

I 章 緒 言

I-1 研究の背景と目的

羊肉の需給動向と国産特に道産のラム肉生産

わが国の羊肉消費量は2004年度で2.2万tである。しかし、その供給は99.6%を海外に依存しており、おもな輸入先はオーストラリアとニュージーランドである^{4,5)}。両国では、主として交雑種を用いて放牧を主体とした羊肉生産が行われており、冷凍あるいはチルドの状態日本で供給されている^{3,4,7,9)}。輸入量のうち約40%がラム肉であり、このうち特に高品質で価格の高いチルドは2~3%を占めている^{5,9)}。

このような状況にあるものの、わが国の生産者と(社)日本綿羊協会などの関係機関は、国産品という点はもちろんのこと、輸入品に比べた鮮度のよさを優位点として国産ラム肉の振興を図っている^{5,9,7,7,7,8)}。チルドでは現地での処理加工と輸送や日本国内での移送に日数を要するが、国産ラム肉は迅速に実需者に届くので、新鮮な状態で調理できる。関係機関は国産ラム肉の消費拡大に向けて啓蒙を行っており^{5,9,7,8)}、その供給が需要を満たせない状況もみられている^{9,7)}。特に昨今は、羊肉には体脂肪を燃焼させるカルニチンや血中のコレステロール濃度を下げる不飽和脂肪酸が多く含まれているなど、いわゆるダイエットや健康に関する知識が消費者に浸透し、健康志向の面から羊肉料理が注目されている^{9,7,11)}。なお、日本綿羊協会は2003年に解散し、(社)畜産技術協会と統合した^{8,3)}。

わが国の消費者は、国産食品のうち特に北海道産食品に対して「おいしい」、「新鮮」と評価しており、「道産」にプラスのイメージを持っている^{1,2,4)}。国産ラム肉のうち、特に道産ラム肉は、このような好感度も優位点となる。わが国のめん羊飼育は産業規模としてはごく小さなものである。しかし、北海道の生産者は、上記の優位点を活かし道産ラム肉の生産拡大を図っている。

わが国では、軍需用羊毛を自給するため、大正時代にめん羊増殖計画が立てられ、めん羊飼育が奨励された。しかし、計画どおりに飼育頭数は伸びず、第二次世界大戦が終了した1945年の全国の飼育頭数は18万頭であった。戦後は、衣料不足と輸入羊毛の減少により国産羊毛の需要が増大したため、1957年には94万頭に達した。当時の主要品種は毛肉兼用種のコリデール種であった。と

ころが、1961年に羊毛の輸入が自由化され、国産羊毛の価格が下落したため、羊毛生産を主目的とするめん羊飼育は壊滅した。

そこで、羊肉生産を主目的とするめん羊飼育へと方向転換が図られた。羊肉の種類にはラム(生後1年未満の子羊)とマトン(生後1年以上経過した成羊)の肉があり、前者の方が高品質で価格が高い。転換の方向は、ラム肉生産を目指すものであった。このため、1967年から大型肉用種のサフォーク種が導入され、わが国の主要品種となった^{4,9,8,3)}。しかし、すでに1959年に羊肉の輸入は自由化されており、最近の牛肉の輸入自由化の時のような種々の対策がとられなかったため、飼育頭数は1976年に1万頭にまで減少した。その後、水田再編対策、中山間地域振興対策等により、ラム肉生産に加え、低利用草資源の活用や観光畜産振興などの見地からもめん羊飼育が行われ、1991年には3万頭まで回復した^{7,8,8,0,8,1,8,2,1,0,4)}。しかし、国産ラム肉は、輸入品に比べ高価で、品質の変動が大きく、さらに国内でのスクレイピー発生の影響もあり、飼育頭数は再び減少に転じている^{8,4)}。

2004年度の全国の飼育頭数は1.1万頭で、北海道はこのうち49%を占めている^{4,4)}。北海道の飼育戸数は231戸、1戸当たり平均飼育頭数は23頭である^{4,4)}。意欲的に専業を目指す経営もあるが、おもに稲作、畑作、酪農地帯において複合経営として営まれ^{4,6,5,3,7,6,1,1,8)}、農家生産システムの多様化、地場産業の回復などを担っている。

めん羊の生理学的特徴と従来のラム肉生産システム

めん羊は季節繁殖動物である。北海道では、サフォーク種成雌羊は9~10月に発情を呈し、翌年2~3月に分娩する。母羊により子羊が哺育される自然哺育では、4カ月齢で離乳する^{7,6)}。5月から10月まで放牧飼養を行い、11月から翌年4月までは舎飼い飼養を行う。

当初のラム肉生産は、2~3月に出生した子羊を増体の速い個体から順次出荷する、次のようなシステムで行われてきた^{4,9,1,0,3)}。①4カ月齢離乳時に、単子の雄など一部の子羊をミルクラムとして出荷する。②残りの子羊を放牧飼養して、7~8カ月齢の放牧終了時に放牧仕上げラムとして出荷する。③最後に残った子羊は舎飼い肥育を

行い、9～10カ月齢で舎飼い仕上げラムとして出荷する。これらのいずれにおいても出荷時の体重(body weight、以下BW)は48～52kg程度である⁴³⁾。近年は、50kg以上の大型ラムも求められるようになり、離乳後も舎飼いを続けて6～7カ月齢で出荷することも行われている^{43)・114)・115)}。

このようにして通年的な需要に対応してきたが、季節的には観光客や行事の多い5～6月が需要最盛期である⁷⁶⁾。従来の生産システムでは、5～6月に出荷できるのは子羊総数の一部に限られており、この時期の需要に対応できない状況にある。また、実需者は国産ラム肉の品質が高位・安定化することを要望している¹¹¹⁾。これに対して、関係機関によりラム肉の規格に関する基準が提示されているが⁷⁹⁾、生産者は、子羊を出荷する段階において、製品としてのラム肉の品質を判断する方法を持っていない状況にある。

研究の目的

このような状況を改善するには、子羊の4カ月齢までに高増体を図り、かつ、適正規格の枝肉となることを判断して子羊を出荷するシステムが必要である。本研究は、このような新しいラム肉生産システムを構築することを目的とする。

I-2 既往の関連研究

北海道におけるサフォーク種の改良

北海道のサフォーク種は1960年代後半にオーストラリアとカナダから導入されたものを起源とする⁴⁰⁾。本種は世界的には肉用交雑種生産における末端種雄として用いられており^{18)・99)}、導入当初は、本種雄羊とコリデール種雌羊の一代雑種を生産する方向が模索されていた^{99)・58)}。しかし、本種の産肉性はコリデール種よりはるかに優れており、コリデール種の飼育頭数も減少したため、本種の純粋種を肉生産に利用する方向が採られた^{47)・48)}。

1970年代に米国で最も評価の高いラムの出荷BWは45kgであった。わが国に導入されたサフォーク種は、4カ月齢時BWが単子の雄でも36kg程度であり、北海道においても4カ月齢時BW45kgを目標に改良が進められた^{47)・48)}。その結果1990年代には、単子の雄で45kg、また、雌では41kgに達した⁴⁹⁾。

成雌羊の交配時BWも導入時の62kgから、1990年代には76kgに大きくなり、その産子率は157%から183%に向上した⁴⁹⁾。産子率180%を母羊の頭数割合で見ると、単子を分娩する母羊が30%、双子分娩母羊が60%、三子分娩母羊が10%である。また、これを出生した子羊の頭数割合で見ると、単子が17%、双子が66%、三子が17%であり、子羊総数の約7割を双子が占める。一方、子羊の増体は、単子が最も速く、次いで、双子、三つ子の順であり、また雄が雌よりも速い^{106)・122)}。このため、既存の生産システムでは、単子の雄は4カ月齢で出荷BWに到達するが、子羊総数の過半を占める双子が出荷可能となるのは6～8カ月齢とならざるを得ないのが現状である^{76)・77)}。このようなこともあり、三子の場合は、一子を乳母哺育あるいは人工哺育することが多い¹⁰²⁾。

ラム肉の季節的な需要最盛期は、早春の観光客や行事の多い5～6月である。従来の生産システムでは、この時期の需要を満たすことはできず、特に北海道で生産されたラム肉に対する供給依頼が殺到している状況にある。このような状況を改善するには、双子について飼養管理面で高増体を図り、現状よりも早く出荷BWに到達させる生産システムが必要と考える。しかし、これに関する研究は行われていない。

新生子羊の管理

新生子羊損耗の最大の原因は、初乳の欠如あるいは摂取不足によって起こる低体温症である³⁰⁾。ときには、生後20分で低体温症に陥る場合もある¹¹³⁾。北海道では、2～3月の分娩時期は厳寒期で、羊舎内も寒冷な状態にあり、このような環境条件下では低体温症となる危険性が高い。このため、管理者は分娩時期に監視を励行し、出生時には、次のような措置を行い、初乳を確実に摂取させるよう指導されている^{102)・107)}。①子羊の鼻口部周辺に付着した胎膜等を拭きとり、臍帯を希ヨードチンキで消毒する。②母子羊を分娩柵(1.8×1.2m)⁴⁷⁾内に移動して囲う。③子羊の生時BWを測定する。④母羊の乳頭を手でしごいて乳頭孔のロウ状の栓を除去し(乳切り)、乳頭を子羊の口に含ませて初乳を吸わせる(乳付け)。こうした措置により、サフォーク種の育成率も著しく向上している⁴⁹⁾。

しかし、生産現場では、出生時に管理者が不在の場合がある。この場合、新生子羊は体内の蓄積エネルギーを

使用して、初乳摂取に向けて種々の行動を行う。しかし、蓄積エネルギーには限度があり、その範囲内で初乳を摂取できなければ生存できない。新生子羊の行動に関する従来の報告^{3, 5, 6, 9, 5)}により、出生から吸乳に至るまでの時間が新生子羊生存の指標になるとされている。

新生子羊の吸乳行動は母羊の母性行動と密接に関連しており、例えばHuLetら⁵⁾の総説にあるように詳細に研究されている。出生した子羊が自身で初乳の吸乳に成功するまでに要する時間については、品種や飼養条件などにより相違はあるものの、おおむね、生後1時間以内に起立して吸乳の試みを始め、2時間以内に吸乳に成功する^{5, 31, 88, 95)}。しかし、舎飼いのサフォーク種に関して出生直後の吸乳行動を検討した報告はみあたらず、Fahmyら³⁾が、産子率の極めて高い品種における母子羊の行動を調べる際に対照としてサフォーク種を用いた例があるのみである。この場合、羊舎内の温度は10～15℃の条件下であった。

サフォーク種子羊の早期高増体を図るにあたっては、まず、子羊の出生時から健全な発育を保証しなければならない。北海道では、2～3月の分娩時期には、羊舎内であっても飲用水が凍結するほど寒冷な状況となる、このような条件下において、出生直後における子羊の行動、特に吸乳に至るまでの行動は明らかにされていない。

子羊における固形飼料消化能力の発達

反芻家畜の新生子は、2～3週齢で固形飼料を摂取し始め、第一胃の実質的な発達が始まる。摂取した飼料中の炭水化物の発酵産物である揮発性脂肪酸(volatile fatty acids、以下VFA)によって第一胃の発達が刺激される。液状飼料よりも固形飼料の摂取割合の多い方が、また、飼料中の特に易発酵性炭水化物の多い方が、第一胃の発達が速い。畜種や飼養条件によって異なるが、第一胃は2～6カ月齢までに成熟時と同程度まで発達する^{94, 117)}。

めん羊について、Laneら^{6, 2)}は、2週齢頃からの固形飼料の摂取により第一胃の発達が始まり、Holcombeら^{5, 0)}は、2カ月齢までにその機能がほぼ完成すると報告している。このような第一胃の発達や、第一胃以降の消化管の発達^{11, 6)}によって、飼料の消化能力が発現される^{5, 4, 9, 3)}。

子羊の加齢と飼料の消化率の関係について、Cruickshankら^{1, 7)}は、7～23週齢において週齢による消化率の変化はないと報告している。また、WestonとMargan^{11, 9)}は、15～40週齢時において加齢にともなって消化率は低下するが、低下の割合は極めて小さいと報告している。これらによれば、8週齢すなわち2カ月齢以降には、飼料の消化率はほぼ一定になると想定される。一方、わが国では、阿部ら¹⁾が、3、6、9および12カ月齢において比較を行い、消化率は3カ月齢では低く、その後上昇し6カ月齢以降にほぼ一定になると報告している。このように、子羊が成羊に匹敵する消化率を示す月齢については、一致した結果とはなっていない。サフォーク種子羊の早期高増体を図るには、次に述べるように固形飼料の補給が不可欠であり、4カ月齢以前の子羊における固形飼料の消化能力を明らかにする必要がある。

クリープフィーディングの意義とわが国のめん羊飼育における配合飼料事情

わが国では、サフォーク種母羊の授乳期間は4カ月間で、子羊は4カ月齢で離乳する^{7, 6)}。母羊は、前期2カ月間に一乳期乳量の75%を生産し、後期2カ月間は経時的に日乳量が低下する^{6, 6, 7, 3)}。この間、子羊に対して、クリープフィーディング(creep feeding、以下CF)を行う^{7, 3, 8, 2)}(写真1)。これは、母子羊群を飼育する施設内に、子羊のみが通過できる子羊柵^{5, 7)}を使用して囲いを設け、2週齢頃から、囲いの中で粗飼料と濃厚飼料を給与する措置である。CFの効果として、前期には第一・二胃、第三胃、第四胃の発達促進^{11, 6)}が、また、後期には増体促進^{1, 9)}が報告されている。CFで給与する粗飼料は一般に乾草が用いられるが、粗飼料が消化管の発達や増体に及ぼす効果は小さく、このような効果が大きいのは濃厚飼料である^{7, 3, 11, 6)}。

CFに使用する場合に限らず、わが国のめん羊飼育で使用する濃厚飼料は、経済性、利便性の面から配合飼料が使われてきた^{7, 6)}。この場合、めん羊用配合飼料は1社が2種を販売するのみであったため、牛用のものが広く転用された。しかし、2005年7月1日からは、牛用配合飼料のうち、牛専用の飼料添加物を含有しているものの使用は禁止された^{1, 3, 12, 3)}。



Photo 1. Creep feeding gives preweaned lambs access to special feed while excluding the ewes. Creep area is an enclosed space where lambs can enter, but ewes cannot enter because of the size of openings.

従来、サフォーク種母子羊の飼育では、濃厚飼料として、母羊には牛用配合飼料のうち特に泌乳牛用のものが、また、哺乳子羊には子牛用人工乳が使用されてきた⁷⁶⁾。この場合、子羊において飼料消化能力の発達にともない、子牛用人工乳を泌乳牛用配合飼料に変更してもその増体を確保できるのであれば、後者の方が安価なので飼料費低減が図られる。子羊に対してこのような経済性の面から配合飼料を代替する方法については、Heaneyら^{37, 38)}が代用乳を対象として行った報告しかみあたらず、固形飼料を対象とした検討は行われていない。

群飼条件下における濃厚飼料給与水準

子羊に濃厚飼料を給与するときには、群を単位として給与する。群飼条件下では、濃厚飼料を過食する個体が出現し、乳酸アシドーシスを呈したり³⁵⁾、あるいは、毒素を生産する腸内細菌による感染症に罹患し^{73, 74)}、発育停滞や損耗が起こる。

欧米では、濃厚飼料主体による子羊の高増体飼養法について研究が行われており^{11, 32, 33, 39, 40, 41, 42)}、乾物(dry matter、以下DM)でBWの3%以上の濃厚飼料を給与する飼養法も示されている^{11, 33)}。このような飼養法では、乳酸アシドーシスの予防には炭酸水素ナトリウムなど緩衝剤の添加効果が報告されており⁴³⁾、また、腸内細菌による感染症に対してはワクチンが市販され、濃厚飼料多給に関する報告^{44, 45)}においても前提として使用されている。一方、わが国のめん羊飼育では、このような緩衝剤や薬剤は法的にも流通面でも整備されておらず、使用できない。このため、子羊群に濃厚飼料を給

与して高増体を図るにあたっては、群飼条件下における濃厚飼料給与水準が子羊の健康に及ぼす影響を検討する必要がある。わが国のサフォーク種子羊の肥育について、濃厚飼料をDMでBWの1.5~2.5%給与する飼養法が示されているが^{11, 11)}、これらは単飼条件下で検討されたものである。群飼条件下において、この範囲の給与水準が子羊の健康に及ぼす影響は検討されていない。

離乳月齢

従来のラム肉生産システムでは、2~3月に出生した子羊を4カ月齢で離乳することを前提としている¹³⁾。一方、欧米の集約的な生産システムでは、季節外繁殖、一年二産、多産品種の利用などを行う場合に、これよりも早い月齢で離乳する^{11, 73)}。子羊の哺育には、母羊による自然哺育と、初乳摂取後は代用乳を給与する人工哺育がある⁹³⁾。いずれの場合も、早く離乳したときには、その後増体は一時的に低下することが知られている^{8, 93)}。

子羊の早期高増体を図る際に、離乳時期は重要な要因である。しかし、わが国のサフォーク種に関しては、離乳月齢とその後の増体の関係は明らかにされていない。最近はわが国においても季節外繁殖技術が研究されており^{46, 47)}、その導入にあたって、このような検討が必要である。

離乳にあたって、双子授乳母羊の場合は二子とともに離乳する。ところが、一子のみを早く離乳し、残りの一子は自然哺育を続けるという方法もある^{66, 93)}。これは、英国の丘陵地帯などのように、母羊の栄養を十分保証しきれない場合に、二子ともに増体を確保する目的で行われている。このような方法を、サフォーク種双子の早期高増体を図る面で応用する可能性が考えられる。しかし、わが国でこのような方法は検討されていない。

高増体を図る場合の日増体量

子羊に短期間で高増体を図る際には、目標とする平均日増体量(average daily gain、以下ADG)を設定しておく必要がある。北海道のサフォーク種子羊の生時BWを5kg¹²²⁾、出荷BWを50kg¹²²⁾とすると、子羊を4カ月齢すなわち生後120日間でこのBWに到達させるためには、0.4kg程度のADGを確保しなければならない。ところが、サフォーク種子羊の4カ月齢離乳時までのADGは、雄0.27kg、

雌0.24kgである^{1,2,2)}。このため、日本飼養標準^{8,5)}には、子羊を肥育する際のADGとして、雄0.25kg、雌0.18kgの場合のみが記載されている。

めん羊は世界的には重要な位置を占める反芻家畜であり、国や地域の環境に応じて栄養管理の指針が示されている。例えば、米国ではNational Research Councilが養分要求量を示しており^{7,3)}、他にも、Agricultural Research Council²⁾、Institut National de la Recherche Agronomique⁷⁾、Meat and Livestock Commission^{6,6)}、Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Department of Agriculture and Fisheries for Scotland, Department of Agriculture for Northern Ireland^{6,9)}、New Zealand Sheep Council^{7,4)}によるものなどがある。これらには、肥育子羊のADGに応じた養分の要求量や所要量が示されており、多くの指針^{7,6,9,7,4)}においてADGの最大値は0.4kgとされている。さらに、Ørskov^{9,2)}は、濃厚飼料を主体に給与した子羊において、BW15kg時から40kg時までのADGの理論的最大値を0.5kgとしている。実際に、サフォーク交雑種の子羊を用いたJonesら^{5,5)}の報告では、BW20kg時から40kg時まで濃厚飼料主体ペレットを飽食給与した結果、雄0.46kg、雌0.36kgのADGが得られている。これらのことから、サフォーク種子羊についても、早い時期から濃厚飼料を給与して0.4kgのADGを得ることは可能と想定される。しかし、この可能性はわが国では検証されていない。

枝肉形質の性差

ラム肉生産では、世界的には雄、去勢および雌の子羊が用いられる。雄では性成熟に達する5~7カ月齢になると肉に雄臭を生じるため、これを嫌う場合には去勢が行われる^{11,0)}。わが国では、春機発動期以前に屠殺するため雄は去勢しないことが多く、また雌も用いられる^{7,5,7,6)}。

一般に、子羊の増体は、雄が最も速く、以下、去勢、雌の順である。一方、体脂肪の蓄積は、逆に雌が最も速く、以下、去勢、雄の順となる。このため、枝肉にしたときは、その重量が同じであれば脂肪付着状態は雌が最も多く、以下、去勢、雄の順となる。このことは、Ørskov^{9,2)}やSeidemanら^{11,0)}の総説を始め、多数報告されている^{9,10,16,29,33,55,56,109,121)}。

サフォーク種についてみると、本種は世界的には肉用

交雑種生産における末端種雄として用いられているので^{18,9,9)}、その交雑種子羊について枝肉の背脂肪厚とBWの関係が検討されている。Jonesら^{5,6)}は、背脂肪厚が4.5mmとなるBWは、雄47~49kg、雌43~45kgと、また、Wylieら^{1,2,1)}は、背脂肪厚が7.1mmとなるBWは、雄48kg、雌40kgと報告している。両者で背脂肪厚の基準が異なるのは、前者はカナダ、後者は北アイルランドの報告であり、国によって適正な背脂肪厚が異なるためである。これらの報告は、一定の背脂肪厚の枝肉を生産するためには、雌は雄よりも小さいBWで屠殺しなければならないことを示している。ところが、わが国のサフォーク種については、斉藤ら^{10,5)}および戸苅ら^{11,4,11,5)}が雄子羊の枝肉形質を報告しているのみであり、雌雄を比較した研究は行われていない。

背脂肪厚以外の枝肉形質の性差に関しては、サフォーク交雑種について、Dransfieldら^{2,9)}による、枝肉中の肩の割合は雄の方が高く、胸の割合は雌の方が高いとする報告や、Jonesら^{5,5)}およびWylieら^{1,2,1)}による、腎臓脂肪の割合は雌の方が高いという報告がある。これらの報告における供試子羊の母羊には、ブルーフェイス・レスター種とブラックフェイス種の交雑種^{2,9)}あるいはボーダー・レスター種とスコティッシュ・ブラックフェイス種の交雑種^{1,2,1)}など種々の品種が用いられており、枝肉形質には母系品種が影響を及ぼすようである。また、ラム肉生産システムにおける飼料給与法や枝肉に対する嗜好は国や地域によって異なっている。枝肉形質の性差に関する知見には、これらの事情が関与している。

適正出荷体重

各国には、それぞれラム枝肉の評価基準があり、おもに枝肉の重量と脂肪付着状態によって評価が行われる^{6,7,7,6,10,1)}。枝肉の重量が同じであっても脂肪付着状態が異なれば、枝肉としての評価は異なる。

わが国では1997年に、ラム肉を円滑に配給、取引するための指標としてラム枝肉規格・格付基準^{7,9)}が制定された。この枝肉規格では、枝肉重量について15kg未満から30kg以上まで5kgごとに「SS」、「S」、「M」、「L」、「LL」の5分類、そして、背脂肪厚について4mm未満、4mm以上~7mm未満、7mm以上に分けそれぞれ「1」、「2」、「3」の3分類とし、両者の組み合わせにより15の規格に区分されている(IV-2節 図8)。わが国の現状において、もつとも望ま

しい規格は「M2」とされている⁷⁾。「M2」は、枝肉重量が20kg以上～25kg未満で、かつ、背脂肪厚が4mm以上～7mm未満である。

このようにラム枝肉の適正規格は明示されているが、生産者に対しては、出荷時の目安として48～52kgというBWの範囲が雌雄の区別なく示されている状況にある¹³⁾。このような状況を改善するための研究は行われておらず、適正規格の枝肉となる出荷BWを雌雄別に明らかにする必要がある。

I-3 研究の構成

上述のような既往の研究成果をふまえ、本研究ではサフォーク種子羊の早期高増体によるラム肉生産システムを確立するため、以下の試験を実施した。

1) 出生から4カ月齢までの子羊の管理法

出生から4カ月齢までの子羊の管理に関わる事項のうち、離乳方法を除いて、子羊の高増体を図る際に重要である基礎的事項を検討する。はじめに、出生直後における子羊の行動を検討し、子羊が自身で吸乳に至るまでに要する時間を明らかにする[試験1]。次に、2、3および4カ月齢子羊と成羊の飼料消化率を比較し、子羊における固形飼料消化能力の発達程度を推察する[試験2]。また、試験2に基づく応用として、子羊における泌乳牛用配合飼料の利用を検討する[試験3]。さらに、群飼子羊にお

いて、群を単位とした濃厚飼料給与が子羊の健康と増体に及ぼす影響を検討する[試験4]。

2) 離乳方法

双子の早期高増体を図る視点から、2、3および4カ月離乳における増体様相の違いを検討し、適正な離乳月齢を明らかにする[試験5]。次に、双子授乳母羊のみで構成する群飼条件下で、4カ月齢離乳の双子において0.4kgのADGを確保する飼養方法を検証する。このとき、双子のうち片方の子羊のみを2カ月齢で離乳する方法も検討する[試験6]。

3) 枝肉形質の性差

製品としてのラム枝肉の形質について特にその性差に関した検討を行う。まず、一定の飼養条件下において雌雄子羊の枝肉形質を比較する[試験7]。一方、種々の飼養条件下でのデータに基づき、適正規格の枝肉となる出荷BWを雌雄別に推定する[試験8]。

最後に、以上の結果に基づき、双子の子羊を生後4カ月間で出荷BWに到達させ、かつ、適正規格の枝肉となる雌雄別BWで出荷する新しいラム肉生産システムを提示する。

本研究は旧北海道立滝川畜産試験場(滝川市東滝川735、東経141度51分、北緯43度35分)¹⁰⁾において実施したものであり、供試めん羊の品種はすべてサフォーク種である。

II章 出生から4カ月齢までの子羊の管理法に関する検討

II-1 出生直後における子羊の行動[試験1]

目 的

北海道では、2～3月の分娩時期は厳寒期であり、羊舎内も寒冷な状態にある。この時期には、管理者は新生子羊の介護措置を行うよう指導されているが^{102, 107)}、管理者が不在の場合もある。この場合、子羊が自力で初乳摂取に至るまでの時間が、その後の子羊の生存に影響する^{3, 5, 6, 95)}。しかし、北海道のサフォーク種については、出生直後における子羊の行動、特に初乳摂取に至るまでの時間は不明である。本試験では、新生子羊が、自力で母羊からの吸乳に至るまでの行動を明らかにする。

材料と方法

供試子羊は、2～3月に出生した単子8頭および双子14組28頭である。母羊の産子数と産次は表1に示したとおりであり、羊舎内で飼養管理され、いずれも分娩経過が正常なものであった。子羊の生時BWは、単子が 5.8 ± 1.3 kg [平均値±標準偏差(standard deviation, 以下SD)]、双子の第一子が 5.6 ± 0.8 kg、第二子が 5.5 ± 0.7 kgであった。

供試子羊とその母子羊一組を単位として、子羊の娩出直後に、子羊の臍帯の消毒、母子羊の分娩柵内への移動および子羊の生時BWの測定を行い、以下の観察に供した。表2に示したように、子羊の行動を伏臥(lying)、起立の試み(attempt to stand)、起立(standing)、吸乳の試み(attempt to suck)および吸乳(sucking)の5つに分類し、母羊に舐められていること(licked)の有無を含め5分間隔の瞬間サンプリング⁶⁴⁾を行った。各行動の定義はBareham⁶⁾およびO'Connorら⁸⁹⁾に拠った。これと並行し

Table 1. Number of ewes observed within litter size and parity for Exp. 1

	Single	Twin
Primiparous	2	3
Multiparous	6	11
Total	8	14

て、子羊が生後初めて起立の試み、起立、吸乳の試みおよび吸乳の各行動を起こすまでの時間、および双子における第一子と第二子の出生間隔を測定した。

観察時間は、単子では出生後120分間とし、双子では、第一子出生から第二子出生までの間隔が20分未満の場合には第一子出生後110分間、この間隔が20分以上の場合には、第二子出生後90分までとした。この間は、母羊に飼料と水を給与しなかった。観察者は一人であり、分娩柵の外側から肉眼により観察した。

結果と考察

初産羊では、自分の産子に対して関心を示さない、拒絶行動をとる、あるいは分娩後に自分の産子を選択的に認識するまでに経産羊よりも時間を要する場合がある⁹⁰⁾。本試験の初産羊では、このようなことは観察されなかった。屋外の放飼条件下での分娩の際には母羊は拘束されていないため、このような初産羊が出現するようであり⁶⁵⁾、本試験では母子羊一組を分娩柵内で飼育したため、その効果があったものと推測される。

観察時間内に吸乳できない個体数は、単子では3例、双子の第一子と第二子ではともに5例であった。双子の場合、第一子、第二子ともに観察時間内に吸乳に成功したのは8例であった。

単子における起立の試み、起立、吸乳の試みおよび吸乳の各行動が生後初めて起こるまでの時間を中央値と4分位数間隔で表3に示した。双子については、第一子と第二子それぞれにおけるこれらの時間および第一子と第二子の出生間隔を表4に示した。双子では、母羊は第一子娩出後、中央値で20分以内に第二子を娩出した。この間隔は最短で1分、最長で60分であった。

母羊は伏臥状態で胎子を娩出し、娩出後に立ちあがり、子羊の体表に付着した胎膜や羊水を舐めた。その後、子羊が起立の試み、起立、吸乳の試みおよび吸乳の各行動を行っているときも母羊が子羊を舐める行動が観察された。このような母羊の子舐め行動によって、子羊の体表に付着した粘液が除去されて体温の低下が防止され、また、子羊の鼻や肛門が刺激され呼吸や排便が促進されるとともに、最初の起立、吸乳に導かれる^{3, 6, 65, 88)}。さらに、子舐め行動は、母羊がわが子の匂いを記憶して、

Table 2. Categories of lamb behaviour used in Exp. 1

Behavior	Description
Lying	Lying on the ground whether asleep, still or active.
Attempt to stand	Putting at least one foot to the ground, with some part of the lamb's body raised from the ground.
Standing	Upright on all four legs and remains up for at least 1 min, without falling over.
Attempt to suck	Lamb makes contact with the ewe or any object by mouthing or nudging.
Sucking	Lamb undeniably has teat in mouth and appears to be sucking.
Licked	Licked of lamb by ewe. Included in this category is nosed by ewe.

Table 3. The first occurrence of various lamb behaviours from birth for single lamb (n=8)

	Median	Inter-quartile range
		min
Attempt to stand	10	5 - 16
Standing	18	12 - 22
Attempt to suck	17	12 - 24
Sucking	56	47 - >120

Table 4. The first occurrence of various lamb behaviours and interval between the birth of first and second lamb for twin lambs (n=14)

	The first-born lamb		The second-born lamb	
	Median	Inter-quartile range	Median	Inter-quartile range
	min			
Attempt to stand	10	6 - 13	10	7 - 12
Standing	17	10 - 22	17	14 - 24
Attempt to suck	19	10 - 24	18	14 - 26
Sucking	82	40 - >110	60	45 - >90
Interval between first and second birth			20	5 - 45

母子間の選択的結び付きを成立させるのに重要な行動とされている^{71, 90)}。

起立の試みを行った時間は、単子、双子ともに、中央値で生後10分であった。起立に成功したのは、単子では生後18分、双子では生後17分であった。吸乳の試みは、単子では生後17分、双子の第一子では生後19分、第二子

では生後18分でそれぞれ生起した。子羊はおもに起立して吸乳の試みを行ったが、その対象は子羊の周囲にあるもの、すなわち分娩柵の木製板や母羊の体表などから始まり、吸乳の試みを繰り返しながら母羊の乳房付近に到達し、乳頭を口に含み吸乳に成功した。子羊が吸乳に成功するまでに要した時間は、単子では生後56分、双子の

第二子では生後60分であった。一方、双子の第一子ではこれよりも長く、82分であった。Fahmyら³¹⁾は、サフォーク種の初産次および2産次の母子羊13組について、本試験と同様に羊舎内における出生直後の行動を調べている。その報告では、各行動に至るまでの時間は、平均値で示され、また、単子と双子を合わせた値である。それによると、起立に成功するまでの平均時間は20分、吸乳に成功するまでの平均時間は47分、また、第一子と第二子の平均出生間隔は51分である。経過時間の表現法が異なるため直接的な比較はできないが、起立および吸乳に成功するまでの時間は本結果とほぼ同様であった。しかし、第一子と第二子の出生間隔は本結果の方が短かった。これについては、本試験の方が産次数の高い母羊が多かったことに起因すると推測される。

双子における第一子と第二子の出生間隔が短い場合の例と長い場合の例を、それぞれ図1および図2に示した。出生間隔が5分の場合には(図1)、二子ともほぼ同時に同様の行動を行うので、吸乳に成功するまでの時間は二子間に大差はない。しかし、出生間隔が55分と長い場合には(図2)、起立している母羊に対して第一子が吸乳の試みを行っているときに、母羊に第二子の陣痛が始まると、

母羊は伏臥して第二子の分娩を行う。このとき、第一子は乳房付近に到達していても吸乳の試みが中断されてしまい、母羊が第二子を娩出して再度起立するまでは、吸乳に成功する機会がなくなる。一方、第二子は吸乳の試みが中断されることなく吸乳に成功する。その結果、第一子の方が吸乳に成功するまでに長時間を要すると推察される。同様の現象はOwensら⁹⁵⁾によっても報告されている。

観察時間内に第一子、第二子ともに吸乳に成功した8例について、第一子と第二子の出生間隔と、第一子が吸乳に至るまでの時間と第二子が吸乳に至るまでの時間の差について、Kendallの順位相関係数⁵²⁾を求めたところ、有意な正の相関が認められた($\tau=0.643$; $P<0.05$)。このことから、出生間隔が長くなると第一子の方が吸乳に成功するまでに長時間を要するという関係が示唆された。

本試験では、新生子羊のうち50%程度は生後1時間以内に母羊への吸乳に成功したが、2時間以上経過しても吸乳できない個体もいることが明らかになった。また、双子では、二子間の出生間隔が長くなると、第一子の方が吸乳に成功するまでに長時間を要する傾向が示された。

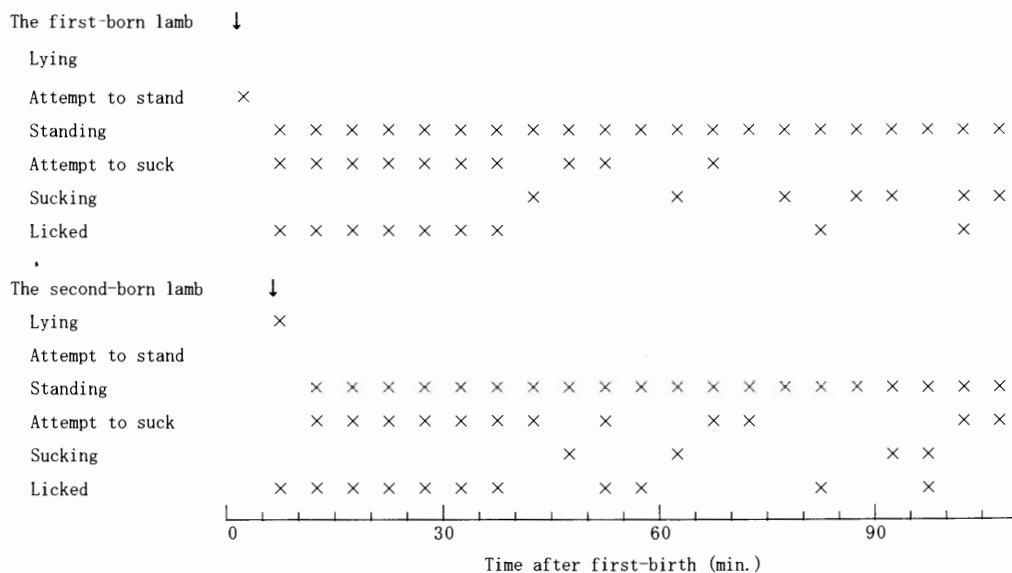


Fig. 1. An ethogram of behaviour of twin lambs, in which second-born is delivered 5 min. after first birth. Each category of behaviour are scored by an 'x' according to the occurrence on the instant of each successive sampling point. ↓:birth time

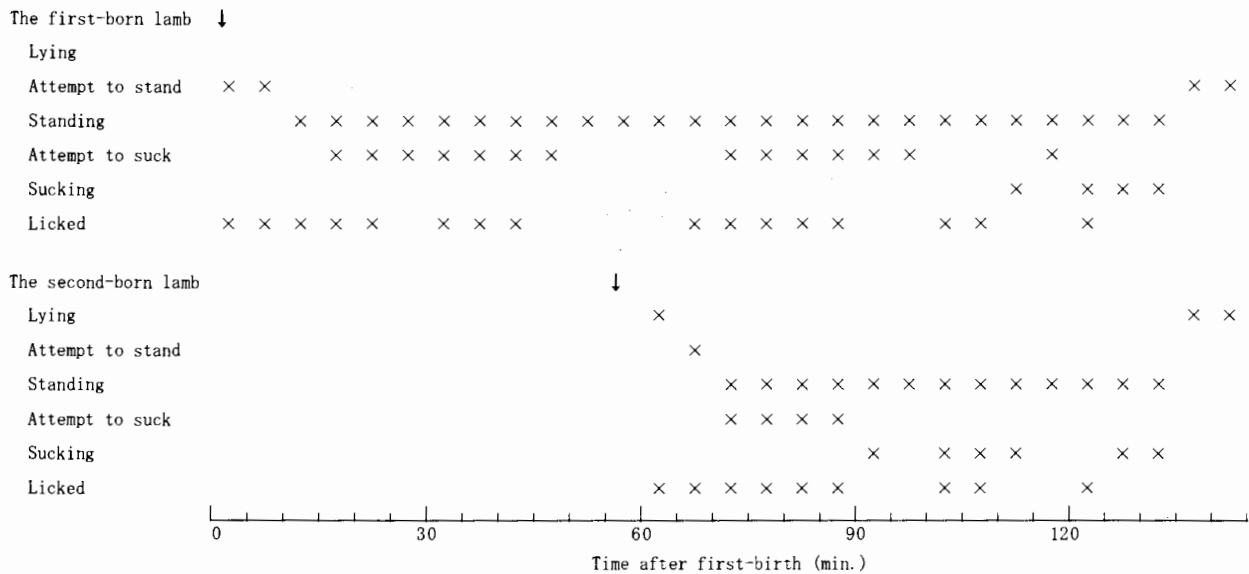


Fig. 2. An ethogram of behaviour of twin lambs, in which second-born is delivered 55 min. after first birth. Each category of behaviour are scored by an 'x' according to the occurrence on the instant of each successive sampling point. ↓:birth time

II-2 子羊における固形飼料消化能力の発達 [試験2]

目 的

従来のラム肉生産システムでは、サフォーク種子羊は4カ月齢で離乳する^{7,6)}。哺乳期間中には、子羊の第一胃の発達と増体を促進するためCFとして固形飼料を給与する^{7,3, 8,5)}。子羊は2週齢頃から飼料を摂取し始め、それにより第一胃が発達して、固形飼料の消化能力が発現される^{5,4, 9,3)}。しかし、子羊の月齢と飼料の消化率の関係については、成羊並みの消化率を示すようになるのは、2カ月齢とする報告^{17, 11,9)}と、6カ月齢以降とする報告¹⁾があり、一致した結果とはなっていない。本試験では、CFを行い2、3および4カ月齢で離乳した子羊を供試し、固形飼料の消化率を測定することにより、消化能力の発達程度を推察する。

材料と方法

子羊と成羊における飼料消化率を比較する5回の試験を行った。供試飼料の種類と一般成分組成を表5に示した。試験2-1、2-2および2-3では乾草と市販の子牛用人工乳(calf starter、以下CS)を、また、試験2-4および2-

-5では乾草と市販の泌乳牛用配合飼料(formula feed for dairy cow、以下FFD)を試験飼料とした。乾草はチモシー主体の一番草であり、設定切断長20mmの飼料用カッターで細切して用いた。

供試子羊の処理、BW、濃厚飼料の摂取割合および飼料摂取量を表6に示した。離乳月齢(2、3、4カ月齢)と消化試験時月齢(2、3、4カ月齢)の組合わせによって子羊の処理を設定した。例えば、処理「3-4」とは、3カ月齢時に離乳し、4カ月齢時に消化試験に供したことを意味する。試験2-2の処理「2-3」と「2-4」および試験2-3と2-5の処理「2-2」と「2-3」では、2カ月齢時に離乳した子羊を、それぞれ3カ月齢時と4カ月齢時、および2カ月齢時と3カ月齢時に消化試験に供した。子羊はいずれも雄であり、2週齢からCFを行ったものである。試験2-1、2-2および2-3の子羊には、CF開始時から消化試験開始時まで乾草とCSを給与した。試験2-4と2-5の子羊には、CF開始時から2カ月齢まで乾草とCSを給与し、それ以降は、CSをFFDに切替えた。処理「M」は対照として供試した成羊であり、2歳の去勢羊を用いた。消化試験は、糞尿分離が可能な代謝ケージに収容し、予備期7日間、本期6日間の全糞採取法により行った。いずれの供試羊に対しても、全飼料に占める濃厚飼料の割合はDMで60%程度を、また、全飼料

Table 5. Proximate composition of feed fed to male lambs and mature wethers for Exp. 2

Exp.	Feed	DM	CP	C. fat	NFE	C. fiber	C. ash
		%			% DM		
2-1	Hay	82.9	7.8	2.8	44.7	37.0	7.7
	CS	85.2	22.3	3.7	61.8	4.2	8.0
2-2	Hay	82.8	9.0	3.3	44.4	36.9	6.4
	CS	84.0	21.7	4.3	62.3	4.0	7.7
2-3	Hay	82.2	9.3	2.7	43.3	38.1	6.6
	CS	84.9	21.7	5.1	62.7	4.0	6.5
2-4	Hay	84.6	11.2	3.2	46.0	33.4	6.2
	FFD	85.2	20.5	3.9	63.5	5.7	6.4
2-5	Hay	82.2	9.3	2.7	43.3	38.1	6.6
	FFD	83.7	20.7	4.0	61.8	6.4	7.1

Table 6. Age and body weight of sheep, percentage of concentrate in total ration, and dry matter intake

Exp.	Treatment ¹	n	Days of age		BW at trial	Percentage of concentrate on DM basis	Daily DMI g/kg W ^{0.75}
			Weaning day	Trial start day			
2-1	3-4	4	85	109	35.2	58	51
	M	4	—	(27) ²	65.8	58	51
2-2	2-3	4	61	99	33.1	57	54
	2-4	4	61	128	39.4	55	59
	3-4	4	100	125	42.5	55	56
	4-4	4	119	128	47.3	55	56
	M	4	—	(25)	59.8	57	54
2-3	2-2	4	60	74	27.9	54	52
	2-3	4	60	102	33.3	53	59
	M	4	—	(28)	73.6	54	54
2-4	2-4	3	60	125	49.0	57	52
	4-4	4	120	121	54.5	57	50
	M	3	—	(26)	71.1	57	49
2-5	2-2	4	60	74	26.9	54	53
	2-3	4	60	102	33.1	54	56
	M	4	—	(28)	73.8	55	52

¹ '3-4' indicates the lambs weaned at approximately 3 months of age and started digestion trial at approximately 4 months of age, and 'M' indicate mature wethers aged 2 years.

² Values in parentheses indicate months of age.

の乾物摂取量(dry matter intake, 以下DMI)はメタボリックボディサイズ (W^{0.75})のkg当り55g程度を目途とし、可消化養分総量(total digestible nutrients, 以下TDN)の摂取量が日本飼養標準^{8,9)}の維持要求量を充足するようにした。乾草と濃厚飼料は、それぞれ1日量を9時30分と16時の2回に分けて給与した。水と固形塩は自由に摂取させた。試験2-4では、本期終了日の朝の飼料給与前に、RaunとBurroughs^{9,8)}の方法を参考にして経口カテーテルを用いて第一胃液を採取した。

飼料および糞の一般成分は常法^{2,8)}により分析した。第一胃液のVFAはメタリン酸を用いてタンパク質を除去した後、ガスクロマトグラフィ(GC-15A、島津製作所製)

を用いクロトン酸を内部標準として測定した。各試験の統計分析は一元配置の分散分析^{1,2,5)}で行い、平均値間の比較はTukeyの方法^{1,2,5)}を用いた。なお、以下の各試験において、飼料と糞の一般成分の分析法およびVFAの測定方法はすべて本節[試験2]と同じである。

結 果

試験2-1、2-2、2-3(乾草とCSの組合せ)および試験2-4、2-5(乾草とFFDの組合せ)のそれぞれについて、乾草と濃厚飼料を合わせた全飼料の消化率を表7に示した。試験2-1では、いずれの成分消化率においても「3-4」と「M」の間に差は認められなかった。試験2-2では、粗脂肪消化率

は、「2-3」が「2-4」、「4-4」および「M」よりも低かったが (P<0.05)、他の成分消化率に処理間差は認められなかった。試験2-3と2-5では、粗タンパク質(以下CP)消化率は、試験2-3の「2-2」と「2-3」(P<0.05)および試験2-5の「2-3」(P<0.01)がそれぞれ「M」よりも低く、また、粗脂肪消化率は、試験2-3、2-5とも「2-2」と「2-3」が「M」よりも低かった(P<0.01)。しかし、その他の成分消化率に処理間差は認められなかった。試験2-4では、粗脂肪消化率は、「4-4」が「2-4」と「M」より低かったが(P<0.01)、他の成分消

化率に処理間差は認められなかった。以上のように、2~4カ月齢の子羊は、CPと粗脂肪など一般成分の消化率において成羊よりやや低い値を示すことはあるものの、DM、有機物、可溶無窒素物(nitrogen free extracts、以下NFE)および粗繊維では成羊に相当する値を示した。

試験2-4における第一胃液のVFAの濃度と割合を表8に示した。総VFA濃度は「4-4」が低かったが、処理間差は有意ではなかった。また、酢酸、プロピオン酸および酪酸の割合も処理間に差は認められなかった。

Table 7. Digestibility of total ration by male lambs and mature wethers

Exp.	Treatment ¹	Digestibility					
		DM	OM	CP	C. fat	NFE	C. fiber
		%					
2-1	3-4	67.8	69.8	75.8	69.7	74.8	48.8
	M	70.2	71.9	77.5	75.2	75.9	53.8
2-2	2-3	72.3	73.8	75.0	69.5 ^b	78.5	59.2
	2-4	72.0	73.4	74.8	73.9 ^a	77.4	60.8
	3-4	71.3	72.7	74.5	71.7 ^{ab}	77.2	58.3
	4-4	71.7	73.4	74.3	73.5 ^a	77.9	59.7
	M	73.5	75.1	77.8	74.0 ^a	79.2	60.2
2-3	2-2	68.6	71.3	74.3 ^b	75.1 ^B	76.3	54.6
	2-3	68.6	70.4	73.9 ^b	74.0 ^B	75.0	54.8
	M	70.5	72.5	77.7 ^a	82.8 ^A	76.9	53.8
2-4	2-4	70.1	71.7	71.9	75.3 ^A	76.0	57.0
	4-4	70.5	72.0	71.6	69.7 ^B	76.4	59.2
	M	71.9	73.5	74.1	78.5 ^A	76.5	62.4
2-5	2-2	66.6	68.1	71.5 ^{A^B}	69.7 ^B	73.0	52.7
	2-3	65.1	66.5	68.9 ^B	70.1 ^B	70.7	53.4
	M	67.2	69.0	76.2 ^A	79.5 ^A	73.2	50.9

¹See footnote to Table 6.

Means on the same column with different letters within trial differ (^{a, b}:P<0.05, ^{A, B}:P<0.01).

Table 8. Rumen volatile fatty acids for Exp. 2-4

	2-4 ¹	4-4	M
Total VFA, mmol/	6.30	4.95	6.53
Molar %			
Acetate	69.4	69.2	70.9
Propionate	14.5	15.6	13.2
Butyrate	11.5	10.1	11.1

¹See footnote to Table 6.

Means on the row are not different from each other (P>0.05).

考 察

阿部ら¹⁾は、消化試験に供試するときの使用可能月齢を明らかにする目的で、サフォーク系雑種を用いて3、6、9および12カ月齢時(BWは、3カ月齢時20kg、12カ月齢時41kg)におけるイタリアンライグラス乾草の消化率を比較した。その結果、3カ月齢時は6カ月齢以降に比べ、CP、粗脂肪、粗繊維および酸性デタージェント繊維の消化率が低いことから、消化試験には6カ月齢以降のものを用いるべきと結論している。これを基に、わが国の公定消化試験法²⁾⁸⁾では、6カ月齢以上のめん羊を供試するとされている。

一方、Cruickshankら¹⁷⁾は、無角ドーセット種の子羊を6週齢(BW16kg)で離乳し、7、9、11、13、15、17および23週齢時においてシロクローバ主体乾草の有機物と中性デタージェント繊維の消化率を調べた。その結果、これらの成分の消化率は週齢にかかわらずいずれも平均69%であり、週齢による消化率の変化を認めていない。また、WestonとMargan¹¹⁾⁹⁾は、ボーダー・レスター種とメリノ一種の交雑種の子羊を5週齢で離乳し、15、24および40週齢時(それぞれBW18、29および44kg)においてサブタレニアンクローバ乾草の有機物と細胞壁成分の消化率を調べた。その結果、加齢にともなってこれらの成分の消化率は有意に低下するが、低下の割合は2%にすぎないと報告している。これらによれば、8週齢すなわち2カ月齢以降には、飼料の消化率はほぼ一定になると想定される。これらの報告¹¹⁾⁷⁾¹¹⁾⁹⁾における結果の差異には、品種によって飼養条件、特に離乳までの固形飼料摂取歴が異なることが、消化能力の発達ひいては増体に関与し、その結果、加齢に伴う消化率の推移に影響を及ぼしたものと推測される。

本試験の供試子羊はCFを行ったものであり、BWは2カ月齢ですでに27~28kgに達していた(表6)。2カ月齢で離乳した直後(試験2-3および2-5の「2-2」)において、CPと粗脂肪の消化率は成羊に比べ若干低いものの、これら以外の成分の消化率は成羊に相当する値を示した。このような2カ月齢における飼料消化率の発現に加え、宇佐川と上野¹¹⁾⁴⁾により、CFを行うと第一胃の乳頭の発達が促進されることが報告されている。また、Laneら⁶⁾²⁾は、血中の酢酸および尿素態窒素濃度の推移に基づき、2週齢で離乳しても、その後1週間程度で第一胃の機能が発達してくると報告している。これらのことから、CFによ

り固形飼料給与を行い増体を促進した子羊では、2カ月齢で成羊にほぼ相当する固形飼料の消化能力を有するようになるかと推察された。

VFAの生成能について、本試験では4カ月齢で成羊と同様になることが示された(表8)。この場合、同じ4カ月齢であっても、4カ月齢まで母乳と固形飼料の両方を摂取した子羊(試験2-4の「4-4」)は、2カ月齢で離乳し以後固形飼料のみを摂取した子羊(同「2-4」)に比べ、総VFA濃度は低い有意差は認められず、いずれも成羊と同様であった。これは、Winter¹²⁾⁹⁾が子牛について報告しているように、4カ月齢まで母乳と固形飼料を摂取した子羊においても、離乳直前の時期には、母乳の摂取量は低下しており固形飼料の摂取量が過半を占めることによると考えられる。

II-3 子羊用濃厚飼料の種類[試験3]

目 的

わが国ではCFで給与する濃厚飼料には、4カ月齢までCSが使用されている⁷⁾⁶⁾。II-2節[試験2]における、2カ月齢時の子羊は成羊に相当する固形飼料の消化能力を有するとの推察をふまえると、飼料費低減の観点からは、CSよりも安価なFFDの利用が考えられる。しかし、このような方法に関する検討は行われていない。そこで、CFにおけるCSからFFDへの切替えが子羊の増体に及ぼす影響を明らかにした。

材料と方法

本試験では、母羊の授乳量が多い7週齢まではCSを、授乳量が低下する8週齢以降にFFDを給与する方法について検討した。供試羊は3~4産次の母羊とその双子8組である。試験期間は出生日から、離乳時の17週齢時までとした。対照区として、4組の子羊(雌3頭、雄5頭)には17週齢時までCSを与え(C-C区とする)、試験区として、残りの4組(雌2頭、雄6頭)は8週齢時にCSからFFDに切替えた(C-F区とする)。

供試飼料の一般成分組成と栄養価を表9に示した。粗飼料はアンモニア処理稲わら(ammoniated rice straw、以下ARS)を用いた。原料稲わらは滝川市内の水田から収穫、結束した乾燥稲わらをヘイペーラで梱包したものである。アンモニア処理はスタック方式¹¹⁾で行い、稲わ

Table 9. Proximate composition and nutritive value of feeds fed to ewes and lambs for Exp. 3

	ARS	FFD	CS
DM, %	78.2	84.2	85.2
Proximate composition, % DM			
CP	9.5	21.0	22.3
C.fat	1.9	4.0	3.7
NFE	41.5	63.1	61.8
C.fiber	34.3	5.3	4.2
C.ash	12.8	6.6	8.0
Nutritive value, % DM			
DCP	4.5	17.2	18.6
TDN	51.0	86.8	87.2

らの水分含量を30%程度に調整した後、梱包稲わらを堆積してビニールシートで覆い、アンモニアガスを注入した。アンモニアの添加量は、標準量である原料のDM当り3%とした^{6,3)}。屋外に40日以上放置した後、開封し、過剰のアンモニアを揮散させてから供試した。

供試飼料の消化率は去勢羊4頭を用い、予備期8日間、本期6日間の全糞採取法によって測定した。ARSの消化率は単独給与で求め、CSとFFDの消化率はそれぞれDMで40%をARSと併給する間接法^{2,8)}で求めた。なお、以下の各試験における供試飼料の消化率測定方法は、すべて本節[試験3]と同じである。

母子羊1組ずつを木製のこ床を備えた飼育房(2.5×1.7m)に收容し、その中を子羊柵で仕切り、1.4m²を子羊房とした。敷料は使用しなかった。母羊の飼料給与条件は両区同一とした。FFDの給与水準は、出岡ら^{2,4)}に基づき、授乳前期8週間はDMでBWの1.4%、授乳後期9週間は1.0%とし、1日量を2回に分けて給与した。母羊は離乳後に乾乳期を設け、それに先立つ離乳前1週間は、乳量を

低下させるため、FFDの給与を中止し乾草のみを給与した¹⁰⁾。母羊にFFDを給与するときには、子羊を子羊房に收容した。このとき以外は子羊柵の出入口を開放し、子羊が母羊から自由に吸乳できるようにした。ARSは設定切断長20mmの飼料用カッターで細切り、十分な残飼が出る量を1日2回に分けて給与した。水と固形塩は自由に摂取させた。

両区の子羊とも、CSを2週齢から、またARSを8週齢から給与した。C-F区の子羊は54~58日齢時にCSからFFDに変更した。CSの給与量は当初は飽食とし、8週齢以降はCS、FFDともDMでBWの2.1%を上限とした。ARSは母羊と同じ方法で給与した。母子羊のBWは毎週1回測定した。

飼料の給与時刻は9時30分と16時、BW測定は朝の飼料給与前とした。摂取量は、給与量から翌朝に計量した残飼量を差し引いて算出した。また、養分充足率は日本飼養標準^{8,5)}に基づいて求めた。これらの方法は以下の各試験において同じである。

17週齢時に、両区からそれぞれ雄2頭を無作為に選び、第一胃液を採取し、pHとVFAを測定した。pHはガラス電極pHメーターで測定した。各週齢時において、両区の子羊のDM、CP、TDNの摂取量およびBWとADGを、双子一組の平均値を用いてt-検定^{1,2,3)}により比較した。

結 果

母羊の飼料と養分の摂取量、充足率およびBWを表10に示した。充足率は、前期にはCP、TDNともに92%、後期にはCP、TDNともに100%以上であった。ADGは、前期8週間は-0.18kg、後期9週間は0kgであった。

Table 10. Average daily feed and nutrient intake, and body weight change of ewes for Exp. 3

	Weeks after lambing	
	1~8	9~17
DMI, kg/head		
ARS	1.06 ± 0.26	1.20 ± 0.15
FFD	1.14 ± 0.04	0.81 ± 0.04
CP intake		
g/head	339 ± 28	284 ± 13
% requirement ¹	92 ± 7	119 ± 5
TDN intake		
kg/head	1.52 ± 0.14	1.31 ± 0.07
% requirement ¹	92 ± 8	104 ± 6
BW, kg	83.3 ± 2.7 ²	73.2 ± 4.9 ³
ADG, kg	-0.18 ± 0.07	0.00 ± 0.07

¹Percent of intake to requirement in Japanese feeding standard for sheep (1996).

²At 1 day after lambing.

³At week 8.

Mean ± SD.

Table 11. Daily feed and nutrient intake in lambs creep-fed calf starter (CS) or formula feed for dairy cow (FFD) after 8 weeks of age

	Weeks of age									
	2~4		5~7		8~10		11~13		14~16	
	C-C ¹	C-F ¹	C-C	C-F	C-C	C-F	C-C	C-F	C-C	C-F
DMI, kg/head										
ARS	-	-	-	-	0.07	0.09	0.14	0.17	0.20	0.28
CS	0.13	0.09	0.35	0.33	0.53	0.01	0.70	-	0.83	-
FFD	-	-	-	0.02	-	0.52	-	0.71	-	0.84
DMI ² , % BW										
ARS	-	-	-	-	0.28	0.35	0.42	0.51	0.51	0.70
CS	1.17	0.81	1.92	1.88	2.09	0.04	2.11	-	2.12	-
FFD	-	-	-	0.11	-	2.03	-	2.13	-	2.11
CP intake, g/head	29	20	78	78	125	120	169	165	204	203
TDN intake, kg/head	0.11	0.08	0.31	0.31	0.50	0.50	0.68	0.70	0.82	0.87

¹C-C, lambs creep-fed CS until 17 weeks of age; C-F, lambs creep-fed CS substituted by FFD after 8 weeks of age.

²At week 3, 6, 9, 12 and 15 of age respectively.

Table 12. Comparative growth rate of lambs creep-fed CS or FFD after 8 weeks of age

	C-C ¹	C-F ¹
BW, kg		
Birth	5.3±0.8	4.9±0.6
Week 8	22.7±3.7	22.8±1.9
Week 17	43.6±7.7	45.0±3.3
ADG, kg		
Week 0~8	0.31±0.06	0.32±0.03
Week 9~17	0.33±0.08	0.35±0.04

¹See footnote to Table 11.

Mean ± SD.

Means on the row are not different (P>0.05).

Table 13. Rumen pH and volatile fatty acids for creep-fed lambs

	C-C ¹	C-F ¹
Rumen pH	6.73	6.78
Total VFA, mmol/dl	7.08	6.34
Molar %		
Acetate	63.7	66.6
Propionate	19.1	17.4
Isobutyrate	2.3	2.3
Butyrate	9.7	8.1
Isovalerate	3.7	4.1
Valerate	1.5	1.5

¹See footnote to Table 11.

Each value indicates the mean of two lambs.

子羊の飼料と養分の摂取量を表11に示した。ARSのDMIは、加齢にともなって増加し、各週齢時において区間に差は認められなかった。CSのDMIは、7週齢までは加齢にともなって増加し、各週齢時において区間に差は認められなかった。8週齢以降は、CS、FFDとも給与した全量が摂取されたが、全個体に臨床的異常は認められなかった。

このとき、両区とも1頭当りの濃厚飼料摂取水準はBWの2.1%程度であった。CPとTDNの摂取量は各週齢時とも区間に差は認められなかった。

子羊のBWとADGを表12に示した。いずれの項目も区間に差は認められなかった。両区の子羊とも試験期間を通じてADGは0.3kg以上であり、17週齢時BWは、C-C区が43.6kg、C-F区が45.0kgであった。

第一胃液のpHおよびVFAの濃度と割合を表13に示した。総VFA濃度はC-C区の方がやや高かったが、pHと、VFAの割合には顕著な違いはみられなかった。

考 察

稲わらにアンモニア処理を行って飼料価値を改善し、めん羊の粗飼料として用いることに関しては、妊娠末期²³⁾と授乳前期^{20, 22)}の母羊、肥育子羊²¹⁾、および妊娠末期から授乳期を通じた母羊とそれが授乳する子羊^{24, 25)}について良好な成績が示されている。

一般に、哺乳子羊の8~16週齢時は、母羊の乳量が低下する授乳後期にあたり^{6, 7, 3)}、子羊の固形飼料摂取量は増加する¹⁹⁾。この増加傾向は本試験の両区とも同様に認められた。8~16週齢時において、両区の子羊は等量のCSあるいはFFDを摂取し、またARSも両区ほぼ等量を摂取した(表11)。この時期には、II-2節[試験2]で示したように子羊の飼料消化能力が発達しているため、FFDに切替えてもその消化率は低下せずに利用され、両区の子羊とも等しく良好な増体を示した(表12)と考えられた。

Table 14. Total amount and cost of feeds for creep-fed lambs

	C-C ¹		C-F ¹	
	CS	FFD	CS	FFD
Intake, kg on as-fed basis/lamb/3 weeks				
Week 2 ~ 4	3.2	-	2.2	-
5 ~ 7	8.6	-	8.1	0.5
8 ~ 10	13.1	-	0.3	13.0
11 ~ 13	17.3	-	-	17.7
14 ~ 16	20.5	-	-	21.0
Total intake, kg on as-fed basis	62.7	-	10.6	52.2
Cost of CS ² , ¥	4,264		721	
Cost of FFD ² , ¥		-	2,088	
Total cost of concentrate, ¥	4,264		2,809	

¹See footnote to Table 11.²Prices of CS and FFD are ¥68 and ¥40/kg on as-fed basis respectively.

本試験では、双子一組を単位として濃厚飼料を給与したが、8週齢以降における1頭当りの摂取水準はBWの2.1%程度であった。このとき、供試子羊全頭に乳酸アシドーシスなどの代謝障害¹⁵⁾や、腸内細菌の異常繁殖による感染症^{73, 74)}の発生はなく、濃厚飼料を極端に過食した個体はいなかったと推測される。

子羊1頭当りに要した濃厚飼料について、総量と費用の試算値を表14に示した。CSからFFDへの切替えにより、濃厚飼料費は1,500円ほど節減された。母子羊一組当りの年間飼料費は24,000円程度と試算されており⁷⁸⁾、このような子羊の飼料費節減は生産費低減に寄与する。Heaneyら^{37, 38)}は、人工哺育する子羊の代用乳について子羊用のものを安価な子牛用のもので代替すると、増体は劣るものの、その低下分は飼料費低減によって相殺されると報告している。本試験では、飼料消化能力の発達した段階にある哺乳子羊では、濃厚飼料について安価な成牛用のもので代替しても、増体は変わらず飼料費低減効果が得られた。以上のように本試験では、CFとして給与する濃厚飼料を、8週齢時にCSからFFDに変更しても子羊の増体に影響はないことを明らかにした。

II-4 子羊用濃厚飼料の給与水準[試験4]

目 的

II-3節[試験3]では、子羊用濃厚飼料の種類と増体の

関係を明らかにした。このとき、子羊1頭当りの濃厚飼料摂取水準はDMでBWの2.1%程度であり、濃厚飼料の過食に起因する異常は認められなかった。この結果は、双子一組を単位とする試験条件下におけるものである。

一方、生産現場では、子羊は群飼育されている。このとき、例えば、群内の日齢較差が大きい、あるいは、単子と双子を混成するなど、群の構成は均一ではない。このような場合、濃厚飼料を過食した個体は、易発酵性炭水化物の過剰発酵による乳酸アシドーシスなどの代謝障害¹⁵⁾や、毒素を生産する腸内細菌が異常繁殖するクロストリジウム感染症(エンテロトキセミア)^{73, 74)}を発症し、増体停滞や損耗の起こることが危惧される。これらに対して欧米では、緩衝剤や薬物を用いた予防措置が行われる^{33, 35, 36, 113)}。一方わが国ではこのような措置は行えないので、子羊群に濃厚飼料を給与して高増体を図るにあたっては、群飼条件下における濃厚飼料給与水準が子羊の健康に及ぼす影響を検討する必要がある。

そこで本試験では、群を単位とした濃厚飼料給与が子羊の健康と増体に及ぼす影響を事例別に検討した。試験4-1では、群内の日齢構成が異なる2つの群を用い、CFとして給与する濃厚飼料の給与量を加齢にともなって増加させた。試験4-2では、単子と双子が混在する2つの群を用い、濃厚飼料の給与水準として定量の2水準を設定した。

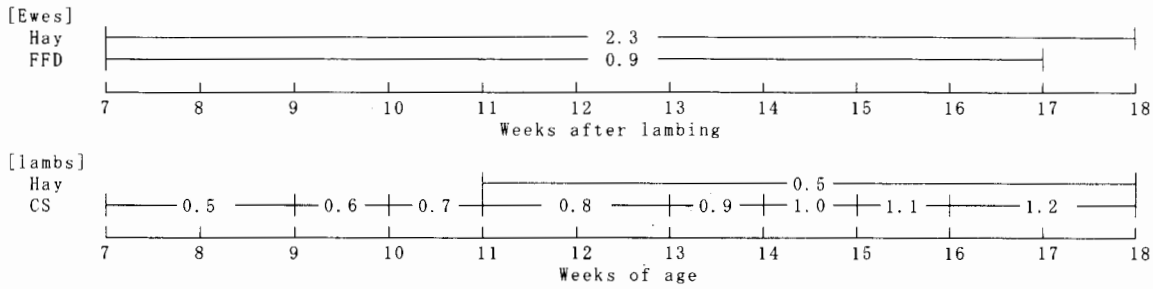


Fig. 3. Daily amount of feed (kg) on as-fed basis fed per head to ewes and lambs for Exp. 4-1.

Table 15. Proximate composition and nutritive value of feeds fed to ewes and their lambs for Exp. 4-1

	Hay	FFD	CS
DM, %	82.8	84.4	84.0
Proximate composition, % DM			
CP	9.0	19.7	21.7
C.fat	3.3	5.2	4.3
NFE	44.4	63.5	62.3
C.fiber	36.9	5.3	4.0
C.ash	6.4	6.3	7.7
Nutritive value, % DM			
DCP	5.4	16.1	18.1
TDM	59.9	83.5	83.2

Table 16. Proximate composition and nutritive value of feeds fed to ewes and their lambs for Exp. 4-2

	Hay	FFD	CS
DM, %	82.8	84.2	85.2
Proximate composition, % DM			
CP	7.6	21.0	22.3
C.fat	2.8	4.0	3.7
NFE	44.7	63.1	61.8
C.fiber	37.0	5.3	4.2
C.ash	7.7	6.6	8.0
Nutritive value, % DM			
DCP	4.6	17.2	18.6
TDM	51.7	86.6	87.2

材料と方法

試験4-1

供試羊は2~4産次の母羊とその双子14組である。これらを、子羊の日齢のそろった7組(平均50±3日齢、以下SD3群とする)と、日齢の離れた7組(平均47±9日齢、以下SD9群とする)の2群に分け、それぞれ群飼した。群内の子羊における日齢とBWの範囲および雌雄の頭数内訳は、SD3群ではそれぞれ47~54日齢、15.2~23.0kg、雌5頭、雄9頭であり、SD9群ではそれぞれ31~57日齢、14.6~27.2kg、雌6頭、雄8頭であった。試験期間は、平均週齢で7週齢時から18週齢時までの76日間とした。飼育房

の面積は両群とも34m²で、このうち14m²を子羊柵で仕切り子羊房とした。母羊にFFDを給与するときには、子羊を子羊房に収容した。このとき以外は子羊柵の出入口を開放し、子羊が母羊から自由に哺乳できるようにした。母子羊とも、群内の全頭が一斉に並んで採食できるように飼槽を配置した。敷料として劣質乾草を使用した。供試飼料の一般成分組成と栄養価を表15に示した。乾草はチモシー主体の一番草である。

母子羊それぞれに給与した飼料とその1日1頭当り原物給与量を図3に示した。母羊の飼料給与量は両群同一であり、1日1頭当り原物で乾草2.3kgとFFD0.9kgを給与した。また、離乳前1週間は乾乳準備のため乾草のみを給与した。子羊の飼料給与量も両群同一であり、CFとして、CSを7~8週齢時には1頭当り0.5kgを給与し、以後漸増し、11~12週齢時で0.8kg、16週齢以降は1.2kgを給与した。また、乾草は11週齢から0.5kgを給与した。母羊と子羊のBWは2週間隔で測定した。本試験では、供試群は各1群のみなので、統計処理による解析は行わず、その傾向について示した。

試験4-2

供試羊は、母羊とその単子8組および母羊とその双子4組の計12組で、母羊の産次は3~5産次である。これらを、群内の子羊における雌雄の頭数内訳が単子、双子とも等しくかつ日齢がそろうように2群に分け、それぞれ群飼した。両群とも、母羊とその単子4組および母羊とその双子2組から構成されており、以下、一方をH群(平均70±4日齢)、他方をL群(68±5日齢)とする。試験期間は、平均週齢で10週齢時から19週齢時までの63日間とした。飼育房の面積は両群とも30m²で、このうち12m²を子羊柵で仕切り子羊房とした。供試飼料の一般成分組成と栄養価を表16に示した。乾草はチモシー主体の一番草である。

母子羊それぞれに給与した飼料とその1日1頭当り原物給与量を図4に示した。母羊の飼料給与量は両群同一であり、1日1頭当り原物で乾草3.0kgとFFD0.9kgを給与した。CFとして、CSは試験期間を通して、H群には1日1頭

当り原物で1.2kg、L群には0.6kgを給与した。乾草は12週齢から0.6kgを給与した。その他の方法は試験4-1と同じである。

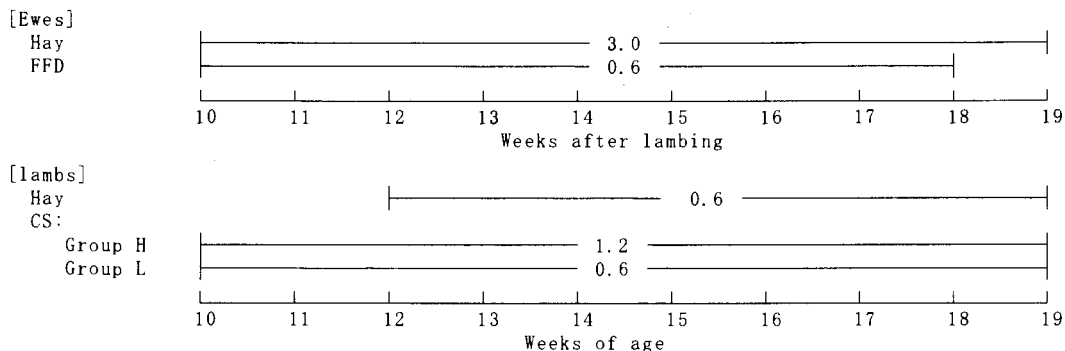


Fig. 4. Daily amount of feed (kg) on as-fed basis fed per head to ewes and lambs for Exp. 4-2.

Table 17. Average daily feed and nutrient intake, and body weight change of ewes for Exp. 4-1

	Group SD3	Group SD9
DMI, kg/head		
Hay	1.49	1.57
FFD	0.76	0.76
CP intake		
g/head	284	291
% requirement ¹	121	124
TDN intake		
kg/head	1.52	1.57
% requirement ¹	124	128
BW ⁴ , kg		
Week 7 ²	73.1 ± 10.8	72.1 ± 17.4
Week 18 ³	67.7 ± 8.9	67.5 ± 14.0
ADG ⁴ , kg	-0.07 ± 0.07	-0.06 ± 0.06

¹Percent of intake to requirement in Japanese feeding standard for sheep (1996).

²At beginning of experiment.

³At end of experiment.

⁴Overall mean ± SD.

Table 18. Average daily feed and nutrient intake per head in lambs for Exp. 4-1

	Weeks of age					
	7~8		11~12		15~16	
	Group		Group		Group	
	SD3	SD9	SD3	SD9	SD3	SD9
DMI, kg/head						
Hay	-	-	0.12	0.12	0.28	0.25
CS	0.41	0.42	0.67	0.67	0.92	0.92
DMI ¹ , % BW						
Hay	-	-	0.39	0.37	0.68	0.58
CS	1.95	1.86	2.20	2.07	2.24	2.15
CP intake, g/head	89	91	156	156	225	223
TDN intake, kg/head	0.34	0.35	0.63	0.63	0.94	0.92

¹At week 8, 12 and 16 respectively.

Table 19. Body weight and average daily gain of lambs for Exp. 4-1

	Group SD3		Group SD9	
	Male	Female	Male	Female
No. of lambs	9	5	8	6
BW, kg				
Week 7 ¹	19.5±2.4 (12)	19.0±2.9 (15)	21.5±4.3 (20)	20.5±4.7 (23)
Week 18 ²	51.1±5.4 (11)	41.6±6.0 (14)	52.7±5.0 (9)	45.5±4.8 (11)
ADG, kg	0.42±0.05 (12)	0.30±0.05 (17)	0.41±0.03 (7)	0.33±0.05 (15)

¹At beginning of experiment.

²At end of experiment.

Mean ± SD.

Values in parentheses indicate coefficient of variation, %.

結 果

試験4-1

母羊の飼料と養分の摂取量、充足率およびBWを1頭当り平均値で表17に示した。両群の母羊とも、CPとTDNの摂取量は要求量を充足していた。また、ADGは、SD3群が-0.07kg、SD9群が-0.06kgであり、両群とも同様の体重減少量であった。

子羊の飼料と養分の1頭当り平均摂取量を表18に示した。両群とも、CSは各週齢時において給与した全量が摂取されたが、全個体に臨床的異常は認められなかった。

11週齢以降において、CSのDMIのBW比は両群とも2.2%程度であった。乾草のDMIは加齢にともなって増加した。

両群の子羊のBWとADGを雌雄に分けて表19に示した。試験開始時のBWは、両群の雌雄いずれも20kg程度で同様であったが、その変動係数(coefficient of variation、以下CV)は雌雄ともSD9群では20~23%で、SD3群の12~15%よりも大きかった。試験終了時のBWは、両群において、雄では50kg以上で同様の値であり、雌では40kg台であった。終了時BWの雌雄間差はSD3群の方が大きかった。ADGは、両群とも、雄では0.4kg、雌では0.3kg程度であった。

Table 20. Average daily feed and nutrient intake, and body weight change of ewes for Exp. 4-2

	Group H	Group L
DMI, kg/head		
Hay	1.97	1.91
FFD	0.51	0.51
CP intake		
g/head	261	256
% requirement ¹		
for ewe suckling single lamb	131	128
for ewe suckling twin lambs	103	101
TDN intake		
kg/head	1.46	1.43
% requirement ¹		
for ewe suckling single lamb	127	124
for ewe suckling twin lambs	107	105
BW ⁴ , kg		
Week 10 ²	92.2±7.6	92.1±7.6
Week 19 ³	88.1±8.1	83.0±9.4
ADG ⁴ , kg/day	-0.07±0.04	-0.14±0.02

¹Percent of intake to requirement in Japanese feeding standard for sheep (1996).

²At beginning of experiment.

³At end of experiment.

⁴Overall mean ± SD.

試験4-2

母羊の飼料と養分の摂取量、充足率およびBWを1頭当り平均値で表20に示した。両群の母羊とも、CPとTDNの摂取量は要求量を充足していた。また、ADGは、H群が-0.07kg、L群が-0.14kgで、L群の方が二倍の体重減少量であった。

子羊の飼料と養分の1頭当り平均摂取量を表21に示した。両群とも、CSは各週齢時において給与した全量が摂取され、特にH群におけるCSのDMIのBW比は、10~11週齢時には2.9%と高い値となり、以後は加齢にともなって低下し、16~17週齢時には2.0%となったが、両群の全個体に臨床的異常は認められなかった。乾草のDMIは、加齢

にともなって増加し、また、各週齢時においてL群の方が高かった。H群におけるCPとTDNの摂取量は、各週齢時を通じて、L群のほぼ二倍に近い量であった。

両群の子羊のBWとADGを単子と双子に分けて表22に示した。試験開始時のBWは、両群とも双子のほうが小さく、また、そのCVは、両群とも双子のほうが大きかった。試験終了時のBWは、H群では単子、双子ともに55kg程度であった。一方、L群では、単子は50kg以上であったが、双子は40kg台であった。H群のADGは、単子、双子ともに0.35kg程度であった。一方、L群のADGは、単子の方が双子より高いが、いずれも0.2kg台であった。

Table 21. Average daily feed and nutrient intake per head in lambs for Exp. 4-2

	Weeks of age					
	10~11		13~14		16~17	
	Group		Group		Group	
	H	L	H	L	H	L
DMI, kg/head						
Hay	-	-	0.24	0.34	0.33	0.41
CS	1.02	0.51	1.02	0.51	1.02	0.51
DMI ¹ , % BW						
Hay	-	-	0.56	0.86	0.65	0.91
CS	2.89	1.48	2.36	1.29	2.02	1.14
CP intake, g/head	222	114	246	141	253	146
TDN intake, kg/head	0.89	0.44	1.01	0.62	1.06	0.65

¹At week 11, 14 and 17 respectively.

Table 22. Body weight and average daily gain of lambs for Exp. 4-2

	Group H		Group L	
	Single	Twin	Single	Twin
No. of lambs	4	4	4	4
BW, kg				
Week 10 ¹	34.7±1.0 (3)	31.5±3.3 (10)	36.5±3.0 (8)	28.7±4.9 (17)
Week 19 ²	55.9±3.1 (6)	54.1±6.8 (13)	52.9±0.3 (1)	42.6±7.3 (17)
ADG, kg	0.34±0.03 (9)	0.36±0.07 (19)	0.26±0.05 (19)	0.22±0.05 (23)

¹At beginning of experiment.

²At end of experiment.

Mean ± SD.

Values in parentheses indicate coefficient of variation, %.

考 察

本試験では、濃厚飼料給与量を、試験4-1では加齢にともなって漸増させて(図3)、一方、試験4-2では週齢にかかわらず一定として(図4)、群単位で給与したところ、いずれも給与した全量が摂取された。濃厚飼料のDMIのBW比は、試験4-1では11週齢以降において両群とも2.2%程度であり(表18)、特に、試験4-2のH群では10~11週齢時において2.9%と高水準であった(表21)。これらの値は1頭当りの平均値であり、これ以上の量を摂取した個体もいると思われる。しかし、試験4-1、4-2とも全個体に臨床的異常は認められず、また、発育停滞を示した個体はいなかった。このことから、群を単位としたBWの2%台の濃厚飼料給与水準は、子羊群の増体や健康を損なうことはない判断した。

ArnoldとMaller⁴⁾は、めん羊における飼料採食時の特徴を次のように述べている。飼槽に飼料を配餌すると、羊群は一斉に飼槽に殺到し、飼槽での採食位置を確保しようとする。採食位置から押し出されたときには、再度、採食位置を得ようとする。その結果、個体により飼料摂取量に偏りを生じる。採食時の競合は、濃厚飼料給与時に特に激しい。

このような採食時の競合を避けるには、群内の全個体が一斉に並んで採食できる措置が必要である。例えば、飼槽の1頭当り給餌幅として、BW20~50kgの子羊には20~30cmが、また、授乳期の母羊には40~50cmという値が推奨されている^{6,8)}。本試験では、このように飼槽を配置しており、濃厚飼料の摂取量が所定量より多い個体があったとしても、その量が著しく過剰となることはなかったものと推測される。

以上のように、本試験では群を単位とする濃厚飼料給与水準と子羊群の増体や健康の関係について検討したが、その他に次の2点が推察された。まず、試験4-1では、開始時のBWは、両群の雌雄いずれも20kg程度で同様であったが、SD9群の方がBWの変動は大きく(表19)、日齢の変動がBWに反映されていた。しかし、ADGは、両群の雌雄それぞれにおいては大差はなかった。その結果、終了時のBWは、両群ともに雄では50kg以上の同様な値となり、また、雌では40kg台で、むしろSD9群の方が大きかった。このことから、群内の日齢較差がSDで9日程度あ

っても個体のADGには顕著な影響はないと考えられた。次に、一般的に双子は単子に比べ増体速度が遅いとされているが^{106, 122)}、試験4-2のH群では、養分摂取量が多かったことから(表21)、双子のADGは0.36kgとなり、単子の0.34kgと同様の高値になった(表22)。CFの栄養補給によって、双子でも単子に相当する増体が可能になると考えられた。なお、これら2点については、試験4-1および4-2で、それぞれ子羊の性(雌、雄)や分娩型(単子、双子)が交絡しており、今後、これらの効果を考慮した詳細な検討が必要である。

II-5 小 括

本章では、サフォーク種子羊の出生から4カ月齢までの管理に関わる事項のうち、早期高増体を図る際に重要な基礎的事項を検討した。II-1節[試験1]では、出生直後における子羊の行動を調べ、新生子羊のうち50%程度は生後1時間以内に母羊からの吸乳に成功するが、2時間以上経過しても吸乳できない個体もいることを明らかにした。また、双子において二子間の出生間隔が1時間程度と長い場合には、第一子の方が吸乳に成功するまでに長時間を要することを明らかにした。

II-2節[試験2]では、2、3および4カ月齢子羊と成羊の飼料消化率を比較した。その結果、2カ月齢子羊による固形飼料の消化率は成羊にほぼ等しい値であったことなどから、CFを行って増体を促進した子羊は、2カ月齢で成羊に匹敵する固形飼料の消化能力を有すると推察した。次いで、II-3節[試験3]では、試験2の結果に基づく応用として、従来は生後4カ月間にわたりCFとして給与したCSを、授乳後期において安価な泌乳牛用配合飼料に置換する方法を検討した。その結果、FFDに置換しても子羊の増体に影響はないことを明らかにした。

II-4節[試験4]では、群飼子羊を用いて、群を単位とした濃厚飼料の給与水準について検討し、DMでBWの2%台の濃厚飼料給与水準は子羊群の増体や健康を損なうことはないことを示した。そして、群内の日齢較差がSDで9日程度あっても個体のADGには顕著な影響はないこと、および、CFの栄養補給によって、双子でも単子に相当する増体が可能であることを示した。

Ⅲ章 離乳方法に関する検討

Ⅲ-1 双子の2、3および4カ月齢離乳[試験5]

目 的

Ⅱ-2節[試験2]では、CFを行った子羊は2カ月齢で成羊にほぼ相当する固形飼料の消化能力を有すると推察した。このことから、消化能力の面では2カ月齢での離乳が可能と判断される。しかし、4カ月齢以前に離乳したときには離乳後に増体低下の起こることが知られている^{8, 62, 93)}。わが国のサフォーク種は一般的に4カ月齢離乳が行われており、これ以前の月齢での離乳とその後の増体の関係については不明な部分が多い。そこで、本試験では双子の高増体を図る視点から、CFを行った子羊について2、3および4カ月齢離乳における増体様相を検討し、適正な離乳月齢を明らかにした。

材料と方法

供試羊は母羊とその双子39組であり、13組ずつ3群に分け1群ずつ群飼した。母羊の平均産次は各群同じで3±1産であった。各群の子羊は、平均日齢でそれぞれ60±3日、90±2日および120±1日目に離乳した。以下、それぞれW-60群、W-90群およびW-120群とする。群内における子羊の日齢較差はSDでそれぞれ3、2および1日であり、また、各群における子羊の雌雄内訳は、それぞれ15と11、16と10および11と15頭であった。子羊は生時から所定の離乳日まで母羊と同居した後、W-60群とW-90群では子羊のみの群飼とし、120日齢まで供試した。離乳に当っては、子羊のストレスを軽減するため、子羊はそれまでの飼育場所に残し、母羊を他所へ移動した⁷³⁾。

供試飼料の一般成分組成と栄養価を表23に示した。乾草はチモシー主体の一番草である。とうもろこしサイレージは、品種「P3747」を用い黄熟期に収穫して調製したものである。

母子羊それぞれに給与した飼料とその1日1頭当り原物給与量を図5に示した。母羊の飼料給与量は各離乳日まで3群同一とした。母羊には、乾乳準備のため各離乳日前1週間は乾草のみを給与した。子羊の飼料給与量も3群同一とし、W-60群およびW-90群は離乳後もW-120群と同じ量を給与した。CSの給与量は、10~29日齢は0.2kgとし、以後20日間隔で0.2kgずつ漸増し、90日齢以降は一定の1.0kgとした。母子羊とも、群としての1日当り給与量を1日2回に分けて給与した。1群当りの飼育面積は約50m²で、このうち20m²を子羊柵を用いて仕切り子羊房とした。W-60およびW-90群では、離乳日以降は子羊柵を除去した。母羊にFFDを給与するときには、子羊を子羊房に収容した。このとき以外は子羊柵の出入り口を開放し、子羊が母羊から自由に吸乳できるようにした。母子羊とも、群内の全頭が一斉に並んで採食できるように飼槽を配置した。敷料として劣質乾草を使用した。母子羊のBWは2週間隔で測定した。本試験では施設の制約により各離乳日齢ごとに1群としたため、得られた結果については統計処理による解析は行わず、その傾向について示した。

本試験では、子羊柵の出入り口の幅を次のように改善した。従来、子羊柵の出入り口の幅は19cmとされていた^{13, 57)}。しかし、サフォーク種子羊では、BW30kg程度の時期になると、この幅では出入りが窮屈になった(写真2)。そこで、順次この幅を広げ、最終的には25cmとした。

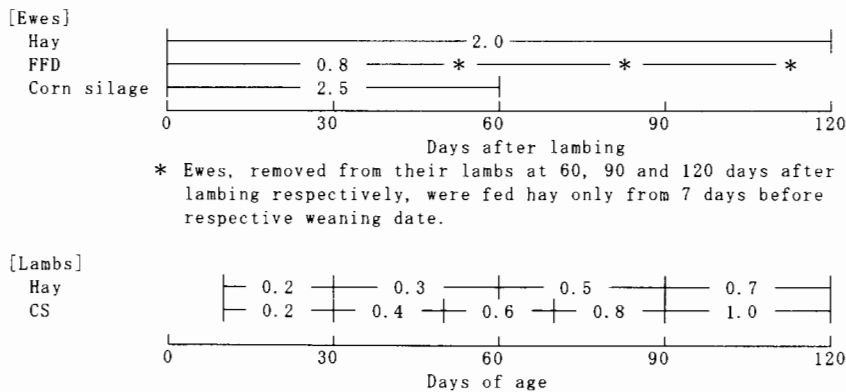


Fig. 5. Daily amount of feed (kg) on as-fed basis fed per head to ewes and lambs for Exp. 5.

Table 23. Proximate composition and nutritive value of feeds fed to lambs and their ewes for Exp. 5

	Hay	Corn silage	FFD	CS
DM, %	84.3	28.8	85.8	88.4
Proximate composition, % DM				
CP	7.8	7.8	20.6	21.8
C.fat	3.1	5.5	4.9	4.5
NFE	44.5	57.7	82.0	82.8
C.fiber	38.0	24.1	5.6	4.2
C.ash	6.8	4.9	6.9	6.9
Nutritive value, % DM				
DCP	4.2	4.1	17.3	10.4
TDN	60.7	70.7	77.6	77.1



Photo 2. Classical opening size to the creep area (19 cm in width) prevents the rapidly growing Suffolk lambs from entering.

結 果

母羊の飼料と養分の摂取量、充足率およびBWを1頭当り平均値で表24に示した。CPとTDNの摂取量は、分娩後60日目までは要求量より少なかったが、61日以降は、要求量を充足した。母羊のBWは授乳期間中に減少した。

子羊の飼料と養分の摂取量を1頭当り平均値で表25に示した。乾草とCSそれぞれのDMIのBW比は、61~90日齢時にはW-60群がW-120群およびW-90群よりも、また、91~120日齢時には、W-60群およびW-90群がW-120群よりも、それぞれ高かった。31日齢以降において、CSのDMIのBW比は平均2.1%であった。

子羊のBWとADGを表26に示した。生時BWは、3群同様で4.5~5.0kgであった。W-120群では、各日齢時のADGは

0.33~0.40kgでほぼ同様であった。120日間通算のADGは0.36kg、また、120日齢時BWは47.8kgで、3群中最も高い値であった。W-90群では、離乳前の61~90日齢時のADGは0.34kg、離乳後の91~120日齢時のADGは0.30kgであり、離乳前後においてADGの低下はみられるもののその量は僅少であった。通算のADGは0.34kg、また、120日齢時BWは45.2kgであり、W-120群に次ぐ値であった。一方、W-60群では、離乳前の31~60日齢時のADGは0.43kgと高い値であったが、離乳後の61~90日齢時のADGは0.22kgとなり、離乳前に比べ離乳後のADGは1/2となった。通算のADGは0.31kg、また、120日齢時BWは42.3kgであり、3群中最も低い値であった。

Table 24. Average daily feed and nutrient intake, and body weight change of ewes for Exp. 5

	W-120 ¹		W-90 ¹		W-60 ¹
	1~60	61~113	1~60	61~83	1~53
DMI, kg/head					
Hay	0.71	1.40	0.73	1.37	0.80
Corn silage	0.67		0.67		0.67
FFD	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69
CP intake					
g/head	250	248	249	246	255
% requirement	67	102	67	102	68
TDN intake					
kg/head	1.46	1.39	1.45	1.37	1.50
% requirement	87	108	86	107	89
BW ² , kg	88.4 ± 9.9 ³	78.3 ± 9.8 ³	86.3 ± 6.5	76.8 ± 8.8 ³	88.6 ± 8.3 ³
ADG ⁴ , kg/day	-0.17 ± 0.08	-0.04 ± 0.04	-0.16 ± 0.09	-0.23 ± 0.01	0.23 ± 0.07

¹W-120, W-90 and W-60 indicate weaned at 120, 90 and 60 days of age, respectively.

²Days after lambing.

³At 1 day after lambing.

⁴At 60 days after lambing.

⁵Percent of intake to requirement in Japanese feeding standard for sheep (1996).

⁶Overall mean ± SD.

Table 25. Daily feed and nutrient intake per head in lambs weaned at 120, 90 and 60 days of age

	Days of age											
	21~30			31~60			61~90			91~120		
	W-120 ¹	W-90	W-60	W-120	W-90	W-60	W-120	W-90	W-60	W-120	W-90	W-60
DMI, kg/head												
Hay	-	-	-	0.11	0.13	0.14	0.28	0.29	0.34	0.35	0.44	0.50
CS	0.10	0.14	0.18	0.43	0.42	0.44	0.65	0.65	0.69	0.85	0.85	0.86
DMI ² , % BW												
Hay	-	-	-	0.55	0.65	0.67	0.89	0.94	1.10	0.82	1.08	1.31
CS	0.81	1.09	1.40	2.16	2.09	2.10	2.07	2.10	2.24	2.00	2.09	2.25
CP intake, g/head	22	31	39	102	102	107	163	164	176	212	218	225
TDN intake, kg/head	0.08	0.11	0.14	0.40	0.40	0.42	0.67	0.68	0.74	0.87	0.93	0.96

¹See footnote to Table 24.

²At day 25, 45, 75 and 105 respectively.

Values on the left of broken line are for preweaned lambs, and those on the right for weaned lambs within 61~90 and 91~120 days of age, respectively.

Table 26. Body weight and average daily gain of lambs weaned at 120, 90 and 60 days of age

	W-120 ¹	W-90	W-60
BW, kg			
Days of age			
0	4.5±0.7 (15)	4.9±1.1 (22)	5.0±0.9 (18)
30	14.4±1.4 (10)	14.4±2.2 (15)	14.5±1.7 (12)
60	25.4±2.7 (11)	25.8±4.2 (16)	27.5±4.0 (14)
90	37.4±3.6 (10)	36.1±5.3 (15)	34.0±4.8 (14)
120	47.8±4.1 (9)	45.2±6.5 (14)	42.3±5.5 (13)
ADG, kg			
Days of age			
0~30	0.33±0.04 (12)	0.31±0.05 (17)	0.32±0.04 (12)
31~60	0.37±0.05 (15)	0.38±0.09 (24)	0.43±0.08 (20)
61~90	0.40±0.06 (15)	0.34±0.06 (18)	0.22±0.06 (27)
91~120	0.35±0.05 (15)	0.30±0.06 (20)	0.27±0.05 (18)
0~120	0.36±0.03 (9)	0.34±0.05 (15)	0.31±0.04 (13)

¹See footnote to Table 24.

Overall mean ± SD.

Values in parentheses indicate coefficient of variation, %.

Values above the broken line are for preweaned lambs and those below the broken line for weaned lambs.

考 察

早い時期に離乳したときには、その後に増体の一時的な低下が起こり、また、その程度は離乳時期が早いほど大きいことが知られている^{6, 9, 21, 23}。本試験においても同様の傾向が認められた。すなわち、W-60群では、離乳後の61~90日齢時におけるADGは、離乳前の31~60日齢時よりも著しく低く、かつ、離乳していないW-90群とW-120群の61~90日齢時におけるADGに比べても低かった。CFを行った子羊でも、2カ月齢離乳では、離乳後に顕著な増体低下が起こると判断された。一方、W-90群では、同様の影響はみられるものの、その程度は僅少であった。

このように、離乳時期によって離乳後の増体に差を生じる原因としては、母羊の乳量の影響が挙げられる。子羊の60日齢以降は、母羊の乳量が低下する授乳後期であり、日乳量は次第に低下する^{6, 7, 23}。Holcombeら^{5, 9}に

よると、60日齢頃の子羊は、その栄養が母乳依存から固形飼料依存に移行する段階にあるが、母羊の乳量も多く母乳依存の分は依然として残存している。一方、90日齢の子羊では、母乳依存の分は小さく、固形飼料依存の分が大きくなる。このため、離乳時期により離乳後の増体に差を生じると推測される。本試験では、子羊の吸乳量の推移を測定していないが、W-60群では、離乳後における飼料のDMIのBW比がW-90群やW-120群よりも高く、飼料の摂取増により、それまで母乳に依存していた栄養を補おうとした傾向がうかがえる。

以上のように本試験では、2カ月齢離乳では離乳後に顕著な増体低下が認められたが、3カ月齢離乳では離乳後の増体低下は僅少であった。その結果、離乳月齢が遅いほど4カ月齢時BWが大きかった。3カ月齢離乳でも、4カ月齢以降に出荷BWに到達可能であるが、最盛期の需要

に対応して双子を早期にかつ安定的に出荷BWに到達させるためには、4カ月齢離乳が適切であると考えられた。

本試験では、離乳時に、子羊をそれまでの飼育場所に残し、母羊を他所へ移動するという措置^{7,3)}をとった。しかし、森山ら^{7,2)}は、子羊には母羊との離別そのものがストレス因子として働く可能性を指摘しており、特にW-60群では、このような影響が関与した可能性もある。一方、Sañudoら^{1,0,9)}は、集約的なラム肉生産システムにおいて子羊に濃厚飼料を飽食給与する方法を検討し、この場合は、早い時期に離乳しても増体低下は起こらないと報告している。本試験では子羊の濃厚飼料は制限給与であり、W-60群の増体低下には、飼料による養分給与量の影響が関与している可能性もある。

Ⅲ-2 双子の4カ月齢離乳と片方のみ2カ月齢離乳[試験6]

目 的

従来、サフォーク種子羊の4カ月齢離乳時までのADGは、雄0.27kg、雌0.24kgであった^{1,2,2)}。このため日本飼養標準^{8,5)}には、子羊を肥育する際のADGとして、雄0.25kg、雌0.18kgの場合のみが記載されている。一方、Ørskov^{9,2)}によると、子羊におけるBW15kg時から40kg時までのADGの理論的最大値は0.5kgである。ただし、これは、ほぼ濃厚飼料のみを用いた特殊な場合であり、欧米の栄養管理の指針^{7, 6,9, 7,4)}におけるADGの実用的最大値は0.4kgとされている。

本研究ではCFとして濃厚飼料を給与することにより、Ⅱ-3節[試験3]、Ⅱ-4[試験4]およびⅢ-1節[試験5]において、0.4kgに近いADGが得られており、特にⅢ-1節[試験5]において4カ月齢離乳した双子のADGは雌雄平均で

0.36kgと高値であった。そこで、Ⅲ-1節[試験5]の結果をふまえ、本試験では、双子授乳母羊のみで構成する群飼条件下において4カ月齢離乳とし、双子のADGが0.4kgとなる早期高増体飼養法を検証した。また、双子のうち一子のみを早期に離乳する飼養法^{8, 6, 9, 9,3)}についても検討を加えた。これは、BWの大きい方を早期に離乳すれば、離乳後に増体低下が起こってもその分が相殺され、4カ月齢時には双子の両方のBWが近似すると想定したためである。対照として、単子授乳母羊のみで構成する群飼条件下の単子を設けた。これらの飼養法において、CFに使用する濃厚飼料は、Ⅱ-3節[試験3]の結果をふまえ、2カ月齢でCSからFFDへ切替えるとともに、Ⅱ-4節の試験4-2の結果をふまえ、3カ月齢以降は定量給与とした。

材料と方法

供試群の構成と各群における子羊の雌雄内訳を表27に示した。供試羊は、母羊とその単子7組および母羊とその双子15組であり、母羊の産次は3~6産次であった。試験期間は、子羊の出生日から群の平均日齢で120日齢までとした。単子とその母羊は、3組と4組をそれぞれ一群とし(群No.1、No.2)、120日齢で離乳した(飼育型S、母羊をS母羊、子羊をS子羊とする)。双子とその母羊は、3組、4組、4組および4組から成る4群とした。このうち2群(群No.3、No.4)は、二子とも120日齢で離乳した(飼育型T-T、母羊をT-T母羊、子羊をT-T子羊とする)。他の2群(群No.5、No.6)は、60日齢時にBWの大きい一子のみを離乳し(T-W子羊とする)、残りの一子は120日齢で離乳した(飼育型T-S、母羊をT-S母羊、子羊をT-S子羊とする)。離乳後のT-W子羊は、それぞれ4頭から成る2群とした(群No.7、No.8)。

Table 27. Details of ewe-lamb groups for Exp. 6

Rearing type Group No.	S ¹		T-T ²		T-S ⁴	
	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
No. of ewe-lamb set	3	4	3	4	4	4
lamb sex in each set	♂ ♀ ♀	♂ ♂ ♀ ♀	♂ ♀ ♂ ♀ ♂ ♀	♂ ♀ ♂ ♀ ♂ ♀ ♀ ♀	♂ ⁴ ♀ ♂ ♀ ⁴ ♂ ⁴ ♀ ♀ ⁴ ♀	♂ ³ ♂ ♂ ⁵ ♂ ♂ ♀ ⁵ ♂ ⁵ ♀
Standard deviation in days of age	3	6	1	2	3	4

¹Ewes and their single lambs, weaned at 120 days of age.

²Ewes and their twin lambs, weaned at 120 days of age.

³Ewes and their twin lambs, ones of twin lambs weaned at 60 days (T-W lamb), the other ones weaned at 120 days of age (T-S lamb).

^{4, 5}T-W lambs were group-fed in groups No.7 and No.8 respectively.

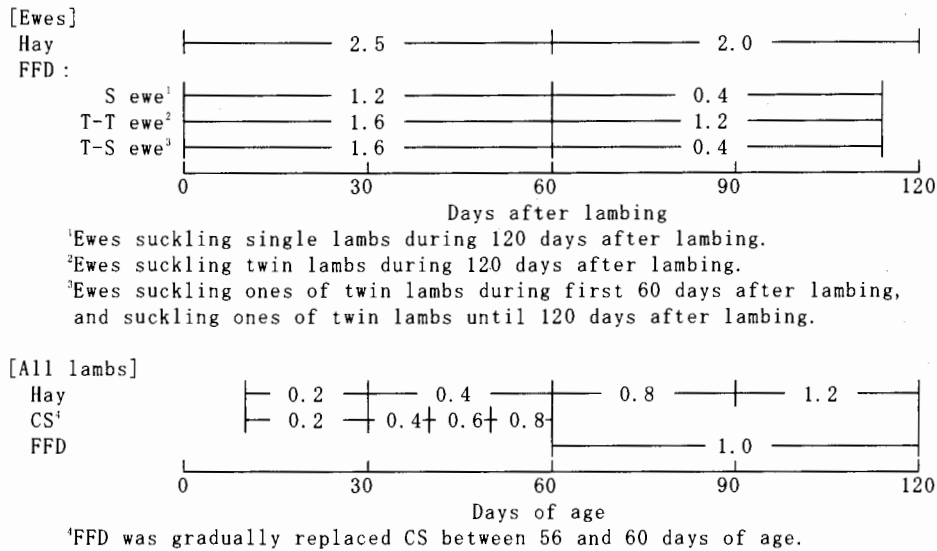


Fig. 6. Daily amount of feed (kg) on as-fed basis fed per head to ewes and lambs for Exp. 6.

Table 28. Proximate composition and nutritive value of feeds fed to ewes and their lambs for Exp. 8

	Hay	FFD	CS
DM, %	84.6	85.2	85.8
Proximate composition, % DM			
CP	11.2	20.5	22.1
C. fat	3.2	3.9	5.4
NFE	46.0	63.5	62.4
C. fiber	33.4	5.7	3.6
C. ash	6.2	6.4	6.5
Nutritive value, % DM			
DCP	6.3	16.8	18.7
TDN	57.3	83.5	88.1

供試飼料の一般成分と栄養価を表28に示した。乾草はチモシー主体の一番草である。

母子羊それぞれに給与した飼料とその1日1頭当り原物給与量を図6に示した。S母羊とT-T母羊には、分娩後113日間にわたり、それぞれ単子授乳母羊と双子授乳母羊の養分要求量^{8,9)}を満たすように乾草とFFDを給与した。T-S母羊には、分娩後60日間は双子授乳母羊の、また、その後53日間は単子授乳母羊の要求量を満たすように給与した。いずれの母羊も乾乳準備のため、離乳前1週間は乾草のみを給与した。子羊の飼料給与量は、いずれの子羊も同じとし、10日齢から乾草とCSを使用してCFを開始し、加齢にともない給与量を増加させた。CSは56~60日齢にかけてFFDに切替え、以後、1日1頭当り原物で1kgを給与した。母子羊とも、群としての1日当り給与量を1日2回に分けて給与した。

群No.1~No.6では、1群当り飼育面積はいずれも約20m²

で、このうち8m²を子羊柵で仕切り子羊房とした。T-W子羊の群No.7、No.8の1群当り飼育面積は約8m²とした。母羊にFFDを給与するときは、子羊を子羊房に収容した。このとき以外は子羊柵の出入り口を開放し、子羊が母羊から自由に吸乳できるようにした。母子羊とも、群内の全頭が一斉に並んで採食できるように飼槽を配置した。敷料として劣質乾草を使用した。BWは2週間隔で測定した。

成績の統計処理は、群の平均値を用いた一元配置法の分散分析^{12,5)}によった。飼育型間の比較はTukeyの方法^{12,5)}を用いた。

結 果

母羊の飼料と養分の摂取量、養分充足率およびBWを1頭当り平均値で表29に示した。各飼育型の母羊は、いずれもCPとTDNの要求量をおおむね充足していた。母羊のBWは、分娩後60日目までおよび61日以降において減少した。

子羊の飼料と養分の1頭当り平均摂取量を表30に示した。乾草とCSのDMIはいずれの子羊も加齢にともなって増加し、60日齢までは飼育型間に差は認められなかった。56~60日齢時におけるCSからFFDへの変更時に、DMIの低下や下痢等の異常は認められなかった。また、FFDを定量給与にした後も全個体に臨床的異常は認められなかった。

61~90日齢において、T-W子羊では、乾草とCSのDMIおよびCPとTDNの摂取量が、S子羊、T-T子羊およびT-S子羊

Table 29. Average daily feed and nutrient intake, and body weight change of ewes for Exp. 6

	S ewe ²		T-T ewe ³		T-S ewe ⁴	
	1~60 ⁵	61~113	1~60	61~113	1~60	61~113
DMI, kg/head						
Hay	1.58	1.33	1.78	1.57	1.73	1.47
FFD	1.02	0.34	1.36	1.02	1.36	0.34
CP intake						
g/head	386	219	478	385	473	234
% requirement ¹	127	112	128	157	124	118
TDN intake						
kg/head	1.75	1.04	2.16	1.75	2.13	1.12
% requirement ¹	118	94	129	134	123	98
BW ⁶ , kg	91.7 ± 8.3 ⁶	83.8 ± 10.2 ⁷	87.1 ± 5.7 ⁶	81.3 ± 6.4 ⁷	96.6 ± 9.5 ⁶	87.9 ± 10.0
ADG ⁸ , kg	-0.13 ± 0.10 ⁵	-0.14 ± 0.06	-0.10 ± 0.07	-0.02 ± 0.06	-0.15 ± 0.10	-0.22 ± 0.05

¹Percent of intake to requirement in Japanese feeding standard for sheep (1996).

^{2, 3, 4}See footnotes to Fig. 6.

⁵Days after lambing.

⁶At 1 day after lambing.

⁷At 60 days after lambing.

⁸Overall mean ± SD.

Table 30. Average daily feed and nutrient intake in lambs for Exp. 6

	Days of age													
	21~30			31~60			61~90				91~120			
	S ¹	T-T	T-S·T-W	S	T-T	T-S·T-W	S	T-T	T-S	T-W	S	T-T	T-S	T-W
DMI, kg/head														
Hay	-	-	-	0.09	0.09	0.15	0.32 ^b	0.32 ^b	0.30 ^b	0.54 ^a	0.49 ^b	0.58 ^{ab}	0.56 ^{ab}	0.80 ^a
Concentrate ²	0.07	0.09	0.13	0.43	0.45	0.45	0.71	0.81	0.80	0.83	0.85	0.85	0.85	0.85
DMI ³ , % BW														
Hay	-	-	-	0.35	0.40	0.66	0.82 ^b	0.91 ^b	0.84 ^b	1.50 ^a	0.96 ^b	1.25 ^{ab}	1.18 ^{ab}	1.76 ^a
Concentrate ²	0.42	0.67	0.92	1.69	2.02	1.97	1.82 ^b	2.29 ^a	2.25 ^{ab}	2.31 ^a	1.68	1.83	1.79	1.87
CP intake, g/head	15	20	29	105	109	116	182 ^b	202 ^{ab}	198 ^{ab}	230 ^a	229 ^b	239 ^{ab}	237 ^{ab}	264 ^a
TDN intake, kg/head	0.06	0.08	0.11	0.43	0.45	0.49	0.77 ^b	0.86 ^{ab}	0.84 ^{ab}	1.00 ^a	0.99 ^b	1.04 ^b	1.03 ^b	1.17 ^a

¹Type of lambs. S, single lambs weaned at 120 days of age; T-T, twin lambs weaned at 120 days; T-S, ones of twin lambs weaned at 120 days; T-W, ones of the twin lambs weaned at 60 days.

²21 to 60 days: Calf starter, 61 to 120 days: Formula feed for dairy cow.

³At day 25, 45, 75 and 105 respectively.

Means on the same column within days of age that do not have a common letters differ (*, ^b:P<0.05, ^a, ^B:P<0.01).

Table 31. Effect of rearing type on lamb growth rate for Exp. 6

	Type of lambs ¹			
	S	T-T	T-S · T-W	
BW, kg				
Days of age				
0	5.6 ^A	4.6 ^B	5.0 ^B	
30	18.5 ^a	15.1 ^b	15.9 ^{ab}	
60	32.1	29.0	28.7	30.6
90	45.6	41.1	42.5	41.3
120	55.3	51.2	52.4	49.6
ADG, kg				
Days of age				
0~30	0.43	0.35	0.36	
31~60	0.45	0.46	0.46	
61~90	0.45 ^a	0.40 ^{ab}	0.46 ^a	0.36 ^b
91~120	0.32	0.34	0.33	0.28
0~120	0.41	0.39	0.40	0.37

¹See footnote to Table 30.

Means on the same row with different letters differ (*, ^b:P<0.05, ^A, ^B:P<0.01).

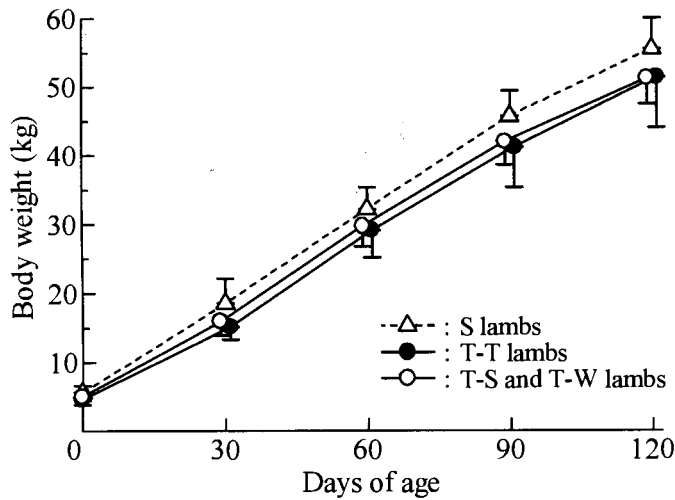


Fig. 7. Comparative lamb growth rate for Exp. 6. Values are overall means with their standard deviations represented by vertical bars. S lambs, single lambs weaned at 120 days of age (n=7); T-T lambs, twin lambs weaned at 120 days (n=14); T-S lambs, ones of twin lambs weaned at 120 days (n=8); T-W lambs, ones of twin lambs weaned at 60 days (n=8).

よりも高い傾向が認められた。91～120日齢においても、同様の傾向がみられた。

子羊のBWとADGを表31に示した。生時BWは、T-T子羊とT-S・T-W子羊がS子羊よりも(P<0.01)、また、30日齢時BWは、T-T子羊がS子羊よりも(P<0.05)、それぞれ小さかった。60、90および120日齢時のBWは、飼育型間に差は認められなかった。T-S・T-W子羊の60日齢時BWは、T-S子羊が28.7kg、T-W子羊が30.6kgであった。0～30日齢のADGは、T-T子羊とT-S・T-W子羊がS子羊より低い傾向にあった(P=0.08)。61～90日齢のADGは、T-W子羊がS子羊およびT-S子羊より低かった(P<0.05)。

S子羊、T-T子羊およびT-S・T-W子羊それぞれの全個体の値による平均BWとそのSDの推移を図7に示した。90日齢時と120日齢時におけるSDは、T-T子羊よりもT-S・T-W子羊の方が小さかった。90日齢時におけるCVは、T-T子羊では14%であったが、T-S・T-W子羊ではそれよりも小さく8%であった。120日齢時におけるCVも同様に、T-T子羊では14%で、T-S・T-W子羊ではそれよりも小さく7%であった。

考 察

CF開始直後の21～30日齢時において、CSと乾草のDMI

は加齢にともなって徐々に増加したが、増加傾向は双子(T-T子羊、T-S子羊およびT-W子羊)の方が単子(S子羊)よりも大きかった。この時期における双子の吸乳量は1頭当りにすると単子よりも少ないので、双子の方が固形飼料の摂取量が多いとされている⁶⁾⁶⁾。

単子は双子に比べ、生時BWが大きく、かつ、子羊1頭当りでは母羊の乳量も多いので、増体が速い¹⁾⁰⁾⁶⁾¹²⁾²⁾。本試験における0～30日齢のADGには、このような効果がかがえた。しかし、それ以降の各日齢時のADGは、S、T-TおよびT-Sの子羊間に差はなく、120日間通算のADGは、T-T子羊で0.39kg、T-S子羊で0.40kgとなり、S子羊の0.41kgに匹敵する高値が得られた(表31)。

従来、わが国のサフォーク種子羊では、4カ月齢離乳時までのADGは、雄が0.27kg、雌が0.24kgであった¹⁾²⁾³⁾。また、4カ月齢以降の雄子羊にDMでBWの2.5%の濃厚飼料を給与する肥育試験¹⁾¹⁾¹⁾³⁾においても、ADGは0.24～0.26kgであった。これらに対し、本試験では、4カ月齢離乳時までの期間に、双子において0.4kgと高いADGが得られた。この高増体は早期からのCFの効果によるものと考えられる。

60日齢で離乳したT-W子羊は、吸乳を続けたT-S子羊に比べ、離乳後にCSと特に乾草のDMIが多く、飼料からの養分摂取量が高い傾向にあった(表30)。また、T-W子羊は、離乳後の61～90日齢においてT-S子羊よりもADGが低

かった(表31)。このような離乳後における飼料の摂取増や増体の低下傾向は、Ⅲ-1節[試験5]のW-60群(表26)と同様であった。しかし、T-W子羊は、早い時期に離乳したことの影響は認められたものの、60日齢時のBWが大きい方の子羊であり、かつ、61~90日齢時のADGは0.36kgと高い値であったため、120日齢時BWは49.6kgとなった(表31)。

120日齢時において、T-S・T-W子羊のBWはT-T子羊と同様に50kg程度となり、かつ、T-S・T-W子羊の方がBWの個体差は小さかった(図7)。このことから、BWの大きい子羊のみを60日齢で離乳する方法は、双子の両方を120日齢時に出荷BWに到達させ、かつ、そのときのBWを斉一化する可能性があると思われる。しかし、わが国のめん羊飼育がおもに複合経営で少頭数規模で行われている現状^{44, 46, 53, 76, 118)}を考慮すると、必要とする労力や施設の少ない方法の方が好ましい。したがって、本研究で提示するラム肉生産システムでは、双子の両方を120日齢で離乳する方法を採用することとする。

本試験では、双子授乳母羊のみで群飼し、CFに使用する濃厚飼料を60日齢でCSからFFDに切り替え、その後は定量を給与し120日齢で離乳する方法により、双子でも単子に相当する0.4kgのADGを確保できることを明らかにした。また、60日齢でBWの大きい片方の子羊のみを離乳する方法には、双子の両方を120日齢時に出荷BWに到達

させ、かつ、120日齢のBWが斉一化する可能性のあることが示唆された。

Ⅲ-3 小 括

Ⅲ章では、双子の早期高増体と離乳方法に関連する事項について検討した。まず、Ⅲ-1節[試験5]では、離乳月齢が子羊の増体に及ぼす影響を検討した。その結果、2カ月齢離乳では離乳後に顕著な増体低下が起こった。一方、3カ月齢離乳では離乳後の増体低下は僅少であり、離乳月齢が遅いほど4カ月齢時のBWが大きかった。3カ月齢離乳でも、4カ月齢以降に出荷BWに到達可能であるが、最盛期の需要に対応して双子を早期にかつ安定的に出荷BWに到達させるためには、4カ月齢離乳が適切であると考察した。

次にⅢ-2節[試験6]では、双子授乳母羊のみで群飼し、CFに使用する濃厚飼料をCSからFFDに切り替え、その後は定量を給与し4カ月齢で離乳する方法により、双子のADGが0.4kgとなることを実証した。また、双子のうちBWの大きい片方の子羊のみを2カ月齢で離乳する方法により、同様のADGが確保され、かつ、4カ月齢時BWを斉一化する可能性が推察されたが、わが国のめん羊飼育の現状を考慮し、本研究で提示するラム肉生産システムでは、双子の両方を4カ月齢で離乳する方法を採用することとした。

IV章 枝肉形質の性差に関する検討

IV-1 雌雄子羊の枝肉形質の比較[試験7]

目 的

雌雄の子羊において、増体は雄の方が速いが、体脂肪蓄積は雌の方が速い。このため枝肉にすると、雌の方が背脂肪厚は厚くなりやすい^{92, 110)}。わが国のラム肉生産では、サフォーク種子羊は雄と雌の双方が用いられるが^{75, 76)}、その枝肉形質については、雄に関する報告^{105, 114, 115)}があるのみで、雌に関する報告や雌雄を比較した報告はみあたらない。そこで、本試験では、同一条件で飼養した雌雄子羊について枝肉形質の比較を行った。

材料と方法

供試羊は、双子として出生して自然哺育され、75±3日齢(BW29.3±2.0kg)に離乳した雄子羊9頭と雌子羊9頭である。離乳後に、雌雄それぞれを3頭ずつ3群に分けて群飼した。群内の日齢較差はSDで3日以内とした。群飼開始時に、濃厚飼料を、それまで給与していたFFDから市販の肥育めん羊用配合飼料(formula feed for fattening sheep, 以下FFS)に切替えた。各群は、木製のこ床を備えた4.3m²の飼育房に収容した。敷料は使用しなかった。試験期間は、81日齢から151日齢までの70日間とした。

供試飼料の一般成分と栄養価を表32に示した。乾草はチモシーを主体とする一番草である。乾草は十分な残飼が出る量を給与した。FFSの給与量は雌雄同じとし、1日1頭当り原物で、81日齢からは0.85kgを、116日齢以降は1.0kgを給与した。BWは毎週1回測定した。

Table 32. Proximate composition and nutritive value of feeds fed to male and female lambs for Exp. 7

	Hay	FFS ¹
DM, %	82.2	84.3
Proximate composition, % DM		
CP	9.3	15.0
C.fat	2.7	4.0
NFE	43.3	71.6
C.fiber	38.1	4.4
C.ash	6.6	5.0
Nutritive value, % DM		
DCP	5.1	11.1
TDN	50.7	84.9

¹Formula feed for fattening sheep

158±6日齢時にBWを測定し、絶食前BWとした。24時間絶食させてから絶食後BWを測定した後、屠殺、解体した。屠殺の際は電撃器を用いて失神させた後放血した。解体方法は(社)日本綿羊協会の方法⁷⁹⁾によった。肢端除去、剥皮、頭部および内臓除去を行い枝肉とした。雄は剥皮時に陰茎と精巢を除去した。枝肉を冷蔵庫内に一昼夜放置した後、重量を測定し枝肉重量とした。本研究の表中では、枝肉重量を冷屠体重(cold-carcass weight)と表記する。次に、枝肉を第12~13胸椎間で前躯と後躯に分け、背脂肪厚とロース芯断面積を測定した。前躯と後躯をさらに肩、背+腰、胸および腿の4部位に分割し、各部位の重量を測定した。また、腎臓脂肪の重量を測定した。枝肉歩留は枝肉重量を絶食後BWで除して求めた。

雌雄間の比較は、摂取量と増体成績については1群3頭の平均値を用い一元配置の分散分析¹²⁵⁾によった。また、枝肉成績については各個体の値を用い、t-検定¹²⁵⁾を行った。

結 果

飼料と養分の摂取量および充足率を表33に示した。乾草のDMIは、116日齢以降において雄の方が多かった(P<0.05)。FFSは、雄では給与した全量が摂取されたが、雌では少量の残飼を生じることがあった。FFSのDMIのBW比は、性差は認められず、試験期間を通して2%程度であった。全個体に臨床的異常は認められなかった。CPは、摂取量では116日齢以降において雌の方が少なかったが(P<0.05)、その差は小さかった。CPの充足率は、115日齢以前(P<0.05)および116日以降(P<0.01)とも雌の方が高かった。TDNも、摂取量では116日齢以降において雌の方が低かったが(P<0.05)、充足率に性差は認められなかった。CPとTDNの充足率は、雌雄とも特に115日齢以前において90%台の場合があった。

BWとADGを表34に示した。BWは、各日齢時において性差は認められなかった。ADGは、116日齢以降において雄の方が高く(P<0.05)、通算のADGも雄が0.24kgで雌の0.20kgよりも高かった(P<0.01)。

枝肉形質を表35に示した。全個体とも内臓諸器官に異常は認められなかった。絶食前BWは雄が49.6kg、雌が46.2kg、また、絶食後BWは雄が45.0kg、雌が41.9kgで、

Table 33. Effect of lamb sex on feed intake

	Days of age					
	81~115			116~151		
	Male	Female	Level of significance	Male	Female	Level of significance
DMI, kg/head/day						
Hay	0.37	0.34	NS	0.51	0.44	*
FFS	0.72	0.71	NS	0.84	0.83	NS
DMI ¹ , %BW						
Hay	1.02	0.96	NS	1.16	1.04	NS
FFS	2.01	2.02	NS	1.89	1.95	NS
CP intake						
g/head/day	143	139	NS	174	166	*
% requirement ²	92	110	*	112	132	**
TDN intake						
kg/head/day	0.81	0.79	NS	0.98	0.93	*
% requirement ²	94	90	NS	97	97	NS

¹At day 98 and 133 respectively.

²Percent of intake to requirement in Japanese feeding standard for sheep (1996).

** , * for P<0.01, P<0.05, respectively, and NS for P>0.05.

Table 34. Effect of lamb sex on growth rate

	Male	Female	Level of significance
BW, kg			
81 ¹	31.5	31.3	NS
116	40.4	39.1	NS
151	48.0	45.3	NS
ADG, kg			
81~115 ¹	0.26	0.23	NS
116~151	0.22	0.18	*
81~151	0.24	0.20	**

¹Days of age.

** , * for P<0.01, P<0.05, respectively, and NS for P>0.05.

Table 35. Effect of lamb sex on carcass characteristics

	Male		Female		Level of significance
	Mean	SD	Mean	SD	
No. of lambs	9		9		—
Age at slaughter, days	158	6	159	6	NS
Unfasted BW pre-slaughter, kg	49.6	1.4	46.2	2.9	**
Fasted BW at slaughter, kg	45.0	1.1	41.9	2.4	**
% Unfasted BW	90.8	1.4	90.7	1.1	NS
Cold-carcass weight, kg	22.0	0.9	21.3	1.2	NS
Dressing percentage ¹ , %	48.9	1.7	50.9	1.3	*
Joint, % carcass weight					
Shoulder	26.2	1.6	25.8	2.1	NS
Rack and loin	25.8	1.6	25.6	2.3	NS
Breast, flank and shank	16.9	0.7	17.0	1.2	NS
Leg	31.2	1.2	31.5	1.4	NS
Kidney fat, % carcass weight	1.9	1.5	2.2	1.8	NS
Backfat depth ² , mm	4.0	0.9	4.8	1.2	NS
<i>Longissimus dorsi</i> area, cm ²	15.6	1.6	14.9	1.2	NS

¹Cold-carcass weight/fasted body weight.

²Backfat depth over the *longissimus dorsi* at the 12th rib.

** , * for P<0.01, P<0.05, respectively, and NS for P>0.05.

いずれも雄の方が高かったが($P < 0.01$)、枝肉重量は雄が22.0kg、雌が21.3kgで、性差は認められなかった。一方、枝肉歩留は雄が48.9%、雌が50.9%で、雄の方が低かった($P < 0.05$)。枝肉中の肩、背+腰、胸および腿の割合、腎臓脂肪の割合、背脂肪厚そしてロース芯断面積のいずれも性差は認められなかった。背脂肪厚は雄が4.0mm、雌が4.8mmであった。

考 察

日本飼養標準^{8,9)}には、BW30~50kgの子羊の肥育について、ADGを雄0.25kg、雌0.18kgとした場合についてのみ養分要求量が示されている。この場合、雌はADGが小さいので養分要求量は雄より少なくなっており、特にCPの要求量は雄の80%程度である。本試験では、雌の方が飼料摂取量は少ない傾向にあるが、このような要求量の違いによって、雌のCP充足率は雄よりも高い値となった(表33)。本試験におけるCPとTDNの充足率は、雌雄とも特に115日齢以前において要求量を完全に充足していないこともあったが、ADGは雄が0.24kg、雌が0.20kgであり、日本飼養標準^{8,9)}のADGにほぼ合致していた。

本試験では、絶食後BWは雄の方が大きい、枝肉重量に性差は認められず、枝肉歩留は雄の方が低かった(表35)。雄の絶食後BWが大きいのは、絶食前BWの差に起因する。雌雄の枝肉重量に差がないのは、枝肉にする際に除去される部分の性差に起因する。すなわち、枝肉にするときに除去される頭部や肝臓、肺、心臓などの内臓は雄の方が重く、また、雄では陰茎と精巢の除去による重量減少もあるため、雄の方が枝肉歩留が低くなるとされている^{9, 10, 55, 56, 121)}。本試験においても、頭部の重量は、雄が 2.49 ± 0.24 kgであり、雌の 2.09 ± 0.13 kgよりも大きかった。また、陰茎と精巢の重量は 0.32 ± 0.06 kgであった。

このように枝肉歩留には雌雄に差が認められたが、枝肉重量に占める肩、背+腰、胸および腿の割合、腎臓脂肪の割合、背脂肪厚およびロース芯断面積などの枝肉形質には性差が認められなかった(表35)。特に背脂肪厚は雌雄とも4~5mmで同等の値であり、雌の方がBWは小さくても体脂肪蓄積量が多いので、枝肉の背脂肪厚は厚いという一般傾向^{9, 2, 110)}と一致した。

わが国では、ラム枝肉の適正規格は「M2」とされている^{7, 9)}。「M」は枝肉重量の分類であり、20kg以上~25kg未満

の範囲である。「2」は背脂肪厚の分類であり、4mm以上~7mm未満の範囲である。本試験の個々の枝肉をラム枝肉規格^{7, 9)}に基づいて判定すると、雄では9体中6体(67%)が、また、雌では9体中7体(78%)がそれぞれ規格「M2」に該当し、他はすべて規格「M1」であった。「1」は背脂肪厚4mm未満の範囲である。このように、絶食前BWが雄は 49.6 ± 1.4 kg、雌が 46.2 ± 2.9 kgのとき屠殺すると、雌雄ともほぼ適正規格の枝肉となるようである。しかし、適正規格の枝肉には上述のような範囲があり、この範囲となる雌雄別の絶食前BWの範囲を明らかにする必要がある。

本試験では、サフォーク種子羊を、雄はBW50kg程度、雌は46kg程度で屠殺し、雌雄の枝肉形質を比較した。その結果、枝肉歩留は雄の方が低いが、枝肉の重量や背脂肪厚などの形質に雌雄差は生じないことが示された。

IV-2 適正出荷体重の推定[試験8]

目 的

IV-1節[試験7]において、雄はBW50kg程度、雌は46kg程度のときに屠殺すると、枝肉の重量や背脂肪厚は雌雄同等であることを示した。この結果は、雌雄ともにBWの限定された場合であり、一般には雌の方が、体脂肪が早く蓄積するので、枝肉の背脂肪厚は厚い傾向にある^{9, 2, 110)}。しかし、わが国の生産現場では、出荷BWの目安として48~52kgという範囲は提示されているが^{4, 3)}、雌雄の区別はなされていない。また、ラム枝肉規格に関しては、望ましいとされている規格「M2」の枝肉重量と背脂肪厚の範囲は示されているが^{7, 7, 9)}、その範囲に該当する雌雄別BWの範囲は不明である。そこで、本試験では、出荷BWと枝肉の重量および出荷BWと枝肉の背脂肪厚それぞれの関係に基づいて、適正規格の枝肉となる出荷BWを雌雄別に明らかにした。

材料と方法

供試羊は、II-4節[試験4]、III-1節[試験5]、III-2節[試験6]およびIV-1節[試験7]に用いた子羊であり、供試頭数は雄33頭、雌23頭である。これらについて137±17日齢時に絶食前BWと体型各部位を測定した。測定部位は、体高、体長、胸前幅、胸幅、胸深、腰角幅および尻長であり、めん羊を正姿勢に保定し、羊体の左側より測定した。その後、24時間絶食させ絶食後BWを測定してから屠

殺、解体した。屠殺、解体および枝肉形質の測定方法はIV-1節[試験7]と同じである。

体型各部位および枝肉形質について、t-検定^{1,2,5)}により雌雄間の比較を行った。雌雄それぞれについて、絶食前BWと枝肉重量および絶食前BWと背脂肪厚の直線回帰式を回帰分析^{1,2,5)}により求めた。なお、絶食前BWを出荷BWとみなすこととした。ラム枝肉規格の「M2」の枝肉重量となる絶食前BWの範囲と、この規格の背脂肪厚となる絶食前BWの範囲の双方の重複部分を適正出荷BWの範囲とした。

結 果

子羊のBWとADGを表36に示した。絶食前BWは雄が55.1 kg、雌が47.6 kg、また、ADGは雄が0.37 kg、雌が0.32 kgで、いずれも雄の方が高い値であった。

体型各部位と枝肉形質を表37に示した。体型では、体高(P<0.01)、体長(P<0.05)、胸前幅(P<0.05)および胸深

(P<0.01)は雄の方が高かった。枝肉形質では、絶食後BWは雄が49.9 kg、雌が43.7 kg (P<0.01)、枝肉重量は雄が25.6 kg、雌が23.0 kg (P<0.05)、およびロース芯断面積(P<0.01)は雄が16.7 cm²、雌が15.3 cm²で、いずれも雄の方が高かった。一方、絶食前BWに対する絶食後BWの割合は雄が90.7%、雌が91.8% (P<0.01)、枝肉歩留(P<0.05)は雄が51.2%、雌が52.6%、および枝肉中の腎臓脂肪の割合は雄が1.8%、雌が2.6% (P<0.01)で、これらは雌の方が高かった。背脂肪厚は雄が5.2 mm、雌が5.5 mmで、性差は認められなかった。

ラム枝肉規格と本試験に供試したラム枝肉の規格の分布を図8に示した。雄では、枝肉重量は分類「L」(25 kg以上～30 kg未満)以上の、また、背脂肪厚は分類「2」(4 mm以上～7 mm未満)の枝肉が多かった。雌では、枝肉重量は分類「M」(20 kg以上～25 kg未満)で、かつ背脂肪厚が分類「2」の枝肉が多かったが、背脂肪厚が分類「3」(7 mm以上)のものもあった。

Table 36. Growth performance of male and female lambs from birth to slaughter

	Male		Female	
	Mean	SD	Mean	SD
No. of lambs	33		23	
BW at birth, kg	5.5	0.9	5.0	0.6
Age at slaughter, days	137	15	138	19
Unfasted BW pre-slaughter, kg	55.1	4.6	47.6	3.2
ADG, kg	0.37	0.06	0.32	0.05

Table 37. Body measurements and carcass characteristics of male and female lambs

	Male		Female		Level of significance
	Mean	SD	Mean	SD	
Body measurements pre-slaughter					
Withers height, cm	62	3	60	2	**
Body length, cm	70	3	67	2	*
Forechest width, cm	21	1	20	1	*
Chest width, cm	21	2	21	2	NS
Chest depth, cm	27	1	25	1	**
Hip width, cm	17	1	17	1	NS
Croup length, cm	21	2	20	1	NS
Carcass characteristics					
Fasted BW at slaughter, kg	49.9	4.2	43.7	3.2	**
% Unfasted BW	90.7	1.7	91.8	1.7	**
Cold-carcass weight, kg	25.6	2.9	23.0	2.5	*
Dressing percentage ¹ , %	51.2	2.2	52.6	2.2	*
Kidney fat, % carcass weight	1.8	0.5	2.6	0.8	**
Backfat depth ² , mm	5.2	1.5	5.5	1.7	NS
<i>Longissimus dorsi</i> area, cm ²	16.7	1.8	15.3	1.3	**

¹Cold-carcass weight/fasted body weight.

²Backfat depth over the *longissimus dorsi* at the 12th rib.

**, * for P<0.01, P<0.05, respectively, and NS for P>0.05.

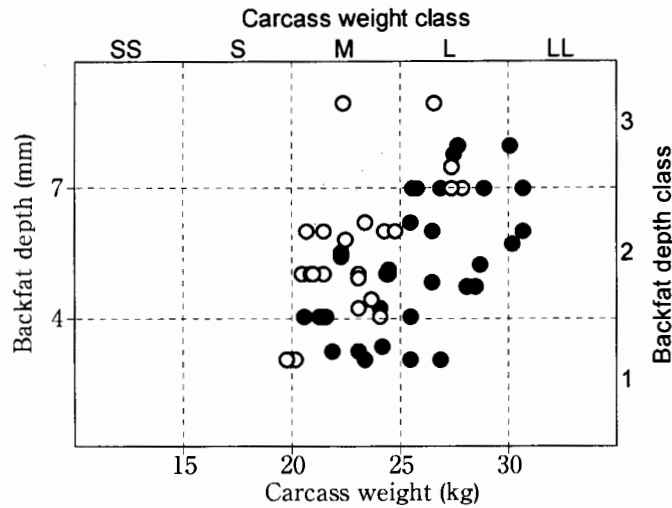


Fig. 8. Carcass classification of male and female lambs for Exp. 8.

● : Male lambs ○ : Female lambs

雄における絶食前BWと枝肉重量の関係(a)および絶食前BWと背脂肪厚の関係(b)を図9に示した。得られた回帰式は次のとおりであり、いずれも有意であった。

枝肉重量(y)と体重(x):

$$y=0.59x-6.79 \quad (n=33; R^2=0.86; P<0.01) \quad \text{式1}$$

背脂肪厚(y)と体重(x):

$$y=0.17x-4.18 \quad (n=33; R^2=0.26; P<0.05) \quad \text{式2}$$

ラム枝肉規格における枝肉重量の分類「M」は20kg以上～25kg未満である。これらの値をそれぞれ式1に代入したときのBWは45kgから54kgの範囲となる。ラム枝肉規格における背脂肪厚の分類「2」は4mm以上～7mm未満である。これらの値をそれぞれ式2に代入したときのBWは48kgから66kgの範囲となる。これら二つのBW範囲の重複部分を規格「M2」となるBWとみなし、雄では48～54kgの範囲を得

た。

雌における絶食前BWと枝肉重量の関係(a)および絶食前BWと背脂肪厚の関係(b)を図10に示した。得られた回帰式は次のとおりであり、いずれも有意であった。

枝肉重量(y)と体重(x):

$$y=0.68x-9.53 \quad (n=23; R^2=0.79; P<0.01) \quad \text{式3}$$

背脂肪厚(y)と体重(x):

$$y=0.27x-7.29 \quad (n=23; R^2=0.27; P<0.05) \quad \text{式4}$$

枝肉重量の20kgと25kgをそれぞれ式3に代入したときのBWは43kgから51kgの範囲となる。背脂肪厚の4mmと7mmをそれぞれ式4に代入したときのBWは42kgから53kgの範囲となる。雄の場合と同様にして、雌において規格「M2」となるBWの範囲43～51kgを得た。

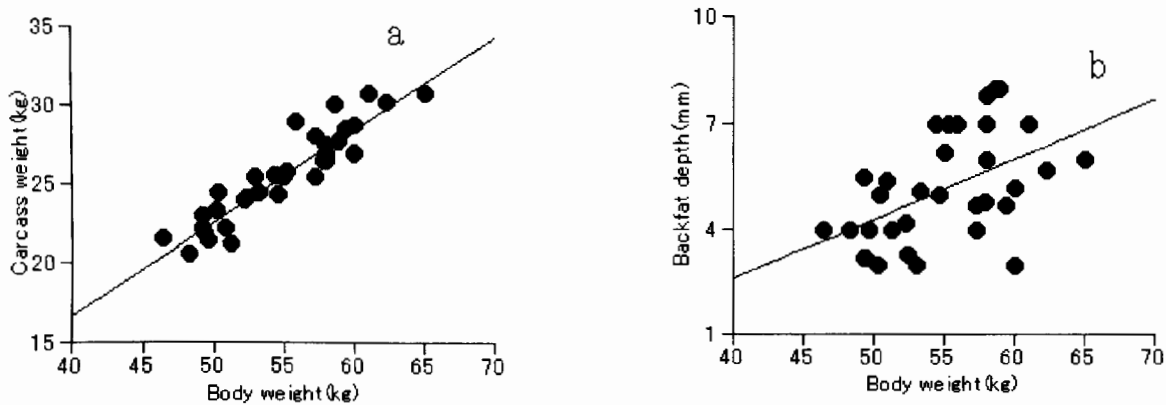


Fig. 9. Linear regression lines predicting carcass weight and backfat depth over a range of marketing body weight for male lambs (●).

a: $y=0.59x-6.79$ ($r=0.93; P<0.01$) b: $y=0.17x-4.18$ ($r=0.51; P<0.05$)

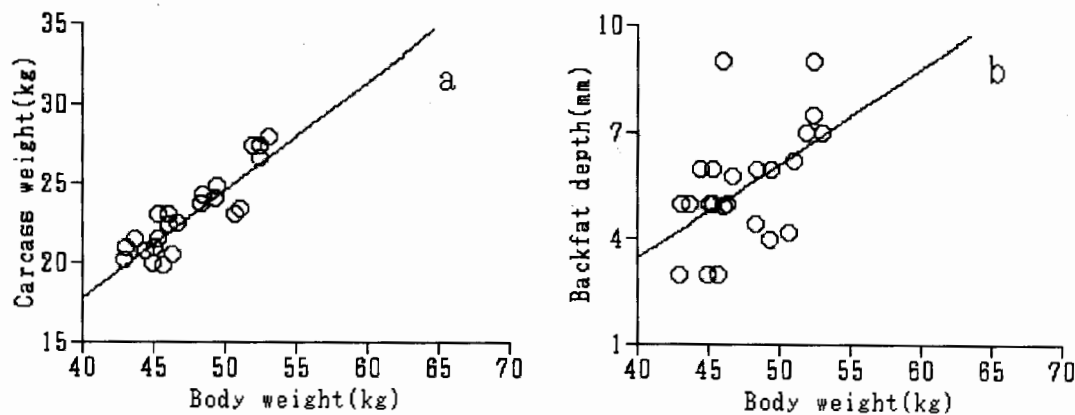


Fig. 10. Linear regression lines predicting carcass weight and backfat depth over a range of marketing body weight for female lambs (○).

a: $y=0.68x-9.53$ ($r=0.89$; $P<0.01$)

b: $y=0.27x-7.29$ ($r=0.52$; $P<0.05$)

考 察

サフォーク種は、世界的には肉用交雑種生産における末端種雄として用いられており^{18, 99)}、サフォーク交雑種について背脂肪厚と性別の出荷BWの関係が報告されている。Jonesら⁵⁶⁾は、背脂肪厚が4.5mmとなるBWは、雄では47~49kg、雌では43~45kgとしている。また、Wylieら¹²¹⁾は、背脂肪厚が7.1mmとなるBWは、雄では48kg、雌では40kgとしている。これらの報告で使われている背脂肪厚は本試験の背脂肪厚とは測定部位が異なるため直接的な比較はできないが、特定の背脂肪厚を得るBWは、雌の方が小さいという点で本試験と一致した。

諸外国では、国や地域によってラム肉生産システムは異なっており、例えば上記の報告などのように、めん羊の品種やラム肉の消費動向に合わせて、性別の出荷BWが研究されている。しかし、わが国のサフォーク種子羊については、そのような検討は行われていなかった。本試験により、規格「M2」となる出荷BWの範囲は、雄では48~54kgであり、雌ではそれよりも小さく43~51kgであることが明示された。このことによって生産者は、求められている規格の枝肉となるように、雌雄でBWを分けて出荷することが可能になった。

本試験では、BW範囲を推定するにあたり、背脂肪厚のBWに対する回帰式(式2、式4)と枝肉重量のBWに対する回帰式(式1、式3)を用いた。この場合、背脂肪厚とBWの相関係数は雄が0.51、雌が0.52であり、一方、枝肉重量と

BWの相関係数は雄0.93、雌0.89であり、雌雄とも後者の相関係数が高い傾向にあった(図9、図10)。齊藤ら¹⁰⁵⁾は、サフォーク種雄子羊について、背脂肪厚とBWの相関係数は0.503($P<0.05$)、枝肉重量とBWの相関係数は0.947($P<0.05$)と、また、Snowderら¹¹³⁾は、4品種(ターギー種、コロンビア種、ラムブイエ種、ポリペイ種)の去勢子羊について、背脂肪厚とBWの相関係数は0.60($P\leq 0.05$)、枝肉重量とBWの相関係数は0.97($P\leq 0.05$)と、本結果と同様の傾向を報告している。

このように枝肉重量とBWの相関係数が背脂肪厚とBWの相関係数よりも高いのは、次の理由による。まず、枝肉は生体から頭部、毛皮、内臓、四肢端等を取り除いたもので、筋肉、脂肪および骨で構成されており、BWの増加は枝肉重量の増加に直接的に反映される。これに対して、体脂肪量はBWの増加にともなって増加するが、背脂肪厚は、体脂肪の一部である皮下脂肪で、さらにその背部における厚さの値であり、体脂肪量のあくまでも間接的な指標である。また、体脂肪の増加様相には遺伝的な個体差のあること^{32, 96)}も関与しているようである。

本試験では、わが国のサフォーク種子羊について、実需者の望む規格「M2」の枝肉となる出荷BWの範囲を推定した。その結果、適正な出荷BWの範囲は、雄では48~54kgであり、雌ではそれよりも小さく43~51kgであることを明らかにした。

IV-3 小 括

IV章では、製品としてのラム枝肉について特にその性差に関する検討を行った。まず、IV-1節[試験7]では、雄はBW50kg程度、雌は46kg程度のときに屠殺した雌雄子羊各9体の枝肉について雌雄の比較を行った。この場合は、枝肉歩留は雄の方が小さいが、枝肉の重量や背脂肪

厚などの形質に雌雄差はみられなかった。一方、IV-2節[試験8]では、種々の条件下で飼養した雄子羊33体、雌子羊23体の枝肉成績を用いて、適正規格の枝肉となるBWを雌雄別に推定した。その結果、規格「M2」の枝肉となる出荷BWの範囲は、雄では48～54kgであり、雌ではそれよりも小さく43～51kgであることを明らかにした。

V章 総合考察

世界的には、めん羊は古来より重要な位置を占める反芻家畜である。一方、わが国のめん羊は、畜産業としての歴史は浅く、また、当初の飼育目的が国策としての軍需用羊毛生産であったため、社会、経済情勢が変化することにつれて、その産業的価値は低下し、現在はラム肉生産等を目的に特用家畜の位置を占めるにすぎない状況になっている。しかし昨今は、2001年の牛の伝達性海綿状脳症や、それに続く豚コレラや鳥インフルエンザの発生によって、消費者は羊肉を指向するようになった。また、羊肉がいわゆるダイエットや健康に関する食品であるという知識が消費者に普及しており⁹⁷⁾、羊肉への指向はより高まっている。

わが国の羊肉はその供給のほとんどを海外に依存しており、自給率は1%に満たない。しかし、一般に国産の農畜産物に対する消費者の指向は高く、なかでも北海道産品に対する指向は特に高い¹²⁴⁾。羊肉のうち商品価値が高いのはラム肉であり、北海道産ラム肉は有力な商品となる。

羊肉生産に関する研究は、世界的には数多く行われており、その集大成として欧米等各国では栄養管理指針が示されており^{2, 7, 66, 69, 73, 74)}、それらに基づき国や地域の状況に応じたラム肉生産システムが行われている。一方、わが国では主として北海道において羊肉生産に関する研究が行われ^{40, 103, 108)}、また、1996年には日本飼養標準⁸⁵⁾が公表されたが、ラム肉生産システムについては十分に確立されてはいない。

北海道の生産現場では、2～3月に出生したサフォーク種子羊を4カ月齢まで自然哺育し、以後、増体の良い個体から順次出荷する生産システムが行われてきた^{40, 103)}。しかし、この生産システムでは、観光客や行事が多く需要最盛期となる5～6月に出荷できるのは子羊総数のごく一部に限られてしまい、また、ラム枝肉の規格に合わせて雌雄の出荷体重を区別することも行われていないという問題があった。

そこで、本研究では、子羊総数のうち過半を占める双子に着目し、4カ月齢までの早期に高増体を図り、かつ、適正な規格の枝肉となるよう雌雄別の体重で出荷する、新しいラム肉生産システムを構築することとした。このため、以下の諸点について試験を行った。

II章では、子羊の出生から4カ月齢時までの飼養管理に関する事項のうち、離乳方法以外の基礎的事項を検討した。子羊の出生直後の行動については、おおむね、生後1時間以内に起立して吸乳の試みを始め、2時間以内に吸乳に成功するとされている^{5, 31, 88, 95)}。しかし、2～3月の厳寒期に出生するサフォーク種子羊が初乳摂取に至る時間は不明であったので、これについてII-1節[試験1]で検討した。その結果、新生子羊のうち半数程度は生後1時間以内に吸乳に成功するが、2時間以上経過しても吸乳できない個体もいること、そして、双子において、二子間の出生間隔が1時間程度と長い場合には、第一子の方が吸乳成功までに長時間を要することを明らかにした。これらの結果の傾向は既往の報告^{5, 31, 88, 95)}と一致した。本結果により、生産現場では、出生時の介護措置を行えなかった場合には、管理者は子羊の初乳摂取の有無を判断して対処する必要があることが確認された。本研究で提示するラム肉生産システムでは、初乳を確実に摂取した子羊を用いることを前提とする。

わが国では、めん羊の固形飼料消化能力が十分に発現するのは6カ月齢であり¹⁾、飼料の栄養価を測定する消化試験には、これ以上の月齢のものを供試するとされている²⁸⁾。しかし、II-2節[試験2]において、クリープフィーディングを行った子羊の2～4カ月齢時における飼料消化率を調べたところ、2カ月齢で体重30kg近くまでに発育した子羊では、固形飼料の消化能力は成羊にほぼ近い程度にまで発達していることが推察された。同様の結果は他にも報告されている^{17, 119)}。このことから、消化試験に供する場合には単に月齢のみでなく体重等の発育指標も加味する必要があると思われる。

生産場面では、子羊におけるこのような消化能力の発達に基づき、次のような応用が可能となる。わが国におけるサフォーク種母子羊の飼養では、子羊には子牛用人工乳が、また、母羊には泌乳牛用配合飼料が使用されている⁷⁶⁾。後者の方が安価なので、これを子羊にも使用することができれば、飼料費の節減に寄与する。そこで、II-3節[試験3]では、クリープフィーディングで給与する濃厚飼料の種類の変更について検討した。その結果、2カ月齢以降に子牛用人工乳から泌乳牛用配合飼料に変更しても子羊の増体は変わらないことを明らかにした。

これは、この時には子羊の固形飼料消化能力が発達しており、成牛用の濃厚飼料を摂取しても、その消化率が低下しなかったことによると考えられた。

本研究で提示するラム肉生産システムでは、クリープフィーディングで給与する濃厚飼料として、2カ月齢までは子牛用人工乳を、それ以降は泌乳牛用配合飼料を用いる。その際、濃厚飼料の切り替えは徐々に行うこととする。また、粗飼料としてはアンモニア処理稲ワラの使用も可能であり、粗飼料として基本的にはイネ科乾草を用い、これと同等の栄養価を有する粗飼料も使用できることとする。

わが国におけるサフォーク種子羊の肥育では、濃厚飼料給与量として乾物で体重の1.5~2.5%という水準が示されている^{114, 115)}。これは単飼条件下で得られた値を基にしている。群飼条件下では、飼料採食時の競合⁴⁾により濃厚飼料を過食する個体が発生し、その個体に代謝障害や腸内細菌の異常繁殖の起こることがある^{15, 73, 74)}。そこで、II-4節[試験4]では、群を単位とした濃厚飼料給与が子羊の健康と増体に及ぼす影響を事例別に検討した。すなわち、試験4-1では、双子のみで群内の日齢構成が異なる2つの群を供試し、クリープフィーディングとして給与する濃厚飼料の量を加齢にともなって増加させた。試験4-2では、単子と双子が混在する2つの群を供試し、濃厚飼料の給与量を定量とし、原物で1.2kgと0.6kgの高低2水準とした。その結果、1頭当りの濃厚飼料摂取水準は、試験4-1では乾物で体重の2.2%、そして、試験4-2では最大2.9%となることもあったが、全子羊に臨床的異常の発生はなく、発育停滞もみられなかった。これは、群内の全個体が一齐に並んで採食できるように飼槽を配置したので、採食時の競合⁴⁾が弱く、濃厚飼料を過食する個体や採食できない個体が発生しなかったためと推察された。本結果から、群を単位とする乾物で体重の2%台となる濃厚飼料給与水準は、子羊群の健康に顕著な影響を及ぼさないと判断した。

また、試験4-1からは、7週齢以降の双子群において群内の日齢較差が標準偏差で9日程度あっても、各個体の増体に顕著な影響はないことが示された。そして、試験4-2からは、10週齢以降の単子と双子が混在する群では、濃厚飼料の高水準、定量給与により、双子でも単子と同等の高い日増体量を確保できることが示された。

自然哺育の母子羊群の飼養にあたっては、双子授乳母羊と単子授乳母羊の養分要求量が異なるので、両者を分

け、かつ、分娩日の近いもので群を構成すべきとされている^{6, 73)}。本研究で提示するラム肉生産システムでは、双子授乳母羊のみで群を構成し、群内の子羊の日齢較差は標準偏差で9日以内を目途として、授乳後期にクリープフィーディングで給与する濃厚飼料は高水準、定量給与とする。このとき、母子羊とも群内の全個体が一齐に並んで採食できるように飼槽を配置する。また、母羊の飼料給与は日本飼養標準⁸⁵⁾に従うこととする。

従来のラム肉生産システムは4カ月齢離乳を前提としている⁴³⁾。一方、欧米の生産システムでは、これよりも早い月齢で離乳することがある^{54, 73)}。そこでIII章では、双子の早期高増体と離乳方法に関連する事項を検討した。早い時期に離乳したときには、離乳後に増体が一時的に低下することが知られているが^{8, 62, 93)}、わが国のサフォーク種については、離乳月齢とその後の増体の関係は明らかにされていなかったもので、III-1節[試験5]において、4カ月齢離乳を対照として2および3カ月齢離乳における双子の増体様相の違いを検討した。その結果、2カ月齢離乳では離乳後に顕著な増体低下が起こり、一方、3カ月齢離乳では離乳後の増体低下は僅少であり、離乳月齢が遅いほど4カ月齢時体重が大きくなった。この結果に基づき、最盛期の需要に対応して双子を早期にかつ安定的に出荷体重に到達させるためには、4カ月齢離乳が適切であると判断した。なお、2カ月齢離乳でも4カ月齢時体重は40kg以上に到達しており、生産条件によっては、2あるいは3カ月齢離乳によるラム肉生産も可能である。

III-2節[試験6]では、双子授乳母羊のみで構成する群飼条件下において、クリープフィーディングとして給与する濃厚飼料を、授乳後期に子牛用人工乳から泌乳牛用配合飼料へ切替えて、1頭当り原物で1.0kgの定量給与とし、4カ月齢で離乳する方法を検証した。その結果、双子において0.4kgの高い日増体量が得られた。この日増体量は、各国の飼養管理指針^{7, 69, 74)}において最大の値である。この方法により、双子を4カ月齢で出荷体重に到達させることが可能になった。また、双子のうち体重の大きい一子のみを2カ月齢で離乳する方法についても、0.4kgの日増体量が得られ、かつ、4カ月齢時体重が斉一化する可能性が示唆された。しかし、わが国のめん羊飼育がおもに複合経営で少頭数規模で行われている現状^{44, 46, 63, 76, 118)}を考慮して、必要とする労力や施設の少ない、双子の両方を4カ月齢で離乳する方法が好まし

いと判断した。以上にに基づき、本研究で提示するラム肉生産システムでは、現行の2～3月分娩を前提として双子の早期高増体を図るため4カ月齢離乳を採用する。この場合、子羊の体格は大きくなるので、子羊柵の出入り口の幅は従来の推奨値^{43, 57)}よりも広くし、25cmとした。

以上のように、飼養管理面の改善によって高増体を図り、現状よりも短期間で出荷体重に到達させることは可能となった。しかし、ラム肉生産システムでは、製品としてのラム肉の品質も考慮しなければならない。わが国のサフォーク種子羊は雌と雄の双方がラム肉生産に用いられるが^{75, 76)}、体重と枝肉形質の関係は雄についてのみ報告されており^{105, 114, 115)}、性差に関しては不明な部分が多かった。そこで、IV章では、枝肉形質の性差に着目して検討した。

VI-1節[試験7]では、体重が雄49.6±1.4kg、雌が46.2±2.9kgの場合について枝肉形質の比較を行い、この場合には枝肉の重量や背脂肪厚は雌雄同等であることを示した。この結果は、特に背脂肪厚について、特定の背脂肪厚となる体重は雌の方が小さいことを意味しており、サフォーク交雑種子羊に関する報告^{56, 121)}と一致した。この結果は逆に言えば、雌雄の体重が同じときには、雌の方が枝肉の背脂肪厚が厚くなることを表している。しかし、従来わが国では、出荷体重として48～52kgという基準⁴³⁾が示されていたが、雌雄の区別はされていなかった。また、ラム枝肉規格の規格「M2」が望ましいとされているが^{77, 79)}、この規格に該当する体重は雌雄別に明らかにされていなかった。

そこで、VI-2節[試験8]では、体重が雄55.1±4.6kg、雌47.6±3.2kgの広範囲の個体を用いて、体重と枝肉重量および体重と枝肉の背脂肪厚の関係式を求め、それらに基づいて、適正規格の枝肉となる体重の範囲を、雌雄別に推定した。その結果、規格「M2」となる出荷体重の範囲として、雄では48～54kg、雌ではそれよりも小さく43～51kgの範囲が得られた。本結果により、求められている規格の枝肉となるように、生産者が雌雄別に体重を分けて出荷することが可能になった。本研究で提示するラム肉生産システムでは、出荷体重の範囲を、雄は48～54kg、雌は43～51kgとする。

なお、めん羊と牛の消化生理は基本的に同じであり、通常は牛用飼料をめん羊に与えても異常は起きない。しかし、飼料中銅含量に対する生理反応はめん羊と牛で異

なっており、飼料乾物中における銅の要求量は、めん羊が7～11ppm、乳牛が10ppmおよび肉用牛が4～10ppmでほぼ等しいが、中毒発生限界は、めん羊が25ppmであるのに対し、乳牛は100ppm、肉用牛は115ppmと非常に高い^{85, 86, 87)}。このようにめん羊は銅の中毒発生限界が低いので、過剰摂取による中毒を起こしやすい。牛用配合飼料では、原料の種類等の関係で製品中の銅含量がめん羊の要求量を越えるものがある。これをめん羊に転用した場合には、銅の摂取量が過剰になり、銅中毒を起こす危険性が高くなる。このため、牛用配合飼料をめん羊へ転用したことに起因する銅中毒が発生することがある^{12, 41, 42)}。本研究で供試した子牛用人工乳と泌乳牛用配合飼料の乾物中銅含量は、製造業者の設計値によればそれぞれ5ppmと13ppmであり、供試羊すべてに異常は認められなかった。しかし、このような状況を考慮し、本研究で提示するラム肉生産システムには、飼料中銅含量に関する留意点を付記することとした。

わが国のめん羊飼育では牛用配合飼料が転用されてきた⁷⁶⁾。しかし、銅中毒とは別の問題、すなわち牛の伝達性海綿状脳症の発生に鑑み飼料安全法が改正されたことにより、2005年7月1日以降は、抗生物質や生菌剤など牛用の飼料添加物を含む配合飼料をめん羊、山羊および鹿に使用することが禁止された¹²³⁾。ただし、牛用の飼料添加物を含まない配合飼料はめん羊に使用可能であり、そのような製品は市販されている¹³⁾。本研究で提示するラム肉生産システムでは、子牛用人工乳と泌乳牛用配合飼料を用いるが、それらと同等の栄養価を有し、法令に遵守したものを使用しなければならない。

以上の結果に基づき、サフォーク種の双子の日増体量を0.4kgとして、4カ月齢で出荷するための飼料給与法、雌雄別の出荷体重の適正範囲(雄48～54kg、雌43～51kg)、および以下に記す管理上の要点を、早期高増体ラム肉生産システムとして図11のように提示する。

管理上の要点

- ①子羊は初乳を確実に摂取したものをを用いる。
- ②双子授乳母羊のみで、かつ、分娩日の近いもので群を構成し、分娩後4カ月で離乳する。
- ③母羊への飼料給与量は日本飼養標準に従う。離乳前1週間は粗飼料のみとする。
- ④濃厚飼料給与時には、群内の全子羊が一斉に並んで採食できるよう給餌幅を保証する。

- ⑤子羊柵の出入り口の幅は25cmとする。
- ⑥濃厚飼料は子牛用人工乳と泌乳牛用配合飼料を用いるが、牛用の飼料添加物を含まず、かつ、銅含量の少ないものを使用する。
- ⑦人工乳から泌乳牛用配合飼料への切替えは数日間かけて行う。
- ⑧乾草は中品質のイネ科乾草を用いるが、これと同等の栄養価を有する粗飼料も使用できる。

以上、本研究では、サフォーク種子羊の早期高増体によるラム肉生産システムを構築した(図11)。双子の子羊は出荷体重に到達するのに従来は生後6~8カ月間を要していた。本システムにより、双子が生後4カ月間で出荷可能となるので、単子も含め子羊総体の出荷時期が早まる。また、雌雄別の体重で出荷するので、実需者の望む規格の枝肉を供給できる。本システムは、需要最盛期におけるラム肉供給量の拡大、ひいてはわが国のめん羊産業の発展に寄与するものと確信する。

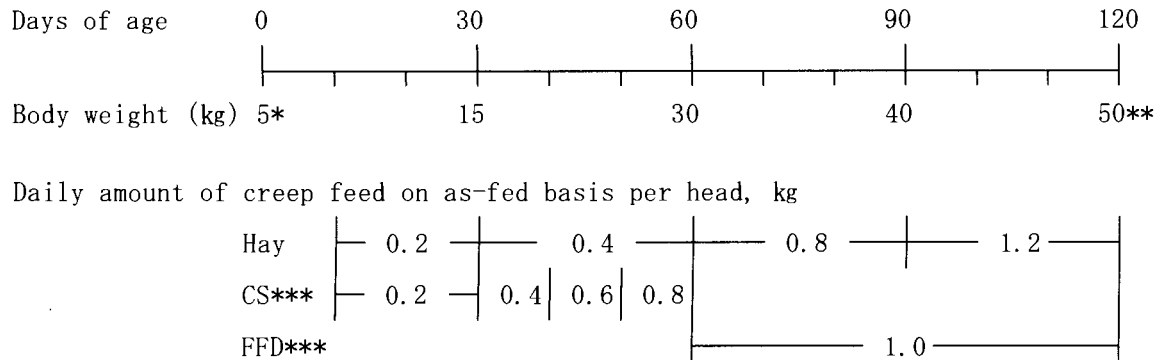


Fig. 11. Feeding scheme of preweaned Suffolk twin lambs for lamb meat production system.

- * Twin lambs reared by this feeding scheme achieve 0.4 kg of average daily gain.
- ** Marketing body weight between 48 and 54 kg can be recommended for male lamb, and, between 43 and 51 kg for female lamb.
- *** Guaranteed content levels of formula feed used for experiments are as follows.
 CS (Calf starter) : 20% CP, 75% TDN on as-fed basis
 FFD (Formula feed for dairy cow) : 18% CP, 70% TDN on as-fed basis

The cardinal principles in this system :

1. Make sure that the lambs receives colostrum.
2. Ewes suckling twin lambs, of nearly lambing date, should be fed in group until lambs weaning of 4 months of age.
3. Ewes should be fed as recommended by Japanese feeding standard for sheep (1996), and fed only roughage 1 week prior to weaning.
4. Allow all lambs to give access to concentrate feed bunk at the same time.
5. Opening to the creep area should be 25 cm wide.
6. Provide the calf starter and the formula feed for cattle, not containing feed additives for cattle, but low level of copper.
7. Formula feed for dairy cow should be gradually replaced by calf starter between 56 and 60 days of age.
8. Provide grass hay of medium quality or some alternatives as such nutritive value.

VI章 摘要

本研究は、サフォーク種の双子子羊を生後4カ月間で出荷体重に到達させ、かつ適正規格の枝肉となる体重で出荷するため、出生から4カ月齢までの管理法と離乳方法、および子羊の体重と枝肉形質の関係を検討し、これらの結果に基づき、早期高増体による総合的なラム肉生産システムを構築することを目的として実施した。得られた成果は以下のように要約される。

1. 出生直後における子羊の行動

厳寒期に羊舎内で出生した子羊の行動を解析した。子羊の50%程度は生後1時間以内に母羊からの吸乳に成功するが、2時間以上経過しても吸乳できない個体もいた。また、双子では、二子間の出生間隔が長くなると、第一子の方が吸乳に成功するまでに長時間を要した。これは、母羊の第二子分娩によって第一子の吸乳の試みが中断されることに起因すると考察した。出生時の介護措置を行えない場合には、管理者は初乳摂取の有無を判断して対処する必要のあることが確認された。

2. 子羊における固形飼料消化能力の発達

2週齢からクリープフィーディングを行い2、3および4カ月齢で離乳した子羊と、成羊の消化率を比較した。乾草と濃厚飼料を合わせた全飼料の消化率は、粗タンパク質と粗脂肪において子羊の方が低い傾向を示したものの、乾物、有機物、NFEおよび粗繊維では成羊と子羊に差は認められなかった。このことから、クリープフィーディングによって増体を促進した子羊の飼料消化能力は、2カ月齢で成羊にほぼ等しい程度に発達していることが推察された。

3. 子羊用濃厚飼料の種類

クリープフィーディングで給与する濃厚飼料を、2カ月齢時に子牛用人工乳から、安価な泌乳牛用配合飼料に変更する方法が子羊の増体に及ぼす影響を検討した。その結果、この方法による日増体量は子牛用人工乳を継続して給与したときと同様であった。これは、子羊の飼料消化能力が成羊に相当する程度まで発達しているため、成牛用のものを摂取しても、その消化率は低下せずに利用されたためと考察した。この方法は飼料費節減に有用

である。

4. 子羊用濃厚飼料の給与水準

8～14頭規模の子羊群を用いて、濃厚飼料の過食による異常発生の有無を事例別に検討した。その結果、7～10週齢以降において、子羊群は、乾物で体重の2.2～2.9%水準の濃厚飼料を摂取したが、異常を示す個体はいなかった。これは、群内の子羊全頭が一斉に並んで採食できるように飼槽を設置した措置によって、極端な過食が起こらなかったためと考察した。早期高増体飼養法を行う際には、このような措置が必要である。

5. 双子の2、3および4カ月齢離乳

通常の4カ月齢離乳に対し2および3カ月齢離乳における双子の日増体量を比較した。3カ月齢離乳では離乳後の日増体量に顕著な低下はないが、2カ月齢離乳では離乳後に日増体量の顕著な低下があった。このため、離乳月齢が遅いほど、4カ月齢時体重は大きい傾向にあった。このことから、双子の早期高増体を図るためには、4カ月齢離乳が適切であると判断した。

6. 双子の4カ月齢離乳と片方のみ2カ月齢離乳

双子の早期高増体飼養法として、双子授乳母羊のみで群飼し、4カ月齢で離乳する方法を検証した。子羊のクリープフィーディングとして、2カ月齢までは子牛用人工乳を漸増給与し、以後、泌乳牛用配合飼料に変換し、1日1頭当り原物で1.0kgを定量給与した。その結果、日増体量は0.4kgとなり、4カ月齢時に体重50kgに到達した。また、体重の大きい片方のみを2カ月齢で離乳する方法も検討し、この方法には4カ月齢離乳体重を斉一化する可能性があることが示されたが、生産現場の労力、施設の制約を考慮し、早期高増体飼養法としては、二子ともに4カ月齢離乳とする方が適切と判断した。

7. 雌雄子羊の枝肉形質の比較

体重が雄50kg程度、雌46kg程度の子羊各9頭から生産された枝肉の形質を比較した。この場合には、枝肉歩留は雌の方が高かったが、枝肉重量、枝肉中の肩、背+腰、胸および腿の割合、腎臓脂肪の割合、背脂肪厚およびロ

ース芯断面積のいずれも雌雄間に差は認められなかった。また、雌雄いずれも、枝肉の70%程度が、ラム枝肉に求められている規格である「M2」に該当した。

8. 適正出荷体重の推定

上記の4、5、6および7の各試験に供試し、屠殺、解体を行った雄33頭、雌23頭のデータを用いて、出荷体重から枝肉重量あるいは背脂肪厚を推定する直線回帰式を、以下のように雌雄別に得た。

雄 枝肉重量(y)と体重(x):

$$y=0.59x-6.79 \quad (n=33; R^2=0.86; P<0.01) \quad \text{式1}$$

雄 背脂肪厚(y)と体重(x):

$$y=0.17x-4.18 \quad (n=33; R^2=0.26; P<0.05) \quad \text{式2}$$

雌 枝肉重量(y)と体重(x):

$$y=0.68x-9.53 \quad (n=23; R^2=0.79; P<0.01) \quad \text{式3}$$

雌 背脂肪厚(y)と体重(x):

$$y=0.27x-7.29 \quad (n=23; R^2=0.27; P<0.05) \quad \text{式4}$$

これらの式から、雌雄それぞれ枝肉重量と背脂肪厚がラム枝肉規格の規格「M2」となる体重の範囲を求め、それらの重複部分を出荷すべき体重の範囲とした。その結果、雄では48～54kg、雌では43～51kgの範囲が得られた。

9. 早期高増体によるラム肉生産システムの提示

以上の結果に基づき、サフォーク種子羊の早期高増体によるラム肉生産システムを図11のようにまとめ提示した。これは、0.4kgの日増体量となる飼料給与法(上記6の二子ともに4カ月齢離乳)、適正出荷体重(雄48～54kg、雌43～51kg)および本研究と既往の知見から得られた管理上の要点から構成される。本システムにより、双子が生後4カ月間で出荷可能となるので、単子も含め子羊総体の出荷時期が早まる。また、雌雄別の体重で出荷するので、実需者の望む規格の枝肉が供給される。

謝 辞

本研究をとりまとめるにあたり、終始懇切なるご指導を賜り、かつご校閲の労をおとりいただいた北海道大学大学院農学研究科教授近藤誠司博士には衷心から感謝の意を表す。また、北海道大学大学院農学研究科教授小林泰男博士、同助教授上田宏一郎博士および同講師中辻浩喜博士、並びに、酪農学園大学酪農学部教授岡本全弘博士には、ご校閲の労をおとりいただき、有益なご助言を賜った。ここに深甚なる謝意を表す。

本研究は旧北海道立滝川畜産試験場において実施したものであり、元同めん羊科長寒河江洋一郎氏並びに齊藤利朗氏(現北海道立畜産試験場家畜研究部主任研究員)に

は、絶大なるご指導とご支援をいただいた。また、統計処理については北海道立畜産試験場小家畜種科研究職員山内和律氏、供試羊の健康管理については北海道立根釧農業試験場乳牛繁殖科長草刈直仁氏、試料の分析方法については同乳牛飼養科長大坂郁夫氏、新生子羊の吸乳行動の調査方法については湘南工科大学附属高等学校教諭苗川博史氏、わが国のめん羊飼育の情勢については社団法人畜産技術協会理事、同緬山羊振興部長羽鳥和吉氏に負うところが多い。ここに各位に深く感謝の意を表します。

引用文献

- 1) 阿部林・田辺忍・井上吉雄. めん・山羊の月令・年令別における消化率の影響. 日草誌, 30(別): 120-121. 1984.
- 2) Agricultural Research Council. The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock. 114-119. Commonwealth Agricultural Bureaux. Slough. 1980.
- 3) Alexander G, Williams D. Maternal facilitation of sucking drive in newborn lambs. Science. 146:656-666. 1964.
- 4) Arnold GW, Maller RA. Some aspects of competition between sheep for supplementary feed. Anim.Prod. 19:309-319. 1974.
- 5) Arnold GW, Morgan PD. Behaviour of the ewe and lamb at lambing and its relationship to lamb mortality. Appl.Anim.Ethol. 2:25-46. 1975.
- 6) Bareham JR. The behaviour of lambs on the first day after birth. Br.Vet.J. 132:152-162. 1976.
- 7) Bocquier F, Th eriez M. Sheep. In : Ruminant Nutrition - Recommended Allowances and Feed Tables. (Jarrige R. ed.) 153-167. John and Libbey Eurotext. Paris. 1989.
- 8) Brown TH. The early weaning of lambs. J. Agric.Sci.Camb. 63:191-204. 1964.
- 9) Butler-Hogg BW, Francombe MA, Dransfield E. Carcass and meat quality of ram and ewe lambs. Anim.Prod. 39:107-114. 1984.
- 10) Butler-Hogg BW, Brown AJ. Muscle weight distribution in lambs : a comparison of entire male and female. Anim.Prod. 42:343-348. 1986.
- 11) Chestnutt DMB. Effect of lamb growth rate and growth pattern on carcass fat levels. Anim. Prod. 58:77-85. 1994.
- 12) 千秋達道・小笠原俊美. 子牛用代用乳による子羊の銅中毒について. シープジャパン, 9:3-5. 1994.
- 13) 畜産技術協会. めん羊・山羊の配合飼料について. シープジャパン, 55:32. 2005.
- 14) 中央畜産会編. 粗飼料の品質・貯蔵性を高めるアンモニア処理技術指針. 1-163. 中央畜産会. 東京. 1988.
- 15) Cooper SDB, Kyriazakis I, Nolan JV. Diet selection in sheep : The role of the rumen environment in the selection of a diet from two feeds that differ in their energy density. Br.J.Nutr. 74:39-54. 1995.
- 16) Crouse JD, Busboom JR, Field RA, Ferrell CL. The effects of breed, diet, sex, location and slaughter weight on lamb growth, carcass composition and meat flavor. J.Anim.Sci. 53: 376-386. 1981.
- 17) Cruickshank GJ, Poppi DP, Sykes AR, Familton AS. Effect of age, abomasal cannulation and rumen catheterization on intake and site of digestion by early-weaned lambs. J.Agric.Sci. Camb. 114:49-54. 1990.
- 18) Cuthbertson A, Kempster AJ. Sheep carcass and eating quality. In : The Management and Diseases of Sheep. (The British Council ed.) 377-400. The British Council and The Commonwealth Agricultural Bureaux. London and Slough. 1979.
- 19) 出岡謙太郎・斉藤利朗・寒河江洋一郎・吉川周平. 人工乳の摂取量が哺乳双子羊の増体に及ぼす影響. 日緬研究会誌, 25:1-8. 1988.
- 20) 出岡謙太郎・庄司好明・寒河江洋一郎. 泌乳前期におけるアンモニア処理稲わら給与が双子授乳母羊の飼料摂取量と体重変化に及ぼす影響. 日緬研究会誌, 27:1-5. 1990.
- 21) 出岡謙太郎・山内和律・寒河江洋一郎. 肥育子羊における粗飼料としてのアンモニア処理稲わら, 無処理稲わらおよびオーチャードグラス乾草の比較. 日緬研究会誌, 28:17-21. 1991.
- 22) 出岡謙太郎・草刈直仁・山内和律・寒河江洋一郎・森清一. アンモニア処理稲わら給与時における濃厚飼料の給与量が泌乳前期母羊の飼料摂取量,

- 体重変化および血液性状に及ぼす影響. 日緬研究会誌, 28:22-27. 1991.
- 23) 出岡謙太郎・草刈直仁・山内和律・寒河江洋一郎・尾上貞雄. 妊娠末期におけるアンモニア処理稲わら給与が双胎妊娠羊の飼養と血液性状に及ぼす影響. 日緬研究会誌, 29:16-22. 1992.
- 24) 出岡謙太郎・草刈直仁・斉藤利朗・寒河江洋一郎・尾上貞雄. アンモニア処理稲わら給与による妊娠末期～泌乳期母羊の飼養 I. 妊娠末期における濃厚飼料の給与量. 日緬研究会誌, 30:48-54. 1993.
- 25) 出岡謙太郎・草刈直仁・斉藤利朗・森清一. アンモニア処理稲わら給与による妊娠末期～泌乳期母羊の飼養 II. 泌乳期における濃厚飼料の給与量. 日緬研究会誌, 31:21-27. 1994.
- 26) 出岡謙太郎・斉藤利朗・草刈直仁. 分娩時期に異なる日長で飼養されたサフォーク種雌羊に対する雄羊同居とホルモン処理による季節外繁殖. 日緬研究会誌, 34:1-7. 1997.
- 27) 出岡謙太郎・斉藤利朗・草刈直仁. 交配前期の飼料給与水準およびPMSG-PGF_{2α}処置の併用が雄効果を利用しためん羊の季節外繁殖に及ぼす影響. 日緬研究会誌, 36:19-26. 1999.
- 28) 独立行政法人農業技術研究機構編. 日本標準飼料成分表(2001年版). 214-227. 中央畜産会. 東京. 2001.
- 29) Dransfield E, Nute GR, Hogg BW, Walters BR. Carcass and eating quality of ram, castrated ram and ewe lambs. *Anim. Prod.* 50:291-299. 1990.
- 30) Eales FA, Small J. *Practical Lambing: A Guide to Veterinary Care at Lambing.* 1-11. Longman. London and New York. 1986.
- 31) Fahmy MH, Robert S, Castonguay F. Ewe and lamb behaviour at parturition in prolific and non-prolific sheep. *Can. J. Anim. Sci.* 77:9-15. 1997.
- 32) Fogarty, NM. Genetic parameters for live weight, fat and muscle measurements, wool production and reproduction in sheep: a review. *Anim. Breed. Abstr.* 63:101-107, 140-143. 1995.
- 33) Glimp HA, Hart SP, VonTungeln D. Effect of altering nutrient density (concentrate to roughage ratio) and restricting energy intake on rate, efficiency and composition of growing lambs. *J. Anim. Sci.* 67:865-871. 1989.
- 34) 豪州食肉家畜生産者事業団. オーストラリア産ビーフ&ラムガイドブック. 1-7. 豪州食肉家畜生産者事業団. 東京. 2001.
- 35) Hart SP, Doyle JJ. Adaptation of early-weaned lambs to high-concentrate diets with three grain sources, with or without sodium bicarbonate. *J. Anim. Sci.* 61:975-984. 1985.
- 36) Hart SP, Glimp HA. Effect of diet composition and feed intake level on diet digestibility and ruminal metabolism in growing lambs. *J. Anim. Sci.* 69:1636-1644. 1991.
- 37) Heaney DP, Shrestha JNB, Peters HF. Potential alternatives to lamb milk replacer for the artificial rearing of lambs. *Can. J. Anim. Sci.* 62:1135-1142. 1982.
- 38) Heaney DP, Shrestha JNB, Peters HF. Postweaning performance of artificially reared lambs weaned at 21 vs. 28 days of age under two postweaning housing regimens. *Can. J. Anim. Sci.* 64:667-674. 1984.
- 39) 平山秀介・西村允一・宮川浩輝・保坂政克. ラム肉生産に関する試験 I. コリデール種, 一代雑種およびサフォーク種の4か月令, 7か月令および9か月令における産肉性の比較. 日緬研究会誌, 10:11-26. 1973.
- 40) 平山秀介. わが国におけるめん羊飼育の現状と問題点. 日本畜産学会北海道支部会報, 23(2):70-78. 1981.
- 41) 北海道網走家畜保健衛生所. めん羊の銅中毒の発生について. 網走家畜衛生だより, 6:4. 1990.
- 42) 北海道上川家畜保健衛生所・上川畜産振興協議会. めん羊における銅中毒について. 家畜衛生, 35:3. 1990.
- 43) 北海道農政部農業改良課. 北海道農業生産技術体系(第2版). 371-381. 2000.
- 44) 北海道農政部畜産振興課. 北海道のめん羊飼養状況 平成17年11月. 1-2. 2005.
- 45) 北海道農政部酪農畜産課. 北海道酪農・畜産関係

- 資料2004年版. 246-249. 2004.
- 46) 北海道立中央農業試験場. 主要稲作地帯におけるめん羊の生産・流通構造に関する研究. 昭和62年度北海道農業試験会議(成績会議)資料. 1-73. 1988.
- 47) 北海道立滝川畜産試験場. 「サフォーク種」に関する試験成績. 昭和52年度北海道農業試験会議(成績会議)資料. 1-18. 1978.
- 48) 北海道立滝川畜産試験場. サフォークの発育値に関する試験. 平成2年度北海道農業試験会議(成績会議)資料. 1-13. 1991.
- 49) 北海道立滝川畜産試験場. サフォークの家系内選抜による離乳時体重の大型化. 平成5年度北海道農業試験会議(成績会議)資料. 1-14. 1994.
- 50) Holcombe DW, Beam SW, Krysl LJ, Judkins MB, Hallford DM. Effect of age at weaning (30 vs. 60 day) on intake, growth, serum hormone and metabolite profiles in young ewe and ram lambs. *Can. J. Anim. Sci.* 75:209-218. 1995.
- 51) Hulet CV, Alexander G, Hafez ESE. The behaviour of sheep. In : *The Behaviour of Domestic Animals.* (Hafez ESE. eds.) 246-294. Bailliére Tindall. London. 1975.
- 52) 石居進. 生物統計学入門—具体例による解説と演習—. 141-150. 培風館. 東京. 1975.
- 53) 岩崎徹・平山秀介・吉田悟・北守勉・斉藤利朗・荒木和秋・長沢真史・西村直樹. わが国における肉めん羊経営と飼養技術および流通に関する総合的研究. 昭和59年度食肉に関する助成研究調査成果報告書(伊藤記念財団), 3:186-195. 1985.
- 54) Jones R, Knight R, White A. Nutrition of intensively reared lambs. In : *Recent Advances in Animal Nutrition.* (Haresign W, Cole DJA. eds.) 195-208. Butterworth. London. 1989.
- 55) Jones SDM, Burgess TD, Dupchak K. Effects of dietary energy intake and sex on carcass tissue and offal growth in sheep. *Can. J. Anim. Sci.* 63:303-314. 1983.
- 56) Jones SDM, Burgess TD, Dupchak K, Pollock E. The growth performance and carcass composition of ram and ewe lambs fed on pasture or in confinement and slaughtered at similar fatness. *Can. J. Anim. Sci.* 64:631-640. 1984.
- 57) 河野博英. 新しいめん羊飼育法 “第3章 管理と施設”. 吉本正監修. 73-103. 日本綿羊協会. 東京. 1988.
- 58) 近藤知彦・鶴見利司・宮川浩輝・西村充一. 肉用種めん羊雑種利用試験 サウスダウン種, サフォーク種, ロムニーマーシュ種, ボーダーレスター種とコリゲール種雌との1代雑種の発育と産肉性について. 滝川畜試研報, 4:1-19. 1966.
- 59) 近藤知彦. 国産羊肉の生産・流通の現況. ミート・ジャーナル, 32(10):56-60. 1995.
- 60) 草刈直仁・岸晃司・大原睦生. 非繁殖季節における発情誘起法の違いがめん羊の繁殖季節に及ぼす影響. 日綿研会誌, 23:6-9. 1987.
- 61) Kusakari N, Ohara M. Reproductive response in seasonally anestrous Suffolk ewes after a treatment combining melatonin feeding and the 'male effect'. *J. Reprod. Dev.* 42:209-212. 1996.
- 62) Lane SF, Magee BH, Hogue DE. Growth, intakes and metabolic responses of artificially reared lambs weaned at 14 d of age. *J. Anim. Sci.* 63:2018-2027. 1986.
- 63) 萬田富治. アンモニア処理粗飼料に起因する反芻家畜の中毒. 栄養生理研究会報, 37(1):23-46. 1993.
- 64) Martin P, Bateson P. *Measuring Behaviour : An Introductory Guide.* 2nd ed. 84-100. Cambridge University Press. Cambridge. 1993.
- 65) McGlone JJ, Stobart RH. A quantitative ethogram of behavior of yearling ewes during two hours post-parturition. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 16:157-164. 1986.
- 66) Meat and Livestock Commission. *Feeding the ewe.* 2nd ed. 5-61. Sheep Improvement Services. Milton Keynes. 1988.
- 67) Meat and Livestock Commission. *Lamb carcass production.* 2nd ed. 1-15. Sheep Improvement Services. Milton Keynes. 1989.
- 68) Midwest Plan Service (MWPS-3). *Sheep Housing*

- and Equipment Handbook. 2. Iowa State University. Ames, Iowa. 1982.
- 69) Ministry of Agriculture Fisheries and Food, Department of Agriculture and Fisheries for Scotland, Department of Agriculture for Northern Ireland. Energy Allowances and Feeding Systems for Ruminants. 2nd ed. Reference Book 433. 51-67. Her Majesty's Stationary Office. London. 1984.
- 70) ミートニュージーランド. ニュージーランドビーフ・ラムガイドブック. 1-36. ミートニュージーランド. 東京. 2003.
- 71) 森裕司. 動物の行動と匂いの世界. 化学と生物, 33(11):714-723. 1993.
- 72) 森山知江子・H.E.M. カメル・金梅・大浦良三・関根純二郎. 子めん羊の哺乳期および離乳前後における行動様式の変化. 日緬研会誌, 32:14-21. 1995.
- 73) National Research Council. Nutrient Requirements of Sheep. 6th rev. ed. 1-53. National Academy Press. Washington DC. 1985.
- 74) New Zealand Sheep Council. Improved Lamb Growth. 50-92. New Zealand Sheep Council. Marlborough. 2000.
- 75) 日本緬羊協会. 羊肉の流通調査報告書. 1-13. 日本緬羊協会. 東京. 1993.
- 76) 日本緬羊協会. 北海道におけるラムの生産流通と枝肉規格に関する調査報告書. 1-43. 日本緬羊協会. 東京. 1994.
- 77) 日本緬羊協会. 複合経営におけるめん羊生産と今後の課題等に関する調査報告書. 16-18. 日本緬羊協会. 東京. 1995.
- 78) 日本緬羊協会. 複合経営におけるめん羊生産と今後の課題等に関する調査報告書Ⅲ. 1-23. 日本緬羊協会. 東京. 1997.
- 79) 日本緬羊協会. ラム枝肉規格・枝肉格付基準. 1-10. 日本緬羊協会. 東京. 1997.
- 80) 日本緬羊協会. 中山間地域におけるめん羊飼養と利用及び振興に関する調査報告書. 1-29. 日本緬羊協会. 東京. 1998.
- 81) 日本緬羊協会. 中山間地域等におけるめん羊飼養と利用及び振興等に関する調査報告書Ⅱ. 1-29. 日本緬羊協会. 東京. 1999.
- 82) 日本緬羊協会. 中山間地域等におけるめん羊飼養と利用及び振興等に関する調査報告書Ⅲ. 1-44. 日本緬羊協会. 東京. 2000.
- 83) 日本緬羊協会. 日本緬羊協会史～58年の歩み～. 9-14. 日本緬羊協会. 東京. 2003.
- 84) 農林水産省. 家畜改良増殖目標 平成17年3月. 28-31. 2005.
- 85) 農林水産省農林水産技術会議事務局編. 日本飼養標準・めん羊(1996年版). 3-72. 中央畜産会. 東京. 1996.
- 86) 農林水産省農林水産技術会議事務局編. 日本飼養標準・乳牛(1999年版). 39. 中央畜産会. 東京. 1999.
- 87) 農林水産省農林水産技術会議事務局編. 日本飼養標準・肉用牛(2000年版). 47. 中央畜産会. 東京. 2000.
- 88) O'Connor CE, Lawrence AB. Relationship between lamb vigour and ewe behaviour at parturition. Anim.Prod. 54:361-366. 1992.
- 89) O'Connor CE, Lawrence AB, Wood-Gush DGW. Influence of litter size and parity on maternal behaviour at parturition in Scottish Blackface sheep. Appl.Anim.Behav.Sci. 33:345-355. 1992.
- 90) 大蔵聡・K.M. Kendrick. ヒツジにおける母性行動の中核機構—嗅覚による子ヒツジ認識のメカニズム—. J.Reprod.Dev. 41:j143-j154. 1995.
- 91) Ørskov ER, Fraser C, Gill JC. A note on the effect of time of weaning and weight at slaughter on feed utilization of intensively fed lambs. Anim.Prod. 16:311-314. 1973.
- 92) Ørskov ER. Utilization of cereals for sheep and implications of processing. In: The Management and Diseases of Sheep. (The British Council ed.) 213-220. The British Council and The Commonwealth Agricultural Bureaux. London and Slough. 1979.
- 93) Ørskov ER. Nutrition of lambs from birth to slaughter. In: Sheep Production. (Haresign W. ed.) 155-165. Butterworth. London. 1983.
- 94) Ørskov ER, Ryle M. Energy Nutrition in

- Ruminants. 2-9. Elsevier. Essex. 1990.
- 95) Owens JL, Bindon BM, Edey TN, Piper LR. Behaviour at parturition and lamb survival of Booroola Merino sheep. *Livest. Prod. Sci.* 13:359-372. 1985.
- 96) Prescott HD, Growth and development of lambs. In : *The Management and Diseases of Sheep.* (The British Council ed) 358-376. The British Council and The Commonwealth Agricultural Bureaux. London and Slough. 1979.
- 97) プレジデント社編集部. これほど旨い肉はない感動の「羊」. *dancyu*, 15(12):142-181. プレジデント社. 東京. 2005.
- 98) Raun NS, Burroughs W. Suction strainer technique in obtaining rumen fluid samples from intact lambs. *J. Anim. Sci.* 21:454-457. 1962.
- 99) Ross CV. Types and breeds of sheep. In : *Sheep Production and Management.* 24-49. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs. N.J. 1989.
- 100) Ross CV. Care and management of the breeding flock. In : *Sheep Production and Management.* 208-249. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs. N.J. 1989.
- 101) Ross CV. Lambs and sheep marketing and slaughter. In : *Sheep Production and Management.* 280-326. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs. N.J. 1989.
- 102) 寒河江洋一郎. 新しいめん羊飼育法“第4章 繁殖と哺育・育成”. 吉本正監修. 104-125. 日本綿羊協会. 東京. 1988.
- 103) 寒河江洋一郎. ラムの生産技術—子羊の育成と肥育—. *日本畜産学会北海道支部会報*, 31(2):11-21. 1989.
- 104) 寒河江洋一郎. 地域特産として発展するめん羊. *北農*, 58(4):352-358. 1991.
- 105) 斉藤利朗・寒河江洋一郎・平山秀介. 肥育子羊における生体重, 体型各部位および枝肉形状間の相互関係について. *日緬研会誌*, 18:13-17. 1981.
- 106) 斉藤利朗・寒河江洋一郎・佐藤勝雄・平山秀介. サフォーク子羊の生時体重および離乳時体重に及ぼす環境要因の影響. *日緬研会誌*, 19:1-7. 1982.
- 107) 斉藤利朗. めん羊・山羊技術ガイドブック“第5章 分娩の実際”. 近藤知彦・星井静一監修. 84-93. 日本綿羊協会. 東京. 1996.
- 108) 斉藤利朗・山田渥・大原睦生・裏悦次. 北海道立滝川畜産試験場における中小家畜試験研究の経過と今後の方向. *北畜会報*, 41:36-52. 1999.
- 109) Sañudo C, Sierra I, Olleta JL, Martin L, Campo MM, Santolaria P, Wood JD, Nute GR. Influence of weaning on carcass quality, fatty acid composition and meat quality in intensive lamb production systems. *Anim. Sci.* 66:175-187. 1998.
- 110) Seideman HR, Cross RR, Oltjen RR, Schanbacher BD. Utilization of the intact male for red meat production : a review. *J. Anim. Sci.* 55:826-840. 1982.
- 111) 柴田書店編集部. 興味津々, 仔羊と仔牛. 月刊専門料理, 32(7):16-79. 柴田書店. 東京. 1997.
- 112) Slee J, Springbett A. Early post-natal behaviour in lambs of ten breeds. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 15:229-240. 1986.
- 113) Snowden GD, Glimp HA, Field RA. Carcass characteristics and optimal slaughter weights in four breeds of sheep. *J. Anim. Sci.* 72:932-937. 1994.
- 114) 戸荻哲郎・宮崎元・北守勉・出岡謙太郎・庄司好明・寒河江洋一郎. ラム肉生産に関する研究 第1報 サフォークにおける肥育開始月齢と肥育期間が増体および枝肉特性に及ぼす影響. *日本畜産学会第81回大会大会要旨*, 151. 1989.
- 115) 戸荻哲郎・宮崎元・北守勉・出岡謙太郎・庄司好明・寒河江洋一郎. ラム肉生産に関する研究 第3報 濃厚飼料給与水準の違いが増体および枝肉特性に及ぼす影響. *日本畜産学会第82回大会大会要旨*, 10. 1989.
- 116) 宇佐川智也・上野糧正. クリープフィーディングが子羊の反すう胃の発達に及ぼす影響. *日緬研会誌*, 36:6-11. 1999.
- 117) Van Soest PJ. *Nutritional Ecology of the Ruminant.* 178-180. O & B Books. Corvallis, OR. 1982.

- 118) 渡辺義雄. めん羊による地域振興とめん羊経営事例. 1-69. 北海道肉用家畜協会. 札幌. 1992.
- 119) Weston RH, Margan DE. Herbage digestion in the stomach and intestines of weaner lambs at different stages of their maturity. *Aust. J. Agric. Res.* 30:543-549. 1979.
- 120) Winter KA. Comparative performance and digestibility in dairy calves weaned at three, five, and seven weeks of age. *Can. J. Anim. Sci.* 65:445-450. 1985.
- 121) Wylie ARG, Chestnutt DMB, Kilpatrick DJ. Growth and carcass characteristics of heavy slaughter weight lambs : effects of sire breed and sex of lamb and relationships to serum metabolites and IGF-1. *Anim. Sci.* 64:309-318. 1997.
- 122) 山内和律・出岡謙太郎・寒河江洋一郎. サフォーク子羊の離乳前体重に及ぼす環境的要因の検討と遺伝率の推定. 滝川畜試研報, 27:1-8. 1992.
- 123) 山内健治. 飼料の安全性の確保及び品質の改善に関する法律一部改正等の概要について. シーブジヤパン, 52:7-9. 2004.
- 124) 吉田恵子. 道産食品独自認証制度について. 北豚, 36(1):18-24. 2004.
- 125) 吉田実, 畜産を中心とする実験計画法. 25-193. 養賢堂. 東京. 1975.

**Establishment of Lamb Meat Production System
by Raising Suffolk Lamb in High Growth Rate at Early Age**

by
Kentaro DEOKA

Summary

In a seasonal breeding system of Japanese sheep production, Suffolk lambs born between February and March had not achieved marketing body-weight at high demand season from May to June. There were few studies about a system of raising lambs, especially twin lambs, to achieve marketing body-weight rapidly. The purpose of this study was to establish lamb meat production system by raising Suffolk lambs in a high growth rate during 4 months after birth. Three series of experiments were conducted on the three main phases of lamb meat production system. The first series was concerned in factors that effect lamb growth rate. Postnatal behaviours in lamb, development of ability to digest solid feeds in lamb, type and level of concentrate for lamb were investigated. The second was conducted on weaning procedures of lamb. Effects of weaning month of age and early weaning one of twin lambs on growth rate were investigated. The third was concerned in a relationship between lamb body-weight and carcass characteristics. Carcass characteristics and appropriate marketing body-weights in male and female lambs were investigated. According to these series of studies, the system of lamb meat production system was discussed.

The results were summarized as follows:

1-1. Postnatal behaviour in lamb

Behaviours in lambs were recorded during their first hours after birth. Observations were taken on lambs and their ewes penned individually in indoor lambing-pens at midwinter. Although the half of newborn lambs succeeded in sucking ewe's colostrum within 1 hour after their births, some lambs could not succeed in sucking over 2 hour after birth. In twin-lambing, the ewe exhibited a longer time

interval between lambing the first and second lamb, her first-born lamb tended to take longer time to succeed in sucking than the second-born lamb because of contraction in the ewe for the second lambing. Newborn lambs, especially the first lamb in the case of twin, should be checked on their colostrum intake.

1-2. Development of ability to digest solid feed in lamb

The *in vivo* digestibilities in lambs, aged 2, 3 and 4 months, were compared with those in mature wethers, fed on concentrate and hay. Lambs had been creep-fed for high growth rate. Although digestibilities of crude protein and crude fat were relatively lower in lambs than those in mature wethers, digestibilities of dry matter, organic matter, nitrogen free extracts and crude fiber in lambs were as same as those in mature wethers. It was inferred that the creep-fed lambs aged 2 months could digest solid feed as nearly efficiently as mature sheep.

1-3. Type of concentrate for lamb

Regarding ewe-suckled lambs that had been creep-fed on concentrate and hay, the effect of replacement of calf starter (20 percent CP, 75 percent TDN on as-fed basis) with formula feed for dairy cow (18 percent CP, 70 percent TDN on as-fed basis) at 2 month of age on growth rate was investigated. The latter concentrate was cheaper than the former one. Average daily gain in lambs replaced with formula feed for dairy cow was as same as in lambs fed on calf starter continuously. Consequently, the lambs could utilize concentrate for dairy cow without lowering its digestibility because the ability to digest solid feed in lambs had been developed at 2 months of age.

1-4. Level of concentrate for lamb

Occurrence of digestive disturbance or decreased performance by excessive intake of concentrate was investigated, with groups of 7 to 14 lambs after 7 to 10 weeks of age. Although group-fed lambs consumed concentrate at level of 2.2 to 2.9 percent of body-weight on dry matter basis per head, none of them presented with digestive disturbance or decreased growth performance. The provision for adequate trough space to all lambs in a group could be prevented from excessive consuming of concentrate by any lambs.

2-1. Weaning of twin lambs at 2, 3 and 4 months of age

Growth performance in twin lambs weaned at 2 and 3 months of age were compared with those in twin lambs weaned traditionally at 4 months of age. Average daily gain immediately after weaning was higher in lambs weaned at 3 months than those weaned at 2 months. Body-weight at 4 months of age was heavier in lambs weaned at 4 months than those weaned at 2 months, and lambs weaned at 3 months were in intermediate. It was concluded that, in order to maintain high growth rate, lambs should be weaned at 4 months of age.

2-2. Effect of different weaning date within the twin lambs, 4 versus 2 months of age

Ewes and their suckling twin lambs were group-fed and lambs were weaned at 4 months of age. Lambs were creep-fed on calf starter together with hay from 10 days of age. Calf starter was replaced with formula feed for raising dairy cow at 2 months of age. Afterward, lambs were fed on 1 kg of formula feed for dairy cow on an as-fed basis per head per day. In result, this feeding scheme of weaning both of twin lambs at 4 months of age could achieve 0.4 kg of average daily gain and 50 kg of body-weight at 4 months of age. Another feeding scheme of weaning heavier one of twin lambs at 2 months of age could also achieve 50 kg of body-weight at 4 months of age, and could reduce variation of body-weights at 4 month of age. However, in taking account of limited labour and

facilities of Japanese sheep raiser, it was considered that practice of weaning both of twin lambs at 4 months of age should be appropriate.

3-1. Comparison of carcass characteristics between male and female lambs

Carcass characteristics between 9 male and 9 ewe lambs were compared. Mean body-weights at slaughter of male and ewe lambs were about 50 and 46 kg respectively. Although dressing percentage was higher for female, there were no significant differences between sex in carcass-weight, each joint (shoulder, rack and loin, breast and flank and shank, leg) percentage of carcass-weight, kidney fat percentage of carcass-weight, backfat depth and *longissimus dorsi* area. Six out of 9 male carcasses and 7 out of 9 female carcasses were classified into grade M2, which was highly demanded grade for Japanese Lamb Carcass Classification in the market.

3-2. Prediction of recommended marketing body-weights for male and female lambs

Carcass measurements were collected from 33 male and 23 female lambs. The following linear regressions for estimating the carcass-weight and the carcass backfat depth respectively from the body-weight were obtained within sexes:

Male lambs,

$$\text{Carcass-weight} = 0.59 (\text{body-weight}) - 6.79, \\ (n=33; R^2=0.86; P<0.01). \quad \text{Equation 1}$$

$$\text{Backfat depth} = 0.17 (\text{Body-weight}) - 4.18, \\ (n=33; R^2=0.26; P<0.05). \quad \text{Equation 2}$$

Female lambs,

$$\text{Carcass-weight} = 0.68 (\text{body-weight}) - 9.53, \\ (n=23; R^2=0.79; P<0.01). \quad \text{Equation 3}$$

$$\text{Backfat depth} = 0.27 (\text{body-weight}) - 7.29, \\ (n=23; R^2=0.27; P<0.05). \quad \text{Equation 4}$$

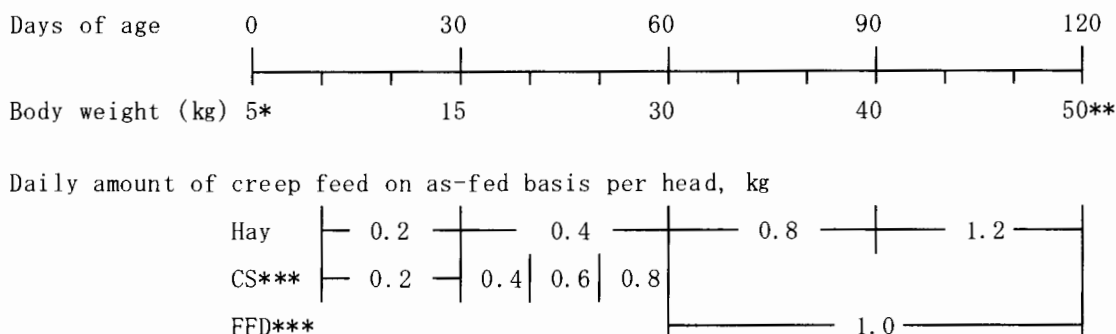
Grade M2 carcass must have both class M (20 to 25 kg) in carcass-weight and class 2 (4 to 7 mm) in backfat depth. The body-weight range to satisfy class M in carcass-weight was estimated to be within 45 and 54 kg from equation 1. The body-weight range to satisfy class 2 in backfat depth was

estimated to be within 48 and 66 kg from equation 2. The overlapping part of these two body-weight ranges should be the range that produce grade M2 carcass for male lamb. The same procedure was applied for female lamb. It was concluded that male lambs should be marketed at body-weights of 48 to

54 kg, and female lambs of 43 to 51 kg.

4. Proposition of lamb meat production system

According to the above results, lamb meat production system was derived as following scheme ;



Feeding scheme of preweaned Suffolk twin lambs for lamb meat production system

* Twin lambs reared by this feeding scheme achieve 0.4 kg of average daily gain.

** Marketing body-weight between 48 and 54 kg can be recommended for male lamb, and, between 43 and 51 kg for female lamb.

*** Guaranteed content levels of formula feed used for experiments are as follows.

CS (Calf starter) : 20% CP, 75% TDN on as-fed basis

FFD (Formula feed for dairy cow) : 18% CP, 70% TDN on as-fed basis

The cardinal principles in this system :

1. Make sure that the lambs receives colostrum.
2. Ewes suckling twin lambs, of nearly lambing date, should be fed in group until lambs weaning of 4 months of age.
3. Ewes should be fed as recommended by Japanese feeding standard for sheep (1996), and fed only roughage 1 week prior to weaning.
4. Allow all lambs to give access to concentrate feed bunk at the same time.
5. Opening to the creep area should be 25 cm wide.
6. Provide the calf starter and the formula feed for cattle, not containing feed additives for cattle, but low level of copper.
7. Formula feed for dairy cow should be gradually replaced by calf starter between 56 and 60 days of age.
8. Provide grass hay of medium quality or some alternatives as such nutritive value.

This proposed system could enable twin lambs to achieve marketing body-weight at 4 months of age, so that lambs could be marketed in high demand

season. Also, male and female lambs could be marketed at each optimum body-weight, so that carcasses of high commercial need could be supplied.