

## [成果情報名] 厳寒地における乳用牛舎の換気方法

[要約] 厳寒期のフリーストール牛舎等では換気量が5～6回/時となるよう棟と軒を常時開口（間口3mにつき4cm）し、雪の吹き込み対策を行う。つなぎ牛舎では換気量が4～5回/時となるよう複数台換気扇の低速連続運転によるトンネル換気が望ましい。

[キーワード] 牛舎、飼養環境、換気構造、乳牛

[代表連絡先] 電話 0153-72-2004

[研究所] 道総研根釧農業試験場・研究部・地域技術グループ

## [背景・ねらい]

厳寒地における乳用牛舎では厳寒期の適切な換気量や換気構造、換気方法に関する情報が不足している。牛舎内の凍結や結露、暴風雪時には換気用の開口部からの雪の吹き込みが見られることから、牛舎の実態調査を基に、換気構造が畜舎内環境に及ぼす影響を明らかにし、簡易な換気量の推定方法と北海道の厳冬期に対応した換気方法や換気構造を示す。

## [成果の内容・特徴]

1. 自然換気牛舎であるフリーストール牛舎およびフリーバーン牛舎における厳寒期（12～2月）の日平均温度は棟開口部を閉鎖し、軒開口部がないC牛舎、D牛舎でそれぞれ3.4～4.3℃、0.1～1.0℃と、棟と軒に開口部がある牛舎（A牛舎-2.9～-1.9℃、B牛舎-2.8～-1.1℃、E牛舎-5.2～-4.3℃、F牛舎-5.3～-4.0℃）に比べて高いが、日平均絶対湿度はC牛舎で $4.17\sim 4.41\times 10^{-3}\text{kg/kg}$ 、D牛舎で $3.09\sim 3.57\times 10^{-3}\text{kg/kg}$ と棟と軒に開口部がある牛舎（A牛舎 $2.40\sim 2.63\times 10^{-3}\text{kg/kg}$ 、B牛舎 $2.64\sim 2.96\times 10^{-3}\text{kg/kg}$ 、E牛舎 $2.21\sim 2.50\times 10^{-3}\text{kg/kg}$ 、F牛舎 $2.15\sim 2.47\times 10^{-3}\text{kg/kg}$ ）に比べて高い。なお、C牛舎では結露の発生、D牛舎では構造材の腐食が見られ、牛舎内の日平均温度が-4℃を下回るE牛舎およびF牛舎では凍結が見られる（表1）。
2. 湿度が低く、牛舎内の凍結が見られないA牛舎およびB牛舎の換気量はそれぞれ、5.9、5.4回/時である（表2）。また、A牛舎およびB牛舎における棟の開口幅は間口（牛舎幅）3mにつき、それぞれ4.0、3.6cmである。そのため、厳寒期の自然換気牛舎では牛舎内を-3℃以上とし、湿度をできるだけ低くするためには、適切な換気回数は5～6回/時が適当であり（表2）、これを達成するためには牛舎の棟および軒の開口幅は間口3mにつき4.0cmが適切であると考えられる。また、雪の吹き込み対策としてA牛舎では棟からの風が当たる側に防虫ネットを設置、B牛舎では軒に吹き込み防止用の板を付けており、いずれも防止効果が認められる（図1）。
3. つなぎ牛舎では、H牛舎の厳寒期の日平均絶対湿度は $5.50\sim 6.64\times 10^{-3}\text{kg/kg}$ と高く、日平均相対湿度も80.7～93.7%と高く、結露の懸念がある。一方、G牛舎では、舎内の日平均温度は6.2～7.8℃と外気温との差はH牛舎と大きな差はなく、日平均絶対湿度は $4.40\sim 5.00\times 10^{-3}\text{kg/kg}$ 、日平均相対湿度が74.7～77.4%と低く、換気量（4.07回/時）は推奨値（4回/時）を満足していた（表1）。厳寒期のつなぎ牛舎において、牛舎内が凍結しない温度（4℃以上）とし、湿度をできるだけ低く抑えるためには、複数台の換気扇を低速で連続回転させるトンネル換気が望ましいと考えられる。
4. 牛舎内の換気量と二酸化炭素濃度との間に負の相関（ $y=-238.05x+1971.4$ 、 $R^2=0.878$ ）が認められ、換気回数目標値5回/時（自然換気牛舎）、4回/時（つなぎ牛舎）における二酸化炭素濃度はそれぞれ約800ppm、約1,000ppmである（表2）。

## [普及のための参考情報]

1. 普及対象：酪農家、普及員、牛舎設計・建築業者
2. 普及予定地域・普及予定面積、普及台数等：北海道全域
3. その他：絶対湿度および換気量の計算方法は根釧農試ホームページに掲載している。

[具体的データ]

表1 調査牛舎における厳寒期の温湿度、換気回数、二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)濃度

		A牛舎	B牛舎	C牛舎	D牛舎	E牛舎	F牛舎	G牛舎	H牛舎
温度(°C) <sup>1)</sup>	外気	-7.4	-7.7	-3.5	-4.5	-7.8	-7.7	-5.0	-4.6
	天井	-1.9	-1.1	4.3	1.0	-4.3	-4.0	7.7	9.0
	中柱	-2.0	-2.6	3.4	0.9	-5.6	-4.7	7.8	9.6
	側壁	-2.9	-2.8	3.8	0.1	-5.2	-5.3	6.2	8.4
絶対湿度(10 <sup>-3</sup> kg/kg)	外気	1.84	1.76	2.06	2.10	1.78	1.76	2.20	2.01
	天井	2.63	2.96	4.41	3.57	2.50	2.45	5.00	6.64
	中柱	2.56	2.64	4.17	3.31	2.26	2.47	4.95	6.03
	側壁	2.40	2.70	4.27	3.09	2.21	2.15	4.40	5.50
換気回数(回/時) <sup>2)</sup>	天井	5.9	5.4	3.2	4.6	5.6	3.0	4.1	2.3
CO <sub>2</sub> 濃度 <sup>3)</sup> (ppm)	舎内	632	894	1184	964	596	639	1189	1765

1)12~2月における日平均値。温湿度データロガーの設置場所は天井(牛舎の最高点から約2m下)、中柱(飼槽面にある柱の通路から高さ約3m)、側壁(側壁にある柱の通路から高さ約3m)である。計測は10分ごと。

2)水分収支法による。牛舎カーテンやドアを閉め、温湿度が安定している23時台の外気と舎内(天井)の平均温湿度で計算。

3)12と1月に牛舎内で測定。舎内6カ所の最低値および最高値の平均値。二酸化炭素濃度計(GCH-2018、佐藤商事)で、牛舎内のドア・カーテンが閉めきった状態で測定。

\*C牛舎とH牛舎では結露の発生、E牛舎とF牛舎では凍結の問題が見られた。

表2. 厳寒期における乳用牛舎の舎内環境の目標値

項目	方法	フリーストール牛舎 (自然換気)	つなぎ牛舎 (機械換気)
温度	温湿度データロガー	-3°C以上	4°C以上
換気量 <sup>1)</sup>	水分収支法	5~6回/時	4~5回/時

目標換気量に相当するCO<sub>2</sub>濃度<sup>2)</sup> CO<sub>2</sub>濃度計(GCH-2018) 800ppm以下 1,000ppm以下

1)天井(棟開口部から約2m下)の夜間(18~5時)の温湿度から計算。換気量の計算方法は成績書ならびに根拠農試HPIに掲載している。また、つなぎ牛舎の換気量は換気扇の排出空気の流れを下記の計算式から算出して調節する。

$$\text{換気扇の排出空気の流れ(m/秒)} = \frac{\text{換気量(回/時)} \times \text{牛舎容積(m}^3\text{)}}{\text{換気扇の1台あたりの面積(m}^2\text{)} \times \text{換気扇台数} \times 60 \times 60}$$

2)牛舎内のドア・カーテンなどを閉め切った状態で測定(6カ所の最大値と最小値の平均値、高さ1.5m程度)する。

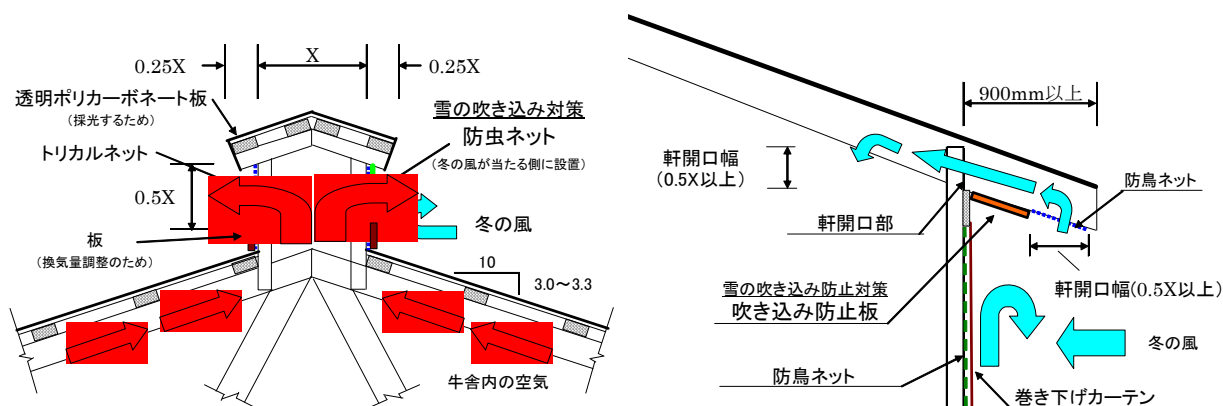


図1. 自然換気牛舎の換気構造と雪の吹き込み対策(左:棟構造、右:軒構造)

(堂腰 頭)

[その他]

予算区分：受託(民間)研究

研究期間：2010~2011年度

研究担当者：堂腰 顕

平成24年度北海道農業試験会議(成績会議)における課題名および区分

「厳寒地における乳用牛舎の換気方法」(指導参考)