

## [短 報]

簡易フリーストール牛舎の開発<sup>\*1</sup>高橋 圭二<sup>\*2</sup> 竹中 秀行<sup>\*2</sup> 稲野 一郎<sup>\*2</sup> 原 令幸<sup>\*3</sup>

フリーストール・ミルクパラー方式移行時の牛舎建設費の低減を図るため、自家施工が可能なフレーム組み立て方式の簡易フリーストール牛舎を開発するとともに、乳牛の利用性およびフレームの強度試験を実施し、積雪寒冷地での乳牛の利用が可能であることを示した。

## 緒 言

近年、酪農家戸数の減少、生乳需要の増加、貿易自由化など国際化に対応するため、生産コスト低減と、省力的多頭飼養が可能なフリーストール・ミルクパラー方式に移行する農家が急増している。しかし、このフリーストール牛舎方式を導入するためには、多額の新規施設投資が必要となり農家の経済的な負担が増加することが多い。そこで、フリーストール・ミルクパラー方式移行時の経済的負担を軽減するために、自家施工を前提としたフレーム構造の簡易フリーストール牛舎を開発し、搾乳牛での利用状況とフレームの強度について検討した。

表1 試験期間中の牛床利用率 (%)

期間	8/3-8/4	8/4-8/5	8/5-8/6
昼	48.1	22.6	47.9
夜	57.2	64.0	64.2
全日	54.0	48.6	58.3

注) 朝搾乳終了～朝搾乳開始まで

## 方 法

## 1. 簡易フリーストール牛舎の開発

英国で広く利用されている「ケンネル牛舎」をモデルに、自家施工可能なフレーム方式の簡易フリーストール牛舎を設計し、16頭の成牛用フリーストール牛舎を建設して、標準構造を検討した。

1997年4月30日受理

\*1 本報の一部は1995年度農業施設学会大会で発表した。

\*2 北海道立根創農業試験場, 096-11 標津郡中標津町

\*3 同上(現, 北海道立中央農業試験場, 069-11, 夕張郡長沼町)

## 2. 乳牛の利用性試験

この簡易牛舎に搾乳牛を収容して、横臥・起立動作をビデオ撮影により解析し牛床諸元の適否を検討した。また、搾乳牛を収容した場合の牛舎利用状況について行動調査用ビデオで調査・解析した。

## 3. フレームの強度試験

フレーム部材の厚さと高さを変えた場合の強度を構造計算と強度試験により確認した。

## 結 果

## 1. 簡易フリーストール牛舎

簡易フリーストール牛舎は、パドックなどの舗装した場所で図1に示したストール隔柵と柱が一体となったフレームを、1.2m間隔で立て横方向につないで建設するものである。フレームは牛床部の部材、隔柵部材、方づえ部材、母屋部材を幅15cmの柱部材で両側から挟んで組み立てる。挟まれる部材の厚さは3cmあるいは4cmで、柱部材の厚さも3cmあるいは4cmである。同一量の材料で軒高さ2.5m～3.0mのフレームが製作可能である。フレームはパドック等へアンカボルトで固定する。ストール幅は1.2m、長さは2.6mで、牛床部分に砂あるいは砂利を入れ、その上に厚手のゴムマットあるいはゴムチップマットレスを敷いて仕上げる。水平方向の部材長さが3.6mであるので3頭1ユニットとなり、これを3m離して向かい合わせて設置することで間口約8.2mの牛舎となる。

屋根は、幅30cm程度の板材を積雪荷重に耐える間隔で設置して、その上に波板鉄板を打ちつける。

壁面は全面カーテン開閉式とし、夏期間は全面開放、温暖期は上部を開放し、冬期間は軒下部分を開ける。換気は、この壁面開放とオープンリッジの自然換気方式である。

妻側は出入り口となるが、風の通り道ともなるので、必要に応じて引き戸あるいはカーテン等を設置する。

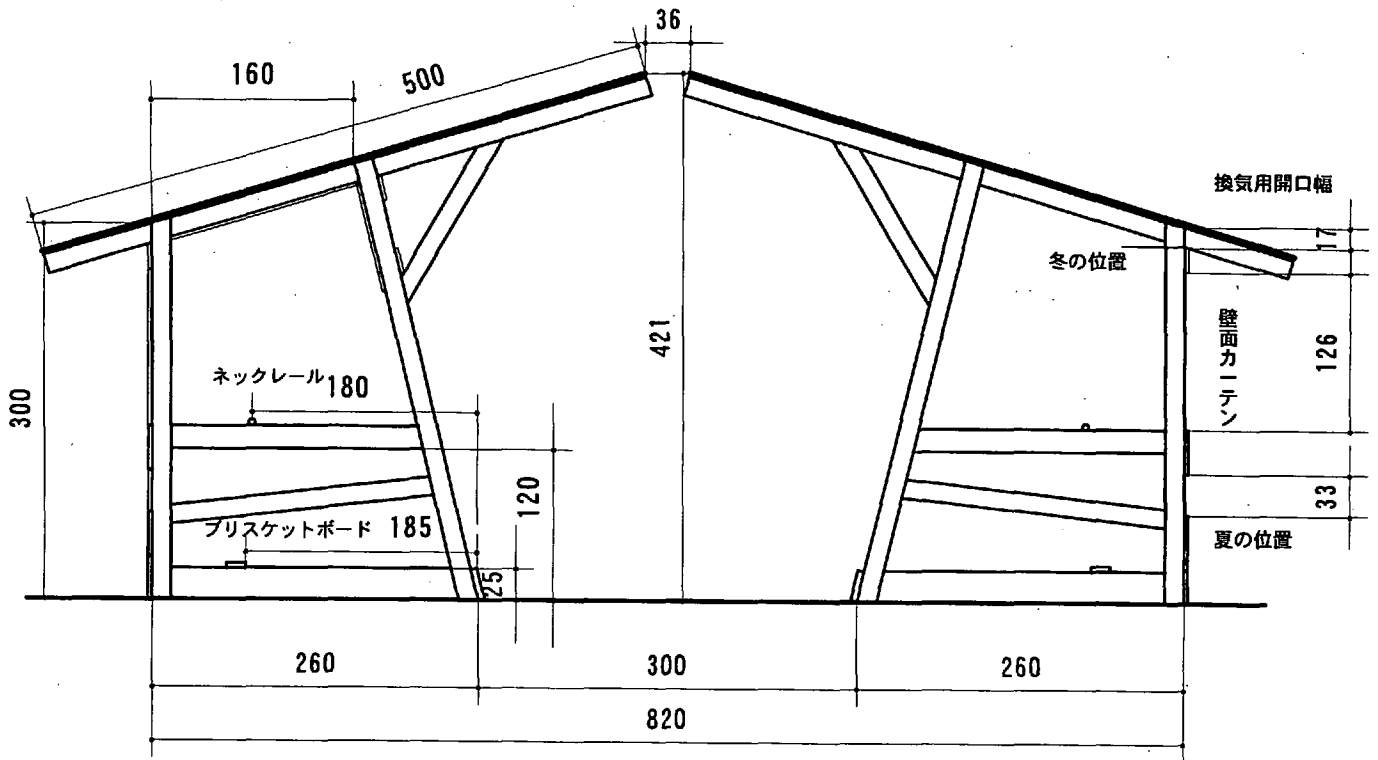


図1 簡易フリーストール牛舎の構造 (単位 cm)

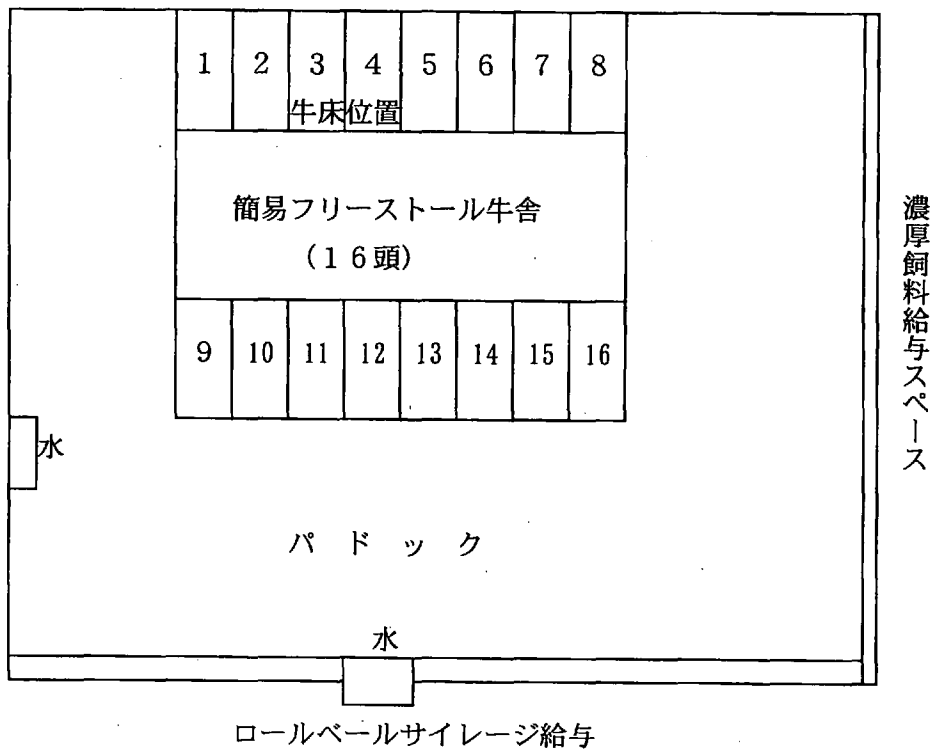


図2 乳牛行動調査時の試験牛舎および牛床位置概略

2. 乳牛の利用性試験

乳牛利用性試験は1996年7月29日～8月6日に、搾乳牛13頭を収容し、起立横臥動作をビデオ録画して解析するとともに、3～6日までを行動調査用ビデオにより連続撮影し、各牛床の利用状況を横臥、足掛け状態、牛床内起立の分類で10分間隔で解析した。

収容牛は初産牛6頭、経産牛7頭(2～7産)、平均泌乳日数223日で、7月中旬での平均乳量は約20kgであった。試験時の牛舎概略を図2に示した。

試験時の牛床はポリエチレン製の布袋に1頭あたり約60kgの廃タイヤチップ(バフコ)を入れたマットレスを設置した。敷料はオガクズを1頭あたり1日

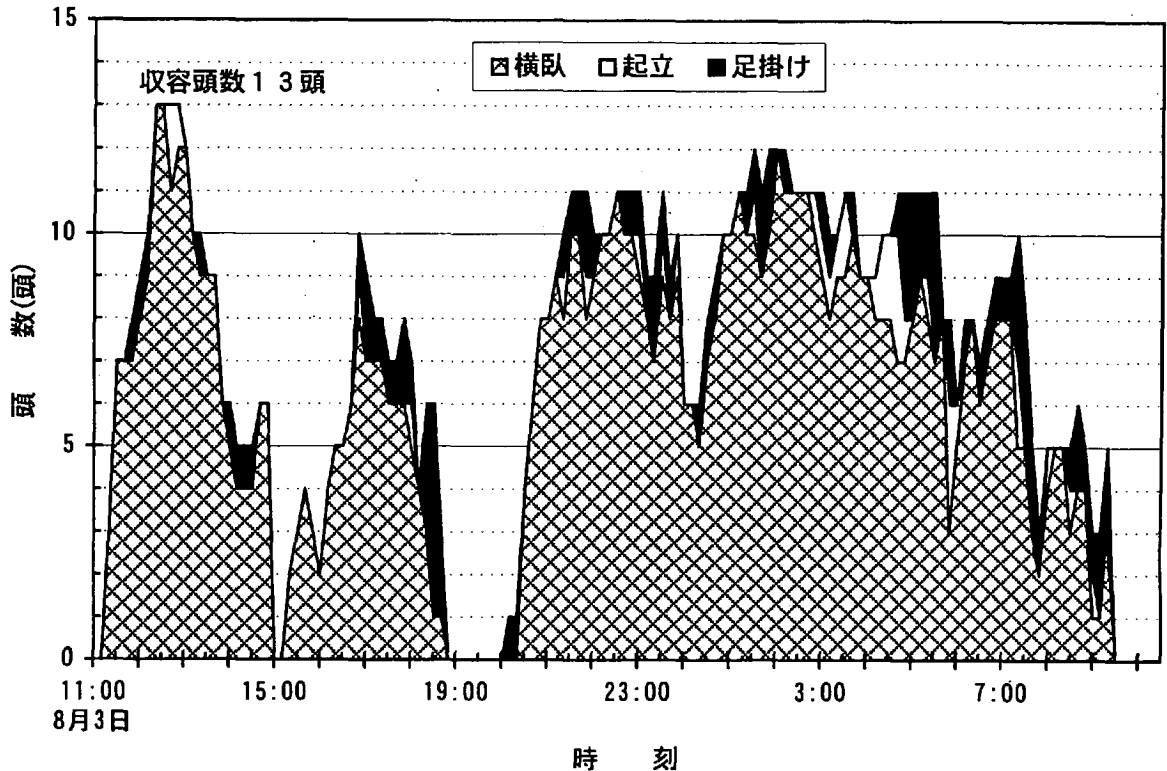


図3 簡易フリーストール牛舎における牛床利用状況(8月3～4日)

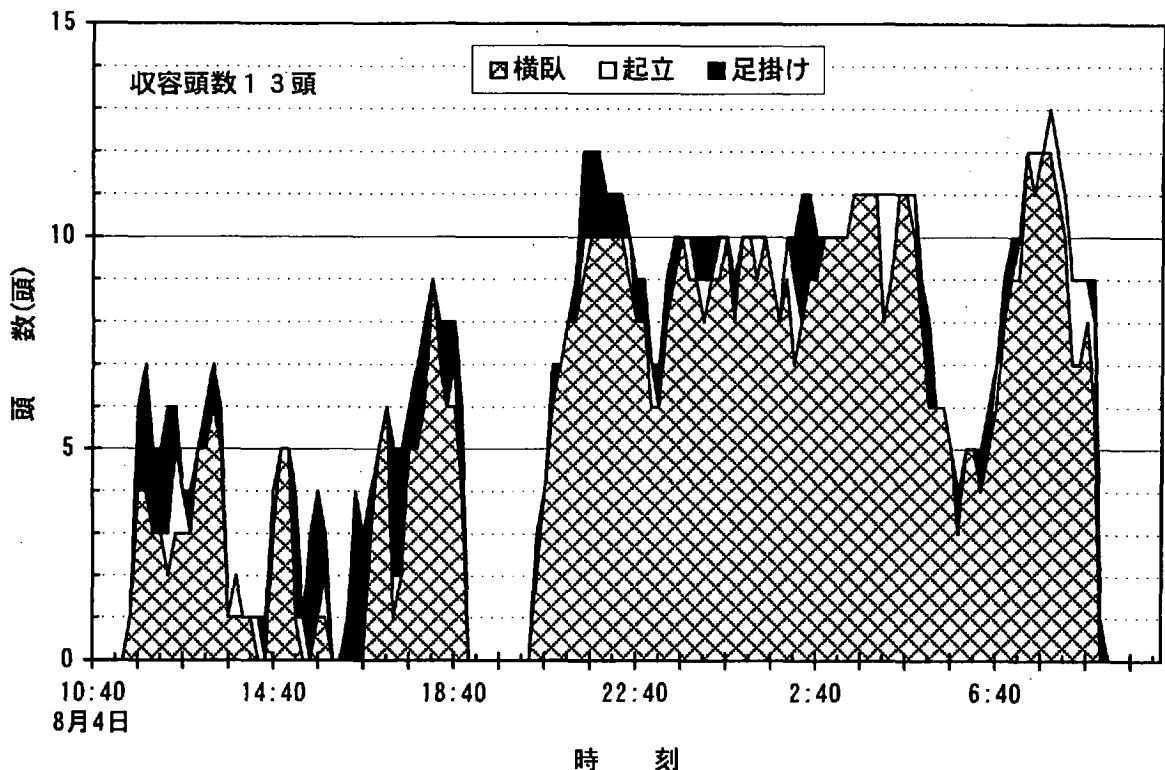


図4 簡易フリーストール牛舎における牛床利用状況(8月4～5日)

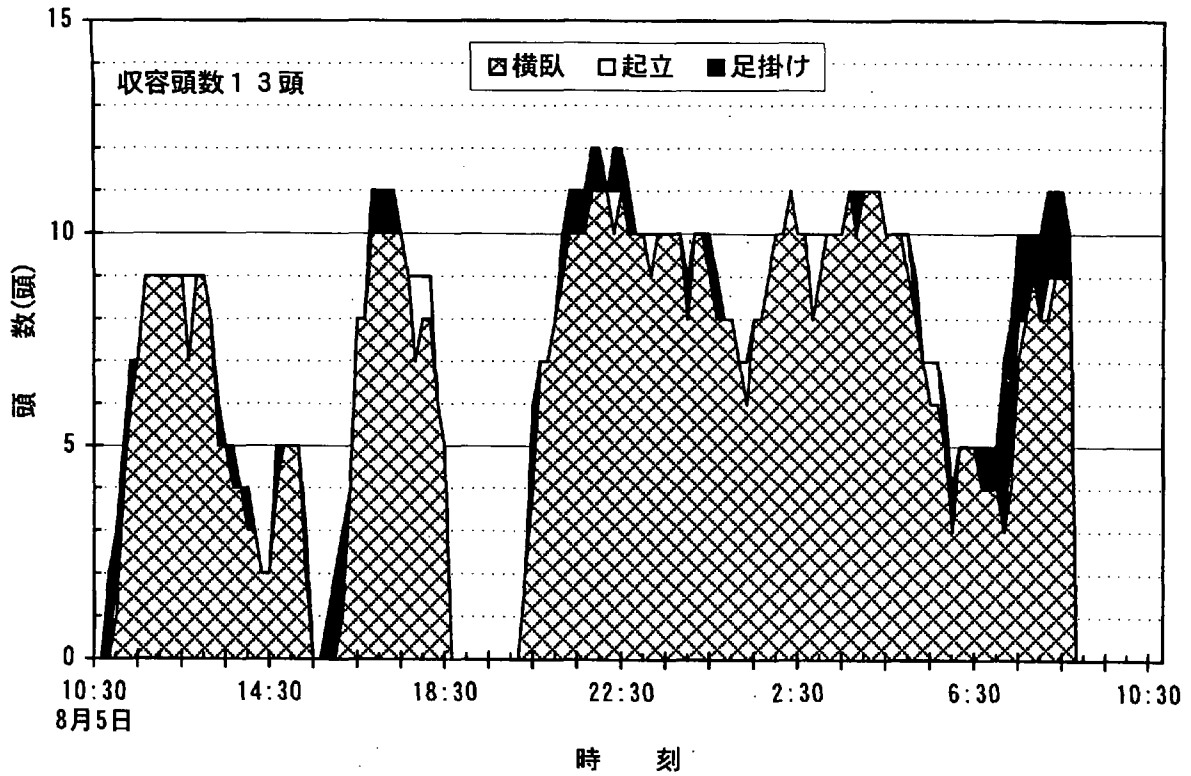


図5 簡易フリーストール牛舎における牛床利用状況 (8月5～6日)

スコップ1杯程度投入した。

1) 起立横臥動作の解析による適応性

この牛舎に搾乳牛を収容した場合の起立横臥動作は、産次による差もなくきわめて滑らかで、隔柵等に衝撃的にぶつかることは少なかった。しかし、下段の隔柵の取り付け方によっては横臥時の最終段階でぶつかる可能性があるため、図1に示したように隔柵の牛床後端側を若干高くすると良い。

2) 簡易牛舎における乳牛行動

乳牛行動調査時の濃厚飼料は朝晩の搾乳終了時と午後3時に給与した。粗飼料はロールペールサイレージを自由採食させた。また、乳牛は搾乳前後に実験牛舎と総合試験牛舎の間を移動させた。

牛床利用状況は牛床での横臥、起立、足掛け状態で分け、その頭数を図3～5に示した。8月4日の日中は発情牛により、乳牛の一般的な行動が大きく乱された。牛床での横臥頭数は、朝搾乳終了後から13:00と午後の濃厚飼料採食後から夕方の搾乳まで、お

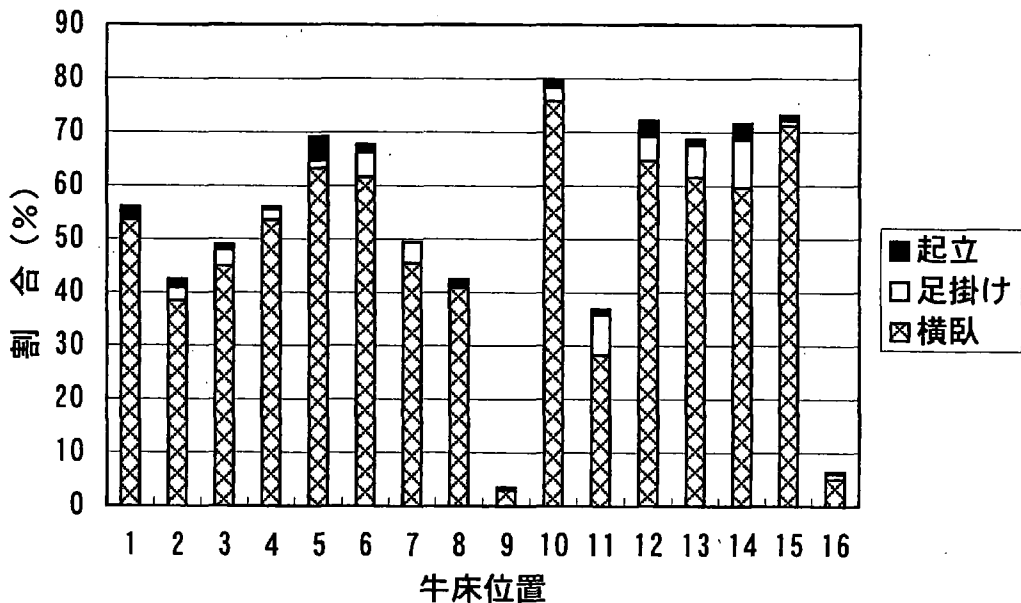


図6 牛床位置別の乳牛利用割合

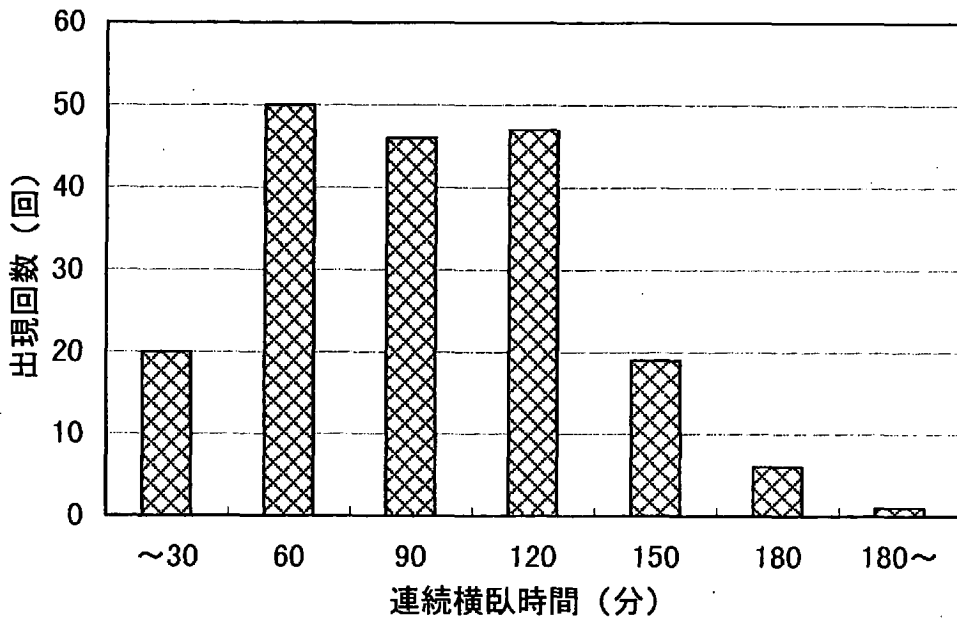


図7 8/4夜搾乳後～8/6朝搾乳前（36.3 h）における連続横臥時間の出現回数

よび夜搾乳終了後から午前5時までが多く、10頭前後（75%以上）の頭数であった。牛舎利用可能時間のうちの横臥時間の割合は、表1に示したように発情牛によって乱され23%程度に落ち込んだ8月4日以外は、日中は48%で夜間は57%以上であった。

調査期間中の牛床位置別の横臥割合は図6に示したように、1～8は40～60%程度で平均的であった。パドックに面した9～16は入口の9と16の利用率が5%以下と極めて低く、11も30%と低いがその他は

60～75%の高い利用割合であった。

調査期間後半の8月4日の夜搾乳終了後から、8月6日の朝搾乳前までの36時間20分の間の牛床利用時間のうちの、連続横臥時間の出現頻度を図7に示した。最も長い連続横臥時間は4時間20分で1回のみであった。その他は、すべて3時間以内で1回あたりの平均横臥時間は約83分であった。

3) 簡易牛舎内の温度環境

簡易牛舎内の温度経過は図8に示したように、乳牛

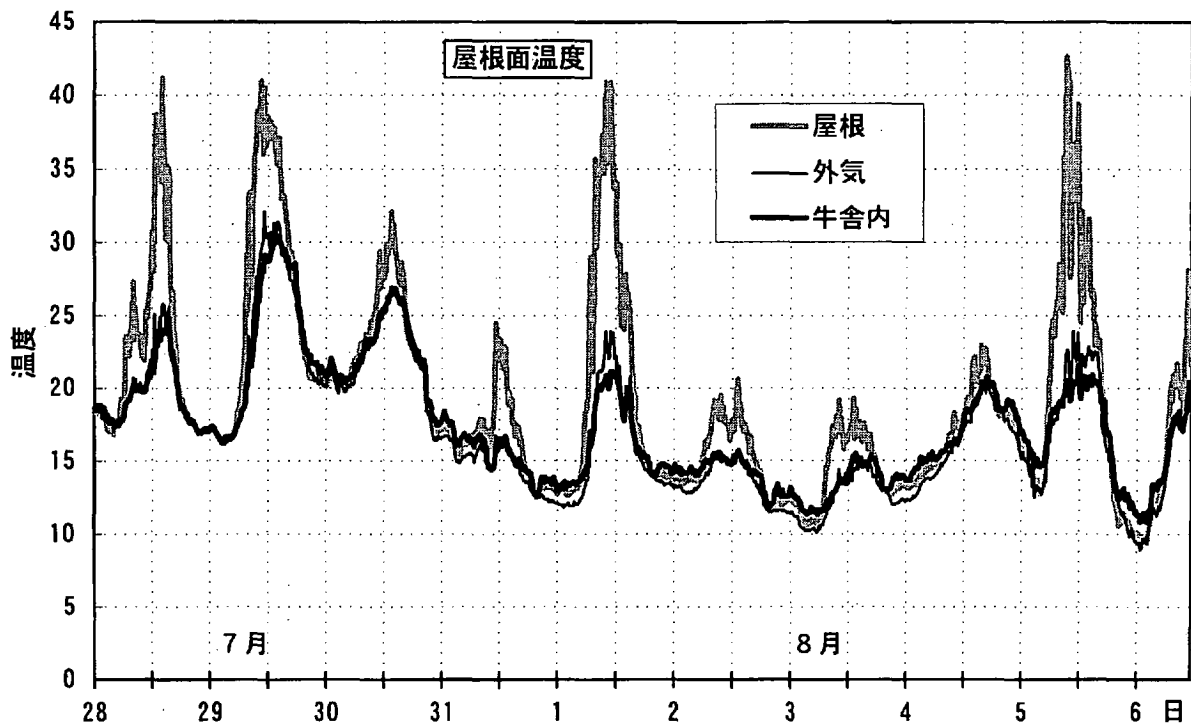


図8 簡易牛舎内外の温度経過（1996年7月28日～8月6日）

を収容していない7月28日～29日の夜間は牛舎内平均温度と外気温はほぼ同一に変化している。しかし乳牛を収容すると、夜間の牛舎内温度は外気温より1～2℃高く経過し、日中は舎内の方が外気温より低く経過した。これは、ふん尿によって舎内通路が濡れ、風によって気化熱が奪われたことも一因と考えられる。

屋根面の温度は日射が強い快晴時には約40℃程度まで上昇しており、夏期間暑熱が問題となるところでは、屋根面の輻射熱防止をする必要があると考えられる。

### 3. フレームの強度試験

#### 1) 設計荷重

荷重としては道東地域を対象に最大積雪深1mの場合の積雪荷重として求めた。雪の密度を積雪1cmあたり2kg/m<sup>2</sup>とする(日本建築学会<sup>1)</sup>)と積雪1mでは200kg/m<sup>2</sup>となり、屋根の断面方向1mあたりの荷重、および1フレームにかかる全重量はそれぞれ240kg/m、1149.6kg/フレームとなる。柱の鉛直方向にかかる積雪1mに対応する荷重は、外側柱470.9kg、内側柱678.7kgと計算される。

#### 2) 強度試験

柱部材の幅は15cmで、厚さ2cm軒高さ2.5mのフレームⅠと、柱部材厚さ3cm軒高さ3.0mのフレームⅡについて強度試験を実施した。牛舎内側の柱脚部の鉛直線真上の部分に荷重をかけ、柱高さ中央部の水平方向の変位量を計測した。

フレームⅠでは変位量は荷重400kgから増加しはじめ、荷重500kgで0.9cm、800kgで約2.0cmとなった。このことから、限界荷重は約400kg程度と考えられ、設計荷重以下の耐力であった。

また、フレームⅡの変位量は、500kgで0.6cm、1000kgで0.8cmであった。また、柱部材のみを垂直に立てて荷重をかけた場合の変位量は、520kgで0.5cm、1000kgで0.6cm、1200kgで1.0cmであった。1100kg以上を超えると変位量が増加する傾向にあるため、限界荷重は800～1000kg程度で設計荷重の679kg以上となった。

## 考 察

フレーム構造による簡易牛舎の組み立ては、平らでやや広めの空間(パドック等)と、吊り下げ装置(フロントローダ等)があれば非常に容易であり、1日1人で6頭程度の組み立てが可能である。また、必要な工作用具も木工用工具一式で全体の組み立ても可能である。

また、運搬を考慮すると、フレームは牛床部分の本体と通路側のオーバーハング部分とに分割し、現

場でつないで組み立てることも可能である。

試験用に作成した12頭の牛舎をもとに、40頭規模で建設費を試算すると、牛舎だけで183万円、1頭あたり46千円であった。簡易舗装パドックで飼槽も簡易に作る場合には総額で850万円程度と試算された。

この簡易フリーストール牛舎は、乳牛の横臥起立動作と牛床利用状況から考えても、搾乳牛の利用上特に問題点はない。牛床の利用率が全日平均で49～58%であったが、これは根釧農試総合試験牛舎のフリーストール牛舎の牛床利用時間割合が敷料無しで13.2%、敷料ありで40.9%であった<sup>2)</sup>ことと比較すると、この実験牛舎のほうの利用率が高いと言える。また、1回あたりの横臥時間も3時間以内で平均83分であったことと合わせて検討すると、おおむね快適な牛床が提供できたものと考えられる。

フレームの強度試験結果からは、厚さ3cm軒高さ3.0mでも800～1000kg程度の荷重に対して十分に耐える結果となった。この強度試験結果から推察すると実際の強度は強度計算の1.5～2.0倍以上であると考えられ、軒高さ3.0mで柱部材の厚さが3cmあるいは4cmであれば、積雪1mの荷重に十分耐え得るものとする。しかし、実際に建設する場合には、屋根部分が積雪荷重に耐え得るように野地板を厚くするなどの対応を取る必要がある。

## 引用文献

- 1) 戸城正博編, “図解建築基準法令早わかり”. オーム社. 1994. p.234 - 239.
- 2) 根釧農業試験場. “平成4年度酪農施設機械試験成績書”. 根釧農業試験場酪農施設科, 1993. p.44 - 47.

## Development of Low Cost Freestall Housing

Keiji TAKAHASHI\*, Hideyuki TAKENAKA, Ichiro INANO and Yoshiyuki HARA

\* Hokkaido Konsen Agricultural Experiment Station, Nakashibetsu Hokkaido, 086-11, Japan