

7 クーリングパドシステムによる暑熱対策効果の実証

県南家畜保健衛生所

重國 由起子・高山 裕介・濱口 芳浩

本県では、養豚業を重点的な振興作目として位置づけており、平成 18 年度から関係機関一体となって生産性向上や担い手対策、畜産環境対策を推進し、経営力の強化を図ってきた。平成 28 年度からは「新ながさき養豚振興計画」に基づき、基本目標と振興方策を定め、経営技術の高度化や収益性の高い養豚経営の推進等を行っている。その取り組みの一つとして、生産性を阻害する大きな要因である夏季の暑熱対策のため、クーリングパドシステム（以下、パド）の実証に取り組んだので、その概要を報告する。

テムは、舎内温度 15 以上でファンが作動、22 以上で循環水が出るよう設定し、4 月から稼働し始め、6～8 月は毎日 24 時間稼働していた（表 - 1）。

1 設備概要

パドは、セル構造を持ったパネルを畜舎壁面に設置し、そのパネルに水を通し、陰圧換気によって引き込む空気を気化熱放散で冷やすシステムである（図 - 1）。

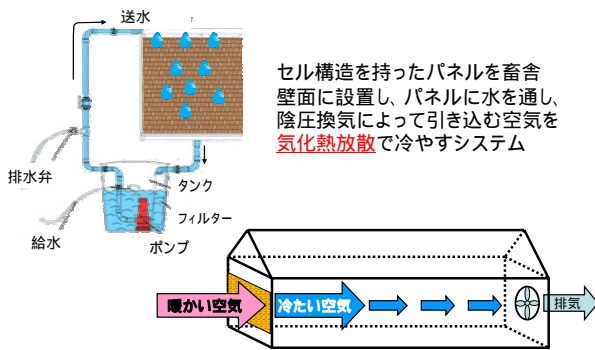


図 - 1 パドの原理(循環式)

今回、平成 27 年度長崎県家畜生産性向上対策事業により、管内の母豚 94 頭を飼養する一貫経営農場の分娩舎にパドを設置した（図 - 2、3、4）。設置したパドは、パネルを通った水を再度利用する循環式のタイプであり、設置工事費は 297 万円、施工期間は 14 日間であった。シス

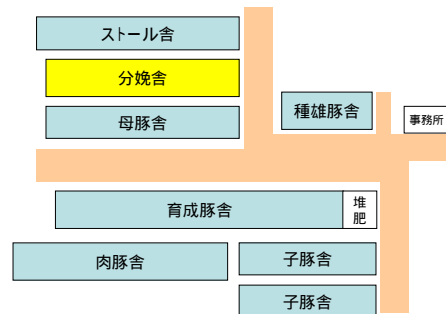


図 - 2 農場見取図

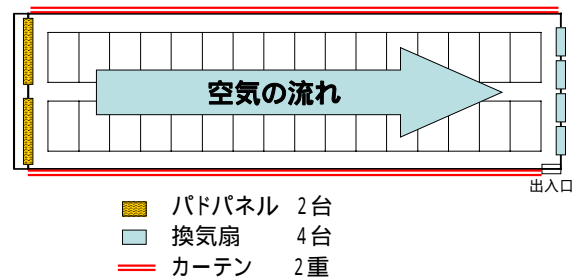


図 - 3 分娩舎見取図



図 - 4 設備概要

表 - 1 設備概要

【設置工事費】

名称	仕様等	数量	単価	金額
クーリングパッド(プラスチック)	L3m×H1.5m	2set	400,000	800,000
換気扇(電動シャッター付)	1mファン	4台	64,000	256,000
制御盤	比例式温調付	1式	420,000	420,000
カーテン設置等	30m×2	1式	304,000	304,000
その他資材		1式	210,000	210,000
壁解体・設備設置工事		1式	310,000	310,000
電気工事		1式	400,000	400,000
運賃		1式	50,000	50,000
小計				2,750,000
消費税				220,000
合計				2,970,000

【施工期間】14日間(H28.3月に設置完了)

【稼働条件】15 以上でファンが作動(25 で最大)
22 以上で循環水作動

【稼働状況】4月から運転。6～8月は毎日24時間稼働

また、農場のボーリング水、ボーリング水を農場内で溜めておくタンクの水及びパド循環水について細菌検査を行ったところ、ボーリング水及び農場内タンクの水からは一般細菌、大腸菌ともに検出されなかったが、パド循環水からは一般細菌 5,800cfu/ml、大腸菌 560cfu/ml が検出された(表 - 2)。循環式では、循環水へのゴミや微生物等の侵入は避けられず、目詰まり等で冷却能力が低下する可能性があることから、定期的な洗浄や消毒等のメンテナンスが必要と考えられた。

2 調査

(1) 環境調査

平成 28 年 7～8 月に、分娩豚舎(パド設置)、ストール舎(細霧装置設置)及び豚舎外に自動温度測定器(おんどとり:T&D 社製)を設置し、温度を経時的に測定した(図 - 5)。比較対象としたストール舎は、細霧装置 1 台、換気扇 6 台、カーテン 1 枚で暑熱対策を行っていた(図 - 6)。平成 28 年は酷暑といわれ、8 月は最高気温 35 を上回る猛暑日が続き、外気温が 40 近くになる日もあったが、パドを設置した分娩舎は一貫して 30 を下回っていた(図 - 7)。また、3 箇所の 2 ヶ月間の平均温度は、外気温が 28.2、ストール舎が 27.1、分娩舎が 25.8 であり、パドのほうが細霧装置より冷却効果が高いことが確認できた(図 - 8)。

次に、サーモカメラ(Thermo shot F30V: NEC Avio 赤外線テクノロジー社製)でパド作動中の豚舎壁や天井等の表面温度を確認した。その結果、天井やカーテンの表面温度は 32 とやや高値を示したが、分娩台付近は 30 未満に保たれており、豚舎内が均一に冷却されていることが確認できた。また、母豚、子豚の体表温度は、約 34 から 37 の範囲内であり、皮膚温の著しい上昇、低下等は認められなかった(図 - 9、10、11)。

さらに、風速計(マルチ環境測定器 AHLT-100: CUSTOM 社製)を用いてファン最大稼働時の分娩舎内 4 箇所の風速を測定したところ、1.2～1.8m 毎秒と、パドの機能を確保するためには概ね適正な値を示していた(図 - 12)。

自動温度測定器(農場内3箇所の経時的な温度変化を測定)

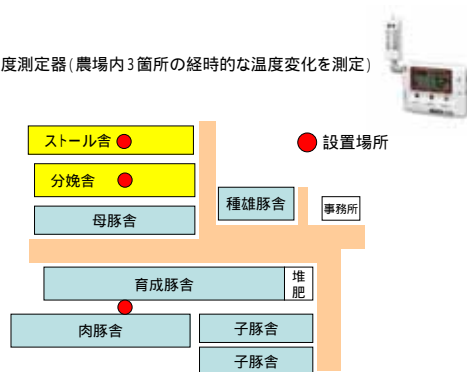


図 - 5 自動温度測定器による調査

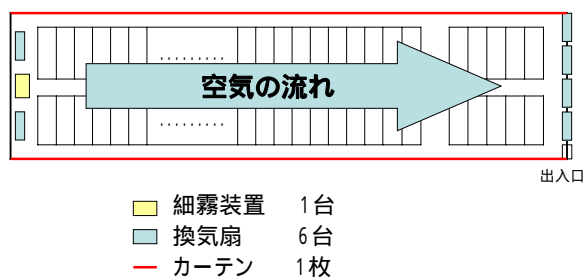


図 - 6 ストール舎見取図

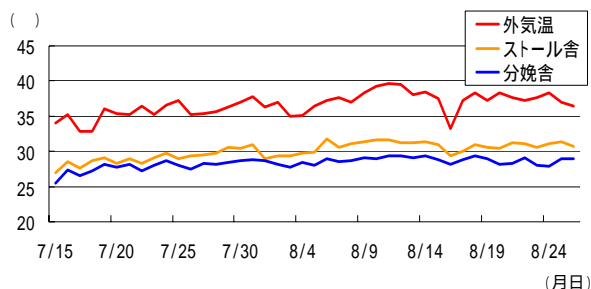


図 - 7 最高温度の推移

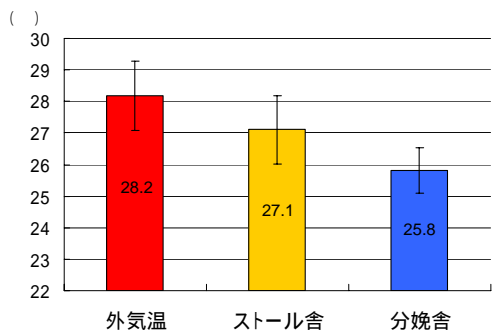


図 - 8 平均温度

風速計(分娩舎内4箇所(床上約1m)の風速を測定)

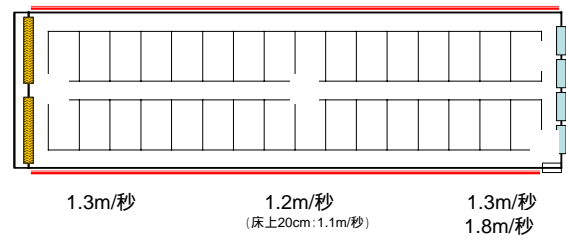


図 - 12 風速計による調査

サーモカメラ(測定レンジ:下限値を30、上限値を45に設定)

分娩舎表面温度 約24~32

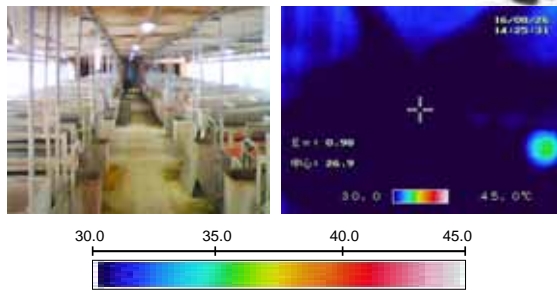


図 - 9 サーモカメラによる調査

母豚、子豚の体表温度 約34~37

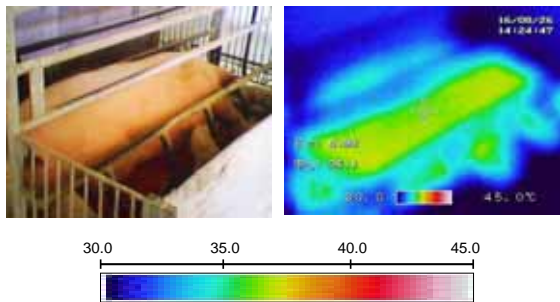


図 - 10 サーモカメラによる調査

保温箱内の表面温度 約30~34

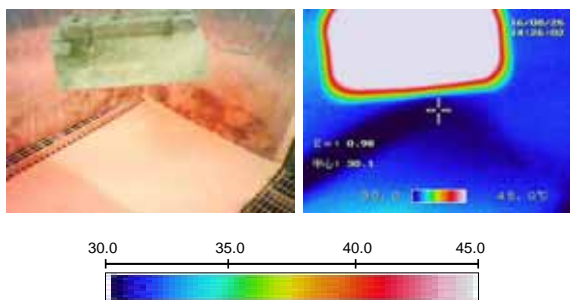


図 - 11 サーモカメラによる調査

表 - 2 循環水の検査

パド使用中(10月4日)

	一般細菌数	大腸菌数
ボーリング水	検出なし	検出なし
農場内タンクの水	検出なし	検出なし
パド循環水	5,800	560

単位はいずれもcfu/mL

(2) 農場成績

4~9月の成績をパド設置前の同時期と比較した結果、平均産子数 11.8 頭 (+0.2)、平均離乳頭数 9.5 頭 (+0.7)、離乳までの事故率 20.8% (-5.3)、受胎率 81.7% (+9.7)、発情回帰日数 7.01 日 (-1.28) と向上した。これらを用いて、分娩回転数を試算したところ 2.39 (+0.05) となった(表 - 3)。

表 - 3 農場成績

項目	設置前	設置後
A 平均産子数(頭)	11.6	11.8
B 平均離乳頭数(頭)	8.8	9.5
C 離乳までの事故率(%)	26.1	20.8
D 受胎率(%)	72.0	81.7
E 発情回帰日数(日)	8.29	7.01
F 受胎までの日数(日)	14.2	10.9
G 分娩回転数(回/年)	2.34	2.39

$$F = E + (1 - D) \times 21 \text{日}$$

$$G = 365 \text{日} / (114 \text{日} + 28 \text{日} + F)$$

3 経済効果

パド稼動にかかったランニングコストとして、4~9月の電気料金を試算したところ、376,642

円となった。暑熱対策により、分娩回転数と離乳頭数が改善したことから、母豚1頭1日あたりの販売額は設置前が1,944円、設置後は2,127円と試算され、その差額は183円となった。この差額に母豚数及び稼働期間を乗じ、ランニングコストを除いたところ、年間約277万円の販売額の増加が見込まれた。

られること、さらに、哺乳豚の至適温度である30以上を保つため、保温箱の使用等による哺乳豚の温度管理がより重要となることなどが挙げられた。

今後は、費用対効果の検証を深めるとともに、耐久性等の確認を行いながら、効果的な暑熱対策の普及を図っていきたい。

表 - 5 経済効果

	設置前	設置後
G 分娩回転数(回/年)	2.34	2.39
H 離乳頭数(頭/腹)	8.84	9.47
I 育成率(%)	90	90
J 枝肉重量(kg)	77	77
K 枝肉単価(円/kg)	495	495
L 母豚1頭あたりの販売額(円/日/頭)	1944	2127
L = G × H × I × J × K ÷ 365日 ÷ 94頭		差額183円

{差額183円 × 94頭(母豚数) × 183日(4~9月)} - 376,642円(ランニングコスト) ⇒ **販売額の増加は約277万円**

表 - 4 ランニングコスト

電力使用量	料金単価(九州電力・低圧電力)
換気扇 : 0.4kw/h × 4台 = 1.6kw/h	15.14 円/1kwh(10~6月料金)
水中ポンプ : 0.4kw/h × 2台 = 0.8kw/h	16.79 円/1kwh(7~9月料金)
子豚用ヒーター : 0.18kw/h × 16.5台 = 2.97kw/h	
計 5.37kw/h	
4~6月の電気料金 : 15.14円 × 11728.1kw = 177,563 円	
7~9月の電気料金 : 16.79円 × 11857.0kw = 199,079 円	
計 376,642 円	

4 まとめ

平成28年は酷暑といわれたが、パド設置により舎内温度が30を超えることはなく、細霧装置より冷却効果が高いことが確認された。また、繁殖成績の向上、哺乳豚の圧死等による事故率の低減により収益性の向上が見込まれ、本システムは暑熱対策として高い効果が期待できるものと考えられた。

ただし、設置・使用の留意点として、豚舎構造によっては、パド以外の箇所からの外気の流入を防止するため、内天井や2重カーテンの設置等、施設の改修が必要になることもあること、パドの通気性や衛生状態を保つためには、こまめな清掃、消毒など日常のメンテナンスが求め