

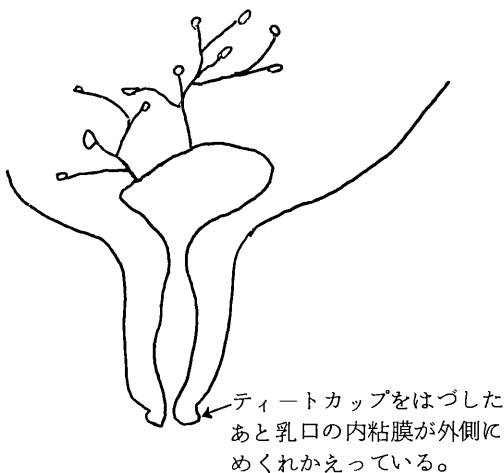
高能率搾乳設備 ミルキング・パーラー に関する技術思想の動向について

築 野 健 司
(長瀬産業㈱)

1 はじめに

近時、酪農経営に於る飼養管理の省力機械化の趨勢に順応して、その最も大きな部分を占める搾乳作業の能率化が指向されている。

しかし、ここで注意を要することは、他の一般産業に於る合理化と異なり、その対象が乳牛という、人間の女性と同じ生理、心理機能をもっている、赤い血が体内に流れている生物であり、ただ単純な機能的能率向上の研究のみによってはその目的を完結出来ない点にある。産後の婦人が、心理的、生理的、且つ性的快感を意識しながら嬰兒に乳房をふくませると同じ様な、安定した周辺環境を維持しながら、個々の乳牛がもっている最高能力の泌乳量を分泌できるようにしてやることが、搾乳作業の効率向上、合理化の為の技術開発の根底思想でなければならない。しかし乍ら、現時点に至る機械搾乳の技術史を振りかえってみると、あまりにも乳牛を乳汁を分泌する機械的物体として捉え、ただ単純な、人間よりも下等な経済動物、畜生、という見方から、むしろ乳牛の泌乳生理、更には心理心情の安定などということはむしろ無視して来たのが実情であり、実際に農家の牛舎内でおこなわれている機械搾乳を含めた飼養管理の方法もそれが実態である。春から秋にかけて、自らが額に汗して調製した飼料作物、或は高価な代金を支払った購入飼料を食わせているのだから、その乳牛の分泌する乳汁は最後の一滴まで搾りとって自らの収入を少しでもふやし、自家の経営経済に資して妻子の生活を安からしめたい、と云うのが実情である。普及事業に於てもこのような視点からの指導は殆ど皆無であり、事実、ミルカーをとりはずしたあとの乳牛の乳頭は第1図の様になっている。大部分の乳汁の



第 1 図

分泌が終っているのに、徹底的に搾り取る、と云う基本的な考え方から、おのずとミルカーの装着時間 (machine on time) が長くなり、乳口の内粘膜が外側にめくれあがって乳牛が横臥した時に床から病原菌をひろいやすくなっている (以下、このような機械搾乳の状態を over milking とする)。病原菌をひろわない迄も、この様な搾乳作業を常時反復する訳であるから、乳牛は搾乳のたびにストレスを感じ、一乳期全体の生産量はむしろ減退する。この様な搾乳作業方法の失宜により、昭和50年8月15日現在の北海道の原料乳価格から逆算しても、常時50頭搾乳の酪農家の収益は年

間150万円の減収となる(この件については稿を改めて詳述します)。

2 機械搾乳と乳房の障害

既述の所論を仮に容認して戴くとして、であるならば当然個人的能力差のある搾乳作業の担当者が、同じく千差万別の個体差のある乳牛に対して、客観的に over milking をしないようなミルカーの使い方を規制する、或は指示する方法があるのか?と云うことが問題となってくる。万人等しく over milking をしないような機械搾乳ができる、とまではゆかなくとも、ある指標、指示に応じて、ミルカーを操作する作業員が適切な操作をすれば、このような over milking による損失を相当程度防げる、ということが立証されれば、酪農業に於る経営経済に資する処少からず、と考えざるを得ない。しかもそのような作業方法が、結果的に搾乳作業の効率を低下させるようなことであってはならず、むしろ作業効率の向上にも資する処あるものでなければならない。

それは可能である。詳論に移る前に次の実験式の意味する処を御理解願いたい。潜在性、臨床性の乳房炎症状の進行度は白血球数に概ね比例しているということは各位御既承の通りであるが、統計的経験則的な研究から次のような数式が機械搾乳に於る泌乳機能の健康維持につき、技術的に最低限必要な指標として裏づけられている。

即ち機械搾乳に於る乳房炎症状の進行度は、真空配管系の真空圧の変動と、over milking の長期間の反復(日常の搾乳作業の進行がそのように習慣づけられている場合が多い)による乳牛と云う生体自身の自己防衛の為に分泌される白血球数(*No. of Leucocytes*)に比例している、と云うことである。

これを数式(J. A. KERKHOF, Netherlandsによる)で表わすと

$$\text{白血球数 (cell count)} \propto \frac{P - P_c}{v^2} \dots \dots \dots (1)$$

ここで、 P: 常用真空圧

P_c: 真空圧変動の低限。例えば -20 cmHg (本来は P - P_c = 0 でなければならないが、実態調査の結果 -20 cmHg 程度で乳房炎発生率との相関関係がみられた。)

v: 機械搾乳効率

但し、
$$v = \frac{Q}{t}$$

Q: ミルカーによる全搾乳量

t: machine on time、ミルカー装着時間

従って(1)式は

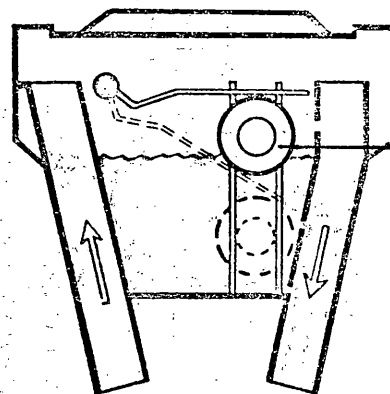
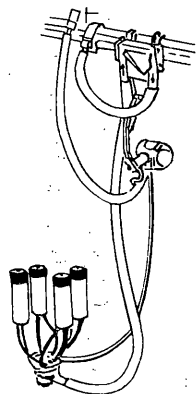
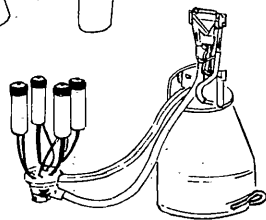
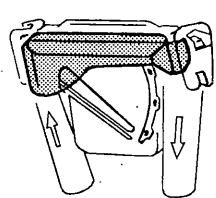
$$\frac{P - P_c}{v^2} = t^2 \frac{P - P_c}{Q^2} \dots \dots \dots (2)$$

ここで machine on time、t は実機械搾乳時間、t_m と、から搾り over milking time、t_o の和である。

$$t = t_m + t_o \dots \dots \dots (3)$$

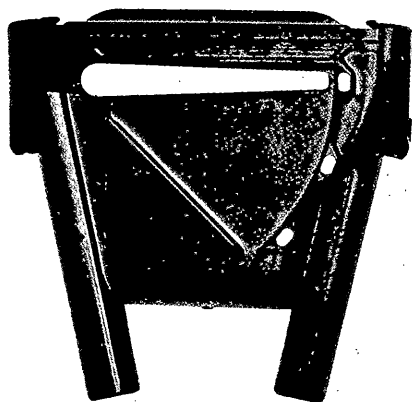
従って(3)を(2)に代入すると

$$t^2 \frac{P - P_c}{Q^2} = (t_m + t_o)^2 \frac{P - P_c}{Q^2}$$

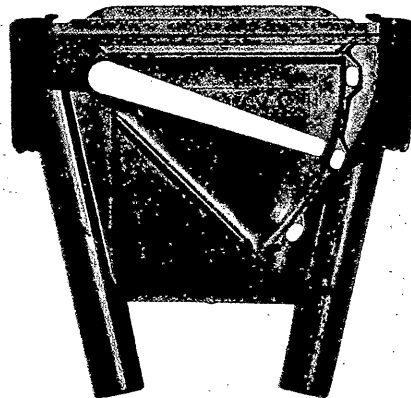


乳汁がこのプラスチックの球を浮かせ平板を押し上げる。

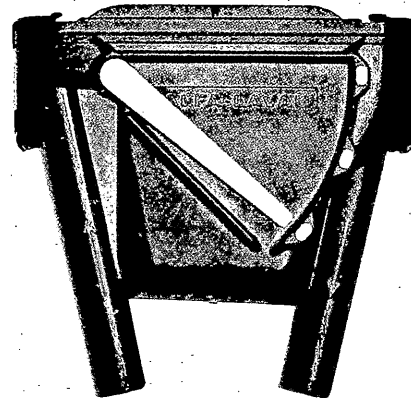
専用のブラケットでバケット型、パイプラインミルカーに使用出来る。



泌乳最盛期



4分房合計泌乳量400ccマシン・ストリップ開始の指示。



4分房合計泌乳量200ccユニットをとりはづす。

第 2 図

$$= \left(\frac{t_m + t_o}{t_m} \right)^2 t_m^2 \frac{P - P_c}{Q^2} \dots\dots\dots(4)$$

$$\text{ここで } \frac{t_m + t_o}{t_m} = B \dots\dots\dots(5)$$

から搾りが全くなかった場合の機械搾乳時間を v とすると

$$v = \frac{Q}{t_m} \dots\dots\dots(6)$$

理解を簡潔にする為に(5)、(6)を(4)に代入すると

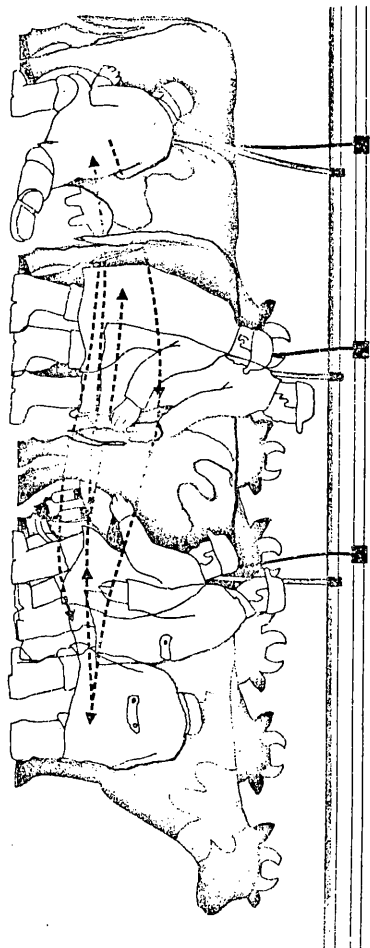
$$\text{白血球数} \propto B^2 \frac{P - P_c}{V^2}$$

即ち機械搾乳に於る乳房炎の発生率は、真空圧の変動と over milking の相乗に比例する、と云うことが理解されよう。

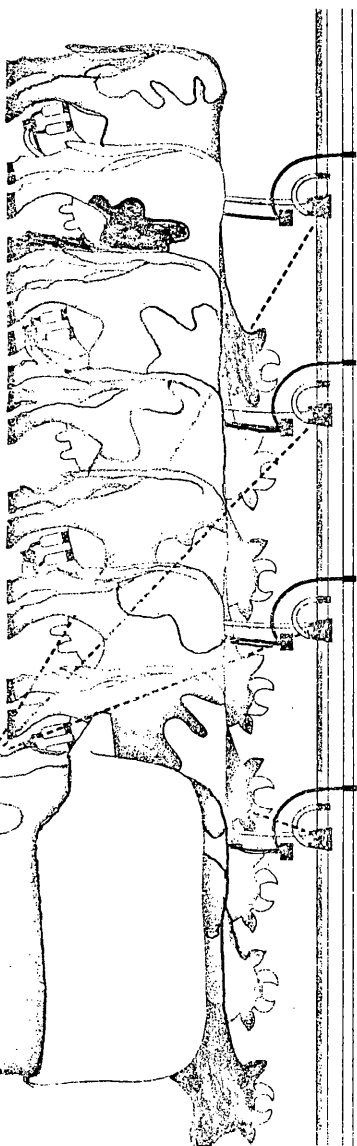
3 ミルカーの取はづし適期表示器具

実験式からも明かなように、搾頭に作用する真空圧の変動も勿論無視出来ないが、これはミルカーの設備基準に相応した排気量をもった真空ポンプ、十分な排気容量をもった内径のパイプで真空、送乳配管をおこなうこと、及び配管総延長に見合ったユニット数による搾乳、と云うことを確実に行うことで解決出来る。(実際には排気量の予備—reserve capacity—がないのに、唯、単純にユニットを付けてやれば乳が搾れるから、ということで設備容量以上のユニットを使用し、その為に over milking を常時反復している例が多い。)

問題はユニットの取はづし適期をどう判断するか、である。搾乳作業担当者の経験と勘に頼って来たのが従来の実情であるが、これは個人差による操作上の差が大きくなり、効果的、普遍的に健康な機械搾乳を行わしめる、と云う点からは不充分である。何か客観的に表示出来る方法はないか、との要求から開発されたのが第2図に示す器具であり、それぞれ専用のブラケットを使用することにより、バケット型ミルカー、パイプライン・ミルカーに使用出来る。作動の原理は、4本の乳頭からミルククロウに集った乳が一たんこの表示器の内部を通過してバケットなり送乳配管に送られるが、その過程で乳汁が器具内部にある点線で示されたプラスチックの球を浮かせる。この球が器具内部の平板を押し上げ、この平板の基点同軸に表面に運動している指針が動かされその時点での4分房合計の通乳量を表示する。泌乳盛期には乳汁がフルにこの内室を通過するので球は一番上に押し上げられ、表面の指針は最上点を指示している。泌乳が進行して4分房合計の泌乳量が徐々に低下すると表示器内室の通過乳汁の量も減少するからプラスチックの球もそれに応じて徐々に下降をはじめ、表示器表面の中間の白点を指すに至る。この点は4分房合計の瞬間分泌量が400ccであることを意味し、ミルク・クロウに手をそえ、各分房をマッサージするマシン・ストリップングを開始せよとの指示である。乳牛には勿論個体差があるからこの時期に各分房の泌乳特性に応じたストリップングを施す訳である。マシン・ストリップングが進行し、各分房の泌乳量が更に低下してその合計が200ccとなると指針は最下点を指す。これはミルキング・ユニットを取りはづせ、との指示である。つまりこの表示器具の意図する処は、機械搾乳の場合には今迄おこなわれていたような、最後の一滴迄搾り取ろうという方法は絶対に間違いである、ということを搾乳者に認識せしめ over milking を防ぐことによって正しい機械搾乳を普遍的平均的に行はしめむとする点にある。手搾りの場合は、手で乳汁を押し出すのであるから搾乳終了後も乳頭が第1図の様になることはあまりないが、機械搾乳の場合は吸



作業動線が複雑、長距離となる。



作業動線が単純化され、個体管理がゆきとどく。ユニット数も多く使える。

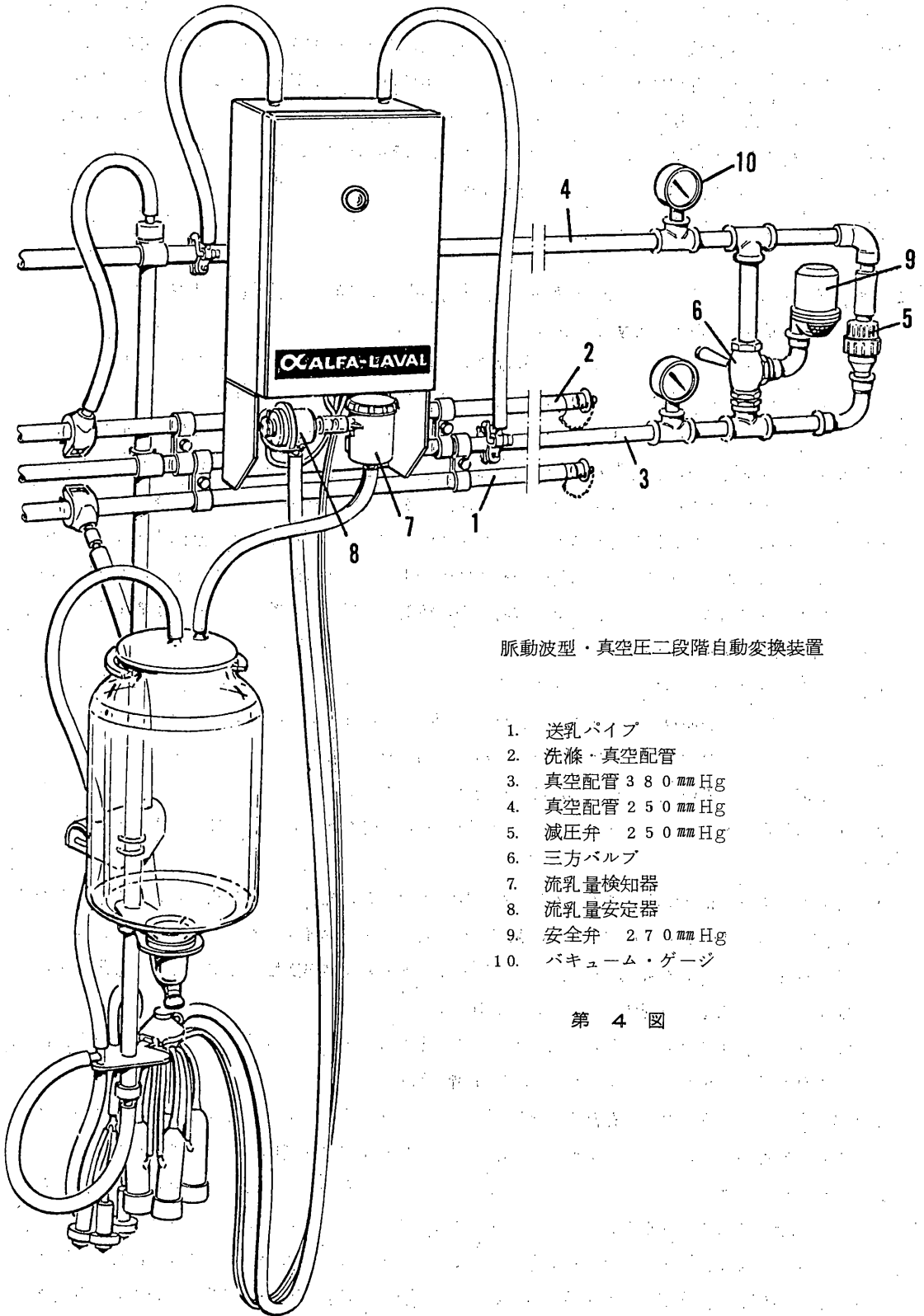
第 3 図

い出すのであるから、(1)のまえがきに書いた様な結果になり易い。この表示に依りミルカーを取りはづしたあと、各乳頭に残溜している乳汁を各乳頭一、二しぼりつつ尿溝に向けて搾り捨てる。更に残溜した乳汁がじわりと乳口に出て来て乳汁のカゼインが凝固し、乳牛が横臥してもバクテリアをひろいにくくする。従って炎症の発生率も確実に低下する。またこの表示器を使用しない場合は、泌乳の状況を手で確める為に第3図の様に作業の動線が多く、複雑になるが、これを使用した場合はただ指針に応じて処置してやればよいので作業動線も短縮され、パイプライン共、従来に比して1ユニット余分に使用することが出来、作業効率も向上する。ミルキング・パーラーについても同様である。

4 搾乳室用パイプライン・ミルカーの脈動波型・真空圧二段階自動変換装置 (Dual Vacuum System)

在来形式のスタンション、木柵等に依る繋留牛舎に於ては、パイプライン・ミルカー(RTS型—Round the Shed 或は Cow Shed 型パイプライン・ミルカーと云う)を設備しても熟練した作業員でもせいぜい1時間に3ユニットを使用して35~40頭位が限度であった。しかも実際の作業は駆け足の連続である。乳牛の飼養管理、搾乳作業につき、これ以上の省力効率化を意図する場合はフリー・ストール等のルース・ハウジング方式によるミルキング・パーラーでの搾乳であるが、これは本道に於ても十数年以前より導入され、技術的にも定着していることは各位御既承の通りである。(3)項に述べた流入量表示器の技術的着想を更に機械化、電氣化した装置を附加するとより以上の作業効率の向上が期待出来る、と云う事は容易に理解願えると思う。装置全体の姿図は第4図の如くであり、次の様な機序を以て作動する。

- 1) 乳牛がパーラーへ入ってくる。ミルカーは-25cm Hgで作動しており、パルセーターの波型はマッサージ期：吸引期の比率が2:1、毎分48回である。赤ランプが点灯している。
- 2) 乳牛がストールの所定の位置についたら乳房、乳頭の清拭をしてから直ちにミルカーを装着する。乳頭が清潔になっていれば乳房は別にはる迄待たないでもよい。
- 3) 1)の低真空圧とパルセーターの波型がマッサージの機能を果し、乳汁の分泌量は徐々に増加する。
- 4) ミルク・クロウを経て流れて来た乳汁は第4図8の流量安定器、7の流量感知器を経て集乳容器に貯溜される。7の通過乳量が200ccを超過するとリード・スイッチがこれを感じて自動的に通常の搾乳真空圧-38cm Hgに切換わり、パルセーターも波型が逆転して2.5:1、毎分60回の脈動となり、搾乳を継続する。赤ランプは消える。
- 5) 泌乳が進み、4分房合計の乳量が毎分200cc以下となるとその20秒後にミルカーは自動的に1)の作動状況に戻る。赤ランプ点灯。(第4図参照)
- 6) 個体差に応じ、ランプの消えた牛の側に行きマシンのストリップングをする。放置しておいても1)の作動がマシン・ストリップングとなるので、特異な牛のみ補助作業をしてやればよい。またこの真空圧ではユニットの脱落、クリーピング・アップは起らない。また自動的にミルカーの作動が切り換わるので、従来のように、第3図の如く泌乳の終わった牛のそばへあちらこちらと飛んで歩かなくてもよく、ストールの排列に応じて一頭ずつ順にミルカーの着脱をしてゆけばよいから作業動線が短縮され、作業内容も単純化される。従って乳房の清拭等衛生的処置についても心理的予



脈動波型・真空圧二段階自動変換装置

1. 送乳パイプ
2. 洗滌・真空配管
3. 真空配管 380 mm Hg
4. 真空配管 250 mm Hg
5. 減圧弁 250 mm Hg
6. 三方バルブ
7. 流乳量検知器
8. 流乳量安定器
9. 安全弁 270 mm Hg
10. バキューム・ゲージ

第 4 図

猶をもつて（従つて確実に）おこなえる。

7) 搾乳終了後、搾乳容器の全量を目盛りで読み取り、記録後最終受乳容器（バルク・クーラー、輸送管等）へ自動送乳する。但しこの場合数ユニットの貯乳容器から同時に大量の原乳が最終受乳容器に自動送乳されることもあるから、その様な場合でも送乳配管中の排気が遮断されることのないよう、その内径は設計基準に合致したもので設備されていなければならない。でないと頭初に記述した実験式のP-Pcが大きな変動を起こし、長期の反復を経て乳房に障害を起こす。

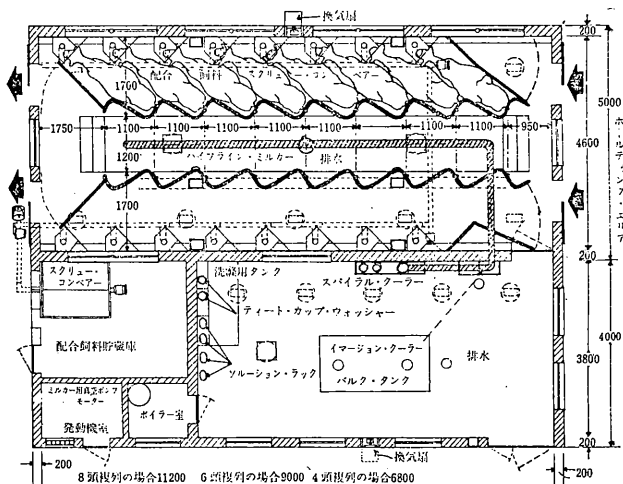
5 ミルキング・パーラーの各種型式と作業効率

（Dual Vacuum Systemを伴はぬ従来の型式のパイプライン・ミルカーを設備した場合）

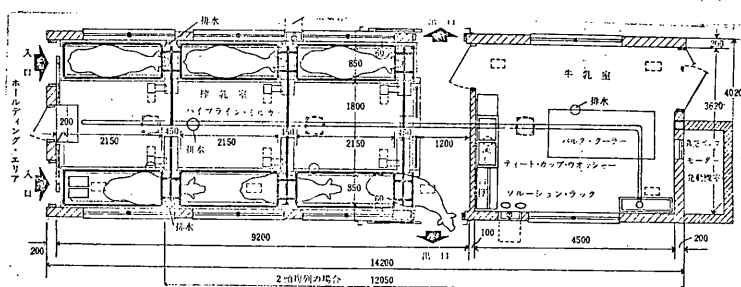
ミルキング・パーラーの型式については、第5図にみられるように各種型式、主としてアブレスト型、タンデム型、ウォーク・スルー型、ヘリンボーン型等があげられるが、頭初からそれらの型式が存在していて、それぞれの長所利点をもつて平行的にその技術内容が評価されているように理解されているようであるが、実際にはそうではなく、比較的早期から経営規模の拡大化が進められて来た欧米酪農先進国に於て、ミルキング・パーラーの能率化、省力化を目ざした技術開発の努力の結果、アブレスト型、タンデム型、ウォーク・スルー型、次いでヘリンボーン型と発展して来た歴史の所産である。従つて欧米に現存するアブレスト型は旧牛舎、物置、農機具庫等を改造してパーラーとし、常時牛が起臥する（日本では避難牛舎等と呼んでいるが）牛舎は粗放な掘つ立小屋が多い。北ヨーロッパでは農協等が中心となり、アブレスト、タンデム等のヘリンボーンへの改造に長期融資を積極的に推進している事などからも理解される様に、技術的に最も新しいパーラーの型式はヘリンボーンである。第6図からも理解される様にヘリンボーンが最も作業効率が高く、作業動線も少ない。酪農先進国、と自他共に認めるアメリカに於てタンデム型パーラーが多いのは、比較的早期よりルース・ハウジング、ミルキング・パーラー化が進められていたからであつて、アメリカに於ても新設の場合はヘリンボーンが多い。タンデム型を好む人がよくあげる理由に、個体の観察が徹底する、と云う点があるが、これに関する限りヘリンボーンでも大差はなく、更に徹底した個体管理を希む場合はむしろ後述の様なライホルム・システムを採用すべきであろう。

更に最近の技術情報によれば、ヘリンボーン・パーラーの場合も第7、8図の如くストール迄Sレールによるヘリンボーンにする必要はなく、ストレート・ヘリンボーンが採用されている。この方が乳牛の体長差が大であっても搾乳作業の管理がし易く、清掃も楽であり、建築設備費も低廉である。

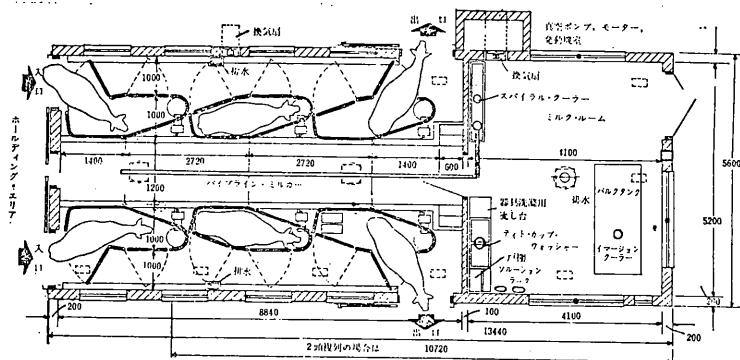
ヘリンボーン型



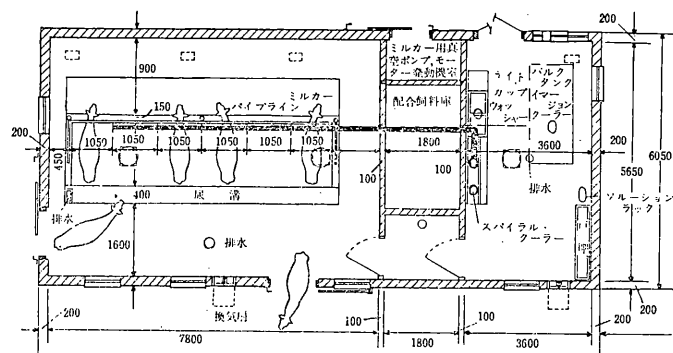
ワーク・スルー型



タンデム型



アプレスト型

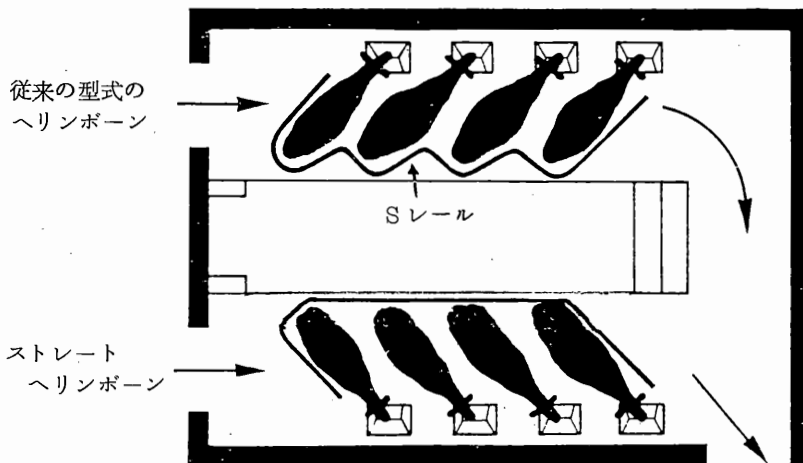


第 5 図 ミルキングパラー
の各種型式

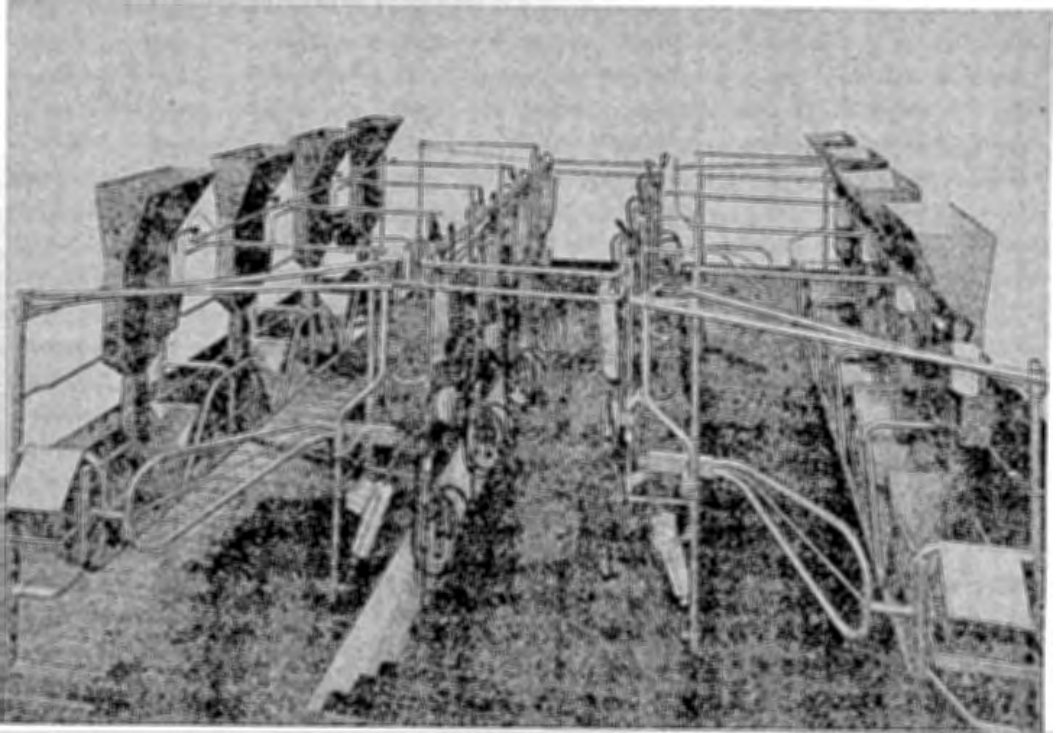
ミルキングパーラー（搾乳室）に於ける標準搾乳効率

搾乳室名称		符 号	ストール の 数	飼養頭数	ミルキング ユニット数	搾 乳 作 業 員 数	1時間当りの 平 均 搾 乳 可 能 頭 数	作業員1人で 1時間搾乳 可 能 頭 数
アブレスト型		A-1	2	10頭以下	1	1人		
		A-2	4	10-30頭	2	1 "	15-20頭	15-20頭
		A-3	6	20-50 "	3	1 "	25-35 "	25-35 "
		A-4	8	40-80 "	4	2 "	40-50 "	20-25 "
		A-5	12	60頭以上	6	2 "	40-70 "	20-35 "
タンデム型	単 列	TS-1	2	15-20頭	2	1 "	15-20 "	15-20 "
		TS-2	3	20-40 "	3	1 "	20-30 "	20-30 "
		TS-3	4	20-50 "	4	1 "	20-35 "	20-35 "
	複 列	TD-1	4	20-30 "	2	1 "	20-30 "	20-30 "
		TD-2	6	20-50 "	3	1 "	25-35 "	25-35 "
		TD-3	8	50-80 "	4	2 "	40-50 "	20-25 "
ウォーク スルー型	単 列	WS-1	2	15-20 "	2	1 "	15-20 "	15-20 "
		WS-2	3	20-40 "	3	1 "	20-30 "	20-30 "
	複 列	WD-1	4	20-40 "	2	1 "	20-30 "	20-30 "
		WD-2	6	30-60 "	3	1 "	30-40 "	30-40 "
		WD-3	8	40-70 "	4	2 "	40-50 "	20-25 "
ヘ リ ン ポ ー ン 型	複 列	H-1	8	40-80 "	4	1 "	35-45 "	35-45 "
		H-2	10	60頭以上	5	1 "	40-50 "	40-50 "
		H-3	12	70 "	6	2 "	45-60 "	23-30 "
		H-4	16	100 "	8	2 "	70-80 "	35-40 "

第 6 図



第 7 図



第 8 図

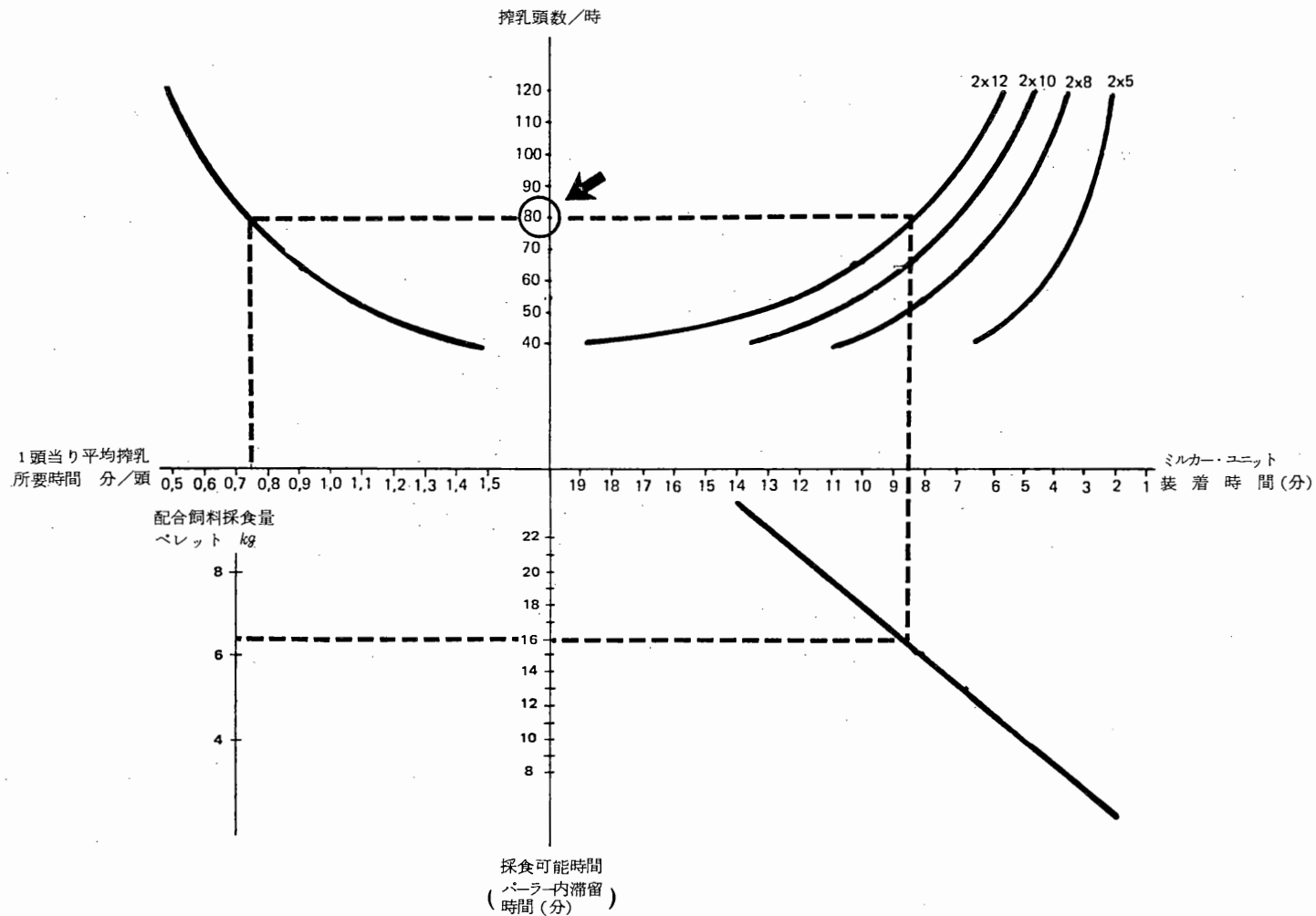
6 Dual Vacuum System を伴ったヘリンボーン・パーラーの設計 基準と実際の作業動線

5 項第 6 図に示した如く従来の型式のミルカーを設備した場合のパーラーの設計については概ねこの作業効率をあげられることが日本に於ても既に実証されているのでさして問題はないが、新しくここに“脈動波型”真空圧二段階自動変換装置 — Dual Vacuum System — と云う要素が導入されて来たので、これについての設備計画設計要領につき説明する。御理解戴ける様に従来の型式のヘリンボーンに比し、約倍近い作業効率をあげることが出来る。

設備計画の立案に当っては先ず次の様な基礎的数字を確定する必要がある。

- 1) 自己の管理する乳牛の泌乳特性の把握、パーラーでの搾乳に切換える以上、なるべく能力、泌乳特性の同じ様な牛を揃えることが前提条件である。90%は略同じミルカー装着所要時間 — machine on time — とすることが望ましい。
- 2) 設備容量
 - 1 回の搾乳所要時間をどの位で終わらせたいか？ 将来の頭数増加計画は？
- 3) 乳牛のパーラー内滞留時間

牛体の健康と泌乳量の維持の為にパーラーに牛が入ってから搾乳を終って出てゆく迄何分位立っていれば、必要とする配合飼料の採食が可能であるか？このことは乳飼比の計算にも不可欠であり、パーラーの規模決定の大きな要素である。



第 9 図 脈動波型・真空圧二段階自動変換装置付ヘリンボーン・バロー設計基準

4) 搾乳作業効率

ユニット数は一つのストールに1ユニットとするが、或は複列に半数のユニットで両側交互に振分けて使うか？

以上の諸要素を自分の希望をも含めて一応設定してみる。しかしそれがそのまま最終決定の設備計画となる訳ではない。

ここでは設計例として1時間に1人で80頭の搾乳処理が可能であるか否かを試算してみよう。
80頭/時となると従来の概念からすると比較的处理容量の大きい搾乳設備である。単純計算でも
$$\frac{3,600\text{秒}}{80\text{頭}} = 45\text{秒}$$
となり、1頭当り平均45秒以内に乳牛のパーラーへの追込、乳房の清拭、ミルカーの装着、取りはづし、給飼、計量と記録、パーラー外への開放、作業動線の歩行時間、たばこの一服その他の時間が含まれねばならない。どのような設計であればこのことが可能であるか？

第9図はDual Vacuum Systemを装備した5頭複列から12頭複列迄のHerringbone Parlourの各規模に於る諸要素を集約したグラフである。ミルキング・ユニットは片側の頭数と同数、つまり5頭複列であれば5ユニットの設備とし、両側に振り分けて搾乳する。

80頭/時との設定であるから縦軸の80から出発する。左に定規をあて、曲線との接点から下に降りると既に計算した通り1頭当り平均搾乳所要時間は0.75分(=45秒)である。これはOK、次に80から右にたどると12頭複列の曲線に接する。これから下ると1頭当りミルカー装着時間、machine on timeは8.5分である。1頭当り8.5分であれば平均的に高能力の乳牛(年間4,500kg程度)でも大分余猶をもった搾乳作業が出来る。駆け足でとび廻る程の作業ではなく、くわえ煙草に火をつける位の時間はある。更に横軸の下に延長した線との交点を左にたどると16分を指す。この軸は乳牛がパーラーに入ってから出る迄ストールに立っている時間を示す。これは搾乳中のベレット状配合飼料の採食可能時間である。次にこの線を延長すると採食量を示す縦軸と交る。6.5kg、従って日量13kgであるから充分余猶がある。

第9図のグラフはこの様な使い方をする。従って設備予算の関係で圧縮しなければならない時は1回の搾乳時間を1時間半、50頭/時とすれば8頭複列のパーラーで大体同じmachine on timeがとれて配合飼料の採食が出来る。又配合飼料のT.D.N.が高い場合はそれに応じて給与量を減らす、等の操作は必要である。

実際の作業動線と作業時間

第10図が実際の作業動線である。これはあく迄模式的な例であるが、実際にそんなにうまくゆか、と疑問をもたれる方もおられることと思うが、道内にも既に何カ処か既設のヘリンボーン・パーラーがあるので、実際にストップ・ウォッチを持参して実測してみたい。Dual Vacuum Systemではないので数字は幾分永びくが単位作業時間は大差ない値が出る筈である。動線について説明すると、先ずX列のドアを開けて1～12の牛をパーラーに入れる。次に1の牛に配合飼料を放出して乳房の清拭(A=12秒)を行い、Y列の13の牛からユニットをはずし、各乳房にさわって点検しながら乳頭の残乳をビット側にしごいて捨て搾りをする。(これがC=9秒)次いでそのユニットをX列の1に装着(B=12秒)する。K列の1～12を入れるのに全体で2分40秒であるから1頭当りD=12秒、従って1頭当りの作業所要時間はA+B+C+D=45秒となり、12迄同じ作業を反復して9分でX列のユニット装着作業を終る。次いでY列の13に至り、ドアを開けて

収容頭数

ユニット数

24	20	16	12
12	10	8	6

単位作業時間

A = 乳房清拭
マッサー

B = ユニット装着

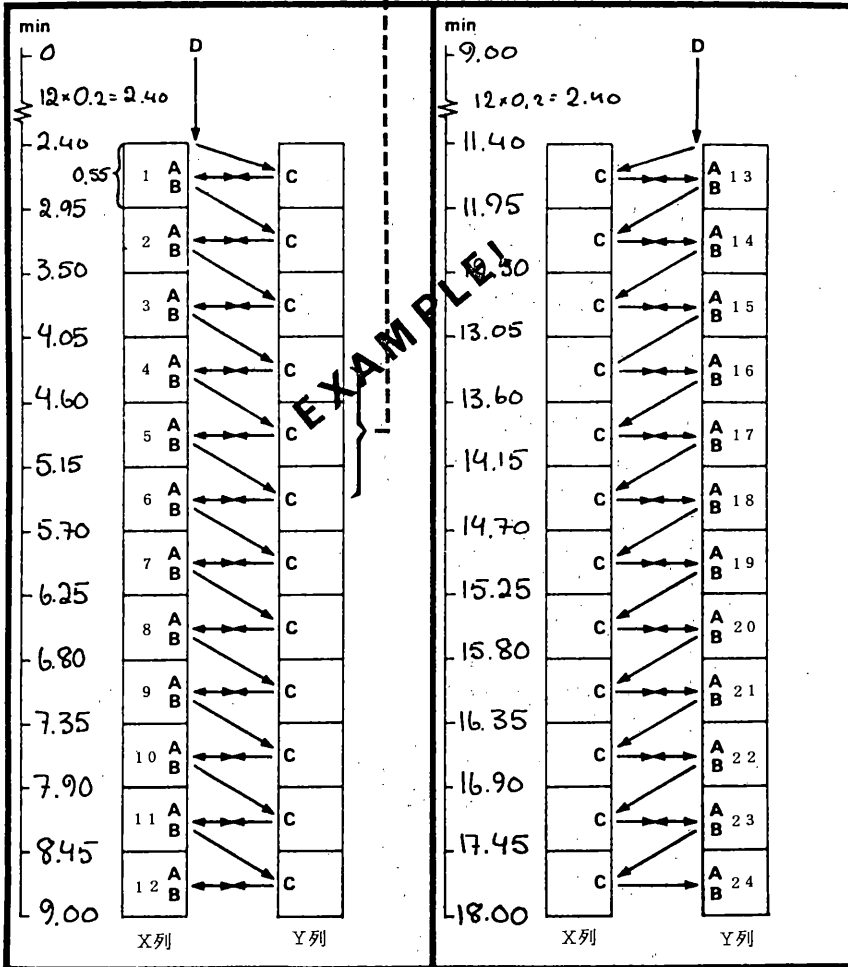
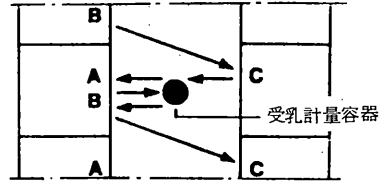
C = ユニット取はずし

D = 乳牛の入れ換え

0.20	分/牛
0.20	分/牛
0.15	分/牛
0.20	分/牛
0.75	

計量、記録

送乳



パーラー滞留採食時間 15.60 分

ミルカー装着時間 8.60 分

搾乳頭数 80 頭/時

第 10 図

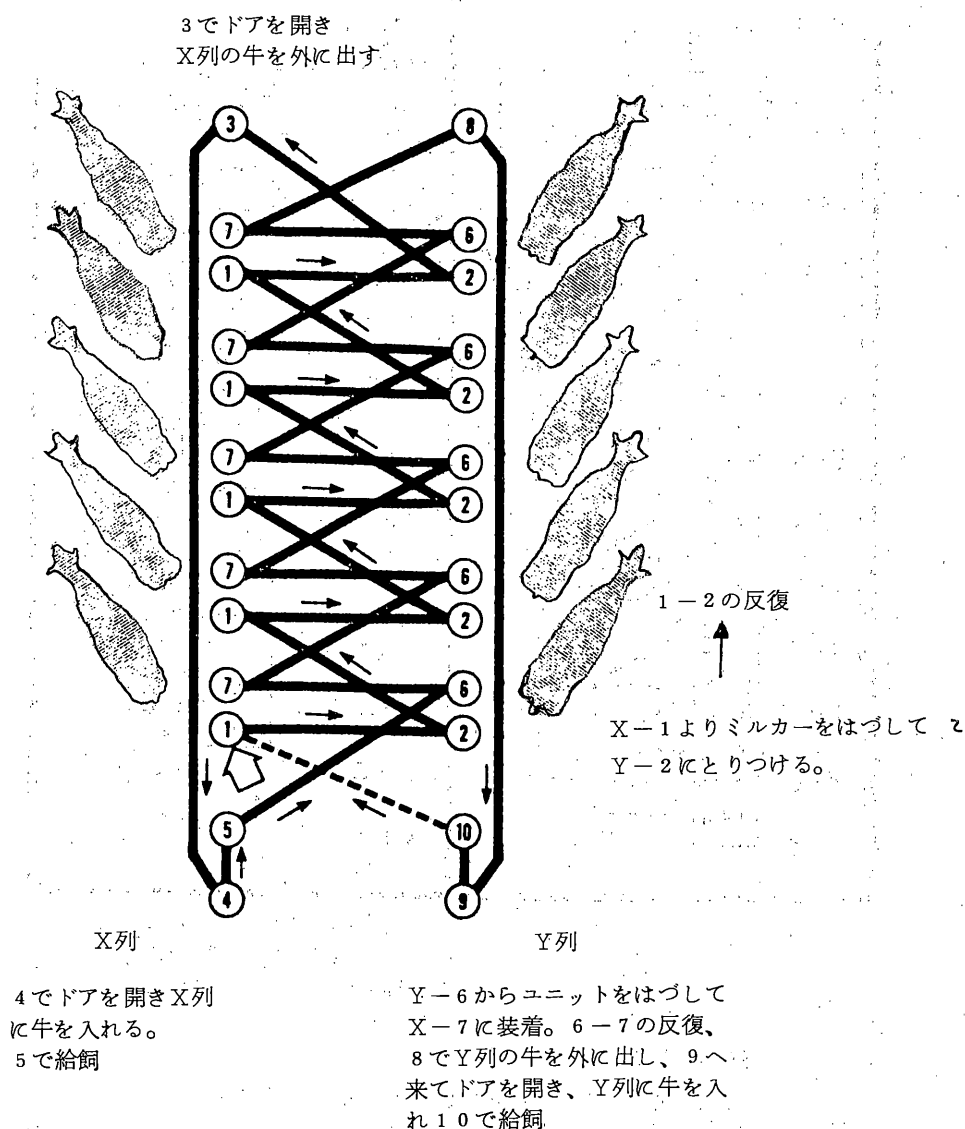
脈動波型・真空圧二段階自動変換装置付 12 頭複列

ヘリンボーン・ミルキング・パーラー単位作業動線

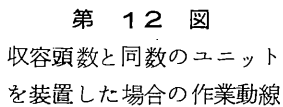
時間経過記録

13～24の牛をY列に入れ、X列と同じ作業を繰り返して18分でY列24迄のユニット装着を終り、X列の1～12をパーラーから開放する。従ってX列の1～12の牛の採食可能時間は18分からパーラーに1～12を入れるに要した時間2分24秒を引いた15分36秒、また machine on time はX列の1からY列の13につける為にユニットをはづす迄の時間11分24秒からパーラーに1～12を入れるに要した時間、2分24秒とXの1の為の乳房装着迄の時間、 $A+B=24$ 秒を差し引いた時間、8分36秒となり、これを3回半繰り返して約1時間で80頭の搾乳を終る。

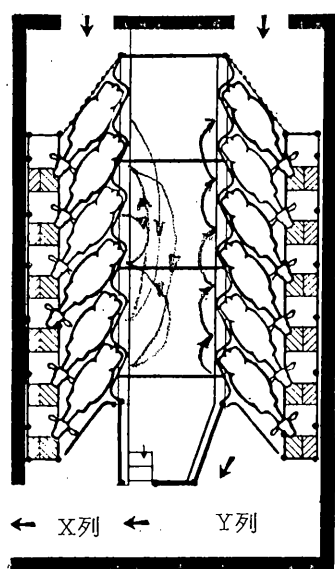
以上は複列の頭数にミルク・ユニットを両側に振り分けて搾乳する場合の動線と所要時間で、具体的な作業は第11図の如くであるが、これをX、Y列各々にユニットを装備するとその作業動線



第 11 図

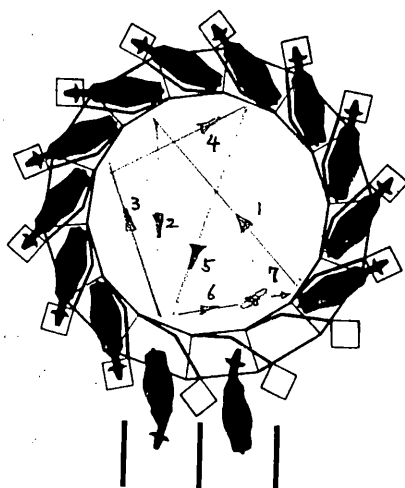


これ迄の説明で理解願えた様に、どの様な搾乳室の型式をとるにせよ、machine on time が変らぬ以上、作業効率の向上は作業動線の短縮であり、第 5 図からも理解される様に牛から牛への移動の動線もヘリンボーンが最も短い。それでも在来型のヘリンボーンでは第 13 図の X 列のような動線は最少限必要であった。これが既述の様に Dual Vacuum System の実用化によって Y 列の様な動線に単純化され、80 頭／人／時迄効率化が可能となった訳であるが、省力効率化をすすめるについては限度はない。より以上の効率化をはかれないか、と云うことで開発されたのがロータリー・パーラーである。第 13 図の Y 列の動線を更に短縮する為には、ミルカーが装着されている牛



在来型のヘリンボーン

搾乳作業の
→
効率化



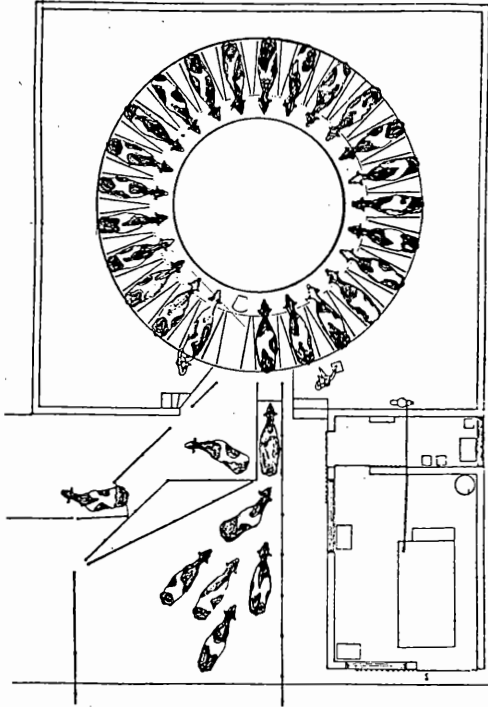
ロータリー・ヘリンボーン

第 13 図

を作業する人間の方へ動かしてくればよい訳で平均的 machine on time で一回転する様な円盤にのせてやればよい。乳牛が入ってきてミルカーを装着され、泌乳している間に一回転して戻ってきたらミルカーをはづしてやると牛は外へ出てゆく。従って牛の入口と出口は殆ど同じ場所で、人間は立ったままミルカーの着脱をしてやればよい。しかしせっかくのこの着想も、Dual Vacuum System が実用化される以前は、乳牛の machine on time の差により第13図のロータリー・ヘリンボーンの様にはユニットの着脱、乳房の泌乳状態の点検等の為に1～7の様な作業動線となり、さしてロータリーにした設備投資に見合う程の効率化ではなかった。円盤の途中で泌乳が終っても、over milking にならない様な状態でユニットが乳房についており、出口迄回転してきてここでユニットをはづしてやる様な方法でないと動線の短縮にはならない。またこの様なことの対策として、泌乳量を感知して自動的にユニットが離脱する装置もあるが、これは現場を知っている各位が既に体験しておられる様に、ユニットをはずしてから乳房を揉んでやれば少なからぬ乳汁を分泌する牛も多いので、その実用性については問題がある。これもDual Vacuum System と連動させればその効果は期待出来る。

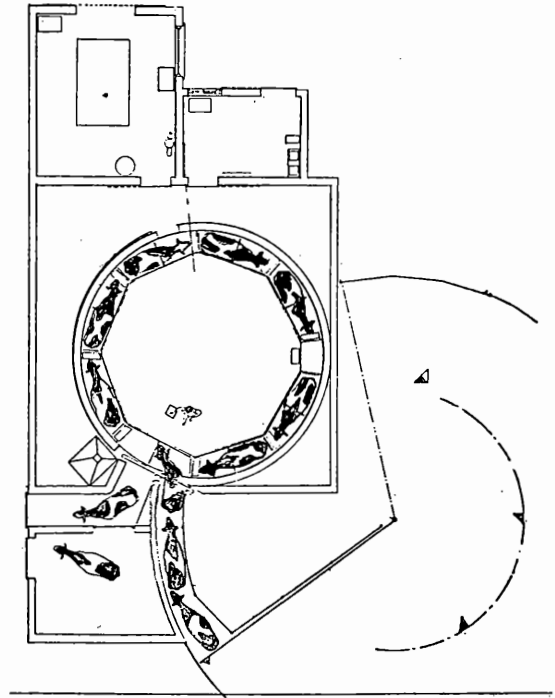
既述のロータリー・パーラーについての技術史の変遷とは別に、回転パーラー自体についての着想はそれ以前からアメリカに存在していた。ロートラクターと云うパーラーで(第14図)約30年程前に設備され、毎時180～220頭の処理能力があったが、Dual Vacuum System の作用を人手でおこなっていたので作業員が5名(従って1人当たり40～50頭毎時)必要であり、それ程効率的ではなかった。これを設備したのは観光牧場であり、省力よりも搾乳状況を見せて衛生的であることを強調し、牛乳を売るのが目的であった。また第15図の様なロータリー・タンデムもあるが、

GENERAL LAYOUT ROTARY TURNSTYLE 25



第 14 図

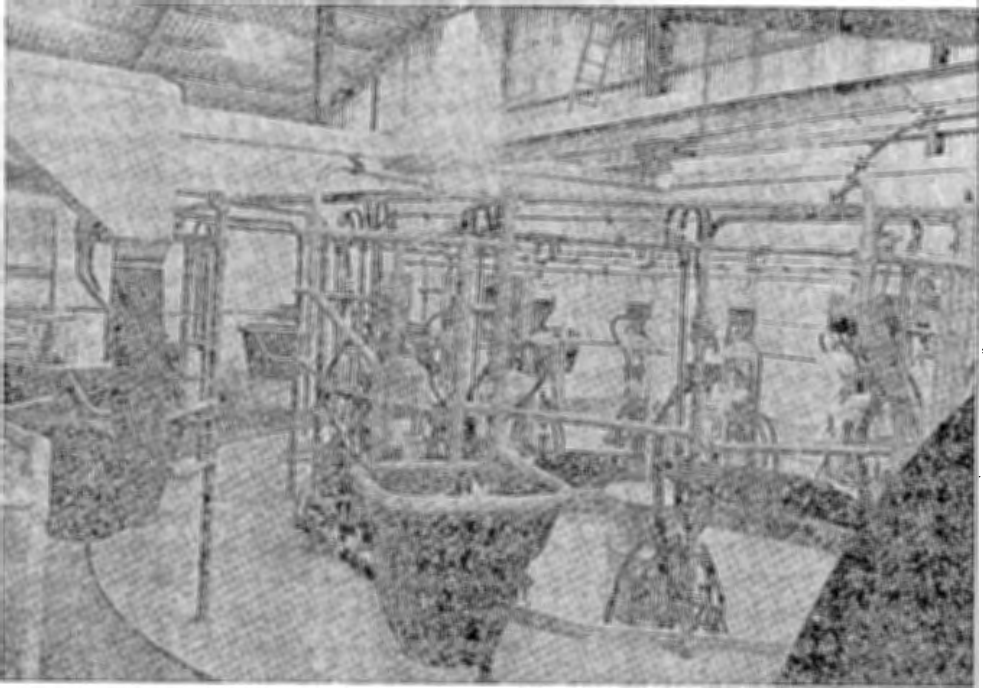
GENERAL LAYOUT ROTARY TANDEM 8



第 15 図

パーラーの同一建築面積内ではヘリンボーンの方が収容頭数が多く、タンデムであることのメリットは少ない。第 16、17 図の写真は Dual Vacuum System 附設ロータリー・ヘリンボーン（イギリス）である。この様にしてロータリー・ヘリンボーンが開発されたのであるが、特にアメリカ、オーストラリア、ニュージーランドに於る 500 頭以上の規模の牧場にこの要望が強く、それに応じて実用化されたものであり、次いで 5 年程前からイギリスに導入され、逐次ヨーロッパ全域に普及してきている。現行では乳牛の一回転に収容し得る頭数は 14、18、～28 迄飼養頭数の規模に応じて各種あり、その牛群の中の一番長い machine on time を要するグループの平均速度に合わせて回転のスピードを調整する様になっている。搾乳効率は年間 4,000～4,500 kg の牛群で 90～150 頭／人／時である。

尚、ロータリー・パーラーの呼称法として、一回転に収容し得る頭数が 18 頭であれば、18 プラットフォーム・ロータリー・ヘリンボーン、とか、18 プラットフォーム・ロータリー・タンデム、と云う様な表現法をしているので、関心のある方は記憶されておくと、今後の技術的論議などにも便

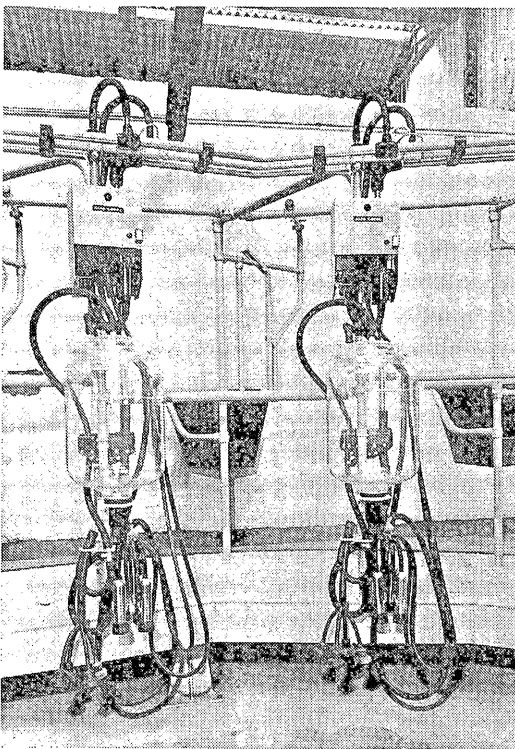


第 16 図

利であろう。

8 ユニラクター

Dual Vacuum Systemの実用化により、第13図のロータリー・ヘリンボーンの様な動線がいなくなり、作業としては乳牛の入口と出口にいてミルカーの着脱だけ、ということになれば搾乳装置が円型である必要はない。ここで既述の最新の技術を折り込んで開発されたのがユニラクター（第18、19、20図）である。ユニットをつけてやった後は、機械が自動的にマッサージ、搾乳、マシンストリップングをしてくれるので、速くの方へ行ってゆっくり乳を出して来なさい。出口の処へ戻ってきたらユニットをはづしてあげるよ、と云う事で、作業員は乳牛の入口の処で牛の番号をみて配合飼料の放出量をセットし、乳房、乳頭を清拭してミルカーを装着し、後ろの出口の方を向いて帰ってきた牛のミルカーをはづしてやればよい。



第 17 図



第 18 図

(デイリーマン社撮影)

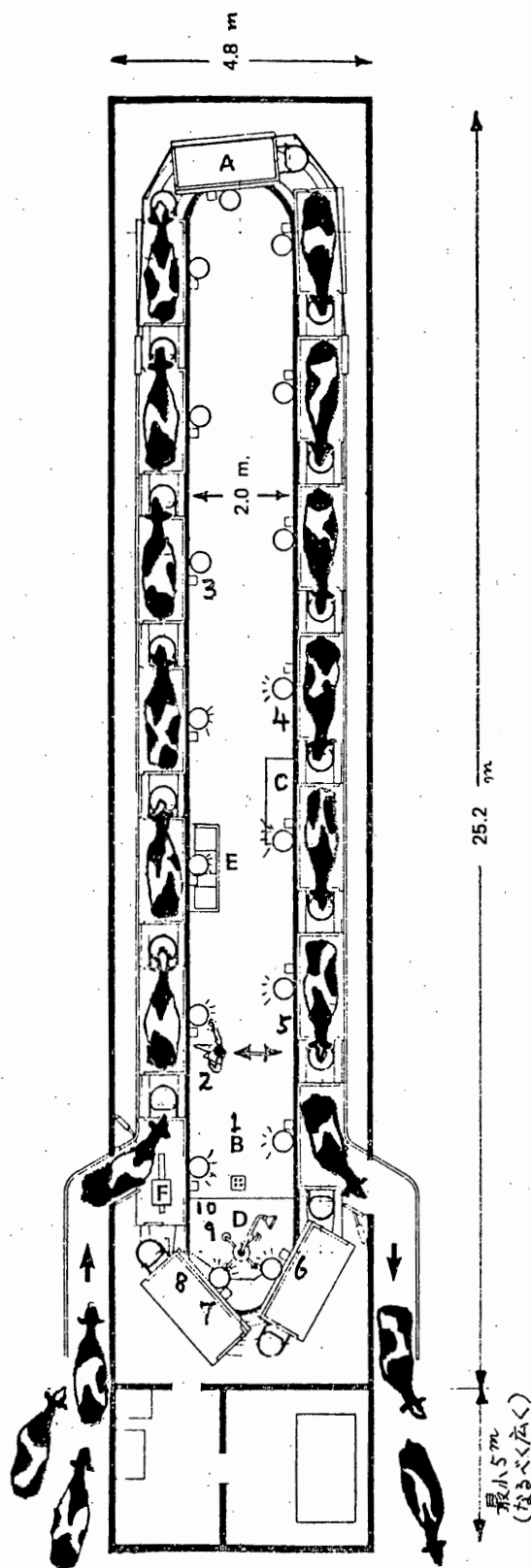
前向き、後むきの作業の動線だけであるからこれ以上の短縮は出来ない。作業効率は最高である。乳量を読取り、記録しているうちにプラットフォームが第 19 図の 6 に移ってくると牛乳貯溜容器に送乳装置が自動的に結合され(第 21 図)、バルク・クーラーなどに送乳される。次いで 6、7 の位置で清水によるゆすぎ洗いがおこなわれ、次の牛の搾乳準備が完了する。この行程を何回転が反復して全部の牛の搾乳が終了したら B のコントロール・パネルを自動洗滌にスイッチする。プラットフォームは回転を続け、第 19 図の 5 に来ると洗滌装置(第 22 図)が自動的に上下してゆすぎ洗いを洗滌剤溶液、殺菌剤溶液による処理を行う。この時点では人間がついている必要はなく、自動洗滌のスイッチを入れたら作業員は帰ってしまえばよい。

17 のプラットフォームの洗滌が完了すると自動的に真空ポンプその他の全電源が遮断され、次の搾乳時の洗滌の為に洗滌バットの C 槽にの

み加熱ヒーター(サーモスタット付)が通電される。ユニラクターの特長を総括すると次の如くである。

- (1) 1人ですべての作業を行い、1時間に100～120頭の搾乳ができる。
- (2) 機械の操作が簡単。きめられた作業体系を習得すれば人が替っても差し支えない。つまり乳牛の生理的、心理的な自然のリズムを乱すことがない。
- (3) 泌乳量に応じて真空圧が自動変換し、乳房の健康を維持する。つまり乳牛自身が自分の泌乳生理の状態に応じてミルカーの機能を制御する。
- (4) 全頭の搾乳終了後、搾乳系統、送乳系統の洗滌が自動的に、且つ無人でおこなわれる。
- (5) 頭数規模の増大に応じてプラットフォームの増設が可能である。ロータリー方式では増設は無理であり、建物の四隅が無駄である。
- (6) 乳量の自動記録装置の取付が可能である。

概ね以上の如くであるが、現在欧米では約25セットが稼動中であり、特にイタリアのコルシカ島では3,000頭の乳牛を34プラットフォームのユニラクター3棟で3交替24時間搾乳(6時間搾乳、2時間洗滌、維持補修作業の3交替)が行われている由である。また欧米に於ては近い将来の目標として、ユニラクターにより家族労働で300頭8時間労働を目標として指導している。



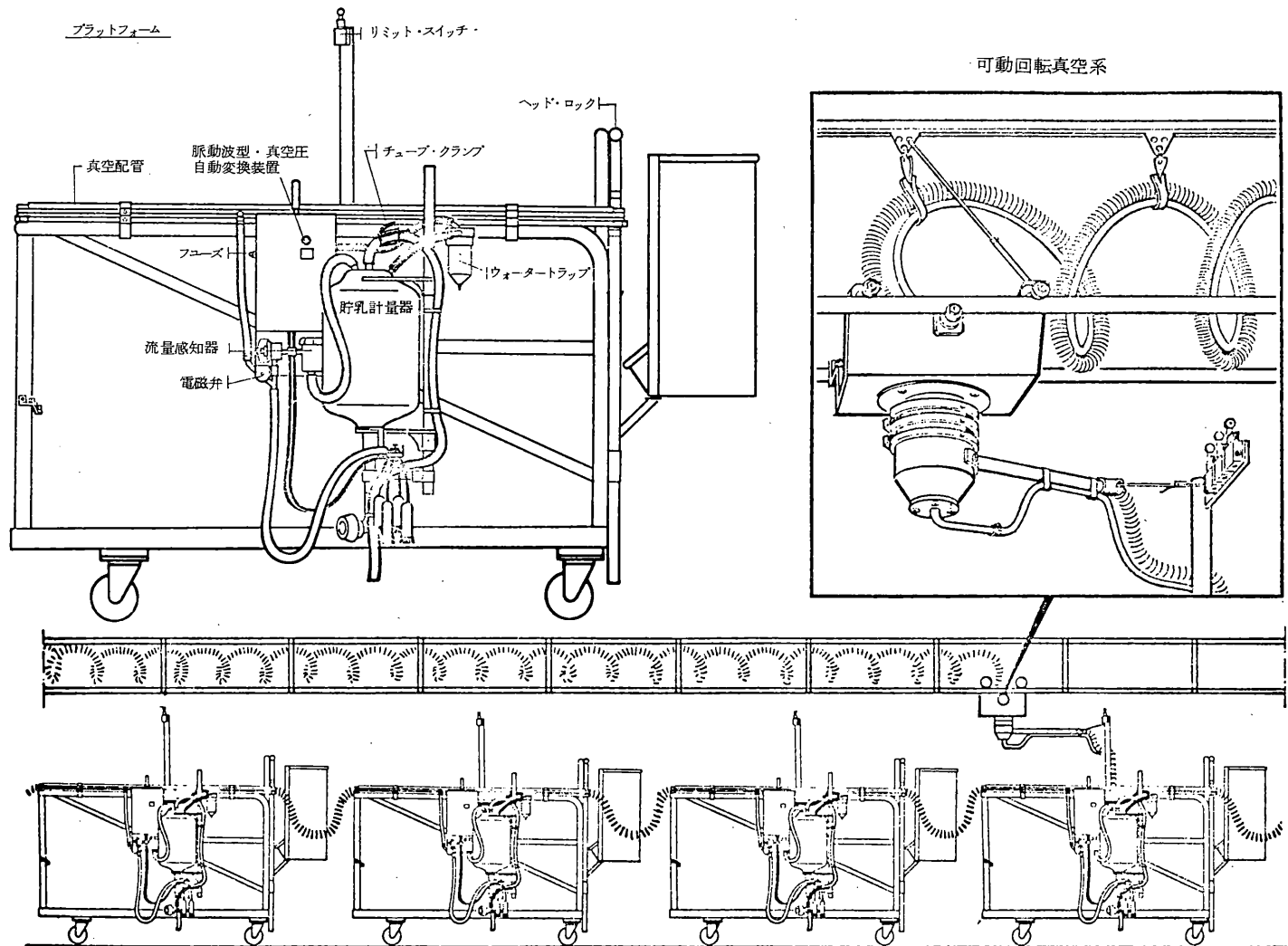
主要装置

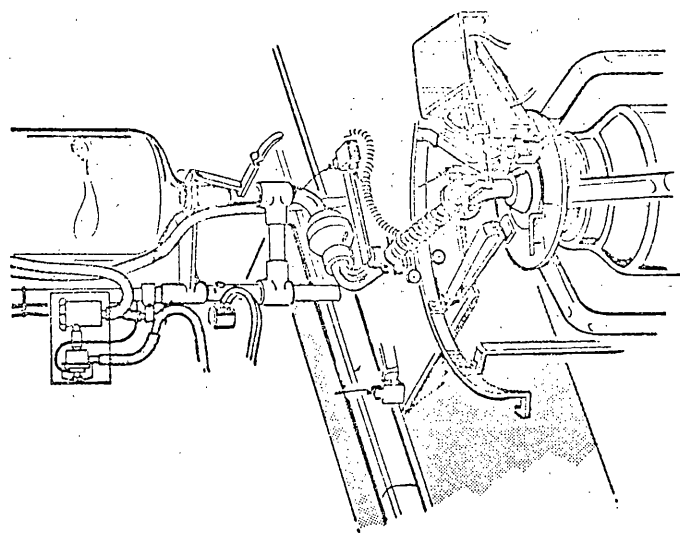
- A プラットフォーム×17
- B コントロール・パネル
- C 駆動装置
- D 送乳装置
- E 自動洗滌装置

作業の手順

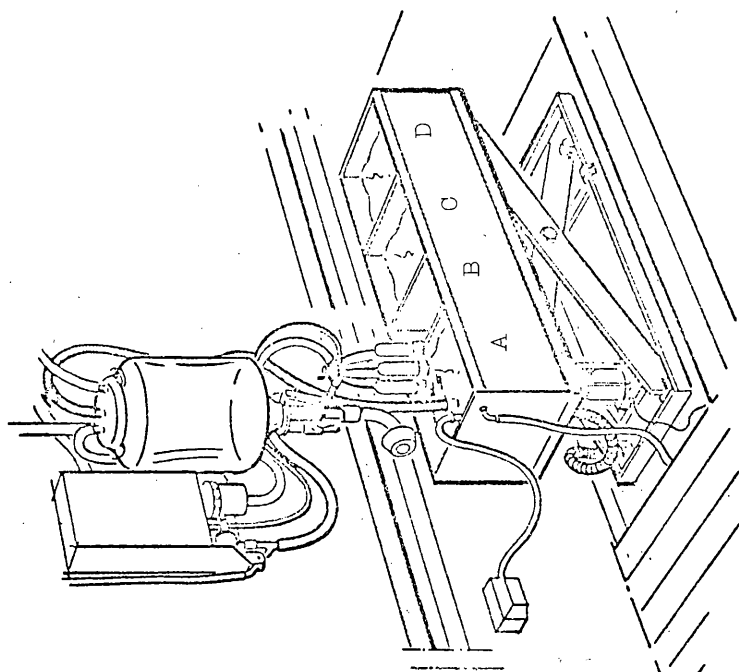
- 1 入ってくる牛の番号をみて配合飼料給与量をセットする
- 2 乳房清拭、ミルカー装着、低真空圧
- 3 通常の搾乳真空圧に自動変換
- 4 再び低真空圧に変換、マシン・ストリップング
- 5 乳房を点検、ユニットをはづす。
- 6 乳量読取、記録
自動送乳、常圧
- 7 自動送乳終了
- 8 バック・フラッシュ（ゆすぎ洗い）開始
- 9 バック・フラッシュ終了
- 10 自動バルブ真空圧に結合
低真空圧作動

第 19 図





第 21 図

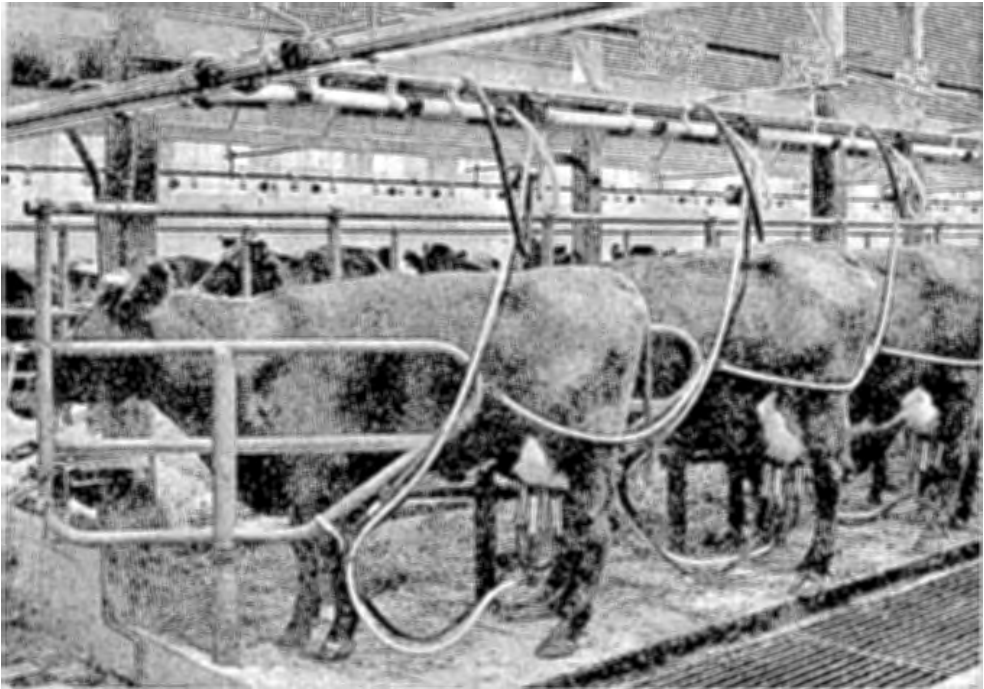


A 槽；清水によるゆすぎ洗い
B 槽；ゆすぎ水放流
C 槽；洗滌剤溶液
D 槽；殺菌剤溶液

第 22 図

9 ライホルム・システム (RYHOLM SYSTEM)

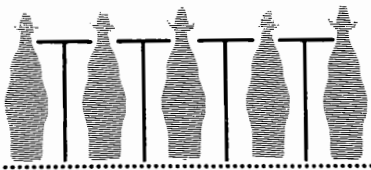
以上は搾乳作業の効率向上、省力化に重点をおいて最新の技術を集約した搾乳設備であるが、試験場等学術研究機関、或はブリーダーなど、より徹底した個体管理が不可欠の農場も少なくない。しかしこのような農場に於てもご多分に洩れず人手不足、或は後継者の問題等で搾乳作業の効率化も等しく要請されている処である。これに応じて開発されたのがライホルム・システム (第 23 図、第 24 図) で、搾乳時以外はスタンション、木柵と同じ様な排列としておき、個体毎の飼料給与量の調整、授精、



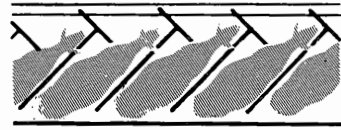
第 23 図

医療等をおこなう。図で理解願える様に鎖、鼻輪等で繋留はしないが、勝手な動きは制限される。横臥している時は勿論前後に動かないので、立っている時だけ制限してやればよい。繋留束縛によるストレスを与えない、と云うことは数値的に評価し得ない長所であり、また隣の牛が立ち上がる時に乳頭を踏みつぶされる、と云う様な事故も防がれる。搾乳の時のみ (第 24 図) の様に油圧連動装置で“右向け右”、或は“左向け左”をさせ約 40° の斜列にする。図でみられる様に乳房の間隔がヘリンボーン・パーラーとはほぼ同じ併列となり、ミルカー着脱の為の立ったりかがんだり、の動線と、次の搾乳牛へのミルカー運搬の作業がふえるのみで、ヘリンボーン・パーラーに近い作業効率をあげることが出来る。従来のスタンション、木柵のバイブライン・ミルカーの様に牛と牛との間に割って入ってミルカーを真空、送乳配管に接続する作業も簡略化されるので特に個体管理を要する農場に適した管理方式である。

操 作

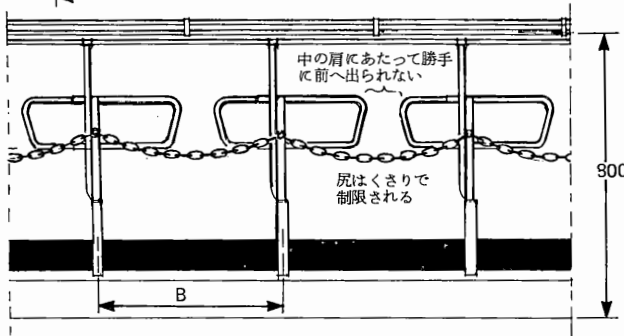
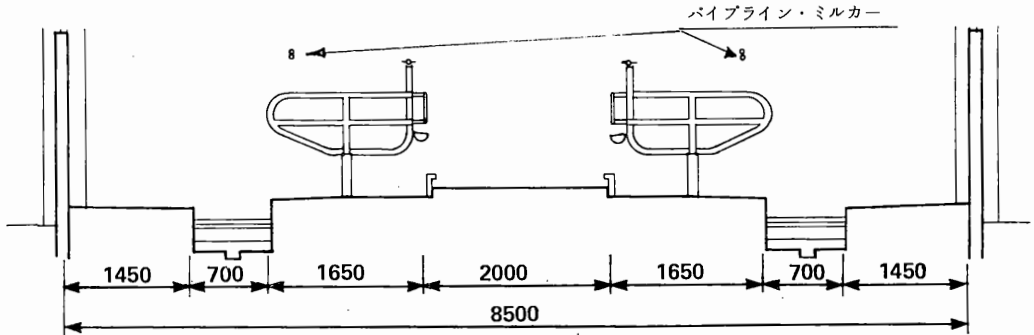


乳牛は1日のうちの大部分、この位置



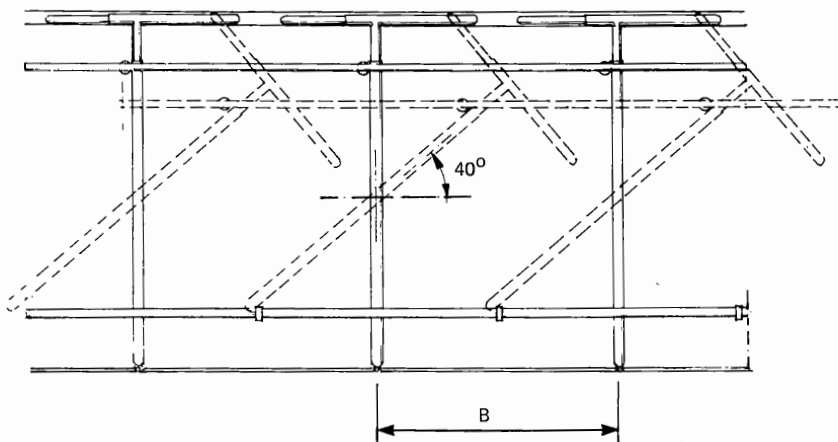
搾乳時はこの排列（ヘリンボーンと同じ）

設 計 例



ストール・寸 法

体 重 kg	体 長 mm	幅 (B) mm
400	1500	1000
500	1550	1100
600	1600	1150
700	1650	1200
800	1750	1200



第 24 図

10 お わ り に

技術の革新は日新月歩である。今日の最新技術が明日は陳腐なものとなるのも日常の茶飯事として吾々が体験している処であるが、ここに述べた事項は少なくとも今日吾々の周辺で手の届く、実現可能な最新の技術である。経営規模に応じ、過剰投資にならぬ範囲で応用され酪農経営の近代化に資する処あれば幸である。更に附言すれば、ミルキング・ユニットの自動離脱は既に開発されているが、自動装着も可能であり、工業用テレビで牛群の動きを看視しながら自宅の居間からの遠隔操作で搾乳作業をおこない、同じく搾乳器具、バルク・クーラーの洗滌、殺菌も無人ですませる事も既に実験的にはおこなわれている。しかし吾々としては、ミルキング・ユニットの自動着脱は最後に手をつけるべきもの、として残してある。理由は、飼料作物の収穫、貯蔵、給与、搾乳、糞尿処理等、酪農経営に於る諸作業はどれ程機械化してもかまわないが、搾乳の時のミルカーの着脱ぐらいは飼い主が自らやって欲しい。周辺の管理がすべて機械化されても、搾乳の時だけが乳牛との対話の最後の機会であり、この着脱迄自動化してしまったらそれは最早「酪農」ではなく、牛乳搾取業とでも呼びたい異質のものになってしまう。吾々は酪農経営に他の一般産業には感じる事の出来ない生物との対話、自然と共に生きる歓び、と云った人間の心をなごませるロマンを感じるのであるが、ミルカーの着脱迄自動化機械化してしまったら、それは酪農についての吾々のイメージ、人間くささ、生き物くささとは無縁のものと云はざるを得ない。

とは云うものの、国連の人口対策、食糧問題委員会が焦眉の急として取り上げてはいる様に、吾々の数世代後の子孫達は間違いなく食糧の枯渇に悩まされ、酪農経営のロマンチズムなどと云うのん気な事は云っていられない事態がそれ程遠くない将来必ず訪れる。リサイクリング Recycling の技術導入とか、石油蛋白などの見通しを強いられることも予見されるのであるが、その様な事態に至ってはじめてミルカーの自動着脱にも目をつぶらねばならなくなるのではないか、と考える。

その様な事態に至っても技術的には充分対応できる準備は既に完了しているのであるが、それにしても“酪農経営のロマンチズム”などと云う感覚でこのレポートを書いていただけることの幸福を想いながら筆を措くものである。