

根釧地方における乳牛管理

高橋 圭二

(道立根釧農試)

1. はじめに

根釧地方の気候の特徴は、図1、図2に示したように夏季は海霧の影響をうけて日照が少なく冷涼で、冬季は積雪が少なく寒冷である。そのため土壤凍結深が深く形成され、融凍も遅いので農耕期間が道内でも短い地域である。

この地域が、大規模草地型酪農地帯として発展してきた背景には、昭和31年から入植の始まった根釧パイロットファームの建設、さらに昭和48年から58年に行われた新酪農村建設など、大規模な国の開発事業がある。図3の全道の乳牛飼養頭数

に占める根室地区の比率を見ても新酪事業により急速に発展してきたことが分かる。

乳牛の1戸あたりの飼養頭数(図4)は全道平均の48.6頭を上回り、約70頭である。また、成牛(2歳以上)50頭以上飼養の農家は根室地区全体の42%を石めている。

このように飼養頭数規模が大きいかかわらず、乳牛の飼養管理方法をつなぎ式かフリーストール式かで見ると、新酪地区では入植96戸のうちフリーストールはわずか9戸で、入植当初の農家に集中している。フリーストール牛舎の農家は根

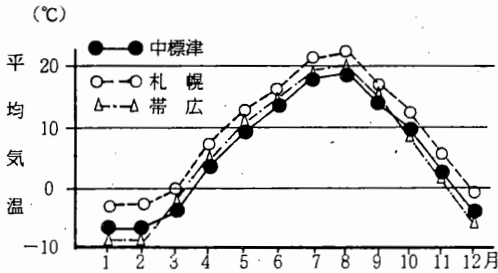


図1 月平均気温の変化

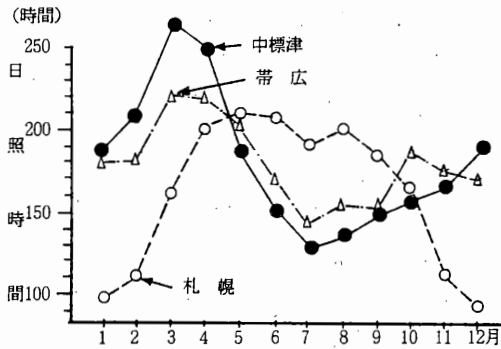


図2 月間日照時間

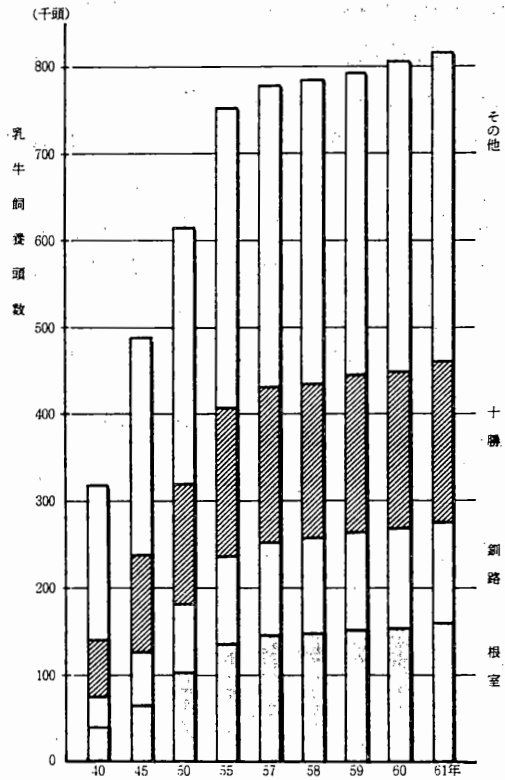


図3 乳牛飼養頭数の変化

(北海道畜産関係統計資料より作図)

室地区全体でも農家戸数の1割に満たない。しかし、乳牛舎の老朽更新や飼養頭数の増大に伴って、最近ではフリーストール乳牛舎の建設が多くなってきている。

本稿では、まず根釧地方における乳牛舎環境の実態と問題点について述べ、つぎに乳牛管理の新たな動きとして、新しい牛舎やコンピュータによる管理方式などについて現地の事例を中心に述べる。

2. 乳牛舎環境の実態

(1) 新酪地区

根室地区には既存農家群の他に、モデル農家としての新酪農家群がある。また新酪農家は表1に示した様に、建て売り式牧場への入植農家と、移転及び施設機械整備農家とに分けられる。新酪事業で建設された施設設備は表2に示した通りで、牛舎は飼養方式やストール形状などに若干の差はあるが糞尿処理はスラリー方式、換気は強制換気方式が基本となっている。

フリーストールタイプは図5のように牛床数60でバンスクレパによって糞尿を処理する。図6のストールタイプは牛床数62でスタンション、コンフォートストールなどがある。糞尿処理はバークリーナ方式と自然流下式とがある。いずれのタイプでも分娩房、哺育ベンが同一牛舎内に設

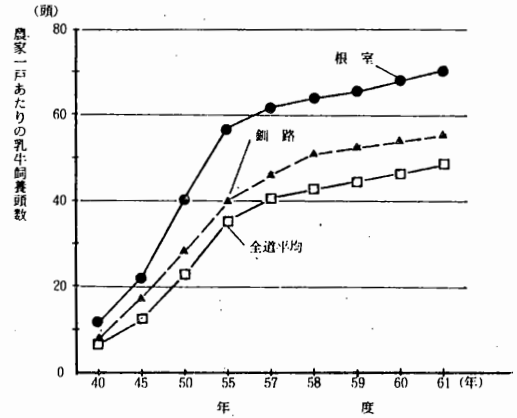


図4 農家一戸あたりの飼養頭数の変化
(北海道畜産関係統計資料より作図)

置され、また病牛ストールが群内にあるなど現在では問題となるような配置となっている。

調査はストールタイプの農家2戸で行った。換気設備は壁に40cmの有圧扇(ナショナル有圧扇 FY40GTJA1)8台とルーフファン4台が図6に示した位置に設置されている。コントロールは壁、天井の2系統でタイマーによるオンオフで制御を行っている。壁面換気扇作動時の独立した入気口は設けておらず、ルーフファンから入気してバツフルで拡散する方法となっている。図7のように牛舎の天井はなく、断熱材は野地面に20mm厚のFP板を入れている。

表1 年度別入植農家及び経営施設整備農家戸数(新酪)

単位: 戸数

区 分		50年度	51	52	53	54	55	56~57	合 計
入 植	海 町	8	16	20	12	14	10		80
	根 室 市								
経営施設整備	I 型		4	1	4	12	2		23
	II 型				1	1	5	1	8
	III 型				10	7	23	52	92

注) I型とは経営本外地への移転, II型とは同一団地内の移転, III型とは現在地での施設整備である。

表2 主要な施設・機械(新酪)

牛 舎	D型ストール, 対尻式	641 m ²	トラクター	2台
サイロ	気密スチール	862 m ²	自走式モーターコン	1/4
糞尿貯留	スラリーストア	530 m ²	自走式ハーベスター	1/4
搾乳機械	パイプラインミルクカー		クロープキャリア	3/4
糞尿搬出	バークリーナ		ヘイベーラ	1
給餌機械	給餌車		スラリースプレッター	1

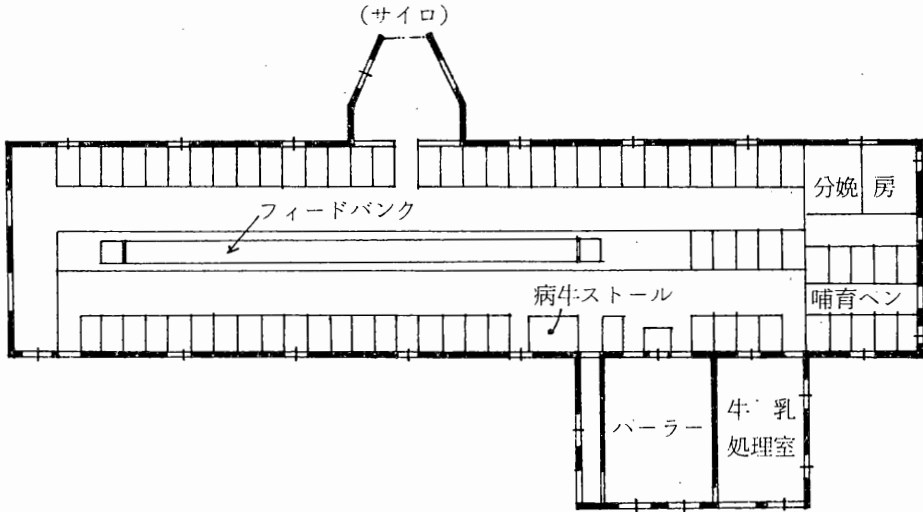


図5 新酪フリーストール牛舎

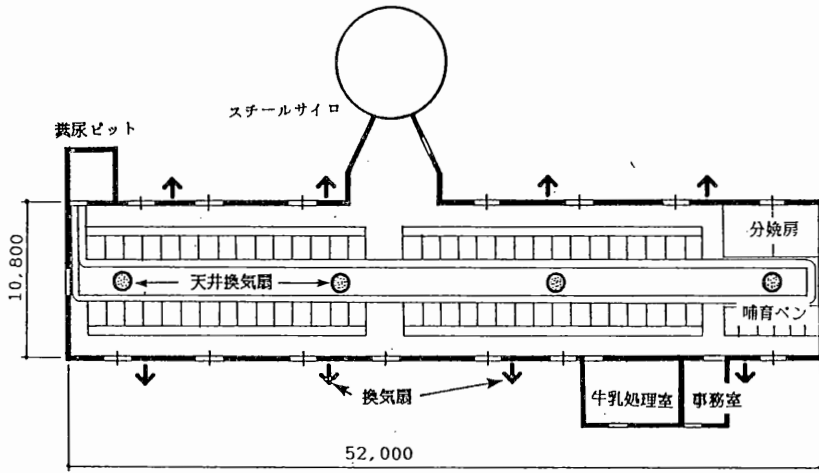


図6 新酪牛舎平面図(ストール牛舎)

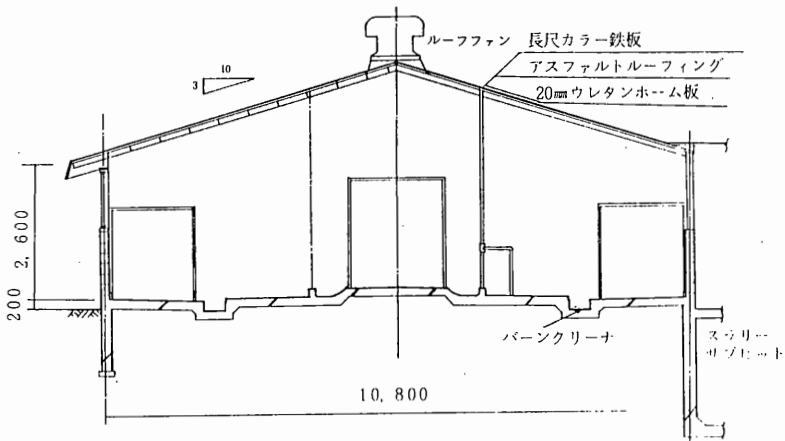


図7 新酪ストール牛舎断面図(対頭式, スタクション)

1) 換気扇運転時 (A農家) の環境

壁面換気扇をタイマー制御で運転時、停止時及び連続運転時の別に、窓は全部閉めて環境測定を行った。牛舎内の温湿度、炭酸ガス、アンモニア濃度はルーフファンの間の3ヶ所で測定した。調査時の環境変化を図8に示す。調査期間は1985年2月で飼養頭数は成牛62頭であった。糞尿処理は自然流下式である。

タイマー運転時の牛舎内温度は、換気扇の作動・停止により1~2℃程度の範囲で変化をしている。外気温-8℃で舎内温度は約10℃に保たれている

が、出入口が若干でも開いていると最大で4℃の温度変化がみられた。炭酸ガス濃度は約2,000 ppmであった。また温度変化が激しいため正確な湿度は読み取れなかったが80~95%程度であった。

換気扇を停止させた場合には、舎内温湿度、炭酸ガス濃度とも上昇し、停止後約1時間で舎内温度は12.5~13.5℃まで上昇し、炭酸ガス濃度は換気扇停止後30分で5,000 ppm、55分で5,500 ppmと極めて高くなった。湿度は停止直前で83%であったものが91%まで上昇した。アンモニア濃度はわずかに上昇し7 ppmであった。

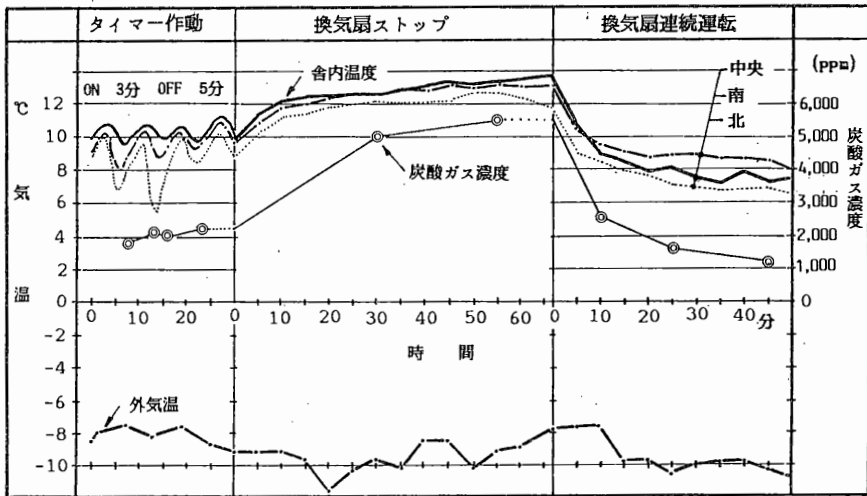


図8 新酪牛舎A 環境調査結果

表3 タイマーのセット時間と換気量(連続運転を100とした場合)

ON TIME	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
OFF TIME	(運 転 時 間 (分))									
0.5	50%	67%	75%	80%	83%	86%	88%	90%	91%	92%
1.0	33	50	60	67	71	75	78	80	82	83
1.5	35	40	50	57	63	67	70	73	75	77
2.0	20	33	43	50	56	60	64	67	69	71
2.5	17	29	38	44	50	55	58	62	64	67
3.0	14	25	33	40	46	50	54	57	60	63
3.5	13	22	30	36	42	46	50	53	56	59
4.0	11	20	27	33	39	43	47	50	53	56
4.5	10	18	25	31	36	40	44	47	50	53
5.0	9	17	23	29	33	38	41	44	47	50
6.0	8	14	20	25	29	33	37	40	43	46

その後換気扇を連続運転すると温度、ガス濃度とも低下した。炭酸ガス濃度は、連続運転後10分で2,500 ppmと半分になり45分後には1,200 ppmまで低下した。測定時間内ではまだ低下の傾向にあり、1,000 ppm程度まで低下するものと予測される。

推定換気量は牛舎内外の差圧を4 mm Aq とすると換気扇1台あたりの排気量は約55m³/分で、連続運転時には約13回/時となる。タイマーのセット時間と換気量の関係を表3に示した。これから調査時の換気回数を求めると約5回/時となる。牛舎内外の炭酸ガス濃度から換気量を推定すると、タイマー作動時：5.4回/時、停止時：1.2回/時、連続時（平衡炭酸ガス濃度1,000 ppm時）：9.4回/時となり連続換気時の換気量がやや小さくなる¹⁾。これは換気扇の配置が図6のように牛舎の横断方向にはほぼ直線的に配置されているため、壁面換気扇作動時にルーファンから入気した空気が舎内空気と十分混合せずに壁面換気扇から排気されるためと推定される。スモークテストによる実測でも、入気空気は拡散せずに床面に流れ落ちそのまま排気ファンに向かって流れていることが

確認された。

2) 窓戸の開閉による換気時（B農家）の環境

調査は1985年3月に行った。調査時の環境変化を図9に示す。乳牛頭数は62頭が収容され、終日舎飼である。午後6時～翌朝9時まで出入り口の戸を閉め、窓は1/3程開けた。9時以降は窓・戸を開放した。

炭酸ガス濃度は戸を閉めて搾乳を開始した午後6時には3,000 ppmとなった。その後は翌朝の搾乳まで2,500 ppm程度で経過した。牛舎内温度は10～12℃で最低でも9℃程度であった。温度は約85%で水分収支法による推定換気量は3回/時程度であった。外気温が0℃以上となった9時以降は、窓・戸を開放したので換気量は5回/時以上、炭酸ガス濃度は1,000 ppm以下、湿度も70%程度まで低下した。

このように窓を開けただけでは十分な換気量が得られない事が分かる。最低外気温が-16℃で牛舎内外の温度差は25℃にもなっており、乳牛のいない部分（飼料調整室、仔牛ペン部）での結露が見られた。

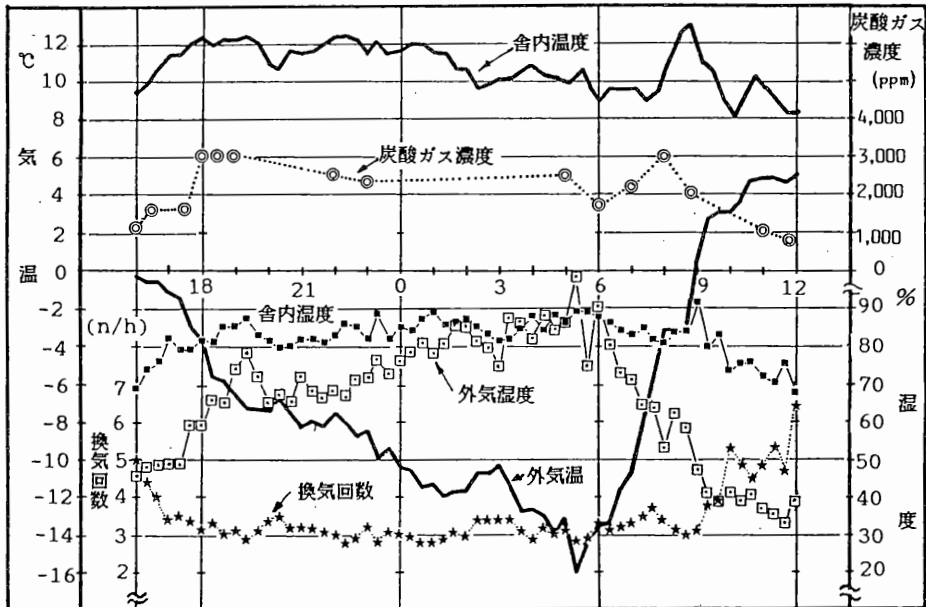


図9 新酪牛舎B 環境調査結果

(2) 既存乳牛舎

既存乳牛舎の構造は一戸一戸異ると言っても過言ではない。表4に調査農家の概要を示した。調査は1984年12月に実施し、外気温、舎内温湿度3点、炭酸ガス・アンモニアガス濃度を測定した。調査結果を表5及び表6に示した。平均に使用したデータは20:00～5:00のものを用いた。

1) 育成フリーストール牛舎 (C農家)

平面及び断面図を図10に示す。牛舎はストール数77の育成牛用フリーストールである。天井はなく、壁、屋根に断熱材は使用していない。換気は軒部の連続開口部と幅約10cmのオープンリッジによって行う。窓はハメ殺し式で、通路両端の出入

り口のドアは天候により開閉する。調査時の育成牛頭数は96頭でパドックへの出入りは制限していない。温湿度変化を図11に示した。

牛舎内の気温は自然換気で断熱していないため、外気温より3℃程高いだけであった。炭酸ガス濃度は500 ppm以下でアンモニアは検知できなかった。換気量は収容頭数が確定できた採食時に調査し、表6に示したように給餌通路の戸の開閉によって変化はあるものの6～11回/時であった。

パドックへの出入りが自由であるため、日中は多くの牛が外に出ている。断熱材がなく壁面が開放できないため、夏季間の高温や日射による暑熱の問題が考えられるだろう。

表 4 既存農家概要

農家 No.	C	D	E
調査牛舎	育成舎	成牛舎	成牛舎
建築年次	昭和58年	昭和55年	昭和56年
設計方法	自家	自家	自家
建築方法	依頼	依頼	一部依頼
牛舎寸法(W×L)	13.0 × 39.6 m	10.8 × 32.6 m	10.8 × 30.6 m
天井有無、高さ	無 (3.8 m) * 1	無 (3.8 m)	有 (3.0 m)
壁	木造	ブロック	木造
小屋組	木造トラス	木造	木造トラス
断熱材	無	有 (20mm S. F - CL)	有 (25, 20mm S. F)
収容方式及び ストール数	フリーストール < 77 >	スタンションタイストール (対頭) < 43 > ボックスストール < 4 >	コンフォートタイストール (対尻) < 40 >
収容頭数			
成牛	-	20	39
若牛	-	12	-
育成	96	15	-
小牛	-	-	-
合計	96	47	39
換気方式	オープンリッジ	(窓の開閉)	(窓の開閉) 100 mm 塩ビパイプ 12本の自然換気
1頭当たりの 牛舎容積	20.4 m ³	28.5 m ³	25.4 m ³
体重100kg当 たりの牛舎容積	6.79 m ³	6.76 m ³	4.24 m ³
開放率 %	3.1 - 12.3	(3.0) - 9.8	(2.5) - 8.4

注1. 天井無しするとき天井高は、平均の高さである。
開放率の () 内は窓を全開にした時の値である。

表5 調査期間中の20:00~5:00の平均温湿度

農家No.	項目	1	2	3	ガス濃度	排気量	
C	調査日	12/12-13	13-14	14-15	CO ₂ 400~500 ppm	46.2 m ³ (6.8回/hr)	
	温度	外気℃	2.7	-3.4			-6.0
		舎内℃	3.5	-1.3			-3.7
	湿度	外気%	99.5	76.1			69.1
		舎内%	98.9	91.8			92.7
換気回数	(50.6)*1	(10.0)	(8.4)				
D	調査日	11/29-30	11/30-12/1	1-2	CO ₂ 1,200 ppm NH ₄ 5 ppm	29.1 m ³ (4.3回/hr)	
	温度	外気℃	-2.9	0.1			4.8
		舎内℃	10.8	11.9			12.2
	湿度	外気%	79.6	94.1			97.5
		舎内%	93.9	95.6			95.5
換気回数	2.6	3.0	4.3				
E	調査日	12/2-3	3-4	4-5	CO ₂ 1,000 ppm NH ₄ 7.5 ppm	36.9 m ³ (8.7回/hr)	
	温度	外気℃	0.9	-1.6			5.2
		舎内℃	7.4	6.8			9.2
	湿度	外気%	96.9	84.1			79.7
		舎内%	91.0	85.5			84.1
換気回数	10.5	8.7	11.6				

注1. A牛舎の換気回数は、推定値(96頭収容時)である。

表6 C牛舎換気量調査結果(96頭)

条件	外気温	外気湿度	舎内温度	舎内湿度	換気回数(平均)	開放率
北側戸開	-7.1℃	45.2%	-5.9℃	72.9%	8~11回/h(9.4)	7.7%
"閉			-4.3℃	81.6%	6~8回/h(6.8)	5.7%

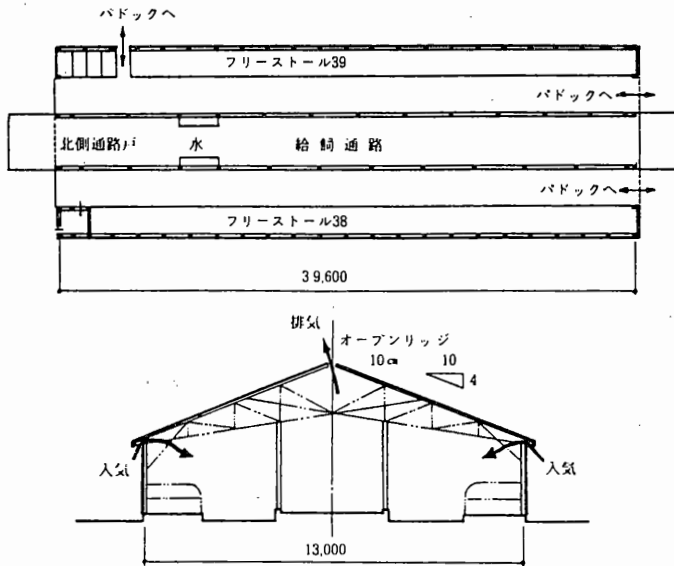


図10 C牛舎 平面及び断面図

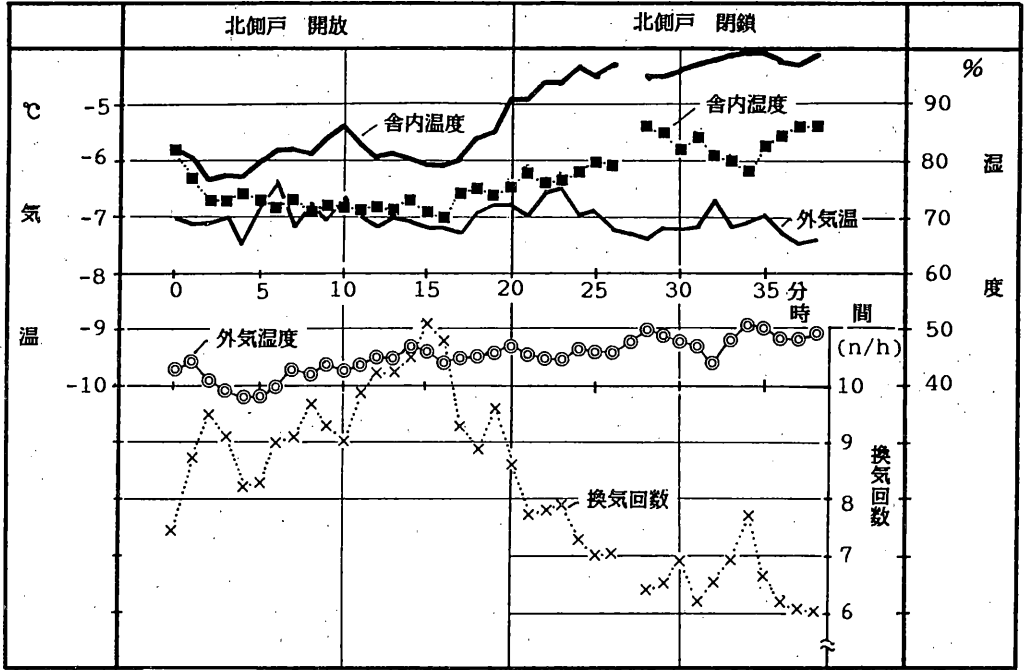


图 11 既存牛舎 C 環境調査結果

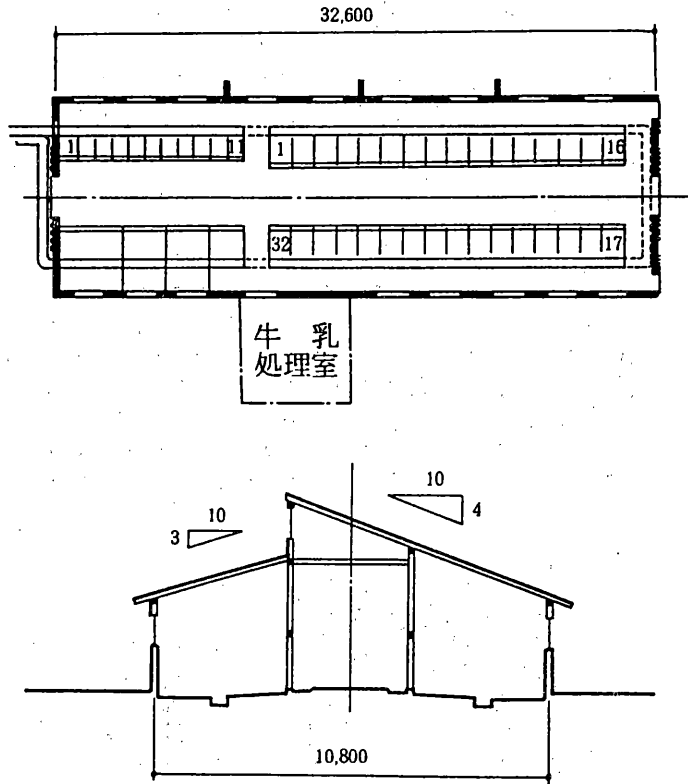


图 12 D牛舎 平面及び断面図

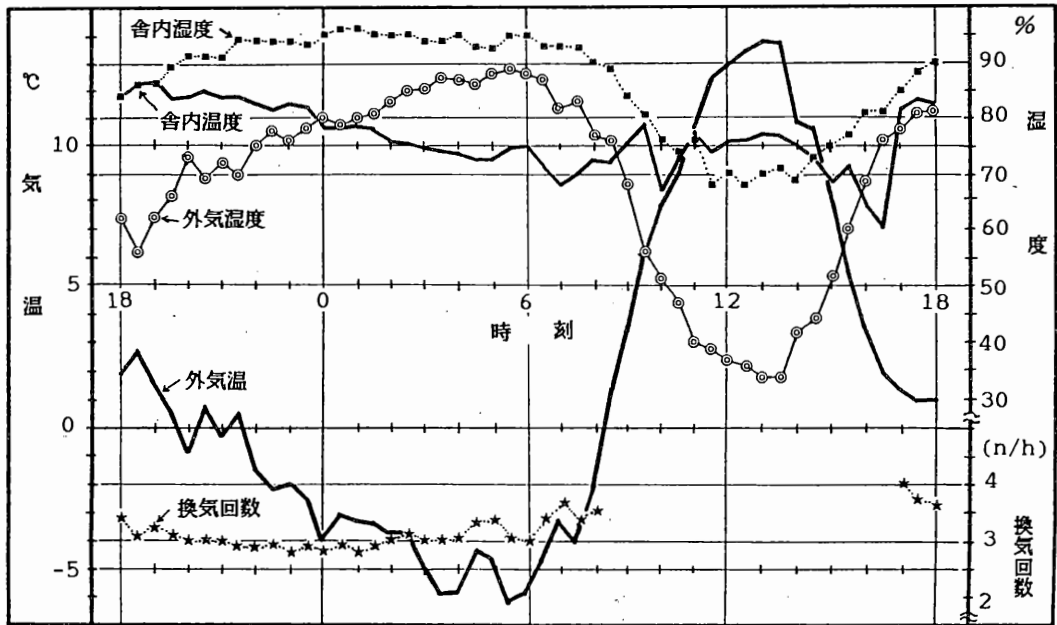


図13 既存牛舎D 環境調査結果

2) セミモニタ式牛舎 (D農家)

南側に向けたセミモニタ式牛舎 (図12) で、成牛32頭収容の他、哺育、育成牛も収容している。換気は窓・戸の開閉で行なっている。夏季には上部の窓を開放しているとのことであったが、調査時には一ヶ所がわずかに開いているだけで他は全部閉じられていた。また、収容頭数は成牛20頭、育成牛27頭であった。

牛舎内気温は11~12°Cと外気温よりも10~15°Cも高く経過した (図13)。舎内の湿度も90%以上と高く、夜間の推定換気回数は約3回/時であった。炭酸ガス濃度は1,200 ppm、アンモニア5 ppmであった。牛舎全容積に対して収容頭数が少なく、体重の少ない育成牛も収容しているため、換気回数が少ないが炭酸ガス濃度は低い。

3) 平屋成牛舎 (E牛舎)

調査牛舎は図14に示したように、100 mm

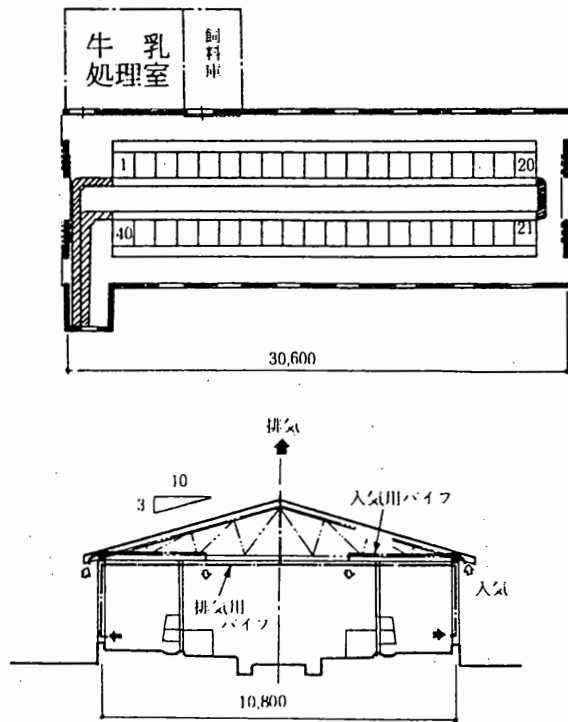


図14 E牛舎 平面及び断面図

の塩ビパイプ12組によって入排気を行う（自然換気）構造となっている。天井、壁面に断熱材を使用している。ストール数は40で収容頭数は39頭であった。調査時には窓は開放した。

舎内温度は外風速の影響を受け5～10℃であった（図15）。換気回数も変動が大きく6～16回/時であった。炭酸ガス濃度は1,000 ppm、アンモニア7.5 ppmであった。収容牛の体重100 kgあたりの換気量で見ると、36.9 m³/時でC牛舎の46.2 m³/時、D牛舎の29.1 m³/時の中間であり換気回数がC牛舎より多いがガス濃度は高かった。

入排気用の塩ビパイプの効果は、窓を全部閉めても空気の流入が確認できた程度であった。換気回数を4回/時としてパイプ内風速を推定すると11.7 m/sとなり、外風速に頼らず重力換気だけで十分な換気量を確保することは難しい。

(3) 現地牛舎環境の問題点

新酪牛舎の換気方式はタイマー作動による強制換気方式となっているが、外気温によりどのよう

な組み合わせにしたら良いのか設定が非常に難しく、厳冬期でも換気扇を作動させない農家が多い。こうした場合には、A農家の事例のように牛舎内の炭酸ガス濃度が労働衛生基準の5,000 ppmを超え、作業者にとっても劣悪な環境となっている事が考えられる。

また、高湿度の環境は、乳牛のいない飼料調整室や仔牛ペンの部分で結露を引き起こしている場合が多く、牛舎内に設けられた配電盤は結露と高湿度環境のためトラブルを起こしている。また、建築年次によっては壁面上部に結露受けが設置されている牛舎もある。

既存牛舎でも構造的な換気設備を持ったものが少なく、窓や戸の開閉で間に合わせている場合が多い。ルーフモニタや換気扇が設置されている牛舎でも、入気口を設けていないためにその機能が十分に発揮されていない。なかには牛舎の外観上はルーフモニタがあっても天井裏の換気しかできず、舎内の換気設備はなかったという例もある。

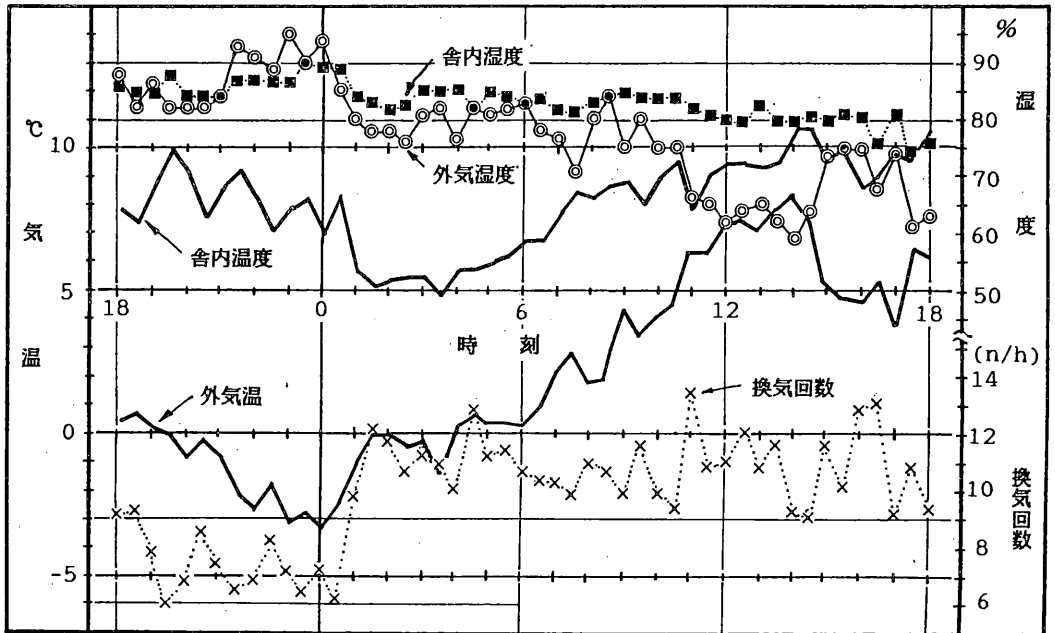


図15 既存牛舎E 環境調査結果

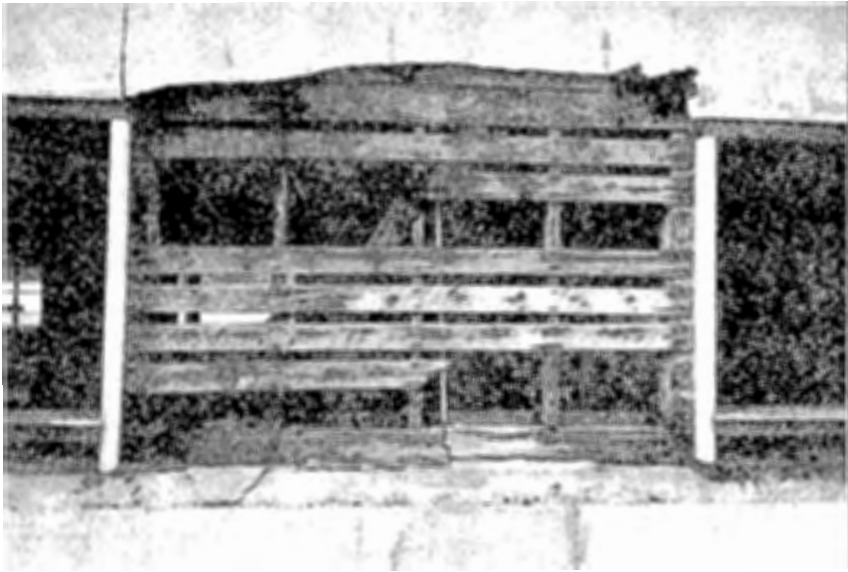


写真1 壁内結露による構造材の腐食例（根釧農試）

また仔牛や哺乳牛を保温するために成牛部分の温かいが湿度が高く汚染された空気を育成部に送るといふ農家もいまだに多い。

厳冬期の舎内管理温度を調査例のように10℃前後で行なっているところが多い。乳牛にとっては0℃でもまったく問題はないが、つなぎ式の場合牛舎内での搾乳作業など水仕事があるので舎内温度を下げられないため、換気不足となっているのが現状である。

牛舎構造材の腐蝕の原因には高湿度と断熱不足による壁表面の結露のみでなく、窓などの断熱性が弱い部分の結露によって敷居が腐蝕したり、防湿層の不備による壁内結露などがある。これらは、外見上は分からないため放置されやすいが、構造材が腐蝕し強度的に非常に弱くなっている例もある（写真1）。

また、道内でも夏季間は冷涼な地域である根室であるが、乳牛の高泌乳化に伴って暑熱の問題が発生している。これは窓・戸の開閉のみでは十分な換気量が得られないため、外気温は低くとも牛舎内は乳牛の発熱で高温多湿となり、代謝熱量の多い高泌乳牛に乳量低下や乳成分変動などの障害

が発生している。これを防ぐために、外気をビニールダクトで牛舎内に導入して乳牛の背中から吹き出したり、牛舎用扇風機を導入する農家も出てきている。

3. 新たな乳牛管理施設

近年、乳牛飼養頭数の増加や既存牛舎の改築などが多くなってきており、新しく建築される牛舎ではようやく構造的な換気設備を取り入れたものが見られるようになった。

また、飼養頭数の増加に伴って繁殖管理や濃厚飼料給与をコンピュータ管理する農家も多くなってきている。

(1) 牛舎環境調節方式

新しく建設されるフリーストール方式の成牛舎や育成舎では、図16のようなオープンリッジの自然換気方式が主流となっている。この方式では冬期間舎内気温が低温となり糞尿凍結があるため、バーンスクレープ方式ではなくトラクタスクレープ方式や省力的なスラット方式が増加している。

つなぎ式の場合には、冬期間の水道凍結や舎内作業が多いため舎内温度が低下する自然換気にす

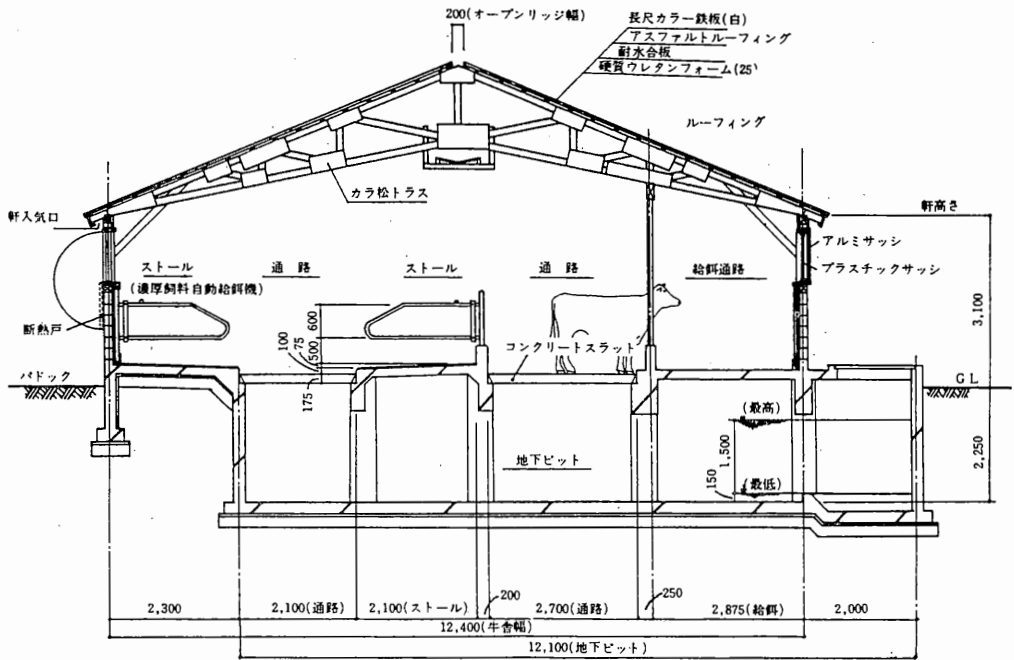


図 16 自然換気式フリーストール牛舎（根釧農試）

ることが難しく、かといって通年強制換気とするには運転経費がかかるなどの問題があるため、いまだに中途半端な換気方式となっている場合が多い。

図17に示した牛舎はセミモニタ方式の断熱つなぎ式牛舎である。夏季間は窓の開放による自然換気で十分な換気量が確保できるが、厳冬期の換気方式が強制換気、自然換気の両者が行なえるような構造であるため、かえって環境管理がしにくい牛舎となっている。

根釧農試では新たな厳寒地型つなぎ牛舎の換気方式として夏季間は自然換気、厳冬期（12月～4月）には断熱強制換気が行える図18のような「換気方式変換可能牛舎」を建設した。

ストール数は42で、断熱材は壁面でFP 38mm、天井部は25mm硬質ウレタン、野地面はFP 25mmを用いている。これは、外気温度が約-20℃までは結露が発生しない程度の断熱量である。屋根勾配はトラス構造との関係で5/12、天井面は自然換気の効果を出すために2.5/12としてある。

換気方式の切り替えは図19に示したように、リッジキャップ、入排気ダンパ、壁面パネルの開閉で行う。自然換気時にはこれらをすべて開放する。強制換気時には舍内中央の入排気ダンパを2～5cmの隙間で開けて換気扇を作動させる。換気扇は表7に示したように4台をサーモスタットで制御している。図20は1987年2月の牛舎内温度経過の例である。外気温は-26℃まで低下したが舍内温度は3℃程度に維持されていた。舍内入気温度が上下しているのは、舍内温度の低下に伴って作動する換気扇台数が減少して吹き出し風速が低下したためである。9:00～14:00に搾乳（パーラー搾乳）とパドックに乳牛を出しているため最も舍内温度が低下している。舍内の水道凍結なども外気温が低下する夜間ではなく乳牛がいない日中に発生している。

夏季間の温度経過は図21に示したように壁面を開放したオープンリッジによる自然換気の効果が発揮されている。

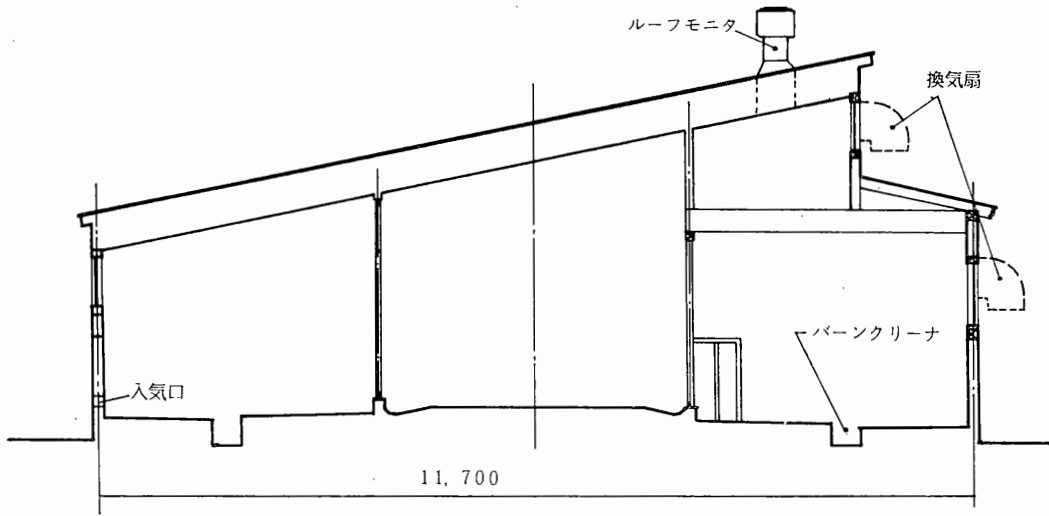


図 17 セミモニタ式断熱つなぎ式牛舎

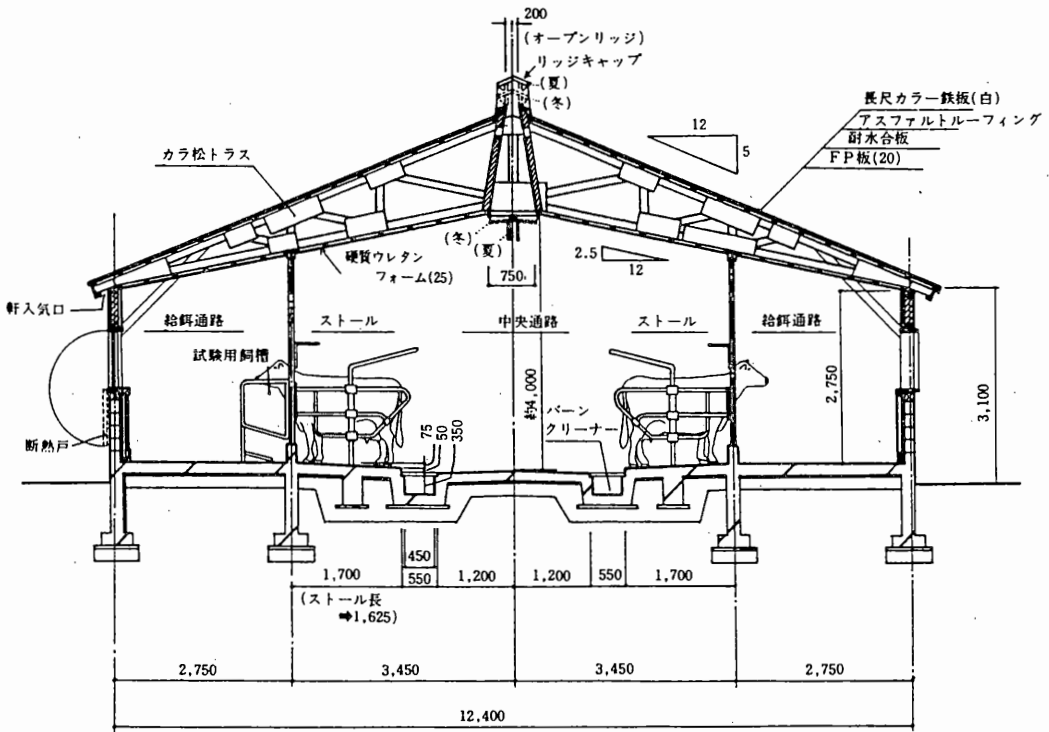


図 18 根釧農試総合試験牛舎

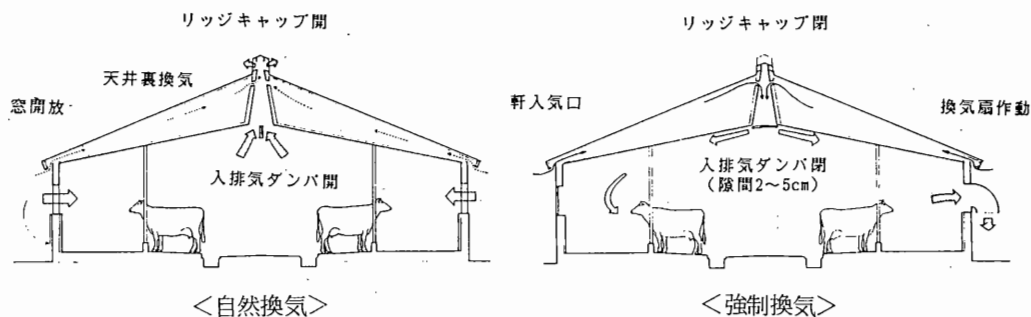


図19 換気方式の変換方法(根釧農試)

表7 厳寒期の設計換気量(根釧農試ストール牛舎)

換気扇 No.	A	B	C	D	備考
換気扇風量 $m^3/時$	3,800	3,800	3,800	5,100	ストール牛舎容積 1,236.7 m^3 (29.4 $m^3/頭$)
(注)サーモスタット 設定温度	連続 (0℃)	1℃	1℃	5℃	
換気回数 回/時	(Aのみ) 3	(A+B) 6	(A+B+C) 9	(A+B+C+D) 13	
乳牛1頭あたりの 換気量 $m^3/頭・時$	90	180	270	393	

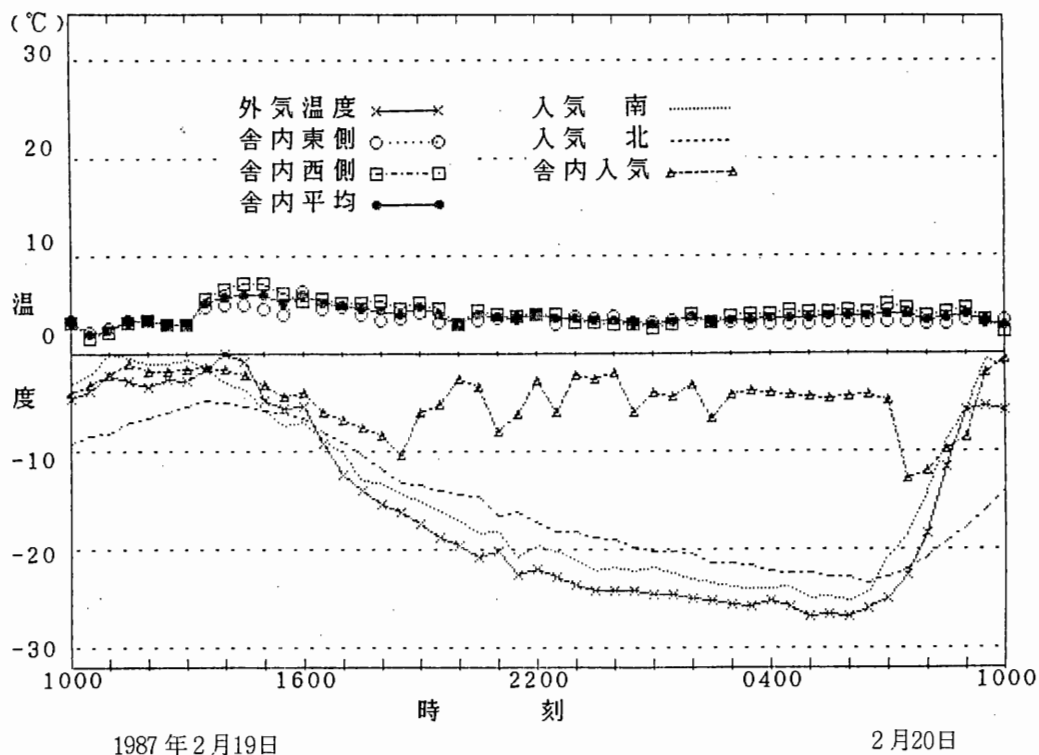


図20 根釧農試試験牛舎冬期環境

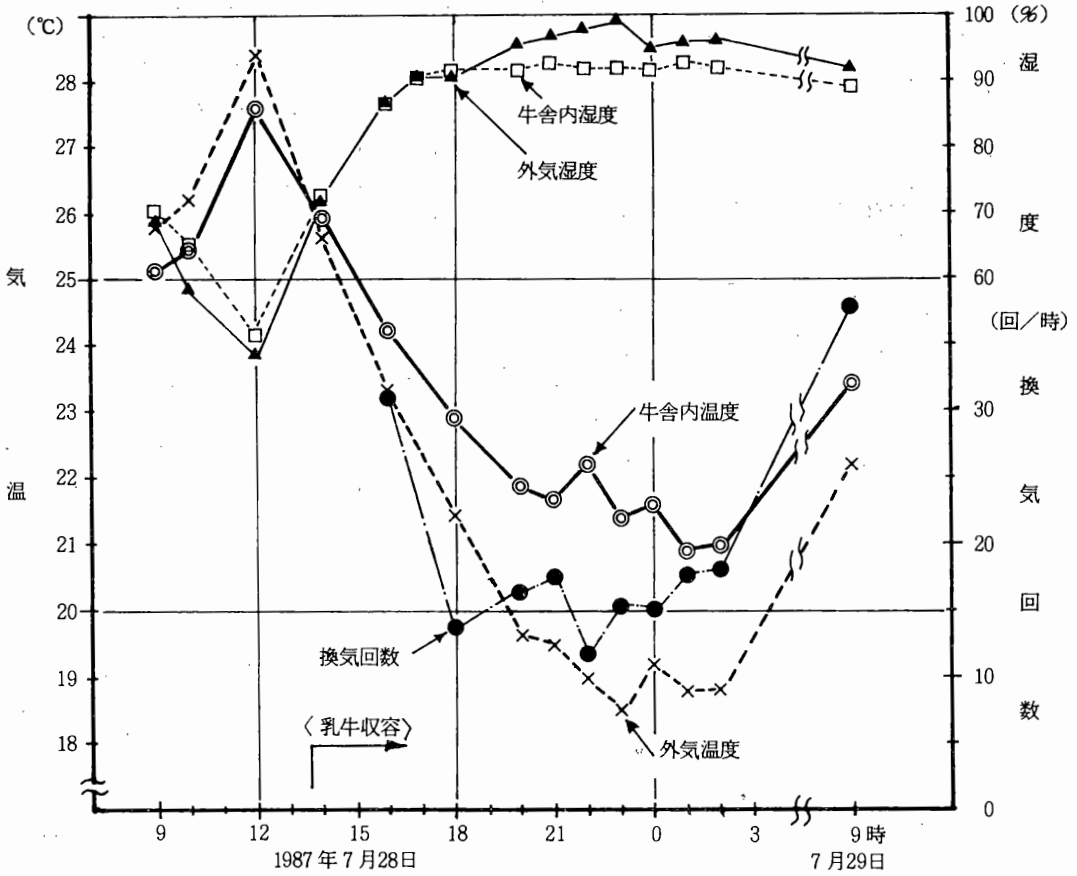


図 21 根釧農試試験牛舎夏期環境例

(2) コンピュータによる乳牛管理

パーソナルコンピュータの普及に伴ってこれを酪農経営に利用している農家も増加してきた。根釧農試でも日常の乳牛管理業務の他、試験データの計測などにコンピュータを利用している。図22に示したように乳量、体重、飼料給与、濃厚飼料給与、牛舎環境計測などのデータをオンラインで計測している。現在では毎日の乳量、泌乳及び繁殖ステージ、そして放牧/舎飼の飼養管理のデータに応じて濃厚飼料の給与量を図23に示したフローチャートに従って自動計算している。

また乳牛頭数の増加と産乳コストの低減のために繁殖管理は重要な作業となっている。乳牛の発情行動を見つけてから、前回の繁殖状況を見てい

るようでは十分な管理は期待できない。事前に発情予定の乳牛をチェックし、発情の兆しを見逃さずに適切な時期に人工授精を行うことが受胎率の向上、適正な分娩泌乳管理につながる。根釧農試では図24に示したカウカレンダー(発情、分娩、乾乳)情報を毎日出力し日常管理に利用している。

4. おわりに

酪農をとりまく厳しい情勢の中で、乳牛の飼養管理上いくつかの問題が生じている。

その一つは生乳の生産調整による乳量調節の問題である。分娩が秋～冬に集中すると産乳量も増加して、最悪の場合には割り当て量を超えてしまう。超えた部分の牛乳は出荷できないため、この

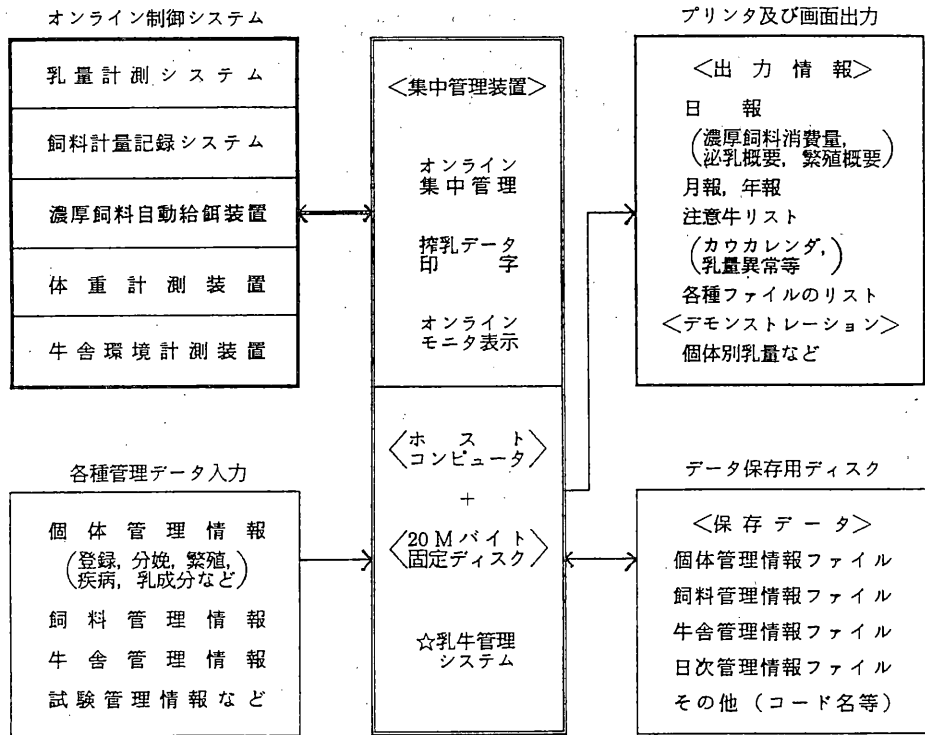


図 22 総合試験牛舎コンピュータシステムフローチャート

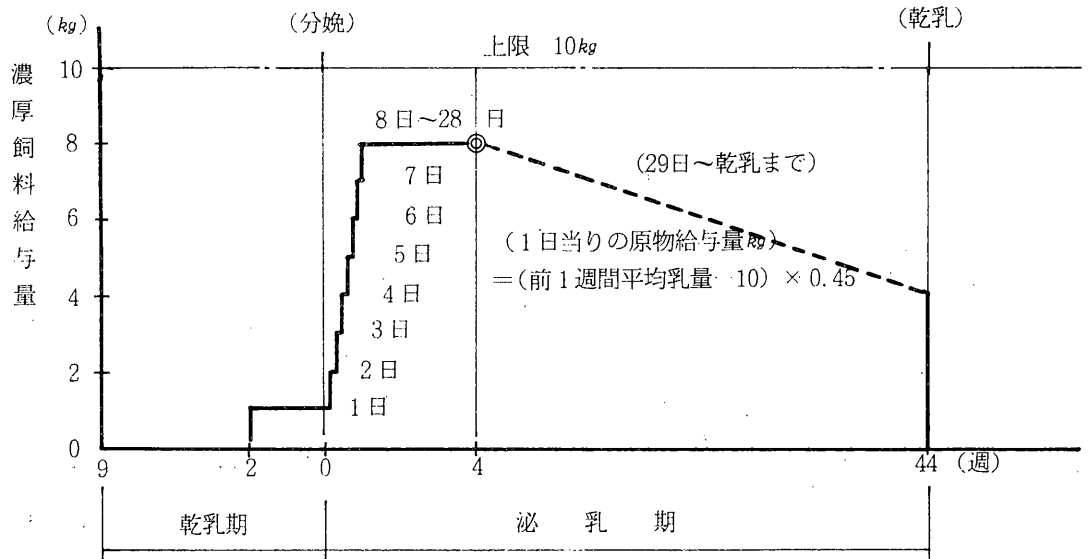


図 23 濃厚飼料給与量の計算 (根釧農試, 冬季)

期間はいわば「ムダメシ」を食べさせていることになり、飼料給与量を減らしてしまう農家もみられる。そのため、極端な場合には栄養失調となり、泌乳量の低下のみならず繁殖成績の悪化などを引き起こしている例も見られる。

こうした事態を避けるために分娩時期を調整して、割り当て数量を超えそうな時には乾乳で対応するという農家もある。

また、乳牛の高泌乳化に伴って群全体の乳牛管理方法も変化してきている。

群の平均乳量が 7,000 kg 前後では特に必要なかった一頭ごとの飼料管理も、平均乳量 8,000 kg 以上となると能力別の群分け、群毎の給与水準の決定や基本給与水準を超える個体能力に応じた必要量はコンピュータ管理の自動給飼を行うなどの対応が求められている。しかし、こうした能力別群管理を行うためには牛舎の増改築など施設設備への新たな投資を増やすた

め、農家によっては能力水準をそろえた一群管理を行っているところもある。

このように厳しい酪農情勢のなかで農家の中から生まれてきた、生き残るための実戦的な乳牛管理技術には学ぶべきことが非常に多い。

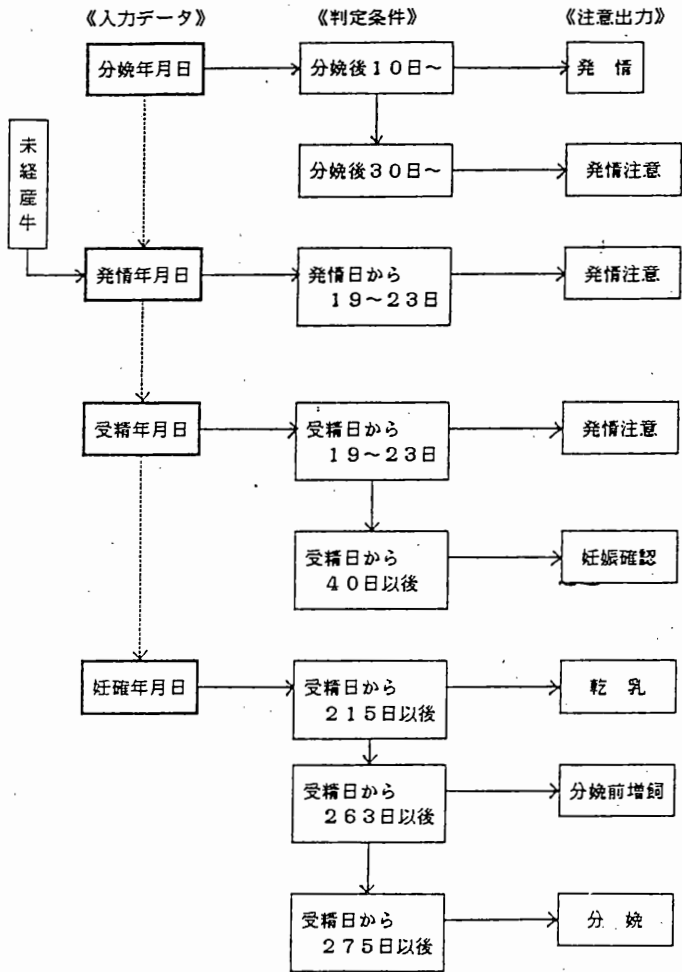


図 24 カウカレンダー出力情報（根釧農試）

<参考文献>

- 1) 片山秀策, 1986, 断熱強制換気による畜舎の環境制御に関する農業工学的研究, p 63