

豚にとって快適な温度・湿度管理を再確認

温度・湿度は日々変化する

豚にとって、成長にあった適正な温度と湿度はいったいどのくらいなのか。この問いに対して「温度は何℃、湿度は何%」と明確に答えられる人は果たしているのでしょうか。

もしも明確に答えを出せる人がいたならば、それは一般的な温度と湿度の管理指標についての答えではないかと思えます。そうでなければ、農場の条件を非常に詳しく理解し、日ごろからきめ細かく観察や管理を行き届かせている管理者がいるのでしょうか。さらに、それについてのマニュアルがきちんと作成されていて、そのマニュアルに沿った管理が日々実施されている、非常に優秀な農場だと思えます。しかし、果たしてそんな農場があるのでしょうか。

私の関与している農場には、そこまで徹底した管理をしている農場は残念ながら存在しません。それでは、どのように日々の生産現場において温度や湿度の管理をしているのでしょうか。一般的には、推奨されている温度や湿度の管理指標を屈指して、できるだけ理想に近づけようと日々努力しているのが現実です。なぜなら、農場管理において、今日と同じ農場条件の日は1日たりともないからです。

一般的な温度指標

一般的な温度指標について表 1、2 に示しました。この表と農場で採用する温度指標が異なるかもしれませんが、それぞれの農場がさまざまな指標を元にして農場の温度や湿度の管理がなされているため、そうした違いが生じるのです。ただ、どの指標でも共通していえることは、哺乳期から離乳豚舎前期までは温度中心の管理が優先されており、それ以降は環境と温度の関係が重要になっているという点です。

表 1 : 哺乳〜育成豚舎の温度指標

項目	出生時	哺乳中		離乳豚舎		育成豚舎		引用文献
体重 (kg) 床の種類 温度 ()	出生時 28~30	コンクリ 24~29	スノコ 25~30	5~7 コンクリ 29~31	スノコ 29~32	7~16 コンクリ 19~26	スノコ 22~27	Housing The Pig (1986)
体重 (kg) 温度 ()	1~2 35	2~5 26~34	5~40 18~24					Pig production in the topics (1979)
体重 (kg) 温度 ()	32.2~37.8	3週齢 23.9~29.4	13~23 21.0~29.4	23~34 15.6~21.0				Swine production and Nutrition (1984)
体重 (kg) 温度 ()		4.5~6.8 29.4~32.2	6.8~11.4 23.9~29.4	11.4~27.2 21.1~26.7				GPレター (グローバルビッグファーム㈱, 1994)
体重 (kg) 温度 ()	36	26~30	8~16 22~24	20~35 20				戦略的養豚 (倉田修典 : 著, 1995)

表 2 : 肥育豚舎の温度指標

項目	肥 育 豚 舎				引用文献
体重 (kg) 床の種類 温度 ()	15~30 コンクリ 14~24		30以上 スノコ 17~26		Housing The Pig (1986)
体重 (kg) 温度 ()	5~40 18~24		40~90 12~22		Pig production in the topics (1979)
体重 (kg) 温度 ()	23~34 15.6~21.1		仕上げ時 10.0~21.1		Swine production and Nutrition (1984)
体重 (kg) 温度 ()	27.2~68.1 18.3~23.8		68.1~109.0 15.6~21.1		GPレター (グローバルビッグファーム㈱, 1994)
体重 (kg) 温度 ()	20~35 20	38~56 18	62~86 16	92~115 14	戦略的養豚 (倉田修典 : 著, 1995)

快適な温度とは

温度管理の効果は、豚の反応を見ると一目瞭然です。寒い環境の下では、豚は体を暖かく保つために飼料の摂取量を増やします。しかし、いくら飼料を増やして体を暖めても、熱の損失にそれに追いつかなくなる限界温度があります。これを超えると成績が低下し、豚は低体温になってしまい、最終的には死に至ることもあります。

一方で、暑くなりすぎると熱生産量が増え、体温が上昇します。すると豚は食べる量を減らすことで対応するのですが、これにも限界があり、高体温になるとやはり最終的には死に至ります。これらの両極端な温度の中間に、豚の生産において生産性が最大となる「最適生産性域」といわれる温度帯が存在します。この温度帯の上限は「上方臨界温度」、下限は「下方臨界温度」と呼ばれ、豚をこの温度の中立域に保つことが豚舎管理の目標となります。

豚は環境に合わせて熱放出をコントロールする

豚は環境温度の変化に対して、顕熱と気化熱という方法により、自分自身の放熱量を変えることで適応しています。つまり熱の放出量は、豚の体温と環境温度の差によって決まります。

顕熱による熱の放出

顕熱は熱伝導、対流、放射といった物理的なかたちを通じて放出される熱のことです。熱伝導による熱の放出は、基本的に床の種類によって決まります。豚の熱の放出のおよそ 20%は、床からといわれています。寒冷期では、床の断熱性がよいほど熱の放出は少なくなり、より良い成績が得られます（表 3）。

表 3：肥育豚の床の種類の違いによる必要温度（℃）

体重 (kg)	麦わら	断熱コンクリート	穴あきメタル	部分スノコ
10	24～24	22～26	24～28	25～28
15	18～23	19～24	22～27	22～27
20	15～23	16～24	19～26	19～25
30	13～23	14～24	18～25	17～25
70	11～22	12～23	17～25	15～26

また、床がどれだけ濡れているかも熱の放出に影響します。高温期では、濡れた床に寝ることによって体温が奪われて熱が放出されますが、一方で、寒冷期の豚では熱の放出が多くなりすぎ、高い環境温度が必要となります。寒さと冷気が一緒になれば、それだけ影響が大きくなります。わらを敷いた場合に比べて、全面あるいは部分スノコを敷いた床では、豚の要求温度は 4～5℃高くなり、断熱コンクリートはその中間となります。

空気の対流による放熱量は、風速と気温によって決まります。風速 10cm/秒以上になると、対流による放熱が増えます。同じ温度でも、風通しがよいほど涼しく感じるのはこのためです。対流による放熱は、豚の全放熱量のおよそ 40%を占めるといわれ、豚舎管理上、非常に重要なファクターとなっています。

放射による放熱量は、豚の体温とその周囲の空気と壁の温度差によって決まります。つまり周囲のものが豚の放出した熱をいかに吸収するかで変わってくるのです。

気化熱による熱の放出

気化熱による熱の放出は、気温が高いときには、非常に重要な放熱経路となります。豚は汗腺の発達が悪く汗をかけないので、呼吸と皮膚から直接水分を気化（蒸発）させることによって、放熱を行います。高温環境下で、水や尿の上を転げ回って皮膚を濡らしたり、体を汚すのはこのためです。高温時にスプリンクラーなどを使い、皮膚を濡らしてやることも効果的な熱の放出方法です。

気化熱による熱の放出は、豚と周囲の温度差とともに、空気の相対湿度によっても決まります。相対湿度が高くなると豚の熱放出は難しくなるのです。

豚の状態による要求温度の違い

豚の要求する温度は、体重、脂肪、飼養密度、飼料の摂取量、飼料の種類などによって変わってきます。すなわち体重が重い、脂肪が厚い、飼養密度が高い、飼料の摂取量が多い場合には要求温度が低くなります。飼料の種類によっては、要求温度が高くなったり低くなったりすることがあります。

空気の流れを読む

豚舎内の空気の流れによっても、環境温度は変化します。空気の流れが多いほど熱の放出は大きく、より高い温度が必要になります。また、豚の状況によっても大きく変化します。低温下では、背脂肪が薄いほど、空気の流れや風の強さの影響を受けやすくなってしまいます。

寒いときは、豚に風が当たらないことが最重要課題で、豚に換気扇の風や冷たい空気がまともに当たったりしないようにしなければなりません。一方、暑いときは、空気の流れを利用することにより、熱交換を増し、豚を涼しい状態におくことができます。

湿度の重要性

特に高温の環境下では、相対湿度も考慮に入れなければなりません。育成豚では、相対湿度が 60 から 95% に上昇しても、気温が 22°C の場合は影響はありませんが、28°C になると成長速度が約 8% も低下してしまったという報告があります。

空気中の病原体が、豚の呼吸器病に影響していることは皆さんよくご存じだと思います。そのため換気をよくして、空気中の病原体を減らしているのです。夏場は温度を下げる意味もあって換気量を増加させるため、それとともに病原体の数が減少し、肺炎の問題が少なくなります。

一方、換気量が減少する寒い季節は、暑い時期と比較して、空気中の微生物の量は 5,000〜1 万倍も多いといわれています。このため肺炎の発生が多くなってしまいます。

これを抑えるのが、相対湿度です。冬に肺や呼吸気道への影響を最小限にする相対湿度は、65〜75% といわれています。相対湿度が高すぎると、空気中に存在する微生物も生存しやすくなってしまいます。湿度の上昇を抑えるために換気率を増加させることにより、感染の広がりを防ぐことができます。湿度が約 10% 低下すると、豚舎内の微生物は半減します。

それでは単純に換気率を上げて乾燥させればよいかというとそうではなく、湿度が 65% 以下になると、肺や呼吸気道の状態を改善しないばかりか、温度を保つために使用

しているヒーターなどのエネルギーが無駄になります。さらに、乾燥しすぎると微生物の侵入を防いでいる呼吸気道の粘膜の状況が悪くなるし、ほこりも舞いやすくなってしまします。これを考慮すると、寒い時期には相対湿度が 65～75%なるように設定することが、経済的にも効果的であるといえます。

豚の体感温度が快適性を決める

温度だけを指標にしていたのでは豚の管理を誤ってしまいます。前述のように、豚を取り巻く環境は非常に複雑に絡み合っているからです。

豚は空気の温度よりも、温熱環境を体で感じて反応しています。すなわち、空気の温度を含めた、豚の周囲にある熱の増減に関する「体感温度」に反応しているのです。この体感温度を左右するのは、空気の温度よりも風速、壁や天井の輻射熱、床のタイプ、換気方法、熱源などです。

寒冷期の実際の肥育豚舎の例でみると（表 4）、豚の平均体重が約 80 kg、豚舎内の空気の温度が 18.3℃、床面はコンクリートスノコ、トンネルベンチレーションによる換気方式という環境で、豚の位置での風速は 60m/分でした。換気方式のため、豚は実際には 10℃ぐらいに感じています。床面がコンクリートスノコなのでさらに 5℃引いた数字、すなわち、この時の豚が実際に感じている温度は 5℃ぐらいなのです。

寒冷ストレスに対して、体重 80 kgの肥育豚の飼料の摂取量が増える下方臨界温度は 12.2℃（表 5）なので、その差は 7.2℃となり、この分余計にストレスを受けていることとなります。表 5 より、この体重の豚は、0.6℃低下するごとに 19.5 g 余計に飼料を摂取するので、この肥育豚舎に 1,000 頭の豚がいれば、7.2℃/0.6℃×19.5 g×1,000

表 4：環境要因と環境温度の変化

環境要因	環境温度の変化
すきま風（風速）	
9m/分	- 4.2
27m/分	- 7.8
90m/分	- 10.8
断熱状況	
良	- 0.6
中程度	- 1.8
不良	- 7.8
床の状況	
ベニヤ板	+ 7.8
わら	+ 7.8
乾燥したコンクリート	- 5.4
スチールワイヤー	- 5.4
プラスチックコーティングワイヤー	- 7.8
濡れているコンクリート	- 10.8
気化熱	
クーリングパッド	- 3.6
細霧	- 3.6
ドリップクーラー	- 6.0
スプリンクラー	- 6.0

表 5：寒冷ストレスに対処するために消費される余分な飼料量

環境要因	環境温度の変化
すきま風（風速）	
9m/分	- 4.2
27m/分	- 7.8
90m/分	- 10.8
断熱状況	
良	- 0.6
中程度	- 1.8
不良	- 7.8
床の状況	
ベニヤ板	+ 7.8
わら	+ 7.8
乾燥したコンクリート	- 5.4
スチールワイヤー	- 5.4
プラスチックコーティングワイヤー	- 7.8
濡れているコンクリート	- 10.8
気化熱	
クーリングパッド	- 3.6
細霧	- 3.6
ドリップクーラー	- 6.0
スプリンクラー	- 6.0

（※0.6℃低下ごとに必要となる余分な飼料量）

頭＝23万4,000gで、234kgの飼料が体熱の維持に使われてしまい、産肉にはまわらない、ということになります。

最大の悩みは離乳豚舎

離乳豚舎の環境コントロールは、農場において悩みのトップに位置しています。温度の条件は、成長に非常に大きな影響を与えています。離乳豚舎の温度は離乳後、特に離乳後1週間の、豚の成長成績に影響する最重要因子の1つです。

豚は離乳時にいろいろなストレスを受けます。離乳直後の子豚の摂取エネルギーの量は、固形飼料を食べるのに慣れるまで、哺乳中と比較して劇的に低下します。このことは成長を遅らせるばかりではなく、子豚が低温に対して非常に敏感となる原因にもなっています。

表4に示すとおり、床材とすきま風がからんだ寒冷要因は、離乳子豚にとって最も酷なものになってしまいます（たとえば、床がウーブンワイヤーであれば -4.2°C 、 $9\text{m}/\text{分}$ のすきま風で -4.2°C 以上の低下）。

したがって、離乳後最初の1週間は、子豚にとっての最適な温度環境を維持することが必須条件です。離乳後最初の1週間は $28\sim 30^{\circ}\text{C}$ に保ち、その後1週間に 2°C ずつ下げ、最終的に $20\sim 22^{\circ}\text{C}$ になるようにコントロールします。温度が推奨値より低下すると、豚は飼料を多く食べなくてはならず、飼料要求量が増すばかりではなく、下痢が発生する可能性が高まります。マットを敷いたりランプをつけたりして、ある程度の対策をたてることはできますが、ドアや給餌ラインを通す壁の穴、不適切なところに設置された入気孔、ピット下からの逆流する風といった、空気の漏れがなくなるようにしなければなりません。

また、同じ離乳豚舎内で同じ条件にあっても、**写真1**と**2**のように子豚の状態によって要求温度が異なります。煙などを使用した環境調査や温度コントロールばかりでなく、豚をよく観察し、豚が要求している状況をいかにつくり出すかが重要なのです。



写真1、2：同じ離乳豚舎内の同じ条件でも、子豚の条件次第で要求温度は異なる

豚そのものが環境コントロールの指標

一夜にして肺炎がまん延、下痢が多発、というような経験をしたことのある農場が多いのではないのでしょうか。

環境が悪いということは、お金をどぶに捨てていることと同じです。最高の成績を得ようとするならば、豚を取り巻く環境、施設、特に空気の質や温度に十分に気を配る必要があります。

空気の質や温度の良しあしで、肺炎の発生や下痢の発生状況が変化します。その影響による死亡率の上昇、1日増体量の悪化、肺炎治療に必要な支出などで、1頭当たり600～800円の損失をしている、という1つの指標があります。年間5,000頭の肉豚を出荷する農場であれば、300～400万円の損失ということになります。これは日常の管理次第でなくすことのできる損失です。

私が見ているある農場では、刻々と変わる気温や風向、降水量などの気象の変化を、携帯電話の地域限局の天気情報のサイトを利用し、カーテンや温度の管理を行っています。特に無人となる夜間や早朝の気温、風向きの予測情報は、非常に役立つ情報として活用しています。

施設的な問題や環境といったものがいかに整備されていても、それをコントロールするのはすべて管理者です。そして、その空間が快適なものであるか否かを決めるのは豚です。管理上最も大事なことは、豚をよく観察すること。つまり、「豚のことは豚に聞け！」ということなのです。

(月刊養豚界 2005年10月号掲載)