

氏 名(本籍) ^{たか}高 ^{はし}橋 ^{とし}敏 ^{よし}能

学位の種類 農 学 博 士

学位記番号 農 第 313 号

学位授与年月日 昭和 61 年 11 月 13 日

学位授与の要件 学位規則第 5 条第 2 項該当

学位論文題目 メン羊の肥育時における体脂肪性状に
及ぼす各種飼料の影響に関する研究

論文審査委員 (主 査)

教授 津 田 恒 之 教授 足 立 達

教授 堀 口 雅 昭

論文内容要旨

反芻動物の脂質代謝は単胃動物に比較すると様相が大きく異なっている。その第一の特徴は不飽和脂肪酸が、第一胃内に棲息している微生物により水素添加されて飽和脂肪酸に変換されるため、牛やメソ羊などの体脂肪はステアリン酸を中心とする飽和脂肪酸に富む融点の高い体脂肪を形成することである。また、乳脂肪生産量の約1/4が第一胃内で微生物により合成され、内因的な体脂肪合成の主要な前駆物質は単胃動物ではグルコース、反芻動物では酢酸であり、合成部位は前者が肝臓、後者が体脂肪組織であることも大きな相違点である。第一胃内微生物は直鎖と分枝のC₁₅とC₁₇の脂肪酸を含むため、単胃動物にはみられないこれらの脂肪酸に富む体脂肪を形成することも知られている。

反芻動物を肥育する場合、NRC（アメリカ）、ARC（イギリス）および日本飼養標準とも期待される増体量に必要な飼料の給与エネルギー量を中心に規定されており、粗飼料の必要量については日本標準で種々の濃厚飼料多給による代謝障害を防止するために最低必要な乾物量を規定しているにすぎない。それ故に反芻動物の脂肪量の増大のみでなく、筋肉間に脂肪を混在させ、風味を増加させるために有効な濃厚飼料と粗飼料の給与割合と給与量を提示する必要がある。

一方、濃厚飼料と粗飼料の給与割合により第一胃内で生成される揮発性脂肪酸（VFA）のうちプロピオン酸と酢酸の産生比率に違いが生ずることが広く知られており、これらのVFAから合成される体脂肪脂肪酸についても質的、量的な関係がいまだ未解決な問題として残されている。

本論文はこれらの問題を解決するため、まずメソ羊に種々の飼料を給与して第一胃内液および血漿中の脂質性状を調べ、その中間代謝の一端を明らかにしようとした。次に、肥育試験を行なって、濃厚飼料と粗飼料の給与割合が肥育と体脂肪性状に及ぼす影響を調べ、さらにプロピオン酸と酢酸のVFAからの体脂肪生成機構を量と質の面から明らかにしようとしたものである。

I. 各種飼料給与下における第一胃内液脂質および血漿脂質の変化

1. 濃厚飼料と粗飼料の給与割合が脂質性状に与える影響

1) 第一胃内液脂質に与える影響

濃厚飼料（配合飼料）と粗飼料（牧草）の重量比を9:1、5:5、1:9とし、600～700g/日給与して採食に伴う脂質性状の変化を24時間に亘り調べた。第一胃内液の総脂質含量は濃厚飼料多給で採食後一旦減少するものの、その後著しく多くなった（図1）。第一胃内液と微生物中のC_{18:0}とC_{18:1}脂肪酸は濃厚飼料多給で、C₁₇以下の脂肪酸は粗飼料多給でそれぞれ多かった。第一胃内液と細菌分画中のC_{18:1}脂肪酸は採食4時間まで急増し、以後漸減し

た(図2)。第一胃内の脂質は給与飼料の影響を受け、濃厚飼料多給により微生物脂質が増加していることがうかがわれた。

2) 血漿脂質に与える影響

濃厚飼料と牧乾草の重量比を7:3、5:5、3:7とし、体重の3.3~3.8%を給与して採食に伴う脂質性状の変化を24時間に亘り調べた。総脂質中の不飽和脂肪酸は濃厚飼料多給で採食前52%から採食9時間後57%まで上昇した。この上昇にはコレステロールエステル画分のC18:2脂肪酸が寄与していた(図3)。おそらく濃厚飼料多給で第一胃内で水素添加を免れる不飽和脂肪酸があるのであろう。一方、粗飼料を多給する程遊離脂肪酸が増加する傾向にあった。

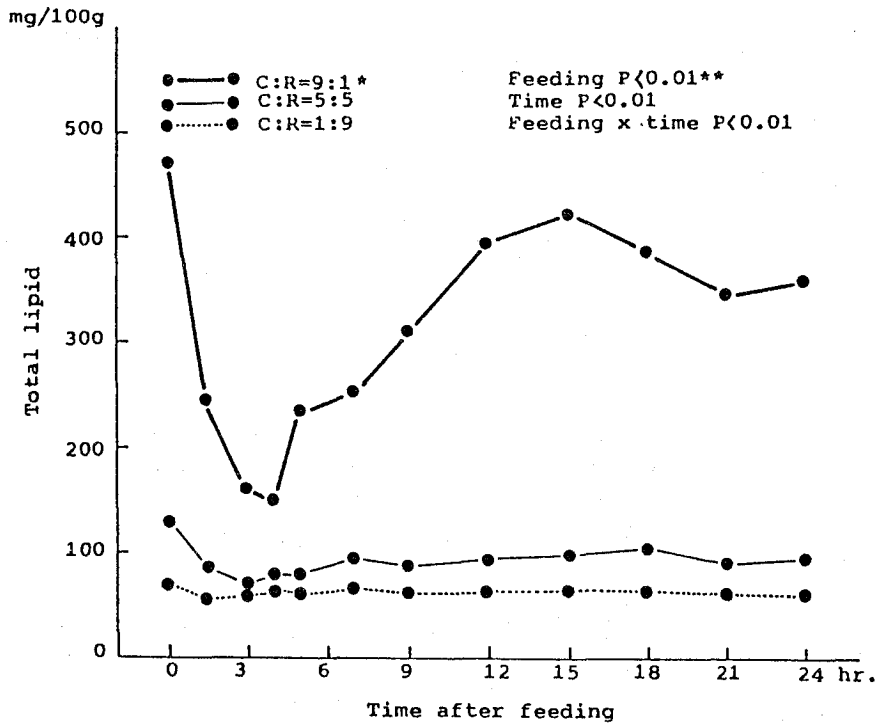


Fig. 1. Change of total lipids in rumen liquor. *C---concentrate, R---roughage. **Sinificant at 1% level of probability.

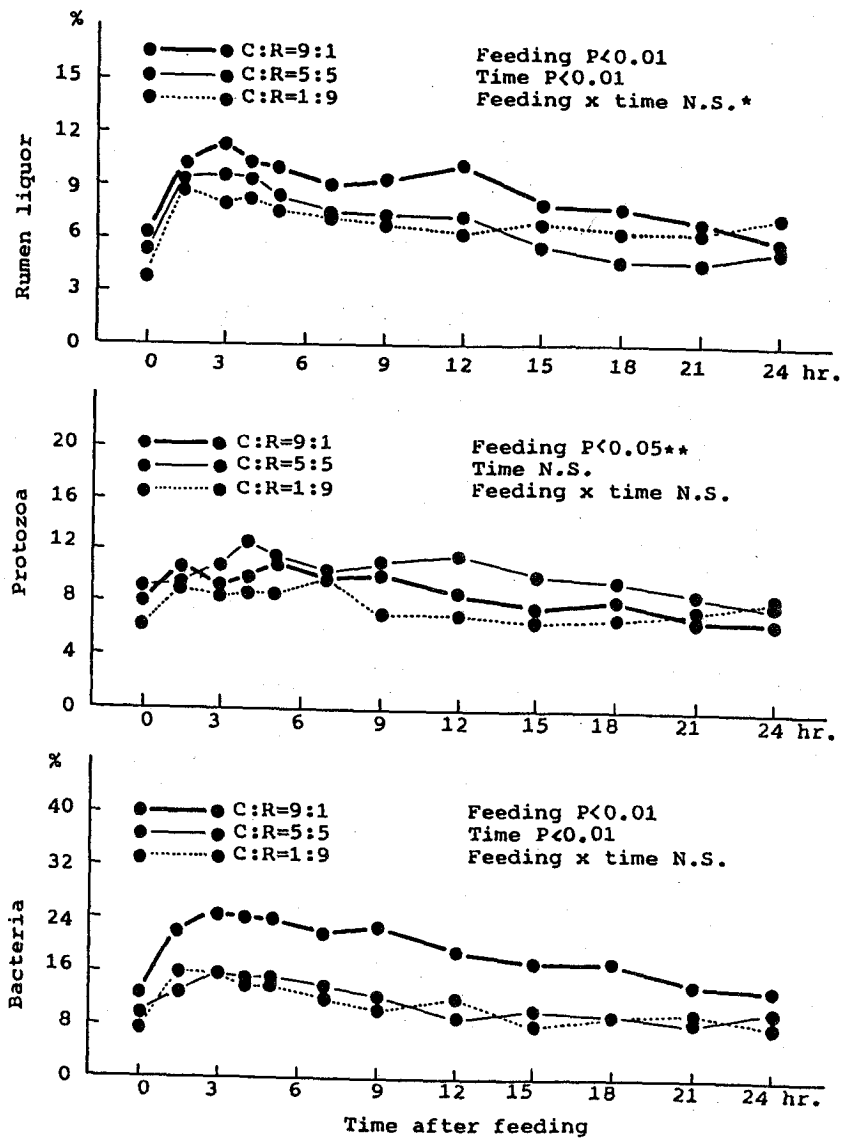
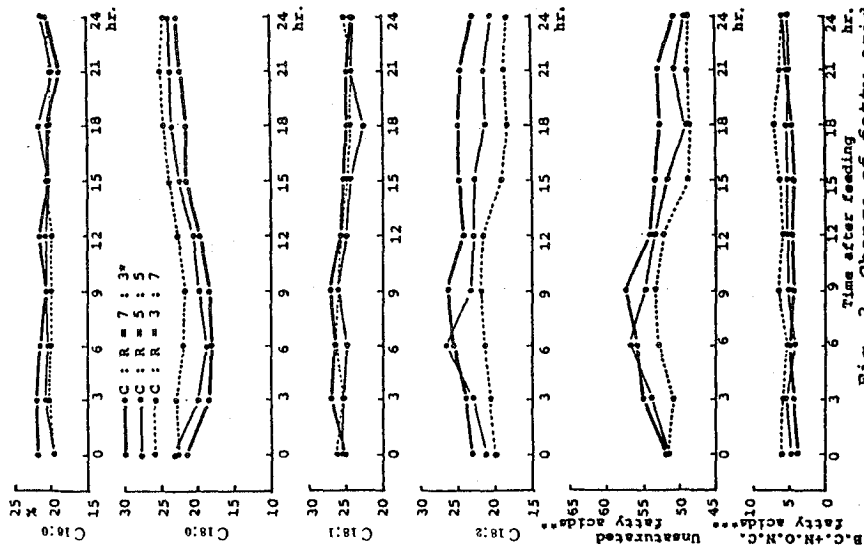


Fig. 2. Change in proportion of C18:1 fatty acid to total fatty acids in rumen liquor, protozoa and bacteria.
 *Not significant. **Significant at 5% level of probability.

Total lipids



Cholesterol ester

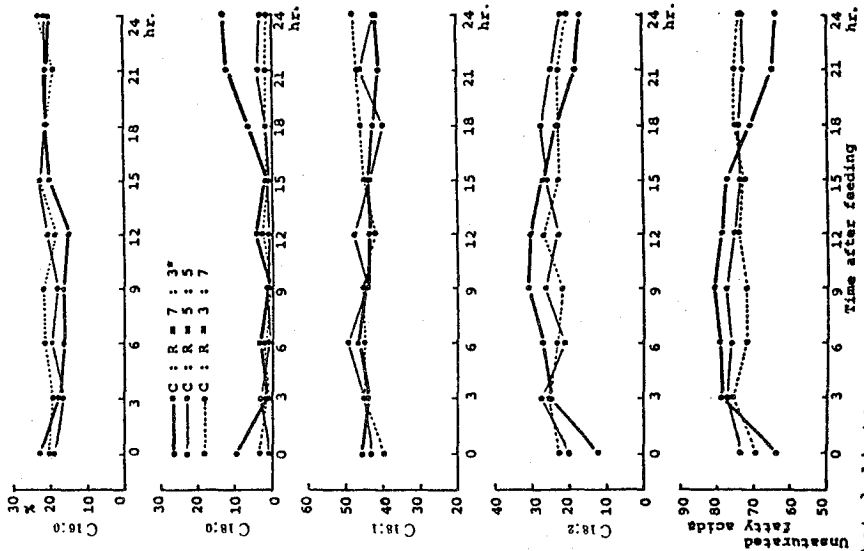


Fig. 3. Change of fatty acid composition of total lipid and cholesterol ester in blood plasma from sheep fed different diets. *C---concentrate, R---roughage. **Unsaturated fatty acids consist mainly of C_{18:1} and C_{18:2} fatty acids. ***B.C. + N.O.N.C. fatty acids---Branched chain + normal odd number C fatty acids.

2. VFA塩添加給与が脂質性状に与える影響

1) 第一胃内液脂質に与える影響

第一胃内でVFAから長鎖脂肪酸に合成される様相を知るためプロピオン酸および酢酸のNa塩を体重の0.06%給与して24時間に亘り脂質性状を調べた。酢酸給与はプロピオン酸給与より脂質含量とC18:1脂肪酸を多くする傾向を示した。プロピオン酸給与により分枝と奇数炭素数脂肪酸が多くなった。*In vitro*の実験でも同様な結果が得られた。酢酸からの脂肪酸合成は活発で、プロピオン酸は分枝・奇数炭素数脂肪酸へ、酢酸は偶数炭素数脂肪酸の合成に向けられていると考えた。

2) 血漿脂質に与える影響

I. 2. 1)の条件下で24時間に亘り脂質性状を調べた。プロピオン酸給与で総脂質含量とC18:1脂肪酸が多くなった。プロピオン酸から糖新生で生じたグルコースが酢酸からの脂肪酸合成を促進していると推察した。

II. 各種飼料給与下における肥育効果と体脂肪性状の変化

1. 濃厚飼料と粗飼料の給与割合の影響

メン羊10頭を用いてI. 1. 2)の条件下で19週間の肥育試験を行なった。給与飼料中のTDN含量(%), 飼料要求率はそれぞれ濃厚飼料多給で60.1、10.6、等量給与で57.9、11.7、粗飼料多給で59.3、16.1とTDN含量に大差なく、濃厚飼料を多給する程飼料の利用性が向上した(表1)。また、濃厚飼料を多給する程枝肉と体脂肪量が増加した。肥育に伴う大網膜脂肪の脂肪酸組成では、いずれの給与割合とも7週目までC18:0脂肪酸は上昇、C18:1脂肪酸は減少した(図4)。粗飼料多給は濃厚飼料多給よりC18:0脂肪酸が高く、C18:1脂肪酸が低かった(図4、表2)。粗飼料を多給するとheat incrementの増大から正味エネルギーが低くなること、濃厚飼料多給は穀物中に多量に含まれる不飽和脂肪酸の相当量が水素添加を免れて下部消化管に移動していると推察した。

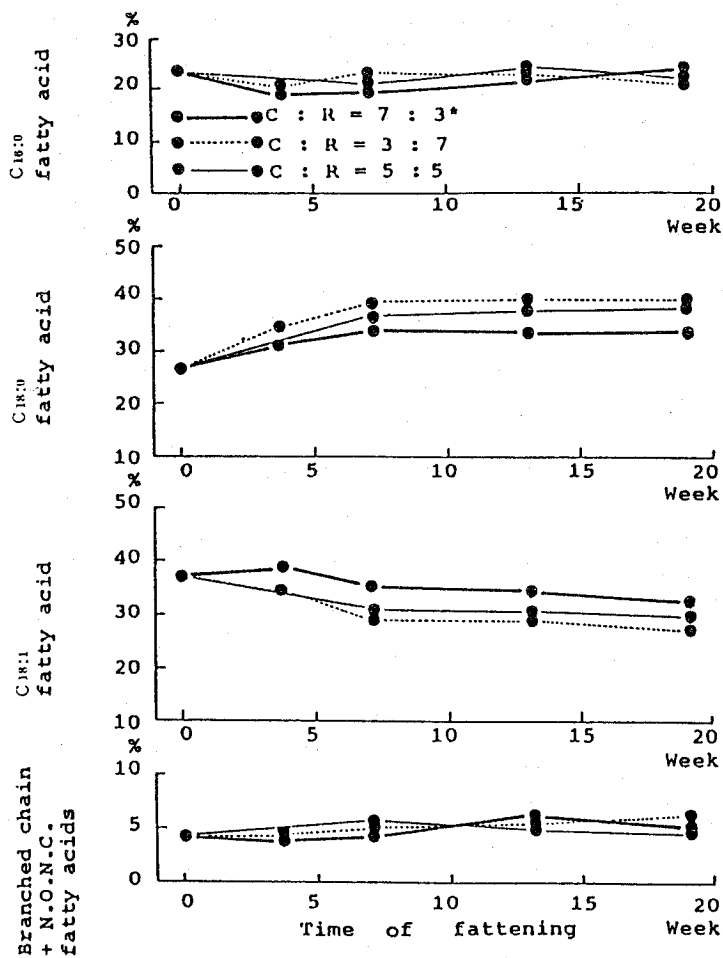


Fig. 4. Change in composition of C_{16:0}, C_{18:0}, C_{18:1} and branched chain + normal odd number C fatty acids of omental adipose tissue during fattening. *C---concentrate, R---roughage.

2. VFA 塩添加給与の影響

Ⅱ. 1. の濃厚飼料：粗飼料 5 : 5 に VFA を体重の 0.13 % 摂取するように濃厚飼料に混合して給与し 19 週間の肥育試験を行なった。給与飼料中の TDN 含量 (%), 飼料要求率はそれぞれプロピオン酸給与 58.4、12.5、酢酸給与 57.3、13.2 と VFA 塩給与は消化率と飼料の利用性を改善しなかったが、枝肉と内臓脂肪重量が著しく増加した (表 1)。プロピオン酸給与により体脂肪の C_{18:1} と分枝・奇数炭素数脂肪酸及びヨウ素価が増加した (表 2)。給与された VFA 塩は体脂肪蓄積に利用され、プロピオン酸給与は体脂肪構成脂肪酸の不飽和化を促進した。

Table 1. Comparison of feed utilization, carcass composition between Exp. 1 and Exp. 2¹⁾

	Exp. 1			Exp. 2	
	C:R=7:3 ²⁾	C:R=3:7	C:R=5:5 (Control)	C:R=5:5 + Propionate	C:R=5:5 + Acetate
Feed utilization					
Initial body weight (kg)	39.9±3.6 ³⁾	38.7±3.6	38.7±2.5	47.0±0.2	44.5±6.4
Final body weight (kg)	63.0±2.8 ⁴⁾	52.4±5.5 ⁵⁾	58.1±1.3 ⁶⁾	66.2±9.2	62.9±8.4
Daily energy intake (Cal/day)	4,938±473	4,073±504	4,297±242	4,636±395	4,613±569
Daily gain (g/day)	175±5 ⁷⁾	102±29 ⁸⁾	144±9 ⁹⁾	144±70	138±16
Feed conversion ratio	10.6±0.8 ¹⁰⁾	16.1±4.4 ¹¹⁾	11.7±1.4 ¹²⁾	12.5±3.7	13.2±0.2
TDN (%)	60.1±2.5	59.3±5.9	57.9±4.8	58.4±0.7	57.3±1.3
DCP (%)	7.2±0.6	5.8±1.5	6.5±1.0	6.8±0.1	6.9±0.1
Carcass constitution					
Dressed carcass (kg)	29.1±2.0 ¹³⁾	20.8±3.2 ¹⁴⁾	25.0±0.9 ¹⁵⁾	32.0±6.4	30.3±3.2
(%)	(46.0±0.8 ¹⁶⁾)	(39.7±1.8 ¹⁷⁾)	(43.0±0.5 ¹⁸⁾)	(48.3±3.1 ¹⁹⁾)	(48.2±1.4 ²⁰⁾)
Digestive organs (kg)	12.7±1.2	14.4±1.9	14.0±0.8	12.4±1.5	10.6±2.0
(%)	(20.1±2.3 ²¹⁾)	(27.7±4.4 ²²⁾)	(24.1±1.8 ²³⁾)	(18.7±0.4 ²⁴⁾)	(16.8±0.9 ²⁵⁾)
Internal depot fat (kg)	3.7±0.5 ²⁶⁾	1.8±0.3 ²⁷⁾	2.7±0.1 ²⁸⁾	3.8±0.8 ²⁹⁾	4.3±0.2 ³⁰⁾
(%)	(5.7±0.6 ³¹⁾)	(3.5±0.7 ³²⁾)	(4.6±0.2 ³³⁾)	(5.7±0.4 ³⁴⁾)	(6.8±0.6 ³⁵⁾)

1) Exp. 1 was carried out to use three types of rations at different ratios: 7:3, 3:7 and 5:5 of concentrate (formula feed) and roughage (mainly grass hay). Exp. 2 was carried out using the two rations. Those were control diets (C:R=5:5) plus propionate or acetate. The amount of propionic or acetic acid given was 0.13% of live weight per day. In Exp. 1 and Exp. 2 each experimental animal was fed with 3.3-3.8% of live weight per day for 19 weeks. 2) C: concentrate, R: roughage. 3) Mean±standard deviation. 4) Means with the same superscript or without superscript are not significantly different at the 0.05 probability level. 5) Figures in parenthesis give percentage of live weight.

Table 2. Comparison of fatty acid composition, iodine value and melting point of different adipose tissues at slaughter time between Exp. 1 and Exp. 2

		Exp. 1			Exp. 2	
		C:R=7:3	C:R=3:7	C:R=5:5 (Control)	C:R=5:5 + Propionate	C:R=5:5 + Acetate
Fatty acid composition (%)						
C_{16:0} fatty acid	Subcutaneous	25.7±2.7	25.3±0.8	23.3±2.1	23.6±0.3	27.3±3.3
	Intramuscular	21.6±2.4 ¹⁾	24.3±2.2 ²⁾	21.3±1.6 ³⁾	23.1±1.2 ⁴⁾	25.0±2.0 ⁵⁾
	Perinephric	23.1±1.4	23.0±1.3	22.8±1.8	22.1±0.7	24.0±2.3
	Omental	23.4±2.3	22.7±2.2	22.4±0.7	22.3±2.4	26.2±0.4
C_{18:0} fatty acid	Subcutaneous	21.6±3.4 ⁶⁾	30.5±1.9 ⁷⁾	27.4±2.3 ⁸⁾	19.9±3.8 ⁹⁾	23.4±2.9 ¹⁰⁾
	Intramuscular	18.8±2.8 ¹¹⁾	28.5±3.3 ¹²⁾	21.8±1.9 ¹³⁾	14.1±0.9 ¹⁴⁾	20.4±2.5 ¹⁵⁾
	Perinephric	36.1±3.1 ¹⁶⁾	43.6±1.4 ¹⁷⁾	41.0±1.6 ¹⁸⁾	34.5±5.4	37.0±1.9
	Omental	34.4±5.9	39.1±2.7	38.3±1.3	32.9±4.3	31.8±1.3
C_{20:0} fatty acid	Subcutaneous	42.9±1.7 ¹⁹⁾	34.3±3.1 ²⁰⁾	39.6±0.2 ²¹⁾	46.9±0.5 ²²⁾	38.1±0.7 ²³⁾
	Intramuscular	51.0±2.5 ²⁴⁾	41.7±3.3 ²⁵⁾	48.3±2.0 ²⁶⁾	50.3±2.7 ²⁷⁾	45.8±3.2 ²⁸⁾
	Perinephric	31.6±3.8 ²⁹⁾	23.9±1.2 ³⁰⁾	28.5±1.7 ³¹⁾	30.8±3.1	29.4±0.3
	Omental	31.8±5.3	37.2±2.9	30.0±2.4	32.5±0.6	32.9±1.4
B. C. + N. O. N. C.³²⁾ fatty acids	Subcutaneous	3.6±0.4 ³³⁾	4.8±0.5 ³⁴⁾	3.8±0.1 ³⁵⁾	8.1±1.3 ³⁶⁾	5.2±0.4 ³⁷⁾
	Intramuscular	3.0±0.4	2.8±1.6	2.7±0.5 ³⁸⁾	5.1±1.1 ³⁹⁾	2.7±0.9 ⁴⁰⁾
	Perinephric	4.2±0.5 ⁴¹⁾	4.8±0.8 ⁴²⁾	3.3±0.7 ⁴³⁾	5.8±0.2 ⁴⁴⁾	3.9±0.1 ⁴⁵⁾
	Omental	5.0±1.3	5.9±0.3	4.5±0.5	6.0±1.5	4.0±0.4
Unsaturated fatty acids	Subcutaneous	46.5±2.1 ⁴⁶⁾	37.0±3.6 ⁴⁷⁾	42.7±0.9 ⁴⁸⁾	53.8±2.5 ⁴⁹⁾	42.3±0.0 ⁵⁰⁾
	Intramuscular	55.8±2.2 ⁵¹⁾	46.1±3.4 ⁵²⁾	52.8±2.4 ⁵³⁾	56.5±1.1 ⁵⁴⁾	50.6±3.1 ⁵⁵⁾
	Perinephric	34.9±3.9 ⁵⁶⁾	26.6±1.3 ⁵⁷⁾	31.1±1.7 ⁵⁸⁾	35.6±4.2	32.8±0.0
	Omental	35.1±6.0	30.5±2.8	32.9±2.2	36.5±0.2	35.4±0.6
Iodine value	Subcutaneous	42.8±4.1 ⁵⁹⁾	34.6±4.9 ⁶⁰⁾	38.2±0.6 ⁶¹⁾	52.6±2.8 ⁶²⁾	39.5±2.1 ⁶³⁾
	Intramuscular	50.4±2.9 ⁶⁴⁾	42.0±2.7 ⁶⁵⁾	48.2±0.9 ⁶⁶⁾	49.5±0.8 ⁶⁷⁾	44.6±2.1 ⁶⁸⁾
	Perinephric	32.9±2.8	28.0±1.7	30.1±1.6	36.2±2.1	34.1±2.8
	Omental	34.9±3.1	31.4±1.3	33.4±1.4	34.7±0.5	33.3±1.3
Melting point (°C)	Subcutaneous	44.0±1.4 ⁶⁹⁾	49.0±1.0 ⁷⁰⁾	45.7±1.5 ⁷¹⁾	40.0±1.4 ⁷²⁾	45.0±1.4 ⁷³⁾
	Intramuscular	39.8±2.0 ⁷⁴⁾	44.5±1.0 ⁷⁵⁾	42.0±1.8 ⁷⁶⁾	40.3±0.5 ⁷⁷⁾	42.3±0.9 ⁷⁸⁾
	Perinephric	49.5±1.7 ⁷⁹⁾	52.7±0.6 ⁸⁰⁾	51.7±1.2 ⁸¹⁾	48.0±1.4 ⁸²⁾	48.5±0.7 ⁸³⁾
	Omental	47.7±1.5	50.0±1.0	49.7±0.6	48.0±0.0	48.5±0.7

1) Branched chain+normal odd number C fatty acids. See notes to Table 1.

Ⅲ. VFA塩多量給与下における肥育効果と体脂肪性状の変化

1. 肥育効果と体脂肪性状への影響

VFAのCaまたはNa塩をできるだけ多量に添加給与または第一胃に連続注入して12～16週間肥育した。必要TDNに占めるVFA塩給与量は17.1～22.4%の範囲であって、注入が添加給与より4%多く充足できた。VFA塩給与により枝肉歩留りと筋肉内の粗脂肪含量が増加した。プロピオン酸給与により肥育に伴い不飽和脂肪酸とC_{17:0}脂肪酸が上昇した。特にプロピ

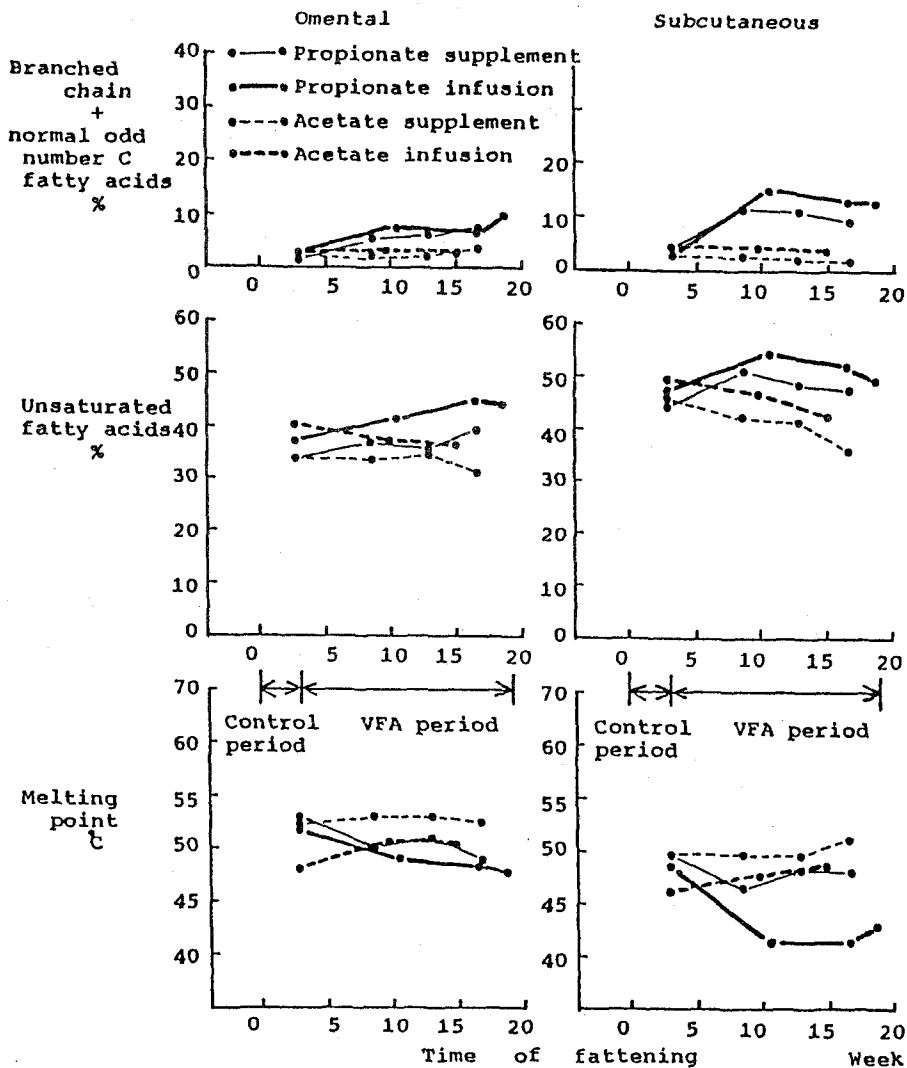


Fig. 5. Change in composition of branched chain + normal odd number C, unsaturated fatty acids and melting point of adipose tissues during fattening by VFA salts feeding.

オン酸注入7週間後の背脂肪で不飽和脂肪酸 47.5→54.3% (融点 48.5→41.5℃) と著しく不飽和化された(図5)。酢酸給与により不飽和脂肪酸はプロピオン酸給与と逆の変化傾向を示した。VFA塩給与が肥育を促進し、プロピオン酸が体脂肪構成脂肪酸を不飽和化、酢酸が飽和化していることが確認できた。

2. 第一胃内液脂質への影響

Ⅲ. 1.の実験時に24時間に亘り第一胃内液の脂質を調べた。総脂質含量はVFA塩給与により多くならなかった。プロピオン酸と酢酸注入ともC18:0脂肪酸が低くC18:1脂肪酸が高くなった。特にプロピオン酸注入でこの傾向が顕著だった(図6)。

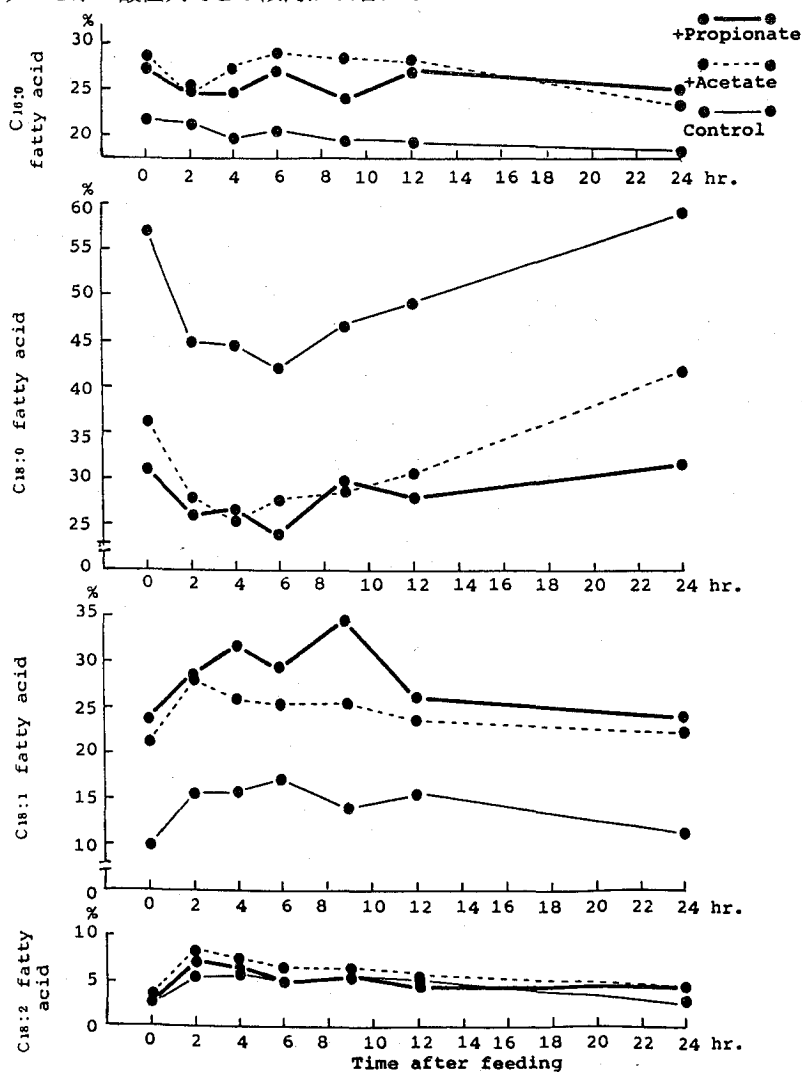


Fig.6. Change in composition of fatty acids of rumen liquor in the VFA salts infusion.

プロピオン酸注入により分枝・奇数炭素数脂肪酸は高くならなかった。VFA塩を多量に給与すると第一胃内での不飽和脂肪酸への水素添加能と脂肪酸合成能が低下することがうかがわれた。

3. ハムスターにおける増体と体組成への影響

プロピオン酸と酢酸の生産エネルギーの違いを確認するためにハムスターが有用であると判断して本実験を実施した。繁殖用飼料を g 体重^{3/4}の28~30%、VFAのCa塩をTDNの10%添加給与して49日間の成長試験を行なった。1日増体量(g)と飼料要求率はそれぞれプロピオン酸給与1.3、6.15、酢酸給与0.9、7.88、無添加給与0.9、7.60とプロピオン酸給与により飼料の利用性が著しく向上した(表3)。プロピオン酸給与により屠体中の粗蛋白質と粗脂肪量が有意に増加した。生産エネルギー(kcal/100g)はプロピオン酸322、酢酸84とプロピオン酸は酢酸の3.8倍のエネルギー価を示した。

Table 3. Comparison of feed utilization rate and chemical composition of whole body of hamster between propionate and acetate supplement to the ration

	+Propionate	+Acetate	Control
Daily gain (g)	1.3 ± 0.2 ^{a 1, 2)}	0.9 ± 0.1 ^b	0.9 ± 0.2 ^b
Feed conversion ratio	6.15 ± 0.76 ^a	7.88 ± 0.66 ^b	7.60 ± 1.09 ^b
Dry matter digestibility (%)	83.0 ± 1.3	83.1 ± 1.9	84.7 ± 1.2
Chemical composition (%)			
Moisture	56.8 ± 1.7 ^a	59.2 ± 1.2 ^b	60.3 ± 3.0 ^b
C. protein	17.1 ± 0.9	17.0 ± 0.7	17.0 ± 0.7
C. fat	20.7 ± 2.5	17.9 ± 2.1	17.4 ± 4.2
C. ash	3.4 ± 0.4	3.7 ± 0.3	3.7 ± 0.4
Others	2.0 ± 0.5	2.1 ± 0.4	1.6 ± 0.7
Energy gain (kcal)			
C. protein	61.9 ± 8.3 ^a	45.4 ± 7.3 ^b	44.9 ± 6.3 ^b
C. fat	163.3 ± 35.1 ^a	105.1 ± 24.7 ^b	104.4 ± 53.7 ^b
Others	5.2 ± 2.0	2.9 ± 1.8	2.9 ± 1.8
Total	230.4 ± 45.5 ^a	153.4 ± 33.8 ^b	152.2 ± 61.8 ^b
Net energy value as VFA (kcal/100g)	322 ± 114 ^a	84 ± 22 ^b	

1) Mean ± standard deviation.

2) Means with the same superscript or without superscript are not significantly different at the 0.05 probability level.

IV. 各種飼料給与下における第一胃内水素添加能とVFA産生能の変化

1. 濃厚飼料と粗飼料の給与割合の影響

給与割合を8:2、5.5:4.5、3:7として1日当たり体重の3.8%を2週間給与した。次に、第一胃液をとり配合飼料または牧乾草にリノール酸を加えたものを基質として添加して *in vitro* で試料中の脂肪酸が飽和化される過程を24時間に亘り調べた。両基質とも濃厚飼料を多給する程水素添加能が低下し、特にC_{18:1}からC_{18:0}脂肪酸への変換が鈍った(図7)。濃厚飼料と粗飼料を多給した胃内容液を用いた場合、VFA産生量は濃厚飼料または牧乾草のいずれを基質としても低下した(図8)。

2. VFA塩多量添加給与の影響

IV. 1. の給与割合5.5:4.5にプロピオン酸または酢酸のCa塩を必要TDNの20%添加給与して *in vitro* 法によりIV. 1. と同様に試験管内液脂肪酸組成の変化を調べた。VFA塩給与により水素添加能が低下し、特にプロピオン酸給与によりいずれの基質添加の場合もC_{18:1}からC_{18:0}脂肪酸への変化が鈍るように思われた(図9)。VFA産生量もVFA塩を添加給与した胃内容液を用いた場合に低下したが(図10)、各VFAの産生割合と水素添加能の関係は明らかでなかった。

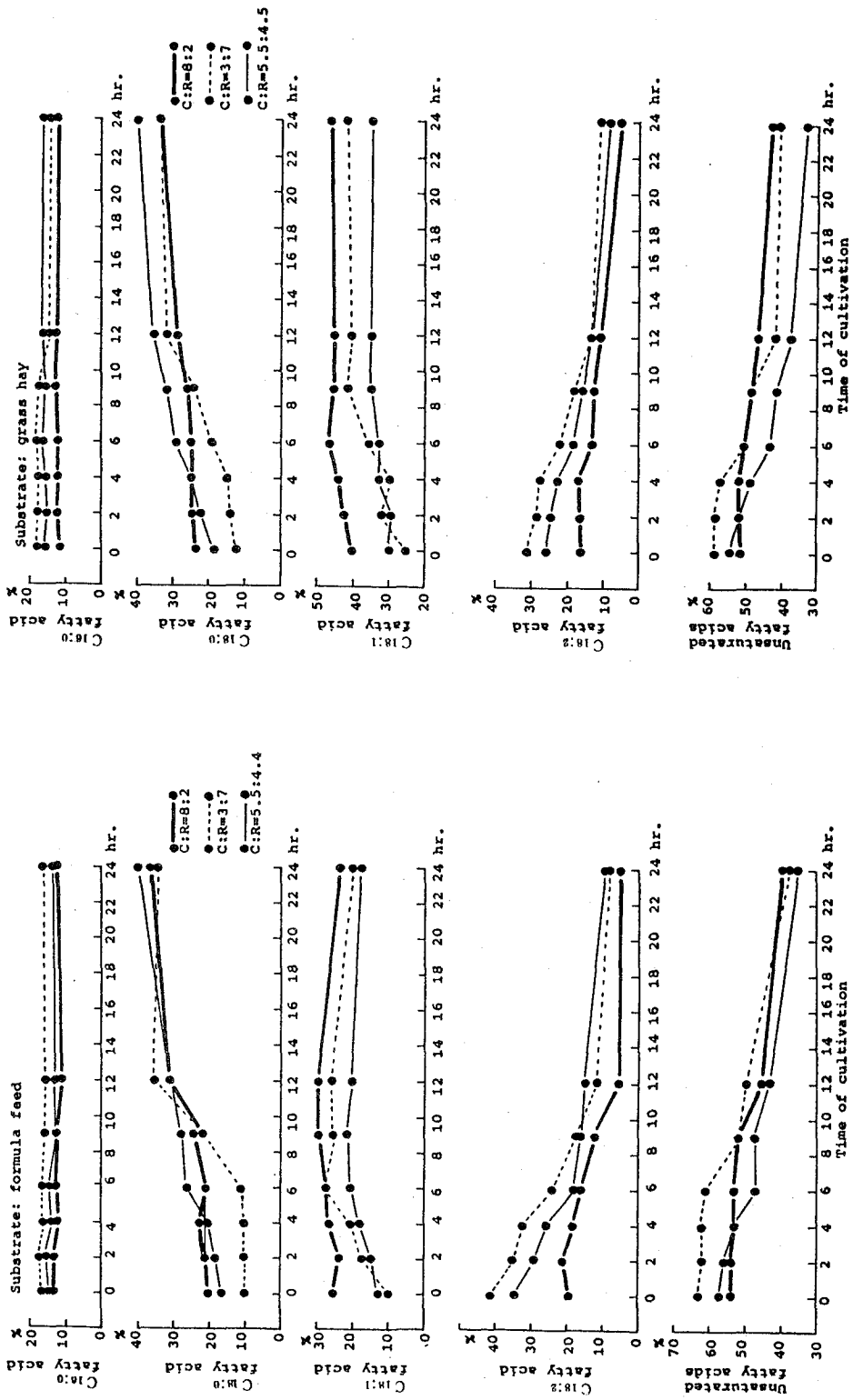


Fig.7. Change in composition of fatty acids of rumen liquor *in vitro* added formula feed and grass hay in the feeding of three types of rations with different ratios: ratio is 8:2, 5.5:4.4 and 3:7 of concentrate and roughage.

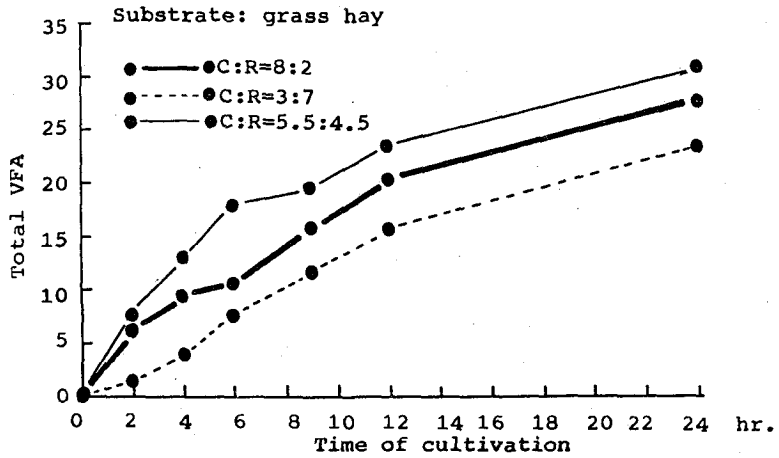
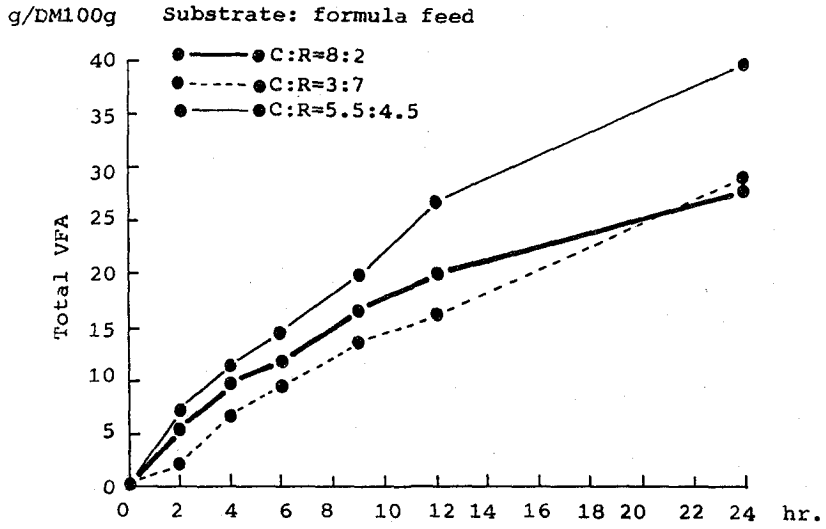


Fig.8. change in amount of VFA production from formula feed and grass hay *in vitro* in the feeding of three types of rations with different ratios: ratio is 8:2, 5.5:4.5 and 3:7 of concentrate and roughage.

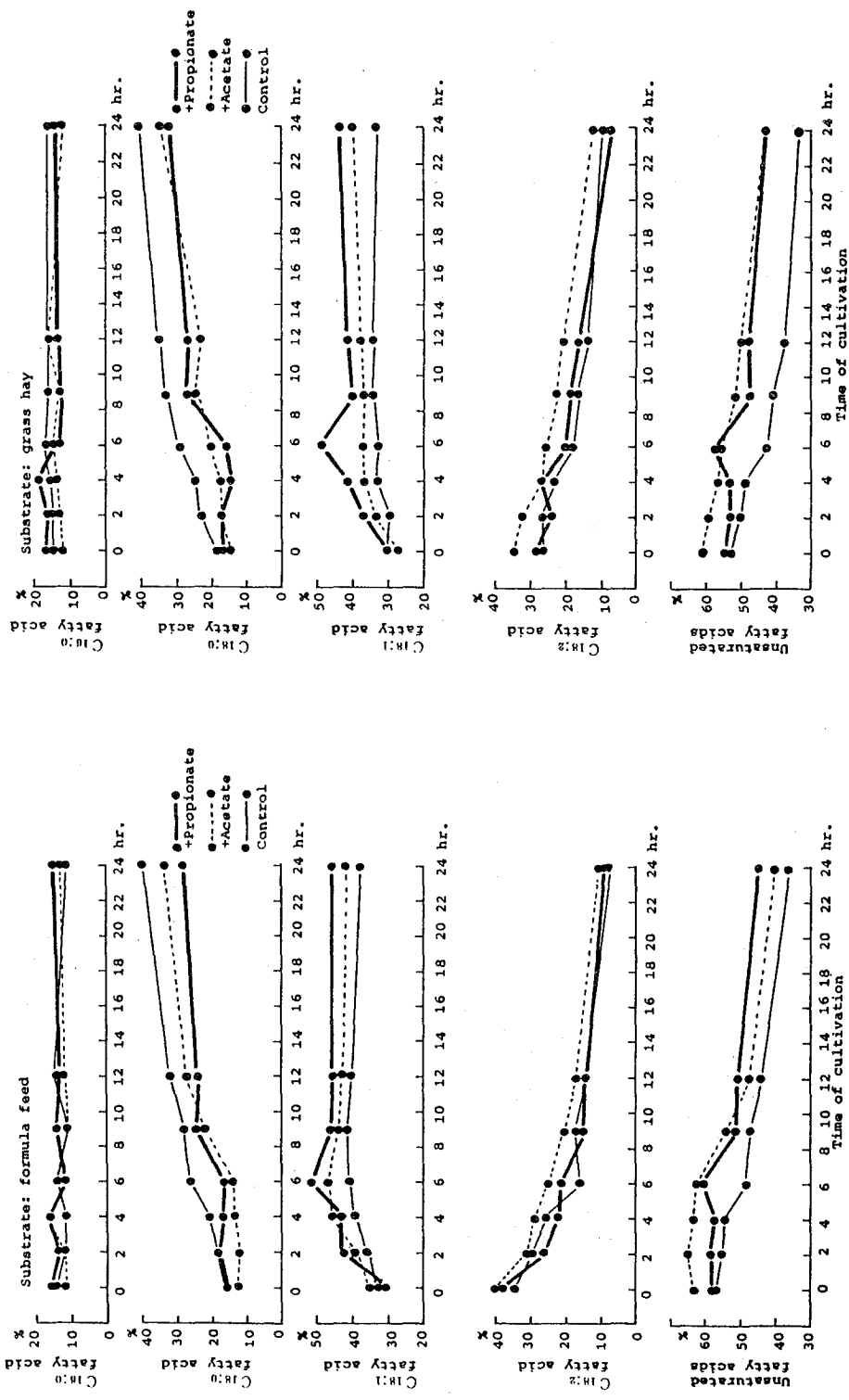


Fig.9. Change in composition of fatty acids of rumen liquor *in vitro* added formula feed and grass hay in the VFA salts feeding.

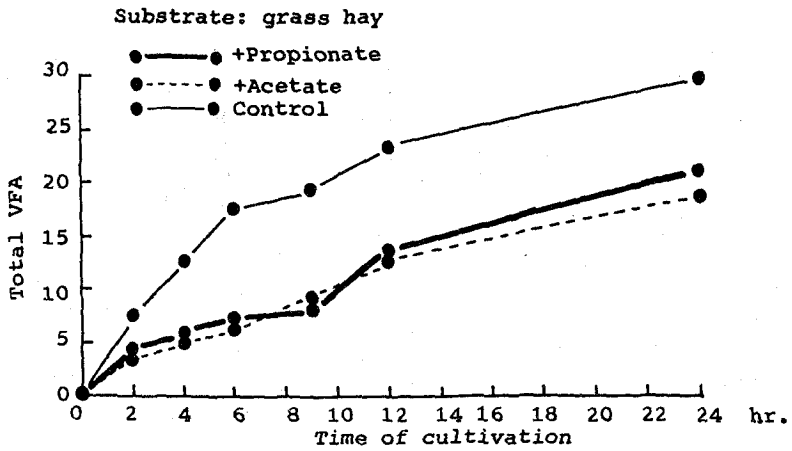
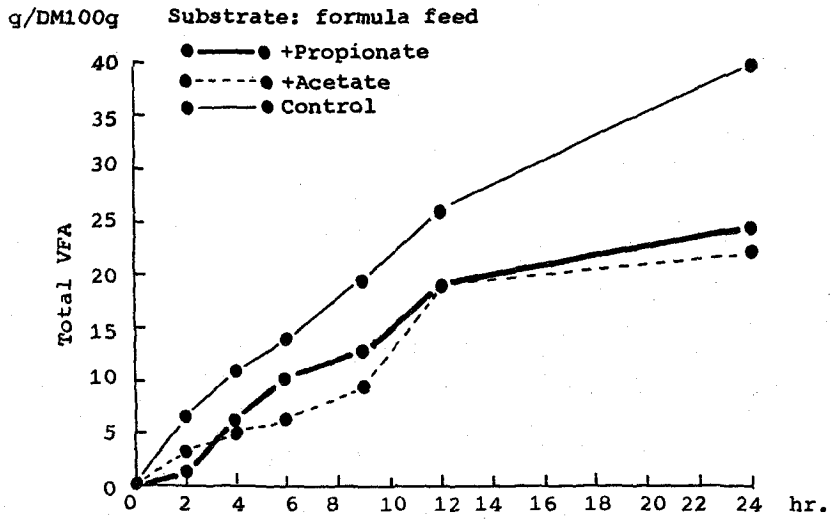


Fig.10. Change in amount of VFA production from formula feed and grass hay *in vitro* in the VFA feeding.

V. 結 論

メン羊の体脂肪性状に及ぼす各種飼料給与の影響について研究し、次の結果を得た。

1. 濃厚飼料／粗飼料給与比を高くする程第一胃内液の総脂質含量とC18:1脂肪酸が増加し、一方血漿中ではコレステロールエステル画分のC18:2脂肪酸が増加した。

2. 酢酸塩給与により第一胃内液の総脂質含量とC18:1脂肪酸が増加し、プロピオン酸塩給与により血漿中のそれらが増加した。

3. 濃厚飼料／粗飼料給与比を高めてメン羊を肥育すると飼料の利用性が向上し、体脂肪量と体脂肪中C18:1脂肪酸が増加した。

4. プロピオン酸塩または酢酸塩を給与してメン羊を肥育すると体脂肪量が増大し、プロピオン酸塩給与により体脂肪中の分枝・奇数炭素数脂肪酸とC18:1脂肪酸が増加した。

5. ハムスターにプロピオン酸塩を給与すると飼料の利用性が向上し、体脂肪量が著しく増加した。

6. 濃厚飼料／粗飼料給与比を高めたり、VFA塩を多量に給与すると、*in vitro*での不飽和脂肪酸への水素添加能とVFA産生能が鈍るように思えた。

7. 以上の結果をまとめて肥育時における各種飼料給与と体脂肪生成過程の関連を図11に示した。

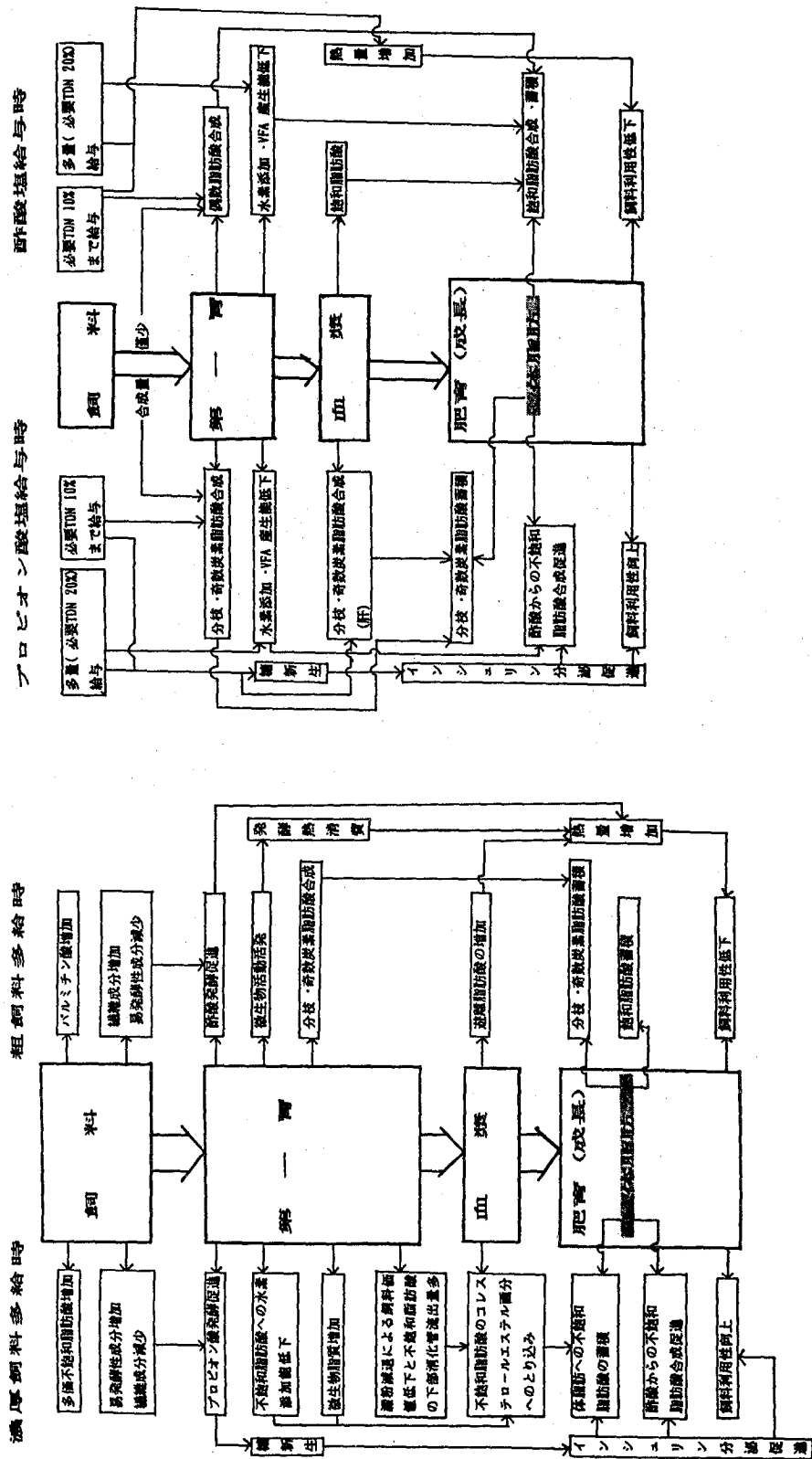


図 1.1. 各種飼料給与による肥育時における体脂肪生成過程

審査結果の要旨

反芻動物の脂質代謝は、不飽和脂肪酸が第一胃内で水素添加を受けること、或は生体内合成の主要基質が酢酸であることなど単胃動物とは様相が異なる。本論文の著者はメン羊を用い、濃厚飼料および粗飼料の給与比を変えることにより、第1胃発酵の状態を変え、これが体脂肪性状に及ぼす影響を経時的に追跡した。更に、酢酸およびプロピオン酸を人為的に添加給与して、蓄積脂肪の性状変化を知り、これらの実験から、メン羊の体脂肪生成機構を明らかにすることを試みた。

まず、濃厚飼料の粗飼料に対する給与比を高めるほど飼料の利用性が向上し、体脂肪量も増加した。この際、第1胃内のプロピオン酸および $C_{18:1}$ 脂肪酸が増し、一方体脂肪中でも次第に $C_{18:0}$ 脂肪酸が低下し、 $C_{18:1}$ 脂肪酸が増加した。

次に酢酸およびプロピオン酸塩を添加給与することによる第一胃内脂質性状および体脂肪性状の変化を調べた。上記塩の給与量のいかんにより、やや結果が異なるものの必要TDNのほぼ20%相当量を給与した場合は、第一胃内脂質 $C_{18:0}$ 脂肪酸が低く、 $C_{18:1}$ 脂肪酸が高くなり、特にプロピオン酸塩添加で、この傾向が顕著であった。一方、生体に於ては、枝肉歩留りと筋間脂肪含量が増加し、体脂肪構成脂肪酸は、プロピオン酸塩給与で不飽和酸、酢酸塩給与で飽和酸の多くなることが確かめられた。

上記結果を更に詳細に調べるため、類反芻動物としてのハムスターを用い、実験を行ったところ、プロピオン酸塩給与により、飼料の利用性が向上し、生産エネルギー価は酢酸の3.8倍となった。また、*in vitro*各種飼料給与下の第一胃内溶液を用いて実験したところ、*in vivo*の結果を裏付け得た。これらから各種飼料条件下における体脂肪生成の過程について模式図を想定することができた。

以上の結果は、家畜生理学、栄養学の発展に寄与するのみならず、反芻家畜の肥育方式の改善に裨益するところが極めて大きい。よって審査員一同、著者は、農学博士の学位を授与されるに値すると判断した。