資料

四季の影響を受ける養豚経営

鹿熊俊明

鹿熊技術士・行政書士事務所, 茨城県水戸市, 310-0005

(2017 年 3 月 23 日受付, 2018 年 4 月 13 日受理)

緒 言

「春は花 夏ほととぎす 秋は月 冬雪さえて冷しかりけり」この大和歌は道元禅師が詠われたものである。日本では季節による気温差が大きく、四季のある国の中でもその違いは明確である。養豚経営者は、年間を通じて生産した豚を枝肉として市場に上場するが、子豚、肥育豚生産の成績が良くても、時季によっては、枝肉価格が低くなり経営的に良くないことがある。養豚経営では種豚育成、繁殖、子豚生産、肥育、出荷など多くの過程があるが、これらは環境温度に左右される。地球温暖化により高温化の傾向にある中で、環境温度と子豚および肥育豚の生産、枝肉価格の変動要因および動向について関連づけた研究が重要であるといえる。本稿は、環境温度と養豚生産について、我々がこれまで報告してきた内容と、関連する文献とともに論考する。生産現場の指導機関において、さらに検証されることを期待する。

1. 環境温度 (季節) と繁殖成績への影響

季節別の子豚の生産性については、山根と蒔田 (1934) が台湾北部におけるパークシャー (B) 種の繁殖成績について報告している。その中で、受胎率は季節的变化を示しており、最高値を示した 12 月と最低値の 8 月の間に 23.0 ポイントの差があった。その原因は気温にあり、湿度もある程度影響したと述べている。四季別に豚の繁殖成績を調べたとこ

ろ、受胎率は秋季が最もよく、分娩頭数は春季、夏季、秋季において 10 頭以上であるが、冬季は 8.5 頭と差が大きかった (鹿熊, 1965)。このように、分娩頭数は四季によって影響を受けるが、子豚の生産性に影響を与える要因として、種雄豚の受精能力、種雌豚の受胎能力、および子豚の育成成績が挙げられる。

1) 四季と種雄豚の受精能力

瑞穂ら (1963) は、中ヨークシャー (Y) 種と B 種の月ごとの射精時間、異常精子、精子生存時間について発表し、種雄豚の乗駕欲は秋に最も旺盛で夏に最も弱く、射精時間は夏に短い傾向が認められ、精子の生存期間も夏に不良であったとしている。また、CAMERON ら (1980) は、人工気象室 (平均最高温度 $33.4 \pm 3.1 \sim 37.7 \pm 2.0^{\circ}\text{C}$, 相対湿度 40~80%) で種雄豚を、24 時間から 34 時間暑熱暴露したときの精液性状について調べた。いずれの処理時間においても、暴露後 2 週から 5 週目に形態の異常な精子が増加しており、暑熱ストレスによる体温の急激な上昇が、精液性状に影響したと考察している。一方、CIERESZKO ら (2000) は、種雄豚の精子性状を年間を通じて調べた。その結果、精子生産は秋季と冬季に高く、夏季に低くなること、精子先体に存在し受精の過程で重要な働きをするアクロシンの活性は、夏季に低いことを報告している。これらの結果から、暑熱による種雄豚の精子性状の悪化が、夏季の受胎成績低下の一因であることは明白である。最近は人工授精用精液の宅配制度が確立され、人工授精は急

Seasonal Effects on the Pig Farm Management

Toshiaki KAKUMA

Key words : pig carcass prices, seasonal piglet prices

連絡者: 鹿熊俊明 (E-mail : kakuma99@vesta.ocn.ne.jp TEL. 029-227-1751)

表 1. 分娩時期による子豚の哺育率及び増体量

Table 1. Body weight and gain rates of piglets during parturient seasons

	3 月	4 月	5 月	平 均	9 月	10 月	11 月	平 均
哺 育 率	88.6	89.8	82.2	87.8	87.0	85.0	80.8	84.9
生 時 体 重	1.16	1.20	1.18	1.18	1.13	1.09	1.16	1.13
2 カ月体重	13.05	11.75	11.80	12.34	11.62	10.91	10.96	11.20
期間増体重	11.89	10.55	10.62	11.16	10.49	9.82	9.80	10.08

丹羽 (1950) より引用

過去 10 ヶ年間に於ける Y 種の春秋二季の繁殖成績の比較

表 2. 四季別繁殖成績および子豚の季節別発育の比較

Table 2. Seasonal differences in breeding performance and piglet growth

分 娩 時 期		春 (3~5 月)	夏 (6~8 月)	秋 (9~11 月)	冬 (12~2 月)	摘 要
調 査 腹 数		12	8	14	9	計 43 腹
受 胎 時 期		11~1 月	2~4 月	5~7 月	8~10 月	
授 精 回 数 (受 胎 率)		1.78 (56.2)	1.88 (53.2)	1.50 (66.7)	1.87 (53.5)	1 発情期を 1 回授精とする
調査子豚 頭 数	生 時 7 週 齢	128 113	89 65	156 136	76 66	
1 腹 当たり	分娩頭数 総子豚重 育成頭数	10.66 a 13.65 a 9.41 a	11.13 a 13.68 b 8.12 c	11.21 a 13.79 a 9.78 a	8.50 c 10.71 c 7.33 c	育成頭数は 7 週齢時
生 時 体 重		1.28	1.23	1.23	1.26	
3 週 時 体 重		4.68	3.88	4.63	4.32	
5 週 時 体 重		6.78	5.53	7.15	6.04	
7 週 時 体 重		10.29	8.26	10.81	9.42	
平均産次数		3.17	3.12	3.71	3.22	

鹿熊 (1965) より引用

a c ≤ 0.001 a b ≤ 0.01

速に普及している。この場合でも、飼養施設での種雄豚の温度管理が重要だと考えられる。

2) 四季と種雌豚の繁殖能力

丹羽 (1950) は過去 10 年間に於ける Y 種の春秋 2 季の繁殖成績を比較検討し、春季は秋季に比べてやや哺育率 (育成率) が良好であり、分娩は春と秋の彼岸前後が良いことを発表している (表 1)。我々は、夏季と冬季の繁殖成績について検討するため、四季別に繁殖成績を比較した (鹿熊, 1965)。その結果、受胎率は秋季に最もよく分娩頭数も多かった。季節別の分娩頭数は春季 10.7 頭、夏季 11.1 頭、秋季 11.2 頭で、3 季において 10 頭以上だった。一方、冬季は 8.5 頭と他の季節との差が大きかった。分娩時子豚総体重においても同様に差があった (表 2)。

6~9 月は平均気温が 25℃ 以上で雨量が多く、暑さが厳しい夏季の受胎率が悪かったことが、冬季の子豚生産が劣る原因となった (鹿熊, 1965)。夏季には、昼間の暑さにより繁殖豚の採食量が減少するため、夕方の給餌を多くし、夜間の飼料摂取を促したが、受胎成績は良くならなかった。

受胎率だけでなく、胎児の発育にも季節の影響があると報告されている。XUE ら (1994) は、1 腹の生時体重は、6~8 月 (14.3 kg/腹) は 11~1 月 (15.2 kg/腹) より小さく、子豚の 3 週齢時体重は、8 月に分娩された子豚 (52.0 kg/腹) が、7 月および 9 月を除く他の月に分娩された子豚 (55.1 kg/腹) より小さいと述べている。PELTONIEMIA ら (1999) が再発情率と分娩率 (分娩頭数/交配した全頭数) について報

告しており, 8 月から 11 月までに交配した豚では 11% 以上の再発情がみられ, 分娩率は 8 月が 73% と最も悪く, 7 月, 9 月がそれに次いで悪かったとしている。ARMSTRONG ら (1986) は, 離乳後発情再起までの時間は夏季 224 時間, 冬季 93 時間と, 夏季に長時間を要すること, 分娩から離乳までの体重の減少量は, 夏季で 24.0 kg, 冬季には 11.7 kg だったと報告している。脳下垂体前葉における卵胞刺激ホルモンおよび黄体形成ホルモン量は, 夏季は冬季より少なくなることから, 内分泌の観点からも, 夏季に繁殖成績が悪くなることを裏付けている。この原因として, 夏季の 1 日当たりエネルギー摂取量 (12,275 kcal) が冬季 (14,881 kcal) より減少することを挙げている。我々がランドレース (L) 種を用いて, 分娩月から分娩後 2 ヶ月までの体重の減少量を季節ごとに比較した結果, 夏季で 56.5 kg, 冬季で 56.2 kg となり, 春季の 40.0 kg や秋季の 43.7 kg より大きかった (鹿熊ら, 1968)。常温環境下において, 妊娠中の飼料摂取量の増加 (増飼, フラッシング) により排卵数が増加すること (ZIMMERMAN ら, 1960), 母豚の体重減少が大きい場合に発情再発日数も延びる傾向があること (高橋ら, 2006) が報告されている。山田と中村 (1997) は, 飽食および制限給餌が繁殖性に影響を及ぼし, 初産において飽食区は総産子数が多く, 子豚生時体重においても制限区 (標準

の 70% 飼料量) より大きかったと報告した。さらに, 10 産目まで繁殖できたのは飽食区 100%, 標準区 50%, 制限区 0% であったとしている。このことから, 夏季の母豚の栄養改善は繁殖性の向上に重要であり, 環境温度の管理とフラッシング効果を組み合わせることで, 受胎率も改善すると考えられる。また, PRUNIER ら (1996) は, 豚は真の季節繁殖動物ではないが, 繁殖には年間を通して変動がみられるとし, 夏季と初秋に離乳した種雌豚は, 離乳から発情再起の間隔は長くなったと報告している。

3) 四季と子豚生産

2005 年から 2014 年までの全農茨城子豚市場における, 価格の推移を図 1 に示した。2 月, 3 月の価格に比べ, 6 月から 9 月は安値になっている。四季別に比較すると春季が高いなど, 季節により子豚価格に差がみられる (図 2)。こうした傾向がなぜ生じるかを考察したい。

今枝ら (2005) は, 分娩月と娩出時間との関係を調べた。娩出時間の長いものは子豚の育成率が低くなる傾向がある。1 月と 9 月に分娩した母豚は娩出に 4 時間以上要した割合が 44%, 36% と高かった。年間では 4~5 月, 11~12 月の娩出時間は短かった。鹿熊 (1965) は, 子豚の発育は四季別では春季・秋季は良く, 夏季は最も悪いことを報告している。子豚の事故では, 夏季の圧死と下痢症が春季, 秋季の 2

図 1. 月別子豚価格の推移 (全農茨城市場)

Fig. 1. Monthly piglet price at Zenno Ibaraki market

倍以上に達していた (表 3)。宮島 (2004) は, 子豚の事故全体に占める圧死事故死の割合は夏季 60.7%, 春季 56.5%, 秋季 52.9%, 冬季 38.3% であると報告している。夏季には, 子豚が母豚の近くに散らばって寝ることが多くなることを, 事故率が高くなる理由として挙げている。

我々は, 豚舎内の環境温度が低く生時体重が小さいと, 子豚の体温の回復が遅くなり, 寒冷死に至ることがあることを報告している (鹿熊と福田, 1966; 鹿熊, 2006)。また, MOUNT and ROWELL (1960) は気温が低いと子豚の酸素消費量が多くなること, 宮腰ら (1986) は新生子豚の寒冷絶食区において, グルコースが早期に消費され, 8 時間齢で回復不能な直腸温度に至ることを報告している。一方で, HEITMAN ら (1958) は, 160 kg の繁殖豚では室温 15.5℃ 付近の 1 日平均増体量が最も良く, 発育成績が良いことを報告している。HARTMANN ら (1997) は, 子豚の

適温域が 30℃ 以上であるのに対し, 母豚の適温域が 24℃ 以下と一致しないことが, 冬季の子豚の事故率増加および成長率の低下と, 夏季の母豚の乳生産を損なう原因になっていると報告している。育種改良により個体の繁殖能力は向上したが, 環境温度に対する生理的反応について遺伝的に改善することは難しい。これに対応するため, 年間を通じて母豚および子豚の居住空間を, それぞれの適温域に制御できるウィンドレス豚舎の活用を考えたい。泌乳母豚には 20℃ 以下の冷風が当たるようにし, 子豚には 25℃ 以上になるような保温箱の設置など, 生産環境の改善を図ることにより, 繁殖経営の合理化を図らなければならない。

家畜改良増殖目標では平成 37 年に年間離乳頭数 (全国平均) を 25.8 頭にするとしている。年間 30 頭以上の生産を達成にするには, SPF 豚や多産系ハイブリッド豚の活用, 受胎適期の診断法の確立が必要である。子豚育成率を高めるには, 生物測定学的恒数を基にした設計により子豚の首掛けなどの事故防止, 離乳を数腹同時にできる豚舎構造 (鹿熊, 1980) にすることが重要である。また, 一斉に離乳しても子豚同士や母豚同士の闘争が生じないように, 子豚の柵を開放して分娩豚房ごとの臭いを子豚に共有化させるなど, ストレスの防除を図りたい。また, スノコ畜舎による床面乾燥により衛生管理を徹底し, 肺炎や下痢症などの発生を防止することも有用であると考えられる (鹿熊, 1984)。

2. 環境温度 (季節) と発育成績への影響

環境温度と発育成績に関する研究は, IVOS and ASAJ (1958) の夏季と冬季の肥育の報告や, ZIVKOVIC (1959) の寒冷期の発育についての報告がある。今井ら (1965) は, 冬季に豚を保温することで 1 日平

図 2. 子豚の季節別価格の比較 (2006~2014)

Fig. 2. Comparison of seasonal piglet prices

表 3. 事故豚の発生率 () 内は割合

Table 3. Seasonal differences in death/accident rates in piglets

事 故	春 季	夏 季	秋 季	冬 季	合 計	事故率内容
圧 死	8 (6.25)	15 (16.85)	9 (5.77)	5 (6.58)	37 (8.24)	37 (54.4)
下痢症	5 (3.91)	8 (8.99)	7 (4.49)	2 (2.63)	22 (4.90)	22 (32.4)
その他	2 (1.56)	1 (1.12)	3 (1.92)	3 (3.95)	9 (2.00)	9 (13.2)
合 計	15 (11.72)	24 (26.97)	19 (12.18)	10 (13.16)	68 (15.14)	68 (100)
生産頭数	128	89	156	76	449	

鹿熊 (1965) より引用

事故率 = 事故豚合計 / 生時調査頭数 × 100

均増体量が大きくなり、16.1 kg から 90 kg までの肥育期間が、対照区で 138 日であったのに対し、保温区で 121 日と短くなったとしている。我々は豚産肉能力検定の成績について、季節、地域、品種、性別について比較検討した（鹿熊，2004）。初期発育に影響する 20 kg 時日齢では、季節による有意差および季節と地域の交互作用があり、その影響は 22.0% と大きかった。これは、20 kg までの子豚の発育が環境温度に大きく左右されることを示している。1971 年までの旧産肉能力検定は、春季と秋季に実施されたことから、夏季の暑熱および冬季の寒冷が成績に影響していたと考えられる。東北以北では夏が冷涼なため、春季検定成績は近畿以南より良く、秋季検定成績も、L 種とハンプシャー（H）種は、残暑のある近畿以南より良かった。旧検定は制限給餌で行われたため、冬季が肥育期間となる秋季検定では、寒冷地ではエネルギー消耗が多く、かつ飼料摂取量が十分でないため、春季検定より発育が低下し、脂肪層が薄くなっていた。発育、屠体成績および肉質においては品種の影響が、発育は地域および季節の影響が、肉質では季節の影響がみられた。HEITMAN ら（1958）は、体重 45 kg の豚の 1 日平均増体量が最大となる温度域は 23℃ 付近にあり、試験成績から試算すると気温 10℃ で最大増体量の 66%、32℃ で 71% に低下し、発育が環境温度の影響を受けることを報告している。また、デンマークにおける産肉能力の成績でも、環境温度が及ぼす影響が報告されている（LAURIDSEN, 1966）。阿部ら（1968）、米田ら（1984）、原田ら（1992）、古賀（1993）、阿部（1993）は、発育のほか肉質にも季節と環境の影響がみられたとしている。このように、環境温度（季節）により発育や肉質が影響を受ける肥育豚においては、温度の設定ができるウィンドレス豚舎を活用し、飼料要求率、出荷日齢、屠体成績、豚房利用率（回転率）および施設維持費などを、総合的に考慮する必要があると考えられる。年間を通してみると、夏季の暑熱環境が肥育豚の発育を遅延させ、秋季の適温環境下で発育が良好になり、肥育豚が市場に大量に出荷される。このことが、出荷頭数の季節的変動の原因となっている。図 3 は、全国の月別肥育豚出荷頭数を示したものである。夏季は肥育素豚の頭数が少なく、暑熱のために肥育豚の発育が遅れる。そのため、例年 6～8 月の出荷頭数は少なくなる。秋季に涼しくなって発育が回復すると出荷頭数が多くなり、10～12 月に最も多く出荷されるようになる。今

後も、このように生産頭数が年間を通して変動するものと考えられる。

3. 枝肉価格の季節的変動

1) 夏季の枝肉価格は高値である

我々は、枝肉価格を季節間で比較し、いずれの年も夏季に高値になり、秋季には最も安値になることを報告している（鹿熊，1983）。さらに、枝肉価格の変動要因の分析と季節変動について検討した。枝肉上物価格は、枝肉中物価格 $r=0.942$ 、肥育豚 1 頭当たり生産費 $r=0.785$ 、子豚購入価格 $r=0.740$ 、輸入豚肉価格 $r=0.682$ との間に正の相関がみられた。子豚の価格が高く、1 頭当たり生産費が高くなれば枝肉価格も高くなることを示している（鹿熊，2014）。2005～2015 年の東京食肉市場の月別枝肉価格を図 4 に示した（鹿熊，2015）。枝肉価格は 6、7 月に高値に、10、11 月は底値になり、例年、同様の価格変動を繰り返している。四季別に価格を比較すると、夏季 520.7 円/kg、秋季 436.0 円/kg、冬季 461.8 円/kg、春季 479.2 円/kg となり、夏季価格は秋季、冬季および春季価格よりも高くなっていた（図 5）。子豚価格では、最も高値となるのは春季上場の子豚（冬季生産）であったが、枝肉価格で高値となるのは夏季であった。季節による価格の循環変動は今後とも再現されると考えられる。米国においても、2014 年 6～8 月の豚肉生産量は 80 万トンを下回り、10～12 月の 95 万トンに比べて少なく、6～8 月の肥育豚価格は 70 \$/100 ポンドと、年間で最も高値であった（USDA）。EU18 か国では、2010 年において 5～7 月は豚肉生産量が少なく、6～8 月の豚肉価格は高値であった。外国においても季節による豚肉価格の循環変動が同じように繰り返されている。KENNETH（2015）は 2010 年から 2015 年までの資料を分析し、季節間格差がどのように養豚産業に影響を与えているか報告している。7～9 月は哺育成績が悪く、出荷体重と 1 日平均増体量が小さかった。一腹産子数は夏の影響を受けた冬季に最も低いことを報告している。

2) 夏季の枝肉価格高値の対策

豚部分肉取引規格は、食肉流通の合理化を図ることを目的として、1976 年 2 月に制定された。豚肉は「かたロース」、「うで」、「ヒレ」、「ロース」、「ばら」、「もも」の 6 部位について規格を定め、保管と流通の改善を図ってきた。長期にわたり使用できる保管肉を活用することにより、夏季の豚肉価格をコント

図 3. 月別肉豚出荷頭数（全国出荷頭数）

Fig. 3. Monthly variation in pork shipments from 2008 to 2014

図 4. 東京市場の月別枝肉卸売価格の推移（2005～2015）

Fig. 4. Monthly wholesale pork carcass prices at Tokyo market from 2005 to 2015

図 5. 東京市場の豚枝肉の季節別価格の比較

Fig. 5. Comparison of seasonal pork carcass prices at Tokyo market

ロールできるものと考えられる。大江 (2002) は、「アメリカの養豚における販売契約の拡大要因と課題」において、市場外取引など販売契約の比率が高くなるにつれて、市場価格の指標としての機能が失われることを懸念している。賀来と深瀬 (2002) は、部分肉の市場において、価格の変動を少なくし安定化を図るためには、米国で行われている枝肉先物取引制度の日本への導入を提唱している。さらに食肉を脱酸素冷凍にして温度シール (不可逆) や超小型の温度記録計などを活用し、冷蔵保管中の厳密な温度管理ができる梱包仕様を開発できれば、長期の保管による豚肉の劣化は少なくなり、枝肉品質や価格の安定化が図られるようになると考えられる。長期保存をしても品質が保証されるようになれば、中国やインドなどにも豚肉を輸出できるようになるだろう。

おわりに

夏季は、暑熱のために受胎成績が悪くなり、冬の産子数が減少し、夏季の出荷頭数に影響するため、枝肉価格が上昇する。また、暑熱のために肥育豚の発育が悪くなり、出荷頭数が減少して枝肉価格が上昇する。養豚経営においては、夏季の豚の飼養管理が大きな課題であり、畜舎設計から種豚の群管理や飼養管理まで一貫した改善が待たれる。さらに、枝肉価格の安定を図るには適切な豚肉需要量の把握と

保管肉ならびに輸入豚肉のバランスをとることが肝要であるといえる。グローバルなビッグデータを駆使した、更なる研究の進展を期待する。

文 献

- 阿部猛夫・神部昌行・西田 朗 : 1968, 豚産肉能力検定成績における季節および年次の影響, 日豚研誌, **5**, 87-91.
- 阿部 登 : 1993, 豚産肉能力直接検定における季節の影響に関する成績補正法, 日畜会報, **64**, 254-259.
- ARMSTRONG, J.D., J.H. BRITT and N.M. COX : 1986, Seasonal differences in function of the hypothalamic - hypophysial-ovarian axis in weaned primiparous sows, J. Reprod. Fertil., **78**, 11-20.
- CAMERON, R.D.A. and A.W. BLACKSHAW, 1980, The effect of elevated ambient temperature on spermatogenesis in the boar, J. Reprod. Fertil., **59**, 173-179.
- CIERESZKO, A., J.S. OTTOBRE and J. GLOGOWSKI : 2000, Effect of season and breed on sperm acrosin activity and semen quality of boars, Ani. Reprod. Sci., **64**, 89-96.
- HARTMANN, P.E., N.A. SMITH, M.J. THOMPSON, C.M. WAKEFORD and P.G. ARTHUR : 1997, The lactation cycle in the sow: physiological and management contradictions, Livestock Prod. Sci., **50**, 75-87.
- 原田 宏・小村寿徳・P.G. DURAN・落合 巖・福原利一 : 1992, 豚の産肉形質の経時的变化および推定成熟値に及ぼす季節の影響, 日畜会報, **63**, 1042-1050.
- HEITMAN, Jr. H., C.F. KELLY and T.E. BOND : 1958, Ambient air temperature and weight gain in swine, J. Anim. Sci., **17**, 62-67.
- 今枝紀明・吉岡 豪・鳥本安男 : 2005, 胎子娩出所要時間 (娩出時間) に関する要因分析と娩出時間が死産数, 1 週齢時の子豚体重および育成率に及ぼす影響, 日豚会誌, **42**, 1-7.
- 今井一郎・上山謙一・山根礼吉・丸山正明 : 1965, 冬季の保温が肉豚の発育並びにと体の性状に及ぼす影響について, 日豚研誌, **2**, 19-24.
- IVOS, J. and A. ASAJ : 1958, Influence of climatic conditions on fattening of pig in winter, Vet. Archiv., **28**, 167-182.
- 賀来康一・深瀬誠 : 2002, 「米国の豚肉生産者の販売契約増加が CME 豚肉先物取引に及ぼした影響」, 日本の豚肉生産・流通・消費・価格形成豚肉先物取引の基礎研究, 51-59, 日本商品先物振興協会, 東京.
- 鹿熊俊明 : 1965, 四季別にみた豚の繁殖成績について, 養豚便り, **17** (2), 8-14.

- 鹿熊俊明, 福田 勤: 1966, 子豚損耗防止対策に関する試験 (その2), 環境温と子豚直腸温に関する試験, 茨城県養豚指導所業務報告ならびに試験研究報告書, **7**, 45-64.
- 鹿熊俊明・福田 勤・佐野 修: 1968, ランドレースとヨークシャーの繁殖成績の比較Vランドレースとヨークシャーの妊娠豚の体重推移について, 日豚研誌, **5**, 6-11.
- 鹿熊俊明: 1980, 養豚の施設と農業施設—豚飼養管理上の問題点—, 農業施設, **10** (2), 25-33.
- 鹿熊俊明: 1983, 「(8) 養豚」, 農業経営改善ハンドブック, 1042-1060, 全国農業改良普及協会, 東京.
- 鹿熊俊明: 1984, 「第3節, 繁殖豚舎の構造と飼養管理」, 養豚経営技術講座, 72-75, チクサン出版社, 東京.
- 鹿熊俊明: 2004, 豚産肉能力の形質に及ぼす品種・性・環境要因の影響, 日豚会誌, **41**, 82-89.
- 鹿熊俊明: 2006, 新生子豚の環境温度に対する直腸温度変化と子豚保温技術の変遷, 日豚会誌, **43**, 20-28.
- 鹿熊俊明: 2014, 豚枝肉価格の変動の要因分析と近年の季節変動, 日豚会誌, **51**, 168-175.
- 鹿熊俊明: 2015, 「豚枝肉の価格変動の要因と動向」, 農業技術体系畜産編, 『追録34号』, 基194の15の2~13, 農山漁村文化協会, 東京.
- KENNETH, J.S.: 2015, Pork industry productivity analysis. National pork board research grant report, 1-19, Iowa State University.
- 古賀康弘: 1993, 豚産肉能力直接検定における季節の影響に関する成績補正法, 日畜会報, **64**, 254-259.
- LAURIDSEN, L.: 1966, デンマーク養豚法—ランドレースの飼い方, 199, 富民協会出版部, 大阪.
- 宮腰 裕・太田達郎・咲山久美子: 1986, 新生豚の血漿カテコールアミン濃度に対する寒冷の影響, 日豚研誌, **23**, 192-195.
- 宮島松一: 2004, 「養豚経営」収益アップのヒント, 49-55, 日本畜産振興会, 東京.
- 瑞穂 当・丹羽太左衛門・副島昭彦: 1963, 家畜精子の代謝に関する研究IV, 精子代謝量の季節的消長について, 家畜繁殖誌, **9**, 92-96.
- MOUNT, L.E. and J.G. ROWELL: 1960, Body size, body temperature and age in relation to the metabolic rate of the pig in the first five weeks after birth, J. Physiol., **154**, 408-416.
- 丹羽太左衛門: 1950, 「四, 繁殖の時期」, 豚の飼い方, 第7版, 29-30, 興文社, 東京.
- 大江徹男: 2002, 外国事情アメリカの養豚における販売契約の拡大要因と課題, 農林金融, **55**, 303-318.
- PELTONIEMIA, O.A., R.J. LOVEB, M. HEINONENA, V. TUOVINEN and H. SALONIEMI: 1999, Seasonal and management effects on fertility of the sow: a descriptive study, Anim. Reprod. Sci., **55**, 47-61.
- PRUNIER, A., H. QUESNEL, M. MESSIAS de BRAGANÇA and A.Y. KERMABON: 1996, Environmental and seasonal influences on the return-to-estrus after weaning in primiparous sows: a review, Livest. Prod. Sci. **45**, 103-110.
- 高橋圭二・園原邦治・鈴木邦夫: 2006, ランドレース種の初産豚における体重減少率と繁殖成績が発情再帰日数に及ぼす影響, 千葉畜セ研報, **6**, 11-13.
- XUE, J.L., G.D. DIAL, W.E. MARSH and P.R. DAVIES: 1994, Multiple manifestations of season on reproductive performance of commercial swine, J. Am. Vet. Med. Assoc., **204**, 1486-1489.
- 山根甚信・蒔田徳義: 1934, 台湾北部に於けるBerkshire種豚の繁殖能力の季節的变化に就いて, 熱帯農学会誌, **6**, 211-231.
- 山田豊・中村正斗: 1997, 飽食および制限給与が繁殖雌豚の長期間の繁殖性に及ぼす影響, 日豚会誌, **34**, 32-40.
- 米田裕紀・杉本亘之・吉本 正・所 和暢: 1984, 寒冷環境における肥育豚の飼養法に関する研究, 日豚研誌, **21**, 46-56.
- ZIMMERMAN, D.R., H.G. SPIES, H.L. SELF and L.E. CASIDA: 1960, Ovulation rate in swine as affected by increased energy intake just prior to ovulation, J. Anim. Sci., **19**, 295-301.
- ZIVKOVIC, S.: 1959, Effect of low environmental temperature, with different planes of feeding on Growth and feed utilisation in fattening pigs, Veterinaria, Sarajevo, **8**, 101-111.