暑熱環境における豚の消化能力と発育

梶 雄次・古谷 修

農林水産省九州農業試験場

熊本県西合志町 861-11

(1987年12月26日 受付)

要 約 夏季の暑熱環境が豚の生産性に及ぼす影響を検討するため、子豚および成雌豚を用いて飼養試験ならびに消化試験を実施した。供試に当っては、豚を23℃に保った温調室(適温区)あるいは暑熱環境下にある一般豚舎(高温区)に収容し、豚産肉能力検定飼料を給与した。実験1では、初体重が約40 kgの子豚16頭(去勢雄豚8頭、雌豚8頭)を雌雄各4頭ずつ適温区と高温区に分け、3週間性別に群飼した。飼料摂取は自由とした。試験期間中の高温区における環境温度の平均値は26.3℃で、最高気温が32℃を越えたのは10日、30℃を越えたのは18日であった。その結果、飼料摂取量および増体量は高温区が適温区に比較して有意に劣ったが、飼料要求率には差が認められなかった。去勢雄豚は雌豚よりも飼料摂取量が多く、増体は速かった。乾物、粗蛋白質(CP)および総エネルギーの消化率については、高温区と適温区の間有意差は認められなかったが、適温区の去勢雄豚の消化率が低い傾向にあった。実験2では、平均体重が約230 kgの成雌豚4頭を用い、妊娠期と授乳期で、適温および高温環境下での消化試験を実施した。妊娠期および授乳期の1日飼料給与量は、それぞれ、2144 gおよび5031 gに制限した。試験は7月7日から9月1日までの57日間で、その間の高温区における環境温度の平均値は26.6℃、最高気温が32℃を越えたのは34日、30℃を越えたのは47日であった。乾物、CPおよび総エネルギーの消化率は、妊娠期および授乳期とも適温区と高温区で差が認められなかった。

緒 論

夏季の暑熱が豚の生産性に影響を及ぼすことはよく知られている。すなわち、暑熱環境下では、飼料摂取量の減少とそれにともなう増体量の低下^{1, 2, 3)}や繁殖成績の低下が報告されている^{3, 4)}。しかしながら、暑熱が飼料の利用性、とくに消化率にどのような影響を与えるかについての定量的な研究はほとんどない。本研究では、夏季の暑熱環境が子豚と成雌豚の消化率に及ぼす影響について検討するとともに、子豚の発育に及ぼす影響について調べた。

材料および方法

子豚による試験(実験1)

Effects of hot environments in summer on performance of pigs for digestion and growth.

Y. KAJI and S. FURUYA

Kyushu National Agricultural Experiment Station.

Nishigoshi, kumamoto 861-11

平均体重約40 kgの子豚16頭(去勢雄8頭および雌8頭)を供試した。飼養方法は性別に分けて2頭群飼とし、2つの試験区に去勢雄豚2群および雌豚2群の計8頭ずつを割り当てた。一方の試験区の豚を23±1℃に保った温度調節室(温調室)に収容し、他方の豚を自然環境下の一般豚舎(コンクリート床)に収容して、それぞれ適温区および高温区とした。飼料は豚産肉能力検定飼料(粗蛋白質14.54%, 総エネルギー3800 cal/g)を自由摂取させ、飲水は自由とした。試験期間は1987年8月14日から9月3日までの3週間で、毎週2回、月曜日と金曜日に体重と飼料摂取量を測定した。試験の最後の週に酸化クロム指標物質法⁵⁾によって消化試験を実施した。

成雌豚による試験(実験2)

試験開始時の平均体重が230 kgの雌豚(5産目)4頭を供試した。試験は1期8日間からなり、各豚を妊娠期とそれに続く授乳期にそれぞれ温調室(適温区)および一般分娩豚舎(高温区)へ個別に収容して、各期で2回計4回の酸化クロム指標物質法⁵⁾による消化試験を実施した。妊娠期と授乳期を通じて連続した4回の試験で、

各豚の適温区および高温区への割り当て順序は、供試豚により全て異なるようにした（表 1）。試験の開始時期は、妊娠期で妊娠平均 94 日目および 103 日目、授乳期では分娩後平均 3 日目および 13 日目であった。授乳期間中の哺乳子豚数は平均 9.3 頭であった。給与飼料は実験 1 と同様の豚産肉能力検定飼料で、当研究室の基準によって定量給与した。妊娠期および授乳期の平均 1 日飼

る 2 元配置法、実験 2 は t 検定により処理区間の有意性の検定⁶⁾を行った。

結果および考察

試験期間中の気温は 1 時間ごとの測定値から、1 日の平均気温を算出した。実験 1 の 3 週間における平均気温は 26.3℃ で、最高気温が 32℃ を越えたのは 10 日、30℃ を越えたのは 18 日であった。実験 2 の平均気温は 26.6℃ で、最高気温が 32℃ を越えたのは 57 日中 34 日で、30℃ を越えたのは 47 日であった。

表 2 に、子豚による試験成績を適温区と高温区について性別の平均値で示した。発育成績のうち、1 日増体量および 1 日飼料摂取量では高温区と適温区の間に有意差が認められ（ $P<0.01$ ）、高温区の豚は適温区の豚に比べそれぞれ 148 g および 369 g 劣った。しかし、飼料要求率では差が認められなかった。去勢雄豚と雌豚の間には、高温区、適温区とも 1 日増体量、1 日飼料摂取量（ $P<0.01$ ）および飼料要求率（ $P<0.05$ ）のすべてに有意差が認められた。去勢雄豚は雌豚に比べ 1 日増体量で 104 g、1 日飼料摂取量で 422 g 多く、飼料要求率で 0.17 高かった。また、これらの差は環境温度にかかわらずほぼ一定しており、以上のことは性別飼育の重要性を示唆するものと考えられる。

つぎに子豚での消化率の成績をみると、環境温度および性による有意差は認められなかった。しかしながら、消化率は各項目において適温区の方が高温区よりもやや低くなった。とくに、適温区の子豚の粗蛋白質

表 1. 供試豚の処理区への割り当て順序（実験 2）

	妊娠期		授乳期	
	試験 1	試験 2	試験 3	試験 4
供試豚				
A	適温区	高温区	適温区	高温区
B	適温区	高温区	高温区	適温区
C	高温区	適温区	適温区	高温区
D	高温区	適温区	高温区	適温区

料給与量は、それぞれ、2144 g および 5031 g であった。飲水は自由とした。試験期間は 1987 年 7 月 7 日から 9 月 1 日の間であった。実験 1・2 とも気温の測定は自動温湿度計（千野製作所、EH 500-06 N）を用いて行った。

化学分析および統計処理

試料の一般化学分析は常法⁵⁾によった。エネルギーの測定はボンブ自動熱量計（島津製作所、CA-3 型）、酸化クロムの定量はリン酸カリウムを用いる吉田らの方法⁵⁾によって行った。実験 1 は環境温度と性を因子とす

表 2. 環境温度が子豚の発育と消化率に及ぼす影響（実験 1）

	適 温 区 ¹⁾		高 温 区 ²⁾		SE ³⁾
	去勢雄	雌	去勢雄	雌	
発 育					
1 日増体量, g ^{ab}	1002	895	851	750	12
1 日飼料摂取量, g ^{ab}	2742	2324	2376	1951	44
飼料要求率 ^c	2.74	2.60	2.79	2.60	0.04
消化率（%）					
乾 物	75.5	77.8	78.3	78.2	0.6
粗蛋白質	66.9	71.3	72.5	74.3	1.2
総エネルギー	73.8	76.6	77.3	77.2	0.9

1) 温度調節室（23±1℃）

2) 一般豚房、試験期間中の平均気温は 26.3℃.

3) 標準誤差

a 適温区と高温区の間有意差（ $P<0.01$ ）.

b 去勢雄と雌の間有意差（ $P<0.01$ ）.

c 去勢雄と雌の間有意差（ $P<0.05$ ）.

表 3. 環境温度が成雌豚の消化率に及ぼす影響 (実験2)

	妊 娠 期		授 乳 期	
	適温区 ¹⁾	高温区 ²⁾	適温区	高温区
消化率 (%)				
乾 物	80.8±2.1 ³⁾	80.8±1.5	78.6±1.3	78.3±3.8
粗蛋白質	81.0±1.3	81.7±1.1	76.7±1.9	76.2±4.2
総エネルギー	81.5±1.5	81.2±1.2	77.6±2.3	77.9±3.8

¹⁾ 温度調節室 (23±1°C)²⁾ 一般分娩豚房, 試験期間中の平均気温は26.6°C.³⁾ 平均値±標準偏差

(CP) の消化率は 66.9% で他よりもかなり低かった。

表 3 には成雌豚による消化試験の成績を示した。妊娠期および授乳期とも適温区と高温区の間有意差は認められなかった。

従来, 夏季の暑熱によって消化能力は低下するように考えられ易いが, 本研究の結果では, 少なくとも消化率でみる限り, そのような現象は認められなかった。これは, CLOSE and STANIER⁷⁾ が幼豚の試験で総エネルギーの消化率が 23°C と 28°C で変わらなかったとしているのと一致している。

子豚による試験では, 消化率は各項目とも適温区の方が低い傾向がみられたが, これは飼料摂取量の差で説明されよう。すなわち, 子豚の試験では, 飼料を自由摂取させたが, 飼料摂取量は適温区に比べ高温区で著しく少なかった。飼料摂取量が少ないと主として飼料の消化管内通過時間が長びくために^{8, 9)} 消化率が高まる⁹⁻¹¹⁾ ことが知られている。とくに, 本実験で供試した飼料のように比較的低エネルギー飼料ではこの差が大きく現れる⁹⁾ とされている。高温区の消化率が高い傾向がみられた理由として, 暑熱によって消化管の運動等が低下したために飼料の消化管内通過時間が遅延して消化率が高まった可能性も否定はできない。しかしながら, 成雌豚の試験では, 飼料を制限したため環境温度条件にかかわらず飼料摂取量はほぼ同じであり, 消化率にも差が認められなかったことから, 本実験程度の暑熱環境においては消化機能の低下が消化率を高めるとは考えにくい。なお, 妊娠豚と授乳豚の消化率の差も飼料摂取量の違いで説明されると思われる。

子豚と成雌豚による消化試験の成績を比較すると, 妊娠期では子豚に比べ明らかに高かったが, 授乳期では CP でやや高かったのを除くと大きな差は認められなかった。杉本¹²⁾ は, 肥育豚と妊娠豚の消化率を比較し,

飼料摂取量を両者でそろえた場合には妊娠豚の方が明らかに高いことを報告しているが, 本実験においても子豚と妊娠豚の飼料摂取量はほぼ等しくなっており, この結果と一致している。授乳期においては飼料摂取量は平均約 5 kg と子豚の場合よりもはるかに多かったのにもかかわらず, 消化率はそれと同じかやや高くなった。これは, 杉本¹²⁾ も指摘するように, 消化器官各部位の容積の差に基づく消化管内容物の滞留時間ならびに消化管内微生物活性の差によるものと考えられる。

本研究においては, 子豚および成雌豚を用いて夏季の暑熱が発育ならびに消化能力に及ぼす影響について検討した結果, 少なくとも消化率に関しては夏季の暑熱の影響は受けないことおよび環境温度が高まるにつれて増体成績は低下するが, これは飼料摂取量の減少によるため, 飼料効率に変化しないことが明らかになった。したがって, 暑熱の影響としては, エネルギー摂取量の減退が根本的な問題と考えられる。高温環境下で豚が体温を一定に保とうとすれば, 熱発生量を抑制し, 熱放散の負荷を軽減する必要がある, そのため飼料摂取量を減少させ, 結果的には増体が低下する。このことを考えると, 環境温度を直接的に下げると暑熱対策の一つではあるが, 熱発生量をできるだけ抑えるような飼料給与が合理的であろう。この点から, 比較的体内での熱発生量の少ない脂肪の添加¹³⁾ や逆に熱発生量の多い蛋白質の必要最小限の給与, 結晶アミノ酸添加による飼料中 CP 含量の低減などが考慮されてよい。

なお, 本研究の一部は第 48 回日本養豚学会大会で報告した。

終わりに, 本稿の校閲を賜った当場八木満寿雄畜産部長, 動物管理を担当された志柿良一, 林 房高, 橋本邦博, 江藤浩幸の各技官に厚くお礼申し上げます。

文 献

- 1) HEITMAN, H. Jr., C.F. KELLY and T.E. BOND : J. Anim. Sci., **17**, 62-67, 1958.
- 2) 山本禎紀・伊藤敏男・藤田正範 : 日畜会報, **55**, 71-75, 1984.
- 3) POND, W.G. and J.H. MANER : Swine Production and Nutrition, 607-629, AVI Publishing Company, Inc., Conneticut, 1984.
- 4) TEAGUE, H.S., W.L. ROLLER and A.P. GRIFO, Jr. : J. Anim. Sci., **27**, 408-411, 1968.
- 5) 森本 宏 (監修) : 動物栄養試験法, 養賢堂, 東京, 1971.
- 6) 吉田 実 : 畜産を中心とする実験計画法, 101-116, 養賢堂, 東京, 1975.
- 7) CLOSE, W.H. and M.W. STANIR : Anim. Prod., **38**, 221-231, 1984.
- 8) 古谷 修・高橋正也 : 日畜会報, **51**, 33-39, 1980.
- 9) 杉本亘之 : 日畜会報, **57**, 818-822, 1986.
- 10) 杉本亘之 : 日畜会報, **56**, 797-801, 1985.
- 11) 斎藤 守・高橋正也 : 畜試研報, **43**, 93-98, 1985.
- 12) 杉本亘之 : 日畜会報, **58**, 648-652, 1987.
- 13) STAHLY, T.S. and G.L. CROMWELL : J. Anim. Sci., **49**, 1478-1488, 1979.

EFFECTS OF HOT ENVIRONMENTS IN SUMMER ON PERFORMANCES
OF PIGS FOR DIGESTION AND GROWTH

Yuji KAJI and Shu FURUYA

Kyushu National Agricultural Experiment Station,
Nishigoshi, Kumamoto 861-11

Feeding and digestion experiments were conducted to determine the effects of hot environments in summer on the productive traits of growing pigs and sows.

These pigs were housed in regulated units designed to keep an ambient temperature of 23°C (Group of adequate temperature) or in conventional pens exposed to the hot environments in summer (Group of high temperature) with feeding of the feed for performance tests on meat production of pigs (containing crude protein (CP) of 14.5% and gross energy (GE) of 3800 cal/g). In Experiment 1, 16 piglets (8 each of castrated and female) each weighing approx. 40 kg at the beginning of the test were allocated to the two Groups for rearing trial for 3 weeks with checks for each sex, with feeding ad libitum. In the conventional pens, the average temperature was 26.3°C during the test period, and the maximum temperature exceeded 32°C for 10 days and 30°C for 18 days. The results revealed that the daily feed intake and weight gain were less in pigs of Group of high temperature than in those of Group of adequate temperature, but that there was no difference in the efficiency of feed utilization. Castrated male pigs took more feed and gained weight faster than the female pigs. There was no significant difference in digestibilities of dry matter (DM), CP and GE between the Groups of high temperature and adequate temperature, but the digestibility of feed components by the castrated male pigs in the Group of adequate temperature tended to be lower. In Experiment 2, four sows with a mean weight of approx. 230 kg were subjected to the digestion test each during gestation and lactation periods in the two different environments of high temperature and adequate temperature. The daily feed uptakes during the gestation and the lactation periods were restricted to 2144 g and 5031 g, respectively. The test was the digestion was conducted for 57 days since July 7 up until September 1 st. In the conventional pens kept at the high temperature, the mean environmental temperature was 26.6°C, and the maximum temperature exceeded 32°C and 30°C on 34 and 47 days, respectively. There was no appreciable difference in the digestibilities of DM, CP and GE between the Group of adequate temperature and the Group of high temperature in both gestation and the lactation periods.

Jap. J. Swine Science 25, 2 : 56-60