

第5章 家畜ふん尿処理機械

第1節 家畜ふん尿処理システムおよび実験目的

乳牛のふん尿処理は、飼養管理の時間構成からすると15%程度であり、⁽⁴⁶⁾それ程重労働とは思えないが、飼養頭数の増加に伴い合理化が強く要望されるようになった。ふん尿処理の基本的考え方は施設外に能率的に搬出するだけでとどまるものではなく、厩肥としての土地還元まで含めて総合的に体系化されなければならないからである。従来の一般的な処理体系はバンクリーナで施設外に搬出・堆積して、ふんと尿に分離されたものをマニヤスプレッタと尿散布機で処理するものであるが、工程が複雑であるし、堆肥場が泥濘化しその処理には難澁を極めるのが通例である。一般に農作物、農業資材の大量の処理に当ってはシステムを整備し、バラ輸送体系を採用する場合が多い。ふん尿処理も例外でなく、⁽⁴⁶⁾⁽⁴⁷⁾⁽⁴⁸⁾⁽⁴⁹⁾⁽⁵⁰⁾敷料を使わずふんと尿を混合して流動化し、その処理を単純化するようになってきた。このスラリシステムは、近年わが国にも導入され、各地に普及しはじめている。

スラリシステムは、ポンプ——スラリストア——タンカがベースとなるが、スラリは液状物といってもふん尿の混合した高濃度の材料である点に困難さが伴う。吐出量の多いヒューガルポンプを液中に設置するか、あるいは貯溜槽の底部にポンプ室を設けて配管し、吸引を容易にし、ヒューガルポンプの問題点をカバーする等が一般的である。高粘度用のヘリカルロータやルーツポンプを採用する考え方もある。

ストアは貯溜槽であると同時に調製槽であり、腐熟を促進する機能を付加することも大切な条件となっている。附設のポンプを利用してスラリを循環し、噴流攪拌の過程で表面曝気する、あるいはディフィーザを装備して空気を気泡で投入する方法や、表層にプロペラ攪拌の曝気機を設置する方法などがある。ふん尿を液状にすることによって腐熟を促進し、工程の単純化が可能になる。

ストアにスラリを投入するポンプは、バルブを切替えてタンカにスラリを汲み上げることに利用するのが普通である。この場合、タンカに装備されるポンプは、排出機能だけを有すれば良く、単純な構造で充分間に合う。もちろん低圧であるが、衝突板による均等散布は可能である。タンカにポンプを装備せずにインペラで直接散布することもあり得る。また、タンカにインジェクタを取付けると土中にスラリを注入することもできる。

多頭飼育にはみられないが、小頭数でスラリをコンクリートの地下槽に貯溜するような例では施設にポンプが装備されないこともある。この場合は、タンカに自給用のポンプを装備し、汲み上げと散布を兼ねるようにしている。このシステムは能率に限界があること、スラリ調製に時間を要する関係から、普及は小規模経営に限定されよう。

ふん尿を液状物にすることのメリットは、大量処理を容易にするばかりでなく腐熟を促進する

など調製・利用面でも従来に望み得なかつたことを可能にしていることにある。経営の合理化に伴い、多頭飼育の傾向は今後ますます増大するものと予想されるが、ふん尿処理におけるスラリシステムは、今後の主流をなすものと考えられる。このスラリシステムは、わが国に導入されてから日も浅く、その技術内容については知られていないことが多い。スラリポンプ、スプレッダ、インジェクタ等の性能をあきらかにするとともに改良を加え、実用化の技術を組立てる。

第2節 スラリポンプ

1. 実験目的

乳牛のスラリの性状は、ふんと尿の混合のみで水で希釈しない場合は、乾物割合が10~12%、粘度5,000 CP、特には9,000 CPに達する。したがってポンプは、この濃度のスラリを円滑に処理するものでなければならない。このため、ヒューガルポンプは液中型、あるいは貯溜槽の底部にポンプ室を設け、ポンプを液面下に設置して液を押込みの状態にして、吸入しやすくするなどして対応している。またヘリカルロータポンプ、ルーツポンプなどの高粘度、高圧用のポンプも利用されるようになってきた。ポンプは施設との関連において、噴流攪拌、曝気処理などの機能も附加しているが、この性能特性をあきらかにする。

2. 実験方法

1) 有機物細断混合

液中型ヒューガルポンプのインペラ部にはカッティングエッジが付いており、ふん尿槽の噴流攪拌時に粗大有機物を細断調製できるようにしている。この能力を知るために、縦1.8 m 横1.8 m、深さ2.0 mの槽に5,000 lの水を入れ腐熟した堆肥800 kgを、200 kg、200 kg、400 kgと3回にわけて投入し、さらに麦稈を加えて細断状態を調べるとともに、有機物量別の吐出量と所要電力を測定した。

2) ふん尿槽の攪拌

家畜のふん尿は、家畜の種類、飼料構成、施設構造、時期などで異なるが、槽内で上下層均質であることは少なく、下層に沈澱層、表層に有機物が浮上しスカムを形成していることが多い。ふん尿を散布、あるいは腐熟を促進する場合にはこれを攪拌・調製する必要がある。プロペラミキサを別に設置している例もあるが、一般的にはスラリポンプを利用し、噴流攪拌する。実験では液中型ヒューガルポンプを貯溜槽にセットし、層別の硬度を測定し、時間別、距離別の攪拌程度を判定した。なお硬度の測定には1,000 cm²の円板ペネトロを用いた。粘度の測定には円板抵抗式のC型粘度計を用いた。

3) 吐出量および所要動力

ポンプで噴流攪拌調製したスラリを用い、タンカにスラリを汲みあげ満杯の時間を測定し吐出量を算定した。所要動力はトラクタのPTO部にトルクピックアップを装着して測定した。

表 8 8. スラリポンプの機体仕様諸元

型 式	ヒューガル液中型			ヘリカルロータ型
	SRP 100型 (スター)	S S M 1000型 (スター)	G 3 5 (シャルストロム)	Rota 8 5
全 長 (mm)	2,260	3,840	4,500	1,375
全 巾 (mm)	1,545	1,652	1,250	300
全 高 (mm)	4,510	1,190 ~ 3,690	3,200	220
重 量 (kg)	430	465	500	105
ポンプ駆動方式	モータ (縦型 5.5 kW - 6 P)	トラクタ P T O, モータ (横型 7.5 kW - 4 P)	トラクタ P T O	トラクタ P T O
ポンプ移動方式	ソリッド車輪	トラクタけん引	トラクタ直装	トラクタけん引
ポンプ回転数 (rpm)	960	1,460	1,000	540
ポンプ吐出量 (ℓ/min)	800	1,600	5,000	550
パイプ径 (mmφ)	89.1	101.6	127.0	88.9
主 なる 特 長	<p>ポンプは移動型の架台に載せ、ふん尿槽のマンホールに運び手動ウインチで所定の位置に設置するようにしている。バルブの切換えでふん尿の攪拌も可能である。動力源は 5.5 kW の電動モータでポンプの直結方式である。ポンプの支持フレームは架台に直角に固定しているため全高は約 4.5 m と高く、一遠距離への移動には不便である。しかし全体の構造が簡潔であり、施設の設計が本機に合わせられたものであれば、取扱いやすいポンプである。</p>	<p>ポンプをトラクタでけん引する架台に載せた可搬式で、遠距離の移動を容易にしている。動力源はトラクタの P T O が主体であるが、モータを利用することもできる。ポンプの構造設計は S R P 100 型とほぼ同じであるが、回転数を 960 rpm から 1,400 rpm に増速し、またパイプ径を 89.1 mmφ から 101.6 mmφ と太くした。このことによってポンプの吐出量は 600 ℓ/min から 1,600 ℓ/min に増加している。</p>	<p>センチュリヒューガル液中型で移動、設置はトラクタの 3 点ヒッチを利用する。槽内のポンプ位置は手動のラチェットギヤを操作して定める。攪拌ノズルの方向調節は上部のハンドル操作で容易に行える。調整範囲は水平方向 300°, 垂直方向 100° と広い 吸引部にはカッティングエッジが付され、多少の稗草類は攪拌調整過程で細断することができる。</p>	<p>ヘリカルロータポンプは俗称スネークポンプと呼ばれるもので、高粘度の食品等の搬送等に利用されているものである。家畜のふん尿処理が混合流動方式となり、高粘度の扱いになり、この面にも利用されるようになってきた。ホイール付きの架台にポンプをセットとし、トラクタでけん引移動し P T O で駆動する。バルブの切換えで槽内の噴流攪拌も行える。このポンプは高圧型であり、汲上げばかりでなく配管して遠距離の搬送、あるいはレインガンに接続して圃場散布を行うこともできる。</p>

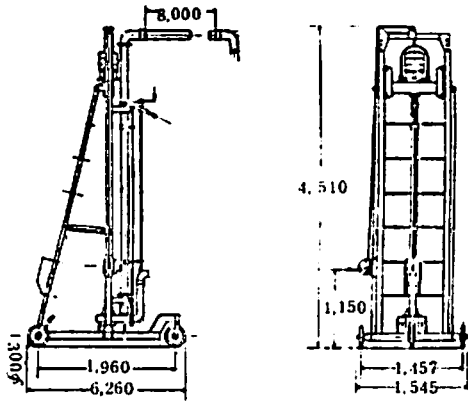


図 90. 液中ヒューガルポンプSRP 100型

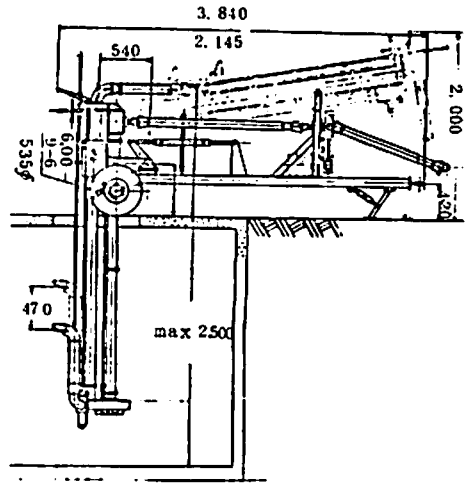
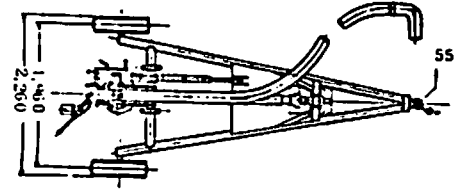


図 91. 液中ヒューガルポンプSSM 1000型

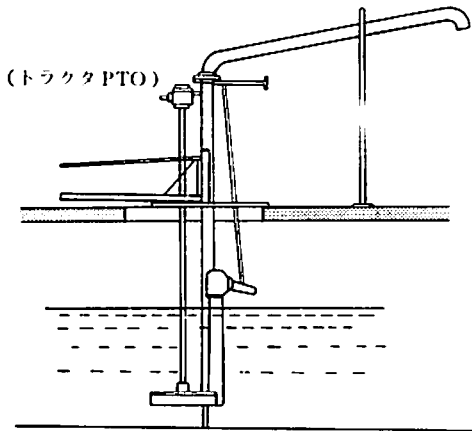


図 92. 液中型ヒューガルポンプG 35型

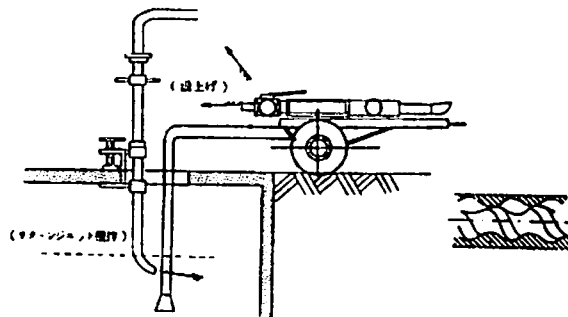


図 93. ヘルカルロータポンプRota 85型



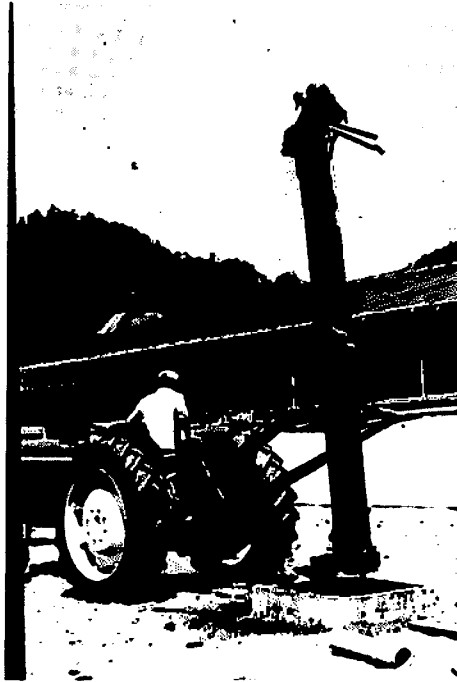
スラリーポンプ(液中ヒューガル)
S S M 1000 型



ポンプの設置



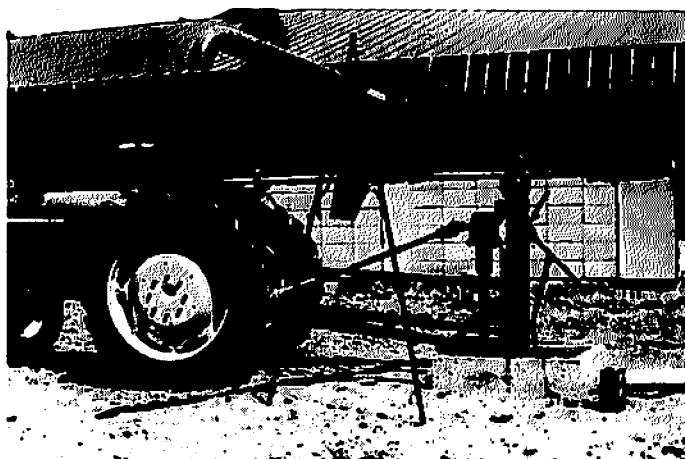
槽内攪拌エルボ



スラリポンプ（液中ヒューガル）
G 3 5 型



吸引部（インペラ、カッテングエッジ）



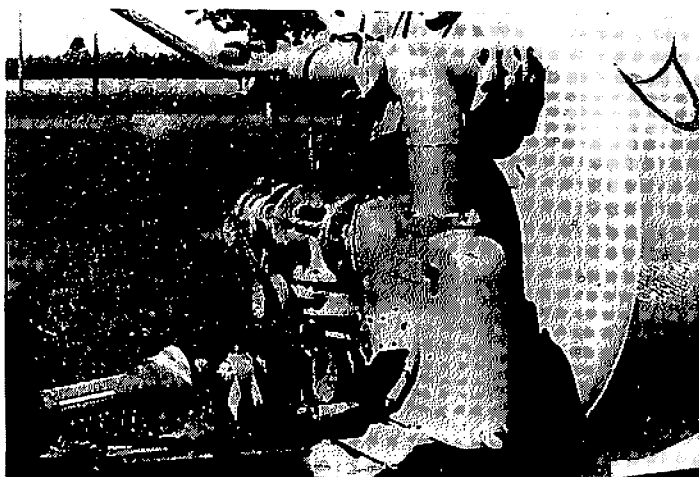
ポンプをマンホールにセットした状態



ポンプ位置、攪拌、バルブ等各部の調整部



スラリポンプ(ヘリカルロータ)
Rota 85型



スラリポンプ(ルーツ)
スララインジェクタTS I 4000型搭載

- 3. 供試機 供試機の仕様および特長を表 8 8 および図 9 0, 9 1, 9 2, 9 3 に示した。
- 4. 実験結果

1) 有機物の細断混合 - S R P 100 型 -

前記の如く腐熟堆肥を投入すると、約 5 分でヘドロ状となった。噴流攪拌の過程で、円滑に細断されたものとみて良い。麦稈を投入すると、時間がかかり、表層に長稈が浮遊せず細断されたと判断できるまでの時間は約 9 分であった。硬い部分は 10 ~ 40 cm に切断されており、軟かい部分は細断されて一部は小塊状になっている。ビニール系のベルトワインでは切断が困難であり、混入は可能な限り避けなければならないが、実験の結果から敷料が混入してもポンプの作動には支障のないことを認めた。

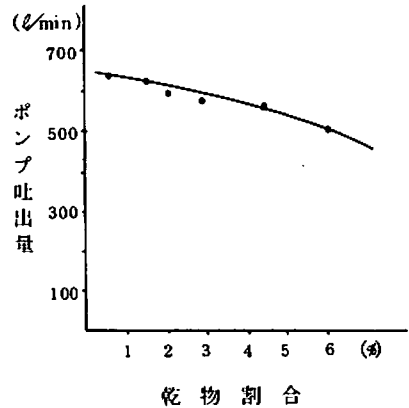
表 8 9 有機物の混合とポンプ吐出量

No	種類	有機物投入			乾物割合 (%)	ポンプ吐出量 (ℓ/min)	負荷電流 (A)			備考
		投入量 (kg)	混入割合 (%)	混入割合 (%)			空転時	攪拌時	汲上時	
1	-	0	0	0	0.51	626.1	13.8	18.2	16.2	有機物の含水率 堆肥 81.4 % 麦稈 35.3 %
2	堆肥	200	4.0	4.0	1.77	607.6	-	19.5	15.3	
3	堆肥	200	4.0	8.0	2.06	581.0	-	20.0	15.0	
4	堆肥	400	8.0	16.0	2.96	568.2	-	-	16.0	
5	麦稈	20	0.4	16.4	6.10	498.3	-	20.5	15.5	

・槽内に残留していたもの

ポンプの吐出量は、有機物量が増加するにしたがって低下し、表 8 9, 図 9 4 に示されるようにその傾向はほぼ直線的であった。

所要電力は、有機物量が多ければ汲上げの吐出量が少なく、やゝ低い傾向にあるが、あまりはっきりした傾向は認められない。攪拌時はポンプから直接ふん尿槽に戻されるので吐出量が少なくなっているとは思えない。したがって有機物含量が抵抗を増加し、有機物の増加とともに、所要電力も大きくなる傾向がある。



2) ふん尿槽の攪拌能力

(1) S R P 100 型

スラット牛舎のふん尿槽で攪拌実験を行った。槽の大きさは縦 19.2 m, 横 7.4 m, 深さ 2.0 m でふん尿量は約 1.5 m の堆積である。ミルキングパーラの排水が混入する関係もあって、

表 9 0 に示されるごとく表層にスカムは形成されておらず、ふん尿は下層に沈澱し固い層を形成していた。ポンプを横の中心位置に設

図 9 4. 乾物量と吐出量の関係

表 9 0. 層別乾物割合

	A	B	C	D	E	F	平均
上層	1.03	1.92	1.16	1.16	1.70	1.16	1.35
中層	4.04	3.30	1.52	2.35	1.24	1.52	2.35
下層	6.50	9.36	7.16	6.97	7.70	7.79	7.58

置し、噴流を縦方向に流した結果その到達攪拌干渉距離は約10mであったが、図95は攪拌開始後1時間の硬度の変化であるが、上・中層は攪拌されてほぼ同じ値となっている。下層にあまり変化がみられないのは、吐出口の位置が底面から約70cmであり、左右に首

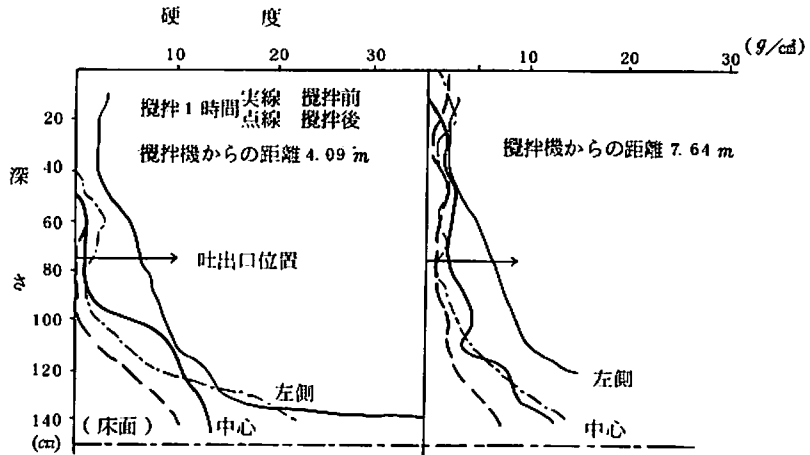


図95. ポンプの攪拌性能

振りはできても底面に振り向けることのできない構造であったからである。改造を要する点である。

噴流の到達攪拌干渉距離は約10mであったが、これは表層に有機物量が少なく噴流が循環しやすかったためである。下層の攪拌も充分に行われ全体の有機物量が多くなれば、干渉距離は8m程度と推定される。したがって縦19.2mの槽を均一に攪拌するためには、ポンプ位置を2ヶ所に移動することで対応できる。

ふん尿の性状は条件別に異なるので、乾物割合、硬度 (g/cm^3)、粘度 (CP) との間には必ずしも一定の相関関係はないとみることができる。例えば同じ有機物量であっても飼料の関係で繊維質の長いものであれば短いものよりも硬度が高くあらわれ、また若干の水を加えることによって粘度は急速に低下する傾向があるなどである。したがって性状の相関関係を求めるよりも、それぞれの内容を表示するにとどめた。ポンプの性能に敏感に関係するのは乾物量と思われる。

(2) S S M 1000 型

ふん尿槽に水が投入されていると表層部が水で占められるが、ふん尿のみであれば表層部は有機質が多く、硬い状態になっているのが一般的である。実験槽は水を投入していない。場合のものである層別の乾物割合を表91に示した。場所別に差異はあるが、深さ50cm付近に有機物量が多く硬い。

表 9 1. 層別乾物割合

堆積層 深さ	A	B	C	平均
表面 (cm)	3.21 (%)	8.98 (%)	16.40 (%)	9.53 (%)
50	4.73	9.06	13.99	9.26
100	0.74	1.28	8.77	3.60
150	0.64	1.56	2.71	1.64
180	9.70	5.71	4.08	6.50

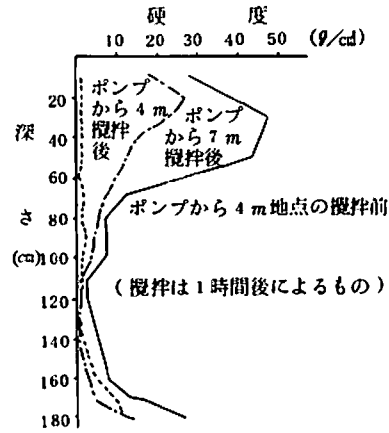


図 9 6. ポンプの攪拌性能

ポンプをふん尿槽にセットし、適宜噴流方向を変えながら攪拌し、1時間後の硬度は図 9 6 である。ポンプの位置から 4 m の場所は完全に攪拌されているが、7 m の場所には硬い部分が残っている。水を投入していないので有機物量が多く、流動性が少なかったためと考えられる。完全に攪拌するためには、時間を多くするか、場所を移す必要があるが、攪拌を 1 時間と限定した場合の到達攪拌距離は、ポンプの吐出量 950 ℓ/min (推定) で約 6 m であった。水を加えると流動性が増し、ポンプの吐出量も多くなるので、多少水を加えて攪拌の範囲を広くするのも便法である。

(3) G 3 5 型

スラリはコンクリート地下槽 (縦 6 m × 横 4.3 m × 深さ 2 m = 516 m³) に冬期 6 ヶ月貯

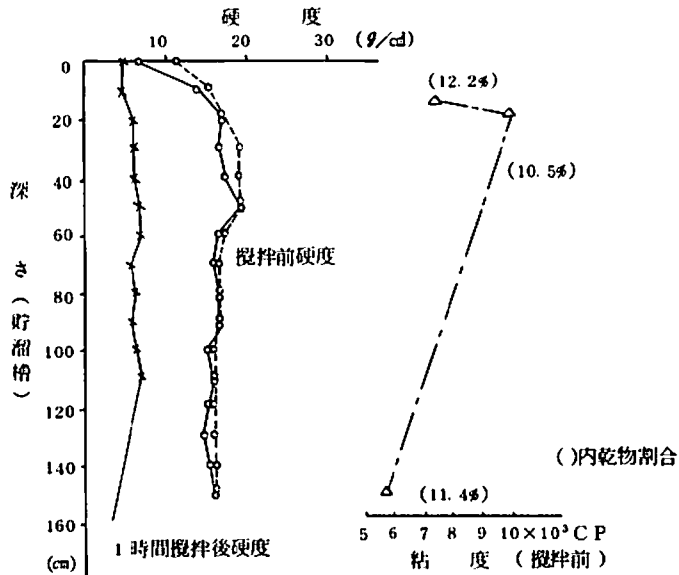


図 9 7. スラリの硬度と粘度

溜されたもので、ほとんど変質していないものである。1,000 cm³の円板ペネトロメータによる硬度を図97に示したが、表層がやゝ軟の程度で上下層あまり変化がない。普通高温で腐熟が進むとスカムが発生し、表層が団結し乾物の割合も多くなるものである。

水を全く混入していないので、一般のスラリーより粘度が高く乾物量も多い。粘度6,000~10,000 CP, 乾物割合10.5~12.2%はスラリーポンプの扱いとしては厳しい条件であるが能力を知る上では好条件であり、敢えて稀釈水を混合せず実験を行った。参考までに、一般のスラリーは30~50%の畜舎洗浄水その他が混入されていて、粘度は1,500~2,000 CP, 乾物割合は3~5%程度である。

前述したようにスカムの発生していないスラリーでは、上下層ほぼ同じ条件であるので、攪拌初期に若干トルクが小さかっただけで、10分後からは同じ動力で変化がみられない。スカムの発生しているようなスラリーでは初期のトルクが大きく、流動化がすすむにつれてトルクが小さくなるのが普通であるから若干特殊のケースと考えられる。

流動化は図97にみるように、攪拌1時間後では硬度が1/2以下になっていることから、相当に進んでいることが伺える。しかし噴流の到達距離は5m程度であったので、この濃度での(稀釈水を混入しない場合での)攪拌直径は10m程度と考えるべきである。

図98に攪拌動力の推移、図99に回転数別の攪拌動力を示した。回転数が多くなれば吐出量も多くなり、当然所要動力も大きくなるが、PTO 500 rpmでは約26 PSであった。

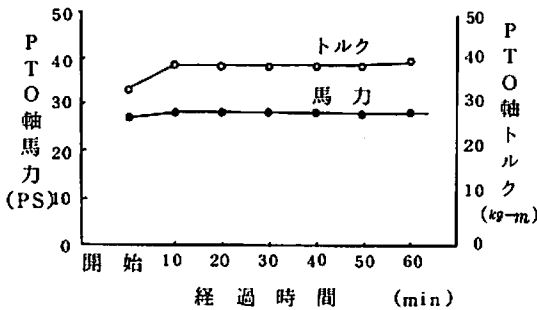


図98. スラリーポンプの攪拌動力の推移

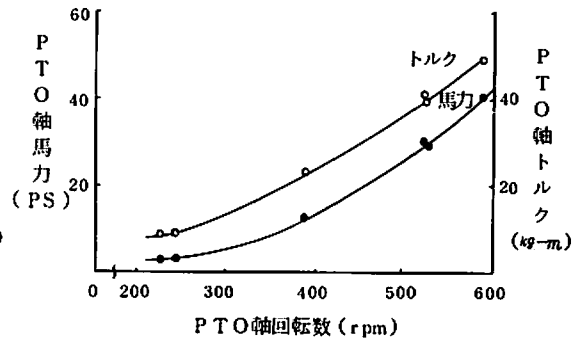


図99. スラリーポンプの攪拌動力

したがって35 PS以上のトラクタでないと取扱いは困難である。

ポンプの吸引部にはカッティングエッジが取付けられて、多少の藁稈類を細断できるようになっているが、今回の実験ではこの能力については調査しなかった。

供試スラリーには若干の藁稈類の混入を認めたが、攪拌試験(連続1時間)ポンプ動力試験を通じては、絡み付きなどの異常を認めなかったので効果的に細断されたものとする。

(4) Rota 85 型

図 100 はヘリカルロータポンプの攪拌能力である。清水町における試験で、ふん尿溝から貯溜槽に移され数ヶ月を経て、上層部にスカム状のものが発生しはじめていたものである。

槽の大きさは縦 3.6 m、横 7.2 m、深さ 1.8 m で満杯の状態であった。攪拌始めは中層の薄い液を吸入し固い上層部に噴流をぶちつけるので所要動力も大きく、約 17 PS を要した。噴流

の高さ、方向を手動で変えながら攪拌して 40 分を経過するとスカムがなくなり、均一なヘドロ状となった。このときの所要動力は約 12 PS であった。攪拌精度を判断するのに層別に粘度と乾物割合を測定すると、ほぼ同一の状態になっている。なおスカムは気泡状になっていたので、攪拌してスカムをつぶすと全体に約 20 cm 沈下しヘドロ状となった。

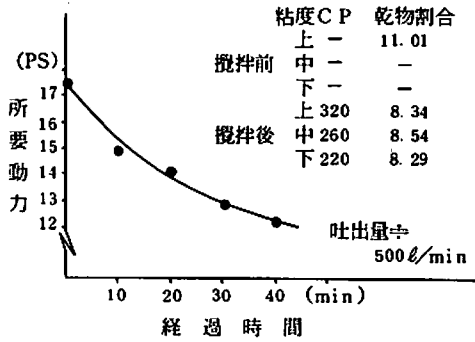


図 100. ロータポンプの攪拌能力
- Rota 85 -

3) ポンプの吐出量

(1) S R P 100 型

S R P 100 型の吐出量は、1) 有機物の細断混合の項に示した。吐出量は乾物量によって異なるが 500 ~ 600 l/min の能力である。

(2) S S M 1000 型

S R P 100 型を改良し、回転数を増速しパイプ径を太くしたことによって、吐出量は 1,400 ~ 1,600 l/min と飛躍的に増大し、その効果を認めることができる。(図 101) 反面、乾物割合が多くなるにしたがい、吐出量の低下が著しい。これは乾物量が多くなるにしたがい流動性が低下するので、吐出量の増加に伴う吸入の円滑さが欠けるためと推測される。

ふん尿槽を変えて、同様に順次に水を加え粘度を調整し、粘度別に吐出量と所要動力を測定した結果は図 102, 103 である。有機物量が多く粘度が高ければ、吐出量は少なく所要動力は大きい。トラクタの P T O 回転数 500 rpm (ポンプインペラの回転数 1,285 rpm) では、粘度 350 C P - 1,140 l/min, 800 C P - 960 l/min, 2,000 C P - 650 l/min で、吐出量 1,000 l/min の所要動力は、350 C P - 9 P S, 2,000 C P - 16.4 P S であった。

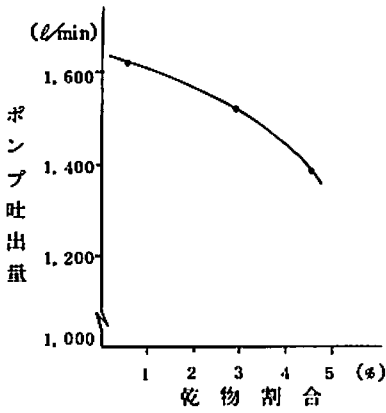


図 101. 乾物量と吐出量

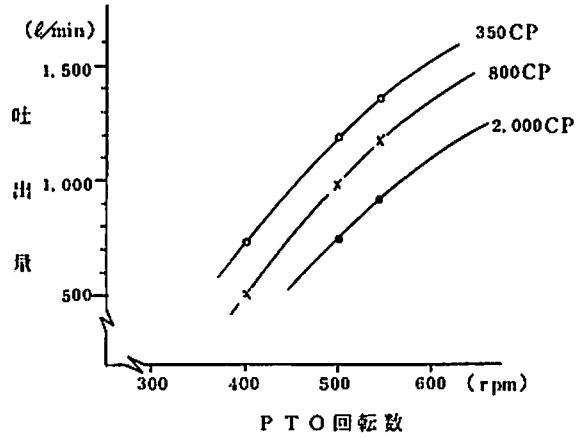


図 102 粘度別吐出量

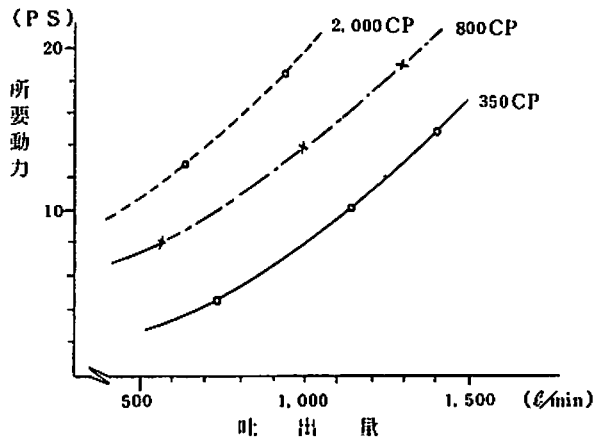


図 103. 粘度別所要動力

(3) G 3 5 型

8,000 ~ 9,000 CP の高粘度のスラリーであったため、吐出量は仕様より約 20% 少なくなって、P T O 540 rpm (ポンプ約 1,000 rpm) では約 4,000 ℓ/min であった。(図 104) 稀釈水が混入されて粘度が低い場合には仕様の 5,000 ℓ/min は可能であると考えられる。

なお、この粘度はスラリーでは最高級の粘度と考えるが、エンジン 1,000 rpm (P T O 261 rpm) では吐出不能であり、1,250 rpm (P T O 326 rpm) から吐出がみられた。非容積式のうず巻ポンプにみられる特性であり、所定の回転で取扱われなければ効率は低い。

汲上げ時のポンプの所要動力を図 105 に示した。攪拌の場合とほぼ同じ動力であり、P

TO 500 rpm時の所要動力は2.5 PSであった。

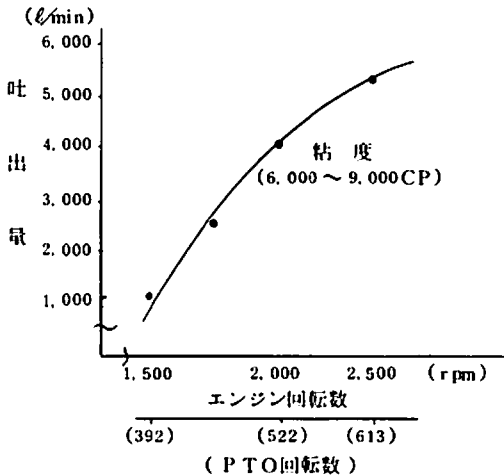


図 104. スラリポンプ吐出量

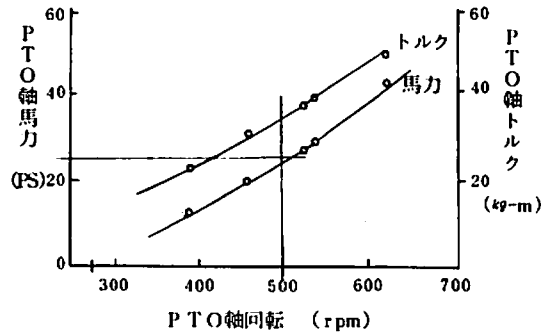


図 105. スラリポンプの所要動力

(4) Rota 85 型

図 106 はロータポンプの性能を示すものである。配管による送液能力を知るため、ホースの長さを 5 m、50 m、100 m として吐出量を測定した。容積式ポンプの特徴でロータポンプの吐出量は、送液距離でほとんど差がなく、所要動力が大きくなっているにすぎない。

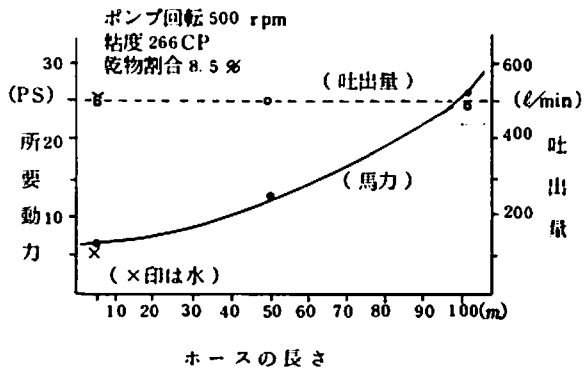


図 106. ロータポンプの性能 - Rota85 -

所要動力は 5 m のホースの長さの場合、水で 5.4 PS、スラリでは

6.8 PS であり 1.4 PS の上昇である。スラリでは 50 m では 12.5 PS、100 m では 25.5 PS となっている。

ロータポンプは高圧型のポンプであり、レイガンなどの利用にも適しているポンプといえる。

5. 本節の総括

液中ヒューガルポンプはポンプ本体を液中に設置しているので、地上に設置した場合と異なり、サクションホースの真空吸引の工程が省かれる。したがってポンプの構造は簡潔である。家畜ふん尿のスラリは高粘度であるばかりでなく、糞粒類の粗大有機物や土砂が混入しているので、普通のヒューガルポンプでは対応が困難であるばかりでなく、摩耗も早くこれらの点が問

題点として指摘されていた。この問題に十分対応していると考えられる。

また、インペラとハウジングにカッティングエッジを取付けて、藁稈類の粗大有機物を噴流攪拌の過程で細断できるのも特長である。有機物は細断されることによって腐植化が早まり、また散布は円滑に行われる。このように、ポンプに噴流攪拌、細断などの調製機能を附加することによって、ポンプの利用価値を高めている。

昭和35年頃の家畜のふん尿処理は、堆肥と尿に分離されて、尿は尿散布機に取付けられたビューガルポンプによって汲上げられ、散布されていた。⁽¹⁶⁾ビューガルポンプは藁くづで汲上げが不能になるとか、沈澱汚泥を汲上げることができないなどの欠点があった。やがてバキュームタンカが出現し、昭和45年頃にはバキュームタンクの全盛期を迎えた。しかしその後、家畜飼養頭数の増加、スラリ牛舎の普及に伴いバキュームタンカは適切な機械といえなくなった。ふん尿量が多くなれば、バキュームタンカの一般的な処理能力500ℓ/minでは満足できず、ふん尿槽の攪拌処理も要求されるからである。ここで再び能率処理を前提に吐出量が多いポンプが登場してくるわけである。そこで以前のポンプの問題点を液中型に変えて解消し、またタンカに汲上げと散布を兼用したポンプが取付けられていたものを量処理に対応すべくポンプをタンカから分離し、専用化した2ステージシステムとしている。ポンプは施設に設置されて、ふん尿槽の調製と汲上げを行い、タンカはこれを受けてインペラ、あるいは内蔵のポンプで散布する仕組みの高能率処理システムである。本実験におけるG35の吐出能力は稀釈水なしのスラリでも4,000ℓ/minを記録した。バキュームタンカの8倍の能力である。この吐出量はふん尿槽の攪拌にも利用されて、分層硬化しているスラリを破砕し、スラリを均一に調製することができる。その到達半径は約5mであり、水で稀釈されていれば10mには及ぶものである。飼養頭数の増加に伴い、家畜のふん尿処理にも合理化が求められ、わが国にもスラリシステムが導入されてきたが今後乳牛のスラリを対象に液中型ビューガルポンプは主流をなし拡大するものと考えられる。

一方、高粘度に対応しようとして、地上型ポンプではヘリカルロータポンプあるいはルーツポンプなどが利用されるようになってきた。液中型に比較すると吐出量が少なく量処理には不利であるが配管して遠距離搬送ができること、レインガンによる散布もできることなどの理由などから、個別の特殊な用途に使われるものと考えられる。

第3節 スラリスプレッダ

1. 実験目的

家畜のふん尿処理がスラリ方式に変革してきていることは、ポンプ関係ばかりでなく、その散布にも関連することであり、各種のスラリ用スプレッダが導入されてきた。いずれも高粘度の量処理に対応すべく各種の工夫をしている。機種別に性能特性をあきらかにし、その利用技術体系について考察する。

2. 実験方法

1) 吐出量および所要動力

タンクにスラリを満杯にし、実際に圃場に散布しながら空になる迄の時間を測定し、タンク容量から吐出量を求めた。所要動力はトラクタのPTO部にトルクピックアップを装着して測定した。

2) 散布精度

一定の間隔に散布液を受ける容器を設置し、所定の作業速度で散布後容器内の液を計量し分布を読み取った。

3) 作業能率

圃場を指定し、実作業と同じ要領で作業させ、この間の時間を計測した。

3. 供試機仕様

供試機の仕様および特長を表92、図107、108、109、110に示した。

4. 実験結果

1) 吐出量および所要動力

(1) T S L 3000 型

スラリシステムの台頭あるいは量処理の機運からバキュームタンカの利用は次第に少なくなるものと推測されるがスラリシステムに対するバキュームタンカを知るために測定

したものである。バキュームタンカによる散布は、タンク内に空気を逆送し、タンク内の空気圧を高めて行うが、最大でも 2 kg/cm^2 の低圧であり、粘度別に吐出量が変わる。この状態を図111に示した。300 CP の粘度で吐出量は 550 l/min であるが、700 CP では 400 l/min となった。

散布巾は粘度別に大きな変動はなく、ほとんど同じとみて良い。同じ作業速度では単位当りの散布量が変わることに注意しなければならない。

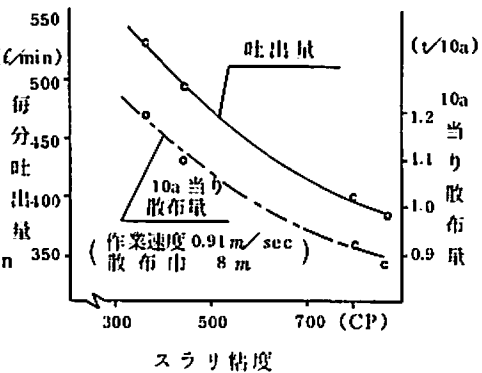


図111. 粘度と吐出量

(2) S 4 P 型

仕様には最大吐出量 $4,540 \text{ l/min}$ としてあるが、これは粘度の低い場合であって、実際のスラリでは粘度に反比例し吐出量は低下する。8,000 ~ 9,000 CP の全く水を混合していない乳牛のスラリでは、PTO 500 rpm で約 $2,000 \text{ l/min}$ であった。

粘度が高いとポンプの回転数別の吐出量の変化も著しい。しかしその状態を図112に示したが、ポンプはタンクの底部に位置しているので急激な落込みではなくほぼ直線的に低下している。

表 9 2 スラリスプレッダの機体仕様諸元

	衝突板型			インペラ型
型式	T S L 3000 (東洋)	S 4 P (シャルストロム)	M 3 0 V (パウワ)	T S P 4 0 (スター)
全長 (mm)	5.200	4.700	4.850	5.360
全巾 (mm)	2.200	2.050	1.815	1.835
全高 (mm)	2.080	1.750	1.965	1.750
全重 (kg)	820	850	1.097	1.000
タンク容量 (ℓ)	3.000	3.900	3.000	4.000
汲上げ方式	自給・バキューム吸引	他給	自給・ポンプ	他給
散布方式	タンク内空気圧縮	タンク内蔵ヒューガルポンプ	タンク下装備ヘリカルロータポンプ	インペラ
塔載ポンプ型式	ロータリバキューム(ペーン)	ヒューガル	ヘリカルロータ	-
散布量 (ℓ/min)	500	4.540	950	1.200
散布巾 (m)	8	12	12	12
主なる特長	<p>バキュームタンカであり、汲上げは真空吸引で行われる。散布はタンク内に空気を送り、タンク圧を高めて行う。最大空気圧は2kg/cm²である。バキュームタンカの場合、泡が発生すると満タンにできないことがある。大型の泡押えが装備されてこれに対策している。</p>	<p>インペラポンプをタンクの内部に装備し、スラリポンプによって強制排出、衝突板にあて、散布する方式である。ポンプはタンク内の攪拌と散布にのみ利用されるもので、自給の能力はない。したがって施設のポンプとコンビ作業となる。</p> <p>衝突板はタンク上部にあってスラリは下方に散布されるため、スラリが風などで霧散することは少ない。ポンプはタンク内の攪拌を兼用できる。バルブ操作はトラクタの座席から簡単にできる。タンク蓋の開閉も運転席から行うことができる。</p> <p>車輪はタンデム四輪型で凸凹でも円滑に走行できる。</p>	<p>ヘリカルロータポンプを装備している。スプレッディングは円板衝突型であり散布巾が広く、散布分布のムラが少ない。</p> <p>高圧型のポンプであるので、ジェットノズルに切換えれば、片側約30mの遠距離散布が可能である。タンカの運行できない傾斜地などに効果的であり、レインガンが接続できる。タンクの後部は全開できるようになっており、タンク内の清掃や保守管理が容易である。</p>	<p>タンクから自然流下してくるスラリを、インペラで散布する方式である。したがって構造はもっとも簡単であり、保守管理が容易である。</p>

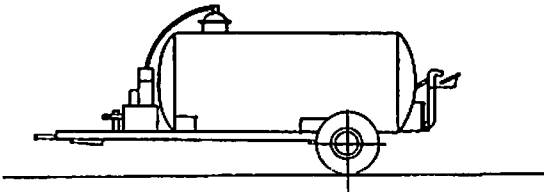


図 107. 衝突板型スラリスプレッダT S L 3000 型

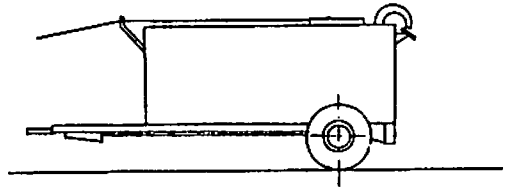


図 108. 衝突板型スラリスプレッダS 4 P型

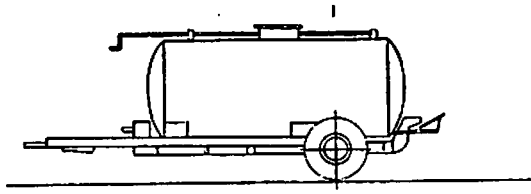


図 109. 衝突板型スラリスプレッダM3 0 V型

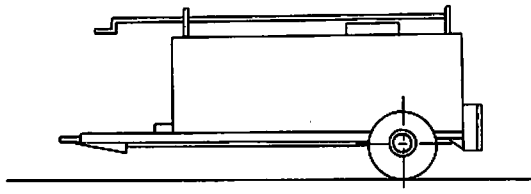
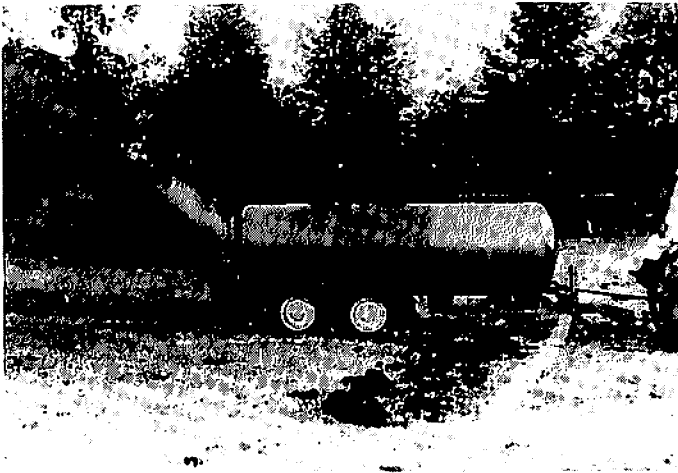


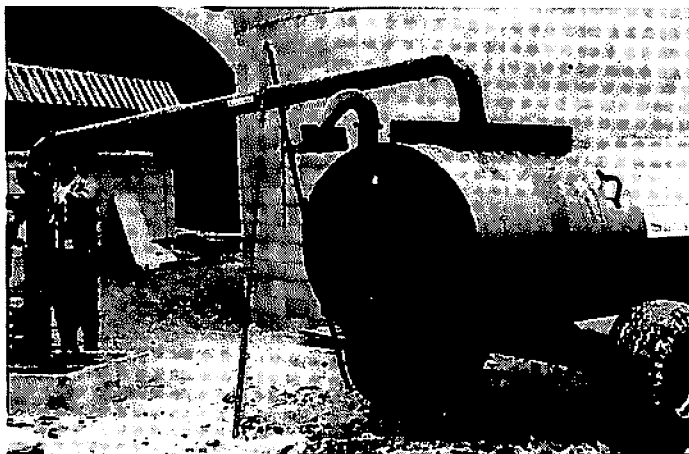
図 110. インペラ型スラリスプレッダT S P 4 0型



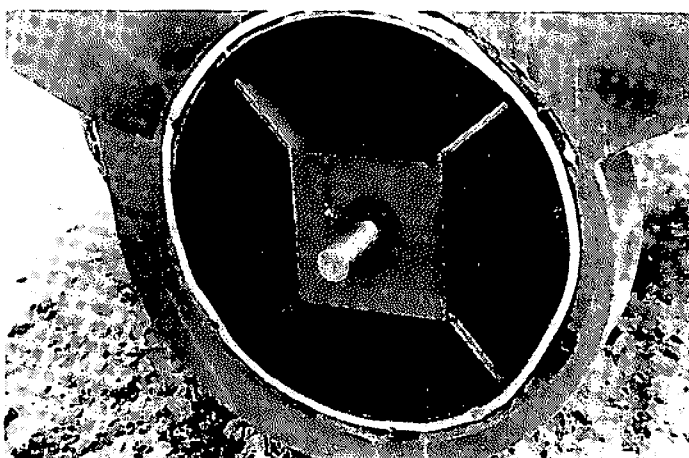
スラリスプレッダ(インペラ型)
T S P 4 0型



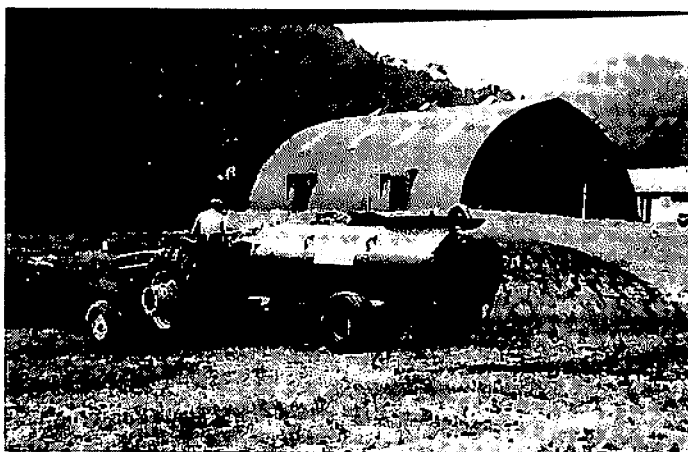
スラリスプレッダ(衝突板型)
S 4 P型



2ステージシステムによるスラリの供給



タンク内に装備されたポンプのインペラ



散布作業

ポンプの所要動力を図 113 に示した。P T O 540 rpm, 吐出量 2,300 ℓ/min では, 約10

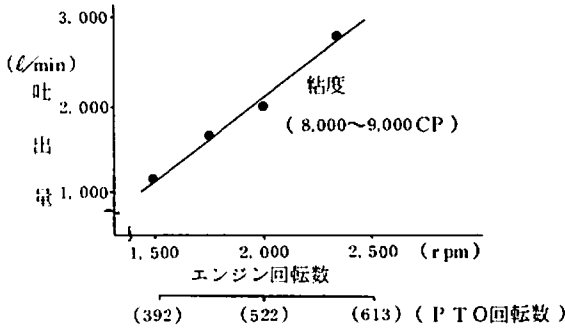


図 112. スラリスプレッダの吐出量

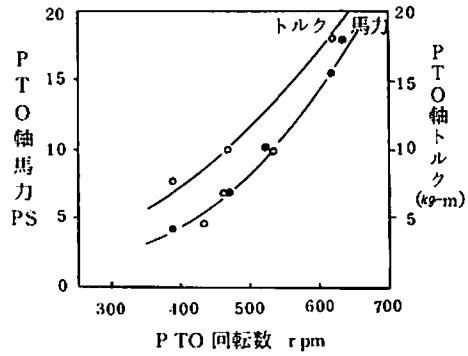


図 113. ポンプの所要動力

P S の所要動力である。

(3) M 3 0 V 型

表 9 3 は M 3 0 V 型のポンプ性能である。ヘリカルロータポンプの特性で, 粘度の差の影響は少なく, あまり吐出量に変動をみせない。

表 9 3. ポンプの性能

スラリの性状		汲 上 げ		散 布		摘 要	
粘度 (CP)	乾物割合%	馬力 (PS)	汲上げ量 (ℓ/min)	馬力 (PS)	吐出量 (ℓ/min)		
266	8.5	9.7	840	11.5	995	ポンプ回転	500 rpm
107	6.5	11.4	922	10.3	980	有効散布巾	12 m
(水)	-	9.3	919	9.7	984	サクシジョン・デリバリ径	4 1/4

(4) T S P 4 0 型

散布時間については粘度分, 乾物割合などの影響が少なく所要時間はほぼ一定で, 3分20秒程度で4,000 ℓを処理した。

満タンクから空タンクになるまでの散布時間別吐出量の関係を見たのが図 114 で, 散布開始直後の吐出量と最後の量とは異っている。これは自然流下方式であるため, タンク内容

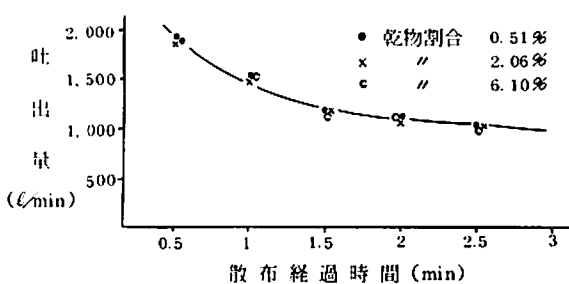


図 114. 散布時間別スプレッダ吐出量変化

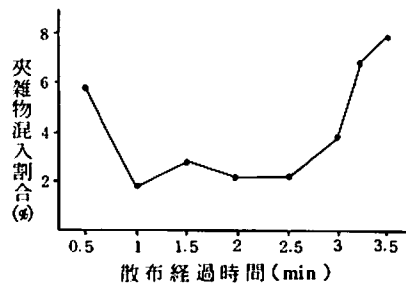


図 115. 散布時間と夾雑物

量によってこのような傾向が生じるものである。

しかしスラリの散布作業はそれ程高い精度は必要としないのでこの程度の差で支障は生じない。もし、精度を要求すれば強制送りのポンプを附設すべきであろう。又同様に満タンクから空になるまでの間に夾雑物が、

どの様に混入して散布されているかをみたのが図 115 で散布開始直後、および最後の 1 分位に夾雑物が多く混って吐出される傾向にあった。

図 116 は散布時期と P T O 所要馬力で、散布開始時は 7 P S 程度を要したが、タンク容量の減少とともに除々に低下する傾向がみられた。

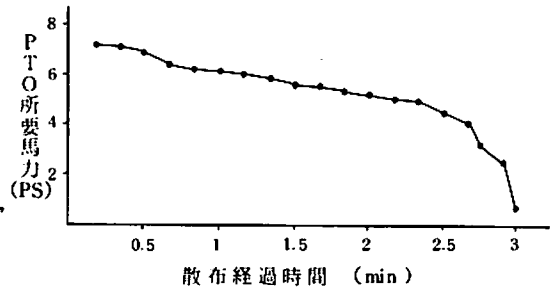


図 116. 散布所要馬力

2) 散布精度

(1) M 3 0 V 型 (衝突板型)

図 117 は散布の分布を求めたものである。両側に高い部分を認めるが、衝突板型のものでは較差が少ない部類に属するものである。

有効散布巾は 1 0 ~ 1 2 m である。一般に高圧で散布される場合、スラリが霧状になり風に乗って汚物飛散の被害を与えるが、後方に低い角度で散布されるので、強い逆風でも吹かない限り、問題はない。

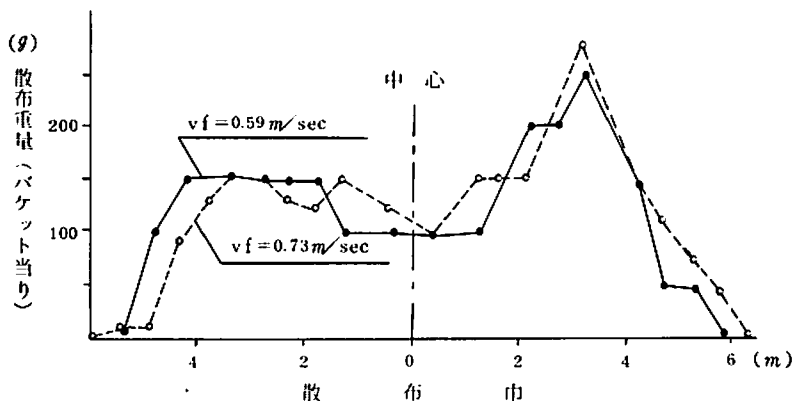


図 117. スラリスプレッドのスラリ散布分布

(2) T S P 4 0 型 (インペラ型)

散布精度については図 118 に示した如く、タンク容量 8 0 % と 5 0 % の場合についてみたが、あまり大きな差はなく分布した。ただし、中央部の散布量が少なく均一な散布とはいえないが、精度としてはこの程度で充分とみることができる。2つの山を画くのは衝突

板型も同じ傾向であり、この場合はインペラ開口部の位置及び角度によって、多少改良し得るものとする。

3) 作業能率

(1) S4P型

運転者を指定し、ワンマンオペレーションでどの程度の散布能率であるかを知るため、圃場試験を行った。

その結果は表9.4である。圃場が汲取り口に接近している(125 m)ため比較的作業能率は良く、0.9 ha/hrであった。

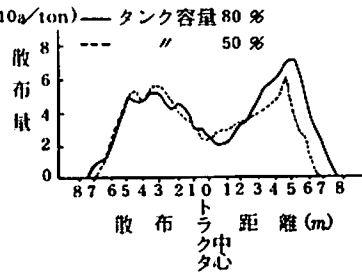


図 118. 散布精度

表 9.4. 作業能率

作業面積 (a)	作業時間					作業能率		10a当り 散布量 (ton/10a)	時間当り 処理量 (ton/hr)
	汲上準備	汲上	運行(往復)	散布	計	(ha/hr)	(hr/ha)		
88.5	11'16.6" (19.0)	8'56.0" (15.1)	22'47.2" (28.5)	16'14.9" (27.4)	59'14.7" (100.0)	0.9	1°05'49.7"	3.08	27.72

注：トラクタ ジョンディア 3130 97PSⅢ速

散布巾 5.25 m

運搬距離 125 m (汲取り口から)

作業人員 1名

散布のみの能率 3.27 ha/hr

作業能率で注意しなければならないのは効率である。実散布時間の全作業に占める割合は27.4%であるから、この種の作業では材料の補給と、往復の運行にほとんどの時間を費していることになる。圃場が近接してこの状態であるから、遠い場合にはさらに効率が低下し、この能率は期待できないことになる。

遠隔地における作業能率を高めようとするには、タンク容量も可能な限り大きくするか、機動力に富むスラリローリとの組作業で補給体制を整えるか、あるいは圃場に配管し、遠隔地の運行を避けるなどの措置が必要となってくる。

細かいことで注意しなければならないのは、汲取り口周辺のトラクタの回行路である。どちらかという施設の設計には配慮されても、外作業にまで配慮されていることは少なく、結局そのことがトラクタの運行に手間をとらせ、ふん尿処理の能率を低下させていることがある。ふん尿処理は季節に制約された作業であるので、能率を強要されることが多い。この点トラクタ、タンカが大型化する情勢でもあり、施設は設計当初から汲取り作業にも充分配慮しておく必要がある。

(2) M30V型

表9.5. 作業能率

作業面積 (a)	作業時間							作業能率		10a 当り 散布車 (ton/10a)	時間当り 処理量 (ton/hr)
	搬一往	搬一復	散布	汲 準 上 備	汲上	ホース 扱い	計	(ha/hr)	(hr/ha)		
66	16'28" (20.3)	23'04" (28.4)	19'23" (23.9)	2'45" (3.4)	16'25" (20.2)	3'05" (3.8)	1'21'10" (100.0)	0.49	2'02'58"	2.7	13.23

注：使用トラクタ F4000

運搬距離 240 m

散布巾 10 m

作業人員 2名

散布のみの能率 2.04 ha/hr

スプレッダの作業能率は表9.5である。ロータポンプを装備しているので自給しながらの散布作業である。運搬作業の占める割合が多く約50%であった。散布作業の割合は24%にすぎない。

作業能率は0.49 ha/hr, 処理量は2.7 ton/10aであった。スラリをスプレッダで散布するときには, 5 ton/10aを2回で処理するのが普通であり, 標準能力とみることができる。

(3) TSP40型

施設から圃場までの距離が300 mの場合で, 作業能率は表9.6に示されるように0.55 ha/hrであった。往復の時間割合が41.6%を占め, 散布時間の割合は20.8%にすぎない。

表9.6. 作業能率

作業面積 (a)	作業時間							作業能率		10a 当り 散布量 (ton/10a)	時間当り 処理量 (ton/hr)
	搬一往	搬一復	散布	汲 準 上 備	汲上	取り はづし	計	(ha/hr)	(hr/ha)		
16	3'19.0" (18.9)	4'00.0" (22.7)	3'39.5" (20.8)	2'14.5" (12.8)	2'52.9" (16.4)	1'29.0" (8.4)	17'34.9" (100.0)	0.55	1'19'05"	2.5	13.75

散布巾 11 m

運搬距離 300 m

往復時の平均速度は1.25～1.50 m/secであり, 300 mの距離ではこれ以上の速度は望めない。材料を汲上げ, 運搬して散布する作業機の作業能率としては標準的なものである。敢えて作業能率を高めようとするれば, 汲上げのためのパイプのセット, 汲上終了後のパイプの取外しの時間を節約することであり, 施設を改良する工夫をすべきである。

4) 傾斜地の走行性

道内の土地条件では少なからず傾斜地を有しており, 傾斜地に対する適応性および限界傾斜度について検討した。まず図119はスプレッダのタンク容量を満タンク, 1/2, 空タンク別にヒッチにかかる加重をみたもので, 水平状態の場合は空タンクで200 kg, 8度の傾斜に

なれば 190 kg のヒッチ加重となり、タンク 1/2 では 0 度が 510 kg、8 度で 280 kg と傾斜度によるヒッチ加重が大きく変化している。当然のことであるが傾斜によるタンク内液の移動が激しいことによるものである。したがって、タンク 1/2 の場合でも、傾斜 8 度位になればほぼ空タンクに近いヒッチ加重となる。また、満タンクの状態では、総体的加重が大きいのは当然である。しかし、0 度 820 kg から 8 度 700 kg に傾斜によって小さくはなるが、ヒッチ加重減少の程度は 1/2 に比して変動が少ない。

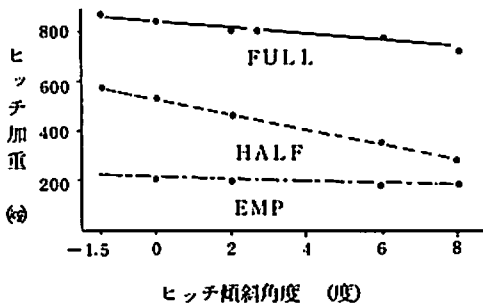


図 119. 傾斜度とヒッチ加重

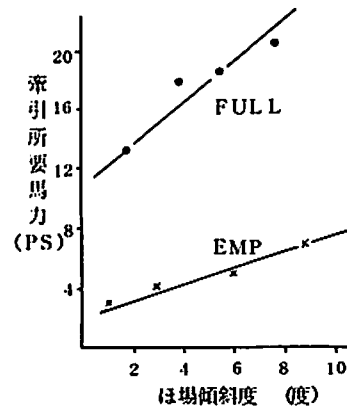


図 120. 傾斜度別牽引所要馬力

このようなタンク容量によるヒッチ加重の変動がみられる状態で、傾斜度別、積載量別けん引力を調査したのが図 120 である。この調査にはトラクタの駆動力伝達軸にストレングージをはりつけ、回転軸に歪が生じて抵抗値が変化するとき、ブリッジの平衡が乱れて出力が得られ、それを歪計で増巾し、FM 変調した信号をアンテナを介して送受信する無線テレメータを使用して求めた。その結果、空タンクで刈取直後の牧草地においては、3 PS から傾斜 9 度で 7 PS の範囲で、問題となるけん引馬力ではなかった。しかし満タンクの場合は、平坦地の 12 PS から 8 度 22 PS に上昇した。さらに傾斜度を強くするとスリップ率が増加し、トラクタの駆動輪による草地面の剝離、続いて走行不能現象が発生した。したがって満タンク時の走行可能限界は 9 度であるといえる。一般的な牧草地は 10 度以下にあり、しかも限られた面積であり実用上の問題は認められないが、ホイールトラクタによるタンカのけん引作業の傾斜地の登はん性は、意外と低いことを知ることができる。これを計算式で求めてみる。

図 121 は斜面走行時のトラクタで、この登はん抵抗および転がり抵抗は次式で与えられる。

トラクタの自重を G 、傾斜面角度を α とすると登はん抵抗 W_s は

$$W_s = G \sin \alpha \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

また傾斜面に垂直に作用する力 G_v は

$$G_v = G \cos \alpha \dots\dots\dots \textcircled{2}$$

になる。そのため傾斜面での転がり抵抗は、転がり抵抗係数を μ とすると

$$W_r = \mu G_v \dots\dots\dots \textcircled{3}$$

であり、 $\textcircled{1}$ 、 $\textcircled{3}$ 式からト

ラクタの全抵抗 W は

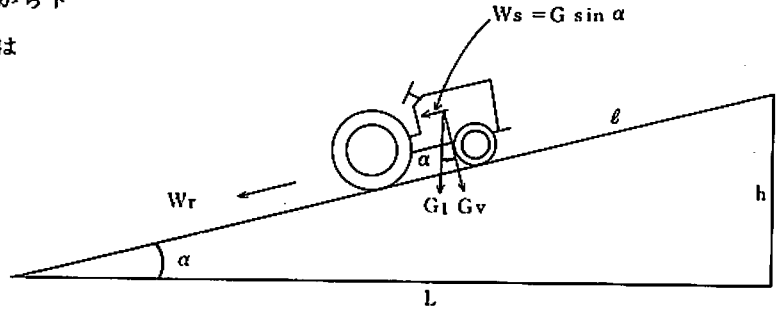


図 121. 傾斜面走行時のトラクタ

$$W = W_s + W_r = G_1 \sin \alpha + G_1 \cos \alpha \mu \cos \alpha = G_1 \frac{h}{L} + G_1 \mu \frac{L}{L} \dots\dots\dots \textcircled{4}$$

である。ところがここでもし、路面の傾斜度が小さい場合は、 $\sin \alpha \approx \tan \alpha$ とみなすことができるので、 $l \approx L$ が成立する。したがって、 $\textcircled{4}$ 式は次のようになる。

$$W = G_1 \frac{h}{L} + G_1 \mu \frac{L}{L} \approx G_1 \frac{h}{L} + G_1 \mu = G \tan \alpha + G_1 \mu \dots\dots\dots \textcircled{5}$$

ところで、傾斜面での最大滑り摩擦抵抗(最大粘着力) P_1 と駆動車輪軸荷重 G との関係は(ただし ν は粘着係数)

$$P_1 = \nu G \dots\dots \textcircled{6}$$

である。また図 122 のとおり、斜面でタンカをけん引する場合、トラクタの駆動軸荷重は

Ⅰ トラクタのみの駆

動車輪軸荷重は

$$\frac{2}{3} G_1$$

Ⅱ タンカヒッチ荷重

のトラクタ駆動車輪

軸への荷重 $\frac{m \cdot G_2}{n+o}$

Ⅲ ヒッチ荷重増加による前輪荷重のトランスファ分 $\frac{o \cdot m \cdot G_2}{n \cdot p}$

であり、Ⅰ、Ⅱ、Ⅲを加えた値がトラクタの駆動輪軸荷重となる。すなわち

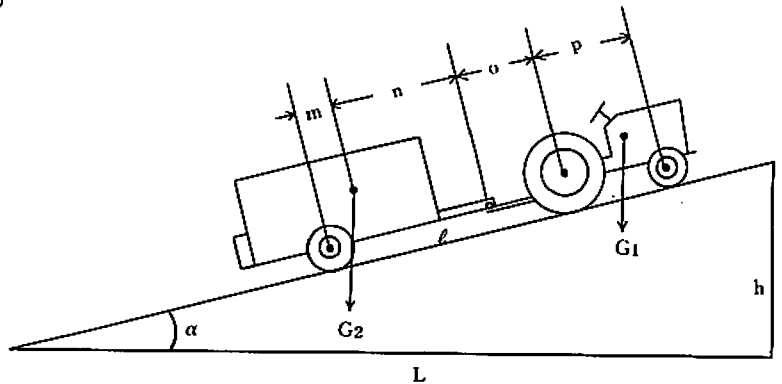


図 122. 傾斜面におけるタンカのけん引

$$\frac{2}{3} G_1 + \frac{m \cdot G_2}{n+o} + \frac{o \cdot m \cdot G_2}{n \cdot p} \dots\dots\dots \textcircled{7}$$

これを⑥式の右辺に代入する

$$P_1 = v \left(\frac{2}{3} G_1 + \frac{m \cdot G_2}{n+o} + \frac{o \cdot n \cdot G_2}{n \cdot p} \right) \dots\dots\dots \textcircled{6}$$

⑥式はどのような場面においても，最大値とみなすことができるので，傾斜面を走行するには⑥式に等しいが，それ以上でなければならない。したがって⑥式の右辺と⑦式の右辺が等しいとみることができる。

$$v \left(\frac{2}{3} G_1 + \frac{m \cdot G_2}{n+o} + \frac{o \cdot m \cdot G_2}{n \cdot p} \right) - \tan \alpha (G_1 + G_2) + \mu (G_1 + G_2) \geq 0 \dots\dots \textcircled{7}$$

⑦式を変形して $\tan \alpha$ を求めると

$$\tan \alpha = \frac{v \left(\frac{2}{3} G_1 + \frac{m \cdot G_2}{n+o} + \frac{o \cdot m \cdot G_2}{n \cdot p} \right) - \mu (G_1 + G_2)}{G_1 + G_2} \dots\dots\dots \textcircled{8}$$

以上のことから傾斜面走行時の限界傾斜度は，⑧式で求めることができる。

いま，	トラクタ自重	G_1	3.000 kg
	タンカ	G_2	5.000 kg
		m	0.6 m
		n	3.1 m
		o	0.6 m
		p	2.6 m
		μ	0.04
		v	0.50

とすれば

$$\tan \alpha = 0.149$$

$$\alpha = 8.59^\circ$$

であり実験の結果とほぼ合致する。

第4節 スラリインジェクタ

1. 実験目的

これまでふん尿の散布は，施肥の見地から農地（草地）の表面への処理しか行われていなかったが，スラリであれば土中に注入することも可能である。その特長とするところは，①土中に注入されるので環境汚染悪臭公害の弊害がない。②作土または心土の土壤改良を兼ねることができる。③処理量が多くとも，作物の生育に大きくは影響しない。④牧草の家畜に対する嗜好性についても同様である。⑤牧草の再生処理を兼ねることができる。⑥表層に有機物の残渣が残るようなことはなく，有効に利用される。⑦高粘度のふん尿でも差支えない。⑧大雨が降っても流亡しない。などである。一方問題とされるのは，散布と注入の複合作業になるので作

業能率が低下することと大きなけん引所要動力を必要とすることである。心土にインジェクトする場合には75 P S級四駆型、あるいは100 P S級のトラクタが必要である。したがって、大型集団あるいは事業による請負でなければ成立しないが、近年大型機械の普及で踏圧による土壌の固結がはげしく、何らかの対策が必要とされているので、圧縮層の破碎をスラリ施用と同時に行うことは有意義である。インジェクタに対する期待が大きいので、わが国に適應できスララインジェクタを開発し、利用特性をあきらかにする。

2. 実験方法

スラリスプレッダに同じ

3. 供試機仕様

供試機の仕様および特長を表97、図123、124、125、126に示した。

4. 実験結果

1) ポンプの吐出量

(1) T S J 2000 型

10a 当りの処理量はどの程度が適當であるのか確定していないが、牧草の場合、牛ふんの肥効バランスからみて、1頭1年のふん尿量12.5 tonを50aに散布するのが丁度良いとされている。インジェクタの場合は多少多目でも、作物の生育に大きな影響はないと考え

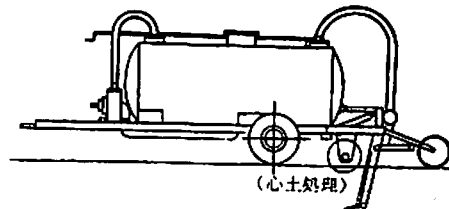


図123. 後装型スララインジェクタ T S J 2000 型

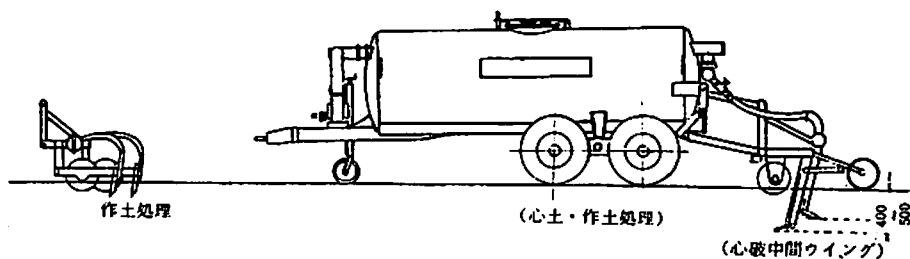


図124. 後装型スララインジェクタ T S I 4000 型

表 9 7. スララインジェクタの機体仕様諸元

	後 装 型		前 装 型	自走型(タンク直載型)
型 式	TS J 2000	TS I 4000	TS I 3000	MB-TS 2000
全 長 (mm)	4,750	6,250	5,200	4,850
全 巾 (mm)	1,900	2,200	2,200	2,500
全 高 (mm)	2,100	2,090	2,080	2,830
重 量 (kg)	750	970	820	4,570
タンク容量 (ℓ)	2,000	4,000	3,000	2,000
汲 上 げ 方 式	他 給	自給, ポンプ	自給, バキューム吸引	自給, ポンプ
注 入 方 式	ポンプ	ポンプ	タンク内空気圧縮	ポンプ
搭 載 ポンプ 型 式	ヒューガルポンプ	ルーツポンプ	ロータリバキューム(ペーン)	ヘリカルロータポンプ
注 入 量 (ℓ/min)	700	800	500	350
注 入 巾 (m)	1.5	作土 2.4 心土 1.5	2.3	1.5
型 柱 数	2	作土 7 心土 2	2	2
施 工 深 (cm)	25 ~ 50	作土 1.5 ~ 2.5 心土 2.5 ~ 5.0	25 ~ 50	25 ~ 50
主 なる 特 長	<p>心上処理専用機で三角爪を装備している。後部には鎮圧ローラがあり、鎮圧し整地するので牧草の管理作業に支障はない。</p> <p>コルタを装備しているので、牧草地、一般耕地どちらにも利用できる。</p> <p>ポンプはインジェクタ専用であり、自給はできない。施設の供給ポンプと組合せ作業になる。バルブの切換えでタンク内も噴流攪拌することができる。</p>	<p>ルーツポンプを装備しているので自給が可能であり、スプレッダに兼用できる。タンク後部のインジェクタ装着部は、トラクタの3点ヒッチと同型であり、簡単に作土型や心土型のインジェクタを交換できる。</p>	<p>インジェクタを直結し、従来のバキュームタンカをけん引して注入するものである。タンカの前部にインジェクタがあるので、同行時に小旋回のできないのが、やゝ難点である。自給が可能でありスプレッダに簡単に兼用できる。</p>	<p>2 tonの重量物を積載できるベンツトラクタに2,000 ℓのタンクを装備したものである。タンカけん引の場合と異なり機動性があり、作業機は従前通りに交換できる。したがってインジェクタとしてばかりでなくブラウニング中にインジェクトすることも可能であり、畦巾が合えばカルチベーティングしながら、追肥として注入することもできる。</p> <p>ヘリカロータポンプを装備しているので自給も可能である。</p>

土地の生産力向上に関連する農業機械の開発と改良に関する研究

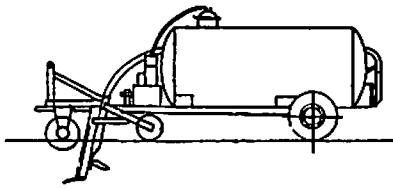


図 125. 前装型スララインジェクタTS I 3000 型

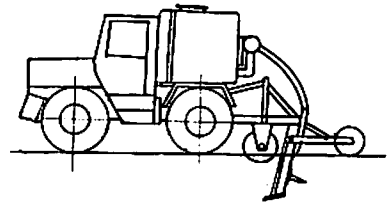
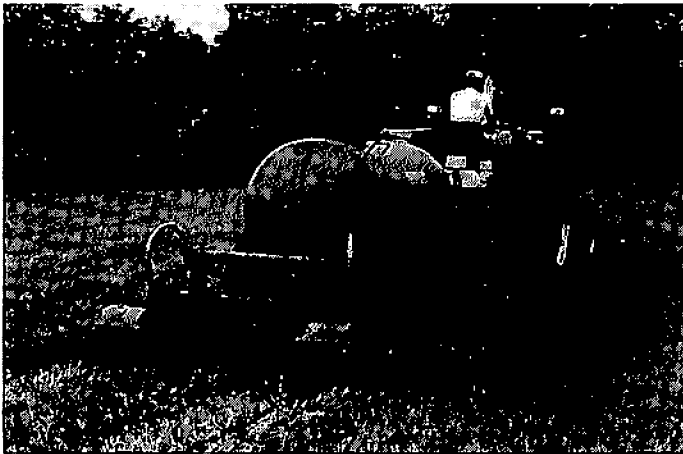
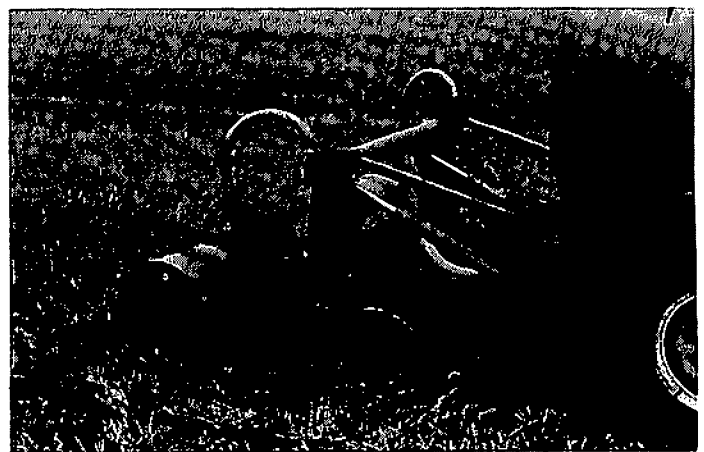


図 126. 自走型スララインジェクタMB-TS 2000型



スララインジェクタ (後装型)
TS J 2000 型



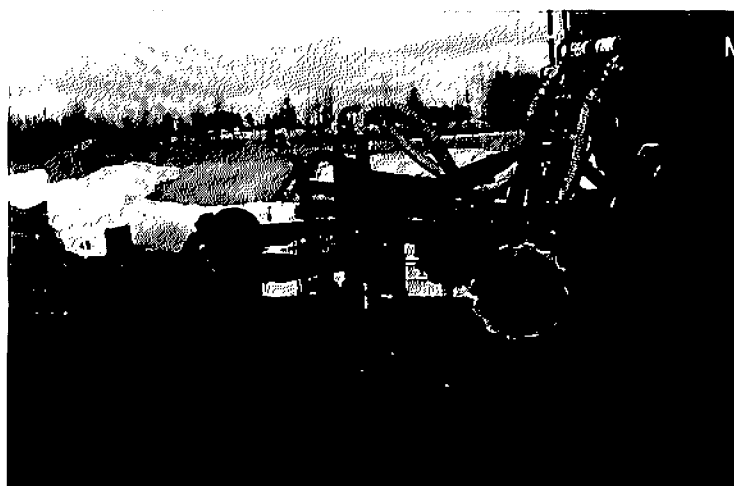
心土処理インジェクタ



スラリ注入部



スラリインジェクタ(自走式)
MB-TS 2000型



心土処理
インジェクタの注入部

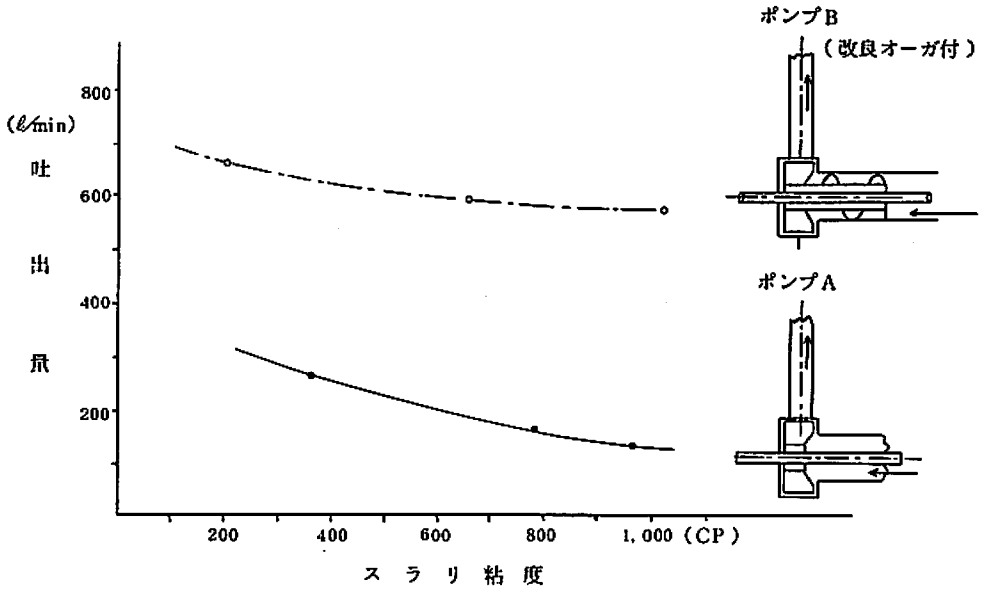


図 127. TSJ 2000 ポンプの性能—液中型—

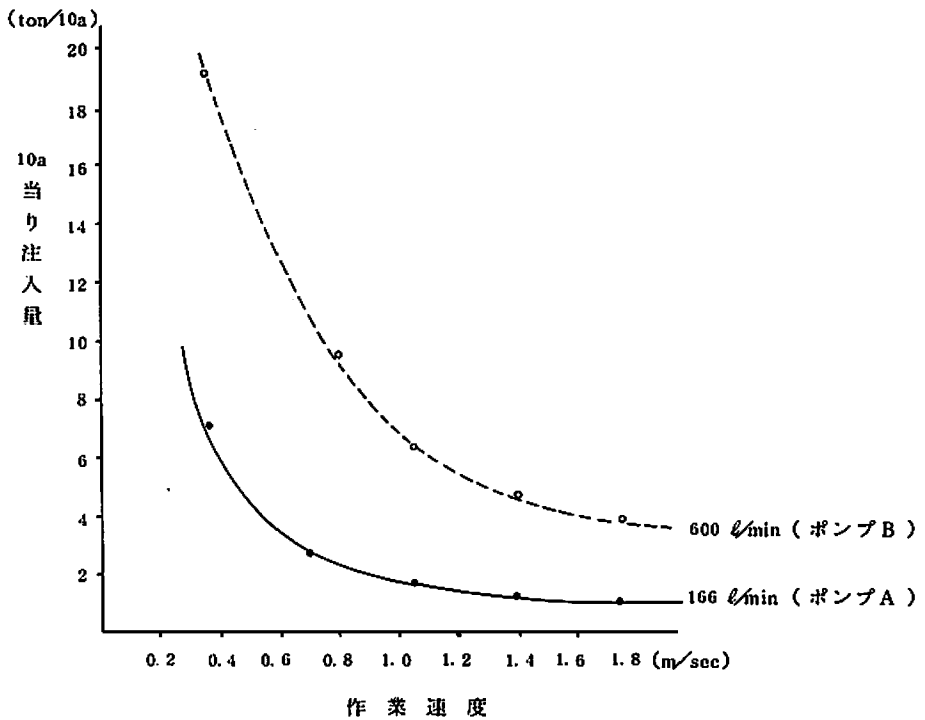


図 128. ポンプの性能別 10 a 当り注入量算定図

られるが、作物別、あるいは土壌別の施用量の決定は、今後の試験成果にかゝるものである。現状では倍量程度の稀釈水を見込んで5~7 ton/10aの注入能力であれば良いと思われる。

図127はTSJ 2000の性能である。ポンプAとあるのは、ポンプの改良前であり、Bは改良後である。ヒューガル型のポンプは、粘度が高いと能力が極度に低下するのでインペラに吸引補助装置を付けるのが効果的であり、この場合は軸にオーガを取付けた。この結果、吐出能力は約2倍に向上し、粘度別の吐出量の変化も少なくなっている。

更新3年目の牧草地において注入実験を行ったが、98PSのけん引トラクタのホイール滑り率から換算して、けん引抵抗は1連当たり約550kg(施工深30cm, 作業速度0.36 m/sec)と推定できる。98PS級で(ℓ/min)

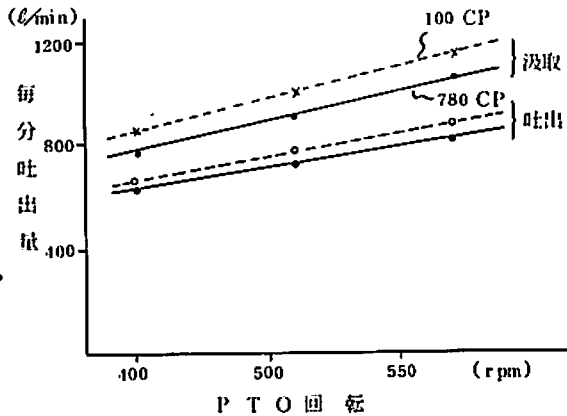


図129. TS I 4000 ポンプ性能—ルーツ型—

(2) TS I 4000 型

図129はルーツポンプの性能である。ヒューガルポンプと違って、あまり粘度の影響を受けていない。

汲取り時の吐出量と注入吐出量との間に差があるのは後者はインジェクタ注入部の配管絞りの抵抗で吐出量が少なくなっているものである。

(3) TS I 3000 型

図130はバキュームタンカの吐出量である。低圧処理であり、機械的強制排出でないため粘度別の差が大きい。

タンク内圧力1 kg/cm²で洗浄水では、約900 ℓ/minのものが680 CPになると500 ℓ/minに低下する。バキュームタンカで高粘度のスラリーを扱うときにはこの点を配慮しなければならない。

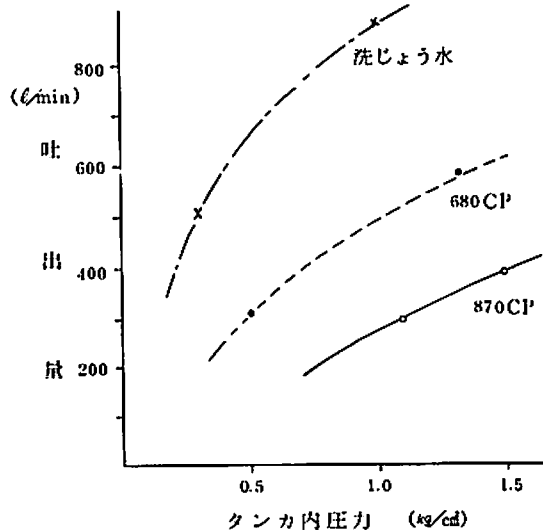


図130. TS I 3000の吐出性能—バキューム型—

(4) MB-TS 2000型

図 131 は、ヘリカルロータポンプの性能である。ルーツポンプよりさらに粘度の影響を受けないのが特長である。

これらのポンプは、前述したようにタンクえの自給にも利用できるし、高压型であるのでスプレッド、あるいはレインガンに接続してもよい。

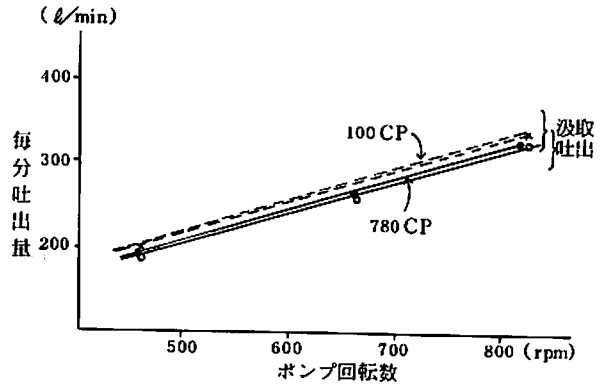


図 131. MB-TS 2000 ポンプの性能 -ヘリカルロータ型-

2) 作業能率

表 9 8 は T S I 3000 バキュームタンカによるインジェクタの作業能率である。注入時間は 22.6% を占めるに過ぎない。作業能率は 2.6 a/hr であるが、この試験は、約 300 m の距離で実施している。これが遠隔地であれば、効率はさらに低下する。資材を供給するものについては当然予測されることであるが、遠隔地で作業能率を高めようとするには、機動力のあるトラック型のスラリローリと組合せるなどの対策が必要になる。

表 9 8. 作業能率

作業面積 (a)	作業時間							作業能率		10a 当り 処理量 (ton/10a)	時間当り 処理量 (ton/hr)
	汲上準備	汲上	搬-往	注 入	回 行	搬-復	計	(ha/hr)	(hr/ha)		
23.9	7'45" (14.1)	8'39" (15.7)	12'00" (21.8)	12'30" (22.6)	4'15" (7.7)	9'57" (18.1)	55'06" (100.0)	0.26	3°50'32"	3.76	9.78

注：平均作業速度 1.2 m/sec
 作業巾 2.6 m (2ウイング 1.3 m 間隔施工)
 運搬距離 300 m
 散布のみの能率 1.15 ha/hr 13.3 ton/hr

スラリインジェクタの作業能率は、処理巾が狭いのでスプレッドに比較すれば、相当に低能率とみられやすい。実質的には処理面積でなく、スラリの処理量から決められるもので、必ずしも低能率とはならない。能率は搭載のポンプ能力に支配されるのである。スプレッドは見掛けの巾が広く、高能率とみられやすいが、作物に対する影響から所定量を1回で全量散布することができない。

したがって、数回に分けるのが普通である。一工程で所定量を注入するインジェクタの方が、効率からみてむしろ高能率であるといえる。実作業でスプレッドより若干能率が低下しているのは、順次工をしなければならない関係上、回行に時間を要しているからである。

3) 自走型インジェクタのけん引力

MB-TS 2000はトラクタにタンクを直載しているので、図132に示されるごとく満タン時にはけん引力は増大する。20%の滑り率において空タン時のけん引力は1,750kg(けん引比0.50)であるが、満タン時には2,400kg(けん引比0.44)と約43%増大している。(帯広市採草地湿性火山灰性土)。けん引型のインジェクタに比較すると機動性もあり、小区面の圃場、傾斜地に活用す

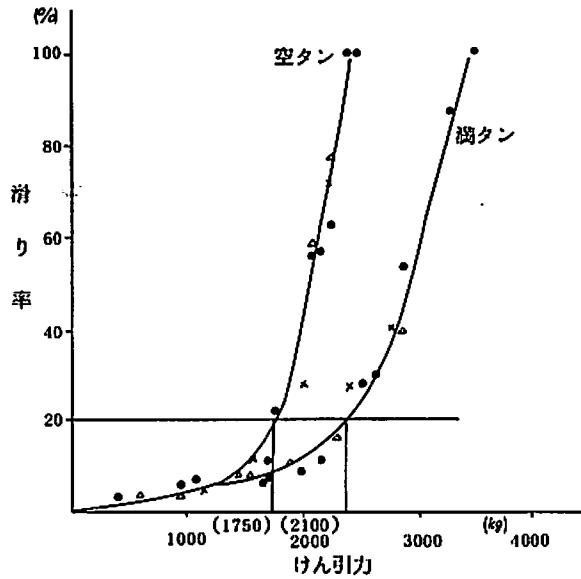


図132. MBトラクタのけん引力

ることができる。また、自走型であるのでプラウ耕、あるいは中耕と同時にスラリを注入することが可能であり、多様な仕事をこなし得る。

4) 作物収量

スラリの還元法は、表面散布が一般的なものであったが、これにスラリインジェクタを開発して土中注入法を加えたものである。スラリインジェクタは土壌改良とスラリ成分の効果的利用を目的としているもので、作土処理(注入深15~20cm, 注入巾30~45cm)と心土処理(注入深40~60cm, 注入巾75~90cm)の2種類がある。牧草地における還元法別の収量調査例を図133, 134に示したが、作土注入区は1年目、2年目共に好成績であり、所期の成果が認められる。⁽⁵³⁾⁽⁵⁴⁾心土注入区は2年目は表面散布区よりも若干劣る成績であった。これは元来、心土破碎は3~5年に1度施工されるべきものであり、連年施用では過度に心土が膨軟になり、生育が不安定になったためと推測される。したがって心土処理については連年施用されるべきものではなく、3~5年毎に施工して、表面散布、あるいは作土注入の場合の倍量のスラリを注入するのが効果的である。

作土注入が好成績であったのは、硬化した表層の土壌が膨軟になり、土壌水分が適度に保たれたばかりでなく、根の伸びが良くなり、いわゆるリノベータとしての働きも加わったためとみられる。単純な表面散布よりは草地の収量増、永年化には効果的な施用法といえる。また、心土処理も同様であるが、土中にスラリを注入することは悪臭が土壌に吸収されて発散の防止が認められる。草地に限らず畑地でも市街に近接して悪臭、二次公害発生のおそれのある地帯では、スラリインジェクタの利用が適当である。

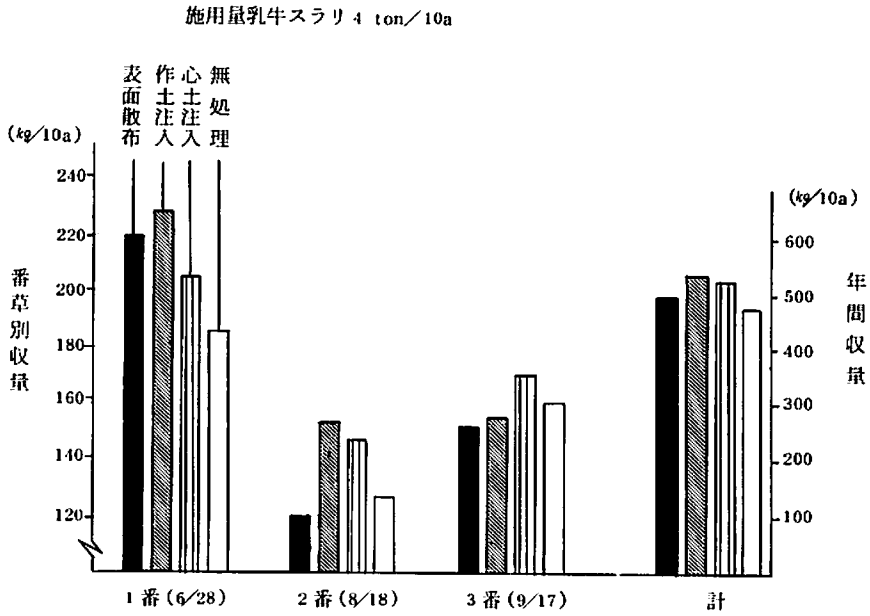


図 133. 還元法別牧草収量(乾物)連用1年目(S 4 9)

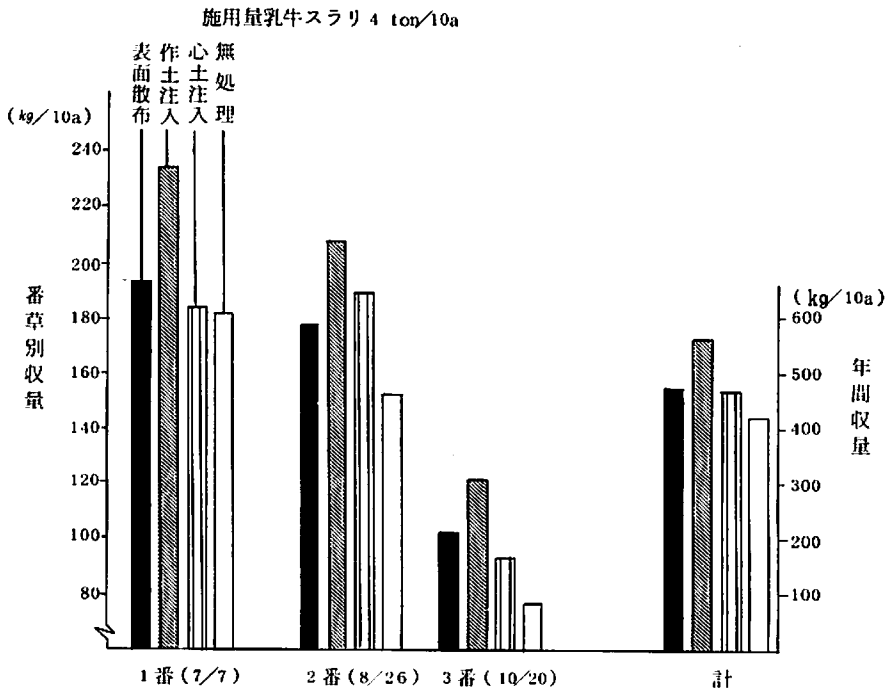


図 134. 還元法別牧草収量(乾物)連用2年目(S 5 0)

注：散布時期 5月中旬
 作土注入 注入深 16~20cm巾30cm
 心土注入 " 40~43cm巾80cm

スラリを2年連用することにより、肥効の持続性が高まり、無処理区との収量較差が目立ってきている。これはスラリの特性であり、連年施用による蓄積が収量をもたらしているものと考えられる。したがって、作土処理ではスラリの施用は仮りに少量であっても連年施用すべきといえる。

表99はスラリ施用量別の牧草と小豆の栽培成績である。単年度では結論を得ないが、一応量別に収量の違いが認められた。牧草では施用量3,000ℓ/10a区、小豆では5,000ℓ/10a区が良かった。今後こうした試験を拡大することにより、施用量の決定、化学肥料、あるいは土改資材の効率的な併用法について検討すべきである。

表99. スラリインジェクタによる収量試験

A 収草の収量

(kg/10a)

区 分	項 目	乾 草 収 量					養分収量(イネ科・マメ科)		
		1 番	2 番	3 番	計	同 比 %	N	P 205	K 20
対 照 区		461	343	256	1,063	100	30.1	7.02	35.2
スラリ	3,000 ℓ区	586	325	299	1,210	113.8	30.6	8.53	37.4
"	5,000 ℓ区	503	336	263	1,102	103.7	28.9	7.05	35.4
"	7,000 ℓ区	527	367	292	1,186	111.6	31.2	8.28	35.7
"	5,000 + 焙焼区	543	360	312	1,215	114.3	33.2	8.74	42.3

注：オーチャード・ラジノ混播

B 小豆の収量

(kg/10a)

区 分	項 目	収 量		養分収量(茎葉・子実)			施用スラリの分析値
		子実重 (kg/10a)	同 比 %	N	P 205	K 20	
対 照 区		207	100	10.7	2.64	6.4	(含有率 %) N P 205 K 20 0.3 0.1 0.2
スラリ	5,000 ℓ区	238	115	11.4	2.92	8.1	
"	7,000 ℓ区	233	113	12.1	3.09	8.3	
"	5,000 + 焙焼区	229	111	11.5	3.03	7.7	
心 土 耕 区		201	97	10.2	2.44	6.1	

注：茶穀早生

第5節 スラリローリ

1. 実験目的

ふん尿処理の基本は運搬作業の合理化である。近年このために混合流動方式が一般化し、附随してポンプ、スプレッダ、あるいはインジェクタなどが開発されてきた。しかし、これらはトラクタを対象にするものであり、機動力に乏しい。広域に能率的に処理しようとするれば、機動力に富むトラックとの組作業が必要である。この場合トラックはスラリの運搬ばかりでなく、直接、圃場散布できるものであれば理想的である。スラリの運搬機能にスプレッディング機能を兼ね備えた専用スラリローリを開発した。この性能について検討し、運用体系を確立する。

2. 実験方法

スラリスプレッダの場合と同じである。ただし大型のタンクローリであるので、土壤踏圧の測定を加えた。深さ60cmのSteel箱に10cm毎に土を平らに突き固め、石灰を播いて深さがわかるようにし、これを土中に埋めた。ローリを作業の状態通過させてから掘り出し、断面の変化から踏圧による沈下量を測定した。

3. 供試機仕様

スラリローリはスラリを広域に運搬する目的で考案されたものであるが、圃場に直接散布することもできるように設計している。このため圃場の軟弱路盤、傾斜地を円滑に走行できるように3軸駆動のトラックを選定した。ヒューガルポンプがタンクに内蔵されており、スラリ排出に使われる。バルブの切替でタンク内の循環攪拌、スラリストアやインジェクタ等への補給、衝突板による直接散布に利用できる。機体の仕様諸元および概要を表100および図135に示した。

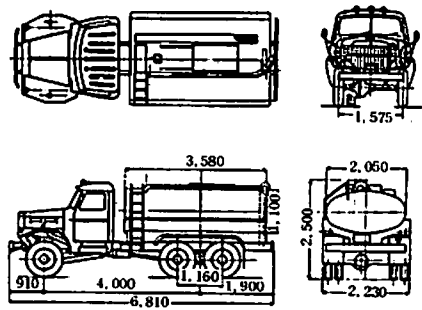


図135. スラリローリ

4. 実験結果および考察

1) ポンプの吐出量

図136に搭載ポンプの水についての吐出性能を示した。エンジン回転数2,000rpmでは2650ℓ/min、2,500rpmでは2,900ℓ/minの高効率であった。バキュームタンカの吐出量は500ℓ/min程度であるので5~6倍の吐出量である。

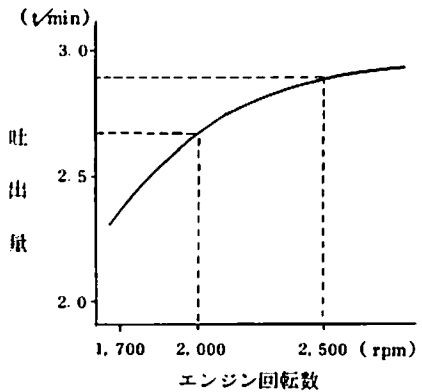


図136. 搭載スラリポンプ吐出量-水-

スラリを高効率に処理する場合には、施設にポンプを設置し、貯溜槽の攪拌調整と汲上げを行う。タンカにもこのポンプによって能率的にスラリを供給する。これを2ステージ方式と呼ぶことにするが、この場合タンカは比較的簡単な構造で吐出量の多い排出専用ポンプを備える。スラリローリはこの方

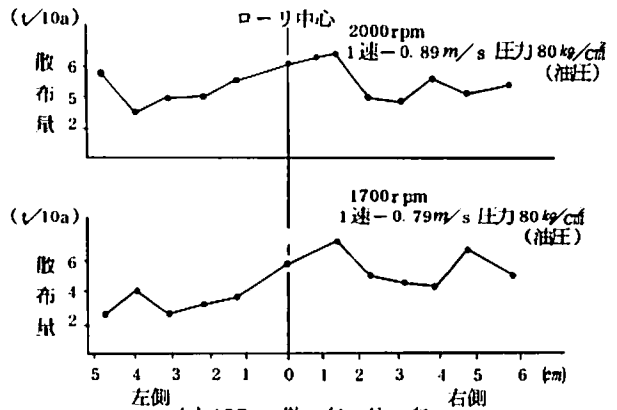


図137. 散布分布

針にそって開発したもので、ポンプの吐出量はほゞこの大量処理のシステムに合致するものであって所期の内容である。

2) 散布精度

散布は衝突板方式により、タンクの上部から下方に向けて行われるようにしてあるが、図137に示されるように、比較的均一な分布であった。同じ衝突板方式でも、タンクの下部から上方に向けて高圧で散布する場合は、スラリが霧散し、風の影響を受けることもあるが、本機ではこの霧散はほとんど認められなかった。

表 100. スラリローリの仕様諸元

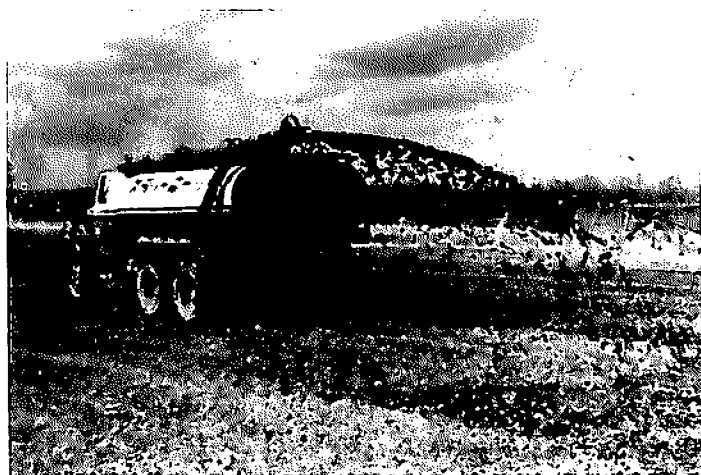
ローリ型式	金剛 SL-6000
寸法 (mm)	
タンク全長	3,580
タンク長径	2,050
タンク短径	1,100
積載容量 (ℓ)	6,000
空間容積 (ℓ)	400
室数	1室 (防波板 2枚)
タンク内面処理	亜鉛メタリコン処理
ポンプ (攪拌装置付)	ビューガルタイプ液中ポンプ
スプレッタ	平面水流拡散方式
吐出能力 (ℓ/min)	1,500 ~ 2,800
散布幅 (m)	8.5 ~ 12.0
マニホールドバルブ	円形又は角形 1個, キャップ内又は外にて開閉 4インチ 3万ボールコック
車輛型式	TWD 30
寸法 (mm)	
車輛全長	7,040
車輛全幅	2,390
車輛全高	2,530
ホイールベース	3,420 + 1,160 = 4,580
トレッド前	1,575
” 後	1,750
最低地上高	230
重量 (kg)	
車輛重量	5,765
最大積載量	6,000
乗車定員 (人)	3
車輛総重量	11,930
性能	
最高速度 (km/h)	70
登坂能力 (tθ)	1.00
最小回転半径 (m)	10.0
エンジン	
名称	ディーゼル DA 640
型式	水冷 4 サイクル直列予燃焼室式
総排気量 (cc)	6,373
最高出力 (ps/rpm)	135 / 2,600
最大トルク (kgm/rpm)	41.5 / 1,600
変速機	3-4 シンクロメッシュ式直結 4 段
変速比	① 6.451 ② 3.617 ③ 1.916 ④ 1.000 ⑤ 6.305
副変速機	
変速比	常時嚙合式 高 1.000 低 2.532
減速装置	ハスバ傘歯車 1 段減速
減速比	6.500
タイヤ (前後共)	8.25 - 20 - 14 P
操向装置	ボールナット式パワーステアリング



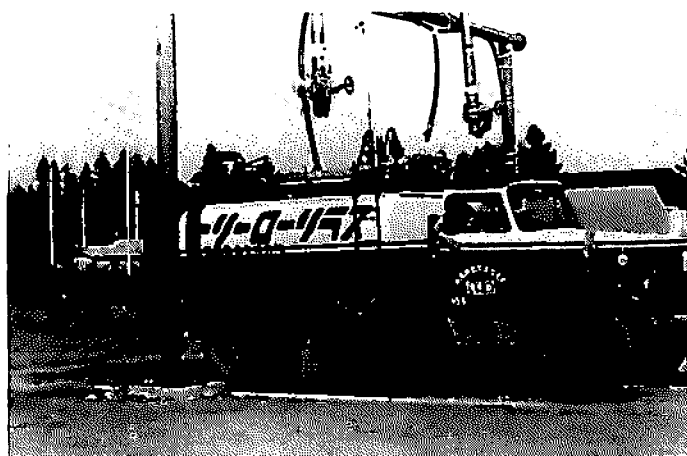
スラローリ



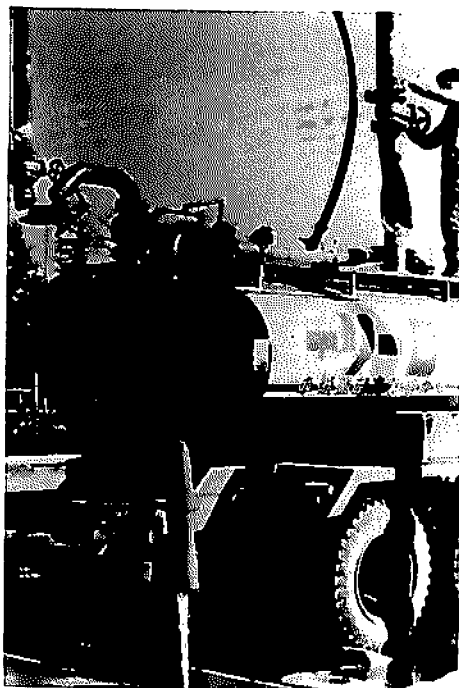
土壤踏圧断面調査



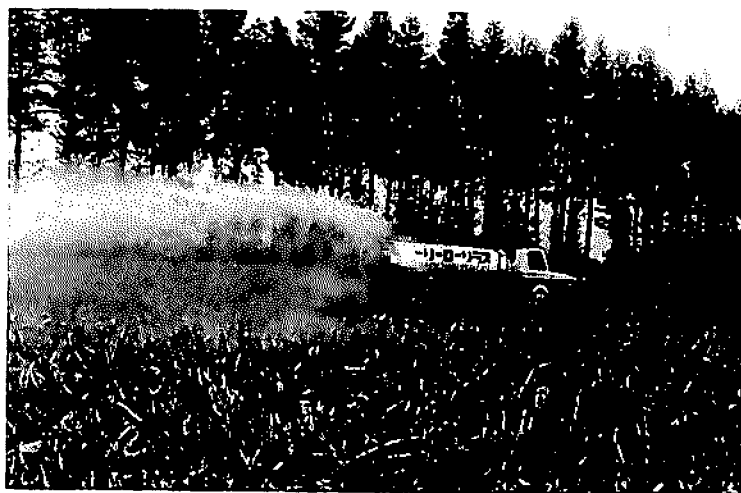
スラリスプレッディング作業



スラリローリによる
澱粉工場排出液の土地還元



発生泡の処理装置



排出液スプレディング作業

3) スラリローリの走行性能

スラリローリは圃場内に入し、軟弱路盤、あるいは傾斜地を走行する関係からその走行性能を知る必要があり、一つの手掛りとしてけん引力を測定した。その性能曲線を図138に示す。空タンク時のけん引比は0.366、5,600ℓ積載時のけん引比は0.315であった。普通のトラックのけん引比は0.10～0.15であるので、これと比較すると2～3倍の推力と判断できる。この値はトラクタ(2輪駆動)のけん引比0.35～0.40とほぼ合致するので、トラクタと同等の推力といえよう。降雨後の水分の多い野菜収穫圃場、15°～20°の傾斜草地を難なく走破する能力を示した。

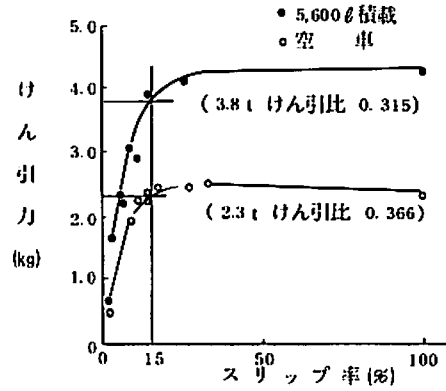


図138.けん引力曲線

4) 土壌踏圧

踏圧深度の断面を図139、140に示した。本ローリの接地圧は前輪3.5kg/cm²、後輪3.9kg/cm²であったがトラクタけん引容量4,000ℓのスラリスプレッドは3.4kg/cm²であり、これに比較すると、あまり差のない数値である。踏圧による表層の沈下は約10cm、影響深度は約50cmである。一方、図141に示すようにトラクタけん引のスプレッドではトラクタの踏圧も加わって表層の沈下が約15cm、影響深度約55cmであった。したがって、ローリの土壌踏圧は僅かながら少なくなっている。大型トラックの圃場内走行は踏圧によって土壌の固結をもたらすものと見做されているが、タイヤ数の多い3輪駆動によって接地

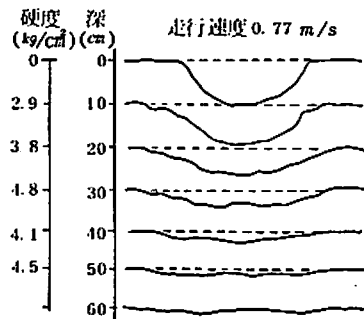


図139. TWD20前輪(右) 5,600ℓ積載

圧を分散し、圃場の走行性をよくするばかりでなく、踏圧の影響を少なくすることに効果を示している。

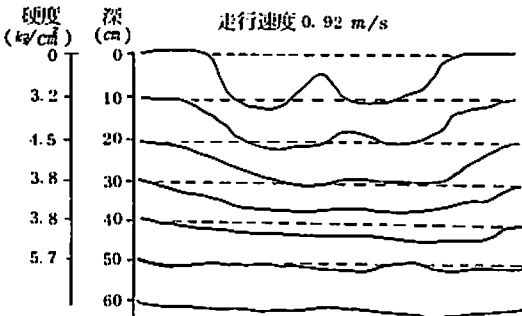


図140 TWD20前後輪(右) 5,600ℓ積載

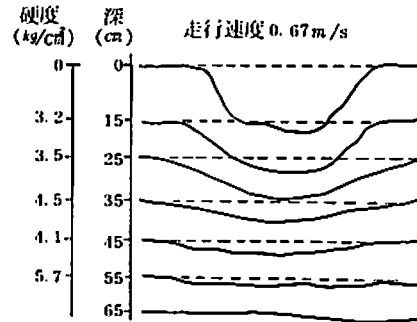


図141. トラクタけん引スラリスプレッド車輪(左) 4,000ℓ積載 -比較-

5) 作業能率

スラリローリは、機動力があって能率的に作業できるのが特長である。作業能率の例を表101, 102に示した。圃場迄の距離が400 mと2.130 mの2ヶ所で行ったものである。これ

表 101. スラリローリの作業能率 その1

(池田町)

作業速度 (m/sec)	面積 (a)	作業時間					作業能率		10a当り 散布量 (ton/10a)	時間当り 処理量 (ton/hr)
		汲上げ	走行	散布	調整	計	a/hr	hr/ha		
0.68	72	21'20" (33.7)	18'05" (28.6)	22'00" (34.8)	1'50" (2.9)	1°03'15" (100.0)	68.3	1°27'50"	5.0	34.15

圃場間距離 400 m 走行速度 4.42 m/sec (15.9 km/hr)

表 102. スラリローリの作業能率 その2

作業速度 (m/sec)	面積 (a)	作業時間					作業能率		10a当り 散布量 (ton/10a)	時間当り 処理量 (ton/hr)
		汲上げ	走行	散布	調整	計	a/hr	hr/ha		
0.69	108	34'45" (22.5)	1°20'45" (52.3)	32'30" (21.1)	6'15" (4.1)	2°34'15" (100.0)	42.0	2°22'49"	5.0	21.00

圃場間距離 2.130 m 走行速度 8.0 m/sec (28.8 km/hr)

表 103. トラクタけん引スラリスプレックの作業能率 その1

(池田町)

作業速度 (m/sec)	面積 (a)	作業時間					作業能率		10a当り 散布量 (ton/10a)	時間当り 処理量 (ton/hr)
		汲上げ	走行	散布	調整	計	a/hr	hr/ha		
-	43	18'25" (24.0)	40'15" (52.5)	15'55" (20.8)	2'02" (2.7)	1°16'37" (100.0)	33.7	2°58'11"	5.0	16.85

圃場間距離 400 m 走行速度 1.65 m/sec (5.9 km/hr)

表 104. トラクタけん引スラリスプレックの作業能率 その2

作業速度 (m/sec)	面積 (a)	作業時間					作業能率		10a当り 散布量 (ton/10a)	時間当り 処理量 (ton/hr)
		汲上げ	走行	散布	調整	計	a/hr	hr/ha		
-	40	12'50" (6.0)	3°04'10" (86.3)	15'25" (7.2)	55" (0.4)	3°33'20" (100.0)	11.2	8°53'20"	5.0	5.60

圃場間距離 2.130 m 走行速度 1.9 m/sec (6.8 km/hr)

を比較するために同じ場所で行った、トラクタけん引のスプレックの作業能率は表103, 104である。スラリローリは400 mの距離ではスプレックの2.03倍の能率であり、2.130 mの距

離ではさらに向上して3.75倍の能率となっている。

実績を参考にして距離別に作業能率を試算し、比較したのが図142である。遠距離になるにしたがい、スラリローリは有利になり、4 Kmで約4倍、16 Kmで約6倍の能率となり倍率を増している。

今、施設と圃場との距離が作業能率に及ぼす影響について検討すると次式で示される。

$$q = \frac{A}{\frac{2(\ell - \ell_1)}{v_2} + \frac{2\ell_1}{v_1} + \frac{t_1 + t_2 + t_3}{3,600}}$$

但し ℓ : 施設-圃場間距離 (Km)

ℓ_1 : 施設・圃場から道路の走行安定迄の距離 (Km)

A : 1回当りのスプレッディングの面積 (a)

t_1 : スラリの汲上げ時間 (sec)

t_2 : 整備・調整時間 (sec)

t_3 : 圃場散布時間 (sec)

v_1 : 施設・圃場から道路の走行安定迄の速度 (Km/Hr)

v_2 : 路上速度 (Km/Hr)

q : 作業能率 (a / Hr)

上式に下記の数値を用いて試算した例が図142である。なお v_2 は道路事情あるいは距離

	スラリローリ	スラリスプレッダ
ℓ_1 (Km)	0.25	0.05
A (a)	12	8
t_1 (sec)	120	80
t_2 (sec)	230	360
t_3 (sec)	180	160
v_1 (Km/Hr)	15	2
v_2 (Km/Hr)	35 ~ 47	8 ~ 11

注 : v_2 は道路事情、あるいは距離により差があり、巾を持たせたもの。

によって差がある。作業能率にも関連し、巾を持つことになる。関係式は

$$\text{スラリローリ} \quad q = \frac{6 v_2}{\ell + 0.0903 v_2 - 0.25}$$

$$\text{トラクタけん引スラリスプレッダ} \quad q = \frac{4 v_2}{\ell + 0.108 v_2 - 0.05} \quad \text{である。}$$

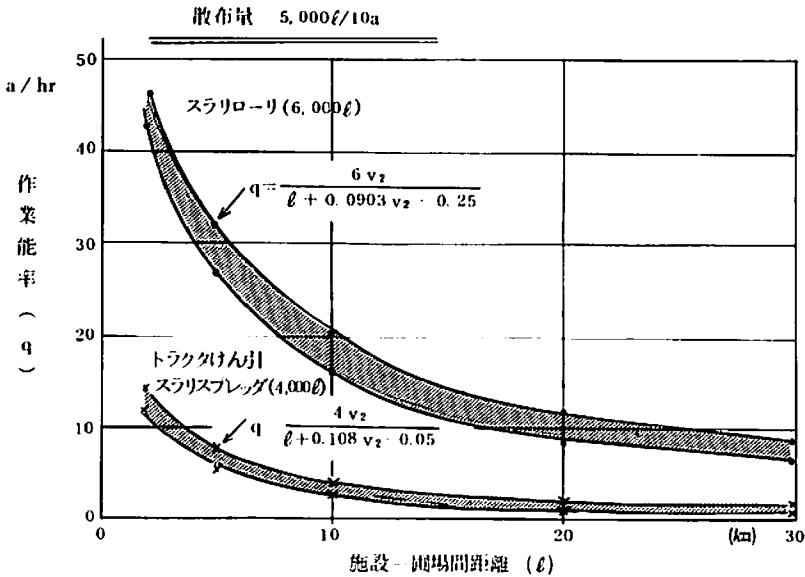


図 142. 作業能率比較 (試算)

6) 利用経費

スラリローリの作業能率はトラクタけん引のスプレッドに優っても、大型のタンカは購入費が高く、利用経費の面で不利ではないとも考えられるが、試算をすると、表 105, 106, 107, 108 である。行動半径を 1.4 Km と 2 Km とに分けたのは、前者が村単位の共同体で利用する場合を想定したものであり、後者は部落単位である。トラクタけん引のスプレッドも比較のために専用とし、年間稼働日数 120 日として計算しているが、高能率であることは利用経費の低減にも関連している。行動半径 1.4 Km の場合、ton 当りの利用経費はスラリローリ 394 円に対し、トラクタけん引のスプレッドは 1,234 円である。約 1/3 の経費であり、行動半径 2 Km で作業能率が接近しても、154 円に対し 337 円と約 1/2 の較差がある。図 143, 図 144 に稼働日数、距離別の ton 当りの利用経費を図示したが大きな差異を認めることができる。

表 105. スラリローリの利用経費 その 1 行動半径 1.4 Km

機種名	購入価格	固定経費			変動経費				利用経費 ton 当り	摘要	
		固定費率	経費	時間当り	ton 当り	労賃	燃料費	計 (/hr)			ton 当り
スラリローリ	7,500,000	29.41	2,205,750	2,298	279	400	550	950	115	394	年間稼働日数 120 日 1 日当りの稼働時間 8 hr 総稼働時間 960 hr 1 時間当り処理量 8.2 ton

注：スラリローリの耐用年数 5 年 1 日当り 1 回散布
 10 a 当り散布量 5 ton / 10 a 作業能率 16.5 a/hr

表 106. スラリローリの利用経費 その2

行動半径 2 Km

機種名	購入価格	固定経費				変動経費				利用経費 ton 当り	摘 要
		固定費率	経 費	時間当り	ton当り	労 賃	燃料他	計(/hr)	ton当り		
スラリローリ	7,500,000	29.41	2,205,750	2,298	109	400	550	950	45	154	1時間当りの処理量 18.0 ton

注：1日当り28回散布 作業能率42.0 a/hr

表 107. トラククけん引スラリスプレッダの利用経費 その1

行動半径 1.4 Km

機種名	購入価格	固定経費				変動経費				利用経費 ton 当り	摘 要
		固定費率	経 費	時間当り	ton当り	労 賃	燃料他	計(/hr)	ton当り		
トラクク (65PS級)	2,800,000	23.48	657,440	685	457						年間作業日数 120日 1日当りの稼働時間 8hr 総稼働時間 960hr 1時間当りの処理量 1.5ton
ツリスプレッダ (1,000ℓ)	2,000,000	20.50	410,000	427	285	400	338	738	492	1,234	

注：耐用年数 8年 トラククはスプレッダ専用
1日当り3回散布 作業能率30 a/hr

表 108. トラククけん引スラリスプレッダの利用経費 その2

行動半径 2 Km

機種名	購入価格	固定経費				変動経費				利用経費 ton 当り	摘 要
		固定費率	経 費	時間当り	ton当り	労 賃	燃料他	計(/hr)	ton当り		
トラクク (65PS級)	2,800,000	23.48	657,440	685	125						1時間当り処理量 5.0ton
ツリスプレッダ (4,000ℓ)	2,000,000	20.50	410,000	427	78	400	338	738	131	337	

注：1日当り11回散布, 作業能率11.0 a/hr

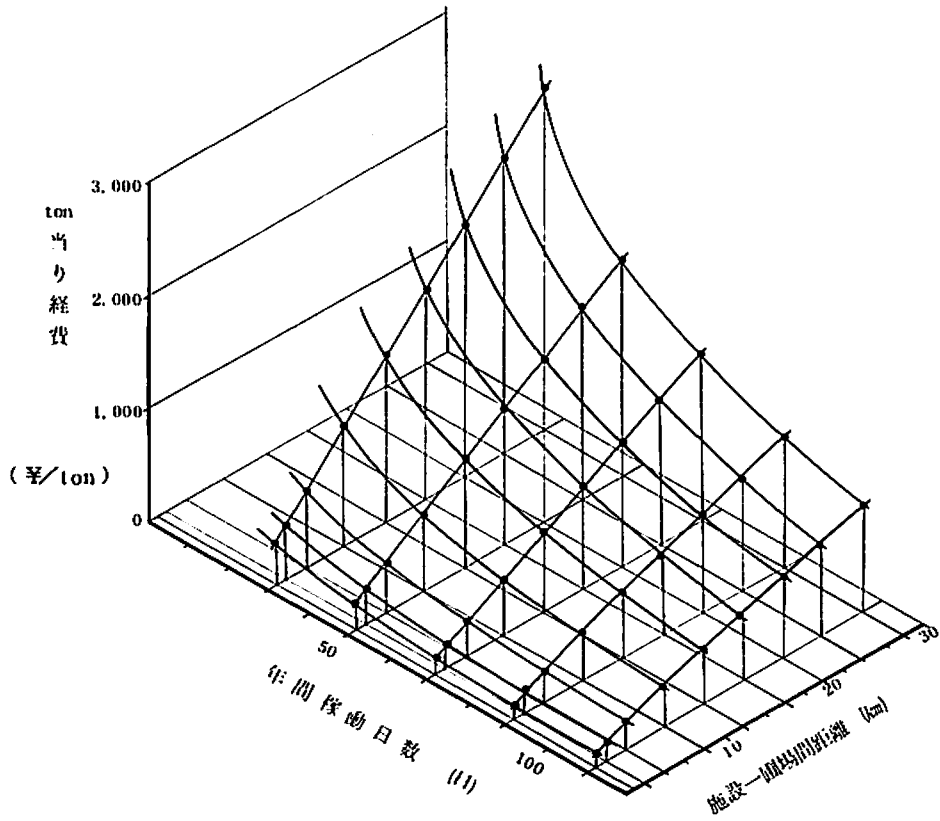


図 143. スラリローリの利用経費

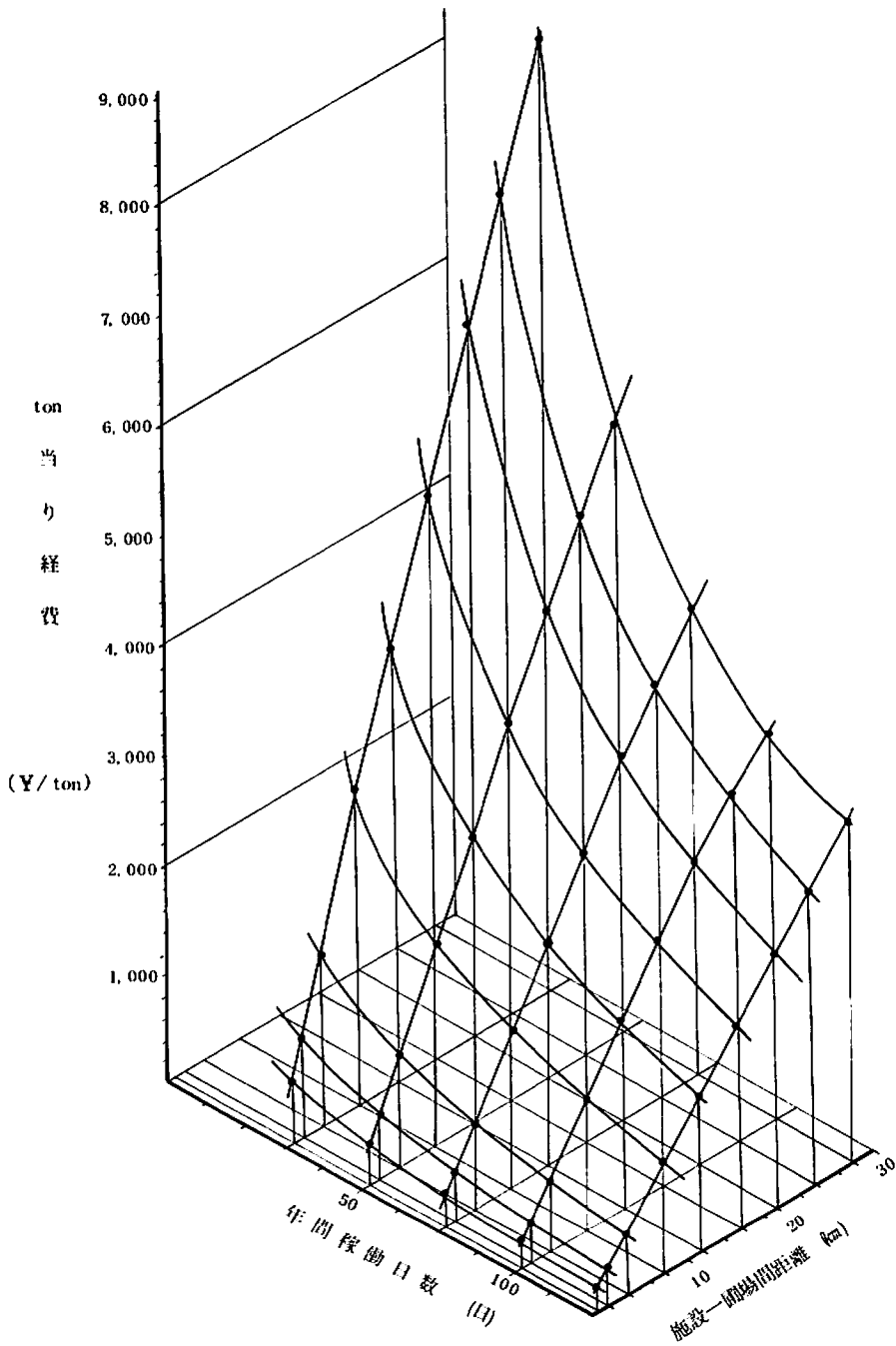


図 144. トラクタけん引スラリスプレッドの利用経費

表 109. スラリローリによる澱粉工場排出液の土地還元の利用経費試算

機 種 名	購入価格	固 定 経 費				変 動 費				利 用 経 費		摘 要
		固 定 費 率	固定経費	時 間 当 り	ton 当 り	労 賃	燃料他	計(/hr)	ton 当 り	時間別	ton 当 り	
トラクタ1台 (50PS級)	2,000,000	23.48	469,600	534	7	1,125	306	1,433	19	1,967	26	処理量 ポテトジュース 60,000 t スラッジ 6,000 t 所要日数 110日 1日の稼働時間 8hr 総稼働時間 880hr 時間当り処理量 $\frac{60}{110}$ t/hr
スラリポンプ1台 (4,000ℓ/min)	1,800,000	20.50	369,000	419	6	—	—	—	—	419	6	
スラロ-リ10台 (6 t) (@6,500,000)	65,000,000	29.41	19,116,500	21,723	230	11,250	5,700	16,750	233	38,473	513	
計	68,800,000	—	19,955,100	22,676	303	12,375	5,888	18,183	212	40,859	545	

注：耐用年数 トラクタ，スラリポンプ 8年 スラリローリ 5年
 労 賃 年収 2,700,000 300日稼働 1日当り 9,000，時間当り 1,125（廃液処理作業は100日）
 燃料・潤滑油 トラクタ 5ℓ/hr 56ℓ 潤滑油他は燃料の10%増

		スラリローリ 1台1日250km走行 3.5km/ℓ 潤滑油他は燃料の10%増	
原料1 t 依 当 り	固定経費	$19,955,100 \div 2,000,000$ (依) ≈ 10	1 t 依 60 kg
	変 動 費	$17,101,040 \div 2,000,000 \approx 8$	
原料1 t 当 り	固定経費	$19,955,100 \div 120,000$ (t) ≈ 166	
	変 動 費	$16,001,040 \div 120,000 \approx 133$	
製品1 袋 当 り	固定経費	$19,955,100 \div 820,000$ (袋) ≈ 24	1 袋 25 kg
	変 動 費	$16,001,040 \div 820,000 \approx 19$	
製品1 t 当 り	固定経費	$19,955,100 \div 20,500 \approx 973$	
	変 動 費	$16,001,040 \div 20,500 \approx 781$	

スラリローリは機動力を発揮してスラリを高効率処理できるが、当然、家畜のふん尿処理にとどまるものでなく、農産加工施設の排出液の土地還元処理等に利用することもできる。農産加工施設の場合、畜産施設よりもまとまって排出されるので、スラリローリはより効率的に活用できる。表109は1日当りの原料処理量1,200 tonのばれいしょ澱粉工場の主要排出液の処理を前提に、利用経費を試算したものである。ポテトジュースは1日当り600 ton排出されるので、100日操業として60,000 tonが対象となる。10a当り5 tonを畑地に還元するとすれば、散布面積は1,200 haであり、畑作地帯では散布面積に不足するものではない。

スラリローリは管内散布の実験結果から1日当り10回確実に散布することができた。遠隔地、近接地平均して1回当り平均48分のサイクルである。スラリローリのタンク容量は6 tonであるから、10回処理で60 ton、1日600 ton処理しようとするれば、10台のスラリローリに対応できる。トラクタにスラリポンプをセットして汲上げを行うようにすると、総投資額は68,800,000円で、耐用年数をトラクタ・スラリポンプを8年、スラリローリを5年にして計算すると、利用経費はton当り545円である。

ポテトジュースは要素量を肥料に換算してみると ton 当り 1,025 円⁽¹⁴⁾であるので、545 円で処理できることは、次のような意味をもっている。土地に還元される農家は 545 円の経費を支払うことによって 1,025 円の価値のある有機質を含む肥料を入手できることであり、澱粉工場は経費をほとんどかけないでポテトジュースを処理できることである。ポテトジュースは従来は曝気処理をして河川に放流されていたので、この経費と、全く利用されることのなかった無駄を考えると、スラリローリを利用し、土地に還元する効用は高く評価できる。

仮に、農家から処理経費を要求しないで、製造経費に含めたとしても安い経費である。表 107 の下欄に示したように、経費を原料あるいは製品当りに換算して、例えば原料 1 俵当りでは固定経費 10 円、変動費 8 円で計 18 円であり、原料費の 2% に満たない。畑作専業地帯では地力の減耗を認め、循環農業を提唱している時勢でもあり、排出液処理経費の低減を含めて、今後スラリローリはこの種の部門にも活用の途がある。

経営の合理化から農業は専門化し、大型化の傾向にあるが、このスケールメリットの追究には一つの盲点があったと考えられる。動物に限らず施設でも排出物はつきまとうものであり、この排出物の処理が意外と安易に考えられて、昨今に至り河川汚染など社会的な問題を惹起している。ここは専門別に分化しても、何等かの形において部門間が有機的に結合し、排出物を土と水の浄化能に委ね農業の再生産力に転化する姿勢こそ合理化と考える。

従来から農業の合理化として、輪作がすすめられてきた。しかしながら単純な輪作だけで地力を維持することは困難であり、常に補填されなければ意味がない。例えば施設の排出物を畑地に還元する方策を構すべきである。困難な問題もあるが、最近の技術からすると、解決は可能である。要は運搬と調製にかかるものであり、この合理化が先決である。解決策の一つは規模を大きくして組織で対処することである。

例えば運搬の合理化は、大量輸送の前提から流動体処理とする。この場合、流動体であるために専用のローリ、貯溜槽を必要とし個人の能力の範囲を越えるが、ポンプとローリは、単純処理、あるいは機動力による広域利用を可能にし、貯溜槽の運用が腐熟を容易にし、混合調製など液状堆肥としてのバランスを整えさせることができる。

スラリローリは運搬量が少ない場合は、一般に利用経費が高く運営面に問題ありとされているが、複合利用のシステムでは、コンスタントに材料が提供されるので、運営が容易であり問題点をカバーする。また稀釈されたものを運搬する場合も運搬効率に関連し、経費を増大させるが、最近の施設では化学処理をしないでも含水率 90% 前後の高濃度にすることが容易であり、現在では充分対応できるものと考えられる。

図 145 はスラリローリによる処理体系である。排出物が施設で調製されたものであれば、ローリで直接散布、あるいは待機するインジェクタに補給する。複合利用の場合はストアに運び、ここで調製する。ストアが部落の核に設けられていれば畑場に近いので、農家はインジェクタ、あるいはスプレッドで直接散布する。多少遠隔地であれば、再度、機動力のある

スラリローリを動員するものである。

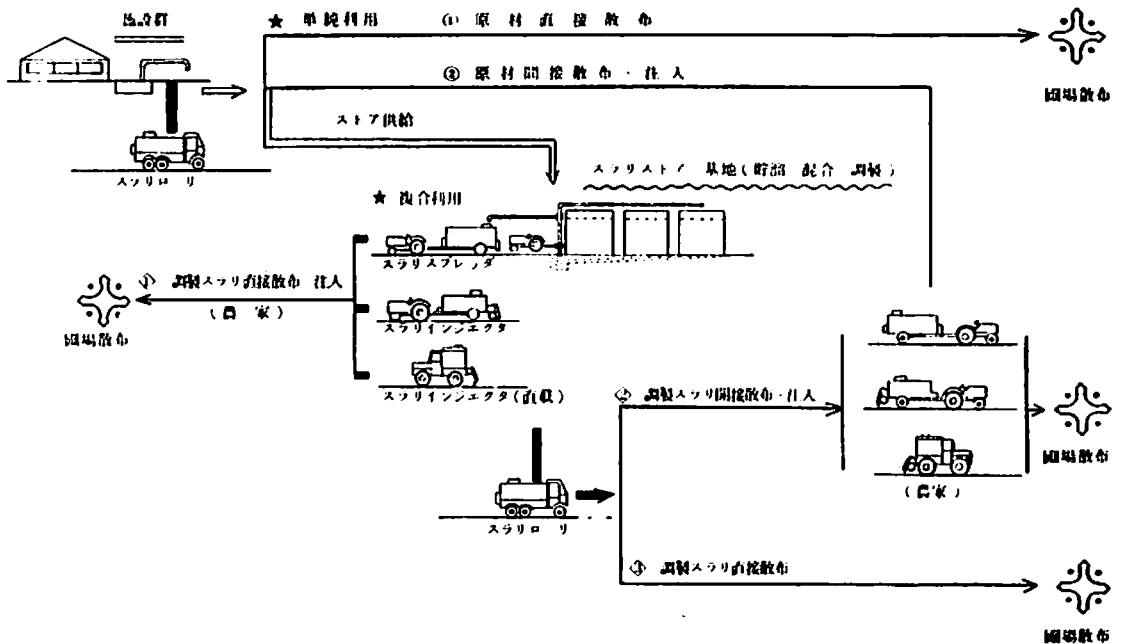


図 145. 排出物の利用処理体系 (広域利用)

最近、一般化しつつあるスラリインジェクタは、タンク容量が 4,000 l でポンプの吐出量は 1,000 l/min 規模である。4,000 l 満タンクでも僅か 4 分で処理されてしまうので、作業のほとんどが運搬作業で占められる、低速のトラクタけん引では、作業効率は著しく低いものであり、スラリローリとの組合せが望ましい。距離によっては 1 台のインジェクタに 2 台以上のローリの組合せにならう。

スラリローリは前述したように、タンデム型のリアホイールとし 3 軸駆動が理想的である。軟弱圃場や傾斜地を走行し、直接散布も考えられるからである。圃場に待つインジェクタに補給する場合でも、3 軸駆動であれば圃場条件に左右されず円滑に補給作業をすることができ。

スラリローリは慣例ではバキュームタンク方式であるが、量を処理しようとするにはバキュームタンクのポンプでは能率的に限界があり、施設にポンプを備えておく方式となる。材料は施設側のポンプに汲上げてもらい、ローリは受けて運搬し、内蔵するポンプで圃場に直接散布、あるいはインジェクタやストアに吐出補給する。この方式はタンカが装備するポンプで汲上げ、散布するのに比較すれば汲上げと散布とを分けているので、2 ステージ方式といえる。施設側のポンプは槽内の攪拌調製を兼ねるので、容量の大きいものが必要である。この方式は多様な利用ができるので、今後の利用体系の主軸とならう。澱粉工場などでは排出物量が多いので、既にこの方式が一部に採用されるに至っている。

第6節 総括

家畜のふん尿処理は経営の合理化により専業の経営が多くなり、飼養頭数が増加してくると従来の方法では対応が困難となり、大巾に改善されるようになった。ふん尿量の多い乳牛、肉牛のスラリシステムがその代表的なものであり、最近では養豚、養鶏にも拡大利用されるようになってきている。

1. スラリシステムの概要とスラリポンプ

スラリシステムはいわばふん尿のバラ扱いであり、ふんと尿を混合、液状化して、ポンプとタンカで大量のふん尿を単純処理しようとするものである。ポンプは高粘度に対応すべく液中ヒューガル型が主流であり、一部の特殊ケースに高粘度、高圧型のヘリカルロータポンプ、ルーツポンプ等が利用されている。

大量処理が前提であれば、液中ヒューガルポンプは施設に独立して設置し、タンカへの汲上げと、槽内の噴流攪拌、スラリの均質化に利用する。必然的にタンカは自給の工程が省かれるので、装備されるポンプは、タンク内からスラリを排出するだけの簡単な構造のものでよく、取扱いやすいのが一般的である。家畜のふん尿には、糞雑物の混入を所止しても相当の混入を避けることはできない。取扱いが簡単であることは、それだけ糞雑物に対して有利であることを意味し、スラリの扱いには必須条件ともいえるスラリシステムはわが国に導入されて日も浅く、その内容については不明であったが、概要があきらかになり、ポンプの利用技術体系も組立てられるようになった。

2. スラリインジェクタの開発

液状の扱いであると土中に注入することもできる。スラリインジェクタは一般的な表面散布に対して、土壤改良効果を加えるべく開発したものである。スラリの表面散布と肥効を比較した例では、牧草の場合、1番草では表面散布の収量をもっとも多いが、2番草、3番草で劣っている。結局2番草、3番草で収量の多い作土処理スラリインジェクタ、心土処理スラリインジェクタが収量の多い結果となっている。スラリインジェクタは大きなけん引動力を必要とするのが難点であっても土地の生産性との関連からみて今後利用が拡大されるものである。

3. スラリローリ開発とその利用拡大

スラリローリは広域にスラリを利用しようとする目的で開発したものである。トラックの機動力はトラクタに優り、遠距離である程性能は大きな較差となる。利用経費も施設一圃場間距離14kmでは1/3となっている。経営規模の拡大、あるいは集団協業の発達とともに広域化するのが現状であり、そうした場面に活躍が期待される。また、最近にはそれぞれの専業形態を崩さずに、地域的に複合化し、専業化の隘路を解消しようとする動きがある。経営間を結合するのは運搬力であり、スラリローリのような高能率タンカの果たす役割は大きい。畑作では堆肥の土地還元不足、地力の減退を訴えているが、大量運搬システムが成立すればこの問題は解決するものである。派生して農産加工施設から排出される膨大な未利用資源の活用に

も利用されよう。

4. スラリ利用の高度化

スラリシステムはふん尿の大量処理を目的として開発された技術であるが、質的転換にも効果的であった。スラリインジェクタは一つの例である。また、スラリは流動物であるところから貯溜槽を必要とするが、貯溜槽は調製槽を兼ね得るものである。湿気を自動化することによって省力的な腐熟処理も可能であり、より散布の効果を高めることもできるものである。