試料数	r	脂肪含量に対する回帰	推定誤差 (%)
全 材 料	101	-0.234*	$\hat{Y} = 74.97 - 0.076X$	1.862
脂肪含量	I	-0.115	—	
	II	0.059	—	
	III	0.067	—	

* は5%水準を示す

第8表 全材料および脂肪含量の異なる3階級内における無脂固形物中蛋白質および灰分の含量ならびに脂肪含量との関係

区 分	試料数	含有量の範囲 (%)	平 均 値 ($M \pm \sigma$)	脂肪含量との相関 (r)	
全 材 料	56	90.9~96.4	94.20±1.155	0.104	
無脂固形物中蛋白質	I	25	93.0~96.1	94.16±0.865	0.046
	II	23	91.4~96.4	94.21±1.284	0.361
	III	8	90.9~95.8	94.2 ± 1.651	0.096
全 材 料	56	3.52~5.41	4.37±0.393	-0.011	
無脂固形物中灰分	I	25	3.89~5.07	4.43±0.33	0.145
	II	23	3.52~5.41	4.25±0.457	-0.095
	III	8	4.07~4.95	4.50±0.323	-0.023

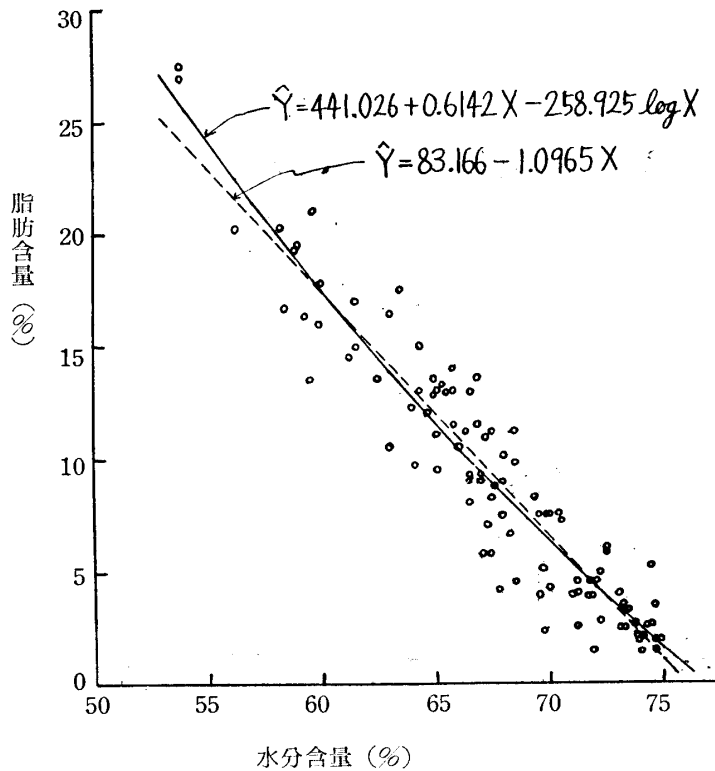
料においてのみ有意な関係が認められた。このことは脂肪含量と蛋白質および灰分含量との間においてみられた関係と類似し、無脂物中水分含量は脂肪の増加に伴って減少するが、その減少割合はきわめて少なく、僅かな脂肪の増加では認め得るほどの減少を起さないことを示している。

4. 無脂固形物中の蛋白質および灰分含量

無脂固形物中の蛋白質および灰分の各含量を算出し、全材料および脂肪含量の多少によつて3階級に分けた材料内における各含量の範囲と平均値ならびに脂

肪含量との関係を求めて一括表示すれば第8表のようである。

無脂固形物中の蛋白質含量は脂肪の多少により左右されないきわめて一定した成分である。また無脂固形物中の灰分も、新鮮材料中における含量が少ないため僅かな差異が比較的大きな変異となつて現われているが、前者同様脂肪の増減とは無関係なほとんど一定した成分とみなしてよい。動物体においても無脂固形物中の蛋白質および灰分の含量は Reid et al²⁾ が牛体では年令と関係があることを発見したが、脂肪含量の



第2図 水分含量と脂肪含量との関係

多少には無関係なほとんど一定した成分であることが認められている。(2)7)8)

5. 水分含量より脂肪含量の推測

牛肉の脂肪含量と水分含量との間には $r = -0.943$ の高い相関関係があるから、逆に水分含量から脂肪含量を推測することが可能である。即ち第4表に示した場合とは逆に脂肪含量 (Y) の水分含量 (X) に対する回帰を全材料について求めると次式が得られる。この関係を図示すれば第2図のようである。

- (1)..... $\hat{Y} = 83.17 - 1.0965X$ sy. x = 1.959%
 (2)..... $\hat{Y} = 441.03 + 0.6142X - 258.925 \log X$
 sy. x = 1.928%

本式により水分含量を知れば推定の誤差2%以内で脂肪含量を推測することが出来る。第2図において、直線回帰(1)式も充分適合するようにみえるが、水分含量75.8%以上の肉に対する不適合もあり、また僅かではあるが推定の誤差が少ない点から水分と脂肪の増減は曲線関係を示すものであることが推察される。牛肉についてこの関係を求めた報告は見られないが、家畜体については REID et al²⁾ が多数の乳牛と肉牛の分析成績から水分含量と脂肪含量との間に $r = -0.987^{**}$ の有意な関係を得、牛体の水分含量 (X) から脂肪含量 (Y) を推測する次式を提出している。

- (1')..... $\hat{Y} = 84.29 - 1.1182x$ sy. x = 1.440%
 (2')..... $\hat{Y} = 355.88 + 0.355X - 202.91 \log X$

$$\text{sy. x} = 1.029\%$$

そして一般には初期の小数例の研究成績をもととして家畜体の水分と脂肪との間の増減関係は直線的であると仮定されているが、多数の成績から求めた関係は明らかに曲線的で、したがって (2')式が推定式として正確であることを述べている。また CLAWSON et al⁷⁾ も多数の豚体の分析成績から水分含量と脂肪含量との間に $r = -0.98^{**}$ の有意な関係を認め、豚体の水分含量 (X) から脂肪含量 (Y) を求める次式を得ている。

$$\hat{Y} = 178.83 - 0.63X - 66.62 \log X$$

$$\text{sy. x} = 1.4\%$$

なお参考のため、石原その他⁹⁾¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾¹³⁾ 土屋その他¹⁴⁾ による和牛肉の分析成績を筆者らの推定式に当てはめると (1)式ではとくに74%以上の水分含量の多い範囲で推測値と実測値の開きが大となるが、(2)式ではかなりよい適合をみた。ただし石原その他および土屋その他の成績は1例を除いて他はすべて水分68%以上のものであり、これから得られる水分と脂肪の関係は：

- 全92例 $r = -0.782^{**}$ $\hat{Y} = 59.91 - 0.775X$
 sy. x = 1.348%
 成牛60例 $r = -0.748^{**}$ $\hat{Y} = 63.86 - 0.83X$
 sy. x = 1.584%

であつて、水分含量の多い範囲ではかなり勾配のゆるいことが知れる。

筆者らの成績において、水分含量の範囲を大体等分に3階級に分けて各階級内における水分と脂肪の関係を求めた結果は第9表のようである。

第9表の回帰式の勾配を示す値は水分68%以上の階級では0.828で石原その他および土屋その他の成績から得た値とよく一致して傾斜がゆるく、水分含量の少ない階級になるほど勾配は急となる。このことから脂肪と水分の増減関係はゆるい曲線関係にあることが認められる。

6. 水分含量より蛋白質および灰分含量の推測

無脂固形物中の蛋白質および灰分の含量はそれぞれ94.2%および4.37%でほとんど一定した値を示すものであるから、これを定数として水分含量より新鮮物中の蛋白質および灰分含量を推算することが可能である。

新鮮物中の蛋白質含量 (P) は無脂固形物の94.2%であるので $P = (100 - W - F) 0.942$ と書き表わされるから、これに水分含量 (W) より脂肪含量 (F) を推測する(2)式を代入すれば、

第9表 水分含量の異なる3階級内における水分含量と脂肪含量の関係

水分%の範囲	試料数	r	水分含量に対する回帰	推定誤差 (%)
74.9~68.3	46	-0.708**	$\hat{Y}=63.851-0.828X$	1.657
68.0~62.5	40	-0.676**	$\hat{Y}=95.266-1.28 X$	2.135
61.5~53.7	15	-0.87 **	$\hat{Y}=105.666-1.48X$	2.114

** は1%水準を示す

第10表 性別内における無脂物中水分含量ならびに無脂固形物中の蛋白質および灰分含量

区 分	材料数	含有範囲 (%)	差 (%)	平均値 (M±σ)
無脂物中水分 ♀	63	68.8~77.3	8.5	73.94±1.954
♂+♂	38	70.8~78.5	7.7	74.85±1.70
無中脂蛋白質固形物 ♀	32	90.9~96.1	5.2	94.29±1.299
♂+♂	24	92.3~96.4	4.1	94.08±0.35
無中脂灰分固形物 ♀	32	3.52~5.07	1.55	4.23±0.385
♂+♂	24	3.56~5.41	1.85	4.43±0.733

$$P = 243.907 \log W - 1.522 W - 321.59 \dots (3)$$

なる推定式が得られる。またさらに簡単な式としては第4表の水分(W)に対する蛋白質含量(P)の回帰式に、水分より脂肪含量を推測する(1)式を代入して得た:

$$P = 10.55 + 0.165 W \dots (4)$$

なる推定式によつて算出を行なうこともできる。

同様に新鮮物中の灰分含量(A)は $A = (100 - W - F) \cdot 0.0437$ で表わされるから、これに水分より脂肪を推測する(2)式を代入して:

$$A = 11.315 \log W - 0.0705 W - 14.9$$

なる推定式から得られる。また灰分においては(2)式の代りに(1)式を代入して得た:

$$A = 0.74 + 0.0042 W$$

によつて推測することもできる。

考 察

本実験においては材料の採取にあつてその家畜の性、年令あるいは肉の部位を基準とせずに脂肪の蓄積状態を基準としたことが一つの特徴である。したがつて従来の成績よりも相当広範囲に脂肪含量の異なる材料を集めて肉組成に対する脂肪沈着の影響を究明することができた。これは MOULTON⁸⁾ の “Chemical maturity” に達した以後の家畜体では無脂物中の成分割合が大體一定となるという概念がそのまま肉にもあ

てはまるものとして行なつたものである。しかし性・年令あるいは肉の部位による差異をまつたく無視してよいか否かについては充分考慮されねばならない。家畜体では成畜となつて以後も無脂物中の水分は年とともに減少し²⁾³⁾⁸⁾、牛では無脂固形物中の蛋白質と灰分も年令に左右されることが認められている²⁾。筆者らの材料では正確な年令が不明であるから年令との関係について直接検討はできないが、材料を雌肉と去勢肉+雄肉の2組に分けて比較すると(第10表)、無脂物中水分では3才牛を含む去勢+雄の組が雌よりも僅かに多い。しかし脂肪含量の多い材料は大部分雌肉であり、脂肪の増加に伴つて無脂物中水分含量は減少するからこの差異は脂肪含量の多少に由来するものと考えてよい。無脂固形物中の蛋白質と灰分の含量には両者の間にほとんど差は認められない。

このことから特別若令または老令のものは別として普通肉用とされる範囲ならば性・年令あるいは肉の部位による差は肉組成の変化に対して本質的な役割を持つものではなく、もちろん脂肪沈着の難易に差異があるから間接的には重要であるが、肉の組成に直接影響を持つのは脂肪含量の多少即ち飼養法の差異であることが推察される。

これら肉組成の変化は水分と脂肪の関係が曲線的傾向を示し脂肪が増すにしたがつて勾配が急になることから脂肪蓄積が始まつた初期には急速に水分が減少す

るが脂肪が多くなるにしたがって水分の減少割合は少なくなり、逆に蛋白質などの減少割合が僅かずつ多くなることを暗示している。

次に水分 (W) から脂肪含量 (F) を推測する式について、PAGE and RATHBUN⁴⁾ は無脂物中水分含量を一定 (73.2%) と仮定して簡単な $F=100-(W/0.732)$ を提出している。筆者らの場合、無脂物中水分含量は 74.3% であるから $F=100-(W/0.743)$ となるが、上述のように水分と脂肪の関係は少なくとも肉においては直線的ではなく、また無脂物中の水分含量は脂肪の増加に伴って僅かではあるが明らかに減少するから、基礎実験の困難な人体に利用する場合は別として適当ではない。

また、蛋白質と灰分含量の平均値を定数とすることは、家畜体においては初期の MURRAY¹⁵⁾ 以来これらの値が体成分中最も不変な割合を保っているという理由から行なわれてきている。家畜体では脂肪組織を含むため肉そのものにおけるよりも組成の変化が大であるから正確な推定式を必要とするが、肉の場合は蛋白質含量の範囲が狭いため比較的簡単な推測式でも実用上差支えない。筆者らの得た 2 つの推測式からの推定の誤差は (3) 式 S.E. = 1.56%, (4) 式 S.E. = 1.87% である。灰分は実用上常に 1% とみなしても大きな誤りにはならないと考えられる。

文 献

- 1) 小松明德・国松 豊・秋山正治 (1961) : 京大畜産学研究室創設25年記念論文集 p. 124
- 2) REID, J. T., G. H. WELLINGTON and H. O. DUNN (1955) : J. Dairy Sci., 38 (12) : 1344
- 3) MOULTON, C. R. (1923) : J. Biol. Chem., 97 (1) : 79
- 4) PAGE, N. and E. N. RATHBUN (1945) : J. Biol. Chem., 158 (3) : 685
- 5) KRAYBILL, H. F., O. F. HAUKINS and H. L. BITTER (1951) : J. Appl. Physiol., 3 (11) : 681
- 6) KRAYBILL, H. F., E. R. GOODE, R. S. B. ROBERTSON and H. S. SLOANE (1953) : J. Appl. Physiol., 6 (1) : 27
- 7) CLAWSON, A. J., B. E. SHEFFY and J. T. REID (1955) : J. Animal Sci., 14 (4) : 1122
- 8) MURRAY, J. A. (1922) : J. Agr. Sci., 12 (2) : 103
- 9) 石原盛衛・土屋平四郎・吉田正三郎 (1953) : 中国農試報 2 (1) : 91, 111, 133
- 10) 石原盛衛・土屋平四郎・吉田正三郎 (1956) : 中国農試報 B (畜産) 5 : B-1
- 11) 石原盛衛・土屋平四郎・福本 精・田口博信 (1956) : 中国農試報 B5 : B-21
- 12) 石原盛衛・土屋平四郎・田口博信・野附 巖 (1957) : 中国農試報 B6 : B-1
- 13) 同 上 (1959) : 中国農試報 B7 : 1
- 14) 土屋平四郎・田口博信・石原盛衛 (1960) : 中国農試報 B8 : B-1
- 15) MURRAY, J. A. (1919) : J. Agr. Sci. 9 (2) : 174

Summary

The objectives of this study were to examine any interrelationships existing among the water, fat, protein and ash content of meat, and to study a possibility of estimating the meat composition from the water content of meat. Samples of meat were collected from 93 carcasses of Japanese Black Breed of Cattle aged at approximately 2°C for 5 to 10 days. They consisted of 73 from longissimus dorsi muscle at the 5th-rib cut, 23 from semimembranosus muscle, and 5 biceps femoris muscle. These carcasses were from 59 heifers, 28 steers, and 6 bulls, with an age of 3 to 5 years. All samples were analyzed for water and fat contents. Of them, 56 were analyzed for protein and ash

contents.

The mean water, fat, protein and ash contents with their standard deviations in raw samples were 67.6 ± 5.02 , 9.1 ± 5.84 , 21.9 ± 1.44 , and 1.0 ± 0.09 per cent, respectively. It was found that the fat content was significantly correlated inversely with water content ($r = -0.943^{**}$), protein content ($r = -0.598^{**}$) and ash content ($r = -0.463^{**}$), and that the relationship between the fat and water contents was expressed by the equation: $F = 441.03 + 0.6142W - 258.925 \log W$ (Sy. x = 1.928%), for the prediction of the fat content (F) from a knowledge of the water content (W). Since this relationship is significantly curvilinear, it suggests that the

proportion of water decrease becomes smaller than that of decrease of any other components, especially protein, as the fat content increases.

The mean water content with its standard deviation on a fat-free basis was 74.3 ± 1.86 per cent. Despite the fact that this variation is relatively small, water content on a fat-free basis was found to be significantly correlated with the fat content ($r = -0.234^*$).

The mean protein and ash contents with their standard deviations, on a fat-free dry basis, were 94.2 ± 1.16 and 4.37 ± 0.39 per cent, respectively. Since the protein and ash contents expressed in this way is remarkably constant, the protein content (P) and ash content (A) of meat can be resolved from a knowledge of water content (W) of meat by using the scheme: $P = 10.55 + 0.165W$ and $A = 0.74 + 0.0042W$.