

### 第3章 北海道における乳牛飼養管理機械の普及

松田 従三  
(北大農学部)

#### はじめに

家畜管理技術を大別すれば、労働生産性の向上を追求する省力管理技術と、家畜自体の生産性を高めるための環境の利用および制御の技術とに分けることができ、これら技術を向上させるために多くの機器、設備が使用されているが、この機器、設備を総称して家畜管理機械という。ここでは、主として酪農の飼養管理機械について述べるが、これは搾乳関係、給餌関係、糞尿処理関係が主たるものである。これら機械が出現したのは非常に新しく、北海道の統計上に示されてまだ20年ほどにすぎない。

酪農における作業別労働時間は、図1に示すように、昭和35年から59年までの24年間に1/3以下に短縮され、59年では129.6時間/年・頭すなわち21分/日・頭に減少している。飼養管理機械の発達に伴って労働は軽減され時間は減少してきたが、これをどこまで短縮できるか興味あるところである。労働時間が10分/日・頭に短縮できるならば、12時間労働であれば72頭まで飼養可能となるが、多頭化に伴う機械化自動化によらなければ、労働時間は短縮できないし、さらなる規模拡大も機械化なしには考えられない。表1に昭和59年の飼養頭数規模別の作業別労働時間を示してい

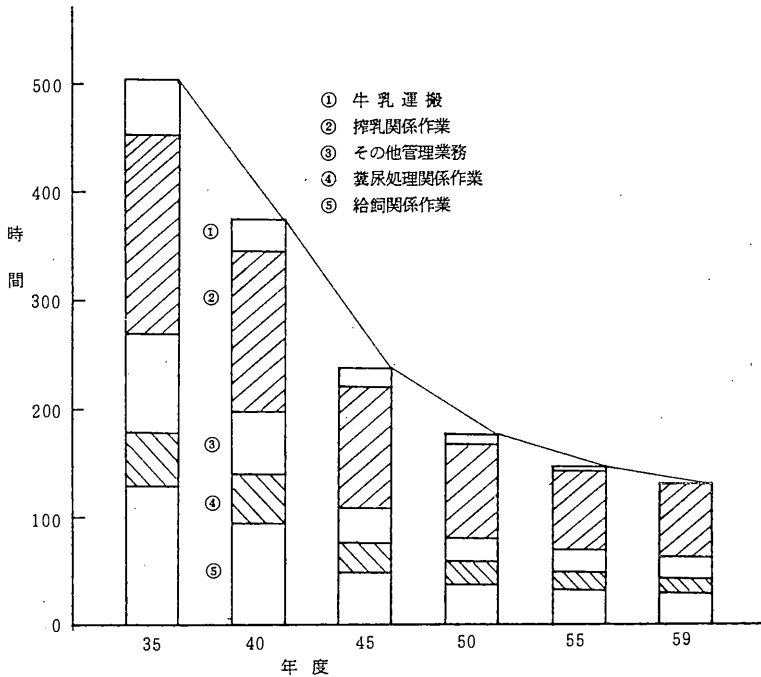


図1 酪農の作業別労働時間の変化  
(搾乳牛通年換算1頭当たり)  
35~59畜産物生産費調査報告

表1 昭和59年酪農の作業別労働時間（搾乳牛通年換算1頭当たり）

	単位 時間					
	合計時間	給餌関係	糞尿処理	搾乳関係	牛乳運搬	その他管理
全国平均	156.1	39.1	21.2	74.4	2.2	19.2
北海道平均	129.1	28.9	14.9	67.5	0	14.9
1～4頭	197.3	56.2	24.8	90.2	—	24.8
5～9	188.0	37.6	24.2	102.8	0.1	24.2
10～14	173.6	36.2	24.2	89.0	—	24.2
内15～19	157.3	33.6	21.2	82.2	0.2	21.2
20～29	137.7	27.7	16.2	75.4	—	16.2
30～49	125.4	28.8	14.1	64.1	—	14.1
50～	91.3	22.2	9.3	47.1	—	9.3

59年 畜産物生費調査報告

る。これによれば明らかに、多頭化に伴って労働時間は短縮化されており、50頭以上の飼養では、91.3時間/年・頭（15分/日・頭）と昭和35年当時に比べて1/5以下になっている。

機械化の功罪は、種々論議されるところであるが、以下機械別に普及状況、作動原理、種類、構造などについて概説する。

### 搾乳および牛乳処理機械

北海道における統計資料では、昭和32年に全道で57台のバケット型ミルカが使われ、37年に959台に増えたとされている。ミルカはその後着実に増加を続け、表2、表3に示すように、昭和43年には19,000台、50%の普及率、59年には飼養戸数の減少で15,500台と減少しているものの87%の普及率と全国平均の63%を、大きく上まわっている。これは北海道でも10頭未満の酪農家では手搾りはみられるものの、10頭以上ではほぼ100%の普及となっているためである。

しかしミルカーとくにパイプライン形ミルカーの普及とともに増加したのが、乳牛の職業病といわれる乳房炎である。乳房炎の発生原因は多岐に亘り、それが相互に関与するので未解決の面も多いが、1つの要因としてミルカーがあげられてい

表2 昭和43年北海道における頭数規模別ミルカー、牛乳冷却機の普及台数

	飼養戸数	ミルカー	牛乳冷却機
1～4頭	12,520	1,890	170
5～9	11,910	7,540	500
10～14	5,370	5,070	560
15～19	3,080	2,980	390
20～29	1,550	1,540	170
30～49	190	190	30
50以上	0	0	0
小計	34,620	19,210	1,800
子畜のみ	4,240	80	0
合計	38,850	19,290	1,800
全国合計	300,400	102,100	31,200

43年 畜産統計

る。図2に乳牛の死産事故中の乳房炎牛率とミルカーの出荷台数との変化を経時的に示した。手搾りが主流だった昭和30年代前半までは、乳房炎の発生率は少なかったが、それ以後多頭化に伴うパイプライン形ミルカーの普及にほぼ比例して乳房炎は増加した。このためミルカーはより早く搾ると同時に、乳房に障害を与えないことを主眼に改

表3 昭和59年北海道における頭数規模別ミルクカー、バルククーラの普及台数(59.2)

	飼養戸数	ミルクカー	バケツ形	パイプライン形	バルククーラ
1～4頭	970	230	230	2	200
5～9	1,140	920	910	10	870
10～14	1,260	1,230	1,200	24	1,210
15～19	1,340	1,290	1,180	180	1,260
20～29	3,600	3,570	2,500	1,310	3,570
30～49	6,260	6,260	1,910	5,360	6,250
50以上	1,990	1,990	700	1,920	1,990
小計	16,500	15,500	8,620	8,810	15,300
子畜のみ	1,240	41	41	15	29
合計	17,800	15,500	8,660	8,830	15,400
全国合計	86,900	74,000	54,900	23,200	59,700

59年 畜産統計

良が進められてきた。ミルクカーが乳房炎発生の要因の1つとすれば、ミルクカーの構造、機能そのものに由来するものとミルクカーの使い方が考えられる。パイプライン形ミルクカーの場合、搾乳中の圧力変動が大きく、これが乳房に悪い影響を与える結果として乳房炎になりやすいことが指摘されている。しかし、ミルクカーの改良とともに、ミルクカーの正しい使用方法、保守管理技術についての指導効果も現われ、ミルクカー使用に起因する乳房炎の発生率は年々減少しつつあるといわれている。

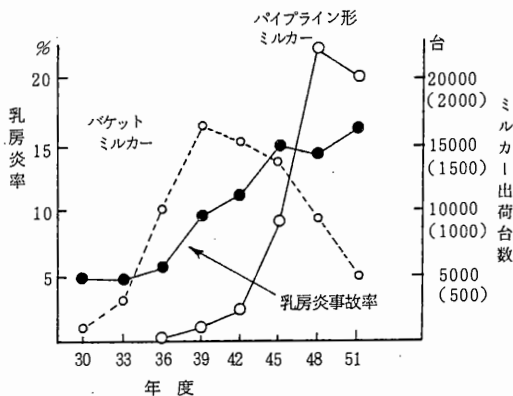


図2 乳牛の死産事故中の乳房炎とミルクカーの出荷台数 (○) : パイプライン台数) 参考文献7

表4に十勝における搾乳関係機械の普及率と原料乳の落等率の推移を示した。十勝においては、昭和34年頃から各地に散在していた集乳所の整理統合をすすめ、クーラステーションによる集乳体系が、昭和41年頃に確立されたが、これに応じて落等率は急激に減少した。さらに乳質改善に関する指導が徹底し始め、畜舎環境、飼養管理技術、ミルクカーや牛乳容器の洗浄、牛乳冷却などの技術指導効果が現われ、落等率は益々減少していった。昭和46年頃からパイプラインミルクカー、バルククーラの導入と集乳路線の整備、ミルクローリによる集乳体系化が急速にすすめられるに伴って、49年頃からは、バルククーラ使用者には、落等乳は皆無になったとされている。

このように搾乳関係機械の普及によって、乳質は向上し、搾乳に関連する飼養時間も北海道の50頭以上飼養農家では、47.1時間/年・頭と減少した。しかしこの搾乳、牛乳処理に関する作業時間は、いまだ総作業時間の50%以上を占めており、今後さらなる研究開発が望まれるところである。

ミルクカーはすでに自動離脱装置も実用化され、異常乳の検知装置をも内蔵したミルクカーも実用化

表4 十勝の搾乳関係機械の普及の推移

年 度	酪農家戸数	バケツミル カ普及率	パイプライン 普及率	ミルクィン グパーラー	バルク クーラー	原料乳の 落等率
34	9,194					5.79
35	9,744					4.93
36	9,659					4.70
37	9,205	10.5				4.03
38	9,139	16.3				3.72
39	9,084	21.7				3.30
40	8,839	31.8				2.50
41	8,661	36.2				1.85
42	8,763	46.6				1.40
43	9,320	55.1				0.81
44	9,172	60.5				0.65
45	8,482	70.9				0.59
46	7,797	81.8	0.9	0.1	1.3	0.45
47	7,034	82.9	1.5	0.2	2.9	0.39
48	6,363	83.9	2.0	0.2	4.1	0.28
49	6,105	84.3	5.6	0.5	13.7	0.17
50	5,654	84.0	9.4	0.6	25.6	0.07
51	5,377	86.1	13.2	0.7	43.6	0.02
52	5,131	80.5	18.7	0.8	57.6	0.006
53	5,057	74.7	24.4	0.9	67.8	-
54	4,723	65.4	33.6	1.0	77.5	-
55	4,514	59.5	39.4	1.1	80.8	-
56	4,135	55.9	43.0	1.1	81.6	-
57	4,022	29.2	69.6	1.2	83.7	-

参考文献6

されようとしている。今後ミルクカーはますます自動化をめざし、最終目標は無人搾乳機の開発となる。この面で残された問題は、乳頭へのライナーの装着である。現在、乳牛の管理の内では管理者が介在しなければならない作業は、乳牛の健康管理と搾乳のみである。この最も難しい乳頭へのライナーの装着が実用された時には、管理者は牛を見まわるだけが飼養管理の大部分ということにな

るであろう。

## I ミルカー

### 1 原 理

搾乳機の主要部は、図3に示すように、真空ポンプ、ミルクユニット、パイプ類から成り、ミルクユニットは、ティートカップ、ミルクロー、二連チューブ、ミルクチューブ、パルセータ、搾

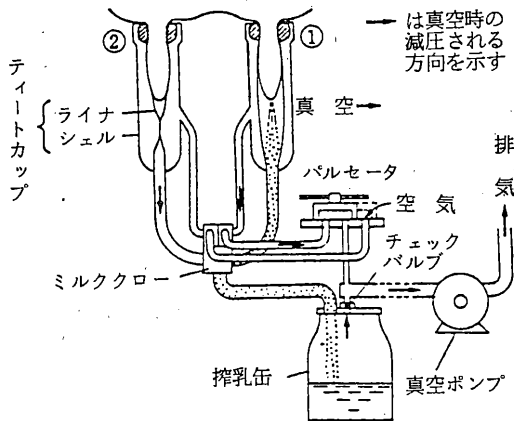


図3 搾乳機の原理図

参考文献 11

乳缶からできている。

図3において、ティートカップのライナーとシェルの間の空間(拍動室)には、ミルククローをへてパルセータからの真空圧と大気圧とが交互に導入される。図中①の場合、真空圧が導入されライナーが外側に膨らみ、ライナー内の負圧によって乳頭から乳汁が流出し(吸引期または搾乳期)、②の場合、拍動室は大気圧となってライナーは乳頭を包みこむようにして圧迫し、乳汁はほとんど流れない(休止期またはマッサージ期)という。この場合乳汁の流れは、つぶれたライナーによって妨げられて止まり、乳頭にはこの時も真空圧はかかっている。搾乳はこの吸引と休止の繰り返し動作によって行われる。

図4に、拍動室の真空圧波形を示している。拍動室の真空度が高くなり、ライナーが開くと搾乳が始まり、真空度が低くなりライナーが閉じて休止期に入ることを示している。この搾乳( $t_m$ )と休止( $t_r$ )との比を脈動比といい、50:50、60:40、75:25などがある。搾乳と休止を合わせた( $T$ )のが、1サイクルの時間であり、1分間のサイクル回数を脈動数という。脈動比、脈動数、真空度の3つは、ミルカーの搾乳性能におよぼす影響が大きく、ミルカーの搾乳性を表現する重要な値である。

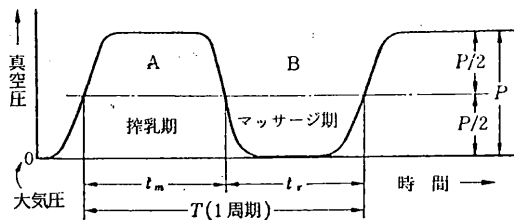


図4 脈動室の真空圧波形

参考文献11

パイプラインミルカーの搾乳真空圧仕様を表5に示す。アメリカでは、クラスタの4つのティートカップは、吸引・休止をほとんど同時に制御(同時脈動)しているが、ヨーロッパで多く採用されているのは、ライナー2つが1組になって脈動する交互脈動である。

## 2 ミルカーの種類

ミルカーは種類も多く分類法も多いが、一般的には表6のように分類される。

### 1) バケット形ミルカー

北海道ではすでにパイプラインミルカーが多くなっているが、都府県ではもっとも一般的に用いられているもので、バケットまたはペイルと呼ぶ搾乳缶に集乳するミルカーであって、ミルククローをもつクロー型(フロー型)と、クローがなくて搾乳した牛乳が直接バケットに入るサスペンド型とがある。バケット形ミルカーは真空ポンプと真空パイプとから成る真空発生装置と、ティートカップ、バケット、パルセータなどからなるミルカーユニットの2つの部分で構成されている。クロー型は、バケットを床の上におくもので、ティートカップを乳頭に装着しやすい特徴がある。しかし搾乳が終りに近づくとティートカップが乳頭基部にはいあがっていき、乳頭のつけ根をしめつけて乳汁の通路を遮断してしまうクリーピングアップ現象がおきやすい。このためティートカップユニットは、3kg程度の重量を有しているが、これだけではクリーピングアップは防げないので、搾乳終了まぎわにティートカップを下に引き下げなが

表5 名銘柄の搾乳真空仕様(ただしパイプラインミルクハイライン方式)

銘柄	項目	調圧器設定真空圧 mmHg	搾乳方式	脈動回数 回/分	脈動比 (吸:マ)
アルファラバル		380	左右交互	(気圧式) 60	2.5:1
ダリクール		361(140mmHg)	前後交互	(電磁式) 50	50:50
フルウッド		380	1挙動	( " ) 50	66:34
ガスコイン		380	"	( " ) 55	2:1
ホンダ		380	前後交互	( " )	前50:50 後60:40
メロット		(330~420)	1挙動	(気圧式) 50~60	55:45
サージ		( " )	"	(電磁式) 55~66	55:45
オリオン		380	前後交互	(気圧式) 48±3	前53:47 後60:40
S. A. C		380	左右交互	( " ) 50~55	50:50
シンプレックス		381	1挙動	( " ) 60	3:1
ステライト		380	前後交互	(電磁式) 50	55:45
ウェストファリア		380	左右交互	(気圧式) 60	60:40
ストラゴ		360	前後交互	(気圧式) 47.5~52.5	50:50または60:40
ユニバーサル			1挙動	(電磁式) 60	60:40

参考文献 12

表6 ミルカーの種類

搾乳の場所	乳を集める方法	搾乳部と乳房との関係
牛舎搾乳方式 (スタンション牛舎, ストールバーン, カ ウシェド)	バケット形	クロー形(床上形, フロア形) サスペンド形
	パイプライン方式	クロー形ティートカップアセンブリ プリーカーカップ形アセンブリ
搾乳室搾乳方式 (ミルクング・パーラ)	パイプライン方式	クロー形ティートカップアセンブリ プリーカーカップ形アセンブリ

参考文献 10

らマッサージする機械による後しぼり, しぼりきり(マシンストリップング)を行う必要がある。

サスペンド型は, 牛の背中にかけた腹帯に扁平底の缶を懸吊して搾乳するもので, ミルククローがなく, ライナーを通った牛乳は直接缶に入る。この形は搾乳缶の重さと中にたまった牛乳の重さ

で, ティートカップを下に引っばるのでクリーピングアップを生ずるおそれがない。またパルセータの脈動作用による搾乳缶の揺動運動がいわゆるタッグアンドプルを行い, 乳汁流下をなめらかにするため, ほとんど後しぼりする必要がないといわれる。サスペンド型は, 搾乳の逆流が少なく,

ミルクチューブ、クローなどが無いので牛乳の汚染が少ないといわれる。しかしサスペンド型は、作業の複雑さから好まれず使用例は少ない。

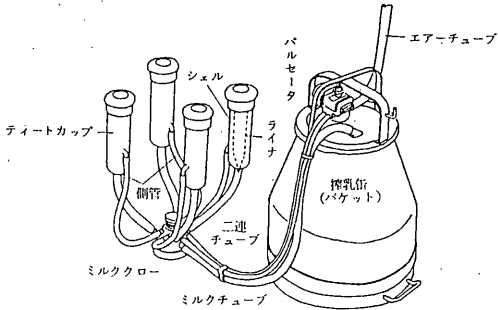


図5 バケット形ミルカ 参考文献11

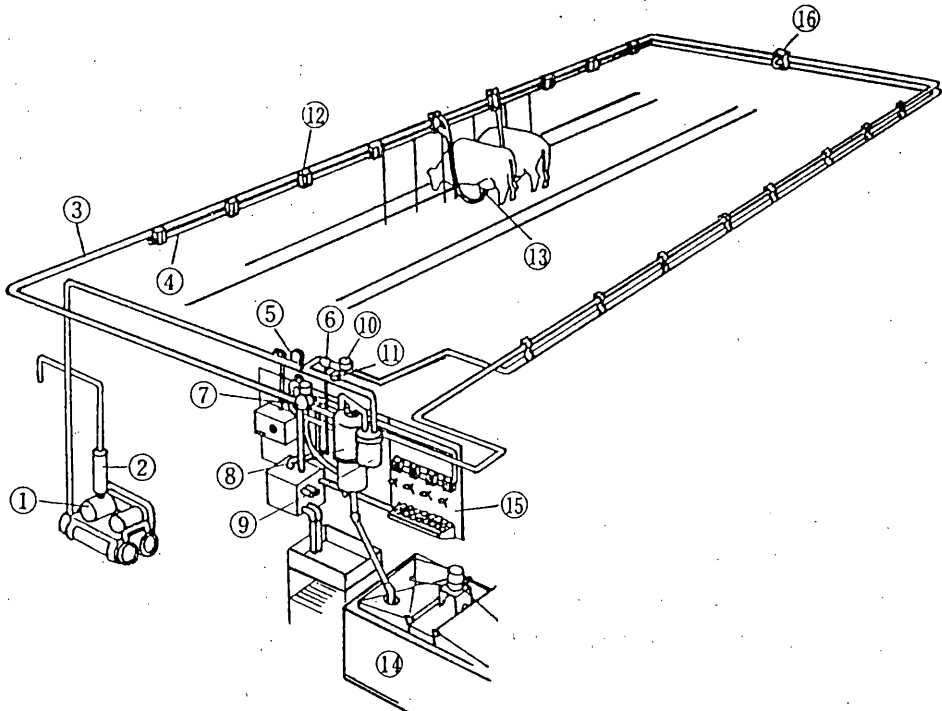
## 2) パイプライン方式ミルカー

パイプライン方式は、搾乳した牛乳をミルクパイプで直接集乳缶またはバルククーラに送る方式

である。これにはカウシエイド方式 (牛舎方式) とミルクングパーラ方式 (搾乳室方式) とがある。

パイプライン方式は、搾乳部、送乳部、貯乳部に分けられる。搾乳部はクロー形のティートカップまたはブリーカカップの搾乳ユニットが用いられ、搾乳缶はなく、ミルクチューブをミルクパイプのミルクタップに直結することによって集乳する。ブリーカカップは、サスペンド型ミルカーの特殊型とみることができ、クローの内容積を大きくしたもので、クローとバケットの機能をかね備えている。これはサスペンド式にして用いたり、スプリングマット式にしてとりつけて使用する。一般にはクロー型が多く使われている。

送乳部は、真空調圧器をもった直径32~38mmのミルクパイプと真空パイプ、送られてきた牛乳を真空と分離するレリーザが主要部分である。



- ①真空発生装置、②消音器、③ミルクパイプ、④真空パイプ、⑥真空計、
- ⑥切換えコック、⑦三方コック、⑧レリーザ、⑨サニタリトラップ、
- ⑩真空調整器、⑪バキュームコントローラ、⑫ミルクタップ、
- ⑬ティートカップユニット、⑭バルククーラ、⑮ティートカップウオッシャ、
- ⑯ブリードホールオートジール

図6 パイプラインミルカの構造

参考文献11

パイプライン方式は、搾乳から貯留まで牛乳を外気に触れさせないで処理するため、品質を保持することができるが、逆に牛乳に直接接触する部分が多いので、洗浄殺菌はより重要である。

### 3 構造

1) ティートカップ ティートカップは、シエル(外筒)とライナー(内筒)とからなり、シエルには側管があり、ライナー外側の拍動室とミルククローを介してパルセータに通じている。

ライナーの形状はメーカーにより異なるが、大きさは乳頭に応じたものを選ぶ必要がある。

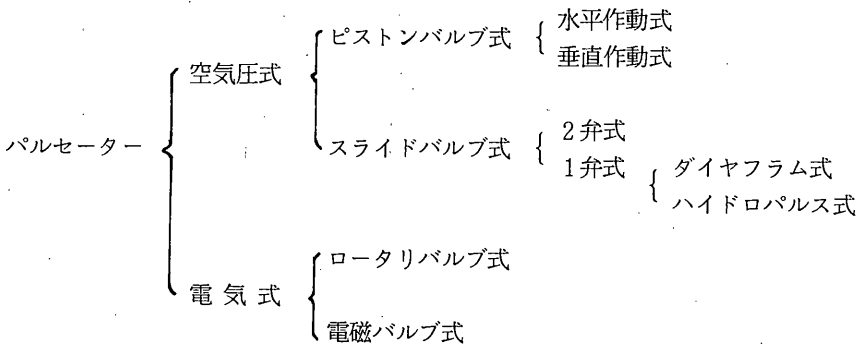
2) ミルククロー ミルククローは、4本のティートカップから牛乳を集め、ミルクチューブを経てバケットまたはミルクパイプに流し込む中継ぎをすると共に、パルセータからの通気をこ

こでさらに分岐してティートカップに伝える中継点でもある。ミルククローは、クロー本体とクローバルブとから成っており、クロー本体にはライナーニップル(4本)、脈動ニップル(4本)、二連ニップル(2本)、ミルクニップル(1本)がついている。

クローの容量は90~600mlであってメーカーによって差がある。

3) パルセータ パルセータは搾乳機の心臓部ともいふべき部分で、ティートカップの脈動をおこす装置である。表7に示すように作動動力源により空気圧式と電気式に分けられる。空気圧式には、真空圧と大気圧を交互に切り換えるバルブの形式によって多くの種類がある。一般に空気圧式の方が多く用いられているが、電気式では電磁バルブ式の使用例が多い。

表7 パルセータの種類



### 参考文献 7

4) バケット 搾られた牛乳はティートカップからクローに集まり、ミルクチューブを通過してここに入る。耐酸性金属でつくられ、容量は約22ℓ入りであるが、普通は2頭搾乳位で移しかえられる。

5) パイプ類 ミルクパイプと真空パイプは、高い位置(ハイライン: プラットホーム上約180cm)でも低い位置(ローライン)でも設置できる。ローラインは、真空度を27~33cmHgとハ

イラインの33~38cmHgに比べて低くできる。

真空パイプラインは、末端をなくすループ管の方が、圧力変動を少なくできる。

6) 真空発生装置 主な構成要素は、真空ポンプ、モータ、真空圧調整器およびトラップである。ミルクカーに用いられる真空ポンプは、ほとんどロータリ式のベーンポンプで湿式(給油式)が多いが一部排気量の小さいものには乾式(無給油式)がある。搾乳用のポンプでは、到達真空度



表8 ミルクパイプと真空パイプ仕様

ミルクパイプ 直 径	2 ユニット/スロープ	38mm
	4	51
	6	64
	9	76
ミルクパイプ 勾 配	ステンレス	1/120
	ガラス	1/80
真空パイプ 直 径	2~4 ユニット	32~51
	5~7	38~64
	8~12	51~76

参考文献 3

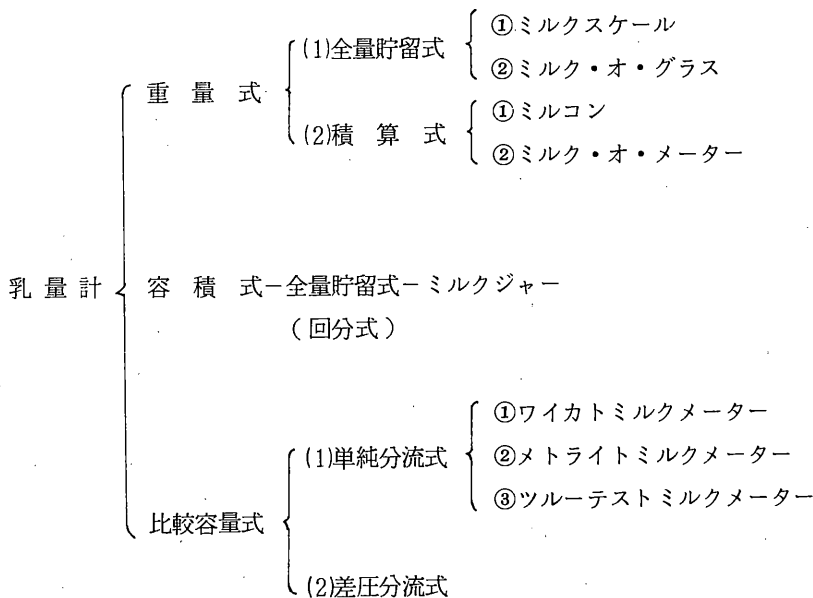
が高いことよりも設定真空度(30~38cmHg)において排気量の多いことが要求される。真空ポンプの排気能力は、搾乳中にパルセータ、ティートカップその他から入る空気を排除し、配管ロスさらに余裕量をみたものでなければ圧力変動が大きくなる。この能力は同時使用搾乳ユニット数によって決められるが、我国のパイプライン方式では1ユニットあたり120~200 l/minが多い。バ

ケットタイプのミルクカーではこれより小さくなっているのが多い。

7) 搾乳ユニット自動離脱装置 これは搾乳が終了したら、自動的にティートカップをはずし、搾乳ユニットを引きあげるものである。機種によって異なるが多くは乳量を検知し、一定量(200 ml/min程度)以下になってある時間経過すると、搾乳のため真空を遮断しユニットを引きあげるものである。また単に真空だけ遮断して搾乳を止めるものもある。

8) 乳量計 今後の酪農経営においては、個体の能力を高めて生産性の向上とコストの低減、飼料の合理的給与など科学的な飼養管理が必要となる。このためには体重とともに、搾乳量の把握が必須の条件となる。バケットタイプミルクカーでは問題ないが、パイプライン特にカウシエイド型の場合には、表9に分類したような乳量計が使われるようになってきている。

表9 乳量計の種類



参考文献 7

## Ⅱ ミルキングパーラ

搾乳を能率的かつ衛生的に行うために、専用の搾乳室を設け、牛をそこへ移動させて搾乳する方法があり、この専用搾乳室のことをミルキングパーラと呼ぶ。これはフリーバーンやフリーストールバーンなどの群飼方式には欠くことができない。

昭和46年から始まった第二次構造改善事業が契機となって、それまで公共牧場でしか見られなかった欧米の大型な最新技術、施設、機械が一般酪農家にも導入されはじめ、表4に示したように十勝においても昭和43年にミルキングパーラ0.1%の普及を記録している。

表10に昭和59年2月現在のミルキングパーラとルーズバーンの普及状況を示している。表から明らかのように、ミルキングパーラ普及率は北海道が大きく、多頭化するに従いその占める割合も大きい。また表からルーズバーン以外の牛舎でも、ミルキングパーラ方式をとっている場合が相当数あることもわかる。

表10 昭和59年における頭数規模別のルーズバーン・ミルキングパーラの普及数

	ルーズバーン		ミルキングパーラ	
	全 国	北 海 道	全 国	北 海 道
1～4	43	—	14	—
5～9	72	—	120	—
10～14	84	—	120	38
15～19	120	—	110	25
20～29	220	52	350	110
30～49	260	130	390	250
50 以上	220	150	300	210
合 計	1,020	330	1,400	630

59年 畜産統計

### 1 分 類

作業者がいる床面と牛の入るストール面の関係から高床式と平床式とに分けられ、前者は作業者の床面がストール面より低く、立ったまま作業ができるので搾乳が非常に楽になる。我国では大部分が高床式を採用している。

ストールの配列によって、縦列式(タンデム)

並列式(アプレスト)、ヘリングボーン式とに分けられる。またストールの出入りの方法により、側通路式(サイドオープン)、通り抜け式(ウォークスルー)、後退式(バックアウト)に分けられ、ストール列の数や形状から、単列式、複列式、ポリゴン式、トリゴン式、ロータリ式に分けられる。

## 2 各種ミルキングパーラの特徴

1) アプレスト型 スタンション式牛舎のパイプラインミルク方式を独立させたものとみることができる。これは平床式であり、構造が簡単で設備費も安い、作業能率が低く小規模むきといえる。牛の出入り方向によりウォークスルー式、バックアウト式がある。

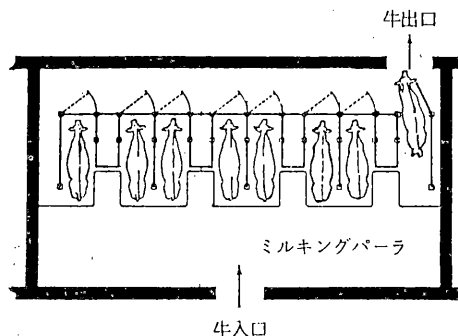


図7 アプレスト型 参考文献11

2) タンデム型 牛を縦に並べて搾乳するパーラで複列が多く、サイドオープンとウォークスルー型がある。前者は1頭ごとに横へ出入口を設けてある形式で、搾乳の終わった牛から順次新しい牛と交代できる。一方後者は、ストール自体が牛の通路となり、ストール数の牛が一斉に入り搾乳が終ると一斉に出るという方式であるから、牛の出入はスムーズであるが、牛を片側ずつのグループとして扱うので、泌乳差のないように牛群をそろえるのが能率向上の条件である。この形は牛体全体を見渡せるため牛の個体管理はよくできるが、ヘリングボーン型に比べて乳房間隔が大きくなる。

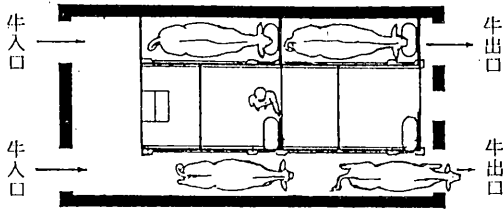


図8 タンデム型 (ウォークスルー)

参考文献11

3) ヘリングボーン型 パーラー内での牛の配列が、鯁の骨の形に似ていることからこの名前がある。これは最も普及しているパーラーで、4頭複列から10頭複列までである。牛の行動は片側ずつの群として扱われる。乳房間隔が狭くパーラーは短くなるため、作業者はティートカップ脱落などの問題に対処しやすい。牛群の斉一化が能率向上の前提条件となる。

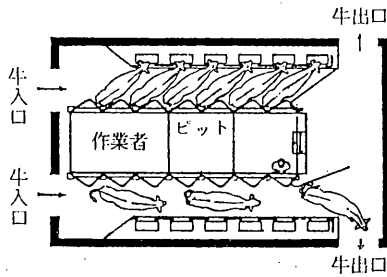


図9 ヘリングボーン型

参考文献11

4) ポリゴン式 この形式は1970年にミシガン州立大学で開発されたもので、ヘリングボーン式やサイドオープン式のいくつかの長所を合わせもっている。乳房間隔が短いため、機械化し

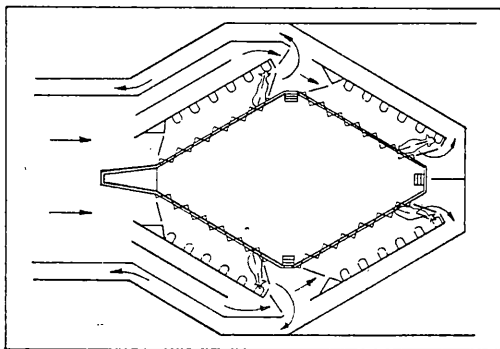


図10 ポリゴン型

参考文献3

やすく作業者は問題に対処しやすい。4面のグループに分けられるので、搾乳時間が長くかかる牛に行動をさまたげられる牛は少なくなる。1面あたりの頭数は、4, 5, 6, 8, 10頭である。

5) トリゴ形式 これは1977年に開発されたもので、3面のポリゴンである。このパーラーの利点は、面積が少なくすむこと、牛の流れがスムーズなこと、搾乳時間の長い牛がいても問題にならないこと、中央ビットからすべての牛を十分観察できることだといわれる。このパーラーには、12, 16, 18, 22, 24ストールのものがある。

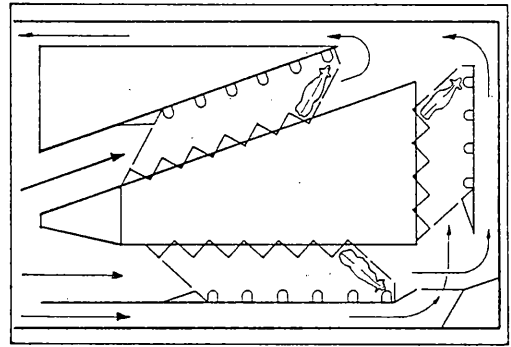


図11 トリゴ形式

参考文献3

6) ロータリ式 これは、パーラー内での作業者の移動距離を極端に減らすために、搾乳者の都合のよい位置に牛をターンテーブルで移動させる方式である。牛の配列によって、ロータリタ

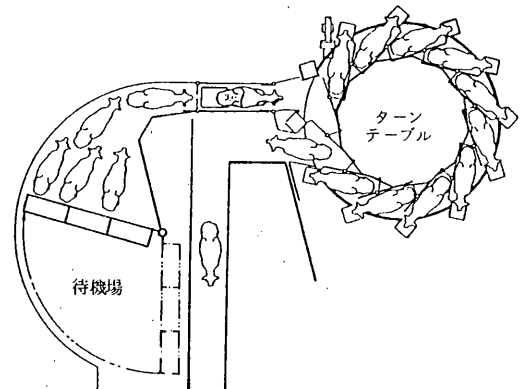


図12 ロータリパーラ

参考文献11

ンデム型、ロータリヘリングボーン型、ロータリターンスタイル（アプレスト）型がある。6～12分/回転のターンテーブルが1回転する間に搾乳が終るといふ非常に高能率なものであるが、特に泌乳差のない牛をそろえることが必要であり、施設費も高いので100頭以上の大規模で搾乳人員の少ない場合に採用される形といえる。

### Ⅲ 牛乳冷却機

搾乳した牛乳は、なるべく早く10℃以下の低温に冷却し、細菌類の増殖を防ぐよう完全に低温に保っておく必要がある。昭和30年代までは、牛乳の冷却には井戸、湧水、水道水などを利用して、牛乳缶をこれに浸漬、貯蔵していたが、夏の高温時には10℃以下に保持することは困難であった。その後コンクリート水槽の水を、ドロップインクーラ（ユニットクーラ）などで冷却し、これに牛乳缶を浸漬する方式が採用された。しかしこの場合も、間接的な冷却のため、10℃以下の乳温に下げするのに2～3時間を要し、また5℃以下に保持することは困難であった。

表2に示す昭和43年2月当時の冷却機はこの種のものである。表4に示すようにバルククーラは、昭和46年頃から普及しはじめている。昭和46年夏に、道立中央農業試験場と北大農学部が、バルククーラの国営検査関係機関となりバルククーラの性能試験が実施され筆者も参加した憶えがある。

バルククーラは、従来の輸送缶方式と異なり、大量の牛乳を搾乳直後に急速冷却し保冷貯蔵するので、品質を保持できる。1頭でも落等乳があるとバルククーラ内の全牛乳を汚染することになり、特にパイプラインミルク使用者は、その問題を深刻に受けとめた。搾乳衛生の徹底など酪農家への指導が効を奏して落等乳の発生は近年ほとんどなくなっている。バルククーラは、三相電源を使用すること、集乳にミルクローリを使用する関係で、市町村ぐるみで組織的な導入をしなければ集乳合

理化、乳質改善の効果がでない。現在では、酪農家、市町村の努力が稔り、100頭以上の飼養農家ではほぼ100%の普及をみている。

## 1. バルククーラ

1) 分類 バルククーラは、冷却方法によって分類すると、直接冷却式（直膨式）と間接冷却式に分けられ、間接式はアイスバンク式とブライン式とに分けられる。直膨式は冷凍機の蒸発器で得られる低温を直接牛乳の冷却に利用するものであり、アイスバンク式は蒸発器の周囲に作られた氷の融解により冷却した冷水を二次冷媒としてタンクの周囲に循環させ、間接的に牛乳を冷却するものである。またブライン式は、水のかわりにエチレングリコールなどの冷媒を蒸発器で冷却し、アイスバンク式と同じように循環させるものである。ブライン式は、アイスバンク式より直膨式に近い冷却特性を示す。バルククーラ普及当初は、アイスバンク式が多く使用されたが、現在はほとんど直膨式が主体となっている。

バルククーラからの集乳方式によって、毎日集荷型と隔日集荷型に分けられる。一般に搾乳は、朝夕2回行われるが、前日の夕方と当日の朝の搾乳量を合わせて1日分を毎日集荷するのが毎日集荷型といい、2日分の牛乳を隔日毎に集荷するクーラを隔日集荷型という。バルククーラは、300ℓから5000ℓ程度の容量があるが、隔日型ではタンク容量は毎日集荷型の2倍を必要とするが、冷却能力は同じ容量の毎日型に比べて半分でよいことになる。

2) 構造 バルククーラは、ミルクタンクと冷却機および温度制御装置が主要構成部分であり、図13に直膨式バルククーラの構造を示す。バルククーラは、食品を取扱うものであるから、とくに衛生的な構造でなければならない。国際的にはアメリカの3A規格や国際酪農連盟のIDF規格があり、材質・構造・冷却性能についてきびし

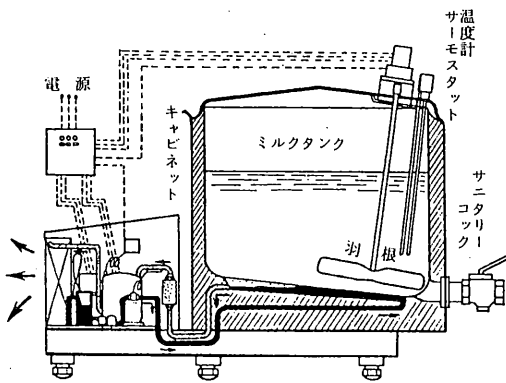


図 13 直形バルククーラ

参考文献11

く規定をつくっている。我国では、これら規格に準じて製造され性能を鑑定されている。

また最近、バルククーラの冷凍機の排熱を利用して温水を作る機械が多く使われている。従来の冷凍機はほとんど空冷式で、コンデンサーの高熱はすてられていたが、この部分を水冷式にすることにより、貯湯タンクに60℃程度の温水を作ることができるようになった。いわばヒートポンプの一種といってよいであろう。

## 2. プレートクーラ

パイプラインで送乳された牛乳を、牛乳缶またはバルククーラに入れる前に、連続的に冷却する熱交換器の一種である。波型にプレス成形されたステンレスなどのプレートゴムをガasket

ではさんで重ね合わせた構造で、プレートの間隙の交互に牛乳と冷却水を流し、牛乳を冷却する。冷却できる温度は、冷却水の温度、流量、牛乳の流量、プレート枚数によって異なるが、牛乳を20℃程度まで冷却できるので、バルククーラへの負荷は非常に小さくなる。

### 給餌機

給餌作業は、表1に示したように管理作業に占める割合が約25%と、搾乳関係作業に次いで多いが、搾乳や糞尿処理に比べて機械化がおくれている。自動給餌機は表11に示す程度の普及にすぎない。これは飼養頭数規模が小さいと過剰投資になり易いこと、粗飼料の性状が異なるので機械化が困難なこと、各個体毎に給与量を変えるのが難しいなど技術的な問題が残されているからである。また給餌作業は、飼料を与えながら牛の採食状況などから健康状態を診断するという重要な役割をもっていることも、機械化に踏みきれない1つの原因と考えられる。

図14は、飼料別に一般に採用されている飼料の調理、給与の手段を示している。また図15は、アメリカでの飼料調製場の一例である。

従来のスタンションやタイストールバーンでは、粗飼料は量を計量せず自由に採食させ、穀類等を個体別に適当量を給与している。手押車や人力での給与システムが、小さい農家にとっては経済

表 11 昭和59年における頭数規模別の自動給餌機の普及台数

	全国飼養戸数	北海道飼養戸数	全国台数	北海道台数
1～4頭	14,600	970	—	—
5～9	15,500	1,140	70	—
10～14	11,300	1,260	45	—
15～19	8,740	1,340	40	—
20～29	12,800	3,600	110	40
30～49	13,900	6,260	480	170
50以上	3,620	1,990	630	300
合計	80,500	16,500	1,380	510

59年 畜産統計

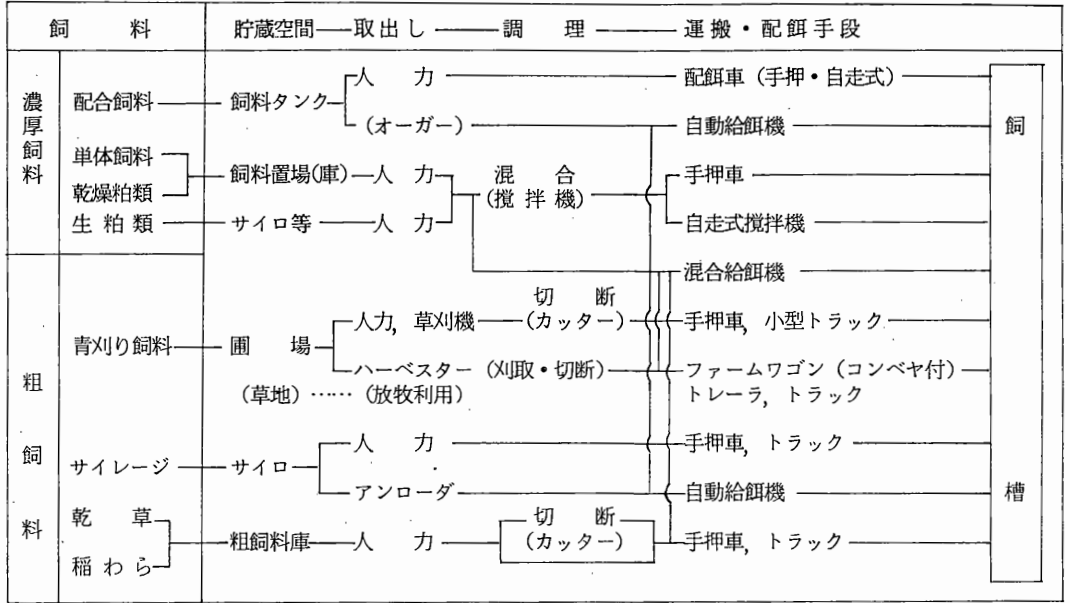


図 14 飼料調整方法

参考文献 7

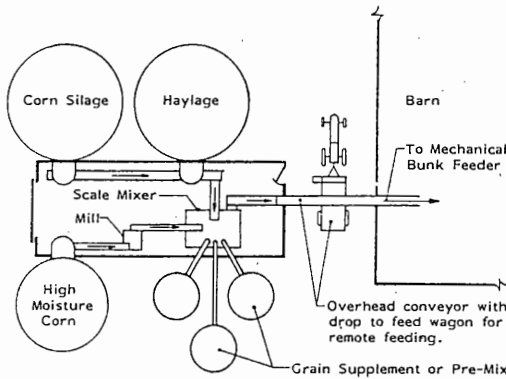


図 15 飼料調整場の一例

参考文献 3

的であるのはいうまでもない。動力付給餌車は省力、時間節約にもなるし、隣接して飼養される乾固牛や未経産牛の給与には適している。バンクフィーダ、コンベアなどで、給与体系を機械化できるし、フィーディングワゴンやミキサーフィーダなどによっても、通路幅が確保され、対頭式であれば容易に機械化が可能である。

ルーズハウジングの場合、コンベアや自動給餌ワゴン、ミキサーで飼槽に運ばれるのが普通である。この場合、搾乳牛と乾固牛、未経産牛へ給

与するシステムは別に考えなければならない。搾乳牛は、普通粗飼料あるいはコンプリートフィードを自由採食させ、濃厚飼料を何らかの方法で個体給与している。

パーラーでの濃厚飼料給与は、高泌乳牛に対しては、飼料を採食する十分な時間が得られず問題を生ずることがある。したがってパーラーでの給与は、牛の移動をスムーズにするためだけの濃厚飼料給与とし、すべての牛に一率に1~1.5kgずつ給与する方式がよいと考えられる。

### 1. 混合・攪拌

現在導入されている機械の機構を分類すると図16に示すようになる。すなわち1)1本オーガ式、2)2本オーガ式、3)3本オーガ式、4)垂直オーガ式、5)スラットコンベア式、6)回転攪拌棒式である。これらには、定置式、トラクター牽引式、トラック搭載式あるいは給餌機能をもつもの、もたないものなどがある。古くから用いられた単一飼料から配合飼料への調製用のフィードミキサーは4)のタイプである。

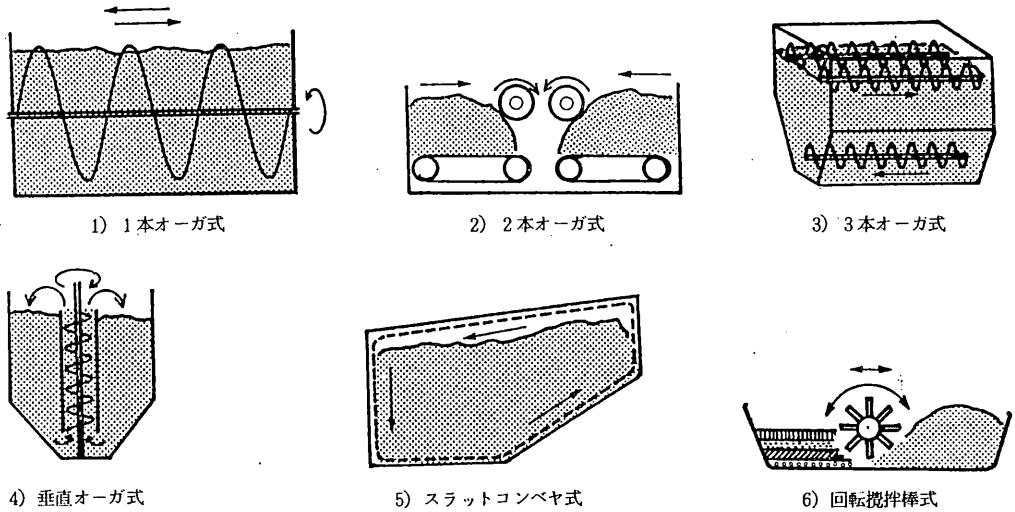


図 16 飼料混合機の構造模式図

参考文献 9

## 2. 切断・粉碎

飼料細断機としては、古くからフライホイール型カッター、シリンダー型カッターが、牧草、デントコーン用として用いられ、根菜類にはルートカッター、チョッパー、穀類用としてはフィードグラインダー、乾牧草や芯つきとうもろこし用としてハンマーミルが使われていた。しかし近年は、サイレージ、配合飼料給与となり、カッターブロー以外の使用は少なくなっている。

一方、いわゆるコンプリートフィードやビッグベールの普及とともに、混合飼料調製のための切断機、混合機も使われてきている。コンパクトベール、麦稈、豆がらの切断・粉碎用としては、フレール型ハンマーで碎断してスクリーンを通すもの、ブローのフライホイールにスイングするハンマーが取り付けられ、ケーシングにスクリーンがとりつけてあるもの、高速回転する固定歯式のシュレッターなどがある。これらはいずれも能力が大きく、60馬力以上のトラクタ駆動のものが多い。

ビッグベール用の碎断機としては、タブグラインダーと呼ばれる直径 2.5 m 程度のタブ（桶）をもち、底部にハンマーを取付けたロータによって打碎するものがある。これも 60~90馬力以上のトラ

クターによって駆動される。

## 3. 給餌車

サイレージや細断乾草の給餌装置付運搬車を、フィーディングワゴンと呼び、とくにバッテリー電源による自走式のをフィーディングカートと呼んでいる。この他同様な機能をもつもので、交流電源で駆動するものや、トラクタで牽引するものなどがある。従来のワゴンは混合装置を有しておらず、給餌装置はフォレジックロップキャリアと同じであったが、コンプリートフィード用としたものには、混合装置さらには計量装置を取り付けたものもある。

従来の小型のフィードカートは、スタンション牛舎でも走行できるように車幅を狭くし、回転半径も小さく設計した容量 1 m<sup>3</sup> 程度のものが多い。混合機能をもったものは一般にフィーダミキサーと呼ばれているが、3~5 m<sup>3</sup> の容量をもち、3軸オーガで混合され、飼槽に排出するようになってくる。このタイプの自走式は乳牛用にも用いられるが、トラクタ牽引式やトラック搭載式は肉牛用として使われる場合が多い。

#### 4. バンクフィーダ

乳肉牛に、サイレージ、細断乾草、配合飼料を自動給与するために、飼槽に配分していく機械を総称して、バンクフィーダという。形式はいろいろあるが、オーガコンベアを使ったものと、チェーンまたはベルトコンベアを使ったものに大別できる。

1) チェーンコンベア方式 我国では、飼槽上部に設置されたこのタイプのコンベア式が最も多く使用されている。レールが懸吊されたフィーダに、サイロから搬送されるサイレージが移され、飼槽に配飼しながら進行して、飼槽の末端に到達すると自動的に逆転して反対方向に進み、この動作を繰り返して配飼する機構である。このフィーダは飼槽の半分の長さですむので、80～100 m 程度の長さの飼槽にも取り付け可能である。図17は対頭式牛舎の設置例である。

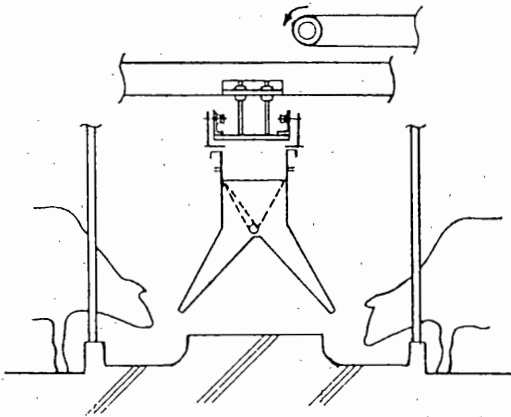


図17 ベルトフィーダの設置例

参考文献7

2) オーガコンベア式 チューブ形、スリーウェイ形、フィードフロー形など各種のタイプがある。

スリーウェイ形は、図18に示すように、オーガ下部の皿板を左右に動かして、両側の飼槽に配分したり、全閉のまま次の飼槽まで運べるようになっている。

フィードフロー形は、オーガと鉄板または木製

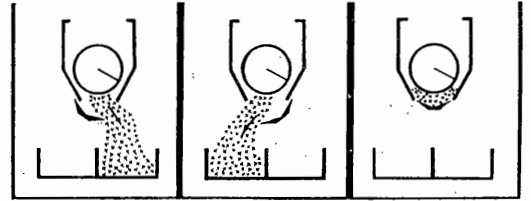


図18 スリーウェイ形バンクフィーダ

参考文献10

の側板からなる簡単なもので、飼槽の端から給飼していくもので、量の調節は、オーガ部分の上下による。

バンクフィーダは、この他パイプフィーダ、ラウンドザサイロフィーダ等各種あるが、一般に穀類などが混ざった飼料の場合、オーガタイプでは、サイレージ、乾牧草などと粉粒体が分離してしまうため、ベルトコンベア式の方が適しているといえる。

#### 5. 個体別給餌機

従来から濃厚飼料に関しては、ストールにおいて個体別に適量を給与したり、ミルキングパーラで自動定量給餌装置によって給与されていた。しかしパーラ内での給与は、泌乳量の多い牛に対しては、食べきる十分な時間がなかったり、何らかの原因で一時的に乳量が減少すると給餌量もこれに応じて少なくなるので、さらに乳量が減少するなど必ずしもよい結果が得られない時があった。

乳牛の多頭飼養化、高泌乳牛の育成あるいはマイクロコンピュータなど自動制御機器の普及と相まって、合理的な個体別給餌機が普及されつつある。これらは、各個体にとりつけられた識別するための発信機（周波数の異なる発信装置つき首輪など）と、これに同調する受信装置とフィーダからなっている。

1) マグネット方式 マグネット付首輪をつけた牛が飼槽に、首を入れると感知装置が働いて濃厚飼料が給与され、感知装置にマグネットが近づいている間は給与され続ける方式である。した



がって採食量を把握することは難しいし、優勢上位の牛が下位の牛を追い出して残飼を採食できるので、個体の栄養管理装置としては実用価値が低い。

2) 電子扉方式 特定の牛が近づいた時だけ、特定の扉が開いて採食できる飼槽であって、採食競合はほとんど防止できる。牛の首に取り付けられた発信機とそれに同調する受信機をもった扉だけが開くもので、粗飼料、濃厚飼料どちらにも適用可能である。

3) トランスポンダ方式 牛側に発信機、飼槽側に受信装置を備えてあり、各個体の能力に応じた給与量(給与時間)を設定できる。1基の給餌ステーションで20~30頭の牛に対応でき、各個体の必要な分だけ、1日2~10回以上に分けて採食できるようになっている。群全体の採食量は推定できるが、各個体の採食量の把握は難しい。

4) コンピュータ制御方式 牛に個体識別の発信機、飼槽側に受信装置があり、これらはコンピュータと連動している。体重、泌乳量、妊娠などによって計算し牛ごとに設定された飼料が、何回(1回500~1000g)にも分かれて給与され、採食状況も24時間ごとあるいは任意の時間ごとに記録できるようになっている。ソフト、ハードの面とも機種によって若干の相違はあるが大まかには類似した装置であって、個体別給餌機としては、現在最も進んだものである。

### ふん尿処理機械

ふん尿処理に要する作業時間は、表1に示すように11%程度と少ないが、不快作業であること、作業強度がきつこと、直接牛乳の生産には結びつかないなどにより、きらわれる作業である。従って機械化をより一層進めて、その余力を他の作業に向ける必要がある。

乳牛における糞尿の最終処理は表12に示すように、北海道と都府県とでは、ハウス乾燥や浄化処理では若干比率が異なるが、あまり大きな差はな

表1-2 昭和59年糞尿の処理方法別農家数

	全 国	北 海 道
ふ ん		
実 戸 数	54,000	13,800
ハ ウ ス 乾 燥	2,920	12
堆 積 発 酵	51,000	13,700
強 制 発 酵	750	110
尿(スラリーを含)		
実 戸 数	63,400	13,700
液 肥 (尿 溜)	62,000	13,700
浄 化	1,460	44
そ の 他 未 処 理	37,700	5,940

59年 畜産統計

い。これは酪農においては、原則的に還元する土地を持っているからであり、養豚・養鶏と異なる点である。

ふん尿処理機械といえば、すぐにいわゆるバーンクリーナがあげられるが、これも昭和46年頃から統計にあらわれている。表13は十勝の普及率であるが、昭和57年には飼養頭数31頭以上では、約87%に設置されている。大規模酪農では、バーンクリーナを利用しないで、自然流下式糞尿溝、スラットフロア牛舎、トラクタ用スクレーパなどを使用しているケースもあり、バーンクリーナの普及はほぼ頭うちになっている。表14に昭和59年の畜舎内除糞機の利用戸数を示しているが、これでも同じことがいえる。

糞尿を最終的に利用するか、廃棄するかによって処理方式は異なるが、牛糞の処理方式の分類の1例を表15に示す。

表 1 3 十勝におけるバーンクリーナー普及率の推移

年 度	戸数普及率	30頭以上農家での普及率
40	— %	— %
41	—	—
42	—	—
43	—	—
44	—	—
45	—	—
46	1.2	13.9
47	1.9	17.2
48	3.0	21.4
49	5.8	26.3
50	11.2	40.0
51	16.8	52.4
52	22.0	53.0
53	29.8	65.4
54	39.8	75.6
55	46.3	82.2
56	52.0	85.8
57	55.1	86.7

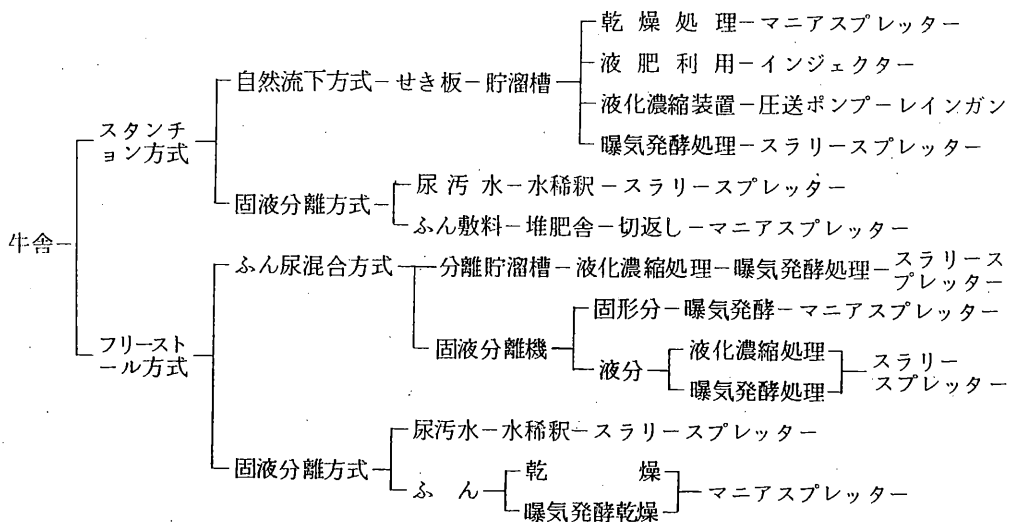
表 1 4 昭和59年畜舎内除糞機の普及数

	全国利用戸数	北海道利用戸数
1～4頭	27	7
5～9	100	49
10～14	270	120
15～19	590	190
20～29	3,580	1,810
30～49	8,350	5,160
50以上	2,350	1,520
合 計	15,300	8,860

59年 畜産統計

参考文献 6

表 1 5 牛舎構造別のふん尿処理利用方式



参考文献 1

## 1. 牛糞尿の性質

乳牛糞尿の排泄量は、体重、飼料などによって異なるが、1例を示すと表16のごとくであって、肥料価値が多く含まれていることも明らかである。

糞尿の物理的性質を、流れ特性から分類すると、半固体、半液体、液体の3種になる。

表 16 乳牛の糞尿排泄量

体 重 kg	日排泄量 kg/日	N g/日	P g/日	K
68	5.4	27	4.5	18
113	9.1	45	9.1	32
228	18.6	91	16.3	64
454	37.2	186	33.1	122
635	52.2	259	46.3	172

参考文献 3

1) 半固体糞尿 何らかの機械的助けを借りなければ、目に見える程度の動きでは流れず、安息角が非常に大きいもので、一般的には大部分の新鮮糞はここに分類される。

2) 半液体糞尿 水による稀釈、バクテリアによる自然の水分増加のいずれか、又は両方で稀釈された糞で、外力によらなくても目に見える速度で流れ、一般に5~15%の全固形分を含み、いわゆるスラリーとして分類されるものである。

3) 液体糞尿 これはかなり稀釈が進んだ糞で、一般に5%以下の固形分を含み、流れ特性は水や牛乳のようなニュートン流体の特性を持つ。ソーベルによれば、牛糞、鶏糞の流れ特性は、水分(水による稀釈倍率)によって図19のように変わるとしている。

## 2. 集 糞

集糞には、掻き出し、自由落下および流れ式洗浄という3つの基本形が考えられる。

### 1) 掻き出し方式

(1) コンベア式バークリーナ エンドレスチェーン式ともいわれ、いわゆるバークリー

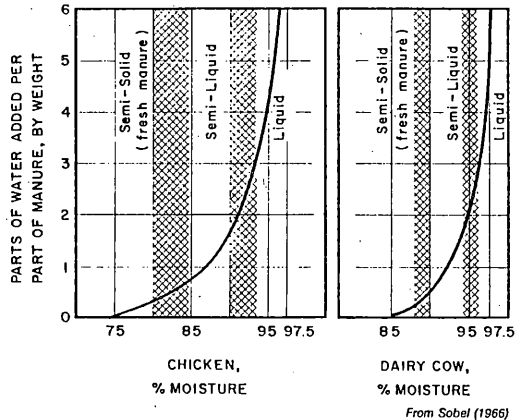


図 19 糞尿を稀釈した時の流れ特性の変化

参考文献 8

ナといえはこのタイプを指すほど普及しており、これは集糞と搬送の役目を果たす。このクリーナは、図20に示すように、アングルパドルを45~60cm間隔にとりつけたエンドレスチェーンが、尿溝を走って糞尿を集収、運搬し、屋外のエレベータシュートで糞を放てきするものである。チェーンの走行速度は、5~6m/分のものが多く、所要動力はチェーン長さ70mまでが1.5kW、120mまでが2.2kW、180mまで3.7kW、220mまで5.5kW程度である。エレベータ部分は、固定式と可動式があり、傾斜角度は20度前後で、可動式は45~55度の範囲内での旋回が可能となっている。

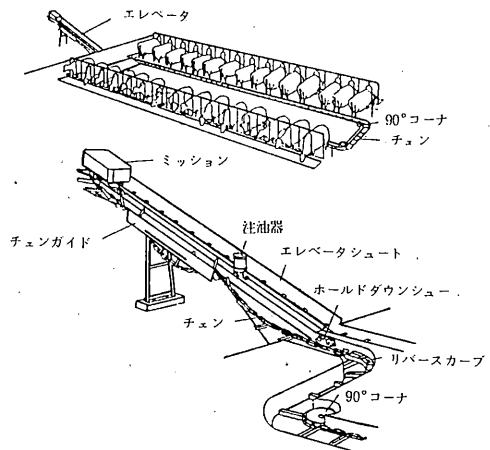


図 20 コンベア式バークリーナ

参考文献11

(2) 往復動式クリーナ シャトルストローク式ともいわれ、パドルのついたガッターバーが往復運動を行い、糞尿を順次一定方向へ集糞、搬送する方式である。搬送方式は、ガッターバーが前進する時は、パドルがバーに対し直角に開き、戻る時は15~16度にたたみこまれるために、糞はそのままの位置にとどまり、次の工程で1段階進む。ガッターバーは、7~8ストローク/分で、搬送速度は10m/分前後である。

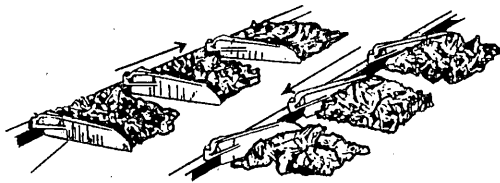


図 21 往復動式クリーナ

参考文献10

(3) デルタスクレーパ フリーストール牛舎の通路、豚舎などの床面全体が糞尿で汚れるような場所に向くクリーナである。図22に示すように往復動に伴って開閉するスクレーパが、チェーンによって引かれ、約80度を開いて糞尿を畜舎の端まで排出する。

これらの方式の他に、ウインチでパドルまたはショベルのついたケーブルを引いて集糞するドラッグライン式、ショベル式などもある。

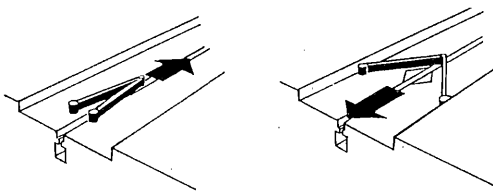


図 22 デルタスクレーパ

参考文献12

2) 自然流下式 この方式は、中小動物のケージ、バッテリー飼育、大動物におけるスラッテッドフロアで行われる収集方式であって、動物の住む部屋の床下ピットに集糞するものである。

3) 流水式洗浄 この方法は多量の水によっ

て糞尿を洗い流すもので、多量の水を流すための溝と糞を洗い流す早い流速が必要である。1960年代に考案されたものであるが、作動部分がなく維持が簡単なこともあって、アメリカ太平洋岸では増加している。しかしこの方法には、大量の排水を処理する広い土地が必要となるので、我国ではほとんど行われていない。

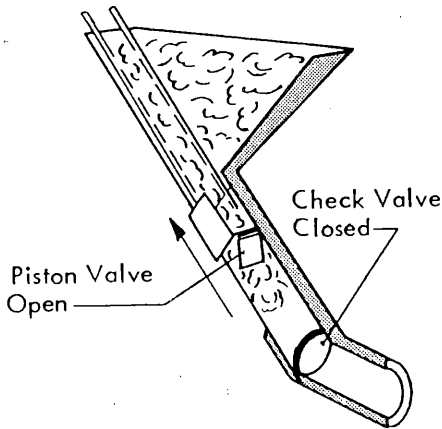
### 3. 搬送

収集された糞尿は、処理施設・圃場へまたは廃棄のために移送される。その搬送方法は、糞尿の流れ特性すなわち半固体、半液体または液体かによって異なる。コンベア、オーガ、ピストンポンプによって搬送されるのが普通である。

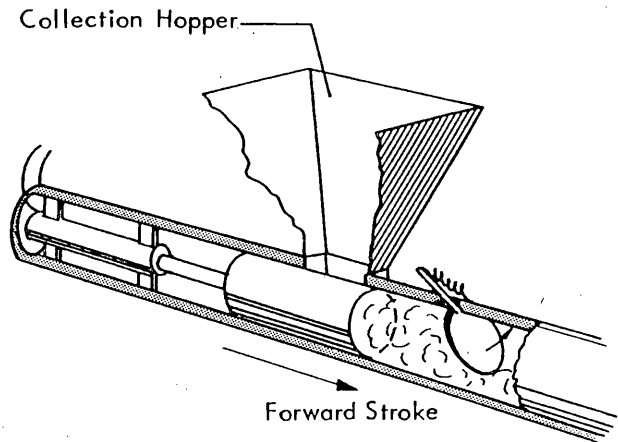
1) オーガ(スクリーコンベア) 粉体状のものから、粘りつく材料まで固体、スラリーでも搬送できる。ヘリコイド型とリボン型があるが、粘性のあるものにはリボン型が適している。我国では糞尿の移動にオーガを利用する例は比較的少ない。

2) ピストンポンプ 図23に示すように、固体搬送用と液体搬送用とがある。液体用ピストンは先端にバルブがついており、ピストンの戻りの時にそれは開く。このタイプでも固体は搬送できるが液状に近いものに適している。固体用ピストンは、搬送用パイプとピストンとが同一面上にあり、これにはピストンバルブはついていない。いずれのポンプにも逆流防止用のチェックバルブが取付けられている。ホッパーへの投入は、バースクリーナやトラクタの排土板によって行われる。ピストンポンプは、1970年代後半からアメリカで普及しはじめたが、我国での設置例はまだ少ない。

3) マニュアルキャリア 畜舎内部から舎外の堆肥場まで、モノレールが架設され、このレールにチェーンブロックでバケットがつり下げている。このバケットをおろし、糞尿を積みこみ堆肥場ま



Return Stroke  
(液体)



(固体)

図23 ピストンポンプ

参考文献3

で運び半転して排出するものである。1回に約300 kg程度搬送できるといわれる。チェーンブロックのかわりに、電動ホイストをつけて遠隔操作可能なオートポータと呼ばれるものも市販されている。

#### 4. 固液分離

固液分離には重力を利用するもの、すなわち沈澱池などにおける固液分離と機械分離とがある。養豚では、水処理の負荷を軽減し固体分の堆肥化を良好におし進めるために、固液分離機の使用例は多いが、酪農とくに北海道においては少ない。固液分離機の分離方式別処理能力の例を表17に示す。

#### 5. 貯蔵およびポンピング

貯蔵には、短期と長期とがあり、液状糞尿の場合、畜舎の床下ピット、地下タンク、地上部タンクに状況に応じて貯蔵される。タンク容量は次式によって決める。

$$V = (N)(P)(S) + (D) + (W)$$

V : タンク容量  $m^3$

N : 家畜頭数

P : 排泄量  $m^3 / \text{day} \cdot \text{頭}$

S : 貯留日数

D : 稀釈水  $m^3$

W : 雑排水や雨雪水  $m^3$

排水量はアメリカ農業工学会の推奨値を表18に示している。貯留日数も同学会では、寒冷地で地表が凍る地域では180日程度をすすめている。

ポンプには大きく分けて、遠心型、ロータリ型、往復動型がある。

1) うず巻ポンプ 最も一般的なポンプで、ピットの外側に設置する形式と排水中に埋没させる液中ポンプとがある。動力は、モータあるいはトラクタPTO軸を使用し、ポンプはスラリーの汲みあげばかりでなく、バルブの切りかえによって槽内の攪拌も行う。液中ポンプの吸込口には、カッティングエッジが取り付けられており、多少の夾雑物は細断される。

2) ネジポンプ(スネークポンプ) ロータリポンプの一種で、うず巻ポンプとピストンポンプの中間特性を持ち、高粘度の液体(半固体、半液体)を高圧で輸送することができる。

#### 6. 発酵処理

発酵処理には、好気性と嫌気性とがあり、酸素と水を利用していわゆる堆肥のように発熱する

表 17 分離方式別処理能力仕様等

分離方式	糞尿の適正水分含量 (含水比%)	処理能力 (kg/hr)	分離固形物の水分含量 (含水比%)	全固形物回収率 (%)	所要電力 (kw)	備考
スクリュ プレス	豚 650~2,500	牛 100~1,000	牛240~330	31~43	} 3.7 ~11	神奈川県農業総合研究所報告より算出した(能力は生糞換算)
	牛 400~2,500	豚 300~7,000	豚210~240	45~51		
遠心 (横型)	牛 900~2,500	牛 200~500	牛350~380	66~78	} 7.5	同上
	豚 700~2,500	豚 200~500	豚240~260	52~73		
" (縦型)	牛1,000~2,500	牛最大 18,000	牛≒370	-	} 2.2	カタログによる
	豚 900~2,500	豚最大 18,000	豚≒300	-		
ローラ 加圧~1	牛1,900の場合⇒	} 4,000~6,000	牛≒430	-	分離機 1/2HP コンプレッサ 1/2HP ポンプ5HP	(完全自動可、 フィルタマット) カタログによる
	豚 920の場合⇒		豚≒230	-		
" ~2	牛 900~2,000	3,500~10,000	440~560	30~60	1.5	(ローラ+ステンレス孔板) 草地試機械化 3研
" ~3	牛 900~2,000	2,000~5,000	500~560	35~55	0.75 ~1.5	( " ) "
多板~1	牛 500~2,000	700~2,000	330~450	40~60	2.2	"
" ~2	牛 500~2,000	1,000~3,000	330~450	40~60	2.2	" 豚はカタログによる
	豚 300~2,000	1,000~3,000	200~270	55~75		

参考文献 12

ものが好気性発酵であり、酸素を遮断しメタンガスを発生させるのが嫌気性発酵である。

固体の好気性発酵のためには、発酵を促進させるのに必要な60~70%の水分と切り返しあるいは強制通風による酸素の供給が必要である。これを施設化したものに、ロータリキルン型発酵槽、ハウス利用のローター攪拌型発酵槽などがある。

液体糞尿の好気性発酵には、モータ直結の液中ポンプとエジェクタの組合せで曝気するものや表面曝気するものなどがある。これらは、スカム発生防止、攪拌混合には大きな効果をあげるが、十分な断熱が施された発酵槽でなければ、良好な発酵状態を作るのは難しい。図25は筆者らが行った

液状糞尿の好気性発酵装置であるが、約30m<sup>2</sup>の発酵槽に牛糞尿を投入し、エジェクタで曝気し最高67℃の昇温を確認し、40~50℃の温水も取得できた。

槽内の攪拌のみを目的としたプロペラ型のミキサーも近年用いられるようになってきている。

嫌気性発酵は、各地で実用化実験が進められているが、寒冷地においてはまだ解決されなければならない問題点が多い。

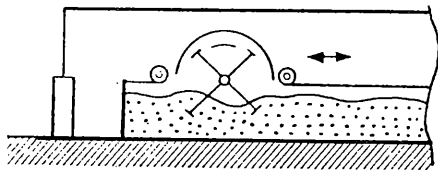
### おわりに

北海道の酪農における飼養管理機械は、たかだか25年程度の歴史しか持っていないが、その普及、

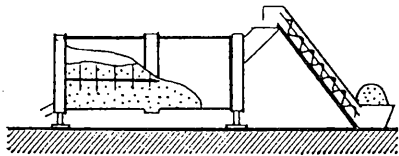
表 18 家畜の糞尿排泄量

	体重 (kg)	日排泄量 (m <sup>3</sup> )	排泄量 (ℓ)	水分 (%)
乳牛	450	0.042	42	85
	500	0.046	45	85
	600	0.054	54	85
	700	0.062	62	85
去勢牛	200	0.012	12	80-90
	350	0.022	22	80-90
	450	0.028	28	80-90
馬	450	0.021	21	65
豚	20	0.0016	1.6	85
	45	0.0038	3.8	85
	70	0.0066	6.6	85
	90	0.0075	7.5	85
	110	0.0096	9.6	85
羊	45	0.0014	1.4	70
鶏	2.3	0.00014	0.14	75

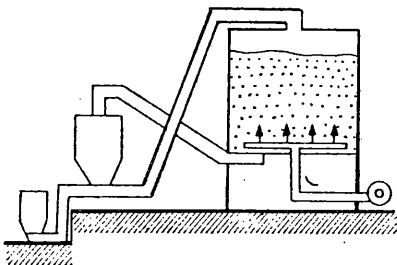
参考文献 8



横堆積式 (攪拌式)



回転円筒式



立堆積式 (下取出式)

図 24 堆肥化装置の例

参考文献 2

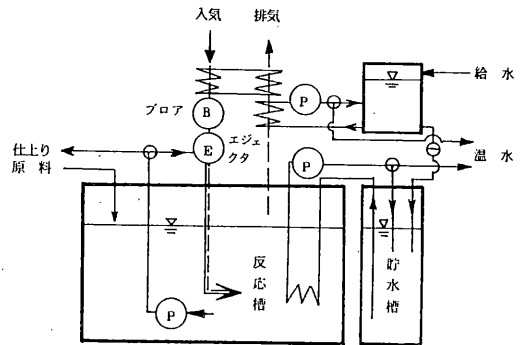


図 25 液状糞尿好気性発酵槽

機械の発達には目覚ましいものがある。現在の酪農の隆盛を築いた要因の1つとして、飼養管理機械の普及をあげられるであろう。しかし昨今の酪農情勢は、厳しさを増すばかりであり、酪農経営も予断を許さない。酪農経営は、小数精鋭になって、酪農家戸数は減って飼養頭数を増加している。こういう中で、管理機械の普及は、ほぼ頭打ちとなり、更新による機械の大型化、高性能化がやや進んでいる程度と見受けられる。

今後の飼養管理機械の進展は、搾乳関係においては、ティートカップ自動離脱装置ができ、異常乳検知装置が実用化されれば、当面は更に真空度変動の少ない、低真空度ミルカーの開発であり、最終的にはティートカップ自動装着装置をもった全自動ミルカーの開発であろう。給餌関係においては、飼料分析システムと結びつけた個体別給餌システムの開発とその低コスト化が、緊急の課題となろう。しかしこれにはコンプリートフィードを含めた飼料そのものの試験研究も併せてなされなければならないであろう。

また糞尿処理関係では、単に省力化するだけの機械だけでなく、糞尿からのエネルギー回収や、農地への効果的な還元を含めた処理機械、システムの開発が望まれる。

## 参 考 文 献

- 1) 鶴飼信義, 畜産の研究, 32:1259~1265. 1978.
- 2) 福森 功, 畜産の研究, 38:1229~1234. 1984.
- 3) D. W. Bates et al, Dairy Housing and Equipment Handbook, MWPS. 1985.
- 4) 村井信仁, 北海道家畜管理研究会報, 18号:18~47. 1983.
- 5) 柏木 甲, 北海道家畜管理研究会報, 19号:34~41. 1984.
- 6) 高畑英彦, 北海道十勝における農業機械化の展開, 259~268. 小野哲也先生退官記念事業会. 1984.
- 7) 上野克巳, 家畜の管理用機器の構造と使い方, 1~60. 全農施設資材部. 1984.
- 8) J. A. Merkel, Managing Livestock Wastes, AVI. 1981.  
1981.
- 9) 王城勝彦他, 農業機械学会誌, 46(3):381~383. 1984.
- 10) 常松 栄編, 農業機械化の知識, 第2巻:159~214. 農業技術研究会, 1973.
- 11) 池内義則他, 農産機械学, 168~190. 文栄堂. 1980.
- 12) 田中貞美, 糸川信弘, 高畑英彦, 笹島克己, 山島由光, 新井澄男, 村井信仁他, 新酪農用機械のすべて, 119~194. デイリーマン社. 1979.
- 13) 池内義則, 酪農電化, 農業電化協会. 1976.