

## 特 集

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齊藤 利朗・山田 渥・大原 陸生・裏 悦次  
北海道立滝川畜産試験場, 滝川市 072-0026The Past and Future of Sheep, Pig and Poultry Research  
in Takikawa Animal Husbandry Experiment Station

Toshiro SAITO, Atushi YAMADA, Mutsuo OHARA and Etuji URA

Takikawa Animal Husbandry Experiment Station, Takikawa 073-0026

## はじめに

明治39年に「農商務省種畜牧場」として発足した北海道立滝川畜産試験場が、まもなくその歴史を閉じようとしている。具体的には、平成12年4月に規模を縮小して新得畜産試験場に統合されることになっている。

全国でも特色のある、この当場の中小家畜(めん羊、豚、家きん)に関する試験研究の経過と今後の方向について、今回まとめておくことは意義のあることと考え、3家畜の現在の科長に執筆を願った。

中小家畜のうち、めん羊は、年間総売り上げが1億円程度となり、「産業」として認知されない状況になっている。しかし、欧米においては食肉としてのランクは常に上位であり、日本でも「ジンギスカン」ではない調理法(にんにく、塩・胡椒、赤ワイン、ローズマリーなどハーブを添加して焼くなど)での「ラム」の愛好家が増えつつある。また、生鮮ラムについては、輸入品と価格は差なく、その肉色と新鮮度ではむしろ優位にある。そこで、この商品を通年供給するべく、「季節外繁殖」の試験に鋭意取り組んでいるところである。

豚については、その売上高は酪農の十分の一以下であるが、飼養頭数は全国の第5位に位置づけられ、ほぼ道内需要をまかなっている。現在まで、発育良好で、その脂肪厚の薄い「ハマナス」系統の作出、栄養水準の設定などの成績を出してきた。近年の要請として食肉の衛生面での問題があり、生産面でも対応がせまられており、「HACCP」の概念を入れた試験にも取り組んでいる。また、新得の畜舎はSPF豚舎を予定しており、現在建設中である。

家きんについては、売上高は豚と同程度であるが、飼養農家の減少とインテグレーションの発達により道

立の試験研究の入り込む余地がほとんどなくなってきた。かつては「滝川スーパーゼットP」造成など幾多の成果を出してきたが、新得へは「特用家畜科」に再編されることになっている。そこではバイテク手法を取り入れた試験や機能性卵作出などに取り組む予定である。また、特用家畜科の名にふさわしく、走鳥類(オーストリッチなど)、アイガモの試験も取り組んでいる。

以上のように、現在まで北海道の中小家畜の発展のため寄与してきたと自負しており、今後もそうありたいと念願している。

今後とも会員諸兄の変わらぬご指導・ご鞭撻をお願いいたします。

(研究部長 裏 悦次)

## 1. めん羊

## 1) はじめに

昭和31年は北海道のめん羊飼養頭数が最高の26万7千頭を記録した年である。しかし、昭和34年に羊肉、昭和37年に羊毛の輸入が自由化され、更に化学繊維の発達も加わったこともあって、それまで羊毛生産を主体とするめん羊飼養は壊滅寸前まで追い込まれ、飼養頭数は昭和54年に5千頭を切るに至った。その過程でめん羊飼養の目的を羊毛から羊肉生産へと方向転換を図り、滝川畜試では昭和42年にオーストラリア、昭和44年にカナダから肉用種サフォーク160頭を導入し、特性調査を開始した。その結果、本種は4カ月齢離乳時までの発育が非常に良好で、体型も典型的な肉用タイプを呈しており、ラム肉生産に最も適していることが明らかになった(滝川畜試 1978)。

サフォークを用いた羊肉生産の普及に力を入れるなか、米の生産調整に伴う水田利用再編を契機に転作飼料作物や圃場副産物を家畜と有機的に結合させた有畜複合経営が模索され、めん羊に対する関心が徐々に高

まりを見せ始めた。更に、グルメブームやヘルシー食品を求める気運が追い風になって地場産の新鮮サフォーク・ラム肉（生後1年未満の子羊肉）のおいしさが高く評価され、めん羊を地域特産として取り組む事例が各地で展開されるようになった。飼養頭数も増加傾向に転じ、平成3年には1万7千頭まで回復したが、平成8年にイギリスで発生した狂牛病および羊スクレイピーの影響によって再び大きく減少し、平成9年度の農林統計では8,410頭となっている。その一方で首都圏を中心にサフォーク・ラム肉の需要は伸びつつあり、一部地域では品不足が生じている現状にある。

めん羊の飼養形態は他の作目との複合がほとんどで、基幹となる経営に付属した形で飼養されている(岩崎ら 1985)。そうした生産基盤を背景に、滝川畜試において著者らは、北海道にめん羊を定着させ発展させるための技術対応として、サフォークの遺伝的能力の改良およびラム生産にかかわる栄養管理技術の開発に取り組んできた。現在、進められている畜産再編整備では、めん羊は特用家畜として研究を続けていくことになる。そこで、最近の研究成果を整理しながら、今後の技術展望について考えてみた。

2) 家系内選抜による離乳時体重の大型化

当初、サフォークはコリデールとの交雑種利用を目的に導入されたが、特性調査において本種の産肉性がコリデールより非常に優っていたことから、サフォークそのものの改良に着手した。改良形質に取り上げたのは4カ月齢離乳時体重である。つまり、導入当時の離乳時体重は単子雄で36.3kgとアメリカで最も高く評価されているミルクラムの出荷体重45kgに及ばなかった。そこで、離乳時体重を単子雄で45kgになるよう父方半兄弟姉妹ごとに離乳時体重の大きいものを選抜していく家系内選抜法を採用し改良を進めた(滝川畜試 1994)。

年次ごとの実現選抜差を図1に示した。雄の実現選抜差は3.7~6.3kgの範囲にあり、すべて正の値で推移した。雌もまた、腐蹄症の影響で昭和63年の値だけが負になったほか、いずれの年次も雄と同様に正の値を示した。先に離乳時体重の遺伝率を調べた結果では0.34と中程度の値(山内ら 1992)が得られており、離乳時体重に対する選抜の有効性を示唆する。

改良前後における離乳時体重を表1に示した。離乳

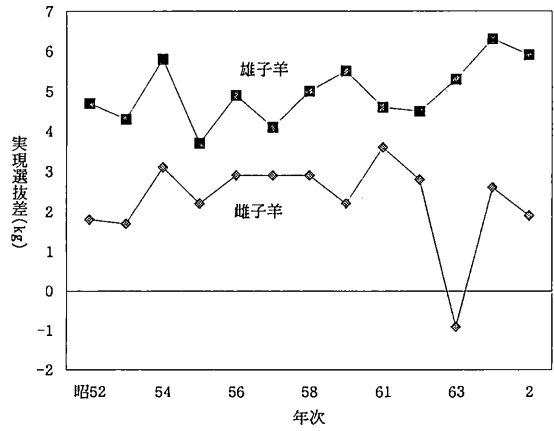


図1 実現選抜差の推移

表1 改良前後における離乳時体重の比較

	雄子羊		雌子羊	
	単子-単子	双子-双子	単子-単子	双子-双子
	改良前	36.3±6.3	30.1±5.8	33.6±5.2
改良後	45.2±5.8	38.2±5.7	41.1±6.1	35.1±4.9

注) 改良前：昭和43~52年  
改良後：平成元~4年

時体重は産子数や哺育頭数などによって影響を受ける(斉藤ら 1982, 山内ら 1992)。ここで示した単子-単子は、単子で生まれて単子のまま哺育された個体を指す。単子-単子の雄および雌では、改良前に比べてそれぞれ9.4kgおよび7.9kg大きくなっている。双子-双子においてもそれぞれ8.5kgおよび7.5kg大きくなっている。前述したように、離乳時体重の改良目標は単子雄45kgである。単子-単子の雄では45.2kgの体重になり、改良目標に達している。すなわち、この間の選抜によって離乳時体重の遺伝的改良が進んだことを示している。

このように家系内選抜により離乳時体重の大型化が図られたが、それに伴い繁殖成績および産肉成績も向上した。改良前後における繁殖成績を表2に示した。交配時体重は改良前に比べ15kg大きくなった。産子数は1.83頭を示すまでになり、過半数の母羊が双子以上を分娩するようになった。育成率も高くなっているが、これは交配時体重の差異による影響とみるよりも、分娩介助を含めた新生子羊の扱い方や人工哺育(滝川畜試 1986)など管理技術面での改善が効果を上げて

表2 改良前後における繁殖成績の比較

	交配時 体重(kg)	子羊生産 率(%)	産子数割合(%)				育成 率(%)	子羊仕上 がり頭数
			単子	双子	三子	四子		
改良前	61.7	156.5	47.3	49.0	3.7	-	80.2	1.13
改良後	76.4	182.5	28.0	61.9	9.8	0.3	86.5	1.51

注) 改良前：昭和43~52年  
改良後：平成元~4年

いるものと思われる。以上の結果、母羊1当たりの子羊仕上がり頭数は改良前の1.31頭から改良後の1.51頭へと増加した。

4カ月齢雄子羊の屠殺解体成績を表3に示した。離乳時体重の大型化に伴い、絶食後体重および冷屠体重は改良前に比べそれぞれ6.4kgおよび3.1kg大きくなったが、枝肉歩留および精肉歩留には両者間に差はみられない。しかし、部位別ではバラとモモの割合が減少し、高級部位であるロースの割合が増加した。

以上、家系内選抜によって単子雄の離乳時体重は改良目標45kgに到達し、大型化がもたらす間接的な効果が繁殖成績および産肉成績に認められた。

なお、道内のサフォーク群全体の改良を進めるために、毎年、遺伝的能力の優れた種畜を供給している。導入地域ごとの調査では、子羊の離乳時体重は滝川畜試の能力水準まで改良されつつある。

### 3) 母子羊の栄養管理

家系内選抜によって大型化したサフォークの交配時体重は76.4kgに達し、産子数も1.83頭と双子分娩が多くなった。サフォークの能力を十分に発揮させるためには、とりわけ胎子が急速に大きくなる妊娠後期と、生まれた子羊が急速に発育する授乳期の栄養管理が重要となる。更に、子羊の発育向上を図るには適切な哺育管理も求められる。

#### (1) 粗飼料としてアンモニア処理稲わらを用いた母子羊の飼養技術

稲わらや麦稈などのわら類を飼料化する技術にアンモニア処理がある。稲作地帯では水田の副産物である稲わらは豊富に存在する。この稲わらをアンモニア処理し粗飼料として利用することは、稲作地帯におけるめん羊の生産拡大につながる。そこで、ラム生産において養分要求量の最も高い時期にあたる妊娠後期と授乳期に焦点をあて、アンモニア処理稲わらを給与した場合に併給する配合飼料の給与量について検討した(滝川畜試 1992, 1995)。

稲わらは茎葉の栄養分がほとんど子実に転流してしまった残渣であり、栄養価は低い。アンモニア処理することによって消化率および摂取量の改善が認めら

れ、アンモニア処理稲わらが乾草の代替として利用できることを示した。

双胎妊娠・双子授乳羊に対する飼養試験では、アンモニア処理稲わらを飽食給与とし、妊娠後期6週間、授乳前期8週間および後期9週間における配合飼料の給与量を求めた。その結果、配合飼料の給与量は体重比で妊娠後期が0.6%、授乳前期が1.4%、授乳後期が1.1%とするのが適当と考えられた。

#### (2) 哺乳子羊に対するクリープフィーディング技術

母羊からの乳だけでは哺乳双子の発育は不十分であり、補助飼料(クリープ飼料)給与による栄養補給、つまりクリープフィーディングを実施する必要がある。そこで、クリープフィーディング時におけるクリープ飼料の栄養価および給与量について検討した(滝川畜試 1989)。

まず、哺乳双子のクリープ飼料として、どのようなエネルギー水準および蛋白質水準のものが適当であるかを検討するために、生後3~4日齢の哺乳双子を用いて、約7週間の育成試験を行った。クリープ飼料のTDN含量(原物中)を70%および75%、DCP含量(原物中)を12%、15%および18%として比較したが、いずれのクリープ飼料でも子羊は順調に増体した。

次に、クリープ飼料の給与水準が哺乳双子の発育に及ぼす影響を生後3日齢から12週齢にわたって検討したところ、TDN含量70%および75%(原物中)、DCP含量18%(原物中)のクリープ飼料を使用した場合、飽食給与および制限給与でも双子の発育に顕著な差はみられず、給与水準としては制限給与の摂取量が一応の目安になると考えられた。

以上の成績に基づき、滝川畜試が策定した週齢別の給与例を示すと表4のとおりである。

### 4) ラム肉生産技術

ラム肉の生産方式としては、離乳時に出荷するミルクラム、3カ月間の放牧を終えて出荷する放牧仕上げラム、放牧後2カ月間の舎飼肥育を行って出荷する舎飼仕上げラムの3方式に区分される。ラム肉は羊肉生産の主たる商品であり、生産者にとって需用者が求めるラム肉をいかに生産するかが大きな課題となる。

#### (1) 大型ラム生産のための舎飼肥育技術

表3 4カ月齢雄子羊の屠殺解体成績

	体重	絶食後	冷屠体	枝肉	精肉歩留(%)	
	(kg)	体重(kg)	重(kg)	歩留(%)	体重比	枝肉比
改良前	37.3	34.6	16.3	47.0	35.3	76.3
改良後	44.4	41.0	19.4	47.3	35.5	75.0
枝肉部位別割合(%)				脂肪厚(mm)		ロース断
カタ	ロース	バラ	モモ	ロース上	肋上	面積(cm <sup>2</sup> )
27.1	20.8	19.5	32.7	2.3	4.5	11.3
27.2	22.4	18.6	31.7	2.5	6.5	12.9

注) 改良前: 昭和46~47年  
改良後: 平成5年

表4 滝川畜試におけるクリープフィーディングの飼料給与

週齢	クリープ飼料 (原物g/日)	アルファルファ (原物g/日)	乾草
~2	25		
~4	25~50	25	自由摂取
~6	50~200	25~100	〃
~8	200~400	100~200	〃
~12	400	200	〃

注) クリープ飼料は子牛用、アルファルファはペレット、乾草は良質のものを使用

地場産の新鮮ラムが高く評価され消費が伸びてくると、生産現場では、肉量を確保するために、従来より大きな仕上げ体重で出荷するケースが多くなった。それに対応し、濃厚飼料多給とした肥育条件下のもと、仕上げ体重 60 kg を目標に大型ラム生産を試みた（滝川畜試 1989, 1991）。

肥育期間の検討では、肥育開始月齢ごとに 2 カ月肥育と 3 カ月肥育を比較した結果、図 2 に示すように、効率的に赤肉主体のラム肉を生産するには、4 カ月齢肥育開始では 3 カ月肥育が、6 および 8 カ月齢肥育開始では 2 カ月肥育が適していた。

引き続き、濃厚飼料の給与水準について検討し、赤肉生産の立場からは体重比で 2.5% 前後の濃厚飼料が必要であった。

(2) 双子羊早期出荷のための舎飼肥育技術

家系内選抜によって離乳時体重の大型化が図られたが、その一方で母羊の産子数は 1.82 頭に向上了、出生した子羊うち約 7 割が双子である。単子の場合には 4 カ月齢離乳時にミルクラムとして出荷できるが、子羊総数からみれば一部にすぎない。これに対して、全体の過半を占める双子は単子に比べ増体が劣るので、その分だけ出荷時期が遅れる。双子の増体を向上させ、離乳時までに出荷体重に到達させることができれば、相当の需要増加が見込まれる春先にラム肉の安定供給が可能になる。そこで、双子を対象に、ラム出荷時期の早期化を図ることを目的として、種々の肥育試験を行った（滝川畜試 1996）。

めん羊は群管理を基本とする。群管理では、体の大きさや年齢などの違いによって個体間の飼料摂取量に偏りが出ると言われている（NRC 1985）。クリーブ

フィーディング時においても同様なことが起こり、個々の増体に差が生じることが懸念される。しかし、群を構成する子羊の平均日齢が 50 日齢以降で、平均体重が 20 kg を越えていれば、日齢が最大で 26 日離れていたとしても、子羊の増体に顕著な差はみられず、むしろ雌雄間の増体差の方が大きい結果となった。

双子授乳羊は単子授乳羊よりも養分要求量が高いので、それぞれ分けて飼養するのが望ましい。しかし、生産現場ではこれらを同一群で飼養する機会が多いため、増体で劣る双子は仕上げまでの期間が長くなる。そこで、単子と双子が混在する群におけるクリーブ飼料の給与量について検討した。その結果、クリーブ飼料を 1 頭当たり 1 kg 程度まで増給すると、双子の増体にバラツキはあるものの、単子、双子ともに体重 50 kg のラムとして出荷することができた。

更に、飼料費の節減を目的に子羊に給与するクリーブ飼料の切り替えについて検討し、60 日齢を過ぎれば安価な配合飼料を給与しても子羊の増体に影響は認められず、同時に母羊から離乳し肥育に移行できることを明らかにした。

以上の個別技術を踏まえ、クリーブ飼料から配合飼料への切り替えと 60 日齢早期離乳を組み合わせた双子の舎飼肥育を実証的に検討し、そのモデルを作成した。モデルの最大の特徴は、①双子のうち体重の大きい方を 60 日齢で離乳させることにより、出荷体重の齊一化が図られる、②双子の一方を早期離乳することで母羊の養分要求量は単子授乳羊と同量になり、飼料費の節減につながる、③従来、双子は出荷体重に到達するのに生後 6～8 カ月間を要していたが、この方式を採用することにより生後 4 カ月間に短縮され、単子も含めた総体のラム出荷体制が拡大し、需要最盛期に向けたラム肉の安定供給が確保される。

5) 今後の展開方向

平成 8 年度に小樽港および新千歳空港を通過した羊肉は 13,654 t（頭数換算 70 万頭）で、このうちラムが約 40% と推定される。一方、北海道における生産量は 111 t（4,152 頭）と輸入ラムのわずか 2% に過ぎないが、道産ラムは輸入ラムにない新鮮さと独特の鮮紅色の赤肉から高く評価され、乳用種去勢牛並か、またはそれをやや上回る価格で取り引きされている地域もみられる。

しかし、道産ラムの展望をとみると、やはり輸入ラムを意識せざるを得ない。安価な輸入ラムとの競合のなかで、道産ラムが現状の価格を維持しながら市場を拡大するには生産コストの一層の引き下げは勿論のこと、ラムの生産効率を高めるための徹底した技術革新が必要である。

めん羊は一般に、秋に発情し、春に子羊を生産する季節繁殖動物である。春の分娩は自然条件に適応した

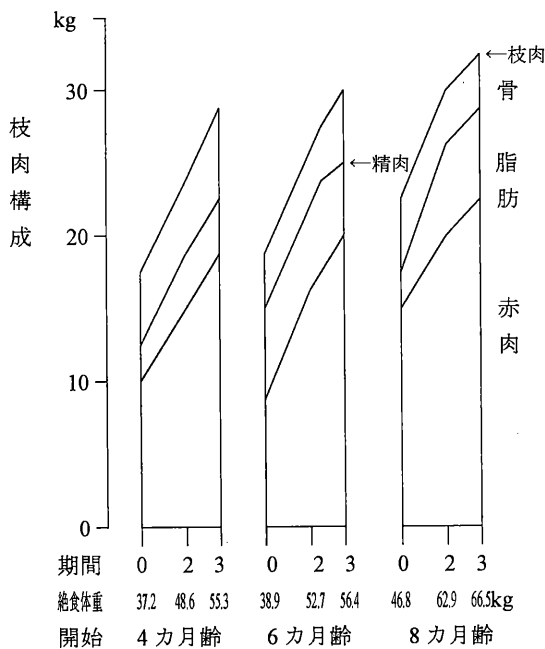


図 2 舎飼い仕上げ大型ラムの枝肉構成

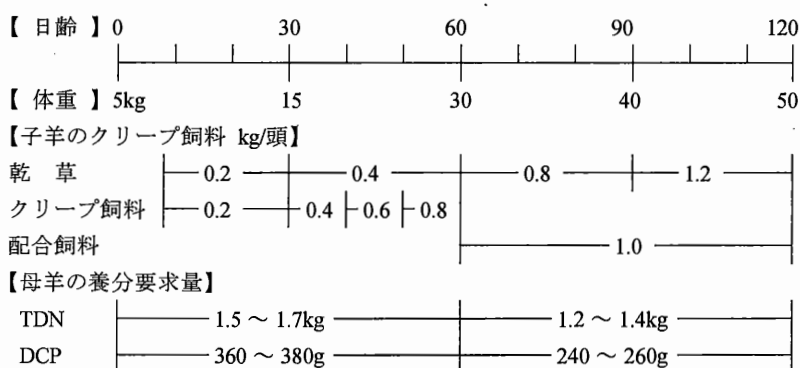


図3 双子羊早期出荷のための舎飼肥育モデル

特性といえるが、その反面、繁殖時期が制約されることはラム生産にとってマイナス要因に働く。すなわち、1年1産の繁殖サイクルではラムの出荷時期が夏から秋に集中してしまい、そのことがラム肉の市場性を狭めている。したがって、年間を通してラム肉の安定供給が強く求められており、季節外繁殖を取り入れた新鮮ラム肉の通年出荷システムの確立が、以前にも増して重要になってきている。

季節外繁殖として、主にホルモン剤を投与する方法が検討されてきたが、臍内挿入具や使用するホルモン剤の中には、国内で市販されておらず、薬事法の規制を受けるものがある。滝川畜試では、まず国内で使用可能な技術を開発することが何よりも重要と考え、市販のホルモン剤に雄の効果を組み合わせた発情誘起・受胎促進技術の検討に着手し、季節外繁殖技術の実用化に向けた取り組みを開始したところである。しかし、その成果を十分に発揮させるには、簡易な発情発見法、早期妊娠診断法あるいは人工授精の簡易化、精液の保存法など周辺技術の開発が伴わなければならない。また、これには飼養管理技術の裏付けも必要である。すなわち、1年2産または2年3産における母羊の飼養法、更にはラムの通年出荷を可能にするための各種仕上げ方法など新しい管理技術の確立が不可欠となる。

食肉の消費流通においては、常に、量的にも質的にも年間通じての安定供給が要求される。季節外繁殖の技術は、新鮮ラム肉の定時・定量・定質出荷を目指すものであり、生産者にとって最も大切な販売戦略の要になろう。そして、それぞれの地域で生産された新鮮ラム肉が、牛肉、豚肉、鶏肉に続く第4の食肉として位置付けられ、北海道の食文化の中に定着していくことを期待したい。

(めん羊科長 齊藤利朗)

## 2. 豚

### 1) はじめに

北海道における豚の出荷頭数が最高であった年は、1987年の1,276千頭であり飼養頭数が最高であった年は、1988年の672千頭であった。1997年の出荷頭数

は、979千頭で、1998年2月現在の飼養頭数は、542千頭と減少している。飼養戸数は1965年に29,700戸あったものが、1998年2月現在では650戸と大幅に減少している。こうした中で、北海道で1990年には、肉豚として1頭の出荷もなかったSPF豚が、1997年には約32千頭が出荷されている。現在、SPF豚の割合は、まだ低いですが、現在建設中のところもあるなど、若い後継者のいるところを中心にSPF変換を図る具体的な動きがある。今後、SPF豚生産は、コスト低減のためや消費者がより安全な食品を求めていることから伸びていくと予想される。

1990年3月1日に系統認定を受けた「ハマナスW1」は、1990年から1991年にかけて、滝川にあるホクレン・スワイン・ステーションでSPF化して維持されており、ホクレン・ハイコープ豚としてSPF交雑肉豚も含めて約8万頭が肉豚として出荷されている。とりわけ、SPF系統豚は、「ホクレンSPFポーク」・「滝川産特選健康豚」・「山中クリーンポーク」などの名前ブランドされ販売されている。1995年3月15日に系統認定を受けた「ハマナスL1」は、指定種豚場が中心となって増殖が図られている。

### 2) 研究の経過

#### (1) 系統豚の造成とその利用

わが国の豚の生産は、1970年代前半にそれまでの中ヨークシャーやパークシャーなどの中型種からランドレースや大ヨークシャーなどの大型種を利用したものへ変化するとともに、雑種利用が一般化し、全国的に交雑試験が実施された。しかし、雑種利用の基礎となった品種の能力はバラツキが大きかったため、同一の組合せであっても結果が一定しないことが多かった。このため品種間交雑において雑種強勢を効率的に利用し、能力の揃った交雑豚を生産するための基礎豚として遺伝的によりバラツキが少ない系統豚を造成することが求められていた。

そこで、大ヨークシャー種の系統造成を行うために、オランダ原産(H系)、アメリカ原産(A系)およびイギリス原産(E系)の基礎豚を導入し、原産地別能力

調査の結果や遺伝資源の特性などから、基礎集団の遺伝的構成をアメリカ 50%、イギリス、オランダ 25%とした。6 世代に渡る選抜の結果、わが国で造成された豚の系統のなかではもっとも発育が早く、脂肪の蓄積が少ない優れた (表 1) 系統豚「ハマナス W 1」が 1989 年に完成した (滝川畜試, 1991 A)。

「ハマナス W 1」の造成に引き続き、繁殖用基礎品種として大ヨークシャーと組合せて利用されているランドレースについて、能力資質に優れ、しかも寒地における飼養条件に適した系統豚を造成するために 7 世代に渡る選抜試験を行った。その結果、肉豚の格付け上物率の向上に寄与し、産肉能力や繁殖能力が高く (表 2)、斉一性に富み、しかも「ハマナス W 1」との組合せ利用に適した系統豚が完成した (滝川畜試, 1993 A : 滝川畜試, 1994 A)。

また、系統間組合せの能力比較ならびに普及促進のために、系統豚の組合せ試験を実施し、滝川畜試造成系統の優秀なことを実証した (滝川畜試, 1992 A : 滝川畜試, 1995 A)。

滝川畜試の造成した系統豚も含め、系統交雑豚による豚肉生産が農家段階で本格化しつつあることから、系統交雑豚の優れた遺伝的能力を十分に発揮し得る飼料給与方式の確立が急務になっていた。そのため、不断給餌を前提とした季節別および性別の飼料給与方式を明らかにするために試験を行った。

生体重に対する自由採食量は、体重増加に伴い性差が大きくなった。また、いずれの性についても、日本飼養標準で設定されている採食量を大きく上回っていた。また、飼料中 TDN 含量の影響は、肥育後期において、TDN 71% 以下の飼料を給与したとき DE 摂取量の減少がみられたこと、環境温度の影響は、肥育前期については、環境温度の低下に伴った DE 摂取量の増加の傾向があり、肥育後期については、高温域での DE 摂取量の減少程度は前期に比較して大きいことを明らかにした。適温域における発育では、DE 摂取量およびリジン摂取量増加に伴って日増体重が直線的に増加し、その後平衡状態に達するものと想定した。寒冷環境における発育では、15℃から 1℃低下による日増体重の低下量として、前後期平均 12.54 g/℃/日 が得られた。

表 1 最終世代の改良形質の平均値

	一日平均増体重 (g)	背脂肪厚 (cm)	飼料要求率
雄	970	1.31	3.00
雌	881	1.28	3.14

表 2 系統完成後の 8 世代の改良形質の平均値

	一日平均増体重 (g)	背脂肪厚 (cm)	飼料要求率
雄	958	1.31	2.93
雌	902	1.36	3.04

枝肉の筋肉構成割合と格付の関係について検討し、格付け上物率は、枝肉中筋肉割合 54~56% の範囲で 100% であり、これより少ないと厚脂で、また多すぎると薄脂等で格落ちする枝肉が多いことを明らかにした。また、屠殺時枝肉中筋肉割合 55% を達成するための栄養摂取量は、適温域で得られる平均 DE 摂取量の条件の下では、前期については去勢、雌ともに約 22 g/日のリジン摂取量でよく、また後期については 20 g/日程度のリジン摂取量で目標値を達成できると試算された。

背脂肪厚では、適温条件における肥育後期の飼養条件と背脂肪厚の関係を検討した。雌については、枝肉重量の増加、飼料摂取量の増加および飼料中のリジン含量の低下に伴って背脂肪厚が増加する反応がみられたが、去勢については、飼料中リジン含量と背脂肪厚との間に明らかな相関がみられず、枝肉重量と DE 摂取量が背脂肪厚に強く影響していることがうかがえた。

これらの結果をもとに、日本飼養標準で設定されている肥育用飼料を与えたときに予測される標準発育を参考に、エネルギー摂取量や増体、筋肉増加量等の反応の個体差を考慮して修正を加え、不断給与を前提とした適正飼料中栄養含量を設定した (滝川畜試, 1993 B)。

増体速度や脂肪の薄さについて改良が加えられた系統交雑繁殖豚は、発育能力が高く、従来の飼養マニュアルを適用した場合、育成期の発育速度がかなり低く抑えられることとなり、発育制限による繁殖成績への悪影響が懸念された。また、繁殖母豚は授乳による損耗に備えるために分娩前までにある程度の脂肪蓄積が必要であるが、脂肪蓄積の観点から遺伝的に脂肪の少ない種豚の妊娠期増体重について検討されていない。そこで、系統交雑雌豚の育成期および妊娠期の栄養管理と繁殖成績の関係を検討した。従来の基準である初回交配 8 カ月齢 120 kg、初産妊娠期増体 30~40 kg では、分娩前の脂肪厚が薄く、繁殖豚に必要な脂肪蓄積を確保できないこと、系統組合せにより違いがみられることを明らかにした。また、交配時体重が 130 kg 以上の群は、初産後の発情再帰成績が優れていた (滝川畜試, 1997 A)。

## (2) 選抜法の開発

選抜法関連では、小規模な農場や一貫生産農場でも適用でき、農場内の繁殖母豚の淘汰・更新基準として用いることができる母豚生産性指数 (SPI) を開発した (滝川畜試, 1991 B)。また、日齢や大きさの異なる育成豚から 1 回で得られる情報によって、その豚個体の産肉能力が評価できる選抜指数式を開発した (滝川畜試, 1991 C)。

## (3) 寒冷地における豚舎環境基準の設定

寒冷地において無看護分娩を実施するためには、従

来のような赤外線ランプと保温箱だけでは不十分で豚舎全体の保温対策が必要である。農家の分娩豚舎における利用状況・保温事例を調査するとともに、無看護分娩時の新生子豚の保温条件を体温・行動・発育・損耗の面から検討した。環境温度15℃以上では寒冷死の危険性はないが、10℃では生時体重1.0 kg以下の子豚が、5℃では1.0 kg以上の子豚でも寒冷死する可能性があり、無看護分娩時は豚舎内を15℃以上に保温する必要があることを明らかにした(滝川畜試, 1983)。

また、本道の冬期の豚舎内で最低限維持すべき環境条件を明らかにし、それらの条件を満たすための具体的な改善方式を標準的環境制御方式(表3)として提示し、実証試験においてその改善効果を検証した(滝川畜試, 1987)。

#### (4) 飼料および飼料添加剤の開発・利用

未利用資源の活用の一貫として、でん粉粕、鶏糞を材料に、発酵処理により、繁殖豚の嗜好性の低さの改善効果、また、この発酵飼料を妊娠豚へ多給した場合の繁殖性を検討した。その結果、酵母が優勢に増殖した発酵飼料の採食性は良好であり、とくに粗飼料の採食性の悪い妊娠豚においては、発酵により採食量が増加することを明らかにした。妊娠豚へ給与したところ、繁殖性に著しい悪影響を認めず、標準的な繁殖成績を示した(滝川畜試, 1982)。

とうもろこしは、豚の配合飼料の主原料として使用されるが、ホールクロップサイレージとしての利用法についての検討は少ない。そこで黄熟期に調製したとうもろこしサイレージの繁殖雌豚における利用性を検討した。1, 2産の若豚に対しては妊娠期と授乳期でそれぞれ風乾物換算で配合飼料の25%および10%の代替給与が望ましく、DCPやミネラル補正の必要性をとくに認めなかった。3産以上の成豚に対しては魚粉添加によるDCP, ミネラルの補正を行うことにより、妊娠期40%, 授乳期15%の代替給与が可能であった。一方、妊娠期50%, 授乳期20%の代替給与により繁殖成績の低下傾向を示したが、とうもろこしサイレージのみをさらに20%増給したところ良好な繁殖成績を示し、適用が可能であった(滝川畜試, 1984)。

穀類の蒸煮厚片処理が発育成績と胃病変に及ぼす影響について試験し、蒸煮圧片区では対照区に比べ、発育では差がないものの飼料要求率で劣っていた。一方、蒸煮圧片粉砕区では対照区と発育・飼料要求率とも差

がなかった。また、蒸煮圧片区は、他の区に比べ、胃病変が少ない傾向が認められた(宮崎ら 1982)。牧草成分分画の緑葉蛋白質(LPC)については、検定飼料中の大豆粕をLPCで50%まで代替給与しても、肥育効果およびと体形質の上で、特に悪影響がなかった(杉本 1986: 杉本ら 1986 A)。

繊維成分の消化性とその肥育効果について検討した。アルファルファおよび配合飼料に比較し、ビートパルプおよびポテトパルプの繊維成分の消化率は極めて高く、その理由として、両者とも繊維含量の高い割に、ADL含量が極めて低いためであるとした。さらに繊維成分の消化性の違いは、摂取飼料の消化管通過速度に大きな影響を及ぼすことが推測され、この点からしても、飼料の質的な差異が消化管内性状に及ぼす影響の違いが予測されるとしている(杉本 1984 B: 1984 C: 1985 B: 1985 C)。

カポック粕を配合した飼料を用いることにより、脂肪の融点の上昇、飽和脂肪酸含量の増加が認められ、脂肪性状が改善した(滝川畜試, 1988 A)。また、ルーピンの栄養価と大豆粕の代替効果についても検討を行っている(宮崎ら 1990)。でん粉粕に麴かびを固体培養して生産させた微生物蛋白質と培養残渣を含めた総体(MBP: Microbial Biomass Protein)が、飼料原料として肉豚用配合飼料の15%以内で利用できた(滝川畜試, 1995 B)。

中鎖脂肪酸(MCT)は、エネルギー源として速やかに利用されることから、肉豚の脂肪厚を変化させずに体脂肪の飽和脂肪酸割合を多くする可能性があるため試験を行った。MCTの添加は枝肉の脂肪のL値および融点を高め、この効果は飼料への4%添加でも明らかであった。飼料中の難利用性のフィチン態リンを分解する作用のあるフィターゼを添加し、リンの利用性を検討したところ、飼料中のリンの吸収および蓄積を促進し、リン排泄量の低減効果が示された。フィターゼ添加により離乳子豚の発育は改善される傾向にあったが、リンの不足を無機リンの添加で補った場合に比較して改善の程度は小さかった(滝川畜試, 1997 B)。

重金属除去処理したホタテガイ軟体部を配合飼料の魚粉末(配合割合2.3%)と粗蛋白質換算でおきかえても肥育豚の発育成績は大差ないことから飼料として利用の可能性が認められた(滝川畜試, 1996 A)。

#### (5) 飼料栄養価測定法の開発

豚の消化試験における予備期間と採糞期間の長さは、全糞採取法においては、予備期間および採糞期間とも4日あれば、ほぼ満足すべき消化率が得られた。指標物質としての酸化クロム粉末および酸化クロムペーパーを用いた場合に糞中の酸化クロム含量が安定するには飼料切替後4日を要した。指標物質に酸不溶性灰分を用いた場合に、配合飼料では4日であったが、ビートパルプを20%配合した飼料では、14日間でも安

表3 分娩豚舎、離乳子豚舎および肥育豚舎における最低限必要な環境基準

	舎内温 (℃)	最低換気量 (m <sup>3</sup> /分/頭)	空気中成分
分娩豚舎	15*	0.567**	CO <sub>2</sub> 濃度: 0.3%以下
離乳子豚舎	15*	0.057	NH <sub>3</sub> 濃度: 15ppm以下
肥育豚舎	10~15	0.142~0.284	

\* 豚房内に部分暖房の設置が前提。 \*\* 一腹当たり

定しない場合があった。指標物質法の採糞期間は1～2日間でも十分であった(杉本ら 1984; 杉本 1984 A)。

豚の消化率測定のための全糞採取法と酸化クロム法を比較して、各成分の消化率とも全糞採取法で有意に高い値を示し、しかも消化率の低い成分ほど両手法による消化率の差が大きかった。このことから、消化率の低い成分の消化率を検討する際には、全糞採取法が望ましいとした(杉本 1983)。

飼料の給与水準と消化率との関係は、飼料の給与水準が高まるにつれ、各成分の消化率は低下の傾向を示し、その傾向は、DCP・TDN 高濃度飼料よりも DCP・TDN 低濃度飼料で明らかであり、それは消化管通過時間と関係があるとしている。飼料の給与水準と消化率との関係は、飼料の質によってその反応度合が異なり、栄養価の高い飼料に比較し、栄養価の低い飼料において、飼料の給与水準による影響の大きいことが認められた(杉本 1985 A)。

粉碎粒度と消化率との関係について、トウモロコシを4段階に粉碎処理して検討したところ、各成分の消化率は、粉碎粒度が大きくなるにつれ低下の傾向を示すことから、飼料の消化率および栄養価を精度よく比較検討する上で、粒度に関しての条件設定ならびに粒度表示が重要である(杉本ら 1986 B)。

供試飼料の消化率に及ぼす供試飼料との関係は、供試飼料の消化率および栄養価の標準偏差が、配合割合が増加するにつれ小さくなり、栄養価は、配合割合が20%以上になるとほぼ安定した値となった。このことから消化率および栄養価を評価するには、供試飼料の配合割合は20%以上とすることが望ましい(杉本 1987 A)。

肥育豚と妊娠豚における消化率を比較しており、各成分とも消化率は、肥育豚に比べ妊娠豚が高く、両者の乾物中の TDN 含量の差は、配合飼料で3.5%、とうもろこしサイレージで7.0～8.4%と注目すべき差が認められた(杉本 1987 B)。肥育豚の体重と消化率との関係については、粗蛋白質、粗脂肪、粗繊維およびエネルギーの消化率は、体重の増加に伴ない向上したが、乾物および NFE では一定の傾向が認められなかった。このことから、消化率測定にあたっては、供試飼料を豚に給与する時期を十分に考慮した上で、供試豚の選定を行うことが重要である(杉本 1987 C)。

#### (6) 肉質改善のための飼養方式の検討

肉用雄子豚を無去勢のまま肥育した場合、無去勢豚は去勢豚に比べ発育が早く、飼料要求率が優れ、脂肪が全体的に薄く赤肉に富む枝肉となった。また、問題となる雄臭の発現は、180日齢までは、ほとんど認められなかった(滝川畜試, 1981)。

肉豚の枝肉形質および肉質を改善するために肉豚の

後期肥育方式を検討した。その結果、雌豚と去勢は分離飼育すること、去勢豚の飼育方式については、制限給与法で生体重 105 kg で出荷する方式、低エネルギー飼料(原物中 TDN 70%前後)を自由摂取させ生体重 110 kg で出荷する方式、高エネルギー飼料(原物中 TDN 77%前後)を自由摂取させ生体重 100 kg で出荷する方式を提起している(滝川畜試, 1988 B)。

#### (7) 豚の飼養法の改善

脚弱が問題視されているランドレース種雌豚を用い、育成期における飼料給与法と運動の有無がこの時期における増体重、初回交配時体重(120 kg)到達日齢、肢蹄障害発生状況および繁殖機能に及ぼす影響について検討した。その結果、繁殖性を向上させ肢蹄を強化するためには、育成期の管理は別飼とし、標準給与を行い、体重 60 kg 時点からの放飼が望ましいとした(滝川畜試, 1985 A)。

産肉能力検定終了後の雌豚を用いて小格化の検討をした。その結果、育成期および妊娠期の飼料給与量を日本飼養標準の54%以下にした場合、授乳期の子豚の発育、離乳後の発情再帰状況、子豚の産肉成績のいずれも低下したが、85%とした場合は、飼養標準に準拠した標準区と同じ成績であった。また、標準区では起立不能が出たが小格区からは起立不能となった豚は1頭も出なかった。飼料の消費量は小格区が少なく4産目までの合計で標準区の87%であり、1頭当たり16,400円の節減となった。このことから、小格化を行っても、本来持っている繁殖能力や産子の発育などを損なうことなく肢蹄の負担を軽くすることによって連産性を高め、飼料の節減や豚房などの有効利用を図れる(滝川畜試, 1986)。

#### (8) 豚の管理技術の開発

コンピューター自動給餌機を導入した妊娠豚の飼養管理を検討した。コンピューター自動給餌機のオーガー回転で給与される飼料 80 g の採食時間は、飼料投与の際に水を加えることにより短縮され、水の添加量を飼料量の一倍以上とすることにより10分程度に短縮された。採食時間および給餌機利用状況から、飼料給与プログラムは、一日一回給与とし、飼料投与間隔は30秒を基準として適宜調整するのが良い。給餌機が妊娠豚の採食により有効に利用されている割合は24時間で70%と推定されたことから、給餌機一台の飼養可能頭数は56頭と試算した(表4)。

給餌機で飼養している群へ新たに豚を導入する場合、隣接施設での馴致飼育は敵対行動を減少させ、新

表4 給餌機1台当たり飼養頭数(試算)

給餌機利用率	0.7
1日当たり利用時間	16.8 時間 (24時間×0.7)
1頭当たり採食時間	0.3 時間
1日1台当たり最大飼養頭数	56 頭 (16.8÷0.3)



規導入豚の給餌機での採食が容易であった(滝川畜試, 1989).

土壌改良剤「パルコート」は、土の硬さが改善され、泥ねい化防止効果は認められるが、放飼場の仕上がりの状態が不安定であったことから、今後の検討課題も多いとしている(新得畜試, 1997).

#### (9) 豚の糞尿処理技術の改良

豚糞堆肥の冬期における腐熟化促進および副資材の節減を目的とし、回分式ならびに豚糞を逐次添加する連続式腐熟試験を行った。回分式は、夏期においては腐熟は進行するが、冬期においては腐熟の程度は極めて低いものと判断された。連続式は、冬期においても豚糞を逐次添加することにより、70~160日間の熱発生がみられ腐熟の継続は可能であった。豚糞の連続式腐熟を行うには、豚糞と副資材を混合して水分含量はおおむね60%とし、一旦上昇した品温が低下した時には、添加後の水分含量が60%になるように豚糞を添加するのが良いとした(滝川畜試, 1991 D).

有用菌群の活用による豚糞の急速堆肥化・無臭化技術の開発のために、豚糞に対する増殖が旺盛で、悪臭を低減する菌群を選抜した。豚糞に副資材を5~10%量、悪臭を低減する菌群を含んだ腐熟の進んだ堆肥を20%量添加し、開始時水分含量を65~70%にすることで、豚糞・副資材混合物のみに比べて堆肥化は速く進み、また、悪臭低減がすみやかであった。この菌群から豚糞臭の主体を占める低級脂肪酸の資化能が高い菌株を分離したが、菌株の多くは放線菌であった。少量規模の堆肥化では、急速堆肥化・無臭化効果は大きかったが、大量規模の堆肥化では両者間の差は小さくなる傾向であり、また悪臭の低下は遅れた。菌群の効果発現には好氣的条件が必要であり、自然通気式野積みでの利用においては限界があるものと考えられた(滝川畜試, 1996 B).

寒冷地のメタン発酵技術の確立するために、優良低温メタン菌群を含む汚泥を探索した。十勝地方から採取した優良汚泥は、25℃、有機物負荷量 7 kg/m<sup>3</sup>/日の培養条件下で標準汚泥35℃培養の89%に当たる1,786 l/m<sup>3</sup>/日の有機物発生量を記録した。この汚泥をテストプラントで培養したところ、厳寒期でも、発酵槽維持に必要なメタンガス量を上回る余剰メタンガスが得られることを実証した。メタン発酵消化液の液肥としての効果をみるために、早春に消化液を3 t/10 a 散布したところ、N-5 kg 水準の施肥区を上回る1番草収量が得られた。消化液を液肥として散布後、臭気は比較的早く消失した(滝川畜試, 1995 C).

#### (10) 豚の感染症関連対策の検討

1997年3月、北海道で初めての *Haemophilus pleuropneumoniae* による胸膜肺炎の発生が確認された。分離菌は2型に属した。本症は肺に梗塞性病変を起こすほか、全身に血栓形成が見られた。この梗塞性病変は

全身に血栓形成を起こす播種性血管内凝固(DIC)によるものと考えられ、その原因として Hp 菌体毒素の関与が推察された。また、感染試験の結果、日齢によって感受性に差があるように思われた。母豚を免疫して得られた初乳中の移行抗体による防御効果は認められなかった。飼料への抗菌剤添加による治療ないし予防効果は確認できなかったが、オールアウト後にはヘモフィルス性肺炎の発生は確認されなくなり、SEP 病変も減少した(滝川畜試, 1985 B).

豚の *Haemophilus Parasuis* 感染症では北海道内の15養豚場のうち13場で浸潤が確認された。分離株の血清型では型別不能株が最多で、次いで1型、2型が多かった。しかし、道外で高率に分離される5型は検出されず、Hps の血清型の分布に地域的な相違があることが推察された。北海道内の養豚場における Hps の浸潤株および病原性株は道外における報告と異なっていることが明らかとなり、北海道独自の Hps 感染予防対策の必要性が示された。また、従来法よりも早期かつ簡易に Hps を検出できる迅速同定法を開発した(滝川畜試, 1996 C).

豚のマイコプラズマ性肺炎(MPS)に対する不活化ワクチン(SF-SEP)の野外臨床試験の結果、ワクチン接種区のと殺時における MPS による肺病変陽性率および病変部面積率は、対照区に対して有意に減少し、SF-SEP の注射によって MPS 病変の形成を阻止または軽減することが確認された。さらに肺からの Mhp の分離率および分離菌数が低減し、パスツレラ(Pm)との混合感染を抑制する効果のあることが確認された(滝川畜試, 1997 C).

#### (11) 豚精子凍結保存技術の改良

豚精子凍結保存技術に関して、低温感作および凍結融解後に生じる豚精子凝集の防止と凍結融解が精子生存性に及ぼす影響を検討した(大原ら, 1988).

#### (12) 豚の受精卵移植技術の確立

衛生的に安全な遺伝資源導入法として豚受精卵(胚)移植技術の実用化の試験を行った。離乳と PMSG 注射を組み合わせた場合、88.1%の豚が離乳後6日以内に発情を発現し、特に4~5日目に集中した(78.6%)。胚移植手術は術者1名で容易に行え、著しい手術部の化膿や子宮の癒着がなければ4回以上反復して手術が可能であると考えられた。Day 5 または 6 の新鮮胚移植による受胎率は67%であり、受胎豚における移植胚数に対する産子数の割合は48.3%であった。この成績から、新鮮胚移植によって十分実用的な受胎率・産子数が得られることが示された。輸送時間が6~8時間、培養時間が20時間以内の条件下で空輸胚の移植を行ったところ、10頭中3頭が受胎し、胚の遠隔地への輸送・移植が可能であることが実証された(滝川畜試, 1991 E)。また、22℃に48時間保存の豚胚を移植したところ受胎し子豚を分娩した。これにより22℃での

48時間保存胚の生存性が確認され、従来より行われている37℃保存に比べ、胚の保存期間の延長が認められた(滝川畜試, 1994 B)。

### (13) SPF豚生産方式の確立

寒地におけるプライマリーSPF豚生産方式の確立に向けた試験では、手術実施率は87.0%であり、手術時に腸内容による子宮の汚染があった場合子豚を全廃棄としたため、手術成功率は89.4%となった。手術成功母豚の手術時の妊娠日齢は113.9±1.0日であった。子宮から摘出され蘇生の対象となった子豚は、黒子などを除く357頭のうち291頭が蘇生し、蘇生率は80.5%、一腹当たりの蘇生子豚頭数は6.9頭となった。段ボールアイソレータを用いた人工哺育の育成率は98.4%と極めて高く、生時体重500gの子豚でも育成可能であった。代用乳の給与法は、栄養水準100%・1日3回・14日齢離乳を標準法とするのが代用乳消費量・総哺乳回数・離乳後60日齢までの発育の面で最も妥当と考えられた。マイコプラズマ性肺炎・萎縮性鼻炎・アクチノバシラス症・豚赤痢・トキソプラズマ病・オーエスキー病の有無を調査豚18頭について検査したところ、これらの疾病は一切認められず、極めて清浄状態を維持していると考えられた(滝川畜試, 1992 B)。

SPF豚を有効活用するには、コンベンショナル養豚場へのSPF種豚導入が考えられることから、導入条件を検討し、SPF種豚の馴致導入マニュアルを作成した(滝川畜試, 1995 D)。既存養豚場のSPF一括変換方式の試験を行い、一括変換方式によるSPF変換マニュアルを作成した(滝川畜試, 1998)。

## 3) 現在行っている研究課題

### (1) 母豚の繁殖能力および産肉能力の同時選抜法の開発

豚の繁殖能力と産肉能力の発現に対する母性効果などの諸要因の影響を検討し、繁殖能力と産肉能力の同時選抜法を開発するために、これまで得られたデータを用いて繁殖能力と産肉能力に関連する形質の遺伝率および遺伝相関をMTGSAM法によって求めている。

### (2) 家畜のDNAマーカーによる選抜技術の開発

増体重と肢蹄の強健性に関連するDNAマーカーを検索し、そのマーカーを利用して、発育に優れかつ強健な肢蹄を持つ系統の選抜技術を開発するために、大ヨークシャーと梅山豚およびランドレースと梅山豚を交雑した2つの標準家系を作成し、既にF2世代の産肉検定を終了している。現在は、マイクロサテライトDNAマーカーの多型解析を実施し、QTL(量的形質に関連する遺伝子)との関連を分析している。

### (3) 配合飼料の高品質化による肉豚の生産性向上試験

高床分娩柵を利用して授乳期間の母子豚の糞・尿採

取装置を作成した。この装置を用いることにより、一日一回の採取作業で授乳期21日間の糞尿の全量採取がほぼ可能になった。現在、授乳期間における蛋白質の出納を調査し、授乳豚の蛋白要求量を推定するとともに、高リジン含量飼料給与の繁殖性への影響を検討している。

### (4) 「ハマナスW1」を利用した系統交雑豚の生産方式確立試験

品揃えの良い豚肉を安定的に供給することを目的に、遺伝的に斉一で高い能力を持った系統豚を利用した系統交雑肉豚生産が進められてきており、北海道においても「ハマナスW1」、「クニエル」、「サクラ201」を利用したハイブリッド豚生産事業(ハイコープ豚事業:ホクレン)が定着している。

一方系統豚が能力を安定的に発揮できる寿命は10~15年といわれ、現在利用されている「クニエル」は更新を検討する時期にきている。そこで「クニエル」に代わる次期のランドレース候補系統を用いて、系統間の組み合わせ能力についてホクレンと共同で検討している。

## 4) 今後の試験研究の方向性

養豚科も、2000(平成12)年4月に新得畜産試験場にSPF化して移転する。SPF化で感染症による要因を排除することにより試験精度を上げ、効率的に試験研究を進めることができると思われる。また、感染症の再侵入を考慮し、豚舎構造も環境的にブロック化している。これにより、ブロック毎に温度や換気などの環境要因を変えることができるので、豚舎環境に関する試験研究も進めることができる。衛生研究部門とともに協力しながら、以下のような研究課題を今後取り上げていきたいと考えている。

- ・優良肉質・高繁殖豚の造成と利用(ハマナスW2の造成)
- ・最適飼養管理法の確立
- ・豚胚の凍結保存技術の確立
- ・DNAマーカー利用による高生産豚の作出
- ・SPF農場への低コスト変換技術のマニュアル化
- ・農場の長期SPF状態維持技術の開発

(養豚科長 山田 渥)

## 3. 家 禽

### 1) はじめに

北海道における採卵鶏の飼養羽数と飼養戸数を図1に示した。北海道立滝川畜産試験場(滝川畜試)が設立された1962年と今年1998年を比較すると、飼養羽数は2,813千羽から約3倍の8,479千羽に増加しているのに対し、飼養戸数は130,600戸から、約900分の1である150戸に激減し、1戸当たりの飼養羽数は、現在46,836羽である(農林水産省経済局統計情報部、

1980 および北海道農政部酪農畜産課, 1998). その 150 戸の生産者も多くが資本系列に参加し, その技術は, 種鶏, 飼料, 資材の供給, 卵の出荷についての体系がマニュアル化されている. 公立の試験機関が, これら大規模養鶏の育種や栄養などの分野で関与する研究需要はほぼなくなったと分析できる. しかし, 今後の情勢変化に対応するためにも, 家禽研究の火は灯し続けることが必要であり, そのため家禽研究の対象を拡大し, その多面的活用や発想の転換が必要である(相馬, 1994). このような視点に立って, 当場のこれまでの研究と今後の方向を考えてみたい.

## 2) 研究の経過

滝川畜試が設立されて以後, 家禽研究は鶏が対象であった. 育種部門では滝川ゼットPの育種があり, 飼養では寒冷環境の生理, 光線管理, 制限給餌, 鶏舎構造などの研究がある. 鶏糞処理関係では, 除糞装置や発酵利用に関する研究などがある. 繁殖関係では季節と精液性状に関する研究が見られる. これらの研究成果は滝川畜産試験場五十年史(1981)にまとめられている. したがって, 今回, これ以後の研究をみたい.

育種関係では, 宝寄山裕直ら(1992)の「指数選抜法による白色レグホーン「滝川Y3系」の5世代にわたる卵殻強度の改良」や宝寄山裕直および杉本巨之(1994)の「ロードアイランドレッド「滝川P9系」における雌鶏の体重に対する非線形成長モデルの適合度の比較」などの研究がある. これらの研究の中で, 1991

年に「卵殻強度改良型採卵鶏滝川Y3×P8」が作出され道内に普及した. さらに, 種卵および雛生産性を高めた新実用鶏として, 1996年には「種卵および雛生産性改良型採卵鶏滝川Y3×(P8・P6)」を開発した(宝寄山, 1996). また, 高品質肉鶏である「北海道鶏」を1992年に送り出した.

繁殖関係では, 小関ら(1988)が鶏種卵の貯卵姿勢が孵化率におよぼす効果を報告し, 鋭端上が鋭端下よりも高い孵化率を示した. また, 遺伝子資源保存の雄側の問題解決のため, 鶏凍結精液の研究が行われた. その結果, 凍結方法はペレット法が精子運動性, 受精率共に優れていた. 90%以上の高い受精率を得たいときは, 精子濃度を採取時希釈濃度とし注入量を0.05 mlで, 単位精液当たりより多くの受精卵を確保したいときは再々希釈倍率を2倍以上とし0.05 ml注入する方法が適当である(大原ら, 1990). さらに, 雄個体別の凍結精液による交配, 凍結精液を用いて1母鶏からの長期間連続した種卵の採取が確認された(大原ら, 1990). 最後に, 福島県との間で輸送試験を行い, 90%以上の受精率が得られ, 実用化のめどを付けた(大原ら, 1990).

胚の凍結保存技術の開発に先立って必要な技術開発として, 窓開け鶏卵を用いたキメラ鶏作出技術を検討した. 受精卵の胚盤葉細胞を解離し, これを別の受精卵の胚盤葉に注入してキメラ鶏の作成し, これにより羽色キメラ胚が得られた(工藤ら, 1993). また, この時の孵化率を向上させるいくつかの条件が明らかに

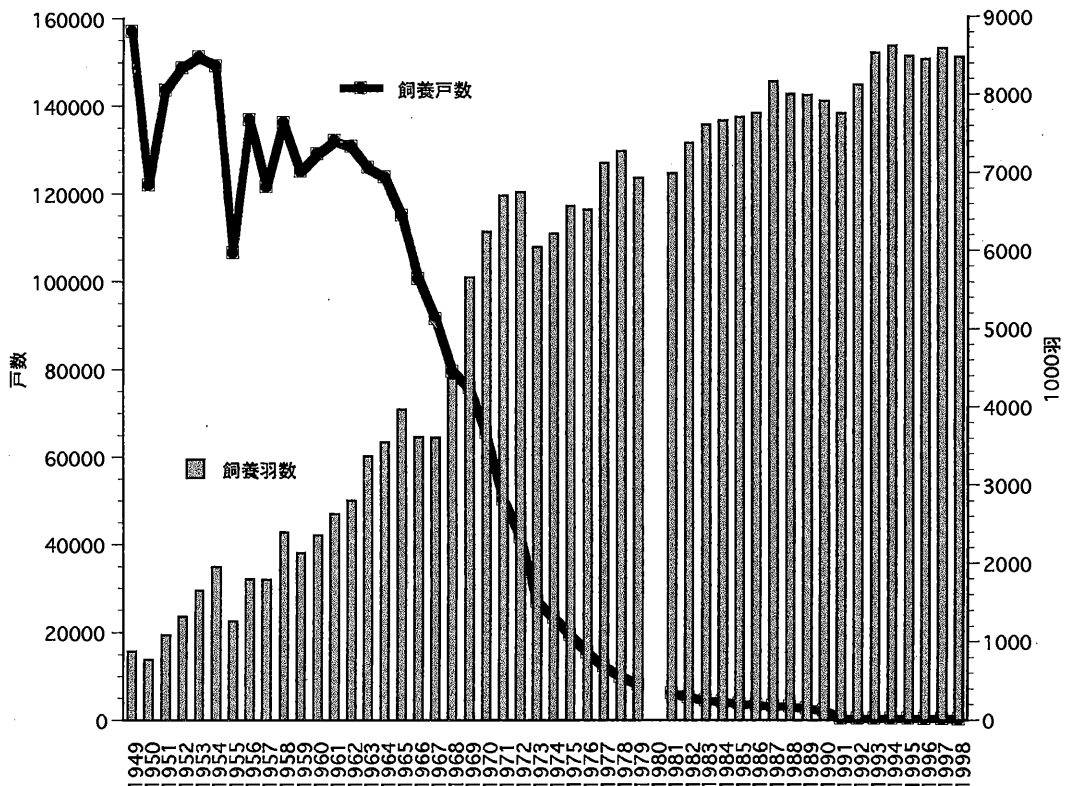


図1 北海道採卵鶏飼養羽数・戸数の変化

なった(大原ら, 1994)。

栄養関係では、低温環境における環境温度とエネルギー摂取量の関係が検討された。環境温度が15℃以下になると、温度の低下にしたがって直線的に代謝エネルギー(ME)要求量が上昇した。15℃以下の環境温度で適用される、以下のようなME要求量の推定式が求められた。

$$\text{ME 要求量 (kcal/日)} = (148.00 - 1.508 T) W^{0.75} + 5.5 \Delta W + 2.07 \text{EM}$$

T=環境温度(℃), W=体重(kg),  $\Delta W$ :体重変化(g/日), EM=産卵日量(g/日)

冬季寒冷時における飼料(ME 3,100 kcal/日)の給与は産卵性の改善に効果が認められ、ME 2,800 kcal/日飼料と比較すると産卵日量で1g以上高く、飼料要求率では0.1を越える改善が認められた。飼料中のエネルギー含量を高める程度は、ME 3,100 kcal/日の飼料では余裕のあるME摂取量が得られるが、産卵の程度によってはME 2,950 kcal/日で充足されたと考えられた。またME 3,250 kcal/日の飼料では飼料摂取量が低下することにより、CP 16%の飼料ではCP摂取量が不足がちになるようであり、この場合エネルギーよりも蛋白質が産卵に対する制限要因になってくると考えられた(田中ら, 1990)。

肉鶏である「北海地鶏」の関係では、給与飼料の栄養水準の違いが北海地鶏の発育および肉質に及ぼす影響を検討した結果、飼料の粗タンパク質含量が15, 17および19%では、その水準が高くなるにつれて体重が重くなり、腿肉および胸肉の脂肪含量が低くなった。飼料の代謝エネルギー量が2,800, 3,000および3,250 kcal/kgでは、その水準が高い方が腹腔内脂肪割合および腿肉の脂肪含量が高かった(森寄ら, 1998)。北海地鶏の飼育方法が発育および肉質に及ぼす影響を検討したところ、大ひな用ケージ飼いは屋内平飼いおよび屋外放し飼いに比べて体重が重く、解体成績では胸肉、ササミおよび筋胃割合が低く、腹腔内脂肪割合および腿肉の脂肪含量が高かった。屋内平飼いと屋外放し飼いを比較すると体重、解体成績および肉質には有意差は認められなかった(森寄ら, 1998)。平飼いにおける飼育密度の違いが北海地鶏の発育と肉質に及ぼす影響を検討したところ、平飼いにおける飼育密度が3.3平方メートル当たり20~40羽の範囲では発育、解体成績および肉質に及ぼす影響は認められなかった(森寄ら, 1998)。

鶏糞の処理関連で、滝沢および森寄(1977)は、最初に鶏糞の排泄量と化学成分を分析した。その結果、生ふん排せつ量は1日1羽当り115~125g, 年間40~45kgである。鶏糞の乾物率は20~26%で、冬期間は高く、夏期間は低い。鶏ふんの化学成分はT-N排

せつ量は1.2g/日・羽であった。発酵鶏糞たい肥の調整試験では、オガクズ・モミガラは好適な添加材料で、鶏糞との混合比は80:20位が適当である。たい肥化により、Nに対してP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>・K<sub>2</sub>Oの割合が高くなる。この調整方法として、好気性発酵を行うと扱いやすいたい肥が出来上がる。完熟鶏糞たい肥はN-P-Kの割合が、100-130-100ときわめてバランスの良いたい肥である。さらに、滝沢(1978)は発酵処理鶏糞の利用に方法について検討した。菜豆、ジャガイモ、タマネギに対する施用では、調整後2~3カ月以上経過し、発酵の終了した発酵鶏糞は多量に施用できることが判明した。この後、はくさい、甜菜、タマネギ、ジャガイモ、水稻、菜豆の施用量を決定した。

### 3) 今後の方向

今後、試験研究は時代の変化を捉え、ニーズの開拓や研究ニーズに対する対応を機動的に行う必要がある。研究の方向を生産者だけに向けるのではなく、消費者にも向けた試験研究が必要と考えられる。何度も聞く言葉ではあるが、川上にも、川下にも向いた研究が必要である。北海道畜産物の優れている点を明らかにして消費者に示すことで、北海道畜産物に付加価値を与えることが出来る。この分野の仕事は、高品質な畜産物を生産する技術と同じくらい大切なことである。しかし、試験場の家禽研究に対する陣容は間口を絞って試験研究に取り組みなくてはならない状況である。そこで、遺伝資源の保存・利用と、機能性卵の開発を軸に、合鴨研究によるクリーン農業への対応と、地域対応機能強化課題としての走鳥類研究で広がりを持たせる形で研究を進める計画である。

#### (1) 遺伝資源

近年、従来から見られた低コスト少品種大量生産のみでなく、「特用家畜活用ふるさと活性化事業」(農林水産省畜産局家畜生産課)に見られるような高付加価値な特用家禽の少量生産、環境にやさしく高収益を目指す家禽を利用した有機農業、並びに家禽と結合した持続型農業の展開等、家禽を利用した多様な形態の農業経営が見られるようになってきた。これに伴い、大規模施設の人工的環境での飼養に適した家禽だけではなく、北海道の自然環境に適した耕種農業と結合できる家禽等が必要となった。一方、これから急速に農家の高齢化が進行する北海道において、家禽を活用した就業の場を在村高齢者に提供し、活力とうるおいのある農村を建設するために、低コスト生産の目的で育種された家禽(品種/系統)とは異なる能力の家禽等が求められる。

このような多様な技術需要に対応するためには、北海道の寒冷な気候や環境に適した系統、強い抗病性を持った品種、さらには、種畜供給の寡占化の中で消失した帰巢性、就巢性や捕食性を持った家禽等を遺伝

資源として保存し、それぞれの地域に密着した形で活用する技術の開拓、拡大が必要である。

北海道の環境に適応し、農村において活用される家禽等の遺伝資源を効率的に保存するためには、精液と胚の凍結保存技術の確立が不可欠である。鶏精液の凍結保存はほぼ実用段階に達したが、大量の卵黄が存在する胚の凍結保存は胚（卵）の特殊性から実用化の目途はたっていない。そこで、家禽の胚保存に関する技術を開発する必要がある。

方法としては、解離した胚盤葉細胞または始原生殖細胞を借り卵に移植し、発育させ、由来の異なる細胞の混在した鶏（キメラ鶏）を作り、次世代における交配で、保存系統を復元する。

この技術の実用化により、生体で遺伝子資源を保存するときに比較して、保存施設・経費の大幅削減、災害・伝染病等飼育事故の回避及び保存系統の増加等が期待できる。同時に、キメラ形成率の調整などの胚操作技術は、21世紀の産業技術と期待される効率的遺伝子導入や核移植技術の基礎となると期待される。

## (2) 機能性卵

従来、食品は生体構成成分の補給とエネルギーの供給という点で考えられてきたが、最近、栄養素以外に生体調節機能をもっていることが判明した。食品のもつ「特性」ではなく、摂取する側の生体に与える効果の「機能」を評価することになり、「食品機能」という概念が定義された。食品には栄養機能、おいしいというような感覚機能および生体調節機能の3つの機能がある。これら食品機能を効率よく利用できるように設計され、加工変換された食品を機能性食品と定義されている（千葉，1991）。機能性食品の開発目標として、特定の疾患を予防する機能性食品（荒井，1991）やホメオスタシスに関係する生理活性物質（大村，1991）の生産が現在考えられている。現在、微生物などで生産が考えられているこれらの食品を鶏卵で生産する戦略も視野に入れておきたい。また、好ましくない機能性因子を除去した機能性食品の開発も必要である（荒井，1991）。この考えを家禽に当てはめると、低アレルギー卵の作出となる。卵アレルギー保有者頻度は12カ月齢で6.1%（上野川，1991）であり、乳幼児の栄養、食生活上の重要性を考えると、卵アレルギーは深刻な問題である。この不安感は、成長後の畜産物の摂取量にも影響する（栗崎ら，1995）。低アレルギー卵の生産には、低アレルギータンパク質の設計図が必要になるが、ここに至るまでには、エピトープ解析研究から、タンパク質工学、免疫学の地道な研究が必要である（栗崎ら，1995）。そのため、この分野における当面の研究計画は、家禽における免疫機能の解明を細胞レベルで検討して行くことである。

機能性卵とは異なるカテゴリーではあるが、胃潰瘍、虫歯、下痢等の予防が出来るかと期待されている卵黄抗

体に関する試験を現在検討中である。また、生物科学領域の拡大に伴い、分析を必要とする微量物質が極めて多種類になっている。抗原抗体反応は現在人類の持つ最も感度高い分析方法の一つであるが、このような分析に必要なカスタム抗体に関する試験を実施中である。これらの試験を通して、鶏を利用する新たな分野を開拓し、さらに、医薬・工業的利用高付加価値卵を生産する技術へと発展させることが目標である。

## (3) クリーン農業

農業の生産活動が自然生態系の破壊をもたらしつつある。一方、アトピー性皮膚炎等の増加から、農産物への消費者の関心が高まっている。人々の求める真の食物を供給すること、すなわち、安全で健康によい、本当の食物を供給することが北海道農業の使命である（相馬，1993）。そのため、自然に優しく、人に優しく、作物や家畜に優しい農業を目指して、クリーン農業が推進されている。この中で、環境にやさしく、安全性の高い、合鴨を活用した水稻栽培による差別化米の生産振興が期待され、クリーン農業パートIにおいて、合鴨の水田放飼による除草および害虫防除効果が認められたが（上川農試，1994）、経営評価の結果、生産コストが高いことが欠点とされた。「ヒナ代、電牧およびエサ代を含む」合鴨費は10a当たり26,037円であり、この費用を低減することが重要である（山本，1995）。現在、北海道における水田放飼用合鴨の孵卵、育雛、放飼および肥育ならびに放飼水田の雑草防除に関する総合的な栽培管理技術体系を確立するため、試験を実施している。

今後は、除草のみでなく、合鴨利用による水田害虫の防除方法の確立、さらに、水田放飼終了後の合鴨を季節感のある旬の食べ物として、高い価値を付け販売する技術の開発が求められている。

## (4) 草資源を利用する走鳥類の飼養技術について

オーストリッチ（ダチョウ）は低カロリー、低コレステロールの赤肉を生産する。孵化後12から16カ月で、約113kgの体重になり、枝肉歩留は約58%である。14スクエアフィートの皮が1羽から得られ、210ドル程度で販売され、また、3組のブーツを作ることが出来る。卵は、2～3年で性成熟に達した後、1年に平均して35～55個生産される。卵殻は中身が無くても1個6.50ドルで売られている。この様な高い生産性と利用性、繁殖力並びに消費者の健康指向に加えて、狂牛病の心配のないこと等から、ここ数年オーストリッチについての関心が高まり、同時に、オーストリッチ産業も、世界でも日本でも、急速に進展している（大原，1997）。

日本では、1991年に沖縄県今帰仁村に最初に導入され、急速に拡大している。北海道では、1995年に東藻琴村に導入されたのをはじめとして、美深町、門別町、平取町、壮瞥町、室蘭市、千歳市、恵庭市などで飼養

が開始され、地域振興策の1つとして期待されている。

オーストリッチの育種戦略において、個体識別を実施し近親交配を避ける交配を実施する事は特に重要である (G.Reiner, 1995)。しかし、各地域で繁殖用個体の導入が独自に行われている現状では、個体の家系情報の不足は、繁殖集団の維持において近親交配による近交退化などの深刻な問題を引き起こす危険がある。そのため、オーストリッチの遺伝的特性を把握し、家系データや能力記録等を共有し、利用しあう体制作りが急務である。北海道内に導入されたオーストリッチの遺伝的特性や飼養状況等について調査し、道内の集団の実態を把握し、今後オーストリッチの生産を円滑に進めていくための体制作りの基礎情報とする調査を現在実施中である。

オーストリッチは、一世紀以上前に、南アフリカで家畜化された。野生オーストリッチの生息場所は乾燥地帯であり、一般的に、貧弱な植生を利用して生きている。牛はもちろん羊でさえ生存できない場所で、生きるための食物を見つけることが出来る (Kreibich & Sommer, 1995)。オーストリッチ産業においても、他の家畜・家禽産業と同じく、飼料コストが大きな支出である。この貧弱な植生で生活できるオーストリッチの能力を引き出し、利用することで、支出の削減が可能になる (大原, 1998)。

オーストリッチの消化器は他の家禽より粗繊維を良く消化出来ることから、「単胃の」草食動物と考えられる。そのことは粗飼料の利用性が発達した、一つの胃を持つ動物であることと見ることが出来き、消化生理はウサギやウマと比較できる。普通の家禽では5~6%である中性デタージェント (NDF) の消化率は、オーストリッチでは孵化後3週間でこの値に達する。成長に伴い、NDFの消化率は直線的に向上し、10週齢で50%、30週齢で60%になる。このような高い繊維消化率が見られるのは、オーストリッチ以外では反芻家畜である (Smith, 1995)。これは、オーストリッチは巨大な消化管をもち、セルロース繊維の微生物発酵により産生される揮発性脂肪酸やビタミンを利用する (田中, 1998) 結果である。オーストリッチは繊維発酵の最終産物で、維持代謝エネルギーの76%をまかなうことが出来るといわれている (唐澤, 1997)。

1996年の飼料用を含む穀物自給率は29%となった。また、21世紀において、穀物および大豆の国際価格は制約シナリオでは、1994年の4倍にもなると予測されている (食料・農業・農村基本問題調査会, 1998)。このような中で、将来とも国民に卵と肉を供給するためには、オーストリッチのもつ高い繊維利用能力と北海道の草地資源を生かした生産技術の確立が急務と思われる。

エミューについては、低カロリー・低コレステロールの赤肉や特徴あるオイルを効率よく生産する家禽と

してその有利性が注目され、1995年下川町で飼養が開始された。道内における現状をみると、有精卵率の低さが生産振興のネックになっている。また、個体の家系情報の不足は繁殖集団の維持において、近親交配による近交退化などの深刻な問題を引き起こす危険がある。そのため、受精率の向上と共に、遺伝的特性を把握し、家系データや能力の調査が必要であり、現在、計画中である。併せて、エミューを産業として定着させるには、肉の利用のみでなくエミューのもつ全てのものを利用する技術の開発が必須である。

現在、このような研究計画を持っているが、将来、研究需要が生まれると予想される動物福祉の分野、発酵床技術の開発、行動学を利用した管理技術ならびに食卵の成分に係る研究 (工藤, 1994) については、これから準備を進めていかなければならない。

(家きん科長 大原陸生)

## 参考文献

### めん羊

- 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 (1985) 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), 3:1-10.
- 斉藤利朗・寒河江洋一郎・佐藤勝男・平山秀介 (1982) 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.
- 北海道立滝川畜産試験場 (1978) 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資料, 1-18.
- 北海道立滝川畜産試験場 (1986) 子羊の人工哺育に関する試験, 昭和60年度北海道農業試験会議資料, 1-35.
- 北海道立滝川畜産試験場 (1989) 哺乳子羊に対する人工乳給与に関する試験, 昭和63年度北海道農業試験会議資料, 1-21.
- 北海道立滝川畜産試験場 (1989) サフォークラム生産における月齢別肥育期間の検討, 昭和63年度北海道農業試験会議資料, 1-17.
- 北海道立滝川畜産試験場 (1991) サフォークラム生産における濃厚飼料給与水準に関する試験, 平成2年度北海道農業試験会議資料, 1-23.
- 北海道立滝川畜産試験場 (1992) 圃場副産物の高品質化とめん羊における利用技術, 平成3年度北海道農業試験会議資料, 14-26.
- 北海道立滝川畜産試験場 (1994) 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資料, 1-15.
- 北海道立滝川畜産試験場 (1995) 粗飼料としてアンモニア処理稲わらを用いた母子羊の飼養技術, 平成6年度北海道農業試験会議資料, 1-11.

- 北海道立滝川畜産試験場 (1996) 双子羊早期出荷のための舎飼い肥育技術, 平成7年度北海道農業試験会議資料, 1-24.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1985) Nutrient requirement of sheep. 6th rev. ed. 1-14. National Academy Press. Washington, D.C.
- 山内和律・出岡謙太郎・寒河江洋一郎 (1992) サフォーク子羊の離乳時体重に及ぼす環境要因の検討と遺伝率の推定, 滝川畜試研報, 27:1-8.
- 豚**
- 北海道立滝川畜産試験場 (1991 A) 大ヨークシャー系統豚「ハマナスW1」の造成に関する試験, 平成2年度北海道農業試験会議資料, 1-13.
- 北海道立滝川畜産試験場 (1993 A) ランドレースの系統造成に関する試験, 平成4年度北海道農業試験会議資料, 1-23.
- 北海道立滝川畜産試験場 (1994 A) ランドレースの系統造成に関する試験(補完成績), 平成5年度北海道農業試験会議資料, 1-15.
- 北海道立滝川畜産試験場 (1992 A) 系統交雑豚生産における「ハマナスW1」の有効活用法, 平成3年度北海道農業試験会議資料, 1-12.
- 北海道立滝川畜産試験場 (1995 A) ハマナスW1を利用した系統交雑豚の生産方式確立試験, 平成6年度北海道農業試験会議資料, 1-10.
- 北海道立滝川畜産試験場 (1993 B) 系統交雑豚に対する性別・季節別飼料給与方式, 平成4年度北海道農業試験会議資料, 1-21.
- 北海道立滝川畜産試験場 (1997 A) 系統交雑雌豚の育成期および初産妊娠期の飼養管理に関する試験, 平成8年度北海道農業試験会議資料, 1-13.
- 北海道立滝川畜産試験場 (1991 B) 豚繁殖能力の判定法に関する試験 —母豚生産指数の改善—, 平成2年度北海道農業試験会議資料, 1-26.
- 北海道立滝川畜産試験場 (1991 C) 豚産肉能力の現場判定法に関する試験, 平成2年度北海道農業試験会議資料, 1-26.
- 北海道立滝川畜産試験場 (1983) 無看護分娩時の豚舎保温に関する試験, 昭和57年度北海道農業試験会議資料, 1-25.
- 北海道立滝川畜産試験場 (1987) 寒地における豚舎環境の改善方式に関する試験, 昭和61年度北海道農業試験会議資料, 1-30.
- 北海道立滝川畜産試験場 (1982) 発酵飼料の妊娠豚での有効利用に関する試験, 昭和56年度北海道農業試験会議資料, 1-19.
- 北海道立滝川畜産試験場 (1984) 養豚におけるとうもろこしサイレージの生産利用技術に関する試験, 昭和58年度北海道農業試験会議資料, 1-69.
- 宮崎 元・秦 寛・米田裕紀・三浦裕輔・首藤新一 (1982) 穀類の蒸煮厚片処理が発育成績と胃病変に及ぼす影響, 滝川畜試研報, 19:11-16.
- 杉本亘之 (1986) 豚における緑葉蛋白質の利用性に関する研究 1. 緑葉蛋白質の栄養価, 日豚研誌: 23(2): 68-73.
- 杉本亘之・宮崎 元・齊藤 隆 (1986 A) 豚における緑葉蛋白質の利用性に関する研究 2. 肉豚に対する緑葉蛋白質の肥育効果, 日豚研誌: 23(3): 157-164.
- 北海道立滝川畜産試験場 (1988 A) カポック粕配合飼料による豚枝肉の品質改善, 昭和62年度北海道農業試験会議資料, 1-11.
- 宮崎 元・小泉 徹・岡本全弘・三浦裕輔 (1990) ルーピンの豚における栄養価と大豆粕の代替効果, 滝川畜試研報, 25:1-10.
- 北海道立滝川畜産試験場 (1995 B) でん粉粕を原料とした微生物蛋白質生産と養豚飼料としての利用, 平成6年度北海道農業試験会議資料, 1-24.
- 北海道立滝川畜産試験場 (1996 A) ホタテガイ副産物の豚における飼料価値, 平成7年度北海道農業試験会議資料, 1-10.
- 北海道立滝川畜産試験場 (1997 B) 養豚飼料への添加物(中鎖脂肪酸, フィターゼ)の給与効果, 平成8年度北海道農業試験会議資料, 1-12.
- 杉本亘之 (1983) 豚の消化率測定のための全糞採取法と酸化クロム法の比較, 日豚研誌: 20(4): 177-184.
- 杉本亘之・古谷 修 (1984) 豚の消化試験における予備期間と採糞期間の長さの検討, 日畜会報, 55(4): 227-233.
- 杉本亘之 (1984 A) 豚の消化試験における指標物質としての酸化クロム粉末, 酸化クロムペーパーおよび酸不溶性灰分の検討, 日畜会報, 55(12): 924-929.
- 杉本亘之 (1985 A) 豚における飼料の給与水準が消化率に及ぼす影響, 日畜会報: 56(10): 797-801.
- 杉本亘之・高橋正也 (1986 B) 豚におけるトウモロコシの粒度と消化率の関係, 日豚研誌: 23(2): 57-61.
- 杉本亘之 (1987 A) 豚における供試飼料の消化率に及ぼす供試飼料と基礎飼料の配合割合の影響, 日豚研誌: 24(2): 94-99.
- 杉本亘之 (1987 B) 肥育豚と妊娠豚における消化率の比較, 日畜会報, 58(8): 648-652.
- 杉本亘之 (1987 C) 肥育豚の体重と消化率の関係, 日豚研誌: 24(3): 168-171.
- 杉本亘之 (1984 B) ビートパルプおよびポテトパルプ及びアルファルファの繊維性成分の豚における消化率, 日豚研誌: 21(1): 4-9.
- 杉本亘之 (1984 C) 豚におけるアルファルファ, ビートパルプおよびポテトパルプの給与が消化器内容物の化学組成および消化吸収率に及ぼす影響, 日豚

- 研誌：21(1)：10-17.
- 杉本亘之(1985 B)豚におけるアルファルファ、ビートパルプおよびポテトパルプの給与が消化管内容物の繊維性成分の消化吸収率に及ぼす影響，日豚研誌：22(3)：158-162.
- 杉本亘之(1985 C)豚におけるアルファルファ、ビートパルプおよびポテトパルプの給与が消化管内容物のアンモニア態窒素、乳酸および揮発性脂肪酸濃度の及ぼす影響，日豚研誌：22(4)：206-212.
- 北海道立滝川畜産試験場(1981)肉豚の無去勢が肥育効果および肉質に及ぼす影響，昭和55年度北海道農業試験会議資料，1-14.
- 北海道立滝川畜産試験場(1988 B)肉豚の後期肥育方式に関する試験，昭和62年度北海道農業試験会議資料，1-30.
- 北海道立滝川畜産試験場(1985 A)繁殖雌豚の育成期における飼養管理技術，平成59年度北海道農業試験会議資料，1-20.
- 北海道立滝川畜産試験場(1986)繁殖雌豚の小格化に関する試験，昭和60年度北海道農業試験会議資料，1-32.
- 北海道立滝川畜産試験場(1989)妊娠豚の群管理におけるコンピュータ自動給餌機の導入，昭和63年度北海道農業試験会議資料，1-28.
- 北海道立新得畜産試験場(1997)土壌硬化材によるパドックの泥ねい化防止，平成8年度北海道農業試験会議資料，1-11.
- 北海道立滝川畜産試験場(1991 D)寒地における豚糞の堆肥化技術，平成2年度北海道農業試験会議資料，1-26.
- 北海道立滝川畜産試験場(1996 B)豚糞の堆肥化・悪臭低減を促進する市販微生物資材と種堆肥の効果，平成7年度北海道農業試験会議資料，1-24.
- 北海道立滝川畜産試験場(1995 C)積雪寒冷地における豚ふん尿のメタン発酵による処理，利用技術の開発，平成6年度北海道農業試験会議資料，1-27.
- 北海道立滝川畜産試験場(1985 B)豚のヘモフィルス性肺炎の防除に関する試験，昭和59年度北海道農業試験会議資料，1-26.
- 北海道立滝川畜産試験場(1996 C)北海道におけるHaemophilus Parasuis感染症の実態解明と診断技術の開発，平成7年度北海道農業試験会議資料，1-16.
- 北海道立滝川畜産試験場(1997 C)豚マイコプラズマ性肺炎不活化ワクチンの野外臨床試験，平成9年度北海道農業試験会議資料，1-8.
- 大原睦生・河部和雄・草刈直仁(1988)低温及び凍結融解後に生じる豚精子凝集の防止とその精子生存性に及ぼす影響，滝川畜試研報，24：1-6.
- 北海道立滝川畜産試験場(1991 E)豚胚(受精卵)移植技術の実用化に関する試験，平成2年度北海道農業試験会議資料，1-19.
- 北海道立滝川畜産試験場(1994 B)常温環境下での豚胚移植ならびに胚の保存期間の延長，平成5年度北海道農業試験会議資料，1-10.
- 北海道立滝川畜産試験場(1992 B)優良道産系統豚「ハマナスW1」のSPF化，平成3年度北海道農業試験会議資料，1-16.
- 北海道立滝川畜産試験場(1995 D)コンベンショナル養豚場におけるSPF種豚の導入技術，平成6年度北海道農業試験会議資料，1-16.
- 北海道立滝川畜産試験場(1998)既存養豚場のSPF変換方式，平成9年度北海道農業試験会議資料，1-21.
- 家禽**
- 荒井総一(1991)食品のもつ生体調節機能. 新しい食品機能“次世代の機能性食品”をめざしての項執筆. 183-192. クバプロ. 東京.
- 北海道立上川農業試験場(1994)クリーン農業に関する技術資料—1994, 減農薬. 北海道農政部. 札幌市.
- 北海道農政部酪農畜産課(1998)北海道の酪農・畜産データブック'98, 249. デーリィマン社. 札幌市.
- 宝寄山裕直, 田村千秋, 小関忠雄, 大原睦生, 森寄七徳, 杉本亘之(1992)指数選抜法による白色レグホーン「滝川Y3系」の5世代にわたる卵殻強度の改良. 滝川畜試研報, 27：9-17.
- 宝寄山裕直, 杉本亘之(1994)ロードアイランドレッド「滝川P9系」における雌鶏の体重に対する非線形成長モデルの適合度の比較. 滝川畜試研報, 28：7-16.
- 宝寄山裕直(1996)鶏新品種「滝川Y3×(P8P6)」, 北農, 63：93.
- 上野川修一(1991)食品のもつ生体調節機能. 食品アレルギーの低減化の項執筆. 61-73. クバプロ. 東京
- 唐澤 豊(1997)栄養と飼料, 産業としてのダチョウの飼い方・ふやし方. 60-71. 富民協会. 東京.
- 栗崎純一, 水町功子, 辻 典子(1995)畜産物アレルギータンパク質のエピトープ解析と低アレルギー化. 畜産の研究, 49：718-724.
- A. Kreibich & M. Sommer(1995) Ostrich Farm Management. 50-70. Landwirtschaftsverlag. Munster-Hiltrup.
- 工藤卓二, 杉本亘之, 大原睦生, 森寄七徳(1993)窓開け卵に移植された上胚盤葉および下胚盤葉のキメラ形成, 平成4年度食肉に関する助成研究調査成果報告書, 11：32-36.
- 工藤卓二(1994)21世紀をめざす畜産研究の展望と課題, 2. 中小家畜(豚, 鶏, めん羊)北農, 61：235-241.
- 森寄七徳, 宝寄山裕直, 大原睦生, 杉本亘之(1998)飼料の栄養水準が北海地鶏の発育と肉質に及ぼす影響. 滝川畜試研報, 30：1-6.



- 森寄七徳, 宝寄山裕直, 大原陸生, 杉本亘之 (1998) 飼育形態の違いが北海地鶏の発育と肉質に及ぼす影響. 滝川畜試研報, **30**: 7-12.
- 森寄七徳, 宝寄山裕直, 大原陸生, 杉本亘之 (1998) 平飼いにおける飼育密度の違いが北海地鶏の発育と肉質に及ぼす影響. 滝川畜試研報, **30**: 13-16.
- 農林水産省経済局統計情報部 (1980) 農林水産累計統計, 98. 全国農林統計協会連合会. 東京都.
- 大原陸生, 小関忠雄, 宝寄山裕直, 坂本秀樹, 高橋武, 田村千秋 (1990) 鶏凍結精液の実用化について. 日畜北海道支部会報, **33**: 34.
- 大原陸生, 小関忠雄, 田村千秋, 高橋武 (1990) 雄鶏個別凍結精液の受精率並びに7日間隔で4回人工授精した時の凍結精液の受精率. 家禽学会誌, **27**: 398-402.
- 大原陸生, 小関忠雄, 田村千秋, 高橋武 (1990) Hiroshima 希釈液を用いて凍結した鶏精液の注入量及び融解後の再々希釈倍率が受精率に及ぼす影響. 家禽学会誌, **27**: 403-408.
- 大原陸生, 森寄七徳, 宝寄山裕直, 杉本亘之 (1994) 鶏窓開け卵を用いたキメラ作成時において, 胚盤葉細胞を移植された卵の孵化率. 北畜会報, **36**: 49-51.
- 大原陸生 (1997) オーストリッチ産業の現状. 鶏卵肉情報, **27**(13): 46-47.
- 大原陸生 (1998) オーストリッチの成長と飼料. 鶏卵肉情報, **28**(20): 40-41.
- 大村 智 (1991) 食品のもつ生体調節機能. ホメオスタシスに関連する新しい生理活性物質の項執筆. 137-153. クバプロ. 東京.
- 小関忠雄, 田村千秋, 高橋武, 森寄七徳, 田中正俊 (1988) 鶏種卵の鋭端を上にした貯卵姿勢が孵化率におよぼす効果(貯卵期間4週間まで). 滝川畜試研報, **24**: 31-36.
- G. Reiner (1995) Ostrich Farm Management. 71-92. Landwirtschaftsverlag. Munster-Hiltrup.
- 相馬 暁 (監修) (1993) クリーン農業時代. 166-167. チクマ秀版社. 東京.
- 相馬 暁 (1994) 21世紀をめざす畜産研究の展望と課題, 1. 北海道の畜産研究を取り巻く情勢. 北農, **61**: 218-222.
- W. A. Smith (1995) Practical Guide for Ostrich Management & Ostrich Products. An Alltech Inc. Publication. Stellenbosch.
- 食料・農業・農村基本問題調査会 (1998) 食料・農業・農村基本問題調査会参考資料, 7-27.
- 滝沢寛禎, 森寄七徳 (1977) 鶏ふん・発酵処理鶏ふんの化学的特性と利用法 I, 北農, **44**: 26-61.
- 滝沢寛禎 (1978) 鶏ふん・発酵処理鶏ふんの化学的特性と利用法 II, 北農, **45**: 25-62.
- 滝川畜産試験場五十年史編集委員会編 (1981) 滝川畜産試験場五十年史, 100-133, 北海道立滝川畜産試験場. 滝川市.
- 田中育美 (1998) 走鳥類の栄養, JOC Journal, **5**: 18-23.
- 田中正俊, 小関忠雄, 岸 昊司, 和泉康史, 三浦祐輔 (1990) 寒冷期における産卵鶏のエネルギー要求量の解明ならびに寒冷地向け冬季用飼料の開発, 平成元年北海道農業会議(成績会議資料), 21. 北海道立滝川畜産試験場・ホクレン農業協同組合連合会. 札幌市.
- 千葉英雄 (1991) 食品のもつ生体調節機能. 機能性食品とはの項執筆. 8-20. クバプロ. 東京.
- 山本 毅 (1995) クリーン農業の展望と課題, 6. クリーン農業の経営経済的評価. 北農, **62**: 345-348.