

雪冷熱を活用したクリーンな豚舎 雪冷房システム「New豚」の開発

媚山 政良 [国立大学法人室蘭工業大学／教授]
大邨 弘一 [有限会社かみふらの牧場／代表取締役]
花田 正明 [国立大学法人帯広畜産大学／准教授]
藤倉 雄司 [国立大学法人帯広畜産大学／産学官
コーディネーター]
辻 剛 [上富良野町役場産業振興課農業振興班
／主幹]
林 敬永 [上富良野町役場町民生活課生活環境班
／主幹]
植田 秀俊 [財団法人北海道農業開発公社農村施設
部／部長]
中村 嘉範 [財団法人北海道農業開発公社農村施設
部／専門員]
荒関 良男 [株式会社ダイヤコーポレーション／専
務取締役]
森本 幸江 [一般社団法人国際雪倶楽部／代表理事]
伊藤 孝 [岩田地崎建設株式会社／第一営業部部长]
伊藤 俊裕 [岩田地崎建設株式会社／環境ソリュー
ション部部长]
佐々木 稔 [岩田地崎建設株式会社／建築部設備課
課長]
浅川 勝貴 [岩田地崎建設株式会社／技術部課長代理]

背景・目的

近年の異常気象による温暖化の被害は年々深刻になっており、農水省は、家畜の環境改善を図るよう、技術指導の通達を行っているが、猛暑に対する家畜管理上の対策は十分ではない。猛暑による家畜への暑熱被害は感染症や家畜へのダメージや死亡、食肉卸売価格の高騰などに繋がり、国民の食料確保の視点から農畜産への猛暑・暑熱対策を真剣に考える必要がある。また、畜舎から発生する糞尿による悪臭は周辺住民に臭気被害を及し、この臭いの除去対策も課題の一つとなっている。

この二つの課題に対応するため、寒冷地の地域資源で

ある雪氷エネルギーを活用し、分娩舎の暑熱対策と臭気対策を同時に解決する豚舎雪冷房システムの研究開発を目的としている。

内容・方法

雪冷房による暑熱と臭気除去対策を同時に行うシステム研究開発として、①簡易な集雪・貯雪の検証、②暑熱対策と臭気除去効果の試験検証と解析、③システム全体検証の分析と改善、以上について研究開発を行った。豚舎軒下脇に雪の冷熱源を確保するための貯雪槽(幅5.0m×奥行き2.5m×深さ2.0m)を地下埋設で設置、貯雪槽の地表露出面には断熱材150mm、埋設部50mm(ポリスチレンフォーム)を施し断熱効果を確保した。まず、1/16屋根からの落雪や除排雪を簡易な集雪作業に転換できるかを現場にて実際に貯雪作業にて検証し、次に1/17,18に暑熱対策として熱負荷30℃(真夏日)と35℃(猛暑日)で雪冷房能力試験を行った。翌1/19には雪による臭気除去効果を実証するため、ニオイセンサによる複合臭測定と検知管によるアンモニア、硫化水素、メチルメルカプタンを測定採取した。その後、データ分析と結果評価、さらなる効率効果を求め協議・検討を行った。

結果・成果

1) 集雪・貯雪作業

屋根からの落雪を利用した簡易な集雪方法は、屋根の氷柱が雪混合するため、雪の密度の不均一を招き、安定冷熱供給に支障が生じ、貯雪融雪状態・形状にも影響を及ぼすため、感染防止の配慮から牧場内の除排雪作業を利用し集雪・貯雪する。貯雪は厳寒期の1月でも雪の密度は0.5～0.6g/cm³を確保し、要因はロータリー除雪車による攪拌投雪と、人力での踏み固め作業である。貯雪槽25m³の作業でも、タイヤショベルとロータリー除雪車のオペレータ2名、監視・誘導1名の計3名程度で、作業時間は3時間程度で完了できることを確認した。

2) 雪冷房熱負荷試験

熱負荷実験結果を図-4と図-5に示す。真夏日温度とされる30℃の負荷実験では、冷風出口(13:50～14:

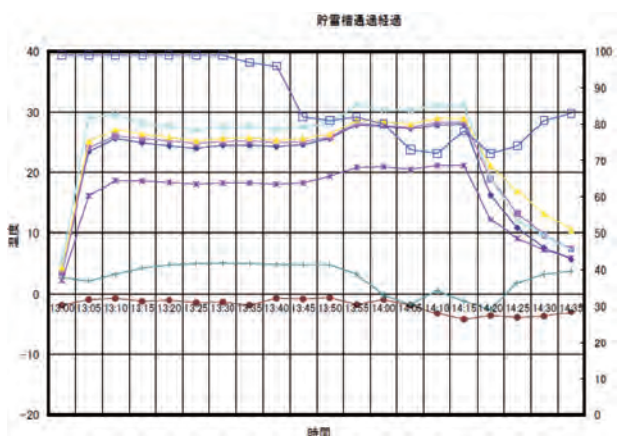


図-4 真夏日30℃熱負荷実験データ

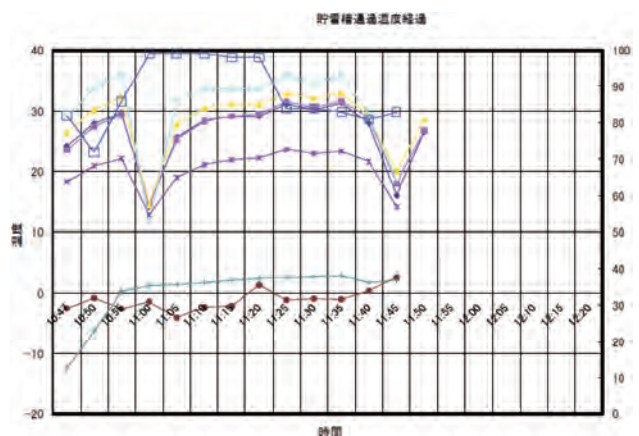


図-5 猛暑日35℃熱負荷実験データ

15)での温度は約20.6℃を維持し[温度効率=(30-20.6)/(30-0)=31.3%]、猛暑日35℃では冷風出口(11:25～11:35)で23.3℃を維持している[温度効率=(35-23.3)/(35-0)=33.4%]。当初は、外気温よりマイナス2～3℃の効果を予測していたが、高い冷却効果を実現することができ、この結果から本雪冷房システムは暑熱対策に十分に効果があることを確認できた。なお、送風機の出力の調整などにより滞留時間を調整することで、雪冷房温度の細かな調整も可能である。

3) 臭気除去効果試験

臭気レベルと濃度測定結果を表-2に示す。ニオイセンサでの除去効果に変化がないのは、風速が速すぎることや有孔塩ビ管の形状(開孔率が低い)からくる雪洞表面の形状確保不足と、接触時間いわゆる停滞時間の不足等の二つの要因が考えられる。アンモニア濃度に変化が見られないのは、この要因が大きく影響しているものと考えられる。この根拠は、配管の外側に設置した特設D点(図-6参照)での有孔塩ビ管外部での除去効果が確認できたことによる。また、アンモニア以外の硫化水素とメチルメルカプタンは、流入口で採取した試料で検出されなかったことから、これら成分は臭気の要因ではないと想定される。

今後の展望

雪冷房システムは本貯雪槽を基本施設として考え、厳冬期の雪でも0.5g/cm³以上の雪を確保でき、冬期間の除雪と運搬排雪を貯雪作業に転換し貯雪作業をメリットにする現場独自の工夫と対応が求められる。

本研究開発で雪冷房は暑熱対策と臭気除去効果に十分対応出来ることが確認できたことを踏まえ、次年度はシステムと貯雪槽に改良を加え、空気が雪面や融雪水に接触する滞留時間をできるだけ長くすることで、空気を冷やす高い効果が期待でき、同時に臭気除去効果をも向上させる複合効果システムで、今年の夏に稼働し実際の運用検証を行い、ここ北海道から日本の半分を占める降雪地帯に本技術を発信し、豚を始め牛、鶏等の畜産業界全体へ畜舎雪冷房効果を周知し、本システムの普及・導入を推進させることで畜産経営の安定化と向上、最終的には消費者等に貢献することを目指す。

表-2 臭気レベルと濃度測定結果

測定No	臭気レベル					気温	湿度	排気温度	排気湿度
	流入口	C	B	A	D	(℃)	(%)	(℃)	(%)
1	248	206	218	220		-4.0	72	4.7	86
2	262	384	330	240		-3.1	72	5.3	81
3	514	238	412	411	415	-4.6	60	4.9	85

測定No	アンモニア濃度(ppm)					気温	湿度	排気温度	排気湿度
	流入口	C	B	A	D	(℃)	(%)	(℃)	(%)
1	2.7	2.7	2.7	2.7		-4.0	72	4.7	86
2	2.7	2.7	2.7	2.7		-3.1	72	5.3	81
3	2.0	2.9	2.7	2.7	0.6	-4.6	60	4.9	85