Ⅳ．大規模優良農家に見られる標準タイプ牛舎

最近、大型牛舎の新設が数多く見られる。小規模畜産経営の撤退が進む一方で、残った畜産経営の飼養頭数規模拡大が進んでいるため、各地で100頭規模を越える大型牛舎の建設が、さほど珍しくなくなってきている。

以前であれば、各畜産経営とも個別の都合や発想を重視していたことから、大型牛舎にも多種多様なスタイルを見ることができた。しかし、最近の大型牛舎の事例をみると、大部分の牛舎が共通した考え方をベースにしており、しかもその牛舎構造が特定のタイプに収束しつつあるように見られる。換言すると、標準タイプといっても過言ではない大型牛舎構造ができあがりつつある。

これには、最近の畜産経営者間のネットワークの活用があるように思われる。こうした標準タイプとも言える牛舎を整備された畜産経営者に設計根拠を尋ねると、同業者である仲間の評判を聞いて選定したという回答をよく耳にする。最近、畜産経営者間では、牛舎に関する情報が数多く交わされており、しかも共通して良いと評価される事項は、ほぼ絞り込まれているようである。

また、一部の牛舎建築業者の対応もこうした現象を招いた要因のひとつと考えられる。最近、各地に畜産経営者から高い評価を得ている牛舎専門の建築業者が見られるようになった。こうした建築業者は、一般建築物とは異なる牛舎独特の構造に関する知識を豊富に持ち備えており、畜産経営者に適切なアドバイスを行いつつ、畜産経営上有効な施設設計の提案を行っている。こうした建築業種の数は未だに少ないのが現状であるが、地域によっては、こうした特定の建築業者によって、最近の牛舎建築がほとんど占められているところもある。

こうした牛舎構造のアイデアは、学識経験者から提唱されたものではなく、畜産経営者や畜舎専門建築業者の長年にわたって培われた経験及び観察並びに発想によるところが大きい。

そもそも、フリーストール牛舎は1950年代にアメリカの農家の発想が起源であったといわれている。最近我が国で急速に増えつつある戻し堆肥の利用技術や、戻し堆肥の利用技術から生まれた新しいフリーバーン牛舎も農家の発想によるものである。

こうしてみると、牛舎設計技術に関しては、農家の方が先行していることは否めないように思われる。

こうしたことから、先ず、センターは、これら最新の標準タイプの牛舎構造を今後施設整備を行う上で貴重な情報として受け止める必要がある。

また、センターは新しい有望な技術を農家段階へ普及・定着させる役割を担っていることから、こうした牛舎構造を外部に紹介できるように十分理解しておく必要があると思われる。

そこで、ここでは一般論を交えながら最近の標準タイプとも言える大型牛舎構造について解説することとする。

なお、採光性が高いこと、牛舎内環境が比較的斉一であること等から、牛舎内環境を良好に保とうとするならば中央飼槽通路型牛舎よりも片側飼槽通路型牛舎の方が有利であることは事実である。しかし、多頭数を飼養する大規模牛舎の場合には、飼槽通路面積を小さくできる中央飼槽通路型の方がコスト的に有利であり、大部分の畜産経営者は中央飼槽通路型を採用している現状にある。

こうしたことから、ここでも中央飼槽通路型牛舎に焦点を当てて解説することとした。

なお、センターの業務の条件から見ると、片側飼槽通路型牛舎は、特に牛舎内環境に配慮しなければならない育成牛舎、特殊な試験用牛舎等に限られるものと思われる。

１．フリーストール牛舎

フリーストール牛舎の概念は、アメリカ西海岸北部ワシントン州の酪農家Adolph Oienの独創的イデアが発展したものといわれている。

1950年代に生まれたフリーバーン方式は、繋ぎ飼い牛舎では困難であった多頭飼養を可能としたが、一方では牛体が汚れ易いこと、大量の敷き料を要すること等の問題を備えていた。こうしたフリーバーン方式の問題を解決するために考案されたものが、フリーストール牛舎である。

ここ最近、我が国における酪農経営では、フリーストール牛舎が飼養頭数の規模拡大に伴い急速に増加している。搾乳牛専用の牛舎と見られがちであるが、育成牛舎や繁殖肉用牛舎として利用されている例も一部見られる。おそらく、今後は更に多くの畜産経営において、多様な場面で採用されて行くであろうと思われる。

フリーストール牛舎の最大の機能は、休息に要するエリアと休息に要しないエリアを明確に区分し、牛体を清潔に保つことにある。しかし、施設の設計に問題があると、牛は休息に要するエリアと休息に要しないエリアを明確に区分しなくなってしまい、本来の牛舎機能を発揮できなくなってしまう。また、フリーストール牛舎は、適正な設計であれば非常に効果的な牛舎であるが、不適正な設計であると効果を発揮しないばかりでなく、牛に多大なストレスを与え、生産性を大きく損ねる結果となる恐れがある。

即ち、フリーストール牛舎は他の牛舎に較べて、設計の良し悪しが生産性に大きく影響しやすい牛舎と言えよう。

したがって、フリーストール牛舎を設計する際には、他の牛舎の設計以上に細心の注意を払う必要がある。

ここでは、適正な牛舎を設計するに当たって必要な事項について解説する。

(１)主要部のレイアウト

フリーストール牛舎は、主に牛が休息するための牛床部、牛が牛舎内を移動するための通路部及び給餌作業をするための飼槽通路部から構成される。

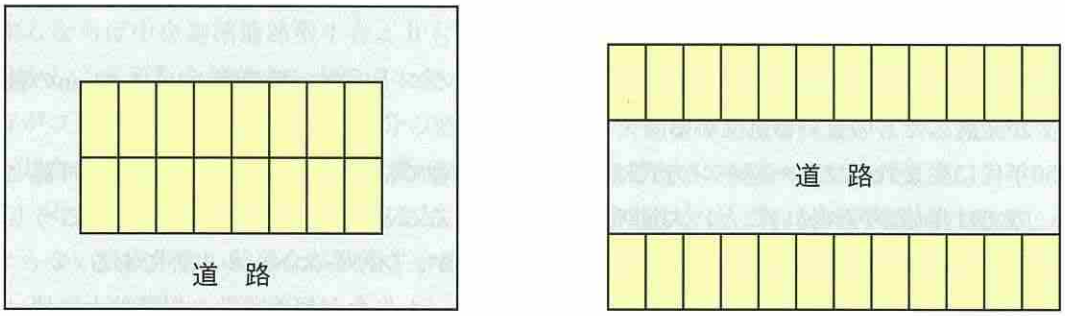
先ず、レイアウトは、牛床の配置から対頭式と対尻式に大別される。

過去には閉鎖式牛舎が主流であったことから、牛床の配置は外壁を利用した対尻式が一般的であった。しかし、現在主流である開放式牛舎では、対尻式を採用すると牛床が雨や雪の振り込みによる影響を受けやすいこと等から、対頭式を採用することが一般的となっている。また、牛床の施工がシンプルでコストが嵩まないこと、中央給餌通路型牛舎の場合には壁側に給水器設置エリアを確保する必要があること等の理由からも、一般に対頭式が採用される。さらに、換気性から見ても、対頭式は対尻式よりも優れていると言われている。

なお、最近急速に普及している自動搾乳ロボットを利用する場合には、牛の行動を「牛床→搾乳ロボット→飼槽→牛床」という一方通行の循環移動に制御する必要があることから、対尻式がワンウェイゲートとともに採用されている。

ここでは、中央給餌通路型の開放式大規模牛舎が主流であることから、これに焦点を当てて対頭式のみについて紹介する。

Ⅳ．大規模優良農家に見られる標準タイプ牛舎



対頭式　　対尻式

図８　牛床の対尻式及び対頭式

レイアウトには様々なパターンがあるが、主なものは図９のとおりである。

Ａは、最もシンプルな配置パターンである。こうした配置であれば、建築コストも低く抑えることができよう。しかし、通路が牛床の外周のみであるため、一部の牛床は飼槽との距離が大きくなり、飼槽へアクセスしづらいという欠点がある。

また、牛群には社会的序列があり、通路上をすれ違うとき、弱い牛は通路の端に寄って強い牛に道を譲ることが知られているが、極端に弱い牛はＵターンして道を変えることもある。このため、こうした通路配置であると、極端に弱い牛は何処へ行くにもかなりの遠回りを要することとなる。

Ｂは、牛床部の中央に横断用通路を設置し、Ａの欠点を補うパターンである。こうすることにより、飼槽へのアクセスの問題や極端に弱い牛の問題は、かなり改善される。

しかし、横断用通路の分だけ牛舎面積が大きくなるので、建築コストが増加することは避けられないという欠点がある。

最近のフリーストール牛舎をみると、前述したカウ・コンフォートの概念を採り入れ、飼槽へのアクセスや弱い牛の対応を考慮してＢパターンを採用するケースが多いようである。

ＣはＢをベースにして、旋回扉を用いて２群に分けて飼養するパターンである。ここでは、各牛房毎に周回通路を確保するため、Ｂよりも更に通路面積が大きくなり、建設コストが増加する。

なお、対頭式と対尻式を併用してＤのように牛床を３列にするパターンもある。こうすることにより、通路及び飼槽の全長を短くできるので建築コストから見るとかなり有利である。しかし、この飼槽の全長では、全ての牛が飼槽に並び一斉に採食することは不可能である（一般にひとつの牛床の幅は約120㎝であり、連動スタンチョンの１頭分の幅は約75㎝である。したがって、牛床が２列の場合には、飼槽通路に全頭数分のスタンチョンが設置できる。しかし、牛床が３列の場合は、飼槽通路が短くなるので全頭数分のスタンチョンの設置は不可能である。）。このため、社会的序列による弱い牛は、飼槽へアクセスしづらいという欠点がある。

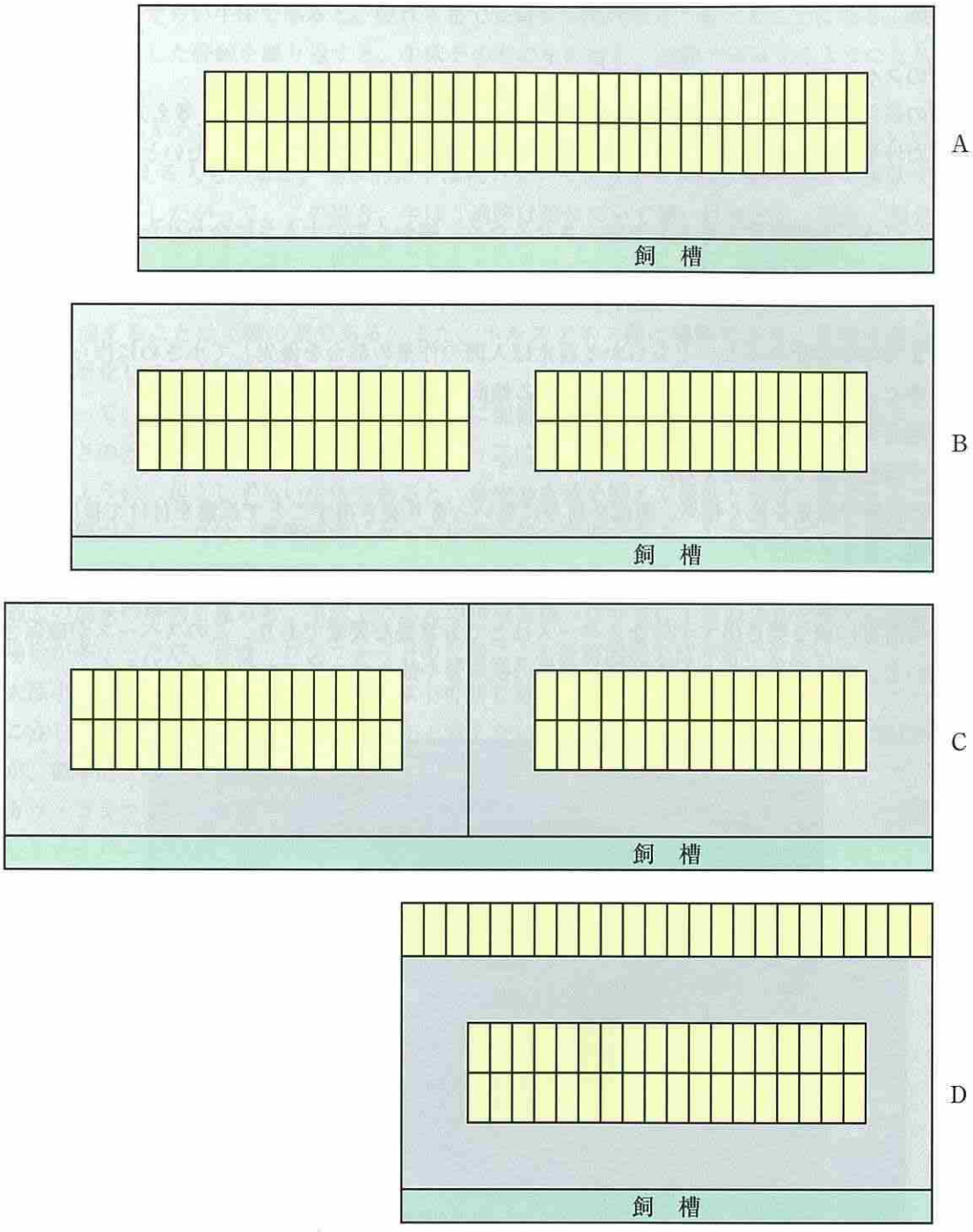


図９　フリーストール牛舎のレイアウト
注：全て牛床数は60である。

(２)牛床

①牛床のスケール

牛床の長さ及び幅は、牛に安息の場を提供するために大きく作りたいという考え方がある一方で、できるだけ牛床内を汚さないよう牛の横臥姿勢を制限するために小さく作りたいという考え方がある。

また、こうした相反する考え方を両立させるため、細かく牛の大きさに合わせたスケールの提唱も行われている。具体的には、牛床の長さは牛の全長の1.3倍、牛床の幅は腰角幅の２倍という指標もある。

これまでの牛舎をみると、どちらかと言えば人間の作業の都合を優先して小さめに作られているものが多く、カウ・コンフォートが軽視される傾向にあった。

牛は起立するとき、写真11のように

(ｱ) 先ず前肢の膝で体を支える。

(ｲ) その状態で鼻先を低く保ち、頭部を前方に思いっきり突き出すことで反動を付けて後肢伸ばす。

(ｳ) 最後に前肢を伸ばす。

という動作を行う。

(ｲ) の前方に頭を突き出す十分なスペースはとても重要な要素であり、このスペースが確保されていないと、牛は起立することを躊躇し飼料の摂取量や飲水量の低下を招くことがある。

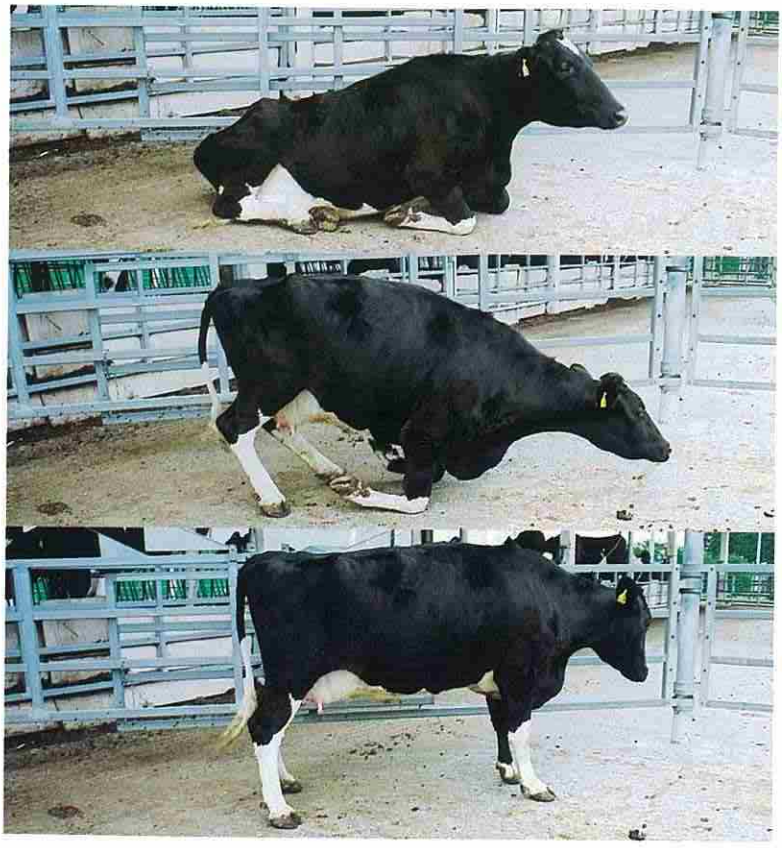


写真11　牛の起立動作

また、横臥しずらい牛床であると、疲れるまで長時間牛床内で立ち続けることになる。

さらに、こうした経験を繰り返すと、牛床そのものを拒否し、通路で横臥するようになることもある。

フリーストールの通路で牛が横臥している様子を見て、「通路の方が冷たくて気持ちいいからであろう。」と考える人もいるが、基本的に牛は乾いていてクッション性に富む場所で横臥することを望んでいる。したがって、この場合、牛は「通路は濡れていて硬いけれども、横臥・起立しづらい牛床で辛い思いをするならば、通路の方がまだ良い。」と言いたいのかも知れない。

多頭数を１群として管理するフリーストール牛舎において、牛群を構成する全ての牛をほぼ同じ大きさに揃えることは至難の業である。また、ホルスタイン種は晩熟であり、月日の経過に伴い徐々に大型化していく特性を持っている。

したがって、現実的には、個々の牛の大きさに配慮したスケールの設定は不可能であり、多少の牛の大きさの差を認めつつも、牛床の大きさを一定に設定する必要がある。

前述のように、起立しずらい牛床であると、多少の食欲を抑えて横臥し続け、結果として採食量の低下に繋がる。これは、畜産経営にとっては致命的な問題である。したがって、牛床のスケールは極めて簡単に起立及び横臥できるように設定することが最も必要である。

過去の農家の事例を見ると、牛床上のふんの排泄を嫌うばかりに牛床の全長を短めに設計している場合が多かったが、カウ・コンフォートの欠落による経済的損失は非常に大きい。

大は小を兼ねるが、小が大を兼ねるのは不可能である。

こうしたことから、最近ではあまり細かく考えないで、比較的大きめの長さ240㎝×幅120㎝の牛床が、標準的となっているようである。

カウ・コンフォートを優先させて、大きめの牛床を用意し、ベッドのコンディションは飼養者の心配りでカバーすることを勧めたい。

写真12　十分な広さの牛床

②牛床の傾斜

牛床は前方に向かって２～４％の上り傾斜を付けることが望ましい。牛は高い方に頭を向けて横臥する習性があるので、こうすることにより適正な横臥姿勢を誘導することができる。

なお、こうした傾斜は、牛床の敷き料の入れ替え、除ふん、洗浄などの作業にも都合がよい。

③牛床の縁部の高さ

牛床とふん尿で汚れる通路とを区分するため、牛床の縁部は通路よりも高くする必要である。この縁部が高すぎると牛床への牛の出入りに支障が生じる。逆に低すぎると、牛床の中へふん尿が侵入し易くなり、牛床と通路の区分が不明瞭になってしまう。一般には牛床の縁部の高さは20㎝前後に設定されているようである。

一般に、牛は段差や傾斜がある場合、「上り」よりも「下り」に弱いという特性がある。しかも、真後ろは、牛にとって見ることができない死角になっている。このため、牛床の縁部の高さは、牛が後退しながら降りることができる高さを意識するする必要がある。

なお、フリーストール牛舎の経験がない牛は、牛床に入ることができても、出ることができなくことがあるので、注意して観察する必要がある。

④隔　　柵

牛床の隔柵は、各牛床毎に牛が横臥するように制御する目的で設置されている。

隔柵の上段鋼管の高さは、牛床内の牛の方向を制御する目的と、後述のネックレールの高さとの関係から、110～120㎝で設定されている。

隔柵には、前方で支持するタイプと床面で支持するタイプに大別されるが、最近では施工法が容易であること、安価であること、ベッドメーキングがしやすいこと等から、前方で支持するタイプが主流である。

前方で支持する主なタイプには、図10のとおりＵ字型、ミシガン型及びワイドループ型の３種類があり、それぞれ次のような特徴を持っている。

○Ｕ字型

最もシンプルな構造であり、鋼管の加工が容易なのでコスト的に割安である。

以前は最も多く見られる形であったが、牛が横臥する際に、腰角を下段鋼管にぶつけやすいという欠点がある。

○ミシガン型

下段鋼管の前方を湾曲させ、牛が起立するとき頭を横に突き出しやすくしている。頭の突き出しスペースを横に設けることで、牛床の全長を多少短くできるという利点がある。ただし、横に頭部を向けるスペースがあるため、Ｕ字型のようにまっすぐに横臥させることは難しい。また、鋼管の加工が複雑なのでコストが割高になるという欠点がある。

なお、後方の下段鋼管の後方部を斜めにすることにより、腰角がぶつかることを防いでいる。

○ワイドループ型

Ｕ字型の下段鋼管の位置を低くすることにより、ミシガン型と同様に側方への頭の突き出しスペースを上・下段鋼管の間に確保している。下段鋼管の後方部はミシガン型と同様に斜めにすることにより、腰角がぶつかることを防いでいる。

したがって、機能的にはミシガン型に類似している。しかし、鋼管の加工がミシガン型ほど複雑ではないのでコストが割安であり、最近では最も多く採用されているようである。

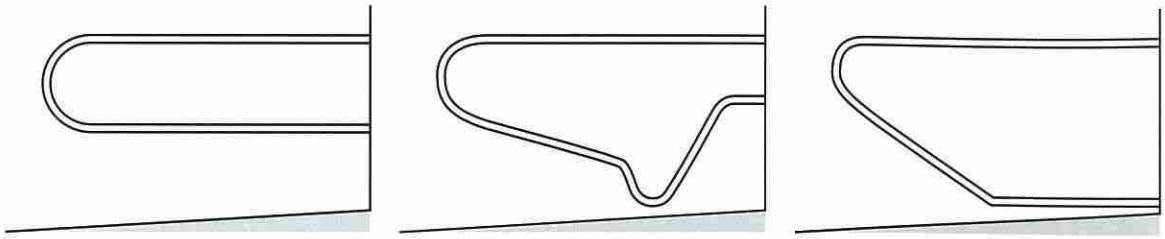


図10　隔柵の種類

⑤ネックレール

牛が牛床内で起立したときの前方の位置（首の位置）を決めるための制御バーである。

ネックレールを設置することにより、起立したときの位置を後方に制御し、できるだけふん尿が牛床内で排泄されないようにすることを狙っている。

ふつう、隔柵の上段パイプ同士を繋いで設置される。この位置が低いと、牛が起立しづらくなるので注意する必要がある。

ネックレールの位置は、牛の全長によって異なるが、一般に牛床最後部から170～180㎝の位置に取り付けられる。

写真13　ネックレールによる起立姿勢の制御

⑥フリスケットボード

牛が前方に寄り過ぎて横臥すると、起立するときの頭の突き出しスペースを失い、起立できなくなる恐れがある。このため、あまり前方に横臥しないように、横臥したときの胸の位置を制御するための板を牛床内に設置する。ただし、最近では、必ずしも設置しないケースも見られる。

⑦牛床のコンディション

牛床のコンディションに求められるものは、柔らかく、乾いており、滑らない機能が備わっていることである。

クッション性を確保するため、最近では、ゴムチップ製のマットが広く用いられるようになった。最近では、その利用価値が高く評価され、多くのメーカーが取り扱っているようである。以前問題視されていた耐久性についても、随分改善されてきたように思われる。

このように、ゴムチップ製マットは牛床のクッション性を大きく改善させた画期的資材である。しかし、マット自身には乾燥や滑り止めの効果はないので、敷き料は欠かせない。

参考として、牛床のコンディションを簡易に評価する方法である飛節・前膝スコア及びニイドロップテストを紹介する。

飛節・前膝スコアは、飛節・前膝の外見から牛床の柔らかさと滑り難さのコンディションが適正であるかどうかを評価するものである。牛床のコンディションに問題があり、横臥・起立動作がスムーズにできない場合、飛節や前膝にダメージが発生する。下表のスコアの数値が大きいほど問題であり、3以上は何らかの改善策を講じる必要があると考えなければならない。

飛節・前膝スコア

スコア	飛節及び前膝の状態
1	飛節及び前膝を覆う被毛が完全に滑らかである。
2	飛節及び前膝の被毛が乱れ逆立っている。
3	飛節及び前膝の被毛が失われ、ピンクの皮膚が露出している部分がある。
4	飛節及び前膝の被毛が失われた部分に傷や瘡蓋がある。
5	飛節及び前膝の被毛が失われ、炎症、感染、腫脹がある。

ニイドロップテストは、牛床の柔らかさと乾燥状態のコンディションが適正であるかどうかを評価するテストである。写真14のとおり、人間が牛床の上に膝を落としたとき、痛くないこと、膝を落としたままの姿勢で10～20秒間しても膝が濡れていないことが良いコンディションの指標となる。

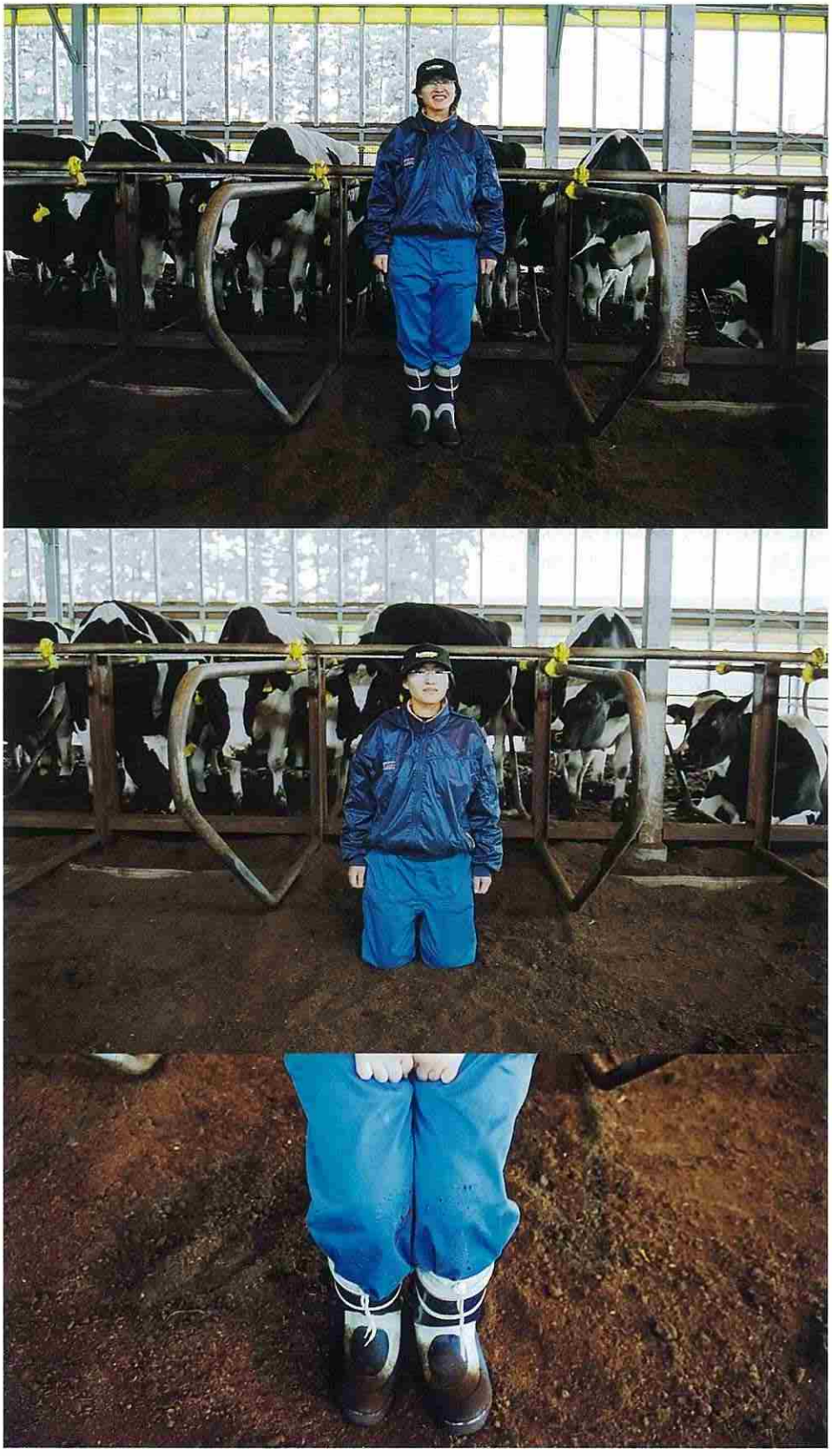


写真14　ニイドロップテスト

（3）通路

フリーストール牛舎の通路は、牛が自由に往来できるように、その幅の設定に留意する必要がある。

社会的序列が確定した牛群では、通路を牛がすれ違う際、争いを避けるため、弱い牛が強い牛に道を譲る習性がある。したがって、通路には、牛同士がスムーズにすれ違うことができるだけの幅が必要となる。この場合の必要な通路幅は、建築コストとの関連もあり、３ｍに設定されることが多い。

飼槽側の通路には、飼槽に牛が並んで採食しているとき、その背後を反対方向に移動する牛同士がすれ違うことができるだけの幅が必要となる。飼槽側の通路の幅は乾物摂取量にも大きく影響することが考えられる。この場合の必要な通路幅は、建築コストとの関連もあり、４ｍ程度に設定されることが多い。

このように最近のフリーストール牛舎の事例を見ると、飼槽側の通路幅を４ｍとし、その他の通路幅を３ｍとすることが一般的のようである。カウ・コンフォートから見ると必ずしも十分とはいえないかもしれないが、ある程度の効果は見られているようである。

写真15　フリーストール牛舎の通路

通路の袋小路は避けなければならない。前述のとおり、社会的序列が確定した牛群では、弱い牛は強い牛に道を譲る習性があるが、場合によって弱い牛は、Ｕターンしてしまうことがある。このとき通路が袋小路であると、弱い牛はそこで行き詰まり、更に大きなストレスに襲われることとなる。また、弱い牛は袋小路に追い込まれる不安から、日頃行動するエリアが限られてしまうことになる。このため、多少の建築コストが嵩む結果となるが、袋小路は設けず、通路は周回できるように設けることが望ましい。

通路に段差や傾斜を付けなければならない場合は、できるだけ小さい段差や緩い傾斜にする必要がある。牛は、足下の高低の変化に敏感である。また、同じ高低差であれば、下り方向には大きなストレスが生じる。極端な場合は、下り方向に進めなくなる場合もある。

したがって、牛舎内の高低差はできるだけ小さくすべきである。

なお、作業機械による更褥作業を考えれば、本来、通路には段差はあってはならないものと認識すべきである。

フリーストール牛舎の通路には、牛が滑らないようにするとともに、頻繁に行う更褥作業をスムーズに行えるように工夫する必要がある。

最近では、更褥作業の動線方向と平行に10㎝間隔で１㎝の溝を付ける方法がよく採用されているようである。

写真16　縦溝仕上げコンクリート面での更褥作業

（４）飼槽

フリーストール牛舎の飼槽には、清掃が容易な平面型がよく採用される。

ただし、平面型は牛が採食する度に飼料が遠くへ拡散するという欠点があるため、頻繁に飼料の掃き寄せ作業を行う必要があり、専用の作業機が必要となる。

飼槽表面には従来ＦＲＰを用いるケースが多かった。しかし、ＦＲＰは剥がれやすいことから、最近では樹脂を混入したコンクリートで作られるケースが増えている。

飼槽面及び給餌通路面の高さは、牛が採食しやすいように、牛房内の通路面よりも10～20㎝程度高くすることが望ましいとされている。

写真17　飼料の掃き寄せ作業

（5）水槽

水槽は、採食直後の全ての牛が同時に飲水できるように望むのであれば、数多く設置する必要がある。しかし、こうした場合、建築コストがかなり嵩むこととなり、あまり推奨できない。飲水行動は短時間で終了するため、採食行動ほど、全頭に平等な条件を整えなくても、さほど大きな問題にはならないようである。したがって、社会的序列による差をある程度容認できる範囲で設置することとなる。一般には、２～３頭が同時に飲水できる大きさの水槽を25～30頭程度に１基に用意されているようである。

水槽の容量は、牛が勢い良く飲みやすいように大きくしておくことが望ましいように思えるが、飲水しやすさは、水槽の容積よりも、十分な太さと水圧を備えた水道配管施設に裏付けられた水の供給能力によるものである。水槽の容積が大き過ぎると、新鮮ではない水が大量に溜まることとなるのであまり勧められない。

即ち、牛の飲水行動に支障がない程度の容積の水槽と十分な単位時間当たり給水量を確保できる配管施設の組合せが最も望ましい。

水槽の設置場所は、採食直後に飲水させることを考えると飼槽の近くに設置すべきであろう。このため、飼槽側通路に設置する例も見られるが、この場合、水が通路に零れ、通路床の環境を劣悪にすることがある。また、更褥物に零れ水が混入し、堆肥発酵処理の効率を著しく低下させることがある。零れ水をできるだけ少なくするために水槽の形状を工夫する方法もあるが、現実的に完全に抑えることは不可能である。そこで、最近では、零れ水による舎内環境悪化を防ぐため、側壁の外であって、牛の口先が届くところに水槽を設置する例が多いようである。

写真18　水槽の位置

(6)懸垂型換気扇

最近の乳牛は、遺伝的能力の向上に伴い熱代謝も水分代謝もかなり大きくなっており、以前のような自然換気だけでは牛舎内の環境を整えることは困難になってきている。

また、更褥物の堆肥化をできるだけ効率的に行うためには、あらかじめ牛舎内で余分な水分をできるだけ蒸散させた方が得策である。

こうしたことから、牛舎内の換気と通路部の乾燥という２つの目的を達成するため、最近では、懸垂型換気扇による強制換気が不可欠となっている。

普及当初の懸垂型換気扇は、風が通路面に垂直にぶつかるように設置されていたが、これでは舎外と舎内の空気の入れ換えが不十分であることから、最近では通路に沿って同一方向に45度傾けることが推奨されている。懸垂型換気扇の設置間隔は５ｍとされているが、実際には５～７ｍで設置されているようである。

写真19　懸垂型換気扇

牛は横臥中にはふん尿を排泄せず、起立直後に排泄することが多くなる。このため、フリーストール牛舎では、図11のように排せつ物は通路の牛床近傍に集中する傾向がある。このため、通路の乾燥効果を考えると、懸垂型換気扇の配置は通路の牛床近傍の真上に設置することが望ましい。

通路上だけに懸垂型換気扇を設置すると、牛が通路に寝るので、牛床上にも設置すべきだとする意見が一部にあるが、そこまでしなくても適正なコンディションの牛床を用意できれば、牛が通路に寝ることはないようである。

以前の換気扇は、温度センサー設置し、インバーター制御されているものであったが、このタイプはノイズを発生させ、コンピューター機器の誤作動を生じさせる危険性があるものであった。特に最近のフリーストール・ミルキングパーラーでは、コンピーターで制御された機器を採り入れたものが多いために問題となっていたが、現在では、ノイズ対策もされているようである。

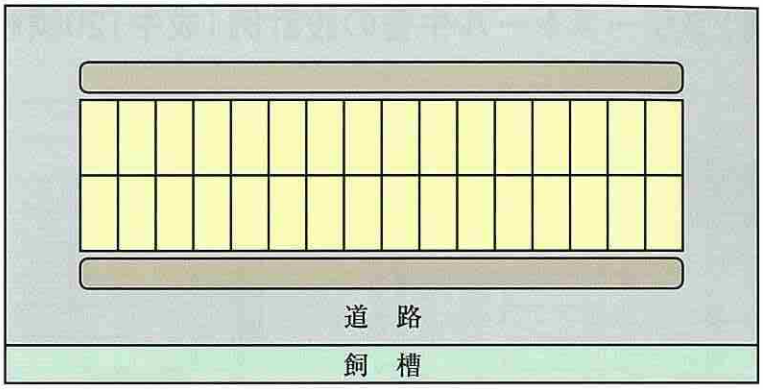


図11　ふん尿の排せつ量が多い場所（図中茶色の部分）

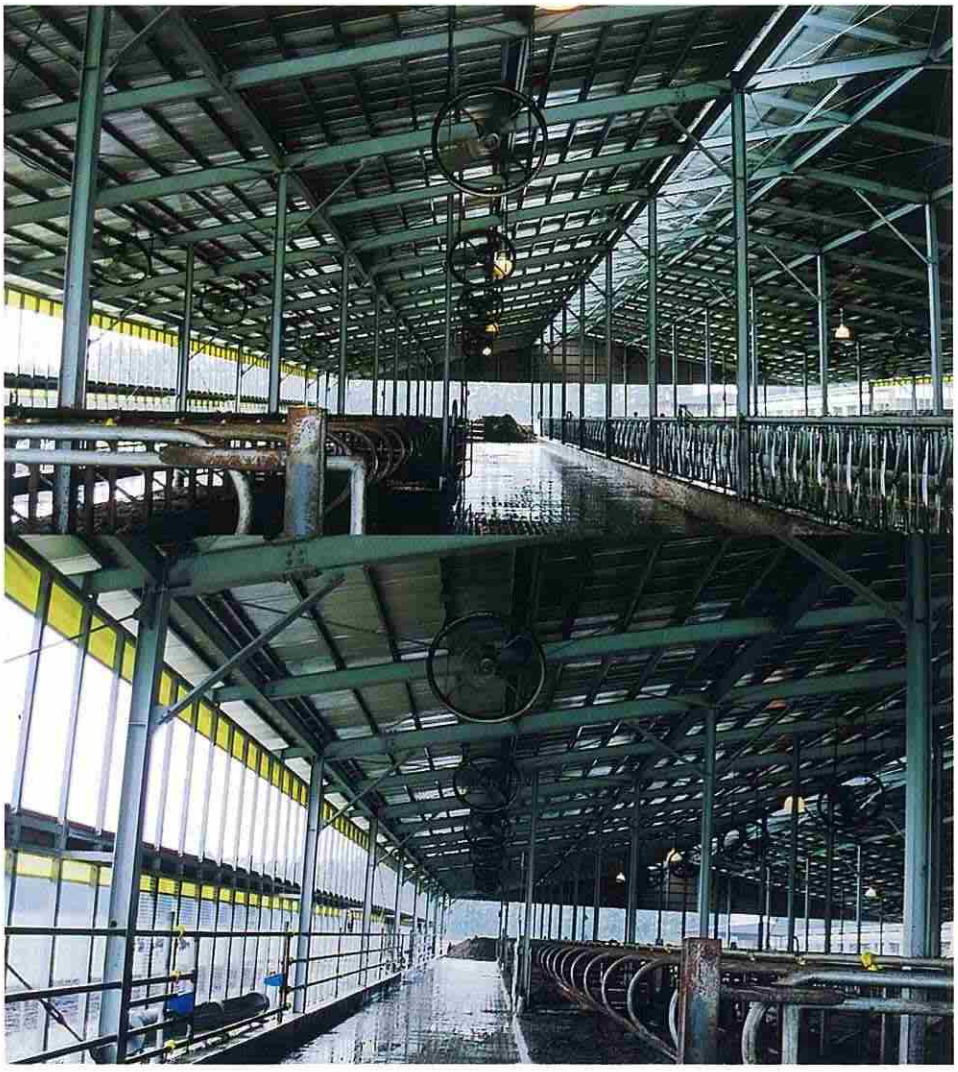
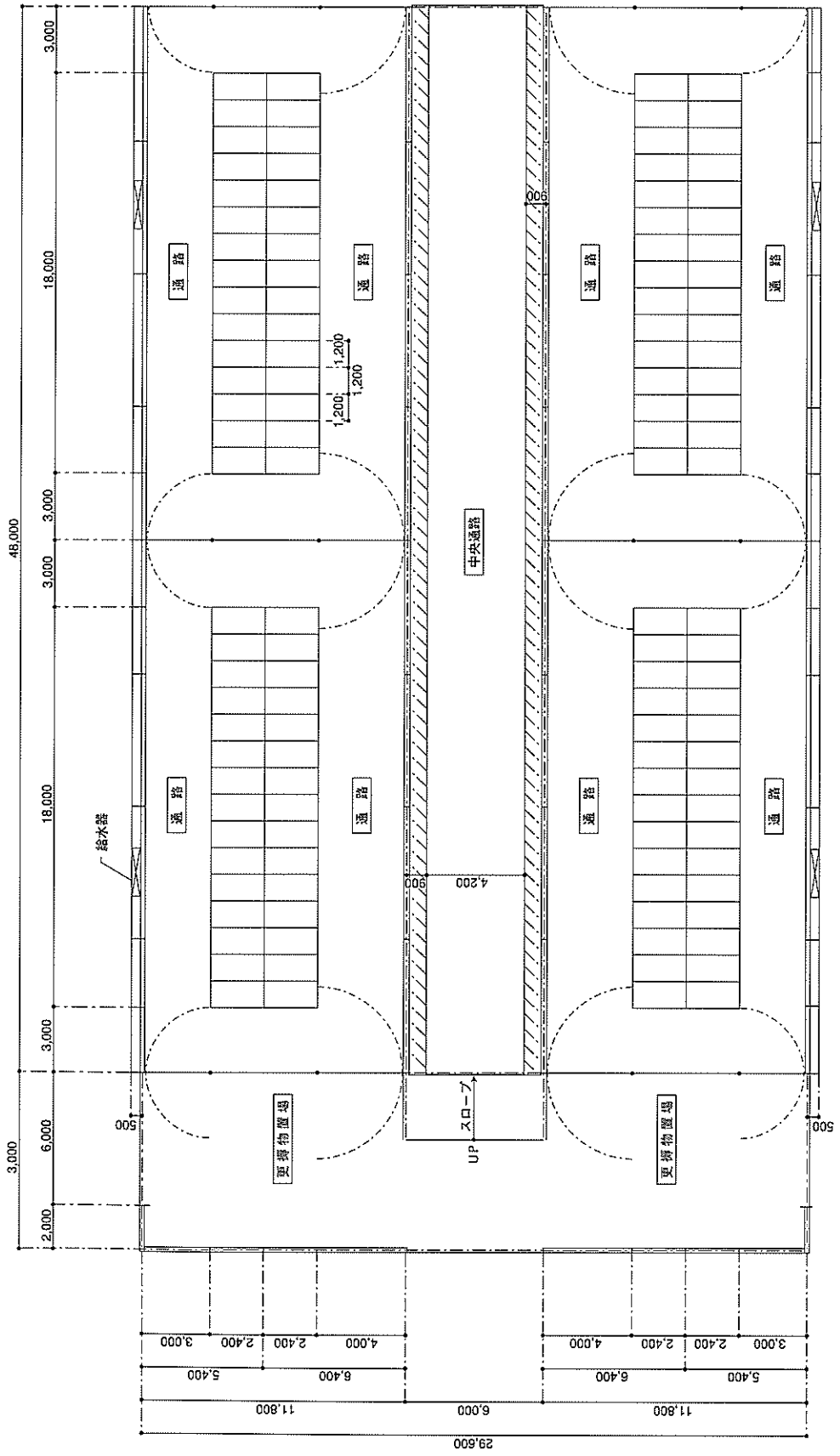
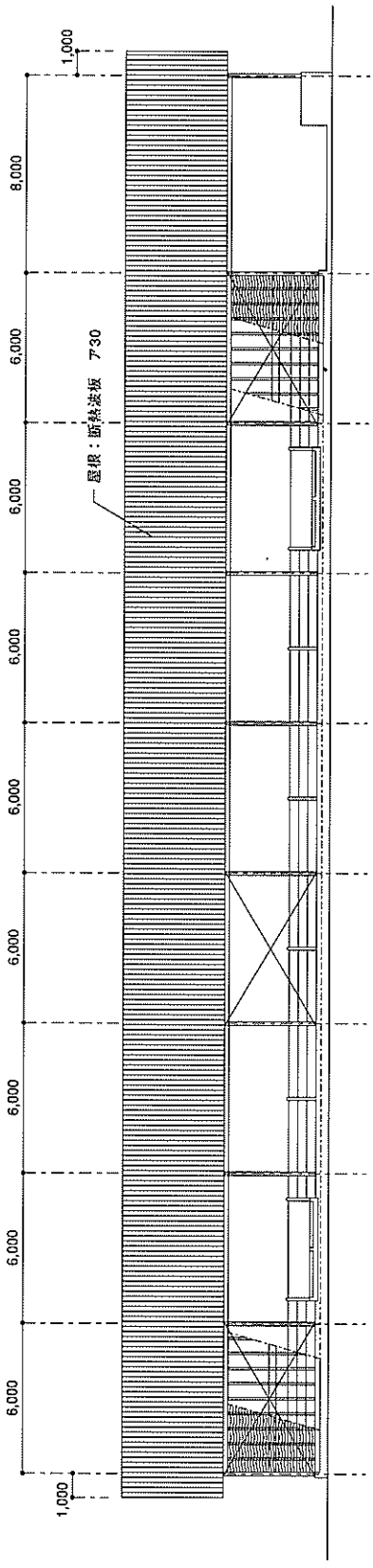


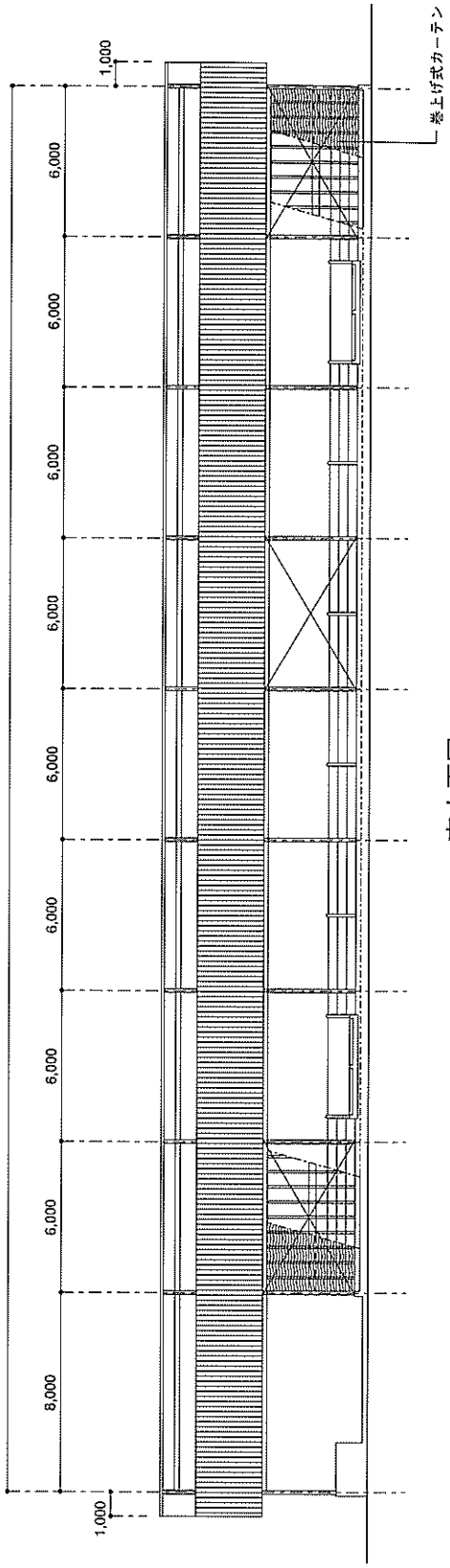
写真20　懸垂型換気扇の設置位置

（参考）フリーストール牛舎の設計例（成牛120頭規模）

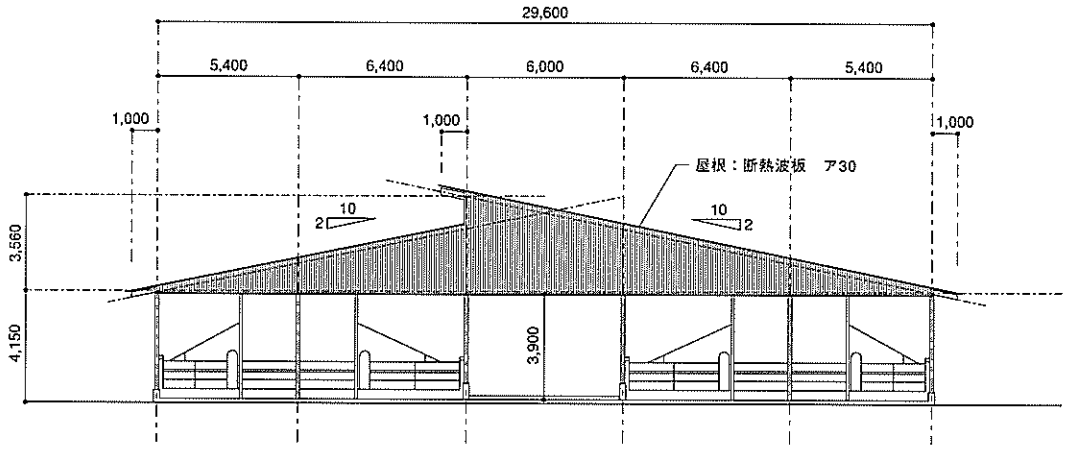



1,000
8,000
6,000
6,000
6,000
6,000
6,000
6,000
6,000
1,000
屋根：断熱波板　ア30

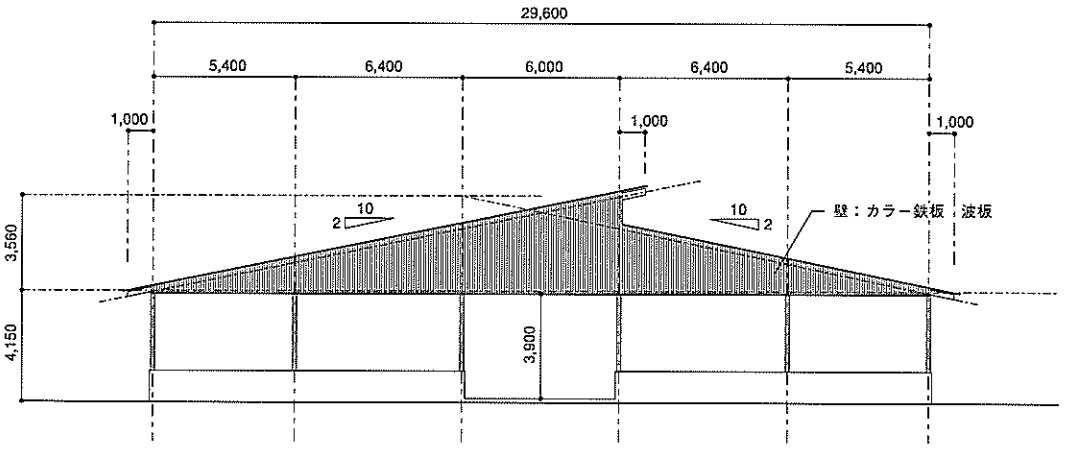
北立面図


1,000
6,000
6,000
6,000
6,000
6,000
6,000
6,000
8,000
1,000
巻上げ式カーテン

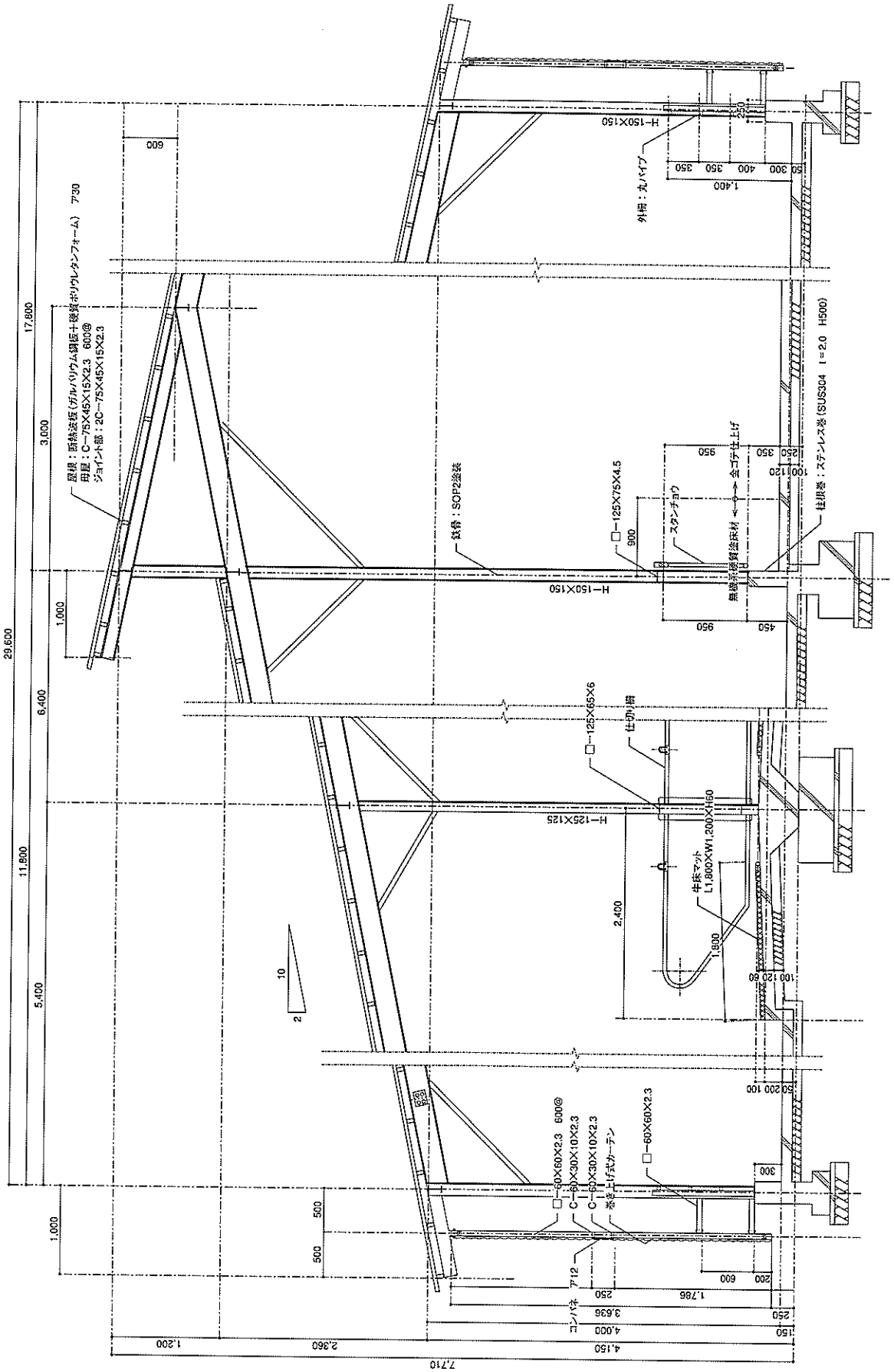
南立面図

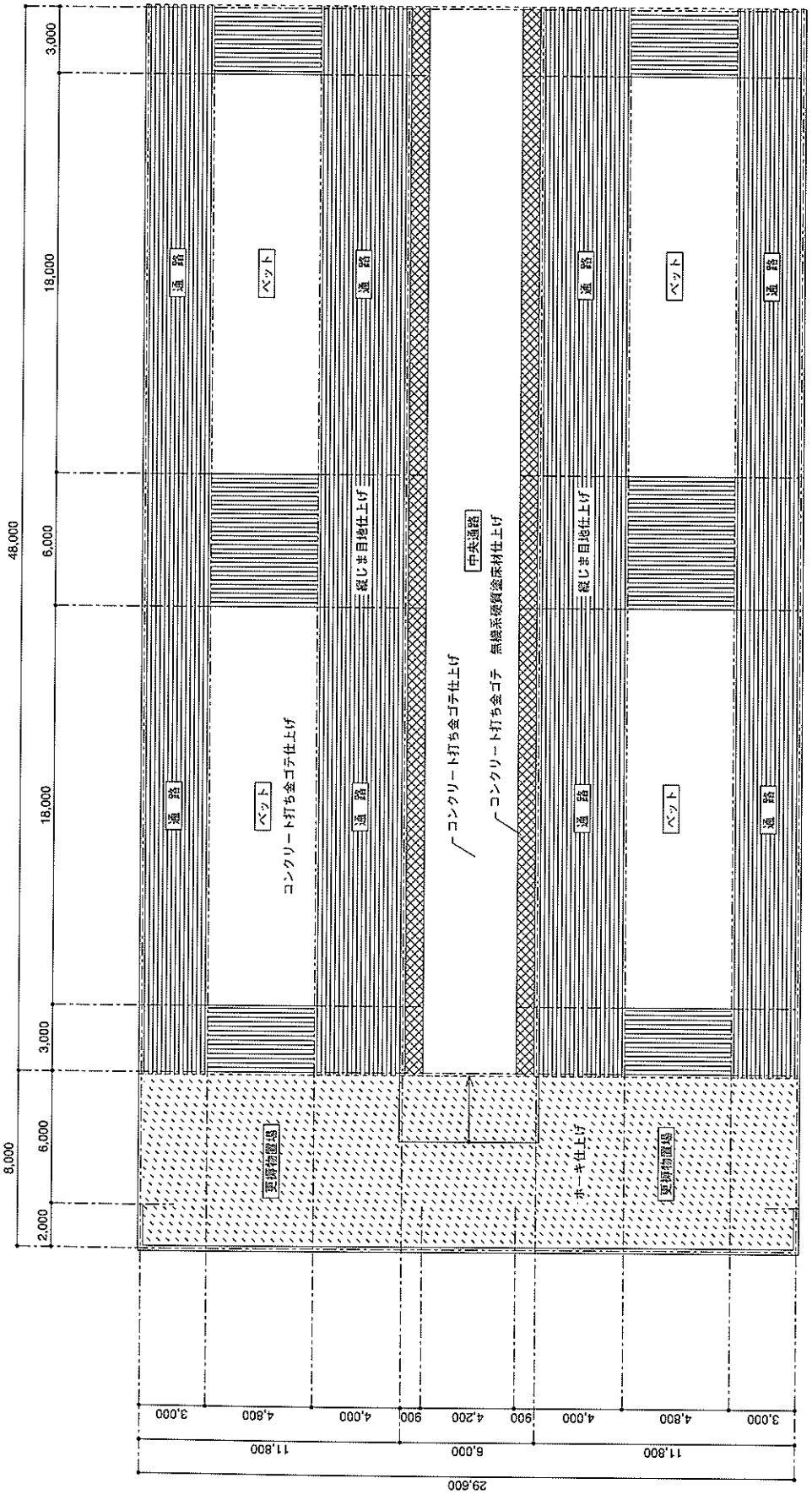

29,600
5,400
6,400
6,000
6,400
5,400
1,000
1,000
1,000
屋根：断熱波板　ア30
10
2
10
2
3,560
4,150
3,900

東立面図


29,600
5,400
6,400
6,000
6,400
5,400
1,000
1,000
1,000
10
2
10
2
壁：カラー鉄板　波板
3,560
4,150
3,900

西立面図


屋根：断熱塗板（ガルバリウム鋼板＋硬質ポリウレタンフォーム） 7*30
母屋：C－75X45X15X2.3 600@
ジョイント部：2C－75X45X15X2.3
H－150X150
外周：丸パイプ
鉄骨：SOP2塗装
□－125X75X4.5
スタンチョウ
金ゴテ仕上げ
無機系硬質塗床材
柱根巻：ステンレス巻（SUS304 t＝2.0 H500）
□－125X65X6
仕切り棒
H－125X125
牛床マット
L1,800XW1,200XH60
10
2
□－60X60X2.3 600@
C－60X30X10X2.3
C－60X30X10X2.3
□－60X60X2.3
巻き上げ式カーテン
ゴムパネ
29,600
17,800
11,800
6,400
5,400
3,000
1,000
1,000
500
500
600
1,400
1,786
3,636
4,000
4,150
2,860
1,200
7,710


48,000
3,000
18,000
6,000
18,000
3,000
8,000
6,000
2,000
通路
ベット
通路
ベット
コンクリート打ち金ゴテ仕上げ
通路
ベット
通路
中央通路
コンクリート打ち金ゴテ仕上げ
コンクリート打ち金ゴテ　無機系硬質塗床材仕上げ
通路
ベット
通路
ベット
通路
ベット
通路
踏込み目地仕上げ
踏込み目地仕上げ
更新物置場
更新物置場
ホーキ仕上げ
3,000
4,800
4,000
900
4,200
900
4,000
4,800
3,000
11,800
6,000
11,800
29,600

2．フリーバーン牛舎

フリーバーン牛舎とは、別名ルーズバーン牛舎とも呼ばれるものであり、本来は飼養規模拡大に対応する目的から生まれたフリーバーン方式と呼ばれる飼養管理スタイルの一部である。フリーバーン方式は、フリーバーン牛舎、専用野外パドック及び給餌施設から構成された飼養管理システムであり、1950年頃にアメリカで生まれ、1960年頃に我が国に初めて紹介・導入された。

この牛舎は、飼養頭数の拡大には効果的であったが、牛体が汚れ易いこと、大量の敷き料を要すること等の問題を備えていた。このため、こうした問題を解決するため、その後にフリーストール牛舎が考案されるに至った。

このように、牛舎の改良の歴史を振り返ると、「つなぎ飼い牛舎→フリーバーン牛舎→フリーバーン牛舎」と発展したものと捉えられる。

しかし、ここで取り上げるフリーバーン牛舎は以前のフリーバーン牛舎とはかなり異なるものである。

以前のフリーバーン牛舎は、専用野外パドックや給餌施設に隣接して設置されるものであり、牛舎内には敷き量が敷き詰められた休息エリアが確保されているだけであった。

しかし、ここで紹介するフリーバーン牛舎は、大きな屋根の下に、休息エリア、通路エリア及び給餌エリアを全て納めてしまう施設である。

この牛舎のアイデアは、フリーストール牛舎を飼養していた酪農家の発想によるものといわれている。最近、我が国の多くの酪農家は、急速な飼養頭数規模の拡大に伴い、フリーストール牛舎を採用してきた。フリーストール牛舎は規模拡大農家の期待に応え、多頭化に大きな役割を果たしてきたことは周知のとおりである。また、こうしたフリーストール牛舎を採用した酪農家のうち、堆肥を還元できる飼料基盤に乏しい酪農家は、生産した堆肥を敷き料として利用する戻し堆肥技術を導入してきた。そして、戻し堆肥技術が定着し、大型機械による牛舎・堆肥施設間の堆肥の循環がスムーズにできるようになったことから、フリーストール牛舎の牛床部分を、大量の戻し堆肥を用いて整形した休息エリアに置き換えてみてはどうだろうと考案されたものが、ここで紹介するフリーバーン牛舎ある。したがって、従来のフリーバーン牛舎とは異なるものであり、正確には「新フリーバーン牛舎」や「改良型フリーバーン牛舎」と呼ぶべきものであるかもしれない。しかし、現在では、フリーバーン牛舎というと、この新しいスタイルのフリーバーン牛舎を指しているようなので、ここでも単にフリーバーン牛舎と呼ぶことにする。

なお、牛舎構造が極めてシンプルであることから、建築コストが割安であり、最近になって規模拡大意欲が強い畜産関係者の注目を集めるようになってきている。

Ⅳ．大規模優良農家に見られる標準タイプ牛舎

写真21　フリーバーン方式

写真22　フリーバーン牛舎

（1）フリーバーン牛舎における飼養管理方法

フリーバーン牛舎は、フリーストール牛舎に較べ、牛床部分の設置工事が不要であることから、建設コストが割安になるという利点があるが、一方では、牛の休息姿勢を完全に制御できないことから牛体が汚れやすい等の欠点がある。

したがって、フリーバーン牛舎を利用する場合には、飼養管理を行うに当たって次の点に留意する必要がある。

①できるだけ、休息スペースを明確にするため、大量の戻し堆肥を用いてスロープ式の牛床をつくる。

こうすることにより、牛が高い方に頭を向けて横臥する習性を利用して横臥姿勢をある程度制御（ただし、フリーストール牛舎ほどの確実な制御ではない）できるので、スロープ上部のふん尿の排泄を比較的制御することができ、良好な牛床スペースを確保することができる。

②戻し堆肥として利用するに相応しい乾燥・完熟堆肥を大量に確保して、ベッドメーキングに気遣う。

フリーストール牛舎とは異なり、牛の休息姿勢を完全に制御できないことから牛体が汚れやすいという欠点がある。このため、休息エリアの堆肥が頻繁に交換できるように乾燥・完熟堆肥を大量に確保する必要がある。戻し堆肥が不足した場合や水分が高い場合には、オガクズ等の副資材を補充する必要ある。なお、戻し堆肥は、発酵が不十分であると伝染性疾病の感染源になる恐れがあるので、充分に発酵熱による殺菌処理を要する。

③1頭当たりのスペースは10㎡程度確保する。

建設津コストとの関連もあるが、牛舎内環境をできるだけ良好に確保すること、牛体をできるだけ汚さないこと、牛同士の接触による事故を避けること等の目的から、1頭当たりのスペースは10㎡程度確保する必要があるとされている。

④通路部分は頻繁に更褥する。

通路部分はふん尿の排泄量が多く、放置するとこれらのふん尿が牛の蹄によって休息エリアに持ち込まれてしまう。このため、飼槽付近の通路部分は毎日確実に更褥する必要がある。また、このとき、休息エリアの糞もできるだけ併せて取り除くことが望ましい。

⑤懸垂型換気扇を設置する。

休息スペースの戻し堆肥は、水分が高くなると泥濘化し、環境を著しく悪化させる恐れがある。こうしたことから、懸垂型換気扇を設置して、牛床の乾燥を積極的に促す必要がある。

写真23　戻し堆肥によるスロープ式牛床

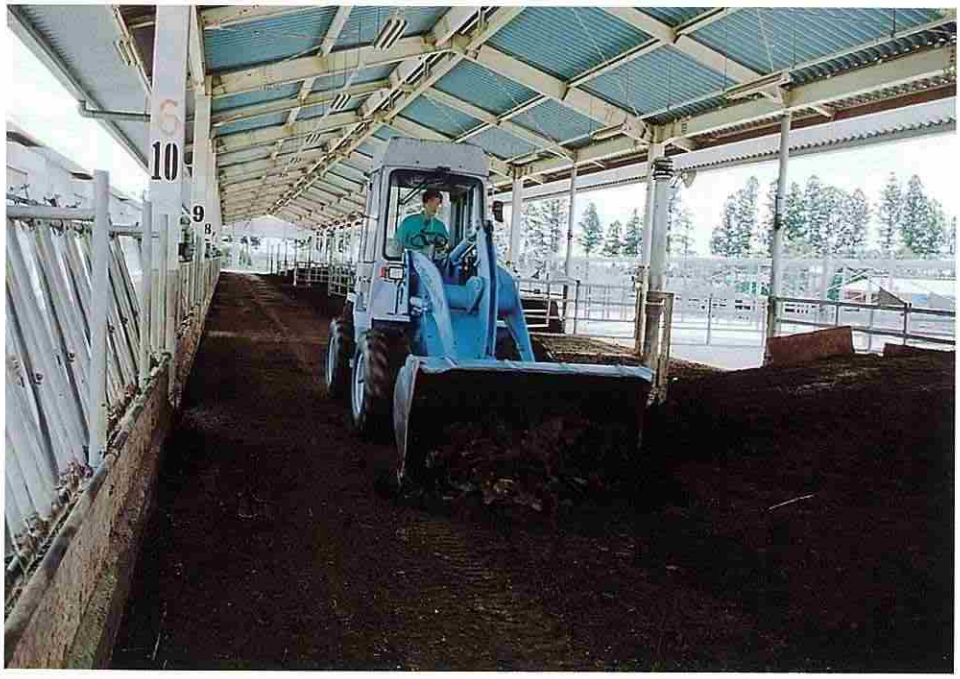


写真24　通路部の更褥作業

（2）主要部のレイアウト

フリーバーン牛舎は、主に牛が休息するための牛床部、牛が牛舎内を移動するための通路部、給餌作業をするための飼槽通路部から構成される。ただし、この場合の牛床部と通路部には、フリーストール牛舎に見られるような明確な区分はない。戻し堆肥等の牛床用資材が高く積まれているところが牛床であり、そうではない所が通路である。

これら各部の配置には様々なパターンがあるが、主なものは図12のとおりである。

Aは、最もシンプルな配置パターンである。大量の敷き料を壁際に向かって高くなるように積み上げてスロープ型の牛床を設けている。この例は、比較的牛房の幅が小さい牛舎に採用されている。しかし、牛房の幅が大きい牛舎の場合であっても、このような配置パターンを用いて広い牛床を確保している例も見られる。

Bは、フリーストール牛舎における対頭式牛床の配置を意識したものである。大量の敷き料を用いて、ペンの中央部に中心線上が高くなるように積み上げた山型の牛床を設けている。この例は、比較的牛房の幅大きい牛舎に採用されている。

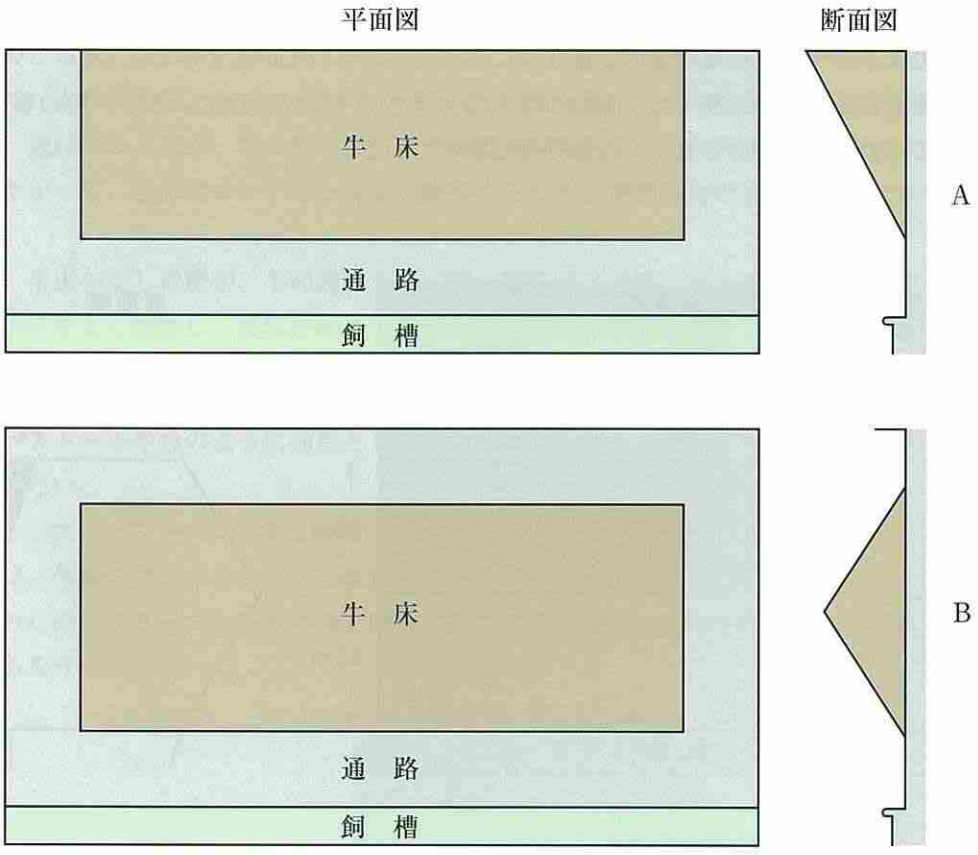


図12　フリーバーン牛舎のレイアウト

(3)牛舎面積

フリーストール牛舎には、牛1頭当たり標準的面積という指標がない。なぜならば、牛床のスケールは2.4m×1.2m、通路の幅は飼槽側4m程度、壁側3m程度と決まっており、飼養等頭数によって牛床の数が決まると、牛舎全体のスケールが自ずと決まってしまうからである。

しかし、フリーバーン牛舎には、このように各パーツの標準的寸法がないので、牛舎内環境（特に牛床のコンディションの維持）への配慮から牛1頭当たりの標準的面積の指標があり、搾乳牛の場合には10㎡程度と言われている。

したがって、フリーバーン牛舎を設計する際は、先ず飼養頭数に10㎡を乗じて牛房面積を算出し、地形や機械の作業性を考慮して、縦・横の長さを決定することとなる。

ただし、こうした指標は、地域的な気象条件、飼養する牛の品種・生育ステージよって多少異なるので、適宜見極める必要がある。

(4)牛床

①牛床のスケール

牛床のスケールといっても、明確に示せる指標がない。

個々の畜産経営を見ると、とても大きな牛床を用意しているところもあれば、フリーストール牛舎の牛床程度の小さな牛床を用意しているところもある。

戻し堆肥のストック量や作業機械の装備状況によって左右されているようである。

因みに家畜改良センター本所では、図13のような大きさの牛床を設けている。一般の事例よりも少々小さいように思えるが、これでも十分効果は挙げている。

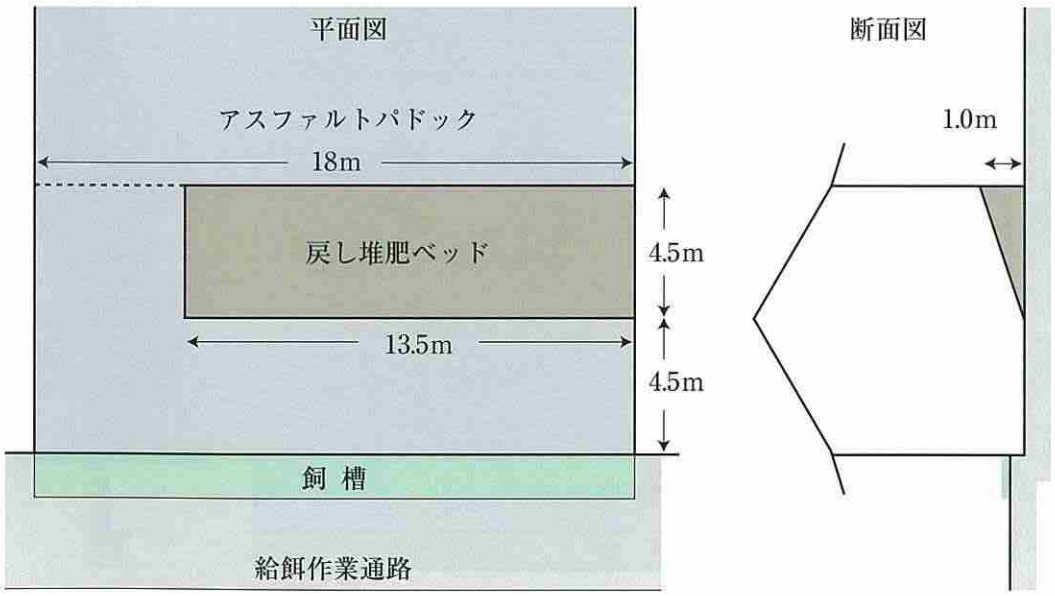


図13　センター本所におけるスロープ式牛床

②牛床の傾斜

この技術の要にあるのは、牛が必ず高い方に頭を向けて横臥するという習性を利用することにある。傾斜が大きいほど牛の横臥姿勢をコントロールしやすく、傾斜が小さいほど横臥姿勢をコントロールしづらくなる。ただし、傾斜が大きすぎると、逆に牛にとって横臥しづらくなる。

③牛床の資材

牛床の資材に用いられているのは、主に戻し堆肥である。そもそも、この牛舎は前述のとおり、農家が大量の戻し堆肥を確保できるようになったことが契機となって考案されたものであり、大量の戻し堆肥が確保できなければ成立できない技術である。

フリーストール牛舎の場合、牛の姿勢をほぼ完全に程度に制御できるので、牛床の敷き量に戻し堆肥を用いてもふん尿によって汚される危険性は極めて小さい。しかし、フリーバーン牛舎の場合は、牛の姿勢を完全に制御することは不可能であり、ふん尿によって汚される危険性はフリーストール牛舎よりも高い。

戻し堆肥は、乾燥していると極めて衛生的であるが、水分が多くなると泥濘化しやすく、環境を著しく悪化させる。このため、一般には、牛床上のふんを取り除く管理作業が多少必要であるとともに、水分調整材として乾燥したオガクズ等の併用が必要になることがある。

④牛床のコンディション

前述のとおり、戻し堆肥を材料とする牛床のコンディションを整える鍵は水分にある。

従って、水分調整材としての多少のオガクズと乾燥促進のための懸垂式換気扇が必要となる。

また、通路のふん尿が、牛の蹄によって牛床部に持ち込まれ、間接的に牛床を汚す危険性が大きい。したがって、牛床のコンディションを維持するため、飼槽付近の通路の更褥は頻繁に行う必要がある。

逆に、牛床の戻し堆肥が、牛の蹄によって削り取られ、通路に落とされることも事実である。そこで、牛床をよく観察し、形状を維持するため、適宜戻し堆肥を追加する必要がある。

(5)通路

フリーストール牛舎のように通路としての明確な区分はなく、牛床ではない場所を通路と見ているに過ぎない。

ただし、フリーストール牛舎と同様に、飼槽や水飲器へのアクセスには留意しなければならない。

通路は、牛床のコンディションを維持するためにも、できるだけ頻繁に更褥することが必要である。このため、フリーストール牛舎と同様に、作業機械による更褥を行いやすい縦目仕上げが望ましいであろう。

(6)飼槽

基本的な考え方は、フリーストール牛舎の解説と同様である。

(7)水槽

基本的な考え方は、フリーストール牛舎の解説と同様である。

(8)懸垂型換気扇

基本的な考え方は、フリーストール牛舎の解説と同様である。

3．セパレートバーン牛舎

この牛舎は、５～20頭程度の牛群毎に牛房を区分し、踏み込み式で飼養する牛舎である。これもフリーバーン牛舎やルーズバーン牛舎と呼ばれるものの一種であるが、最近ではフリーバーン牛舎とは前述の牛舎を指して言うことが一般的になっている。このため、ここでは、細かく牛房を区分する牛舎を意味して、便宜的にセパレートバーン牛舎と呼ぶことにする。

この牛舎スタイルは、一般的には、子牛牛舎、肥育牛舎、肉用牛繁殖牛舎等に採用されるケースが多いようである。

（１）レイアウト

セパレートバーン牛舎のレイアウトは、図14のとおりである。

Ａは、１枚の旋回扉を用いて各房を仕切る最もシンプルなレイアウトである。各房の奥行きは旋回扉１枚分の大きさで決められる。旋回扉の大きさが大きいほど、牛房も大きくできるが、旋回扉の支柱への負荷も大きくなるため、自ずと限界がある。旋回扉の骨材を細くして、軽量化することにより、大型化することも可能であるが、あまり軽量化すると強度に問題が生じる。

一般的には、旋回扉の全長は５～６ｍ程度が限界であろう。

このため、このタイプの牛舎は牛房の大きさをあまり大きくできず、子牛用や肥育牛用の牛舎などに採用されている。

なお、子牛用牛舎の場合には、隣接して専用のパドックや放牧地が配置される。

Ｂは、２枚の旋回扉を用いて各房を仕切るレイアウトである。

この場合の旋回扉には、更褥作業の際などに、牛を牛房の片側に閉じこめる目的を併せ持っている。

このため、各牛房の大きさは、旋回扉の全長によって決定され、牛房の縦は旋回扉２枚分、牛房の横は旋回扉１枚分となる。

旋回扉の大きさが大きいほど、牛房も大きくできるが、前述のとおり旋回扉の大きさには限界があるので、牛房の大きさにも限界がある。

このタイプの牛舎は、肥育農家で最も多く利用されている。１房当たりの飼養頭数は、農家では、肥育牛で１頭当たり５㎡程度を基準としている。こうした指標も参考となるが、センターの場合には、保体作業を頻繁に行うため、スタンチョンの利用が不可欠であり、結果としてスタンチョンの設置可能数に縛られることとなる。例えば、仮に１牛房の幅が５ｍであれば、１頭当たりの幅が７５㎝の成牛用スタンチョンを用いると、自ずと５ｍ／75㎝＝6.7となり、６頭が限界となる。

一般の畜産経営の肥育牛舎ではスタンチョンを用いることはないので問題はないが、スタンチョンを用いると、少々贅沢な牛舎になる恐れがある。

Ｃは、２枚の旋回扉を用いて各房を仕切るＢに固定柵を併用してアレンジしたレイアウトである。

Ｂは旋回扉の大きさで牛房の大きさが決定されるので、１牛房当たりの大きさに限界があるが、Ｃのようにすると奥行きは旋回扉２枚分の大きさで決定されるものの、幅は自由に設定できるので多少大きめの牛房を設計できる。

センターのように、スタンチョンを使用せざるを得ない場合や、20頭程度の牛群を設定するのであれば、こちらの方が有利であるように思われる。

ただし、最も牛床環境が良好な中央部分に固定柵があるため、牛にこの場所を提供できない欠点がある。

このタイプの牛舎は、肉用牛繁殖牛舎などに利用されているようである。

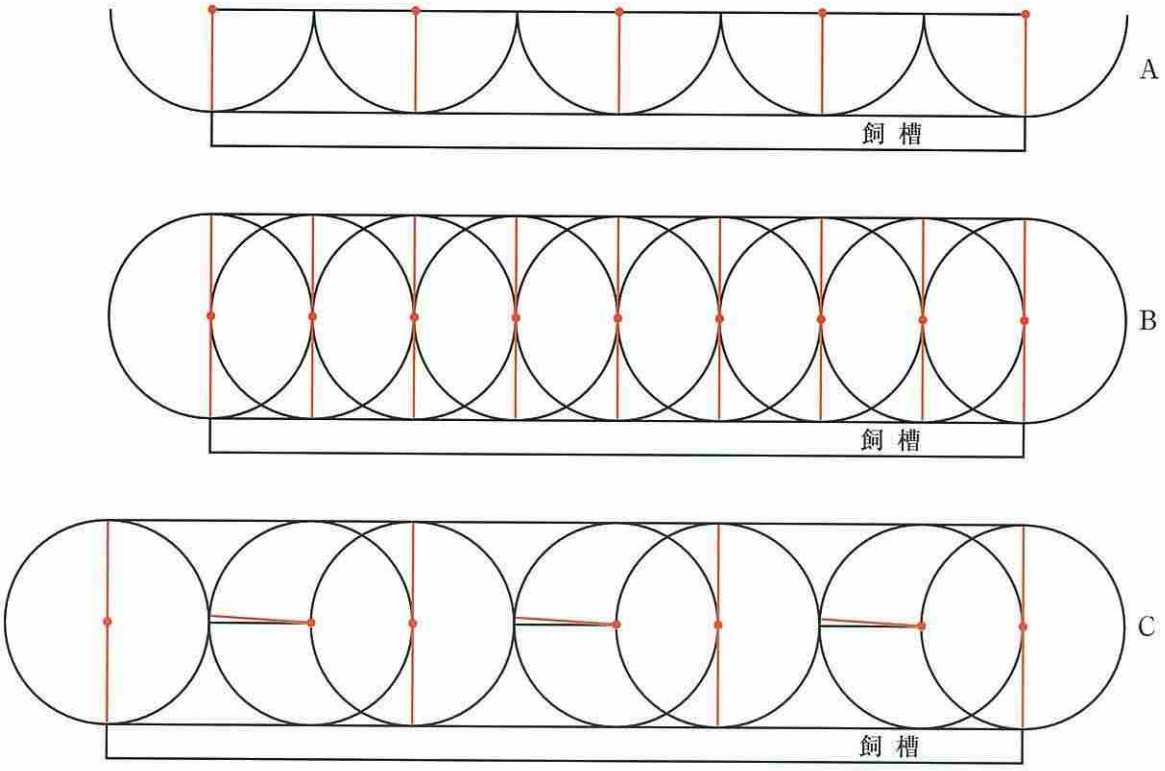


図14　セパレートバーン牛舎のレイアウト

注：—は旋回扉、●は旋回扉の支柱、円は旋回扉の可動軌跡

(2)牛床

旋回扉を数多く利用するので、床面は必ず前面フラットにする必要がある。

このため、フリーストール牛舎やフリーバーン牛舎のように牛床と通路の区部ができず、全面がふん尿で汚される恐れがある。このため、ふん尿の発生量が多い搾乳牛には不向きである。

ただし、実際には、中央部には懸垂式換気扇が設置されているので、牛は自ずとコンディションが比較的良好な中央部に横臥することとなる。

更褥作業はオールイン・オールアウトが原則であり、かなり大がかりな作業となる。

このため、できるだけ牛床のコンディションを良好に保つため、換気性が高い牛舎構造に配慮するとともに、懸垂型換気扇による強制換気が不可欠である

(3)飼槽

基本的な考え方は、フリーストール牛舎の解説と同様である。

ただし、肉用牛を飼養する場合には、平面型ではなく掃き込み型や高飼槽型が採用されることが多い。

(4)水槽

基本的な考え方、フリーストール牛舎の解説と同様である。

ただし、小頭数で使用する場合には、1群当たり水槽1基は多すぎる。水槽が多いと社会的序列をあまり考えなくても済むが、常に古い水が溜まるために新鮮な水の供給が難しくなるとともに、コスト的にも問題がある。一般に、水槽の設置は20～25頭当たり1基あれば十分と言われている。このため、1牛房当たり10頭程度以下の場合には、隣接する2房の中間に設置し、2房当たり1基設置することが望ましいとされている。

(５)懸垂型換気扇

（１)で解説したレイアウトのパターン別に見ると、Ａ及びＢの場合、懸垂式換気扇は各牛房の中央に１基づつ設置されるのが一般的である。Ｃの場合には牛房が大きいので中央ラインに沿って複数設置されている。

不思議なことに、フリーストール牛舎やフリーバーン牛舎では、牛舎内の空気と牛舎外の空気の入れ換え効率を考慮して、45度に傾けて設置されるのが一般的であるが、セパレートバーン牛舎では、ほとんど床面に風が垂直にぶつかるように設置されているのが現状である。各牛房が旋回扉で仕切られているため、風が走りづらいと見られているためであろうか。しかし、実際に45度で設置している牛舎が全くないわけではない。片側飼槽通路型牛舎であれば牛舎そのものの換気効率が良いのでさほど問題にならないと思われるが、多頭数を飼養する中央飼槽通路型牛舎では、牛舎内と牛舎外との空気の入れ換えが不十分となり、牛舎内の空気の撹拌に陥る危険性があるので検討する必要があるかもしれない。

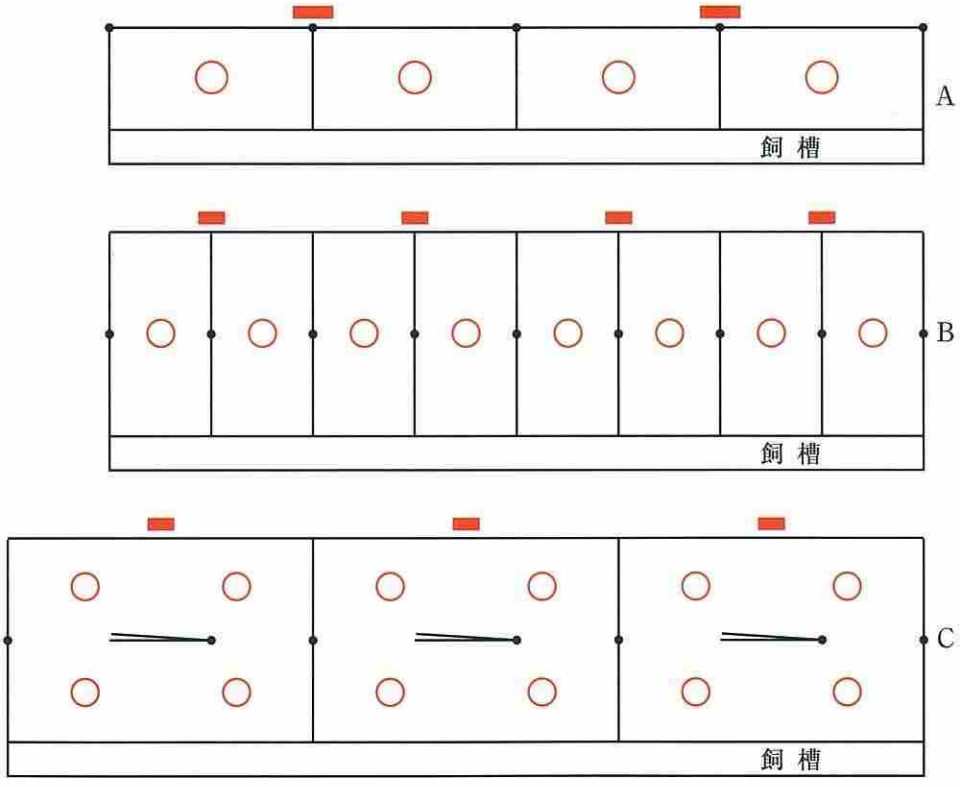


図15　セパレートバーンにおける水槽と懸垂型換気扇の位置
注：▬は水槽、◯は懸垂型換気扇

Ⅴ．換気性に乏しい閉鎖式牛舎の改修方法

最近は、開放型牛舎が主流であるが、古い牛舎には閉鎖型牛舎が多い。これら閉鎖型牛舎は換気性に乏しいため、牛舎内環境が劣悪であり、問題となっている場合が多い。

こうした問題を解決するため、壁を取り壊して開放型牛舎に改修することもあるが、一方では、換気扇を上手に駆使して高い換気効果を確保している「トンネル換気牛舎」が最近注目を集めている。

そこで、ここでは、トンネル換気牛舎についてその概要を紹介する。

1．トンネル換気法概要

トンネル換気法とは、換気扇によって舎内の空気を強制的に舎外へ引き出すとともに、陰圧により舎外の新鮮な空気を採り入れる方法であり、牛舎を密閉したトンネルに見なすことからトンネル換気と呼ばれるようになった。

陰圧による大量の換気と空気の早い流れによる体感温度の低下を組み合わせた手法であり、酪農経営における搾乳牛の繋ぎ牛舎に有効な換気システムと言われている。

夏の暑熱時には、換気量とともに、体感温度を下げるための風の強さ自体も考慮する必要があり、この場合の風速は1.1m／秒（66m／分）以上必要とされている。なおこの時、牛の体感温度は下式によるので、1.1m／秒程度の風速を確保できれば、体感温度は気温よりも６度ほど低く感じられることとなる。

（参考）

$$体感温度(℃)=気温(℃)-6\sqrt{風速(m/s)}$$

センターでは、このような繋ぎの搾乳牛舎は見られなくなったが、分娩牛舎、病牛管理牛舎、検疫牛舎などに利用する場面があるのではないだろうか。

2．基本的構造

牛舎の基本的な構造は、図16のとおりであり、牛舎の改修のポイントは、次の３点である。

①牛舎の側壁の窓や開放部は全て閉じる。この時の機密性が高いほど効果も大きい。

②一方の壁に舎内の空気を舎外へ引き出すための大型換気扇を必要台数設置し、反対側の壁に入気口を設置する。

③舎内の空気の流れを妨げるものは撤去する。

3．トンネル換気の効果

トンネル換気の効果としては、次の事項が挙げられる。

①牛舎内を風が常に流れているため、体感温度を下げることができる。

②常に新鮮な空気を取り入れることができる。

③牛舎内を乾燥させ、各種疾病の予防になる。

④結露、アンモニア等ガス濃度の上昇を防ぐ。

⑤ほこり、蜘蛛の巣、ハエ等の害虫が少なくなる。

⑥牛舎内が涼しいため、人間にとって暑熱時の作業がしやすくなる。

4．トンネル換気の注意点

トンネル換気は効果的な方法ではあるが、次の事項には予め注意しておく必要がある。

①牛舎を締め切っているため、電気的トラブルが発生して換気扇が全て止まったときは、即座に飼養者にトラブル発生を通報できるシステムが必要である。

②換気扇を設置する位置が比較的低いので、事故防止対策が必要となる。

③冬期間は給水器等が凍結する恐れがあるので、換気扇の稼働を適度に抑える必要がある。

④牛舎に隙間があると換気効果が小さくなるので、必要に応じてビニールやテープによって隙間を覆う必要がある。

⑤牛舎内の風の流れを遮るような障害物は除去することが必要である。

⑥入気口の位置は、堆肥盤の位置などを考慮して新鮮な空気が取り込めるようにするこ　とが必要である。

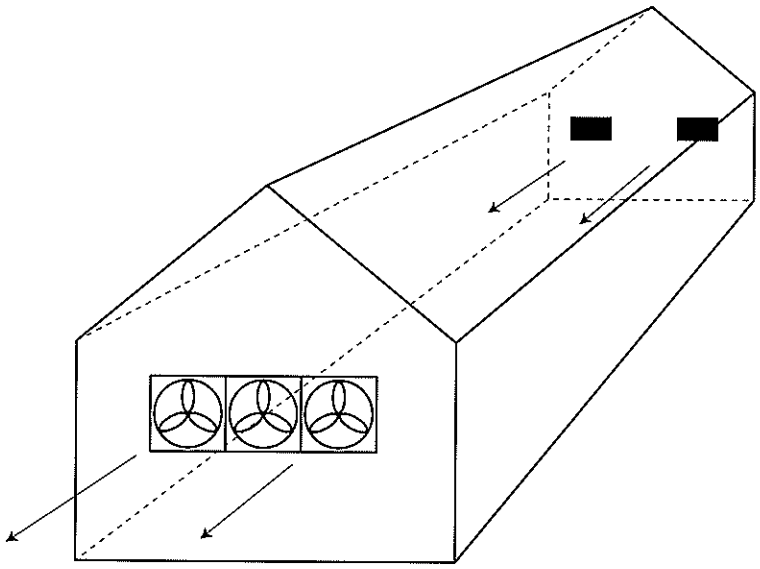


図16　トンネル換気牛舎の構造

おわりに

本書では、牛舎設計に直接係わる技術的情報に関する記述を示したが、こうした情報を用いる前に設計担当者が先ず行わなければならないものは、飼養管理プログラムの設計である。

事例の見た目に振り回されて「あれが良い。」「これが良い。」と安易に判断し、採用した後で本来の飼養管理プログラムと合致しないことに気付き、取り返しがつかなくなった例もあるようだ。

牛舎は目的ではなく、飼養管理プログラムを実行するための手段に過ぎないことを認識すべきである。

したがって、設計担当者は、業務目的からどのような飼養管理プログラムが求められているのかをよく考えた上で、牛舎設計業務に取りかかってもらいたい。

本書では、多くの農家の方々や牛舎建築業者の方々から頂いた情報を参考にさせていただいた。

牛舎は、自分で試しに作ってみようと思っても、できるものではない。したがって、より多くの実例に触れて、「何が良くて、何が悪いのか。」を判断する必要があると考え、多くの方々から情報を得ることに努めてきた。

ほんの数年間のうちに、大型牛舎を取り巻く情勢は一変した感がある。また、これからも大きな変化が起こりそうな気がする。引き続き、農家の牛舎からは目が離せないであろう。

改良部種畜課　岡部昌博

家畜改良センター　技術マニュアル　8

牛舎設計マニュアル

著　者／独立行政法人　家畜改良センター
改良部 種畜課　岡部昌博

発　行／独立行政法人　家畜改良センター

発行日／平成14年３月

印刷所／不二印刷株式会社