

III 換 気

1. 新鮮な空気を牛舎内へ	59
(1) 換気的重要性	
(2) 換気と暑熱対策	
(3) 空気を構成する要素と生産性	
(4) 適切な換気量は	
2. 換気の現状と問題	63
(1) 自然換気での問題点	
(2) 強制換気での問題点	
(3) 冬の換気の問題点	
3. 換気の改善方法	66
(1) 自然換気での改善	
(2) 強制換気での改善	
4. 換気の改善事例	72
(1) トンネル換気	
(2) 開放型牛舎	
(3) 窓の位置を低くした牛舎	

1. 新鮮な空気を牛舎内へ

(1) 換気の重要性

一般的に屋外の環境は乳牛にとって快適です。それは、常に新鮮できれいな空気があるからです。放牧された乳牛は空気のおよんだ場所や臭い場所を避け、暑いときには木陰に隠れるなど、自由に環境を選択します。しかし、搾乳、飼料の採食など乳牛にとって牛舎の生活は欠かせません。その牛舎内をいかに新鮮できれいな空気にするかが「快適な環境」を提供するポイントです。

空気の品質は温度、湿度、臭気、細菌、ほこりといった要素に左右されます。そして、これらは目には見えづらいものです。そして、これらの要素を機械のように整備したり、修理をすることは出来ません。牛舎内の空気をきれいにするには、汚れた空気を外の新鮮な空気と入れ換える換気をおこなう他にありません。

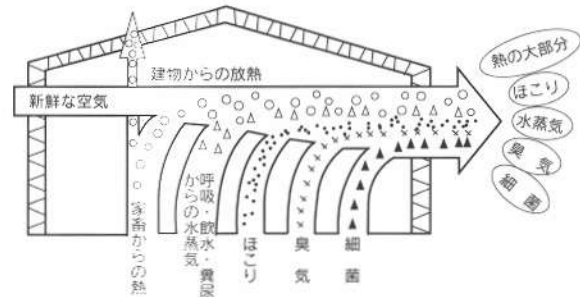


図1 断熱、換気牛舎の動き
堂腰純 「畜産施設第2章」

そして 換気は次のようにまとめられます。

換気とは・・・ 臭いやほこりで汚れた空気を外へ出し、新鮮な空気の中に入れる
そして牛舎内の空気を清浄に保ち、清潔で快適な健康的環境を提供する

換気がうまく行われない場合はどのようなことがおこるかを図2で示しました。

換気不良が最終的には牛乳の生産性を低下させます。そして、管理する人の労働意欲までも衰退させてしまいます。たかが換気と思っではいけません。

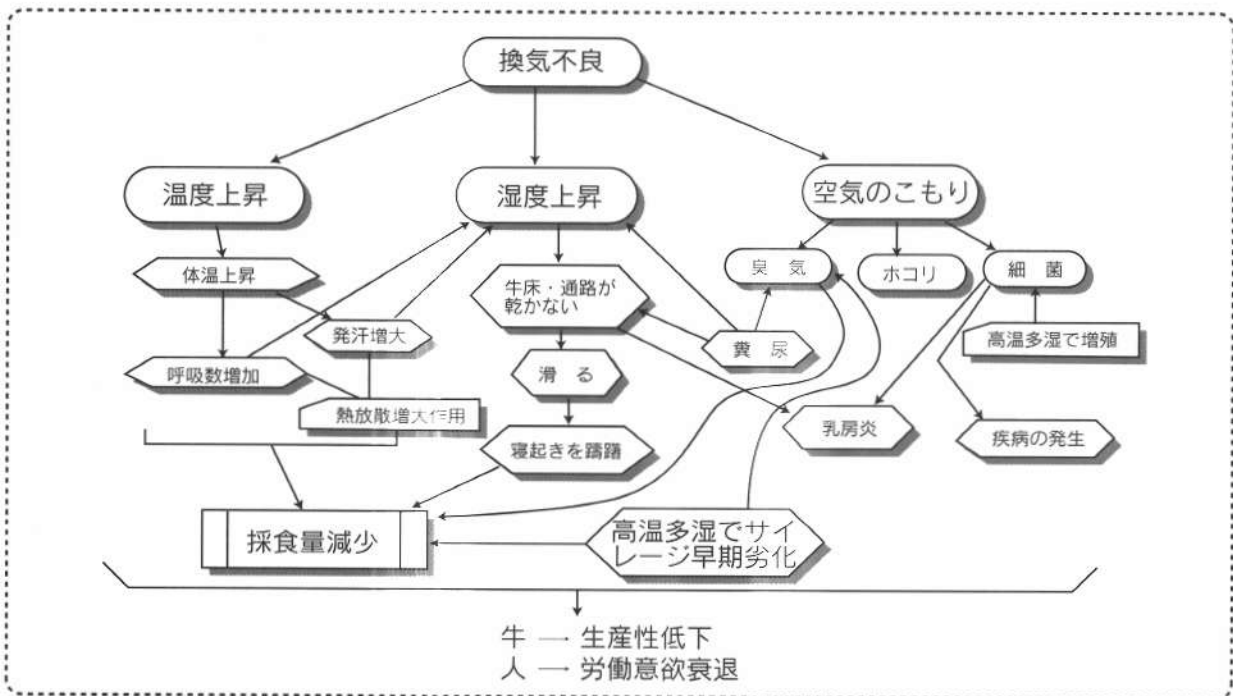


図2 換気不良によっておこる現象

(2) 換気と暑熱対策

夏の換気を考える上で換気と暑熱対策を分けて考えておく必要があります。

表1は、温度、湿度、風速が乳量に及ぼす影響を表しています。適温では、湿度、風速の影響はありません。しかし、温度が高くなるほど湿度の影響を受けやすくなります。いわゆる

高温、多湿なほど乳量が低下することを示しています。また、風速が早くなるほど乳量の低下が少なく、特に温度が高くなるほどその影響が大きいことが分かります。これは、風が吹くことで体感温度が下がるためです。以上のことから夏の暑熱対策のポイントは、牛舎内の温度を下げることにあります。さらに、牛の体に風を当てて体感温度を下げることにあります。

根室管内は夏の気温が低く、暑熱対策があまり重要視されません。しかし、立地条件や牛舎とこれに付随する牛乳処理室の配置、さらには増築時に残された壁などにより、換気が妨げられ、高温多湿となる場合もあります。「夏になるとどうも壁際の牛が調子悪い」等ということはありませんか？それは牛からのサインかもしれません。夏の換気は暑熱対策も考慮し対策を講じることが、快適な牛舎環境を提供するために重要です。

(3) 空気を構成する要素と生産性

①温度

乳牛の適温は4～24℃です。もっとも快適な温度は13～18℃になります。

そして、この適温よりも温度が高い場合もしくは低い場合には、牛乳の生産性に影響を及ぼします。

ア 高温の場合

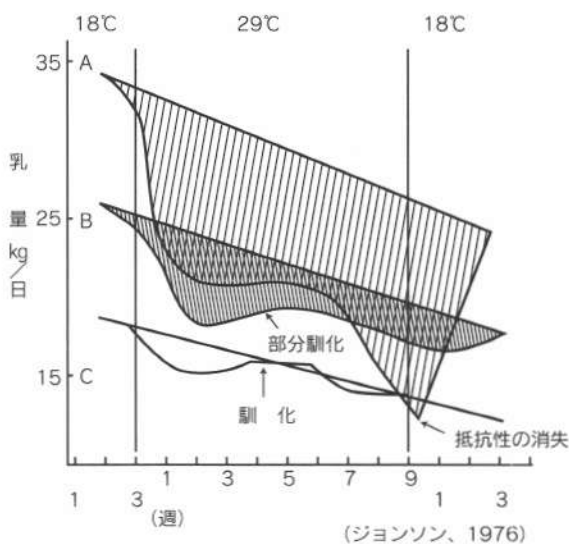


図3 暑熱と乳量レベルによる乳量減少の関係

回復が遅れ、暑熱のストレスの影響が大きいことが分かります。

表1 乳量に及ぼす気温、湿度、風速の影響

温度(℃)	湿度(%)		風速(m/sec)		
	60	85	0.18	2.24	4.02
適温	100	100	100	100	100
21	-	-	-	-	-
24	93	93	-	-	-
27	94	83	85	95	95
30	71	58	-	-	-
35	-	-	63	79	79

適温での乳量を100としたときの値。

(乳牛飼養標準 1994年度版より)

図3は暑熱と乳量減少の関係を乳量別に示したものです。泌乳3週目から9週間にわたり29℃の高温で飼養し、乳量の減少を暑熱の影響が無い場合と比較し表しています。Aは高乳量、Bは中乳量、Cは低乳量で直線が暑熱の影響が無い場合の予測乳量、曲線が暑熱の影響を受けた実際の乳量です。ですから、斜線部分が乳量の減少量と言うことになります。特に乳量が多い牛ほど暑熱の影響を受け、乳量の減少量が多くなることが分かります。そして、その後適温に戻っても、乳量の回復

イ 低温の場合

一般的にホルスタイン種は低温に強いイメージがあります。しかし、それもある程度までで、その臨界温度は子牛と成牛、成牛でも乾乳と泌乳牛で異なります。(表2参照)

また、低温時の風の影響(風速)を表3に表しました。高温時に風が体温を下げるのと同じように低温時にもさらに体感温度を低下させます。また、体が濡れているとその度合いも大きくなります。特に寒冷時にはドライでクリーンな環境が重要です。

②湿度

湿度は空気中に含まれる水分の割合を表します。空気は温度が上昇すると膨張するので、水分が同じならば、相対湿度は下がります。逆に温度が下がると相対湿度は上がります。(図4)

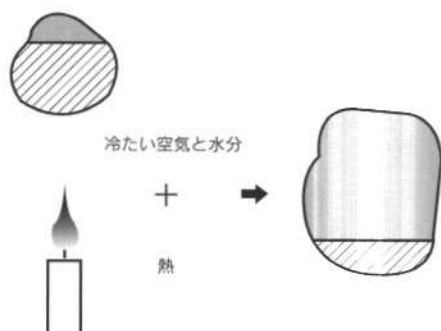


図4 温度の違いでの相対湿度
(「フリーストールシステム」
ウイリアムマイナー農業研究所)

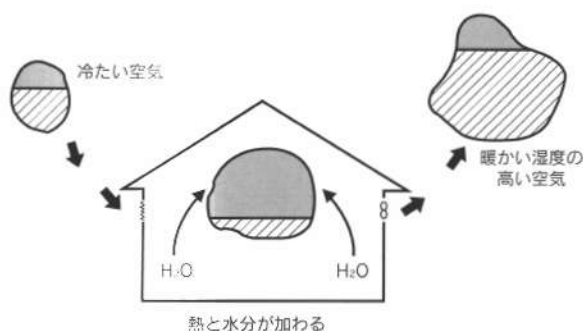


図5 換気システムの模式図
(「フリーストールシステム」
ウイリアムマイナー農業研究所)

これを換気の観点で見ると、冷たい空気を牛舎内に持ち込み、牛舎内の温度により空気が膨張し牛舎内の湿度を包容することができ、たくさんの水分を保有した空気を牛舎外に排出することができる事になります。(図5)

乳牛は多量の水分を蒸散しています。(表4参照) 例えば環境温度が27℃では一日に21Lもの水分を蒸散し、50頭の牛舎ではその量は1t以上にもなります。

環境温度 (℃)	水分蒸散量 (kg/日)
10~12.8	7.8
15.3	10.1
21.1	16.7
26.7	20.8
32.2	20.3
37.8	21.1
38.9	21.5
40.6	22.7

(岡本, 1965)

に成ります。換気的重要性は、温度に目が行きがちですが、牛舎内の水分を出すことの意味も十分に考えることが必要です。

表2 舎飼牛の臨界温度

牛の状態	体重 (kg)	熱産生量 (Wm ⁻²)	臨界温度 (℃)
子牛			
出生時	35	100	9
1カ月齢	50	120	0
乳用牛			
乾乳(妊娠)	500	104	-14
泌乳牛			
9 kg/日	500	129	-24
22.5kg/日	500	154	-32
36 kg/日	500	178	-40

(「新乳牛の科学」農文協 1990)

表3 低温時の牛の体感温度

気温 (℃)	風速(cm/秒)を加味した実効温度			
	0	165	335	550(cm/秒)
10	10	2	-2	-4
0	0	-9	-14	-17
-10	-10	-20	-26	-30
-20	-20	-32	-38	-44
-30	-30	-43	-52	-59

(「畜舎設計資料」全農施設・資材部 1986)

③その他

空気を構成する要素として温度、湿度のほかに、臭い、ホコリ、細菌、ガスなどが見逃せないものとしてあります。

ア、臭気

牛舎内には色々な臭いの発生源があります。

- ・牛の呼吸による臭い？ ・糞尿臭（硫化水素、アンモニア） ・サイレージ臭（アンモニア、脂肪酸）
- ・カビ臭（牛舎自体、サイレージ、乾草、ウォーターカップ） などがああります。

換気が不良になると、これらの臭いが牛舎内にたまりまます。糞尿によりアンモニアが発生し、換気が悪いとその濃度は0.5%~1.0%に達し、鼻粘膜や咽喉を刺激することもあります。また、呼吸により酸素が消費され炭酸ガスが蓄積し、臭いこそ伴いませませんが人間でみられる息苦しさと同じになります。乳牛は体温や脈拍が上昇します。

臭いの発生源を元から断つ訳にはいきませんが、換気を良くする事で軽減することができます。

イ、ホコリ、細菌

臭気以外にも、換気の悪い牛舎では細菌やホコリが多いものです。

図6は冬期間の子牛管理施設の空気中の浮遊細菌を調査した結果です。最も外の状況に近いカーフハッチが細菌数が少なく、牛舎内のカーフペンの細菌数が多いことが分かります。牛舎内をカーフハッチと同じ様な状況にすることは、できませんが換気を行うことで細菌の数を減らすことができます。

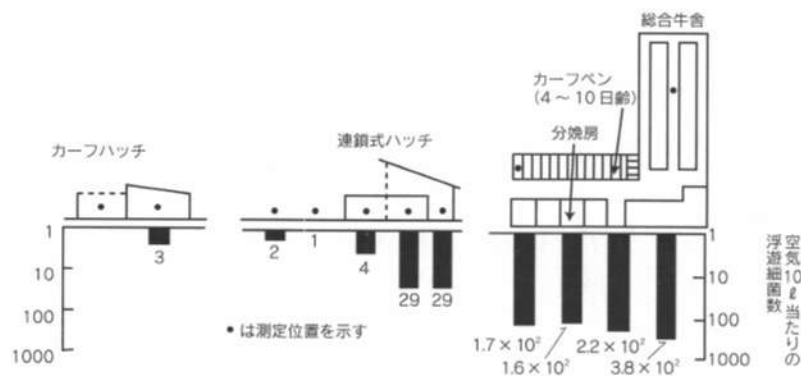


図6 カーフハッチにおける空中浮遊細菌数（冬期間）（干場）

（4）適切な換気量は

換気量はどの程度が良いのでしょうか。換気の必要量は牛舎の大きさ、牛の頭数、気温、湿度などが複雑に影響します。目安としては牛舎内の空気を一定の時間で何回入れ替えるかで考えます。夏は気温が高く、湿度も高いので1時間当たり50回/1時間、冬は牛舎内の凍結も考慮し5回/1時間が目安になります。

但し、夏の暑熱時は換気量も重要ですが、牛体に当たる風の強さが重要であり、その風速は1.1m/秒以上が必要です。

2. 換気の現状と問題

換気には大きく2つの方法に分けられます。1つは自然の風や牛舎内の空気の対流を利用した自然換気、2つ目は自然の条件を妨げる物がある時に有効な強制換気になります。この2つの換気方法と冬の換気の問題点について考えてみましょう。

(1) 自然換気での問題点

① 立地条件（牛舎周辺の状態）

自然換気では、牛舎周辺の状態での換気の善し悪しに大きな差が出ます。

立地条件での問題を上げると

- ア 建物が密集して風が通らない。
- イ 牛舎の向きが悪い。
- ウ 防風林が牛舎に迫っている。
- エ 谷間や崖に囲まれてる。

このような状態では、窓を開放しても風が通らない場合が見られます。老朽建物が、風

の通り道を塞いでいる場合は、使用の目処がなければ取り壊す必要があります。

しかし、立地条件で換気不良の場合改善が難しく、強制換気をすることが近道でしょう。



写真1 牛舎近くまで崖が迫っているため風の通りが悪い。

② 牛舎構造

換気がうまくいく牛舎構造は空気の入口と出口が、明確にされていることです。これは自然換気、強制換気ともに共通の原則といえます。以前の牛舎では空気の入口と出口のバランスが悪かったり絶対量が不足している物も見られました。従来の建物の構造的に不備な点として以下のようなものがあります。

- ア 天井が低く牛舎容積が小さく、牛が入ると気温や湿度が一気に上昇する。
- イ 開放部分が少ない（窓が小さい、少ない）ため、新鮮な空気の流入が少なく、熱や湿気、臭気等の排出が困難なため、換気が十分に行われにくい。
- ウ 木製の窓枠が壊れてしまって、開閉がしづらい。また、サッシでも結露、凍結し、窓の開閉作業を怠りがちになる。
- エ 牛舎を増築し古い壁が残り、そこで空気の流れを遮断している。
- オ 牛舎に付随する処理室などが風の流れを遮り、部分的に換気不良の場所を作る。
- カ 空気の入り口が堆肥盤や滞水地側になり、悪臭が牛舎にながれ込む。



写真2 増築牛舎の壁が空気を遮る

(2) 強制換気での問題点

強制換気は自然換気を行っても効果が得られず、換気不足に陥る場合に有効です。強制換気は、自然条件に左右されにくく、牛舎内の状況に応じて使うことができます。

しかし、設置費や維持費がかかる、設置方法で効果が違うなどいくつかの問題があります。

① ダクトファン

これは外からの新鮮な空気を取り入れ、牛体に当てて、牛の体表面の温度を下げるのが、主な目的であり、暑熱対策としては有効です。しかし、使っている内に空気の排出口がずれて牛の背中に当たっていなかったり、搾乳者の扇風機代わりになっていませんか。窓の開放が十分でないと汚れた空気やホコリが循環する状況に陥ることがあります。(図7)

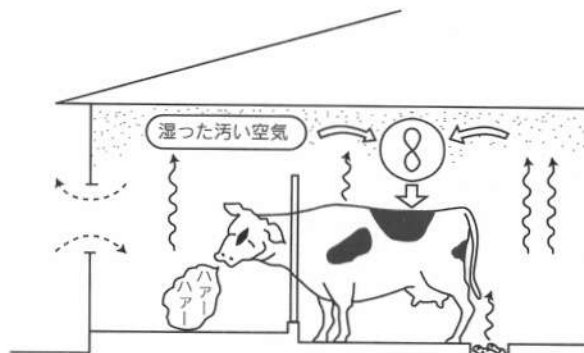


図7 ダクトファンの問題点

入ってきた空気を外に逃がすことができれば、牛舎内の空気の入れ替えができ、換気効果も望めます。

② 大型送風機

通路に大型送風機を置き送風する場面をよく見ます。ダクトファンと同様牛体に風を当て冷却することになります。しかし問題点として、次の物があげられます。

- ア 台数が少なく遠くの牛まで風が届いていない。
- イ 牛舎の両側から送風し、真ん中が無風状態になる。
- ウ 通路側だけ風が通り、鼻面には風がない。(対尻の場合)

牛体に風を当てる暑熱対策が重点になり、牛舎全体の空気の入れ換えは難しいと思われれます。鼻面のよどんだ空気は、窓の開放でより換気を促しましょう。

③ トンネル換気

この方法は牛舎全体の空気を動かすことが出来るため、通路から牛の鼻面までよどみなく換気が行え、非常に有効な方法です。

しかし、牛舎の構造や耐久性の問題、さらにコストが高いことから必要台数を設置できない場合には能力不足に陥る可能性があります。また牛舎の構造上の設置場所が制限されたり、牛舎の隙間が多い場合などで十分な効果を発揮できないところも見受けられます。

表5にトンネル換気での効果を抑制する要因を整理しました。

表5 トンネル換気の制限要因

項目	主な原因
台数不足	・ 必要な台数を取り付けられない。 (コスト、牛舎構造上の理由)
気密性	・ 牛舎の隙間が多い ・ 入気口以外の開放部分 (扉、窓)
障害物	・ 継ぎ足し牛舎の壁 ・ 通路に置かれた機材
入気口	・ 入気口の設置不十分 ・ 入気側に堆肥盤など臭気の発生源
牛舎構造	・ 牛舎の曲がり L、T型牛舎など
その他	・ 換気扇への自然風の吹き込みにより能力低下

(3) 冬の換気の問題点

冬の換気は牛舎内の湿度や臭気を排出しながら、牛舎内を凍結させないようにすることが大切です。

① 温度と湿度

寒いからといって牛舎を締め切っていると舎内の温度は高まります。しかし、夏に比べればその温度も低く、相対湿度は高くなり空気に包容できる水分も少なくなります。

そこで、結露が生じやすく、アンモニア臭なども溜まり、まして冬は牛が牛舎にいる時間が多くなるため、牛舎内の環境の悪化は牛にとってストレスが多くなります。

図8は牛舎内の温度と湿度の変化をグラフにした物です。牛舎内の気温が低くなるにつれ湿度が高まっていることが解ります。

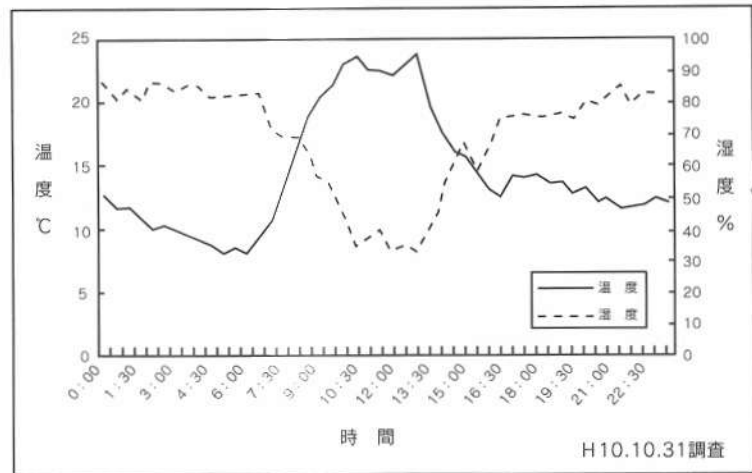


図8 1日の牛舎内の温度と湿度
(1998年 南根室普及センター調べ)

② 天井に溜まった空気の排出

冬の牛舎内は牛体から出る熱と、周りの空気との温度差で上昇気流が起こります。(気球と同じように 図9) 湿気・臭気等も天井付近に溜まります。冬の換気はこれらをどのように排出するかが最大の課題となります。つまり天井から排気し、それに見合う入気がされていることが必要なのです。

自然換気、強制換気ともに、排気口と入気口のバランスが悪かったり、バランスがとれていても、絶対量が不足している場合は、天井にたまった空気の排出が困難になります。

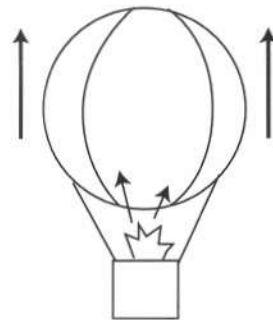


図9 気球は暖められた空気で上昇します

冬の換気がうまくいかないと、天井や壁に結露ができ、カビや細菌の増殖の原因となっています。天井や壁がカビで黒くなっているのは、換気不良のサインと考えられます。

3. 換気の改善方法

(1) 自然換気での改善

自然換気における空気の流れを模式的に表したのが図10です。

自然換気が行われる原動力は、自然風と内外温度差による空気の対流です。

- ・夏期間は窓の開放により、風が牛舎内を通過する横断による換気です。
- ・冬期間は牛体から出る代謝熱などにより、暖められた空気で起こる上昇気流、対流を逃がすことで、換気をします。

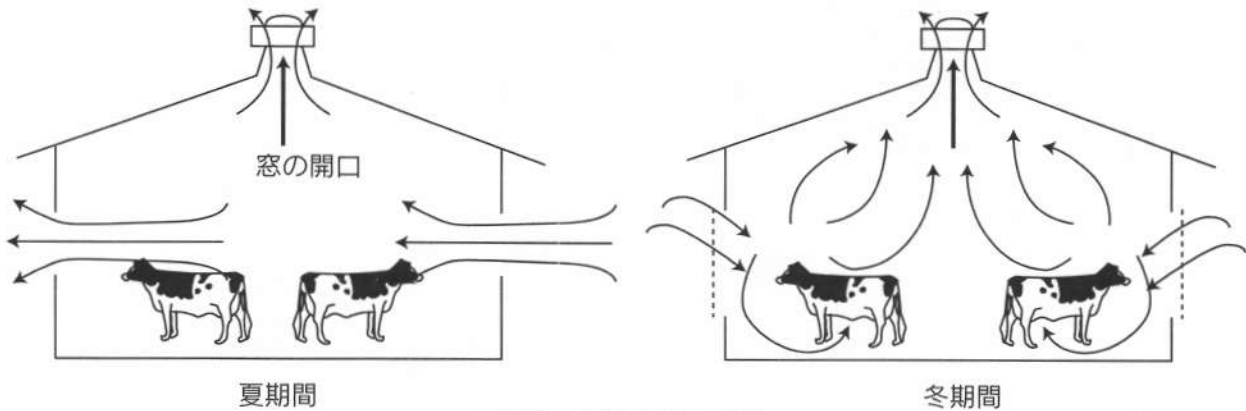


図10 自然換気の特徴

① 夏期間の換気（横断換気）

窓の開閉は通常行われているが、窓の立て付けが悪かったり、雨の吹き込みを避けるため十分に開けられていないところも見られます。換気量を最大にするには、思い切って窓を取り外し全面開放することにより2倍の換気量が図れます。また、風向きによっては、通路のドアを全開にした方が、風が牛舎を通る場合もあります。

窓が小さかったり、窓の数が少なく換気量が十分取れない牛舎も見られます。そのような場合、壁に穴をあけ、風の通りを多くする工夫も考えられます。ただ、冬の凍結の心配もありますので、冬期間はコンパネでふさぐなどの対策が必要です。

自然の風を、最大限に取り入れ、良好な牛舎環境を作ってあげましょう。

しかし、問題点の項に記載したように、牛舎の配置、立地条件により、風の通りの悪いところでは、いくら窓を開放しても、換気が十分出来ないところもあります。そんな場合には、換気扇などによる強制換気が必要になります。



写真 2



写真 3

② 冬期間の換気

夏の換気もさることながら、冬の換気は重要です。外気温が下がり、水道凍結や搾乳作業時の寒さなどから、どうしても窓は閉め切りがちになります。

冬期間の自然換気では牛体から出る放射熱によって暖められた暖かい空気は上昇し、天井付近に淀みます。淀んだ空気を上部から抜くことが、冬の換気のポイントです。

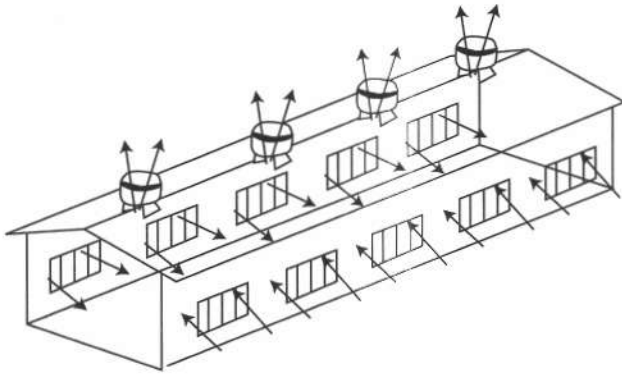


図11 冬も窓の開閉で換気

天井に排気口があっても、空気が入るところが無くては、空気は動きません。窓の開閉調節で天井から抜ける分の空気量を入れましょう。(図11)

窓を締め切っていると、結露で凍結し、いざ開けようとしても窓が開かなくなり悪循環になります。

牛舎に牛がいれば、窓を5cm程度開けておいても、水道の凍結はしないという話を聞きます。冬期間こそこまめな窓の開け閉めで、換気のコントロールが必要です。

ア 煙突効果で換気改造

キングタイプの牛舎など、天井が有る場合に天井から棟までパイプや箱で空気を通るように改善した事例もあります。冬期間の換気には効果が高いと思われます。(図12、写真4)

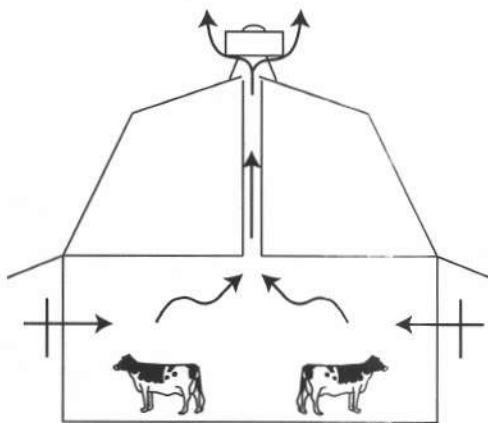


図12 煙突換気例

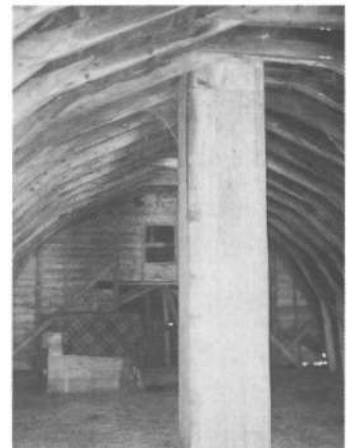


写真4

イ オープンリッジ(連続棟開放)改造

屋根の棟と軒部分を開放し上部からの抜けを良くした事例も有ります。(p72 換気事例参照) フリーストールほどの換気量にはなりません、冬期間の上部に淀んだ空気を排出するには効果があると思われます。

右の写真はオープンリッジの繋ぎ牛舎で、軒の開放の有無で、天井の結露の状態の違いです。

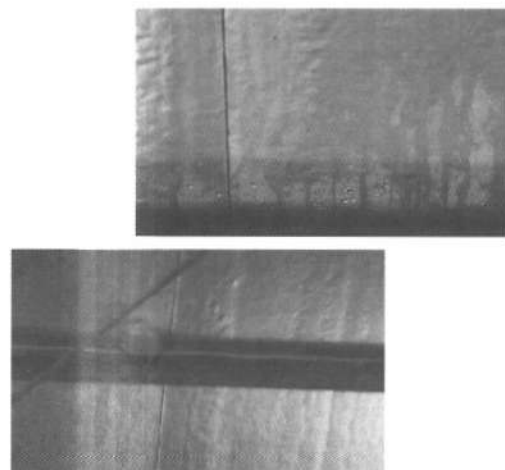


写真5 上段 軒が閉まっている 下段 軒開放

(2) 強制換気での改善

強制換気は牛舎の立地条件が悪く、自然換気で、十分な換気が得られない所では、効果的です。しかし、設備費や電気代などコストもかかりますので、自然換気では出来ないのか、再確認が必要です。

強制換気には、外の空気を牛舎内に送り込む正圧方式と、牛舎内の空気を外に排出する負圧方式とがあります。

① 正圧方式 (暑熱対策としての効果が高い)

ア ダクトファン

一昔前には、多くの牛舎で見られたが、最近実際に作動しているのは、少なくなりました。折角付けた設備です、暑熱対策としては、まだ使えます。下記の留意点に注意し使いましょう。

- ・ 空気の取り入れ口は、新鮮な空気を（堆肥盤や滞水地は避ける）。
- ・ 夏期間は窓を全開にし、ダクトから入る空気と、牛舎内の空気の交換を促進する。
- ・ 夏は牛のき甲部にダクトの吹き出し口を設置します。
- ・ 冬は送風口を上に向け、送風量をインバータや、入気口を制限するなど調節をする等によって、冬の換気としても使えます。

冬季間は上向きに吐き出す

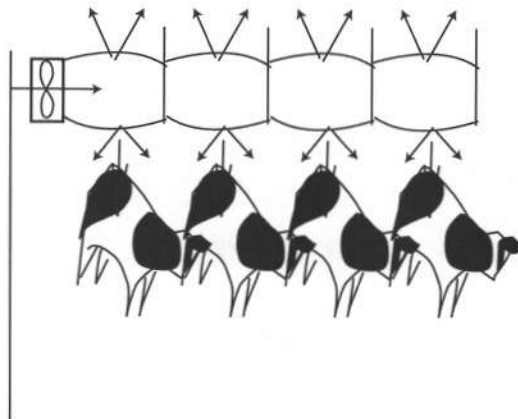


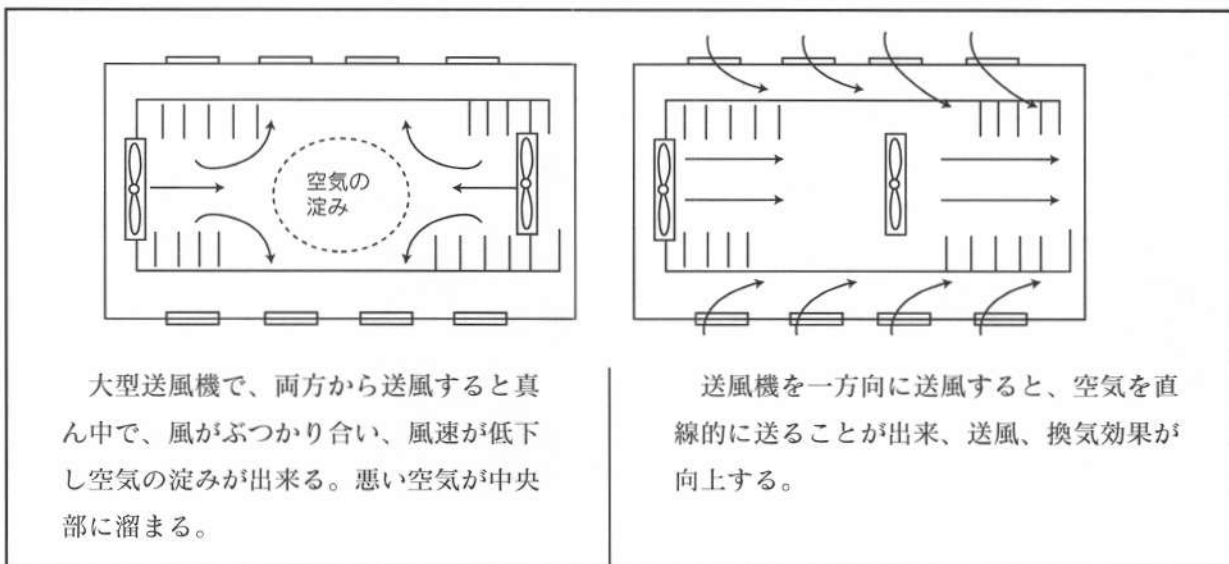
図13 ダクトから空気を送風

イ 大型送風機

- ・ 送風機の向き

最近大型送風機を、牛舎通路に置いて牛体を冷却する方も多く見られます。

しかし、送風機の置き方でも換気効果が変わってきます。



大型送風機で、両方から送風すると真ん中で、風がぶつかり合い、風速が低下し空気の淀みが出来る。悪い空気が中央部に溜まる。

送風機を一方向に送風すると、空気を直線的に送ることが出来、送風、換気効果が向上する。

図14 送風機の置き方と換気効果

・送風機設置方法

大型送風機を移動させてきて、通路に設置しているのがほとんどですが、天井から吊り下げて、使用しないときは滑車で収納することもできます。

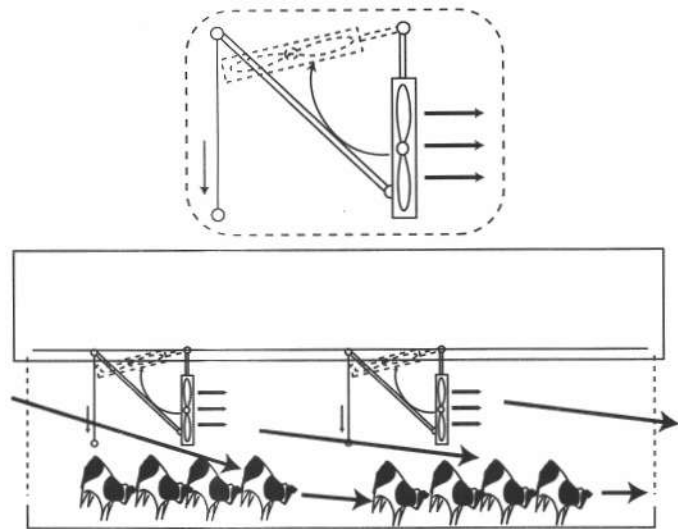


図15 送風機つり下げ方式と収納方法

② 負圧方式 (トンネル換気)

◎トンネル換気の基本構造

- ・牛舎内部をトンネルのように考える。
- ・牛舎の側壁の窓や開放部はすべて密閉する。
- ・入気口は牛舎の片側の壁(間口側)に横向きに連続的に作る。
- ・反対側の壁には大型換気扇(直径1m以上のもの)を数台設置する。
- ・牛舎の空気を舎外に排出させながら、毎秒1.1m以上の風を起こす。

トンネル換気は牛舎内を密閉したトンネルのように考えて、舎内の空気を片側から換気扇で引き抜き、反対側から入気させる方式で、牛舎内を陰圧にする方式です。

トンネル換気は、陰圧による大量の換気と早い空気の流れを組み合わせ、夏期間を重視したつなぎ牛舎の換気システムといわれています。しかし、冬季間でも上手に稼働させている事例がたくさんあります。

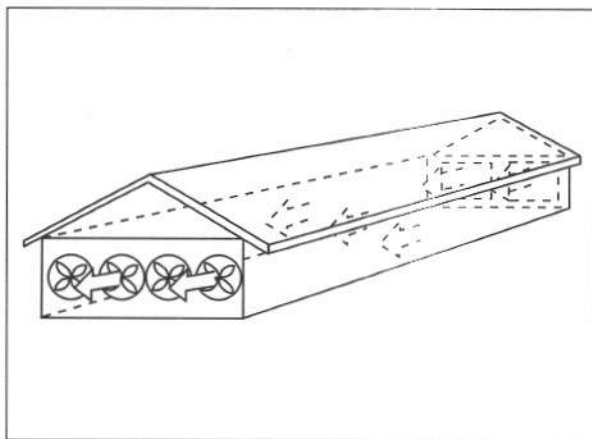


図16 トンネル換気の略図



写真6

◎換気扇台数算出計算方法 60頭舎での例

換気量を算出する方法には幾つか有り、牛舎容積や牛1頭当たりの換気量を基にする場合や、暑熱に照準を合わせた空気の流速を基に算出する場合があります。

1) 換気回数を基に算出

牛舎寸法 幅8.5m×長さ43m×高さ2.5mとすると 牛舎容積 913.8m³

換気扇能力 345m³/分

夏期間の換気量

換気回数 1時間当たり50回

913.8m³×50=45,690m³

換気扇能力 (時間当たり)

345m³×60分=20,700m³/hr

必要台数

45,690 ÷ 20,700 = 2.21 → 3台

冬期間の換気量

換気回数 1時間当たり 5回

913.8m³×5=4,569m³

換気扇能力

345m³×60分=20,700m³/hr

必要台数

4,569 ÷ 15,600 = 0.22 → 1台

2) 空気流速を基に算出 (暑熱対策を重視した)

牛舎断面 幅8.5m×高さ2.5m とすると

断面積 21.25m²

空気流速 毎秒1.1m = 毎分 66m

換気必要量 21.25m²×66m = 1402.5m³

換気扇能力 345m³/分

必要台数 1402.5 ÷ 345 = 4.5 → 5台

※換気扇の台数決定には飼養条件(通年舎飼い、放牧)等を考慮して、決定する。

◎トンネル換気の利点

- ・牛舎内全体に風が吹くため、換気が十分できて舎内の温度が下がる。
(実際の温度よりも体感温度は低い)
- ・牛舎内が乾くので、環境性の乳房炎の軽減に効果がある。
- ・常に風が動いているので、ハエが少ない。
- ・窓を閉め切るので、鳥害が無くなる。
- ・臭気を排出するので悪臭が溜まらない。
- ・牛舎内の作業環境が良好になり、労働意欲が向上する。(牛体を通して涼しい風が吹くので、搾乳作業の気分がいい)
- ・牛がおとなしくなる。

◎トンネル換気における注意点

- ・既存の換気口などを目張りして、すきま風が入らぬようにする。(陰圧でビニールがつくので密閉しやすい)
- ・トンネル換気は夏期間の換気方式といわれるがインバータで換気量を調節すると、冬期間の換気と除湿対策として有効である。(すべて換気扇をインバータで制御する必要はない)
- ・冬期間に必要な以上の換気をする、あらゆる隙間や計算外の場所から入気して牛舎内が凍結する。
- ・牛舎内の風の流れを、さえぎらない様にする。(増築などで牛舎内に壁がある場合)
- ・換気量をインバータで制御する場合は、ラジオ (AM) に雑音が入る。
また、コンピューターで制御している機器の誤作動がまれにある。
- ・入気口は堆肥盤側 (臭い・虫の発生源) に作らない。
- ・停電や異常電圧で (ブレーカーが落ちるなど)、換気扇が止まることもあるので注意が必要。

③ 換気扇等の価格

名 称	規 格 ・ 能 力	価 格
換気扇1mタイプ		
床置タイプ	200v 0.4kw 2.5A 310m ³ /min	¥84,000~¥100,000
壁取付型 (ベルトタイプ)	" " 2.5A 360m ³ /min	¥60,000~¥ 80,000
壁取付型 (直結タイプ)	" " 2.5A 345m ³ /min	¥65,000~¥ 85,000
換気扇風圧シャッター	1m用	¥28,000~¥ 40,000
インバータ (回転調節)		
1~2台用	200V 1.5kw 7.0A	¥55,000~¥ 75,000
3~4台用	200V 2.2kw 10.0A	¥65,000~¥ 85,000
5~6台用	200V 3.7kw 16.5A	¥70,000~¥ 90,000

※各価格は、平均的な価格です。購入業者によって、差があるので何社か見積もりを取り比較して決定しましょう。

電気代シュミレーション

(例) トンネル換気扇の1月当たり電気代 (低圧電力の基本電力契約を改善前と同じとして試算)

前提条件

- ・設置した換気扇1台当たり消費電力は0.4Kwh (5台設置)。
- ・24時間連続稼働。
- ・電力量料金 1Kwh当たり10円36銭 (ほくでん)

$$\boxed{0.4\text{kw}} \times \boxed{5\text{台}} \times \boxed{24\text{時間}} \times \boxed{30\text{日}} \times \boxed{10\text{円}36\text{銭}}$$

= 14,918円40銭 (税別) (1日1台フル稼働で約100円)

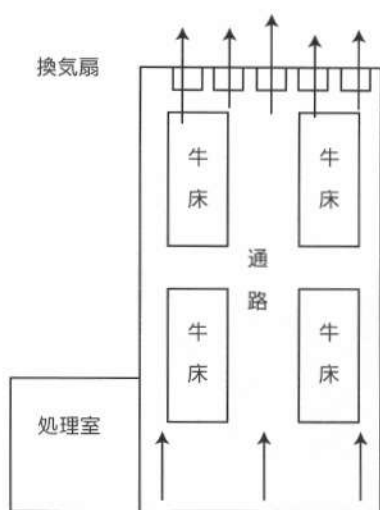
4. 換気の改善事例

1. 強制換気

(1) トンネル換気 (別海町S牧場)

① 導入の動機

自分の牛舎は換気がよい方だと思っていたが、以前からトンネル換気については興味があった。そこで平成9年に元気づくり事業でトンネル換気システムが導入できると聞き設置を決めた。



1時間当牛舎容積50回換気に要する台数

牛舎容積 1,569.4 m³
 設置換気扇能力 260 m³/分
 (345 m³/分)

$$\begin{aligned} \text{換気扇台数} &= (1,569.4 \times 50) / (260 \times 60) \\ &= 5.03 \\ &= 5 \text{ 台} \end{aligned}$$

図17 牛舎内の空気の流れ

② トンネル換気の効果

左のグラフがトンネル換気のS牧場、右のグラフが自然換気の牧場です。共に同じタイプの牛舎で昼間放牧を行っています。

夕方、牛を牛舎に入れた直後は共に牛舎温度は上昇しましたが、その後はS牧場の方が自然換気より、牛舎内の温度が低く推移していることが分かります。

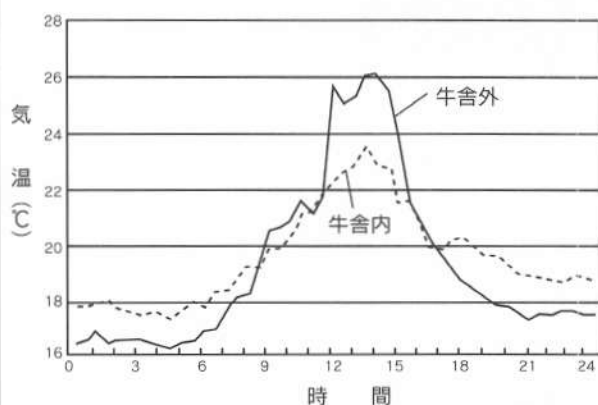


図18 牛舎内外の温度変化(トンネル換気)

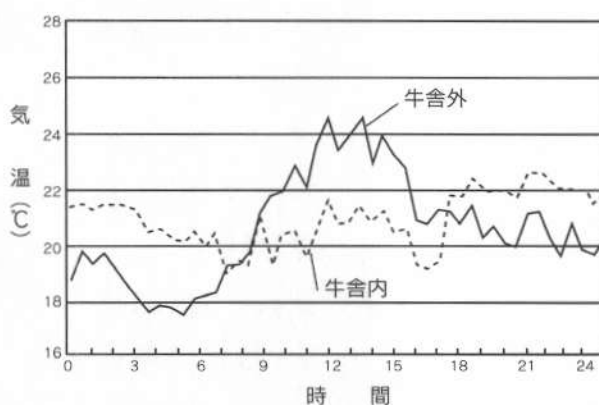


図19 牛舎内外の温度変化(自然換気)

H10.8.3調査

③ 設置費用（総費用966.5千円 税別）

・直結タイプ換気扇（5台）	240千円
・手動式インバータ（1面）	294千円
・壁面開口及び補強（5カ所）	80千円
・換気扇取付枠・取付及び補修（5カ所）	75千円
・風圧シャッター（5台）	132.5千円
・換気扇搬入取付（5基）	25千円
・電気工事（1戸）	120千円

④ 感想

- ・牛舎の空気の流れが良くなり、牛舎内のアンモニア臭が無くなった。
- ・舎内の温度が下がり、搾乳作業がし易くなった。
- ・インバータ制御で換気扇の回転数を調節できるので、冬でも安心して使用できる。

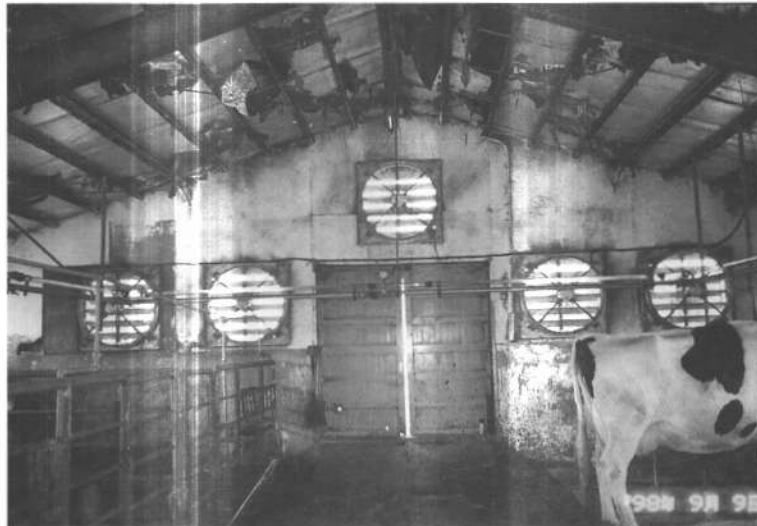


写真7 換気扇設置図

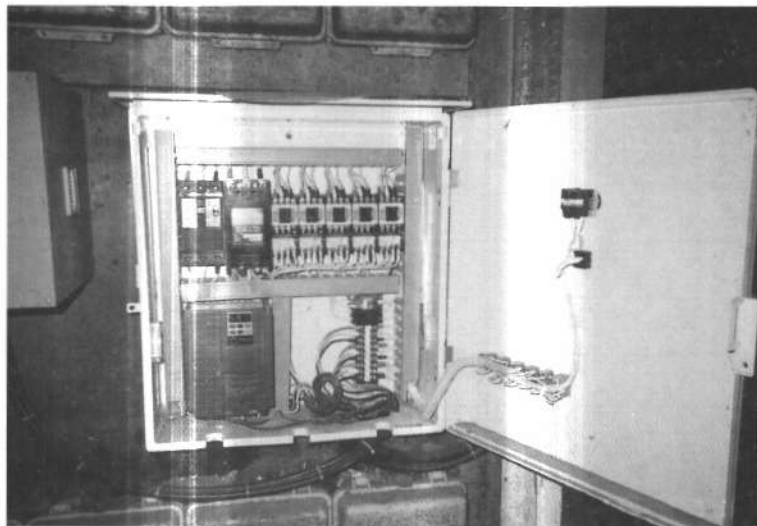


写真8 インバータ

(2) 開放型牛舎 (別海町K牧場)

平成10年に両壁がカーテン式の成牛舎(対尻式)を新築した。

① 導入の動機

・今までの牛舎の換気が良くなかったため、特に冬になると結露が発生し牛舎環境がさらに悪化していた。そのため、「換気の良い牛舎を造りたい」と思い開放型牛舎を新築した。

② 感想

・換気の面では、夏場は放牧しているので、効果の程はまだわからない。冬期間は搾乳作業はやはり寒いが、換気が良好で結露はなく牛には良いようです。また、ウォーターカップはヒーター付きなので凍結の心配はない。

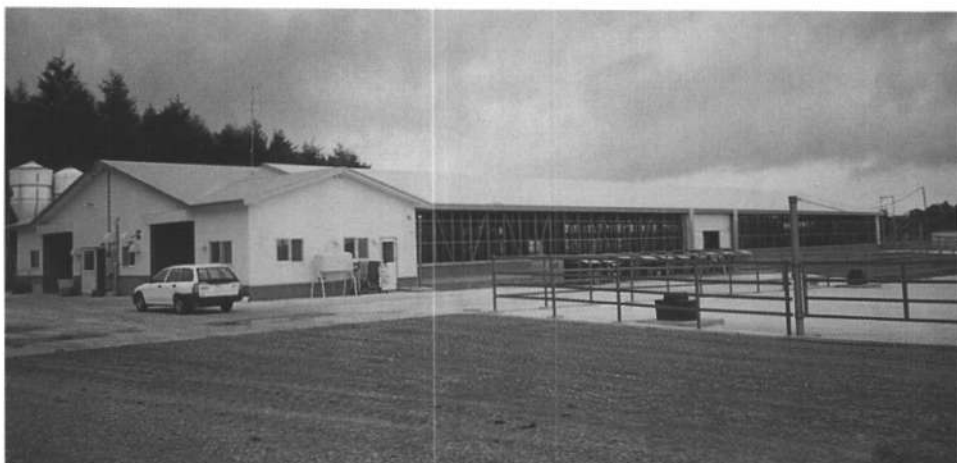


写真9 牛舎全景



オープンリッジ



壁の連続開放(2重カーテン)・オープンイーブ



ヒーター付きウォーターカップ

写真10 牛舎内の施設・器具

(3) 窓の位置を低くした牛舎 (別海町N牧場)

① 導入の動機

平成10年に牛の鼻面の空気を意識し従来の牛舎より、窓の高さが低い(床から45cm)、窓の数が多(壁に対する窓の割合が高い)、オープンリッジ・オープンイーブ構造の牛舎を増築した。

② 費用

- ・対尻式牛舎増築分 面積124.7㎡(牛床数16)
4,814千円(パイプライン増設分込み)

③ 感想

- ・牛も居心地が良い感じがする(よく寝るようになったから)。
- ・既存の牛舎に比べ舎内が乾燥している。
- ・夏期間の換気はたいへん良いが、冬の水道凍結が心配です。



写真11 牛舎全景

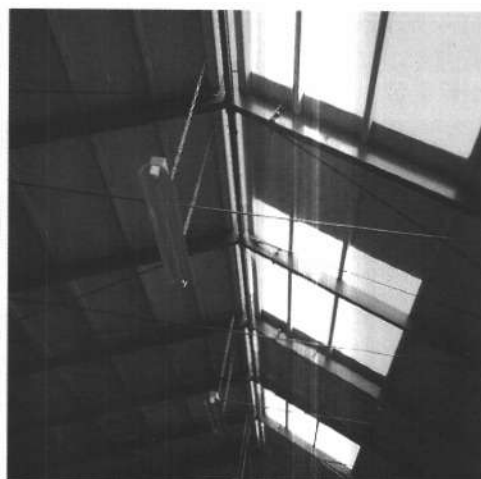


写真12 オープンリッジ



写真13 窓とオープンイーブ