

緒 論

1. 研究の目的

昭和36年の農業基本法公布により、豚肉は選択的拡大農産物と位置づけられ、それまでの零細副業的生産段階から脱皮し、多頭化と主産地化を目指して飛躍的に発展したが、あわせて生産構造も大きく変化した。すなわち、中ヨークシャー種に代って大型品種・ランドレース種の導入とその交雑種の利用、農場副産物や残飯を中心とした粗飼料に代る市販配合飼料の大幅な利用、抗生物質に依存した衛生管理などである。さらに、配合飼料の利用を前提とする省力化が強調され、土地から遊離する中で規模拡大が図られるなど、集約的養豚構造となっている。

多頭化傾向が認められ始めた昭和38年頃から、制度資金が豚舎の建築に導入され、これに伴って大型豚舎の建築が始まった。このため、生産者や養豚技術者により、各種の工夫が試みられたが、それらは、主として管理作業と密接に関連する豚舎の平面設計に関するものが多く、豚の生産性に影響する豚舎の立体的構造（天井、壁、床、窓などの材料や型式）と換気方法については、ほとんど検討されなかった。

北海道は広大な土地を有し、飼料の自給、糞尿の土地還元、夏期の冷涼・低湿な気候など、今後多頭養豚の発展の有利性は大きいと判断されるが、約半年に及ぶ積雪寒冷期が存在する。この頃建築された北海道の大型肉豚舎では、冬期に畜舎内低温多湿と結露が認められ、発育の遅延、疾病の多発など生産性が低下する例も散見されるようになった。このように、豚の飼育規模が小さく、副業的な段階ではあまり重視されなかった、豚舎内の環境問題の解決が、昭和40年代中頃から重要な課題となってきた。

豚の生産性は、遺伝と広義の環境によって定まるものであるが、肉豚の産肉能力として重要なと体形質の遺伝力は強く、成長速度・飼料効率などの

形質は、環境的要因の影響が大きい。遺伝学での環境とは、非遺伝的要因をすべて含むものであるが、管理面からは豚の生活環境、すなわち、気温・気湿・空気成分などの物理・化学的環境が生産環境として重要である。しかし、低温域における各種環境要因と豚の生産反応に関するわが国の研究成果は、ほとんど認められず、諸外国においても反芻家畜の研究に比べ著しく少ない。したがって、北海道における冬期の舎飼時の生産環境基準は明確でなく、寒地型多頭飼育施設とその管理方式も具体的に提示されていない。

また、前述のとおり豚の飼育頭数の増加に伴って、少ない時間で多くの頭数を管理する集約的管理が必要となり、このことが、必然的に高密度畜舎内飼育を基本とする管理方式へと移行させた。このため、豚舎に対し、防寒・防暑の機能にとどまらず、高飼育密度下における環境衛生的機能が強く要請されることになり、豚の飼育環境を最適になるようにする、あるいは最大限に利用しようとする新しい考え方が出現している。

このような実態を背景として著者は、今後の北海道養豚の発展には、単に管理作業の省力化からの視点だけでなく、安定した高い生産性を保障する生産環境の究明と、その具体的制御の検討が必要と判断した。

本研究は、1971年（昭和46年）以降多頭化が著しい肉豚を対象として、北海道の冬期の豚舎実態を調査し問題点を抽出することから開始し、肉豚の生産環境基準の設定を目的として、低温環境と肉豚の生産反応の関係を明らかにしようとした。さらに望ましい生産環境を維持するための制御方法を検討するため、現地豚舎で断熱・換気と加温について試験した。

これらの研究成果を基に総合考察を加えて、肉豚の生産環境基準を定め、寒地における肉豚の舎内環境の制御モデルを提示したものである。

2. 従来の研究

家畜の管理と環境生理学

近年の家畜管理技術は、家畜自体の生産性を高める環境の制御、および利用の面と労働生産性を追求する省力化の面に大別できる。しかも、実践の場である畜舎施設では、これらの要素を統一的にとらえ、組立てたものでなければならぬ⁵⁶⁾。しかし、体系的な研究の発展は、世界的にも第2次大戦以降における集約畜産の進展と歩調を一にしているという^{57,109)}。

1960年(昭和35年)に三村⁵⁵⁾が、家畜と環境の相互関係を把握しようとする環境生理学的研究が、世界的に第2次大戦後の畜産学界における新しい傾向であることを総説の中で紹介した。家畜環境生理学は、環境と家畜の関係を生理学的手法により解析するものであるが、終局において家畜生産の増大や生産地帯の拡大を図るなど、環境を利用・克服しようとする積極的性格を強く持つもの¹⁰⁹⁾である。

アメリカのMissouri, Cornell, Californiaの諸大学では、合理的で経済性の高い畜舎設計の基礎資料を得るために、農業工学と結びついた中で、1950年頃から、環境と家畜の関係を生理学あるいは畜産学的に解析した¹⁰⁾。これらの研究は、暑熱地域である発展途上諸国への技術援助として、家畜導入に伴う環境適応に関する諸問題の解決をも目的としているという^{55,89,109)}。また、同じく1950年代に入り、イギリスのHannah Dairy Res. Inst. (HDRI)やAgricultural Research Council Inst. (ARC)においても、家畜の体温調節機能や暑熱環境下の生理反応に関する研究が実施されている^{21,66)}。

わが国では、1958年(昭和33年)に川瀬が飼料生産から家畜生産における環境の重要性を論じたが¹⁰⁹⁾、1965年(昭和40年)に三村はさらに加えて、家畜の生態学、心理学などを総合してとらえる「家畜管理面における科学的基礎に関する研究(家畜管理学)」の重要性を論じた著書を発表した⁵⁶⁾。その後、東北大学農学部、九州大学農学部、広島大学水畜産学部、農林省畜産試験場、同九州農業試験場などで、環境と反芻家畜を中心と

した生理反応が研究され、岡本⁷⁶⁾、三村⁵⁹⁾が著述し、山本^{108,109)}、安保⁵⁾が総説している。

肉豚の生産反応と環境要因

豚については、1950年代から新生子豚の体温調節機能や臨界温度に関する研究がMOUNTを中心に実施され⁶⁶⁾、出生直後の子豚の臨界温度は34~35℃と高く、直ちに産熱量の増加をみるが、最大産熱量は他の家畜に比べ低い。このため、体温が急激に降下し、降下度合や回復に要する時間は、環境温度、生体重⁶⁵⁾、床面の状態⁹²⁾などによって異なる。

離乳後の子豚の体温調節機能は完成段階にあり、低温度での体熱産生(化学的調節)は高水準となる。FULLER²²⁾やSUGAHARA⁹⁴⁾の環境温度と日増体量の関係を試験した結果では、20~25℃が適温域とみられる。

肉豚期に入ると、高温域で体熱の放散効率が悪化し、呼吸数の増加^{34,110)}、体温の上昇を招き³⁴⁾体重の大きい豚ほど著しくなる。また、高温度では採食量が減少するため増体率も低下し、HEITMAN³³⁾は、最高日増体量が得られる温度において飼料効率も最高であり、体重45kgで23℃、142kgで16℃としている。しかし、このような適温域より環境温度が低くなると、熱放散量が増大し、皮膚血管の収縮を中心とした物理的調節機能のみで、熱放散を防ぎ得ないため、化学的調節機能が働いて肉豚の熱発生量は増加する^{7,8,22,37,66)}。したがって、臨界温度以下の低温度では、体温維持のためのエネルギーを多く必要とするから、摂取エネルギーを増加させない限り体畜積エネルギーが減少し、増体量が悪化する。1971年になってFULLER and BOYNE²⁴⁾は、5—13℃において体重20→90kgの単飼肉豚は、温度が1℃降下するごとに17.8g日増体量が悪化すると報告した。しかし、肉豚は互に体を寄せあい重なり合って休息するため、群飼豚は単飼豚に比較し、熱放散量が少なく³⁸⁾発育も良好である⁸⁹⁾。また、豚は大半を横になって過ごすため、床の構造や敷料の種類によって熱放散量が異なり、日増体量などの生産反応が変化する^{103,104)}。

そのようなことから1977年になってHOLMES and

CLOSE³⁷⁾が、肉豚の摂取エネルギー、体重、飼育型（単・群飼）別の下臨界温度を試算して発表している。

実際の豚舎では、昼間と夜間で大きな温度差がみられる。適温域（21.2℃）を中心とした、15.6～26.7℃の日内温度変化が生産性に及ぼす影響は、その平均温度が及ぼす影響に一致することをBONDら⁸⁾が報告している。しかし、低温域での日内温度変化についての報告はみられない。

MORRISONら⁶¹⁾は、高温域においては肉豚の増体・飼料効率が高湿度で著しく悪化するとしているが、低温域での湿度に関する知見はみられない。

風は体熱の放散を促進するので、豚の体熱平衡からみれば高温域で生産性に寄与し、低温域では阻害要因と考えられる。BONDら⁹⁾は、10℃で風速を0.18^m/_{sec}から1.5^m/_{sec}に増加した場合、日増体量と飼料要求率が悪化したことを認めている。

屋部¹¹⁾は1966年に寒地養豚の環境衛生の実態を調査し、幼豚の疾病が夏の多湿期、秋から冬に向う気温急冷期、冬の長期低温期に多くなるとし、友成⁹⁸⁾は多頭化につれ、感染症の誘因となる環境と管理の改善が必要なことを指摘している。籠田ら⁴⁴⁾は、1970年鶏と豚の大型畜舎における冬期の舎内微気象を調査した結果、疾病の多発・発育の遅れなどが、換気不良と低温多湿、空気汚染が誘因となっていることを強調している。

DONE¹⁸⁾は、環境と呼吸器系疾病について解説しているが、開放豚舎に比較し閉鎖型豚舎での肺炎発生率が高く、豚1頭当たりの気容積が少ないと、呼吸器系疾病の罹患率が高まる傾向にあるというKOSZOTOLICHの試験成績を引用している。最近になって、STOMBAUGHら⁹³⁾、CURTISら^{11,12,13)}は、豚舎内がアンモニアガスや塵埃の成分によって汚染すると増体が低下する傾向を認め、塵埃の成分は飼料由来のものと報告している。芹川ら⁸⁶⁾は、流行性肺炎の原因である*Mycoplasma*を人工感染させた肉豚を、換気の不良な豚舎で飼育した結果、換気の良好な豚舎に比べ増体・飼料要求率の著しい悪化を認め、換気不良が肺炎の症状を悪化させている。

光についてはJENSEN⁴²⁾が、TERRILLら、BRAUDEらの肉豚、CATRONらの子豚の試験を引用し、光の有無が豚の行動や生産性に明らかな影響はないと考察している。

環境温度と枝肉形質の関係については、SØRENSEN⁸⁹⁾が15℃以下で貯蔵脂肪が多くなるとしたが、SEYMOUR⁸⁷⁾は背脂肪に季節差はないと報じている。枝肉の長さは低温度では短くなるという^{36,94)}。枝肉の脂肪の性状に環境温度が関与し、低温度では融点が低くなり、脂肪酸の飽和度が低下するとされるが、試験報告はほとんどみあたらない。

以上のように、肉豚の生産反応と環境要因に関する研究は、反芻家畜に比較して著しく少なく、わが国においてはわずかに、高温度での生理反応の検討¹¹⁰⁾、放飼との関連で低温感作の影響^{46,47)}、肉豚の前期発育、血液成分および甲状腺機能に対する寒冷影響の小試験⁹⁷⁾がなされている程度である。

豚舎と舎内環境の制御

わが国の豚舎施設は、1955年（昭和30年）頃にデンマークへ派遣された酪農実習生が紹介したデンマーク式豚舎³²⁾が契機となり、平面的構造の上で大きく変化した。すなわち、排糞所を設けた8～15頭の肉豚群飼房を単列、あるいは複列に配置し、飼料給与と糞尿搬出に便利な構造であったことから、全国のほとんどの生産者に採用された。その後、アメリカ式と称せられる大群（20～30頭）飼育型の豚房⁷⁰⁾やバタリー式、ケージ式などの平面的構造上の工夫は認められるものの、現在も基本的にはデンマーク式の改良型構造以外の発展は認められない。このような豚房様式や豚舎の普及は、飼育者が自からの経験と試行錯誤の中で発展させた例が多く、学術的研究としてみるべきものは、1950年代まったくといって良いほど認められない⁷⁵⁾。

わが国の体系的な畜舎施設研究は、実質的には1960年代に入ってからである⁵⁷⁾。1963年（昭和38年）に畜産研究者と施設研究者が手を組んで「近代畜舎の構造に関する研究」が実施され、その後、1967年に中央畜産会から「標準畜舎設計図」が発表さ

れた。

その後、1965年から2年間にわたり、「豚舎の構造と利用効率に関する調査研究」が実施され、前述の中央畜産会の標準畜舎設計の内、豚舎関係の成果をも総合して、1972年「豚舎の構造と機能に関する研究」⁷⁹⁾として公表された。この報告の序文には「わが国におけるこの種の研究は、現在までほとんど皆無に等しい状態で、ようやくその緒についた段階である」と述べている。しかし、当時の多頭化傾向に対応する省力化を目的とした、豚舎・豚房の平面的構造の検討が主体で、対象地が関東を中心とする温暖な地域であるため、豚舎型式が開放型となっている。したがって、豚舎内環境に関する検討は少なく、北海道のような寒地における豚舎施設に適用できなかった。

アメリカやカナダにおいては、今世紀初頭に酪農地帯の牛の肺炎や結核に対処するため、ウイスコンシン大学のKINGやカナダ政府の獣医官であったRUTHERFORDが、それぞれの名を冠する自然換気手法を創案し、これが環境制御の第一歩であるという⁵⁹⁾。

豚と環境との関係が生理学的に解明されるにつれ、それが実際の豚舎施設に生かされるようにな

り、イギリスではSAINSBURYら^{81,82,83)}、GORDON^{26,27)}などが豚舎内の温湿度を測定したり、自然換気方式の理論を発表している。また、SAINSBURYは、それらをまとめ豚舎の断熱と換気法を中心とした解説書⁸⁰⁾を著述している。

1961年に、*American Society of Agricultural Engineers (ASAE)*が、環境と家畜の生理・生産反応の関係、熱産生量、水分発生量^{7,9)}などのそれまでの成果をとりまとめ、また、それを基に畜舎換気的设计基準を1963年に発表し、その後何度か改訂^{1,2)}を経て今日におよんでいる。さらに、1964年以降、豚舎の平面设计を含めた普及資料が、*Midwest Plan Service*から公表されている^{53,54)}。

日本では山家¹⁰⁷⁾が、1958年に牛舎を例に畜舎内の温度調節と水分除却に関する制御理論を発表し、さらに、尾崎⁷⁸⁾や堂腰¹⁵⁾が畜舎の断熱と換気的重要性を解説し、その後、換気計画と合せて多くの著書^{16,48,63,64)}が公表されるようになった。しかし、わが国において現実の豚舎を用いた環境の制御に関する試験はほとんどなく、育成・肥育豚に対する局所暖房の効果^{40,49,50)}や温暖地における夏季飼育豚舎の形式別舎内環境の調査成績⁸⁴⁾が認められる程度である。

第1章 北海道における大規模養豚の飼育実態

北海道における養豚経営，特に飼育管理の実態調査は，1966年に米内山ら^{112,113)}，西部ら⁷²⁾のものがあるが，北海道全域を対象とした総合的な調査はみあたらない。1971年（昭和46年）に北海道の大規模な経営体の生産構造がどのような実態にあるかを把握するため，飼養管理技術，豚舎構造と冬期の舎内環境についての調査を実施した。

1-1 飼育管理と豚舎構造の実態

目 的

大規模な養豚経営における飼養管理の実態を，冬期の豚舎内環境との関連で把握することを目的に，配表調査(1)を実施した。

調査方法

1970年に北海道畜産課が発表した「大規模畜産農家・事業体リスト」の養豚経営の部より，繁殖雌豚で20頭以上，肉豚で200頭以上の経営体約230戸を抽出した。調査表はアンケート式とし，飼育規模・飼料内容・管理方式・豚舎構造の概況をできるだけ浮彫りにするため，数量的な記入は避け質問項目別にいくつかの回答を表記し，該当するものを選択する方式をとった。

調査結果

1 飼育管理の概況

配表調査の回収率は64.8%（147戸）で，経営形態としては70%が一貫経営である。経営形態別に平均豚頭数と労働力を表1にまとめて示した。

繁殖豚の規模では，繁殖・一貫経営ともに10～60頭の階層に大半が属しており，一貫経営では1人当たり約20頭の繁殖豚とこれに付随する肉豚を飼育している。肥育経営の肉豚飼育頭数は平均約620頭で，1人当たり約150頭であった。一貫と肥育経営での年間出荷頭数は平均810頭で，1人当たり240頭であった。

このような飼育規模における飼料内容は，繁殖豚・肉豚共に配合飼料が主体で，残飯を主体とするものが約10%認められた。給与方法で

は，繁殖豚で定量給与が一般的であるが，肉豚では不断給与が肥育・一貫経営でそれぞれ25.31%認められた。季節との関連で，冬期間に肉豚に対して増し飼いをすると回答したものが，一貫・肥育経営121戸中43%で，これを地域別に図示したものが図1である。渡島・桧山と網走地区でやや少ないが，空知・留萌と石狩・後志・胆振地区では50%を越える実施率となっている。増し飼いの程度は表2に示したとおりで，肥育経営で20～24%，一貫経営では10～14%増が多い。

表1 経営規模と管理労働 (調査1 昭和46年)

区 分	平均頭数	戸数	平均労働	1人当り	備 考
一貫経営	繁殖豚 (頭) 50.0	(戸) 103	(人) 2.5	19.9	10-60頭規模 84戸
繁殖経営	繁殖豚 56.7	27	1.3	42.6	10-60頭規模 21戸
肥育経営	肉豚 619.7	17	4.2	148.6	{ 200-700頭 11戸 { 1001頭以上 3戸 { 200頭以下 8戸
一貫・肥育	肉豚 808.7 ¹⁾	68	3.4	240.0 ²⁾	{ 201-1000頭 46戸

注: 1) 1か年間の1戸当り肉豚出荷頭数
2) 1人当り出荷頭数

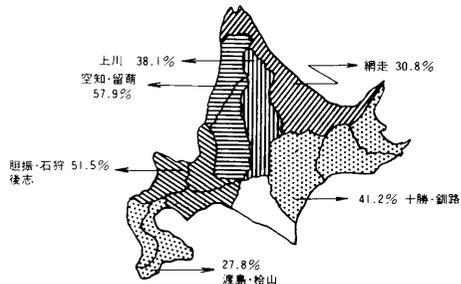


図1 冬期の肉豚に対する増し飼いの戸数割合 (調査1 昭和46年 北海道全体43%)

表2 冬期間の増し飼いの戸数割合
(調査1 昭和46年)

区 分	冬期間の増し飼い程度*					
	5%未満	5-9%	10-14%	15-19%	20-24%	25%以上
肥育経営	-	16.7	16.7	-	66.5	-
一貫経営	4.4	11.1	48.9	4.4	28.9	2.2
全 体	3.9	11.8	45.1	3.9	33.3	2.0

注 * 夏期に比べ飼料を増加給与する割合

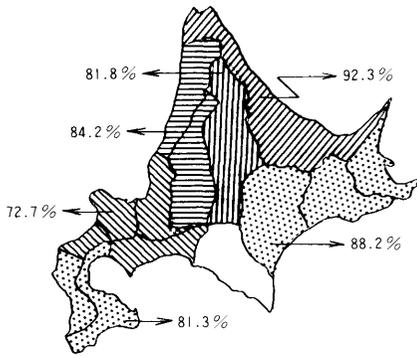


図2 夏冬の出荷日齢に差ありとする戸数割合
(調査1 昭和46年 北海道全体80.3%)

肉豚管理では、1群の飼育頭数で一貫・肥育経営共に大群飼育例が少なく、1～2腹の子豚を1群とする小～中群飼育例が多かった

繁殖豚管理では、従来の単飼から2～3頭の小群飼へと移行しつつある。分娩柵は一貫・繁殖

経営で52%の設置率であるが、無看護分娩法を取り入れる例は全体の14%にすぎない。

肉豚の出荷日齢で夏と冬で差を認めるとすると回答が全体の80.3%で、地域別に示したのが図2である。

網走・十勝・釧路・根室地区で高く、石狩・後志・胆振地区でやや低い傾向にあった。

2 豚舎の構造

豚舎の構造に関する調査は、各自の代表的豚舎1棟について回答を求めたが、対象豚舎の用途や大きさが必ずしも明確でなく、豚舎一般について概略を把握するにとどまった(表3)。

屋根は全体として切妻型が多いが、十勝・釧路地区でセミモニターの割合が高い。豚舎の骨組は木材が最も多く、ブロックが次に多い。材料では屋根がトタン、上部外壁がモルタル、同内壁は板材、腰壁のモルタルブロックが一般的であった。窓は1重のガラスである。天井は道南に比較して道央・網走地区で設置する例が多く、全体では58.7%の設置率であった。

断熱材(発泡スチロール、グラスウール、ホームポリスチレンの3種を対象)の普及率は網走地区で45%と比較的高いが、その他の地区は20%以下であった。利用33戸の使用部位は天井が最も多く、天井または屋根および壁の両方に併用する例は3割に満たなかった。

表3 豚舎の保温・換気に関する調査結果

(調査1 昭和46年)

区 分	道 央 地 区		道 南 地 区		オ 海 沿 岸 地 区 ¹⁾		十 勝 ・ 釧 路 地 区	
	割合	戸数	割合	戸数	割合	戸数	割合	戸数
天 井 の 設 置 率	61.9	(84) ²⁾	42.9	(21)	75.0	(20)	44.4	(18)
断 熱 材 の 普 及 率 ³⁾	21.3	(80)	18.2	(22)	45.0	(20)	17.6	(17)
通 気 口 の 設 置 率	79.5	(83)	68.4	(19)	83.3	(18)	76.5	(17)
換 気 扇 の 設 置 率	25.9	(81)	14.3	(21)	35.0	(20)	17.6	(17)
暖房施設・器具の設置率 ⁴⁾	56.5	(85)	23.5	(17)	45.0	(20)	70.6	(17)
給水器の凍結率 ⁵⁾	35.8	(81)	36.8	(19)	36.8	(19)	6.7	(15)

注 1) オホーツク海沿岸地区 2) 回答戸数 3) 発泡スチロール、グラスウール、ホームポリスチレン 4) 赤外線ランプ、保温マットを除く 5) 年に数回、あるいはほとんど毎日凍結する

換気装置としての通気口を全く欠くものが全体の21.9%認められ、設置場所は屋根が最も多かった。

電動換気扇の設置率は低く、全体の1/3程度であり、設置豚舎の3割でほとんど利用していない。

暖房施設・器具は全体の半数以上で、子豚用局所加温器具以外の何らかのものを所有し、半数が冬期常時利用している。このような豚舎構造・施設における舎内環境は、6割以上の豚舎で時々、あるいは毎日結露を認め、給水器は十勝・釧路地区を除き3割以上の豚舎で冬期間、数回あるいは毎日凍結するとしている。それ故え、豚舎改造の意志は66.7%と強い。

考 察

農林統計によると、1970年2月の1戸当たり飼育頭数は16.8頭であったのに対し、本調査後の1972年2月のそれは31.4頭となっている。特に50～99頭、100頭以上の伸び率が大きく、規模別の頭数ウェイトでは30頭以上で75%となっているなど、著しく多頭化の傾向を強めている。したがって、本調査は各経営の整備拡充の過程をみていることになる。

今回の調査では、一貫経営が圧倒的に多かった。1972年の統計では、このタイプが全体の26.5%であるにもかかわらず、飼育頭数で60.3%を占めており、今後さらに大型化への志向が強いものと考えられる。

規模が大きく頭数シェアの高い経営の飼養管理内容は、肉豚で中群飼育が多く、繁殖豚で本格的群飼や無看護分娩法の導入が少なく、定量給与方法が多いことなどから、必ずしも省力的な技術体系とは考えられない。小規模であったものを、年々施設を拡大して飼育頭数を増加させたものが多く、省力管理体系に簡単に移行しにくい構造であることと、この規模では、自己経営内の努力でほぼ対応できる労働量であるのかもしれない。半面、手間のかかる自給飼料はほとんど利用されず、配合飼料に強く依存している。

舎内の温度維持と関係の深い、天井の設置率は約6割であるが、冬期間の気温降下が著しい道北・

道央で特に高い。一方、断熱材の普及率は低く、利用部位も屋根だけ、あるいは天井だけと単独利用例が多く、建物全体の断熱性能は極めて低い状況にあるものと推察される。

換気のための通気口を全く欠く豚舎が22%もあり、設置するものでも屋根あるいは軒だけの単独設置が多い。換気は入気口と排気口があって、はじめてその効果を発揮するものであり、冬期の有効な換気は、ほとんど認められないものと考えられた。

電動換気扇を所有するものは24.5%と少なく、さらに定期的、あるいは連続使用する例は、その内約30%である。このように、北海道の大規模養豚における防寒・換気対策は、ほとんど無に等しい実態であり、冬期の豚舎内は低温多湿状態にあるものと考えられる。このことは、天井・壁の結露、給水器の凍結、豚舎内への雪の吹き込みを認めるという回答が、多いことによっても明らかである。

生産者は、冬期の低温多湿環境で飼育した肉豚の発育が、夏期豚に比べ明らかに遅延することを認め、対策として飼料の増し飼いを実施したり、暖房施設を導入している。一方、籠田と佐藤⁴⁾は北海道における慢性呼吸系疾病の多発傾向と、夏に比較して冬の斃死・淘汰豚が多く、冬期の不良環境が慢性疾患を増悪させるものと考えしている。したがって、冬期の舎内環境の豚に与える影響は、単なる低温感作としてとらえるだけでなく、舎内の空気性状を含めた総合的なものとして対応する必要がある。

多くの生産者が豚舎を改造したいという意志を表示しており、現状の豚舎に満足していないことから、早急に北海道の気候条件を加味した大型豚舎構造や舎内環境の制御技術を、提示することが必要と考えられた。

1—2 豚舎構造と冬期の舎内環境

目 的

北海道養豚の実態をアンケート調査により検討した結果、寒地型大型豚舎・施設と多頭管理方式が未だ確立していないことが明確となり、冬期の

舎内環境の改善が重要な課題と考えられた。そこで豚舎の構造と舎内環境との関係を検討するため現地調査を実施した。

調査方法

空知、上川地区の9経営体13棟の大型肥育豚舎で、豚舎内外温湿度（最高最低温度計、アスマン通風乾湿計を使用）、炭酸ガス濃度（理研式炭酸ガス検知器）、アンモニアガス濃度（バインランド製アンモニアクイックテストキッド）を夏と冬に実測調査（2）した。

調査結果

13棟の豚舎概況を表4に示した。豚舎の構造と利用材料から大別すると、開放式で簡易なタイプ

（I型）、比較的換気に配慮しているタイプ（III型）、前2者の中間型（II型）となり、I型5棟、II型4棟、ほぼIII型とみられるものが4棟であった。

8～9月の各豚舎の環境を表5に示したが、外気温に比べやや舎内温度が高い程度で、相対湿度、炭酸ガス濃度は低く、アンモニアガスは検出されなかった。冬期約30日間の舎内環境とその間の飼育、暖房および換気状況を関連させて表6に示した。

各豚舎内平均温度は、7.2～15.6℃の範囲にあるが、半数は10℃以下であった。日較差はおおむね6～7℃で、中には11.3℃と極めて大きい例もみら

表4 空知・上川地方の大型肥育豚舎の概要

(調査2 昭和47年)

豚舎 番号	地区	豚舎様式	豚房 型式	総面	常時	1頭当	分類 ³⁾	構 造 上 の 特 徴 ⁴⁾	用途	換 気 装 置 方式・入気・排気	暖 房 装 置
				積 (m ²)	頭数	面積 (m ²)					
1	空知	軽量鉄骨洋組 複列中通路	D式 ¹⁾	311	150	2.07	II	セミモニター・長尺鉄板・木毛板、天井(-) モルタル・ベニヤ、モルタルブロック	肉豚	自然・(-)・セミモニ	ポット式ストーブ
2	空知	木造和小屋組 複列中通路	改式 ²⁾	193	240	0.80	III	切妻・長尺鉄板、ベニヤ・GW ⁵⁾ モルタル・ SP ⁶⁾ ・ベニヤ、モルタルブロック	子豚	強制・天井・側壁 扇40φ10台	(-)
3	上川	又キ合掌 複列中通路	改式	194	180	1.08	I	切妻・波鉄板・板・SP、天井(-)、波塩ビ板、 モルタルブロック	肉豚	(-)	(-)
4	上川	木造和小屋組 複列中通路	改式	324	250	1.30	I	切妻・波鉄板、板、波塩ビ板、モルタルブロ ック	肉豚	自然・(-)・屋根 3か所	床ヒーター6房 温風機
5	上川	又キ合掌 複列中通路	改式	308	180	1.71	III	切妻・鉄板・野地板、ベニヤ・GW50mm、 全面ビニール2重、モルタルブロック	肉豚	強制・(-)・天井 扇40φ6台	(-)
6	上川	木造和小屋組 複列中通路	D式	324	300	1.08	III	切妻・鉄板・野地板、木材20mm、波鉄板・ 石膏ボード、モルタルブロック	肉豚	強制・屋根・側壁 扇40φ4台	(-)
7	空知	又キ合掌 複列中通路	D式	379	240	1.58	I	切妻・波鉄板・SP15mm、天井(-)、サランカー ーテン、モルタルブロック	肉豚	自然・カーテン・屋根 3か所	(-)
8	空知	鉄骨洋組 複列中通路	D式	160	100	1.60	I	切妻・波鉄板・野地板、天井(-)、サランカー ーテン、モルタルブロック	肉豚	(-)	温風機
9	空知	木造和小屋組 単列	アメリカ 式	259	200	1.30	II	切妻・鉄板・ベニヤ、耐水ベニヤ、モルタル ブロック	肉豚	強制・屋根・側壁 扇40φ3台	床ヒーター3房 貯炭式ストーブ
10	空知	木造和小屋組 複列側通路	旧式	247	130	1.90	I	切妻・波鉄板・ダンマツト、ビニール1重、 波塩ビ板、モルタルブロック	肉豚	自然・(-)・屋根 4か所	温風機
11	上川	木造和小屋組 複列中通路	D式	729	700	1.04	III	切妻・長尺鉄板・野地板、天井(-)、モルタル 板・ストレート板、モルタルブロック	肉豚	強制・(-)・屋根 扇20φ30台	(-)
12	上川	又キ合掌 複列中通路	改式	599	350	1.71	II	セミモニター・長尺鉄板・野地板、天井(-)、 ビニール2重、モルタルブロック	肉豚	自然・(-)・セミモニ の開閉	(-)
13	上川	木造和小屋組 複列中通路	旧式	778	500	1.58	II	切妻・波鉄板・野地板・SP10mm、天井(-)、 サランカーテン、モルタルブロック	肉豚	自然・サランカー ーテンの上下	温風機

注 1) テンマーク式 2) 排糞側方式 3) 本文参照 4) 屋根・天井・上壁・腰壁の順 5) グラスウール 6) 発泡スチロール

表5 大型肥育豚舎の夏期における舎内環境

(調査2)

豚舎 番号	外 気温 (°C)	舎内 温度 (°C)	相対 湿度 (%)	炭酸ガ ス濃度 (%)	アンモニア ガス濃度 (ppm)	垂直温度差 (°C)	
						天井なし	有
1	20.4	22.2	80	0.055	—	2.8	
2	20.4	22.0	82	0.088	—		2.9
3	14.3	18.6	55	0.160	—	1.4	
4	14.3	18.4	57	0.075	—		0.9
5	14.2	14.7	56	0.055	—		0.1
6	15.2	16.4	45	0.045	—	0.9	
7	11.4	11.5	62	0.080	—	0.4	
8	11.4	12.6	55	0.065	—	0	
9	10.0	9.6	79	0.030	—		0
10	11.6	13.0	77	0.075	—		0
11	11.8	18.5	69	0.075	—	0.8	
12	12.8	17.0	67	0.125	—	0.2	
13	12.8	15.8	66	0.075	—	0.5	

注 9:00~15:00の1時点の測定

れた。相対湿度は73%~92%の範囲で、大部分が 80%以上を示し、90%を越えるものが2例あつた。多少の差はあるものの、いずれの豚舎でも天井や壁に結露が認められた。

表6 大型肥育豚舎の冬期における飼育状況と舎内環境

(調査2)

豚舎 番号	飼 育 状 況				暖 房 状 況	換気状況 ²⁾	外 ³⁾ 気 温	舎内環境状況(平均値)					
	総 体重 (t)	飼 育 頭 数	体重50 ¹⁾ kg当放 熱面積 (m)	1頭当 り 気容積 (m)				含 温	内 度 ³⁾	日 ³⁾ 較 差	舎内外 温度差	相対 ⁴⁾ 湿度	炭酸ガ ス濃度 ⁵⁾
1	8.9	149	4.90	7.51	ポット式ストーブ使用	自然・—	-1.3	10.3	6.5	11.6	92	.325	20
2	4.1	200	6.95	2.02	赤外線ランプ1部	強制・+	-1.3	9.3	6.1	10.5	90	.165	8
3	5.8	150	4.90	3.11	—	無・—	-3.4	11.0	8.2	14.4	89	.700	20
4	9.9	201	4.70	2.90	温風機使用	自然・すき間多	-3.4	13.9	6.7	17.3	80	.085	10
5	8.2	146	5.05	3.80	—	強制・+	-7.2	11.5	6.7	18.7	80	.400	20
6	8.6	343	5.25	2.13	—	自然・±	-2.6	8.8	5.9	11.4	88	.270	10
7	17.2	287	3.00	3.96	—	自然・±	-3.1	7.6	6.9	10.7	86	.200	15
8	5.5	95	4.15	4.68	温風機使用	無・すき間多	-3.1	7.9	7.7	11.0	74	.105	8
9	9.4	146	4.05	4.79	石炭ストーブ使用	強制・—	-4.9	15.6	5.9	20.5	84	.430	20
10	3.7	99	9.20	5.60	温風機使用	自然・±	-0.1	8.8	4.4	8.9	73	.325	3
11	19.3	524	4.95	4.12	—	強制・±	-3.3	7.2	7.6	10.5	·	.250	3
12	28.6	388	2.90	3.93	—	自然・すき間多	-4.8	10.6	11.3	15.4	·	.140	0
13	30.8	551	3.20	4.23	温風機使用	自然・+	-4.8	10.8	5.7	15.6	·	.160	8

注 1) 床、側壁、天井の総和 2) +効果有 -効果無 ±効果不明あるいは疑問 3) 1-3月(約30日)の最高・最低温度から 4) 1-3月(約30日)の早朝測定値 5) 2~3回の仕間の測定値

ガス濃度は、管理作業のため出入口が頻繁に開閉された日中の測定にもかかわらず、高い値を示した。

これらの舎内環境と構造・施設との関連を図3に示した。まず、断熱材を使用したり、比較的保温性に配慮しているとみられるIII型豚舎で、必ずしも舎内温度が高いとはいえなかった。また、同様なことが暖房豚舎にもあてはまる。飼育豚体重50kg当たりの放熱面積は多くの豚舎で3～5m²で

が極端であった。また、炭酸濃度が高く著しい結露を認めたNo.9豚舎は、温度が若干低下しても換気を図ることが良いと考えられた。No.5豚舎は予定飼育頭数に達すれば、換気量を増加し良好な環境になるものとみられた。比較的良好な環境とみられる、No.4とNo.13豚舎は、もっぱら温風機にたよった結果である。No.12豚舎は飼育密度が予定より高く、すき間風も多いため舎内環境が比較的良好とみられるが、日較差は11.3℃で最も大きい豚舎でもあった。

考 察

これまで副業的な段階では、独立した豚舎が少なく、馬房や納屋などを改造した小面積の豚舎が多く、一般に飼育密度も低かった。このため冬期かなり低温となっても、すき間からの自然換気により湿度の高くなることはまれであった。管理面では敷料を豊富に投入し、自給飼料や農業残さ物などの安価な飼料を多量に給与して、生産費の上昇を抑制してきたものと考えられる。今回調査した13棟の豚舎内容は、簡易なものから構造の完全なものまで多様であった。このことは、急速な多頭化に伴って新築が必要となり、当然のことながら建築費を節減するため、簡易なしかも面積の大きな豚舎を建築するようになり、また償却を早めるため床面積・気容積の上で密飼いとなったものであろう。

13棟の構造、面積、飼育頭数、換気方法などは、多種多様であり、一概に論ずることはできないまでも、構造と冬・夏の舎内環境条件を検討した結果、いくつかの共通性を指摘することが出来る。

夏的良好な舎内環境に比較して、冬の低温度と高湿度、空気汚染と結露が認められる。全体として、舎内温度と断熱材、暖房施設の利用状況の間に必ずしも明確な関係が認められない。

断熱材については、防湿処置がないなど施工上の不備が目立ち、厚さ不足や使用部位が天井だけ屋根だけといった単用例が多いため、その効果を十分発揮していないと考えられる。しかし、天井・屋根面での結露をほぼ防ぐことが出来ているのは、天井裏にグラスウールを50mmの厚さで利用

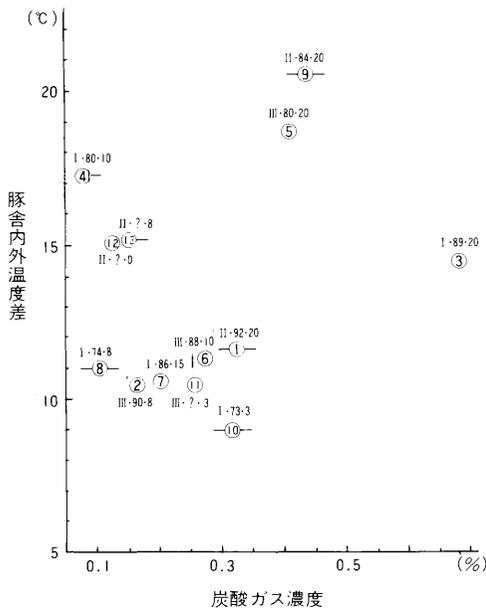


図3 冬期における大型肥育豚舎の環境と豚舎構造の関係(調査2)

- 注: 1) ○内: 豚舎番号(表4, 5, 6)
 2) ○上あるいは下の説明: 豚舎分類・相対湿度・アンモニアガス濃度の順
 3) ○- なんらかの加温実施

あったが、これを超過したNo.2, No.10豚舎の舎内外温度差は小さく、No.10は温風機を使用しているにもかかわらず保温性に乏しかった。天井裏にグラスウールを50mm施工したNo.5豚舎を除いた他の豚舎では、明らかに結露が認められた。

換気を制限して舎内温度保持に努めている例が多いため、炭酸ガス濃度は一般に高く、No.3豚舎

し、強制換気方式を採用しているNo.5 豚舎だけであった。このことは、断熱材と強制換気との組合せ効果を示すものも考えられる。一方、飼育密度が低く、断熱性能の不良な豚舎(No.10)や断熱性能が不良で換気装置のない豚舎(No.8)では、暖房施設を利用しているにもかかわらず、舎内温度は降下し結露を防止できていない。

炭酸ガス・アンモニアガス濃度は、舎内温度の高い日中でも、外気や夏のそれに比べ著しく高い。窓や出入口を閉鎖し換気量も少ないためと考えられる。

舎内の良好な空気性状の維持は、換気によって図られるものであるが、換気量を増加すると舎内温度も降下する。それ故に、換気量を適度に調節できる機能を持つ強制換気方式の採用が、寒地の冬期豚舎には必要と考えられた。また、断熱性の乏しい豚舎では、暖房なしに良好な舎内空気性状の維持は困難であるものと推察された。

豚舎内の環境は、気象条件の影響を受けるのは当然のことながら、本調査結果を総合してみると、豚舎の材料(断熱性)、飼育豚の体重や頭数(飼育密度)、風通し(換気量)などが重要な要素とみられ、実際の豚舎の設計にあたってはこれらの要素を総合して検討する必要があるものと考えられた。

1—3 冬期における生産性の実態

目 的

北海道における代表的な大型肥育豚舎の、冬と夏の舎内環境を実測した結果、夏の良好な状態に比べ、冬の低温度と高湿度、空気汚染と結露が共通して認められた。そこで、夏と冬の環境の相違と生産性の関係を明らかにするため、大規模な専業養豚で発育・飼料効率について試験した。また、発育と枝肉形質の季節差も検討した。

試験方法

試験1は、上川地方のA養豚場で夏に4群56頭、冬に5群61頭を供試したもので、表7にその試験方法を示した。また、同一交配組合せ肉豚の季節別比較の試験2は、表8にその試験方法を示した。

表7 試験設計

(試験1)

項 目	試 験 方 法
対象養豚場	旭川市A養豚場・第1豚舎 常時飼育 700頭
試験時期	夏 期 9-12月, 冬 期 1-4月
供 試 豚	市場購入ランドレース系雑種豚 117頭
飼 養 管 理	開始体重 35→65kg:市販子豚用配合飼料の飽食 体 重 65→出荷:市販肉豚配合飼料の制限給与

表8 試験設計

(試験2)

項 目	試 験 方 法
試験豚舎	単列式デンマーク型単飼豚舎 常時20頭飼育
試験時期	夏 期 4-10月 (体重 20→90kg) 冬 期 10-3月 (体重 20→90kg)
供 試 豚	中ヨークシャー種 3組(1組:♀2, ♂2)
飼料給与	旧豚産肉能力検定飼料の定量給与

試験結果

大型肥育豚舎における季節別発育比較

試験1の供試豚は市場を通じて導入した子豚で、夏期の試験開始日齢・体重は、それぞれ平均80日・29.2kgであり、冬期はやや大きく97日・38.5kgで、正常に発育中のものであった。試験期間は約4か月で、その間の発育・飼料効率を表9に示した。

と殺時に鼻甲骨の萎縮と肺病変を肉眼的に検査したものが表10である。試験豚の導入時の鼻汁培養検査では、21.3%に*Alcaligenes bronchisepticus*が分離されたことから、すでに導入前に萎縮性鼻炎の感染があったものと考えられる。

発育では、飽食給与条件の前期で、夏期に比べ冬期の日平均増体量、飼料要求率がそれぞれ平均47g, 0.38劣る結果となった。後期は制限給与方式をとったため、全体として発育が遅延したが、冬期豚がやや劣る傾向を示した。

と殺時の剖検所見では、萎縮性鼻炎、流行性

表9 大型肥育豚舎における季節別肥育成績

(試験1)

区分	群	頭数	生後日齢			平均体重			日平均増体量			前期飼料 要求率	枝肉	
			開始時	前期 終了時	後期 終了時	開始時	前期 終了時	後期 終了時	前期	後期	全期		重量	歩留
			(日)			(kg)			(g)			(kg)	(%)	
夏期飼育	1	10	79	136	203	29.6	69.3	101.0	695	475	576	2.93	64.1	63.3
	2	11	81	138	224	27.2	56.6	89.1	516	378	433	3.20	54.8	61.5
	3	16	80	137	224	29.6	58.5	94.9	507	421	455	3.89	58.5	61.6
	4	19	78	135	210	30.5	63.2	95.1	574	425	489	3.27	59.1	62.0
				79.5	136.5	215.3	29.2	61.9	95.0	573	425	488	3.32	59.1
	SD*		± 1.1	± 1.1	± 9.1	± 1.2	± 4.9	± 4.2	± 75	± 34	± 54	± 0.35	± 3.3	± 0.7
冬期飼育	1	11	92	153	201	38.7	69.6	92.8	507	488	499	3.64	58.3	62.8
	2	11	96	157	207	37.7	67.5	86.4	487	382	440	3.77	53.9	62.4
	3	11	96	157	207	36.6	70.3	92.0	553	438	501	3.81	57.5	62.4
	4	12	102	163	211	41.5	74.6	91.8	541	364	464	3.88	58.1	63.3
	5	16	98	159	209	38.1	69.2	88.5	512	390	456	3.41	52.8	59.7
			96.8	157.8	207.0	38.5	70.2	90.3	526	412	472	3.70	56.1	62.1
	SD		± 3.2	± 3.2	± 3.3	± 1.6	± 2.4	± 2.4	± 25	± 45	± 24	± 0.17	± 2.3	± 1.3

注 ・標準誤差

肺炎病変を有するものが、両季節において高率に認められた。また、両疾病の混合感染例が半数以上に認めた。そこで、前期の日増体量と病変の程度の間接関係を検討したものが表11である。

発育や飼料効率は、試験豚の品種や系統、疾病の感染によって大きく異なるものと考えられ

表10 萎縮性鼻炎と流行性肺炎の状況 (試験1)

萎縮性*	流行性*	発生頭数と割合			
		夏期		冬期	
		(頭)	(%)	(頭)	(%)
+	+	37	(69.8)	31	(56.4)
+	-	15	(28.3)	20	(36.4)
-	+	0	(0)	2	(3.6)
-	-	1	(1.9)	2	(3.6)

注 ・と殺時剖検

病変の重症例で日増体量が明らかに不良で、軽症例ははっきりした傾向を認めなかった。

肉豚の発育・枝肉形質の季節別比較

表11 疾病の症状と日平均増体量の関係

(試験1)

区分	萎縮性鼻炎の程度					加重 平均	
	-	+	##	###	####		
-	420 ¹⁾	537				467	
流行性 肺炎の 程度 加重 平均	+	541	559	596	597	344	561
	##	541	590	443	489	402	530
	###	435	537				491
	加重 平均	530	562	569	551	363	

注 1) 前期の日平均増体量g、夏・冬をこみにした値

た。そこで、これらの影響を除いて季節間差を明確にするため、春に試験した豚と同一組合せの種雄豚・種雌豚から試験豚を生産し、秋に発育と枝肉形質を調査した。試験豚は各組1腹4頭で、各季節に3組の成績を表12に示した。

表12 季節別肥育成績

(試験2)

区 分 交配組合せ	夏 期 飼 育				冬 期 飼 育			
	1	2	3	平 均	1	2	3	平 均
生 後 開始時 (日)	89	88	88	88±1 ²⁾	81	81	88	83±3 ²⁾
日 齢 終了時 (日)	229	215	226	223±6	226	225	245	232±9
日平均増体量 (g)	504	555	514	524±22	488	491	452	477±18 ^{**}
飼料要求率	4.03	3.63	3.86	3.84±0.16	4.27	4.24	4.34	4.28±0.04 ^{**}
枝 肉 歩 留 (%)	70.4	68.1	74.3	70.9±2.6	69.3	68.5	68.2	68.7±0.5
と 体 長 (cm)	94.0	93.3	92.4	93.2±0.8	90.8	93.5	90.0	91.4±1.5
と 体 幅 (cm)	33.8	35.2	32.8	33.9±1.2	34.3	34.4	34.1	34.3±0.2
断 面 積 ¹⁾ (cm ²)	19.8	18.2	17.6	18.5±1.1	21.3	20.9	18.1	20.1±1.4
肩 脂 肪 厚	4.5	4.3	4.2	4.3±0.2	4.4	4.0	4.3	4.2±0.2
背 脂 肪 厚	2.1	2.0	1.8	2.0±0.2	2.0	1.8	1.8	1.9±0.1
腰 脂 肪 厚	3.2	3.1	2.7	3.0±0.3	2.7	2.6	3.1	2.8±0.2
平均脂肪厚	3.2	3.1	2.9	3.1±0.2	3.0	2.8	3.0	2.9±0.1

注 1) 5-6 椎骨間の胸最長筋 2) 標準誤差 3) ** P<0.01

供試豚が中ヨークシャー種であり、全体として発育は良好といえないが、季節差は明確であった。日増体量は冬期飼育豚が47kg少なく(P<0.01)、飼料要求率では0.44高い値(P<0.01)を示した。

枝肉形質は、冬期豚で枝肉歩留が低く、と体長が短く、背脂肪でやや薄い傾向にあったが、有意差ではなかった。

考 察

肥育豚舎における夏期と冬期の発育、疾病の発生比較は、滝川畜試の共同研究として3地方5棟の試験成績がある⁹⁶⁾。その結果では、夏期に比べ冬期の飼料要求率は0.2~0.3劣るとしている。また、流行性肺炎、萎縮性鼻炎など慢性呼吸器系疾病の発生は夏に比べ冬に多く、病変の重度なものが多かったとしている。今回の大型肥育豚舎の場合、疾病の発生状況では、子豚導入方式をとる肥育専門経営であったことによるものと考えられるが、夏冬の相違はほとんどなく、一様に両疾病に汚染していた。しかし、疾病の影響を含めて季節差を比較した結果でも、冬の発育が遅延し飼料要求率の悪化傾向が認められた。そこで、疾病、品種、系統差を除いて、季節差を明確に把握しようと試

験2を実施した。その結果、明らかに冬期飼育豚の発育が遅れ、飼料要求率では0.44の著しい差を認めた。本試験は、単列式の単飼育舎を使用したため、一般的な群飼育に比べ寒冷の影響がやや大きくあらわれたものと考えられる。

以上のアンケート調査および肥育試験成績から、北海道の肉豚の生産性は夏冬間で明らかに差異があると判断された。したがって、この季節差を改善して安定した生産性を図ることが必要である。そのためにはまず、肉豚の生産性と温度、湿度、空気性状などの環境要因との関係解明から、冬期の舎飼時における生産環境基準を明らかにし、それにもとづいた施設管理技術の確立が必要と考えられた。また、枝肉形質では、季節間差は少ないものとみられるが、さらに多数例での分析によって確定すべきものと考えられた。

第2章 寒冷環境と肉豚の生産性

第1章において、寒地における冬期の気温降下が、豚舎内温度の降下と高湿度をもたらし、多頭数飼育では、さらに舎内空気の汚染をもたらすことを明らかにした。また、低温高湿と空気汚染の著しい冬期の豚舎内環境では、肉豚の生産性の低下が明確に認められることから、これを改善し、高い安定した生産性を保障する飼育環境の作出が必要と考えた。しかし、飼育環境基準や制御技術の基礎となる、肉豚の生産反応と環境要因に関する研究が、わが国ではほとんどなく、諸外国でも少ない。特に低温域においては、ほとんど検討されていない。

豚の生産性に影響を与える環境要因としては、温度、湿度、風速、空気性状などがあり、中でも温湿度は体温調節機構を介して種々の生理的变化を発現させ、生産反応に深く関与する。そこで、低温度、高湿度、床面湿潤および日内温度変化と肉豚の生産効率との関係を解明しようとした。

2-1 低温度と肉豚の発育、飼料効率

目 的

子豚は寒冷感作を強く受け臨界温度も高い⁶⁶⁾が、成長するにつれて寒冷抵抗性は高まり、肥育豚や妊娠豚では、逆に暑熱の影響を強く受ける^{34,35)}。生理反応からみた肉豚の生理的適温度は15～25℃の範囲^{8,23,34,81)}にあるとされる。

一方、肉豚の生産効率と環境温度に関する知見は比較的少なく、1958年にHEITMANら³⁹⁾が多品種の体重27kgから204kgの豚を自由給飼で7日間群飼育（環境調節室）した24回の試験をまとめた結果、最高の日増体が得られた環境温度において飼料効率もまた最高であったとし、体重45kgでは23℃、157.5kgでは15.5℃で最高日増体を示したと報告している。その後、FULLER²²⁾が1965年に15日齢（生体重3.8kg）の子豚を10、15、20、25および30℃の温度で各4頭、45日間飼育した結果、20、25℃で最も良い増体と飼料効率を示した。

このように、生産反応からみた適温度もほぼ前述した生理的適温度の範囲と一致する。しかし、これより低い環境温度における生産効率に関する試験は、著者が試験に着手した1971年まで特に報告されていなかった。そこで、適温域を対照として、それより低温度が肉豚の増体量、および飼料効率に及ぼす影響を試験した。

試験方法

試験設計と温度条件を表13に示した。試験豚は14日間、それぞれの適温域で予備飼育した後、腹別に2分し、体重別に3～4頭を1群として各温度条件に3群配置した。

試験開始体重15から20kgの育成子豚では、20℃を対照区として、0・5・10・15℃区との比較を、同様に45から50kgの肥育豚では、15℃区を対照として5・10℃区との比較を恒温条件下で42日間それぞれ行った。

試験は滝川畜産試験場の環境調節室で行ない、1頭当りの飼育面積は0.99m²であった。対照適温室の温度は、加熱・冷却コイルを組合せたユニットを飼育室に設置し、直接的に調節した。試験区の各低温度は、空調箱で加熱・冷却した空気を飼育室に循環する方法で調節した。湿度は前者で特に調節しなかった。後者では80%以下を目標に調節した。換気量は、0.45～1.5m³/min・頭で、豚体表面付近の風速は0.15～0.30m/secであった。照明時間は6:00から18:00までの12時間とした。

給与飼料は旧豚産肉能力検定用飼料で、育成子豚は1号（DCP含量14.0%，TDN含量64.0%）、肥育豚は2号（DCP含量13.0%，TDN含量68.0%）を用いた。給与量は表14のように日

齢別給与量を定め、9:00に1日1回定量給与した。敷料はのこくずを利用し、毎日1回約1.5cmの

厚さに投入した。飲水はウォーターカップによる自由給水とした。

表13 低温度と発育の試験設計

(試験3-8)

試験番号	3	4	5	6	7	8
——— 低 温 区 ———						
環境温度 (°C)	0±2 ¹⁾	5±1	10±1	15±1	5±1	10±1
相対湿度 (%)	80-90 ²⁾	80-85	50-70	70-80	80-85	70-85
CO ₂ 濃度 (%)	0.156 ³⁾	0.156	0.128	0.136	0.223	0.181
——— 対 照 区 ———						
環境温度 (°C)	20±4	20±4	20±3	20±2	15±2	15±2
相対湿度 (%)	40-50	45-55	50-60	60-65	50-70	60-70
CO ₂ 濃度 (%)	0.113	0.115	0.125	0.156	0.127	0.175
供試品種	ランドレース種					
供試頭数 (頭)	20	24	18	24	18	18
試験開始体重 (kg)	15-20	15-20	15-20	15-20	45-50	45-50
試験期間 (日)	42					

注 1) 平均値±範囲 2) 範囲 3) 平均値

表14 飼料給与基準

(試験3-8)

生後日齢	給与量*	予想体重	生後日齢	給与量	予想体重
(日)	(kg)	(kg)	(日)	(kg)	(kg)
70	1.15	20-22	133	2.55	56-59
77	1.30	22-24	140	2.70	59-65
84	1.45	26-29	147	2.85	65-70
91	1.60	29-32	154	3.00	70-76
98	1.75	35-38	161	3.10	76-82
105	1.90	38-41	168	3.20	82-86
112	2.00	41-44	175	3.30	90
119	2.20	47-50			
126	2.40	50-53			

注 * 1日1頭当り

温湿度は、抵抗式平衡温度記録計と毛髪式自記湿度計で測定し、炭酸ガスは理研式検知器で適宜測定した。

試験結果

試験温度の設定は、低温各区で±2°Cの範囲内にあり、対照の適温区ではややふれ幅が大きかった。

相対湿度は対照の適温区で40-70%であったのに対し、低温各区はいずれも高い値を示したが、85%以上の高湿度とならなかった。炭酸ガス濃度は全体に低く、0.24%を越えることはなかった。

供試豚の行動では育成豚の5°C区で、1個所の床面に重なり合って横臥休息する傾向を認めしたが、10、15°C区では明確な傾向を認めなかった。低温区の育成子豚の体高、体長は、適温区のそれに比較して特に異なる傾向を認めなかった。

各試験の日増体量と飼料要求率を各温度条件につき3群の平均値と標準偏差で示したものが表15、16である。対照とした育成子豚の20°C区、肥育豚の15°C区の各試験値は、供試豚の産肉能力の差異とみられるが、若干のばらつきがあった。そこで育成子豚の4つの試験、肥育豚の2つの試験をそれぞれ一括して分析するために、行列の形で最小2乗方程式を立て、各温度条件での効果を推定し、かつそれぞれの推定値の標準誤差を求めた。各温度の日増体量、飼料要求率の平均推定値を用いて分散分析を行った結果、温度効果は有意(P<0.01)であった。そこで、先に求めた標準誤差を用いてDUNCANの多重検定法により各温度区の平均値間差を検討した。

表15 環境温度と肉豚の日増体量

(試験3-8)

温度区分	0	5	10	15	20℃
育成子豚					
試験 3	384 ± 22 ¹⁾				512 ± 17
4		390 ± 14			468 ± 23
5			430 ± 53		471 ± 28
6				499 ± 42	510 ± 39
平均推定値 ²⁾	362.0 ± 24.7 ^{a)}	412.7 ± 24.7 ^{a) b) c)}	449.7 ± 24.7 ^{b) c) d)}	479.7 ± 24.7 ^{c) d)}	490.0 ± 9.4 ^{d)}
肥育豚					
試験 7		558 ± 20		693 ± 65	
8			624 ± 84	714 ± 74	
平均推定値		568.2 ± 46.4 ^{a)}	613.5 ± 46.4 ^{a) b)}	703.5 ± 26.8 ^{b)}	

注 1) 3群(1群: 3-4頭)の平均値±標準偏差

2) 最小2乗法による推定値±標準誤差

3) 異肩文字間 P < 0.05

表16 環境温度と肉豚の飼料効率

(試験3-8)

温度区分	0	5	10	15	20℃
育成子豚					
試験 3	3.71 ± 0.34 ¹⁾				2.78 ± 0.12
4		3.44 ± 0.30			2.87 ± 0.21
5			3.23 ± 0.12		2.94 ± 0.21
6				2.78 ± 0.13	2.73 ± 0.06
平均推定値 ²⁾	3.763 ± 0.145 ^{a)}	3.400 ± 0.145 ^{a) b) c)}	3.120 ± 0.145 ^{b) c) d)}	2.887 ± 0.145 ^{c) d)}	2.830 ± 0.055 ^{d)}
肥育豚					
試験 7		4.56 ± 0.30		3.68 ± 0.28	
8			4.48 ± 0.71	3.88 ± 0.23	
平均推定値		4.658 ± 0.301 ^{a)}	4.382 ± 0.301 ^{a) b)}	3.778 ± 0.174 ^{b)}	

注 表15と同じ

育成子豚、肥育豚ともに、適温度からの温度差が大きくなるに伴って生産効率が悪化し、これまでの低温度で豚の発育が遅延し、飼料要求率が高くなるという知見と極めて良く一致していた。育成子豚は、20℃区と温度差の小さい15℃区の間に着差を認めなかったが、10℃区間では日増体量、飼料要求率でそれぞれ40g、0.29劣っていた。さらに5℃区との差は明らかで(P < 0.05)、最も温度差の大きい0℃区との間には、日増体量、飼料要求率でそれぞれ128g、0.933の著しい差(P < 0.05)を認めた。

肥育豚では、15℃区と5℃区間に日増体量135g、飼料要求率で0.88の著しい差(P < 0.05)を認めた。10℃区のそれは、標準偏差が示すように特にばらつきが大きく、15℃区との間に有意差が認められなかった。

15℃区と5℃区の日増体量差は135gで1℃当たり13.5gの減少となるのに対し、15℃区と10℃区間のそれは18gと推定され、やや悪化度合が大きすぎる。

各温度の日平均増体量、飼料要求率の平均値(推定値: 表15, 16)の温度に対する回帰を求めた。

試験の設計上、育成子豚の20℃区、肥育豚の15℃区の平均推定値は他の温度区より信頼性が高い。そこで、誤差分散（標準誤差の2乗）の逆数を用いて、重み付きの回帰を求めた結果は、次のとおりであった。

日増体量 (Y, g) の温度 (X, °C) に対する直線回帰式

育成子豚 $Y = 377.75 + 5.76X$ (P < 0.01)

肥育豚 $Y = 489.40 + 14.09X$ (P < 0.01)

飼料要求率 (Y) の温度 (X, °C) に対する直線回帰式

育成子豚 $Y = 3.647 - 0.0420X$ (P < 0.01)

肥育豚 $Y = 5.180 - 0.0921X$ (P < 0.01)

これらの回帰は分散分析の結果、1%水準で有意であった。回帰式から本試験の温度域では、温度が1℃降下するごとに育成子豚で5.76g、肥育豚では14.09g日増体量が減少することになる。同様に飼料要求率は、育成子豚0.0420/℃、肥育豚0.0921/℃だけ高い値となることを示している。育成子豚の試験は、温度区分が5区で、0℃から20℃と広い温度範囲になっていることから、2次回帰を試みたところ、次の結果となり1%水準で有意であった。

育成子豚の日増体量の2次回帰式

$Y = 365.24 + 11.5386X - 0.2556X^2$ (P < 0.01)

育成子豚の飼料要求率の2次回帰式

$Y = 3.770 - 0.0861X + 0.001948X^2$ (P < 0.01)

以上の各回帰と各温度区の平均推定値を図4に示した。育成子豚の直線回帰では、10、15℃区の日増体量に対する低温度の影響が不良に、飼料要求率では良好に評価されているが、2次回帰では各温度の平均推定値と良く一致している。したが

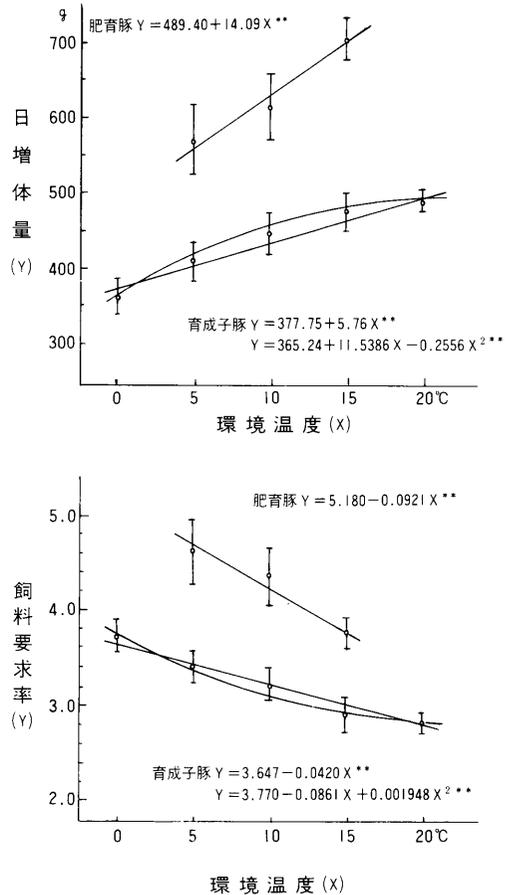


図4 肉豚の日増体量、飼料要求率(Y)と環境温度(X)の回帰(試験3-8)

注 1) 最小2乗法による推定値と標準誤差
2) ** P < 0.01

って、本試験での育成子豚の生産反応は、2次回帰式が良く表現していることになる。なお、2次回帰式から求めた最高の日増体を示す温度(変曲点)は、22.57℃となり、HEITMANら³³⁾が示した体重45kgの豚における最高の増体を示す温度23.1℃(73.5°F)とほぼ一致した。

考 察

動物の周囲環境温度が低下するにつれて熱放散量が増加し、皮膚表面血管の収縮により熱放散を

防ぎえなくなるので、恒温動物では化学的体温調節機能が働いて、体内の熱発生量は増加するようになる。それゆえ、化学的調節を必要とする温度、すなわち、下臨界温度以下の環境温度では、体温維持のためのエネルギーが大きくなるから、摂取エネルギーが増えなければ体蓄積エネルギーが減少し、生産性の低下をきたすものと考えられる。

豚の下臨界温度は、初生豚で高く、成長するにつれて低下する。体重20kg以上の育成子豚や肥育豚の臨界温度は、15～20℃の範囲にあるものとされ、FULLER²³⁾は、温度と日増体量の関係を試験した過去の5つの成績を総合検討し、若い豚(4→40kg)の最適温度(*Optimum temperature*)は20～25℃、それより大きい豚(30→110kg)は12～20℃としている。

一方、HOLMES and MOUNTは、環境温度9℃における群飼育豚は体重20kg、60kgのいずれの場合も、1頭当たりの熱放射量が単飼育豚に比較して少ないとし³⁸⁾、SØRENSEN⁸⁹⁾は環境温度3℃(40→90kg)における単飼育豚の日増体量が450gであったのに対し、群飼育豚のそれは630gと良好なMOUST-GAARDらの成績を示している。また、朝日田ら³⁾は、環境温度12℃でも群飼育豚が行動適応をして、体重20kgからほぼ正常に増体できると報じている。本試験豚は10℃以下の低温区で、互に体を寄せあい重なり合って休息した。この行動は、低温度での熱放散を抑制しようとする豚の行動適応とみられる。また、床の構造、敷料の種類と有無によっても豚の熱放射量が、変化することを子豚や肉豚で報告^{103,104)}されている。

このようなことから、1977年になってHOLMES and CLOSE³⁷⁾は、過去に発表された多くの熱産生、あるいは熱放散の測定値を用い、環境温度、給与飼料のエネルギー水準、単飼と群飼の差異を考慮した体重別の下・上臨界温度を算出した。それによると、体重が重く、給与飼料のエネルギー水準が高いほど下臨界温度は低くなり、単飼豚に比べ群飼育豚では1～3℃低い臨界温度になっている。

このような知見は、環境温度の生産性の評価を試みる場合、より実際的な飼育条件のもとで試験

しなければ、畜舎設計などの基礎資料となりえないことを示すものである。本試験は低温域の温度の豚に対する影響度合を、増体量などの生産指標により直接定量的に評価することを目的としており、供試豚は3～4頭を1群として3群を1処理に割付け、おがくずを敷料として用い、飼料の給与量も310～340KcalME/kg^{0.75}・日で実用の飼育条件に近いものにした。

表17に日増体量を指標とした低温域における温度の既往成績を示した。各評価値はそれぞれ試験条件が異なることから、直接的比較はできないまでも、体重の重い肥育豚ではほぼ一致した値を示している。

本試験と温度条件、体重の類似しているCOMBERG, HEITMANら³³⁾の評価は、本試験のそれに良く一致している。

1971年にFULLER and BOYNE²⁴⁾は、給与飼料のレベルを変えて日増体量に対する環境温度の影響を試験しているが、この試験は代謝ケージ内の単飼育条件のものである。このため、実際の畜舎で認められる寒冷の影響に比べ大きく評価されたとし、その要因として単飼ケージでの気動(風)の影響を指摘している。しかし、体重20→50kgの22.3g/℃は著しく大きい影響であり、逆に50→90kgの9.5g/℃は極めて小さく評価されている。

HOLMES and CLOSE³⁷⁾の評価値は、理論値である。すなわち、低温域において熱産生の増加の帰結として減少する体蓄積エネルギー量と、一定の増体に必要なエネルギー量を算出したもので、下臨界温度以下・温度幅20℃の温度範囲における体重20kgの群飼豚では、28g/℃・日と極めて大きい評価となっており、これは、体蓄積エネルギー量の減少が豚体全組織について一定の比率で起るとして算出したためであり、体脂肪の蓄積のみが減少すると仮定すれば、4g/℃・日と極めて少ない値となる。これらのことから彼らは、若い豚では成豚にくらべて蛋白質の蓄積が多く、脂肪の蓄積が少ないために、低温度の影響を受けやすいと考察している。

本試験の摂取MEとはほぼ同等(301kcalME/kg^{0.75}・日)の群飼育豚の下臨界温度は、HOLMES and

表17 低温域における肉豚の増体量の評価

体 重 (kg)	温度範囲 (°C)	日増体重 (g/°C・day)	研究者および出所
40-90	8-15	-8.6	MOUSTGARDら 1959
	3-8	-12.5	
30-100	5-20	-11.6	
30-90	5-14	-14.6	
70	4-16	-17.5	HEITMANら 1958
25-50	5-23	-22.5	FULLER and BOYNE 1971 ²⁴⁾
50-80	5-23	-9.5	
20-90	5-13	-17.8	
25-60	7-16.5	-9.9	VERSTEGENら 1979 ¹⁰²⁾
60-100	4.3-12.5	-22.4	
25-100	-	-16.5	
20	*	-28	HOLMES and CLOSE 1977 ³⁷⁾
60	*	-16	
100	*	-18	
15-45	0-20	-5.76	本試験
45-85	5-15	-14.09	
15-45	0-15	-7.80**	
45-85	5-13	-16.11**	

注 * 下臨界温度以下、温度幅20°Cの範囲
 ** HOLMES and CLOSE³⁷⁾の下臨界温度以下に限定

CLOSE³⁷⁾の試算によると、体重20kgの豚で15°C、体重60kgの豚で13°Cとなっている。本試験における育成子豚の体重は、試験の中間時で約30kgであった。したがって彼らが試算した下臨界温度から考えると、15°Cと20°Cの環境温度区は、熱的中性温域に属するとみられる。熱的中性温域においては、一定かつ最低の産熱量を維持し、温度感作による産熱の増加を必要としないため、本試験の15°C区と20°C区間に著差がなかったものとも考えられる。そこで、仮に15°Cを下臨界温度とし、0から15°C間での日増体量と温度の評価を試みると7.8g/°C・日となり、0から20°C間（試験3～6）で求めた5.76g/°C・日より温度の影響が大きくなった。肥育豚についても同様に、13°Cを下臨界温度と仮定するならば、本試験の15°C区の日増体量を13°Cのそれと読みかえることができる。そこで、5°Cから下臨界温度13°C間で回帰を求めたところ、16.11g/°C・日と評価された。VERSTEGENら¹⁰²⁾の試験は群飼豚の臨界温度が20kgで17°Cであり、

10kg増体するごとに1°C降下するという報告¹⁰³⁾を基準にして試験設計されている。育成豚と肥育豚をそれぞれ臨界温度から2°Cと6°C低い温度で、総計192頭の群飼育の結果¹⁰²⁾、体重25→60kgで9.9g、体重60→100kgで22.4gと算出しており、FULLER and BOYNE²⁴⁾、HOLMES and CLOSE³⁷⁾の理論値と異なり、本試験で得られた傾向に一致している。

本試験での飼料給与法は、日齢ごとに一定量を両温度区に給与する方式をとった。定期的に体重を測定し体重当たり一定量を給与する方式では、一般に増体の悪い豚の給与量が常に低くおさえられ、以降の発育差をより大きくすると考えたからである。その結果、飼料要求率に対する環境温度の影響の程度は、育成子豚で0.0420/°C、肥育豚で0.0921/°Cと評価された。FULLER and BOYNEは、体重20→90kgの23～13°C間で0.077/°C、13～5°C間では0.109/°Cと報じ²⁴⁾、VERSTEGENら¹⁰²⁾は、体重25→60kgで0.04/°C、体重60→100kgで0.13/°Cと本試験の評価に極めて一致する値を

示している。

HOLME and COEY²⁶⁾は、不断給与では22℃に比較して12℃の摂取量が多くなり、発育も良好となるが、飼料要求率は明らかに悪化すると報じ、STAHLY and CROMWELL⁹⁾も同様の結果を報告している。

前述したFULLER and BOYNE²⁴⁾の給与量を変えた試験では、給与量高めると増体成績が良好となるが、増給効果は温度によって変わらないとしている。米田ら¹⁰⁴⁾は、飼料を基準量、10%増および20%増で冬期間給与した結果、日増体量で明らかに良好となったが、飼料要求率は変らなかった。環境温度8℃において給与量を高めたVERSTEGENら¹⁰¹⁾の代謝試験では、給与量の低い豚に比べ熱放散量と蛋白の蓄積量は変わらない。以上のように、低温域で飼料の給与量を増加しても、飼料効率の改善は期待できない。

FILMER and CURRAN²⁰⁾は、臨界温度から1℃下るごとに補給すべき1日たりの飼料(エネルギー含量:12.5MJME/kg)量は、体重20, 40, 60, および90kgの豚でそれぞれ、13, 18, 25および33gと試算している。

WEAVER and INGRAM¹⁰⁶⁾は、26日齢の子豚を5℃と35℃で7週間飼育した結果、体高、体長、胴幅および皮毛に著しい差異を認め、寒冷に対する適応反応と考察している。しかし、本試験の育成子豚では特に著しい差を認められず、これは、低温感作の生後日齢が大幅に異なるためと考えられる。

本試験での日増体量、飼料要求率を指標とした低温域における環境温度の評価は、飼育条件が実際の生産の場に類似しているVERSTEGENら¹⁰²⁾の最近の成績に良く一致していた。したがって、畜舎の換気計画や経済性の評価に十分活用出来るものと考えられた。また、飼育期間が短く、ほとんど購入配合飼料に依存するわが国の肉豚飼育においては、本試験の温度評価からみて、環境温度のわずかな違いが養豚の経済性に大きな影響を与えることが明確になった。

2-2 低温域における高湿度、床面湿潤と肉豚の発育、飼料効率

目 的

低温域で湿潤な豚舎内環境では、古くから子豚の育成率が不良とされ⁹⁵⁾、一般的にはできるだけ豚舎内の湿度を低く保つように指導されている。

MORRISONら⁶¹⁾は、熱的中性温域での相対湿度の高低は増体に影響しないが、高温域では日増体量、飼料要求率が著しく悪化すると報じている。しかし、低温域における湿度の肉豚に対する影響に関する試験報告はみられない。第1章で記述したように北海道における冬期の肉豚舎では、高湿度や床面の湿潤した環境事例が多いことから、低温域での高湿度、床面湿潤が肉豚の生産反応に及ぼす影響を明らかにしようとした。

試験方法

試験設計と温湿度条件を表18に示した。前節と同様に予備飼育した試験豚を腹別に2分し、体重別に高湿度の試験では2頭を、床面湿潤の試験では3~4頭をそれぞれ1群として各条件に3群を配置した。

高湿度条件は、空調箱で加湿した空気を天井全面から吹出す方法により、相対湿度91~95%(5℃恒温)に維持した。中湿度条件は換気量の調節により60~70%(5℃恒温)に維持した。

表18 低温域の高湿度・床面湿潤と発育の試験設計

試 験 番 号	9	10
	高湿度区	床面湿潤区 ⁴⁾
環 境 温 度 (℃)	5±1 ¹⁾	7.5±1
相 対 湿 度 (%)	91-95 ²⁾	70-85
CO ₂ 濃 度 (%)	0.125 ³⁾	0.100
	低湿度区	対 照 区 ⁴⁾
環 境 温 度 (℃)	5±1	7.5±1
相 対 湿 度 (%)	60-70	50-65
CO ₂ 濃 度 (%)	0.050	0.100
供 試 品 種	F ₁ (L♀×H♂)	ランドレース種
供 試 頭 数 (頭)	12	22
試 験 開 始 体 重 (kg)	15-20	25-30
試 験 期 間 (日)	30	30

注 1,2,3) 表13と同じ 4) 本文参照

敷料にはのこくずを用い、前日分の糞尿と敷料を9:00に搬出した後、のこくずを約1.5cmの厚さに投入した。さらに16:30には、糞尿で著しく汚れた1部の敷料を搬出して若干のおがくずを補充した。

床面の湿潤条件は、朝夕2回の敷料投入後1.06 l/m²の水道水を放出することとし、無処理を対照区とした。供試飼料などその他の試験条件は前節と同様である。

試験結果

高湿度の影響

5℃恒温における高湿度・中湿度の発育および飼料要求率と試験4の育成子豚5℃区（相対湿度80～85%）のそれを、表19に示した。

両区共に群間のばらつきが大きく、一定の傾向を認めなかった。また本試験9の相対湿度の中間の湿度であった試験4の5℃区のそれも、供試豚や試験期間の関係で同一レベルで論じられないものの、両区と同等の日増体量、飼料要求率であった。

床面湿潤の影響

床面湿潤と乾燥の比較（試験10）を表19に示した。

両区共に日増体、飼料要求率の標準偏差が小さく、床面湿潤区が平均値で日増体量67g少なく、飼料要求率で0.41劣る傾向が認められた。

表19 低温域の高湿度・床面湿潤と肉豚の発育

(試験9, 10)

試験番号	9		4 ²⁾	10	
	高湿度区	低湿度区	中湿度区	床面湿潤区	対照区
温・湿度条件(%)	5 90-95	5 60-70	5 80-85	7.5 78-80	7.5 50-65
日増体量(g)	383±20.8 ¹⁾	371±37.7	390±14	522±40.5	589±29.5
飼料要求率	3.28±0.18 ¹⁾	3.39±0.11	3.44±0.30	3.52±0.27	3.11±0.20

注 1) 3群の平均値±標準偏差 2) 試験4

考察

湿度は大気中に含まれる水蒸気量できまり、動物体からの蒸散を支配する要因として体熱の放散に深く関与している⁷⁶⁾。全熱放散に占める蒸散の割合は、豚では牛やヒトに比べ低いのであるが、体表面と外気との蒸気圧差、すなわち湿度の高低は暑熱時に重要な環境要因となる。山本ら¹¹⁰⁾は育成豚において、呼吸数の変化を指標とするとき乾球温度(DBT)、湿球温度(WBT)は体感温度として0.6DBT+0.4WBTと一元的に表示できるとした。また、MORRISONら⁶¹⁾がまとめた種々の温・湿度環境下での豚の増体量を、この体感温度で評価してみると、温湿度環境が一元的に端的に表わすことができたことを考察している。

一方、スヴェチン⁹⁵⁾は、低温での湿った空気が動物に強い冷却をあたえた試験成績を紹介している。

すなわち、温度11℃における中豚は、乾燥した場所（湿度88.6%）の増体率に比べ、高湿度（95.3%）のそれが不良であったという。しかし、本試験では5℃における相対湿度の生産反応に及ぼす影響で明らかな傾向を認めなかった。

低温域での体熱放散量の中で蒸散の割合は小さく、また、低温域での相対湿度の高低差を物理学的な絶対湿度としてとらえると、極めて微量の差にすぎない。岡本⁷⁶⁾は、Missouri大学における乳牛の体温・産乳反応と湿度の試験を紹介し、低温期には湿度の影響を無視してよいと考察している。

本試験は低炭酸ガス濃度（表18）が示すように、十分な換気を実施した条件下での成績であり、実際の豚舎での高湿度とは幾分様相を異にする。寒地の冬期においては、舎内温度の降下を防止するために窓や出入口を密閉して、換気量を著しく抑制することが多い。このため舎内の水分が

十分排出されず、低温度のために相対湿度も高くなる。さらに、呼吸器系疾病と関連の深い新鮮空気の不足や有害ガス類の蓄積が、高湿度と同時に進行している。したがって、換気が十分図られている条件下での高湿度とは、異なる影響が推察される。以上のことから、本試験の結果は、低温域での単なる高湿度に限った肉豚の生産反応としてとらえ、その場合の湿度の意義は極めて小さいと理解するのが妥当であろう。

豚は1日の大半を横になって過ごすことから、床材の種類やその性状により生理的な影響を受けやすいと推察される。SØRENSEN⁸⁹⁾は、群飼育で敷料として麦わらを使用した場合、使用しない場合に比較して増体が良く、飼料要求率が良くなったという、MOUSTGAARDらの成績を引用している。VERSTEGEN and VAN DER HER¹⁰³⁾によると、約40kgの豚の熱発生量の測定値からコンクリート床での臨界温度を算出すると、19.2℃であるのに対し、アスファルト床、麦わら投入アスファルト床ではそれぞれ14.8、11.8℃と低い臨界温度になり、生産反応に床の種類が影響すると報じている。また、17℃から10kg増体するごとに1℃降下する環境条件で、体重20kgから100kgまでスノコ床で飼育した場合に比べ、麦わら床の場合の日増体量、飼料要求率が明らかに良好であった¹⁰⁴⁾と報告している。

第2章で述べたように、北海道の冬期には、舎内の結露や床面の湿潤が著しい傾向にあり、これらの影響も大きいものと推察して本試験を実施した。その結果、7.5℃の環境温度条件で床面湿潤区の生産反応が劣る傾向にあり、同様な傾向は離乳前の子豚でLUCASら⁵²⁾が認めている。

模擬動物を用いて各種床材の熱伝達量を測定したHAARTSEN²⁹⁾の試験では、乾燥した厚さ10cmのおがくずに比べ、湿ったそれでは2倍の熱伝達量となり、敷料は常に乾燥した状態に保つ必要があるとしている。以上のことから湿潤した床では豚の体熱放散量が増加し、増体や飼料効率が悪化するとみてまちがいがなく、これまで管理上の注意として経験的に述べられていた床面乾燥の重要性が証明された。

舎内の高湿度や結露などの湿潤な環境は、豚舎設備・器具の腐蝕、飼料の変敗などの損害をもたらし、さらに各種微生物の発育に好都合なことから衛生的な考慮も必要となるであろう。前述したように実際の豚舎における相対湿度の高低や結露の有無は、同時に空気汚染の指標とみられる。したがって寒地での実際的な豚舎内湿度の意義は、単に豚の体温調節機能に関与する要因としてだけでなく、豚舎の耐用性や衛生的環境としての意義を含めた広範な要因としてとらえるべきものと考えられる。

2—3 低温域における日内温度変化と肉豚の発育、飼料効率

目 的

前節までの試験は、日内温度変化のない恒温条件で実施した。実際の肉豚舎においては日内温度変化はさけられず、保温性能の良くない簡易な豚舎ほど日内変化(日較差)が大きい。肉豚の発育と日内温度変化については、BONDら⁸⁾が21℃恒温条件と16~27℃(±5℃)の変温条件について報告しているが、わずかに1週間の比較であり、温度範囲も高温域から低温域と極めて広い。そこで北海道の冬期の一般的畜舎で認められる低温域における日内温度変化が、肉豚の生産反応に及ぼす影響を明らかにするため本試験を実施した。

試験方法

試験設計は表20に示したとおりで、3つの試験からなる。試験11、12は育成子豚、肥育豚でそれぞれ実施し、終日一定温度10℃を保持する恒温区を対照として、9:00から約12時間を14℃、21:00から翌朝までの約12時間を6℃に設定する変温区との比較である。試験13は育成子豚で実施したものであり、対照の10℃恒温区に対し、変温区は9:00から約8時間を14℃とし、17:00から翌朝までの約16時間を6℃とした。したがって、両区の単純平均温度(最高温度と最低温度の平均)は10℃と等しいが、1時間ごとの積算日温度では約40℃だけ変温区が低い。

供試豚は大ヨークシャー種で、いずれも1腹12

表20 低温域における日内温度変化と発育の試験設計
(試験11-13)

試験番号	11	12	13
	—— 変温区 ——		
環境温度(℃)	6-14 ¹⁾	6-14 ¹⁾	6-14 ²⁾
相対湿度(%)	70-80	70-80	70-80
CO ₂ 濃度(%)	0.120	0.150	0.120
—— 恒温区 ——			
環境温度(℃)	10±1	10±1	10±1
相対湿度(%)	50-60	50-70	50-60
CO ₂ 濃度(%)	0.125	0.185	0.125
供試品種	大ヨークシャー種		
供試頭数(頭)	12	12	12
試験開始体重(kg)	20-30	52-65	25-30
試験期間(日)	35	35	35

注 1, 2) 図5参照)

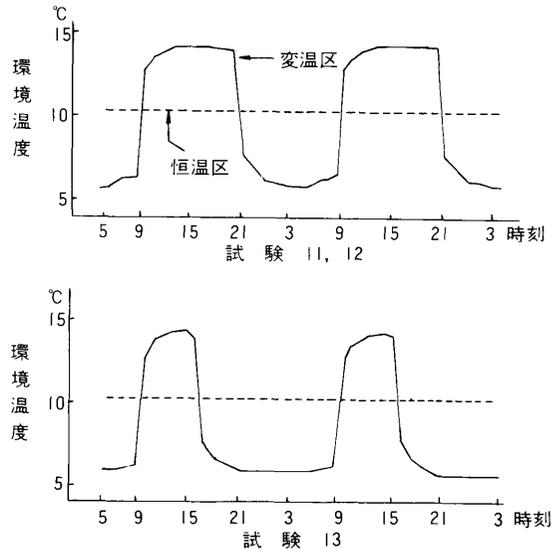


図5 環境温度の経時的推移(試験11, 12および13)

頭を用いた。試験開始前の10日間はそれぞれの適温域で予備試験し、体重別に2頭を1群とし、両区に3群を割付け、35日間比較した。供試飼料は豚産肉能力検定用飼料(DCP含量12%, TDN含量70.5%)で不断給与とした。恒温条件は空調ユニットによる直接空調方式で、変温条件は空調箱による循環空調方式を採用してそれぞれ設定した。その他の試験管理は2-1と同様である。

試験結果

試験期間の各時刻の平均温度を図5に示した。恒温条件の温度設定は±1℃にはほぼ設定できた。試験11, 12においては最低温度6.0±0.5℃、最高温度14.3±0.7℃であった。試験13では、最高

温度で14.2±0.6℃、最低温度で5.8±0.5℃であり、3試験共に温度上昇および下降時のふれがやや大きかった。

試験豚の日増体量と飼料要求率を表21に示した。2-1, -2の温度と湿度の試験(3~10)に比較して、全体として良好な値を示している。これは先の試験飼料に比べTDN価が高い新検定飼料を不断給与したためと考えられる。

まず、12時間ごとに温度を変化させた育成子豚の日平均増体量、飼料要求率は、恒温区に比べややばらつきが大きく、かつ著差が認められなかった。肥育豚の変温区は、日増体量でばらつきが大きく不良で、飼料要求率では逆にやや良好な傾向

表21 日内温度変化と肉豚の発育、飼料要求率

(試験11-13)

試験番号	11		12		13	
	恒温区	変温区 ¹⁾	恒温区	変温区 ¹⁾	恒温区	変温区 ²⁾
日増体量(g)	771±31 ³⁾	769±68	846±38	804±65	636±25 ^{a)}	525±30 ^{b)}
飼料要求率	3.21±0.21	3.26±0.39	4.05±0.34	3.90±0.29	3.55±0.08 ^{a)}	3.82±0.10 ^{b)}
日平均採食量(kg)	2.47±0.17	2.49±0.06	3.42±0.24	3.14±0.38	2.26±0.14	2.01±0.15

注 1, 2) 表20と同じ 3) 3群の平均値±標準偏差, 異肩文字間 P>0.05

にあったが、いずれも有意な差ではなかった。しかし、日平均採食量は、育成子豚でかわらなかったのに対し、肥育豚では変温区で少ない傾向にあった。

次に、夜の16時間を6℃に設定し、単純平均温度は恒温区に等しいが、1時間ごとの積算日温度が約40℃低く設定した育成子豚の試験11では、変温区の発育が1週間目から遅れ、期間中の日増体量が110g不良 ($P < 0.05$) となり、飼料要求率でも0.27高い値 ($P < 0.05$) となった。

考 察

BONDら⁸⁾は、21℃適温と変温 (16↔27℃、10↔32.2℃・正弦曲線型日内温度変化) における生産反応を7日間比較している。変温区の最高温度が27、32.2℃では、むしろ暑熱感作の影響を受けるため、本試験とおもむきを異にするが、日較差10℃で影響がなく、20℃では日増体量、飼料要求率が劣ることを報じている。MORRISONら⁶²⁾は子豚 (37→60kg) と肉豚 (65→88kg) を、それぞれの適温 (24, 21.5℃) と日較差10, 20℃ (正弦曲線型) の変温区について比較した結果、日増体量、飼料要求率に有意な差異を認めていない。SIEGEL and DRURY⁸⁸⁾は、プロイラーで極端な日較差 (32.2℃) の場合を除き、日内温度変化の増体量は平均温度のそれに一致することを報告している。以上の各試験成績からは、適温域を中心とする日内温度変化時における肉豚の生産反応は、極端な日較差ではないかぎりその平均温度に対する生産反応に一致するとみられる。本試験での日較差は8℃でBOND

ら⁸⁾、MORRISONら⁶²⁾のそれより小さいが、適温域での変温試験と同様の結果が得られた。したがって、10℃を中心とする低温域の日内温度変化時における肉豚の生産効率についても、適温域の場合と同様に考えることができ、平均温度の恒温条件の生産反応に一致することが明確となった。

試験13で夕方から翌朝の16時間を6℃とし、積算日温度が恒温区の240度より40℃低く設定した変温区では、明らかに日増体量が悪化している。このことは、積算日温度から算出した平均温度が8.3℃で、恒温区の10℃より1.7℃低い温度感作であったためと考えられる。したがって、日内温度の周期が異なったり、パターンが不規則に変る場合の生産反応は、平均温度のそれと同一視できないことを示している。

本試験では、すべて日較差8℃の条件で実施したため、低温域でさらに大きな日較差のある場合の生産反応については検討できない。1節の試験3～8でみたように、下臨界温度より大幅に低い温度域 (0 - 10℃) では、下臨界温度に近い低温度域 (10 - 15, 20℃) に比較して、1℃降下に対する日増体量、飼料要求率の影響度合が大きかった。したがって、日較差が極端に大きい場合には、平均温度での影響と同様に評価できないことも考えられる。しかし、SØRENSEN⁸⁹⁾は4↔14℃の日内温度変化における肉豚の日増体量と飼料要求率が、その平均温度でのそれに一致したとしており、実際の豚舎における日較差は、10℃の範囲にとどめるが適当と考えられた。

第3章 寒冷環境と枝肉形質，体脂肪の性状

環境温度が体脂肪の組成に影響することを示した最初の文献は、古く1901年のHENRIQUES and HANSEN の豚の試験であったという⁴¹⁾。しかし、一般には、給与飼料や品種との関連が強い^{6,28,73,77)}とされ、温度や季節との関係を論じた報告は最近まで少なく、実際の飼育管理面ではまったく考慮されていない。

一方、北海道の冬期の豚舎内温度は10℃以下に降下することが、第1章で述べたとおり明らかである。したがって、極端なマイナス域の低温度は別としても、一般的な10℃前後の低温環境と生産された枝肉の性状について明確にする必要があると考えた。

そこで本章では、夏期飼育豚と冬期飼育豚の枝肉形質と体脂肪の性状を検討した。

3-1 枝肉形質に及ぼす飼育季節の影響

目 的

枝肉形質は、遺伝的要因の大きいもの⁷¹⁾で広義の環境的要因の影響は比較的小さいとみられる。しかし、SØRENSEN⁸⁹⁾は、と体の背脂肪が15℃に比べ24、3℃で厚くなるという、MOUSTGAARDらとの共同試験成績を紹介しているが、供試頭数が少ない。HOLME and COEY³⁶⁾は、12℃と20℃の比較で背脂肪厚に有意差を認めなかったが、と体長で12℃区が有意に短かったとし、SUGAHARAら⁹⁴⁾は子豚(9→33kg)の4頭の比較ではあるが、23℃に比べ7℃で有意に短かったと報告している

そこで、多頭数例についての傾向を知るため、滝川畜産試験場の豚産肉能力検定豚の枝肉成績を用いて飼育時期との関係を検討した。

分析方法

分析に供した枝肉形質値は、昭和53年から54年までの個体別成績である。2～3月に生産され、生後約80日齢(体重30kg)から肥育開始となり、8～9月に終了(体重90kg)と殺した大ヨークシャー種、ランドレース種各8腹(各腹:雌2, 去勢2)を抽出して夏期飼育とした。同様に8～9月に生産され1～2月に肥育終了し、と殺したものを冬期飼育とした。検定方法、と殺解体、枝肉形質などの測定は、検定規則によっている。飼育豚舎は、木造デンマーク式の複列豚舎で加温施設はない。供試豚は、同腹同性豚を2頭群飼とし、飼

料は第2章の試験11～13で用いたものと同一の検定用飼料であり不断給与とした。各形質の統計的分析は枝分け分析による。

分析結果

表22に枝肉形質の飼育時期、品種および性別の平均値と標準偏差を示した。

枝肉歩留は、生体重90kg時点と殺した場合の絶食体重と冷と体重の比であるが、両飼育時期間で一定の傾向が認められなかった。

次にと体の長さや幅についてみると、と体長では両品種共に冬期飼育で長い傾向にあるが、その差は全平均で1cmと小さく、背腰長IIでも同様の傾向にあるがいずれも有意差ではなかった。また、と体幅にも一定の傾向が認められなかった。

背脂肪層の厚さでは、3部位ともに大ヨークシャー種の冬期飼育豚でやや厚い傾向にあるが、ランドレース種で差がなく、飼育時期間で一定の傾向が認められなかった。

大割肉片の肩部割合は、飼育時期差がなく、腿部割合ではやや冬期飼育で低い傾向にあった。胸最長筋の断面積においても、一定の傾向が認められなかった。

考 察

主として5月から8月の夏期飼育と、11月から2月の冬期に飼育した肉豚の枝肉を、それぞれ64例抽出して各枝肉形質測定値を比較した結果、両時期間で著しい差異を認めなかった。本成績は、供試豚で夏冬間に系統的な配慮はまったくされて

いない。第1章の3節の同一交配組合せ試験2で一定の傾向を認めなかった。は、その点を考慮したものであるが、と体長など

表22 飼育時期の異なる肉豚の枝肉形質

(試験14)

区 品 性	分 種	夏 期 飼 育 ¹⁾				冬 期 飼 育 ²⁾			
		大ヨークシャー種		ランドレース種		大ヨークシャー種		ランドレース種	
		雌	去勢	雌	去勢	雌	去勢	雌	去勢
供試頭数(頭)		16	16	16	16	16	16	16	16
枝肉歩留(%)		73.1±1.3	72.8±1.3	73.3±1.2	73.5±1.8	73.1±1.7	72.5±1.5	72.9±0.9	72.7±1.5
と体長(cm)		92.5±2.2	91.8±2.2	98.5±2.5	95.0±4.2	93.3±2.0	92.0±3.1	99.6±2.0	97.2±2.2
背腰長II(cm)		67.1±1.7	67.2±1.6	71.9±2.3	69.4±3.8	68.2±3.5	67.5±1.9	72.8±1.5	71.1±1.8
と体幅(cm)		32.6±1.0	32.8±0.7	32.3±0.6	32.2±0.8	33.0±1.1	32.9±1.1	31.9±0.8	32.0±0.7
肩脂肪厚(cm)		3.6±0.4	3.9±0.4	3.5±0.3	3.9±0.4	3.8±0.3	4.0±0.5	3.6±0.3	3.6±0.3
背脂肪厚(cm)		1.7±0.3	1.9±0.4	1.7±0.4	2.0±0.4	1.8±0.3	2.0±0.4	2.0±0.3	1.7±0.3
腰脂肪厚(cm)		2.6±0.4	2.8±0.5	2.9±0.3	3.2±0.4	2.7±0.3	2.9±0.5	2.8±0.3	3.0±0.3
肩部割合(%)		32.4±1.0	32.8±1.4	30.3±0.7	29.9±1.1	32.1±1.2	32.8±0.8	30.2±1.0	29.7±0.3
腿部割合(%)		33.7±1.2	32.9±0.9	33.4±0.7	32.3±0.8	33.7±1.3	32.0±1.1	32.5±1.3	32.1±0.9
断面 ³⁾ 積(cm)		21.7±3.0	18.4±2.6	19.7±2.7	17.6±2.2	21.3±2.6	17.5±3.0	19.5±3.6	16.8±3.4

注 1) 5→9月 2) 10→2月 3) 5-6椎骨間における胸最長筋

SORENSENは、1962年前述のように15℃以下で貯蔵脂肪が多くなるとしたが、その後、GROSSE and PFEIFFER²⁸⁾は夏の舎飼と冬の開放豚舎間で比較し、と体の乾物量や粗脂肪含量に季節差はないとしている。一方、SEYMOURら⁸⁷⁾は15℃と2.2℃で飼育した結果、赤肉(lean cuts: %)に飼料・蛋白との交互作用効果があったが、背脂肪の厚さに差がないと報じている。その後、1970年代になって環境調節室で多くの試験が実施されたが、その結果は多様であり、必ずしも一致した成績は得られていない。

まず、背脂肪の厚さについては、STAHLY and CORMWELL⁹¹⁾が10と22.5℃の子豚(体重27→60kg)の比較では低温度で有意に薄い、肉豚(体重68→93kg)では差を認めず、PEARSONら⁷⁹⁾の4と27℃、SUGAHARAら⁹⁴⁾の7と23℃、HOLME and COEYの12と20℃、VERSTEGENら¹⁰²⁾の適温から2℃と6℃低い温度との比較、STAHLYら⁹⁰⁾の10と22.5℃の試験ではいずれも有意な差異を認めない。他方、実際の豚舎での夏と冬の比較では、WAHLSTROMら¹⁰⁵⁾、HALEら³⁰⁾が背脂肪の厚さで0.2cm程度の有意差を認めたとし、同じHALE and JOHNSONが差

のない成績³¹⁾を2年後に報告している。冬に異なるタイプの豚舎での比較がMYRES and BOWLAND⁶⁸⁾によってなされ、15℃と8.9～-14.4℃の温度間で差異を認めない。

と体長は、前述したHOLMES and COEY³⁶⁾、SUGAHARAら⁹⁴⁾、STAHLYら^{90,91)}の試験でいずれも低温で短くなるとしているが、PEARSONら⁷⁹⁾、VERSTEGENら¹⁰²⁾は著差がないと報じている。実際の野外豚舎でと体長が短くなるとした報告は、JENSENら⁴³⁾の断熱ウインドレス豚舎(21～22℃)と開放豚舎(1～7℃)の比較において認められた程度で、その他の報告はみあたらない。このように、環境制御室で温度条件を正確に設定した試験では、背脂肪層やと体長に温度の影響を認めるものもあるが、認めない報告もあり、本試験のように温度条件で変化が大きい実際の豚舎での比較例では、結果がはっきりしない。

FULLER and BOYNE²⁴⁾は、飼料給与量を変えて、5,13および23℃における1日当たりの蓄積脂肪量を算出しているが、1日当たり117g/体重・kgを給与した場合に、低温度で有意に少ない。一方、VERSTEGENら¹⁰¹⁾は、環境温度や飼料摂取量の

水準を変えても、増体 (kg) 当たりの蛋白の蓄積量は変わらないとし、飼料摂取量が同一水準 (45g/体重kg・日) においては、環境温度20℃に比べ、8℃の低温度で熱放散量が増加し、その分脂肪蓄積量が減少するとしている。しかし、8℃で飼料摂取量を52g/体重kg・日に増加すると、熱放散量と蛋白蓄積量が変わらないのに対し、脂肪蓄積量が著しく増加することを認めている。このように、低温域においては枝肉の赤肉量の生産に環境温度の影響を受けず、脂肪量は主として飼料摂取量に大きく左右される。

本試験における枝肉形質に対する季節差は、冬期飼育のと体長でわずかに長くなる傾向にあったが、その差は極めて小さいものであった。また、その他の形質では、特に明確な傾向が認められなかったので、一般的な5~20℃程度の日内温度変化にある北海道の冬期の豚舎内環境であれば、経済的な損失をほとんど考慮する必要はないものと判断できる。

3-2 枝肉脂肪の融点、脂肪酸組成に及ぼす飼育季節の影響

目 的

豚は他の家畜に比較して、皮下脂肪や腎臓周囲脂肪など体脂肪の生産量がはなはだしく多く、その脂肪性状は主として給与飼料によって大きく変化する⁷⁴⁾。

他方、体の表面から中心に移行するに伴い脂肪の硬さが増す傾向にあり、背外層脂肪、背内層脂肪、腎周囲脂肪、大網膜脂肪の順に融点が高くなる^{74,78)}。

HENRIPUES and HANSEN は、このような差異の現われる要因は体温と考え、同一腹の子豚を30~35℃と0℃の環境温度下で2か月間飼育し、背外層脂肪の沃素価を1901年に測定した。その結果、0℃の豚の沃素価は69.4で、30~35℃における72.3に比べ低い価を示し、これが体脂肪の組成に環境温度が影響するという最初の報告であるという^{41,73)}。しかし、肉豚における環境温度と脂肪の融点や脂肪酸組成の関係についての知見は、その後みあたらない。そこで、一般的な豚舎で想定さ

れる温度域での影響がどの程度であるかを把握するため試験15を実施した。

試験方法

試験方法の概要を表23に示した。

供試豚は木造複列式単飼育豚舎に春と秋にそれぞれ、ランドレース種の子豚を10頭収容した。生体重60kgまでは、DCP含量12%、TDN含量72%の配合飼料を不断給与した。体重60kg以降は、DCP含量が同一水準 (12%) でTDN含量の異なる配合飼料 (72,76%) を給与した。供試豚は各時期で1腹のランドレース種子豚を均等に割付けたが、季節間では系統的な関係は考慮しなかった。体重60→100kgの試験期間は、夏期飼育で5~9月 (豚舎内温度15~27℃) 冬期飼育で11~2月 (豚舎内温度8~12℃) である。

表23 枝肉脂肪の性状に関する試験設計 (試験15)

区 分	試験時期	豚舎内温度 ¹⁾	体 重	飼 料 ²⁾ TDN	供試頭数
夏期飼育	5→9月	15~27℃	60→100kg	72%	5頭
				76%	4頭
冬期飼育	11→2月	10±2.0℃	60→100kg	72%	5頭
				76%	5頭

注 1) 供試豚舎木造複列単飼 2) 体重60kgまでは標準配合 (TDN72%) 飼料給与、体重60→100kgは表示 (DCP同一水準) 飼料の飽食給与

試験終了豚は、24時間の絶食後と殺し、湯はぎ法により解体した。枝肉は0~2℃の冷蔵庫内に20~24時間放冷した後、背脂肪 (5~6推骨間部) と内臓脂肪 (最後腰椎部の腹腔側) を採取した。採取脂肪は-20℃冷凍庫に保存し、適宜分析に供した。

脂肪の融点はヤマト製MP-1型測定器を用い、1検体につき5~6回上昇融点を測定し、その平均値をもって融点とした。脂肪酸組成は島津GC-6A型のガスクロマトグラフィーを用いて測定した。

試験結果

供試豚の60kgから試験終了の100kgまでの発育、飼料要求率と枝肉脂肪の融点を表24に示した。

表24 飼育時期の異なる肉豚の発育と脂肪の融点

(試験15)

区 分 TDN	夏 期 飼 育		冬 期 飼 育		時 期 間 差 ³⁾
	72	76	72	76	
日 増 体 量 ¹⁾ (g)	890±67	891±151	757±80	811±105	P>0.05
飼 料 要 求 率 ¹⁾	3.96±0.23	3.69±0.47	4.09±0.14	3.70±0.35	N S
脂 肪 融 点 ²⁾ (°C)					
背 外 層	29.9±1.4	29.2±0.8	29.4±0.8	30.4±1.3	N S
背 内 層	32.4±1.9	31.9±1.8	35.3±3.1	34.2±2.2	P>0.01
腎 周 圍	40.4±0.3	39.9±0.6	40.3±1.2	41.2±1.5	N S

注 1) 体重60→100kg間 2) 上昇融点 3) 二元配置の分散分析

発育について日増体量でみると両飼料水準共に冬期飼育が劣り(P<0.05)、飼料要求率では差が認められなかった。

脂肪の融点は、外層で一定の傾向が認められないが、内層では明らかに冬期飼育で高い値(P<0.01)を示した。しかし、腎周囲脂肪に明確な傾向が認められなかった。

脂肪酸組成は、表25、26および27に示した。

まず、背脂肪外層では、冬期飼育のパルミチン酸、ミリスチン酸、ステアリン酸など飽和脂肪酸の割合が減少し(P<0.05)、オレイン酸、リノレン酸など不飽和脂肪酸の割合が増加する傾向にあった。

表25 背外層脂肪の脂肪酸組成

(試験15)

脂 肪 酸 組 成	夏 期 飼 育		冬 期 飼 育		時 期 間 差 ³⁾
	72	76	72	76	
C _{14:0}	1.5±0.2 ¹⁾	1.8±0.1	1.5±0.1	1.5±0.1	P>0.05
C _{16:0}	24.4±1.1	25.4±0.9	22.6±1.7	24.1±1.1	P>0.01
C _{16:1}	3.4±0.8	3.1±1.1	3.0±0.2	2.9±0.5	N S
C _{18:0}	12.4±0.7	11.1±1.2	10.3±0.8	11.4±0.6	N S
C _{18:1}	42.3±1.5	43.8±0.7	44.2±0.9	44.1±1.4	N S
C _{18:2}	12.4±0.4	12.1±1.1	13.5±1.1	12.2±1.2	N S
C _{18:3}	2.5±1.1	1.6±0.1	2.7±1.1	2.2±0.6	N S
飽和脂肪酸 ²⁾	38.5±1.2	38.7±1.7	36.4±0.7	37.7±1.7	P>0.05

注 1) 単位、重量% 2) C_{10:0}、C_{12:0} および C_{17:0} を含めた 3) 表24と同じ

背脂肪内層でもこの傾向が認められ、飽和脂肪酸の割合が冬期飼育で低い(P<0.05)。腎周囲脂肪では、パルミチン酸が減少(P<0.05)し、飽和脂肪酸が減少(P<0.01)した。なお、TDN水準との関連は腎周囲脂肪のオレイン酸で認められた他は、分散が極めて小さく、交互作用効果もま

ったく認められなかった。

考 察

環境温度と豚脂肪融点の関係を検討した試験は、ほとんどみあたらない。本試験では背脂肪内層の冬期飼育豚で特に高い値となったが、脂肪酸組成の飽和脂肪酸割合では、他の背脂肪外層や腎

表26 背内層脂肪の脂肪酸組成

(試験15)

脂 肪 酸 組 成	夏 期 飼 育		冬 期 飼 育		時 期 間 差 ³⁾
	72	76	72	76	
C _{14:0}	1.6±0.1 ¹⁾	1.4±0.2	1.5±0.2	1.5±0.1	NS
C _{16:0}	26.9±0.8	26.2±1.4	24.7±1.2	25.7±1.1	NS ⁴⁾
C _{16:1}	1.3±0.3	1.8±0.8	2.0±0.1	2.4±0.8	NS ⁴⁾
C _{18:0}	14.4±1.4	14.4±1.1	13.2±0.6	13.1±1.4	NS
C _{18:1}	41.2±2.1	42.2±0.9	41.5±1.3	43.0±1.1	NS ⁴⁾
C _{18:2}	11.0±0.6	11.1±1.1	12.5±0.6	11.3±0.6	P>0.05
C _{18:3}	2.4±0.6	2.0±0.6	2.3±0.5	2.0±0.2	NS
飽和脂肪酸 ²⁾	43.1±1.6	42.2±2.2	40.0±1.4	40.8±2.1	P>0.05

注 1, 2) 表25と同じ 3) 表24と同じ 4) P>0.10

表27 腎周囲脂肪の脂肪酸組成

(試験15)

脂 肪 酸 組 成	夏 期 飼 育		冬 期 飼 育		時 期 間 差 ³⁾
	72	76	72	76	
C _{14:0}	1.8±0.1 ¹⁾	1.7±0.2	1.6±0.1	1.6±0.1	NS ⁴⁾
C _{16:0}	29.4±0.7	28.6±1.1	27.3±1.1	27.5±1.4	P>0.05
C _{16:1}	1.1±0.6	1.1±0.5	1.9±0.2	2.1±0.4	P>0.01
C _{18:0}	15.5±1.1	15.2±0.4	14.5±0.6	15.1±1.0	NS
C _{18:1}	38.5±1.4	39.3±0.2	37.3±1.3	39.4±0.4	NS
C _{18:2}	11.3±1.4	11.5±1.3	13.7±1.8	11.3±1.7	NS ⁴⁾
C _{18:3}	1.6±0.2	1.5±0.6	2.3±0.3	2.1±1.2	NS ⁴⁾
飽和脂肪酸 ²⁾	46.5±0.7	45.8±1.1	44.0±1.2	44.6±1.9	P>0.01

注 1, 2, 3) および 4) とも表26と同じ

周囲に比べ、特に時期間差が大きいとはいえないかった。大武ら⁷⁷⁾は、性や飼料による脂肪酸組成の変化が、背部の外層で比較的起りやすいとしており、本試験で特に内層だけが著しく差異のあった要因は不明である。

脂肪酸組成では、背脂肪外層、内層および腎周囲の3部位で、ほぼ一致した傾向にあった。すなわち、飽和脂肪酸割合の減少と不飽和脂肪酸割合の増加である。

MYRES and BOWLAND⁶⁹⁾は、暖房豚舎(15℃)とコロニー舎(外気温8.9～-14.4℃, 平均-0.4℃)で19kgから85kgまで飼育し、各豚舎から12頭の肩

部外層脂肪の脂肪酸組成を測定した。その結果、開放コロニー舎で飼育した豚の脂肪酸組成は、有意差ではないもののパルミチン酸の減少、リノール酸、不飽和脂肪酸の増加など、本試験と同様の傾向にある。

SEERLEYら⁸⁵⁾は、6月(17～31℃)と11月(6～19℃)に各2回126頭の枝肉脂肪酸組成を検討しているが、冬期にパルミチン酸、ステアリン酸が有意に減少し、パルミトオレイン酸、リノレン酸が有意に増加している。しかし、オレイン酸が減少し、パルミトオレイン酸とミリスチン酸が有意に増加した点は、本試験でのオレイン酸の微増傾

向（背外層）、ミリスチン酸の減少（背外層）と一致していない。この内、オレイン酸の増加は小さく、また有意なものではなく、その他2つの脂肪酸の相対的割合は低いことから全体への影響は小さい。

以上のとおり、脂肪酸組成においては、飼育季節差が認められ、冬期の低温感作が体脂肪の脂肪酸合成、あるいは代謝に関与することが明らかで

ある。

しかし、枝肉レベルでの肉眼的観察による評価では、まったくといって良いほどその差異を確認することは出来なかった。このことは、前節のと同様に、脂肪酸組成に飼育時期間差があってもきわめて小さいものであり、経済的な評価の差につながるほど顕著なものではないものと推察される。